令和２年度

低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業
地下空洞型処分調査技術高度化開発

報　告　書

令和3年 3月

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター

東電設計株式会社

本報告書は、以下の構成でとりまとめています。

第１章～第７章

なお、以下の資料を合わせて添付します。

添付資料－１～添付資料－２

本報告書は、経済産業省からの委託研究として、公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター並びに東電設計株式会社が実施した令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）の成果を取りまとめたものです。

はじめに

地下 70m 以深の大断面の地下空洞に構築されたコンクリートの処分ピットと、その周囲を覆うベントナイトの緩衝材等から構成される地下空洞型処分施設は、低レベル放射性廃棄物に区分される発電所廃棄物や TRU 廃棄物（地層処分相当の廃棄物を除く）の処分施設として、各種の検討がなされている。地下空洞型処分施設は、低レベル放射性廃棄物のうち、比較的放射能レベルの高い廃棄物を対象としていることや、地下 70m 以深の地下空洞に建設する処分施設であるため、これまでに実績のある浅地中処分施設とは異なる調査・計測・計画・設計・施工技術が必要とされている。

平成 19 年度から平成 26 年度まで経済産業省資源エネルギー庁からの低レベル放射性廃棄物の処分に関する委託事業として、地下空洞型処分施設を模擬した実規模施設において施工試験を実施し、その施工技術を実証的に整備してきた。また、平成 27 年度から平成 31 年度までの委託事業では、施設の安全性確認のためのモニタリングを研究テーマとして、施設機能確認のための考え方・手法・技術を整備した。ただし、地下空洞型処分においては、規制基準の動向を踏まえると、更なる技術開発や研究開発が望まれる課題も残されている。

本事業である「地下空洞型処分調査技術高度化開発」は、こうした状況を踏まえ、地下空洞型処分施設を対象とし、大規模な坑道や地下空洞型処分施設などを建設する上で必要となる、岩盤にかかる初期地圧の三次元的な分布を測定する技術の開発を始めとした中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化開発を行うと共に、最適な施設設計を支援するための手法の検討を始めとした中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化開発を行うものである。

本事業の成果は、同様の処分施設形態が検討されている TRU 廃棄物の地層処分についても、共通の基盤技術として幅広く反映可能であり、また、将来の処分施設の機能確認に対して極めて重要な情報を提供するものである。

5 ヵ年にわたる本事業の初年度となる令和 2 年度は、上記の状況を十分踏まえた上で、いずれの研究開発テーマについても今年度を含めて複数年にわたる事業の全体計画を策定するとともに、具体的な技術開発や研究開発に着手した。

なお、本事業は経済産業省資源エネルギー庁の委託により実施するものである。

目　次

第 1 章 全体概要 1-1
1.1 本事業の背景と目的 1-1
1.1.1 本事業の背景 1-1
1.1.2 本事業の目的 1-1
1.2 本事業の概要 1-3
1.2.1 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化 1-3
(1) 初期地圧測定技術の高度化開発 1-3
(2) 地下水流動評価技術の調査 1-4
(3) 地震時影響評価技術の検討及び地震動観測 1-4
1.2.2 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化 1-4
(1) 既往検討成果の調査と技術オプションの検討 1-4
(2) ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究 1-4
1.2.3 情報収集及び委員会の設置・運営 1-5
(1) 情報収集 1-5
(2) 委員会の設置・運営 1-5
1.3 令和２年度の実施概要 1-5
1.3.1 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化 1-6
(1) 初期地圧測定技術の高度化開発 1-6
(2) 地下水流動評価技術の調査 1-9
(3) 地震時影響評価技術の検討及び地震動観測 1-10
1.3.2 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化 1-12
(1) 既往検討成果の調査と技術オプションの検討 1-12
(2) ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究 1-13
1.3.3 情報収集及び委員会の設置・運営 1-15
(1) 情報収集 1-15
(2) 委員会の設置・運営 1-15
第 1 章の参考文献 1-16

第 2 章 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、初期地圧測定技術の高度化開発 2-1
2.1 参照データの取得 2-1
2.1.1 調査の概要 2-1
(1) 調査の目的 2-1
(2) 実施内容 2-1

2.1.2 参照データの取得方法 2-3
(1) ボーリング掘削 2-3
(2) 温度検層 2-14
(3) キャリパー検層 2-16
(4) 密度検層 2-18
(5) PS 検層 2-21
(6) ボアホールカメラ（BTV）観察 2-24
(7) 透水試験 2-26
(8) 初期地圧測定 2-30
(9) 室内試験 2-41
(10) ボーリング孔の閉塞 2-53
2.1.3 参照データの取得結果 2-54
(1) ボーリング掘削 2-54
(2) 温度検層 2-62
(3) キャリパー検層 2-64
(4) 密度検層 2-66
(5) PS 検層 2-68
(6) ボアホールカメラ（BTV）観察 2-70
(7) 透水試験 2-73
(8) 初期地圧測定 2-75
(9) 室内試験 2-108
(10) ボーリング孔閉塞 2-144
2.1 節の参考文献 2-147
2.2 既往測定技術の調査及び試験装置の概念設計 2-148
2.2.1 概要 2-148
2.2.2 既往初期地圧測定技術の調査 2-150
(1) 調査方針 2-150
(2) 軟岩を対象とした既往の初期地圧測定技術 2-151
(3) 大深度を対象とした既往の初期地圧測定技術 2-155
(4) 既往技術における課題 2-165
2.2.3 試験装置の概念設計 2-166
(1) 開発計画の概要 2-166
(2) 開発する試験装置の概念案 2-169
(3) 課題の整理と対応方針 2-171
(4) 開発に係る全体計画 2-172
(5) 室内検証試験の計画 2-174

(6) 現場検証試験の計画 2-177
2.2 節の参考文献 2-180
2.3 初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討 2-182
2.3.1 検討方針 2-182
2.3.2 文献調査による技術課題の抽出 2-185
(1) 応力解放法の原理に関わる知見 2-185
(2) 課題の具体的事例 2-189
(3) まとめ 2-213
2.3.3 初期地圧測定時の岩盤状態の想定（塑性・破壊メカニズム等） 2-215
(1) 破壊モード 2-215
(2) 破壊のメカニズム 2-223
(3) まとめ 2-225
2.3.4 メカニズムを考慮した解析手法の選定 2-227
(1) 解析手法のシミュレーションへの適用事例 2-227
(2) 参照データ取得における原位置試験・室内試験と解析事例 2-249
(3) 適用する解析手法 2-251
2.3.5 5 ヵ年実施計画の立案 2-252
(1) 立案方針 2-252
(2) 実施計画 2-252
(3) 検討工程 2-258
2.3 節の参考文献 2-260

第 3 章 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、地下水流動評価技術の調査 3-1
3.1 調査の概要 3-1
3.1.1 目的 3-1
3.1.2 検討内容 3-1
3.2 文献調査結果 3-3
3.2.1 第二種廃棄物中深度処分の規制基準等における検討状況と要求事項の調査・整理 3-3
(1) 骨子 3-3
(2) 検討概要 3-3
(3) 検討結果 3-3
3.2.2 放射性廃棄物処分に係る地下水流動調査・評価技術に関する文献情報の収集・分類・整理 3-6
3.2.3 不均質性を考慮した地質環境モデル及び水理地質構造モデルのモデル化手法に関

する文献調査.....3-13
3.2.4 中深度処分に係る地下水流動の調査・評価の方法論と技術に関する文献調査
.....3-15
(1) 事業展開の段階ごとの調査・評価スケールと地質環境モデルの構築－高レベル廃棄物処分の段階的なサイト選定調査に係る検討事例－.....3-15
(2) 水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造モデルの構築.....3-20
(3) 中深度処分の安全評価等における地下水移行シナリオの評価に係る地下水流動の調査・評価の技術・方法論に関する検討事例の整理.....3-21
3.3 中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目及び技術的要件等の検討.....3-32
3.3.1 低レベル放射性廃棄物(LLW)中深度処分の概念.....3-32
3.3.2 LLW 中深度処分事業の段階的な展開の考え方と各段階における地下水流動の調査・評価に係る要求事項の整理.....3-33
(1) 各段階における特に地下水流動に関連する規制要求の考え方.....3-33
(2) 規制期間前の原子力規制委員会の関与.....3-34
(3) 長期の安全確保のための規制要求について（特に、地下水流動に関わるもの）
.....3-35
3.4 地下水流動調査・評価に関する今後の技術課題の抽出と技術開発の方向性の概略検討
.....3-40
3.4.1 中深度処分事業展開における地下水流動・調査評価の全体像.....3-40
3.4.2 事業段階と適用部位を考慮した地下水流動の調査・評価の調査項目と今後の技術課題の抽出.....3-42
3.5 今後の主な技術の高度化開発課題の概略検討.....3-43
3.5.1 地質環境モデルの不均質性及び地下水流動解析評価の不確実性に関する評価方法の体系化.....3-43
(1) 技術高度化開発課題の骨子.....3-43
(2) 課題への対応方策の方向性案.....3-43
3.5.2 事業段階と規制要求を考慮した地下水等モニタリング統合化システムの構築
.....3-46
(1) 技術高度化開発課題の骨子.....3-46
(2) 課題への対応方策の方向性案.....3-46
3.6 今後の検討.....3-50
第３章の参考文献.....3-51

第 4 章 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、地震時影響評価技術の検討及び地震動観測.....4-1

4.1 地震時影響評価技術の検討 4-1
4.1.1 検討概要 4-1
4.1.2 現状の課題整理 4-4
(1) 空洞周辺の緩み領域の影響 4-4
(2) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響 4-9
(3) 引戻し解析における入力波の取り扱い 4-11
(4) まとめ 4-13
4.1.3 文献調査 4-14
(1) 最新の規制要求の整理 4-14
(2) 空洞周辺の緩み領域の影響 4-21
(3) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響 4-36
(4) 引戻し解析における入力波の取り扱い 4-39
4.1.4 対応策の検討 4-44
(1) 空洞周辺の緩み領域の影響 4-44
(2) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響 4-44
(3) 引戻し解析における入力波の取り扱い 4-44
(4) 地震計の配置検討 4-45
(5) 解析用物性値の精査 4-47
(6) まとめ 4-48
4.1.5 5 ヵ年実施計画の立案 4-49
(1) 実施計画 4-49
(2) 検討工程 4-56
4.1 節の参考文献 4-57
4.2 地震動観測 4-59
4.2.1 検討概要 4-59
4.2.2 地震動設置状況 4-59
(1) 計測システムの仕様 4-59
(2) 地震計の設置状況 4-60
4.2.3 地震計メンテナンス・計測データ回収 4-64
(1) メンテナンス方法 4-64
(2) データ回収方法 4-65
(3) データ整理方法 4-66
(4) 地震動データ取得結果 4-67
(5) 地震動システムの稼働期間 4-83
4.2.4 地震動観測システムの見直しの検討 4-84
(1) 空洞底盤の地震計の移設 4-84

(2) 地表面付近への地震計の新設 4-89
(3) 地震計の移設及び新設の計画 4-95

第 5 章 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化の内、既往検討成果の調査と技術オプションの検討....5-1
5.1 既往検討成果の調査....5-1
5.1.1 調査対象 5-1
5.1.2 放射性廃棄物処分施設の設計に係る国際的な考え方の調査・整理....5-2
(1) ICRP の勧告....5-2
(2) IAEA の安全基準 5-5
(3) 国際的な考え方の調査のまとめ....5-8
5.1.3 諸外国における規制と事業者の取り組みに関する調査・整理....5-10
(1) 英国の事例....5-10
(2) 米国の事例....5-17
(3) スウェーデンの事例 5-27
(4) 諸外国における規制と事業者の取り組みに関する調査のまとめ 5-35
5.1.4 中深度処分に関する規制要求の調査・整理 5-37
(1) 規制の考え方 5-37
(2) 規則等の骨子案 5-39
(3) 規制等における要求事項 5-44
(4) 中深度処分に対する規制要求の調査のまとめ....5-45
5.1.5 中深度処分（余裕深度処分）に関する既往検討成果の調査・整理....5-47
(1) 地下施設の設計の考え方に関する既往検討成果の調査....5-47
(2) 安全評価に関する既往検討成果の調査 5-59
(3) 中深度処分（余裕深度処分）に関する既往検討成果の調査のまとめ 5-69
5.1.6 中深度処分と類似の処分概念に関する既往検討成果の調査・整理....5-70
(1) TRU 等廃棄物処分場（日本、NUMO） 5-70
(2) SFL（スウェーデン、SKB） 5-78
(3) B 種廃棄物処分施設（フランス、ANDRA） 5-91
(4) 中深度処分と類似の処分概念に関する既往検討成果の調査のまとめ 5-103
5.1 節の参考文献....5-105
5.2 技術オプションの検討（施設設計の観点から） 5-109
5.2.1 前提条件の整理 5-109
5.2.2 技術オプションの絞り込みにおける評価手法の検討及び評価の試行 5-114
(1) 処分方式のオプション整備....5-114
(2) オプションの絞り込み.... 5-123

5.2.3 オプションの絞り込み実施により得られた課題の整理..... 5-165
(1) 絞り込み手法の課題 5-165
(2) 詳細検討で想定される課題..... 5-165
5.2.4 技術オプションの詳細検討に必要となる情報取得等に向けた全体計画の策定
..... 5-169
5.2 節の参考文献 5-171
5.3 技術オプションの検討（安全性の観点から） 5-172
5.3.1 検討の目的.....5-172
5.3.2 処分場の開発過程と性能評価の関係.....5-173
5.3.3 性能評価の観点からの技術オプション検討の手順.....5-176
5.3.4 人工バリアオプションに対する指標の抽出 5-178
(1) 人工バリアに想定するバリア機能 5-178
(2) 人工バリアの構成.....5-179
(3) 評価方法.....5-181
(4) 解析結果及び考察.....5-191
5.3.5 まとめ.....5-233
5.3.6 技術開発計画.....5-234
5.3 節の参考文献 5-235

第 6 章 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化の内、ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究.....6-1
6.1 研究の背景と解決すべき課題.....6-1
6.1.1 研究対象 6-1
6.1.2 技術的課題とその解決.....6-3
(1) 短期的課題の解決.....6-3
(2) 長期的課題の解決.....6-3
(3) 現場課題との関連性 6-4
(4) 既往研究の概観 6-4
(5) 低透水性発現メカニズム解明のための第一課題と地盤工学分野への貢献 6-7
6.2 研究概要 6-10
6.2.1 研究実施計画.....6-10
(1) 文献調査.....6-10
(2) 有識者ヒアリング.....6-11
(3) 各種試験.....6-14
(4) 研究全体計画案の策定.....6-17
6.2.2 実施工程.....6-17

6.3 文献調査 6-19
6.3.1 本章の目的と実施概要 6-19
6.3.2 文献調査の範囲とキーワード 6-19
6.3.3 文献調査結果の総括 6-20
6.4 有識者ヒアリング 6-21
6.4.1 本章の目的と実施概要 6-21
6.4.2 有識者の選定及びヒアリング実施工程 6-21
6.4.3 有識者ヒアリング結果の総括 6-22
(1) 本研究に対する期待 6-22
(2) 本研究の方向性や研究方法へのアドバイス 6-23
(3) 具体的な指摘事項 6-25
6.5 ベントナイト混合土の室内締固め－透水試験 6-31
6.5.1 本章の目的と実施概要 6-31
6.5.2 実験に用いた試料とその物理化学的特性 6-31
(1) 物理試験（含水比試験、土粒子密度試験、粒度試験）結果 6-31
(2) 蛍光 X 線試験結果 6-32
(3) メチレンブルー試験結果 6-33
(4) 比表面積測定結果 6-34
6.5.3 実験ケース及び実験条件 6-34
6.5.4 実験結果及び考察 6-35
(1) 室内締固め特性 6-35
(2) 室内透水特性及び最小透水係数の発現傾向 6-37
6.5.5 ベントナイト混合土に対する微視的構造観察の試み 6-40
(1) 微視的構造観察の手法と供試体作製条件 6-40
(2) 構造観察結果と画像解析による粒子間隙構造評価の試み 6-41
(3) SEM/EDS によるベントナイト同定の試み 6-43
6.5.6 ベントナイトの混合不均一性の影響に関する予備実験 6-46
(1) 不均一混合供試体の作製方法及び実験ケース 6-46
(2) 混合不均一性が締固め－透水特性に及ぼす影響 6-48
(3) デジタル画像解析による混合不均一性評価の試み 6-49
6.5.7 得られた知見と残された課題 6-52
6.6 中性子イメージング実験 6-54
6.6.1 本章の目的と実施概要 6-54
6.6.2 中性子イメージング実験の基本原理と照射装置の概要 6-55
6.6.3 供試体作成方法及び簡易透水試験装置の概要 6-56
(1) 供試体容器の製作 6-56

(2) 土質系材料の供試体作成方法 6-57
(3) 簡易透水試験装置の製作 6-58
6.6.4 実験ケース及び実験条件 6-58
6.6.5 実験結果及び考察 6-60
(1) 基本特性の把握（軽水・重水・空気） 6-60
(2) 理想球体への軽水浸潤状況の把握 6-61
(3) 土質材料に対する適用性の検証 6-62
6.6.6 得られた知見と残された課題 6-68
6.7 最小透水係数発現メカニズム解明に向けての研究構想 6-70
6.7.1 本章の目的と実施概要 6-70
6.7.2 最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法 6-71
6.7.3 飽和度管理の枠組みに基づく最小透水係数発現メカニズムの定量化 6-72
(1) 透水係数評価式と主なパラメータ 6-72
(2) フィルダム遮水材の実データを用いた試算例 6-74
(3) 廃棄物処分場（海外）の遮水層を対象とした試行事例 6-76
6.7.4 メカニズム解明のためのマクロ・メソ融合実験手法と既往理論の援用 6-78
6.7.5 今後 4 年間の研究実施工程(案) 6-83
6.8 まとめ 6-84
第 6 章の参考文献 6-87

第 7 章 まとめ 7-1
7.1 本事業のまとめ 7-1
7.1.1 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化 7-1
(1) 初期地圧測定技術の高度化開発 7-1
(2) 地下水流動評価技術の調査 7-2
(3) 地震時影響評価技術の検討及び地震動観測 7-2
7.1.2 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化 7-3
(1) 既往検討成果の調査と技術オプションの検討 7-3
(2) ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究 7-3
7.1.3 情報収集及び委員会の設置・運営 7-4
(1) 情報収集 7-4
(2) 委員会の設置・運営 7-4

図目次

図 1.1-1　中深度処分の廃棄物埋設施設のイメージ 1-2
図 1.2-1　本事業の全体フロー 1-3
図 1.3-1　円錐孔壁ひずみ法の概念設計図 1-8
図 1.3-2　解析結果と観測結果の乖離に関する想定原因の抽出及び対応策の概要 1-10
図 1.3-3　5 ヵ年実施計画のフロー（案） 1-11
図 1.3-4　次年度以降の検討で中心とする設計オプション 1-12
図 1.3-5　検討の計画案 1-13
図 1.3-6　締固め土における含水比と透水係数の関係 1-14
図 1.3-7　最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法案 1-14

図 2.1-1　ボーリング位置の概要 2-3
図 2.1-2　ボーリング位置図 2-4
図 2.1-3　ボーリング位置図（第 5 拡幅部） 2-5
図 2.1-4　ボーリング資機材運搬図 2-6
図 2.1-5　資材荷降ろし概要図 2-7
図 2.1-6　足場及びやぐらの仮設概要図（鋼製三脚やぐら） 2-8
図 2.1-7　削孔の概要 2-9
図 2.1-8　ハイドロリックフィード型試錐機 2-9
図 2.1-9　削孔器具（コアチューブ）の概要 2-10
図 2.1-10　ボーリング掘削概要図 2-10
図 2.1-11　ボーリングコア及びコア箱の整理 2-13
図 2.1-12　温度検層測定模式図 2-14
図 2.1-13　キャリパー検層模式図 2-16
図 2.1-14　密度検層の測定概要図 2-19
図 2.1-15　サスペンション PS 検層測定模式図 2-21
図 2.1-16　ボアホールカメラ測定模式図と画像例 2-24
図 2.1-17　低圧岩盤透水試験装置概要図 2-27
図 2.1-18　注水圧力ステップ概念図 2-28
図 2.1-19　圧力―注入量関係図 2-29
図 2.1-20　透水係数の算出 2-29
図 2.1-21　ボーリング孔近傍での二次元応力状態 2-31
図 2.1-22　ボーリング孔の周辺に生じたき裂が再開口をはじめたときの模式図 2-32
図 2.1-23　水圧破砕法に使用する装置の構成 2-34
図 2.1-24　水圧破砕法による地殻応力測定装置 2-34

図 2.1-25　水圧破砕法による応力測定のフロー 2-35
図 2.1-26　水圧破砕試験における送水圧力及び送水レートと経過時間の関係の例 2-36
図 2.1-27　コア変形法の原理 2-39
図 2.1-28　コア変形法測定装置 2-39
図 2.1-29　コア変形法測定装置の構成 2-40
図 2.1-30　三軸超音波測定装置概要図 2-43
図 2.1-31　一軸圧縮試験装置概要図 2-44
図 2.1-32　圧裂引張試験の原理 2-44
図 2.1-33　圧裂引張試験装置概要図 2-45
図 2.1-34　三軸圧縮試験装置の主要部 2-46
図 2.1-35　三軸圧縮試験装置概要図 2-46
図 2.1-36　LDT の装着概要 2-47
図 2.1-37　残留強度の決定方法 2-48
図 2.1-38　変形係数の求め方 2-48
図 2.1-39　動的変形試験（繰返し三軸試験）装置概要図 2-50
図 2.1-40　動的変形試験（繰返し三軸試験）結果の例と解析方法 2-51
図 2.1-41　熱伝導率測定の概要図 2-52
図 2.1-42　熱伝導率測定実施状況 2-52
図 2.1-43　比熱測定実施状況 2-52
図 2.1-44　ボーリング調査位置（地質平面図） 2-55
図 2.1-45　ボーリング調査位置（地質断面図） 2-55
図 2.1-46　ボーリング調査結果及び地質断面図 2-58
図 2.1-47　ボーリングコア写真 2-59
図 2.1-48　ボーリング掘削に伴う孔内水位及び口元湧水の変化状況 2-61
図 2.1-49　温度の深度グラフ 2-62
図 2.1-50　孔径の深度グラフ 2-64
図 2.1-51　密度の深度グラフ 2-66
図 2.1-52　弾性波速度（Vp,Vs）の深度グラフ 2-68
図 2.1-53　割れ目及び断層の深度分布 2-72
図 2.1-54　低圧岩盤透水試験実施区間の地質状況 2-73
図 2.1-55　既往の軽石凝灰岩層（T2pt）の透水係数との比較 2-74
図 2.1-56　水圧破砕法測定深度（孔径検層・密度検層結果との対比） 2-76
図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図 2-77
図 2.1-58　再開口圧と閉口圧の算出例 2-85
図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例 2-88
図 2.1-60　加圧時の $\mathrm{d}P/\mathrm{d}V$-P 曲線を用いたき裂再開口圧の算出例 2-92

図 2.1-61　水圧破砕法試験深度のき裂の型撮り結果 2-93
図 2.1-62　水圧破砕法による応力測定結果 2-98
図 2.1-63　深度 70.85m 付近のボアホールカメラ画像 2-98
図 2.1-64　水圧破砕法試験深度でき裂が確認できなかった型撮り結果の例 2-99
図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真 2-101
図 2.1-66　近傍での既往の初期地圧測定結果 2-106
図 2.1-67　各試料の粒度分布 2-111
図 2.1-68　粒径加積曲線 2-111
図 2.1-69　物理試験結果の深度分布 2-114
図 2.1-70　物理試験結果の深度分布（標高表示） 2-115
図 2.1-71　室内試験による供試体密度と密度検層結果の比較 2-116
図 2.1-72　三軸超音波速度測定結果（圧密応力との関係） 2-119
図 2.1-73　一軸圧縮試験結果の深度分布 2-120
図 2.1-74　一軸圧縮試験結果の深度分布（標高表示） 2-120
図 2.1-75　圧裂引張試験結果の深度分布 2-122
図 2.1-76　圧裂引張試験結果の深度分布（標高表示） 2-122
図 2.1-77　三軸圧縮試験結果の深度分布 2-126
図 2.1-78　三軸圧縮試験結果の深度分布（標高表示） 2-127
図 2.1-79　三軸圧縮試験結果（圧密応力との関係） 2-128
図 2.1-80　三軸圧縮試験による破壊包絡線の比較 2-130
図 2.1-81　三軸圧縮試験による応力ひずみ曲線の繰返し載荷部拡大図 2-132
図 2.1-82　軽石凝灰岩 Tpt2 各供試体のひずみ依存性（ギャップセンサ） 2-134
図 2.1-83　軽石凝灰岩 Tpt2 各供試体のひずみ依存性（LDT） 2-135
図 2.1-84　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 各供試体のひずみ依存性（ギャップセンサ） 2-136
図 2.1-85　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 各供試体のひずみ依存性（LDT） 2-137
図 2.1-86　軽石凝灰岩 Tpt2 のひずみ依存性の回帰結果（ギャップセンサ） 2-138
図 2.1-87　軽石凝灰岩 Tpt2 のひずみ依存性の回帰結果（LDT） 2-139
図 2.1-88　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のひずみ依存性の回帰結果（ギャップセンサ） 2-140
図 2.1-89　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のひずみ依存性の回帰結果（LDT） 2-141
図 2.1-90　熱伝導率及び比熱の深度分布 2-143
図 2.1-91　熱伝導率及び比熱の深度分布（標高表示） 2-143
図 2.1-92　孔閉塞構造図 2-146
図 2.2-1　各種の初期地圧測定法（応力解放法） 2-148
図 2.2-2　応力解放法の開発計画案の一例（当初構想） 2-149
図 2.2-3　オーバーコアリング時に発生したき裂 2-152
図 2.2-4　軽石凝灰岩を対象としたオーバーコアリング測定結果 2-152

図 2.2-5　軽石凝灰岩を対象としたフラットジャッキ式三軸試験機による試験例..... 2-153
図 2.2-6　剥落したストレインセル 2-154
図 2.2-7　オーバーコアリング測定に成功した例 2-154
図 2.2-8　Borre プローブ外観写真..... 2-155
図 2.2-9　Borre プローブ構造図 2-155
図 2.2-10　Borre プローブによるオーバーコアリング測定手順..... 2-156
図 2.2-11　Borre プローブのオーバーコアリングによる解放ひずみの測定例..... 2-156
図 2.2-12　開発された埋設ひずみ型セル（SI セル） 2-157
図 2.2-13　開発された孔壁ひずみセル..... 2-158
図 2.2-14　開発されたグリューカプセル 2-158
図 2.2-15　オーバーコアの切断面の例（1） 2-158
図 2.2-16　オーバーコアの切断面の例（2） 2-159
図 2.2-17　テーパー孔底ひずみ法の接着機構 2-159
図 2.2-18　テーパー孔底ひずみ法の防水シート及び防水シート固定リング 2-159
図 2.2-19　ワイヤラインタイプの装置を用いた応力解放法の試験手順..... 2-160
図 2.2-20　ワイヤラインタイプのプローブ降下・切り離し装置の例 2-161
図 2.2-21　ワイヤラインタイプのパイロット孔掘削編成の例..... 2-162
図 2.2-22　耐圧容器に設置したプローブ孔内保持機構 2-163
図 2.2-23　測定データが PC に記録されるまでの流れ..... 2-163
図 2.2-24　下向き円錐孔底ひずみ法の測定装置の構成 2-164
図 2.2-25　円錐孔壁ひずみ法の概念設計図..... 2-170
図 2.2-26　二軸載荷状態での岩石の掘削加工及びひずみ計感度試験のイメージ図..... 2-176
図 2.2-27　応力解放試験でのコアリング状況の例 2-177
図 2.2-28　現場検証試験実施検討位置の周辺図..... 2-178
図 2.2-29　二重解放コア変形法の概念..... 2-179
図 2.3-1　円錐孔壁ひずみ法..... 2-182
図 2.3-2「初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討」の全体検討フロー 2-183
図 2.3-3　各種応力解放法の概念図 2-185
図 2.3-4　応力解放法の測定概念図 2-186
図 2.3-5　三軸感度試験の概要図..... 2-186
図 2.3-6　応力解放法における薄肉部..... 2-187
図 2.3-7　薄肉部の塑性化 2-187
図 2.3-8　オーバーコアリング時に発生した亀裂 2-190
図 2.3-9　オーバーコアリングの外形に対する内径の変位 2-191
図 2.3-10　感度試験による応力―ひずみ曲線 2-193
図 2.3-11　応力－ひずみ曲線の例 2-193

図 2.3-12　応力―ひずみ曲線（下に凸の例） 2-194
図 2.3-13　各ケースにおけるひずみ感度係数と見掛けひずみ..... 2-196
図 2.3-14　ひずみ感度係数及び見掛けひずみ 2-197
図 2.3-15　感度試験の応力ーひずみ曲線 2-199
図 2.3-16　解法ひずみと三軸感度試験結果..... 2-201
図 2.3-17　FEM による不均質性、薄肉部破壊のシミュレーション..... 2-202
図 2.3-18　応力の座標変換（角度で表現）と算定応力値の関係 2-203
図 2.3-19　測定地点のボアホールの配置・側転と岩質の状況..... 2-204
図 2.3-20　オーバーコアリングに伴う孔径ひずみ変化の測定例（埋設法） 2-206
図 2.3-21　解析結果（下半球投影） 2-206
図 2.3-22　オーバーコアリング時のひずみ挙動検討のための FEM 解析モデル 2-207
図 2.3-23　FEM 解析によるオーバーコアリングのひずみ挙動..... 2-208
図 2.3-24　ディスキングの一例 2-209
図 2.3-25　FEM 解析によるボーリング孔周辺の応力状態..... 2-209
図 2.3-26　オーバーコアリング中の各方向ひずみ変化 2-210
図 2.3-27　解放ひずみ曲線のパターン.....2-211
図 2.3-28　応力解放法の軸対称 FEM 解析モデル..... 2-212
図 2.3-29　応力解放法の軸対称 FEM 解析結果 2-212
図 2.3-30　幌延におけるディスキングの例..... 2-215
図 2.3-31　コアディスキングが発生した箇所付近の地質縦断面図..... 2-216
図 2.3-32　一軸圧縮強さと引張り強さ..... 2-216
図 2.3-33　ボアホール周辺の限界応力..... 2-217
図 2.3-34　土被りに対する地圧の計算値とコアディスキングが発生する地圧 2-217
図 2.3-35　中空コアのコアディスキングの事例..... 2-218
図 2.3-36　内外径比 2-219
図 2.3-37　内外径比の変化に伴う σz の分布の変化..... 2-219
図 2.3-38　フラットジャッキ式三軸試験器..... 2-220
図 2.3-39　オーバーコアリング時に発生した亀裂 2-220
図 2.3-40　中空ボーリングにおける亀裂の発生..... 2-221
図 2.3-41　オーバーコアリング後に回収されたコア..... 2-221
図 2.3-42　観測孔をオーバーコアリングの孔が通過している状況の鳥瞰図（全体の 1/4）
..... 2-222
図 2.3-43　有限要素法によるオーバーコアリング時の応力状態 2-222
図 2.3-44　パイロット孔掘削時及びオーバーコアリング時の塑性領域の拡がり
..... 2-223
図 2.3-45　 AE 挙動シミュレーションの DEM 解析モデル..... 2-224

図 2.3-46　室内岩石試験と AE 挙動シミュレーション結果 2-225
図 2.3-47　パイロット孔掘削時及びオーバーコアリング時の塑性領域の拡がり 2-227
図 2.3-48　ひずみの比較 2-228
図 2.3-49　二軸載荷試験測定システム 2-228
図 2.3-50　二軸載荷試験装置と供試体 2-229
図 2.3-51　二軸載荷試験で同時に得られた三断面の応力―ひずみ曲線 2-229
図 2.3-52　実測ひずみによる応力と解析応力値の比較 2-230
図 2.3-53　オーバーコアリング時のひずみ挙動検討のための FEM 解析モデル 2-231
図 2.3-54　オーバーコアリングに伴うひずみの変化 2-232
図 2.3-55　解析モデル（円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリング） 2-233
図 2.3-56　シミュレーション結果（円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリング） 2-234
図 2.3-57　一軸圧縮試験のシミュレーションに用いた解析モデル 2-235
図 2.3-58　シミュレーション結果（一軸圧縮試験の応力―ひずみ関係） 2-236
図 2.3-59　一軸圧縮試験のシミュレーション結果（亀裂分布） 2-237
図 2.3-60　応力-ひずみ曲線と AE パラメータの挙動の例 2-238
図 2.3-61　クラック発生過程のシミュレーションの例 2-239
図 2.3-62　解析モデル（深部ボーリング孔の原位置応力のシミュレーション） 2-240
図 2.3-63　解析結果（深部ボーリング孔の原位置応力のシミュレーション） 2-240
図 2.3-64　亀裂開口量（深部ボーリング孔の原位置応力のシミュレーション） 2-240
図 2.3-65　既存亀裂の導入 2-241
図 2.3-66　水圧破砕法のシミュレーションモデル 2-242
図 2.3-67　水圧破砕法のシミュレーション結果 2-243
図 2.3-68　水圧破砕法のシミュレーションのモデル 2-244
図 2.3-69　水圧破砕法のシミュレーション結果（亀裂の進展） 2-244
図 2.3-70　水圧破砕法のシミュレーション結果（微小亀裂の分布） 2-245
図 2.3-71　DEM/FDM カップリング解析の概念 2-246
図 2.3-72　解析による差応力、亀裂発生数と計測による AE 周波数の経時変化 2-247
図 2.3-73　原位置試験・室内試験と解析事例 2-250
図 2.3-74　5 ヵ年実施計画のフロー 2-253
図 2.3-75　水圧破砕法 2-254
図 2.3-76　二軸感度試験のイメージ 2-255

図 3.1-1　検討のフロー 3-2
図 3.2-1　処分場の設計フロー 3-9
図 3.2-2　調査スケールと空間スケールの関係 3-16
図 3.2-3　地質環境・地質環境特性・地質環境モデル（SDM） 3-17

図 3.2-4　地質環境モデルの構築（空間スケールに応じたモデル化手法） 3-17
図 3.2-5　地質環境モデルの例（深成岩類） 3-18
図 3.2-6　地質環境モデルの例（新第三紀堆積岩類） 3-18
図 3.2-7　解析適用事例（深成岩類の処分場スケールにおける地下水流動解析） 3-19
図 3.2-8　解析適用事例（地質環境モデルの活用例） 3-19
図 3.2-9　水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造モデル構築の流れ 3-20
図 3.2-10　水理地質構造モデル構築及び地下水流動解析の流れ 3-21
図 3.2-11　地下水シナリオで用いる主な核種移行評価パラメータ 3-22
図 3.2-12　天然バリアに係る核種移行評価パラメータ設定のフロー（例） 3-22
図 3.2-13　調査から水理地質モデルの作成までのフロー（例） 3-24
図 3.2-14　高透水部・低透水部の抽出からモデル化までの作業フロー（例） 3-26
図 3.2-15　地下水流動解析による核種移行評価パラメータの評価・設定フロー（例） .. 3-29
図 3.2-16　地下水流動解析モデル確証の検討フロー（例） 3-30
図 3.2-17　地球化学的手法を用いた地下水調査体系化、地下水流動評価項目と調査手法 3-31
図 3.3-1　中深度処分施設の設計概念について 3-32
図 3.3-2　新しい規制の考え方における中深度処分事業の展開 3-33
図 3.4-1　LLW 中深度処分事業展開と地下水流動の調査評価に関連する対応イメージ 3-41
図 3.5-1　地質環境モデルの不均質性・地下水流動解析評価の品質マネジメント・不確実性評価手法の体系化構築概念図 3-45
図 3.5-2　ドローン技術を活用した地表・坑道内の管理モニタリング統合化システム構築の概念図 3-48
図 3.5-3　地下水等モニタリング統合化システム構築の概念図 3-49

図 4.1-1　地表と地下の加速度の比較（2019 年 8 月 15 日に観測） 4-2
図 4.1-2　解析結果と観測結果の乖離に関する想定原因の抽出及び対応策の概要 4-3
図 4.1-3　現状の地震計設置位置 4-4
図 4.1-4　地震計①に含まれる空洞支保及び空洞周辺の緩み領域の影響 4-5
図 4.1-5　1 次元モデルによる引戻し解析 4-6
図 4.1-6　地震計①の設置状況 4-6
図 4.1-7　2 次元地震応答解析の解析モデル 4-8
図 4.1-8　試験空洞近傍の地質構造 4-9
図 4.1-9　SHAKE における減衰の周波数依存の模式図 4-10
図 4.1-10　上昇波（E 波）と下降波（F 波） 4-11
図 4.1-11　試験空洞底盤で観測される地震動の取り扱い 4-12
図 4.1-12　地震計①での解析結果と観測データの比較 4-12

図 4.1-13　空洞掘削前後の各計測結果の比較（インバート部の横断面図） 4-22
図 4.1-14　計測実施のタイミング（アーチ掘削後と全断面掘削後） 4-22
図 4.1-15　試験坑道と調査ボーリング孔のレイアウト 4-24
図 4.1-16　MT-1 孔及び MT-2 孔における速度層分布 4-24
図 4.1-17　側壁からの水平方向における S 波速度分布 4-25
図 4.1-18　天端からの鉛直方向における S 波速度分布 4-25
図 4.1-19　岩盤モデルの弾性波速度構造 4-28
図 4.1-20　解析モデル 4-29
図 4.1-21　最小局所安全係数 4-30
図 4.1-22　最大せん断ひずみ 4-31
図 4.1-23　解析モデル 4-32
図 4.1-24　検討ケース 4-33
図 4.1-25　非線形特性 4-33
図 4.1-26　トンネル覆工の変形図及び発生最大断面力 4-34
図 4.1-27　1 次元モデルによる引戻し解析 4-37
図 4.1-28　SHAKE における減衰の周波数依存の模式図 4-37
図 4.1-29　SHAKE を用いた場合の地表と基盤のフーリエスペクトル比 4-39
図 4.1-30　鉛直アレー観測点における地盤構造 4-41
図 4.1-31　FDEL による地震応答解析の計算手順 4-42
図 4.1-32　FDEL 及び SHAKE による解析結果と観測結果の比較 4-42
図 4.1-33　鉛直アレイ観測システムの概要 4-43
図 4.1-34　PS 検層結果と遺伝的アルゴリズムによる同定結果 4-43
図 4.1-35　地震計⑤の試験空洞との位置関係（縦断面図） 4-47
図 4.1-36　5 ヵ年実施計画のフロー（案） 4-50
図 4.1-37　地震計の配置（案） 4-51
図 4.1-38　引戻し解析手法の高度化（案） 4-53
図 4.1-39　2 次元地震応答解析モデル（案） 4-54
図 4.1-40　変形図の例 4-55
図 4.1-41　水平方向の発生応力のコンタの例 4-55
図 4.2-1　加速度センサの設置位置平面図（全体）と設置状況 4-61
図 4.2-2　加速度センサの設置位置（試験施設） 4-62
図 4.2-3　計測設備の配置 4-63
図 4.2-4　 RWMC 現場計測室　機器設置のネットワーク図 4-63
図 4.2-5　KiK-net 六ヶ所のデータの方位補正 4-66
図 4.2-6　地震計①　地震動取得データ（2020.4.12） 4-68
図 4.2-7　地震計②　地震動取得データ（2020.4.12） 4-69

図 4.2-8　地震計③　地震動取得データ（2020.4.12） 4-69
図 4.2-9　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.12） 4-70
図 4.2-10　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.12） 4-70
図 4.2-11　地震計①　地震動取得データ（2020.4.20） 4-71
図 4.2-12　地震計②　地震動取得データ（2020.4.20） 4-72
図 4.2-13　地震計②　地震動取得データ（2020.4.20） 4-72
図 4.2-14　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.20）
..... 4-73
図 4.2-15　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.20） 4-73
図 4.2-16　地震計①　地震動取得データ（2020.4.24） 4-74
図 4.2-17　地震計②　地震動取得データ（2020.4.24） 4-75
図 4.2-18　地震計③　地震動取得データ（2020.4.24） 4-75
図 4.2-19　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.24）
..... 4-76
図 4.2-20　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.24） 4-76
図 4.2-21　地震計①　地震動取得データ（2020.4.30） 4-77
図 4.2-22　地震計②　地震動取得データ（2020.4.30） 4-78
図 4.2-23　地震計③　地震動取得データ（2020.4.30） 4-78
図 4.2-24　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.30）
..... 4-79
図 4.2-25　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.30） 4-79
図 4.2-26　地震計①　地震動取得データ（2020.5.9） 4-80
図 4.2-27　地震計②　地震動取得データ（2020.5.9） 4-81
図 4.2-28　地震計③　地震動取得データ（2020.5.9） 4-81
図 4.2-29　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.5.9） 4-82
図 4.2-30　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.5.9） 4-82
図 4.2-31　調査坑概念図 4-84
図 4.2-32　試験空洞付近地質断面図 4-85
図 4.2-33　地震計の設置位置平面図 4-86
図 4.2-34　2014 年 8 月 10 日の地震動（Y 方向） 4-87
図 4.2-35　2019 年 12 月 19 日の地震動（Y 方向） 4-88
図 4.2-36　地質平面図及び断面図 4-91
図 4.2-37　地質鉛直断面図 4-92
図 4.2-38　二次選定の候補の設置位置図 4-93
図 4.2-39　既存計器の計測設備の配置 4-95
図 4.2-40　JNFL 現場計測室　既存計器の機器設置のネットワーク図 4-96

図 4.2-41　地震計（東京測振製） 4-96
図 4.2-42　地震計の設置方法と設置手順 4-97
図 4.2-43　計測小屋イメージ図 4-98

図 5.1-1　IAEA の安全要件の分類 5-7
図 5.1-2　GRA における原則と要件の関係 5-11
図 5.1-3　ドリッグ処分場の位置図 5-13
図 5.1-4　ドリッグ処分場の全景 5-13
図 5.1-5　ドリッグ処分場内の配置計画図 5-14
図 5.1-6　ドリッグ処分場の断面図 5-14
図 5.1-7　防護の最適化に関する検討フロー 5-15
図 5.1-8　米国の放射性廃棄物処分場の所在地 5-19
図 5.1-9　処分場レイアウト 5-20
図 5.1-10　CWF 処分施設概念図 5-20
図 5.1-11　処分場周辺環境の概念モデル 5-21
図 5.1-12　ユッカマウンテン処分場レイアウト 5-23
図 5.1-13　バリアシステム概念図 5-24
図 5.1-14　人工バリア概念図 5-24
図 5.1-15　スウェーデンにおける放射性廃棄物処分事業に係る法体系 5-28
図 5.1-16　フォルスマルクの位置図 5-30
図 5.1-17　使用済燃料の処分における KBS-3 概念 5-30
図 5.1-18　縦置き方式 KBS-3V と横置き方式 KBS-3H の概念図 5-31
図 5.1-19　地下施設のレイアウト（鳥観図） 5-31
図 5.1-20　地下施設のレイアウト（平面図） 5-32
図 5.1-21　銅製シェルの肉厚に関する感度解析結果 5-34
図 5.1-22　「規制の考え方」における規制要求の分類 5-38
図 5.1-23　自然事象シナリオにおける評価の考え方 5-43
図 5.1-24　人為事象シナリオの概念図 5-44
図 5.1-25　段階ごとの基本安全機能 5-48
図 5.1-26　人工バリアの構成 5-48
図 5.1-27　材料選定に起因する設定仕様項目 5-51
図 5.1-28　各段階における基本安全機能 5-56
図 5.1-29　設備ごとの検査項目 5-58
図 5.1-30　地下水シナリオで用いる主な核種移行評価パラメータ 5-59
図 5.1-31　人工バリアの設計・施工から核種移行評価パラメータ設定に至る全体フロー例 5-60

図 5.1-32　埋戻し後の人工バリアの状態に影響を及ぼす要因例 5-62
図 5.1-33　処分システム状態設定の考え方 5-66
図 5.1-34　ベントナイト系材料の透水性能に対する要因分析図の例 5-67
図 5.1-35　セメント系材料の拡散性能に対する要因分析図の例 5-68
図 5.1-36　TRU 等廃棄物処分場の人工バリアの構成要素と安全機能 5-73
図 5.1-37　廃棄体パッケージ A の仕様 5-74
図 5.1-38　廃棄体パッケージ B の仕様 5-74
図 5.1-39　TRU 等廃棄物処分場の人工バリアの仕様例 5-77
図 5.1-40　処分概念の段階構造 5-79
図 5.1-41　BFA-tank 5-81
図 5.1-42　New container 5-81
図 5.1-43　長期耐久容器 5-81
図 5.1-44　200L ドラム缶用廃棄体容器 5-83
図 5.1-45　280L ドラム缶及びモールド用廃棄体容器 5-83
図 5.1-46　評価項目と評価要素 5-84
図 5.1-47　Clay repository 5-86
図 5.1-48　Concrete repository 5-87
図 5.1-49　Gravel repository 5-88
図 5.1-50　Super silo 5-89
図 5.1-51　SFL 絞り込みフロー 5-90
図 5.1-52　地下研究所サイトにおける地層断面図 5-92
図 5.1-53　廃棄物処分用パッケージ（B2 タイプ） 5-94
図 5.1-54　改良型パッケージ（B5 タイプ） 5-95
図 5.1-55　B 種廃棄物における処分モジュールと処分空洞 5-96
図 5.1-56　半円形の坑道タイプ 5-98
図 5.1-57　サイロ型の坑道タイプ 5-98
図 5.1-58　垂直方向の取り扱いにおける直方体の処分用パッケージの坑道 5-99
図 5.1-59　水平方向の取り扱いにおける直方体の処分用パッケージの坑道 5-99
図 5.1-60　処分空洞の断面図 5-102
図 5.1-61　フォークリフトによる処分用パッケージの運搬 5-102
図 5.1-62　想定される様々な処分空洞断面 5-102
図 5.1-63　B 種廃棄物処分場絞り込みフロー 5-103
図 5.2-1　オプション絞り込みの規制要件（一部抜粋） 5-109
図 5.2-2　米国方式の絞り込み 5-110
図 5.2-3　スウェーデン方式の絞り込み 5-110
図 5.2-4　オプション絞り込みの全体フロー案 5-111

図 5.2-5　廃棄体の設定条件 5-112
図 5.2-6　オプション絞り込みの全体フロー案 5-113
図 5.2-7　トレンチ型処分場例 5-114
図 5.2-8　超深孔コアボーリング例 5-115
図 5.2-9　サイロ型処分場例 5-115
図 5.2-10　トンネル型処分場例 5-116
図 5.2-11　基本安全機能と段階の関係 5-118
図 5.2-12　基本オプション抽出の考え方 5-118
図 5.2-13　SFL における高透水バリアを導入した処分概念の例（SFL では不採用） .. 5-120
図 5.2-14　SFL における排水システムを導入した処分概念の例 1（SFL では不採用） 5-121
図 5.2-15　SFL における排水システムを導入した処分概念の例 2（SFL では不採用） 5-121
図 5.2-16　バリア層と安全機能の関係 5-122
図 5.2-17　絞り込まれた 3 種類のオプション（黒字が共通点、赤字が相違点） 5-127
図 5.2-18　AHP モデルのフローチャート 5-130
図 5.2-19　合理性に関する階層構造 5-131
図 5.2-20　工学的技術性に関する重要度 5-133
図 5.2-21　安全性に関する重要度 5-133
図 5.2-22　事業性に関する重要度 5-134
図 5.2-23　立場によって異なる中深度処分場への考え方のイメージ図（一部参照）
..... 5-134
図 5.2-24　工学的技術性に重点を置いたケースの総合的な重み 5-135
図 5.2-25　安全性に重点を置いたケースの総合的な重み 5-136
図 5.2-26　事業性に重点を置いたケースの総合的な重み 5-136
図 5.2-27　トレードオフの関係例 5-137
図 5.2-28　基本オプション A 5-138
図 5.2-29　土木学会で提示される人工バリアのオプション 5-138
図 5.2-30　地下施設の検討手順（低拡散層の例） 5-139
図 5.2-31　予備的検討のフロー 5-140
図 5.2-32　オプション抽出のフロー 5-142
図 5.2-33　施設形態 5-143
図 5.2-34　基本オプション A 概略図 5-144
図 5.2-35　オプション A-1 概略図 5-144
図 5.2-36　オプション A-2 概略図 5-145
図 5.2-37　オプション A-3 概略図 5-145
図 5.2-38　オプション A-4 概略図 5-146
図 5.2-39　オプション A-5 概略図 5-146

図 5.2-40　オプション A-6 概略図 5-147
図 5.2-41　オプション A-7 概略図 5-147
図 5.2-42　オプション一覧 5-148
図 5.2-43　予備的オプションの AHP フローチャート(一部編集) 5-149
図 5.2-44　処分空洞内での建設・操業工程（一部編集） 5-151
図 5.2-45　多重円環モデルの概略図 5-152
図 5.2-46　予備的オプション間の重み付け結果（閉鎖前の放射線防護） 5-159
図 5.2-47　予備的オプション間の重み付け結果（閉鎖後の放射線防護） 5-160
図 5.2-48　予備的オプション間の重み付け結果（経済性） 5-160
図 5.2-49　予備的オプション間の重み付け結果（環境性） 5-160
図 5.2-50　閉鎖前放射線防護に重点を置いた（ケース 1）総合評価 5-162
図 5.2-51　閉鎖後放射線防護に重点を置いた（ケース 2）総合評価 5-162
図 5.2-52　経済性に重点を置いた（ケース 3）総合評価 5-163
図 5.2-53　環境性に重点を置いた（ケース 4）総合評価 5-163
図 5.2-54　重みをつけなかった場合（ケース 5）の総合評価 5-164
図 5.2-55　オプション A-6 5-166
図 5.2-56　オプション A-7 5-166
図 5.2-57　5 ヵ年計画のイメージ図 5-169
図 5.2-58　オプション絞り込みの全体フロー案 5-170
図 5.3-1 土木学会 で示された人工バリア構造 5-172
図 5.3-2 処分場選択のイメージ 5-175
図 5.3-3 検討の計画案 5-177
図 5.3-4 人工バリア構成の組み合わせ 5-180
図 5.3-5 解析モデルの概念図 5-181
図 5.3-6 水理解析に対する解析形状 5-183
図 5.3-7 核種移行モデルからの指標 5-190
図 5.3-8　ケース E:天然バリア出口での毒性度の移行率 5-192
図 5.3-9 ケース E:生活圏への毒性度の核種毎の移行率 5-193
図 5.3-10　ケース A: 生活圏への毒性度の移行率 5-195
図 5.3-11　ケース A：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響 5-196
図 5.3-12　ケース A:低透水層の透水係数と生活圏への移行率の関係 5-197
図 5.3-13　ケース A:低拡散層の拡散係数と生活圏への移行率の関係 5-197
図 5.3-14　ケース A：低拡散層と低透水層の組み合わせによる効果 5-198
図 5.3-15　ケース A: 天然バリアへの毒性度の移行率 5-199
図 5.3-16　ケース A:低透水層の透水係数と天然バリアへの移行率の関係 5-199
図 5.3-17　ケース A:低拡散層の拡散係数と天然バリアへの移行率の関係 5-200

図 5.3-18　ケース A：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響 ... 5-201
図 5.3-19　ケース A：人工バリア中に残存する核種量 ... 5-202
図 5.3-20　ケース A:Mo94 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-202
図 5.3-21　ケース A:C14 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-203
図 5.3-22　ケース A:Tc99 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-203
図 5.3-23　ケース A:Cl36 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-204
図 5.3-24 ケース A:U236 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-204
図 5.3-25 ケース A:Np237 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-205
図 5.3-26 ケース A:Pa231 毒性度フラックスと拡散係数（上)、透水係数（下）との関係 ... 5-205
図 5.3-27　ケース B：生活圏への毒性度の移行率 ... 5-206
図 5.3-28　ケース B：低透水層の透水係数と移行率の関係 ... 5-207
図 5.3-29　ケース B：低拡散層の拡散係数と移行率の関係 ... 5-207
図 5.3-30　ケース B：人工バリア中に残存する核種量 ... 5-208
図 5.3-31　ケース B：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響 ... 5-209
図 5.3-32　ケース B：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響 ... 5-210
図 5.3-33　ケース C：生活圏への毒性度の移行率 ... 5-212
図 5.3-34　ケース C：低透水層の透水係数と移行率の関係 ... 5-212
図 5.3-35　ケース C：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響 ... 5-213
図 5.3-36　ケース C：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響 ... 5-214
図 5.3-37　ケース D：生活圏への毒性度の移行率 ... 5-216
図 5.3-38　ケース D：低拡散層の拡散係数と移行率の関係 ... 5-217
図 5.3-39　ケース D：人工バリア中に残存する核種量 ... 5-218
図 5.3-40　ケース D：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響 ... 5-219
図 5.3-41　ケース D：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響 ... 5-220
図 5.3-42 ケース A,天然バリア変動：生活圏への毒性度の移行率 ... 5-222
図 5.3-43　ケース A,天然バリア変動：母岩透水係数と天然バリアからの移行率の関係 ... 5-222
図 5.3-44　ケース A,天然バリア変動：低拡散層の拡散係数と移行率の関係 ... 5-223
図 5.3-45　ケース A,天然バリア変動：低透水層の透水係数と移行率の関係 ... 5-223

図 5.3-46　天然バリアへの毒性度移行率と母岩透水係数の関係 5-224
図 5.3-47　天然バリアへの毒性度移行率と低拡散層の拡散係数の関係..... 5-224
図 5.3-48　天然バリアへの毒性度移行率と低透水層の透水係数の関係..... 5-225
図 5.3-49　ケース A、天然バリア透水性変化：人工バリアに残存する毒性度 5-225
図 5.3-50　ケース A、天然バリア透水性変化：生活圏への毒性度の移行率（核種毎） 5-226
図 5.3-51　パラメータの変動に伴う移行率の変化幅の例示 5-227
図 5.3-52　低拡散バリアを用いるケース（A,D）での毒性度の移行率の比較..... 5-230
図 5.3-53　ケース A,天然バリア変動：母岩透水係数と天然バリアからの移行率の関係 5-231

図 6.1-1　研究対象と要求品質 6-1
図 6.1-2　本研究成果の展開が可能な実務領域の一例 6-2
図 6.1-3　混合攪拌の不均一性とベントナイト混合土の遮水性能・微視的構造の関係..... 6-6
図 6.1-4　粒状ベントナイトの現場転圧試験結果事例 6-7
図 6.1-5　本研究に与えられた第一課題 6-9
図 6.2-1　試験結果の整理と評価方法..... 6-15
図 6.2-2　中性子イメージング装置を用いた試験イメージ 6-17
図 6.3-1　参考文献発行年代別文献数..... 6-20
図 6.4-1　本研究の狙いと方向性に対して得られたアドバイス 6-23
図 6.4-2　ヒアリング結果に基づく本研究の技術マップ..... 6-24
図 6.5-1　実験に用いた試料の粒径加積曲線 6-32
図 6.5-2　エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（島津製作所 EDX-8000） 6-33
図 6.5-3　自動比表面積測定装置（micrometrics GeminiⅦ） 6-34
図 6.5-4　購入砂及びベントナイト混合土の室内締固め試験結果（締固め曲線） 6-36
図 6.5-5　カラーサンド及びベントナイト混合土の室内締固め試験結果（締固め曲線）
..... 6-36
図 6.5-6　購入砂及びカラーサンドの透水試験結果（JIS A 1218） 6-37
図 6.5-7　ベントナイト混合土の透水試験結果（JGS 0312） 6-37
図 6.5-8　ベントナイト混合土の透水試験結果の比較 6-38
図 6.5-9　透水試験方法の違いの影響..... 6-39
図 6.5-10　既往実験結果との比較..... 6-39
図 6.5-11　実体顕微鏡（Nikon SMZ18） 6-40
図 6.5-12　走査型電子顕微鏡..... 6-40
図 6.5-13　スマート一面せん断試験機..... 6-41
図 6.5-14　作製した供試体..... 6-41
図 6.5-15　構造観察に供した供試体の作製条件..... 6-41
図 6.5-16　実態顕微鏡による画像（含水比の異なる供試体の比較） 6-41

図 6.5-17　画像解析の手順 6-42
図 6.5-18　画像解析結果の一例（閾値 73） 6-43
図 6.5-19　実際の間隙比と画像解析から求めた推定間隙比の比較 6-43
図 6.5-20　購入砂の SEM 画像、EDS 元素マッピング結果 6-44
図 6.5-21　ベントナイト（未処理）の SEM 画像、EDS 元素マッピング結果 6-44
図 6.5-22　イオン吸着処理を行ったベントナイトの SEM 画像、EDS 元素マッピング結果 6-45
図 6.5-23　イオン吸着処理を行ったベントナイトと購入砂の混合土の SEM 画像、EDS 元素マッピング結果 6-46
図 6.5-24　試料の混合状況（ベントナイト＋購入砂、均一混合） 6-47
図 6.5-25　試料の混合状況（ベントナイト＋購入砂、不均一混合） 6-47
図 6.5-26　試料の混合状況（ベントナイト＋カラーサンド、均一混合） 6-47
図 6.5-27　試料の混合状況（ベントナイト＋カラーサンド、不均一混合） 6-47
図 6.5-28　均一・不均一試料の締固めと透水試験結果の比較 6-48
図 6.5-29　透水試験の規格の違い（JGS 0312 と JIS A 1218） 6-48
図 6.5-30　作成した供試体の一例（最適含水比、不均一混合） 6-49
図 6.5-31　カラーサンドとベントナイト混合土の画像解析結果 6-50
図 6.5-32　購入砂とベントナイト混合土の画像解析結果 6-51
図 6.5-33　カラーサンドとベントナイト混合土の通水画像 6-52
図 6.6-1　供試体容器の概略図と実際の供試体容器 6-55
図 6.6-2　供試体の設置架台 6-56
図 6.6-3　供試体の設置状況 6-56
図 6.6-4　供試体容器の概略図と実際の供試体容器 6-57
図 6.6-5　供試体作成状況 6-57
図 6.6-6　簡易透水試験装置の概略図と実際の簡易透水試験装置 6-58
図 6.6-7　中性子イメージングに用いた試料 6-59
図 6.6-8　各試料の締固め試験結果と中性子イメージング供試体の乾燥密度・含水比 6-60
図 6.6-9　供試体の作成状況 6-60
図 6.6-10　重水（左）と軽水（右）の中性子イメージング結果 6-61
図 6.6-11　アルミ玉（4mm）の中性子イメージング結果（水浸の違い） 6-61
図 6.6-12　ガラス玉（5mm）の中性子イメージング結果（水浸の違い） 6-62
図 6.6-13　ガラス玉（2mm）の中性子イメージング結果（水浸の違い） 6-62
図 6.6-14　含水比が異なる購入砂単体の中性子イメージング結果 6-63
図 6.6-15　含水比・均一性が異なるベントナイト単体の中性子イメージング結果 6-63
図 6.6-16　購入砂単体（絶乾状態）の中性子イメージング結果（通水による変化） 6-64
図 6.6-17　購入砂単体（最適含水比）の中性子イメージング結果（通水による変化） 6-64

図 6.6-18　購入砂単体（軽水飽和状態）の中性子イメージング結果（通水による変化）
..... 6-65
図 6.6-19　ベントナイト混合土(DRY 側、不均一)の中性子イメージング結果(通水による変化) 6-65
図 6.6-20　ベントナイト混合土(WET 側、不均一)の中性子イメージング結果(通水による変化) 6-66
図 6.6-21　ベントナイト混合土（DRY 側、均一）の中性子イージング結果（通水による変化）
..... 6-66
図 6.6-22　ベントナイト混合土(最適含水比、均一)の中性子イメージング結果(通水による変化) 6-67
図 6.6-23　ベントナイト混合土（WET 側、均一）の中性子イメージング結果（通水による変化） 6-67
図 6.6-24　購入砂（緩詰め）の中性子イメージング結果（通水による変化） 6-68
図 6.6-25　硅砂 5 号（緩詰め）の中性子イメージング結果（通水による変化） 6-68
図 6.6-26　ガラス玉（2mm）の中性子イメージング結果（通水による変化） 6-68
図 6.7-1　低透水性発現メカニズム解明の突破口としての具体的な第一課題 6-70
図 6.7-2　最小透水係数発現メカニズムの説明手順 6-71
図 6.7-3　透水係数評価式と 2 つの主パラメータ 6-72
図 6.7-4　締固め土の微視的な粒子間隙構造と主パラメータの関係 6-74
図 6.7-5　鵜川ダムコア材のパラメータを用いた最小透水係数の試算 6-75
図 6.7-6　パラメータ εk を変えた場合の最小透水係数発現傾向の変化 6-76
図 6.7-7　一般廃棄物処分場遮水層(イタリア)における λk、εk の適用事例 6-77
図 6.7-8　現場管理への適用例（イタリアの一般廃棄物処分場遮水層） 6-77
図 6.7-9　現場管理への適用イメージ 6-78
図 6.7-10　段階的解明アプローチの概要 6-79
図 6.7-11　メカニズム解明のための 4 種類の実験概要 6-80
図 6.7-12　4 種類の実験の組み合わせと使い方 6-81
図 6.7-13　援用する締固め及び透水理論 6-82
図 6.7-14　締固め土の微視的構造の模式化例 6-82

表目次

表 1.3-1　令和２年度の実施工程表 1-6
表 1.3-2　ボーリング調査、原位置試験数量表 1-7
表 1.3-3　室内試験数量表 1-7
表 1.3-4　令和２年度検討委員会実施経緯 1-15

表 2.1-1　ボーリング調査、原位置試験数量表 2-2
表 2.1-2　室内試験数量表 2-2
表 2.1-3　資機材運搬機材一覧表 2-6
表 2.1-4　主な機械器具一覧 2-7
表 2.1-5　ボーリング作業で使用するその他の資機材一覧 2-11
表 2.1-6　温度検層使用機器 2-15
表 2.1-7　キャリパー検層使用機器 2-17
表 2.1-8　密度検層使用機器 2-19
表 2.1-9　サスペンション法 PS 検層使用機器 2-22
表 2.1-10　ボアホールカメラ使用機器一覧 2-25
表 2.1-11　低圧岩盤透水試験使用機器一覧 2-27
表 2.1-12　水圧破砕試験装置と型撮り装置の主な仕様 2-35
表 2.1-13　コア変形法測定装置の主な仕様 2-40
表 2.1-14　室内試験一覧表 2-41
表 2.1-15　ボーリングの概要 2-54
表 2.1-16　ボーリング地点周辺の地質層序 2-56
表 2.1-17　温度検層結果 2-63
表 2.1-18　キャリパー検層結果 2-65
表 2.1-19　密度検層結果 2-67
表 2.1-20　PS 検層結果 2-69
表 2.1-21　不連続面の抽出例 2-70
表 2.1-22　不連続面の走向・傾斜の分布及び頻度 2-71
表 2.1-23　低圧岩盤透水試験結果 2-73
表 2.1-24　水圧破砕法測定結果 2-86
表 2.1-25　水圧破砕法による応力測定結果 2-97
表 2.1-26　コア変形法測定結果 2-105
表 2.1-27　室内試験用採取試料 2-108
表 2.1-28　土の物理試験結果 2-110
表 2.1-29　岩の物理試験結果 2-112

表 2.1-30　岩の物理試験結果（各区間の統計値）.....2-113
表 2.1-31　三軸超音波速度測定結果.....2-117
表 2.1-32　一軸圧縮試験結果.....2-119
表 2.1-33　圧裂引張試験結果.....2-121
表 2.1-34　三軸圧縮試験結果.....2-124
表 2.1-35　三軸圧縮試験による変形係数と算出範囲.....2-125
表 2.1-36　動的変形試験供試体の物理特性と動せん断弾性係数.....2-133
表 2.1-37　熱伝導率測定結果.....2-142
表 2.1-38　比熱測定結果.....2-142
表 2.1-39　埋め戻し深度確認表.....2-145
表 2.2-1　現時点における実用的初期地圧測定法とその特徴.....2-166
表 2.2-2　応力解放法の各種測定手法とその特徴及び適用性.....2-167
表 2.2-3　「円錐孔壁ひずみ法」開発上の課題と対策.....2-171
表 2.2-4　「円錐孔壁ひずみ法」開発の 5 ヵ年計画.....2-173
表 2.3-1　既往文献によるパイロット径／オーバーコアリング径.....2-190
表 2.3-2　地質層序表.....2-198
表 2.3-3　二次応力（坑道からの距離 0.5m、応力―ひずみ曲線の接線勾配でひずみ感度係数を算出した場合）.....2-200
表 2.3-4　二次応力（坑道からの距離 0.5m、応力―ひずみ曲線の割線勾配でひずみ感度係数を算出した場合）.....2-200
表 2.3-5　孔壁ひずみ法と孔径変化法の平均と分散.....2-203
表 2.3-6　ボアホール毎の測定データ.....2-205
表 2.3-7　応力解放法の原理に関する知見.....2-213
表 2.3-8　文献調査に基づき抽出した課題.....2-214
表 2.3-9　DEM 解析における入力パラメータ.....2-224
表 2.3-10　破壊モードに関する献調査結果.....2-226
表 2.3-11　解析条件（円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリング）.....2-233
表 2.3-12　初期地圧測定に適用した解析手法の例.....2-248
表 2.3-13　今年度の成果.....2-252
表 2.3-14　5 ヵ年の工程（「初期地圧測定技術の開発」との対応）.....2-259

表 3.2-1　高レベル放射性廃棄物処分場の安全機能と構成要素の関係.....3-11
表 3.2-2　TRU 等廃棄物処分場の安全機能と構成要素の関係.....3-12
表 3.2-3　主な調査項目・手法と地下水流動概念モデルの設定に有効な情報の整理（例）.....3-23
表 3.2-4　水理地質モデルの作成に必要な情報及び調査手法.....3-25

表 3.2-5　地下水流動に関連する主な地質的特徴 3-26
表 3.2-6　水理地質モデルの作成における主な検討内容と留意点 3-27
表 3.2-7　巨視的水理特性の設定に必要な情報と調査 3-27
表 3.2-8　地下水年代測定に活用される放射性核種と放射性壊変希ガスの代表例とその測定範囲 3-31
表 3.3-1　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目（1） 3-38
表 3.3-2　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目（2） 3-39
表 3.4-1　各事業段階における地下水流動調査・評価項目と主な適用技術 3-42

表 4.1-1　地下空洞施設の地震時の応答加速度及びフーリエスペクトル 4-7
表 4.1-2　解析条件 4-26
表 4.1-3　解析結果（緩み領域の剛性低下による比較） 4-26
表 4.1-4　地山と緩み領域の物性値 4-33
表 4.1-5　解析プログラム（SHAKE、FDEL、DYNEQ）の特徴 4-38
表 4.1-6　地震計の配置の見直し（案） 4-46
表 4.1-7　課題と対応策のまとめ 4-48
表 4.1-8　5 ヵ年の検討工程（案） 4-56
表 4.2-1　地震観測のための計測システム 4-59
表 4.2-2　加速度センサの仕様 4-60
表 4.2-3　回収データの仕様 4-65
表 4.2-4　地震動データの一覧 4-67
表 4.2-5　発生地震の諸元（2020.4.12） 4-68
表 4.2-6　発生地震の諸元（2020.4.20） 4-71
表 4.2-7　発生地震の諸元（2020.4.24） 4-74
表 4.2-8　発生地震の諸元（2020.4.30） 4-77
表 4.2-9　発生地震の諸元（2020.5.9） 4-80
表 4.2-10　計測孔 A、B、C の比較検討 4-85
表 4.2-11　地下の地震計の設置場所の候補 4-89
表 4.2-12　地下の地震計の設置場所の検討 4-89
表 4.2-13　地表面付近の設置位置選定に際しての考慮事項 4-90
表 4.2-14　地表面付近の設置場所の一次選定 4-93
表 4.2-15　地表面付近の設置場所の二次選定（共通要因の比較は除く） 4-94
表 4.2-16　地震計（東京測振製）の仕様 4-96
表 4.2-17　地下の地震計（既存計器の転用またはデータの借用） 4-98

表 4.2-18　地表面で用いる地震計の比較 4-99
表 4.2-19　地表面付近の地震計の新設 4-100

表 5.1-1　バリアシステムの構成要素と機能 1/2 5-25
表 5.1-2　バリアシステムの構成要素と機能 2/2 5-26
表 5.1-3　各部材に要求される基本安全機能 5-49
表 5.1-4　各設備に要求される基本安全機能 5-57
表 5.1-5　安全評価シナリオ 5-64
表 5.1-6　TRU 等廃棄物のグループ分類と特徴 5-70
表 5.1-7　閉鎖前と閉鎖後長期の処分場に要求される安全機能 5-71
表 5.1-8　TRU 等廃棄物処分場の安全機能と構成要素の関係 5-72
表 5.1-9　廃棄体パッケージ内充填材の配合 5-74
表 5.1-10　廃棄体パッケージ間充填材の設計要件 5-75
表 5.1-11　廃棄体パッケージ間充填材の必要厚さ 5-76
表 5.1-12　緩衝材の設計要件 5-76
表 5.1-13　設計要件に対する有効粘土密度の仕様成立範囲 5-77
表 5.1-14　コンクリートバリアを採用した場合の長期安全機能 5-90
表 5.1-15　ベントナイトバリアを採用した場合の長期安全機能 5-90
表 5.1-16　一次パッケージのタイプ分類 5-93
表 5.1-17　B 種廃棄物の処分空洞の主要構成要素と機能 5-101
表 5.2-1　廃棄物埋設地の設定条件 5-112
表 5.2-2　基本安全機能 5-116
表 5.2-3　基本安全機能 5-117
表 5.2-4　移行抑制機能を持つバリア層 5-122
表 5.2-5　各バリア層の安全機能 5-122
表 5.2-6　基本オプションの安全機能 5-123
表 5.2-7　すべての安全機能を満たすオプション絞り込み 5-124
表 5.2-8　材料の実現性のあるオプション絞り込み 5-125
表 5.2-9　施工の実現性のあるオプション絞り込み 5-126
表 5.2-10　重要性の尺度とその定義 5-131
表 5.2-11　工学的技術性における重要度の尺度の決定 5-132
表 5.2-12　工学的技術性に関するペア比較マトリックス 5-132
表 5.2-13　安全性に関するペア比較マトリックス 5-132
表 5.2-14　事業性に関するペア比較マトリックス 5-133
表 5.2-15　工学的技術性を重視したペア比較及び重み付け結果 5-135
表 5.2-16　安全性を重視したペア比較及び重み付け結果 5-135

表 5.2-17　事業性を重視したペア比較及び重み付け結果 5-135
表 5.2-18　低拡散層の要求機能と設計仕様項目の関係 5-140
表 5.2-19　低透水層の要求機能と設計仕様項目の関係 5-141
表 5.2-20　オプション設定値一覧 5-147
表 5.2-21　設定した評価指標および代替パラメータ 5-149
表 5.2-22　透水係数設定値 5-152
表 5.2-23　代替パラメータの算出結果 5-154
表 5.2-24　閉鎖前の放射線防護に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 1） 5-155
表 5.2-25　閉鎖後の放射線防護に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 2） 5-156
表 5.2-26　経済性に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 3） 5-156
表 5.2-27　環境性に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 4） 5-157
表 5.2-28　重みをつけない場合のペア比較及び重み（ケース 5） 5-157
表 5.2-29　予備的オプションのペア比較結果（閉鎖前の放射線防護） 5-158
表 5.2-30　予備的オプションのペア比較結果（閉鎖後の放射線防護） 5-158
表 5.2-31　予備的オプションのペア比較結果（経済性） 5-159
表 5.2-32　予備的オプションのペア比較結果（環境性） 5-159
表 5.2-33　オプション A-6 の諸条件 5-166
表 5.2-34　オプション A-7 の諸条件 5-167
表 5.2-35　最大線量に対する各パラメータの偏順位相関係数一覧 5-168
表 5.2-36　課題及び検討項目 5-168
表 5.2-37　5 ヵ年計画案 5-170
表 5.3-1　処分場の開発段階と性能評価において適用可能な条件 5-173
表 5.3-2　放射性核種の閉じ込めのための構造 5-178
表 5.3-3　概念モデルと解析対象領域の組み合わせ 5-182
表 5.3-4　インベントリー 5-184
表 5.3-5　分配係数 5-185
表 5.3-6　その他の設定値 5-186
表 5.3-7　水理解析におけるジオメトリの設定 5-186
表 5.3-8　線量換算係数 5-187
表 5.3-9　被ばく評価に用いるパラメータ 5-189
表 5.3-10　指標の候補の利点と問題点 5-228
表 5.3-11　指標の比較 5-229
表 5.3-12　５ヵ年計画案 5-234

表 6.2-1　想定した有識者及び所属する機関 6-10
表 6.2-2　関連性の高いキーワード（一例） 6-10
表 6.2-3　有識者選定のための予備文献調査一覧 6-12
表 6.2-4　使用材料と選定理由 6-14
表 6.2-5　土質試験と規格 6-15
表 6.2-6　試験ケース 6-15
表 6.2-7　試験ケースと撮影頻度 6-16
表 6.2-8　研究実施工程 6-18
表 6.4-1　有識者ヒアリング先及び実施工程一覧 6-22
表 6.5-1　実験に用いた試料の物理試験結果一覧 6-32
表 6.5-2　蛍光 X 線分析による元素分析結果 6-33
表 6.5-3　メチレンブルー吸着試験結果 6-34
表 6.5-4　比表面積測定結果 6-34
表 6.5-5　実施した試験ケース一覧 6-35
表 6.5-6　室内締固め試験から得られた最大乾燥密度と最適含水比 6-36
表 6.5-7　画像解析結果一覧（平均値） 6-42
表 6.6-1　中性子イメージングの実施ケース一覧 6-59
表 6.7-1　今後 4 年間の研究実施工程(案) 6-83

第１章　全体概要

第1章　全体概要

1.1　本事業の背景と目的

1.1.1　本事業の背景

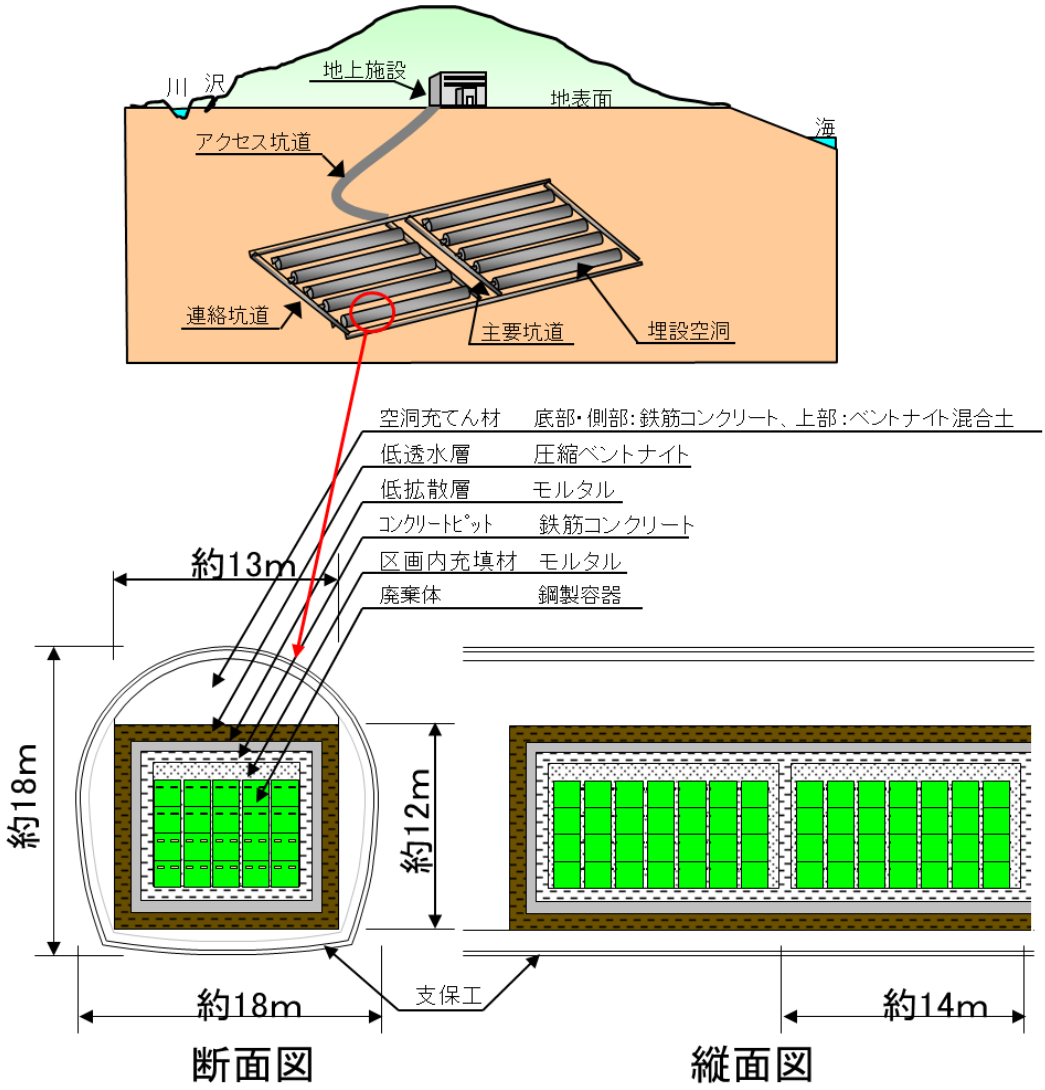
我が国においては、これまでの原子力発電の利用に伴って既に多種多様な放射性廃棄物が発生しており、その処分対策を着実に進める必要がある。このうち、原子炉施設や再処理施設等の運転と解体から発生する低レベル放射性廃棄物の一部には、長期にわたり比較的高い放射能が残存し、既存の浅地中処分に適さないものが存在する。これら低レベル放射性廃棄物については、大断面の地下空洞型処分施設に処分する方法（以下、「中深度処分」という。）で処分の事業化が検討されてきている[1]。

また、中深度処分の安全規制は整備途上であるが、処分施設は、浸食等を考慮しても、１０万年後の将来にわたって地表から７０メートル以上の設置深度が確保できること、また、設置深度の地下水流動等も考慮し、複数の技術オプションの中から最適な組合せを選択して施設設計することが求められる方向にある。

これら検討状況を踏まえると、大断面の地下空洞の掘削可能性を評価するため、初期の設置深度として地表から１００メートル程度までを想定し、設置深度毎の初期地圧を極力、場を乱すことなく、かつ、効率的に測定できる基盤技術の開発等、地下環境を把握するための技術整備が必須となる。また、掘削可能な地下空洞の形状・寸法、地下環境、人工バリアの長期的な安全性等を考慮し、複数の技術オプション（多様な選択肢）の実効性を確認することが必要である。

1.1.2　本事業の目的

本事業では、これらの中深度処分固有の課題を踏まえ、令和２年度から５ヵ年程度の期間で、大規模な坑道や地下空洞型処分施設などを建設する上で必要となる、岩盤にかかる初期地圧の三次元的な分布を測定する技術の開発を始めとした中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化開発を行うと共に、最適な施設設計を支援するための手法の検討を始めとした中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化開発を行う。



第 2 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合（平成 27 年 2 月 12 日）資料 2-1「原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について（電気事業連合会）」[1]より抜粋

図 1.1-1　中深度処分の廃棄物埋設施設のイメージ

1.2　本事業の概要

本事業は、中深度処分で求められる調査技術の高度化を狙いとして実施するもので、次の二つの大項目を掲げることとする。

Ⅰ　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化

Ⅱ　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化

この大項目の下で、複数の研究開発テーマを設け、開発を進めることとした。本事業の全体フローを図 1.2-1 に掲載するとともに、各研究開発テーマと目的を以下に示す。

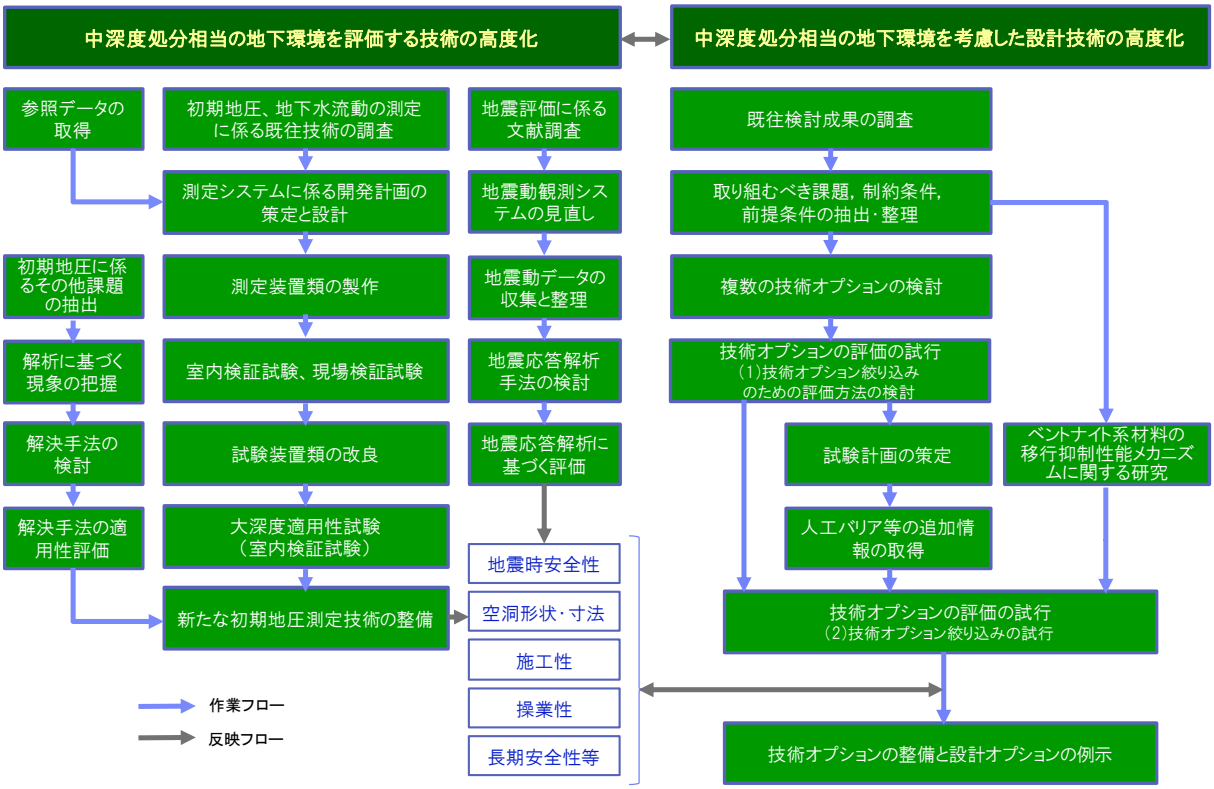


図 1.2-1　本事業の全体フロー

1.2.1　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化

(1) 初期地圧測定技術の高度化開発

堆積軟岩を対象として、鉛直ボーリングにより、応力解放法により 3 次元初期地圧を測定できる装置の試作・実証を行うことを最終目標とする。そのため、初年度となる今年度は、初期地圧測定等に係る既往技術の調査を行い、それに基づき課題を抽出する。その上で、技術課題の解決に向けた 5 ヵ年全体計画を策定する。加えて、既往技術の精査、有識者からの聞き取りを踏まえて、孔壁ひずみ法や孔底ひずみ法を改良するなど、開発計画で対象とする

候補を選定し、測定システムの概念設計を行う。

また、現場試験フィールドにてボーリング掘削を行い、新しく開発する初期地圧測定技術の検証に資するための参照データを取得する。参照データは、水圧破砕法による応力測定、PS 検層、透水試験等の原位置試験により、加えて、採取したボーリングコアによる室内試験（物理・力学試験）により取得する。

さらに、初期地圧測定装置の開発に資するために、実環境での測定における技術課題を抽出し、その課題解決方策について検討する。

(2) 地下水流動評価技術の調査

地下水流動評価技術（計測・測定及び解析技術）について、既往技術の調査を行い、中深度処分への適用を想定した場合の課題を整理する。

(3) 地震時影響評価技術の検討及び地震動観測

現場試験フィールドでは、これまでも地震動観測が行われ、取得した観測地震動により作成した解析用入力地震動を用いて、試験空洞及び周辺地盤を対象とした地震応答解析を実施してきた[2]。その結果、地下空洞施設の増幅特性や周波数特性等の定性的な評価は可能となったものの、加速度及びスペクトル分布等の定量的な評価には課題が残されていることがわかった。今年度は、地震動観測を継続するとともに、地下空洞施設の地震時挙動の定量的な評価（再現性の向上）を目的として、現状の課題整理及びその対応策について検討する。

1.2.2 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化

(1) 既往検討成果の調査と技術オプションの検討

原子力規制委員会が要求する BAT に基づく複数の設計の選定のためには、空洞の形状寸法を規定する技術の整備に加えて、人工バリアに係るメニュー（選択肢）を整備する必要がある。また、複数の設計が選定された後には、どのような過程で処分システムを絞り込んでいくのか、各段階で何をどの程度評価すれば絞り込みは可能なのかといった手法の整備が求められる。このような地下環境等を考慮した技術オプションの整備を目指し、今年度は、諸外国を含めて既往検討成果を調査し、その結果も参考にして処分概念の絞り込みを試行するとともに、安全性に対する評価指標について検討し課題を抽出する。

(2) ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

人工バリアに係る技術オプションを検討する上で未知の領域が大きいベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムを知ることは、長期の性能評価の説明性向上及び設計の合理化に大いに貢献する。そこで、今年度は、文献調査、有識者ヒアリングを行った上で、研究の 5 ヵ年全体計画を策定する。さらに、透水性メカニズムの理解を目的に、ミクロ（ナノメートルオーダー）からマクロ（ミリメートルオーダー）のスケールにおける各種試験に着手する。

1.2.3　情報収集及び委員会の設置・運営

(1) 情報収集

本事業の実施に当たり、国内外の関係機関や大学等との間で情報交換等を実施し、関連技術について最新情報を入手するとともに、成果の普及等を積極的に行う。

(2) 委員会の設置・運営

本事業に係る外部の専門家・有識者等で構成される委員会を設置し、研究計画、実施方法、結果の評価等に関する審議・検討を年３回程度行い、成果報告書を取りまとめる。

1.3　令和２年度の実施概要

令和２年度の実施工程を表 1.3-1 に示す。中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化として、初期地圧測定技術の高度化開発、地下水流動評価技術の調査、地震動観測及び地震時影響評価技術の検討を実施した。また、中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化として、既往検討成果の調査と技術オプションの検討、ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究を実施した。令和２年度は、いずれの研究開発テーマについても今年度を含めて複数年にわたる事業の全体計画を策定するとともに、具体的な技術開発や研究開発に着手した。

以下に、令和２年度の成果の概要を示す。

表 1.3-1　令和２年度の実施工程表

実施項目等	令和2年度											
	第1四半期			第２四半期			第３四半期			第４四半期		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1) 中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化												
1)初期地圧測定技術の高度化開発				ボーリング掘削、参照データの取得								
	既往技術の調査と初期地圧測定装置の開発に向けた試験装置の概念設計											
	初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討											
2)地下水流動評価技術の調査	既往データ、既往技術の調査											
3)地震時影響評価技術の検討及び地震動観測	地震時影響評価技術の検討											
	地震動観測								メンテナンス ▼		▼	▼
(2) 中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化												
1)既往検討成果の調査と技術オプションの検討	既往検討成果の調査、前提条件の整理											
2)ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究	既往文献調査、有識者ヒアリング											
				試験計画策定、各種試験の実施・データ整理								
(3) 情報収集及び委員会の設置･運営	情報収集、委員会の設置					委員会 ▼			委員会 ▼			委員会 ▼

1.3.1　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化

(1) 初期地圧測定技術の高度化開発

本事業で新たに開発する初期地圧測定に係る技術開発における参照データとするため、現場試験フィールド（日本原燃濃埋敷地内）にてボーリング掘削を実施し、原位置試験並びに室内試験により地質、地盤、水理等のデータ取得や調査を行った。調査項目と数量を、表 1.3-2、表 1.3-3 に示す。

表 1.3-2　ボーリング調査、原位置試験数量表

項　　目	数量
ボーリング掘削 径 76mm オールコア	130m
コア観察、柱状図	130m
ボーリング孔閉塞	130m
温度検層	125m
キャリパー検層	125m
密度検層	125m
PS 検層（サスペンション法）	125m
ボアホールカメラ(BTV)観察	125m
透水試験	3 回
初期地圧測定（水圧破砕法）	4 箇所以上

表 1.3-3　室内試験数量表

項　　目	試験数量 (2 岩種※1×3)	1 試験あたりの供試体数	供試体数量
物理試験	6	8	48
一軸圧縮試験	6	1	6
圧裂引張試験	6	1	6
三軸圧縮試験（CU バー）	6	4	24
三軸超音波速度測定	6	1	6
動的変形試験（繰返し三軸試験）	6	1	6
熱物性試験（熱伝導率）	6	1	6
熱物性試験（比熱）	6	1	6

※1：軽石凝灰岩、砂質軽石凝灰岩

中深度処分施設の設置深度に応じた 3 次元の初期地圧を極力、場を乱すことなく、かつ、効率的に測定できる方法として、応力解放法に着目し、わが国に広く分布する堆積軟岩へ適用可能な測定技術として整備することとした。まず、初期地圧測定等に係る既往技術の調査を行い、それに基づき課題を抽出した。その上で、技術課題の解決に向けた 5 ヵ年全体計画を策定した。加えて、既往技術の精査、有識者からの聞き取りを踏まえて、孔壁ひずみ法や孔底ひずみ法を改良するなど、開発計画で対象とする候補を選定し、測定システムの概念設計を行った。

開発する初期地圧測定装置のコンセプトは以下のとおりである。

・天然バリアへのダメージを極力抑える

　→地上から 1 本の鉛直ボーリングで 3 次元の初期地圧測定を行う

・対象とする岩盤：堆積軟岩

・対象とする深度：地表からの深さ 200m 程度

・これらの条件のもとでコストパフォーマンスも考慮しつつ高い測定精度を求める

開発上の課題として、大深度下での計器設置面の整形技術（パイロット孔削孔あるいは孔底整形）やその洗浄技術、大深度・地下水下での計器の設置技術（軟岩対象の接着材料の選定を含む）が特に重要であると考えられたため、それらの解決方法や検証方法等に着目して検討を行った。

以上を踏まえて、孔底ひずみ法と孔壁ひずみ法の両方の測定手法を兼ね備えた「円錐孔壁ひずみ法」を開発目標とする。この測定手法の概念設計図を図 1.3-1 に示す。

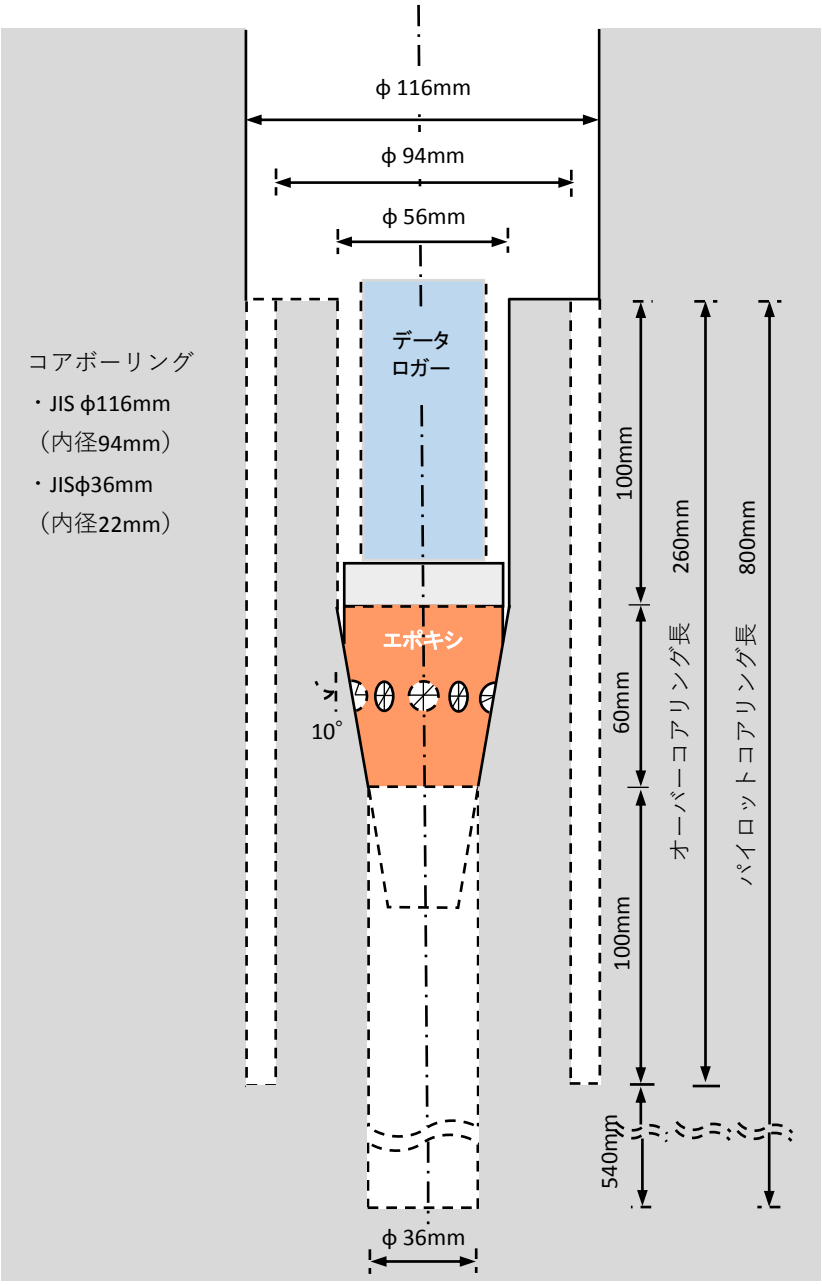


図 1.3-1　円錐孔壁ひずみ法の概念設計図

また、初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討では、文献調査を通じて、技術課題の抽出、岩盤状態の想定及びメカニズムを考慮した解析手法の選定を検討した。

＜技術課題＞

- 堆積軟岩を対象とした初期地圧測定において、オーバーコアリング時に、薄肉部の厚さによっては岩盤が塑性化・破壊して亀裂が発生し、測定結果に影響を与える可能性がある。

＜岩盤状態の想定＞

- 考慮すべき破壊モードとして、「亀裂の発生･進展」、「ひずみの局所化」、「塑性化」がある。

＜メカニズムを考慮した解析手法の選定＞

- 「ひずみの局所化」、「塑性化」は FEM、DEM 双方で表現可能であるが、「亀裂の発生･進展」は FEM では困難である。そこで、DEM（個別要素法）を主な解析手法として適用し、目的に応じて FEM（有限要素法）を補助的に採用する。

上記を踏まえて、課題解決に向けた 5 ヵ年実施計画を作成した。

(2) 地下水流動評価技術の調査

地下水流動評価技術（計測・測定及び解析技術）について、国内外の低レベル及び高レベルの放射性廃棄物処分に係る既往の関連技術の調査を行い、わが国における中深度処分への適用を考慮した場合の現状分析と課題の抽出・整理を行った。実施にあたっては、原子力規制委員会により整備が進められている第二種廃棄物埋設事業の規制基準（特に中深度処分（L1））における要求事項と原子力学会の学会標準や土木学会の技術検討の既往成果を十分に考慮し、さらには高レベル廃棄物地層処分に向けての関連技術等も参考にして、目的、想定される調査目標並びに処分事業の時間的変遷と測定・計測・解析の必要箇所・エリア等を想定し、それらへ適用可能な現状技術を分類・整理するとともに、適用に向けての技術課題等を考察した。

令和２年度の検討においては、下記の項目について、概略的な調査検討を行い、重要項目の課題を抽出した。

① 第二種廃棄物中深度処分の規制基準等における検討状況と要求事項の調査・整理
② 放射性廃棄物処分に係る地下水流動調査・評価技術に関する文献情報の収集・分類・整理
③ 不均質性を考慮した地質環境モデル及び水理地質構造モデルのモデル化手法に関する文献調査
④ 中深度処分に係る地下水流動の調査・評価の方法論と技術に関する調査・検討
⑤ 中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査･評価の実施項目及び技術的要件等の検討
⑥ 地下水流動調査・評価に関する今後の技術課題の抽出と技術開発の方向性の概略検討

(3) 地震時影響評価技術の検討及び地震動観測

これまで行われた地震動観測とそれに基づく諸検討[2]の結果、現状の課題としては、以下が挙げられた。

- 現在の地震計の配置では、空洞周辺の緩み領域の影響を含んだ地震動を観測している可能性があるが、解析手法でその影響を考慮していない。
- 周辺岩盤では、地震動の周波数に依存した減衰が生じている可能性があるが、解析手法でその影響を考慮していない。
- 2 次元解析用の入力地震動作成のための 1 次元解析では、試験空洞で取得した地震動を入力波として採用してきたが、その妥当性が明確にされていない。

これらの課題に対して、既往文献調査により対応策を検討した結果、地震計の配置の見直し及び解析手法の高度化等による対応策が有効であると考えた。そこで、検討した対応策をもとに、地下空洞施設の地震時挙動の定量的な評価（再現性の向上）を目的とした実施計画を立案した。策定した 5 ヵ年実施計画のフロー（案）を図 1.3-3 に示す。

地震動観測については、従来のシステムにより継続観測を行うとともに、地震観測システムのメンテナンスを実施した。

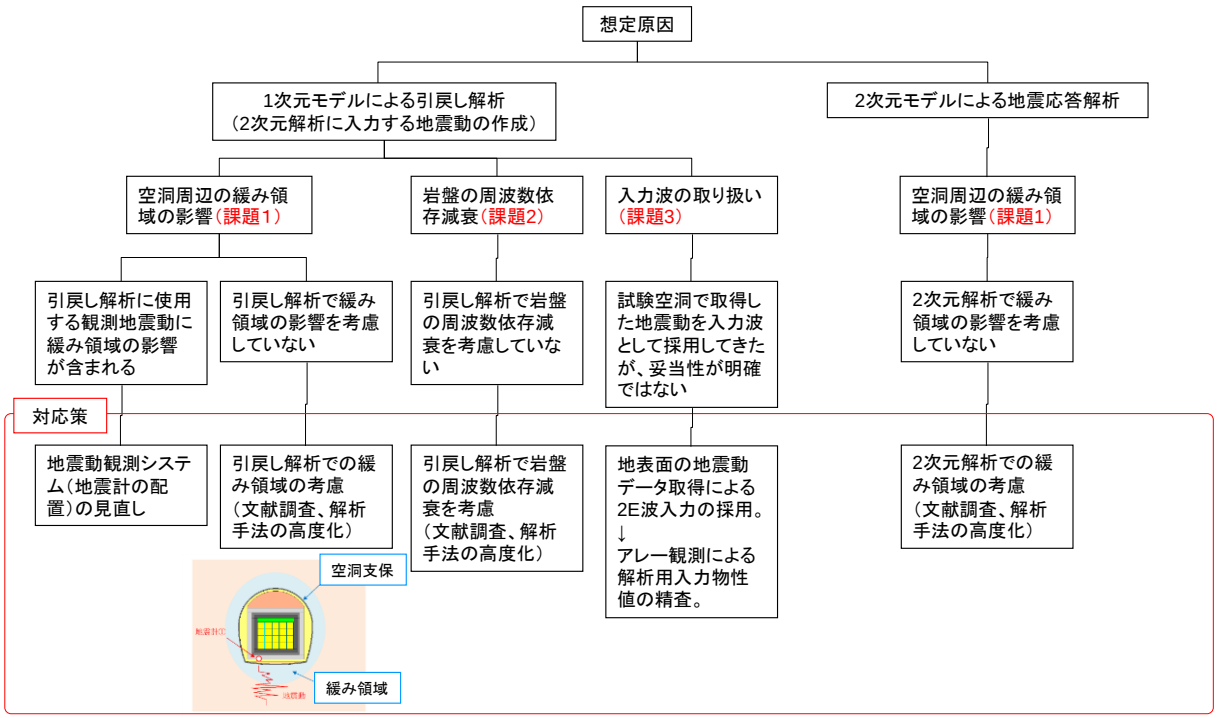


図 1.3-2　解析結果と観測結果の乖離に関する想定原因の抽出及び対応策の概要

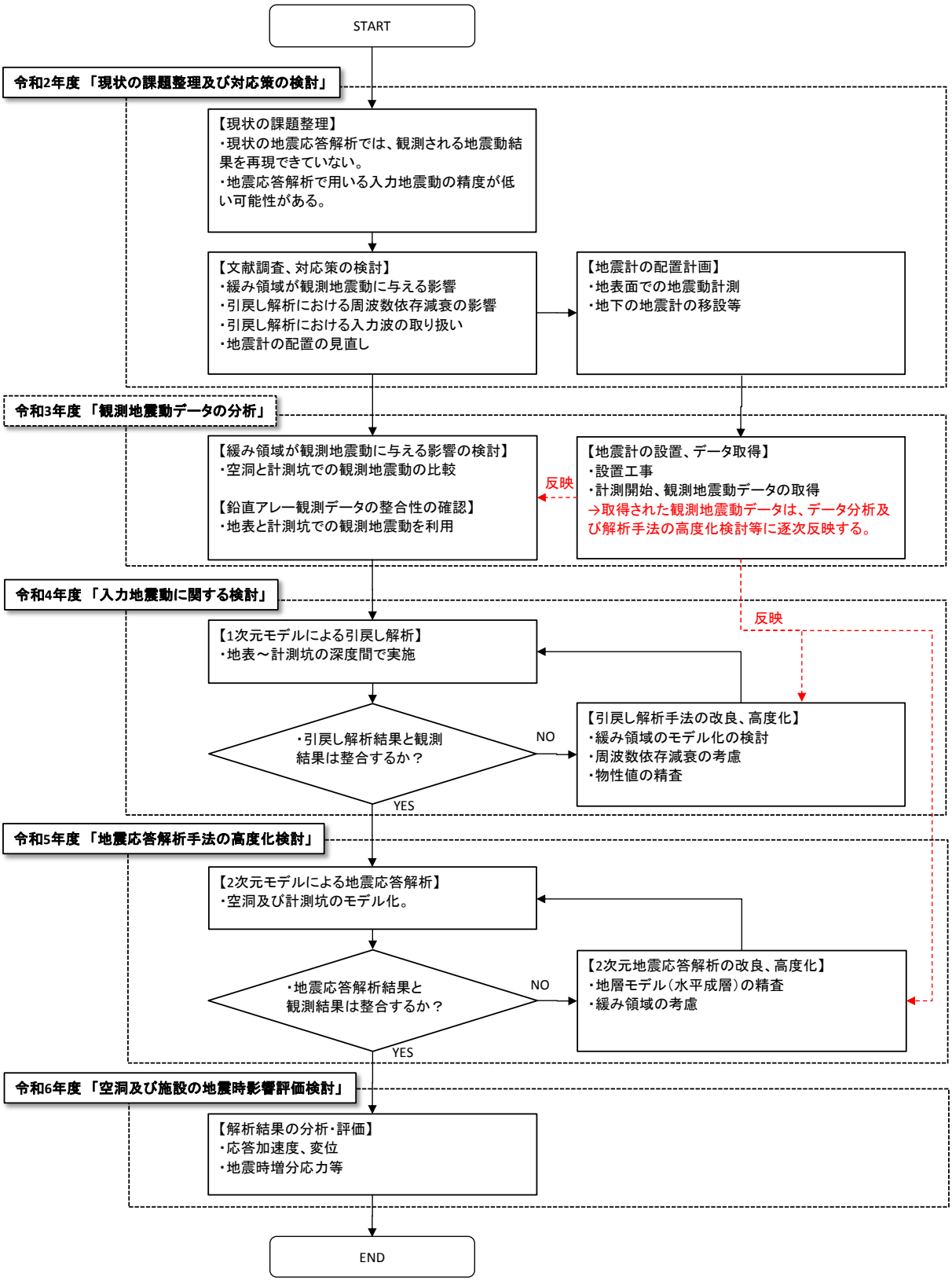


図 1.3-3　5ヵ年実施計画のフロー（案）

1.3.2　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化

(1) 既往検討成果の調査と技術オプションの検討

技術オプションの検討に資する基盤情報の整備を目的として、放射性廃棄物処分施設の設計における考え方等に係る既往検討成果の調査を実施した。まず、国際的な考え方を整理するために、国際原子力機関 IAEA の安全基準、国際放射線防護委員会 ICRP の勧告を調査した。次に、ALARA の概念を導入している国に着目して、諸外国における放射性廃棄物処分に対する規制について調査した。その上で、現在整備が進められている中深度処分に対する規制基準類を調査し、要求事項を整理した。さらに、中深度処分に関する既往検討成果に加えて、わが国における TRU 等廃棄物処分場をはじめとする中深度処分と類似の処分概念に関する既往の検討成果を ALARA や BAT の概念の取り込みに着目して調査した。

技術オプションの検討は、施設設計の観点と安全性の観点から行った。施設設計の観点からの検討では、人工バリアに求められる機能に基づき網羅的にオプションを抽出する方法と、絞り込み方法の考え方について検討するとともに、客観性の観点からここでの絞り込み評価に有効と考えられる AHP 手法による試行を実施した。これらの検討を踏まえて、次年度以降の検討で中心とする設計オプションを抽出した（図 1.3-4）。

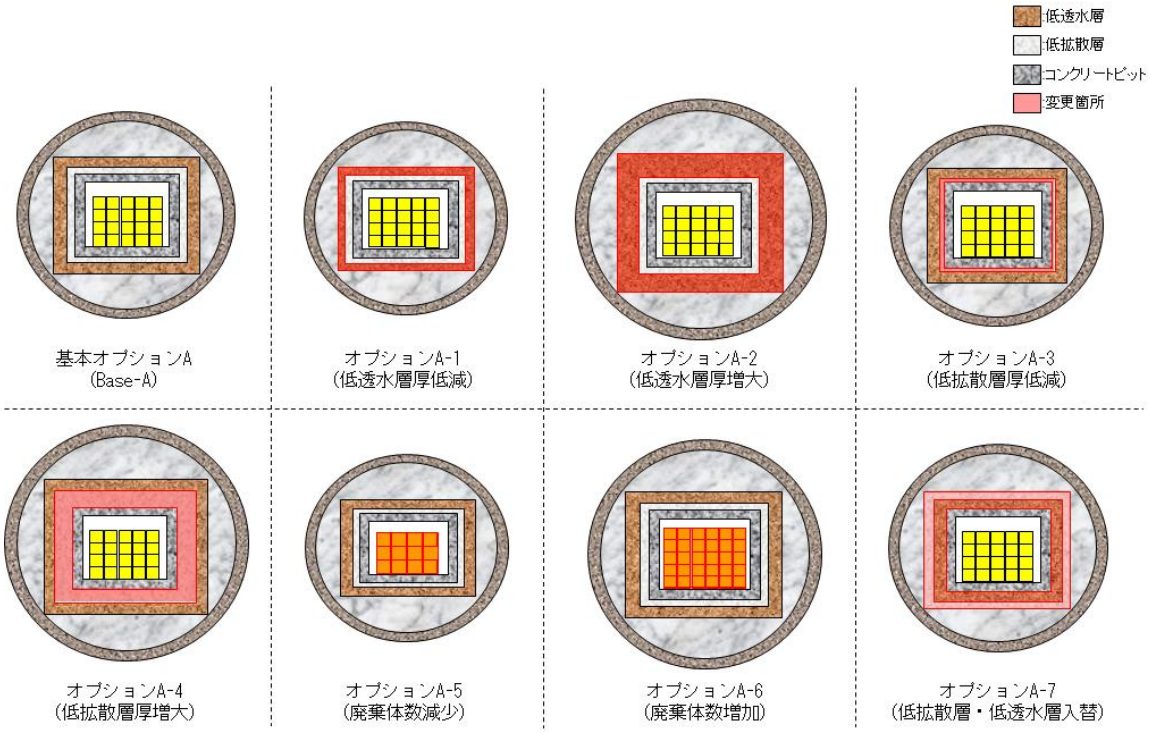


図 1.3-4　次年度以降の検討で中心とする設計オプション

また、安全性の観点からの検討では、性能評価の観点から、適切な技術オプションを選択するための方法論を具体化することを目的として、性能の指標を導出するための課題の具体化と対処方法案へのアプローチについて整理した（図 1.3-5）。

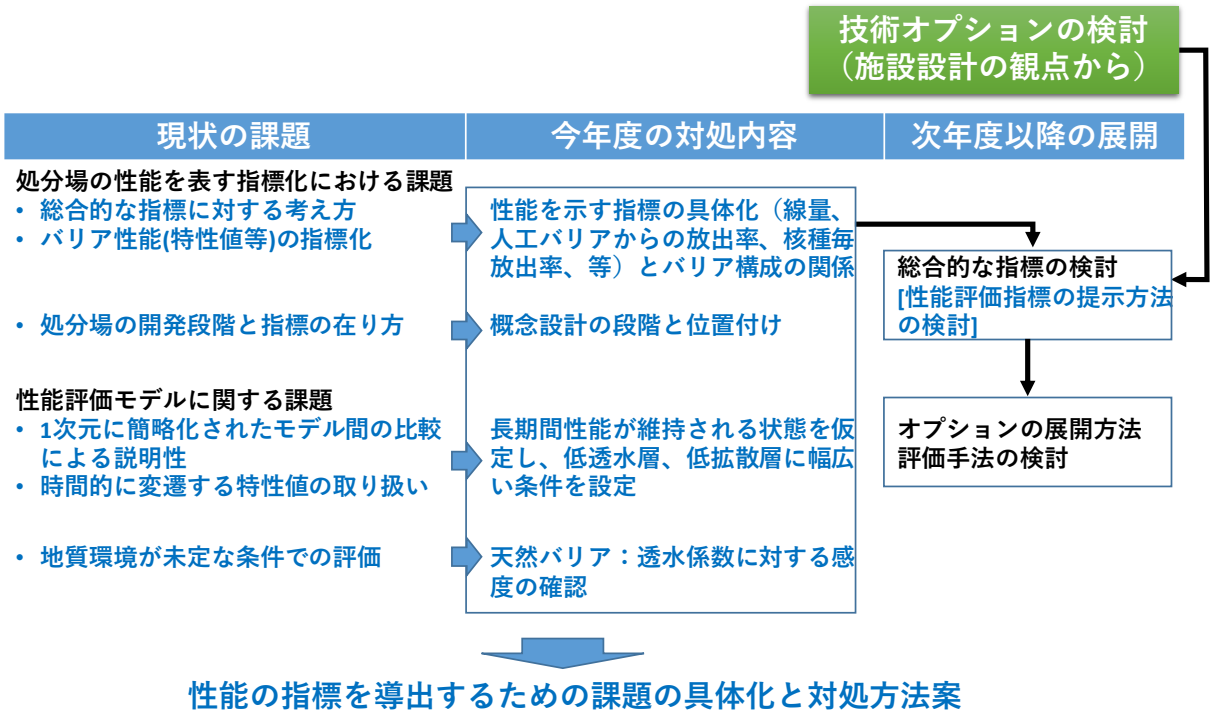


図 1.3-5　検討の計画案

(2) ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

締固め土の透水係数は締固め後の乾燥密度が最大となる最適含水比（点 A）のやや湿潤側（点 C）で極小値を取ることが実験的事実として経験的に知られている（図 1.3-6）。ベントナイト混合土を対象に、この現象のメカニズム「最適含水比の湿潤側で最小透水係数が発現されるメカニズム」の解明を試みることを本研究の第一課題に掲げた。

事業の初年度となる令和２年度は、まず、関連文献の調査及び有識者へのヒアリングを実施し、本研究を進める上での論点と課題を整理した。さらに、最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法案について検討した（図 1.3-7）。

これらを受けて、今年度並びに次年度以降の研究計画を策定した上で、ベントナイト混合土の室内締固め－透水試験の一部に着手した。また、可視化手法がここでのメカニズム解明に資すると考え、実体顕微鏡による観察に加え、中性子イメージング実験を試行し、その適用性について検討した。

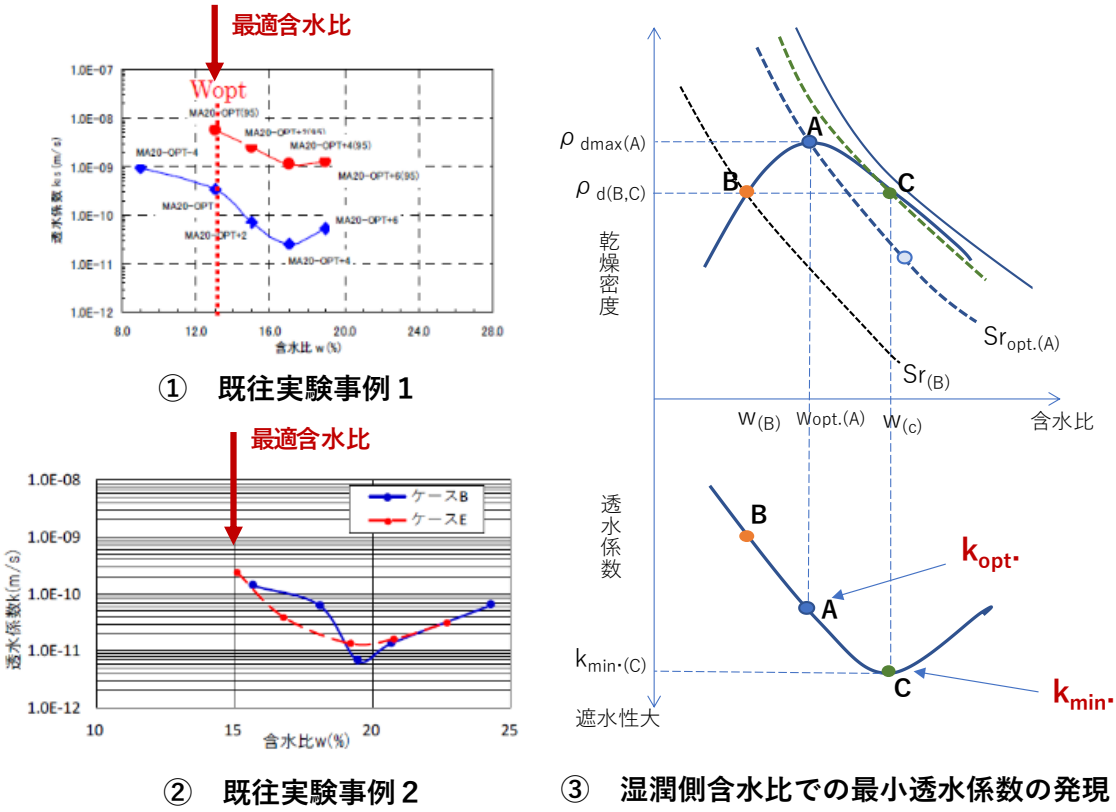


図 1.3-6　締固め土における含水比と透水係数の関係

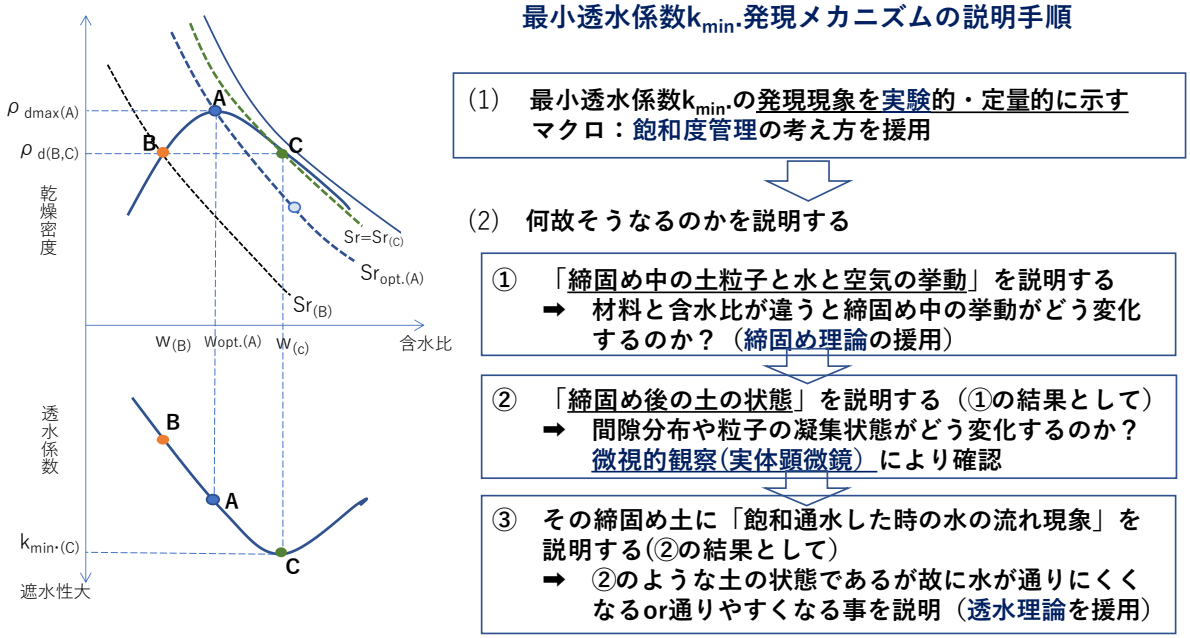


図 1.3-7　最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法案

1.3.3 情報収集及び委員会の設置・運営

(1) 情報収集

本事業の実施に当たっては、国内外の関係機関や大学等との間で情報交換及びヒアリング等を実施し、関連技術について最新情報を入手することに努めた。成果の一部を論文化する準備を進めるなど、成果の普及に向けた取り組みも積極的に行った。

(2) 委員会の設置・運営

本事業の実施に当たっては、学識経験者等からなる「地下空洞型処分調査技術高度化開発検討委員会」を設け、専門的立場からの助言を伺いつつ検討を進めた。同委員会における令和２年度の検討の経緯を表 1.3 1 に示す。

表 1.3-4　令和２年度検討委員会実施経緯

開　催　日	場　　所	審　議　内　容
第１回 令和 2 年 9 月 4 日	（web 会議）	● 令和２年度実施計画のレビュー ・初期地圧測定技術の高度化開発 ・地下水流動評価技術の調査 ・地震動観測及び地震時影響評価技術の検討 ・既往検討成果の調査と技術オプションの検討 ・ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究
第２回 令和 2 年 11 月 19 日	（web 会議）	● 令和２年度中間成果のレビュー ・初期地圧測定技術の高度化開発 ・地下水流動評価技術の調査 ・地震動観測及び地震時影響評価技術の検討 ・既往検討成果の調査と技術オプションの検討 ・ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究
第３回 令和 3 年 2 月 22 日	（web 会議）	● 令和２年度最終成果のレビュー ・初期地圧測定技術の高度化開発 ・地下水流動評価技術の調査 ・地震動観測及び地震時影響評価技術の検討 ・既往検討成果の調査と技術オプションの検討 ・ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

第 1 章の参考文献

[1] 電気事業連合会：第 2 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合 資料 2-1「原子力発電所等の廃止措置及び運転に伴い発生する放射性廃棄物の処分について、平成 27 年 2 月 12 日.

[2] 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 27 年度～平成 31 年度 低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業 地下空洞型処分施設機能確認試験 5 ヵ年とりまとめ報告書、2020

.

第２章　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、初期地圧測定技術の高度化開発

第2章　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、初期地圧測定技術の高度化開発

2.1　参照データの取得

2.1.1　調査の概要

(1) 調査の目的

本事業で新たに開発する初期地圧測定に係る技術開発における参照データとするため、水圧破砕法による応力測定など、地質、地盤、水理等のデータ取得や調査を行う。

(2) 実施内容

参照データの取得では、以下の内容を実施した。表 2.1-1 及び表 2.1-2 に数量を示す。調査位置は、青森県六ヶ所村（日本原燃濃埋敷地内）である。

・ボーリング掘削
  - ・掘削及びコア採取（掘削長：130m）
  - ・コア観察、柱状図作成
  - ・ボーリング孔閉塞

・原位置試験
  - ・温度検層
  - ・キャリパー検層
  - ・密度検層
  - ・PS 検層
  - ・ボアホールカメラ（BTV）観察
  - ・透水試験
  - ・初期地圧測定

・室内試験（対象：2 岩種）
  - ・物理試験
  - ・一軸圧縮試験
  - ・圧裂引張試験
  - ・三軸圧縮試験
  - ・三軸超音波試験
  - ・動的変形試験
  - ・熱物性試験（熱伝導率）
  - ・熱物性試験（比熱）

表 2.1-1　ボーリング調査、原位置試験数量表

項　　目	数量
ボーリング掘削 径 76mm オールコア	130m
コア観察、柱状図	130m
ボーリング孔閉塞	130m
温度検層	125m
キャリパー検層	125m
密度検層	125m
PS 検層（サスペンション法）	125m
ボアホールカメラ(BTV)観察	125m
透水試験	3 回
初期地圧測定（水圧破砕法）	4 箇所以上

表 2.1-2　室内試験数量表

項　　目	試験数量 (2 岩種×3)	1 試験あたり の供試体数	供試体数量
物理試験	6	8	48
一軸圧縮試験	6	1	6
圧裂引張試験	6	1	6
三軸圧縮試験（CU バー）	6	4	24
三軸超音波速度測定	6	1	6
動的変形試験（繰返し三軸試験）	6	1	6
熱物性試験（熱伝導率）	6	1	6
熱物性試験（比熱）	6	1	6

2.1.2　参照データの取得方法

（1）ボーリング掘削

原位置試験及び室内試験を実施するためボーリングを実施した。

ボーリングの仕様は以下のとおりである。

・ボーリング数量：１本

・孔径 76mm、オールコア掘削

・ボーリング長：130m

・掘削角度：鉛直下向き

1）ボーリング位置

堆積軟岩を対象とした中深度処分施設の設置を想定すると、地表からの深度 200m 程度と深い深度における初期地圧の評価が求められる。そのため、日本原燃濃埋敷地内の調査坑内（深度 100m 付近）からボーリングを掘削した。調査坑内からボーリング掘削を行うことで、掘進長 130m のボーリングでも地表からの深度 200m 付近における地質データ、力学・水理・熱物性データの取得及び初期地圧の測定が可能となる。

図 2.1-1 にボーリング位置の概要を示す。

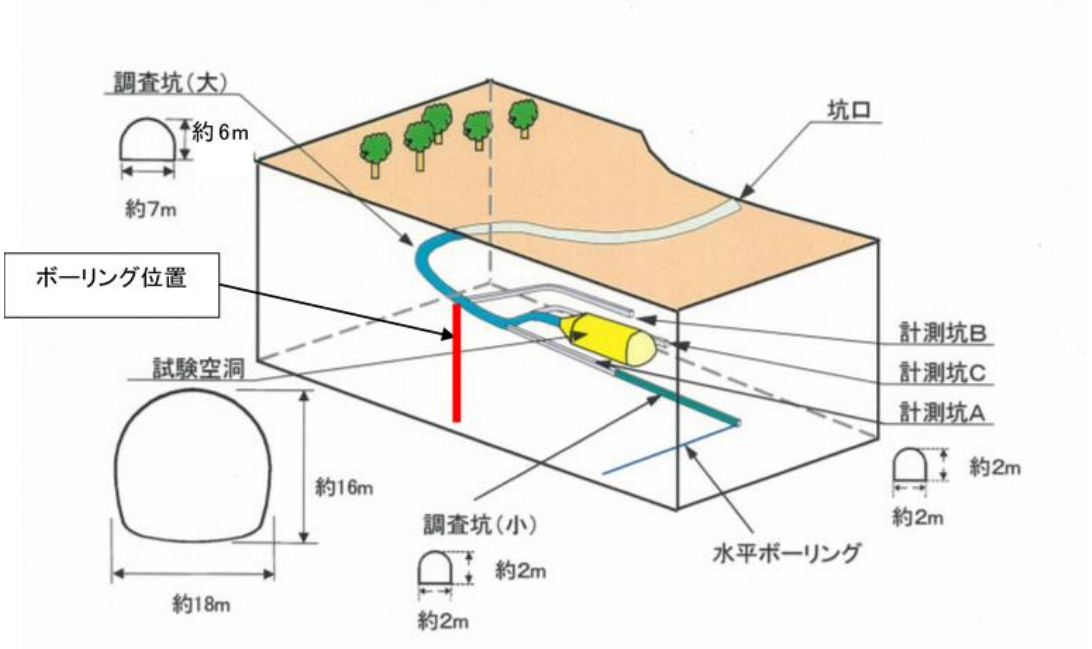


図 2.1-1　ボーリング位置の概要

（低レベル放射性廃棄物の次期埋設に関する本格調査結果について、2006 年 9 月に加筆）

調査坑でのボーリング地点は、調査坑内の通行等に支障が生じない拡幅部とし、極力深い深度でボーリング掘削が可能な第 5 拡幅部で実施した。ボーリング位置を図 2.1-2、図 2.1-3

に示す。

・実施箇所：調査坑第 5 拡幅部

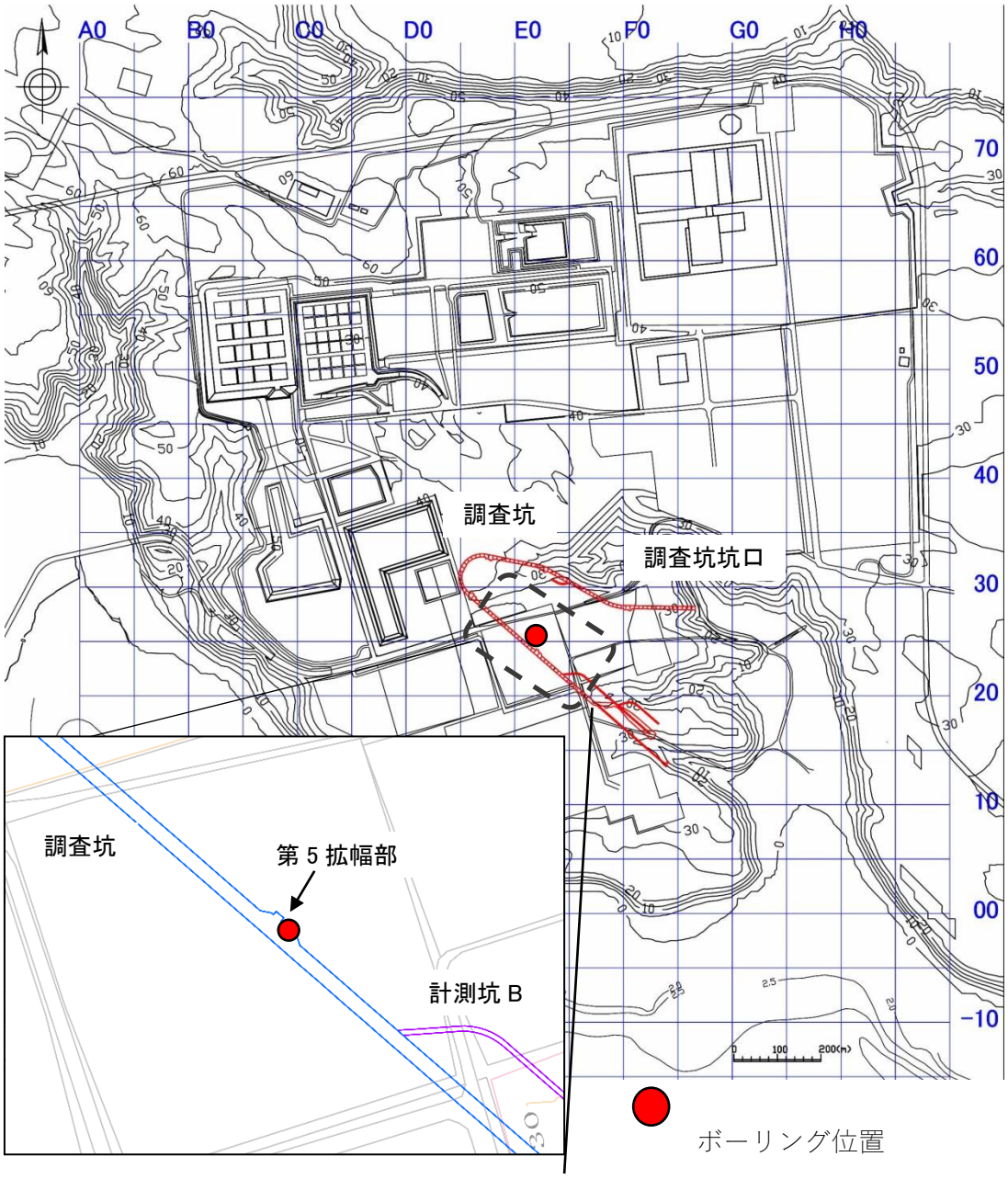
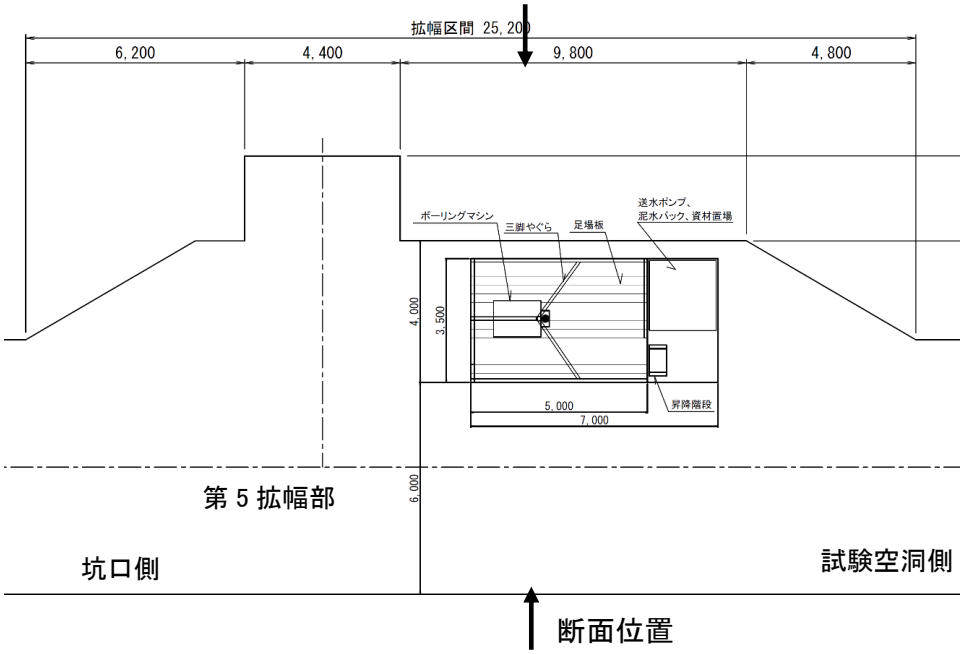
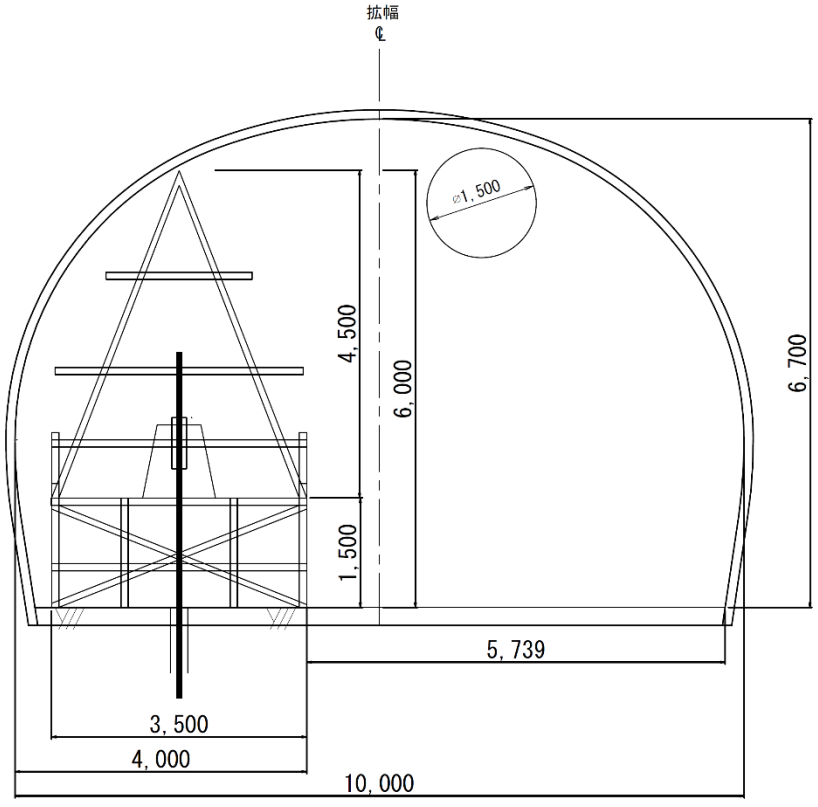


図 2.1-2　ボーリング位置図



a)平面図



b)断面図

図 2.1-3　ボーリング位置図（第 5 拡幅部）

2）資機材の搬入

a．資材搬入手段

ボーリングマシン等の資機材については、調達箇所から調査地（現場事務所）まで、トラックを用いて運搬した。

現場事務所から調査坑内第 5 拡幅部までのボーリング資機材の搬入・搬出は、ユニック車を使用した。表 2.1-3 に運搬機材一覧表を、図 2.1-4 にユニック車による資機材運搬方法を示す。

使用するボーリング機材の重量は後述の表 2.1-4 に示すとおりであり、使用した機材の中ではボーリングマシンが最大重量（550kg）である。ユニック車はボーリング機材の運搬、荷下ろし作業に十分な能力を有しているものを使用した。

表 2.1-3　資機材運搬機材一覧表

機材名	規格・性能	寸法	数量
ユニック	2.9t 吊り	全長 6.08m、全幅 1.93m、全高さ 2.645m	1 台

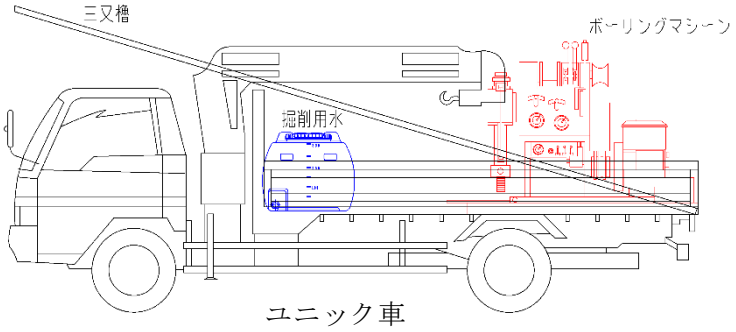


図 2.1-4　ボーリング資機材運搬図

b．主要使用機材

掘削に用いた主要な使用機材の一覧を表 2.1-4 に示す。マシンはハイドロリックフィード型のボーリングマシンを用いた。ボーリングマシンなど使用する機器は、予定深度に多少の変更が生じたとしても、十分目的を達成できる能力を有するものを使用した。

表 2.1-4　主な機械器具一覧

品名	規格	数量	単位	単位重量(kg)	摘要
ボーリングマシン	東邦 D-1 エンジン ヤンマーＮＦＤ10 型	1	台	550	掘進能力 150m
	試錐ポンプ 東邦製 BG-3 型	1	台	100	最大吐出量 30 l/min
送水ポンプ	利根　NAS-2	1	台	40	最大吐出量 60 l/min
小型発電機	ヤマハ EF-2300	1	台	50	出力 2.3KW
コアチューブ	ダブルφ76mm	1	本	25	
ロッド	φ40.5mm,L=3.0m	約 45	本	13	総長 130m 以上
ケーシング	φ116mm,L=1.0m	約 30	本	12.2	
三又やぐら	L=5.0m	1	式	45	
単管パイプ	φ4.86cm	約 30	本	2.8	

c．資機材の荷降ろし

第 5 拡幅部での荷降ろし作業時の状態を図 2.1-5 に示す。風管や孔壁、配線等に接触しないように注意して作業した。また、作業中であることを通行車両の運転者が認識できるように資機材荷降ろし場所にはカラーコーン等で作業区画を明示した。

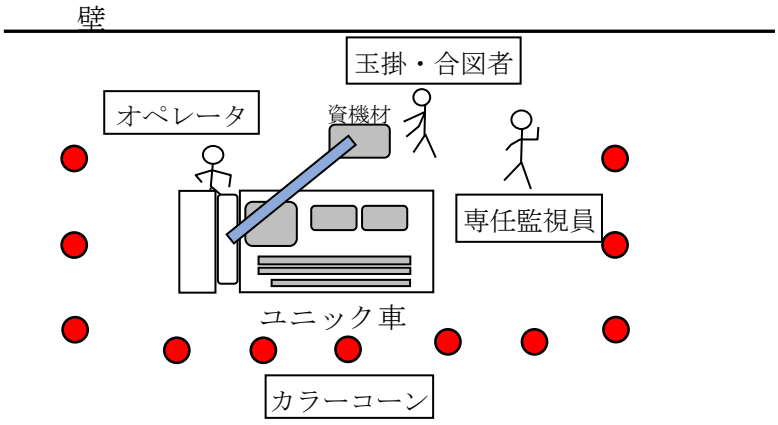


図 2.1-5　資材荷降ろし概要図

3）ボーリングマシン仮設

ボーリング作業構台は、原則として単管パイプで組立てた架台とし、作業員が安全に作業できる広さを確保した。現場の状況により、十分な広さを確保できないような場合には、現場の状況に応じて適切な措置を講じた。

架台上には足場板を隙間なく張り、転倒・転落事故を防ぐため、番線等により固縛するとともに、必要な箇所には手すり、昇降用階段等の安全設備を設置した。

ボーリングマシンは、ボーリング作業構台に据え付けた。給水設備は、エンジン付きポンプ、タンクとこれらを連結するサクションホース等からなり、ボーリング作業構台に隣接して据え付けた。

ボーリングのやぐらは、図 2.1-6 に示すような三脚やぐらを使用した。坑内高さは約 6m 程度であり、やぐらを仮設するには問題ない高さである。

ボーリング作業に使用する水は、調査坑内を流下する水を集水し、ボーリング作業構台に隣接して設置した貯水タンクに貯留したものを使用した。

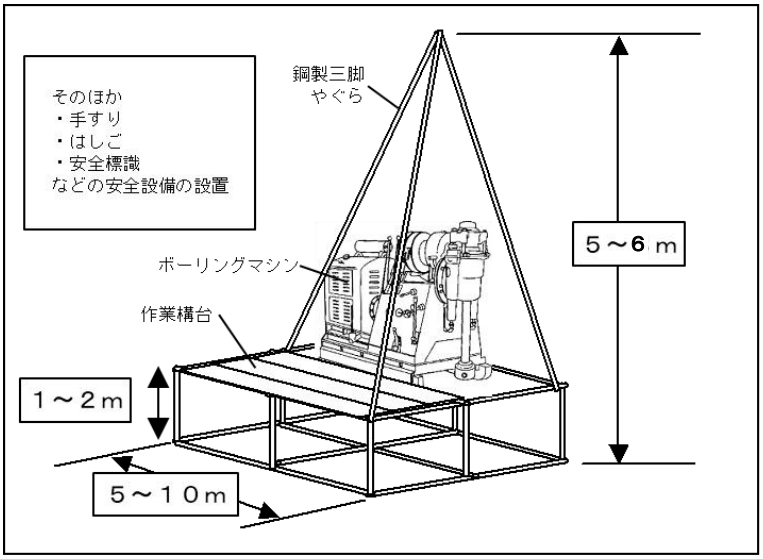


図 2.1-6　足場及びやぐらの仮設概要図（鋼製三脚やぐら）

4）掘削及コア採取

削孔は全て鉛直下方向とし、孔径 76mm の普通工法で行った。削孔にあたっては、図 2.1-7 及び図 2.1-8 に示すハイドロリックフィード型の試錐機を用いた。本試錐機は、エンジンの動力によってボーリングロッドに回転を与え、油圧によってボーリングロッドに荷重を与えるものである。ボーリングロッドの先端には、図 2.1-9 に示す削孔器具（コアチューブ）を装着して、地質状況に応じて最善の方法によってコアを採取した。

第 5 拡幅部でのボーリング掘削作業時の状態を図 2.1-10 に示す。風管や孔壁、配線等に接触しないように注意して作業した。また、作業中であることを通行車両の運転者が認識できるようにボーリング掘削場所にはカラーコーン等で作業区画を明示した。

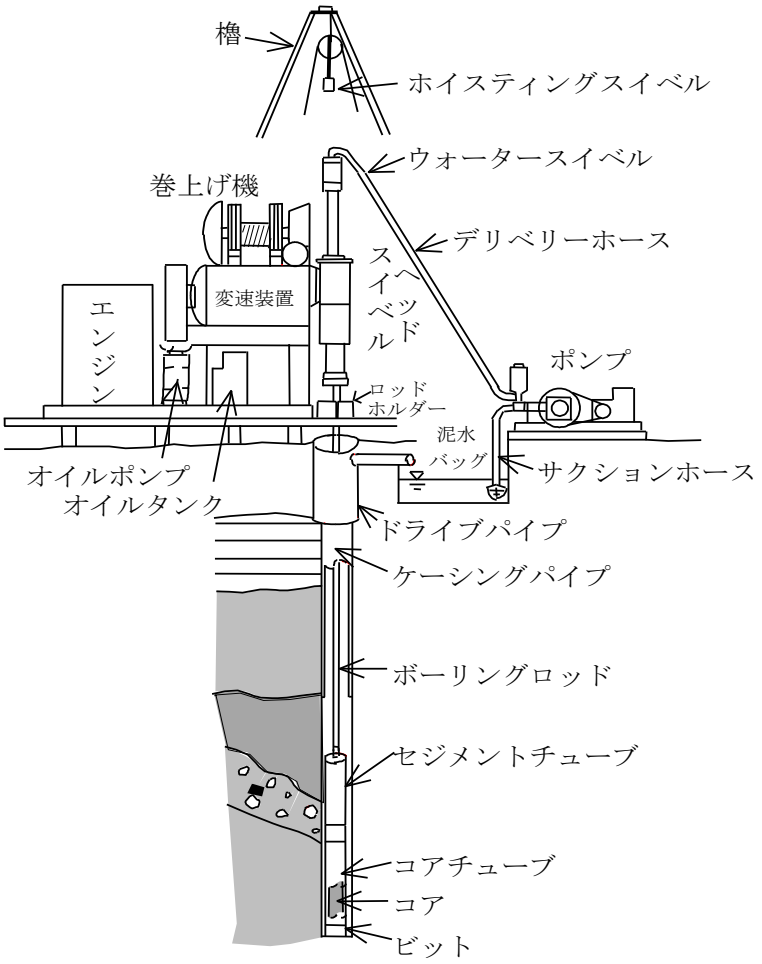
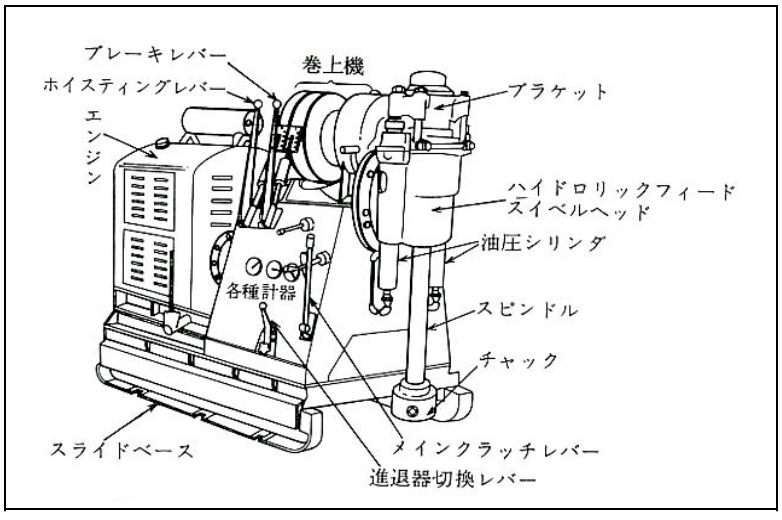


図 2.1-7　削孔の概要



ハイドロリックフィード型試錐機

図 2.1-8　ハイドロリックフィード型試錐機

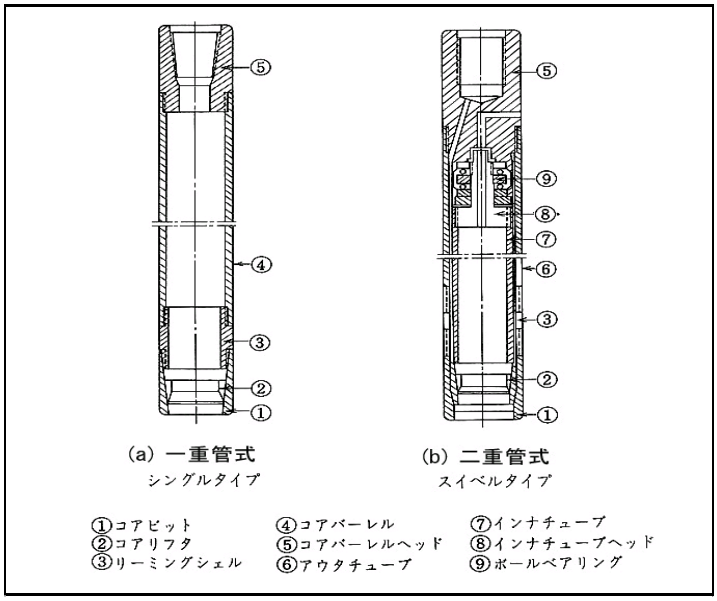


図 2.1-9　削孔器具（コアチューブ）の概要

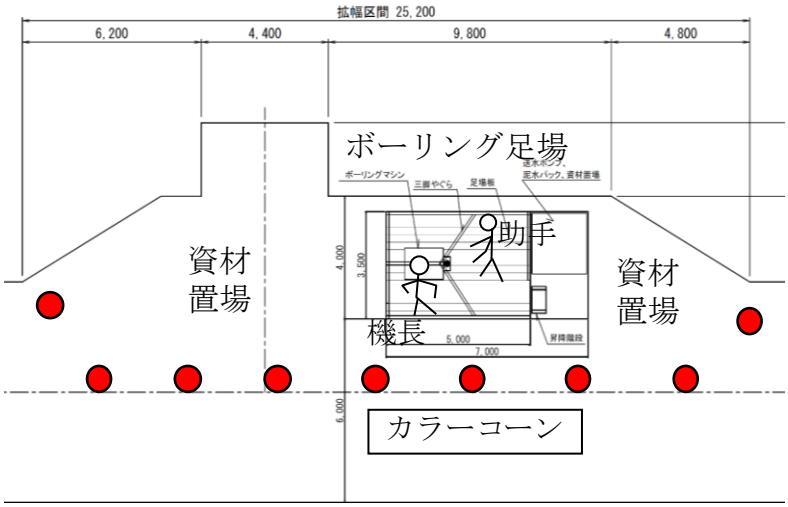


図 2.1-10　ボーリング掘削概要図

採取したコアは、特にコアチューブから取り出す際に、コアに人為的な割れ目を発生させないよう注意して取り扱った。コア箱への収納時は、地質の状態、コアの硬軟等を考慮し、コアの整理・保存に支障の無いような端部整形を施し、長期保存に耐え得るようなコア箱に収納した。また、図 2.1-11 に示すとおり、コア箱の外面には、件名、ボーリング孔番及び区間深度を、内面には深度 10cm 毎にマーキングした。

本調査では、採取したコアを対象とした初期地圧測定も行うため、採取したコアの方位を特定しなければならない。通常、ボーリングコアだけではその方位を特定できないが、方位が明確であるボアホールカメラ画像とコアの表面の様子（堆積構造や割れ目の角度など）を比較することで、コア方位を推定した。この際、コアの表面に方位を特定できるような特徴

的な構造が多くあるわけではないため、人為的にコアを切断する箇所においては、後でその方向をつなげ合わせられるように、採取したコアの全長(たとえば 3m)に一直線にテープでマーキングを行った。そして、切断した 1m ごとのコアをコア箱へ収納する際にマーキング部を表側にして、切断部の上下のコアの方位を合わせられるようにした。

ボーリング削孔中には、送水量と排水量、排水の状態、掘削時間等について測定記録し、地層の変化やボーリング孔内の状況の評価に利用できるようにした。

調査の経過・結果の確認のために、現場状況について写真撮影を行った。現場状況写真としては、機材搬入前、調査全景、掘削状況、各種試験の実施状況、検尺、残尺、機材撤去後の状況などの撮影を行った。

その他、ボーリング掘削作業のほか、コア切断や給水・撹拌作業などの付随する作業で使用した資機材を表 2.1-5 に示す

表 2.1-5　ボーリング作業で使用するその他の資機材一覧

品名	規格	数量	単位	摘要
回転式コアカッター	100V	1	台	
撹拌機	100V	1	台	
インパクトドライバー	充電式	1	台	
投光器(LED)	充電式	2	台	
投光器(LED)	20W、100V	2	台	
投光器(電球)	200W、100V	1	台	
水中ポンプ	100V	1	台	
変圧器	200V→100V、1.5kVA	2	台	

5) 検尺

目的の深度に到達したものと判断された時には、監理員に報告し、監理員の承諾を得たのち検尺を行った。

6) 試験終了後の処置

削孔したボーリング孔の閉塞を行った。なお、孔閉塞の方法については、後述の 2.1.3 (10)に記す。

7) 給水

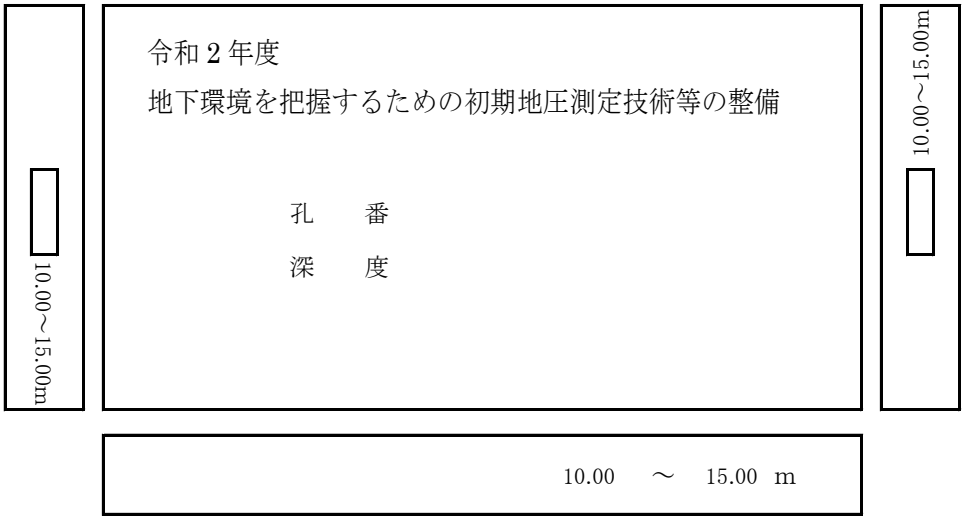
ボーリング作業に使用する水は、調査坑内の排水路を流下する水を集水し、ボーリング用貯水タンクに貯留して給水した。利用にあたっては、監理員の指示に従うとともに、調査坑管理業者と調整を行った。

8）コア観察、柱状図作成

調査の結果の確認のために、コア状況についての写真撮影を行った。

コア写真は、削孔後速やかに直射日光を避け、適当な照明設備を備えた撮影装置を用いて垂直方向から１箱毎に撮影した。写真撮影の際、寸法の確認が必要なものについては、スケール等を使用し、またコアについてはカラーインディックスを添えて撮影した。

柱状図の作成にあたっては、掘削中の諸現象の測定及び記録に基づくほか、コアを詳細に観察し、岩石の種類、層序、岩相、岩盤組織、硬軟、割れ目の状況、挟在物の種類と状態、その他について地質学、岩石学及び層位学的に鑑定判断したコア観察カードを作成し、それに基づいて柱状図を作成した。



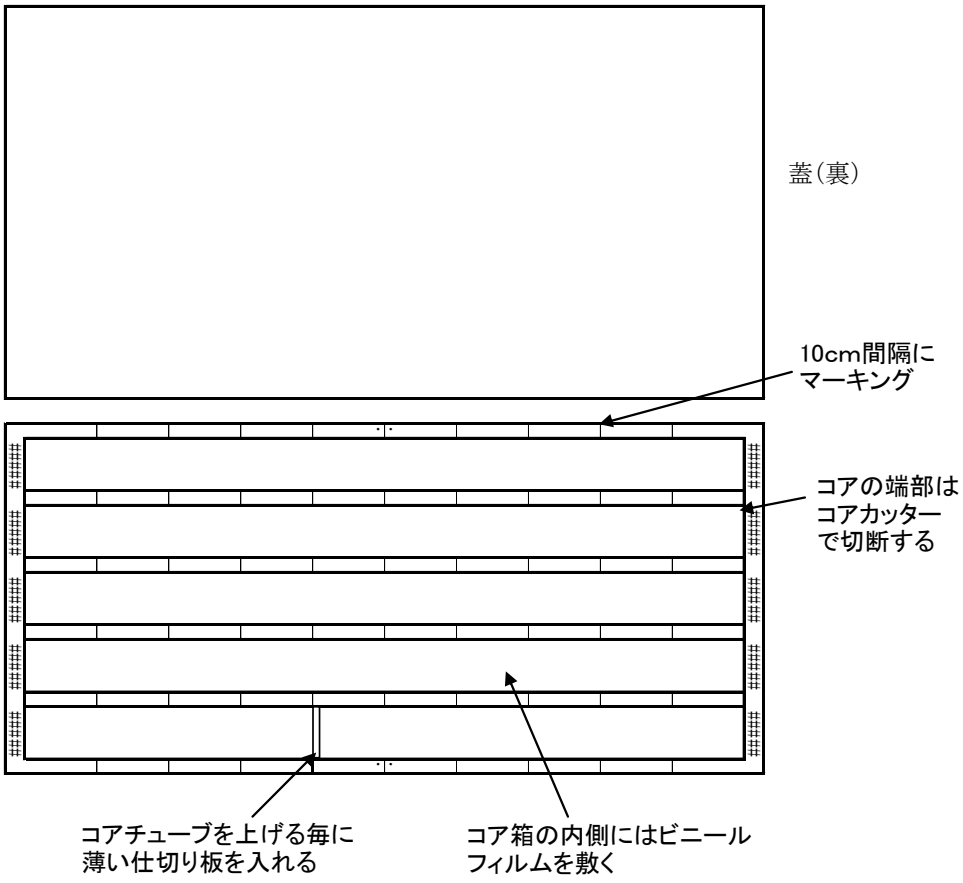


図 2.1-11　ボーリングコア及びコア箱の整理

(2) 温度検層

温度検層は、孔内の温度を連続して測定することにより、孔内の温度分布を把握する手法である。孔内のき裂に起因する孔内水の流動などを孔内水温の変化として捉えることにより、湧水層や逸水層などの位置の判定に利用することができる。

孔内水温度は、ゾンデに内蔵されたサーミスタ回路により測定される。孔内水の擾乱を少なくするため、掘進終了後一定時間が経過した後に、原則として下降させながら実施した。

1) 温度検層の方法

温度検層は、他の検層と同時に行う場合、孔内水の擾乱を避けるため先に実施した。また同様の理由により測定はゾンデ下降時に行った。

温度検層の測定模式図を図 2.1-12 に示す。

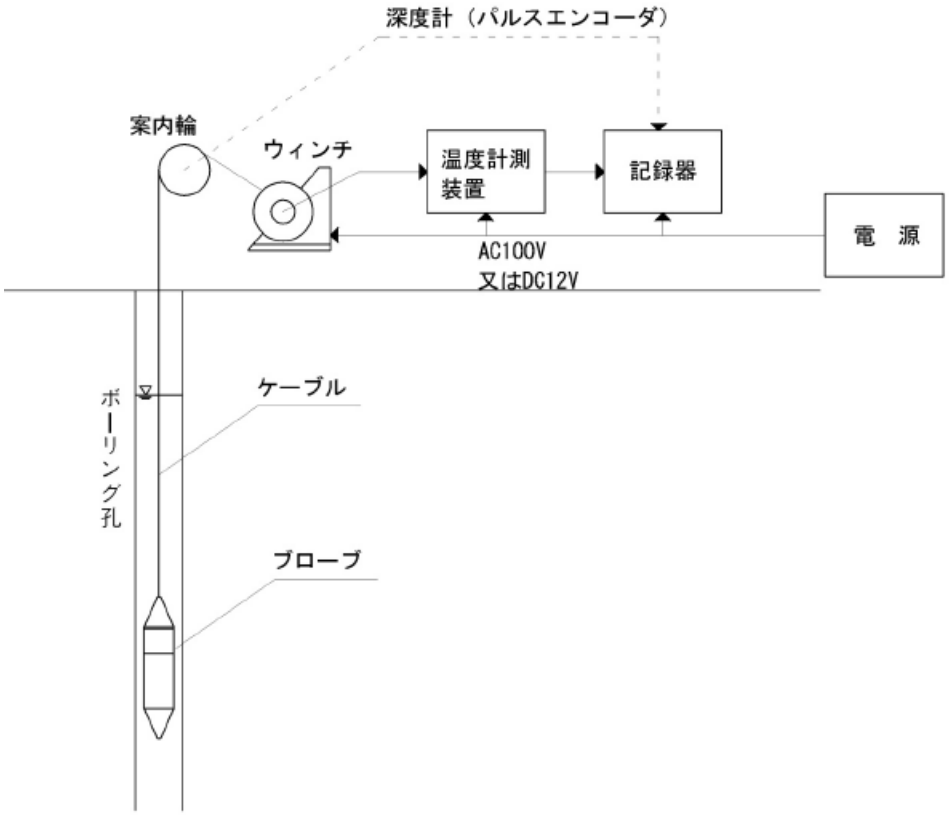


図 2.1-12　温度検層測定模式図

2）使用機器

温度検層に使用した機器の仕様を表 2.1-6 に示す。

表 2.1-6　温度検層使用機器

機　器　名	型　式	規　格・仕　様	製作会社	数量
測定器	RG Micrologger2	寸　法　：240mm×285mm×55mm 重　量　：3.05kg 電　源　：DC12V 使用可能温度　：0～50°C ソフト　：RG　Winlogger パソコン　：DELL LATITUDE E5530	(英) Robertson Geologging	1
プローブ (測定部)	TCDS	寸　法　：φ38mm×167cm 重　量　：10kg 最大耐水圧　：20MPa 測定レンジ　：0～70℃	(英) Robertson Geologging	1
ウインチ	RG　250m ｳｲﾝﾁ	寸　法　：582mm×482mm×414mm 重　量　：97kg 電　源　：12V DC　25A(183W) 巻上スピード　：0～13m／min 使用ケーブル　：4 芯アーマード 最大巻取量　：250m	(英) Robertson Geologging	1

3）温度検層の手順

温度検層は以下の手順で実施した。

①測定は、ボーリング掘削後、孔内水の安定した状態で実施した。

②測定ツールを孔内に降下し、降下時に測定した。

③測定速度は原則として 5～7m/min 程度とした。

(3) キャリパー検層

水圧破砕法の原位置試験を実施する前にキャリパー検層によって孔径確認を行った。また、孔径による補正を必要とする密度検層結果の補助的役割ともなる。

キャリパー検層とは、孔径に応じて開閉するアームの動きを電気的に捕らえることにより、ボーリング孔径を深度方向に連続的に測定するものである。

1) キャリパー検層の方法

キャリパー検層に用いるゾンデは内部に小型モーターを内蔵しており、地上からの遠隔操作によりアームの開閉ができる構造となっている。キャリパーアームの機械的な開き具合は電気パルスに変換され、地上に伝送される。

測定は、ゾンデのアームを閉じた状態で孔内に降下し、測定区間の最深部となる箇所でアームを開き、キャリパーアームを孔壁に密着させる。次に測定器を巻き上げながら、アームに記録される孔壁の凹凸から、孔径の変化を測定する。一般に破砕帯や断層、軟弱地質においては、孔壁が崩壊しやすく孔径拡大が顕著に認められることが多い。

キャリパー検層の測定模式図を図 2.1-13 に示す。

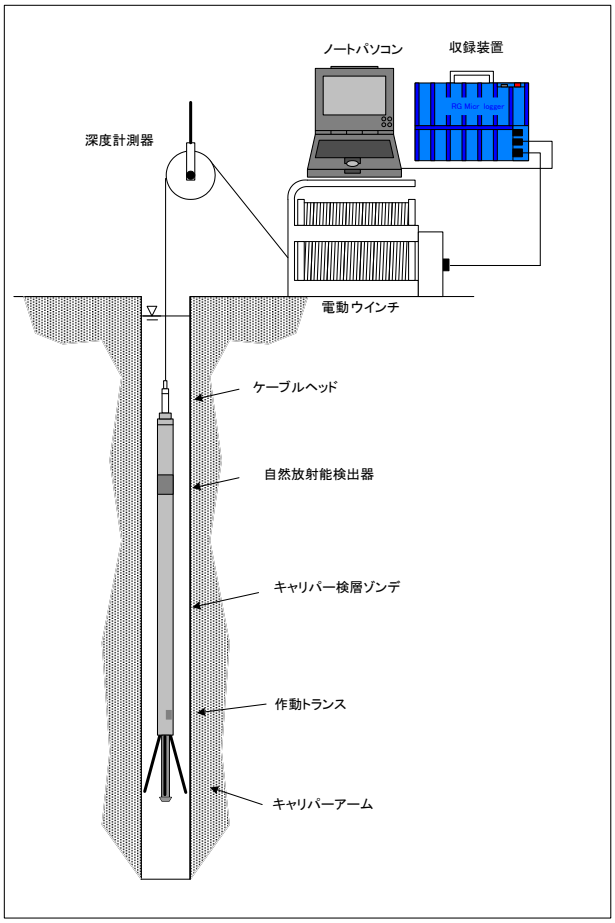


図 2.1-13　キャリパー検層模式図

2）使用機器

キャリパー検層に使用する機器の仕様を表 2.1-7 に示す。

表 2.1-7　キャリパー検層使用機器

機　器　名	型　式	規　格・仕　様	製作会社	数量
測定器	RG Micrologger2	寸　法　：240mm×285mm×55mm 重　量　：3.05kg 電　源　：DC12V 使用可能温度　：0～50°C ソフト　：RG　Winlogger パソコン　：DELL LATITUDE E5530	(英) Robertson Geologging	1
プローブ (測定部)	3ACS	寸　法　：φ38mm×210cm 重　量　：10kg 最大耐水圧　：20MPa 測定レンジ　：0～700mm	(英) Robertson Geologging	1
ウインチ	RG　250m ｳｲﾝﾁ	寸　法　：582mm×482mm×414mm 重　量　：80kg 電　源　：12V DC　25A(183W) 巻上スピード　：0～13m／min 使用ケーブル　：4 芯アーマード 最大巻取量　：250m	(英) Robertson Geologging	1

3）キャリパー検層の手順

キャリパー検層は以下の手順で実施した。

①測定は、測定ツールを孔内に降下し、巻き上げ時に孔径 3 成分を同時に測定した。

②測定速度は原則として 5～7m/min とした。

③既知径での専用キャリブレータによりキャリブレーションを行った。

(4) 密度検層

ボーリング孔を利用して密度検層を実施し、密度の深度分布を把握した。

密度検層は、人工放射線源を用いた放射能検層の一つで、ガンマ線の散乱強度が物質の密度と関係がある事を利用してボーリング孔沿いの地質密度を測定する調査手法である。

密度検層は孔内に挿入する機器に放射性同位元素を使用することから、使用前に必要な諸手続を行ってから作業を実施した。

1) 密度検層の概要

密度検層は、ボーリング孔に挿入された孔内機器から地層に照射されたガンマ線の減衰状況より、孔壁周辺の地質密度を測定するものである。放射線源を使用することから「ガンマーガンマ検層」とも呼ばれている。

一般に地層中にガンマ線を照射した時、地層物質との相互作用は「コンプトン散乱」が支配的であり、これはガンマ線が原子の軌道電子と衝突し、そのエネルギーの一部を軌道電子に与えて進路を変えながら減衰する現象であるとされている。密度検層はこのコンプトン散乱を利用した検層種目である。

ガンマ線エネルギーの減衰は照射する地層の電子密度に関係していると考えられるため、線源からある間隔で置かれた検出器にて衝突・散乱したガンマ線強度を測定することにより、地層の見かけ密度を求めることができる。ガンマ線強度が強い部分は地質密度が小さく、弱い部分は地質密度が大きい。

2) 密度検層の方法

密度検層の実施にあたっては、孔内にツールを降下する前にガンマ線の線源（Co-60）を装着し、ガンマ線の強度（カウント数）を深度ごとに測定することにより連続的に地質密度（バルク密度）を記録する。

測定ツールはアームによって孔壁に圧着され、線源と検出器を常に孔壁側に接触させることで、ガンマ線を効果的に地層に照射させるとともに孔内水の影響を小さくしている。

密度検層の測定模式図を図 2.1-14 に示す。

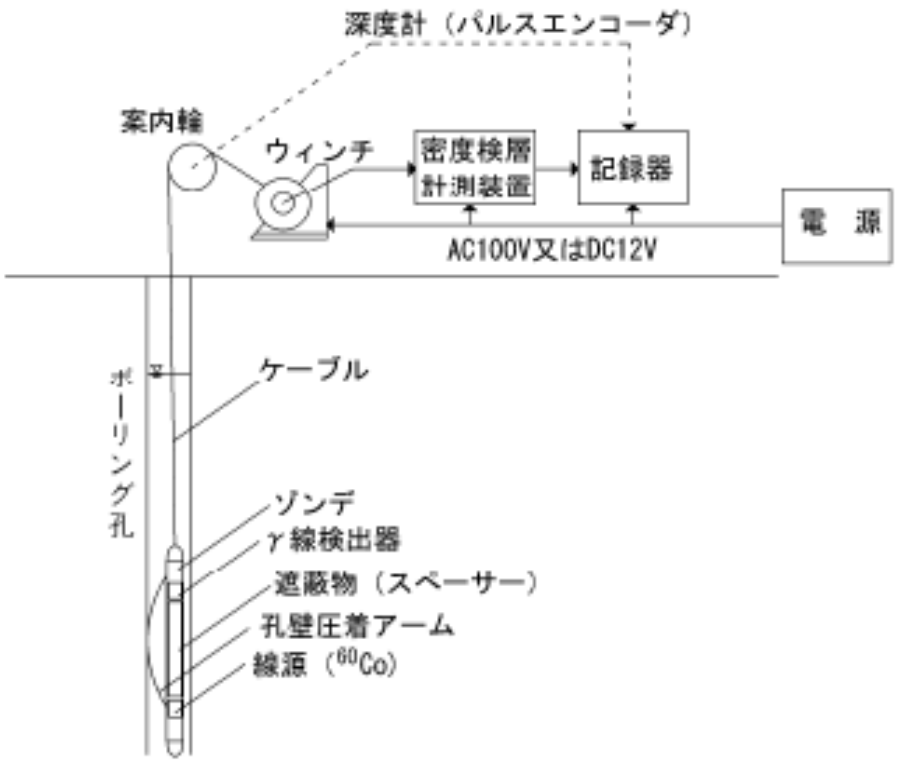


図 2.1-14　密度検層の測定概要図

3）使用機器

密度検層に使用する機器の主な仕様を表 2.1-8 に示す。

表 2.1-8　密度検層使用機器

機　器　名	型　式	規　格・仕　様	製作会社	数量
測定器	RG Micrologger2	寸　法　：240mm×285mm×55mm 重　量　：3.05kg 電　源　：DC12V 使用可能温度　：0～50°C ソフト　：RG　Winlogger パソコン　：DELL LATITUDE E5530	(英) Robertson Geologging	1
プローブ (測定部)	SSDS	寸　法　：φ51mm×275cm 重　量　：19kg 最大耐水圧　：20MPa 線　源　：コバルト 60　10MBq 線源ﾌｫﾙﾀﾞｰ　：MODEL-3940 測定レンジ　：1～3g／cc	(英) Robertson Geologging	1
ウインチ	RG　500m ｳｲﾝﾁ	寸　法　：582mm×482mm×414mm 重　量　：97kg 電　源　：12V DC　25A(183W) 巻上スピード　：0～13m／min 使用ケーブル　：4 芯アーマード 最大巻取量　：500m	(英) Robertson Geologging	1

4）密度検層の手順

密度検層は以下の手順で実施した。

① 測定は、測定ツールを孔内に降下させ、巻き上げ時に測定した。

②孔内崩壊が危惧される場合にはツール抑留の危険性があるため、先にキャリパー検層を実施して孔内崩壊危険箇所が無いことを確認した。

③測定速度は原則として 5～7m/min とした。

(5) PS 検層

地盤の弾性波速度検層方法（JGS1122-2012）に準拠して、サスペンション式の PS 検層を実施した。サスペンション PS 検層は、孔内起振・孔内受振を行いボーリング孔沿いの地層の弾性波（P 波、S 波）速度分布を測定するものである。

解析結果については、柱状図と P 波・S 波速度及び諸弾性定数等を対比した PS 検層結果図を作成した。また、P 波・S 波速度及び諸弾性定数の岩種毎の統計値等を図表化した。

1）サスペンション法 PS 検層の方法

サスペンション法 PS 検層の測定系は孔内に挿入するゾンデ、ゾンデを昇降させるためのウインチ・ケーブル、受振波形の記録・表示を行う測定器で構成される。サスペンション PS 検層の測定模式図を図 2.1-15 に示す。

ゾンデには孔内水を介して孔壁を加振する間接加振型振源と 1m 間隔で設置された 2 組の漂遊型受振器（水平動 1 成分、上下動 1 成分）が組み込まれている。漂遊型受振器は、受振器の比重が 1 になるように調整されているため、孔壁の動きを孔壁に固定することなく受振することができる。振源はソレノイドハンマーによって振動板を打撃する構造となっており、打撃によって生じた振動が孔内水を介して孔壁に伝播する。

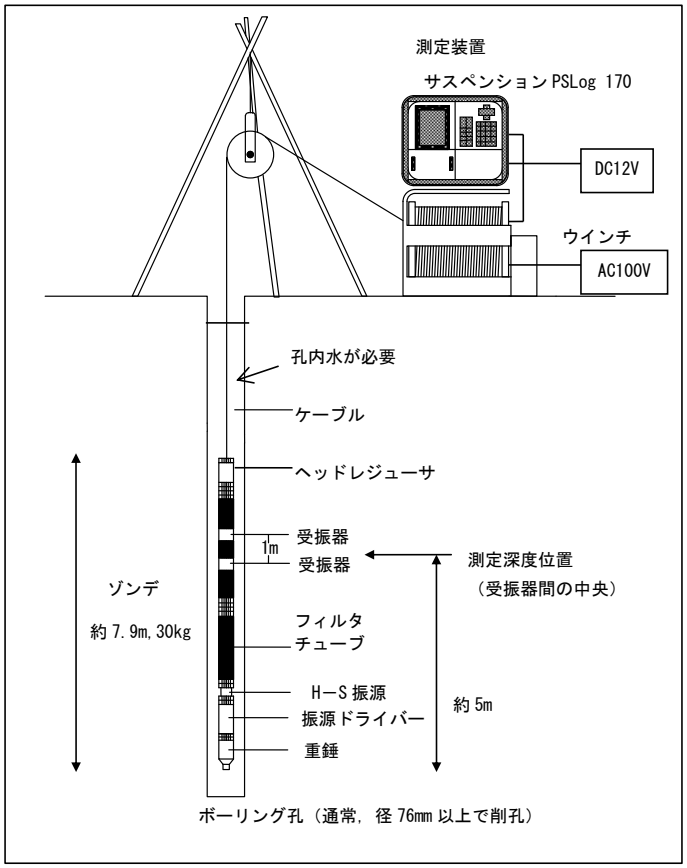


図 2.1-15　サスペンション PS 検層測定模式図

2）使用機器

サスペンション法 PS 検層に使用した機器の仕様を表 2.1-9 に示す。

表 2.1-9　サスペンション法 PS 検層使用機器

機　器　名	型　式	規　格・仕　様	製作会社	数量
ツール制御・測定器	サスペンション PS ロガー	チャンネル数　：2ch AD 分解能　：16 ビット サンプリング間隔　：2.5, 5, 10, 20, 50, 100, 200μsec メモリ長　：1,024 ワード、2,048 ワード 利得　：×4, ×16, ×64, ×256 周波数帯域　：60～10,000Hz 動作電圧　：DC12V 寸　法　：33cm×27cm×22cm 重　量　：8.2kg	応用地質（株）	1
受振器	Model -3385	寸　法　：φ54mm×300cm 固有周波数　：28Hz コイル抵抗　：570ohm 方向・成分　：3 成分（水平動 2 成分 上下動 1 成分） 感　度　：0.11/kine	応用地質（株）	1
発振器	Model -3382B	寸　法　：φ50mm×22cm 重　量　：5kg 形　式　：ソノレイドコイル型打撃板衝突式	応用地質（株）	1
ウインチ	Mini Winch	芯　数　：4 芯アーマード 最大巻取長さ　：510m 動　力　：180W DC モーター 寸　法　：58.2cm×48.2cm×41.4cm 重　量　：120kg	（英）Robertson Geologging	1

3）PS 検層の手順

PS 検層は以下の手順で実施した。

① 測定は目的深度までゾンデを移動させた。

② 3 回発振を行い、1 回目は正方向（ノーマル）に起振し同じ方向の水平成分の受振器で受振した（S 波正打撃）。2 回目は、逆方向（リバース）に起振し 1 回目と同じ受振器で受振する（S 波逆打撃）。3 回目は、正方向（ノーマル）に起振し、上下成分の受振器で受振した（P 波）。

③受振した波形をモニターに表示し、波形記録の確認を行った。これらの記録波形が問題なければ測定器内にデータを保存した後、次の測定深度に移動した。問題がある場合は、再測定を実施した。

4）解析

2 つの受振器の伝播時間を読み取り、伝播時間差と受振器間の距離（1m）との関係から弾性波速度を算出した。

・P 波速度、S 波速度

$$V = \frac{L}{T_2 - T_1}$$

V ：弾性波速度
T_2：上部受振点の伝播時間
T_1：下部受振点の伝播時間

・ 動せん断弾性係数 $G_d = \gamma_t \cdot V_s^2$

・ 動ポアソン比 $\nu_d = \dfrac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2\{(V_p/V_s)^2 - 1\}}$

Ｐ波速度：Ｖp，Ｓ波速度：Ｖs、密度：γｔ

(6) ボアホールカメラ（BTV）観察

ボアホールカメラは、CCD カメラを使用して孔壁の性状を可視化する手法である。撮影の原理はゾンデに取り付けた LED ライトにより照射された孔壁を、孔壁全周を写すことのできるミラーを介して CCD カメラで撮影し、孔壁の全周定方位画像を得る。

得られた孔壁展開画像は、ボーリング孔の状態を視覚的に把握し、地層中のき裂や不連続面の走向傾斜、分布特性等を明らかにするための基礎データとした。

図 2.1-16 にボアホールカメラの測定模式図と画像例を示す。

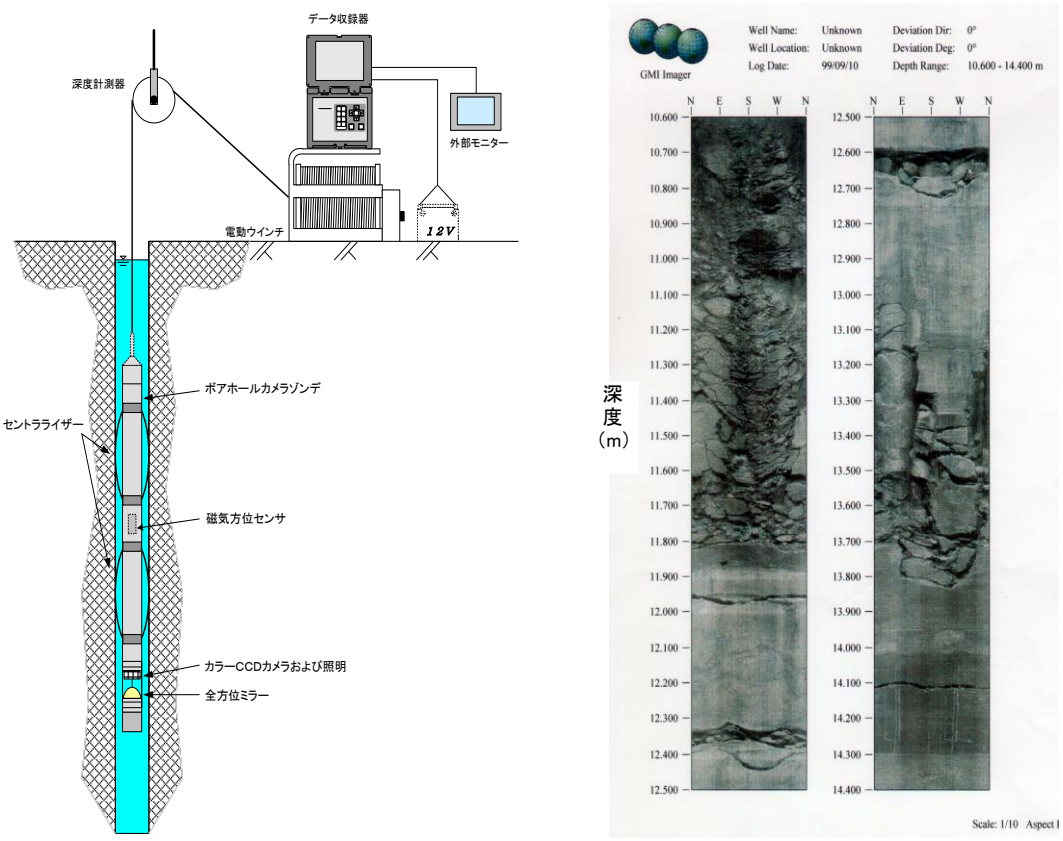


図 2.1-16　ボアホールカメラ測定模式図と画像例

1）調査方法

ボーリング孔内に小型カメラを挿入して孔壁全周の展開画像を撮影し、その映像をデジタル化して記録する。ボアホールテレビ収録装置の現場システムの仕様を表 2.1-10 に示す。

この装置は、プローブの先端に付けたコーン型ミラーに映る孔壁の全周画像を、内蔵の CCD カメラでドーナツ状画像として撮影し、その画像に円形のスキャンラインを設定して円周上のデジタル画像情報を水平線状に展開することにより実画像として表示するものである。テレビカメラを孔内に降ろしながら撮影し、画像のスキャンニングと同期させることにより、リアルタイムに孔壁の全周展開画像をモニターに表示する。

表 2.1-10　ボアホールカメラ使用機器一覧

項　　目		仕　　様
使用環境	使用温度	0°～45°
	使用深度	0～300m
	対応孔径	直径 66mm～110mm
	対応方向	全方向対応
	使用電源	ＡＣ100Ｖ、1.2KW
測定性能	取得画像	500dot（周方向） 0.5mm（深度方向）
	撮影速度	54m／時間(0.5 ラインの時)
	測定方式	深度パルス同期 魚眼画像円周サンプリング方式
	データ量	約 3MB／m
プローブ	外形	径 57×長さ 962.5mm
	重量	48ｋｇ
	耐水圧	30ｋｇ／ｃｍ²（水深 300m）
	ビデオカメラ	カラーＣＣＤ素子
	信号方式	ＮＴＳＣ
	方位計	電磁式方位計、1°単位表示
	傾斜計	３軸加速度センサ、1°単位表示
	オプション	羽式セントラライザー ジャミングプロテクター
制御器	外形	364mm×196mm×459mm
	重量	13.4ｋｇ
	表示出力	前方魚眼映像（ＮＴＳＣ出力） 孔内展開画像（ＶＧＡ出力）
	文字出力	深度表示（６桁表示） キーボード入力データ表示
	記録方式	前方魚眼映像：ビデオ記録 孔内展開画像：デジタル記録
	展開画像記録媒体	リムーバブルＨＤ記録方式
ウィンチ	外形	342mm×335mm×430mm
	重量	45ｋｇ
	速度調整	0m～7.5ｃｍ／秒
	昇降切り替え	スイッチによる切り替え
ケーブル	長さ	165m（標準）
	外形	標準径 7.0mm～7.3mm
	重量	80ｇ／m
	形式	複合多芯ケーブル
深度計	外形	222mm×80mm×136mm 遊車押さえボルトをのぞく
	重量	5.2ｋｇ
	方式	ロータリーエンコーダパルス出力
	分解能	0.25mm／パルス

2）観察の手順

ボアホールテレビによる画像収録から解析までの手順は次のとおりである。

① ボーリング孔の掘削後、孔内及び孔壁を十分洗浄した。

② カメラプローブを挿入し、孔壁の撮影及び画像の収録を行った。

③収録画像を室内システムで解析し、地質状況の観察、層理面、断層等の分布位置、走向・傾斜を計測した。

④走向・傾斜データをステレオプロットなどの図表に整理した。

⑤コア観察結果と比較し、地質境界や断層の有無について総合的に検討した。

(7) 透水試験

ボーリング孔周辺の透水性を評価するために透水試験を実施した。透水試験は、ボーリング孔内の遮水装置で仕切られた区間（試験区間）内に注水を行い、有効圧力（注水圧と区間水位との差）と注水量との関係から透水係数を算出するものである。第三系の堆積軟岩を対象とするため、限界圧が低いことが予想された。このため、有効圧力の低い低圧岩盤透水試験を採用した。

1) 試験装置

試験装置は、孔内装置と地上装置に区分される。孔内装置は試験区間を構築するための上下 1 対の遮水装置（以下、パッカーという）、圧力センサ及び接続ロッドからなる。

パッカーには拡張・収縮用のエアホースが地上部まで接続されている。パッカーの膨張は窒素ガスによる加圧により行う。また、膨張したパッカーの収縮は、パッカー内の窒素ガスをエアホースを通して大気中へ開放することで行った。

試験区間は、パッカーを窒素ガスの加圧により膨張することで孔壁と密着することにより構築する。試験区間深度及び試験区間長は、上下のパッカーの位置により、ロッド長に準じて段階的に設定でき、試験後は、パッカーを収縮させ回収した。

試験区間は 2 本のチューブで孔外と連結され、このうちの 1 本には圧力センサが取り付けられ試験区間内の水圧が測定される。他の 1 本は地上部の注水装置(以下、アキュムレータという)と連結され、圧力制御装置で圧力制御された窒素ガスがアキュームレータに供給され、アキュームレータから試験区間に注水を行った。注水量は、注水経路に接続した電磁流量計により測定した。

パッカー、圧力センサ等の試験装置を孔内に設置する際に、パッカー上部から地上部まではロッドを使用するが、試験に際してロッド内に注水することから、ロッドの繋ぎ目には O リングを設置した透水試験用のロッドを使用した。

低圧岩盤透水試験装置の概要を図 2.1-17 に示し、使用機器一覧を表 2.1-11 に示す。

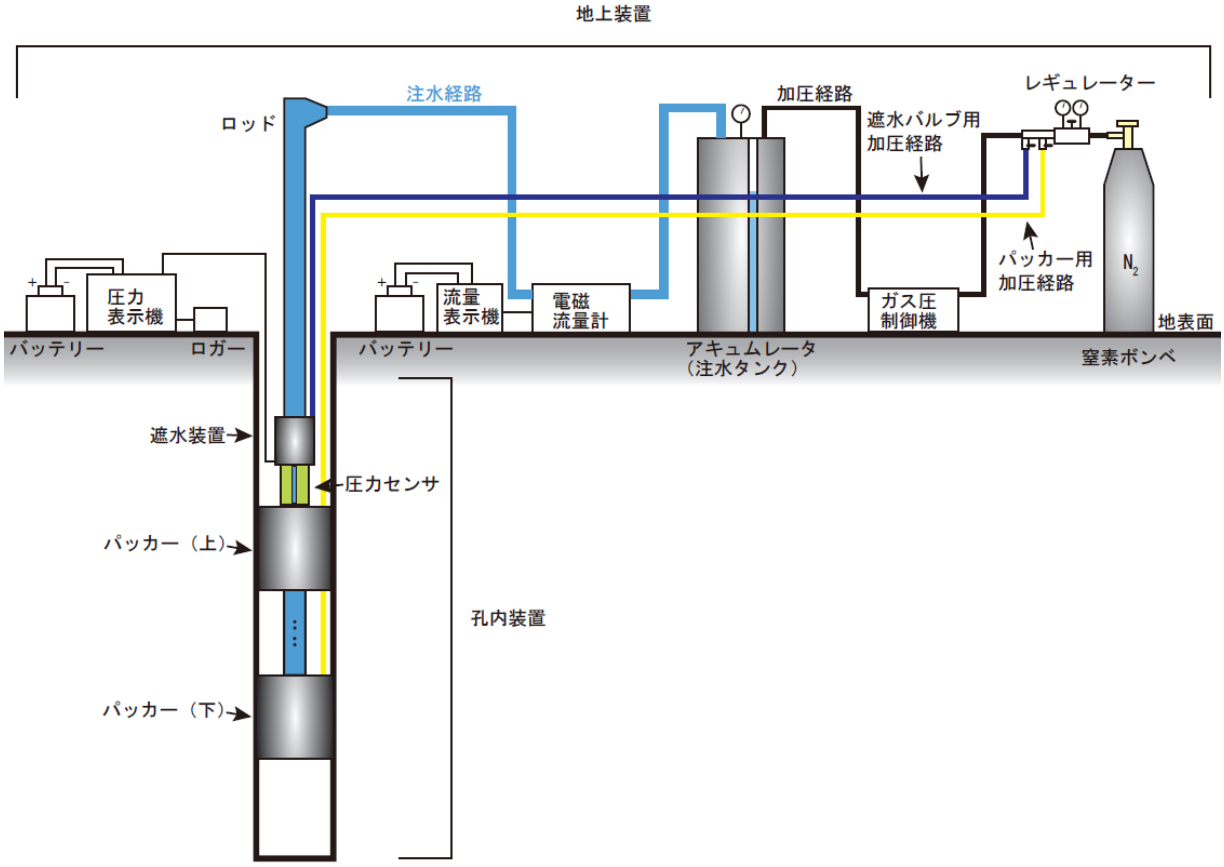


図 2.1-17　低圧岩盤透水試験装置概要図

表 2.1-11　低圧岩盤透水試験使用機器一覧

品名	規格・仕様	数量	単位	摘要
圧力センサ	0~20MPa（4~20mA 出力）	1	台	北斗理研製
圧力指示機	入力 4~20mA、出力 0~10V	1	台	北斗理研製
パッカー	径 55mm、L=2.0m、伸縮型	2	本	
ロッド内パッカー	径 25mm、L=10cm、伸縮型	1	台	
送水ロッド	径 40mm、カップリング無	32	本	
電磁流量計	測定範囲 0~4.25ℓ /min	1	台	横河電機製
流量指示機	入力 4~20mA、出力 0~5V	1	台	北斗理研製
アキュームレータ（注水装置）	容量　約 100ℓ 、出圧 1MPa	1	台	
ガス圧制御機	入力電圧 0~10V 時 0~0.49MPa(出力圧力)	1	台	北斗理研製
レギュレータ（圧力調整器）	入圧 25MPa、出圧 5MPa	1	台	
窒素ボンベ	容量 7m³、圧力 15MPa	1	本	
バッテリー	12V	2	台	

2）区間水位及び水圧測定方法

区間水位及び水圧測定は、試験箇所の地下水流動場の概要把握や低圧岩盤透水試験を実施する際の有効圧力を決めることを目的として実施した。区間水位及び水圧測定は、地盤の透水特性により区間水位及び水圧が安定するまでの時間が異なることが想定されるため、現場工程も考慮して 1 晩程度放置（約 15 時間）後の翌朝水位及び水圧を確認した。

3）透水試験方法

注水のための圧力ステップを図 2.1-18 に示す。区間水圧が求められた後、最大注水圧力を区間水圧よりも原則 0.1 MPa より大きい圧力とし、この間に昇圧側 5 段階、降圧側 4 段階の注水圧力ステップを設定した。各注水圧力段階での注水時間は 5 分以上とし、1 分間あたりの注水量を測定する。測定された注水量が 5 分間安定したことを確認後、次の注水圧力ステップで同様に注水を行った。

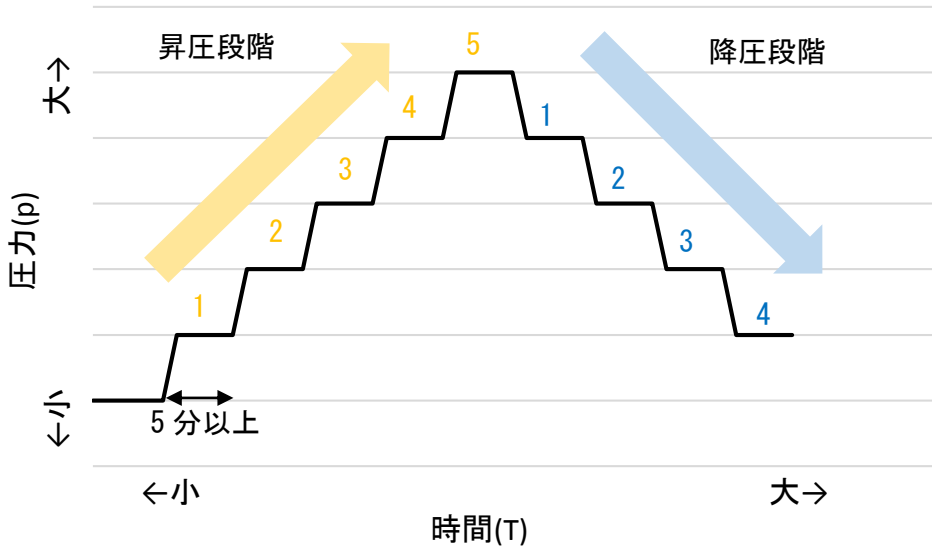


図 2.1-18　注水圧力ステップ概念図

4）透水係数算出方法

各注水圧力ステップにおける注水圧と注水量との関係をグラフ化し、図 2.1-19 及び図 2.1-20 に示すように、これらの直線部分の勾配を用いて透水係数を算出した。

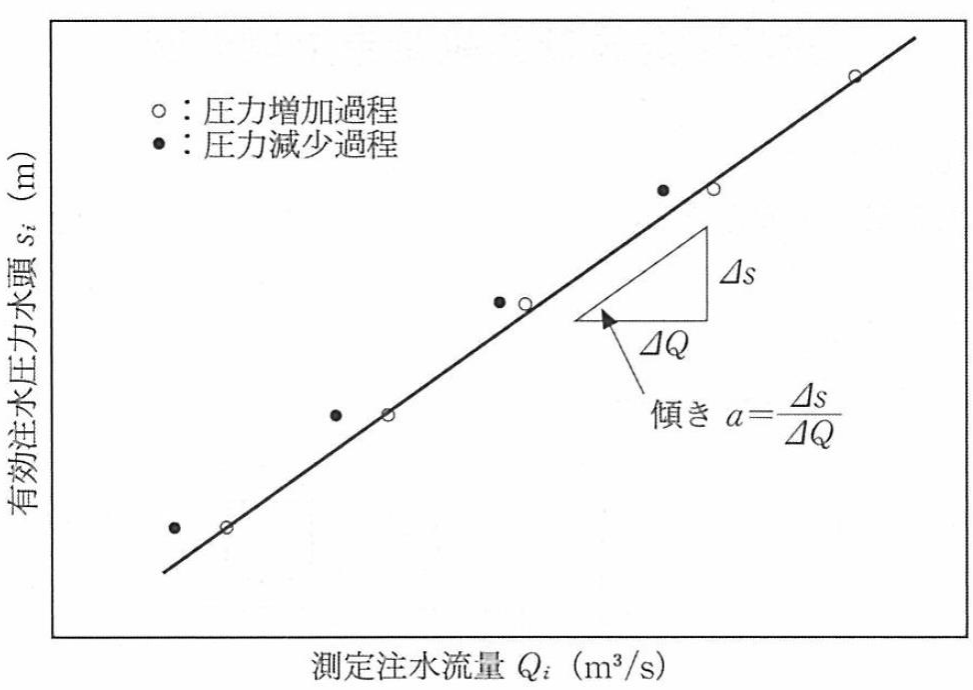
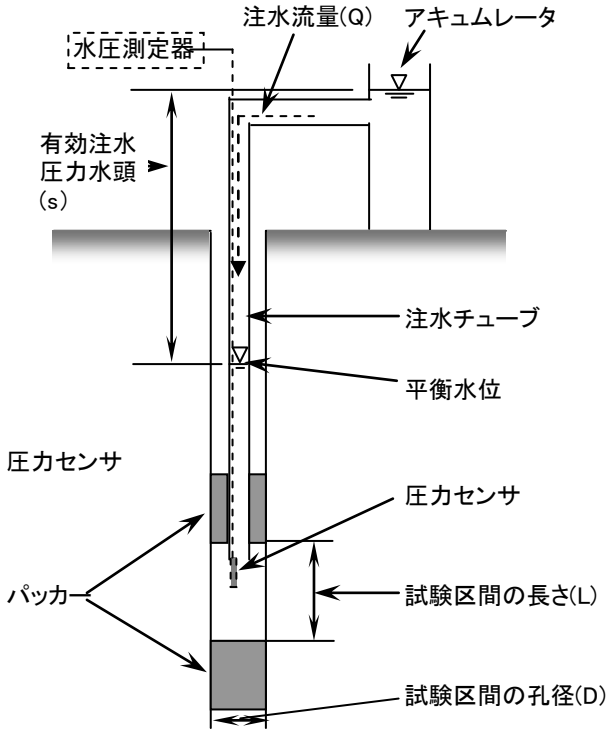


図 2.1-19　圧力―注入量関係図



$$k = \frac{1}{2\pi La}\ln\left(\frac{2L}{D}\right)$$

ただし、$\frac{L}{D} \geqq 4$

k：透水係数（m/s）
D：試験区間の孔径（m）
L：試験区間の長さ（m）
$a = \frac{\Delta s}{\Delta Q}$
Δs：有効注水圧力水頭変化量（m）
ΔQ：注水流量変化量（m^3/s）

算出式は、注水による岩盤の透水試験方法(JGS 1322-2003)による

図 2.1-20　透水係数の算出

(8) 初期地圧測定

1) 初期地圧測定の流れと水圧破砕法の概要

初期地圧測定は、原位置における水圧破砕法と、採取コアを用いた室内試験で実施し、初期地圧状態を評価した。

水圧破砕法は、ボーリング孔のある閉じた区間に水圧を加え、孔壁に発生した引張りき裂の位置から最大主応力の方向を、き裂の再開口時や閉口時の応力条件から最大、最小主応力を求める方法である。水圧破砕法は、削孔されたボーリング孔に適用可能な区間があれば比較的簡便に多深度測定が可能であり、大深度にも適用が可能であるという特徴を有する。また、測定されたデータから地圧を評価するとき岩盤の弾性係数等の物性値を必要としないことも、この方法の特徴として挙げられる。一方、この方法ではボーリング孔軸の方向が一つの主応力軸方向であると仮定して解析を行うため、ボーリング孔軸（本調査の場合は鉛直方向）に直交する二次元平面での応力状態を測定し評価した。

それに対し、鉛直方向の応力は、密度検層結果をもとに土被り圧として評価した。

水圧破砕法による初期地圧測定では、ボーリングコアの状態、ボアホールカメラ観察画像、キャリパー検層結果、透水試験結果を参照して、多数の試験区間を選定して試験に臨んだ。選定した試験区間を対象に測定を実施したが、き裂の生成に至らない試験区間も多数発生した。き裂の生成に至ったと判断した試験区間ではデータの再現性に着目しながら測定を実施し、各箇所の初期地圧として妥当であるか検討した。

採取したコアを対象に、室内試験でも初期地圧測定を実施した（「コア法」と呼ぶ）。コア表面が非常に削れやすい岩質でありひずみゲージの接着も困難であったため、三次元での主応力比を求める DSCA 法は実施せず、コア軸直交面内での主応力方向と主応力差を求めるコア変形法（DCDA 法）を試み、測定結果を水圧破砕法による初期地圧測定結果と比較、検証した。

2) 水圧破砕法の測定原理

水圧破砕法は、水圧により造成した岩盤の新たなき裂が開口あるいは閉口するとき、観測される水圧と流量の関係から岩盤に作用する応力を算定する方法である。以下に、水圧破砕法による応力測定の原理と観測方程式について説明する。

等方均質弾性体の仮定できる岩盤にボーリング孔を削孔したとき、孔軸に直交する二次元面内での応力状態は図 2.1-21 のようになる。二次元面内での岩盤の応力を S_H（最大主応力）、S_h（最小主応力）とすると、S_H 軸と交差する孔壁 A 点の応力（$\sigma_{\theta 1}$）及び S_h 軸と交差する孔壁 B 点の応力（$\sigma_{\theta 2}$）はそれぞれ式 2.1.2-1、式 2.1.2-2 で表される。

$$\sigma_{\theta 1} = 3S_h - S_H \qquad (2.1.2\text{-}1)$$

$$\sigma_{\theta 2} = 3S_H - S_h \qquad (2.1.2\text{-}2)$$

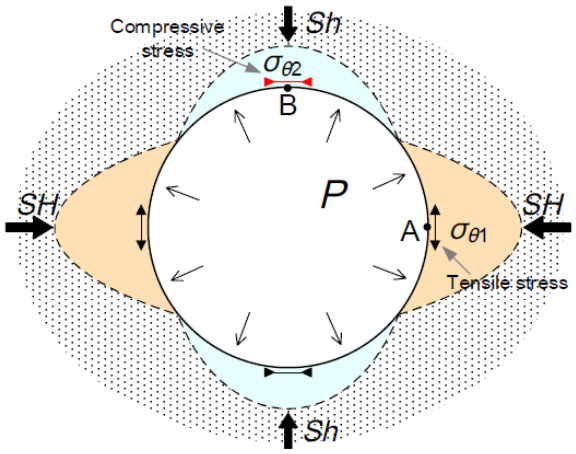


図 2.1-21　ボーリング孔近傍での二次元応力状態

（Yokoyama et al.、2017 [1]）

（S_H は初期地圧の二次元最大主応力、S_h は初期地圧の二次元最小主応力

$\sigma_{\theta 1} = 3S_h - S_H$,　　$\sigma_{\theta 2} = 3S_H - S_h$）

このとき、圧縮応力を正とすると、$\sigma_{\theta 1} < \sigma_{\theta 2}$ となり円孔内に水圧 P_w を作用させてその水圧を増加させていくと A 点で引張り応力が最大となり、ある時点で引張りき裂が生じる。このときの水圧 P_b（破砕圧、Breakdown pressure）は、岩盤の引張り強度を T、岩盤の間隙水圧を P_p としたとき式 2.1.2-3 で表される。

$$P_b = 3S_h - S_H + T - P_p \qquad (2.1.2\text{-}3)$$

次に、水圧を低下させてき裂が閉じた後、再度水圧を増加させ、図 2.1-22 に示すようにこのき裂が再開口する瞬間の水圧 P_r（再開口圧、Re-opening pressure）は式 2.1.2-4（Ito et al., 1999 [2]）で表される。

$$P_r = (3S_h - S_H)/2 \qquad (2.1.2\text{-}4)$$

この再開口時においては、岩盤の引張り強度 T=0、岩盤の間隙水圧 P_p は一旦開いたき裂内部の水圧 P_r と同一と考える。また、き裂が十分伸びた後、水の圧入を急停止したとき、き裂の先端が閉じ始める瞬間に S_h と水圧が平衡状態になるものと仮定すると、このときの水圧 P_s（閉口圧、Shut-in pressure）は式 2.1.2-5 で表される。

$$P_s = S_h \qquad (2.1.2\text{-}5)$$

水圧破砕法では、このようにして観測された P_r（式 2.1.2-4）と P_s（式 2.1.2-5）から岩盤応力（S_H、S_h）を求めることができる。以上の考え方に基づき、式 2.1.2-4 と式 2.1.2-5 を変形して、式 2.1.2-4'と式 2.1.2-5'から S_H、S_h を求める。

$$S_H = 3S_h - 2P_r \qquad (2.1.2\text{-}4')$$

$$S_h = P_s \qquad (2.1.2\text{-}5')$$

以上の観測方程式は国内の水圧破砕法で主に用いられている式であり、ASTM や ISRM の基準となっている従来法の観測方程式を一部修正したもの、すなわち修正法の観測方程式である。これは、地盤工学会で公示された新規制定の地盤工学会基準案「水圧破砕法による初期地圧の測定方法」に従うものである。本調査でも修正法による観測方程式を用いて測定結

果から主応力を求めるが、参考までに従来法の観測方程式を以下に記す。

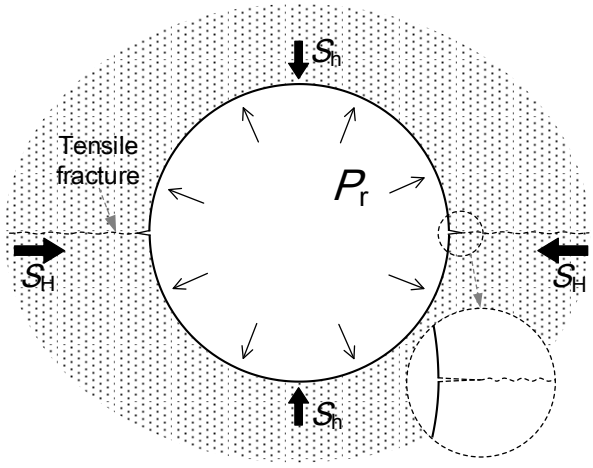


図 2.1-22　ボーリング孔の周辺に生じたき裂が再開口をはじめたときの模式図
（Yokoyama et al.、2017）

修正法と従来法での考え方の大きな違いは、き裂の再開口時における再開口前のき裂内部の水圧の考え方にある。修正法では、前述したとおり、一旦開いたき裂は閉じた後でもそのき裂の内部には孔内に加えられる水圧が同等に生じているものと考える（式 2.1.2-4 参照）。一方、従来法では閉じたき裂は密着し、き裂の内部にはき裂ができる前と同じ初期状態の間隙水圧のみが存在していると考える。この考え方に基づく観測方程式は式 2.1.2-6 で表される。

$$P_r = 3S_h - S_H - P_p \qquad (2.1.2\text{-}6)$$

したがって、修正法と従来法では S_H が異なる値となる。ただし、式 2.1.2-3 から S_H を求めた場合は同じ値となるが、岩石の T の値にばらつきが生じやすいため、この式から得られる S_H は参考値として取り扱う考え方が一般的である（横山、2013 [3]）。

3）水圧破砕法の試験方法

信頼性の高い結果を取得するため、破砕して生成したき裂が再開口するときの圧力を正確に評価できるように、測定システムのコンプライアンスが小さい高剛性の試験装置を用いた。使用した装置の構成を図 2.1-23 及び図 2.1-24 に示す。この試験装置では、水圧破砕を行うための送水ポンプにシリンジポンプを用いており、きわめて微小な送水レートが圧力 0～50MPa の範囲で制御可能である。このため従来から用いられてきたプランジャー型ポンプでみられるような脈動がなく、シリンジポンプのステッピングモータの回転数から正確な流量の計測が可能であるため、流量計を必要としない。表 2.1-12 に水圧破砕試験装置と型撮り装置の主な仕様を示す。

測定手順を図 2.1-25 に示す。具体的な試験手順を以下に説明する。

① ボーリング記録や付帯調査結果を検討し測定位置を選定する。

② ボーリングコアの観察とボアホールカメラ画像の確認により、既存き裂の存在しな

い区間から試験位置を選定する。パッカーの設置深度にもき裂のない区間が望ましい。

③ 選定した複数の試験区間に対して、試験前の孔壁の型撮りを行う。ただし、孔壁を乱すことが懸念される場合は実施しない（今回は実施しなかった）。

④ 孔壁の型撮り結果（以下「レプリカ」）を観察し、試験区間にき裂あるいは孔壁の乱れが認められない事を確認し、試験位置を決定する。

⑤ 水圧破砕試験を開始する。複数の試験区間に対し、連続して実施し、原則として、１回ごとに地上まで装置を上げることはしない。

- 試験位置に水圧破砕用ゾンデを挿入する。
- ポンプの送水により、送水管、送水ポンプ等の送水系に残留する空気を排除する。
- 水圧破砕用ゾンデのダブルパッカーを膨らませ、パッカー圧力を想定される破砕圧程度まで加圧する。
- 試験区間へ一定流量で送水を開始し、圧力の上昇から急激な低下が認められた時点で水圧破砕が生じたものと考え送水を終了し、送水バルブを閉じる。
- 試験区間の圧力低下の変化率が小さくなった段階で送水バルブを解放する。
- 送水バルブを送水側に回し、再度送水を開始する。送水圧の上昇が止まるかピークをもって低下を始めた段階で送水を終了し、送水バルブを閉じる。
- 試験区間の圧力低下の変化率が小さくなった段階で送水バルブを解放する。
- 上記、2 項目の作業を 3 回以上繰り返す。

⑥ 水圧破砕用ゾンデを回収後、型撮りパッカーを孔内に挿入し、試験後の孔壁型撮りを行う。試験前後のレプリカを比較観察し、位置と方位を合わせてパッカーに透明なシートを被せ、試験区間に生じた人工き裂のレプリカをトレースする。

⑦ 水圧破砕試験の経時変化データから、破砕圧 P_b、き裂再開口圧 P_r、き裂閉口圧 P_s を判読し、最大主応力 S_H、最小主応力 S_h を算定する。

⑧ 各測定深度における S_H、S_h 及び最大主応力方位を決定する。

高剛性システムによる水圧破砕試験で得られた送水圧力/送水レートー経過時間の例を図 2.1-26 に示す。この測定システムで得られた一連のデータには、パッカー圧、送水圧、送水レートが約 85 分間において 0.1 秒間隔で記録されている。最初の水圧破砕時における送水レートは 50ml/min で、破砕区間における水圧が一気に上昇した後に急激に低下し水圧破砕が生じている。次のき裂再開口試験では、送水レートを 20～2.5ml/min に下げて、き裂の再開口圧と閉口圧の情報を含むデータが繰り返し 5 回得られている。

このデータの大きな特徴は、送水開始と同時に破砕区間における水圧が直ちに上昇している点、また 5 回目のき裂再開口試験での送水レートが 2.5ml/min ときわめて微小な量にもかかわらず、安定した送水レートと水圧変化のカーブが得られている点にある。このような特徴が今回使用した高剛性システムの優れた点である。

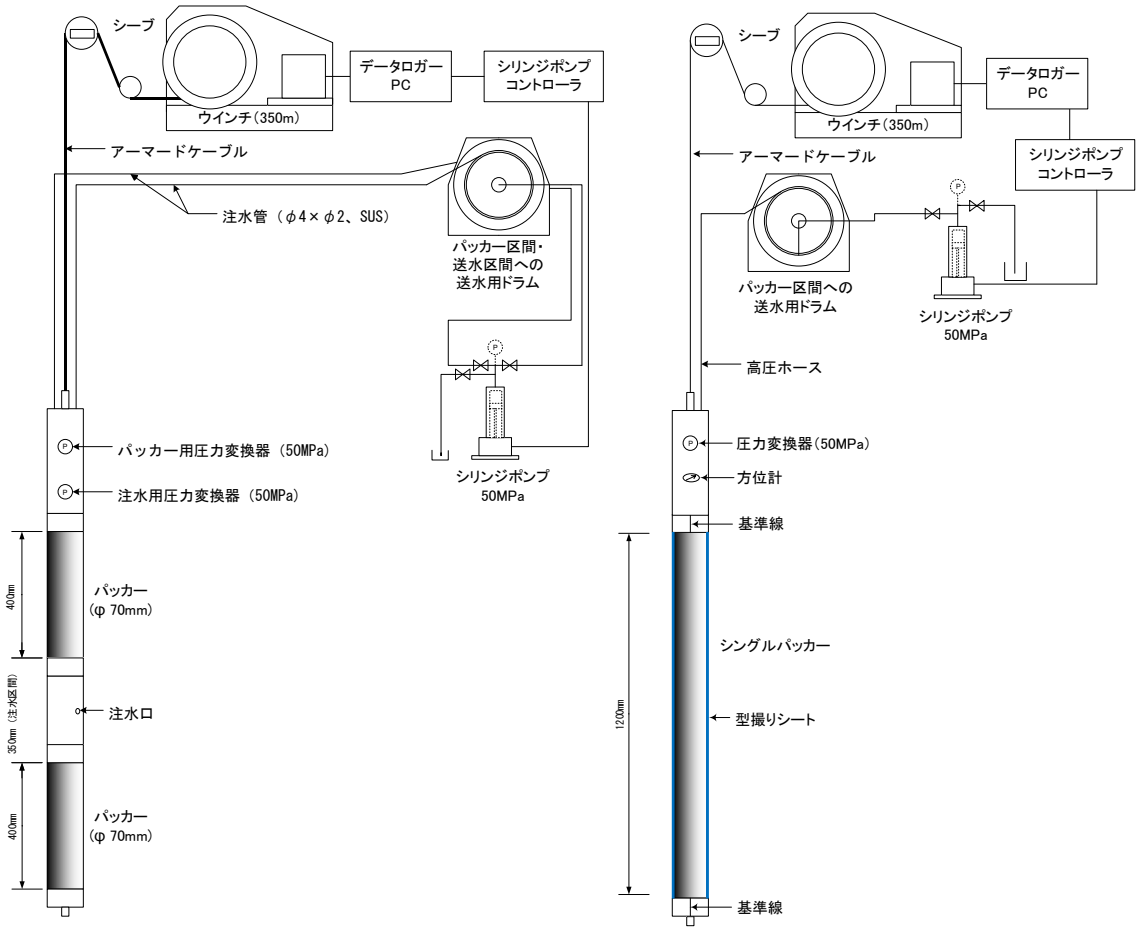


図 2.1-23　水圧破砕法に使用する装置の構成
（左：高剛性システムによる水圧破砕試験装置、
右：インプレッションパッカーによる孔壁の型撮り装置）

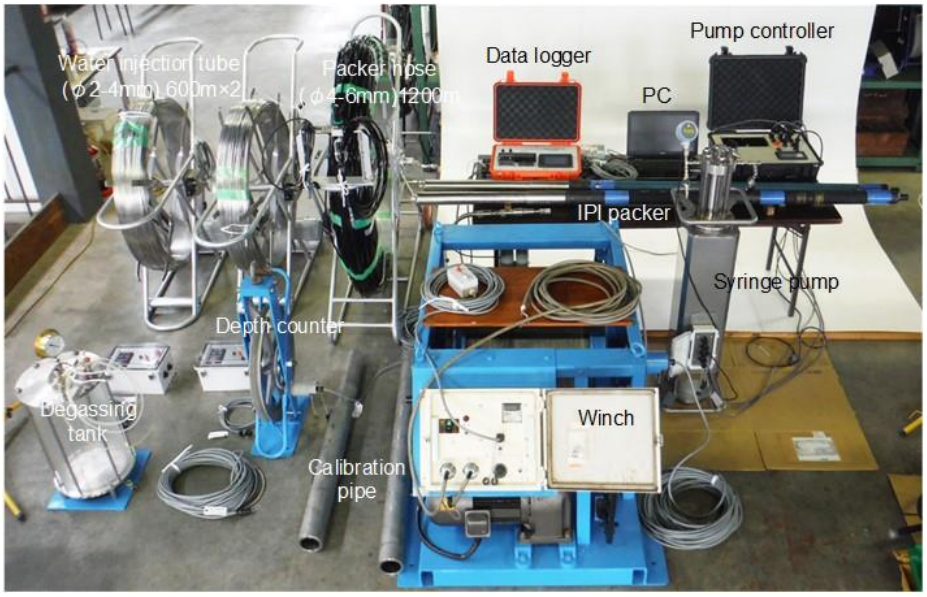


図 2.1-24　水圧破砕法による地殻応力測定装置

表 2.1-12　水圧破砕試験装置と型撮り装置の主な仕様

水圧破砕試験装置		型撮り装置	
全長	2400mm	全長	2350mm
パッカー	400mm×2（外径70mm）	パッカー	1200mm（外径70mm）
注水区間	350mm	適用口径	76mm
最大送水圧	50MPa	計測深度	最大1100m
最大送水量	300ml		
送水制御範囲	0.01～300ml/min		
適用口径	76mm		
計測深度	最大1100m		

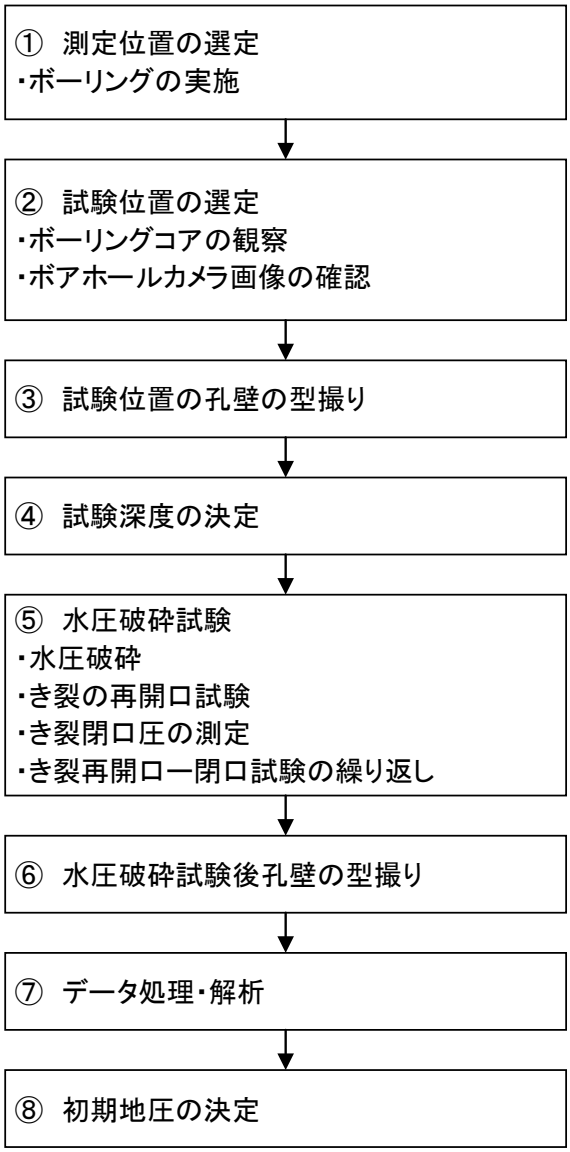


図 2.1-25　水圧破砕法による応力測定のフロー

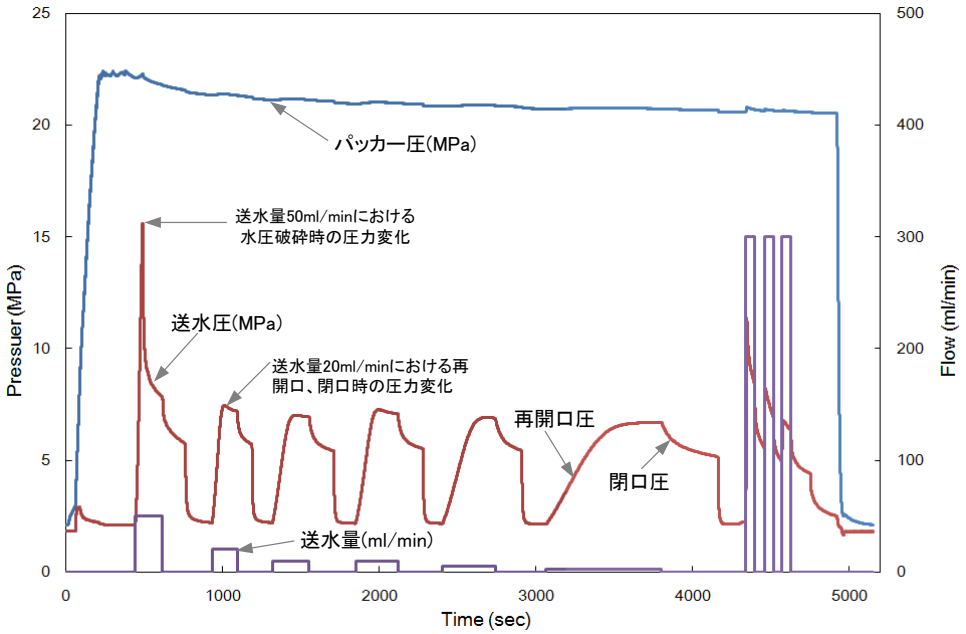


図 2.1-26　水圧破砕試験における送水圧力及び送水レートと経過時間の関係の例
（Yokoyama and Ogawa（2016）[4] に一部加筆・日本語訳）

4）コア変形法（DCDA 法）

コア変形法（Diametrical Core Deformation Analysis：DCDA）はコア断面形状のわずかな扁平性から応力評価を行う方法である。

ボーリングコアは、回転するビットによって原位置の岩体から切り離され、同時に原位置応力から解放される。その際、ビットは回転しているので切削される瞬間のコアは真円のはずである。しかし、掘削が進んでコアが周囲の岩体から完全に切り離された状態では、その過程の応力解放によってコアに変形が生じる。応力解放に伴う変形が弾性的に起こると仮定するならば、変形量は解放応力に比例する。したがって、コア軸に直交する面内応力が異方的であれば、コアの断面は真円ではなくわずかに扁平となる。この時に生じるコアの断面形状の変化（図 2.1-27(b)）は、図 2.1-27(a)に示すように岩体に描いた円形の領域が同下図のように全ての応力を解放したときに変形することと同じである。したがって、コアの直径が最大及び最小となる方向は、孔井直交面内の最大主応力 S_H 及び最小主応力 S_h の方向と一致することになる。

S_H 及び S_h が三次元主応力であり鉛直方向の主応力を σ_z とすれば、等方均質なコアが応力解放によって弾性的に変形するときの S_H 及び S_h 方向のひずみ ε_{max} 及び ε_{min} は次式で与えられる。

$$\varepsilon_{max} = \frac{1}{E}\{S_H - \nu(S_h + \sigma_z)\} \qquad (2.1.2\text{-}7)$$

$$\varepsilon_{min} = \frac{1}{E}\{S_h - \nu(S_H + \sigma_z)\} \qquad (2.1.2\text{-}8)$$

ここに、E と ν はそれぞれコアのヤング率とポアソン比である。また、切削される瞬間のコア直径を d_0、応力解放による変形後のコアの最大直径と最小直径をそれぞれ d_{max}、d_{min} とすれば、上記のひずみは次式で表される。

$$\varepsilon_{max} = \frac{d_{max}-d_0}{d_0} \tag{2.1.2-9}$$

$$\varepsilon_{min} = \frac{d_{min}-d_0}{d_0} \tag{2.1.2-10}$$

式 2.1.2-9 と式 2.1.2-10 を式 2.1.2-7 及び式 2.1.2-8 に代入して ε_{max} 及び ε_{min} を消去し、さらに両式の差をとって変形すると次式が得られる。

$$S_H - S_h = \frac{d_{max}-d_{min}}{d_0} \cdot \frac{E}{1+\nu} \approx \frac{d_{max}-d_{min}}{d_{min}} \cdot \frac{E}{1+\nu} \tag{2.1.2-11}$$

ここで初期直径の d_0 を正確に知ることは困難であるが、$(d_{max}-d_{min})$に比べて d_0 は十分大きいので、d_0 を d_{min} に置き換えても右辺には有意な誤差を生じない。したがって、回収したコアの d_{max} と d_{min} を測定すれば、コアの E と ν を与えることで偏差応力(S_H-S_h)を求めることができる。さらに、コアの方位が既知であれば d_{max} と d_{min} から S_H と S_h の方位を決定することができる。これがコア変形法の基本原理である。なお、基準方位から d_{max} の方向までの角度を α とすると、任意の角度 θ 方向のひずみ ε_θ は次式で与えられる。

$$\varepsilon_\theta = \frac{d_\theta-d_0}{d_0} = \varepsilon_{max}cos^2(\theta-\alpha) + \varepsilon_{min}sin^2(\theta-\alpha) \tag{2.1.2-12}$$

ここで d_θ は θ 方向の直径である。上式に式 2.1.2-9、式 2.1.2-10 を代入して変形すると次式を得る。

$$d_\theta = d_{max}cos^2(\theta-\alpha) + d_{min}sin^2(\theta-\alpha)$$

$$= \frac{d_{max}+d_{min}}{2} + \frac{d_{max}-d_{min}}{2}cos2(\theta-\alpha) \tag{2.1.2-13}$$

これがコアの直径分布を表す理論式となる。上式にも表されているとおり、コアの直径分布は周期 π の周期関数となる。

コア変形法は、応力解放に伴うコアの変形から岩盤応力を求めるという原理においては、コア自体をセンサとした応力解放法の一種といえる。理論的背景も前述のように簡潔明瞭であり、解析において何らかの仮定を置く必要がないことは従来のコア法にない利点である。さらに、コアを整形する必要もなく非破壊の測定ができること、コア径に制約はなく比較的短いコアでも測定できることも大きな特徴である。このため、適用範囲は広く、他のコア法との併用も可能である。

測定装置を図 2.1-28 に示す。測定器（寸法測定部と寸法表示部）、コア回転台、回転制御装置、データ収録用 PC からなっている。本装置で適用可能なコアの直径は 42～200mm である。2 台の LED 光源高精度寸法測定器を組み合わせることにより、最大 200mm の大口径コアにも適用可能である。測定可能なコアの長さは 100～1000mm であるが、200～500mm 程度の長さが扱いやすい。コアを 2 本のローラーの上に置いて一定速度で回転させながら寸

法測定器の出力を PC に収録することで、直径の周方向分布を非接触で計測することができる（図 2.1-29 参照）。また、測定装置の主な仕様を表 2.1-13 に示す。

測定手順は以下のとおりである。

① できるだけ表面が滑らかでビットの傷跡の少ない 100mm 以上のコア試料を選ぶ。

② ボアホールカメラ画像とコア写真を対比させてコアの方位を求め、真北を基準線としてコアに線を引く。

③ 基準線上に 1cm 間隔で測定深度の目盛を入れる。

④ 寸法測定器の LED 光の幅 20mm の中心に測定深度がくるようにコアをコア回転台の上に置く。

⑤ 回転制御装置を操作して 90 秒／回転の速度でコアを回転させ、2° ごとに直径を測定する。1 周以上回転するまで測定を続ける。

⑥ 測定が終了したら、次の測定深度にコアをずらして、上記④～⑤を行う。この操作を測定したい深度ごとに繰り返す。

⑦ 直径測定データから、基準線から周方向の角度と直径のグラフを断面ごとに作成する。

⑧ 各断面の直径の分布を見て、表面の凹凸やちりの混入などに起因する特異な値や全体的に特異な傾向を示す断面のデータを取り除いてから、平均して各試料の直径の分布を求める。

⑨ 式 2.1.2-13 に最小二乗回帰して、最小直径 d_{min}、直径差$\triangle d$、基準線から最大直径までの角度 α を求める。

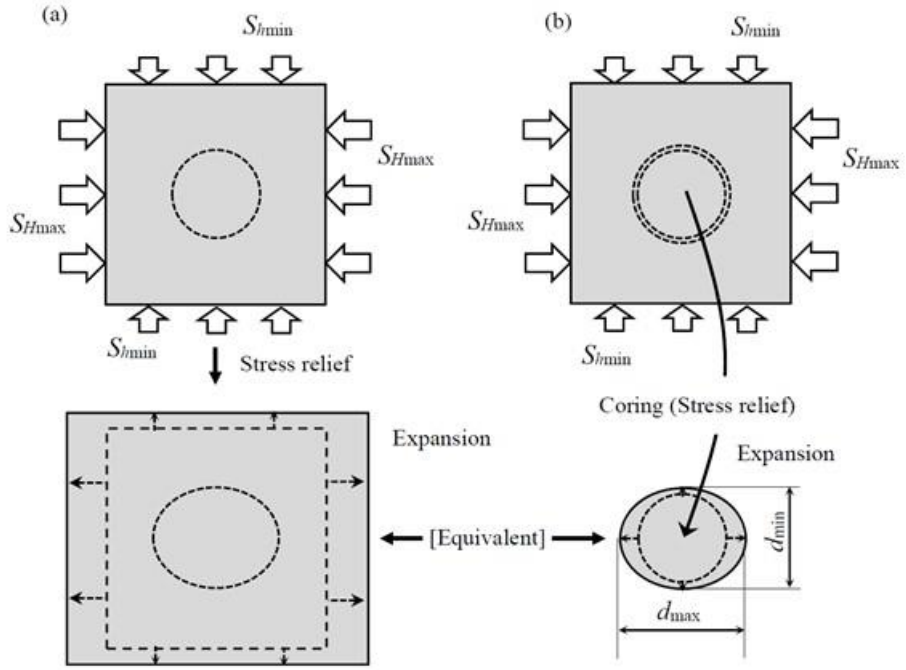


図 2.1-27　コア変形法の原理

(a) 異方的な応力が解放された場合の円形領域の変形、(b) 異方的な応力場からボーリング掘削により採取したコアの変形（船戸、2015[5]）

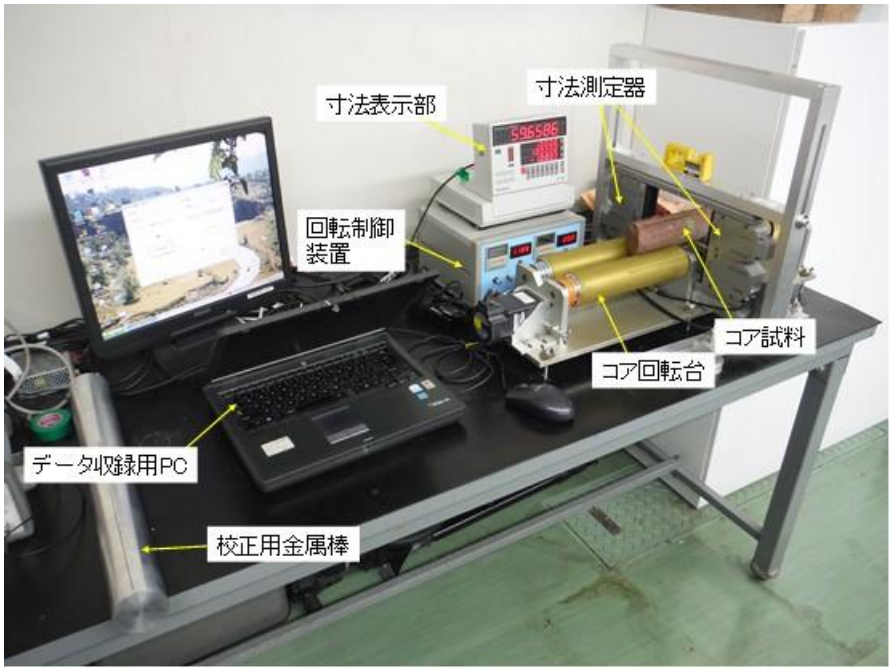


図 2.1-28　コア変形法測定装置

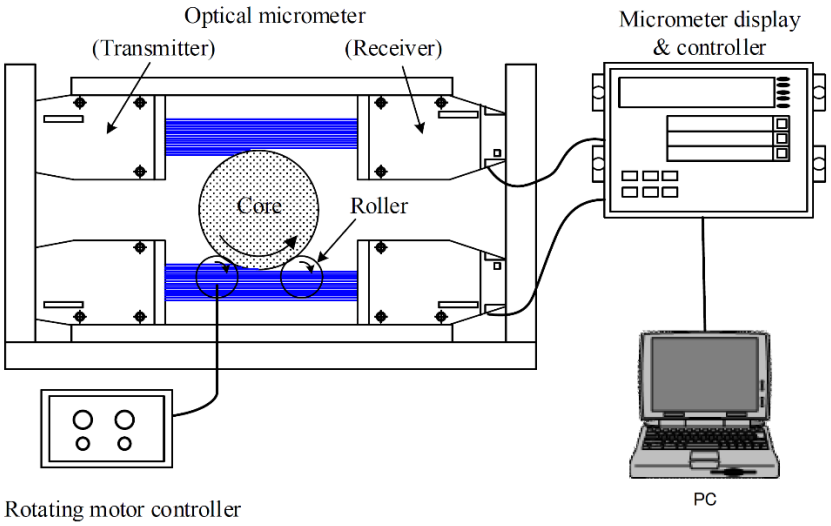


図 2.1-29　コア変形法測定装置の構成
(船戸、2015 [5])

表 2.1-13　コア変形法測定装置の主な仕様

測定可能なコア直径	42mm～200mm
測定可能なコア長	100mm～1000mm
最小表示単位	0.00001mm
繰り返し精度	±0.00015mm
回転速度	可変（通常は 3 分/回転又は 1.5 分/回転）

(9) 室内試験

ボーリングコアから切り出した試料を対象に以下の室内試験を実施するとともに、試験結果を整理し、取得したデータの評価、分析を実施した。本業務においては、物理試験、一軸圧縮試験、圧裂引張試験、三軸超音波速度測定、三軸圧縮試験、動的変形試験、熱物性試験（熱伝導率、比熱）を行った。試験項目と準拠する規格を表 2.1-14 に示す。

試験実施にあたっては、校正された計器を用い、広く使われている手法で試験を実施し、信頼性・妥当性の確保を図った。

試験実施にあたっては、軽石凝灰岩層(T2pt)のうち、軽石凝灰岩（Tpt2）で 3 区間、砂質軽石凝灰岩（Tspt2）で 3 区間を選定してそれぞれ試料を採取した。各区間において、供試体作製時や試験時の供試体の破損等の可能性を考慮し、予備試料も含めて採取した。

試料の切り出しは、コアの状態を観察して切り出し深度を選定し、試料を乱さないように注意して行った。切り出したコア試料は、乾燥を防ぐためにビニールフィルムでラッピングし、専用ビニール袋に入れ脱気してパックした。パックした試料は、コア試料１本毎に緩衝材等で保護したうえで塩ビ管を用いた保護カバーを施し、緩衝材を敷いたコンテナボックスに収納した。

収納した試験試料は、運搬車両を使用して試験室へ搬入した。

表 2.1-14　室内試験一覧表

種別	試験工種	準拠する規格及び規格番号	
岩石試験	密度試験	岩石の密度試験方法	JGS 2132-2009
	含水比試験	岩石の含水比試験方法	JGS 2134-2009
	土粒子の密度試験	土粒子の密度試験方法	JIS A 1202: 2020
	三軸超音波速度測定	パルス透過法による岩石の超音波速度測定方法*（参考とする基準）	JGS 2110-2009
	一軸圧縮試験	岩石の一軸圧縮試験方法	JGS 2521-2009
	圧裂引張試験	圧裂による岩石の引張り強さ試験方法	JGS 2551-2009
	三軸圧縮試験（$\overline{\mathrm{CU}}$）	軟岩の圧密非排水（$\overline{\mathrm{CU}}$）三軸圧縮試験方法	JGS 2533-2009
	動的変形試験	地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法	JGS 0542-2009
熱物性試験	熱伝導率	－	－
	比熱	－	－

1）物理試験

物理試験は、土質及び岩石材料の基本的な物理特性を把握する目的で、土粒子の密度試験、土の粒度試験、土の液性限界・塑性限界試験、含水比試験及び湿潤密度試験を実施した。

試験は、JIS A 1202:2020「土粒子の密度試験方法」、JIS A 1204:2020「土の粒度試験方法」、JIS A 1205:2020「土の液性限界・塑性限界試験方法」、JGS 2134-2009「岩石の含水比試験方法」及び JGS 2132-2009「岩石の湿潤密度試験方法」に準拠して実施した。試料は、整形した供試体と整形時の切断片や削りくず等を用いた。得られた土粒子の密度、含水比及び湿潤密度から、間隙比及び飽和度を算出した。

土粒子の密度試験、土の粒度試験及び塑性限界・液性限界試験は、試料を採取した計 6 区間に対し、1 試料ずつ試験を実施した。一方、含水比試験及び湿潤密度試験は、一軸圧縮試験、圧裂引張試験、三軸超音波速度測定、三軸圧縮試験、動的変形試験、熱物性試験（熱伝導率、比熱）用に作製した供試体に対してそれぞれ実施した。ただし、熱伝導率試験については整形時の削りかすが無いため含水比試験を実施していない。

2）三軸超音波速度測定

JGS 2110-2009「パルス透過法による岩石の超音波速度測定方法」を参考に、圧密応力を負荷した状態で超音波速度測定を実施した。

試験装置の概要を図 2.1-30 に示す。試験は、段階的に圧密圧力を等方的に作用させ、各段階で発振子から受振子間の超音波（P 波及び S 波）の伝播時間をデジタルオシロスコープの時間軸上で読み取り、各圧密段階での試料の高さを伝播時間で割ることにより超音波伝播速度を求めた。測定に用いる P 波及び S 波振動子は三軸室内の上下のペデスタル部分に組み込まれており、それぞれを 1 対の発振子と受振子として用いた。

試験条件は以下のとおりとした。

・供試体寸法： ϕ 50mm×H50mm 程度

・圧密圧力： 5 種類（0.0、0.1、0.6、1.1、1.6 MPa）

・背圧： 0.30 MPa

P 波速度 V_p、S 波速度 V_s、湿潤密度 ρ_t より、動ポアソン比 ν_d、動せん断弾性係数 G_d、動弾性係数 E_d を次式で求めた。

・動ポアソン比 $\nu_d = \{(V_p/V_s)^2 - 2\} / [2\{(V_p/V_s)^2 - 1\}]$

・動せん断弾性係数 $G_d = \rho_t \times V_s^2$

・動弾性係数 $E_d = 2(1+\nu_d) \times G_d$

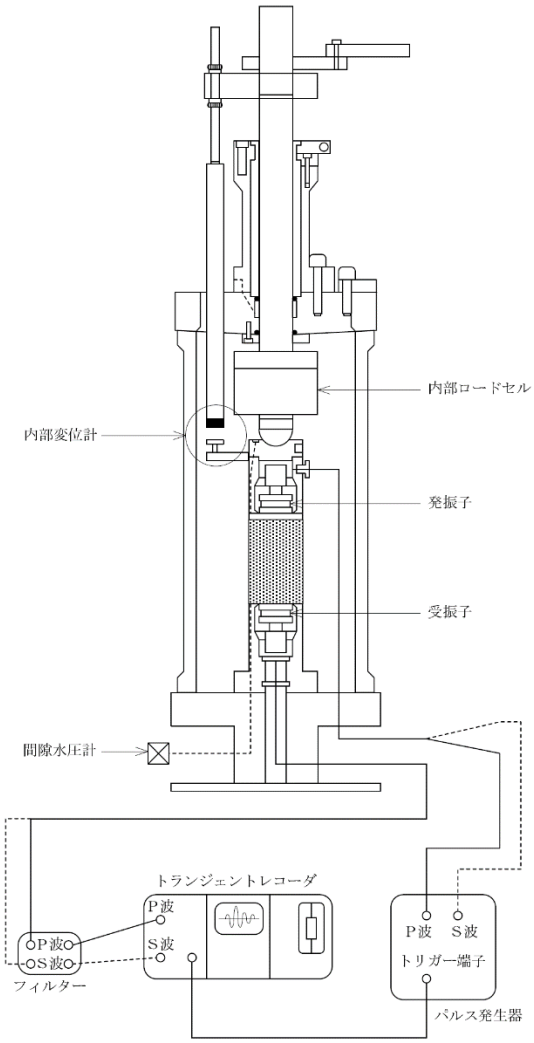


図 2.1-30　三軸超音波測定装置概要図

3）一軸圧縮試験

試験は JGS 2521-2009「岩石の一軸圧縮試験方法」に準拠して実施し、一軸圧縮強さ、破壊ひずみ、変形係数を求めた。

試験条件は以下のとおりとした。

・供試体寸法：　φ50mm×H100mm 程度

・試験時の供試体の状態：　自然状態

・載荷方法：　ひずみ制御法

・載荷速度：　0.1 %/min

試験装置の概要図を図 2.1-31 に示す。軸ひずみは変位計と供試体側面の相対する位置 2 箇所に設置した 2 つの LDT（局所変位計、Local Deformation Transducer）の 2 種類で測定した。

σ ～ ε 曲線から、次のようにして各物性値を求めた。

・一軸圧縮強さ q_u ：　σ ～ ε 曲線上の最大応力値（MPa）

・破壊ひずみ　ε_f ：　q_u に対応するひずみ（%）

・変形係数　$E_{t,50}$ ：　σ ～ ε 曲線における一軸圧縮強さの 50%での接線勾配（MPa）

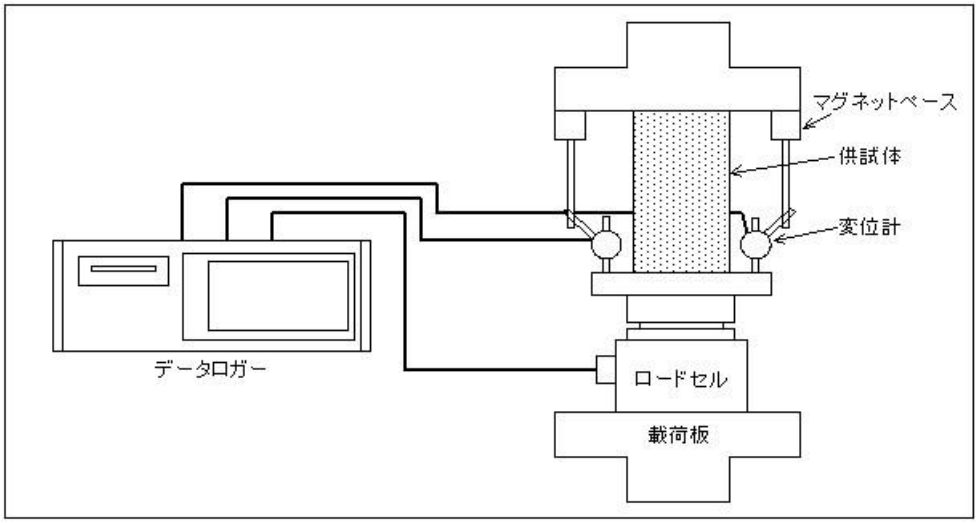


図 2.1-31　一軸圧縮試験装置概要図

4）圧裂引張試験

試験は JGS 2551-2009「圧裂による岩石の引張り強さ試験方法」に準拠して実施し、引張強さを求めた。

試験条件は以下のとおりとした。

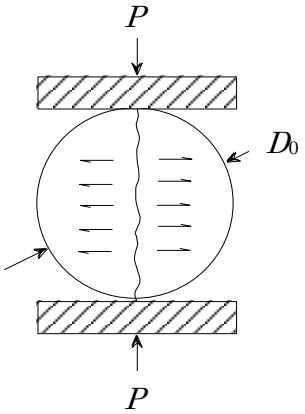
・供試体寸法：　φ50mm×L50mm 程度

・試験時の供試体の状態：　自然状態

・載荷方法：　変位制御法

・載荷速度：　0.1 mm/min 程度（1～15 分程度で破壊するように載荷）

試験原理を図 2.1-32 に示し、試験装置の概要図を図 2.1-33 に示す。



$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi D_0 L_0}$$

ここに

σ_t ：　圧裂引張り強さ(MPa)

P ：　破壊荷重(MN)

D_0 ：　供試体の直径(m)

L_0 ：　供試体の長さ(m)

図 2.1-32　圧裂引張試験の原理

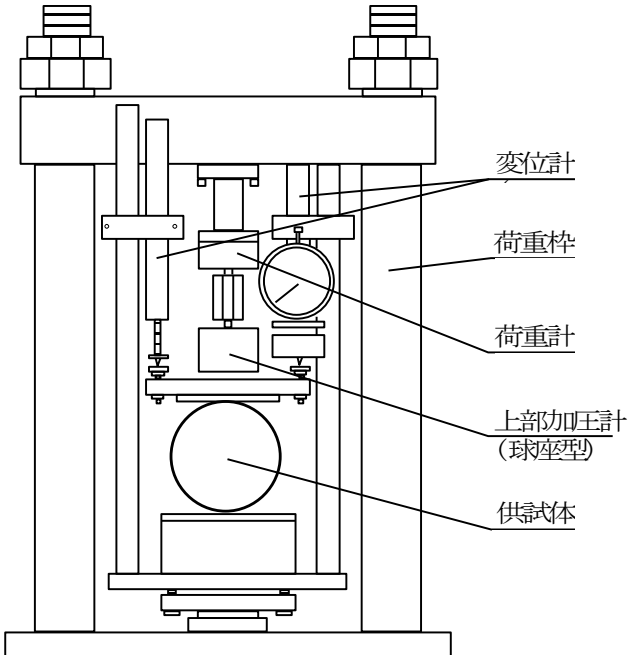


図 2.1-33　圧裂引張試験装置概要図

5）三軸圧縮試験

三軸圧縮試験（ $\overline{\mathrm{CU}}$ ）は、強度変形特性を把握するために実施した。本試験は、所定の圧密応力のもとで供試体を圧密後、間隙水圧の測定を行いながら非排水条件でせん断する試験であり、圧密後の非排水条件における非排水せん断強度、変形係数等を求めた。JGS 2533-2009「軟岩の圧密非排水($\overline{\mathrm{CU}}$)三軸圧縮試験方法」に準拠して実施した。

試験装置の概要図を図 2.1-34 及び図 2.1-35 に示す。

試験条件は以下のとおりとした。

・供試体寸法： φ50mm×H100mm 程度

・試験時の供試体の状態： 飽和状態（水中設置、脱気水、背圧による）

・圧密応力： 4 種類（0.10、0.60、1.10、1.60MPa）※2 岩種×3 試料 同じ設定で統一

・背圧： 0.30MPa（B 値 0.95 以上を確認）

・圧密時間： 排水量あるいは軸変位量－log 経過時間関係で最急勾配の 3 倍の時間が過ぎる以上（60 分を基本とする）

・載荷方法： ひずみ制御法

・載荷速度： 軸ひずみ速度 0.01%/min

・軸変位量： 外部変位計及び LDT による測定

・記録の範囲： 最大ひずみ ε_{max} は 15%

軸変位測定は外部変位計と LDT の 2 種類によって行った。外部変位計は三軸室の外部に取り付けた変位計であり、供試体端面でのベディングエラーも含んで供試体の軸方向の変位を計測する。一方、LDT（局所変位計、Local Deformation Transducer）は燐青銅板にひずみゲージを接着したものであり、図 2.1-36 に示すように、供試体の側面を覆うメンブレンの外部に装着して、ベディングエラーを含まず供試体の軸方向の変位のみを計測する装置であ

る。

なお、LDT による測定は、ひずみが大きくなると LDT 自体が破損してしまうため、破壊時を超えるまで測定を行う方針とし、最大 2%のひずみを目安として、ピーク強度が明瞭に確認されるかあるいはひずみが 2%に近づいた時点で取り外した。

砂質軽石凝灰岩 Tspt2 TI1850-S3 の 4 供試体のみは、載荷途中で除荷－再載荷の繰返しを行い、そのループで得られる変形係数と、通常の応力―ひずみ曲線から得られる変形係数 E_0、E_{50}（LDT、外部変位計の各値）との比較を行った。繰返しはピーク前に 1 回、E_{50} を算出する圧縮強さの 1/2 の軸差応力を経過した後、圧縮強さに至る中間で実施した。繰返し位置の軸ひずみ（外部変位計による）は既実施の試験結果をもとに決定した。

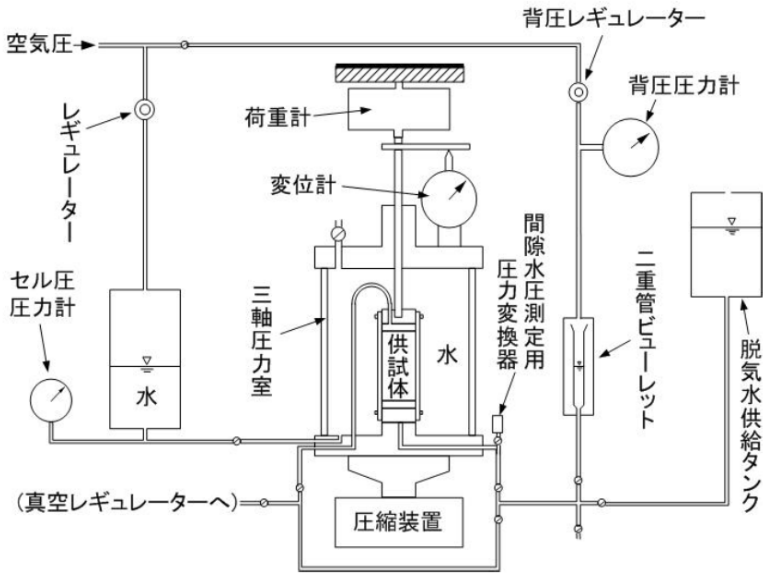


図 2.1-34　三軸圧縮試験装置の主要部

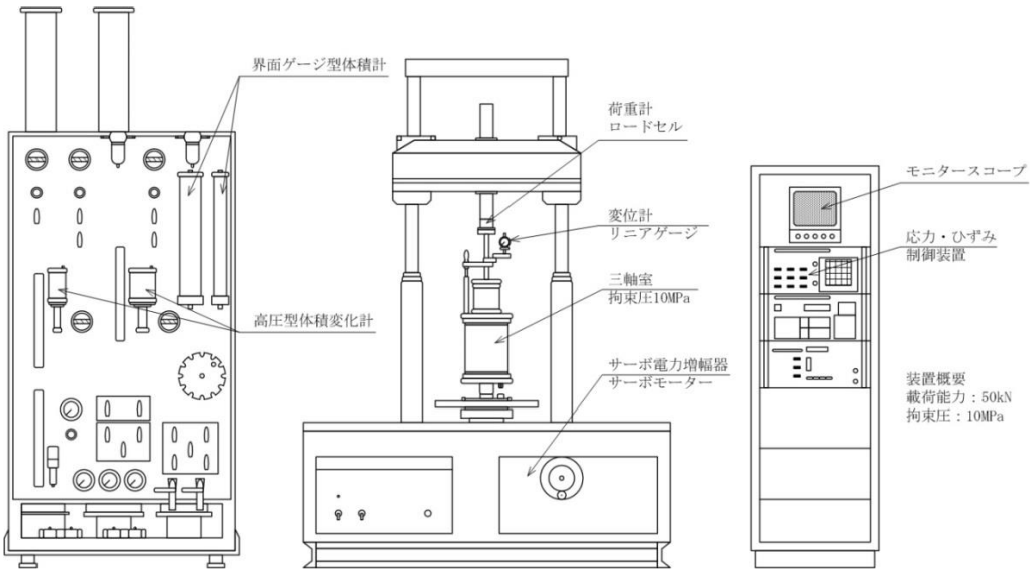


図 2.1-35　三軸圧縮試験装置概要図

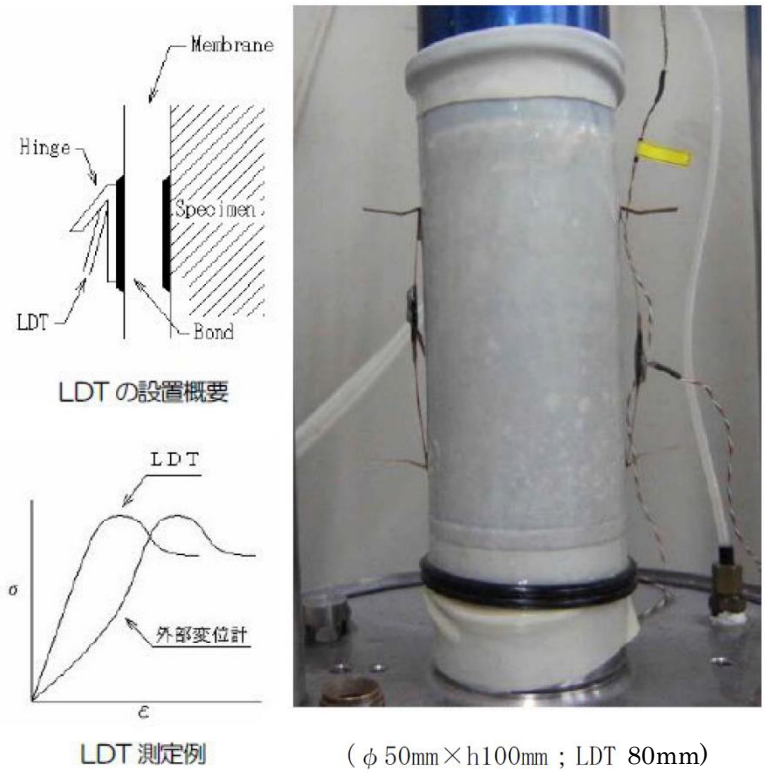


図 2.1-36　LDT の装着概要

試験結果に基づき以下の物性を求めた。

・最大強度 $(\sigma_1-\sigma_3)_f$

ひずみ ε≦15%での応力－ひずみ曲線上の最大軸差応力で、試料の抵抗し得る最大の抵抗力

・破壊ひずみ ε_f

$(\sigma_1-\sigma_3)_f$ に対応する軸ひずみ（%）

・間隙水圧増分 u_e

せん断開始後、最大強度$(\sigma_1-\sigma_3)_f$ までの間隙水圧変化

・主応力差最大時の有効主応力 σ_{1f}'、σ_{3f}'

最大軸差強度$(\sigma_1-\sigma_3)_f$ と間隙水圧増分 u_e から算出

・全応力表示の強度定数 c_{cu}、φ_{cu}

強度定数 c_{cu}、φ_{cu} の算出は、圧縮強さの 1/2 と、軸方向応力と側圧の平均値の関係から求める方法を用いた（(社) 地盤工学会(2009)、地盤材料試験の方法と解説 [6]、p.594 に記載）。

・有効応力表示の強度定数 c'、φ'

全応力表示の強度定数と同様の方法で、主応力差最大時の有効主応力から求めた。有効応力解析の強度定数として利用されるほか、排水条件の強度定数 c_d、φ_d の代わりにも利用される。

・残留強度 $(\sigma_1-\sigma_3)_r$

応力～ひずみ曲線において $(\sigma_1-\sigma_3)_f$ を過ぎた後、一定値に収束した時点の軸差応力を残留強度$(\sigma_1-\sigma_3)_r$ とした。収束しない場合には図 2.1-37 に示す方法で残留強度とした。この残留強度は試料に破断面が生じた後、破断面の摩擦により最大強度を過ぎた後の大きな変化に対して保ち得る最小の抵抗力に当る。

・全応力表示の残留強度の強度定数 c_{cur}、φ_{cur}

残留強度の強度定数 c_{cur}、φ_{cur} は、ピーク強度と同様の方法で求めた。

・初期変形係数 E_0

軸差応力－軸ひずみ曲線の初期（ひずみレベル 0.5%程度以下）の接線勾配（図 2.1-38 参照）から求めた。

・変形係数 E_{50}

軸差応力－軸ひずみ曲線の割線勾配（図 2.1-38 参照）から求めた。

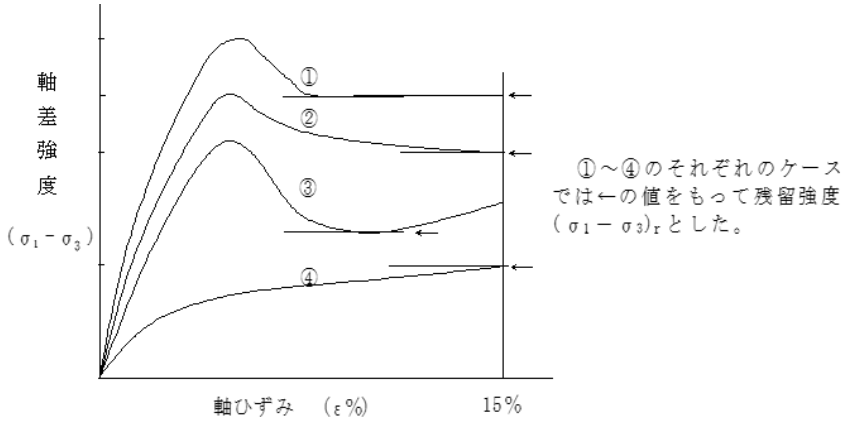


図 2.1-37　残留強度の決定方法

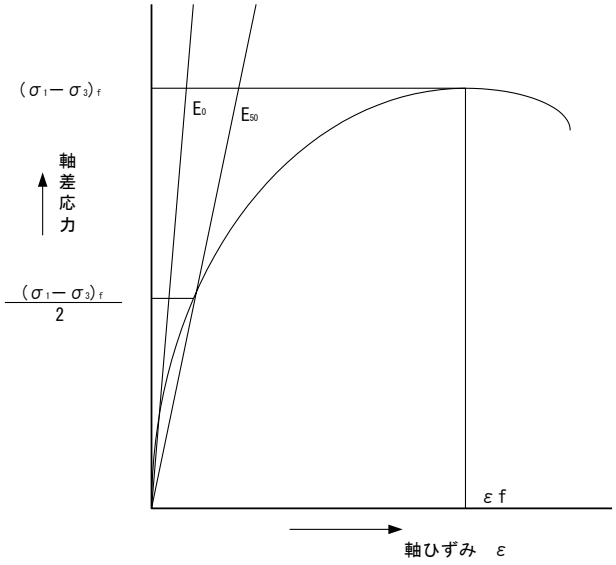


図 2.1-38　変形係数の求め方

6）動的変形試験

動的変形試験は、地盤の動的変形特性について、せん断弾性係数 G、減衰率 h のひずみ依存性を求めることを目的として実施した。試験方法は繰返し三軸試験とし、JGS 0542-2009「地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法」に準拠し、圧密非排水条件（CU 条件）下で、側圧一定のまま軸方向荷重を繰返し載荷して、応力－ひずみ関係を求めた。

試験装置は最大軸荷重 200kN の装置を用いた。試験装置の概要図を図 2.1-39 に示す。

試験条件は以下のとおりとした。

・供試体寸法： φ50mm×H100mm 程度
・試験時の供試体の状態： 飽和状態（水中設置、脱気水、背圧による）
・圧密応力： 1.10MPa ※2 岩種×3 試料 同じ設定で統一
・背圧： 0.30MPa（B 値 0.95 以上を確認）
・圧密時間： 排水量あるいは軸変位量－log 経過時間関係で最急勾配の 3 倍の時間が過ぎる以上（60 分を基本とする）
・載荷方法： 荷重制御法
・繰返し載荷波形： 正弦波（周波数 1.0Hz）
・加振数： 各段階 11 波
・ひずみ範囲： 10^{-3}～1%近くを目安とし、可能な範囲で実施
・繰返し載荷段階： 10 段階程度
・軸変位量： ギャップセンサ（内部変位計、キャップ－ペデスタル間）及び LDT（供試体側面）による測定

LDT による測定も実施することで、ギャップセンサによるキャップ変位測定結果と LDT による供試体側面軸ひずみ測定結果の 2 種類のデータを用いて整理を行った。

軟岩やセメント改良土のように、圧密応力に対して供試体の剛性が大きい場合、圧密後にそのまま両振り載荷に入ると、伸長側においてピストンが供試体から離れてしまい、大きなひずみレベルまで繰返し載荷が行えない。そのため、繰返し載荷に先立って軸差応力をかけて、そこから繰返し載荷を行うことが一般的に行われている。今回も先行軸差応力をかけて可能な範囲の繰返し載荷を実施し、先行軸差応力の大きさは CU 条件の同じ圧密応力の三軸圧縮強さの 0.25 倍を目安に設定した。

試験結果から次の項目について図化、算出を行った。

・ 各段階の 10 回目の繰返しサイクルにおけるせん断ひずみγ、せん断弾性係数 G、減衰率 h
・ 各段階の 10 回目の繰返しサイクルにおける偏差応力と軸ひずみの関係図（履歴曲線）
・ 各段階の偏差応力と軸ひずみの時刻暦図

繰返し載荷は、事前の大きなひずみによる履歴の影響（せん断弾性係数 G の低下、減衰率 h の増加等）を避けるため、小さな繰返し荷重（小さなひずみ）から載荷を開始し、1.0Hz の正弦波で 11 回の載荷を行った。間隙水圧の蓄積によって供試体内の応力状態が変化する現象は望ましいものではないため、繰返し載荷時は非排水とするが、加振終了後は排水し、間隙水圧を消散させ、前回より大きな繰返し荷重による載荷へと移行した。荷重振幅を段階的

に増加させながら、この過程を 10 回以上できるだけ大きなひずみレベルまで繰り返して、せん断弾性係数が G/G_0 で 0.6 程度まで低下したことを確認し、1 供試体での試験を終了した。

繰返し載荷の典型的な履歴曲線（軸差応力－軸ひずみ関係）の例を図 2.1-40 に示す。

1 荷重による繰返し回数 11 回のうち、原則として 10 波目の履歴曲線を用いて読み取りを行った。ここで、10 波目の波形で行うのは、応力制御により加えられる動的荷重が載荷直後に比べて安定し、したがって供試体内の応力条件も一定の状態になると判断されるためである。

繰返し軸差応力の片振幅 σ_d と繰返し軸ひずみの片振幅 $(\varepsilon_a)_{SA}$ から等価ヤング率 E_{eq} を次式で算定した。

$$E_{eq} = \sigma_d / (\varepsilon_a)_{SA}$$

減衰率 h を次式で算定した。

$$h = 1/2\pi \cdot (\Delta W / W)$$

ここに、

ΔW ： その繰返し載荷サイクルでの減衰エネルギーで、軸差荷重と供試体の軸変位が作る履歴曲線の面積（図 2.1-40 (b)参照）

W ： その繰返し載荷サイクルでの等価弾性エネルギー（図 2.1-40 (b)参照）

飽和材料の非排水試験であるため、体積ひずみ $\varepsilon_v = 0$ として、軸ひずみ ε_a に対しせん断ひずみ $\gamma = 3/2\,\varepsilon_a$、せん断弾性係数 $G = E_{eq}/3$ となる。

以上のように算出した G、h 及び γ から、$G \sim \gamma$ 関係及び $h \sim \gamma$ 関係を整理し、ひずみ依存性を検討した。ギャップセンサによるキャップ変位測定結果と LDT による供試体側面軸ひずみ測定結果の 2 種類のデータを用いて整理を行った。

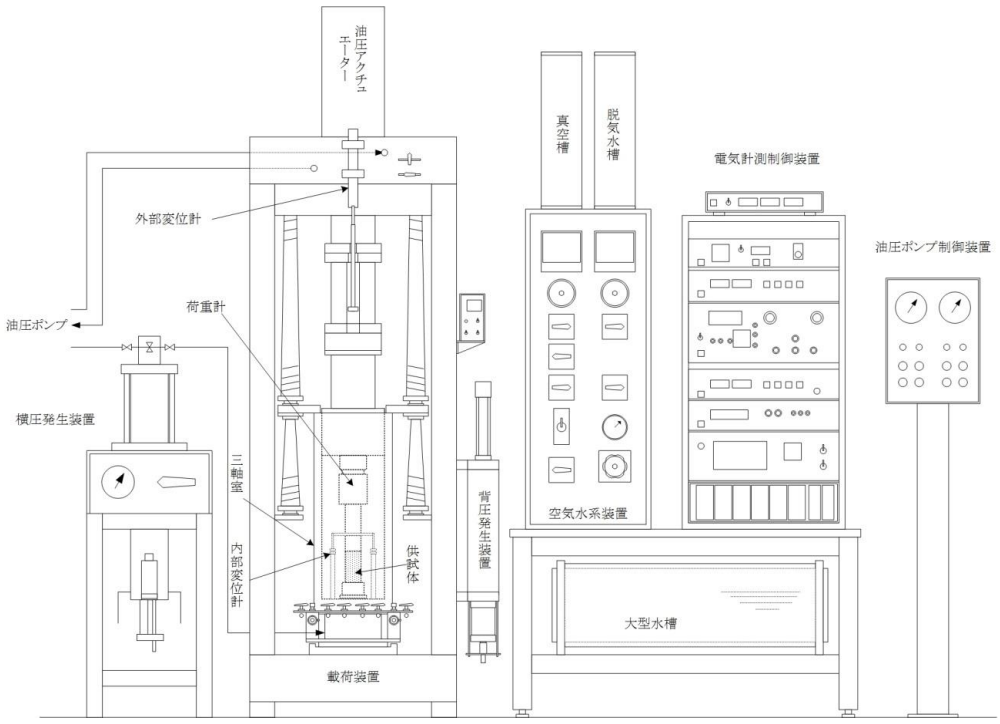
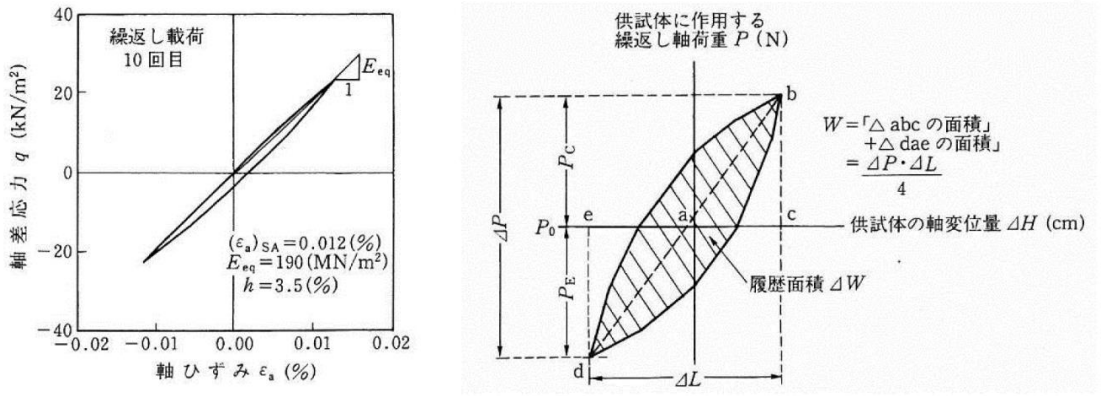


図 2.1-39　動的変形試験（繰返し三軸試験）装置概要図



（ａ） 典型的な履歴曲線の例　　（ｂ） 減衰率hの説明図

図 2.1-40　動的変形試験（繰返し三軸試験）結果の例と解析方法
（地盤工学会「地盤材料試験の方法と解説」[6]より）

7）熱物性試験（熱伝導率、比熱）

熱物性試験として、熱伝導率測定と比熱測定を実施した。これらの試験は、一般財団法人建材試験センターに外注を行った。

熱伝導率の測定は熱線法により、JIS R 2251-1「耐火物の熱伝導率の試験方法－第 1 部：熱線法（直交法）」に準じて行った。コア径（58mm 程度）のままの長さ 140mm 程度の試料を蒲鉾状に 2 つに切断して、この中に溝を掘って供試体とし、熱線を挿入して行った。供試体を恒温槽内で一様な温度状態（20℃）にした後、熱線に通電し、30 秒～300 秒経過時における熱線の温度変化を測定して次式で熱伝導率を算出した。

$$\lambda = q_0/4\pi \cdot ln(t_2/t_1) / (\theta_2 - \theta_1)$$

ここに、

λ ： 熱伝導率 [W/(m・K)]

t_1, t_2 ： 経過時間（常用対数）と熱線温度に直線関係が確認された範囲内の時間 (s)

θ_1, θ_2 ： t_1, t_2 に対応する熱線温度 (℃)

q_0 ： 熱線発熱量 (W/m)

測定の概要を図 2.1-41 に、測定状況を図 2.1-42 に示す。測定中に水分が蒸発することを防ぐため、供試体はポリ塩化ビニルデン系フィルムで覆った。

一方、比熱の測定は、断熱型熱量計法により、JSTM H 6107「建築材料の比熱測定法（断熱型熱量計法）」に準じて行った。直径 50mm×長さ 100mm 程度に整形した供試体に対し、断熱状態のもとで一定熱量を加え、供試体の温度上昇と時間を測定した。温度範囲は常温～80℃とした。

比熱測定状況を図 2.1-43 に示す。供試体は自然状態（搬入時の含水状態）とし、測定中に水分が蒸発することを防ぐため、供試体はポリ塩化ビニリデン系フィルムで覆った。

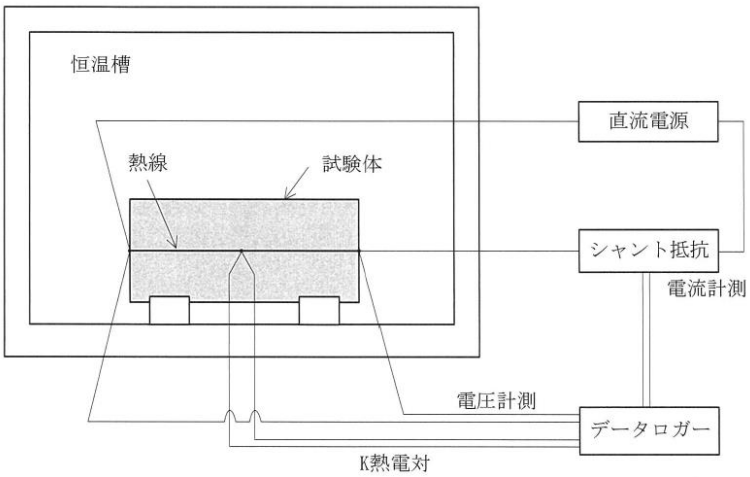


図 2.1-41　熱伝導率測定の概要図

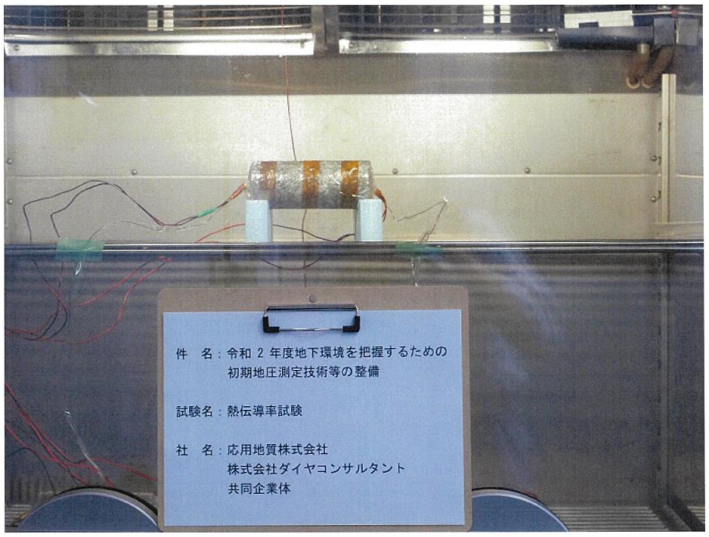


図 2.1-42　熱伝導率測定実施状況

図 2.1-43　比熱測定実施状況

（10）ボーリング孔の閉塞

ボーリング孔の閉塞については、日本原燃殿の敷地内において何か所か実施されており、閉塞は、鷹架層については砂礫（砕石）とベントナイト（ペレット状）とを交互（閉塞長で基本的に砂礫（砕石）：ベントナイト（ペレット状）=9m：1m）に埋め戻しを行い、地質境界部にベントナイト層がくるように調整されるよう行われている。

以上より、本調査で掘削した TI1-850 孔はすべて鷹架層であることから、本調査も既往の孔閉塞と同様に砂礫（砕石）とベントナイト（ペレット状）とで交互（9：1）に閉塞することを基本とした。ただし、深度 8.80～9.20m 区間及び深度 18.20～20.75m 区間に確認された軽石混り砂岩層のうちの葉理の発達した部分の対応として、その上部領域は標準部よりもベントナイト層を厚く埋め戻すことで対処した。なお、路面付近の 0.5m 区間はセメント系材料で閉塞した。

詳細を、「2.1.3 (10) ボーリング孔閉塞」に示す。

閉塞材料

- 砕石(7 号砕石)
- ベントナイト（ベントナイト産業製、ペレット状ペルプラグ TS-60）

孔閉塞は、キャリパー検層の結果をもとに、ある程度の深度区間ごとにボーリング孔径を設定してボーリング孔の容積を算出し、事前に閉塞材料の使用量を設計した。

2.1.3 参照データの取得結果

(1) ボーリング掘削

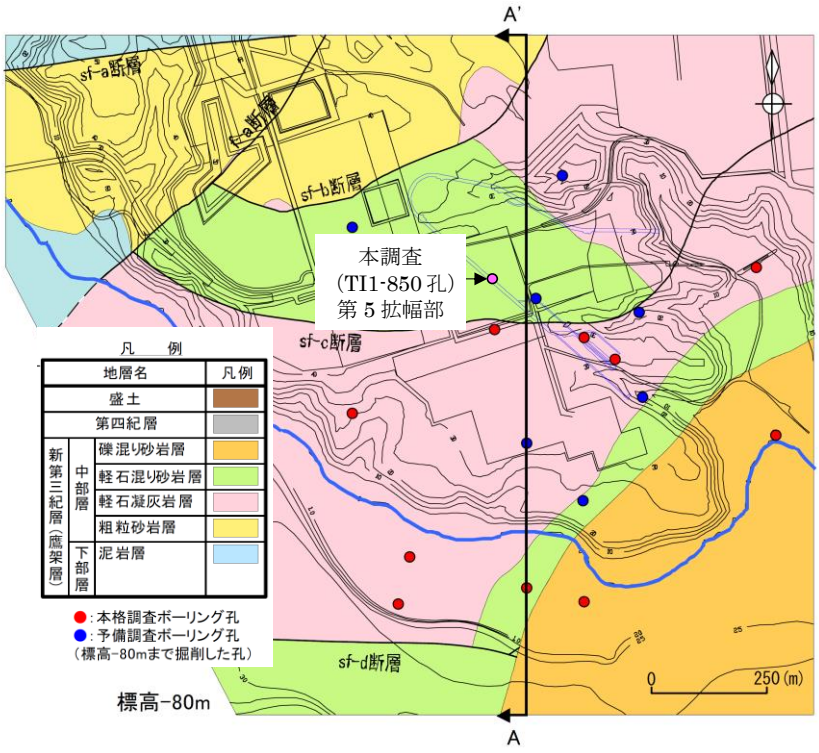
原位置試験及び室内試験を実施するためボーリングを実施した。堆積軟岩を対象とした中深度処分施設の設置を想定すると、地表からの深度 200m 程度と深い深度における初期地圧の評価が求められる。そのため、日本原燃濃埋敷地内の調査坑内（深度 100m 付近の第 5 拡幅部）からボーリングを掘削した。同調査坑内からボーリング掘削を行うことで、掘進長 130m のボーリングでも地表からの深度 200m 付近における地質データ、力学物性データの取得及び初期地圧の測定を行うことが可能となった。

1) ボーリングの概要

実施したボーリングの孔名、位置、孔口標高、掘削深度等を整理して、表 2.1-15 に示す。また、ボーリング掘削位置を図 2.1-44、図 2.1-45 に示す。

表 2.1-15 ボーリングの概要

孔　名	TI1-850
掘削位置	調査坑の坑口から約 850m 地点 (第 5 拡幅部) (X,Y＝107,386.3570, 43,695.6794)
孔口標高	EL.-74.679m
掘削深度	130m〔EL.-204.679m〕 (第 5 拡幅部の路面を基準)
掘削方向	鉛直下向き
ボーリング地点の 地表面標高	EL.約 39m



注）地質水平断面図に重ねて地表面の地形等高線を記載

図 2.1-44　ボーリング調査位置（地質平面図）
（既往の標高-80m の地質水平断面図[7]を編集・加筆）

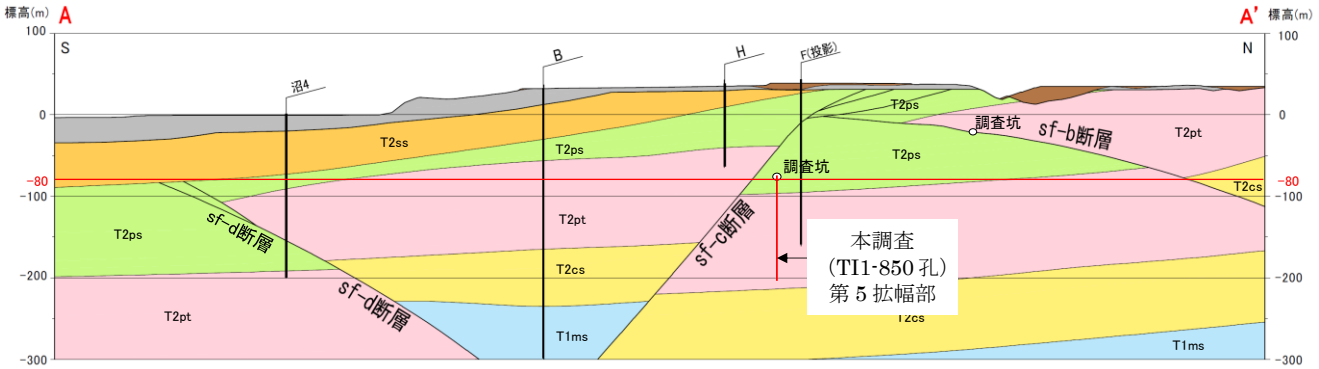


図 2.1-45　ボーリング調査位置（地質断面図）
（既往の地質鉛直断面図[7]を編集・加筆）

2）T1-850 孔の地質状況

T1-850 孔で確認した地質状況は以下のとおりであり、図 2.1-45 に示す既往の地質分布とほぼ同様の地質を確認した。

なお、ボーリング柱状図及びコア写真（拡大版）は巻末に整理した。

①深度 0.00m~0.26m：コンクリート

②深度 0.26m~0.48m：砕石

③深度 0.48m~20.75m：軽石混り砂岩層(T2ps)

・軽石混り砂岩（Tps32）

・砂質軽石凝灰岩（Tspt31）

・軽石混り砂岩（Tps31）

④深度 20.75m~130.00m：軽石凝灰岩層(T2pt)

・軽石凝灰岩（Tpt2）

・砂質軽石凝灰岩（Tspt2）

・軽石質砂岩（Tpps2）

ボーリング地点周辺の地質層序を表 2.1-16 に示す。

表 2.1-16　ボーリング地点周辺の地質層序

地層名			凡例	
盛土				
第四紀層				
新第三紀層（鷹架層）	中部層	礫混り砂岩層	T2ss	・軽石混り砂岩（Tps32） ・砂質軽石凝灰岩（Tspt31） ・軽石混り砂岩（Tps31）
		軽石混り砂岩層	T2ps	
		軽石凝灰岩層	T2pt	・軽石凝灰岩（Tpt2） ・砂質軽石凝灰岩（Tspt2） ・軽石質砂岩（Tpps2）
		粗粒砂岩層	T2cs	
	下部層	泥岩層	T1ms	

各地層について以下に示す。ボーリング調査結果及び地質断面図を図 2.1-46 に示し、ボーリングコア写真を図 2.1-47 に示す。

a．コンクリート：深度 0.00m～0.26m

調査坑の第 5 拡幅部の路面表層コンクリートである。硬質、棒状で骨材として安山岩の砕石を含む。

b．砕石：深度 0.26m～0.48m

調査坑第 5 拡幅部路盤材である。径 10～30mm の安山岩角礫主体とする。礫は硬質である。

c．軽石混り砂岩層(T2ps)：深度 0.48m～20.75m

本層は、岩相により以下のとおり区分できる。

○深度 0.48m～9.19m：軽石混り砂岩(Tps32)

径 2～15mm の軽石を多く含み、暗灰～灰～赤褐色、径 10mm 以下の安山岩角礫を含む。基質は安山岩、石英の粒子主体とする粗粒砂が主体である。

○深度 9.19m～13.53m：砂質軽石凝灰岩(Tspt2)

径 2～30mm、最大径 70mm の灰～灰白色軽石を多く含む。基質は安山岩、石英の粒子を主体とする粗粒砂である。径 10mm 以下の暗灰～灰～赤褐色安山岩角礫を含む。コアは新鮮、ハンマーの打撃で軽い金属音を発する程度の硬さである。

○深度 13.53m～20.75m：軽石混り砂岩(Tps31)

径 10mm 以下の白色軽石及びφ20mm 以下の黒～灰～赤褐色の安山岩角礫を含む。基質は安山岩、石英、軽石の粒子を主体とする粗粒～極粗粒砂である。コアは新鮮、ハンマーの打撃で軽い金属音を発する程度の硬さである。

d．軽石凝灰岩層(T2pt)：20.75m～130.00m

本層は、岩相により以下のとおり区分できる。

○深度 20.75m～72.69m：軽石凝灰岩(Tpt2)

灰色~暗灰色を呈する砂質軽石凝灰岩で、軽石の少ない区間と軽石の多い区間があるが、基質は灰色、緻密な細粒凝灰岩が主体である。

軽石の少ない区間は、径 2～20mm の白色軽石を多く含む。所々に∠10°～60°の軽石粒子の葉理が認められる。

軽石の多い区間は、径 2～50mm、最大径 200mm の灰白色軽石を多く含む。∠10°～25°の軽石粒子の不明瞭な葉理が認められる。コアは新鮮で硬質、ハンマーの打撃で軽い金属音を発する程度の硬さである。

○深度 72.69m～122.30m：砂質軽石凝灰岩(Tspt2)

灰色～暗灰色を呈する砂質軽石凝灰岩で、径 2～50mm、最大径 150mm の灰白色軽石を多く含む。基質は砂質凝灰岩であり、下部ほど砂分が多くなり、コア色調の暗灰色が強くなる傾向がある。∠5～30°前後の不明瞭な葉理が認められる。コアは新鮮で硬質、ハンマーの打撃で軽い金属音を発する程度の硬さである。所々に泥岩の薄層を挟む。

○深度 122.30m～130.00m：軽石質砂岩(Tpps2)

暗緑灰色を呈する軽石質の砂岩で、3mm 以下の軽石と貝化石片を不均質に含む。基質は、石英、長石、鉄鉱物を含む中粒の火山灰質砂を主体とする。塊状で堆積構造はほとんど認められない。コアは硬質で、ハンマー軽打で澄んだ金属音を発する。所々に軽石を多

く含む箇所があり、貝化石片は 124.30m 以深に多く含まれる。∠0～5° の不明瞭な葉理が所々に認められる。

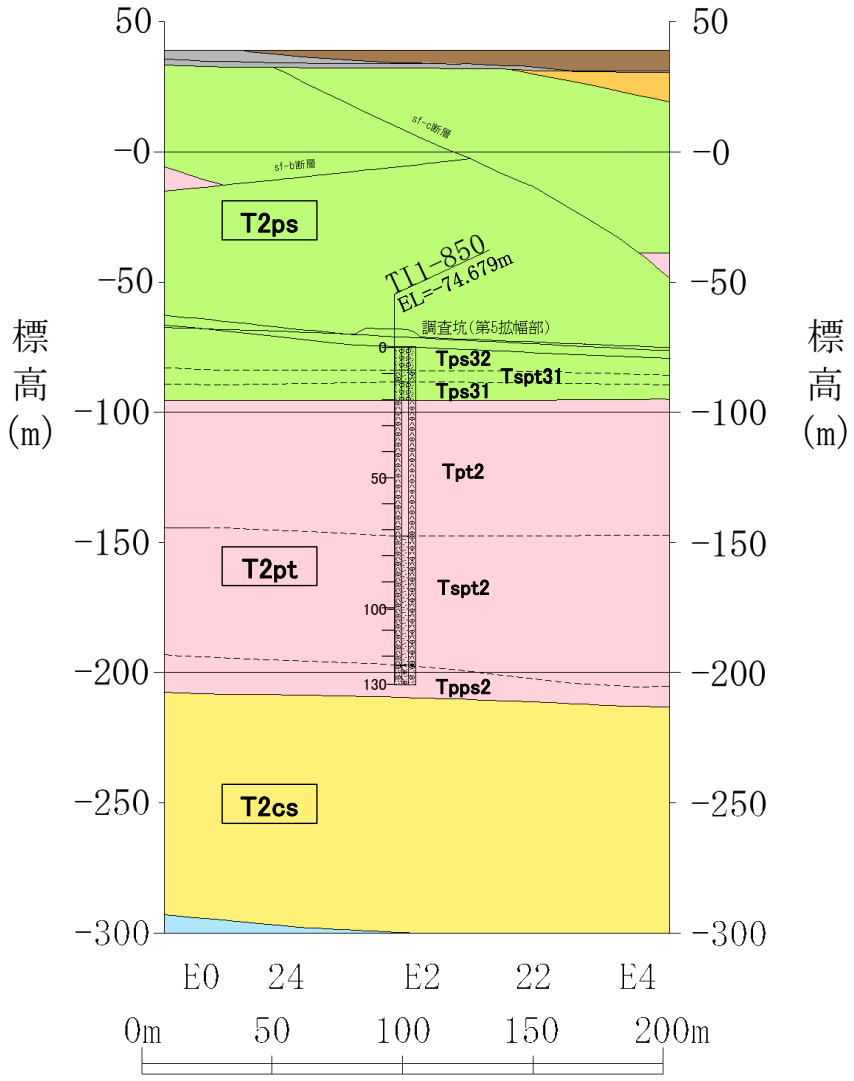


図 2.1-46　ボーリング調査結果及び地質断面図
（既往の地質鉛直断面図[7]を基に作成）

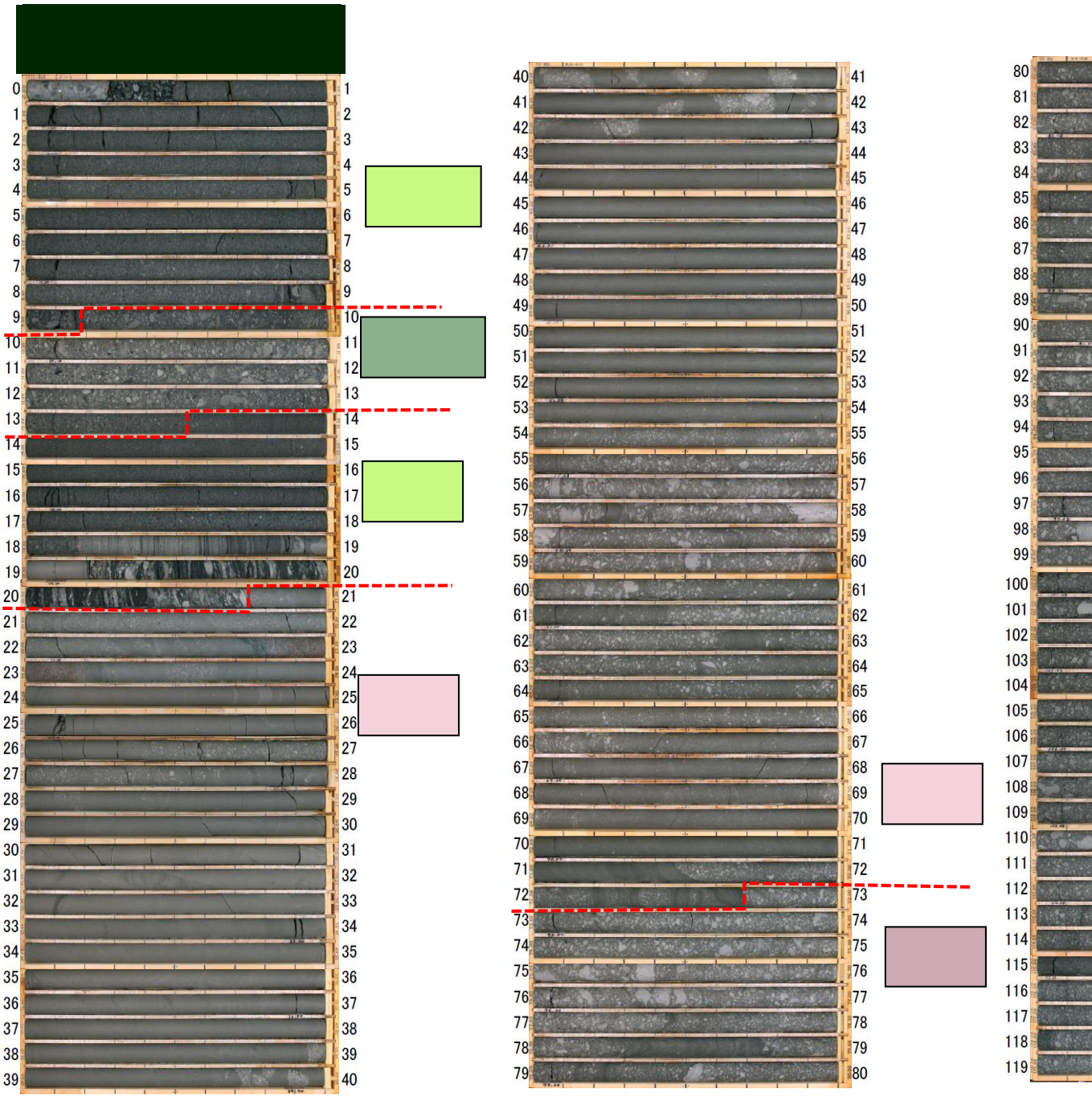


図 2.1-47　ボーリングコア写真

（1）（深度 0.00m~80.00m）

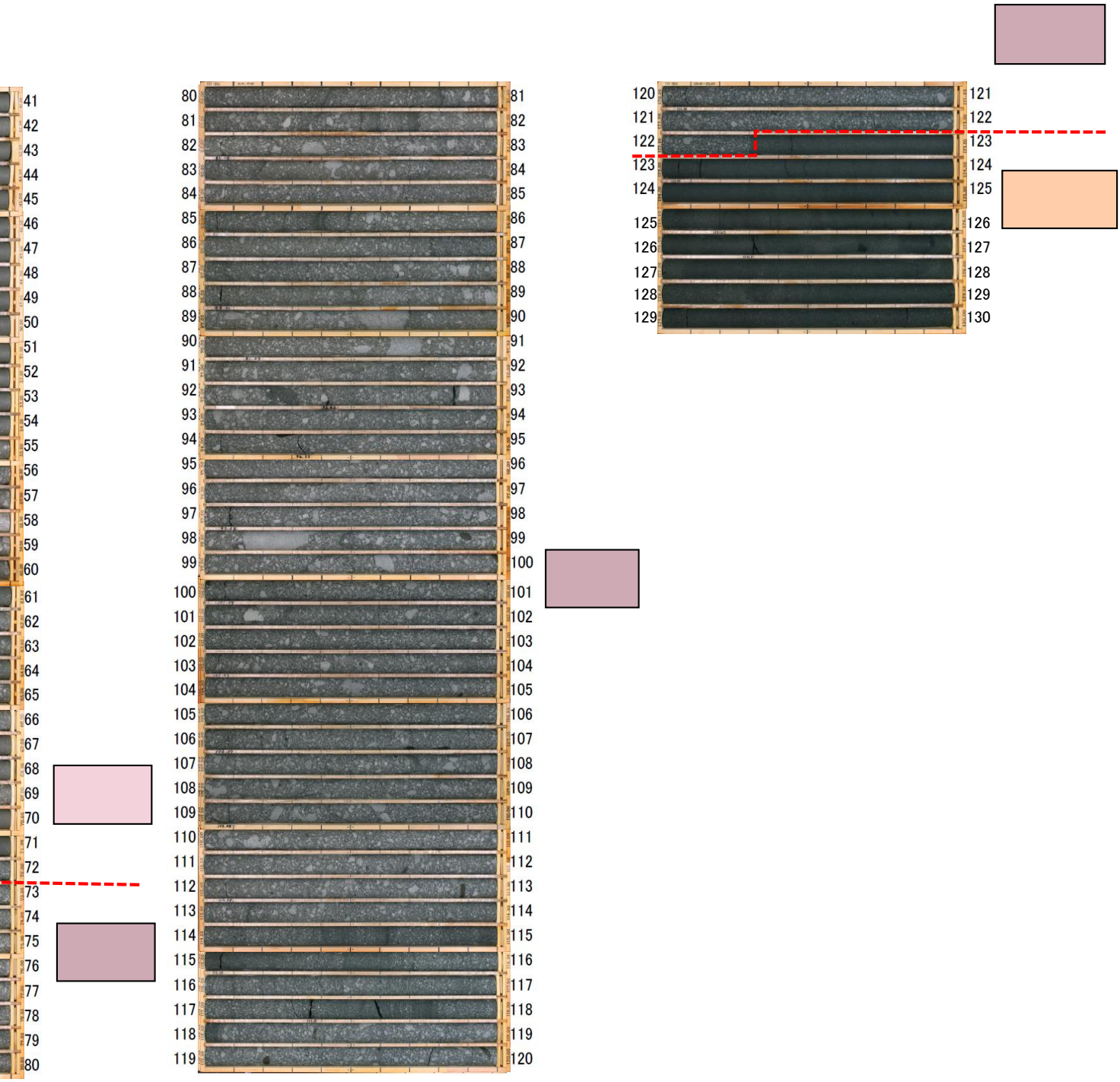


図 2.1-47　ボーリングコア写真

（2）（深度 80.00m~130.00m）

3）T1-850 孔掘削時の孔内水位・孔口湧水状況

T1-850 孔で確認した掘削に伴う孔内水位及び孔口湧水の変化状況を整理して図 2.1-48 に示す。

調査坑第 5 拡幅部の路面から深度 10m 程度までは、ボーリング孔の口元からの湧水は認められなかった。深度 10m 以深を掘削した時点から徐々に路面より高い位置に湧水位が位置するようになり、深度 40m 以深を掘削した段階から、口元に設置した 62cm の立ち上げパイプからも湧水するようになった。

深度 61m まで掘削した時点が最も湧水量が多く 10l/min 以上となったが、深度 73m まで掘削すると、湧水量は 5l/min 弱とやや減少した。

深度 73m~115m 区間の掘削では、口元立ち上げ 62cm 以下に湧水位が落ち着いていたが、深度 126m以深を掘削した時点で再び湧水が確認されるようになった。

深度 130m の掘削が終了した時点で、約 4l/min 程度の湧水が確認された。その後、8 月 25 日に口元からパイプを立ち上げ、口元から高さ 89cm の湧水位を確認した。

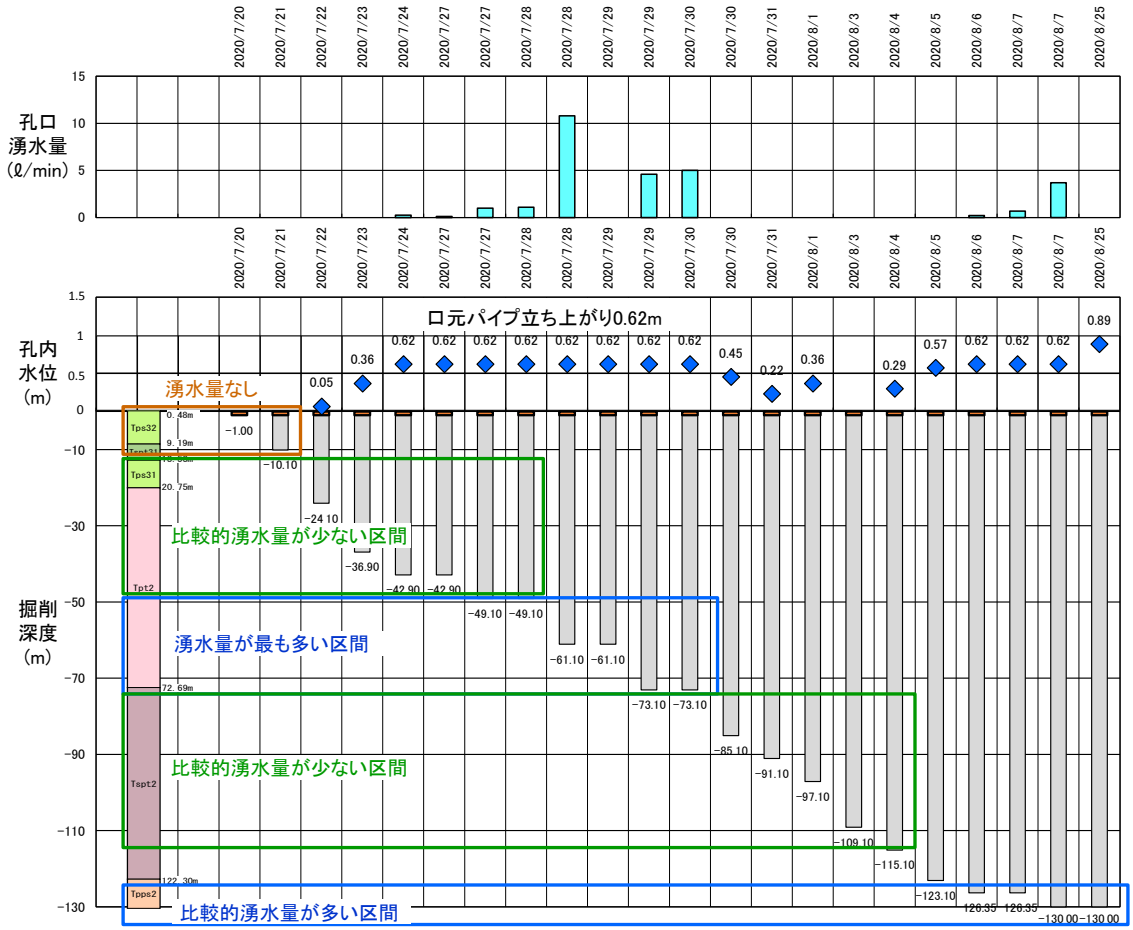


図 2.1-48　ボーリング掘削に伴う孔内水位及び口元湧水の変化状況

(2) 温度検層

温度検層は、深度 1.14m～130.00m 区間について 0.01m 間隔でデータを取得した。ボーリング孔内の温度の深度グラフを図 2.1-49 に示し、各地層の検層結果を表 2.1-17 に示す。

試験実施前日に、孔口から湧水が認められたが、同日に孔口から塩ビパイプを立ち上げて孔口から湧水しないように処理した。

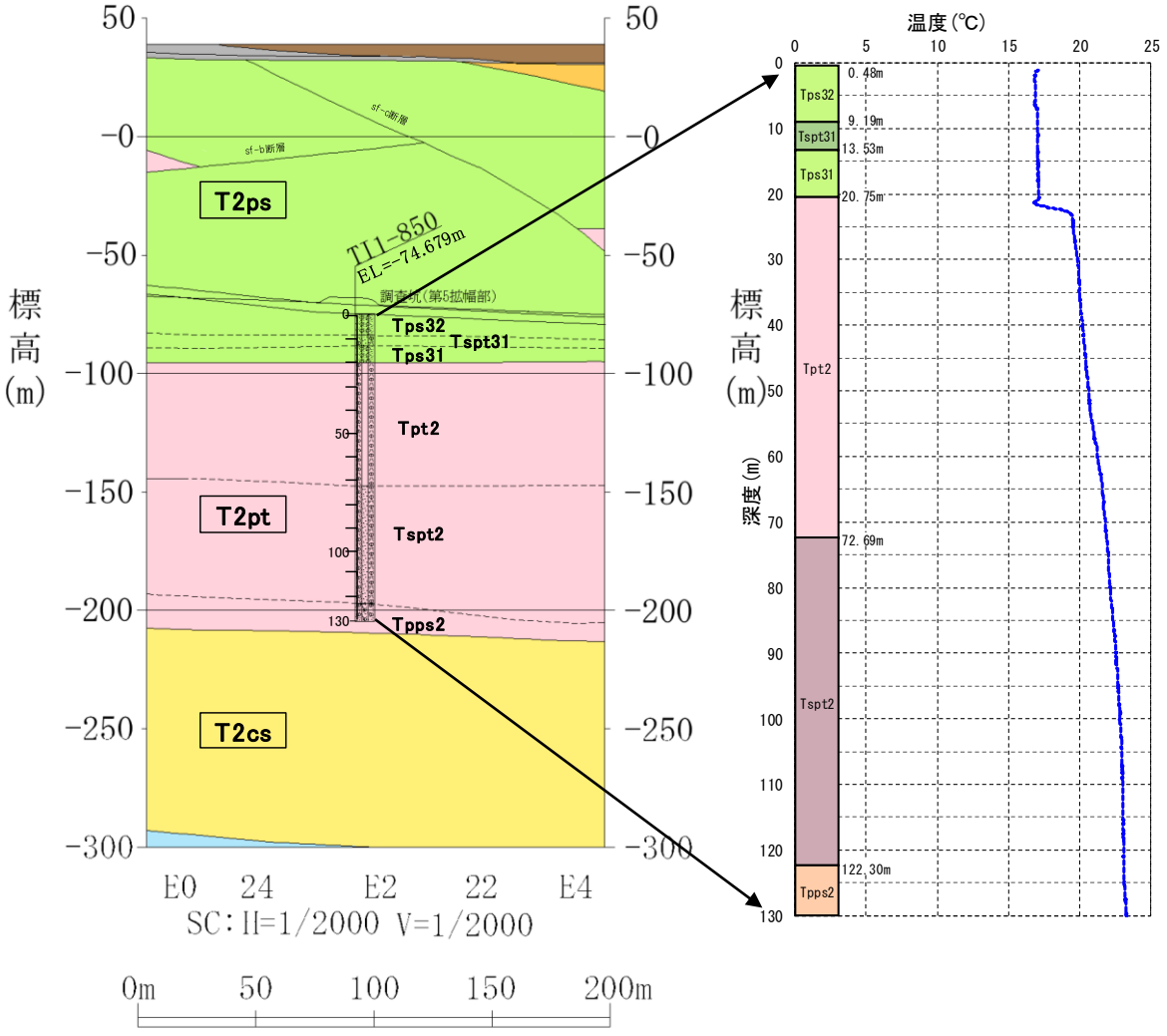


図 2.1-49 温度の深度グラフ

表 2.1-17　温度検層結果

地層名・岩相	各層の温度範囲・平均値	全体の状況
【軽石混り砂岩層（T2ps）】 軽石混り砂岩（Tps32） 砂質軽石凝灰岩（Tspt31） 軽石混り砂岩（Tps31）	範　　囲：16.8～17.2℃ 平　　均：17.0℃ 地温勾配：0.2℃／100m	【検層区間全体】 範　　囲：16.8～23.3℃ 平　　均：21.0℃ 地温勾配：4.8℃／100m ・検層区間全体としては、地温勾配が 4.8℃／100mと非火山地域の一般的な地温勾配の範囲に入る結果となっている。 ・軽石混り砂岩層（T2ps）の地温勾配が 0.2℃／100m と深度方向への地温上昇が小さい。 ⇒軽石混り砂岩層（T2ps）は、比較的透水性が高いため、調査坑周囲の温度の低い地下水の影響を受けて低温となっている可能性がある。 ・軽石凝灰岩（Tpt2)区間の地温勾配が、9.2℃／100m と大きい値を示している。これは、軽石混り砂岩層（T2ps）の温度が小さいことの影響を受けて、地温勾配が大きくなっている可能性がある。 ・軽石混り砂岩（T2ps)の低温影響のない深度 25m以深においては、地温勾配は 4.9℃／100mとなっている。
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石凝灰岩（Tpt2）	範　　囲：16.8～21.9℃ 平　　均：20.5℃ 地温勾配：9.2℃／100m ・深度 25m以深の場合 範　　囲：19.5～21.9℃ 平　　均：20.7℃ 地温勾配：4.9℃／100m	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 砂質軽石凝灰岩（Tspt2）	範　　囲：21.9～23.1℃ 平　　均：22.7℃ 地温勾配：2.5℃／100m	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石質砂岩（Tpps2）	範　　囲：23.1～23.3℃ 平　　均：23.2℃ 地温勾配：2.2℃／100m	

(3) キャリパー検層

キャリパー検層は、深度 0.00m～129.79m 区間について 0.01m 間隔でデータを取得した。ボーリング孔径の深度グラフを図 2.1-50 に示し、キャリパー検層結果を表 2.1-18 に示す。

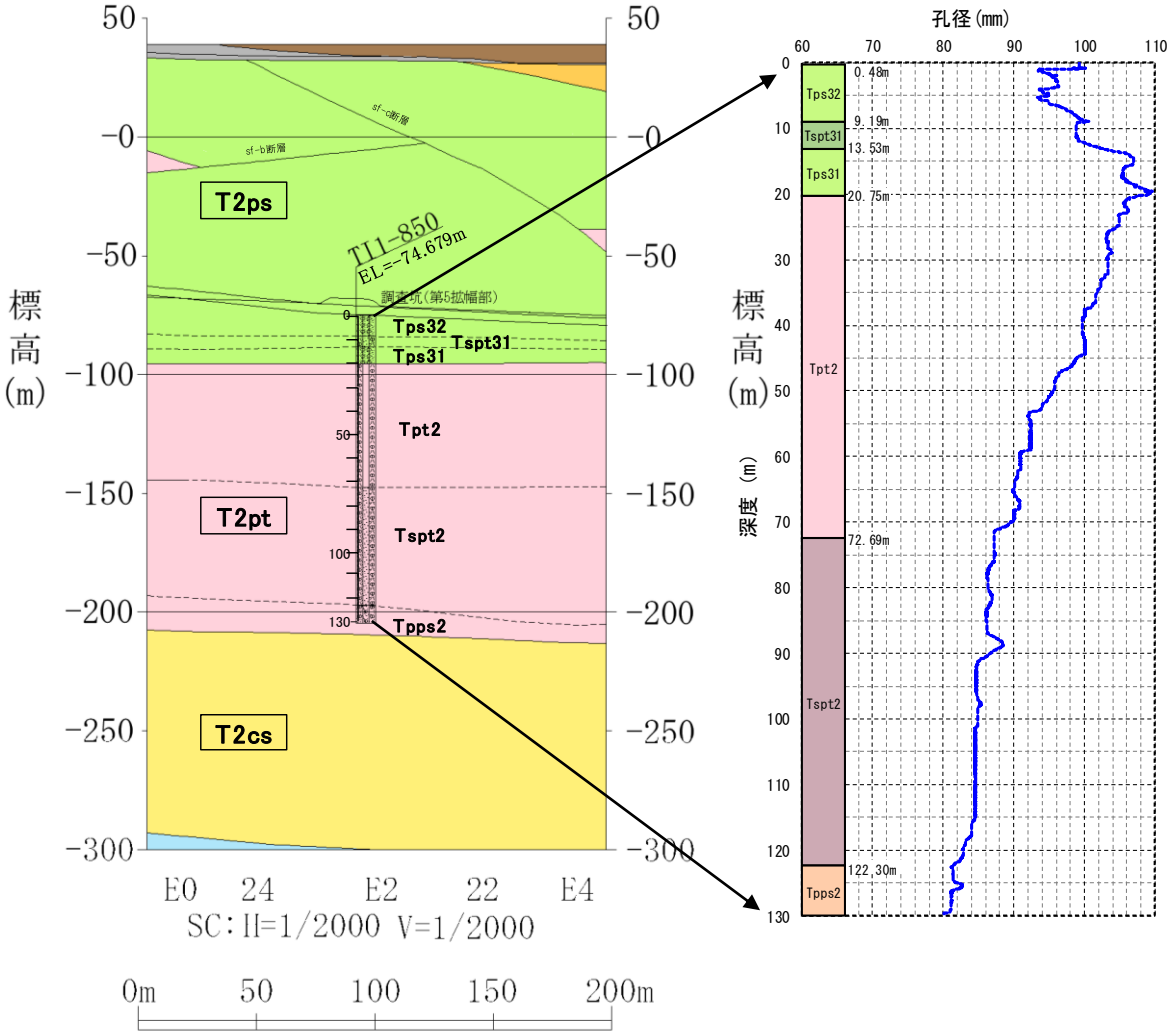


図 2.1-50　孔径の深度グラフ

表 2.1-18　キャリパー検層結果

地層名・岩相	各層の孔径範囲・平均値	全体の状況
【軽石混り砂岩層（T2ps）】 軽石混り砂岩（Tps32） 砂質軽石凝灰岩（Tspt31） 軽石混り砂岩（Tps31）	範　　囲：93～110mm （最大：109.51mm〔深度19.50m〕） 平　　均：101mm	【検層区間全体】 範　　囲：80～110mm 平　　均：92mm ・ボーリングの掘削孔径は 76mm であるが、最も下端の掘削による口径拡大の影響が少ない地点においても、80mm 程度の孔径となっている。 〔掘削の影響として〕 ・コアチューブを下げる時に孔壁に接触し、孔壁が削られる。 ・掘削中に回転するボーリングロッドが孔壁を叩き、孔壁が削られる。 ・孔径が最も大きくなっている箇所は、軽石混り砂岩（Tps31）と軽石凝灰岩（Tpt2）との境界付近の深度 19.50m である。 ・孔径は上記の地点を最大として、下方に向かい徐々に孔径が小さくなっており、浅い深度ほど、ボーリング掘削の影響を受けていると考えられる。 ・軽石凝灰岩（Tpt2）に比べ砂質軽石凝灰岩（Tspt2）のほうが、岩質的に孔径の拡大する割合が小さいように見える。 （一軸圧縮強度では、軽石質砂岩（pps）>砂質軽石凝灰岩（spt）>軽石凝灰岩（pt）の傾向がある。）
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石凝灰岩（Tpt2）	範　　囲：87～106mm （最大：106.43mm〔深度20.81m、深度 20.82m〕） 平　　均：97mm	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 砂質軽石凝灰岩（Tspt2）	範　　囲：81～88mm （最大：88.47mm〔深度88.91m、深度 88.92m〕） 平　　均：85mm	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石質砂岩（Tpps2）	範　　囲：80～83mm （最大：82.68mm〔深度125.58m〕） 平　　均：81mm	

(4) 密度検層

密度検層は、深度 1.00m～125.00m 区間について 0.01m 間隔でデータを取得した。ボーリング孔周辺地層の密度の深度グラフを図 2.1-51 に示し、密度検層結果を表 2.1-19 に示す。

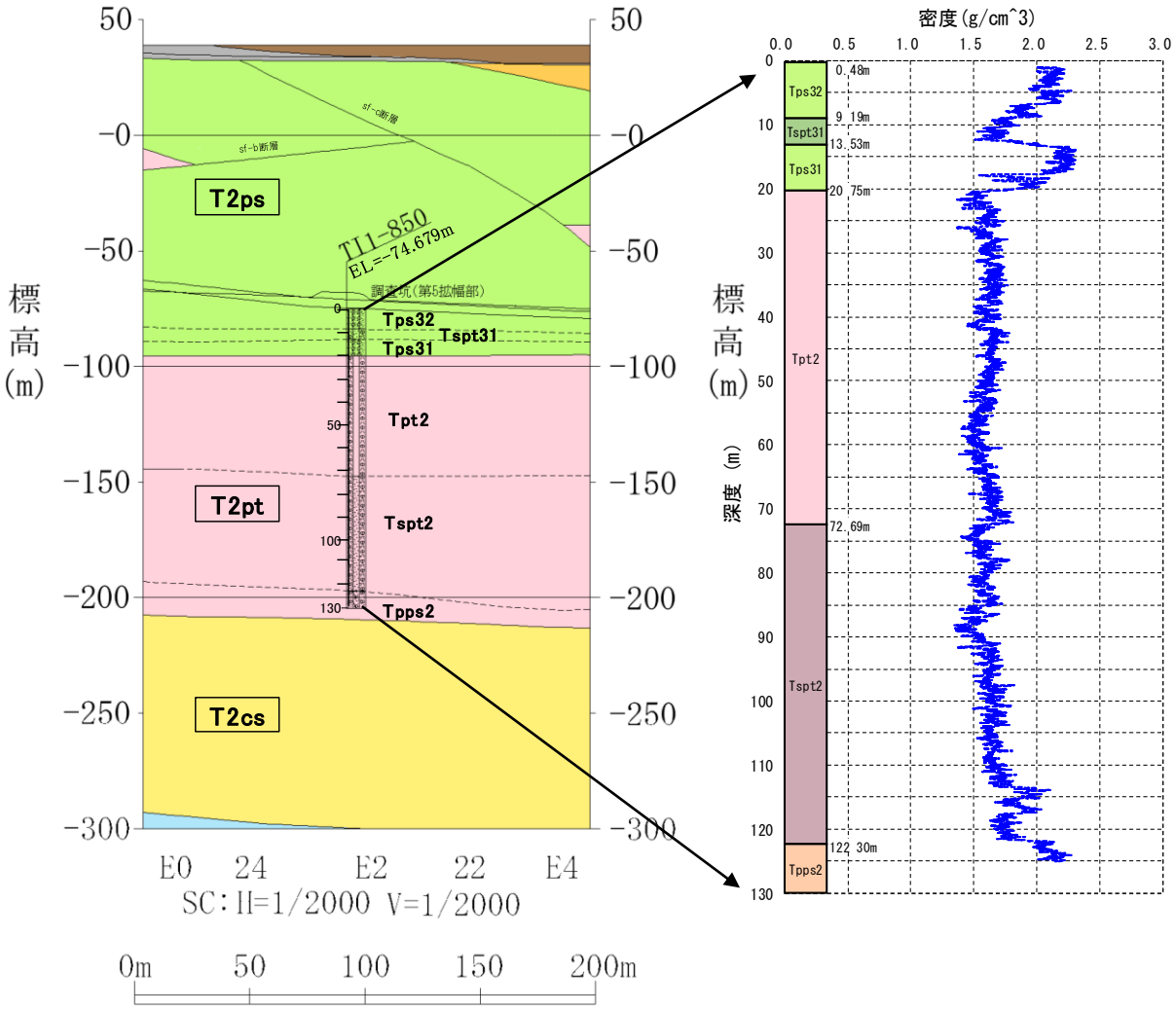


図 2.1-51 密度の深度グラフ

表 2.1-19　密度検層結果

地層名・岩相	各層の密度範囲・平均値	全体の状況
【軽石混り砂岩層（T2ps）】 軽石混り砂岩（Tps32） 砂質軽石凝灰岩（Tspt31） 軽石混り砂岩（Tps31）	範　　囲：1.47～2.31g/cm^3 （最大：2.31g/cm^3〔深度 13.90m、深度 13.92m、深度 14.16m〕） 平　　均：1.97g/cm^3	【検層区間全体】 範　　囲：1.34～2.31g/cm^3 平　　均：1.69g/cm^3 ・本区間に分布する地層の密度は、軽石質砂岩（pps）>軽石混り砂岩（ps）>砂質軽石凝灰岩（spt）>軽石凝灰岩（pt）の傾向があり、砂分が多くなるほど密度が大きくなる。 ・軽石凝灰岩（Tpt2）は、概ね一葉な深度分布になっているが、砂質軽凝灰岩(Tspt2)は下部ほど密度が大きくなっている。 ⇒基質部に砂分が多くなることで密度が増加していると考えられる。
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石凝灰岩（Tpt2）	範　　囲：1.36～1.81g/cm^3 （最大：1.81g/cm^3〔深度 72.11～72.13m〕） 平　　均：1.60g/cm^3	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 砂質軽石凝灰岩（Tspt2）	範　　囲：1.34～2.14g/cm^3 （最大：2.14g/cm^3〔深度 121.97～121.99m〕） 平　　均：1.65g/cm^3	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石質砂岩（Tpps2）	範　　囲：1.97～2.27g/cm^3 （最大：2.27g/cm^3〔深度 124.09m〕） 平　　均：2.10g/cm^3	

(5) PS 検層

PS 検層は、深度 2.00m～125.00m 区間について 1.00m 間隔でデータを取得した。ボーリング孔周辺の地層の速度（P 波速度：Vp、S 波速度：Vs）の深度グラフを図 2.1-52 に示し、PS 検層結果を表 2.1-20 に示す。

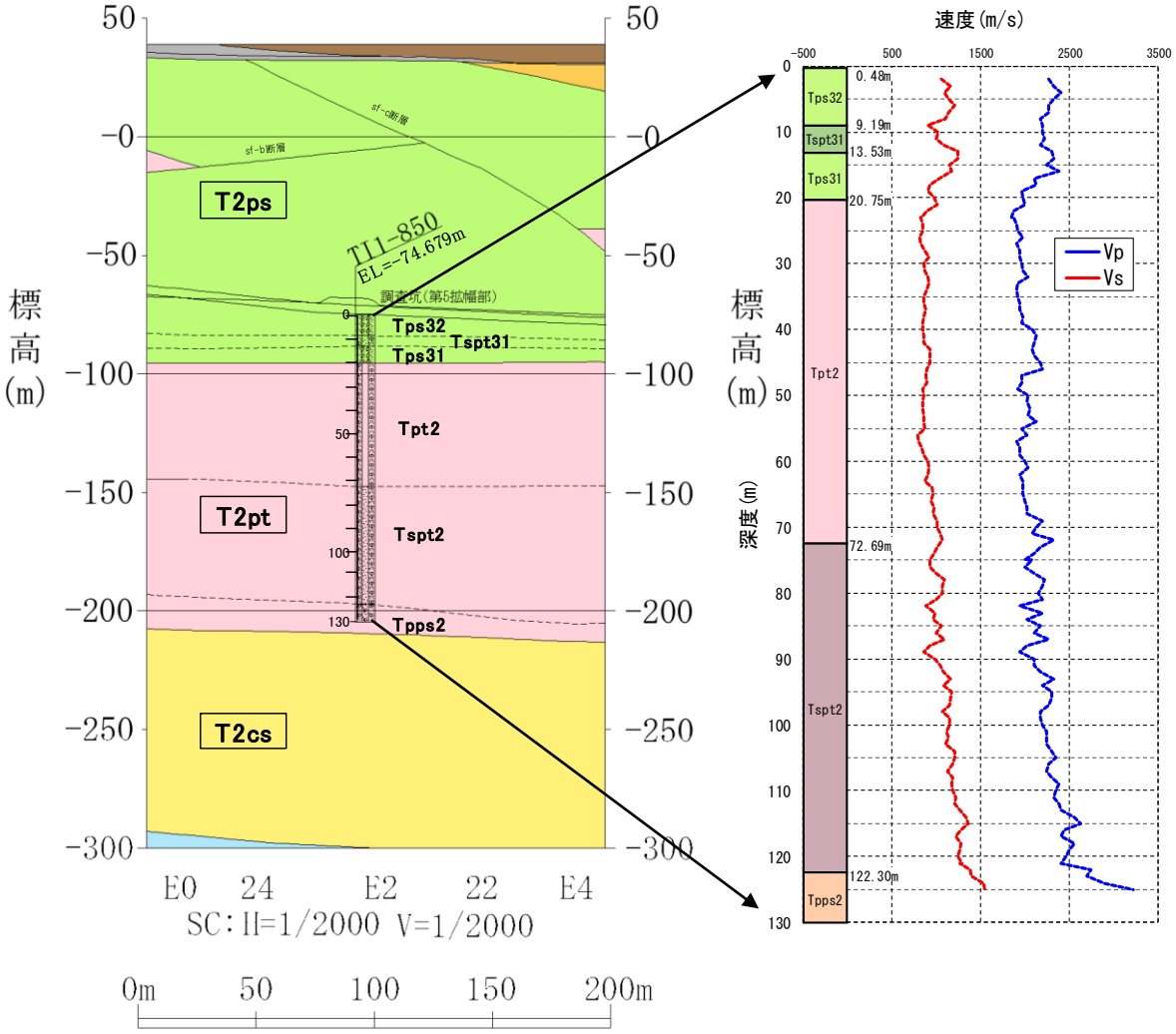


図 2.1-52　弾性波速度（Vp,Vs）の深度グラフ

表 2.1-20　PS 検層結果

地層名・岩相	各層の速度範囲・平均値	全体の状況
【軽石混り砂岩層（T2ps）】 軽石混り砂岩（Tps32） 砂質軽石凝灰岩（Tspt31） 軽石混り砂岩（Tps31）	【Vp】 範　　囲：1,961～2,410m/sec 平　　均：2,225m/sec 【Vs】 範　　囲：909～1,251m/sec 平　　均：1,084m/sec	【検層区間全体】 【Vp】 範　　囲：1,869～3,226m/sec 平　　均：2,166m/sec 【Vs】 範　　囲：791～1,551m/sec 平　　均：1,032m/sec ・Vp は Vs の概ね 2 倍程度の速度値となってる。 ・本区間に分布する地層の速度は、概ね、軽石質砂岩（pps）>砂質軽石凝灰岩（spt）≧軽石混り砂岩（ps）>軽石凝灰岩（pt）の傾向があり、砂分が多くなるほど速度が大きくなり、密度の分布と類似した傾向にある。 ・軽石凝灰岩（Tpt2）は、概ね一様な深度分布になっているが、砂質軽石凝灰岩(Tspt2)は下部ほど速度が大きくなっており、これも密度の分布と同様の傾向である。
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石凝灰岩（Tpt2）	【Vp】 範　　囲：1,869～2,326m/sec 平　　均：2,007m/sec 【Vs】 範　　囲：791～1,076m/sec 平　　均：896m/sec	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 砂質軽石凝灰岩（Tspt2）	【Vp】 範　　囲：1,942～2,740m/sec 平　　均：2,258m/sec 【Vs】 範　　囲：863～1,389m/sec 平　　均：1,122m/sec	
【軽石凝灰岩層（T2pt）】 軽石質砂岩（Tpps2）	【Vp】 範　　囲：2,703～3,226m/sec 平　　均：2,943m/sec 【Vs】 範　　囲：1,399～1,551m/sec 平　　均：1,496m/sec	

(6) ボアホールカメラ（BTV）観察

ボアホールカメラ（以下、BTV と称す。）観察は、深度 1.00m～125.00m 区間について連続的に孔壁画像のデータを取得した。

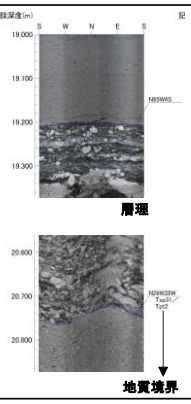
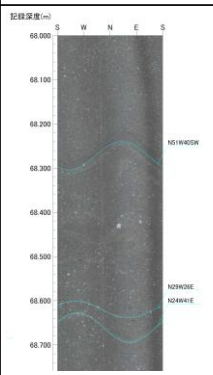
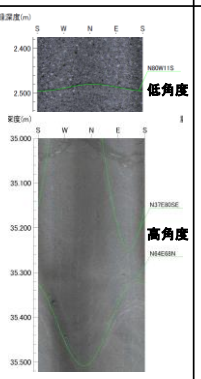
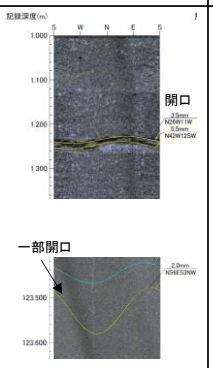
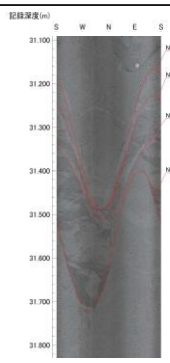
BTV 画像のデータである孔壁展開画像を巻末資料に収録した。

1）不連続面の抽出

BTV 観察においては、不連続面として地層境界、層理、葉理、割れ目（密着、開口）及び断層を抽出して走向・傾斜を整理し、それらの分布や頻度等を整理した。

各不連続面の抽出の例を表 2.1-21 に示す。

表 2.1-21　不連続面の抽出例

不連続面	地質境界・層理	葉理	割れ目（密着）	割れ目（開口）	断層（ゆ着・固結）
特徴	地層の層相が顕著に変わる不連続面を地質境界あるいは層理（面）として抽出。	地層内の堆積構造である粗粒部と細粒部との細互層あるいは泥岩の数mmの薄層などを葉理として抽出。	層理や葉理を切らない不連続面のうち、密着しているものを割れ目（密着）として抽出。	層理や葉理を切らない不連続面のうち、ボアホール画像で開口あるいは一部開口しているものを割れ目（開口）として抽出。	明瞭に層理や葉理を切る不連続面で密着しているものを断層（ゆ着・固結）として抽出。 ・同系統の断層を何条か伴う場合が多い。 （カメラ画像のみでは固結しているか否かの判断は難しいため、コア観察結果も考慮した）
撮影画像（例）					
条数	10	66*	26	8	8
頻度分布	N80～90E 5Sにやや集中するがバラツキがある。	N76E 7Sに葉理が集中する傾向がある。	全体にバラツクが、N73E 74S、N3E 46Wの2面に集中する傾向がある。	全体にバラツクが、N29W 12Sに集中する傾向がある。（すべて∠60° 未満）	N89W 68N、N64E 74Nの2面に集中する傾向がある。（すべて∠60° 以上）

＊葉理の走向・傾斜の分布状況を確認するため 66 データをピックアップした。

2）不連続面の抽出

TI1-850 孔のボアホール及びコア観察により確認された不連続面は、地層境界・層理：10 条、葉理：66 条、割れ目（密着）：26 条、割れ目（開口）：8 条、断層（ゆ着・固結）：8 条であり、面が開口している断層は確認されなかった。

なお、堆積構造である葉理は、明瞭なもの、不明瞭なものを含めると 66 条以上確認されるが、本調査では、堆積構造である葉理の大局的な構造を把握するために、葉理が比較的発達した区間の代表として 66 箇所をピックアップし、走向・傾斜を測定した。

各不連続面の走向・傾斜の頻度分布及びコンター図、ローズタイヤグラムを表 2.1-22（1）～表 2.1-22（2）に示す。

表 2.1-22　不連続面の走向・傾斜の分布及び頻度

（1）全体、地層境界・層理、葉理

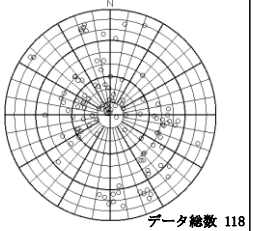
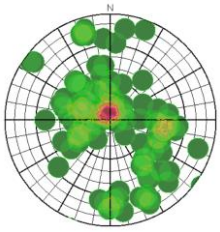
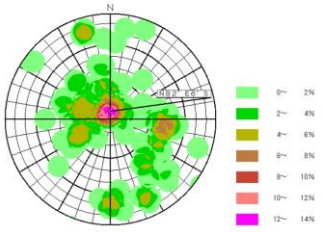
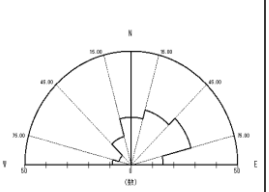
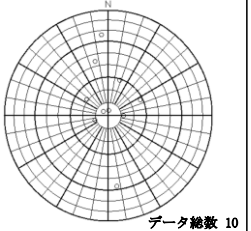
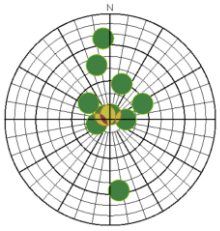
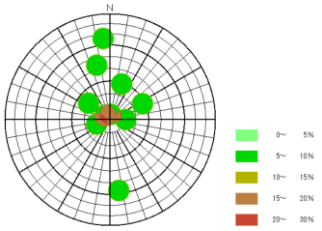
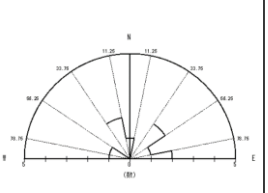
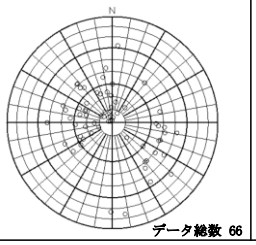
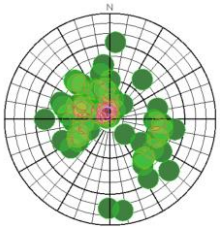
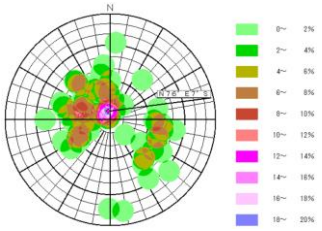
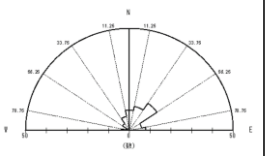
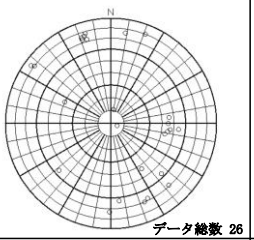
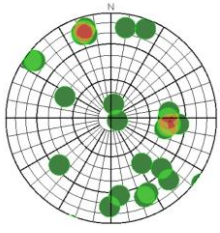
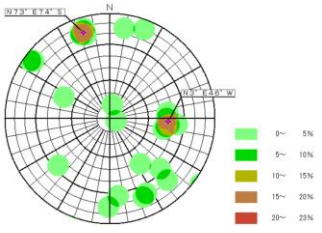
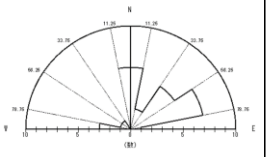
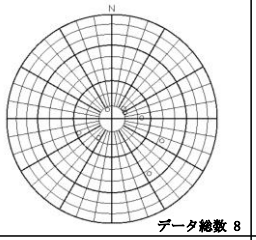
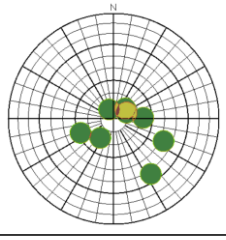
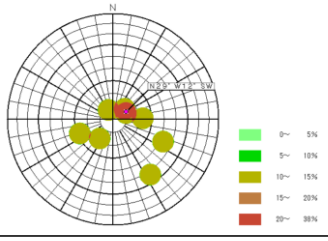
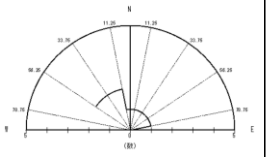
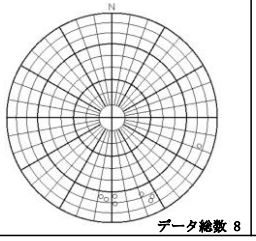
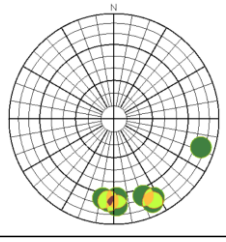
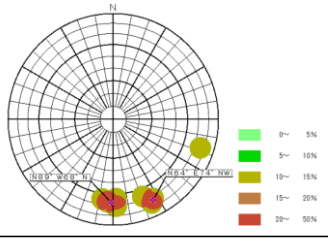
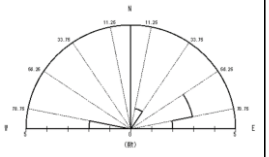
	分布図	頻度分布	頻度コンター図	ローズダイヤグラム
全体	 データ総数 118			
地質境界・層理	 データ総数 10			
葉理	 データ総数 66			

表 2.1-22　不連続面の走向・傾斜の分布及び頻度

（2）割れ目（密着）、割れ目（開口）、割れ目（ゆ着・固結）

	分布図	頻度分布	頻度コンター図	ローズダイヤグラム
割れ目（密着）	 データ総数 26			
割れ目（開口）	 データ総数 8			
断層（ゆ着・固結）	 データ総数 8			

3）割れ目及び断層の深度分布

割れ目（密着、開口）及び断層（ゆ着・固結）の深度分布を図 2.1-53 に示す。

軽石混り砂岩層（T2ps）は、上部の軽石混り砂岩（Tps32）及び砂質軽石凝灰岩（Tspt31）に割れ目や断層が比較的多く分布し、特に軽石混り砂岩（Tps32）の深度 5m までの区間（調査坑空洞に近い部分）には開口割れ目が多く分布する。

軽石凝灰岩層（T2pt）は、上位の軽石凝灰岩（Tpt2）と下位の軽石質砂岩（Tpps2）に割れ目や断層が発達し、特に軽石凝灰岩（Tpt2）については、深度 20m～50m 区間に発達している。

軽石凝灰岩（Tpt2）には、密着した割れ目や断層（ゆ着・固結）が分布するのに対し、軽石質砂岩（Tpps2）には、開口割れ目が発達している。

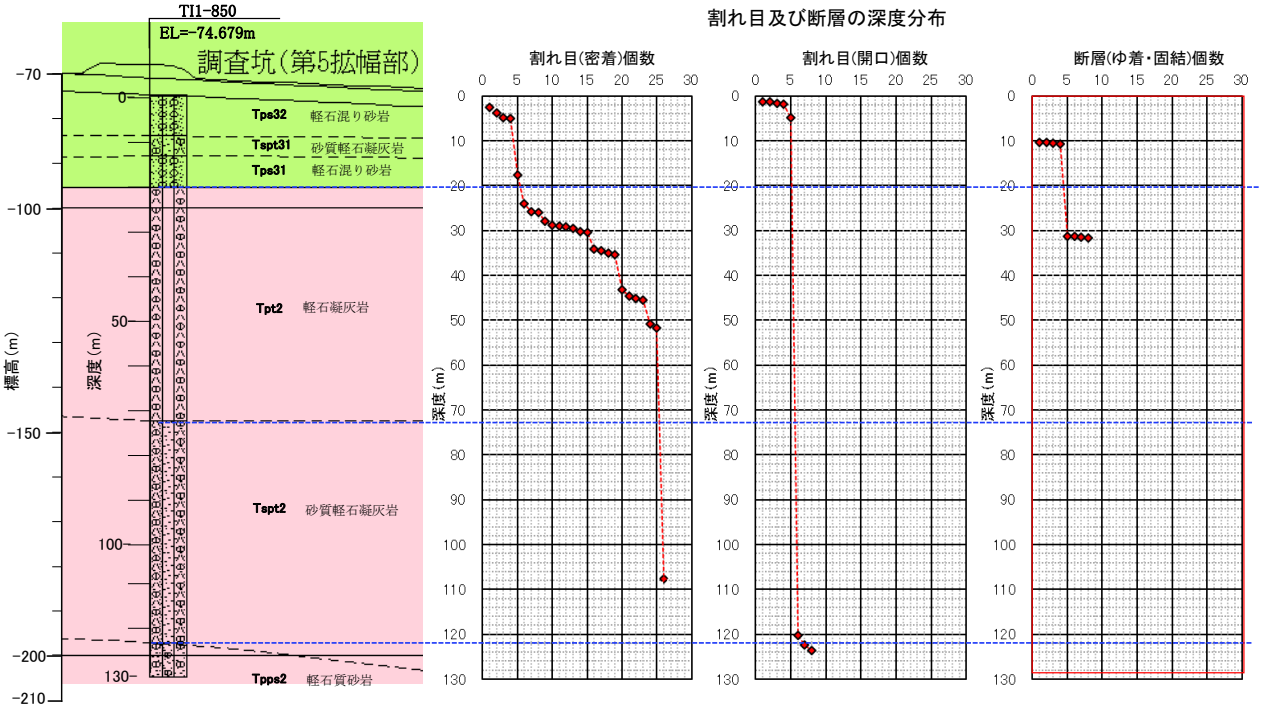


図 2.1-53　割れ目及び断層の深度分布

(7) 透水試験

透水試験は、低圧岩盤透水試験で実施した。透水試験は、軽石凝灰岩層（T2pt）のうち軽石凝灰岩（Tpt2）及び砂質軽石凝灰岩（Tspt2）を対象に実施した。

透水試験結果を表 2.1-23 に示す。また、試験区間の地質状況（コア写真）を図 2.1-54 に示す。

透水係数は、図 2.1-55 に示すとおり既往の軽石凝灰岩層（T2pt）の透水係数と同様の値を示している。

表 2.1-23　低圧岩盤透水試験結果

地層	岩相	中心標高 EL.m	中心深度 GL.-m	上端深度 GL.-m	下端深度 GL.-m	区間長 m	透水係数 m/s	区間水位 GL.+m	区間水位 EL.m
軽石凝灰岩層（T2pt）	軽石凝灰岩（Tpt2）	-111.18	36.50	34.00	39.00	5.00	1.94E-08	25.47	-49.21
軽石凝灰岩層（T2pt）	砂質軽石凝灰岩（Tspt2）	-150.18	75.50	73.00	78.00	5.00	5.63E-09	33.49	-41.19
軽石凝灰岩層（T2pt）	砂質軽石凝灰岩（Tspt2）	-163.18	88.50	86.00	91.00	5.00	1.19E-08	11.02	-63.66

※本調査においては、調査坑（第 5 拡幅部）の路面が GL±0m となる。

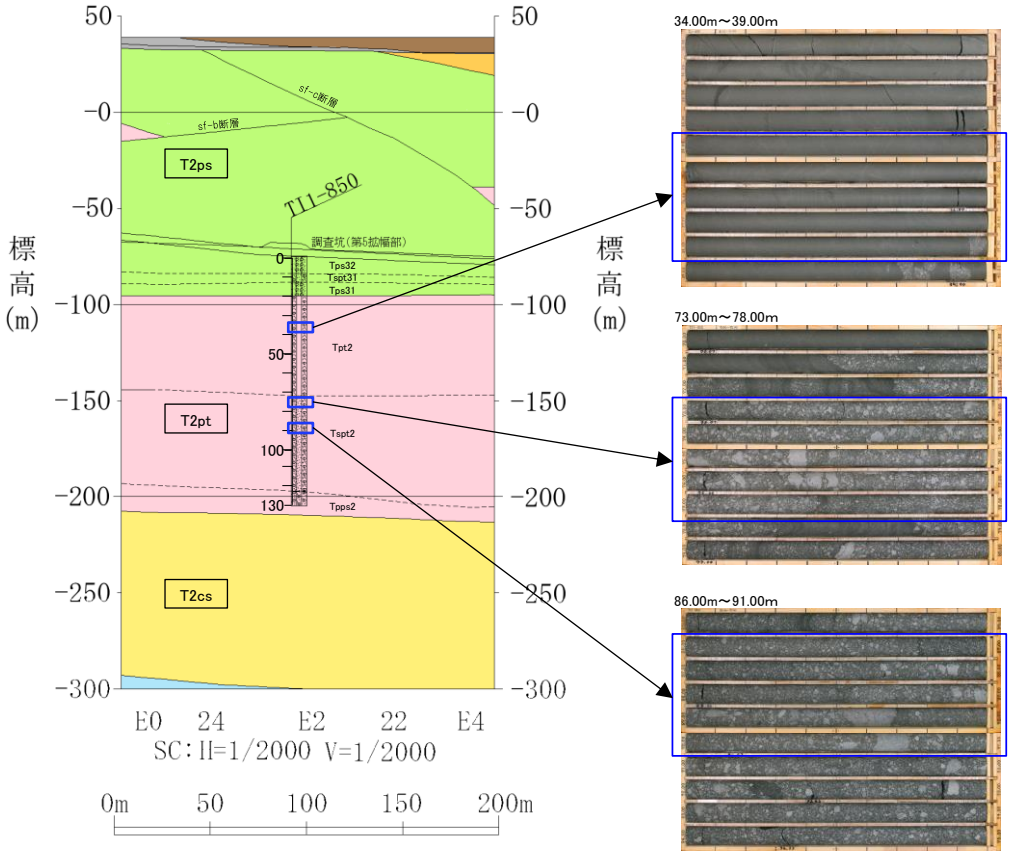


図 2.1-54　低圧岩盤透水試験実施区間の地質状況

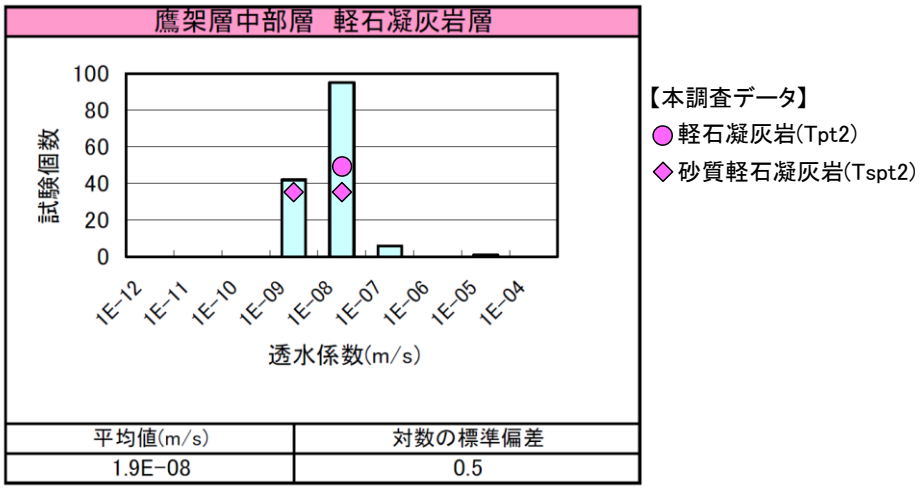


図 2.1-55　既往の軽石凝灰岩層（T2pt）の透水係数との比較

(8) 初期地圧測定

1) 水圧破砕法測定結果

a. 測定深度と測定結果

全深度掘削後に各種検層を実施し透水試験を実施した後、水圧破砕法による初期地圧測定を実施した。測定深度の選定にあたっては、ボーリングコアの観察とともに各種検層結果を参照した。キャリパー検層結果からは孔径が拡大していることがわかり、特に軽石凝灰岩 Tpt2 で孔径が大きく、深度 45m 付近以浅は孔径が 100mm 以上であった。浅部で孔径が大きくなっていた原因として、コアチューブの昇降作業時の孔壁の削れ、深部掘進時に回転するロッドが孔壁にあたることによる孔壁の削れが考えられた。孔径 100mm 以上ではパッカーの止水性能低下や抑留リスク増大のため試験実施は見合わせ、深度 50m 以深で実施することとし、ボアホールカメラ画像やコアの状態から、既存の割れ目や明瞭な堆積構造、不均質部を避けて、試験区間の候補を選定した。

水圧破砕法測定実施深度を図 2.1-56 に示す。図では最終的に初期地圧の評価を行った深度を「○」で表し、測定はしたものの地圧の算出ができなかった深度や信頼性が低いとして不採用とした深度を「×」で表した。

以下の区間は測定対象外とした区間である。

＜測定対象外とした区間＞

・深度 50m 以浅： 孔径 96mm 以上の区間
・深度 56～60m 付近： Tpt2 のうち軽石の大きな区間
・深度 71～72.69m： Tpt2 の下限付近で葉理もあり不均質な区間
・深度 72.69～78m 付近： Tspt2 上部の透水試験実施区間
・深度 86～91m 付近： Tspt2 中部の透水試験実施区間
・深度 114～118m 付近： 葉理や軽石細粒化等でやや不均質な区間

その他の区間でも、測定を試みた試験区間の半数以上はき裂の生成を表す挙動が認められず、応力の評価を断念した。そのため、軽石凝灰岩 Tpt2 ではその深部でしか初期地圧の算出ができなかった。

初期地圧の算出を行った全 8 深度の圧力及び送水レートの経時変化図を図 2.1-57(1)～(8)に示す。なお、それらのうち測定中心深度 70.85m の試験（図 2.1-57(3)）は最終的に不採用とした深度である。巻末資料には地圧の算出ができなかった深度も含む全測定結果を示す。

各深度の試験では、1 回の送水量はポンプ容量の制約を受けるため、水圧破砕が生じたと判断されるまで送水を繰り返し実施した。水圧破砕発生有無の判断は、送水による圧力の上昇中に急激な圧力低下が認められたか否かにより判断した。この破砕試験時の送水レートはできるだけ大きくし、200～400ml/min の一定レートで送水を実施した。浅部の軽石凝灰岩 Tpt2 の 5 深度や砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のうち深度 82.75m の深度では送水を繰り返しても水圧破砕（送水中の圧力低下）が発生しなかった。測定深度によっては日を改めてパッカーを再セットしたりパッカー圧を上げたりして試験を繰り返したが、水圧破砕

を発生させることができなかった。また、深度 90m 以深の砂質軽石凝灰岩 Tspt2 の 4 深度では、水圧破砕（送水中の圧力低下）は発生したが、き裂の型撮り結果が不明瞭であったり水平方向に近いき裂が確認されたりしたため、初期地圧の算出を行えなかった。

再開口試験では、試験を繰り返し実施し再現性を確認し、送水レートも複数種類で実施した。軽石凝灰岩 Tpt2 では送水レートが小さい場合はき裂の再開口圧及び閉口圧の読み取りが困難であったため、送水レート 200ml/min 以上の試験で再開口圧及び閉口圧の読み取りを実施した。一方、砂質軽石凝灰岩 Tspt2 や軽石質砂岩 Tpps2 では、送水レートによらず再現性の高いデータが得られたため、できるだけ多くのデータを利用して再開口圧及び閉口圧の読み取りを行った。ただし、一部の深度では送水終了後の圧力低下挙動の測定時間が不十分であったためこれらのデータは利用できなかった。

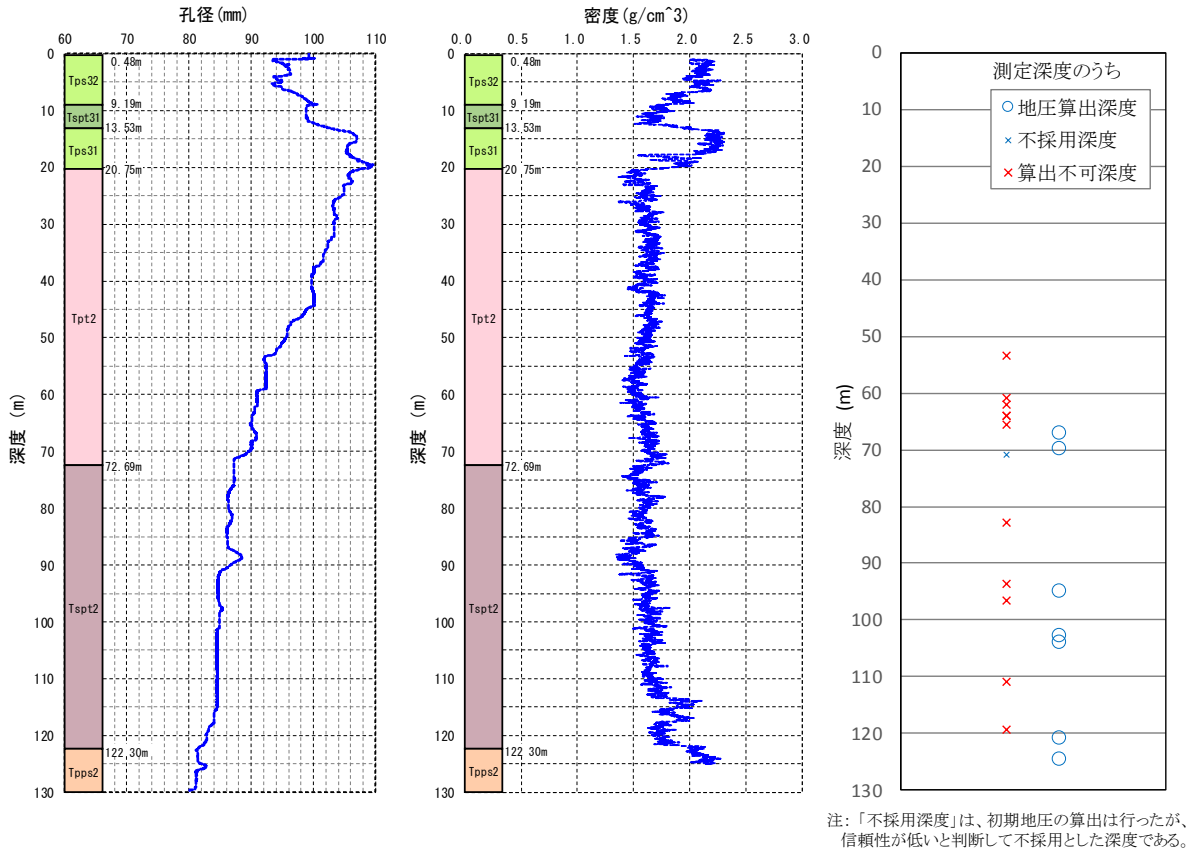


図 2.1-56　水圧破砕法測定深度（孔径検層・密度検層結果との対比）

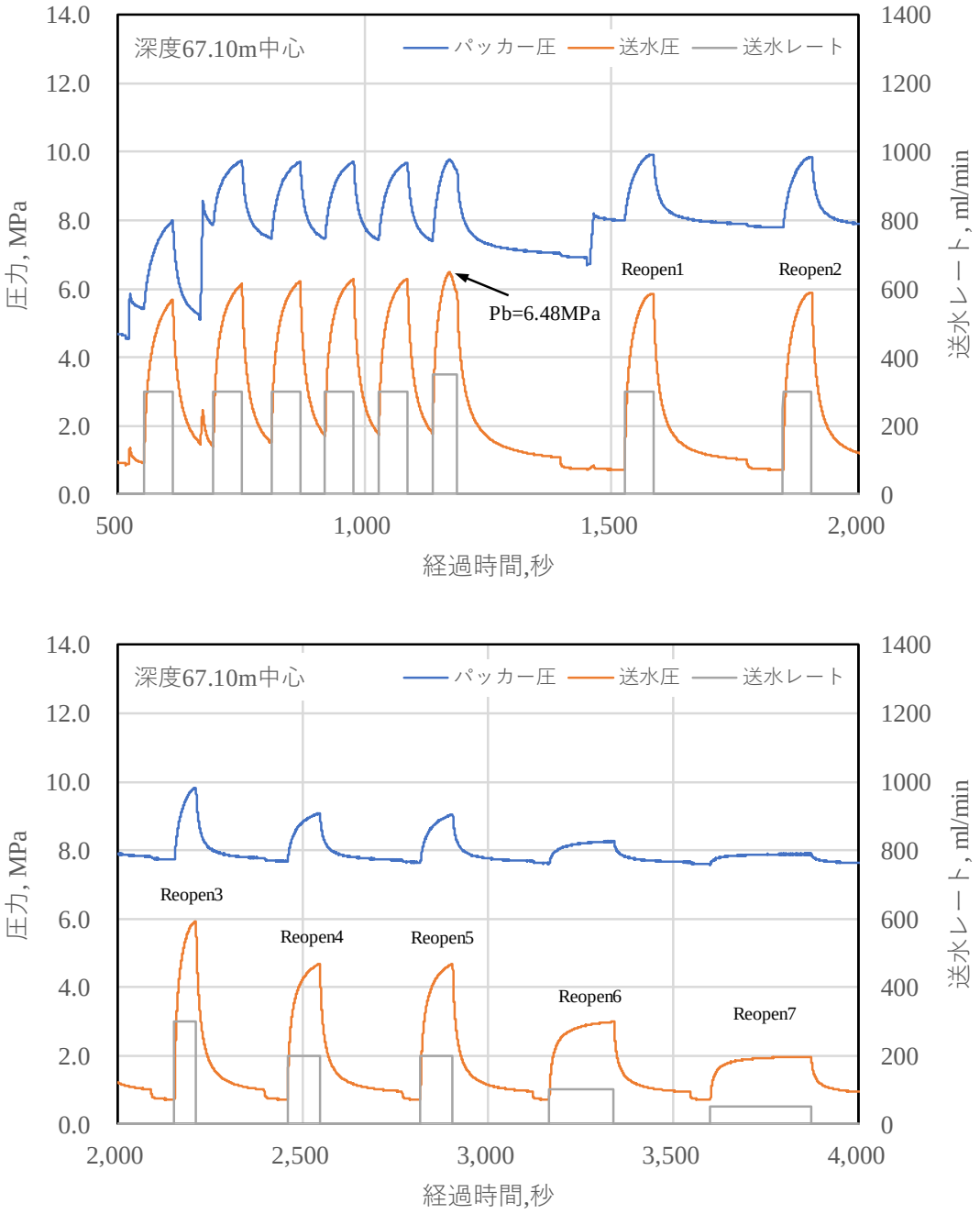


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(1) 深度 67.10m、軽石凝灰岩 Tpt2

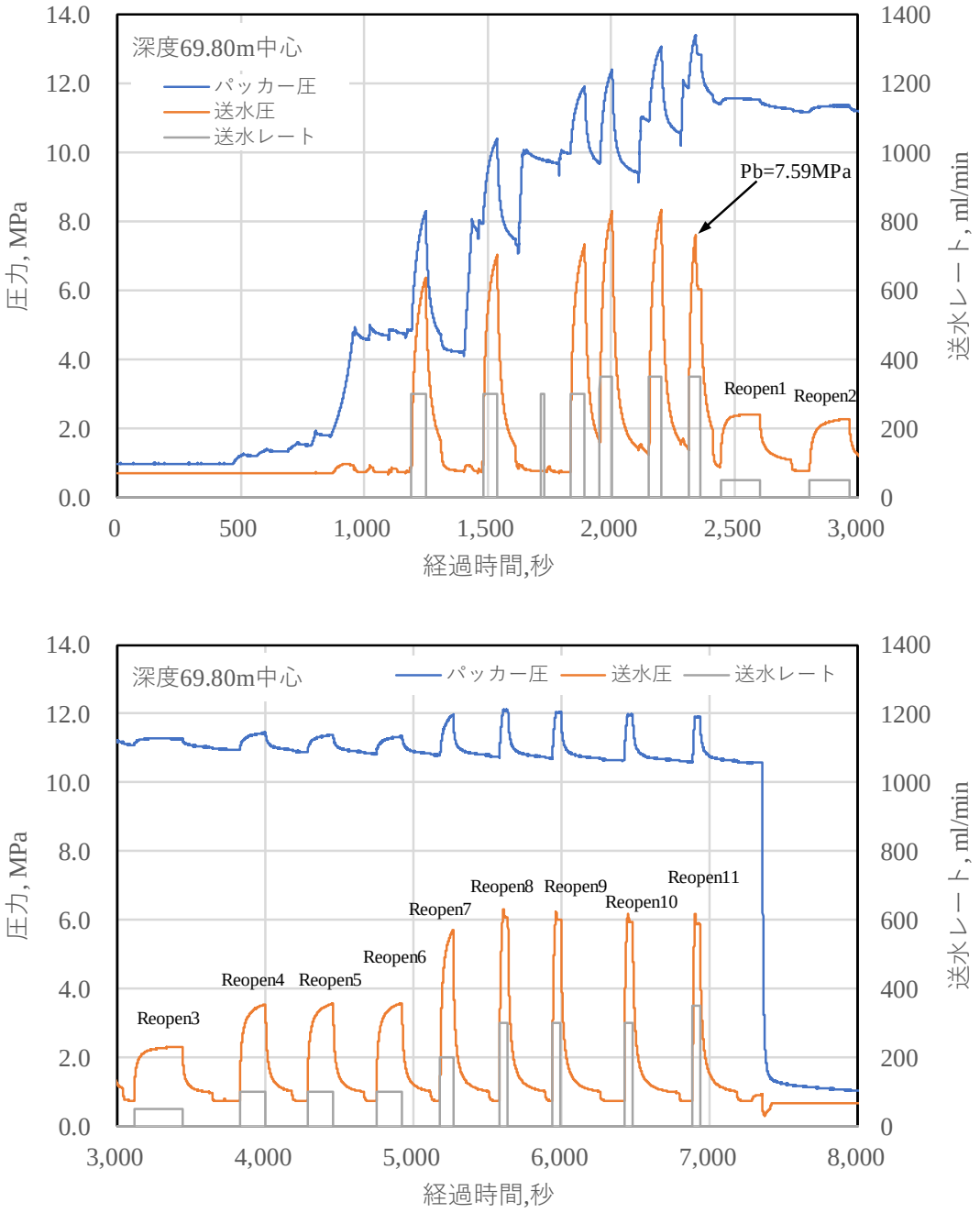


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(2) 深度 69.80m、軽石凝灰岩 Tpt2

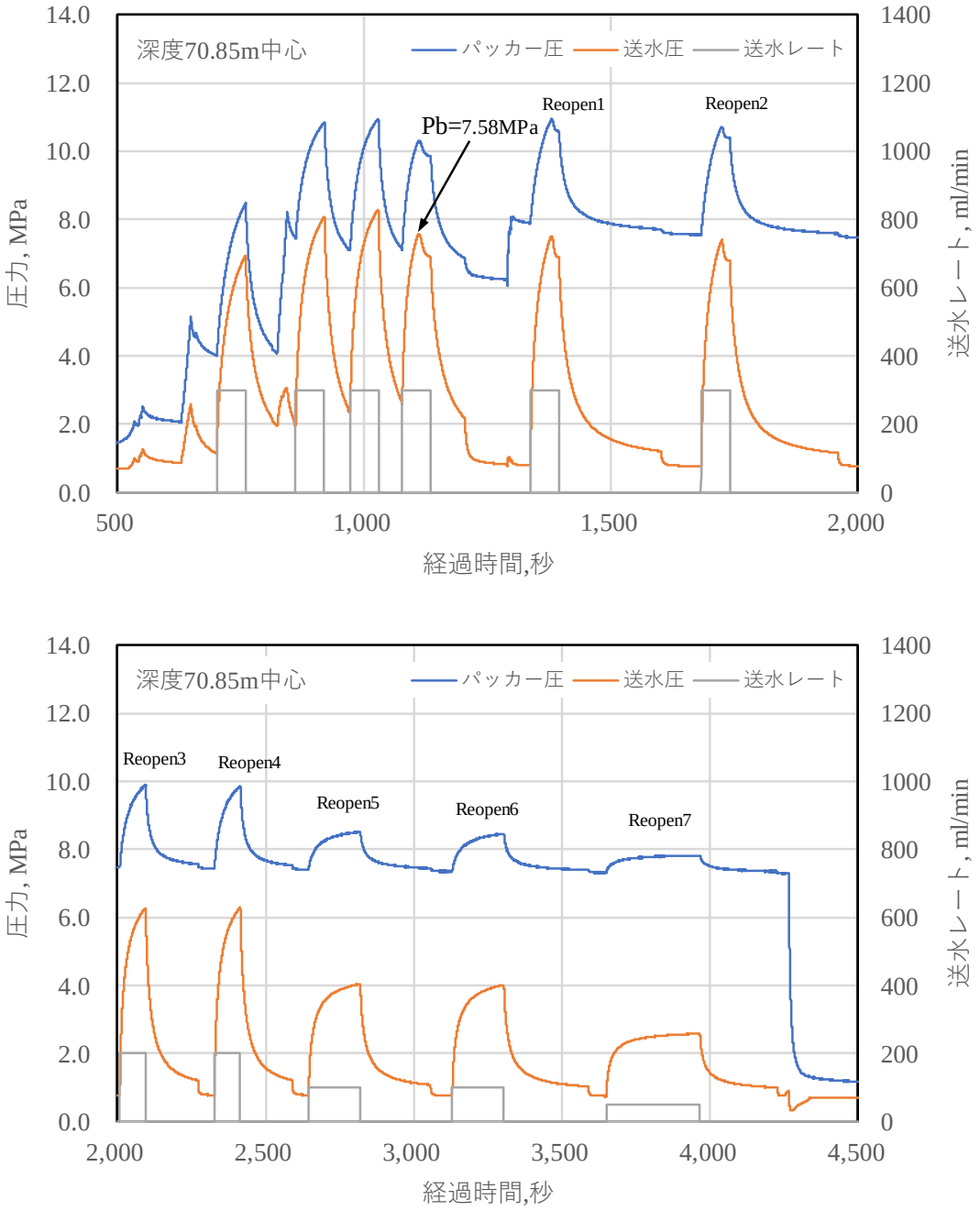


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(3) 深度 70.85m、軽石凝灰岩 Tpt2、不採用深度

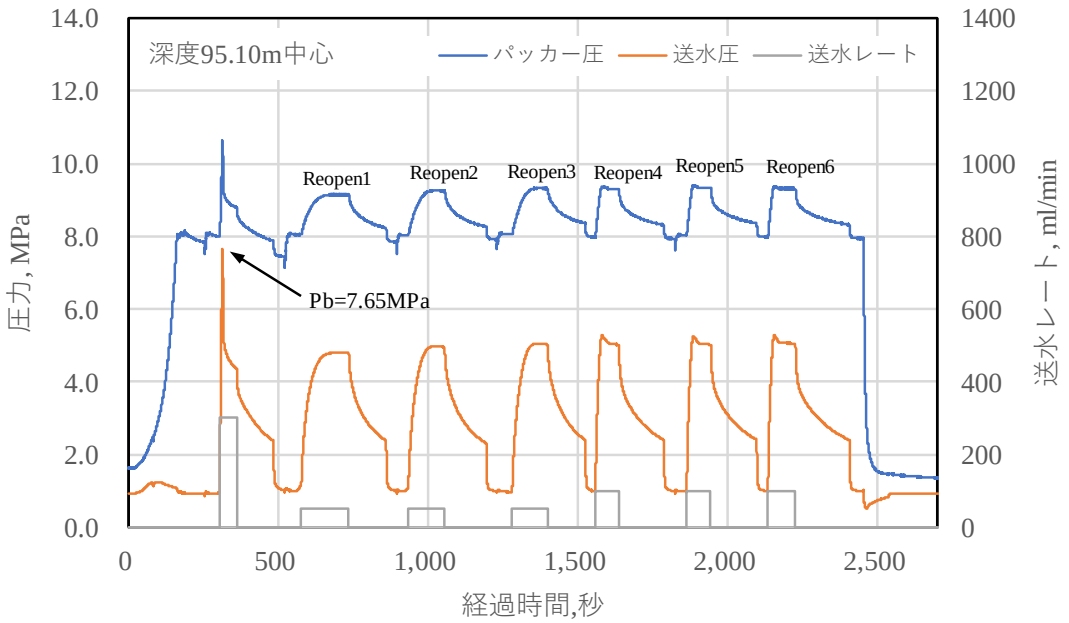


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(4) 深度 95.10m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

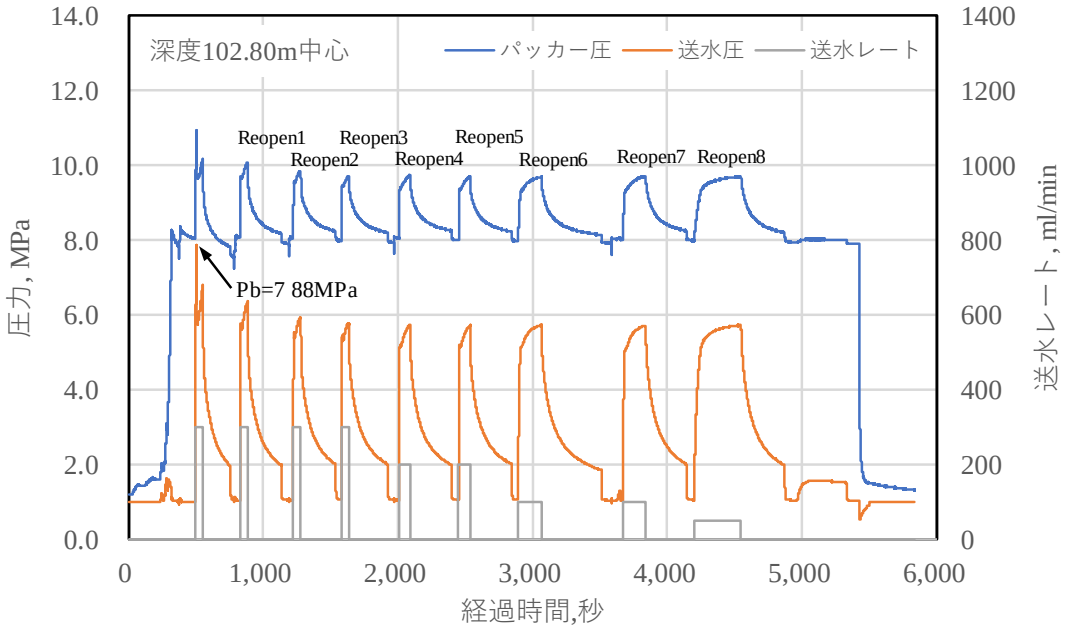


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(5) 深度 102.80m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

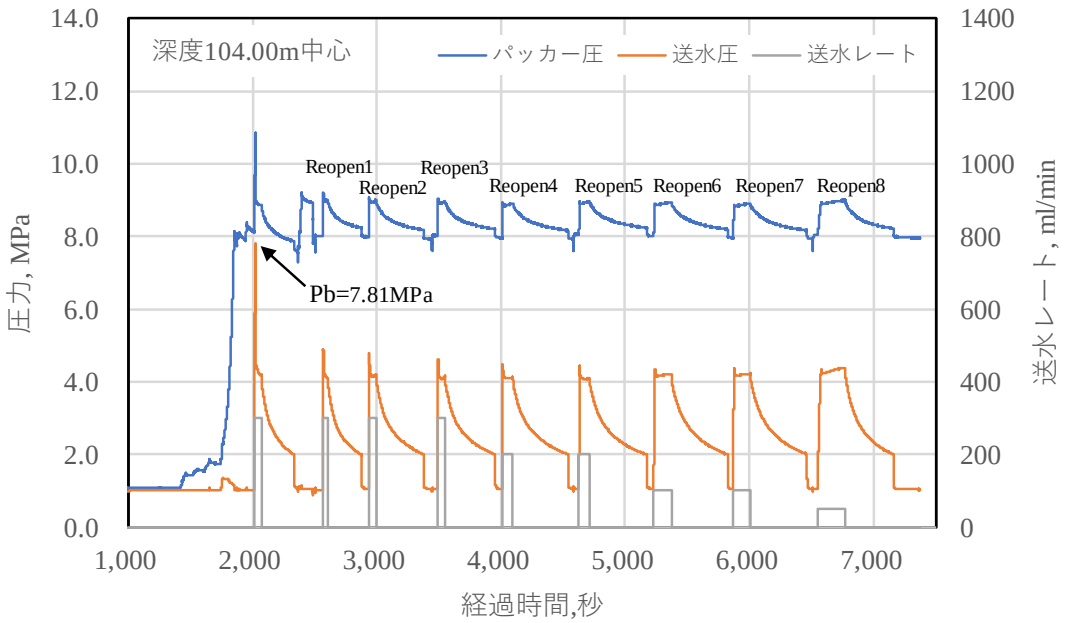


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(6) 深度 104.00m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

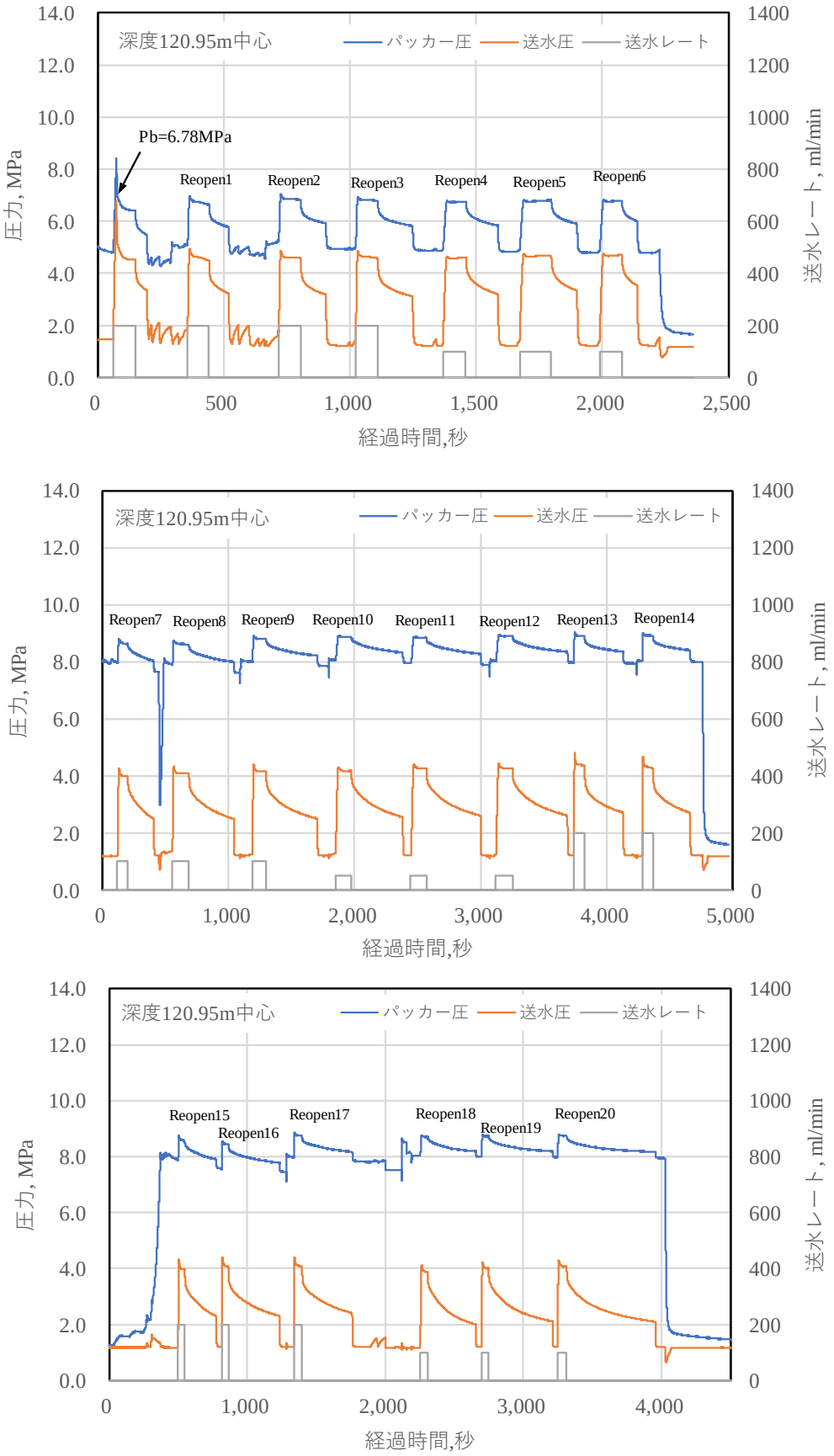


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(7) 深度 120.95m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

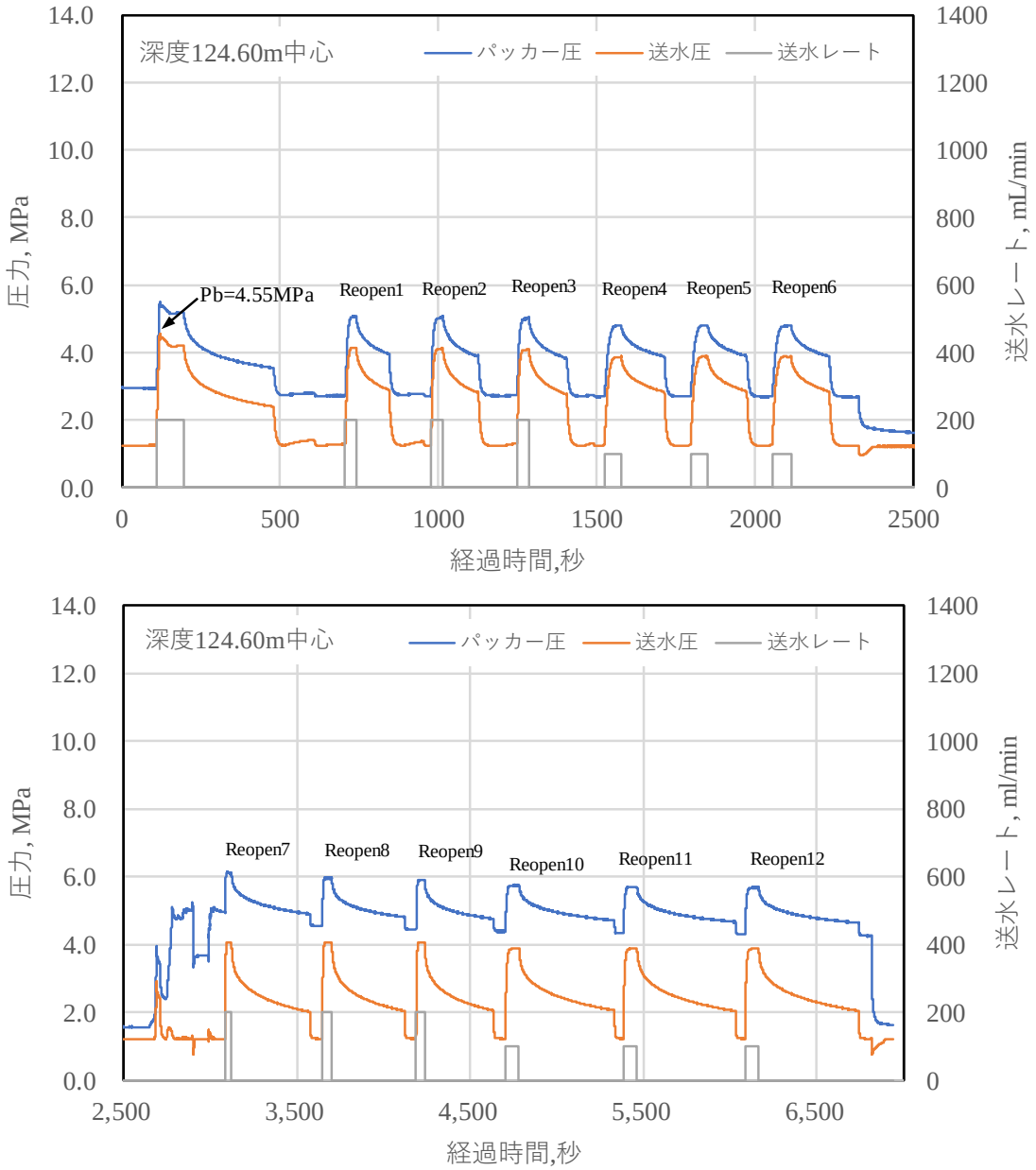


図 2.1-57　水圧破砕法試験結果経時変化図

(8) 深度 124.60m、軽石質砂岩 Tpps2

b. 再開口圧と閉口圧の読み取り

再開口試験における送水圧の経時変化図から再開口圧 P_r，閉口圧 P_s を読み取った。P_r は送水によってき裂が再開口する瞬間に送水区間の体積が大きくなり，送水圧の増加率が低下し始める点の圧力である。また，P_s は孔内への送水を急停止（シャットイン）したあと，き裂の先端が閉じ始める点の圧力である。

応力解析が可能なデータと判断した測定深度も再開口の加圧時のデータでは再開口圧 P_r の判読が不明瞭なものが多かったため、伊藤・林（1991）[8] 及び hayashi・Haimson（1991）[9] を参考にシャットイン後のデータを利用して単位時間当たりの送水圧 P の

変化の微係数の逆数 $\mathrm{d}t/\mathrm{d}P$ より算出した。算出方法の例を図 2.1-58 に示す。解析対象は、シャットイン直後の圧力から各測定深度の静水圧相当までの区間とした。

このように算出した再開口圧 P_r と閉口圧 P_s など測定結果を表 2.1-24(1)及び(2)に示す。また、シャットイン後のデータを利用した再開口圧 P_r と閉口圧 P_s の算出図（$\mathrm{d}t/\mathrm{d}P$-P 曲線）は巻末資料に示す。複数の再開口試験の結果から読み取った再開口圧 P_r，閉口圧 P_s は、再現性のあるデータの平均値を各深度の採用値とした。

上記方法で算出した再開口圧 P_r の信頼性を確認するため、シャットイン後のデータを利用した再開口圧 P_r と加圧時の曲線を比較した例を図 2.1-59(1)～(8)に示す。各図には再開口試験のうちいずれか 1 回の試験について、左にはシャットイン後のデータから読み取った図を示し、右には加圧時の曲線を示している。加圧時のデータでは多くは不明瞭であるが、シャットイン後のデータから読み取った再開口圧 P_r で違和感はない。

また、加圧時のデータを利用して、単位送水量 V 当たりの送水圧 P の変化の微係数 $\mathrm{d}P/\mathrm{d}V$ より、その値が下降を始める点を P_r として読み取る方法で算出した結果の例を図 2.1-60 に示す。これらの比較的明瞭に読み取れるデータについては両者の値はほぼ一致しており、シャットイン後のデータを利用して算出した再開口圧 P_r と閉口圧 P_s から初期地圧を算出することに問題はないと判断した。

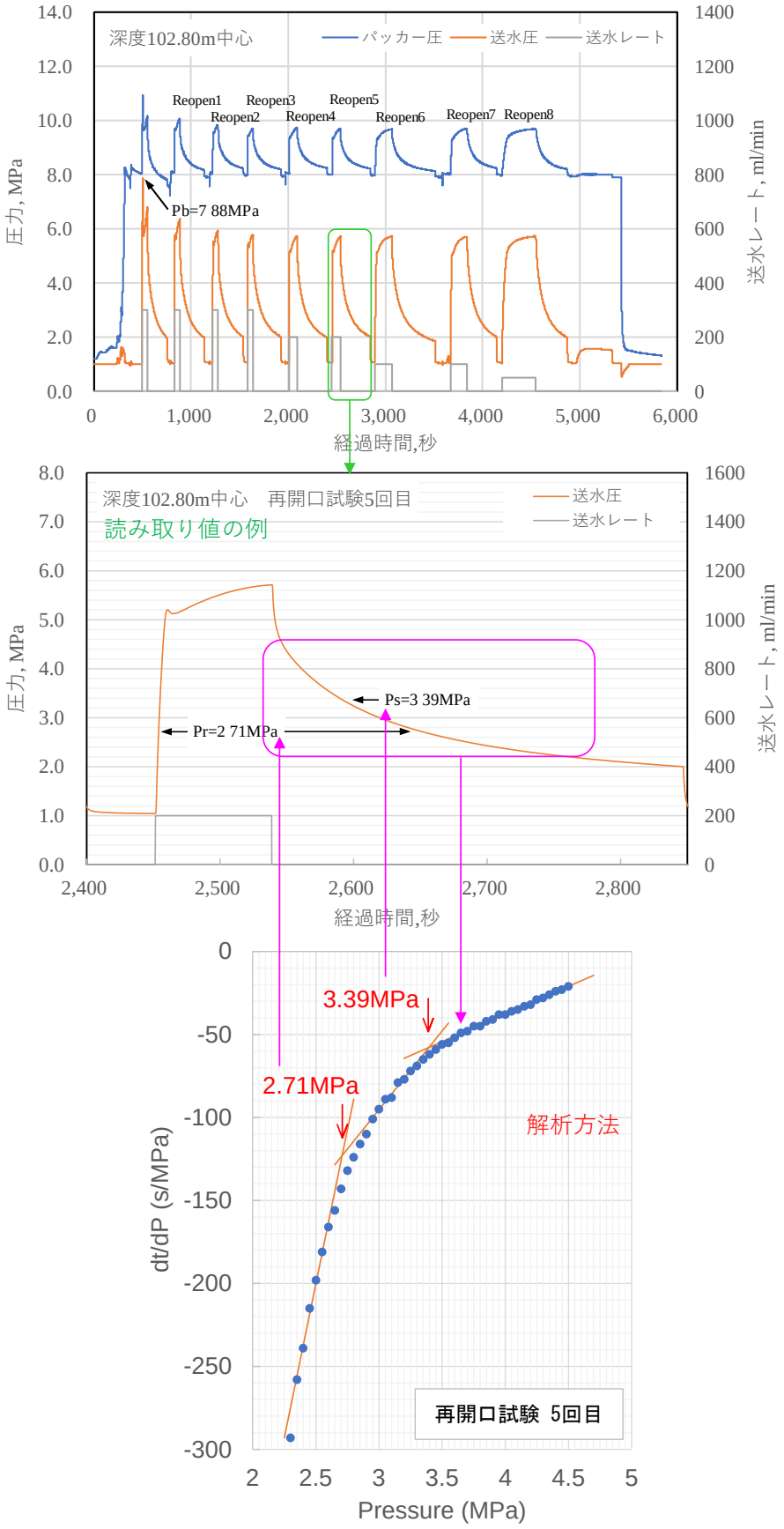


図 2.1-58　再開口圧と閉口圧の算出例

表 2.1-24　水圧破砕法測定結果

(1) 測定深度 67.10～102.80m

測定中心深度 (m)	対象岩種	試験日 (2020年)	破砕試験			再開口試験				型撮り試験破砕き裂の方位	備考
			送水レート (ml/min)	パッカー圧 (MPa)	P_b (MPa)	送水レート (ml/min)	パッカー圧 (MPa)	P_s (MPa)	P_r (MPa)		
67.10	Tpt2 軽石凝灰岩	9月12日	300	5.0	-	300	8.0	2.97	2.12	N25E	型撮り試験のパッカー圧 6.0MPa
			300	8.0	-	300		2.93	2.13		
			300	8.0	-	300		3.14	2.19		
			300	8.0	-	200		3.10	2.18		
			300	8.0	-	200		3.08	2.19		
			350	8.0	6.48	100		-	-		
						50		-	-		
						平均		3.04	2.16		
69.80	Tpt2 軽石凝灰岩	9月10日	300	5.0	-	50	11.0	-	-	N134W	型撮り試験のパッカー圧 8.0MPa
			300	8.0	-	50		-	-		
			300	10.0	-	50		-	-		
			350	10.0	-	100		-	-		
			350	11.0	-	100		-	-		
			350	12.0	7.59	100		-	-		
						200		3.01	2.13		
						300		3.02	2.14		
						300		3.09	2.13		
						300		3.03	2.12		
						350		2.99	2.13		
						平均		3.03	2.13		
70.85	Tpt2 軽石凝灰岩	9月12日	300	5.0	-	300	8.0	3.51	2.40	N110E	・4回目の送水で全量送水直前に圧力が低下し水圧破砕発生と判断した。 ・型撮り試験のパッカー圧 8.0MPa ・最終的には不採用とした。
			300	8.0	-	300		3.52	2.42		
			300	8.0	-	200		3.61	2.53		
			300	8.0	7.58	200		3.61	2.49		
						100		-	-		
						100		-	-		
						50		-	-		
						平均		3.56	2.46		
95.10	Tspt2 砂質軽石凝灰岩	9月8日	300	8.0	7.65	50	8.0	3.84	2.97	N131W	型撮り試験のパッカー圧 8.0MPa
						50		3.84	2.99		
						50		3.80	2.98		
						100		3.95	2.92		
						100		3.92	2.89		
						100		3.98	2.88		
						平均		3.89	2.94		
102.80	Tspt2 砂質軽石凝灰岩	9月15日	300	8.0	7.88	300	8.0	3.33	2.69	N136W	型撮り試験のパッカー圧 8.0MPa
						300		3.37	2.66		
						300		3.40	2.71		
						200		3.41	2.72		
						200		3.39	2.71		
						100		3.41	2.68		
						100		3.40	2.69		
						50		3.44	2.69		
						平均		3.39	2.69		

P_b :破砕圧　　P_s :き裂閉口圧　　P_r :き裂再開口圧

P_b,P_s,P_rの読み取りができなかった試験は「-」で表した。

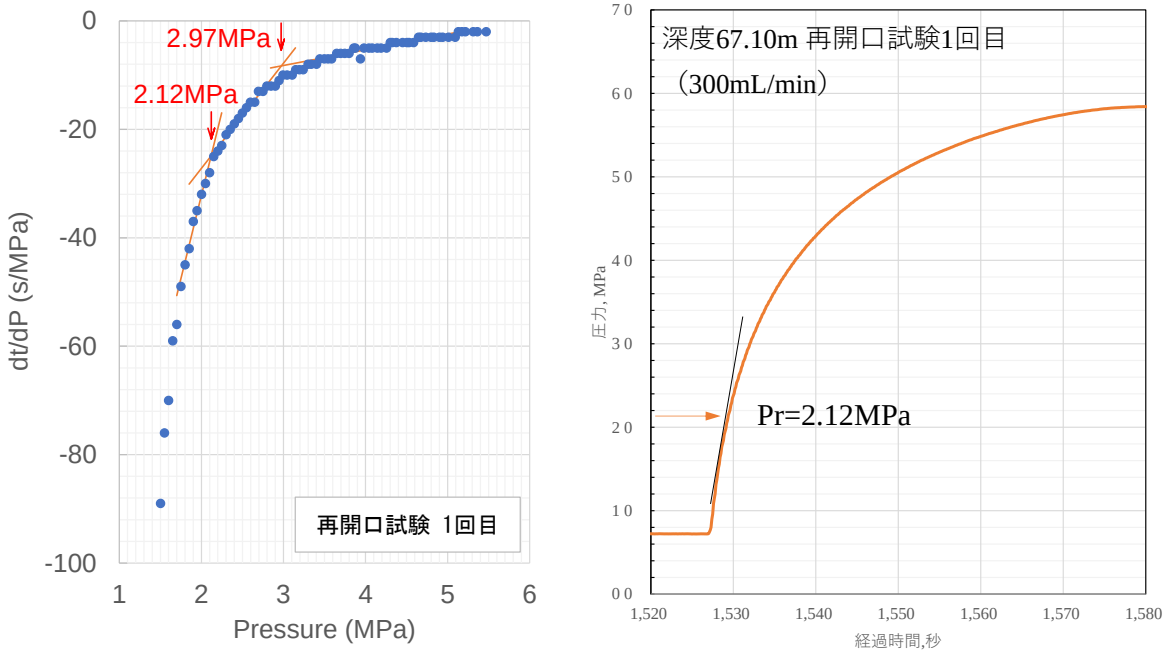
表 2.1-24　水圧破砕法測定結果

(2) 測定深度 104.00～124.60m

測定中心深度 (m)	対象岩種	試験日 (2020年)	破砕試験			再開口試験				型撮り試験破砕き裂の方位	備考
			送水レート (ml/min)	パッカー圧 (MPa)	P_b (MPa)	送水レート (ml/min)	パッカー圧 (MPa)	P_s (MPa)	P_r (MPa)		
104.00	Tspt2 砂質軽石凝灰岩	9月15日	300	8.0	7.81	300	8.0	3.22	2.62	N108W, N115W	型撮り試験のパッカー圧 8.0MPa
						300		3.24	2.60		
						300		3.25	2.61		
						200		3.30	2.61		
						200		3.29	2.63		
						100		3.34	2.57		
						100		3.31	2.60		
						50		3.34	2.61		
						平均		3.29	2.61		
120.95	Tspt2 砂質軽石凝灰岩	9月3日	200	2.7		200	5.0	-	-	N160W	型撮り試験のパッカー圧 6.0MPa
			200	2.7		200		-	-		
			200	2.7		200		-	-		
			200	2.7		100		-	-		
			200	2.7		100		-	-		
			200	5.0	6.78	100		-	-		
		9月8日				100	8.0	-	-		
						100		-	-		
						100		-	-		
						50		-	-		
						50		-	-		
						50		-	-		
						200		-	-		
						200		-	-		
		9月11日				200	8.0	-	-		
						200		3.55	2.64		
						200		3.58	2.71		
						100		-	-		
						100		-	-		
						100		3.69	2.74		
						平均		3.61	2.70		
124.60	Tpps2 軽石質砂岩	9月2日	200	3.0	4.55	200	2.7	-	-	N53E	型撮り試験のパッカー圧 4.0MPa
						200		-	-		
						200		-	-		
						100		-	-		
						100		-	-		
						100		-	-		
		9月11日				200	5.0	3.37	2.78		
						200		3.35	2.73		
						200		3.32	2.74		
						100		3.34	2.81		
						100		3.34	2.80		
						100		3.31	2.79		
						平均		3.34	2.78		

P_b :破砕圧　　P_s :き裂閉口圧　　P_r :き裂再開口圧

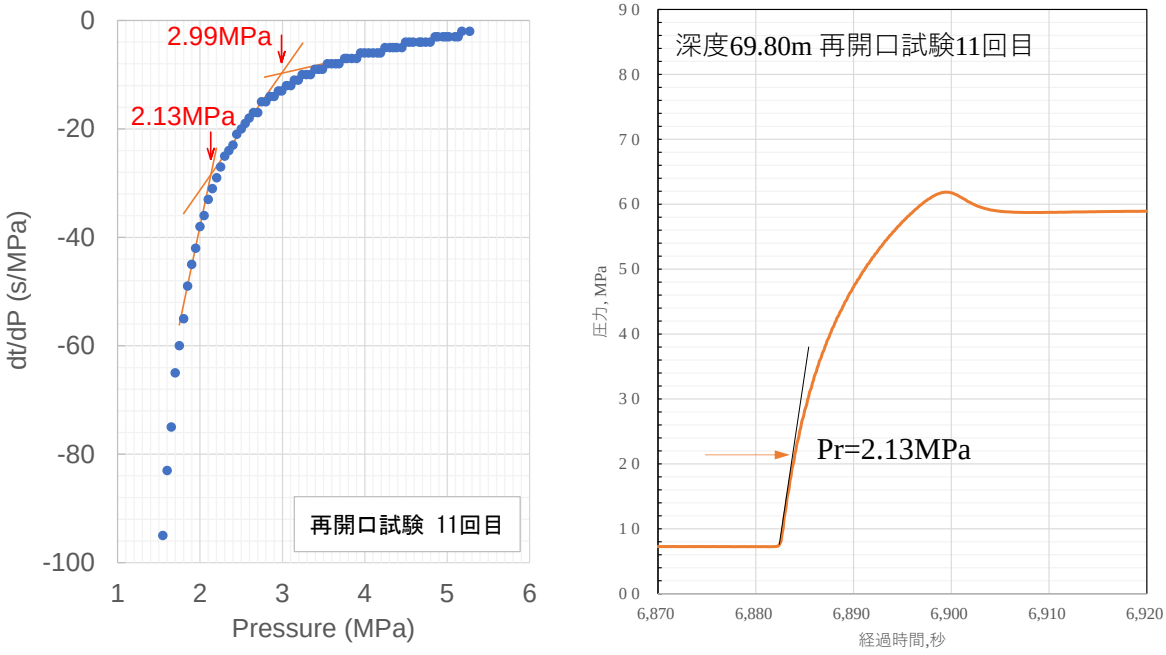
P_b,P_s,P_rの読み取りができなかった試験は「-」で表した。



(a)シャットイン後のデータによる dt/dP-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

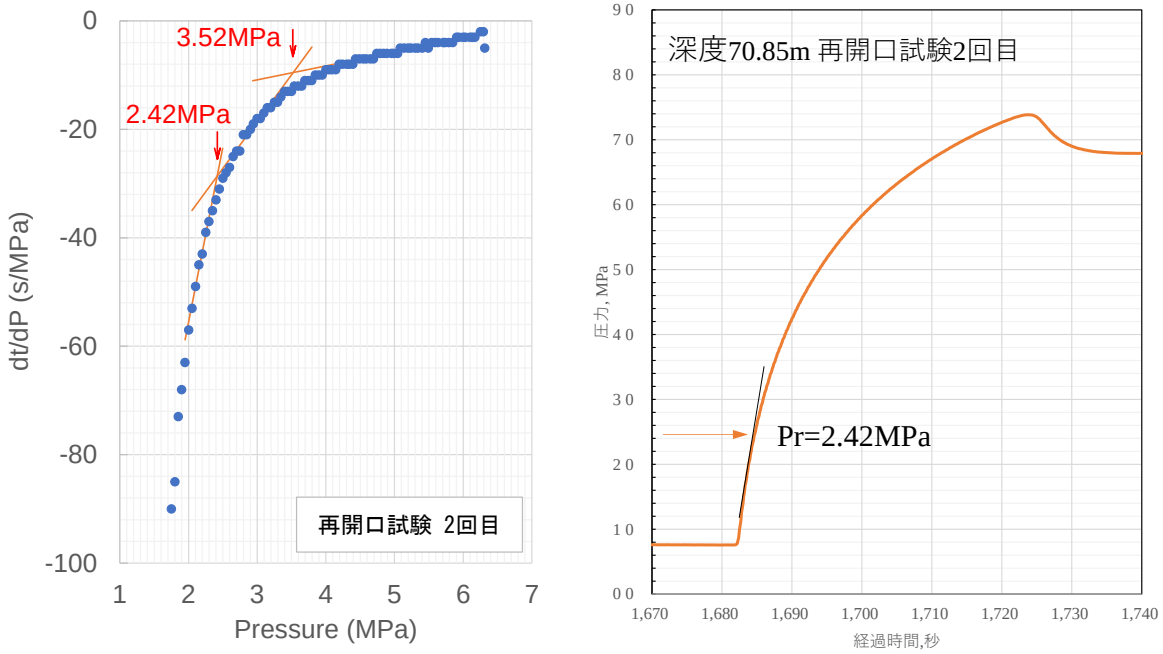
(1) 深度 67.10m、軽石凝灰岩 Tpt2



(a)シャットイン後のデータによる dt/dP-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

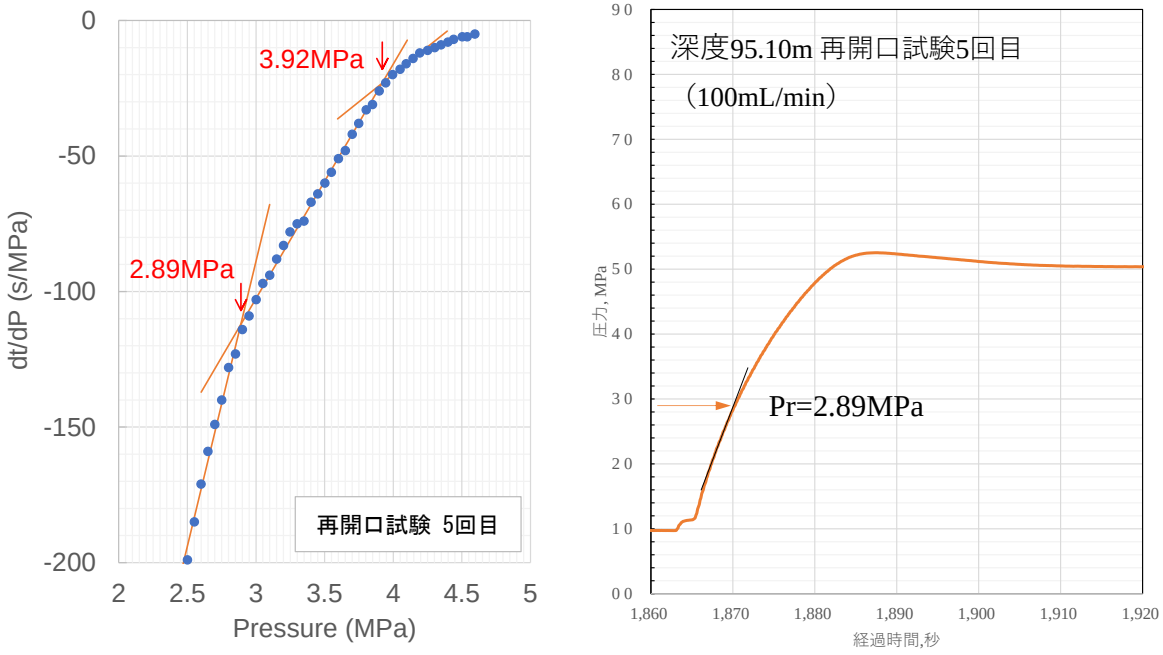
(2) 深度 69.80m、軽石凝灰岩 Tpt2



(a)シャットイン後のデータによる d*t*/d*P*-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

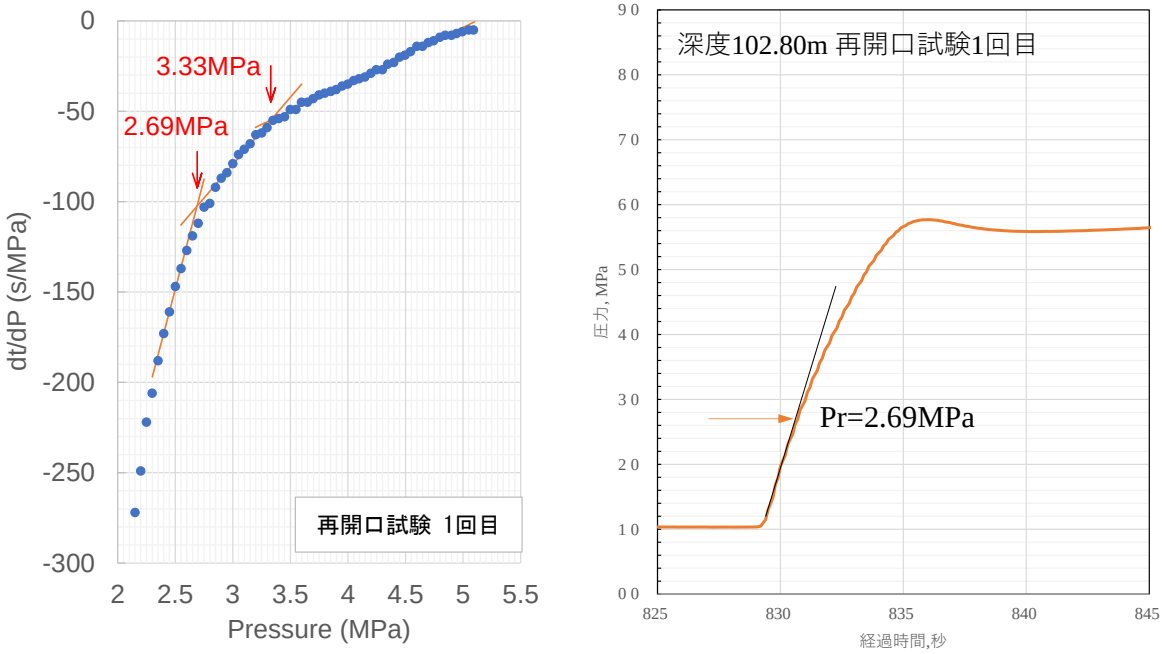
(3) 深度 70.85m、軽石凝灰岩 Tpt2、不採用深度



(a)シャットイン後のデータによる d*t*/d*P*-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

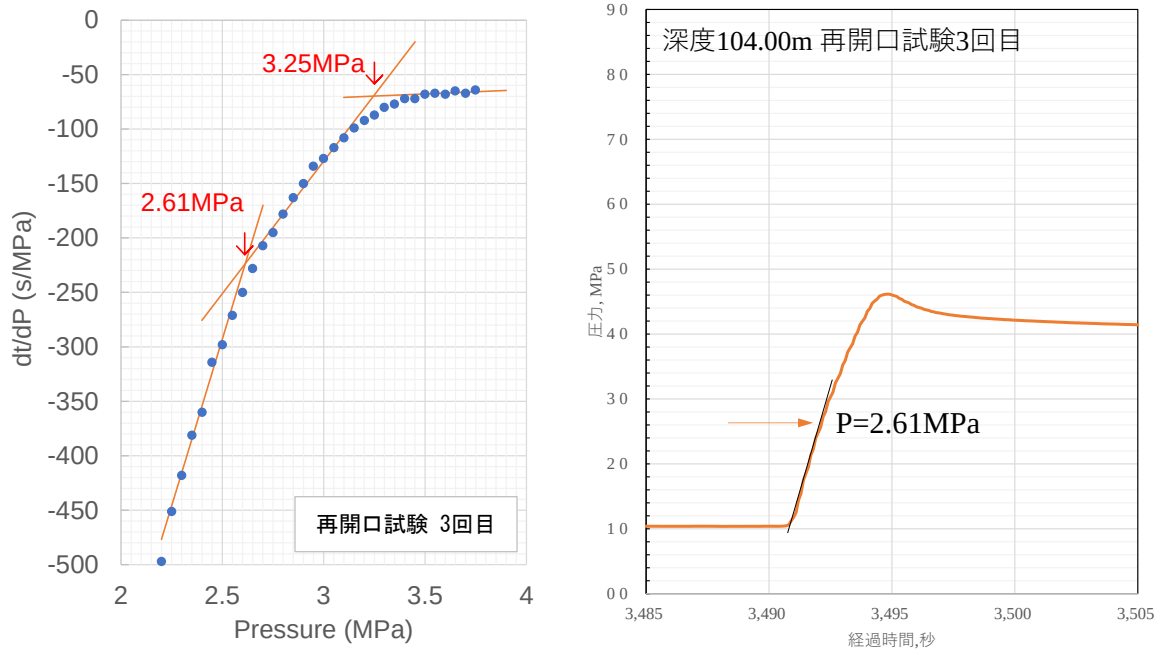
(4) 深度 95.10m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2



(a)シャットイン後のデータによる d*t*/d*P*-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

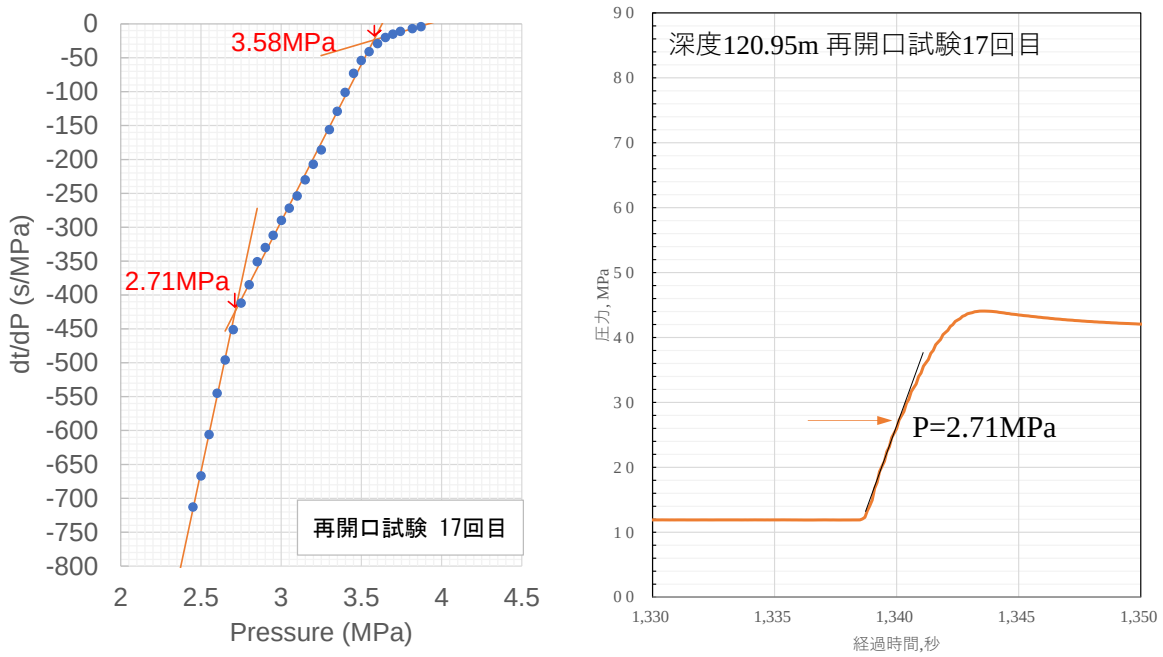
(5) 深度 102.80m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2



(a)シャットイン後のデータによる d*t*/d*P*-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

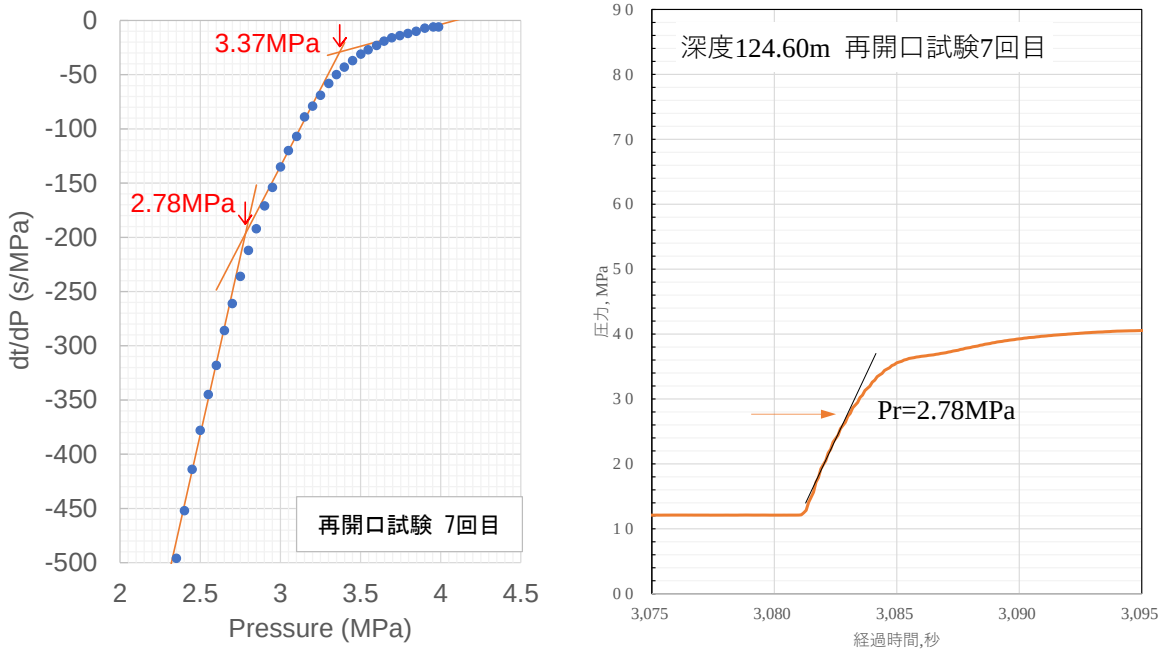
(6) 深度 104.00m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2



(a)シャットイン後のデータによる dt/dP-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

(7) 深度 120.95m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2



(a)シャットイン後のデータによる dt/dP-P 曲線と閉口圧及び再開口圧の算出値　　(b)加圧時の経時変化と再開口圧

図 2.1-59　閉口圧・再開口圧の算出と再開口試験加圧時圧力変化の比較例

(8) 深度 124.60m、軽石質砂岩 Tpps2

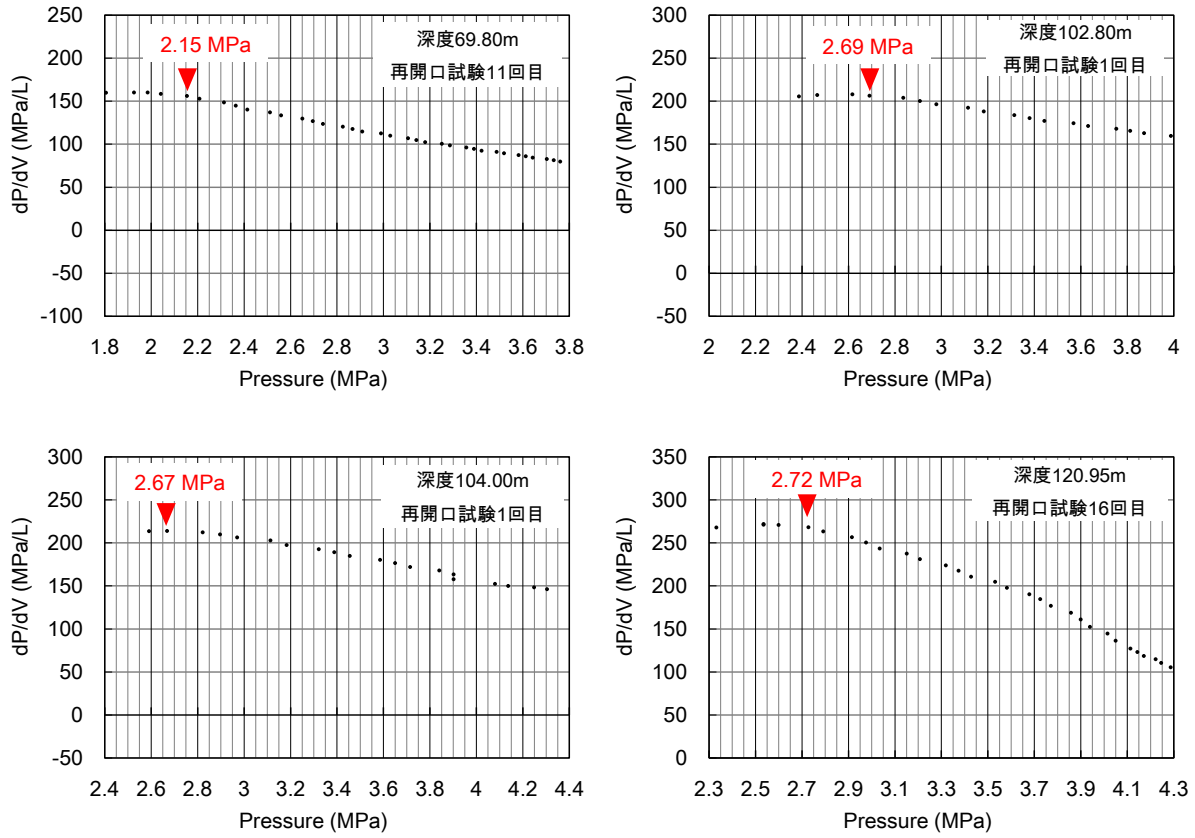


図 2.1-60　加圧時の d*P*/d*V*-*P* 曲線を用いたき裂再開口圧の算出例

c．き裂の型撮り

表 2.1-24 に示した各深度のき裂の型撮り結果を図 2.1-61(1)～(3)に示す。

き裂は浅部ほど不明瞭であった。

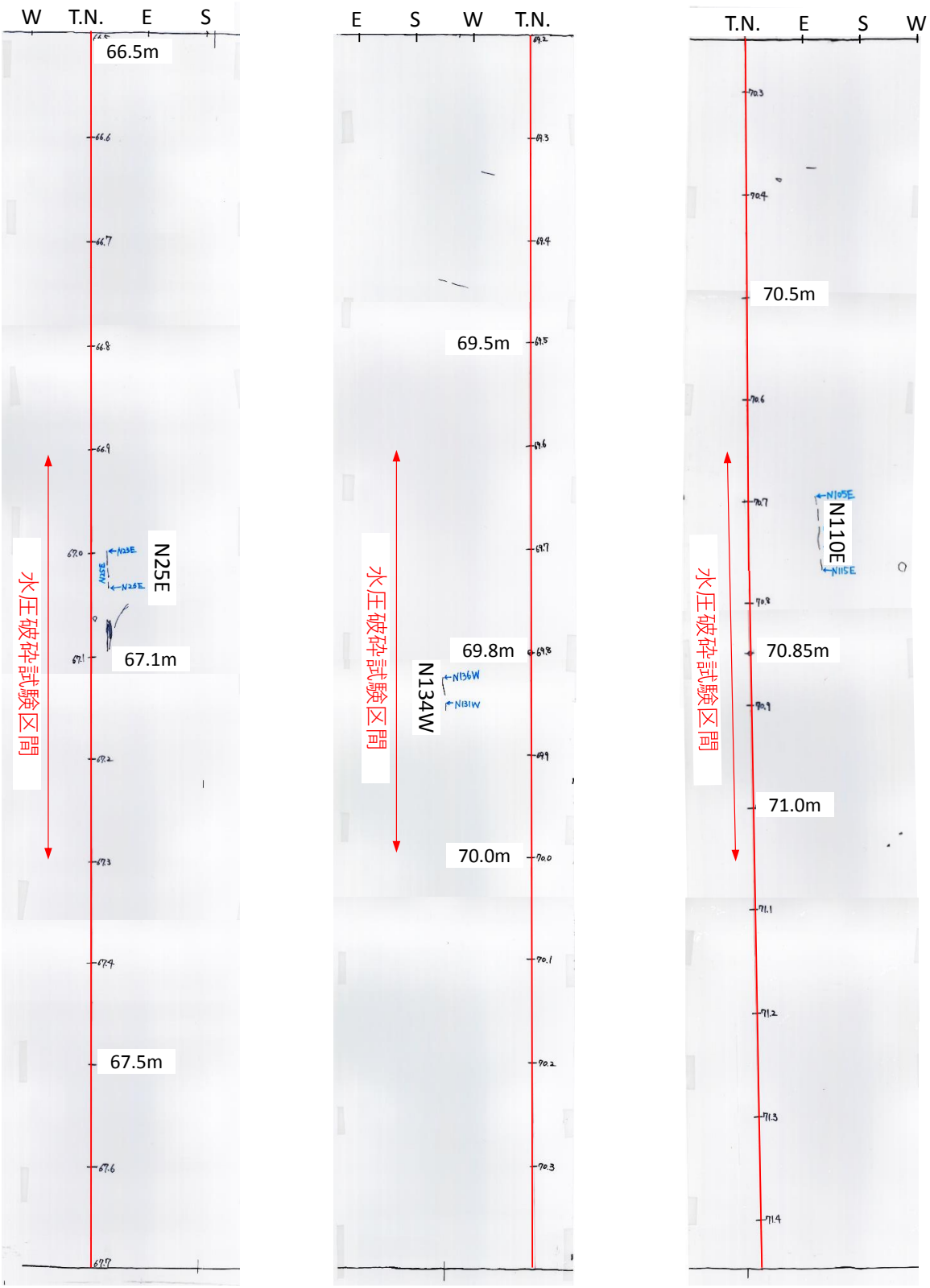


図 2.1-61　水圧破砕法試験深度のき裂の型撮り結果

(1) 深度 67.10m、69.80m、70.85m（軽石凝灰岩 Tpt2）

※深度 70.85m は最終的に不採用とした深度

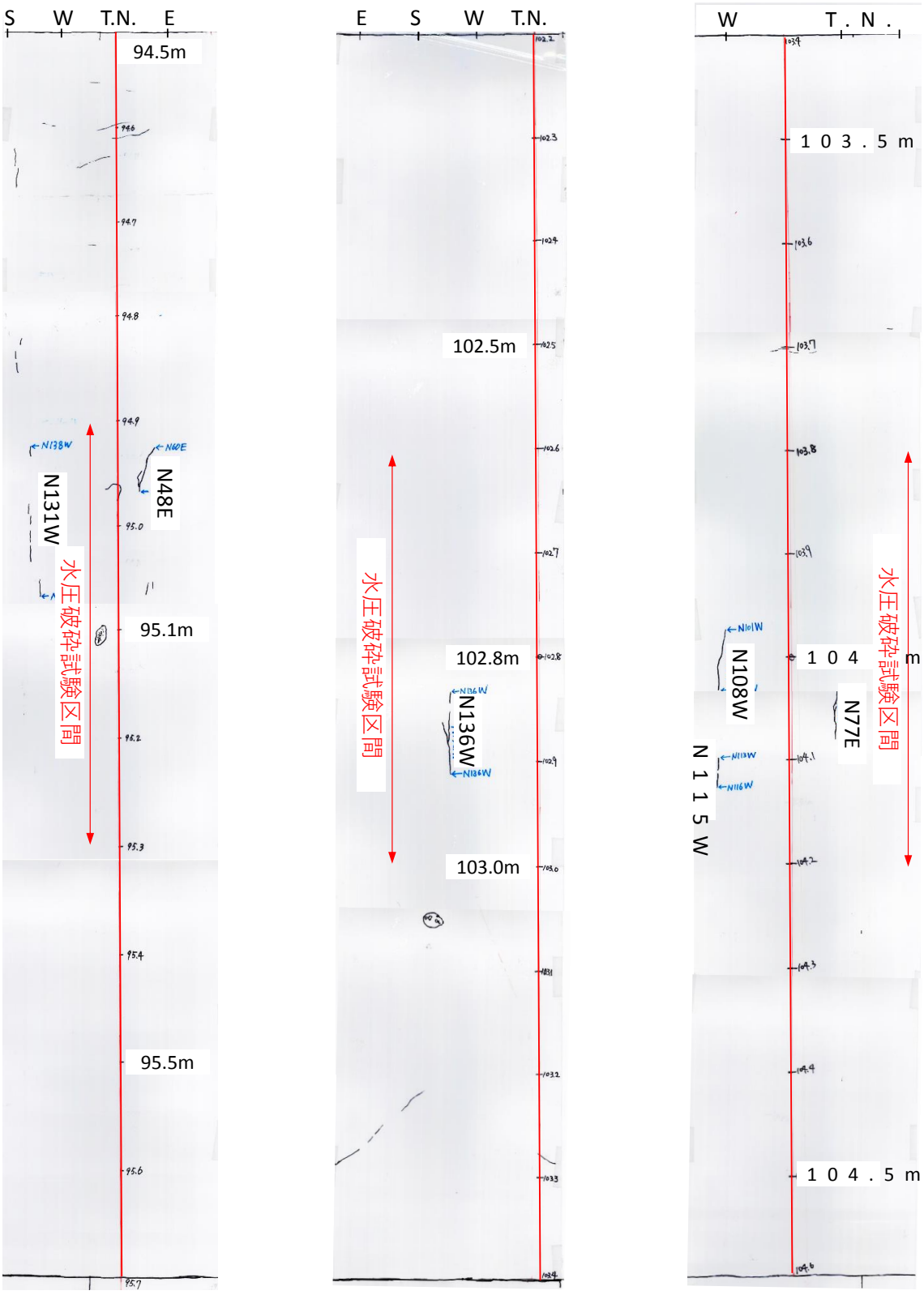


図 2.1-61　水圧破砕法試験深度のき裂の型撮り結果

(2) 深度 95.10m、102.80m、104.00m（砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

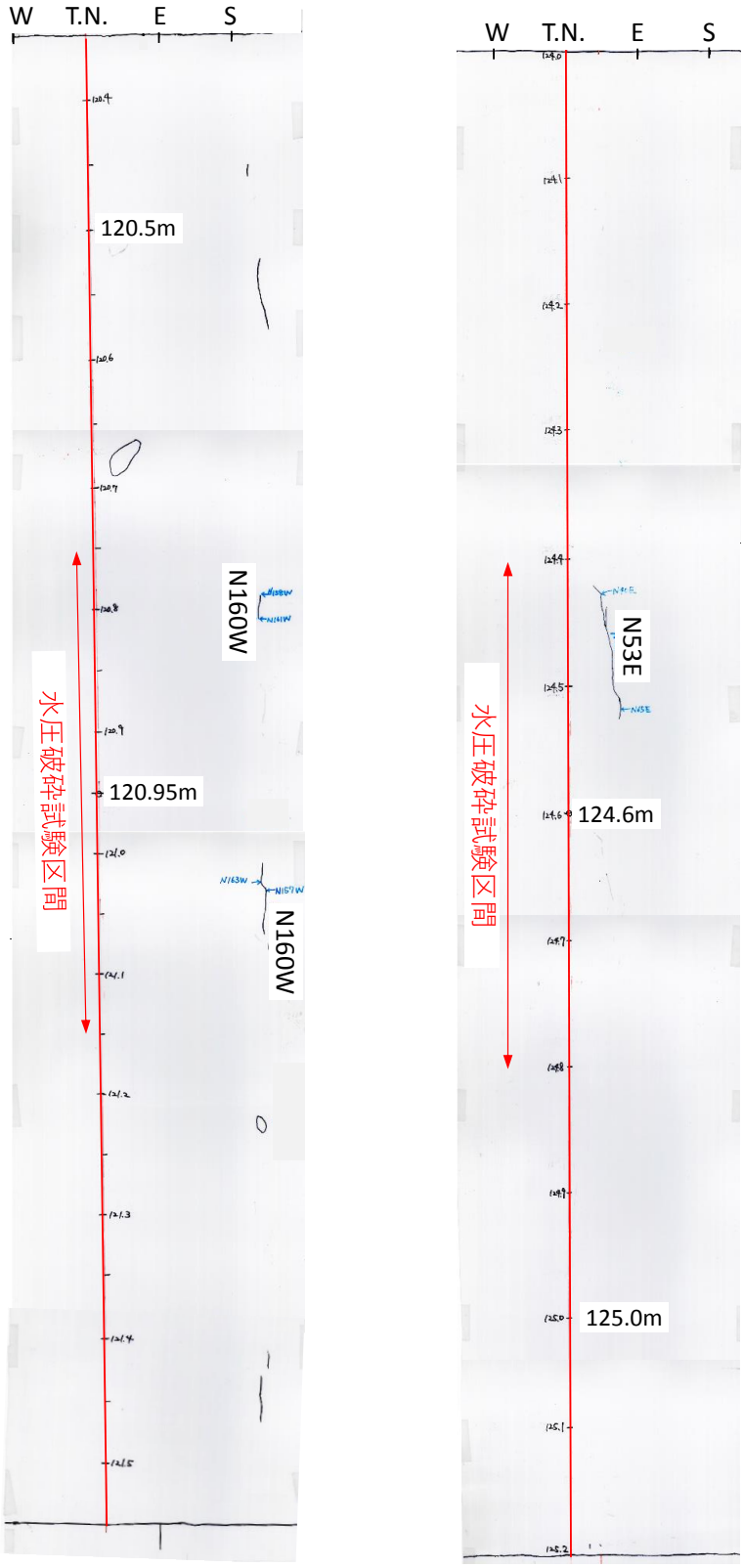


図 2.1-61　水圧破砕法試験深度のき裂の型撮り結果

(3) 深度 120.95m（砂質軽石凝灰岩 Tspt2）、124.60m（軽石質砂岩 Tpps2）

d. 水圧破砕法応力解析結果

水圧破砕法による応力測定結果を表 2.1-25 に示す。また、水平面内最大主応力及び最小主応力の深度分布、最大主応力方向の深度分布を図 2.1-62 に示す。

深度 70.85m の試験結果は以下の理由で不採用とした。

- 図 2.1-63 に示すボアホールカメラ画像のとおり試験区間に葉理が存在する。試験後の型撮りにおいては図 2.1-61(1)に示すようにこの葉理の開口は認められないが、弱面として影響を与えた可能性がある。
- 型撮りによって決定したき裂方位も不明瞭な型撮りき裂によるものである。この方位は他の試験区間と大きく異なっていた。
- 図 2.1-57(3)に示すように、破砕圧とみなした値 P_b と同一流量の再開口試験（Reopen1,2）時の最大圧力の差が小さく、経過時間―送水圧の挙動も最初の破砕試験とその後の再開口試験で類似している。そのため、「破砕して孔軸方向のき裂が発生しそのき裂が再開口する」という一連の挙動としての信頼性が他の測定より低く、孔軸方向のき裂の再開口を表す挙動となっていない可能性がある。

したがって、測定中心深度 70.85m については不採用とし、その他の 7 深度で初期地圧を評価した。

なお、表 2.1-25 に示した鉛直応力 S_v は以下の方法により求めた。

- 密度検層結果と室内試験による密度がほぼ一致することから密度検層の値で土被りを計算した。
- 既往の地質情報から、孔口より上位の層は概ね密度が大きいと考えられたため、地表から孔口標高までは密度検層の T2ps の平均密度で一律とした。
- TI1-850 ボーリング地点の地上地盤標高は EL+39m 程度であり、ボーリング孔口での土被りは、39m-（-74.679m）=113.679m とした。

算出した初期地圧の傾向は以下のとおりである。

- 応力の大きさにばらつきはあるが、深度方向にやや増加する傾向にある。
- 水平面内の主応力比 S_H/S_h は 1.59～1.34 程度であり、主応力差 S_H-S_h は 1.90～1.12MPa である。
- 水平面内最大主応力 S_H は、密度検層結果から求めた土被り圧（鉛直応力 S_v）の 1.54 倍～1.04 倍である。
- 水平面内最小主応力 S_h は、密度検層結果から求めた土被り圧（鉛直応力 S_v）の 1.03 倍～0.78 倍である。
- 最大主応力の方位は N25° E～N68° E であり、平均では N44° E である。

表 2.1-25　水圧破砕法による応力測定結果

測定中心深度 (m)	対象岩種	算出値		計算結果			最大主応力の方位 (°)
		P_s (MPa)	P_r (MPa)	S_H (MPa)	S_h (MPa)	S_V (MPa)	
67.10	Tpt2 軽石凝灰岩	3.04	2.16	4.80	3.04	3.33	N25E
69.80		3.03	2.13	4.83	3.03	3.37	N46E
95.10	Tspt2 砂質軽石凝灰岩	3.89	2.94	5.79	3.89	3.76	N49E
102.80		3.39	2.69	4.79	3.39	3.89	N44E
104.00		3.29	2.61	4.65	3.29	3.90	N68E
120.95		3.61	2.70	5.43	3.61	4.19	N20E
124.60	Tpps2 軽石質砂岩	3.34	2.78	4.46	3.34	4.27	N53E

P_s :き裂閉口圧　　S_h :水平面内最小主応力
P_r :き裂再開口圧　　S_H :水平面内最大主応力
S_V :鉛直応力

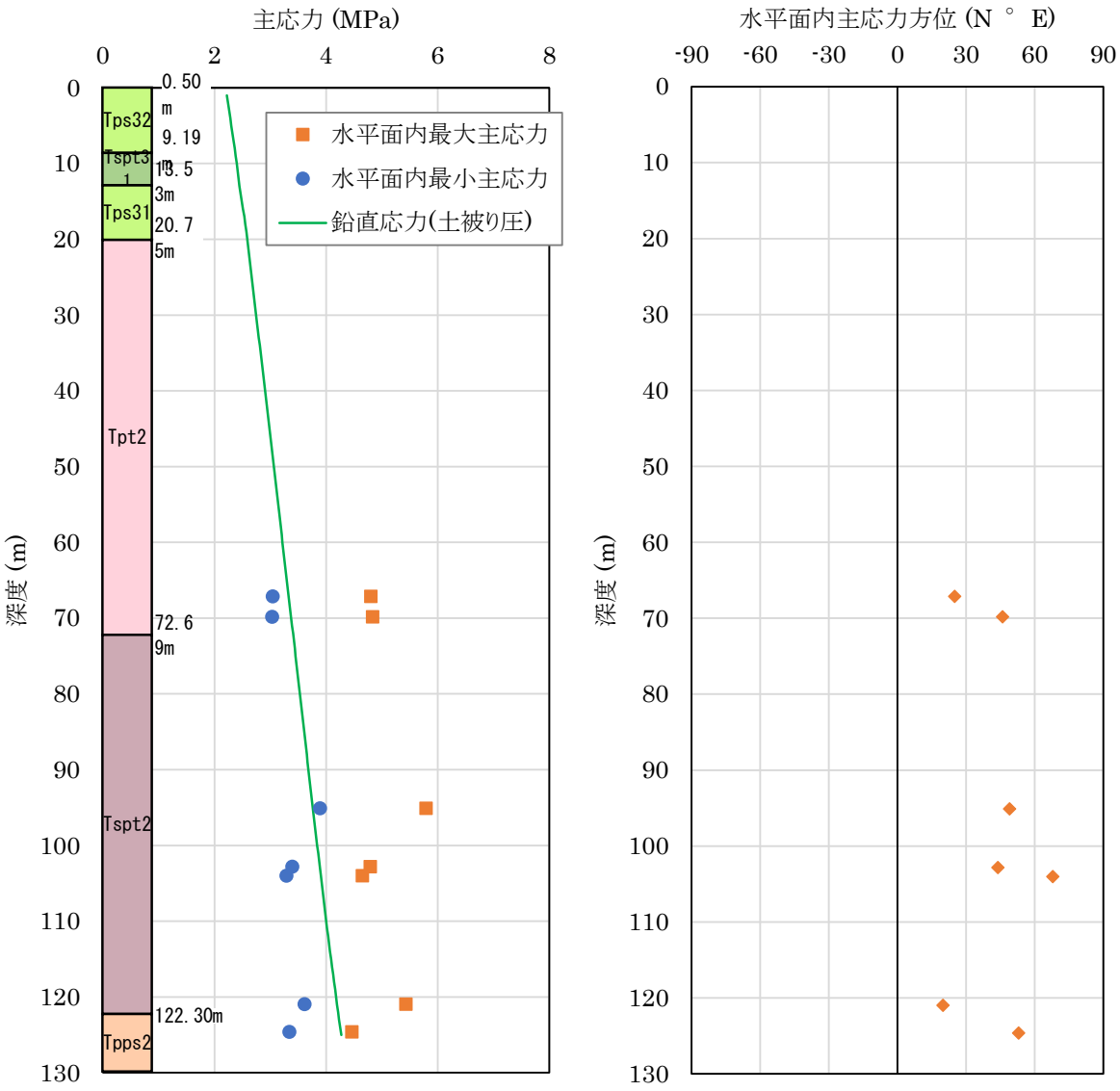


図 2.1-62　水圧破砕法による応力測定結果

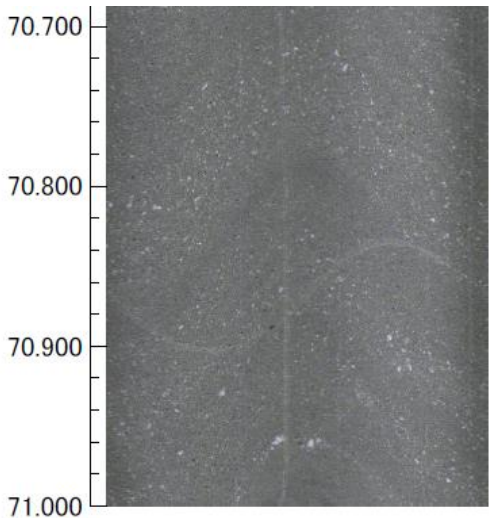


図 2.1-63　深度 70.85m 付近のボアホールカメラ画像

e. 測定・評価が困難であった深度の特徴の分析

試験を実施したが圧力データで水圧破砕を確認できなかった深度においてき裂の型撮りを試みた例を図 2.1-64 に示す。この深度では型撮りパッカーのゴム上でき裂の存在を確認できなかった。

このように、今回実施した試験区間の多くで、送水を繰り返しても水圧破砕（送水中の圧力低下）が発生しない、あるいは、き裂の型撮り結果が不明瞭であるなどして、水圧破砕き裂の発生が確認されなかった。これらの傾向は浅部ほど該当する場合が多かった。水圧破砕が発生しなかった原因として以下が挙げられる。

- 孔径が大きいため試験区間のコンプライアンスが大きい。
- 岩盤が軟質であるため試験区間のコンプライアンスが大きい。
- 透水性が大きく（硬岩地盤との比較）、試験区間の圧力が上昇しにくい。

水圧破砕が発生した区間でも、送水レートを最大にしてようやく破砕が発生した場合や、送水レートが小さいと破砕後の再開口圧の判読が困難になった場合もあり、明瞭な試験結果を得るためには送水レートを大きくすることが望ましい。

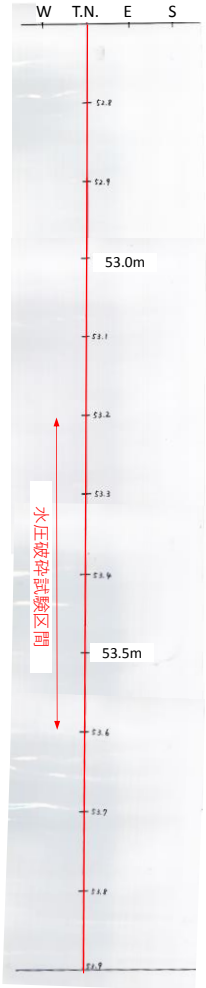


図 2.1-64　水圧破砕法試験深度でき裂が確認できなかった型撮り結果の例

2) コア変形法測定結果

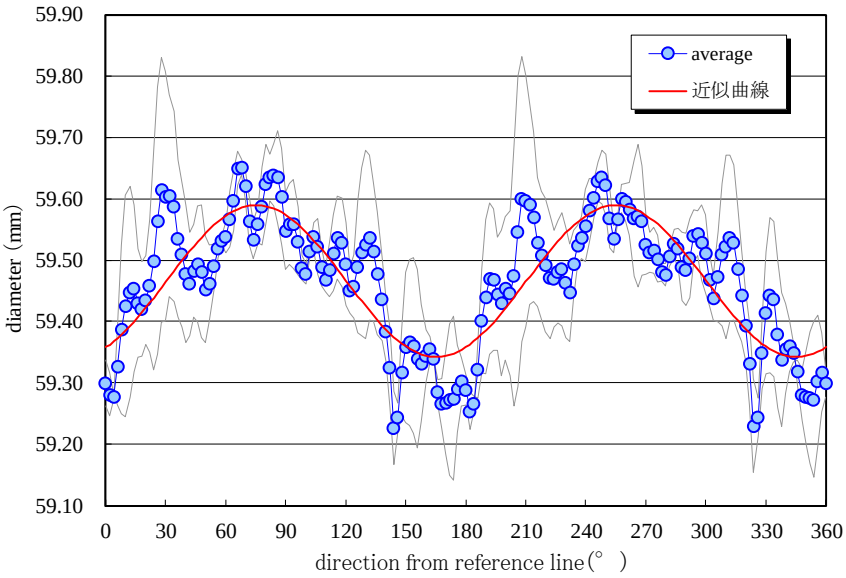
測定対象コアのコア写真と直径測定結果を図 2.1-65(1)～(8)に示す。採取コアに対して複数の測定断面を設定し、各断面で方向によるコア直径の変化を測定した。観測方程式であるサインカーブへの適合度が低い測定断面や同一コアの中で方向性が大きく異なる測定断面は評価対象から除外した。なお、コアは定方位で採取しておらず、ボアホールカメラ画像との対比でコア方位を求めているため、コア方位の推定誤差が 10～20° 程度含まれると考える。

測定結果を整理し表 2.1-26 に示す。主応力差の算出は信頼性が高いと評価した深度のみで実施し、算出には近傍の一軸圧縮試験による $E_{t,50}$ を用い、ポアソン比は 0.30 とした。

試験結果は以下のとおりである。

- コア表面が容易に削れるため、直径測定結果のばらつきが大きく評価が困難であった。特に軽石凝灰岩 Tpt2 でその傾向が顕著であった。コア観察前のコア洗いでもコア表面は容易に削れた。
- 砂質軽石凝灰岩 Tspt2 及び軽石質砂岩 Tpps2 の各 1 試料は、測定区間内での直径測定結果のばらつきが比較的小さく、信頼性が高いと判断し、主応力差を算出した。その主応力差は 2.2MPa 及び 2.0MPa であり、水圧破砕法の結果よりやや大きい。
- 最大主応力方向は N68° E 及び N39° E であり、水圧破砕法の結果と大きな差はない。

採取コア写真（深度 50.45～51.00m）

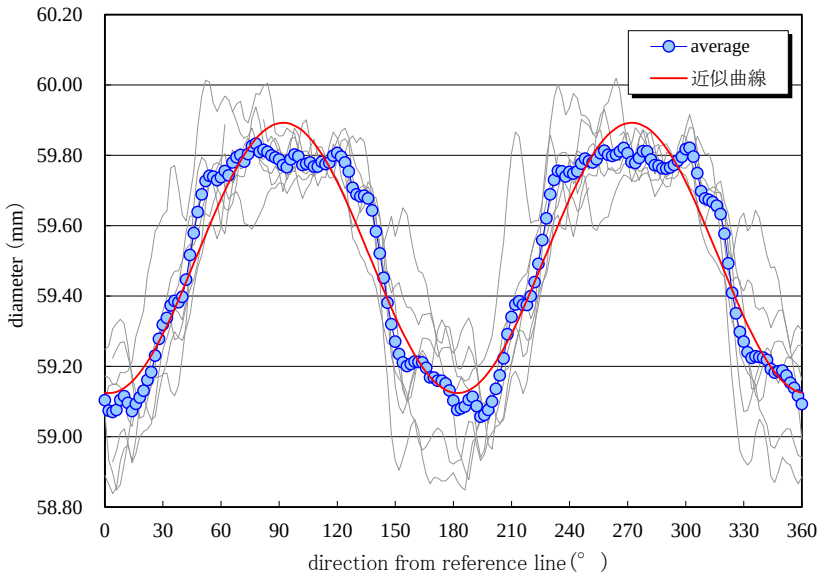


コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(1) 深度 50.50～50.64m、軽石凝灰岩 Tpt2

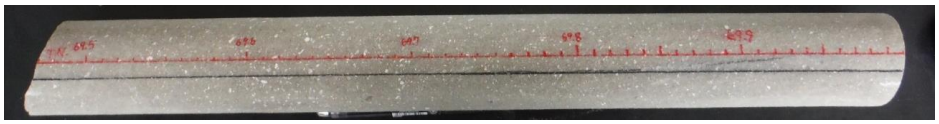
採取コア写真（深度 67.27～67.74m）



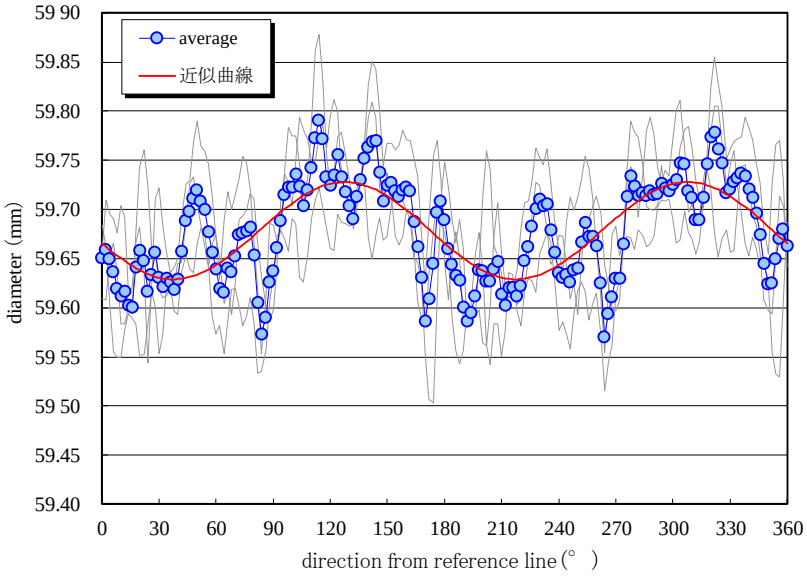
コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(2) 深度 67.30～67.44m、軽石凝灰岩 Tpt2



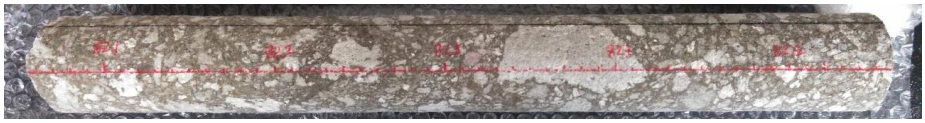
採取コア写真（深度 69.47～70.00m）



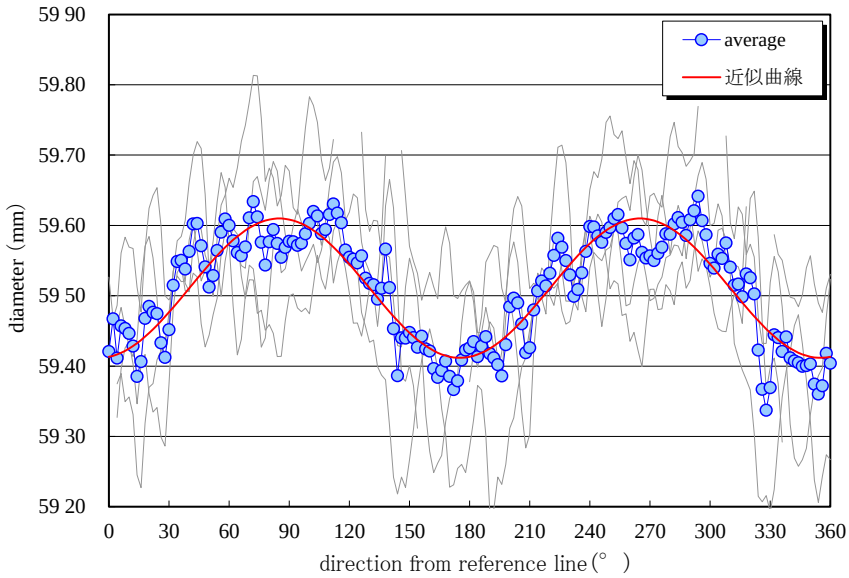
コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(3) 深度 69.60～69.72m、軽石凝灰岩 Tpt2



採取コア写真（深度 82.06～82.56 m）

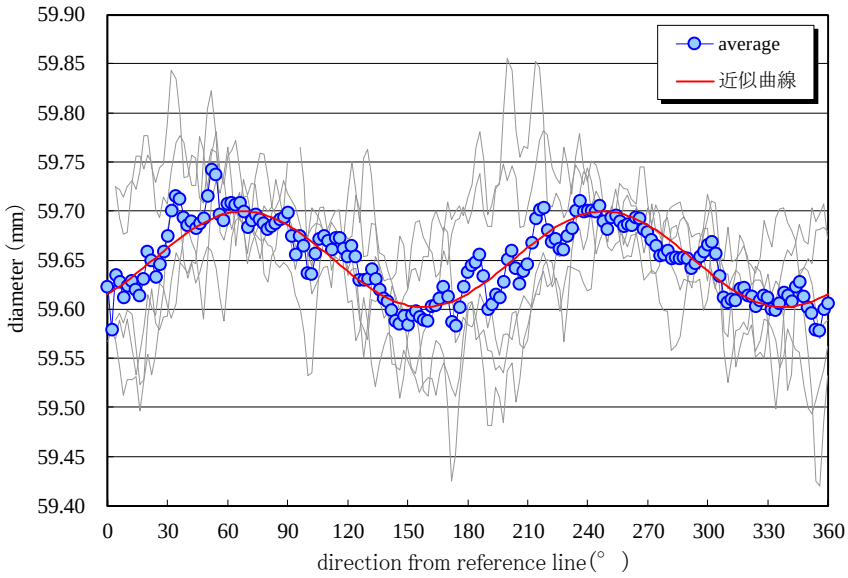


コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(4) 深度 82.19～82.27m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

採取コア写真（深度 94.33～94.67 m）

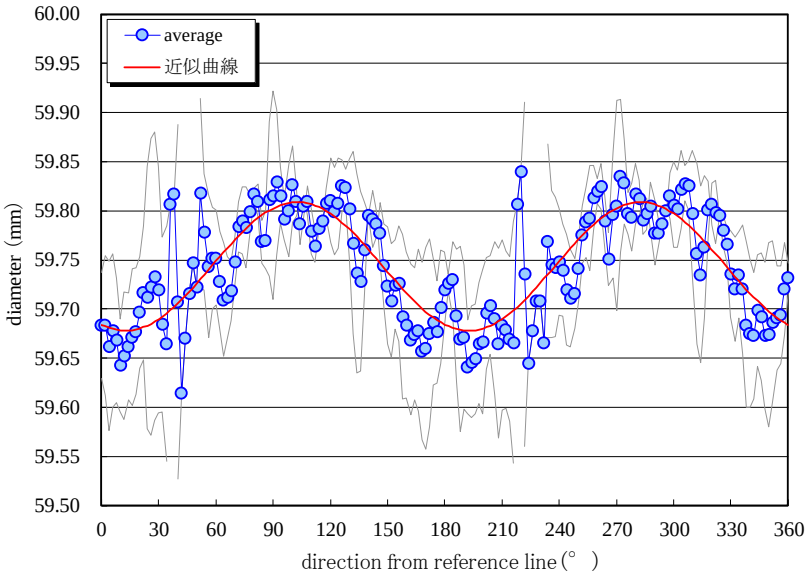


コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(5) 深度 94.40～94.50m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

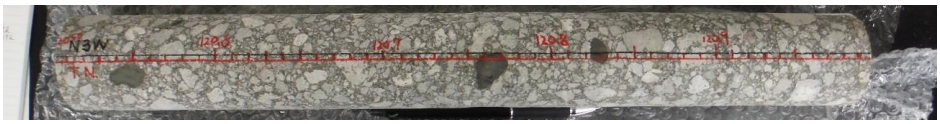
採取コア写真（深度 104.00～104.55 m）



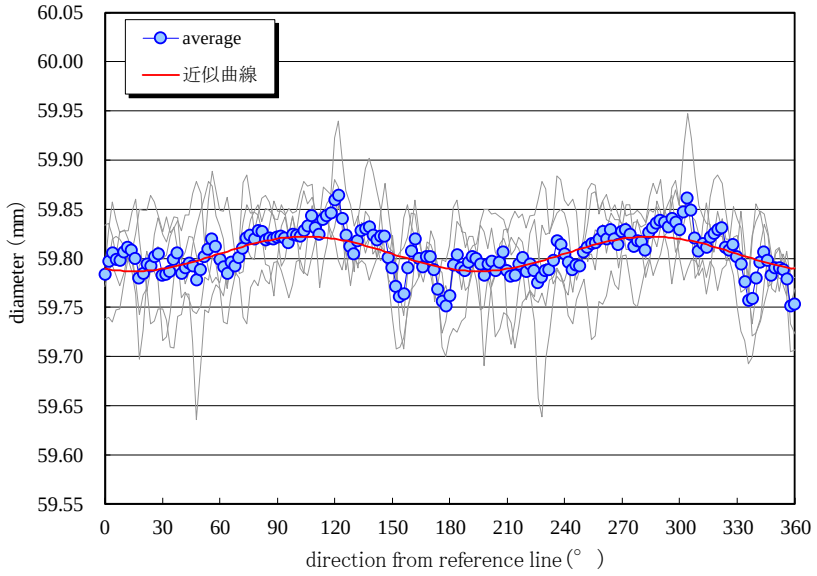
コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(6) 深度 104.36～104.46m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2



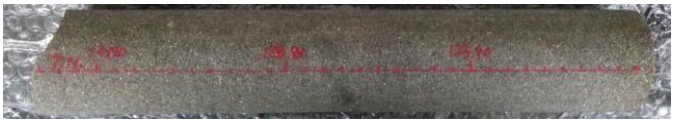
採取コア写真（深度 120.50～121.00 m）



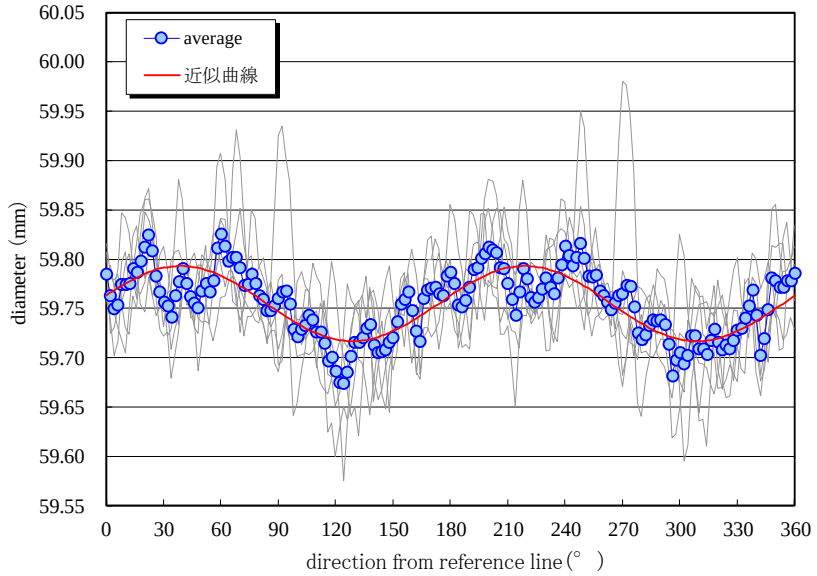
コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(7) 深度 120.60～120.82m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2



採取コア写真（深度 123.67～124.00m）



コア変形法直径測定結果（採用した各断面（灰色線）、平均、近似曲線）

図 2.1-65　コア変形法による直径測定結果と試料写真

(8) 深度 123.78～123.90m、軽石質砂岩 Tpps2

表 2.1-26　コア変形法測定結果

測定深度（コア深度） m	岩種	測定間隔 mm	測定断面数	採用断面数 ※1	最小直径 d_2 mm	最大直径と最小直径の差 Δd mm	算出主応力差 ※2 MPa	最大主応力方向 α °	信頼性評価 ※3	特記事項
50 50 ～ 50 64	Tpt2 軽石凝灰岩	20	8	2	59 342	0 2475	－	N75E	×	コアにくぼみや連続した凹みがあり，応力評価不可。
67 30 ～ 67 44		20	8	7	59 124	0 7686	－	N92E	△	コア表面は滑らかで歪みも見られない。
69 60 ～ 69 72		20	7	3	59 629	0 0989	－	N128E	△	コア表面は滑らかで歪みも見られない。
82 19 ～ 82 27	Tspt2 砂質軽石凝灰岩	10	9	4	59 412	0 1981	－	N85E	△	特異点が比較的多い。
94 40 ～ 94 50		10	11	5	59 602	0 0975	2 2	N68E	○	測定深度以深は礫によるコア表面の凹凸あり。
104 36 ～ 104 46		20	6	2	59 678	0 1308	－	N103E	×	コアが全体的に歪んでいるため、測定困難。
120 60 ～ 120 82		20	12	5	59 787	0 0353	－	N105E	△	120 76mと120 84mに歪みがあるため、その付近のデータは棄却。
123 78 ～ 123 90	Tpps2 軽石質砂岩	20	7	6	59 717	0 0761	2 0	N39E	○	

※1　採用断面数は，測定断面のうち平均計算に用いた断面数。データの特異性やばらつきの大きさを考慮し採用の判断を行った。

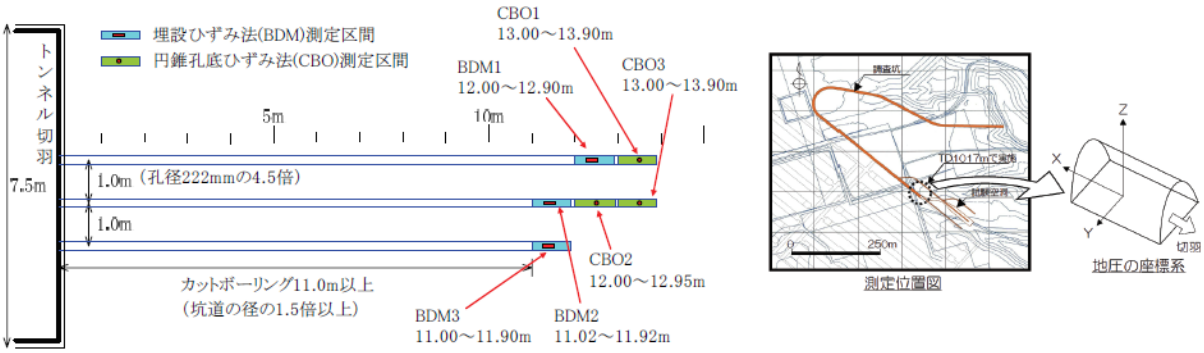
※2　算出には近傍の一軸圧縮試験によるEt,50を用い、ポアソン比は0.30とした。

※3　○:コアの状態が良く、水圧破砕試験の主応力方向や測定深度範囲内の各断面との整合が良い。△:コアの状態は悪くないが、水圧破砕試験の主応力方向や近傍深度の直径差、測定深度範囲内の各断面との整合が悪い。×:コアの状態が悪く、測定や主応力の評価ができない。

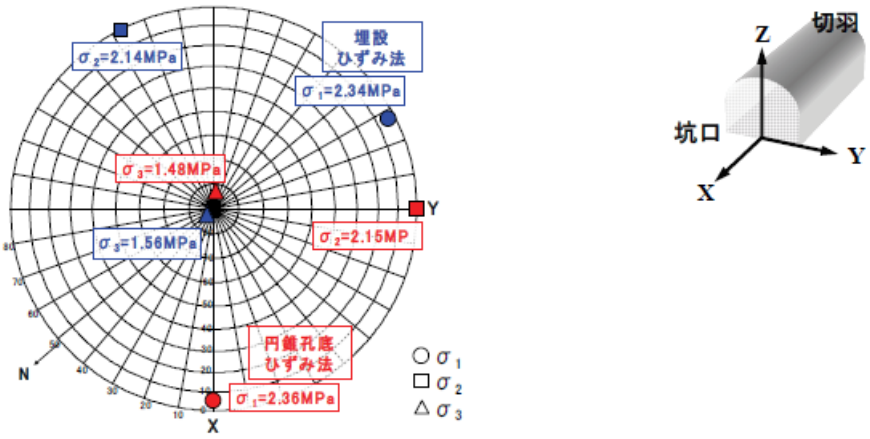
3）当地点の初期地圧の評価

コア変形法による測定結果も水圧破砕法の測定結果を支持するものであり、当地点の初期地圧は水圧破砕法の測定結果（表 2.1-25 及び図 2.1-62）で評価してよいと考える。

既往調査結果との比較のため、冨田（2008）[10]による軽石凝灰岩 Tpt2 を対象に近傍で実施された初期地圧測定結果を図 2.1-66 に示す。この測定では水平面内の主応力値は等方的であり、今回の測定結果と傾向が異なる。原因として測定深度や位置の相違はあるものの、その影響によるものかは不明である。



(a) 初期地圧測定位置（平面図）



(b) 主応力方向（シュミットネット下半球投影）

［ X－Y 平面 ］

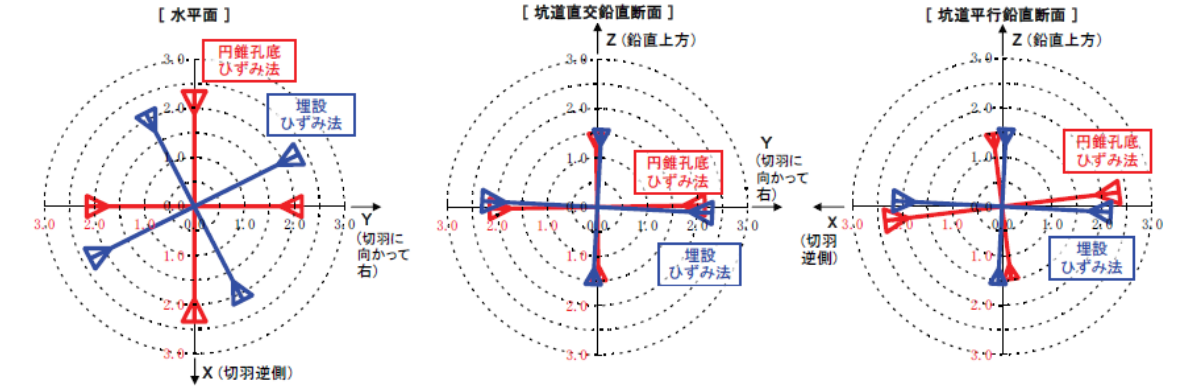
	応力 (MPa)		方 向	
	σ_1	σ_2	(°)反時計回り	
埋設ひずみ法	2.34	2.14	−63	X軸から
円錐孔底ひずみ法	2.35	2.15	0	X軸から

［ Y－Z 平面 ］

	応力 (MPa)		方 向	
	σ_1	σ_2	(°)反時計回り	
埋設ひずみ法	2.30	1.57	−3	Y軸から
円錐孔底ひずみ法	2.15	1.49	1	Y軸から

［ Z－X 平面 ］

	応力 (MPa)		方 向	
	σ_1	σ_2	(°)反時計回り	
埋設ひずみ法	2.18	1.57	87	Z軸から
円錐孔底ひずみ法	2.36	1.48	−83	Z軸から



(c) 面内主応力図

図 2.1-66　近傍での既往の初期地圧測定結果
（冨田（2008）[10]）

4）軟岩地盤での水圧破砕法適用における課題

「2.1.3　(8) 1) e. 測定・評価が困難であった深度の特徴の分析」で記したとおり、今回実施した試験区間の多くで、送水を繰り返しても水圧破砕（送水中の圧力低下）が発生しない、き裂の型撮り結果が不明瞭である、あるいは、き裂再開口圧の読み取りが困難である、といった問題があり、これらの傾向は浅部ほど顕著であった。この原因として、以下が挙げられる。

- 孔径が大きいため試験区間のコンプライアンスが大きい。
- 岩盤が軟質であるため試験区間のコンプライアンスが大きい。
- 透水性が大きく（硬岩地盤との比較）、試験区間の圧力が上昇しにくい。

今後の初期地圧測定技術開発の過程において検証試験等で水圧破砕法を実施する場合、以下の対策を取ることが望ましいと考える。

- 孔径が大きくならないように、測定対象深度の掘削後はあまり他の作業を実施せず測定を実施する。
- 送水レートを大きくし、試験区間の圧力が上昇しやすいようにする。
- 環境が許す場合は、粘性が大きく浸透性が小さい流体を媒体として用いる。

5）軟岩地盤でのコア法適用における課題

今回はコア法による初期地圧測定として、コア変形法（DCDA 法）のみを適用し、三次元での主応力比を求める DSCA 法は実施しなかった。これは、コア表面が非常に削れやすい岩質でありひずみゲージの接着も困難であったためである。しかし、コア変形法においても、コア表面の削れにより初期地圧の評価に至る試料は少なかった。

今後の初期地圧測定技術開発の過程において検証試験等でコア変形法を実施する場合、以下の対策を取ることが望ましいと考える。

- ボーリング掘削後、コア観察のためのコア洗いは最小限にとどめ測定に供する。あるいは採取したコアをアクリル製のインナーチューブに収納したまま運搬可能なダブルコアチューブで採取し、そのまま試験室に運搬する。
- ボーリングに使用するビットは内刃の刃高の低いものや膨張したコアがビットの内刃に接しないように内刃にテーパーをつけたビットを使用する [5]。

三次元での主応力比を求める DSCA 法は、比較的硬質な部分であれば大きなコア径で採取した場合は適用できる可能性がある。コアの状態に応じて候補としては残してよいと考える。

コア変形法は、コア軸直交面内での主応力方向と主応力差を求めることしかできないという原理的な限界もある。それに対して、コアの一部に膨張前の形状が保持される「二重解放コア変形法」という手法も考案されており、今後の検証試験等で条件が合う場合はこの方法の適用も候補となる [11],[12]。

(9) 室内試験

室内試験用に採取した試料の一覧を表 2.1-27 に示す。

表 2.1-27　室内試験用採取試料

ボーリング孔	岩種	試料区間名	供試体番号	供試体深度 (m)			供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL. m)	試験項目
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1	TI1850-P1-01	37.00	～	37.15	37.08	-111.76	熱伝導率試験
			TI1850-P1-02	37.15	～	37.30	37.23	-111.91	比熱試験
			TI1850-P1-03	37.30	～	37.40	37.35	-112.03	圧裂試験
			TI1850-P1-04	37.40	～	37.55	37.48	-112.16	一軸圧縮試験
			TI1850-P1-05	37.55	～	37.70	37.63	-112.31	
			TI1850-P1-06	37.70	～	37.85	37.78	-112.46	
			TI1850-P1-07	37.85	～	38.00	37.93	-112.61	
			TI1850-P1-08	38.00	～	38.15	38.08	-112.76	三軸圧縮試験
			TI1850-P1-09	38.15	～	38.30	38.23	-112.91	三軸圧縮試験
			TI1850-P1-10	38.75	～	38.90	38.83	-113.51	
			TI1850-P1-11	38.45	～	38.60	38.53	-113.21	三軸圧縮試験
			TI1850-P1-12	38.60	～	38.75	38.68	-113.36	三軸圧縮試験
			TI1850-P1-13	39.00	～	39.15	39.08	-113.76	動的変形試験
			TI1850-P1-14	39.15	～	39.25	39.20	-113.88	三軸超音波速度
		TI1850-P2	TI1850-P2-01	51.75	～	51.90	51.83	-126.51	
			TI1850-P2-02	51.90	～	52.00	51.95	-126.63	圧裂試験
			TI1850-P2-03	52.15	～	52.25	52.20	-126.88	三軸超音波速度
			TI1850-P2-04	52.25	～	52.40	52.33	-127.01	動的変形試験
			TI1850-P2-05	52.40	～	52.55	52.48	-127.16	一軸圧縮試験
			TI1850-P2-06	52.55	～	52.70	52.63	-127.31	
			TI1850-P2-07	52.70	～	52.85	52.78	-127.46	三軸圧縮試験
			TI1850-P2-08	52.85	～	53.00	52.93	-127.61	三軸圧縮試験
			TI1850-P2-09	53.00	～	53.15	53.08	-127.76	三軸圧縮試験
			TI1850-P2-10	53.15	～	53.30	53.23	-127.91	三軸圧縮試験
			TI1850-P2-11	53.30	～	53.45	53.38	-128.06	
			TI1850-P2-12	53.45	～	53.60	53.53	-128.21	
			TI1850-P2-13	53.60	～	53.75	53.68	-128.36	熱伝導率試験
			TI1850-P2-14	53.75	～	53.90	53.83	-128.51	比熱試験
		TI1850-P3	TI1850-P3-01	55.15	～	55.25	55.20	-129.88	圧裂試験
			TI1850-P3-02	55.25	～	55.40	55.33	-130.01	一軸圧縮試験
			TI1850-P3-03	55.40	～	55.55	55.48	-130.16	動的変形試験
			TI1850-P3-04	55.55	～	55.70	55.63	-130.31	
			TI1850-P3-05	55.70	～	55.85	55.78	-130.46	
			TI1850-P3-06	58.30	～	58.45	58.38	-133.06	三軸圧縮試験
			TI1850-P3-07	58.80	～	58.95	58.88	-133.56	三軸圧縮試験
			TI1850-P3-08	59.10	～	59.25	59.18	-133.86	三軸圧縮試験
			TI1850-P3-09	59.25	～	59.40	59.33	-134.01	三軸圧縮試験
			TI1850-P3-10	59.60	～	59.70	59.65	-134.33	三軸超音波速度
			TI1850-P3-11	59.70	～	59.85	59.78	-134.46	
			TI1850-P3-12	61.70	～	61.85	61.78	-136.46	
			TI1850-P3-13	61.85	～	62.00	61.93	-136.61	熱伝導率試験
			TI1850-P3-14	62.20	～	62.35	62.28	-136.96	比熱試験
	Tspt2	TI1850-S1	TI1850-S1-01	73.15	～	73.30	73.23	-147.91	比熱試験
			TI1850-S1-02	73.30	～	73.45	73.38	-148.06	熱伝導率試験
			TI1850-S1-03	73.55	～	73.70	73.63	-148.31	
			TI1850-S1-04	73.70	～	73.85	73.78	-148.46	一軸圧縮試験
			TI1850-S1-05	74.00	～	74.15	74.08	-148.76	三軸圧縮試験
			TI1850-S1-06	74.15	～	74.30	74.23	-148.91	三軸圧縮試験
			TI1850-S1-07	74.30	～	74.45	74.38	-149.06	三軸圧縮試験
			TI1850-S1-08	74.45	～	74.60	74.53	-149.21	三軸圧縮試験
			TI1850-S1-09	74.60	～	74.75	74.68	-149.36	
			TI1850-S1-10	74.75	～	74.85	74.80	-149.48	圧裂試験
			TI1850-S1-11	74.85	～	75.00	74.93	-149.61	
			TI1850-S1-12	75.45	～	75.55	75.50	-150.18	三軸超音波速度
			TI1850-S1-13	75.55	～	75.70	75.63	-150.31	動的変形試験
			TI1850-S1-14	75.70	～	75.85	75.78	-150.46	
		TI1850-S2	TI1850-S2-01	95.00	～	95.15	95.08	-169.76	一軸圧縮試験
			TI1850-S2-02	95.15	～	95.30	95.23	-169.91	三軸圧縮試験
			TI1850-S2-03	95.30	～	95.45	95.38	-170.06	三軸圧縮試験
			TI1850-S2-04	95.45	～	95.60	95.53	-170.21	
			TI1850-S2-05	95.60	～	95.75	95.68	-170.36	三軸圧縮試験
			TI1850-S2-06	95.75	～	95.90	95.83	-170.51	(使用済、破損)
			TI1850-S2-07	95.90	～	96.00	95.95	-170.63	圧裂試験
			TI1850-S2-08	96.00	～	96.15	96.08	-170.76	三軸圧縮試験
			TI1850-S2-09	96.65	～	96.80	96.73	-171.41	動的変形試験
			TI1850-S2-10	96.80	～	96.90	96.85	-171.53	三軸超音波速度
			TI1850-S2-11	97.40	～	97.55	97.48	-172.16	
			TI1850-S2-12	97.55	～	97.70	97.63	-172.31	比熱試験
			TI1850-S2-13	99.00	～	99.15	99.08	-173.76	
			TI1850-S2-14	99.15	～	99.30	99.23	-173.91	熱伝導率試験
		TI1850-S3	TI1850-S3-01	110.25	～	110.40	110.33	-185.01	
			TI1850-S3-02	110.40	～	110.55	110.48	-185.16	一軸圧縮試験
			TI1850-S3-03	110.55	～	110.70	110.63	-185.31	
			TI1850-S3-04	110.70	～	110.80	110.75	-185.43	圧裂試験
			TI1850-S3-05	111.00	～	111.15	111.08	-185.76	三軸圧縮試験
			TI1850-S3-06	111.15	～	111.30	111.23	-185.91	三軸圧縮試験
			TI1850-S3-07	111.30	～	111.45	111.38	-186.06	三軸圧縮試験
			TI1850-S3-08	111.45	～	111.60	111.53	-186.21	三軸圧縮試験
			TI1850-S3-09	111.75	～	111.85	111.80	-186.48	三軸超音波速度
			TI1850-S3-10	111.85	～	112.00	111.93	-186.61	動的変形試験
			TI1850-S3-11	112.15	～	112.30	112.23	-186.91	
			TI1850-S3-12	112.50	～	112.65	112.58	-187.26	比熱試験
			TI1850-S3-13	112.65	～	112.80	112.73	-187.41	熱伝導率試験
			TI1850-S3-14	113.00	～	113.15	113.08	-187.76	

1）物理試験

土粒子の密度試験、土の粒度試験及び液性限界・塑性限界試験の結果を表 2.1-28 に示す。また、粒度組成及び粒径加積曲線を図 2.1-67 及び図 2.1-68 に示す。

軽石凝灰岩 Tpt2 に比べ砂質軽石凝灰岩 Tspt2 の砂分が多く、また、軽石凝灰岩層 T2pt 全体では深部ほど細粒分が少なくなり、砂分や礫分が多くなっている。

次に、各供試体の密度試験及び含水比試験結果と、土粒子の密度試験結果から求めた間隙比及び飽和度を表 2.1-29 に示す。また、各区間・岩種の平均値及び標準偏差を表 2.1-30 に示し、各物性値の深度分布及び標高分布を図 2.1-69 及び図 2.1-70 に示す。

軽石凝灰岩 Tpt2 では軽石の少ない浅部ほど密度が大きく、含水比や間隙比が小さい。一方、砂質軽石凝灰岩 Tspt2 では砂分や礫分が多くなる深部ほど密度が大きく、含水比や間隙比が小さい。

図 2.1-71 には室内試験による密度と密度検層結果を比較して示すが、両者は概ね一致している。

表 2.1-28　土の物理試験結果

岩種	試料番号	深度 (m)	土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	粒度試験結果																	コンシステンシー特性			分類	
				石分 (%)	礫分 (%)	礫分内訳			砂分 (%)	砂分内訳			シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分含有率 Fc (%)	最大粒径 (mm)	50%粒径 D_{50} (mm)	20%粒径 D_{20} (mm)	10%粒径 D_{10} (mm)	均等係数 U_c	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_P (%)	塑性指数 I_P	地盤材料の分類名	分類記号
						粗礫分 (%)	中礫分 (%)	細礫分 (%)		粗砂分 (%)	中砂分 (%)	細砂分 (%)													
軽石凝灰岩 Tpt2	Tl850-P1	37.00 ～ 39.25	2.371	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.3	0.0	0.4	34.9	53.7	11.0	64.7	0.850	0.0568	0.0137	0.00414	16.7	NP	NP	NP	砂質シルト	(MS)
	Tl850-P2	51.75 ～ 53.90	2.378	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.3	0.5	7.5	38.3	42.8	10.9	53.7	2	0.0685	0.0178	0.00405	21.6	NP	NP	NP	砂質シルト	(MS)
	Tl850-P3	55.15 ～ 62.35	2.372	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.4	2.4	11.1	31.9	43.7	10.9	54.6	2	0.0663	0.0155	0.00409	21.6	NP	NP	NP	砂質シルト	(MS)
砂質軽石凝灰岩 Tspt2	Tl850-S1	73.15 ～ 75.85	2.396	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.1	4.0	17.7	27.4	41.0	9.9	50.9	2	0.0730	0.0166	0.00509	21.0	NP	NP	NP	砂質シルト	(MS)
	Tl850-S2	95.00 ～ 99.30	2.441	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	60.7	10.1	24.1	26.5	27.8	10.6	38.4	4.75	0.146	0.0180	0.00437	47.8	NP	NP	NP	細粒分質砂	(SF)
	Tl850-S3	110.40 ～ 112.80	2.479	0.0	5.1	0.0	1.0	4.1	63.3	13.1	25.3	24.9	24.6	7.0	31.6	9.5	0.195	0.0287	0.00809	35.6	NP	NP	NP	礫まじり細粒分質砂	(SF-G)

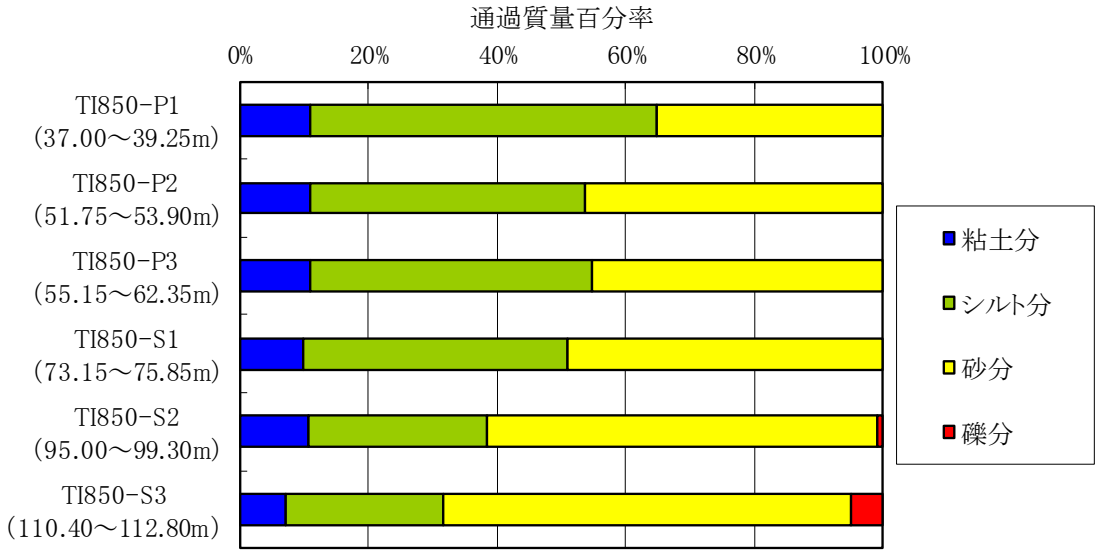


図 2.1-67　各試料の粒度分布

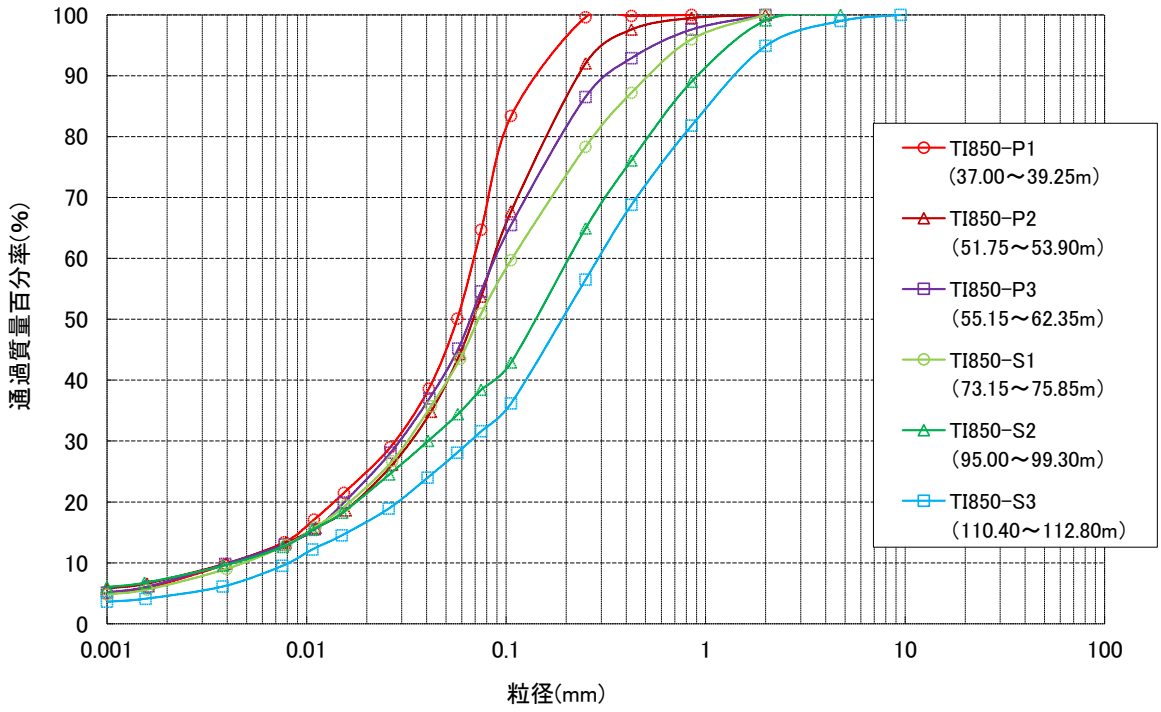


図 2.1-68　粒径加積曲線

表 2.1-29　岩の物理試験結果

ボーリング孔	岩種	供試体番号	試験項目	供試体深度 (m) 上端	供試体深度 (m) 下端	供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3	含水比 w %	間隙比 e	飽和度 S_r %
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-01	熱伝導率試験	37.00	37.15	37.08	-111.76	1.672			
		TI1850-P1-02	比熱試験	37.15	37.30	37.23	-111.91	1.653	41.3	1.026	95.4
		TI1850-P1-03	圧裂試験	37.30	37.40	37.35	-112.03	1.686	39.9	0.968	97.7
		TI1850-P1-04	一軸圧縮試験	37.40	37.55	37.48	-112.16	1.672	40.9	0.997	97.3
		TI1850-P1-08	三軸圧縮試験	38.00	38.15	38.08	-112.76	1.684	40.8	0.982	98.5
		TI1850-P1-09	三軸圧縮試験	38.15	38.30	38.23	-112.91	1.689	40.4	0.971	98.6
		TI1850-P1-11	三軸圧縮試験	38.45	38.60	38.53	-113.21	1.687	40.4	0.973	98.4
		TI1850-P1-12	三軸圧縮試験	38.60	38.75	38.68	-113.36	1.689	39.8	0.963	98.0
		TI1850-P1-13	動的変形試験	39.00	39.15	39.08	-113.76	1.671	40.6	0.996	96.6
		TI1850-P1-14	三軸超音波速度	39.15	39.25	39.20	-113.88	1.674	39.3	0.973	95.8
		TI1850-P2-02	圧裂試験	51.90	52.00	51.95	-126.63	1.647	45.4	1.099	98.2
		TI1850-P2-03	三軸超音波速度	52.15	52.25	52.20	-126.88	1.636	47.1	1.138	98.4
		TI1850-P2-04	動的変形試験	52.25	52.40	52.33	-127.01	1.636	47.2	1.140	98.5
		TI1850-P2-05	一軸圧縮試験	52.40	52.55	52.48	-127.16	1.643	45.9	1.112	98.2
		TI1850-P2-07	三軸圧縮試験	52.70	52.85	52.78	-127.46	1.628	46.9	1.146	97.3
		TI1850-P2-08	三軸圧縮試験	52.85	53.00	52.93	-127.61	1.626	48.0	1.164	98.1
		TI1850-P2-09	三軸圧縮試験	53.00	53.15	53.08	-127.76	1.635	47.2	1.140	98.5
		TI1850-P2-10	三軸圧縮試験	53.15	53.30	53.23	-127.91	1.644	45.4	1.103	97.9
		TI1850-P2-13	熱伝導率試験	53.60	53.75	53.68	-128.36	1.625			
		TI1850-P2-14	比熱試験	53.75	53.90	53.83	-128.51	1.636	47.2	1.140	98.5
		TI1850-P3-01	圧裂試験	55.15	55.25	55.20	-129.88	1.575	53.3	1.310	96.5
		TI1850-P3-02	一軸圧縮試験	55.25	55.40	55.33	-130.01	1.550	55.6	1.382	95.4
		TI1850-P3-03	動的変形試験	55.40	55.55	55.48	-130.16	1.582	55.6	1.332	99.0
		TI1850-P3-06	三軸圧縮試験	58.30	58.45	58.38	-133.06	1.569	54.8	1.339	97.1
		TI1850-P3-07	三軸圧縮試験	58.80	58.95	58.88	-133.56	1.567	55.4	1.353	97.1
		TI1850-P3-08	三軸圧縮試験	59.10	59.25	59.18	-133.86	1.558	55.7	1.370	96.4
		TI1850-P3-09	三軸圧縮試験	59.25	59.40	59.33	-134.01	1.541	54.4	1.377	93.7
		TI1850-P3-10	三軸超音波速度	59.60	59.70	59.65	-134.33	1.569	55.4	1.349	97.4
		TI1850-P3-13	熱伝導率試験	61.85	62.00	61.93	-136.61	1.550			
		TI1850-P3-14	比熱試験	62.20	62.35	62.28	-136.96	1.575	56.6	1.358	98.9
TI1-850	Tspt2	TI1850-S1-01	比熱試験	73.15	73.30	73.23	-147.91	1.643	44.7	1.111	96.4
		TI1850-S1-02	熱伝導率試験	73.30	73.45	73.38	-148.06	1.603			
		TI1850-S1-04	一軸圧縮試験	73.70	73.85	73.78	-148.46	1.570	54.6	1.358	96.3
		TI1850-S1-05	三軸圧縮試験	74.00	74.15	74.08	-148.76	1.583	51.0	1.286	95.0
		TI1850-S1-06	三軸圧縮試験	74.15	74.30	74.23	-148.91	1.604	49.5	1.233	96.2
		TI1850-S1-07	三軸圧縮試験	74.30	74.45	74.38	-149.06	1.566	51.0	1.311	93.2
		TI1850-S1-08	三軸圧縮試験	74.45	74.60	74.53	-149.21	1.571	52.9	1.333	95.1
		TI1850-S1-10	圧裂試験	74.75	74.85	74.80	-149.48	1.593	50.6	1.265	95.8
		TI1850-S1-12	三軸超音波速度	75.45	75.55	75.50	-150.18	1.566	50.7	1.306	93.0
		TI1850-S1-13	動的変形試験	75.55	75.70	75.63	-150.31	1.522	50.5	1.370	88.3
		TI1850-S2-01	一軸圧縮試験	95.00	95.15	95.08	-169.76	1.632	39.3	1.083	88.6
		TI1850-S2-02	三軸圧縮試験	95.15	95.30	95.23	-169.91	1.679	37.3	0.996	91.4
		TI1850-S2-03	三軸圧縮試験	95.30	95.45	95.38	-170.06	1.685	39.2	1.017	94.1
		TI1850-S2-05	三軸圧縮試験	95.60	95.75	95.68	-170.36	1.679	41.2	1.053	95.5
		TI1850-S2-07	圧裂試験	95.90	96.00	95.95	-170.63	1.658	41.0	1.076	93.0
		TI1850-S2-08	三軸圧縮試験	96.00	96.15	96.08	-170.76	1.675	41.3	1.060	95.1
		TI1850-S2-09	動的変形試験	96.65	96.80	96.73	-171.41	1.666	43.5	1.102	96.4
		TI1850-S2-10	三軸超音波速度	96.80	96.90	96.85	-171.53	1.696	42.7	1.053	99.0
		TI1850-S2-12	比熱試験	97.55	97.70	97.63	-172.31	1.684	42.6	1.067	97.5
		TI1850-S2-14	熱伝導率試験	99.15	99.30	99.23	-173.91	1.659			
		TI1850-S3-02	一軸圧縮試験	110.40	110.55	110.48	-185.16	1.665	39.2	1.073	90.6
		TI1850-S3-04	圧裂試験	110.70	110.80	110.75	-185.43	1.653	43.0	1.144	93.2
		TI1850-S3-05	三軸圧縮試験	111.00	111.15	111.08	-185.76	1.695	43.0	1.092	97.6
		TI1850-S3-06	三軸圧縮試験	111.15	111.30	111.23	-185.91	1.690	41.1	1.069	95.3
		TI1850-S3-07	三軸圧縮試験	111.30	111.45	111.38	-186.06	1.705	42.7	1.074	98.6
		TI1850-S3-08	三軸圧縮試験	111.45	111.60	111.53	-186.21	1.690	42.7	1.094	96.8
		TI1850-S3-09	三軸超音波速度	111.75	111.85	111.80	-186.48	1.699	38.7	1.024	93.7
		TI1850-S3-10	動的変形試験	111.85	112.00	111.93	-186.61	1.716	37.6	0.988	94.3
		TI1850-S3-12	比熱試験	112.50	112.65	112.58	-187.26	1.710	36.1	0.974	91.9
		TI1850-S3-13	熱伝導率試験	112.65	112.80	112.73	-187.41	1.709			

表 2.1-30　岩の物理試験結果（各区間の統計値）

岩種	試料区間	供試体深度 (m)	供試体中心標高 (EL m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3				含水比 w %				間隙比 e				飽和度 S_r %			
				平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
Tpt2	TI1850-P1	37.00 ～ 39.25	−111.76 ～ −113.88	1.678	0.011			40.4	0.6			0.983	0.020			97 4	1 2		
	TI1850-P2	51.90 ～ 53.90	−126 63 ～ −128.51	1.636	0.008			46.7	0.9			1.131	0.022			98 2	0 4		
	TI1850-P3	55.15 ～ 62.35	−129 88 ～ −136.96	1.564	0.013	1 626	0 049	55.2	0.9	47.4	6 2	1.352	0.023	1.156	0.156	96 8	1 6	97.5	1.3
Tspt2	TI1850-S1	73.15 ～ 75.70	−147 91 ～ −150.31	1.582	0.032			50.6	2.7			1.286	0.079			94 4	2 6		
	TI1850-S2	95.00 ～ 99.30	−169.76 ～ −173.91	1.671	0.018			40.9	2.0			1.056	0.033			94 5	3 2		
	TI1850-S3	110.40 ～ 112.80	−185.16 ～ −187.41	1.693	0.020	1 649	0 054	40.5	2.6	44.0	5 3	1.059	0.054	1.134	0.123	94.7	2.7	94.5	2.7

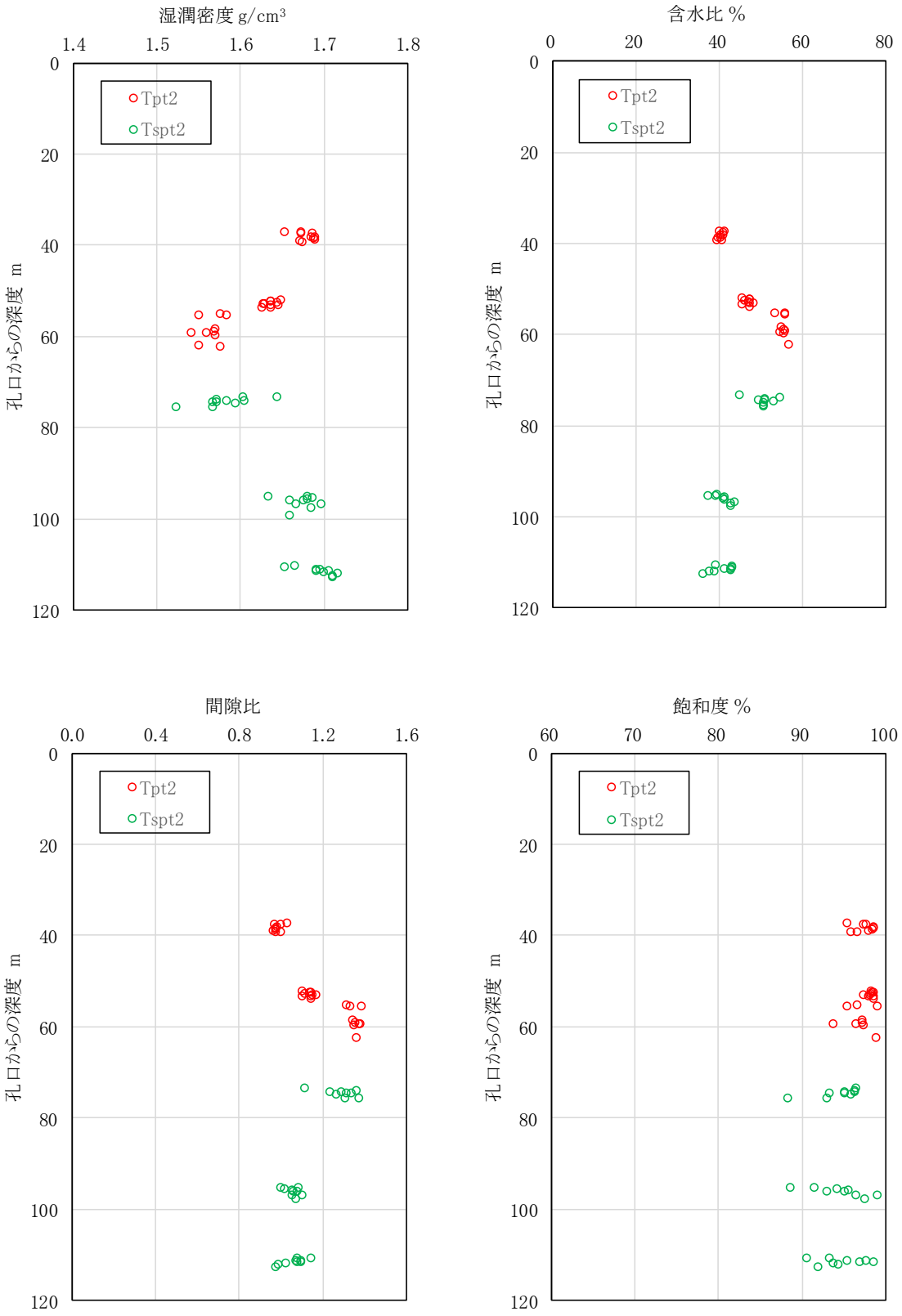


図 2.1-69　物理試験結果の深度分布

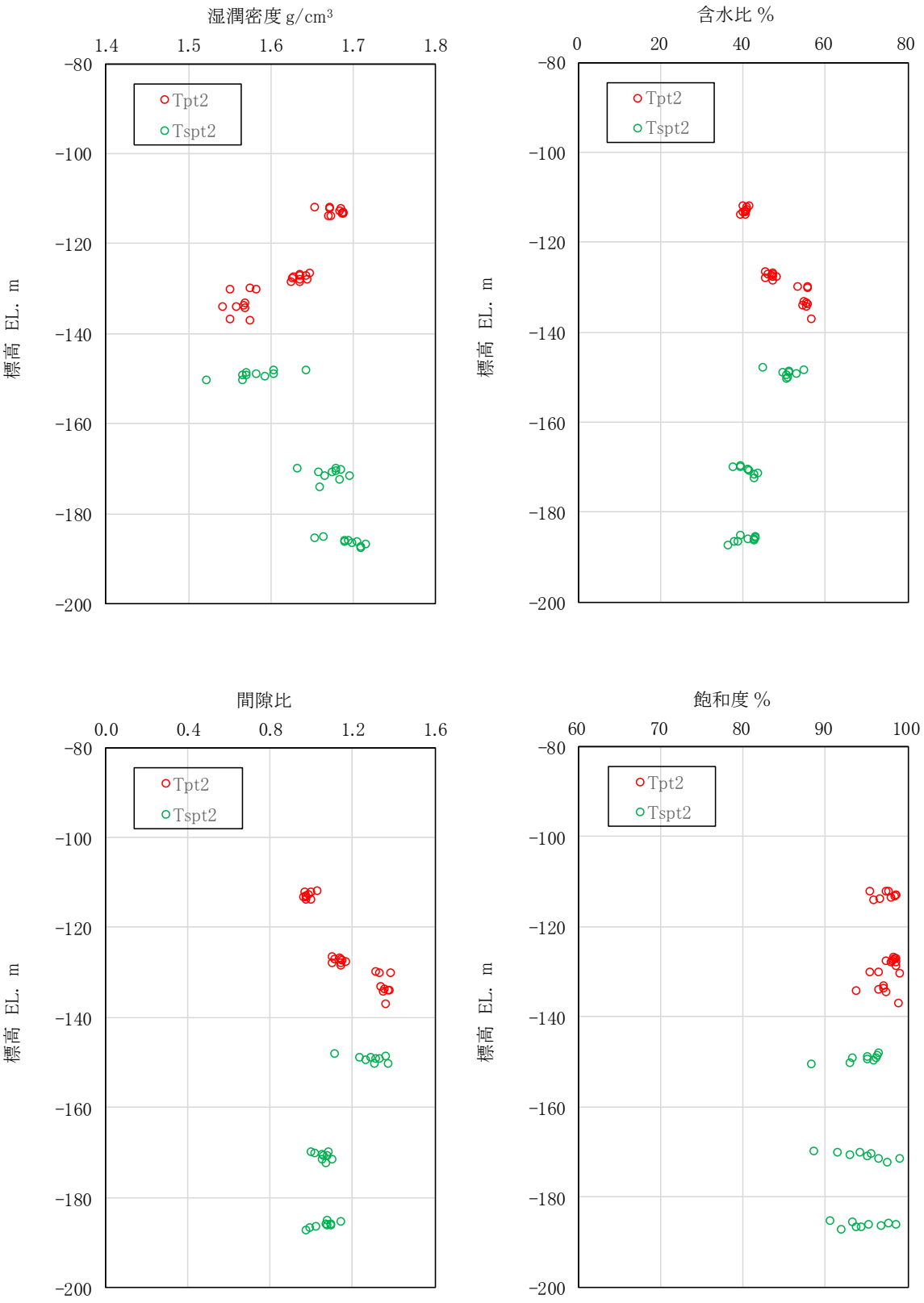


図 2.1-70　物理試験結果の深度分布（標高表示）

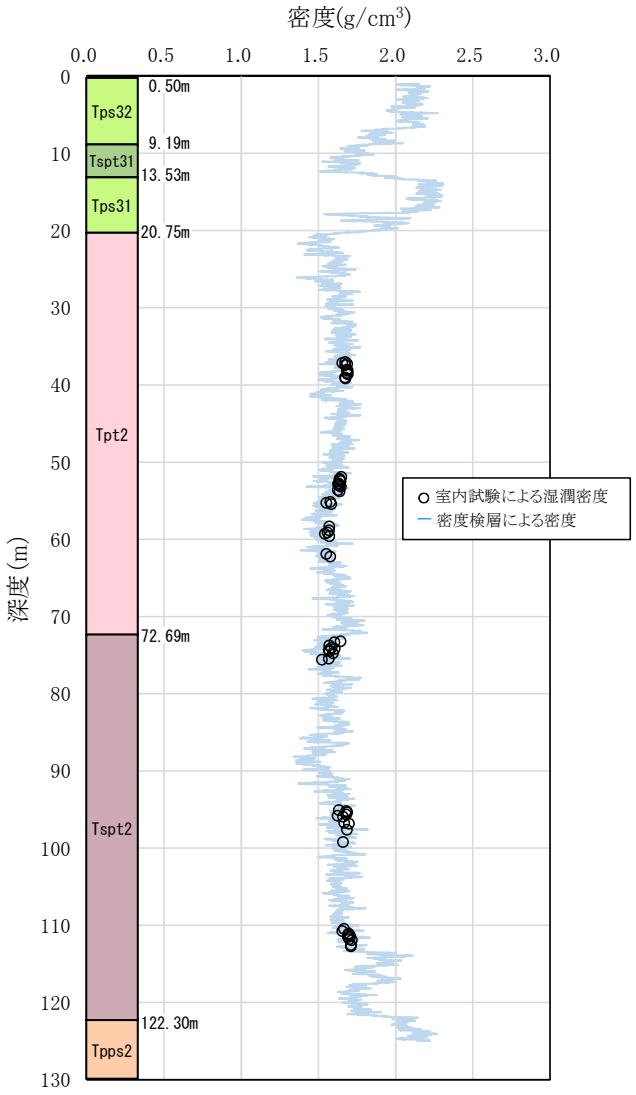


図 2.1-71　室内試験による供試体密度と密度検層結果の比較

2）三軸超音波速度測定

軽石凝灰岩 Tpt2 及び砂質軽石凝灰岩 Tspt2 の三軸超音波速度測定結果を表 2.1-31(1)及び(2)に示す。また、P 波速度 V_p、S 波速度 V_s、動ポアソン比 ν_d 及び動せん断弾性係数 G_d の圧密応力との関係を図 2.1-72 に示す。

P 波速度 V_p、S 波速度 V_s 及び動せん断弾性係数 G_d は圧密応力が大きくなるほど大きくなっており、動ポアソン比 ν_d は圧密応力が大きくなるほど小さくなっている。

Tspt2 の中央の深度区間 TI1-850-S2 は 6 区間の中で最も速度が大きいが、最深部の TI1-850-S3 の速度があまり大きくなっていない。

表 2.1-31　三軸超音波速度測定結果

(1) 軽石凝灰岩 Tpt2

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度(m) 中心標高 EL.m			初期状態	圧密応力，有効拘束圧 σ_c'（MPa）				
							0 00	0 10	0 60	1 10	1 60
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-13	39.00～39.15 m EL. -113.76 m	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 674	1 674	1 675	1 678	1 680	1 683
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 202	1 202	1 204	1 209	1 212	1 217
				含水比	w (%)	39 3	39 3	39 2	38 8	38 6	38 2
				P 波速度	V_P (m/s)	—	1720	1780	1900	1970	2130
				S 波速度	V_S (m/s)	—	625	645	711	799	865
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	—	654	697	848	1070	1260
				動ポアソン比	ν_d	—	0 424	0 424	0 419	0 402	0 401
				動弾性係数	E_d (MPa)	—	1860	1990	2410	3000	3530
		TI1850-P2-03	52.15～52.25 m EL. -126.88 m	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 636	1 636	1 637	1 640	1 641	1 643
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 112	1 112	1 115	1 119	1 122	1 124
				含水比	w (%)	47 1	47 1	46 9	46 5	46 3	46 1
				P 波速度	V_P (m/s)	—	1810	1830	1910	1960	2080
				S 波速度	V_S (m/s)	—	601	635	774	833	919
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	—	591	660	982	1140	1390
				動ポアソン比	ν_d	—	0 438	0 432	0 402	0 390	0 379
				動弾性係数	E_d (MPa)	—	1700	1890	2750	3170	3830
		TI1850-P3-10	59.60～59.70 m EL. -134.33 m	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 569	1 569	1 570	1 572	1 573	1 574
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 009	1 009	1 013	1 015	1 017	1 019
				含水比	w (%)	55 4	55 4	55 1	54 9	54 7	54 5
				P 波速度	V_P (m/s)	—	1760	1810	1910	1960	2080
				S 波速度	V_S (m/s)	—	638	673	791	846	921
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	—	639	711	984	1130	1340
				動ポアソン比	ν_d	—	0 424	0 420	0 396	0 386	0 378
				動弾性係数	E_d (MPa)	—	1820	2020	2750	3130	3690
		平均値		湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 626	1 626	1 627	1 630	1 631	1 633
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 108	1 108	1 111	1 114	1 117	1 120
				含水比	w (%)	47 3	47 3	47 1	46 7	46 5	46 3
				P 波速度	V_P (m/s)	—	1760	1810	1910	1960	2100
				S 波速度	V_S (m/s)	—	621	651	759	826	902
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	—	628	689	938	1110	1330
				動ポアソン比	ν_d	—	0 429	0 425	0 406	0 393	0 386
				動弾性係数	E_d (MPa)	—	1790	1970	2640	3100	3680

表 2.1-31　三軸超音波速度測定結果

(2) 砂質軽石凝灰岩 Tspt2

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度(m) 中心標高 EL.m			初期状態	圧密応力，有効拘束圧 σ_c'（MPa）				
							0 00	0 10	0 60	1 10	1 60
TI1-850	Tspt2	TI1850-S1-12	75.45～75.55 m EL.-150.18 m	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 566	1 566	1 568	1 570	1 571	1 573
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 039	1 039	1 042	1 045	1 049	1 052
				含水比	w (%)	50 7	50 7	50 4	50 1	49 8	49 6
				P 波速度	V_P (m/s)	－	1870	1900	1940	2010	2090
				S 波速度	V_S (m/s)	－	695	768	892	925	1030
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	－	756	925	1250	1340	1670
				動ポアソン比	ν_d	－	0 420	0 402	0 366	0 366	0 340
				動弾性係数	E_d (MPa)	－	2150	2590	3420	3660	4480
		TI1850-S2-10	96.80～96.90 m EL.-171.53 m	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 696	1 696	1 698	1 699	1 700	1 702
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 189	1 189	1 191	1 193	1 195	1 198
				含水比	w (%)	42 7	42 7	42 5	42 4	42 2	42 1
				P 波速度	V_P (m/s)	－	2230	2260	2290	2290	2350
				S 波速度	V_S (m/s)	－	713	908	1040	1100	1270
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	－	862	1400	1840	2060	2750
				動ポアソン比	ν_d	－	0 443	0 404	0 370	0 350	0 294
				動弾性係数	E_d (MPa)	－	2490	3930	5040	5560	7120
		TI1850-S3-09	111.75～111.85 m EL.-186.48 m	湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 699	1 699	1 700	1 702	1 704	1 706
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 225	1 225	1 227	1 230	1 233	1 236
				含水比	w (%)	38 7	38 7	38 6	38 4	38 2	38 0
				P 波速度	V_P (m/s)	－	1640	1690	1750	1840	1920
				S 波速度	V_S (m/s)	－	657	691	746	816	853
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	－	733	812	947	1130	1240
				動ポアソン比	ν_d	－	0 404	0 400	0 389	0 378	0 377
				動弾性係数	E_d (MPa)	－	2060	2270	2630	3110	3410
		平均値		湿潤密度	ρ_t (g/cm^3)	1 654	1 654	1 655	1 657	1 658	1 660
				乾燥密度	ρ_d (g/cm^3)	1 151	1 151	1 153	1 156	1 159	1 162
				含水比	w (%)	44 0	44 0	43 8	43 6	43 4	43 2
				P 波速度	V_P (m/s)	－	1910	1950	1990	2050	2120
				S 波速度	V_S (m/s)	－	688	789	893	947	1050
				動せん断弾性係数	G_0 (MPa)	－	784	1050	1350	1510	1890
				動ポアソン比	ν_d	－	0 422	0 402	0 375	0 365	0 337
				動弾性係数	E_d (MPa)	－	2230	2930	3700	4110	5000

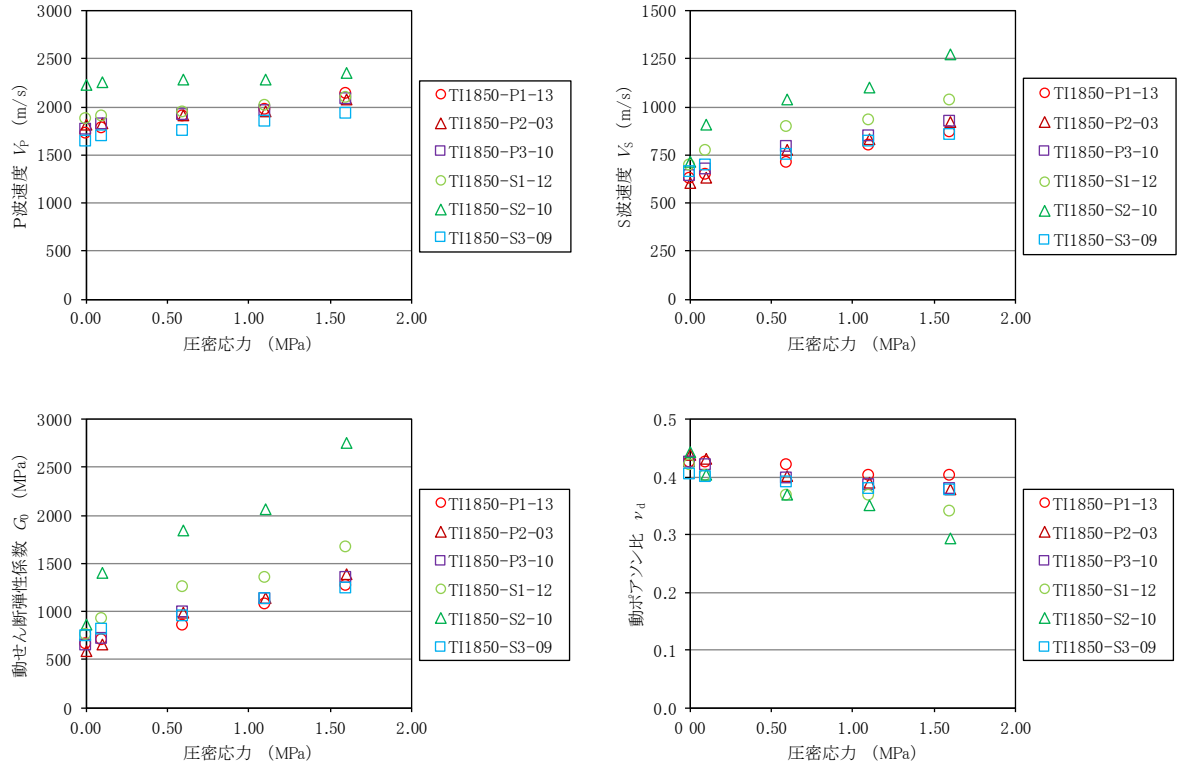


図 2.1-72　三軸超音波速度測定結果（圧密応力との関係）

3）一軸圧縮試験

一軸圧縮試験結果を表 2.1-32 に示し、一軸圧縮強さ q_u と変形係数 $E_{t,50}$ について深度及び標高との関係を図 2.1-73 及び図 2.1-74 に示す。

一軸圧縮強さは、Tpt2 では 2.71～3.39MPa（平均値 2.94MPa）、Tspt2 では 1.75～6.52MPa（平均値 4.55MPa）である。全体に深部ほど一軸圧縮強さ q_u や変形係数 $E_{t,50}$ が大きくなる傾向にあるが、Tspt2 の最も浅い深度区間の一軸圧縮強さ q_u 及び変形係数 $E_{t,50}$ が他より小さくなっている。

表 2.1-32　一軸圧縮試験結果

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度 (m) 上端	供試体深度 (m) 下端	供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3	含水比 w %	間隙比 e_i	飽和度 S_r %	一軸圧縮強さ q_u MPa	外部変位計による 破壊ひずみ ε_f %	外部変位計による 変形係数 $E_{t,50}$ MPa	LDTによる 破壊ひずみ ε_f %	LDTによる 変形係数 $E_{t,50}$ MPa
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-04	37.40	37.55	37.48	-112.16	1.672	40.9	0.997	97.3	2.72	1.08	496	1.00	580
		TI1850-P2-05	52.40	52.55	52.48	-127.16	1.643	45.9	1.112	98.2	3.39	0.69	668	0.50	957
		TI1850-P3-02	55.25	55.40	55.33	-130.01	1.550	55.6	1.382	95.4	2.71	0.55	783	0.47	1030
		平均値					1.622	47.5	1.164	97.0	2.94		649		856
		標準偏差					0.064	7.5	0.198	1.4	0.39		144		242
	Tspt2	TI1850-S1-04	73.70	73.85	73.78	-148.46	1.570	54.6	1.358	96.3	1.75	0.89	430	0.99	430
		TI1850-S2-01	95.00	95.15	95.08	-169.76	1.632	39.3	1.083	88.6	5.39	0.55	1350	0.41	1760
		TI1850-S3-02	110.40	110.55	110.48	-185.16	1.665	39.2	1.073	90.6	6.52	0.51	1620	0.42	1990
		平均値					1.622	44.4	1.171	91.8	4.55		1130		1390
		標準偏差					0.048	8.9	0.162	4.0	2.49		620		840

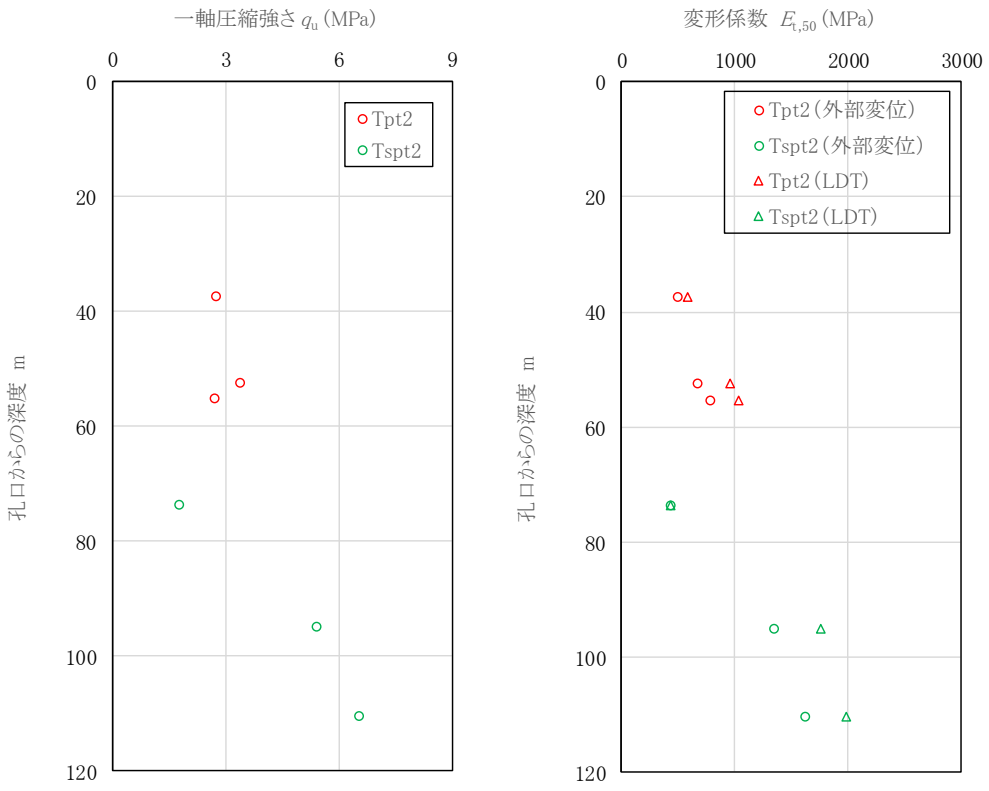


図 2.1-73　一軸圧縮試験結果の深度分布

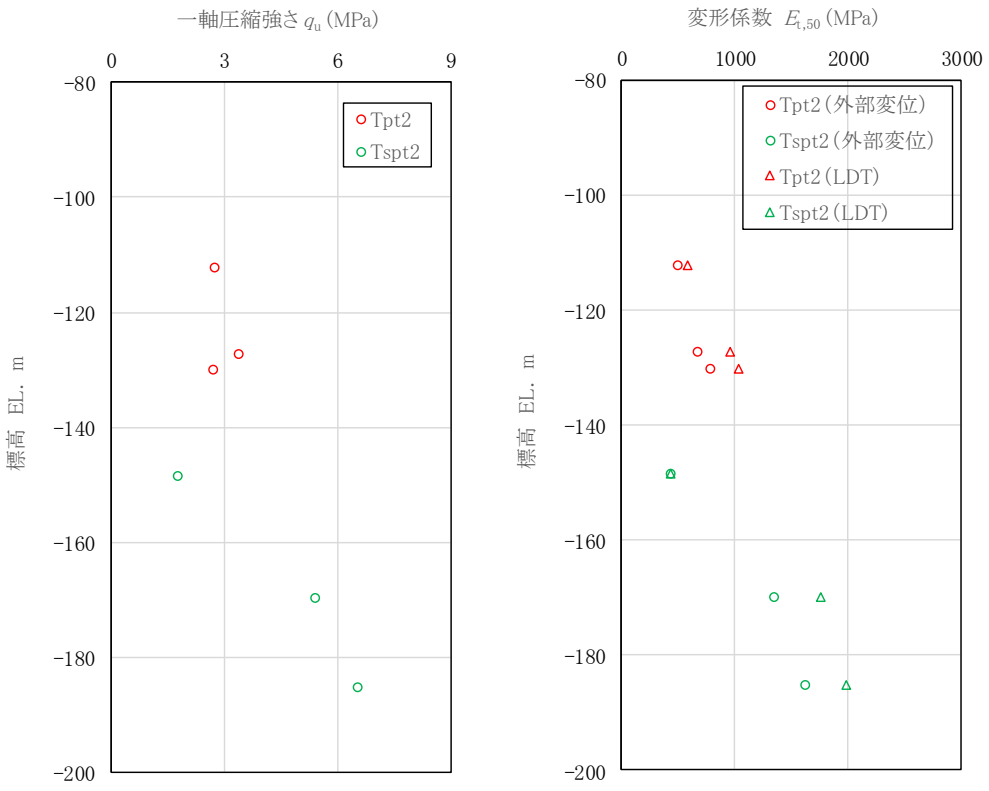


図 2.1-74　一軸圧縮試験結果の深度分布（標高表示）

4）圧裂引張試験

圧裂引張試験結果を表 2.1-33 に示し、圧裂引張り強さ σ_t について深度及び標高との関係を図 2.1-75 及び図 2.1-76 に示す。

圧裂引張り強さは，Tpt2 では 0.202～0.352MPa（平均値 0.268MPa），Tspt2 では 0.484～0.819MPa（平均値 0.706MPa）である。

Tspt2 は一軸圧縮強さと同様に深度により強度が大きく異なる。

表 2.1-33　圧裂引張試験結果

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度 (m) 上端	供試体深度 (m) 下端	供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL. m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3	含水比 w %	間隙比 e_i	飽和度 S_r %	圧裂引張り強さ σ_t MPa
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-03	37.30	37.40	37.35	-112.03	1.686	39.9	0.968	97.7	0.352
		TI1850-P2-02	51.90	52.00	51.95	-126.63	1.647	45.4	1.099	98.2	0.202
		TI1850-P3-01	55.15	55.25	55.20	-129.88	1.575	53.3	1.310	96.5	0.251
		平均値					1.636	46.2	1.126	97.5	0.268
		標準偏差					0.056	6.7	0.173	0.9	0.076
	Tspt2	TI1850-S1-10	74.75	74.85	74.80	-149.48	1.593	50.6	1.265	95.8	0.484
		TI1850-S2-07	95.90	96.00	95.95	-170.63	1.658	41.0	1.076	93.0	0.819
		TI1850-S3-04	110.70	110.80	110.75	-185.43	1.653	43.0	1.144	93.2	0.815
		平均値					1.635	44.9	1.162	94.0	0.706
		標準偏差					0.036	5.1	0.096	1.6	0.192

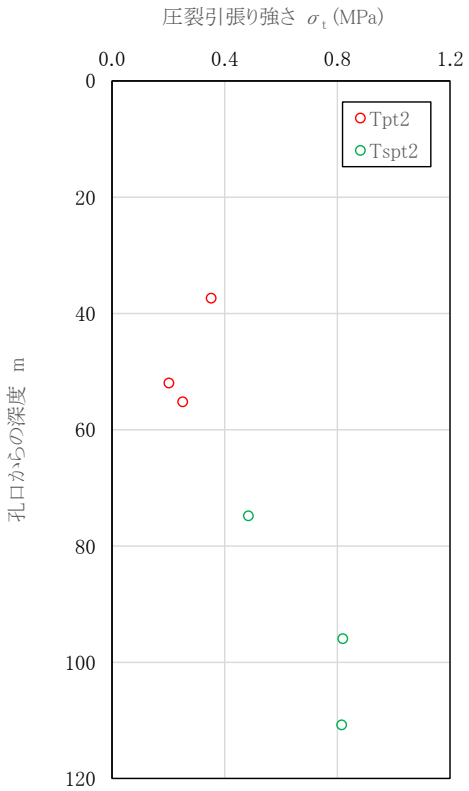


図 2.1-75　圧裂引張試験結果の深度分布

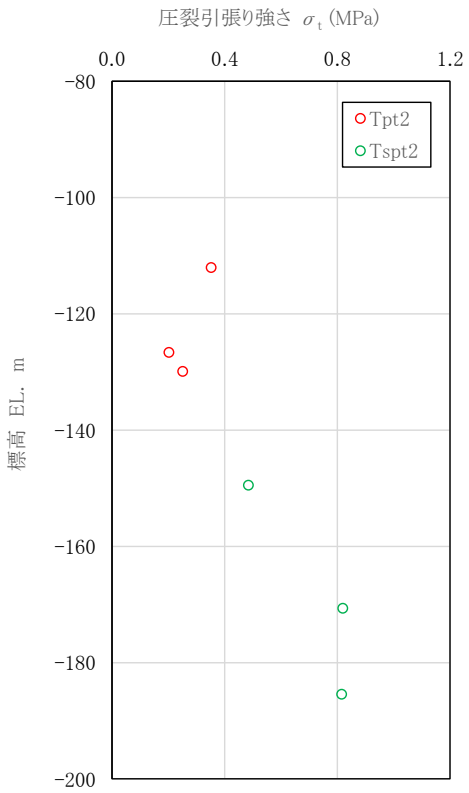


図 2.1-76　圧裂引張試験結果の深度分布（標高表示）

5）三軸圧縮試験

三軸圧縮試験結果を表 2.1-34 に示し、強度、変形係数について深度及び標高との関係を図 2.1-77 及び図 2.1-78 に示す。

Tspt2 は深いほど強度や変形係数が大きく深部 2 試料の強度・変形係数が大きいが、Tpt2 は軽石が少なく密度が大きい部分ほど強度が大きい。

強度、変形係数等について、圧密応力との関係を図 2.1-79(1)及び(2)に示す。強度と変形係数 E_0 は圧密応力との相関が強く認められる。

強度特性について、モール円と破壊包絡線を図 2.1-80(1)及び(2)に示す。Tpt2 は軽石が比較的多い P3 部の強度が小さく、砂質軽石凝灰岩は浅部の S1 部の強度が小さい。

砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のうち試料 S3 では応力解放時の除荷時の挙動の参考とするため、繰返し載荷を実施した。この部分の応力－ひずみ曲線の拡大図を図 2.1-81 に示し、各部分の変形係数を算出したひずみ範囲を繰返し載荷部以外も含めて表 2.1-35 に示す。外部変位計のデータを見るとヒステリシスが認められる。そのため、変形係数算出区間によって接線から算出した変形係数が大きく変わるが、暫定的に応力の小さな区間で除荷時接線による変形係数を求め表 2.1-35 に示した。一方、LDT の測定結果では除荷時の変形係数よりその後の載荷時の変形係数がかなり小さいために繰返し載荷の前後でひずみが増えており、除荷時に測定上の問題が生じた可能性がある。

表 2.1-34　三軸圧縮試験結果

ボーリング孔	岩種	試験番号	供試体番号	供試体深度	供試体中心深度	供試体中心標高	湿潤密度	乾燥密度	含水比	間隙比	飽和度	圧密応力	背圧	圧密後乾燥密度	圧密後間隙比	圧縮強さ	非排水せん断強度	間隙水圧増分	残留圧縮強さ	残留せん断強度	外部変位計による 破壊ひずみ	外部変位計による 初期変形係数	外部変位計による 変形係数	供試体側面のLDTによる 破壊ひずみ	供試体側面のLDTによる 初期変形係数	供試体側面のLDTによる 変形係数	全応力表示での強度定数（主応力差最大時）		有効応力表示での強度定数（主応力差最大時）		有効応力表示での強度定数（主応力比最大時）		残留強度定数	
							ρ_t	ρ_d	w_i	e_i	S_r	σ_c'	u_b	ρ_{dc}	e_c	$(\sigma_a-\sigma_r)_f$	s_u	u_e	$(\sigma_a-\sigma_r)_r$	s_{ur}	ε_f	E_0	E_{50}	ε_f	E_0	E_{50}	c_{cu}	ϕ_{cu}	c'	ϕ'	c'	ϕ'	c_{cur}	ϕ_{cur}
				m	m	E.L. m	g/cm^3	g/cm^3	%		%	MPa	MPa	g/cm^3		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	%	MPa	MPa	%	MPa	MPa	MPa	°	MPa	°	MPa	°	MPa	°
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1	TI1850-P1-08	38.00 ～ 38.15	38.08	−112.76	1.684	1.196	40.8	0.982	98.5	0.10	0.30	1.200	0.976	4.10	1.93	−0.351	1.74	0.820	2.35	454	411	2.16	881	581	1.40	21.2	1.04	26.5	0.477	36.2	0.465	34.4
			TI1850-P1-09	38.15 ～ 38.30	38.23	−112.91	1.689	1.203	40.4	0.971	98.6	0.60	0.30	1.215	0.951	4.87	2.30	−0.329	3.67	1.73	3.56	899	398	−	1250	491								
			TI1850-P1-11	38.45 ～ 38.60	38.53	−113.21	1.687	1.202	40.4	0.973	98.4	1.10	0.30	1.218	0.947	5.47	2.58	−0.267	5.12	2.41	5.76	1100	482	−	1520	508								
			TI1850-P1-12	38.60 ～ 38.75	38.68	−113.36	1.689	1.208	39.8	0.963	98.0	1.60	0.30	1.230	0.928	5.77	2.72	0.158	5.37	2.53	5.03	1130	561	−	1730	634								
		TI1850-P2	TI1850-P2-07	52.70 ～ 52.85	52.78	−127.46	1.628	1.108	46.9	1.146	97.3	0.10	0.30	1.112	1.138	3.79	1.79	−0.362	1.89	0.891	1.86	550	548	1.94	873	736	1.56	12.4	1.04	24.3	0.727	30.1	0.726	20.1
			TI1850-P2-08	52.85 ～ 53.00	52.93	−127.61	1.626	1.099	48.0	1.164	98.1	0.60	0.30	1.107	1.148	4.44	2.09	−0.211	3.26	1.54	1.96	810	716	−	1500	1150								
			TI1850-P2-09	53.00 ～ 53.15	53.08	−127.76	1.635	1.111	47.2	1.140	98.5	1.10	0.30	1.124	1.116	4.67	2.20	0.240	3.55	1.67	1.61	1070	909	−	1850	1380								
			TI1850-P2-10	53.15 ～ 53.30	53.23	−127.91	1.644	1.131	45.4	1.103	97.9	1.60	0.30	1.148	1.071	4.55	2.14	0.471	3.18	1.50	3.49	1030	617	−	1660	799								
		TI1850-P3	TI1850-P3-06	58.30 ～ 58.45	58.38	−133.06	1.569	1.014	54.8	1.339	97.1	0.10	0.30	1.017	1.332	2.52	1.19	−0.126	1.75	0.825	1.08	522	516	0.81	816	688	0.901	18.6	0.506	33.1	0.408	35.5	0.505	16.8
			TI1850-P3-07	58.80 ～ 58.95	58.88	−133.56	1.567	1.008	55.4	1.353	97.1	0.60	0.30	1.017	1.332	3.44	1.62	−0.032	1.91	0.900	1.62	790	611	1.49	1020	750								
			TI1850-P3-08	59.10 ～ 59.25	59.18	−133.86	1.558	1.001	55.7	1.370	96.4	1.10	0.30	1.014	1.339	3.20	1.51	0.421	1.62	0.764	1.51	916	736	−	1200	801								
			TI1850-P3-09	59.25 ～ 59.40	59.33	−134.01	1.541	0.998	54.4	1.377	93.7	1.60	0.30	1.017	1.332	4.04	1.90	0.755	2.93	1.38	1.94	1400	921	−	1820	1190								
	Tspt2	TI1850-S1	TI1850-S1-05	74.00 ～ 74.15	74.08	−148.76	1.583	1.048	51.0	1.263	95.8	0.10	0.30	1.051	1.257	3.48	1.64	−0.328	2.22	1.05	2.09	489	449	0.42	783	564	1.37	14.2	0.772	29.0	0.401	38.0	0.965	10.3
			TI1850-S1-06	74.15 ～ 74.30	74.23	−148.91	1.604	1.073	49.5	1.211	97.0	0.60	0.30	1.082	1.192	4.00	1.89	−0.261	2.72	1.28	4.03	710	463	−	959	540								
			TI1850-S1-07	74.30 ～ 74.45	74.38	−149.06	1.566	1.037	51.0	1.287	94.0	1.10	0.30	1.050	1.259	4.41	2.08	0.174	3.08	1.45	2.21	994	764	1.97	1430	1000								
			TI1850-S1-08	74.45 ～ 74.60	74.53	−149.21	1.571	1.027	52.9	1.310	95.8	1.60	0.30	1.045	1.270	4.39	2.07	0.721	2.71	1.28	1.44	1110	852	1.15	1630	1150								
		TI1850-S2	TI1850-S2-02	95.15 ～ 95.30	95.23	−169.91	1.679	1.223	37.3	0.996	91.4	0.10	0.30	1.225	0.993	5.41	2.55	−0.237	2.03	0.957	1.19	993	971	0.87	1450	1100	2.22	12.5	1.75	21.3	1.09	31.8	0.616	28.7
			TI1850-S2-03	95.30 ～ 95.45	95.38	−170.06	1.685	1.210	39.2	1.017	94.1	0.60	0.30	1.220	1.001	6.11	2.88	−0.063	3.62	1.71	1.27	1060	863	0.93	1620	1410								
			TI1850-S2-05	95.60 ～ 95.75	95.68	−170.36	1.679	1.189	41.2	1.053	95.5	1.10	0.30	1.201	1.032	6.34	2.99	0.163	4.11	1.94	1.27	1400	1220	1.19	1870	1560								
			TI1850-S2-08	96.00 ～ 96.15	96.08	−170.76	1.675	1.185	41.3	1.060	95.1	1.60	0.30	1.201	1.032	6.15	2.90	0.476	4.86	2.29	1.64	1680	1160	−	1930	1320								
		TI1850-S3	TI1850-S3-05	111.00 ～ 111.15	111.08	−185.76	1.695	1.185	43.0	1.092	97.6	0.10	0.30	1.187	1.088	5.68	2.68	−0.271	1.83	0.863	1.18	1060	1050	1.21	1240	1240	1.88	22.7	1.14	38.4	0.894	43.1	0.565	30.6
			TI1850-S3-06	111.15 ～ 111.30	111.23	−185.91	1.690	1.198	41.1	1.069	95.3	0.60	0.30	1.206	1.056	6.44	3.04	0.153	3.83	1.81	0.91	1120	1110	0.70	1830	1490								
			TI1850-S3-07	111.30 ～ 111.45	111.38	−186.06	1.705	1.195	42.7	1.074	98.6	1.10	0.30	1.206	1.056	7.33	3.46	0.403	4.78	2.25	0.93	1650	1430	0.80	1910	1570								
			TI1850-S3-08	111.45 ～ 111.60	111.53	−186.21	1.690	1.184	42.7	1.094	96.8	1.60	0.30	1.199	1.068	7.42	3.50	0.666	4.51	2.13	0.76	1650	1560	0.61	2160	1900								

表 2.1-35　三軸圧縮試験による変形係数と算出範囲

(1)　繰返し載荷部以外

ボーリング孔	岩種	試験番号	供試体番号	供試体番号		圧密応力 σ_c	外部変位計による						供試体側面のLDTによる					
							破壊ひずみ ε_f	初期変形係数 E_0	変形係数 E_{50}	E_0を算定した軸ひずみの範囲		E_{50}を算定した軸ひずみの範囲		破壊ひずみ ε_f	初期変形係数 E_0	変形係数 E_{50}	E_0を算定した軸ひずみの範囲		E_{50}を算定した軸ひずみの範囲	
				m		MPa	%	MPa	MPa	%		%		%	MPa	MPa	%		%	
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1	TI1850-P1-08	38.00 ～	38.15	0.10	2.35	454	411	0.288 ～	0.323	0.023 ～	0.519	2.16	881	581	0.000 ～	0.013	0.000 ～	0.351
			TI1850-P1-09	38.15 ～	38.30	0.60	3.56	899	398	0.011 ～	0.038	0.001 ～	0.611	－	1250	491	0.000 ～	0.018	0.000 ～	0.494
			TI1850-P1-11	38.45 ～	38.60	1.10	5.76	1100	482	0.000 ～	0.025	0.000 ～	0.566	－	1520	508	0.000 ～	0.018	0.000 ～	0.537
			TI1850-P1-12	38.60 ～	38.75	1.60	5.03	1130	561	0.008 ～	0.038	0.004 ～	0.485	－	1730	634	0.000 ～	0.017	0.000 ～	0.426
		TI1850-P2	TI1850-P2-07	52.70 ～	52.85	0.10	1.86	550	548	0.318 ～	0.352	0.059 ～	0.402	1.94	873	736	0.093 ～	0.111	0.000 ～	0.245
			TI1850-P2-08	52.85 ～	53.00	0.60	1.96	810	716	0.031 ～	0.065	0.005 ～	0.310	－	1500	1150	0.002 ～	0.019	0.000 ～	0.189
			TI1850-P2-09	53.00 ～	53.15	1.10	1.61	1070	909	0.034 ～	0.062	0.019 ～	0.275	－	1850	1380	0.000 ～	0.008	0.000 ～	0.169
			TI1850-P2-10	53.15 ～	53.30	1.60	3.49	1030	617	0.026 ～	0.056	0.008 ～	0.374	－	1660	799	0.000 ～	0.015	0.000 ～	0.283
		TI1850-P3	TI1850-P3-06	58.30 ～	58.45	0.10	1.08	522	516	0.163 ～	0.198	0.014 ～	0.250	0.81	816	688	0.070 ～	0.091	0.000 ～	0.165
			TI1850-P3-07	58.80 ～	58.95	0.60	1.62	790	611	0.040 ～	0.072	0.007 ～	0.287	1.49	1020	750	0.037 ～	0.061	0.000 ～	0.217
			TI1850-P3-08	59.10 ～	59.25	1.10	1.51	916	736	0.062 ～	0.092	0.040 ～	0.257	－	1200	801	0.032 ～	0.055	0.000 ～	0.185
			TI1850-P3-09	59.25 ～	59.40	1.60	1.94	1400	921	0.017 ～	0.045	0.008 ～	0.223	－	1820	1190	0.003 ～	0.023	0.000 ～	0.166
	Tspt2	TI1850-S1	TI1850-S1-05	74.00 ～	74.15	0.10	2.09	489	449	0.191 ～	0.225	0.030 ～	0.415	0.42	783	564	0.112 ～	0.134	0.000 ～	0.284
			TI1850-S1-06	74.15 ～	74.30	0.60	4.03	710	463	0.035 ～	0.066	0.002 ～	0.432	－	959	540	0.023 ～	0.047	0.000 ～	0.364
			TI1850-S1-07	74.30 ～	74.45	1.10	2.21	994	764	0.050 ～	0.079	0.020 ～	0.303	1.97	1430	1000	0.036 ～	0.056	0.000 ～	0.206
			TI1850-S1-08	74.45 ～	74.60	1.60	1.44	1110	852	0.035 ～	0.067	0.016 ～	0.274	1.15	1630	1150	0.017 ～	0.039	0.000 ～	0.187
		TI1850-S2	TI1850-S2-02	95.15 ～	95.30	0.10	1.19	993	971	0.193 ～	0.223	0.032 ～	0.306	0.87	1450	1100	0.170 ～	0.191	0.000 ～	0.214
			TI1850-S2-03	95.30 ～	95.45	0.60	1.27	1060	863	0.008 ～	0.037	0.003 ～	0.349	0.93	1620	1410	0.005 ～	0.024	0.000 ～	0.211
			TI1850-S2-05	95.60 ～	95.75	1.10	1.27	1400	1220	0.025 ～	0.051	0.018 ～	0.275	1.19	1870	1560	0.014 ～	0.033	0.000 ～	0.193
			TI1850-S2-08	96.00 ～	96.15	1.60	1.64	1680	1160	0.000 ～	0.030	0.001 ～	0.262	－	1930	1320	0.000 ～	0.026	0.000 ～	0.229
		TI1850-S3	TI1850-S3-05	111.00 ～	111.15	0.10	1.18	1060	1050	0.237 ～	0.268	0.045 ～	0.308	1.21	1240	1240	0.231 ～	0.257	0.000 ～	0.271
			TI1850-S3-06	111.15 ～	111.30	0.60	0.91	1120	1110	0.211 ～	0.244	0.023 ～	0.308	0.70	1830	1490	0.108 ～	0.128	0.000 ～	0.195
			TI1850-S3-07	111.30 ～	111.45	1.10	0.93	1650	1430	0.030 ～	0.053	0.019 ～	0.272	0.80	1910	1570	0.081 ～	0.102	0.000 ～	0.214
			TI1850-S3-08	111.45 ～	111.60	1.60	0.76	1650	1560	0.008 ～	0.034	0.003 ～	0.234	0.61	2160	1900	0.062 ～	0.085	0.000 ～	0.183

(2)　繰返し載荷部

試料番号	供試体番号	圧密応力 σ_c'	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_f$	軸変位の測定方法	破壊ひずみ ε_f	変形係数算出区間		変形係数 E	Eを算出した軸ひずみの範囲	Eを算出した応力の範囲	繰返し時の除荷開始軸ひずみ	繰返し時の除荷開始軸差応力
		MPa	MPa		%			MPa	%	MPa	%	MPa
TI1850-S3	TI1850-S3-05	0.10	5.68	外部変位計	1.18	接線※1	繰返し1回目	1510	0.399 ～ 0.317	2.356 ～ 1.125	0.455	3.971
						割線※2	繰返し1回目	1730	0.300 ～ 0.461	0.941 ～ 3.737	0.455	3.971
				LDT	1.21	接線	繰返し1回目	2490	0.356 ～ 0.307	2.356 ～ 1.125	0.399	3.971
						割線	繰返し1回目	1590	0.297 ～ 0.473	0.941 ～ 3.737	0.399	3.971
	TI1850-S3-06	0.60	6.44	外部変位計	0.91	接線※1	繰返し1回目	1620	0.372 ～ 0.287	2.566 ～ 1.183	0.450	4.540
						割線※2	繰返し1回目	1810	0.278 ～ 0.451	1.182 ～ 4.328	0.450	4.540
				LDT	0.70	接線	繰返し1回目	2770	0.237 ～ 0.187	2.566 ～ 1.183	0.288	4.540
						割線	繰返し1回目	2570	0.201 ～ 0.323	1.182 ～ 4.328	0.288	4.540
	TI1850-S3-07	1.10	7.33	外部変位計	0.93	接線※1	繰返し1回目	1780	0.401 ～ 0.301	3.030 ～ 1.250	0.497	5.815
						割線※2	繰返し1回目	2090	0.256 ～ 0.405	1.051 ～ 5.398	0.497	5.815
				LDT	0.80	接線	繰返し1回目	2540	0.307 ～ 0.238	3.030 ～ 1.250	0.379	5.815
						割線	繰返し1回目	2000	0.228 ～ 0.445	1.051 ～ 5.398	0.379	5.815
	TI1850-S3-08	1.60	7.42	外部変位計	0.76	接線※1	繰返し1回目	2070	0.382 ～ 0.280	3.910 ～ 1.825	0.459	6.291
						割線※2	繰返し1回目	2220	0.263 ～ 0.455	1.593 ～ 5.847	0.459	6.291
				LDT	0.61	接線	繰返し1回目	3030	0.292 ～ 0.224	3.910 ～ 1.825	0.349	6.291
						割線	繰返し1回目	2760	0.214 ～ 0.367	1.593 ～ 5.847	0.349	6.291

*1　繰返し載荷時の変形係数は，除荷時の直線区間の接線勾配から求めた。

*2　繰返し載荷時の変形係数はループの割線で求めた。

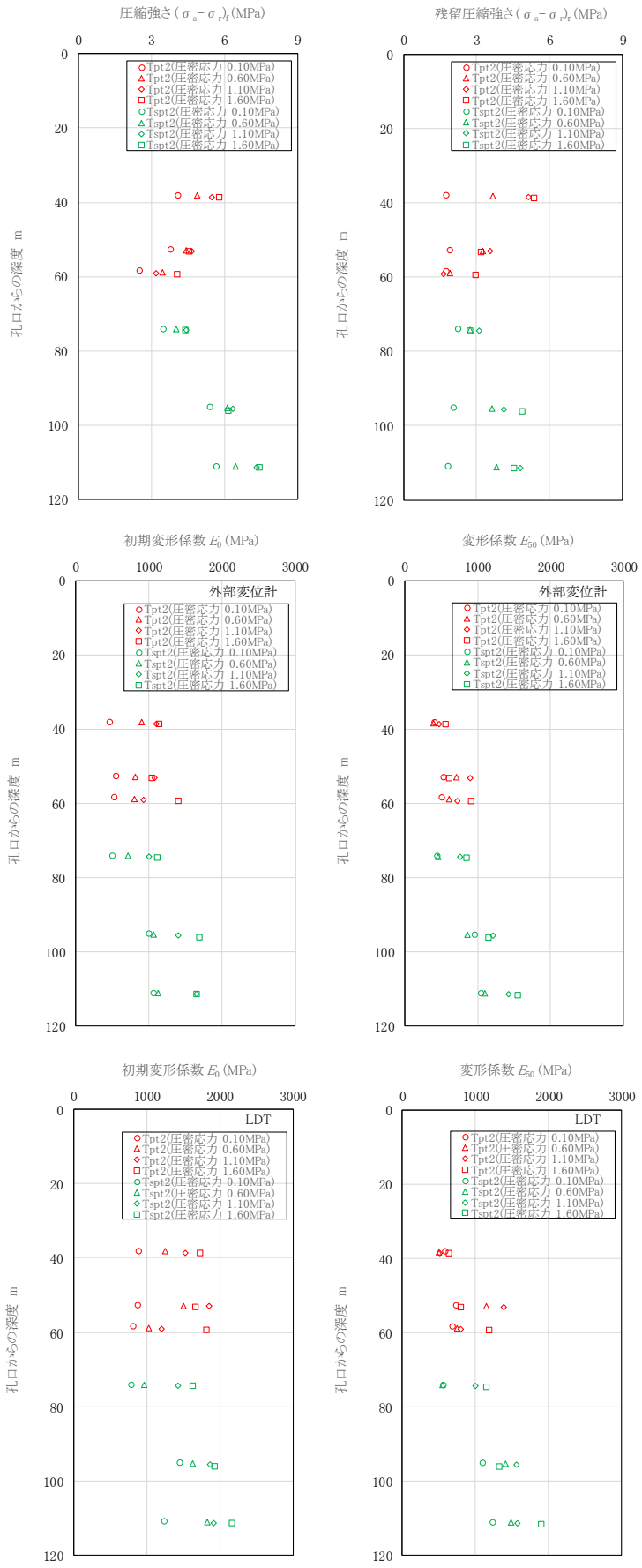


図 2.1-77　三軸圧縮試験結果の深度分布

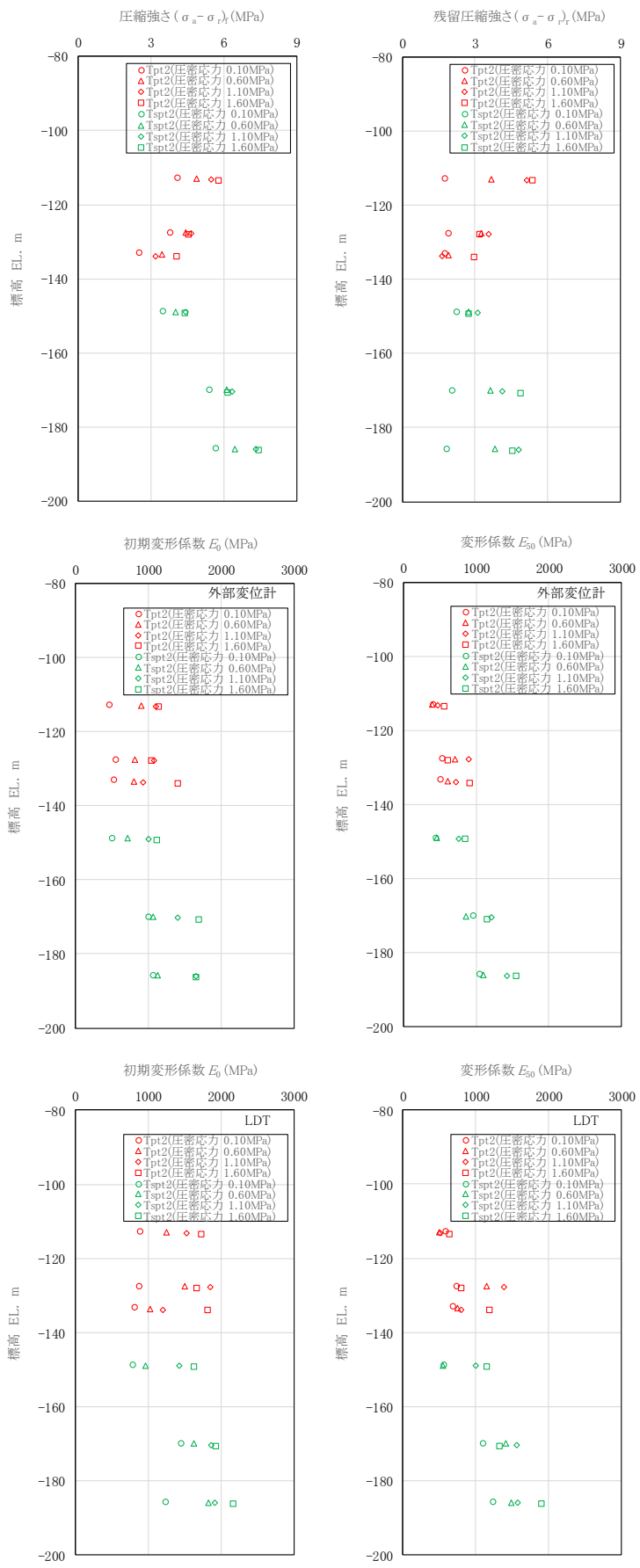


図 2.1-78　三軸圧縮試験結果の深度分布（標高表示）

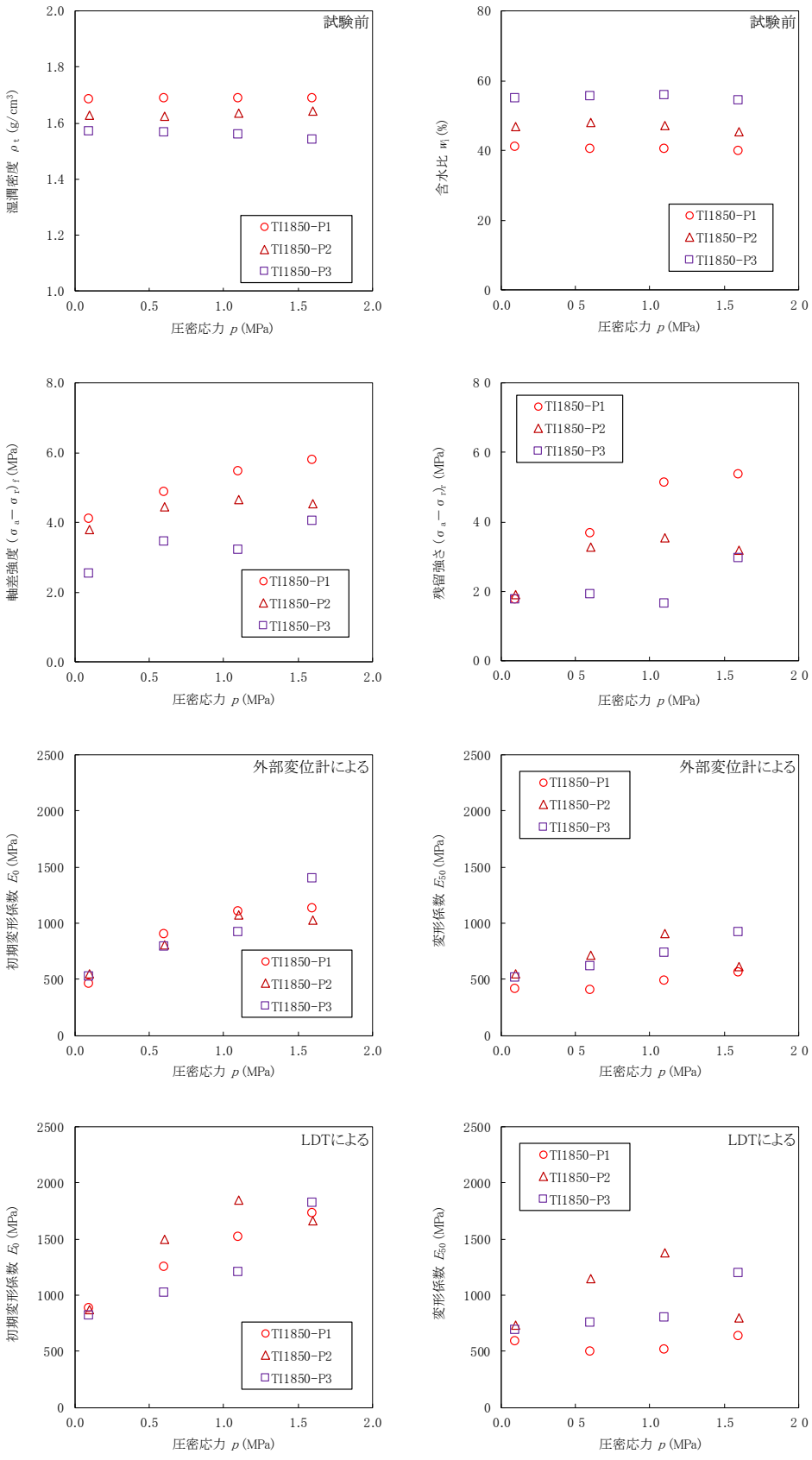


図 2.1-79　三軸圧縮試験結果（圧密応力との関係）

(1) 軽石凝灰岩 Tpt2

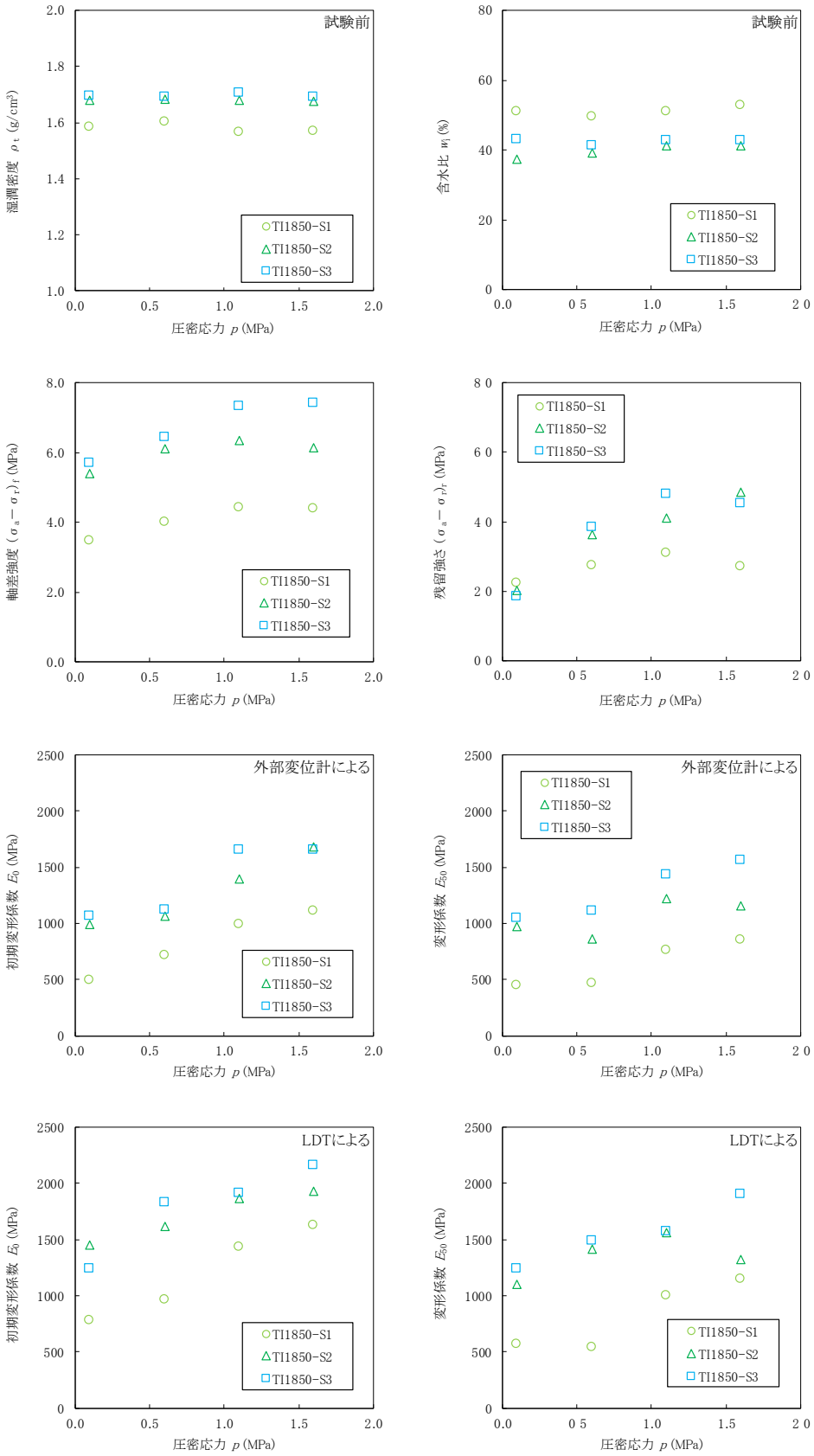
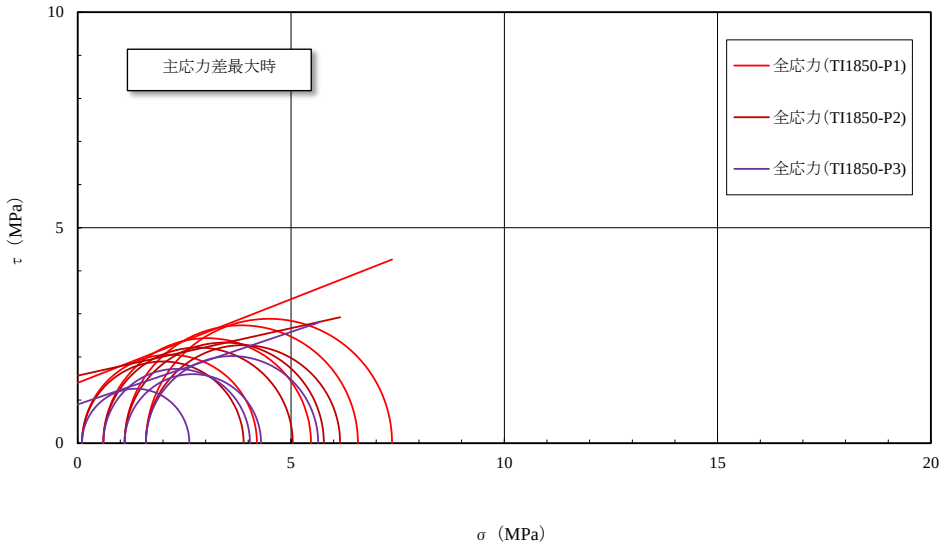
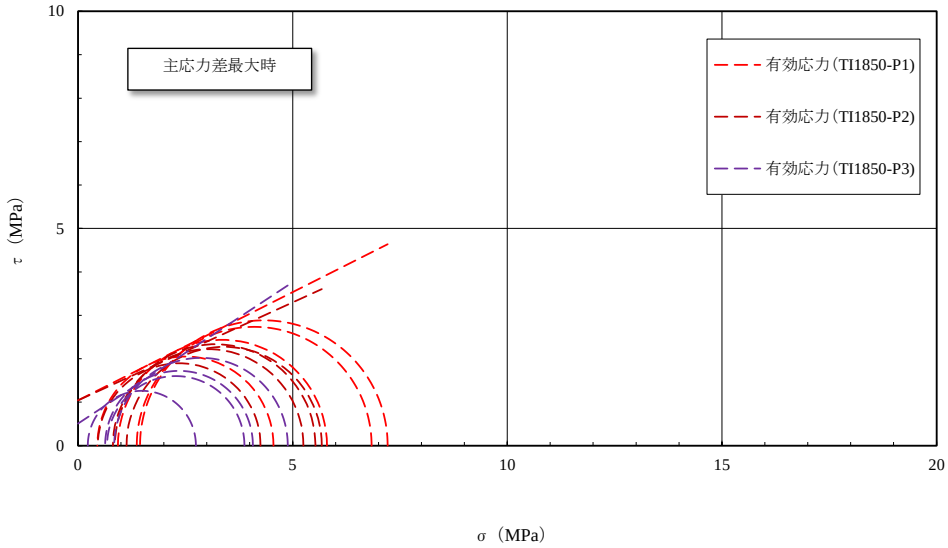


図 2.1-79　三軸圧縮試験結果（圧密応力との関係）

(2) 砂質軽石凝灰岩 Tspt2





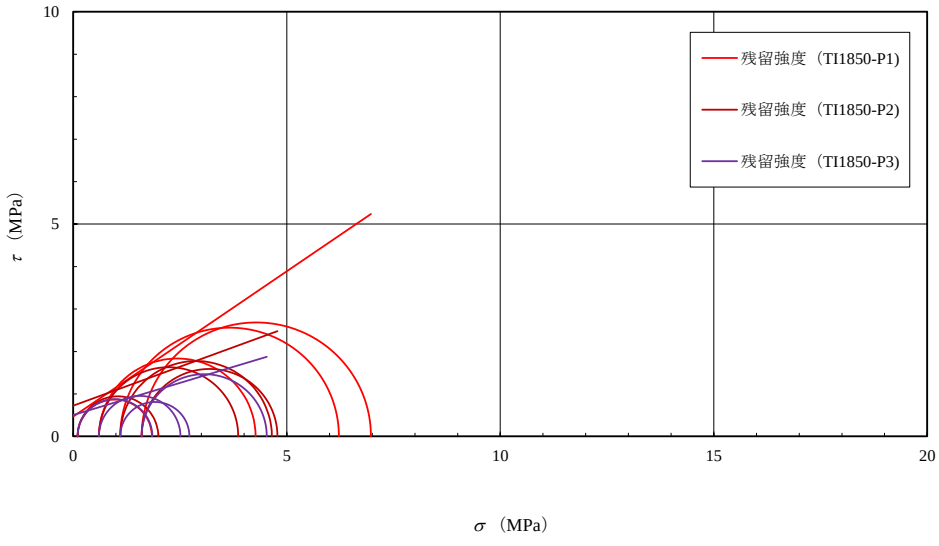
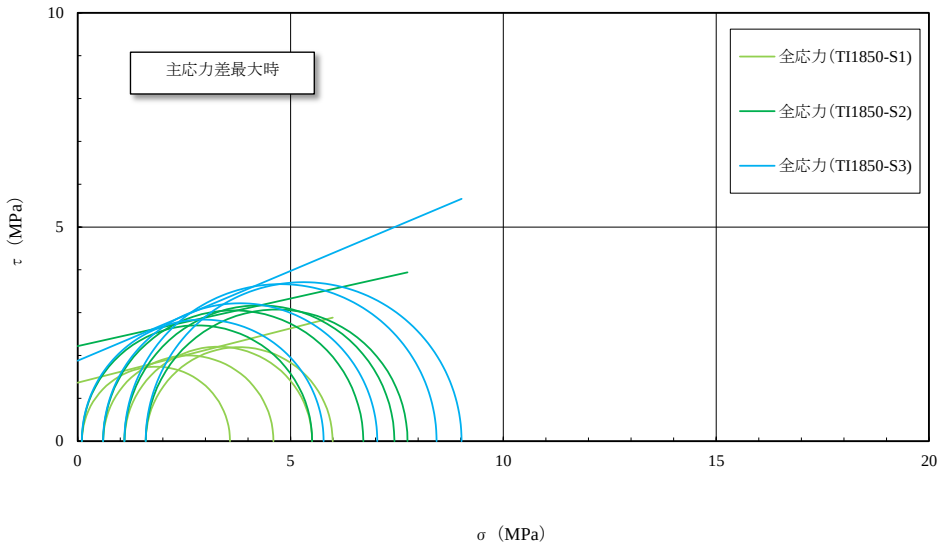
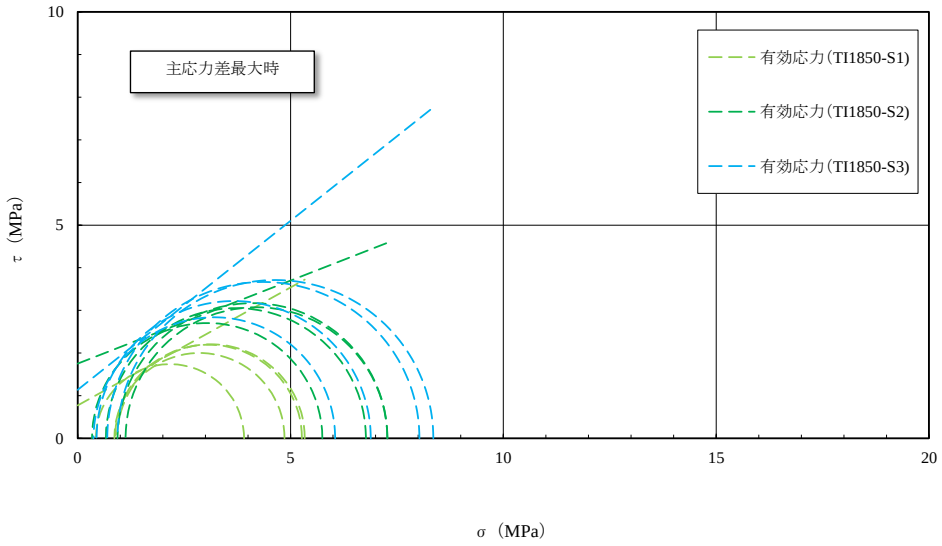


図 2.1-80　三軸圧縮試験による破壊包絡線の比較

(1) 軽石凝灰岩 Tpt2





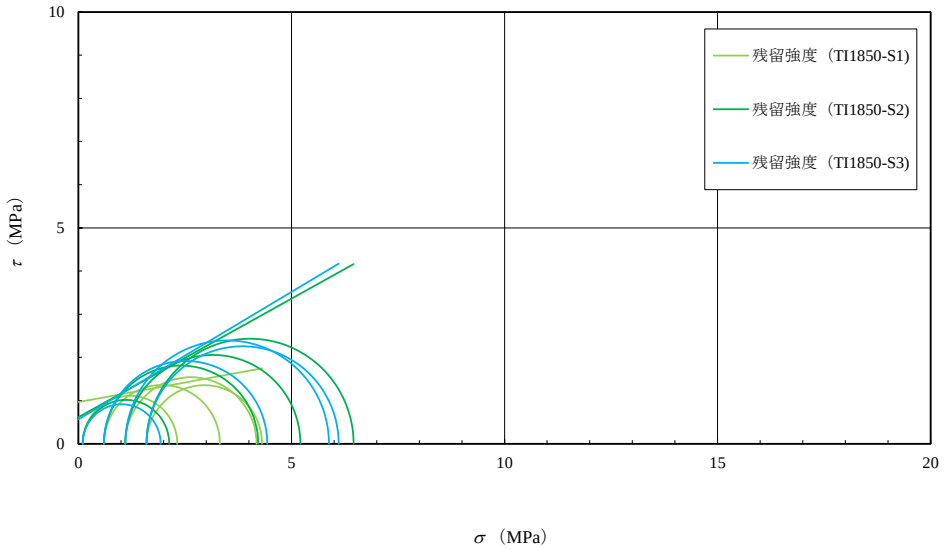


図 2.1-80　三軸圧縮試験による破壊包絡線の比較

(2) 砂質軽石凝灰岩 Tspt2

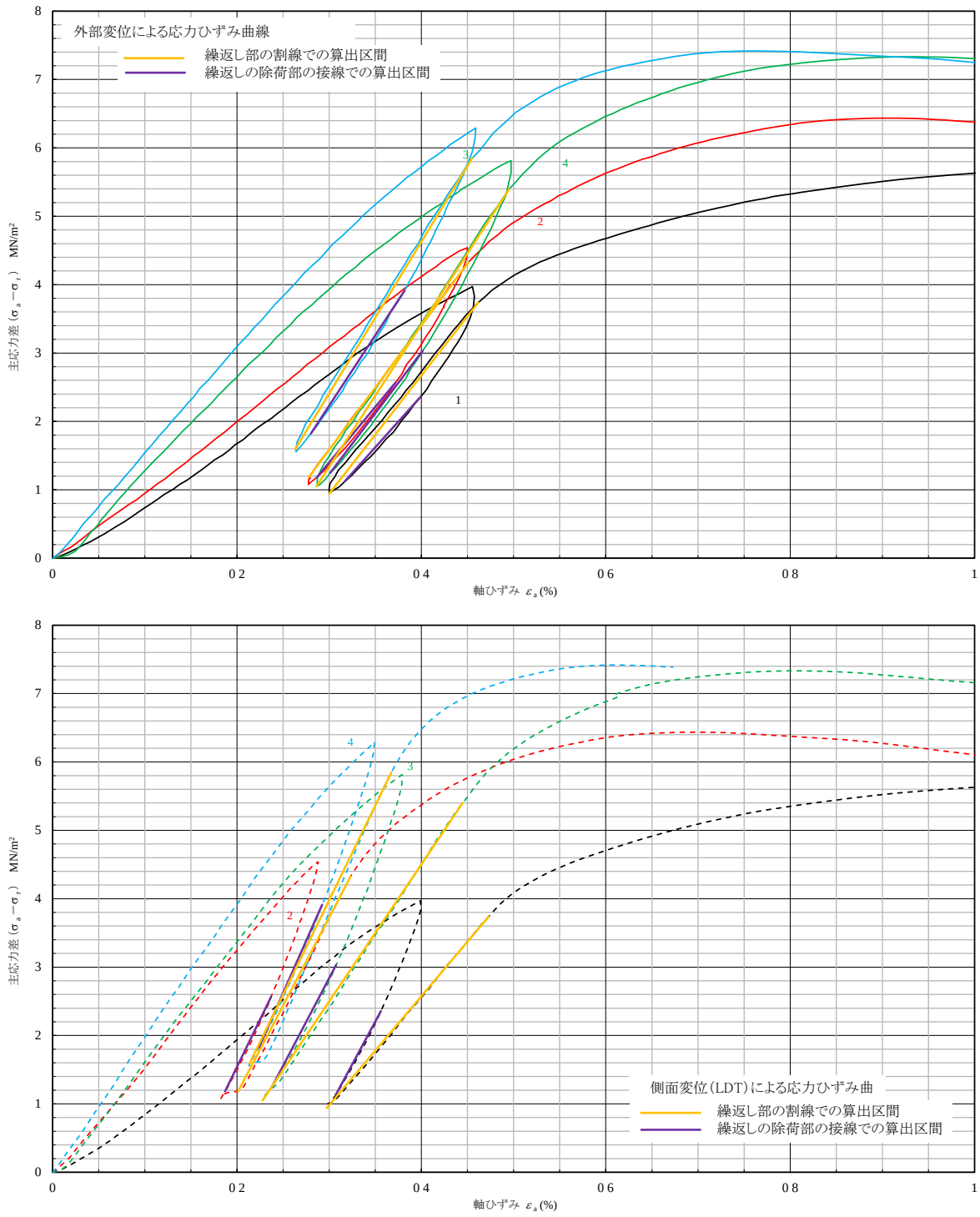


図 2.1-81　三軸圧縮試験による応力ひずみ曲線の繰返し載荷部拡大図

砂質軽石凝灰岩 Tspt2 TI1850-S3（繰返し載荷部，外部変位・LDT）

6）動的変形試験

動的変形試験で得られるひずみ依存性 G～γ 関係については絶対値よりも非線形性に着目するため、供試体ごとに G を G_0 で除して G/G_0～γ 関係を求めた。G_0 は微小ひずみ時の G であり、供試体ごとに G～γ 関係を回帰することにより G_0 を求めた。G_0 算出のための G～γ 関係の回帰式は H-D モデル式の γ にべき乗を加えた以下の式を用いた。

$$G = G_0/(1+A\gamma^B)$$

この G_0 を用いて各岩種あたり 3 供試体の G/G_0～γ 関係及び h～γ 関係をプロットしてそれら全データを以下の式で回帰した。

$$G/G_0 = 1/(1+A\gamma^B)$$

$$h = \gamma/(C\gamma+D)+E$$

h～γ 関係については H-D モデルに h の下限値を設けた式である。なお、H-D モデルでは G/G_0～γ 関係と h～γ 関係の間に基準ひずみによる関係があるが、今回用いた回帰式では係数 A,B,C,D 及び E はすべて独立とし、試験値とのフィッティングができるだけよくなるように自由度を持たせた。ただし、係数 A,B,C,D 及び E は非負数とした。

動的変形試験に用いた各供試体の物理特性と各供試体の G～γ 関係の回帰により求めた G_0 を表 2.1-36 に示す。Tspt2 は深部ほど G_0 が大きくなる傾向が顕著である。供試体ごとの回帰結果を重ね合わせ、図 2.1-82、図 2.1-83、図 2.1-84 及び図 2.1-85 に示す。また、各岩種の計 3 供試体の G/G_0～γ 関係及び h～γ 関係を一括して回帰した結果を図 2.1-86、図 2.1-87、図 2.1-88 及び図 2.1-89 に示す。

G/G_0～γ 関係及び h～γ 関係では各岩種の中では大きな相違は生じていないが、Tspt2 の深部 2 試料では減衰率 h がやや小さくなっている。

表 2.1-36　動的変形試験供試体の物理特性と動せん断弾性係数

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度 (m) 上端	供試体深度 (m) 下端	供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3	含水比 w %	間隙比 e	飽和度 S_r %	圧密応力 σ_c' MPa	ギャップセンサー動せん断弾性係数 G_0 MPa	LDT 動せん断弾性係数 G_0 MPa
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-13	39.00	39.15	39.08	-113.76	1.671	40.6	0.996	96.6	1.10	629	662
		TI1850-P2-04	52.25	52.40	52.33	-127.01	1.636	47.2	1.140	98.5	1.10	614	651
		TI1850-P3-03	55.40	55.55	55.48	-130.16	1.582	55.6	1.332	99.0	1.10	603	615
		平均値					1.630	47.8	1.156	98.0		615	643
		標準偏差					0.045	7.5	0.169	1.3		13	25
	Tspt2	TI1850-S1-13	75.55	75.70	75.63	-150.31	1.522	50.5	1.370	88.3	1.10	608	678
		TI1850-S2-09	96.65	96.80	96.73	-171.41	1.666	43.5	1.102	96.4	1.10	870	969
		TI1850-S3-10	111.85	112.00	111.93	-186.61	1.716	37.6	0.988	94.3	1.10	1110	1300
		平均値					1.635	43.9	1.153	93.0		863	982
		標準偏差					0.101	6.5	0.196	4.2		251	311

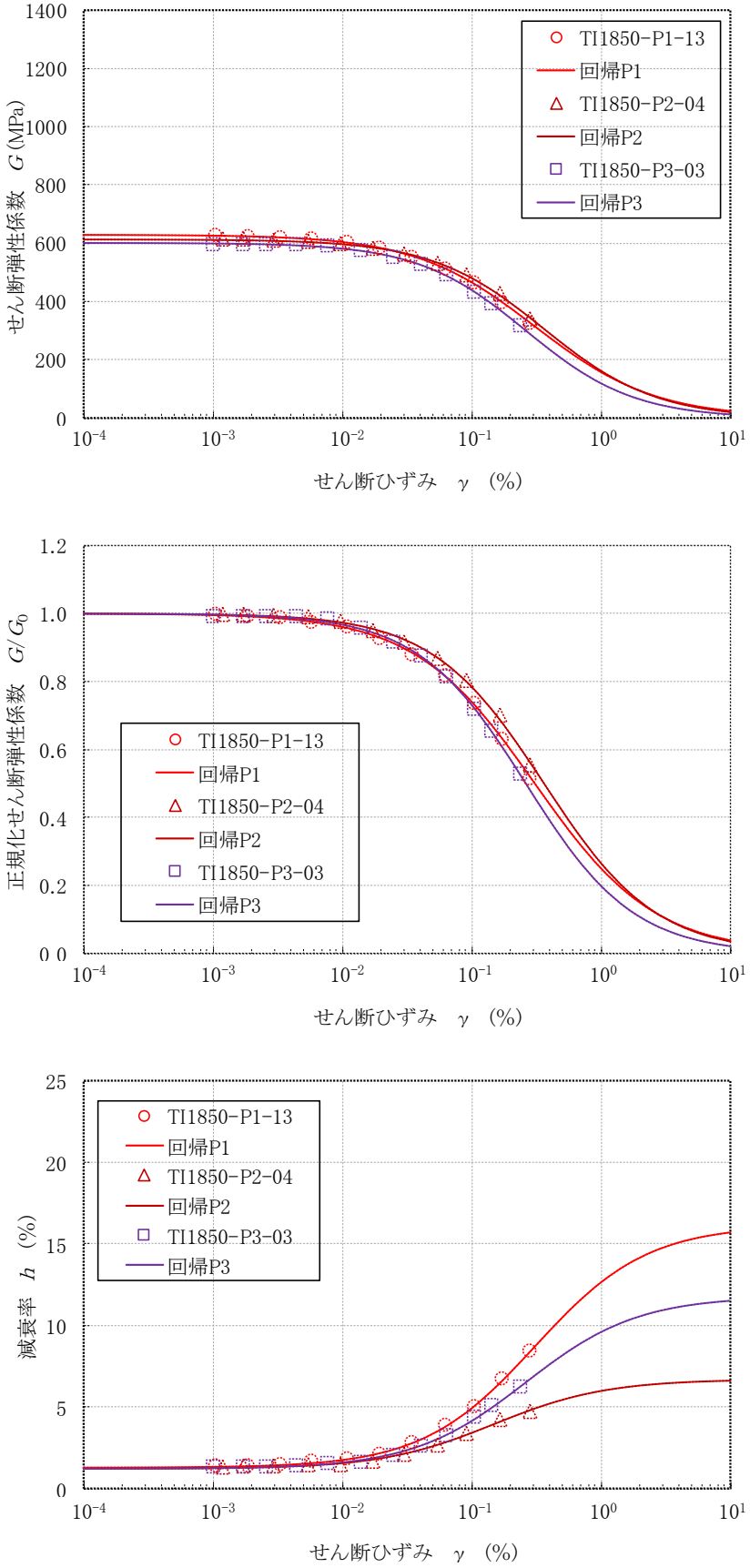
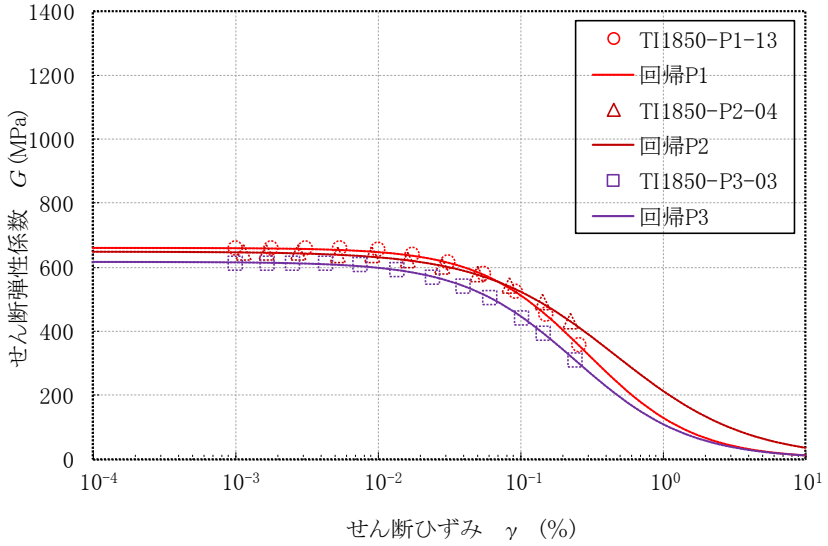
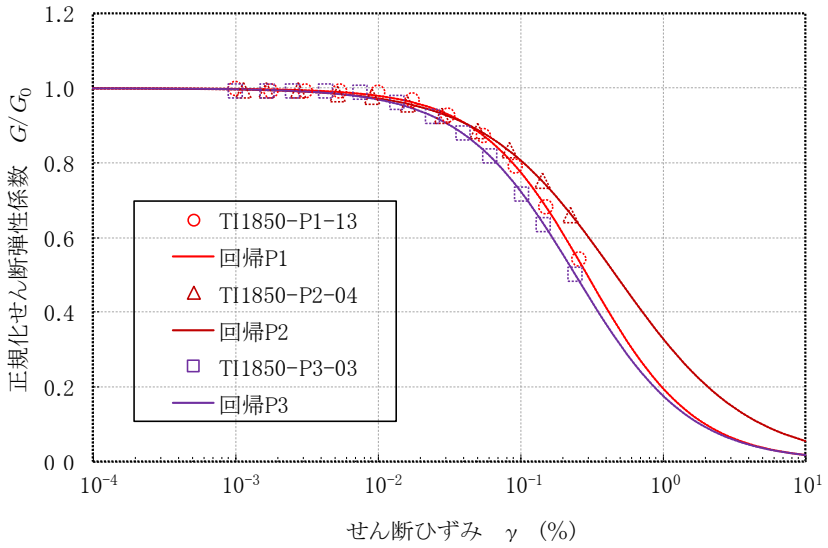


図 2.1-82　軽石凝灰岩 Tpt2 各供試体のひずみ依存性（ギャップセンサ）





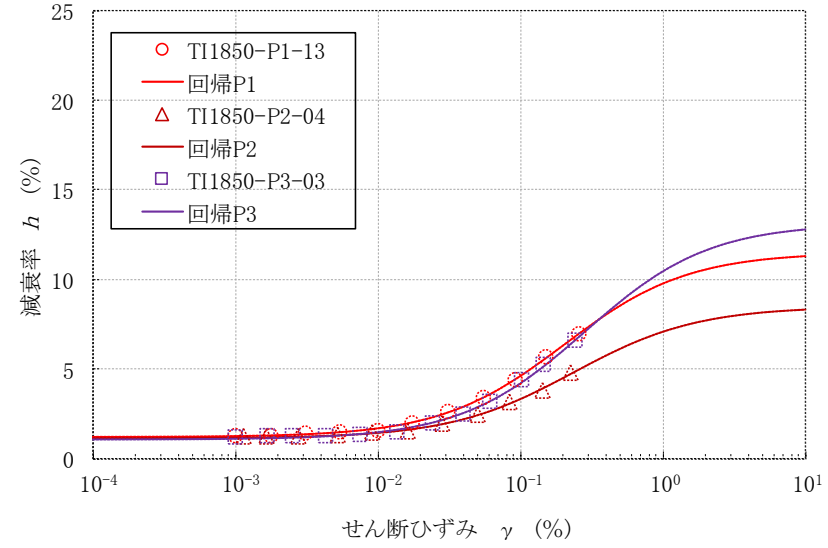
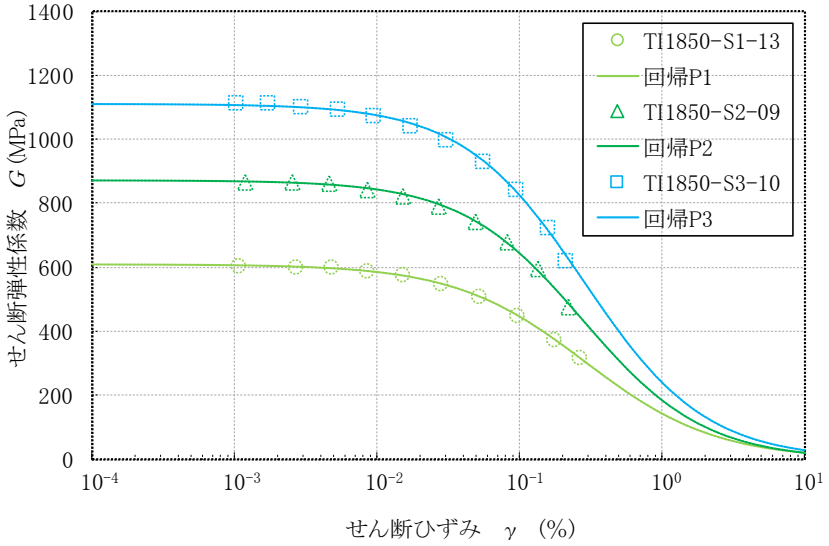
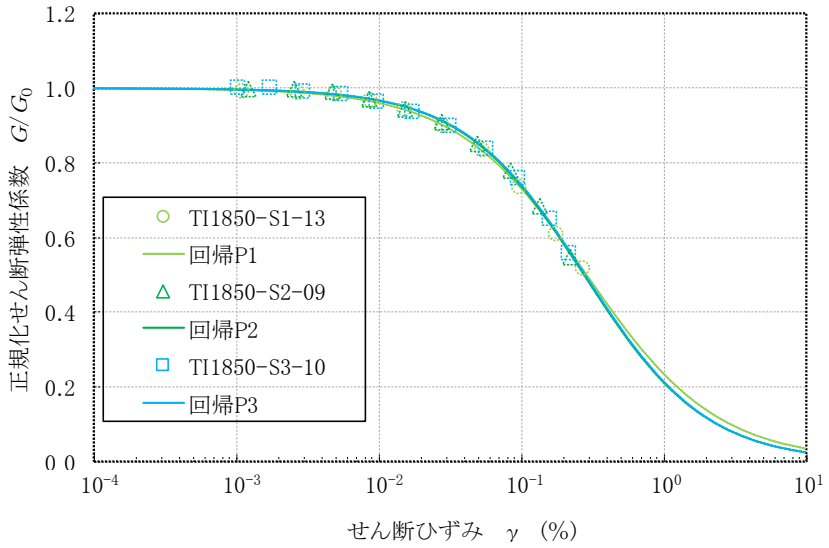


図 2.1-83　軽石凝灰岩 Tpt2 各供試体のひずみ依存性（LDT）





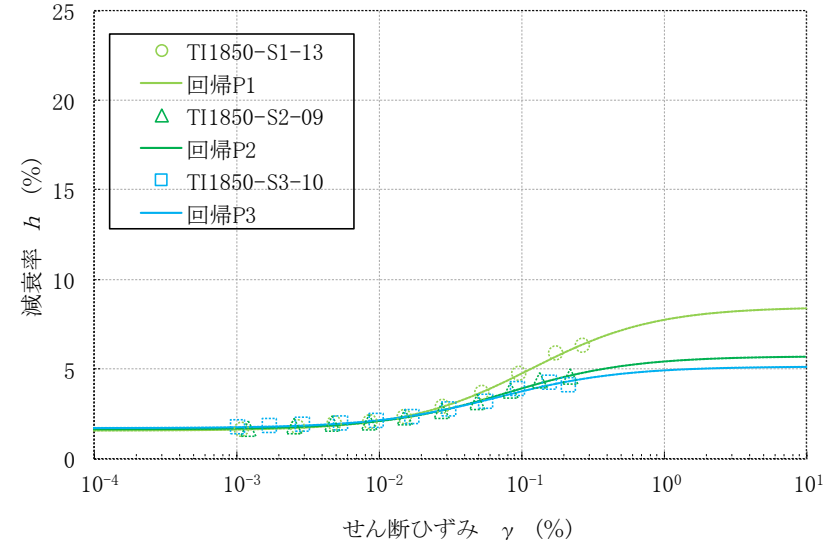
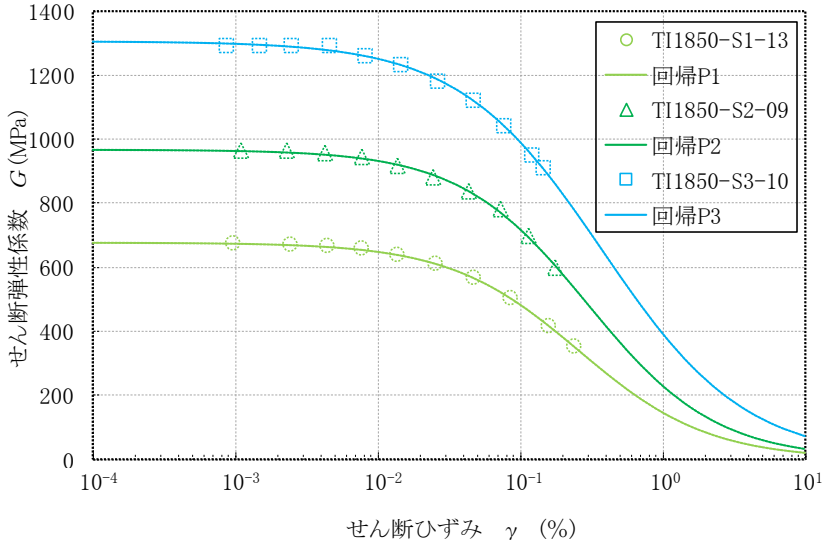
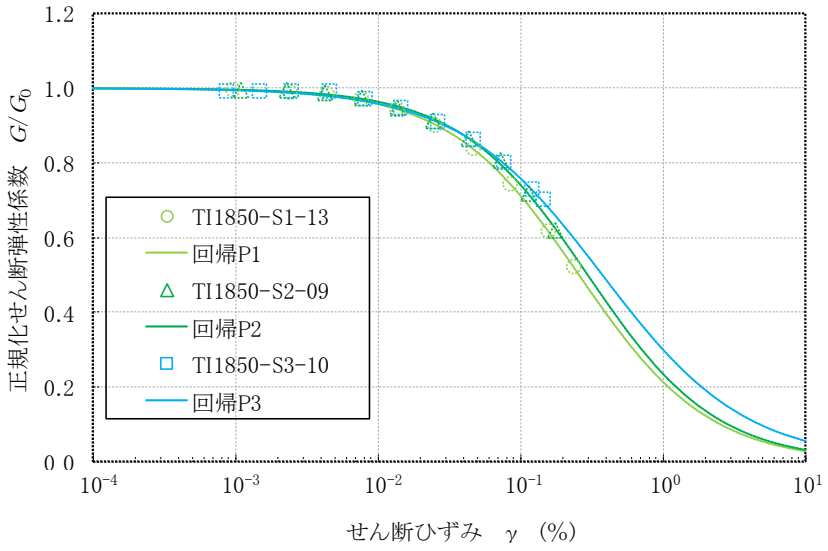


図 2.1-84　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 各供試体のひずみ依存性（ギャップセンサ）





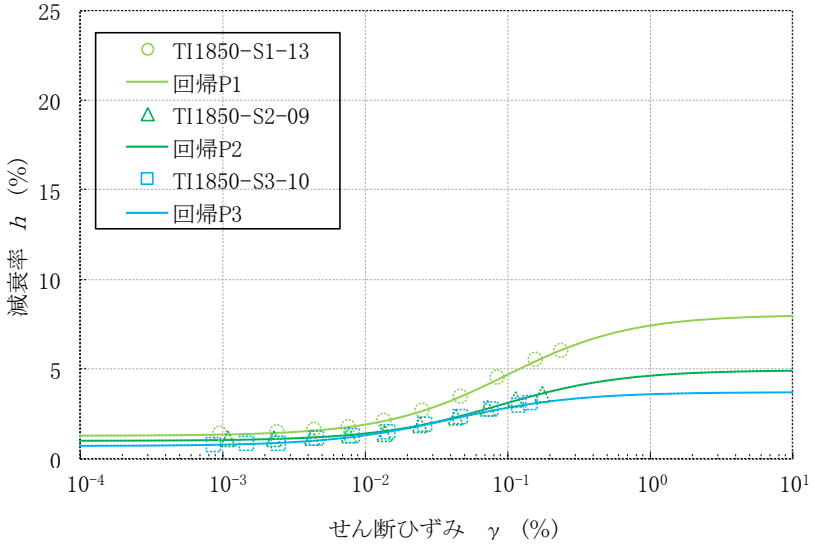
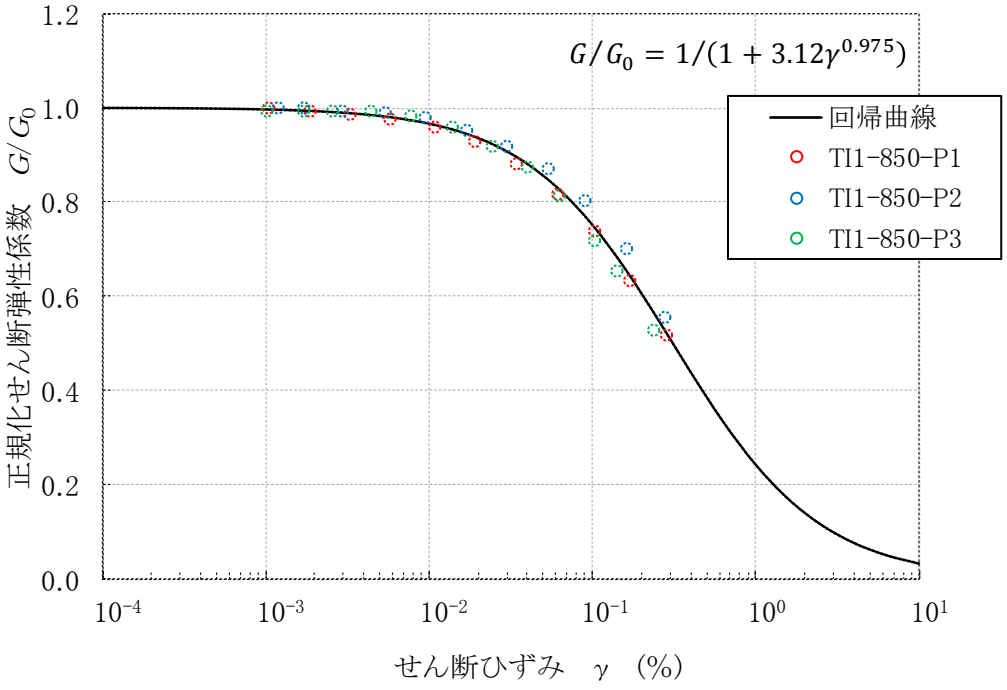
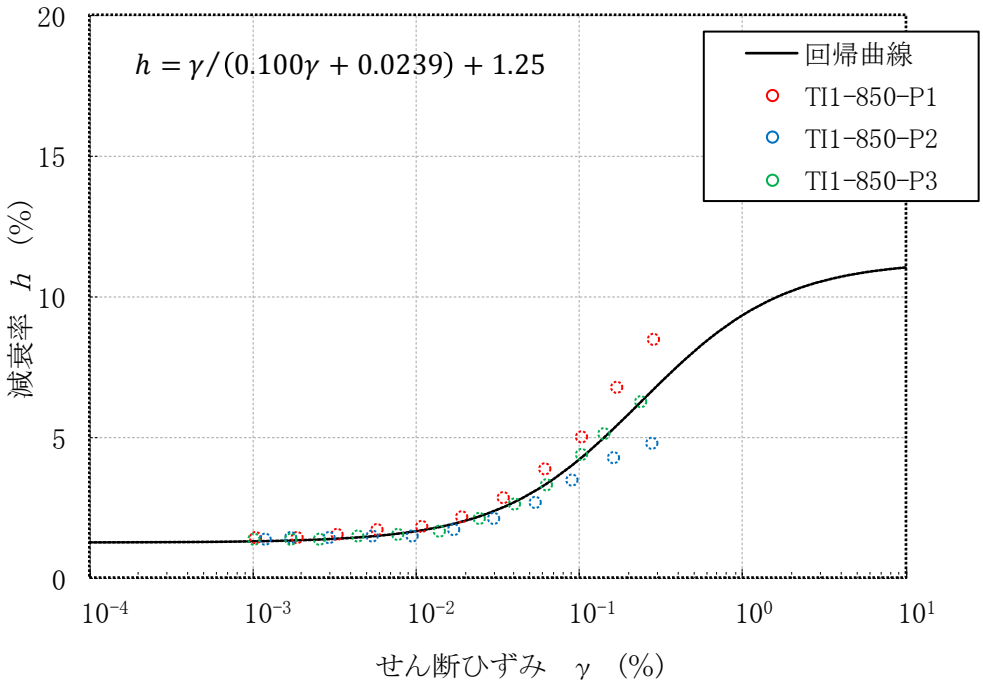


図 2.1-85　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 各供試体のひずみ依存性（LDT）

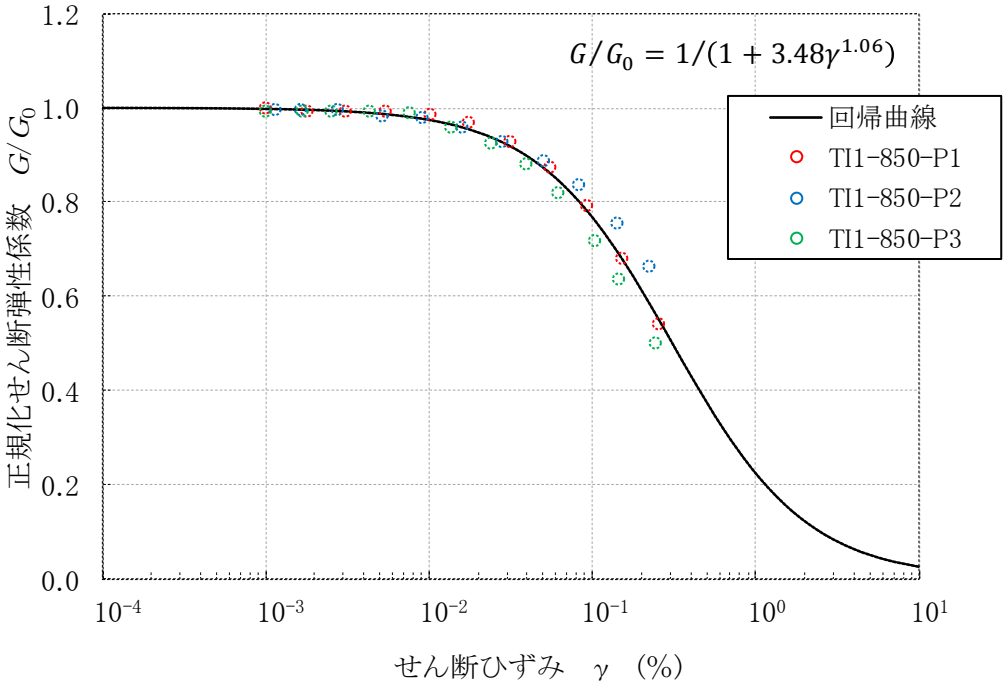


（ａ）動的変形特性

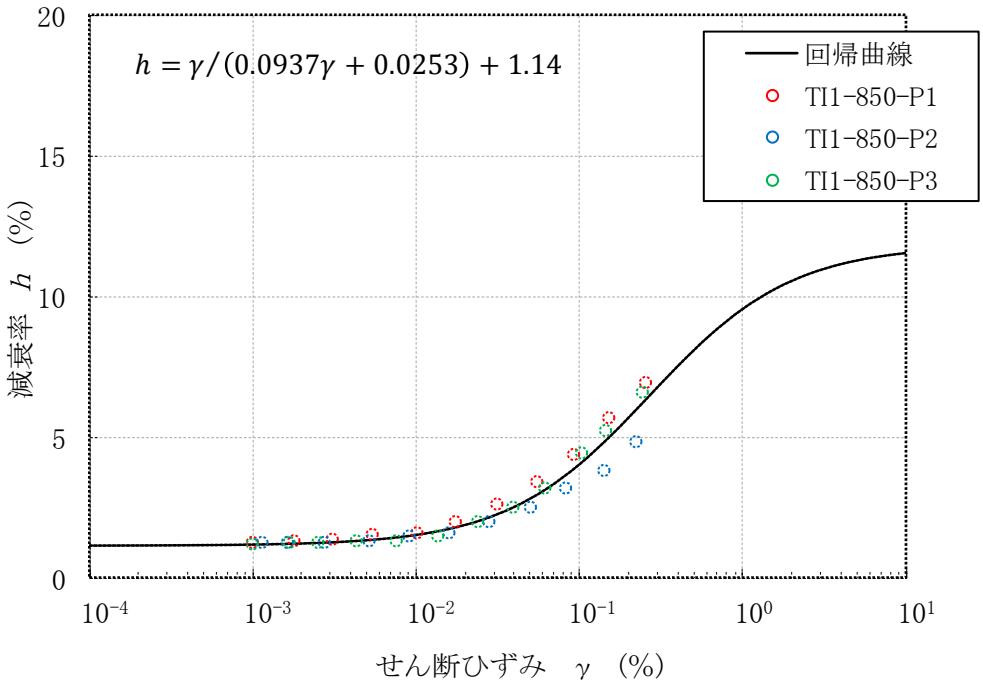


（ｂ）減衰特性

図 2.1-86　軽石凝灰岩 Tpt2 のひずみ依存性の回帰結果（ギャップセンサ）

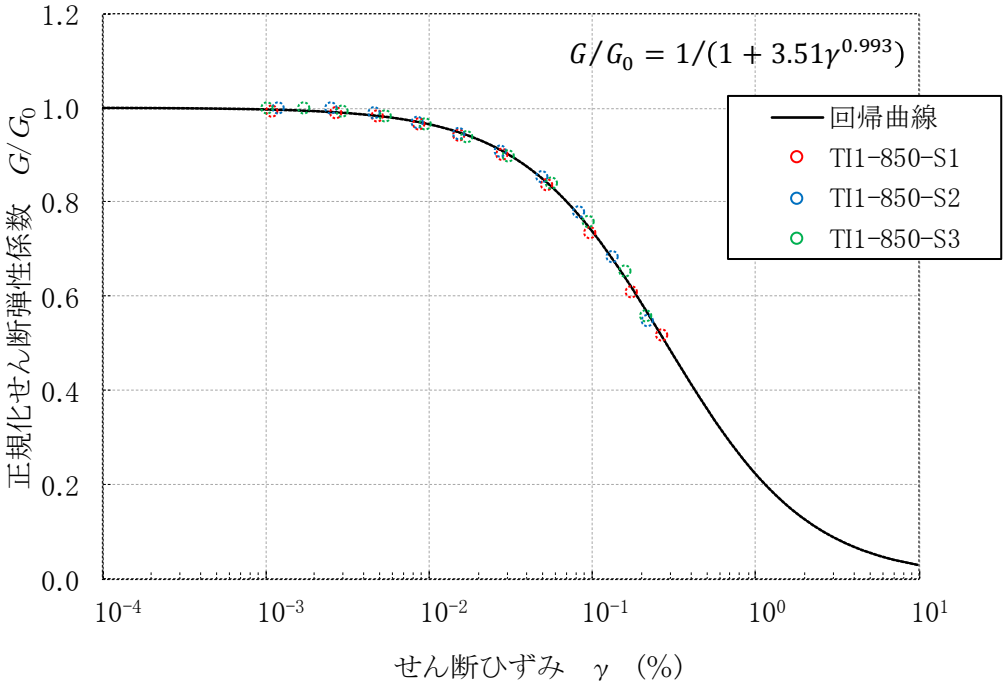


（ａ）動的変形特性

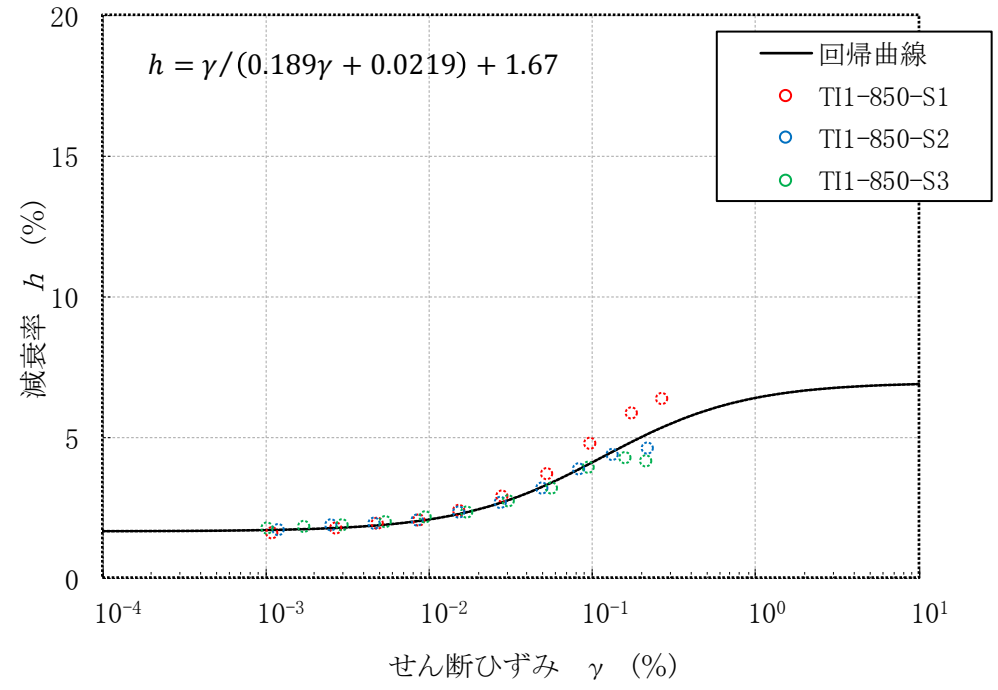


（ｂ）減衰特性

図 2.1-87　軽石凝灰岩 Tpt2 のひずみ依存性の回帰結果（LDT）

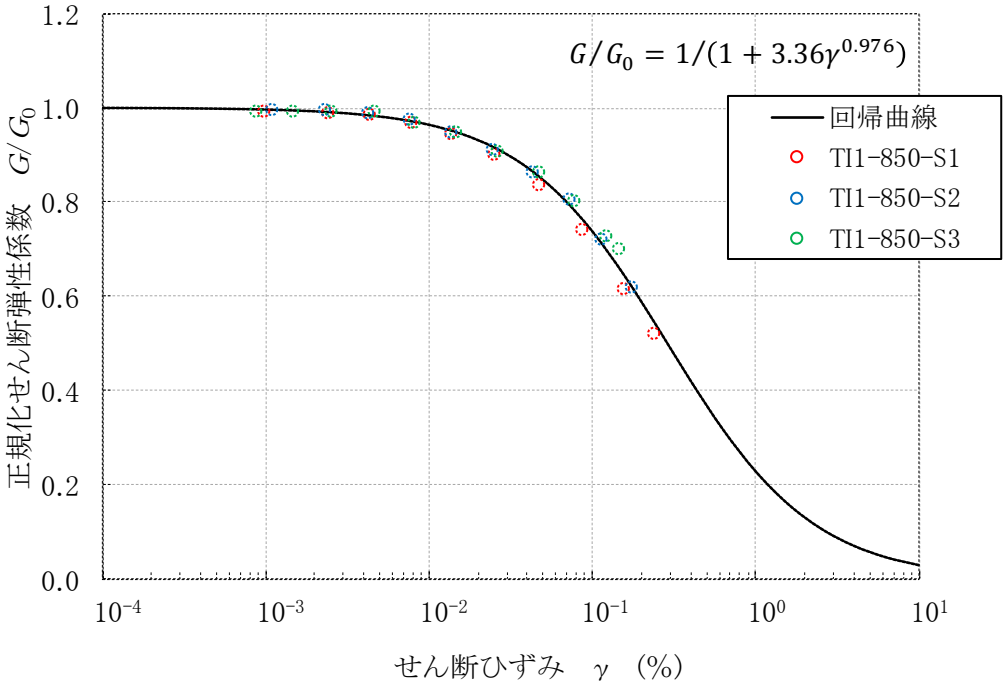


（ａ）動的変形特性

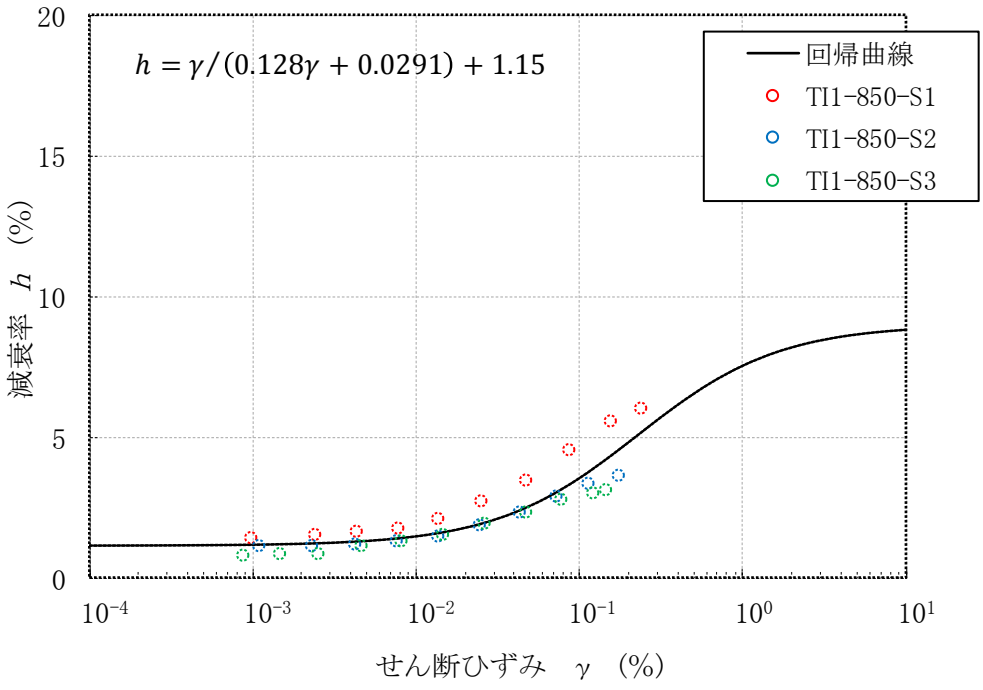


（ｂ）減衰特性

図 2.1-88　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のひずみ依存性の回帰結果（ギャップセンサ）



（ａ）動的変形特性



（ｂ）減衰特性

図 2.1-89　砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のひずみ依存性の回帰結果（LDT）

7）熱物性試験（熱伝導率、比熱）

熱伝導率測定結果を表 2.1-37 に、比熱測定結果を表 2.1-38 に示す。また、熱伝導率及び比熱の深度分布を図 2.1-90 と図 2.1-91 に示す。

熱伝導率は凝灰岩の一般的な値に比べやや小さく、比熱はやや大きい。

表 2.1-37　熱伝導率測定結果

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度 (m) 上端	供試体深度 (m) 下端	供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL. m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3	熱伝導率 λ W/(m･K)
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-01	37.00	37.15	37.08	−111.76	1.672	1.03
		TI1850-P2-13	53.60	53.75	53.68	−128.36	1.625	1.01
		TI1850-P3-13	61.85	62.00	61.93	−136.61	1.550	0.98
		平均値					1.616	1.01
		標準偏差					0.062	0.03
	Tspt2	TI1850-S1-02	73.30	73.45	73.38	−148.06	1.603	0.98
		TI1850-S2-14	99.15	99.30	99.23	−173.91	1.659	1.13
		TI1850-S3-13	112.65	112.80	112.73	−187.41	1.709	1.14
		平均値					1.657	1.08
		標準偏差					0.053	0.09

注：物理特性は供試体整形直後の値を示す。

表 2.1-38　比熱測定結果

ボーリング孔	岩種	供試体番号	供試体深度 (m) 上端	供試体深度 (m) 下端	供試体中心深度 (m)	供試体中心標高 (EL m)	湿潤密度 ρ_t g/cm^3	含水比 w %	間隙比 e	飽和度 S_r %	比熱 c kJ/(kg･K)
TI1-850	Tpt2	TI1850-P1-02	37.15	37.30	37.23	−111.91	1.653	41.3	1.026	95.4	1.80
		TI1850-P2-14	53.75	53.90	53.83	−128.51	1.636	47.2	1.140	98.5	1.94
		TI1850-P3-14	62.20	62.35	62.28	−136.96	1.575	56.6	1.358	98.9	2.01
		平均値					1.621	48.4	1.175	97.6	1.92
		標準偏差					0.041	7.7	0.169	1.9	0.11
	Tspt2	TI1850-S1-01	73.15	73.30	73.23	−147.91	1.643	44.7	1.111	96.4	1.91
		TI1850-S2-12	97.55	97.70	97.63	−172.31	1.684	42.6	1.067	97.5	1.84
		TI1850-S3-12	112.50	112.65	112.58	−187.26	1.710	36.1	0.974	91.9	1.78
		平均値					1.679	41.1	1.051	95.3	1.84
		標準偏差					0.034	4.5	0.070	3.0	0.07

注：物理特性は供試体整形直後の値を示す。

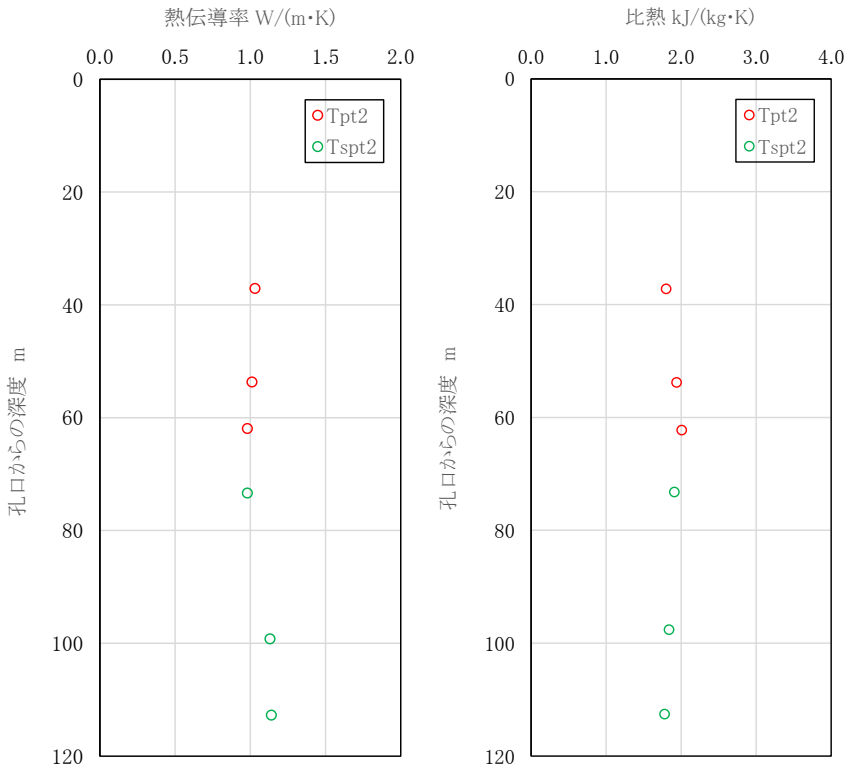


図 2.1-90　熱伝導率及び比熱の深度分布

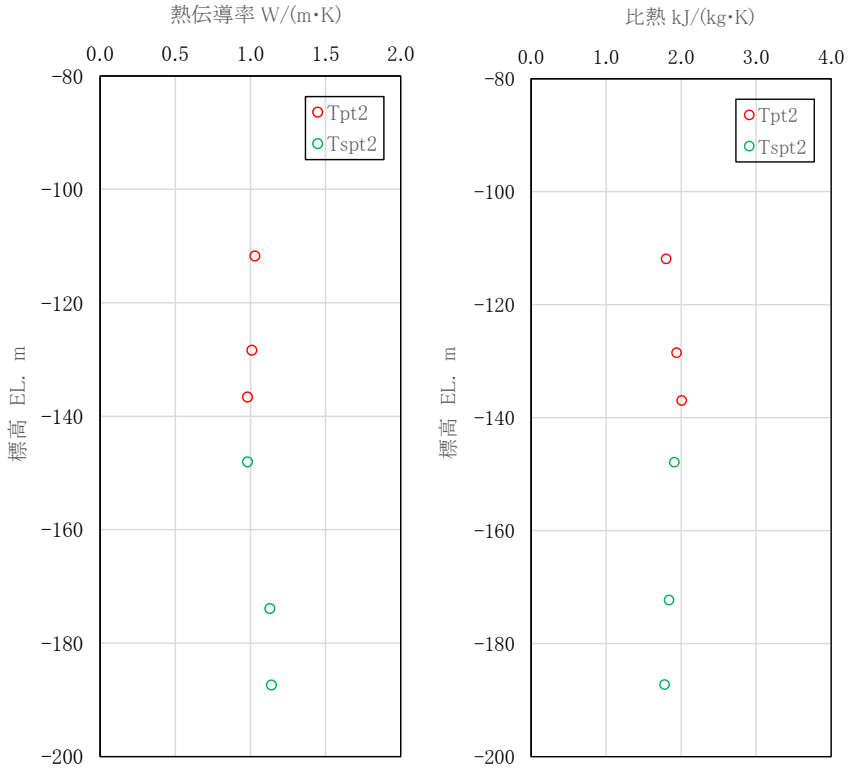


図 2.1-91　熱伝導率及び比熱の深度分布（標高表示）

(10) ボーリング孔閉塞

当該地下の化学環境を出来るだけ乱さないことが重要であるとの考えに基づき、ボーリング孔の閉塞に当たっては、化学環境を乱しかねない高透水部への対処に重点を置き埋め戻し計画を策定した。

ボーリングの閉塞は、前述のとおり砂礫（砕石）とベントナイト（ペレット状）とを交互、閉塞長で基本的に砂礫（砕石）：ベントナイト（ペレット状）=9m：1m（ベントナイトは 1m 以上を確保）で埋め戻しを行い、地質境界部にはベンドナイト層（約 2m）がくるように調整して実施した。

この際、砂礫とベントナイトの互層は、以下に示す考え方に従い計画した。

① 一般部（高透水部以外）については、砂礫 9m・ベントナイト 1m の互層とする。

② 地質境界部については、境界の上方及び下方にそれぞれ 1m のベントナイト層（層厚計 2m）を設ける。

③ 高透水部への対処として、その高透水部が存在するとともにアクセス坑道へのパスとなる軽石混り砂岩層の埋め戻しを一般部よりもハイスペックとする。具体的には次のとおりとする。

④ 軽石混り砂岩層の層相区分（Tps32、Tspt31、Tps31）の各層に、多重のベントナイト層を設けることを基本とする。

その上で、ベントナイト層の設置は、以下のとおりとした。

上記② ⇒ 軽石混り砂岩と軽石凝灰岩の境界は路盤面から-20.75m にあることから、-19.75m～-21.75m の区間をベントナイト層とする。

上記② ⇒ 軽石凝灰岩と砂質軽石凝灰岩の境界は路盤面から-72.69m にあることから、-71.70m～-73.70m の区間をベントナイト層とする。

上記② ⇒ 砂質軽石凝灰岩の下端境界は路盤面から-122.30m にあることから、-121.30m～-123.30m の区間をベントナイト層とする。

上記④ ⇒ Tps31 の区間については、前述の-19.75m～-20.75m の区間に加えて-17.00m～-18.00m の区間をベントナイト層とする。

上記④ ⇒ Tspt31 の区間については、-11.00m～-12.00m、-13.00m～-14.00m、-15.00m～-16.00m の区間をベントナイト層とする。

上記④ ⇒ Tps32 の区間については、層厚的に砂礫 1m・ベントナイト 1m の互層を 4 層設けることも可能であるが、アクセス坑道への最終パスとなる箇所であることから、ベントナイト層厚を大きくした方が閉塞効果は高まると考え、-2.00m～-4.00m、-6.00m～-8.00m の区間をベントナイト層とする。

ボーリング孔閉塞実施時の埋め戻し深度確認表を表 2.1-39 に示し、孔閉塞構造図を図 2.1-92 に示す。

表 2.1-39　埋め戻し深度確認表

孔　名:　TI1-850

実施日:2020年9月23日～2020年9月25日

地質境界深度	設計深度(上限深度)(m)	区間長(m)	孔径(m)	設計投入量(L)	埋め戻し材料	実投入量(L)	実測深度(m)	埋め戻し区間長(m)	投入開始時間	投入終了時間
	130.00	–	–	—	—	—	130.00	–	–	–
	123.30	6.70	0.082	35.4	砕石	38.0	123.35	6.65	10:20	10:23
122.30m	121.30	2.00	0.082	10.6	ベントナイト	11.0	120.70	2.65	11:01	11:04
	111.00	10.30	0.082	54.4	砕石	55.0	111.00	9.70	11:22	11:25
	110.00	1.00	0.084	5.5	ベントナイト	5.5	109.40	1.60	11:40	11:41
	101.00	9.00	0.084	49.9	砕石	45.0	100.45	8.95	11:57	12:00
	100.00	1.00	0.084	5.5	ベントナイト	5.5	99.25	1.20	13:39	13:40
	91.00	9.00	0.084	49.9	砕石	44.0	90.15	9.10	13:52	13:58
	90.00	1.00	0.084	5.5	ベントナイト	5.0	89.15	1.00	14:14	14:15
	81.00	9.00	0.086	52.3	砕石	47.0	80.45	8.70	14:25	14:28
	80.00	1.00	0.086	5.8	ベントナイト	5.8	79.30	1.15	14:40	14:43
	73.70	6.30	0.092	41.9	砕石	35.0	73.10	6.20	14:53	14:57
72.60m	71.70	2.00	0.092	13.3	ベントナイト	13.0	70.50	2.60	15:08	15:09
	61.00	10.70	0.090	68.0	砕石	55.0	61.15	9.35	15:21	15:26
	60.00	1.00	0.090	6.4	ベントナイト	6.5	60.00	1.15	15:39	15:40
	51.00	9.00	0.090	57.2	砕石	57.0	50.55	9.45	15:50	15:55
	50.00	1.00	0.092	6.6	ベントナイト	6.8	49.30	1.25	8:40	8:41
	41.00	9.00	0.096	65.1	砕石	60.0	39.70	9.60	8:56	9:01
	40.00	1.00	0.100	7.9	ベントナイト	8.0	38.40	1.30	9:15	9:16
	31.00	9.00	0.102	73.5	砕石	55.00	31.20	7.20	9:25	9:30
	30.00	1.00	0.102	8.2	ベントナイト	8.00	30.05	1.15	9:40	9:41
	21.75	8.25	0.106	72.8	砕石	65.00	21.30	8.75	9:48	9:53
20.75m	19.75	2.00	0.106	17.6	ベントナイト	16.00	19.15	2.15	10:04	10:06
	18.00	1.75	0.106	15.4	砕石	10.00	17.90	1.25	10:15	10:16
	17.00	1.00	0.106	8.8	ベントナイト	8.00	16.70	1.20	10:21	10:22
	16.00	1.00	0.106	8.8	砕石	5.00	16.05	0.65	10:28	10:29
	15.00	1.00	0.106	8.8	ベントナイト	8.00	14.85	1.20	10:33	10:34
	14.00	1.00	0.106	8.8	砕石	7.00	14.00	0.85	10:39	10:40
	13.00	1.00	0.106	8.8	ベントナイト	8.00	12.90	1.10	10:48	10:49
	12.00	1.00	0.106	8.8	砕石	8.00	11.85	1.05	10:54	10:55
	11.00	1.00	0.106	8.8	ベントナイト	8.00	10.60	1.25	10:59	11:00
	8.00	3.00	0.106	26.5	砕石	8.00	8.05	2.55	11:08	11:10
	6.00	2.00	0.106	17.6	ベントナイト	13.00	5.80	2.25	13:35	13:37
	4.00	2.00	0.106	17.6	砕石	12.00	4.05	1.75	13:49	13:50
	2.00	2.00	0.106	17.6	ベントナイト	16.00	1.80	2.25	14:55	14:56
	0.50	1.50	0.106	13.2	砕石	10.00	0.50	1.30	13:19	13:21
道路面	0.00	0.50	0.106	4.4	セメント	5.00	0.00	0.50	13:35	13:45

	設計投入量(L)	合計	実投入量(L)	合計
セメント	4.4	887.3	5.0	773.1
砕石	719.4		616.0	
ベントナイト	163.5		152.1	

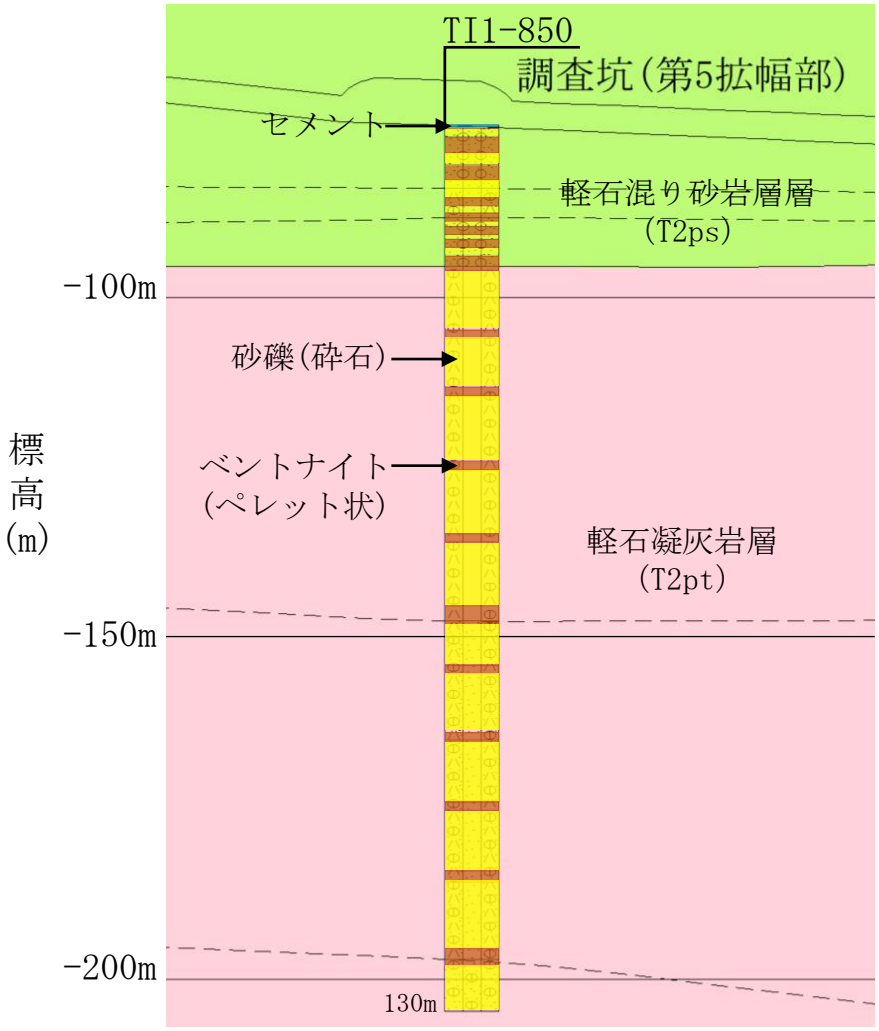


図 2.1-92　孔閉塞構造図

2.1 節の参考文献

[1] Yokoyama, T., Sakaguchi, K., Ito, T.: Re-opening and shut-in behaviors under a large ratio of principal stresses in a hydraulic fracturing test, Procedia Engineering of ISRM European Rock Mechanics Symposium, 191, pp.862-868 (2017).

[2] Ito, T. Evans, K. Kawai, K., Hayashi, K.: Hydraulic fracture reopening pressure and the estimation of maximum horizontal stress, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 36, pp.811-826 (1999).

[3] 横山幸也: わが国で開発・ 改良された初期地圧測定法の基準化と国際化, Journal of MMIJ, 129, pp. 83-693 (2013).

[4] Yokoyama, T., Ogawa, K.: New hydraulic fracturing system for in-situ stress measurement by using high stiffness mechanism, Proceedings of 7th International Symposium on In-Situ Rock Stress (2016).

[5] 船戸明雄: コアの変形に基づく地殻応力測定法の開発, 東北大学大学院環境科学研究科 博士学位論文 (2015).

[6] 地盤工学会 編: 地盤材料試験の方法と解説, 丸善, 東京, (2009).

[7] 日本原燃株式会社: 低レベル放射性廃棄物の次期埋設に関する本格調査の結果について, 2006 年 9 月 1 日

[8] 伊藤高敏, 林一夫: き裂閉口時に観測される新たな水圧データを用いた水圧破砕地殻応力計測法の提案, 日本機械学会論文集（A 編）57 巻 542 号, pp.2345-2348 (1991).

[9] Hayashi, K., Haimson, Bezalel C.: Characteristics of shut - in curves in hydraulic fracturing stress measurements and determination of in situ minimum compressive stress. Journal of Geophysical Research, Vol.96, No.B11, pp.18311-18321 (1991)

[10] 冨田敦紀: 堆積軟岩空洞の掘削損傷領域評価に関する研究. 京都大学博士論文 (2008).

[11] Kumazawa, A., Ito, T., Funato, A, Tezuka, K, Yokoyama, T.: A new method of rock stress measurements on stress record core obtained by the dual bit coring and its laboratory verification. AGU Fall Mtg., San Fransisco, (2019).

[12] 手塚和彦, 小川浩司, 横山幸也, 船戸明雄, 伊藤高敏: 二重解放コア変形原理による地殻応力測定法のための特殊コアビットの開発と実証. 第 15 回岩の力学国内シンポジウム講演集, pp.227-232 (2021).

2.2　既往測定技術の調査及び試験装置の概念設計

2.2.1　概要

初期地圧の情報は、①中深度処分施設の地下空洞の断面形状寸法は、設置深度での 3 次元の初期地圧に依存すること、②地下空洞の断面形状寸法は、人工バリア、支保工や処分坑道配置等の設計に影響を与えることから、中深度処分施設の最適な設計を目指すために必須であり、特に設置深度での 3 次元の初期地圧は重要である。

そこで、中深度処分施設の設置深度に応じた 3 次元の初期地圧を極力、場を乱すことなく、かつ、効率的に測定できる方法として、応力解放法に着目し、わが国に広く分布する堆積軟岩へ適用可能な測定技術として整備することとした。

まず、初期地圧測定等に係る既往技術の調査を行い、それに基づき課題を抽出した。その上で、技術課題の解決に向けた 5 ヵ年全体計画を策定した。加えて、既往技術の精査、有識者からの聞き取りを踏まえて、孔壁ひずみ法や孔底ひずみ法（図 2.2-1、図 2.2-2 参照）を改良するなど、開発計画で対象とする候補を選定し、測定システムの概念設計を行った。

開発する初期地圧測定装置のコンセプトは以下のとおりである。

・天然バリアへのダメージを極力抑える

　→地上から 1 本の鉛直ボーリングで 3 次元の初期地圧測定を行う

・対象とする岩盤：堆積軟岩

・対象とする深度：地表からの深さ 200m 程度

・これらの条件のもとでコストパフォーマンスも考慮しつつ高い測定精度を求める

開発上の課題として、大深度下での計器設置面の整形技術（パイロット孔削孔あるいは孔底整形）やその洗浄技術、大深度・地下水下での計器の設置技術（軟岩対象の接着材料の選定を含む）が特に重要であると考えられたため、それらの解決方法や検証方法等に着目して検討を行った。

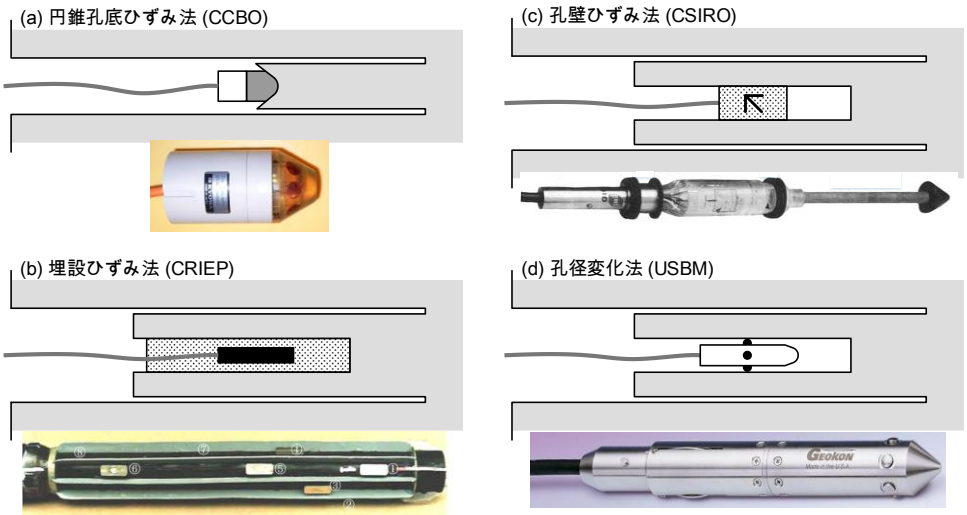


図 2.2-1　各種の初期地圧測定法（応力解放法）

横山（2013）[1] に加筆

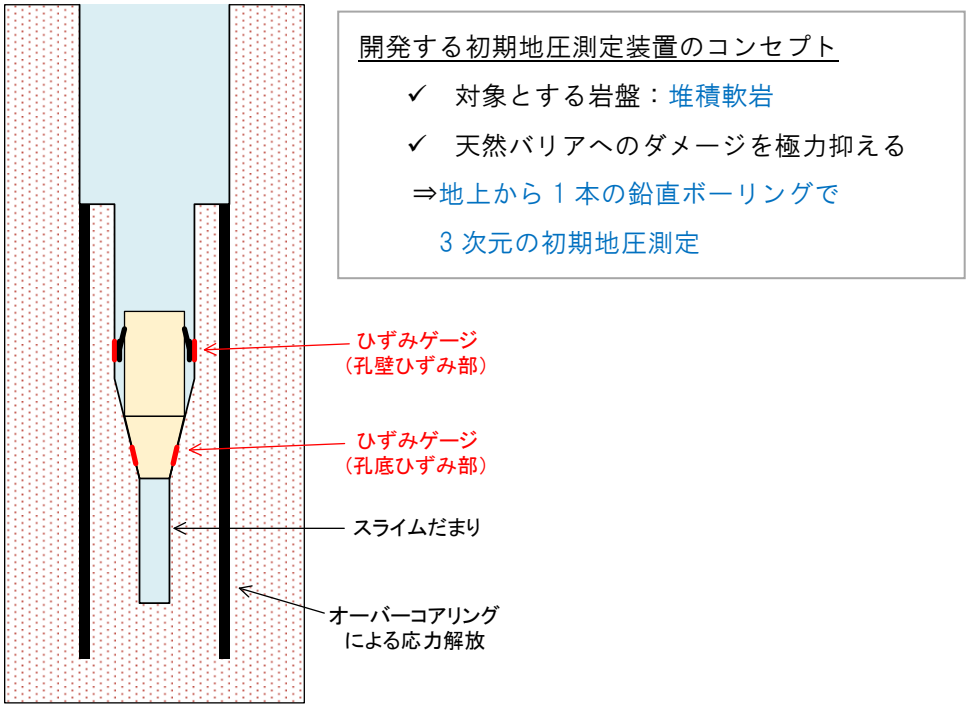


図 2.2-2　応力解放法の開発計画案の一例（当初構想）
（孔壁ひずみ法と円錐孔底ひずみ法を組み合わせる案）

2.2.2 既往初期地圧測定技術の調査

(1) 調査方針

応力解放法を対象とした今回の開発計画では、「軟岩」、「大深度」がテーマである。これらに着目して既往技術の調査を行った。

「軟岩」については、冨田 (2008) などの余裕深度処分埋設施設を対象に実施された研究、青柳ら（2016）などの幌延深地層研究センターで実施された研究がある。

- 冨田敦紀（2008）：京都大学博士論文「堆積軟岩空洞の掘削損傷領域評価に関する研究」など [2],[3],[4],[5]
- 青柳和平ら（2016）：幌延深地層研究センターの 350m周回坑道（東）における初期地圧測定 など [6],[7],[8]

「大深度」については、Sjöberg et al. (2003) などの SKB で実施された研究、加藤 (2003) などの東濃地科学センターで実施された研究がある。その他の技術も調査した。

- Sjöberg et al. (2003)：ISRM Suggested Methods for rock stress estimation - Part 2: overcoring methods など [9],[10],[11],[12]
- 加藤春實（2003）：深部岩盤における初期応力測定プローブの改良および原位置適用試験 など [13],[14],[15],[16],[17],[18],[19]

(2) 軟岩を対象とした既往の初期地圧測定技術

1) 「軟岩」についての既往技術＜余裕深度処分埋設施設＞

間隙が水で飽和した堆積軟岩及び下向きボアホールなど孔内が水没する場合の円錐孔底ひずみ法の適用性について、円錐孔底ひずみ計（ストレインセル）を接着するための接着剤、接着剤の適正配合並びに大型三軸試験機によるひずみ感度補正等の観点で検討している。

孔底面に水がある場合でも接着性能が優れていることが判明したエポキシ系接着剤を使用したが、測定されるひずみは被接着部岩盤表面の実際のひずみレベルに比べて測定感度が低下することも判明したため、三軸感度試験を導入している。

オーバーコアリング薄肉部での亀裂発生を避けるため、コア径 200mm のオーバーコアリングを採用している。実際、室内試験のオーバーコアリングでは薄肉部においてき裂が発生しており（図 2.2-3)、コアの損傷を考慮して相応に大きな口径でオーバーコアリングをする必要があることが指摘されている。

軟岩を対象にする場合は大口径でも比較的掘進は容易であり、間隙が水で飽和された軟岩での三次元応力測定法として本手順を用いることは有効な手段であるとしており、測定に成功している（図 2.2-4)。

接着剤の要求機能について、以下の留意事項が記されている [5]。

接着剤の要求機能としては、接着剤の硬化によるひずみゲージと岩石の一体化に基づく早期の感度発現とその時間的変化の小さいことが求められる。エポキシ系接着剤の硬化は樹脂と硬化剤の 2 種の配合によって決定されることから、接着剤の硬化前にひずみ測定を行った場合には実際の岩盤ひずみをストレインセルで検知できない可能性がある。したがって、ストレインセルによる岩盤ひずみ測定の信頼性を向上させるためには、接着剤の経時的な感度変化を把握して時間的変化の小さい配合を設定する必要がある。また、接着剤を混合してから硬化開始するまでの時間は、現地で実際にストレインセルへの接着剤塗布から孔底面へ貼付けるまでの作業時間を配慮する必要がある。

接着材の配合を変えてフラットジャッキ式三軸試験機を用いた飽和状態の軽石凝灰岩へのひずみ計の貼り付けとその挙動の比較などを実施している（図 2.2-5)。

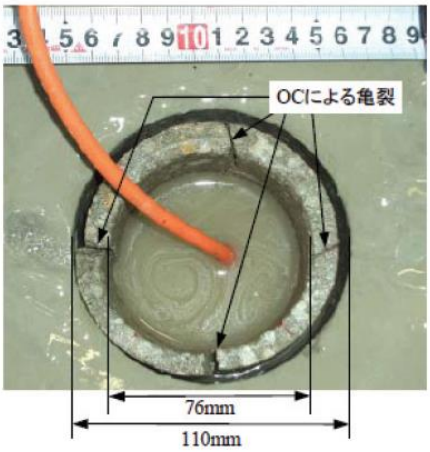


図 2.2-3　オーバーコアリング時に発生したき裂

冨田（2008）[5]

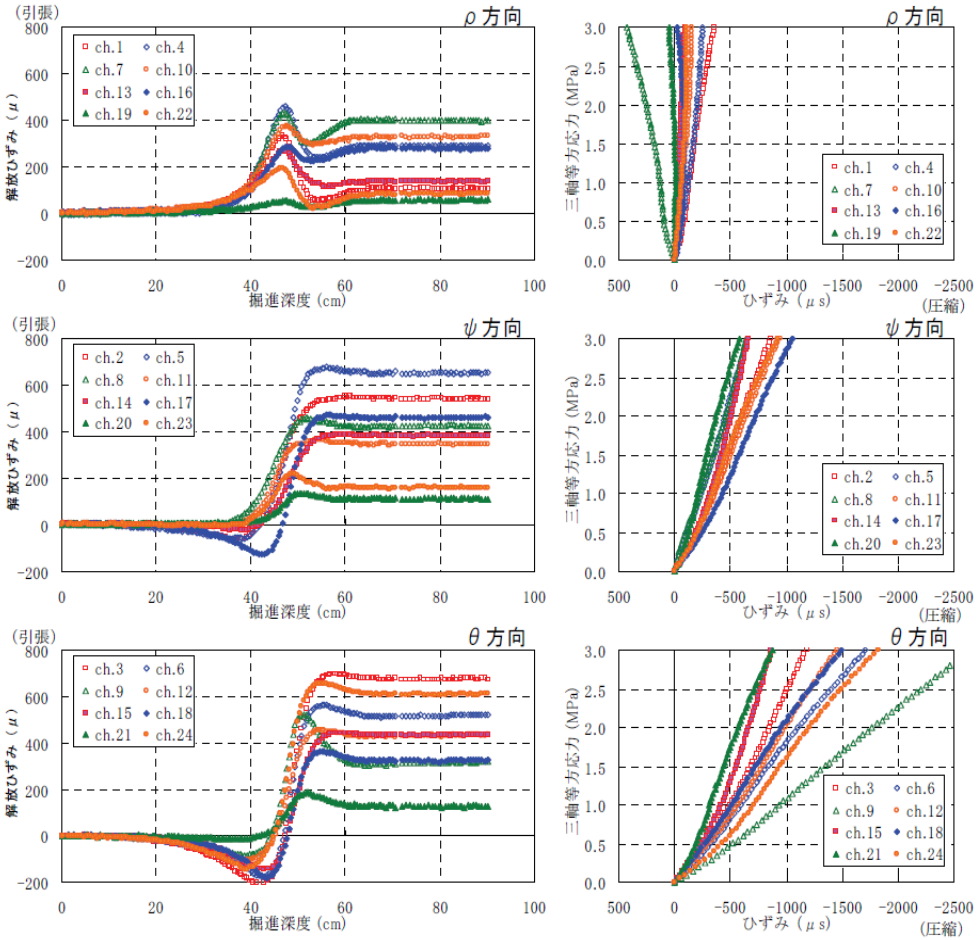


図-3.5.3　解放ひずみ測定結果（CBO1）

図-3.5.4　三軸感度試験結果（CBO1）

図 2.2-4　軽石凝灰岩を対象としたオーバーコアリング測定結果

冨田（2008）[5]

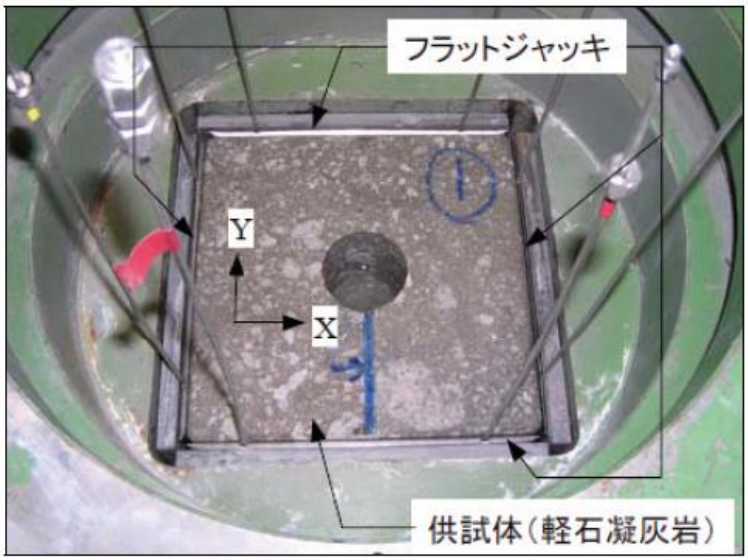


図 2.2-5　軽石凝灰岩を対象としたフラットジャッキ式三軸試験機による試験例
冨田（2008）[5]

2)「軟岩」についての既往技術＜幌延深地層研究センター＞

泥岩を対象に一般的な孔径 76mm の円錐孔底ひずみ法を水平ボーリング孔で実施し、一部で測定に成功しているが、ひずみ計の剥離（図 2.2-6）や孔底のスライム除去不良が生じている。

孔底面から滲みだす地下水は、ビットによる円錐加工・研磨及び孔底面掃除の過程で孔底面を泥濘化させ、ストレインセルの接着を困難にする。また、岩盤の強度が小さいとボーリング孔まわりの応力集中によって孔壁あるいは孔底が破壊し、孔底の円錐加工も困難となる。

幌延のような泥岩に対しては、一般に使われる接着剤では円錐孔底ひずみ法の適用が非常に難しいと推定される。

図 2.2-7 に示すように弾性的に行われた応力解放のデータも示されているが、円錐孔底で測定された解放ひずみが、岩石の弾性的な解放によって生じないことも考えられる。応力を受けている岩石はコアリングの際に、作用している初期地圧に対応してコア表面やその内部に引張応力が発生し、微小な破壊が生じることがある。見かけ上コアが連続していても、内部にこのような非可逆的な破壊が生じると、弾性的な解放ひずみよりも大きなひずみが生じる可能性ある。当然に、岩石の弾性的な性質はコアリングの前のそれから変質することになる。弾性率の誤差は、評価される応力の精度に直接に影響する。

また、比較的大きな変形異方性があり、載荷の方向によってヤング率に 30%以上の違いがあった例も示されている。異方弾性体について測定された解放ひずみから等方弾性体の解を用いて評価される初期地圧には、ある程度の誤差が含まれることになる。

図 2.2-6　剥落したストレインセル
青柳ら（2016）[8]

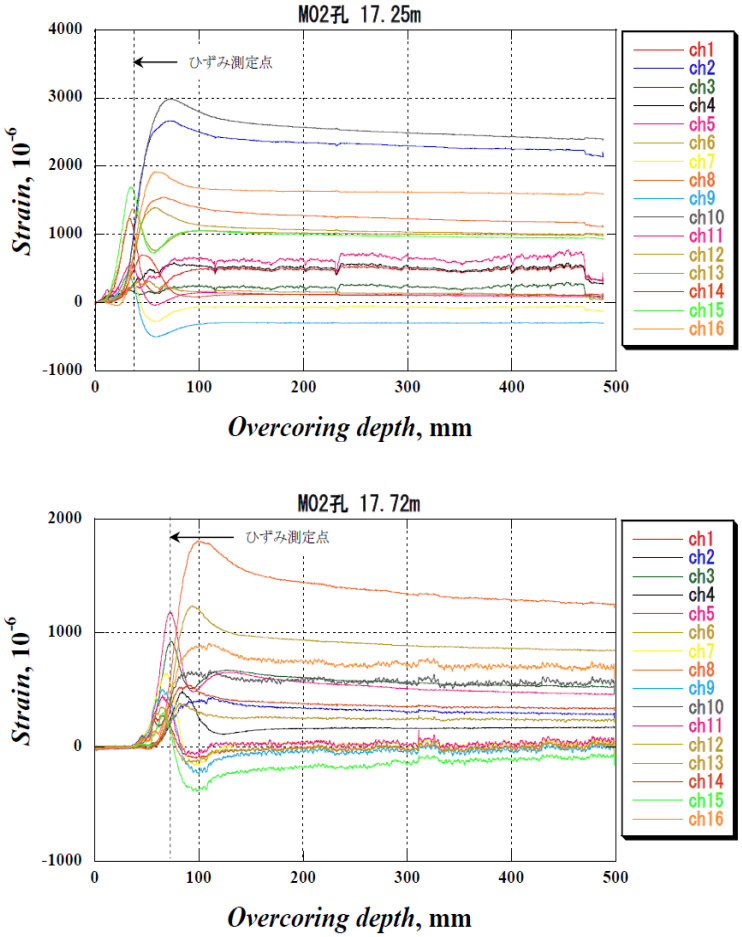


図 2.2-7　オーバーコアリング測定に成功した例
中村ら（2011）[6]

(3) 大深度を対象とした既往の初期地圧測定技術

1) 「大深度」についての既往技術＜SKB＞

SKB が Äspö Hard Rock Laboratory などで実施した Borre プローブ（図 2.2-8、図 2.2-9）を用いたオーバーコアリング法が 2003 年に ISRM の Suggested Method として論文化されている。

Borre プローブは、接着剤で孔壁にひずみゲージを貼付するタイプのプローブであり、孔径 76mm の孔底に孔径 36mm のパイロット孔を削孔し、その孔壁にロゼットゲージを 3 箇所に貼り付け、オーバーコアリングにより 3 次元応力測定を行う（図 2.2-10）。パイロット孔内は掘り屑が無い清水状態にすることが求められ、回収したコアで二軸感度試験を行う。

水で満たされた深いボーリング孔で可能な唯一のオーバーコアリング法とされていて、深度 1000m で測定可能とされている。

一方で、図 2.2-11 に示すように解放ひずみが安定しないデータも多く、再解析を行って値を見直すなどされている。それでも値のばらつきはかなり大きい。

図 2.2-8 Borre プローブ外観写真
Sjöberg et al. (2003) [11]

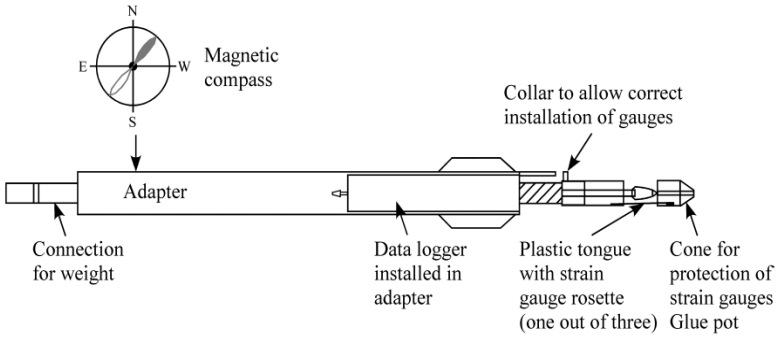


Figure 2-2. *Detailed description of the Borre Probe (After Hallbjörn, 1986)*

図 2.2-9 Borre プローブ構造図
Ask et al. (2002) [9]

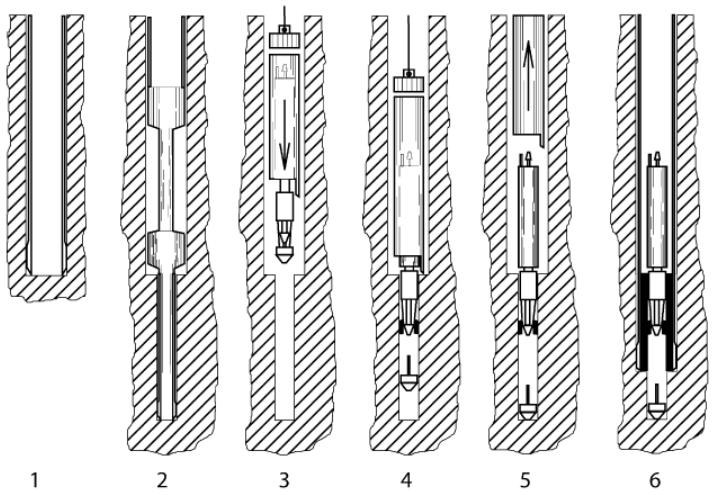


Fig. 4. Installation and measurement procedure for overcoring with the Borre probe. (1) Advance 76 mm diameter main borehole to measurement depth. Grind the hole bottom using the planing tool. (2) Drill 36 mm diameter pilot hole and recover core for appraisal. Flush the borehole to remove drill cuttings. (3) Prepare the probe for measurement and apply glue to strain gauges. Insert the probe in installation tool into hole. (4) Tip of probe with strain gauges enters the pilot hole. Probe releases from installation tool through a latch, which also fixes the compass, thus recording the installed probe orientation. Gauges bonded to pilot hole wall under pressure from the nose cone. (5) Pull out installation tool and retrieve to surface. The probe is bonded in place. (6) Allow glue to harden overnight. Overcore the probe and record strain data using the built-in data logger. Break the core after completed overcoring and recover in core barrel to surface.

図 2.2-10　Borre プローブによるオーバーコアリング測定手順

Sjöberg et al. (2003) [11]

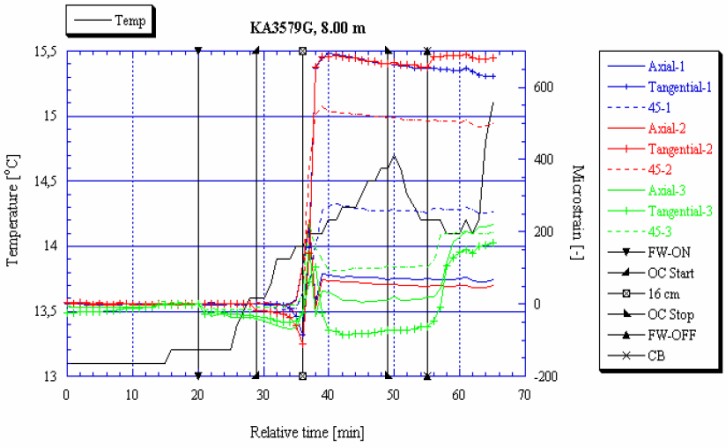


Figure 3-8. *Strain gauge response during overcoring at 8.00 m depth in KA3579G (After Ljunggren and Bergsten, 1998).*

図 2.2-11　Borre プローブのオーバーコアリングによる解放ひずみの測定例

Ask et al. (2002) [9]

2)　「大深度」についての既往技術＜東濃地科学センター＞

パイロット孔：φ35mm、オーバーコアリング孔：φ98mm での応力解放法が実施されている。埋設ひずみ型（図 2.2-12）と孔壁ひずみ測定型（図 2.2-13）の 2 種類のひずみ測定セルで試験しており、カプセルから接着剤を放出する方式（図 2.2-14）で孔壁と接着剤で固定している。

接着不良等により解放ひずみデータが取得できていない場合も多く、所定接着位置以外への接着剤の漏れ、水と接着剤の混合なども発生している。

回収されたオーバーコアの切断面の例を図 2.2-15 及び図 2.2-16 に示す。

加藤（2003）[17]（図 2.2-15）では、SI セルの中心軸がパイロット孔の中心軸から偏心しており、パイロット孔の掘削方法に改善の余地がある。接着材の充填は概ね機能しているが一部に空隙が見られる。

加藤（2004）[18]（図 2.2-16）では、パイロット孔軸とオーバーコアリング孔軸は完全に一致している。しかし、パイロット孔底にはクリ粉が残っており清水循環では排除が容易でないことが分かる。また、接着剤は完全には充填されておらず、ボーリング孔が深いとボーリングツールスも自重で伸びるため数 cm 単位でパイロット孔の長さを管理することは容易でないことが述べられている。

パイロット孔で放出された接着剤が弾性体とみなせるまでに調合後 3 日を要するという例も示されており、接着剤の選定が重要であることが分かる。回収コアを用いた二軸感度試験はここでも実施されている。

加藤（2005）[19]では、テーパー孔底ひずみ法という方法も考案されている。この方法では、ストレインセルの表面に接着剤を塗布後、その表面を防水シートで被覆する方式で接着剤と孔内水の接触を防ぎ、ストレインセルが孔底に到達するまで水中で長時間にわたり接着力を保持するようにしている（図 2.2-17、図 2.2-18）。

加藤（2003）[17]では、大深度での測定用に、ワイヤラインタイプのプローブ運搬・切離し装置やワイヤラインタイプのパイロット孔掘削装置も開発されており、測定手順も考案されている（図 2.2-19、図 2.2-20、図 2.2-21）。

これらの研究では、その他にもデータロガー内蔵など大深度化に用いる個別装置の開発知見が豊富にあり、加藤（2005）[19]では耐圧容器に設置した孔内保持機構、小型のレコーダーや方位・傾斜測定装置などが開発されている（図 2.2-22、図 2.2-23）。

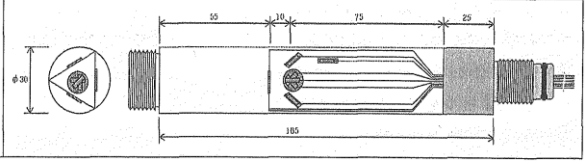
マトリックス	材質：ナガセエレックス㈱製注型用エポキシ樹脂
ひずみゲージ	共和電業㈱製ひずみゲージ　120Ω　2線式（ゲージ長 5mm、ベース長 10mm）
温度ゲージ	東京測器製温度ゲージ TFL-8　抵抗 120Ω
コネクタ	ヒロセ電気社製超小型プッシュプルタイプ丸型コネクタ　12極
設計概略図（単位 mm）	

図 2.2-12　開発された埋設ひずみ型セル（SI セル）
加藤（2003）[17]

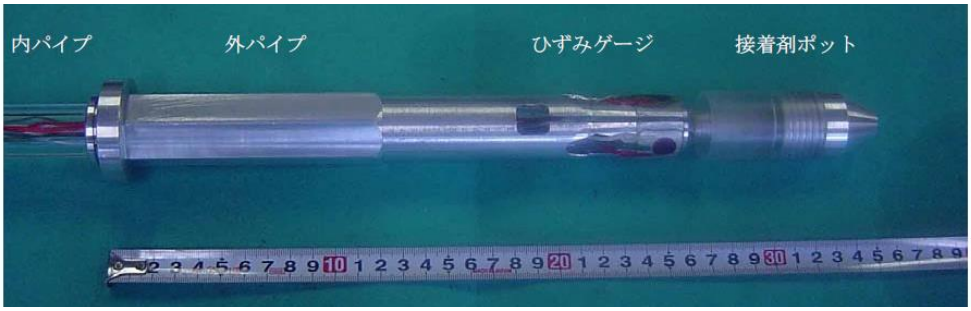


図 2.2-13　開発された孔壁ひずみセル
加藤（2005）[19]

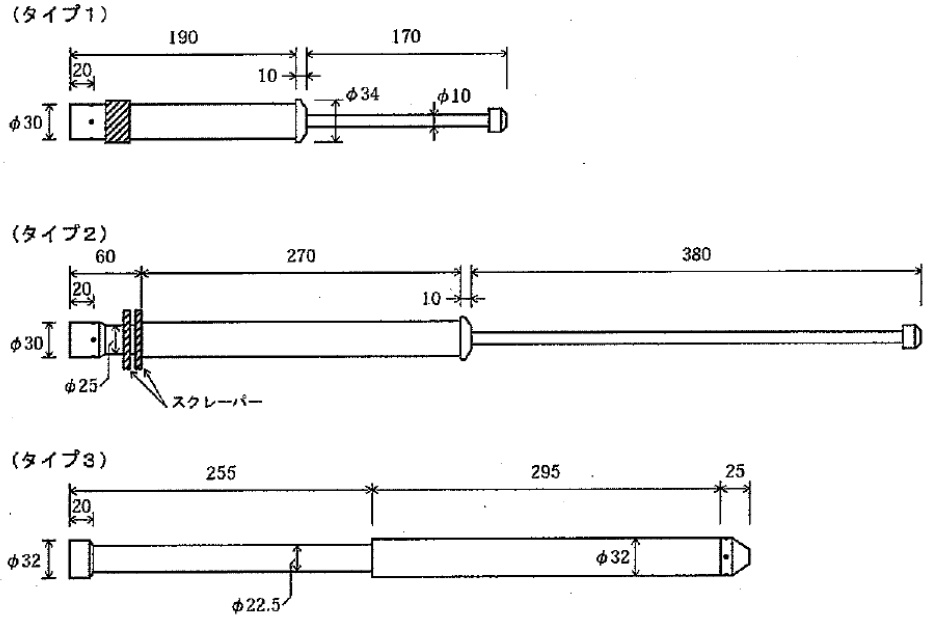


図 2.2-14　開発されたグリューカプセル
加藤（2003）[17]

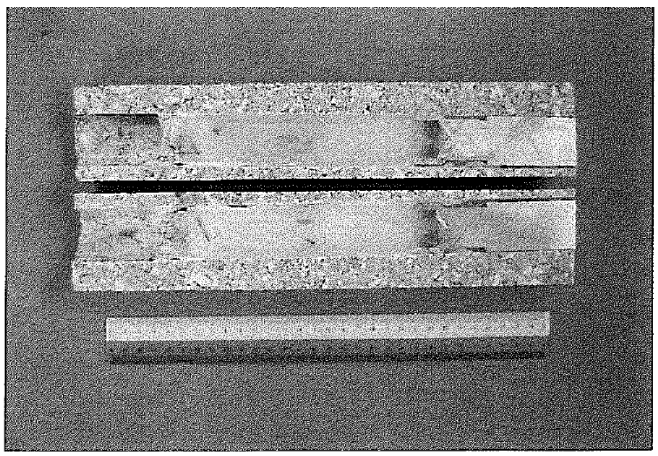


図 5.6　深度 192.0m から採取されたオーバーコアの切断面

図 2.2-15　オーバーコアの切断面の例（1）
加藤（2003）[17]

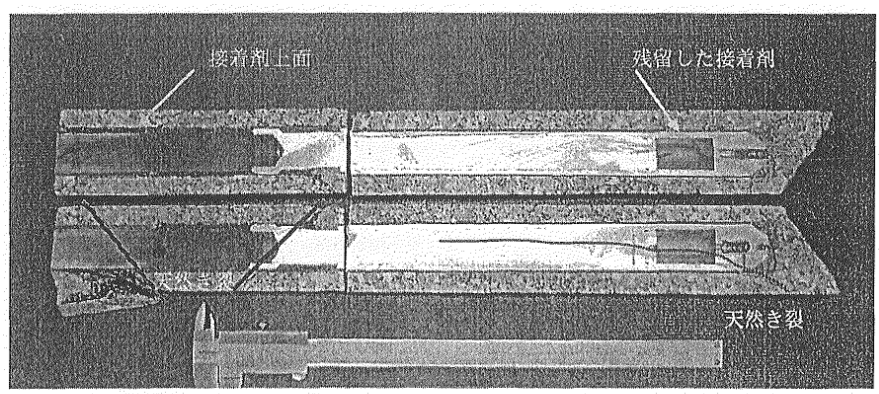


図 6.9　深度 238.50m から採取されたオーバーコアの切断面

図 2.2-16　オーバーコアの切断面の例（2）

加藤（2004）[18]

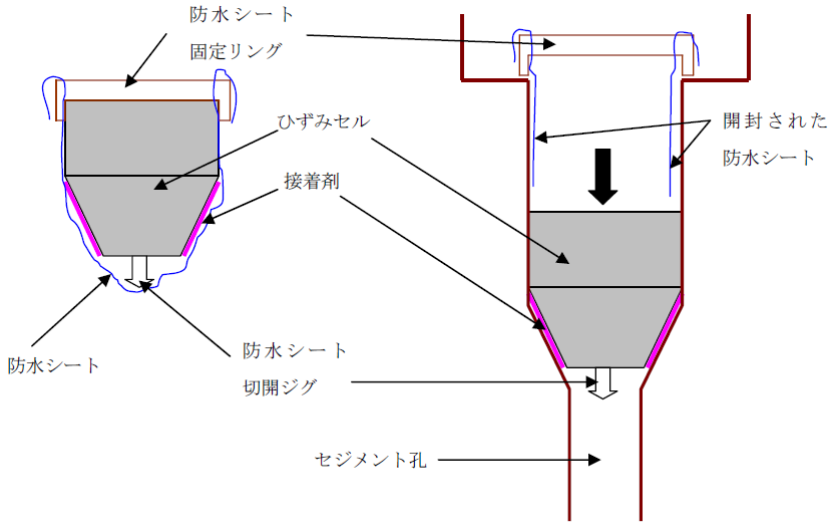


図 2.2-17　テーパー孔底ひずみ法の接着機構

加藤（2005）[19]

図 2.2-18　テーパー孔底ひずみ法の防水シート及び防水シート固定リング

加藤（2005）[19]

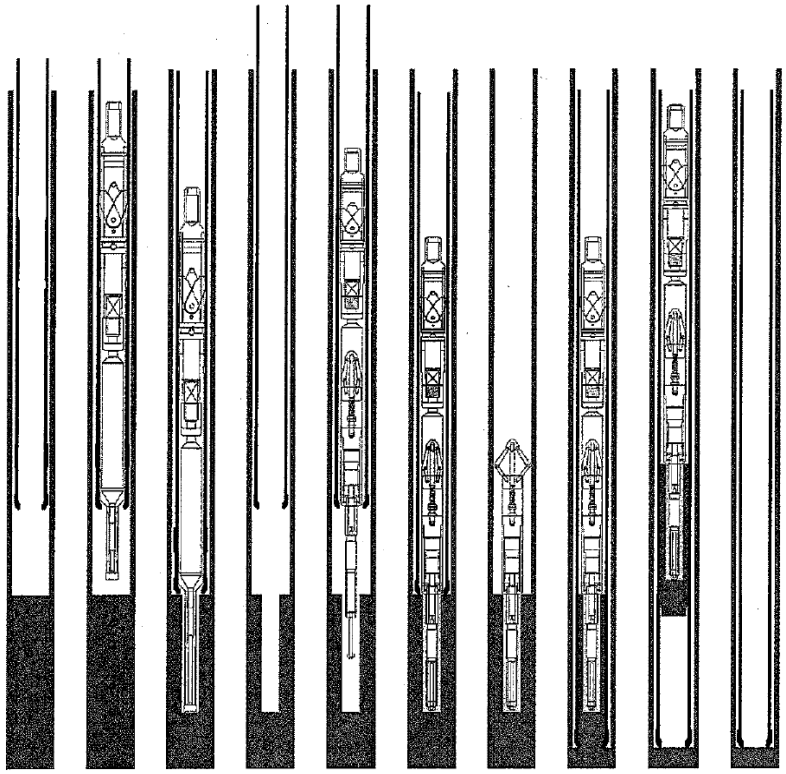


図 5.5　ワイヤラインタイプのプローブ降下・切り離し装置およびパイロット孔掘削装置を使用した応力解放法の試験手順

図 2.2-19　ワイヤラインタイプの装置を用いた応力解放法の試験手順
加藤（2003）[17]

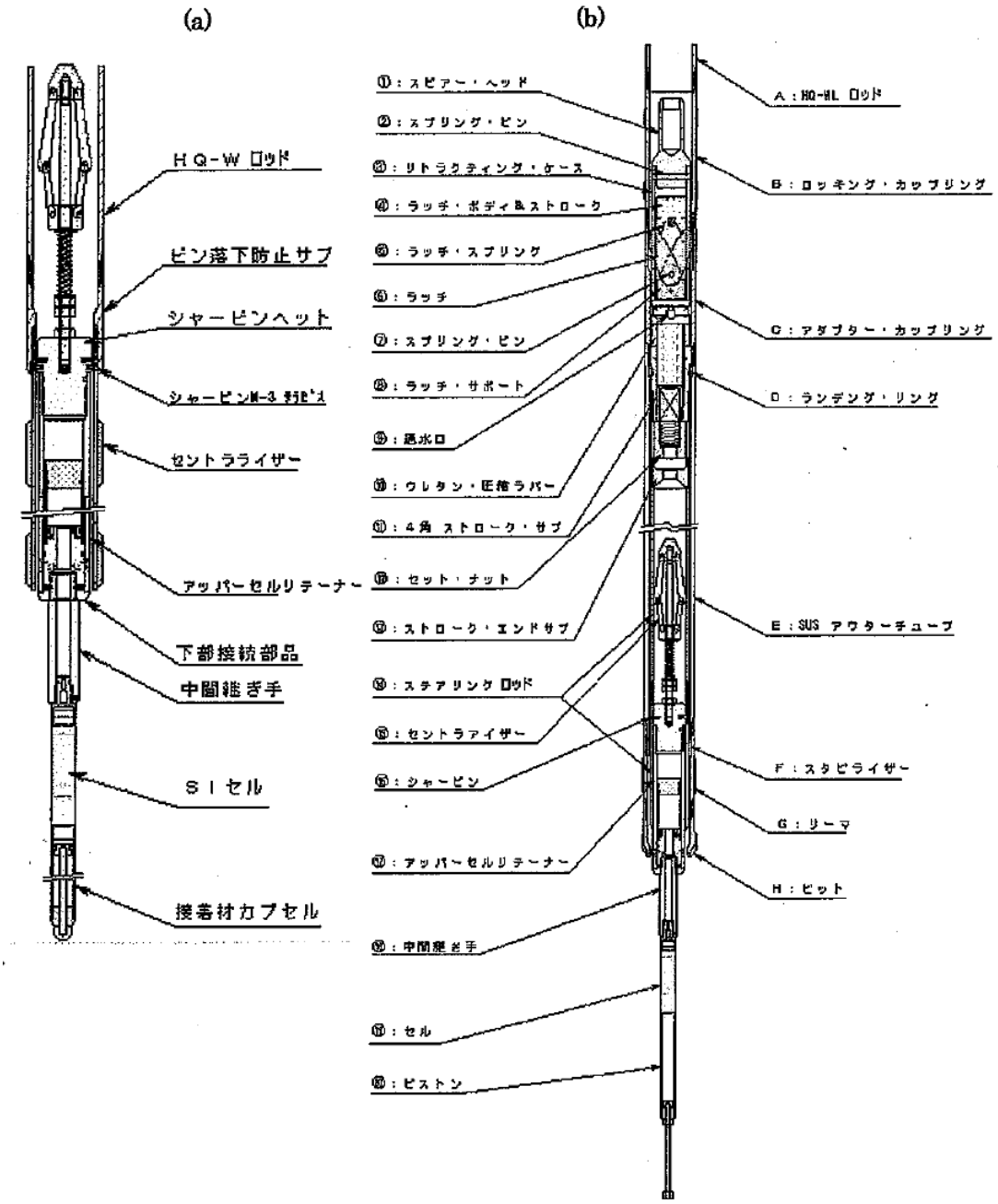


図 2.2-20　ワイヤラインタイプのプローブ降下・切り離し装置の例
加藤（2003）[17]

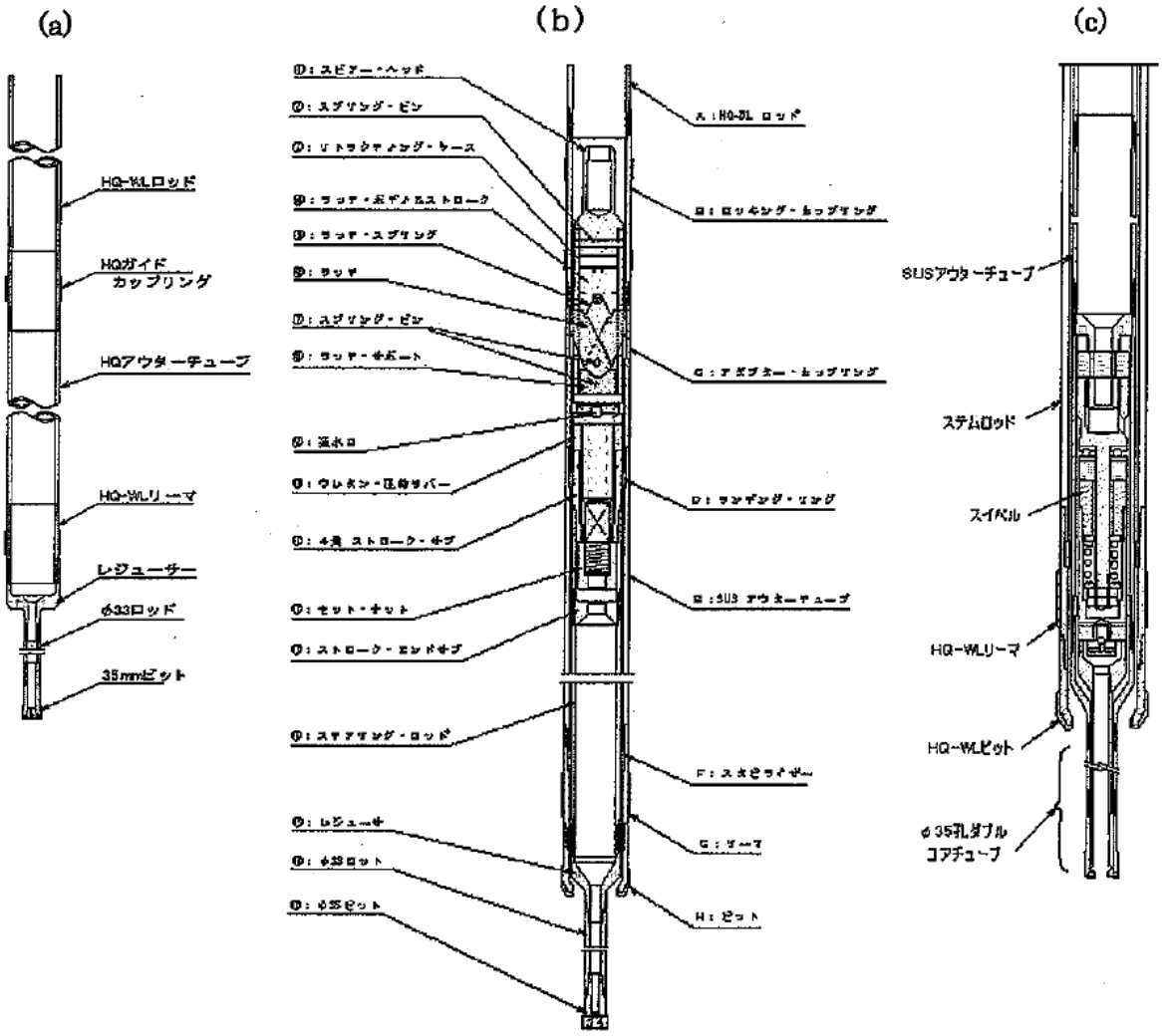
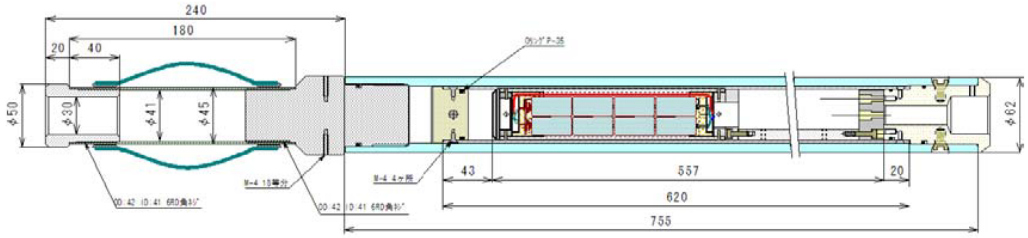


図 2.2-21　ワイヤラインタイプのパイロット孔掘削編成の例
加藤（2003）[17]

(a)



(b)

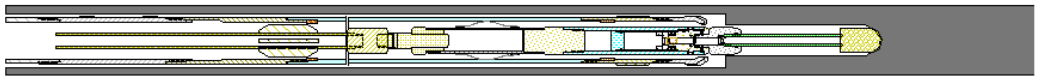


図 4.11　(a) 耐圧容器に設置した孔内保持機構および(b)円錐孔底ひずみ法の孔内保持機構

図 2.2-22　耐圧容器に設置したプローブ孔内保持機構
加藤（2005）[19]

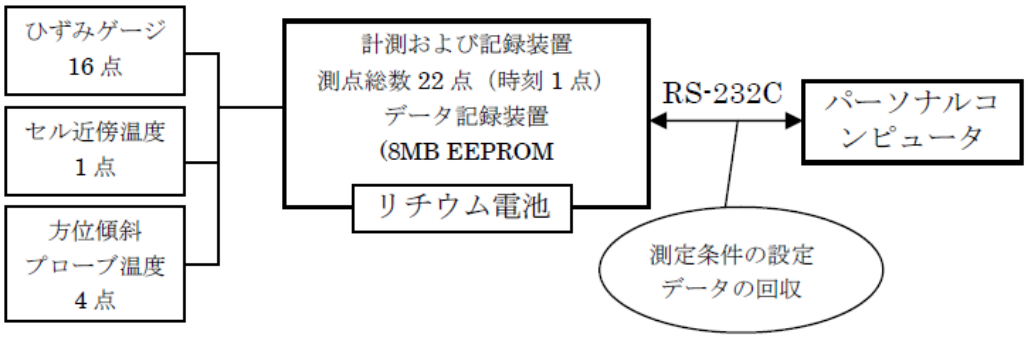


図 2.2-23　測定データが PC に記録されるまでの流れ
加藤（2005）[19]

3)　「大深度」についての既往技術＜その他＞

坂口ら（2007）[20] や坂口ら（2010）[21] では、下向き円錐孔底ひずみ法（図 2.2-24 参照）の開発を行っており、接着材の力学特性の時間依存性が測定感度に及ぼす影響や接着剤及びストレインセル（エポキシ樹脂部）に要求される特性を明らかにし、現場に適用可能な測定装置を開発して原位置での応力測定も実施している。これらの知見も今後の開発において活用していくことが望ましい。

また、池田ら（2001）[22] などでも大深度での応力測定が試みられており、これらの情報も利用していくことが望ましい。

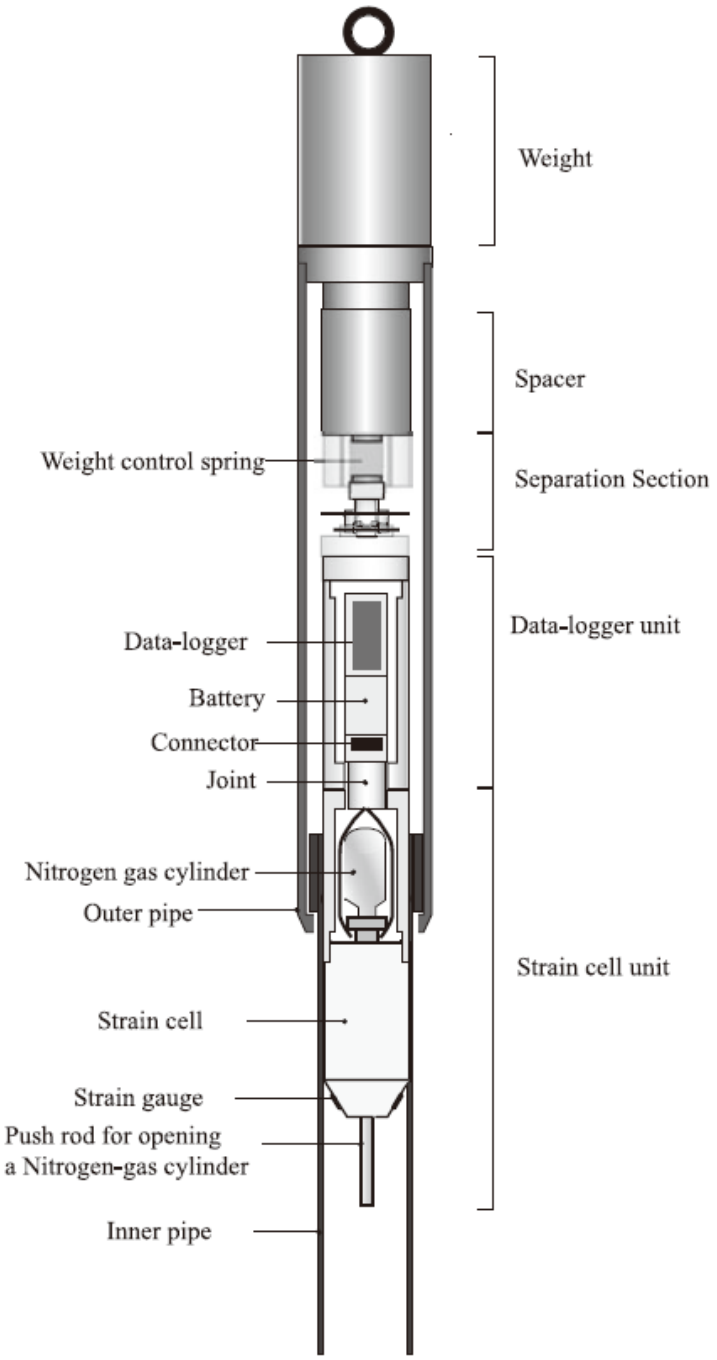


図 2.2-24　下向き円錐孔底ひずみ法の測定装置の構成
坂口ら（2010）[21]

(4) 既往技術における課題

既往技術の調査結果から、応力解放法を軟岩での鉛直下方大深度ボーリングに適用する際の課題として以下が挙げられる。

- ひずみ測定部と孔壁・孔底の接着（埋設ひずみ法の場合は孔内への埋設）の課題解決が難しく、それに起因する測定失敗事例が多い。ひずみ計接着（埋設）が容易で確実に行えることが求められる。
- その問題を解決するために接着剤（埋設ひずみ法の場合は充填材）の選定・開発も重要であり、接着剤には、接着できて剥離しにくいこと、測定感度の低下が少ないことが求められる。
- 孔壁面や孔底面へのスライム付着や泥濘化、スライムが混じった孔内水の存在、孔内水の流れなども接着（埋設）の障害となる。
- 接着による感度低下を完全に無くすことは困難であり、オーバーコアリングの回収コアを用いた感度試験の実施は必須である。そのため、オーバーコアリングや感度試験において破損しにくい形状とすべきである。硬岩を対象として開発された手法はコアに薄肉部分があっても成立するが、軟岩においては薄肉部分を厚くすることが望ましい。

その他、参照データの取得結果も踏まえて検討した課題として以下が挙げられる。

- 軟岩では所定の孔径で掘削できず孔径が拡大する場合も多い。孔径拡大の影響でオーバーコアリング孔に対するパイロット孔のセンタリングができないと、中空コアの肉厚に変化を生じさせ岩に破壊が生じやすくなる。深くなるほどパイロット孔のセンタリングや細かい深度管理も難しくなる。
- 軽石や礫など物性の不均質がひずみゲージ接着面に存在すると測定精度が低下する原因となるため、1 回あたりの測定における測定点数（ひずみゲージ数）を増やすことが望ましい。
- 対象が軟質であり、ひずみ測定部（接着剤）の剛性を柔らかくすることが重要となる。

2.2.3 試験装置の概念設計

(1) 開発計画の概要

開発する初期地圧測定装置で求められる要件をあらためて整理すると以下のとおりである。

1) 天然バリアへのダメージを極力抑える
   →できるだけ少ない掘削本数で多くの情報を得られる
   →地上から 1 本の鉛直ボーリングで 3 次元の初期地圧測定を高い精度で行える
2) 堆積軟岩に適用する場合でも高い精度で測定できる
3) 地表からの深さ 200m 程度の環境（離隔、水圧、温度）でも高い精度で測定できる

コストパフォーマンスも考慮しつつこれらを求めていくことになる。

現在実用化されており、国内外でも高い頻度で利用されている初期地圧測定法とその特徴について、表 2.2-1 に整理した。

表 2.2-1 現時点における実用的初期地圧測定法とその特徴
（横山（2017）[23]を参考）

測定原理による分類	測定手法の名称	現在の技術の特徴
応力解放法	A) 埋設法 B) 孔底ひずみ法 C) 孔壁ひずみ法	・三次元応力評価 ・水平方向主体 ・測定深度 50m 以浅 ・鉛直大深度化は研究段階
岩盤の破砕を利用する方法	D) 水圧破砕法	・二次元応力評価 ・鉛直方向主体 ・測定深度 1000m 以上
岩石の自然破壊を利用する方法	E) ボアホールブレイクアウト F) インデュースドフラクチュアリング G) コアディスキング	・二次元応力評価 ・鉛直方向主体 ・測定深度 1000m 以上 ・測定精度低い
コア法	H) AE 法、DRA 法、DSCA 法、ASR 法 I) コア変形法	・一部は三次元応力評価可能 ・鉛直方向主体 ・測定深度 1000m 以上 ・測定精度低い

上表を参考にすると適用可能な測定法として以下が抽出される。

1) 天然バリアへのダメージを極力抑える（1 本の鉛直ボーリングで 3 次元応力評価）
   →応力解放法、コア法
2) 堆積軟岩に適用
   →応力解放法、岩盤破砕法、岩石自然破壊法、コア法
3) 地表からの深さ 200m 程度の環境（離隔、水圧、温度）
   →岩盤破砕法、岩石自然破壊法、コア法　　※応力解放法は研究段階

これらのうち「高い測定精度」を求める場合は、コア法を主体とするのは難しい。

上記の絞り込みによると、現在の測定方法で先にあげた要件を全て満足する測定手法は存在しない。しかし、原理的に測定精度が低いコア法を除くと、上記 1)の条件に合致するのは応力解放法であり、現存する応力解放法の主要な方法を対象に、前節の課題抽出結果を参考にして上記条件における適用性について検討し、開発の方向性を決定することとした。

そこで、まず現存する応力解放法の主要な方法を対象に、適用性について検討した。表 2.2-2 に検討結果を示す。

表 2.2-2　応力解放法の各種測定手法とその特徴及び適用性

測定手法		鉛直下方・軟岩への適用	
		課題	適用性
孔壁ひずみ法	CSIRO法	パイロット孔径の精度が必要，接着材の漏出，接着剤の圧力が低いと孔壁との接着が不完全となる，ひずみゲージの数が少ない，接着剤の選定	△
	Borreプローブ	オーバーコアリング孔径が小さく回収コアが薄肉となり感度試験が困難，オーバーコアリング径を大きくする必要がある，パイロット孔径の精度が必要，ひずみゲージの数が少ない，カンチレバー型接着方法の有効性，接着剤の選定	△
孔底ひずみ法	円錐孔底ひずみ法	孔底面の洗浄，回収コアが薄肉となり感度試験が困難，接着剤の選定	△
	球状孔底ひずみ法	孔底面の洗浄，接着剤の選定，オーバーコアリング径が大きくなる	×
	平面孔底ひずみ法	軸方向の感度が小さいため精度の良い三次元応力評価が困難，孔底面の洗浄，接着剤の選定，オーバーコアリング径が大きくなる	×
埋設ひずみ法	電中研式	ひずみ計の耐水圧が小さい，オーバーコアリング径が大きくなる，セメントミルクの孔内への圧送が困難，充填剤の圧力が低いと孔壁との接着が不完全となる	×
	石井式	二次元応力評価のみ，埋設用ひずみゲージが大きいためオーバーコアリング径が大きくなる，ひずみ計の剛性が大きく感度が低下する	×
	東濃式SIセル	充填剤の選定，パイロット孔径の精度が必要，充填剤の圧力が低いと孔壁との接着が不完全となる	×
孔径変化法	CSIR，USBM	二次元応力評価のみ	×
	石島式	ひずみ計の耐水圧が小さい，変位測定数が少ない	×

注記）　「適用性」　　○：現状のままで適用可能，△：改良を行えば適用可能になると見込まれる，×：適用不可又は目的を満たさない

この検討のとおり、国内外での既往の応力解放法にはそのままの仕様で鉛直下方かつ軟岩へ適用できる手法は見あたらない。既往測定法のうちで何らかの改良を施すことで今回の目的を満たす手法としては、「CSIRO 法」、「Borre プローブ」、「円錐孔底ひずみ法」が挙げられる。

孔壁ひずみ法（「CSIRO 法」、「Borre プローブ」）は大深度での適用では先行しているが、軟岩を対象とした場合の計器設置やオーバーコアリングで解決すべき課題が多い。一方、孔底ひずみ法（「円錐孔底ひずみ法」）は計器の設置原理がシンプルであり測定点数も多数とすることができるが、計器接着面の洗浄などの課題があり大深度での適用は現在は進んでいない。だが、これらの手法が既往測定法の中では課題解決に近い位置にあると言える。

そこで、孔壁ひずみ法と円錐孔底ひずみ法を応用して、課題解決を目指す方向で概念設計を行うこととした。

概念設計の要点は以下のとおりである。詳細は「(2) 開発する試験装置の概念案」に示す。

- 孔壁ひずみ法の孔壁の形状を円錐形にすることで、押し付けるという単純な接着方法としつつ所定の径の位置にひずみゲージが設置できるようにする（掘削により孔径が拡大しても影響が少ない)。
- 円錐形でも孔壁と同様な高角とすることで、孔壁へのスライム付着を少なくする。
- 孔壁ひずみ法と同様に孔底を延長することでスライムが溜まる構造を作る（接着部にスライムが浮遊しにくい構造とする)。
- オーバーコアリング径を大きくして感度試験に適用可能な形状・寸法のコアを回収する。
- ひずみゲージの点数を一般的に使用されている孔壁ひずみ法より多くして，応力評価の精度を向上させる。

(2) 開発する試験装置の概念案

以上の測定手法の絞り込みの結果、孔底ひずみ法と孔壁ひずみ法の両方の測定手法を兼ね備えた「円錐孔壁ひずみ法」を開発目標とする。この測定手法の概念設計図を図 2.2-25 に示す。要点は以下のとおりである。

- 孔壁の一部を円錐形状にすることで、円錐孔底ひずみ法のように押し付けだけで所定の径の位置にひずみゲージが設置できるようにする。
- 円錐形でも通常の円錐孔底ひずみ法と異なり高角とすることで、孔壁へのスライム付着を生じにくくする。
  - 角度を変えたことによる感度変化を検討するため解析を実施する。エポキシ部全体の形状（円錐状の境界部から上部の領域幅など）についてもボーリング軸方向の感度を上げられるように検討を行う。
- 円錐部から連続して孔底方向に小口径孔を設けることによりスライム溜まりとする。
  - 全体構造としては孔壁ひずみ法と同様。
- オーバーコアリング径を大きくすることで上部の薄肉部の厚さを確保し、割れにくくする。
  - 軟岩が対象であるため、掘削径が大きくなっても硬岩に比べるとコスト増加は少ない。しかし､既往事例のようなコア径 200mm まで大きくなるとコストが大きく増加する。一般にも使用される孔径 116mm（コア径 92mm）を最大とすることが望ましい。
  - 図 2.2-25 の案の場合は上部の薄肉部も厚さ 19mm を確保している。
- ひずみゲージは円錐孔底ひずみ法と同様に 3 成分×8 箇所＝24 個を配置する。
  - 一般的に使用されている孔壁ひずみ法より多いひずみゲージ数となり，応力評価の精度向上を目指すとともに,岩盤の不均質性等の影響で一部で異常値が出ても応力評価精度が極端に低下しないようにする。

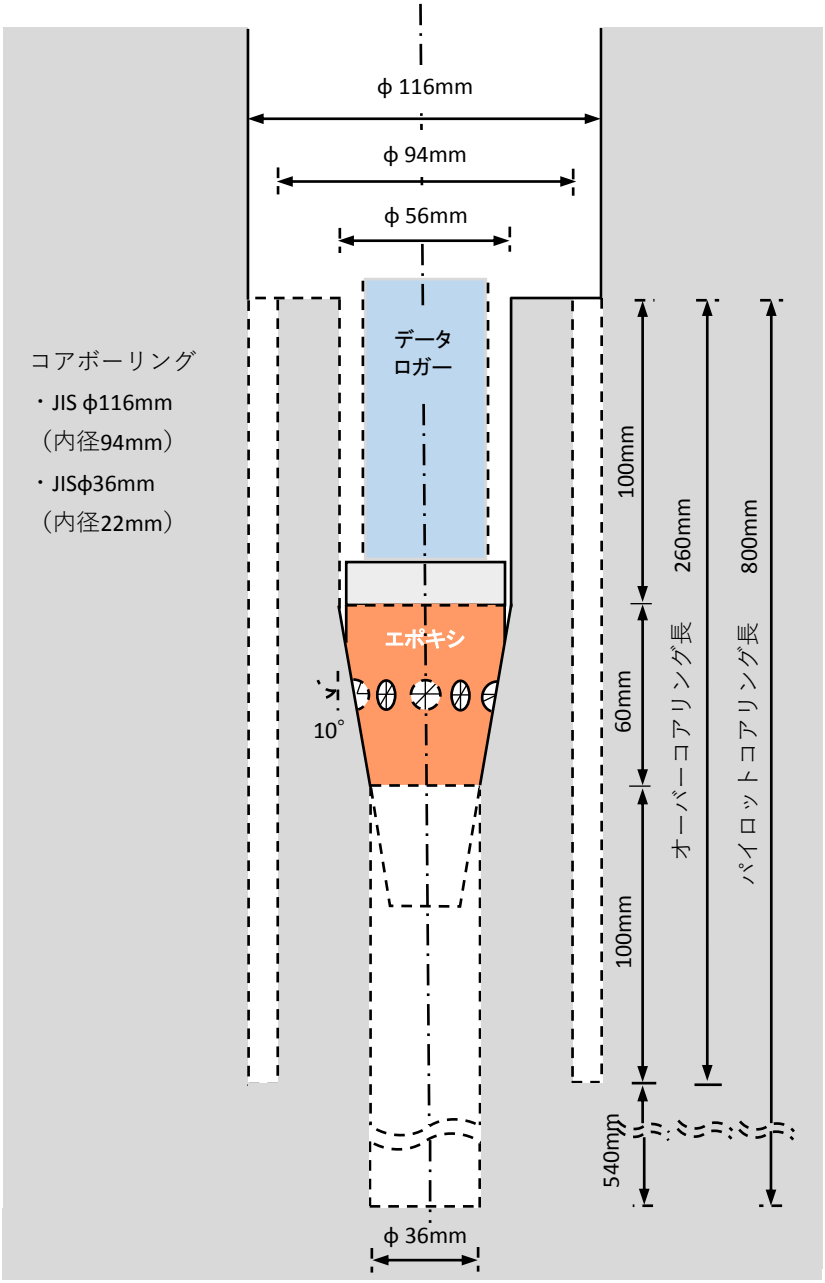


図 2.2-25　円錐孔壁ひずみ法の概念設計図

(3) 課題の整理と対応方針

円錐孔壁ひずみ法を開発する上での課題と対策を表 2.2-3 に示す。

表 2.2-3 「円錐孔壁ひずみ法」開発上の課題と対策

課題、発生しうるトラブル		対策、開発要素
ひずみ計接着	環境（水中、軟岩）に不適な接着剤による接着不良、剥離、測定感度の低下	既往の知見をもとに接着剤メーカーと協働し選定・開発、基礎試験（採取済ボーリングコアも利用）実施、室内検証試験実施（岩石ブロック試料対象のオーバーコアリング等）
	接着位置岩盤へのスライム付着や泥濘化、スライムが混じった孔内水の存在、岩盤からの湧水、孔内水流による接着阻害	掘削後の孔内洗浄方法の確立、水流を用いた接着位置岩盤表面の洗浄（軟岩表面を削らない方法）、孔内環境に適したひずみ計接着装置の開発
	ひずみ計設置圧が過大となることによる計器損傷、設置圧が過小となることによる接着不良	ひずみ計設置圧を管理できるひずみ計接着装置の開発、室内検証試験による確認
パイロット孔掘削	センタリングができないとオーバーコアリングの中空コアが破壊しやすくなる（大口径孔の孔径が拡大している場合もある）	大口径孔孔底付近（孔径が拡大しにくい部分）を利用する仕組みのセンタリングガイドケーシングの開発、センタリングを考慮したオーバーコアリングツールの開発
孔底整形	掘削中のぶれやスライム排出不良等によりひずみ計接着部分を所定の形状・精度に整形できずにひずみ計が接着不良となる	既往の知見をもとにボーリングツールメーカーと協働しビットを開発（1 回の整形で所定の加工精度に仕上げるビットを目指す）、適用対象岩石を用いた室内検証試験実施（岩石ブロック試料）
測定位置選定	接着前の接着面の状態（岩の不均質性、洗浄具合）確認不足による不適位置での測定	パイロットボーリングコアの乱れの少ない回収技術、孔形状に適応した孔内カメラ挿入アダプタの開発
ひずみ計	対象環境（水圧、温度）において軟岩に適さない剛性となり測定精度が低下	既往の知見をもとにひずみ計メーカーと協働しエポキシ部分の材料選定・開発
	特定方向の測定感度が低下	解析的にひずみゲージの位置やエポキシ形状を検討
	動作不良によるひずみデータ・方位データ収録失敗	挿入型データロガーの開発（あるいは改良）、環境に適した内蔵方位計の選定、硬岩対象の大深度化に向けて開発された各種ツールの応用
	本体重量・形状による岩盤の変形	装置の小型化
オーバーコアリング	岩盤が塑性化しひずみが弾性的挙動を示さない	測定結果の精度を保証するため、オーバーコアリング時のひずみが弾性的挙動を示していることを確認するプロセスシミュレーションを実施
感度試験	掘削時、コア回収時、感度試験実施時のコアの破損	コア回収・取出しに配慮したオーバーコアリングツールの開発、コアが破損しにくい感度試験装置の設計、コア回収時（水圧低減時）のデータも利用した感度補正方法の検討

(4) 開発に係る全体計画

5 ヵ年にわたる全体開発計画を表 2.2-4 に示す。

測定システム・手順の構築を進めながら、個別開発要素の設計・製作を進めていく計画とする。その過程で室内検証試験及び現場検証試験を進めていき、個別開発要素の設計・製作に反映させていく。

表 2.2-4　「円錐孔壁ひずみ法」開発の 5 ヵ年計画

	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
測定システム・手順の構築	概念検討	具体化	調整・更新	検証	検証
個別開発要素の設計・製作					
接着材		選定・開発・基礎実験	基礎実験・製作　評価	改良	評価・改良
ひずみ計・計器		基本設計・材料実験・詳細設計 ひずみ計試作・試験	室内実験用計器製作　評価 付帯計測機器製作	改良 現場用計器製作	評価・改良
掘削ツール（パイロット孔コアリング、孔底整形、オーバーコアリング、センタリング）		基本設計・詳細設計 孔底整形ビット試作・試験	室内実験用資材製作 現場用資材一部製作	改良 評価・改良・製作	評価・改良
ひずみ計挿入・設置ツール		基本設計・詳細設計	室内実験用資材製作　評価	改良 現場用資材製作	評価・改良
孔内洗浄方法		基本設計	詳細設計・製作　評価	改良	評価・改良
孔内状況確認方法		基本設計	詳細設計・製作　評価	改良	評価・改良
感度試験装置		基本設計	詳細設計・製作	評価・改良	評価・改良
室内検証試験	原案検討	手順具体化 試料採取計画　現地採取	実験第1段階	実験第2段階	（必要に応じ検証）
現場検証試験	原案検討	手順具体化	（比較実施する他手法の適用性改良）	現場準備 （簡易検証作業）	現場検証試験

(5) 室内検証試験の計画

開発する装置を現場に適用する前に、その実用性に問題がないか確認し、実施上の課題を抽出して改良を行うために、室内検証試験を実施する。

室内検証試験の主な内容は、ひずみ計と岩石の接着性能の検証や、岩石を対象とした試験装置の作動状況の検証である。

主な試験は令和 4 年度後半～令和 5 年度前半の実施で計画するが、接着材、孔底整形、ひずみ計形状等の開発要素ごとの室内試験は令和 3 年度から随時進める計画とする。

試験に用いる岩石（ブロック試料）は日本原燃株式会社敷地内の計測坑から採取する計画とし、対象岩相は軽石凝灰岩 Tpt2 とする。砂質軽石凝灰岩 Tspt2 のブロック試料は当該位置では採取できないため、軽石凝灰岩 Tpt2 で検証試験を実施する。大きな軽石が含まれると不均質性の影響を受けるため、大きな軽石が少ない場所を選定する方針とする。具体的には協議のうえで決定する。

試験に使用する岩石ブロックは、採取可能で既往の試験装置でも使用可能な 300mm×300mm×300mm の立方体を予定する。ただし、オーバーコアリング孔径 116mm に対し十分な大きさではないため、計画具体化の過程でサイズを見直す可能性もある。

各年度の試験は以下を予定する。

1) 令和 3 年度：開発要素ごとの室内試験

個別開発要素として、孔底整形ビットを試作して掘削する試験、ひずみ計を試作して岩石に接着する試験を実施し、開発計画の方向性を確認する。

試験に先立って、試料採取計画を作成のうえ関係各所と協議し、岩石ブロック試料を採取する計画とする。

2) 令和 4 年度：岩石の掘削加工及びひずみ計接着試験

無負荷状態の岩石に対して孔壁・孔底を掘削加工し、水中でひずみ計を接着し、二軸の載荷・除荷により感度を検証する。

以下の検証を主目的とする。

A) 孔底掘削加工精度の検証

B) 計器挿入・接着動作・器具の検証

C) ひずみ計の接着性能及び感度の検証（時間依存性も含む）

孔壁・孔底の掘削加工→ひずみ計接着→二軸載荷による感度検証の順で実施する。以下の手順（案）とする。

① 湿潤状態の岩石ブロックを固定し掘削機械をセットする。

② 外径 56mm のコアチューブを掘削機械にセットし、深さ 100mm まで削孔する。

③ 掘削孔径を測定するとともに削孔により回収したコアの状態を確認する。

④ 室内試験用の孔壁孔底掘削ツールを掘削機械にセットして掘削し、所定の形状に加工する。

⑤　孔内を洗浄し孔内の状態を専用カメラで撮影する。
⑥　孔内を水没させた状態とする。
⑦　ひずみ計をひずみ計挿入接着装置にセットし、一定時間間隔で連続測定する状態にして、接着剤を準備する。
⑧　ひずみ計挿入接着装置を孔内に挿入し、ひずみ計を孔内に接着して所定の時間固定する。
⑨　ひずみ計挿入接着装置を引き抜き、ひずみ計が所定の位置に接着されていることを確認する。
⑩　ひずみ計を引張り、岩石との間で接着力を有していることを確認する。
⑪　孔内を水没させた状態で 24 時間以上放置する（ひずみは連続測定)。
⑫　再度ひずみ計を引張り、接着力を有していることを確認する。
⑬　二軸応力の載荷・除荷を行い、測定感度を検証する。
⑭　ひずみ計を接着した部分の岩石を切断し接着状態を目視確認する。

試験結果から課題を抽出し、ツールや接着剤の改良の必要性を検討する。

3）令和 5 年度：二軸載荷状態における感度試験までの一連の作業の検証試験

二軸載荷状態の岩石に対して孔壁・孔底を掘削加工し、水中でひずみ計を接着し、オーバーコアリングして感度を検証する。

以下の検証を主目的とする。

A）オーバーコアリング動作・器具の検証
B）オーバーコアリング時のひずみ感度及び接着性能の検証
C）回収コアの損傷有無確認（X 線 CT）
D）二軸感度試験の器具及びひずみ感度の検証

孔壁・孔底の掘削加工→ひずみ計接着→オーバーコアリング→回収コアの感度試験の順で実施する。以下の手順（案）とする（図 2.2-26 及び図 2.2-27 参照)。

①　湿潤状態の岩石ブロックを二軸載荷装置にセットし、掘削機械をセットする。
②　岩石ブロックに対して所定の二軸応力を載荷する。
③　外径 56mm のコアチューブを掘削機械にセットし、深さ 100mm まで削孔する。
④　掘削孔径を測定するとともに削孔により回収したコアの状態を確認する。
⑤　室内試験用の孔底孔壁掘削ツールを掘削機械にセットして掘削し、所定の形状に加工する。
⑥　孔内を洗浄し孔内の状態を専用カメラで撮影する。
⑦　孔内を水没させた状態とする。
⑧　ひずみ計をひずみ計挿入接着装置にセットし、一定時間間隔で連続測定する状態にして、接着剤を準備する。
⑨　ひずみ計挿入接着装置を孔内に挿入し、ひずみ計を孔内に接着して所定の時間固定する。
⑩　ひずみ計挿入接着装置を引き抜き、ひずみ計が所定の位置に接着されていることを確

認する。

⑪　ひずみ計を引張り、岩石との間で接着力を有していることを確認する。

⑫　孔内を水没させた状態で 12 時間以上放置する（ひずみは連続測定）。

⑬　再度ひずみ計を引張り、接着力を有していることを確認する。

⑭　室内試験用のオーバーコアリングツールを掘削機械にセットしオーバーコアリングを行う（ひずみは連続測定）。

⑮　オーバーコアリングによる回収コアを取り出し、コアの状態を確認する。

⑯　回収コアを二軸感度試験器にセットし、載荷・除荷を行い、測定感度を検証する。

⑰　ひずみ計を接着した部分の岩石を切断し接着状態を目視確認する。

試験結果から課題を抽出し、再びツールや接着剤の改良の必要性を検討する。また、オーバーコアリング時の応力解放に伴うひずみ変化データや二軸感度試験時のひずみ変化データと数値解析結果を比較し、ひずみ計感度やコアの弾性体としての挙動について妥当性の検証を行う。

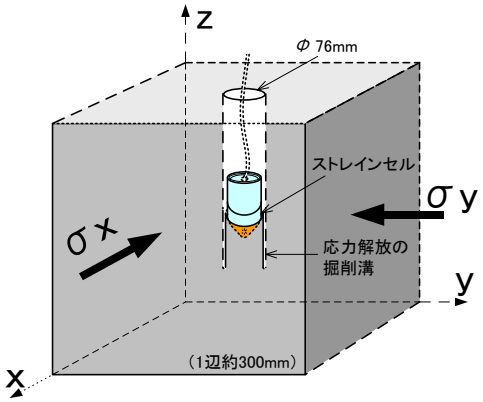


図 2.2-26　二軸載荷状態での岩石の掘削加工及びひずみ計感度試験のイメージ図
横山ら（2012）[24]

図 2.2-27　応力解放試験でのコアリング状況の例
横山ら（2012）[24]

(6) 現場検証試験の計画

室内検証試験を受けた改良を実施したのち、現場に適用して諸課題の検証を行うとともに、他手法と比較して測定値の妥当性を検討する。

対象岩相は軽石凝灰岩 Tpt2 とする。

試験の実施は令和 6 年度を予定するが、開発の進捗によっては、令和 5 年度に浅い孔井でひずみ計貼付けまでの一連の動作の簡易検証作業を行うことも検討する。

試験では 2 箇所でボーリングと原位置での初期地圧測定を実施する。2 箇所の測定位置ができるだけ近くなるよう配置を検討する。

1) 試験空洞に近い調査坑の拡幅部（試験空洞より高い孔口標高）で鉛直下方ボーリング

孔径 116mm の鉛直ボーリングを実施し、新しく開発した初期地圧測定法「円錐孔壁ひずみ法」や比較データとして水圧破砕法による初期地圧測定などを実施する。

以下の手順（案）で実施する。

① 孔径 116mm の鉛直ボーリングを 2m 程度実施する。
② 動作確認のため、浅い深度で「円錐孔壁ひずみ法」を実施する。
③ 孔底から孔径 76mm で深度 20m まで鉛直ボーリングを行う。
④ 孔径 76mm 孔の深い側で水圧破砕法による初期地圧測定を 2 深度程度行う。
⑤ センタリングを行い、孔径 116mm でオーバーコアリングを行う。この際、水圧破砕区間の薄肉コアを採取してき裂方向評価の参照データとすることを目指す。
⑥ 孔底から 2 回以上「円錐孔壁ひずみ法」を実施する。
⑦ 孔径 116mm の孔底から HQ（98mm）のボーリングを行い、最近開発された初期地圧測定法である二重解放コア変形法（図 2.2-29 参照）でも初期地圧を評価し比較デ

ータとする [25][26]。

なお、採取コアを用いたコア法による初期地圧測定も実施し比較データとする。

2）試験空洞から上記ボーリング実施方向に水平ボーリング

試験空洞から上記ボーリング実施方向に向け水平ボーリング（水平上向き 5 度）を行い、試験基準があり信頼性が高いとされる応力解放法の一つである円錐孔底ひずみ法（地盤工学会基準 JGS3751-2012「円錐孔底ひずみ法による初期地圧の測定方法」）で 3 次元応力評価を行い、「円錐孔壁ひずみ法」の結果と比較する。ただし、円錐孔底ひずみ法の実施にあたっても対象が軽石凝灰岩 Tpt2 であるため、感度試験を行う仕様とする。

これらの取得データをもとに「円錐孔壁ひずみ法」の実用性を検証するとともに、課題の抽出等を行い、装置の改良につなげる。

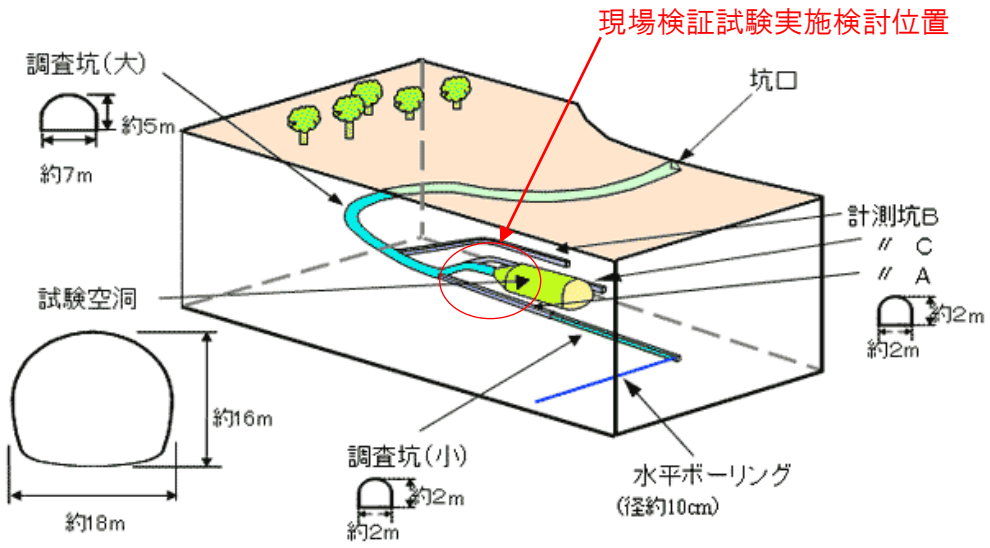


図 2.2-28　現場検証試験実施検討位置の周辺図

（出典：日本原燃株式会社 HP）

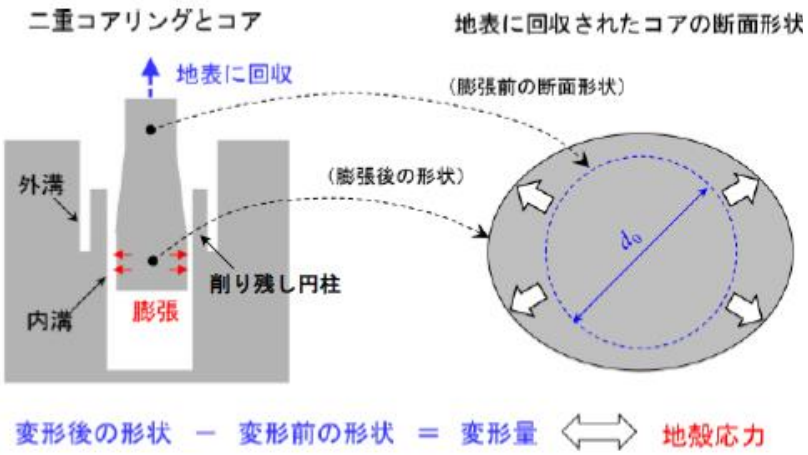


図 2.2-29　二重解放コア変形法の概念

手塚ら（2021）[26]

2.2 節の参考文献

[1] 横山幸也: わが国で開発・改良された初期地圧測定法の基準化と国際化. Journal of MMIJ, Vo.129, pp.683-693 (2013).

[2] 冨田敦紀, 高橋一憲, 小川浩司, 横山幸也: 軟岩地盤における円錐孔底ひずみ法の現場適用性に関する一考察. 第 34 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.267-272 (2005).

[3] 白鷺卓, 戸井田克, 冨田敦紀, 坂口清敏: 堆積軟岩における湧水のある下向きボアホールでの円錐孔底ひずみ法の適用. 資源･素材 2006（福岡）講演資料, A2-7, pp.53-54 (2006).

[4] 冨田敦紀, 戸井田克, 白鷺卓, 蛯名孝仁, 岸田潔, 足立紀尚: 空洞掘削後の岩盤内応力測定結果に基づく堆積軟岩空洞掘削時の破壊現象の一考察. 第 36 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp.245-250 (2007).

[5] 冨田敦紀: 堆積軟岩空洞の掘削損傷領域評価に関する研究. 京都大学博士論文 (2008).

[6] 中村隆浩, 真田祐幸, 杉田裕, 加藤春實: 換気立坑 250m 坑道における初期地圧の計測. JAEA-Research 2011-012 (2011).

[7] 青柳和平, 櫻井彰孝, 丹生屋純夫: 幌延深地層研究センターの 350m ポンプ座における初期地圧測定. JAEA-Data/Code 2015-010 (2015).

[8] 青柳和平, 櫻井彰孝, 丹生屋純夫: 幌延深地層研究センターの 350m 周回坑道（東）における初期地圧測定. JAEA-Data/Code 2016-022 (2016).

[9] Ask, D., Cornet, Francois H., Stephansson, O.: Analysis of overcoring stress data at the Äspö HRL, Sweden. Analysis of overcoring rock stress measurements preformed using the Borre Probe. Äspö Hard Rock Laboratory, IPR-04-05 (2002).

[10] Sjöberg, J.: Overcoring rock stress measurements in borehole KSH02. Oskarshamn site investigation, SKB P-04-23 (2003).

[11] Sjöberg, J., Chiristiansson, R., Hudson, J.A.: ISRM Suggested Methods for rock stress estimation - Part 2: overcoring methods. Int. J. Rock Mech. & Min. Sci. 40, pp.999-1010 (2003).

[12] Sjöberg, J., Lindfors, U., Perman, F., Ask, D.: Preliminary site investigation Forsmark area – version 1.2, Evaluation of the state of stress at the Forsmark site, SKB R-05-35 (2005).

[13] 加藤春實（同和工営株式会社）：深部岩盤における初期応力測定手法に関する調査. 動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書, PNC TJ7401 98-002 (1998).

[14] 菊地慎二（日本国土開発株式会社）：深部岩盤における初期応力測定プローブの設計. 核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書, JNC TJ7440 99-012 (1999).

[15] 菊地慎二（日本国土開発株式会社）：深部岩盤における初期応力測定用のレコーダー、方位傾斜計の製作. 核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書, JNC TJ7410 2001-004 (2001).

[16] 加藤春實（同和工営株式会社）：深部岩盤における初期応力測定プローブを用いた原位置試験. 核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書, JNC TJ7400 2002-008 (2002).

[17] 加藤春實（同和工営株式会社）：深部岩盤における初期応力測定プローブの改良および原位

置適用試験. 核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書, JNC TJ7410 2003-003 (2003).
[18] 加藤春實（ジオテクノス株式会社）：深部岩盤における初期応力測定プローブの原位置適用試験（その２）. 核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書, JNC TJ7430 2005-006 (2004).
[19] 加藤春實（ジオテクノス株式会社）：坑内用の初期応力測定装置の設計・製作. 核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書 (2005).
[20] 坂口清敏, 後藤匡雄, 竹田英主, 原雅人, 鈴木康正, 松木浩二: 下向き円錐孔底ひずみ法の測定精度に及ぼす接着剤の影響と地圧評価の高精度化. Journal of MMIJ Vol.123, pp.68-74 (2007).
[21] 坂口清敏, 竹田英主,松木浩二: 下向き円錐孔底ひずみ法による原位置応力測定. Journal of MMIJ Vol.126, pp.418-424 (2010).
[22] 池田隆司, 小村健太朗, 飯尾能久, 石井紘, 小林洋二, 西上欽也, 山内常生: 南海トラフ地震に向けた陸域での地殻応力・歪測定. 地学雑誌 110(4), pp.544-556 (2001).
[23] 横山幸也: 初期地圧測定法の現状と基準化. 応用地質技術年報 No.36 (2017).
[24] 横山幸也・坂口清敏・板本昌治: 円錐孔底ひずみ法での感度補正の試み. 資源・素材 2012（春季大会）, pp.327-330 (2012).
[25] Kumazawa, A., Ito, T., Funato, A, Tezuka, K, Yokoyama, T.: A new method of rock stress measurements on stress record core obtained by the dual bit coring and its laboratory verification. AGU Fall Mtg., San Fransisco, (2019).
[26] 手塚和彦, 小川浩司, 横山幸也, 船戸明雄, 伊藤高敏: 二重解放コア変形原理による地殻応力測定法のための特殊コアビットの開発と実証. 第 15 回岩の力学国内シンポジウム講演集, pp.227-232 (2021).

2.3　初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討

本事業では、中深度処分で想定される深度 100m 以深、かつ堆積軟岩を対象として 3 次元の初期地圧測定手法を検討するために、測定装置の開発を実施する計画としている。本節では、初期地圧測定装置の開発に資するために、実環境での測定における技術課題を抽出し、その課題解決方策について検討する。

2.3.1　検討方針

「中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化」において開発する初期地圧測定装置の開発コンセプトは以下の通りである。

- 地上からの鉛直ボーリングを利用した装置であること
- 3 次元の初期地圧測定が可能であること
- 測定対象とする地盤は軟岩とする
- 測定深度は 100m～200m を目標とする。

上記のコンセプトに対して、「初期地圧測定装置の開発に向けた試験装置の概念設計」においては、図 2.3-1 に示す既存の孔壁ひずみ法と円錐孔底ひずみ法を応用した測定装置「円錐孔壁ひずみ法」を開発する方針としている。

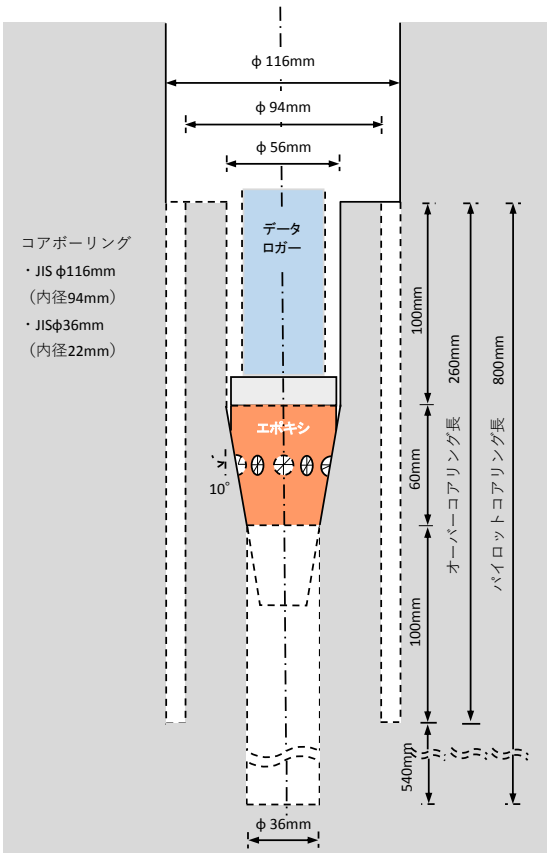


図 2.3-1　円錐孔壁ひずみ法

本節では、ハード開発で対応する以外の課題で主に解析的アプローチで解決できる課題を「初期地圧測定の開発に付随した技術課題」として検討する。

後述するように、初期地圧測定は、岩盤を弾性体と仮定して測定･評価を行うものである。しかし、測定する場所の初期地圧の大きさや岩盤物性によっては、パイロット孔とオーバーコアリングの間の薄肉部が破壊･塑性化することも考えられる。測定装置の仕様を検討するに当たっては、どこまでが適用限界であるかを評価できることが求められ、破壊･塑性化を考慮した解析の適用が必要となる。また、応力測定値と、破壊･塑性化を考慮した解析手法によるシミュレーション結果を比較することで測定値の妥当性が明らかとなることが期待できる。

以上より、本節では岩盤の破壊･塑性化を考慮できる解析手法を適用することを前提に検討を進めることとした。

「初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討」の全体検討フローを図 2.3-2 に示す。

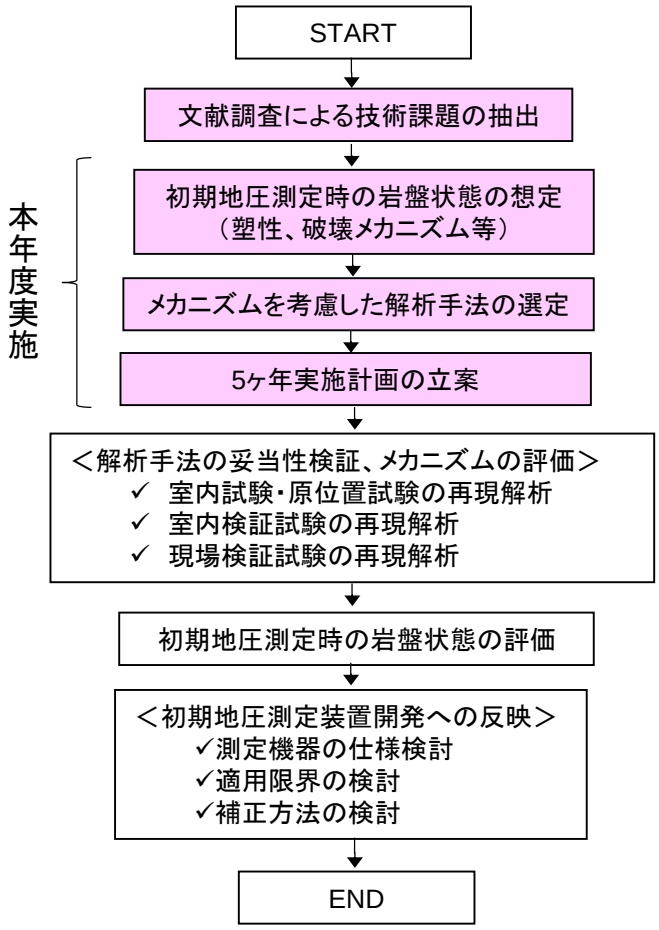


図 2.3-2「初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討」の全体検討フロー

本年度は、以下の項目を実施する。

- ✓ 文献調査による技術課題の抽出
- ✓ 初期地圧測定時の岩盤状態の想定
- ✓ メカニズムを考慮した解析手法の選定
- ✓ 5ヵ年実施計画の立案

「文献調査による技術課題の抽出」では、中深度処分で想定される堆積軟岩を対象としたオーバーコアリング法によるボーリング掘削時に、薄肉部の厚さによっては岩盤が塑性化・破壊することにより亀裂が発生し、測定結果に影響を与えることが懸念される。そこで、中深度処分で想定される深度かつ堆積軟岩でのオーバーコアリング法の開発に関して、現行のオーバーコアリング法の技術課題や岩盤掘削時の岩盤破壊挙動の評価等に関する技術課題を既往文献調査により抽出する。

「初期地圧測定時の岩盤状態の想定」では、堆積軟岩中の大深度鉛直ボーリング孔を利用した初期地圧測定時に想定される岩盤状態を想定し、解析手法選定に資する。

「メカニズムを考慮した解析手法の選定」では、上記の岩盤状態で想定される初期地圧測定時の岩盤の塑性化・破壊のメカニズムを解明するための解析手法を選定する。

これらの検討結果を踏まえて、メカニズムの分析やその結果を開発する測定装置の仕様に反映することを視野に入れた5ヵ年の実施計画を立案する。

2.3.2　文献調査による技術課題の抽出

3次元の初期地圧の測定が可能となるオーバーコアリング法は、弾性論に基づいた手法であり、パイロット及びオーバーコアリング時の岩盤の緩み、亀裂、クラックの影響は考慮されていない。しかしながら、中深度処分で想定される堆積軟岩におけるボーリング掘削時には、ボーリング孔周辺に緩み等の発生が考えられ、その場合、従来のオーバーコアリング法の仕様では、計測精度に影響を及ぼす可能性がある。

そこで、中深度処分で想定される深度 100～200m 程度かつ堆積軟岩でのオーバーコアリング法の開発に関して、現行のオーバーコアリング法の技術課題や岩盤掘削時の岩盤破壊挙動の評価等に関する技術課題を既往文献調査により抽出する。

(1) 応力解放法の原理に関わる知見

1) 応力解放法の原理

応力解放法は、ひずみや変位の測定を行う位置の違いで分類すると、図 2.3-3 に示す４つの方法に分類される。

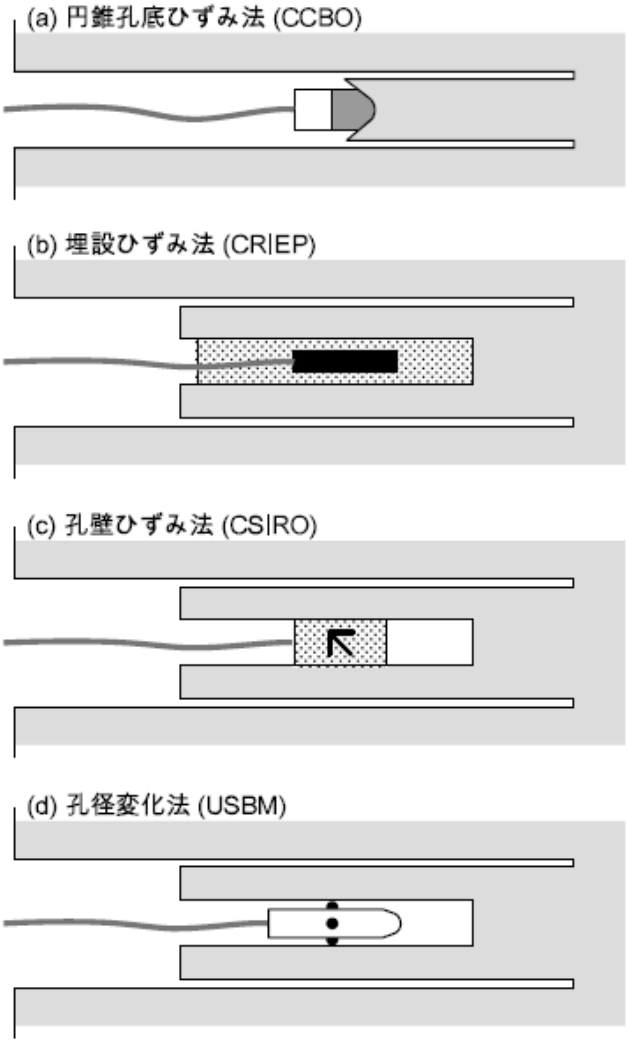


図 2.3-3　各種応力解放法の概念図[3]

ここで、文献[1]に記載の地圧測定の手順を埋設法を例にして以下に示す。

① 地圧測定点まで、大口径のカットボーリングを実施する。
② 孔底からパイロット孔を削孔する。
③ パイロット孔中に 8 成分のひずみゲージを挿入し、充てん材(セメントミルク)を充填する。
④ セメントミルクが固化するまで約 1 週間の養生を行う。
⑤ 大口径ボーリング孔の先端から、パイロット孔と同心円状に大口径ボーリング（オーバーコアリング）を行い、埋設されたひずみゲージを含む岩盤が、その周辺の岩盤から切り離されたときに生じるひずみ変化（解放ひずみ）を測定する（図 2.3-4 参照)。
⑥ ひずみゲージが埋設されているコアを回収し、三軸セル内に入れて、コアに封圧を作用させ、各ひずみゲージの感度を較正するための三軸感度試験を行う（図 2.3-5 参照)。
⑦ 各ひずみゲージの解放ひずみと感度係数から、地圧を求める。

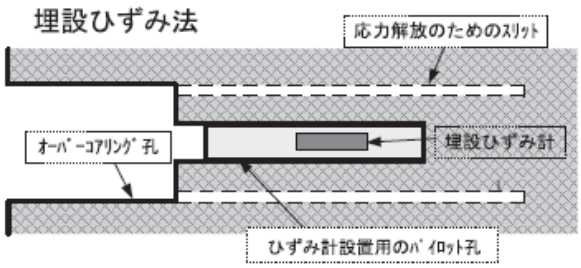


図 2.3-4　応力解放法の測定概念図

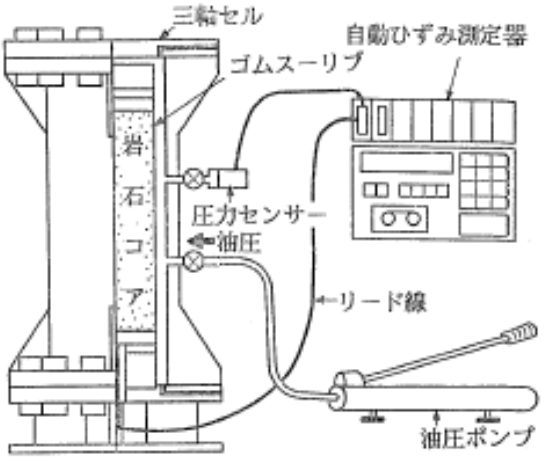


図 2.3-5　三軸感度試験の概要図[1]

応力解放法においては、岩盤を弾性体と仮定している。ひずみ感度試験においてひずみ感度係数を求める際に、応力解放を行う岩盤を等方均質な弾性体と仮定して、応力解放によって発生する解法ひずみの大きさは初期地圧と岩盤の弾性定数だけに依存するとしている[2]。

ここで、開発する測定装置は、中深度処分で対象とする堆積軟岩中の大深度鉛直ボーリングである。大深度であるために初期地圧が大きく、軟岩であることから岩盤の強度が小さい場に測定技術を適用することになる。このため、図 2.3-6 に示す薄肉部では、図 2.3-7 に示すように岩盤の破壊や割れ目の発生が起こる可能性がある。

上記のように、測定箇所の岩盤強度、初期地圧の大きさ等によっては薄肉部が破壊、塑性化することが想定され、初期地圧測定への影響が懸念される。このような懸念について既往文献でも言及しており、以下に整理した。

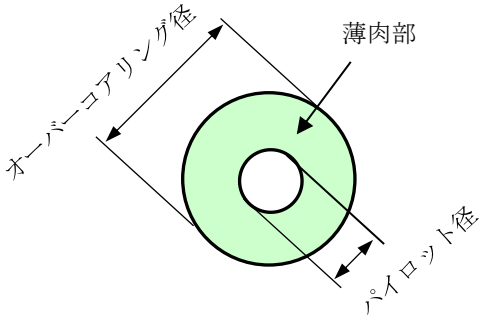


図 2.3-6　応力解放法における薄肉部

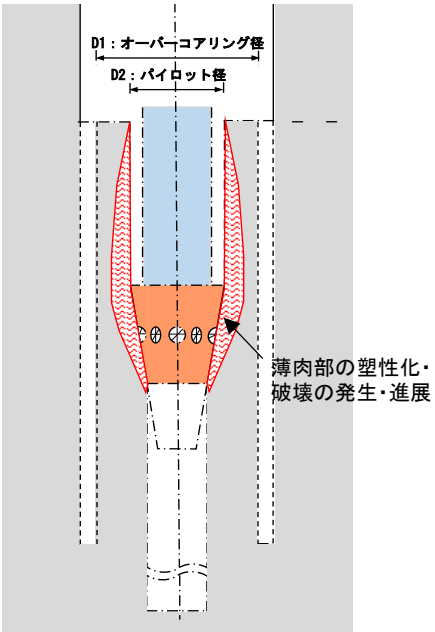


図 2.3-7　薄肉部の塑性化

■　割れ目や不均質性の影響

文献[3]では、測定箇所の岩盤中の割れ目や不均質性が想定結果に与える影響について、以下のように述べている。

「応力解放法は、わが国の鉱山や土木分野における初期地圧測定法として最も実績の多い

手法である。この手法の大きな特徴は、岩盤を等方均質な弾性体と仮定して地圧を算定するところにあり、観測方程式が明解で三次元での初期地圧を求めることができる。

しかし一方で、応力解放法は、応力の作用している岩盤から岩石サンプルを切り離すときの応力解放過程で生じるひずみや変位を計測し、弾性論に基づき地圧を算定する。岩盤を弾性体と仮定していることから、割れ目や不均質性などにより岩盤が極端な非弾性的挙動を示すときには、応力の解析結果に少なからぬ誤差を生じることがある。」（以上、文献[3]を引用）

■　圧縮降伏、引張破壊

文献[4]では、掘削に伴って生じる破壊現象が測定結果に与える影響について、以下のように述べている。

「弾性理論に基づく応力解放法は、Giraud らが数値解析により検討したように、部分的であってもボアホールの周囲に圧縮降伏域や引張破壊が発生するような初期応力場に適用すると、当然に誤った結果を与える。」（以上、文献[4]を引用）

■　マイクロクラックの影響

文献[5]では、既存亀裂あるいは掘削に伴い発生するマイクロクラック（微小亀裂）の測定結果への影響について、以下のように述べている。

「マイクロクラック（微小亀裂）が存在すると、低荷重下で非線形性が大きくなるので、線形仮定で解かれた結果の信頼性を損なう。既存亀裂だけでなく、ボアホール掘削時及びオーバーコアリング時にもボアホール周辺応力集中域やピット先端近傍の応力集中域にマイクロクラック（微小亀裂）が発達し、測定結果に影響を与える可能性がある。マイクロクラックの影響が特定方向あるいは特定位置のひずみ計計測結果のみに影響するような場合は、理論解析結果と大きく異なる測定結果を除外した場合の解析誤差を検討しながら最適解を求めることにより改善することもある。」（以上、文献[5]を引用）

以上のように、初期地圧測定時に岩盤の破壊が生じる場合は、応力の解析結果に誤差を生じる可能性がある。初期地圧を測定する深度、岩盤特性を踏まえて岩盤の破壊の程度を把握して、岩盤の破壊による応力測定への影響を確認する必要があると考えられる。

(2) 課題の具体的事例

前述のように、応力解放法では、岩盤を弾性体として応力を評価するものであるが、パイロットボーリング、オーバーコアリング時の岩盤の破壊・塑性化によって、初期地圧測定の精度に影響を及ぼすことが懸念される。以下では破壊・塑性化に関わる具体的な事例を文献調査によって明らかにした。

1) パイロット径／オーバーコアリング径の比率の影響

応力解放法のパイロット径とオーバーコアリング径の比率が周辺岩盤の亀裂発生に与える影響に関わる文献調査を実施した。

文献[6]では、堆積軟岩を対象とした円錐孔底ひずみ法による原位置初期地圧測定を実施している。

当該地点の地質概要は以下の通りである。

- 調査地点周辺に分布する地質は、新第三紀中新世の主に海成堆積岩からなる鷹架層で、軽石凝灰岩層に相当する。
- 軽石凝灰岩は、径 2～10 cm 程度の白色軽石を多く含む塊状無層理の軽石凝灰岩で、径 10 cm～数 m のブロック状に分布する場合が多い。
- 応力測定を実施する箇所の地山強度比（一軸圧縮強度を初期地圧の第一主応力で除した比率）はほぼ 1.0 と小さい。

上記のとおり、地山強度比が 1.0 と小さいことから、初期地圧測定時に岩盤が破壊する可能性がある。

文献[6]では、オーバーコアリング径を検討するため、本試験に先立ち、事前室内試験を実施している。供試体は 30cm 立方の軽石凝灰岩で，円錐孔底は本試験と同じφ76mm で供試体中心に整形している。φ76mm の円錐孔に対してφ110mm のオーバーコアリングで，掘進長は 250mm である。その結果、図 2.3-8 に示すように薄肉部で亀裂が発生したと報告している。解放ひずみの取得に問題はなかったが、三軸感度試験でひずみ感度係数を求める場合には、この亀裂の影響を受けることが想定されるため、コアの損傷を考慮して相応に大きな口径でオーバーコアリングをする必要があると考え、原位置でのオーバーコアリングはφ218mm で実施している。

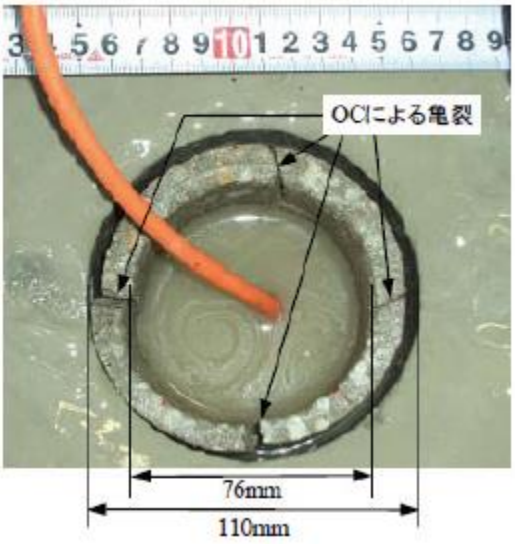


図 2.3-8　オーバーコアリング時に発生した亀裂[6]

以上のように、文献[6]の事例では、パイロット径／オーバーコアリング径の比が 69%で薄肉部に亀裂が発生し、35%で亀裂の発生を防ぐことができたとしている。堆積軟岩への応力解放法の適用においては、薄肉部の厚さによっては、薄肉部が塑性化又は破壊して、測定結果に影響を与える可能性があることに注意が必要と考えられる。

ここで、既往文献による応力解放法におけるパイロット径／オーバーコアリング径を抽出した結果を表 2.3-1 に示すが、いずれも 20%程度以下の比率となっている。

表 2.3-1　既往文献によるパイロット径／オーバーコアリング径

	パイロット径(mm)	オーバーコアリング径(mm)	パイロット径／オーバーコアリング径	手法	文献
1	46	218 167	21% 28%	電研式	文献[7]
2	38	222	17%	CSIRO 法	文献[8]
3	46	218	21%	電研式	文献[9]

文献[7]では、パイロット孔径とオーバーコアリング径の比率と、ひずみ感度係数に生じる誤差の関係から、オーバーコアリングの寸法を検討している。検討には、岩盤を連続で等方等質な弾性体とし、等方地圧σ_0が作用すると仮定し、厚肉円筒理論を用いている。

図 2.3-9 はパイロット孔の半径を a とし、オーバーコアリングのコアの外半径 b を変化させた時の内径変位 U'a を求め、b→∞とした時の内径変位 U_0 で除した値を b/a との関係で示したものである。

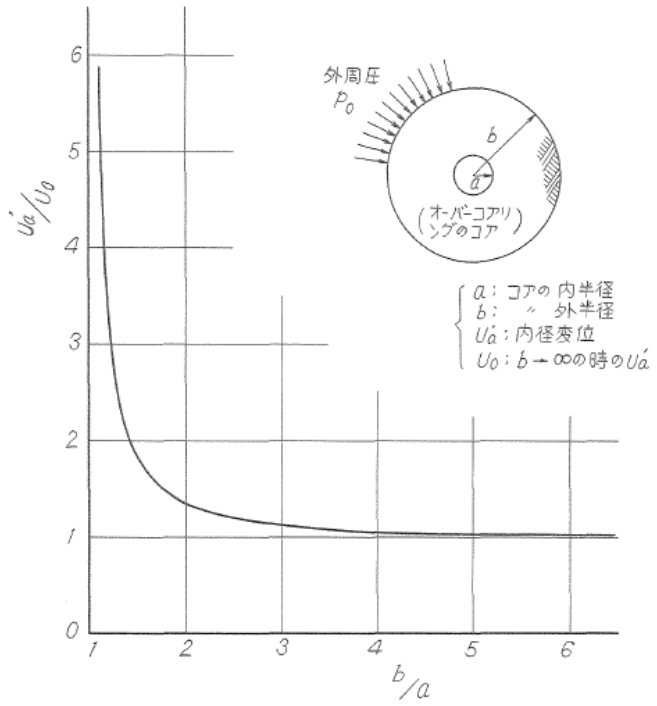


図 2.3-9　オーバーコアリングの外形に対する内径の変位[7]
（厚肉円筒の理論解より）

図 2.3-9 より、U'a/U_0 の変化は b/a の値が小さい程大きな変化を示している。これから、オーバーコアリングの直径 b が小さい程 Ua が大きくなることがわかる。

文献[7]によれば、通常実施されるオーバーコアリングの直径は、規格により φ167 ㎜または φ218 ㎜程度としている（コア径は、φ150 ㎜または φ196 ㎜程度）。

文献[7]で開発した 8 成分ゲージの場合は、a= φ42 ㎜で埋設可能であり、b/a =196/42=4.67 となる（U'a/U_0=1.048）。φ42 ㎜は特殊な径であることから、規格にある φ46 ㎜をパイロット孔として用いる場合は、b/a=196/46 = 4.26（U'a/U_0= 1.058）である。したがって、8 成分ゲージを用いて φ218 ㎜のオーバーコアリングを実施する場合は、ゲージのひずみ感度係数の誤差が 5～6%程度となることを示唆している。

文献[7]によれば、地圧計測の場合、1 割程度の誤差は実用上許容し得る範囲としており、8 成分ゲージを用いて、φ167 ㎜のオーバーコアリング（コア径は φ150 ㎜）を実施する場合のひずみ感度係数の誤差を検討している。

- a= φ42 ㎜の場合は、b/a=150/42=3.57（U'a/U_0=1.085）
- b/a=150/46=3.26（U'a/U_0= 1.104）

したがって、ひずみ感度係数に 1 割程度の誤差を許せば、8 成分ゲージを用いて φ167 ㎜のオーバーコアリングを実施することができるとしている。

2) 薄肉部の亀裂発生の影響

文献[9]では、応力解放法を適用した結果について報告しており、その中で、ひずみ感度試験における応力-ひずみ曲線の非線形性について言及している。

測定地点の地質概要は以下のとおりとなっている。

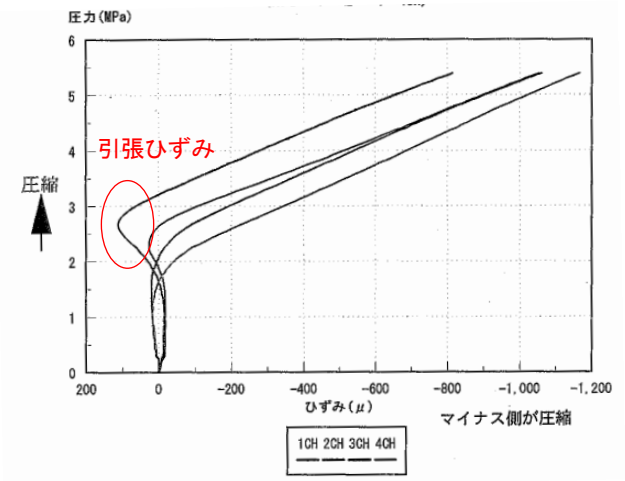
「東濃鉱山は岐阜県東濃地方の標高およそ 300m前後のなだらかな丘陵地に位置する。丘陵地の南縁に沿って庄内川水系土岐川が土岐盆地を流れ、さらに南方には高原状の三河山地が広がる。丘陵は土岐砂礫層と呼ばれる第四紀堆積物の厚い砂礫層で覆われ、主として古生層の砂岩、チャート、粘板岩や濃飛流紋岩の礫から構成される。

測定地点の地質は、基盤に土岐・苗木花崗岩が分布し、それを被覆する新第三紀中新世の瑞浪層群土岐夾炭累層の上部層である。土岐夾炭累層の基底部には礫岩があり、この部分を中心にウラン鉱床が分布する。

土岐夾炭累層上部層は、主として泥岩、砂岩、細礫礫岩から成り、泥岩、砂岩には凝灰質のものがある。

測定地点のボーリング調査結果では、試験坑道の地質は大局的にみると、泥岩、砂岩、礫岩及びそれらが混ざり合っている状態で、それぞれ層厚数 cm～数十 cm、一部数 m の規模で互いにレンズ状に堆積している。泥岩及び砂岩は固結度が比較的高いが、礫岩は一般に固結度は低い。砂質分が多い礫岩は固結度が多少高くなるが、泥岩や砂岩ほどではない。」（以上、文献[9]を引用）

文献[9]において、オーバーコアリングにより回収されたコア試料を用いてひずみ感度試験が実施されている。そのときの応力－ひずみ曲線を図 2.3-10 に示す。



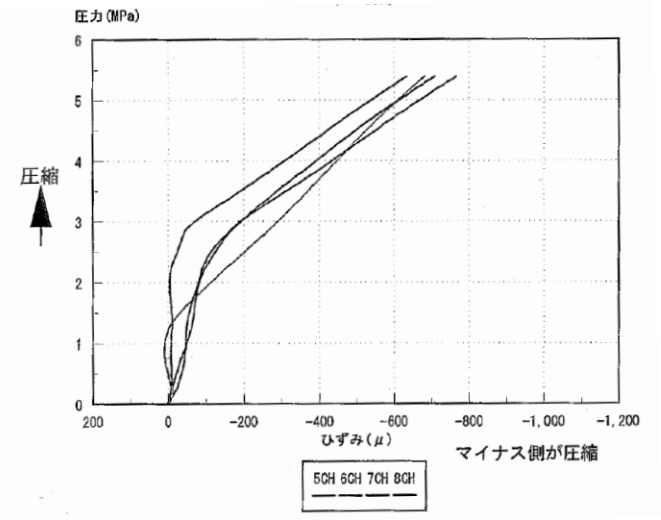


図 2.3-10　感度試験による応力―ひずみ曲線[9]

供試体が弾性体に近い場合、応力－ひずみ曲線は、図 2.3-11 に示すように直線的な挙動を示すものと考えられる。

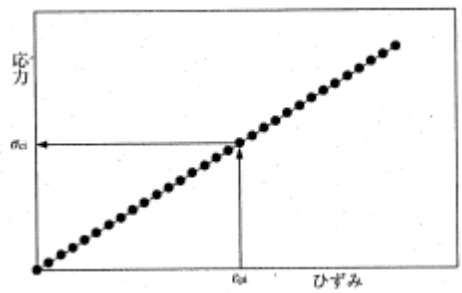


図 2.3-11　応力－ひずみ曲線の例[2]

他の事例としては、回収されたコア自体の“ゆるみ”で、図 2.3-12 に示すように応力－ひずみ曲線が下に凸となる様な事例もしばしみられる。これらと比較して、図 2.3-10 は特異な

挙動であるといえる。

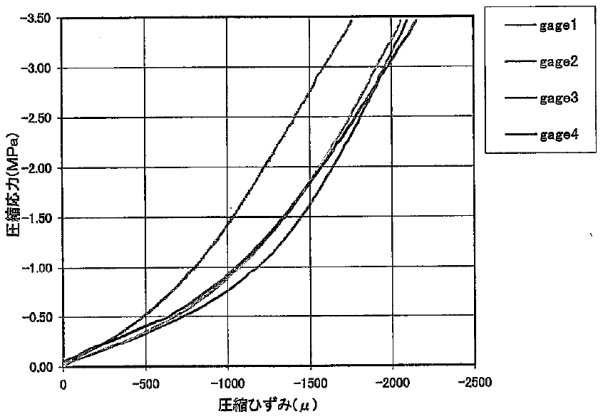


図 2.3-12　応力―ひずみ曲線（下に凸の例）[10]

応力－ひずみ曲線の傾向について文献[9]では、以下のように述べている。

「ひずみ感度試験は、試料全体に静水圧が加わるため、均質な物質であれば全ての方向に対して圧縮側のひずみが発生するはずであるが、今回の試験では一部のゲージで引張側のひずみが発生しており、このような挙動を示した理由としては、ひずみ計のゲージに圧力がうまく伝達していないと推測している。この原因として、

- 計器（多軸ひずみ計）埋設時の充填が不十分で、セメントミルクと岩盤との境界に空隙が生じたため。
- オーバーコアリングの時に、ゲージ周辺に局所的な亀裂が生じたため。

等が考えられるとしている。」（以上、文献[9]を引用、一部修正）

上記のとおり、文献[9]では、感度試験の応力－ひずみ曲線において、図 2.3-10 に示すように引張側のひずみの発生、曲線が上に凸となる挙動が認められた原因として、埋設計器の充填が不十分であったことと、ひずみゲージ付近の局所的な亀裂が影響しているものと推定している。

以上のように、薄肉部で亀裂が発生すると、ひずみ感度試験の応力-ひずみ曲線に非線形性が現れ、応力の解析結果に誤差を生じる可能性があることがわかった。

文献[9]では、圧力―ひずみ曲線が直線でないためにいくつかの方法を検討している。

① 解法ひずみ値における割線勾配
② 解法ひずみ付近における接線勾配
③ 被り圧相当（25kgf/cm^2）付近における接線勾配

これらの方法を比較するため、それぞれの方法により求めたひずみ感度係数と見掛けひずみ（ひずみ感度係数と解法ひずみにより求める）をゲージ毎に算出し、図 2.3-13 にプロ

ットしている。

図に示すように、①、②の方法では、ばらつきがあり、③の方法によるものが比較的安定して平均的な値を示している。文献[9]のひずみ感度試験において、引張側のひずみ挙動を示すゲージや圧力―ひずみ曲線が上に凸となる曲線を示すゲージが見られるが、被り圧程度以上に加圧するとその曲線の勾配は、他の正常と考えられるゲージが示す勾配と近似していることから、被り圧程度以上の圧力下では本来の岩盤性状を示す挙動に戻るものと推定している。

以上から、ひずみ感度係数を求める方法として、文献[9]では、③による方法（被り圧相当付近における接線勾配）を採用している。算出結果は図 2.3-14 に示すとおりである。

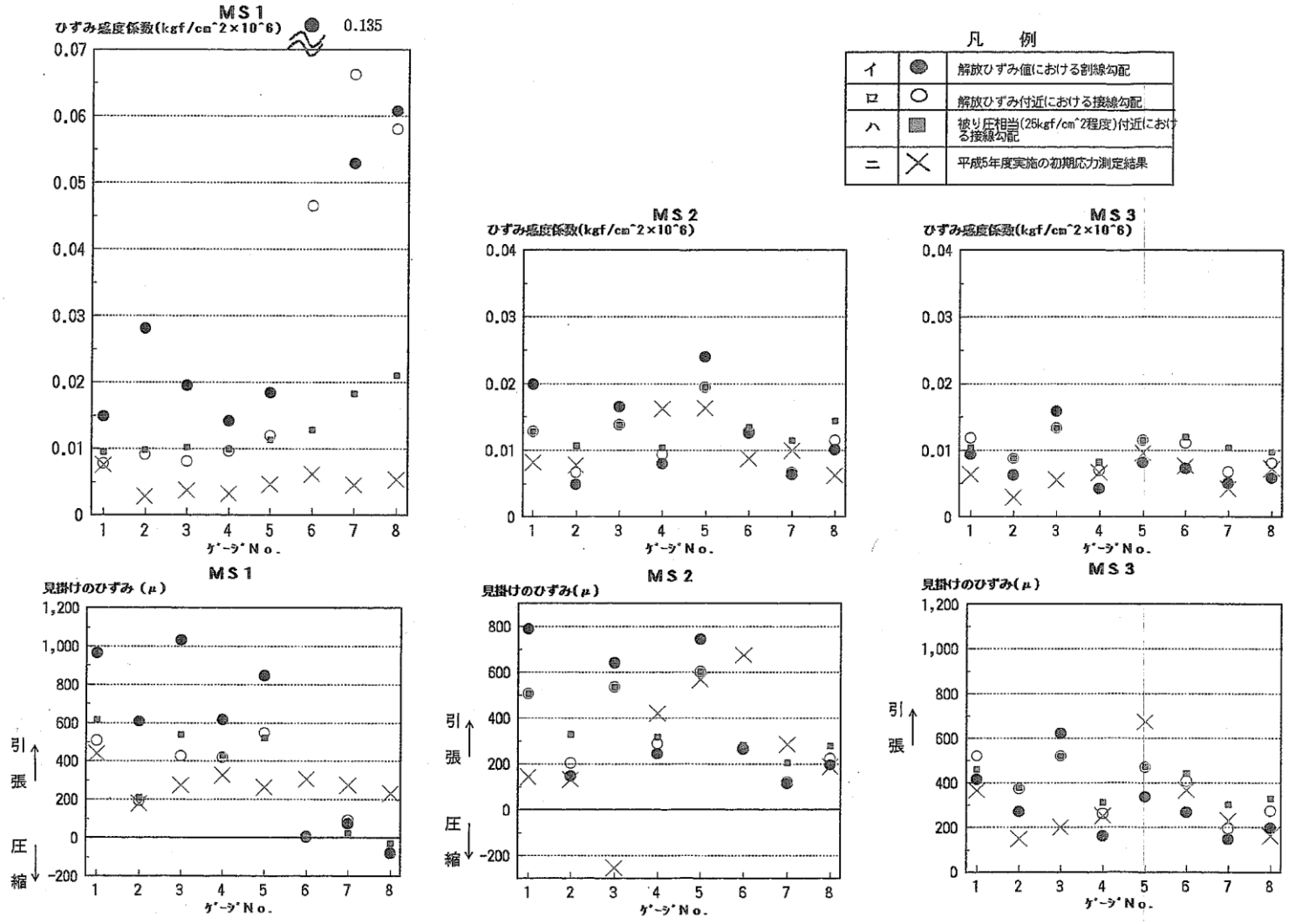


図 2.3-13　各ケースにおけるひずみ感度係数と見掛けひずみ[9]

図 2.3-14　ひずみ感度係数及び見掛けひずみ[9]

測定No.	ｹﾞｰｼﾞ No.	解放ひずみ（μ）	等方応力 (MPa)	ひずみ 感度係数 (MPa)	見掛けひずみ（μ）
MS-1-2	①	975	-3.02	929.38	616
	②	324	-1.04	962.52	212
	③	794	-2.65	1000.47	540
	④	655	-2.11	965.66	430
	⑤	687	-2.55	1113.45	520
	⑥	1	-0.01	1262.12	1
	⑦	21	-0.13	1793.24	26
	⑧	-20	0.14	-2059.40	-28
MS-2-2	①	593	-2.48	1255.15	506
	②	460	-1.62	1055.29	330
	③	579	-2.63	1361.75	536
	④	460	-1.56	1016.95	318
	⑤	465	-2.96	1910.73	604
	⑥	314	-1.39	1330.47	284
	⑦	271	-1.02	1129.04	208
	⑧	291	-1.37	1415.39	280
MS-3-2	①	662	-2.26	1022.15	460
	②	644	-1.85	863.38	378
	③	587	-2.55	1303.11	520
	④	567	-1.53	809.44	312
	⑤	616	-2.32	1131.88	474
	⑥	552	-2.17	1177.88	442
	⑦	438	-1.49	1020.97	304
	⑧	508	-1.63	961.35	332

1) 被り圧相当（25kgf/㎠程度）付近における接線勾配による。
2) E_0＝1471.00MPa・ν＝0.35を使用した。

3) 軟岩中の非弾性挙動の影響

文献[10]では、応力解放法による坑道周辺の岩盤二次応力測定を実施している。

(a) 測定位置の地質

測定地点の地質概要は以下のとおりとなっている。

「東濃鉱山は岐阜県東濃地方の標高およそ 300m前後のなだらかな丘陵地に位置する。丘陵地の南縁に沿って庄内川水系土岐川が土岐盆地を流れ、さらに南方には高原状の三河山地が広がる。丘陵は土岐砂礫層と呼ばれる第四紀堆積物の厚い砂礫層で覆われ、主として古生層の砂岩、チャート、粘板岩や濃飛流紋岩の礫から構成される。

測定地点の地質は、基盤に土岐・苗木花崗岩が分布し、それを被覆する新第三紀中新世の瑞浪層群土岐夾炭累層の上部層である。土岐夾炭累層の基底部には礫岩があり、この部分を中心にウラン鉱床が分布する。調査地付近の地質層序表を表 2.3-2 に示す。

今回ひずみ計を埋設した位置は 3 点いずれも礫岩部にあたる。この礫岩は径 2～3 ㎜の花崗岩質の角礫を多量に含みマトリックスは中～細粒の砂よりなる。また、部分的に細粒砂岩～シルト岩を不規則に混入する。含まれる礫は比較的硬質であるが、全体としての固結度は低くオーバーコアリングによるコアは部分的に若干コア細りの傾向が認められるほか、センターボーリングによるコアも部分的に流失した箇所が認められた。」(以上、文献[10]を引用)

表 2.3-2　地質層序表[10]

年代		層序		
新生代	第四紀	瀬戸層群	土岐砂礫層	
	第三紀	瑞浪層群	生俵累層	
			明世累層	
			土岐夾炭累層	土岐夾炭上部層
				土岐夾炭下部層
		?		
中生代	白亜紀	基盤(花崗岩類)		

代表的な応力－ひずみ曲線を図 2.3-15 に示す。同図を含めていずれのゲージによる応力－ひずみ曲線は下に凸となり、文献[10]によると、軟岩に一般的に見られる挙動を示していると述べている。

得られた応力―ひずみ曲線に関して、文献[10]では以下のように述べている。

文献[10]によれば、ひずみ感度係数を求める場合、オーバーコアリングにより回収されたコアをひずみ感度試験により無応力状態から原位置の応力状態まで戻すため、試験で得られた応力－ひずみ曲線においてオーバーコアリング時の開放ひずみと原点を通る割線勾配を用いるのが一般的としている。しかしなら、供試体回収後の緩みにより応力－ひずみ曲線が下に凸となる現象が特に軟岩の供試体で多く見られる。このような現象が著しい場合は曲線の

接線勾配を用いて、ひずみ感度係数を求める場合がある。今回試験で得られた応力－ひずみ曲線も下に凸となる傾向がみられた。また、既往報告書[9]では同曲線が上に凸となる傾向を示し、載荷初期段階で引張ひずみ挙動を示すなどの特異な挙動を示したため、割線勾配によるひずみ感度係数を採用できず接線勾配による係数を解析に用いている。既往結果[9]と比較するために文献[10]においても同様に接線勾配によりひずみ感度係数を求め解析に用いることとしたとしている。

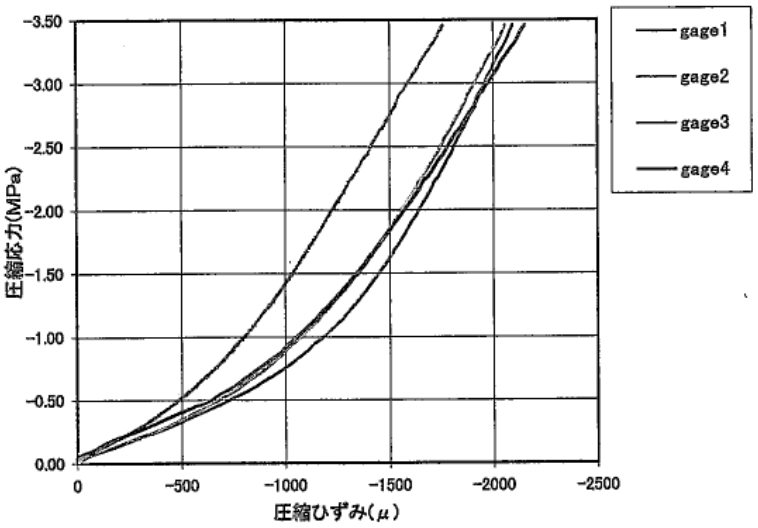


図 2.3-15　感度試験の応力－ひずみ曲線[10]

文献[10]では、ひずみ感度係数を応力－ひずみ曲線の接線勾配で求めた場合の二次応力とともに、割線勾配で求めた場合の二次応力も参考に記載している。ひずみ感度係数を応力－ひずみ曲線の接線勾配で求めた場合の二次応力を表 2.3-3に、割線勾配で求めた場合の二次応力を表 2.3-4に示す。二次応力では両者に差が生じており、応力－ひずみ曲線が直線とならない場合はひずみ感度係数算出時に注意が必要と考えられる。

表 2.3-3　二次応力（坑道からの距離 0.5m、応力―ひずみ曲線の接線勾配でひずみ感度係数を算出した場合）[10]

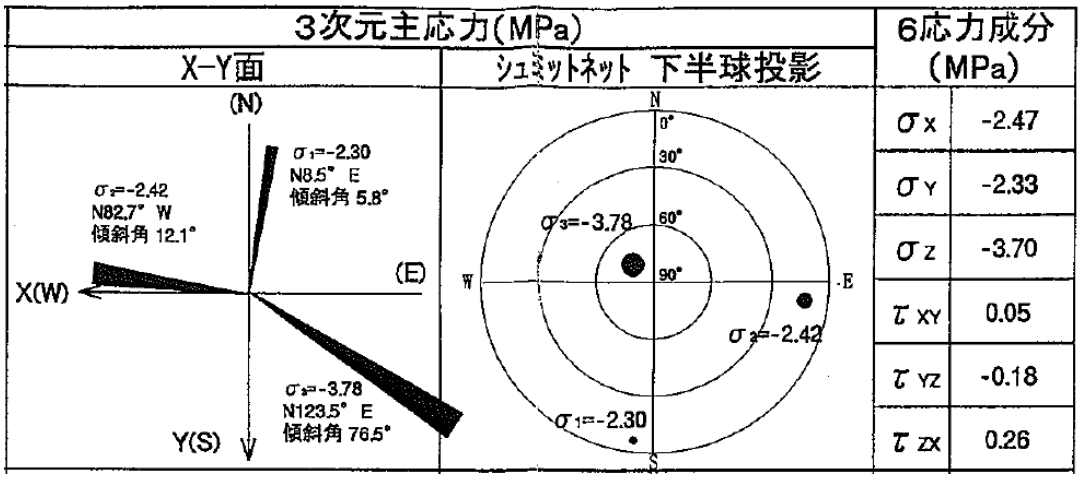
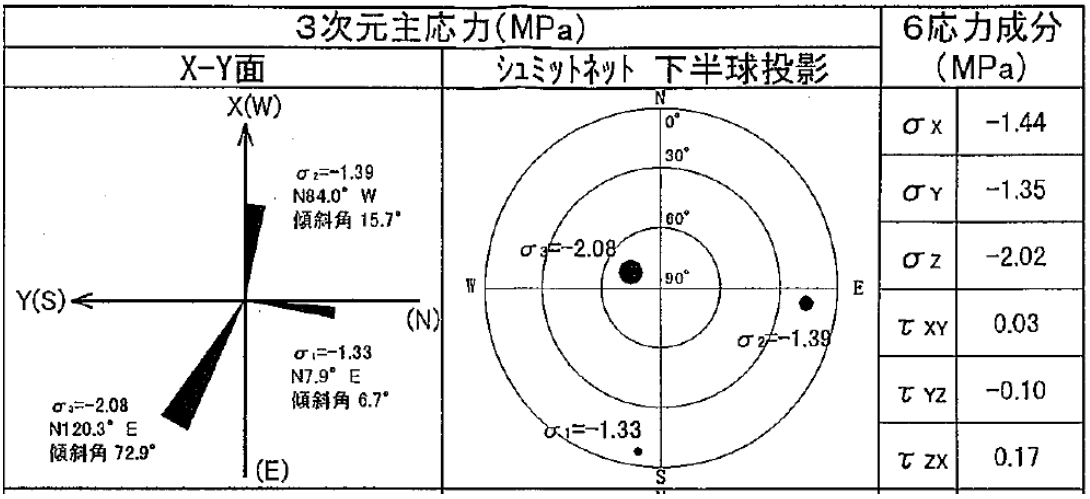


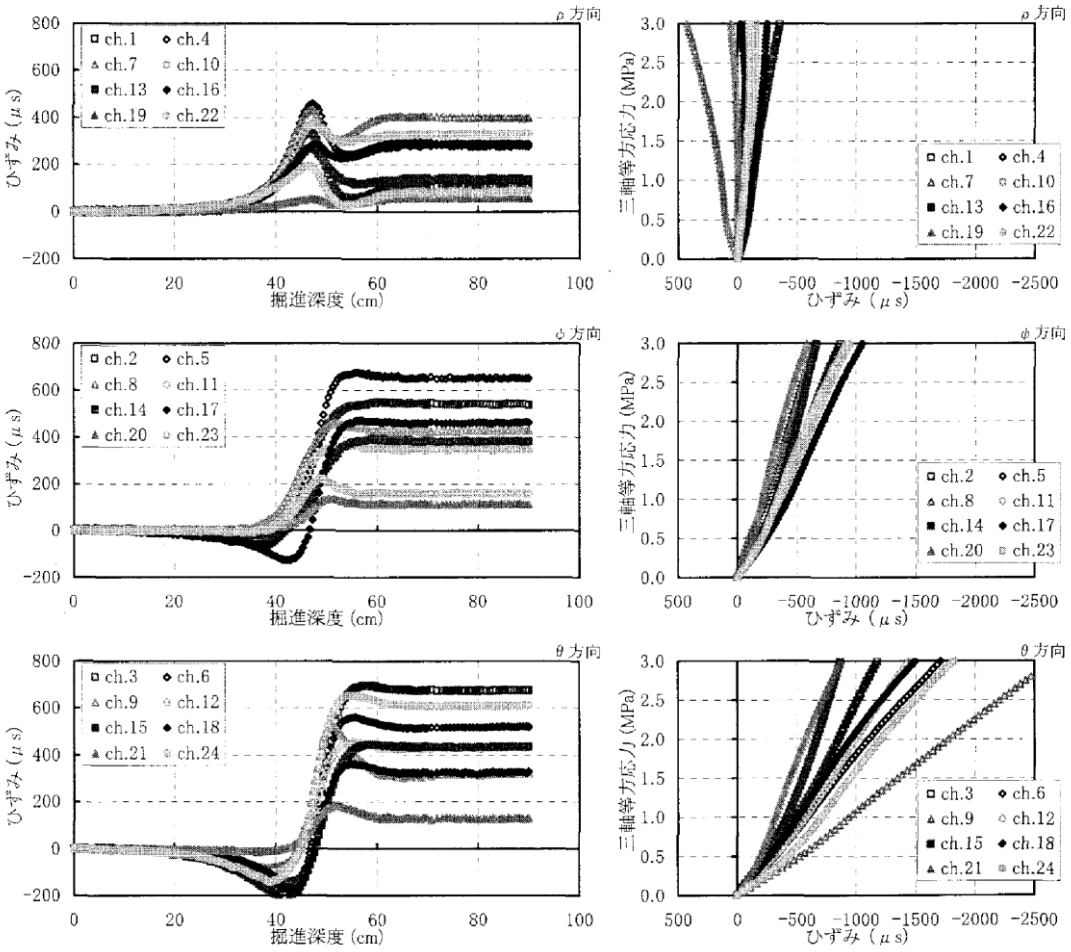
表 2.3-4　二次応力（坑道からの距離 0.5m、応力―ひずみ曲線の割線勾配でひずみ感度係数を算出した場合）[10]



以上から、非弾性挙動が著しいと、ひずみ感度試験の応力－ひずみ曲線の非線形性が大きくなる。そのため、岩盤は弾性体との仮定から逸脱して、応力の解析結果に誤差を生じる可能性があることに留意する必要がある。

参考に、軽石質の凝灰岩が分布する地点で、円錐孔底ひずみ法を実施したときの解法ひずみの測定結果と三軸感度試験結果の一例を図 2.3-16 に示す[11]。

解法ひずみの測定結果は応力解放時の典型的なひずみ挙動を示しているとしている。三軸感度試験でも概ね挙動は安定しているが、ρ方向の一部で引張となっている。引張ひずみが生じた原因は岩石の不均質性やゲージの接着状況のばらつきに起因しているとしている[11]。



解法ひずみ　　三軸感度試験結果

図 2.3-16　解法ひずみと三軸感度試験結果[11]

4) 岩盤の不均質性の影響

岩盤の不均質性の影響は、解析的な検討と測定結果の分析について整理した。

a．解析的な検討

文献[12]では、3 次元 FEM 解析モデルを用いて、以下の解析を実施している。

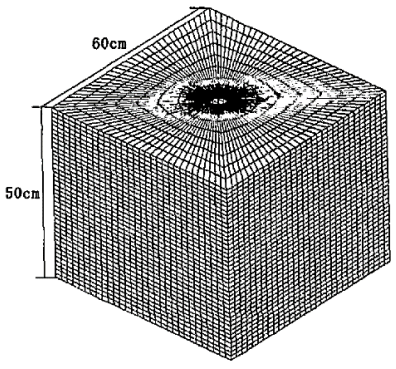
応力解放法の測定原理は、コアを周辺岩盤から切り離すことにより生じる弾性回復量を測定し、岩盤を等方均質な弾性体と仮定した上で、弾性理論に基づいて初期地圧を求める方法である。しなしながら、測定する岩盤が、不連続性や不均質性、非弾性挙動などを有する場合、それらを考慮して地圧を評価することは難しいと考えられる。

上記を踏まえて、文献[12]では、応力解放法の信頼性向上を目的に以下について解析的検討を行っている。

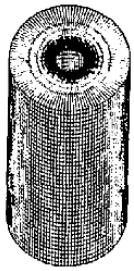
① 不均質性の影響をみるため 3 種類の物性値を有する鉱物を各要素にばらつかせた弾性解析
② ボアホール周囲の圧縮降伏域や引張破壊の発生の影響をみるため弾完全塑性モデルを用いた解析

応力解放法ではまず評価上、無限遠方から応力を受けている岩盤に計器埋設用のパイロットボーリングを行い、適切な位置に複数の測定ゲージを取り付ける。そして、ひずみゲージを貼付した岩盤をオーバーコアリングすることによって生じる解放ひずみを測定し、これを応力に換算して初期地圧を求めるものである。コアが弾性領域にあれば、オーバーコアリングによって生じる解放ひずみは、応力を受けていない状態でのコアに無限遠方から応力を載荷した際に生じるひずみと同等であると述べている。

文献[12]では、図 2.3-17 に示す解析モデルを用いて、無限遠方から生じる独立の六成分の応力を、直方体の表面に載荷させ、そのときに生じる円孔内の任意のひずみを測定し、このひずみを解放ひずみとして取り扱っている。解析では図 2.3-17 の右表に示す 3 種類の物性値を有する鉱物を各要素にばらつかせている。



図－1　解析に用いた有限要素モデル



較正試験時のモデル

表－1　要素内の物性値

	E (GPa)	ν	割合 (%)
石英	95.5	0.0797	25
曹長石	70.25	0.2861	60
白雲母	88.1	0.2493	15

図 2.3-17　FEM による不均質性、薄肉部破壊のシミュレーション[12]

文献[12]では、物性のばらつきと異方性の検討において、孔壁ひずみ法、孔径変化法及び孔壁変化法（較正実施）の 3 方法の解析を実施している。

表 2.3-5 は主応力算出値を示したものである。各分散をみると測定手法による違いをみることができる。孔壁ひずみ法は、ひずみゲージ貼付箇所の物性値の不均質性に測定結果が大きく左右され、円孔付近（薄肉部）に降伏域が発生する際は、塑性ひずみの影響を強く受けるとしている。

表 2.3-5　孔壁ひずみ法と孔径変化法の平均と分散[12]

	孔壁ひずみ法		孔径変化法		孔径変化法（較正実施）	
	平均(MPa)	分散	平均(MPa)	分散	平均(MPa)	分散
σ_1	-39.62	3.85	-40.03	0.17	-40.43	0.13
σ_2	-30.39	2.65	-29.83	0.38	-30.35	0.10
σ_3	-19.77	2.55	-19.56	0.81	-20.07	0.33

弾性理論に基づく応力解放法において、ボアホール周辺で圧縮破壊、引張破壊が発生するような初期応力場に応力解放法を適用すると、測定結果に誤差を含む可能性があるため、文献[12]では、FEM による弾完全塑性モデルを用いた解析を実施している。

構成モデルには弾･完全塑性体モデルを、降伏条件は Mohr-coulomb の式を用いて、内部摩擦角 ϕ=45°、粘着力 c=2.0MPa に設定している。

解析の対象は、孔壁ひずみ法、孔径変化法（較正試験なし）、孔径変化法（較正試験実施）である。

解析で算定された 3 主応力の平均値と応力の座標変換で用いた角度 θ との関係を図 2.3-18 に示す。図中の太線は解析上与えた応力である。

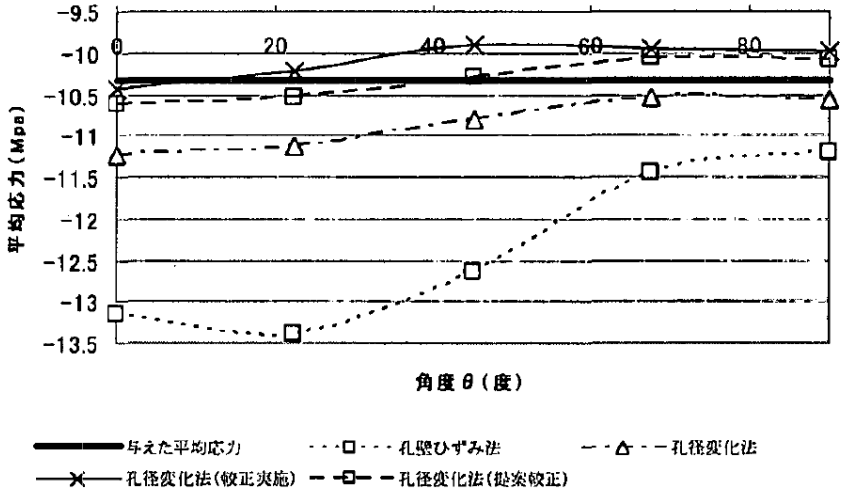


図 2.3-18　応力の座標変換（角度で表現）と算定応力値の関係[12]

解析の結果では、孔壁ひずみ法の場合、主応力値が与えた応力とは相当異なる結果が得られたとしている。文献[12]は、この原因として、塑性ひずみの影響が考えられ、孔壁ひずみ法は、応力集中の影響を受ける円孔にひずみゲージを貼付しそのひずみを測定するため、岩盤が降伏することによって生じる塑性ひずみの影響を強く受けたと結論を述べている。

以上のように、文献[12]は、解析的な検討により、不均質性岩盤においては応力の測定精度に誤差を生じる可能性があること、薄肉部の破壊が応力の測定精度に誤差を生じる可能性があることを示している。

b．測定結果の分析

文献[13]では、剛性の低い埋設ゲージをφ56mm の先進ボーリング孔にセメントミルクで埋設し、セメントミルクで固化した後、φ218mm（コア径 198mm）のオーバーコアリングを行い、解放ひずみを測定している。

測定を行ったのは、岐阜県北部の山岳地帯の調査坑内、地表下 335m の地点である。測定地点のボアホールの配置・測点と岩質の状況を図 2.3-19 に示す。埋設法は、No.1,3,5 の 3 本のボアホールを用いて計 7 点の測定を行っている[13]。図中の B、CH などは電柱研式の岩盤分類である。測定地点一帯は流紋岩であるが、岩盤等級から見る限り岩盤の剛性は一様でなく、岩質は不均質である。

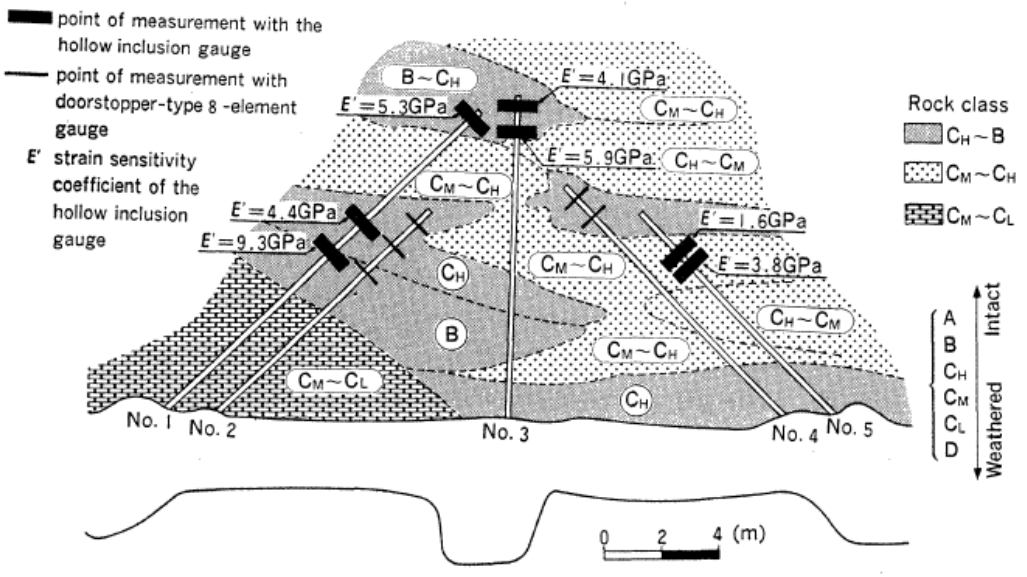


図 2.3-19　測定地点のボアホールの配置・側転と岩質の状況[13]

図 2.3-19 に示すように、風化の進展程度の差により、岩質は必ずしも一様でなく、剛性の高い岩盤中に応力が集中することが予想された。

文献[13]では、現地で解放ひずみを測定したコア（外径 197mm、内径 56mm、長さ約 500mm の中空円筒岩石コアの中空部に、セメントミルクでゲージを埋設したもの）に静水圧 3 軸試験を行い、ゲージの成分毎にひずみ感度係数を求めている。図 2.3-19 に、測定コア毎にひず

み感度係数を求め、埋設法の測定位置にその値を示している。

文献[13]によると、堅硬な岩盤である CH～B 級の岩盤中の E'は、4.1～9.3GPa と高い価を示すのに対し、これよりも風化の進展した軟質な岩盤である CM～CH 級の岩盤では、1.6～3.8GPa の価を示し、E'が測定地点の岩盤等級とよい対応を示したとしている。

ボアホール毎の測定データを表 2.3-6 に示す。3 種類の組み合わせにより決定した主応力の大きさを同表に示している。

最も堅硬な岩盤中で測定を行ったボアホール No.1 のデータのみで決定した Case1 の平均直応力は 9.2MPa、ボアホール No.3 のデータを加えた Case2 では 7.5MPa、軟質岩盤中のボアホール No5 のデータを加えると、Case3 では 6.6MPa となる。以上のことから、圧縮応力の大きさはごく近接した岩盤中でも 3MPa 程度の差が生じているとしている。

以上のように、文献[13]では、不均質な岩盤内の応力分布は一様ではなく、柔らかい岩盤よりも堅硬な岩盤でより大きな圧縮応力が生じている傾向があるとしている。

表 2.3-6　ボアホール毎の測定データ[13]

Case and Symbol	Data (Bored hole number)	$\bar{E}'$ (GPa)	Magnitude of principal stress (MPa)			
			σ_1	σ_2	σ_3	$(\sigma_1+\sigma_2+\sigma_3)/3$
1 ■	1	6.3	6.6	9.4	11.7	9.2
2 ▲	1, 3	5.8	5.5	7.3	9.9	7.5
3 ●	1, 3, 5	4.9	4.6	6.2	9.0	6.6

Data : Data used to determine the stress state. Bored hole numbers in which data were obtained are shown in the table.

$\bar{E}'$: Average of strain sensitivity coefficients of the hollow inclusion gauges used to determine the stress state.

c．測定事例

奥美濃地下発電所の地山応力測定による、オーバーコアリングにともなう孔径ひずみ変化の測定例を図 2.3-20 に、測定値をもとに解析した結果を図 2.3-21 に示す［14］。図中の応力値は圧縮を負としている。

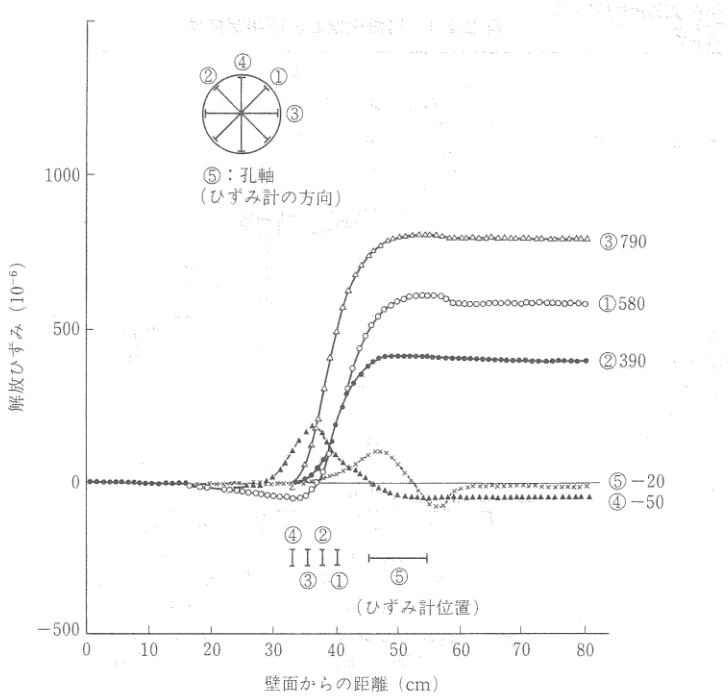


図 2.3-20　オーバーコアリングに伴う孔径ひずみ変化の測定例（埋設法）[14]

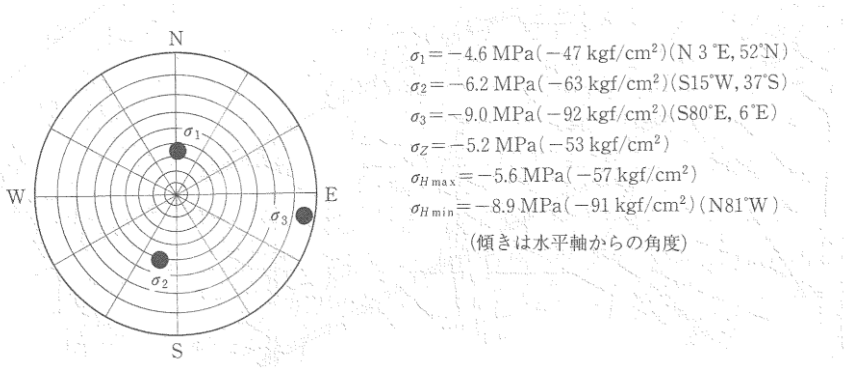


図 2.3-21　解析結果（下半球投影）[14]

地山応力は、200m² 程度の測定面積の範囲内で、最大圧縮応力が 9～12MPa の範囲にばらつく結果が得られている。この原因は、岩質・地質構造の不均質性による岩盤内の荷重負担の相違によるものとしている。

文献[14]では、測定結果に対して以下のように述べている。

「岩盤内の初期地圧は、岩盤の堅いところと柔らかいところでは応力の流れが違うし、また断層などがあると、応力の流れはその影響を受ける。わが国は、地殻変動が激しく、岩盤等級もその位置により変化に富んでいるため、地圧は測定位置が変われば異なるという認識が必要である。したがって、掘削時の安全管理や建設後の構造物の安定性のより詳細な検討には、従来行われてきた測定点数よりも多くの点での地圧測定が望まれる。」（以上、文献[14]を引用）

5) オーバーコアリング時の応力集中の影響

文献[15]では、有限要素法（FEM）による数値解析及び二軸載荷試験装置を用いた室内実験を行い、ひずみゲージの貼付け治具及び貼付方法の適用性と測定精度に関する検証を実施している。

オーバーコアリング時におけるパイロット孔壁面のひずみ挙動を FEM 解析により求めている。モデルは径 110mm のボーリングを 1m 行い、孔底面から径 45mm のパイロット孔を 600mm 掘削したと仮定した回転体モデルとして解析を行っている。FEM 解析モデルを図 2.3-22 に示す。

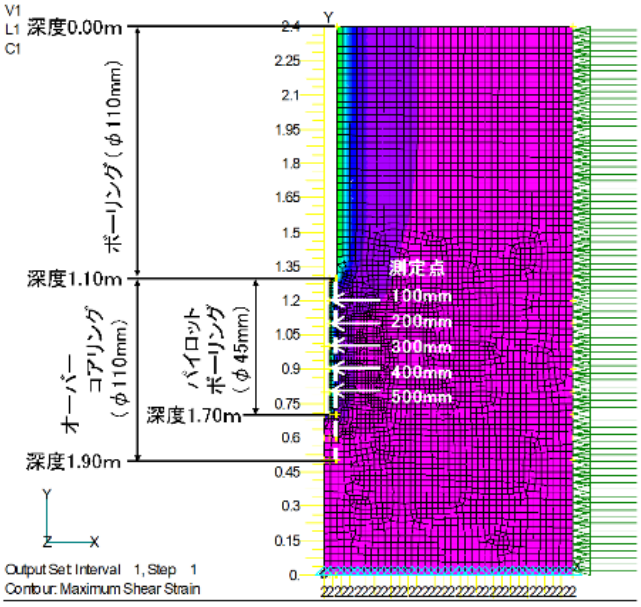


図 2.3-22　オーバーコアリング時のひずみ挙動検討のための FEM 解析モデル[15]

径 110mm のオーバーコアリングのひずみ挙動を FEM 軸対象モデルによる弾性解析でシミュレーションした結果を図 2.3-23 に示す。

オーバーコアリング開始深度から深度 100 ㎜、200 ㎜、300 ㎜、400 ㎜及び 500 ㎜の測定点における径 45 ㎜パイロット孔の孔壁ひずみ変化を掘削深度でまとめたものである。測定点の深度やひずみ方向により若干の差異はあるが、深度 200 ㎜以深での各測定点による解放ひずみの解析値はほぼ同程度の値に収束する。一方、深度 100 ㎜での解放ひずみは 10～15 μ程度大きな値となった。この違いは径 110 ㎜ボーリング孔に伴う応力集中の影響によるものと考えられ、このひずみを用いて応力値を算出した場合、応力集中の影響を受けない箇所の値に比べ 10%程度大きな値となる。また、深度 200 ㎜の箇所では 1%未満となる。従って、原位置計測でこの影響を取り除くためには、径 110 ㎜ボーリングの孔底面からボーリング径程度の深度より深い位置に測定点を設置する必要があるとしている。

文献[15]では、上記の検討により、応力集中が測定値に影響することを明らかにし、この影響を低減するためにはパイロット孔のゲージ貼付位置を孔底面から深度 100mm 以深とすることにより応力値での誤差が 10%未満となるとしている。

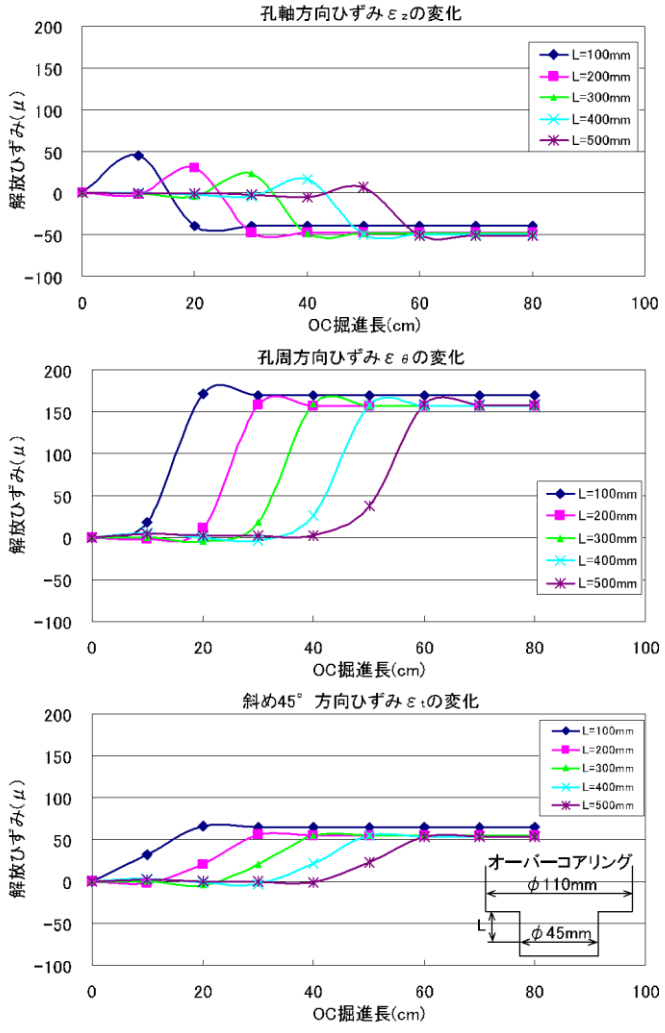


図 2.3-23　FEM 解析によるオーバーコアリングのひずみ挙動

文献[15]の解析的検討により、オーバーコアリング時に薄肉部で応力集中が起きて解法ひずみの測定に影響を与える可能性があること、ゲージ貼付位置やオーバーコアリング長に影響する可能性があることがわかった。

6) コアディスキング発生の可能性

文献[16]によると、コアディスキング現象はコアの根元付近の引張応力に起因する引張破壊現象であるとしている。コアディスキング現象は、コア回収の際に連続したコアが得られないで、図 2.3-24 のように一定の厚さの円板に割れる現象である。この現象の発生は、ボーリングの際に作用している地山応力に対してコアの表面や内部に発生する引張応力が原因と考えられる。文献[16]では、有限要素法による軸対象モデルを用いた数値解析を行い、地山応力が作用する場合の孔底付近の応力解析を実施している。解析から得られたボーリング孔周辺の応力状態を図 2.3-25 に示す。

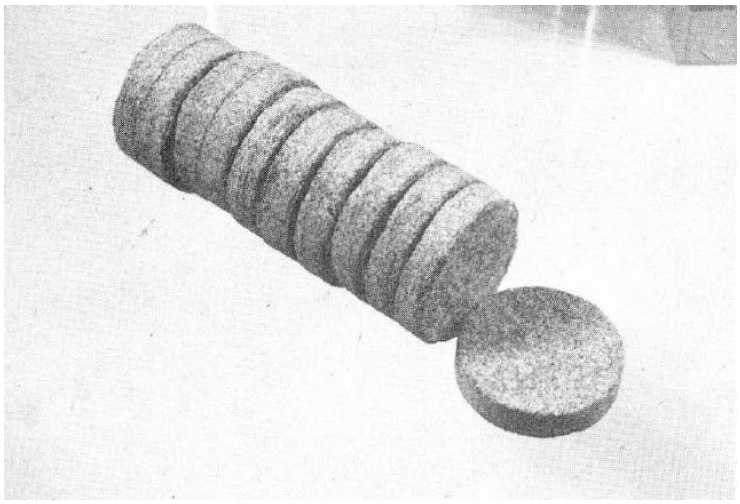
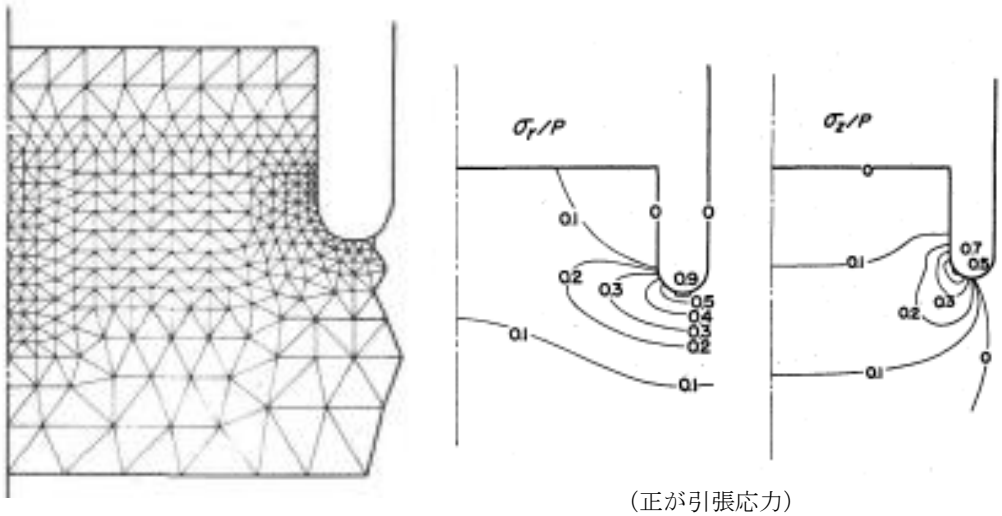


図 2.3-24　ディスキングの一例[16]



（正が引張応力）

図 2.3-25　FEM 解析によるボーリング孔周辺の応力状態[16]

また、文献[17]では、コア軸と垂直な方向の地圧成分が大きい場合にコアディスキングが生じやすいとしている。これは、側圧係数が大きい（コア軸と垂直な方向が大）場合にコアディスキングが生じやすいことを示唆している。

通常のコアボーリングの他、大口径のオーバーコアリングを用いた応力解放法による岩盤応力測定においてコアディスキングが観測されることがある。尾原ら[18]によると、小口径のパイロット孔の周りに大口径のオーバーコアリングを行うとき、コアが一定厚さのドーナツ状ディスクに割れる現象で、この現象は、通常のコアディスキングと区別するためにホローコアディスキングと呼んでいる。この現象もオーバーコアリングの際にコア表面や内部に発生する引張応力が原因と考えられるとしている。

以上、文献[16][17]より得られたディスキング破壊に関する知見をまとめると以下のようになる。

コアディスキングは、ボーリング周辺の地山内部で発生する引張応力が原因と考えられる。通常のコアボーリングの他、オーバーコアリング時においても、コアが一定厚さのドーナツ

状ディスクに割れることもある(ホローコアディスキング)。引張応力が原因であることから、側圧係数が大きく、ボーリング軸方向の応力が小さい地山においてコアディスキングが発生しやすいことが想定される。したがって、岩盤特性だけではなく、初期地圧の状態もコアディスキングの発生に関係することに留意する必要がある。

7) 解放ひずみへの岩盤の応力状態の影響

オーバーコアリング時に得られる解放ひずみ曲線の例を図 2.3-26 に示す。一般的には、地下の岩盤内は圧縮応力状態となっているため、オーバーコアリング時に、埋設されたひずみゲージを含む岩盤を切り離すとき、図 2.3-26 に示す解放ひずみ曲線が得られる。この曲線において、オーバーコアリング掘進深度がひずみゲージの位置を通過し、ひずみの変化が安定したところで示される値を解放ひずみの値としている（文献[1])。文献[1]によると、応力解放法を用いた地圧測定では、この解放ひずみが測定結果の精度に最も大きく影響を及ぼす要因の一つであるとしている。

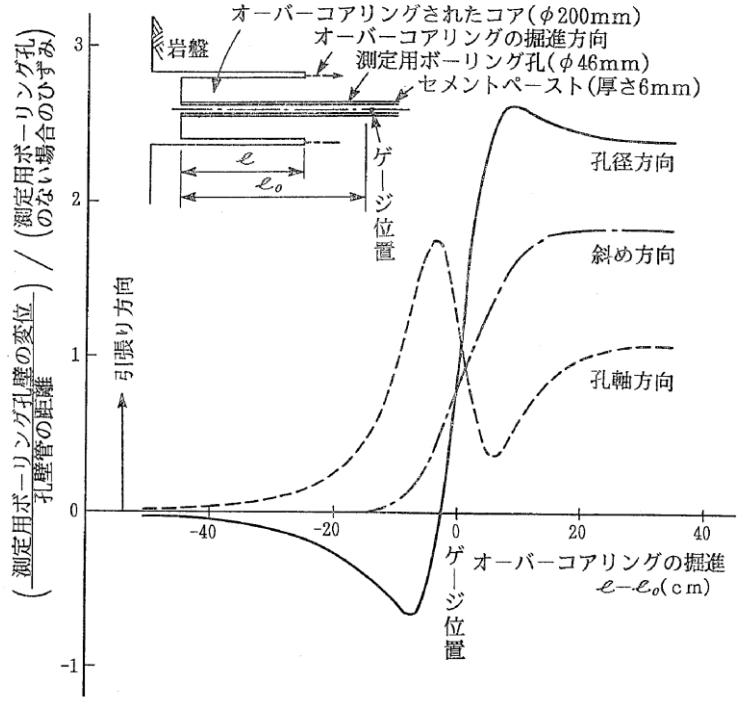


図 2.3-26　オーバーコアリング中の各方向ひずみ変化[1]
（回転体モデルによる FEM 解析結果）

文献[1]で示している埋設法によるオーバーコアリング時に得られる解放ひずみ曲線のパターンは以下のとおりである（図 2.3-27 参照)。

A：一旦圧縮側に変化し、その後大きく引張側に転じて安定
B：一旦引張側に変化し、その後圧縮側に転じて安定
C：最初は、A あるいは B のような変化を示すが、最終的に、安定した値を示すことなく、

次第に圧縮方向への変化が継続するもの

D：オーバーコアリング開始時より大きく変動し、最後まで安定しないもの

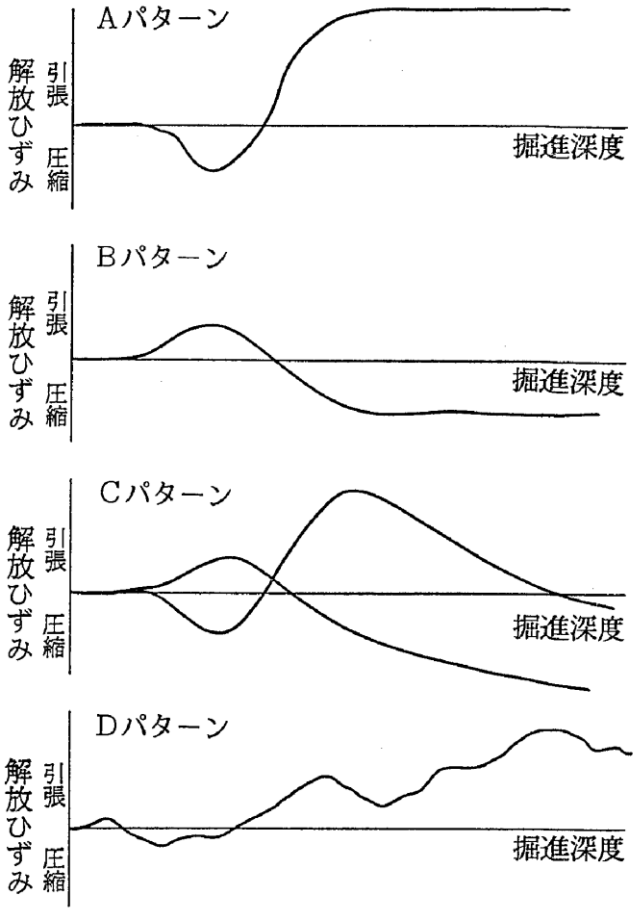


図 2.3-27　解放ひずみ曲線のパターン[1]

文献[1]によると、理論的に想定される解放ひずみ曲線の型は、タイプ A であり、この典型的タイプ以外のタイプが発生する要因として、以下のようなものが考えられるとしている。

① 岩盤の応力状態
② ひずみゲージの埋設状態
③ 測定環境

岩盤の応力状態が等方的な圧縮応力場のときには、解放ひずみは引張ひずみとなるが、圧縮応力場であっても、最大圧縮応力と最小圧縮応力との比が大きいときには、解放ひずみの値は、測定される方向によって大きく異なり、圧縮ひずみになる可能性がある。また、岩盤が不均質であると、オーバーコアリング時に亀裂が生じ、局所的に複雑な応力状態となり、解放ひずみが不安定な挙動を示すことがあるとしている。

文献[1]では、主応力比の値による解放ひずみへの影響について、FEM 解析によって検討している。

図 2.3-28 に示す軸対称モデルを用いた FEM 解析を行っている。孔径方向応力σr と孔軸方向応力σz との比σv／σz をパラメータとして、掘進深度と解析ひずみとの関係を求めている。解析結果を図 2.3-29 に示す。

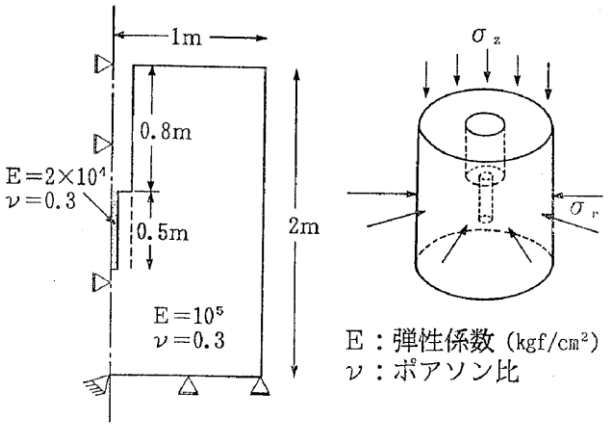


図 2.3-28　応力解放法の軸対称 FEM 解析モデル[1]

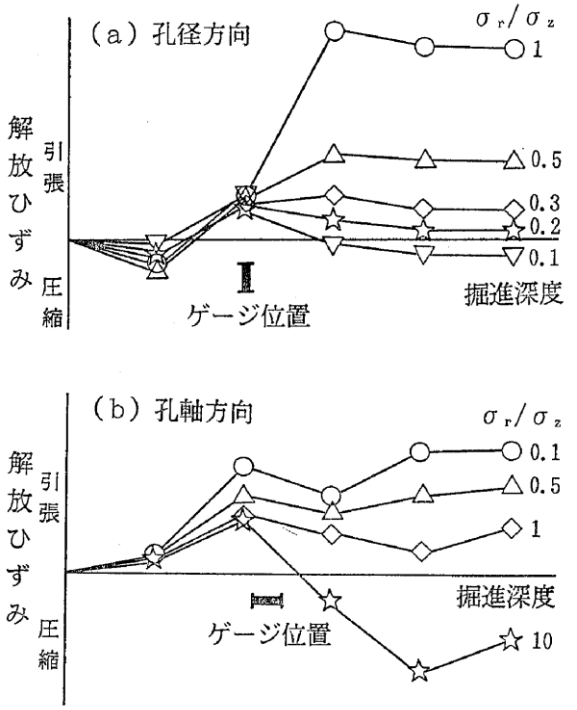


図 2.3-29　応力解放法の軸対称 FEM 解析結果[1]

孔径方向ひずみでは、パラメータσv／σz が 0.2,0.3,0.5,1 の場合には、A パターンを示すが、0.1 の場合、一度引張側に入って、その後圧縮側に転じる B パターンとなっている。孔軸方向ひずみは、σv／σz が 0.1,0.5,1 の場合には、A パターンであるが、10 の場合に B パターンとなっている。

以上のように、文献[1]では、岩盤が圧縮応力場であっても、ひずみを測定している方向の圧縮応力に対して、それに直交する方向の圧縮応力が約 10 倍となると、解放ひずみが圧縮ひずみになることがあるとしている。

(3) まとめ

文献調査に基づく、応力解放法の原理に関する知見を表 2.3-7 に、抽出した課題を表 2.3-8 に示す。

応力解放法では、岩盤を弾性体と仮定して、測定した解法ひずみから応力を評価する。しかし、測定箇所の岩盤強度、初期地圧の大きさ等によっては薄肉部が破壊、塑性化することが想定され、初期地圧測定への影響が懸念される。初期地圧測定を行う箇所の岩盤特性や初期地圧の大きさを踏まえて、薄肉部の破壊、塑性化の進展を評価し、初期地圧測定への影響を評価することが必要である。

表 2.3-7　応力解放法の原理に関する知見

影響因子	応力解放法の原理に関わる知見
割れ目や不均質性の影響[3]	応力解放法は、応力の作用している岩盤から岩石サンプルを切り離すときの応力解放過程で生じるひずみや変位を計測し、弾性論に基づき地圧を算定する。岩盤を弾性体と仮定していることから、割れ目や不均質性などにより岩盤が極端な非弾性的挙動を示すときには、応力の解析結果に少なからぬ誤差を生じることがある。
圧縮降伏、引張破壊[4]	弾性理論に基づく応力解放法は、部分的であってもボアホールの周囲に圧縮降伏域や引張破壊が発生するような初期応力場に適用すると、当然に誤った結果を与える。
マイクロクラックの影響[5]	マイクロクラックが存在すると、低荷重下で非線形性が大きくなるので、線形仮定で解かれた結果の信頼性を損なう。既存亀裂だけでなく、ボアホール掘削時及びオーバーコアリング時にもボアホール周辺応力集中域やピット先端近傍の応力集中域にマイクロクラックが発達し、測定結果に影響を与える可能性がある。

表 2.3-8　文献調査に基づき抽出した課題

No	抽出した課題	文献調査内容
1	パイロット径／オーバーコア径の比率が亀裂発生に影響を与える可能性がある	軟岩において、薄肉部に亀裂が発生し、ひずみ感度試験への影響が懸念されたため、オーバーコア径を増加 パイロット径：φ76mm[6] オーバーコア径：変更前φ110mm（比率 69%） 変更後φ218mm（比率 35%）
2	薄肉部で亀裂が発生すると応力の解析結果に誤差を生じる可能性がある	ひずみ感度試験の応力－ひずみ曲線において、引張側のひずみの発生、曲線が上に凸となる挙動が認められた。ひずみゲージ付近の局所的な亀裂が原因と推定。[9]
3	非弾性挙動が著しいと応力の解析結果に誤差を生じる可能性がある。	ひずみ感度係数の算出は、解法ひずみと原点を通る割線勾配を用いるのが一般的である。しかし、供試体回収後の緩みにより応力－ひずみ曲線が下に凸となる現象が特に軟岩の供試体で多く見られる。このような現象が著しい場合は曲線の接線勾配を用いてひずみ感度係数を求める。[10]
4	不均質性岩盤においては応力の測定精度に誤差を生じる可能性がある。 薄肉部の破壊が応力の測定精度に誤差を生じる可能性がある。	3 次元 FEM 解析モデルを用いて、①不均質性の影響をみるため 3 種類の物性値を有する鉱物を各要素にばらつかせた弾性解析、②ボアホール周囲の圧縮降伏域や引張破壊の発生の影響をみるため弾完全塑性モデルを用いた解析を実施した。その結果、孔壁ひずみ法は、ひずみゲージ貼付箇所の物性値の不均質性に測定結果が大きく左右され、円孔付近（薄肉部）に降伏域が発生する際は、塑性ひずみの影響を強く受ける。[12]
5	オーバーコアリング時に薄肉部で応力集中が起きて解法ひずみの測定に影響を与える可能性がある。（ゲージ貼付位置やオーバーコアリング長に影響）	径 110mm のオーバーコアリングのひずみ挙動を FEM 軸対象モデルによる弾性解析でシミュレーションした結果、応力集中が測定値に影響することがわかった。この影響を低減するためにはパイロット孔のゲージ貼付位置を孔底面から深度 100mm 以深とすることにより応力値での誤差が 10%未満となる。[15]
6	岩盤強度（引張強度）や側圧係数の値によってディスキングが発生する可能性がある。	コアディスキング現象はコアの根元付近の引張応力に起因する引張破壊現象である[16]。コア軸と垂直な方向の地圧成分が大きい場合にディスキングが生じやすい。[17]
7	岩盤の応力状態が、解放ひずみに影響を与える可能性がある。	岩盤の不均質性や主応力比の大きさによっては、解放ひずみ曲線が圧縮側に転じるなどの影響を及ぼす可能性がある。[1]

2.3.3　初期地圧測定時の岩盤状態の想定（塑性・破壊メカニズム等）

本項では、大深度の軟岩中において初期地圧測定を行う際のボーリング孔周辺の岩盤状態を想定し、その状態に至るメカニズムを推定することで、次項で行うメカニズムを考慮した解析手法の選定に資することを目的とする。岩盤状態の想定は、大深度の初期地圧測定において薄肉部が破壊、塑性化することが考えられるため、破壊、塑性化の状態に着目して岩盤の破壊モード別に整理した。

(1) 破壊モード

破壊モードとして、ディスキング破壊、亀裂の発生、せん断破壊に分類して以下に整理した。

1) ディスキング破壊

ディスキング破壊の事例を以下に示す。

前節で述べたように、コアディスキング現象は、コアの根元付近の引張応力に起因する引張破壊現象である[16]。

コアディスキングは、硬岩のみでなく、軟岩においてもその発生が報告されている。

[泥岩]

文献[19]において、幌延の換気立坑 250m 坑道から行ったボーリング孔でコアディスキングが確認されている。ボーリング孔の地質は泥岩である。泥岩は、軟質なものと、やや硬質で粗粒なものから構成されており、このうち、軟質な泥岩は、塊状無層理でカッターの刃が容易にささり、岩盤等級は CL 相当と記載されている。図 2.3-30 はボーリング孔深度 7～9m で採取した軟質な泥岩の写真であり、コアディスキングが顕著に発生していることが認められる。

図 3.4　軟質な泥岩（09-V250-M02 孔、深度 7m～深度 9m 付近）

図 2.3-30　幌延におけるディスキングの例[19]

また、文献[20]によると、幌延の 350m 周回坑道（東）において、新規に掘削したボーリング孔で埋設ひずみ法による初期地圧測定を行ったが、コアディスキングにより、ひずみ計が破断したため、オーバーコアリングを途中で終了したとの報告がある。

[凝灰岩類]

文献[21]では、凝灰岩類の地山でコアディスキングが発生した事例を報告している。東北新幹線、岩手トンネルで、コアディスキングが発生した箇所付近の地質縦断図は図 2.3-31 のとおりである。

当該地点の地質は、凝灰岩、凝灰角礫岩、軽石質凝灰岩及びシルト岩からなり、一部に砂岩、礫岩が認められ、これらが互層をなす地質となっている。コアディスキングは、凝灰岩、凝灰角礫岩、軽石質凝灰岩の分布域で発生している。

ボーリングコア試料を用いて、針貫入試験、点載荷試験により求めた一軸圧縮強さと引張り強さは、図 2.3-32 に示すとおりである。図は、各強さとディスク厚さとの関係を示している。

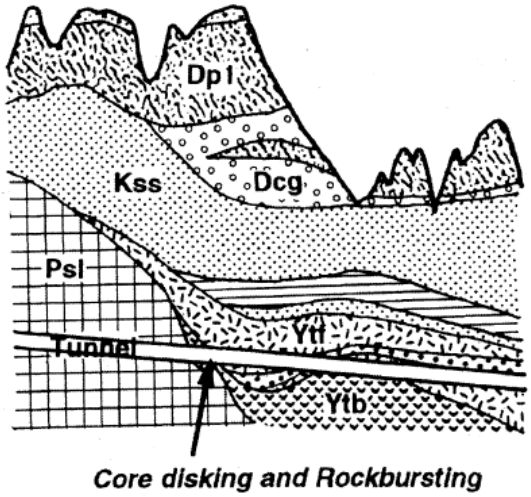


図 2.3-31　コアディスキングが発生した箇所付近の地質縦断面図[21]

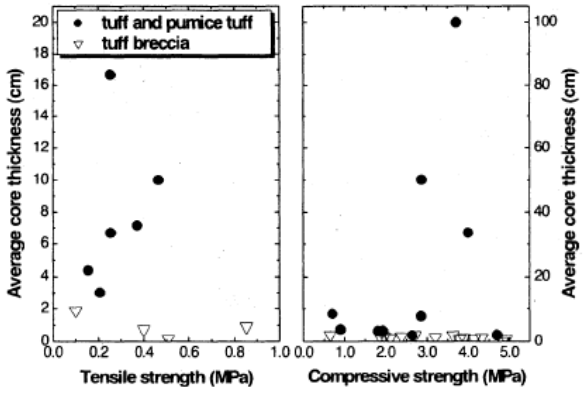


図 2.3-32　一軸圧縮強さと引張り強さ[21]

文献[21]では、コアディスキングの発生条件について検討しており、以下のとおりである。

菅原らを参考に、図 2.3-33 の pointA でボーリング孔の軸方向に引張応力（σz）が作用する。ボーリング孔の半径方向に作用する地圧（Pr）に対する引張応力（σz）の比は 0.2～0.25 の範囲である。コアディスキングは、pointA に発生する引張応力（σz）が岩盤の引張強さ

（σt）を越えたときに発生するとしている。

地圧の条件は次式で示される。

$Pr \geqq 4 \sim 5 \sigma t$

文献[21]によると、岩手トンネル及びその周辺では地圧の測定が行われていないので、鉛直方向の地圧（σv）と水平方向の地圧（σ_H）を下式から求めた。

$\sigma v = \gamma H$

$\sigma_H = \frac{\nu}{1-\nu}\sigma_V$

ここに、γは岩盤の単位体積重量、H は土被り高さ、νはポアソン比である。

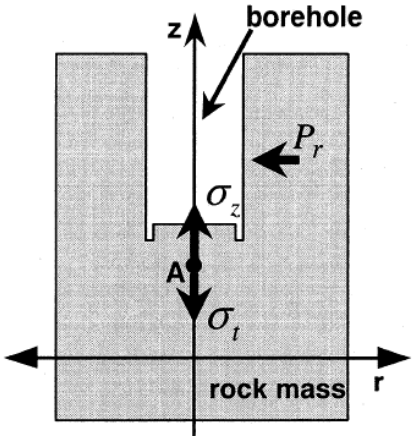


図 2.3-33　ボアホール周辺の限界応力[21]

土被り高さに対する地圧の計算値と、コアディスキングが発生する地圧の値を図 2.3-34 に示す。文献[21]によると、岩手トンネルにおいてコアディスキング現象が生じた土被り高さ 220m では、そこに分布する軽石質凝灰岩（Pumice tuff）、凝灰岩（tuff）の岩盤中でコアディスキングが発生するのに十分な大きさの地圧が水平ボーリング孔に作用しているとしている。

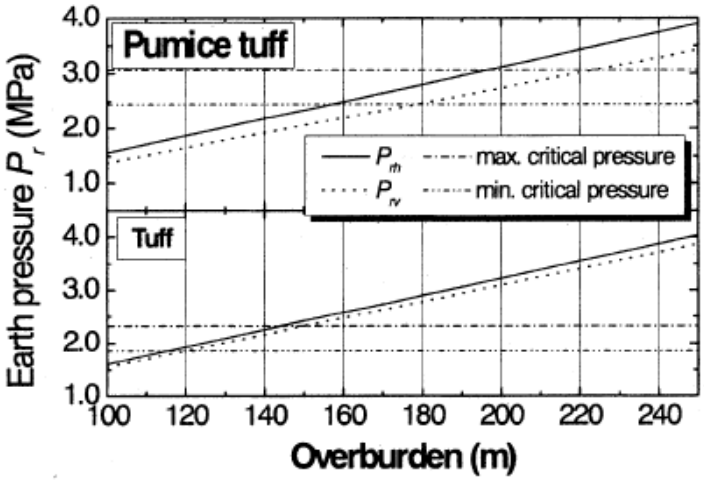


図 2.3-34　土被りに対する地圧の計算値とコアディスキングが発生する地圧[21]

文献[27]では、地表からの深度 200m の花崗岩に掘削された坑道内において円錐孔底ひずみ法による測定を実施し、コアディスキングの発生条件について検討している。

オーバーコアリングを模擬した有限差分法による解析の結果、円錐孔底においてコアディスキングが発生するメカニズムとしては、円錐孔底の稜線の部分に引張応力が作用し、内在するマイクロクラック等の弱部から亀裂が進展したとしている。

高い地圧場でコアボーリングを行うと、ボーリング孔の孔壁の崩壊や、ボーリング軸と直交する方向に一定の厚さの円盤状の割れ、コアディスキングが発生する場合がある。これは、通常のボーリングだけではなく、オーバーコアリングの際に得られる中空コアにおいても、図 2.3-35 に示すようなコアディスキングが発生することがある。文献[13]によると、中空コアのコアディスキング現象が生じた場合でも、オーバーコアリングに先立って行った中心のボーリングのコアは破壊していないことが多く、従って、中空コアのコアディスキングは、通常のコアよりも発生しやすいと考えられると述べている。

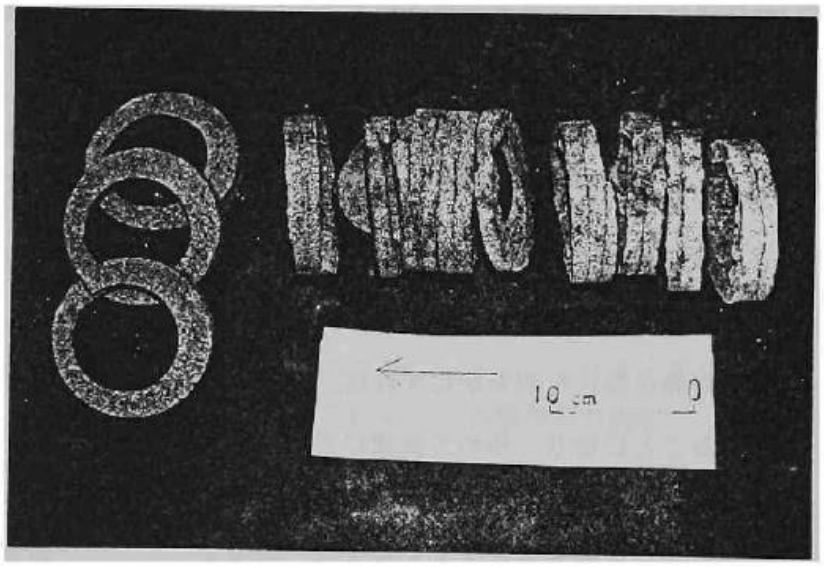


図 2.3-35　中空コアのコアディスキングの事例[22]
（矢印はボーリングの掘進方向）

文献[22]では、中空コアの破壊機構に対して、この応力状態に対する中空コアの内外径比の影響を検討している。

FEM 数値解析によって、図 2.3-36 に示す内外径比（パイロット孔径とオーバーコアリング径の比）Di／Do のコアディスキング現象の発生に及ぼす影響を検討している。

解析は、図 2.3-37 の左上のモデル図に示すように、コアの肉厚 t とコア長さℓを一定として、解析モデルの対称軸を移動させることにより内外径比を変化させて行っている。

解析の結果、内外径比が大きくなる、すなわち薄肉となるほど σz は大きくなっている。したがって、内外径比が大きくなる（薄肉になる）とともにコアの引張破壊が生じやすくなることを示している。

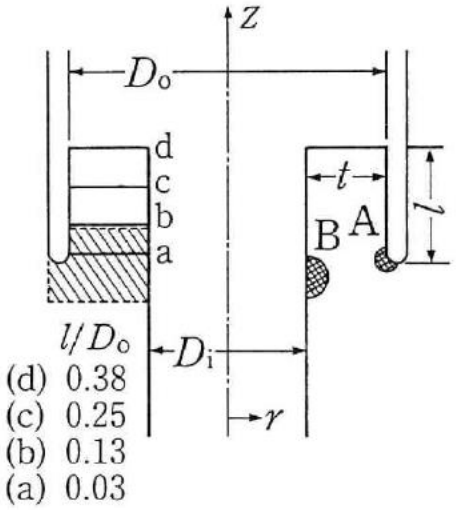


図 2.3-36　内外径比[22]

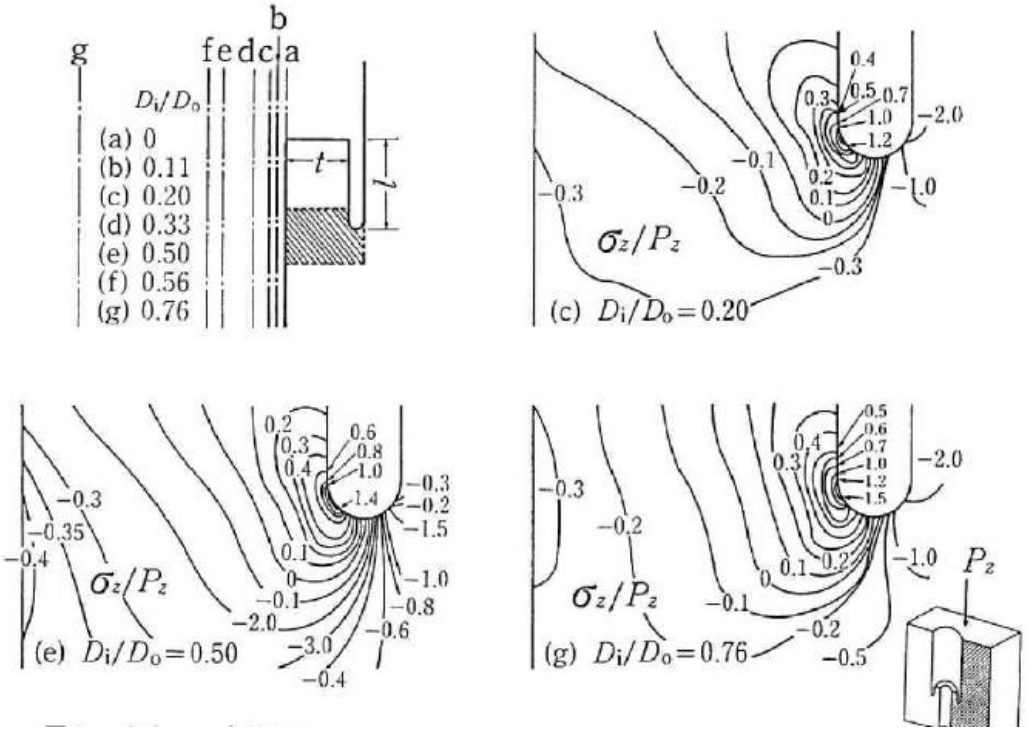


図 2.3-37　内外径比の変化に伴うσzの分布の変化[22]

2) 亀裂の発生

亀裂の発生に関する事例を以下に示す。

文献[6]においては、図 2.3-38 に示すフラットジャッキ式三軸圧縮試験装置を用いて、300mm 立方の軽石凝灰岩の供試体を用いてオーバーコアリングの室内試験を実施している。

パイロット径φ76mm、オーバーコア径φ110mm であり、試験の結果、図 2.3-39 に示すように、薄肉部に縦の亀裂が発生したと報告されている。

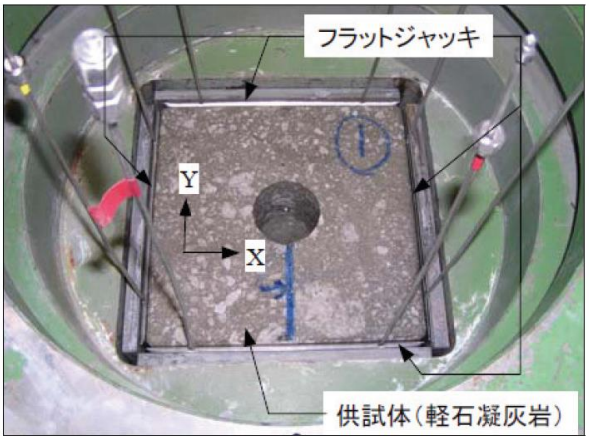


図 2.3-38　フラットジャッキ式三軸試験器[6]

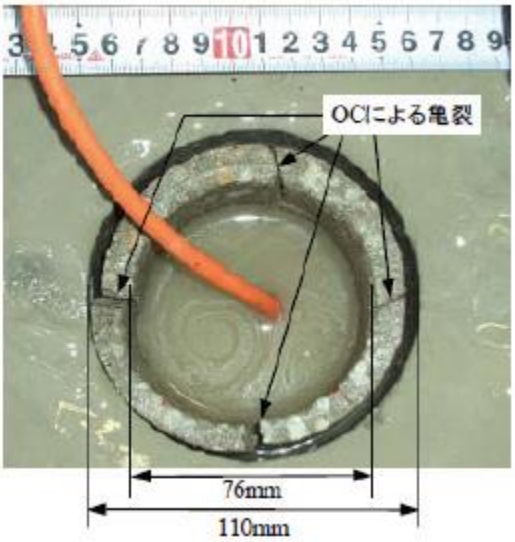


図 2.3-39　オーバーコアリング時に発生した亀裂[6]（再掲）

2 重ボーリングのコアの破壊形式として、一軸的な荷重状態では、通常のディスキングを起こす亀裂の他に、図 2.3-40 に示すように、リング状コアを縦に割る亀裂が生じた[16]。なお、本事例は硬岩である。

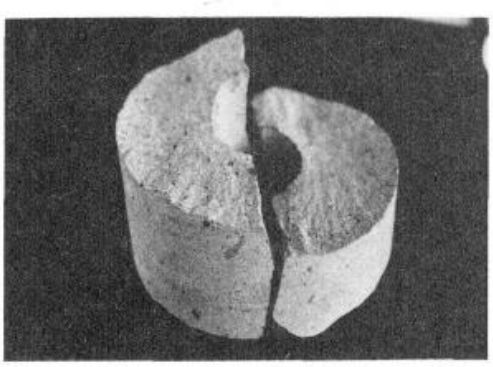


図 2.3-40　中空ボーリングにおける亀裂の発生[16]

核燃料サイクル開発機構（現：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構）幌延深地層研究センターが掘削したボーリング孔で縦亀裂が確認されている [23]。岩盤は新第三紀に属する声問層で、圧縮強度とヤング率は、それぞれ、3.21MPa、0.53GPa と小さい。測定箇所で得られたコアを図 2.3-41 に示す。コアには２つのタイプが認められ、１つは縦亀裂（亀裂が孔軸方向を向いている）、もう一つは斜め亀裂（亀裂が孔軸に対して斜めに入っている）である。

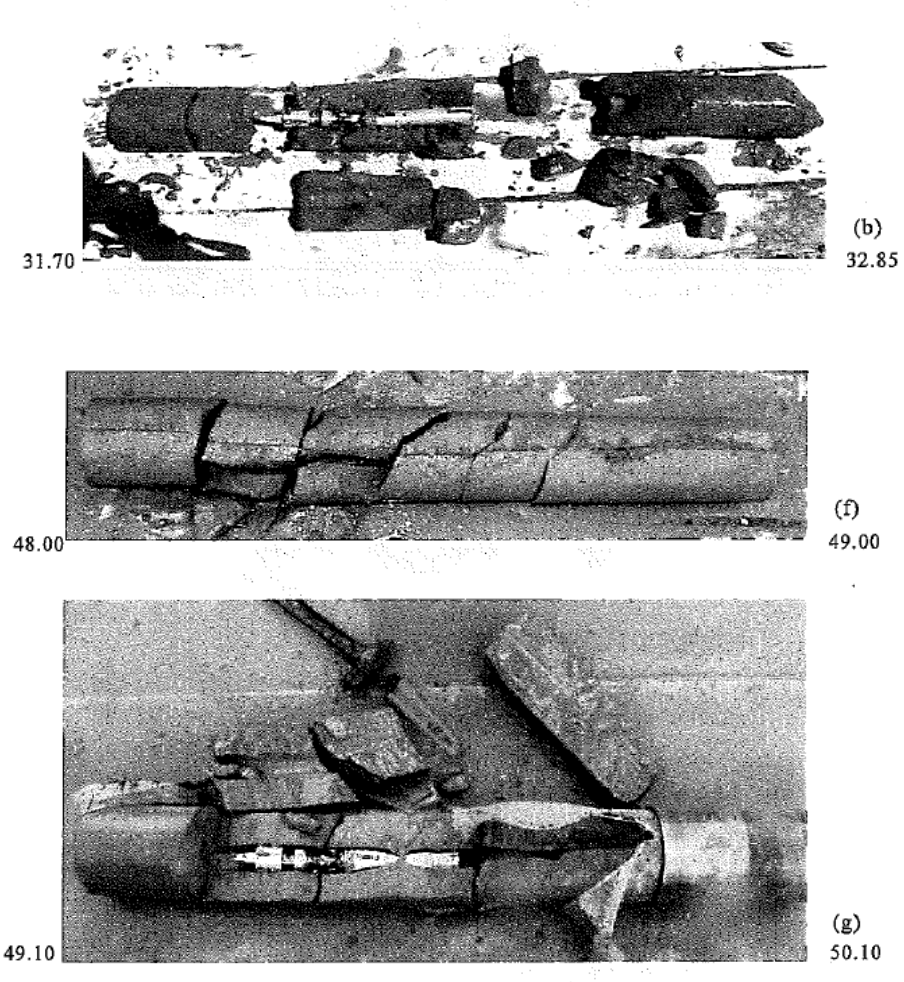


図 2.3-41　オーバーコアリング後に回収されたコア[23]

文献[23]では、亀裂がオーバーコアリング中に生じた可能性について検討している。図 2.3-42 に示すようなオーバーコアリングの朔孔が観測孔の中央断面付近に到達したときの応力状態を、有限要素法を用いた弾性応力解析で求めている。解析結果を図 2.3-43 に示す。

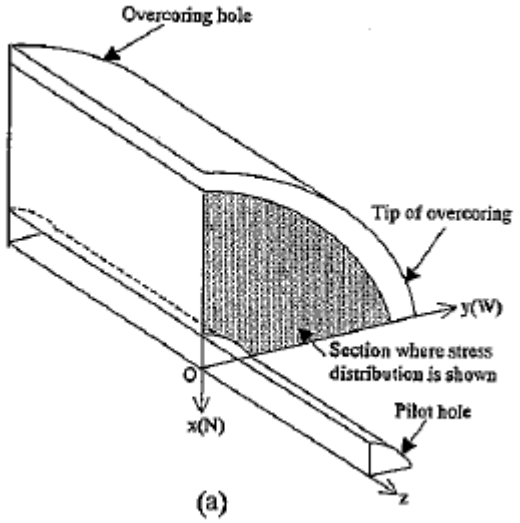


図 2.3-42　観測孔をオーバーコアリングの孔が通過している状況の鳥瞰図（全体の 1/4）[23]

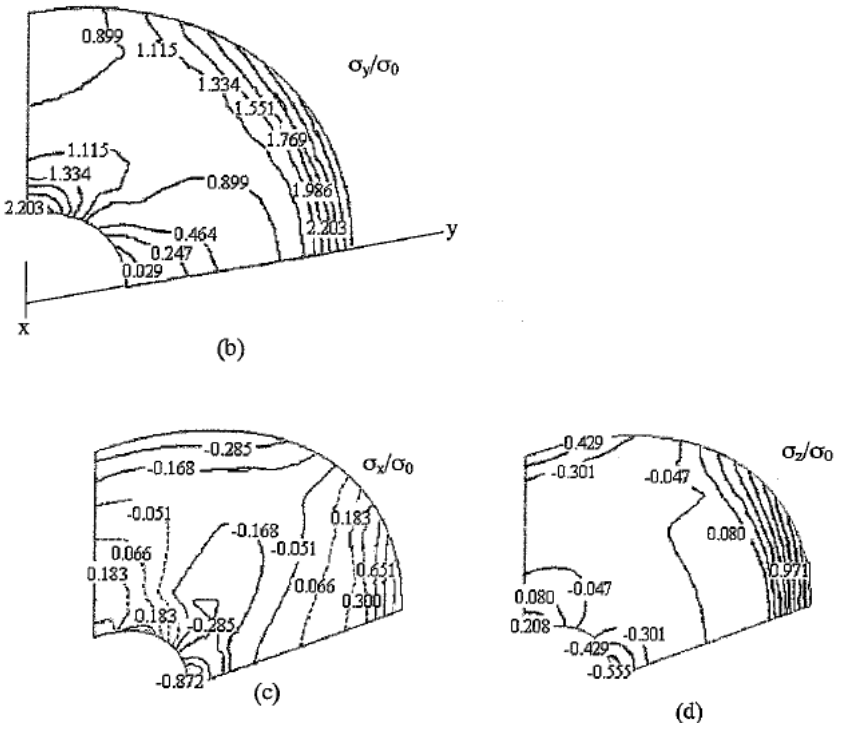


図 2.3-43　有限要素法によるオーバーコアリング時の応力状態[23]

観測孔の近傍では、応力成分σxとσzが引張になっている。この引張応力の下で、x=0 面に並行な引張破面が発生する可能性が高く、これがコアで観察された東西を向いた縦割れとして現れていると解釈している。

3) せん断破壊による塑性化

文献[24]では、パイロット孔掘削時及びオーバーコアリング時の解析を実施し、塑性域の拡がりを示している。解析結果による塑性域の拡がりを図 2.3-44 に示す。オーバーコアリングによって塑性域が進展することが示されている。

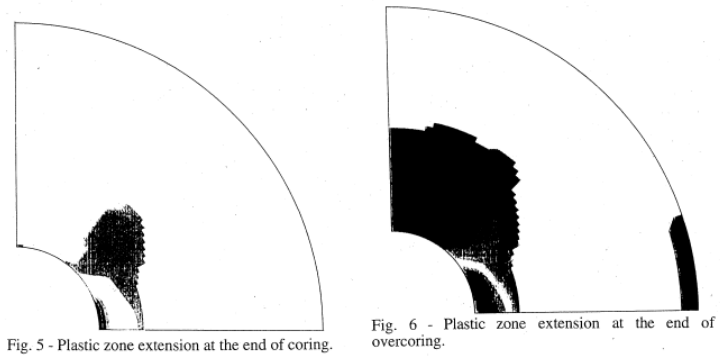


図 2.3-44　パイロット孔掘削時及びオーバーコアリング時の塑性領域の拡がり[24]

(2) 破壊のメカニズム

文献[25]では、岩質材料の非線形挙動を解析するときに、従来からの巨視的･現象論的アプローチでなく、微視的に見れば試料内部では、あらゆる応力レベルでクラックが発生しており、供試体内にせん断面が形成されるとしている。

文献[26]は、岩盤内の応力変化に対する指標として AE に着目し、室内岩石試験の AE 挙動を個別要素法（DEM）により再現することで、AE 発生メカニズムとして亀裂の発生、進展が支配的であることを示している。岩石供試体の三軸圧縮試験における応力～ひずみ関係を、DEM 解析で再現して、載荷過程の各段階で亀裂の発生及び進展状況、破断面の形成状況を比較している。解析に用いた DEM モデルを図 2.3-45 に、入力パラメータを表 2.3-9 に示す。

AE 挙動シミュレーション結果を図 2.3-46 に示す。

解析結果は、三軸圧縮試験における応力～ひずみ関係を再現できている。解析の供試体内の亀裂は、ピーク強度の約 60%の応力レベルで供試体全体に発生し始め、亀裂発生数が急増し、このときから応力～ひずみ関係に非線形性が現れはじる。その後、載荷が進むにつれて亀裂が進展し、ピーク強度を越えた後に亀裂発生数がピークを迎え、供試体は破断面を形成し、破壊に至っている。このような解析結果での岩石が破壊に至る亀裂の発生傾向は、室内試験における AE 発生数と対応関係にある。

以上のように、文献[26]では、AE 発生メカニズム及び岩石の破壊メカニズムは、亀裂の発

生、進展に起因していることを明らかにしている。

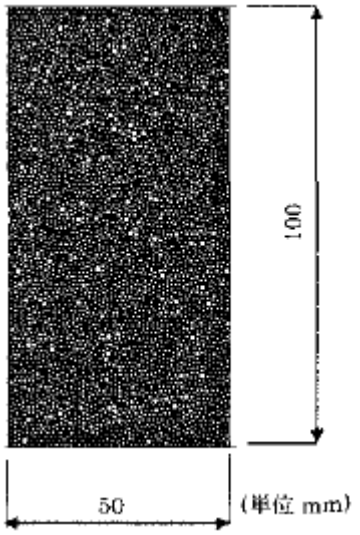
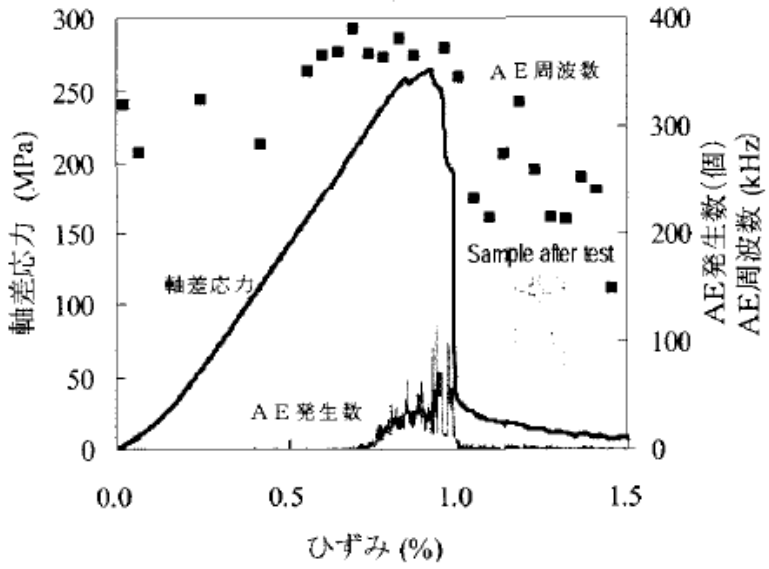


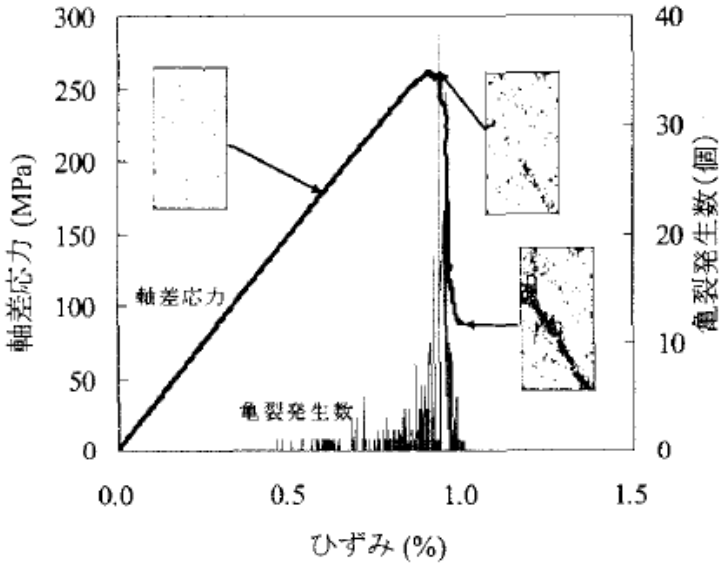
図 2.3-45　AE 挙動シミュレーションの DEM 解析モデル[26]

表 2.3-9　DEM 解析における入力パラメータ[26]

パラメータ	Mss-I
粒子最小半径(mm)	0.4
粒子半径比	1.66
粒子単位体積重量(kg/m^3)	2.7
粒子間接触ヤング率E_c(GPa)	20
粒子剛性比k_n/k_s	1.5
平行ボンドヤング率$\bar{E}_c$(GPa)	20
平行ボンド剛性比$\bar{k}_n/\bar{k}_s$	1.5
粒子間の引張強度(MPa)平均値	220
粒子間の引張強度(MPa)標準偏差	22
粒子間のせん断強度(MPa)平均値	150
粒子間のせん断強度(MPa)標準偏差	15
粒子間の摩擦係数	0.5



(1) 試験結果



(2) 解析結果

図 2.3-46　室内岩石試験と AE 挙動シミュレーション結果[26]

以上のように、薄肉部の破壊には、亀裂の発生、引張応力に起因するディスキング破壊、岩盤の応力がせん断強度を超過したときの塑性化に伴う緩み域の形成が想定される。

このような、局所的な開口亀裂やコアディスキングだけでなく、せん断破壊（ひずみの局所化）も微視的な亀裂の発生･進展と考えられる。

(3) まとめ

薄肉部の破壊モードに関する文献調査結果を表 2.3-10 に示す。薄肉部の破壊は、引張応力に起因するディスキング破壊、亀裂の発生、岩盤の応力がせん断強度を超過したときの塑性化に伴う緩み域の形成が想定される。

岩質材料の非線形挙動を解析するときに、従来からの巨視的･現象論的アプローチでなく、微視的に見れば試料内部では、あらゆる応力レベルでクラックが発生しており、供試体内にせん断面が形成されることが知られている。また、AE 挙動シミュレーションの結果等によっても、岩盤の破壊は、亀裂の発生、進展によるものであることが明らかになっている。

局所的な開口亀裂やコアディスキング、ひずみの局所化に伴うせん断破壊等の岩盤の破壊のメカニズムは、微視的な亀裂の発生･進展と考えられる。したがって、メカニズムを考慮した解析手法の選定においては、微視的な亀裂の発生・進展を表現できる解析手法を選定することが必要である。

表 2.3-10　破壊モードに関する献調査結果

No	破壊モード	分類	文献調査内容
1	亀裂の発生	実測	■ 軟岩において、パイロット径φ76mm、オーバーコア径φ110mm で薄肉部に縦の亀裂が発生した。[6] ■ 2 重ボーリングのコアの破壊形式として、一軸的な荷重状態では、通常のディスキングを起こす亀裂の他に、リング状コアを縦に割る亀裂が生じた（硬岩）。[16]
2	ディスキング破壊	実測	■ コアディスキング現象は、コアの根元付近の引張応力に起因する引張破壊現象である。[16] ■ 幌延の泥岩（JAEA-Research　2011-012）[19]や凝灰岩[21]などの軟岩においてもコアディスキングが報告されている。
		解析	■ オーバーコアリングを模擬した有限差分法による解析の結果、円錐孔底においてコアディスキングが発生するメカニズムとしては、円錐孔底の稜線の部分に引張応力が作用し、内在するマイクロクラック等の弱部から亀裂が進展した。[27]
3	せん断破壊による塑性化	解析	■ パイロット掘削、オーバーコアリングに伴い、薄肉部で塑性化する領域が発生する。[24]

2.3.4　メカニズムを考慮した解析手法の選定

本項では、解析手法を選定するに当たって、初期地圧測定のシミュレーションへ解析手法を適用した事例を既往文献に基づいて調査し、メカニズムを表現可能な解析手法を選定した。

(1) 解析手法のシミュレーションへの適用事例

文献調査した地圧測定のシミュレーションは以下のとおりである。

- 応力解放法によるパイロット孔掘削、オーバーコアリングのシミュレーション
- ひずみ感度試験のシミュレーション
- 応力解放法のシミュレーション
- 一軸圧縮試験のシミュレーション
- 水圧破砕法試験のシミュレーション
- AE 挙動シミュレーション

1) 応力解放法によるパイロット孔掘削、オーバーコアリングのシミュレーション

【目的】
応力解放法による初期地圧測定時の薄肉部の塑性化、非弾性挙動の孔壁ひずみへの影響を評価する。
【解析手法】
ＦＥＭ（有限要素法）

パイロット孔掘削時及びオーバーコアリング時の解析を実施し、塑性域の拡がりを示している。解析結果による塑性域の拡がりを図 2.3-47 に示す。オーバーコアリングによって塑性域が進展することが示されている。また、壁面でのひずみの弾性解析と弾塑性解析の比較を図 2.3-48 に示す。オーバーコアリング時に弾性解析と弾塑性解析のひずみに差が生じており、ボアホールの周囲に圧縮降伏域や引張破壊が発生するような初期応力場に初期地圧測定を適用すると、誤った結果を与えることを示唆している。

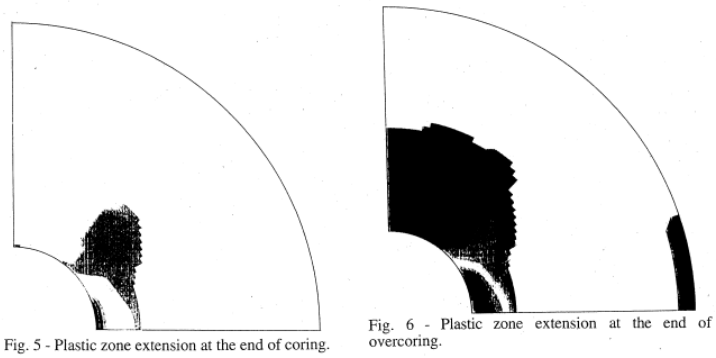


図 2.3-47　パイロット孔掘削時及びオーバーコアリング時の塑性領域の拡がり[24]（再掲）

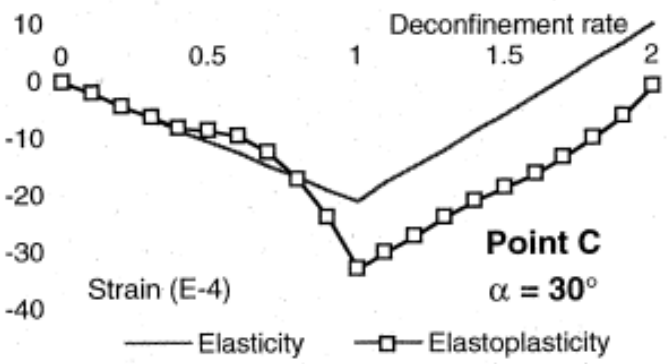


図 2.3-48　ひずみの比較[24]

2) ひずみ感度試験のシミュレーション

【目的】
計測システムの原位置計測への適用のため、室内実験と数値解析を行い、測定精度を検証する。
【解析手法】
ＦＥＭ（有限要素法）

文献[15]では、計測システムの原位置適用のために、二軸載荷試験装置を用いた室内試験を行っている。供試体は 300mm×300mm×高さ 320mm のモルタルブロックで、ブロックの中心を通る長手方向に径 45mm のパイロット孔を設けている。図 2.3-49 に二軸載荷試験における測定システムを、図 2.3-50 に二軸載荷試験装置にセットされたモルタル供試体の孔内に多段貼付けパッカーを挿入しひずみゲージを貼付けている状況を示した。

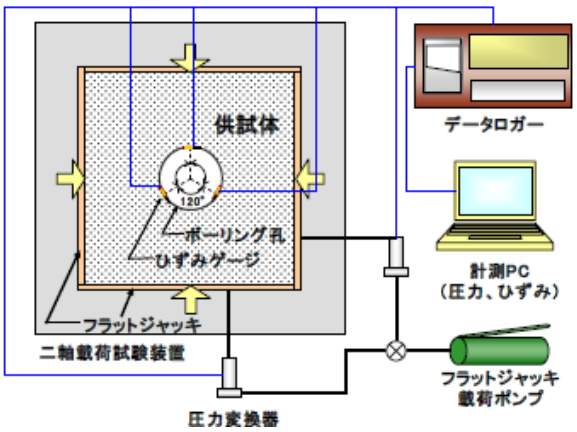


図 2.3-49　二軸載荷試験測定システム[15]

図 2.3-50　二軸載荷試験装置と供試体[15]

二軸載荷試験による実験で得られた応力―ひずみ曲線を図 2.3-51 に示す。試験の結果、載荷圧 10MPa で孔軸方向のひずみ ε z は 142～225 μ の引張、円周方向のひずみ ε θ は 525～727 μ の圧縮、孔軸から 45° のひずみ ε t は 150～344 μ の圧縮を示している。

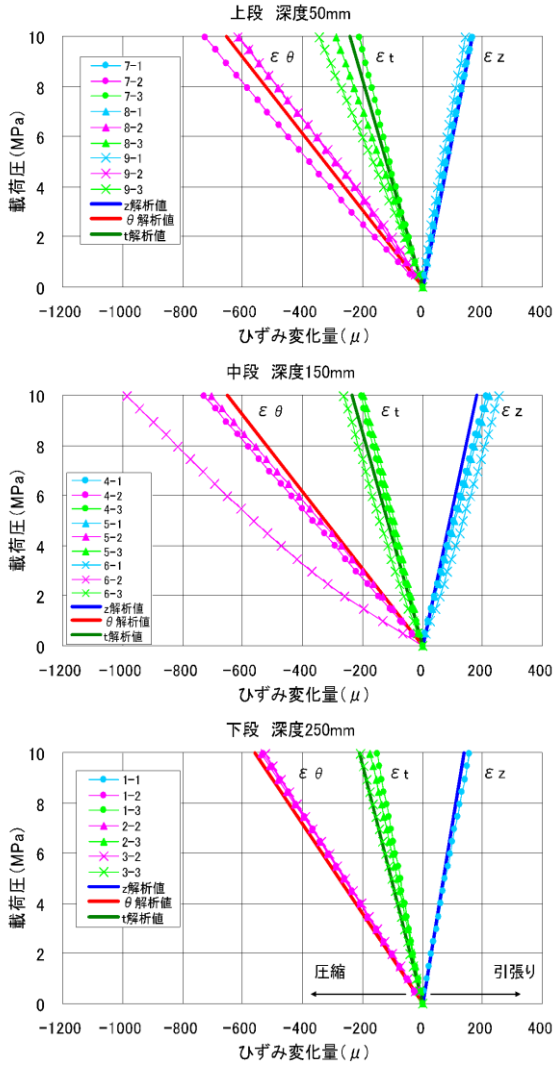


図 2.3-51　二軸載荷試験で同時に得られた三断面の応力―ひずみ曲線[15]

二軸載荷試験により算出した応力値σx、σyについて、FEM 解析による応力値を比較した結果を図 2.3-52 に示す。図 2.3-52 は、縦軸に測定で得られた応力を、横軸に FEM 解析によって得られた応力値をとり、相関を調べたものである。図に示すとおり、深度 50m と深度 150m では解析値に比べ測定値の方が大きな値となり、応力値に差異が生じている。一方、深度 250m では、解析値に比べ測定値が小さくなり、σx とσy がほぼ一致する結果となっている。文献[15]においては、この原因としてはパイロット孔内の壁面の仕上がり状態が不良であることによるゲージの接着力の低下などが考えられるとしている。

以上のように、文献[15]では、測定値と解析の比較を実施しているが、FEM 解析によって試験結果の妥当性検討や、ひずみ・応力の評価が可能であることを示している。

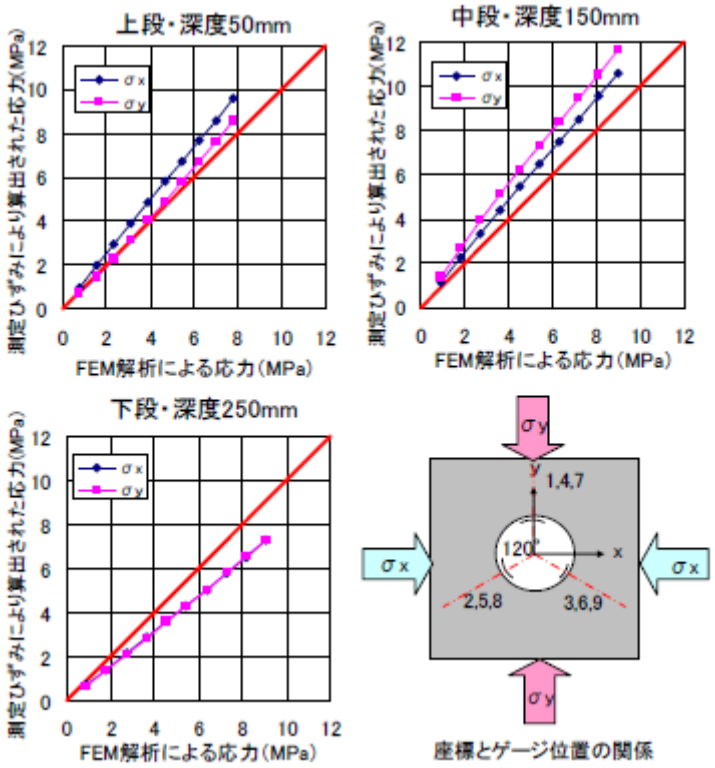


図 2.3-52　実測ひずみによる応力と解析応力値の比較[15]

文献[15]では、原位置でのオーバーコアリング時のひずみ挙動検討のための FEM 解析を実施している。応力解放法のシミュレーションの事例として、そのときの解析モデルを図 2.3-53 に再掲する。解析の概要を以下に示す。

解析モデルは下記の条件を考慮している。

- ✓ 径 110mm のボーリングを 1m 掘削し、孔底面から径 45mm のパイロット孔を 600mm 程度掘削したと仮定し、その状態を軸対称回転体モデルとして作成
- ✓ モデル外縁部は、測定点の解析値に影響しないよう、110mm ボーリング孔の 10 倍程度

- ✓ モデルの物性値は、ヤング率：10GPa、ポアソン比：0.25
- ✓ モデル外周に 1MPa の応力を作用
- ✓ 上記の条件で、径 45mm のパイロット孔を径 110 ㎜でオーバーコアリングすることを解析で表現
- ✓ 開始深度を 0mm とし、深度 800mm まで掘削したときのひずみ変化を掘進速度 100mm ごとに解析を実施

以上のように、文献[15]の解析は、パイロット孔掘削終了時を初期値として、オーバーコアリングの進行を段階的に解析してひずみを求めている。

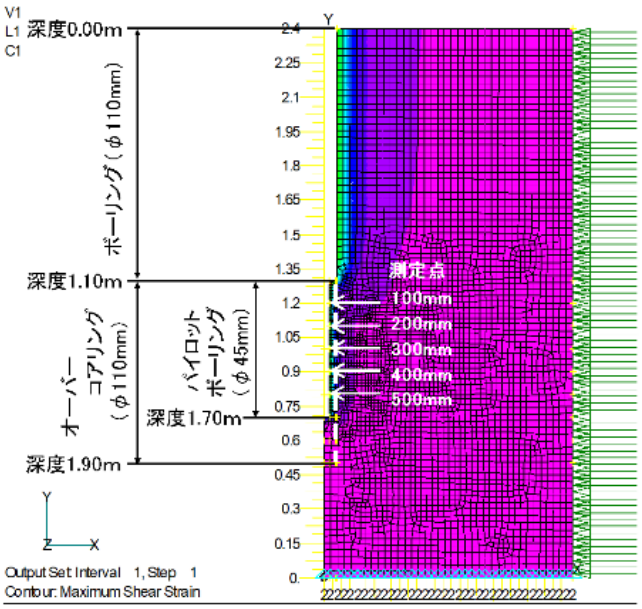


図 2.3-53　オーバーコアリング時のひずみ挙動検討のための FEM 解析モデル[15]（再掲）

3) 応力解放法のシミュレーション

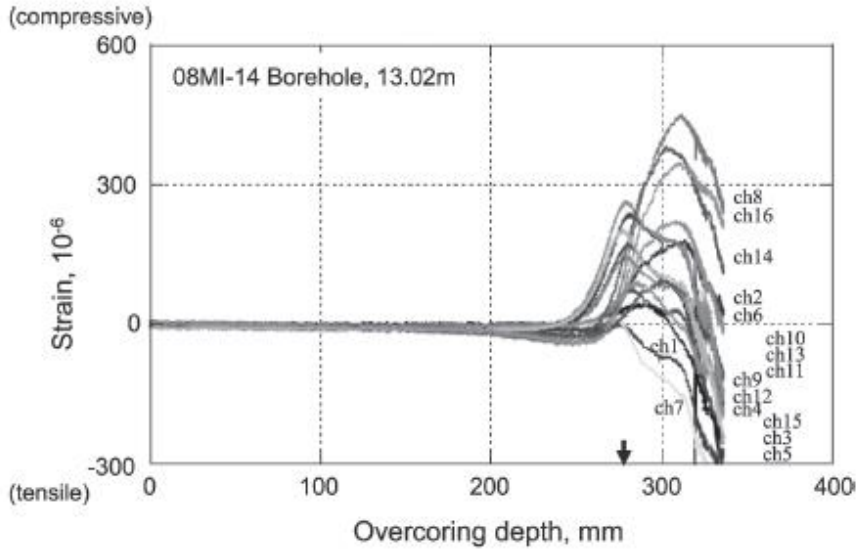
【目的】
原位置測定で認められたコアディスキングに対して、応力解放法のシミュレーションを行い、コアディスキングの発生条件を検討
【解析手法】
ＦＬＡＣ3D（有限差分法）

応力解放法を適用した地点の地質は、基盤岩として白亜紀後期の土岐花崗岩と呼ばれる黒雲母花崗岩が分布し、これを堆積岩層（新第三紀の瑞浪層群及び瀬戸層群）が覆っている。測定区間の岩盤等級（電中研式）は C_H 級あるいは C_M 級である。土岐花崗岩の一軸圧縮強さは 131～159MPa（平均 143MPa）、圧裂引張強さは 4.9～7.2MPa（平均 6.3MPa）である。

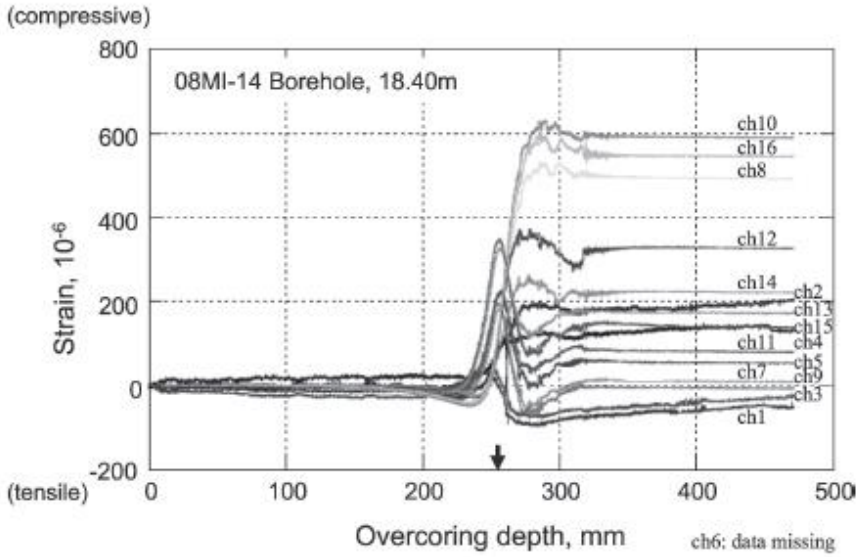
文献[27]によると、適用した円錐孔底ひずみ法は、ボーリング掘削を PQ サイズで、円錐孔の掘削を HQ ロッドに装着した BQ ワイヤーラインビット（直径 59.6mm）で行い、オー

バーコアリングを HQ ワイヤーラインビッド（孔径 98.4mm）で行っている。

文献[27]では、2 孔で計 14 回の測定を実施し、3 回の測定でコアディスキングが発生している。オーバーコアリングに伴うひずみの変化を図 2.3-54 に示す。図には、成功例とコアディスキングが発生した例を示している（正が圧縮、負が引張り）。コアディスキングが発生した例では、測定開始当初は理論曲線と同様に、引張側に振れたのちに圧縮に変化する挙動を示すが、オーバーコアリングがひずみゲージ位置（図の矢印の位置）を通過してからひずみが急激に解放される特徴があるとしている。



a) Borehole 08MI-14（13.02m）: Core disking



b) Borehole 08MI-14（18.40m）: Successful

図 2.3-54　オーバーコアリングに伴うひずみの変化[27]

文献[27]では、オーバーコアリングに伴うコアディスキングの発生状況について、有限差分法（FLAC3D : ITASCA 社）による数値解析を実施している。解析メッシュ図を図 2.3-55 に、解析条件を表 2.3-11 に示す。

初期応力として、測定した主応力を各要素に作用させ、解析は、円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリングがひずみゲージの位置まで進捗した状態を模擬した解析として、一度に応力を解法させて、各要素の応力状態を評価している。

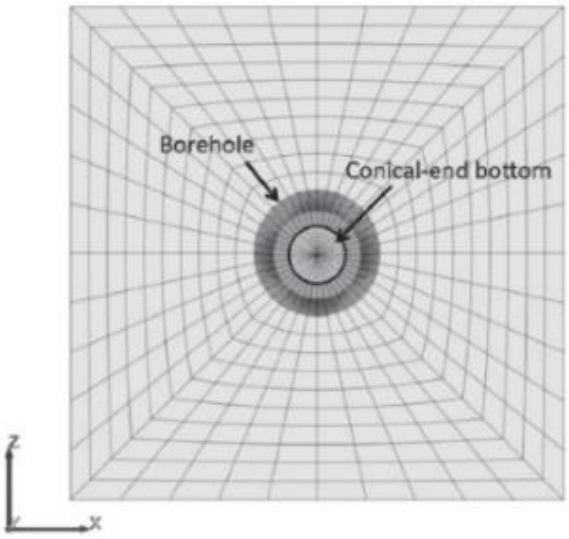


図 2.3-55　解析モデル（円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリング）[27]

表 2.3-11　解析条件（円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリング）[27]

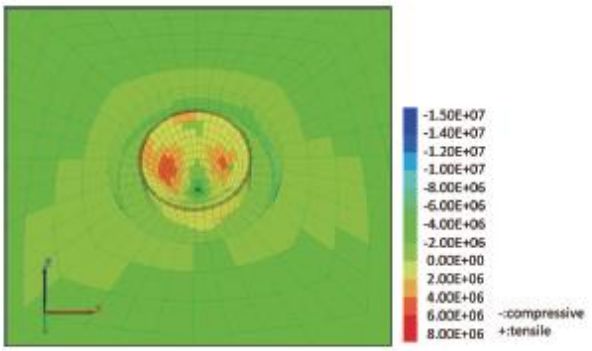
In situ stresses	
σ_1:10.6, σ_2:5.2, σ_3:2.6MPa	
(08MI-14: S_x:10.0, S_y:4.4, S_z:4.1, T_{xy}:-2.1, T_{yz}:1.2, T_{zx}:0.5MPa)	
(08MI-15: S_x:8.4, S_y:5.8, S_z:4.2, T_{xy}:3.3, T_{yz}:0.8, T_{zx}:-1.2MPa)	
Young's modulus	42 GPa
Shear stiffness	16 GPa

解析結果を図 2.3-56 に示す。図中、正が引張、負が圧縮で表示している。14 孔の応力分布をみると、円錐の稜線の中間部分、すなわちひずみゲージの位置付近において、最大の引張応力が作用しており、その値は 4～6MPa となっている。

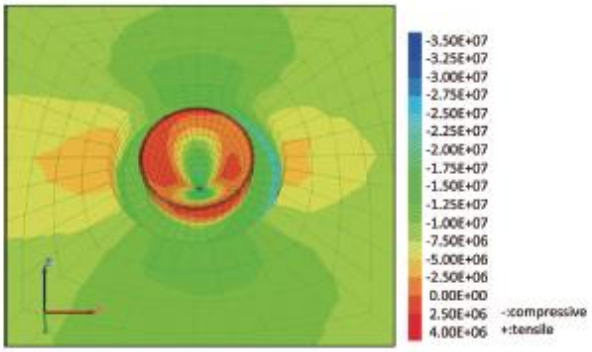
土岐花崗岩の圧裂引張強度は平均値で 6MPa、最低値で 3MPa である。ひずみゲージの位置までオーバーコアリングが進展した状況では、ひずみゲージの位置における応力状態は、引張強度に近い状態となっていて、ここから破壊が開始されると推定している。さらに、この位置での主応力は、いずれも引張であり、最大主応力の方向は円錐の稜線に沿った方向となっている。文献[27]では、コアディスキングは円錐孔面から発生すると推測している。

さらに、数値解析の結果とコアディスキングが発生したコアの状況から、円錐孔底の稜線の部分に引張の応力が作用し、内在するマイクロクラック等の弱部から亀裂が進展すること

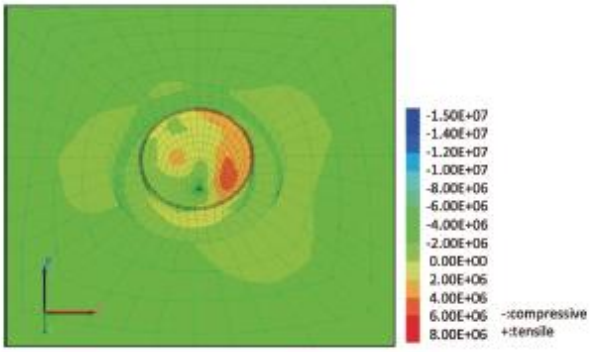
でコアディスキングが生じたものと推察している。



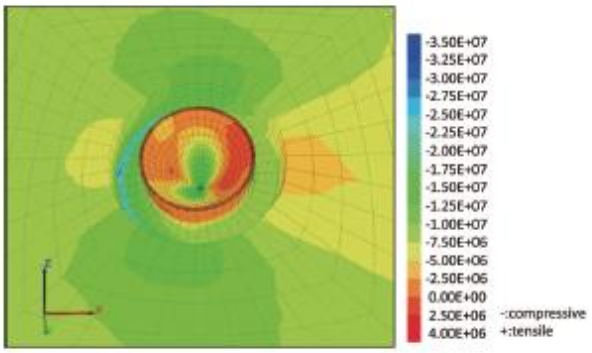
a) Maximum stress distribution (08MI-14)



b) Minimum stress distribution (08MI-14)



c) Maximum stress distribution (08MI-15)



d) Minimum stress distribution (08MI-15)

図 2.3-56　シミュレーション結果（円錐孔底ひずみ法のオーバーコアリング）[27]

4) 一軸圧縮試験のシミュレーション

【目的】
岩石の破壊は、その内部に分布する微細な亀裂の発生や進展に支配される。この微小亀裂の発生メカニズムを解明するためのシミュレーション手法として、個別要素法の適用性を検討する。
【解析手法】
個別要素法（DEM）

文献[28]では、個別要素法の岩石破壊の解明に対する問題への適用性を検討するため、一軸圧縮試験を個別要素法によりシミュレーションすることで、個別要素法の岩石破壊現象への適用性に関する検討をしている。

解析モデルは図 2.3-57 に示すように幅 10 ㎝、高さ 20 ㎝の岩石モデルである。岩石モデルは、ばねによって接続された円形要素の集合体で表現している。モデル下部の載荷版を固定しておき、上部の載荷版を変位速度一定で下方に動かすことで一軸圧縮試験を再現している。解析に使用した入力パラメータは、岩石モデルの一軸圧縮強度が 40MPa 程度、脆性度（圧縮強度と引張強度の比）が 20 程度になるようにしている。

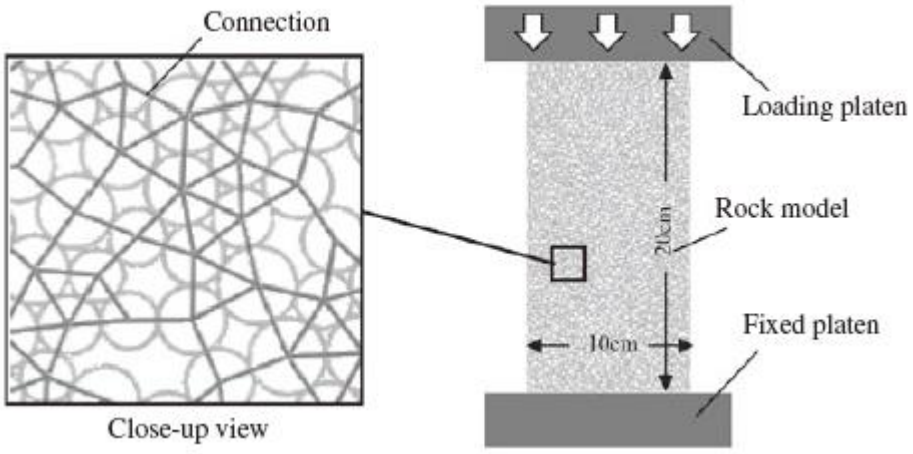


図 2.3-57　一軸圧縮試験のシミュレーションに用いた解析モデル[28]

一軸圧縮試験のシミュレーションの結果、得られた応力―ひずみ関係を図 2.3-58 に示す。文献[28]のシミュレーションの結果では、堆積ひずみ ε_v は、載荷初期には圧縮傾向にあり、その後、軸応力の増加に伴い膨張している。これは、文献[28]によれば、実際の岩石の一軸圧縮試験でみられるダイレタンシーの発生を再現できたとしている。

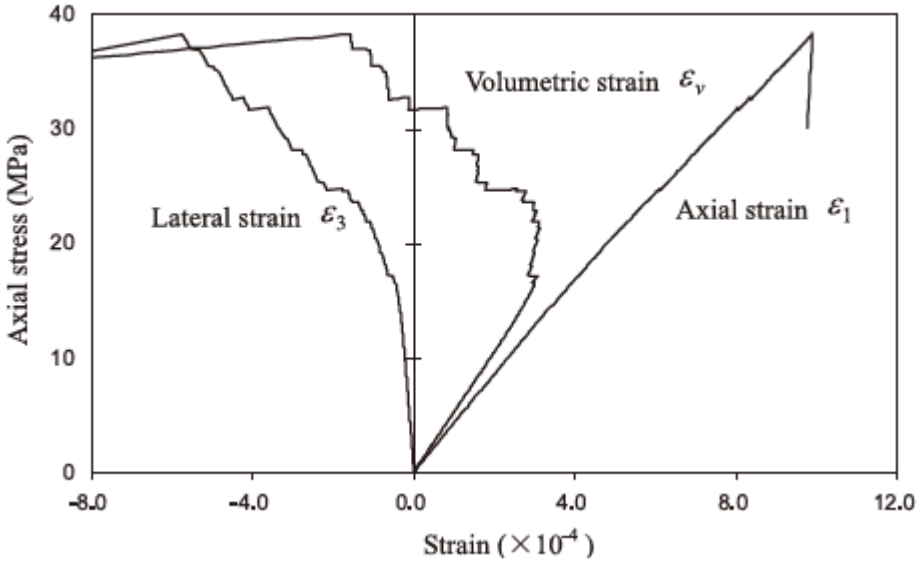


図 2.3-58　シミュレーション結果（一軸圧縮試験の応力―ひずみ関係）[28]

一軸圧縮試験のシミュレーションによって得られた亀裂分布を図 2.3-59 に示す。図中の黒丸が引張亀裂、白丸がせん断亀裂である。岩石モデルの破壊時に明瞭な shear band が現れることが示されている。文献[28]によると、実験では、破壊の瞬間に極めて多数の AE が発生し、AE が重畳するため、全ての微小亀裂の発生位置を正しく決定することが難しいが、個別要素法解析によって岩石の不均質性に依存する AE の発生や shear band の出現を詳細に検討することができると述べている。

また、文献[28]では、AE の発生に起因する亀裂について以下のように述べている。

図 2.3-59 をみると、引張亀裂はせん断亀裂に比べてエネルギーが小さく、ほとんど見えない。エネルギーの小さい引張型の AE は、ノイズ等に埋もれやすく、AE 計測では観測されにくい。そのため、AE 測定では、エネルギーの大きいせん断型の破壊が卓越しているように見えるとしている。

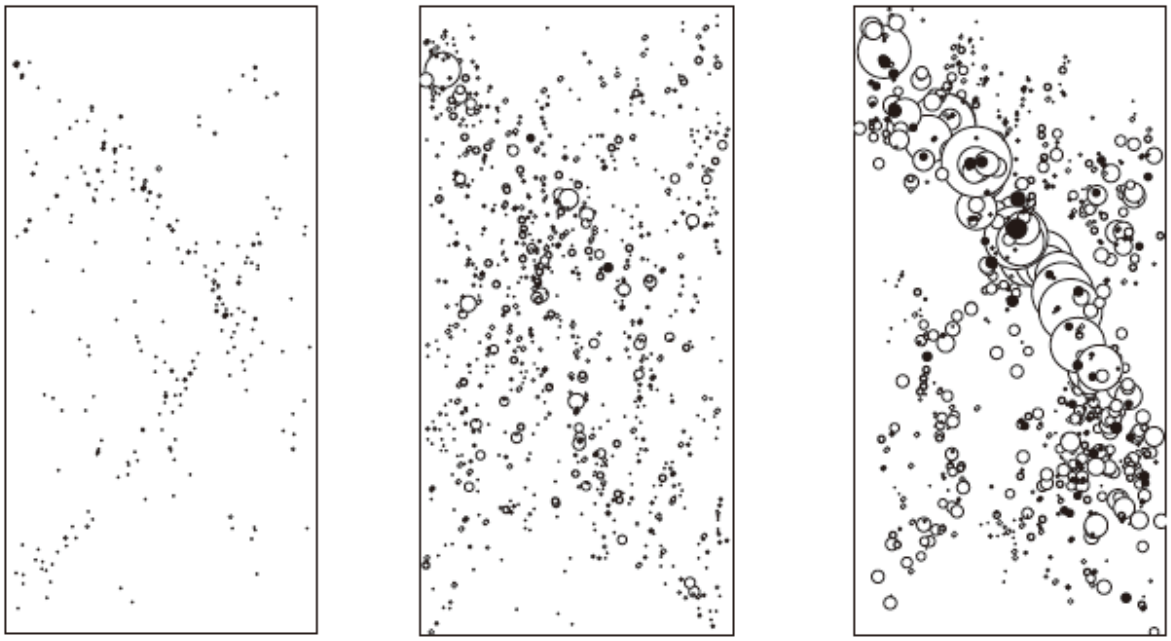


図 2.3-59　一軸圧縮試験のシミュレーション結果（亀裂分布）[28]

5) 水圧破砕法の試験のシミュレーション

水圧破砕法の試験のシミュレーションについては、４つの事例を以下に示す。

a．DEM 解析の原位置岩盤への適用性検討

【目的】
水圧破砕試験のシミュレーションにより、DEM 解析の原位置岩盤への適用性を検討
【解析手法】
DEM（個別要素法）

粒状体個別要素法（DEM）を用いて三軸圧縮試験のシミュレーションを行い、堆積軟岩の破壊過程における応力変化と破壊現象の関連性を検討している。さらに、原位置のデータを用いてシミュレーションを行うことで、構築した結合粒状体モデルの原位置岩盤への適用性を検討している。

文献[29]によれば、粒状体個別要素法は、以下のように定義されている。

「粒状体個別要素法は、ボンドと呼ばれる結合力をもつ粒子の集合体（結合粒状体）として岩盤をモデル化し、クラックの発生・進展をボンドの破壊によって直接的にシミュレートすることができる解析手法である。」

高剛性三軸圧縮試験に用いた全ての供試体には、約 45° の傾斜角をもつ葉理が存在してい

たが、図 2.3-60 に示すように、試験終了時にはほとんどの供試体で葉理の傾斜方向に約 60°の傾斜角をもつ巨視的な破壊面が形成されたとしている。このことから葉理が供試体の破壊モードに強く影響を及ぼしたものと考えられ、文献[29]では、シミュレーションにおいても葉理の影響を反映した結合体粒状モデルを構築している。

クラック発生過程のシミュレーションの例を図 2.3-61 に示す。シミュレーションでは、降伏応力到達後に葉理部が局所的に破壊して、小規模な破壊面がランダムな位置に形成され、次に、ピーク応力到達直後には、それらが連結することによって巨視的な破壊面が形成されている。以上より、粒状体個別要素法によって、応力変化と破壊過程の関連性をシミュレーションできていることがわかる。

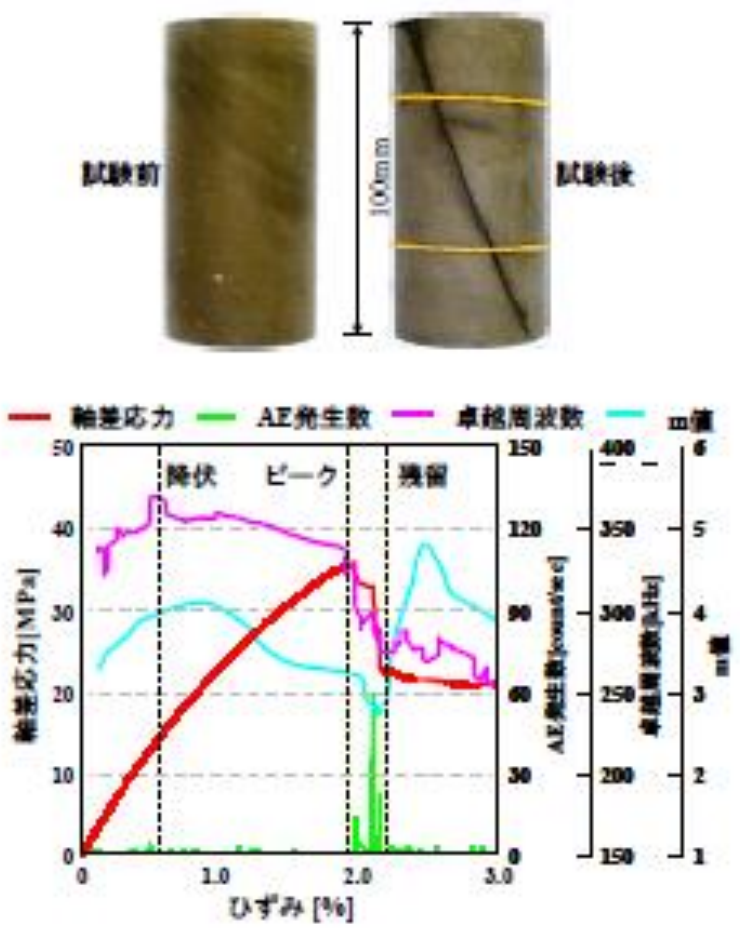


図 2.3-60　応力-ひずみ曲線と AE パラメータの挙動の例[29]

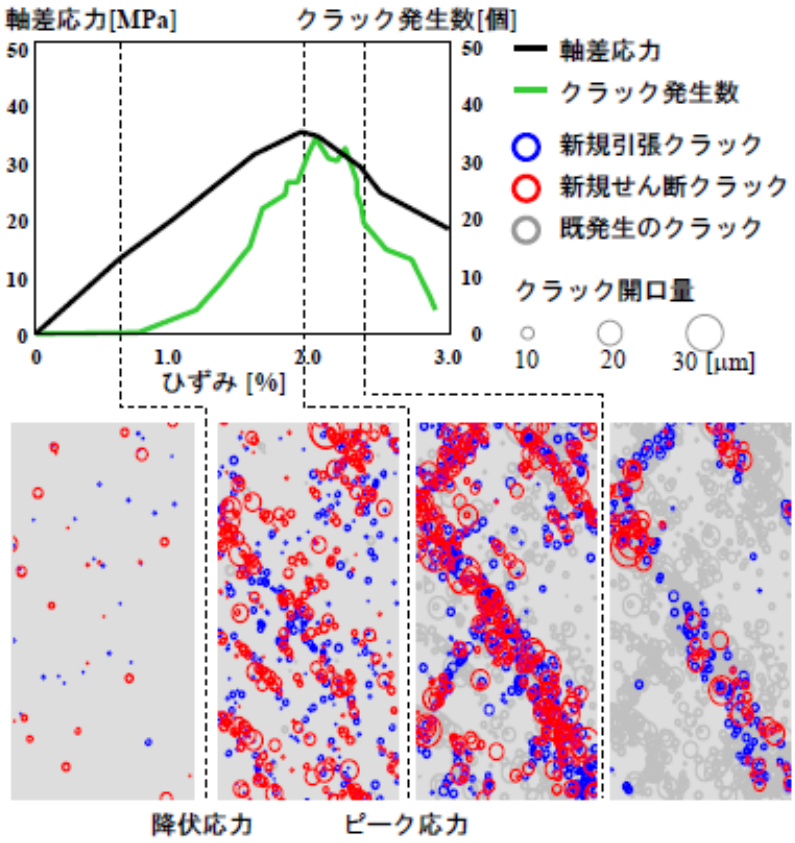


図 2.3-61　クラック発生過程のシミュレーションの例[29]

文献[29]では、三軸圧縮試験のシミュレーションで同定した粒子パラメータを用いて、ボーリング孔深部に原位置応力を作用させるシミュレーションを実施している。

シミュレーションでは、図 2.3-62 に示すように、3 次元結合粒状体モデルに対して水圧破砕試験で得られている 3 次元原位置応力を作用させている。

シミュレーション結果によると、図 2.3-63 に示すように、最大主応力方向の応力変化が小さく、最小主応力方向には高い応力が集中している。その応力集中領域には規模の大きなクラックが集中的に発生している。

文献[29]では、図 2.3-64 に示すように、実際に原位置で発生したボアホールブレークアウトと比較しており、クラック集中領域と、ボアホールブレークアウトが方向性と寸法においてよく一致する結果であるとしている。

これらのことから、このシミュレーション手法を用いることで、原位置の応力変化に伴う破壊現象を予測・評価できる可能性を示しており、DEM 解析の原位置岩盤への適用性が示されている。

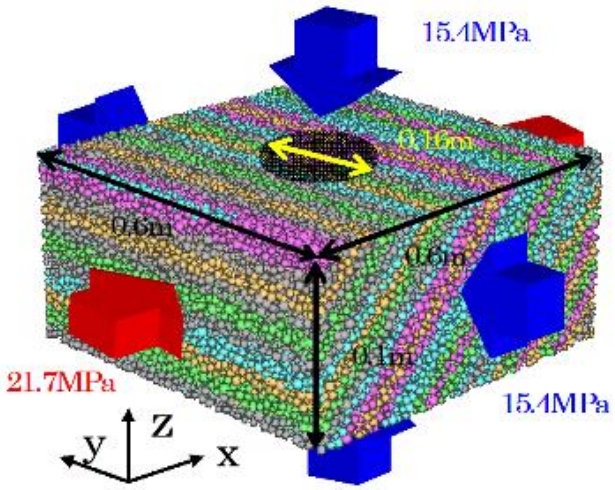


図 2.3-62　解析モデル（深部ボーリング孔の原位置応力のシミュレーション）[29]

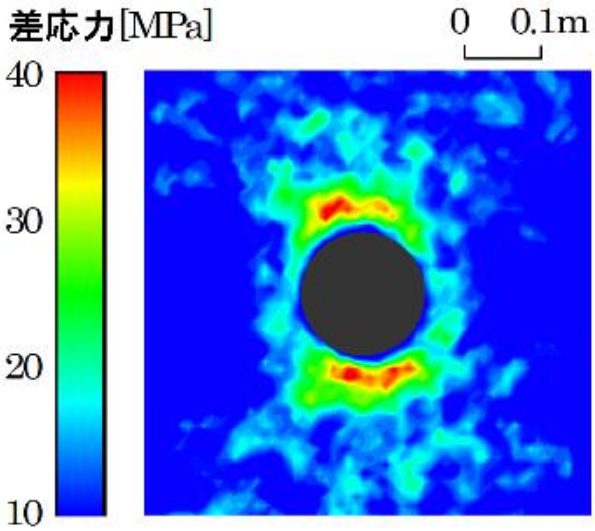


図 2.3-63　解析結果（深部ボーリング孔の原位置応力のシミュレーション）[29]

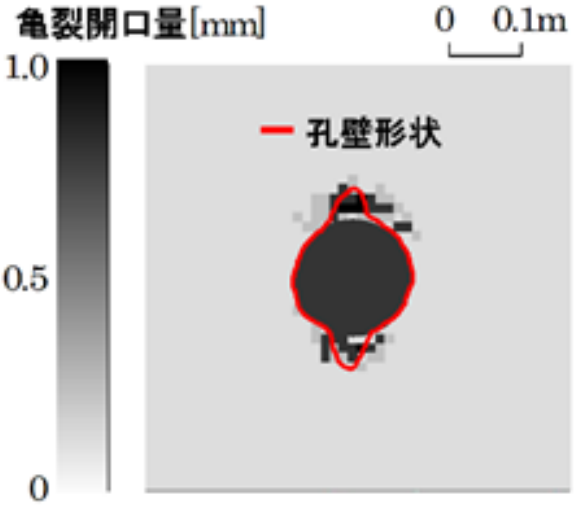


図 2.3-64　亀裂開口量（深部ボーリング孔の原位置応力のシミュレーション）[29]

b．亀裂性岩盤を対処とした水圧破砕法のシミュレーション

【目的】
数値シミュレーションによって、既存亀裂の水圧破砕法への影響を検討する。
【解析手法】
DEM（個別要素法）

ここでの水圧破砕法は、非在来型資源であるシェールオイルの開発や高温岩体発電において、対象地盤内の流動性を向上させるために用いられる。文献[30]では、水圧破砕によって生じる亀裂は理論解により坑井から最大主応力方向に進展するが、山形県の雄勝で行われた高温岩体発電のフィールド実験では、水圧破砕亀裂はもともと岩盤内に存在する既存亀裂の影響を受けて、亀裂が必ずしも最大主応力方向に進展しなかったことが報告されている。そこで、文献[30]は、数値シミュレーションを行い、既存亀裂が水圧破砕亀裂に与える影響のメカニズムを調べている。

水圧破砕法の数値シミュレーションには、二次元個別要素法を用いている。既存亀裂のモデル化に当たって、個別要素法への不連続面の導入には、従来、不連続面を強度の低い粒子の集合体がとられるが、この方法では、個別要素の粒径を既存亀裂の幅よりも小さくしなければならないため、計算時間が長くなることから、文献[30]では、既存亀裂を図 2.3-65 で示すような直線で表現している。

水圧破砕法において生じる亀裂が既存亀裂と交わるときに、破砕流体の粘性がどのように影響するかを調べるために、文献[30]では図 2.3-66 に示すモデルを用いて、図の横軸と既存亀裂のなす角 θ が、θ ＝30°、45°、90°の場合において、高粘性流体（μ =100Pa sec）と低粘性流体（μ =1mPa sec）を用いた計 6 モデルで水圧破砕シミュレーションを行っている。それぞれのシミュレーションパターンを亀裂の走行-流体の粘性となるように、30-Low、45-Low、90-Low、30-High、45-High、90-High としている。

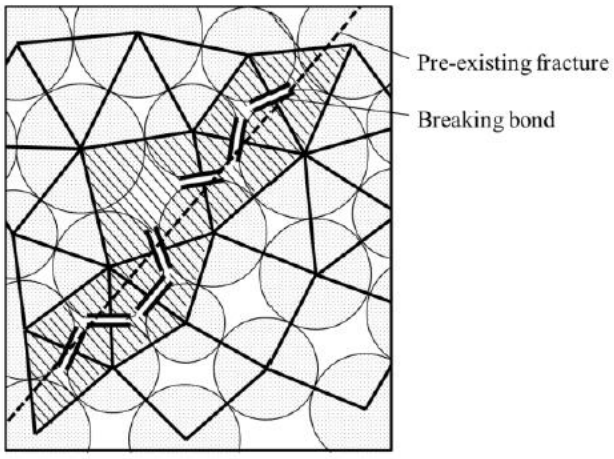


図 2.3-65　既存亀裂の導入[30]

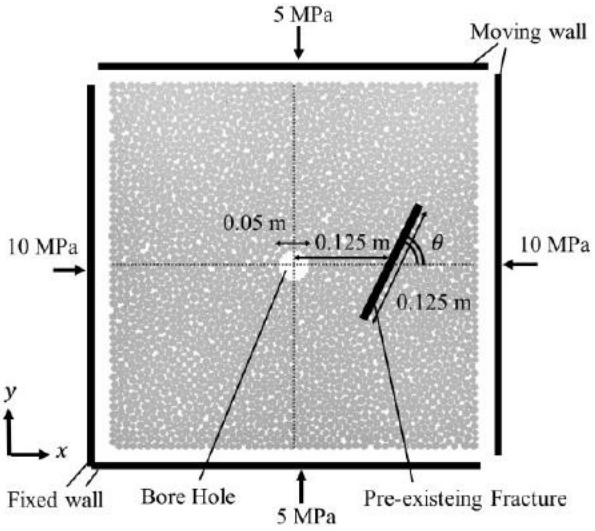


図 2.3-66　水圧破砕法のシミュレーションモデル[30]

文献[30]による数値シミュレーションの結果を図 2.3-67 に示す。図中、青い領域は圧入流体で飽和した領域、水色の領域は飽和度が 0.5 以上の不飽和領域としている。赤、黄、黒の線が微小亀裂で、それぞれ幅は、0.05mm 以上の微小亀裂、幅が 0.01mm 以上 0.05mm 以下の微小亀裂、圧縮力が作用している微小亀裂である。

文献[30]によると、試験結果のうち、90-High では水圧破砕亀裂が既存亀裂を開かず直進しており、既存亀裂からの影響は極めて小さいとしている。また、30-High では、水圧破砕亀裂は既存亀裂を開きながら進展し、既存亀裂端点から、再び進展を開始、45-High の水圧破砕亀裂が既存亀裂を開きながら進展しながらも端点まで達しないで途中で主応力方向を向いていると報告している。

以上より、文献[30]では、既存亀裂と最大主応力方向がなす角が小さいときほど水圧破砕亀裂は、既存亀裂からの影響を受けると述べている。

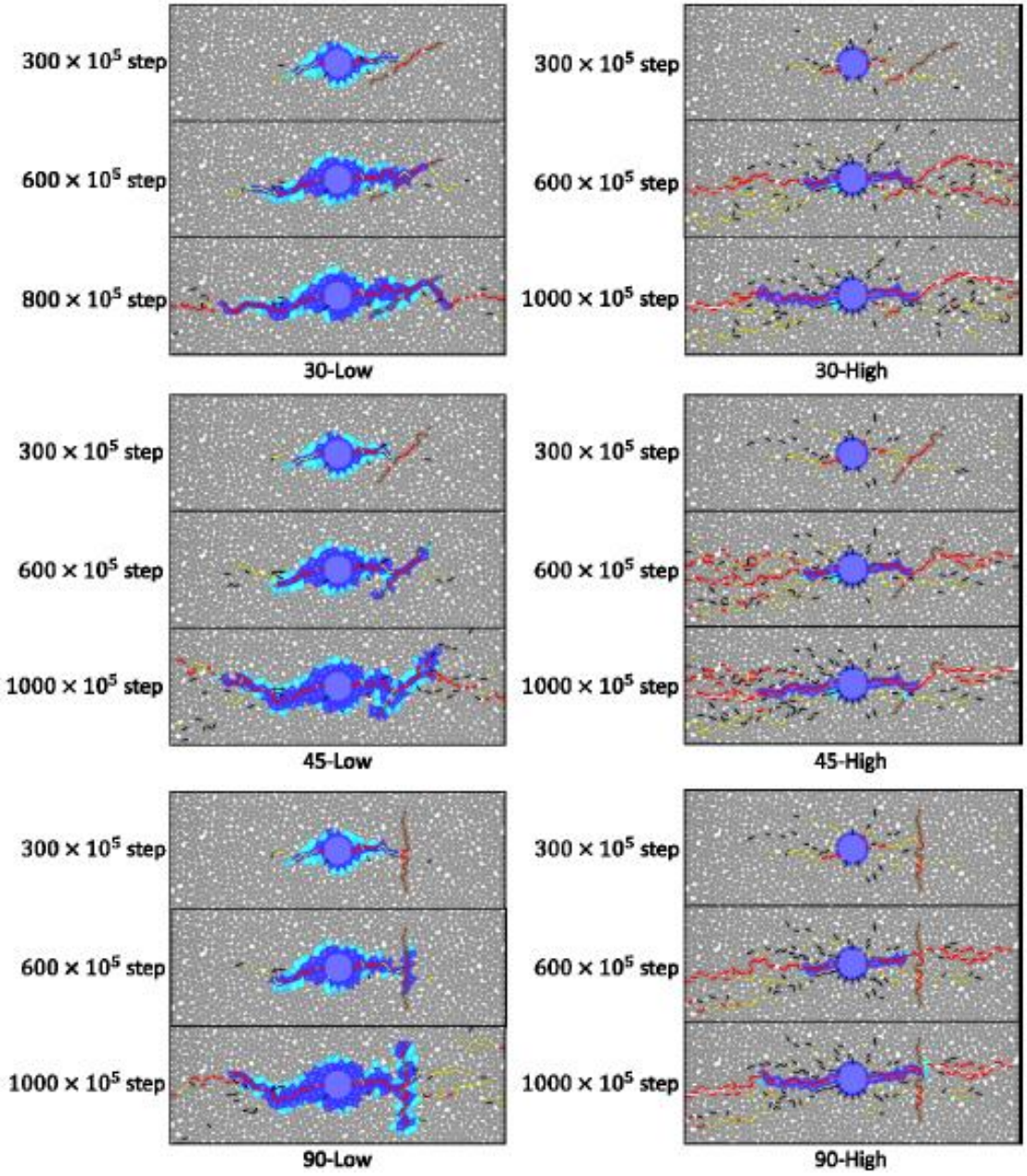


図 2.3-67　水圧破砕法のシミュレーション結果[30]

水圧破砕法へ個別要素法を適用した別の事例を以下に示す。

文献[28]では、個別要素法に間隙水圧を考慮できる Fluid Flow Algorithm を導入して、粘性の異なる 2 種類の流体を用いて水圧破砕のシミュレーションを行っている。解析モデルは、図 2.3-68 のようになっており、円孔を有する正方形の岩石モデルで、モデル下端と左端を固定し、上端と右端に荷重を作用させ、モデルに拘束圧をかけている。モデル中央の円孔に破砕流体を流量一定で圧入し、水圧破砕を再現している。

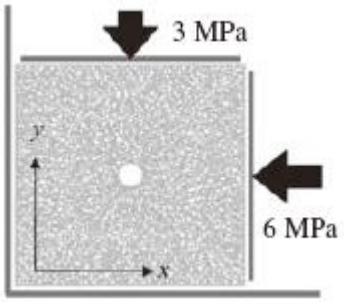


図 2.3-68　水圧破砕法のシミュレーションのモデル[28]

シミュレーション結果である亀裂の進展を図 2.3-69 に示す。粘性の小さい水の場合、亀裂の進展に伴って瞬時に亀裂内に流体が浸入するのに対して、粘性の大きい油の場合は、亀裂が先行し、流体はその後ゆっくりと亀裂内に侵入している。

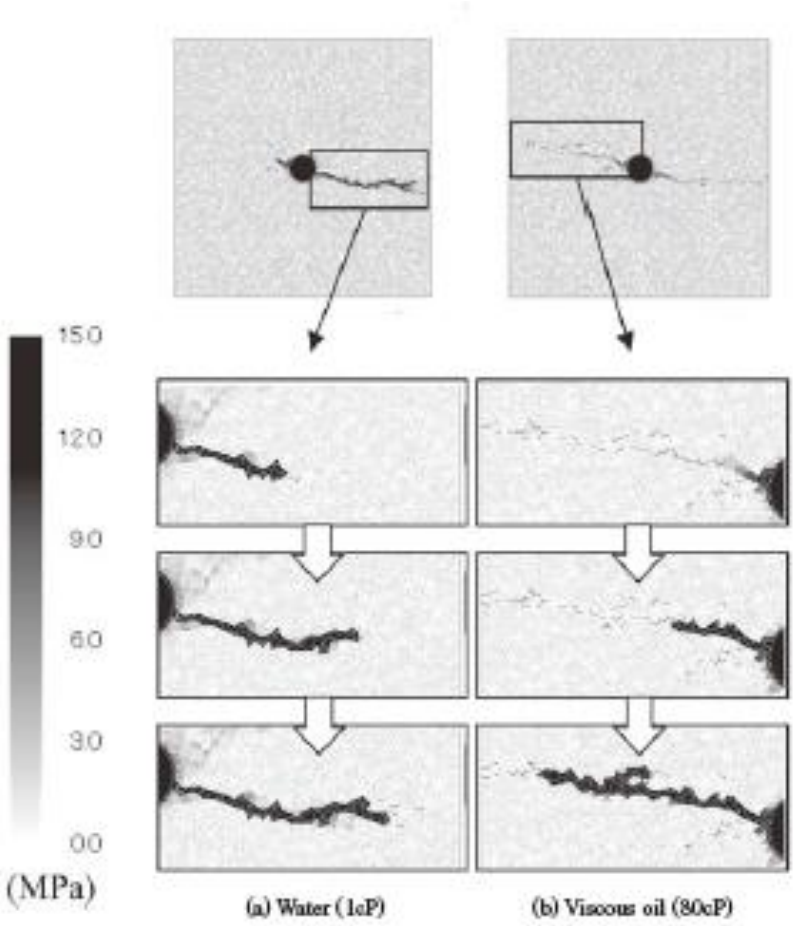


図 2.3-69　水圧破砕法のシミュレーション結果（亀裂の進展）[28]

亀裂発生時に粒子間に蓄えられるひずみエネルギーの大きさを図 2.3-70 に示す。粘性の小さい流体では、引張破壊は全体的に小さなエネルギーとなっている。一方、粘性の大きな流体では、部分的に大きなエネルギーの引張破壊が発生している。エネルギーの大きい亀裂は粘性の大きい流体が亀裂内部に侵入する際に発生したとしている。

以上のように、破砕流体の粘性が小さいと亀裂の開口が小さく、亀裂発生時に放出されるエネルギーが小さい。一方、粘性の大きい流体であれば流体が亀裂内部に侵入する際、大きな体積変化を伴う亀裂の開口が起こり、それによって大きなエネルギーが放出されることになるとしている。

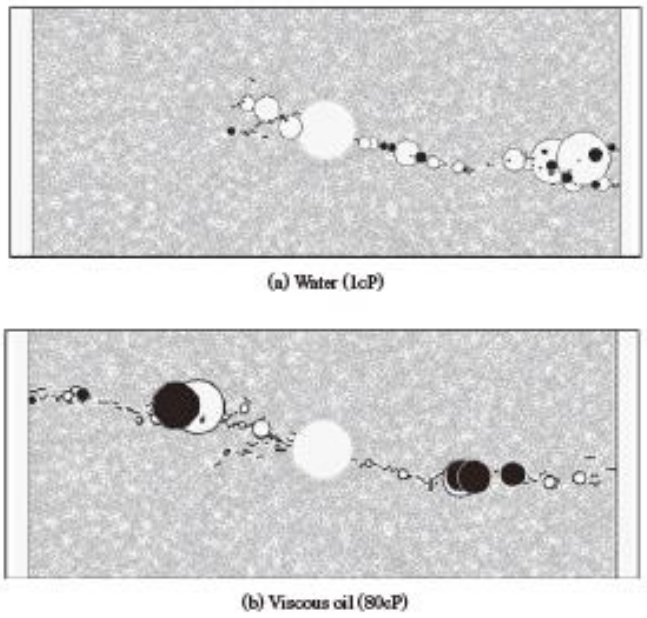


図 2.3-70　水圧破砕法のシミュレーション結果（微小亀裂の分布）[28]

6) AE 挙動のシミュレーション

【目的】
高地圧下の地下空洞掘削では、応力再配分過程で周辺岩盤に分布する既存亀裂の開口、進展及び新規亀裂の発生により、ゆるみ領域が形成されると考えられている。地下発電所空洞における AE センサー設置位置近傍の岩盤を DEM でモデル化、その他の空洞周辺岩盤全域を有限差分法（FDM）でモデル化するカップリング解析の掘削解析を実施し、空洞掘削時の AE 発生、岩盤内応力伝搬及び岩盤破壊のメカニズムが亀裂の発生、進展に起因することを明らかにする。
【解析手法】
DEM/FDM カップリング解析

文献[26]による DEM と FDM のカップリング解析モデルの概念は図 2.3-71 に示すとおりである。カップリング解析では、解析モデル全体を FDM でモデル化し、AE 計測近傍を DEM でモデル化している。DEM モデルにおけるボンド要素の破壊を亀裂（AE）の発生とすることにより、DEM モデルにおいて AE 挙動を追跡し、掘削過程での AE 発生数を得るようにしている。

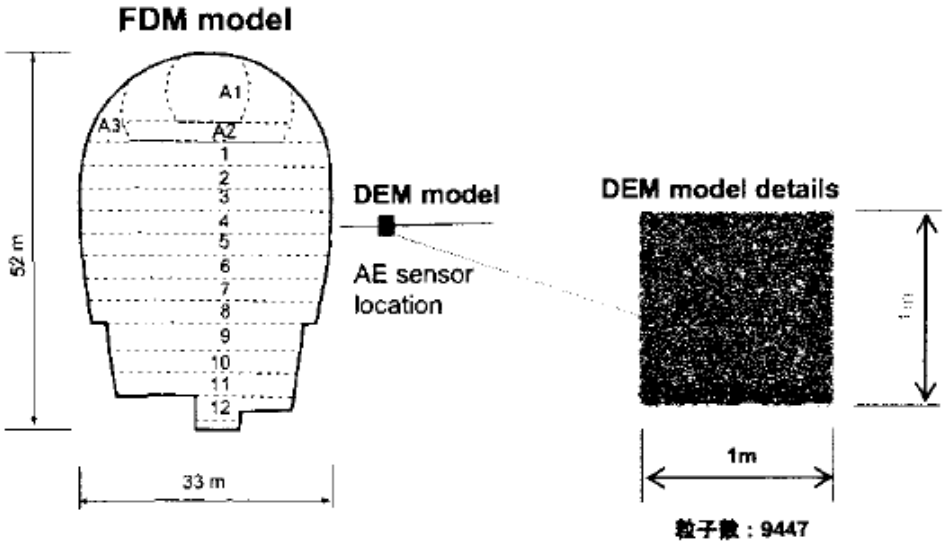


図 2.3-71　DEM/FDM カップリング解析の概念[26]

図 2.3-72 に各掘削段階における解析による差応力、亀裂発生数と、計測による AE の平均周波数を示す。掘削の進行に伴い、差応力は徐々に増大し、亀裂が発生する。差応力の変化と、計測による AE 周波数の変化は整合がとれていることがわかる。これより、文献[26]では、岩盤の破壊メカニズムは、亀裂の発生、進展に起因するとしている。

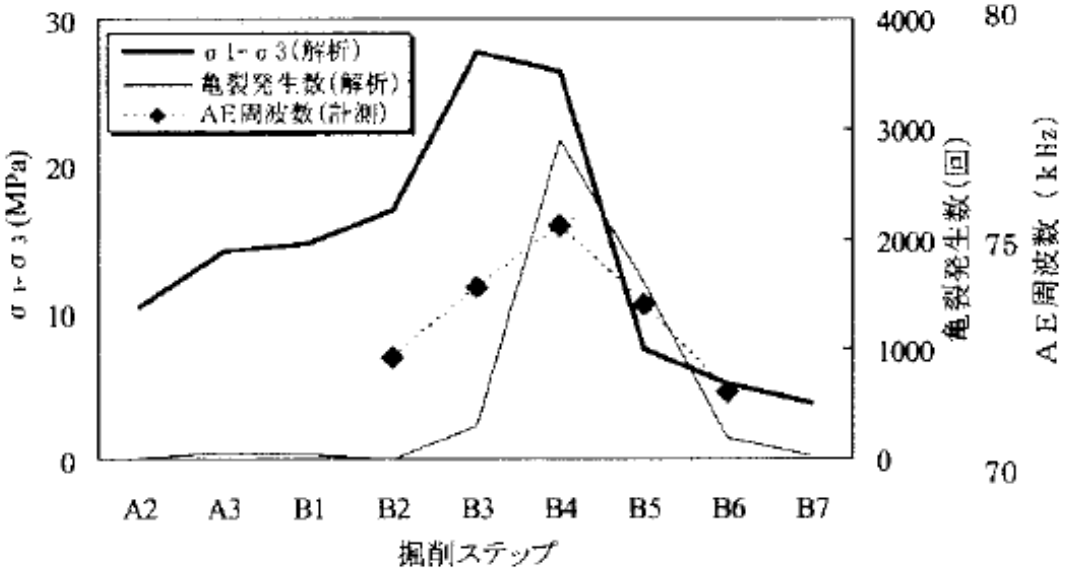
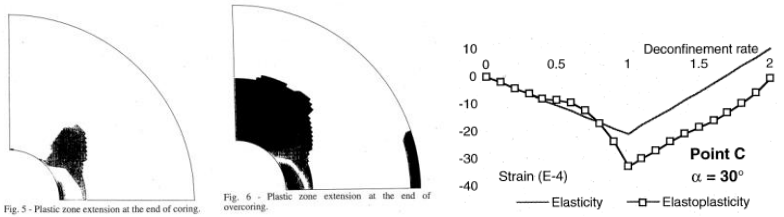
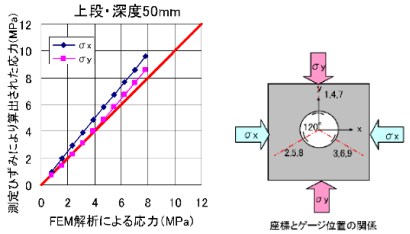
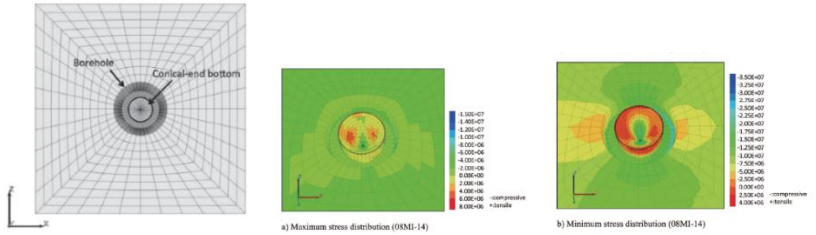
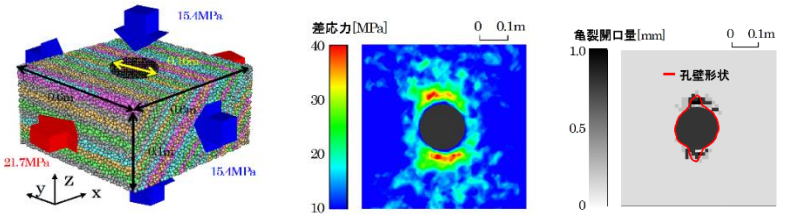


図 2.3-72　解析による差応力、亀裂発生数と計測による AE 周波数の経時変化[26]
（H4 側線 Ch1、空洞壁面から 1.5m）

初期地圧測定に適用した解析手法の例を表 2.3-12 に示す。有限要素法においては、オーバーコアリング時の破壊を弾塑性解析によって予測しているが、亀裂の進展を表現しているものではない。また、有限要素法は、ひずみ感度試験結果の妥当性を評価する際に適用することが考えられる。破壊のメカニズムとして、微視的な亀裂の進展を考慮した事例としては、個別要素法が適用されており、表に示した事例以外にも適用事例があり、メカニズム解明に有効な手法であると考えられる。

表 2.3-12　初期地圧測定に適用した解析手法の例

地圧測定のシミュレーション	目的	解析手法	解析事例
応力解放法によるパイロット孔掘削、オーバーコアリングのシミュレーション[24]	応力解放法による初期地圧測定時の薄肉部の塑性化、非弾性挙動の孔壁ひずみへの影響を評価	FEM （有限要素法）	
ひずみ感度試験のシミュレーション[15]	計測システムの原位置計測への適用のため、室内実験と数値解析を行い、測定精度を検証	FEM （有限要素法）	
応力解放法のシミュレーション[27]	原位置測定で認められたコアディスキングに対して、応力解放法のシミュレーションを行い、コアディスキングの発生条件を検討	FLAC3D （有限差分法）	
水圧破砕試験のシミュレーションにより、DEM 解析の原位置岩盤への適用性を検討	水圧破砕試験のシミュレーションにより、DEM 解析の原位置岩盤への適用性を検討	DEM （個別要素法）	

(2) 参照データ取得における原位置試験・室内試験と解析事例

本年度、参照データの取得において、三軸圧縮試験、水圧破砕法を実施している。これらの試験のシミュレーションを行い、次年度以降に、取得データを用いて解析手法の妥当性を検討する必要がある。三軸圧縮試験及び水圧破砕法に対して解析を適用した事例を図 2.3-73 に整理した。三軸圧縮試験、水圧破砕法に対するシミュレーションは、DEM によって行われており、亀裂の進展を考慮できる DEM が試験のシミュレーションには適していることがわかる。

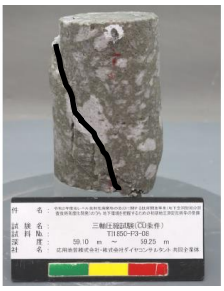
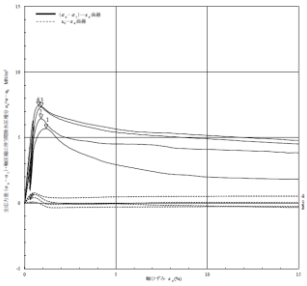
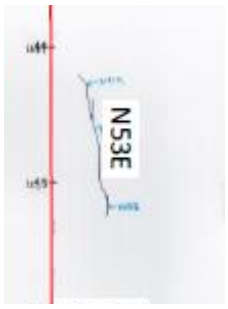
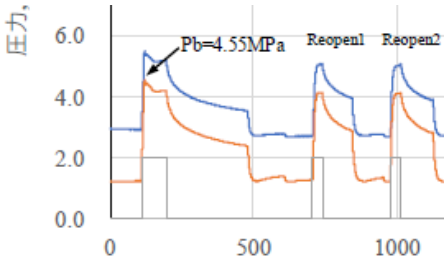
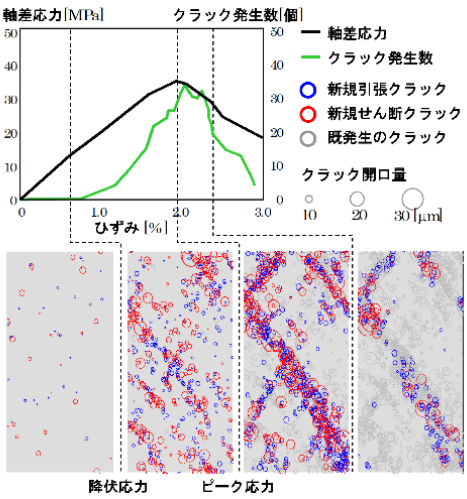
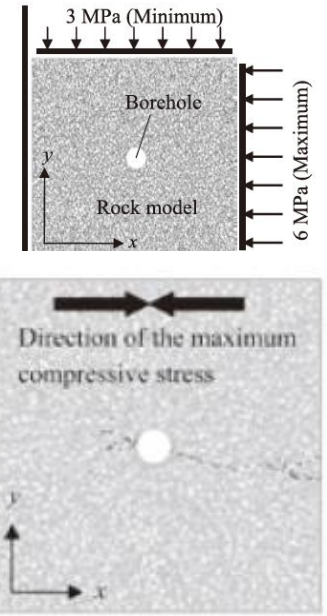
	三軸圧縮試験	水圧破砕法
試験結果	 三軸圧縮試験後のコア  応力ーひずみ曲線	 破壊後の型枠で得られた亀裂のトレース  水圧破砕試験の経時変化
解析事例	DEM によるクラック発生のシミュレーション[29] 	DEM による水圧破砕による亀裂発生のシミュレーション[31] 

図 2.3-73　原位置試験・室内試験と解析事例

(3) 適用する解析手法

前項において、岩盤の破壊のメカニズムは亀裂の発生・進展であるとした。考慮すべき破壊モードとして、「亀裂の発生･進展」、「ひずみの局所化」、「塑性化」がある。

「ひずみの局所化」、「塑性化」は FEM（有限要素法）、DEM（個別要素法）双方で表現可能であるが、「亀裂の発生･進展」は FEM では難しいことが想定される。したがって、「初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討」においては、DEM を主な解析手法として適用し、目的に応じて FEM を補助的に採用することとした。

上記手法を初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討に適用することで、開発する初期地圧測定技術の仕様検討に反映することや、原位置測定での適用限界の想定、今後行う検証試験結果の妥当性検討に資することが可能である。

2.3.5　5ヵ年実施計画の立案

(1) 立案方針

5 ヵ年実施計画は、今年度の成果を踏まえて立案する。今年度の成果を表 2.3-13 に示す。表に示す「メカニズムを考慮した解析手法」を用いて、測定装置の仕様に関する検討等を実施し、測定装置の開発に資する。

表 2.3-13　今年度の成果

項目	得られた成果
技術課題	堆積軟岩を対象としたオーバーコアリング法によるボーリング掘削時に、薄肉部の厚さによっては岩盤が塑性化・破壊することにより亀裂が発生し、測定結果に影響を与える可能性がある
岩盤状態の想定	考慮すべき破壊モードとして、「亀裂の発生・進展」、「ひずみの局所化」、「塑性化」がある。
メカニズムを考慮した解析手法	「ひずみの局所化」、「塑性化」は FEM、DEM 双方で表現可能であるが、「亀裂の発生・進展」は FEM では難しい。 その他技術課題の検討においては、DEM（個別要素法）を主な解析手法として適用し、目的に応じて FEM（有限要素法）を補助的に採用する。

(2) 実施計画

1) 実施計画のフロー

今年度実施した技術課題の抽出、岩盤状態の想定及びメカニズムを考慮した解析手法の選定の検討結果を基に、5 ヵ年の実施計画を立案した。5 ヵ年実施計画のフローを図 2.3-74 に示す。

次年度以降の具体的な実施内容を以降に示す。

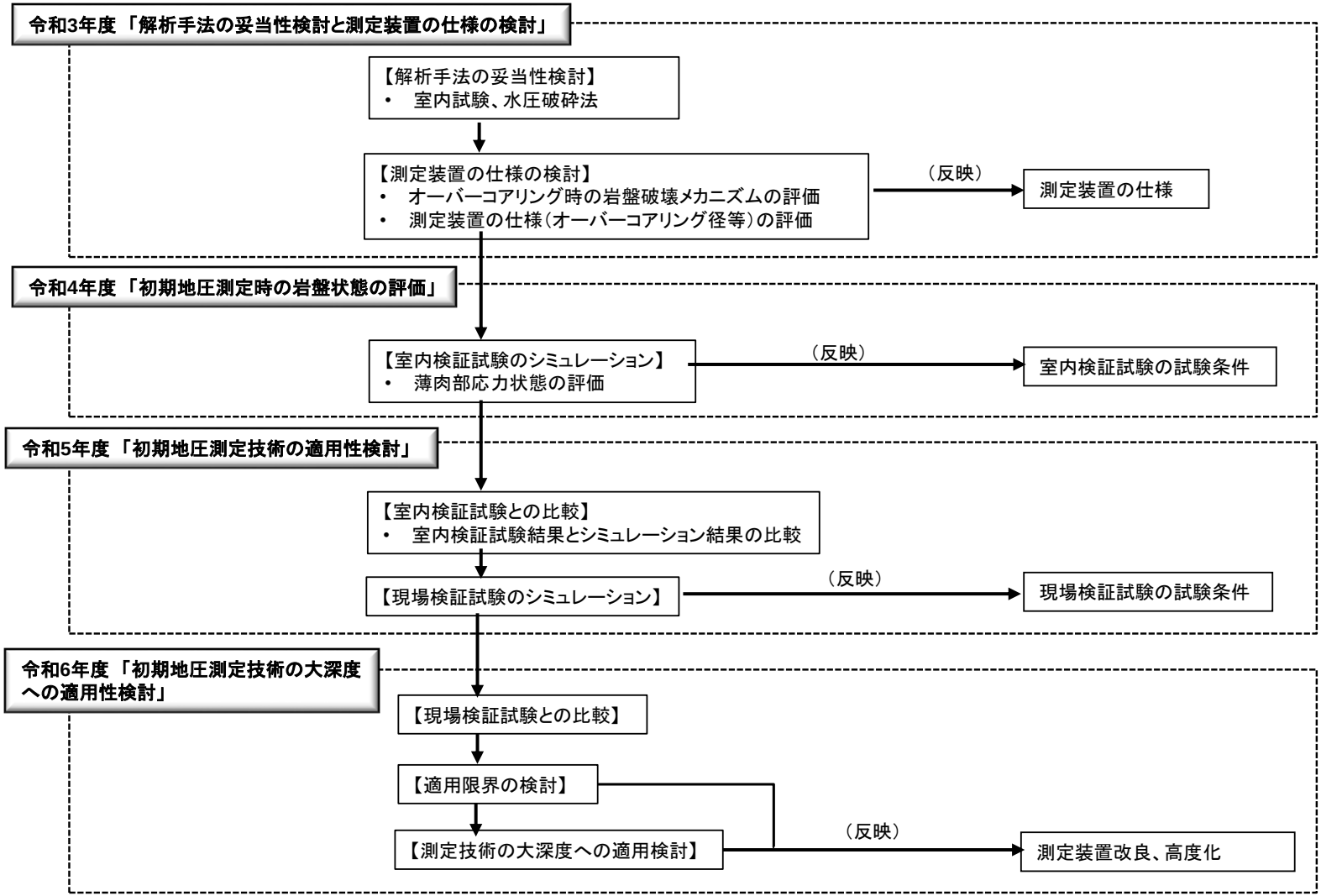


図 2.3-74　5ヵ年実施計画のフロー

2) 令和 3 年度の実施内容【解析手法の妥当性検討と測定装置仕様の検討】

(a) 目的

初期地圧測定に係るその他技術課題の検討に用いる解析手法の妥当性を検討する。さらにその解析手法を用いて測定装置の仕様に関する検討を実施して測定装置の仕様設定に資する。

(a) 実施内容

a) 解析手法の妥当性検討

メカニズムを解明する解析手法として選定した DEM 解析の妥当性を検討する。

妥当性の検証では、今年度「参照データの取得」で実施した室内試験や原位置試験（水圧破砕法）のシミュレーションを行い、試験結果との比較を実施する。

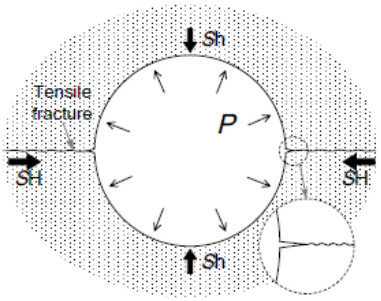


図 2.3-75　水圧破砕法

b) 測定装置仕様の検討

［概略検討］

FEM 解析を用いた 3 次元解析でオーバーコアリング、ひずみ感度試験のシミュレーションを実施する。

パイロット孔径／オーバーコアリング径をパラメータとして、応力取得が可能なパイロット孔径／オーバーコアリング径を評価するとともに、応力集中の影響を評価してパイロット孔長、センサー設置位置を検討する。

［詳細検討］

DEM 解析を用いたシミュレーションにより、薄肉部の亀裂の発生・進展を踏まえた評価を行い、オーバーコアリング時の岩盤破壊メカニズムを評価する。

さらに、DEM 解析により測定装置の各仕様（パイロット孔径／オーバーコアリング径、パイロット孔長、センサー設置位置）を検討し、FEM 解析結果との整合も踏まえて検討結果を測定装置の仕様設定に反映する。

3) 令和 4 年度の実施内容【初期地圧測定時の岩盤状態の評価】

(a) 目的

初期地圧測定時の岩盤状態を評価して、室内検証試験の試験条件の設定に資する。

(b) 実施内容

a) 室内検証試験のシミュレーション

室内検証試験を模擬した解析モデルを作成し、シミュレーションを実施する。

- ✓ パイロット孔掘削、オーバーコアリング
- ✓ ひずみ感度試験による応力評価（図 2.3-76 参照）

解析結果に基づいて、薄肉部の応力状態を評価する。

以上の結果を、室内検証試験の試験条件設定（供試体サイズ、パイロット孔長、計測項目・仕様等）に反映する。

室内検証試験の概要
＜試験材料＞
- ✓ 軽石凝灰岩（現地採取）

＜試験内容＞
1. パイロット孔掘削後、オーバーコアリング
2. ひずみ感度試験

＜試験条件＞
- ✓ 供試体サイズ：300㎜×300㎜×300㎜ の立方体
- ✓ 計測項目：ひずみ

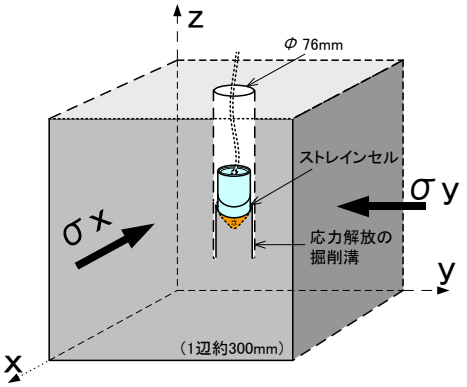


図 2.3-76　二軸感度試験のイメージ

4) 令和 5 年度の実施内容【初期地圧測定技術の適用性検討】

(a) 目的

室内検証試験結果とシミュレーション結果を比較して初期地圧測定技術の適用性を検討し、次年度に実施する現場検証試験の条件設定に資する。

(b) 実施内容

a) 室内検証試験との比較

室内検証試験結果と、令和 4 年度に実施した室内検証試験のシミュレーション結果を比較して、初期地圧測定技術の適用性を検討する。

b) 現場検証試験のシミュレーション

測定装置の開発で計画している現場検証試験を模擬した解析モデルを作成し、シミュレーションを実施する。

その結果は、現場検証試験の試験条件（試験位置、センサー測定精度、比較するその他試験法等）の設定に反映させる。

5) 令和６年度の実施内容【初期地圧測定技術の大深度への適用性検討】

(a) 目的

現場検証試験結果とシミュレーション結果を比較して現状技術の妥当性を確認した上で、適用限界等の検討を行う。また、大深度ボーリングへの初期地圧測定技術の適用性を検討し、以上の検討成果をとりまとめて測定装置の改良、高度化に資する。

(b) 実施内容

a）現場検証試験との比較

現場検証試験結果と、令和５年度に実施した現場検証試験のシミュレーション結果を比較して、開発する測定技術の妥当性を検討する。

b）適用限界や対応策（補正方法）の検討

岩盤特性（強度、弾性係数)、地圧（側圧係数）及び岩盤の不均質性のパラメータスタディ解析を実施して、測定結果への影響を検討し、影響が大きい場合の適用限界や対応策（補正方法）を検討する。

c）初期地圧測定技術の大深度への適用性検討

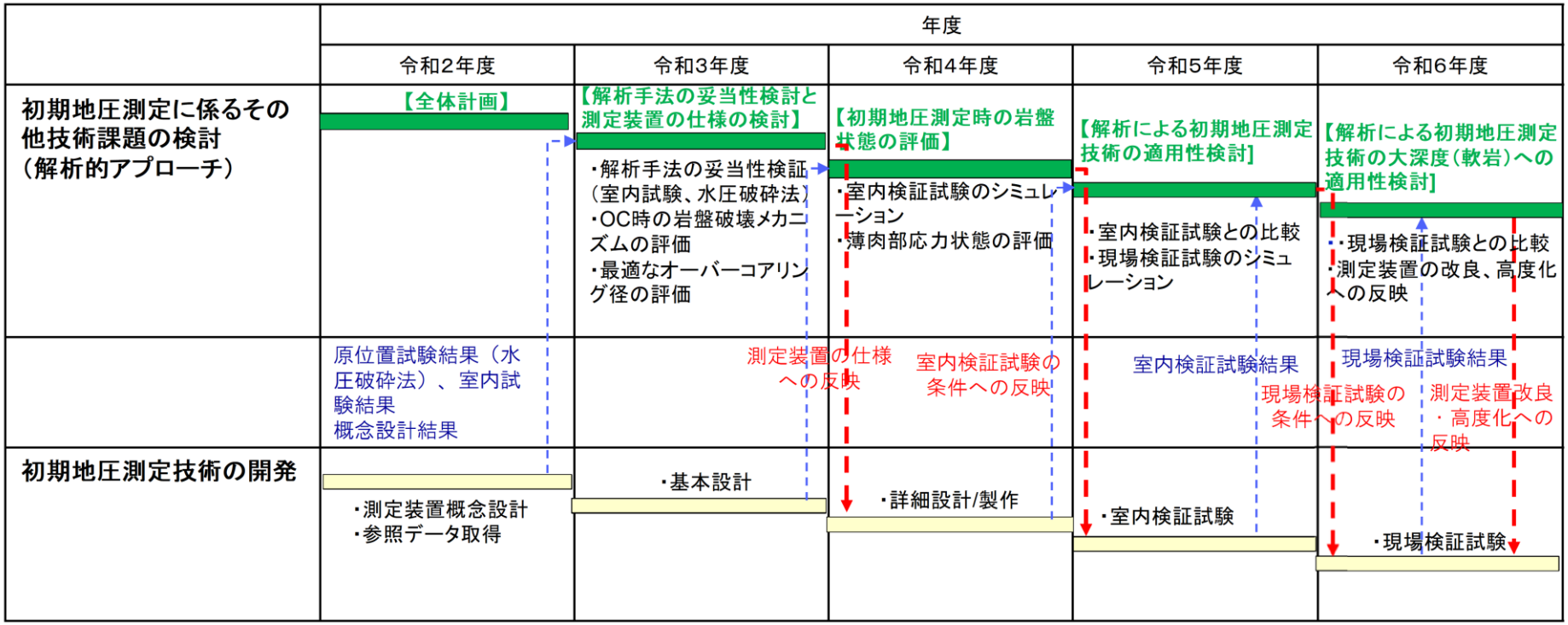
上記の検討結果を踏まえて、開発した初期地圧測定技術の大深度ボーリングへの適用性を検討する。

上記 a)～c)の検討成果を測定装置の改良、高度化に反映する。

(3) 検討工程

「初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討」は、解析的アプローチにより課題への対応策を検討するものであり、その成果は、「初期地圧測定技術の開発」の開発プロセスに合わせて検討を進める必要がある。「初期地圧測定技術の開発」の開発工程と合わせた 5 ヵ年の工程を表 2.3-14 に示す。

表 2.3-14　5ヵ年の工程（「初期地圧測定技術の開発」との対応）



2.3 節の参考文献

[1] 横山幸也ほか：埋設法による初期地圧測定の信頼性向上のための検討、応用地質年報、No.13、1991
[2] 地盤工学会：地盤調査の方法と解説、2016
[3] 横山幸也：初期地圧測定法の現状と基準化、応用地質技術年報 No.36、2017
[4] 菅原勝彦：岩盤応力測定に関する研究の動向、資源と素材 Vol.114、1998
[5] 佐野修：地殻応力計測手法と岩石力学、地学雑誌 114、2005
[6] 冨田敦紀：堆積軟岩空洞の掘削損傷領域評価に関する研究、京都大学博士論文、2008 年 1 月
[7] 電力中央研究所：オーバーコアリング法による 3 次元地圧計測法－埋設型 8 成分ゲージの開発
[8] 船戸明雄ほか：CSIRO 法による初期地圧測定
[9] 株式会社日本パブリック：坑道掘削に伴う岩盤のひずみ測定および岩盤の応力測定（動力炉･核燃料開発事業団契約業務報告書）1996.3
[10] 株式会社日本パブリック：応力解放法による坑道周辺の岩盤二次応力測定（動力炉･核燃料開発事業団契約業務報告書）1998.3
[11] 冨田敦紀ほか：軟岩地盤における円錐孔底ひずみ法の現場適用性に関する一考察、第 34 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、2005 年 1 月
[12] 佐藤彩秋、新孝一、伊藤洋：応力解放法における初期地敦測定に影響を及ぼし諸要因に関する解析的研究、第 32 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集（社）土木学会 2003 年 1 月
[13] 石田殻ほか：地殻応力測定結果にみられる岩盤の不均質性の影響、地震　第 40 巻（1987）
[14] 土木学会：初期地圧測定法の現状と課題
[15] 板本昌治、桑原和道、丹野剛男、中山芳樹、水田義明：孔壁ひずみ法を利用した連続三次元応力測定システムの開発、第 36 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集（社）土木学会 2017 年 1 月
[16] 菅原勝彦ら：コアディスキング現象に関する研究、日本鉱業会誌/94 1089、1977
[17] 本郷公：一般地圧下におけるコアディスキングの発生条件、資源と素材 Vol.113 p155-161(1997)
[18] 尾原祐三ら：ホローコアディスキングの破壊開始条件に関する解析的研究、資源と素材 Vol.114、1998
[19] 日本原子力研究開発機構：換気立坑 250m 坑道における初期地圧の計測、JAEA-Research 2011-012、2011
[20] 日本原子力研究開発機構：幌延深地層研究センターの 350m 周回坑道（東）における初期地圧測定、JAEA-Data/Code 2016-022
[21] 太田岳洋、朝倉俊弘：凝灰岩類からなる軟岩地山におけるコアディスキングとトンネル変形、［材料］（J.Soc.Mat.Sci.Japan）,Vol.52,No.5, 2003
[22] 石田毅：岩盤内の初期地圧状態に関する研究、昭和 63 年 11 月
[23] 石島洋二、藤井義明、川北稔、中間茂雄、松井裕哉：軟弱な堆積地層における力学的な初期状態と施工性の評価システムの開発、北海道大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻、核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター 核燃料サイクル公募型研究 最

終詳細報告書、JNC TY7400 2004-002、2004
[24] A.Giraud, F.Homand&A.Nechnech：Numerical simulations of overcoring stress measurements, RockStress、Sugawara&Qbara(eds) 1997Balkema,Rotterdam,ISBN90 5410 9017
[25] 赤井浩一、大西有三、八嶋厚：三軸圧縮状態の堆積軟岩の破壊とエネルギー消散に関する考察、土木学会論文報告集 第 321 号、1982
[26] 田坂嘉章ほか：DEM/FDM カップリング解析による大規模地下空洞掘削時の AE 挙動シミュレーション、第 35 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、2006 年 1 月
[27] 佐藤ほか：円錐孔底ひずみ法とコアディスキングについて ―土岐花崗岩における湧水孔での測定結果を例にして―、Journal of MMIJ Vol.129 (2013) No.2.3
[28] 清水浩之ほか：個別要素法の岩石破壊に対する新たな適用の試み、Journal of MMIJ Vol.124(2008) No.12
[29] 青木謙治、水戸義忠、黒川進、松井裕哉、丹生屋純夫、南将行：AE 計測と DEM 解析に基づく堆積軟岩の破壊過程に関する研究、第 36 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集（社）土木学会 2007 年 1 月
[30] 長曽真弥ほか：亀裂性岩盤を対象とした水圧破砕法における破砕流体の及ぼす影響、第 43 回岩盤力学シンポジウム講演集、2015 年 1 月
[31] 清水浩之、村田澄彦、石田毅：粘性の異なる破砕流体による水圧破砕の粒状体個別要素法解析、Journal of MMIJ Vol.126（2010）

第 3 章　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、地下水流動評価技術の調査

第3章　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、地下水流動評価技術の調査

3.1　調査の概要

3.1.1　目的

地下水流動評価技術（計測・測定及び解析技術）について、既往技術の調査を行い、中深度処分への適用を想定した場合の課題を抽出することを目的とする。

3.1.2　検討内容

地下水流動評価技術（計測・測定及び解析技術）について、国内外の低レベル及び高レベルの放射性廃棄物処分に係る既往の関連技術の調査を行い、わが国における中深度処分への適用を考慮した場合の現状分析と課題の抽出・整理を行った。実施にあたっては、原子力規制委員会により整備が進められている第二種廃棄物埋設事業の規制基準（特に中深度処分（L1））における要求事項と原子力学会の学会標準や土木学会の技術検討の既往成果を十分に考慮し、さらには高レベル廃棄物地層処分に向けての関連技術等も参考にして、目的、想定される調査目標並びに処分事業の時間的変遷と測定・計測・解析の必要箇所・エリア等を想定し、それらへ適用可能な現状技術を分類・整理するとともに、適用に向けての技術課題等を考察した。

令和２年度の検討においては、下記の項目について、概略的な調査検討を行い、重要項目の課題を抽出した。

①第二種廃棄物中深度処分の規制基準等における検討状況と要求事項の調査・整理
②放射性廃棄物処分に係る地下水流動調査・評価技術に関する文献情報の収集・分類・整理
③不均質性を考慮した地質環境モデル及び水理地質構造モデルのモデル化手法に関する文献調査
④中深度処分に係る地下水流動の調査・評価の方法論と技術に関する調査・検討
⑤中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目及び技術的要件等の検討
⑥地下水流動調査・評価に関する今後の技術課題の抽出と技術開発の方向性の概略検討

検討フローを図 3.1-1 に示す。

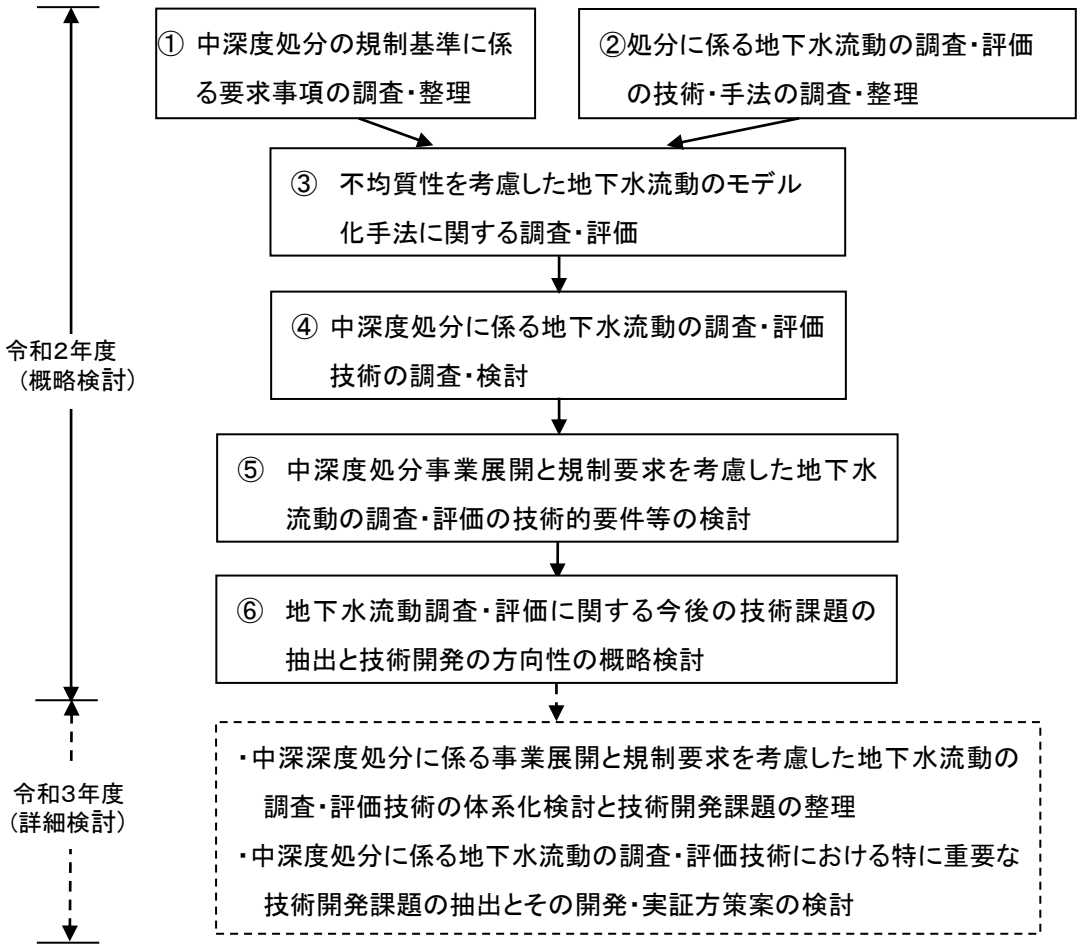

① 中深度処分の規制基準に係る要求事項の調査・整理
②処分に係る地下水流動の調査・評価の技術・手法の調査・整理
③ 不均質性を考慮した地下水流動のモデル化手法に関する調査・評価
④ 中深度処分に係る地下水流動の調査・評価技術の調査・検討
⑤ 中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の技術的要件等の検討
⑥ 地下水流動調査・評価に関する今後の技術課題の抽出と技術開発の方向性の概略検討
・中深深度処分に係る事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価技術の体系化検討と技術開発課題の整理
・中深度処分に係る地下水流動の調査・評価技術における特に重要な技術開発課題の抽出とその開発・実証方策案の検討
令和2年度
（概略検討）
令和3年度
（詳細検討）

図 3.1-1　検討のフロー

3.2 文献調査結果

3.2.1 第二種廃棄物中深度処分の規制基準等における検討状況と要求事項の調査・整理

(1) 骨子

中深度処分に関する原子力規制委員会による新規制基準策定状況を調査・整理・分析し、規制の要求事項の地下水流動の調査・評価にあたっての考慮すべき事項を抽出・整理した。

(2) 検討概要

第二種廃棄物中深度処分に関する原子力規制委員会による新規制基準の整備状況を調査・分析し、規制要求事項を分類・整理し、地下水流動の調査・評価における考慮事項を検討・整理する。特に、モニタリング設備に関する規制要求の中で、天然バリア・人工バリアが設計を逸脱することなく性能を発揮していることを確認するために定期的な評価等を行うことを求めており、そのために必要なデータ取得のために、地質環境の物理・化学特性、人工バリア性能、人工・天然バリア機能に関係する地下水状態等のデータ取得（地下水等モニタリング）をするための設備の設置あるいは模擬環境下で代替できる原位置・室内試験等の実施を要求している。これらへの対応を考慮して、地下水流動調査・評価の考え方を検討・整理した。

併せて、日本原子力学会における学会標準（民間規格）の「LLW 処分施設埋設後管理」、「LLW 処分施設検査」及び「LLW 処分安全評価手法」に関する学会標準の新規制基準（特に、中深度処分に関して）の検討状況を調査・整理した。

(3) 検討結果

中深度処分に関する規制委員会による最近までに検討公表されているものの中で、地下水流動の調査・評価に直接的あるいは間接的に重要な要求項目等が示されているものとして、次のものを抽出し、これらに基づき検討・整理した。

1) 原子力規制委員会：「炉内等の廃棄物の埋設に係る規制の考え方」、平成 28 年 8 月 31 日　原規技発第 1608312 号　原子力規制委員会決定、2016 年 8 月 31 日. [1]

炉内等廃棄物の埋設に係る規制基準等の整備の前段階として、規制の考え方が整理されている。ただし、この考え方は規制基準等の基礎となるものであるが、前提を置いた上での施設設計等に係る規制要求の考え方を示したものであり、検討の途中であるという位置づけとされている。

・長期の安全確保のための規制要求の考え方(規制期間中、規制期間終了後)
・廃棄物埋設施設の安全確保のための設計に関する要求の考え方
  - 規制期間中の安全確保のための規制要求の考え方
  - 規制期間終了後の安全確保のための設計要求の考え方（自然事象；廃棄物埋設地の位置、長半減期核種の濃度制限、放射性核種の閉じ込め（人工バリア、天然バリア、モ

ニタリング設備）／人間侵入；人間侵入の発生防止、人間侵入の影響低減)

・第二種廃棄物埋設事業の後続規制に必要な管理要求

- 規制期間中の安全確保
- 規制期間終了後の安全性確認（放射性核種の閉じ込め機能の確認／定期的な評価等／坑道の埋め戻し／異常時の措置／規制期間の終了

2）原子力規制委員会：「中深度処分における廃棄物埋設地の設計プロセス及び線量評価に係る審査ガイドの骨子案」、平成 29 年度第 27 回原子力規制委員会 臨時会議、資料 5（“廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合”の検討を踏まえて取りまとめた資料）、平成 29 年 7 月 31 日．[2]

原子力規制基準に係る委員会資料においては、主に下記のような内容についての記載がなされている。

・第二種廃棄物埋設の事業許可基準規則における廃棄物埋設地に対する要求及び基準について、特に中深度処分の案に関して、規則の骨子案、その解釈及び“中深度処分における廃棄物埋設地の位置に係る審査ガイドの骨子案”での扱いについて、さらには規制期間終了後の放射性防護基準の適用の考え方などについて総括的な取りまとめがなされている。

3）原子力規制委員会：「第二種廃棄物埋設に係る規制基準等の骨子案」、平成 29 年度第 27 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合、資料 27-1、平成 29 年 11 月 2 日．[3]

本資料は、上述の検討を踏まえて、中深度処分に係る許可基準規則及びその解釈の制定並びに関連する第二種事業規則の改正について、条文の構成及び条文ごとの要求事項についての骨子案について、検討取りまとめがなされている。

この中で、地下水に関係の大きい項目としては、主に以下のようなものが示されている。

・(人工バリア) 廃棄物埋設地に係る規定のうちの、人工バリアに係る要求として、放射性核種の漏出抑制のため、頑健性を確保するため単一の機能に頼らず、例えば廃棄物埋設地に浸入する地下水量を低減する機能や、放射性核種の物理的及び化学的性質に応じた、放射性核種の移行を抑制する機能等を有していることが要求されている。

・(天然バリア) 放射性核種の地下水等を介した生活圏への移行に関しては、天然バリアによって抑制することを要求している。

・(ALARA の考え方の取り入れ) 廃棄物埋設地の設計の妥当性を確認するための評価期間も長期に及ぶため、評価結果には大きな不確実性が伴う。このため、設計の妥当性を確認するという方法は長期にわたる防護の実効性を求める観点からは必ずしも十分でないので対策に意を尽くす必要性を求めている。

・(技術選択における指標の例と留意点) 評価において使用する天然バリアに係るモデルやパラメータ等に関して、事業許可後の建設段階においても可能な範囲でできるだけ確認が行えるよう、掘削等に際して得られる情報から確認又は検証できると考えられること

やその方法の見通しについて、事業許可申請の段階において示すことを求めている。なお、建設段階における坑道や廃棄物埋設地を設置する際の掘削時に得られた天然バリアに係る情報を踏まえて、透水性の高い場所を避ける等、廃棄物埋設地の配置等について軽微な変更を行うことは、ALARA の観点から妨げるものでないとしている。

・（許可基準規則の解釈）“埋設終了後において、廃棄物埋設地の外への放射性物質の異常な漏えいを防止する機能を有するものでなければならない”ということとは、廃棄物埋設地を設置する天然バリアの水理地質構造や地球化学環境が人工バリアの機能を損なうことのないものである、また坑道を設置する天然バリアは、設計時点における合理的に利用可能な掘削技術や埋め戻し技術を踏まえて、放射性物質が移行しやすい経路が生じないよう坑道の閉鎖を行うことができる見通しがあること等が求められている。さらに、上記のように廃棄物埋設地から漏出した放射性物質の移行の評価において使用する天然バリアに「かかるモデルやパラメータ等に関して、廃棄物埋設地の掘削等に際して合理的な範囲で得られる情報から確認又は検証できるものの種類及びその方法の見通しが示されていることが求められている。

・地下水の水位等の監視設備に係る規定＜モニタリング設備に係る要求＞では、地下水の状態に加えて、廃棄物埋設地の埋め戻し終了後における人工バリアや天然バリアが設計を逸脱することなく性能を発揮しつつあることを事業者が確認し、定期的な評価等に必要なデータを取得するため、廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地及びその周辺の地質環境に係る物理的・化学的特性、人工バリアの性能や人工バリア及び天然バリアの機能に関係する地下水の状態等の確認のためのデータを取得（以下「地下水等モニタリング」という。）を行うための設備を設置することを要求するとしている。

・放射線モニタリング及び地下水等モニタリング設備の設計にあたっては、廃棄物の埋設段階、坑道の埋め戻し段階及び保全段階における廃棄物埋設地周辺の環境や測定期間に適応して実用上必要な精度で監視・測定ができる性能を有する設備を用いることを要求するとしている。この際、モニタリング設備の設置により、漏出抑制機能を担保する人工バリアの劣化や酸化還元雰囲気の擾乱など、放射性核種の移行の促進をもたらすことがないよう、最適な設計を講じることを要求するとしている。このため、地下水等モニタリングの対象のうち人工バリアの性能については、実際の環境と同等の条件を模擬した環境下での原位置試験又はそれを補完する室内試験等の間接的な方法により確認することが可能であれば、そのような設備の設置によって代替しても良いとしている。

・（閉鎖措置以降の地下水等モニタリングの具体的な方法について）この段階での地下水等モニタリングについては、閉鎖措置計画において、事業者がその時点での最新技術も踏まえて詳細な方法を示し、その妥当性について原子力規制委員会が閉鎖措置計画の認可審査で判断するのが適切としている。

4）原子力規制委員会：「第二種廃棄物埋設の事業許可基準規則における廃棄物埋設地における廃棄物埋設地に対する要求及び基準について（1）中深度処分」、平成 29 年度第 28 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合、資料 28-1、平成 30 年

3 月 20 日．[4]

中深度処分を含む第二種廃棄物埋設の事業許可基準規則における廃棄物埋設地に対する要求及び基準について、基本的な考え方の骨子がまとめられている。現在、原子力規制委員会では、これらをもとに、事業許可基準規則策定に向けての公衆からも意見募集を行うなど、近く委員会における決定がなされる見込みである。

5）原子力規制委員会：「中深度処分における廃棄物埋設地の廃止措置後の保全に関する措置を必要としないための設計プロセス及び公衆の被ばく線量評価に係る審査ガイドの骨子案」、平成 29 年度第 28 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合、資料 28-2、平成 30 年 3 月 20 日．[5]

本審査ガイドの案においては、中深度処分に係る事業許可の審査において、近く策定される事業許可基準規則の規定の中で、廃止措置後の保全に関する措置を必要としないための設計プロセス及び公衆の被ばく線量評価の妥当性を審査するために活用することを目的とした審査ガイドと検討されている骨子案であり、各事業段階における地下水流動等に対する要求事項と、それに対する人工バリアと天然バリアを組み合わせた処分システムの選定から、設計、安全評価、さらには管理等に関する考慮事項等が整理されている。

上記の文献[4]及び[5]で整理されている中深度処分における規制の観点での要求事項に対応して、後述する「3.3　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目及び技術的要件等の検討」においては中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目及び技術的要件等の検討を行った結果を取りまとめているが、その前提となる規制要求事項の基本的な考え方については、主としてこれらを参考としている。

3.2.2　放射性廃棄物処分に係る地下水流動調査・評価技術に関する文献情報の収集・分類・整理

低レベル及び高レベルの放射性廃棄物施設、並びに TRU 廃棄物の処分に関するサイト特性調査、設計・安全評価、建設・操業段階における地下水流動の調査・評価に資するための地下水流動の調査・評価技術に関して、国内を中心とする既往の文献情報を調査し、それらの中より、主要なものとして以下のとおり抽出、整理を行った。

1）土木学会エネルギー委員会：「余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオを用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方」、土木学会エネルギー委員会・低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会報告書、平成 20 年 6 月．[6]

低レベル放射性廃棄物余裕深度処分（現在の中深度処分）の安全評価における地下水シナリオで用いる核種移行評価パラメータに関して、主として土木工学的な観点を中心に、関連する技術的知見を整理し、核種移行評価パラメータの設定の考え方について 2 つのワーキンググループ（WG）を設置して下記のような検討結果を取りまとめている。

・(天然バリア・空洞 WG)　天然バリアに係る核種移行評価パラメータの設定手順を提示し、施設予定地周辺の調査から地下水シナリオに影響を及ぼす長期変動事象及び人工バリアとの境界になるニアフィールドの影響も考慮した地下水流動解析までの体系化を図り、天然バリアに係る核種移行評価パラメータの設定の考え方について検討している。
・(人工バリア WG)　既公表の余裕深度処分施設の人工バリア構成の概念案を参考として仮想的な人工バリア構成を設定し、人工バリアの設計の考え方、施工方法について検討している。さらに、建設・操業段階と埋め戻し後における人工バリアの状態に影響を及ぼす可能性のある要因を土木工学的な観点から抽出し、それぞれについて既往技術の知見に照らして適用可能な評価手法と関連する情報を整理・検討し、人工バリアに係る核種移行評価パラメータの設定の考え方について検討している。

2) 原子力環境整備促進・資金管理センター：「地下水流動を説明するための調査システムフローの評価－RWMC と NDA の共同研究報告書―」、2010 年 2 月．[7]

RWMC と NIREX（NDA）との共同研究として実施された、放射性廃棄物建設候補地選定に関する地質環境の特性調査に必要な種々の調査の相互的関連性を視覚的に表示したシステム（「調査システムフロー」“SIFD”と表記）に関する協同研究を実施し、英国の中レベル放射性廃棄物の処分候補地サイトで実施された調査の情報に基づいて、当該地区の地下水流動を理解するために必要な地質地下水調査を表すフローダイヤグラムをそれぞれ作成し、相互評価を行ってその有効性を確認し合った結果がとりまとめられている。

3) 電気事業連合会、核燃料サイクル開発機構：「TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－」、2005 年 9 月．[8]

TRU 廃棄物処分事業並びに制度化等の検討に資するため、最新の廃棄体情報とその見通しを踏まえて、幅広いわが国の地質環境を対象とした TRU 廃棄物地層処分概念の詳細化・合理化及び安全性の信頼性向上を図るとともに、TRU 廃棄物を対象とした浅地中処分及び余裕深度処分の安全性の見通しを示すことを目的に、それまでの最新の関連研究開発成果を集約して取りまとめている。地下水流動評価に関連しては、ニアフィールドの水理条件が地下水を移行媒体とした核種移行はもとより、地下水化学環境、人工バリア変質等に対して重要な環境条件の一つとしている。処分施設内における地下水の流速や処分施設周辺の掘削影響領域における地下水流量の評価、あるいは再冠水期間の核種移行に及ぼす影響の評価などについて検討結果と課題が取りまとめられている。さらには、地下水シナリオに係る評価・解析においては、シナリオや用いるモデル・パラメータについて、決定論的な解析評価の検討を行うとともに、不確実性を考慮した検討も行われている。

4) 原子力発電環境整備機構：「包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティーケースの構築－、レビュー版 概要編」、NUMO-TR-18-02、2018 年 11 月．[9]

国が 2017 年 7 月に、日本全国を四種類の地域に分けた科学特性マップを公表したのを受

けて、そこでの審議、並びに工学的対策や安全評価などにかかわる JNC（現 JAEA）による第 2 次 HLW 技術報告書以降の技術開発成果も踏まえた技術基盤を統合して、地層処分の実施主体として、わが国の地質環境に対して安全な地層処分を実現するための方法を説明し、技術的な取り組みの最新状況を示すことを目的とした包括的な技術報告書を取りまとめたものである。概要編、本編及び付属書からなるが、ここでは概要編を参考として特に地下水流動評価に関連する部分について焦点を当て、主として第 3 章“地層処分に適した地質環境の選定及びモデル化”あるいは第 4 章“処分場の設計と工学技術”の中での検討において関連する基本技術として種々の観点から述べられているので、それらを以下のように抽出した。

・第 3 章では地質環境モデルの構築の基本的な進め方として、それまでに蓄積された我が国の地質環境に係る最新の科学的知見に基づき、地質環境情報の分野間での整合的な解釈・統合を通じて、処分場の設計及び安全評価に係る取り組みの基盤となる地質環境モデルを構築する方法論等を示している。具体的には、地下深部の地質環境の特徴を考慮し、岩体や地層の規模、地下深部において認められる断層・割れ目の卓越方位、長さ、分布密度に加え、岩盤中の基質及び断層・割れ目の透水係数などをパラメータとして、階層的な空間スケール及び調査段階ごとに取得する地質環境情報の質・量が異なることを踏まえ、広域スケールでは主として全国規模で収集した地質環境情報を用い、処分場の設計及び安全評価に係る検討の場となる処分場スケールから、パネルスケールでは地下深部の地質環境特性に係るデータが整合的かつ体系的に取得されている個別の地域の地質環境情報を可能な限り活用し、詳細度を変えて地質構造モデル及び水理地質構造モデルを構築した。その際、より詳細な検討を行う領域の空間スケールを設定するために、全国を対象として実施された地下水流動解析の結果などを参考に、保守的な動水勾配（0.05）になるように水頭境界を設定したうえで地下水流動解析等を実施している。なお、地質環境モデルは、隆起・侵食や気候・海水準変動などに伴う地形や地質構造、表層から地下深部までの地質環境特性などの時間的・空間的な変遷についても表現する必要があるが、これらはサイトの条件に強く依存するため、対象となるサイトが特定されていない現段階でこれらを考慮することは困難であることから、この報告書では地層処分の観点から好ましい地質環境特性が長期的に維持されるという前提での地質環境モデルを構築し検討している。

　さらに、地質構造及び水理地質構造のモデル化に際しては、深成岩類と新第三紀堆積岩類の岩種によって異なる割れ目特性について、また広域スケール、処分場スケール、パネルスケールの各空間スケールの大きさに応じて、断層特性等について決定論的あるいは確率論的な取り扱い方の組合せを考慮してのモデル化を行い、透水係数パラメータ等の設定を行う考え方とそれに基づく検討例を取りまとめている。

・後述する「3.3　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目及び技術的要件等の検討」においては、処分場の設計フロー（図 3.2-1 参照）の中で、地質環境モデルにおいて提示される地質環境特性に関する情報・データに関わる不確実性を考慮して、安全性に裕度をもたせることが原則であり、また安全裕度は実現性を確保できるよう合理的に設定されることが必要であり、設計の過程で低減すべき不

確実性は地質環境調査・評価の作業にフィードバックする必要があるとしている。これらの一連の検討に基づき設計された処分場に対し、処分場の閉鎖前及び閉鎖後長期の安全評価を実施し、所要の安全性の確保が困難と判断されれば、地質環境の調査・評価において追加的に情報を取得することや処分場の設計の見直しなどにフィードバックする考え方が示されている。

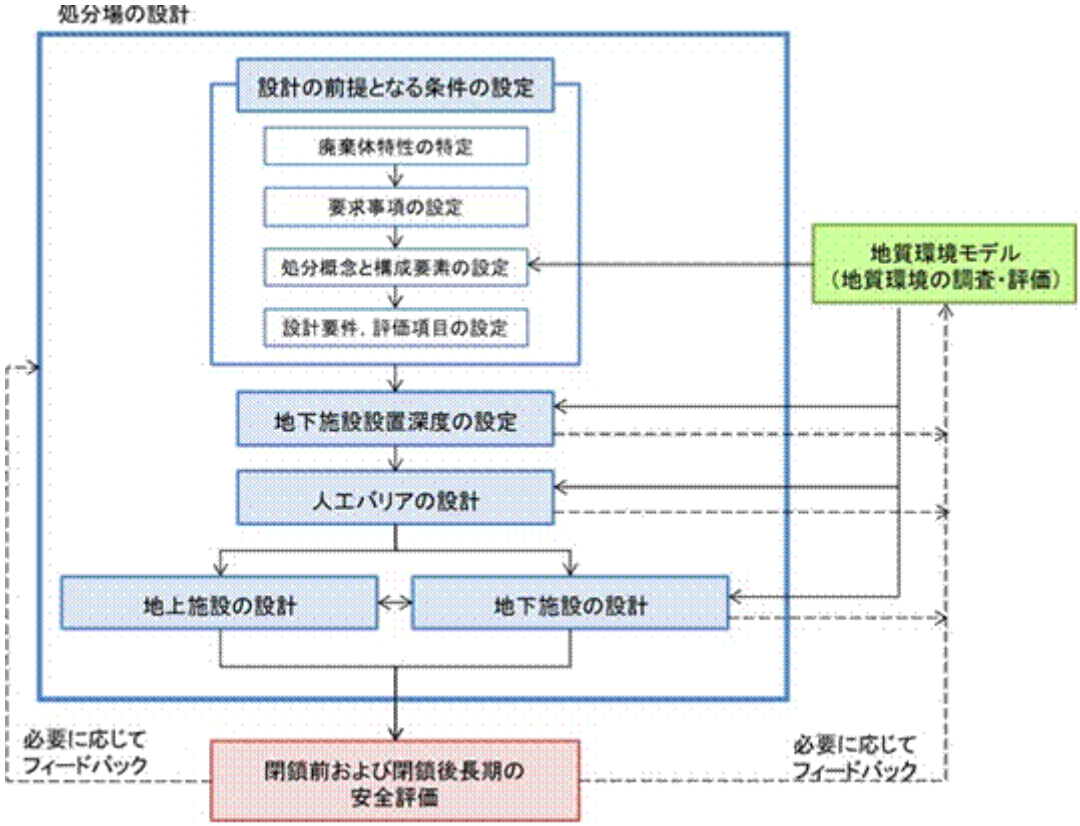


図 3.2-1　処分場の設計フロー

なお、閉鎖後長期の安全確保のための各構成要素に期待する安全機能に関しては、下記のように整理・記述がなされている。本報告では、特に地下水流動の調査・評価が重要となるものを下線で示しておく。

＜閉鎖後長期の安全確保のために各構成要素に期待する安全機能＞

閉鎖後長期の処分場に求められる安全機能に関しては、次のように処分場の構成要素に関連付けて具体化し、多重バリアシステムとして所要の性能が満たされるように設計するとしている。

1）高レベル放射性廃棄物処分場の人工バリア

・高レベル放射性廃棄物については、ガラス固化体をオーバーパックに封入することで、ガラス固化体に地下水が接触することを防止し、地下水への放射性物質の溶出を抑制する。

・オーバーパックの機能が喪失しても、ガラス固化体の水に溶けにくいという特性により、放射性物質の地下水への溶出を抑制する。

・緩衝材は地下水と接触することによって膨潤し、オーバーパックへの力学的な擾乱に対する緩衝機能をもつ。また、地下水の流れを抑制するとともに、地下水中に溶出した放射性物質を収着することでその移行を遅延させ、その間に放射性物質の放射能が減衰することによって大半の放射性物質を人工バリア内にとどめ、周辺の母岩への移行を抑える。さらにコロイドによる放射性物質の移行を妨げる。

2）TRU 等廃棄物処分場の人工バリア

・TRU 等廃棄物の廃棄体は、ドラム缶などにセメント系材料とともに固形化、あるいは金属性容器に封入されており、処分場閉鎖後もある程度、放射性物質が地下水へ溶出することを抑制するとともに、廃棄体中で地下水に溶出した放射性物質は充填されているセメント系材料に収着することを期待することは可能と考えられるが、廃棄体の製造においては、こうした閉鎖後の機能が明示的に考慮されているものではない。

・廃棄体パッケージは、複数の廃棄体を廃棄体パッケージ内充填材とともに、金属製の廃棄体パッケージ容器に地下への搬送・埋設のための形態として一体化したものである。したがって廃棄体パッケージには、操業期間中の放射性物質の漏えいの防止を安全機能として期待するとともに、処分場閉鎖後についても、廃棄体パッケージ容器や廃棄体パッケージ内充填材により地下水の浸入を抑制するとともに、廃棄体パッケージ内で地下水に溶出した放射性物質が廃棄体パッケージ内充填材に収着することによって、放射性物質の溶出を抑制する機能を期待する。

・廃棄体パッケージ内に地下水が浸透し、放射性物質が地下水に溶出しても、放射性物質は、廃棄体に充填されているセメント系材料や廃棄体パッケージ内及び廃棄体パッケージ間充填材に収着するなどして移行が遅延される。

・廃棄体パッケージを定置するために設ける構造躯体の外側に緩衝材を設置する場合には、地下水に溶出した放射性物質は緩衝材中で収着され、周辺の母岩への移行は抑制される。

3）埋め戻し材・止水プラグ

・処分場の操業のために建設した坑道は、閉鎖後に放射性物質の移行経路とならないように低透水性の材料で埋め戻すとともに、閉鎖を確実にするため止水プラグを設置する。

4）地質環境

・地下深部の処分場と人間の生活圏の間には広大な地質媒体が存在しており、処分場に埋設された放射性物質は人間の生活環境から物理的に隔離される。放射性物質の一部が人工バリア周辺の岩盤中に移行したとしても、処分場が設置されるような地下深部では地下水の流れが極めて遅く、化学環境が還元性であることから、放射性物質の地下水への溶解は低く制限される。また、溶出した放射性物質は岩盤に収着されて生活圏に到達するまでに長い時間を要し、その間に放射能は減衰する。

以上述べた高レベル放射性廃棄物及び TRU 等廃棄物の処分場に求められる閉鎖後長期の安全機能と構成要素の関係が表 3.2-1 及び表 3.2-2 に示されているが、表中において、地下水流動の調査・評価が各構成要素の安全機能の確認等に重要となる項目を下線により区別しておく。

表 3.2-1　高レベル放射性廃棄物処分場の安全機能と構成要素の関係

基本概念	安全機能		構成要素
隔離	自然現象の著しい影響からの防護		地質環境
	人の接近の抑制		
閉じ込め	放射性物質の溶出の抑制	ガラスマトリクスによる溶出の抑制	ガラス固化体
		廃棄体と地下水の接触の防止	オーバーパック
	放射性物質の移行の抑制	放射性物質の溶解の抑制	地質環境
		遅い地下水流速による放射性物質の移行の抑制	地質環境
		放射性物質の移流による移行の抑制	緩衝材
		コロイド移行の抑制	緩衝材
		放射性物質の収着	緩衝材
			地質環境
		放射性物質の分散	地質環境
		坑道及びその周辺が卓越した放射性物質の移行経路となることの抑制	止水プラグ、埋め戻し材

表 3.2-2　TRU 等廃棄物処分場の安全機能と構成要素の関係

基本概念	安全機能		廃棄体グループ					構成要素
			1	2	3	4L	4H	
隔離	自然現象の著しい影響からの防護		✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
	人間の接近の抑制		✓	✓	✓	✓	✓	
閉じ込め	放射性物質の溶出の抑制		✓	✓※3	✓	✓	✓※3	廃棄体※1 廃棄体パッケージ※2
	放射性物質の移行の抑制	放射性物質の溶解の抑制	✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
		遅い地下水流速による放射性物質の移行の抑制	✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
		放射性物質の移流による移行の抑制	✓	✓			✓	緩衝材
		コロイド移行の抑制	✓	✓			✓	
		放射性物質の収着	✓	✓			✓	
			✓	✓※3	✓	✓	✓※3	廃棄体パッケージ間充填材
			✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
		放射性物質の分散	✓	✓	✓	✓	✓	
		坑道及びその周辺が卓越した放射性物質の移行経路となることの抑制	✓	✓	✓	✓	✓	止水プラグ埋め戻し材

【注】✓：各廃棄体グループで安全機能を確保する構成要素、

下線：地下水流動の調査・評価が重要となる項目であることを示す。

※1：TRU 等廃棄物の廃棄体は、ドラム缶にセメント材とともに固形化、あるいは容器に密封されていることを想定しているため、処分場閉鎖後において廃棄体中への地下水の浸入や地下水に溶出した放射性物質の充填されているセメント系材料への収着により、「放射性物質の溶出の抑制」という安全機能をある程度は期待できると考えられる。しかし、これらの機能は廃棄体の作製にあたって明示的に考慮されているものではないため、閉鎖後長期の安全性の評価においてどの程度期待できるかを検討する必要がある。

※2：廃棄体パッケージには、廃棄体パッケージ容器や廃棄体パッケージ内充填材による地下水の浸入抑制とともに、廃棄体パッケージ内充填材には廃棄体パッケージ内の地下水に溶出した放射性物質を収着する機能を期待しており、これらを総称して「放射性物質の溶出の抑制」という安全機能としている。

※3：発熱性の廃棄体であるグループ２および４Ｈは、処分場の設計に基づいてセメント系材料への熱影響を考慮して、安全機能が確保できることを確認する必要がある。

3.2.3 不均質性を考慮した地質環境モデル及び水理地質構造モデルのモデル化手法に関する文献調査

割れ目等に起因する水理特性の不均質性を考慮した地質環境及び水理地質構造のモデル化手法の構築により、地下水の調査・解析評価における不均質性や不確実性を考慮してより精度の良い地下水流動の調査・解析・評価手法の確立を目指した検討・報告の事例を以下に掲げる。

1）三枝・尾上・石橋・田中・鐙・橋本・P.Buruines：「割れ目分布に起因した水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造のマルチスケールモデル化手法開発に関わる検討」、JAEA－Research 2015-011、2015 年 10 月．[10]

岩盤中の割れ目分布に起因した水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造のマルチスケールモデル化手法を構築することを目的に、割れ目ネットワークモデルを適用した数十m四方程度の領域における三次元地質構造モデル及び水理地質構造モデルを構築するとともに、それに基づき水理特性の空間的不均質性を考慮した連続体モデルを用いた数 km 四方程度の領域における水理地質構造モデルを構築した。この研究の実施に際しては、瑞浪超深地層研究所計画のうち、適用できる手法や特徴の異なる地上からの調査研究段階と、坑道の掘削を伴う調査研究段階の 2 種類のデータを用いて、それぞれの調査研究段階で取得されたデータを用いた検討が行われた。それらの検討を通じて、調査データの種類や量に応じた割れ目ネットワークモデルを適用した地質構造モデルや水理地質構造モデルを構築するための方法論や、水理特性の空間的不均質性を考慮した連続体モデルによる水理地質構造モデルを構築するための方法論が提示された。

2）竹内竜史：「地下水長期モニタリングによる地下水流動特性の評価に関する研究」、岡山大学大学院環境生命科学研究科 博士論文、2016 年 3 月．[11]

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業等の大深度空間を利用したプロジェクトで取得されるモニタリングデータを用いた地下水流動特性の評価技術の構築を目的として、対のような課題について研究成果が取りまとめられている。

- (地下深部での空洞掘削や構造物の建設に伴いボーリング孔で観測される地下水圧の変化を利用した水理地質構造の評価）地下施設の建設中に観測された地下水圧の応答異常に着目した分析や、不規則な地下水圧の変動を大規模な揚水試験とみなした観測データの整理を行い、施設建設中の水圧モニタリング結果が、地下深部の水理地質構造が推定する上で有効なデータになり得ること等が示された。
- (地下施設建設に伴う地表の微小な傾斜変化を利用した水理地質構造の評価）既往の手法の課題を解決するための解析手法の改良を行うとともに、改良した手法の原位置試験への適用性を確認し、本手法がボーリング孔間の空間情報を補完する効果的な手法であることを示した。
- (天然現象の一つである地震に伴う地下水圧の変化が地下水流動特性の長期安定性に与え

る影響の評価）観測された事例を基に、地震直後の地下水圧変化の要因の推定及びその後の地下水圧変化が地下水流動特性の長期安定性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、地震直後の地下水圧変化は岩盤の体積歪の変化と整合的であることを確認した。また、地下水流動特性の長期安定性に与える影響の評価に対しては、地下水圧の変化を地下水流動方向に沿った動水勾配の変化として整理し、解釈することが有効であることを示した。

さらに、上記の研究の知見を踏まえ、地層処分事業におけるモニタリングの考え方及びモニタリング手法について検討を行い、調査段階に応じた地下水モニタリングの考え方が整理されている。

3）三枝博光：「NUMO セーフティーケースにおける地質環境モデルの構築」、土木学会講演会「放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について」講演会資料、2018 年 10 月．[12]

わが国における多様な地質環境に適用可能な、地層処分に適した地質環境の選定に係る基本的な考え方や実践的な方法論、調査・評価の技術基盤の整備について、第 2 次取りまとめ以降の着実な進展が提示され、段階的に取得される地質環境情報を地質環境モデルとして整合的に解釈・統合する技術を保有し、これを展開することが可能であり、提示された地質環境モデルは文献調査の段階以降の基本形となる考えを示すとともに、国の審議会等から提示された技術的課題を３つの分類のもとに整理して、概要調査の的確な実施に向けて高度化を進めて行くとしている。この中で地下水流動の調査・評価に関しては、分類 2（地質環境特性とその長期変遷に係る今後の取り組み）において、次の実施項目が挙げられている。

－水みちの水理・物質移行特性の評価技術の整備
－沿岸海底下の地質環境特性の調査・評価技術の整備
－地質環境特性の長期変遷のモデル化技術の高度化
－ボーリング孔における体系的な調査・モニタリング・閉塞技術の整備

さらに分類３（サイト調査のための技術基盤の強化に係る今後の取り組み）の中では

－地質環境調査・評価技術に係る技術的知見の拡充
－品質マネジメントシステムの拡充

などが挙げられている。

4）尾上博則：「瑞浪超深地層研究所における亀裂性岩盤の研究事例（1）亀裂ネットワークモデルの構築」、土木学会講演会「放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について」講演会資料、2018 年 10 月．[13]

結晶質岩を対象とした深地層の科学的研究（超深地層研究所計画）の一環として、坑道スケールにおける地下水流動及び物質移行特性を評価する上で重要となる亀裂特性の空間分布の推定手法やモデル化手法の構築に関する検討が行われた。この中で、亀裂の地質学的特徴に基づき透水性亀裂の区分と分類を行うとともに、ボーリング孔内において透水性亀裂からの湧水状況をデジタルカメラ（Web）での確認を行い、透水性亀裂の特徴に基づく特性評価

の概念を構築し、さらにそれに基づく水理学的パラメータの推定、DFN モデルの構築事例や離散割れ目ネットワークモデル化手法として HydroDFN モデルの適用・妥当性確認を行っている。

5）尾崎裕介：「瑞浪超深地層研究所における亀裂性岩盤の研究事例（2）H-M-C 連成挙動の推定」、土木学会講演会「放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について」講演会資料、2018 年 10 月．[14]

坑道掘削から坑道閉塞に至る、水理・力学・化学挙動の把握を目的として、再冠水試験が実施され、試験坑道周辺の岩盤内でデータの取得が行われ、そのデータを用いて、Decovalex2019 プロジェクトでは各国機関が異なるアプローチで再冠水試験の再現解析を実施した。また、そこにおいて適用された DFN モデルモデリングアプローチ等による適用結果例が紹介された。

3.2.4 中深度処分に係る地下水流動の調査・評価の方法論と技術に関する文献調査

上述したような文献調査結果をもとに、以下においては、特に中深度処分の事業展開と規制要求を想定し、地下水流動の調査・評価の観点より、それらに対応するために必要な実施項目及びその技術的要件について分析・整理した結果を述べる。

(1) 事業展開の段階ごとの調査・評価スケールと地質環境モデルの構築－高レベル廃棄物処分の段階的なサイト選定調査に係る検討事例－

1）高レベル放射性廃棄物地層処分の段階的なサイト選定調査の各調査段階での調査範囲の考え方

我が国における高レベル放射性廃棄物処分のサイト選定は、これから文献調査に入ろうとしている段階であり、その後に概要調査→精密調査→施設建設地選定へと進められることとなっており、包括的技術報告書などにおいて図 3.2-2 に示すような考え方が示されている。

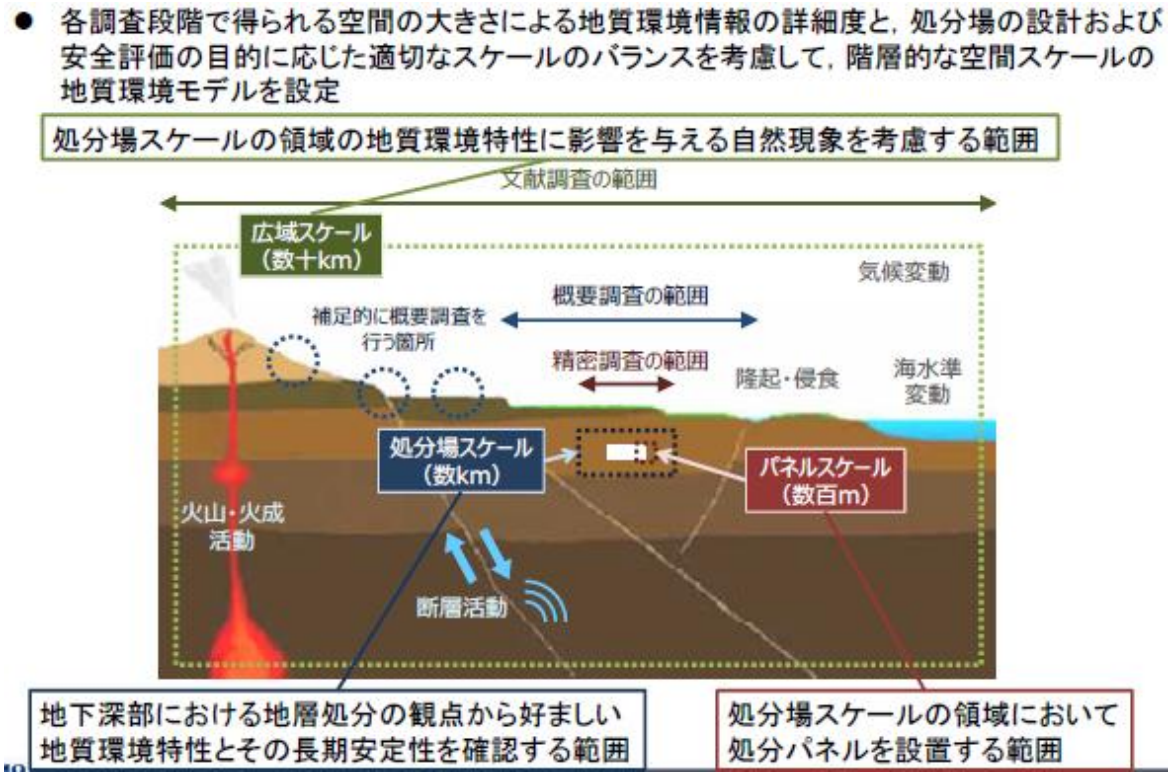


図 3.2-2　調査スケールと空間スケールの関係

（三枝（2018）[12]）

2）地質環境モデル及び水理地質モデル設定の基本的な考え方

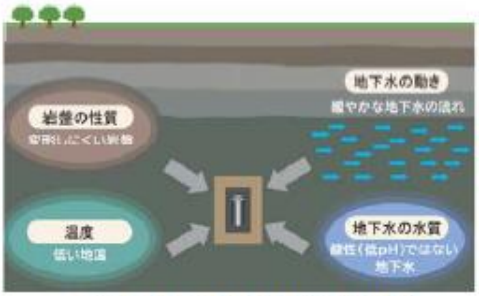
また、地下水流動の調査・評価において重要となる地質環境モデル及び水理地質構造モデルの設定の基本的な考え方は、図 3.2-3 のように示されている。

地質環境モデルの構築においては、空間スケールに応じたモデル化手法に基づく、図 3.2-4 のような考え方が示されている。

さらに、地質環境モデルの設定例として、深成岩類、新第三紀堆積岩類及び先新第三紀堆積岩類の三種類を対象として検討がなされているが、ここでは図 3.2-5 及び図 3.2-6 に示すように深成岩類と新第三紀堆積岩類の 2 ケースを事例として掲げておく。

上記の地質環境モデルに基づいて水理地質構造モデルを作成し、それらに基づいて地下水流動解析が行われることになるが、その解析適用事例として 2 つの例を図 3.2-7 及び図 3.2-8 に掲げる。この例では、地下施設レイアウトを設定するに当たって、地下水流動（移行時間）の観点から有利となる位置を選定している。

- 地質環境は，地層処分の観点から見た地下の環境であり，岩盤とそこに含まれる地下水などから構成
- 地質環境特性は，地質・地質構造，岩盤の熱的・力学的な性質，地下水の地球化学的な性質，地下水の流動や物質の移行などの性質の総称
- 地質環境モデル（Site Descriptive Model）は，調査で得られた地質環境の情報・データに基づいて，サイトの地質構造や熱・力学・水理・化学的な特性の空間的な分布や時間的な変化を表現したもの



好ましい地下深部の地質環境

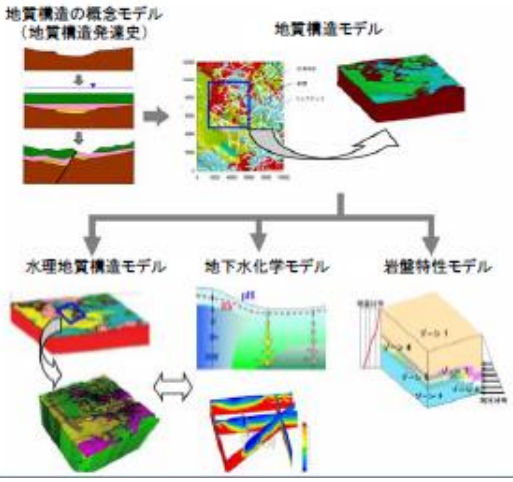


図 3.2-3　地質環境・地質環境特性・地質環境モデル（SDM）
（三枝（2018）[12]）

- 地下水流動場に影響を与える断層の分布はDFNモデル，断層・岩相の違いによる透水不均質性は連続体モデルを適用し，入れ子構造になるようにモデル化

	深成岩類	新第三紀堆積岩類	先新第三紀堆積岩類
広域スケール	➢ 断層（>1km）分布：確率論的DFN ➢ 水理地質構造：連続体	➢ 断層（>1km）分布：確率論＋決定論的DFN ➢ 岩相分布：連続体 ➢ 水理地質構造：連続体	➢ 断層（>10km）分布：決定論的DFN ➢ 断層（1~10km）分布：確率論＋決定論的DFN ➢ 岩相分布：連続体 ➢ 水理地質構造：連続体
処分場スケール	➢ 断層（1~10km）分布：決定論的DFN ➢ 断層・割れ目（<1km）分布：確率論的DFN ➢ 水理地質構造：連続体	➢ 断層（1~10km）分布：決定論的DFN ➢ 岩相分布：連続体 ➢ 水理地質構造：連続体	➢ 断層（1~10km）分布：確率論＋決定論的DFN ➢ 岩相の分布：連続体 ➢ 水理地質構造：連続体
パネルスケール	➢ 断層・割れ目（<1km）分布：確率論的DFN ➢ 水理地質構造：確率論的DFN	➢ 断層・割れ目（<1km）分布：確率論的DFN ➢ 水理地質構造：連続体	➢ 断層・割れ目（<1km）分布：確率論的DFN ➢ 水理地質構造：確率論的DFN

図 3.2-4　地質環境モデルの構築（空間スケールに応じたモデル化手法）
（三枝（2018）[12]）

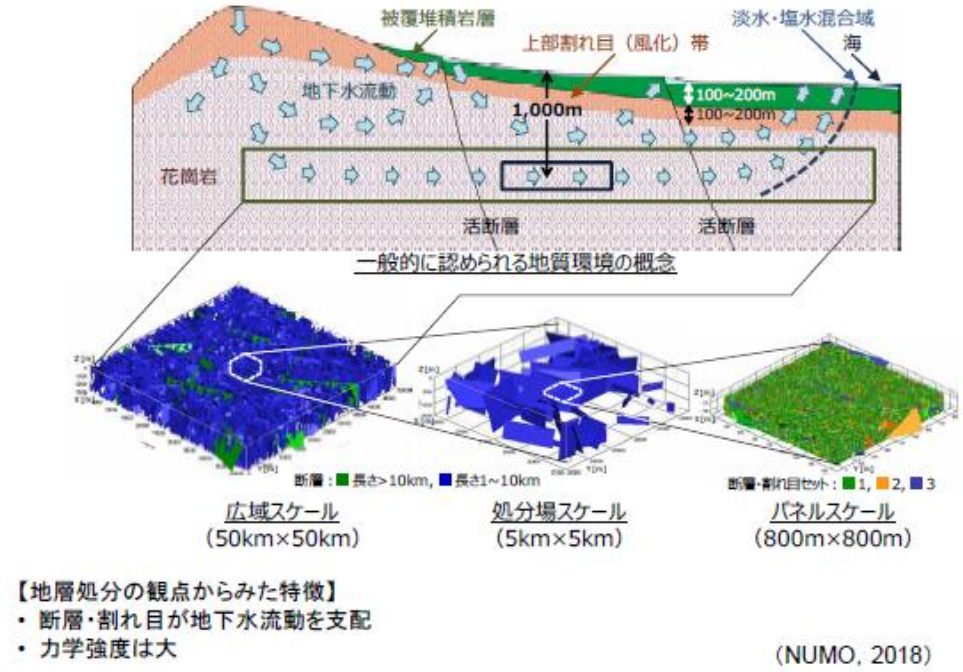


図 3.2-5　地質環境モデルの例（深成岩類）

（三枝（2018）[12]）

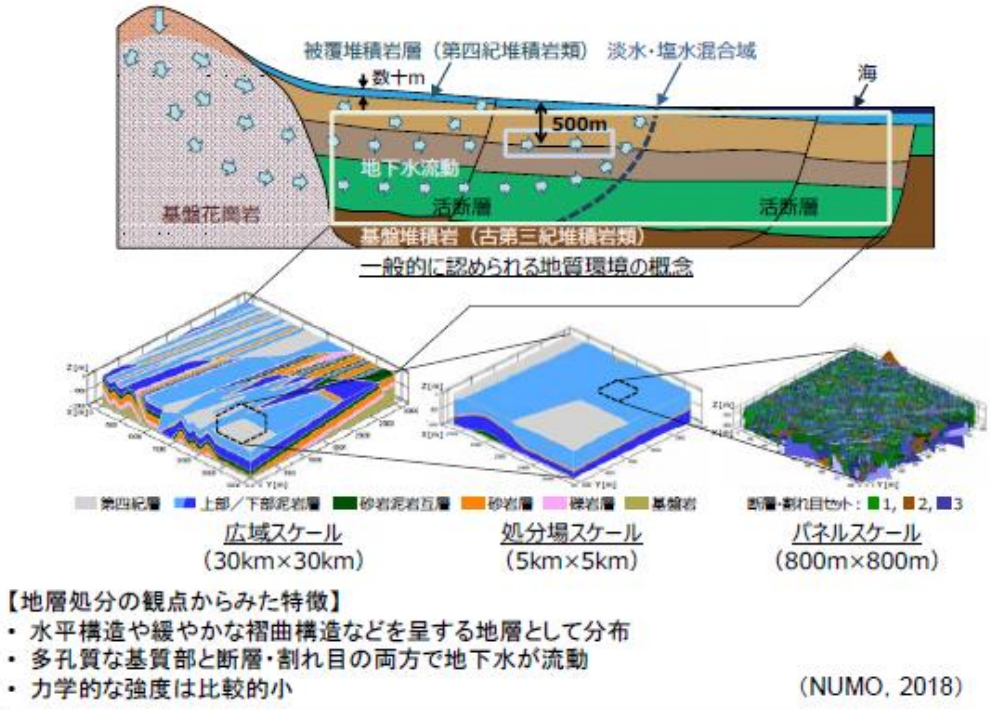


図 3.2-6　地質環境モデルの例（新第三紀堆積岩類）

（三枝（2018）[12]）

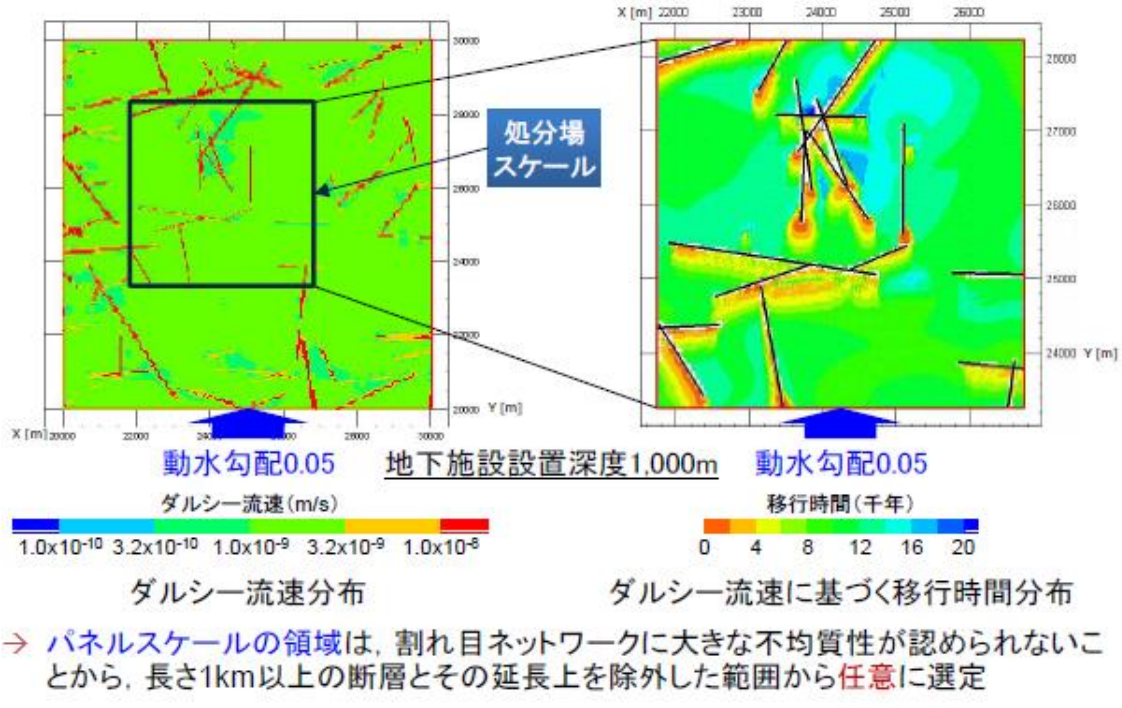


図 3.2-7　解析適用事例（深成岩類の処分場スケールにおける地下水流動解析）
（三枝（2018）[12]）

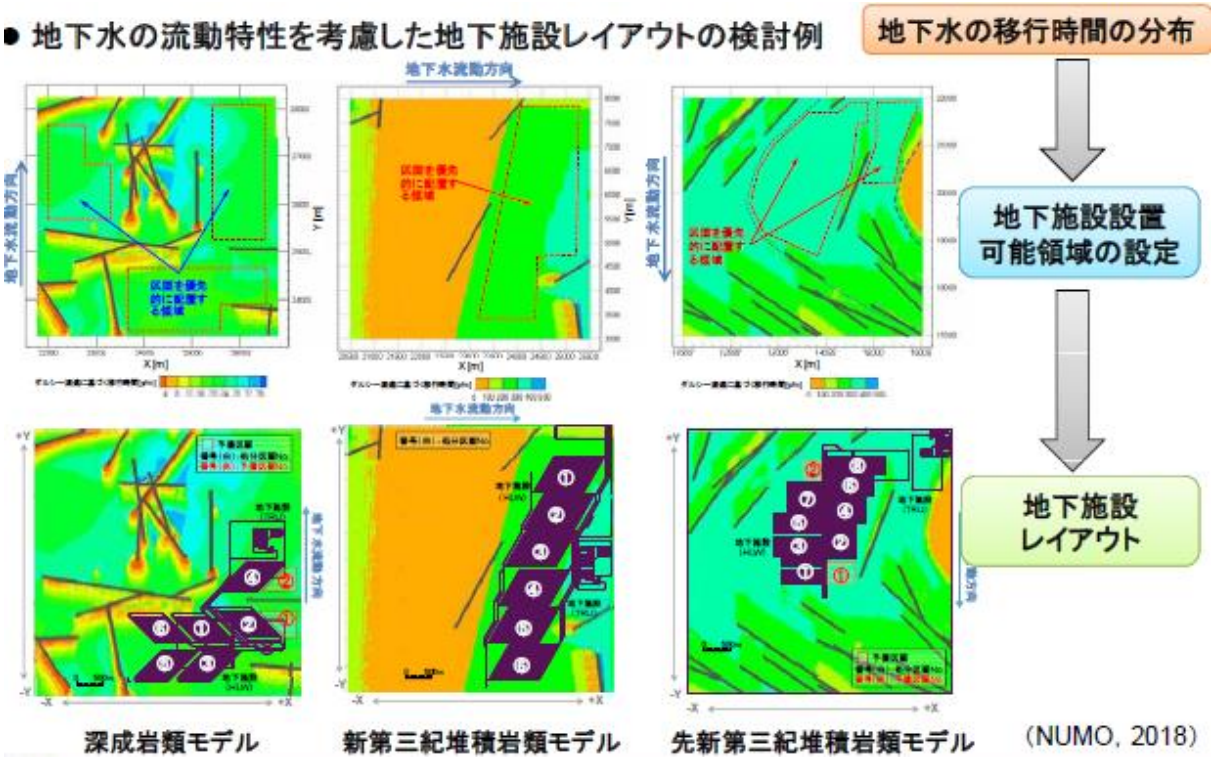


図 3.2-8　解析適用事例（地質環境モデルの活用例）
（三枝（2018）[12]）

(2) 水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造モデルの構築

日本原子力研究開発機構（JAEA）瑞浪超深地層研究所においては、結晶質岩に代表される割れ目系岩盤を対象とした高レベル放射性廃棄物の地層処分における地下水移行シナリオに基づく安全評価にあたっては、数十 m 四方から数 km 四方といった様々な空間スケールにおける地下水流動特性の評価が重要であるという考えのもと、数十 m 四方程度の領域における地下水流動特性を評価するうえでは、地下水流動の卓越経路となる割れ目やその水理特性の空間分布を推定する必要があり、また数 km 四方程度の領域においては割れ目に起因した巨視的な水理特性の不均質性を推定する必要がある。さらには、これらの空間スケールのモデルは水理学的に整合している必要があるという認識のもと、岩盤中の割れ目分布に起因した水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造のマルチスケールモデル化手法の構築を目的に、割れ目ネットワークモデルを適用した数十 m 四方程度の領域のブロックスケール及び数 km 四方程度の領域を対象としたサイトスケールの水理地質構造モデルの構築を行った。特に、適用できる手法や特徴の異なる地上からの調査研究段階と、坑道の掘削を伴う調査研究段階の 2 種類のデータを用いて、それぞれの調査研究段階で取得されたデータを用いた検討を実施し、それらを通じて、調査データの種類や量に応じた割れ目ネットワークモデルを適用した地質構造モデルや水理地質構造モデルを構築するための方法論や、水理特性の空間的不均質性を考慮した連続体モデルによる水理地質構造モデルを構築するための方法論を提示した。その検討の流れを図 3.2-9 に示す。また、さらに水理地質構造モデルの構築も含めた検討フローが図 3.2-10 のように示されている。

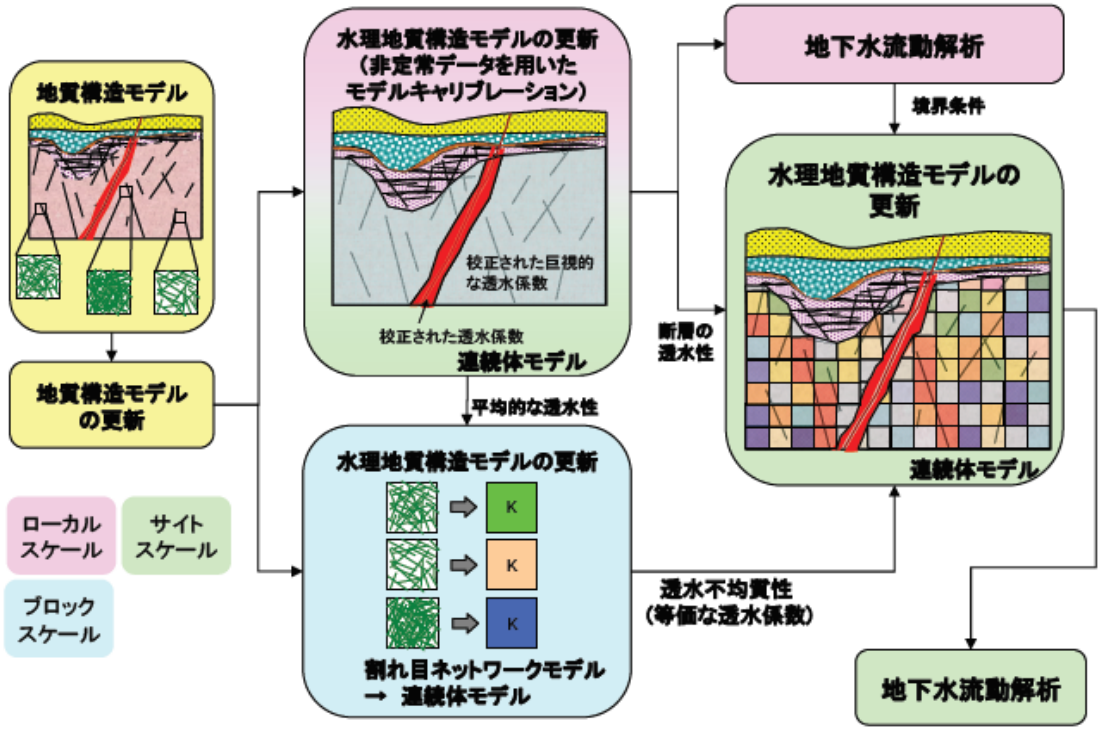


図 3.2-9　水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造モデル構築の流れ
（三枝 他（2015）[10]）

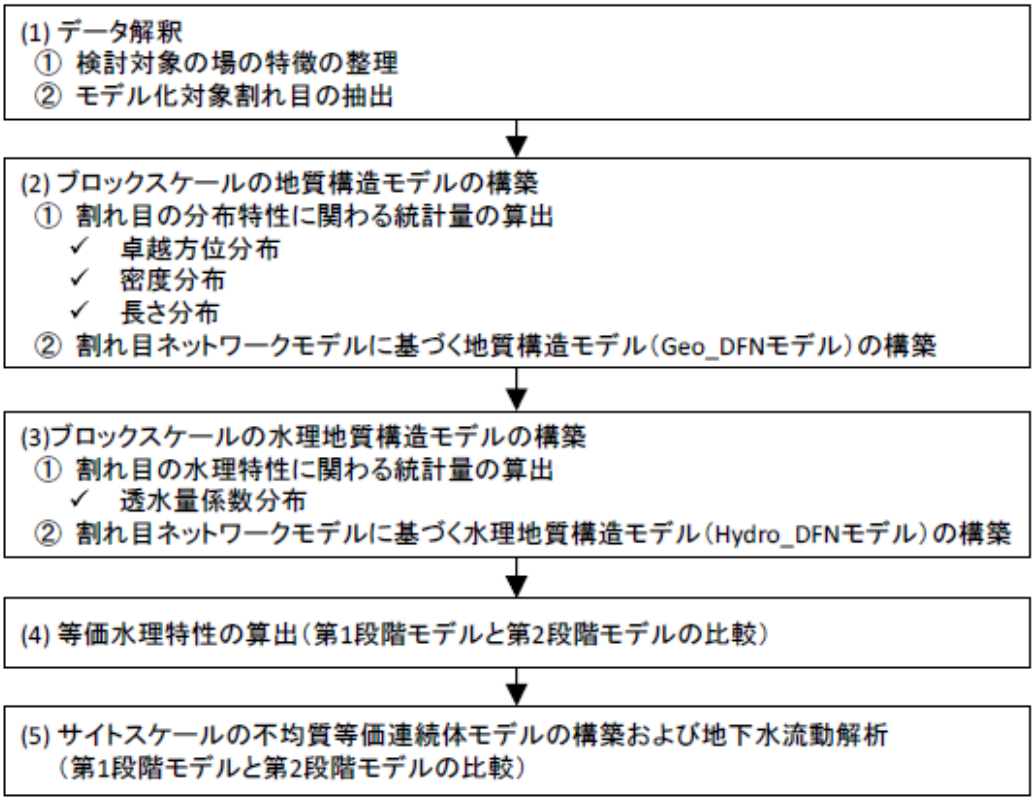


図 3.2-10　水理地質構造モデル構築及び地下水流動解析の流れ
（三枝 他（2015）[10]）

さらに、尾上や尾崎らの報告においては、亀裂性岩盤では亀裂が物質の選択的な移動経路となるため、坑道スケール（数 m～数百 m 程度の領域）の地下水流動や物質移行をより詳細に評価するためには、個々の亀裂を陽に扱う亀裂ネットワークモデル（Discrete Fracture Network Model: DFN model）の適用ということが解析事例も交えて示されている[13],[14]。この中では、亀裂の地質学的特徴に基づき、透水性亀裂の概念をその周辺の母岩の変質の有無で 2 つに分類し、さらに亀裂充填物の種類に基づいて 2 つに区分して分類する概念を提案するとともに、それらの考え方に基づく、調査・解析の事例も示している。

(3) 中深度処分の安全評価等における地下水移行シナリオの評価に係る地下水流動の調査・評価の技術・方法論に関する検討事例の整理

土木学会においては、余裕深度処分（現在の、中深度処分）の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータに関する検討の中で地下水流動の調査・評価に関する検討を多方面から行い、取りまとめている。ここでは、その成果より、本検討における重要な参考となるものを以下に抽出・整理する。

先ず、地下水シナリオで用いる主な核種移行パラメータの被ばく線量評価への関連付けの考え方は図 3.2-10 のように示され、またその中で天然バリアに係る核種移行評価パラメータ設定の基本的なフローの例が図 3.2-12 のように示されている。

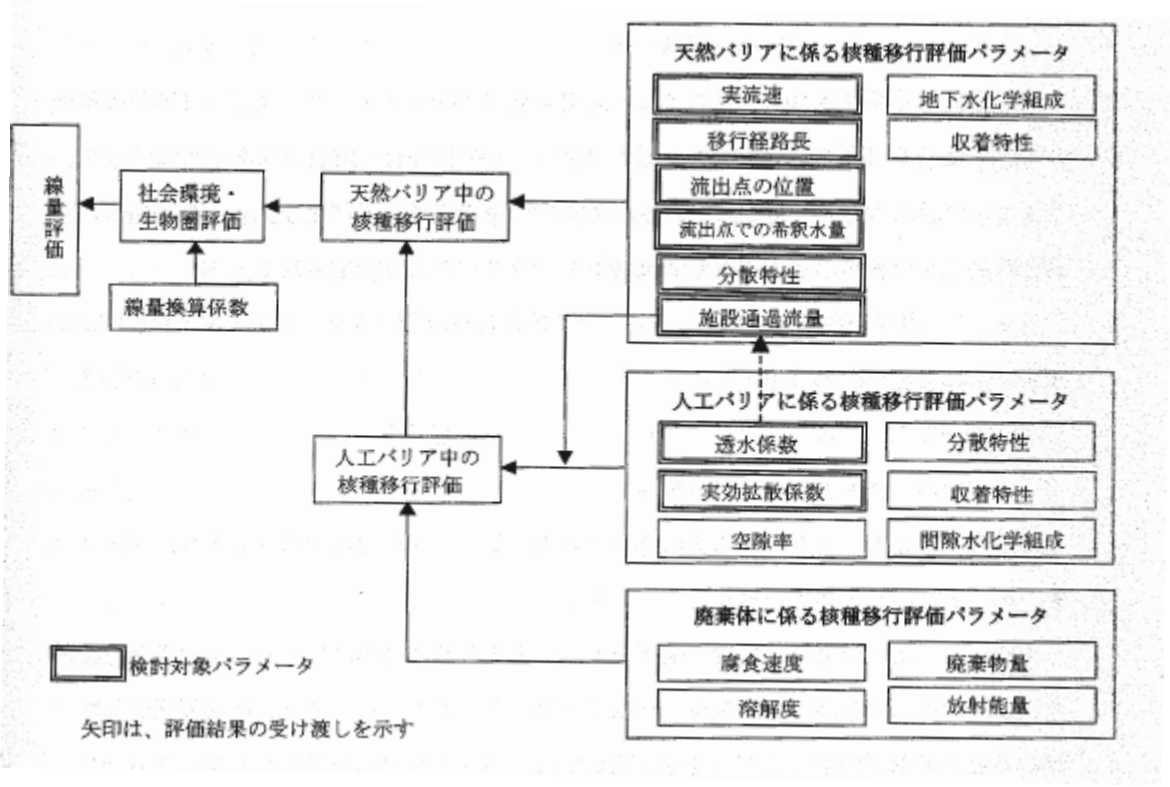


図 3.2-11　地下水シナリオで用いる主な核種移行評価パラメータ
（土木学会[6]）

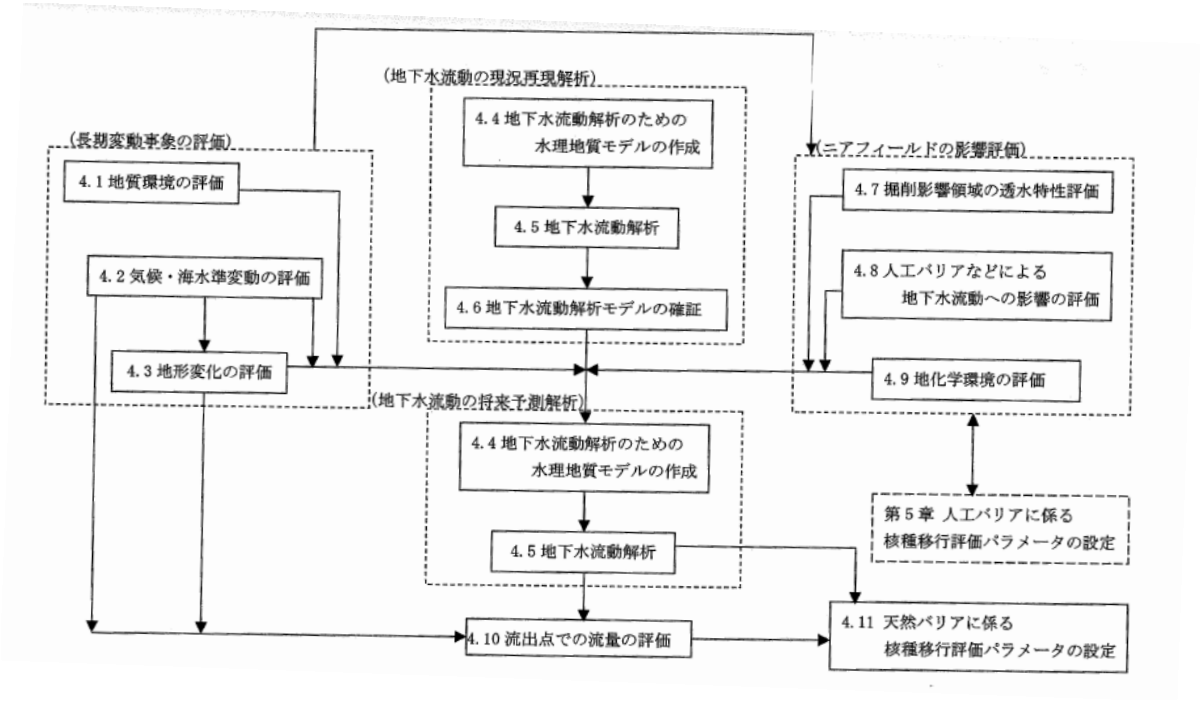


図 3.2-12　天然バリアに係る核種移行評価パラメータ設定のフロー（例）
（土木学会[6]）

この中で、地下水流動の調査・評価は主として天然バリアに係る評価に必要なパラメータであるとともに、人工バリアにおいても核種移行評価のための透水性、拡散・溶出や収着等

の特性の評価に関連して重要なパラメータとなることが分かる。

一方、地下水流動の評価に関する主な調査の項目や手法・技術及び地下水流動の概念構築に有効と考えられる情報の検討例が表 3.2-3 のようにまとめられており、それらに基づいての調査から水理地質モデルの作成に至る検討手順の考え方の例も図 3.2-13 に示されている。

さらに、水理地質モデルの作成に必要となる情報や調査手法に関しても表 3.2-4 に検討結果が、地質・地質構造、透水特性、間隙水圧分布、地化学環境の観点に分類されて取りまとめられている。特に、地下水流動に関連する主として地質的特徴に関わる調査項目については、表 3.2-5 のように取りまとめられている。

また、ボーリング孔を利用した調査や原位置試験により、岩盤の高透水部と低透水部の分布を特定し、モデル化する作業フローの例を図 3.2-14 のように示している。

表 3.2-6 においては、上記のような水理地質モデルの作成に関する主な検討内容と留意点が整理されており、この他、表 3.2-7 のように巨視的な水理特性の設定に必要な情報や設定のフローなどについても検討がなされている。

表 3.2-3　主な調査項目・手法と地下水流動概念モデルの設定に有効な情報の整理（例）
（土木学会[6]）

調査項目	調査手法	流動概念モデルの設定に有効な情報の種類				情報の利用方法など
		割れ目の幾何学特性	割れ目の水理特性	基質部の水理特性	割れ目と基質部の流量比	
地質調査	コア観察	○	△	○	△	割れ目頻度、地下水流動経路の検討
	BTV 観察	◎	○	△	－	割れ目頻度・方向・開口幅・開口率
	地質観察（掘削面、坑道壁面）	◎	○	○	○	割れ目頻度・方向・大きさ・開口幅・開口率、地下水流動経路の検討
透水試験	室内透水試験	－	－	◎	－	基質部の透水係数
	単孔式透水試験	－	◎	◎	○	割れ目の透水量係数、基質部の透水係数
	孔間透水試験	○	◎	◎	◎	割れ目の透水量係数、基質部の透水係数、割れ目の連続性
その他水理試験関係	流向流速測定	－	△	△	○	割れ目・基質部の自然状態におけるダルシー流速
	トレーサ希釈試験	－	△	△	○	割れ目・基質部の自然状態におけるダルシー流速
	フローメータ検層	－	○	△	○	高透水割れ目の検知、割れ目・基質部の概略水理特性
	湧水量測定	－	○	○	◎	全体湧水量に占める割れ目からの湧水量割合
	間隙水圧測定	－	△	△	△	高透水割れ目や低透水層の有無
	地化学調査	－	△	△	△	地下水流動経路の検討
	割れ目トレーサ試験	◎	◎	△	△	割れ目の連続性
	室内トレーサ試験	－	－	◎	－	基質部の有効間隙率
	室内間隙率測定	－	－	◎	－	基質部の間隙率
その他	反射法地震探査	△	－	－	－	大規模構造の有無

◎：極めて有効な調査手法、○：有効な調査手法、△：参考になる調査手法あるいは場合によっては有効な調査手法

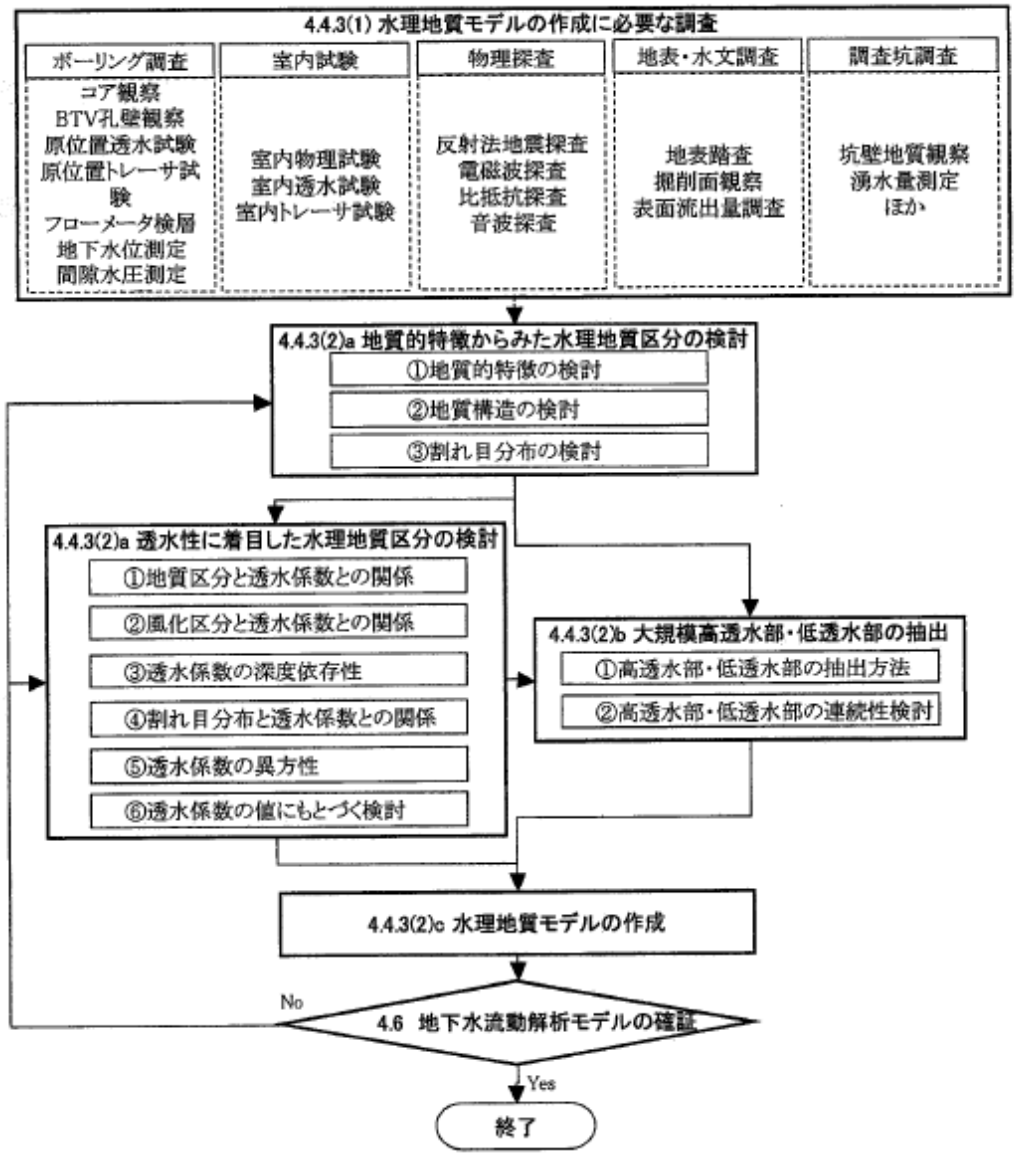


図 3.2-13　調査から水理地質モデルの作成までのフロー（例）
（土木学会[6]）

表 3.2-4　水理地質モデルの作成に必要な情報及び調査手法
（土木学会[6]）

必要な情報	調査および試験		規格・基準	主な調査手法の目的
【地質・地質構造】 地質分布 断層分布 割れ目分布 風化分布 【透水特性】 透水係数 透水異方性 有効間隙率 【間隙水圧分布】 地下水位 表面流出量 間隙水圧 【地化学環境】 地下水水質分布	ボーリング調査	コア観察		・ボーリングは、対象領域の地質・地下水データ取得を目的としてデータの偏りがないようなグリッド配置を基本とする。 ・原位置透水試験は、各地層の透水性把握および高透水部抽出を目的とする。 ・トレーサ試験は、割れ目の連続性把握を目的として必要に応じて実施する。 ・流向流速測定およびフローメータ検層は、高透水部の把握を目的として、必要に応じて実施する。 ・水質分析は、地下水流動把握について物質移行の観点から知見を得ることを目的とする。 ・間隙水圧は、主に水理地質区分の妥当性確認、精度向上を目的とする。特に水圧変化点に着目して高透水部・ 低透水部の抽出を行う。
		BTV観察		
		注水式透水試験	JGS1322-2003	
		揚水式透水試験		
		孔間透水試験		
		トレーサ試験		
		流向流速測定		
		フローメータ検層		
		地下水水質分析	JISK0101-1998 ほか	
		地下水位測定	JGS1311-2003	
		間隙水圧測定		
	室内試験	室内物理試験	ISRM指針ほか	・室内トレーサ試験は、主に実流速とダルシー流速との比較から、地下水流動に関係する間隙率の把握を目的とする。
		室内透水試験	JISA1218-1998	
		室内トレーサ試験	JGS0311-2000	
	物理探査	反射法地震探査		・反射法地震探査は、高透水部・低透水部の分布に関連する断層などの構造把握を目的とし、ボーリング孔間の補完データとして用いる。 ・比抵抗探査は、地下深部の塩水分布を把握することを目的とする。 ・音波探査は、海域や湖沼などの地下地質構造を把握することを目的とする。
		比抵抗探査		
		音波探査		
	地表調査	地表踏査		・地表踏査および掘削面観察は、地質分布のほか、特に透水性に関係する割れ目のトレース長(の分布)を把握することを目的とする。
		掘削面観察		
	水文調査	表面流出量調査	水文観測業務規定	・気象観測データと合わせて河川流量、涵養量などの水文状況を把握することを目的とする。
	調査坑調査	坑壁地質観察		・坑道調査は、対象となる深度の地質を直接、面的に確認できることから、割れ目トレース長(の分布)の取得、透水試験、水質分析などの妥当性確認に有効である。 ・湧水量測定は、水理地質モデルおよび設定値の妥当性確認を目的する。
		湧水量測定		
		地下水水質分析	JISK0101-1998 ほか	

表 3.2-5　地下水流動に関連する主な地質的特徴

（土木学会[6]）

項　目	地　質　的　特　徴
透水性	・　地質（粒径分布、間隙率、間隙径分布、間隙構造など） ・　割れ目分布 ・　風化・変質状況（充填・粘土化など）
透水異方性	・　層理、葉理などの堆積構造 ・　成層構造（砂岩泥岩互層などの透水係数が異なる地層の繰り返し）
有効間隙率（実流速補正係数）	・　地質（特に間隙率、間隙径分布、間隙構造） ・　割れ目密度、割れ目の大きさ分布、開口幅
高透水部 低透水部	・　断層（破砕帯） ・　割れ目の分布域、頻度、連結性 ・　連続する薄層（凝灰岩で代表される降下堆積物、基底礫岩など）
広がり（分布）	・　褶曲構造、断層などの地質構造 ・　高透水、低透水な地層の連続性（キャップロック）

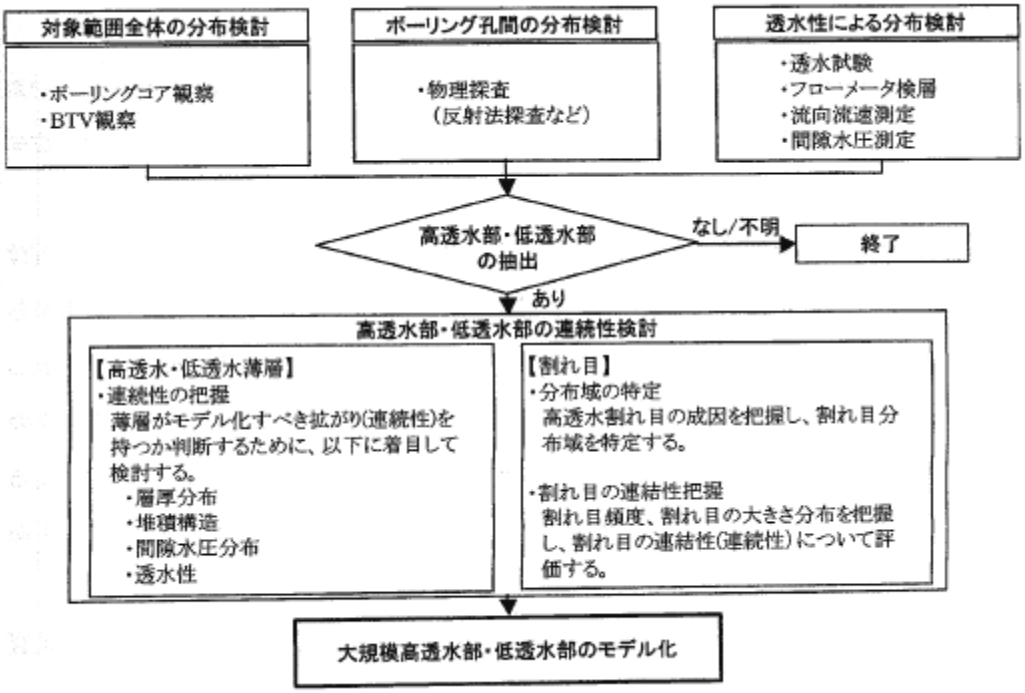


図 3.2-14　高透水部・低透水部の抽出からモデル化までの作業フロー（例）

（土木学会[6]）

表 3.2-6　水理地質モデルの作成における主な検討内容と留意点
（土木学会[6]）

モデル	項　目		検討内容と留意点
地質モデル	地層分布 断層分布		地表踏査、ボーリング調査に基づき地質層序、地質分布を把握する。 三次元反射法地震探査などの物理探査を用いて孔間の地質情報を補完することが有効な場合がある。
水理地質モデル	水理地質区分		地質的特徴にもとづく地質区分を基本に、透水特性との関連を検討して水理地質区分を行う。 区分の際には、透水係数のほかに、割れ目分布、風化分布、地層の連続性、堆積構造などを考慮する必要がある。 また、間隙水圧の変化部に着目することが有効である。
	大規模高透水部	断層	断層近傍には、透水性の高い割れ目が連続し、高透水部となっている場合がある。ただし、断層の成因（構造性断層／堆積時断層）によっては高透水部とならない場合がある。したがって、断層については地質的性状から、成因についても検討する必要がある。
		高透水薄層	試験区間長の関係から、周辺岩盤の透水性が高い場合、原位置透水試験で必ず確認できるとは限らない。 透水試験で得られた透水係数が大きい場合は、区間中の割れ目のほかに、区間中の岩質と構造に着目して、割れ目以外に高透水の要因となり得るものを抽出し、室内透水試験などで透水係数を把握する。
		高透水割れ目	高透水割れ目の分布域を特定するためには、割れ目の成因（応力変化、岩盤物性の差など）に着目して検討する。
	大規模低透水部	低透水薄層	低透水部としては、断層部、堆積岩中の薄層などが挙げられる。 原位置透水試験の場合、試験区間長が長いと透水試験による低透水薄層の検出は困難である。 地質観察から、低透水となりうる地質（粘土層や凝灰岩薄層など）を抽出し、室内透水試験などで透水係数を把握する。

表 3.2-7　巨視的水理特性の設定に必要な情報と調査
（土木学会[6]）

巨視的水理特性の設定に必要な情報	左欄の情報を得るためのデータ整理方法	調査項目
基質部の 透水係数分布	透水試験結果（透水係数）の頻度分布図（割れ目を含まない区間で取りまとめたもの）	室内および原位置透水試験 BTV 観察 ボーリングコア観察
基質部の 有効間隙率分布	有効間隙率の頻度分布図	室内トレーサ試験
割れ目の密度	割れ目密度（割れ目数/観察長さ） 割れ目密度（割れ目数/観察壁面面積）	BTV 観察 ボーリングコア観察 地質壁面観察
割れ目の中心座標	地質スケッチ（割れ目分布状態が表現されたもの）	地質壁面観察
割れ目の方向分布	割れ目の走向傾斜分布（BTV 観察、ボーリングコア観察による） 割れ目の走向傾斜分布（地質壁面観察による）	BTV 観察 （ボーリングコア観察） 地質壁面観察
割れ目の大きさ分布	地質壁面で観察された割れ目のトレース長分布	地質壁面観察
割れ目の 透水量係数分布	透水試験結果（透水係数）の頻度分布図（割れ目を含む区間で取りまとめたもの）	透水試験 BTV 観察 ボーリングコア観察

天然バリア性能に係る地下水流動のパラメータ設定にあたっては、地下水流動解析は有効な手法の一つであり、複雑な水理地質構造、地下施設などの影響を考慮すること等ができる。

図 3.2-15 においては地下水流動解析による核種移行評価パラメータの評価・設定フローの検討例が示されている。

また図 3.2-16 においては構築した解析モデルに基づく地下水流動解析により核種移行評価パラメータ（実流速、核種移行経路長、流出点の位置、施設通過流量など）を十分な精度で推定できることを確認するための検討フローの例が示されている。

さらに、地下水年代手法は、地下水の滞留時間を求め、滞留時間をもとに地下水の流動状況に関する情報を得る手法であり、地下深部における基本的に遅い地下水流動場を広範囲に検討する上で有効な手法である。地下水年代測定に用いられている放射性核種と放射壊変起源の希ガスの代表例と測定範囲が表 3.2-8 に、またそれらの地球化学的手法を用いた地下水調査の体系化のための地下水流動評価項目と調査手法が図 3.2-17 のようにまとめられている。

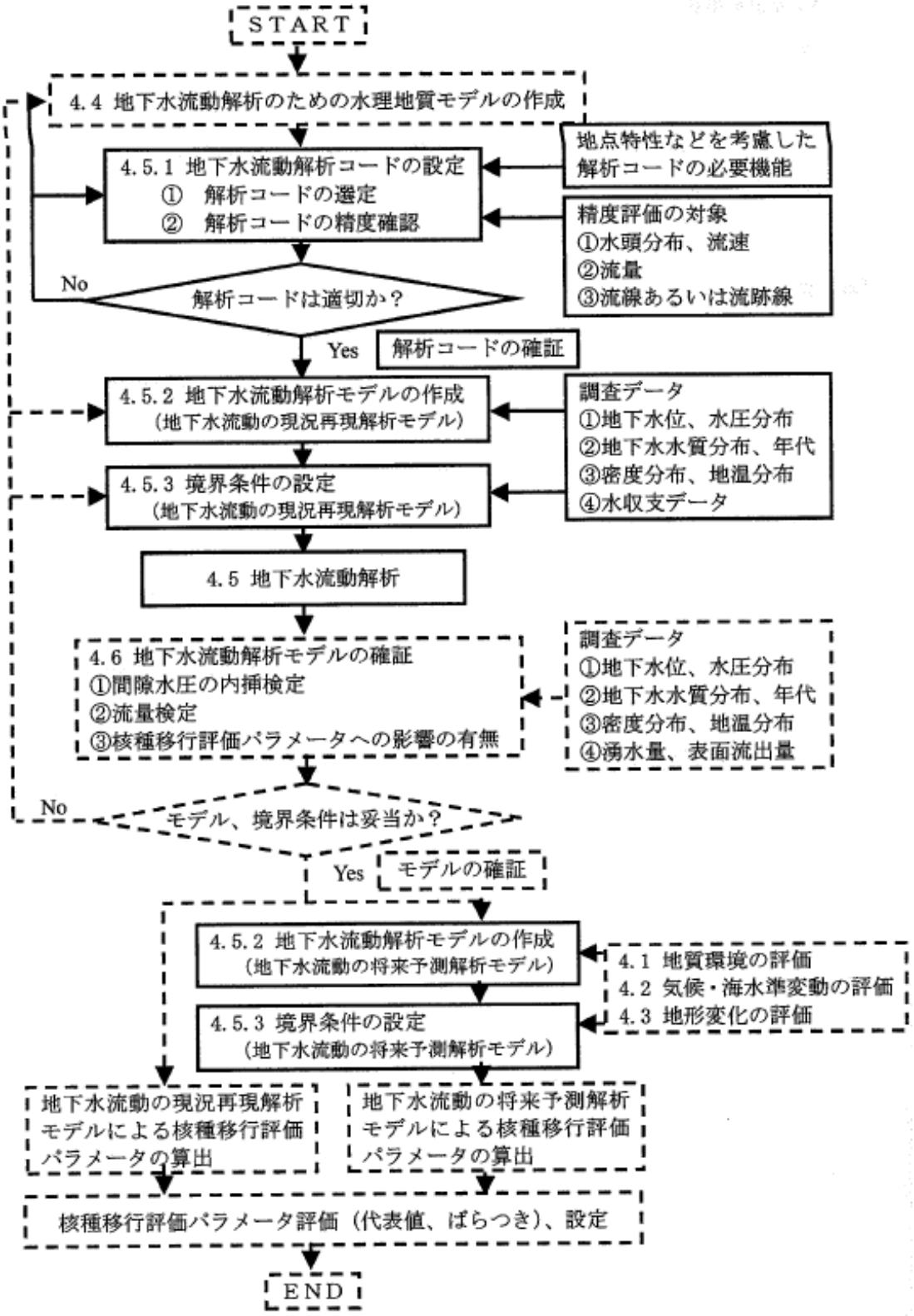


図 3.2-15　地下水流動解析による核種移行評価パラメータの評価・設定フロー（例）
（土木学会[6]）

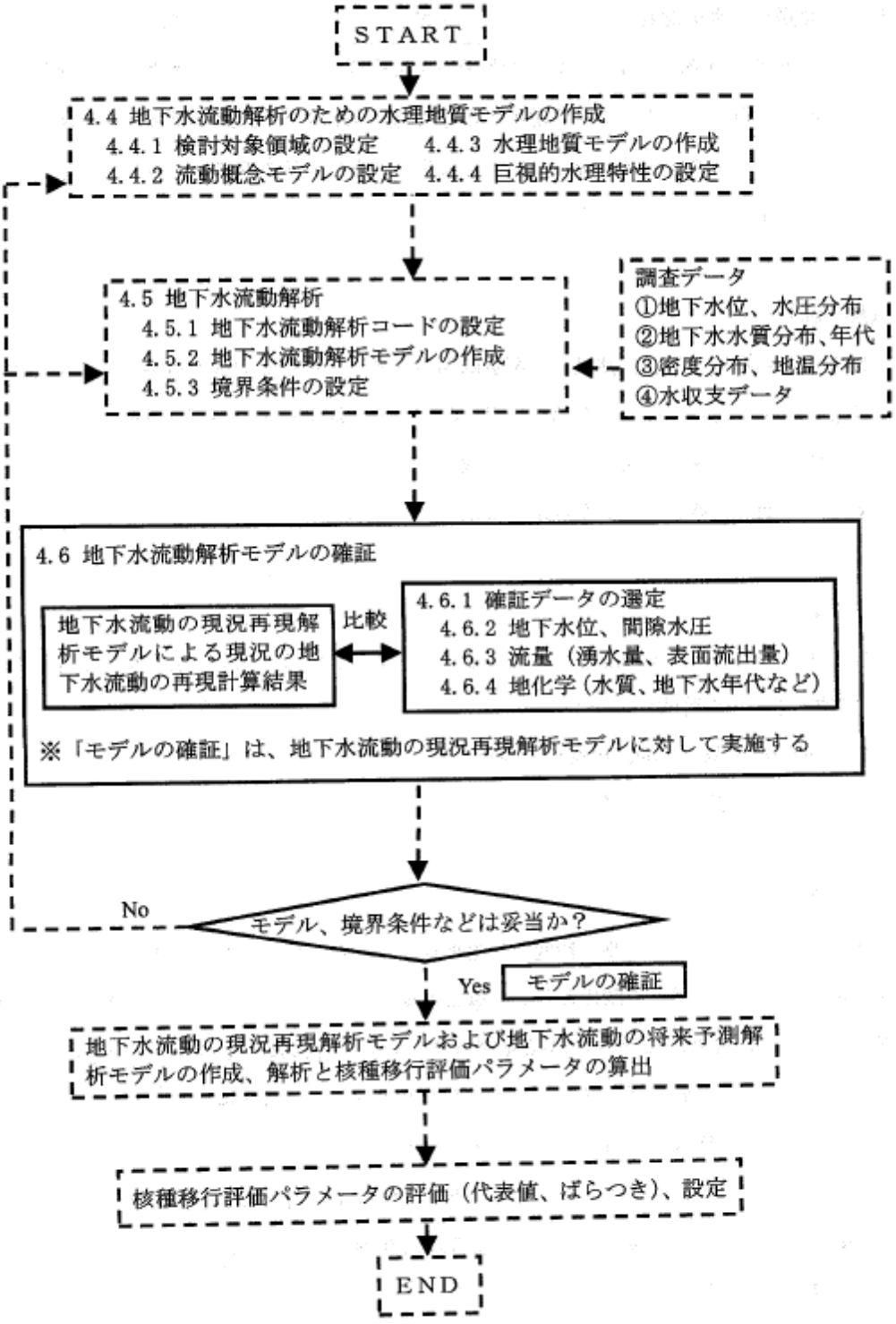


図 3.2-16　地下水流動解析モデル確証の検討フロー（例）
（土木学会[6]）

表 3.2-8　地下水年代測定に活用される放射性核種と放射性壊変希ガスの代表例とその測定範囲（土木学会[6]）

測定法	放射性核種	半減期(年)	降水中初期濃度	地下水年代測定範囲(年)	測定に必要な採水量(ml)	実測例	分析方法	参考文献
大気起源の放射性核種を用いた測定	^{85}Kr	10.7	10^{-8}dpm 以下（但し 1950 年前）	1～40	1.2×10^{5}～3.6×10^{5}	ポーランドの Crakow の地下について 10～40 年という結果を考えている。	・溶存ガス抽出後、アルゴン分離精製後、比例計数管にてβ線測定	K.Rozanski,Isotope Hydrology.1978,Vol.2, 949-961(IAEA)(1979)
	^{3}H	12.3	3.6(dpm/l)（但し 1954 年前）	1～60	1000	例えば、六甲山の地下水循環系について調査し、六甲トンネル内の地下水の年代は 40 年で流速は 0～17m/y である。	・電解濃縮後、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンターによるβ線計測	北岡、吉岡、日本地下水学会誌 Vol.26, 131-145(1984)
	^{39}Ar	270	4×10^{-5}(dpm/l)	50～2000	7×10^{6}～9×10^{6}	^{3}H 法で測定して 50 年以上と判定された Zurzach の温泉水の年代を測定し、70 年以下との結果を得た。	・多重遮蔽付の低バックグラウンド気体計測管を用いてβ線計測	Loosli.H.H.et al.,Isotope hydrology,1978,Vol.2, 931-947(IAEA)(1979)
	^{14}C	5,730	2×10^{-1}(dpm/l)	500～2000	2×10^{5}	例えば、熊本平野の地下水に対し、^{3}H,^{14}C,$^{234}U/^{238}U$ で調査し、地下水は主に最近の降水と非常に古い滞留時間（3～4 万年）を持つ地下水によって形成されていることを明らかにした。	・液体シンチレーションカウンター、あるいは気体計測管でβ線計測（地下水より $BaCO_3$ として炭素を捕取後、炭素を分離） ・タンデム型加速器質量分析（元素状の炭素として）	木村、農業土木試験場報告第 25 号(1986)
	^{81}Kr	210,000	7×10^{-8}(dpm/l)	10^{4}～10^{6}	10^{4}（RIS による分析）*2 10^{8}～10^{9}（通常の放射能測定）	カナダ、マニトバ州のミルキー・リバー帯水層地下水で 1.4×10^{6} 年を得た。	溶存ガス抽出分離精製後、加速器質量分析	Lehmann. B. E.et al, Applied Geochemistry 6, 419-423 (1991)
	^{36}Cl	301,000	1×10^{-6}～2×10^{-5}(dpm/l)	5×10^{4}～2×10^{6}	1000-5000（タンデム加速器分析） 10^{8}～10^{9}（通常の放射能測定）	オーストリアの Great Artesian Basin の地下水は 10^{5}～10^{6} 年との結果を得た。また、カナダ、ミルキー・リバーの地下水に対し、6×10^{5}～1.6×10^{6} 年を得た。	タンデム型加速器質量分析（Cl を AgCl として抽出精製）	Bently,W,H.,et al Water Resources Reseach, Vol.22, 1991-2001(1986) Nolte.B.et al.Applied Geo-chemistry 6,435-445(1991)
地下水に蓄積される希ガスを用いた測定	^{3}He	安定核種	～10^{-14}ccSTP/g*1（バックグラウンド）として	1～60（^{3}H と組み合わせて）	＞15	・三島溶岩流内および周辺の地下水に対し、10 年～15 年。 ・庄川流域の地下水に対し、1～20 年。	質量分析（希ガス分離後）	馬原：地下水学会誌 35, 201-215(1993) 高岡：Earth Planetary Science letters.(1987)
	^{4}He	安定核種	～10^{-8}ccSTP/g（バックグラウンド）として	10^{4}～10^{7}（ウラン、トリウムと組み合わせて）	＞15	サバンナ・リバー周辺の地下水に対し、年代を測定し、8.4×10^{5} 年、これを基に地下水流速は、0.06m/y と推定した。	質量分析（希ガス分離後）	Marine,Water Resources Research,Vol.15,1130-1136 (1979)
	^{222}Rn	0.01	―	0.03 以下	1000	Glatt（スイス）河流域で地表水からの地下水の涵養を評価した。その結果、地下水の平均的な流速は 4.6m/day との結果を得た。	トルエン抽出後、液体シンチレーションカウンターによるα線計測	Hoehn E et al., Water Resources Research Vol.25,1795-1803(1989)

*1:帯水層の水に溶解している気体の量を標準状態(0℃1気圧)の下での体積で表したもの

*2:レーザーパルスを用いて量子状態で選択的に原子をイオン化し、小型の質量分析器と組み合わせることによって高感度な分析が可能となり、ヘリウム、ネオンを除く希ガスを原子単位で計測できる。

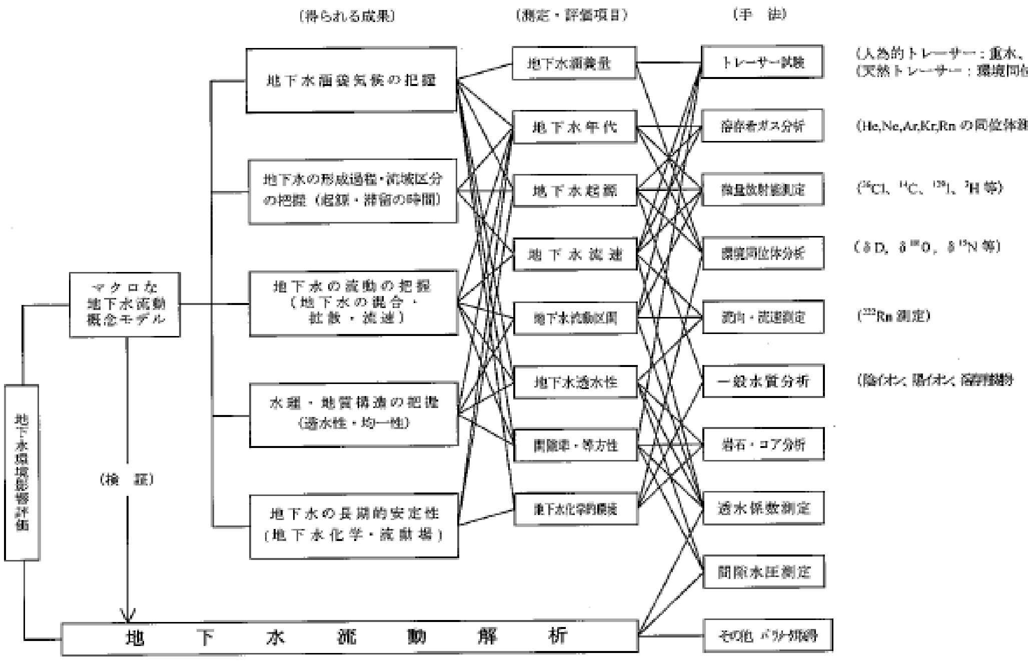


図 3.2-17　地球化学的手法を用いた地下水調査体系化、地下水流動評価項目と調査手法（土木学会（馬原他、1996）[6]）

3.3　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目及び技術的要件等の検討

上述したような、低レベル放射性廃棄物中深度処分における、地下水流動評価に関連する事業推進や新しい規制基準の整備状況を考慮して、規制要求に対応していくための最近における技術動向の文献調査結果をもとに、今後の事業許可申請から設計、施工、操業、閉鎖に至る各段階において、特に地下水流動の調査・評価の観点より、技術的な高度化・開発が必要となる課題の抽出・整理を行った結果を以下に述べる。

3.3.1　低レベル放射性廃棄物(LLW)中深度処分の概念

新しい規制の考え方においては、廃棄物埋設地の設置深度として、約 10 万年後においても 70m 以上の深度が確保されることを要求している。また ALARA の考え方（合理的に達成可能な限り被ばく線量を最小限に抑えること）にしたがって、設計プロセスを確認すること等が求められている（図 3.3-1 参照）。

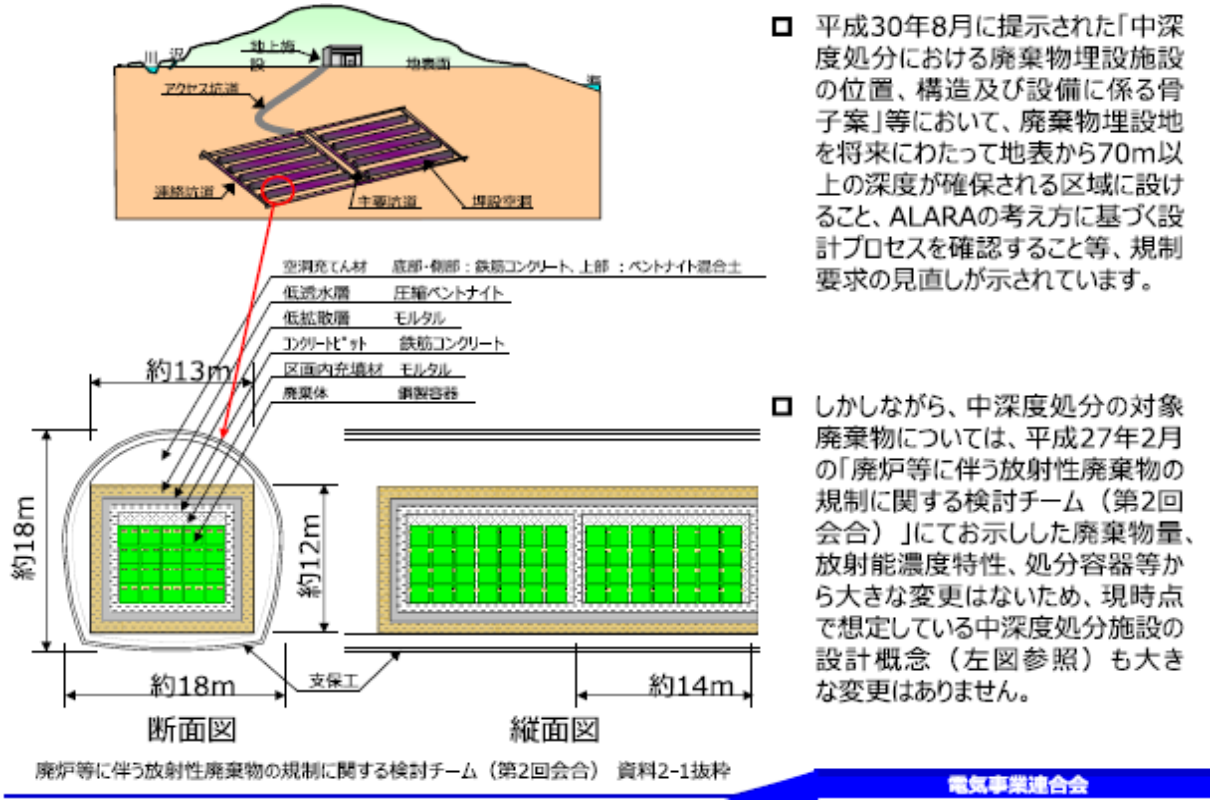


図 3.3-1　中深度処分施設の設計概念について
（原子力規制委員会[15]）

3.3.2　LLW 中深度処分事業の段階的な展開の考え方と各段階における地下水流動の調査・評価に係る要求事項の整理

廃炉に伴い発生する炉内構造物の埋設に係る規制基準等の整備の前段階として、炉内構造物を中深度処分する基本的考え方が原子力規制委員会により定められている（原子力規制委員会:「炉内構造物の埋設に係る規制の考え方」、平成 28 年 8 月）[1]。

新しい規制の考え方における中深度処分事業の展開は基本的に次のような段階的なプロセスによるとされている（図 3.3-2 参照）。

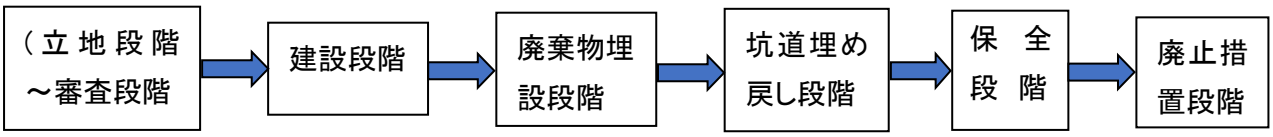


図 3.3-2　新しい規制の考え方における中深度処分事業の展開

(1) 各段階における特に地下水流動に関連する規制要求の考え方

各段階における特に地下水流動に関連する規制要求の考え方の要点は下記のように規定されている。

1) 審査段階

建設段階に先立つ事業申請の審査段階において、事業者は、規制期間中のみならず規制期間終了後に想定される事象に伴うリスクを低減するための廃棄物埋設施設の設計について、適切な位置の選定を含む離隔の確保、閉じ込め及び遮蔽のための対策等を示し、原子力規制委員会による事業許可を受ける。

2) 建設段階

事業の許可を受けた廃棄物埋設施設の建設が行われ、事業者は設計どおりに建設されていることについて原子力規制委員会に対し確認の申請を行う。

3) 廃棄物の埋設段階

事業者は埋設しようとする放射性廃棄物及びこれに関する保安のための措置について原子力規制委員会が定める技術上の基準に適合することについて確認の申請を行い、その確認を受ける。

廃棄物の埋設が一定区画ごとに行われた後、当該区画の埋め戻しが行われ、原子力規制委員会は建設段階同様に技術上の基準に適合することについて確認を実施する。

事業者は、廃棄物埋設作業等に係る保安のための活動や、埋設の開始後に実際に閉じ込め等が確保されていることの確認のためのモニタリングに加え、設計や管理の方法の妥当性の再評価を定期的に行うことなどの管理（以下「能動的管理」という。）を行う。原子力規制委員会は、保安規定やその他事業者の定める規定に基づき適切に実施されていることを確認するため、事業者に対し保安規定の遵守状況の検査を行う。当該検査は、坑道の埋め戻し段階、

保全段階、廃止措置段階についても、それぞれの段階の状況に応じて事業者が定め、原子力規制委員会が認可した保安規定に基づき実施される。

4）坑道の埋め戻し段階

事業者は、坑道の埋め戻し及びその保安のための措置が原子力規制委員会の定める技術上の基準に適合することについて確認の申請を行い、原子力規制委員会は、設計どおりに埋戻されていること等について、原子力規制委員会が定める技術上の基準に適合することの確認を行う。

5）保全段階

事業者は、廃棄物埋設地の保全に係る保安のための活動を始めとする能動的管理を行う。原子力規制委員会は、事業者による能動的管理が適切に実施されていることについて確認する。

6）廃止措置段階

事業の廃止に向け、事業者は地上に残された附属施設の解体、モニタリング孔の閉鎖等を定めた廃止措置計画を原子力規制委員会に申請し、原子力規制委員会は原子力規制委員会の定める基準の適合性について審査を行い、廃止措置計画の認可を行う。事業者は認可された廃止措置計画に基づき廃止措置を実施し、廃止措置が終了したときは、基準に適合していることについて原子力規制委員会の確認を受ける。

なお、事業許可の基準となる廃棄物埋設施設の基本的な設計に関する規制要求（以下「設計要求」という。）については、許可基準規則及びその解釈において規定される。また、事業許可後の後続規制として、廃棄物埋設施設や放射性廃棄物の確認に係る技術上の基準を含む規制要求及び事業者が行う能動的管理に関する規制要求（これらをまとめて「管理要求」という。）があり、これらについては事業規則において規定される。

(2) 規制期間前の原子力規制委員会の関与

事業申請前の立地段階において、事業申請を予定している者は一般に、廃棄物埋設地から生活圏へ至る天然バリアの情報を取得するため、ボーリングやトンネル掘削等の調査（以下「立地段階ボーリング等調査」という。）を実施する。

立地段階ボーリング等調査は天然バリアに対する擾乱を伴う行為であり、放射性核種の移行の促進につながる場の形成や地下水の流動特性の変化など、地質環境に対する影響が想定されることから、この点に留意して当該調査を進める必要がある。

原子力規制委員会は、事業許可の審査段階において、立地段階ボーリング等調査による地質環境への影響を確認し、審査上の判断を行う必要があるとしている。

さらに、それをより確かなものとするため、透明性の確保を前提として、調査方法や調査内容、品質保証等について、廃棄物の処分を検討している者等から、事業許可の申請の前に

おいて、審査上の判断に有効な情報の収集を行うことの検討を行う必要があるとしている。

(3) 長期の安全確保のための規制要求について（特に、地下水流動に関わるもの）

1) 設計要求の関連

・自然事象／廃棄物埋設地の位置に係る要求：　立地段階や建設段階において確認された断層に加えて、事業者が調査を行った範囲では確認されなかった断層を含めた周辺の断層の活動に伴い、水理特性の変化により卓越した水みちが発生する等の可能性があることから、発生が合理的に想定できる範囲内の自然事象として考えられるシナリオの一つとして、廃棄物埋設地周辺から地表に至る地下水流動場が変化することを考慮した評価を行うことを要求する。

・放射性核種の閉じ込めに係る要求

＜人工バリアに係る要求＞：　人工バリアには漏出抑制機能が求めるとしており、具体的には、少なくとも廃止措置の開始までの期間は、人工バリアによって廃棄物埋設地からの放射性核種の漏出を抑制することを要求し、人工バリアの漏出抑制のための機能については、頑健性を確保するため単一の機能に頼らず、例えば廃棄物埋設地に浸入する地下水量を低減する機能や、放射性核種の物理的及び化学的性質に応じた、放射性核種の移行を抑制する機能等を有していることを要求している。

＜天然バリアに係る要求＞：　人工バリアから漏出した放射性核種の地下水等を介した生活圏への移行については、天然バリアによって抑制することを要求する。具体的には、廃棄物埋設地を設置した場所における長期の地質環境の状態について、プレート運動や気候変動に起因する事象も考慮して設定し、人工バリアからの放射性核種の漏出及び天然バリア中の移行挙動を評価し、自然事象に係るシナリオに対し、公衆の線量が規制期間終了後の自然事象に係るシナリオの基準に適合していることを要求する。

＜モニタリング設備に係る要求＞：　人工バリアによって少なくとも廃止措置の開始までの期間は廃棄物埋設地からの放射性核種の漏出が抑制されていることを確認するため、人工バリアの設計上の問題や施工の不具合等による異常な漏えいの監視・測定（以下「放射線モニタリング」という。）を行うための設備を設置することを要求する。

また、地下水の状態に加えて、廃棄物埋設地の埋め戻し終了後における人工バリアや天然バリアが設計を逸脱することなく性能を発揮しつつあることを事業者が確認し、後述の定期的な評価等に必要なデータを取得するため、廃止措置の開始までの間において、廃棄物埋設地及びその周辺の地質環境に係る物理的・化学的特性、人工バリアの性能や人工バリア及び天然バリアの機能に関係する地下水の状態等の確認のためのデータ取得(以下「地下水等モニタリング」という。）を行うための設備を設置することを要求する。

放射線モニタリング及び地下水等モニタリング設備の設計に当たっては、廃棄物の埋設段階、坑道の埋め戻し段階及び保全段階における廃棄物埋設地周辺の環境や測定期間に適応して実用上必要な精度で監視･測定ができる性能を有する設備を用いることを要求する。この際、モニタリング設備の設置により、漏出抑制機能を担保する人工バリアの劣化や酸化還元雰囲気の擾乱など、放射性核種の移行の促進をもたらすことがないよう、最適な設

計を講じることを要求する。このため、地下水等モニタリングの対象のうち人工バリアの性能については、実際の環境と同等の条件を模擬した環境下での原位置試験又はそれを補完する室内試験等の間接的な方法により確認することが可能であれば、このような設備の設置によって代替することを妨げるものではないとしている。

2) 管理要求の関連

a. 規制期間中の安全確保のための管理要求

・中深度処分の場合は浅地中処分に比べて高い放射能濃度の廃棄物を取り扱うことから、放射線分解によって水素ガスが発生する廃棄物については、ガス発生を考慮した対策を講じることを要求し、また、坑道の埋め戻しが終了するまでの間は、湧水等によって廃棄物埋設地や坑道に蓄積する水を放射線障害防止の観点から適切に排除する措置を講ずることを要求している。

b. 規制期間終了後の安全性確認に関する管理要求

・(放射性核種閉じ込め機能の確認に係る要求) 廃止措置の開始までの間において放射線モニタリングを行い、人工バリアの設計上の問題や施工の不具合等による放射性核種の異常な漏えいの徴候が無いことを確認することを要求するとともに、地下水等モニタリングを行い、地下水の状態に加えて、廃棄物埋設地の埋め戻し終了後における人工バリアや天然バリアが設計を逸脱することなく漏出抑制や移行抑制に係る性能を発揮しつつあることの確認に必要なデータを取得することを要求している。なお、放射線モニタリングや地下水等モニタリングの方法については、後述する定期的な評価の結果を踏まえて、適切と考えられる方法に適宜変更することが可能となるよう、柔軟性のある要求内容としておくことが適当である。

・(定期的な評価等に係る要求) 廃止措置の開始までの期間において、10 年を超えない期間ごと及び廃棄物の埋設段階や保全段階など次の段階に移行する前に、最新の技術的知見を踏まえた定期的な評価を事業者が行うことや、定期的な評価の結果を踏まえて廃棄物埋設施設の保全のために必要な措置を事業者が講じることが既往の事業規則で要求されている。

中深度処分においては、最新の技術的知見を踏まえてもなお離隔に係る設計が基準に適合しているかどうかを事業者が確認するため、少なくとも 10 万年間は火山活動及び断層活動、侵食作用が著しい影響を及ぼすおそれのない場所が廃棄物埋設地として選定されていることや、侵食作用を考慮しても廃棄物埋設地が地表から 70 メートル以上の深度にとどまることの見通しに影響を及ぼす要素や徴候が無いことを確認することを要求されている。また、閉じ込めに係る設計についても、地下水等モニタリング結果も反映し、人工バリアの漏出抑制機能の健全性を確認することに加え、人工バリアからの放射性核種の漏出及び天然バリア中の移行挙動を評価し、自然事象に係るシナリオの基準に適合していることを確認することを要求している。

定期的な評価の結果、上記の廃棄物埋設地の離隔に係る見通しが得られない場合や、閉じ込めに影響を及ぼす要素や徴候が確認された場合は、それぞれの状況に応じた必要な対策を講じることを要求している。

・(坑道の埋め戻しに係る要求) 坑道の埋め戻しにあたっては、人が容易に立ち入れないようにすることを要求するとともに、埋め戻した領域が放射性核種の卓越した移行経路とならないようにすることを要求している。また、坑道の埋め戻し後は、放射線モニタリングの精度や異常時の補修等の容易性が大幅に低下することが考えられる。このため、事業者が坑道の埋め戻し段階に移行しようとする場合は、放射線モニタリングの方法、異常時の補修等の方法を適切に見直すことを要求している。
・(異常時の措置に係る要求) 中深度処分においては、廃止措置の開始までの期間モニタリングを行い、廃棄物埋設地からの放射性核種の異常な漏えいの徴候が確認された場合、漏出箇所の確認や補修等の必要な対策を採ることを要求している。また、補修等の有効な措置がとれない場合は、廃棄物の一部又は全部の回収を要求することもあり得る。
・(異常時の措置に係る要求) 事業者が放射線モニタリングを行った結果、万一異常な漏えいが確認された場合、既往の事業規則では、放射性物質の異常な漏えいを防止するために必要な措置を講ずることが要求されている。具体的には、漏出箇所の確認や補修等の必要な対策を採ることを要求する。

　中深度処分においては、廃止措置の開始までの期間モニタリングを行い、廃棄物埋設地からの放射性核種の異常な漏えいの徴候が確認された場合、漏出箇所の確認や補修等の必要な対策を採ることを要求する。
・(規制期間終了の要件) 規制期間終了後は、事業者によるモニタリングや万一の際の補修等の能動的管理が行われることは期待できない。したがって、規制終了時点においては、坑道の埋め戻し後の放射線モニタリングによって放射性核種の異常な漏えいが発生していないこと、安全確保に必要な離隔や閉じ込めの措置が完了し、その後の定期的な評価等によってそれらの措置に問題がないことが確認され、能動的管理を要することなく長期にわたってリスクが低く保たれ、防護上の問題を生じるような状態に至ることは合理的に想定し得ないことについて、事業者に必要なデータを提出させ原子力規制委員会が最終的な確認を行う必要がある。このため、以下を要求するとしている（廃止措置計画の認可の条件として要求し、廃止措置の終了確認において確認する)。
  ・廃止措置の開始までの間の放射線モニタリングによって、廃棄物埋設地からの放射性核種の異常な漏えい等の徴候が確認されていないこと。
  ・廃止措置の開始までの間に実施した最新の定期的な評価によって、廃棄物埋設地の離隔に係る措置に問題がないこと、閉じ込めに影響を及ぼす要素や徴候が確認されていないこと、自然事象に係るシナリオの評価結果が線量基準に適合していることが確認されていること。
  ・廃止措置の終了確認までの間にモニタリング用に設置した観測孔が、水みちが生じないように適切に埋戻されていること。

上記のような各事業段階において、特に地下水流動の調査・評価に係る規制からの要求事項について、「中深度処分における廃棄物埋設地の設計プロセス及び線量評価に係る審査ガイドの骨子案[5]や原子力規制委員会決定[1]等を参考に表 3.3-1 及び表 3.3-2 に整理する。

表 3.3-1　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目（1）

<table>
<tr><th rowspan="2">事業段階</th><th colspan="3">対象区域ごとの規制要求事項の要点</th><th rowspan="2">地下水流動の調査・評価において必要な反映対応案の整理</th></tr>
<tr><th>廃棄物埋設地内の限定された区域</th><th>廃棄物埋設地内</th><th>廃棄物埋設施設内</th></tr>
<tr><td>立地段階～審査段階</td><td colspan="2">・(設計プロセスの確認)処分システム構成要素の中の人工バリア（低透水層、低拡散層、等）に割り当てられた機能（埋設地への地下水浸入抑制、放射性物質の閉じ込め及び移行遅延、コロイドろ過、ひび割れ自己修復等）の性能（埋設地への地下水浸入率、透水係数、拡散係数、収着分配係数、地下水流速等）の定量的な評価がなされていること。
・（人工バリアの性能評価に係る水理影響）埋設地近傍の水理（地下水の流速、流向等の地下水流向）は人工バリアからの放射性物質の流出条件の設定等に影響する。埋設地周辺の動水勾配、地下水流動、表流水の流動等。</td><td>・(地下水移行経路の設定埋設地から生活圏へ至る地下水の移行経路を考慮し、主要な放射性物質の移行を抑制する性能(天然バリア性能)が優れていると考えられる埋設地設置場所を選定すること（通常想定される現象を考慮した評価により）。
・坑道を設置する天然バリアは、放射性物質が移行しやすい経路が生じないよう坑道の閉鎖を行える見通しを有すること。</td><td>1)地質地下水調査(全般)において、廃棄物埋設地の設置場所の選定（人間侵入対応の考慮から 10 万年後で 70m 確保；地下水の移行経路と流速場での十分な性能を確保）が適切に行えること。
2)坑道設置やモニタリング設備等の付属施設設置において、後段の坑道埋め戻し・閉鎖や定期的な評価等へ十分に対応できる見通しを示すこと（地下水流動、湧水、核種移行等）。</td></tr>
<tr><td>建設段階</td><td></td><td colspan="2">・(廃棄物埋設地掘削に際して合理的に可能な範囲で得られる情報)埋設地から漏出した放射性物質の移行の評価において使用する天然バリアに係るモデル、パラメータ等(地質、断層の位置、透水係数、亀裂密度、水質等)について、建設段階に行われる先進ボーリング調査、空洞の掘削時の測定、側壁観察等によって合理的に取得可能な情報によって確認・検証できる調査方法の確認と取得可能な情報の関係が整理されていること。
・特に、廃棄物埋設地となる予定の処分坑道エリアは、埋設地内から漏出した放射性物質の移行が十分に抑制された区域に設置されることが必要であり、そのことを確認できる情報が整理されていること。</td><td>1)坑道内の地下水湧出水、岩盤の安定性維持、EDZ 対策など、創業時の作業安全及び地下水・核種移行移行上での十分な配慮を施すこと。
2)先進ボーリング・坑道掘削等の建設の初期段階における調査・観察・試験等の結果により。審査段階での調査評価の妥当性確認や後段の処分坑道・エリアのレイアウト計画あるいは定期的評価に資する情報として適切に取得・整理されること。</td></tr>
<tr><td>廃棄物埋設段階</td><td>・放射性物質を閉じ込めることができること</td><td>・人工バリアの設置により（水の流入を抑制する機能等）、埋設地からの放射性物質の漏出を抑制し、埋設終了から一定期間は埋設地内の限定された区域に閉じ込めること。</td><td>・廃棄物埋設地は、埋設地内から漏出した放射性物質の移行が十分に抑制された区域に設置されること。</td><td>・廃棄物は埋設するパネルの建設設置と廃棄物の定置をパネル一定区画ごとに行い・埋め戻す作業が並行して進められるのでその作業安全の確保とともに、湧出水対策、地下水等のモニタリングを適切に実施し情報の整理・分析を合理的に実施すること。
・閉じ込め等が確保されていることの確認のためのモニタリングに加え、設計や管理の方法の妥当性の再評価を定期的に行うことなどの管理（能動的管理という）を行うこと。</td></tr>
</table>

【注】

・「廃棄物埋設地」とは、放射性廃棄物を埋設する場所（人工バリアを含む）のことをいう。

・「廃棄物埋設施設」とは、廃棄物埋設地及びその附属施設のことをいう。（附属施設：廃棄物埋設地へ放射性廃棄物を埋設するために設置される設備（地上の廃棄物受入れのための設備、搬送設備、放射線管理設備等）、坑道（地上から廃棄物埋設地に至る放射性廃棄物の搬入通路等）等）

・「限定された区域」とは、放射性廃棄物を取り扱う区域、室等をいう。

表 3.3-2　中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査・評価の実施項目（2）

事業段階	対象区域ごとの規制要求事項の要点			地下水流動の調査・評価において必要な反映対応案の整理
	廃棄物埋設地内の限定された区域	廃棄物埋設地内	廃棄物埋設施設内	
坑道埋め戻し段階	・放射性物質を埋設地内の限定された区域に閉じ込めることができること	・廃棄物埋設地は、埋設地内から漏出した放射性物質の移行が十分に抑制された区域に設置されること。 ・埋め戻しにあたっては、人が容易に立ち入れないように措置されていること。 ・埋め戻した領域が放射性核種の卓越した移行経路とならないよう措置されていること。 ・埋め戻した領域が放射性核種の卓越した移動経路とならないよう措置されていること。	・廃棄物埋設地は、埋設地内から漏出した放射性物質の移行が十分に抑制された区域に設置されること。	・計画通りに埋め戻しがなされていることを示す（人間侵入、地下水移行経路への対処が適切になされていること等）を示す情報・データを取得・整理すること。 ・廃棄物埋設地から周辺区域への核種漏出と移行が十分に抑えられていることを確認するデータ・情報の取得と整理すること
保全段階	・人工バリアへの想定される影響要因を考慮して、埋設地の状態を踏まえ、廃棄体からの主要な放射性物質の移行が、構成要素の性能の変化状態の予測精度の高いこと等、及び埋設地に隣接する岩盤中の放射性物質の地下水中濃度が十分に低いことを確認すること等。	・廃棄物埋設地から周辺区域への核種漏出と移行が十分に抑えられていることを確認すること等。 ・埋め戻し後の坑道の水みちとなる可能性や人間侵入への対策が適切に機能していること。		・廃棄物埋設地から周辺区域への核種漏出と移行が十分に抑えられていることを確認するデータ・情報の取得と整理すること。 ・埋設地の周辺および坑道における地下水による核種移行が設計を逸脱することなく性能を発揮していることの確認。
廃止措置段階			・地下水等の放射性線モニタリングによって、埋設地からの核種の異常な漏洩等の兆候のないことの確認。 ・その時点での最初の定期的な評価により、埋設地の離隔に係る措置に問題のないこと。 ・閉じ込めに影響を及ぼす要素や兆候がないこと。 ・自然事象に係るシナリオの評価結果が線量基準に適合していること。 ・モニタリング用に設置した観測孔が水みちを生じないよう適切に埋め戻されていること。	・この段階以降は、事業者によるモニタリングや万一の際の補修等の能動的管理が期待できないことから、埋設地周辺および周辺監視区域における地下水等および放射線モニタリングなどによる放射性核種の異常な漏出や移行状況がないことを確認し、万一異常が認められた際には補修等の対策が適切にとれるようにする。

【注】

・「廃棄物埋設地」とは、放射性廃棄物を埋設する場所（人工バリアを含む）のことをいう。

・「廃棄物埋設施設」とは、廃棄物埋設地及びその附属施設のことをいう。（附属施設：廃棄物埋設地へ放射性廃棄物を埋設するために設置される設備（地上の廃棄物受入れのための設備、搬送設備、放射線管理設備等）、坑道（地上から廃棄物埋設地に至る放射性廃棄物の搬入通路等）等）

・「限定された区域」とは、放射性廃棄物を取り扱う区域、室等をいう。

3.4　地下水流動調査・評価に関する今後の技術課題の抽出と技術開発の方向性の概略検討

3.4.1　中深度処分事業展開における地下水流動・調査評価の全体像

上述した、規制要求事項等の調査結果を踏まえると、中深度処分の事業展開を考慮した地下水流動の調査・評価技術等に関して、各段階において重要となる実施項目のポイントは概ね下記のようにまとめられる。

- 立地～安全審査～建設までの事業開始前の期間においては、事業許可申請に向けてあるいは埋設処分施設の詳細な設計のための水理地質構造や地下水流動特性等を考慮した詳細な処分坑道パネルレイアウトの設定
- 建設から操業中の期間においては、湧水対策や地下水等モニタリング等の設備による監視
- 坑道埋め戻し段階においては、埋め戻しされた坑道が新たな地下水移行経路あるいは人間侵入に対して長期的な観点での安全確保の対策が講じられていること
- 事業開始から廃止措置段階に至る全期間を通じて、少なくとも 10 年ごとに要求される定期的な評価において、要求されている人工バリアや廃棄物埋設地からの放射性核種の閉じ込め、天然バリア中の核種移行抑制の機能が安全審査において想定されていた性能を十分に満たしていることの確認

なお、上記の事項は、審査の段階においてもその十分に実施し得ることの見通しを示すことも要求されており、それらの技術的可能性を示す技術の高度化と集大成が重要となる。

以上のような整理結果の概要を図 3.4-1 に示しておく。

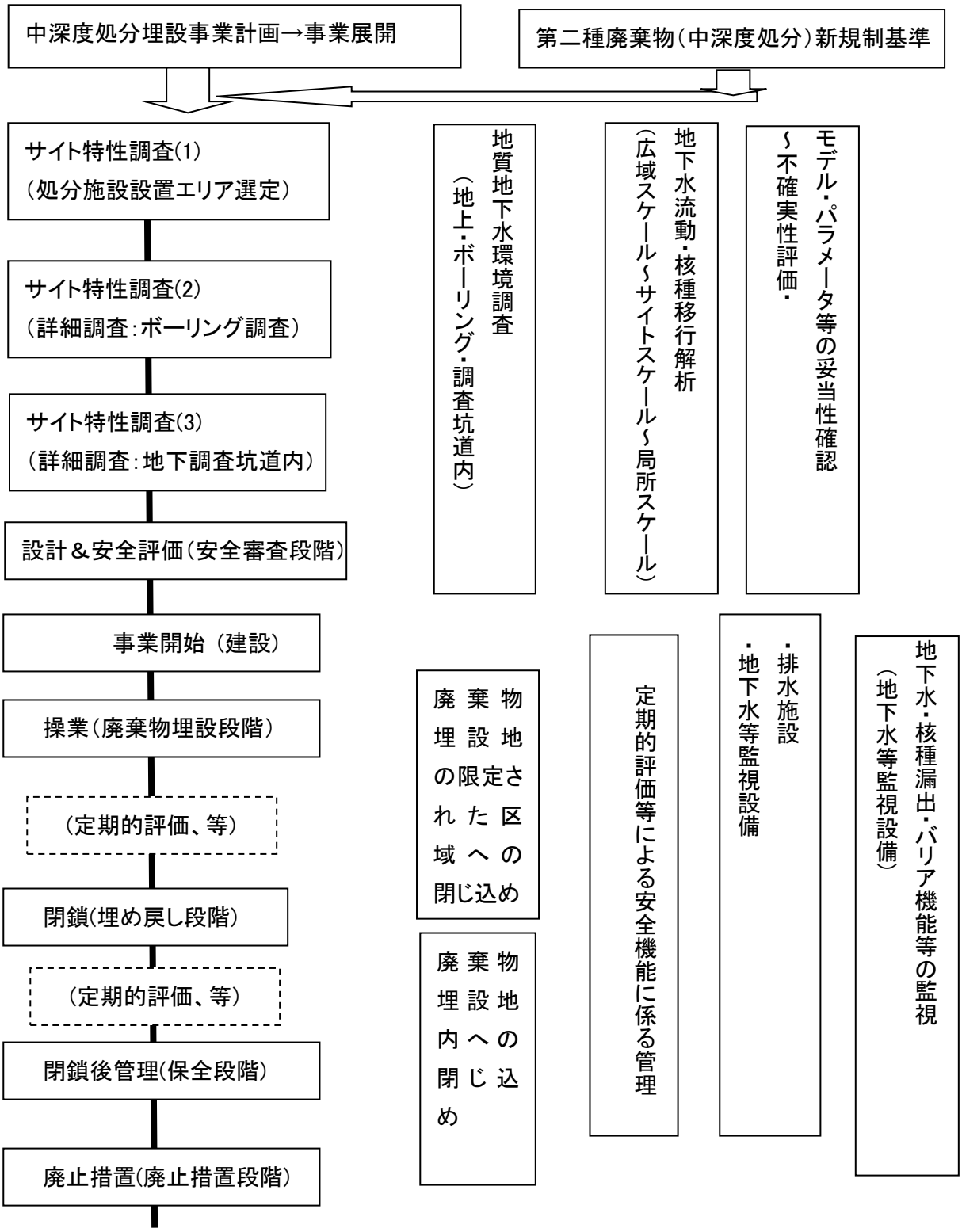


図 3.4-1　LLW 中深度処分事業展開と地下水流動の調査評価に関連する対応イメージ

3.4.2 事業段階と適用部位を考慮した地下水流動の調査・評価の調査項目と今後の技術課題の抽出

表 3.4-1 において、各事業段階で適用が想定される主な地下水流動の調査・評価技術の関係を整理するとともに、今後の技術課題として重要と思われる候補案を抽出した。

表 3.4-1 各事業段階における地下水流動調査・評価項目と主な適用技術

	主な調査項目	必要な事業段階	適用部位＜目的＞	今後の主な技術課題候補の抽出
地質調査	コア観察、BTV 観察、地質観察(掘削面、坑道壁面)、物理探査、地形・水文調査	① ② (③)	埋設施設予定サイト、埋設地調査坑道内等　(埋設地区域選定、設計、事業許可申請)	①②亀裂特性の不均質性の測定・データ化・モデル化手法の構築、地下水流速場の合理的な測定・モデル化手法の体系化
透水特性	室内透水試験、単孔試験、孔間試験	① ② (③)	埋設施設予定サイト、埋設地調査坑道内等　(埋設地区域選定、設計、事業許可申請)	
水理試験	フローメータ検層、流向流速測定、湧水量測定、間隙水圧測定、一般水質測定、地化学調査、トレーサー希釈試験、割れ目トレーサー試験、室内トレーサー試験、室内吸着特性試験	① ② ③(一部) ④(一部) ⑤(一部)	①②：埋設施設予定サイト、埋設地調査坑道内　(設計、事業許可申請) ③：棄物埋設地近傍、埋設地処分坑道内（地下水等モニタリング、定期的評価）④：廃棄物埋設地近傍、埋設地処分坑道内（地下水等モニタリング、定期的評価）⑤：廃棄物埋設地近傍、埋設地処分坑道→アクセス坑道（地下水等モニタリング、定期的評価）	①②③坑道掘削時の合理的な地下空洞壁観察・データ化システム構築(亀裂分布特性、湧水状況等) ③④⑤地下水、水質、人工バリア性能等のモニタリングの合理化統合管理システムの構築(センサー、データ集積、送信～長期耐久性、小型・省エネ化等の高度化)
地下水解析	・広域スケール、サイトスケール、パネルスケール、ブロックスケール ・決定論的解析、確率論的解析～不均質性、等	① ② ③ ④ ⑤	①②：広域スケール、サイトスケール（地下水移行シナリオ、天然事象シナリオ）／パネルスケール、ブロックスケール（バリア性能評価） ③④⑤：サイトスケール、パネルスケール（地下水等モニタリング、定期的評価）	・不均質性、不確実性の評価 ・解析モデル、データ等の品質保証の体系化と信頼性構築
その他				

【注】 ①立地段階～審査段階、②建設段階、③廃棄物埋設段階、④坑道埋め戻し段階、⑤保全段階、⑥廃止措置段階

3.5 今後の主な技術の高度化開発課題の概略検討

上述のように抽出した技術の高度化開発課題に関して、現状における関連既往技術と今後の技術の高度化開発の方向性の概要について検討した結果を以下にまとめる。

3.5.1 地質環境モデルの不均質性及び地下水流動解析評価の不確実性に関する評価方法の体系化

(1) 技術高度化開発課題の骨子

日本原力研究開発機構（JAEA）においては、瑞浪超深地層研究所において、高レベル放射性廃棄物地層処分に係る結晶質岩を対象とした地層科学研究を長年実施してきた。その一環として、不均質性を考慮した水理地質構造のマルチスケールモデル化手法開発や亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法に関する研究成果を数多く報告している[10],[12],[13],[14]。また、地盤工学会における“亀裂性岩盤における浸透問題に関するシンポジウム”（2001 年）においては、「水理地質構造モデル化概念の違いによる深部地下水流動への影響評価」をテーマとして、複数機関による JAEA 瑞浪サイトにおける原位置試験・調査データに対して各機関が保有している解析モデル化手法を適用した結果が報告されている[16]。

このように、地下水流動解析においては解析手法の高度化がなされてきているものの、亀裂特性など地質環境の不均質性は卓越した亀裂が複雑に介在する可能性の多い結晶質岩と比較的少ない堆積岩系とでは地下水解析における扱い方などで考慮の仕方も異なること、あるいは解析のベースとなる地質地下水調査データと解析モデル・計算プログラム等の品質保証的な適用性検証と不確実性の評価については、今後の安全審査や定期的な評価などへの適用に向けて、その方法論を体系的に整備し、適用制度面での妥当性についてあらかじめ確認・評価しておくことが必要である。

(2) 課題への対応方策の方向性案

上記のような課題認識に対して対応するための技術の高度化開発の方向性の素案として下記の項目のものを挙げておく。

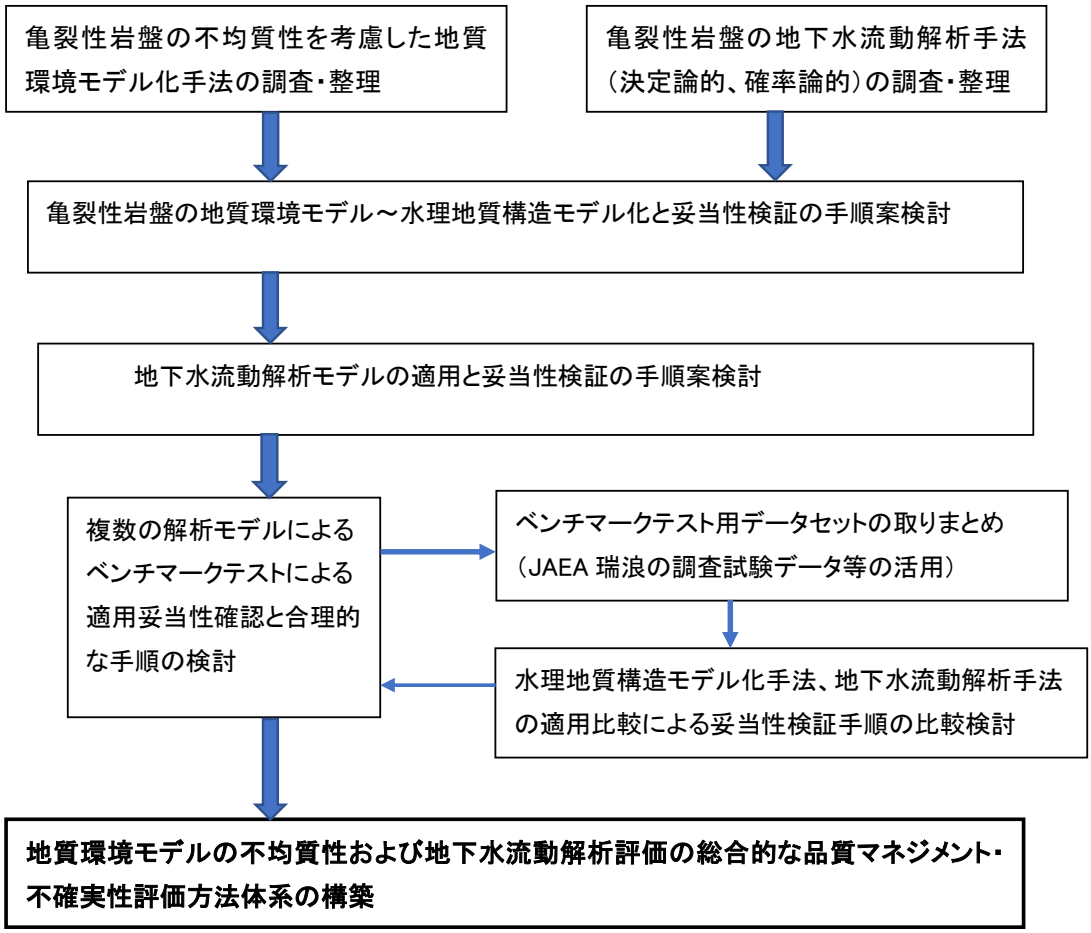
① 亀裂性岩盤の不均質性を考慮した水理地質構造モデル化手法・地下水流動解析手法の既往の手法の調査・比較検討（基本計算アルゴリズム、次元と計算メッシュ制限、計算精度確認、マニュアル整備、等）
② 亀裂性岩盤の地質環境モデル～水理地質構造モデル化と妥当性検証の手順案の比較検討
③ 地下水流動解析モデルの適用と妥当性検証の手順案検討
④ 複数の解析モデルによるベンチマークテストによる適用妥当性の比較確認
・ベンチマークテスト用データセットの取りまとめ（JAEA 瑞浪での公表されている調査試験データ等を活用）

・水理地質構造モデル化手法、地下水流動解析手法の適用比較による妥当性検証手順の比較検討

⑤ それぞれの妥当性検証手順案の妥当性確認を踏まえて総合的な品質マネジメント・不確実性評価体系の構築

上述の体系化構築の概念を図 3.5-1 に示す。

地質環境モデルの不均質性および地下水流動解析評価
の品質マネジメント･不確実性評価方法の体系化構築の概念図



【既往技術の参考情報】

10) 三枝・尾上・石橋・田中・鐙・橋本・P. Buruines：「割れ目分布に起因した水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造のマルチスケールモデル化手法開発に関わる検討」、JAEA－Research 2015-011、2015 年 10 月.

12) 三枝博光：「NUMO セーフティーケースにおける地質環境モデルの構築」、土木学会講演会「放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について」講演会資料、2018 年 10 月.

13) 尾上博則：「瑞浪超深地層研究所における亀裂性岩盤の研究事例　(1)亀裂ネットワークモデルの構築」、土木学会講演会「放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について」講演会資料、2018 年 10 月.

14) 尾崎裕介：「瑞浪超深地層研究所における亀裂性岩盤の研究事例　(2)H-M-C 連成挙動の推定」、土木学会講演会「放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について」講演会資料、2018 年 10 月.

図 3.5-1　地質環境モデルの不均質性・地下水流動解析評価の品質マネジメント・不確実性評価手法の体系化構築概念図

3.5.2　事業段階と規制要求を考慮した地下水等モニタリング統合化システムの構築

事業段階の進展に応じて、規制からの要求として、特に地下水に関連するものを中心としては、審査段階での要求事項では人工バリアの設計、性能評価（閉じ込め性能等）、天然バリア性能の評価（地下水移行経路の設定や移行抑制）及び放射性廃棄物埋設地の状態設定、漏出量評価、埋設地配置選定あるいは核種移行抑制機能の評価などに関するものがある。

さらに、管理要求としては、処分事業開始前後の建設～廃棄物埋設～坑道埋め戻し～保全段階～廃止措置段階移行という各段階に応じて、規制期間の中安全確保のための管理要求及び規制期間終了後の安全確認のための管理要求としてそれぞれに考え方が検討されている。それらの概要は、「3.4.2　事業段階と適用部位を考慮した地下水流動の調査・評価の調査項目と今後の技術課題の抽出」において概説した通りである。また、それらに対応するための技術課題として考えられる主なものも合わせて図 3.4-1、表 3.3-1、表 3.3-2 及び表 3.4-1 にまとめている。

これらを踏まえて、地下水流動の調査・評価に関するものを中心とする技術の観点から、それらの想定される事業展開に沿っての安全確保あるいは安全確認のための規制要求に対して、ALARA の考え方あるいは処分技術の頑健性を確保することも念頭に答えていくための技術課題として、地下水等のモニタリング統合化システムの構築を候補案として提案しておくことし、その概要を以下に述べる。

(1) 技術高度化開発課題の骨子

事業開始から廃止措置に至るまでの各事業段階の進展に応じた規制要求、すなわち審査段階での人工バリア及び放射性廃棄物埋設地の設計や性能評価への規制要求対応、並びに規制期間中の安全確保のための管理要求及び規制期間終了後の安全確認のための管理要求に対応するため、基本的に重要である地下水等のモニタリングによる確認・監視を合理的にかつ規制要求に十分に適合するように長期的に実施することができる“地下水等モニタリング統合化システムの構築”が必要と考える。

(2) 課題への対応方策の方向性案

上記のような課題認識に対して対応するための技術の高度化開発の方向性の素案として下記の項目のものを挙げておく。

① 地下水等モニタリング技術の規制要求への対応を考慮して、適用すべきモニタリング技術の適用部位、適用段階、適用要件等の分類・整理
② 全体的な地下水等モニタリングシステムとしての統合化の概念検討
③ 個々の高度化対象の地下水等モニタリング技術に関して、事業段階と規制要求への対応を考慮して、適用する部位、目的、必要な精度、要件の整理と整備計画の作成
④ 個々の高度化対象の地下水等モニタリング技術の制作と性能確認
⑤ 地下水等モニタリング統合化システム構築の基本設計

なお、高度化開発の対象として考えられる個別の候補技術案としては、下記のものを例として挙げておく。

1）ドローン技術を用いた空撮技術による、地表・坑道内でのモニタリング計測への応用

事業段階、特に建設、操業、坑道埋め戻しの段階において、アクセス坑道あるいは処分坑道の掘削時における坑道壁の亀裂性状や湧水の観察と性状記録や安全管理、埋設地における人工バリアの設置や坑道内の埋め戻し時等における施工状況の観察・観測をドローンあるいはマイクロドローンによる空撮技術を用いることにより、リモートでの施工状況の観察・計測や安全管理など多方面での合理的な活用方策を構築し、技術の高度化により坑道内での施工や埋設状況の観察と安全性確認等を合理的に行うための統合型管理システムの構築を図る。

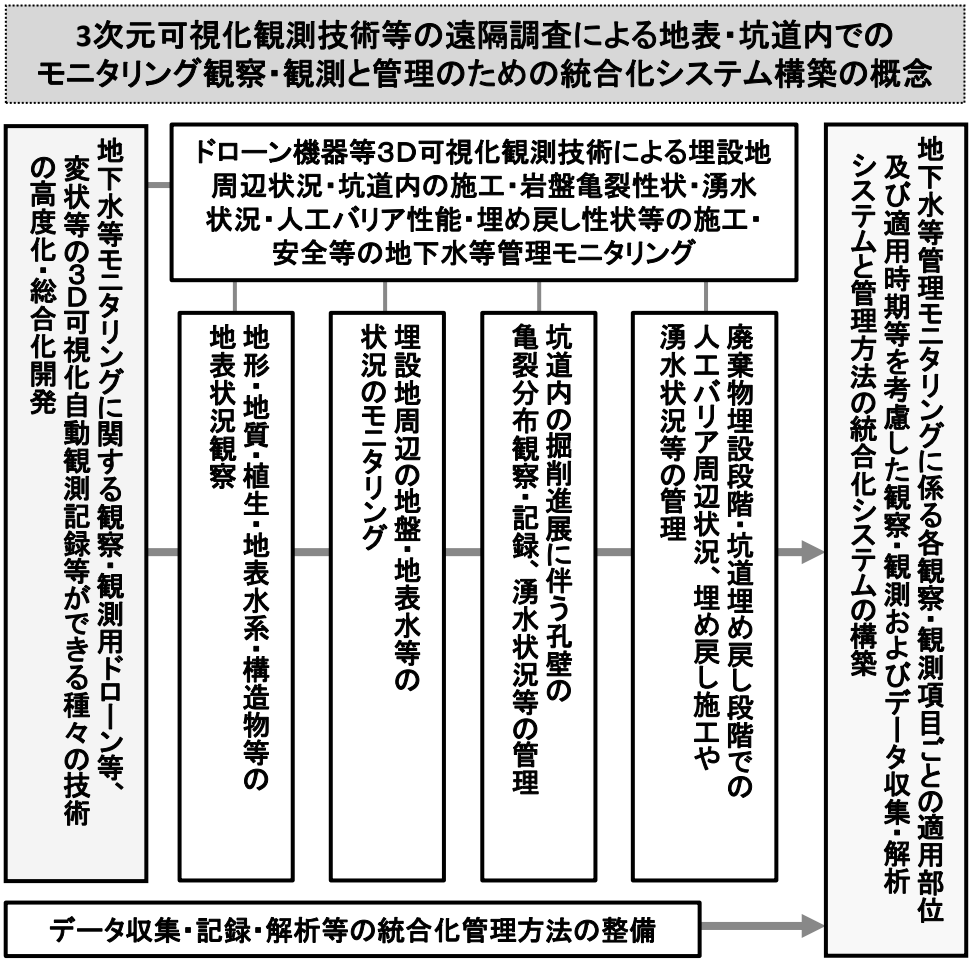
また、地上においても、廃棄物埋設地あるいはその周辺の埋設施設サイト全域における、地形、植生、表面水の状況など、地形・地質・水文などサイト全域における状況観察から地形地質モデルの確認、あるいは管理の合理的な実施に反映させるための総合的な活用方策とそのシステム化を図り、試作機を製作して、その適用性を確認する。

以上のようなドローン技術をベースとするリモート空撮技術を用いて、事業段階の展開に応じて、地表及び坑道内の各部位において、各種の目的に対応した活用が考えられ、それを総合的にモニタリング観察・観測した画像情報を集積・記録・分析することにより各種の安全・施工・性能等の管理等を機動的に実施できる総合化システムの構築に係る概念図案を図3.5-2に示す。

2）光ファイバ技術の適用先の拡大と耐久性向上と多目的計測用等に高度化

測定技術としては水圧（間隙水圧や地盤圧力）、ひずみ、温度等の計測の他、データ送信など多用途に活用されつつある。

光ファイバは、上記測定センサーとして、また通信・データ送信などでも、電気式に比べて雷等の影響も受けにくく、腐食にも強いため、長期耐久性を要求される地下水等モニタリングには適しており、多点測定にも優れているなど今後も応用範囲の拡大が期待されているが、ここでは、地下水等モニタリングで必要となる水質などの多目的センサーとしての複合型センサーの開発など、応用範囲の拡大を図るとともに、耐久性や省エネ・小サイズ化などの高度化を図る。上述したような地下水等モニタリングの統合化システム構築の概念を図3.5-3に示す。

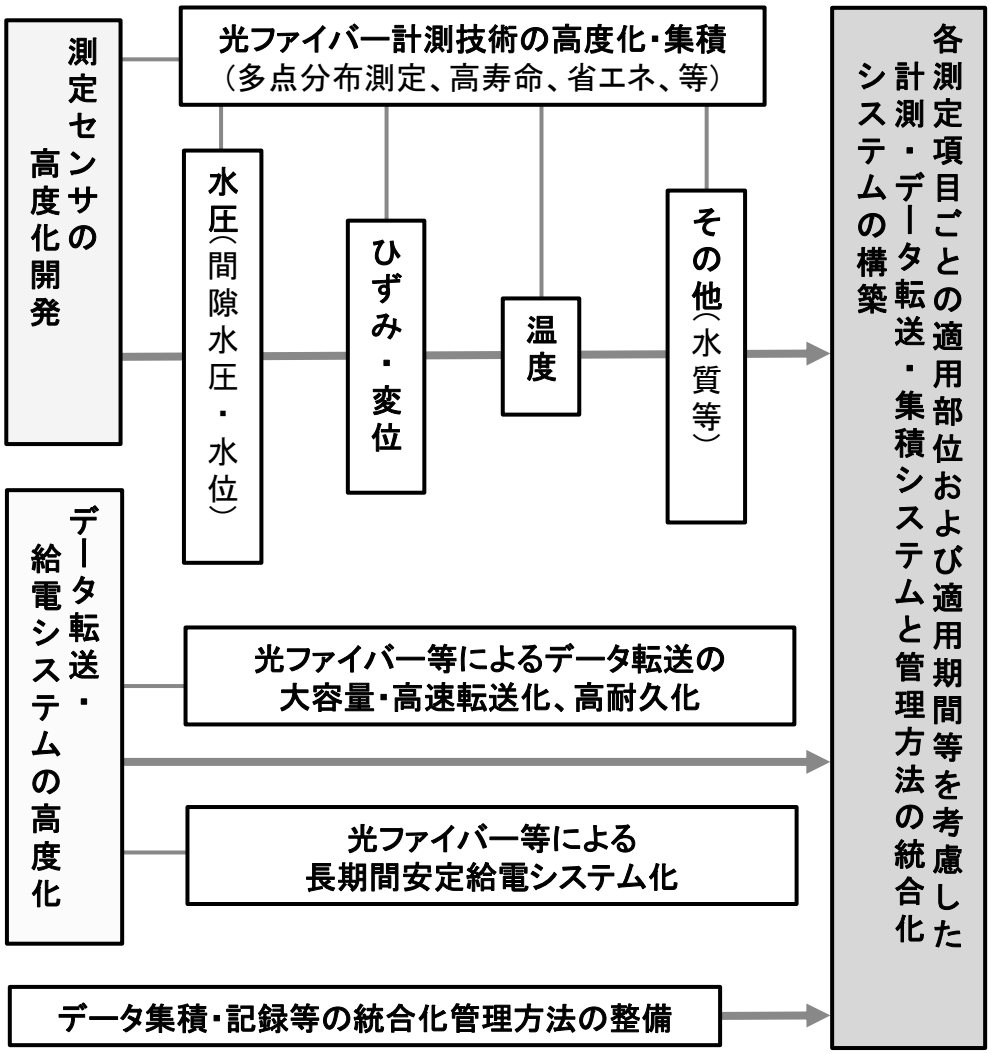


【既往技術の参考情報】

17) 西山・冨井・佐野・大西：「地盤工学における情報収集・分析・伝達技術開発の最前線―第３章　ドローンを利用した最先端モニタリング」、地盤工学会　Vol.68, 2020年11月号.

18) (株)アサノ大成基礎エンジニアリングパンフレット：「3次元計測器を用いた構造物の調査－UAV（ドローン）を活用した施設点検などインフラ保全への取り組み」、2021年1月.

図 3.5-2　ドローン技術を活用した地表・坑道内の管理モニタリング統合化システム構築の概念図



【既往技術の参考情報】

19） 川端・永谷・今井：「地盤工学における情報収集・分析・伝達技術開発の最前線―第４章　高速・高精度の分布型光ファイバ計測技術を活用した地盤モニタリングについて」、地盤工学会 Vol.68, 2020年12月号.

20） 永谷・川端・今井：「分光型光ファイバセンサを用いた地中変位計測技術」、、地盤工学会　Vol.69, 2021年1月号.

図 3.5-3　地下水等モニタリング統合化システム構築の概念図

3.6 今後の検討

令和 3 年度は、令和 2 年度において概略検討した内容に関して、特に技術課題とその対応方策についてより詳細な検討（下記参照）を実施する予定である。

- 中深深度処分に係る事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査･評価技術の体系化検討と技術開発課題の整理
- 中深度処分に係る地下水流動の調査･評価技術における特に重要な技術開発課題の抽出とその開発・実証方策案の検討

第 3 章の参考文献

[1] 原子力規制委員会：炉内等の廃棄物の埋設に係る規制の考え方. 平成 28 年 8 月 31 日 原規技発第 1608312 号, 原子力規制委員会決定, 2016 年 8 月 31 日.

[2] 原子力規制委員会：中深度処分における廃棄物埋設地の設計プロセス及び線量評価に係る審査ガイドの骨子案. 平成 29 年度第 27 回原子力規制委員会 臨時会議、資料 5（“廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合”の検討を踏まえて取りまとめた資料）, 2017 年 7 月 31 日.

[3] 原子力規制委員会：第二種廃棄物埋設に係る規制基準等の骨子案. 平成 29 年度第 27 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合, 資料 27-1, 2017 年 11 月 2 日.

[4] 原子力規制委員会：第二種廃棄物埋設の事業許可基準規則における廃棄物埋設地における廃棄物埋設地に対する要求及び基準について(1)中深度処分. 平成 29 年度第 28 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合, 資料 28-1, 2018 年 3 月 20 日.

[5] 原子力規制委員会：中深度処分における廃棄物埋設地の廃止措置後の保全に関する措置を必要としないための設計プロセス及び公衆の被ばく線量評価に係る審査ガイドの骨子案. 平成 29 年度第 28 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム会合, 資料 28-2, 2018 年 3 月 20 日.

[6] 土木学会エネルギー委員会：余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオを用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方. 土木学会エネルギー委員会・低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会報告書 (2008)

[7] 原子力環境整備促進・資金管理センター：地下水流動を説明するための調査システムフローの評価－RWMC と NDA の共同研究報告書―. (2010).

[8] 電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構：TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－ (2005).

[9] 原子力発電環境整備機構：包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティーケースの構築－、レビュー版 概要編. NUMO-TR-18-02 (2018).

[10] 三枝博光, 尾上博則, 石橋正祐紀, 田中達也, 鐙顕正, 橋本秀爾, Bruines, P.：割れ目分布に起因した水理特性の不均質性を考慮した水理地質構造のマルチスケールモデル化手法開発に関わる検討. JAEA－Research 2015-011 (2015).

[11] 竹内竜史：地下水長期モニタリングによる地下水流動特性の評価に関する研究. 岡山大学大学院環境生命科学研究科 博士論文 (2016).

[12] 三枝博光：NUMO セーフティーケースにおける地質環境モデルの構築. 土木学会講演会 放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について 講演会資料. [2018].

[13] 尾上博則：瑞浪超深地層研究所における亀裂性岩盤の研究事例（1）亀裂ネットワークモデルの構築. 土木学会講演会 放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について 講演会資料 (2018).

[14] 尾崎裕介：瑞浪超深地層研究所における亀裂性岩盤の研究事例（2）H-M-C 連成挙動の推定. 土木学会講演会 放射性廃棄物処分に係る亀裂性岩盤中地下水流動特性の調査・評価手法の最新動向について 講演会資料 (2018)

[15] 原子力規制委員会：中深度処分に係る規制基準等の策定について－電気事業連合会からの意見聴取の結果を踏まえて方針案－. 令和元年度第 52 回原子力規制委員会, F14SC40 参考資料-3（資料 4）, 2020 年 1 月 15 日.

[16] 地盤工学会：水理地質構造モデル化概念の違いによる深部地下水流動への影響評価、亀裂性岩盤における浸透問題に関するシンポジウム 発表論文集 別冊 (2001).

[17] 西山哲・冨井隆春・佐野ひかる・大西有三：地盤工学における情報収集・分析・伝達技術開発の最前線 第 3 章 ドローンを利用した最先端モニタリング. 地盤工学会誌 2020 年 11 月号 Vol.68, No.11, Ser.No.754, pp.31-38 (2020).

[18] (株)アサノ大成基礎エンジニアリング:3 次元計測器を用いた構造物の調査－UAV（ドローン）を活用した施設点検などインフラ保全への取り組み（パンフレット） (2021).

[19] 川端淳一・永谷英基・今井道男：地盤工学における情報収集・分析・伝達技術開発の最前線 第 4 章 高速・高精度の分布型光ファイバ計測技術を活用した地盤モニタリングについて. 地盤工学会誌 2020 年 12 月号 Vol.68, No.12, Ser.No.755, pp.41-48 (2020).

[20] 永谷英基・川端淳一・今井道男：分光型光ファイバセンサを用いた地中変位計測技術.地盤工学会誌 2021 年 1 月号 Vol.69, No.1, Ser.No.756, pp.56-57 (2021).

第 4 章　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、地震時影響評価技術の検討及び地震動観測

第4章　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化の内、地震時影響評価技術の検討及び地震動観測

4.1　地震時影響評価技術の検討

4.1.1　検討概要

地震動は地下深部から地表に伝播する過程で増幅するため、地表に比べて地下の揺れは比較的小さくなると考えられている。日本原燃株式会社の敷地（青森県上北郡六ヶ所村）内に掘削された土被り厚が約 110m の試験空洞内では、平成 25 年度から地震動観測を行っている。観測された地震動の中で比較的大きな地震動（2019 年 8 月 15 日に観測）では、図 4.1-1 に示すように、地下の試験空洞底盤では 18Gal であるのに対して、KiK-net（防災科学技術研究所）[1]で公開されている敷地付近の地表の最大加速度は 52Gal となっており、地下は地表に対して最大加速度が35%程度になっている。よって、試験空洞に入射する地震動のレベルは比較的小さくなるものと考えられる。

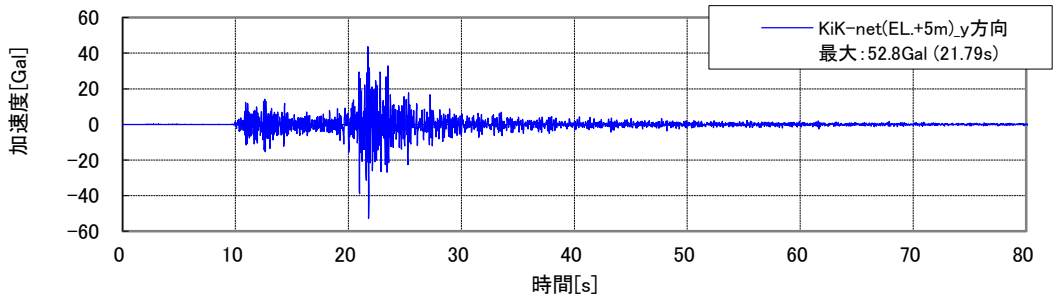
一方で、試験空洞に設置されている中深度処分施設を模擬した試験施設は、地震時には空洞とは独立して挙動するため、試験施設が共振等することにより、試験施設の各構成部材が地震時影響を受ける可能性がある。そこで、平成 25 年度～平成 31 年度の検討では、観測地震動により作成した解析用入力地震動を用いて、試験空洞及び周辺地盤を対象とした地震応答解析を実施してきた。その結果、地下空洞施設の増幅特性等の定性的な評価は可能となったものの、加速度及びスペクトル分布等で解析結果と観測結果が乖離し、定量的な評価に至るまでには問題が残されていることがわかった。

そこで、地下空洞施設の地震時挙動の定量的な評価（再現性の向上）を目的として、今年度は、現状の課題を整理した上で、文献調査結果を踏まえた対応策を検討することとした。上述の解析結果と観測結果の乖離に関する想定原因の抽出及び対応策の概要を図 4.1-2 に整理した。図 4.1-2 に示すように、現状の課題としては、以下が挙げられる。

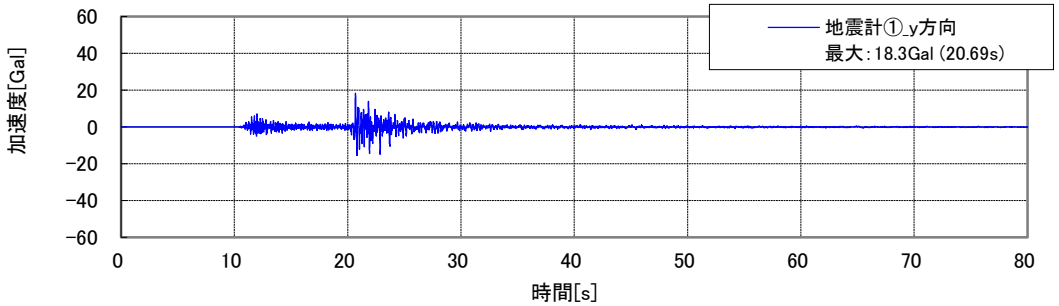
- 現在の地震計の配置では、空洞周辺の緩み領域の影響を含んだ地震動を観測している可能性があるが、解析手法でその影響を考慮していない。
- 周辺岩盤では、地震動の周波数に依存した減衰が生じている可能性があるが、解析手法でその影響を考慮していない。
- 2 次元解析用の入力地震動作成のための 1 次元解析では、試験空洞で取得した地震動を入力波として採用してきたが、その妥当性が明確にされていない。

これらの課題に対して、既往文献調査により対応策を検討した結果、地震計の配置の見直し及び解析手法の高度化等による対応策が有効であると考えた。そこで、検討した対応策をもとに、

地下空洞施設の地震時挙動の定量的な評価（再現性の向上）を目的とした実施計画を立案した。



（1）地表（KiK-net）



（2）地下（試験空洞底盤）

図 4.1-1　地表と地下の加速度の比較（2019 年 8 月 15 日に観測）

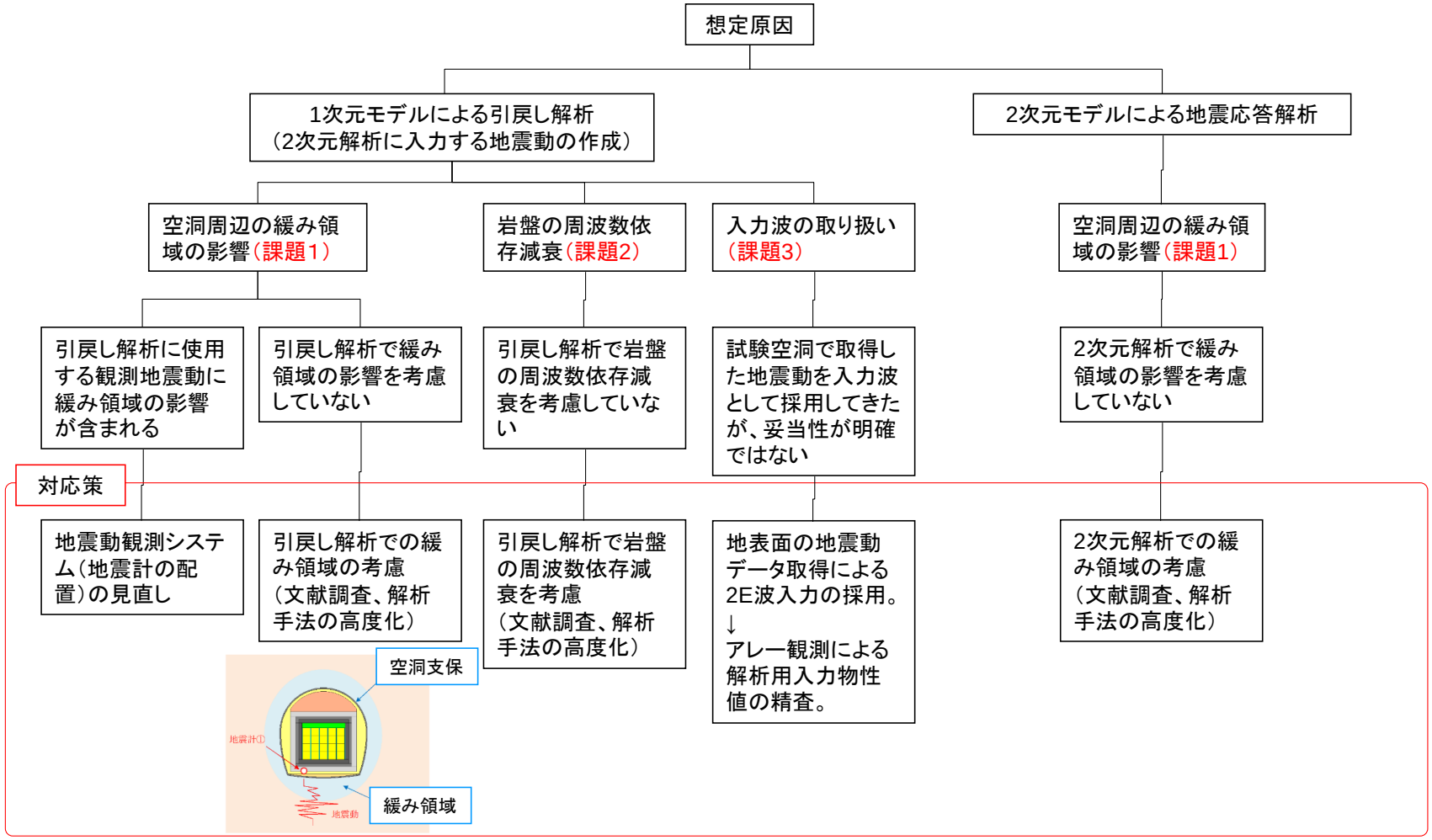


図 4.1-2　解析結果と観測結果の乖離に関する想定原因の抽出及び対応策の概要

4.1.2　現状の課題整理

(1) 空洞周辺の緩み領域の影響

1) 地震動観測システム

現在、図 4.1-3 に示すように試験空洞内に 3 台の地震計（地震計①～③）を設置して観測を実施している。空洞底盤に設置している地震計①の観測データは、空洞の地震時影響を評価するための地震応答解析の入力地震動の作成に利用している。しかしながら、高さ 16m 級の試験空洞内で観測される地震計①には、図 4.1-4 に示すように空洞支保や空洞掘削時の周辺岩盤の緩み領域の影響が含まれていると考えられる。よって、その地震動を利用して 1 次元の引戻し解析で作成した入力地震動にも同様の影響が含まれていると考えられ、精度の高い入力地震動が作成できていない可能性がある。

また、試験空洞位置の局所的な深度での観測だけでは、岩盤中の深度方向の地震動の評価ができず、入力地震動の妥当性を評価できないという課題もある。

よって、精度の高い入力地震動を作成するためには、観測される地震動に空洞支保や空洞周辺の緩み領域の影響が含まれない位置での計測に加え、地表面などの空洞とは異なる深度での計測が望まれる。

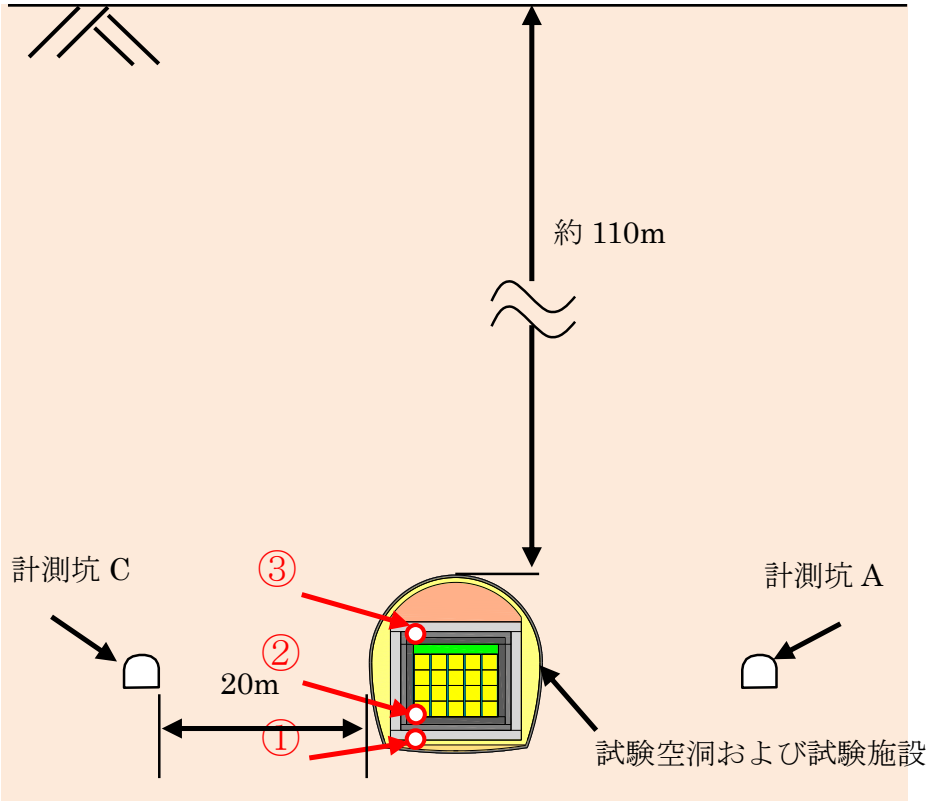


図 4.1-3　現状の地震計設置位置

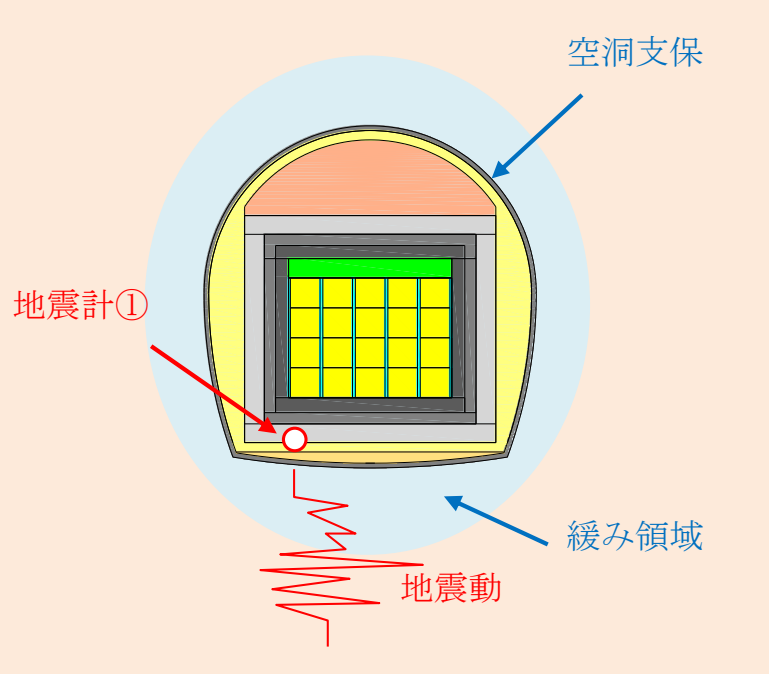


図 4.1-4　地震計①に含まれる空洞支保及び空洞周辺の緩み領域の影響

2) 1 次元モデルによる引戻し解析

地震応答解析に使用するための入力地震動は、図 4.1-5 に示すように、試験空洞の底盤に設置した地震計①（図 4.1-6）の観測データを用いて、観測深度から解析モデル下端まで引戻し解析を用いて作成している。引戻し解析手法には、Schnabel et al.[2]が開発した 1 次元重複反射理論に基づく等価線形解析プログラム（SHAKE）を用いている。

現状の引戻し解析で求めた入力地震動を用いて実施した 2 次元の地震応答解析結果と観測データを比較すると、表 4.1-1 に示すように、地下空洞施設の増幅特性（地震計①と地震計③のフーリエスペクトル比）は概ね再現されているものの、応答加速度及びフーリエスペクトル分布では解析結果と観測結果が乖離し、定量的な評価に至るまでには問題が残されていることがわかった。引戻し解析では、前述した空洞支保や空洞周辺の緩み領域の影響を考慮していないために、精度の高い入力地震動を作成できず、表 4.1-1 に示すようなスペクトル成分の乖離が生じている可能性が考えられる。

よって、入力地震動の精度向上のための対策の一つとして、緩み領域の考慮などの解析手法の高度化が挙げられる。

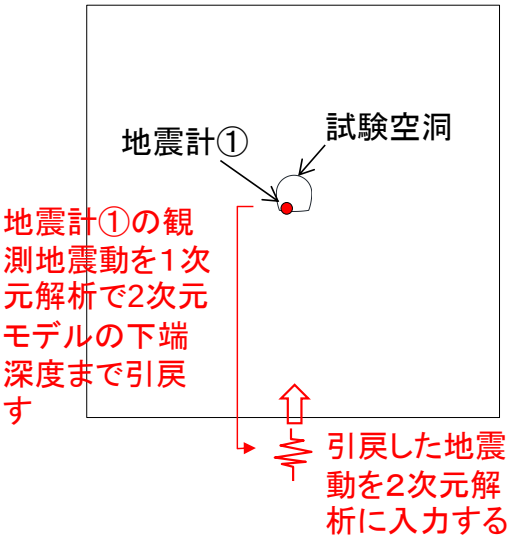
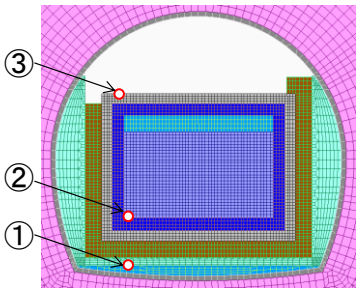
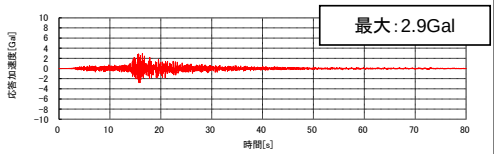
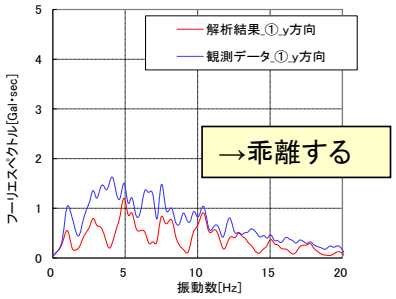
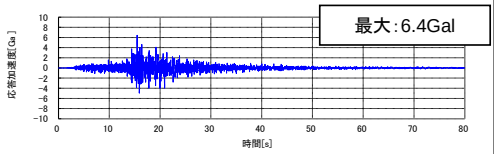
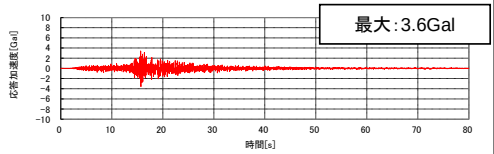
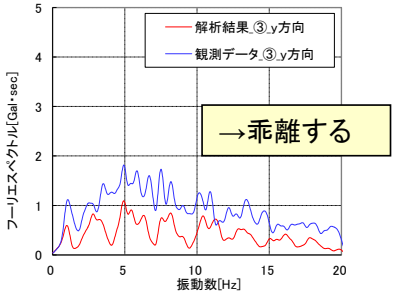
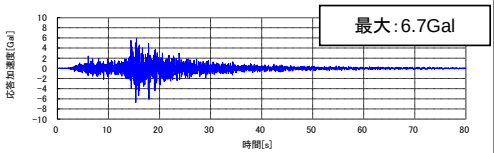
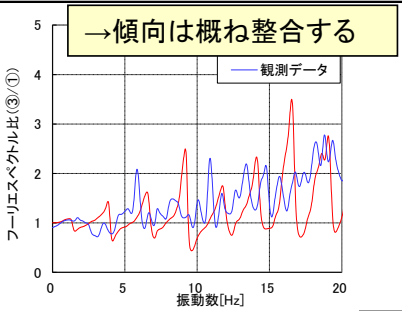


図 4.1-5　1次元モデルによる引戻し解析

図 4.1-6　地震計①の設置状況

表 4.1-1　地下空洞施設の地震時の応答加速度及びフーリエスペクトル



		応答加速度	フーリエスペクトル
地震計①	解析結果		
	観測結果		
地震計③	解析結果		
	観測結果		
フーリエスペクトル比（③/①）		―	

3) 2 次元モデルによる地震応答解析

試験施設における地震時影響は、引戻し解析で作成した入力地震動を、図 4.1-7 に示す試験空洞や試験施設をモデル化した 2 次元モデルの下端に入力し、評価している。2 次元の解析モデルは、既往文献[3]に記載されている試験空洞近傍の地質構造図（図 4.1-8）を参考にして、簡易的に地層を水平成層構造として設定している。また、既往の引戻し解析及び 2 次元の地震応答解析では、隣接地域における地質情報[4]を引用して解析用物性値を設定している。

現状の解析モデルでは、前述の図 4.1-4 に示すような空洞掘削時に発生していると考えられる周辺岩盤の緩み領域を反映していない。このような緩み領域では、健岩部と比較して剛性が低下していると考えられる。そこで、緩み領域が試験施設に与える地震時影響を検討し、その影響が大きい場合は、緩み領域の適切なモデル化が望まれる。

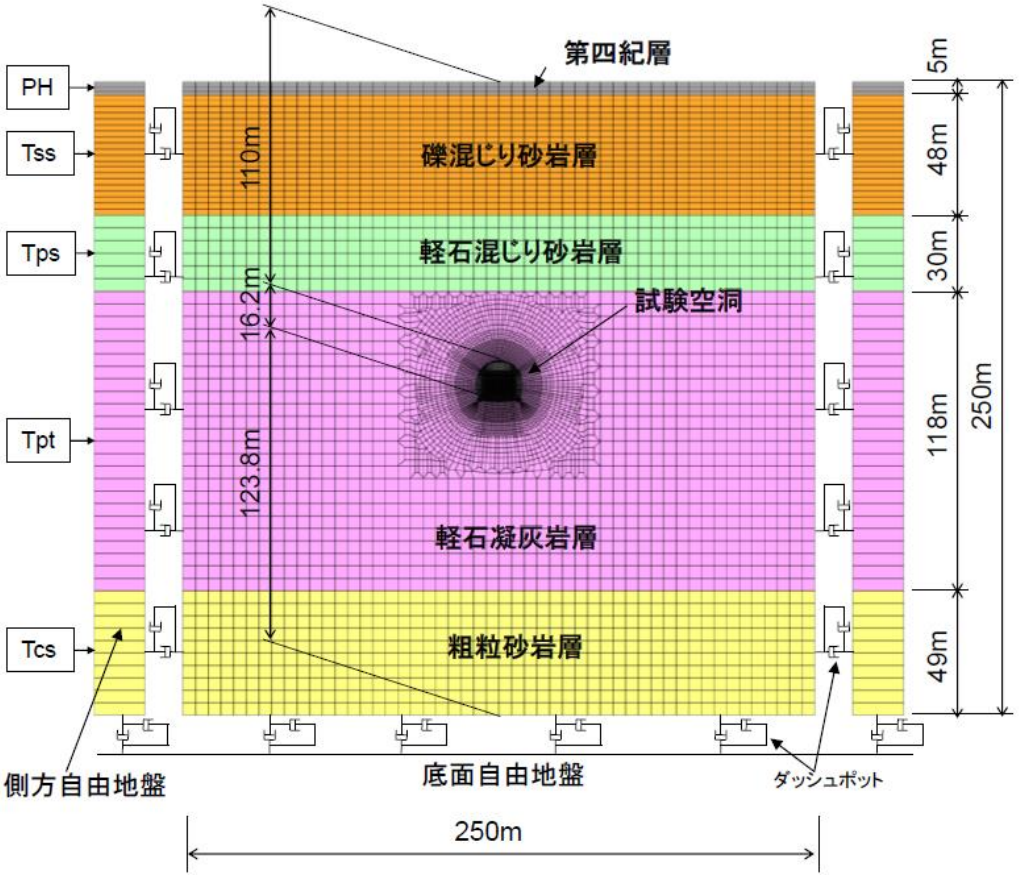


図 4.1-7　2 次元地震応答解析の解析モデル

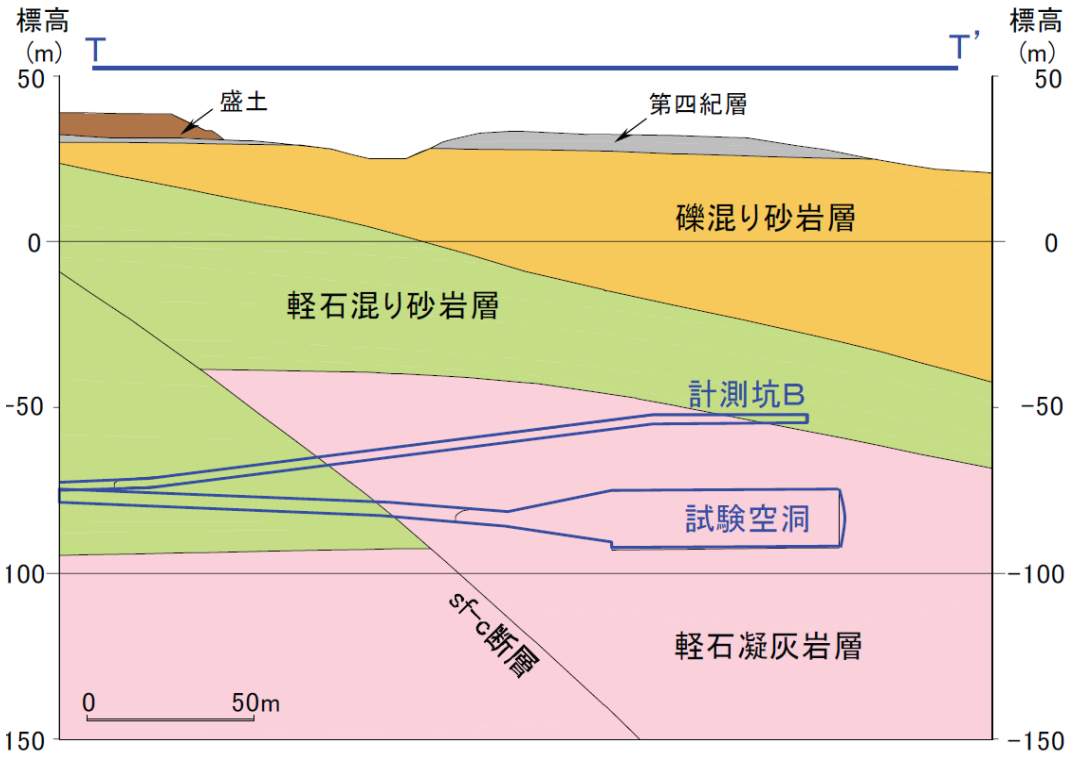


図 4.1-8　試験空洞近傍の地質構造[3]

(2) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響

引戻し解析（SHAKE）では、ひずみレベルの大きな解析では、図 4.1-9 に示すように特に高周波数領域において減衰を過大に評価することが一般的に知られている[5]。既往の引戻し解析[6]で用いた地震動の最大加速度は、いずれも 20Gal 以下であり、最大せん断ひずみも 0.01%以下とひずみレベルが非常に小さいため、上述のような問題には該当しないと考えられる。しかしながら、図 4.1-9 に示すように観測結果と引戻し波を入力地震動とした 2 次元解析結果のスペクトル成分は整合せず、定量的な評価ができないことが課題となっていた。

よって、入力地震動の精度向上のための対策の一つとして、図 4.1-9 に示すような周波数依存減衰を考慮する解析手法の高度化が挙げられる。

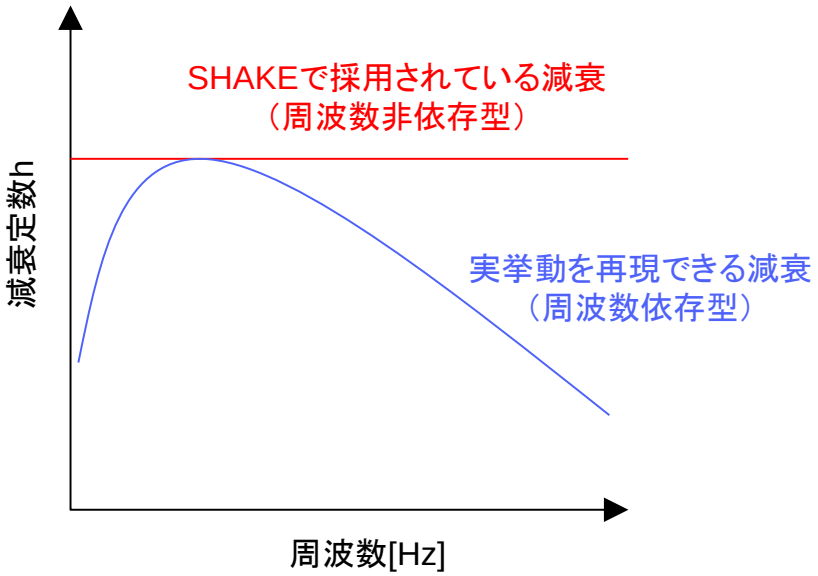


図 4.1-9　SHAKE における減衰の周波数依存の模式図

(3) 引戻し解析における入力波の取り扱い

引戻し解析（SHAKE）では、図 4.1-10 に示すように地盤を多層の 1 次元の水平成層地盤としてモデル化する。そこで扱う地震波は、上昇波（E 波）と下降波（F 波）に分けられており、地中で観測される地震動は E 波と F 波の足し合わせの E+F 波、地表で観測される地震動は E 波と F 波が一致するとして 2E 波とされている。一方、試験空洞底盤で観測された地震動をどのように扱うかについては、既往の検討[7]で、図 4.1-11 の CASE1 に示すように大空洞の解放された環境での観測波として 2E 波と解釈するか、CASE2 に示すように地中での観測波として E+F 波と解釈するかの比較検討を行っている。CASE1 と CASE2 で作成した入力地震動を 2 次元モデルの下端に入力し、地震計①での解析結果と観測データの比較した結果、図 4.1-12 に示すように、両者ともに解析結果と観測データの整合が高いとはいえないものの、CASE1 の方が CASE2 よりも観測データに近いことから、試験空洞底盤に設置した地震計の観測データは、解放基盤面で観測したデータとして 2E 波とみなしている。しかしながら、2E 波として扱うことの説明性は十分であるとは言えないため、試験空洞底盤で観測された地震動の E+F 波または 2E 波の取り扱いについては現状の課題と考えられる。

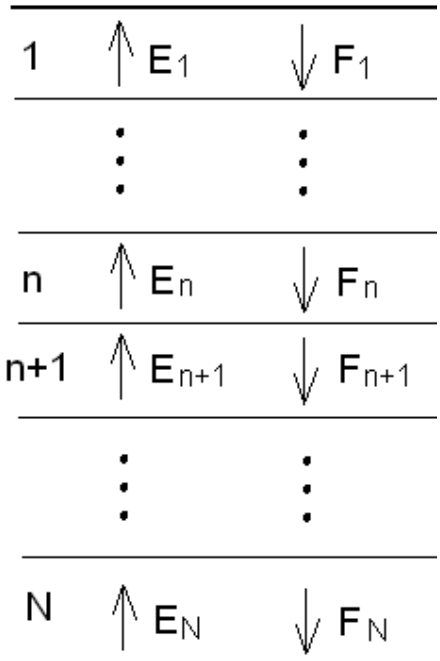


図 4.1-10　上昇波（E 波）と下降波（F 波）

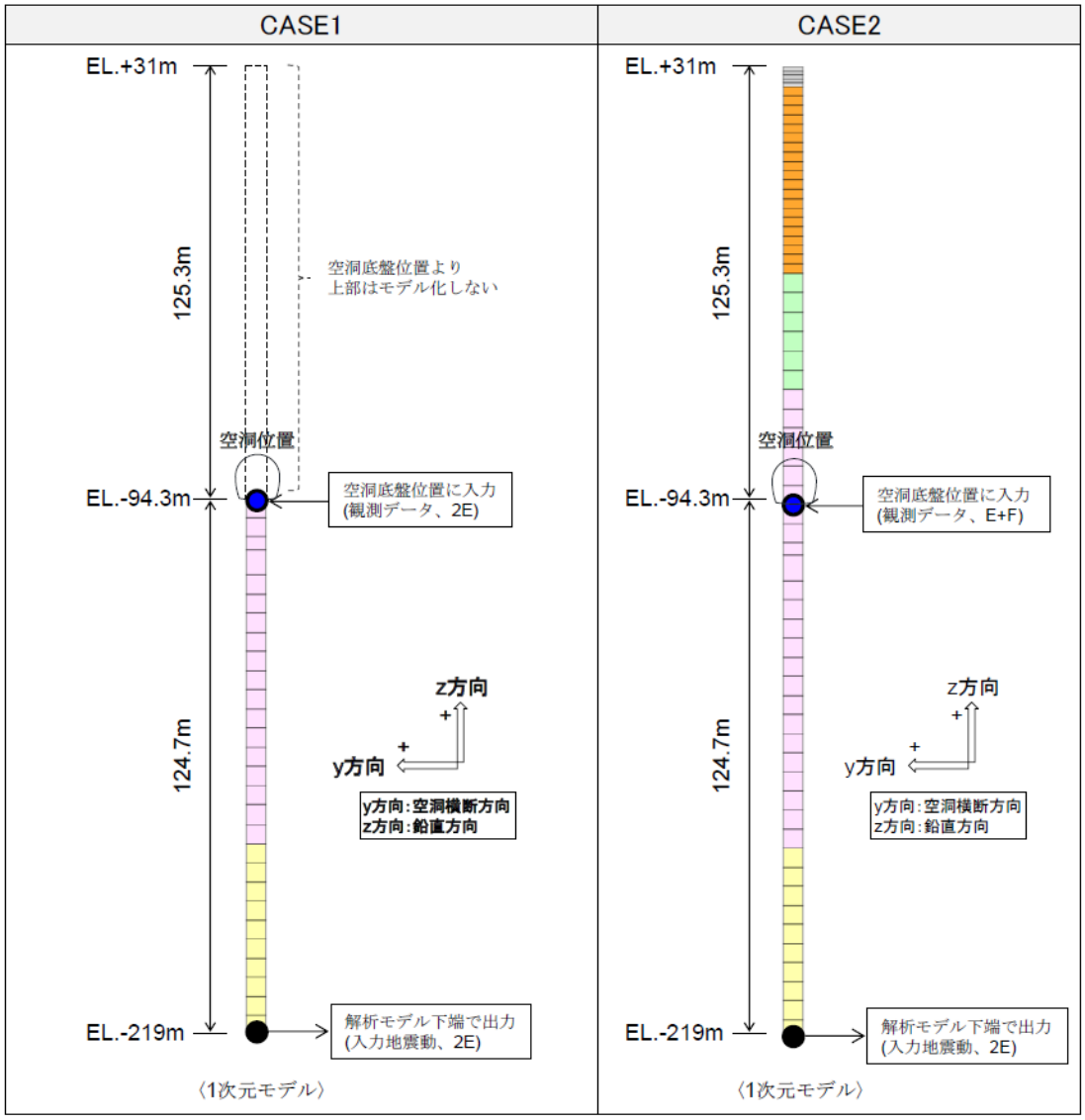


図 4.1-11　試験空洞底盤で観測される地震動の取り扱い[7]

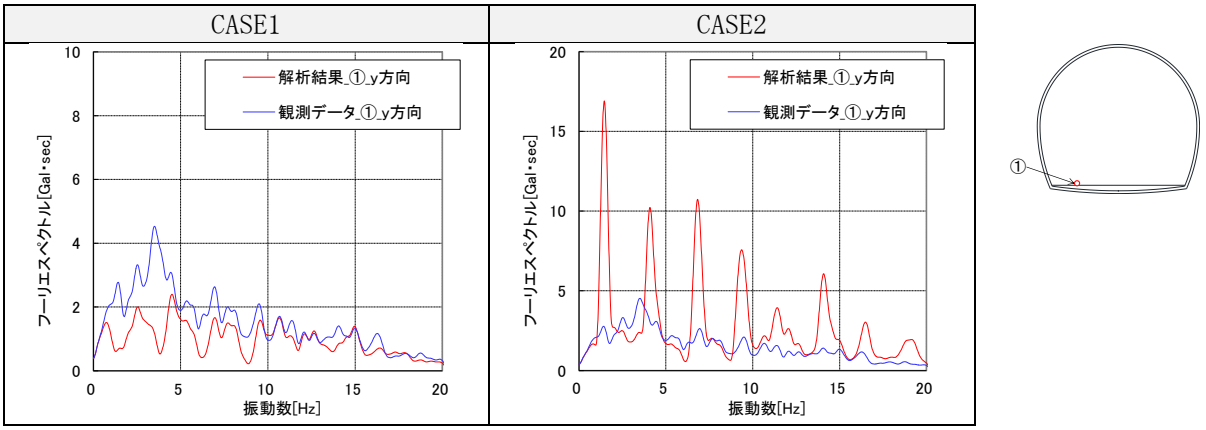


図 4.1-12　地震計①での解析結果と観測データの比較[7]

(4) まとめ

上述したように、引戻し解析や地震応答解析に関する現状の課題はいくつかあるものの、まず解決すべき課題としては、地震計観測システムの見直し（地震計の配置の見直し）による、取得する地震動データの品質向上であると考えられる。

よって、その他の引戻し解析や地震応答解析の改良・高度化については、品質を確認できた観測地震動においても、解析用入力地震動の精度や、解析結果と計測結果の整合について向上が見込まれない場合に対応すべきであると考えられる。

4.1.3　文献調査

(1) 最新の規制要求の整理

一般的に、地下構造物は、地上構造物と比較して地震の影響を受けにくいと考えられている。その理由としては、地下では地表と比較して地震による揺れが小さいこと、また、地下構造物が周辺の地山と一体となって動くため震動の増幅がないこと等が経験的に知られている。

現段階では中深度処分施設の耐震重要度は設定されていないが、設定された後には耐震重要度に応じて規定される耐震設計が求められる。そこで、中深度処分施設の耐震設計における地震応答解析の必要性を確認するとともに、今後どのような対応が必要とされるのかを把握することを目的として、最新の規制要求を整理することとした。

1) 規制要求

中深度処分等に係る規制基準等の策定について（原子力規制庁、平成 30 年 8 月 1 日）[8]の内容より、最新の中深度処分施設の規制要求を整理した。

a．耐震重要度分類

「中深度処分等に係る規制基準等の策定について[8]」では、中深度処分における操業中の廃棄物埋設施設に係わる要求の骨子案が記載されている。廃棄物埋設施設は、耐震重要度に応じて、S クラス、B クラス、C クラス（以下「耐震重要度分類」という）に分類され、各クラスに属する廃棄物埋設施設の耐震設計が規定されている。耐震重要度分類の記載内容を以下に抜粋する（以降、斜体部分は参考文献からの抜粋である）。

(a) S クラス

自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により異常が発生した場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、環境への影響が大きいものをいう。安全上重要な施設を有する廃棄物埋設施設にあっては、津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。）及び浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）並びに敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）を含む。上記に規定する「環境への影響が大きい」とは、異常が発生した場合における敷地周辺の公衆の実効線量が５ミリシーベルトを超えることをいう。

(b) B クラス

安全機能を有する施設のうち、安全機能が喪失した場合の影響がＳクラスに属する施設と比べ小さい施設をいう。なお、廃棄物埋設施設のうち、安全機能を喪失した場合に公

衆が被ばくする線量が十分に低い施設であればCクラスに分類することができる。この場合において、「公衆が被ばくする線量が十分に低い」とは、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針（昭和５０年５月１３日原子力委員会決定）」を参考に、実効線量が発生した異常につき５０マイクロシーベルト以下であることをいう。

(c) C クラス

Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設をいう。

b. 耐震設計

「中深度処分等に係る規制基準等の策定について[8]」の別紙 2 では、廃棄物埋設施設の耐震設計に関して記載されている。記載内容は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈[9]」をおおむね準用する内容となっている。新しく追加された内容としては、B クラス及び C クラスの廃棄物埋設施設の耐震設計における「弾性設計用地震動に 2 分の 1 を乗じたものに代えて、建築基準法等に基づく評価において使用する地震動を用いることができる」の記載である。ここに記載されている弾性設計用地震動とは、S クラスの施設用に設定された地震動を表すと考えられ、基準地震動及び耐震方針に関わる審査ガイド[10]によると原子力発電施設の弾性設計用地震動は、基準地震動 Ss との応答スペクトルの比率が目安として 0.5 を下回らないような値で工学的判断に基づいて設定することとされている。また、廃棄物埋設地（上部が開口しているものを除く）及び坑道については、常時作用している荷重、操業中に作用する荷重及び弾性設計用地震動に 2 分の 1 を乗じたものによる地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まることと記載されている。

「中深度処分等に係る規制基準等の策定について[8]」の耐震設計に関する記載内容を以下に抜粋する。

(a) S クラス（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（原規技発第 1306193 号（平成２５年６月１９日原子力規制委員会決定））（以下「実用炉設置許可基準解釈」という。）第４条３の一を準用すること。

上記の「実用炉設置許可基準解釈」第４条３の一を以下に抜粋する。

- *弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。*
- *建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。*

・ *機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力を組み合わせた荷重条件に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。なお、「運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重」については、地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重及び地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせて考慮すること。*

(b) B クラス及び C クラス

実用炉設置許可基準解釈第４条３の二又は三を準用すること。この際、実用炉設置許可基準規則解釈第４条３の二に規定する「常時作用している荷重」には、自重及び操業時の荷重等を含めること。また、実用炉設置許可基準解釈第４条３の二に規定する「共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと。」について、Ｓクラスに属する施設を有しない廃棄物埋設施設に対しては、共振のおそれのある施設への影響の検討に用いる地震動として、弾性設計用地震動に２分の１を乗じたものに代えて、建築基準法等に基づく評価において使用する地震動を用いることができる。また、廃棄物埋設地（上部が開口しているものを除く。）及び坑道については、常時作用している荷重、操業中に作用する荷重及び弾性設計用地震動に２分の１を乗じたものによる地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。なお、この際、「弾性設計用地震動に２分の１を乗じたもの」に代えて、建築基準法等に基づく評価において使用する地震動を用いることができる。

上記の「実用炉設置許可基準解釈」第４条３の二を以下に抜粋する。

・ *静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行うこと。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に２分の１を乗じたものとすること。*
・ *建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。*
・ *機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。*

上記の「実用炉設置許可基準解釈」第４条３の三を以下に抜粋する。

・ *静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること。*

- *建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とすること。*
- *機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時の荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること。*

2) 耐震設計の流れ

耐震設計の流れを以下に述べる。

a．耐震重要度の設定

「4.1.3　(1) 1) a．耐震重要度分類」の内容に従い、当該施設の耐震重要度を設定する。

b．耐震設計用の地震力の算定

各耐震重要度の設計に必要な地震力を算定する。各種地震力の概要を以下に示す。

(a) 基準地震動

基準地震動は、その供用中に当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による地震動である。最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものとする。方針として、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定することとしている。

(b) 弾性設計用地震動

弾性設計用地震動は、上記の基準地震動との応答スペクトルの比率の値が、目安として0.5 を下回らないような値で、工学的判断に基づいて設定することとしている。

(c) 建築基準法等に基づく評価において使用する地震動

B クラスの耐震設計において、共振のおそれのある施設の影響検討に用いる地震動は、上記の弾性設計用地震動に 2 分の 1 を乗じたものにするとしているが、その地震動に代えて、建築基準法等に基づく評価において使用する地震動を用いることができるとしている。

(d) 静的地震力

建築・構築物における水平地震力は、地震層せん断力係数Ｃｉに、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定することとしている。

S クラス：3.0

B クラス：1.5

C クラス：1.0

ここで、地震層せん断力係数Ｃｉは、標準せん断力係数Ｃ０を 0.2 以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

c．耐震安全性評価

建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時に作用する荷重と、各耐震重要度に応じて設定される地震力を組み合わせて、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界として耐震安全性を評価する。

また、機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時等の荷重と、各耐震重要度に応じて設定される地震力を組み合わせ、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること（S クラス）、応答が全体的におおむね弾性状態に留まること（B 及び C クラス）を確認することで耐震安全性を評価する。

3) 規制要求の変更内容

「中深度処分に係る規制基準等における要求事項について（原子力規制庁、令和 2 年 7 月 15 日）[11]」では、「中深度処分等に係る規制基準等の策定について[8]」で記載されている、地震による損傷の防止に係る要求事項の変更内容について記載されている。

地震による損傷の防止に係る要求事項の変更内容を以下に抜粋する。

・ *安全機能を有する施設（廃棄物埋設地を除く。）は、地震力に十分に耐えることができるものであること。ここで「地震力」は、地震の発生によって生ずるおそれがある安全機能を有する施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定すること。その上で、解釈において次のような主旨の記載を行う。*
－耐震重要度分類によって B クラス又は C クラスのいずれかに分類した上で、該当するクラスの耐震設計を行うこと。

・ *廃棄物埋設地及び坑道は、放射性廃棄物の受入れの開始から埋設の終了までの間において、地震力に十分に耐えることができるものであること。ここで「地震力」は、上記「安全機能を有する施設」のうち最も厳しい地震力を設定する施設に対して設定する地震力を考慮すること。その上で、解釈において次のような主旨の記載を行う。*
－「地震力」とは、安全機能を有する施設に、B クラスに分類されるものがある場合には当該施設に適用される地震力、B クラスに分類されるものがない場合には C クラスに分類される施設に適用される地震力をいう。

4) まとめ

耐震重要度の記載内容より、中深度処分施設の耐震重要度は、B クラスまたは C クラスに分類されると考えられる。B クラスまたは C クラスの廃棄物埋設地及び坑道においては、地震力を用いた照査により、応答が全体的におおむね弾性状態に留まることが規制要求で求められている。

以上のことから、中深度処分施設の地震時応答を精度良く評価することは重要であると考えられる。本検討で取得される観測地震動は、これまでの実績上、最大でも数十 Gal 程度であり地震動レベルとしては小さく施設の応答も弾性範囲になると予想される。よって、本検討では、観測地震動を用いた地震応答解析により、弾性範囲の挙動を精度よく再現することを目的として検討を進める方針とした。この検討の延長線上には、大規模地震時などにより弾性範囲を超過し塑性範囲までを対象とするような評価も可能になると考えられる。

(2) 空洞周辺の緩み領域の影響

現在、高さ 16m 級の試験空洞の底盤に設置している地震計①の観測データには、空洞支保や空洞掘削時の周辺岩盤の緩み領域の影響が含まれている可能性がある。

そこで既往文献により、試験空洞の周辺岩盤の緩み領域がどのような状態になっているのか、さらに、緩み領域が存在するような空洞及びトンネルでは、緩み領域の影響をどのように評価し解析手法に反映しているのかを調査した。

1) 掘削時の緩み領域の発生

a. 試験空洞の事例

冨田他[12]は、本研究の検討対象である試験空洞掘削時のインバート付近の周辺岩盤の力学的挙動を捉えるための各種計測及び調査を行っており、それらを基に空洞掘削に伴う掘削影響領域（緩み領域）について検討している。力学計測として、弾性波トモグラフィ、サスペンション PS 検層、スライディングマイクロメータ並びに BTV 観察を実施しており、その結果を図 4.1-13 に示す。なお、図 4.1-13 の弾性波トモグラフィ及びサスペンション PS 検層については、図 4.1-14 に示すようにアーチ掘削後と全断面掘削後で計測（P 波速度、S 波速度）することにより、アーチ掘削後の計測値を初期値とした全断面掘削後の変化量（低減率）を以下の式で示している。

$$\text{低減率}(\%)=\frac{\text{全断面掘削後の速度}-\text{アーチ掘削後の速度}}{\text{アーチ掘削後の速度}}\times 100$$

その結果、空洞掘削時のインバート付近の周辺岩盤の力学特性変化について、以下ように考察している。

- 弾性波トモグラフィでは、インバート中央部において深度 1.8m まで 5%以上の速度低下が認められる。
- サスペンション PS 検層では、深度 2.5m で P 波、S 波速度低減率の変曲点が認められ、速度低減率が最も大きいのは深度 1.1m で P 波では 10%、S 波では 25%程度である。
- BTV 観察で認められた亀裂の最大深度は 1.9m である。
- 区間長 1m ごとに計測したスライディングマイクロメータの区間ひずみは、深度 0.7m～2.7m で区間ひずみが増加しており、その区間ひずみ値は軽石凝灰岩の限界ひずみ（平均値）の 0.5%相当である。

上記の考察から、インバートの深度 2.0m～3.0m の範囲まで、掘削前後で変形特性が変化しており、深度 3.0m 程度までは掘削影響領域であると評価している。

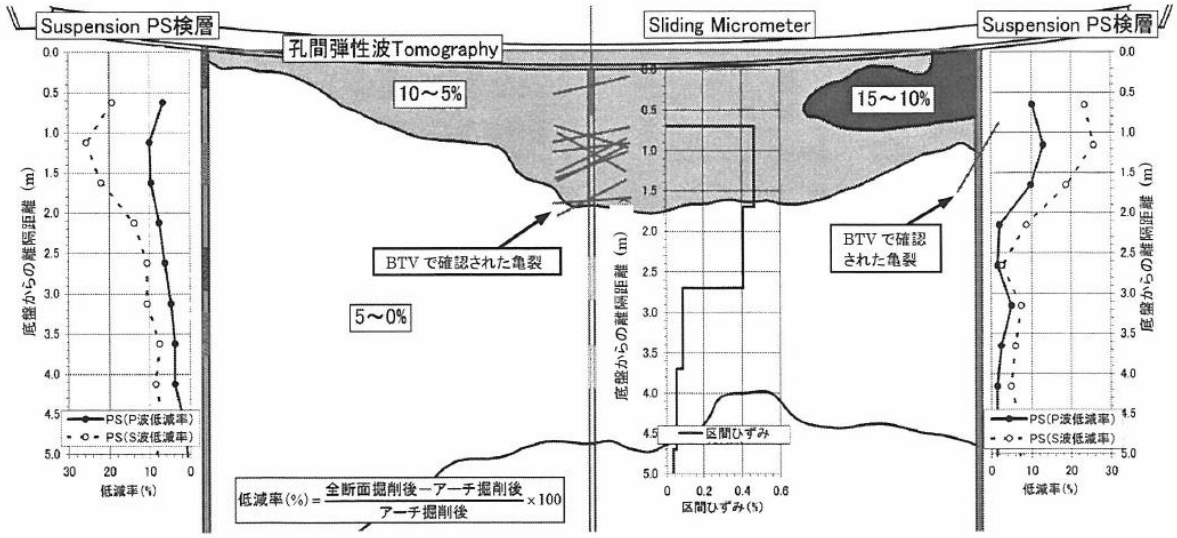


図 4.1-13　空洞掘削前後の各計測結果の比較（インバート部の横断面図）[12]

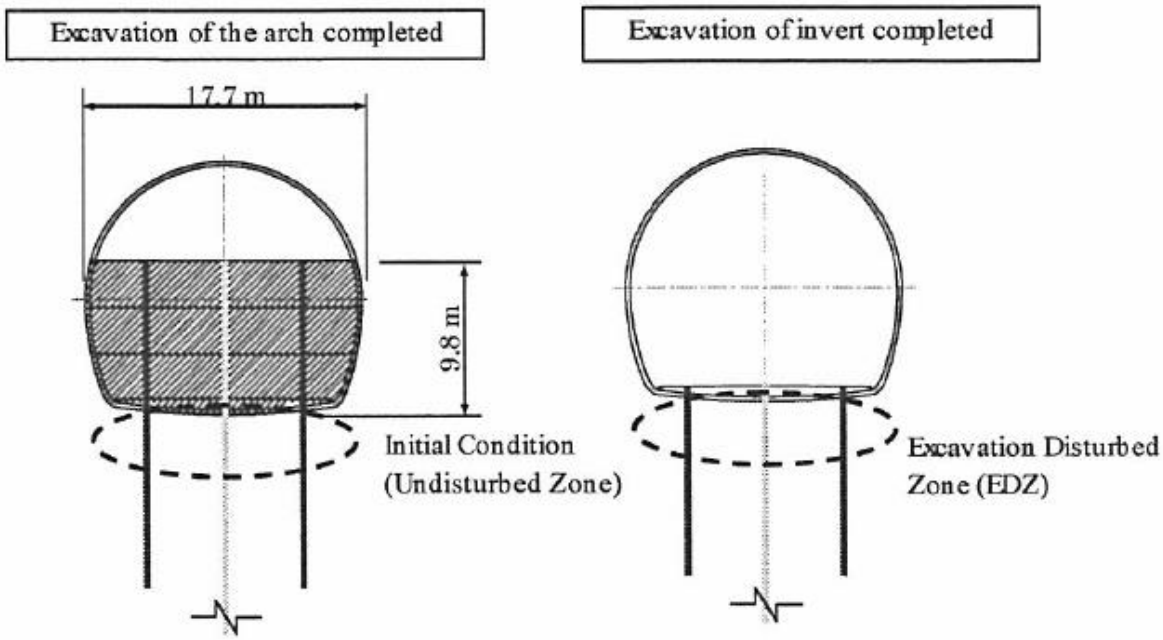


図 4.1-14　計測実施のタイミング（アーチ掘削後と全断面掘削後）[12]

b．鉱山坑道の事例

また、朴他[13]は、東濃鉱山の土被り約 130m の土岐挟炭層（軟岩）における、A 坑道（幅 2.4m）及び B 坑道（幅 3.0m）の掘削（発破及び機械）による周辺岩盤の緩み領域の評価を行っている。図 4.1-15 に示すように、坑道 B から 2 本のボーリング（MT-1～2）、坑道 A から 4 本のボーリング（MPS-1～4）を行い、その孔においてダウンホール式 PS 検層を実施している。なお、図 4.1-15 に示すように、MT-1～2 及び MPS-1～2 は発破掘削区間、MPS-3～4 は機械掘削区間を対象としている。また、MPS-1、3 は側壁から水平方向のボーリング、MPS-2、4 は天端から鉛直方向のボーリングとしている。

緩み評価は、別途、坑道 A の掘削前に実施した MT-1～2 の孔の間の弾性波トモグラフィの結果や、坑道 A で採取したコアの弾性波速度の結果より推定した、P 波速度（2000m/s～2200m/s 程度）及び S 波速度（800m/s 程度）を掘削前の地山の速度として用いている。

MT-1 孔及び MT-2 孔における速度層分布を図 4.1-16 に示す。図 4.1-16 に示すように、P 波速度の場合は坑壁から深さ 3.5～4.0m まで、S 波速度の場合は坑壁から深さ 1.5m までが地山の速度より小さい値を示している。この結果より、坑壁から深さ 1.5m までの区間は、坑道掘削に伴う緩み領域と評価している。

発破掘削と機械掘削の比較のために実施した、側壁からの水平方向の S 波速度分布（MPS-1、3）を図 4.1-17、天端からの鉛直方向の S 波速度分布（MPS-2、4）を図 4.1-18 に示す。図 4.1-17 に示すように、発破掘削区間では坑壁から 1.5m、機械掘削区間では坑壁から 1.0m までが緩み領域となり、機械掘削より発破掘削の方が緩み領域の拡がりが 1.5 倍大きくなったと評価している。同様に、図 4.1-18 の天端からの鉛直方向においても、発破掘削区間では坑壁から 1.0m、機械掘削区間では坑壁から 0.75m までが緩み領域となり、機械掘削より発破掘削の方が緩み領域の拡がりが 1.3 倍大きくなったと評価している。また、天端と側壁の結果より、緩み領域は、天端よりも側壁の方が大きくなる傾向がみられる。

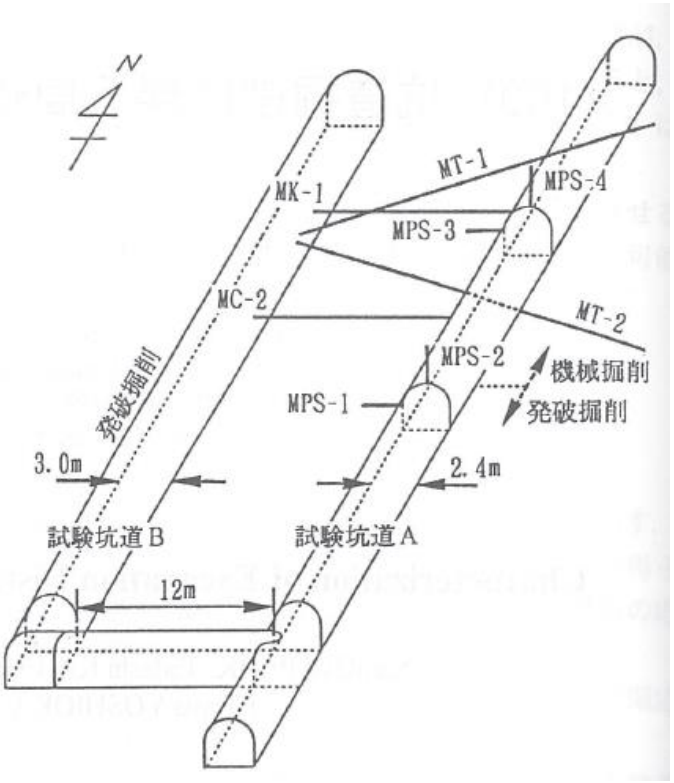


図 4.1-15　試験坑道と調査ボーリング孔のレイアウト[13]

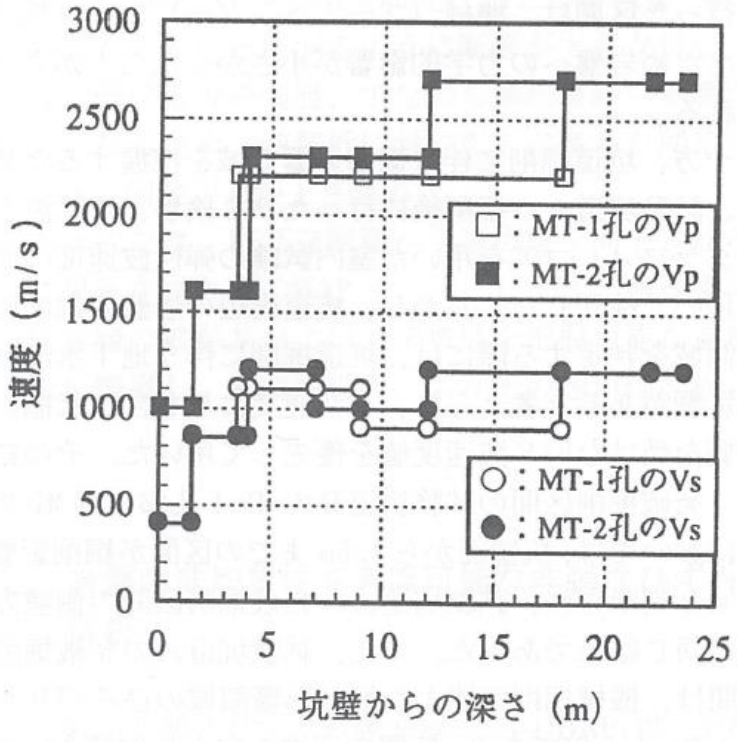


図 4.1-16　MT-1 孔及び MT-2 孔における速度層分布[13]

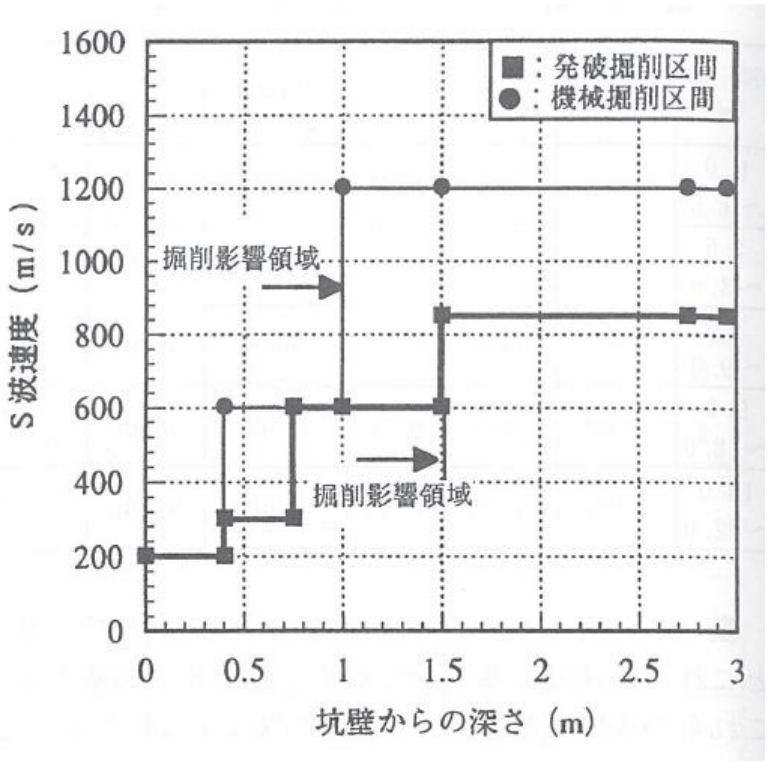


図 4.1-17　側壁からの水平方向における S 波速度分布[13]

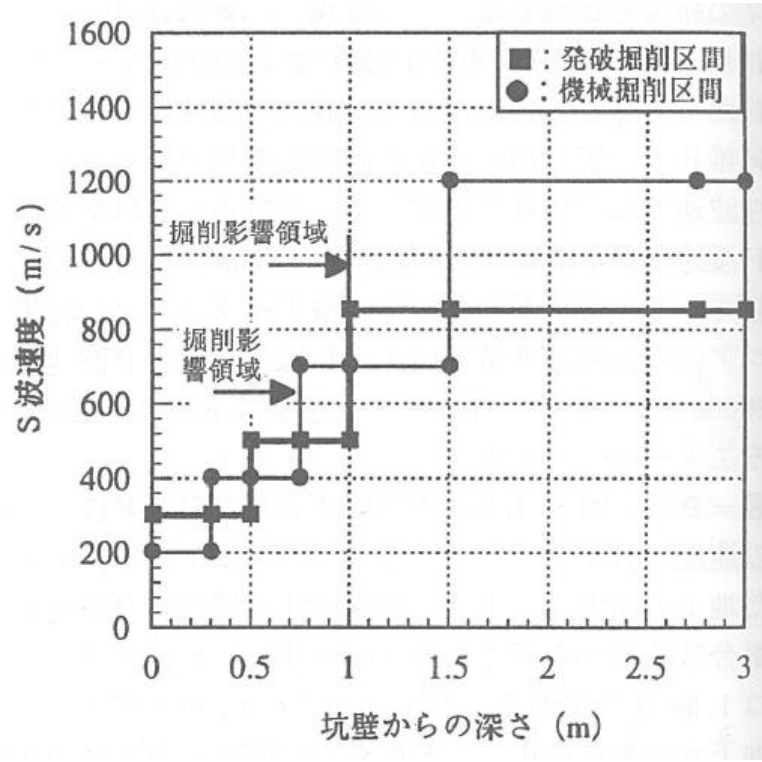


図 4.1-18　天端からの鉛直方向における S 波速度分布[13]

2) 緩み領域の解析への反映及びその影響

a. 地層処分の処分坑道の解析事例

窪田他[14]は、表 4.1-2 に示す地層処分の処分坑道（内径 5.0m、コンクリート支保 0.15m の円形形状）を対象に、掘削時に発生した坑道周辺の緩み領域の剛性低下率をパラメータとした耐震解析（応答震度法）を実施している。事前に実施した掘削解析より局所安全率が 1.2 を下回ると判断された領域を緩み領域と見なし、緩み領域の剛性率を、剛性低下を考慮しないケース、剛性を 50%低下させたケース、剛性を 90%低下させたケースの 3 種類で実施している。評価項目は表 4.1-3 に示すように、空洞支保工の断面力及び発生応力度、周辺岩盤の最大せん断ひずみ及び最小局所安全率である。

解析の結果、緩み領域の剛性低下を大きくすることにより、支保工の曲げモーメント及び岩盤の最大せん断ひずみは大きくなる傾向がみられる。これは、緩み領域の剛性低下が大きいほど、岩盤の変形が大きくなることが原因と推察される。しかしながら、いずれのケースにおいても掘削時からの地震時増分応答（支保工の応力度、岩盤の最大せん断ひずみ）は軽微であり、緩み領域の剛性を低下させることによる耐震性への影響はほとんどないと評価している。

表 4.1-2　解析条件[14]

項　　目	設　　定　　条　　件
坑道断面	立　　坑　形状：円形、内径：6.5m、ｺﾝｸﾘｰﾄ支保：0.2m 処分坑道　形状：円形、内径：5.0m、ｺﾝｸﾘｰﾄ支保：0.15m、坑道中心間距離：12m
坑道の深度	G.L.-500m
検討用地震動	改良標準波No.5水平動、M：8.4、Δ：90km、最大加速度：286gal、T：39.3sec
地層条件	仮想地質でVs=0.5～1.31kmの砂岩泥岩の互層を設定
応答震度	坑道設置レベルで最大せん断ひずみが発生する時刻のせん断応力分布から算定

表 4.1-3　解析結果（緩み領域の剛性低下による比較）[14]

解析ケース		支保工					岩盤	
		有効断面積 (m^2)	断面係数 (m^3)	断面力 曲げﾓｰﾒﾝﾄ (kN・m)	断面力 軸力 (kN)	支保工応力度 σc (N/mm^2)	最大せん断ひずみ	最小局所安全率
水平坑道耐震性	掘削時	0.15	0.0038	2.795	4491	30.69	9.742E-03	0.968
	掘削＋水平震度（緩み領域剛性低下なし）	0.15	0.0038	4.305	4903	33.83	9.762E-03	0.962
	掘削＋水平震度（緩み領域剛性50%低下）	0.15	0.0038	4.786	4835	33.51	9.771E-03	0.963
	掘削＋水平震度（緩み領域剛性90%低下）	0.15	0.0038	6.149	4590	32.24	9.823E-03	0.967

b．TRU 廃棄物処分空洞の解析事例

電気事業連合会の TRU 廃棄物処分技術検討書[15]では、TRU 廃棄物処分空洞（軟岩系岩盤）の掘削時の緩み領域を考慮した 2 次元動的解析（Super FLUSH/2D）を実施している。SuperFLUSH/2D は、地盤～構造物連成系モデルの相互作用解析プログラムであり、周波数領域で運動方程式の解法を行うものである。

対象とした空洞は、円形形状、空洞掘削径 11.2m、空洞内径 10.0m、深度 500m である。

地盤の地層構成は、H12 レポート[16]に記載されている砂質岩と泥質岩から構成される岩盤モデルであり、弾性波速度構造を図 4.1-19 に示す。砂質岩―泥質岩―砂質岩の三層構造となっており、砂質岩と泥質岩の弾性波速度の違いが明瞭である。

解析モデルは図 4.1-20 に示すように、下方領域は G.L.-1200m、側方領域は空洞径 D の 5 倍程度を目安として、100m としている。境界条件はモデル下端を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界としている。緩み領域のモデル化においては、前述の朴他[13]の報告を参考として、地山の S 波速度が深度 1.5m 程度の範囲で 1/2 に低下したことに基づき、空洞壁面の全周にわたり、1.5m の深さの領域の緩み領域の初期せん断係数を 1/4 倍に低下させている。

緩み領域をモデル化しないケースとモデル化するケースの地震時の解析結果について、最小局所安全係数を図 4.1-21、最大せん断ひずみを図 4.1-22 に示す。図 4.1-21 と図 4.1-22 には、掘削時（緩み領域のモデル化の有無に関わらず共通）の結果も併記している。図 4.1-21 と図 4.1-22 の結果より、緩み領域を考慮することにより、掘削時からの変化が小さくなり、地震時の影響を受けにくくなる傾向がみられる。このことから、緩み領域を考慮したケースより考慮しないケースの方が安全側の評価になることから、原子力発電環境整備機構（NUMO）の地層処分施設の耐震性評価[17]では、緩み領域を考慮しないケースで検討を行っている。

緩み領域を考慮することにより、地震時の影響を受けにくくなることは、前述の「地層処分の処分坑道の解析事例」の結果とは逆の傾向となる。この原因としては、解析手法の違いが考えられる。前述の「地層処分の処分坑道の解析事例」では応答震度法、ここでは周波数領域での動的解析を採用している。前者は岩盤を伝播する地震動の減衰特性等を考慮していないが、後者は岩盤に発生するせん断ひずみに応じた地震動の減衰特性を考慮している。後者が、緩み領域を考慮することにより地震時の影響を受けにくくなった原因として、緩み領域の減衰が影響している可能性があると推察される。

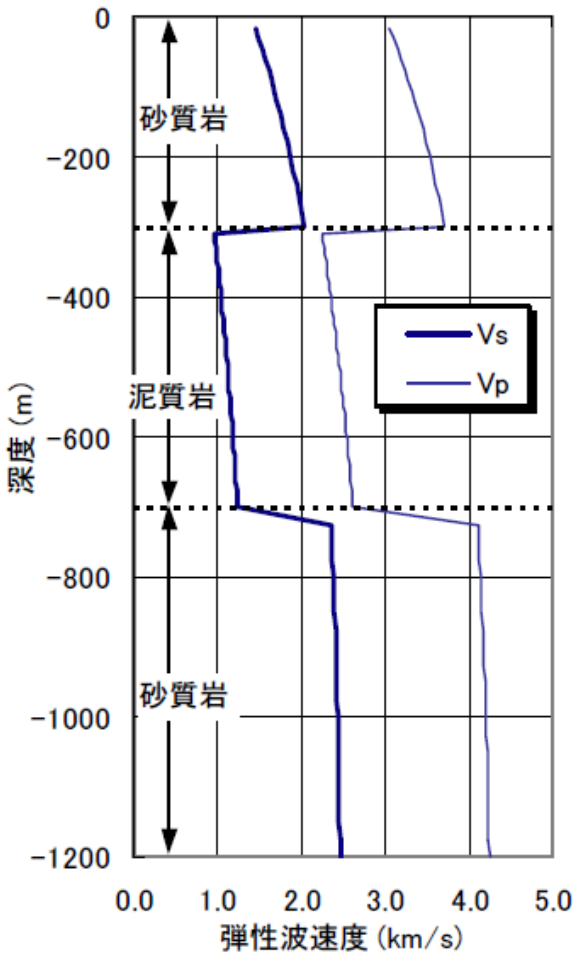


図 4.1-19　岩盤モデルの弾性波速度構造[15]

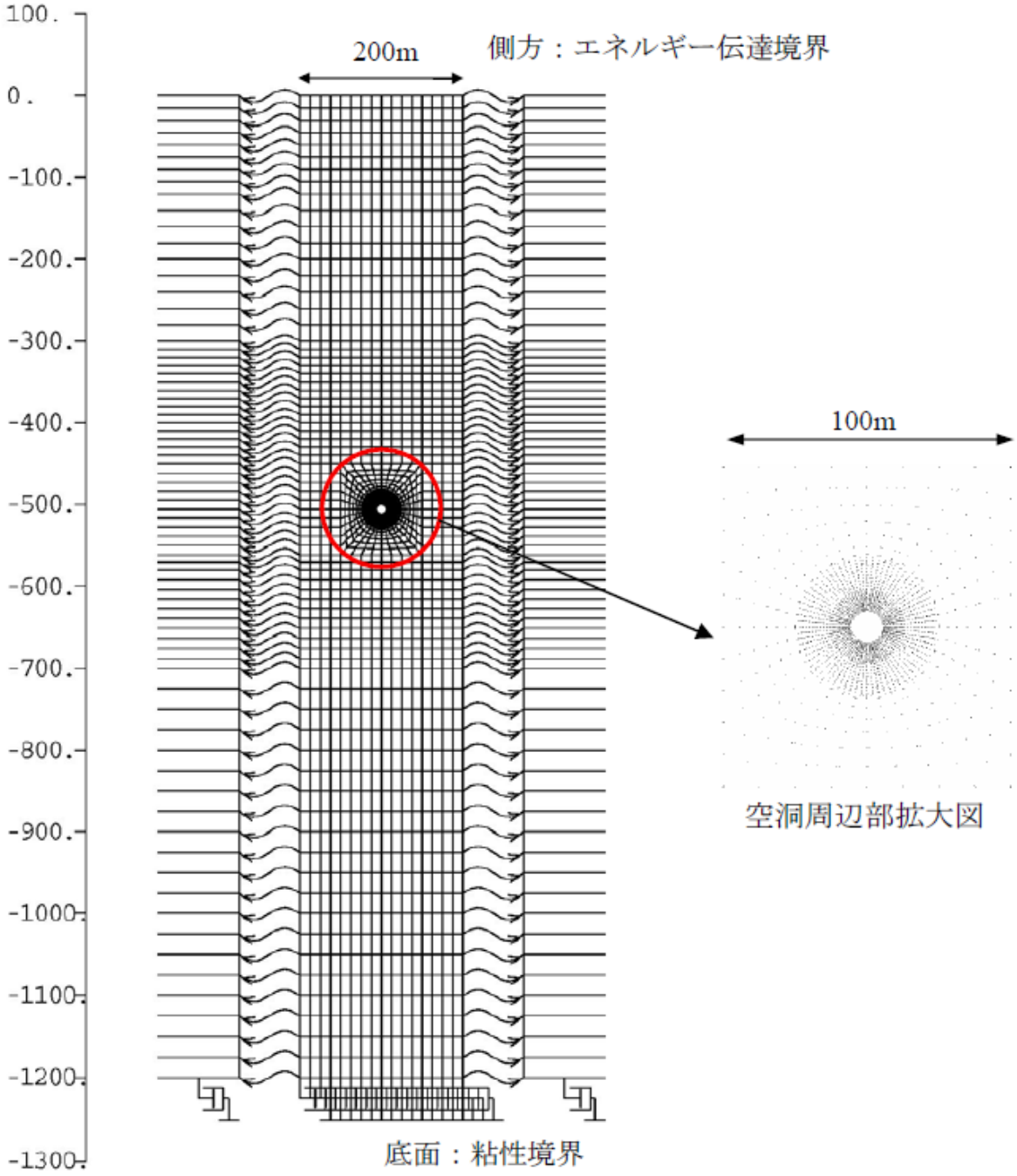
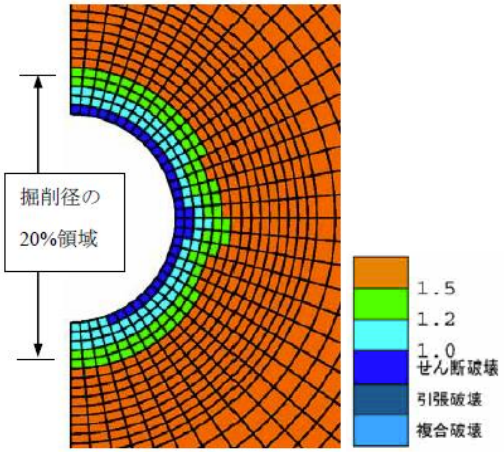
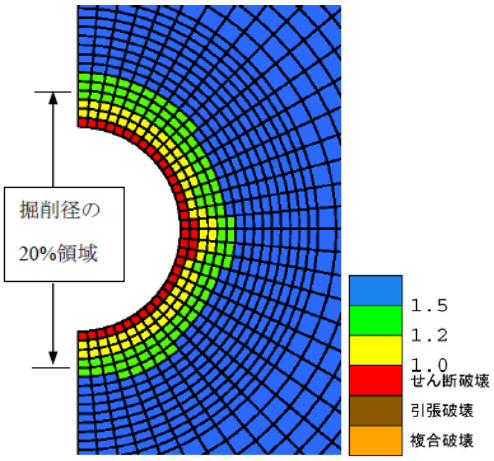


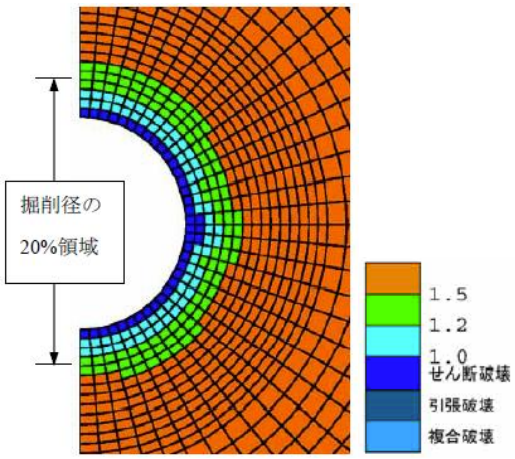
図 4.1-20　解析モデル[15]



掘削時（共通）

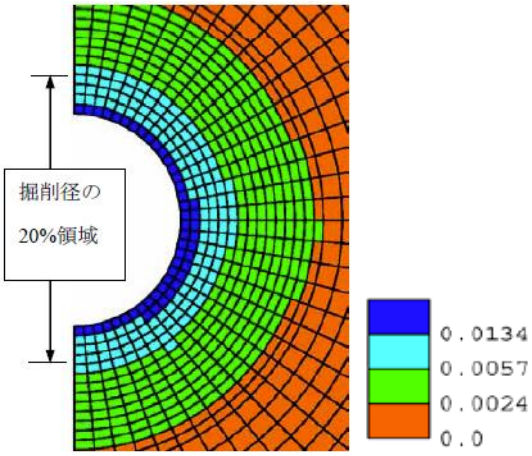


地震時
（緩み領域を考慮しない）

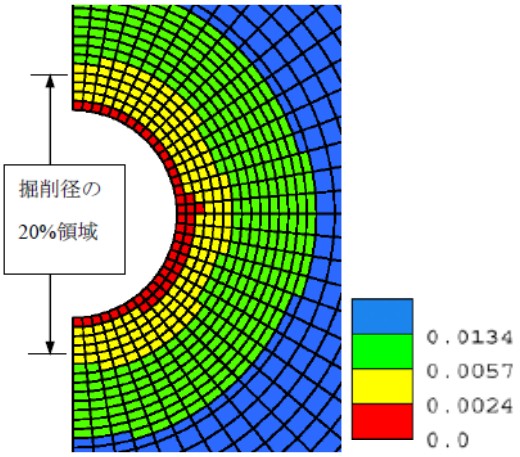


地震時
（緩み領域を考慮する）

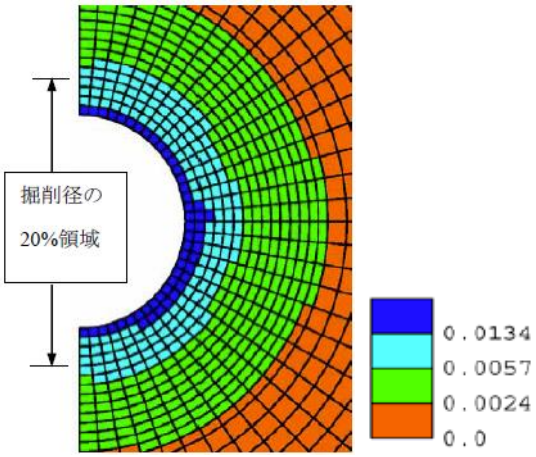
図 4.1-21　最小局所安全係数[15]



掘削時（共通）



地震時
（緩み領域を考慮しない）



地震時
（緩み領域を考慮する）

図 4.1-22　最大せん断ひずみ[15]

c．山岳トンネルの緩み領域を考慮した解析事例

橘他[18]は、山岳トンネルの周辺地山の緩み領域がトンネルの耐震性に及ぼす影響を解析的に検討している。

図 4.1-23 に示すように、トンネル土被りは 3D 程度（D：内径）であり、地質は軟岩（DL 級岩盤）相当を想定している。解析モデルは、地山については平面ひずみ要素、覆工はビーム要素によって構築し、解析領域の側方にエネルギー伝達境界、下面に粘性境界を設けている。なお、動的解析は等価線形化法により実施し、入力時振動波形は鉄道構造物設計標準の L2 地震動を用いている。

緩み領域は、図 4.1-24 に示すように、該当要素（赤色の要素。覆工から 3m の厚さ）に対して、せん断弾性係数を低下させることによりモデル化し、緩み領域がないケース（Case1）、緩み領域の範囲を変えたケース（Case2～Case4）の計 4 ケースを設定している。また、適用する物性値は、表 4.1-4 に示すように、トンネル周辺部が沖積土砂程度の Vs=170m/s 程度まで低下していると想定し、せん断弾性係数は 1/10 倍に設定している。なお、非線形特性については、図 4.1-25 に示すように岩盤と同じ特性としている。

解析結果（トンネル覆工の変形図及び発生最大断面力）を図 4.1-26 に示す。解析結果より、以下の考察を行っている。

- トンネル周辺地山に緩みが存在する場合、覆工断面力に影響を与える。
- 緩み領域を設定する範囲により、トンネル覆工の変形、曲げモーメントの大小が異なる。
- 緩み領域と地山との境界部において、せん断力が大きく卓越する影響がみられる。

以上より、緩み領域をどの範囲でモデル化するかにより、覆工に与える影響が変化すると考えられるため、緩み領域のモデル化の際には、その範囲を適切に設定する必要がある。

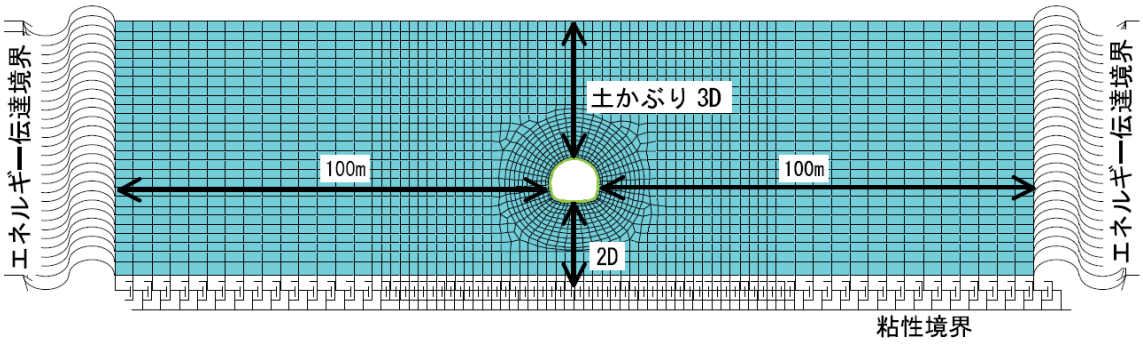
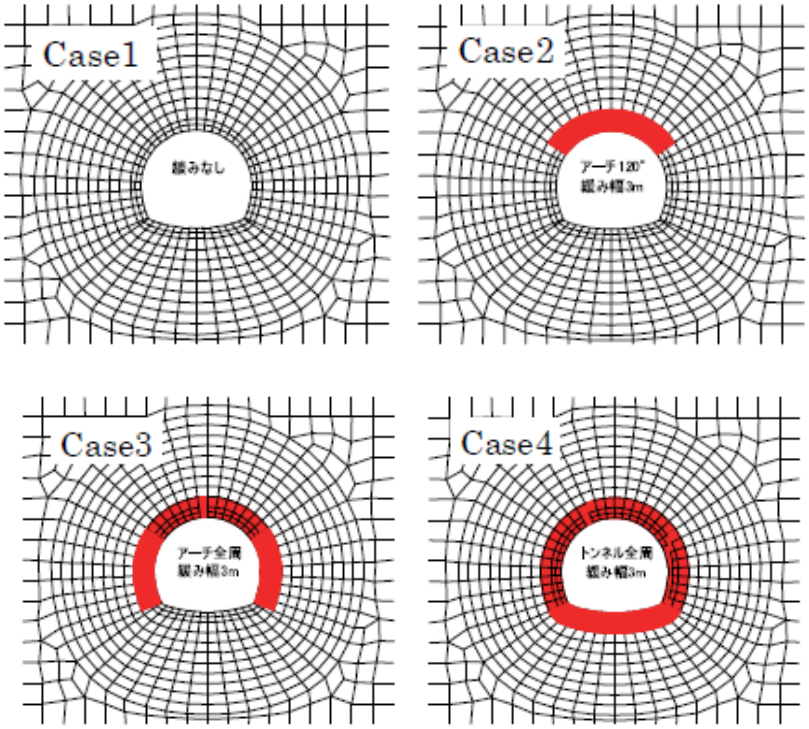


図 4.1-23　解析モデル[18]



※緩み領域の厚さは 3.0m としている。

図 4.1-24　検討ケース[18]

表 4.1-4　地山と緩み領域の物性値[18]

	単位重量 γ (kN/m^3)	弾性波速度 Vs(m/s)	初期 せん断弾性係数 G_0 (kN/m^2)	ポアソン比 ν_d	減衰定数 h(%)
軟岩(DL)	20	500	500,000	0.4	5
緩み領域	16	170	50,000	0.5	5

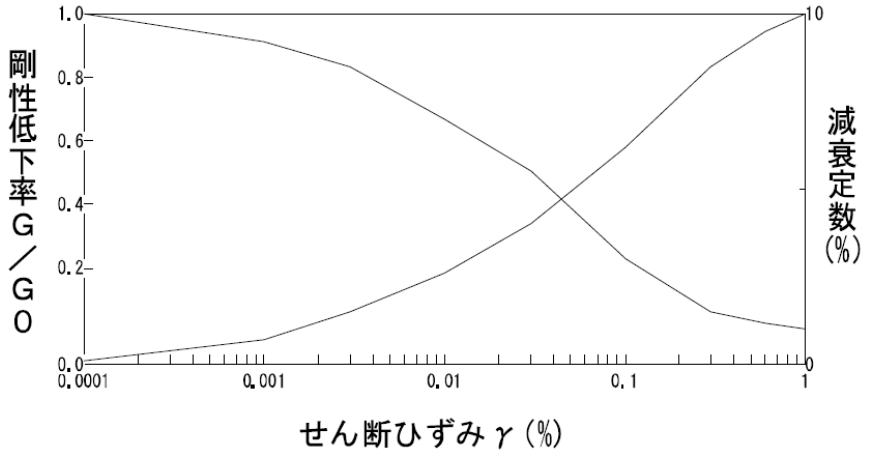


図 4.1-25　非線形特性[18]

図 4.1-26 トンネル覆工の変形図及び発生最大断面力[18]

3) まとめ

軟岩における空洞及び坑道の掘削により、周辺岩盤には緩み領域が発生すると推察される。緩み領域においては、P 波及び S 波の速度が大きく低下することから、その部分を伝播する地震動の速度も影響を受け、地震計で観測される地震動データにも、その影響が含まれると考えられる。また、今回の文献調査の結果より、掘削の規模が大きくなるほど、緩み領域が発生する範囲も大きくなる傾向がみられた。このことから、地下深度は同等であるが掘削規模が異なる 2 地点での地震動観測で取得されたデータを分析する等の方法により、緩み領域の影響を評価できる可能性があることがわかった。

空洞周辺の緩み領域のモデル化の事例としては、緩み領域に該当する岩盤の剛性を 50%～90%に低下させることでモデル化する事例が多い。既往の検討事例より、緩み領域を考慮することにより、支保工や覆工の断面力が大きく算出される一方で、周辺岩盤の最小局所安全係数や最大せん断ひずみは地震時の影響を受けにくくなる事例もあった。この原因としては、岩盤部及び緩み領域での地震動の減衰特性を考慮するかしないかの解析手法の違いが関係していると推察される。よって、岩盤部及び緩み領域での地震動の減衰の設定は、解析結果にも影響を与えると考えられるため、減衰を考慮する場合は、実際の観測地震動を再現できるような適切な設定が求められる。

(3) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響

地震応答解析に使用するための入力地震動は、図 4.1-27 に示すように試験空洞の底盤に設置した地震計①の観測データを用いて、観測深度から解析モデル下端まで引戻し解析を用いて作成している。引戻し解析手法には、Schnabel et al.[2]が開発した 1 次元重複反射理論に基づく等価線形解析プログラム（SHAKE）を用いている。

SHAKE では、ひずみレベルの大きな解析では、特に高周波数領域において減衰を過大に評価することが一般的に知られている[5]。これは、SHAKE では収束計算で定まるせん断ひずみレベルに応じた減衰定数を、図 4.1-28 の赤線に示すように地震動の周波数に依存せず一律に与えているためである。しかし、実際は図 4.1-28 の青線に示すように、卓越周波数以外ではせん断ひずみレベルが小さくなるため、それに応じて減衰定数も小さくなると考えられる。既往の引戻し解析[6]で用いた地震動の最大加速度は、いずれも 20Gal 以下であり、最大せん断ひずみも 0.01%以下とひずみレベルが非常に小さいため、上述のような問題には該当しないと推察される。一方で、栗田他[19]は、ひずみが非常に小さい領域でも減衰は存在しており、そのメカニズムなどは解明されていないものの、既往の地震動の観測記録の再現性から、減衰の周波数依存性と関連するものであると指摘している。よって、試験施設で発生する小さな地震レベルでの周波数依存減衰を適用すべきかの課題は残るものの、現状の引戻し解析プログラム（SHAKE）では、精度の高い入力地震動を得られていないことから、文献調査により、SHAKE の特徴・問題点を整理し、更に SHAKE の問題点を改善するために開発された手法に関して整理することとした。

末冨他[20]は、SHAKE で適用される有効ひずみ γ_{eff} が周波数に依存した関数になっていないことにより、特に周波数の高いところでは剛性を小さく、減衰を大きく評価してしまうこと、さらにそれらの問題を改善するための γ_{eff} に周波数依存性を適用した既往研究について述べている。γ_{eff} が大きく見積もられると、前述の図 4.1-25 に示した非線形特性により、減衰定数 h も大きく見積もってしまい、γ_{eff} は解析で適用される減衰に影響を与えるパラメータである。

表 4.1-5 に末冨他[20]で紹介されている 3 つの解析プログラム（SHAKE、FDEL、DYNEQ）の特徴を整理する。FDEL、DYNEQ は、SHAKE では適用されない周波数依存型の減衰を適用するために開発された解析プログラムである。

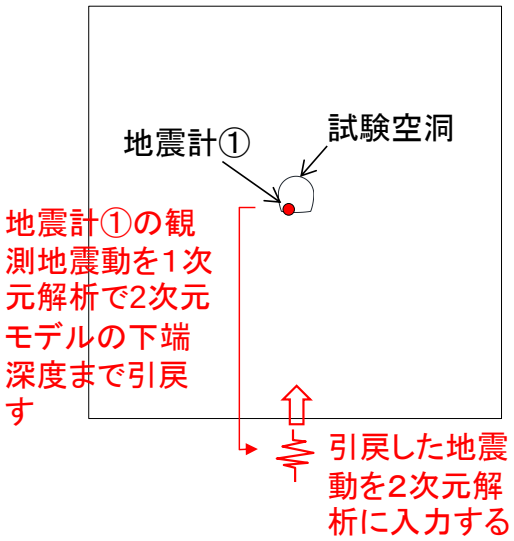


図 4.1-27　1 次元モデルによる引戻し解析

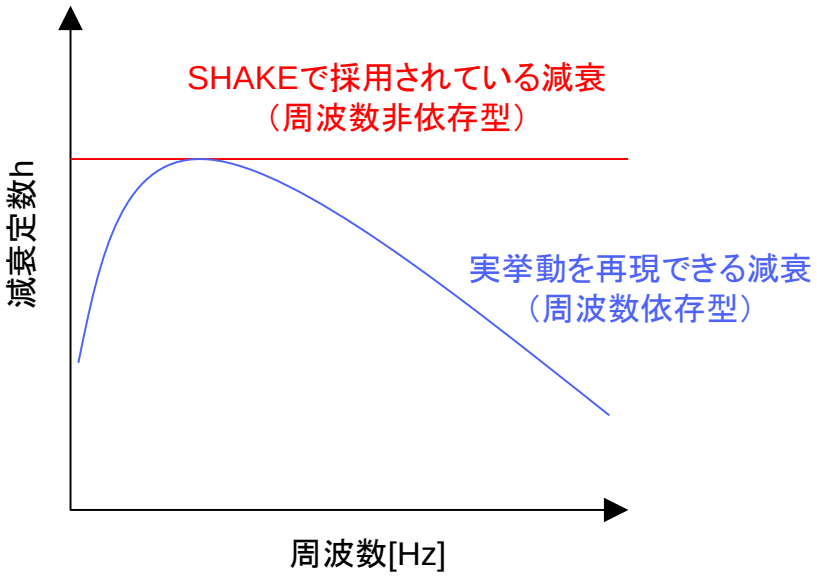


図 4.1-28　SHAKE における減衰の周波数依存の模式図

表 4.1-5　解析プログラム（SHAKE、FDEL、DYNEQ）の特徴

	解析プログラム		
	SHAKE	FDEL	DYNEQ
概要	Schnabel et al.[2]が開発した 1 次元重複反射理論に基づく等価線形解析プログラムである。広く地盤の地震応答解析に用いられている。 重複反射理論は波動方程式の解析解を用いており、入射波と反射波の分離、任意位置（深さ）で入力地震動が設定できるなどの利点は大きいが、非線形性を表現するためには等価線形化法を使わざるを得ないという短所もある。 等価線形化法では、解析の全時間を通じ材料特性は変わらないが、有効ひずみ γ_{eff} で剛性と減衰を評価することにより非線形の効果を考慮している。	杉戸他[5]により提案されたプログラムであり、SHAKE により有効ひずみを決めると、特に周波数の高いところで剛性を小さく減衰を大きく評価してしまい、増幅を小さめに評価しすぎるとして、ひずみ波形のフーリエスペクトルに着目して、α を周波数の関数として表した方法である。その後、Suetomi et al.[21]で、強震記録での適合性をよくするために、以下の γ_{eff} のようにパラメータを加えて調整しており、剛性及び減衰は周波数の関数となる。	吉田他[22]により提案されたプログラムであり、FDEL と同様に、有効ひずみ γ_{eff} を周波数の関数として設定する方法であるが、FDEL とは異なる γ_{eff} の関数式としている。
有効ひずみ γ_{eff} の計算方法	$\gamma_{eff} = \alpha\gamma_{max}$ ここで、γ_{max} は最大ひずみ、α は等価線形化のための係数である。α の値は 0.65 が一般的に用いられる。	$\gamma_{eff} = C\cdot\left(\frac{F_\gamma(f)}{F_{\gamma_{max}}}\right)^p\cdot\gamma_{max}$ ここで、$F\gamma(f)$ はひずみ波形のフーリエスペクトル、$F\gamma_{max}$ はその最大値である。C=0.65、p=1.0 では、杉戸らが提案する FDEL に一致する。	$\gamma_{eff} = \gamma_{\max}\left\{1-\left(\frac{\log f-\log f_p}{\log f_e-\log f_p}\right)^m\right\}$ ここで、f_e と m は既往の記録を説明できるように設定したパラメータであり、f_e より高い周波数域では弾性挙動を示すものとする。f_p は、ひずみが最大振幅 γ_{max} となるときの周波数である。なお、f_p より小さい周波数では有効ひずみは γ_{max}、f_e より大きい周波数では有効ひずみは 0 とする。

(4) 引戻し解析における入力波の取り扱い

1) SHAKE における入力波の影響

図 4.1-29 は、基盤からの入力波を E+F 波または 2E 波とした場合の地表での応答のフーリエスペクトル比を示したものである。図 4.1-29 に示すように、SHAKE では解析手法上、E+F 波を入力した場合、固有周波数の影響が過大に現れた非現実的な応答解析結果が得られやすい[23]。この原因は、SHAKE では、E+F 波を入力した場合、円振動数比（ω/ω_0）が奇数になる周波数（固有周波数）で、解析手法上、フーリエスペクトル比が無限大になるためである（非減衰の場合）。

よって、引戻し解析で扱う入力波は 2E 波を用いた方がよいと考えられ、地震動観測では、2E を観測できる地表等での地震計の設置が望まれる。本検討においても、現状の地震計の配置を見直すこととし、地表面での地震計の設置を検討した。

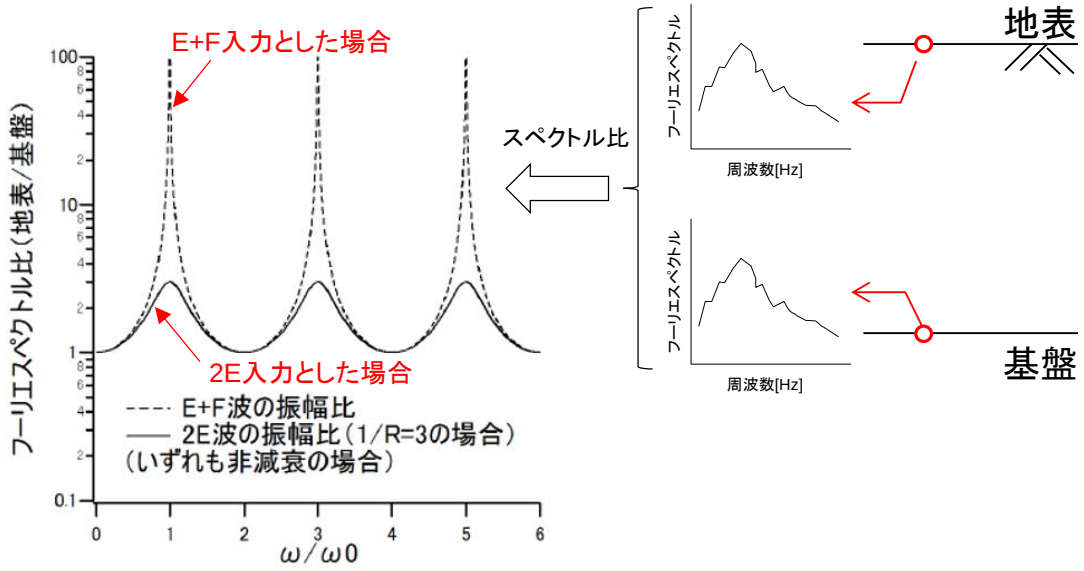


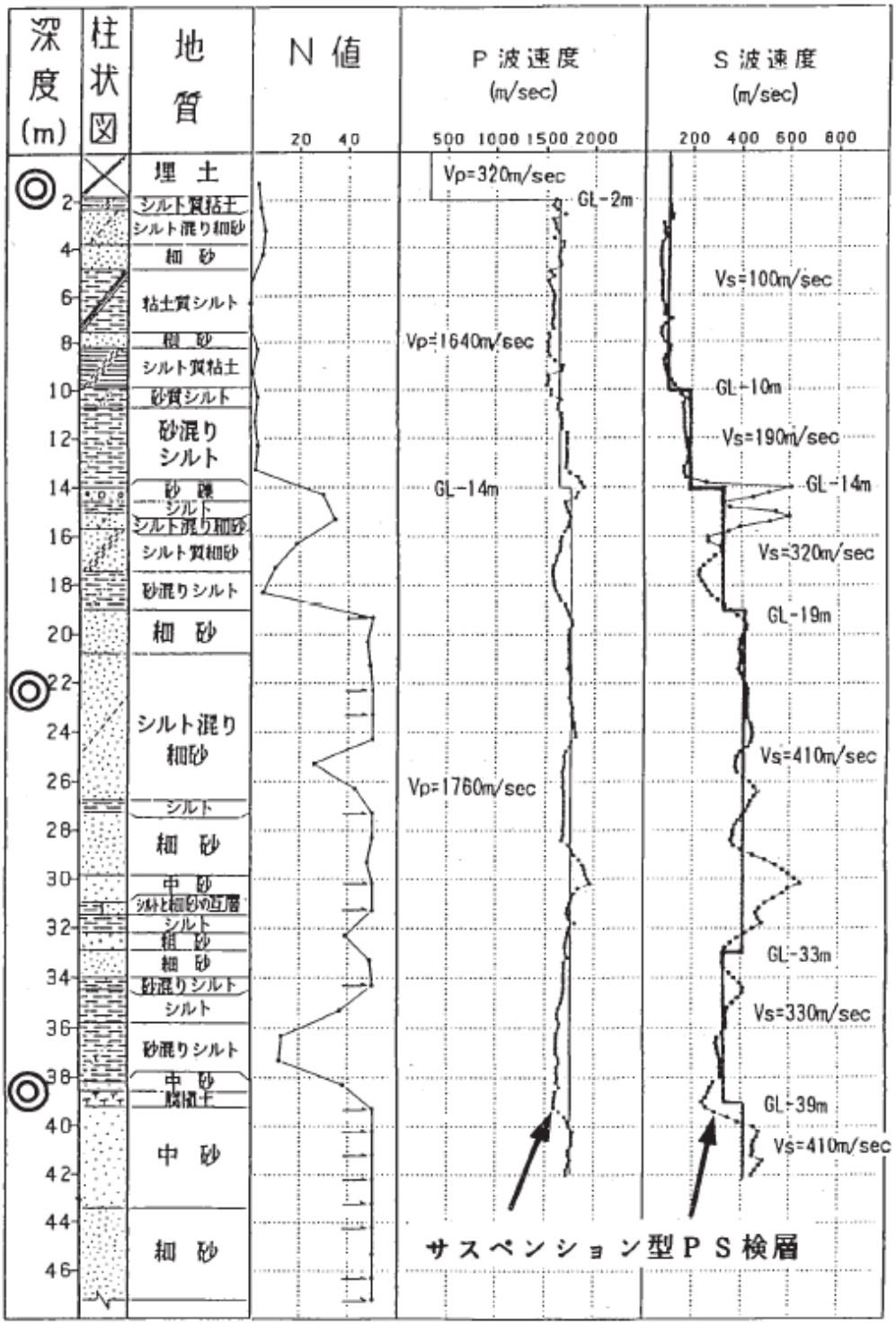
図 4.1-29　SHAKE を用いた場合の地表と基盤のフーリエスペクトル比（[23]に一部加筆）

2) アレー観測

引戻し解析は、地表面や地盤内のある深度で観測された地震動データ等を入力データとして、それが異なる深度に伝播した場合の応答値を出力データとして求める解析方法である。よって、引戻し解析で求めた応答値の妥当性を検討するためには、少なくとも 2 深度での地震動観測、即ちアレー観測が必要であると考えられる。以下にアレー観測で取得される地震動データを用いた検討事例を記載する。

杉戸他[5]は、前述した周波数依存の解析手法（FDEL）の妥当性、パラメータの値の検討について、アレー観測を用いて実施している。東京湾岸の比較的軟弱な地盤において、図 4.1-30 に示すように、地震計を配置し、地表層（G.L.=-1.5m）での加速度波形から地中（G.L.=-38.5m）での加速度波形を FDEL 及び従来の SHAKE により計算し、そのフーリエスペクトルから得られる増幅率を、観測記録による増幅率と比較することにより検討している。FDEL を用いた地震応答解析の解析手順を図 4.1-31 に示す。検討の結果、地震動レベルが大きい場合とくに軟弱な地盤では、図 4.1-32 に示すように、数 Hz 程度以上の高周波数領域において FDEL の有用性が確認され、SHAKE でみられた高周波数領域での増幅率の過小評価はなく、全周波数領域において観測記録とよく一致することが示された。一方、地震動レベルが小さい場合には、SHAKE 及び FDEL ともに観測地に十分近い値をえることができることも確認できた。

栗田他[19]は、図 4.1-33 に示すように、地中と地表における複数の地震動アレー観測結果を用いて、表層地盤の S 波速度と周波数依存性を有する減衰定数を、遺伝的アルゴリズム（GA：Genetic Algorithm[24]）を用いて同定している。図 4.1-34 は S 波速度の PS 検層結果と遺伝的アルゴリズムによる同定結果の比較である。地震動のアレー観測を実施することにより、解析で用いる剛性等の精査が可能になると考えられる。



※ ◎印は地震計設置位置

図 4.1-30　鉛直アレー観測点における地盤構造[5]

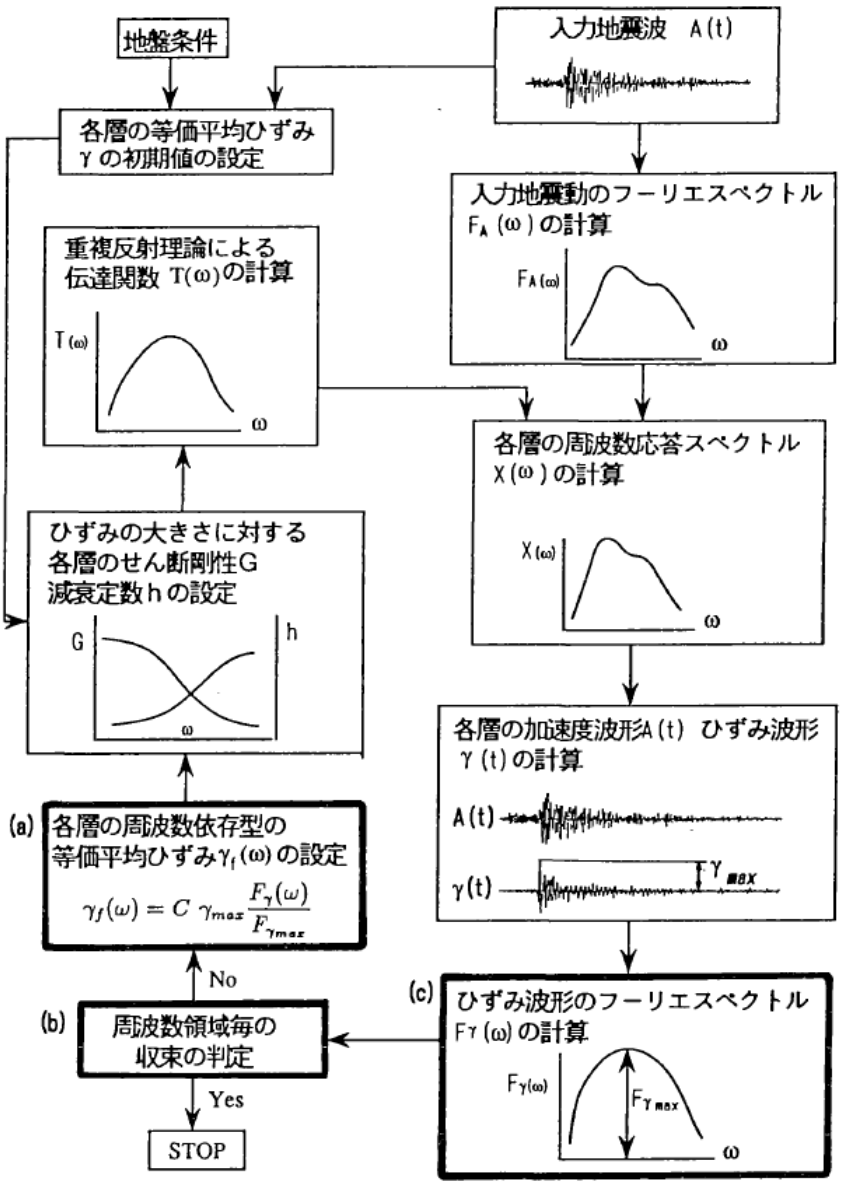


図 4.1-31　FDEL による地震応答解析の計算手順[5]

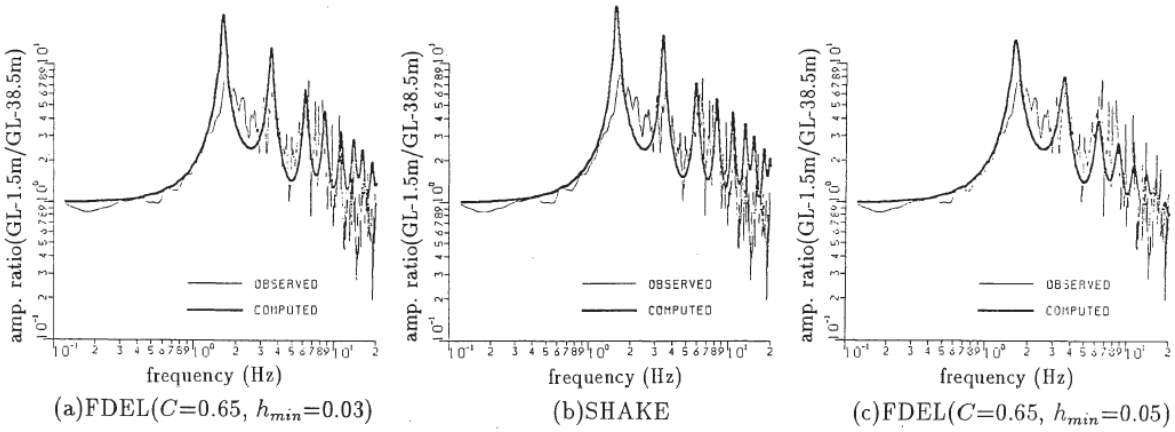


図 4.1-32　FDEL 及び SHAKE による解析結果と観測結果の比較[5]

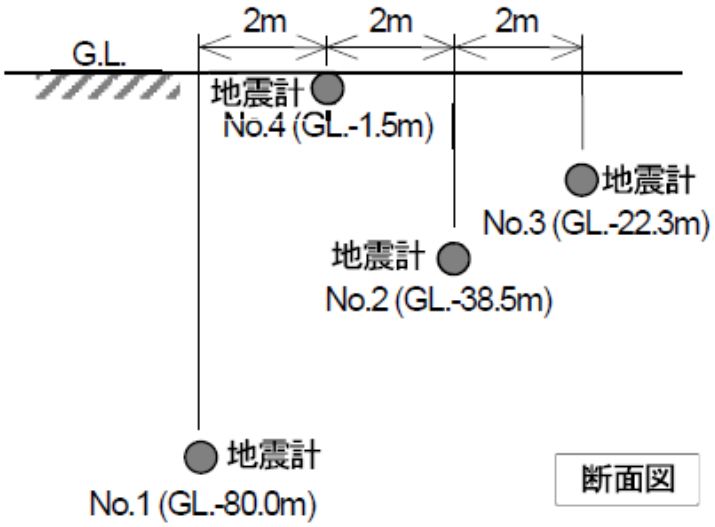


図 4.1-33　鉛直アレイ観測システムの概要[19]

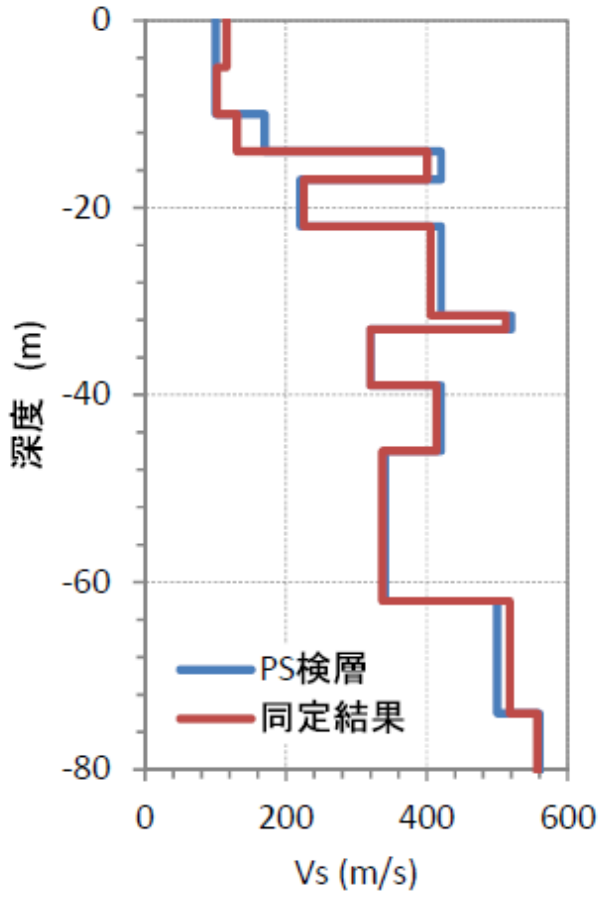


図 4.1-34　PS 検層結果と遺伝的アルゴリズムによる同定結果[19]

4.1.4　対応策の検討

現状の課題及び課題に関する文献調査結果に基づき、課題の対応策を以下に述べる。

(1) 空洞周辺の緩み領域の影響

1) 緩み領域が観測地震動に与える影響

空洞周辺の緩み領域が観測地震動に与える影響を確認するために、緩み領域が大きいと考えられる試験空洞（掘削径大）での地震動観測に加え、緩み領域が小さいと考えられる試験空洞と同等の深度に位置する計測坑（掘削径小）での地震動観測を検討する。

試験空洞と計測坑での観測地震動（加速度時刻歴、スペクトル）を比較し、緩み領域や掘削径が観測データに与えるの影響を確認する。

具体的な地震計の配置検討については、「4.1.4　(4) 地震計の配置検討」に示す。

2) 緩み領域が解析結果に与える影響

上述の緩み領域が観測地震動に与える影響の検討結果を踏まえて、1 次元の引戻し解析及び 2 次元の地震応答解析における、緩み領域のモデル化の必要性を検討する。

緩み領域のモデル化については、前述の「4.1.3　(2) 2) 緩み領域の解析への反映及びその影響」の文献調査結果を参考にして、緩み領域に該当する岩盤の剛性を低下させる方法を候補とする。

(2) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響

現状の引戻し解析では、減衰を過大に評価している可能性がある事象に対して、「4.1.3　(3) 引戻し解析における周波数依存減衰の影響」の文献調査結果を参考に、周波数依存型の減衰の採用を検討する。

(3) 引戻し解析における入力波の取り扱い

前述の「4.1.3　(4) 1) SHAKE における入力波の影響」の文献調査結果より、引戻し解析における 2E 波の入力を採用するために、地表面での地震計の設置を検討する。

具体的な地震計の配置検討については、「4.1.4　(4) 地震計の配置検討」に示す。

(4) 地震計の配置検討

上記で述べてきたように、現状の地震計の配置では、以下の課題がある。

- 観測データに、空洞支保や空洞掘削時の周辺岩盤の緩み領域の影響が含まれる可能性がある。
- 引戻し解析において、試験空洞底盤に設置した地震計の観測データを 2E 波とみなして取り扱うことの説明性が十分ではない。
- 試験空洞位置の局所的な深度での観測だけでは、岩盤中の深度方向の地震動の評価ができない。

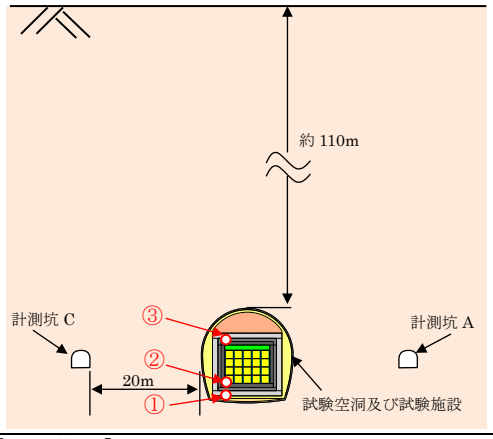
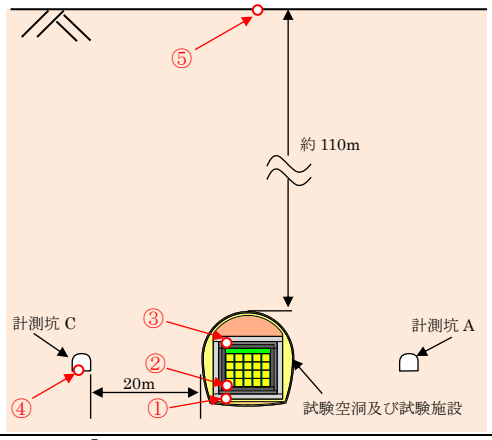
そこで、上記課題の対策として、地震計の配置の見直しについて検討した。試験空洞位置の断面を鑑みて、地震計の配置の見直し（案）を表 4.1-6 に示す。見直し（案）では、現状の地震計①～③の他に、地震計④～⑤を追加候補としている。

地震計④は、試験空洞から約 20m の位置にあり、試験空洞と比較して掘削断面が小さい計測坑 C への設置を候補とした。地震計⑤は、試験空洞の深度以外での計測として、地表付近への設置を候補とした。地震計①～⑤の単独または相互での利用方法を表 4.1-6 に併記した。

また、地表の地震計⑤の設置においては、試験空洞との位置関係（図 4.1-35）、設置環境条件（地表の地質、電源供給、雨水対策）等を鑑みて総合的に判断する。

なお、見直し後の地震計の台数については、地震計を新設して台数を増やす方法もあるが、オプションとして、地震計で取得できるデータの優先順位を考慮して、現状の 3 台の地震計を移設して活用する方法も考えられる。

表 4.1-6　地震計の配置の見直し（案）

	現状	見直し（案）
配置図		
地震計①	【設置位置】 ・　空洞底盤に設置している。 【利用方法】 ・　引戻し解析の入力データに利用している。	【設置位置】 ・　同左。 【利用方法】 ・　④と比較することで、空洞掘削径や緩み領域が観測データに与える影響の確認に利用できる。
地震計②	【設置位置】 ・　試験施設下部（底部コンクリートピット上面）に設置している。 【利用方法】 ・　試験施設での増幅特性の評価に利用している。	同左
地震計③	【設置位置】 ・　試験施設上部（手前部コンクリートピット上面）に設置している。 【利用方法】 ・　試験施設での増幅特性の評価に利用している。	同左
地震計④	未設置	【設置位置】 ・　空洞支保や空洞周辺の緩み領域の影響を受けにくいと考えられる計測坑 C に設置する。 【利用方法】 ・　①と比較することで、空洞掘削径や緩み領域が観測データに与える影響の確認に利用できる。 ・　⑤と比較することで引戻し解析の妥当性確認に利用できる。 ・　引戻し解析の入力データに E+F 波または 2E 波として利用できる可能性がある。
地震計⑤	未設置	【設置位置】 ・　試験空洞の深度以外での計測として、地表付近に設置する。 【利用方法】 ・　④と比較することで引戻し解析の妥当性確認に利用できる。 ・　引戻し解析の入力データに 2E 波として利用できる。 ・　試験空洞深度～地表間での地震動の増幅特性の評価に利用できる。

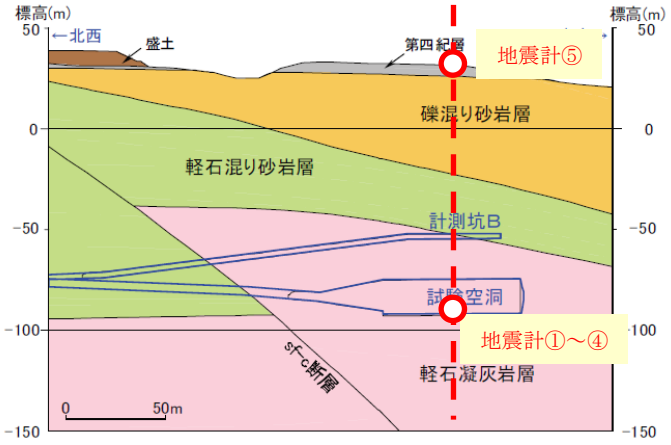


図 4.1-35　地震計⑤の試験空洞との位置関係（縦断面図）[3]

(5) 解析用物性値の精査

1) 現地岩盤の室内試験結果による解析用物性値の見直し

既往の引戻し解析及び 2 次元の地震応答解析では、解析用物性値を隣接地域における地質情報[4]を引用して設定してきた。今年度の検討において、試験空洞に続く調査坑内からボーリングを実施し、採取したコアにより各種室内試験を実施している。そこで、新たに取得された物性値を用いて、解析用物性値の見直しを検討する。

2) アレー観測結果を用いた解析用物性値の同定

地震計の配置の見直しによる地震計⑤（地表）と地震計④（地下）のアレー観測結果を利用して、文献調査で述べた栗田他[19]の逆解析手法を参考にして、地震計⑤〜地震計④間の解析用物性値の精査を図る。

(6) まとめ

現状の課題と上記で述べた対応策のまとめを表 4.1-7 に示す。

表 4.1-7　課題と対応策のまとめ

	現状の課題	対応策
課題① （空洞周辺の緩み領域の影響）	・ 空洞底盤に設置している地震計①では、空洞掘削時の緩み領域の影響を含んだ地震動が観測されている。 ・ 緩み領域が観測地震動に与える影響を把握できていない。	・ 地震計の配置の見直し →緩み領域が小さいと想定される計測坑（掘削径小）に設置する。 ・ 掘削径により緩み領域が異なると想定されることから、同等の深度である試験空洞（掘削径大）と計測坑（掘削径小）で観測される地震動を比較・分析することで、緩み領域の影響を評価する。
	・ 緩み領域が解析結果に与える影響を把握できていない。	・ 1D モデル及び 2D モデルでの緩み領域のモデル化の必要性の検討。
課題② （引戻し解析における周波数依存減衰の影響）	・ 引戻し解析では、実挙動の減衰が反映できていない可能性がある。	・ 引戻し解析手法の改良（減衰の周波数依存型の採用など）を実施。
課題③ （引戻し解析における入力波の取り扱い）	・ 現状、空洞底盤に設置している地震計①の波を、2E 波として引戻し解析入力しているが、その妥当性を明確にしていない。	・ 地震計の配置の見直し →SHAKE で 2E 波の入力が可能となる地表面に地震計を設置する。 ・ 地表～地中での鉛直アレー観測を利用して、逆解析による岩盤物性値の精査を実施。 →解析精度の向上。

4.1.5　5ヵ年実施計画の立案

(1) 実施計画

1) 実施計画のフロー

今年度実施した現状の課題整理及び対応策の検討結果を基に、5ヵ年の実施計画を立案する。5ヵ年実施計画のフロー（案）を図 4.1-36 に示す。

次年度以降の具体的な実施内容を以降に示す。

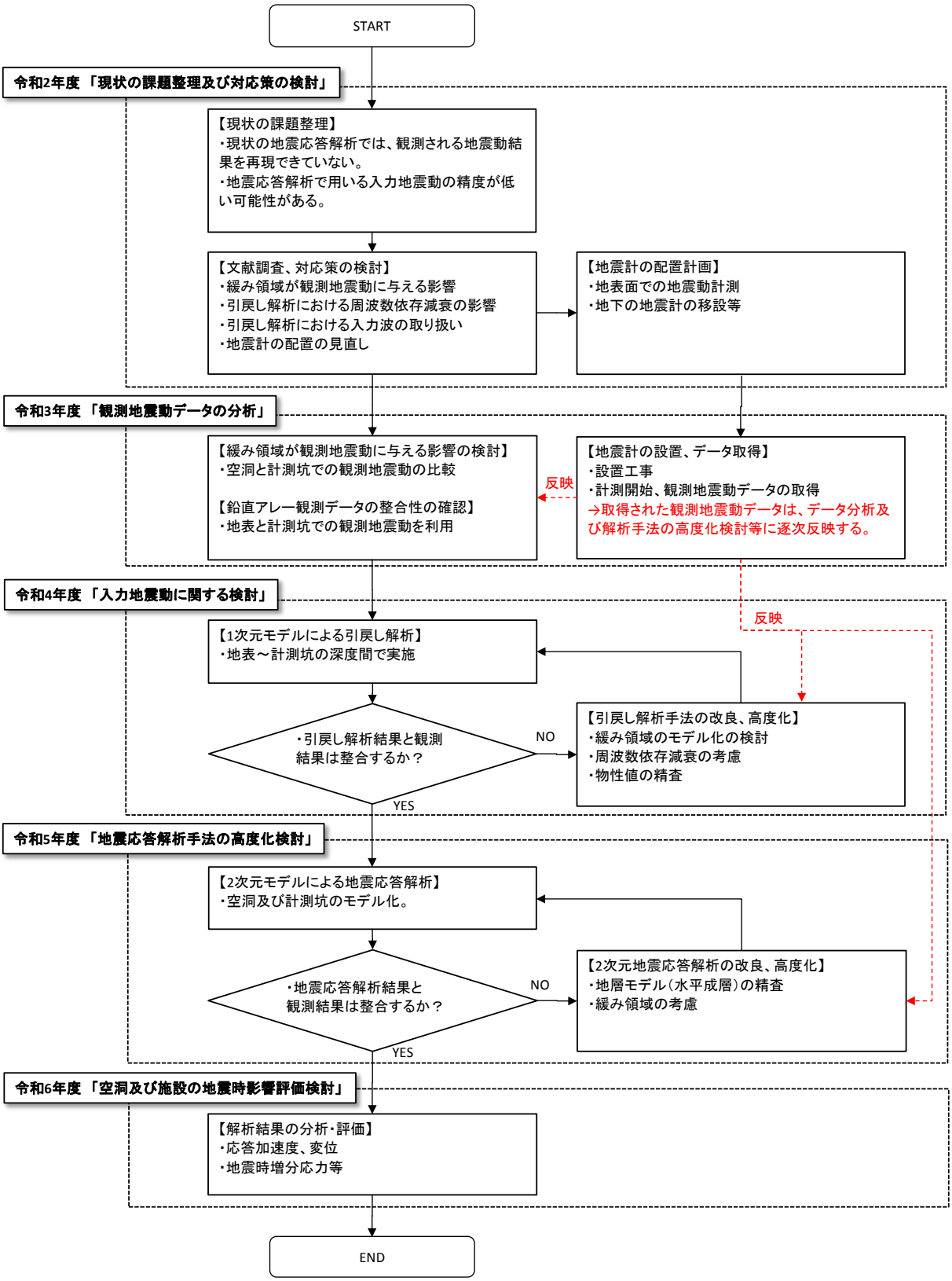


図 4.1-36　5ヵ年実施計画のフロー（案）

2) 令和 3 年度「観測地震動データの分析」

a. 目的

入力地震動の精度向上を目的として、図 4.1-37 に示すような地震計の増設（地下、地表）を行い、地表まで含めた試験空洞の周辺岩盤の地震動データの蓄積を図る。さらに、取得された地震動データの分析により、現状の課題となっている空洞周辺の緩み領域の影響等について検討する。

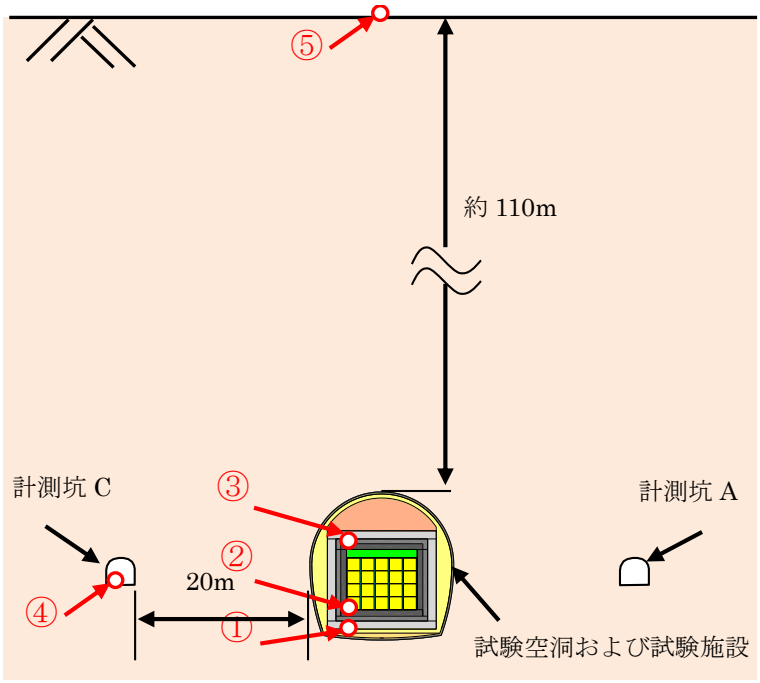


図 4.1-37　地震計の配置（案）

b. 検討内容

(a) 地震動の設置、データ取得

- 令和 2 年度の検討で選定した位置（地下、地表）に地震計を設置する。
  →地震計④と⑤を追加
- 観測地震動データの取得
  →取得された観測地震動データは、解析手法の高度化検討等に反映する。

(b) 緩み領域が観測地震動に与える影響の検討

- 掘削径が異なる試験空洞（掘削径大）と計測坑（掘削径小）で観測される地震動を比較・分析。
  →地震計①と④の比較（波形、スペクトル）。

(c) 鉛直アレー観測データ（地下、地上）の整合性の確認

・ 地下の観測データ（試験空洞、計測坑） と、地表の観測データとの整合性確認。
→地震計④と⑤を用いた引戻し解析での観測データの再現性検討。

(d) 引戻し解析手法の改良項目の選定

・ 上記内容の分析により、引戻し解析で改良すべき内容を選定する。
→緩み領域のモデル化の考慮、周波数依存減衰の考慮、物性値の精査など。

3) 令和 4 年度「入力地震動に関する検討」

a. 目的

入力地震動の精度向上を目的として、引戻し解析手法の高度化を図る。前年度選定した引戻し解析手法の改良項目に関して、詳細検討を実施する。具体的には図 4.1-38 に示すように、鉛直アレー観測データ（地下、地上）を用いて、引戻し解析での観測データの再現性向上を図る。

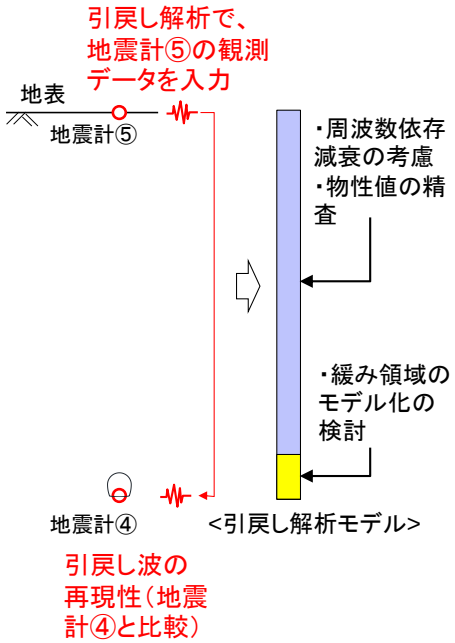


図 4.1-38　引戻し解析手法の高度化（案）

b. 検討内容

(a) 緩み領域のモデル化の検討

- 岩盤の剛性低下等による緩み領域のモデル化の必要性の検討。

(b) 周波数依存減衰の考慮

- 現状の引戻し解析では考慮していない、岩盤の周波数依存型の減衰の必要性について検討する。

(c) 物性値の精査

- 令和 2 年度に取得した空洞周辺の岩盤の物性値の精査。
- 岩盤の S 波速度の同定解析。
  →複数の地震動アレー観測結果に整合するような岩盤の S 波速度及び減衰定数を、遺伝的アルゴリズムを用いて同定する。

4) 令和 5 年度「地震応答解析手法の高度化検討」

a. 目的

解析における空洞内施設の地震時応答の妥当性を確認するために、前年度改良した引戻し解析手法を用いて、図 4.1-39 に示すように、2 次元の解析モデルの下端における入力地震動を設定し、地震応答解析を実施する。地震応答解析結果と観測データとの比較により両者の整合性を確認する。

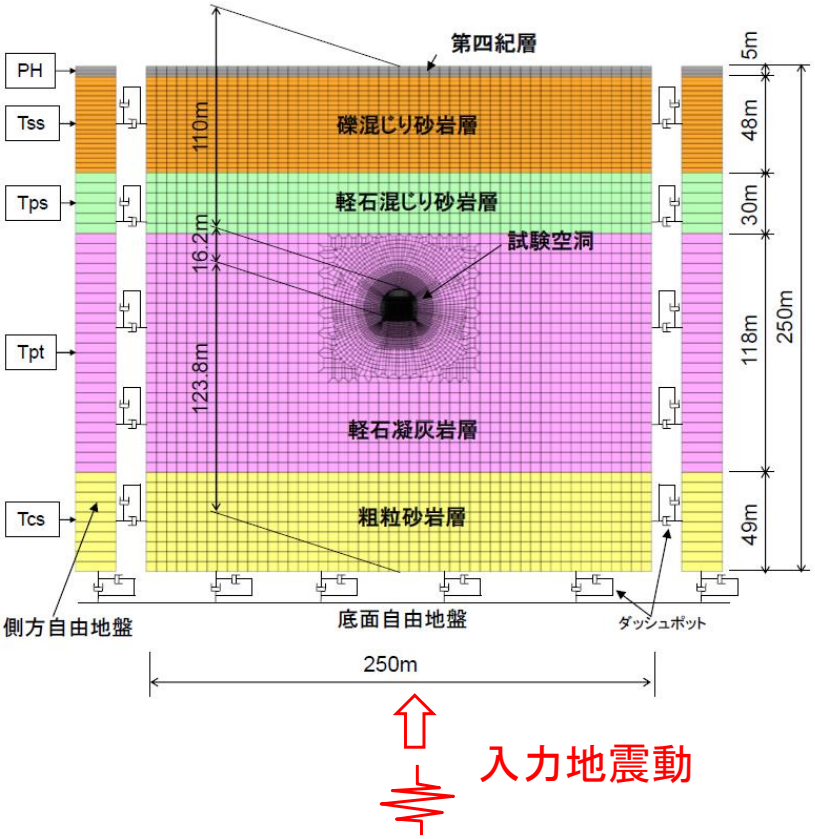


図 4.1-39　2 次元地震応答解析モデル（案）

b. 検討内容

(a) 入力地震動の設定

- 現地で取得された地震動を引戻し解析に入力することにより、2 次元の地震応答解析の入力地震動を設定する。

(b) 地震応答解析の実施

- 解析結果と観測データの整合性を確認。
- 整合性が得られない場合は、2 次元地震応答解析の改良、高度化を実施。
  →緩み領域のモデル化の考慮。地層モデル（水平成層）の精査等。

5) 令和 6 年度「空洞及び施設の地震時影響評価検討」

a. 目的

空洞及び施設の地震時影響を確認するために、地震応答解析結果の分析により、地震時影響評価を実施する。

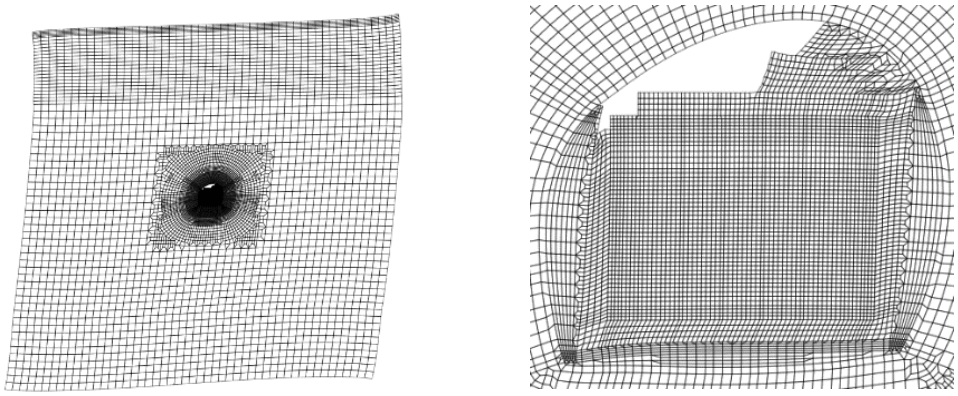
b. 検討内容

(a) 解析結果の分析・評価

・ 埋設施設の出力結果（応答加速度・変位、地震時増分応力等）の分析により、空洞及び施設の地震時影響を評価する。

(b) 5 ヵ年のとりまとめ

5 ヵ年の成果をとりまとめる。



（全体図）　（空洞周辺）

図 4.1-40　変形図の例

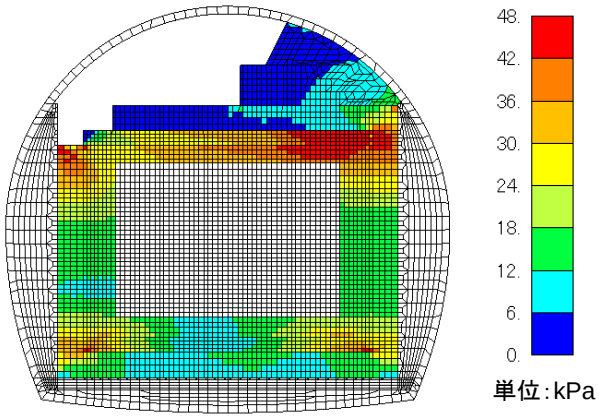
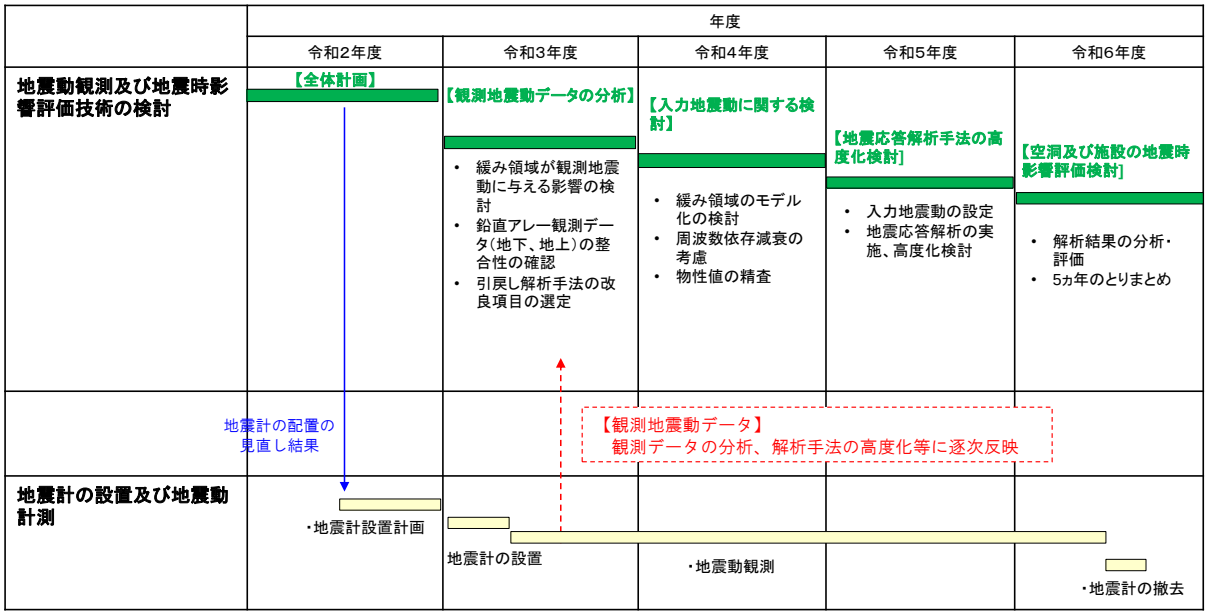


図 4.1-41　水平方向の発生応力のコンタの例

(2) 検討工程

5 ヵ年の検討工程（案）を表 4.1-8 に示す。

表 4.1-8　5 ヵ年の検討工程（案）



4.1 節の参考文献

[1] 独立行政法人防災科学技術研究所：（http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/）
[2] Schnabel, P.B., Lysmer, J. and Seed, H.B. : SHAKE - A computer program for earthquake analysis of horizontally layered sites, Report No. EERC 72-12, University of California, Berkeley、1972
[3] 冨田他：余裕深度処分埋設施設本格調査のうち試験空洞の支保設計および挙動、電力土木、No.325、2006.9
[4] 日本原燃株式会社、「再処理施設及び特定廃棄物管理施設「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の改訂に係る耐震安全性評価報告　コメント回答（基礎地盤の安定性）」、平成 22 年 6 月
[5] 杉戸他 : 周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤震動解析法に関する一考察、土木学会論文集、No.493/Ⅲ-27、pp.49-58、1994.6
[6] 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター：低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業　地下空洞型処分施設機能確認試験　5 ヵ年とりまとめ報告書、令和 2 年 3 月
[7] 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 26 年度管理型処分技術調査等事業 地下空洞型処分施設閉鎖技術確証試験　報告書、平成 27 年 3 月
[8] 原子力規制庁：中深度処分等に係る規制基準等の策定について－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－、平成 30 年 8 月 1 日
[9] 原子力規制委員会 : 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第 1306193 号）、平成 25 年 6 月 19 日
[10] 原子力規制庁：基準地震動及び耐震方針に関わる審査ガイド、平成 25 年 6 月
[11] 原子力規制庁：中深度処分に係る規制基準等における要求事項について、令和 2 年 7 月 15 日
[12] 冨田他 : 余裕深度廃棄物埋設施設試験空洞の掘削影響領域（EDZ）に関する一考察、第 54 回地盤工学シンポジウム、2009 年
[13] 朴他：坑道掘削に伴う周辺岩盤の力学的影響領域の測定、第 10 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、1998
[14] 窪田他：地層処分施設地下空洞の耐震性評価、土木学会第 56 会年次学術講演会、平成 13 年
[15] 電気事業連合会　核燃料サイクル開発機構： TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－、根拠資料集、2005 年 9 月
[16] 核燃料サイクル開発機構：我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性－地層処分研究開発第 2 次とりまとめ、1999
[17] 原子力発電環境整備機構（NUMO）：地層処分施設の耐震性評価、2011
[18] 橘他：トンネル周辺地山の緩みのトンネル耐震性に及ぼす影響、土木学会第 65 会年次学術講演会、平成 22 年
[19] 栗田他：表層地盤減衰の周波数依存性に関する統計的性質、土木学会論文集 A1(構造・地震

工学)、Vol.71、No.4(地震工学論文集第 34 巻)、I_13-I_20、2015.
[20] 末冨他：周波数依存型地盤応答解析におけるパラメータの最適化のための一検討、土木学会論文集 A1(構造・地震工学)、Vol.72、No.4(地震工学論文集第 35 巻)、I_177-I_187、2016.
[21] Suetomi, I. and Yoshida, N. : Damping characteristics of soil deposits during strong ground motions, Proceedings of the Second International Symposium on the Effect of Surface Geology on Seismic Motion, Yokohama, pp. 765-772, 1998.
[22] Yoshida, N., Kobayashi, S., Suetomi, I. and Miura, k. : Equivalent linear method considering frequency dependent characteristics of stiffness and damping, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol. 22, pp. 205-222, 2002.
[23] 港湾空港技術研究所：
https://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bsi/taisin/tutorial_jpn/tutorial_015.pdf
[24] 栗田哲史：遺伝的アルゴリズムの構造パラメータ同定問題への適用性に関する検討、土木学会第 54 会年次学術講演会、1999 年

4.2 地震動観測

4.2.1 検討概要

現場試験フィールドでは、これまでも地震動観測が行われ、取得した観測地震動により作成した解析用入力地震動を用いて、試験空洞及び周辺地盤を対象とした地震応答解析を実施してきた。今年度は、従来の地震観測システムによる継続観測、地震観測システムのメンテナンスを実施するとともに、「4.1 地震時影響評価技術の検討」で抽出した課題と対応策の検討結果を踏まえて、地震動観測システムの見直しを検討した。

4.2.2 地震動設置状況

(1) 計測システムの仕様

地震観測のための計測システムを表 4.2-1 、加速度センサの仕様を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-1 地震観測のための計測システム

項　目		単位	数量	摘　要
加速度センサ		台	3	MEMS 応用感振センサ 3 成分計測±1500Gal 防水養生ケースに収納
データ回収用記録器		台	1	コンパクトフラッシュカード：32GB
NTP サーバ（PC）		台	1	ディスクトップ型、液晶モニター
データ回収用 PC		台	1	ノート型
PoE 対応ハブ		台	2	PoE：4 ポート 屋外設置では防水養生ケースに収納
PoE 対応メディアコンバータ		台	2	防水養生ケースに収納
UPS（無停電電源装置）		台	1	常時インバータ給電方式 PC シャットダウンソフト付
機器設定・データ回収ソフト		式	1	加速度センサ、データ回収用記録器の専用ソフト
ケーブル類	光ケーブル	式	1	配線長：約 120m（余裕長を含め 150m）
	屋外配線用 LAN ケーブル	式	1	屋外でセンサ、PoE ハブを接続
	屋内配線用 LAN ケーブル	式	1	現場計測室内で PC、記録器、PoE ハブを接続
	電源ケーブル	式	1	

※UPS については既設のシステムで不具合が報告されているので、1 回目のメンテナンス時に交換を予定

表 4.2-2　加速度センサの仕様

名称	仕　様	機　種
加速度センサ	計　測　範　囲：±1.5G 周 波 数 応 答：0.1～50Hz 分　　解　　能：X、Y 軸：0.02Gal Z 軸：0.07Gal ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ周波数：100Hz、200Hz（設定値） 送 信 周 波 数：0.5sec（200Hz） 1.0sec（100Hz） 使　用　条　件：周囲温度：-30℃～60℃ 周囲湿度：95%RH 以下	富士電機(株)製 MEMS 応用感振センサ CPUKSNSP-00（防水・防塵形）

(2) 地震計の設置状況

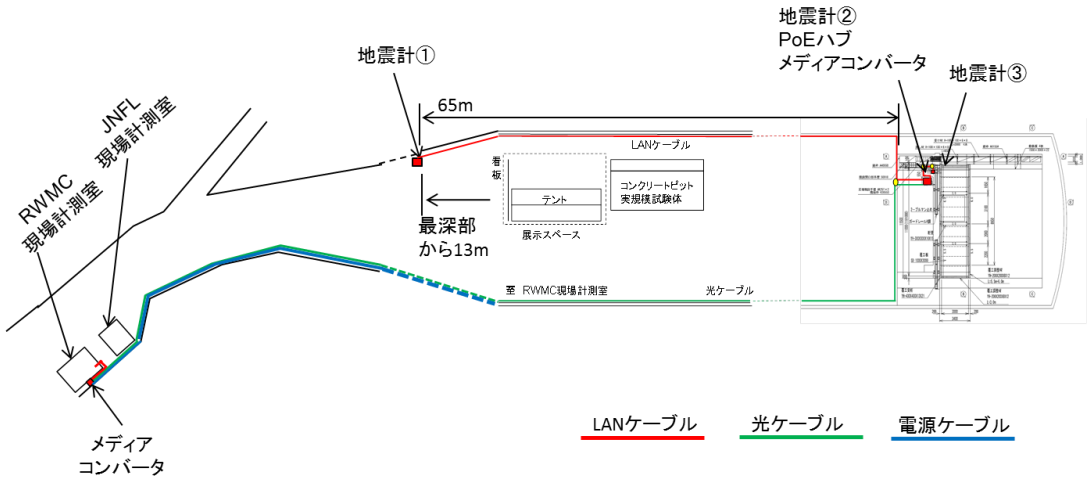
1) 設置位置

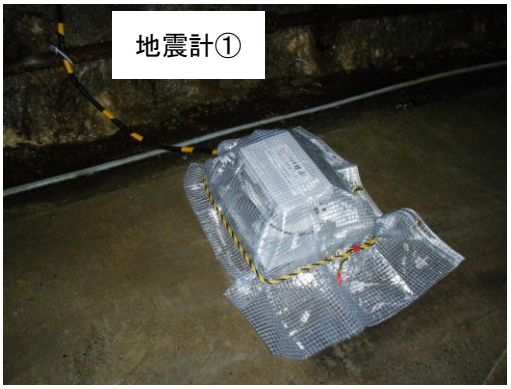
3 台の加速度センサの設置位置（当初計画）と設置状況を、図 4.2-1 ～ 図 4.2-2 に示す。

① 試験空洞斜路上（入力側）

② 底部コンクリートピット上（応答側）

③ 手前部側壁の上部（応答側）





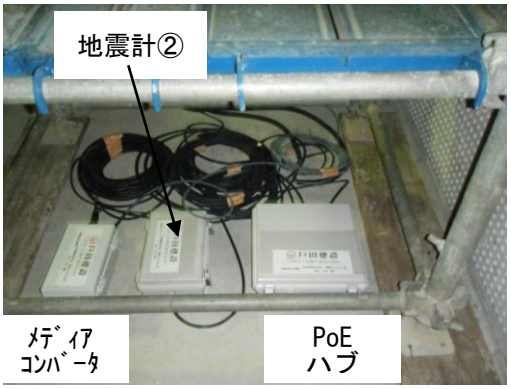


図 4.2-1　加速度センサの設置位置平面図（全体）と設置状況

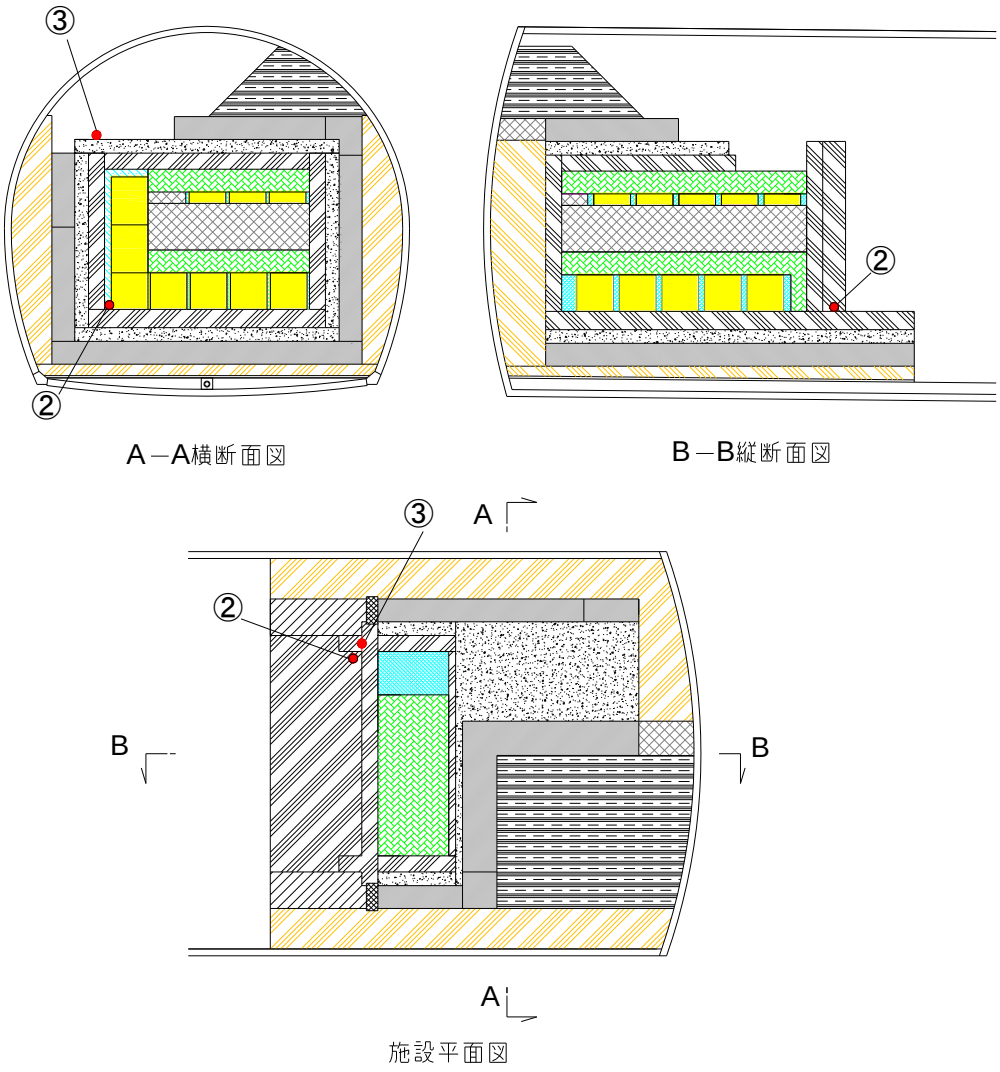


図 4.2-2　加速度センサの設置位置（試験施設）

2）計測設備の配置

加速度センサとそれに接続する PoE ハブ、メディアコンバータ、ケーブル類は試験空洞内に設置している。記録器と NTP サーバ（PC）、UPS とそれに接続する PoE ハブ、ケーブル類は RWMC 現場計測室内に設置している。これら計測設備の配置を図 4.2-3 に、RWMC 現場計測室内のネットワーク図を図 4.2-4 に示す。

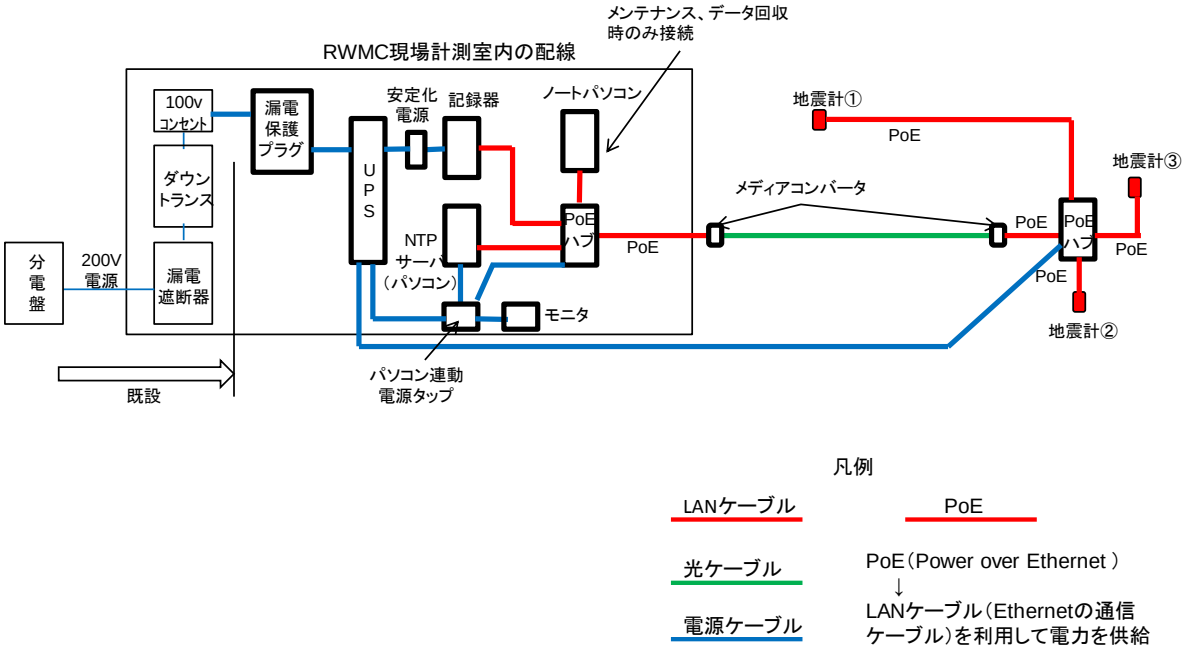


図 4.2-3　計測設備の配置

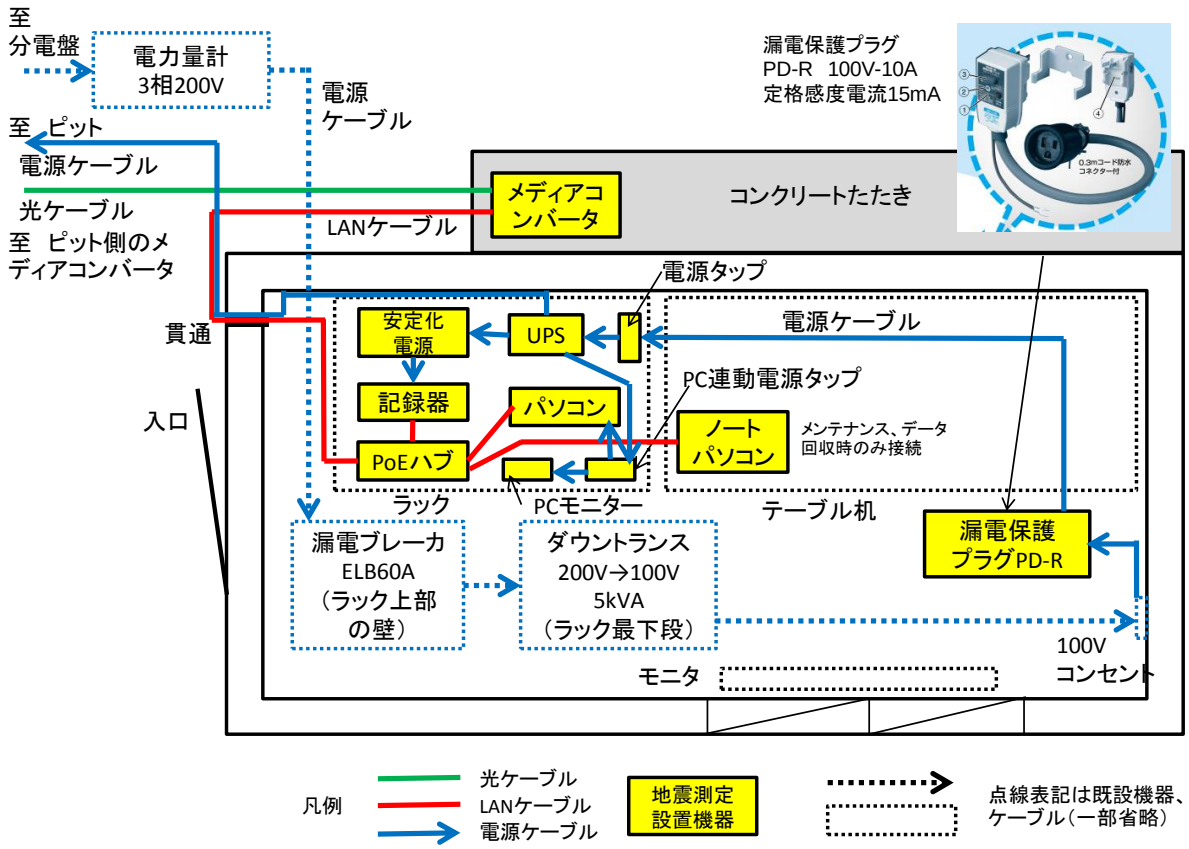


図 4.2-4　RWMC 現場計測室　機器設置のネットワーク図

3）データ回収用 PC 接続

データ回収用の PC は、図 4.2-3 で示したように、LAN ケーブルで RWMC 現場計測室内の PoE ハブの LAN ポートに接続する。

4.2.3　地震計メンテナンス・計測データ回収

地震計の計測データの回収と共に地震計のメンテナンスを行う。頻度は、年間 3 回程度とする。なお、震度 3 以上の地震が発生した情報については、地震速報などを活用し、把握しておく。

(1) メンテナンス方法

メンテナンスに際してチェックシートを用意し、次の手順で行う。

メンテナンスの手順

①記録器の LED 表示を目視で確認し、システムが正常に動作していることを確認する。

②NTP サーバ（PC）の画面を目視し、時刻が正常であることを確認する。

③データ回収用 PC を PoE ハブに接続し、または NTP サーバ（PC）を用いて、SetupTool で加速度センサの応答があること、センサの時刻が正常であることを確認する。

→PC 上で SetupTool を起動

「IP アドレス」の欄にセンサのアドレスを入力

「時刻」の欄の表記が正確な時刻であることを確認（表示される時刻は UTC（世界標準時刻）のため、日本の時刻より 9 時間遅い時刻を表示）

④センサの動作確認のため、あらかじめ、毎日 22 : 00 に定時測定を行うよう設定しておき、メンテナンス日の前日までデータ取得ができていることを確認する。

⑤メンテナンス時に手動設定により、センサの動作確認を行い、データ取得ができていることを確認する。

⑥試験空洞内および試験施設に設置している加速度センサ 3 台と PoE ハブ 1 台、メディアコンバータのボックス式 1 台の防水養生ケースをあけ、ケースに損傷がないこと、センサや機器が移動した形跡がないことなど、物理的な影響が与えられていないことを確認する。

⑦上記の防水養生ケースの中で結露がないことを確認する。また、乾燥剤のインジケータを確認し、寿命を迎えた場合など適切な時期に乾燥剤を交換する。

⑧ケーブル類を全長にわたって目視し、テーピングや結束がはがれていないこと、上部にものが載っていないことなど異常がないことを確認する。

⑨ケーブル類が原因で漏電などの電気関係のトラブルが発生した場合、電気工とともに現場に出向き、確認・復旧作業を行う。

(2) データ回収方法

年間 3 回程度、六ヶ所へ出向いてデータ回収とメンテナンスを行う。

データの回収は次の 2 つの手順のいずれかで行う。

データの回収は、基本的に手順１で地震動のデータを回収したうえで、適宜、手順２でコンパクトフラッシュカードを入れ替え、データ容量が蓄積しないようにする。

【手順１】回収するデータ数が少ない場合

①NTP サーバ（PC）に USB メモリを接続

②データ保存フォルダのデータを USB メモリにコピー

【手順２】回収するデータ数が多い場合

①記録器のコンパクトフラッシュカードを初期設定済みの予備のカードと交換

②データ回収用 PC にコンパクトフラッシュカードを USB 接続し、読み取り

③各センサのフォルダのうち、トリガ値を超えたデータを選択して別のフォルダにコピー

④保存したファイルを EXCEL の変換ファイル（専用ソフト）で変換し、CSV 形式のデータファイルを作成

回収データの仕様について、表 4.2-3 に示す。

表 4.2-3　回収データの仕様

項目	仕　様
トリガ条件	マスタとするセンサ（地震計①試験空洞底盤上（入力側））で、XYZ のいずれかが 1gal 以上（マスタ・スレーブ方式）と設定
トリガ引き伸ばし時間	地震検知時間幅　10 秒 （設定時間の幅の間で加速度が正負両方向とも 1gal を超えたときに、その振動を地震動として検知し、データ回収を開始）
プレトリガ時間	トリガ検知前の収集時間　10 秒 （最初に 1gal を超えたところから遡ってデータ回収をする時間）
ポストトリガ時間	地震収束判断時間　60 秒 （最後に 1gal を超えたところから以降のデータ回収をする時間）
サンプリング周波数・時間	周波数　200Hz（1 秒間に 200 データを取得） 時間　　最小で 3 分間（180 秒、36,000 データ）
出力形式	データ変換後、CSV ファイル形式 1 列目に取得時刻、2～4 列目に XYZ の加速度データ（gal）

(3) データ整理方法

トリガ値の 1gal を超えている回収データのうち、連続的にデータを取得している場合、地震以外のデータである可能性が高いので、トンネル内で振動の発生する作業を実施していたか、日本原燃殿に確認し、できるだけ原因を特定したうえで、整理するデータのリストから消去する。原因を特定できない場合でも、該当時刻に気象庁発表の地震の発生がない場合、整理するデータのリストから消去する。なお、原因を特定できない場合は、動作確認を改めて行い、センサに故障がないか、チェックする。

地震動のデータを取得している場合、気象庁 Web の地震情報などを活用し、発生時刻、震源地の位置（座標）、震源深さ、マグニチュード、震源地などを付加情報として整理する。また発生時刻については、取得データの記録と大きなずれがないことを確認する。

地震動のデータについては、センサごとに、加速度時刻歴のグラフを XYZ の順に作成する。また同一の地震に対し、KiK-net 六ヶ所の地下 100m および地表の地震動データを参考資料として併記する。

なお、KiK-net 六ヶ所の元データは、N-S 方向、E-W 方向、U-D 方向を 3 軸としているが、本業務では、試験空洞の X 方向（トンネル軸方向）、Y 方向（トンネル軸直角方向）、Z 方向（鉛直方向）を 3 軸としてデータ取得を行う。その際、KiK-net 六ヶ所のデータについては、反時計回りに 54° 回転させて角度補正を行う。

以上の方法でデータの整理を行い、報告書に全データを添付する。

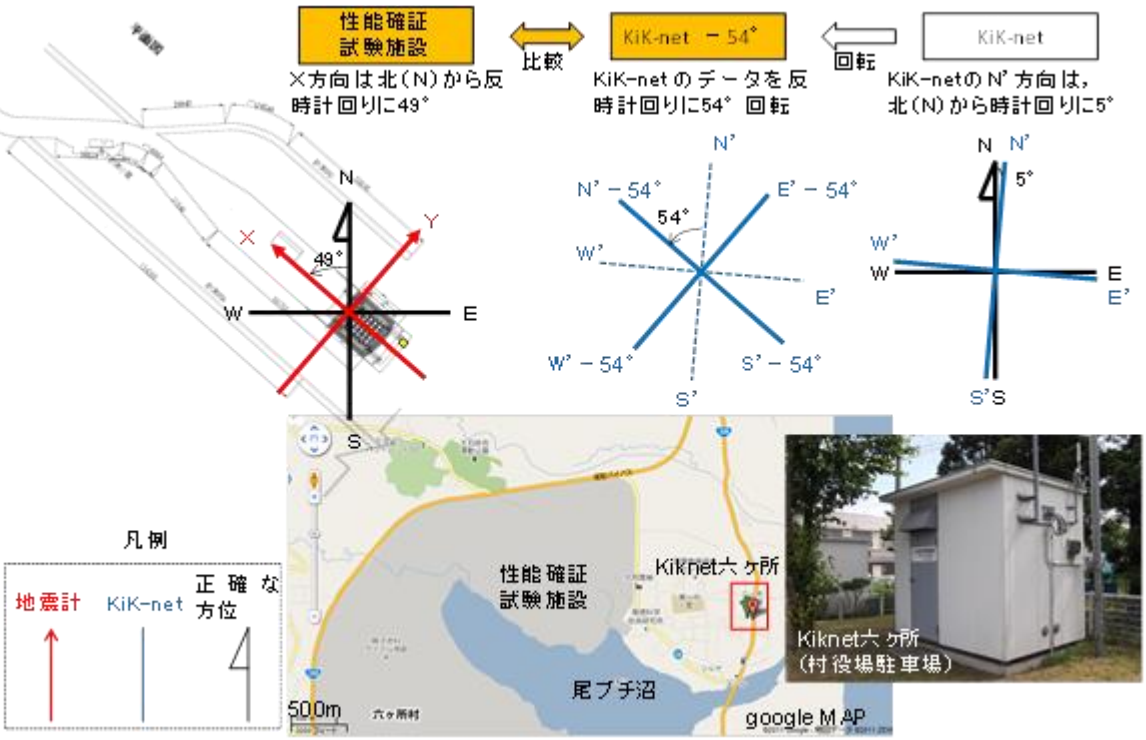


図 4.2-5 KiK-net 六ヶ所のデータの方位補正

(4) 地震動データ取得結果

試験空洞内に設置した 3 台の地震計で取得した地震動データ（5 件）の一覧を表 4.2-4 に示す。

表 4.2-4 地震動データの一覧

No.	発生日	震源地	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	六ヶ所村 尾駮の震度
1	2020 年 4 月 12 日	苫小牧沖	M4.3	震度 1
2	2020 年 4 月 20 日	宮城県沖	M6.2	震度 2
3	2020 年 4 月 24 日	青森県東方沖	M5.2	震度 2
4	2020 年 4 月 30 日	青森県東方沖	M5.3	震度 1
5	2020 年 5 月 9 日	岩手県沖	M4.8	震度 1

1）2020 年 4 月 12 日発生地震

表 4.2-5　発生地震の諸元（2020.4.12）

	気象庁　各種データ・資料 地震データベース https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20200412221149
発生時刻	2020年4月12日（日） 22時11分49.9秒
震源地	苫小牧沖 （41°　43.6'N　141°58.6'E）
マグニチュード	M4.3
震源深さ	44km
震度	六ヶ所村尾駮　震度1 （最大震度2）

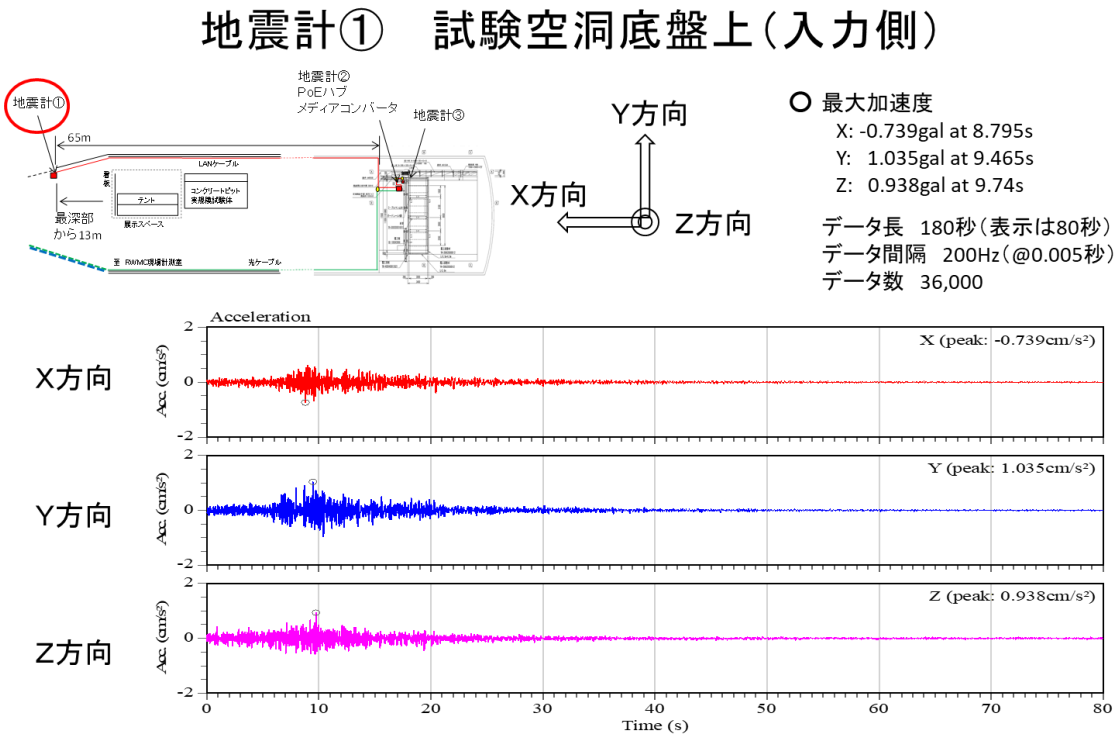


図 4.2-6　地震計①　地震動取得データ（2020.4.12）

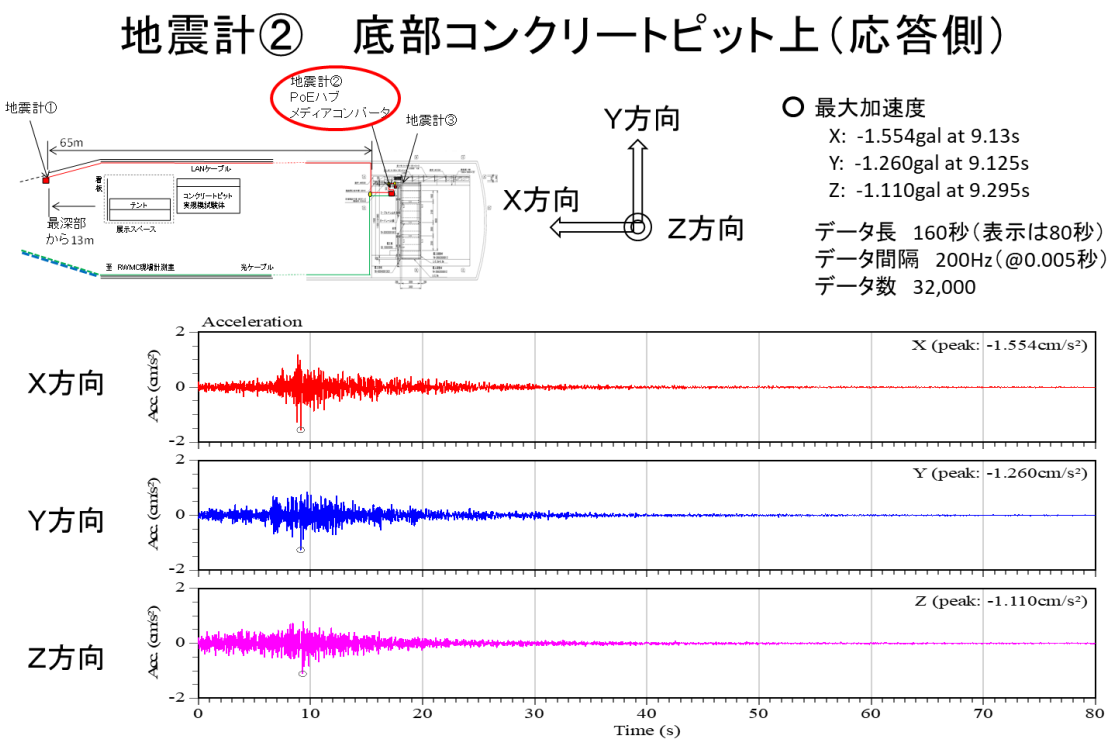


図 4.2-7　地震計②　地震動取得データ（2020.4.12）

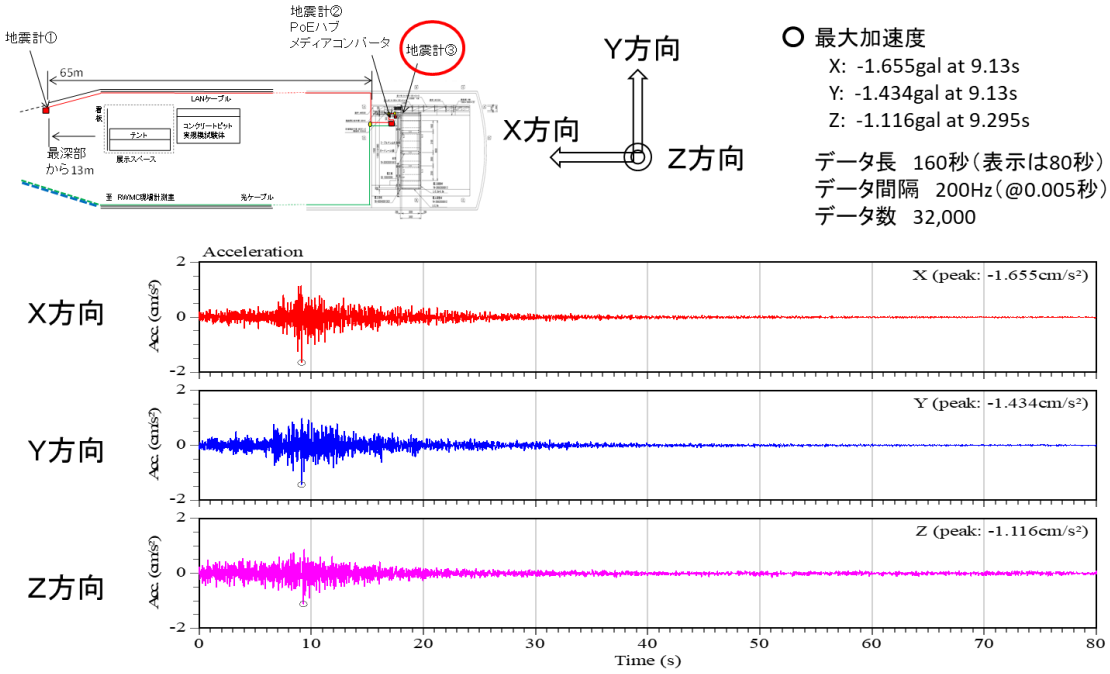


図 4.2-8　地震計③　地震動取得データ（2020.4.12）

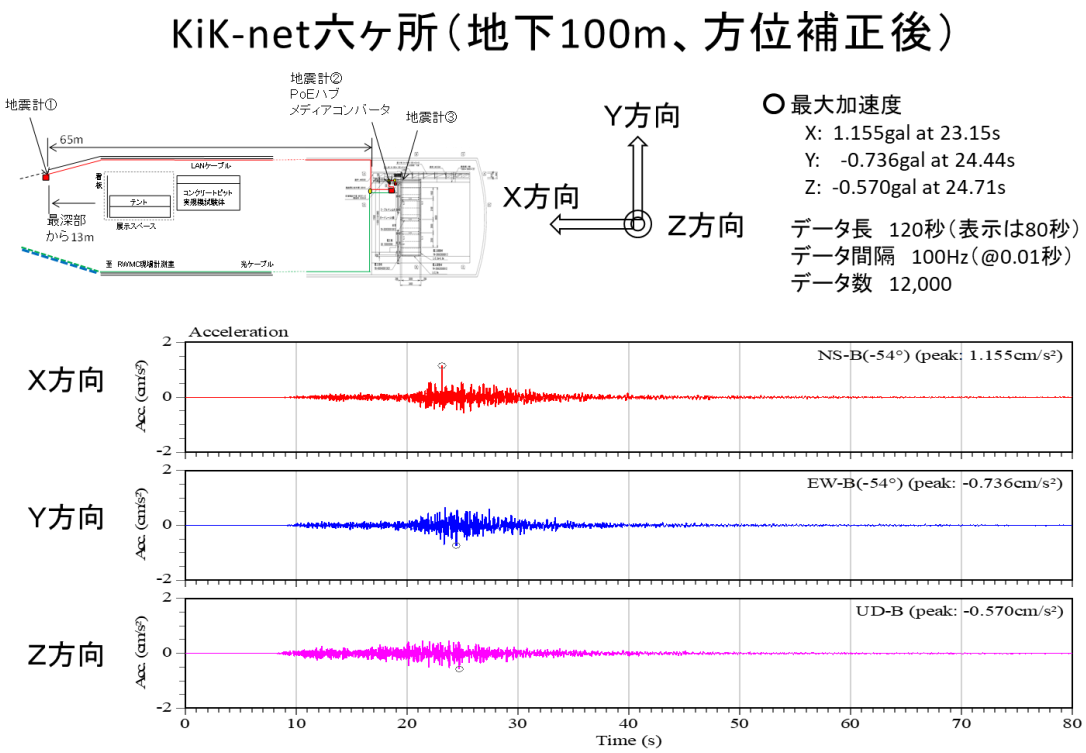


図 4.2-9 KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.12）

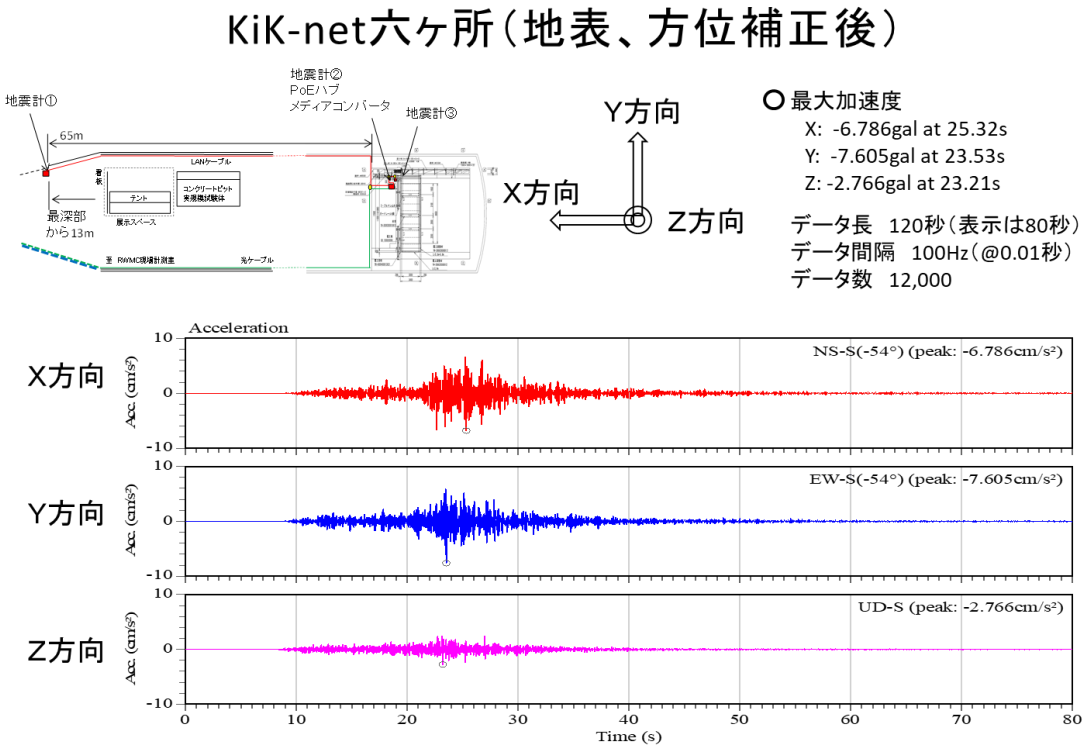


図 4.2-10 KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.12）

2）2020 年 4 月 20 日発生地震

表 4.2-6　発生地震の諸元（2020.4.20）

	気象庁　各種データ・資料 地震データベース https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20200420053905
発生時刻	2020年4月20日（月） 05時39分05.2秒
震源地	宮城県沖 （38°　53.2'N　142°05.9'E）
マグニチュード	M6.2
震源深さ	46km
震度	六ヶ所村尾駮　震度2 （最大震度4）

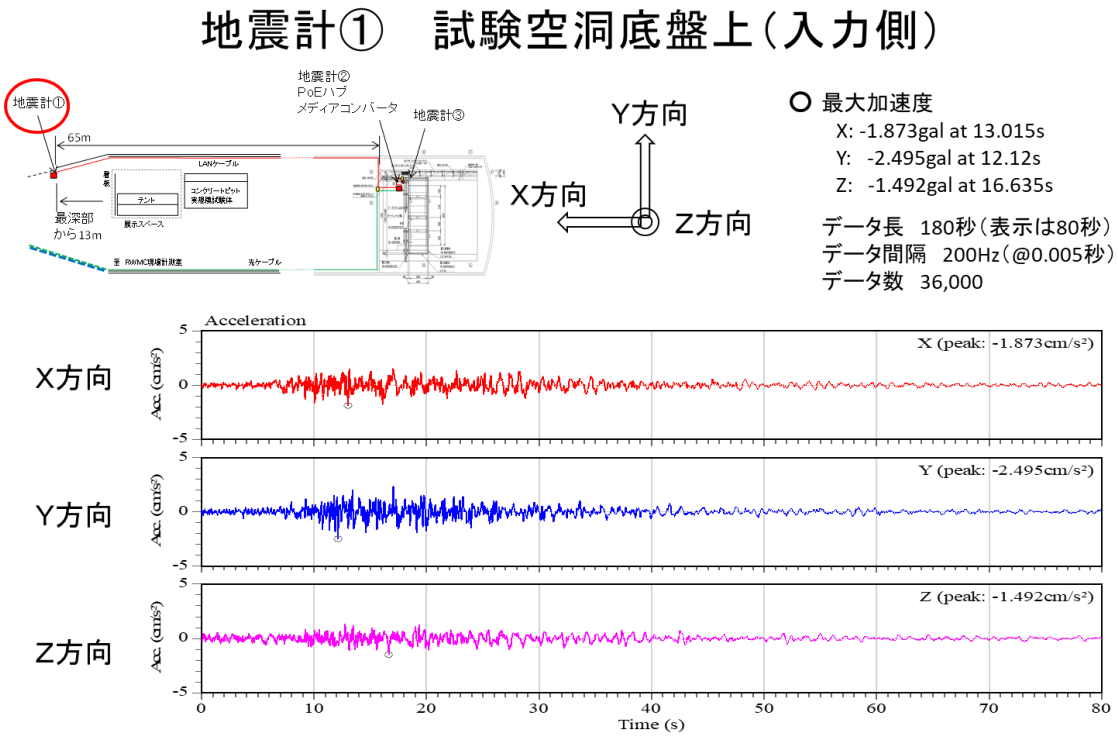


図 4.2-11　地震計①　地震動取得データ（2020.4.20）

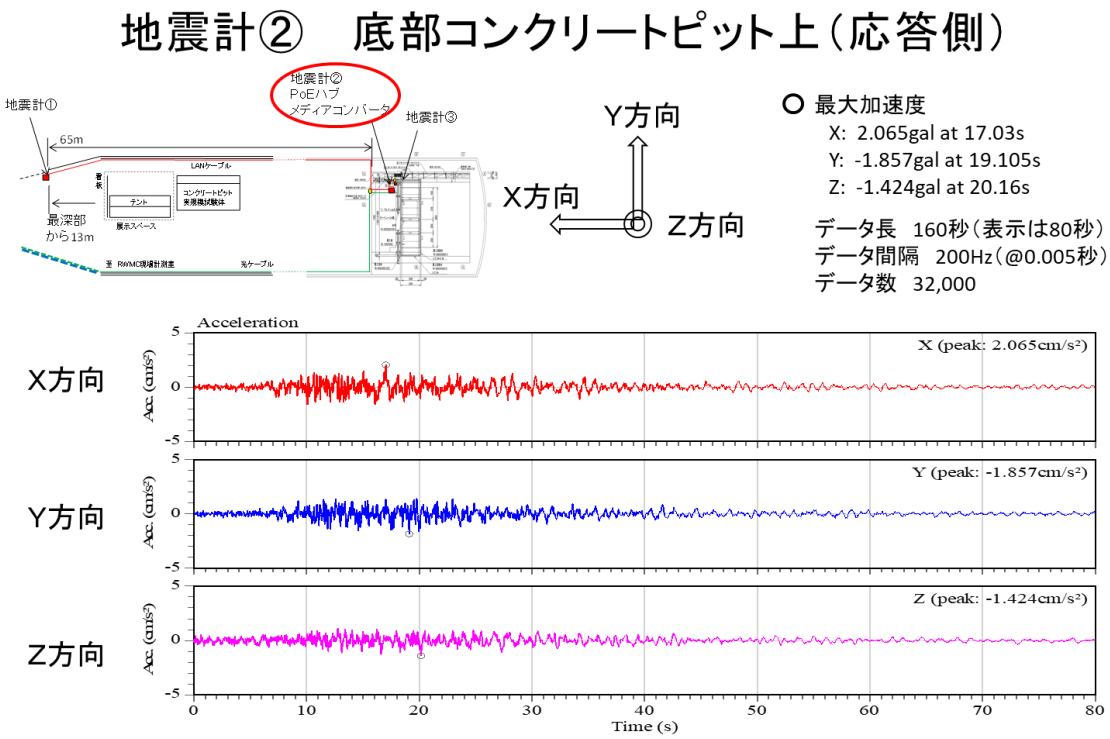


図　4.2-12　地震計②　地震動取得データ（2020.4.20）

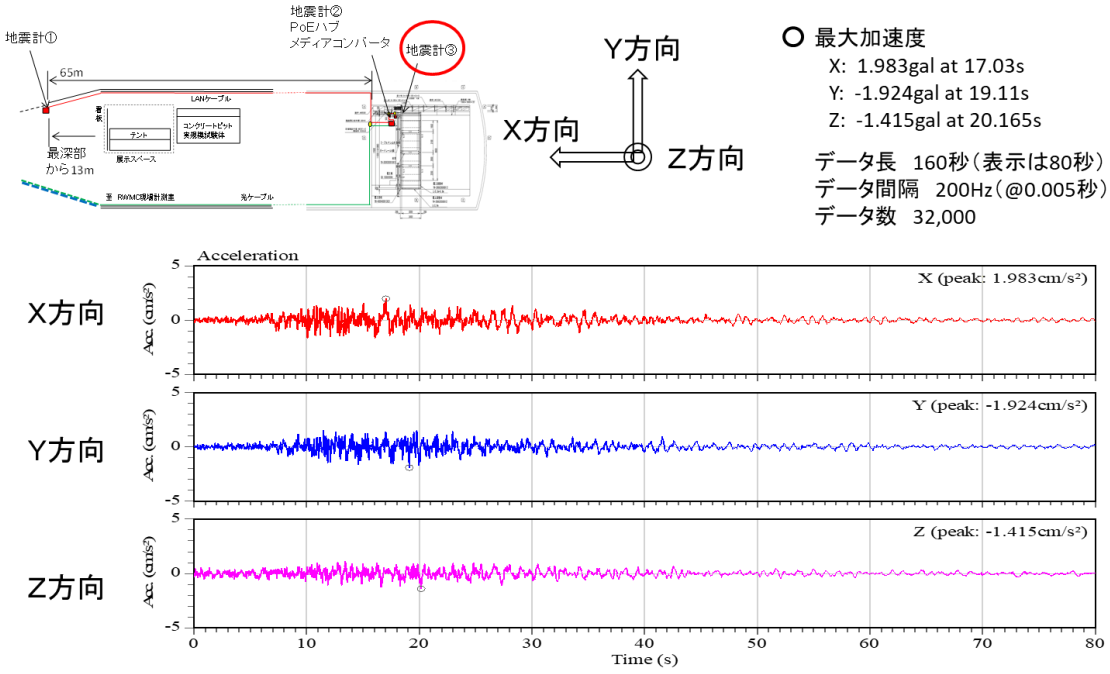


図　4.2-13　地震計②　地震動取得データ（2020.4.20）

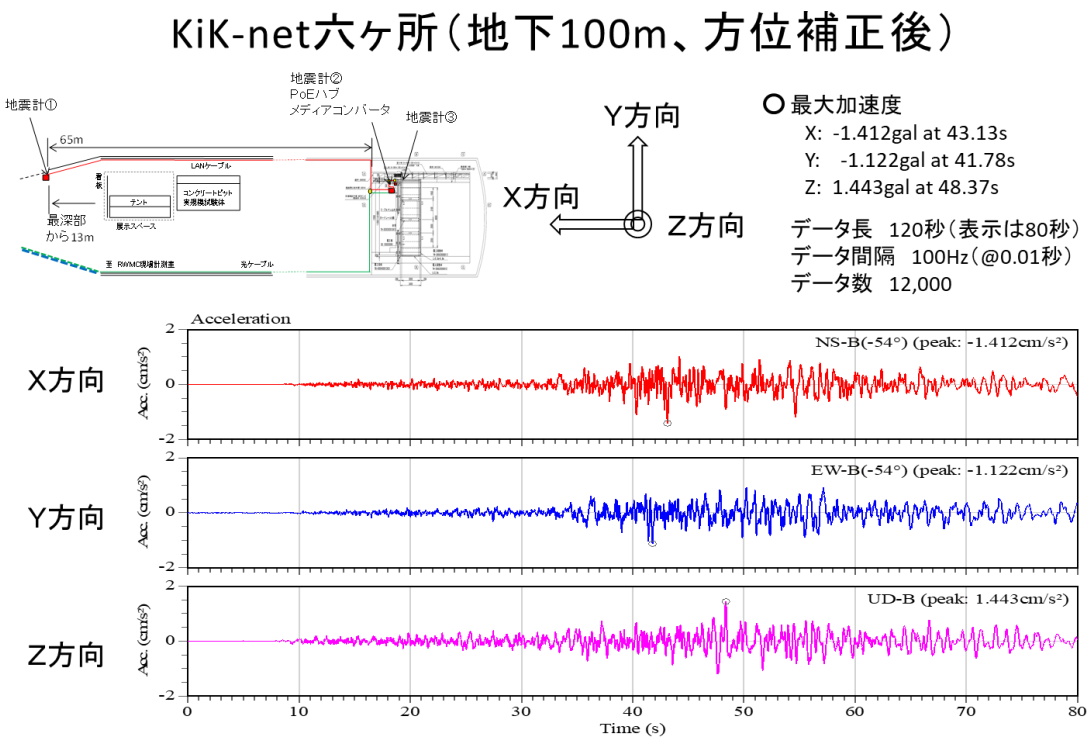


図 4.2-14　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.20）

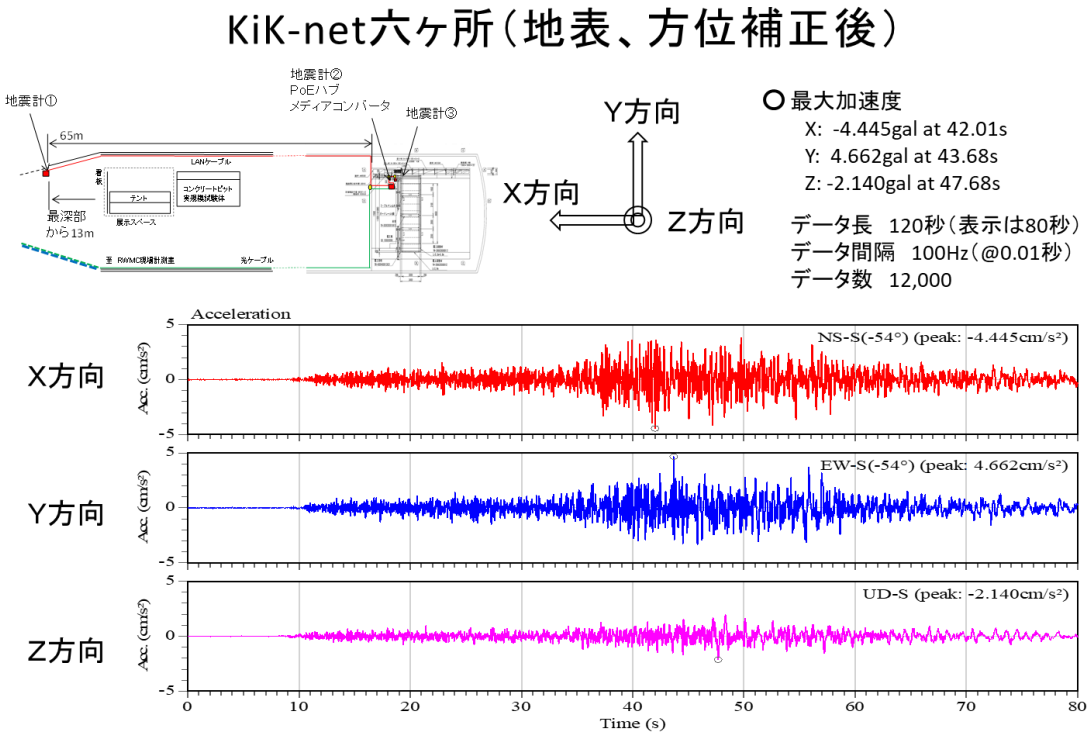


図 4.2-15　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.20）

3）2020 年 4 月 24 日発生地震

表 4.2-7　発生地震の諸元（2020.4.24）

	気象庁　各種データ・資料 地震データベース https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20200424045226
発生時刻	2020年4月24日（金） 04時52分26.6秒
震源地	青森県東方沖 （41°　28.8'N　141°59.5'E）
マグニチュード	M5.2
震源深さ	65km
震度	六ヶ所村尾駮　震度2 （最大震度3）

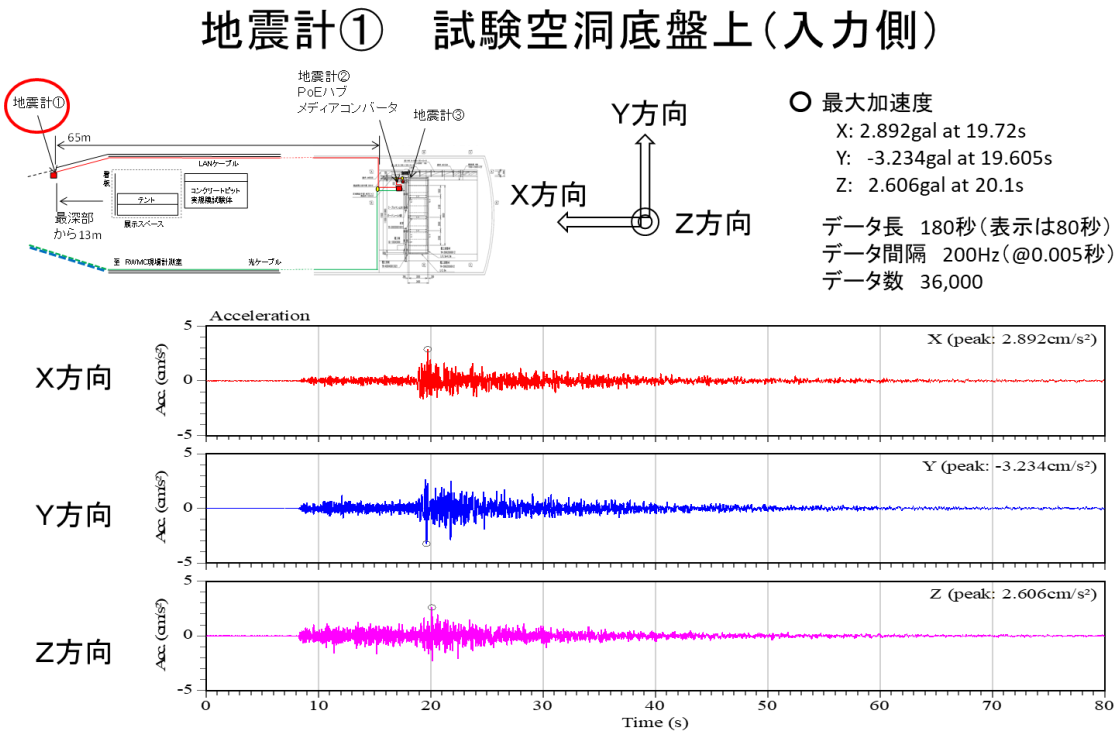


図 4.2-16　地震計①　地震動取得データ（2020.4.24）

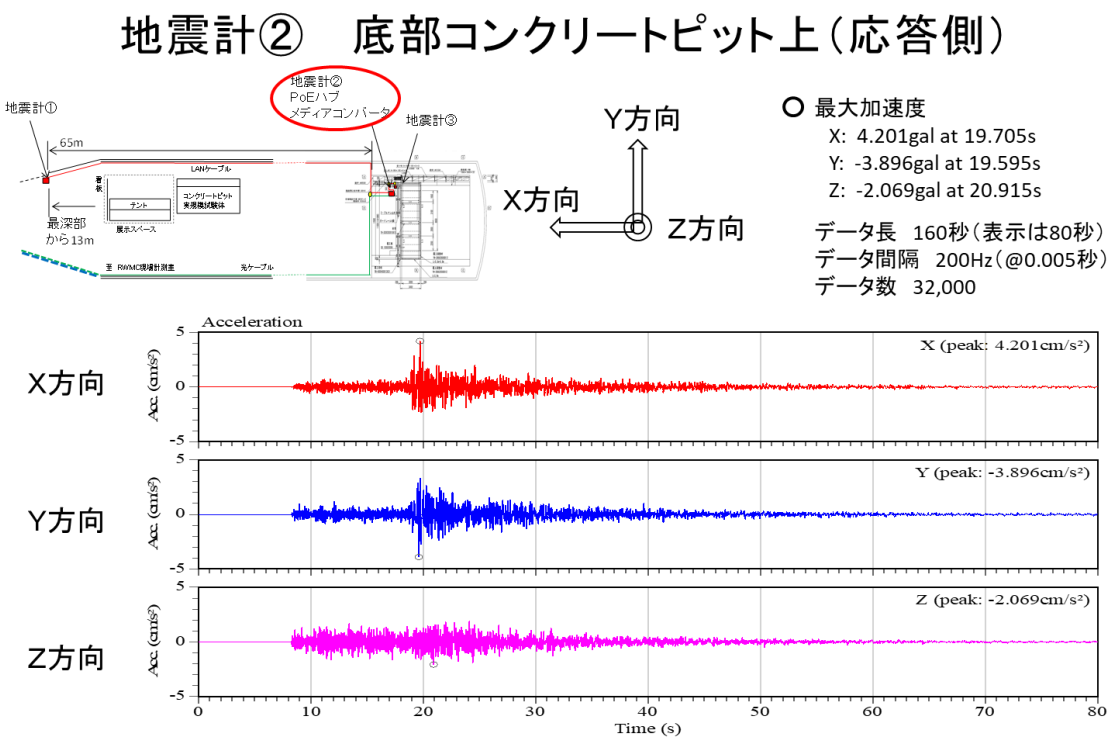


図　4.2-17　地震計②　地震動取得データ（2020.4.24）

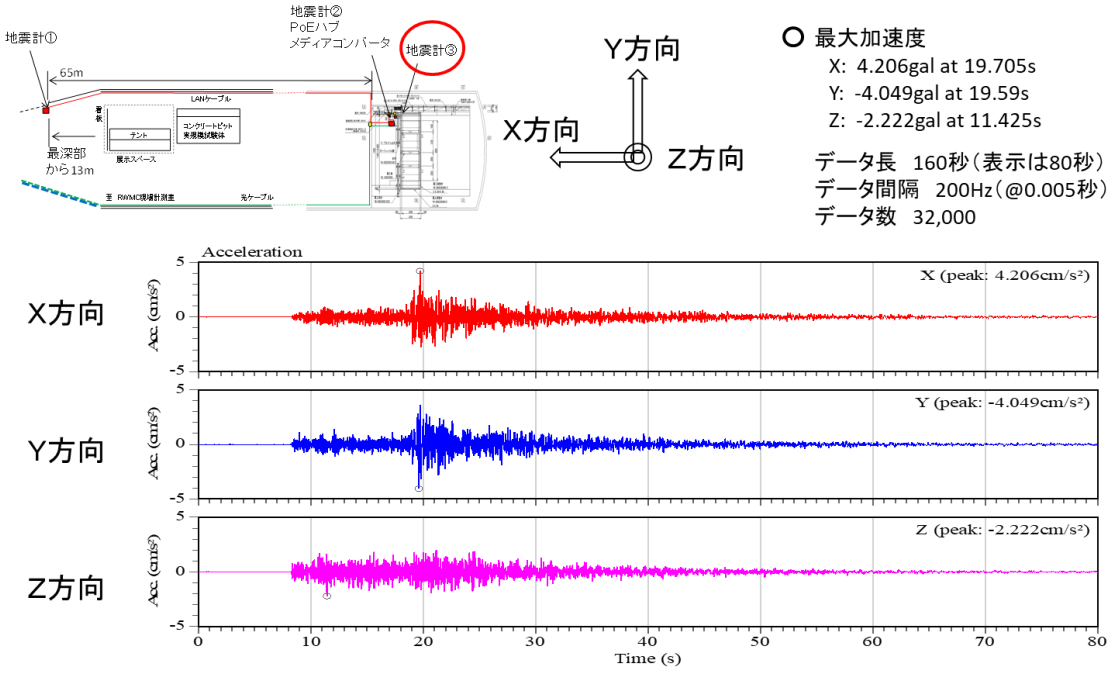


図　4.2-18　地震計③　地震動取得データ（2020.4.24）

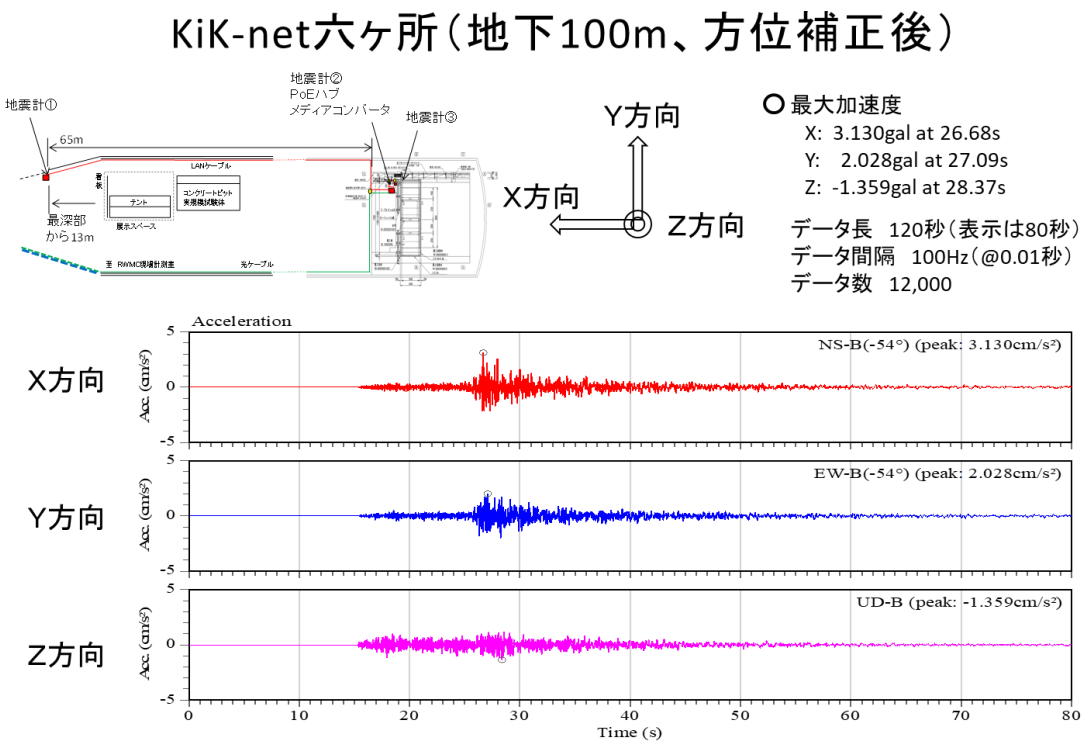


図 4.2-19　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.24）

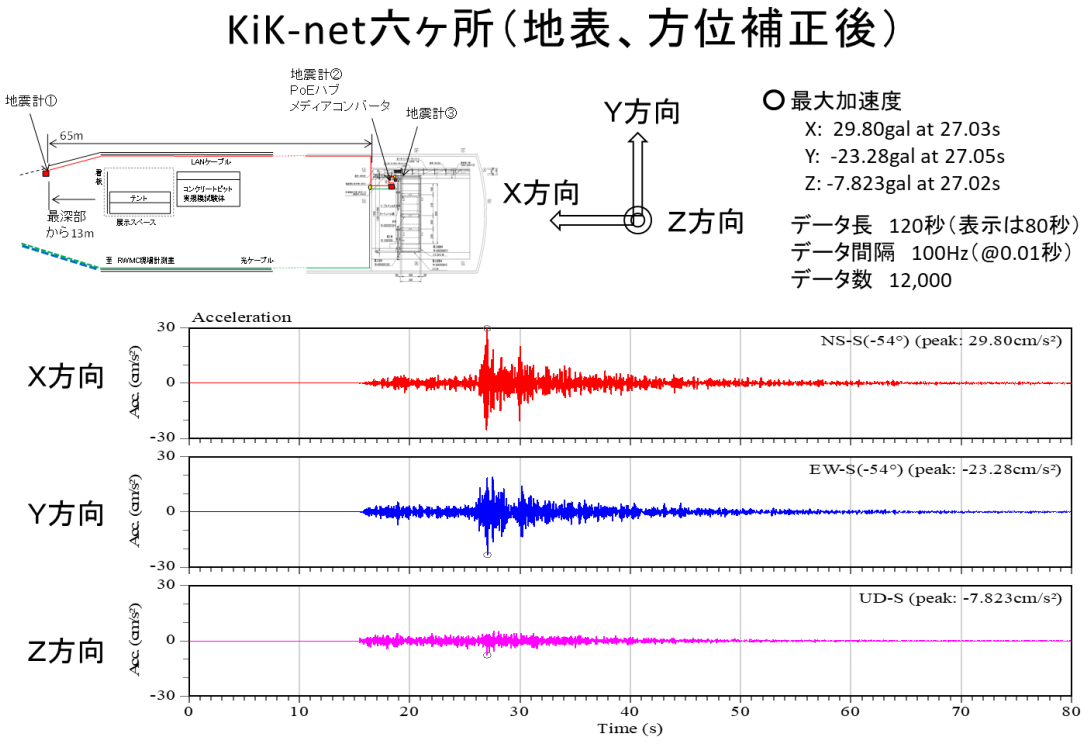


図 4.2-20　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.24）

4）2020 年 4 月 30 日発生地震

表 4.2-8　発生地震の諸元（2020.4.30）

	気象庁　各種データ・資料 地震データベース https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20200430121520
発生時刻	2020年4月30日（木） 12時15分20.9秒
震源地	青森県東方沖 （40°　50.4'N　142°49.4'E）
マグニチュード	M5.3
震源深さ	34km
震度	六ヶ所村尾駮　震度1 （最大震度3）

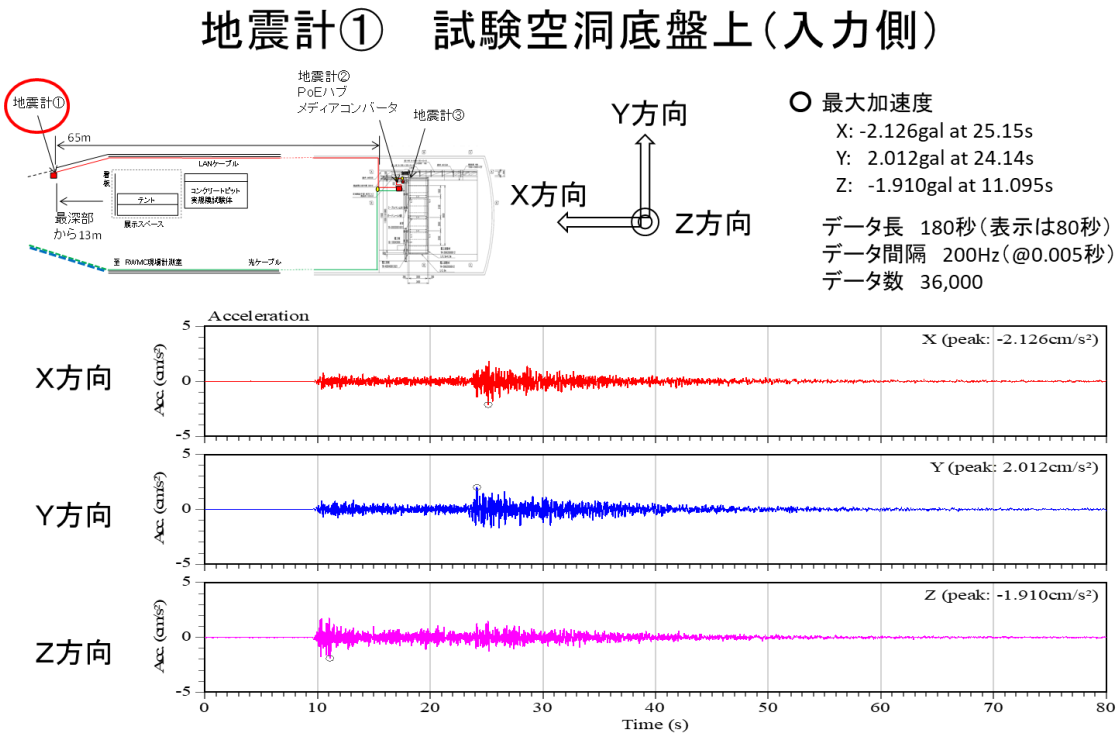


図 4.2-21　地震計①　地震動取得データ（2020.4.30）

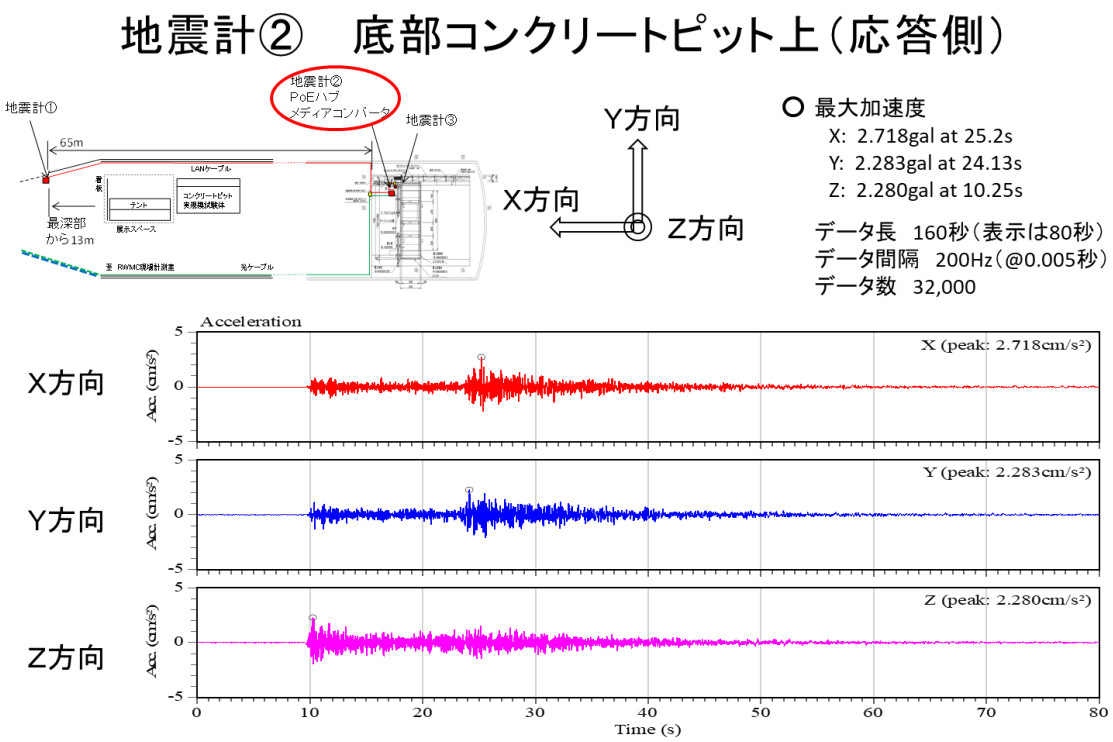


図　4.2-22　地震計②　地震動取得データ（2020.4.30）

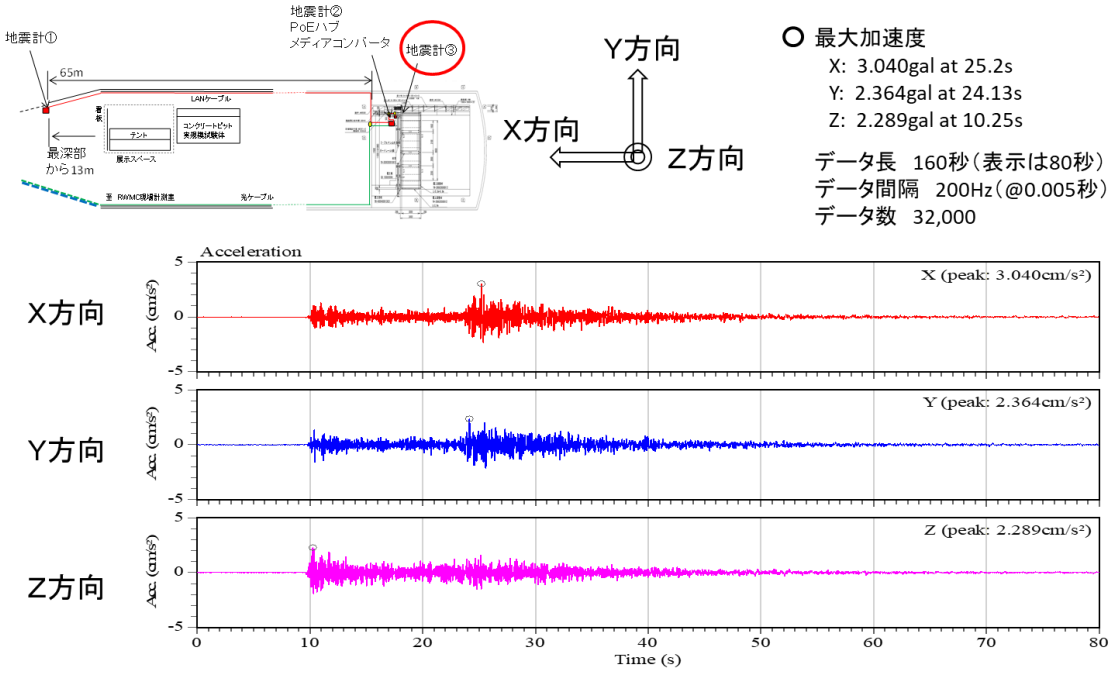


図　4.2-23　地震計③　地震動取得データ（2020.4.30）

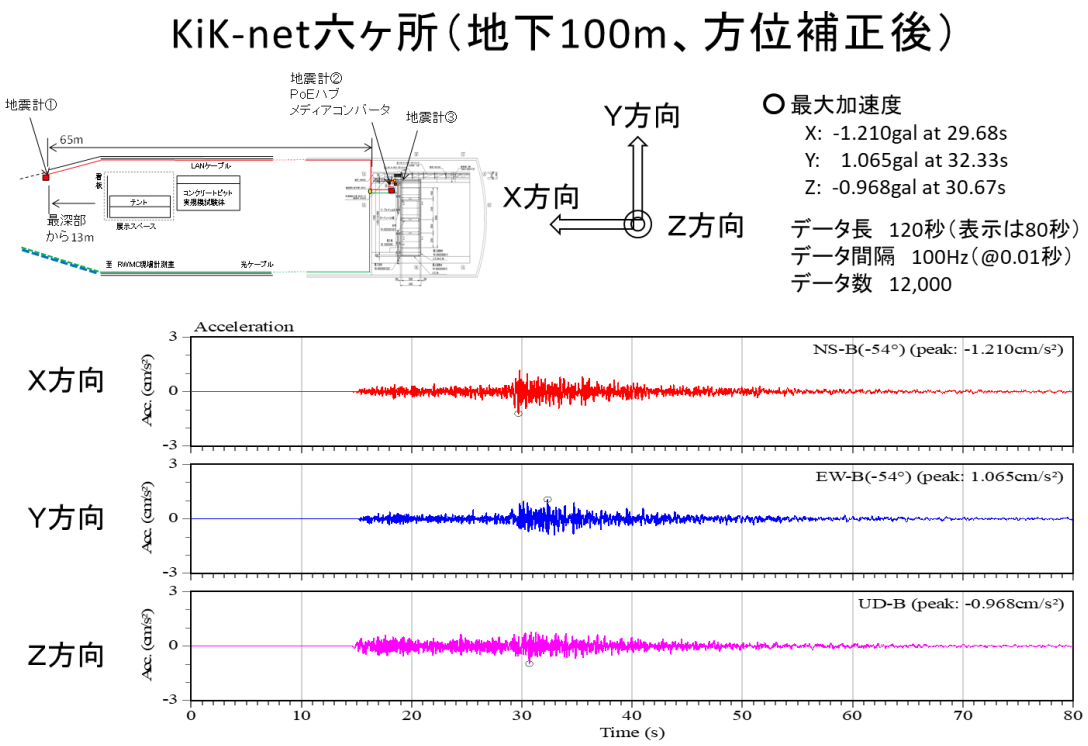


図 4.2-24　KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.30）

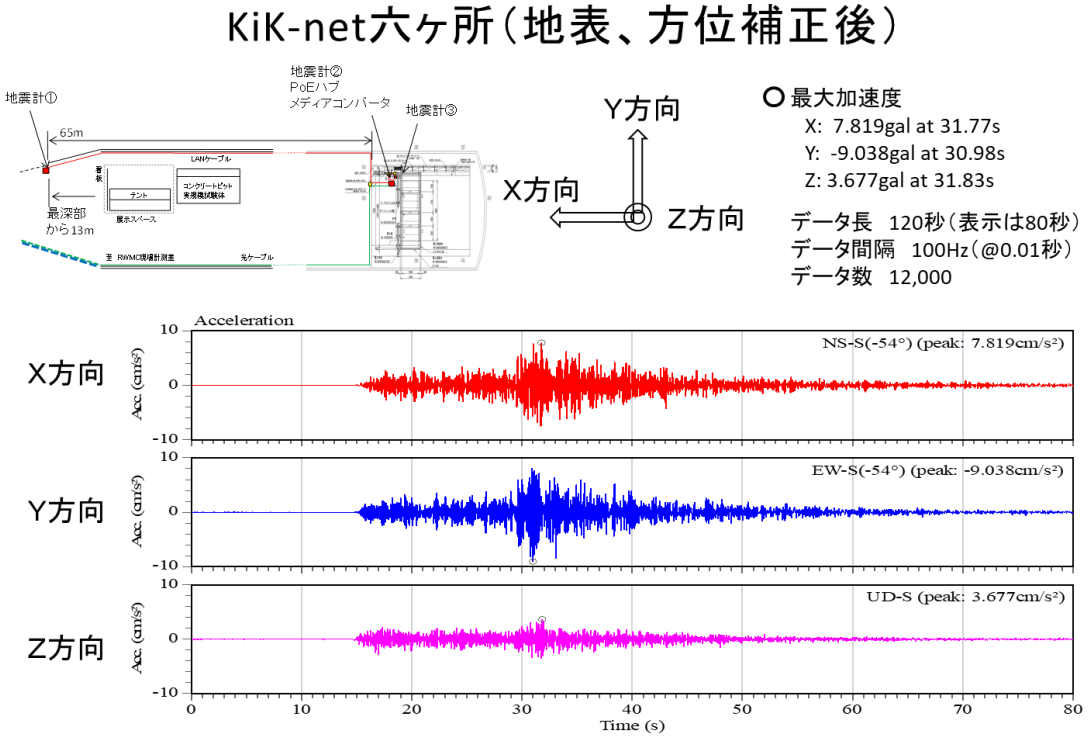


図 4.2-25　KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.4.30）

5）2020 年 5 月 9 日発生地震

表 4.2-9　発生地震の諸元（2020.5.9）

	気象庁　各種データ・資料 地震データベース https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20200430121520
発生時刻	2020年5月9日（土） 06時35分16.6秒
震源地	岩手県沖 （40°　06.1'N　142°01.4'E）
マグニチュード	M4.8
震源深さ	11km
震度	六ヶ所村尾駮　震度1 （最大震度3）

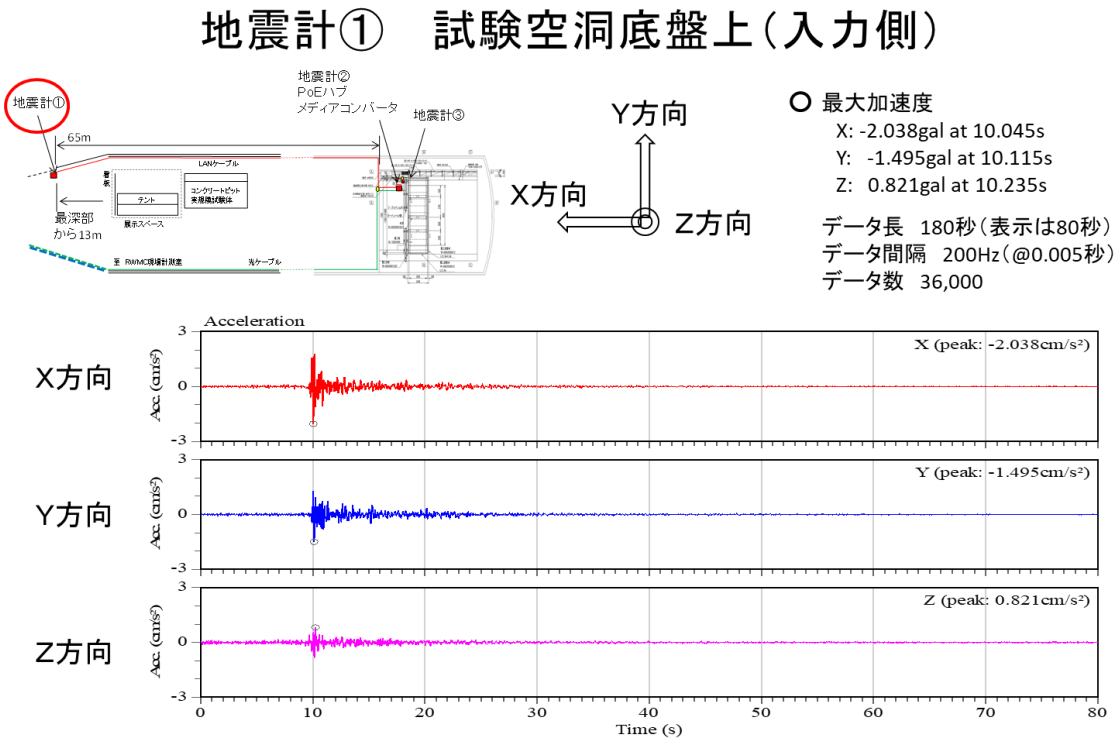


図 4.2-26　地震計①　地震動取得データ（2020.5.9）

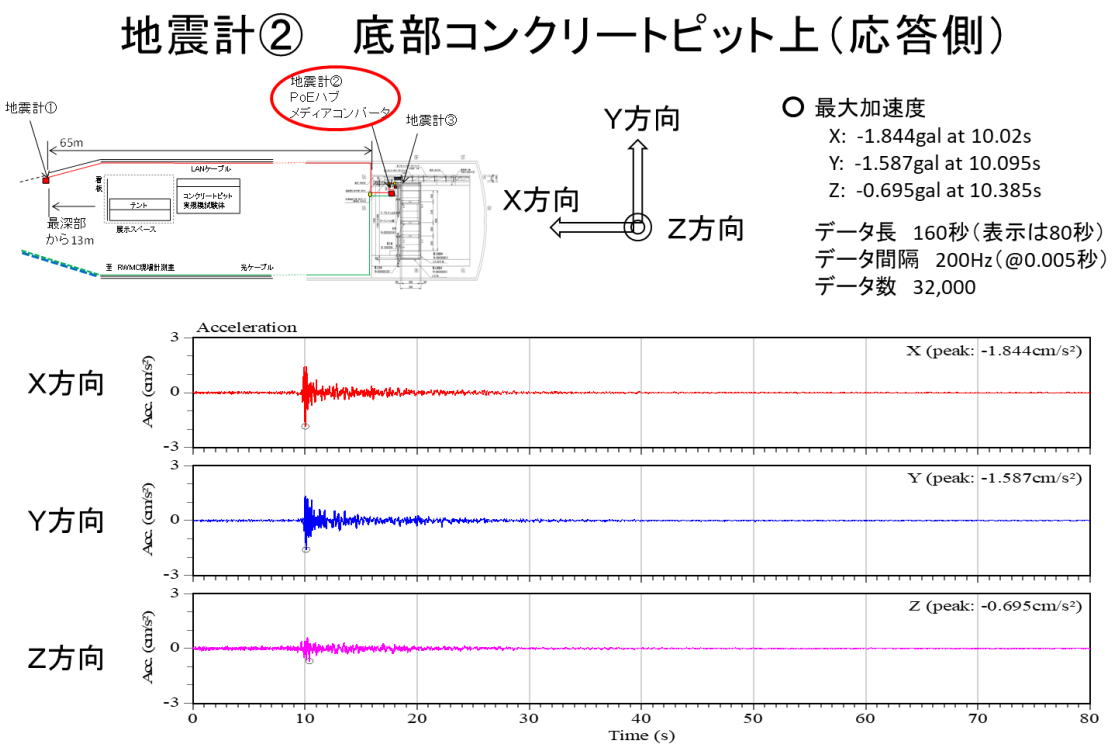


図　4.2-27　地震計②　地震動取得データ（2020.5.9）

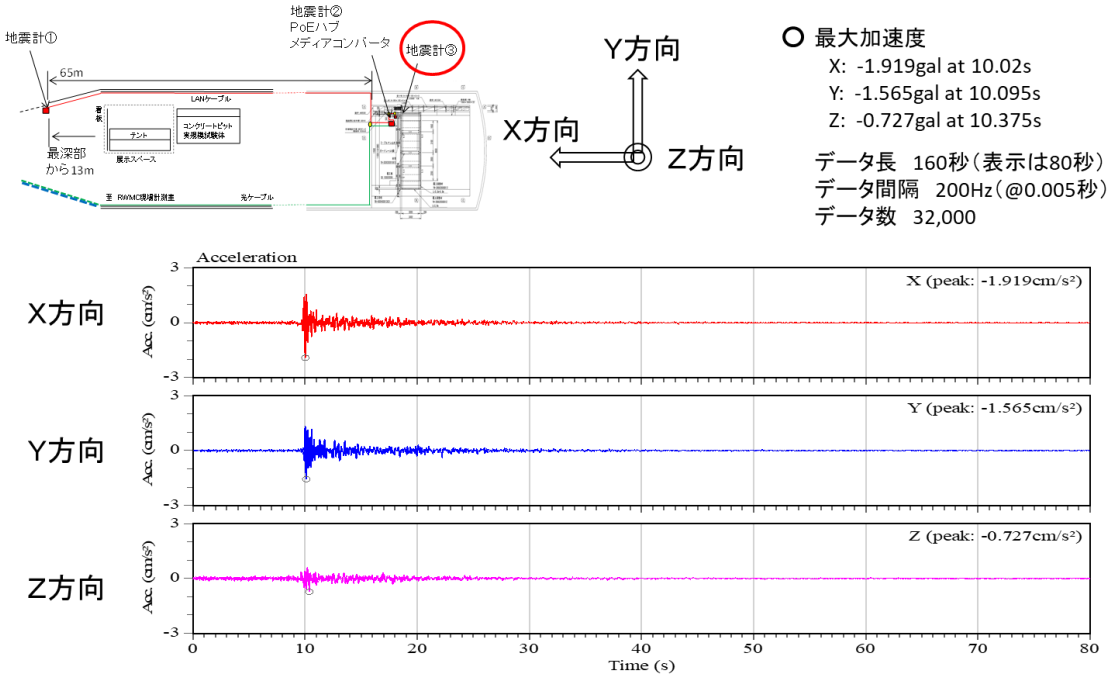


図　4.2-28　地震計③　地震動取得データ（2020.5.9）

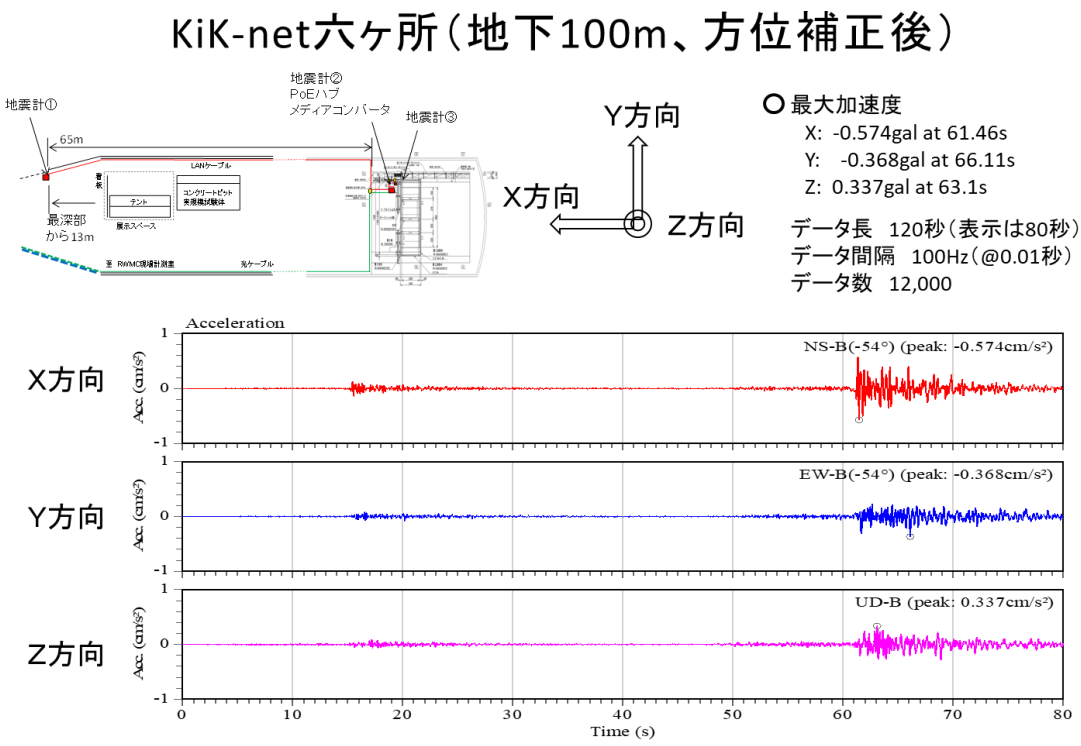


図 4.2-29 KiK-net 六ヶ所（地下 100m、方位補正後）地震動取得データ（2020.5.9）

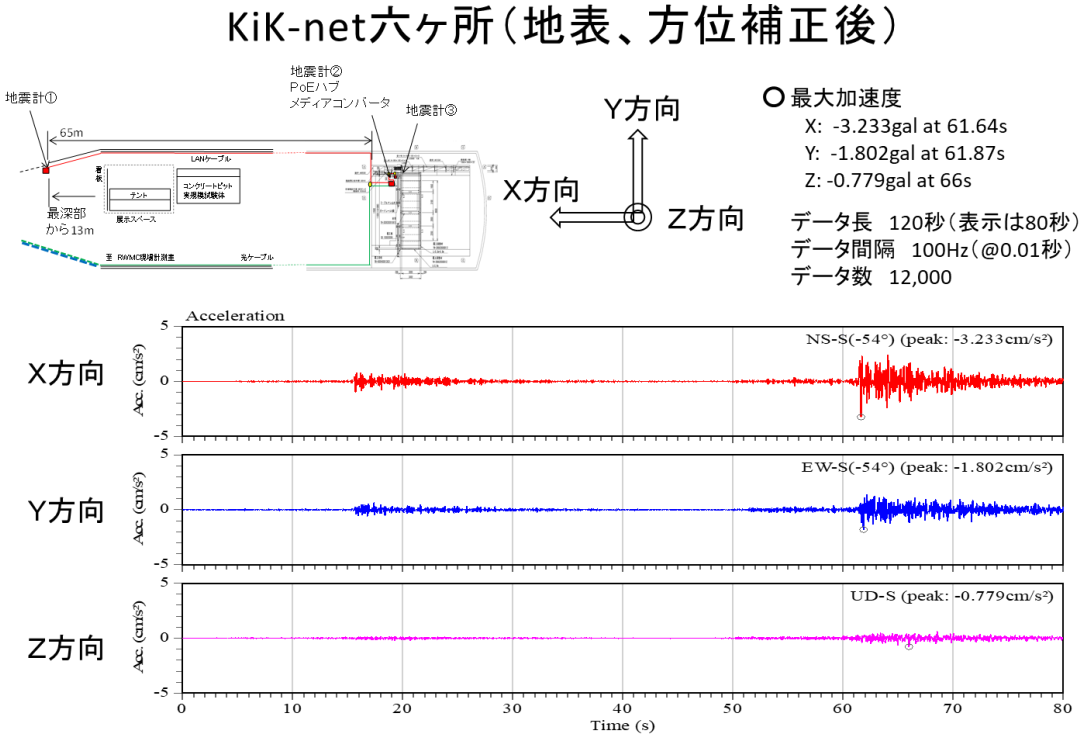


図 4.2-30 KiK-net 六ヶ所（地表、方位補正後）地震動取得データ（2020.5.9）

（5）地震動システムの稼働期間

今年度、1 回目のメンテナンスの前に UPS の故障があり、その後、システムの再稼働まで 3 回のメンテナンスの機会を要し、実質的な地震動システムの稼働期間が年度の初めと終わりの期間に限定された。

以下に、地震動システムの再稼働までの経緯を示す。

①2020 年 6 月 23 日、UPS（無停電電源装置）のブザーが鳴ってエラーメッセージが出ていると、調査坑の維持管理（鹿島建設）より連絡あり。

・エラーメッセージの内容から、UPS の故障と判断し、入替用 UPS を調達した。

・業務の契約、キックオフ会議、事前安全検討会、消防・防災教育を順次実施した。

②メンテナンス 1 回目　2020 年 12 月 3 日

・UPS を交換したが、パソコンが起動しない状態のため、パソコンを撤収した。

・当日持ち込みのノートパソコンから地震計やその他の機器の健全性を確認した。

・後日、計測用のパソコンを調達し、計測用に初期設定を行った。

③メンテナンス 2 回目　2021 年 1 月 19 日

・パソコンを設置し、各機器と接続したが、記録器（データ蓄積用）の設定画面が起動せず、計測システムの稼働ができない状態のため、再度、パソコンを撤収した。

・パソコン設定の不備の原因

－計測システム用の設定マニュアルに記載のないバグ処理（接続不要の場合の措置：Windows のファイアーウォール設定を解除）の対応が漏れていた。

－パソコンの設定時に記録器との接続確認ができなかった。

・後日、その他に必要なバグ処理がないことを確認し、パソコンの再設定を行った。

・計測室内の機器（ハブ、記録器）を準備し、設定時に記録器の動作確認を行った。

④メンテナンス 3 回目　2021 年 2 月 26 日

・パソコンを設置し、各機器と接続し、地震動システムを再稼働した。

・ただし、地震計②の LAN ケーブルが接触不良であったため、次年度交換等の対策をとることとした。

今後、地震動システムの不具合の発生時に、再稼働までの期間を短縮するため、次の 3 点の対応を行う。

・パソコンの不備による設定作業を行う際には、計測室内の接続環境を用意しておく。

・パソコンの設定マニュアルにはバグ処理の対応など必要な情報を確実に更新する。

・記録器、メモリカード、ハブのような小型機器は不良の際にすぐ交換できるよう、予備の機器を毎回持参する。

4.2.4　地震動観測システムの見直しの検討

地震動観測システムの見直しとして、空洞底盤の地震計の移設と地表面付近への地震計の新設の検討を行う。

（1）空洞底盤の地震計の移設

1）現在の状況と移設先の候補

現在、地震動の分析評価では、入力波として試験空洞の斜路の底盤に設置している地震計で取得したデータを用いている。ここで、試験空洞は、断面が大きく、空洞支保や空洞周辺のゆるみ領域の影響も含まれているため、岩盤中の地震動を捉えられていない可能性がある。そのため、これらの影響を小さくして岩盤の地震動をより正確にとらえるため、空洞断面の小さい計測孔への移設を検討する。

試験空洞の周囲には、計測孔 A、B、C がある（図 4.2-31 参照）。移設場所の選定は、各計測孔の設置場所の深度と地層（図 4.2-32 参照）、計測坑内の岩盤の状況、利用状況について比較検討を行う。また現在測定をしている 3 台の地震計の扱いについて併せて検討を行う。

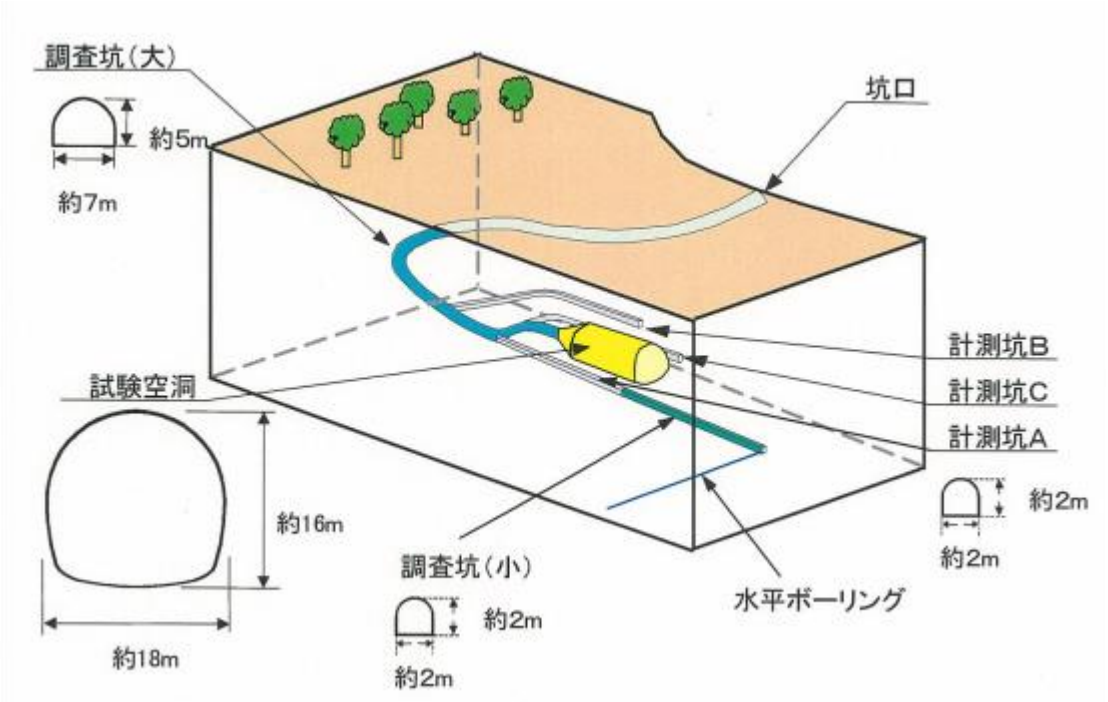


図 4.2-31　調査坑概念図

出典　日本原燃株式会社：低レベル放射性廃棄物の次期埋設に関する本格調査結果について、2006 年 9 月 1 日

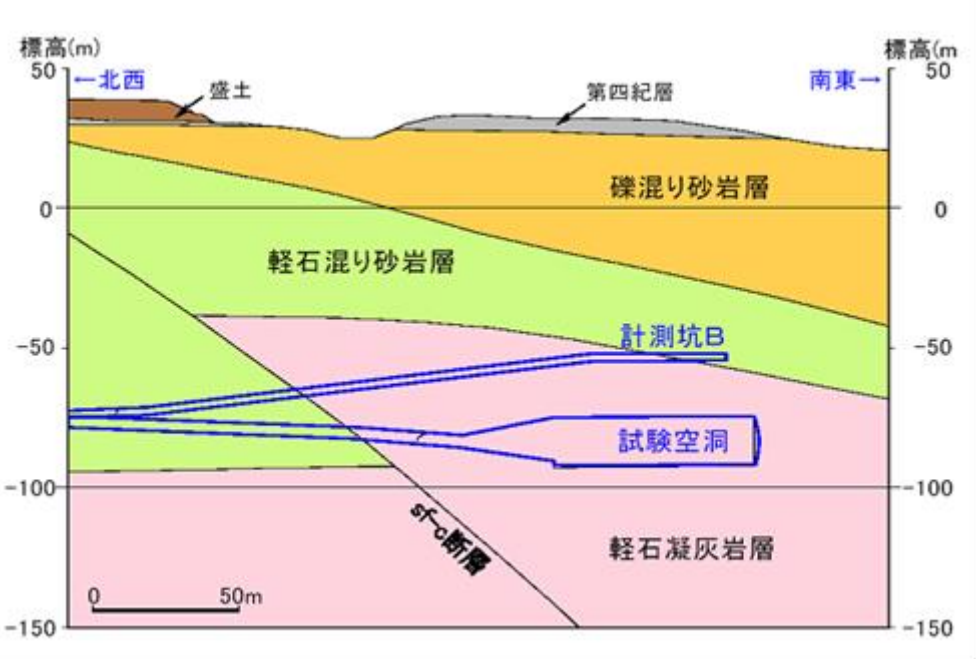


図 4.2-32　試験空洞付近地質断面図

出典　原環センター：平成 17 年度　地下空洞型処分施設性能確証試験報告書　P.7-26

2）移設先の比較検討

地震計は計測孔内の岩盤面の中央部付近に設置をするが、計測孔の内幅は約 2mのため、先端部に設置する計画とする。計測孔 A、B、C の比較検討を表 4.2-10 に示す。

表 4.2-10　計測孔 A、B、C の比較検討

	計測孔 A	計測孔 B	計測孔 C
計測孔の設置場所の深度と地層	○ 試験空洞と同一深度軽石凝灰岩層（試験空洞と同じ）	× 試験空洞の上部先端部は軽石混じり砂岩層	○ 試験空洞と同一深度軽石凝灰岩層（試験空洞と同じ）
計測坑内の岩盤の状況	× 落盤の徴候あり	○ 問題なし	○ 問題なし
利用状況	○ 問題なし	○ 問題なし	○ 別途、既存計器（別メーカー品）で地震測定を実施中
総合評価	× 計測孔内で落盤の徴候があり、設置作業及びその後のメンテナンス作業に難あり	× 試験空洞と深度、地層とも異なるため、ピット上の測点の応答の評価に難あり	○ 安全上、分析上とも問題ないが、別途実施中の地震測定との関係性の整理が必要

表 4.2-10 より、計測孔 C の先端部への設置を第一候補とする。この計測孔 C では、別途、既存計器（別メーカー品）で地震測定を実施中のため、現在、測定をしている 3 台の地震計の扱いと合わせて地下の地震測定の設置場所の検討を行う。

3）地下の地震計の設置場所の検討

現在の３台の地震計（加速度センサ）の設置位置を図 4.2-33 に示す。

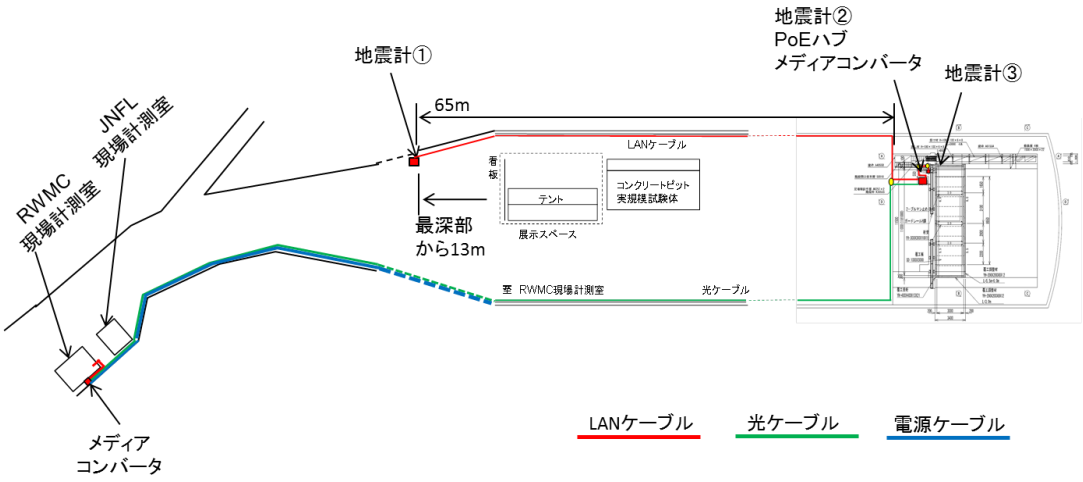


図 4.2-33　地震計の設置位置平面図

３台の地震計のうち、地震計①は試験空洞の斜路上に設置しており、地震動の入力側、地震計②と地震計③はコンクリートピット上に設置しており、地震動の応答側である。

地震計①：試験空洞斜路上（入力側）

地震計②：底部コンクリートピット上（応答側）

地震計③：手前部側壁の上部（応答側）

地震計①について

入力側の地震計①について、前述のとおり、空洞断面が小さく、設置深度及び地層が同等の計測孔 C への移設を行う計画としている。

ここで、地震計①については、当初、試験空洞の最深部の展示スペースであるテント内に設置していたが、停電時に試験空洞内の水中ポンプが停止すると水没するリスクがあるため、平成 27 年（2015 年）10 月に現在の斜路上に移設している。どちらの設置場所も試験空洞内であり、断面が大きいことから、空洞支保や空洞周辺のゆるみ領域の影響が想定される。また、これまでの地震動データの入力側の地震動は、この地震計①の測定値がベースとなっている。

この地震計①を撤去し、計測孔 C に移設した場合、設置場所の空洞の径や岩盤の状態の違いが、どの程度、地震動の違いになるかは知ることができない。そのため、これまでの地震動データとの整合性の判断も難しいこととなる。

一方で、地震計①を存置し、あわせて計測孔 C に地震計を設置した場合、試験空洞と計測孔 C で同一の地震動の比較（例えばスペクトル分析）をすることにより、設置場所の空洞の径や岩盤の状態の違いの影響を知ることができると考えられる。

地震計②、地震計③について

応答側の地震計②、地震計③は、ピットの底部と側壁上部に設置している。現在のコンクリートピットは、奥方向、側部、上部が試験空洞に拘束されており、ピットの構築途中で拘束状態が現在よりも緩い状態であった測定の初期に比べて地震動のスペクトルは比較的類似した形状となっている。

試験空洞内で拘束された状態での構造物の応答特性を調べる観点では、地震計②、地震計③の２台のうち、１台の測定で傾向を把握できる可能性がある。ただし、応答側の地震動データの連続性（ピットの形状変更の過程の比較）は失うこととなる。

参考に、過去の地震動データについて振動数の特性を示したグラフを、図 4.2-34、図 4.2-35 に示す。これらは青森県東方沖を震源とする震度 3（六ケ所村尾駮の震度）の地震動の Y 方向（ピットの水平・軸直角方向）のデータであり、2014 年時点はピットが構築途中、2019 年時点のピットは完成形である。

ピットは高さから想定される固有振動数が 15～20Hz 程度であり、その領域で入力側の地震計①に対して、応答側の地震計②、地震計③は増幅しているが、2014 年に比べて 2019 年のデータは増幅の程度が小さい、また地震計②と地震計③の振幅の差も比較的小さくなっているが、地震計②より地震計③の方が増幅の度合いが大きい傾向は残っている。

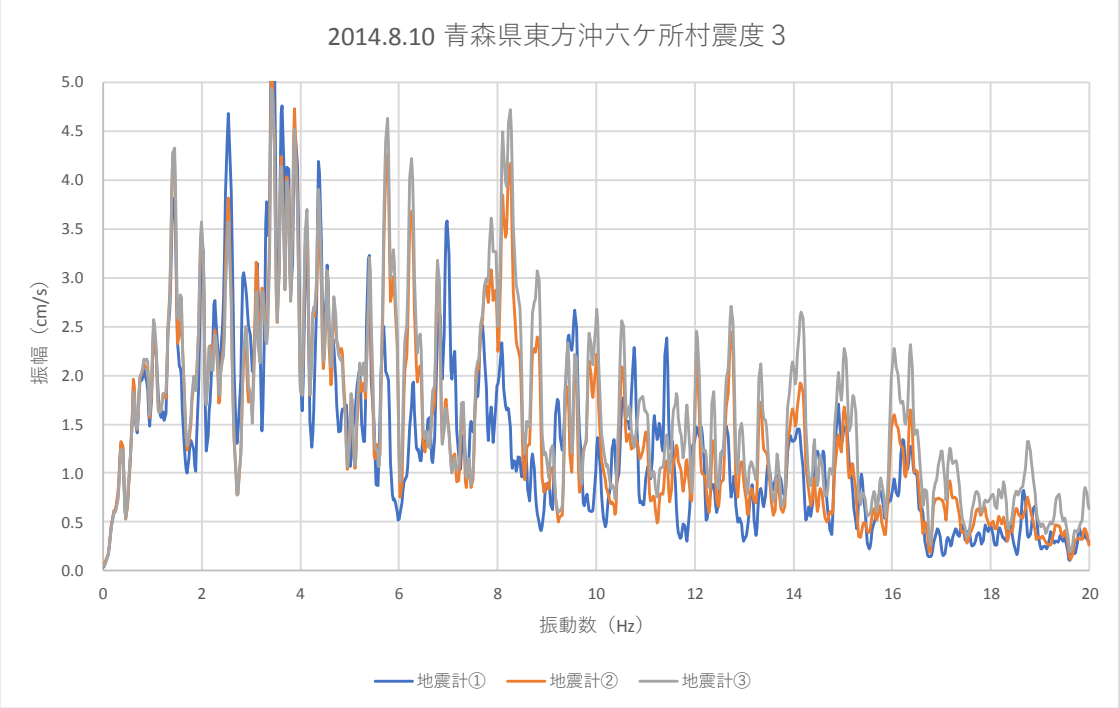


図 4.2-34　2014 年 8 月 10 日の地震動（Y 方向）

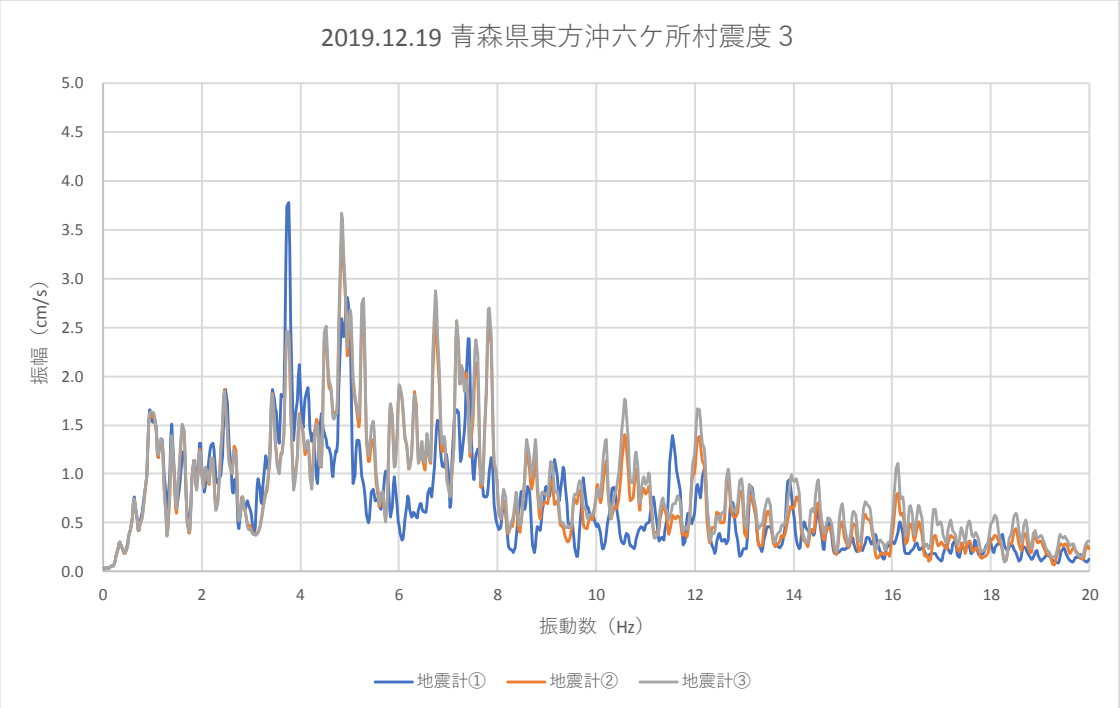


図 4.2-35　2019 年 12 月 19 日の地震動（Y 方向）

現在の計測孔 C の状況

現在、計測孔 C では、別途、試験空洞内の地震計（富士電機製）とは別の既存計器（東京測振製）で測定が行われている。それを勘案すると、計測孔 C への地震計の設置については、次の方法が考えられる。

①試験空洞内の地震計を計測孔 C へ移設

②新規に計測孔 C へ地震計を設置

③現在、別途測定している既存計器を転用またはデータ借用

現在、３台の地震計については、LAN で接続し、地震動の同期をとっている。上記の①、②の方法で、同じ地震計のタイプ（富士電機製）を設置する場合、LAN の接続に加えることができる。一方で、③の方法で異なる地震計のタイプ（東京測振製）を用いる場合、LAN の接続に加えることができないので、自動で地震動の同期をとることはできず、データの分析を行う場合には、双方の地震動データについて手動で同期をとり、データ形式の変換を行う必要がある。

地下の地震計の設置場所については、以上の事項に加えて、地表面付近への地震計の新設との関係も考慮に入れる必要がある。

地下の地震計の設置場所の候補を表 4.2-11、設置場所の検討を表 4.2-12 に整理する。

表 4.2-11　地下の地震計の設置場所の候補

	試験空洞			計測孔 C	計測孔 C 既存計器
現在の状況	地震計① 入力側	地震計② 応答側	地震計③ 応答側	－	東京測振製
案 1 地震計①の移設	撤去・移設	地震計② 応答側	地震計③ 応答側	地震計① 入力側	東京測振製
案 2 地震計②（または③） の移設	地震計① 入力側	撤去・移設	地震計③ 応答側	地震計② 入力側	東京測振製
案 3 地震計の新設	地震計① 入力側	地震計② 応答側	地震計③ 応答側	地震計④ 入力側	東京測振製
案 4 地震計の転用または データ借用	地震計① 入力側	地震計② 応答側	地震計③ 応答側	東京測振製　入力側 転用またはデータ借用	

表 4.2-12　地下の地震計の設置場所の検討

	案 1 地震計①の移設	案 2 地震計②（または③）の移設	案 3 地震計の新設	案 4 地震計の転用またはデータ借用
入力側の地震動の比較	× 入力側が 1 箇所	○ 比較可能	○ 比較可能	○ 比較可能
応答側の地震動データの連続性	○ 2 台存置	× 1 台撤去・移設	○ 2 台存置	○ 2 台存置
地震動データの同期	○ 同期が可能	○ 同期が可能	○ 同期が可能	△ 手動で同期
コスト （直接工事費、材料費の概算） ＋次年度以降の費用	×　約 90 万円 撤去、移設	×　約 90 万円 撤去、移設	×　約 110 万円 撤去費用はないが、地震計新設	・転用 ○約 20 万円 ＋リース費用 ＋データ変換 ・データ借用 ◎0 万円 ＋データ変換
総合評価	△ データ不足 コスト大	△ データ不足 コスト大	○ コスト大	◎ データ分析、 コストで有利

以上より、データ分析、コスト面の総合評価により、案 4 の地震計の転用またはデータ借用を最終候補とする。

(2) 地表面付近への地震計の新設

1) 設置場所の選定の考え方

現在、地震動の分析評価では地中の同一深度のみでの観測を行っている。地中における地震動には、地震の上昇波（E 波）と下降波（F 波）が含まれるため、同一深度の地震動データの

みでは両者の分離など地震動としての評価が複雑になり、さらに試験空洞以浅の岩盤や表層の評価ができない。そのため、地表付近への地震計の新設を検討する。

地表面付近の設置場所の候補は、2020 年 12 月 4 日の現地踏査により以下の場所とする。

①試験空洞の直上付近（ピットの直上）

②試験空洞の直上付近（計測小屋側）

③迂回路の T 字路

④迂回路の斜路

⑤迂回路の三叉路

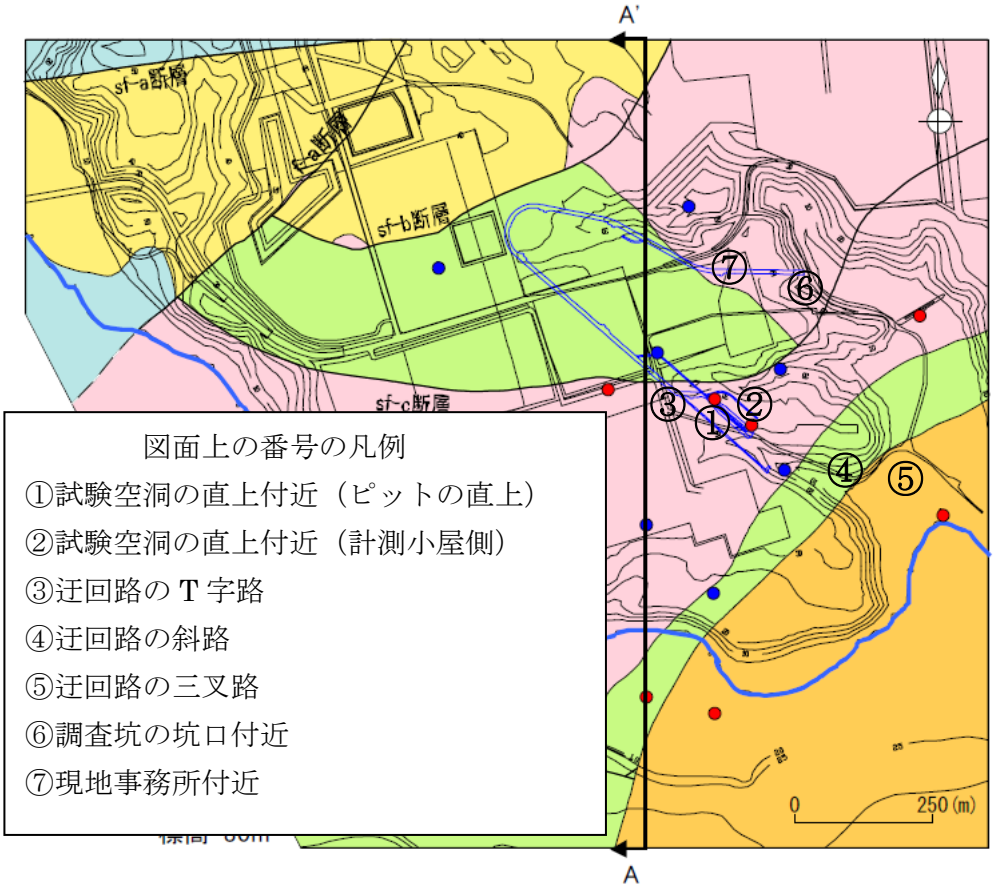
⑥調査坑の坑口付近

⑦現地事務所付近

設置場所の選定にあたっては、図 4.2-32、図 4.2-36、図 4.2-37 に示される試験空洞付近の地層の状況を考慮のうえで、表 4.2-13 に示す考慮事項について、分析評価に用いるデータの有効性、地震動観測システムの効率性、構築・維持管理のコストなどを指標に比較検討を行う必要がある。

表 4.2-13　地表面付近の設置位置選定に際しての考慮事項

考慮事項	想定される選択肢
試験空洞との平面的な距離	・試験空洞の直上付近 ・試験空洞から平面的な距離大
断層の影響	・間に断層を挟む ・影響なし
設置場所の地層	・盛土 ・第四紀層 ・礫混じり砂岩層
地震計の設置方法	・地表面（岩盤面）に打設したコンクリートの土台上に設置 ・地表面（岩盤面）の形状を変更して設置場所を確保 ・ボーリング孔内に設置
地震計の種類	・地下の地震計と同じ機種（平面に設置用） ・地下の地震計と異なる機種（平面に設置用） ・ボーリング孔内に設置用の機種
電源の確保の方法	・現地の電源利用 ・太陽光発電
データの蓄積場所	・地下の現場計測室（既設）の記録器に保存 ・設置場所付近に計測室を新設して記録器に保存 ・地震計内部のカードに保存
地震動観測システムとの連携の方法	・光ファイバーを用いて地下の地震計と連携 ・地表面の地震計は単独で計測（分析評価に用いるデータは CSV データで同期をとる）
設置場所へのアクセス	・アクセスが容易 ・冬場（降雪時）のアクセスが難



注）地質水平断面図に重ねて地表面の地形等高線を記載

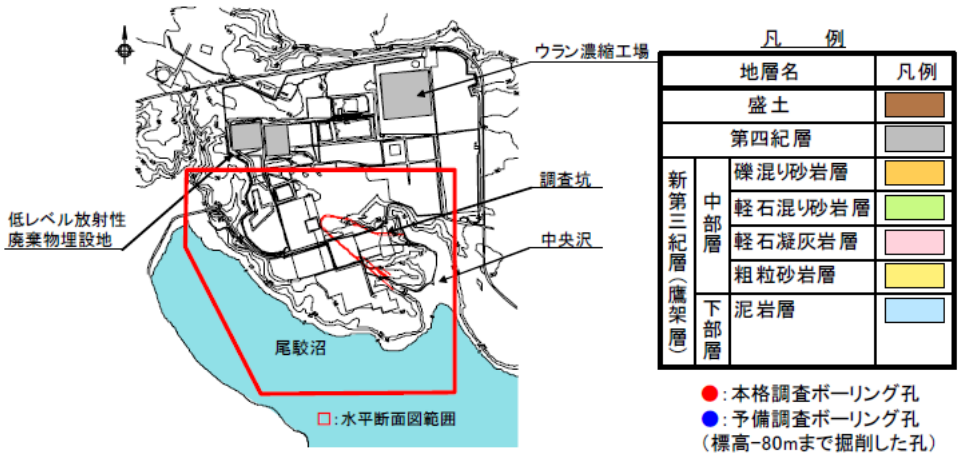


図 4.2-36　地質平面図及び断面図

出典　日本原燃株式会社：低レベル放射性廃棄物の次期埋設に関する本格調査結果について、2006 年 9 月 1 日　に地震計設置場所の候補を追記

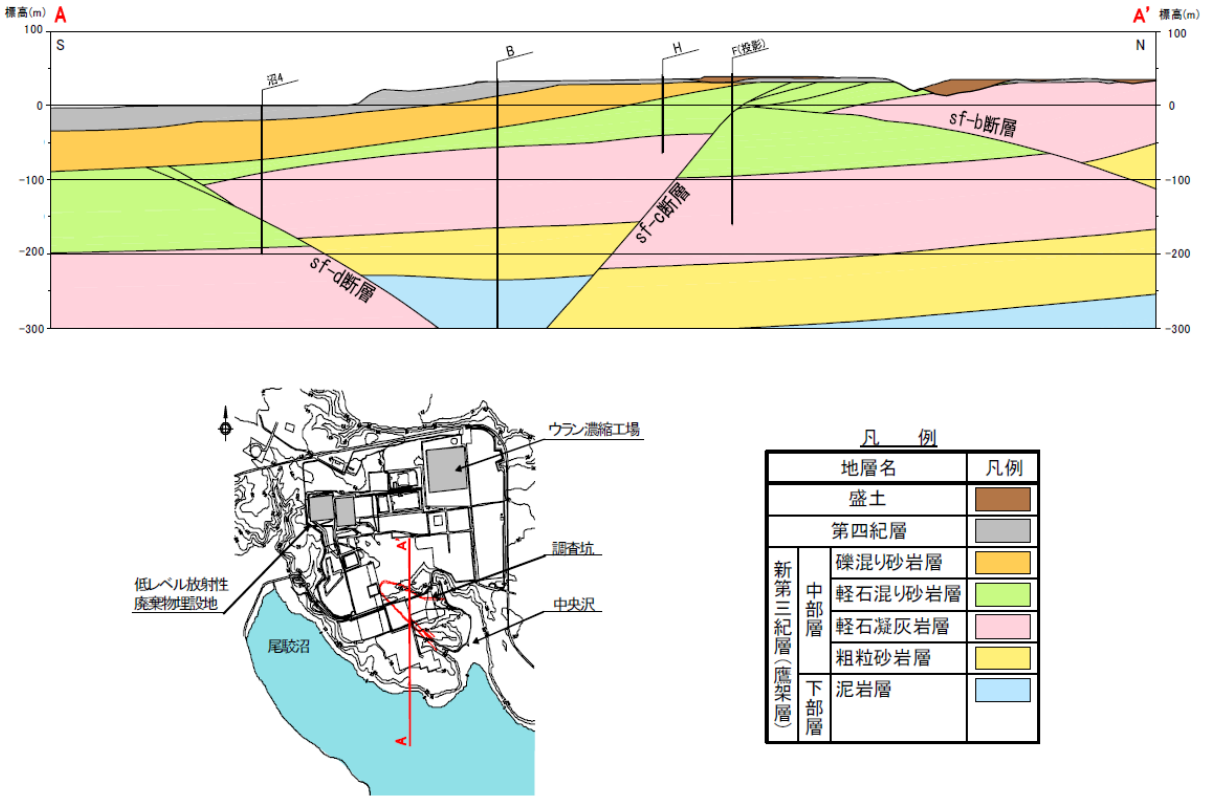


図 4.2-37　地質鉛直断面図

出典　日本原燃株式会社：低レベル放射性廃棄物の次期埋設に関する本格調査結果について、2006 年 9 月 1 日

2）設置場所の一次選定

まずは、設置場所の一次選定として、データの分析上の観点から、空洞直上からの平面距離、断層の影響の有無、設置場所の地層、及び主要なコスト要因から、造成工事の有無、電源確保を判断基準として比較検討を行う。

コスト要因では、造成工事が不要で電源の確保ができる⑥調査坑の坑口付近、⑦現地事務所付近が有利であるが、この 2 点は空洞直上からの平面距離が大きく、またピットとの間に sf-c 断層を挟み、ピットを含む鉛直断面の地層との連続性がない。そのため、データ分析上のデメリット（特に断層影響）が大きく、鉛直アレイ観測で有用なデータを得にくいため、一次選定で落とす。

また、①～⑤の相対評価で最も劣る⑤迂回路の三叉路を一次選定で落とす。

①～④は、各項目の相対評価で一長一短があるため、より詳細な二次選定を行う。

表 4.2-14　地表面付近の設置場所の一次選定

		①試験空洞直上付近－１	②試験空洞直上付近－２	③迂回路のＴ字路	④迂回路の斜路	⑤迂回路の三叉路	⑥調査坑の坑口付近	⑦現地事務所付近
データ分析	空洞直上との位置関係	○ 近い	○ 近い	△ やや遠い	△ やや遠い	△ やや遠い	× 遠い	× 遠い
	断層の影響	○ 影響なし	○ 影響なし	○ 影響なし	○ 影響なし	○ 影響なし	× 影響あり	× 影響あり
	設置場所の地層	△ 第四紀層	△ 第四紀層	△ 第四紀層	○ 鷹架層	× 沖積層	× 盛土	× 第四紀層
コスト	造成工事	× 大規模	× 大規模	○ 整地のみ	△ 小規模	△ 小規模	○ なし	○ なし
	電源確保	× 電源なし	× 電源なし	× 電源なし	× 電源なし	× 電源なし	○ 電源あり	○ 電源あり
総合評価 長所 短所		○ 距離小 コスト大	○ 距離小 コスト大	○ コスト安 距離大	○ 岩盤設置 距離大	× （相対的に劣る）	× コスト安 断層影響	× コスト安 断層影響

3）設置場所の二次選定

設置場所の二次選定として、設置場所の候補①～④に対して、改めて詳細な項目で比較検討を行う（図 4.2-38 参照）。

空洞直上からの平面距離最小であれば、空洞直上付近の①か②がよいが、デメリットとして、コスト高、第四紀層の堆積厚さが挙げられる。

相対的に増幅が大きいと考えられる地表面付近の第四紀層の厚さを最小とするには、設置場所での第四紀層の堆積厚さが最小となる④がよいが、デメリットとして、空洞直上からの平面距離が遠く、地下のピットの設置深度付近の地層が異なっている点に難がある。

コスト最小であれば、③でボーリング孔ではなく地表面に設置する場合となるが、デメリットとして、第四紀層の厚さ、空洞直上からの平面距離が遠いことが挙げられる。

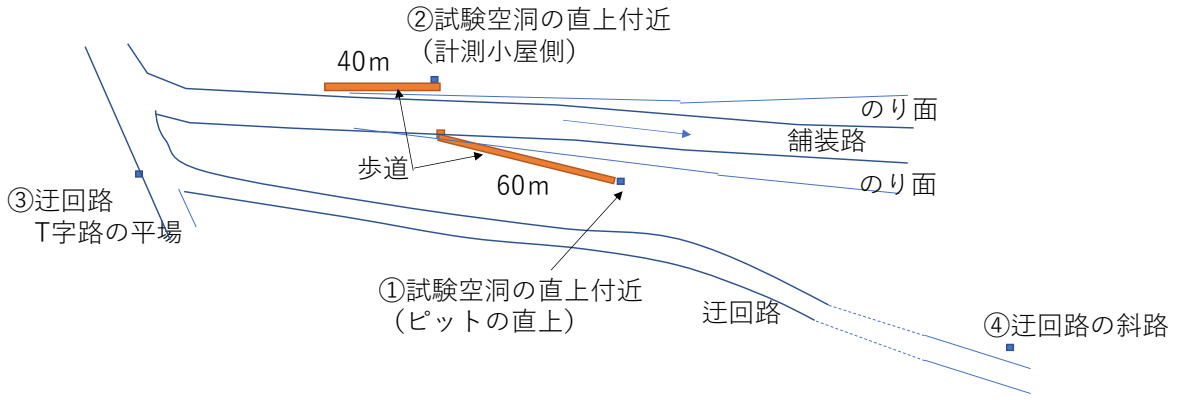


図 4.2-38　二次選定の候補の設置位置図

表 4.2-15　地表面付近の設置場所の二次選定（共通要因の比較は除く）

		①試験空洞の直上付近(空洞の直上)	②試験空洞の直上付近(計測小屋側)	③迂回路の T 字路	④迂回路の斜路
データ分析	空洞直上との位置関係	○ 50m 以内	○ 100m 以内	△ 約 150m	△ 約 200m
	設置場所の地層(第四紀層の堆積状況)	△ 火山灰 段丘堆積層 10m程度	△ 火山灰：薄 段丘堆積層 10m程度	△ 火山灰 段丘堆積層 10m程度	○ ほぼ鷹架層 第四紀層の堆積は少ない
	地下ピットと同深度の地層	○ 軽石 凝灰岩層	○ 軽石 凝灰岩層	○ 軽石 凝灰岩層	× 軽石混じり 砂岩層
コスト	設置場所での造成工事	△ 斜面進入路の整備、草刈りと整地	△ 斜面進入路の整備、草刈りと整地	○ 整地のみ	○ 草刈りと整地、平坦化
	鷹架層で測定するためボーリング孔内に設置する場合	× ボーリング孔内に設置の場合はコスト高	× ボーリング孔内に設置の場合はコスト高	× ボーリング孔内に設置の場合はコスト高	○ 堆積が少ないのでボーリング孔は不要
	地表面に設置した場合の概算費用(直接工事費、材料費)＋次年度以降の費用	約 500 万円 ＋進入路の草刈り ＋除雪	約 490 万円 ＋進入路の草刈り ＋除雪	約 480 万円	約 480 万円 ＋除雪
設置場所	現況	舗装道路ののり面上の平場の草地	舗装道路ののり面上の平場の草地	平場の砂利道の拡幅部	斜路の砂利道の脇の草地
	冬場の降雪時のアクセス	△ のり面上の除雪が必要	△ のり面上の除雪が必要	○ 徒歩でアクセス可能	× 迂回路の除雪がないとアクセス困難
総合評価 長所 短所		◎ 最も近い コスト大	○ 近い コスト大	△ コスト小 遠い	△ 岩盤設置 遠い

以上より、データ分析、コスト面の総合評価で、特に空洞直上から最も近い点を考慮し、①を最終候補とする。

(3) 地震計の移設及び新設の計画

(1)、(2) の検討結果に基づき、地震計の移設及び新設の計画を行う。

1) 地下の地震計

地下の地震計は、計測孔 C の先端付近の既存計器を転用またはデータ借用とする。計測孔 C 及び試験空洞における既存計器の計測設備の配置を図 4.2-39、現場計測室の機器配置のネットワーク図を図 4.2-40 に示す。

計測孔 C 及び試験空洞における既存計器は、下記の 3 台の地震計が設置されており、JNFL 現場計測室と接続されている。

- 地震計（東京測振製） 計測孔 C 先端部付近
- 地震計（富士電機製） 試験空洞 JNFL 現場計測室の土台コンクリートの上
- 地震計（富士電機製） 試験空洞 コンクリートピット上

計測孔 C の地震計（東京測振製）は単独、試験空洞の 2 台の地震計（富士電機製）はネットワークで接続されている。

ここで、転用またはデータの借用の対象となるのは、計測孔 C の地震計（東京測振製）である。

地震計を転用する場合、JNFL 現場計測室に入っている電源ケーブルと LAN ケーブルを RWMC 現場計測室に切り替える必要がある。

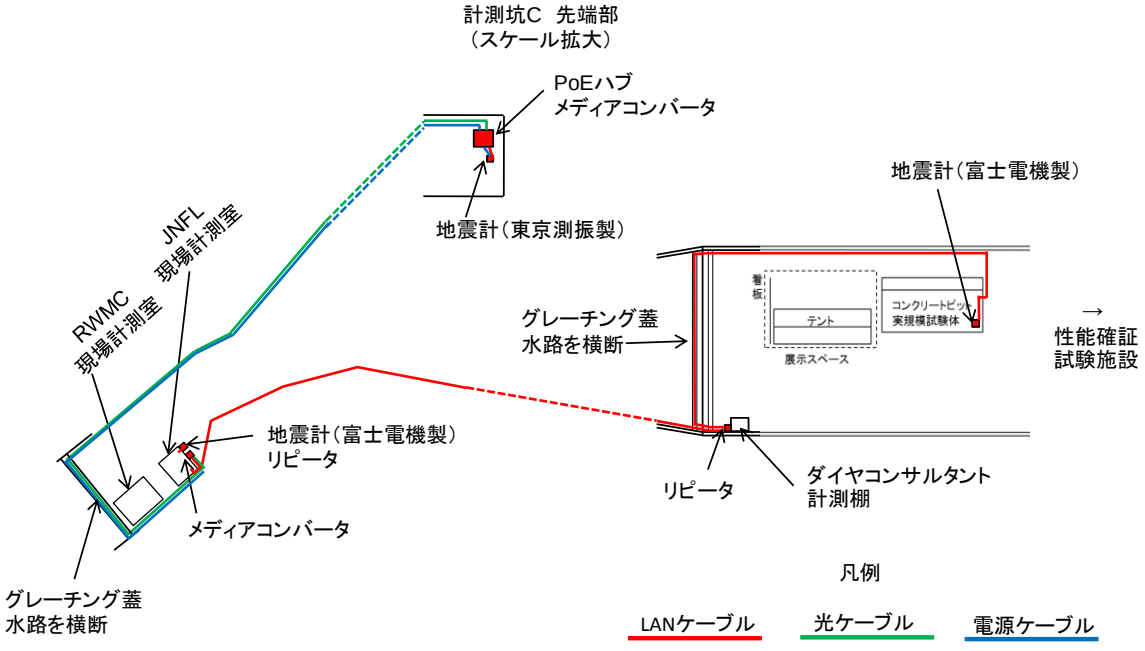


図 4.2-39 既存計器の計測設備の配置

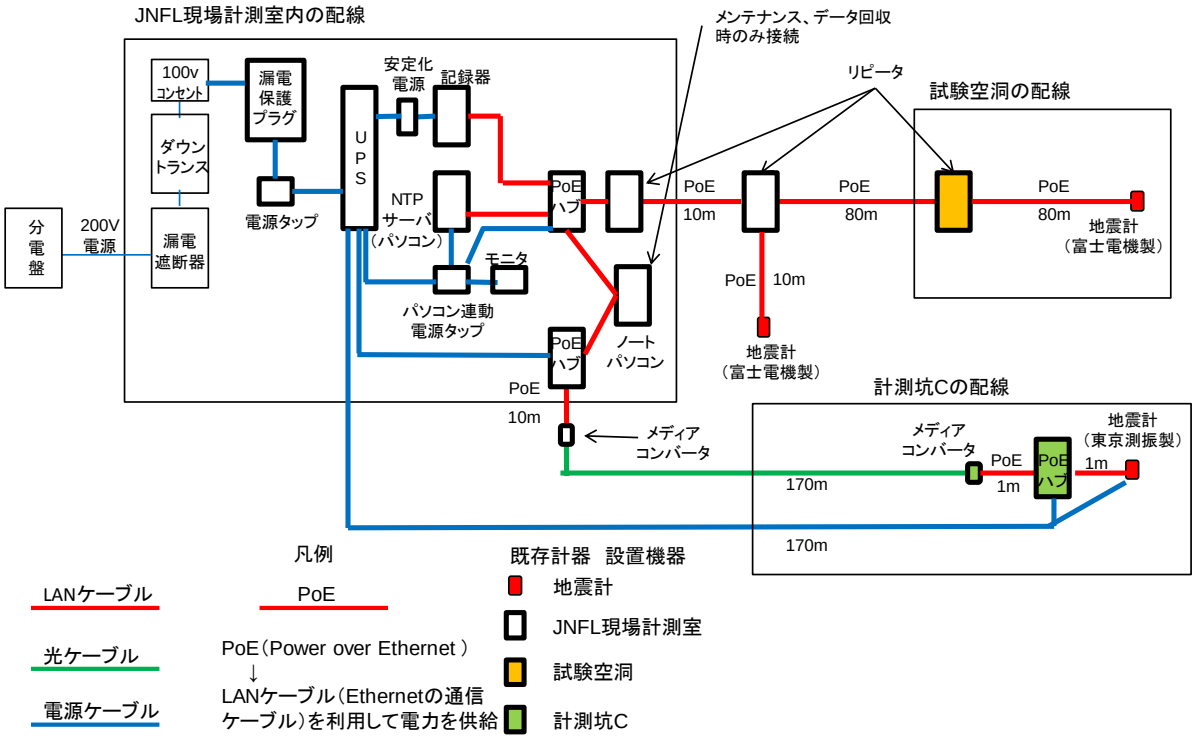


図 4.2-40　JNFL 現場計測室　既存計器の機器設置のネットワーク図

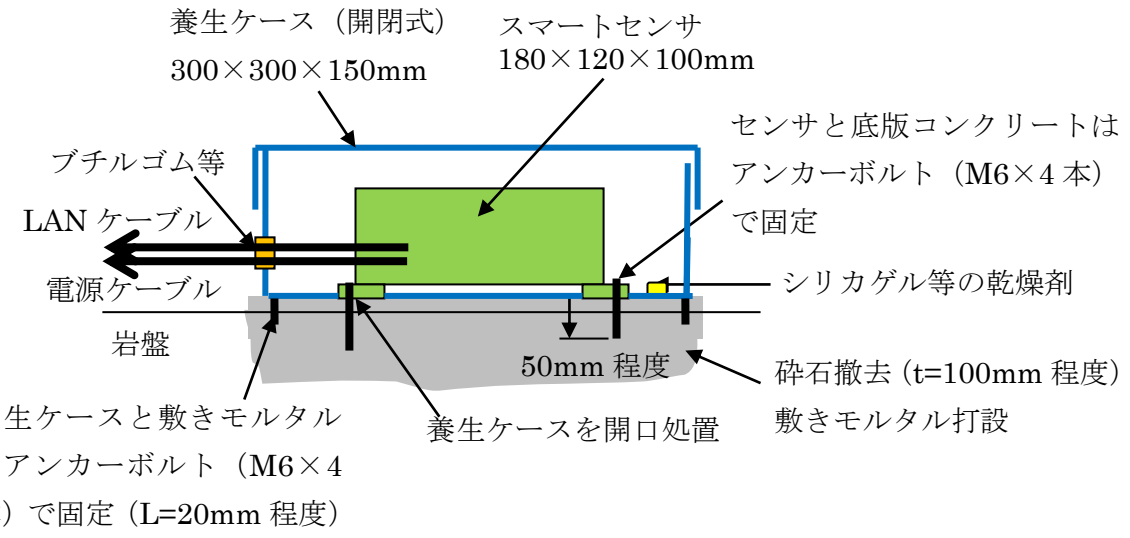
東京測振製の地震計を図 4.2-41、その仕様を表 4.2-16 に示す。

図 4.2-41　地震計（東京測振製）

表 4.2-16　地震計（東京測振製）の仕様

名称	仕　様	機　種
小型サーボ型 加速度計	計　測　範　囲：±2.0G 周 波 数 応 答：DC～100Hz 分　　解　　能：10mGalp-p 以下（サンプリング周波数 100Hz、2000Gal フルスケール時） ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ周波数：100Hz、200Hz（設定値） 送 信 周 波 数：0.5sec（200Hz） 1.0sec（100Hz） 使　用　条　件：使用温度範囲：0℃～50℃ 保護等級　　：IP65	東京測振製 ネットワークセンサ CV-374B

地震計は、岩盤面に打設したコンクリートの土台上に設置し、プラスチックケースをかぶせて養生する。地震計の設置方法と設置手順を図 4.2-42 に示す。



設置手順

事前準備
- ①養生ケースの底版を開口処置（アンカー設置部を開口）
- ②養生ケースの側部で電源ケーブル貫通箇所の処置（ブチルゴム等でシール）

現地作業
- ③岩盤上の清掃、砕石撤去、敷きモルタル打設、アンカー位置のマーキング
- ④アンカーボルト（M6×4 本、アンカー部　L=50mm 程度）で固定
- ⑤養生ケースの設置、アンカーボルト（M6×4 本、L=20mm 程度）で固定
- ⑥シリカゲル等の乾燥剤を投入
- ⑦シート養生

図 4.2-42　地震計の設置方法と設置手順

地震計以外のメディアコンバータ、ハブについては、地震計の直近で別のプラスチックケースに入れて設置する。

データは地震計内部のメモリーカードに保管され、現場計測室のパソコンから遠隔でデータをダウンロードする。

現在用いている富士電機製の地震計のデータとデータ形式が異なるため、CSV 形式に変換し、データ分析を行う場合には手動で同期をとる必要がある。

地下の地震計についての整理を表 4.2-17 に示す。

表 4.2-17　地下の地震計（既存計器の転用またはデータの借用）

項目	内容	
	転用	データの借用
地震計の設置場所	計測孔 C の先端付近	同左
地震計の設置方法	地表面（岩盤面）に打設したコンクリートの土台上に設置 プラスチックケースをかぶせて養生、乾燥剤を投入	同左
配線ルート	地下の RWMC 現場計測室と連結（電源、データ送信）	地下の JNFL 現場計測室と連結（電源、データ送信）
電源確保	RWMC 現場計測室の UPS	JNFL 現場計測室の UPS
地震計及び関連機器のリスト	地震計：東京測振製（既存計器を転用） その他の関連機器 ハブ、メディアコンバータ、光ケーブル、LAN ケーブル	地震計：東京測振製（既存計器） その他の関連機器 ハブ、メディアコンバータ、光ケーブル、LAN ケーブル
データの蓄積場所	地震計内部のメモリカード	同左
地震動観測システムとの連携の方法	単独で計測 分析評価に用いるデータは CSV データで同期をとる	同左

2）地表面付近の地震計

地表面の地震計は、①試験空洞の直上付近（ピットの直上）に設置する計画とする。設置場所の地表面は草地になっているので、重機で整地を行い、計測小屋を設置する。計測小屋へのアプローチは草刈りを行い、通路を確保する。メンテナンスとして、草刈りと冬季は必要に応じて除雪を行う。寒冷地のため、計測小屋は断熱構造とする。計測小屋への浸水防止のため、計測小屋の壁下端は粘土を盛り立て、シールをする。計測小屋の中でコンクリートの土台（幅 500×長さ 500×高さ 300）を設置し、その土台に地震計を固定する。計測小屋の中にラックを設置し、ハブ、蓄電池を置く。地震計の設置後、プラスチックケースをかぶせて養生し、湿気予防のため、中に乾燥剤を投入する。乾燥剤は、年 3 回程度のメンテナンス時に必要に応じて交換する。計測小屋のイメージ図を図 4.2-43 に示す。

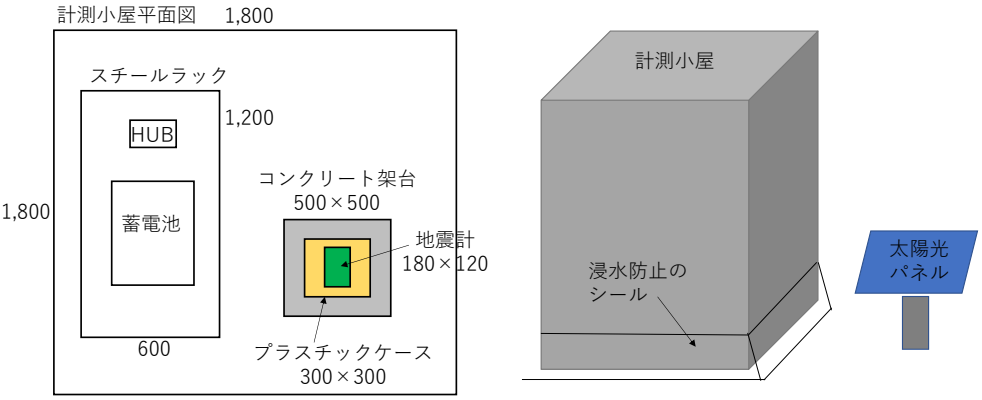


図 4.2-43　計測小屋イメージ図

地表面に設置する地震計について、地下で用いている地震計（富士電機製）と計測孔 C の既存計器（東京測振製）を候補とし、比較を行う（表 4.2-18 参照）。

表 4.2-18　地表面で用いる地震計の比較

	地下で用いている地震計 （富士電機製）	計測孔 C の既存計器 （東京測振製）
データの保管方法	・記録器内のメモリカード ・パソコン（バックアップ）	・地震計内のメモリカード
データの回収方法	・ハブにノートパソコンを接続し、パソコンからデータ回収 ・記録器内のメモリカードを回収	・ハブにノートパソコンを接続し、パソコンからデータ回収 ・地震計内のメモリカードを回収
計測システムの使用機器 ※ノートパソコンは下記のコストの計上から除く	常時 ・地震計（富士電機製） ・記録器 ・PoE ハブ ・パソコン（NTP サーバ：時刻の制御、停電時の制御） ・UPS（無停電電源装置） ・LAN ケーブル ・電源ケーブル ・電源供給（太陽光発電+蓄電池）	常時 ・地震計（東京測振製） ・GPS アンテナ（時刻の制御） ・電源ケーブル ・電源供給（太陽光発電+蓄電池）
	データ回収時 ・ノートパソコン（持ち込み） ・LAN ケーブル	データ回収時 ・ハブ ・ノートパソコン（持ち込み） ・LAN ケーブル
使用機器のコスト （材料費の概算、設定費用含む）	△　約 340 万円 ・地震計単体のコストは小さいが、周辺機器が多い	○　約 300 万円 ・地震計単体のコストは大きいが周辺機器が少ない
停電リスク	△ ・接続する機器が多く、消費電力が大きいため、停電のリスクがある（停電リスク低減のために電源供給の容量が大となる）	○ ・常時の接続は地震計のみのため、消費電力は小さく、停電のリスクは比較的小さい
停電時の動作	○ ・UPS で 20 分間稼働し、パソコンを自動シャットダウン ・復電後、パソコンを自動起動し、システムを再稼働	○ ・通電がなくなってから、90 分程度動作をして、自動シャットダウン ・復電後、自動起動
データ欠損のリスク	○ ・パソコンにバックアップデータをとっているが、接続機器が多いため、計測システムが停止するリスクがある	○ ・データのバックアップはないが、常時の接続は地震計のみのため、計測システムが停止するリスクは比較的小さい
総合評価	△ ・複数台数を接続するのに適した計測システムであり、単独使用の場合、周辺機器が多いことがネックとなる	○ ・地震計単体のコストは大きいが、周辺機器が少なく、単体使用の場合にスリム化した計測システムとなり適している

以上より、地表面に設置する地震計は、地震計単体での使用に適している東京測振製を用いる。この地表面の地震計は、地下の地震計（既存計器）と同じ機種である。

地表面の地震計は、地下の地震計と離れているため、LAN での接続は行わず、単独で測定を行い、データ分析を行う場合には、計測孔 C の地震動テータと同様の手順で、手動で同期をとる。

地表面付近の地震計の新設についての整理を表 4.2-19 に示す。

表 4.2-19　地表面付近の地震計の新設

項目	内容
地震計の設置場所	①試験空洞の直上付近（ピットの直上）
地震計の設置方法	整地した地表面に打設したコンクリートの土台上に設置 プラスチックケースをかぶせて養生し乾燥剤を投入
降雨、降雪対策	地震計の設置場所には計測小屋（下面は開放）を設置 浸水防止のため、計測小屋の周囲に粘土でシール
寒冷地対策	計測小屋を断熱構造
配線ルート	地下の地震計と LAN 接続するための配線はしない
電源確保	太陽光発電＋蓄電池
地震計及び関連機器のリスト	地震計：東京測振製 その他の関連機器：GPS アンテナ、ハブ、LAN ケーブル
データの蓄積場所	地震計内部のメモリカード
地震動観測システムとの連携の方法	単独で計測 （分析評価に用いるデータは CSV データで同期をとる）

第５章　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化の内、既往検討成果の調査と技術オプションの検討

第5章　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化の内、既往検討成果の調査と技術オプションの検討

5.1　既往検討成果の調査

本節では、5.2、5.3 の技術オプションの検討に資する基盤情報の整備を目的として、放射性廃棄物処分施設の設計における考え方等に係る既往検討成果の調査を実施する。調査に際しては、処分施設の設計における選択肢の設定やその絞り込みについて、各段階で何をどの程度評価しているのか（プロセスやアプローチ方法）について、諸外国における考え方にも注目する。

5.1.1　調査対象

本項では、まず、放射性廃棄物処分施設の設計に関する国際的な考え方を整理することを目的に、国際原子力機関 IAEA の安全基準、国際放射線防護委員会 ICRP の勧告を調査する。次に、ALARA の概念を導入している国に着目して、諸外国における放射性廃棄物処分に対する規制について調査する。その上で、現在整備が進められている中深度処分に対する規制基準類を調査し、要求事項を整理する。

その後、わが国における TRU 等廃棄物処分場をはじめとする中深度処分と類似の処分概念に関する既往の検討成果を ALARA や BAT の概念の取り込みに着目して調査する。また、中深度処分（余裕深度処分を含む）に関する既往検討成果についても調査する。

5.1.2　放射性廃棄物処分施設の設計に係る国際的な考え方の調査・整理

本項では、国際放射線防護委員会 ICRP の勧告、国際原子力機関 IAEA の安全基準に示された、放射性廃棄物処分における放射線防護の考え方や放射性廃棄物処分施設の設計に係る考え方について整理する。

(1) ICRP の勧告

ICRP Publication 46「放射性固体廃棄物に関する放射線防護の諸原則」[1][2]は、放射性廃棄物処分に特化した最初の ICRP 文書である。ICRP Publication 46 では、「正当化」、「防護の最適化」、「線量限度の適用」を放射性廃棄物処分に係る防護基準の三原則として挙げている。

正当化は、いかなる行為もその導入が正味でプラスの便益を生むものでなければ採用してはならない、という規定である。放射性廃棄物処分は、それ自体で正当化される独立した行為というよりは、全体として正当化されなければならない行為の一部として位置づけられている。

防護の最適化は、経済的及び社会的な要因を考慮に入れながら、合理的に達成できる限り被ばくを低く（As Low As Reasonably Achievable）保たなければならないという基本的勧告を履行するために提案された概念的意思決定支援手法と定義されている。ICRP では、「防護の最適化」という用語と「ALARA」という用語が同意語であるとされている。

線量限度の適用は、公衆の構成員としてあるいは職業に従事する結果として通常の生活の間に個人が受ける線量が線量限度を超えてはならない、という規定である。

ICRP Publication 81「長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告」[3][4]では、0.3mSv/y 以下という線量拘束値を示した上で、この条件下で ALARA による対策を行うことを示しており、拘束値を組み込んだ最適化は、廃棄物処分システムの放射線学的受容性を評価することへの中心的なアプローチだとしている。また、潜在被ばくのうち、発生する確率は低いが起きた場合には影響が大きくなる可能性があるものについては、ある線量を受ける確率と、万一その線量を受けた場合の損害の程度の両方を考慮したリスクを考えるべきであるとし、リスク拘束値又はリスクの構成要素である線量と確率を分解した上で線量拘束値を適用する考え方が示されている。

ICRP Publication 103「国際放射線防護委員会の 2007 年勧告」[5][6]では、ICRP Publication 46 における放射線防護の三原則（正当化、防護の最適化、線量限度の適用）を維持した上で、「防護の最適化（ICRP では「ALARA」と同義）」を「経済的及び社会的要因を考慮して、(被ばくすることが確実でない場所での)被ばくの発生確率、被ばくする人の数、及び個人線量の大きさのいずれをも合理的に達成できる限り低く抑えるための線源関連のプロセスである」と定義している。また、最適化は、以下の作業を含む継続的かつ反復的なプロセスを通じて、最善の防護レベルを達成することを常に目的としている、とされている。

・ あらゆる潜在被ばくを含む被ばく状況の評価
・ 拘束値又は参考レベルの適切な値の選定
・ 考えられる防護選択肢の確認
・ 一般的な事情における最善の選択肢の選定
・ 選定された選択肢の履行

ICRP Publication 122「長寿命放射性固体廃棄物の地層処分における放射線防護」[7][8]は、ICRP Publication 81 を ICRP Publication 103 の考え方に基づき改訂したもので、令和 2 年 6 月時点で、放射性廃棄物処分に関する新たな文書は出されておらず、ICRP Publication 122 が最新の勧告となる。なお、ICRP Publication 122 は、地層処分への適用を念頭に置いたものであるが、使用済燃料やガラス固化体に特化した内容ではなく、「地層処分は、高レベル廃棄物、使用済燃料及び半減期が長い放射性核種を含んでいる中レベル廃棄物に特に適している」とされており、中深度処分にも適用可能な考え方が示されているものと考えられる。

ICRP Publication 122 には、冒頭に地層処分施設の目的や安全確保に関する基本的な考え方について以下のような記述がある。

・ 地層処分施設の目的は、廃棄物の閉じ込めと隔離を達成し、気候変動や地表変動が起こると考えられる長期の時間的尺度にわたって人間と環境を防護することである。地表から遠く離れたところでは、非常に長く（すなわち何千年から何百万年）安定した地質学的条件を呈する地層を特定することができる。適切に選定された地層は、廃棄物に対する安定した化学的、物理的条件を保証し、そして岩石圏への放射性核種の放出を低減及び遅延させるであろう。更に、既知の天然資源が存在しない地域にサイトが選定されれば、施設への不注意による人間侵入の可能性を抑えることができる。
・ 地層処分のために実施される安全の戦略は、廃棄物を閉じ込め、隔離することである。非常に低いレベルの被ばくが遠い将来に発生する可能があるかもしれないけれども、被ばくは全く意図されていない。したがって、処分施設は、安全と防護が組み込まれているとともに、施設閉鎖後も安全と防護が持続する機能を有する施設と見なされるべきである。これにより、放射性崩壊が起こり、汚染物質が生物圏と環境に最終的に放出される時期を遅らせることができる。更に、隔離が廃棄物への不注意による人間侵入のリスクを低減する。
・ 安全目標を達成するために、長寿命放射性廃棄物の管理（ここでの「管理」は広義の管理で､廃棄物管理:廃棄物の発生から始まり処分で終了する一連の活動全体を意味する、とされている）に採用する基本的戦略は、その危険性の特徴と長期性により、可能な限り長期にわたって廃棄物を閉じ込め、環境から隔離することにある。地層処分施設の目的は、長期にわたり放射性廃棄物がもたらす危険から人間と環境の防護を提供することにある。現在の世代は、廃棄物管理戦略を設計するにあたって、将来の世代の資源と環境の維持を考慮しなければならない。この考慮には、人間による制度的管理の存在レベルが異なる、さまざまな時間的尺度で実行できる開発を含むが、人間自体がどの程度存在しているかについての不確実性も含まれる。

ICRP Publication 122 においても、ICRP Publication 46 に示された放射線防護の三原則（正当化、防護の最適化、個人線量限度）は維持されており、最適化の原則については、「被ばくを引き起こす可能性（被ばくを受けることが確実でない場合）、被ばくする人の数及び個人線量の大きさを、経済的及び社会的要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く保つための線源関連のプロセス」と定義している。また、ICRP Publication 81 で示されたリスクの考え方が踏襲されており、線量拘束値として 0.3mSv/y 以下、リスク拘束値として 1×10^{-5} が示されている。

防護の最適化や利用可能な最善の技術に関しては、上述した勧告と重複する内容も含めて、以下のような記述がある。

- ICRP の放射線防護の最適化原則は、地層処分システムの開発と履行に適用するときには、システムの防護能力を強化し、影響（放射線影響及びその他の影響）を低減するための各種オプションの反復的、系統的、そして透明性のある評価として、広い意味で理解されるべきである。
- 地層処分システムの開発と履行に関する段階的な意思決定プロセスが、最適化プロセスの枠組みを構成する。中心的な構成要素としての最適化と利用可能な最善の技術の適用は、処分システムの全ての要素［すなわち、サイト（設置地質構造を含む）、施設設計、廃棄物パッケージ設計、廃棄物の特徴］、そして関連する全ての期間を統合アプローチで取り扱わなければならない。
- 防護の最適化は、開発者の責任であり、安全当局及び環境保護当局、地元社会、並びにその他のステークスホルダーと連携して、多角的な意思決定を行わなければならない。したがって、地層処分システムのための適正な最適化プロセスの道筋や最適化プロセスの最終結果の成功判断基準を演繹的に定義することは不可能である。
- 地層処分施設の立地、設計及び履行により頑健な長期隔離と閉じ込めが可能になり、その結果、人間と環境への潜在的影響は非常に遠い将来にだけ生じるようになる。したがって、既に説明したように、基準となる人間の実効線量又はリスクの評価を通じた閉鎖後の放射線影響の評価は、時間の経過とともに不確実性が高まることや注意深く仮定を設定しなければならないことからすれば、将来の放射線影響の予測ではなく、むしろ処分システムの頑健性の指標又は例示を提示するにすぎない。したがって、遠い将来を考える場合、線量とリスクの値は、本来の意味を失い、潜在的な放射線影響の相対的な比較としての価値しか保持しない。
- 処分システムの開発において、処分システムのさまざまな要素を総合的に最適化する方法には、いろいろなやり方がある。第 1 に、段階的な最適化に関する意思決定は、主に時系列順に行わなければならない（例えば、母岩の選択に関する意思決定及び 1 つ又は限られた数のサイトの選択に関する意思決定は、多くの場合、詳細な設計についての意思決定の前に行われる）。サイトの選択については、処分システムの安全性に関連した技術判断基準（長期安定性、放射性核種移行に対するバリア、周辺の天然資源の存在の有無）と地域又はより広域での経済性、社会的要因とを両立させなければならない。第 1 段階では、望ましいサイトを、処分システムの天然バリアと自然環境の閉じ込め機能と

隔離機能を考慮に入れて、幅広く定義された「必要とされる特性」に基づいて特定することができる。

・ いくつかの適切なサイト候補を特定し、そして評価することができるならば、どの母岩又はサイトにするかの決定は、常に、定性的判断と定量的判断の両方に基づいた複数要因を考慮した決定となる。この多次元な決定において、放射線学的な判断基準（例えば、実効線量又はリスクの計算値）は、(1)評価の時間的尺度が長くなればなるほど不確実性が高まること、(2)設計基準となる放射線影響の計算値は、多くの場合、サイト選択における判定要因とはならないくらいに非常に低いという観測結果により、しばしば限られた価値しか持っていない。

(2) IAEA の安全基準

IAEA の安全基準は、安全原則、安全要件、安全指針から構成される。安全原則は、安全要件、安全指針の上位に位置し、基本的な安全目的及び防護と安全の原則を示したもので、安全要件の基礎となるものである。安全要件は、現在と将来の両方において人及び環境の防護を保証するために満たされなければならない要件を定めたものであり、要件が満たされない場合は、要求される安全水準を達成又は回復するための措置を講じなければならない。したがって、安全要件では「shall（しなければならない)」という表現が用いられている。安全指針は、安全要件に従う方法に関する勧告及びガイダンスを提供するものであり、勧告された措置（又は同等の代替措置）を講じることが必要であるとう国際的なコンセンサスを示している。したがって、安全指針には「should（すべきである)」という表現が用いられている。

基本安全原則 No. SF-1「基本安全原則」[9][10]には、「人及び環境を電離放射線の有害な影響から防護することである」との安全目的と以下に示す安全原則が示されている。原則 4～6 は、ICRP の ICRP Publication 46 以降、最新の ICRP Publication 122 まで維持されている、防護基準の三原則と共通する内容である。

原則 1 ：安全に対する責任

安全のための一義的な責任は、放射線リスクを生じる施設と活動に責任を負う個人または組織が負わなければならない。

原則 2 ：政府の役割

独立した規制機関を含む安全のための効果的な法令上及び行政上の枠組みが定められ、維持されなければならない。

原則 3 ：安全に対するリーダーシップとマネジメント

放射線リスクに関係する組織並びに放射線リスクを生じる施設と活動では、安全に対する効果的なリーダーシップとマネジメントが確立され、維持されなければならない。

原則 4 ：施設と活動の正当化

放射線リスクを生じる施設と活動は、正味の便益をもたらすものでなければならない。

原則 5 ：防護の最適化

合理的に達成できる最高レベルの安全を実現できるよう防護を最適化しなければならない。

原則 6 ：個人のリスクの制限

放射線リスクを制御するための対策は、いかなる個人も害の許容できないリスクを負わないことを保証しなければならない。

原則 7 ：現在及び将来の世代の防護

現在及び将来の人と環境を放射線リスクから防護しなければならない。

原則 8 ：事故の防止

原子力または放射線の事故を防止及び緩和するために実行可能な全ての努力を行わなければならない。

原則 9 ：緊急時の準備と対応

原子力または放射線の異常事象に対する緊急時の準備と対応のための取り決めを行わなければならない。

原則 10：現在又は規制されていない放射線リスクの低減のための防護措置

現存又は規制されていない放射線リスクの低減のための防護措置は、正当化され、最適化されなければならない。

原則 5 に示された防護の最適化の原則は、ALARA の概念を示したものである。また、防護の最適化の原則に関しては、以下のような記述がある。

- 放射線リスクを生じる施設と活動に適用される安全手段は、施設の利用または活動を過度に制限することなく、その存続期間全体を通して合理的に達成できる最高レベルの安全を提供するとき、最適化されていると考える。
- 防護を最適化するためには、次の事項を含むさまざまな因子間の相対的重要性に関する判断が要求される。
  - 放射線に関する被ばくする可能性がある人（作業者と公衆）の数
  - それらの者が被ばくする可能性
  - 各人が受ける線量の大きさと分布
  - 予見できる事象から生じる放射線リスク
  - 経済的、社会的及び環境上の因子

安全要件は、図 5.1-1 に示すように、一般安全要件と個別安全要件に分類される。一般安全要件は Part1～Part7 で構成され、Part3「放射線防護と放射性物質の安全確保」[11]に放射線防護の最適化に関する要件が示されている。

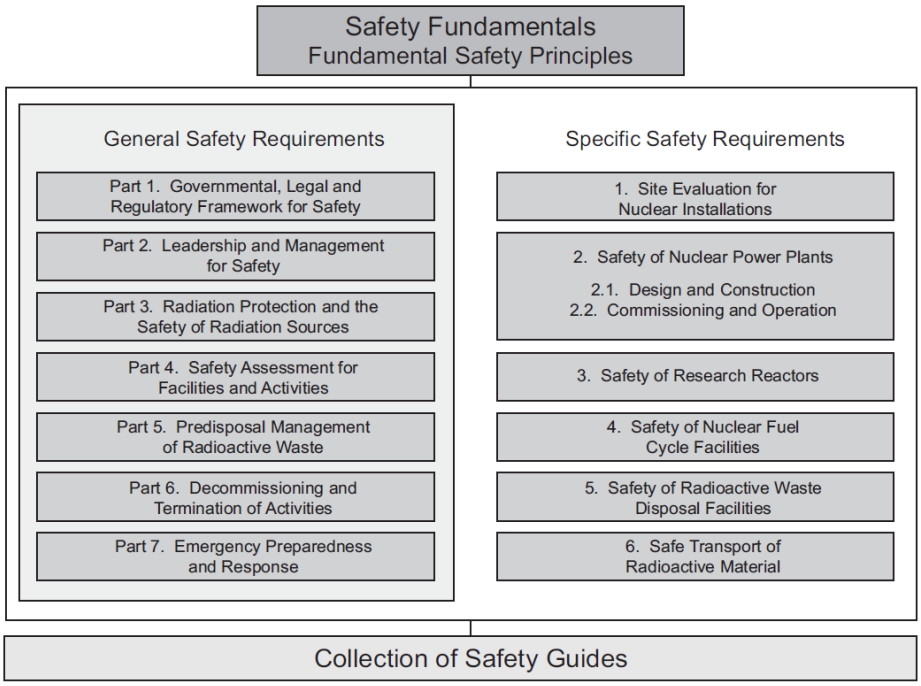


図 5.1-1　IAEA の安全要件の分類[11]

一般安全要件 No. GSR Part3「放射線防護と放射線源の安全」では、安全原則 No. SF-1 の原則 5 を改めて示した上で、政府または規制機関が、防護と安全性の最適化のための要件を確立し、事業者が防護と安全性が最適化されるように実行する必要があることを示している。ただし、放射性廃棄物処分施設の設計、ALARA や BAT の概念について特筆すべき記載は見当たらない。

一方、個別安全要件のうち、放射性廃棄物処分に特化したものが、個別安全要件 No. SSR-5「放射性廃棄物の処分」[12][13]である。

No. SSR-5 では、放射性廃棄物処分施設の閉鎖後期間の放射線防護に関する規準として、公衆の構成員に対する全ての計画被ばく状況からの線量限度を実効線量で 1mSv/y と提示している。更に、この線量限度に従うために、処分施設は、処分施設に影響する可能性のある自然過程の結果として、将来被ばくするかも知れない代表的個人への計算された線量が 0.3 μ Sv/y の線量拘束値を超えないか、年間 10^{-5} オーダーのリスク拘束値を超えないように設計される、という規準を示している。なお、この線量拘束値とリスク拘束値は ICRP の勧告と整合している。

また、No. SSR-5 には、放射性廃棄物処分施設の設計概念に係る要件が示されている。設計概念に係る要件としては以下の 4 要件が示されている（要件の番号は No. SSR-5 の通し番号)。

要件 7　：多重安全機能

要件 8　：放射性廃棄物の閉じ込め

要件 9 ：放射性廃棄物の隔離
要件 10：受動的安全特性（パッシブセーフティ機能）の監視と管理

No. SSR-5 の要件（全 26 要件）には、ALARA の考え方が明記されていないが、人と環境の防護に関する考え方を示した章において、「処分施設の設計とあらゆる操業の計画立案に際しては、防護の最適化（すなわち、“経済的および社会的因子を考慮に入れ、被ばくと潜在被ばくの確率と大きさを合理的に達成できる限り低く”する防護と安全のための措置の決定プロセス）が検討される。」とされている。

放射性廃棄物処分に関する安全指針は多数刊行されているが、例えば、一般安全指針 No. GSG-8「公衆と環境の放射線防護」[14]では、防護の最適化を、経済的及び社会的要因を考慮して、被ばくの発生確率、被ばくする人（労働者及び公衆）の数、及び個人線量の大きさのいずれをも合理的に達成できる限り低く抑えるための意思決定プロセスと定義している。そして、ICRP Publication 103 と同様な項目を挙げた上で、継続的かつ反復的なアプローチを通じた最適化の必要性を示している。

また、個別安全指針 No. SSG-14「放射性廃棄物の地層処分施設」[15]には、放射性廃棄物の放出を最小限に抑え、被ばくを合理的に達成可能な限り低く保つ必要がある、との ALARA の考え方を示されている。

(3) 国際的な考え方の調査のまとめ

放射性廃棄物処分における放射線防護の考え方や放射性廃棄物処分施設の設計に係る考え方に焦点を当て、国際放射線防護委員会 ICRP の勧告、国際原子力機関 IAEA の安全基準を調査した結果を以下にまとめる。

- ICRP の勧告と IAEA の安全基準は、いずれも ALARA の考え方を導入しており、その定義は、各文書で若干の違いはあるものの、「被ばくを引き起こす可能性（被ばくを受けることが確実でない場合）、被ばくする人の数および個人線量の大きさを、経済的および社会的要因を考慮して、合理的に達成できる限り低く保つための線源関連のプロセス」（ICRP Publication 122）とされている。
- 最適化（ALARA）と利用可能な最善の技術の適用（BAT）は、処分システムの全ての要素（サイト選定、施設設計等）で考慮されるべきとされている（ICRP Publication 122）。
- 最適化は多角的な意思決定プロセスを必要とし、最適化プロセスの最終結果の成功判断基準を演繹的に定義することは不可能だとされている（ICRP Publication 122）。これは、最適化における考慮事項が多岐にわたっており、唯一の最適解が必ずしも存在せず、最適化プロセス及び結果の評価の難しさを示唆していると考えられる。
- ICRP の勧告と IAEA の安全基準は、線量拘束値として 0.3 μSv/y 以下、リスク拘束値として 1×10^{-5}（IAEA では 10^{-5} オーダーとされている）を示している（ICRP Publication 122、IAEA No.SSR-5）。

・ 線量やリスクによる処分施設閉鎖後の放射線影響の評価は、時間の経過とともに不確実性が増大するため、評価結果は、将来の放射線影響の予測ではなく、むしろ処分システムの頑健性の指標にすぎないとの考え方が示されている。（ICRP Publication 122）

5.1.3　諸外国における規制と事業者の取り組みに関する調査・整理

本項では、諸外国における放射性廃棄物処分に対する規制基準類について調査する。ここでは、わが国における中深度処分に対する規制基準類を整備するに当たり、その前段階として整理された「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方（改定案）」（5.1.4　(1) で後述）に、BAT の採用等を含む ALARA を要求する事例として挙げられている英国、米国、スウェーデンの事例について調査・整理する。

(1) 英国の事例

1) ALARA、BAT に係る規制の考え方

英国では、法的拘束力を有する環境許可規則 EPR2010[16]において、防護の最適化と線量限度の考え方を示している。EPR2010 には、規制当局が、経済的及び社会的要因を考慮し、放射性廃棄物の処分に起因する公衆の放射線被ばくは、合理的に達成可能な限り低く維持するための機能を行使しなければならないことが示されている。

EPR2010 を受けて、英国の放射性廃棄物処分における規制機関である Environment Agency (EA)は、規制指針 No. RSR1「放射性物質規則－環境原則」[17]を公表している。No. RSR1 では、BAT と ALARA の原則として、以下が示されている。

- 利用可能な最善の技術（Best Available Techniques：BAT）の使用
- 被ばく源からの放射線量、労働者及び公衆に対するリスクは合理的に達成可能な限り低く保たれるべきであることに基づいた防護の最適化

また、防護の最適化に係る原則として、経済的及び社会的要因を考慮し、公衆の放射線被ばくは、合理的に達成可能な限り低く維持されなければならない、とされている。これに対する考慮事項として、以下のような記述がある。（No. RSR1 では、Princple（原則）と Considerations（考慮事項）が対になって示されている。）

- ALARA の原則は、放射性物質と放射性廃棄物の管理（処分を含む）の全ての側面に適用する必要がある。
- 放射性廃棄物処分においては、BAT を適用することにより ALARA の原則が遵守されるべきであり、BAT の評価には、ALARA に関連する様々な側面が含まれるべきである。

上記の文書では、ALARA や BAT に関する具体的な要件は示されていないが、許可要件に関するガイダンス (GRA) [18]が別途公表されている。GRA は、表題「Near-surface Disposal Facilities on Land for Radioactive wastes」のとおり、浅地中処分を対象としている。対象廃棄物は、極低レベル廃棄物 (VLLW)、低レベル廃棄物 (LLW)、及び中レベル廃棄物 (ILW) で、地表又は地表から数十 m までの深度の処分施設を想定している。

GRA では、図 5.1-2 に示すように 5 つの原則と 14 の要件が示されており、ALARA や BAT に関連するものとしては、最適化 (ALARA) の原則 (原則 2) と最適化の要件 (要件 8) が示されている。

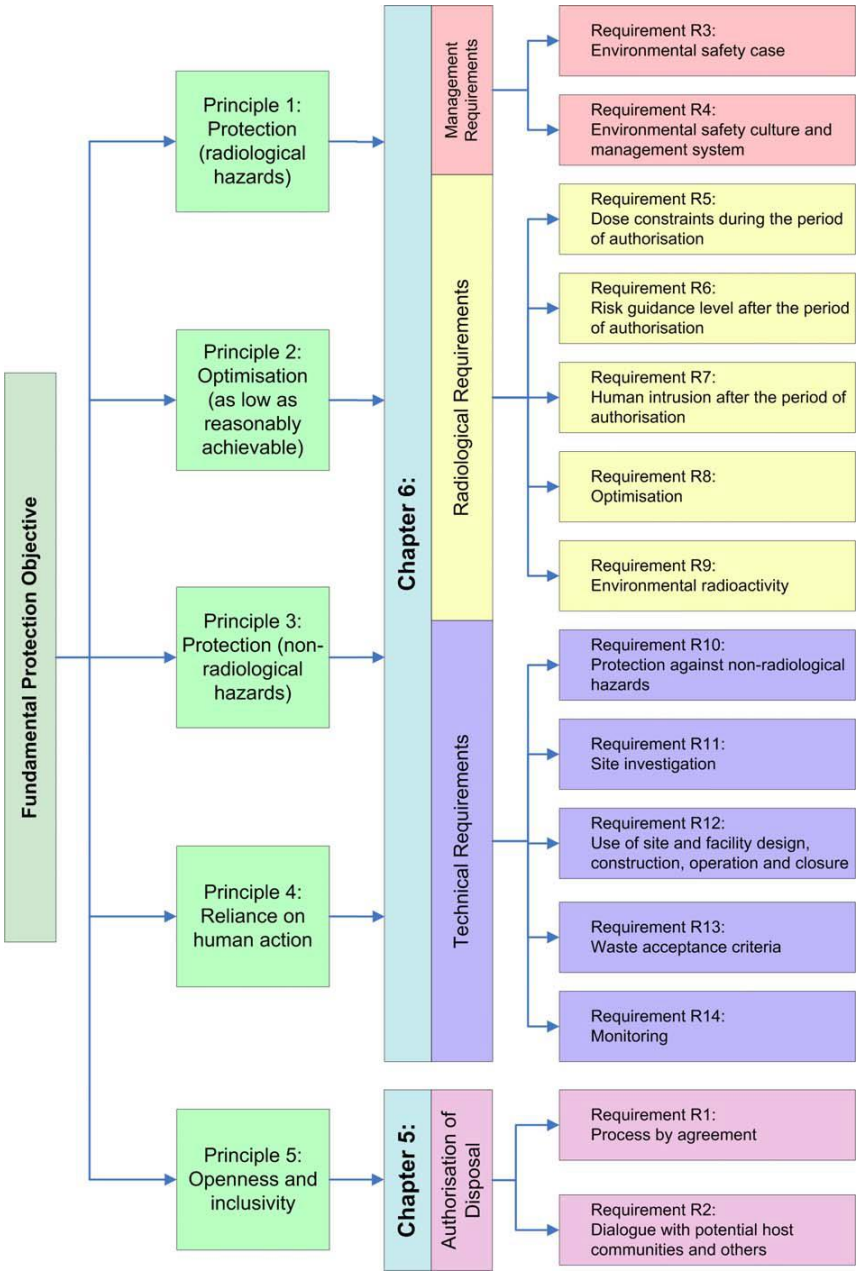


図 5.1-2　GRA における原則と要件の関係[18]

最適化（ALARA）の原則として、以下のような記述が見られる。

・ 放射性固体廃棄物は、経済的及び社会的要因、その他の生物への放射線学的リスクを考慮した上で、公衆に対する放射線リスクが、処分時の状況下で合理的に達成可能な限り低くなるように処分されなければならない。
・ 最適化は継続的かつ反復的なプロセスであり、技術的要因と社会・経済的要因の両方を考慮した定性的及び定量的な判断が必要である。
・ 最適化は、以下に示すような様々な問題の相対的な重要性に関する判断を下さなければならない。
・ 放射線学的リスクに曝される可能性のある人（作業者及び公衆）の数とその他の環境タ

ーゲットの数
- 上記の人や環境ターゲットが、放射線を受ける可能性
- 上記の人や環境ターゲットが受ける、または受ける可能性のある放射線量と、その時間的・空間的分布
- 原子力安全保障及び保障措置の要件
- 放射線以外の危険性に関する問題
- 経済的、社会的及び環境的要因
- 上記問題のいずれにも関わる不確実性

最適化に係る要件については、以下のような記述がみられる。

・ 廃棄物受入れ基準の選択、選定したサイトの使用方法、処分施設の設計、建設、操業、閉鎖及び閉鎖後管理を通じ、認可期間中及び認可期間後の両期間において、公衆への放射線学的リスクは、経済的及び社会的要因を考慮した上で合理的に達成可能な限り低く（ALARA）する必要がある。
・ 最適化とは、様々な考慮事項のバランスをとる必要がある、最良の方法を見つけることである。考慮事項には、経済的及び社会的要因、放射線以外の危険を管理するための要件が含まれ、放射線リスクを低減することは重要ではあるものの、他の考慮事項に比して重みを与えるべきではない。すなわち、最善の方法は、必ずしも放射線リスクを最小化する方法ではない。

2）ALARA、BAT に係る事業者の取り組み

上述した GRA[18]は、ALARA の原則、最適化の要件を含む要求事項に対し、環境セーフティケースにより放射性廃棄物処分場の安全性を裏付けることを求めている。これに対して、低レベル放射性廃棄物処分場会社（LLWR 社）が低レベル放射性廃棄物処分場（ドリッグ処分場）に関する環境セーフティケース（ESC）[19]を公表している。

なお、ドリッグ処分場は、1957 年に低レベル放射性廃棄物処分として認可を受けているが、当時の事業者は原子力公社（UKAEA）であった。その後、1971 年に英国原子燃料会社（BNFL）に事業が引き継がれ、2005 年からは原子力廃止措置庁（NDA）に所有権が移管された。2008 年には、英国放射性廃棄物処分会社（UKNWM）が処分場の所有者となり、その子会社である LLWR 社が運営管理を引き継いだ。

a．処分場の概要

ドリッグ処分場は、英国の西海岸に位置する低レベル放射性廃棄物処分場で、処分場の敷地は 2km×0.5km 程度である（図 5.1-3）。ドリッグ処分場周辺の地質は、粘性土、砂質土、礫等の第四紀堆積物で構成されている。

敷地東側にはトレンチ 1～7 が配置されており、1995 年までに全てのトレンチが埋戻しを完了している。西側と南側のコンクリート製ボールトは、1988 年から処分を開始しており、ボールト 9 が 2010 年に操業を開始している。今後はボールト 10～20 が配置さ

れる計画である（図 5.1-5）。トレンチは、図 5.1-6 に示すように、地上から 5m～8m の低透水性を有する粘性土層まで掘削されている。

図 5.1-3　ドリッグ処分場の位置図（Google Map）

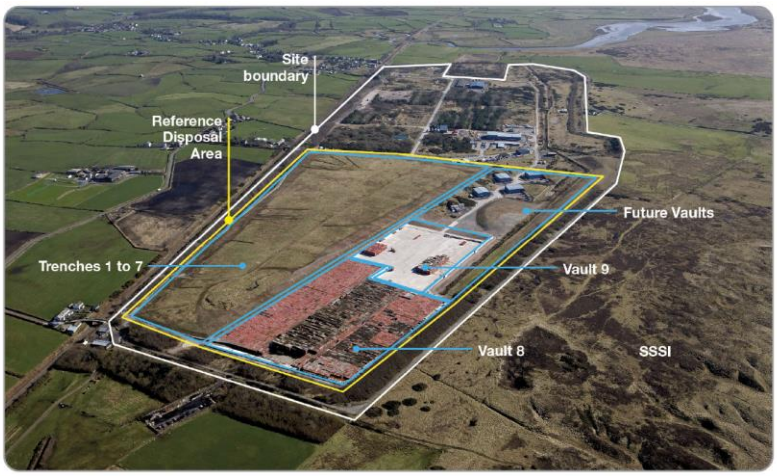


図 5.1-4　ドリッグ処分場の全景[19]

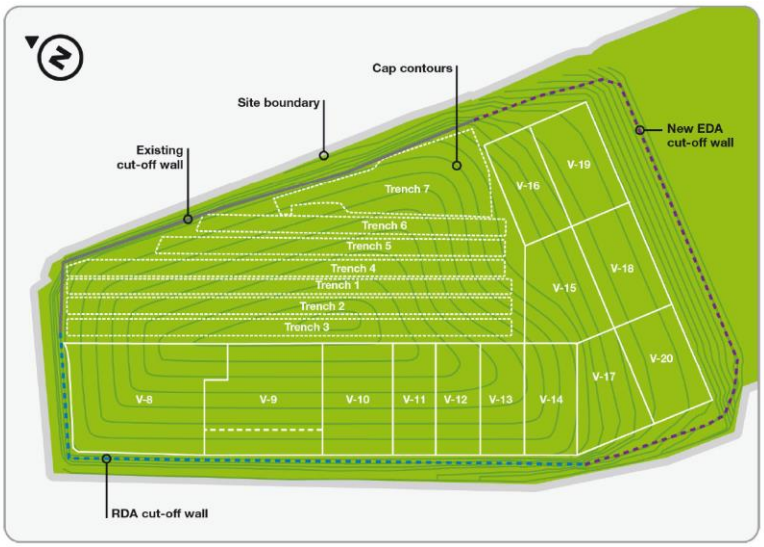


図 5.1-5　ドリッグ処分場内の配置計画図[19]

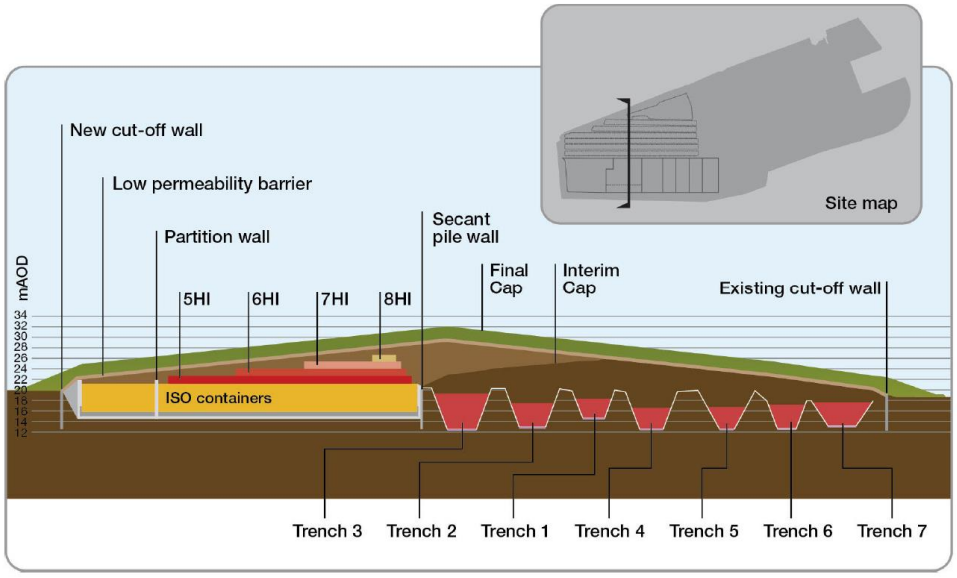


図 5.1-6　ドリッグ処分場の断面図[19]

b. 最適化要求への対応

LLWR 社は、GRA[18]が要求する ALARA の原則、最適化の要件に対応するため、ESC[19]において、防護の最適化について検討を実施している。LLWR 社は、処分場の設計、建設、操業、閉鎖、閉鎖後の様々な調整などについて、LLWR 社が好ましいと考えるアプローチを特定し、正当化していくプロセスを防護の最適化と位置付けている。そして、ESC[19]において最適化プロセスを提示する目的は、処分場について好ましい将来の管理手段の立案の基礎となる重要な根拠や関連するロジックを視覚化することで、このロジックの出発点は、浅地中処分がもたらす環境ハザードに対して、利用可能な管理手段を検討することであるとしている。防護の最適化に関する検討フローを図 5.1-7 に示す[20]。

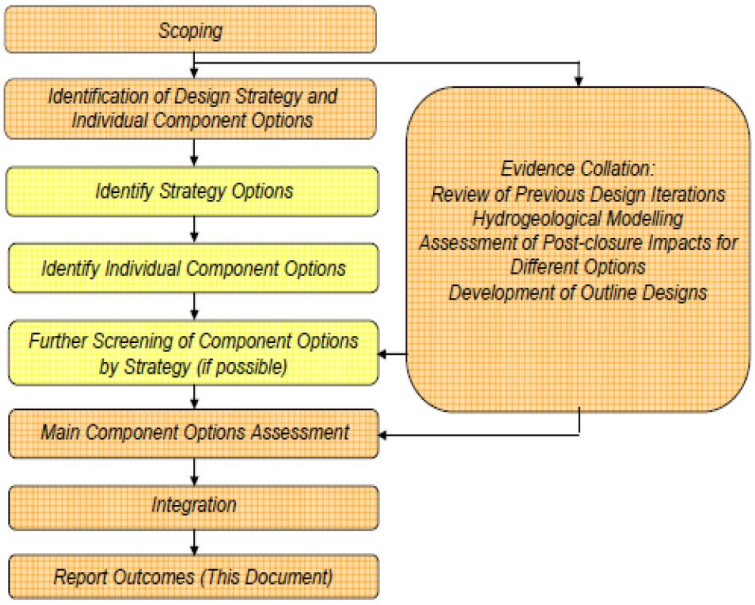


図 5.1-7　防護の最適化に関する検討フロー[20]

また、検討項目は以下のとおりである[21]。

廃棄物インベントリに対する管理

- 既存の処分について、すべきことがある場合に何をするべきか。
- 将来の処分廃棄物の受入れについて、どのような管理手段が適切か。
- 処分を委託された廃棄物について、どのようなコンディショニングが適切か。

設計・操業に対する管理

- 閉鎖前・閉鎖後の様々な工学技術的構成要素に対し、どのようなコントロール機能が求められるか。また、それらのコントロール機能が以下との関連で最も効果的に機能するのはどのような状態か。
  - 設計仕様
  - 建設及び実行のタイミング
- 以下との関連で、放射線学的影響の ALARA 要件を担保するには、どのような管理手段が求められるのか。
  - 廃棄物の定置
  - 操業中の排出
- 施設の廃止措置の期間中はどのような能動的管理手段が必要か。いつまで必要か。

最適化プロセスには、長期的な管理に関する不確実性が伴うため、定量的解析を通して容易に把握できない判断が要求される。そのため、選択肢の選定において用いられることの多い、詳細かつ定量的な複数の基準による決定解析は適用せず、選択肢の評価では、様々なアプローチを採用している。これまでに検討してきた選択肢は以下のように分類されている。

- 低レベル放射性廃棄物処分場における過去に処分した廃棄物に関するマネジメント及び介入。
- 将来の廃棄物処分に関わるマネジメント及び工学的な管理。これには、受入基準、処理及びパッケージ、並びに廃棄物定置及び容量の管理が含まれる。
- 工学特性の機能的役割、並びにその設計及び実施のタイミングを考慮した許可期間及びそれ以降の処分場の環境性能に関わる受動的な工学的管理。
- 環境性能に対する能動的な管理。これには許可期間中の放出、並びに閉鎖後管理が含まれる。

LLWR 社が公表した ESC[19]には、防護の最適化に関する検討の詳細は記載されていないため、規制機関である EA が公表した ESC のレビュー報告書[20]の記載内容を原環センターの報告書[21]も参考にして整理する。ただし、レビュー報告書[20]にも最適化プロセスの詳細は記載されていない。

EA のレビュー結果では、LLWR 社が適切なプロセスを用い、処分場の設計と操業において処分場を妥当に最適化していると結論付けている。レビュー報告書[20]では、以下の項目についてレビューが示されている。

- 過去の処分に関するマネジメント及び介入
  - トレンチ処分施設の廃棄物の回収
  - ボールト処分施設における廃棄物処分及び回収可能性
  - 暫定トレンチ処分施設の覆土の性能
  - 個別品目と高放射能粒子に関する過去の処分
- 許可期間終了後
  - 許可期間終了後のサイト管理
  - 海岸浸食
- 将来の廃棄物処分のマネジメント
  - 受入基準と操業マネジメント
  - 容器とグラウト材を注入した廃棄体の最適化
  - 定置戦略
  - 建設と復元アプローチの最適化
  - 工学設計と処分場設計の複雑性
  - 工学的性能アセスメントに対する水文地質学的モデルのサポート
- 工学的システムの最適化
  - 工学的覆土の最適化
  - ボールト処分施設の基底ライニングシステムの最適化
  - 排水システムの最適化
  - ガスの収集と管理の最適化
  - 遮へい壁の最適化
  - 処分場の工事規模の最適化

- 処分区域の拡大に関する最適化
- 全体的な工学設計に関する最適化

(2) 米国の事例

1) ALARA、BAT に係る規制の考え方

米国では、連邦規則 10 CFR Part 20「放射線に対する防護基準」[22]で、個人に対する放射線防護基準を設けた上で、放射線防護の最適化に関して以下のように規定している。

- ALARA は、技術の現状、技術の現状に関連した改善の経済性、公衆の健康と安全への便益に関連した改良の経済性、他の社会的及び社会経済学的検討事項を考慮し、及び公共の利益になる原子力及び認可物質の利用に関連して、認可された活動の目的に一致する本 Part の線量限度をはるかに下回る放射線被ばくを維持するために、あらゆる合理的な方策を行うことを意味する。
- 許認可を受けた者は、合理的に達成可能な限り低く、作業者と公衆の線量を達成するための放射線防護原則に基づく手続きと工学的対策をできる限り実施する。

また、米国エネルギー庁（DOE）が所有する原子力関連施設から放出される液体放射性廃棄物に対して、公衆の防護と環境の保護を目的とした放射性物質の放出基準が、10 CFR Part 834「公衆と環境の放射線防護」[23]及び DOE 5400.5「公衆と環境の放射線防護」[24]において定められている。10 CFR Part 834 では、ALARA 及び BAT は以下のように定義されている。

- ALARA とは、社会的、技術的、経済的、実用的要因及び公共政策を考慮し、作業者と公衆が受ける被ばくと環境への放射性物質の放出を可能な限り低くする、放射線防護に用いられるアプローチである。
- つまり、ALARA は線量限度ではなく、合理的に達成可能な限り、線量限度をはるかに下回る線量を達成することを目的としたプロセスである。
- 利用可能な最善の技術（BAT）とは、技術、経済学、公共政策及びその他のパラメータに関連する要因を考慮した上で、特定の活動に適しているとして選択された技術を意味する。
- つまり、BAT は、いくつかの選択肢から評価・選択される選定プロセスの結果である。
- BAT の選定プロセスは、以下の項目を考慮した代替技術の評価を意味する。
  - 技術
  - 経済
  - 関連する機器と設備の時代
  - 採用されたプロセス
  - 様々なタイプの制御技術の工学的側面
  - プロセスの変更
  - 環境への影響
  - 安全性

－　公共政策

これらを踏まえ、米国エネルギー庁（DOE）は、液体放射性廃棄物の放出対策において、BAT の検討と選択の実行のためのガイドライン[25]を作成している。このガイドラインでは、BAT の対象とする液体放射性廃棄物の放出対策を明確化するとともに、複数の技術候補のうち、どの技術が BAT であるかを選択する手法を挙げている。このプロセスは、BAT 選択の分析と説明を促進する、液体放射性廃棄物管理のための一般的基礎を示すものとされている。BAT の検討プロセスとしては、以下の 5 ステップが示されている[26]。

ステップ 1 ： 廃棄物排出源の特定
ステップ 2 ： 現行の技術も踏まえた、排出源を制御する候補技術の同定と調査
ステップ 3 ： 各候補技術の潜在的影響度の評価（定義された評価パラメータを用いて採用、不採用を判断）
ステップ 4 ： 各候補技術の評価結果を整理し、BAT を選択
ステップ 5 ： 評価結果の文書化

更に、候補となる技術について、評価上重要な因子ごとに既存の技術に対する優劣に基づいた点数付けを行うとともに、各因子に設定された重み付け係数を乗じて得られた値を合計し、合計値の大小でどの技術が BAT であるかを判断するとしている。このとき、得られた合計値の最も高い技術が BAT として採用するべき技術となるが、もし、その技術が費用の観点から実施困難である場合には、得られた合計値が 2 番目に高い技術を BAT として採用するべきであるとしている[27]。

また、低レベル放射性廃棄物の処分に関する連邦規則 10 CFR Part 61「放射性廃棄物の陸地処分のための許認可要件」[28]における放射線防護に係る規定の概要は以下のとおりである。

- 陸地処分施設の立地、設計、操業、閉鎖及び閉鎖後の管理は、人間に対する被ばくが放射能放出からの防護、操業中の個人の防護の実行目標に規定される被ばくの限度内にあることを合理的に保証する。
- 放出される放射性物質の濃度は、公衆の年間線量として前進で 25mrem を超えないとともに、流出物中の放射能の放出は、合理的に達成可能な限り低く（ALARA）保つようにする。
- 陸地処分施設における操業中の個人の防護は、10 CFR Part 20 に規定されている放射線防護基準に従って行うとともに、放射線被ばくが合理的に達成可能な限り低く（ALARA）保つようにする。

2）ALARA、BAT に係る事業者の取り組み

米国では、放射性廃棄物は 4 種、高レベル放射性廃棄物、TRU 廃棄物、低レベル放射性廃棄物及び 11e.(2)に区分されており、発生源によって、国あるいは民間企業が処分責任を有し

ている。高レベル放射性廃棄物はユッカマウンテン処分場が予定地とされ、TRU 廃棄物は WIPP、低レベル廃棄物は WCS テキサス低レベル放射性廃棄物処分場など 4 か所で処分が行われている。それぞれの所在地を図 5.1-8[29]に示す。本項では、WCS テキサス処分場、ユッカマウンテン処分場における事業者の ALARA、BAT に係る取り組みを調査・整理する。

図 5.1-8　米国の放射性廃棄物処分場の所在地[29]

a. WCS テキサス低レベル放射性廃棄物処分場（低レベル放射性廃棄物）

(a) 処分場の概要

操業者は WCS（ウェースト・コントロール・スペシャリスト）社で、2011 年 11 月に操業が開始している。低レベル放射性廃棄物は核種や濃度によって分類されており、ClassA、B、C 及び ClassC 以上（GTCC）である。GTCC に対する処分方法については現在も検討中であり、WCS テキサス処分場では、ClassA、B 及び C の処分が行われている。放射性廃棄物は浅地中処分によって処分されるが、ClassC の廃棄物を埋設するために、5m 以深に設置することとしている[30]。また、廃棄物の発生源によっても処分施設を区別する必要があり（図 5.1-9 参照）、産業活動から発生した廃棄物については CWF と呼ばれ、政府所有サイトで発生した廃棄物については FWF と呼ばれる。CWF 処分施設の概念図を図 5.1-10 に示す。処分施設は透過性の低い Red Bed と呼ばれる粘土層に設置され、全ての廃棄物が Red Bed 層内に配置されるように設計されている。放射性核種の拡散における最たる要因である水の流れについては、地下水位が処分施設より深い場所に位置しているため（図 5.1-11 参照）、考慮すべき事項は降雨についてである。降雨に対しては蒸発散のシステムや、透水層による水の流れの誘導、低透水層による抑制などで対応している。処分施設は閉鎖後に積極的なメンテナンスが必要ないように設計されるが、閉鎖後の計画に従って、要求性能が満たされていること、引き続き満たされることを合理的に保証されることを実証するとしている。そのために、閉鎖後、CWF 処分施設で 5 年間、FWF 処分施設で 30 年間は閉鎖施設の観察、モニタリングを想定している。

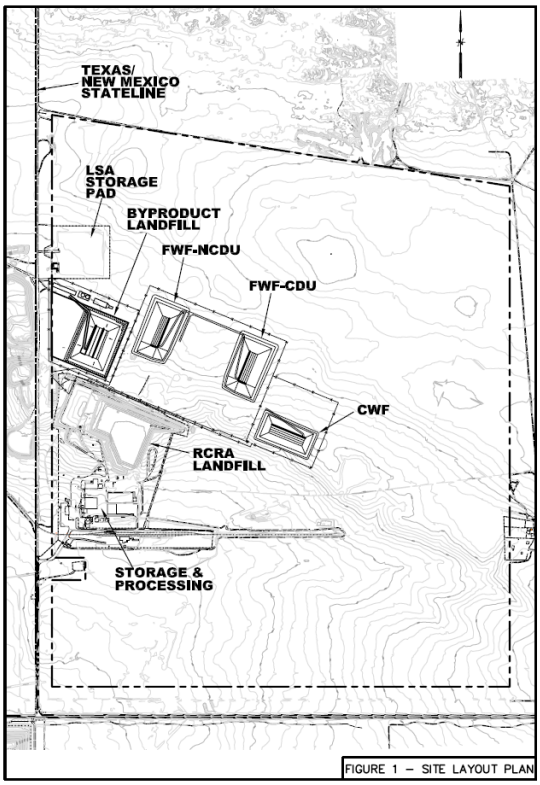


図 5.1-9　処分場レイアウト[30]

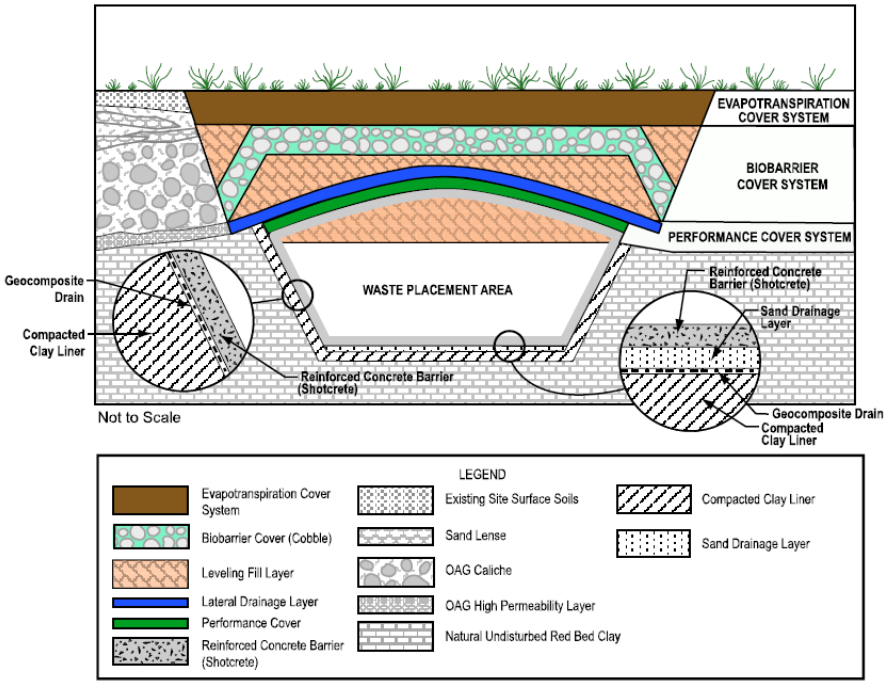


図 5.1-10　CWF 処分施設概念図[30]

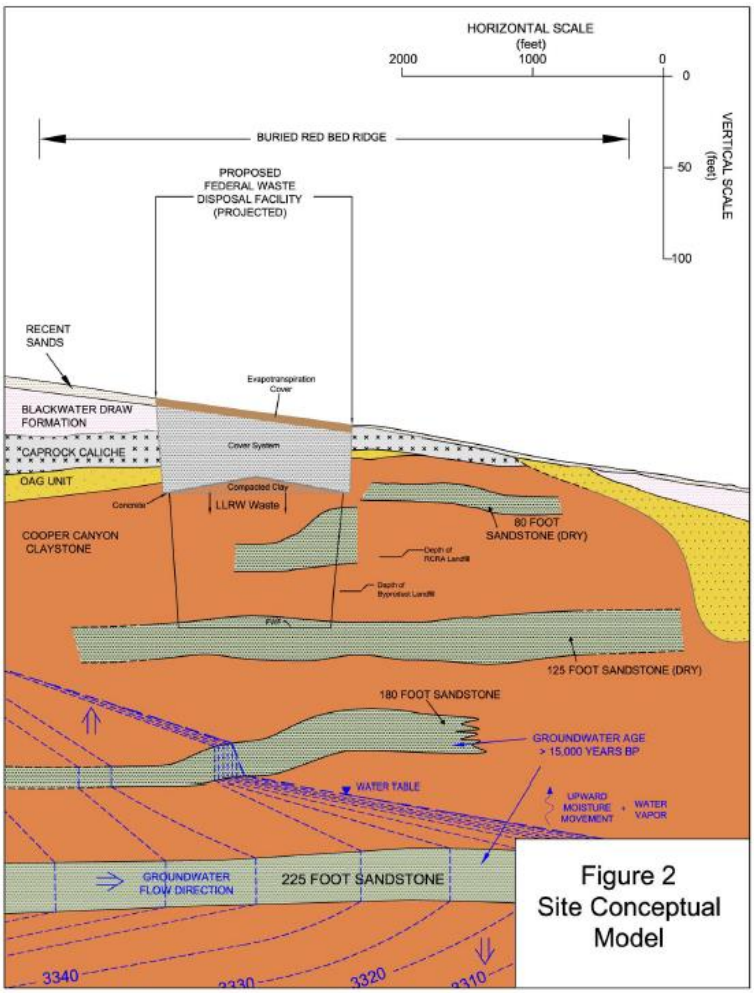


図 5.1-11　処分場周辺環境の概念モデル[30]

(b) ALARA の適用について

WCS テキサス処分場では先述の規定に従って、作業従事者や公衆が受ける線量を、規定の線量限度をはるかに下回る、合理的に達成可能な限り低くすることを目的としており、そのために、ALARA の概念と実践を全ての活動に適用することとしている。ALARA を適用した設計の見直しでは廃棄物パッケージの受け入れ、取り扱い、廃棄物のサンプリング、交通の流れ、作業時間の短縮による作業者の被ばくを最小限に抑えるための車両やコンテナの除染活動、リーチツールや遠隔操作機器の使用、シールドの使用などの評価が含まれている。ALARA の概念は、主に操業中の作業員等の被ばく線量を低減することに適用され、作業者等が受ける被ばく線量をできる限り低くすることとした上で、ALARA プロセスの適用に努めるあまり、誤って非放射性のハザードからのリスクを増加させる可能性があることに留意し、全ての危険からの労働者保護を最適化する統合的な安全管理アプローチを採用しなければならないとしている。更に、経済的要因を ALARA プロセスに組み入れ、コストに対する潜在的な健康上の利益を考慮しなければならないとしている。ALARA を適用したことによる設計の変更や性能については、以下にあげる項目を考慮したレビューをするとしている。

- 放射線エリアへのアクセス制御
- 放射線遮蔽及び形状
- 計装と制御
- 空気中の放射能の管理
- 表面汚染の管理
- 液体及び気体の排出物の管理
- 隔離及び除染能力
- 作業者の効率性と使いやすさ
- 作業場及び作業員の放射線モニタリング
- 放射性廃棄物の発生

これらのレビューを実施する指標となるものが ALARA アクションレベルとして設定されており、以下に示す。

- 個人の全身の外部被ばく量は、1 時間あたり 5mrem 又は 1 週間で 100mrem を超える可能性が高い場合
- 集団的な放射線被曝量は、1 年で 1 人レムを超える可能性が高い場合
- 個々の放射性物質の摂取量は、1 日で 8 DAC-Hour を超えるか、又はプロジェクト全体で 40 DAC-Hour を超える可能性がある場合
- 内部及び外部の放射線源の合計から、一般公衆の一人に対して年間 100mrem の放射線量をもたらす可能性のある放射性物質の RCA 外の地域又は施設外の環境への放出の合理的な可能性がある場合

また、放射線被ばくが ALARA を維持されるような承認された施設設計及び物理的管理の変更の正当化、及び開発のために最適化手法は使用されるものであり、最適化手法には、採用される最適な放射線安全対策を決定する際に、全ての実行可能な代替案の検討及び費用便益分析技術の適用が含まれるとしている。

閉鎖後の評価については、不注意な侵入者のシナリオと地下水経路が、公衆に直接被ばくする、放射性核種放出の可能性のある主な手段であり、侵入者シナリオの解析は、テキサス州の規制により、少なくとも 1,000 年間実施することが要求されている。地下水の浸入については、先にも述べた通り、可能性は小さいが、非常に保守的な条件を仮定して地下水経路解析を実施している。その結果、ピーク線量は、閉鎖から 36,000 年後の時点で 3.5mrem/年であると計算され、この計算された線量は、テキサス州の規制で定められた限界値をはるかに下回っていることが明らかになっている。

b. ユッカマウンテン処分場（高レベル廃棄物処分場）

(a) 処分場の概要

ユッカマウンテン処分場はネバダ州のユッカマウンテンに位置し（図 5.1-8 参照）、で 3 種類の高レベル放射性廃棄物を処分する予定である。ユッカマウンテンの岩盤は凝灰岩であり、地下水面が地表から 500-800m と深い位置にある特徴を持つ。処分場は地下 200-500m の深さ、地下水面から平均 300m 上部に建設すると考えられている（図 5.1-12 参照）[31]。安全審査の結果を取りまとめた安全性評価報告（SER）[32]では、地下に建設される処分施設は天然バリアと人工バリアによる多重バリアシステムにより構成され、バリアは水や放射性物質の移動を制限し、複数のバリアを用いることで、処分場システム全体が堅牢で、単一のバリアに完全に依存しないとしている。複数のバリアを用いることは、米国原子力規制委員会（NRC）規制の 10 CFR 63.113[33]で要求されており、同規制では、人工バリアシステムは、自然のバリアと組み合わせて、合理的に最大に曝された個人への放射線被曝が指定された制限内に収まるように設計する必要があるとしている。

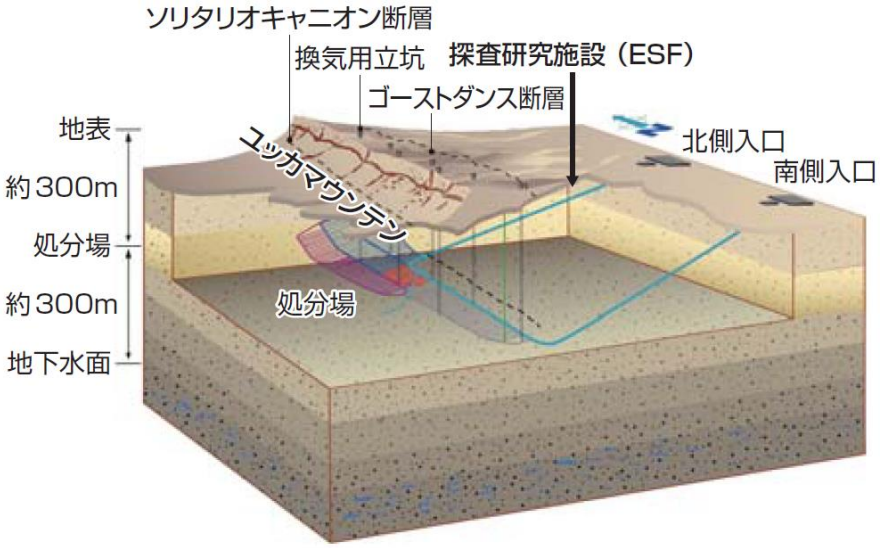


図 5.1-12　ユッカマウンテン処分場レイアウト[31]

ユッカマウンテン処分場ライセンス申請書（SAR）[34]において、天然バリアは上部バリアである表層土と不飽和帯、及び下部バリアである不飽和帯と飽和帯で構成されており（図 5.1-13 参照）、上部バリアには、処分場に向かって下方に移動する水の量と速度を減少させ、処分場内の放射性廃棄物 からアクセス可能な環境への水の移動速度を減少させる機能があり、下部バリアには、水のゆっくりとした動きや鉱物表面への放射性核種の収着などの過程を通じて、処分場からアクセス可能な環境への放射性核種の移動を防ぐあるいは減少させる機能があるとしている。処分場閉鎖後約 10,000 年間は、限られた量の水がユッカマウンテンの処分場上部の不飽和帯に浸潤すると結論付けており、閉鎖後 1 万年以内に地形や表層土壌が大きく変化することはないとしているが、気候や植生の変化はその期間中に遮水壁の機能に影響を与えることが予想されるとしている。また、人工

バリアは、主に変位ドリフト（処分空洞）、ドリップシールド、廃棄物パッケージから構成されており（図 5.1-14 参照）、主たる特徴として、以下があげられ、それぞれの機能については表 5.1-1、表 5.1-2 に示す。

- 廃棄物パッケージの性能を向上させ、廃棄物パッケージが損傷していない間の放射性核種の放出を防止する
- 廃棄物パッケージに接触する水の量を制限することで、廃棄物パッケージが損傷した後の放射性核種の放出を制限する
- 収着プロセスによる人工バリアシステムからの放射性核種の放出を制限する

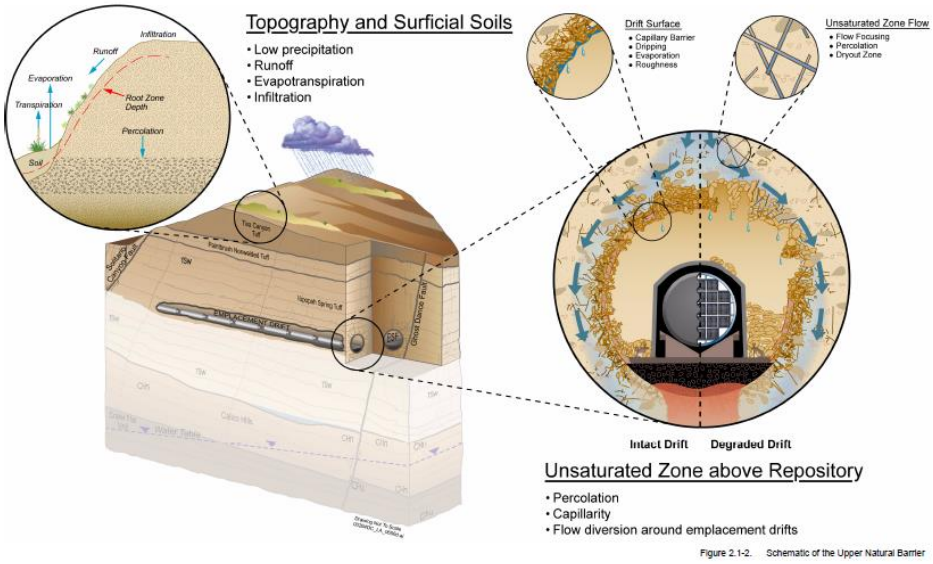


図 5.1-13　バリアシステム概念図[34]

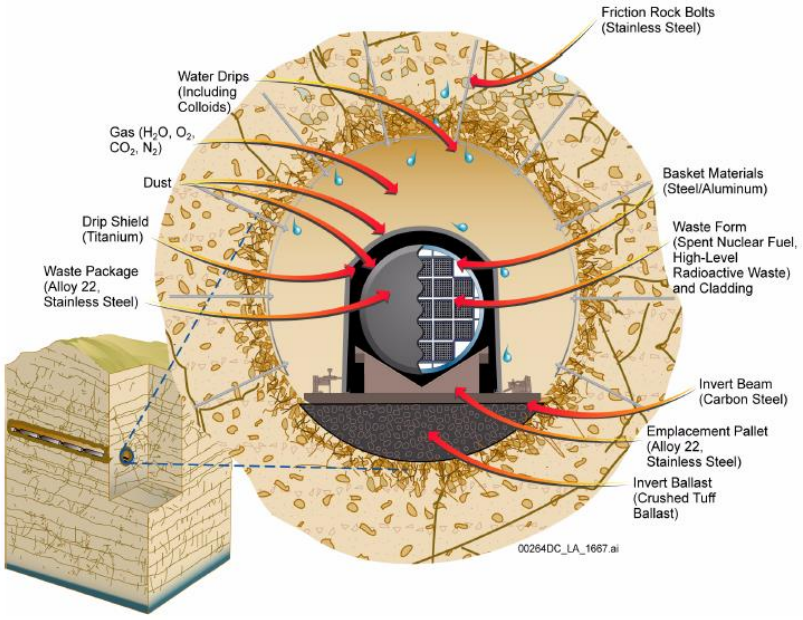


図 5.1-14　人工バリア概念図[34]

表 5.1-1　バリアシステムの構成要素と機能 1/2[34]

Barrier	Feature[a]	Barrier Function[b]	Safety Classification[c]
UNB	Topography and Surficial Soils	Prevents or substantially reduces the rate of movement of water	ITWI
UNB	Unsaturated Zone above the Repository	Prevents or substantially reduces the rate of movement of water	ITWI
EBS	Emplacement Drift	Prevents or substantially reduces the rate of movement of water Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
EBS	Emplacement Drift – Non Emplacement Openings, Closure, Ground Support, and Ventilation System	None	Non-ITWI
EBS	Drip Shield	Prevents or substantially reduces the rate of movement of water Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
EBS	Waste Package	Prevents or substantially reduces the rate of movement of water Prevents or substantially reduces the release rate of radionuclides from the waste Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – TAD Canister	Prevents or substantially reduces the release rate of radionuclides from the waste Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
	Waste Form and Waste Package Internals – Naval Canister	Prevents or substantially reduces the release rate of radionuclides from the waste Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides Reduces the probability of criticality	ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – DOE SNF Canister	None	Non-ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – HLW Canister	None	Non-ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals - Naval SNF Canister System Components	Reduces the probability of criticality	ITWI

表 5.1-2　バリアシステムの構成要素と機能 2/2 [34]

Barrier	Feature[a]	Barrier Function[b]	Safety Classification[c]
EBS	Waste Form and Waste Package Internals - Codisposal Waste Package Internals	None	Non-ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – TAD Canister Internals	Reduces the probability of criticality	ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals - DOE SNF Canister Internals	Reduces the probability of criticality	ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – Commercial Spent Nuclear Fuel and High Level Glass	Prevents or substantially reduces the release rate of radionuclides from the waste Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – Naval Spent Nuclear Fuel	Prevents or substantially reduces the release rate of radionuclides from the waste Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
EBS	Waste Form and Waste Package Internals – DOE Spent Nuclear Fuel	None	Non-ITWI
EBS	Cladding – Commercial SNF / DOE SNF	None	Non-ITWI
EBS	Waste Package Emplacement Pallet	None	Non-ITWI
EBS	Invert	None	Non-ITWI
LNB	Unsaturated Zone below the Repository	Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI
LNB	Saturated Zone	Prevents or substantially reduces the rate of movement of radionuclides	ITWI

NOTE: [a]Some features in this column are further divided into categories (signified by text after a dash) so that the feature as analyzed can be properly classified as ITWI or Non-ITWI.
[b]Barrier Function defines how the identified barrier accomplishes or contributes to repository system performance.
[c]ITWI classification applies to barriers and features.
LNB = Lower Natural Barrier, UNB = Upper Natural Barrier.

Source: Modified from *Postclosure Nuclear Safety Design Bases* (SNL 2008a, Table 7-1).

(b) ALARA の適用について

まず、SAR セクション 1 において、事業者である DOE は、ALARA に関するプログラムの目的は処分場の作業員と公衆の線量を ALARA に保つことであり、ALARA の原則を設計、運転、保守、廃炉、解体の活動に取り入れると述べている。また、SER の Volume2 に、ALARA に関する記述がされており、ユッカマウンテン処分場の設計・建設のプロセスにおいて、ALARA 原則を実施することとしている。ALARA の要件に準拠することとして、回収概念や、恒久的な閉鎖に ALARA の原則が組み込まれている。ここでの ALARA とは、規制限界を可能な限り下回るように維持する、合理的に達成可能な限り低いという意味である。表面及び地下施設の設計それぞれに原則が組み込まれており、表面施設の遮蔽設計においては、作業員の線量が 10 CFR Part 20 の基準内に収まるように、放射線源からの線量率を低減するように設計され、制限区域への人員の出入りを管理するプログラムと組み合わせることで、合理的に達成可能な限り低くなるとしている。

SER は、U.S. DOE（米国エネルギー省）がユッカマウンテン処分場のライセンス申請

書として刊行した安全分析報告書 SAR に基づいて、U.S. NRC が安全評価を行いその妥当性を検討している報告書である。NRC のレビューは、以下に焦点を当てて行われており、ALARA に対する検討が処分場の設計プロセス全体に実施されている。

- ALARA の線量を維持するという管理者のコミットメントや、処分場の設計・建設における設計プロセスについての ALARA 原則の実施などの政策的考慮事項を含む GROA（Geologic Repository Operations Area：地層処分場操業区域）の ALARA 方針、設計、運用作業方法に関する DOE の記述
- 通常運転及びカテゴリー1 イベントシーケンス(※10CFRpart63. 2 に定義)の ALARA 要件を満たすために使用される施設遮へい設計
- 処分場の運転への ALARA の原則の実施

※イベントシーケンスとは、個人の放射線被ばくにつながる可能性のある、地質学リポジトリの運用エリアの自然及び設計されたコンポーネント内での一連のアクションや発生を意味し、以下のように定義されている。

- カテゴリー1：地質学リポジトリの運用エリアが完全に閉鎖される前に 1 回以上発生すると予想されるイベントシーケンス
- カテゴリー2：永久閉鎖の前に発生する可能性が 10,000 に少なくとも 1 回ある他のイベントシーケンス

NRC は処分場設計プロセスにおいて、ALARA の検討の妥当性について、以下の項目を考慮していることから、ALARA の哲学を十分に取り入れていると判断している。

- 作業員が放射線区域に滞在する時間の最小化
- 遠隔操作機器を導入し、作業者の被ばく量を最小限に抑える
- 制限区域内の作業エリアへの出入りを考慮
- 遠隔操作による機器の配置と取り扱い、シールド
- 汚染の可能性を最小限に抑え、汚染の拡大を抑制し、除染を容易にして、運転中及び廃炉中の線量を制限
- 廃棄物搬送エリアと通常の占有エリアの分離
- 廃棄物処理施設や移動経路を、アクセスしやすい場所から離れた場所に配置
- 適切な方法を適用した材料の検査の実施

(3) スウェーデンの事例

1) ALARA、BAT に係る規制の考え方

スウェーデンにおける放射性廃棄物処分事業に係る法体系は、図 5.1-15 のように整理されている[35]。規制機関である放射線安全機関 SSM により、特定の原子力施設からの放射性物質の放出に関する放射線安全機関の規則（SSMFS 2008:23）[36]、使用済燃料及び原子力廃棄物の最終管理における人間の健康と環境の保護に関する放射線安全機関の規則及び一般勧告（SSMFS 2008:37）[37]等が策定されており、いずれも利用可能な最善技術 BAT と（放射線防護の）最適化を以下のように定義している。

利用可能な最善技術 BAT： 放射性物質の放出及びそれによる人間の健康と環境に対する有害な影響を、不合理な費用を伴うことなく制限するために利用可能である最も有効な手段の利用

（放射線防護の）最適化 ： 人間に対する放射線量を経済的及び社会的な要因を考慮して、合理的に達成可能な限り低く保つこと

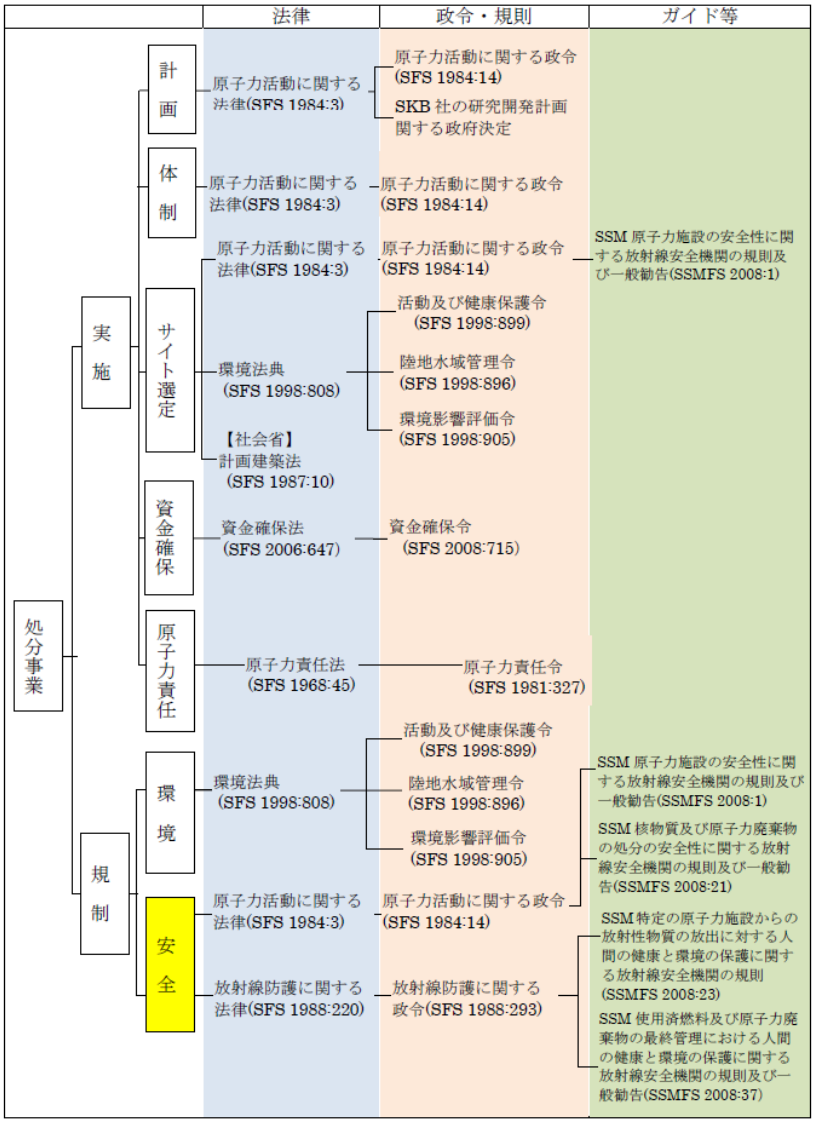


図 5.1-15　スウェーデンにおける放射性廃棄物処分事業に係る法体系[35]

処分施設の閉鎖前（操業段階）に適用される SSMFS2008:23 では、BAT 及び ALARA の適用を求める以下のような記述が見られる。

- 原子力施設からの放射性物質の放出の制限は、放射線防護の最適化に基づいたものでなければならず、利用可能な最善技術を用いて達成されなければならない。
- 環境への放出が制限されている時に、個人の被ばく線量が増加する可能性は、最適化の際に考慮していなければならず、他の廃棄物管理の代替措置による帰結を考慮しなければならない。

処分施設の閉鎖後を含む使用済燃料及び原子力廃棄物の最終管理に適用される SSMFS 2008:37 では、規則として以下が示されている。

・ 使用済燃料及び原子力廃棄物の最終管理においては、最適化を行わなければならず、その際には、利用可能な最善の技術を考慮しなければならない。

また、一般勧告としては以下のような内容が示されている。

・ 処分場の最適化のための措置は、計算されたリスクに基づいて評価するべきである。最終処分に関わる利用可能な最善技術の適用とは、処分場及びそれに付属するシステム構成要素の立地、設計、建設、操業及び閉鎖が、合理的に可能な限りの範囲において、人工バリアと地層バリアの両方からの放出を防止、制限し、遅延させるように実行すべきであることを意味している。
・ 閉鎖から長期間経過した後の処分場の解析や、処分場システムの開発作業の初期段階で実施される解析等、計算されたリスクに著しい不確実性が伴うケースでは、利用可能な最善技術をより重視すべきである。
・ 最適化と利用可能な最善技術の適用で矛盾が生じた場合、利用可能な最善の技術の方に優先順位を与えるべきである。
・ 処分場に関して反復して行われるリスク解析及び継続的な開発作業を通じて蓄積される経験は、こうした最適化及び利用可能な最善技術の適用において活用すべきである。

また、核物質及び原子力廃棄物の処分の安全性に関する放射線安全機関の規則（SMMFS 2008:21）[38]に示された一般勧告では、バリアシステムは、利用可能な最善技術（BAT）を考慮して設計、建設されなければならないとした上で、以下のような注釈が付いている。

・ 利用可能な最善技術（BAT）の使用は、その技術が、技術的かつ経済的観点から、この分野において工業的に使用可能であることを意味する。このことは、技術が入手可能であることを意味し、実験段階だけで存在しているものは含まれない。その技術は、スウェーデンで入手可能なものである必要はない。

2）ALARA、BAT に係る事業者の取り組み

スウェーデンでは、電力事業者が出資して設立した SKB 社が使用済燃料処分の実施主体である。ここでは、SKB 社が実施した、使用済燃料処分場の長期安全性評価プロジェクト（SR-Site）[39]における ALARA、BAT に対する取り組み状況を文献[21]も参考にして整理する。

a．処分場の概要

スウェーデンでは、原子力発電の使用済燃料を地下約 500m の結晶質岩中に直接処分する計画である。処分場建設地は、図 5.1-16 に示すフォルスマルクに決定しており、SKB 社は 2011 年に処分場の立地・建設の許可申請を行った。

SKB 社が検討を進めている処分概念は「KBS-3」と呼ばれ、図 5.1-17 に示すように、

使用済燃料をキャニスタに封入し、その周囲を緩衝材で取り囲み、力学的・化学的に安定した岩盤内に定置するものである。キャニスタの定置方法については、SKB 社は主に縦置き方式（KBS-3V）の技術開発を進めてきたが、フィンランドの使用済燃料処分の実施主体である Posiva 社と共同で横置き方式（KBS-3H）[40]の実現性についても検討を進めている。地下施設のレイアウトは図 5.1-19、図 5.1-20 に示すようなフィッシュボーン型が検討されている。

図 5.1-16　フォルスマルクの位置図（Google Map）

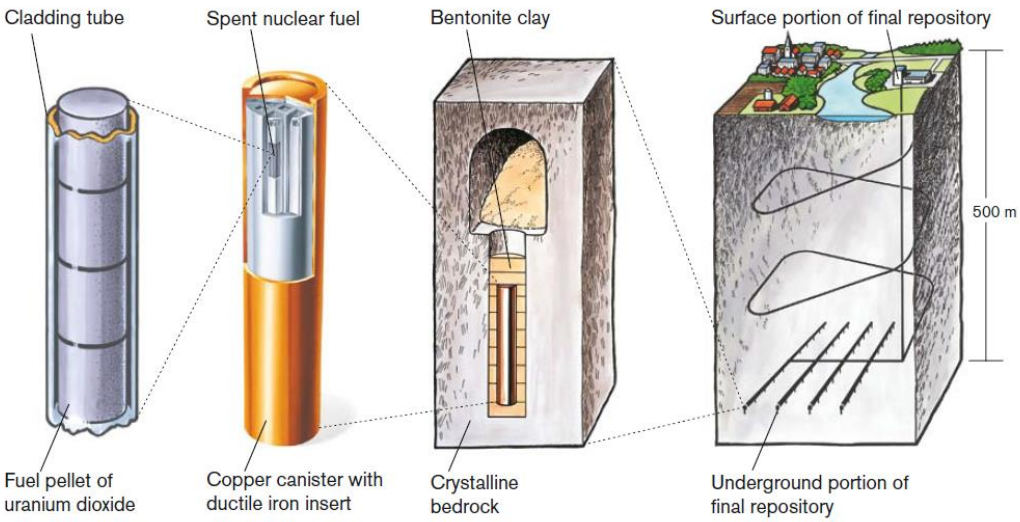


図 5.1-17　使用済燃料の処分における KBS-3 概念[39]

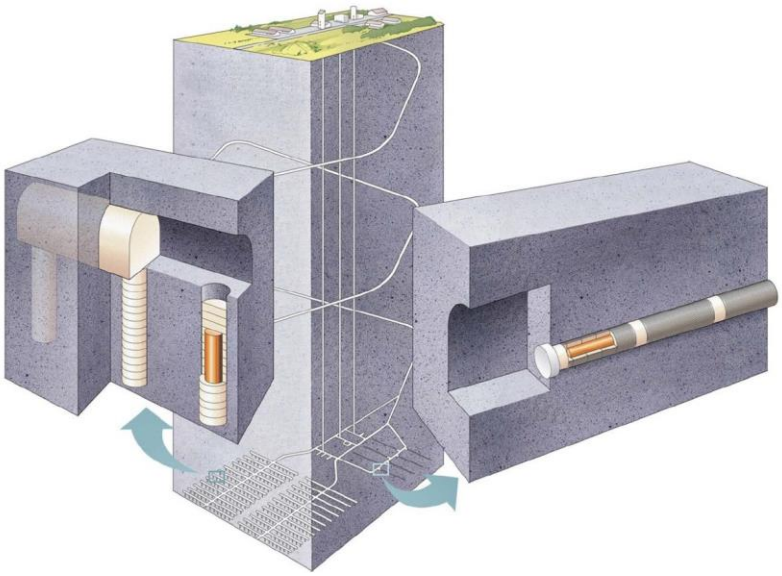


図 5.1-18　縦置き方式 KBS-3V と横置き方式 KBS-3H の概念図[40]

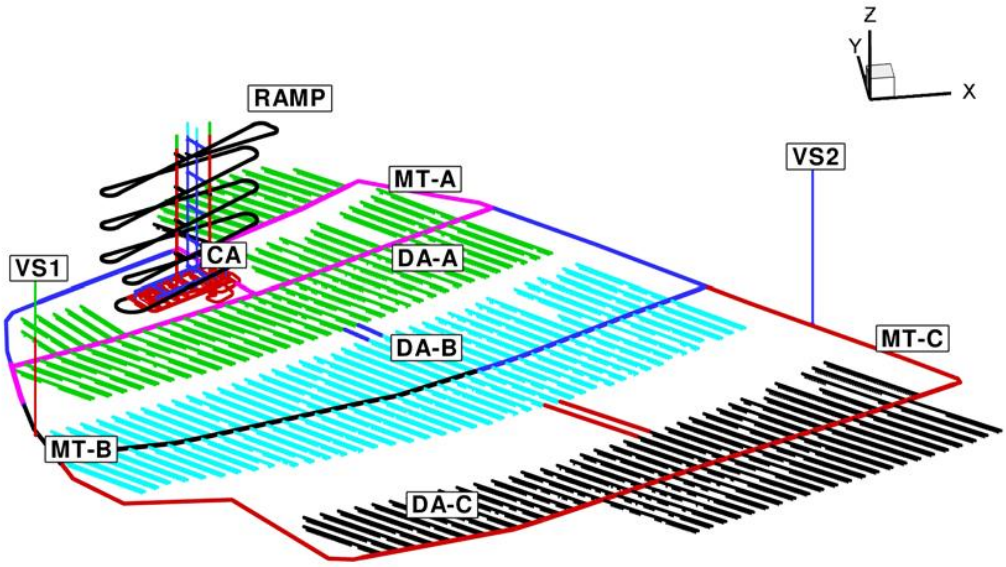


図 5.1-19　地下施設のレイアウト（鳥観図）[39]

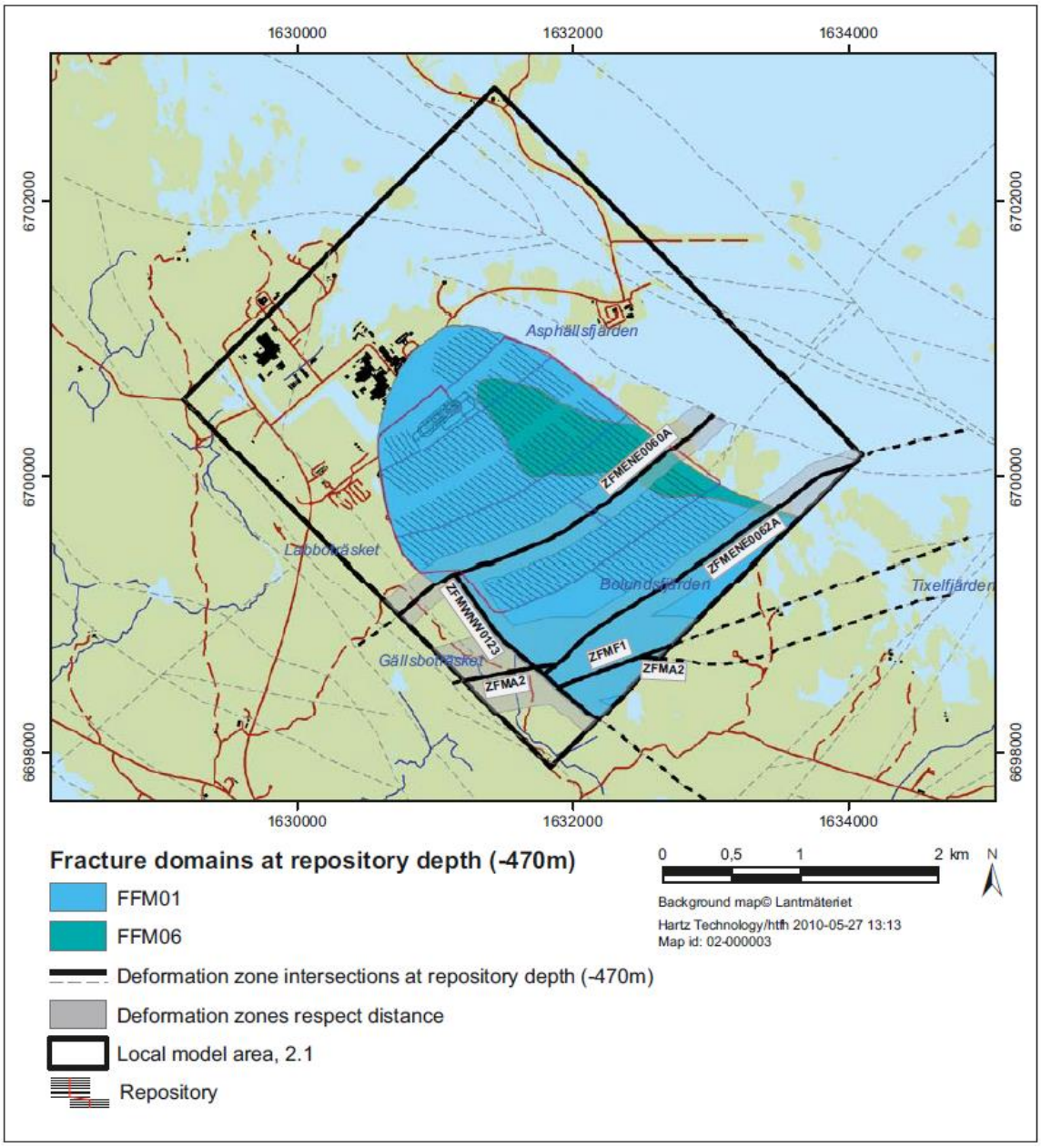


図 5.1-20　地下施設のレイアウト（平面図）[39]

b. ALARA、BAT に対する取り組み

SR-Site 報告書[39]において、防護の最適化（ALARA）と BAT の要求事項に対応する内容は以下の部分に記載されている。

第 2 章　方法論　　2.7　BAT と最適化

第 14 章　補足的な解析と裏付けとなる論拠　　14.3　最適化と BAT の利用の立証に必要な解析

第 15 章　結論　　15.3　遵守の立証

SKB 社は、「最適化」という用語を「人間に対する放射線量を、経済的及び社会的な要因を考慮して、合理的に達成可能な限り低く保つこと」という意味で使用している。そし

て、「BAT の利用の全般的な評価は、放射性廃棄物の管理方法の選択から、選択した方法の細部にまで及ぶ広範な問題である」としている。

SKB 社は、BAT と最適化の関係について、それらを同時に適用するべきであるとの考え方を示している。しかし、「実際のところ、この 2 つを明確に区別することは、しばしば困難である」という見解を示している。その要因として、安全評価結果に基づいて BAT を論じる場合、安全評価を行う段階では、選択した方法と場所（SR-Site では、フォルスマルクにおける KBS-3V 概念による処分）に関する最適化の検討は可能であるものの、BAT については比較候補を設定できない場合があることを挙げている。

このような考え方に基づき、SKB 社は、「長期安全性の評価におけるリスク計算の結果は、BAT の観点から考察する必要がある」と結論付け、この考察を行うために「リスク計算実施後の追加的解析作業の一部として、重要なバリアの寸法、レイアウトのルール、処分場深度などに関するリスク感度解析を実施」するという取り組みを行っている。

SR-Site 報告書[39]の 14.3 節では、最適化と BAT の利用を立証するための解析が行われている。この解析では、リスクに寄与するシナリオとそれらに関連する安全機能に着目し、BAT に関連する評価を行っている。具体的には、以下に示すバリアの特性や寸法をパラメータとした感度解析を実施している。

- 腐食損傷の可能性
  - 銅製シェルの肉厚
  - 緩衝材　－エロージョン回避の可能性
  - 緩衝材の質量及び厚さ
  - 埋め戻し材の密度　－定置孔上に設置された乾燥質量
  - 定置孔の許容規準
  - 定置坑道の許容規準（EDZ を含む）
- せん断破壊の可能性
  - キャニスタ内部のインサートの強度及び欠陥の発生度
  - 銅製シェルの力学特性
  - 緩衝材の密度及び緩衝材の材料特性
  - 定置孔排除の実施効率
- リスクに寄与しない設計関連要素
  - 静水圧による破損
  - 定置坑道埋め戻し材の寸法及び材料特性
  - 閉鎖プラグの寸法及び材料特性
  - 処分場の設置深度
  - その他のレイアウトを行う上での問題

SR-Site 報告書[39]では、これらの項目をパラメータとした感度解析のうち、銅製シェルの腐食による損傷について図解されている（図 5.1-21）。図 5.1-21 の縦軸は、100 万

年後に腐食により損傷するキャニスタの数を表しており、各ケースの平均値が「×」印で示されている。

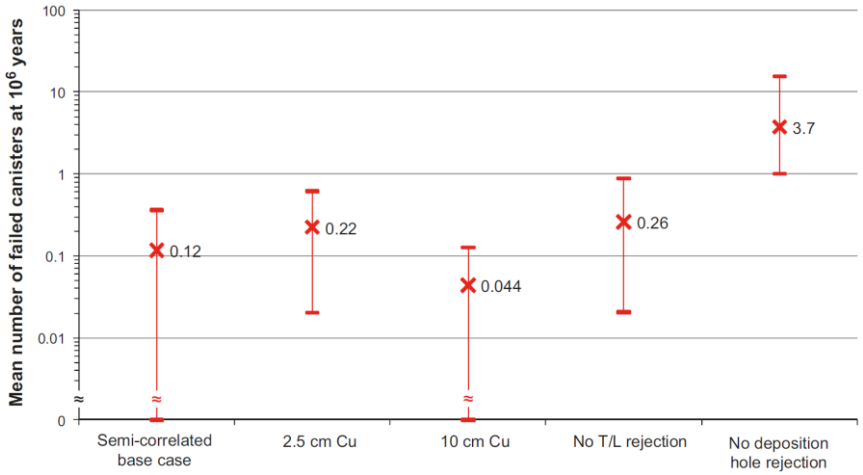


図 5.1-21　銅製シェルの肉厚に関する感度解析結果[39]

まず、銅製シェルの肉厚を変動させた検討では、肉厚を 2.5cm（基本設計 5cm の 1/2）とした場合にキャニスタ損傷数が約 2 倍に増加（0.12 が 0.22 に増加）し、10cm（基本設計 5cm の 2 倍）とした場合は約 1/3 に減少（0.12 が 0.044 に減少）する結果が得られている。100 万年後のキャニスタ損傷数はリスクと比例関係にあることがわかっており、かつ、基本設計（銅製シェルの肉厚：5cm）でのリスクが基準値を下回っていることから、銅製シェルの肉厚 5cm は BAT の観点で妥当であると主張している。

次に、銅製シェルの肉厚を 5cm に固定し、定置孔の選択方法をパラメータとした検討を行っている。SKB 社は、定置孔周囲における大きな地下水移流条件の発生を避けることを目的に 2 つの方法を取り入れている。一つは「T/L フィルタリング」と呼ばれる方法で、定置孔掘削後に、内部の亀裂の透水量係数 T と長さ L を観察し、移流条件の発生に至る可能性がある亀裂が見つかった場合にその定置孔を使用しないという基準を設けている。もう一つは「EFPC 基準」と呼ばれる方法で、定置孔掘削前に坑道の亀裂マッピングにより、坑道全周と交差する亀裂面（全周亀裂面）を検出し、この全周亀裂面（FPC 面）とキャニスタの交差を避けるようにして定置孔を掘削する方法である。図 5.1-21 では、「T/L フィルタリング」を適用しない場合を「No T/L rejetion」、「T/L フィルタリング」と「EFPC 基準」をいずれも実施しない場合を「No deposition hole rejetion」としている。100 万年後のキャニスタ損傷数は、「No T/L rejetion」で約 2 倍増加（0.12 が 0.26 に増加）し、「No deposition hole rejetion」で約 30 倍に増加（0.12 が 3.7 に増加）する結果が得られている。SKB 社は、この解析結果から、定置孔の位置決定における「EFPC 基準」の重要性を立証している。

(4) 諸外国における規制と事業者の取り組みに関する調査のまとめ

1) 規制の考え方

諸外国における放射性廃棄物処分に対する規制基準類について、BAT の採用等を含む ALARA を要求する事例に着目し、英国、米国、スウェーデンの規制要求を調査した。

英国、米国、スウェーデンでは、いずれも ICRP の勧告や IAEA の安全基準と整合した、BAT の採用や放射線防護の最適化（ALARA）が法律や規制機関が策定した規則に要求事項として示されている。

その中で、特筆すべき事項としては、英国において、最適化は経済的、社会的要因をはじめとする様々な考慮事項のバランスを取ることが必要であり、必ずしも放射線リスク（被ばく線量）を最小化する方法とは限らないことが明記されている点である。また、米国では、BAT の採用に際して、候補となる技術に対して費用の観点を除く評価を数値化（点数化）し、最も数値が高い技術を BAT の候補とするものの、費用の観点から実現困難である場合は、次点の技術を BAT として採用する手法が示されている。これは、経済的な観点に重きを置いた選定手法であると解釈できる。

2) 事業者の取り組み

英国では、許可要件に関するガイダンス（GRA）の中で示されている、「最適化に係る要件では、放射線リスクを低減することは重要ではあるものの、他の考慮事項に比して重みを与えるべきではなく、すなわち、最善の方法は、必ずしも放射線リスクを最小化する方法ではない」とした上で、事業者に対して環境セーフティケース（ESC）により放射性廃棄物処分場の安全性を裏付けることを求めている。

このような規制要求、最適化要件に対して、ドリッグ処分場の事業者である LLWR 社は、公表した ESC の中で、防護の最適化における検討では、処分場の設計、建設、操業、閉鎖、閉鎖後の様々な調整などについて、LLWR 社が好ましいと考えるアプローチを特定し、正当化していくプロセスを防護の最適化と位置付けている。また、その最適化プロセスには、長期的な管理に関する不確実性が伴うため、定量的解析を通して容易に把握できない判断が要求される。そのため、選択肢の選定において用いられることの多い、詳細かつ定量的な複数の基準による決定解析は適用せず、選択肢の評価では、様々なアプローチを採用している。

その結果、英国の放射性廃棄物処分における規制機関である EA の ESC に対するレビュー結果では、LLWR 社が適切なプロセスを用い、処分場の設計と操業において処分場を妥当に最適化していると結論付けている。

米国では、ALARA は線量限度ではなく、合理的に達成可能な限り、線量限度をはるかに下回る線量を達成することを目的としたプロセスであるとしている。ALARA の概念と実践を全ての活動に適用する一方で、ALARA プロセスの適用に努めるあまり、誤って非放射性のハザードからのリスクを増加させる可能性があることに留意しなければならない。

このような考え方を踏まえた上で、ユッカマウンテン処分場の設計・建設のプロセスにおいて、遮蔽設計においては、作業員の被ばく線量が 10 CFR Part 20 の基準内に収まるよう

に、放射線源からの線量率を低減するように設計され、更に、制限区域への人員の出入りを管理するプログラムと組み合わせることで、合理的に達成可能な限り低くなるとしている。これらの ALARA プロセスを適用した設計の検討は安全分析報告書として事業者から刊行され、それに対する妥当性を米国原子力規制委員会（NRC）が検証している。

スウェーデンの規制機関である放射線安全機関 SSM の規則では、使用済燃料及び原子力廃棄物の最終管理においては、最適化を行わなければならず、その際には、利用可能な最善の技術を考慮しなければならない、とした上で、閉鎖から長期間経過した後の処分場の解析や、処分場システムの開発作業の初期段階で実施される解析等、計算されたリスクに著しい不確実性が伴うケースでは、利用可能な最善技術をより重視すべき、また、最適化と利用可能な最善技術の適用で矛盾が生じた場合、利用可能な最善の技術の方に優先順位を与えるべきとしており、BAT が重要視されている。

また、事業者である SKB 社は、安全評価結果に基づいて BAT を論じる場合、安全評価を行う段階では、選択した方法と場所に関する最適化の検討は可能であるものの、BAT については比較候補を設定できない場合があることを挙げ、2 つを明確に区別することは、しばしば困難であるとしている。

したがって、「長期安全性の評価におけるリスク計算の結果は、BAT の観点から考察する必要がある」と結論付け、「リスク計算実施後の追加的解析作業の一部として、重要なバリアの寸法、レイアウトのルール、処分場深度などに関するリスク感度解析を実施」するという取り組みを実施している。

5.1.4　中深度処分に関する規制要求の調査・整理

次に、わが国の中深度処分に関する規制要求について調査・整理する。中深度処分に対する規制基準等は、令和 2 年 6 月時点で、整備が進められている段階である。原子力規制委員会は、中深度処分に対する規制基準等を整備すべく、平成 26 年（2014 年）12 月に「廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム」（以下、「検討チーム」という。）を設置し、平成 28 年（2016 年）2 月に、中深度処分に対する規制基準等を整備する前段階の考え方を整理した「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（案）」[41]を取りまとめた。その後、原子炉等規制法の改正を反映した「炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（改定案）」[27]（以下、「規制の考え方」という。）を提示した。更に、平成 30 年（2018 年）8 月までに、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」の改正規則の骨子案と改正規則解釈の骨子案及び審査ガイドの骨子案に相当する「中深度処分における廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備に係る骨子案」[42]、「中深度処分における操業中の廃棄物埋設施設に係る要求の骨子案」[42]、「第二種廃棄物埋設に係る廃棄物埋設施設及び廃棄体等の技術上の基準の骨子案」[42]（以下、上記をまとめて「規則等の骨子案」という。）等を取りまとめ、事業者との意見交換が行われた。また、令和 2 年 1 月に開催された第 52 回原子力規制委員会において、原子力規制庁が作成した「規則等の骨子案」を精査した上で、中深度処分に係る規則等の案を策定するとの方針が了承され、同年 7 月の第 16 回原子力規制委員会において、「中深度処分に係る規制基準等における要求事項について」[43]（以下、「規制等における要求事項」という。）のうち、検討チームにおいて検討を行うこととした断層に係るものを除いた内容について、科学的・技術的意見の募集を行うように指示があった。現在、募集により寄せられた意見を適切に反映した規制案等の作成作業が原子力規制庁によって進められている。

ここでは、「規制の考え方」で整理された規制要求の考え方、「規則等の骨子案」における具体的な規制要求事項、「規制等における要求事項」における規制要求事項を設計の観点で整理する。

(1) 規制の考え方

「規制の考え方」には、長期の安全確保のための規制要求として、ALARA の考え方を導入することが明記されている。ALARA の考え方を導入する目的は、中深度処分が対象とする長期の線量評価には大きな不確実性を伴うことから、線量の予測値と基準値の比較のみによるのではなく、合理的な範囲でできる限り被ばくを低減させるためのより良い措置の採用を常に促すことで、防護の実効性をより高めるためとしている。審査においては、線量基準を満たすことの確認のみではなく、事業者に対して、将来の公衆に対する防護の実効性を合理的な範囲でできる限り高めるための最新の知見・技術を踏まえた優れた技術の選択を含む設計に関する詳細な説明を求め、そのプロセスの妥当性の確認に重点を置くことが適切であるとしている。更に、規制の実効性を向上させるため、最低限確保すべき性能を満たすための設計上の対策に関する要求について、具体的な規制基準を提示することが適切だとしている。一方、ALARA の概念には、被ばくの低減効果とそれに掛かる費用の関係も因子として含まれていることから、ALARA や BAT は際限なく費用を投じた設計や線量の最小値の追求

を要求するものではないことが明記されている。

「規制の考え方」に示された主な要求事項は図 5.1-22 に示すように分類される。設計要求には、規制期間中及び規制期間終了後の安全確保のための要求があり、規制期間終了後の安全確保のための設計要求は、自然事象及び人為事象に関する要求に細分化される。なお、中深度処分事業は、以下の段階に分けられ、規制期間は審査段階から廃止措置段階までとされている。

- 立地段階（立地場所の調査～事業申請前）
- 審査段階（事業申請～事業許可前）
- 建設段階（事業許可～廃棄物の受入れの開始前）
- 廃棄物の埋設段階（廃棄物の受入れの開始～廃棄物埋設地の埋戻し終了）
- 閉鎖措置段階（廃棄物埋設地の埋戻し終了後～閉鎖措置の終了）
- 保全段階（閉鎖胃措置の終了後～廃止措置の開始前）
- 廃止措置段階（廃止措置の開始～廃止措置の終了）
- 規制期間終了後

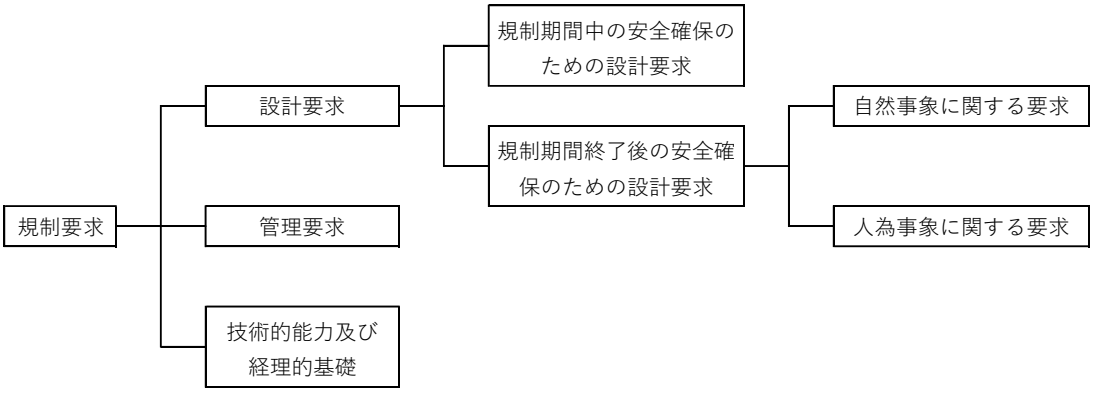


図 5.1-22　「規制の考え方」における規制要求の分類

「規制の考え方」には、設計要求として、主に規制期間終了後の安全確保のための要求事項が記載されている。

事前事象に関する要求としては、廃棄物埋設地の位置に係る要求、長半減期核種の濃度制限に係る要求、放射性核種の閉じ込めに係る要求、設計プロセスに係る要求が示されている。廃棄物埋設地の位置については、少なくとも 10 万年間は火山活動及び断層活動、侵食作用が著しい影響を及ぼすおそれのない区域に廃棄物埋設地を設置し、侵食作用を考慮しても離隔に必要な深度（後述する 70m）を確保することが要求されている。長半減期核種の濃度制限については、離隔に必要な深度が確保されている 10 万年後において、あえて廃棄物埋設地内の廃棄物と人間の接触を想定した線量評価を実施することが要求されている。ただし、この要求事項は、本来合理的には想定する必要がないと考えられるほど可能性が低い事象をあえて想定した「念のための要求」と位置付けられている。放射性核種の閉じ込めについては、廃止措置の開始までの期間は、人工バリアによって廃棄物埋設地からの放射性核種の漏出を

抑制すること、人工バリアから漏出した放射性核種の地下水等を介した生活圏への移行を天然バリアによって抑制することが要求されている。また、これらの放射性核種の閉じ込め要求に対して、廃棄物埋設地からの放射性核種の異常な漏えい、人工バリアや天然バリアの性能や機能に関する地下水等の状態を確認するモニタリング設備を設置することが要求されている。設計プロセスに関しては、深度を含む廃棄物埋設地の配置、施設形態、各部位の材料、寸法、施工方法等を検討する設計プロセスに対する以下の要求が示されている。この設計プロセスに係る要求事項は、まさに BAT を含む ALARA の考え方に基づいた設計を行い、より良い設計を採用することを求めたものであると言える。なお、設計プロセスに係る要求事項は、一定の性能など何らかの数値的な基準への適合性を求めるものではない。

- 放射性物質の閉じ込めを実現するための機能及びその性能並びにそれらの処分システムを構成する各部位への配分の考え方を明確にすること（その際に、単一の部位又は機能に過度に依存しないようにすること。）。
- それらの機能への影響や各機能間の相互作用、総合的な性能、線量低減効果の不確実性等を考慮すること。
- 国内外における既存又は類似の技術等の優れた技術水準を考慮すること。
- それらの技術を組み合わせた設計の採り得る選択肢を設定すること。
- 設定した選択肢を比較し、優れた設計を選定すること。

人間侵入に関する要求としては、人間侵入の発生防止に係る要求、人間侵入の影響低減に係る要求が示されている。人間侵入の発生防止については、金属・石油・石炭・天然ガス等の有用な天然資源が有意に存在する場所を避けた地点選定、廃棄物と公衆の離隔に有効と考えられる深度の確保を要求している。具体的な深度については、わが国における地下利用状況やトンネル施工深度等を考慮して、地表面から廃棄物埋設地の頂部までの深さが 70m より深いことを要求している。また、少なくとも 10 万年間は侵食作用を考慮しても当該深度を確保することが要求されている。人間侵入の影響低減については、廃棄物の放射能濃度が比較的高い規制期間終了直後における人間侵入の発生を想定しても公衆への影響が低減されるように設計することが要求されている。具体的には、掘削によって地表と廃棄物埋設地を短絡する経路が形成されたとしても、埋設した廃棄物全体に影響が及ぶことなく生活圏への放射性核種の移行量が抑えられるよう、廃棄物埋設地の内部を人工バリアで区画することを要求している。なお、規制期間終了直後における人間侵入の発生をあえて想定する本要求は、「念のための要求」と位置付けられている。また、人間侵入に関しては、廃棄物埋設地の存在を認知した上で行われる意図的な侵入の当事者は防護対象としないこととしている。

(2) 規則等の骨子案

「規制の考え方」に示された基本的考え方に基づき、規則の骨子案が具現化されている。ここでは、現行規則では要求されていない要求事項、ALARA の考え方に基づく設計に係る要求事項に着目し、規則等の骨子案における要求事項を整理する。

1）深度の確保と閉じ込め機能に関する要求

第 13 条第 1 項には、70m 以上の深度の確保、廃止措置開始までの閉じ込め機能に関する要求が示されている。

第 13 条　廃棄物埋設地 1　廃棄物埋設地（中深度処分に係るものに限る。）は次に掲げる要件を満たすものでなければならない。 一　浸食等を考慮してもなお将来にわたって地表から七十メートル以上の深度が確保される区域に設けること。 三　放射性物質を埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から少なくとも埋設の終了までにあっては廃棄物埋設地の限定された区域に、埋設の終了から少なくとも廃止措置の開始までの間にあっては廃棄物埋設地内に閉じ込める機能を有するものであること。

第一号については、隆起及び気候変動による大陸氷床量の増減当に起因する海水準変動に伴う浸食並びに風食、河川が近くにある場合は下刻の進展に従った谷幅が広がる側方の浸食量、海岸に近い場合には海食による浸食量を考慮した 10 万年後においても、廃棄物埋設地を鉛直方向に投影した地表面のうち、最も高度の低い地点から廃棄物埋設地の頂部までの距離が 70m 以上であることが要求されている。

第三号の閉じ込め要求については、埋設の終了を境に要求が異なる。放射性廃棄物の受入れ開始から少なくとも埋設の終了までの期間は、廃棄物埋設地の限定された区域から漏えいする放射性物質の量が無視できるほど少ないことが要求されている。具体的な指標としては、以下の 2 つが挙げられている。

① 廃棄体の腐食による孔の形成時期又は廃棄体の下端が廃棄物埋設地内に侵入した地下水に触れる時期が廃止措置の開始以降となる等により、放射性物質の漏えいが生じないこと。

② 埋設の終了までの期間において、廃棄物埋設地の限定された区域から漏えいする主要な放射性物質の年当たりの漏えい量又は当該区域に隣接する人工バリア若しくは天然バリア内の主要な放射性物質についての放射能濃度が、各原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示で定められている周辺監視区域外の水中の濃度限度（水中濃度限度）と比べて十分に低いこと。

埋設の終了から少なくとも廃止措置の開始までの期間は、発生が合理的に想定できる範囲内の自然現象が人工バリアの機能に及ぼす影響を考慮した保守的な状態設定の下で、廃棄物埋設地内の放射性物質の移行を評価し、廃棄物埋設地から漏えいする放射性物質の量が無視できるほど少ないことが要求されている。具体的な指標としては、以下の 2 つが挙げられている。

①　上記の①を満足することにより、放射性物質の漏えいが生じないこと。

② 廃止措置の開始までの期間において、廃棄物埋設地から漏出する主要な放射性物質の年当たりの漏出量又は廃棄物埋設地に隣接する地盤等内の主要な放射性物質についての放射能濃度が、水中濃度限度と比べて十分に低いこと。

なお、「水中濃度限度と比べて十分に低い」ことを満たす基準値（例えば、水中濃度限度の1/100等）は示されていない。

2）設計プロセスに係る要求と線量基準

第13条第4項には、ALARAの概念を導入した設計プロセスによる廃止措置開始後の異常時の放射線障害の防止に関する要求が示されている。

第13条　廃棄物埋設地 4　廃棄物埋設地は、廃止措置の開始前後において廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがあるものでなければならない。

改正規則の骨子案に示された条文は上記のみであるが、改正規則解釈の骨子案には、評価シナリオ毎に要件が記載されている。まず、「廃棄物埋設地の保全に関する措置を必要としない状態に移行する見通しがある」は、埋設した放射性廃棄物に起因して発生する公衆の被ばく線量が、各シナリオに基づく評価の結果、それぞれの基準を満たすように設計されていることを意味している。以降では、線量の基準値と設計プロセスに求められる要件についてシナリオ毎に記載する。

a．自然事象シナリオ

自然事象シナリオの評価では、処分システムの状態として、

- 発生が合理的に想定できる範囲内で最も厳しい状態（以下、「厳しい状態」という。）
- 合理的に通常起こり得ると考えられる範囲内の状態設定（以下、「通常の状態」という。）で、保守的にパラメータを設定した状態（以下、「保守的な状態」という。）
- 合理的に通常起こり得ると考えられる範囲内の状態設定（以下、「通常の状態」という。）で、最も可能性が高いと考えられるパラメータを設定した状態（以下、「可能性が高い状態」という。）

の3つの状態を評価対象としている。

厳しい状態に対しては、公衆の受ける線量が300μSv/yを超えないことが要求される。なお、厳しい状態の評価に当たっては、不確実な部分を保守側に簡略化してよいとされている。通常の状態に対しては、公衆の受ける被ばく線量が合理的に達成できる範囲でできる限り十分に低く抑えられるよう設計されていることが要求されている。具体的な要件は以下のとおりである。

①廃棄物埋設地から生活環境への放射性物質の移行を抑制する機能を有する地盤の中から二以上の廃棄物埋設地の設置場所の候補を選定すること。ここで、放射性物質の移行を抑制する機能を有する地盤とは、以下が考慮されている必要がある。

・ 廃棄物埋設地から漏えいするおそれのある主要な放射性物質の特性
・ 廃棄物埋設地周辺の水理地質構造及び地球化学環境

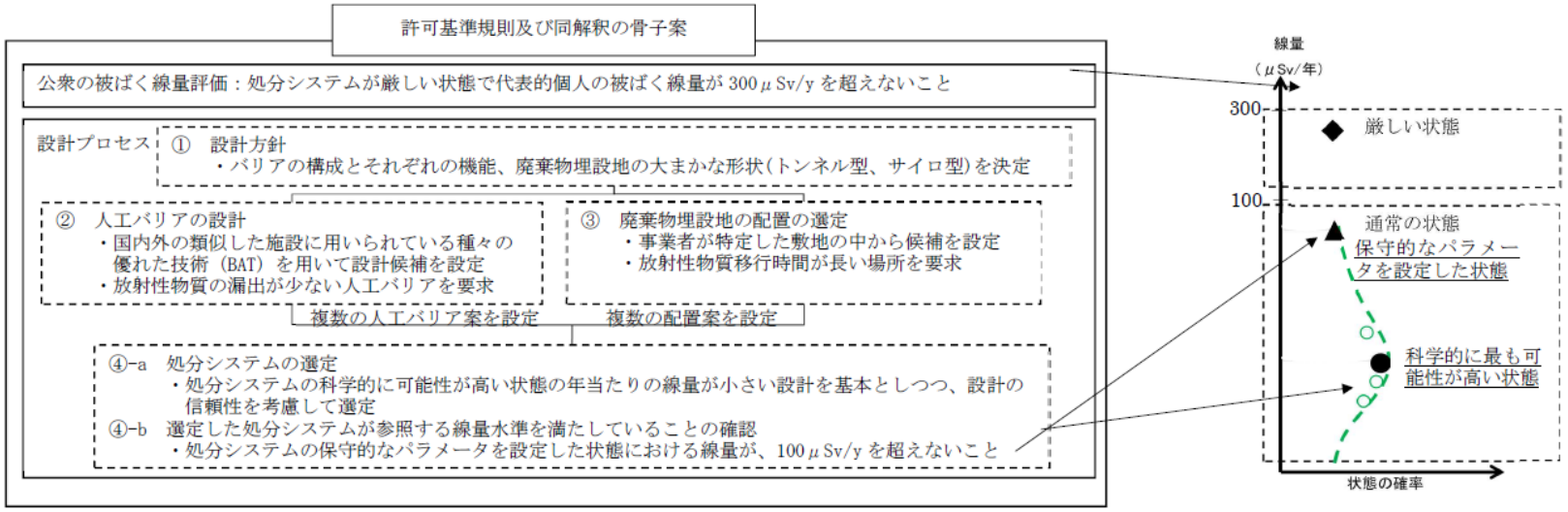
②廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいが低減される機能を有する人工バリアの中から二以上の人工バリアの候補が選定されていること。ここで、人工バリアは以下を考慮して設計されている必要がある。

・ 設計時点において合理的に利用可能な最善の建設・施工技術によるものであること
・ 劣化・損傷に対する抵抗性を考慮すること
・ 劣化・損傷が生じた場合にも当該機能ができるだけ維持できる構成・仕様であること
・ 人工バリア又は天然バリアについては、これらを構成する構造又は設備が有する一つの性能に過度に依存しないこと

③上記①で選定した二以上の廃棄物埋設地の設置場所の候補及び上記②で選定した二以上の人工バリアの候補を組み合わせた設計（組合せ設計）の中から評価を行い、より良い設計を選択すること。この際、組合せ設計について、設計の信頼性を考慮し、通常の状態のうち可能性が高い状態における被ばく線量が、より小さい設計が選ばれていることを基本とする。また、決定した設計が、通常の状態のうち保守的な状態における被ばく線量が 100μSv/y を超えないこと。

このように、自然事象シナリオに対しては、BAT を含む ALARA の考え方を導入した設計が要求されており、廃棄物埋設地の位置と人工バリアをそれぞれ複数候補設定し、それらを組み合わせた設計の中から、より良い設計を選択する設計プロセスが要件として定められている。また、通常の状態のうち可能性の高い状態では、公衆の受ける線量が 100μSv/y を下回ることを前提に、通常の状態のうち保守的な状態でも 100μSv/y 未満を満たし、厳しい状態においても 300μSv/y を下回ることを要求している。これは、「規制の考え方」で示されたように、線量基準を満たすことのみではなく、設計プロセスの妥当性の確認に重点を置いた審査を実施するという考え方に基づくものである。

なお、以上で示した内容は、審査ガイド骨子案としても示されている（図 5.1-23 参照）。



線量評価の目的と評価方法		
処分システムの状態		評価の目的
◆厳しい状態		将来の世代が不当に高い被ばくを受けないことの確認
通常の状態	▲保守的なパラメータを設定した状態	設計した処分システムが、通常の状態で保守的なパラメータを設定した状態においても満たすべき性能を有することの確認
通常の状態	●科学的に最も可能性が高い状態	放射性物質の生活環境への放出率が小さくなる設計を、比較検討

各状態における人工バリア及び天然バリアの機能の設定の例

バリア		人工バリア				天然バリア	
構成要素		廃棄体	低拡散層		低透水層	－	
機能		溶出抑制	低拡散性	移行遅延	低透水性	低透水性	移行遅延
厳しい状態	◆*)	×	△	△	△	△	△
		△	×	△	△	△	△
		△	△	×	△	△	△
		△	△	△	×	△	△
		△	△	△	△	×	△
		△	△	△	△	△	×
通常の状態	▲	△	△	△	△	△	△
	●	○	○	○	○	○	○

×：バリア性能の著しく劣化した状態を想定
△：保守的にパラメータを設定
○：科学的に最も可能性が高い状態のパラメータを設定
*) 各機能の喪失のうち、廃棄体の溶出抑制機能の喪失が最も影響が大きい場合を例示

図 5.1-23 自然事象シナリオにおける評価の考え方[42]

b. 人為事象シナリオ

人為事象シナリオの評価では、人間侵入に係るシナリオと 10 万年後における放射性廃棄物と人の接触を仮想した評価を行い、いずれも公衆の線量が 20mSv/y を超えないことが要件となっている。

人間侵入シナリオは、廃棄物埋設地に対し、1 本のボーリング孔が掘削され、このボーリング孔により放射性核種が生活圏に放出されることを想定したもので、帯水層への井戸掘削をあえて想定したものである（図 5.1-24 参照）。

10 万年後における放射性廃棄物と人の接触を仮想した設定は、海水準変動に伴う浸食により放射性廃棄物と人が接触することを想定しており、10 万年後以降にわたり一定以上の深度を確保できる深度に廃棄物埋設地を設置した場合には、評価不要とされている。

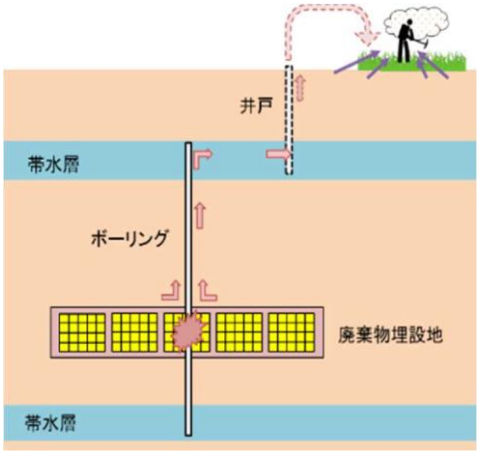


図 5.1-24　人為事象シナリオの概念図[42]

(3) 規制等における要求事項

「規制等における要求事項」では、設計プロセスに関する規制要求の考え方が示されている。基本的には、「規則等の骨子案」で示されている考え方に則しており、最終的には、廃棄物埋設地の位置と、構造及び設備の候補を組み合わせた設計オプションの中から、「通常の状態において最も可能性が高いと考えられる設定」において、生活環境への主要な放射性物質の移行抑制機能に係る性能が最も優れているものを選定することとしている。設計オプションは、廃止措置の開始以降における放射性物質の移動を抑制する性能が、実行可能な範囲内で最も優れるものとして設定したものであり、その上で、解釈において次のような主旨の記載を行うこととしている。

・ 次の①から③に従って複数の廃棄物埋設地の設計の候補を選定し、その中から、④に従って廃棄物埋設地の設計を最終的に選定する。

① 人工バリアは、埋設する放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質の特性等及び設置環境並びに設計時点における国内外の関連技術等を踏まえて、安全機能及び劣化・損傷に対する抵抗性の観点から、優れた設計を選定していること。

② 廃棄物埋設施設の敷地を考慮して廃棄物埋設地を設置することが可能な範囲内におい

て、廃棄物埋設地の外に移動した放射性物質の移行を抑制する機能の観点から、優れた場所を選定していること。

③ 上記①及び②に基づき選定した廃棄物埋設地の設計のうち、最も可能性が高い「被ばくに至る経路」を考慮し、「人工バリア及び天然バリアの状態」に係るパラメータを通常の状態において保守的な設定として評価を行った結果、評価される公衆の受ける線量が 100 マイクロシーベルト／年を超えないものを選定していること。

④ 上記③の「人工バリア及び天然バリアの状態」に係るパラメータを、通常の状態において最も起こる可能性が高い設定とした上で、公衆の受ける線量を評価し、線量が最も小さい廃棄物埋設地の設計を最終的に選定していること。

「生活環境への主要な放射性物質の移行抑制機能に係る性能」の指標としては、線量を基本としている。設計オプションの比較は、埋設した放射性廃棄物に起因する将来の公衆の被ばくの可能性及び線量をできる限り低減する観点を考慮し、以下のとおりの設定としている。

- 「被ばくに至る経路」は、最も可能性が高いと考えられものを選定する。
- 「人工バリア及び天然バリアの状態」に係るパラメータは、通常の状態において最も可能性が高い設定とする。ただし、線量ピークが現れるまでの期間にわたって「最も可能性が高い」設定を行うことが困難な場合は、設定可能な期間における設定を外挿することとする。
- 「生活様式等」は、そのサイトにおいて一般的と考えられる河川水利用及び土地利用等、並びに食物及び飲料水の年間摂取量、被ばく換算係数を設定する。

なお、最終的な設計の選定は線量の比較によることが基本であるが、それにも拘わらず線量評価結果で劣後する設計オプションを選択しようとする場合は、例えば処分システムの頑健性がより高いと考えられる設計や、評価の不確実性がより小さいと考えられる設計等の観点で最も優れていると考える設計オプションを選定することとし埋設事業者はその合理性を説明することとする、としている。

(4) 中深度処分に対する規制要求の調査のまとめ

現在整備が進められている中深度処分に対する規制要求の内容を調査した結果を、現行規則からの変更点と ALARA の考え方に基づく設計に係る内容に着目して以下にまとめる。

- 中深度処分が対象とする長期の線量評価には大きな不確実性が伴うため、線量の予測値と基準値を比較するだけではなく、合理的な範囲でできる限り被ばくを低減させるためのより良い措置の採用を常に促すことで防護の実効性を高めることを目的として、ALARA の考え方が導入されている。(規制の考え方)
- 一方で、ALARA や BAT が際限なく費用を投じた設計や線量の最小化を要求するものではないことが明記されている。(規制の考え方)
- 廃棄物埋設地の設置深度は、少なくとも 10 万年後において 70m 以上の深度が確保さ

れていることが要求事項として明記されている。（規制の考え方、規則等の骨子案）

- 埋設の終了までの期間は廃棄物埋設地の限定された区域に、埋設の終了から廃止措置開始までの期間は廃棄物埋設地内に放射性物質を閉じ込めることが要求されている。（規制の考え方、規則等の骨子案）
- 長期安全性の評価のうち、自然事象シナリオにおいては、処分システムの状態として「厳しい状態」と「通常の状態（更に、可能性が高い状態と保守的な状態に細分化される）」を設定した上で、公衆が受ける線量を厳しい状態に対しては 300μSv/y 未満、通常の状態に対しては 100μSv/y 未満とすることが要求されている。
- 通常の状態に対しては、公衆の受ける被ばく線量が合理的に達成できる範囲でできる限り十分に低く抑えられるよう設計されていることが要求されており、実際の審査においては、その設計プロセスの妥当性確認に重点が置かれる。具体的な要件は以下のとおりである。
  - 廃棄物埋設地の設置場所の候補を複数設定する
  - BAT を考慮した人工バリアの候補を複数設定する
  - 天然バリア、人工バリアの一つの性能に過度に期待しない
  - 廃棄物埋設地の設置場所の候補と人工バリアの候補を組み合わせた設計（組合せ設計）の中から、より良い設計を選択する
  - 組合せ設計の評価・選択に当たっては、通常の状態のうち可能性が高い状態における被ばく線量が（100μSv/y 未満であることを前提として）より小さい設計が選ばれていることを基本とする
- 人為事象シナリオについては、廃棄物埋設地にボーリング孔が掘削され放射性核種が生活圏に放出される人間侵入に係るシナリオに対して、公衆の受ける線量が 20mSv/y を超えないことが要求されている。

5.1.5　中深度処分（余裕深度処分）に関する既往検討成果の調査・整理

本項では、余裕深度処分の施設設計における考え方及び安全評価手法について整理することを目的として、日本土木学会の余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方[44]及び余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方[45]、日本原子力学会標準の余裕深度処分施設の施設検査方法[46]及び余裕深度処分の安全評価手法[47]を調査する。具体的には、設計するにあたり、処分施設に必要な機能は何か、その機能を満たすために評価すべき性能パラメータは何か、という観点から整理する。

(1) 地下施設の設計の考え方に関する既往検討成果の調査

ここでは、中深度処分の検討に資する、余裕深度処分の処分施設設計に関する情報の整理を目的として、従来の余裕深度処分施設の設計の考え方及び施設に要求される基本機能等について調査する。調査対象として、土木学会の「余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方」を調査する。

土木学会の「余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方」では、低レベル放射性廃棄物のうち比較的放射能濃度の高いものについては、一般的であると考えられる地下利用に対して十分余裕を持った、少なくとも地表面から 50m 以深の安定な地下に処分することを余裕深度処分と位置付けている。具体的な特徴として、廃棄物を地下に埋設すること、長期の維持機能を持つこと、品質管理及び検査において物理的・空間的な制約を受けることが挙げられる。ここで、長期の維持機能については、一般的な構造物と違い、数万年オーダーの検討が必要であり、不確実性をはらんでいることに留意しなければならない。余裕深度処分における処分施設は、以下のような、地上部分に建設される受け入れ作業や管理を行うための「地上施設」と、廃棄体を埋設するための処分空洞や、処分空洞にアクセスするためのアクセス坑道などを含む「地下施設」で構成される。

- 地上施設：受入施設、放射線管理施設
- 廃棄物埋設地：処分空洞、人工バリア
- アクセス坑道、周辺坑道

} 地下施設：調査対象

上記のように、地下施設は、地上と地下をつなぐ坑道を除くと、処分空洞及び人工バリアで構成されている。人工バリアについては後述するが、処分空洞には、埋設施設を建設・操業中に必要な、廃棄体を封入する人工バリアと作業するための空間を保持する支保工としての機能と、埋設施設を埋め戻した後に埋設施設外に放射性核種を漏らさないバリアとしての機能がある。後者を「天然バリア」と呼び、余裕深度処分では、この天然バリアと人工バリアを組み合わせた「多重バリアシステム」によって核種の生物圏への移行・放出を抑制することが図られている。前述したとおり、余裕深度処分全体での考え方は、天然バリア＋人工バリアの多重バリアシステムによる放射性核種の拡散・放出防止であるが、「余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方」においては、人工バリアに関する記

述が主である。そのため、本報告書では、人工バリア（処分空洞及びアクセス坑道も含む）の設計について調査・整理する。人工バリアは、長期にわたる物理的・化学的状態変化、自然現象に対して安全評価の前提となる性能が期待できる構造であることが必要、とされている。これを踏まえて、人工バリアに具備されるべき安全機能等の基本的要件として 4 つの機能が設定されており、これらをまとめて「基本安全機能」と定義している。4 つの機能はそれぞれ、「閉じ込め」、「遮へい」、「移行抑制」及び「離隔」である。更に、基本安全機能は受入れから管理期間終了後の各段階で検討する必要があるとしており、図 5.1-25 に基本安全機能と段階の関係について示す。

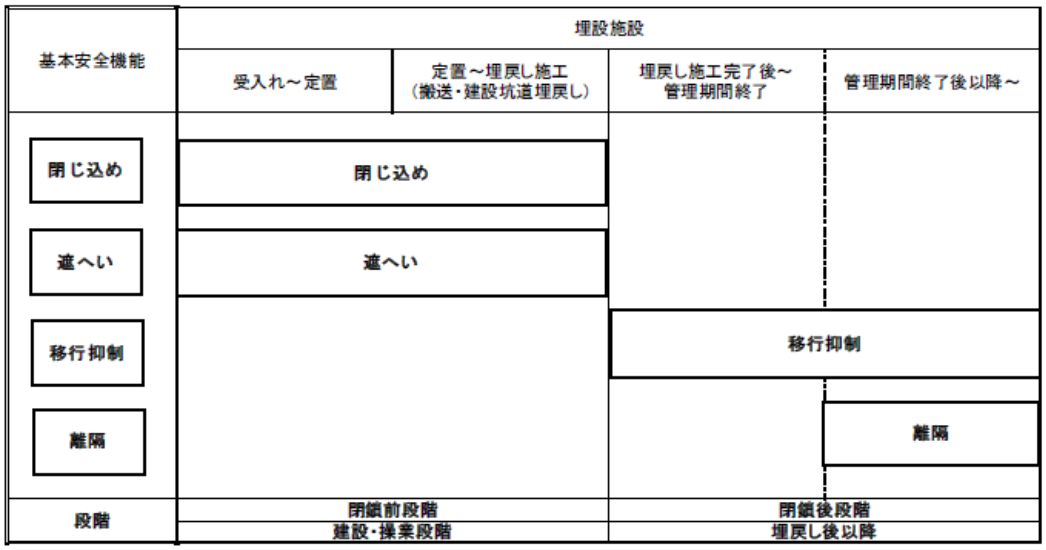


図 5.1-25　段階ごとの基本安全機能[44]

基本安全機能を満たすために、人工バリアは複数の部材による多層構造で構成されており、それぞれの部材が基本安全機能に対して担う役割は異なる。図 5.1-26 に人工バリアの構成について、表 5.1-3 に人工バリアに係る各部材に要求される主要な機能を示す。人工バリアの設計は、それぞれの部材に対して行う必要があり、本来であればそれらの組み合わせについても考慮する必要があるが、組み合わせの是非については、既往文献[44]では言及されていない。その点に留意して、人工バリアの各部材の設計における考え方について整理する。

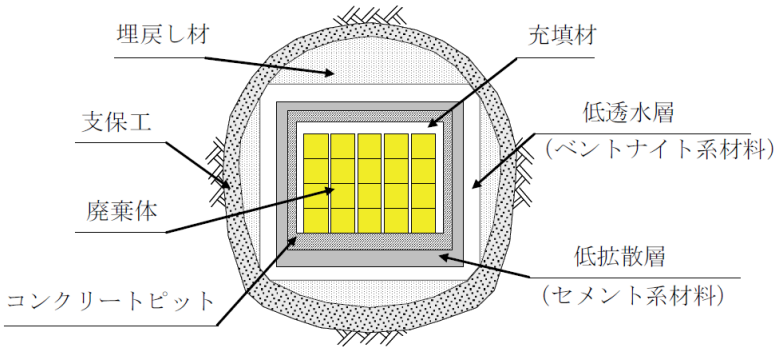


図 5.1-26　人工バリアの構成[44]

表 5.1-3　各部材に要求される基本安全機能[44]

			区画内充てん材	コンクリートピット	低拡散層	低透水層	空洞内充てん材	埋戻し材	処分空洞
基本安全機能		閉じ込め	－	●	－	●	－	－	－
		遮へい	●	●	●	－	－	－	－
	移行抑制	核種収着性	●	●	●	－	－	－	－
		低拡散性	－	－	●	－	－	－	－
		低透水性	－	－	－	●	●	－	－
		卓越した移行経路形成の防止	－	－	－	－	－	●	－
	離隔	離隔距離の確保	－	－	－	－	－	－	●
		容易な人間侵入の抑制	－	－	－	－	－	●	－
操業上の機能			－	●	●	●	－	－	●

部材ごとに要求される機能に対して設計の検討をする必要があり、要求機能として、基本安全機能に加えて、操業上の機能（作業空間確保などの力学的特性）があげられている。また、人工バリアは大きく分けて、セメント系部材とベントナイト系部材の２種で構成されており、設計にあたって使用され得る材料は多岐にわたる。したがって、人工バリアの部材の設計は、要求機能を満たしているか否かを材料の選定も含めて検討することが求められる。そこで、ここでは、要求される機能を部材ごとに整理する。

1）低拡散層（セメント系部材）

低拡散層の設計で要求される基本安全機能は、建設・操業中は「遮へい」、埋戻し後は「移行抑制」である。また、操業上の機能として、坑道の形状や処分空洞の内空を確保することが求められる。ここでは、これらの機能を満たすために要求される性能を設計仕様項目と材料選定に分けて整理する。設計仕様項目とは地下施設を構成する各部位を設計・施工する上で性能を支配する設計・施工上の要因である。

a．要求性能と設計仕様項目

低拡散層に要求される性能及び性能に対する設計仕様項目は以下である。

・　放射線の遮へい性能：乾燥単位容積質量、部材寸法、圧縮強度

・　拡散特性　　：実効拡散係数、部材寸法、ひび割れの開口面積、鉱物組成、

圧縮強度

- 核種収着性　　：分配係数、収着体積（部材寸法)、鉱物組成
- 力学特性　　：圧縮強度

– 放射線の遮へい性能

埋戻し完了まで､ガンマ線に対して所定の遮へい性能を確保するように設計する｡ガンマ線に対する遮へい性能は設計仕様項目中の単位体積容量と部材の厚さに比例するとされており､また､遮へい性能を維持するための力学特性も必要であることから、圧縮強度についても検討が必要である。

– 拡散特性

埋戻し後に､核種が拡散によって移行することを部材が抑制するか否かを評価するために､部材健全部の実効拡散係数とひび割れなどの劣化部の割合が必要となる。そのため、実行拡散係数に加えて、部材の厚さ、ひび割れの開口面積が設計仕様項目として挙げられる。また､長期的な拡散係数の変化を考慮した際に､鉱物組成はセメント水和物の溶脱などが部材健全部に､圧縮強度はひび割れの生成に影響を与えるため、検討が必要である。

– 核種収着性

埋戻し後の移行抑制機能は､前述した拡散特性のみならず部材の収着性にも依存する｡核種を執着する機能については､収着分配係数を用いることで評価する、としている。また、コンクリートピット中の間隙水の核種濃度は、コンクリートピットの体積に依存するとされていることから､部材寸法も検討される。また､移行抑制機能は長期的な影響も考慮する必要があり、その観点から鉱物組成についても設計仕様項目に挙げられている。

– 力学特性

建設・操業段階は、現状の土木構造物の設計耐用期間に包含されるため、現状の土木分野における設計方法が適用できる。ここでは、力学特性の代表として、圧縮強度が設計仕様項目に設定されている。

b．材料選定、配合設計に係る考え方

低拡散層はセメント系材料であり、セメント系材料における材料選定・配合設計では、設計仕様項目のうち、実効拡散係数、ひび割れ及び圧縮強度に関する物性についての考え方が示されている。低拡散層における材料の選定は、後述のコンクリートピット、区画内充てん材と共通である。材料設定、配合設計のそれぞれ関わる設計仕様項目を整理する。

c．材料選定

材料選定の際の使用材料と、その例は以下である。

- セメント：ポルトランドセメント、混合セメント
- 混和材　：フライアッシュ、高炉スラグ微粉末など
- 骨材　　：石灰岩、スラグなど

・ 混和剤　：AE 剤、高性能 AE 減水剤

選定した材料によって、影響を及ぼす設計仕様項目は異なる。それぞれの材料に関わる設計仕様項目と影響因子を整理したものを図 5.1-27 に示す。

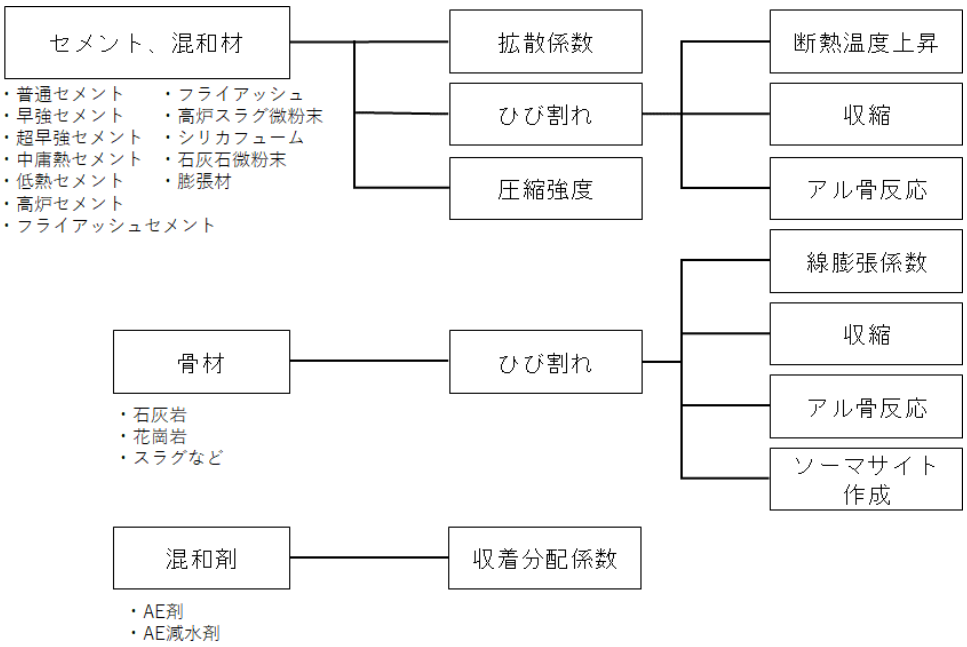


図 5.1-27　材料選定に起因する設定仕様項目

d. 配合設計

配合設計では、要求性能で挙げた設計仕様項目を考慮した上で、施工性能の高いセメント系材料となるような設計が基本となる、としている。設計仕様項目と、設計仕様項目に関わる要素について以下に整理する。

- 乾燥単位容積重量　：実効拡散係数、ひび割れ開口面積、施工性
- 実効拡散係数　　：マトリックスの性能（水セメント比、混和材置換率)、ひび割れ特性
- ひび割れの開口面積：単位セメント量、単位水量、セメントの発熱量
- 収着分配係数　　：モルタルを構成する材料の種類・組合せ・品質のばらつき
- 圧縮強度　　：実効拡散係数、ひび割れ開口面積、施工性
- 施工性　　：施工性能

2) コンクリートピット（セメント系部材）

コンクリートピットの設計で要求される基本安全機能は、建設・操業中は「閉じ込め」、「遮へい」、埋戻し後は「移行抑制」である。また、操業上の機能として、処分空洞の内空を確保することが求められる。

a. 要求性能と設計仕様項目

コンクリートピットに要求される性能及び性能に対する設計仕様項目は以下である。

- 力学特性　　：コンクリート圧縮強度、鉄筋強度、配筋・継手・かぶり
- 放射線の遮へい性能：乾燥単位容積質量、部材寸法、コンクリート圧縮強度、鉄筋強度、配筋・継手・かぶり
- 核種収着性　　：分配係数、収着体積（部材寸法）、鉱物組成

要求性能に対する設計仕様項目の考え方は、低拡散層とほとんど同様であるが、遮へい機能を維持するための力学特性として、コンクリート圧縮強度、鉄筋強度、配筋・継手・かぶりについてもあわせて検討する必要があるとしている。

b. 材料選定、配合設計及び構造設計に係る考え方

コンクリートピットはセメント系材料であり、セメント系材料における材料選定は、5.1.5 (1) 1) b. で示した低拡散層の際と同様である。また、コンクリートピットには荷重や地震力に対して廃棄体を閉じ込める機能が必要とされることから、構造設計についても検討する必要がある。

c. 材料選定

コンクリートピット特有の材料として鉄筋があり、鉄筋の選定は一般的な構造用鉄筋としてよいとされている。また、埋戻し後の鉄筋の腐食を考慮すると、隣接する低拡散層にひび割れが発生する可能性があるため、移行抑制機能を維持する観点からは使用量を減らし、腐食自体の対策としてはコスト面に留意し、ステンレス筋などの補強材料を用いることが望ましいとされている。

d. 配合設計

5.1.5 (1) 1) b. で示した低拡散層の考え方と概ね同様である。

e. 材料選定

コンクリートピットの構造設計にあたっては、コンクリートピットの要求機能を満たすよう、JSCE RC 示方書、JASS5N などの既往の構造設計指針類に準じて行うこととしている。設計する際に考慮する項目について以下にまとめる。

- 自重
- 低拡散層及び区画内充てん材打込み時の側圧
- 低拡散層硬化時の膨張材による膨張圧
- 廃棄体重量
- 操業荷重
- 地震荷重
- 低透水層の膨潤圧
- ガス圧

・ 構造解析とモデル化

3）区画内充てん材（セメント系部材）

区画内充てん材の設計で要求される基本安全機能は、建設・操業中は「遮へい」、埋戻し後は「移行抑制」である。

a．要求性能と設計仕様項目

区画内充てん材に要求される性能及び性能に対する設計仕様項目は以下であり、設計仕様項目の設定についての考え方は低拡散層の場合と同様である。

・ 放射線の遮へい性能：乾燥単位容積質量、部材寸法、圧縮強度
・ 核種収着性　　：分配係数、収着体積（部材寸法）、鉱物組成

b．材料選定、配合設計に係る考え方

区画内充てん材はセメント系材料であり、セメント系材料における材料選定は、低拡散層の場合と同様である。配合設計についてもおおむね同様であるが、充てん性についても考慮する必要がある。

c．材料選定、配合設計に係る考え方

低拡散層で示した考え方に準ずるが、充てん作業では長距離圧送や遠隔操作による施工が行われるため、狭隘な空間への自己充てんが必要とされる。そのため、材料選定の際には、より優れた高性能 AE 減水剤の種類について検討する必要があるとしている。また、区画内充てん材の上部では、区画内充てん材のみで所要の遮へい機能が必要であり、高い遮へい機能が期待できる粗骨材の使用についても追加で検討が必要としている。

d．配合設計

前述したとおり、高い充てん性を確保するためには、地下施設特有の多数の施工条件（長距離圧送、遠隔操作など）と、放射性廃棄物特有の環境条件（廃棄体発熱など）を考慮して配合設計を行う必要があるとしている。

4）低透水層（ベントナイト系部材）

低透水層の設計で要求される基本安全機能は、建設・操業中は「閉じ込め」、埋戻し後は「移行抑制」である。また、操業上の機能として、処分空洞の内空を確保することが求められる。

a．要求性能と設計仕様項目

低透水層に要求される性能及び性能に対する設計仕様項目は以下である。低透水層はベントナイト系の部材であることから、低透水層の設計については、ベントナイトの組成に大きく依存する。そのため、以下に整理した設計仕様項目は、ベントナイトの性能を検討するための項目と言える。

・ 透水特性：透水係数、部材厚さ、鉱物組成、密度、強度・変形係数、膨潤圧
・ 力学特性：強度・変形係数

－ 透水特性

埋戻し完了まで、放射性核種の移行媒体となる地下水が廃棄体へ侵入することを抑制する（「閉じ込め」）ためには、透水特性を考慮した設計が必要であり、透水特性を決定する支配項目として低透水層の透水係数と厚さが設計仕様項目に設定される。更に、埋戻し後は、長期的な人工バリアへの地下水流入を低減する機能（「移行抑制」）が求められ、透水係数と厚さについても、長期的な変化を考慮しなければならない。長期的な変化に寄与する因子として鉱物組成、密度、強度・変形係数、膨潤圧が挙げられ、それらが設計仕様項目として設定される。

－ 力学特性

建設・操業段階において、廃棄体の定置作業などは低透水層上で行われるため、支持部材としての機能が必要であることから、強度・変形係数が設計仕様項目として設定される。

b. 材料選定に係る考え方

材料選定で重要な点は、ベントナイトの含有成分のうち、モンモリロナイトがどれほど占めているかである。上述した設計仕様項目のうち、透水特性に係る項目全てで、モンモリロナイトの含有率ができるだけ高いことが、要求性能を満たすうえで重要な点であるとしている。強度変形係数については、高密度、低含水であることが求められている。

5) 空洞内充てん材（ベントナイト系部材）

空洞内充てん材の設計で要求される基本安全機能は、埋戻し後の「移行抑制」である。

a. 要求性能と設計仕様項目

空洞内充てん材に要求される性能及び性能に対する設計仕様項目は以下である。
・ 力学特性：強度・変形係数、鉱物組成

埋戻し後、長期にわたって低透水層の膨潤変形を十分小さい水準に抑制するために、強度・変形係数が設定されており、更に長期的に機能を維持する上で、空洞内充てん材の化学的変質を考慮する必要があり、その因子として鉱物組成が挙げられ、設計仕様項目に設定されている。

b. 材料選定に係る考え方

空洞内充てん材の候補として土質系材料及びセメント系材料があげられるが、ベントナイト系混合土を前提としている。ベントナイトは低透水層で用いるものと同様であり、混合土に用いる骨材としては、現地発生土、購入材あるいは産業副産物も候補に挙げられ

ている。空洞内充てん材を設計する上で、ベントナイト混合土が強度・変形係数に及ぼす影響因子としては、砕石混合率（高いほど変形係数は高い）、ベントナイト混合質量比（小さいほど強度・変形特性は高い）が検討されている。

6）埋戻し材（ベントナイト系部材）

埋戻し材の設計で要求される基本安全機能は、埋戻し後の「移行抑制」及び「離隔」である。埋戻し後の坑道が天然バリア内に連続した核種移行経路を形成しないことが必要であり、また、人が侵入できないように内部空間を閉塞することが求められている。

a．要求性能と設計仕様項目

埋戻し材に要求される性能及び性能に対する設計仕様項目は以下である。透水特性についての基本的な考え方は低透水層の場合と同様である。閉塞性については人が侵入しないことと、掘削等の作業に対する抵抗性の観点から設計仕様項目の設定がされている。

- 透水特性：透水係数、鉱物組成、密度、膨潤圧
- 閉塞性　：閉塞状態、強度、鉱物組成

b．材料選定に係る考え方

材料選定は、前述の低透水層及び空洞内充てん材の考えた方と同様である。

7）処分空洞

処分空洞の設計で要求される基本安全機能は、埋戻し後の「離隔」である。また、操業上の機能として、建設・操業が行われる空間の確保、坑道の形状の維持が求められる。処分空洞における「離隔」に対する考え方は、5.1.5 (1) 6）の埋戻し材での考え方と同様である。

日本原子力学会標準、「余裕深度処施設の施設検査方法 2010」[46]では、余裕深度処分施設の施設検査方法に適用し余裕深度処分施設の建設開始からアクセス坑道・周辺坑道埋戻し完了までの期間を対象とした、放射線障害防止上の基本安全機能を確保するための、廃棄物埋設施設を構成する施設、設備及び部位の技術的要件、検査項目、検査方法、検査時期及び判定基準について規定することを示している。余裕深度処分施設に要求される基本的要件（基本安全機能）として、5 つの項目が示され、それぞれが考慮されるべき段階についても明記されており、図 5.1-28 に示す。

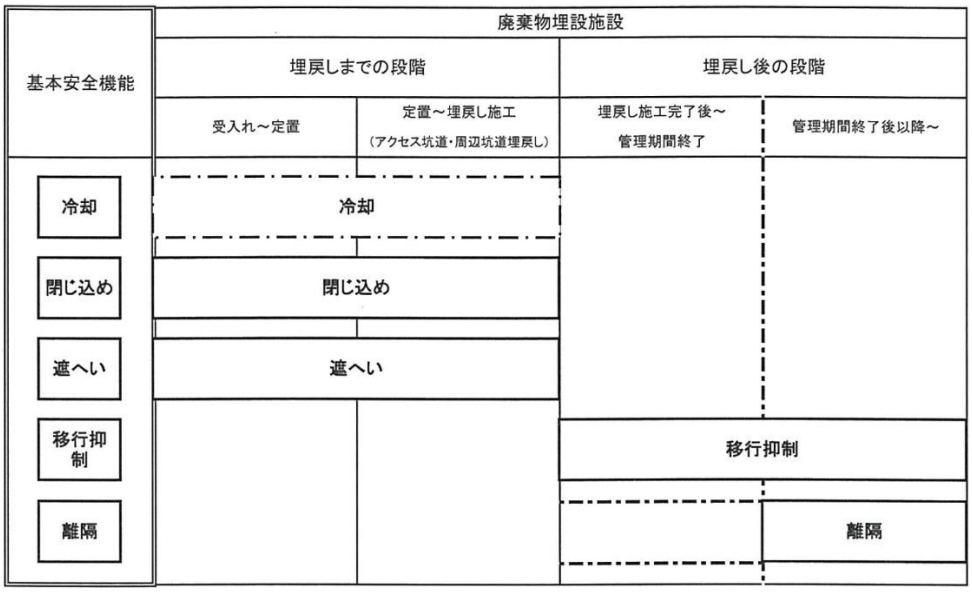


図 5.1-28　各段階における基本安全機能[46]

上記の項目のうち、「冷却」については、廃棄体の発熱性に依存するものであり、施設の設計の観点からここでは対象外としている。また、基本安全機能を満たすために処分施設に必要な設備の例が挙げられており、埋戻し前後で大別すると、埋戻し前では「建屋・処分空洞の換気設備」、「建屋構造体」、「処分容器」及び「人工バリア」で、埋戻し後では、「処分容器」、「人工バリア」及び「天然バリア」である。それぞれの設備は要求される性能に応じて、更に細分化されるが、各設備はあくまで一例であり、安全評価におけるめやす線量を満たすのであれば、必ずしも全ての施設・設備等が必要とは限らない、としている。更に、技術的根拠が妥当であれば、例以外の施設等であっても、基本安全機能を確保するための施設等とすることができる、とも記されている。

処分施設設計にあたり、施設の基本安全機能を確保するために必要な技術要素を抽出する段階で、廃棄体及び施設固有にかかる事項については対象外としており、したがって、主として人工バリアに具備する設備の要求性能と、設計・建設時に確認すべき事項について示している。人工バリアの設計・建設にあたっては、建設時の人工バリアの性能を保証するだけでなく、それ以降に生じる物理的・化学的な状態変化及びそれに伴う性能低下についても安全評価で設定した性能と同等以上の性能が見込める状態を建設しなければならない、としている。人工バリアの長期性能を確保するためには、以下の二つが確保されていることが必要

だと示されている。

- 建設時点で、人工バリアの適切な性能・状態が確保されていること（建設時点の性能・状態）
- 長期的な物理的･化学的変化が安全評価で設定した範囲の状態であること（長期状態変化）

建設時点及び長期的な性能の確保から人工バリアを構成する施設・設備と、各設備に要求される機能について表 5.1-4 に示す。

表 5.1-4　各設備に要求される基本安全機能[46]

項目		廃棄体	廃棄物埋設地							附属施設				
			区画内充てん材	コンクリートピット	低拡散層	低透水層	処分空洞		側部・底部コンクリート	受入施設	放射性廃棄物受入施設（クレーン等）	アクセス坑道・周辺坑道		
							空洞	空洞内充てん材				坑道	搬送車両	埋め戻し部
基本安全機能	閉じ込め	●（密閉）	－	●（力学的安定性）	－	●（地下水浸入抑制）	－	－	－	－	－	－	－	－
	遮へい	●（遮へい）	●（遮へい）	●（遮へい）	●（遮へい）	－	－	－	－	●（遮へい）	－	－	－	－
	移行抑制 核種収着性	－	●（収着）	●（収着）	●（収着）	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	移行抑制 低拡散性	－	－	－	●（低拡散）	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	移行抑制 低透水性	－	－	－	－	●（低透水）	－	●（低透水層の拘束）	－	－	－	－	－	－
	移行抑制 卓越した移行経路形成の防止	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	●（卓越した移行経路の形成）
	離隔 離隔距離の確保	－	－	－	－	－	●（空洞深度）	－	－	－	－	－	－	－
	離隔 容易な人間侵入の抑制	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	●（坑道閉塞）
設計・評価の前提項目		＊（廃棄物量）	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
【参考】操業において必要な機能		－	－	＊（区画形成）	－	－	＊（空間保持）	－	＊（空間保持）	－	＊（ハンドリング）	＊（空間保持）	＊（搬送）	－

注記　●直接的な機能を要求する部位　＊基本安全機能以外の機能を要求する部位／項目　網掛け部分は，この標準の対象範囲

更に、人工バリアに係る各設備（区画内充てん材、コンクリートピット、低拡散層、低透水層、空洞内充てん材）が機能を満たすために必要な性能と、その性能を評価するための検査項目について図 5.1-29 にまとめる。

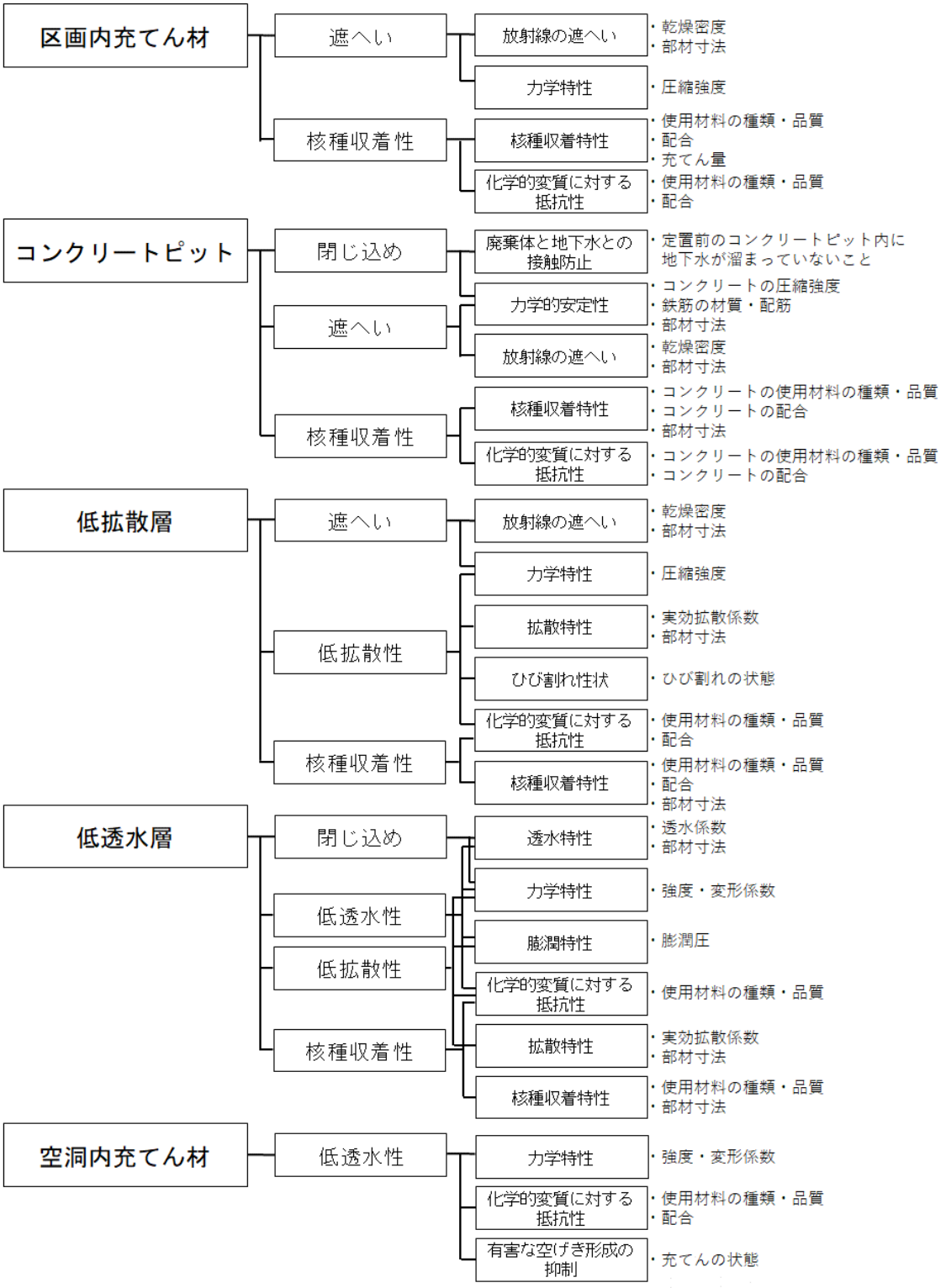


図 5.1-29　設備ごとの検査項目

(2) 安全評価に関する既往検討成果の調査

土木学会、余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方[45]では、学術的・中立的な立場より、余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオで用いる核種移行評価パラメータのうち、土木工学に関係の深い事項を中心として、関連する技術的知見を整理し、核種移行評価パラメータの設定の考え方について検討を行うことを目的としている。余裕深度処分では、安全評価上の経路として最も重要な地下水シナリオにおいて、人工バリア及び天然バリアについて長期の核種移行抑制機能に関する評価が行われることが想定されるとしている。つまり、人工バリアと天然バリアで数万年、場合によっては天然バリアでそれ以上の長期にわたる性能評価が行われることが想定されており、設置する人工バリアは現有の土木技術を十分に活用して、劣化の進展を抑制し、機能の維持の長期化を目指したものとすることが肝要である、としている。このような長期の評価を念頭に置いて、核種移行評価パラメータの設定と、その中で土木工学に係るものとして、検討対象とするパラメータを天然バリアと人工バリアのそれぞれで選定している。図 5.1-30 に地下水シナリオで用いる主な核種移行評価パラメータを示す。ここでは、土木工学が係るものとして、人工バリア各部材の透水係数及び実行拡散係数を検討の対象としている。

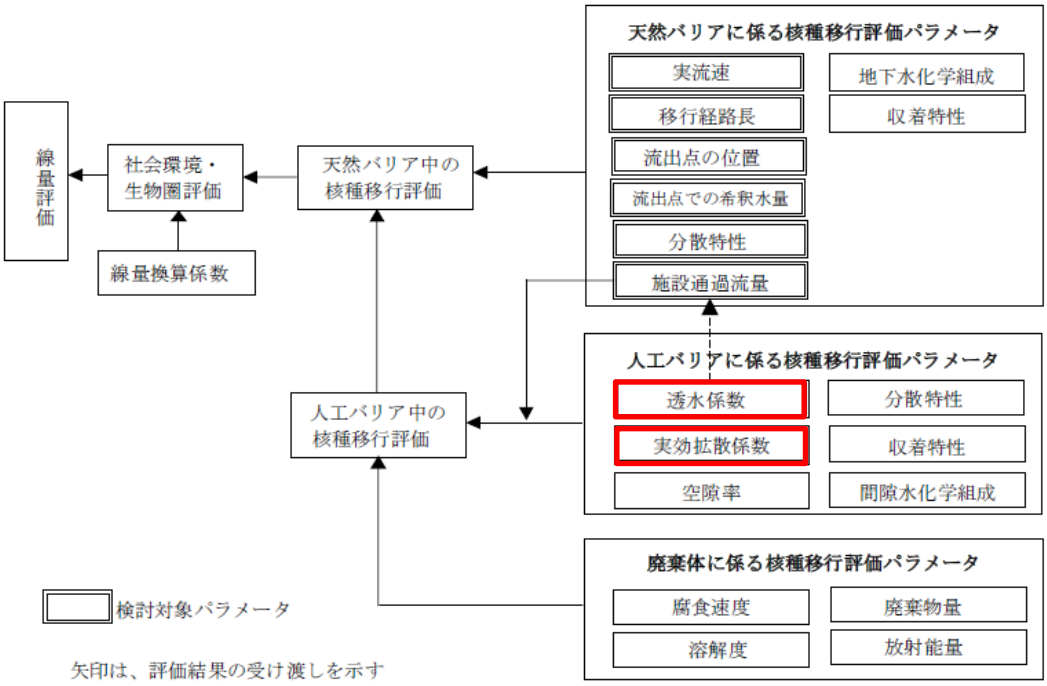


図 5.1-30　地下水シナリオで用いる主な核種移行評価パラメータ（[45]に一部加筆）

人工バリアと天然バリアではそれぞれの特性が異なるが、人工バリアに係る核種移行評価パラメータの設定に際しては、評価された天然バリア性能が施設の設置位置・深度やレイアウトなどの設計条件に用いられるため、天然バリアの評価結果を踏まえてそれぞれの核種移行評価パラメータに影響を及ぼす要因を適切に抽出・整理し、評価することが重要であるとしている。また、核種移行評価パラメータの設定にあたっては、安全評価に付随する不確実

性の取り扱いに留意しなければならない。本報告書では、施設の設計に係る安全評価手法についての整理を行うため、ここでは、人工バリアに係る核種移行評価パラメータについて調査することとする。

【人工バリアに係る核種移行評価パラメータ】

人工バリアに係る核種移行評価パラメータの設定では、天然バリアの長期変動及び地化学環境条件が重要となることから、特に埋戻し後の再冠水移行についてそれらを念頭におくとともに、建設・操業の実現性、経済性などを勘案し、人工バリアの基本構成及び各構成部材が有するべき機能を設定し、人工バリアの設計及び施工計画の策定を行う、としている。これを踏まえて、核種移行評価パラメータの設置にいたる全体フローの例を図 5.1-31 に示す。

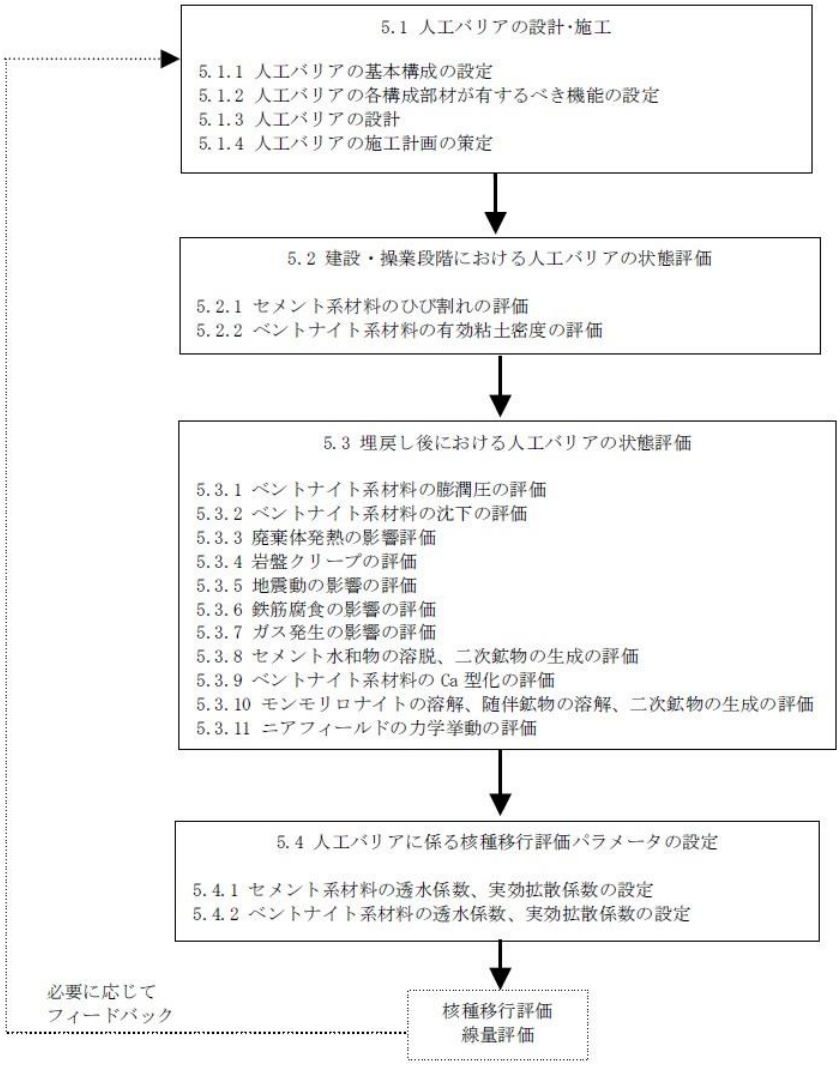


図 5.1-31　人工バリアの設計・施工から核種移行評価パラメータ設定に至る全体フロー例[45]

フローの例に示されるとおり、パラメータ設定をするためには、人工バリアの埋戻し前後での状態評価が必要であり、更にそれ以前に人工バリアの設計・施工計画が必要で、人工バリアの設計が地下水シナリオを議論する際の基盤であることを示している。人工バリアの設

計・施工にあたっては、埋設施設が建設・操業段階及び埋戻し後の長期にわたる安全性を確保するために、経済性などを合理的に考慮したうえで、各構成部材が有するべき機能を満足するように適用可能な最善の技術を用いて実施するとあり、これは BAT の考え方に関わる。人工バリアの設定においては、人工バリアの基本構成、各構成部材の要求機能の設定が行われるが、それらについては、前項で述べた内容と重複するため、ここでは割愛する。また、人工バリアの状態評価については、図 5.1-31 に検討項目が示されており、建設・操業段階と、埋戻し後で分けて検討する必要がある。

まず、建設・操業段階における人工バリアの状態評価では、建設・操業の進捗に応じて施工条件や外力条件などが変化することを考慮して影響要因を抽出することとしている。影響要因としては設計・施工によるものと、施工後の周辺環境条件によるものに分けられ、以下に抽出例をまとめる。

- 設計による要因
  - セメント系材料の場合は、部位・部材の形状寸法、配合条件、材料の品質など
  - ベントナイト系材料の場合は、材料の品質など
- 施工による要因
  - セメント系材料の場合は、フレッシュコンクリートの状態、打込み方法、養生方法など
  - ベントナイト系材料の場合は、含水比調整、敷き均し、締固め方法など
- 施工後の周辺環境条件による要因
  - 人工バリアを取り巻く環境条件（温度・湿度など）、外力条件（操業荷重など）

セメント系材料の部材については、低拡散性が主たる要求機能であることから、水和熱や自己収縮、あるいは充てん材打設時の側圧への荷重などによるひび割れの影響を評価する必要があり、初期ひび割れに対する照査、統計的手法、CP ひび割れ幅法や等価連続体解析などひび割れの原因によって適切な評価手法を参照するとしている。また、ベントナイト系材料については、低透水性が主たる要求機能であり、建設段階では材料の不均質性や施工の不均一性などで、有効粘土密度にばらつきが生じ、操業段階では、クレーン、廃棄体や埋戻し材の荷重によって低透水層が変形して有効粘土密度が変化する可能性があるとしている。有効粘土密度と透水係数の間には、一定の不確実性をはらむものの、強い相関関係があるため、有効粘土密度の分布や変化を適切に評価する必要があり、それらは施工実験の結果を基にした統計的手法や、非線形解析などによって評価できるとしている。

次に、埋戻し後の人工バリアの状態評価にあたっては、人工バリアの性能を変化させうる影響要因を事象ごとに網羅的に抽出し、影響要因の相互作用についても考慮するとしている。埋戻し後と建設・操業段階は連続した時間軸であるため、影響要因の抽出にあたってはそれら全てを考慮しなければならない。それらの点を踏まえて、埋戻し後の人工バリアの状態に影響を及ぼす要因の例を図 5.1-32 に示す。

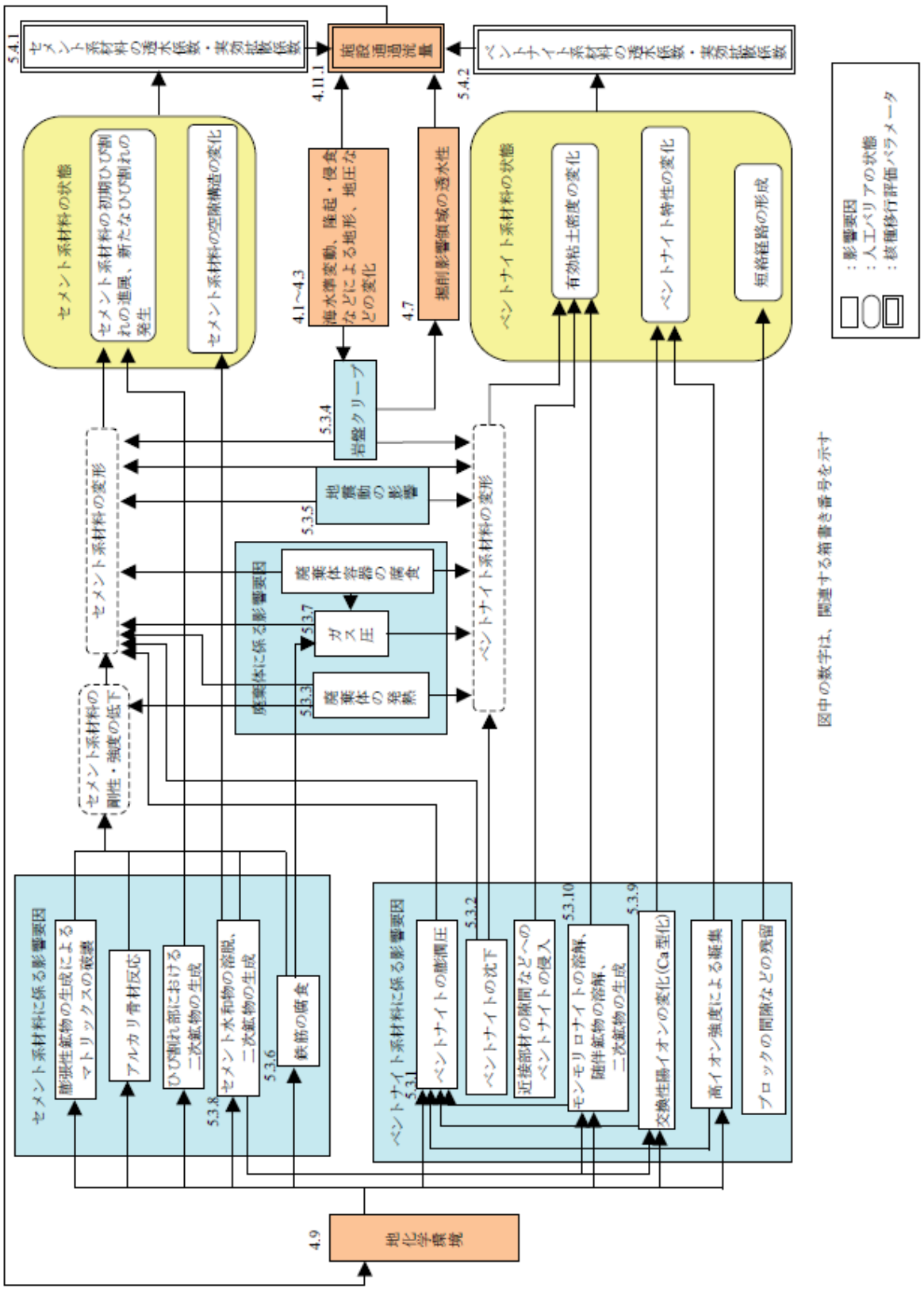


図 5.1-32　埋戻し後の人工バリアの状態に影響を及ぼす要因例[45]

長期の評価となるため影響要因も多くなり、前述の要因に加えて、ベントナイトの Ca 型化、モンモリロナイトの溶解、金属材料の腐食などの化学的影響要因があげられている。長

期の評価では、数値解析が主となるが、影響要因によっては操業段階を対象とした評価手法について時間を延長して適用できる場合もあり、複数の評価手法から段階ごとに適切な手法を選択することになる。各評価手法において用いたデータ、室内試験、現場試験、数値解析などの事例や実績についての情報の整理を行うことで、人工バリアの性能評価の可能性と確からしさについての判断が可能となるとしている。更に、以上のような整理の結果は、核種移行評価を目的とした性能評価を行うにあたり、人工バリアの状態予測に関連する FEP の検討やシナリオの設定に反映することと同時に、十分な整合性を確認することが重要かつ必要である、としている。

以上のことを踏まえて、人工バリアに係る核種移行評価パラメータ（透水係数、実効拡散係数）を設定する際には、人工バリアの状態変化を時系列（操業段階や埋戻し後）に沿って評価し、各状態のパラメータを設定するとともに、状態設定の考え方の論拠となる解析結果や試験結果などを併記して提示することが重要である。特に、埋戻し後における人工バリアの核種移行評価パラメータに対する影響要因は、天然バリアの長期変動及び地化学条件に大きく支配される可能性が高い。そのため、長期を想定した際の評価精度については、天然バリアの条件の不確実性に留意する必要があり、古代遺跡などを参考に評価することも重要であるとしている。

日本原子力学会標準、余裕深度処分の安全評価 2008[47]では、余裕深度処分の安全評価の目的は処分システムでの具体的な処分計画及びその設計方針が妥当であることを安全性の判断基準に照らして判断することであるとしている。余裕深度処分では対象廃棄物の放射能特性を考慮すると極めて長期間を対象にする必要がある。数百年の管理期間内と、管理期間終了後を区分して安全評価を行う必要があり、管理期間終了後の安全評価の考え方として以下が示されている。

- 発生の可能性を考慮して安全評価シナリオを 3 つに分類する
- 分類にあたっては処分システムの状態と被ばく経路の組み合わせを考慮する
- 安全性の判断のめやすが一般公衆の被ばく線量で示されているので、安全評価では被ばく線量を評価する
- 遠い将来の人の活動は予測できないが、評価の目的にために、現在の人と同じ活動を想定する
- 長期の評価においては、気候・海水準変動及び隆起・侵食などの地質変動が人工バリア及び天然バリアに影響する可能性があることを考慮する

これらの考え方を適用して区分された安全評価シナリオについて表 5.1-5 に示す。

表 5.1-5　安全評価シナリオ[47]

	安全評価シナリオ	備　考
管理期間内	操業シナリオ	操業期間中における平常時及び異常時の放射性核種の放出を考慮したもの。 処分空洞埋め戻し後の安全評価シナリオについては，管理期間終了後のシナリオの中で考慮する。
管理期間終了後	基本シナリオ	過去及び現在の状況から，処分システム及び被ばく経路の特性並びにそれらにおいて将来起こることが確からしいと予見される一連の変化を考慮したもの。
	変動シナリオ	処分システム及び被ばく経路並びにそれらにおける，基本シナリオで選定した以外の様々な変化における変動の範囲を網羅的に考慮するシナリオで，それらの安全評価上の包絡性（線量評価値が常に高くなることから，その他のシナリオを代表できること）などを勘案したもの。
	人為・稀頻度事象シナリオ	偶発的な人間活動による処分システムの損傷又は発生の可能性は著しく低いと考えられる自然事象を想定したもの。

管理期間終了後の 3 つの安全評価シナリオは、長期の安全評価を行う上で処分システムの状態が時間の経過とともに変わっていき、不確実性は増大していくことと、処分システムを構成する部材の状態は多様性を帯びることを想定して（リスク論的な考え方）、それらを適切に扱うために用意されている。処分システムは人工バリアと天然バリアで構成され、主として地下水移行による影響を低減することを目的としており、適した地質環境の選定と人工バ

リアの設計が重要であるとしている。この処分システムのバリア概念を具体化し、その妥当性を説明する上で有効な考え方として BAT の概念があげられている。放射性廃棄物における BAT とは、処分システムからの放射性核種の放出をできるだけ抑制することを目的として、合理的に適用可能な最善の技術を用いてバリア概念を構築するという考え方としている。BAT の概念を反映した考え方として、原子力委員会の基本的考え方（1998）の「現行の低レベル放射性廃棄物が処分されているコンクリートピットと同等以上の放射性核種閉じ込め機能を持った処分施設を放射性核種の移行抑制機能の高い地中」に設置するという考え方があげられている。また、表 5.1-5 の基本シナリオの設定の際にも例をあげながら BAT の概念について触れている。基本シナリオは発生する可能性が高いシナリオであり、基本シナリオに広範囲の事象を設定すると、多くの保守的設計を包含することになり、その場合、BAT を適用する根拠を喪失しかねないとしている（例：保守的に人工バリアの機能を考慮しないということは最初から人工バリアがないものと同等となり、人工バリアの意味をなくしてしまう危険性がある）。

管理期間終了後の安全評価では、3 つに区分される安全評価シナリオに対する一般公衆の被ばく線量評価が必要であり、安全評価シナリオは処分システムの状態と、被ばく経路を組み合わせることで構築できるとしている。このうち、処分システムの状態設定は人工バリアの設計に係る事項である。また、処分システムにおける放射性核種の移行の原因は、地下水によるものである。したがって、地下水移行によって人工バリアが受ける影響に留意して、処分システムの状態設定の考え方を整理する必要がある。処分システムの状態設定を進める考え方を図 5.1-33 に示す。図中の①-③は技術的判断の流れであり、④、⑤は技術的検討の流れである。人工バリアの設計、安全評価においては、バリア機能の長期的な変化を技術的に検討するために、主要なバリア機能と、地下水移行経路における主要パラメータを抽出して、バリア機能の特性を変化させる要因をあげる必要がある。主要なバリア機能は主にベントナイト層の透水性能とセメント系材料の拡散性能で構成されており、両者に対して影響を生じる要因を系統的に整理した要因分析図を作成することで、可能性の高い処分システムの状態（基本シナリオ）を技術的に評価する上で、考慮すべき項目と、通常は技術的に想定されない項目を区分できるとしている。ベントナイト系材料の透水性能に対する要因分析図の例を図 5.1-34 に、セメント系材料の拡散性能に対する要因分析図の例を図 5.1-35 に示す。

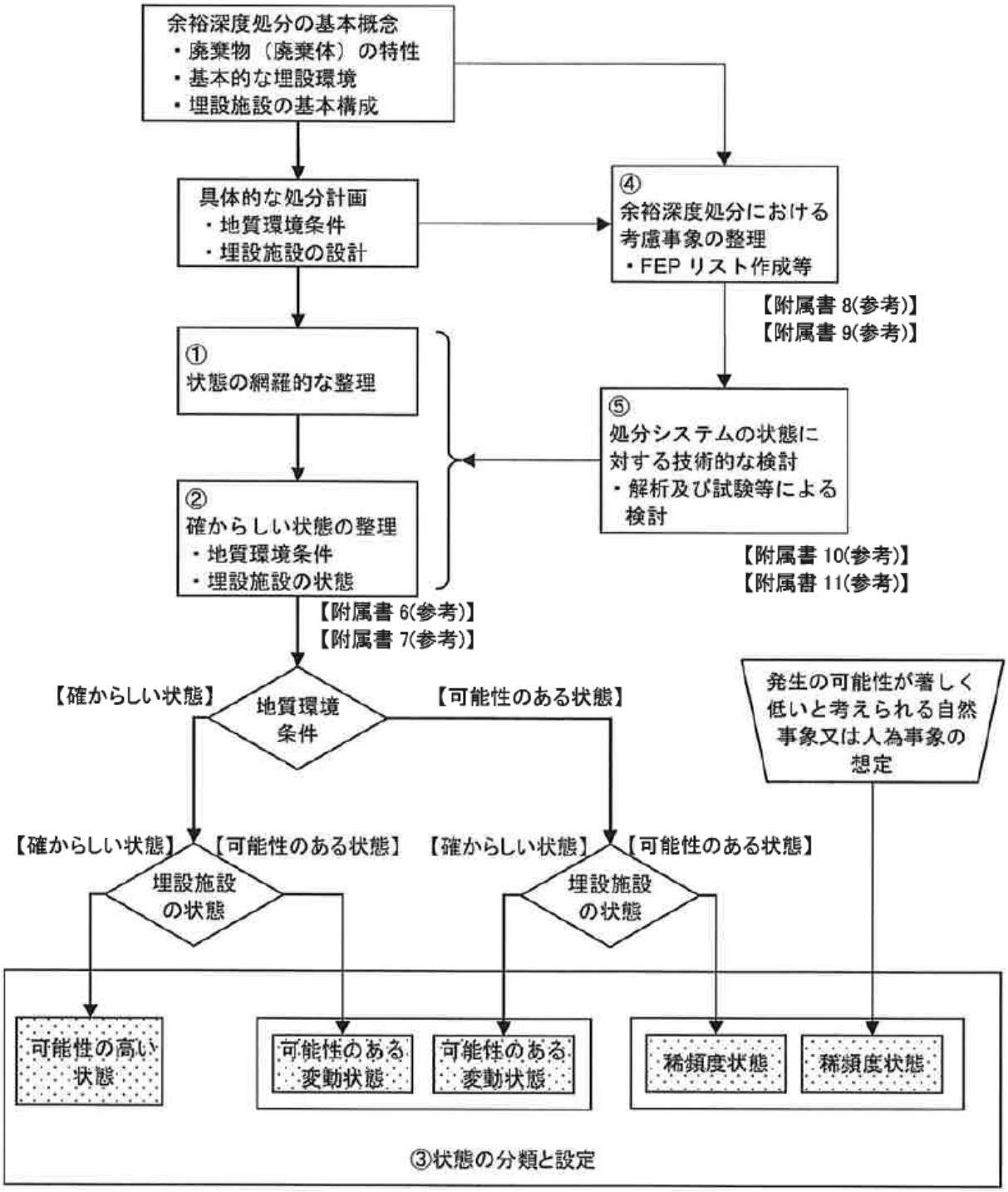


図 5.1-33　処分システム状態設定の考え方[47]

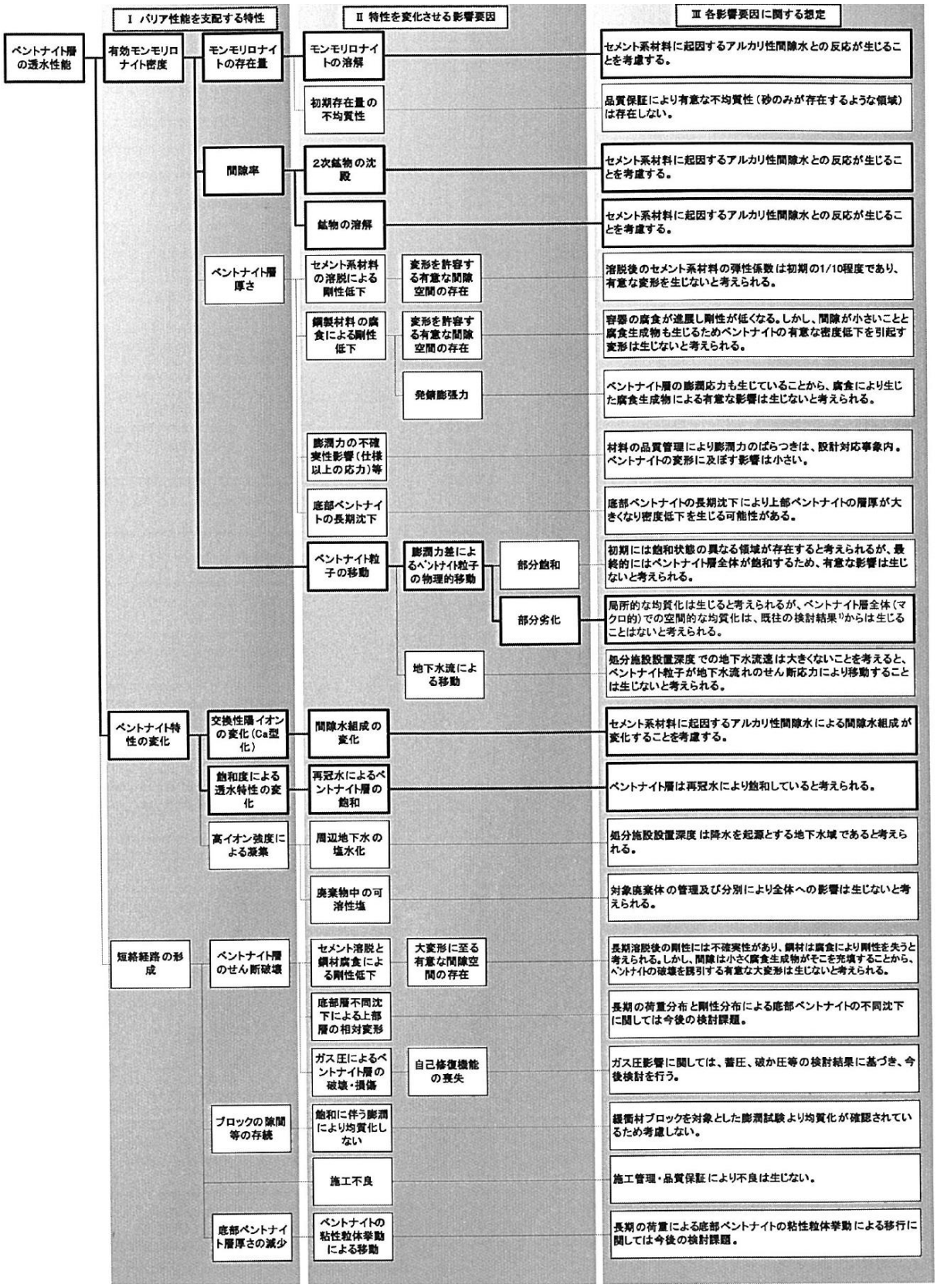


図 5.1-34　ベントナイト系材料の透水性能に対する要因分析図の例[47]

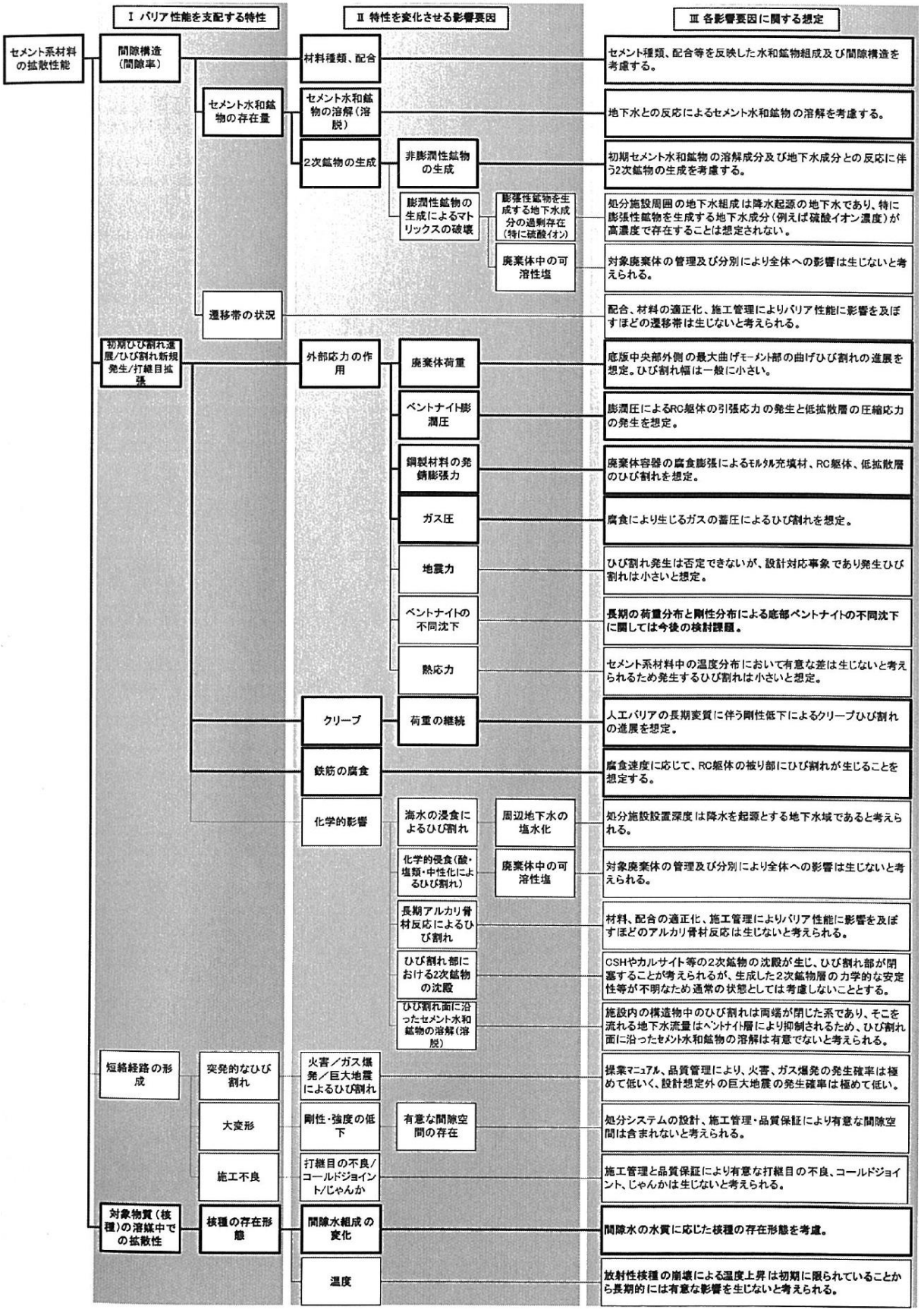


図 5.1-35　セメント系材料の拡散性能に対する要因分析図の例[47]

(3) 中深度処分（余裕深度処分）に関する既往検討成果の調査のまとめ

地下施設の設計に係る考え方、安全評価に焦点を当てて、設計の考え方については、土木学会の余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方[44]及び日本原子力学会標準の余裕深度処分施設の施設検査[46]、安全評価の考え方については余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方、方法[45]及び余裕深度処分の安全評価手法[47]を調査した結果をまとめる。

余裕深度処分は、人工バリアと天然バリアを組み合わせた多重バリアシステムによって放射性核種の生物圏への移行を抑制することが基本的な考え方であり、設計する際は、建設、操業中の力学的特性に加えて、長期的な放射性核種の移行を防ぐ拡散抑制機能についても検討する必要がある。

- 人工バリアは地下水の侵入及び核種の拡散を防ぐために、セメント系材料を用いた部材とベントナイト系材料を用いた部材に分かれている。各部材に異なる複数の機能を持たせることが設計を行う上で重要であり、安全評価についても、部材ごとに適切なパラメータを設定する必要がある。
- 余裕深度処分の安全評価は、長期的であるが故に発生する不確実性や多様性をできるだけ考慮するために、リスク論的な考え方から発生頻度などを考慮した 3 つのシナリオが用意されている。安全評価をする際は、それらのシナリオの中で発生する事象がバリアシステムに及ぼす影響とその影響を受ける因子を網羅的に抽出し、設計の妥当性を確認しなければならない。
- 余裕深度処分では、人工バリアの設計・施工は、設計時点で適用可能なできる限り最善の技術を考慮して実施する必要がある、という考え方が示されており、BAT の考え方を導入した設計が必要であり、経済性については言及されていない。

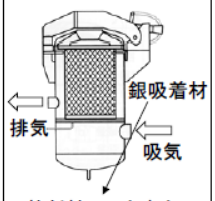
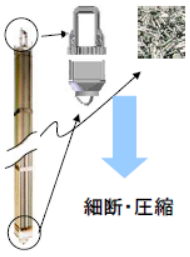
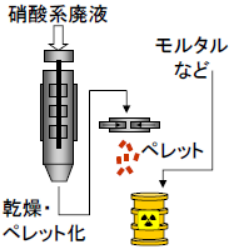
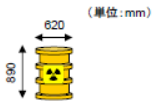
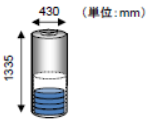
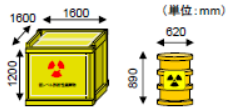
5.1.6　中深度処分と類似の処分概念に関する既往検討成果の調査・整理

本項では、中深度処分に類似する処分施設の処分概念について整理することを目的として、国内外の事例について、具体的には、TRU 等廃棄物処分場（日本）、長寿命低中レベル放射性廃棄物処分場 SFL（スウェーデン）及び B 種廃棄物（長寿命中レベル放射性廃棄物）処分場（フランス）、それぞれの処分施設の概念について調査する。

(1) TRU 等廃棄物処分場（日本、NUMO）

ここでは、我が国における TRU 等廃棄物の処分施設設計に係る概念について NUMO の包括的技術報告書[48]等を参考に調査・整理する。TRU 等廃棄物は再処理や MOX 燃料製造に伴って発生する多種多様な放射性廃棄物であり、金属、モルタル、アスファルトなど、その形態や含有する放射性核種が異なる多様な廃棄物が含まれる。高レベル放射性廃棄物に比べて放射能量や発熱量が低い一方で、半減期が長い核種を含んでおり、更に、非収着性、溶解性を有することによって移行しやすい I-129 や C-14 を多量に含んでいるといった特徴を持っている。これらの特徴を踏まえて廃棄体は 4 つのグループに分類されており、表 5.1-6 にその分類と特徴を示す。

表 5.1-6　TRU 等廃棄物のグループ分類と特徴[48]

廃棄体グループ	1	2	3	4	
				低発熱性L	発熱性H
概要	廃銀吸着材  放射性のヨウ素を除去する吸着材料	エンドピース　ハル  	濃縮廃液など  	難燃性廃棄物 ゴム手袋（焼却・圧縮） 不燃性廃棄物 工具　金属配管	
主な廃棄体の形態	 200Lドラム缶	 キャニスタ	 200Lドラム缶	 角型容器　200Lドラム缶 その他（ハル缶，インナーバレル）	
特徴	・放射性ヨウ素（I-129）を含む ・セメント固化体	・発熱量が比較的大 ・放射性炭素（C-14）を含む	・硝酸塩を含む ・モルタル，アスファルトによる固化体など	・焼却灰，不燃物 ・セメント固化体など	
見込み発生量	319 [m³]	5,792 [m³]	5,228 [m³]	5,436 [m³]	1,309[m³]
最大発熱量（発生時点）	1 [W/本]未満	90 [W/本]未満	1 [W/本]	16 [W/本]	210 [W/本]

TRU 等廃棄物は、高レベル放射性廃棄物と同様に、地下 300m 以深に設置した処分場に埋設することが求められており、処分場の安全機能確保の概念として、地下深部が本来的に有する安定的な性質を利用した機能（天然バリア）と、安全機能を高めるための工学的な対策

（人工バリア）の二つから構成される多重バリアシステムを利用するとしている。多重バリアシステムにより人間による監視がなくても長期にわたる安全を確保するために処分場の閉鎖前後で求められる安全機能を表 5.1-7 に示す。

表 5.1-7　閉鎖前と閉鎖後長期の処分場に要求される安全機能（[48]に基づき作成）

安全確保の基本概念	安全機能	説明
操業時閉じ込め	廃棄体からの放射性物質の漏えいの防止	操業期間中において廃棄体からの放射性物質の漏えいを防止すること
	施設外への放射性物質の放出の防止	操業期間中において放射性物質取り扱い施設からの放射性物質の放出を防止すること
放射線遮蔽	放射線の遮蔽	廃棄体からの外部放射線による空間線量率を遮蔽により低減すること
隔離	自然現象の著しい影響からの防護	自然現象の著しい影響により廃棄物が地表に接近あるいは露出しないように防護すること
	人の接近の抑制	人が特殊な技術を用いることなしに、廃棄物への偶発的な接近を困難にすること
閉じ込め	放射性物質の溶出抑制	廃棄体からの放射性物質の溶出を抑制することで、地下水への放出率を低下させること
	放射性物質の移行抑制	溶出した放射性物質の移行を抑制することにより、放射性物質の移行率を低下させること

処分場の設計は、設計条件の設定からはじまり、地下施設設置深度の設定、人工バリアの設計、地上・地下施設の設計からなり、それらの設計条件をもとに安全評価を行うとしている。処分場の設計では、一つのバリアの構成要素に期待される安全機能が想定通りに働かない場合でも、他のバリア要素の安全機能により相互に補完されることで十分な安全性が確保できるようにするとしている。また、文献・概要・精密調査の各段階で得られる情報と、その時々の最新の技術開発成果を踏まえた設計を行うことで最適化を図るとしている。これらを踏まえるための設計の方法論が以下のように示されている。

- 段階的にサイト選定を進める過程において、安全確保や工学的な実現などの面から首尾一貫した設計の考え方を適用できるようにするため、処分場に求められる多面的な要求事項を設計因子として取りまとめそれらを総合的に考慮して最適化を行う。
- 多様な地質環境や、長い事業期間中における科学技術の進歩などに柔軟に対応して、処分場の設計を進められるように設計のオプションを整備する。
- 段階的な調査対象範囲の絞り込みと地質環境情報の詳細化に応じて、空間スケールに対応した情報・データを適切に用いて処分場の設計を実施する。

これらの考え方は、現時点では工学的成立性の観点で厳しい技術であっても、将来的には実現可能で取り込むことも考慮しており、BAT による地層処分の考え方と合致するとしている。ここでは、中深度処分に類似する処分施設の調査を目的としているため、人工バリアの設計に着目して整理する。表 5.1-8 に人工バリアに求められる安全機能と構成要素の関係を

示す。また、TRU 等廃棄物処分場の人工バリアは、廃棄体、廃棄体パッケージ、廃棄体パッケージ間充填材及び緩衝材で構成されており（図 5.1-36 参照）、人工バリアの設計対象とするのは廃棄体パッケージ、廃棄体パッケージ間充填材及び緩衝材としている。中深度処分との大きな違いは、構造躯体及び上部埋戻し材を人工バリアに含んでいないことである。更に、中深度処分で低拡散層にあたる部材も存在しないこともあげられる。それぞれの部材の設計について整理する。

表 5.1-8　TRU 等廃棄物処分場の安全機能と構成要素の関係[48]

基本概念	安全機能		廃棄体グループ 1	2	3	4L	4H	構成要素
隔離	自然現象の著しい影響からの防護		✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
	人間の接近の抑制		✓	✓	✓	✓	✓	
閉じ込め	放射性物質の溶出の抑制		✓	✓※3	✓	✓	✓※3	廃棄体※1 廃棄体パッケージ※2
	放射性物質の移行の抑制	放射性物質の溶解の抑制	✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
		遅い地下水流速による放射性物質の移行の抑制	✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
		放射性物質の移流による移行の抑制	✓	✓			✓	緩衝材
		コロイド移行の抑制	✓	✓			✓	
		放射性物質の収着	✓	✓			✓	
			✓	✓※3	✓	✓	✓※3	廃棄体パッケージ間充填材
			✓	✓	✓	✓	✓	地質環境
		放射性物質の分散	✓	✓	✓	✓	✓	
		坑道およびその周辺が卓越した放射性物質の移行経路となることの抑制	✓	✓	✓	✓	✓	止水プラグ 埋め戻し材

✓：各廃棄体グループで安全機能を確保する構成要素

※1：TRU 等廃棄物の廃棄体は，ドラム缶にセメント材とともに固形化，あるいは容器に密封されているため，処分場閉鎖後において廃棄体中への地下水の浸入が妨げられることや地下水に溶出した放射性物質が充填されているセメント系材料に収着することにより，「放射性物質の溶出の抑制」という安全機能をある程度は期待できると考えられる。しかし，これらの機能は廃棄体の作製にあたって明示的に考慮されているものではないため，第 6 章の安全評価においてどの程度期待できるかを検討する。

※2：廃棄体パッケージには，廃棄体パッケージ容器や廃棄体パッケージ内充填材による地下水の浸入抑制とともに，廃棄体パッケージ内充填材には廃棄体パッケージ内の地下水に溶出した放射性物質を収着する機能を期待しており，これらを総称して「放射性物質の溶出の抑制」という安全機能としている。

※3：発熱性の廃棄体であり，処分場の設計に基づいてこれらの機能への熱影響を考慮して，安全機能としての確保可能性を確認することが必要である。

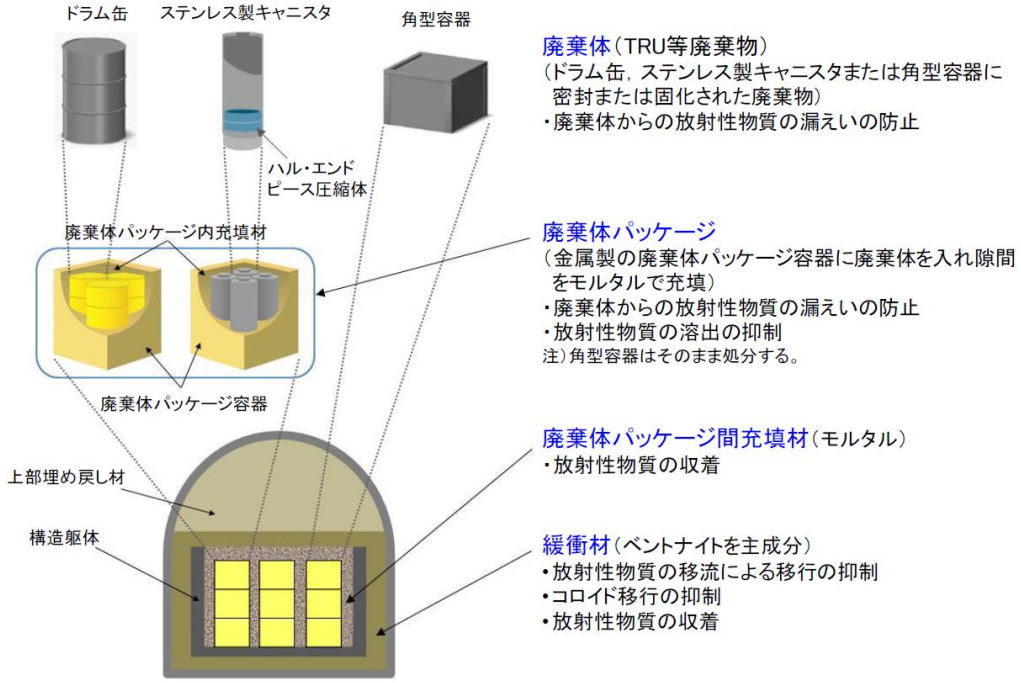


図 5.1-36　TRU 等廃棄物処分場の人工バリアの構成要素と安全機能[48]

1）廃棄体パッケージの設計

廃棄体パッケージには、設計因子として、「廃棄体からの放射性物質の漏えいの防止」及び「放射性物質の溶出の抑制」が設定されており（図 5.1-36 参照）、加えて、既存あるいは近い将来実現可能な技術で製作が可能か、遠隔で設置できるかなどの工学的成立性についても設定されている。廃棄体パッケージの容器は第 2 次 TRU レポートで示された廃棄体パッケージ A（図 5.1-37 参照）と、上蓋を取り付けた B（図 5.1-38 参照）の二種類がある。第 2 次 TRU レポートでは、複数の廃棄体を鋼製の容器にセメント系材料のモルタルとともに固化したものを地下の処分坑道にフォークリフトで積み上げる方法を採用している（廃棄体パッケージ A に関する処分概念）。これに加えて、定置用クレーンを用いて定置することを想定した廃棄体パッケージ B については、海外の低レベル放射性廃棄物場でも採用実績があることなどから、新たな処分概念として設計の対象とされている。二つの廃棄体パッケージの大きな違いは、①パッケージの厚さ（A：5 ㎜、B：50 ㎜）②パッケージの上蓋の有無である。パッケージ A については、容器に耐食性を期待していないため上蓋がない。B に上蓋がある理由としては、クレーンによるつり上げを想定しているため、吊り上げ、及び積み上げ時の荷重に対する把持部の強度の確保や、落下した際の破損を考慮しているためとしている。また、水の放射線分解による水素ガス発生に対しては、内圧に対して対応できる設計とするとしている。更に、パッケージ B については、地下水の冠水は操業後 300 年間はなされないとしている。

廃棄体パッケージ内の充てん材として、モルタルが対象とされているが、モルタルを使用する場合は、モルタルの流動性や凝結特性を考慮する必要がある。ここで、ドラム缶などに固形化された廃棄体に核種に対する収着性を期待することはできるが、廃棄体の機能としては考慮していないことに対して、パッケージ内の充填材には地下水の浸入抑制や、核種に対

する収着性を期待していることは注目すべき点である。表 5.1-9 にパッケージ内充てん材の配合を示す。

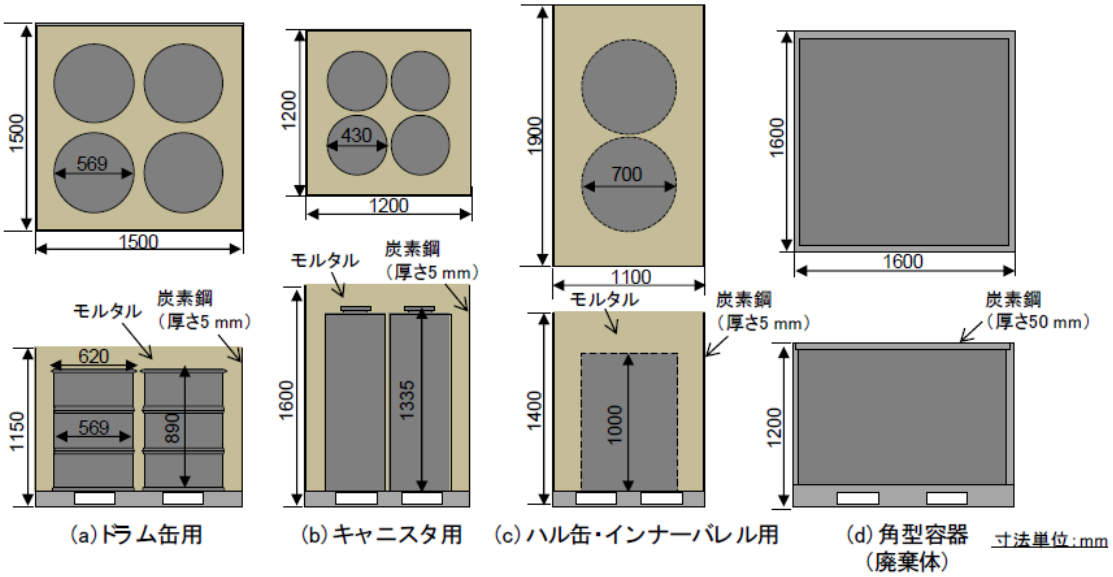


図 5.1-37　廃棄体パッケージ A の仕様[48]

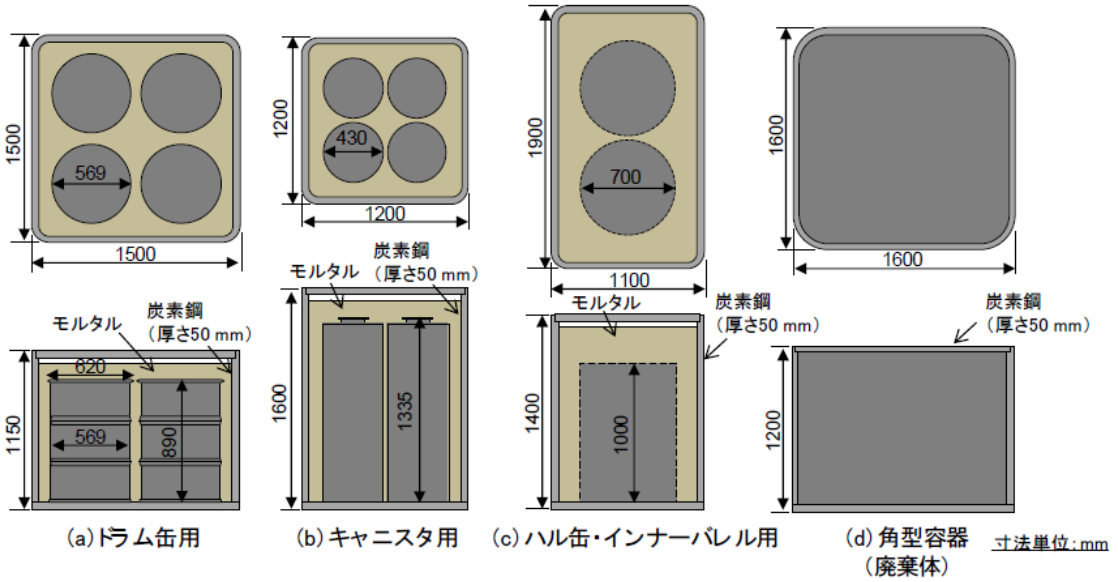


図 5.1-38　廃棄体パッケージ B の仕様[48]

表 5.1-9　廃棄体パッケージ内充填材の配合[48]

単位セメント量 [kg/m^3]	単位水量 [kg/m^3]	細骨材量 [kg/m^3]
483	266	1,449

2) 廃棄体パッケージ間充填材の設計

廃棄体パッケージ間の充填材は操業期間中、廃棄体パッケージを構造躯体内に定置した後

の構造躯体及び廃棄体パッケージ間の隙間を埋めて一体化させることに加えて、構造躯体の上部で行う緩衝材や埋戻し材の施工時の空間線量率を低減させるための遮蔽機能を期待してモルタルの使用が想定されている。これらを踏まえて設定された廃棄体パッケージ間充填材に求められる設計要件及び設計項目を表 5.1-10 に示す。なお、廃棄体パッケージ間充填材の配合は表 5.1-9 に示す廃棄体パッケージ内充填材の配合と同配合としている。

表 5.1-10　廃棄体パッケージ間充填材の設計要件[48]

設計要件	内　容	設計項目
遮蔽性	構造躯体上部の埋め戻し作業を実施する際に，作業従事者の被ばく量を十分に低減すること	上部の廃棄体パッケージ間充填材の厚さ
遠隔施工性	廃棄体間の狭隘な隙間にも充填可能な十分な流動性を有すること また，材料の分離抵抗性を有すること	材料の配合
	定置時に構造躯体や定置済みの廃棄体パッケージに接触しないこと	廃棄体パッケージ間充填材の厚さ

廃棄体パッケージ間の充填材には、表 5.1-10 に示す設計要件のほかに、非発熱性廃棄体を封入する廃棄体パッケージのグループ（1、3 及び 4L、表 5.1-6 参照）についてのみ、放射性物質の収着が設定されている。充填材の配合については、表 5.1-9 に示す廃棄体パッケージ内の充填材と同様である。また、廃棄体パッケージ間の隙間及び構造躯体と廃棄体パッケージとの隙間は、定置用クレーンによる（フォークリフトの場合も同様）遠隔定置の際の揺れに伴う廃棄体などの接触を考慮して、150 ㎜としている。更に、放射線遮蔽の設計については、上部及び側部での作業従事者の立入頻度、滞在時間などを考慮した必要遮蔽厚さを算出している。表 5.1-11 に、上部及び側部の廃棄体パッケージ間充填材の必要遮蔽厚さを示す。廃棄体グループ 1 では、計算上の必要遮蔽厚さは 0 ㎜となっているが、上部埋戻し材を施工する際に最上面の廃棄体パッケージ表面を保護するため、上部については 100 ㎜、側部については 150 ㎜の厚さで充填することとしている。

表 5.1-11　廃棄体パッケージ間充填材の必要厚さ[48]

廃棄体グループ	上部 [mm]			側部 [mm]		
	必要遮蔽厚さ		設定値	必要遮蔽厚さ		設定値
	廃棄体パッケージA	廃棄体パッケージB		廃棄体パッケージA	廃棄体パッケージB	
グループ 1	0	0	100	0	0	150
グループ 2	980	860	1,200	220	110	300
グループ 3	510	390	600	0	0	150
グループ 4L（ドラム缶）	900	780	1,050	250	140	300
グループ 4L（角型容器）	440	430	450	0	0	150
グループ 4H（ドラム缶）	700	580	800	80	0	150
グループ 4H（ハル缶・インナーバレル）	780	660	1,000	220	120	850

3）緩衝材の設計

TRU 等廃棄物に対する緩衝材は収着性が低い放射性物質を多く含む廃棄体や高発熱性の廃棄体に対する安全機能を確保することを目的として、グループ 1、2 及び 4H（表 5.1-6 参照）に対して設計する。TRU 等廃棄物に対する緩衝材には高レベル放射性廃棄物に対する緩衝材と同様の安全機能が設定されており、設計要件はベントナイトを主とする材料の使用を前提として表に示すとおりである。緩衝材の有無は廃棄体パッケージ間の充填材に収着遅延機能が期待できるか否かで決定されている。これは、熱影響によるモルタルの変質を考慮している。

表 5.1-12　緩衝材の設計要件[48]

設計要件	内　容	設計項目
低透水性	緩衝材中の地下水の流れを抑制し，放射性物質の移行を遅延すること	材料，有効粘土密度，厚さ
コロイドろ過能	放射性物質がコロイドとして移行することを防止すること	材料，有効粘土密度
自己修復性	ガス発生による亀裂が生じたとしても閉塞できること	材料，有効粘土密度
製作施工性	既存の技術もしくは近い将来実現可能と考えられる技術に基づき製作施工が可能であること	材料，有効粘土密度

設計項目は材料、有効粘土密度及び厚さであり、様々な要求機能を満足する材料は圧縮されたベントナイトが考えられるとしている。ベントナイトは透水性や膨潤性が塩分濃度の影響を受けることから、淡水塩水両方に対応可能な設計が必要である。

密度については、Na 型ベントナイトが Ca 型化する場合の影響を考慮してそれぞれの要件に対応する密度の下限値が設定されている。表 5.1-12 に緩衝材の有効粘土密度の仕様成立範囲を示す。厚さについては、第二次 TRU レポートにおける核種放出率との関係で整理した結果を参考に、性能に余裕を持たせた 1.0 以上の仕様に設定するとしている。

表 5.1-13　設計要件に対する有効粘土密度の仕様成立範囲 [48]

設計要件	有効粘土密度 [Mg/m^3]		
	淡水条件	塩水条件	Ca 型化
低透水性	0.4 以上	1.1 以上	1.1 以上
コロイドろ過能	0.8 以上	0.8 以上	0.8 以上
自己修復性	0.6 以上	1.2 以上	1.2 以上
製作施工性	1.6 以下（現場締固め）		

以上の項目を踏まえて、TRU 等廃棄物処分場の人工バリアの仕様例を図 5.1-39 に示す。仕様例として二つの案が示されており、緩衝材を設置する場合とそうでない場合とに分けられる。この処分空洞は、深成岩類及び先新第三期堆積岩類の処分坑道の場合を想定している。

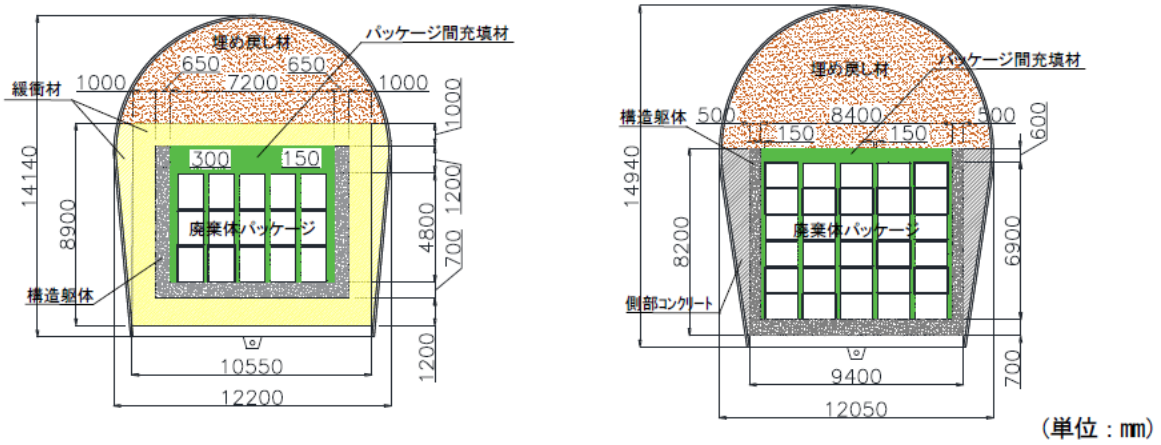


図 5.1-39　TRU 等廃棄物処分場の人工バリアの仕様例
（深成岩類及び先新第三期堆積岩類の場合）[48]

(2) SFL（スウェーデン、SKB）

ここでは、スウェーデンの SKB 社が計画・検討している長寿命低中レベル廃棄物処分場（SFL）について処分施設の設計に係る項目を整理することを目的に、SKB 社の報告書[49]を調査する。SFL では、既に操業中の SFR（短寿命低中レベル廃棄物処分場）では処分できない、長寿命の放射性廃棄物を処分する計画である。SFL で処分される放射性廃棄物は、スウェーデンの原子力発電所の運転・廃止に伴って発生する廃棄物、原子力プログラム（原子力発電開発）における初期の研究に伴う廃棄物、病院・産業・研究機関から発生する廃棄物で構成されている。これらの廃棄物は異なる施設で管理されており、それぞれの廃棄物を処分するための複数のオプションが検討されている。報告書では、それらの可能性のある全ての選択肢を段階的に評価して、最終的に一つに絞り込むことが目的とされている。まず、SFL における処分システムの構成要素を以下に示す。

- 廃棄物とコンテナ
- 外部輸送システム
- 廃棄物の処理施設
- 保管施設
- 処分場（バリアシステムを含む）と閉鎖前の処分施設

放射性廃棄物を管理･処分する上でこれらの構成要素が必要であり、その中でも処分場は、3 つのステップを踏んで具体的なコンセプトを設定するとしている（図 5.1-40 参照）。3 つのステップとは Strategy、Concept、Concept variant である。第一段階の Strategy においては法律等に基づいたスクリーニングが行われ、例えば、宇宙への投棄や海底処分、地層処分などが項目としてあげられている。このスクリーニングによって最適な処分方法が地層処分として選定され、次の Concept という段階では技術的な解決策が検討され、人工バリアの安全機能についてはこの段階で議論されるとしている。最終段階である Concept variant では、更に具体的な技術的な解決策について検討が行われる。また、人工バリア内には、廃棄物と、それを納入するパッケージが存在するが、廃棄物の（人工バリア内に格納するための）前処理方法については処分場の概念とは別に多数の案が検討されている。ここでは、廃棄物の処理方法と、処分場を構成する人工バリアに着目して概説する。なお、将来の処分場のコンセプトを決定する上で、現在と将来の環境と健康への悪影響を最小限に抑えるために、利用可能な最善の技術（BAT）を使用するとしている。

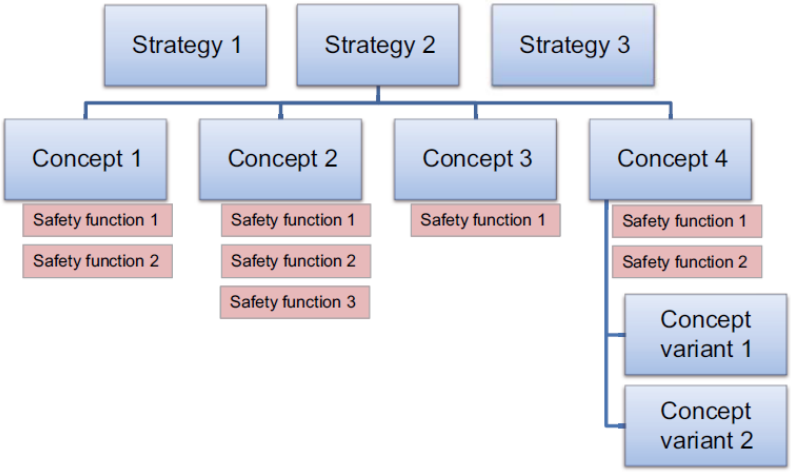


図 5.1-40　処分概念の段階構造[49]

1）廃棄物の取り扱い

SFL で処理する廃棄物は以下の 4 種類に大別されており、廃棄物によって発生する過程や管理場所が異なる。

- 原子力発電所のメンテナンス・解体に伴い発生した中性子照射を受けた炉内構造物
- 原子力発電所の運転に伴い発生した BWR 制御棒
- 原子力発電開発の初期研究に伴い発生した廃棄物（レガシー廃棄物）
- 産業・病院・研究施設などから発生した廃棄物

炉内構造物、BWR 制御棒については、CLAB と呼ばれる集中中間貯蔵施設で、初期研究で発生した廃棄物は AB SVAFO で、産業などから発生した廃棄物は Studsvik Nuclear AB で管理されている。更に、これらの廃棄物を入れる容器は放射性物質の安全性や長期安全性によって 3 つのカテゴリに分類されており、以下に示す。

- カテゴリ 1：安全な管理と廃棄のための容器で、処分場の長期的な安全性を評価する際には安全機能は認められていない。
- カテゴリ 2：処分場の取扱中や運転中に十分な放射線遮蔽を提供する容器で、処分場の長期的な安全性の評価では、安全機能は認められていない。
- カテゴリ 3：処分場の長期安全性評価において、取扱時や運転時に十分な放射線遮蔽機能を有し、かつ安全機能が付与される特性を有する容器。

低レベルの廃棄物はカテゴリ 1 で、中レベルの廃棄物はカテゴリ 2 に分類される。各廃棄物に対して様々な取り扱い方法が検討されており、それらについて概説する。

a．炉内構造物

炉内構造物は主に金属廃棄物であり、以下の 5 つの取り扱い方法が検討されている。

- 分割などせずに一括で処分
- 分割して鋼製タンク（BFA-tank）に投入（図 5.1-41 参照）

・ 分割して新たな容器に投入（図 5.1-42 参照）
・ 分割して長期耐久容器に投入（図 5.1-43 参照）
・ 溶解

一括処分については、分割の工程における線量被ばくの可能性を小さくできるため、その観点においてはALARAの原則に従っているが、処分空洞が大きくなり、コストが増大する上に、発電所から撤去し埋め戻すまでの過程で、被ばくする可能性が最も高いため、それに合わせた計画が必要であるとしている。

BFA-tank と呼ばれる鋼製タンクは発電所等でパッケージングされている既存の容器である。処分空洞への格納を考慮すると、新たな容器にリパッキングすることで、寸法の統一や、放射線レベルによる厚さの変更もでき、SFL 廃棄物を一つのシステムで取り扱えるとしている。しかしながら、両者とも鋼材の嫌気性腐食によるガスの発生を増加させ、容器は一般的な溶接とボルトの固定であることから、長期的な安全評価は行わないとしている。

長期耐久容器については、容器に閉じ込め機能を持たせて、廃棄物と地下水の接触を遅らせることを目的としており、容器は厚さ 100mm の鋼板で作製するとしている。ここで重要なのは、フタと本体の溶接方法であり、母材と溶接部分の腐食特性が同じでなければならない。そのために特殊な溶接を行うが、これには溶接後の熱処理や品質管理手順の開発などが必要であるとしている。また、他の容器と異なり、長期の閉じ込め性能を有することから、容器内で発生する放射線分解によるガスの内圧等に対して、廃棄物の乾燥方法の開発が必要であるかもしれれない、と示されている。

溶解については、廃棄物の体積を減少するメリットがある一方で、新たに溶解施設の設計・建設や、場合によっては溶解後の廃棄物の貯蔵施設が必要になるとしている（貯蔵期間は 50 年）。

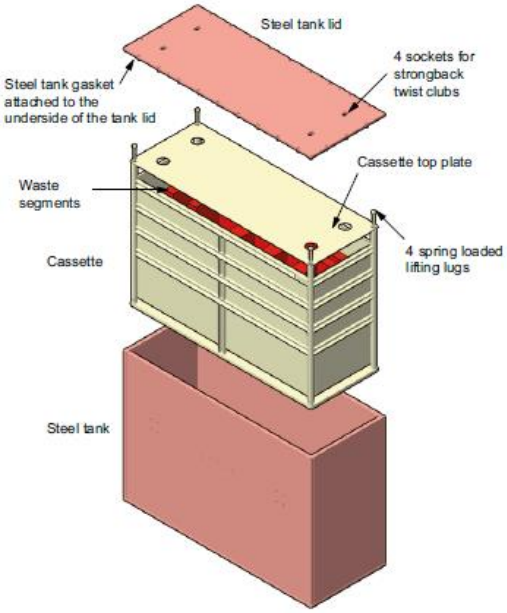


Figure 5-1. Schematic figure of the steel tank for neutron-irradiated components. The steel tank has external dimensions 3.3 × 1.3 × 2.3 m³ (length × width × height). The waste is placed in a cassette which is placed in the tank. A lid is bolted to the tank. The thickness of the steel walls can be adjusted to comply with the requirements determined by the activity level of the waste.

図 5.1-41　BFA-tank[49]

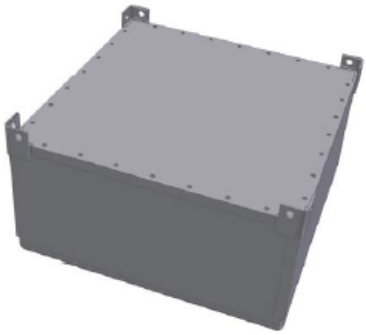


Figure 5-2. Shielded container for neutron-irradiated components. The lateral dimensions are the same as for the containers shown in Figures 5-3, 5-5 and 5-6. The thickness of the steel walls can be adjusted to comply with the requirements determined by the activity level of the waste. The lid is bolted to the body of the container.

図 5.1-42　New container[49]

Figure 5-3. The long-term durable container. The lid is welded to the body of the container. All steel plates are joined by a welding process that ensures uniform material properties across the weld. The thickness of the joint is the same as that of the steel plate.

図 5.1-43　長期耐久容器[49]

b. BWR 制御棒

使用済みの BWR 制御棒については、以下の 2 つの取り扱い方法が検討されている。

・ 分割などせずに一括処分
・ 分割して容器に投入

BWR 制御棒は銅製のキャニスターに装填される予定であるが、発熱量が使用済燃料のキャニスターに比べて小さいため、堆積距離が短く済む可能性があるため、SFL での処分方法が検討されている。分割せずにそのまま処分する場合は、分割作業時の被ばくの可能性を低減でき、分割した場合は、分割の途中で放射性物質の放出を伴うが、キャニスターに密な装填が可能になるとしている。

c. レガシー廃棄物

レガシー廃棄物はスウェーデンの原子力発電開発の初期研究によって発生した廃棄物で、グラウトで満たされたドラム缶内に入れられて、更に 280L 容器のスチールドラム缶でオーバーパックされて AB SVAFO で管理されている。取り扱いの方法については以下の 4 つが検討されている。

・ 調整なし（管理されている状態のものをそのまま使用）
・ 新しい容器にリパッキング
・ 回収して選別
・ ガラス固化

管理されているものをそのまま使う場合は、個々の容器にばらつきがあるため、強度や設置についてそれぞれ考える必要があり、被ばくの観点からも良くないとされている。

新しい容器にリパッキングする場合は、ドラム缶やモールドを容器に設置して、容器内をグラウト材で充填する。200L ドラム用の容器（図 5.1-44 参照）と 280L 及びモールド用の容器（図 5.1-45 参照）が検討されており、両者とも容積全てをグラウトで満たすために蓋はない。機械的強度の向上のために、補強バーが設置されている。

レガシー廃棄物は核種やインベントリが完全に把握できていないため、不確実性を減らすために回収と選別の検討が行われている。回収と選別の取り扱い方法では、既存の廃棄物容器を一度粉砕してから選別するとしており、核種等の把握と選別は長期的な安全性の評価に寄与するとしている。

ガラス固化については、ドラム缶ごと、あるいは選別された廃棄物をガラス固化することが検討されており、選別作業を先んじて行った場合、廃棄物の特性の把握にもつながるとしている。処分場の長期的な安全性にとって廃棄物の処理前に特性を把握することが重要であり、それは長期安全に有益性をもたらすことが強調されている。

Figure 5-5. Waste container for waste currently stored in 200-litre drums. Its lateral dimensions are 2.69 metres × 2.69 metres, which is the same as for the containers shown in Figures 5-2, 5-3 and 5-6. The height of the container is 0.96 metre. The drums are stabilized in the container using grout. The container has no lid, since the grout is intended to fill the full volume of the container. Reinforcement bars to improve the mechanical properties of the grout are shown in the figure.

図 5.1-44　200L ドラム缶用廃棄体容器[49]

Figure 5-6. Waste container for waste currently stored in moulds. The lateral dimensions are the same as for the containers shown in Figures 5-2, 5-3 and 5-5. The height of the container is 1.30 metres. The moulds are stabilized in the container with grout. This container also has no lid, since the grout is intended to fill the full volume of the container. Reinforcement bars to improve the mechanical properties of the grout are shown in the figure.

図 5.1-45　280L ドラム缶及びモールド用廃棄体容器[49]

d. 産業などからの廃棄物

この廃棄物カテゴリには、Studsvik Nuclear AB の運転・廃止措置廃棄物、AB SVAFO の運転・廃止措置廃棄物、産業、病院、大学、研究施設からの廃棄物が含まれており、Studsvik Nuclear AB によって管理されている。これらの廃棄物の取り扱いは以下の二つが検討されている。

- 調整なし
- 新たな容器に投入

調整しない場合については先述した通りである。容器への投入については、コンテナ容器に直接、あるいはドラム缶などの一次パッケージを介するとしている。

2) 人工バリア

処分場の検討は、先述したように、初期スクリーニング、一次選定、二次選定を基に行わ

れている。初期スクリーニングで深層の地層処分が選択肢として残り、地層処分の中の複数の提案を一次選定でふるい分けしており、人工バリアの検討はこの段階で行われている。人工バリアの検討は 4 つの評価項目にカテゴリされた、12 の評価要素によって行われ、図 5.1-46 にそれらを示す。

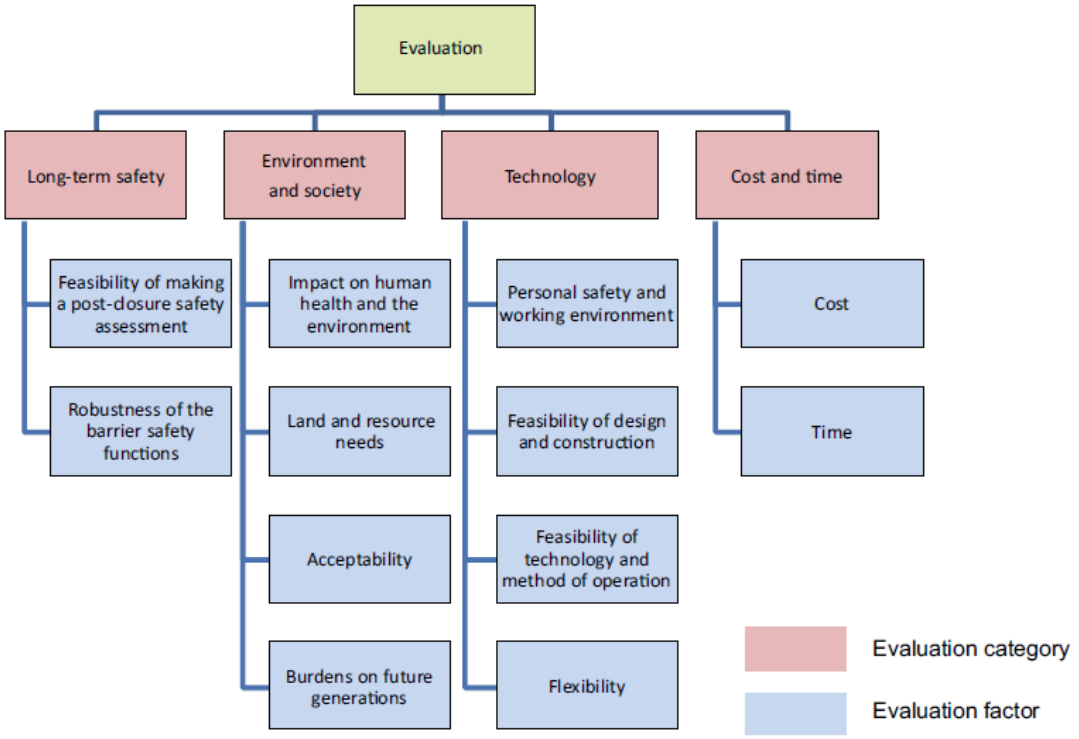


図 5.1-46　評価項目と評価要素[49]

考えられる処分場の案は以下としている。

- Clay repository（粘土材料を用いた処分場）
- Concrete repository（セメント系材料を用いた処分場）
- Deep boreholes（ボーリング孔）
- Drained rock repository（排水設備を備えた岩盤処分場）
- Gravel repository（砕石を用いた処分場）
- KBS-3 for long-lived low and intermediate level waste（使用済燃料処分方法に準ずる）
- Super silo（サイロ方式）
- WP-Cave（卵型処分場）
- No action alternative

これら 9 種に対して、図 5.1-46 の評価要素に基づいて評価が行われ、残った処分場案は以下である。これら 4 つの処分場案の概念について概説する。

- Clay repository
- Concrete repository

・ Gravel repository
・ Super silo

a. Clay repository

この処分場は、ベントナイトのような非常に低い透水係数を持つ材料によって廃棄物を通じた地下水の流れを制限することを目的としており、ベントナイトバリアにより、放射性核種の移行プロセスは拡散が主なものであるとしている。結晶質の地下 300～500 メートルの岩盤の洞穴に設置され、岩盤洞窟内に、廃棄物容器を収容するためのコンクリート構造物が構築される。コンクリート構造物は、廃棄物容器の下にもベントナイトの埋め戻しを容易にするように構築されており、長期的なバリア機能は付与されていない。閉鎖時には、コンクリート構造物と岩盤との間の自由空間にベントナイトが埋め戻される計画としている（図 5.1-47 参照）。操業中は、天井クレーンでコンクリート構造体に廃棄体を設置、必要に応じてグラウトの投入をし、閉鎖時には、コンクリートで蓋をして、周辺をベントナイトで埋める。遮水壁の厚さは少なくとも 2m 確保する必要があるとしている。これらを考慮し、安全機能としては以下が設定されている。

・ ベントナイトの低透水性
・ ベントナイトの低拡散性
・ ベントナイトの放射性核種に対する強い収着性
・ ベントナイトのコロイド濾過性
・ 岩盤（天然バリア）による移行抑制

これらの安全機能を満たすために必要な検討項目については、以下があげられている。

・ 不飽和状態での水の取り込みと移行
・ 飽和状態での水の移行
・ パイピング・侵食
・ 膨潤・物質の再分配
・ 液状化
・ 凍結
・ 水輸送・二相流・混合
・ 溶解・沈殿
・ イオン交換を含む種分化と収着
・ 拡散・核種の拡散移行性
・ モンモリロナイトの変質
・ ベントナイトの浸食
・ コロイドの形成と移行

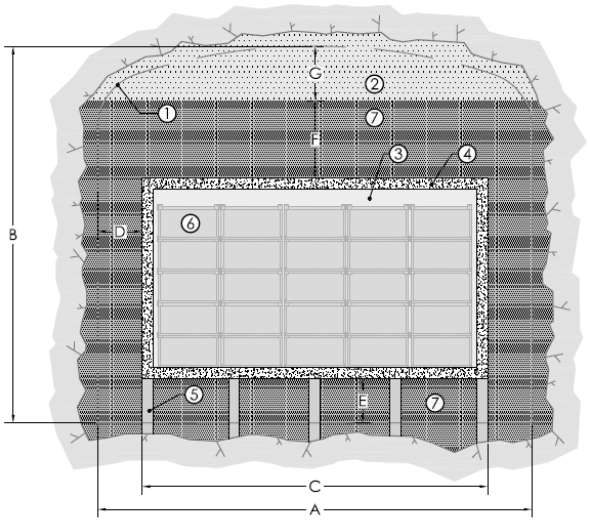


Figure 7-1. *Cross-sectional view of the Clay repository concept. Legend: 1) Theoretical tunnel contour. 2) Bentonite pellets. 3) Grout. 4) Concrete structure for the operating period (0.5 metre). 5) Granite pillars. 6) Waste containers. 7) Bentonite blocks. Approximate dimensions: A = 20 m, B = 17 m, C = 16 m, D = 2 m, E = 2 m, F = 3–4 m, G = 2–3 m.*

図 5.1-47　Clay repository [49]

b. Concrete repository

この処分場は、廃棄物を介した地下水の流れを制限し、廃棄物への生物種の拡散移行を抑制することを目的としており、大量のコンクリートを必要とする。低透水性と低拡散性によるバリアを形成し、処分場内の金属の腐食率が低いアルカリ性環境が生成される。処分場は深さ 300～500m の結晶質岩に設置され、2 つの選択肢が検討されている。一つは、コンクリートで満たされた処分場で、もう一つはハイドロリックケージを備えた処分場である（図 5.1-48 参照）。後者は、コンクリート構造物の内側のみをコンクリートで埋め、コンクリート構造物と岩壁との間の空間は砕石で埋めている。また、廃棄体周辺の空間は、ガス透過性グラウトが充填される。操業中、閉鎖時の作業については、Clay repository の場合と同様である。これらを考慮し、安全機能としては以下が設定されている。ハイドロリックケージを備えた処分場については、高い透水性を付加することで、コンクリート構造物を通過する地下水流れを抑制するとしている。

- コンクリートの低透水性
- コンクリートの低拡散性
- コンクリートの核種に対する強い収着性
- コンクリートによる高 pH の環境
- 天然バリアの移行抑制
- 砕石の高透水性（ハイドロリックケージを備えた処分場のみ）

これらの安全機能を満たすために必要な検討項目については、以下があげられている。

- 水の移行
- 凍結
- 破砕

・ 溶解・沈殿
・ スペシエーションと沈殿
・ コロイドの形成と移行

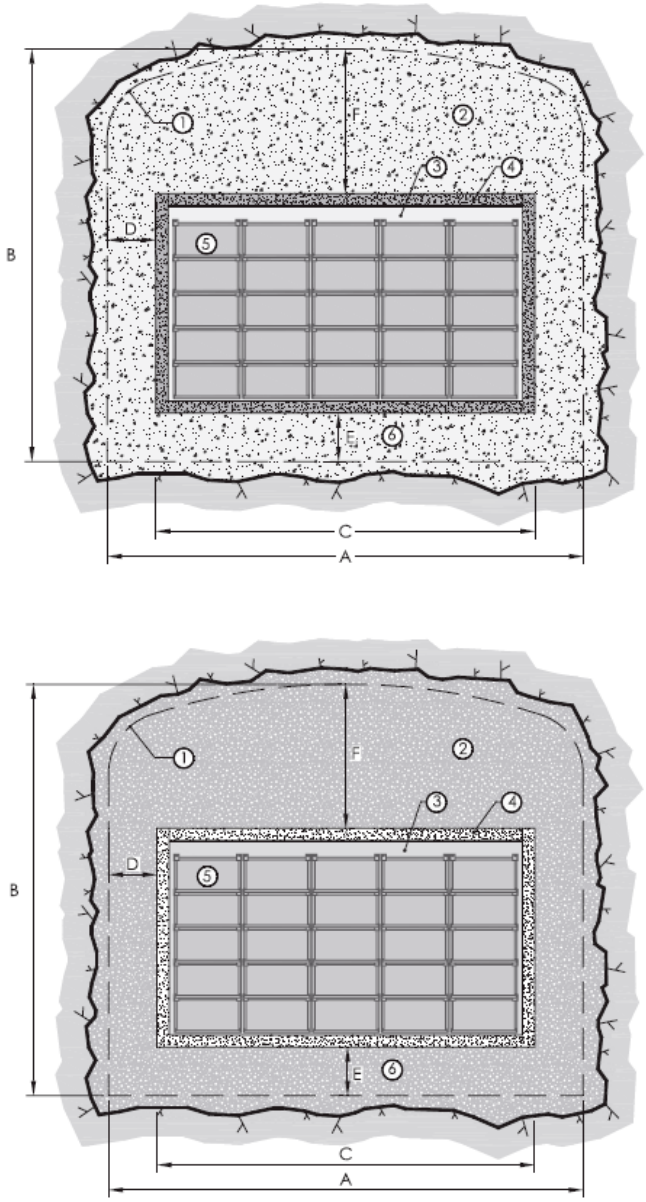


Figure 7-2. Cross-sectional views of the two alternative designs of the Concrete repository – the full Concrete repository (top) and the Concrete repository with a hydraulic cage (bottom). Legend: 1) Theoretical tunnel contour. 2) Concrete (top) or gravel (bottom). 3) Grout. 4) Reinforced concrete (0.5 m). 5) Waste containers. 6) Concrete (top) or gravel (bottom). Approximate dimensions: A = 20 m, B = 17 m, C = 16 m, D = 2 m, E = 2 m, F = 5–10 m.

図 5.1-48　Concrete repository [49]

c. Gravel repository

この処分場は、先述したハイドロリックケージを備えた処分場に似ており、地下水の流れを廃棄物容器ではなく、周辺に向けることを目的としており、深さ 300～500m の結晶質岩の中に設置される（図 5.1-49 参照）。砂利や砕石の上に鉄筋コンクリートからなる基

礎スラブが打設され、オプションとして、処分場の操業期間中の放射線防護のためにコンクリート壁の設置も検討されている。洞窟内の天井と壁には吹付けコンクリートが敷き詰められ、廃棄体と岩盤の空間に砂利などの透水性の高い材料を埋め戻し、廃棄物の周囲にハイドロリックケージを形成する。ここで重要なのは、廃棄体の透水係数がハイドロリックケージの透水係数よりもはるかに低いことで、廃棄体の健全性維持機能に依存している。操業中は、天井クレーンあるいはフォークリフトで廃棄体が設置され、閉鎖時に砕石で埋め戻す。ここで、処分場内の pH はほぼ中性であることに注意する必要がある。以下に、安全機能を示す。

- ハイドロリックケージの高い透水性
- 天然バリアの移行抑制

これらの安全機能を満たすために必要な検討項目については、以下があげられている。

- 目詰まり
- 凍結
- 水の移行・二相流・混合
- 溶解・沈殿
- コロイドの形成と移行
- 微生物プロセス

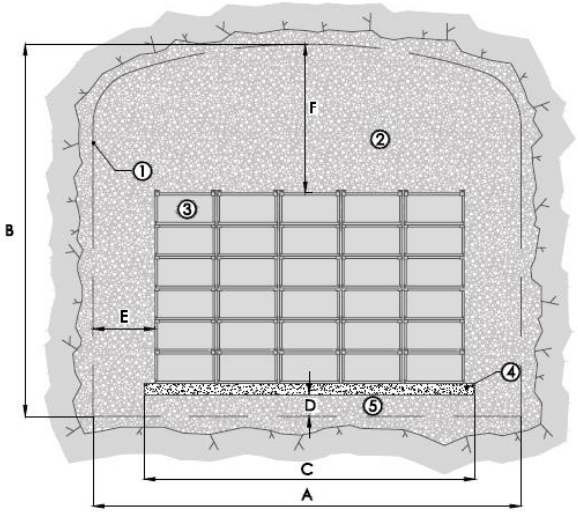


Figure 7-6. Cross-sectional view of the Gravel repository concept. The waste is placed on a concrete base and the entire repository is then filled with gravel. Legend: 1) Theoretical tunnel contour. 2) Gravel. 3) Waste containers. 4) Concrete base slab. 5) Gravel or crushed rock. Approximate dimensions: A = 20 m, B = 17 m, C = 15 m, D = 1 m, E = 2–3 m, F = 5–10 m.

図 5.1-49　Gravel repository [49]

d. Super silo

この処分場は、ハイドロリックケージと、コンクリートやベントナイトのような低透水性で拡散性の低い材料を組み合わせるもので、深さ 300～500 メートルの結晶質岩の中に配置された円筒形の二重壁のコンクリートサイロで構成されている（図 5.1-50 参照）。鉄

筋コンクリート製のシリンダー内に廃棄体を装填し、隙間は高密度のベントナイトで充填される。操業中及び閉鎖時の作業は Concrete repository の場合と同様である。安全機能は以下である。

- コンクリートとベントナイトの低透水性
- コンクリートとベントナイトの低拡散性
- コンクリートとベントナイトの核種に対する強い収着性
- ハイドロリックケージの高い透水性
- ベントナイトのコロイドろ過性
- 天然バリアの移行抑制

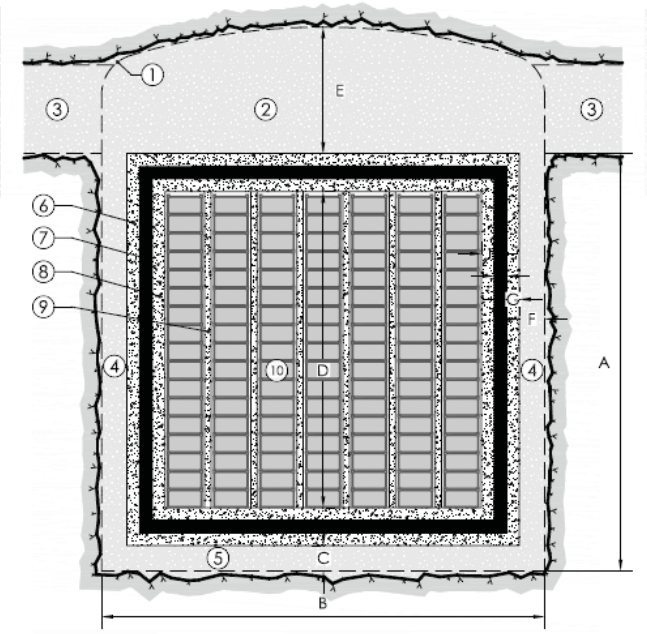


Figure 7-8. Cross-sectional view of the Super silo concept. Legend: 1) Theoretical rock cavern contour. 2, 3, 4, 5) Gravel or crushed rock. 6) Reinforced concrete. 7) Bentonite blocks. 8) Concrete. 9) Concrete shaft walls (0.5 m). 10) Waste containers. Approximate dimensions: A = 33 m, B = 35 m, C = 2 m, D = 25 m, E = 5–10 m, F = 2 m, G = 1 m, H = 1 m, J = 1 m.

図 5.1-50　Super silo [49]

4 つの処分場について、長期的安全性や技術の成熟度などから、不確実性やリスクが小さいものとして、Clay repository と Concrete repository が優位であることが述べられている。

3）廃棄物と処分場の組み合わせ

ここまでに述べた廃棄物と、処分場の特徴を踏まえて、廃棄物に対する処分場の組み合わせが検討されている。SFL における処分方法の絞り込みは、まとめると以下の図 5.1-51 のように行われている。法規制等の絶対的要件に照らし合わせ、更に、相対的な評価を行い、残った案について廃棄物との組み合わせを評価する。廃棄物については、原子炉から発生する金属廃棄物と、AB SVAFO 及び Studsvik Nuclear AB から発生する廃棄物に区分され、

金属廃棄物はコンクリートバリアを有する処分場で処分するとしている。処分場内は、鋼製タンクに詰められた金属廃棄物の腐食率を下げるために、高 pH 環境を維持できるコンクリートで埋め戻される。もう一方の廃棄物については、ベントナイトバリアを有する廃棄物での処分が検討されている。コンテナに廃棄物を設置後、地下水の流れを抑制し、コロイドをろ過することを目的として処分場内はベントナイトで埋め戻される。前者の組み合わせに求められる長期の安全機能の組み合わせを表 5.1-14 に、後者の組み合わせについては表 5.1-15 に示す。

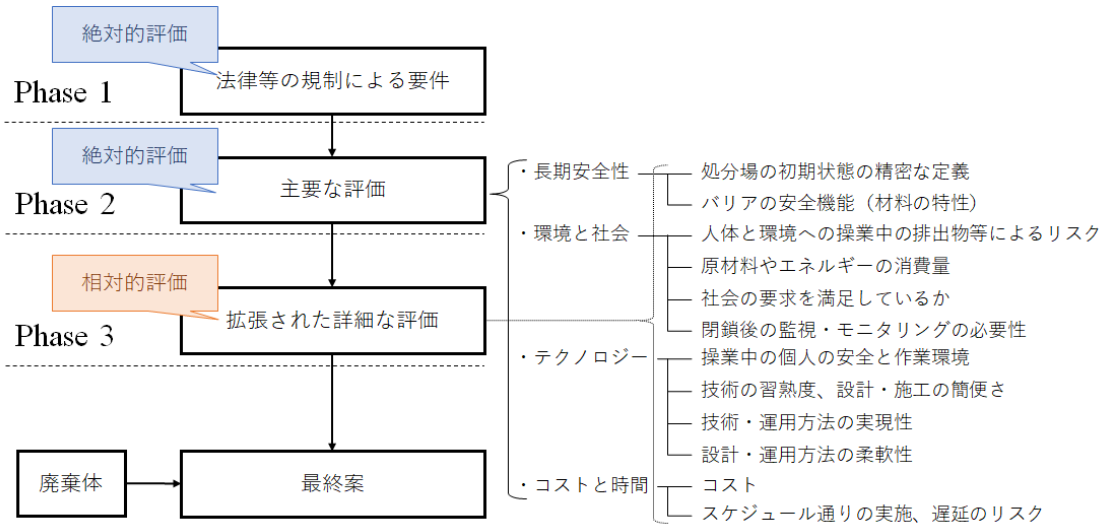


図 5.1-51　SFL 絞り込みフロー

表 5.1-14　コンクリートバリアを採用した場合の長期安全機能[49]

Element	Safety functions
Waste and containers	– Limited release rate – Strong sorption (grout and corrosion products)
Concrete barrier	– Low hydraulic conductivity – Low diffusivity – Strong sorption – High-pH conditions

表 5.1-15　ベントナイトバリアを採用した場合の長期安全機能[49]

Element	Safety functions
Bentonite barrier	– Low hydraulic conductivity – Low diffusivity – Strong sorption – Filtering colloids

また、現段階では成熟度やコストの面から採用されていないが、長期的な安全性の観点から処分場の強化に活用できる可能性のある要素として、以下があげられている。

- 金属廃棄物を溶融して明確に定義された金属塊にして堆積させる
- 長期耐久性のある容器の採用
- 化学的に保持力を向上させるための薬剤の添加
- レガシー廃棄物の回収と選別
- ガラス固化又はそれに類する処理

(3) B 種廃棄物処分施設（フランス、ANDRA）

本項では、中深度処分場の類似施設として、フランスで検討されている B 種廃棄物処分場について処分施設の設計に係る項目を整理することを目的に、ANDRA の報告書[50]を調査する。B 種廃棄物とは、$\beta-\gamma$ 放射能が低、又は中レベルであり、長寿命の放射性廃棄物のことを指す。放射能が低中レベルであることから、熱放出がない、あるいは少ないことが特徴としてあげられ、廃棄物の種類と、廃棄体への封入方法は多岐に及ぶ。長期間での放射能の拡散抑制のために、多重の安全機能を有する地層処分施設を利用するとしており、この考え方は中深度処分と同様である。後に詳述するが、B 種廃棄物処分場が中深度処分場と大きく異なる点は、埋設施設周辺岩盤が粘土層であること、及び可逆的（回収可能性を考慮した）な設計を前提としていることである。粘土層については、カロビアン＝オックスフォーディアン粘土質岩の堆積層で、透水係数が非常に小さく均質な地層である。該当の堆積層は上端が深度 420～600m 以上の深度に位置しており、大規模な石灰石層に挟まれている（図 5.1-52 参照）。透水係数、拡散係数が非常に小さく、溶液中のイオンの移動が極めて緩やかであることが確認されており、天然の移行抑制機能を持っている。可逆的な設計については、将来世代に処分場に関する意思決定を下す自由を残しながら、処分場のプロセスを段階的かつ柔軟に導く可能性として定義している。一方で、可逆性を優先して長期的な安全機能がいささかも損なわれてはならない、としていることにも留意する必要がある。

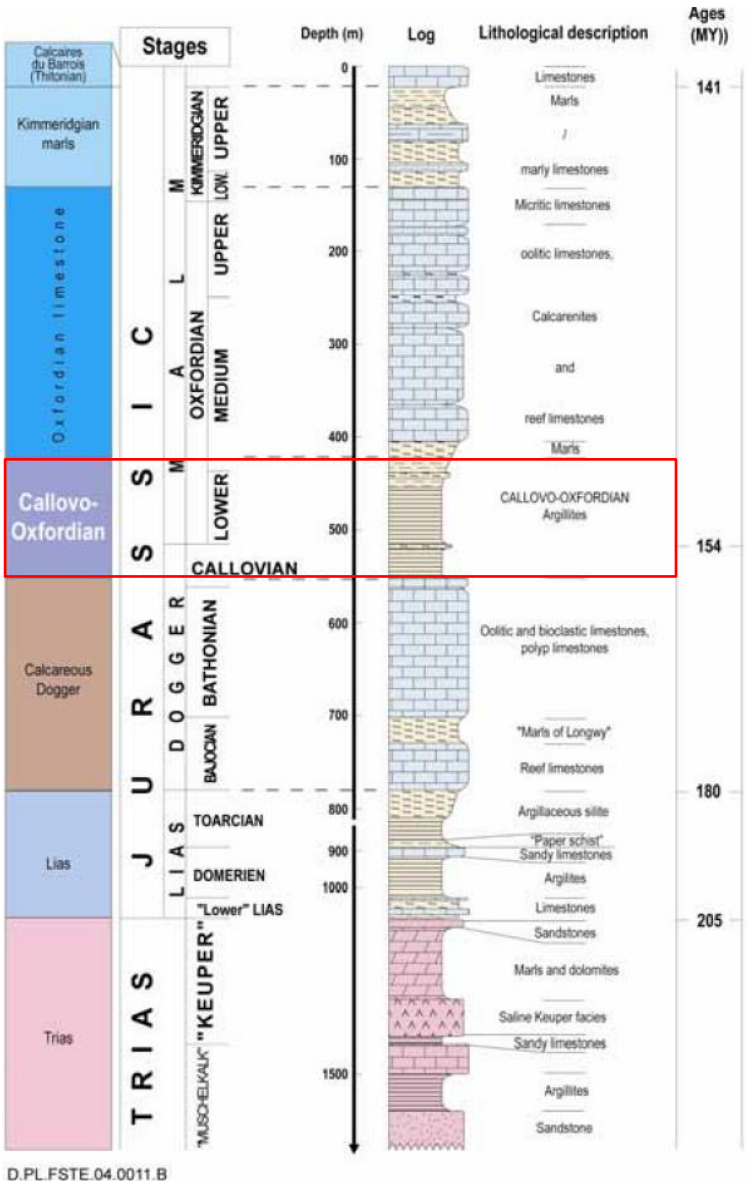


図 5.1-52　地下研究所サイトにおける地層断面図（赤枠追記）[50]

処分施設は、廃棄物処分用パッケージを収容するため粘土質岩層に掘削したセル（地下空洞）によって構成され、廃棄物処分用パッケージは、処分場の必要性に応じたオーバーパックで補完されたもので構成されている。3 つの要求を満たす地下施設及び廃棄物処分用パッケージの設計のための技術的オプションが提案されており、3 つの要求とは以下である。

- 長期安全機能
- 操業における可逆性と柔軟性
- 操業及び管理中の人員の安全性

操業段階の公衆の防護目標として、年間の個人線量 0.25 mSv 未満、作業者の防護目標として年間個人線量 5 mSv 未満にするとしている。水の流れ及び放射性核種の移行を抑制するために、地下施設の上下に位置する粘土質層をできるだけ厚くする施設の配置を行うとしている。地下施設の構成要素である処分空洞及び廃棄物処分用パッケージの設計についてそれ

ぞれ概説する。

1）廃棄物処分用パッケージの設計

廃棄物処分用パッケージの設計では、いくつかの候補がある中で、回収性や操業方法の単純化を考慮した結果、比較的コンパクトな中型の直方体のコンクリート製ケーシングの中に一次パッケージを 1−4 個まとめることとしている。一次パッケージは封入する廃棄物、廃棄物に含まれるインベントリやその廃棄物の固定化方法によってタイプが分類されており、パッケージタイプの分類について表 5.1-16 に示す。

表 5.1-16　一次パッケージのタイプ分類[50]

Reference packages	Cat.	Lev.1	Lev.2	Lev.3	Titles of waste grouped in the reference packages	Description
Activation product waste	B	B1			CSD-C containing activation product waste from PWR and fast reactors	§ 3.2.1.1
Bituminised waste		B2	B2.1		238- and 245-litre bitumen drums	§ 3.2.1.2
			B2.2		428-litre bitumen drums	§ 3.2.1.2
Technological and miscellaneous waste cemented or compacted		B3	B3.1	B3.1.1	1,000-litre concrete containers, reconditioned or not in metallic containers	§ 3.2.1.3
				B3.1.2	Concrete containers (CAC and CBF-C"2) containing miscellaneous technological waste	§ 3.2.1.3
				B.3.1.3	1,800-litre concrete containers containing miscellaneous waste	§ 3.2.1.3
			B3.2	B3.2.1	500-litre concrete containers (sludge and concentrates)	§ 3.2.1.3
				B3.20.2	1,200-litre concrete containers (CBF-C"2) containing CEDRA and AGATE waste	§ 3.2.1.3
			B3.3	B3.3.1	Standardised container for compacted waste (CSD-C) containing alpha waste	§ 3.2.1.3
				B3.3.2	EIP drums containing cemented pulverulent waste	§ 3.2.1.3
				B3.3.3	500-litre steel containers containing miscellaneous waste	§ 3.2.1.3
				B3.3.4	870-litre steel containers containing miscellaneous waste	§ 3.2.1.3
Cemented cladding waste		B4			Drums of cemented hulls and end pieces	§ 3.2.1.4
Compacted cladding waste with or without technological waste		B5	B5.1		CSD-C containing a mixture of hulls and end pieces and technological waste (including organic waste)	§ 3.2.1.4
			B5.2		CSD-C containing a mixture of hulls and end pieces and metallic technological waste	§ 3.2.1.4
			B5.3		CSD-C containing PWR (HAO) cladding waste, with no technological waste	§ 3.2.1.4
			B5.4		CSD-C containing magnesium cladding waste	§ 3.2.1.4
Cladding and technological waste placed in drums		B6	B6.1		180-litre steel containers containing AVM operating waste	§ 3.2.1.5
			B6.2		EIP drums containing metallic cladding waste	§ 3.2.1.5
			B6.3		EIP drums containing magnesium cladding waste	§ 3.2.1.5
			B6.4		EIP drums containing metallic and organic technological waste	§ 3.2.1.5
			B6.5		EIP drums containing metallic technological waste	§ 3.2.1.5
Sources		B7	B7.1		Source blocks	§ 3.2.1.6
			B7.2		CSD-C containing PWR primary and secondary source rods	§ 3.2.1.6
			B7.3		EIP drums containing sealed sources	§ 3.2.1.6
Radon and americium waste		B8	B8.1		EIP drums containing radiferous lead sulphate drums	§ 3.2.1.7
			B8.2		870-litre steel containers containing lightning rod heads with radium or americium	§ 3.2.1.7
			B8.3		EIP drums containing items for medical use	§ 3.2.1.7
Vitrified waste	C	C0	C0.1		PIVER vitrified waste	§ 3.2.2.1
			C0.2		UMo vitrified waste	§ 3.2.2.1
			C0.3		AVM vitrified waste	§ 3.2.2.1
		C1			"Current thermal" UOX/enriched recycled uranium vitrified waste	§ 3.2.2.2
		C2			"Future thermal" UOX/enriched recycled uranium vitrified waste	§ 3.2.2.2
		C3			UOX/MOX vitrified waste	§ 3.2.2.3
		C4			UOX + Pu vitrified waste	§ 3.2.2.3

廃棄物処分用パッケージの設計では、様々な材料でパッケージングされた複数種類の一次パッケージについて、水素ガスを発生するか否かで 2 つのタイプが検討されている。まず、水素ガスを発生する、あるいは発生する恐れがある一次パッケージについて概説する。表 5.1-16 に示す通り、一次パッケージは様々であるが、B2 タイプ（ビチューメンによって固化されたスラッジ）のパッケージ（パッケージング容器はステンレス鋼製のドラム缶）を封入する廃棄物処分用パッケージ（以降、標準型パッケージ）を図 5.1-53 に示す。標準型パッケージは本体と蓋から構成されており、それらは少量の金属繊維入りの鉄筋コンクリート製で、金属繊維の混和によって、凝結収縮によるコンクリートの不均質ひび割れを防止する、としている。本体と蓋の固定は結合剤にて行う。また、鉄筋の腐食リスクを抑制するためにステンレス鋳鋼を使用することとしている。本体は 75MPa、蓋は 60MPa の圧縮力に耐える高性能コンクリート製である。本体は内部の仕切り（具体の材料について記載なし）によって 4 つに区切られており、一次パッケージの形状によって内径が設定される。この内径は一次パッケージの外径よりも十分に大きく、一方で、間詰めを必要としない隙間でなければならないとしている。これは、回収性、可逆性を考慮しているためである。更に、一次パッケージから発生する水素の排出を可能にするガス抜き孔を、容器本体の上部で対面する 2 か所に配置するとしている。また、廃棄物処分用パッケージは、処分空洞内ではフォークリフトタイプの機械によってハンドリングすることを原則としており、パッケージの底部に設置された二つの溝を介してパッケージを保持する。これは、処分空洞の断面を最小化し間隙を少なくするためであり、空洞の上部にパッケージ設置としては使用できない空間を生むクレーン等は排除されている。

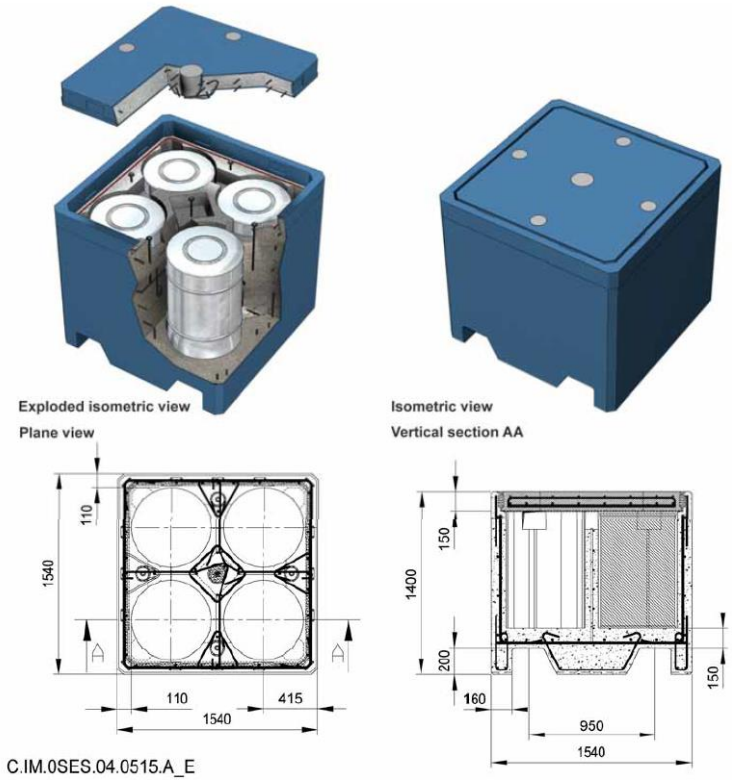


図 5.1-53　廃棄物処分用パッケージ（B2 タイプ）[50]

ガス（特に水素）を放出しない一次パッケージに限り、長期的な放射性核種移行抑制機能を有した廃棄物処分用パッケージ（以降、改良型パッケージ）の提案も行われている。表 5.1-16 中の B5 タイプ（ハル、エンドキャップ及び圧縮された金属雑廃棄物）の一次パッケージに対する改良型パッケージを図 5.1-54 に示す。先述した標準型パッケージとの相違点は、無筋であること、それに伴い金属繊維が多いこと、本体と蓋に用いるコンクリートが単一配合であることである。4 つの一次パッケージにはそれぞれ独立した蓋を取り付ける。それに先立ち、円錐型の栓を取り付けることで、一次パッケージの回収性を容易にし、隙間を小さくすることに寄与する。使用するコンクリートの圧縮強度は最低でも 90MPa 必要であり、腐食のリスクを抑えるために金属繊維はステンレス鋼を使用するとしている。更に、鉄筋が無くなることで引張り力に対する抵抗を小さくするため、金属繊維入りコンクリートの特性とコンクリート密度を強化する必要があるとしており、引張・たわみにおける抵抗値は 5MPa 以上を目安としている。これらの力学的な強度を向上することは、閉じ込めの機能の向上にもつながり、これらを満たすためには、可能な限り最高品質の初期状態を得る必要がある、そしてそれは材料に依存する、としている。

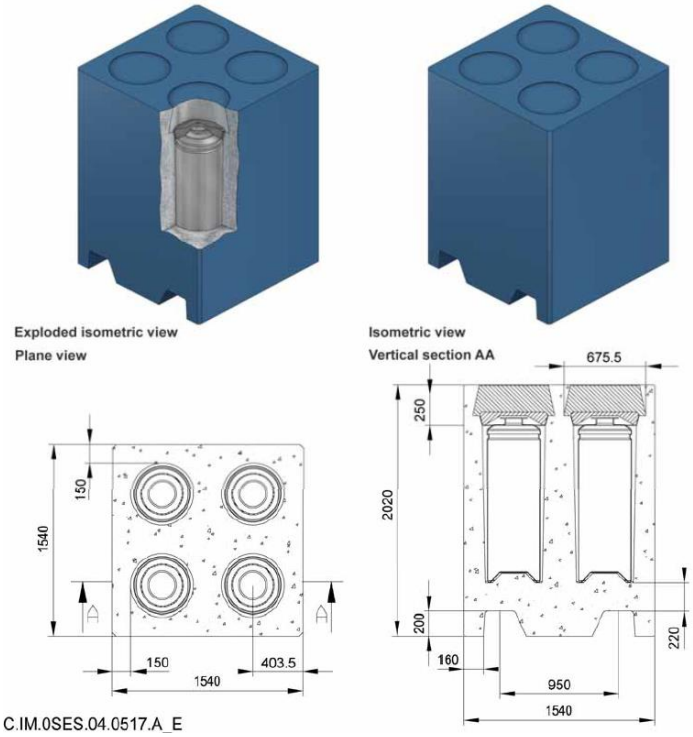


図 5.1-54　改良型パッケージ（B5 タイプ）[50]

廃棄物処分用パッケージで用いるコンクリート材料は以下の 4 つに区分されている。

・セメント、鉱物性添加剤及び水
・混和剤
・骨材（砂及び砂利）
・鉄筋あるいは金属繊維若しくはその両方

改良型パッケージで用いる材料の配合については、高性能であることが求められ、目標値として、透水係数は 2.10^{-13} m/s 以下、拡散係数は 2.10^{-13} m²/s、間隙率は 10 %以下が示されている。また、容器は 100 年間の耐久性に対応することとしている。

2）処分空洞の設計

先述した通り、処分施設は主に処分空洞と廃棄物処分用パッケージからなる。処分空洞とは、廃棄物処分用パッケージを設置する空洞のことであり、空洞には、アクセスするための坑道が接続されている。それら全体を処分モジュールとしており、処分モジュールについて図 5.1-55 に示す。

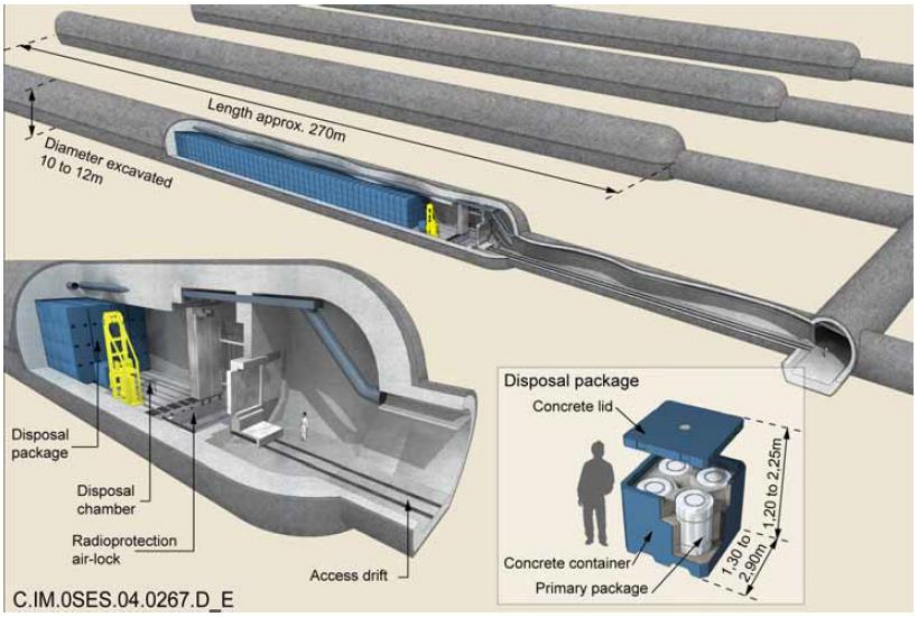


図 5.1-55　B 種廃棄物における処分モジュールと処分空洞[50]

処分モジュールは、地下 500m の深さに設置することを前提としており、処分モジュールの設計では大きく分けて 3 つの点、操業段階の安全、長期安全及び可逆性の考慮に留意することとしている。更に、処分空洞の設計で考慮すべき事項について細分化されており、以下に示す。

・操業段階の安全
  - 操業期間中の構造物の力学的安定性の保証
  - スタッフの放射線防護
  - 一部パッケージから発生する可能性があるガスの管理

操業段階の耐久性としては可逆性の観点から、パッケージの定置期間中及びそれを上回る長期間の力学的安定性を保証する寸法としており、数百年の耐久性を目標としている。

・長期安全
  - 処分による粘土層の擾乱を抑制することで、良好な環境条件を保全すること
  - 温度の制御

- 少量の核分裂性元素を含むB種廃棄物パッケージに対する亜臨界状態の維持
- モジュール、空洞内及びその周辺の水の循環の抑制
- 想定される状況下での放射線による影響を抑制するための処分空洞の分割
- 劣化を加速させ得る物理・化学的変化からの一次及び処分用パッケージの保護
- ー特定の放射性核種の保持

温度については、処分空洞を被覆するコンクリート材料の変質を抑制するためであり、温度が閾値を超えるとコンクリート中の水和物の一部が不安定になり、物理的、力学的に不可逆的な変質が発生する。制限温度については最高70度が選択されている。また、B種廃棄物の処分空洞は数万年以上かけて再飽和するとしている。

パッケージの保護や放射性核種の維持については、再飽和後の処分空洞内の水がアルカリ性であれば、不溶化や腐食の抑制に寄与するとしている。

・可逆性の考慮

先述した通り、パッケージの回収作業を容易にする要素も考慮しているため、パッケージと空洞の間には機能的な隙間がある。空洞の設計は、この隙間が少なくとも100年間は維持される耐久性を有することが保証されるものであるとしている。

以上のことに留意して処分空洞の設計が行われるが、処分空洞の設計では、セルの形状、セル内部のパッケージ配置方法及びパッケージの取り扱い方法の3点について、複数の選択肢を想定しながら検討されている。

・セルの形状

B種廃棄物は非発熱性あるいは弱発熱性であるため、多量のパッケージを配置できる。そのため、構造物の断面は大きくなる傾向があり、検討された二つの空洞タイプ、半円形の坑道及びサイロタイプ（図 5.1-56、図 5.1-57参照）の最大寸法は20mである。しかしながら、構造物の上下に存在する乱れていない粘土層の保護及び建設に関連する制約条件に留意すると、空洞のサイズは10－12mとするのが良いとしている。この寸法については、百年間の耐用期間が設定されているトンネルの寸法に相当し、シャモワーズのトンネルでは粘土層に近い岩盤に掘削された事例があることから、妥当であるとしている。

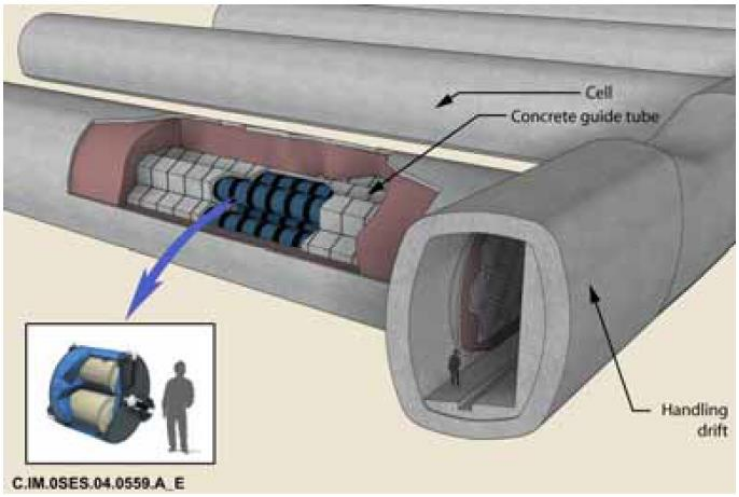


図 5.1-56　半円形の坑道タイプ[50]

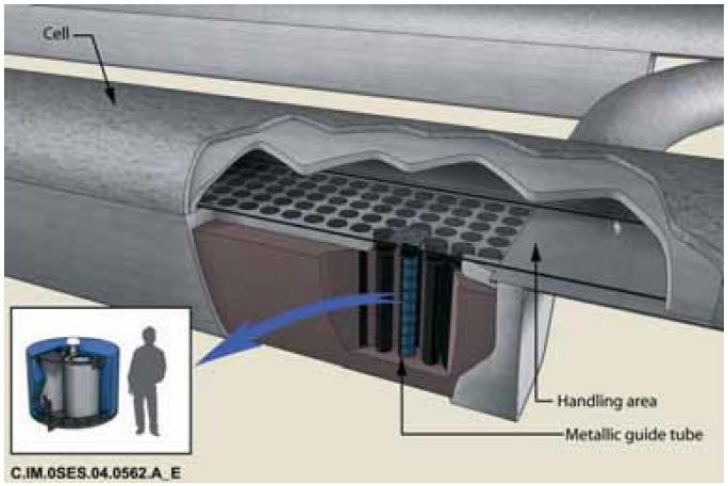


図 5.1-57　サイロ型の坑道タイプ[50]

・　処分用パッケージの取り扱い

処分用パッケージについては、垂直あるいは水平に取り扱うかが検討されている。垂直方向での取り扱いでは、空洞の全長にわたってハンドリング装置を設置するために空洞の上部に空間が必要になり（図 5.1-57 参照）、この空間はパッケージの設置には利用できないため、パッケージ定置密度の低下につながる。これは、直方体の処分用パッケージを採用した場合も同様である。一方で、水平方向での取り扱いは、空洞全断面を処分に利用できないが、パッケージを横向きに搬送でき、コンパクトさ、パッケージ定置密度の観点から、垂直方向での取り扱いよりも有利であるとしている。

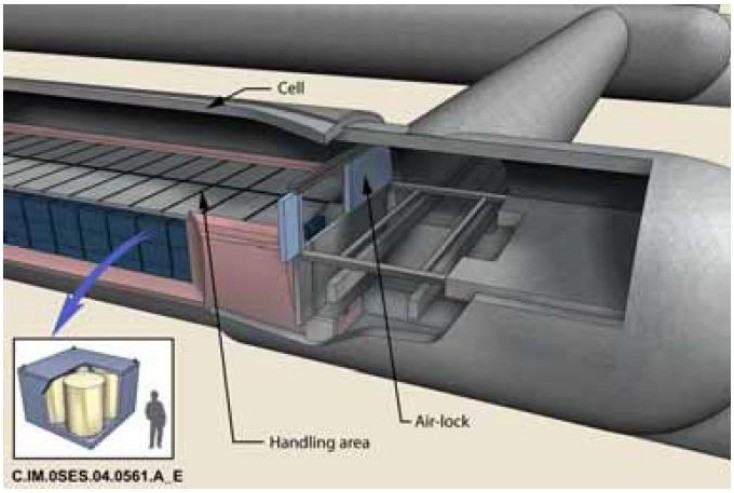


図 5.1-58　垂直方向の取り扱いにおける直方体の処分用パッケージの坑道[50]

・　処分用パッケージの配置方法

処分用パッケージの配置については、間仕切りを要するタイプと、積み上げによるタイプが検討されている。間仕切りを要するタイプは、パッケージを金属やコンクリートによって仕切られた空間に収納するもので、水平方向（図 5.1-56 参照）、垂直方向（図 5.1-57 参照）のいずれについても検討されている。水平方向の間仕切りタイプでは、パッケージ定置密度が向上する一方で、パッケージを持ち上げ、圧送するための複雑なハンドリング装置が必要になるデメリットがあるとしている。

積み上げタイプでは、処分空間を最大限に利用するために、分離装置を使用せずパッケージを積み上げて並べる。このとき、直方体の処分用パッケージを使用することによって、側壁間の空隙を最小限にすることができ、適切なパッケージ定置密度を確保することで、間詰めを行わずに済み、また、回収の面でも有利であるとしている。

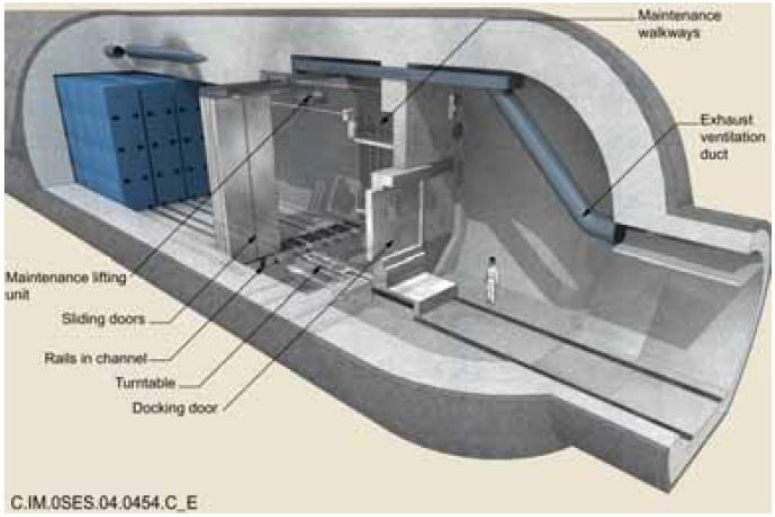


図 5.1-59　水平方向の取り扱いにおける直方体の処分用パッケージの坑道[50]

以上の点を鑑みて、処分空洞の最適な設計は、水平方向の取り扱いで、かつ、直方体の処

分用パッケージを積み重ねる方式であるとしている。

また、図 5.1-55 から分かるように処分モジュールは袋小路の形式であり、全長は 270m、処分空洞部分は 250m である。坑道はコンクリートで被覆され、遠隔操作のリフトトラックタイプの装置でパッケージを設置するとしており、処分空洞の入り口部分には放射線防護のロック室を備えている。これは操業時の作業員の防護を目的としており、アクセス坑道の埋戻しの際は、鋼材などを残すことで発生する腐食などによる影響をできる限り小さくするために解体される。また、操業時は処分用パッケージから発生するガスを閉じ込めないために、換気を行うとしており、換気用の通風孔が処分空洞の設計に反映されている。処分空洞の構成要素とそれらがもつ機能について表 5.1-17 に示す。

表 5.1-17　B 種廃棄物の処分空洞の主要構成要素と機能[50]

Functions	Period	Concrete lining	Cell Section	Seal in the access drift	Cell airlock
Transferring the packages to their repository location	Operations		**X**		
Mechanically supporting the structures	Operation and monitoring	**X**	x		
Protecting man against radiation	Operation and monitoring				**X**
For retrieving disposal packages	Operation and monitoring	**X**	**X**		
Preventing water circulation	After closure			**X**	
Restricting the release of radionuclides and immobilizing them in the repository	After closure	**X**		x	
Delaying and reducing the migration of radionuclides	After closure			x	
Limiting mechanical deformation in the Callovo-Oxfordian argillites	After closure	x	**X**		
Splitting up the repository	After closure			**X**	

Legend: **X** essential component in performing a function
x contribution of a component to a function

* Module separation of the repository does not, strictly speaking, constitute a safety function, but is a device adopted with safety objectives in mind

処分空洞の設計については先述した通り、換気口を設けて、処分用パッケージ設置部分は間詰めしないことを前提に行うこととしている。それらを考慮した処分空洞の断面図を図 5.1-60 に示す。処分用パッケージは 3 段、あるいは 4 段の配置とし、上部の間詰めコンクリート部分には換気口が設けられており、天端とパッケージの間には 15 ㎝、側壁及びパッケージ同士の間には 10cm の空隙が設けられている。下部に取り付けられた溝とレールはパッケージを運搬するフォークリフト用で、図 5.1-61 に示す。また、設置するパッケージの内容物によっては組み合わせることで潜在的に有害な相互作用を及ぼす可能性があるとしており、それに合わせて処分空洞の様々な断面形状が想定されているが、おおよそは変わらない。10 種類の案が考えられており、その内の 4 種類について図 5.1-62 に示す。

ここで、表 5.1-17 からも分かるように、パッケージ周辺のコンクリート（表中の concrete lining）については、支保工としての力学的な機能を持たせており、水理場に対する抵抗性は持っていないことに留意する必要がある。

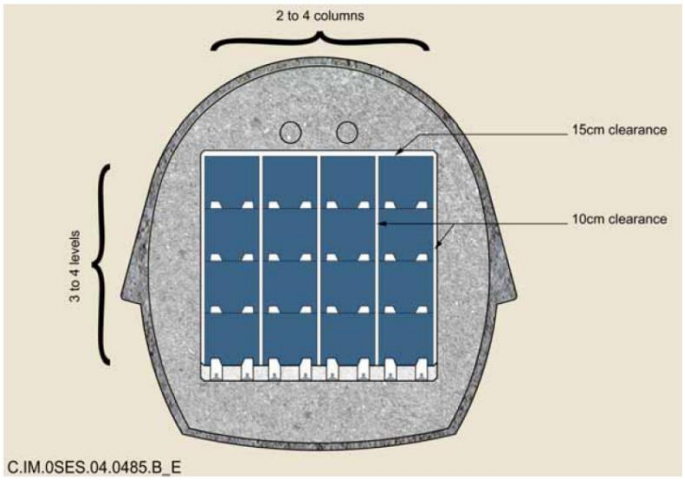


図 5.1-60　処分空洞の断面図[50]

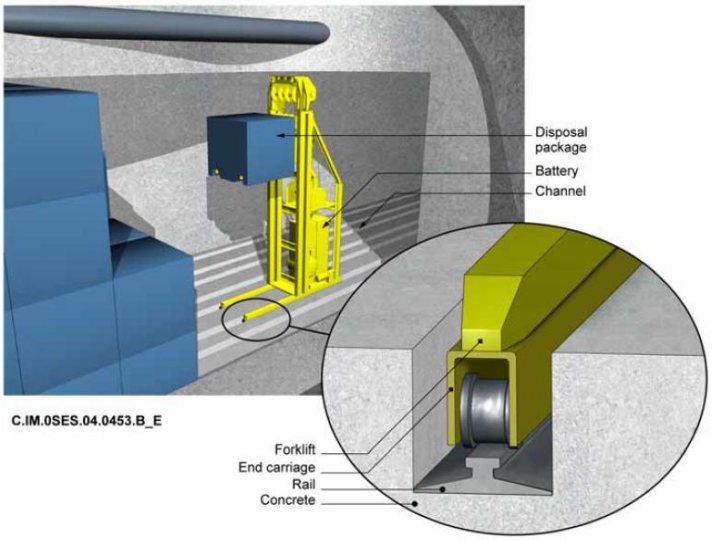


図 5.1-61　フォークリフトによる処分用パッケージの運搬[50]

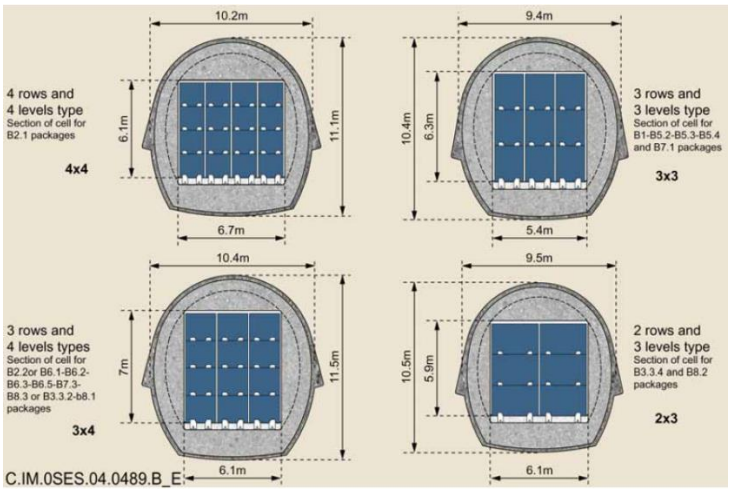


図 5.1-62　想定される様々な処分空洞断面[50]

このように、B 種廃棄物処分場の処分方式の絞り込みでは、複数案の廃棄体パッケージ→処分形式→断面形状の順に、前の検討結果を踏まえた絞り込みが実施されており、一連の流れについて図 5.1-63 に示す。組み合わせについては検討されておらず、ガス発生の有無に応じて、複数案の断面形状（パッケージの配置について）を検討する余地を残している。

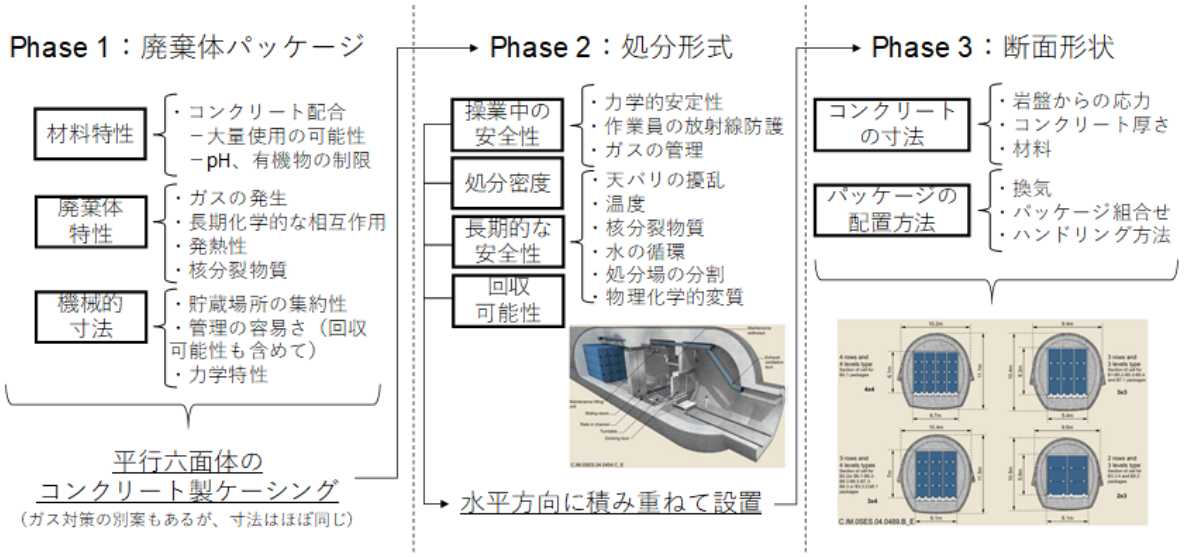


図 5.1-63　B 種廃棄物処分場絞り込みフロー

(4) 中深度処分と類似の処分概念に関する既往検討成果の調査のまとめ

中深度処分と類似の処分概念を持つ処分施設について国内外の事例を調査した結果をまとめる。類似処分の事例として、日本の TRU 等廃棄物処分場、フランスの B 種廃棄物処分場、スウェーデンの SFL について調査した。

1) TRU 等廃棄物処分場

- 中深度処分と同じく、人工バリアと天然バリアを組み合わせた多重バリアシステムの概念を採用しており、一つのバリアの構成要素に期待される安全機能が想定通りに働かない場合でも、他のバリア要素の安全機能により相互に補完されることで十分な安全性が確保できるようにするとしている。
- 設計にあたって、文献・概要・精密調査の各段階で得られる情報と、その時々の最新の技術開発成果を踏まえた設計を行うことで最適化を図るとしている。
- TRU 等廃棄物処分場の人工バリアは、廃棄体パッケージ、廃棄体パッケージ間充填材及び緩衝材で構成されており、中深度処分との違いとして、構造躯体及び上部埋戻し材の長期性能を見込んでおらず、中深度処分で低拡散層にあたる部材も存在しない。
- 廃棄体パッケージの定置方法や、廃棄体の種類に応じた複数の設計案が検討されている。
- 廃棄物と地下水は 300 年間接触しない、また、核種の流出は 300 年後から開始すると設定されている。

2）SFL

- 将来の処分場のコンセプトを決定する上で、現在と将来の環境と健康への悪影響を最小限に抑えるために、利用可能な最善の技術（BAT）を使用するとしている。
- 3 つのステップで処分形式の絞り込みが行われており、複数のオプションの中から Concrete Repository と、Clay Repository の二つのオプションが長期安全性や経済性の観点から優位であるとしている。
- Concrete Repository には、コンクリートの低透水性、低拡散性、収着性、高アルカリ環境の保持を、Clay Repository には、ベントナイトの低透水性、低拡散性、収着性、コロイドろ過性を長期安全機能として見込んでいる。
- 廃棄体の容器については、3 つのステップによる絞り込みとは別に廃棄体の特性に応じてグルーピングがされており、そのグルーピングに従って容器の設計が行われている。
- 我が国の TRU 等廃棄物処分場のように、廃棄体容器の特性に応じて、人工バリアの構成が検討されているが、断定はされていない。

3）B 種廃棄物処分場

- B 種廃棄物の処分概念では、将来世代に処分場に関する意思決定を下す自由を残しながら、処分場のプロセスを段階的かつ柔軟に導く可能性を考慮して、可逆的な（回収可能性を考慮した）設計を前提としている。
- B 種廃棄物処分場では、廃棄体パッケージ、処分形式、断面形状の順に、それぞれの段階で複数案から評価要素に基づいた構成要素ごとの絞り込みが行われている。
- B 種廃棄物の廃棄体パッケージは、廃棄体からの水素ガスの発生の有無に重点を置いて廃棄体がグルーピングされており、廃棄体の特性に応じてパッケージの形状・寸法が設計されている。
- サイロやトンネルといった複数の処分形式が提案され、廃棄体パッケージの形状を踏まえた取り扱い易さ、処分空洞断面の有効利用の観点から、トンネル空洞の水平方向にフォークリフトによって廃棄体を定置する案が選択されている。
- 処分形式を踏まえた処分空洞の断面形状は、コンクリートライニングと廃棄体パッケージで構成され、パッケージの寸法や力学的特性の観点から検討され、閉鎖後の安全機能としてはコンクリートの収着性のみである。低透水性については天然バリアと、アクセス坑道の埋戻し材が有している。
- 回収性の観点から間詰めは行わず、最低限の空間が維持されている。

5.1 節の参考文献

[1] ICRP: Annals of the ICRP, ICRP PUBLICATION 46, Radiation Protection Principle for the Disposal of Solid Radioactive Waste, Volume 15, No.4, 1985

[2] 社団法人　日本アイソトープ協会：ICRP Publication 46　放射性固体廃棄物処分に関する放射線防護の諸原則　邦訳版、1987

[3] ICRP: Annals of the ICRP, PUBLICATION 81, Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, Volume 28, No.4, 1988

[4] 社団法人　日本アイソトープ協会：ICRP Publication 81　長寿命放射性固体廃棄物の処分に適用する放射線防護勧告　邦訳版、2000

[5] ICRP: Annals of the ICRP, ICRP Publication 103, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Volume 37, No.2-4, 2007

[6] 社団法人　日本アイソトープ協会：ICRP Publication 103　国際放射線防護委員会の 2007 年勧告　邦訳版、2009

[7] ICRP: Annals of the ICRP, ICRP Publication 122, Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, Volume 42, No.3, 2013

[8] 公益社団法人　日本アイソトープ協会：ICRP Publication 122　長寿命放射性固体廃棄物の地層処分における放射線防護　邦訳版、2017

[9] IAEA: IAEA Safety Standards, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamental No. SF-1, 2006

[10] 独立行政法人　原子力安全基盤機構：IAEA 安全基準、基本安全原則、安全原則 No. SF-1、日本語翻訳版、2008

[11] IAEA: IAEA Safety Standards, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, General Safety Requirements Part 3, No. GSR Part 3, 2014

[12] IAEA: IAEA Safety Standards, Disposal of Radioactive Waste, Specific Safety Requirements No. SSR-5, 2011

[13] 公益財団法人　原子力安全研究協会：IAEA 安全基準、放射性廃棄物の処分、個別安全要件 No. SSR-5、日本語翻訳版、2012

[14] IAEA: IAEA Safety Standards, Radiation Protection of the Public and the Environment, General Safety Guide No. GSG-8, 2018

[15] IAEA: IAEA Safety Standards, Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste, Specific Safety Guide No. SSG-14, 2011

[16] The Environmental Permitting (England and Wales) Regulations 2010, 2010

[17] Environment Agency: Radioactive Substances Regulation – Environmental Principles, Regulatory Guidance Series, No RSR 1, 2010

[18] Environment Agency: Northern Ireland Environment Agency, Scottish Environment

Protection Agency: Near-surface Disposal Facilities on Land for Solid Radioactive Wastes, Guidance on Requirements for Authorisation, 2009

[19] LLW Repository Ltd.: The 2011 Environmental Safety Case, Eivironmental Safety Case – Main Report, LLWR/ESC/R(11)10016, 2011.5

[20] Environment Agency: Review of LLW Repository Ltd's 2011 environmental safety case: Optimisation and engineering, 2015.5

[21] 公益財団法人　原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 28 年度　原子力発電施設等安全技術対策委託費（安全規則及び安全基準に係る内外の動向調査）事業　報告書、平成 29 年 3 月

[22] United States Nuclear Regulation Commission: 10 CFR Part 20, Standards for Protection Against Radiation, 1991

[23] United States Nuclear Regulation Commission: 10 CFR Part 834, RADIATION PROTECTION OF THE PUBLIC AND THE ENVIRONMENT

[24] United States Department of Energy: RADIATION PROTECTION OF THE PUBLIC AND THE ENVIRONMENT, DOE 5400.5

[25] United States Department of Energy: Application of Best Available Technology for Radioactive Effluent Control, 1997

[26] 財団法人　電力中央研究所：電力中央研究所報告、放射性廃棄物処分における「技術的に最善の手段(BAT)」の考え方―諸外国事例のレビューとわが国への示唆―、調査報告：L06001、平成 18 年

[27] 原子力規制庁：炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（改訂案）、第 27 回廃炉等に伴う放射性廃棄物の規制に関する検討チーム、参考資料 27-2-1、2017

[28] United States Nuclear Regulation Commission: 10 CFR Part 61, LICENSING REQUIREMENTS FOR LAND DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE, 2003

[29] 経済産業省資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　放射性廃棄物対策課：諸外国における放射性廃棄物関連の施設・サイトについて 2019 年版、2019

[30] WASTECONTROL Specialists LLC: APPLICATION FOR LICENSE TO AUTHORIZE NEAR-SURFACE LAND DISPOSAL OF LOW-LEVEL RADIOACTIVE WASTE, 2007

[31] 経済産業省資源エネルギー庁　電力・ガス事業部　放射性廃棄物対策課：諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について 2019 年版、2019

[32] U.S.NRC: Safety Evaluation Report Related to Disposal of High-Level Radioactive Wastes in a Geologic Repository at Yucca Mountain, Nevada, 2015

[33] United States Nuclear Regulation Commission: 10 CFR Part 63：DISPOSAL OF HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTES IN A GEOLOGIC REPOSITORY AT YUCCA MOUNTAIN, NEVADA, 2001

[34] U.S.DOE: Yucca Mountain Repository License Application, SAFETY ANALYSIS REPORT,

2008
[35] 公益財団法人　原子力環境整備促進・資金管理センター：平成 28 年度原子力発電施設等安全技術対策委託費（安全規制及び安全基準に係る内外の動向調査）事業報告書、平成 29 年 3 月
[36] Swedish Radiation Safety Authority: The Swedish Radiation Safety Authority's Regulations on Protection of Human Health and the Environment in connection with Discharges of Radioactive Substances from certain Nuclear Facilities, SSMFS 2008:23, 2009
[37] Swedish Radiation Safety Authority: The Swedish Radiation Safety Authority's Regulations and General Advice Concerning the Protection of Human Health and the Environment in Connection with the Final Management of Spent Nuclear Fuel and Nuclear Waste, SSMFS 2008:37, 2009
[38] Swedish Radiation Safety Authority: The Swedish Radiation Safety Authority's regulations and general advice concerning safety in connection with the disposal of nuclear material and nuclear waste, SSMFS 2008:21, 2009
[39] Svensk Kärnbränslehantering AB: Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark Main report of the SR-Site project Volume I, Volume II, Volume III, TR-11-01, 2011
[40] Posiva Oy: KBS-3H Disposal Facility Description, POSIVA 2016-19, 2018
[41] 原子力規制委員会：炉内等廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（案）、第 56 回原子力規制委員会、資料 5-2、2016
[42] 原子力規制庁：中深度処分等に係る規制基準等の策定について―第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施―、第 22 回原子力規制委員会、資料 3、2018
[43] 原子力規制庁：中深度処分に係る規制基準等における要求事項について、第 16 回原子力規制委員会、資料 3、2020
[44] 土木学会：余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方、エネルギー委員会　低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会、2009
[45] 土木学会：余裕深度処分の安全評価における地下水シナリオに用いる核種移行評価パラメータ設定の考え方、品質管理および検査の考え方、エネルギー委員会　低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に関する研究小委員会、2008
[46] 原子力学会：日本原子力学会標準　余裕深度処分施設の施設検査方法:2010、2011
[47] 原子力学会：日本原子力学会標準　余裕深度処分の安全評価手法:2008、2009
[48] 原子力発電環境整備機構（NUMO）：包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現－適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築－レビュー版、NUMO－TR－18－03、2018

[49] SKB：Initial state report for the safety assessment SR-PSU、SKB TR-14-02、2014
[50] ANDRA：Tome Architecture and management of a geological repository、Dossier 2005 Argile、2005

5.2　技術オプションの検討（施設設計の観点から）

5.2.1　前提条件の整理

我が国で策定中の規制基準[1]に鑑みると、「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいが低減される機能を有する人工バリアの中から二以上の人工バリアの候補」と、「廃棄物埋設地から生活環境への放射性物質の移行を抑制する機能を有する地盤の中から二以上の廃棄物埋設地の設置場所の候補」を選定して、それらを組み合わせた設計オプションの中から、より線量が小さいオプションを選択することが要求されている（図 5.2-1 参照）。つまり、人工バリア、廃棄物埋設地のそれぞれから絞り込まれた候補を組み合わせた設計オプションに対しては、実質的に、線量による評価のみでオプションが選択される。規制の考え方[2]においても、設計オプションは際限なく費用を投じて安全性を向上させるものではないとされていることから、「人工バリアの候補」、「廃棄物埋設地の設置場所の候補」を選定する段階で、ALARA を考慮した合理性のあるオプションの絞り込みを実施する必要があると考えられる。

二　自然事象シナリオ
イ　発生が合理的に想定できる範囲内で最も厳しい設定を含む網羅的なシナリオに基づく評価の結果により、公衆の受ける線量が一年間当たり３００マイクロシーベルトを超えないこと。ここで、当該評価に当たっては、不確実な部分を保守側に簡略化したものであってもよい。
ロ　中深度処分に係る廃棄物埋設地は、公衆の受ける被ばく線量が合理的に達成できる範囲でできる限り十分に低く抑えられるよう設計されていること。具体的には、以下の要件を満たすものであること。
①　廃棄物埋設地から生活環境（人間が活動する範囲にある地下水、地表水、海及び土壌等をいう。以下同じ。）への放射性物質の移行を抑制する機能を有する地盤の中から二以上の廃棄物埋設地の設置場所の候補を選定すること。この際、「廃棄物埋設地から生活環境（人間が活動する範囲にある地下水、地表水及び海並びに利用が想定される土壌等をいう。以下同じ。）への放射性物質の移行を抑制する機能を有する地盤」とは、以下を考慮されたものであること。
・　廃棄物埋設地から漏えいするおそれのある主要な放射性物質の特性。
・　廃棄物埋設地周辺の水理地質構造及び地球化学環境。
②　廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいが低減される機能を有する人工バリアの中から二以上の人工バリアの候補が選定されていること。この際、「廃棄物埋設地の外への放射性物質の漏えいが低減される機能を有する人工バリア」とは、以下を考慮して設計されたものであること。
・　設計時点において合理的に利用可能な最善の建設・施工技術によるものであること。
・　劣化・損傷に対する抵抗性を考慮すること。
・　劣化・損傷が生じた場合にも当該機能ができるだけ維持できる構成・仕様であること。
・　人工バリア又は天然バリアについては、これらを構成する構造又は設備が有する一つの性能に過度に依存しないこと。
③　上記①で選定した二以上の廃棄物埋設地の設置場所の候補及び上記②で選定した二以上の人工バリアの候補を組み合わせた設計（以下「組合せ設計」という。）の中から評価を行い、より良い設計を選択すること。この際、組合せ設計について、設計の信頼性を考慮し、合理的に通常起こり得ると考えられる範囲内の状態設定で、最も可能性が高いと考えられるパラメータを設定した場合の評価により与えられる線量が、より小さい設計が選ばれていることを基本とする。また、決定した設計が、合理的に通常起こり得ると考えられる範囲内の状態設定で、保守的にパラメータを設定した場合の評価シナリオにより与えられる線量が、一年間当たり１００マイクロシーベルトを超えないこと。
ハ　（ピット処分及びトレンチ処分に対する規定）
ニ　同一の事業所内に複数の廃棄物埋設施設の設置が予定される場合は、これらの重畳を考慮すること。

図 5.2-1　オプション絞り込みの規制要件（一部抜粋）[1]

現状、ALARA を考慮した明確な絞り込み手法は存在しないため、前節で実施した海外の既往文献調査の調査事例[3][4]を参考に、絞り込みのフロー案を作成した。処分サイトが定まっていない現況と、複数の人工バリア候補と、複数の廃棄物埋設地を組み合わせる必要性から、米国方

式をベースとした絞り込み手法が適切であると考えられる（図 5.2-2 参照）。

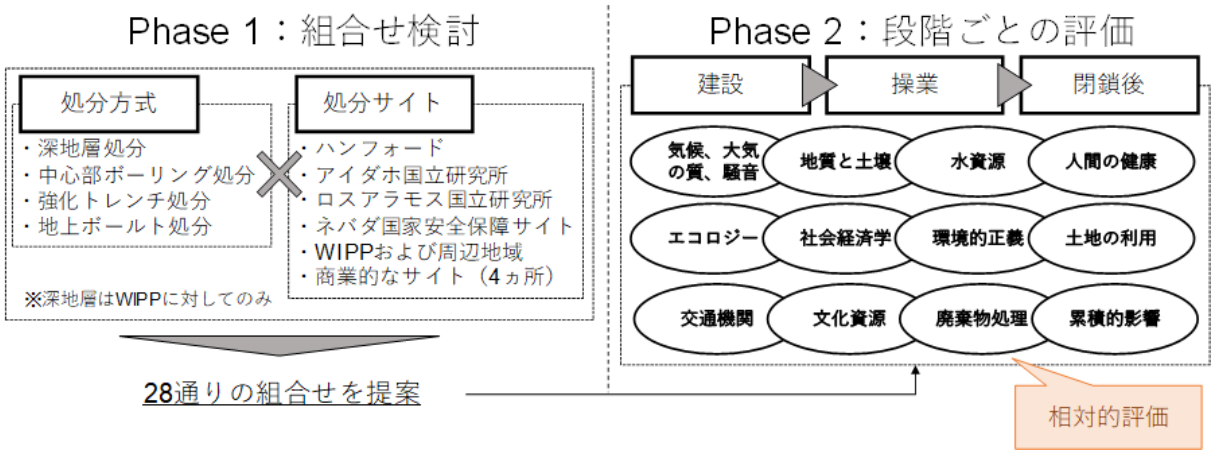


図 5.2-2　米国方式の絞り込み

米国方式では、組み合わされた設計オプションすべてに対して、複数の評価指標によってオプションの相対評価を実施している。しかしながら、我が国では、組み合わされたオプションに対しては線量評価結果のみでオプション選択することが要求されているため、米国方式をそのまま適用することが困難である。そこで、スウェーデン方式（図 5.2-3 参照）を参考に、人工バリアの候補、廃棄物埋設地の候補に対して段階的な絞り込みを行い、それぞれで絞り込まれた候補を組み合わせることで、合理性を確保することとした。したがって、段階的な絞り込みでは、合理性が保証されている絞り込み手法を設定する必要がある。本業務では、まず、オプション絞り込みの全体フローを整備し、更に、段階的な絞り込みフローを作成する。

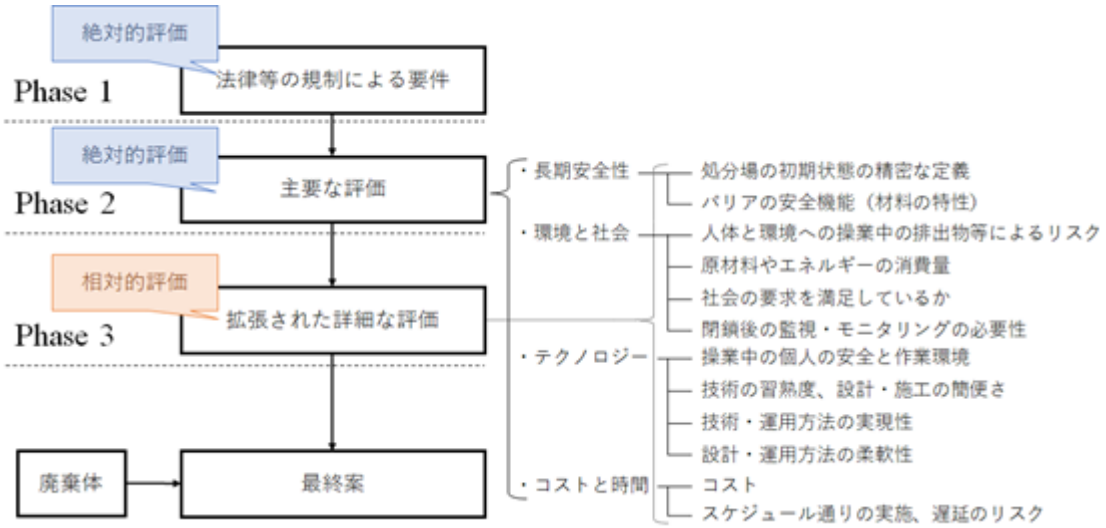


図 5.2-3　スウェーデン方式の絞り込み

上述の米国方式をベースに、スウェーデン方式を組み合わせた絞り込み手法の全体フロー案を整備した（図 5.2-4）。

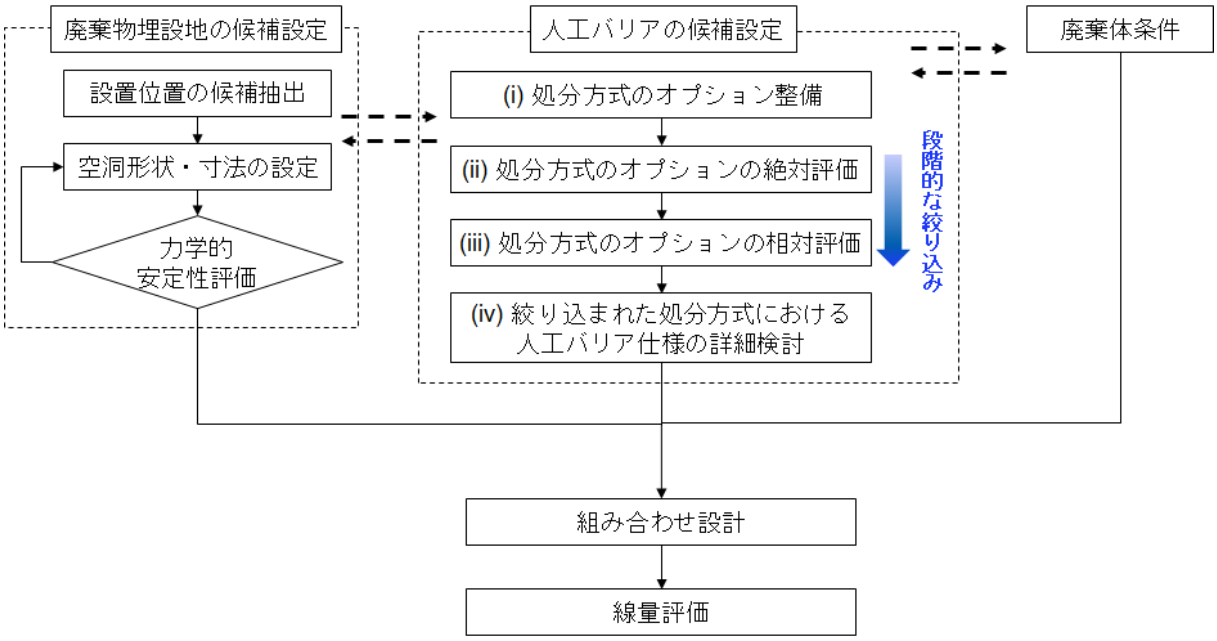


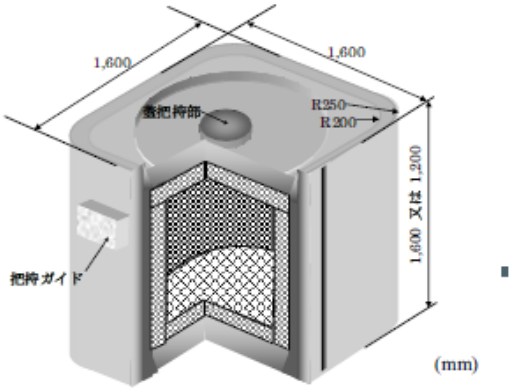
図 5.2-4　オプション絞り込みの全体フロー案

廃棄物埋設地の候補と人工バリアの候補の絞り込みは、別段で実施する仕組みになっている一方で、廃棄物埋設地の絞り込みにおいて、岩種や深度などの情報は、状況に応じて、人工バリアの絞り込みに取り込まれることで、合理的な絞り込みとなることが考えられる。また、廃棄体条件（例：インベントリ、廃棄体形状）についても同様であり、それぞれの絞り込みは独立して行われるが、相互的な情報のやり取りがあることが予想される。

本事業においては、全体フローの中でも、人工バリアの候補設定について重点的な検討を行うこととする。廃棄物埋設地、廃棄体については、仮の条件を設定し、絞り込まれた人工バリア候補と組み合わせ設計を実施する。表 5.2-1 に廃棄物埋設地、図 5.2-5 に廃棄体の設定条件[5]について示す。

表 5.2-1　廃棄物埋設地の設定条件

力学的特性	一軸圧縮強さ[MPa]	物理的特性	透水係数 [m/s]
	弾性係数 [MPa]		飽和密度 [Mg/m3]
	ポアソン比		有効間隙率 [%]
	粘着力 [MPa]	熱的特性	熱伝導率 [W/m K]
	内部摩擦角 [°]		比熱 [kL/kg K]
	引張強度 [MPa]		地温勾配 [℃/100m]
	側圧係数		地表面の温度 [℃]
	初期鉛直応力 [MPa]		
	初期水平応力 [MPa]		
	弾性波速度 [km/s]		



- 容器材質　：JIS G 3106：2004「溶接構造用圧延鋼材」：SM400 等
- 廃棄体容器の形状、寸法　：□1600mm、板厚 5cm 以上
- 廃棄体の質量　：最大約 28t/個（内部遮へい材、廃棄物等含む）
- 製作　：本体　：本体は板状の鋼材を適切に成型した後、溶接によって接合
  - 把持ガイド　：溶接により本体に取り付け
  - 蓋　：板状の鋼材から成型
  - 内部遮へい材　：廃棄物の放射能濃度に応じて処分容器の内側に設置

図 5.2-5　廃棄体の設定条件[5]

人工バリアの候補設定について、検討フローを詳細化したものを図 5.2-6 に示す。人工バリアの候補設定は、合理的な人工バリアのオプションを選定することを目的として、オプションの整

備、相対評価による絞り込み、絶対評価による絞り込み、詳細検討の 4 段階に分類した。以下では、各フェーズについて概説する。

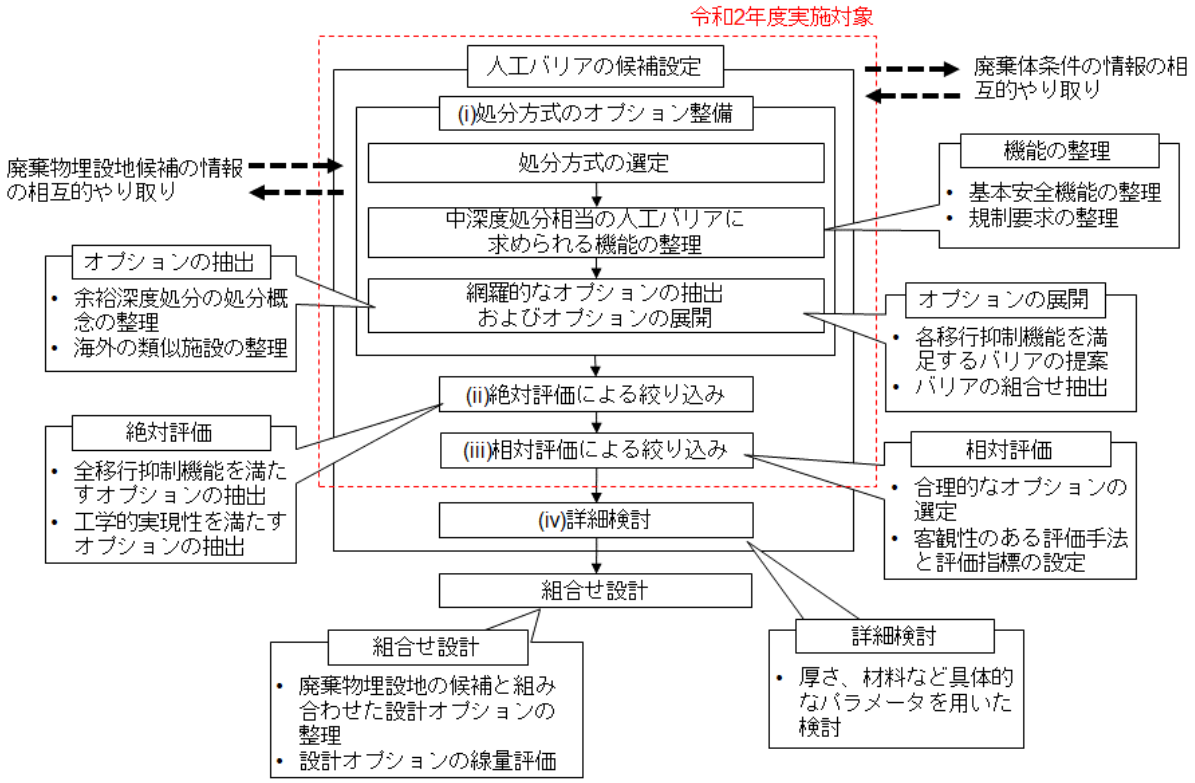


図 5.2-6　オプション絞り込みの全体フロー案

5.2.2　技術オプションの絞り込みにおける評価手法の検討及び評価の試行

（1）処分方式のオプション整備

本検討では、人工バリアの候補を絞り込む過程を大きく 4 段階に分類し、更に、各段階で細分化した。まず、処分方式のオプション整備を構成する各要素について説明する。

1）処分形式の抽出

オプション整備では、まず、低中レベル放射性廃棄物に係る国内外の検討事例を参考に、網羅的に人工バリアのオプションを抽出する。国内外の中低レベル放射性廃棄物処分施設の処分方式としては、トレンチ型処分場[3]（図 5.2-7 参照）、超深孔コアボーリング[6]（図 5.2-8 参照）、サイロ型処分場[6]（図 5.2-9 参照）、トンネル型処分場[7]（図 5.2-10 参照）が挙げられるが、本検討では、諸外国の既往検討の中でも、最終候補として最も検討例の多いトンネル型処分場を検討対象とする。なお、今後、技術の進歩により他に優れた処分概念が現れた際は、BAT の観点から、その処分概念を含めた再検討を実施するものとする。

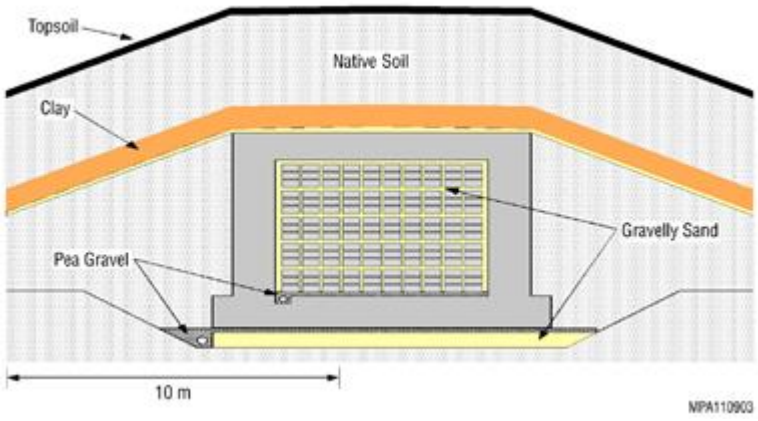


図 5.2-7　トレンチ型処分場例[3]

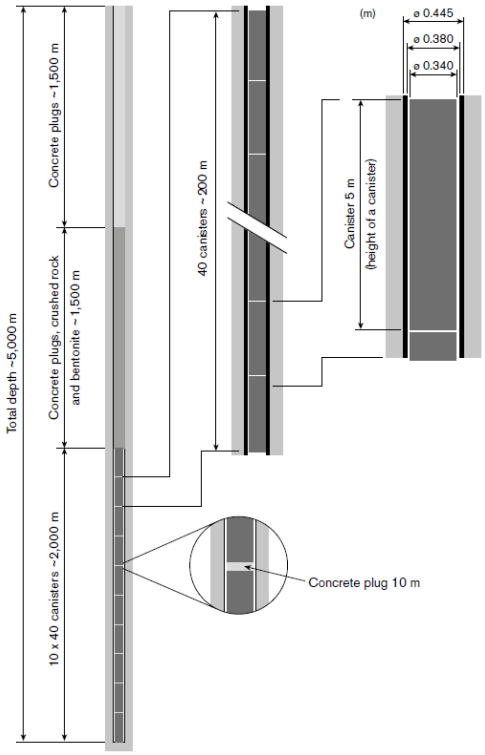


図 5.2-8　超深孔コアボーリング例[6]

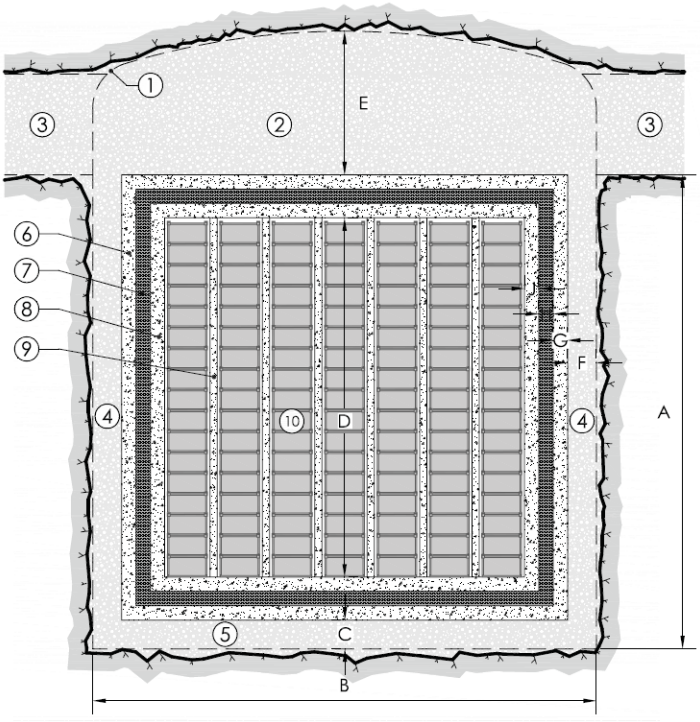


図 5.2-9　サイロ型処分場例[6]

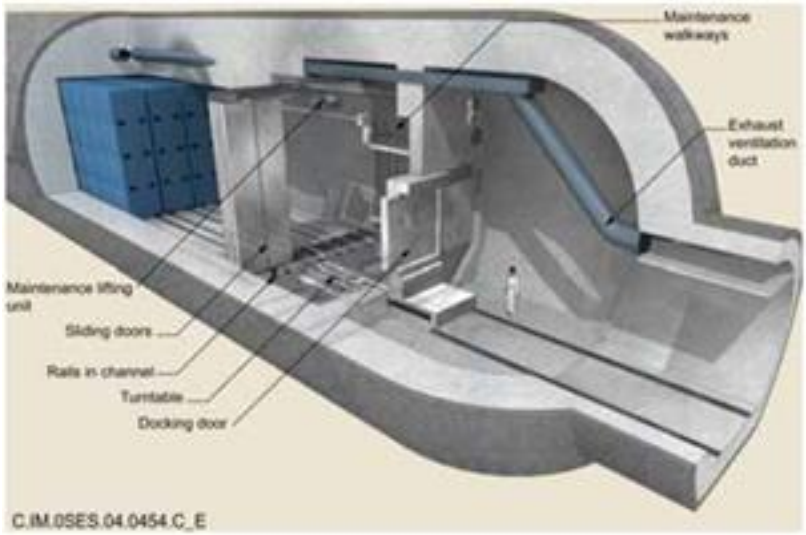


図 5.2-10　トンネル型処分場例[7]

2）中深度処分相当の人工バリアに求められる機能の整理

トンネル型の処分概念を基本とした人工バリアのオプション設定に際して、余裕深度処分の処分概念策定に関する文献として、土木学会「余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理及び検査の考え方」[5]及び原子力学会標準「余裕深度処分施設の施設検査方法」[8]を参考に、人工バリアに求められる機能をそれぞれ表 5.2-2 及び表 5.2-3 に示す。

表 5.2-2　基本安全機能[5]

			区画内充てん材	コンクリートピット	低拡散層	低透水層	空洞内充てん材	埋戻し材	処分空洞
基本安全機能	移行抑制	閉じ込め	－	●	－	●	－	－	－
		遅延	●	●	●	－	－	－	－
		核種収着性	●	●	●	－	－	－	－
		低拡散性	－	－	●	－	－	－	－
		低透水性	－	－	－	●	●	－	－
		卓越した移行経路形成の防止	－	－	－	－	－	●	－
	離隔	離隔距離の確保	－	－	－	－	－	－	●
		容易な人間侵入の抑制	－	－	－	－	－	●	－
操業上の機能			－	●	●	●	－	－	●

表 5.2-3　基本安全機能[8]

項　目			廃棄体	廃棄物埋設地							附属施設				
				区画内充てん材	コンクリートピット	低拡散層	低透水層	処分空洞		側部・底部コンクリート	受入施設	放射性廃棄物受入施設（クレーン等）	アクセス坑道・周辺坑道		
								空洞	空洞内充てん材				坑道	搬送車両	埋め戻し部
基本安全機能	閉じ込め		●（密閉）	－	●（力学的安定性）	－	●（地下水浸入抑制）	－	－	－	－	－	－	－	－
	遮へい		●（遮へい）	●（遮へい）	●（遮へい）	●（遮へい）	－	－	－	－	●（遮へい）	－	－	－	－
	移行抑制	核種収着性	－	●（収着）	●（収着）	●（収着）	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		低拡散性	－	－	－	●（低拡散）	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		低透水性	－	－	－	－	●（低透水）	－	●（低透水層の拘束）	－	－	－	－	－	－
		卓越した移行経路形成の防止	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	●（卓越した移行経路の抑制）
	離隔	離隔距離の確保	－	－	－	－	－	●（空洞深度）	－	－	－	－	－	－	－
		容易な人間侵入の抑制	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	●（坑道閉塞）
設計・評価の前提項目			＊（緩衝能）	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
【参考】操業において必要な機能			－	－	＊（区画形成）	－	－	＊（空間保持）	－	＊（空間保持）	－	＊（ハンドリング）	＊（空間保持）	＊（搬送）	－

注記　●直接的な機能を要求する部位　＊基本安全機能以外の機能を要求する部位／項目　網掛け部分は，この標準の対象範囲

「閉じ込め」「遮へい」「移行抑制」「離隔」は基本安全機能と呼ばれており、海外事例を参考にした場合も、要求機能としておよそ変わりはない。更に、図 5.2-1 に示した規制要件の中に、「廃棄物埋設地外への放射性物質の漏えいが低減する機能を有する人工バリアの中から二以上の人工バリアの候補が選定される」という記述があり、基本安全機能は漏えいを低減する機能として、適切であると考えられる。そのため、「これらの基本安全機能すべてを満足するオプション」を、人工バリアのオプションの最低条件として設定する。また、土木学会の「余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理及び検査の考え方」[5]には、各基本安全機能が必要な段階について整理されており（図 5.2-11 参照）、大きくは閉鎖前と閉鎖後で要求される機能が分けられている。基本安全機能の中でも、移行抑制については、不確実性の高い、閉鎖後の安全性に寄与することから、多くの懸念事項を含むことが考えられる。そこで、基本安全機能の中でも移行抑制に関する機能（核種収着性、低拡散性、低透水性、卓越した移行経路形成の防止）のいずれか一つ以上を有するバリア層を抽出し、それらを軸に検討することとした。抽出したバリア層を一以上組み合わせた人工バリアのオプションを展開し、それらを基本オプションと称することとする（図 5.2-12 参照）。なお、卓越した移行経路形成の防止については、土木学会の基本安全機能では、上部埋戻し材に付与された機能であり、廃棄体を中心とした円で囲むバリア層には当たらないと考え、本検討では、全ての基本オプションに含まれているものとする。

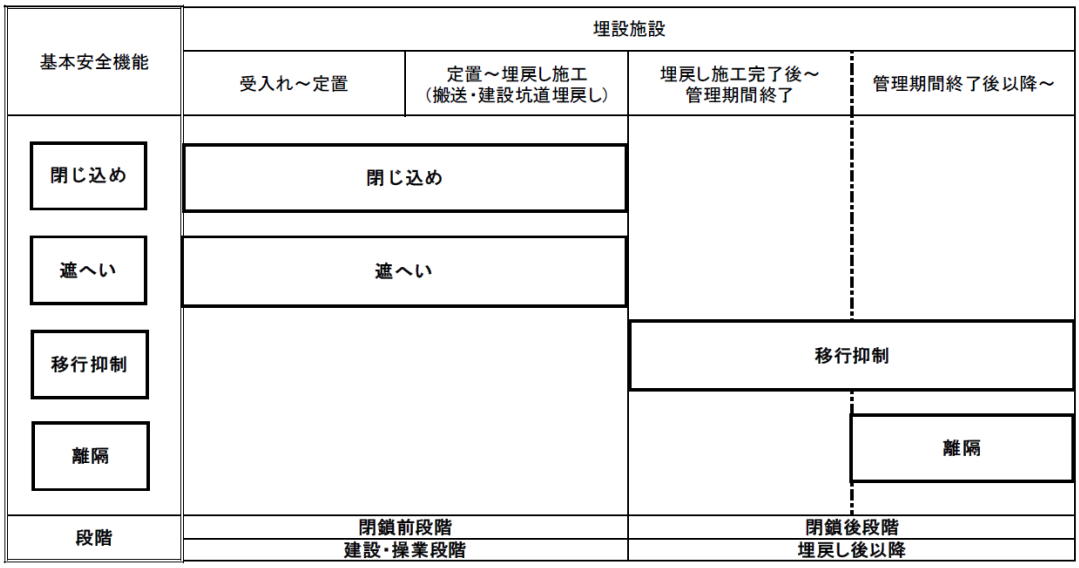


図 5.2-11　基本安全機能と段階の関係[5]

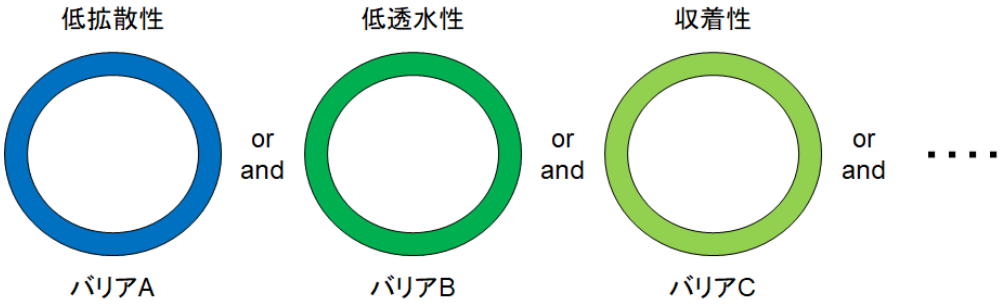


図 5.2-12　基本オプション抽出の考え方

3）網羅的なオプションの展開及び抽出

前述した考え方に基づいて、移行抑制機能を満たすオプションの抽出と、それらを組み合わせた基本オプションの展開を行う。オプション抽出では、国内外の検討事例を整理し、各安全機能を満たす可能性のあるバリア層を抽出する。国内外の検討事例については、前節の既往検討成果の調査結果を参考にされたい。移行抑制機能の「核種収着性」「低拡散性」「低透水性」のそれぞれの持つ機能の目的は、総合資源エネルギー調査会の低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に係る安全規制について[9]を参考にすると、廃棄体に含まれる放射性物質の漏出・移行特性は、放射性物質の種類や化学形態、共存物質や周辺環境によって異なるが、例えば、廃棄体が地下水に接触しても放射性物質が溶け出しにくい材料、収着し易い材料、拡散しにくい材料及び地下水を通しにくい材料等を組合せた人工バリアを設けることによって、放射性物質の漏出や移行を抑制することが可能と考えられている。この中で、溶け出しにくい材料については、廃棄体に関する事項であることから、本検討では対象外とすると、以下の 3 つの材料を使用することが基本安全機能の移行抑制に追従していると考えられる。

・ 収着しやすい材料
・ 拡散しにくい材料

・ 地下水を通しにくい材料

これらの要求材料に、移行抑制機能を対応させると、「収着しやすい材料」に対しては核種収着性、「拡散しにくい材料」に対しては低拡散性、「地下水を通しにくい材料」に対しては低透水性であることが推察される。この観点から必要な安全機能について整理すると、「核種収着性」「低拡散性」「低透水性」に加えて、地下水を通しにくい材料に関連した機能として、「高透水性」及び「排水性」が挙げられる。以上のことより、本検討では、以下の 5 つの性能を基に、バリア層を展開する。

・ 核種収着性
・ 低拡散性
・ 低透水性
・ 高透水性
・ 排水性

a. 核種収着性

核種収着性は、核種の移行を抑制する目的から必要な性能の一つで、廃棄体に含まれるインベントリにも依存することから、廃棄体条件との相互的なやり取りが考えられるが、ここでは、放射性核種を収着する能力の高い材料によって構築されたバリア層を想定して検討する。土木学会[5]を参考にすると、低拡散層には、核種収着性と低拡散性が期待されている。これは、セメント系材料を使用していると考えられ、ここでは、同様の考え方を援用することとして、考えられるバリア層は以下である。

・ 収着バリア
・ 低拡散バリア

b. 低拡散性

核種収着性と同様に、核種の移行を抑制する目的から必要な性能の一つで、使用材料に大きく依存する。そのため、全てのオプションで同様のセメント系材料を使用するという前提条件を設定して検討する。考えられるバリア層は以下である。

・ 低拡散バリア

c. 低透水性

廃棄体層への地下水の浸入を抑制する目的から地下水移行抑制の機能が必要であり、低透水性は、その一つとして考えられる性能である。地下水を通さないという目的を達成するためには、透水性の低いベントナイトのような材料を用いたバリア層を設置する対策が考えられる。低透水性に関係すると考えられるバリア層は以下である。

・ 低透水バリア

d. 高透水性

高透水性は、低透水層と同様に、廃棄体層への地下水の浸入を抑制する目的から考えら

れる性能の一つである。地下水浸入を抑制する目的を達成するためには、透水層を設けることによって、地下水を誘導する対策が考えられる。実際に、透水層の考え方は、SFL の候補として挙げられている（図 5.2-13 参照）。高透水バリアでは地下水の流速、間隙共に大きくなるため、拡散場が維持できないものとみなして、低拡散性は有さないこととする。高透水性に関係すると考えられるバリア層は以下である。

・ 高透水バリア

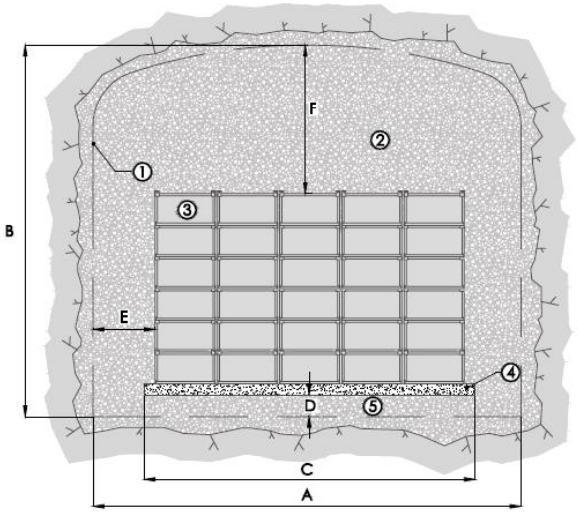


Figure 7-6. Cross-sectional view of the Gravel repository concept. The waste is placed on a concrete base and the entire repository is then filled with gravel. Legend: 1) Theoretical tunnel contour. 2) Gravel. 3) Waste containers. 4) Concrete base slab. 5) Gravel or crushed rock. Approximate dimensions: A = 20 m, B = 17 m, C = 15 m, D = 1 m, E = 2–3 m, F = 5–10 m.

図 5.2-13　SFL における高透水バリアを導入した処分概念の例（SFL では不採用）[6]

e. 排水性

排水性は、廃棄体層への地下水の浸入を抑制する目的から考えられる性能の一つであり、バリア内に地下水を浸潤させないように地下水を迂回させる高透水バリアと同様であることから、ここでは、高透水性を有したバリアとして扱うこととする。地下水を通さないという目的を達成するためには、排水管のような排水システムを設けることによって、地下水の浸入を防ぐ対策が考えられる。実際に、排水管のような考え方は、SFL の候補として挙げられている（図 5.2-14 参照）。これらのことから、排水性に関係すると考えられるバリア層は以下である。

・ 排水バリア

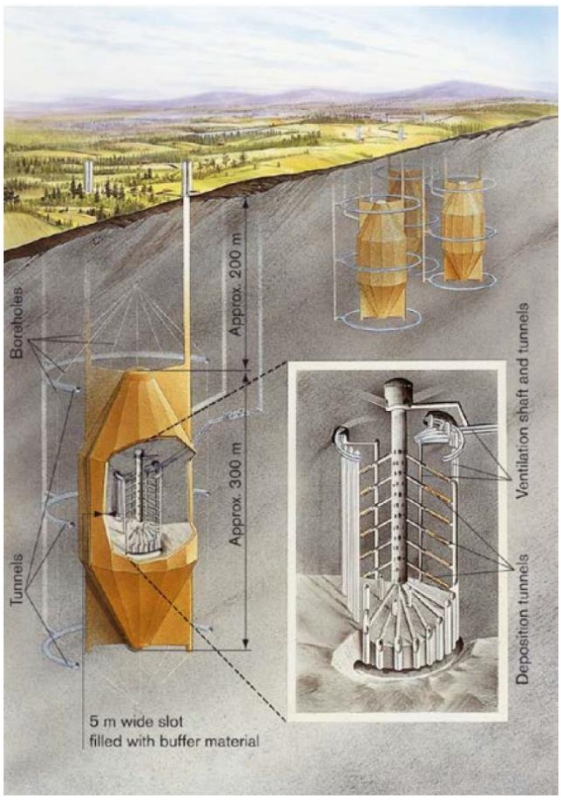


図 5.2-14　SFL における排水システムを導入した処分概念の例 1（SFL では不採用）[6]

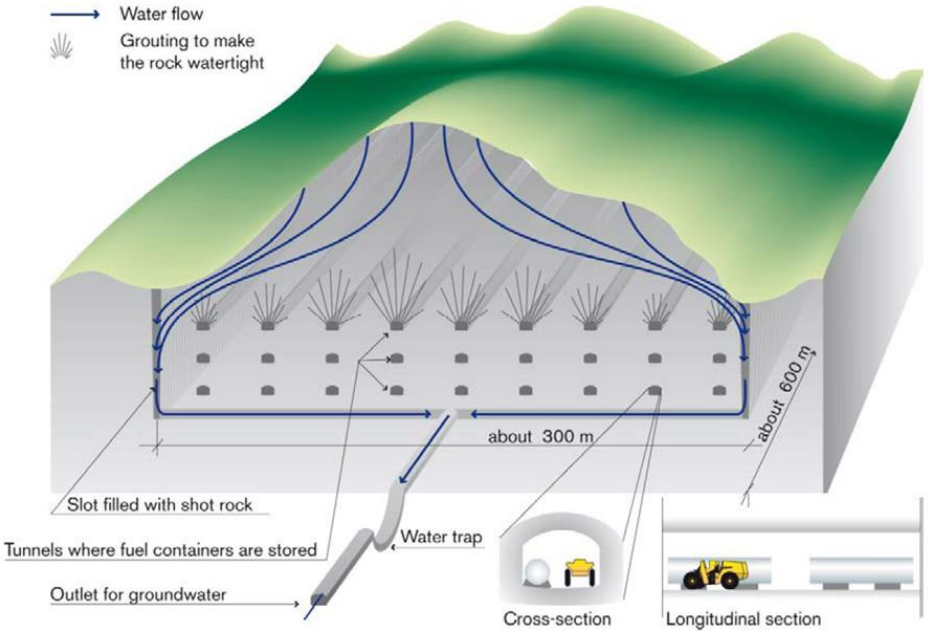


図 5.2-15　SFL における排水システムを導入した処分概念の例 2（SFL では不採用）[6]

以上のことより、要求される安全機能とそれを満たすバリア層の関係について図 5.2-16 に示す。

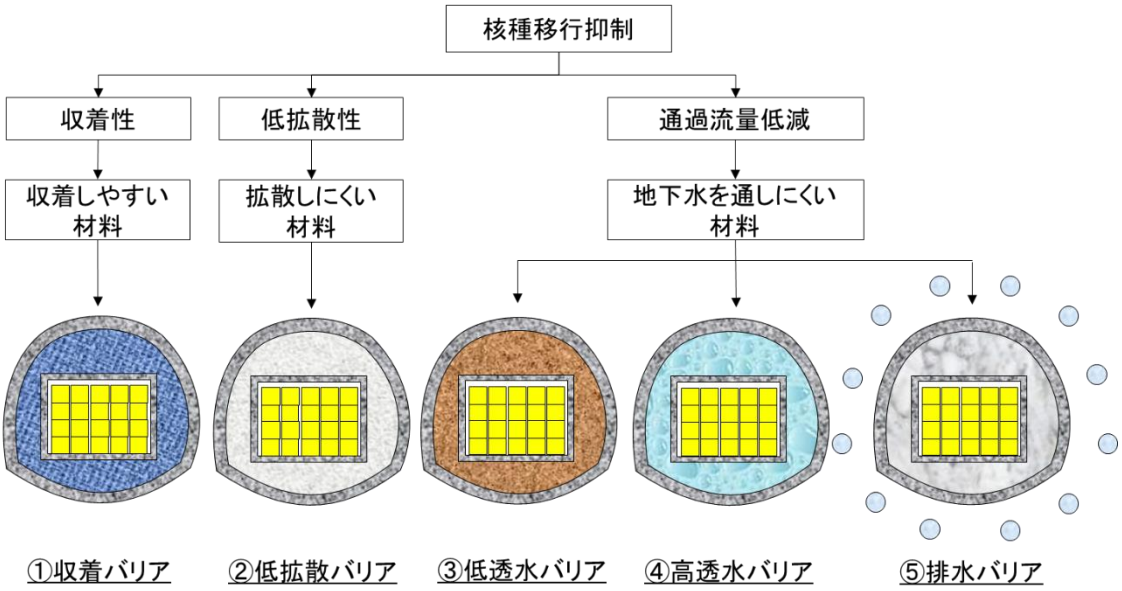


図 5.2-16　バリア層と安全機能の関係

以上の 5 種類のバリア層の性能などを表 5.2-4 にまとめて示す。

表 5.2-4　移行抑制機能を持つバリア層

バリア	機能	候補材料
収着バリア	収着性	未定
低拡散バリア	収着性 低拡散性	ベントナイト系材料
低透水バリア	低透水性	セメント系材料
高透水バリア	高透水性	セメント系材料 砕石
排水バリア	排水性	未定

これらの 5 種類のバリア層について、土木学会の「余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理及び検査の考え方」[5]を参考に、それぞれが有すると考えらえる安全機能との関係性について表 5.2-5 に示す。

表 5.2-5　各バリア層の安全機能

		収着バリア	低拡散バリア	低透水バリア	高透水バリア	排水バリア
		①	②	③	④	⑤
収着性		○	○	×	×	×
低拡散性		×	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	×	○	×	×
	高透水性	×	×	×	○	×
	排水性	×	×	×	×	○

バリア層が安全機能を有する場合は○とし、そうでない場合は×とした。機能の程度についてはここでは考慮していない。低拡散層は、全バリアの中で唯一、低拡散性及び収着性の 2 つの安全機能を有している。収着性については、核種の種類や鉱物組成などに依存することが考えられるため、収着性の程度については、後段で行う詳細検討で照査する必要がある。

以上のバリア層を 1 以上組み合わせた基本オプションを展開すると、組み合わせ数は、合わせて 31 通りになる。それぞれの基本オプションに対して、安全機能の観点から整理したものを表 5.2-6 に示す。

表 5.2-6　基本オプションの安全機能

1層		①	②	③	④	⑤
収着性		○	○	×	×	×
低拡散性		×	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	×	○	×	×
	高透水性	×	×	×	○	×
	排水性	×	×	×	×	○

2層		①②	①③	①④	①⑤	②③	②④	②⑤	③④	③⑤	④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	×	×	×
低拡散性		○	×	×	×	○	○	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	○	×	×	○	×	×	○	○	×
	高透水性	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○
	排水性	×	×	×	○	×	×	○	×	○	○

3層		①②③	①②④	①②⑤	①③④	①③⑤	①④⑤	②③④	②③⑤	②④⑤	③④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
低拡散性		○	○	○	×	×	×	○	○	○	×
通過流量低減	低透水性	○	×	×	○	○	×	○	○	×	○
	高透水性	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○
	排水性	×	×	○	×	○	○	×	○	○	○

4層		①②③④	①②③⑤	①②④⑤	①③④⑤	②③④⑤
収着性		○	○	○	○	○
低拡散性		○	○	○	×	○
通過流量低減	低透水性	○	○	×	○	○
	高透水性	○	×	○	○	○
	排水性	×	○	○	○	○

5層		①②③④⑤
収着性		○
低拡散性		○
通過流量低減	低透水性	○
	高透水性	○
	排水性	○

(2) オプションの絞り込み

31 通りの基本オプションに対して、絶対評価及び相対評価を実施して、合理的なオプションの選定を目的とした絞り込みを行う。

1) 基本オプションの絶対評価

a. 評価指標の設定

まず、絶対評価を用いた絞り込みを行う。絶対評価では、オプションとして非現実的でないか、○か×かで判断できる評価指標を用いて評価を行う。この点を踏まえて、設定した絶対評価の評価指標を以下に示す。

・ 全ての基本安全機能を満たす

・ 材料の実現性

・施工の実現性

b. 絶対評価の試行

ここで、全ての基本安全機能とは、低拡散性、通過流量低減、収着性の 3 つである。通過流量低減については、低透水性と高透水性のどちらかを満たしていればよいものとした。また、施工あるいは材料の実現性については、現時点で、施工できる見通しがあるか、あるいは使用材料を入手する見通しがあるかによって絞り込みを実施する。

まず、基本オプションに対して、全ての基本安全オプションを満たすという観点から絞り込みを行った結果を表 5.2-7 に示す。

表 5.2-7　すべての安全機能を満たすオプション絞り込み

1層		①	②	③	④	⑤
収着性		○	○	×	×	×
低拡散性		×	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	×	○	×	×
	高透水性	×	×	×	○	×
	排水性	×	×	×	×	○

2層		①②	①③	①④	①⑤	②③	②④	②⑤	③④	③⑤	④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	×	×	×
低拡散性		○	×	×	×	○	○	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	○	×	×	○	×	×	○	○	×
	高透水性	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○
	排水性	×	×	×	○	×	×	○	×	○	○

3層		①②③	①②④	①②⑤	①③④	①③⑤	①④⑤	②③④	②③⑤	②④⑤	③④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
低拡散性		○	○	○	×	×	×	○	○	○	×
通過流量低減	低透水性	○	×	×	○	○	×	○	○	×	○
	高透水性	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○
	排水性	×	×	○	×	○	○	×	○	○	○

4層		①②③④	①②③⑤	①②④⑤	①③④⑤	②③④⑤
収着性		○	○	○	○	○
低拡散性		○	○	○	×	○
通過流量低減	低透水性	○	○	×	○	○
	高透水性	○	×	○	○	○
	排水性	×	○	○	○	○

5層		①②③④⑤
収着性		○
低拡散性		○
通過流量低減	低透水性	○
	高透水性	○
	排水性	○

低拡散性、低透水性、収着性のいずれかを持たないオプションに灰色のハッチングをかけた。この絞り込みにより、単一層バリアのオプションは全てで不適合となり、これは規制要件の、一つのバリア性能に過度に依存しない、という観点にも整合していると考えられる。

次に、材料の実現性の観点から絞り込みを行った結果を表 5.2-8 に示す。

表 5.2-8　材料の実現性のあるオプション絞り込み

1層		①	②	③	④	⑤
収着性		○	○	×	×	×
低拡散性		×	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	×	○	×	×
	高透水性	×	×	×	○	×
	排水性	×	×	×	×	○

2層		①②	①③	①④	①⑤	②③	②④	②⑤	③④	③⑤	④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	×	×	×
低拡散性		○	×	×	×	○	○	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	○	×	×	○	×	×	○	○	×
	高透水性	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○
	排水性	×	×	×	○	×	×	○	×	○	○

3層		①②③	①②④	①②⑤	①③④	①③⑤	①④⑤	②③④	②③⑤	②④⑤	③④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
低拡散性		○	○	○	×	×	×	○	○	○	×
通過流量低減	低透水性	○	×	×	○	○	×	○	○	×	○
	高透水性	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○
	排水性	×	×	○	×	○	○	×	○	○	○

4層		①②③④	①②③⑤	①②④⑤	①③④⑤	②③④⑤
収着性		○	○	○	○	○
低拡散性		○	○	○	×	○
通過流量低減	低透水性	○	○	×	○	○
	高透水性	○	×	○	○	○
	排水性	×	○	○	○	○

5層		①②③④⑤
収着性		○
低拡散性		○
通過流量低減	低透水性	○
	高透水性	○
	排水性	○

材料の実現性がないオプションに灰色のハッチングをかけた。濃い灰色ハッチングは、材料の実現性の観点においても、基本安全機能の観点においても条件を満たさないオプションである。収着バリアは、調査した既往文献の中には、有力な事例がなく、本検討では、材料の実現性がないものとして扱うこととした。また、収着性があるとわかっているセメント系材料を使用する場合は、低拡散層があれば問題ないことから、基本オプションの中で、収着層を有するオプションはスクリーニングした。この絞り込みによって、オプションは開始時の 31 種類から 7 種類に絞り込まれた。

最後に、施工の実現性の観点から絞り込みを行った結果を表 5.2-9 に示す。

表 5.2-9　施工の実現性のあるオプション絞り込み

1層		①	②	③	④	⑤
収着性		○	○	×	×	×
低拡散性		×	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	×	○	×	×
	高透水性	×	×	×	○	×
	排水性	×	×	×	×	○

2層		①②	①③	①④	①⑤	②③	②④	②⑤	③④	③⑤	④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	×	×	×
低拡散性		○	×	×	×	○	○	○	×	×	×
通過流量低減	低透水性	×	○	×	×	○	×	×	○	○	×
	高透水性	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○
	排水性	×	×	×	○	×	×	○	×	○	○

3層		①②③	①②④	①②⑤	①③④	①③⑤	①④⑤	②③④	②③⑤	②④⑤	③④⑤
収着性		○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
低拡散性		○	○	○	×	×	×	○	○	○	×
通過流量低減	低透水性	○	×	×	○	○	×	○	○	×	○
	高透水性	×	○	×	○	×	○	○	×	○	○
	排水性	×	×	○	×	○	○	×	○	○	○

4層		①②③④	①②③⑤	①②④⑤	①③④⑤	②③④⑤
収着性		○	○	○	○	○
低拡散性		○	○	○	×	○
通過流量低減	低透水性	○	○	×	○	○
	高透水性	○	×	○	○	○
	排水性	×	○	○	○	○

5層		①②③④⑤
収着性		○
低拡散性		○
通過流量低減	低透水性	○
	高透水性	○
	排水性	○

施工の実現性の観点から、排水バリアによる地下移行水抑制は、排水管等による排水を想定した場合、地下 70m 以深のトンネル型処分空洞を取り囲むような排水管を設置することは現実的ではなく、水みちの原因になる懸念もある。なお、閉鎖後長期にわたって管理が必要であるという点からも、現実的ではない。これらのことから、排水バリアを持つオプションはスクリーニングされ、最終的には、3 種のオプションに絞り込まれた。絞り込まれたオプションについて、概念図をそれぞれ図 5.2-17 に示す。ここでは、各オプションを基本オプション A、B、C と称することとする。

・ 基本オプション A：低拡散層＋低透水層
・ 基本オプション B：低拡散層＋高透水層
・ 基本オプション C：低拡散層＋低透水層＋高透水層

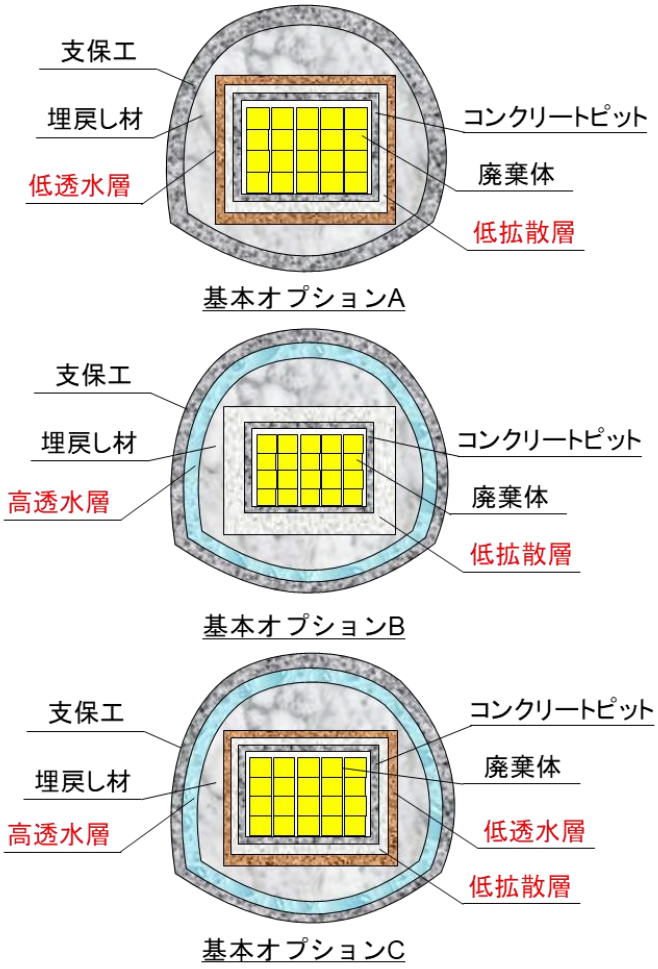


図 5.2-17　絞り込まれた 3 種類のオプション（黒字が共通点、赤字が相違点）

2）基本オプションの相対評価

絶対評価にて絞り込まれた基本オプション A、B、C に対して相対的な評価を実施し、合理性のあるオプションの絞り込みを行う。既往文献の調査より、合理的であるか否かの明確な絞り込み手法はないため、どのような基準を満たせばよいのかも不明瞭である。そのため、合理性に関する評価指標の設定と、相対的な比較を行うことが必要であると考えられる。本検討では、相対評価のフェーズにおいては、まず、評価指標の設定及び評価手法の選定を行う。更に、評価の試行を実施し、得られた評価結果について説明する。

a．評価指標の設定

合理性に係る評価指標は、絶対評価の評価指標でもある安全性についてのみならず、様々な要素が考慮される必要がある。その際、余裕深度処分における考え方に留まらず、海外事例を踏襲し、網羅的に抽出・整理することで、漏れが少なくなると考えられる。本検討で提案する絞り込み手法は、スウェーデンの SFL 処分場のオプション絞り込みの方法と、アメリカの GTCC 廃棄物に対する処分場概念の絞り込み手法の考え方を援用していることから、それらで示される評価指標について整理する。

スウェーデンの SFL 処分場の場合では、前節でも述べた通り、4 つの大項目（評価項

目）と、その中に細分化された小項目（評価要素）の 12 個によって絞り込みが行われている。以下に、評価項目と評価要素について示す。

・長期安全性
  ✓ 処分場の初期状態の精密な定義
  ✓ バリアの安全機能（材料の特性）
・環境と社会
  ✓ 人体と環境への操業中の排出物等によるリスク
  ✓ 原材料やエネルギーの消費量
  ✓ 社会の要求を満足しているか
  ✓ 閉鎖後の監視・モニタリングの必要性
・テクノロジー
  ✓ 操業中の個人の安全と作業環境
  ✓ 技術の習熟度、設計・施工の簡便さ
  ✓ 技術・運用方法の実現性
  ✓ 設計・運用方法の柔軟性
・コストと時間
  ✓ コスト
  ✓ スケジュール通りの実施、遅延のリスク

アメリカの GTCC 廃棄物に対する処分場の場合では、環境性・社会性に関する 12 の評価指標及び放射線影響に関する 2 つの評価指標によって相対評価が行われている。以下に評価指標を示す。

・気候・大気の質・騒音
・地質と土壌
・水資源
・人間の健康
・エコロジー
・社会経済学
・環境的正義
・土地の利用
・交通機関
・文化資源
・廃棄物処理
・累積的影響
・被ばく線量
・LCF（潜在的発がんリスク）

長期安全性に関する指標として、被ばく線量が考えられるが、被ばく線量の算出には地質環境や生活圏の条件が必要である。したがって、人工バリアの構成を検討する段階では、評価指標として適切ではなく、最後の組み合わせ設計で用いられると考えられる（LCF も同様）。他の評価指標については、スウェーデンの評価項目の一つである「環境と社会」に含まれると考えられる。

上述したような評価指標は、地域性や廃棄体の放射線レベルのみならず、その国の規制等にも影響されるため、評価指標の設定にあたっては、その点を考慮する必要がある。そこで、中深度処分の考え方や、我が国の規制要求を考慮した評価指標の設定を行った。以下に、評価指標の案を示す。本検討は、絞り込み手法の提案及び試行を命題としているため、以下の評価指標については案であり、実際は、有識者・専門家による十分なブレーンストーミングが必要である。

・経済性
・環境性
・建設作業の容易性
・操業・閉鎖作業の容易性
・遠隔操作性
・モニタリング技術の適用性
・回収の容易性
・閉鎖前（建設・操業・閉鎖中）の安全性
・閉鎖後長期の安全性
・閉鎖後長期の性能評価の予測性

相対評価における目的は、合理性の観点から優れたオプションを提示することである。そのため、海外事例の評価指標にはない「合理性」を新たに評価指標として設定した。その他の評価指標については、文言が変わっているものの、海外事例の評価指標と大きくは変わらない。

b. 評価手法の選定

前項で設定した評価指標を用いて、絶対評価にて絞り込まれたオプションに対して相対的な評価を行うが、相対評価の段階でのオプションは、具体の材料や寸法、サイトの詳細条件などが決まっておらず、また、評価指標についても、点数化などで比較することが困難であることから、評価を行う評価者の裁量に依存した結果になる恐れがある。そこで、本検討では、場合によってはトレードオフの関係にある複数の評価指標に対して、できるだけ客観性を保持した上で、より好ましい案を導くために、意思決定論の考え方を援用することとした。多数ある意思決定手法の中でも、今回は、手法が広く知られている AHP（Analytic Hierarchy Process）と呼ばれる階層分析法を用いることとした。

AHP は、不確定な状況や多様な評価基準における意思決定手法で、問題の分析において、データがない、又は取りにくい環境下で意思決定しなければならないような問題の解

決にあたれる特徴を有する。主観的判断とシステムアプローチをうまくミックスした問題解決型の意思決定手法の一つとされている[10][11]。図 5.2-18 に、一般的な AHP モデルのフローチャートを示す。

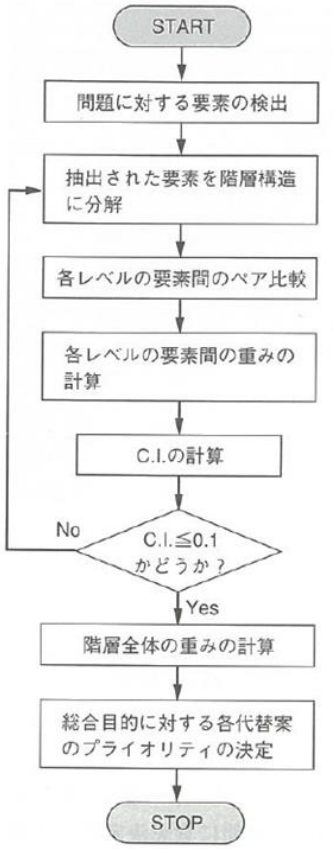


図 5.2-18　AHP モデルのフローチャート[11]

本検討においても、基本的には図に示すフローチャートに従うこととする。

c．ＡＨＰ法を用いた相対評価の試行

まず、問題に対する要素の抽出について、ここでの問題とは、どのオプションが最も合理性を有しているか、である。また、要素については、前述した評価指標を当てはめることができる。

次に、抽出した要素の階層構造への分解では、評価指標をレベリングする。階層化には、複雑かつ構造の不明確な問題を階層化することにより整理し、部分的な比較・考案を重ねて全体的な評価を行うという目的がある。前述した評価指標を階層構造化すると、図 5.2-19 のようになる。本検討は、合理的なオプションを抽出することが目的であることから、命題にあたるレベル 1 には、「合理性」が選択される。レベル 2 には、合理性を決定する評価指標が選択され、ここでは、「工学的技術性」、「安全性」、「事業性」とした。更に、レベル 3 にはそれらを決定づける評価指標が当てはめられ、これらをもってレベル 4 に位置するそれぞれのオプションに対する評価に供する。

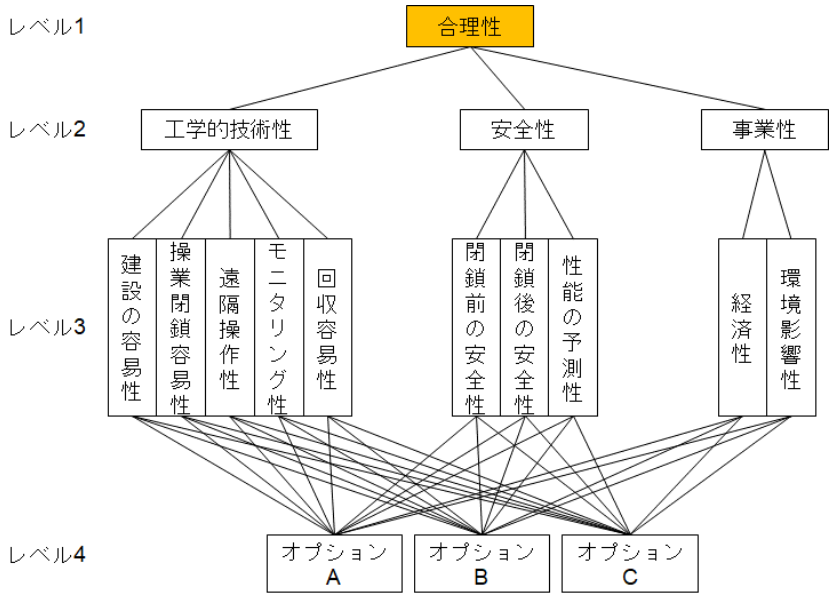


図 5.2-19　合理性に関する階層構造

階層構造化された各レベルで、ペア比較を行う（レベル 1 は命題なので例外）。ペア比較とは、一つ上のレベルにある関係要素を評価基準として、要素間の重み付けを行うことである。例えば、レベル 3 のペア比較を行う場合は、安全性を評価基準として、閉鎖前の安全性、閉鎖後の安全性、閉鎖後長期の安全性能予測性の中での重み付けを行う。要素間には、明確な数値の差などがないため、定義づけされた重要性の尺度を用いる。表 5.2-10 に、AHP のペア比較時に用いられる一般的な重要性の尺度とその定義を示し、本検討でも、その尺度を用いることとする。また、簡易的な試行段階であることから、今後の精査によって評価指標が変更になることが十分に考えられるため、今回は、図 5.2-19 に示すレベル 2 の評価指標に対してペア比較を行うこととする。今後は、ブレーンストーミング等を繰り返し、評価指標の説明性を向上し、各レベルでペア比較を行う必要がある。

表 5.2-10　重要性の尺度とその定義[11]

重要度の尺度	定　義
1	同じくらい重要（equal importance）
3	やや重要（weak importance）
5	かなり重要（strong importance）
7	非常に重要（very strong importance）
9	極めて重要（absolute importance）

（2, 4, 6, 8は中間のときに用いる）

まず、レベル 2 の各要素を評価基準としたレベル 4（今回は絶対評価によりスクリーニングされた 3 つの基本オプション A、B、C（図 5.2-17 参照））の代替案に関するペア比較を行う。例えば、工学的技術性についてペア比較を行う際は、表 5.2-11 に示すように、

定義に従って重要性の尺度を決定する。ここでいう重要とは、工学的技術の成立の観点から好ましい、という意味である。この尺度を基にペア比較を行った結果を要素ごとにそれぞれ表 5.2-12～表 5.2-14 に示す。これらのペア比較マトリックスより、幾何平均法を用いて、重みを算出する。算出した重みを用いて、整合度（C.I.：Consistency Index）を評価する。状況が複雑になるほど、つまり、評価指標や代替案が増えるほど、意思決定者の答えは整合性に欠けることになり、これを防ぐために、AHP の提唱者である Saaty, T. L. は整合度の尺度として C.I.値を定義している[12]。C.I.値が 0 の場合は、完全に整合性があり、0.1 以下の場合であれば整合性に問題がないとすることを経験則より提案している[11]。本検討でも、C.I.値≦0.1 で整合性有りと判断し、1 を超える場合は、ペア比較をやり直すこととした。

表 5.2-11　工学的技術性における重要度の尺度の決定

	左の項目が極めて重要	中間	左の項目が非常に重要	中間	左の項目がかなり重要	中間	左の項目がやや重要	中間	左右同じくらい重要	中間	右の項目がやや重要	中間	右の項目がかなり重要	中間	右の項目が非常に重要	中間	右の項目が極めて重要	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	
A							○											B
A					○													C
B							○											C

表 5.2-12　工学的技術性に関するペア比較マトリックス

	A	B	C
A	1	3	5
B	1/3	1	3
C	1/5	1/3	1
	λmax=	3.039	
	C.I.=	0.019	

表 5.2-13　安全性に関するペア比較マトリックス

	A	B	C
A	1	1	1/5
B	1	1	1/5
C	5	5	1
	λmax=	3.000	
	C.I.=	0.000	

表 5.2-14　事業性に関するペア比較マトリックス

	A	B	C
A	1	1	3
B	1	1	3
C	1/3	1/3	1
	λmax=	3.000	
	C.I.=	0.000	

表 5.2-12～表 5.2-14 から、全てのケースで C.I.値≦0.1 を満足するため、整合性有りと判断した。算出した各要素の重み算出結果を図 5.2-20～図 5.2-22 に示す。

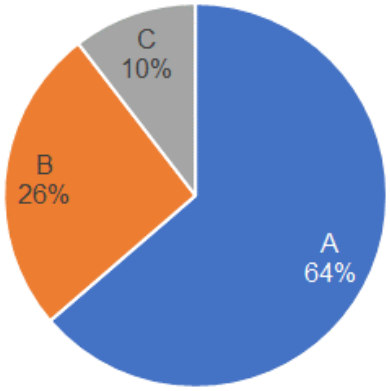


図 5.2-20　工学的技術性に関する重要度

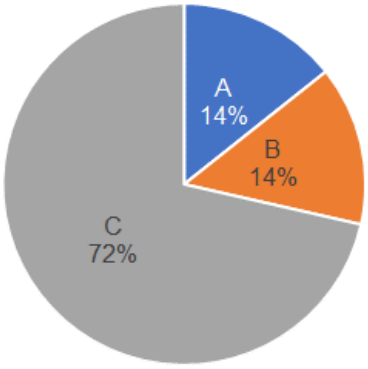


図 5.2-21　安全性に関する重要度

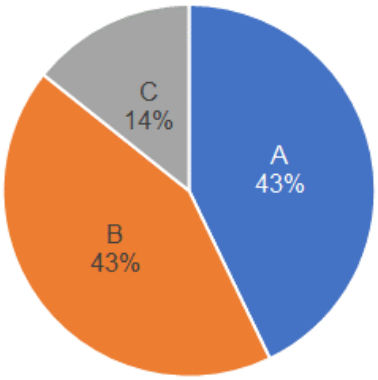


図 5.2-22　事業性に関する重要度

重み付けの結果、工学的技術性に関しては、オプション A が、最も好ましさ（重要度）が高く、次いで、B、C となった。安全性に関しては、オプション C が最も好ましく、事業性に関しては、オプション A、B で最も好ましさが高くなった。

階層全体の重み付けを行うためには、レベル 2 における要素間のペア比較及び重み付けも実施する必要がある。各要素に着目すると、「工学的技術性」、「安全性」、「事業性」で、「合理性」を構成するこれらの要素は、評価する人々の立場や考え方により大きく異なることが予想される（図 5.2-23 参照）。例えば、処分場の建設を担当する組織にとっては、施工の容易性など、工学的技術に関する事項に重点を置くと考えられ、処分場サイトの近隣住民は、何よりも安全性の高い処分場を建設してほしいと望むはずである。このような観点から、一つの評価に限定して考えることは、あまり好ましいとは言えないため、それぞれに重点を置いたケースを設定し、各ケースにおける重要度の算出を行った。それぞれ表 5.2-15－表 5.2-17 に示す。

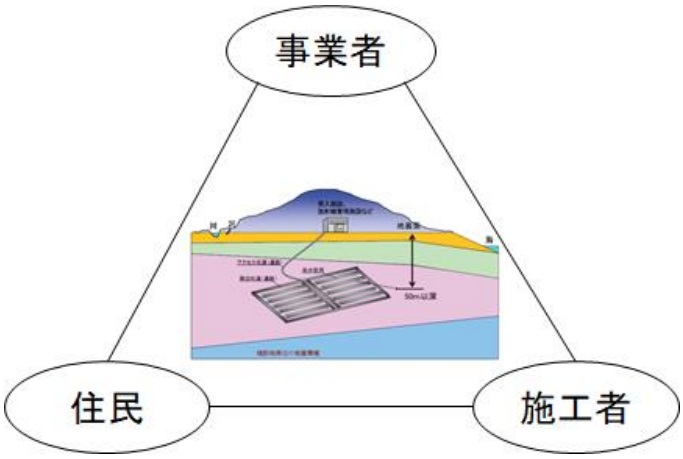


図 5.2-23　立場によって異なる中深度処分場への考え方のイメージ図（一部参照）[5]

表 5.2-15　工学的技術性を重視したペア比較及び重み付け結果

	工学的技術性	安全性	事業性	重み
工学的技術性	1	5	5	0.71
安全性	1/5	1	1	0.14
事業性	1/5	1	1	0.14
	λmax=	3.000		
	C.I.=	0.000		

表 5.2-16　安全性を重視したペア比較及び重み付け結果

	工学的技術性	安全性	事業性	重み
工学的技術性	1	1/5	1	0.14
安全性	5	1	5	0.71
事業性	1	1/5	1	0.14
	λmax=	3.000		
	C.I.=	0.000		

表 5.2-17　事業性を重視したペア比較及び重み付け結果

	工学的技術性	安全性	事業性	重み
工学的技術性	1	1	1/5	0.14
安全性	1	1	1/5	0.14
事業性	5	5	1	0.71
	λmax=	3.000		
	C.I.=	0.000		

ペア比較の結果、3 ケースのいずれの場合においても C.I.値≦0.1 を満たしており（0 なので完全に整合）、重点を置いた要素が 71%の重みを、それ以外の要素については、14%ずつの重みを持つ結果となった。これらの重み付け結果と、図 5.2-20～図 5.2-22 に示した各評価指標に対する代替案間の重み付け結果を用いて、ケース別に総合的な重みを算出し、それぞれ図 5.2-24～図 5.2-26 に示す。

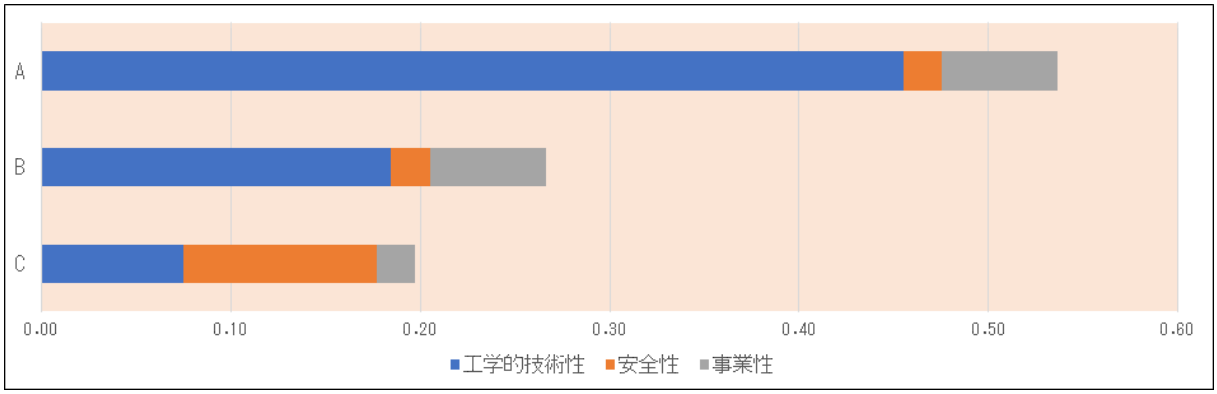


図 5.2-24　工学的技術性に重点を置いたケースの総合的な重み

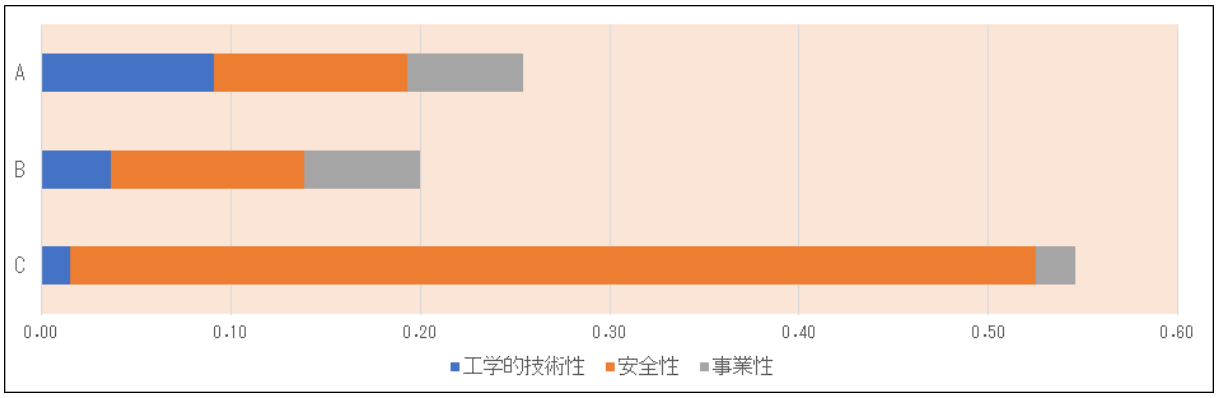


図 5.2-25　安全性に重点を置いたケースの総合的な重み

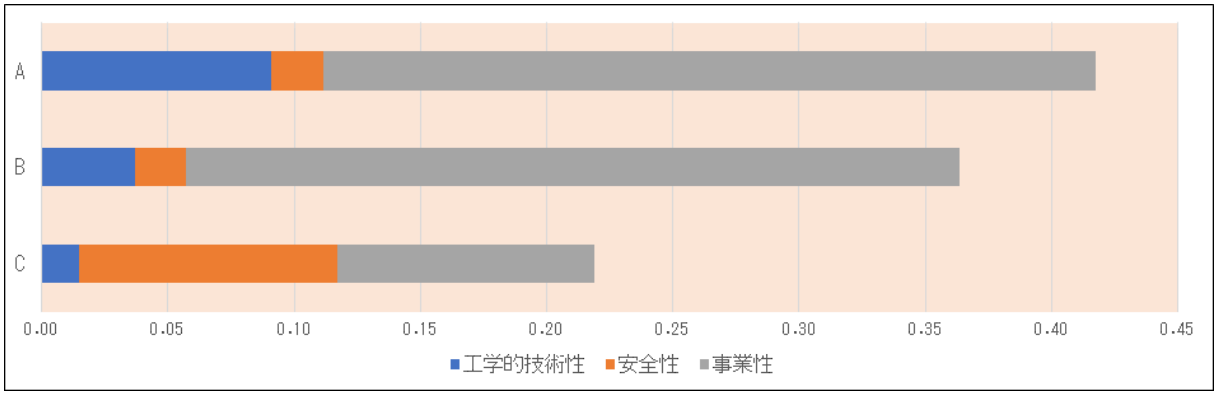


図 5.2-26　事業性に重点を置いたケースの総合的な重み

各ケースの総合的な重み付けの結果より、工学的技術性重視のケースでは、オプション A が最も合理性が高く、オプション C が最も合理的でないと判断された。事業性重視のケースにおいても、工学的技術性重視のケースほどの差はないが、同傾向の結果が確認された。一方で、安全性重視のケースは、オプション C の合理性が最も高く、オプション B の場合に最も低い結果となった。これらの結果より、工学的技術性と事業性は、評価指標として似た性質を持つ一方で、安全性は、工学的技術性及び事業性の評価指標とトレードオフの関係にあることが示唆された。

この結果より、設定した重み付けによって評価結果が大きく変わるため、説明性や透明性の向上を図る必要性が示された。説明性及び透明性を向上させるためには、できるだけ多くの専門家にヒアリングを行い、その意見を反映した重み付けを行うことが肝要である。

3）詳細検討に資する予備的検討

詳細検討に供するオプションは、1 つとは限らず、重み付けについて整理された際には、複数のオプションを検討する。絶対評価及び相対評価では、複数の人工バリアのオプションの中から、合理的と考えられるオプションを選定した。詳細検討では、絞り込まれたオプションに対して、力学的あるいは化学的な必要条件を踏まえた上で、バリア層の厚さや使用材料などのパラメータに関する検討を行う。その際、例えば、厚さのパラメータに着目すると、

安全性の観点からは、廃棄体一体当たりのバリア層の厚さが大きいほど有利である。一方で、経済性の観点からは、厚さが小さい（使用材料が少ない、処分坑道の断面が小さい）ほど有利である。このように、複数の観点でパラメータを検討した場合、図 5.2-27（図 5.2-27 は基本オプション A での例）に例示するようなトレードオフの関係にあるオプションが抽出される。

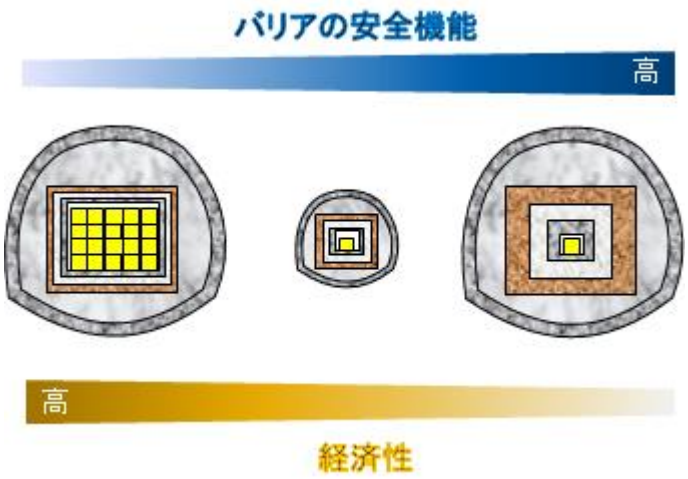


図 5.2-27　トレードオフの関係例

詳細検討では、設計的なアプローチをもって、具体の寸法や使用材料、施工法を選定することを想定しているが、図 5.2-27 のように、廃棄体一体あたりのバリア層の厚さを変更するだけでも、安全性や経済性が異なるオプションが抽出される。現状、人工バリアから漏出する放射性核種の濃度は、できる限り小さいことが望まれており、下限値は設定されていない。そのため、低拡散層などのオプションの構成要素を検討する際は、施設構築に必要なコストや時間などの、安全性に関する評価指標以外での評価を考慮しなければ、図の右側に示すような非合理的と考えられるオプションが抽出される。しかしながら、具体的な数値をともなった評価基準が定まっていない現状に鑑みると、詳細検討の段階で合理性を考慮することは困難である。そこで、詳細検討の前に、予備的検討という位置づけで、基本オプションを絞り込んだ際と同様に、複数のオプションを相対評価するフェーズを設けることによって、より合理的なオプションの選定に資する指針になると考えた。予備的検討の中では、以下の項目について検討する必要がある。

・ 複数のオプションを展開する起点となる要素
・ オプションに対する評価手法・評価指標の選定

絶対評価及び相対評価で絞り込まれた 3 つの基本オプションは、具体的な使用材料や部材寸法は設定されておらず、試行の段階で明示することは難しい。そこで、絶対評価によって絞り込まれた基本オプションの中で、基本オプション A（図 5.2-28）の構成要素に着目する。基本オプション A の構成要素は、土木学会[5]で提示される人工バリアのオプション（図 5.2-29）と同じである。このオプションでは、使用材料や部材寸法などの詳細な仕様につい

て、これまでに多くの検討が行われている。不確実な要素を低減し、説明性を向上させることを目的として、今回の試行では、基本オプションAをリファレンスとし、予備的検討を実施することとする。

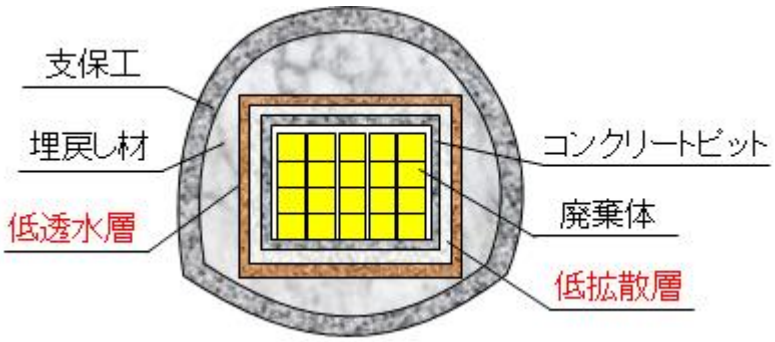


図 5.2-28　基本オプションA

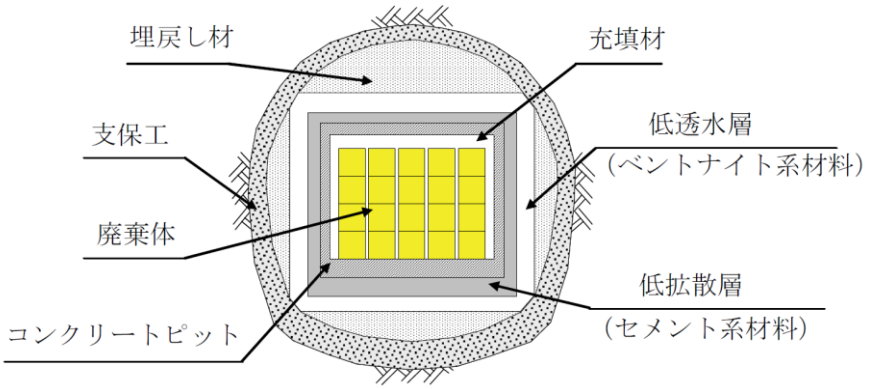


図 5.2-29　土木学会で提示される人工バリアのオプション[5]

基本オプションAを軸に複数のオプションを展開するにあたり、土木学会[5]を参考にすると、人工バリアの設計に関する検討手順の例が示されており（図 5.2-30 参照）、低拡散層の遮へい性能に対する設計仕様項目として、乾燥単位容積重量、部材寸法、圧縮強度が示されている。設計仕様項目は、性能を満足するために設計上考慮する必要のある項目で、本検討では、この設計仕様項目に着目してオプションを展開することとする。

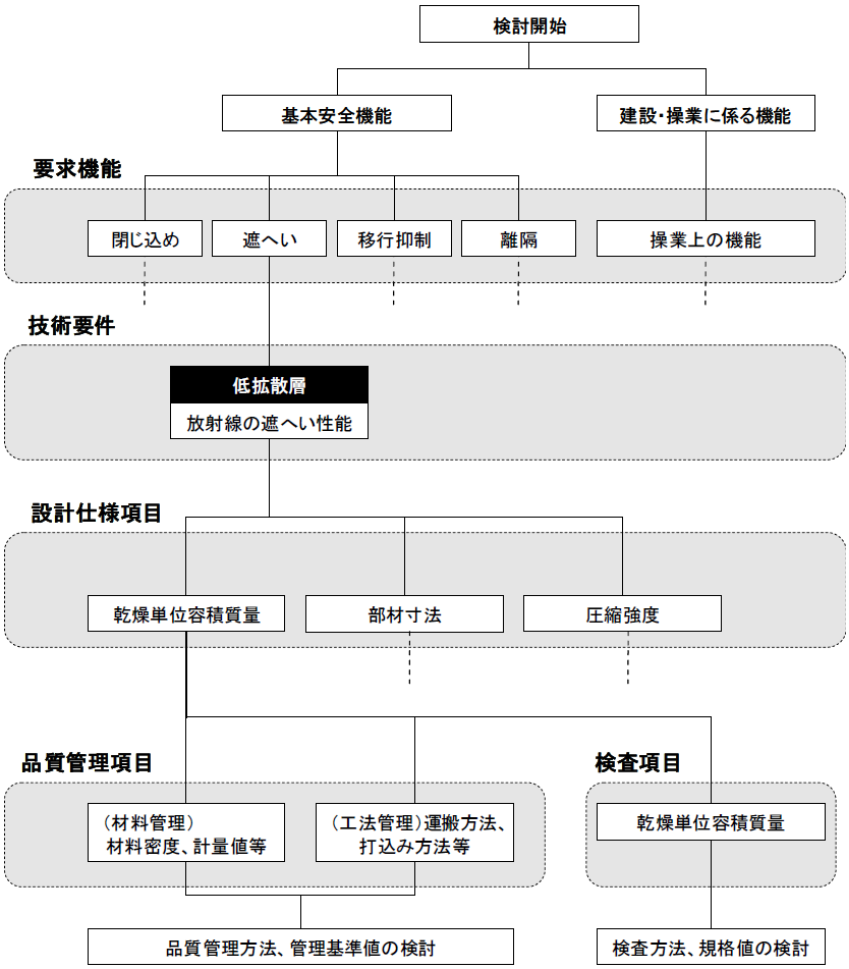


図 5.2-30　地下施設の検討手順（低拡散層の例）[5]

図は、低拡散層の検討手順例であり、他の構成要素についても同様に設計仕様項目が挙げられている。基本オプションの抽出作業では、核種移行抑制機能を有する構成要素の組合せによって、オプションの抽出を実施した。基本オプション A の特徴は、低拡散層及び低透水層で構成されていることである。このことから、低拡散層及び低透水層の設計仕様項目を整理して、それらを起点にオプションを展開する。

展開したオプションに対する相対評価にあたり、評価手法と評価指標を選定する必要がある。相対評価では、合理性を考慮したオプションの選定をすることが目的である。ここでは、基本オプションの絞り込みと同様に AHP 法を用いることとする。また、評価指標についても、基本オプション絞り込みの際に用いた評価指標を用いることとする。以上の予備的検討を加えた検討フローを図 5.2-31 に示す。

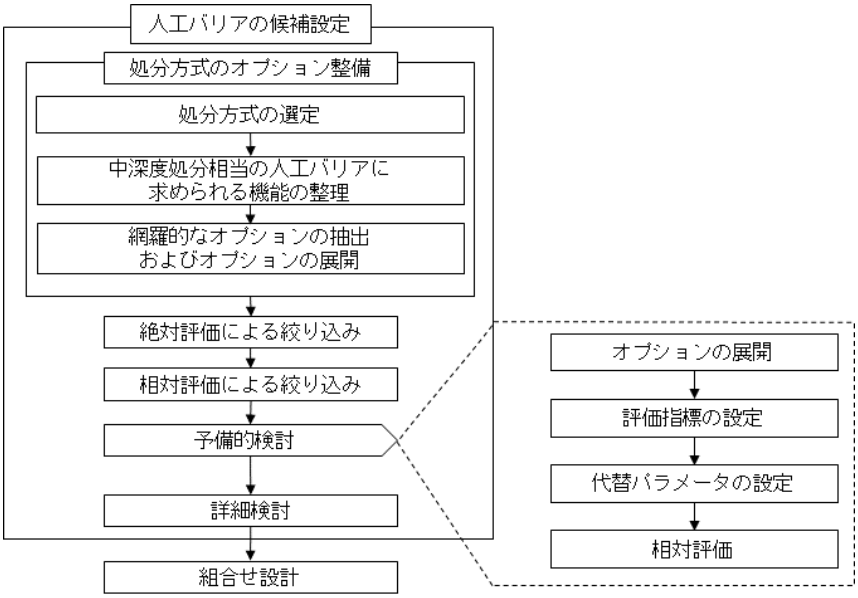


図 5.2-31　予備的検討のフロー

a. オプションの展開

まず、低拡散層の設計仕様項目について整理する。整理にあたっては、土木学会[5]を参考にする。土木学会では、低拡散層に要求される機能を、遮へい性能、拡散特性、収着性、力学特性としており、設計仕様項目は、それらの要求機能を支配する設計・施工上の要因と位置付けている。要求機能と設計仕様項目の関係性を表 5.2-18 に示す。

表 5.2-18　低拡散層の要求機能と設計仕様項目の関係[5]

要求機能		段階	技術要件	設計仕様項目	
				施工時性能・状態	長期状態変化
基本安全機能	遮へい	建設・操業	放射線の遮へい性能	・乾燥単位容積質量 ・部材寸法（厚さ） ・圧縮強度	－
基本安全機能	移行抑制	埋戻し後	拡散特性	・実効拡散係数 ・部材寸法 ・ひび割れの開口面積	・実効拡散係数 ・鉱物組成 ・圧縮強度
基本安全機能	移行抑制	埋戻し後	核種収着性	・収着分配係数 ・部材寸法	・鉱物組成
操業上の機能		建設・操業	力学特性	・圧縮強度	－

設計仕様項目は、要求機能によって異なるが、移行抑制機能に着目した場合、拡散特性と核種収着性に共通する項目として、部材寸法（厚さ）と鉱物組成が挙げられる。両者は、低拡散層の要求機能（移行抑制）に対して支配的な要因であると考えられる。このうち、鉱物組成については、経時的に変化する要因であり、オプションの起点として取り扱うのが困難であると考えられる。一方で、部材寸法については、比較的容易に値を変更できる

ことが予想される。そこで、本検討は試行段階であることも踏まえて、よりクリティカルな影響を考慮することを目的として、部材寸法を起点としたオプションを展開することとする。

次に、低透水層の設計仕様項目について低拡散層と同様に整理する。低透水層に要求される機能は、透水特性、力学特性である（表 5.2-19）。低透水層の場合においても、要求機能によって複数の設計仕様項目が設定されているが、ここでは、低拡散層にならい、部材寸法（厚さ）を起点としてオプションを展開することとする。

表 5.2-19　低透水層の要求機能と設計仕様項目の関係[5]

要求機能		段階	技術要件	設計仕様項目	
				施工時性能･状態	長期状態変化
基本安全機能	閉じ込め	建設・操業	透水特性	・透水係数 ・厚さ	―
	移行抑制	埋戻し後	透水特性	・透水係数	・膨潤圧 ・鉱物組成 ・密度（かさ密度）
				・厚さ	・強度・変形係数 ・膨潤圧
操業上の機能		建設・操業	力学特性	・強度・変形係数	―

低拡散層及び低透水層の部材寸法に着目して、基本オプション A を起点に複数のオプションを展開する場合、それぞれの厚さを厚くする、あるいは薄くすることで、新たなオプションの展開が想定される。今回は試行であることから、多数のオプションを展開する必要はないが、予備的検討はオプションの合理性を示す指針であることを踏まえると、ある程度の項目数を用意して議論することが望ましい。先にも述べた通り、部材寸法以外の設計仕様項目を起点にオプションを展開することは難しいため、別のアプローチから検討する。このとき留意すべきは、①基本オプションの構成要素が変わらないこと、②変更が比較的容易であること、の 2 点である。これらの点から、本検討では、低拡散層及び低透水層の部材寸法（厚さ）に加えて以下に示す変更点を起点にオプションを展開することとする。

・ 低拡散層の厚さ
・ 低透水層の厚さ
・ 断面当たりの廃棄体定置数
・ 低拡散層と低透水層の位置入替
・ 上記 4 点の変更に伴う坑道径

断面当たりの廃棄数は前述の留意点を満たしており、更に、オプションの違いも比較的大きくなることから、相対評価が行いやすいと考えられる。坑道径については、バリア層

の厚さや廃棄体の定置数の変更に応じて、従属的に変更する。各バリア層の厚さや廃棄体数の変更による安全性や経済性の変化の度合いを確認することが目的であることから、重複してパラメータを変更すること（低拡散層の厚さと低透水層の厚さを同時に変更するなど）は行わない。これらの変更点を踏まえて、図 5.2-32 に示すフローで、基本オプションに加えて、7 つのオプションを抽出した。それぞれのオプションについて、基本オプションからの変更点を説明する。

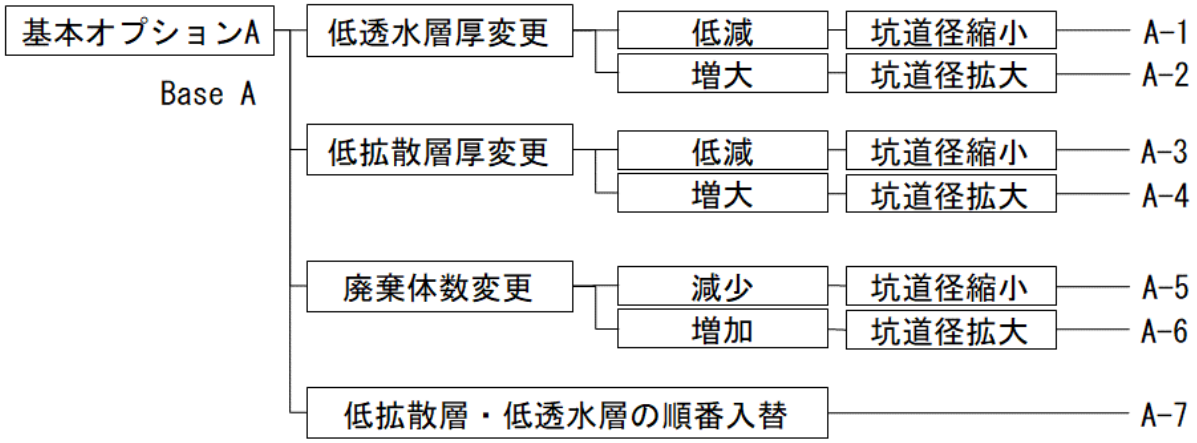


図 5.2-32　オプション抽出のフロー

(a) 基本オプション A（Base-A）

基本オプション A の構成要素それぞれについて、寸法を設定する。設定にあたって、既往検討[13]に記されている、施設形態の検討例を参考にする。図 5.2-33 に示す施設形態の A-A 横断面図より、一断面の廃棄体設置数は 4 段 5 列である。また、コンクリートピット厚さは、上部及び側部で 70cm、底部で 80cm となっており、低拡散層厚は 60cm、低透水層厚は 100cm が設定されている。報告書[13]では、低透水層や低拡散層などの人工バリアに要求される核種移行抑制機能について詳細な検討が行われており、本検討の基本オプション A の寸法値は、報告書[13]で示される値に準拠することとする。詳細検討に資する予備的検討では、パラメータを変更することで合理性に与える影響の度合いを確認し、詳細検討の指針を示す。最上段の廃棄体とコンクリートピット上部の内壁の隙間は 25cm に設定されている。本検討でも同様とし、更に、コンクリートピット側部の内壁と最外殻に位置する廃棄体との隙間も 25cm とする。また、廃棄体同士の隙間はないものとして考え、一断面当たりに設置される廃棄体を総称して廃棄体ブロックと称する。更に、廃棄体ブロックの寸法に合わせて構築する長方形断面の 3 部材（コンクリートピット、低拡散層、低透水層）を設置部と称することとする。処分坑道は、計算を簡略化するために真円として扱い、処分坑道の直径は設置部の対角線長さとして算出する。基本オプション A の概略図を図 5.2-34 に示す。

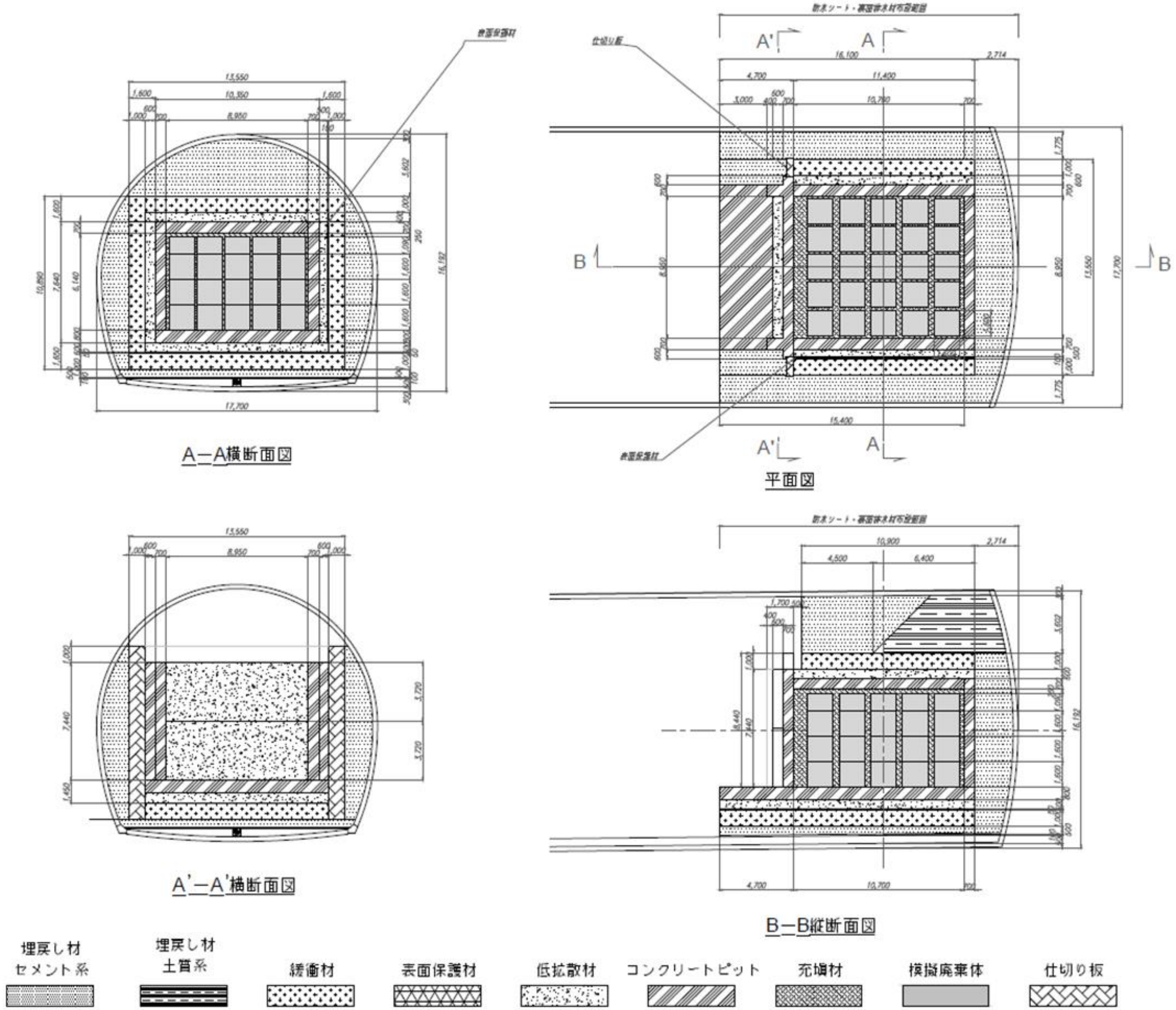


図 5.2-33　施設形態[13]

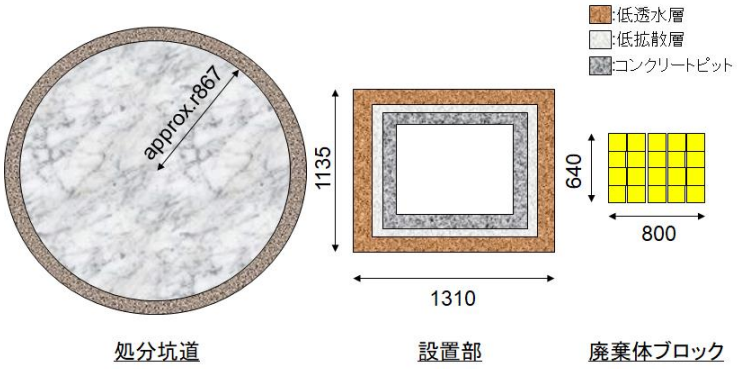


図 5.2-34　基本オプション A 概略図

(b) オプション A-1

オプション A-1 は、低透水層の厚さを低減するオプションである。基本オプションの低透水層厚さ 100cm を半分の厚さ（50cm）に低減することで、性能に及ぼす影響度を検証する。低透水層の厚さ低減に伴い、設置部寸法及び処分坑道径が縮小する。廃棄体の寸法は変更しない。オプション A-1 の概略図について、図 5.2-35 に示す。図中の赤字は基本オプションからの変更箇所である。

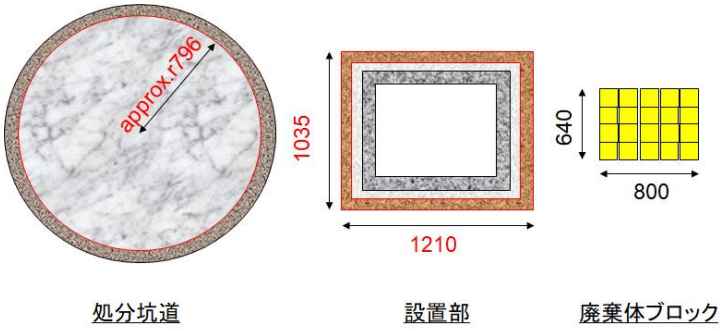


図 5.2-35　オプション A-1 概略図

(c) オプション A-2

オプション A-2 は、低透水層の厚さを増大するオプションである。オプション A-1 の厚さ変更方法に倣い、厚さの変更幅を 50cm として、低透水層厚さ 100cm から 150cm に増大する。低透水層の厚さ増大に伴い、設置部寸法及び処分坑道径が拡大する。廃棄体の寸法は変更しない。オプション A-2 の概略図について、図 5.2-36 に示す。

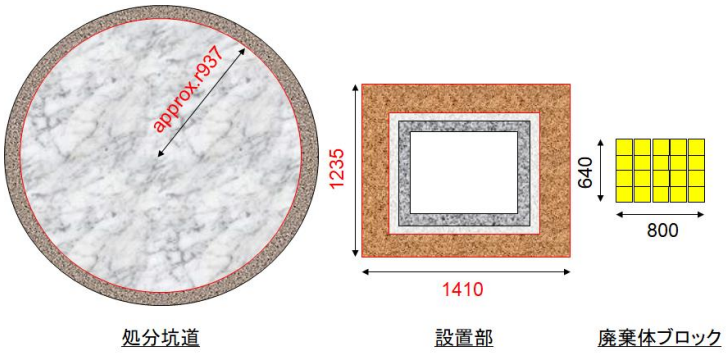


図 5.2-36　オプション A-2 概略図

(d) オプション A-3

オプション A-3 は、低拡散層の厚さを低減するオプションである。オプション A-1 の厚さ変更方法に倣い、基本オプションの低拡散層厚さ 60cm を半分の厚さ（30cm）に低減することで、性能に及ぼす影響度を検証する。低拡散層の厚さ低減に伴い、設置部寸法及び処分坑道径が縮小する。廃棄体の寸法は変更しない。オプション A-3 の概略図について、図 5.2-37 に示す。

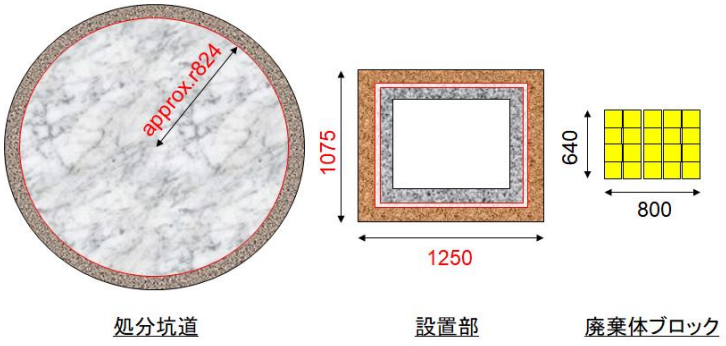


図 5.2-37　オプション A-3 概略図

(e) オプション A-4

オプション A-4 は、低拡散層の厚さを増大するオプションである。オプション A-3 の厚さ変更方法に倣い、厚さの変更幅を 30cm として、低拡散層厚さ 60cm から 90cm に増大する。低拡散層の厚さ増大に伴い、設置部寸法及び処分坑道径が拡大する。廃棄体の寸法は変更しない。オプション A-4 の概略図について、図 5.2-38 に示す。

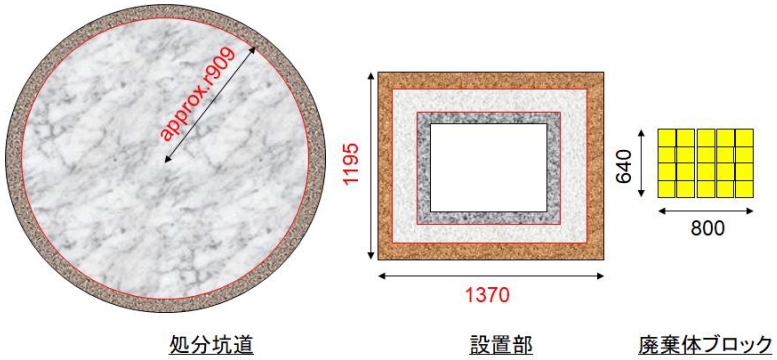


図 5.2-38　オプション A-4 概略図

(f) オプション A-5

オプション A-5 は、一断面当たりの廃棄体数を低減するオプションである。基本オプションでは、4 段 5 列で設置されているが、1 段 1 列除去して、3 段 4 列に変更する。したがって、一断面当たりの廃棄体全体の寸法は、高さ 480cm、幅 640cm となる。各バリア層の厚さについては変更しない一方で、廃棄体数の低減に伴い、設置部寸法及び処分坑道径が縮小する。オプション A-5 の概略図について、図 5.2-39 に示す。

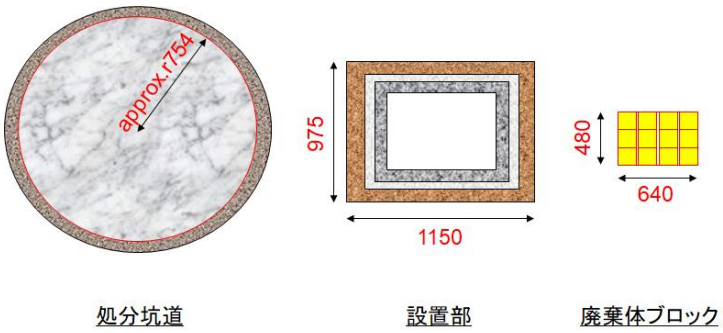


図 5.2-39　オプション A-5 概略図

(g) オプション A-6

オプション A-6 は、一断面当たりの廃棄体数を増やすオプションである。オプション A-5 と同様の考え方で、1 段 1 列増やして、5 段 6 列に変更する。したがって、1 断面当たりの廃棄体全体の寸法は、高さ 800cm、幅 960cm となる。各バリア層の厚さについては変更しない一方で、廃棄体数の増加に伴い、設置部寸法及び処分坑道径が拡大する。オプション A-6 の概略図について、図 5.2-40 に示す。

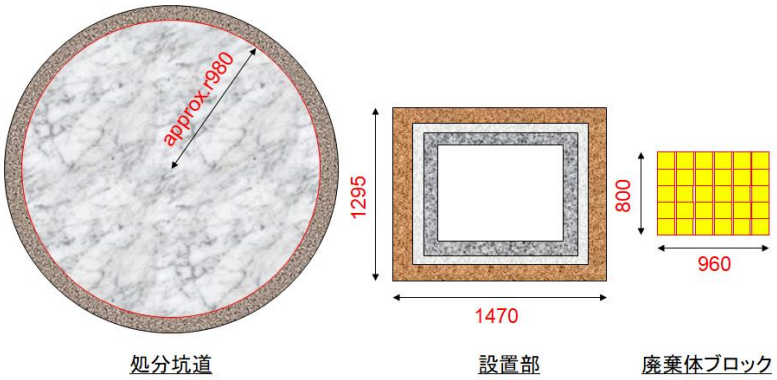


図 5.2-40　オプション A-6 概略図

(h) オプション A-7

オプション A-7 は、低透水層及び低拡散層の設置順を入れ替えるオプションである。基本オプション A の設置部は、廃棄体に近い方から、コンクリートピット、低拡散層、低透水層の順番で構成されている。この中で、低透水層と低拡散層の順番を入れ替える。廃棄体設置数、各バリア層の厚さ、設置部寸法及び処分坑道径は変更しない。オプション A-7 の概略図について、図 5.2-41 に示す。

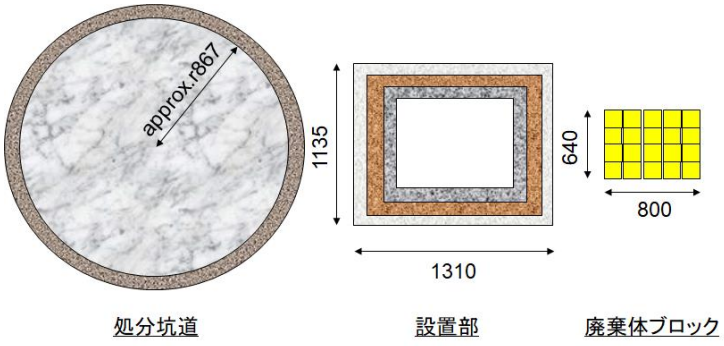


図 5.2-41　オプション A-7 概略図

基本オプション A から展開したオプションを総じて、予備的オプションと呼称することとする。予備的オプションのそれぞれの設定値の一覧を表 5.2-20 に示す。また、各オプション概念図の一覧を図 5.2-42 に示す。

表 5.2-20　オプション設定値一覧

オプション	Base-A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
廃棄体数	20	20	20	20	20	12	30	20
低拡散層厚(cm)	60	60	60	30	90	60	60	60
低透水層厚(cm)	100	50	150	100	100	100	100	100
処分坑道半径(cm)	866.6	796.1	937.2	824.3	909.0	753.8	979.5	866.6
処分坑道直径(cm)	1733.3	1592.3	1874.4	1648.7	1817.9	1507.7	1959.1	1733.3

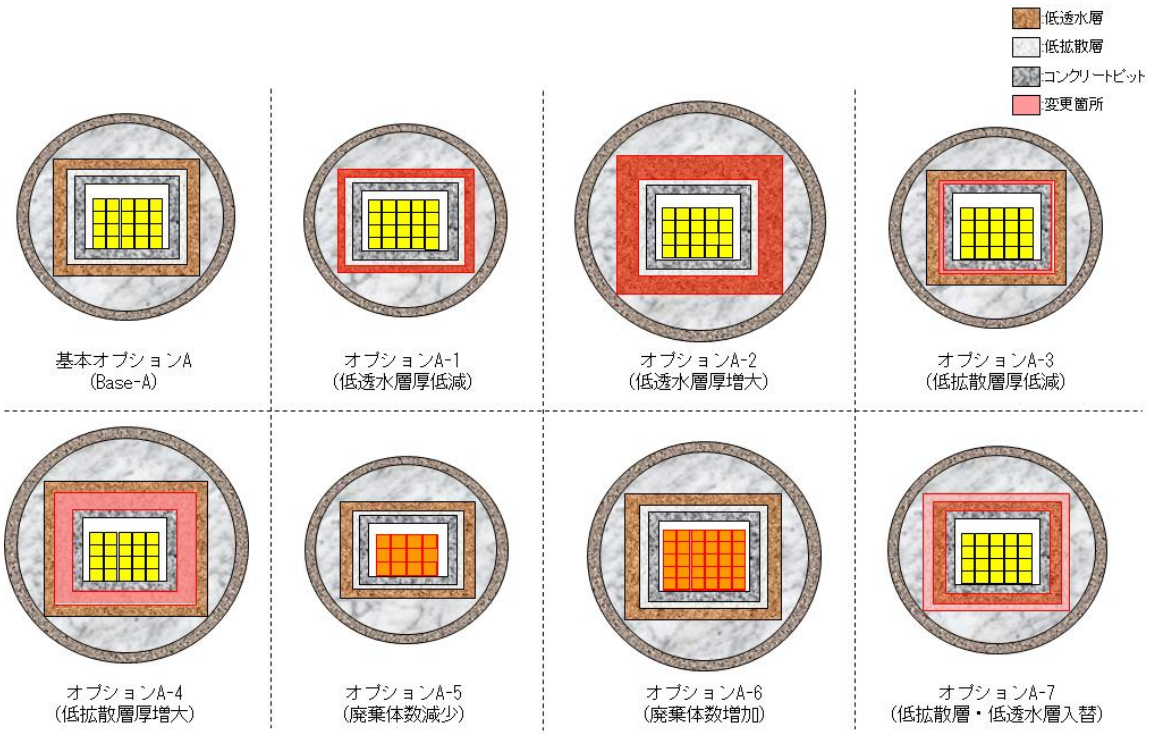


図 5.2-42　オプション一覧

b. 評価指標の設定

予備的オプションに対する評価指標の設定は、基本オプションで用いた指標を踏襲する。基本オプションの相対評価では、工学的技術性、安全性、事業性の観点から評価を行った。本検討での予備的オプションは、構成要素は同じであり、変更点についても非現実的なものではないことから、工学的技術性にほとんど差がないと言える。そのため、工学的技術性は評価指標から除き、安全性及び事業性を用いて相対評価を行う。その際、予備的オプションは基本オプションよりも詳細化したオプションであることから、評価指標についてもブレイクダウンしたレベル 3 の評価指標を用いることとする。安全性は、閉鎖前の安全性と閉鎖後の安全性、事業性は、環境影響性と経済性の 2 つからそれぞれ構成されている。したがって、予備的オプションに対する評価指標を以下の 4 つに設定する。

・ 閉鎖前の安全性
・ 閉鎖後の安全性
・ 環境影響性
・ 経済性

c. 代替パラメータの設定

4 つの評価指標で AHP 法を用いた相対評価を、図 5.2-43 に示したフローチャートに従って実施した。フローチャートの階層構造化までは、基本オプションの際と同様とし、レベル 3 の要素間、すなわち 4 つの評価指標間の重みの計算以降を実施する（図中の赤枠)。基本オプションの際と異なる点は、具体の数値を持っていることである。現行の評価指標のままでは、差を明確に反映した相対評価を実施することが難しい。説明性や透明

性を確保した評価を行うために、評価指標を数値化した代替パラメータを設定し、代替パラメータを参考に重みの計算を実施する。評価指標と設定した代替パラメータについて、表 5.2-21 に示す。

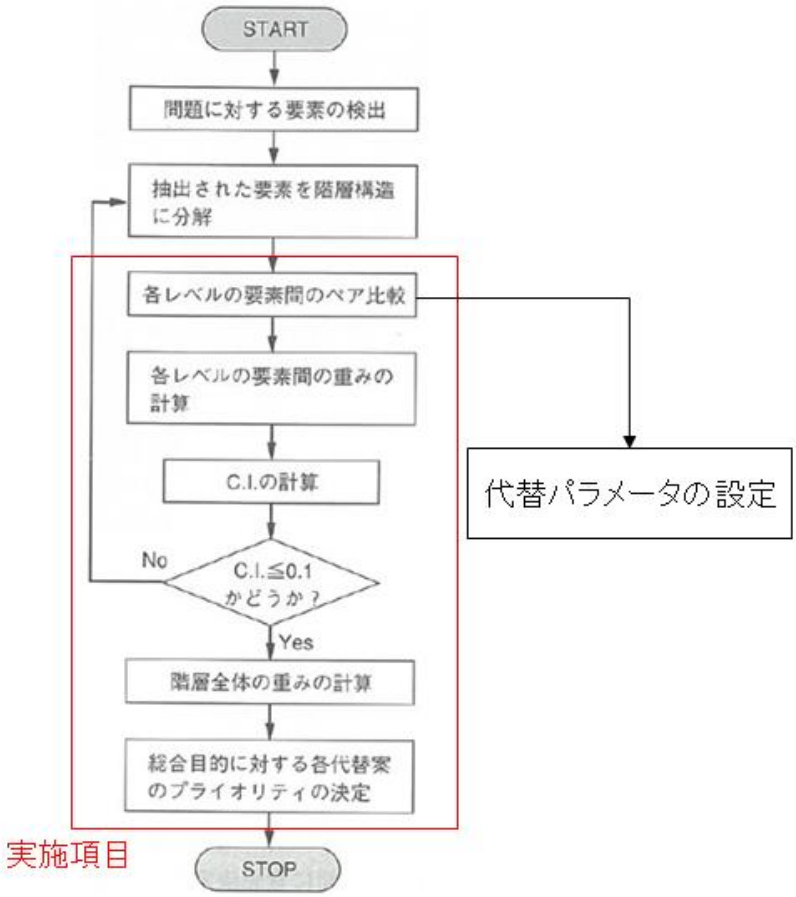


図 5.2-43　予備的オプションの AHP フローチャート(一部編集)[11]

表 5.2-21　設定した評価指標及び代替パラメータ

評価指標	代替パラメータ	備考
閉鎖前の放射線防護	低拡散層＋低透水層の厚さ	操業・閉鎖段階の作業員の放射線被ばくに対する安全性を示す。数値が大きいほど評価は高い。
閉鎖後の放射線防護	施設通過流量	閉鎖後（冠水後）の人工バリアを通過する地下水流量を算出する。数値が大きいほど評価は低い。
経済性	廃棄体一体当たりの処分坑道掘削断面積	1体の廃棄体を埋設するために必要な処分坑道径を算出する。数値が大きいほど評価は低い。
環境性	処分坑道掘削土量容積	廃棄体を設置することで発生する処分坑道の掘削土量を算出する。数値が大きいほど評価は低い。

(a) 閉鎖前の放射線防護

閉鎖前の放射線防護は、操業及び閉鎖時の作業員の放射線被ばくに対する安全性を示している。閉鎖前の作業としては、建設、操業及び閉鎖作業があり、土木学会によると、廃棄体の定置から区画内充てん材の施工によって遮へいが確保されるまでの間は、人間

の処分空洞内への立ち入りが制限されると考えられる、としており、操業及び閉鎖の一部作業で管理区域が設定されている（図 5.2-44 参照）。建設、操業及び閉鎖の作業における作業員の放射線被ばくに対する安全性は、施工手順や長期安全性への影響等を考慮して適切な代替設計パラメータを設置する必要があるが、本試行では、簡便に低拡散層及び低透水層の合計厚さを代替パラメータに設定する。

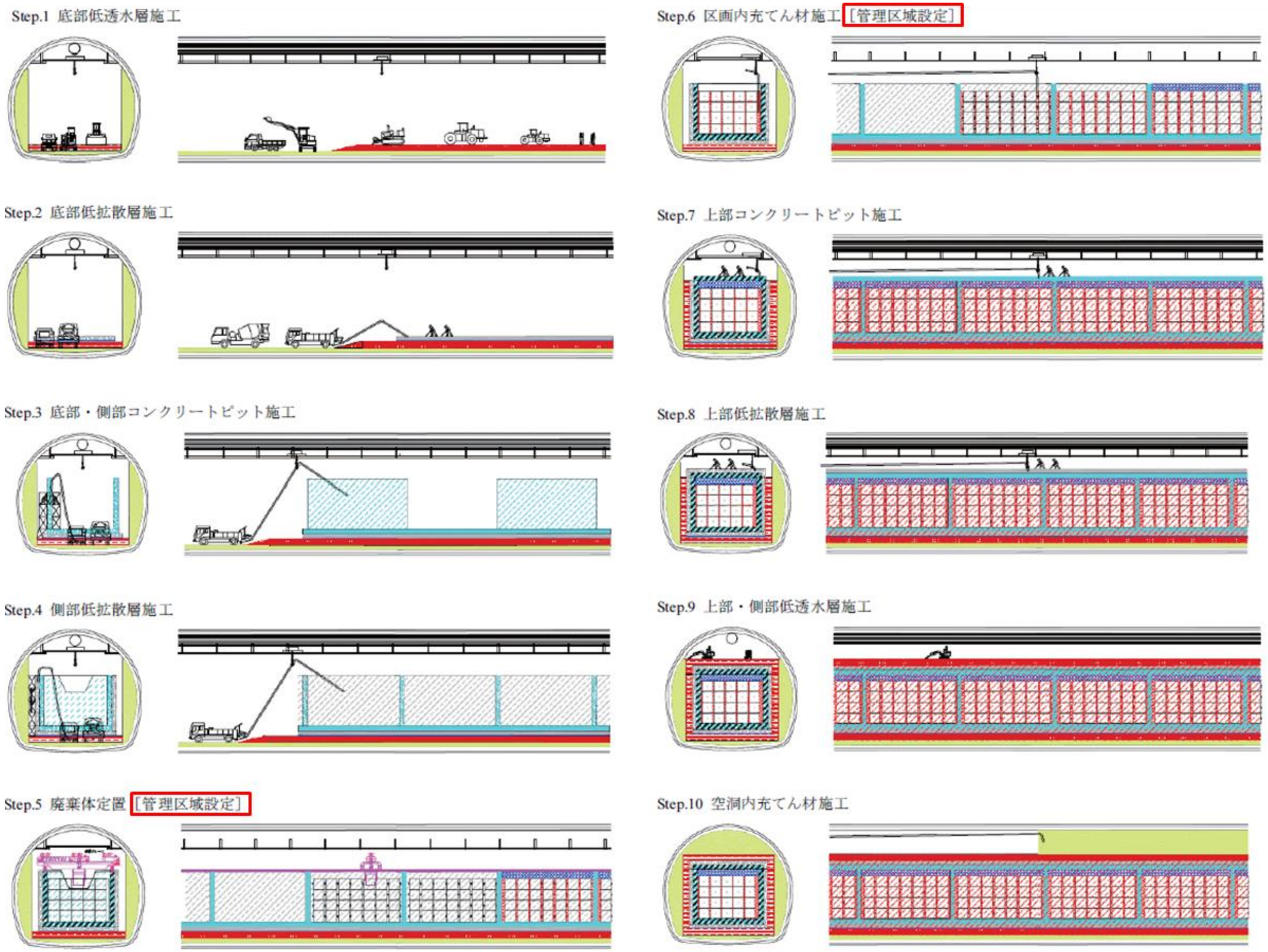


図 5.2-44　処分空洞内での建設・操業工程（一部編集）[5]

(b) 閉鎖後長期の放射線防護

予備的検討の段階では、天然バリアや環境パラメータなどの諸条件が決まっていないことから、被ばく線量などで評価することは難しい。そのため、部材寸法等の比較的単純なパラメータで評価するために、地下処分施設が冠水した後の施設通過流量を設定した。施設通過流量の算出にあたっては、施設を多重円環モデル（図 5.2-45）に置き換えて、理論解より行う。それぞれの構成要素の透水係数を表 5.2-22 のように設定した。

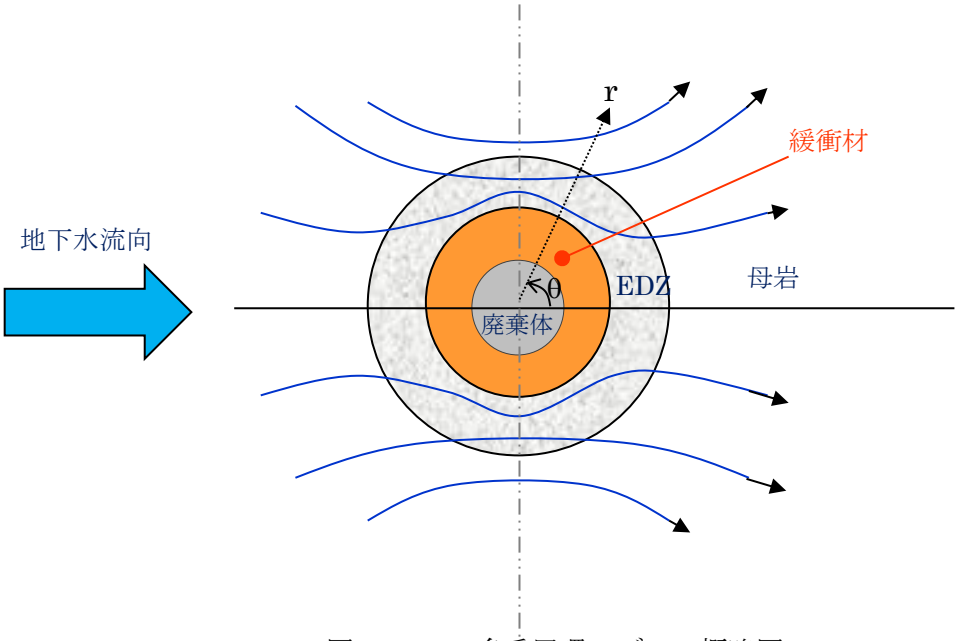


図 5.2-45　多重円環モデルの概略図

表 5.2-22　透水係数設定値

構成要素	透水係数 k (m/s)
廃棄体+構造	1.0E-05
低拡散層	1.0E-05
低透水層	1.0E-12
埋め戻し材	1.0E-05
岩盤	1.0E-08

上図に対応した区分的に均一な透水係数を有する多重円環の定常ダルシー流れは、極座標表示による以下の連続の式を満足する。

$$\nabla\left(k_i \nabla P_i\right) = k_i \nabla^2 P_i = k_i \left(\frac{\partial^2 P_i}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 P_i}{\partial \theta^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial P_i}{\partial r} \right) = 0 \qquad ①$$

ここに、

k_i ：領域 i （内側から i 番目の層）における透水係数

$P_i(r,\theta)$ ：領域 i における水頭分布

①式の一般解は以下の形で表される。

$$P_i(r,\theta) = P_0 + \left(A_i r + B_i r^{-1}\right)\cos\theta \qquad ②$$

②式中の定数A_i及びB_iは、各領域間での水頭の連続性と水収支を境界条件として解くことによって決定される。すなわち、

$$P_0 + \left(A_i r_i + \frac{B_i}{r_i}\right)\cos\theta = P_0 + \left(A_{i+1} r_i + \frac{B_{i+1}}{r_i}\right)\cos\theta \quad \text{（水頭の連続性）}$$

及び

$$k_i\left(A_i - \frac{B_i}{r_i^{\,2}}\right)\cos\theta = k_{i+1}\left(A_{i+1} - \frac{B_{i+1}}{r_i^{\,2}}\right)\cos\theta \quad \text{（半径方向の地下水流速:}k\frac{\partial P}{\partial r}\text{の連続性）}$$

が全てのθで成り立つゆえ、

$$A_i r_i + \frac{B_i}{r_i} = A_{i+1} r_i + \frac{B_{i+1}}{r_i} \qquad ③$$

$$k_i\left(A_i - \frac{B_i}{r_i^{\,2}}\right) = k_{i+1}\left(A_{i+1} - \frac{B_{i+1}}{r_i^{\,2}}\right) \qquad ④$$

境界条件として、外側岩盤層の十分遠方（$r = r_{\max}$, $\theta = \frac{3\pi}{2}$）における地下水流速Vをとると、

$$V = -k_{rock}\cdot\frac{1}{r_{\max}}\left.\frac{\partial P_{rock}(r_{\max},\theta)}{\partial\theta}\right|_{\theta=3\pi/2} = -k_{rock}\left(A_{rock} + \frac{B_{rock}}{r_{\max}^{\,2}}\right) \qquad ⑤$$

さらに、最も内側の層（$i=1$）においては$B_1 \neq 0$とすると$r \to 0$で水頭P_1が発散してしまうため、

$$B_1 = 0 \qquad ⑥$$

となる必要がある（$r \to 0$で$P_1 \to P_0$に収束する）。

②～⑥式を用いて各層（$=i$層）におけるA_i及びB_iが求められる。

この解を用いて、i層の外側境界面($r = r_i$の円弧、片側半円分)を通過する流量q_i [m³/m/s] は次のように算出される。

$$q_i = -\int_{\pi/2}^{3\pi/2} -k_i\frac{\partial P_i(r,\theta)}{\partial r} r\,d\theta\Big|_{r=r_i}$$

$$= k_i\left(A_i r_i - \frac{B_i}{r_i} \right) \int_{\pi/2}^{3\pi/2} \cos\theta d\theta$$

$$= -2k_i\left(A_i r_i - \frac{B_i}{r_i} \right) \qquad ⑦$$

(c) 経済性

経済性は、使用する材料の容量、坑道及び部材寸法に応じた施工方法など様々な要素から構成されると考えられるが、費用として数値化するのは、予備的検討の段階では困難である。そこで、廃棄体を一体埋設するのに必要な空間の大きさに着目した。処分坑道の延長距離は、処分坑道の断面当たりに配置する廃棄体の数が多いほど短尺化され、経済的に有利であることが予想される。以上より、経済性の代替パラメータとして、廃棄体一体当たりに必要な処分坑道の断面積を設定する。

(d) 環境性

環境性では、処分坑道を建設することによって及ぼされる周辺環境への影響の度合いについて評価する。影響を受ける環境要因として、大気、騒音・振動、河川・地下水、動植物などが考えられる。このうち、騒音・振動については、処分坑道の建設にかかる期間が長いほど影響は大きくなり、また、河川・地下水、動植物については、坑道の掘削容積が増えるほど影響は大きくなると考えられる。これらに共通する代替パラメータとして処分坑道の建設排出土の発生量を設定することとする。建設排出土の発生量は、掘削容積の大きさに比例し、建設期間についても、施工方法が同一であると仮定した場合、その長さに比例して排出土の発生量が増加すると考えられる。建設排出土の排出量は、坑道断面積×坑道の延長距離によって算出する。

以上の 4 つの代替パラメータについて、算出結果を表 5.2-23 にまとめる。

表 5.2-23　代替パラメータの算出結果

オプション	Base-A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
低拡散＋低透水層厚	160	110	210	130	190	160	160	160
施設通過流量(m2/y)	2.33E-06	3.80E-06	1.87E-06	2.12E-06	2.54E-06	1.49E-06	3.42E-06	4.41E-07
廃棄体一体当たりに必要な坑道断面積(m2)	11.80	9.96	13.80	10.67	12.98	14.88	10.05	11.80
建設土発生量(m3)	3398	2867	3973	3074	3738	4285	2894	3398

d. 相対評価

図 5.2-43 に示した予備的評価の評価フローチャートに従い、評価指標間及びオプション間のペア比較ならびに重み付けを、代替パラメータの算出結果を参考にそれぞれ実施する。

まず、評価指標間のペア比較ならびに重み付けを行う。基本オプションの評価指標間のペア比較の際と同様に、評価指標それぞれに重点を置いたペア比較を行い、重みを算出し、それぞれをケース 1～4 とする。また、いずれの評価指標にも重点を置かないペア比較のケースも実施した。これをケース 5 とする。

重みの算出に当たっては、整合性の確認のために、C.I.値による判定を実施する。それぞれのペア比較及び重みの算出結果について表 5.2-24－表 5.2-28 に示す。

表 5.2-24　閉鎖前の放射線防護に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 1）

	閉鎖前放射線防護	閉鎖後放射線防護	経済性	環境性	幾何平均	重み付け
閉鎖前放射線防護	1	5	5	5	3.34	0.63
閉鎖後放射線防護	1/5	1	1	1	0.67	0.13
経済性	1/5	1	1	1	0.67	0.13
環境性	1/5	1	1	1	0.67	0.13
λmax	4	C.I	0		5.35	1.00

表 5.2-25　閉鎖後の放射線防護に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 2）

	閉鎖前放射線防護	閉鎖後放射線防護	経済性	環境性	幾何平均	重み付け
閉鎖前放射線防護	1	1/5	1	1	0.67	0.13
閉鎖後放射線防護	5	1	5	5	3.34	0.63
経済性	1	1/5	1	1	0.67	0.13
環境性	1	1/5	1	1	0.67	0.13
λmax	4	C.I	0		5.35	1.00

表 5.2-26　経済性に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 3）

	閉鎖前放射線防護	閉鎖後放射線防護	経済性	環境性	幾何平均	重み付け
閉鎖前放射線防護	1	1	1/5	1	0.67	0.13
閉鎖後放射線防護	1	1	1/5	1	0.67	0.13
経済性	5	5	1	5	3.34	0.63
環境性	1	1	1/5	1	0.67	0.13
λmax	4	C.I	0		5.35	1.00

表 5.2-27　環境性に重点を置いた場合のペア比較及び重み（ケース 4）

	閉鎖前放射線防護	閉鎖後放射線防護	経済性	環境性	幾何平均	重み付け
閉鎖前放射線防護	1	1	1	1/5	0.67	0.13
閉鎖後放射線防護	1	1	1	1/5	0.67	0.13
経済性	1	1	1	1/5	0.67	0.13
環境性	5	5	5	1	3.34	0.63
λmax	4	C.I	0		5.35	1.00

表 5.2-28　重みをつけない場合のペア比較及び重み（ケース 5）

	閉鎖前放射線防護	閉鎖後放射線防護	経済性	環境性	幾何平均	重み付け
閉鎖前放射線防護	1	1	1	1	1.00	0.25
閉鎖後放射線防護	1	1	1	1	1.00	0.25
経済性	1	1	1	1	1.00	0.25
環境性	1	1	1	1	1.00	0.25
λmax	4	C.I	0		4.00	1.00

重点を置いた評価指標の重みは 0.63 で、その他は 0.13 ずつである。C.I.値は 0 となり、完全に整合しているため、これらの重み付け結果を相対評価における総合評価に供する。

次に、予備的オプション間のペア比較ならびに重み付けを実施する。ペア比較の手法としては、基本オプションの際と同様であるが、予備的オプションは基本オプションに比べて、機能の差が小さくペア比較が困難である。そのため、それぞれの評価指標に数値化した代替パラメータを与え、その数値を参考にペア比較を行う。代替パラメータの算出結果を参考に実施した、予備的オプションのペア比較を表 5.2-29～表 5.2-32 に、ペア比較より算出した重み付けの結果を図 5.2-46 図 5.2-49 に示す。図 5.2-43 のフローチャートより、C.I.値が 0.1 を超えた場合はペア比較を再考する必要があるが、今回の試行では、一度目のペア比較の時点で C.I.値が 0.1 を大きく下回った。代替パラメータを参考にすることで、評価指標の持つポテンシャルが明瞭になり、ペア比較が容易になったためと考えら

れる。ペア比較により算出された重み付けの結果に着目すると、閉鎖前の放射線防護においては、オプション A-2（低透水層の厚さを 100cm→150cm にする）の重みが最も大きく、次いで、オプション A-4（低拡散層の厚さを 60cm→90cm にする）の重みが大きい。これは、閉鎖前の放射線防護の代替パラメータは低拡散層と低透水層の厚さの合計値であり、低透水層の厚さの増大幅が低拡散層よりも大きいためである。Base-A のオプションと厚さが同じである場合は、重みは同じである。

閉鎖後の放射線防護については、オプション A-7（低拡散層と低透水層の順番を入れ替える）の重みが最も大きく、オプション A-5（バリア層の厚さは変更せず廃棄体数を低減する）の重みが次いで大きい。閉鎖後の放射線防護に関する機能を向上させるためには、低拡散層を低透水層の外側に配置する、あるいは、断面当たりの廃棄体数を低減することで、大きな効果があるという知見を得られた。

経済性及び環境性については、結果として設定した代替パラメータが似ているため、重み付けの結果も類似している。オプション A-1（低透水層の厚さを 100cm→50cm にする）及びオプション A-6（バリア層の厚さは変更せず廃棄体数を増やす）の重みが大きいという結果が得られた。オプション A-1 は低透水層の厚さを低減することで、処分坑道径が小さくなり、結果として経済性及び環境性に寄与している。また、オプション A-6 は、廃棄体数が増加していることで処分坑道径は大きくなっている。しかしながら、処分坑道全体の長さが短尺化されることで、低透水層の厚さを半分にする方策と同様の効果（好ましさ）が得られることが確認された。

この知見は設定する評価指標や代替パラメータによって容易に変わる可能性があることに留意する必要があるが、詳細検討に資する指針を示すという目的を達成していると考えられる。これらの重み付け結果と、評価要素間の重み付け結果により総合評価を行う。

表 5.2-29　予備的オプションのペア比較結果（閉鎖前の放射線防護）

閉鎖前放射線防護	Base-A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Base-A	1	4	1/4	3	1/3	1	1	1
A-1	1/4	1	1/8	1/2	1/6	1/4	1/4	1/4
A-2	4	8	1	6	2	4	4	4
A-3	1/3	2	1/6	1	1/5	1/3	1/3	1/3
A-4	3	6	1/2	5	1	3	3	3
A-5	1	4	1/4	3	1/3	1	1	1
A-6	1	4	1/4	3	1/3	1	1	1
A-7	1	4	1/4	3	1/3	1	1	1
λmax	8.146696545	C.I	0.020956649					

表 5.2-30　予備的オプションのペア比較結果（閉鎖後の放射線防護）

閉鎖後放射線防護	Base-A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Base-A	1	4	1/2	1/2	2	1/3	4	1/5
A-1	1/4	1	1/5	1/4	1/4	1/6	1/2	1/8
A-2	2	5	1	1/2	2	1/2	4	1/4
A-3	2	4	2	1	2	1/2	4	1/4
A-4	1/2	4	1/2	1/2	1	1/3	3	1/5
A-5	3	6	2	2	3	1	5	1/3
A-6	1/4	2	1/4	1/4	1/3	1/5	1	1/7
A-7	5	8	4	4	5	3	7	1
λmax	8.362027132	C.I	0.051718162					

表 5.2-31　予備的オプションのペア比較結果（経済性）

経済性	Base-A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Base-A	1	1/3	3	1/2	3	5	1/3	1
A-1	3	1	6	2	5	7	1	3
A-2	1/3	1/6	1	1/5	1/2	2	1/6	1/3
A-3	2	1/2	5	1	4	6	1/2	2
A-4	1/3	1/5	2	1/4	1	3	1/5	1/3
A-5	1/5	1/7	1/2	1/6	1/3	1	1/7	1/5
A-6	3	1	6	2	5	7	1	3
A-7	1	1/3	3	1/2	3	5	1/3	1
λmax	8.192157593	C.I	0.027451085					

表 5.2-32　予備的オプションのペア比較結果（環境性）

環境性	Base-A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7
Base-A	1	1/3	3	1/2	2	5	1/3	1
A-1	3	1	6	2	5	7	1	3
A-2	1/3	1/6	1	1/5	1/2	2	1/5	1/3
A-3	2	1/2	5	1	4	6	1/2	2
A-4	1/2	1/5	2	1/4	1	3	1/5	1/2
A-5	1/5	1/7	1/2	1/6	1/3	1	1/7	1/5
A-6	3	1	5	2	5	7	1	3
A-7	1	1/3	3	1/2	2	5	1/3	1
λmax	8.15517644	C.I	0.022168063					

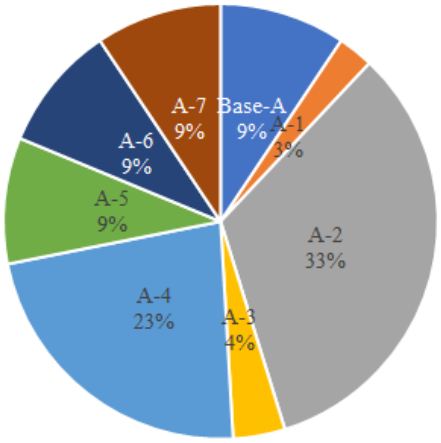


図 5.2-46　予備的オプション間の重み付け結果（閉鎖前の放射線防護）

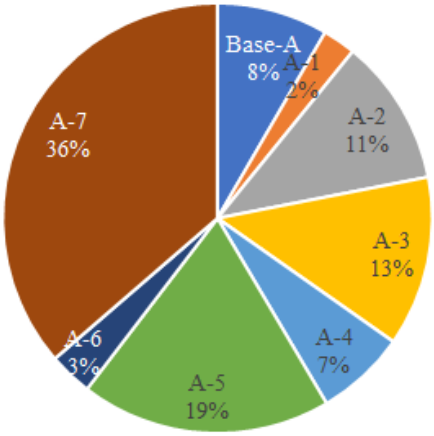


図 5.2-47　予備的オプション間の重み付け結果（閉鎖後の放射線防護）

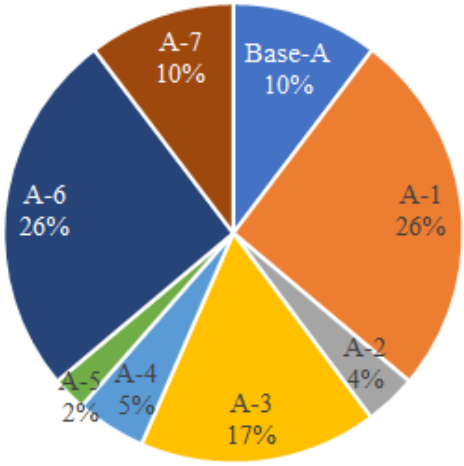


図 5.2-48　予備的オプション間の重み付け結果（経済性）

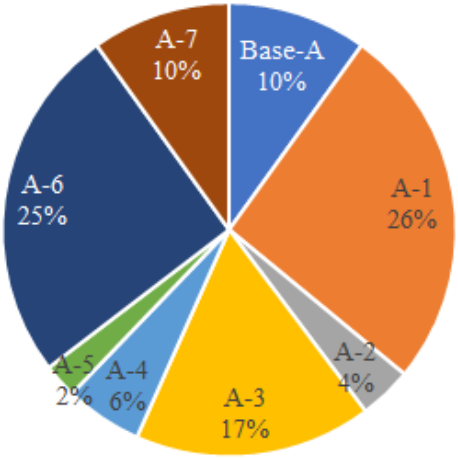


図 5.2-49　予備的オプション間の重み付け結果（環境性）

総合評価は、予備的オプション間の重みと評価要素間の重みを掛け合わせて算出する。評価要素間の重み付けでは、各評価要素に重点を置いた場合でそれぞれ実施し、また、重

みをつけない場合の総合評価も実施した。総合評価については、5 種類の評価結果をそれぞれ図 5.2-50～図 5.2-54 に示す。図の横軸の数値が高いほど、好ましいオプションであることを示している。図から分かるように、総合評価で好ましいとされるオプションは、予備的オプション間の重み付けで、重みが大きかったオプションと一致している。これは、今回の試行では、階層構造のうち、1 層のみを評価指標として用いているためである。階層ごとのペア比較による重み付け結果を反映して総合評価を行うことで、好ましさの順位は変動するが、今回は試行段階であることから、複数階層のペア比較は実施しない。そこで、今回は、重みをつけていないケース 5 に着目する。ケース 5 において、合理性の観点から最も好ましいオプションは、オプション A-7（バリア層の厚さは変更せず廃棄体数を増やす）で、次いで好ましいのはオプション A-6 である。オプション A-7 は基本オプションである Base－A と比較すると、閉鎖後の放射線防護の好ましさが著しく高くなっていることで、合理的であると判定された。また、オプション A-6 の場合では、閉鎖後の放射線防護の好ましさが低下しているが、経済性及び環境性の好ましさが大きく向上することで、合理的であると判定された。また、低拡散層を厚くするオプション A-2 は、A-6 には及ばないものの、好ましいオプションであることが確認された。本検討では、低拡散層の厚さの増分は 50cm としたが、更に厚くすることで、合理性が向上する可能性もある。そのような具体の検討は後段の詳細検討で行う予定である。このように、予備的検討を実施することで、詳細検討で優先的に行うべき方策を示すことができることが確認され、本検討で提案した一連の絞り込みフローは、合理的なオプションの絞り込み手法に適していると考えられる。

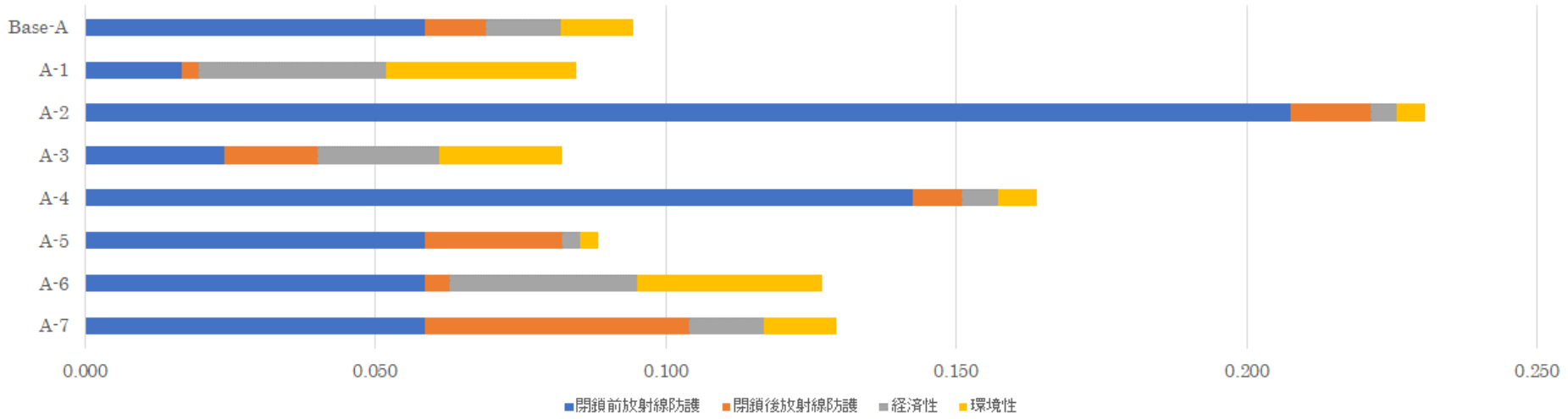


図 5.2-50　閉鎖前放射線防護に重点を置いた（ケース 1）総合評価

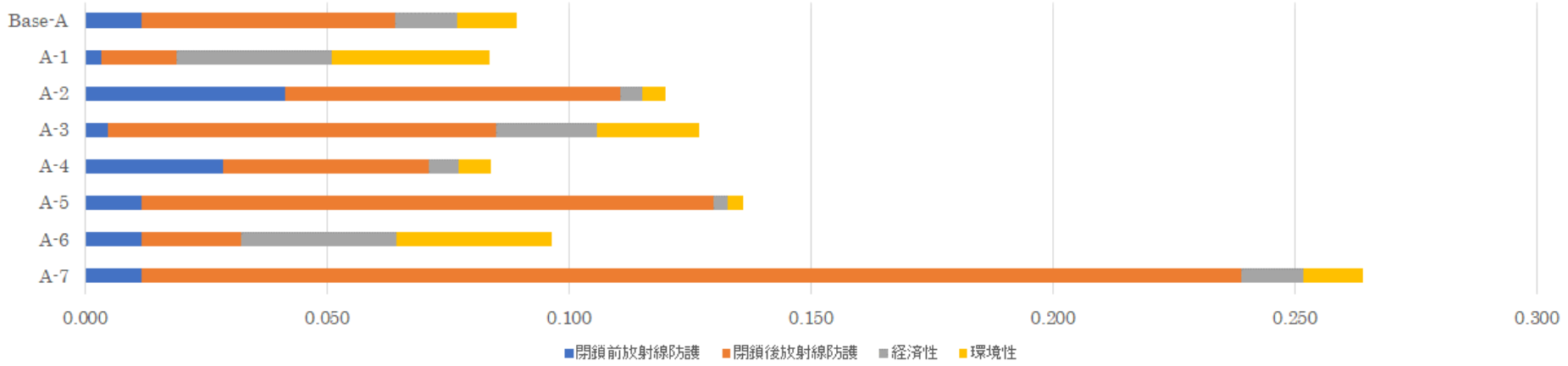


図 5.2-51　閉鎖後放射線防護に重点を置いた（ケース 2）総合評価

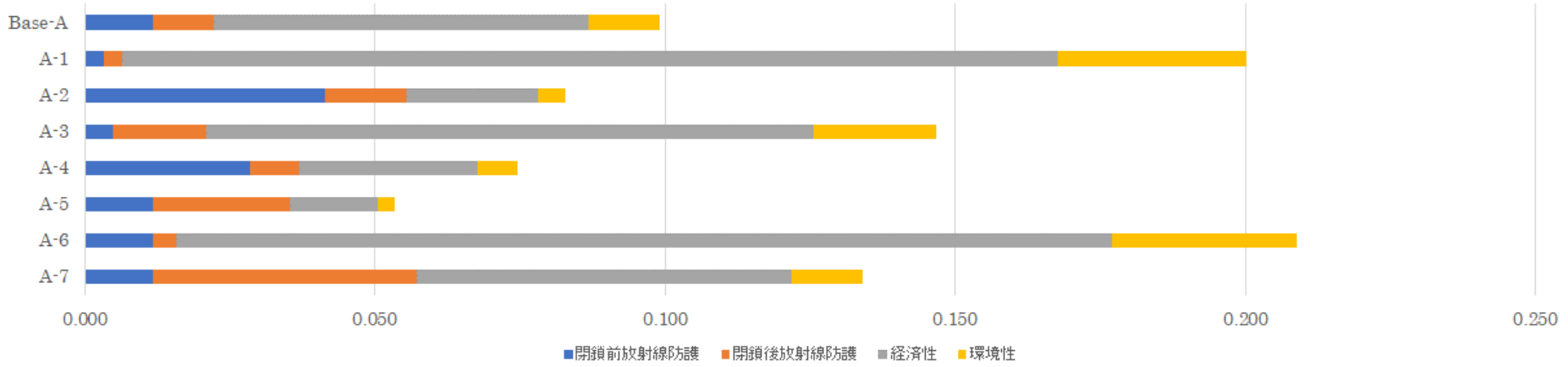


図 5.2-52　経済性に重点を置いた（ケース 3）総合評価

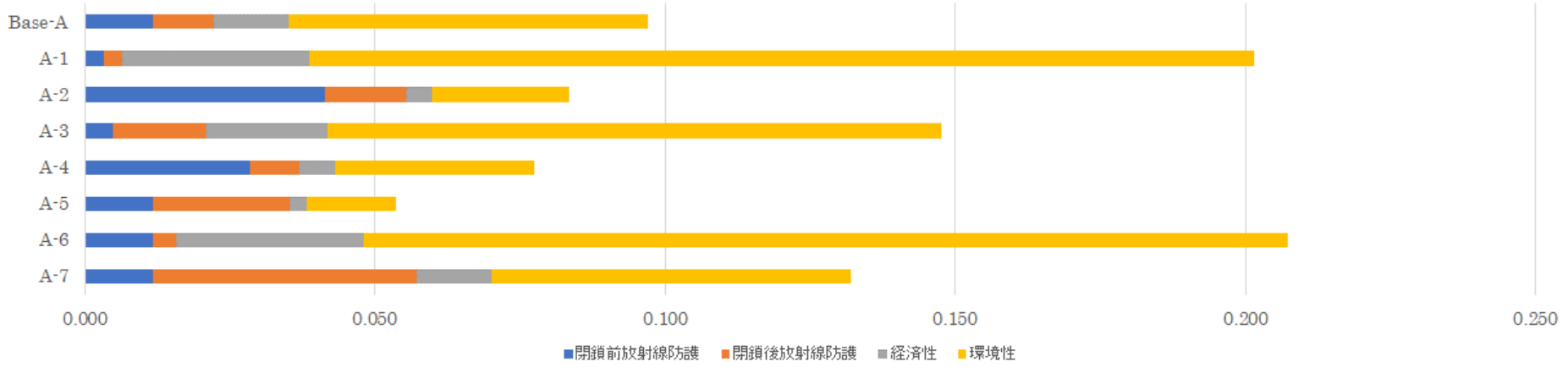


図 5.2-53　環境性に重点を置いた（ケース 4）総合評価

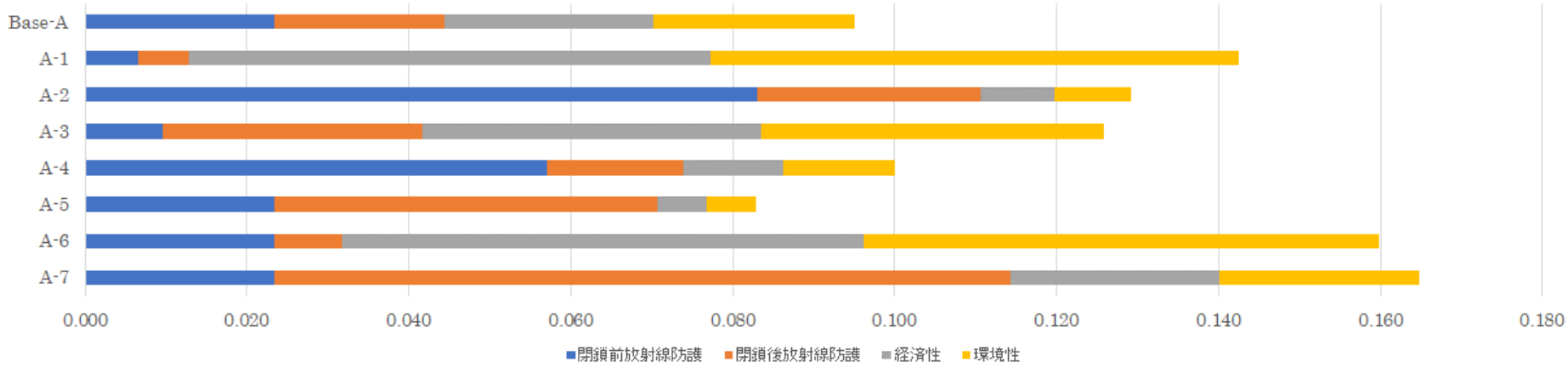


図 5.2-54　重みをつけなかった場合（ケース 5）の総合評価

5.2.3　オプションの絞り込み実施により得られた課題の整理

組み合わせ設計の前段階にオプションの絞り込みを行う絞り込みフローを提案・試行した結果、合理性の観点から好ましいオプションを絞り込む一例を示すことができた。一方で、試行したことによって確認された課題も多々あるため、それらの課題を抽出・整理し、次年度以降の検討に供する。また、絞り込まれたオプションは、詳細検討に供することとしている。そこで、本検討で好ましいとされたオプションを詳細検討に供する場合に生じる課題も抽出・整理することとする。

(1) 絞り込み手法の課題

本検討で試行した絞り込み手法では、段階的な評価体系をなしており、絶対評価と、二度の相対評価をもって合理性のあるオプションを抽出した。場合によってはトレードオフの関係にある複数の評価指標に対して、唯一の最適解が存在しないため、相対評価の方法として、意思決定手法、中でも方法が良く知られている AHP 法の考え方を援用することとした。試行していく中で、評価指標の重み付けによって相対評価の結果が大きく依存することが確認された。説明性や透明性を向上させるためには、関係者にヒアリングを行い、専門家とのブレーンストーミングの場を設けることによって、意識・意見のすり合わせを行う必要がある。十分なヒアリングとブレーンストーミングの繰り返しによって、評価指標をブラッシュアップし、相対評価に供することが望ましい。これは、第一段階及び第二段階の相対評価どちらにも言えることである。

また、オプションの展開方法についてもブラッシュアップする余地がある。二度の相対評価にあたり、オプションの展開も二度実施した。一つ目の展開では、人工バリアに要求される機能のうち核種移行抑制を起点にオプションを展開した。二つ目の展開では、オプションの構成要素に着目した展開を行った。人工バリアの主たる機能は、放射性核種の漏洩を長期にわたって抑制することである。そのため、機能を起点としたオプションの展開は妥当であると考えられるが、核種移行抑制のみに着目すると、他の機能をないがしろにしていると捉えることもできるため、その点については見直すことが好ましい。構成要素を起点とした展開では、変更及び数値の設定が比較的容易な部材寸法に着目した。合理的であることの妥当性を確保するためには、より多くのオプションを展開して検討に供することが望ましいと考えられるため、他の構成要素を起点としたオプションの展開も視野に入れる。

(2) 詳細検討で想定される課題

二段階の相対評価を経て、合理性の観点から比較的好ましいとされたオプションは、オプション A-6 及びオプション A-7 である。それぞれのオプションの概要図を図 5.2-55 及び図 5.2-56 に、設定条件等を表 5.2-33 に示す。

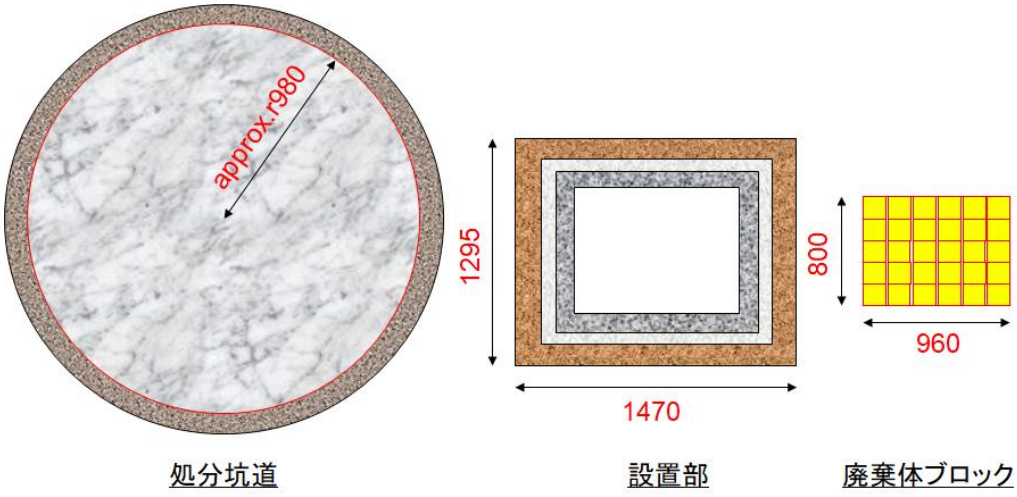


図 5.2-55　オプション A-6（再掲）

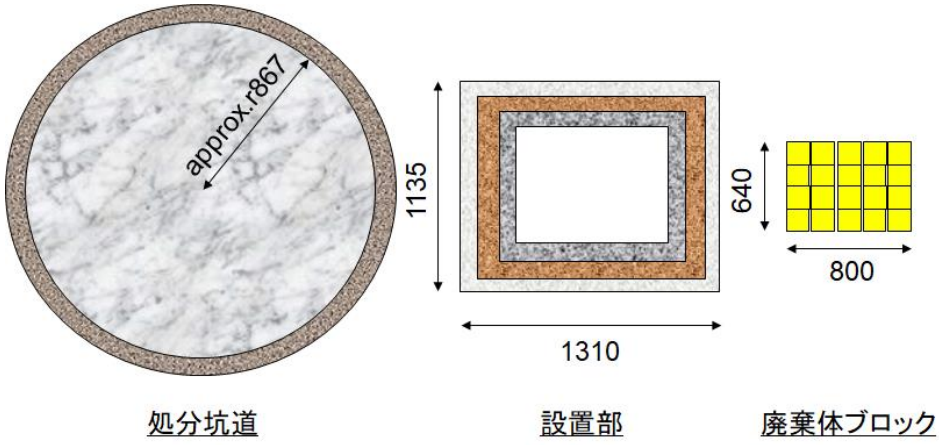


図 5.2-56　オプション A-7（再掲）

表 5.2-33　オプション A-6 の諸条件

部位	形状寸法	備考
低拡散層	厚さ 60cm	変更なし
低透水層	厚さ 100cm	変更なし
廃棄体	160cm×160cm×160cm 全体では 960cm×800cm	厚さを変更せず、廃棄体を 1 行 1 列増加
坑道	半径 約 980cm	廃棄体数増加に伴い坑道径拡大

表 5.2-34　オプション A-7 の諸条件

部位	形状寸法	備考
低拡散層	厚さ 60cm	厚さを変更せず、低透水層の外側に配置
低透水層	厚さ 100cm	厚さを変更せず、低拡散層の内側に配置
廃棄体	160cm×160cm×160cm 全体では 800cm×640cm	変更なし
坑道	半径 約 867cm	変更なし

例として、これらのオプションを詳細検討に供した場合に生じる課題を整理・抽出する。

まず、オプション A-6 の変更点は 2 つで、断面当たりの廃棄体数を増やしたことと、それに伴い処分坑道径を拡大したことである。オプション A-6 で詳細検討を実施する場合、断面当たりに設置する廃棄体数をどれだけ増やすことができるかが焦点になる。設置できる廃棄体数を決定づける要因として、力学的な観点から可能な処分坑道径の大きさと、バリア層の安全機能を保持できる制限温度の 2 つが考えられる。この際、坑道径の許容値は設置深度や岩盤の条件から設定することができる。また、制限温度は使用材料によって異なり、例えば、低透水層の主な使用材料として考えられるベントナイトの制限温度は 100℃とされている。100℃を超えた場合は、低透水性が著しく損なわれ、低透水層の要求機能を維持できない可能性がある。また、低拡散層やコンクリートピットの主要材料として考えられるセメント系材料の制限温度は、低拡散性や収着性を維持する場合は、65℃[14][15][16]や 80℃[17][18]とされており、複数の候補がある。セメント系材料の方がベントナイトよりも制限温度が低いことから、セメント系材料の制限温度は廃棄体の設置数を決めるクリティカルな要因になると予想される。更に、原子力学会標準では、線量評価におけるパラメータの重要度を把握し、処分システムの状態設定における主要なバリア機能とその影響の程度を確認するために、主要パラメータの感度解析を実施している[19]。感度解析の結果に基づき、放射性核種ごとの偏順位相関係数が算出されている（表 5.2-35）。

表 5.2-35　最大線量に対する各パラメータの偏順位相関係数一覧[19]

パラメータ		偏順位相関係数					
		C-14	Cl-36	Ni-59	Tc-99	I-129	Np-237
施設浸入水量	m^3/a	0.20	0.39	0.18	0.39	0.41	0.42
溶出率	1/a	0.48	0.85	0.22	0.80	0.68	0.08
岩盤中移行距離	m	-0.62	-0.20	-0.61	-0.19	-0.06	-0.18
モルタル拡散係数	m^2/s	0.65	0.66	0.58	0.69	0.74	0.88
地下水実流速	m/a	0.61	0.21	0.58	0.19	0.04	0.15
セメント系材料 Kd	m^3/kg	-0.66	-0.40	-0.68	-0.60	-0.77	-0.93
ベントナイト Kd	m^3/kg	-0.02	-0.01	-0.08	0.00	0.01	0.00
岩盤 Kd	m^3/kg	-0.35	-0.06	-0.56	-0.06	-0.01	-0.19
地表水希釈水量	m^3/a	-0.56	-0.95	-0.53	-0.93	-0.94	-0.85

：偏順位相関係数の絶対値が 0.5 以下
：偏順位相関係数の絶対値が 0.1 以下

数値の絶対値が大きいほど感度が高いことを表しており、セメント系材料の Kd（分配係数）やモルタルの拡散係数は、いずれの核種に対しても感度が高い。処分システムを構築する上で、セメント系材料の Kd やモルタルの拡散係数は重要な要素にもかかわらず、セメント系材料の制限温度が確立されていない。このような背景を踏まえて、セメント系材料に対する廃棄体の熱影響に関する調査・検討を行うことが望ましい。

次に、オプション A-7 の変更点は低拡散層と低透水層の位置を入れ替えることである。低透水層の外側に低拡散層を配置することで、廃棄体層への通過流量が著しく減少した。この原因として、透水係数の大きい部材を外側に配置することで（低拡散層の透水係数はピットや埋戻し材の透水係数と同値）、その部材内の通過流量が増加し、相対的に廃棄体層への通過流量が減少したと考えられる。また、今回は試行段階であることを考慮し、パラメータ設定を簡易的にしたため、閉鎖後の放射線防護の代替パラメータは、施設通過流量のみである。例えば、拡散係数や経時的な材料の変遷などを考慮していないため、必ずしも閉鎖後の放射線防護を適切に表現できているとは言えない。したがって、代替パラメータは再考の余地があり、専門家とのブレーンストーミングを行うことが好ましい。例えば、閉鎖後の安全性に関しては、「5.3 技術オプションの検討（安全性の観点から）」で実施している低透水層及び低拡散層の効果の定量化（感度解析）の結果を反映することで、より説明性の高い相対評価手法の構築に寄与すると考えられる。抽出された課題と対策を表 5.2-36 に整理する。

表 5.2-36　課題及び検討項目

課題	検討項目	具体の内容
絞り込み手法の課題	評価指標	関係者へのヒアリング
		専門家とのブレーンストーミング
		追加の既往検討調査
	オプション展開方法	専門家とのブレーンストーミング
		追加の既往検討調査
詳細検討時の想定課題	セメント系材料に関する熱影響	既往文献調査・整理
		検証試験
	代替パラメータ	専門家とのブレーンストーミング

5.2.4　技術オプションの詳細検討に必要となる情報取得等に向けた全体計画の策定

5.2.3　で抽出した課題を基に、5 ヵ年計画の策定を行う。今年度が 5 ヵ年のうちの 1 年度目にあたるため、実質は 4 ヵ年計画である。まず、5 ヵ年計画のイメージ図について図 5.2-57 に示す。

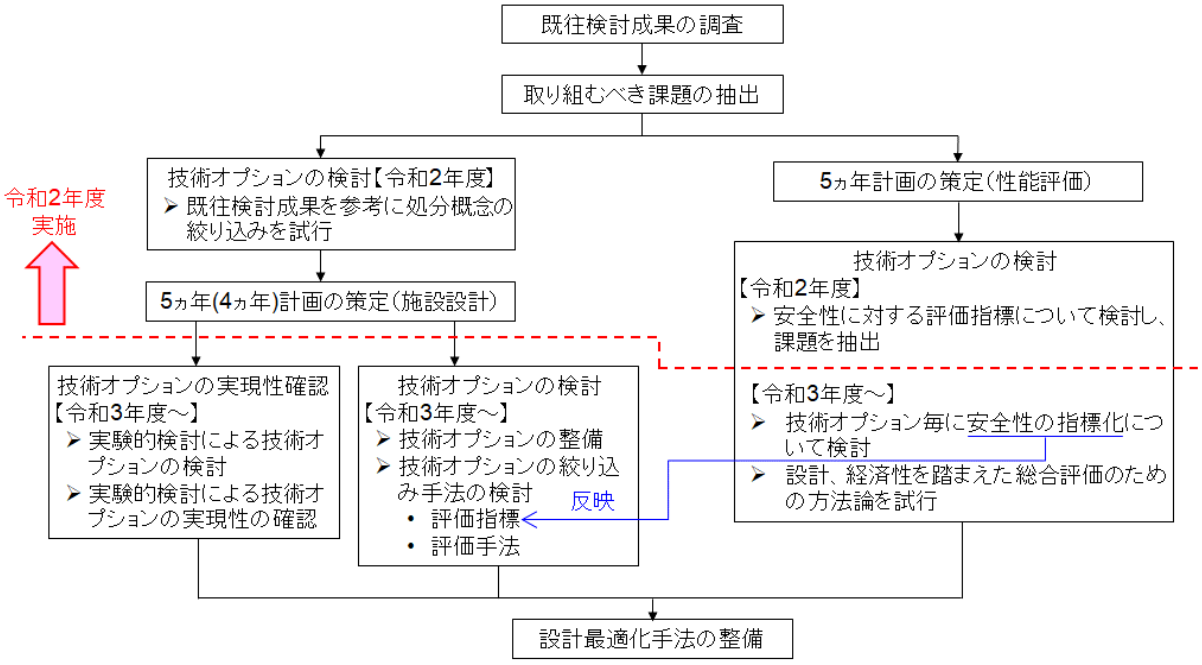


図 5.2-57　5 ヵ年計画のイメージ図

5 ヵ年計画の技術オプションの実現性の確認実験的検討では、詳細検討で想定される課題として抽出された「バリア層の制限温度」について検討する。先にも述べた通り、低拡散層には安全機能として、低拡散性と収着性が要求されており、両者は線量評価を行う上で感度の高いパラメータである。前述した通り、セメント系材料は、熱により鉱物組成が変質することで、細孔径分布や水和物が変化し、核種移行抑制機能に影響を及ぼすことが知られている。しかしながら、影響が現れるとされている制限温度は参考文献によってばらつきがあるため、廃棄体の設置数を検討する際に問題となることが予想される。予備的検討より、廃棄体の設置数は、オプションの合理性に大きく影響することが予想されるため、セメント系材料の熱影響について検討することが望ましい。具体的には、まず、廃棄体から放出される熱によって、セメント系材料の性能に及ぼされる影響を、既往文献を参考に調査・整理する（例えば、セメント系材料の Kd は、鉱物組成や空隙率によって決まることが想定されるため、鉱物組成の変化と温度の関係性について調査するなど）。次に、整理されたデータを基に実験計画を策定する。原子力学会の収着分配係数の測定方法－深地層処分のバリア材を対象とした測定の基本手順：2006[20]によると、収着係数は、バッチ法や拡散法といった実験的検討により取得することができる。収着係数は、核種やセメント系材料の組成によって異なるため、供試体の数が膨大になる可能性がある。したがって、実験的な検討は出来るだけ早い段階から始めることが望ましい。

また、技術オプションの検討では、絞り込み手法の課題として抽出された評価指標の再検討及びオプションの展開方法の再検討を実施する。更に、詳細検討で想定される課題として抽出された代替パラメータの再検討も行う。いずれの課題も、関係者へのヒアリングや、関係者間のブレーンストーミングを行い、場合によっては既往文献を再調査することで、絞り込み手法をブラッシュアップする。絞り込み手法に客観性及び妥当性を持たせるためには、ブレーンストーミングについては繰り返し行い、ヒアリングについてはできるだけ多くの、立場が異なる関係者に対して実施することが望ましい。図 5.2-58 に示す人工バリアの候補設定に注力し、必要に応じて組み合わせ設計の段階に進むこととする。

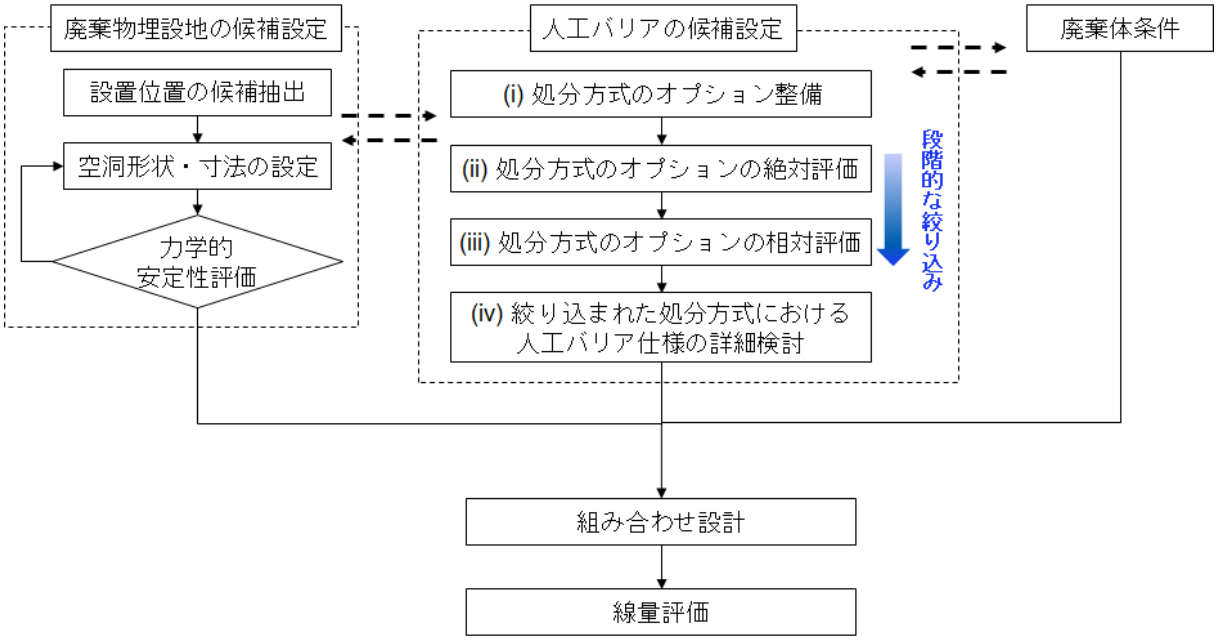


図 5.2-58　オプション絞り込みの全体フロー案（再掲）

以上のことを踏まえて策定した 5 ヵ年計画案について表 5.2-37 に示す。

表 5.2-37　5 ヵ年計画案

開発項目等			令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度
中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化	既往検討成果の調査		―	―			
	取り組むべき課題、制約条件、前提条件の抽出・整理と全体計画の策定		―	―			
	技術オプションの検討	オプション検討の試行	―	―			
		オプション展開方法の検討		ブレーンストーミング オプション提示			
		評価手法の検討		ブレーンストーミング 評価手法提示			
		評価指標（代替パラメータ）の検討		ヒアリング ブレーンストーミング	オプション評価 オプション提示		
		詳細検討に資する実験的検討		文献調査・計画立案 供試体の作製	検証試験 データの取得	―	―
		詳細検討				部材仕様の検討	最適化手法の整備

5.2 節の参考文献

[1] 原子力規制庁: 中深度処分等に係る規制基準等の策定について－第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の事業者との意見交換の実施－, 別紙 1－2, 2018

[2] 原子力規制庁: 炉内廃棄物の埋設に係る規制の考え方について（改良案）, 参考資料 27-2-2, 2016

[3] U.S. Departament of Energy: Final Environmental Impact Statement for the Disposal of Greater-than-Class C (GTCC) Low-Level Radioactive Waste and GTCC-Like Waste (DOE/EIS-0375), 2016

[4] SKB: Initial state report for the safety assessment SR-PSU、SKB TR-14-02、2014

[5] 社団法人　土木学会: 余裕深度処分における地下施設の設計、品質管理および検査の考え方, 2009

[6] SKB: Mattias Elfwing, Lena Z Evins, Mikael Gontier, Pär Grahm, Per Mårtensson, Sofie Tunbrant, SFL concept study Main report, 2013

[7] ANDRA: Dossier 2005 Argile -Architecture and management of a geological repository, 2005

[8] 一般社団法人　日本原子力学会: 日本原子力学会標準　余裕深度処分施設の施設検査方法:2010, 2011

[9] 総合資源エネルギー調査会　原子力安全・保安部会　廃棄物安全小委員会: 低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分に係る安全規制について, 2008

[10] 木下栄蔵: わかりやすい意思決定論入門　基礎からファジィ理論まで, 啓学出版, 1992

[11] 木下栄蔵: よくわかる AHP　孫子の兵法の戦略モデル, オーム社, 2006

[12] Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, 1980

[13] 財団法人　原子力環境整備促進・資金管理センター: 平成 18 年度　管理型処分技術調査等地下空洞型処分施設性能確証試験報告書, 2007

[14] 財団法人電力中央研究所: セメント硬化体の熱影響に関する検討－温度 65℃におけるセメント系材料の変質状況について－, 2004

[15] 日本建築学会：原子炉建屋構造設計指針・同解説、1988

[16] 通商産業省告示 452 号：コンクリート製原子炉格納容器に関する構造などの技術基準、1990

[17] M. Atkins et. al：The Long-term Properties of Cemet and Concrete, Mat. Res. Soc.　Symp., Vol.212, pp.373-386, 1991

[18] 電気事業連合会・核燃料サイクル開発機構: TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－, 第 3 章, 2005

[19] 一般社団法人　日本原子力学会: 日本原子力学会標準　余裕深度処分の安全評価手法:2008, 2009

[20] 一般社団法人　日本原子力学会: 日本原子力学会標準　収着分配係数の測定方法－深地層処分のバリア材を対象とした測定の基本手順:2006, 2006

5.3　技術オプションの検討（安全性の観点から）

5.3.1　検討の目的

中深度処分における概念は土木学会等で、2000 年代に入り多くの検討がなされている（例えば）。これらにおいて検討されている人工バリアの概念は、坑道型の集積処分であり、コンクリート系材料を用いた低拡散層とベントナイト系材料を用いた低透水層を構成材料に持つ（図 5.3-1 参照）。人工バリア内部に核種と閉じ込める概念として、この概念が優れていることは多くの既存研究（例えば、）により示されている。

今後、事業許可申請に向けて、これらの設計が十分に規制の要求を満たすものであることについて説明することが必要となり、5.2 で示した技術オプションの絞り込みの方法論と本検討で検討する「安全性に関する技術オプション」を合わせ、人工バリアの構造や形態について、その選択の正当性を示すことが重要となる。

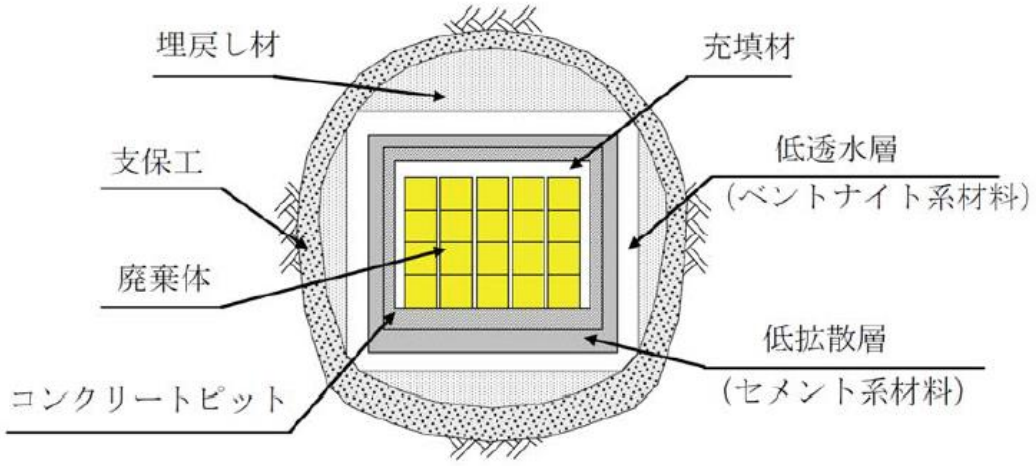


図 5.3-1 土木学会で示された人工バリア構造

本検討は、多様に展開可能な技術オプションの中で、安全性の観点から、適切な技術オプションを選択するための方法論を具体化することを目的とする。2020 年度の研究においては、安全性の観点からの以下の検討を行う。

- 人工バリア構成の性能評価上の定量化の試行
- 性能を示すための指標の試行

これらの試行を通じて、総合的な指標への統合における課題を抽出する。

また、これらの試行の結果として、既存概念で考えられている人工バリア構成の考え方の方向性が概ね正当であることを示すことを目的とする。

5.3.2　処分場の開発過程と性能評価の関係

低レベル放射性廃棄物処分における処分概念としては、処分方策として 1986 年の原子炉等規制法改正で陸地処分が選択されている。中深度処分に関しては、規制基準の策定中である。

中深度処分に関しては、処分対象とする地質環境や廃棄体が具体化されていないことから、現時点でどのような評価が可能であるかについても考えることが必要と考えられる。表 5.3-1 に処分場の開発段階とその段階において性能評価に対して適用可能な条件をまとめる。

表 5.3-1　処分場の開発段階と性能評価において適用可能な条件

処分場の開発の段階	性能評価において適応可能な条件の例	決定すべき内容(案)
概念構築の段階(終了)	• 処分方法；未定 ↓ • 対象とする地理・地形；未定 • 対象とする地質環境；未定	• 処分方法（陸地処分が選択されている） • 放射性物質の閉じ込め戦略
概念設計の段階	• 処分方法；中深度処分を前提 • 対象とする地理・地形；概略的に想定可能 • 対象とする地質環境；岩種岩質は想定可能 • 廃棄体の構成；概略的情報 • 移行経路、被ばく経路；未定 （ICRP の線量換算係数はある） ↓ • 人工バリアの構成；未定	• 処分空洞の構造 ↓ • 人工バリアの構成案 • 人工バリア断面案
基本・詳細設計の段階	• 対象とする地理・地形；決定 • 対象とする地質環境；調査結果に基づくデータ • 廃棄体の構成；詳細情報 ↓ • 移行経路、被ばく経路 • 対象地質内での坑道・空洞の配置	• 3 次元的な坑道・空洞の配置（複数） • ↓ • 配置に対応する地下水移行経路 • 被ばく経路

処分場の地質環境が決定されていない現在、安全評価解析（核種移行解析）によって導出される量を規制基準や目安線量との比較に用いることの意味は不明確であり、バリア構成の組み合わせや感度解析等による相対的な比較結果に留まるものと考えられる。そのため、この段階では絶対的安全性ではなく、安全評価上、より性能を向上させることができる人工バリアの構成などを選択するための、相対的評価となる。

中深度処分における規制の方針は現在検討中ではあるが、以下の方針が示されている。これらの記載内容は今後変更されていくことが考えられるものの、規制側の基本的な考え方であると予想される。

●以下の①から③に従って複数の廃棄物埋設地の設計の候補を選定し、その中から、④に従って廃棄物埋設地の設計を最終的に選定する。

① 人工バリアは、埋設する放射性廃棄物に含まれる主要な放射性物質の特性等及び設置環境並びに設計時点における国内外の関連技術等を踏まえて、**安全機能及び劣化・損傷に対する抵抗性の観点から、優れた設計**を選定していること。
② 廃棄物埋設施設の敷地を考慮して廃棄物埋設地を設置することが可能な範囲内において、廃棄物埋設地の外に移動した**放射性物質の移行を抑制する機能の観点から、優れた場所**を選定していること。
③ 上記①及び②に基づき選定した廃棄物埋設地の設計のうち、最も可能性が高い「被ばくに至る経路」を考慮し、「人工バリア及び天然バリアの状態」に係るパラメータを通常の状態において保守的な設定として評価を行った結果、**評価される公衆 の受ける線量が 100 マイクロシーベルト／年を超えない**ものを選定していること。
④ 上記③の「人工バリア及び天然バリアの状態」に係るパラメータを、通常の状態において最も起こる可能性が高い設定とした上で、公衆の受ける線量を評価し、**線量が最も小さい廃棄物埋設地の設計**を最終的に選定していること。

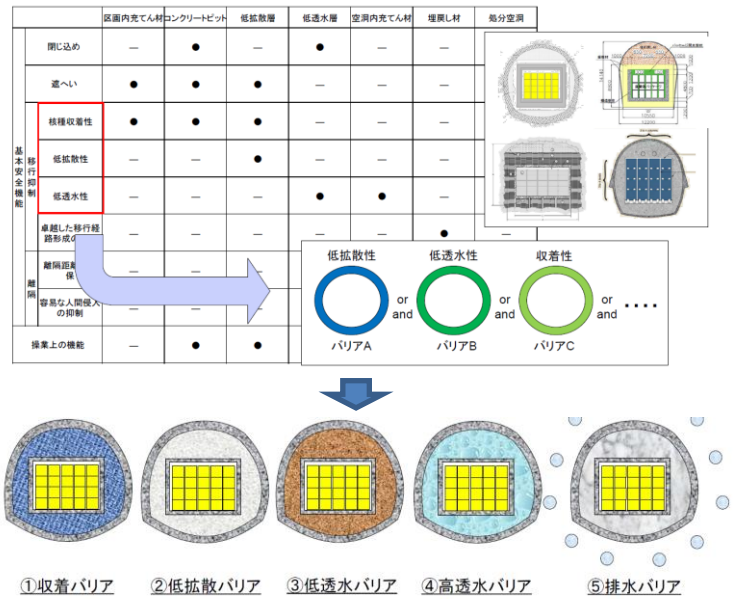
長期的に安定した人工バリア構成と天然バリアが選定された上で、廃棄体からの人間への影響の程度となる線量が規制等で用いられる指標となっている。また、最終的には複数の選択肢の中で最も低い線量を達成しうる設計が選択されることが望ましいことが明記されている。

現在の検討段階が、表 5.3-1 に示す「概念設計の段階」であるとすれば、「安全機能及び劣化・損傷に対する抵抗性の観点から、優れた設計」「放射性物質の移行を抑制する機能の観点から、優れた場所」（場所の決定されていない状況では、特に前者）に関する検討によって、人工バリアの概念が「優れた設計」に相当することを示すことが必要になるものと考えられる。

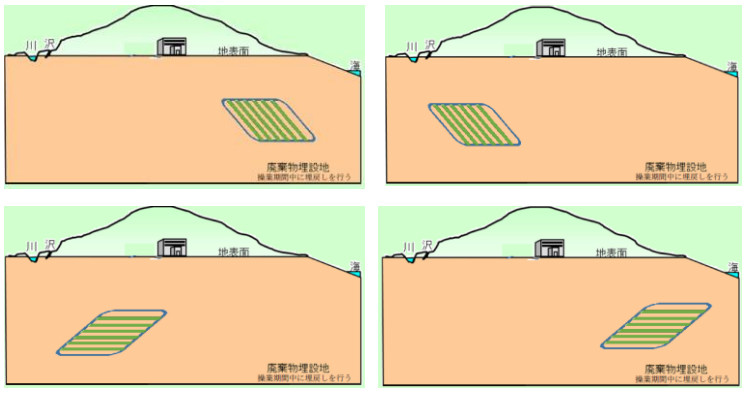
「優れた設計」と「優れた性能」は同義ではないが、「優れた性能」は「優れた設計」の一部を構成するものとなる。この 2 つの統合は、BAT や ALARA 等の考え方を踏まえ決定されることになる。

図 5.3-2 に処分場選定に至るまでのイメージを示す。現在検討すべき段階は、「概念設計の段階」であり、必ずしも、最も「優れた性能」を選択するものではないと考えられるが、この段階で評価される性能は選択因子の１つとして考えるべきである。

本検討の目的は、この段階での設計オプションの絞り込みの方法論を検討することであり、その方法論は、客観的な評価（すなわち、定量化された評価）が望ましい。そのため因子の１つとなる性能評価の側面においても、定量化する方法を考えるものとする。

<table>
<tr><th>段階</th><th>選択肢のイメージ</th><th></th></tr>
<tr><td>概念設計の段階</td><td> 
</td><td>バリア性能は、「優れた設計」の一部。

概略的な地質環境（例えば、堆積岩類）の仮定

経済性、長期安定性などの工学的成立性の指標と合わせ検討される。</td></tr>
<tr><td>基本・詳細設計の段階</td><td> 
</td><td>地質環境データの精緻化

生活圏モデルの決定

処分場配置の仮定（複数の設計）

各設計条件での線量比較</td></tr>
</table>

図 5.3-2 処分場選択のイメージ

5.3.3　性能評価の観点からの技術オプション検討の手順

令和 2 年度の検討においては、今後の技術オプションの検討において、性能評価の側面からデータを提示するための計画を提示することを目的としている。

手始めに、簡単な核種移行モデルを構築し、「性能」を定義しうる定量的な量を算出するモデルを構築し、具体的なバリアの組み合わせからどのような「量」を出すことができるかについて検討する。

性能評価の観点からのバリア構成の優劣を示す最も単純な方法は、核種移行解析を実施し、人工バリアまたは天然バリアから放出される核種量を算出することではあるが、人工バリアの不均質性に依存するパラメータの不確実性や、天然バリア及び人工バリアの時間的変遷を的確に言い当てることは難しく、算出される核種移行率は大きな不確実性を伴う。

しかしながら、概念設計の段階では性能に関する相対的な比較であることから、バリア機能を新たに追加する場合やバリア構成の入れ替えを行うことによる性能への効果の比較の実施は可能であり、以下のような基本的な検討には有効であると考える。

- どのような機能を有するバリアを配置することが適当か？
- 複数のバリアをどのように組み合わせることが妥当であるのか？

このような概念構築の初期の段階における検討に着手し、これら検討に有用であった諸量について、次年度以降、人工バリア構成材料の時間的変遷を考慮し、総合的な指標に組み込むための検討を実施する。

処分場の性能を比較するための絶対的な指標としては、「被ばく線量」であるが、処分地の地質が決定されていない概念構築の段階においては、線量の規制の目安値（例えば 10 μSv/y）を前提とした結果の提示は、線量結果を誤った解釈に導く可能性がある。そのため、処分場の性能としては、被ばく線量に比例または相関のある量に置き換えることも必要になる可能性がある。そのため、本検討においては、人工バリアの概念を検討・比較する段階においては被ばく線量だけではなく、これに相関する指標について検討する。

図 5.3-3 に、現状で想定可能な課題とそれに対応する本年度の取り扱い方法、次年度以降に想定する検討内容の概略を示す。

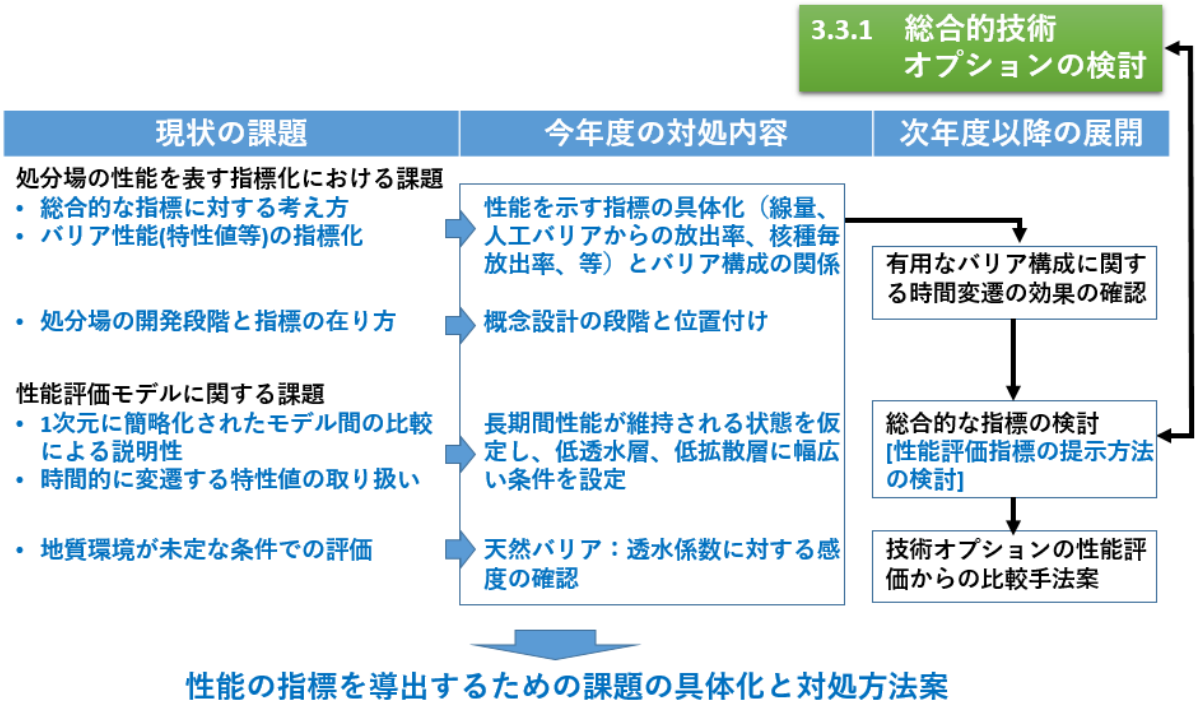

3.3.1 総合的技術オプションの検討
現状の課題
今年度の対処内容
次年度以降の展開
処分場の性能を表す指標化における課題
• 総合的な指標に対する考え方
• バリア性能(特性値等)の指標化
性能を示す指標の具体化（線量、人工バリアからの放出率、核種毎放出率、等）とバリア構成の関係
有用なバリア構成に関する時間変遷の効果の確認
• 処分場の開発段階と指標の在り方
概念設計の段階と位置付け
性能評価モデルに関する課題
• 1次元に簡略化されたモデル間の比較による説明性
• 時間的に変遷する特性値の取り扱い
長期間性能が維持される状態を仮定し、低透水層、低拡散層に幅広い条件を設定
総合的な指標の検討
[性能評価指標の提示方法の検討]
• 地質環境が未定な条件での評価
天然バリア：透水係数に対する感度の確認
技術オプションの性能評価からの比較手法案
性能の指標を導出するための課題の具体化と対処方法案

図 5.3-3 検討の計画案

5.3.4 人工バリアオプションに対する指標の抽出

(1) 人工バリアに想定するバリア機能

閉鎖後長期の安全性を評価する上で、処分された放射性核種を「閉じ込めておく：閉じ込め性」が安全機能の選定となり、閉じ込め性の評価においては、放射性核種の移動する量（ソースターム）と移動に要する期間によって決定され、放射性核種が処分場から地表の生活圏まで移動するための「移動の駆動力（移流と拡散）」と「廃棄体からの浸出率」、「移動の経路長さ」によって制限される。表 5.3-2 に核種の移動を抑制するための要件・バリア概念とそれを具体化するための構造（物理的な構造）をまとめた。要件・バリア概念は安全機能そのものである。

表 5.3-2 放射性核種の閉じ込めのための構造

核種の移動の抑制機構	要件・バリア概念	具体的な構造	懸念される不確実性
移流による核種移動の抑制	気密・水密性	容器	長期安定性
	止水バリア・止水性	低透水性の岩盤	地質環境に依存
		止水材料（粘土等）の利用	長期安定性
	小さな地下水流速	地質環境	地質環境に依存
拡散による核種移動の抑制	気密・水密性	容器	長期安定性
	低拡散バリア・低拡散性	低拡散性の岩盤	岩盤の不均質性
		低拡散材料の利用	長期安定性
廃棄体からの低い浸出率	地下水への低い溶解性	沈殿の生じやすい地下水環境	地質環境に依存
		溶解しにくい廃棄体特性	廃棄体製作に依存
生活圏までの長い移行距離	核種の保持性（長いバリア通過時間）	移行経路距離	地質環境に依存
		バリア施工の厚さ	長期安定性
		収着性の高い岩盤	地質環境に依存
		収着性の高いバリア材	長期安定性

多重バリアを前提とする処分システムにおいて、人工バリアは天然バリアの不確実性を補完するバリアとして考えることができる。具体的な天然バリアの条件が未定の状態で人工バリアの構成を試行することを考えるならば、以下の 4 つが天然バリアの条件に強く依存していないことから、適切な人工バリア構成を試行できるものとなる。

- 長期的な気密・水密性を有する容器
- 低透水バリアの採用・配置
- 低拡散バリアの採用・配置
- 低溶解性の廃棄体の製作

容器については、水密性を考慮する場合においても管理中（300～400 年）であり、C14 の完全閉じ込め（5 万年程度）を考慮できるような検討は中深度処分においてはされていな

い。数百年の完全閉じ込めは、通常の地下水移行シナリオの範囲においては、線量ピークの低減には寄与しない。

また、廃棄体の製作においても、廃棄体の溶出特性を制限するための地下水環境条件については様々な検討がなされているが、高レベルのガラス固化体のような、廃棄体の作成については、考慮されていない。これを中深度処分における概念オプションに組み込む場合、多種・多様な廃棄物の処理方法の開発は開発期間や経済的に無理があり、これを考慮しなくとも、適切な地質環境の選択と人工バリア構成により安全な処分が可能であると意思決定がなされているものと推察される。

したがって、低透水バリアと低拡散バリアの組み合わせにおいて、地下水移行シナリオを対象とし、効果的に線量を低下させる構成について考える。

(2) 人工バリアの構成

ここでは、低透水バリア及び低拡散バリアを対象に、これらの効果を感度解析により定量化する。人工バリア構成の可能性のある組み合わせを、

図 5.3-4 に示す。低拡散バリア及び低透水層バリアを多層配置することも可能であるが、ここでは各 1 層の構成を仮定する。

低拡散バリアと低透水バリアを合わせた、両方の機能を持つバリアも可能性があるが、現状の技術では、低透水バリアとしてはベントナイト等の粘土系の鉱物を利用した構造物、低拡散バリアとしてはコンクリートを利用した構造物が検討されている。

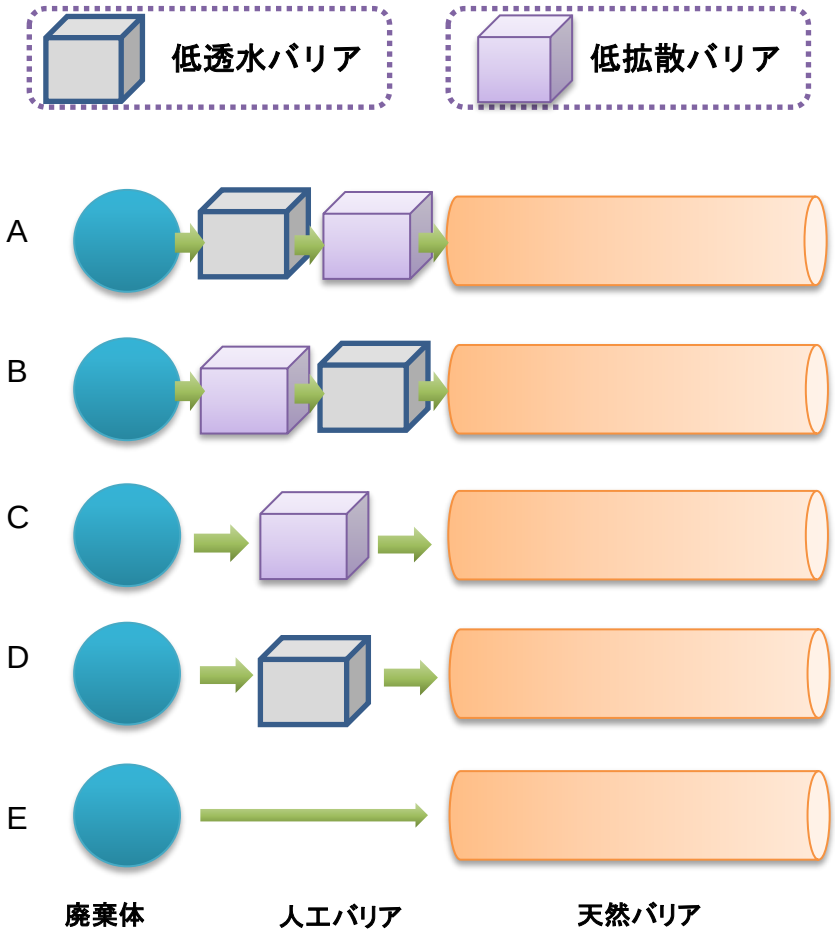


図 5.3-4 人工バリア構成の組み合わせ

(3) 評価方法

指標の算出は、核種移行モデルを用いて評価される放射性核種の移行率や系内に残存する放射能量に基づき実施する。低拡散バリア及び低透水バリアの性能目標値は指定しない。低拡散バリアについては既往検討で使用されているコンクリートに対する拡散係数を、低透水バリアに関してはベントナイト構造物の透水係数を中心として感度解析を実施することにより、指標の変動量を確認し、線量を効果的に低減可能な組み合わせを検討する。

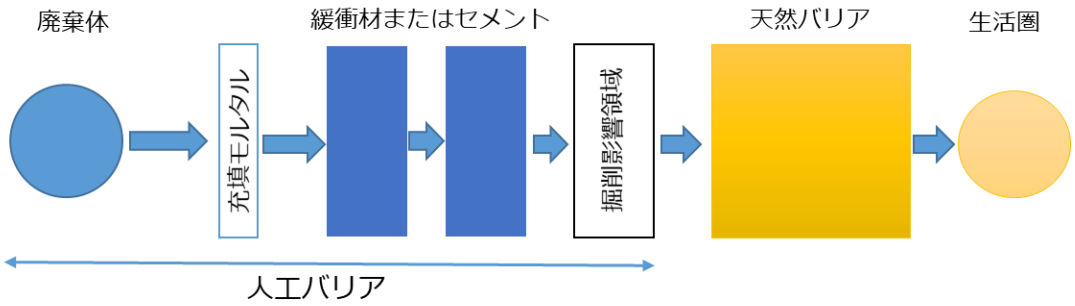
解析に至るまでの手順を以下に示す。

- 解析モデルの構築
- 評価指標案の作成
- パラメータの設定
- 解析の実施

1) 解析モデル

解析モデルは、図 5.3-4 で示した概念的な核種移行モデルに基づき構成する。これまで検討されてきた解析モデル[1]では、廃棄体の内容物に依存する溶出率、廃棄体領域のモルタル、コンクリートを用いた低拡散バリア、ベントナイトを用いた低透水バリア、掘削影響領域、母岩と領域が分割されている。

解析モデル上では、評価対象とする空間として廃棄体領域に充填されるモルタル、人工バリア外側の掘削影響領域については、解析モデルに含めるものとする。解析モデルの概念図を図 5.3-5 に示す。



●廃棄体中の全核種が、短期間（解析上では 1 年）ですべて廃棄他中の充填モルタルに移行

●掘削影響領域は、人工バリア外側の流量を各領域の透水係数の設定に合わせ算出、境界条件として設定

●充填モルタル層、掘削影響領域の収着及び沈殿は考慮しない

図 5.3-5 解析モデルの概念図

解析モデルは、Gold-Sim を用い一次元モデルで構築するものとした。

解析では、低透水バリア（緩衝材を想定）の透水係数及び低拡散バリア（セメント・コンクリート）を想定した。また、天然バリアについては、学会標準で採用されている、多孔質岩盤を仮定する。

解析モデルを構築するための解析形状を図 5.3-6 に示す。掘削影響領域は人工バリア外側の流量を算定するために必要となる。掘削影響領域の流量は、各領域での流量が保存されるように多重円筒モデルを用いた解析解を用い算出する。これを一次元モデルに適用するため、移行に寄与する面積は円筒の面積とし、各領域を流れる流速（ダルシー流速）は算出された流量を移行面積で除した値を適用している。

一次元の核種移行モデルを構築するため以下に示すような部分において簡略化されている。

- 地下水流動方向の仮定
- 各バリア中の核種移行の経路
- 各バリアの移行に寄与する面積
- 各バリア中の地下水流速の分布

これらの簡略化は、異なるモデルにおいて核種の閉じ込め性を比較する目的においては、何等かの考慮が必要となると考えられる。

図 5.3-4 に示した、組み合わせと図 5.3-6 に示した多重円筒構造との関係を以下に示す。

表 5.3-3　概念モデルと解析対象領域の組み合わせ

	充填モルタル	低拡散バリア	低透水バリア	掘削影響領域	母岩
		（コンクリート）	（緩衝材）		
CASE-A	②	③	④	⑤	⑥
CASE-B	②	④	③	⑤	⑥
CASE-C	②	③		⑤	⑥
CASE-D	②	④		⑤	⑥
CASE-E					⑥

ここで、A~E は図 5.3-4、①～⑥は図 5.3-6 に示した番号

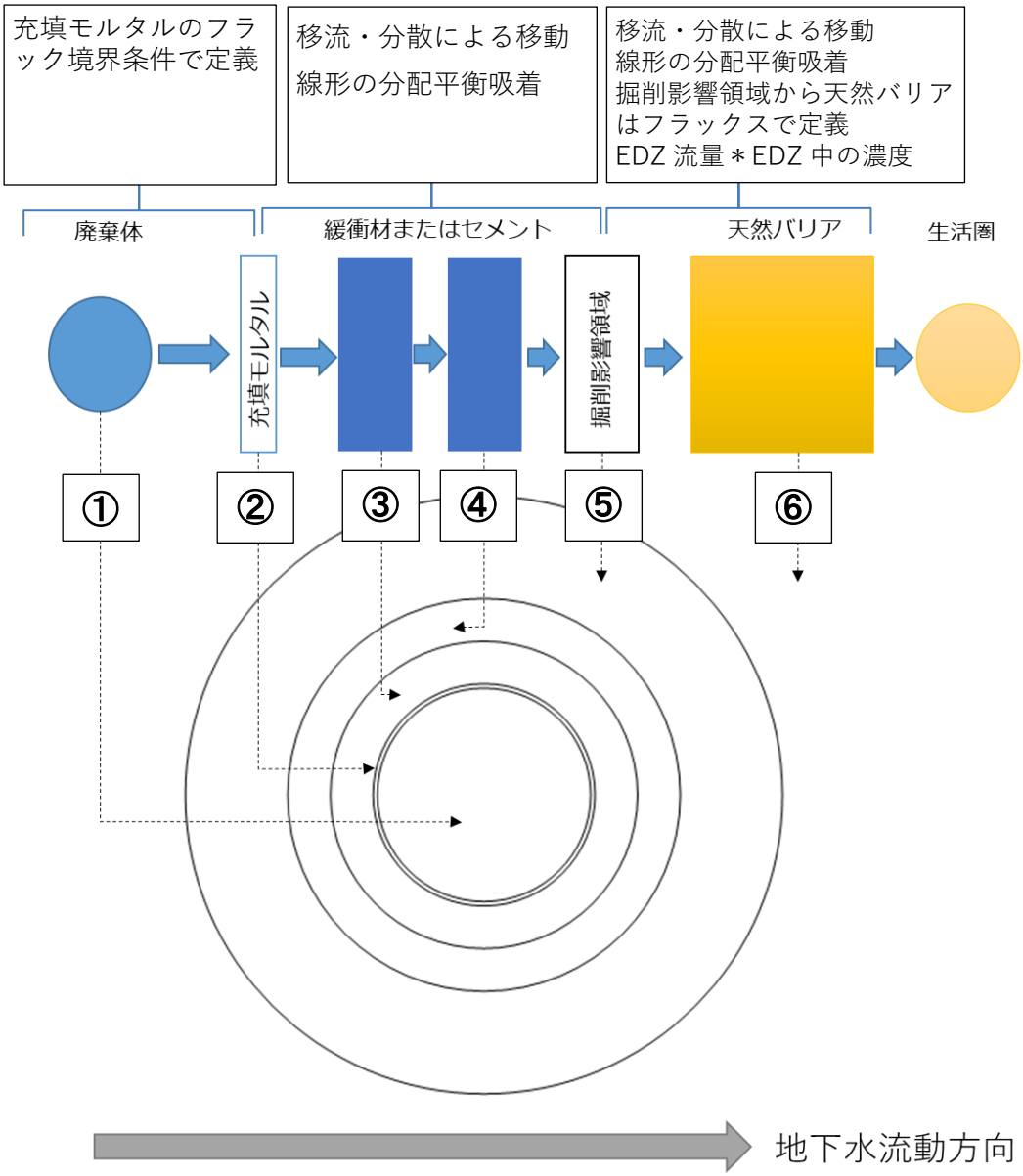


図 5.3-6 水理解析に対する解析形状

2）解析に用いたパラメータ

解析に用いたパラメータを以下にまとめる。

●評価対象核種及びインベントリー

評価対象核種は、学会標準（2008）を参照し、インベントリーは原子炉廃棄物とサイクル廃棄物のインベントリーの加算値を使用した（表 5.3-4 参照）。

表 5.3-4　インベントリー

---	原子炉廃棄物　総量 19061t	サイクル廃棄物　総量 178977t	学会標準　加算値
Unit	Bq	Bq	Bq
H-3	1.30E+16	1.52E+15	1.45E+16
C-14	undefined	3.40E+14	3.40E+14
Cl-36	5.91E+13	5.91E+12	6.50E+13
Ca-41	7.24E+12	7.34E+11	7.98E+12
Co-60	4.19E+18	6.44E+17	4.84E+18
Ni-59	2.48E+16	1.36E+15	2.61E+16
Ni-63	3.05E+18	2.15E+17	3.26E+18
Se-79	0.00E+00	5.91E+11	5.91E+11
Sr-90	1.28E+14	1.56E+17	1.56E+17
Zr-93	0.00E+00	1.58E+14	1.58E+14
Nb-93m	0.00E+00	3.76E+10	3.76E+10
Nb-94	1.72E+14	1.20E+14	2.91E+14
Mo-93	0.00E+00	4.47E+12	4.47E+12
Tc-99	1.01E+13	4.30E+13	5.31E+13
Pd-107	0.00E+00	3.76E+10	3.76E+10
Ag-108m	undefined	3.76E+12	3.76E+12
Sn-121m	0.00E+00	6.26E+12	6.26E+12
Sn-126	0.00E+00	2.51E+12	2.51E+12
I-129	1.49E+09	undefined	1.49E+09
Cs-135	0.00E+00	9.66E+11	9.66E+11
Cs-137	3.24E+14	2.15E+17	2.15E+17
Sm-151	0.00E+00	3.58E+14	3.58E+14
Eu-152	7.24E+14	5.73E+11	7.25E+14
Eu-154	3.24E+14	9.13E+15	9.45E+15
Ho-166m	undefined	7.70E+07	7.70E+07

---	原子炉廃棄物　総量 19061t	サイクル廃棄物　総量 178977t	学会標準　加算値
Unit	Bq	Bq	Bq
Pb-210	0.00E+00	1.41E+03	1.41E+03
Ac-227	0.00E+00	2.86E+05	2.86E+05
Th-229	undefined	2.86E+06	2.86E+06
Th-230	0.00E+00	1.27E+07	1.27E+07
Th-232	0.00E+00	1.00E+01	1.00E+01
Pa-231	0.00E+00	1.97E+06	1.97E+06
U-232	0.00E+00	2.51E+10	2.51E+10
U-233	0.00E+00	5.01E+09	5.01E+09
U-234	0.00E+00	1.16E+12	1.16E+12
U-235	0.00E+00	5.37E+10	5.37E+10
U-236	0.00E+00	2.33E+11	2.33E+11
U-238	0.00E+00	2.68E+11	2.68E+11
Np-237	0.00E+00	1.20E+12	1.20E+12
Pu-238	0.00E+00	5.55E+15	5.55E+15
Pu-239	3.05E+12	1.29E+15	1.29E+15
Pu-240	0.00E+00	1.50E+15	1.50E+15
Pu-241	0.00E+00	1.97E+17	1.97E+17
Pu-242	0.00E+00	3.94E+12	3.94E+12
Am-241	undefined	3.04E+15	3.04E+15
Am-242m	0.00E+00	3.76E+13	3.76E+13
Am-243	0.00E+00	1.70E+13	1.70E+13
Cm-242	0.00E+00	6.98E+13	6.98E+13
Cm-243	0.00E+00	1.58E+13	1.58E+13
Cm-244	0.00E+00	1.79E+15	1.79E+15
Cm-245	0.00E+00	2.15E+11	2.15E+11
Cm-246	0.00E+00	5.19E+08	5.19E+08

学会標準（2008）に示されるインベントリーを使用

●分配係数

分配係数は、充填モルタル及び掘削影響領域は、0m³/kg とし、コンクリート、ベントナイト、岩には、学会標準を参考として設定した。表 5.3-5 に示す。

表 5.3-5　分配係数

---	コンクリート	ベントナイト	岩
Unit	m3/kg	m3/kg	m3/kg
H	0	0	0
Be	0	0	0
C	0.001	0.001	0.0001
Cl	0	0	0
Ca	0.001	0.001	0.2
Co	0.0125	0.05	0.01
Ni	0.0125	0.05	0.01
Se	0	0	0
Rb	0.14	0.14	0.14
Sr	0.001	0.001	0.2
Zr	2.5	1	0.1
Nb	0	0.1	0.1
Mo	0	0	0.0001
Tc	0.0003	0	0
Pd	0.0125	0.05	0.1
Ag	0.001	0	0.09
Cd	0.11	0.11	0.11
Sn	2.5	1	1
I	0.00125	0	0.0001
Cs	0.002	0.05	0.05
Ba	0.0004	0.0004	0.0004
La	0.01	1	0.1
Pm	0.45	0.45	0.45
Sm	0.01	1	0.1
Eu	0.25	1	5
Tb	0.01	1	0.1
Ho	0.01	1	0.1
Pt	0.0125	0.05	0.01
Pb	0.0125	0.05	0.1
Ra	0.00125	0.001	0.5
Ac	0.25	1	5
Th	0.25	1	1
Pa	0.25	1	0.005
U	0.25	0.005	0.005
Np	0.25	0.005	0.005
Pu	0.25	5	0.05
Am	0.25	1	5
Cm	0.25	1	5

日本原子力学会標準付属書 3 表 6

●形状、実効拡散係数、間隙率、透水係数

実効拡散係数や間隙率、分散長割合、透水係数は TRU-2 を参考として設定した（表 5.3-6 参照）。ただし、掘削影響領域の透水係数に関しては、TRU-2 の設定の保守性を排除して母岩の 10 倍程度とした。

表 5.3-6　その他の設定値

	実効拡散係数 を参照	間隙率 を参照	分散長割合 を参照	透水係数 一部を参照
	m2/s	-	-	m/s
廃棄体				1E-5 止水性を考慮していない
充填モルタル	3E-10	0.15	領域長の 1/10	1E-7 掘削影響領域程度を仮定
低拡散バリア （コンクリート）	3E-11 ×1/100～100	0.15	領域長の 1/10	1.E-08
低透水バリア （緩衝材）	Cl,I：3E-11 Cs：4E-10 他：3E-10	0.4	領域長の 1/10	1E-11 × 1 /100～100
掘削影響領域	3E-10	0.3		1E-7 母岩の 10 倍 （では 100 倍）
母岩	3.E-10	0.3	領域長の 1/10	1.E-08 動水勾配：0.01

核種の移行面積にも影響する水理解析モデルは、多重円筒モデルを用いることから各領域に対応する円筒の半径で表現する。ここでの設定は、実際の設計行為と連携したものではなく、バリア構成を考慮するために設定したものである。そのため、これを用いた結果から導出される線量は、規制値案を下回ったとしても、安全性を示すものではないことに留意が必要である。

表 5.3-7 水理解析におけるジオメトリの設定

半径、距離	設定
半径①	2.5m
半径②	半径①＋0.1m
半径③	半径②＋1m
半径④	半径③＋1m
半径⑤	半径②＋1mまたは③＋1m
距離⑥	100m

●線量換算係数

線量換算係数は原子力学会標準から引用した。線量換算係数を表 5.3-8 に示す。

表 5.3-8　線量換算係数

核種	半減期 (a)	線量換算係数		外部被ばく線量換算係数 a) ((Sv/h)/(Bq-kg))
		経口摂取 (Sv/Bq)	吸入 (Sv/Bq)	
H-3	1.232E+01	4.2E-11	4.5E-11	2.2E-20
Be-10	1.510E+06	1.1E-09	3.5E-08	4.7E-14
C-14	5.700E+03	5.8E-10	2.0E-09	7.0E-16
Cl-36	3.010E+05	9.3E-10	7.3E-09	1.3E-13
Ca-41	1.020E+05	1.9E-10	9.5E-11	0.0E+00
Co-60	5.271E+00	3.4E-09	1.0E-08	7.3E-10
Ni-59	1.010E+05	6.3E-11	1.3E-10	4.9E-15
Ni-63	1.001E+02	1.5E-10	4.8E-10	1.1E-17
Se-79	2.950E+05	2.9E-09	1.1E-09	9.8E-16
Rb-87	4.923E+10	1.5E-09	5.0E-10	4.1E-15
Sr-90	2.879E+01	3.1E-08	3.8E-08	1.7E-12
Zr-93	1.530E+06	1.2E-09	1.0E-08	3.2E-15
Nb-93m	1.613E+01	1.2E-10	5.1E-10	3.3E-15
Nb-94	2.030E+04	1.7E-09	1.1E-08	4.7E-10
Mo-93	4.000E+03	3.2E-09	1.0E-09	2.2E-14
Tc-98	4.200E+06	2.0E-09	8.3E-09	4.0E-10
Tc-99	2.111E+05	6.4E-10	4.0E-09	5.2E-15
Pd-107	6.500E+06	3.7E-11	5.9E-10	2.3E-19
Ag-108m	4.180E+02	2.3E-09	7.4E-09	4.9E-10
Cd-113m	1.410E+01	2.3E-08	1.1E-07	5.8E-14
Sn-121m	4.390E+01	5.6E-10	4.7E-09	1.0E-13
Sn-126	2.300E+05	5.1E-09	2.8E-08	6.0E-10
I-129	1.570E+07	1.1E-07	3.6E-08	7.2E-13
Cs-135	2.300E+06	2.0E-09	6.9E-10	1.4E-15
Cs-137	3.017E+01	1.3E-08	4.6E-09	1.7E-10
Ba-133	1.052E+01	1.5E-09	3.1E-09	1.0E-10
La-137	6.000E+04	8.1E-11	8.7E-09	8.0E-13
Pm-145	1.770E+01	1.1E-10	3.6E-09	1.2E-12
Pm-146	5.530E+00	9.0E-10	2.1E-08	2.1E-10
Sm-147	1.060E+11	4.9E-08	9.6E-06	3.2E-18
Sm-151	9.000E+01	9.8E-11	4.0E-09	9.5E-17
Eu-150	3.690E+01	1.3E-09	5.3E-08	4.1E-10
Eu-152	1.354E+01	1.4E-09	4.2E-08	3.3E-10

日本原子力学会から引用

表 5.3-8　線量換算係数線(続き)

核種	半減期 (a)	線量換算係数		外部被ばく線量換算係数 a) ((Sv/h)/(Bq-kg))
		経口摂取 (Sv/Bq)	吸入 (Sv/Bq)	
Eu-154	8.593E+00	2.0E-09	5.3E-08	3.6E-10
Tb-157	7.100E+01	3.4E-11	1.2E-09	6.5E-12
Ho-166m	1.200E+03	2.0E-09	1.2E-07	5.2E-10
Pt-193	5.000E+01	3.1E-11	2.1E-11	2.4E-16
Pb-210	2.220E+01	6.9E-07	1.2E-06	4.0E-13
Ra-226	1.600E+03	2.8E-07	3.5E-06	5.0E-10
Ac-227	2.177E+01	1.2E-06	5.7E-04	1.2E-10
Th-229	7.340E+03	6.1E-07	8.6E-05	9.3E-11
Th-230	7.538E+04	2.1E-07	1.4E-05	9.0E-14
Th-232	1.405E+10	2.3E-07	2.5E-05	3.8E-14
Pa-231	3.276E+04	7.1E-07	1.4E-04	1.1E-11
U-232	6.890E+01	3.3E-07	7.8E-06	6.3E-14
U-233	1.592E+05	5.1E-08	3.6E-06	8.5E-14
U-234	2.455E+05	4.9E-08	3.5E-06	2.7E-14
U-235	7.040E+08	4.7E-08	3.1E-06	5.1E-11
U-236	2.342E+07	4.7E-08	3.2E-06	1.3E-14
U-238	4.468E+09	4.8E-08	2.9E-06	7.5E-12
Np-236	1.540E+05	1.7E-08	3.2E-06	2.3E-11
Np-237	2.144E+06	1.1E-07	2.3E-05	6.7E-11
Pu-236	2.858E+00	8.7E-08	2.0E-05	6.0E-15
Pu-238	8.770E+01	2.3E-07	4.6E-05	6.6E-15
Pu-239	2.411E+04	2.5E-07	5.0E-05	1.5E-14
Pu-240	6.564E+03	2.5E-07	5.0E-05	7.1E-15
Pu-241	1.435E+01	4.8E-09	9.0E-07	1.4E-15
Pu-242	3.750E+05	2.4E-07	4.8E-05	3.2E-14
Am-241	4.322E+02	2.0E-07	4.2E-05	3.5E-12
Am-242m	1.410E+02	2.0E-07	4.1E-05	4.6E-12
Am-243	7.370E+03	2.0E-07	4.1E-05	6.2E-11
Cm-242	4.457E-01	1.2E-08	5.2E-06	7.1E-15
Cm-243	2.910E+01	1.5E-07	3.1E-05	3.8E-11
Cm-244	1.810E+01	1.2E-07	2.7E-05	9.9E-15
Cm-245	8.500E+03	2.1E-07	4.2E-05	2.5E-11
Cm-246	4.760E+03	2.1E-07	4.2E-05	1.1E-12

日本原子力学会から引用

核種移行率（Bq/y）から被ばく線量（Sv/y）への変換は、表に示した経口摂取に対する値を用いる。なお、生活圏での核種の移行経路や被ばく経路が未定であることから、地下水移行シナリオにおいて想定される線量値との相関が大きいと考えられる河川水の直接飲用を被ばく経路として値を算出する。そのため、河川水流量等の変化は、そのまま被ばく線量に反映されることから、ここで算出される量は、安全性の基準との比較に対応するものではなく、バリア性能の相対的な比較に用いることが適切であると考えられる。

表 5.3-9 被ばく評価に用いるパラメータ

パラメータ	設定値	備考
河川水量（希釈量）	10^8m3/y	学会標準
年間の水の直接摂取量	0.6 m3/y	学会標準

3）定量化する指標

核種移行モデルから導出可能な量としては、領域間の核種移行率である。移行率は Bq/y または mol/y 等の単位で表すことが一般的ではあるが、その場合、核種固有の放射性毒性の違いにより、加算した結果と危険度の関係が曖昧となる。そのため、バリア間の移行率、またはバリア中の核種の量を、線量換算係数を用いたモデルで規格化し、「毒性度」として定義する。

毒性度 ＝ 移行率（または残存量） × 年間の水の直接摂取量
÷ 河川水量
× 線量換算係数

経済性等と統合する指標については、ここで導出される指標とは別に検討することとする。ここで算出する指標は図 5.3-7 に示す以下のものとする。

●生活圏への毒性度の流入に対する指数

① 生活圏への毒性度の移行率（時間変化）
：核種毎に評価。線量換算係数の設定において述べた条件での河川水の直接飲用による被ばく線量に等しい。

② 生活圏への毒性度の移行率（核種毎最大値）
：核種毎の移行率を総計した結果。線量換算係数の設定において述べた条件での河川水の直接飲用による被ばく線量に等しい。

●人工バリアから天然バリアへの核種の流入に対する指数

③ 天然バリアへの毒性度の移行率（時間変化）：
核種毎に評価。人工バリアから直接河川に流入する状態に等しい仮想的な設定。線量換算係数の設定において述べた条件での河川水の直接飲用による被ばく線量に等しい。

④ 天然バリアへの毒性度の移行率（核種毎最大値）
：核種毎の移行率を総計した結果。人工バリアから直接河川に流入する状態に等しい仮想的な設定。線量換算係数の設定において述べた条件での河川水の直接飲用による被ばく線量に等しい。

●人工バリア中に残存（閉じ込められている）核種の総毒性度

⑤ 人工バリア中に残存する毒性度

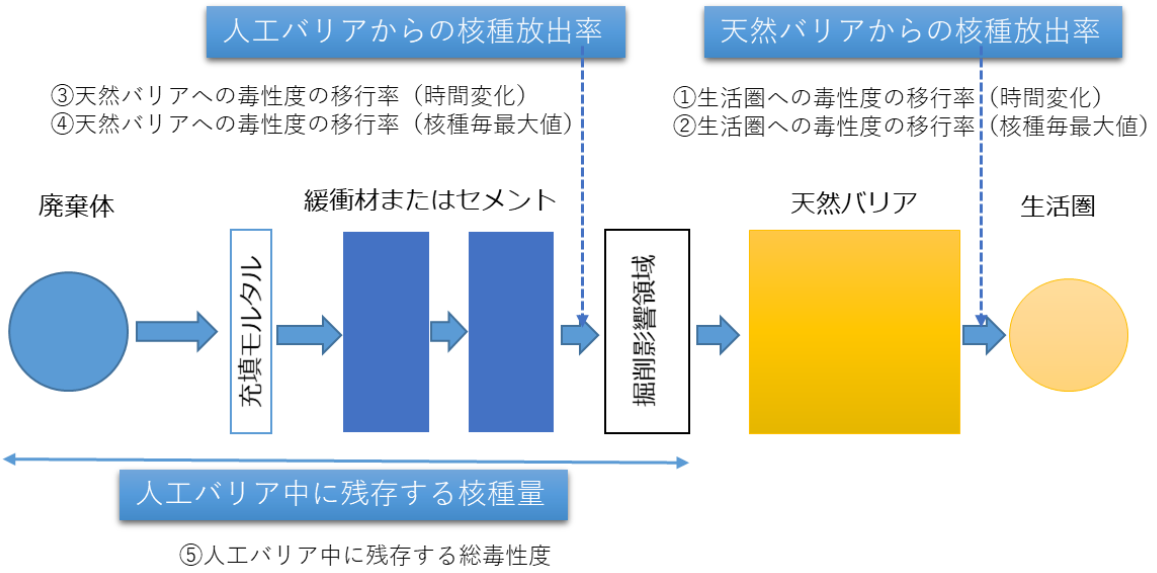


図 5.3-7 核種移行モデルからの指標

(4) 解析結果及び考察

1) 指標の比較

a. 天然バリアのみのケース（ケース E）

ケース E においては、人工バリアを想定しないことから、指標-③～⑤についてはデータが存在しない。図 5.3-8～図 5.3-9 に解析結果を示す。

ここで仮定する天然バリアは、学会標準で例示されている標準的な設定ではあるが、放射性核種の移行遅延と時間的な分散効果により、放出される毒性度は大きく低減されている。

人工バリアの配置は、バリアの追加またはバリア構成の変更により、これをどの程度低減させることが可能となるかが焦点となる。

生活圏での毒性度の最大値は、1×10^{-7} （Sv/y：被ばく線量率と同じ単位であるが、被ばく線量を示すものではないことに留意）である（図 5.3-8 参照）。生活圏での河川水利用を仮定していることから、河川流量が 1 桁低下すれば（1×10^{8} m^3/y $\rightarrow1\times10^{7}$ m^3/y）ここでの毒性度は 1 桁上昇する。

最大値を形成する核種は、C-14、Cl-36、Tc-99 であり、いずれも人工バリアへの吸着性が小さな核種であった。毒性度がピークとなる時間は約 7000 年後である。後半に出現するピーク（30～40 万年後）は、Np-237 の系列核種によって形成される。

毒性度の大きな短半減期の FP 核種は、ほぼ天然バリア内部で減衰し消滅するものと予想される。

[①]　生活圏への毒性度の移行率（時間変化）

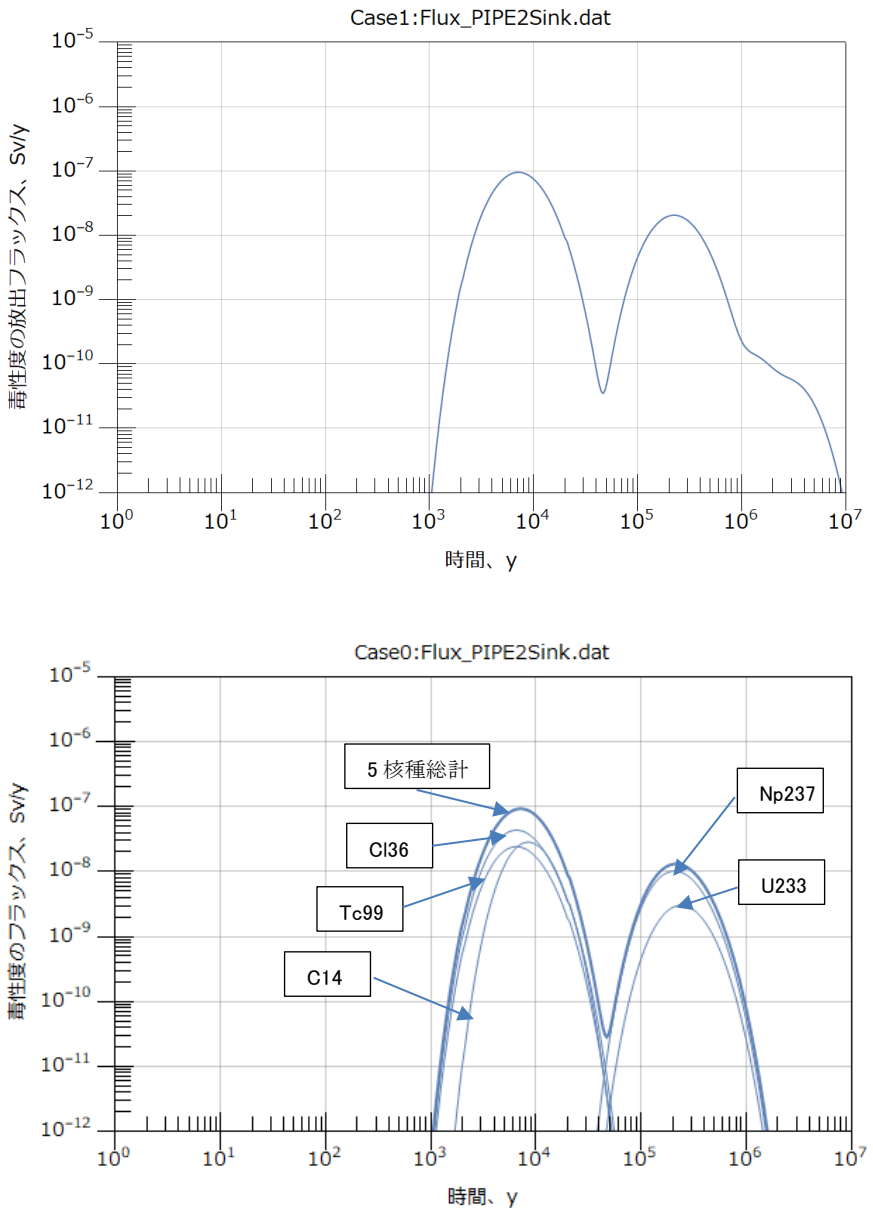


図 5.3-8　ケース E:天然バリア出口での毒性度の移行率

[②] 生活圏への毒性度の移行率（核種毎最大値）

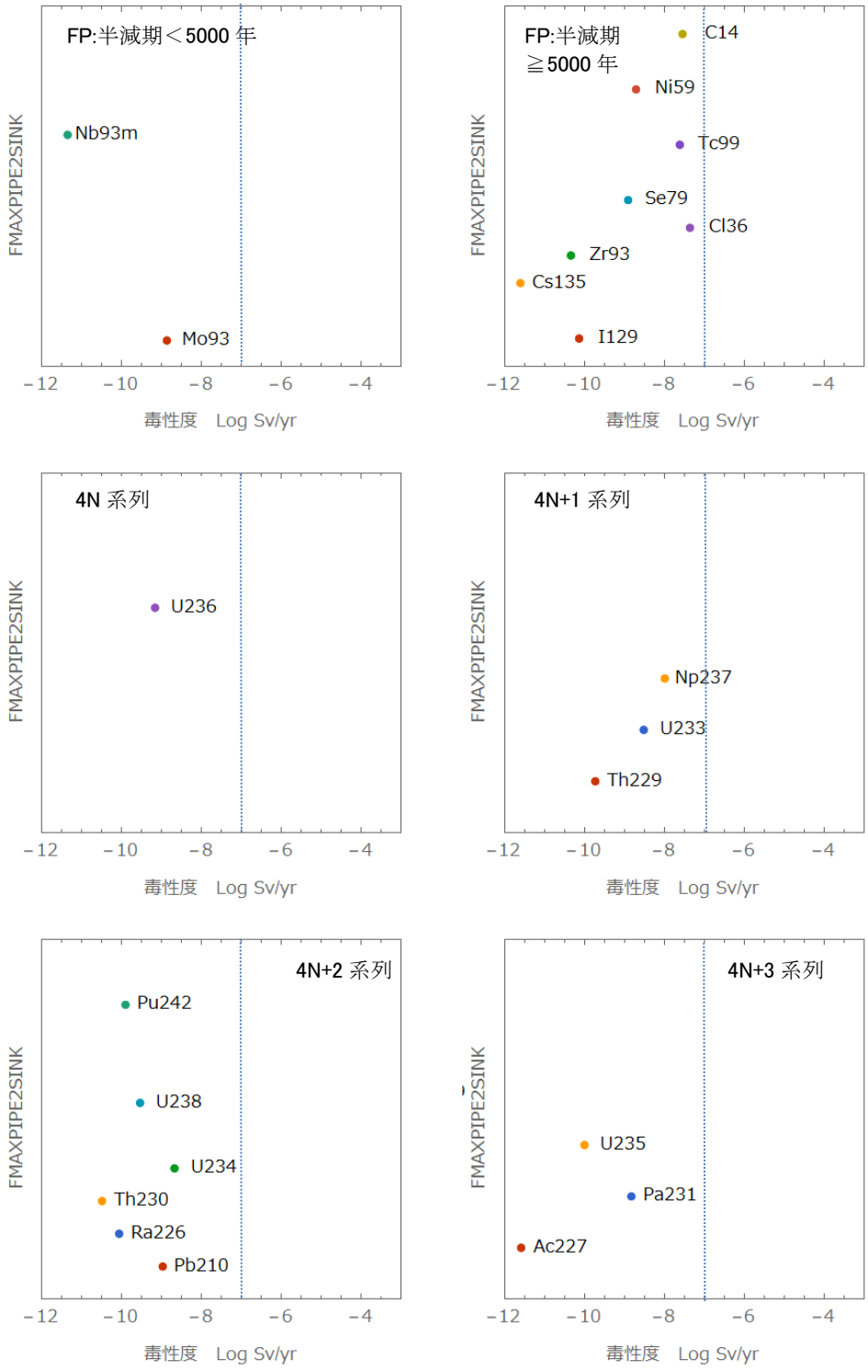


図 5.3-9 ケース E:生活圏への毒性度の核種毎の移行率

b. 低透水バリア及び低拡散バリアを用いるケース（ケース A）

ケース A の解析結果を図 5.3-10～図 5.3-26 に示す。

ケース A は、廃棄体-低拡散バリアー低透水バリアー天然バリアの構成であり、低拡散バリアの拡散係数及び低透水バリアの透水係数を±2 桁の幅で変化させた。

人工バリアの性能を大きく変えたとしても、前半のピーク値は 2/3 桁程度の変化が見られる。後半のピークは 2.5 桁程度の変化が予想される（図 5.3-10 参照）。前半のピーク値及び後半のピーク値の最大値は、人工バリアが存在しないケースにほぼ等しく（後半のピークは少し小さくなる）、人工バリアが強く影響を与えてはいないことが解る。

核種毎の最大値の幅を図 5.3-11 に示す。毒性度を支配する核種は、人工バリアが存在しないケースとほほ同様であった（最大値を形成する核種は、C-14、Cl-36、Tc-99、後半のピークにおいては Np-237 系列）。

低透水バリアの透水係数と最大毒性度の関係を、低拡散バリアの拡散係数と最大毒性度の関係を図 5.3-12、図 5.3-13 及び図 5.3-14 に示す。ケース A の組み合わせによる人工バリア構成では、低透水バリアの透水係数及び低拡散バリアの拡散係数と毒性度の移行率の関係は、線形な比例関係ではなく、以下の関係が確認された。

- 透水係数が、（この形状設定の場合）10^{-11}m/s を超えるケースにおいては、他のバリア（ここでは、低拡散バリア）への依存度が低下する。

- 拡散係数が標準的な拡散係数より大きくなる場合においては、低透水バリアの透水係数の値（最大 10^{-9}m/y）は、核種移行率への影響は小さい。

すなわち、透水係数と拡散係数の組み合わせが重要であり、設計において人工バリアに性能を求める場合には性能を発揮できる組み合わせであることの確認が必要となるものと考えられる。

図 5.3-15 には、人工バリアからの移行率を算出した結果を示す。天然バリアの効果が小さいことから、毒性度移行率のピーク値は大きく変化する。低透水バリアの透水係数の変化と移行率の関係は、天然バリアから生活圏への毒性度の移行率の結果（図 5.3-12 参照）と類似する傾向にあるが、低拡散バリアの性能変化に対しては、性能の低下に従って移行率は上昇する。図 5.3-18 に示す核種毎の結果を図 5.3-11 と比較すると、半減期 100 年以下の寿命の短い核種（H3、Sr90 等）や天然バリアでの収着が大きな核種（Am、Pu）が移行率を支配するとともに、性能の変化（ここでは拡散係数）によって移行率が大きく異なる結果となっている。

図 5.3-19 に人工バリア中に残存する核種に核種毎に線量換算係数を乗じ、加算した結果を示す。人工バリア中に残存する核種量は、閉じ込め性能を直接表すものではあるが、10 万年程度の経過時間では、多くの核種が人工バリア中に残存しているものと考えられ、バリア性能の変化には影響されない結果となった。100 万年程度の経過時間（評価点２）では、残存する毒性度は１桁異なる結果となっている。

残存量を、バリア性能の指標とする場合、どの時間で評価するかが問題となり、例えば、100 万年とした場合には、100 万年間の人工バリア及び天然バリアの変遷と合わせて評価する必要がある。

図 5.3-20～図 5.3-26 に、生活圏に移行する主要な核種に対して、その移行率とバリア性能の関係を示した。傾向は、図 5.3-12、図 5.3-13 と同様であった。

[①]　生活圏への毒性度の移行率（時間変化）

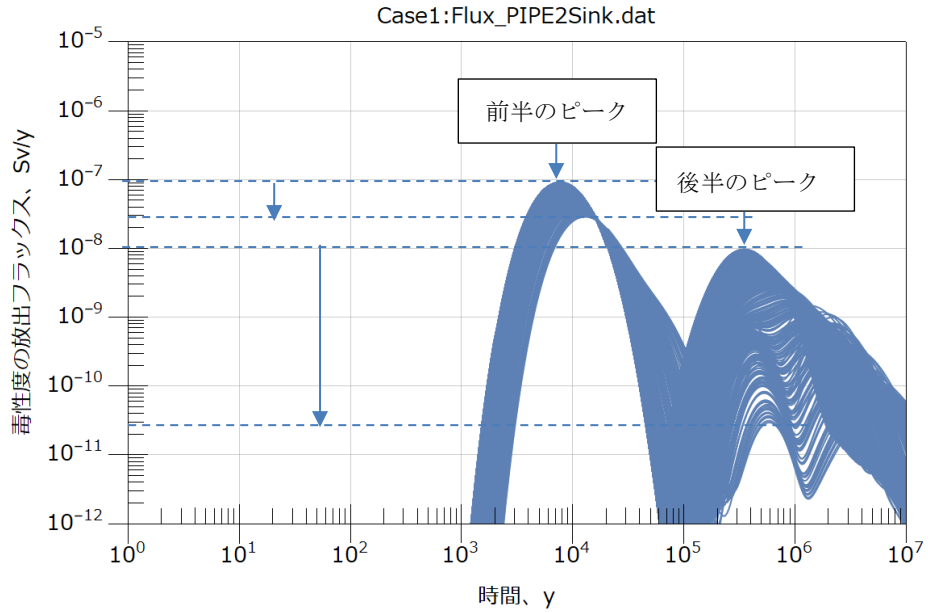


図 5.3-10　ケース A: 生活圏への毒性度の移行率

[②] 生活圏への毒性度の移行率（核種毎最大値）

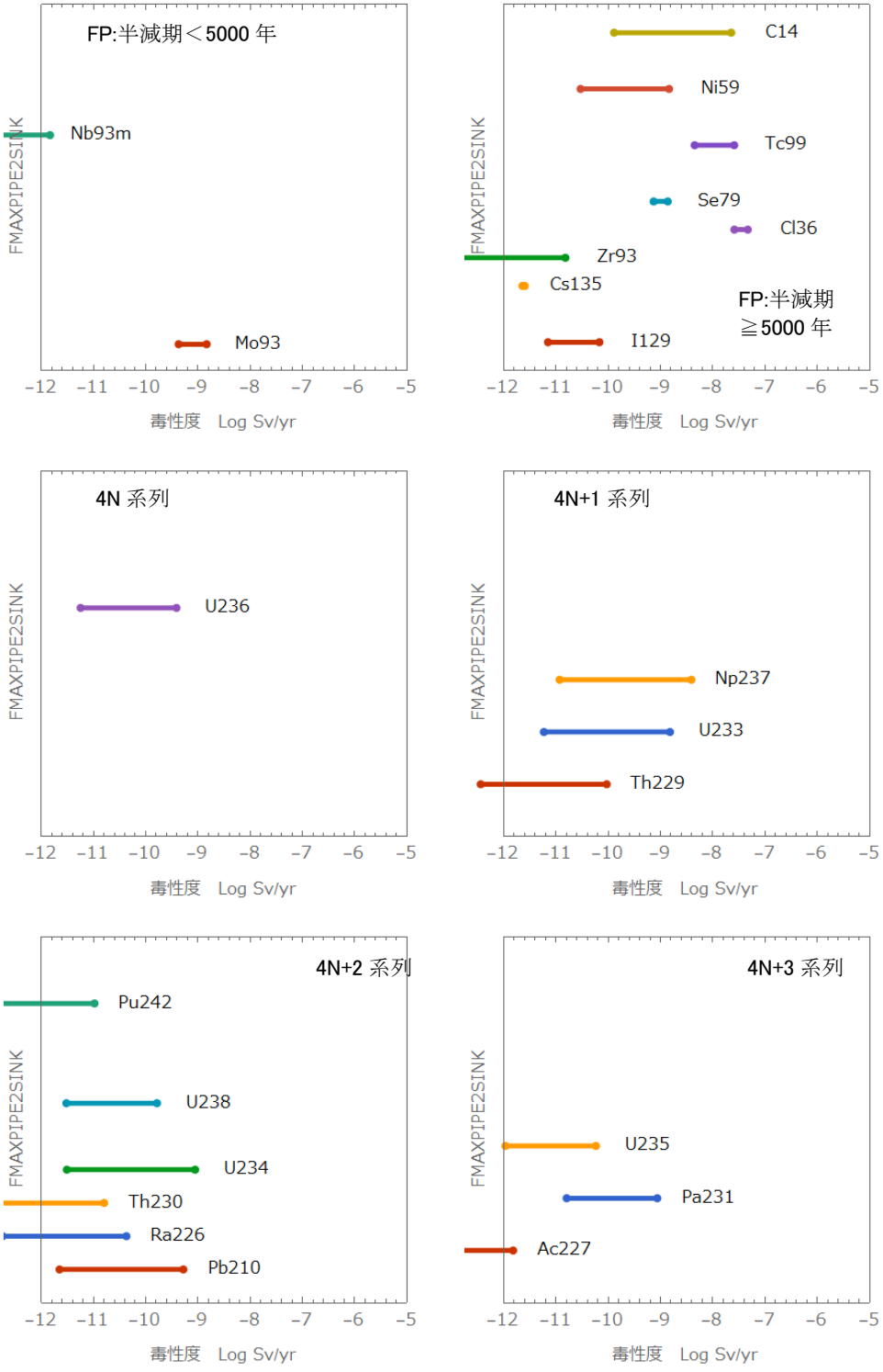


図 5.3-11　ケース A：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響

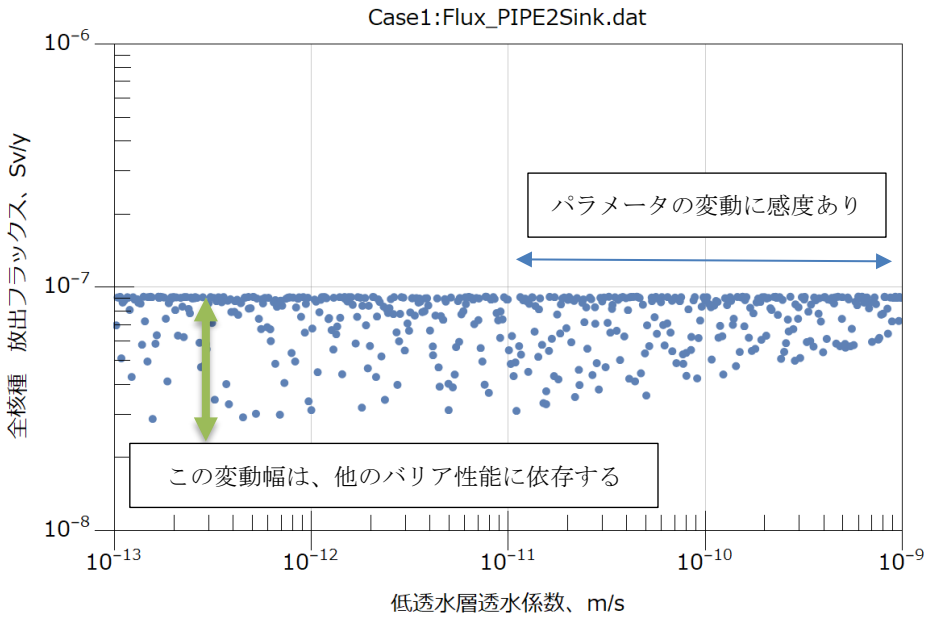


図 5.3-12　ケース A:低透水層の透水係数と生活圏への移行率の関係

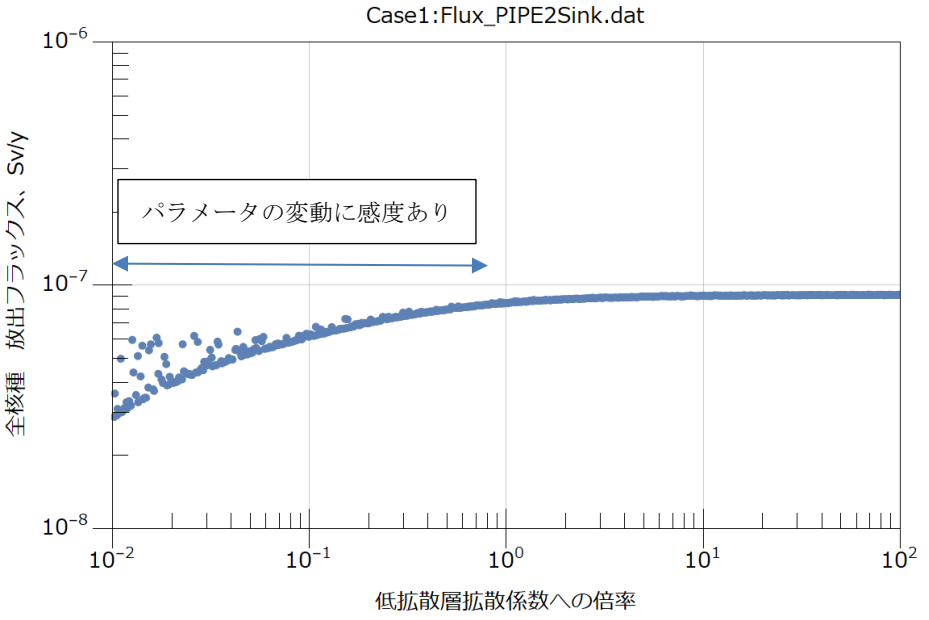


図 5.3-13　ケース A:低拡散層の拡散係数と生活圏への移行率の関係

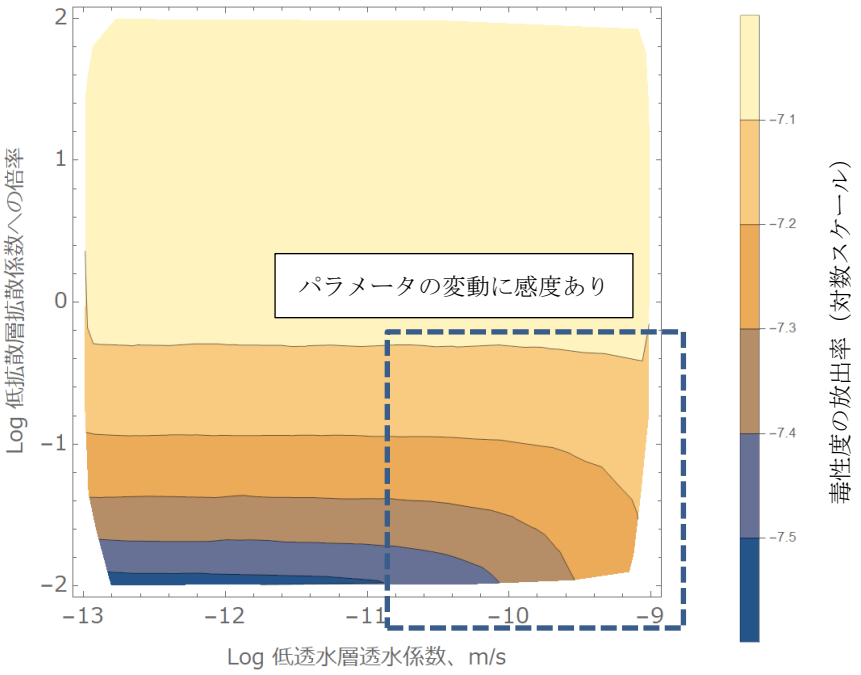


図 5.3-14　ケース A：低拡散層と低透水層の組み合わせによる効果

[③]　天然バリアへの毒性度の移行率（時間変化）

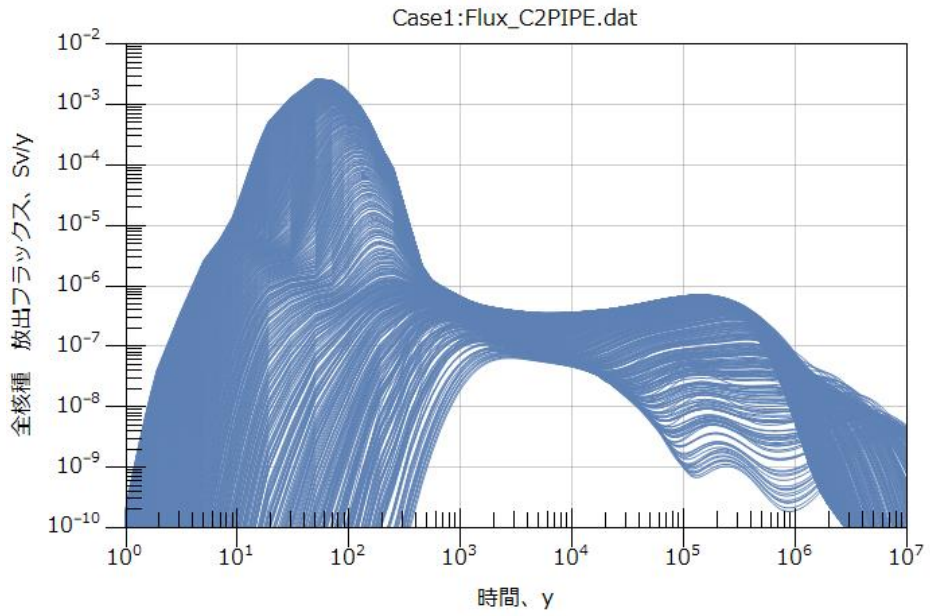


図 5.3-15　ケース A: 天然バリアへの毒性度の移行率

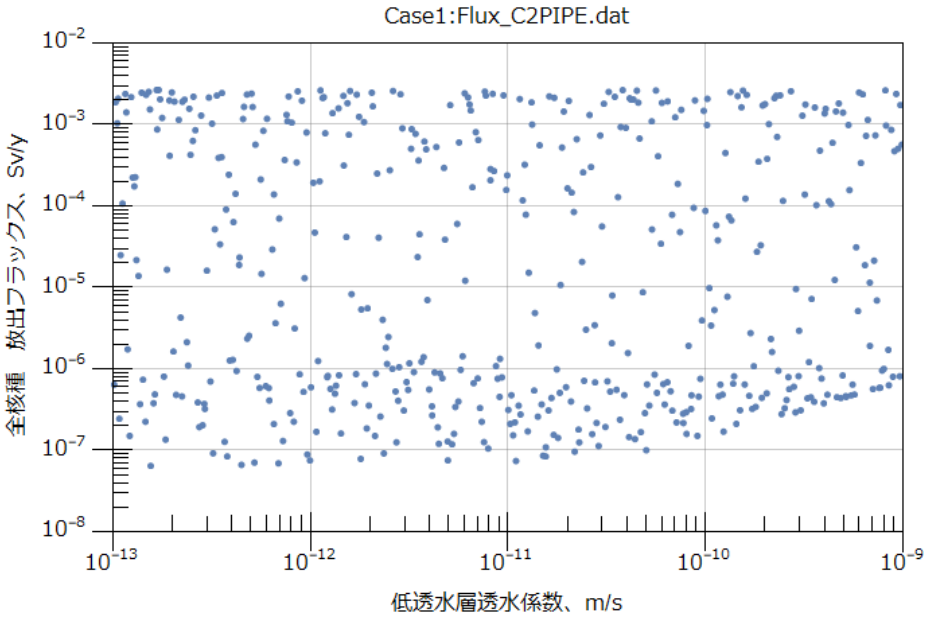


図 5.3-16　ケース A:低透水層の透水係数と天然バリアへの移行率の関係

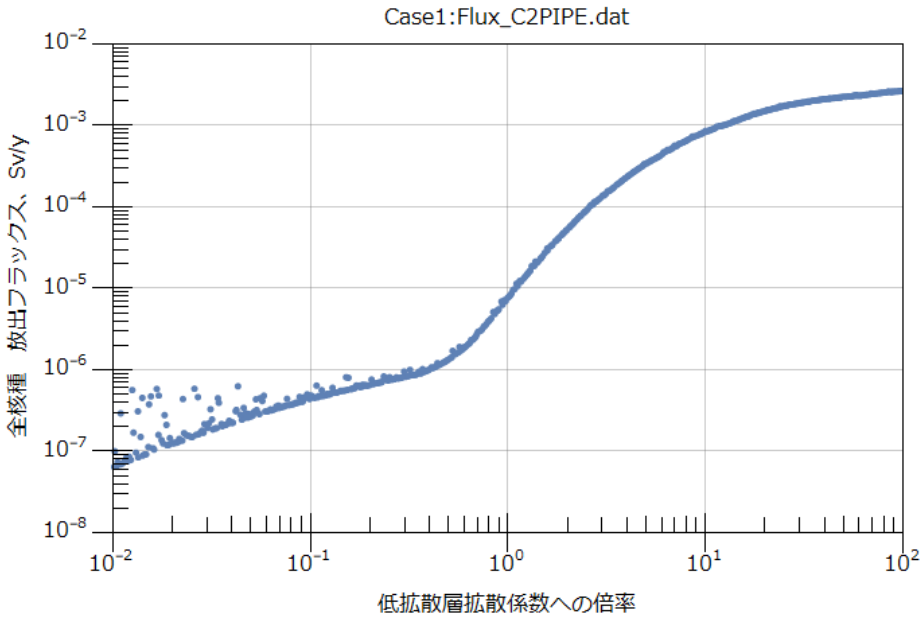


図 5.3-17　ケース A:低拡散層の拡散係数と天然バリアへの移行率の関係

[④]　天然バリアへの毒性度の移行率（核種毎最大値）

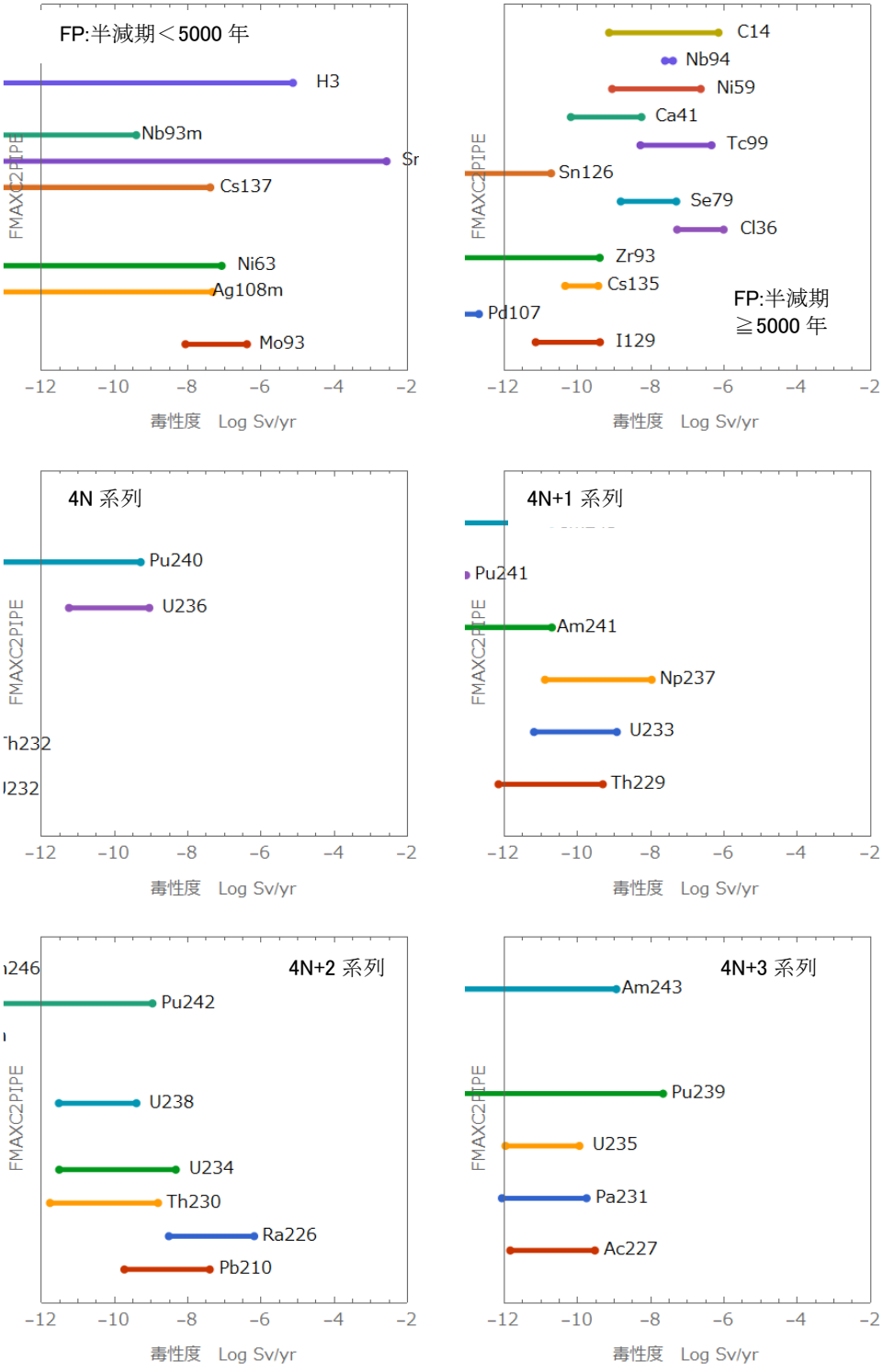


図 5.3-18　ケース A：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響

[⑤]人工バリア中に残存する核種量

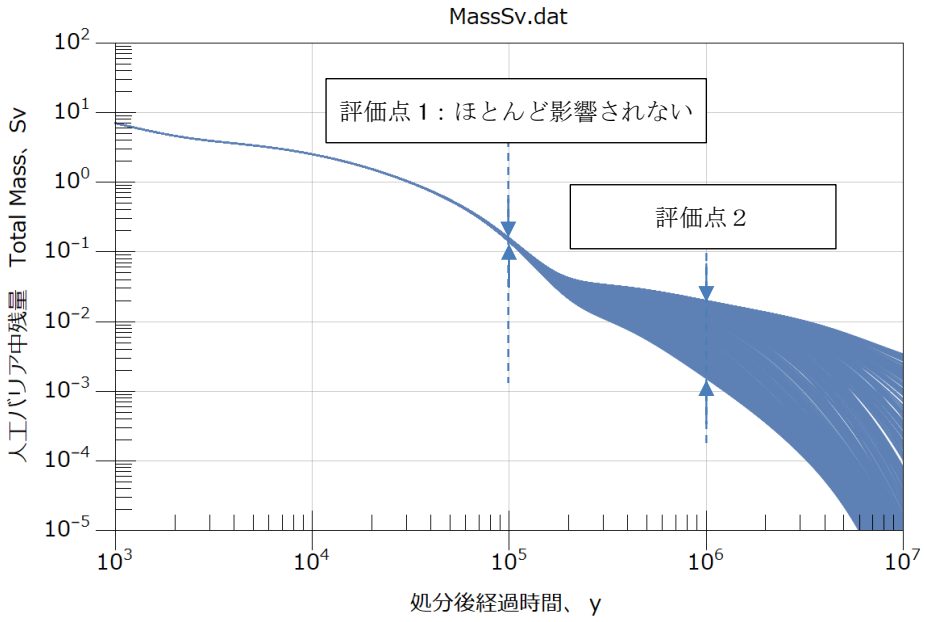


図 5.3-19　ケース A：人工バリア中に残存する核種量

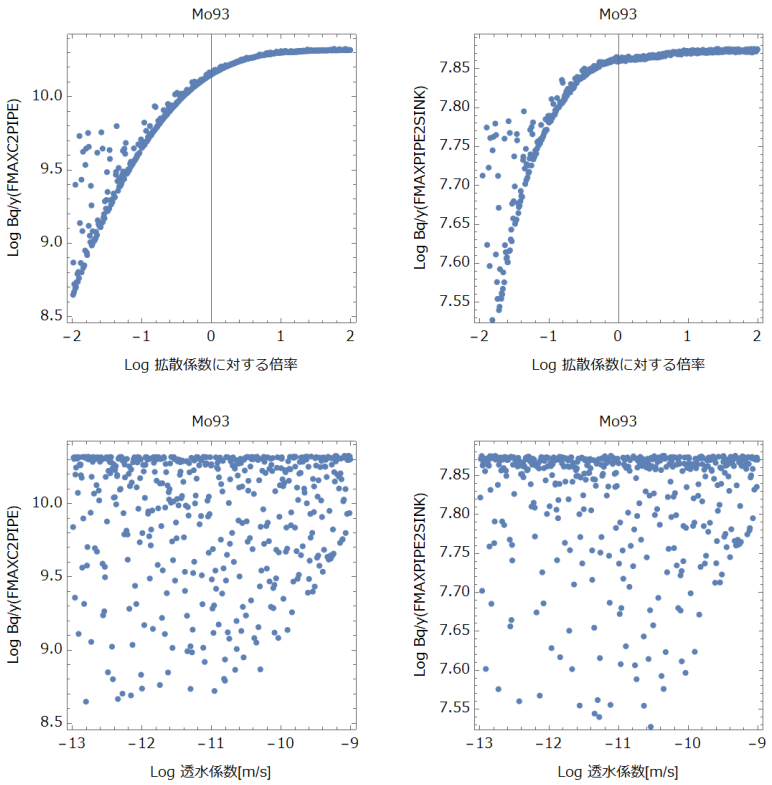


図 5.3-20　ケース A:Mo94 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

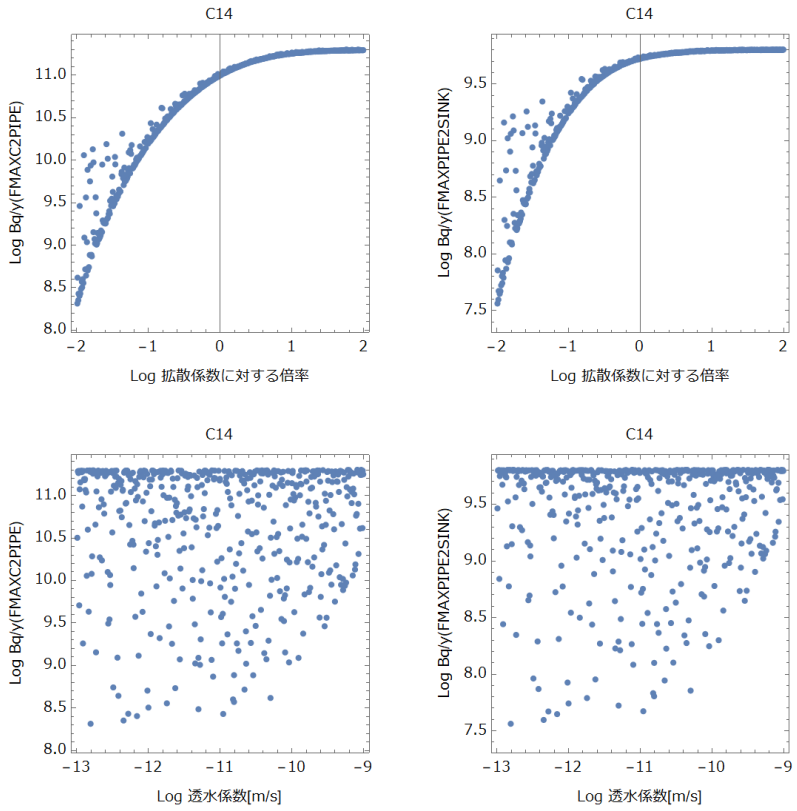


図 5.3-21　ケース A:C14 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

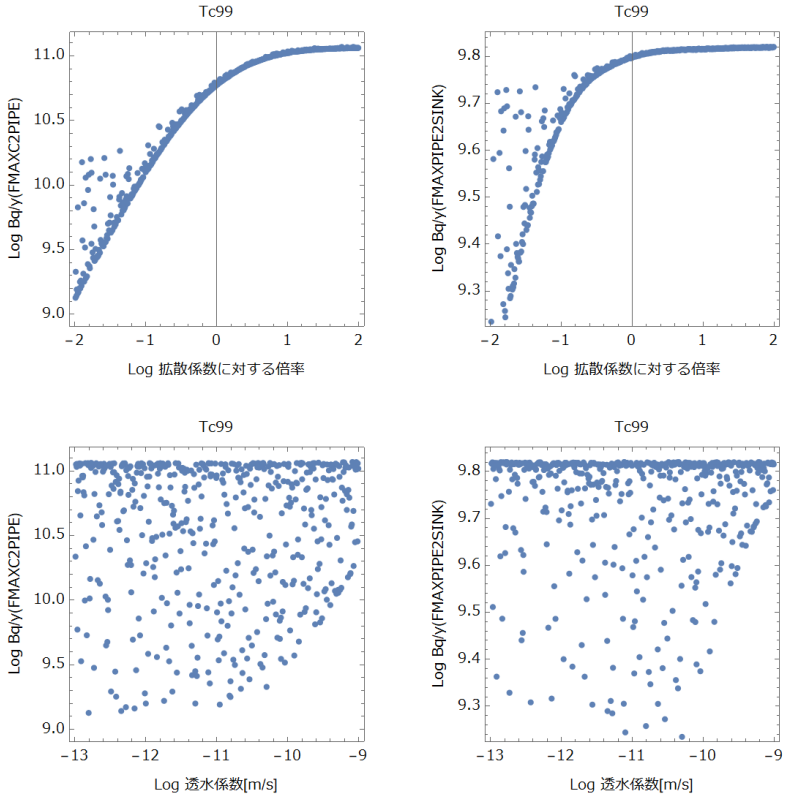


図 5.3-22　ケース A:Tc99 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

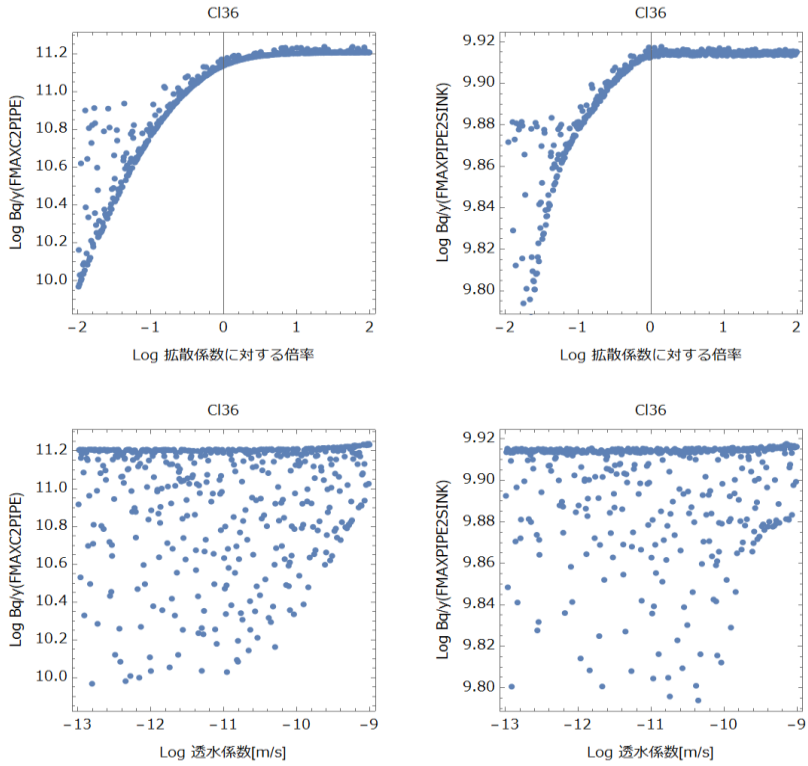


図 5.3-23　ケース A:Cl36 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

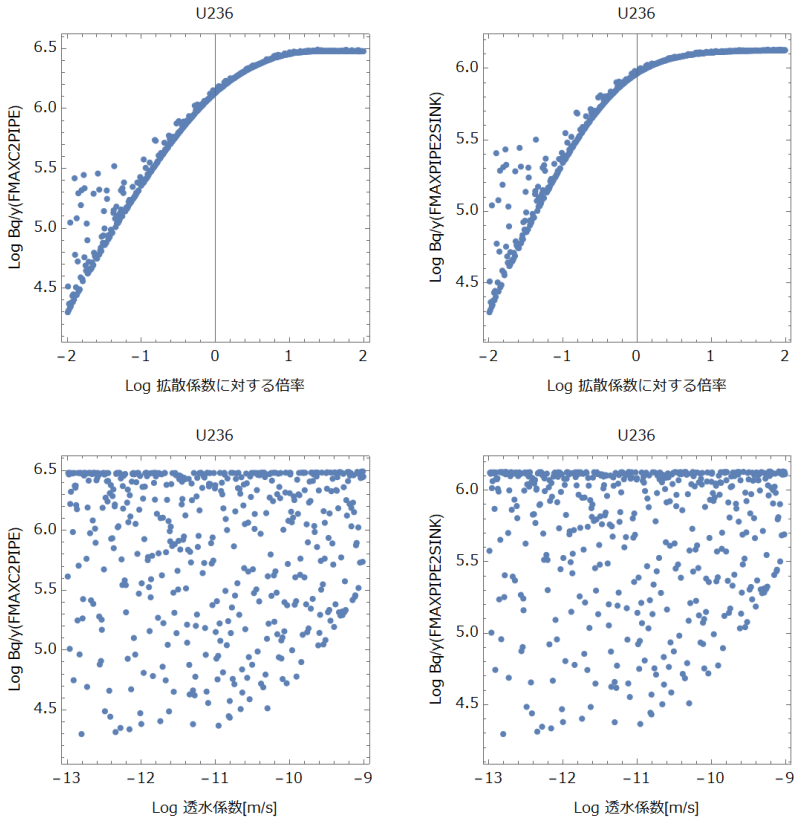


図 5.3-24 ケース A:U236 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

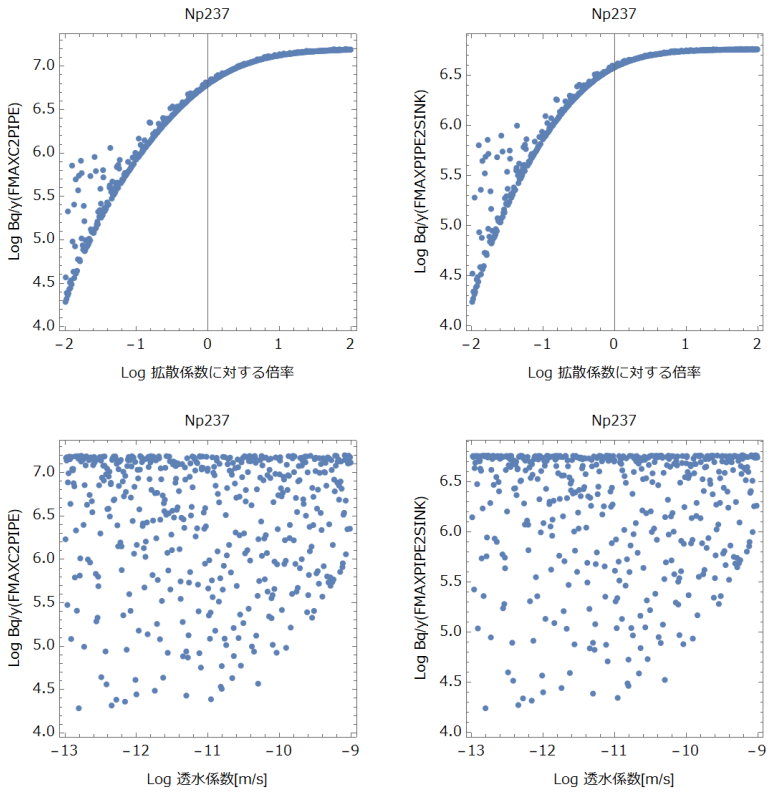


図 5.3-25 ケース A:Np237 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

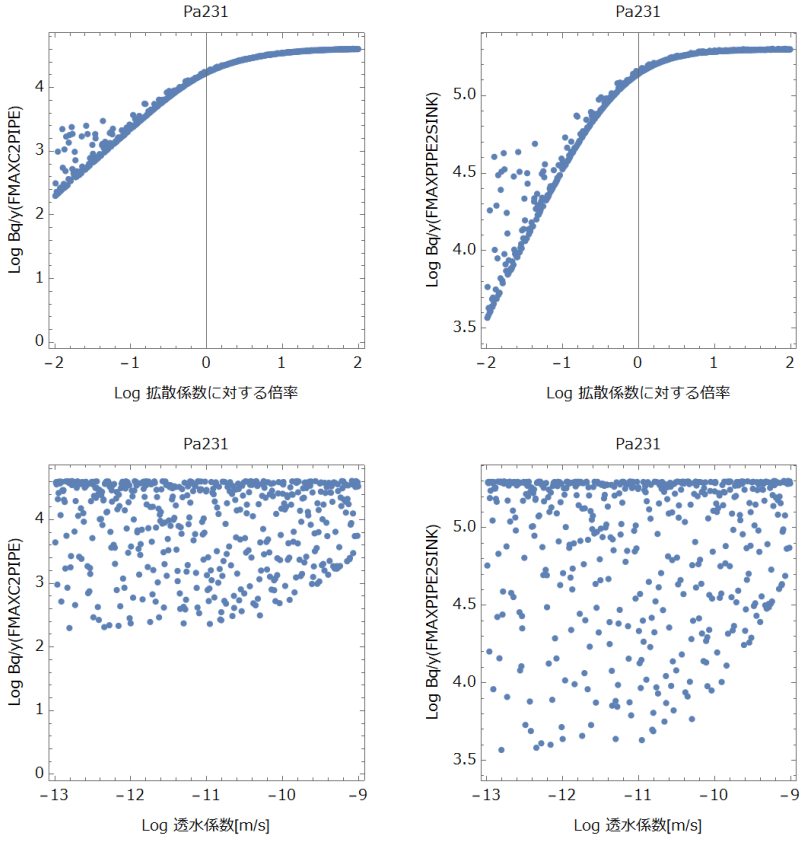


図 5.3-26 ケース A:Pa231 毒性度フラックスと拡散係数（上）、透水係数（下）との関係

c. 低透水バリア及び低拡散バリアを用いるケース（ケース B）

図 5.3-27～図 5.3-32 に、ケース B の結果を示す。

ケース B は、廃棄体－低透水バリア-低拡散バリアー天然バリアの構成であり、低拡散バリアの拡散係数及び低透水バリアの透水係数を±2 桁の幅で変化させた。ケース A との相違は、低透水バリアが内側に位置することにある。

図 5.3-27 に示すように、ケース A と比較して、毒性度の移行率ピーク値の変化量は半分以下であり、バリアの順番がシステムの性能に大きく影響していることが解る。

図 5.3-28、図 5.3-29 に示す、バリア性能と移行率の関係においては、傾向はケース A に類似するものの、変化量は小さい。

図 5.3-30 に示す、人工バリアへの毒性の残存量も 100 万年で、ケース A の変動幅の 2/3 程度になる。

図 5.3-31、図 5.3-32 に示す核種毎の移行率に関しては、ケース A と類似する結果であった。

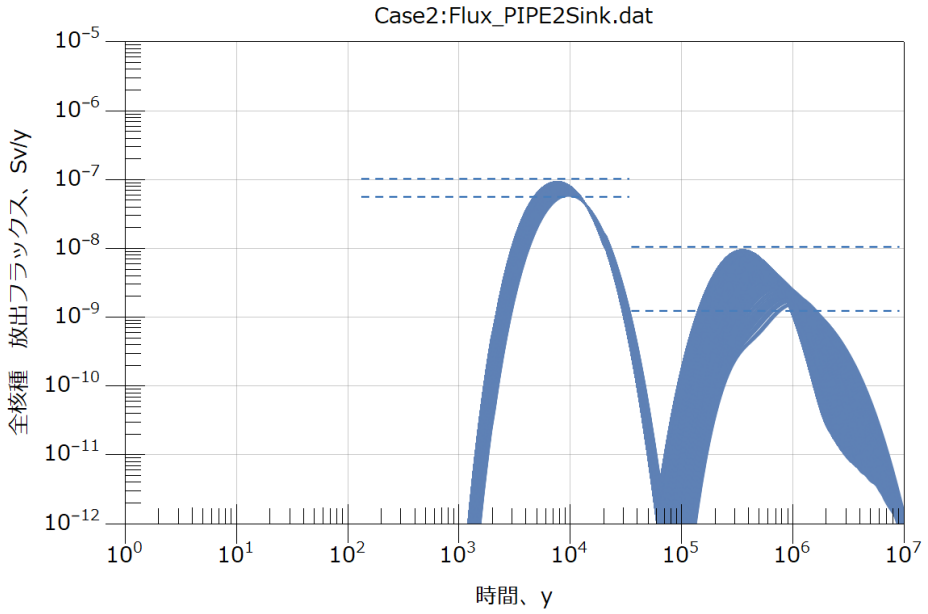


図 5.3-27　ケース B：生活圏への毒性度の移行率

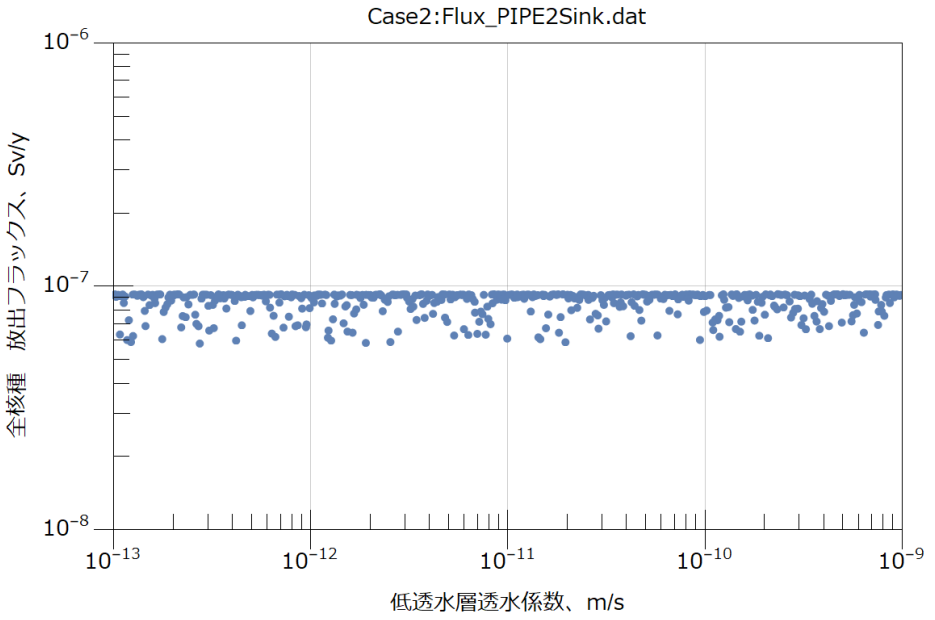


図 5.3-28　ケース B：低透水層の透水係数と移行率の関係

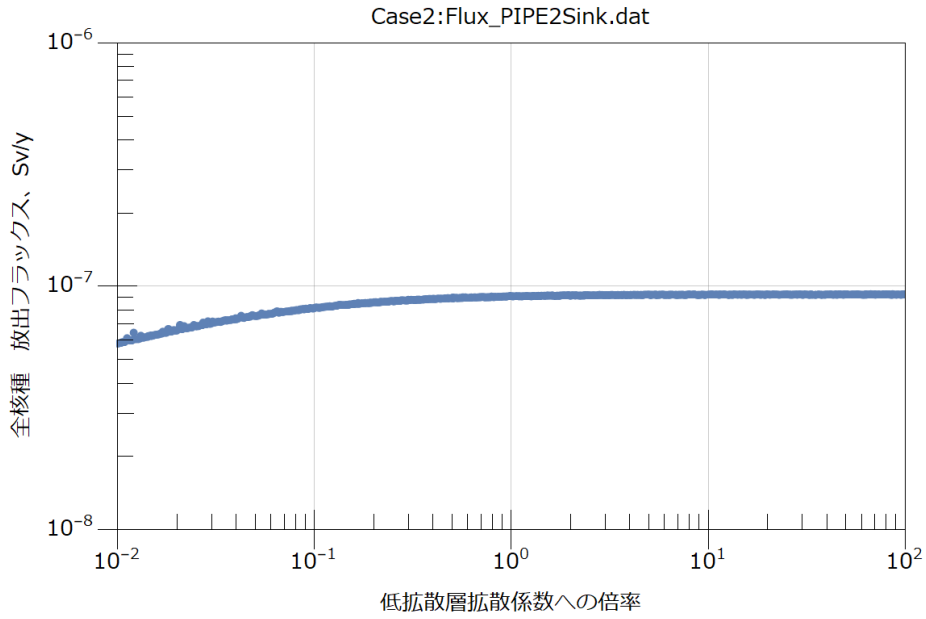


図 5.3-29　ケース B：低拡散層の拡散係数と移行率の関係

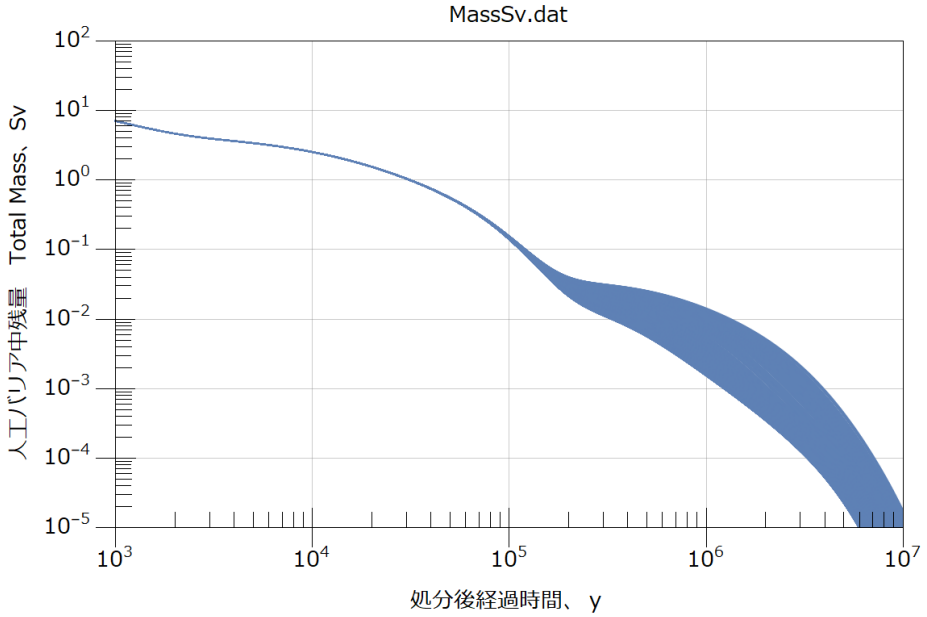


図 5.3-30　ケース B：人工バリア中に残存する核種量

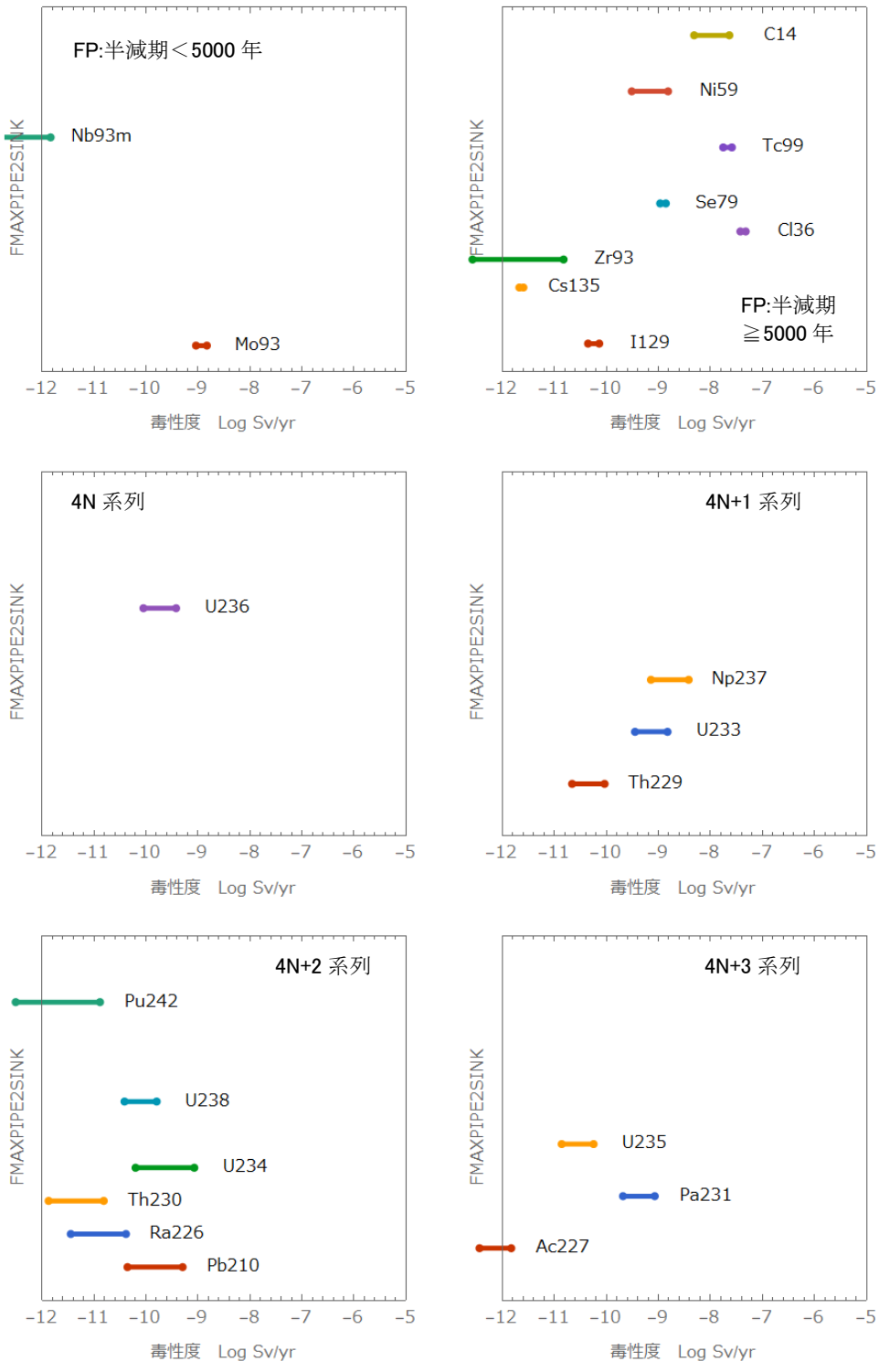


図 5.3-31　ケース B：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響

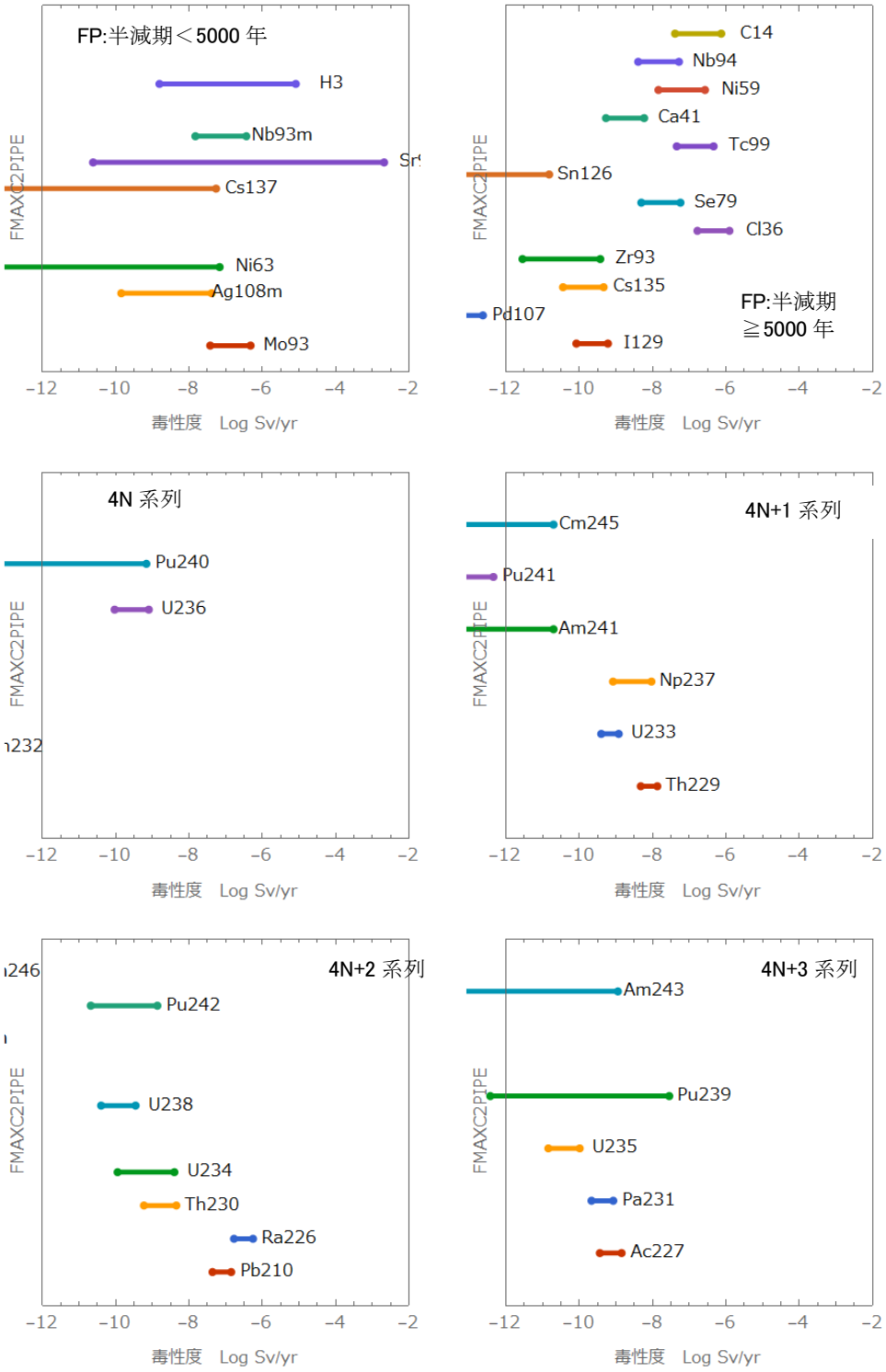


図 5.3-32　ケース B：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響

d. 低透水バリアを用いるケース（ケース C）

ケース C は、廃棄体-低透水バリアー天然バリアの構成であり、低透水バリアの透水係数を±2 桁の幅で変化させた。

図 5.3-33、図 5.3-36 に解析結果を示す。ここで設定した地質環境においては、低透水層の性能の変化に毒性度の移行率はほとんど変化していない。

図 5.3-32 に示す、人工バリアから天然バリアへの移行率においても変動幅がほとんど見られない。

その理由としては、もともとの地層の流量が小さく、低透水バリアの核種移行挙動が、移流より拡散に支配されていることによると考えられる。このような環境での低透水バリアの設定（厚さ、拡散係数）では、想定されるバリア中の流速と拡散を比較（ペクレ数）による初期検討が重要となる。

低透水バリアの機能については、天然バリアの不確実性を考慮するシナリオ検討も踏まえて議論する必要がある。

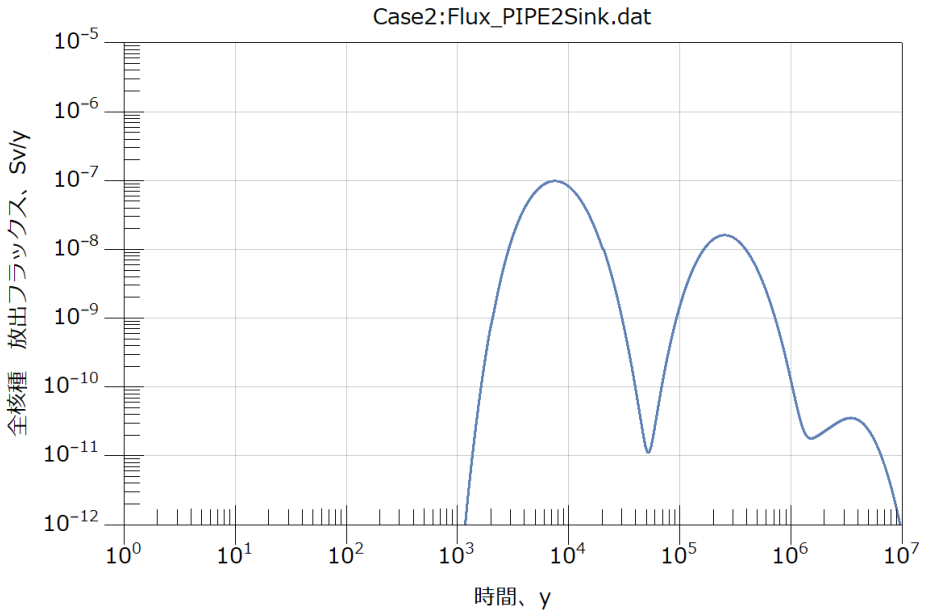


図 5.3-33　ケース C：生活圏への毒性度の移行率

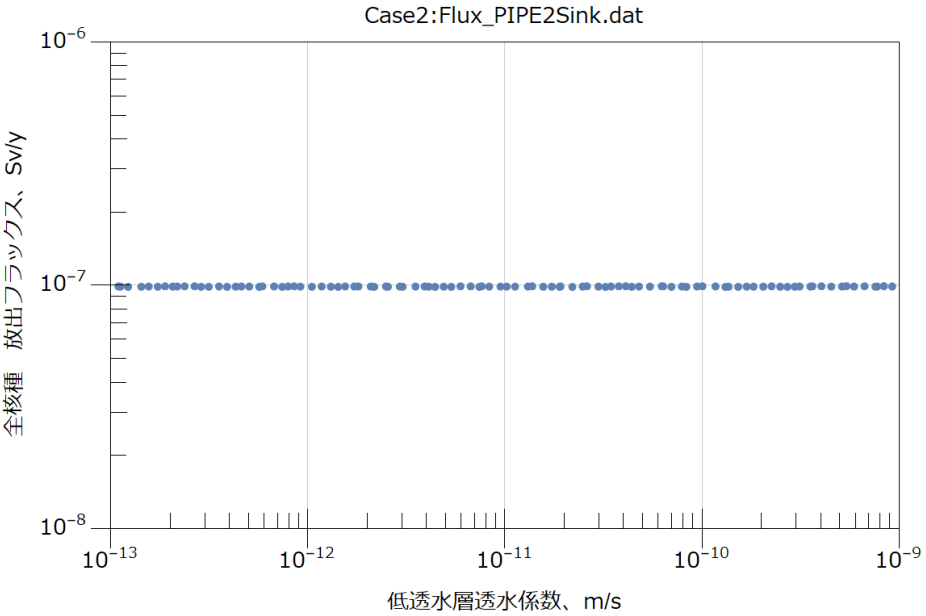


図 5.3-34　ケース C：低透水層の透水係数と移行率の関係

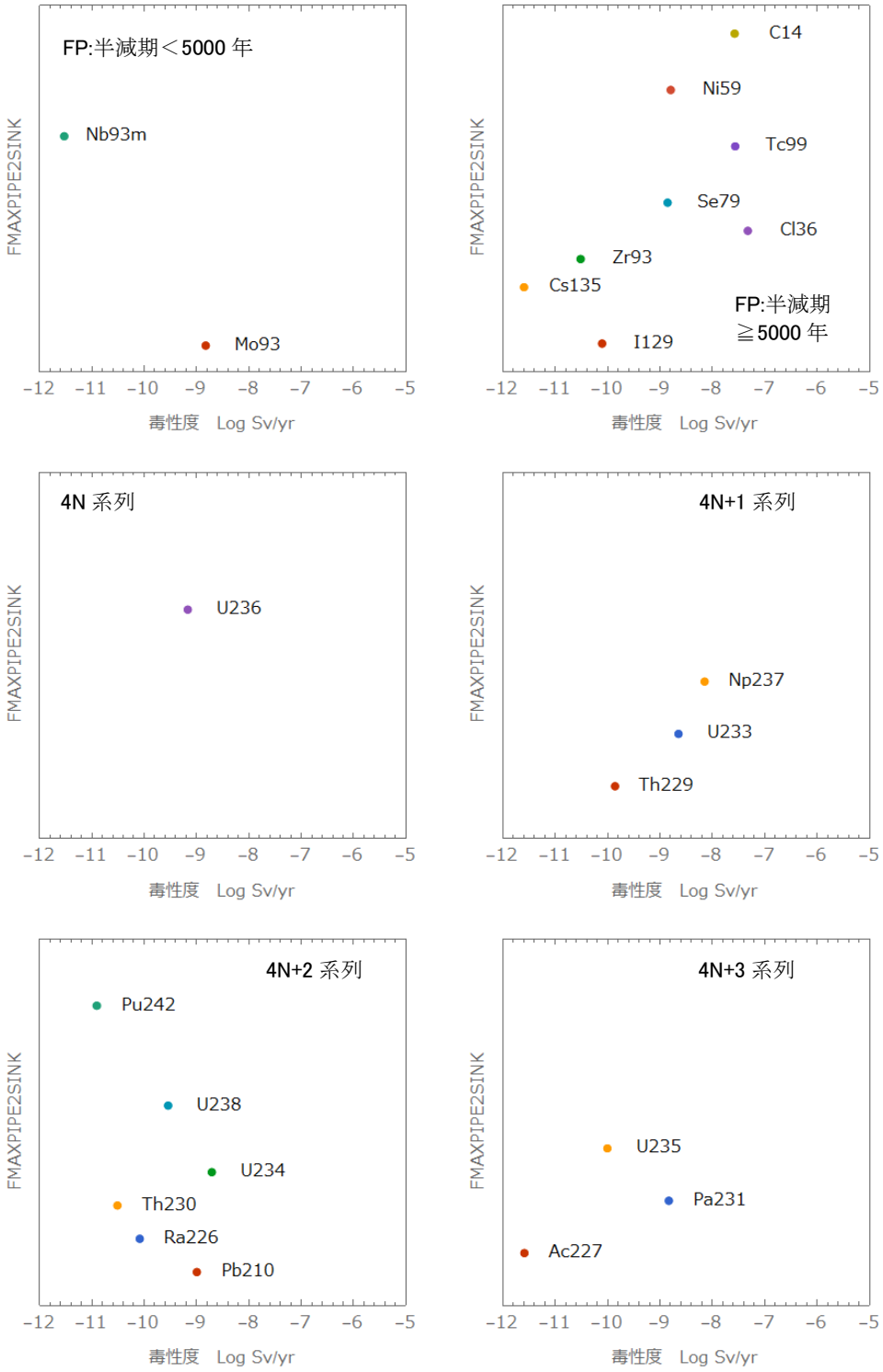


図 5.3-35　ケース C：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響

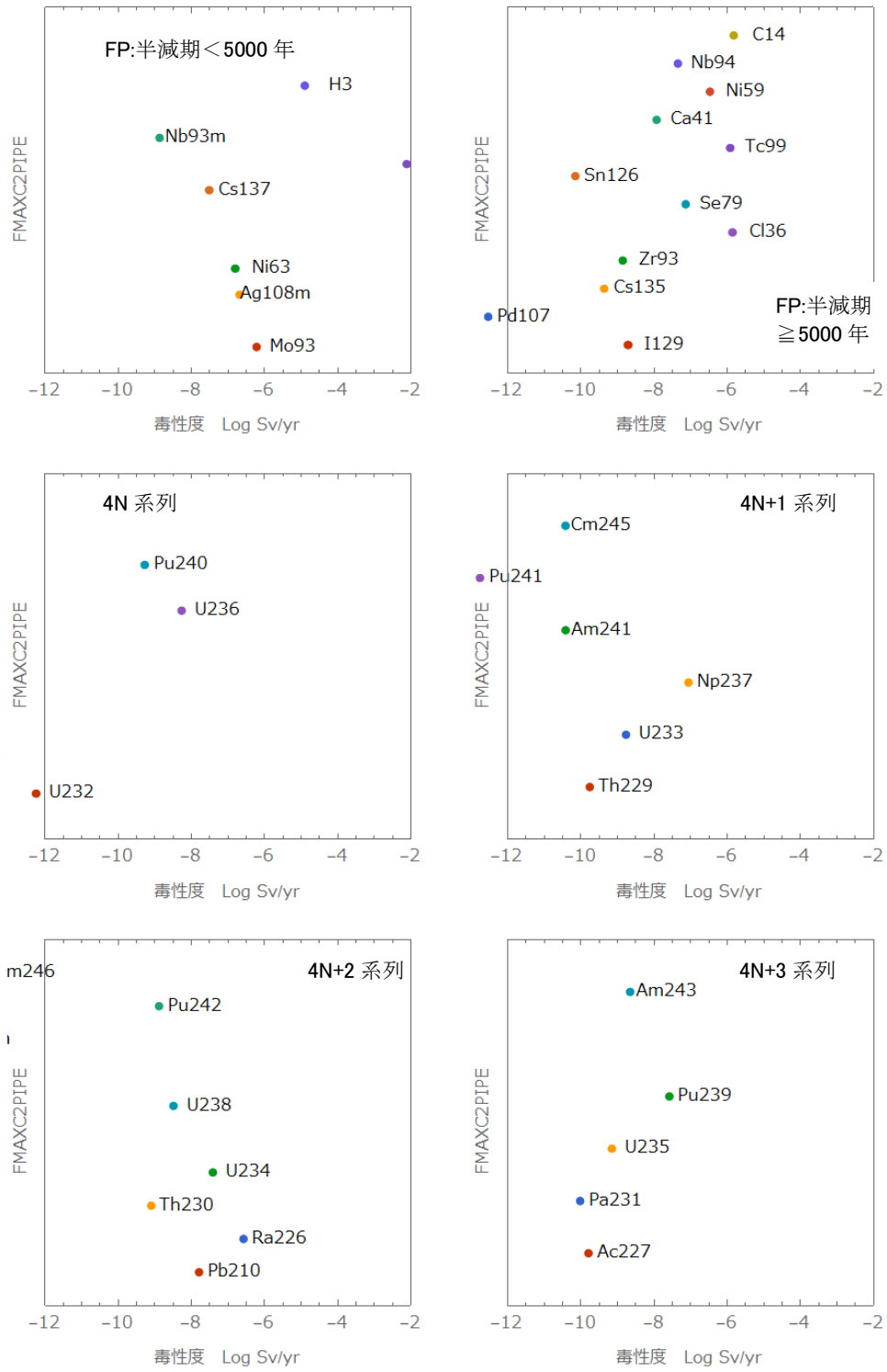


図 5.3-36　ケース C：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響

e. 低拡散バリアを用いるケース（ケース D）

ケース D は、廃棄体-低拡散バリアー天然バリアの構成であり、低拡散バリアの拡散係数を±2 桁の幅で変化させた。

図 5.3-37～図 5.3-41 に解析結果を示す。ケース C の低透水バリアのみの場合よりバリア効果はみられるが、移行率の変動幅は小さい。

低拡散バリアの透水係数は、掘削影響領域と同程度としていることから、掘削影響領域と同程度の集水が予想される。そのため、低透水バリアの条件とは逆に、移流による放出挙動が無視できないと考えられる。

図 5.3-39 に示す、人工バリア中に残存する毒性度は、10 万年でも少しばかりの変動幅を示すが、100 万年においては、0.5 桁程度の変動幅にとどまっている。

図 5.3-41 に示すように、Am、Pu 及び FP の Cs の変化幅が大きいことから、バリア中の TRU 核種の分配係数が低透水バリアに設定したものより小さいためと考えられる。

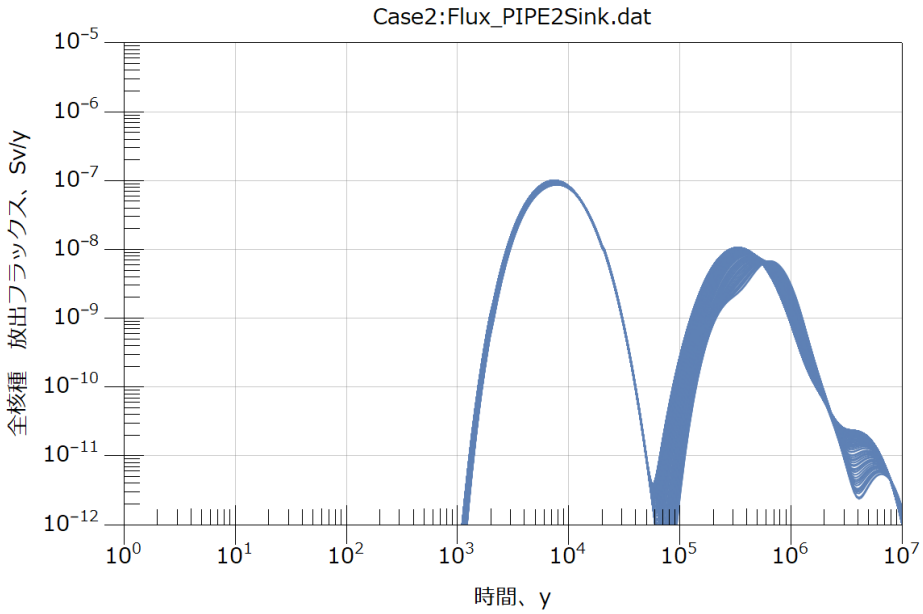
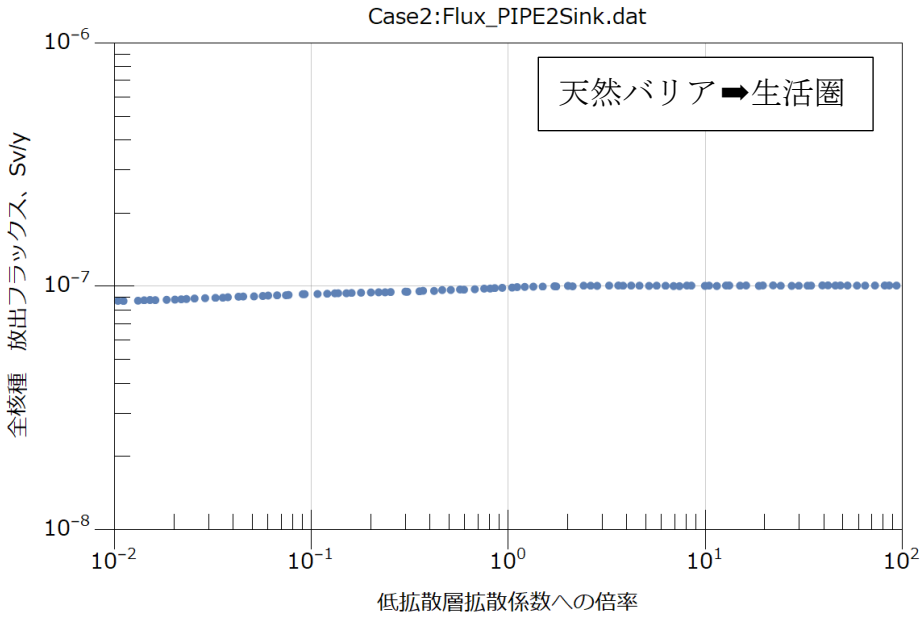


図 5.3-37　ケース D：生活圏への毒性度の移行率



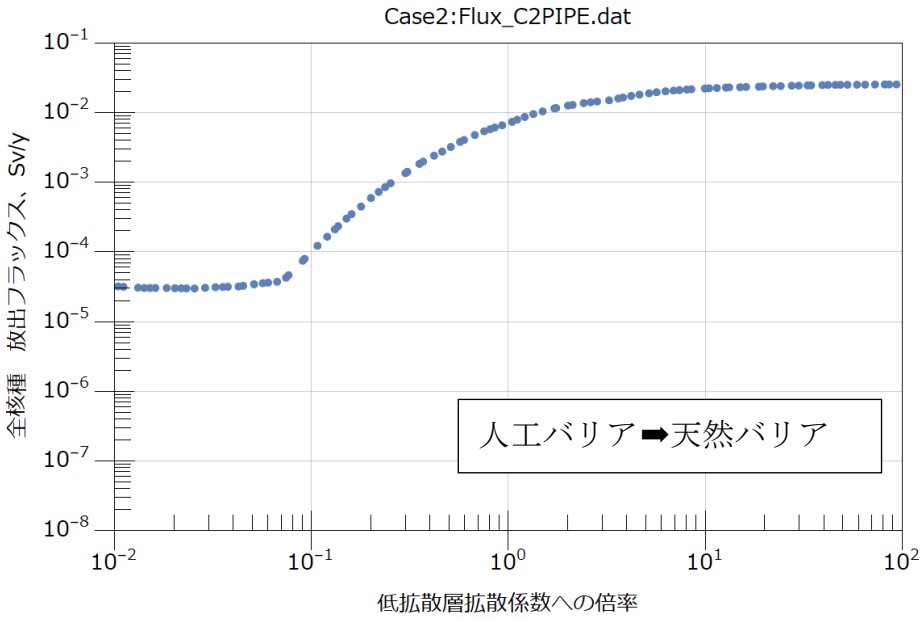


図 5.3-38　ケース D：低拡散層の拡散係数と移行率の関係

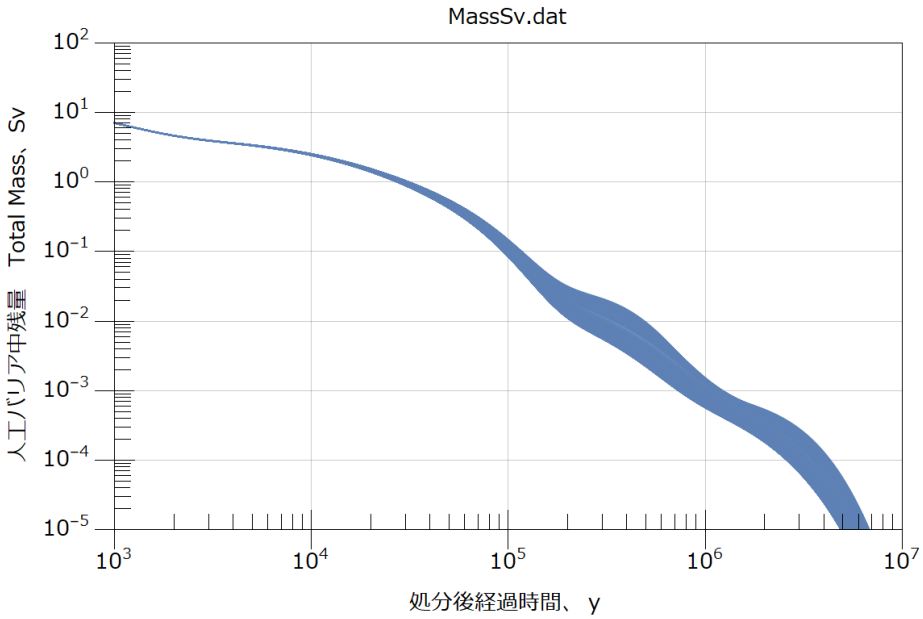


図 5.3-39　ケース D：人工バリア中に残存する核種量

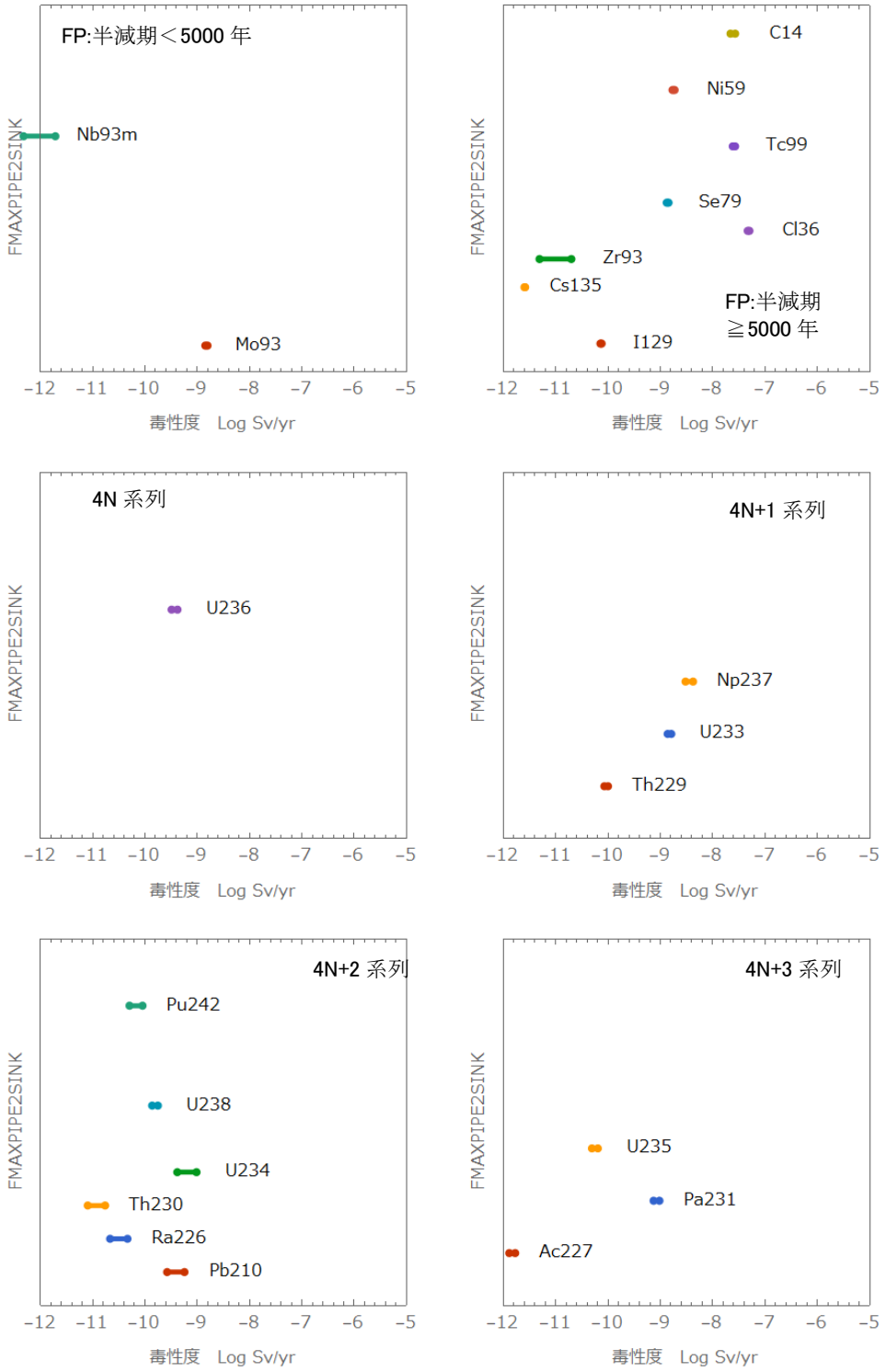


図 5.3-40　ケース D：バリア性能の変化による生活圏への毒性移行率への影響

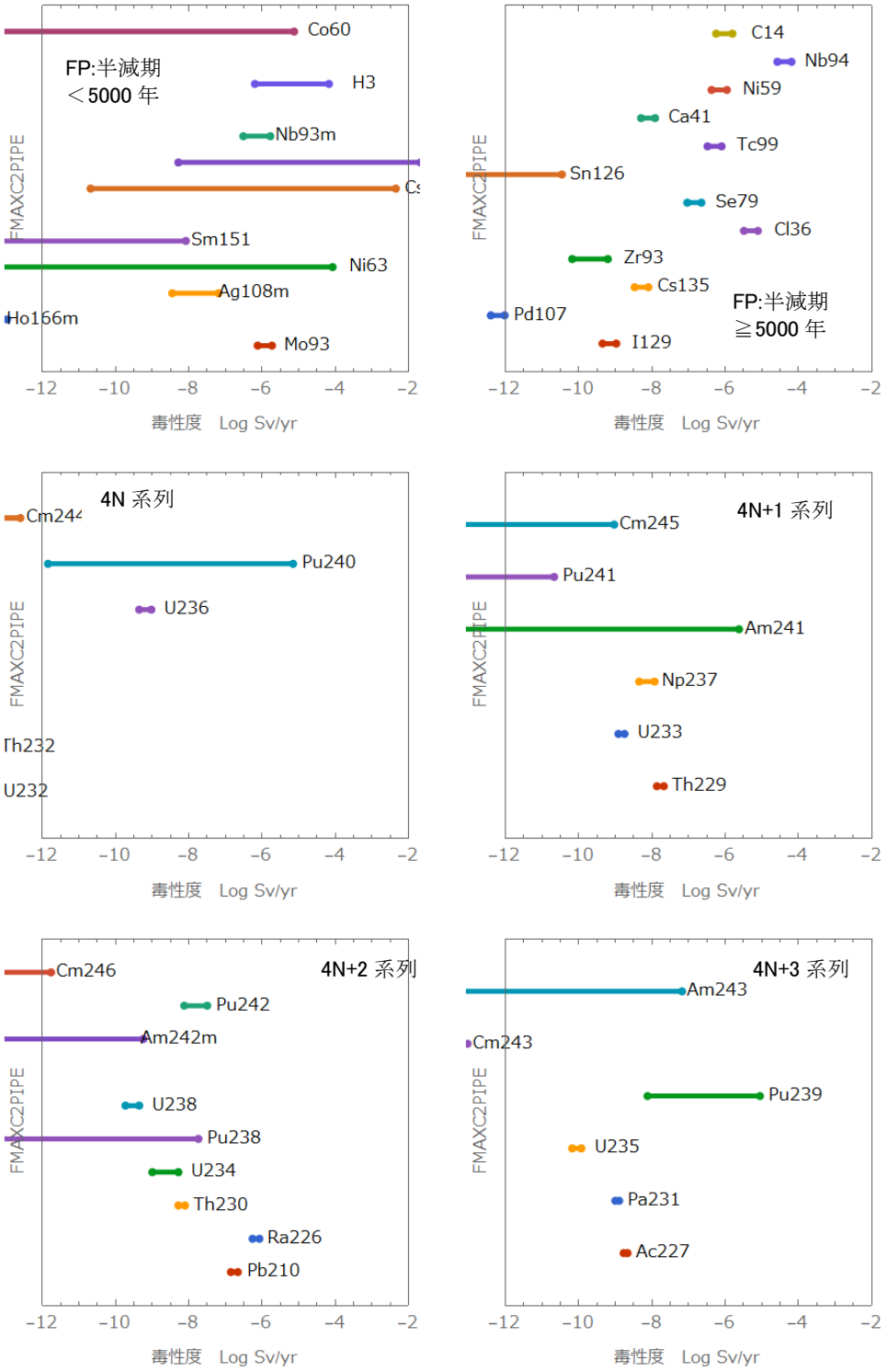


図 5.3-41　ケース D：バリア性能の変化による天然バリアへの毒性移行率への影響

f. 天然バリアが変動するケース（ケース A に対して変動）

ケース A～D における解析は、天然バリアの性能を固定して実施した。天然バリアの性能が良好であるため、透水バリアや拡散バリアの性能に対して、生活圏への毒性度の移行率の感度が鈍い結果となった。

ここでは、天然バリアの透水係数を 10^{-9}m/s～10^{-6}m/s と幅を与え、ケース A と同様な人工バリア構成（廃棄体-低拡散バリアー低透水バリアー天然バリアの構成）を考慮して感度解析を実施した。

図 5.3-42 に示すように、毒性度の移行率は幅広く分布する。図 5.3-43 に天然バリアからの最大の移行率と母岩の透水係数の関係を示す。母岩の透水係数が増えるに従い、人工バリアの効果によって毒性度の移行率の幅が増大する。

毒性度移行率の最大値と母岩の透水係数は比例関係にあり、透水係数が大きくなっても人工バリアの性能によっては、毒性度の移行率を低減できることが解る。

図 5.3-44、図 5.3-45 に示す人工バリア性能と移行率の関係をみると、毒性度の移行率と低拡散バリアの拡散係数には明らかに相関がみられるが、低透水バリアの透水係数とは特徴的な相関は認められない。

これは、低透水バリアの透水係数の範囲が、最大でも 10^{-9}m/s との設定から、人工バリア内部が移流支配とはならず、核種の移動が拡散係数に律されるためと考えられる。

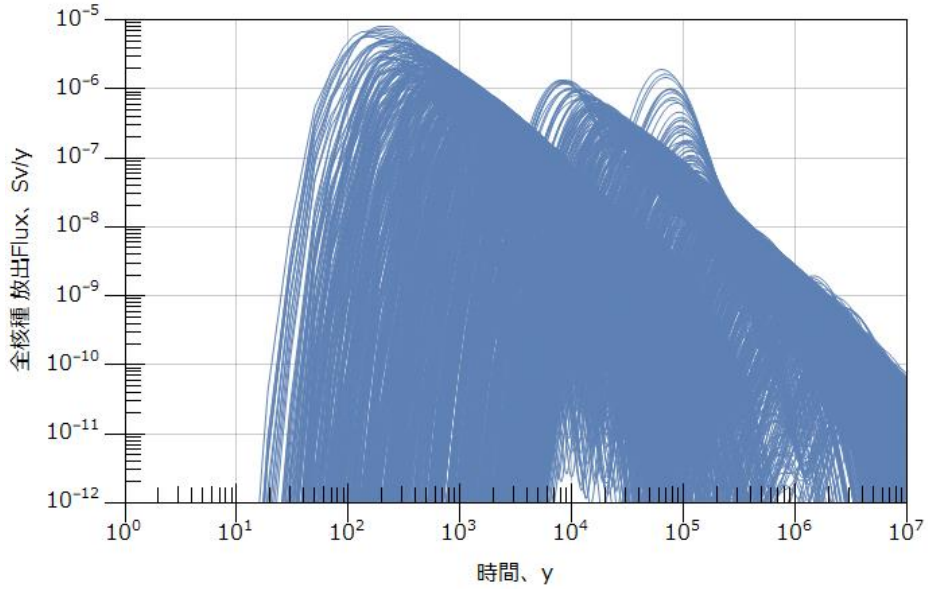


図 5.3-42 ケース A,天然バリア変動：生活圏への毒性度の移行率

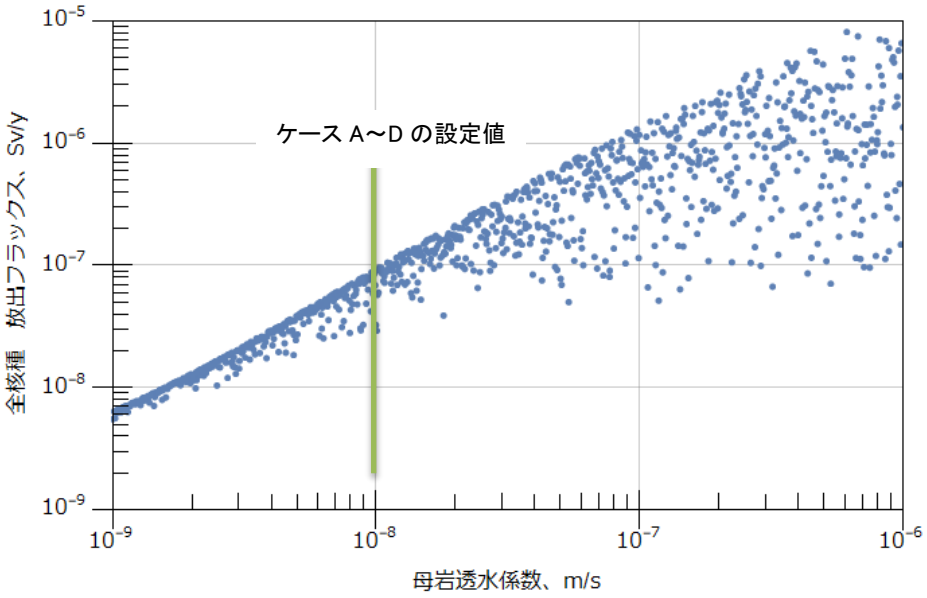


図 5.3-43 ケース A,天然バリア変動：母岩透水係数と天然バリアからの移行率の関係

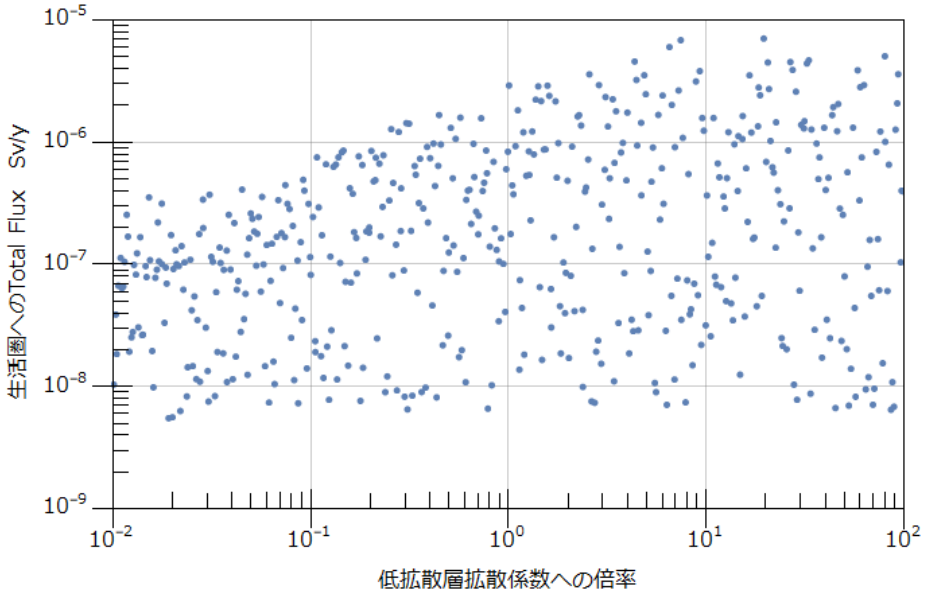


図 5.3-44　ケース A,天然バリア変動：低拡散層の拡散係数と移行率の関係

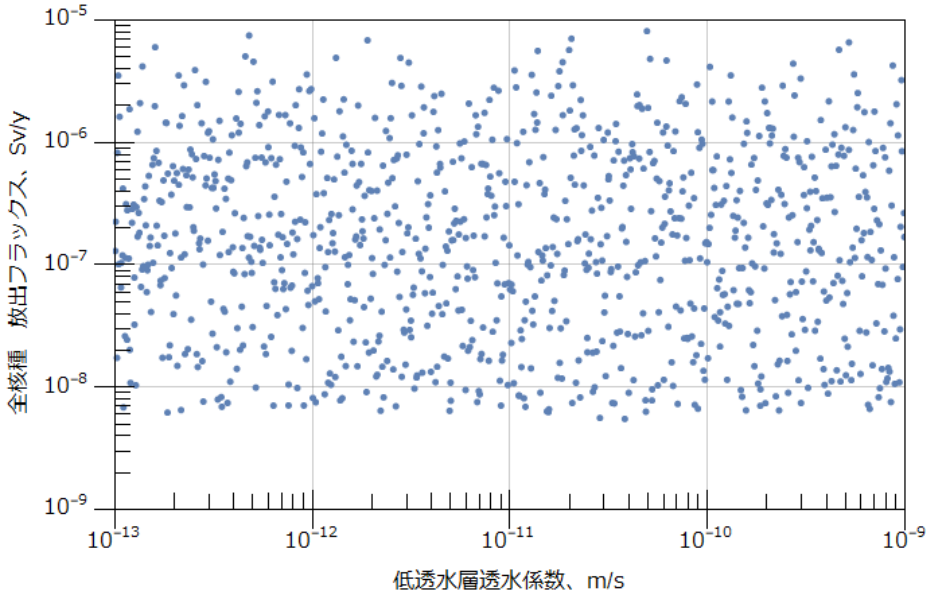


図 5.3-45　ケース A,天然バリア変動：低透水層の透水係数と移行率の関係

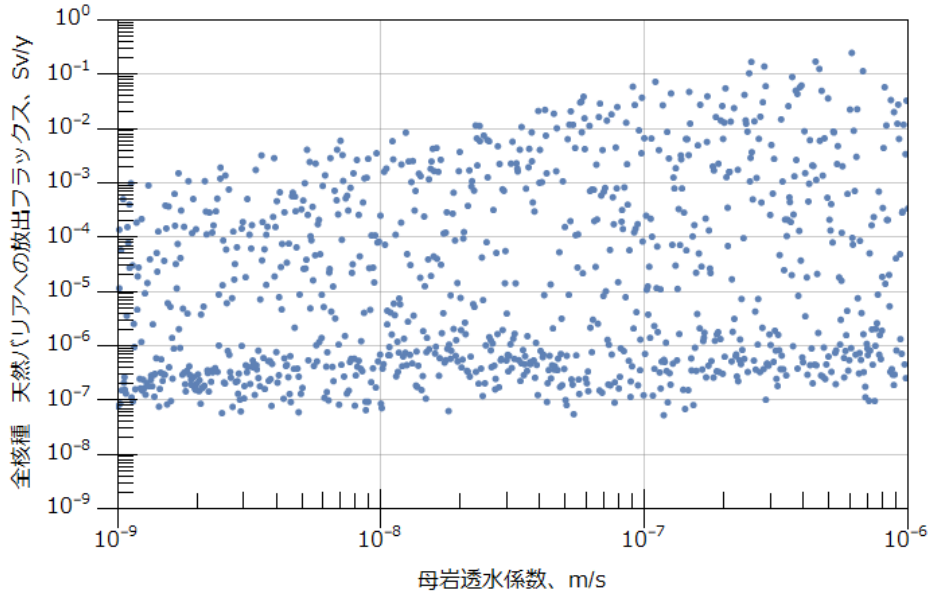


図 5.3-46　天然バリアへの毒性度移行率と母岩透水係数の関係

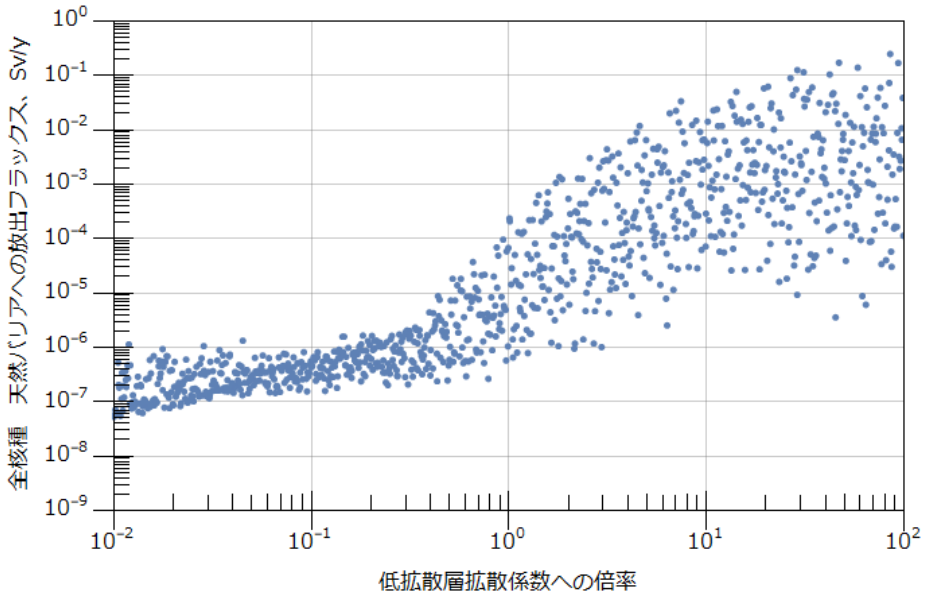


図 5.3-47　天然バリアへの毒性度移行率と低拡散層の拡散係数の関係

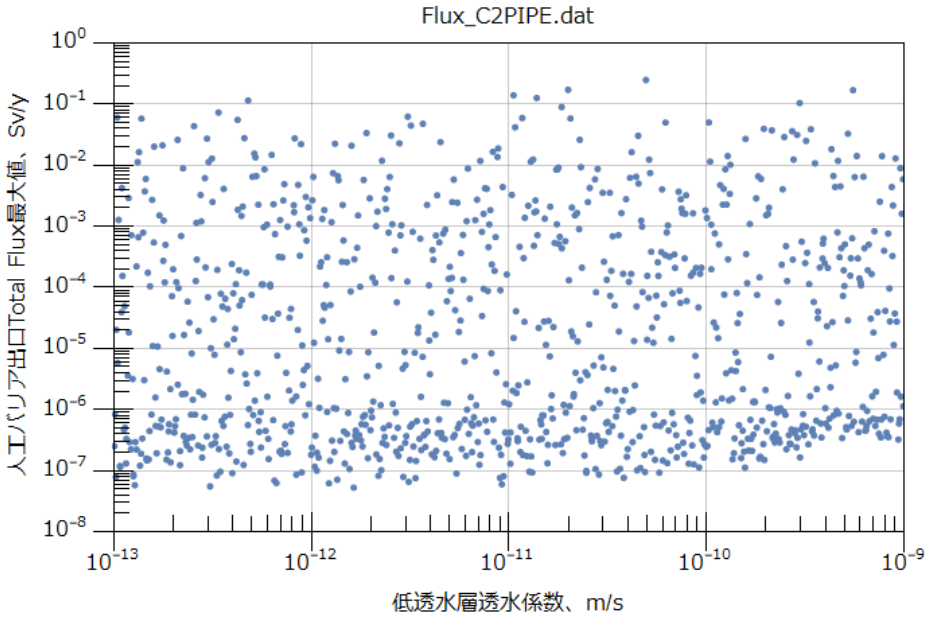


図 5.3-48　天然バリアへの毒性度移行率と低透水層の透水係数の関係

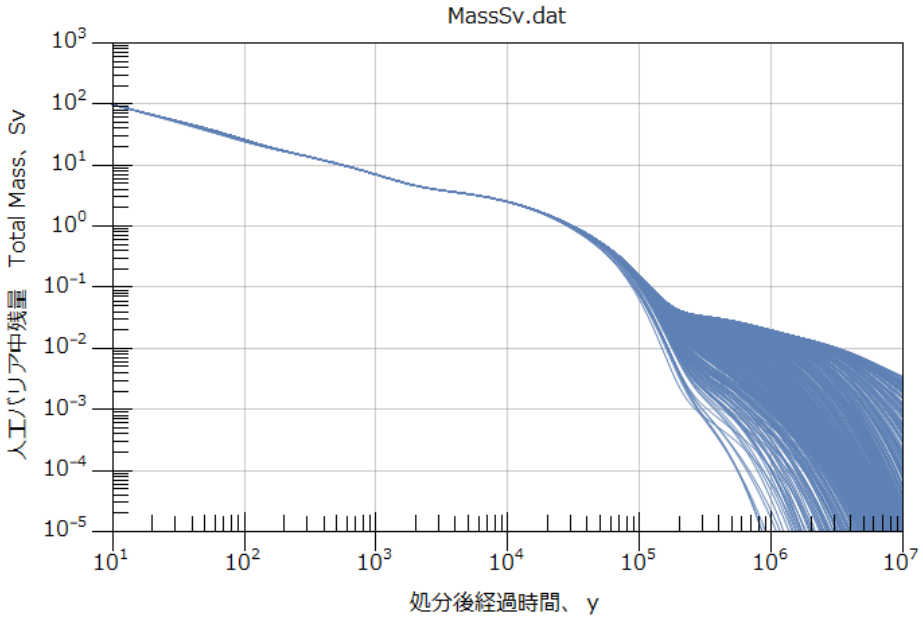


図 5.3-49　ケース A、天然バリア透水性変化：人工バリアに残存する毒性度

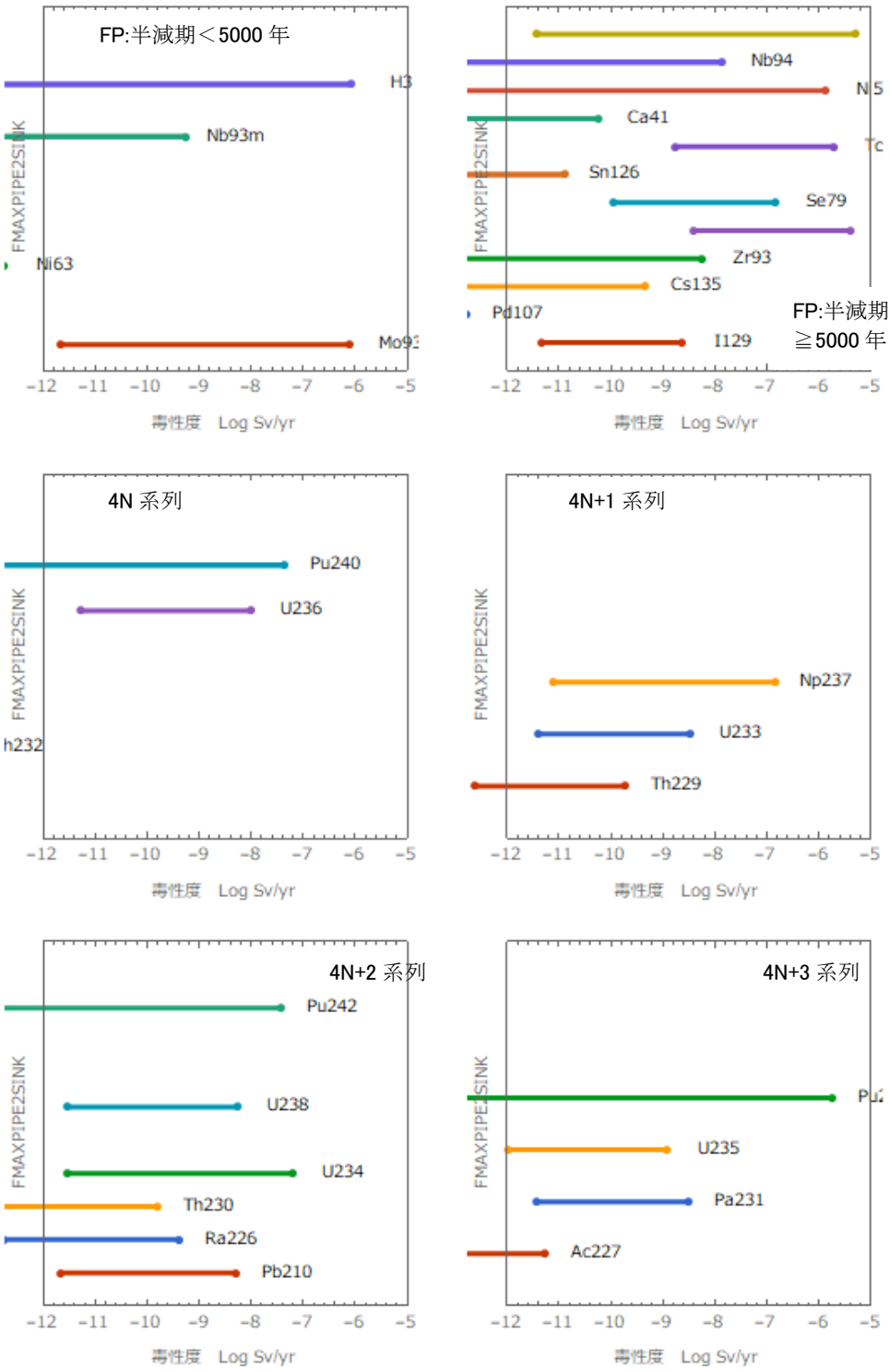


図 5.3-50　ケース A、天然バリア透水性変化：生活圏への毒性度の移行率（核種毎）

2）安全性の観点から算出された量の取り扱い

バリア性能の定量化の観点から、簡単な核種移行モデルを作成して以下の量を比較した。

- 天然バリアから生活圏への核種の移行率
- 人工バリアから天然バリアへの核種の移行率
- 人工バリア中に残存する核種の量

これらの定量化された値は、最終的な判断で用いられる線量に比例または反比例することから安全性を示すことが可能な量となる。そのため、人工バリアの追加や配置の変更において、相対的な比較が可能となる。これらの値を、どのように変換し組み合わせるかについては経済性等を含める総合評価の方法論に従うものとする（次年度予定、ここでの結果をそのまま使用するものではなく、施設設計側から提案される人工バリア概念に従い解析を実施するものとする）。

処分オプションを総合的に選択するためには、候補となる人工バリアについて、人工バリアの仕様を絞り込む必要がある。人工バリアの仕様の絞り込みは段階的に行うこととなり、オプションの評価結果を参考に感度解析のように使用することが可能である。バリア性能を示すパラメータ（例として、低拡散バリアであれば拡散係数）について、工学的に設定可能な範囲が具体化出来れば、バリアの組み合わせや順序といった人工バリアの設計に適用可能である。ただし、これらの評価は、安全性の観点の前に、どの組み合わせが移行率を低減できるかを示す結果になるものと考えられる。

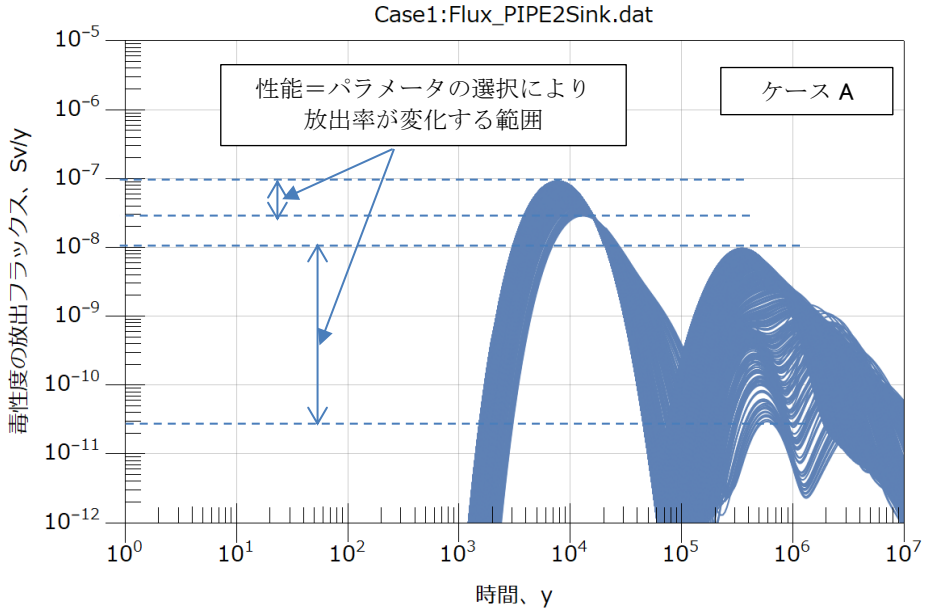


図 5.3-51　パラメータの変動に伴う移行率の変化幅の例示

図 5.3-51 は、ケース A の結果を再掲したものであるが、ピーク値の変化幅は他のケースに比較して最も大きな結果であった。移行率のピークの変化とパラメータの関係は線形ではないために、一意的にこの組み合わせが妥当であると結論付けることはできないが、この組み合わせが、最も効果的な可能性を有するということが示されているものと考えられる。

概念設計の初期の段階では、

- どのような機能を有するバリアを配置するか？
- どのような順序でバリアを配置するか？

といった、バリアの基本的な概念構築が必要となる。この段階では、設計、天然バリア共に概略的であり、概念設計を実施するために有効なバリア構成を選択するためにはこのような感度解析的な手法は有効である。

a. 指標としての適性

指標の候補として、核種の移行挙動を表す３つの量を算出し、その特性を踏まえた比較を行った。なお、各指標の候補は、河川水の直接飲用に相当する線量換算係数を用いて核種毎に規格化し、時間ごとの加算値を用いている。

表 5.3-10　指標の候補の利点と問題点

指標	利点	問題点
人工バリアからの移行率	天然バリア性能への寄与の程度が小さいことから、人工バリアの変化に感度が高い	経験的に重要性の高い核種よりも、半減期が短く毒性の高い核種が支配的となる場合が多く、被ばく線量との比例関係は小さい
天然からの移行率	最も、被ばく線量の算出値に比例するが得られる	天然バリア性能に強く依存し、地質環境が定まっていない場合の天然バリアの想定が難しい
人工バリア中の残存量	閉じ込め性能が直観的に理解できる	10 万年程度の時間経過では、残存する核種の量はどのケースにおいても大きな差は見られなかった 100 万年経過後は、ケースやパラメータの変動範囲に追従して変化するが、「評価期間」を超える可能性がある。

毒性度の異なる核種の結果を統合するためには、線量換算係数などの適用は不可欠となる。しかしながら、生活圏での核種挙動や被ばくシナリオに対するモデルが不在であるため、ここでの生活圏での被ばくモデルは単純な河川水摂取モデルとしている。線量換算係数は、経口摂取以外にも吸引摂取、外部被ばく換算係数などがある。この段階での毒性度

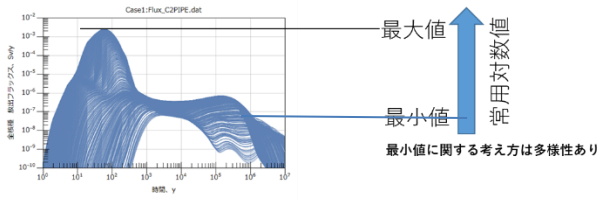
を測るうえでは、法令に定められた濃度限度と同じ線量換算係数を用いている河川水飲用モデルで十分であると考える。

b. 指標の比較例

ケース A～E のピーク値の変動範囲を表 5.3-11 に示す。変動の感度といった側面では人工バリア出口での移行率が最も感度が高い。天然バリアの透水係数が比較的低いことから（1×10⁻⁸m/s）、天然バリア出口での移行率の変動幅は小さい。

表 5.3-11　指標の比較

指標案	天然バリア出口での移行率	人工バリア出口での移行率	核種の残存量
特徴	変動幅は天然バリアに強く依存	変動幅は天然バリアへの依存性は小さいが、短半減期の核種がピークを支配する	10 万年後の結果は、どのケースも変化なし、結果は 100 万年後
ケース A	-7～-7.6(0.6)	-2.6～-7.4(4.8)	-1.7～-2.8(1.1)
ケース B	-7～-7.3(0.3)	-2.6～-6.5(3.9)	-1.7～-2.8(1.1)
ケース C	-7(-)	-2.1(-)	-3(-)
ケース D	-7～-7.1(0.1)	-1.7～-4.4(2.7)	-2.8～-3.3(0.5)
ケース E	-7(-)		



()内は変動幅

なお、感度解析結果によれば（図 5.3-52 参照）、低拡散層の標準的な実効拡散係数（標準値：3E-11 m²/s）の変動は、人工バリアからの毒性度の移行率と強い相関と持っているが、天然バリアからの毒性度の移行率との相関は、より小さい結果となっている。

また、移行率と拡散係数の関係は、単純な線形とはなっていない。これは、毒性度を支配する核種の相違によるものと考えられる。ケース A と C の差異は、低拡散バリアの外側に低透水バリアの存在の有無にある。

ケース C の人工バリアからの移行率において、一定の位置から移行率が平たんとなっている理由は、移流による移行率が拡散による移行率を上回るためと予想される。Pe 数で推定可能と

ではあるが、低拡散層内部の流速はバリア外側の条件である母岩や掘削影響領域の透水性と動水勾配に依存することから、拡散係数を直接、指標として使用するためには、バリア内部の地下水流速との相関を考慮する必要がある。

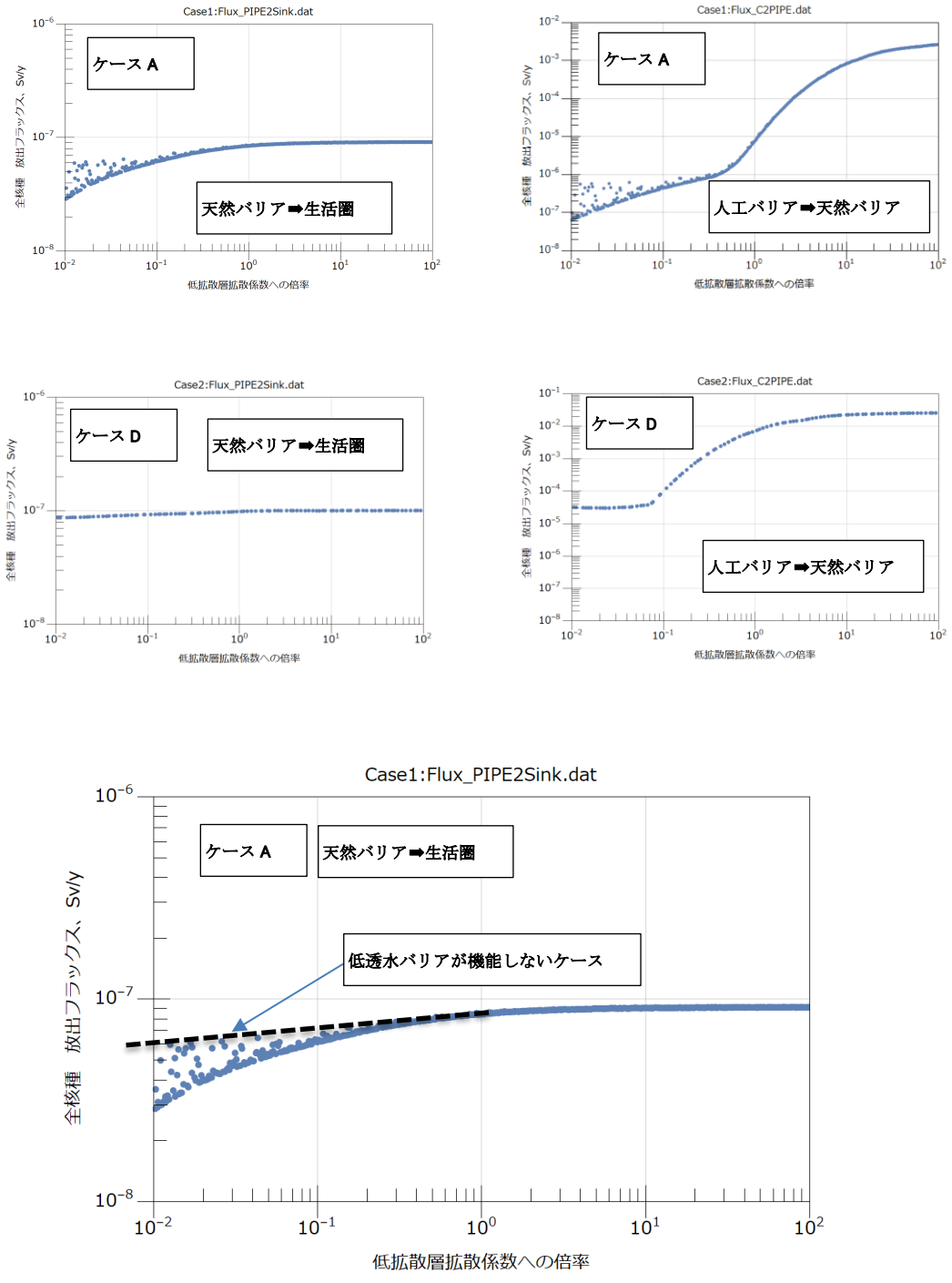


図 5.3-52　低拡散バリアを用いるケース（A,D）での毒性度の移行率の比較

次に、母岩の透水係数と毒性度の移行率の関係を図 5.3-53 に比較する。透水係数の小さな領域では、人工バリアの効果は小さく移行率は、ほぼ天然バリアの性能（ここでは透水係数）に依存していることが解る。

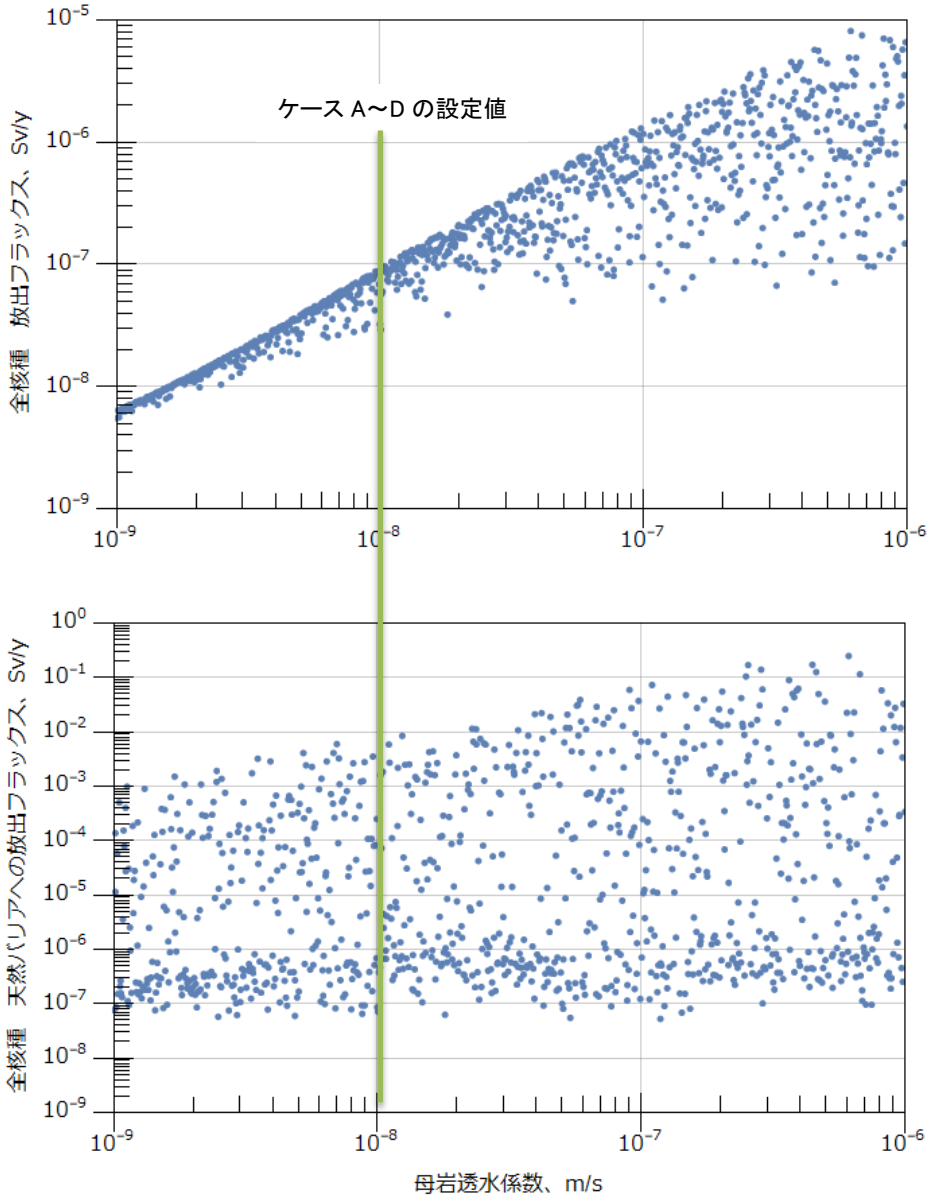


図 5.3-53　ケース A,天然バリア変動：母岩透水係数と天然バリアからの移行率の関係（再掲）

以上のように、線量に強く相関する毒性度の人工バリアまたは天然バリア出口での移行率を、単純な物理量である、母岩の透水係数、低透水バリアの透水係数、低拡散バリアの拡散係数に置き換え、より簡便な指標を導出することは今回の３つのパラメータの感度解析においても、複雑な様相を示した。そのため、バリアの特性値を指標として適用する場合には、様々な条件の組み合わせが必要となる。

概念設計の段階において、より簡便な手段を用いて「安全性」に対する相対的な指標とすることは、可能ではあると考えられる。しかしながら、分配係数等の変動の範囲に関する不確実性等のパラメータの増加も考えられ、多くのパラメータ範囲の場合分けが必要となり、説明性も低下する。そのため、信頼性の高い核種移行モデルの構築とその結果を用いることが望ましいと考える。

5.3.5 まとめ

処分場開発の段階を「概念設計の段階」と仮定し、安全性の観点、すなわち被ばく線量を低減できる可能性の高い人工バリア構成の選択の試行を実施し、以下の課題を抽出した。

研究の進め方について：本研究の開始時点においては規制側からの要求となる可能性の高い「優れた設計」に対する解釈が多様で明確ではなく、今後、検討を進めるためには、この研究の枠組みの中で全体の合意を早急に得る必要がある。

閉鎖後の安全性に関する指標の導出について：低透水バリア、低拡散バリアの 2 つのバリア機能に対して、感度解析を実施した。

- バリア機能として、天然バリアの性能が増すに従い、人工バリアによる線量の低減効果は減少する。多重バリアの観点からも、システム全体の評価と人工バリアでの評価を合わせた性能指標とする必要がある。
- 性能指標として、簡易なモデルによる解析を用いて、核種移行率や人工バリア内部に残存する毒性度を比較した結果、人工バリア出口及び天然バリア出口での核種移行率を用いることが適切であると判断されたが、これを 1 つの安全性に寄与する指標とする方法について検討する必要がある。
- 生活圏での被ばく経路を特定できない段階であることから、「毒性度」を表すための手段の多様性に関しても適切な取り扱いが必要となる。

また、安全性の指標化に向けた検討とは異なるが、人工バリア構成としては「廃棄体」－「低拡散バリア」－「低透水性バリア」－「天然バリア」の構成が線量を低下させるためのバリア構成として有望であることが判った。このような感度解析から得られる知見についても、設計オプションの選択のための情報として取り込むための手順を検討することが望ましい。

5.3.6　技術開発計画

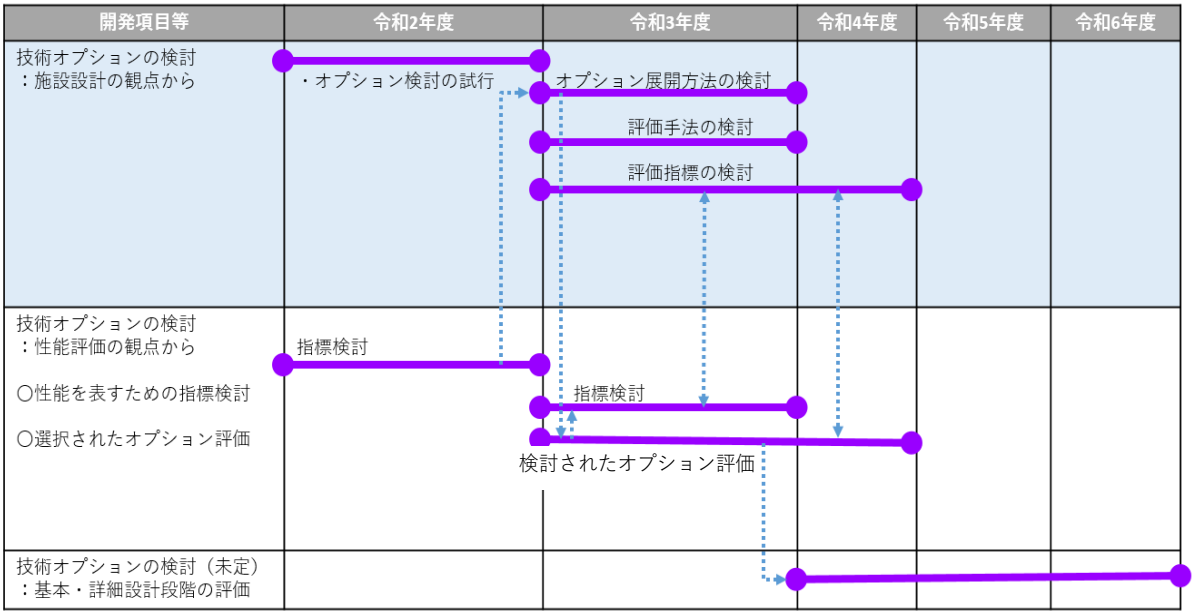
令和 2 年度は、人工バリアのバリア配置の多様性を踏まえて、簡単なモデルに基づき性能指標となる可能性の高い量について定量化を実施し、性能を示すための指標について検討を行った。

次年度は、ここで得られた課題に基づき、性能を示す指標の展開方法について引き続き検討を続ける。また 5.2 で検討されている総合的な指標への結果の提示方法について検討を行う。

また、5.2 で検討された設計オプションについての評価モデルを検討するとともに、試行的に評価を実施し、評価指標の検討に安全性の観点からの指標の提示を試みる。

（案）令和 4 年度以降においては、具体的な地質環境を仮定し、実際に想定される設計条件を踏まえ、処分場選定における具体的な手順や方法論について検討を行うものとする。

表 5.3-12　5ヵ年計画案



5.3 節の参考文献

[1] “社団法人土木学会（2009）：余裕深度処分における地下施設の設計，品質管理および検査の考え方、2009 年 7 月.”.

[2] “日本原子力学会標準（2017）：浅地中処分の安全評価手法：2016　日本原子力学会 AESJ-SC-F026:2016 2017 年”.

[3] “原子力規制庁（2018）：中深度処分等に係る規制基準等の策定について －第二種廃棄物埋設に係る事業許可基準規則等の骨子案の 事業者との意見交換の実施－　参考資料 1-1、平成３０年８月１日 原子力規制庁.”.

[4] GoldSim Technology Group (2018) :User's Guide GoldSim :Version 12.1 (June 2018).

[5] “社団法人日本原子力学会（2009）：余裕深度処分の安全評価手法（F012：2008）”.

[6] “電事連（電気事業連合会）・JNC（核燃料サイクル開発機構）（2005）：TRU 廃棄物処分技術検討書－第 2 次 TRU 廃棄物処分研究開発取りまとめ－，JNC TY1400 2005-013, FEPC TRU-TR2-2005-02.”.

第 6 章　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化の内、ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

第6章　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化の内、ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

6.1　研究の背景と解決すべき課題

6.1.1　研究対象

本研究では、主として中深度処分における空洞内充てん材の内、空洞上部への適用が考えられているベントナイト混合土を対象とする。その要求性能として、低透水性（透水係数 $k<10^{-10}$m/sec）を想定する。図 6.1-1 にその代表的な断面図を示す。

母材に 15%～30%程度のベントナイトを混合した混合土は、中深度処分の空洞内充てん材としてのみならず、浅地中処分や地層処分における坑道部埋め戻し等にも適用が想定されており、これら様々な「ベントナイト混合土による埋め戻し」にも適用が可能な研究と言うことができる。さらに、本研究の成果は放射性廃棄物処分分野にとどまらず、低透水性を要求品質とする土質系の土木構造物全般にも及ぶ。代表的なものを挙げるならば、一般あるいは産業廃棄物処分場の遮水層（粘土ライナー）の構築や、ロックフィルダム・ため池・堤防といった遮水構造物（遮水コア）といった分野への貢献も期待される。

図 6.1-2 に展開可能な実務領域の一例を示す。

なお、本研究では中深度処分における低透水層や地層処分における緩衝材に用いることが想定されている 100%ベントナイト締固め土や粒状ベントナイト等は研究の対象外とする。

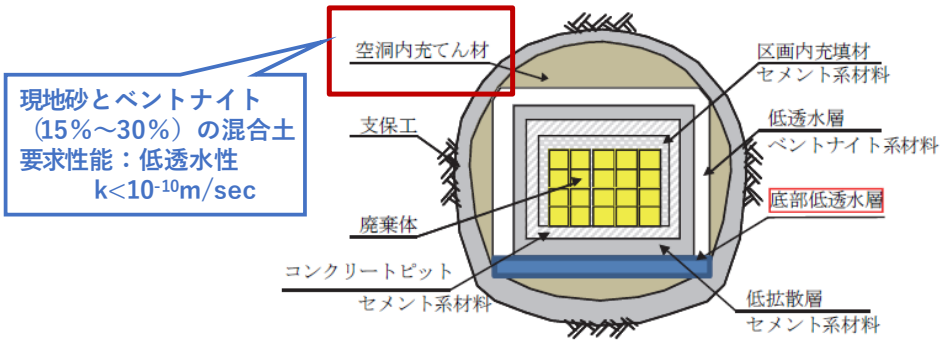
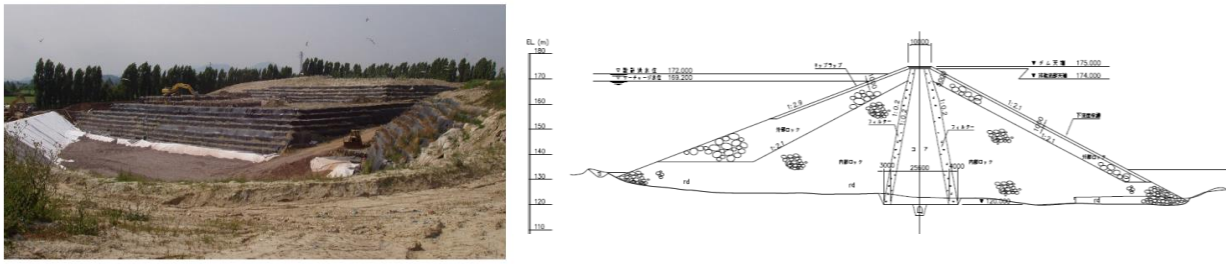


図 6.1-1　研究対象と要求品質（文献[1]より引用し加筆）



① 廃棄物処分場　　② ロックフィルダム

図 6.1-2　本研究成果の展開が可能な実務領域の一例（文献[2]、[3]より引用し作図）

6.1.2　技術的課題とその解決

中深度処分における空洞内充てん材としてのベントナイト混合土の低透水性評価に係る課題について、短期的課題と長期的課題に分類する。本研究では、主に短期的課題の解決に注力するが、その成果を援用することで長期的課題の解決を間接的に試みる。また基礎研究と言いながらも、放射性廃棄物処分事業に対する実務的な貢献も念頭に置き、本研究の方向性と中深度処分における現場課題との関連性も整理する。短期的な技術的課題を解決する中で、その知見をより汎用的に拡大し、最終的に締固め土の各種工学的性質の評価（低透水性・強度・変形・動的特性といった一般的な力学特性の評価）へと結びつけることを視野に入れる。なお、以下に挙げる技術的課題は 6.4 で述べる有識者ヒアリングの中で明らかとなったものが多い。ここではその概要を示し、詳細は 6.4 に譲る。

(1) 短期的課題の解決

図 6.1-1 に示した中深度処分の空洞内充てん材に一旦話を限定する。中深度処分の空洞充てん材に関しては現在、その設計・施工・施工管理手法の検討が鋭意進められているが、下記に示すような幾つかの実務的課題を抱えている。

① 現場施工法・施工管理方法の仕様が現時点で未確定であること

② 設計・施工・施工管理法の合理化やコストダウンが要求されていること

これら技術的課題の本質は、空洞充てん材（ベントナイト混合土）の低透水性発現機構（メカニズム）の解明が不十分であることが一因である。ベントナイト混合土の透水係数を取り扱った既往研究や実験事例は数多い（6.3 文献調査参照）が、これら既往研究はベントナイト混合土の透水係数に関する室内実験データやこれに影響を及ぼす諸要因、室内締固め供試体に対する透水係数の予測式等を提供する。しかしながら、空洞充てん材の材料仕様（母材・ベントナイト・混合率等）や施工仕様（施工含水比・締固め仕様・混合方法等）を確定するためにはまず、ベントナイト混合土の低透水性が何故、どのような現象の下で発現されるのか、その基本的なメカニズムを解明することが重要となる。これが分かれば、空洞充てん材の材料や施工方法の組合せに応じて、現場締固め時に何が生じ、その結果が締固め後のベントナイト混合土の初期状態やその混合土への長期的な水の浸透（＝低透水性）にどのような影響を及ぼすのかなどを一連の現象として把握することが可能となる。これにより、現場の設計・施工・施工管理法の確定根拠を明確に提示し、その延長上で施工の合理化やコストダウンの可能性を工学的判断に基づいて議論することが可能となるものと思われる。ベントナイト混合土に係る様々な実務問題を解決するための一つのフレームワークが構築され、最終的には放射性廃棄物事業において重要とされる「説明性」の向上がもたらされるといった課題解決に繋がるものと考えられる。

(2) 長期的課題の解決

短期的課題で述べたのは、空洞充てん材の設計・施工仕様の確定や施工管理手法、すなわち初期（施工完了）状態に関するものである。一方、放射性廃棄物処分事業においては処分

完了後の超長期（10,000 年スパン等）にわたる性能についても評価が求められる可能性がある。短期的課題で述べた低透水性発現現象の一連の把握が可能となれば、このメカニズムに則り長期的劣化メカニズムの想定やそれに対する最も有効な対処法の検討、長期品質を確保するための初期品質の在り方等を工学的判断に基づいて議論することが可能となり、ひいては長期的課題の解決の一助にもなると考えられる。

(3) 現場課題との関連性

「短期的・長期的課題の解決」でも少し述べたが、ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムの解明は、以下に示すような幾つかの現場課題の解決にも寄与できるものと考えられる。

① ベントナイト混合土の現地混合方法及び転圧仕様の最適化
② 現場施工におけるターゲット含水比の設定（加水基準）
③ 現場品質管理（品質確認）手法の合理化や、これと連動した管理基準値の設定

ベントナイト混合土においては母材とベントナイトの混合性（不均一性）という実務問題が存在し、これが混合土の品質に影響するとの意見が複数の有識者より得られた(6.4 参照)。現場の施工法のみならず、施工直後の品質管理のやり方やその基準値の設定なども「材料混合→加水→転圧」という一連の現場の現象を前提に考える必要があり、本研究で目指している低透水性発現メカニズムのフレームワークがその一助となる可能性がある。もちろん本研究がこれら全ての現場課題に答えを出し得るとは限らないが、常にこのような現実課題との関係性を念頭に置きながらメカニズム解明の研究を進めて行きたいと考える。

(4) 既往研究の概観

本研究で実施した文献調査の結果は 6.3 に取りまとめている。この中で、本研究のターゲット及び上記現場課題に関連して、現時点で不足していると思われる情報を一部抜粋して、概観として示しておく。文献調査は有識者ヒアリングで入手した追加の既往研究情報含めて今後も継続的に実施していく予定であり、以下はあくまで研究開始(本年度(令和 2 年度)) 時点のものである。

① ベントナイト混合土における低透水性と締固め後の微視的構造の関連性
② 母材・ベントナイト粉体・水 3 相の原位置混合攪拌性能が低透水性に及ぼす影響

①は、本研究の目的である低透水性発現メカニズムの解明に直結する情報である。主にロックフィルダムの遮水材（コア材）の研究の中で、走査型電子顕微鏡（SEM）やポロシメータ（間隙径分布測定）による検討が行われており、小峯（電中研）はベントナイト混合土に対して膨潤前後を含めた SEM 顕微鏡撮影を試みている。龍岡（東京理科大）や渡部（北海道大）らの締固め土に関する既往研究では、本項(5)で述べる本研究の第一課題である「最適含水比の湿潤側で最小透水係数が発現されるメカニズム」についても、締固め時の含水比（飽和度）の違いが土粒子構造（団粒化構造や均一構造）及び間隙径分布（Pore Distribution）の違いをもたらした結果として解釈が試みられている。崎田・小峯ら（早稲田大）は最近、このような考え方をベントナイト混合土に展開しており、本研究においてもこのアプローチ

が重要と思われる。なお、これら既往研究の微視的検討は締固め直後に限定されているが、本研究でチャレンジする中性子イメージング実験（6.6）は、その後の通水時（透水試験時）をターゲットとしており、これまでにない新たな試みとなる。

②に関しては、既往の室内試験が均一かつ十分に攪拌調整された理想的な供試体を用いていることから、現場施工における原位置混合攪拌の不均一性に関しては、主に建設会社による幾つかの現場試験施工結果の報告や原環センターによる粒状ベントナイトの現地転圧試験の報文等を概観した。これらの報文によると、施工含水比が高い場合には現場でいわゆる「ダマ」が生じているとの報告もあり、現場における攪拌精度についてはなお議論の余地がありそうである。

図 6.1-3 は、②の現場攪拌混合の問題と①の低透水性発現メカニズム（微視的構造）を関連付けた仮説である。図の右上に日本原燃によるベントナイト混合土の室内試験結果の一例を示す。室内で均一かつ十分に混合攪拌して作成した供試体であっても、図のごとく最適含水比の湿潤側で透水係数が最小となり、ドライ側では 1 オーダー程度透水係数が大となる。ドライ側でのこのような挙動については、小峯（電中研）による既往研究から、締固めと混練りが不十分な場合、ベントナイトに含まれるモンモリロナイトが膨潤してもなお残存する空隙（マクロポア）の影響が指摘されている。このようなドライ側での不均一粒子間隙構造は十分に攪拌された室内供試体においても不可避的に生ずるものであり、これに原位置における攪拌不均一の影響（最悪、粉体と水の両方が均等に行きわたらない）が加わると、マクロポアが集中する水理的弱点の形成をもたらす可能性が否めない。図中には、湿潤側における不安定領域も（あくまで現時点での想像として）併記した。湿潤側施工では、均一混合供試体の場合は低透水性の向上が見込まれるものの、幾つかの現地試験施工報告では含水比が高すぎるといわゆる土塊「ダマ（母材の周辺にベントナイト粉体が付着した団粒体）」が形成され、これが敷き均しや転圧では中々解消されないことが報告されている。このような極端な粒子構造の場合、今度は土塊間の大きな空隙（マクロポア）が水みちとなり、透水性が再び上昇する可能性が否めない（室内試験では、湿潤側での締固め密度の低下でこれが説明されるが、これにこのような構造の影響が加わることも最悪想定される）。付記するならば、このような極端な湿潤側施工では、飽和度の上昇により施工時の過転圧や走破性（トラフィカビリティ）低下、土層としての強度低下等の課題も生ずるため、低透水性以外のこれら要求品質を勘案した検討が必要となる。図 6.1-4 は、粒状ベントナイト（100%）の現場転圧試験結果の一例（原環センター他）を示している。ベントナイト混合土の結果もこの論文中に電中研の実施事例が示されており、図 6.1-3 に概念的に示したようなドライ側とウェット側双方での締固め物性のばらつきが報告されている（文献によると、実際の施工に際しては再攪拌等による解消が図られるとのこと）。本研究では、このような低品質（低含水比＋低添加率側）側から高品質（湿潤側含水比＋高添加率）までを網羅した供試体に対する連続的なデータを取得することで、低透水性発現メカニズムを明瞭に捉えることが可能になるのではないかと考える。新しい試みである中性子イメージング実験等の微視的手法においても、実験における可視化精度を確認したうえで、このような極端な粒子間隙構造を有するドライ側・ウェット側供試体を含めて検討を行うことで、粒子間隙構造と浸透状況の関連性を把握して

行きたいと考えている。

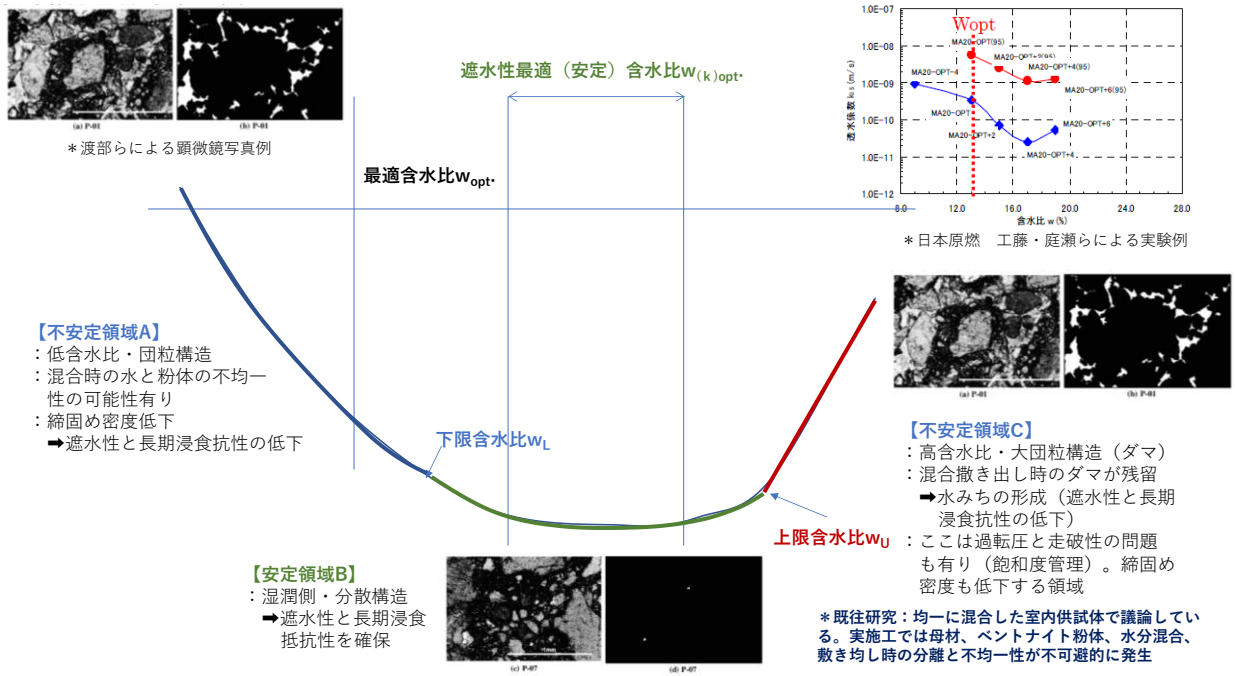


図 6.1-3　混合攪拌の不均一性とベントナイト混合土の遮水性能・微視的構造の関係
（想像図（文献[4]、[5]より引用し新たに作図））

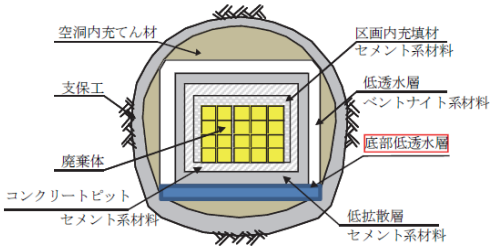


図-1　地下空洞型処分施設構成（土木学会[2]より一部改変）

写真-5　大型振動ローラによる底部低透水層の施工試験状況

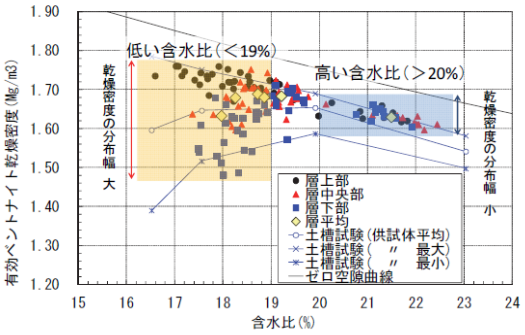


図-5　施工層を上下方向に3分割して測定したコア単位の有効ベントナイト乾燥密度の分布[15]

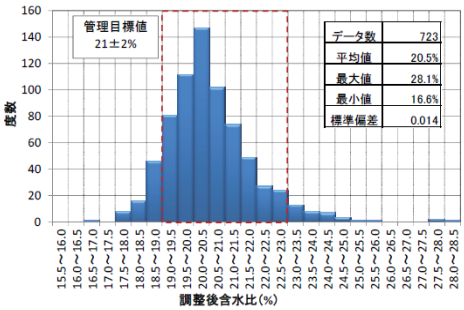


図-8　調整後の含水比分布（全体）

図 6.1-4　粒状ベントナイトの現場転圧試験結果事例[1]

(5) 低透水性発現メカニズム解明のための第一課題と地盤工学分野への貢献

「ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムの解明」という研究課題は、それ自体が相当に広い。そこで、本研究ではその解明のための第一課題として図 6.1-5 に示す問題からスタートする。「締固め土の最小透水係数は何故、最大乾燥密度に対応する最適含水比ではなく、その湿潤側で発現するのか」という問いである。この課題は、ロックフィルダムの現場管理者には古くから経験則として認識されており、含水比が低下しやすい夏場では遮水材料（コア材）に対して現場で散水を行って含水比を高めることが、従来より日常的に行われてきた（ただし、それが何故か、という問いかけはなされてこなかった）。謎解きのような課題ではあるが、これを解決することで発現メカニズムの解明の第一歩としたいと考える。

この第一課題に関連する既往研究の現状を以下にまとめる。ベントナイト混合土の透水係数は、一般に締め固めた混合土の乾燥密度と含水比の組み合わせにより変動する。近年、龍岡（東京理科大）は乾燥密度に加えて締固め時の飽和度が強く影響する（これが土粒子骨格構造に影響する）ことを示している。具体的には、最大乾燥密度における飽和度を最適飽和度と定義し、締固め時の飽和度が最適飽和度よりもやや低い場合では、高いサクションにより細粒子が粗粒子に張り付いて締固め力に対して硬い不均一凝集構造（アーチング）を作ることで、比較的大きな間隙径を形成し、その後の通水時に透水係数が大きくなるとしている。一方、締固め時の飽和度が最適飽和度よりもやや高い場合では、サクションが小さくなり細粒土が水や空気と共に粗粒子間の間隙を埋めるような均一分散構造を作ることで間隙径は小

さくなり、空気は水中に独立して封入された状態となって透水係数は小さくなるとしている。このため、締固め土の透水特性に関しては、締固め時の施工含水比の調整が施工上重要なポイントとされる。

ベントナイト混合土の透水係数を考えると、この施工含水比に加えて後述するベントナイトの主成分であるスメクタイト族（一般に、モンモリロナイト等）の膨潤特性を初めとし、混合土の材料特性（母材・ベントナイト）と施工方法（ベントナイト混合率、混合方法、転圧機種、撒き出し厚、転圧回数等）の組み合わせがさらに影響要因として加わることになる。

いきなり複雑な要因が交絡するベントナイト混合土を取り扱うと、評価が非常に難しくなることが容易に想定される。そこで本研究では、母材単体からスタートし、これに非塑性細粒土、高塑性細粒土、そして膨潤性をもつベントナイトを順次混合して材料特性を変えていき、上記の第一課題や発現メカニズムがどう変化していくかを追跡する「段階的解明アプローチ」を取る（6.7 に詳述）。この過程で得られる一般の土（段階的解明で用いる前半の材料）に対する低透水性発現メカニズムの解明は地盤工学分野への貢献をもたらす可能性がある。また、締固め土のマクロ構造（乾燥密度で代表される粒子間隙の合計値）とミクロ構造（締固め時の飽和度により変動する粒子間隙径分布）の組合せにより低透水性を説明することが出来れば、その延長上で低透水性以外の強度・変形・動的特性といった他の工学的性質の説明を試みることも可能となる（例えば、これもロックフィルダムの分野で認識されている、「締固め土の遮水性は最適含水比の湿潤側で最大となるが、せん断強度はやや乾燥側で最大となる」など）。

前述のように、ベントナイト混合土の場合にはモンモリロナイト（スメクタイト）の化学的な膨潤現象がこれに加わり、粒子構造骨格の違いに加えて土粒子の界面化学的・電気的性質の要因が付加されることになる。この場合、一般の土とは異なるメカニズムの導入が必要となる可能性がある。同時に、ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムの解明は、膨潤現象に起因する他の地盤工学的課題、例えば泥岩のスレーキングに伴う強度低下などの課題への展開も可能と考えられる。

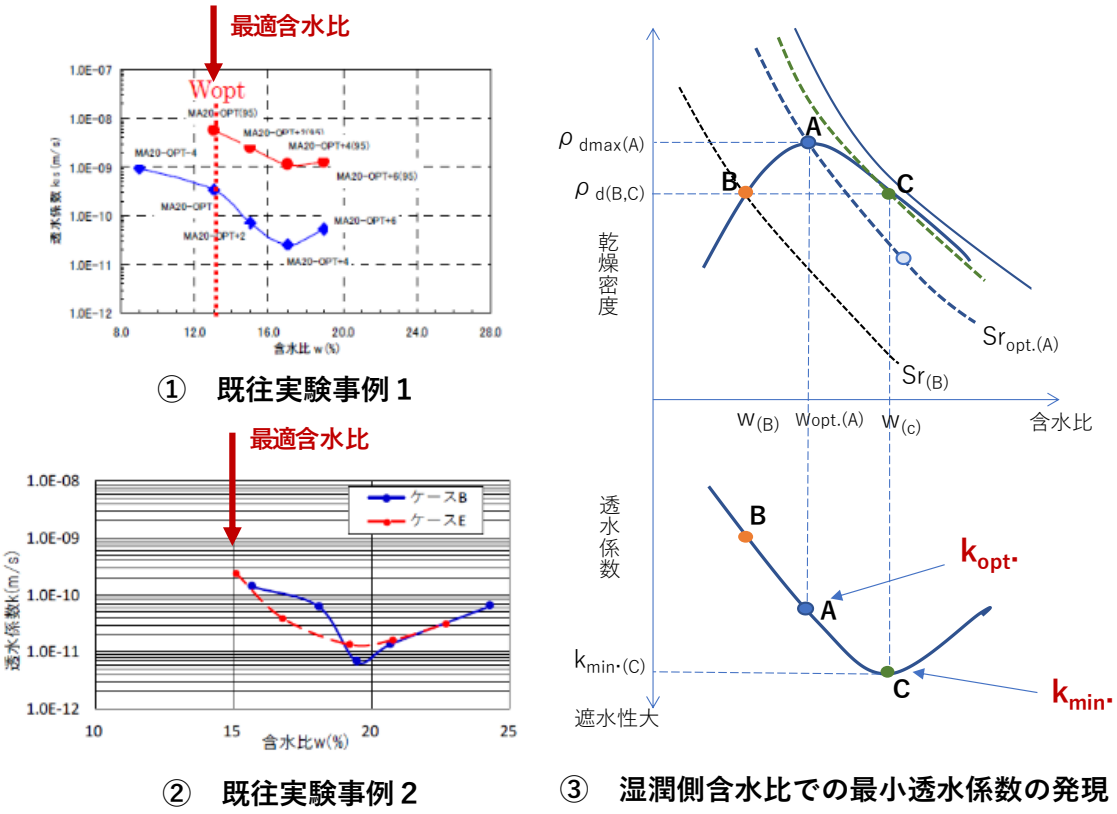


図 6.1-5　本研究に与えられた第一課題（文献[4]、[6]より引用し新たに作図）

6.2 研究概要

6.2.1 研究実施計画

令和２年度の研究実施計画を以下に順次示す。本年度の研究は次の４項目から成る。

① 文献調査
② 有識者ヒアリング
③ 各種試験（マクロ及びメソ領域）
④ 研究全体計画の立案

(1) 文献調査

各種学会（土木学会、地盤工学会、原子力学会、他）等調査に関係性の深いとされる研究を実施している機関（表 6.2-1）を中心に各分野の有識者論文について文献収集を実施した。また、当研究と関連性の高いキーワードを用い、J-stage 等の論文検索ツールを用いて、幅広く文献を収集した。なお、②の有識者ヒアリングの中で幾つかの有用な文献の紹介を受けたため、これらを適宜追加している。今後研究の進捗と共に参照すべき文献は増えていく可能性があり、文献調査に関しては来年度以降も研究進捗と並行して進めて行く予定である。

表 6.2-1 想定した有識者及び所属する機関

機関名	専門分野
東京理科大学	締固め特性、飽和度管理、締固め土の遮水性評価
早稲田大学	ベントナイト混合土の工学的性質、マクロ実験手法、ミクロ特性と透水特性の関係
岩手大学	土の化学的作用、ミクロ/メソ領域の可視化手法
日本原燃	低レベル放射性廃棄物処分全般
ＮＵＭＯ	高レベル放射性廃棄物地層処分全般
ＪＡＥＡ	高レベル放射性廃棄物地層処分の試験研究状況
電力中央研究所	バックエンド分野全般の試験研究
クニミネ工業	ベントナイト材料特性や現場混合特性の影響等

表 6.2-2 関連性の高いキーワード（一例）

分類	キーワード
マクロ	透水係数、締固め、飽和度、土粒子骨格構造、等
ミクロ	中性子イメージング、イオン交換、空隙観察、等

(2) 有識者ヒアリング

文献調査にてリストアップされた、本研究に対して有用性の高い文献著者や機関に対しヒアリングを実施した。ヒアリングの内容は、既往の研究成果や当研究の有識者の見解ならびに当研究の方向性についての確認・助言等とした。文献調査実施後に有識者選定を行うと工程的に無理があるため、表 6.2-3 の予備文献調査を先行実施し、これを基に有識者選定を行った。

表 6.2-3　有識者選定のための予備文献調査一覧

番号	論文名	著者	出典	概要
1	土の締固めにおける飽和度管理の重要性	龍岡文夫（東京理科大学）	ダム技術,No.354(2016.3)	図12～図14参照。透水係数最小値k_{min}についてはロックフィルダム遮水材の世界では広く知られている。龍岡教授は飽和度との関係でこれを議論し、そのメカニズムとして図13のような締固め土の微視的構造の違いを挙げている。また透水係数が乾燥密度と飽和度の関数となることを定式化していて、要は最適含水比のやや湿潤側は、確かに乾燥密度は最適よりやや小さくなるが、飽和度は最適よりも大きく、結局飽和度の寄与度（＝微視的構造に影響）のほうが大であるため、ここで透水係数の極小値が現れる、と説明できる。本質的には、やや湿潤側で何故最小値が得られるか、よりも「何故土の遮水性と飽和度が良い対応を示すのか？」が重要で、それらを微視的立場から検討したWatabe含む海外の論文を以下に示す。ただ、おそらくベントナイトのような材料では微視的構造に加えて（界面）化学的・電気的要因が無視できず、これに関する研究事例は、現在まだ見られないと思われる。本研究はこの辺りが狙い目ではないかと推察する。
2	Compaction Characteristics and Physical Properties of Compacted Soils Controlled by the Degree of Saturation	F.Tatsuoka	Deformation Characteristics of Geomaterials,IOS Press,2015.	同上の海外発表論文
3	地盤工学・技術ノート　盛土の締固め⑪、⑫	龍岡文夫	基礎工2014.4,2016.5	同上
4	盛土の締固めにおける飽和度管理の重要性	龍岡文夫	地盤工学会誌、技術手帳,63-7、2015.4	同上
5	Compactied Soil Behaviour:initial state,structure and constitutive equation	Alonso,Pinyol,Gens	Geotechniqe,63,No.6,4630478,2013.	龍岡先生の論文の中で、締固め土の遮水性が締固め時の含水比（ドライ側かウェット側か）により大きく異なる事のメカニズムを説明するために引用されている。締固め土の初期不飽和状態やサクションを考慮した構成式を提案し、圧縮特性やコラプス特性に及ぼす影響を議論している。微視的構造に関しては水銀圧入式のポロシメータによる実測結果が用いられており、我々の研究にも非常に有用な情報を与える論文である。Alonsoはロックフィルダムの有名な研究者であり、遮水ゾーンの不均一性やこれに伴う非定常流れなど、以前よりユニークな研究を進めている。
6	土の構造骨格に着目した締固め材料の力学特性の評価	鈴木・渡部（北海道大学）	第53回地盤工学研究発表会,2018	締固め土の構造と力学特性に着目した研究の我が国における第一人者は北海道大学の渡部教授と考えられまる。本論文は、三軸圧縮特性と構造骨格の関連性を議論している。遮水性と同様、締固め時の含水比の違いが強度特性に影響を及ぼし、遮水性が高まる湿潤側では間隙構造の均一化によりせん断時のダイレイタンシーが密な土に近くなりより高い強度を発揮するとの興味深い結果を報告している。ベントナイトにおいても遮水性のみならず構造骨格とせん断強度の関係にも着目しても良いかと思われる（山田・秋山・小峯・飯塚では強度変形特性にも着目）。
7	Influence of compaction conditions on the pore-size distribution and saturated hydraulic conductivity of a gracial till	Watabe,Leroueil,Bihan	Canadian Geotech J37:1184-1194(2000)	締固め土の遮水性と構造骨格の関係を議論した論文。細孔径分布以外に保水性試験装置によりサクションの計測を行っている。これら、構造とサクションを組み合わせた手法が有効であることを示しており、我々の研究にも重要な示唆を与える。
8	締固め地盤の透水性評価に関する実験的検討（その1）～（その3）	石黒・清水・藤山・幸村・塚田・太田	第32回、34回地盤工学研究発表会（平成9，11年）	前田建設技研、東京電力、太田秀樹教授（当時東工大）で行われたダムコア材の遮水性に関する一連の実験結果。石黒（統括責任者）は当時ダムの現場で計測されている透水係数とは一体何を計測しているのかが疑問になり、幾つかの現場実験を試みた。遮水性が締固め時の含水比のみならず、撒き出し層内の密度勾配に左右されること、現場透水試験時の水の流れもこれに関係すること、一方、結果的には現在の現場透水試験で得られる透水係数値は室内実験値と大きくは異ならないことなどを報告している。この時、透水問題の権威である岡山大学西垣教授に指導を受けており、今回もヒアリングおよび指導を頂けると考えている。
9	等体積一面せん断試験を用いた締固め地盤の現場強度管理に関する検討	石黒・藤山・幸村・塚田・太田	第31回地盤工学研究発表会（平成8年）	原位置等体積せん断試験装置を考案し、実ダムの現場で適用した事例。この中で、室内締固め土の強度が現場より大きくなる原因として、粒子破砕（材料はまさ土）による細粒化と間隙構造の変化を挙げ、走査型電子顕微鏡（SEM）による構造観察も試みている。
10	Erodibility of clayey sand in relation to microfabric as a function of compaction condition	Egy,Watabe	ICSE-10 parer投稿中	締固め土の浸食抵抗性（erosion）の検討。土に水流を加えて浸食領域を計測する実験。 Fig5に工学顕微鏡、FIG9にCT画像あり。FIG11にあるように、浸食抵抗は最適含水比のWET側で大きく、Dry側で極端に小さくなる。理由は透水と同じ空隙構造。Dry側では土粒子が団粒化AGGRIGATEしてマクロポアが形成、ここに浸食力（水流）が来るとひとたまりもない。締固め土の空隙構造と飽和度、浸食抵抗性との関連性を示している。
11	Influence of compaction condition on microscale erosion in clayey sand	Watabe,Egy,Sassa	第54回地盤工学研究発表会（大宮）2019	同上
12	高レベル放射性廃棄物処分のための緩衝材・埋戻し材の透水特性	小峯秀雄・緒方信英	電力中央研究所報告U00041　平成13年3月	緩衝材（100％ベントナイト）と混合材の透水性を調べた実験。密度、混合率との関係を実験的に調べ、走査型電子顕微鏡による観察を実施。モンモリロナイトの膨張体積ひずみに基づく透水係数評価式を提案。なお、締固めはすべて最適含水比で実施。
13	土粒子内の空隙を考慮したベントナイト混合土の配合設計法に関する研究	高橋直樹・黒川幸彦	三井住友建設技術研究所報告第６号	母材、ベントナイト混合率を変えた一連の締固め試験と最適含水比における透水試験。小峯の研究成果も参照している。実験限界添加率や（土粒子微細空隙を含む）、ベントナイトの膨潤を考慮したマクロ間隙比など、設計上の新しい指標を提案、検証している

表 6.2 3　有識者選定のための予備文献調査一覧（続き）

14	ベントナイト混合土の透水係数の長期変化に関する研究の現状ー放射性廃棄物の処分に関する文献調査結果ー	石井・中島・三谷（清水建設）	粘土科学第36巻、第4号,1997.	基本を押さえる文献調査。締固めや混練が不十分な場合、ベントナイト（モンモリ）が膨張してもなお残る空隙のため透水性が低下する可能性を指摘。長期的な劣化について、Caイオンとの交換、ベントナイトの流出、せん断による透水ゾーンの発生などに言及。いづれも問題ないことを述べている。
15	高レベル放射性廃棄物処分のための緩衝材・埋戻し材の膨潤評価式の提案	小峯秀雄・緒方信英	電力中央研究所報告U99013　平成11年10月	ベントナイトおよび混合土の膨潤圧の評価式を提案。小峯らによるモンモリトナイト膨潤ひずみ算定式に、電気二重層とファンデルワールス力のモデルを組み合わせて構築、実験結果との整合性を確認。ベントナイト混合率αもパラメータに入っており、構造物への荷重を評価できる。Caベントナイトでは若干評価精度が低下し、Na系では適用性がかなり高い。
16	信頼性の高い廃棄物最終処分場の遮水工構築に関する研究	飯島・勝又・高木・清水	前田建設技術研究所報VOL.43,2002.	ベントナイト混合土の含水比を変えた透水試験を実施（混合率12～20％）。原土ほどの含水比依存性はない（ベントナイト膨潤により均一化）が、やはり低い含水比では遮水性が低下し、最適のやや湿潤側で最小透水係数を示している。
17	所定の透水係数を有するベントナイト混合土の配合設定方法	緒方・小峯・中島・長澤・石井（電中研・清水建設）	粘土科学第34巻、第2号,1994.	母材と混合率を変えた透水試験を実施。混合率10%では母材の影響あり（母材の締固め密度＝粒度に依存）。＞20%では母材の影響なし。ベントナイト有効間隙比により統一的に評価。有効間隙比と混合率が両対数で直線関係にあり、これを用いて配合設定する方法を提案。透水試験はすべて最適含水比調整試料。小峯・緒方によるとベントナイト混合土の透水性が締固め時含水比により変動するため、との記載有。参考文献6）を参照する
18	低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関する一考察	伊藤・庭瀬・金子・千々松・中越（原燃・東設・ハザマ）	第65回土木学会全国大会（平成22年）	Na型、Ca型、Na→Ca変質型ベントナイト混合土（同じ有効密度であれば、この順番に透水係数が大となる）に必要な有効粘土密度、モンモリ密度の値を定めている。結論はベントナイト混合率にして20％以上（10^{-9}m/sec発揮）。モンモリ密度で0.6（ベントナイトに関係なく）。
19	ベントナイト混合土による土質遮水層に関する施工実証試験	吉崎・遠藤・西山（熊谷組）・水野（ホ―ジョン）	第56回土木学会全国大会（平成13年）	混合率13%のベントナイト混合土の現場転圧試験。室内試験、試験施工共に、最適含水比よりも湿潤側にて（乾燥密度は若干低下してるが）最小の透水係数を示す（含水比の増加に対して一方向に透水係数が減少）。現場は振動ローラ6回転圧（仕上がり厚20～30㎝）。平坦部と斜面部の施工、および遮水ｼｰﾄ保護の施工性も検証。室内透水係数よりも１～２オーダー低い透水係数が計測されている
20	礫-砂-ベントナイト混合土の透水特性と透水係数の評価方法	田中・戸井田（鹿島建設）	土木学会論文集C,VOL64、No.1,2008	礫と砂混合体へのベントナイト混合土の透水性を調べている。礫分含有率60%にて締固め密度が最大、遮水性も最大となる（粒度改善効果）。締固め含水比の影響も検討し、最適含水比の湿潤側で小さくなるが、土と違い、そのまま増やしても一定であること（膨潤効果が収斂）を示している。含水比の影響を考慮した透水係数評価式として有効ベントナイト「湿潤」密度を提案し、その妥当性を既往実験結果から確認している。
21	最終処分場におけるベントナイト混合土の品質保証技術に関する研究	戸村・中田・喜多・黒島（三井住友建設）	三井住友建設技術研究所報告第3号	ベントナイト混合土の透水係数に関する室内・現場実験結果の報告。含水比については他と同じく湿潤側では透水係数が一方向に低下。現場の混合性の確認のために誘電率の計測。ベントナイト添加率との相関性を確認。現場では水平方向透水係数を計測し、鉛直の10～20倍。現場施工では混合の不均一性（特に湿潤側）と密度勾配が透水係数の不均一性に影響を及ぼす可能性あり
22	ベントナイト混合土を用いた大規模廃棄物最終処分場の施工	佐川ら（飛島建設）	とびしま技報No.53(2004)	火山灰＋ベントナイト14%添加の現場施工を実施。サンプリング土の室内三軸透水試験を実施。圧密ー透水特性を報告。切り出し方向を変えて異方性確認。若干水平>鉛直だが顕著な違いは無し、拘束圧により遮水性が向上する。間隙比との関係（e-logk）で説明可能。供試体の飽和手順（飽和してから三軸透水か、三軸で拘束圧をかけてから透水か）の違いの影響はなし。
23	変形したベントナイト混合土の遮水性能	工藤・今泉・加藤・柴田（NPO・LS研：最終処分場技術システム研究協会）	第18回廃棄部学会研究発表会講演集（2007）	強制的にせん断・曲げ変形を与えたベントナイト混合土の透水係数を計測している。供試体は「劣悪な条件を再現し、含水比を最適よりも湿潤側に、D95に調整」としている。クラックの発生した供試体の透水係数は無に比べて5～10倍大きく、「肉眼では確認できない微妙な粒子構造変化が生じたため」としている。なお、クラック有りの供試体も透水試験（通水）を100時間程度計測すると透水係数は無と同等に回復する。ベントナイトの膨潤によるものとされている。
24	ベントナイト混合土の製造方法に関する検討（実規模混合機による混合試験）	山田ら(日本国土開発)	日本原子力学会2017	Ca型ベントナイト混合土の実規模混合機で混合された土の透水係数を調べている。最小透水係数は最適＋5%付近にあり、そこでは含水比の変化は少ない。最小値は最適よりも１オーダー低いが、含水比２０％を超えると混合時はの土塊が増え、大きくなることから「転圧等の施工上の低下が懸念」と述べている
25	低レベル放射性廃棄物処理施設における難透水性覆土の透水性評価の一考察	工藤・庭瀬（原燃）・千々松・木村（ハザマ）・矢込（東電設計）	第６９回土木学会全国大会（平成２６年）	Ca型ベントナイトを２０％～４０％混合した土の透水係数と含水比の関係を議論。最適含水比＋２％～６％の湿潤側で透水係数が最小となり、１オーダー程度低下する。有効モンモリロナイト湿潤密度による統一的な評価が可能であることを示している（文献20にも言及）。
26	放射性廃棄物の地下空洞型処分施設に用いる底部低透水層の転圧工法による施工品質の評価	山田・千々松・藤原・矢田・秋山・小峯・飯塚	土木学会論文集C,VOL71、No.3,2015	粒状ベントナイトを用いた底部低透水層の現場転圧実験結果。地下空洞において実機を用いた撒き出し・敷き均し・転圧試験を実施し、締固め密度のばらつきや混合含水比など施工精度を確認。サンプリング試料の透水係数と強度・変形特性が既往研究と同程度であることを確認して、地下空洞における施工の成立性を確認している。施工含水比は初回ばらつくが、再調整により管理範囲内に収斂。ただし、高含水比の土塊についてはこれを排除することができなかったとの記述が見られる（必要品質は確保）。
27	一次元模型地盤を用いた高吸水性ポリマーの地盤注入特性および遮水性能について	北村・赤木・水原（早稲田大学）・石黒（前田）・足立（ハザマ）	第73回土木学会全国大会（平成30年）	膨潤性の高吸水ポリマを砂地盤に注入する実験。ベントナイト混合土の膨潤と類似したメカニズムを有する。ここでは注入供試体にある水圧を作用させ、時間経過と共にクリープ的にポリマ粒子が抜け出していく「抜け出し抵抗」を検討している。統括責任者（石黒）は本研究を進めており、類似した長期的なベントナイト膨潤体の抜け出しについても検討が必要ではないかと考える。

(3) 各種試験

1) マクロ領域の実験

ベントナイト等の土質系材料について基本的特性を把握し、最初の基本データを取得するためにマクロ領域の室内試験を実施した。試験材料は購入砂とベントナイト（Na 型）の 2 種とそれらを混合した材料を想定し、土質試験として締固め試験、透水試験、物理（粒度・比重・液塑性）試験を実施した。また、材料の微視的性質に関する基本データ（顕微鏡写真撮影、比表面積計測）を取得した。その他、実体顕微鏡による供試体粒子間隙構造の観察、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いたより微視的な構造観察、ベントナイトと母材の混合不均一性の影響検討等、今後の研究に資する可能性のある幾つかの予備実験を並行して実施した。ベントナイト混合土の透水係数計測手法(JGS0312)に関しては試験装置や実験方法の整備、及び実験結果の検証（既往実験結果とのオーダー比較）を主眼に実施した。

a. 実験に用いた材料

試験に使用した材料を表 6.2-4 に示す。試料 B についてはベントナイト混合率を 2 水準（10%（低）と 30%（高））に設定した。試料 C は Na 型の代表的なベントナイト 1 種類としてクニゲル V1 を選定した。

表 6.2-4　使用材料と選定理由

材料名	選定理由
試料 A（砂を想定）：購入砂	・空隙が大きくミクロ領域の試験で観察しやすい ・混合土の母材として使用する
試料 B（ベントナイト混合土①、②）：添加率 10%、30%	・砂とベントナイトの混合材料 ・2 種類の混合率を想定（低・高配合） ・人工バリア材として期待される材料である
試料 C（ベントナイト単体 Na 型）：クニゲル V1	・放射性廃棄物処分において、人工バリア材として低透水性が期待される材料である

b. 試験内容及び試験ケース

各種土質試験について準拠する規格及び主な得られる結果を表 6.2-5 に示す。また、各試験の試験ケースについては表 6.2-6 に示す。

使用材料 A,C に対しては、実体（及び走査型）顕微鏡による粒子表面観察及び比表面積測定を実施した。表 6.2-6 に実施した試験数量と結果の評価手法を示す。ベントナイト混合土の透水試験は地盤工学会 JGS0312（低透水性材料の透水試験方法）を採用した。ベントナイト単体の低透水試験は、試験に要する期間等の問題から今年度は実施せず、混合材の結果を参照し次年度以降に検討することとした（ベントナイト単体の透水係数は締固め試験結果を基に既往データや評価式から推定）。

表 6.2-5　土質試験と規格

試験名	規格	主な結果
締固め試験	JGS-A1210 （1Ec）	締固め曲線（ρ_d-w 関係）最適飽和度等（基準エネルギー）
透水試験	JGS0312-2018 JISA1218	k-w 関係（dry～wet）、最小透水係数 $k_{min.}$
物理試験	JISA1202, 1204, 1205	土粒子比重、粒度、塑性指数

表 6.2-6　試験ケース

試験名	使用材料	仕様	数量
①　比重試験	砂、ベントナイト（Na型）	JISA　1202	2
②　粒度試験	砂、ベントナイト、混合土①、混合土②	JISA　1204（沈降分析含む）	4
③　液性塑性試験	ベントナイトNa型	JISA　1205	1
④　土の締固め試験	砂、ベントナイトNa型（単体）、混合土①、混合土②	JISA　1210：1Ec、含水比6水準で締固め曲線を求める（6×4試料=24点）	4
⑤　土の透水試験	砂	JISA　1218：通常の透水試験。供試体の密度と含水比は締固め試験結果合せ。含水比6水準	6
⑥　低透水性材料の透水試験	混合土①、混合土②	JGS0312:低透水性材料試験。供試体密度と含水比は締固め試験結果合せ。含水比6水準	12
⑦　電子顕微鏡による粒子表面観察	砂、ベントナイトNa型	光学顕微鏡もしくはSEM（前田建設ICI）	2
⑧　比表面積計測		前田建設ICIにて実施	2

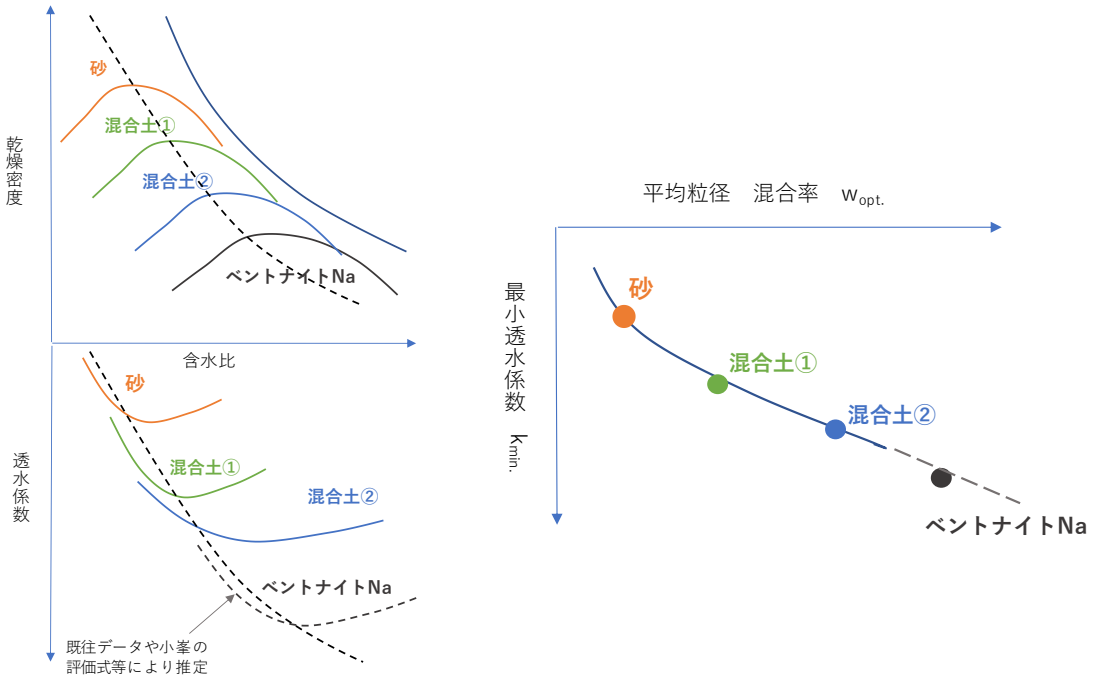


図 6.2-1　試験結果の整理と評価方法

2) ミクロ領域の実験

本研究では、ミクロ領域の試験として中性子イメージング装置による試験を実施した。中性子イメージング実験は、中性子が水素を多く含む水を透過しにくい性質を利用した装置で、物質中の水のふるまいを観察することに優れているとされており、医療分野では毛細血管の観察などにも用いられている。これらの特性より、中性子イメージングを用いた透水試験供試体の水流動性確認の可能性を検討した。具体的には、透水試験中の供試体に対し、複数回の中性子イメージングを行うことで、間隙中の水の流れの可視化精度を確認した（供試体を軽水で飽和させたのちに、順次重水を通水することにより、イメージングのコントラストを確認）。初年度においては、本試験装置及び重水を用いた透水試験方法（図 6.2-2 参照）が、ベントナイト混合土の粒子骨格構造や透水挙動をどの程度まで捉えられるかについての技術的成立性（フィージビリティ）や土質系材料に対する可視化条件の最適化に主眼を置いた。中性子イメージングの撮影頻度については、表 6.2-7 に示す。試料 A, B は理想球体であるアルミ球やガラス玉、ベントナイト混合土の母材（砂単体）、及びベントナイト単体を用い、締固め含水比を変えた供試体を作製し、軽水による飽和を行った後、一部供試体では重水の浸透状況（可視化精度）を確認した（実験条件は 6.6 参照）。中性子イメージング装置を用いた試験は、青森県量子科学センター（https://www.aomori-qsc.jp/）にて実施した。

表 6.2-7　試験ケースと撮影頻度

項目		稼働日数と試験回数											
		1	2	3	4	5	6	7	n1	n2	n3	n4	n5
純水	試料 A	2			1		1						
	試料 B	2			1		1		1	1	1	1	1
重水	試料 A		2		1		1						
	試料 B		2		1		1		1	1	1	1	1
軽水-重水	試料 A			2		1		1					
	試料 B			2		1		1	1	1	1	1	1

※中性子イメージングによる撮影に要する時間は、1 撮影当り 1 時間程度、スキャナによる画像化に約 30 分を要した。

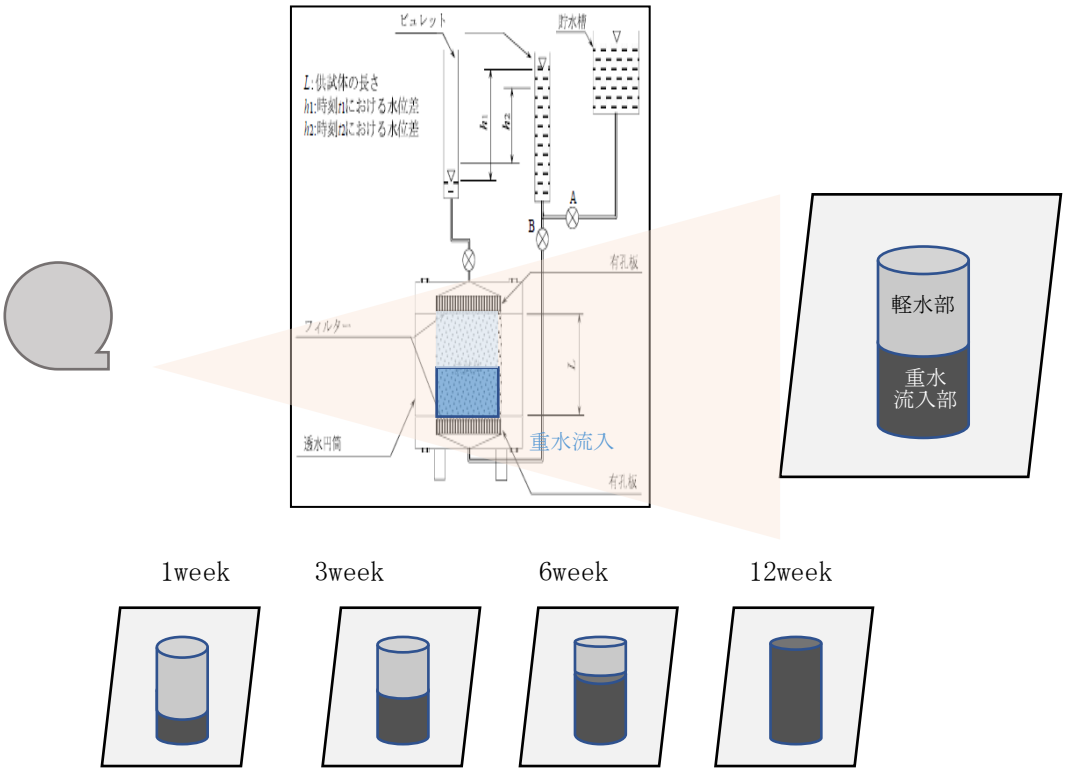


図 6.2-2　中性子イメージング装置を用いた試験イメージ

(4) 研究全体計画案の策定

文献調査及び有識者ヒアリングで得た情報、及び本年度実施のマクロ、メソ実験結果を基に、ベントナイト混合土の低透水性に影響を及ぼす諸要因やその傾向、メカニズム解明のために今後採用すべき実験的手法と結果の整理方法、メカニズム説明の手順等を検討、整理した。そのうえで、今後実施すべき室内試験の種類や実験手法、実験パラメータ、使用材料、整理評価方法等を詳細に検討し、今後 4 年間の全体計画を立案した。

6.2.2　実施工程

本研究の実施工程表を表 6.2-8 に示す。各実施項目を予定通り完了したが、文献調査に関しては来期以降も研究進捗に合わせて継続実施していく。マクロ及びミクロの室内試験は、今年度は試験装置の整備や実験用治具の作成、試験方法の確認、習熟、実験手法の最適化等、実験方法の準備に主眼を置いた。これらの実験装置を用いたデータ取得は、立案された全体計画案に基づき、来年度以降に本格化する。

表 6.2-8　研究実施工程

実施項目	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	実施状況
①　文献調査						文献調査は来年度以降も継続的に実施					来期以降も研究進捗に合わせて継続的に実施予定
②　有識者ヒアリング				フィードバック							完了
③　試験計画策定				ヒアリング結果参照		来期以降の研究計画方針の策定					今後4年間の研究全体計画とメカニズム解明手順案を作成(年度毎に修正予定)
④　各種試験（マクロ）			JGS0312試験装置準備・予備混合実験			JGS0312（長期計測）・画像分析等実施					JGS0312長期透水試験装置の整備とデータ取得を完了。予備実験として混合不均一性の影響検討や構造観察手法の可能性も合わせ検討
④　各種試験（メソ/ミクロ）			中性子イメージング実験用治具作製			青森量子科学センタで実験実施					中性子イメージング試験の実験治具や実験手法を整備。浸透状況可視化のための手法最適化に主眼を置いて基礎データを取得
⑤　報告書作成											完了

当初予定
実施済

6.3 文献調査

6.3.1 本章の目的と実施概要

放射性廃棄物に用いるベントナイト混合土については、これまでに各種の観点から研究が行われ、膨大な量の研究成果が文献として発表されている。この中では、ベントナイト混合土の締固め特性と透水特性の関係に注目したものが多く、透水特性を締固め密度や各種代用特性(例えば、有効モンモリロナイト湿潤密度)で定量化しようとする試みが一定の成果を上げている。ただし、これらはある意味で現象論ないしは経験則を精緻に確認しているものと言えなくもない。

一方で、前章でも触れている本研究の目的である「なぜ(メカニズム)」に踏み込んだ研究は、まだ一部の研究者が開始しているに過ぎず、研究の緒に就いた状態にあるとも考えられる。

さらに、ベントナイト混合土ではないものの、一般的な土質力学の分野では、この「なぜ(メカニズム)」について、龍岡の「飽和度管理」等に代表されるように方向性が見え始めているのも事実である。

加えて、各種の測定技術等が精緻化・一般化し始めており、ベントナイト混合土の粒子間、または結晶レベルでの微視的構造を見ることができる技術の進歩が目覚ましい。例えば、今回水の挙動を見ることに使用した「中性子イメージング技術」など、従来では施設数も少なく利用料金が非常に高額で、なかなか一般に利用することが難しかった技術も、裾野が広がり応用例が増加している。

このような背景から、本章ではむやみに文献調査数を広げるのではなく、「なぜ(メカニズム)」に結び付きそうな文献を中心に、適宜追加しながら進めることとする。

6.3.2 文献調査の範囲とキーワード

ベントナイト混合土に関係性の深い研究を実施している機関(表 6.2-8)を中心に、「なぜ(メカニズム)」に結び付く研究を実施している各分野の有識者論文について文献収集を実施した。また、当研究と関連性の高いキーワードにより、J-stage 等の論文検索ツールを用いて各種学会(土木学会、地盤工学会、原子力学会、粘土学会、他)等の文献調査を実施した。文献調査に用いたキーワードの例は、表 6.2-2 に示している。

さらに、有識者ヒアリングの過程で多くの有用な文献の紹介を受け、さらに調査した文献の引用文献等についても、有用と思われるものは適宜リストに追加している。

今後、研究の進捗と共に参照すべき文献は増えていく可能性があり、文献調査(追加)に関しては来年度以降も研究進捗と並行して進めて行く予定である。

6.3.3　文献調査結果の総括

今回の文献調査で収集した文献は、合計で 106 件となった。添付資料－２に文献リストを掲載する。このうち、文献 No.1～27 については、有識者を選定する上での予備的文献調査でピックアップした文献である。

ベントナイト混合土に関するあらゆる文献を網羅的に検索すれば、優にこの数 10 倍程度の文献が集まると思われるが、前述の通り今回は「なぜ（メカニズム）」に結び付くと思われる文献に絞っていることが、この結果になったものと思われる。

特に、「なぜ（メカニズム）」に結び付く研究は現在盛んに実施されていることから、比較的最近の、特にここ数年で発行されている文献を主に参考にした。

また、「土の締固め」に関する古い文献も、基本的事項を押えるうえで参考とした。

収集した文献を、発行年代別に示すと、図 6.3-1 となる。

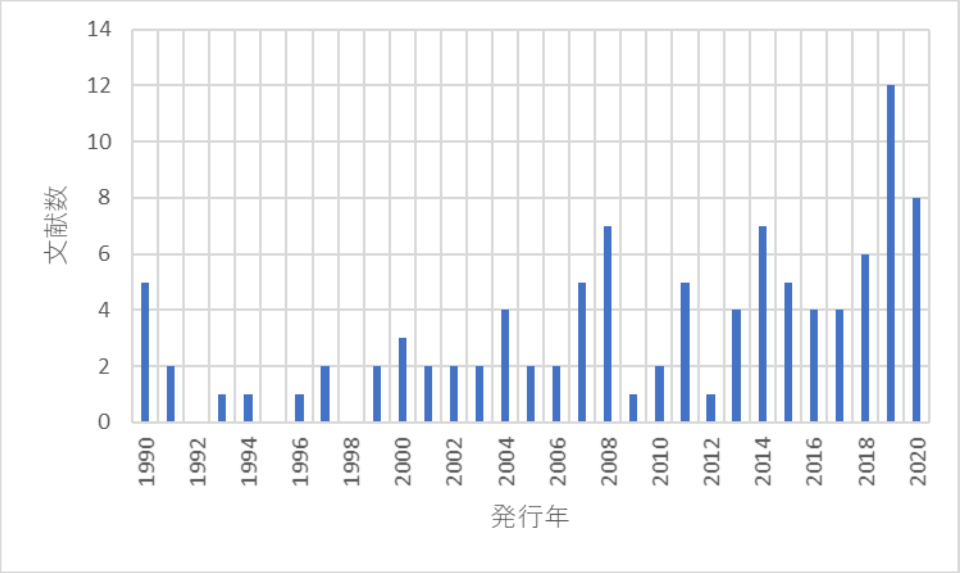


図 6.3-1　参考文献発行年代別文献数

このうち、1990 年はそれ以前の文献を示す。90 年代以降コンスタントに文献が収集されているが、前述の最新の研究に注目していることから 2019 年、2020 年の文献数が多くなる傾向にある。

文献調査結果の概観については、既に 6.1.2 (4) にて考察を示しているので、ここでは繰り返さないが、近年精力的に研究を行っており注目されている研究者の一例を示す。

龍岡（東京理科大）や渡部（北海道大）らの締固め土の理論に関する研究

小峯（電中研、茨城大学、早稲田大）らのベントナイト混合土に関する一連の研究、及び締固め理論の援用

原環センターや建設会社による現場試験施工結果を中心とした品質管理

大河原（岩手大学）らのベントナイトに対する電気化学的アプローチ

6.4 有識者ヒアリング

6.4.1 本章の目的と実施概要

6.3 に述べた予備文献調査結果を参照して、本研究課題に関連する有識者を選定しヒアリングを実施した。ヒアリングの主な目的を以下に示す。

① 研究課題と本研究への期待の確認
② 本研究の方向性や研究方針に対する意見、アドバイスを得る
③ 本研究分野における最新研究状況の確認
④ 参考となる既往研究や具体的な実験手法等のアドバイスを得る

ヒアリングは次節に示す８機関に対して実施し、その結果から本研究に関連する技術マップを作成すると共に、6.7 に示す今後の全体研究計画の立案に資した。ヒアリングに際しては、事前に上記①～④に関するヒアリング資料（添付資料－２参照）を作成・送付し、これにしたがって質疑を進めた。

6.4.2 有識者の選定及びヒアリング実施工程

表 6.4-1 に選定した有識者及びヒアリング実施工程をとりまとめる。実施した機関及び学識経験者は以下に示す８機関である（実施順）。

① 日本原燃株式会社　埋設事業部及び開発設計部
② 岩手大学理工学部
③ 原子力発電環境整備機構（NUMO）技術部
④ クニミネ工業　黒磯研究所
⑤ 日本原子力研究開発機構（JAEA）核燃料・バックエンド研究開発部門
⑥ 早稲田大学理工学部
⑦ 電力中央研究所　地球工学バックエンド研究センター
⑧ 東京理科大学理工学部

表 6.4-1　有識者ヒアリング先及び実施工程一覧

	ヒアリング日時	ヒアリング先機関
1	7月21日（火）15:30-17:30	日本原燃株式会社　埋設事業部・開発設計部
2	7月22日（水）15:00-17:30	岩手大学理工学部
3	8月25日（火）15:00-17:00	原子力発電環境整備機構（NUMO）
4	8月26日（水）14:30-16:30	クニミネ工業　黒磯研究所
5	9月9日（水）13:30-15:00(Web)	日本原子力研究開発機構(JAEA) 核燃料・バックエンド研究開発部門
6	9月11日（金）15:30-18:30	早稲田大学理工学部
7	9月24日（木）10:20-12:20	電力中央研究所　地球工学研究所バックエンド研究センター
8	1月25日（月）13:00-15:00（令和3年）	東京理科大学理工学部

6.4.3　有識者ヒアリング結果の総括

有識者ヒアリングにより得られた結果を図 6.4-1 及び図 6.4-2（技術マップとして整理）にとりまとめる。図 6.4-1 には、本研究への期待、研究の方向性や研究方法に対するアドバイスを総括して示している。ヒアリング結果の具体的内容はこの後で述べるが、これらの図では各有識者に共通する意見を集約している。

(1) 本研究に対する期待

本研究に対する各有識者の期待は、6.1 で述べた現状の課題の裏返しとなる。ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムの解明が可能となることにより、以下に示す効果が期待されるとの意見であった（共通意見を示し、個別は後述）。

1) 実務上のメリット

低透水性発現メカニズムが解明されることにより、下記幾つかの実務的アクションを工学的合理性を持って実施可能となる。また汎用的なメカニズム解明ができれば、ベントナイト混合土以外の一般的な締固め土の工学的性質の評価精度が向上し、様々な実務場面での適用が可能となる。

①ベントナイト混合土の施工法、施工管理法の仕様の確定
②設計・施工・施工管理法の合理化（過度な保守性からの脱却）
③設計・施工法のコストダウン
④低透水性の長期的な安定性の担保（あるいは劣化条件の提示）

2) 基礎研究上のメリット

①広く締固め土の工学的性質（強度・変形・透水）に対する汎用的な評価を可能にする

②ベントナイトと同様の吸水膨潤現象に起因する地盤工学的課題の解決に寄与

3）本研究の最終目標（目指すべきゴール）

①ベントナイト混合土の初期（施工時）品質の解明（低透水性発揮のメカニズム説明とその定量的評価）

②低透水性の長期安定性（あるいは劣化条件）に対する説明（①に基づき連続的に説明する。マクロ/メソ領域での実験結果に基づき実証的に説明すること）

(2) 本研究の方向性や研究方法へのアドバイス

本研究の方向性、進め方に関しては、以下のような意見が集約された。

① 研究手法の汎用性

ベントナイト混合土のみに特化するのではなく、広範囲な土質材料に対する実験結果を用いて汎用的なメカニズム解明を試みること（6.7 に示す段階的解明手法）。母材（粒径・粒度・粒子形状の依存性等）からスタートし、これに非塑性の細粒分が混合される場合、細粒分の塑性が変化した場合、と段階的に材料を変化させ、その延長線上に膨潤性を有するベントナイト混合土を位置付ける。各材料間の挙動の差分から、材料の影響、ひいてはベントナイト独特のメカニズムを抽出していく手法が望ましい。

② 実験条件の汎用性

本研究開始時の第一課題は最適含水比の湿潤側における最小透水係数の発現問題である。そのメカニズムを解明するためには乾燥側、最適含水比、湿潤側を含む広範囲な含水比条件や、ベントナイトの低混合率～高混合率での実験など、実務的な範囲の外も含めた広範な実験条件を採用した実験を行い連続的に評価することが重要。

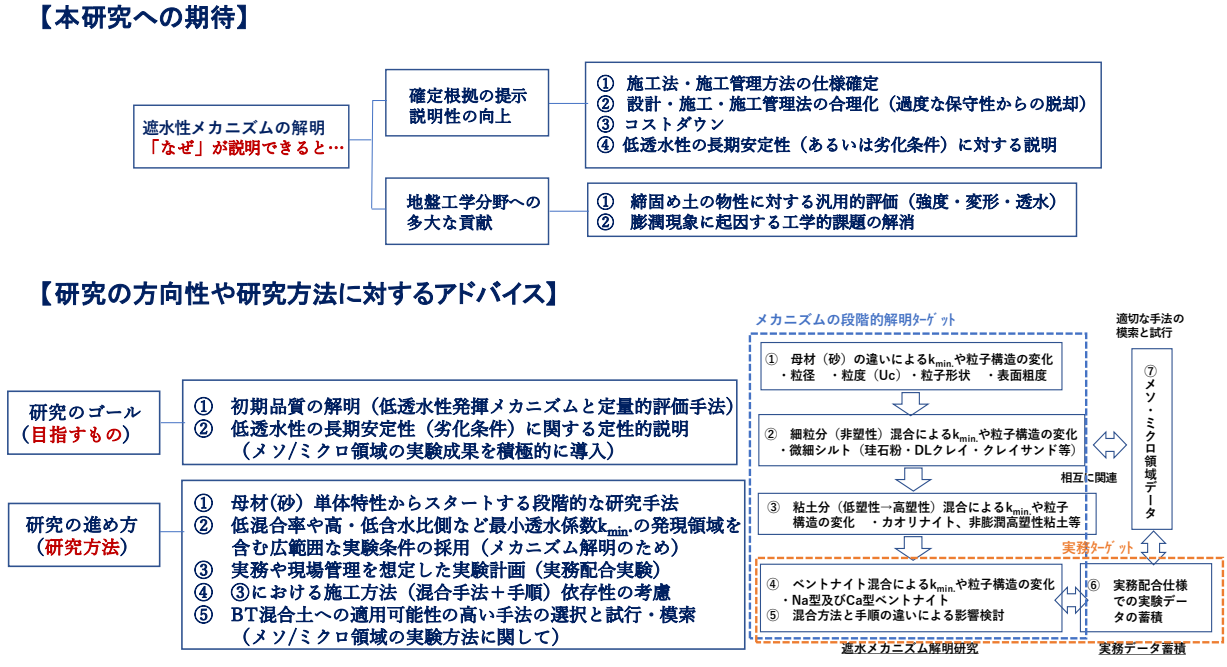


図 6.4-1 本研究の狙いと方向性に対して得られたアドバイス

③　最終的な実務への応用の検討

②と相反する意見として、広範囲な実験条件の中に実務的な条件が確実に包含されることが必要（ベントナイト混合土の実務的配合での実験を含む。実務ターゲット実験）。

④　ベントナイト混合土独自の実務上の課題に対する認識の重要性

ベントナイト混合土では締固め後の工学的性質（締固め特性、強度―変形―遮水性等）が混合手法や加水手順等の施工方法に依存して変化することが経験的に知られている。メカニズム解明に際しては、この施工履歴依存性も視野に置くべきである（現場管理に対して重要な知見を与える）。

⑤　実験手法について

ベントナイト混合土の低透水性評価では、その計測に特殊な装置と長期間を要するのが普通である。研究に費やす時間や費用を勘案した場合、ベントナイト混合土に適した実験手法の選択が重要であるだけでなく、メカニズム解明という最終目的を達成するためには、逆に実験可能(容易)な供試体を用いた実験を主体に置くことも必要かもしれない（メカニズム解明のための模擬的な供試体でのデータ取得等も想定）。

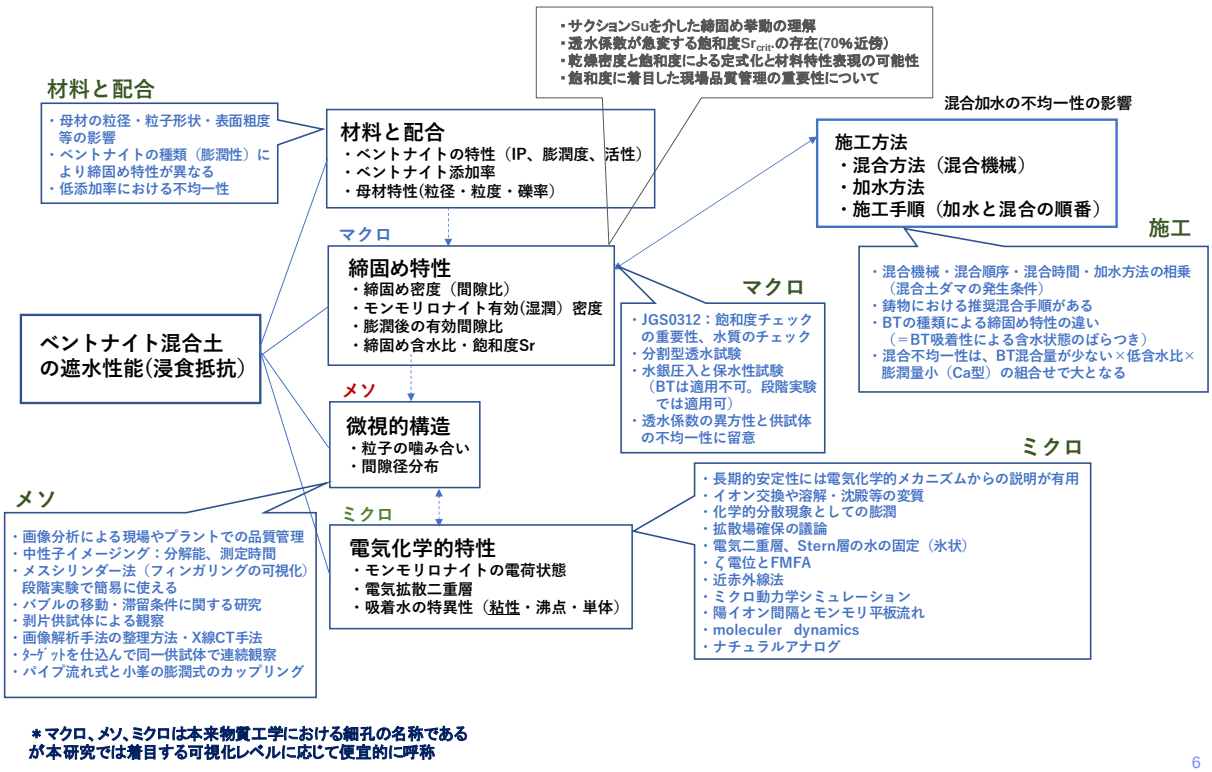


図 6.4-2　ヒアリング結果に基づく本研究の技術マップ

図 6.4-2 は、有識者ヒアリングの結果を基に、ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムに関連する幾つかの要因と、これに関連する実務上の課題や研究方法、想定されるパラメータ、援用可能な理論、既往の研究事例等を整理し、技術マップとしてとりまとめた結果

である。これら全てを網羅した研究を行う訳ではないが、今後の本研究の羅針盤とすべく作成しておいた。重要な要因としては、

①材料と配合（母材、ベントナイト材料、その混合比率など）

②締固め特性（締固め含水比や密度、飽和度、サクション、遮水性が発揮される飽和度の閾値等）

③締固め後の微視的構造（粒子の凝集や噛み合い。間隙径の大きさやその分布）

④電気化学的性質（通常の土とは異なる膨潤現象に係る諸特性）

⑤施工方法の影響（前述した混合攪拌方法や混合手順、加水方法等の影響、飽和度管理の適用性等）

等が挙げられており、今後、これらを意識ながら研究を進めて行く。

(3) 具体的な指摘事項

以下に有識者ヒアリングで寄せられた主な意見、アドバイスを幾つかのカテゴリーに分類して総括する。

1) 研究のゴールと研究方法に対する意見

本研究への期待を達成するために、本研究が目指すべきゴールや研究の方向性案（ヒアリング資料で仮説として提示）に関して多くの同意や付帯意見を得た。

a. 目指すべき研究のゴールについて

①ベントナイト混合土転圧地盤の初期品質解明（低透水性発揮のメカニズムと定量的評価手法の提案）

②長期安定性・劣化条件・拡散場担保条件の定性的提示（注：メソ・ミクロ領域成果の積極的導入を図りながら）。ベントナイト混合土の初期品質や長期安定性（劣化に向かう方向性、移行抑制効果（拡散場の担保）等に対する（定性的な）説明性の向上を目指す。

注）飽和度管理の適用検討含め、遮水メカニズムの解明結果を設計・施工管理のための評価式へ極力反映できるよう試みるが、長期安定性については定性的な方向性の提示だけでも実務上有用との意見があった。

b. 研究の方向性や方法論について

①母材単体特性からスタートする段階的な実験手法(注)の採用

②ベントナイト低混合率や高・低含水比側など最小透水係数発現領域のみならず、その両側（ドライ&ウェット）を含む広範囲な条件下での実験を行うべき。これにより汎用的な現場適用やコストダウン検討にも応用可能となる。

③施工法や混合不均一性（混合や加水方法とその順番）依存であることにも留意すべき（直接的なターゲットにはしないが、念頭に置く）。

④メソ・ミクロ領域での実験・解析方法については、適・不適がある。既往研究事例からベントナイト混合土への適用可能性の高い手法に的を絞るべき。中性子イメージング実験については可視化精度の確認や適用領域(適用材料)の見極めが重要。

⑤遮水メカニズム解明の結果を評価式に反映できると良い（飽和度管理指標の導入など)。
⑥施工コスト面からも、低混合率側の検討を行っておくことは意味がある。また、ドライ側とウェット側の最適含水比から外れた領域を含め広範囲な供試体条件で検討することはメカニズム解明上は必要。
⑦低透水性発揮メカニズムのモデル化に関しては段階的な研究手法(注)を 2～3 年かけてしっかりと進めても良い（ベントナイト混合土ありきでなく汎用性を目指す)。
注)ベントナイト混合土の遮水性発揮や最小透水係数の発現メカニズムを検討するために、母材単体→母材＋微粉（NP）混合土→母材＋低塑性粘土→母材＋ベントナイトのように順を追って物性の組合せや性状を変化させ、その差分から各要因の影響度合いを検討する実験方法案の仮称
⑧要求品質は低透水性だけではない。例えば遮水性は湿潤側で最大になるが、せん断強度や圧縮抵抗性は最適のやや乾燥側で最大となることが経験的に知られている。これら低透水性以外の広範囲な工学的性質の評価が同じ土俵で出来ると工学的な意味が高まる。
⑨ベントナイト混合土の実験結果を見ると，これまでの乾燥密度と飽和度を用いた定式化（飽和度管理の考え方）でも十分説明できると思われる。
⑩乾燥密度一定、飽和度一定試験について、λk と εk は必ずしも傾き一定とはならない可能性があるので留意。実務的な取り扱い易さを考えて一定と見なしている。飽和度については既往研究では 70%を超えると εk の傾きが出てくる。これが土によってどう変わるかに注目したい。段階的実験は大変な実験だと思う。実験を行う前に、まずは文献を調査して今回想定しているような乾燥密度と飽和度との関係性を調べてはどうか。

2）長期的な品質変化や劣化現象への応用に関する意見
①「ベントナイト系材料の移行抑制効果」となっているが、本来的には放射性物質（核種）の移行抑制が重要であることに留意すべき（拡散場の担保を介して移行抑制する)。
②施工後、どの時点まで最小透水係数を使って良いかを事業者が検討する必要がある。ベントナイト混合土は拡散場を担保するために低透水性を維持する必要があることから、低透水性メカニズムにフォーカスする旨を研究の冒頭で明確にすべき。メカニズムを踏まえて、長期的に透水係数が少し変化しても拡散場が確保されることを事業で説明できれば良いと思うが、説明に用いるメカニズムの適用範囲は慎重に検討する必要がある。
③最小透水係数で良いかもしれないが、これが「やぶれる＝適用できなくなる」条件を明らかにすることができると良い。力学的な応力変形状態の変化（これに伴う土粒子骨格構造の変化）と化学的変化（イオン交換や溶解・沈殿等の変質）の二つの変化から、最小透水係数を適用できなくなる条件を定性的にでも良いので示すことができれば、実務面への大きな貢献となる。
④低透水性の長期的担保には物理現象だけでなく、電気化学的メカニズムを用いることが有用である（間隙比と粒子構造の変化に加えて、モンモリロナイトの化学組成変化等)。
⑤現場実証の方法としては、ナチュラルアナログ的な調査を鉱山で実施している事例がある。

3）現場品質管理や施工管理に関する意見

①飽和度管理手法の導入（性能設計・性能施工に基づく現場管理指標の導入）。

②最小透水係数を積極的に使い、ばらつきを考慮して過度な保守側設計を回避する可能性。

③画像解析による混合性確認やリアルタイム・面的管理の可能性（転圧時や緩衝材ブロック製造プラントでのリアルタイム・全数品質管理の可能性含めて）。

④要求水準（所要の工学的性質）を満足する締固め管理範囲は、遮水性と強度では最適範囲が異なる．ロックフィルダムのコア材では，遮水性だけではなく圧密やクリープ沈下を極力抑える必要があるため，透水係数と強度(剛性)の両方を満足する管理をしなければならない。この点はベントナイト混合土も同じ（飽和度管理の導入に関して）。

⑤イタリアの廃棄物処分場の論文では、現場の締固め方法や締固めエネルギーが変わると最適含水比が変わるため現場管理が困難になるという課題が出発点である。飽和度で正規化することで、室内と現場，静的と動的の締固め方法の違いを正規化できるので、現場締固め管理が容易になる。

4）ベントナイトの混合不均一性や施工方法の影響に関する意見

①締固めたベントナイト混合土の粒子間隙構造の不均一性についてはまず、混合方法が理想的、均一であったとしても、締固め時含水比や飽和度の違い、粒子間サクションと結合力、締固め外力に対する土粒子構造骨格の抵抗の度合いの違いが結果的にもたらす土の間隙構造の不均一性が不可避となる。さらにベントナイト混合土の場合、母材とベントナイト（粉体）と水の混合性能の違いによる不均一性の影響がこれに加わると思われる。

②特に極端に含水比が低いか、もしくは高い、かつベントナイト混合量が少ないような場合で、さらに Ca 型ベントナイトのように膨潤性が相対的に低いような材料の組み合わせ下で混合不均一の影響が出やすい。加水はどうしても不均一になりやすい。

③ベントナイトの混合土ダマの出来方は、混合順序、混合機械、混合時間、加水方法等により異なる。ベントナイトの一番の用途は鋳物である。この場合、「砂→加水→粉体ベントナイト混合」の順番を採る。鋳物ではこの順番がベストである。ベントナイトの種類により締固め特性等も異なる（Na、Ca、Na 交換の比較データから）。含水比調整を行う際、ベントナイトの吸水性が強いことが原因で、微視的に見ると、どうしても水分のばらつきが生じてしまう（不均一性もやはり微視的な見地から考える必要がある）。

④今回の研究において混合方法は重要な点であり、ここを曖昧にしないほうが良いと思う。室内試験においても材料調整の仕方（加水の方法や加水と混合の順番）などはその後の締固め特性や間隙構造にも影響するので、きちんと意識したほうが良い。それだけで一つのテーマになる。

5）最小透水係数と遮水性メカニズムの解明（実験）方法に関する意見

①中性子イメージング実験は分解能が問題。砂単体や理想球体などから始めるべき。通水メカニズムを可視化する実験と位置付け、それ以外の手法も検討すると良い。

②間隙径分布の測定に関しては、水銀圧入法と保水性試験のマトリクスサクションから間隙径を求める手法がある。ベントナイトが膨潤した後の水銀圧入や保水性試験は中々難しいかと思っているが。段階実験の砂単体や非塑性細粒材混合材であれば可能かもしれない。

③不均一供試体中の不均一流れを定量化するのに、例えば透水試験装置の底版を分割し、ベントナイト集中部とそれ以外の不均一部で分けて計測する手法もある。不均一流れ（フィンガリング、Preferential な流れ）を可視化することができるかもしれない。より簡易なメスシリンダー法があり、段階実験の中の砂単体→低非塑性細粒土混合まではこれで簡易に浸透状況を観察できる。

④透水性に寄与する締固め土の構造を調べるといったきめ細かい研究は、むしろ日本人が得意としている印象を持っている。透水係数と含水比の関係を議論している論文は海外にも多いが、微視的構造まで踏み込んだものは少ない。Kenny が、細粒分の流出や安定性検討に用いている他、Romero は実験がとても厳密で、現象を良く理解していると思う。このチームは、ベントナイトを対象にして同様な検討を行い、構成則の提案までやっている。

⑤透水試験における飽和の確認を重要視している。得られた透水係数の値に不飽和や残存（封入）エアの影響がないかと言われる可能性があるので、できるかぎり確認して記録に残しておくと良い。後々の反論を想定しながら進めると、より良い成果になると思う。JGS 0312 に示された河野・西垣（1982）の手法に従い飽和度のチェックを行う。水質も影響（イオン濃度等）することに留意。

⑥サクションは巷で言われているような含水比のみの関数ではなく，乾燥密度の影響も受けるため，乾燥密度と飽和度の関数で表すほうが妥当である。締固め時の挙動も、乾燥密度で代表されるマクロ的な部分と、サクションや微視的構造に代表されるミクロ的な部分の両方に支配されていると考える必要がある。

6）最小透水係数と間隙径構造に関する意見

①ウェット側では空気が連行・封入されて封入不飽和状態となり、水みちが連続しないことにより遮水性が大きく低下する可能性がある。また空気（バブル）が移動もしくは停止する閾値があり、ある条件を満足しないとバブルは動かない。

②締固め時飽和度の違いが土粒子間隙構造に及ぼす影響とその観察について、早稲田大・小峯研では薄片供試体を作製して観察することを考えている。一連実験の中のベントナイト混合土の前（低塑性細粒土混合材）までであれば、保水性試験により検討（定量化）が可能かも。保水性試験は難しくなるが、水ポテンシャルメータによってオスモティックポテンシャルを計測するなども有効である。一連実験の中で、砂単体→ベントナイト混合に向かうにしたがって、保水性試験によるマトリクスポテンシャルの計測が難しくなる。一方、水ポテンシャルメータは砂単体では何も生じず、ベントナイト混合になるほど計測値が検出されるようになる。これらを交絡して使い、両方を用いて評価する方法もある。

③構造観察の定量化については、画像分析を用いる方法で良いと思う。締固め飽和度の違いが凝集構造や均一構造をどう変えていくかを定量化する。

④中性子イメージングの空間分解能が問題。X 線 CT のような非破壊の手法もある。

⑤水銀圧入法は試料がドライな供試体でなければできないと思うが、ベントナイトは膨潤後にドライにすると構造や状態が変化してしまうので、結果の解釈は難しい。また、水銀圧入時に間隙構造が破壊されてしまう可能性もある。保水性試験においても、飽和や脱水の過程でベントナイトの膨潤性に起因して間隙構造が変化してしまう難しさがある。

⑥段階実験では、最初の材料ならば水銀圧入法は可能。メカニズムの説明だけなら、膨潤性のベントナイトの前までの対象材料では適用可能かもしれない。

⑦材料のサイズ（粒径や供試体寸法など）と知りたい（見たい）現象のサイズ、装置の分解能の関係をしっかり吟味する必要がある。例えば、同じ供試体を使って複数手法で連続的に計測するなど。測定箇所を定めやすいように供試体内にターゲットを入れておいて、大きなサイズ（マクロ）から次第に小さい領域（メソ・ミクロ）に絞り込みながら定点観察するなども考えて良い。

7）電気化学的性質やミクロ領域に関する意見

①モンモリロナイト結晶表面に分布する Stern 層には、氷と同じ固体状態の水が固定化されており（ゼータ電位に対応）、自由水とは異なるといった現象も関与する。ゼータ電位や FMFA を用いて水和層を可視化する手法もある。

②ミクロ動力学のシミュレーションやゼータ電位測定などがあるが、意外に測定自体が難しい。近赤外線は水分子の振動状態等，水分子そのものを対象とするのでベター。

③ベントナイトの膨潤の評価が重要である。e-logP 曲線の膨潤指数 κ での議論を見かけるが、ベントナイトの膨潤は除荷過程ではなく荷重一定の元で発生する現象であり、化学的な一種の分散現象である。そこを理解しながら進めて頂きたい。

④量子力学モデルではシュレディンガーの方程式を用いる。取り扱える領域が極めて微視的（分子数個を対象とするなど）であったり、波動関数/基底関数の選定、収束計算など、中々実務にそのまま使うのは大変と思う。

⑤ベントナイト混合土で膨潤後も全ての間隙が充填されず、通水領域が部分的に残存する場合、これをパイプ流れの式（ハーゼン・ポアジューユ）で表現してベントナイト式とカップリングさせることが可能。上記カップリングによってベントナイト混合土の最小透水係数発現のメカニズムを定量的に表現することが可能かもしれない。ベントナイト膨潤後の土粒子間隙構造の中で水が通過しうるのは、土粒子空隙とベントナイトの中。これらの分布（比率）を締固め飽和度依存として定量化できれば、前者をパイプ流れとして定式化し、後者のベントナイトの部分に小峯理論を用いることができる。これらをカップリングすることにより「ベントナイト混合土の遮水性に影響を及ぼす諸要因：「乾燥密度（締固めエネルギー）・飽和度(含水比)・粒子間隙構造(飽和度依存)・不均一性（混合方法）・ベントナイト物性等」を定量化できると理想的である。

⑥膨潤により広がったモンモリロナイト板状結晶の間隔（イオン半径：Na より Ca のほう

が大きい）にも依存し、間隔が短い程 Stern 層の影響が相対的に大となる＝通水抵抗が大となり、計算される飽和度も 100%よりも大きくなる。

⑦モンモリロナイト近傍の水分子が動きにくかったり固定されていることは確かで、これを考慮してハーゼン・ポアズイユ則をもとにした流れの評価、例えば Kozeny-Carman 式の活用や、モンモリナイトの並板流れの考え方を用いて透水性を検討している例はある。

⑧粒子近傍の流れの評価としては、直接測定は難しいので、分子動力学によるシミュレーションもある。分子動力学（moleculer dynamics）により水の粘性や透水性への影響を調べている例もある。

6.5 ベントナイト混合土の室内締固めー透水試験

6.5.1 本章の目的と実施概要

ベントナイト混合土の透水係数は、締め固めた混合土の乾燥密度と含水比の組み合わせにより変動し、締固め土の最小透水係数は、最大乾燥密度に対応する最適含水比ではなく、その湿潤側で発現することが知られている。これは、締め固めた際の乾燥密度に加えて締固め時の飽和度が強く影響する為であると考えられる。具体的には、最大乾燥密度における飽和度を最適飽和度と定義し、締固め時の飽和度が最適飽和度よりもやや小さい場合では、高いサクションにより細粒子が粗粒子に張り付いて締固め力に対して硬い不均一凝集構造を作ることで、比較的大きな間隙径を形成し、その後の通水時に透水係数が大きくなると考えられる。一方、締固め時の飽和度が最適飽和度よりもやや大きい場合では、サクションが小さくなり細粒土が水や空気と共に粗粒子間の間隙を埋めるような均一分散構造を作ることで間隙径は小さくなり、空気は水中に封入された状態となって透水係数は小さくなると考えられる。

そこで本章では、ベントナイト等の土質系材料に対して、基本的特性を把握するための各種室内試験を実施し、締固め時の乾燥密度と含水比（飽和度）が透水性に与える影響を検討するための基礎データ取得を行った。また、材料の微視的性質に関する基本データを取得するため、実体顕微鏡による供試体粒子間隙構造の観察、走査型電子顕微鏡（SEM）を用いたより微視的な構造観察、ベントナイトと母材の混合不均一性の影響検討等、今後の研究に資する可能性のある幾つかの予備実験を並行して実施した。

6.5.2 実験に用いた試料とその物理化学的特性

(1) 物理試験（含水比試験、土粒子密度試験、粒度試験）結果

実験に用いた試料は、購入砂と Na 型ベントナイト（クニゲル V1）であり、これらを混合した試料についても対象としている。また、ベントナイトを混合した際にその混合具合を目視で確認することを目的として、青色のカラーサンドも実験では使用している。カラーサンドは購入砂との比較を行うため、購入砂と同じ粒度分布になるよう調整している。

表 6.5-1 は、各試料に対して実施した物理試験（粒度試験、土粒子密度試験、含水比試験、等）の結果一覧であり、図 6.5-1 には各試料の粒径加積曲線を示している。この粒径加積曲線を見ると、購入砂とカラーサンドの粒度分布はほぼ等しいことがわかる。ベントナイトについては、粒径の細かい粘土分を多く含む材料であり、液性・塑性試験結果から高塑性材料であることがわかる。購入砂とベントナイトの混合土については、その混合比を 9：1 と 7：3 の 2 ケースとしており、ベントナイトの混合率が大きくなると、それに比例して細粒分が増加していることが粒径加積曲線からも読み取れる。

表 6.5-1　実験に用いた試料の物理試験結果一覧

				購入砂	ベントナイト	ベントナイト混合土(9:1)	ベントナイト混合土(7:3)	カラーサンド
土粒子密度			ρ_s g/cm^3	2.747	2.737	2.732	2.740	2.639
自然含水比			w_n %	4.9	7.8	5.0	5.2	0.0
粒度	石分	(75mm 以上)	%					
	礫分	(2～75mm)	%	10.0	0.0	11.2	9.6	0.0
	砂分	(0.075～2mm)	%	89.9	0.6	79.3	61.4	99.8
	シルト分	(0.005～0.075mm)	%	0.0	32.6	3.8	9.8	0.2
	粘土分	(0.005mm 未満)	%	0.1	66.8	5.7	19.2	
	最大粒径		mm	4.75	0.25	4.75	4.75	2.00
	均等係数	Uc		3.70	－	7.30	－	3.4
液性限界			w_L %		387.7			
塑性限界			w_P %		24.3			
塑性指数			I_P		363.4			
地盤材料の分類名				分級された礫まじり砂	粘土(高液性限界)	細粒分礫まじり砂	礫まじり細粒分質砂	分級された砂
分類記号				(SP-G)	(CH)	(S-FG)	(S-FG)	(SP)

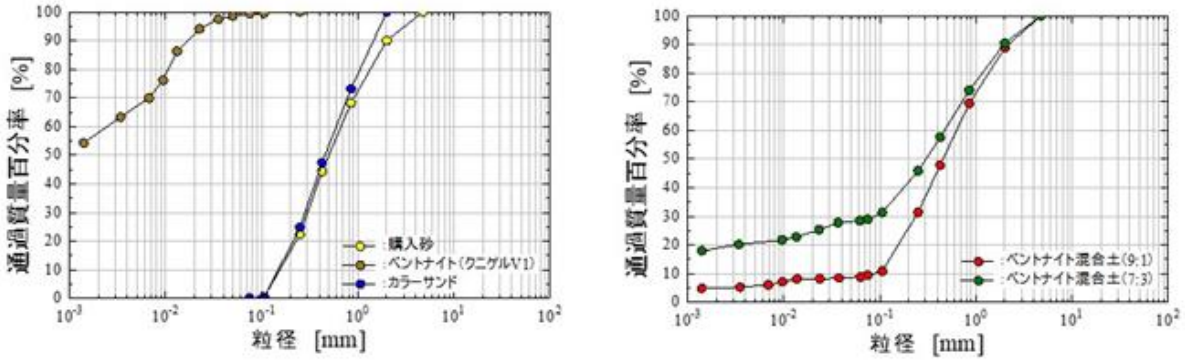


図 6.5-1　実験に用いた試料の粒径加積曲線

(2) 蛍光 X 線試験結果

実験に用いた試料の元素分析をエネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（図 6.5-2）にて行った。なお、実験に用いた試料は、風乾試料である。分析結果を表 6.5-2 に示す。

実験分析結果より、購入砂は、鉄の含有量が比較的多い砂であることがわかる。

表 6.5-2　蛍光 X 線分析による元素分析結果

試料名	クニゲル V1		購入砂	
含有元素（重量%）	Si	73.1	Si	72.8
	Al	12.9	Fe	8.9
	Ca	6.1	Al	8.3
	Fe	4.6	Ca	7.0
	S	1.0	K	1.7
	K	0.9	Ti	0.7
	Ba	0.4	Mn	0.3
	Ti	0.4	Cu	0.1
	Mn	0.2	Sr	0.1
	Ce	0.2		
	Cu	0.2		

※Na は分析対象外

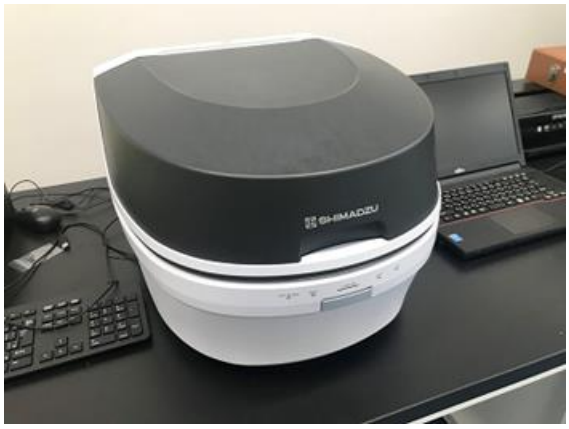


図 6.5-2　エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置（島津製作所 EDX-8000）

(3) メチレンブルー試験結果

メチレンブルー吸着量測定は、ベントナイトの主成分であるスメクタイトがメチレンブルーを吸着することを利用して、ベントナイトのスメクタイト含有量を見積もるための手法である。

試験方法は、ベントナイトなどのメチレンブルー吸着量の測定方法（JIS Z2451:2019）に準拠し、スポット法により測定を行った。実験にはクニゲル V1 を使用し、３連で測定を行った。

メチレンブルー吸着試験の結果を表 6.5-3 に示す。

メチレンブルー吸着量試験の結果、平均値は 70mmol/100g-乾土であった。

表 6.5-3　メチレンブルー吸着試験結果

分析項目	単位	測定結果			
		1 回目	2 回目	3 回目	平均値
ﾒﾁﾚﾝﾌﾞﾙｰ吸着量	mmol/100g-乾土	70	70	70	70

(4) 比表面積測定結果

実験に用いた試料の比表面積測定を、自動比表面積測定装置（図 6.5-3）にて行った。測定結果を表 6.5-3 に示す。

測定された比表面積は、クニゲル V1 が 19.6m²/g、購入砂が 7.5m²/g であった。クニゲル V1 の測定値が一般的なベントナイトの値よりも小さく、購入砂の測定値は、一般的な砂の値よりも大きい結果となった。本結果については、来年度以降に再度分析を行う必要があると思われる。

表 6.5-4　比表面積測定結果

分析項目	単位	試料名	
		クニゲル V1	購入砂
比表面積	m^2/g	19.6	7.5

図 6.5-3　自動比表面積測定装置（micrometrics GeminiⅦ）

6.5.3　実験ケース及び実験条件

購入砂、カラーサンド、ベントナイトの試料と、それらの混合土に対して室内締固め試験と透水試験を実施した。表 6.5-5 に実施した試験ケースの一覧を示す。室内締固め試験（JIS A 1210）は、購入砂、カラーサンド、ベントナイトの各単体試料と、ベントナイト混合土（購入砂とベントナイトの混合比 9:1 と 7:3、カラーサンドとベントナイト混合比 9：1）の計 6 試料に対して実施している。透水試験については、透水性が高い購入砂及びカラーサンドを JIS A 1218 に準拠

して実施し、透水性が低いベントナイト混合土（購入砂とベントナイトの混合比 9:1 と 7:3）は低透水性材料を対象とした JGS 0312 に準拠して試験を行った。

表 6.5-5　実施した試験ケース一覧

試験項目		規格	実施試料
土の締固め試験		JIS A 1210	購入砂，カラーサンド，ベントナイト 購入砂＋ベントナイト混合土(9:1) 購入砂＋ベントナイト混合土(7:3) カラーサンド＋ベントナイト混合土(9:1)
透水試験	土の透水試験	JIS A 1218	購入砂，カラーサンド
	低透水性材料の透水試験	JGS 0312	購入砂＋ベントナイト混合土(9:1) 購入砂＋ベントナイト混合土(7:3)

6.5.4　実験結果及び考察

(1) 室内締固め特性

表 6.5-6 は、室内締固め試験（JIS A 1218）から得られた最大乾燥密度と最適含水比を示す。また、図 6.5-4 及び図 6.5-5 に締固め曲線を示す。粒度分布はほぼ同じ購入砂とカラーサンドを比較すると、購入砂の最大乾燥密度が 1.749g/cm^3 であるのに対して、カラーサンドは 1.631g/cm^3 と小さくなっており、締固め曲線もかなり異なっている。なお、最適含水比は購入砂が 14.1%、カラーサンドが 14.8%と比較的近い値である。ベントナイトの締固め試験結果を見ると、最大乾燥密度が 1.279g/cm^3 と非常に小さく、最適含水比は 25．4%と高い。

購入砂とベントナイトの混合土（混合比 9:1）の結果を見ると、最大乾燥密度が 1.851g/cm^3 となっており、ベントナイトの細粒分を含むことにより、購入砂単体よりも密に締め固まることがわかる。なお、購入砂とベントナイトの混合土（混合比 7 ：3）の結果を見ると、最大乾燥密度が 1.780g/cm^3 と混合比 9：1 よりも最大乾燥密度が小さくなっており、ベントナイトの細粒分がある量よりも多くなると徐々に締固めが困難になっていくことがわかる。なお、購入砂とベントナイトの混合土の混合比 9：1 及び 7 ：3 では、最適含水比は購入砂単体と近い値となっており、母材となる購入砂の影響を強く受けていると言える。カラーサンドとベントナイトの混合土（9：1）についても、購入砂とベントナイトの混合土と同じ傾向を示しており、細粒分が含まれることにより最大乾燥密度が大きくなり密に締め固まる。また、最適含水比は、母材であるカラーサンドの影響を強く受け、カラーサンド単体の場合とほぼ同じとなっている。

表 6.5-6　室内締固め試験から得られた最大乾燥密度と最適含水比

	最大乾燥密度 ρ_{dmax} [g/cm^3]	最適含水比 w_{opt} [%]
購入砂	1.749	14.1
カラーサンド	1.631	14.8
ベントナイト	1.279	25.4
購入砂＋ベントナイト混合土(9:1)	1.851	14.1
購入砂＋ベントナイト混合土(7:3)	1.780	14.4
カラーサンド+ベントナイト混合土(9:1)	1.723	14.9

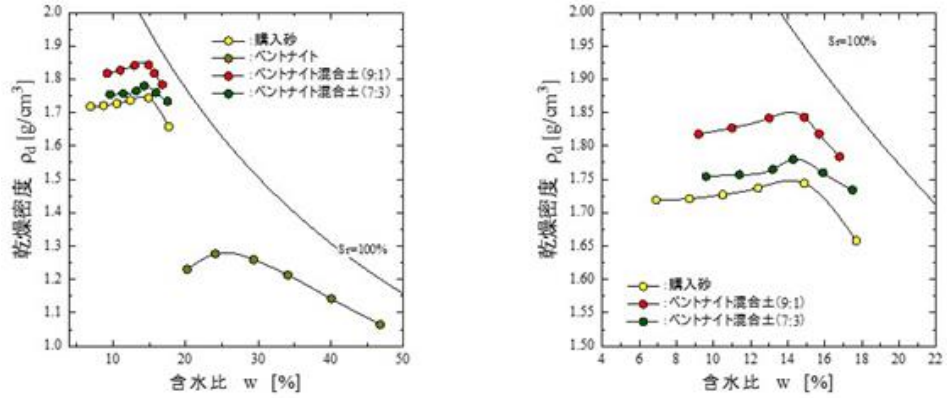


図 6.5-4　購入砂及びベントナイト混合土の室内締固め試験結果（締固め曲線）

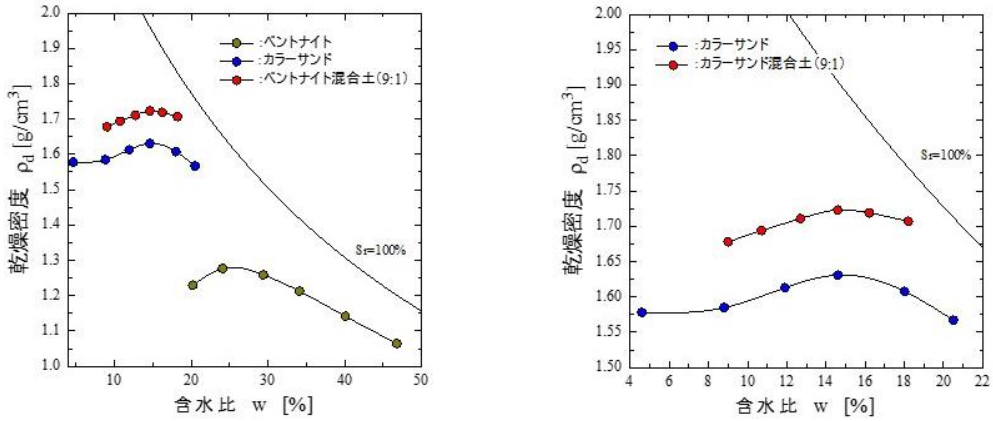


図 6.5-5　カラーサンド及びベントナイト混合土の室内締固め試験結果（締固め曲線）

(2) 室内透水特性及び最小透水係数の発現傾向

図 6.5-6 は、購入砂及びカラーサンド単体試料に対して実施した透水試験（JIS A 1218）の結果である。室内締固め試験で作成した含水比の異なる 6 供試体に対して透水試験を実施している。購入砂及びカラーサンドは透水性が良く、透水係数は 10^{-4}m/s のオーダーである。また、購入砂、カラーサンド共に、最大乾燥密度となる最適含水比よりも高い含水比で、最小透水係数が発現していることがわかる。図 6.5-7 は、購入砂とベントナイトの混合土試料に対して実施した透水試験（JGS 0312）の結果である。なお、混合比 7：3 の結果については、透水係数が非常に低く、試験が終了していないため現時点での暫定値をプロットしている。購入砂やカラーサンドと同様に、最大乾燥密度となる最適含水比よりも高い含水比で、最小透水係数が発現していることがわかる。図 6.5-8 は、購入砂とベントナイトの混合比 9：1 と 7:3 を比較したグラフである。締固め曲線は、ベントナイトの量が多い混合比 7:3 の方が、乾燥密度が 0.1g/cm^3 ほど全体的に低い反面、透水係数はベントナイトの量が多い混合比 7:3 の方が 1 オーダー（10^{-1}m/s）程度低くなっており、土粒子間隙に対するベントナイト混合量の比率が透水係数に大きく影響を及ぼしていることがわかる。

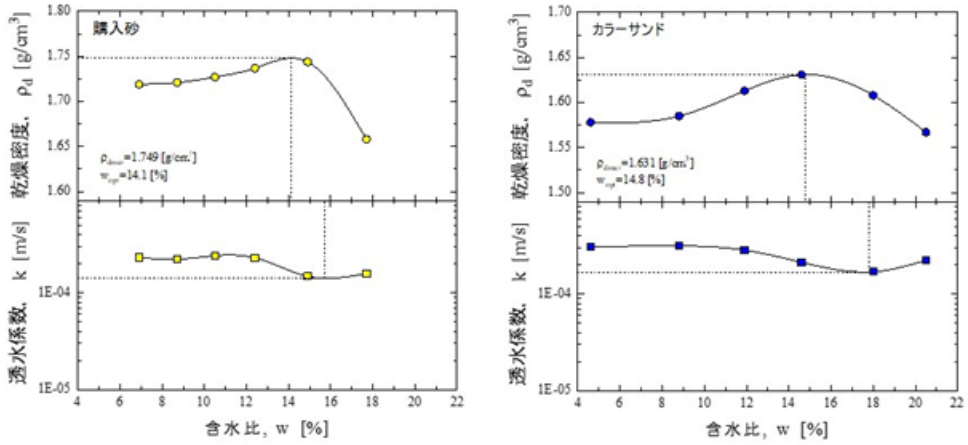


図 6.5-6　購入砂及びカラーサンドの透水試験結果（JIS A 1218）

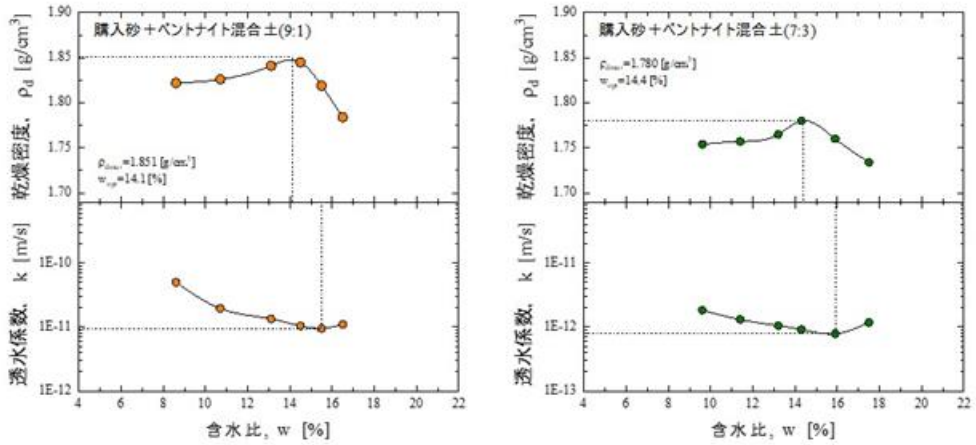


図 6.5-7　ベントナイト混合土の透水試験結果（JGS 0312）

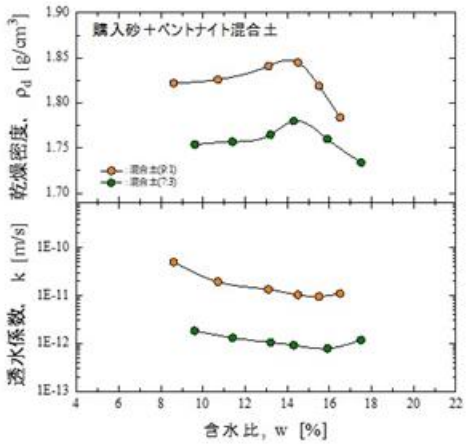


図 6.5-8　ベントナイト混合土の透水試験結果の比較

本年度実施した室内締固め－透水試験結果についてさらに若干の考察を加えておく。1 点目は JISA1218 法と JGS0312 法の違いについて、2 点目は既往研究との比較による透水係数値の妥当性の検証である。

図 6.5-9 には、今回実験したベントナイト混合比 9:1 の 2 つの実験結果（JISA1218 法と JGS0312 法）に加え、混合比 7:3 の暫定結果を併記して示している。まず 9:1 混合比供試体における試験方法の違いの影響を見ると、JGS0312 法により得られた透水係数は JISA1218 法による値に比べて 1 オーダー低く、ベントナイト混合土の低透水性をより精緻に検出していることが分かる。1 オーダー低い理由については透水試験に要する時間がかなり長期に及ぶため、ベントナイトの膨潤が十分に生じていることに加え、JISA1218 と比較してバックプレッシャーの負荷や動水勾配の違い等が影響しているものと考えられる。図中には混合比 7:3 の結果（JGS0312 法）を併記したが、前述の通り、ベントナイト混合比の影響が明瞭に現れている。

図 6.5-10 は、今回の混合比 9:1 と 7:3 の結果を小峯・緒方（電中研）[7]による既往結果と比較したものである。締固めエネルギーや締固め密度が透水係数に影響するため、締固め密度が今回の実験結果（1Ec）とレンジ的に比較的近い実験結果として小峯ら[7]の結果を採用した。また小峯らの供試体の母材粒度は今回の購入砂に近く、ベントナイトも同じクニゲル V1 を用いていることも採用理由の一つである。図中に今回の 2 つの混合比の結果を併記した。締固め含水比（飽和度）の違いによりデータに幅が生ずる（小峯の結果も同様）ため、データ範囲として示したが、混合比 9:1 の結果は小峯らの結果と良く整合している。一方混合比 7:3 の結果は小峯らの下限値あるいはそれよりも小さな値を示しており、これは今回の乾燥密度範囲（1.74～1.78）が小峯らの範囲（1.43～1.79）よりもやや大であることによるものと思われる。これらを勘案すると、今回の JGS0312 試験結果は既往研究と整合的な結果を示しているものと考えられ、来年度以降も引き続き既往データとの比較検証を実施していく予定である。

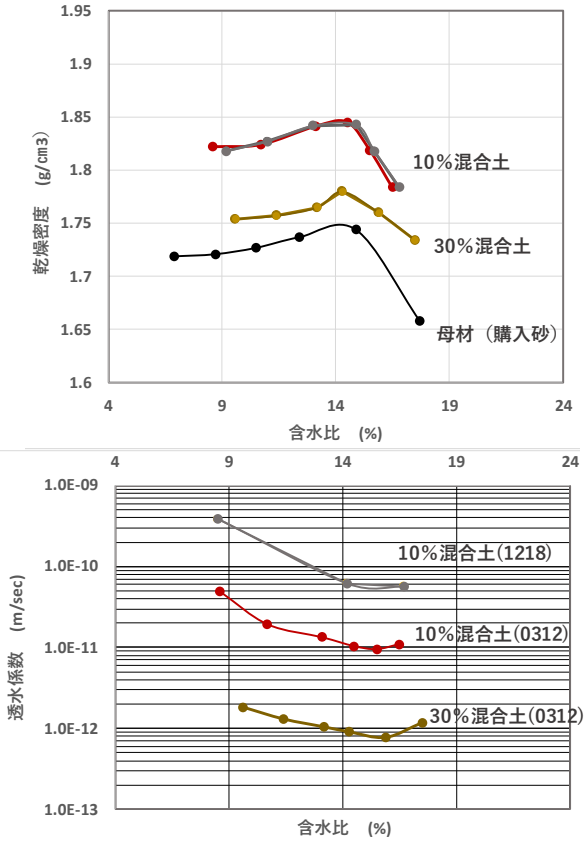


図 6.5-9　透水試験方法の違いの影響

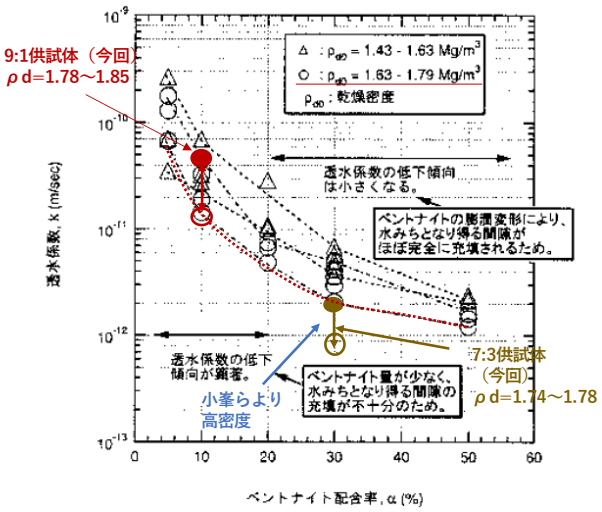


図 2.10　埋戻し材供試体の透水係数とベントナイト配合率の関係
（小峯・緒方：三河珪砂6号＋クニゲルV1）

図 6.5-10　既往実験結果との比較（小峯・緒方[7]に加筆）

6.5.5　ベントナイト混合土に対する微視的構造観察の試み

(1) 微視的構造観察の手法と供試体作製条件

1) 実体顕微鏡と SEM/EDS の概要

ベントナイト混合土に対し、実体顕微鏡と SEM/EDS による観察を行った。

実体顕微鏡による観察は、NIKON 製実体顕微鏡 SMZ18 を使用し（図 6.5-11）、SEM/EDS は、日本電子製走査型電子顕微鏡 JSM-6010PLUS/LA（図 6.5-12）を用いた。

走査型電子顕微鏡は、電子線を観察対象に照射して、対象物から放出される二次電子の強度から表面状態を観察するものであり、試料表面の構造を微細に観察するのに適している。

また、SEM には、EDS（元素）分析機能も有しており、表面を観察するとともに、元素分析も可能である。さらに、検出された元素ピーク情報から元素分布を色分けし、２次元画像で表示する元素マッピングも可能である。

図 6.5-11　実体顕微鏡（Nikon SMZ18）

図 6.5-12　走査型電子顕微鏡
（日本電子 JSM-6010PLUS/LA）

2) 供試体の作製方法

実体顕微鏡による観測に用いた試料は、図 6.5-13 に示したスマート一面せん断試験機を用いて、静的荷重で圧縮することにより作成した。スマート一面せん断試験機は、鉛直方向の制御に高精度のパルスモータを使用しており、供試体の高さを任意に設定することが可能である。このスマート一面せん断試験機の供試体容器（直径 6cm）に、既定の乾燥密度になるように計量した試料を入れ、高さ 1cm になるように静的に圧縮することで供試体を作成した。試料はベントナイト混合土（購入砂とベントナイトの混合比 9:1）を用いており、含水比は図 6.5-15 に示した室内締固め試験結果を参考に、DRY 側含水比 w=9%、最適含水比 14%、WET 側含水比 w=17%とし、乾燥密度は 1.80g/cm^3 とした。なお、DRY 側含水比に対しては、乾燥密度を 1.60、1.70、1.80g/cm^3 の 3 ケースとしており、図 6.5-15 の赤色プロット位置の計 5 ケースの供試体に対して、実体顕微鏡による観測を行っている。

図 6.5-13　スマート一面せん断試験機

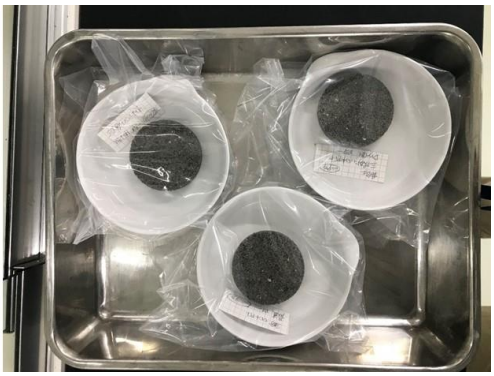


図 6.5-14　作製した供試体

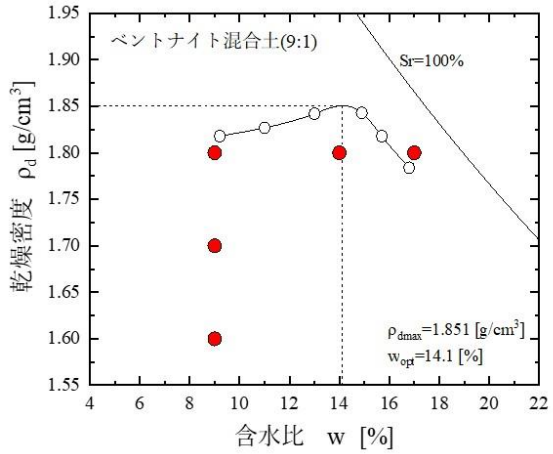


図 6.5-15　構造観察に供した供試体の作製条件

(2) 構造観察結果と画像解析による粒子間隙構造評価の試み

図 6.5-16 は、購入砂とベントナイトの混合土（9:1）試料の乾燥密度が 1.80g/cm³、含水比が DRY 側（w=9%）、最適（w=14%）、WET 側（w=17%）の実体顕微鏡画像である。DRY 側の画像を見ると、購入砂に粉状のベントナイトが付着している様子が見て取れる。これが最適や WET 側のように含水比が高くなると、ベントナイトが吸水してゲル状になっていく様子が見て取れる。このようなベントナイトの状態が、締固め時の間隙構造の形成に大きな影響を与えているものと推測される。

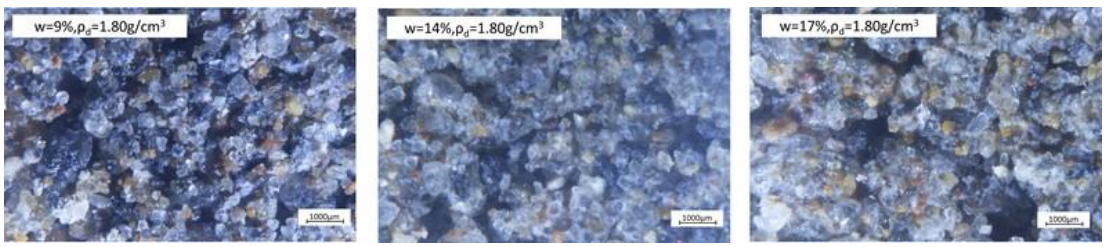


図 6.5-16　実態顕微鏡による画像（含水比の異なる供試体の比較）

実体顕微鏡画像では、購入砂の粒形状を確認できるとともに、その噛み合わせによってできる間隙構造らしきものも観察できる。そこで、これらの画像における影の部分がベントナイト混合土内部に残存する土粒子間隙（マクロポア）であると仮定して、画像処理による定量的な評価を試みた。ここでは、実体顕微鏡により撮影した元画像をグレースケール画像(8bit)に変換し、画像の暗い部分がマクロポアであると仮定して二値化処理を行うことで、間隙の評価を行った。なお、各顕微鏡画像は明るさが異なるため、グレースケール画像に対して明度補正（ヒストグラムの平坦化）を実施し、補正した画像に対して二値化処理を行っている。図 6.5-17 に画像処理の流れを示す。

表 6.5-7 は画像解析結果の一覧、図 6.5-18 は明度補正の閾値 73 で実施した画像解析結果である。表中の間隙比は、二値化処理を行った画像に対して、間隙と考えられる部分（黒色部分）の面積から算出している。また、二値化処理を行う場合、閾値によってその結果が変わるため適切な閾値の設定が必要であり、今回の画像解析では，二値化閾値を 70，73，76 の 3 ケースで処理を実施している。図 6.5-19 は、供試体の乾燥密度から求めた間隙比と、画像処理から推定した間隙比を比較したグラフである。顕微鏡画像から推定した間隙比と実際の間隙比には、十分な相関性が見られ、画像解析によりベントナイト混合土の間隙を評価することが十分可能であることが示唆される。今回の評価は、ベントナイト混合土全体の間隙比で比較・評価しているが、間隙を表す画像の黒色部分の各々の面積の分布を定量的に評価できれば、間隙構造（間隙径分布）の違いも定量的に評価することができると考えられる。

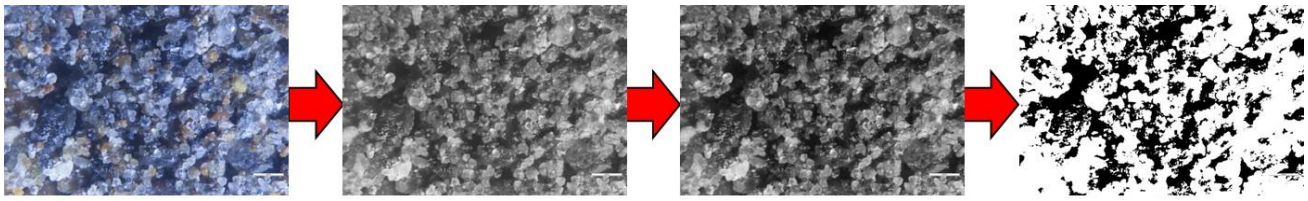


図 6.5-17　画像解析の手順

表 6.5-7　画像解析結果一覧（平均値）

乾燥密度	含水比	間隙比	推定間隙比		
[g/cm^3]	[%]	[-]	閾値 70	閾値 73	閾値 76
1.60	9.0	0.708	0.671	0.718	0.765
1.70	9.0	0.607	0.560	0.618	0.679
1.80	9.0	0.518	0.485	0.533	0.584
1.80	14.0	0.518	0.477	0.528	0.585
1.80	17.0	0.518	0.484	0.529	0.576

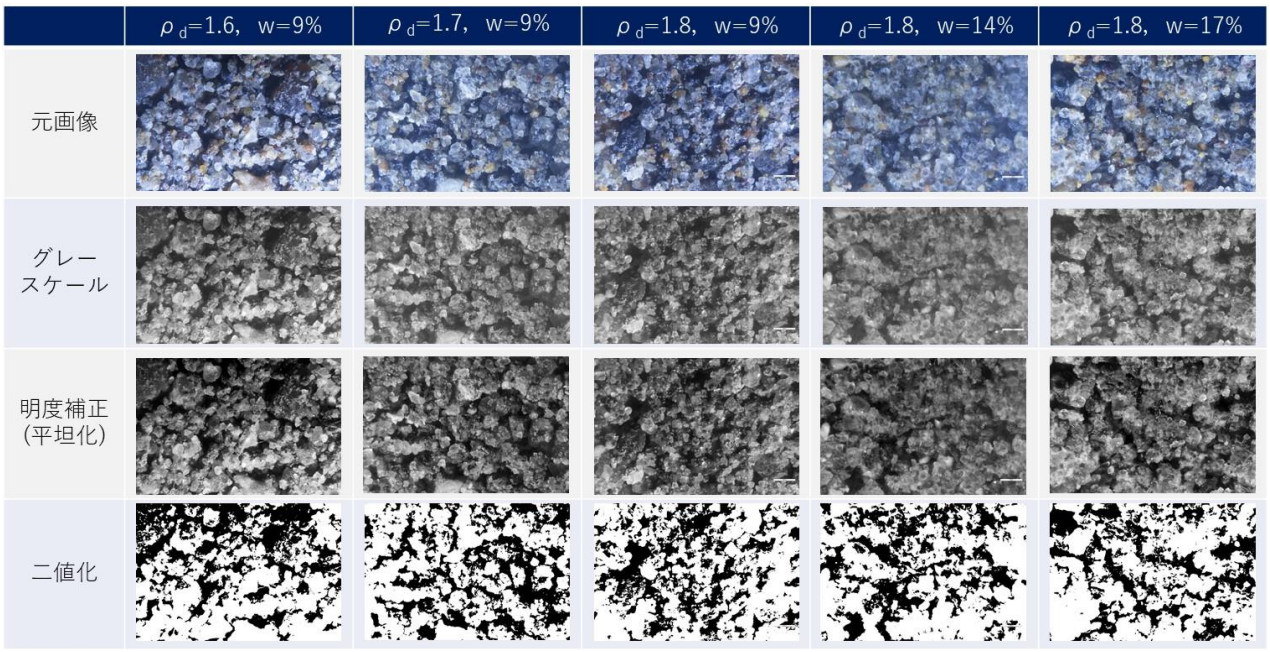
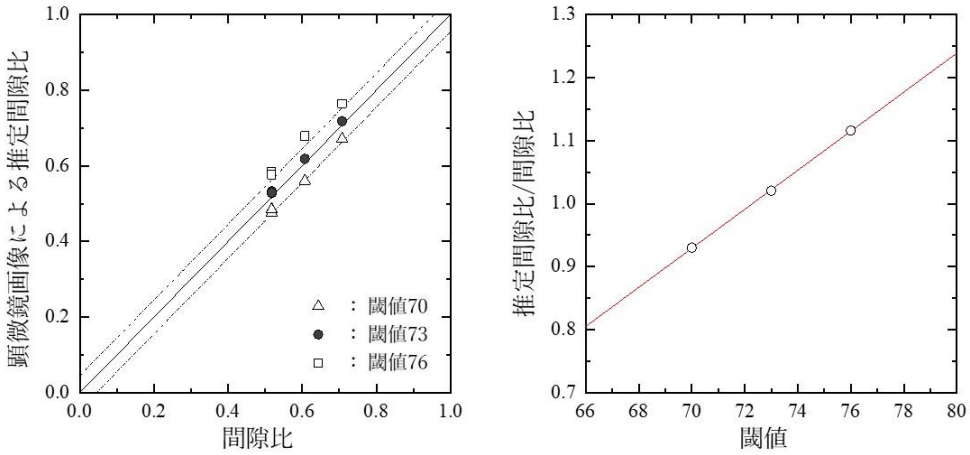


図 6.5-18　画像解析結果の一例（閾値 73）



(a)　間隙比と推定間隙比の関係　　(b) 推定間隙比/間隙比と閾値の関係

図 6.5-19　実際の間隙比と画像解析から求めた推定間隙比の比較

(3) SEM/EDS によるベントナイト同定の試み

1) 概要

砂とベントナイトの混合土から付着したベントナイトを同定・可視化する手段として、SEM による観察と EDS 分析に着目した。

一般的に、砂粒子は表面荷電が小さく粒子表面にイオンを吸着しにくく、一方、粘土粒子は表面荷電が大きく粒子表面にイオンを吸着しやすい。そこで粒子表面にイオンを吸着させたベントナイトを砂と混合し、SEM 観察と EDS 分析を行い、元素マッピングを行うことで、粘土表面に特定の元素の濃度が高くなり、砂とベントナイトの差異が見わけられるのではないかという仮説を立て、検証を行った。

2）試験方法

試験方法は以下のとおりである。

風乾したクニゲル V１を遠沈管に 2g 採取し、1mol/L の NaCl、KCl、MgCl2、CaCl2 各水溶液を 50ml 添加した。振とう機にて 6 時間振とうし粘土粒子表面にイオン吸着させた後に、遠心分離にて上澄みを除去した。遠沈管に残ったクニゲル V1 を回収し、風乾させた。この試料について EDS 分析を行い、元素マッピングを行うことで、粘土粒子表面に吸着しているイオンの分布を確認し、購入砂とクニゲル V１の間で最も濃度差が出る元素を決定した。その後、最も濃度差が出るイオンを表面に吸着させたクニゲル V１と購入砂を重量比で１：９となるように添加し、手作業で攪拌混合したものを観察試料とし、SEM 観察及び EDS 分析を行った。

3）試験結果

図 6.5-20 に購入砂単体、図 6.5-21 にクニゲル V１単体（イオン吸着処理なし）の SEM 画像、EDS 元素マッピング結果を示す。

ここで、左上の写真が SEM 画像、右の写真が EDS 元素マッピング結果である。EDS 元素マッピング結果については、各画像の右下の Al、Si、Na、Mg、K、Ca などが元素の種類を示している。

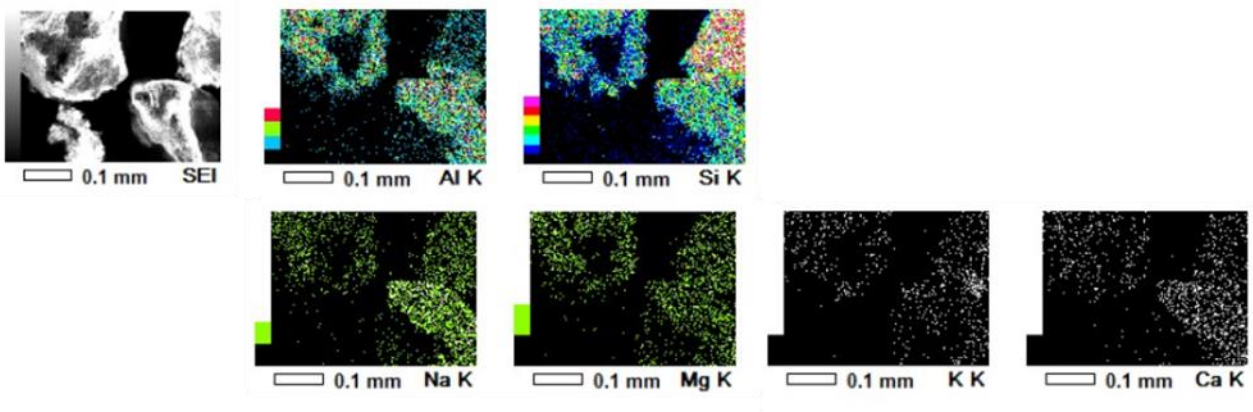


図 6.5-20　購入砂の SEM 画像、EDS 元素マッピング結果

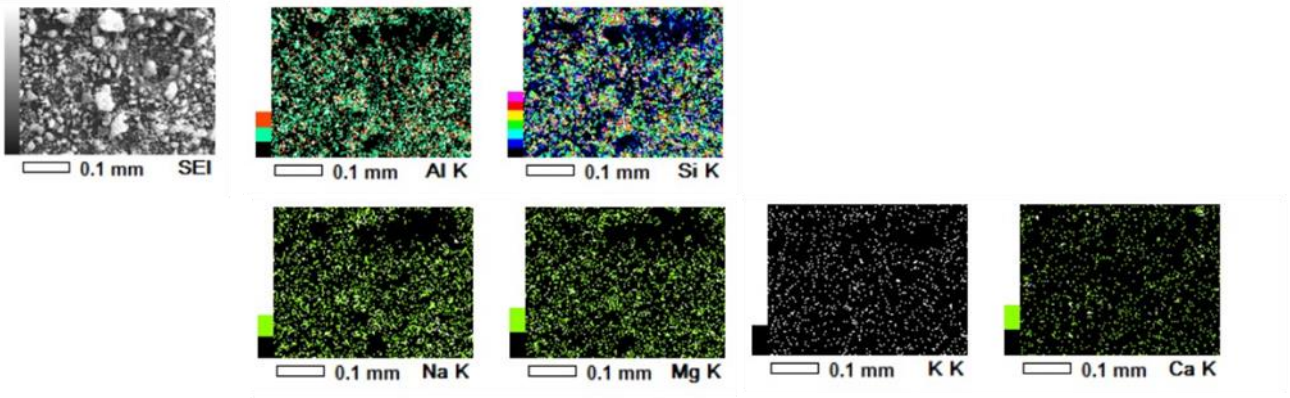


図 6.5-21　ベントナイト（未処理）の SEM 画像、EDS 元素マッピング結果

購入砂については、ナトリウムやマグネシウムを含むことがわかる。また、カリウム、カルシウムは微量であった。

イオン吸着処理なしのクニゲル V1 についても、購入砂と同様に、ナトリウムやマグネシウムを含み、カリウム、カルシウムが微量であった。

次に、イオン吸着処理を行ったクニゲル V1 の SEM 画像、EDS 元素マッピングの結果を図 6.5-22 に示す。

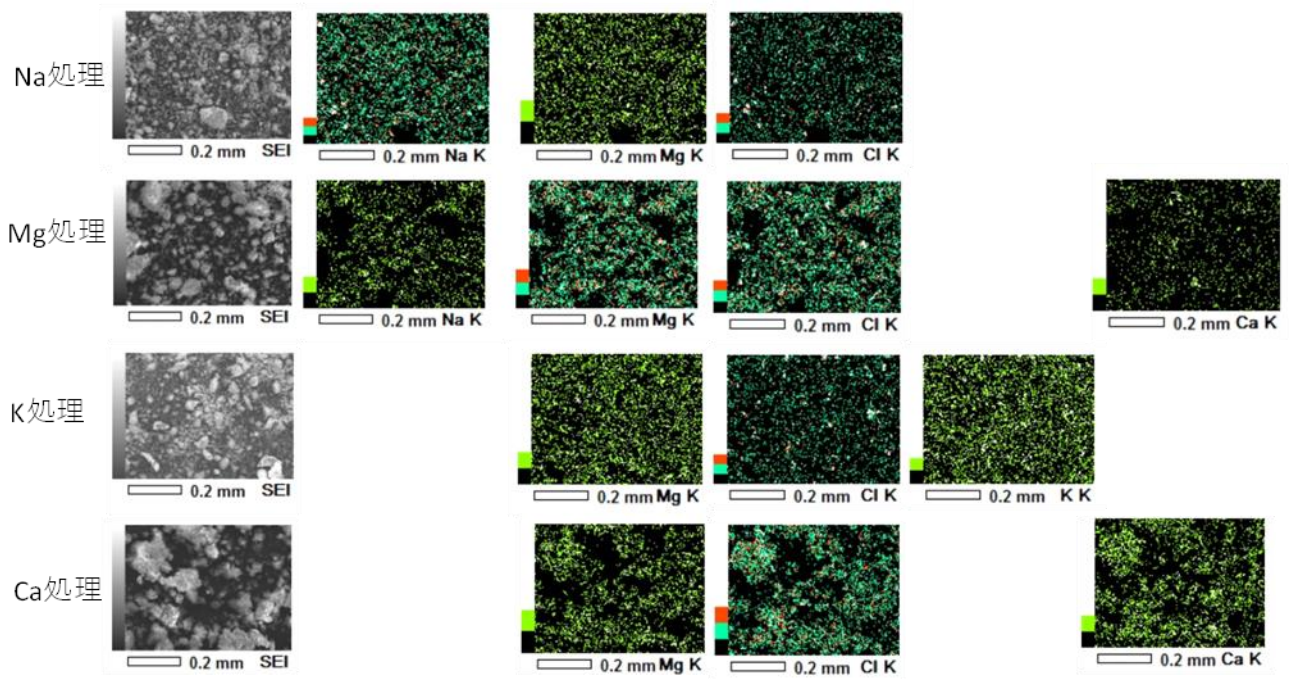


図 6.5-22　イオン吸着処理を行ったベントナイトの SEM 画像、EDS 元素マッピング結果

図 6.5-22 より、購入砂と最も濃度差が出る元素として、Cl、Ca と判断した。次に、Ca イオンで吸着処理を施したクニゲル V1 と購入砂を混合した試料について、SEM 観察、EDS 測定を行った。その結果を図 6.5-23 に示す。

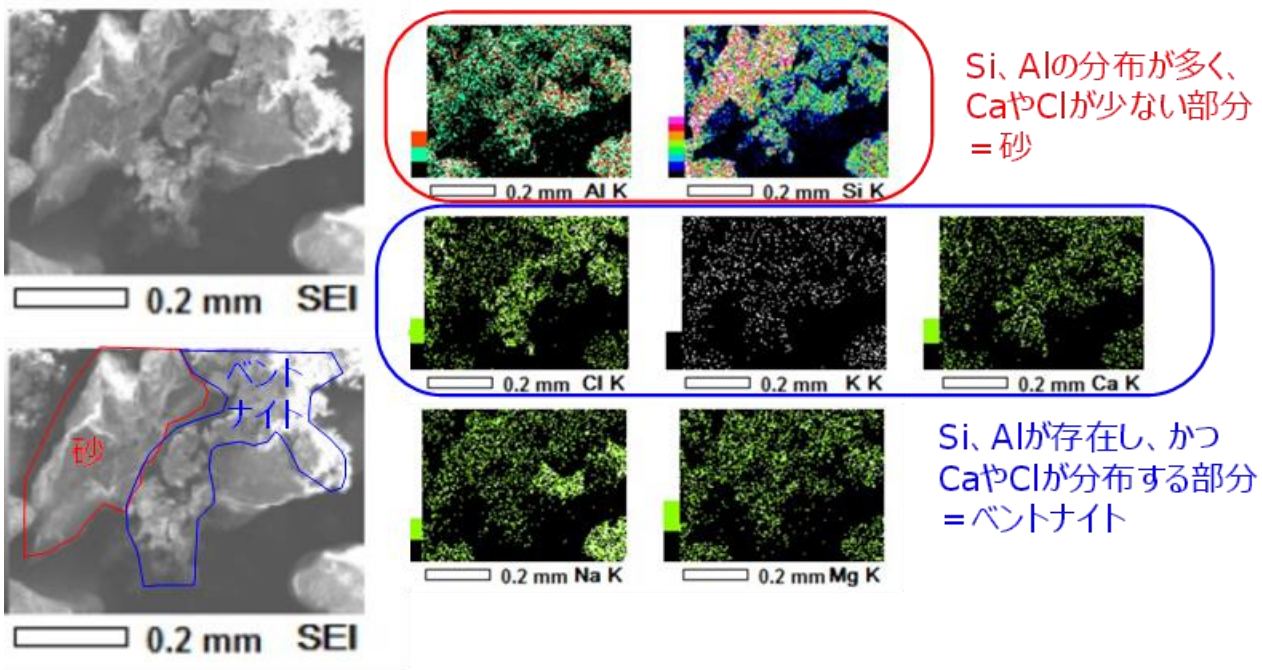


図 6.5-23　イオン吸着処理を行ったベントナイトと購入砂の混合土の
SEM 画像、EDS 元素マッピング結果

陽イオン（ここではカルシウムイオン）に加え、陰イオンの塩化物イオンにて、砂とベントナイトの濃度差が出ており、塩化カルシウム（CaCl2）で吸着処理をしたベントナイトを用いることで砂とベントナイトの同定ができることが示唆された。

6.5.6　ベントナイトの混合不均一性の影響に関する予備実験

（1）不均一混合供試体の作製方法及び実験ケース

ベントナイトと購入砂の混合状態が透水性にどのような影響を与えるのかを検討する目的で、均一及び不均一混合の試料を作成し、透水試験を実施した。ベントナイトと購入砂の混合比は 9:1 である。また、ベントナイトの混合状態を目視で確認するために、購入砂と粒度分布が近いカラーサンドを用いて同様の透水試験（ベントナイトとカラーサンドの混合比=9:1）も実施した。供試体寸法は直径 10cm、高さ 12cm で、供試体の締固めは JIS A 1210 に従い作成している。透水試験は JIS A 1218 に準拠して実施しており、含水比は購入砂を DRY 側 w=9%、最適 w=14%、WET 側 w=17%の 3 ケース、カラーサンドを DRY 側 w=8%、最適 w=14%、WET 側 w=18%の 3 ケースとした。

均一試料の混合方法は、自然含水比状態のベントナイトと母材（購入砂、カラーサンド）を混ぜ合わせた後、霧吹きにより全体にバラつきができないように加水・攪拌して作成した。不均一供試体については、混合方法を次のように統一することで、できるだけ極端な不均一試料を作成するよう心掛けた。DRY 側の試料については、母材（購入砂、カラーサンド）に加水・攪拌した後、乾燥したベントナイトを上からまぶし、2～3 回ざっくりと混ぜることで作成した。WET 側の試料については、ベントナイトに加水・攪拌することでペースト状に

した後、母材（購入砂、カラーサンド）と混ぜ合わせた。最適含水比の試料については、添加するベントナイトの半分の量を加水・攪拌することでペースト状にした後、加水した母材（購入砂、カラーサンド）と混ぜ合わせ、最後に残り半分の乾燥したベントナイトをまぶすことで作成した。図 6.5-24～図 6.5-27 に作成した試料の写真を示す。

図 6.5-24　試料の混合状況（ベントナイト＋購入砂、均一混合）

図 6.5-25　試料の混合状況（ベントナイト＋購入砂、不均一混合）

図 6.5-26　試料の混合状況（ベントナイト＋カラーサンド、均一混合）

図 6.5-27　試料の混合状況（ベントナイト＋カラーサンド、不均一混合）

(2) 混合不均一性が締固めー透水特性に及ぼす影響

図 6.5-28 は、購入砂とベントナイト混合土（9:1）と、カラーサンドとベントナイト混合土（9:1）の均一・不均一試料の試験結果の比較である。グラフ上部が、供試体作成時の締固めの結果である。参考のため、先に実施したベントナイト混合土（9:1）の締固め試験結果と、母材（購入砂、カラーサンド）単体の締固め試験結果を併記した。このグラフを見ると、均一試料の場合は事前に実施した締固め試験結果（締固め曲線）とほぼ一致していることがわかる。一方、不均一試料の場合は含水比が高くなると乾燥密度が低下し、母材単体の場合よりも乾燥密度が低くなっている。グラフ下部は透水試験の結果であるが、不均一試料では含水比が高くなると透水係数が大きくなり、母材に近いところまで値が上昇している。これらの結果から、ベントナイト混合土の混合具合によって、十分な締固め施工ができなくなるとともに、必要となる透水係数が確保できない可能性があるため、混合方法には十分な注意が必要である。

図 6.5-29 は、購入砂とベントナイト混合土（9:1）に対して実施した透水試験結果の比較である。一般的な土材料に対して行われる透水試験（JIS A 1218）の結果は、低透水材料を対象とした透水試験（JGS 0312）の結果より 1 オーダーほど大きく、ベントナイト混合土のような低透水性材料では限界があると言え、JGS 0312 基準で試験を実施する必要がある。

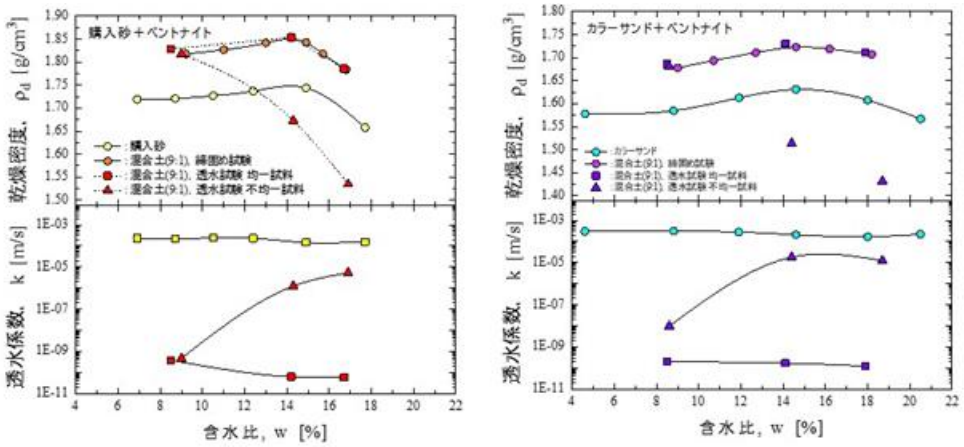


図 6.5-28　均一・不均一試料の締固めと透水試験結果の比較

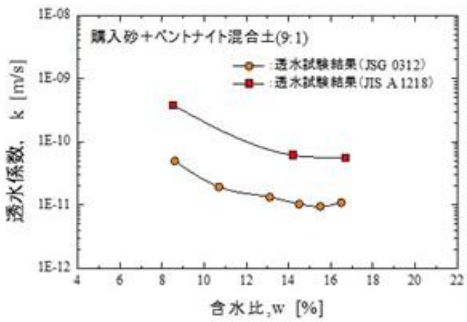


図 6.5-29　透水試験の規格の違い（JGS 0312 と JIS A 1218）

(3) デジタル画像解析による混合不均一性評価の試み

砂とベントナイトの混合土では、その混合状況が締固めや透水係数に大きな影響を与える

ことがわかった。そこで、ベントナイトと砂の混合状態を定量的に評価する目的で、砂とベントナイトの混合土に対して画像解析を行うことにより混合度合いの評価を試みた。実験ケースは、透水試験を実施した均一・不均一供試体と同じである。直径 10cm、高さ 12cm の 2 つ割りモールドで締固めて作成した供試体を、縦に半分に割り、その断面にアクリル板を当てて断面をデジタルカメラで撮影した。図 6.5-30 は、作成した供試体の状況写真である。

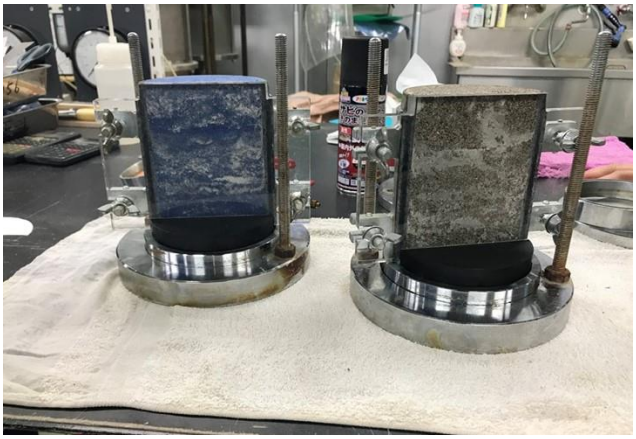


図 6.5-30　作成した供試体の一例（最適含水比、不均一混合）

図 6.5-31 は、カラーサンドとベントナイトの混合土（9:1）の結果である。画像解析では、元画像に対してカラーサンドの色相を抽出するフィルタリング処理を行った後、さらにグレースケール化し、明度の頻度グラフを作成することで評価した。均一供試体の結果を見ると、その頻度グラフはきれいな正規分布となっていることがわかる。一方、不均一混合の供試体の結果を見ると、頻度グラフは正規分布の形状から大きく崩れており、最適含水比や WET 側含水比の場合には、カラーサンドとベントナイトの分布が 2 つ重なったような形状となっている。一方、均一供試体における締固め時含水比（飽和度）の違いの影響については、頻度グラフからは区別する事ができず、乾燥・最適・湿潤での締固め供試体の構造の違いを評価するには至らなかった。

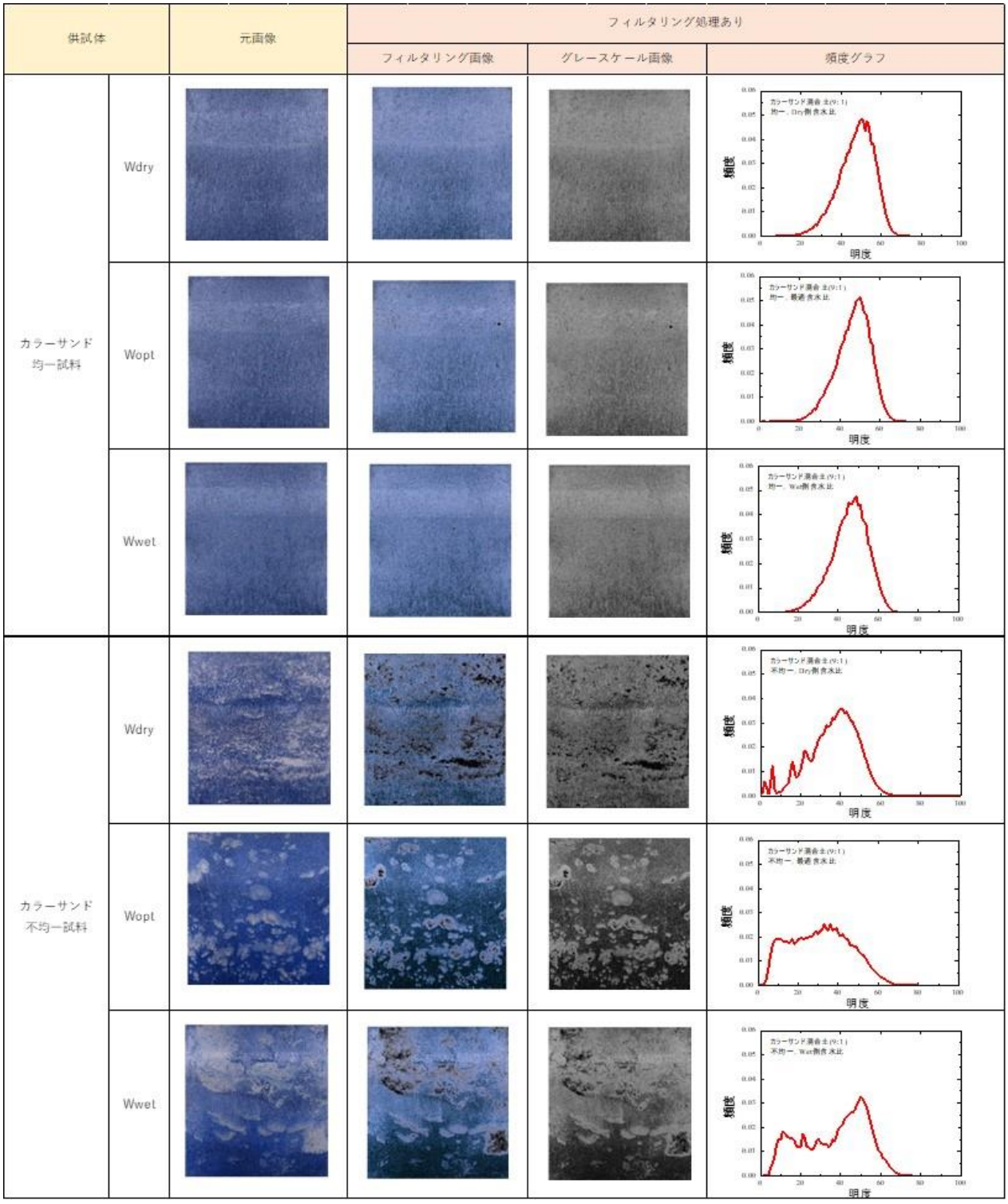


図 6.5-31　カラーサンドとベントナイト混合土の画像解析結果

図 6.5-32 は、購入砂とベントナイトの混合土（9:1）の結果である。なお、購入砂とベントナイトの色相が非常に近いことから、フィルタリング処理を省略して明度の頻度グラフを作成した。均一供試体の結果を見ると、カラーサンドと同様に頻度グラフはきれいな正規分布となっていることがわかる。不均一混合の供試体の結果は、カラーサンドほど明確ではないが、頻度グラフが正規分布形状から崩れていることがわかる。以上の結果から、画像解析

を用いることで、ベントナイトと砂の混合状態を定量的に評価することが可能であると考えられる。均一供試体における締固め含水比の違いの影響については、サラーサンドと同様、これを評価するには至っていない。

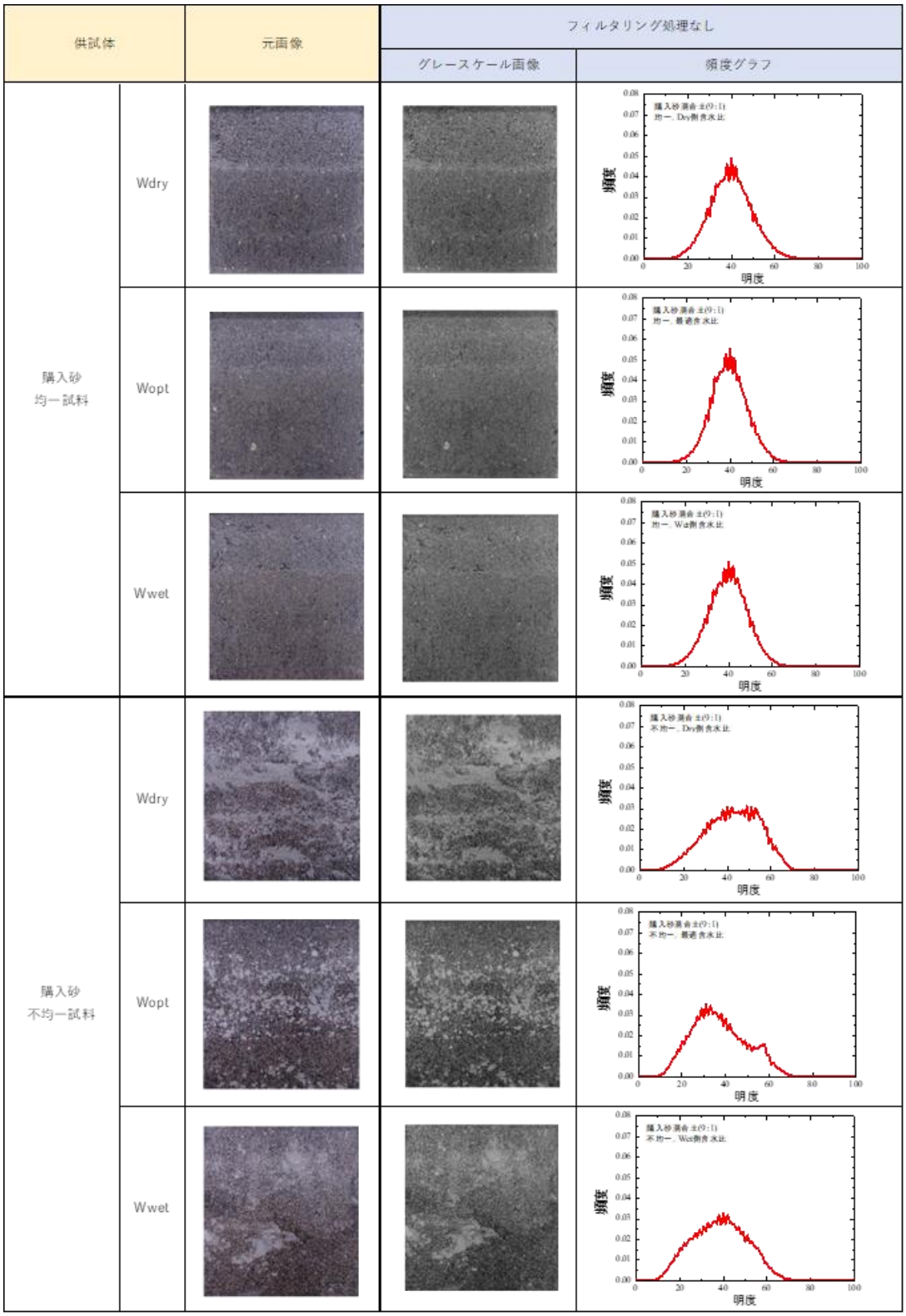


図 6.5-32　購入砂とベントナイト混合土の画像解析結果

図 6.5-33 は、カラーサンドとベントナイト混合土（9:1）に対して通水を実施した際の画像例である。この画像を見ると、供試体内の間隙を流れる水を目視では確認できず、どの画像もほぼ同じに見える。また、これらの画像に対して画像解析を実施しても、明確な変化を捉えることができなかった。ベントナイト混合土内部の間隙構造を通る水の流れを把握するには、次章のような中性子イメージング等の手法が必要であると言える。

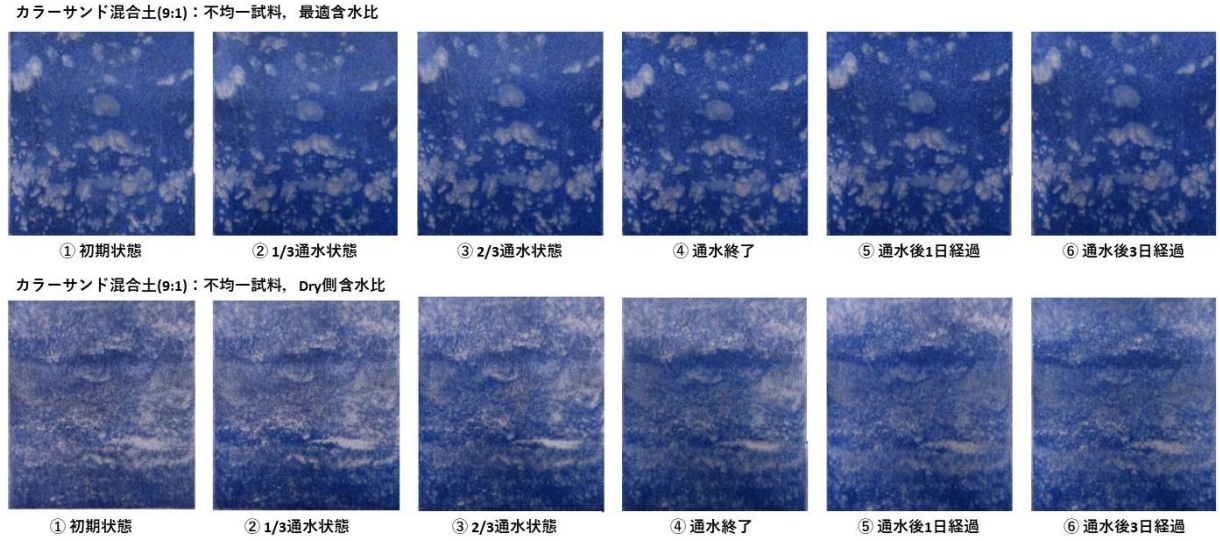


図 6.5-33　カラーサンドとベントナイト混合土の通水画像

6.5.7　得られた知見と残された課題

以上、ベントナイト混合土の室内締固め－透水試験結果を報告した。研究初年度である本年度は、長期透水試験装置と実験手法の整備及び検証、最小透水係数発現現象の確認、微視的構造観察手法の試行等を主に実施した。また、ベントナイトと母材の不均一混合の影響に関する予備実験を実施した。これによって得られた知見及び課題は以下の通りである。

① ベントナイト混合土に対して透水試験（JGS 0312：低透水性材料の透水試験方法）を実施した。ベントナイトの混合により母材の透水係数が著しく低下し遮水性が向上すること、ベントナイト混合率の増加と共にこれがより顕著となること、そしてベントナイト混合土では最小透水係数が最適含水比の湿潤側で発現することを確認した。

② 締固め時含水比（飽和度）の違いが締固め後の土の土粒子間隙構造に影響を及ぼす可能性があることから、写真撮影による微視的構造観察手法の検討を試みた。通常のデジカメによる撮影では後述する不均一混合（ベントナイトダマ有り）と均一混合の違いを区分することは十分に可能であったが、均一に混合した供試体の中での締固め時含水比の違いの影響を抽出することは困難であった。一方、倍率を上げた実体顕微鏡による観察ではベントナイトの母材への付着の仕方や吸水状態、マクロポアの分布状況の違いなどを目視及び画像解析により定量的にも抽出可能であることが確認できた。次年度以降、本手法を用いて締固め土の構造観察を本格的に実施していく予定である。また、ベントナイトの砂への

付着状況を確認するために塩素イオンを吸着させた状態でSEM/EDSによる分析を行った結果、ベントナイトの付着状況も確認することが可能であることが判明した。

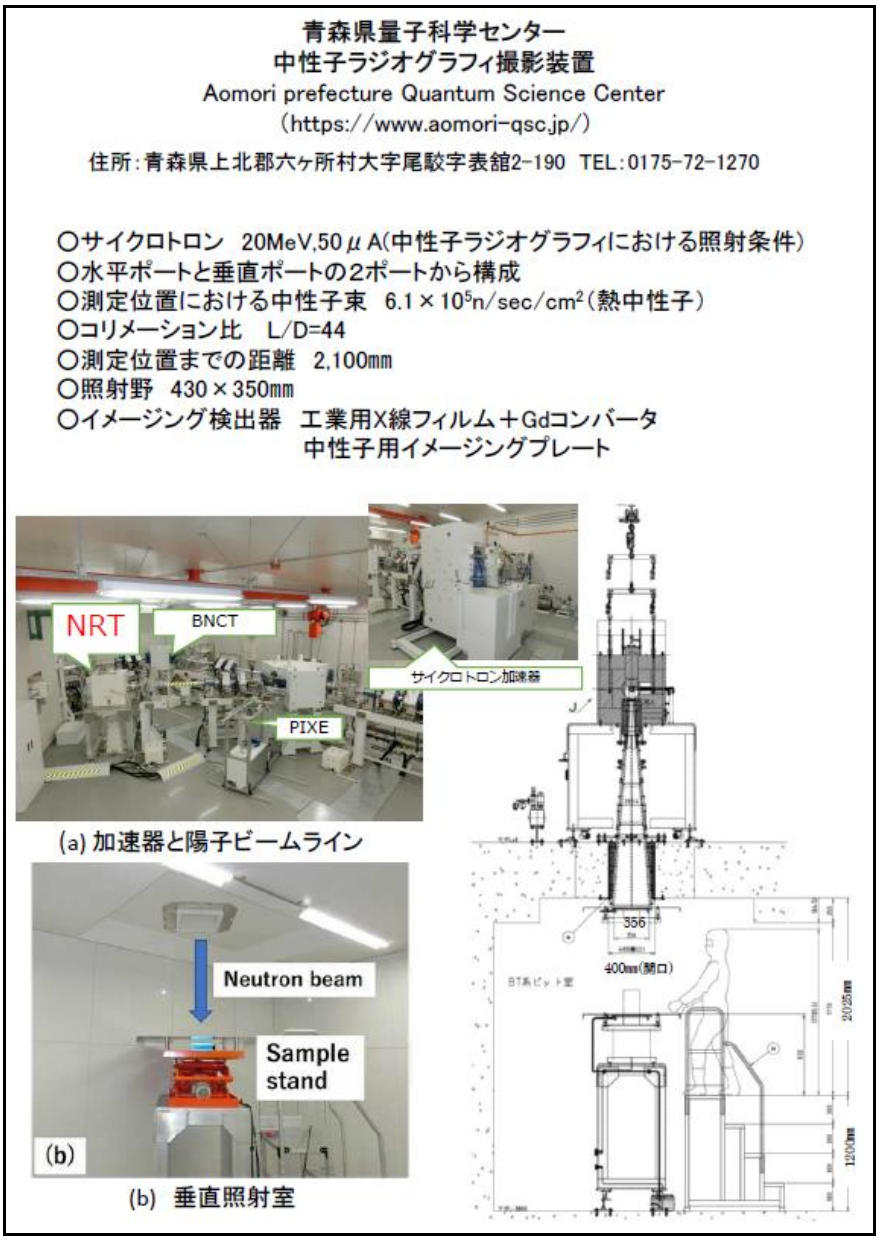
③　ベントナイト混合土の現地混合が不十分である場合を想定し、不均一に混合した供試体についても室内締固めー透水試験を実施した。この結果、最適及び湿潤側で不均一混合した場合、ベントナイトダマが試料中に混在し、これが締固め外力に抵抗して締固めが阻害される結果、均一供試体に対して乾燥密度が小となること、この結果及び不均一構造（母材とダマが分離して透水試験時に母材間隙部分を水が集中的に流れる）の影響により不均一混合供試体の透水係数が母材近くまで増加する結果が得られた。ベントナイト混合土の混合不均一性が締固め及び透水特性に大きく影響することを確認した。なおこのような不均一混合状態は、前述したように通常のデジカメ撮影でも判別可能であるため、現場施工時の混合性確認にも適用が可能と考えられる。

6.6　中性子イメージング実験

6.6.1　本章の目的と実施概要

透水試験時の供試体間隙中の水の浸透状況を確認することを目的として、中性子イメージング試験を実施した。中性子イメージングは、中性子が水素を多く含む水を透過しにくい性質を利用した装置で、物質中の水を観察することに優れているとされており、医療分野では毛細血管の観察などにも用いられている。このような特性から、供試体内部の間隙中を流れる水を、中性子イメージング試験装置により可視化することが可能であると考えられる。

実験には青森県量子科学センター(QSC)に設置されている NRT 装置（Neutron Radiography Testing）を利用し、中性子ラジオグラフィ撮影を行った。



ここでは、供試体を軽水（純水） で飽和させたのちに重水を順次通水することにより、供試体内部の重水の流れをイメージングのコントラストとして可視化する。透水試験中の供試体に対して複数回の中性子イメージングを行うことで、間隙中の水の流れを段階的に観測する試みである。なお、今年度は本試験装置及び重水を用いた透水試験方法や実験治具の準備と試行、ベントナイト混合土の粒子骨格構造や透水挙動をどの程度まで捉えられるか等について、技術的成立性の確認や実験手法の最適化に主眼を置き、以下の項目についての検討を行った。

① 土質供試体用実験治具の試作と適用性の検証
② 土質材料の含水状態の違いをどの程度可視化できるかについての精度の見極め
③ 実験方法の最適化、可視化精度を向上させるファクターの把握

6.6.2 中性子イメージング実験の基本原理と照射装置の概要

中性子イメージングは、中性子線を検査対象に照射して内部を透過させ、背後にある写真用フィルムや蛍光板やフラットパネルディテクターで撮影することにより、内部の構造や欠陥を調べる手法である。図 6.6-1 は、今回使用した青森県量子科学センターの中性子イメージングの照射装置である。この装置から発射された中性子は、計測ラインを通して別室にある供試体へと照射される。この時、中性子を透過しにくい土質供試体内部の間隙水分布がコントラストとして現れる。図 6.6-2 は別室にある供試体設置架台、図 6.6-3 は供試体の設置状況である。

図 6.6-1 供試体容器の概略図と実際の供試体容器

図 6.6-2　供試体の設置架台

図 6.6-3　供試体の設置状況

6.6.3　供試体作成方法及び簡易透水試験装置の概要

（1）供試体容器の製作

中性子イメージングにより土質系材料の粒子骨格構造や間隙中の透水挙動を観測する場合、供試体の奥行きはできる限り薄くしたほうが良いと考えられる。しかしながら、土質系材料の粒径や供試体作成時の締固め、通水時における供試体と容器の接触面の影響等を考慮すると、ある程度の奥行きを確保する必要もある。今回は、供試体寸法を高さ 5cm×幅 5cm×奥行き 1cm として、図 6.6-4 に示したような供試体容器を製作した。この供試体容器は、中性子を照射する際の透過性や被ばく量を考慮して、止水ゴムと通水用チューブを除きすべてアルミ製である。容器観測面に位置する前面・背面のアルミ板は、試験時の透過性への影響を考慮するとできる限り薄いほうが良いが、ここでは供試体作成時の締固めによる変形を考慮して 2mm 厚のアルミ板を用いた。

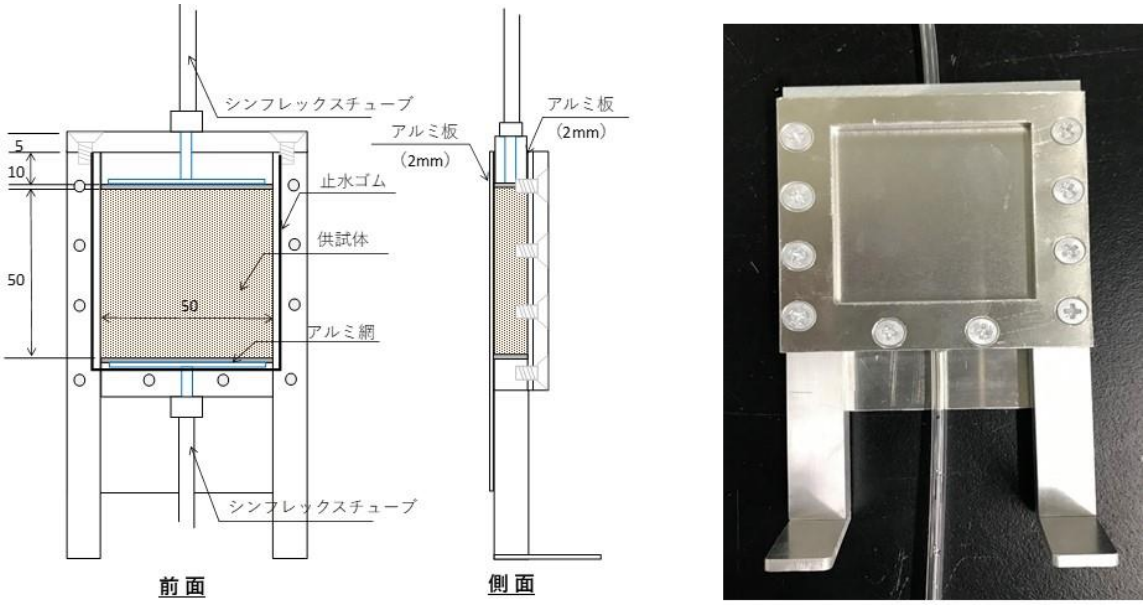


図 6.6-4　供試体容器の概略図と実際の供試体容器

(2) 土質系材料の供試体作成方法

土質供試体では、締固めによって形成される粒子骨格構造や透水挙動を比較するために、締固め時の含水比と乾燥密度を調整する必要がある。そこで、含水比調整した土試料を、目標とする乾燥密度から供試体体積 25cm^3 に必要な重量を計算し、容器内で高さ 5cm になるように締め固めることで供試体を作成した。なお、締固めは 1cm 毎（計 5 層）で実施しており、図 6.3-2 に示したように、供試体箱上部から準備した試料を小さなスプーン等でこぼさないように全重量の 1/5 ずつ入れ、凸形の木片を用いて表面を敷き均した後、この木片を上から木槌等で軽く叩くことで締め固めている。

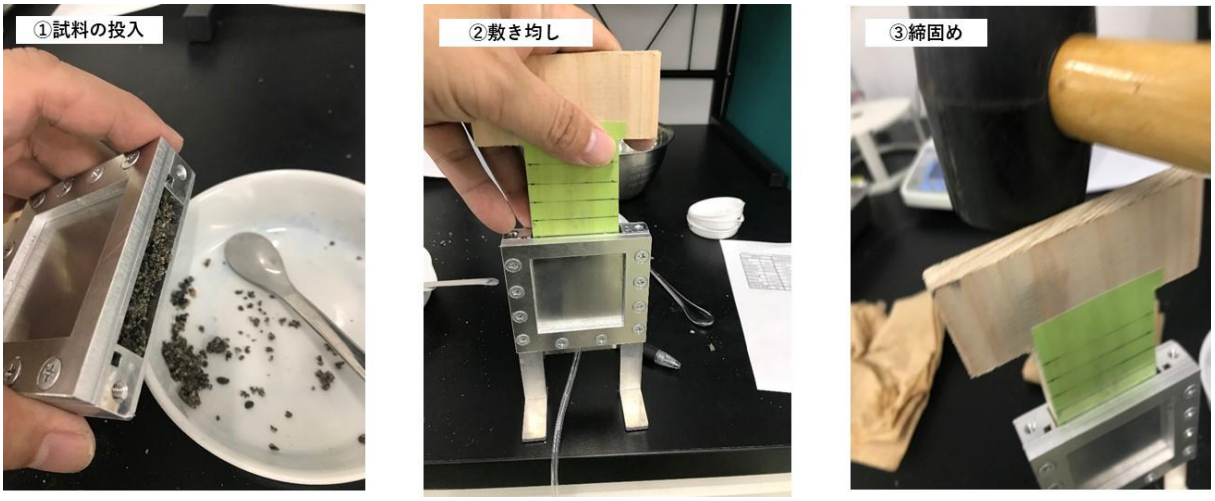


図 6.6-5　供試体作成状況

(3) 簡易透水試験装置の製作

供試体の通水には、図 6.6-6 に示した変水位の透水試験装置を用いた。なお、今回は一般的な透水試験に用いる供試体よりもかなり小さな供試体（体積 V=25cm^3）であるため、市販されている通常の透水試験装置では大き過ぎる。また、通水には重水を用いるという特殊性から、簡易な透水試験装置を新たに製作し使用している。本装置では、ビューレットの内径を 10mm のみとすることで装置の簡略化を図っており、5 つの供試体を並行して通水できるよう 5 連タイプとして製作している。

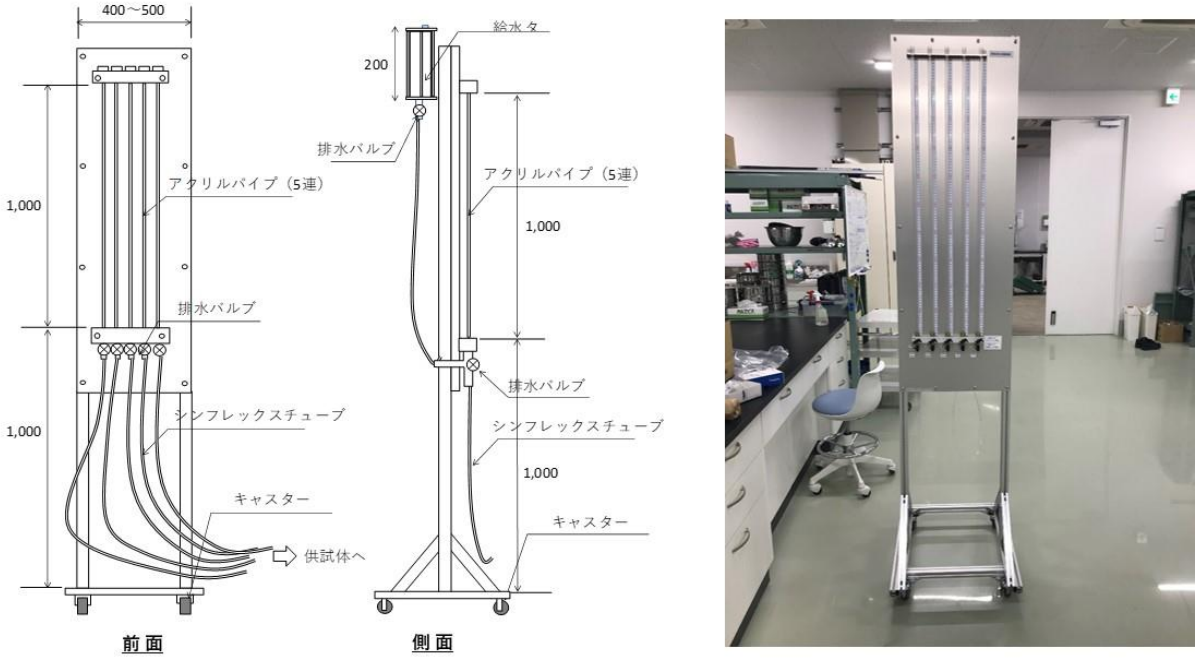


図 6.6-6　簡易透水試験装置の概略図と実際の簡易透水試験装置

6.6.4　実験ケース及び実験条件

表 6.6-1 に、中性子イメージングの実験ケースの一覧を示す。ここでは、土質系試料として購入砂単体、ベントナイト単体、ベントナイト混合土（混合比はベントナイト：購入砂=9：1）の 3 種類、粒子骨格構造を確認するための理想的な球体としてアルミ玉（直径 4mm）、ガラス玉（直径 5mm と 2mm）の 3 種類に対して中性子イメージングを実施した。図 6.6-7 に使用した試料の写真を示す。また、実験では供試体を軽水で飽和させたのちに重水を通水し、そのコントラストを可視化するため、軽水と重水のみの場合の比較も実施している。なお、表 6.6-1 中の下段に示した購入砂単体、ガラス玉（2mm）、硅砂 4 号については、供試体を出来る限り緩詰めの状態で作成し、重水を通水したケースである。

土質系試料である購入砂単体、ベントナイト単体、ベントナイト混合土における供試体の含水比と乾燥密度は、別途実施した締固め試験結果を参考に設定している。ただし、供試体容器の前面・背面のアルミ板厚が 2mm しかなく、別途実施した締固め試験と同じ乾燥密度まで締め固めると容器が変形・破損してしまう。このため、供試体作成時の乾燥密度は締固め試験による最大乾燥密度よりも低く設定しており、購入砂単体では ρ_d=1.70g/cm^3、ベントナイト単体では ρ_d

=1.15g/cm^3、ベントナイト混合土では ρ_d=1.75g/cm^3 である。また、各試料の調整含水比については、購入砂単体の自然含水比が w=4%、最適含水比が w=14%、ベントナイト単体の自然含水比が w=7%、最適含水比が w=26%、ベントナイト混合土の最適含水比が w=14%、DRY 側含水比が w=9%、WET 側含水比が W=17% である。図 6.6-8 に締固め試験結果と今回設定した含水比・乾燥密度を示す。

粒子骨格構造を可視化するため、粒度と形状が均一なアルミ玉（直径 4mm）、ガラス玉（直径 5mm と 2mm）を用いた中性子イメージングも実施している。これらのケースについては、供試体容器の前面アルミ板を外し、横に寝かせた状態でアルミ玉、ガラス玉を千鳥配置で 1 層並べることで、粒子構造を確実に可視化できるような供試体を作成している。図 6.6-9 に各試料に対する供試体の作成状況を示す。

表 6.6-1　中性子イメージングの実施ケース一覧

供試体材料	供試体条件		供試体数量	通水	中性子イメージングの撮影回数
	混合状況	調整含水比			
軽水（純水）	-	-	1	-	1
重水	-	-	1	-	1
ベントナイト単体	均一	自然,最適	2	-	1
	不均一	最適	1	-	1
購入砂単体	-	自然	1	-	1
	-	絶乾,最適,飽和	3	有	4
ベントナイト混合土	均一	DRY,最適,WET	3	有	4
	不均一	DRY,WET	2	有	4
アルミ玉（4mm）	-	-	1	有	3
ガラス玉（5mm）	-	-	1	有	3
ガラス玉（2mm）	-	-	1	有	3
購入砂単体※	-	絶乾	1	有	3
ガラス玉（2mm）※	-	-	1	有	3
硅砂 5 号※	-	絶乾	1	有	3

図 6.6-7　中性子イメージングに用いた試料

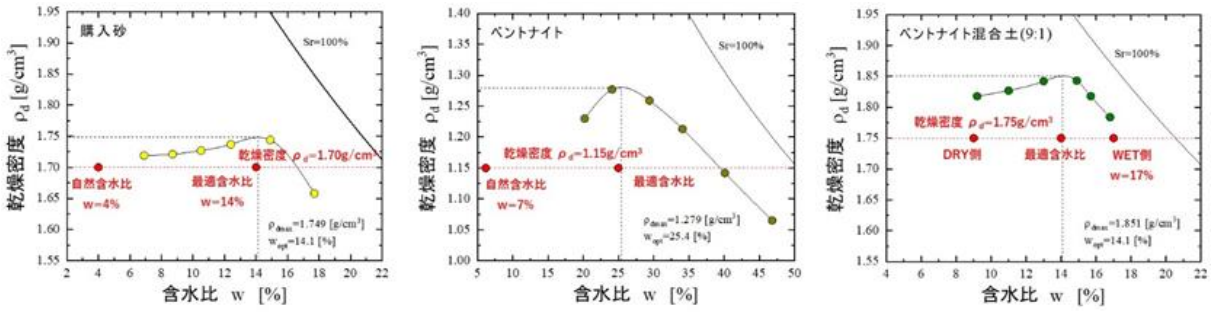


図 6.6-8　各試料の締固め試験結果と中性子イメージング供試体の乾燥密度・含水比

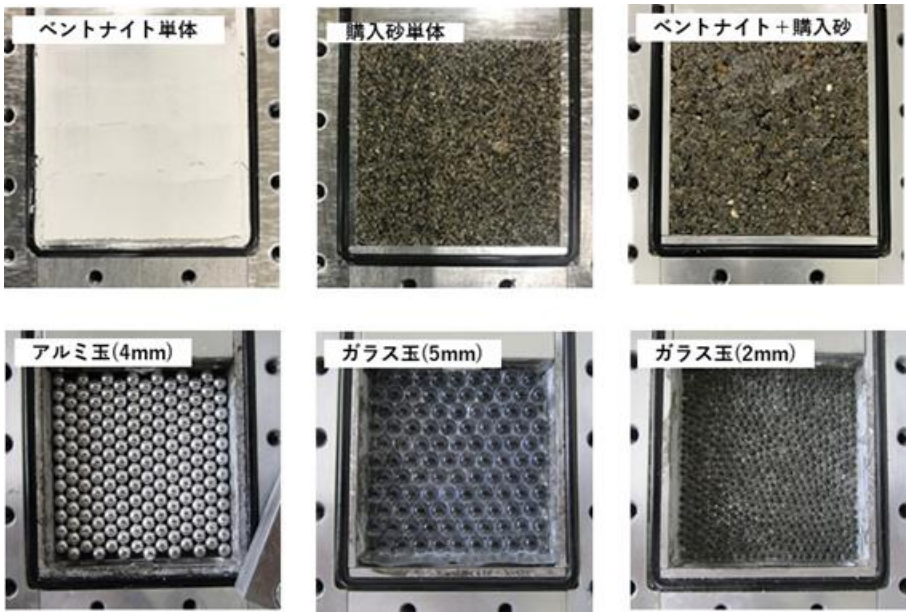


図 6.6-9　供試体の作成状況

6.6.5　実験結果及び考察

（1）基本特性の把握（軽水・重水・空気）

中性子イメージングでは、土質供試体内部の間隙中の水の流れを確認するため、供試体を軽水で飽和させたのちに重水を透水することにより、そのコントラストを可視化する。このため、重水と軽水の違いが中性子イメージングでどのように生じるかを事前に把握しておく必要がある。

そこで、軽水と重水のみを容器に入れたケースの比較を行った。なお、空洞状態（空気）との比較も行うため、軽水、重水は容器の下半分まで注水している。

図 6.6-10 は、重水と軽水の中性子イメージング結果である。この画像に示すように、重水は軽水と比較して明度が低く灰色が濃くなっている。また、容器上半分の空洞（空気）の部分は、中性子を阻害する物体がないため、黒く撮影されている。この結果から、軽水・重水・空洞（空気）には十分な明度の差があり、重水を透水した際の水の流れを可視化することが可能であると考えられる。

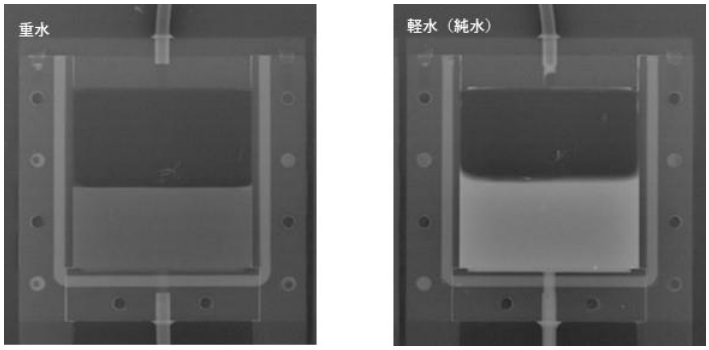


図 6.6-10　重水（左）と軽水（右）の中性子イメージング結果

(2) 理想球体への軽水浸潤状況の把握

中性子イメージングによる粒子骨格構造の確認がどの程度可能かを検討するためにまず、粒度と形状が均一な理想球体であるアルミ玉（直径 4mm）とガラス玉（直径 5mm と 2mm）を用いた実験を行った。ここでは、粒子構造を確実に可視化するため、供試体容器を横に寝かせた状態でアルミ玉、ガラス玉を 1 層並べた状態で供試体を作成しており、中性子イメージング実験の際にも容器を横に寝かせたまま上方から撮影している。絶乾状態を供試体の初期とし、供試体厚の約 8 割が軽水に浸った（水浸 80%）状態と、供試体が完全に水没した（水浸 100%）状態に対して、粒子間の軽水（純水）の分布を観察した。

図 6.6-11～図 6.6-13 は、アルミ玉（直径 4mm）及びガラス玉（直径 5mm と 2mm）の中性子イメージング結果である。初期は絶乾状態であるため、粒子間の間隙（空隙）が黒く撮影されている。これに対して、水浸 80%や水浸 100%になると間隙に軽水が入り込み明るい灰色になってくることがわかる。また、アルミ玉やガラス玉が球状であるため、各粒子にもコントラストが生じている。さらに、2mm のガラス玉では粒径が比較的小さいため、間隙内の軽水にも分布が見られる。これは、粒子間の表面張力の違いによるものだと推測される。ちなみに、ガラス玉の初期状態を比較すると、直径 2mm では中性子が透過して明度が低くなっているのに対し、直径 5mm では明度が高く白っぽくなっている。これは、使用した直径 5mm のガラス玉には鉛が多く含まれていたためだと考えられる。

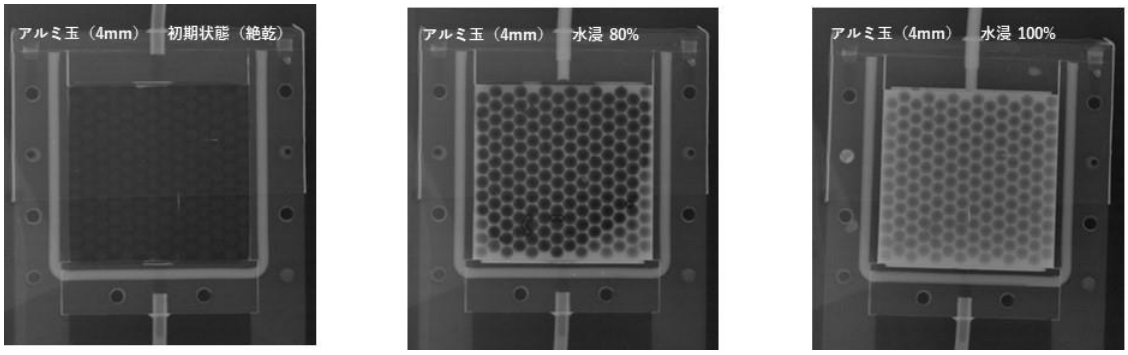


図 6.6-11　アルミ玉（4mm）の中性子イメージング結果（水浸の違い）

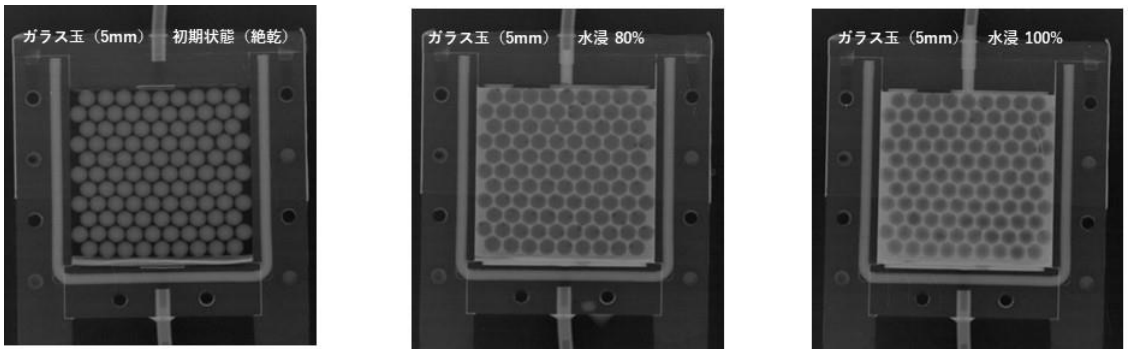


図 6.6-12　ガラス玉（5mm）の中性子イメージング結果（水浸の違い）

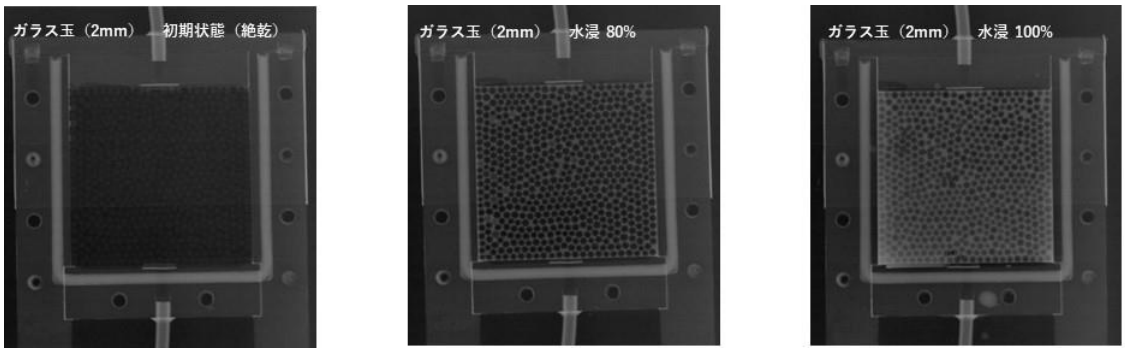


図 6.6-13　ガラス玉（2mm）の中性子イメージング結果（水浸の違い）

(3) 土質材料に対する適用性の検証

1) 砂及びベントナイト単体に対する実験結果

購入砂単体の含水比が異なる供試体に対して、中性子イメージングを実施しその比較を行った。ここでは、絶乾状態（w=0.5%）、自然含水比（w=4%）、最適含水比（w=14%）、飽和状態の4ケースについて比較を行った。これら4つの供試体の乾燥密度は、同じ ρ_d=1.70g/cm^3 である。なお、飽和状態の供試体については、最適含水比（w=14%）の状態で供試体を締め固めた後、簡易透水試験機を用いて軽水で飽和させて作成している。飽和後の含水比は約22%である。

図 6.6-14 は、購入砂単体の各含水状態における中性子イメージング結果の比較である。含水比が高いほど間隙内の軽水の量が多くなるため、画像の明度が高くなっていることがわかる。ちなみに、供試体の奥行きが 1cm あるため、先ほどの理想球体（アルミ玉・ガラス玉）とは異なり購入砂は多層となっている。このため、撮影された画像は奥行き方向の平均値として評価されていると考えられ、締固め時の含水比による粒子骨格構造の違いまでは観察することはできていない。

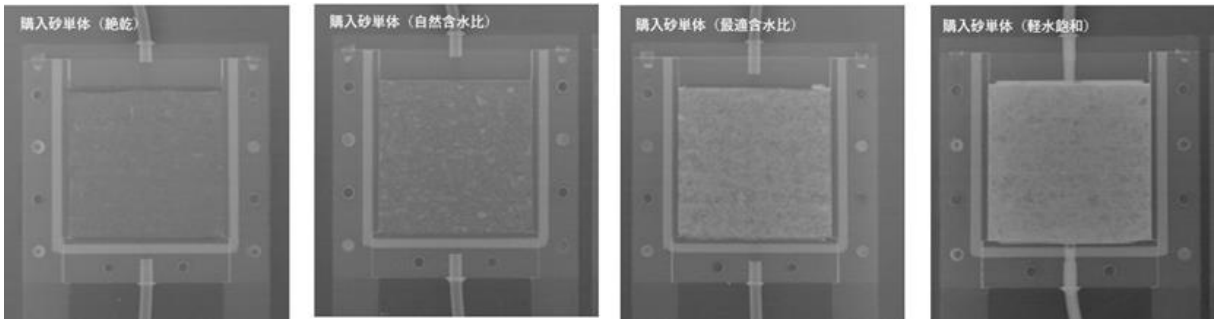


図 6.6-14　含水比が異なる購入砂単体の中性子イメージング結果

購入砂と同様に、ベントナイト単体についても含水比の異なる供試体に対して、中性子イメージングによる比較を行った。ここでは、自然含水比（w=7%）と最適含水比（w=26%）の均一供試体と、最適含水比（w=26%）の不均一供試体の計 3 ケースについて比較を行った。なお、均一供試体とは供試体内の含水比分布が均一になるように十分に攪拌した供試体であり、不均一供試体とは供試体内の含水比分布が不均一になるように人為的に作成した供試体である（6.5.6 参照）。これら 3 つの供試体の乾燥密度は、同じ ρ_d=1.15g/cm^3 である。

図 6.6-15 は、ベントナイト単体の中性子イメージング結果である。購入砂と同様に、含水比が高いほど画像の明度が高くなっていることがわかる。また、購入砂と比較してベントナイト粒子は細かい（平均粒径が小さい）ため、均一試料では供試体全体の明度分布（含水比分布）に斑がほとんど見られないが、不均一試料では明度分布（含水比分布）に斑が見られる。ちなみに、最適含水比（w=26%）の均一供試体の結果を見ると、供試体作成時 1cm 毎（計 5 層）で締固めた層境で横方向に薄く線が入っているのが見て取れる。これは、ベントナイトを締め固めた際に各層の下端までエネルギーが十分に伝わらず、深度方向に乾燥密度や含水比の斑が生じたことが原因と考えられる。

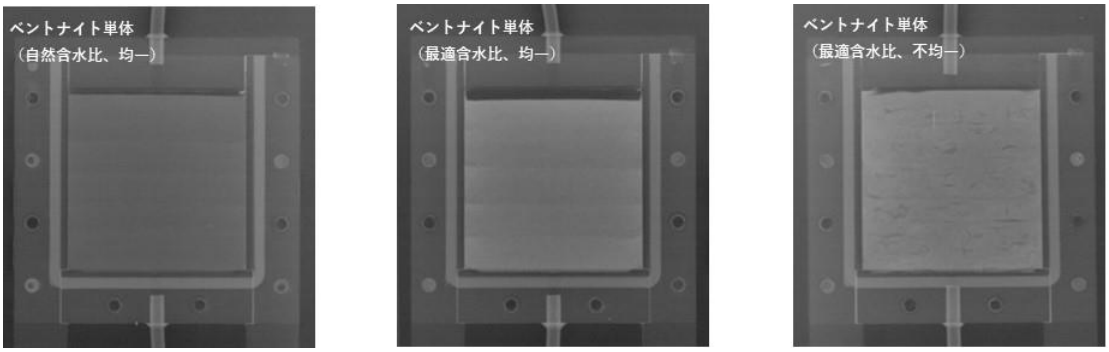


図 6.6-15　含水比・均一性が異なるベントナイト単体の中性子イメージング結果

2）砂単体に対する重水浸透の試み

購入砂単体の供試体に対して、簡易透水試験装置により重水を通水させ、供試体内部における水の浸透状況の観測を試みた。ここでは、初期状態として絶乾状態（w=0.5%）、最適含水比（w=14%）、飽和状態（w=22%）の 3 ケースを実施した（絶乾及び最適含水比の供試体は不飽和状態）。3 つの供試体の乾燥密度は同じ ρ_d=1.70g/cm^3 である。この乾燥密度から算

出される供試体内部の間隙容量は約 9cm³ となるため、通水時に間隙内の軽水も含めて重水に置き換わると仮定し、1/3 ずつ計 3 回（1 段階 3cm³）に分けて供試体下部から通水を行い、各段階において中性子イメージングを実施した。

図 6.6-16 は、絶乾状態の供試体に対して通水によるコントラストの変化を比較した結果である。絶乾状態の結果を見ると、供試体内の空隙に重水が浸透していくことにより、供試体下部から若干明るい灰色の領域が広がっていくことがわかる。この明るい灰色の領域は、2/3 通水時には斑状に供試体上端付近にまで達しており、3/3 通水時には斑状の分布が均一な分布に変化している。このような斑状の重水の浸透は、不飽和状態にある供試体内部のサクションによる影響が大きいと考えられる。

図 6.6-17 及び図 6.6-18 は、最適含水比と飽和状態の供試体に対して通水によるコントラストの変化を比較した結果である。これらの結果を見ると、供試体内に重水が浸透していくことにより、供試体下部から若干暗い灰色の領域が広がっていくことがわかる。絶乾状態とは異なり、2/3 通水時に重水は供試体上端付近までは達していないと見て取れるが、軽水から重水に置き換わる境界はグラデーションとなっており不明瞭である。これは、供試体の奥行きが 1cm あるため、撮影された画像は奥行き方向の平均値として評価されることが要因の 1 つと推測される。なお、絶乾状態の初期飽和度は Sr=2.2%、最適含水比の初期飽和度は Sr=63.5%であるため、最適含水比の供試体には絶乾状態のような大きなサクションは作用せず、飽和状態に近い挙動を示したと推測される。

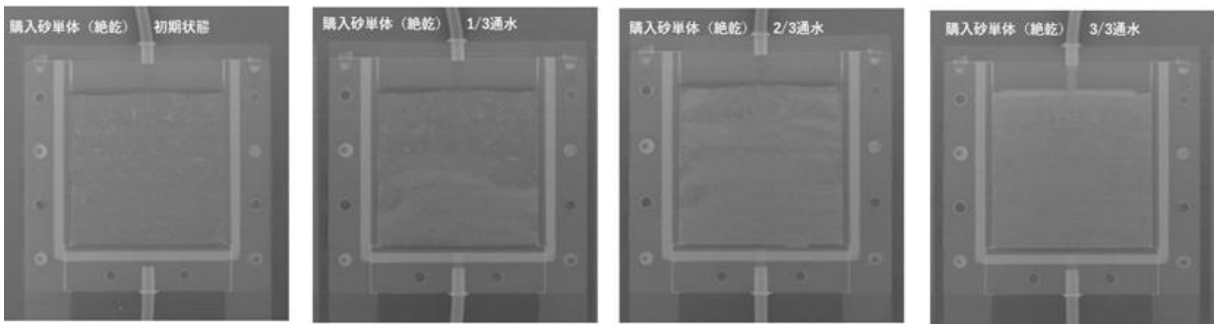


図 6.6-16　購入砂単体（絶乾状態）の中性子イメージング結果（通水による変化）

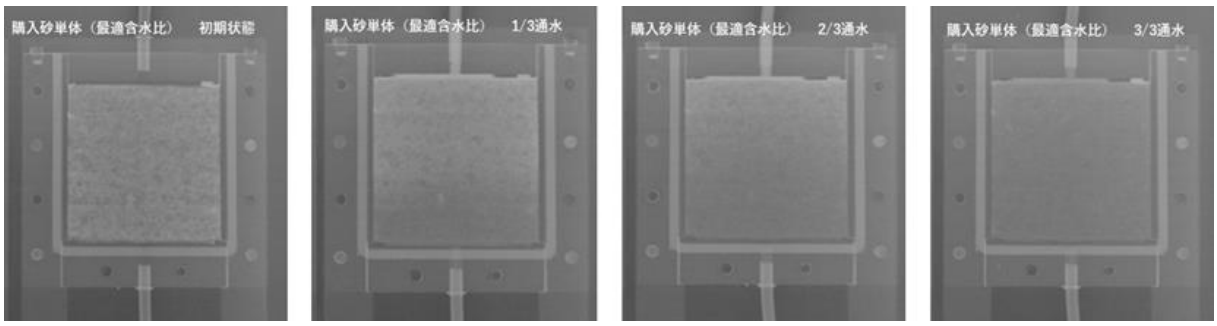


図 6.6-17　購入砂単体（最適含水比）の中性子イメージング結果（通水による変化）

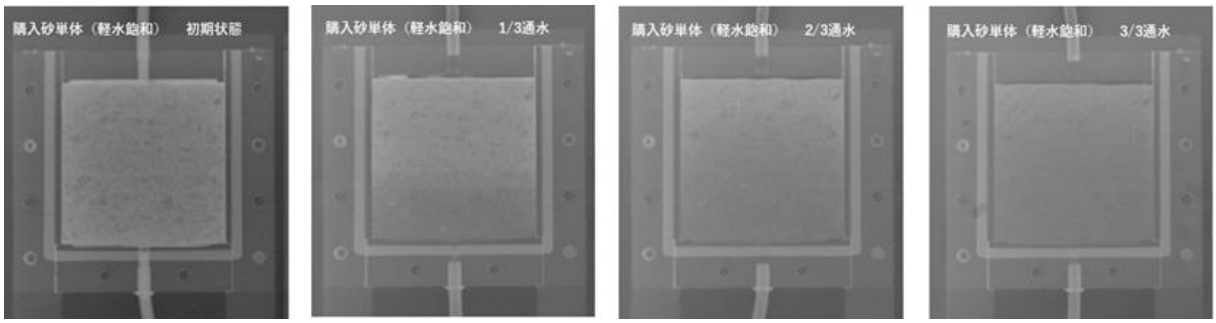


図 6.6-18　購入砂単体（軽水飽和状態）の中性子イメージング結果（通水による変化）

3）ベントナイト混合土に対する重水浸透の試み

購入砂単体供試体と同様に、ベントナイトと購入砂の混合土（混合比はベントナイト：購入砂=9:1）の供試体に対して簡易透水試験装置により重水を通水し、供試体内部における水の浸透状況の観測を試みた。ここでは、締固め時の含水比が DRY 側（w=9%）、最適含水比（w=14%）、WET 側（w=17%）の均一供試体と、締固め時の含水比が DRY 側（w=9%）、WET 側（w=17%）の不均一供試体の計 5 ケースに対して実験を行った。均一供試体とは、ベントナイトと購入砂を混合する際に均一になるように十分攪拌した供試体であり、不均一供試体とは、混合する際に不均一になるように人為的に作成した供試体である（6.5.6 参照）。なお、初期状態が不飽和の場合には重水の通水がサクションの影響を強く受けるため、5 ケースすべてに対して、締め固めた供試体にいったん軽水を通水して飽和させた状態を初期状態としており、ベントナイトの吸水がある程度落ち着くように、供試体を 5 日程度放置した後に中性子イメージングを実施している。

図 6.6-19 及び図 6.6-20 は、DRY 側（w=9%）、WET 側（w=17%）の不均一供試体に対して、通水によるコントラストの変化を比較した結果である。この実験では、供試体の乾燥密度 ρ_d =1.75g/cm^{3}から算出される供試体内部の間隙容量が購入砂とほぼ同じ約 9cm^{3}となるため、1 段階 3cm^{3}で供試体下部から重水による通水を行った。しかしながら、DRY 側、WET 側ともに 2 段階目の 6cm^{3}まで重水を通水しても、コントラストの変化を観測することが出来ない。また、1 段階目 3cm^{3}通水時の供試体上部の排水チューブを見ると、初期状態とは明度が変化しており、既に重水が供試体上端まで達していると推測される。そこで、3 段階目では、軽水を 1cm^3 通水して中性子イメージングを行った。しかし、この画像を見てもコントラストの変化を観測することが出来ていない。

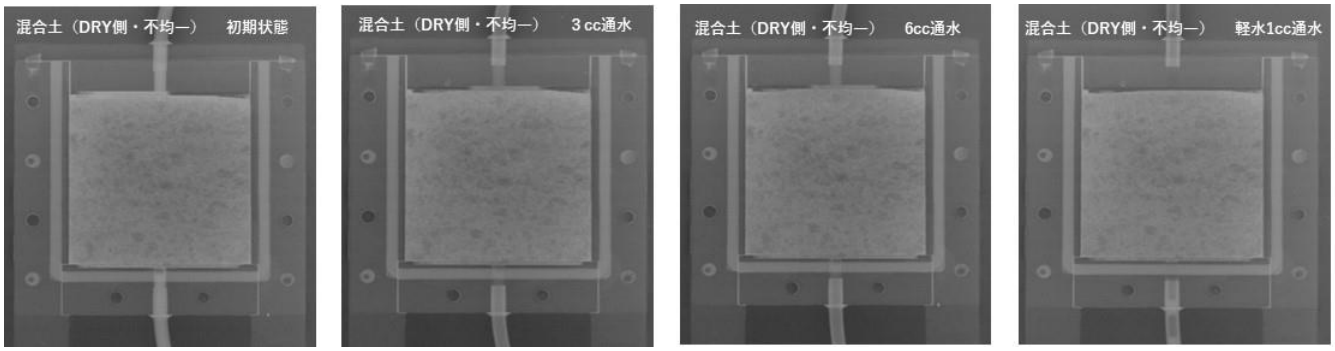


図 6.6-19　ベントナイト混合土(DRY 側、不均一)の中性子イメージング結果(通水による変化)

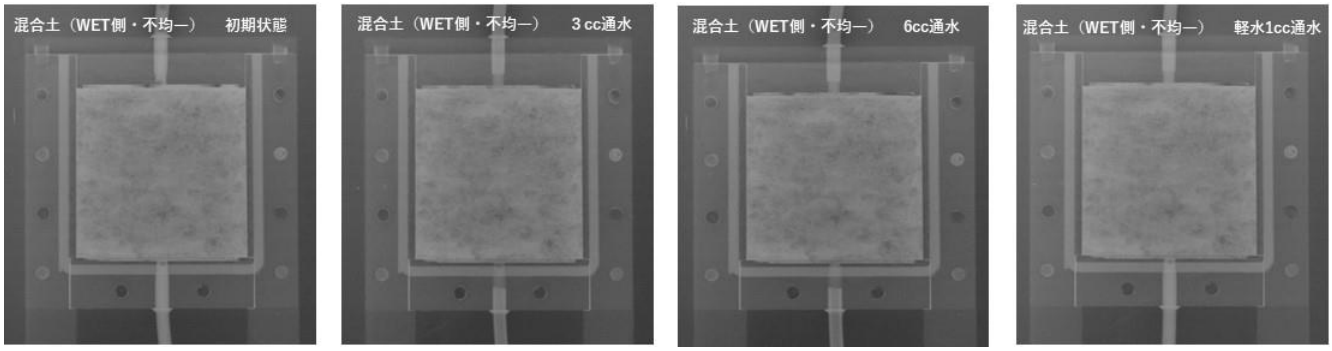


図 6.6-20　ベントナイト混合土(WET 側、不均一)の中性子イメージング結果(通水による変化)

図 6.6-21～図 6.6-23 は、DRY 側（w=9%）、最適含水比（w=14%）、WET 側（w=17%）の均一供試体に対して、通水によるコントラストの変化を比較した結果である。ここでは、不均一供試体の実験結果を踏まえ、1 段階 1cm^3 で供試体下部から重水による通水を行っている。各段階の画像を比較すると、不均一供試体の結果と同様にコントラストの変化を画像から確認することはできない。また、乾燥密度から算出した間隙容量は約 9cm^3 であるにもかかわらず、3 段階目の 3cm^3 通水時に供試体上部の排水チューブまで重水が達しているように見受けられる。ベントナイト混合土の場合、砂等に比べ透水性が極端に低く、デッドポア内の軽水やベントナイトに吸水された軽水は、重水を通水してもすぐに置換されないと思われる。3cm^3 程度の極僅かな重水置換では、コントラストの変化を画像から確認することは非常に困難である。なお、簡易透水試験装置による重水の平均通水時間は、DRY 側（w=9%）で 1cm^3 あたり約 8 秒、最適含水比（w=14%）で 1cm^3 あたり約 13 秒、WET 側（w=17%）で 1cm^3 あたり約 110 秒であり、乾燥密度（間隙比）が同じ供試体であるにもかかわらず、その透水性に明確な差が生じている。このような透水性に違いについても、中性子イメージングの画像からは読み取ることができない。このような結果から、ベントナイト混合土に対しては、間隙比の大きい緩詰めの供試体を作成する、供試体の奥行きを現状の 1cm よりも薄くする等の試験条件の変更や、コントラストの極僅かな変化を画像処理することで判断する等、試験条件や結果整理手法について、今後検討が必要である。

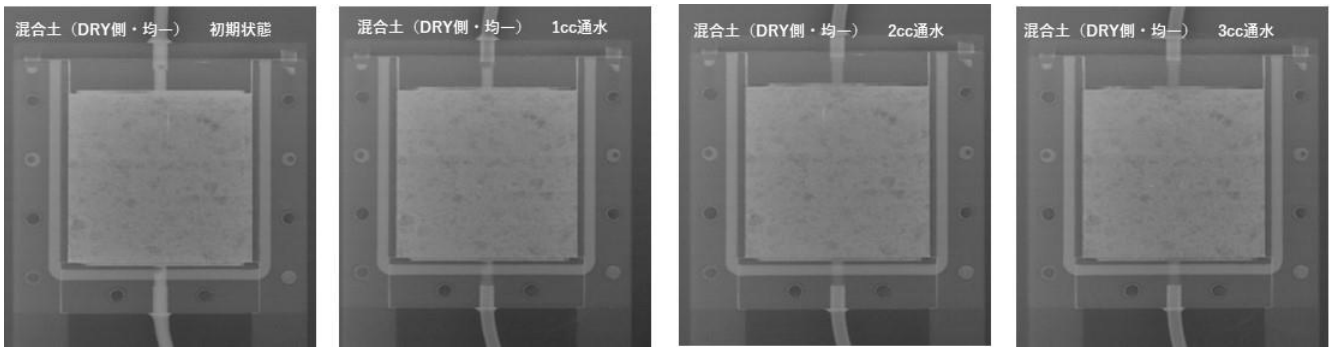


図 6.6-21　ベントナイト混合土（DRY 側、均一）の中性子イージング結果（通水による変化）

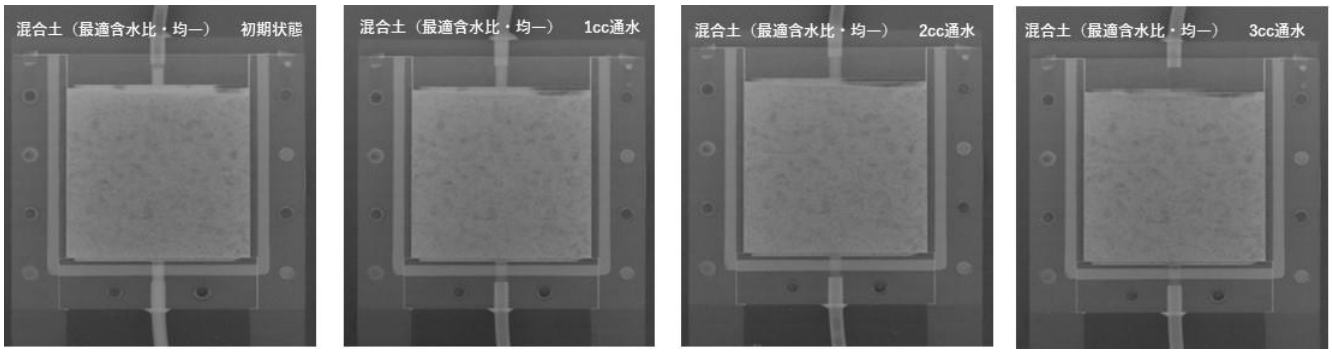


図 6.6-22　ベントナイト混合土(最適含水比、均一)の中性子イメージング結果(通水による変化)

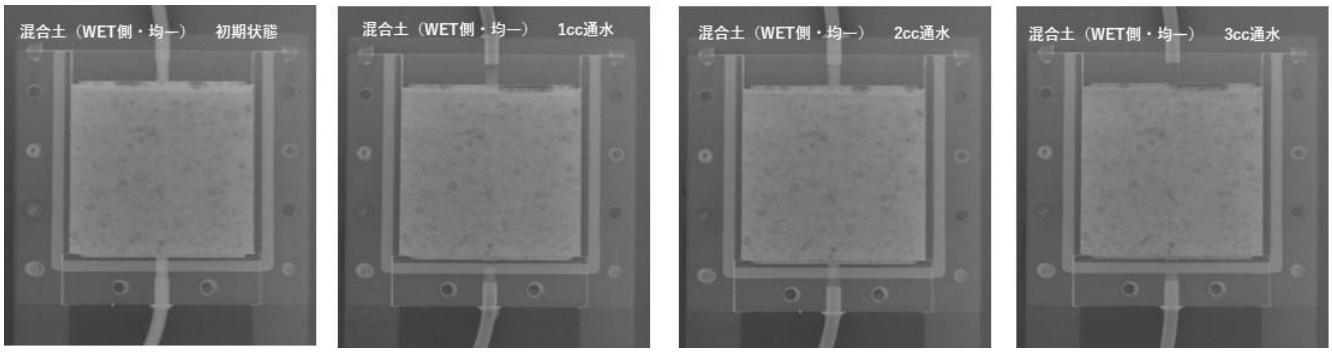


図 6.6-23　ベントナイト混合土（WET 側、均一）の中性子イメージング結果（通水による変化）

4）土質材料特性が可視化精度に及ぼす影響

ベントナイト混合土に対する中性子イメージング実験では、重水の通水によるコントラストが明瞭に表れず、間隙比の大きい緩詰めの供試体等による可視化精度向上の工夫が必要であるとの知見が得られた。そこで、購入砂単体、購入砂に平均粒径が近い硅砂 5 号、粒径・形状が均一なガラス玉（2mm）の 3 試料について間隙比の大きな緩詰めの供試体を作成し、中性子イメージングを実施することで、重水を通水した際の可視化精度（画像コントラストの強弱）の違いを検討した。なお、図 6.6-5 に示したような容器上部から試料を投入して締固める方法では、緩詰め供試体を作成することが困難であったため、容器前面のアルミ板を外して試料を詰めることで、できる限り間隙比の大きい緩詰めの供試体を作成している。

図 6.6-24～図 6.6-26 は、購入砂（緩詰め）、硅砂 5 号（緩詰め）、ガラス玉（直径 2mm）の供試体に対して、通水によるコントラストの変化を比較した結果である。ちなみに、軽水飽和の画像には、止水のため背面に張ったアルミテープが供試体上半分に映り込んでしまったため、重水 1/3 通水時の際にはこの部分のアルミテープを剥がして撮影している。このアルミテープ部分を除外して結果を比較すると、前述した図 6.6-16～図 6.6-18 の購入砂単体試料の結果よりも明瞭にコントラストが表れていることがわかる。また、粒径・形状が均一なガラス玉（2mm）の結果を見ると、容器の奥行きが 1cm で多層詰めとなっているにもかかわらず、粒子構造のような粒状のコントラストが見て取れる。なお、この実験では供試体作成時に止水処理が不十分で供試体容器から漏水が発生したため、予定していた重水 2/3、3/3 通水時の中性子イメージングは中止となったが、来年度以降の実験手法・実験ケースの設定や、実験器具の改善に十分有用なデータを得ることができた。

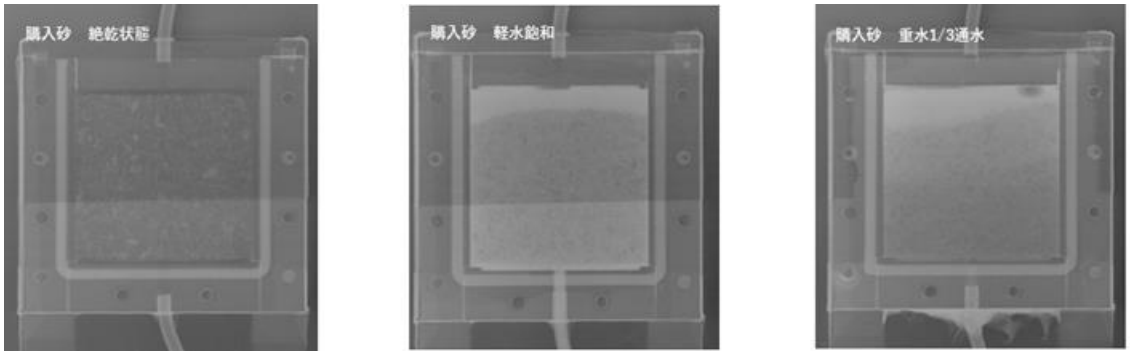


図 6.6-24　購入砂（緩詰め）の中性子イメージング結果（通水による変化）

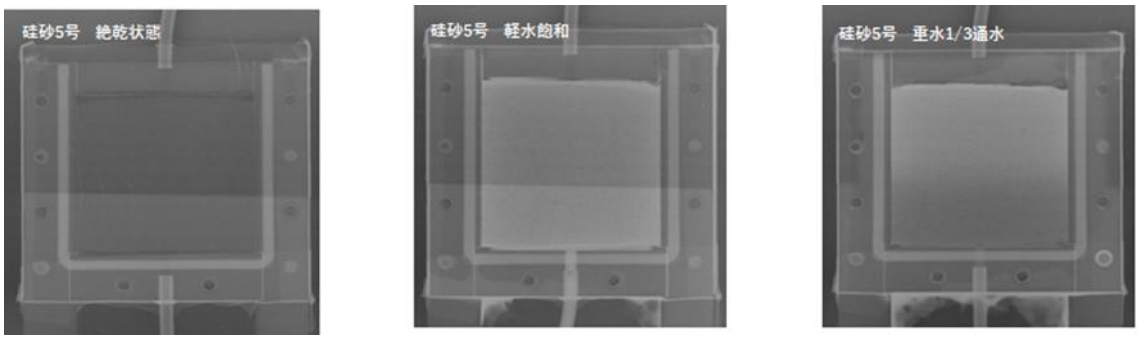


図 6.6-25　硅砂 5 号（緩詰め）の中性子イメージング結果（通水による変化）

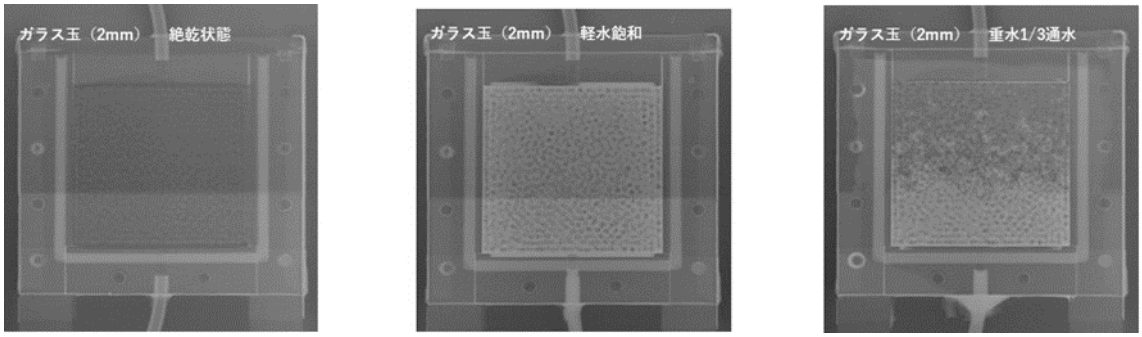


図 6.6-26　ガラス玉（2mm）の中性子イメージング結果（通水による変化）

6.6.6　得られた知見と残された課題

今年度の中性子イメージング実験では、本試験装置及び重水を用いた透水試験方法や、ベントナイト混合土の粒子骨格構造や透水挙動の可視化精度等について、技術的成立性の確認に主眼を置いたケースの試験を実施した。これによって得られた知見及び課題は以下の通りである。

① 中性子イメージングでは、軽水と重水の間に明確な差があることが確認されたため、軽水飽和させた供試体に重水を透水して供試体内部の流れを可視化する今回の試みは、十分有用であると言える。

② ただし、可視化精度は材料や締固めの状態等に依存するため、土質材料に合わせた試験

条件の設定が必要となる。なお、緩詰めの供試体による間隙比の変更は、可視化精度の向上に有効である。

③　重水透水によるコントラストの微妙な変化を、目視で判断するのは非常に困難である。このため、画像処理等によるコントラストの補正や、定量的な評価方法等も検討する必要がある。

④　中性子イメージングでは、間隙中の重水の分布を供試体の奥行き方向の平均値として捉えるため、供試体の粒子骨格構造を可視化するためには、出来るだけ薄い供試体が必要となる。しかしながら、材料の粒径や供試体作成時の締固め等を考慮すると薄い供試体を作成することは困難であり、これに伴い粒子骨格構造の可視化にも限界が生じる。なお、粒径・形状が均一な理想球体（ガラス玉等）を用いれば、ある程度の厚さの供試体でも粒子骨格構造を可視化することが可能であると思われる。

⑤　本試験のために製作した供試体容器については、簡易透水試験機による通水時に容器からの漏水が見られた。この原因として、容器の止水処理が不十分であったこと、供試体作成時にアルミネジに緩みが生じてしまうこと等が挙げられる。供試体の厚み（奥行き）の検討を含め、容器自体の改良が必要である。

6.7　最小透水係数発現メカニズム解明に向けての研究構想

6.7.1　本章の目的と実施概要

ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズム解明のための第一課題を図 6.7-1 に再掲する。図の右半分に模式的に示すように、締固め土の透水係数は締固め後の乾燥密度が最大となる最適含水比（点 A）のやや湿潤側（点 C）で極小値を取ることが実験的事実として経験的に知られている（このため、例えばロックフィルダム遮水ゾーン（コア）の現場施工においては夏場等、加水により含水比を増加させることが珍しくない）。図の左側にはベントナイト混合土における透水係数の実測例を示しているが、やはり最適含水比の数%湿潤側で最小透水係数が発現している。

本研究はベントナイト混合土の低透水性発現のメカニズムを解明することを目指すが、そのための最初の突破口としての具体的な第一課題として、この現象を取り扱う。以下では、この現象を如何にして説明するか、これをどう定量化するかについて述べた後、その先行的な試行事例として、あるロックフィルダムのコア材料を用いた透水係数の定量化と最小透水係数の試算例を示す。引き続き、あるイタリアの廃棄物処分場において、遮水層（粘土ライナー）を対象として飽和度管理手法の現場適用を試みた事例を示す。これらは直接的にベントナイト混合土を取り扱ったものではないが、提案手法の成立性（フィージビリティ）を示すことが目的である。最後に、低透水性発現メカニズムを説明するための実験的手法とその組合せ、全体的な枠組み（研究のフレームワーク）、及び既往の締固め理論や透水理論を用いた説明のイメージ等（あくまで現時点）を示す。最後に、これらの手法を組み合わせた研究の今後 4 年間の全体工程案を示す。

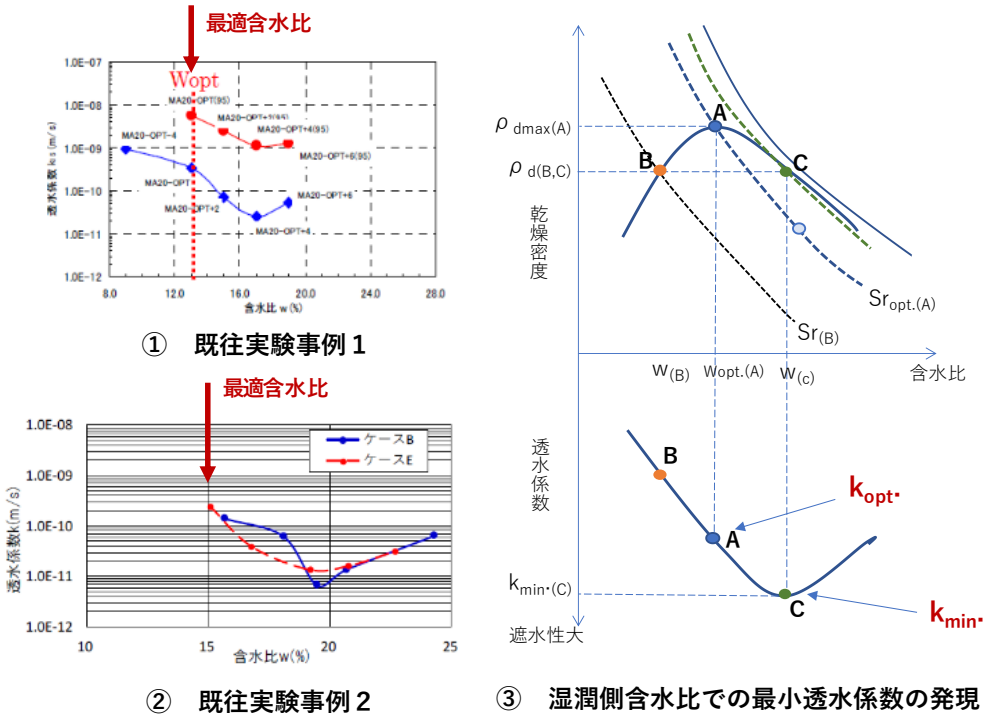


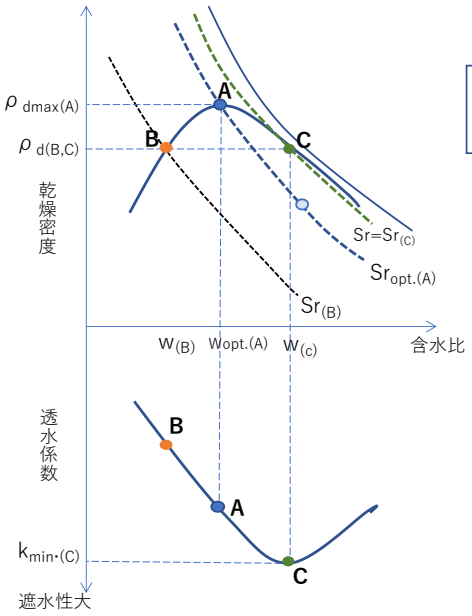
図 6.7-1　低透水性発現メカニズム解明の突破口としての具体的な第一課題
（文献[4]、[6]を元に新たに作図）

6.7.2　最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法

図 6.7-2 に、最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法案を示す。実験的事実としての最小透水係数の発現現象はこれまでにも幾つかの分野（ダム・堤防・廃棄物処分場等）で確認されているが、何故それが生ずるのか、を詳細に説明した事例は見られない。本研究では、下記に示す一連の流れに従ってこれを説明することを試みる。透水試験の前には締固めという行為が存在するため、メカニズム解明はまず、ここに遡る必要がある（すなわち、この課題は透水という問題でもあるが同時に締固めの問題でもある）。

① 室内締固め－透水試験によって最小透水係数の発現現象を実際に確認する
② 後述する手法（飽和度管理の枠組み）により、その現象を定量的に表現する
③ 締固め後の土粒子間隙構造を実験的手法により観察する
④ 締固め時の土粒子と水と空気 3 相の挙動を締固め理論を援用して説明する。これが③の実験事実と整合することを示す（換言すれば、③の観察結果を基に締固め中の挙動を推察する）
⑤ ④の結果、その後の通水時（透水試験時）にどのような水の浸透現象が生し、これが①の実験事実と整合することや③の構造観察結果と整合することを説明する。通水時挙動については可能な範囲で実験的な可視化を試みる。

実験事実としては、①の締固め－透水試験結果と②の透水係数定量化実験、③の土粒子間隙構造の観察結果、⑤の通水時挙動の可視化の試みの 4 種類がある。これらを相互に繋ぐために、上記④では締固め理論を、⑤では透水理論を援用する。なお、これらの説明に際しては有識者ヒアリングで得られた技術マップ（6.4）中に示された幾つかの要因を都度参照する。



最小透水係数k_{min}.発現メカニズムの説明手順

(1) **最小透水係数k_{min}.の発現現象を実験的・定量的に示す**
マクロ：飽和度管理の考え方を援用

(2) **何故そうなるのかを説明する**

① **「締固め中の土粒子と水と空気の挙動」を説明する**
➡ 材料と含水比が違うと締固め中の挙動がどう変化するのか？（締固め理論の援用）

② **「締固め後の土の状態」を説明する（①の結果として）**
➡ 間隙分布や粒子の凝集状態がどう変化するのか？微視的観察(実体顕微鏡）により確認

③ **その締固め土に「飽和通水した時の水の流れ現象」を説明する(②の結果として)**
➡ ②のような土の状態であるが故に水が通りにくくなるor通りやすくなる事を説明（透水理論を援用）

図 6.7-2　最小透水係数発現メカニズムの説明手順

6.7.3　飽和度管理の枠組みに基づく最小透水係数発現メカニズムの定量化

(1) 透水係数評価式と主なパラメータ

図 6.7-3 に飽和度管理の枠組みに基づく透水係数の評価式とその主たるパラメータを模式的に示す。飽和度管理は大型ロックフィルダム遮水材の遮水性評価への適用が最初の事例（東日本大震災で決壊した藤沼ダム）であったため、低透水性の問題との親和性が非常に高い。考え方の基本として、締固め土の遮水性は土のマクロな間隙状態（乾燥密度や間隙比で表現、いわば間隙面積の合計値）とミクロな間隙径分布状態（間隙の大きさの不均一性；間隙径分布と称され、従来水銀圧入法等により計測されていたもの）の組合せで決まると考える。同じ間隙比（土粒子実質部分体積に対する間隙部体積の「合計値」の比率）は同じであっても、それぞれの間隙（ポア）の大きさの分布が異なれば、透水試験時の水の浸潤状況、すなわち透水係数が異なるものと説明される。例えば、図 6.7-3 の点 B と点 C は締固め後の乾燥密度（間隙比＝間隙の合計値）は同じであるが、間隙径分布が異なるために透水係数が顕著に異なるものと説明される。何故間隙径分布が異なるかは後述するが、現時点では締固め時の含水比、飽和度の違いにより説明されている（締固め時の飽和度の違いが土粒子間のサクションや細粒土の粘着力、土粒子間の結合力を変え、これにより土粒子の団粒化や分散化、空気間隙の分散状態が変化する、との考え。詳しくは後述）。微視的構造を一旦横に置き、実験結果の定量化に話を戻すと、図の点 A（最適含水比）では確かにマクロな構造である乾燥密度は最大となる（総計としての間隙比は最小）が、飽和度は点 C より幾分低い。一方、点 C は乾燥密度こそ点 A よりやや小さいが、飽和度はより湿潤側に移行して大となる（結果、粒子間隙構造が点 A よりも低透水側に変化する）。

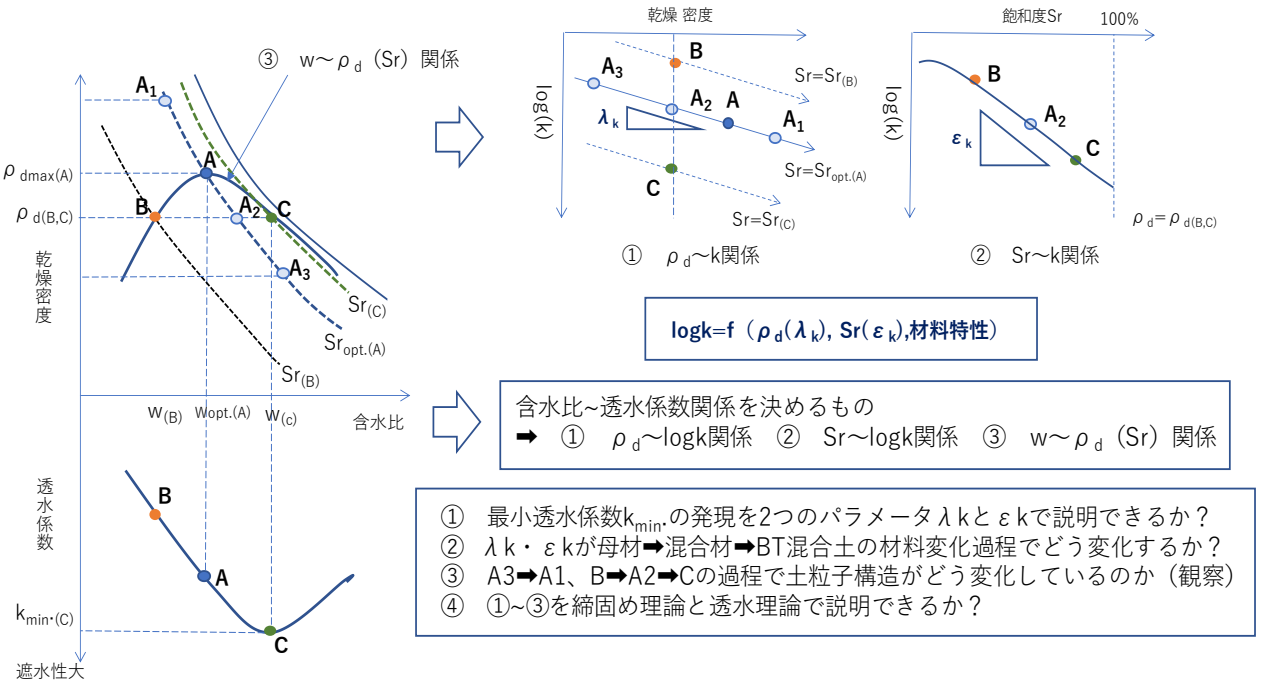


図 6.7-3　透水係数評価式と 2 つの主パラメータ

これを実験方法及びその整理方法として表現すると、得られた飽和度一定下での乾燥密度～透水係数（logk）の傾きを便宜的にλk、同じく乾燥密度一定下での飽和度～透水係数の傾きをεkと呼ぶ。点Cの透水係数が点Aよりも小さくなるということは、飽和度依存パラメータεkのほうが乾燥密度依存パラメータλkに卓越することを意味する。「最小透水係数が最適含水比の湿潤側で発現する」という現象は、実験データとしては、締固め時含水比～透水係数関係（左図の第二象限）の形が図のように下に凸の極値を有することを意味する。締固め土の透水係数は締固め時の乾燥密度と飽和度の関数となり（もちろん材料特性の違いの影響がこれに加わるが）、これと締固め曲線の形の3者の相互関係によって最小透水係数の発現傾向が規定されることになる。ロックフィルダム遮水材の飽和度管理の考え方の中で使われているこの枠組みは、今回の第一課題の説明に援用することが可能と思われる（少なくとも膨潤性のベントナイトを混合する前の段階までの材料に対しては）。本研究ではいわゆる段階的実験、すなわちベントナイト混合土だけではなく、材料特性を種々変えた一連の実験を実施する。材料特性（粒径、粒度、細粒分含有率、塑性指数、膨潤性等）が透水係数に及ぼす影響もさることながら、これらがパラメータλk とεk に及ぼす影響を実験的に明らかにすることで、締固め土全般に渡るメカニズム解明も結果的に可能となるのではないかと考える。

さて、これで「何故」の説明が終わったわけではない。パラメータλk、εkの傾きは何故生ずるのか、これを説明することが次の課題となる。これに対しても、一部の既往研究がヒントを与えてくれる。図 6.7-4 の下半分には、締固め土の透水係数と締固め時含水比（飽和度）の関係を土の微視的構造面から説明しようとする既往研究事例を示している。龍岡は締固め時の土の目視観察から、乾燥側では土粒子が団粒化しその間にマクロポアが形成されること、湿潤側では微細な間隙に均等に分散した構造を取ることにより、締固め時飽和度の影響を説明している。図中の Alonso（スペイン）は走査型電子顕微鏡（SEM）による構造観察や保水性試験結果から推定した間隙径分布の違いにより説明を行っている。顕微鏡に映るマクロポア構造は、確かに締固め時含水比で大きく異なり、龍岡はヒアリングの中で「その違いは目視でも確認できた」と述べている。図中に併記した早稲田大学の崎田、小峯らの最新研究ではベントナイト混合土の透水係数が締固め時飽和度の影響を強く受けることを示唆し、そのメカニズムを龍岡と同じような模式図で説明しようとしている。本研究においても、6.5 で述べた実体顕微鏡による粒子間隙構造の観察結果を用いてλk、εkの説明を試みたいと考える（λk ライン上の各供試体は締固め飽和度は一定なので構造は一定で間隙の合計が変化、εk ライン上の各供試体では間隙の合計は一定で間隙径分布が大きく変化することを想定しているが、うまく行くと良い）。撮像結果に対して画像解析を用いた定量化を予定しているが、その結果と2つのパラメータの関係を定式化することも検討したい。段階実験において材料特性が徐々に変化した場合のパラメータ変化の理由を、これら構造観察結果から説明することにもチャレンジしたい。

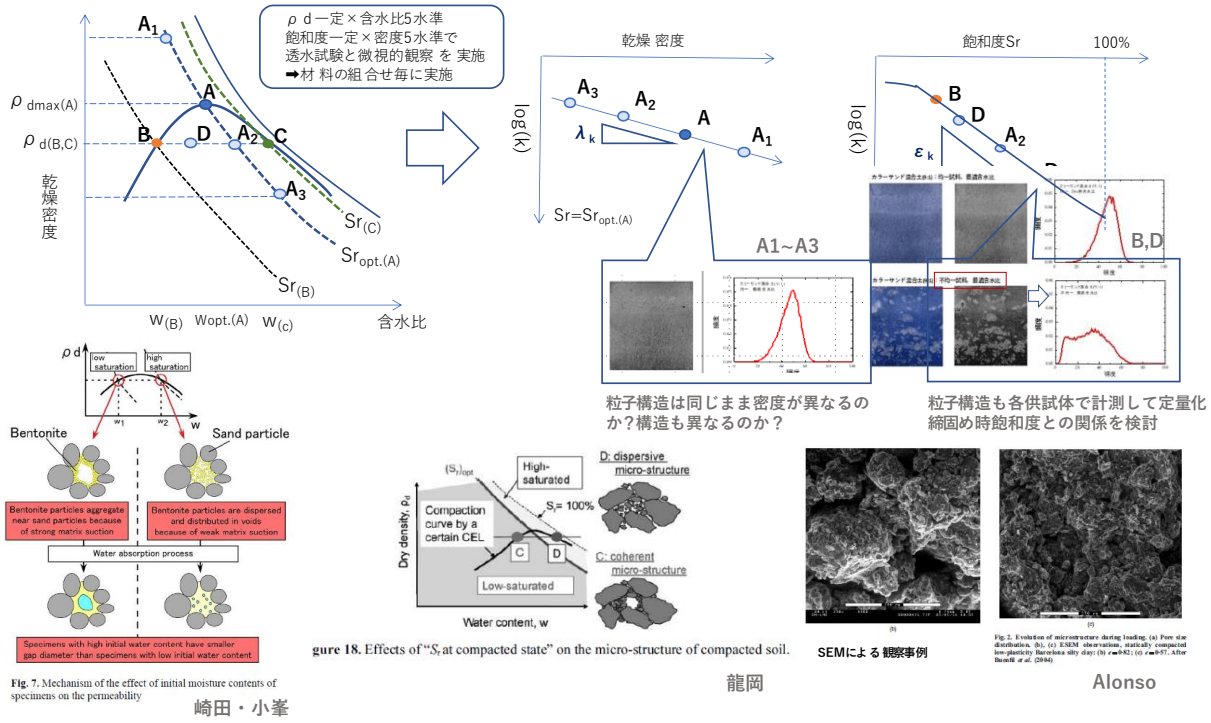


図 6.7-4　締固め土の微視的な粒子間隙構造と主パラメータの関係
（文献[8]、[9]、[10]中の図を引用し新たに作図）

(2) フィルダム遮水材の実データを用いた試算例

前述(1)の手法がどの程度最小透水係数の発現現象を説明できそうか。あるロックフィルダムの遮水（コア）材の実データを用いて試算してみた。図 6.7-5 は鵜川ダム（新潟県で建造中の中央遮水壁型ロックフィルダム。堤高 55m）のコア（遮水）材料の室内締固め－透水試験結果を示している。青色の結果を見ると、この材料においてもやはり最適含水比の数%湿潤側で最小透水係数が発現している。このダムの品質管理には飽和度管理の考え方が導入されたため、図中に示すようにコア材の締固め後乾燥密度と透水係数の関係、及び締固め時飽和度と透水係数の関係が求められている（現場管理に用いるため、図は室内ではなく現場転圧面における現場透水係数のデータを使用している。そのためばらつきが大きい）。図より、この材料における 2 つのパラメータの値は λ k=4.5、ε k=5.4 となる。2 つのパラメータを用いて、別途作成されたコア材の透水係数評価式と図の右上の締固め曲線を用いて含水比 w と透水係数 k の関係を計算すると、右下の w～k 関係を得る（右上の締固め曲線上の各点の乾燥密度と飽和度（含水比より算定）の組合せを式 6.7-1 に代入して各含水比に対する透水係数を計算したものである）。図より、この評価式を用いても最小透水係数は最適含水比の点 A ではなく、やや湿潤側の B で発現し、それ以降 C 点に向かって漸増していく傾向が示されている。

$$\log(k_{field}) = 6.27 - 4.50 \times \rho_{d<37.5\,mm} - 0.054 \times Sr_{<37.5\,mm} - 0.0155 \times P_{>37.5\,mm} \quad \cdots \text{式 6.7-1}$$

$$(R^2=0.679)$$

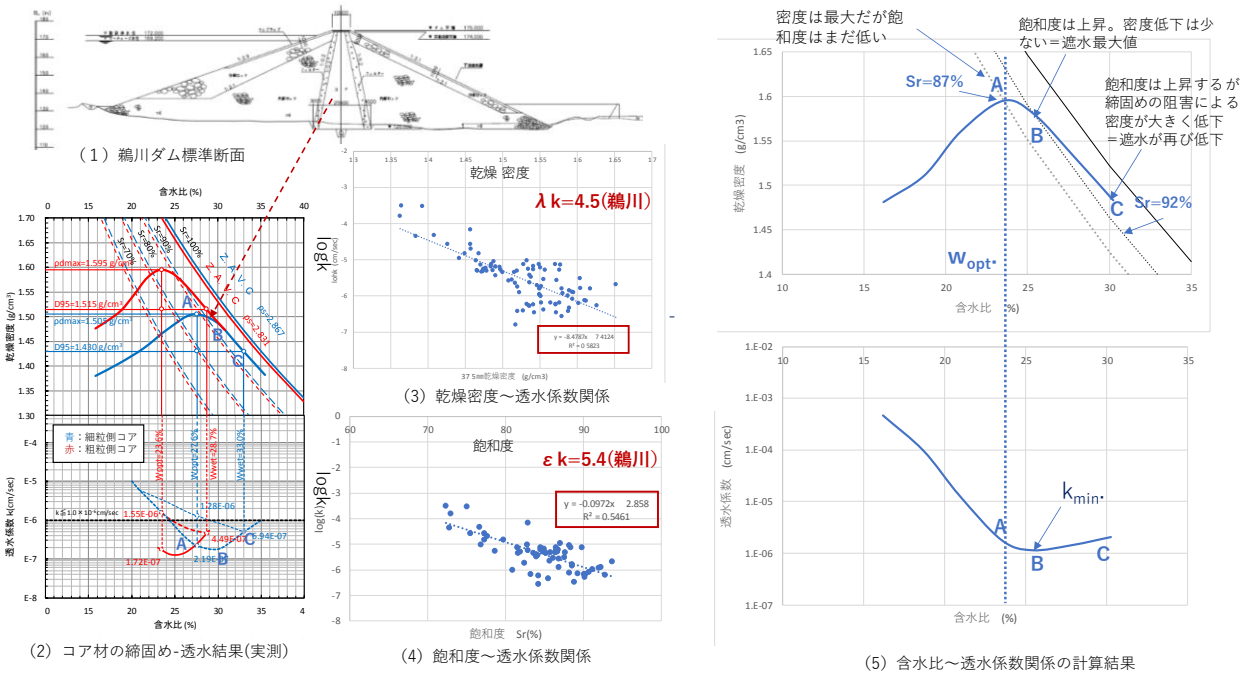


図 6.7-5　鵜川ダムコア材のパラメータを用いた最小透水係数の試算
（文献[3]の現場データを用い文献[11]中の提案式を用いて試算）

次に、この 2 つのパラメータのうちλk を一定にして、同じ締固め曲線に対して飽和度依存性を表すパラメータεk のみ変化させた場合の試算結果が図 6.7-6 である。εk が小さい＝飽和度依存性が低い場合、w～k 関係はほぼ乾燥密度依存となり、締固め曲線を逆さにした形となる。飽和度依存性が小さければ、一般的な直観通りに透水係数は乾燥密度依存となり、最小透水係数は最適含水比において発現することになる。図中には 6.5 で報告した母材（購入砂）の実測データを併記したが、この実測データは確かにこのケースに近い。一方、εk を鵜川ダムの値よりも大きくして飽和度依存性を高めると試算結果は逆方向に変化する。この場合、w～k 関係は含水比の増加に対して一方向に低下していく形をとる。図中には 6.5 で示した予備実験結果（カラーサンドを母材としたベントナイト混合土のデータ）を併記したが、この実測データはこの試算結果に近い（何故そうなっているのかは現時点では不明であり今後の検討課題である）

以上示したように、最小透水係数の発現現象を乾燥密度と飽和度に関する 2 つのパラメータにより説明できる可能性がある。また飽和度依存性（=粒子間隙構造依存性）が高い材料においては極値としての最小透水数は存在せず、含水比の増加と共に次第に漸減していく可能性があることも示唆される。ただし、この現象は締固め曲線の形にも依存する。湿潤側での締固め効率の低下が顕著となり乾燥密度が極端に低下していれば、飽和度依存性が高くても透水係数は再び増加し、極値を呈することになる（締固め特性もまた、最小透水係数の発現メカニズムに関与する）。

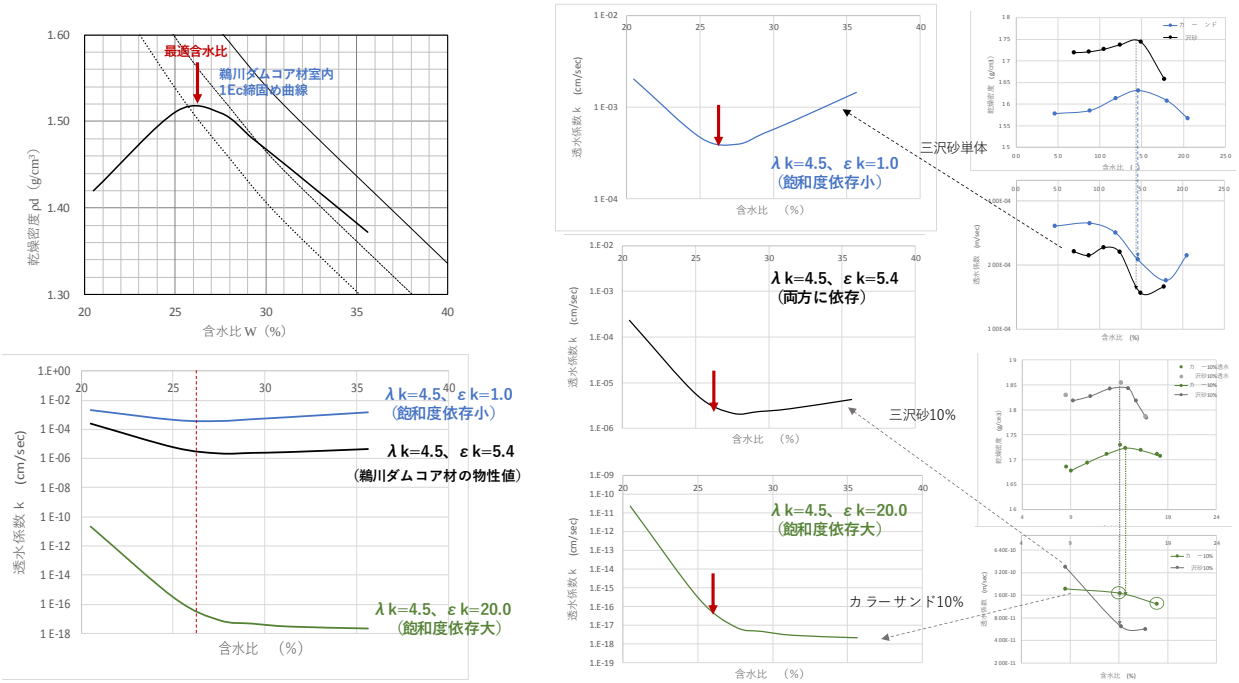


図 6.7-6　パラメータεkを変えた場合の最小透水係数発現傾向の変化

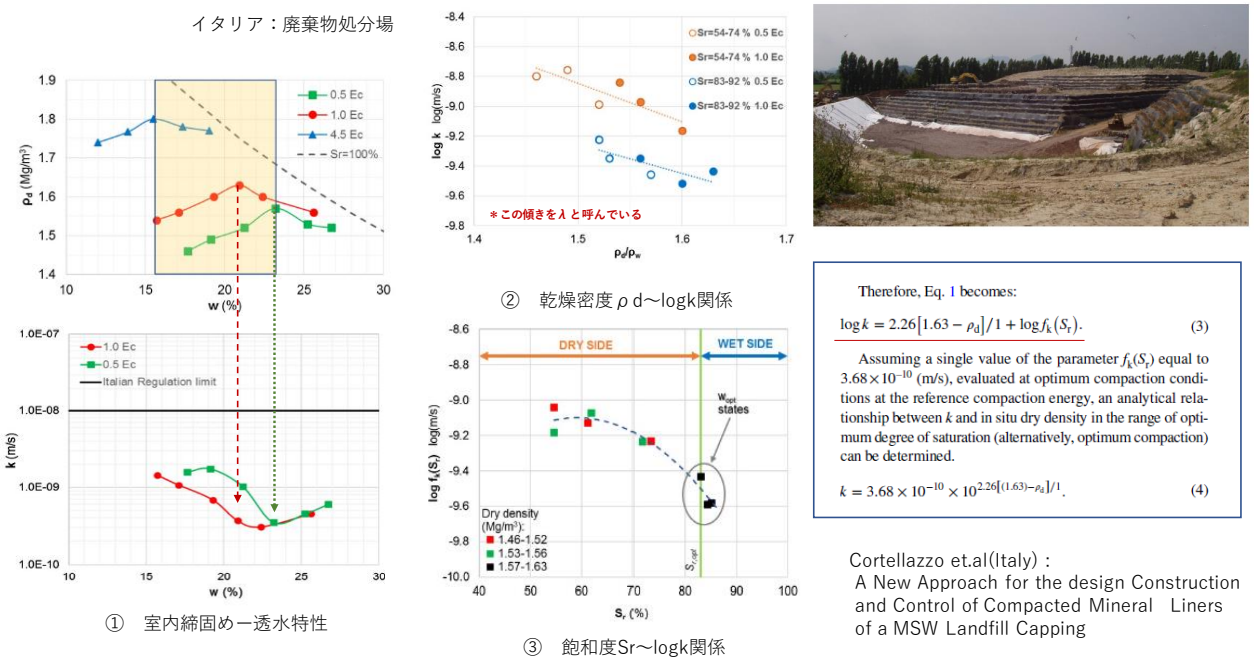
(3) 廃棄物処分場（海外）の遮水層を対象とした試行事例

海外（イタリア）のある一般廃棄物処分場の遮水ゾーン（粘土ライナー）の現場品質管理に際して飽和度管理を適用した事例を報告する。この事例を示す目的は、7.3-1 に示した実験及び評価手法（λk、εk）の実事例と本研究の実務応用をイメージすることにある。

図 6.7-7 は、粘土ライナー材（遮水材）の室内締固め－透水試験結果と、乾燥密度（λk）及び飽和度（εk）に対する実験結果の整理例を示す。本事例の 1Ec 締固め供試体でもやはり、最適含水比のやや湿潤側において最小透水係数の極小値が得られている。著者の Cortellazo らは、乾燥密度と飽和度の傾きを論文中でλと称しているが、飽和度に対する傾きには言及がない。ただし、飽和度～logk 関係が締固め時飽和度 70%を超えた辺りより右下がりとなり、ある一定の傾きを示していることが分かる（これは龍岡のヒアリング時の指摘とも符合）。著者らは、この 2 つのパラメータを用いて図中に示すような「乾燥密度と飽和度をパラメータする透水係数評価式」を作成し、これに現場で計測した密度と飽和度を代入することで現場透水係数を推定している（図 6.7-8）。

図 6.7-8 は、室内締固めではなく、現場重機による転圧地盤の品質管理を念頭に置いて図 6.7-3 を微修正したものである。先の図 6.7-3 に示したように、含水比 w～透水係数 k 関係を描くにはλk とεk の 2 つのパラメータだけでは不十分である。あるエネルギーで締固めた時の締固め曲線（含水比（飽和度）と乾燥密度の一連の関係）を評価式に代入して初めて、この関係を得ることができる、一般に、室内の締固めエネルギーと現場エネルギーは一致しない。本来的には室内ではなく現場転圧重機で得られる締固め曲線を求め、それに対応した w～k 関係を、ひいては現場施工で目指すべき含水比を定める必要がある（これは室内締固め曲線から求めたものとは必ずしも一致しないであろう）。龍岡は、この問題を解消するために正規化締固め曲線の考え方を導入し、現場重機で転圧した 1 点の結果（点 F）を基に現場

締固め曲線（FCEL）を推定する手法を提言している。図 6.7-8 には、イタリアの廃棄物処分場においてこの手法を実際に現場適用した結果が示されている。



① 室内締固め－透水特性

② 乾燥密度ρd～logk関係

③ 飽和度Sr～logk関係

Cortellazzo et.al(Italy)：
A New Approach for the design Construction and Control of Compacted Mineral Liners of a MSW Landfill Capping

図 6.7-7 一般廃棄物処分場遮水層(イタリア)におけるλk、εkの適用事例[2]

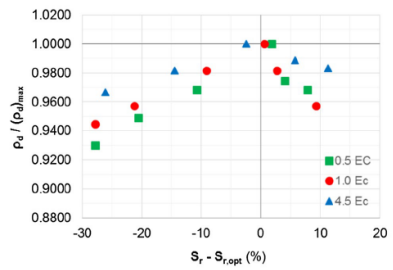


Fig. 6 Normalised compaction curves on S_r–$S_{r,opt}$ vs. $\rho_d/(\rho_d)_{max}$

Fig. 9 Compaction of liner by dumper

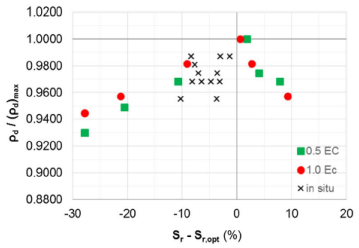


Fig. 11 In situ dry density results on the S_r–$S_{r,opt}$ vs. $\rho_d/(\rho_d)_{max}$ plot

In order to overcome the dependence on compaction energy, k had been evaluated by means of Eq. (3) based on laboratory test results for the Grumolo soil, using ρ_d values

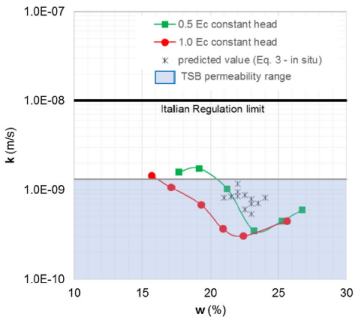


Fig. 13 Comparison of TSB test results with laboratory tests and predicted hydraulic conductivity values

Cortellazzo et al(Italy)：
A New Approach for the design Construction and Control of Compacted Mineral Liners of a MSW Landfill Capping

図 6.7-8 現場管理への適用例（イタリアの一般廃棄物処分場遮水層）[2]

図 6.7-9 は、この正規化締固め曲線の考え方を導入して図 6.7-3 を現場適用に拡大した模式図を示している。本研究は低透水性発現メカニズムの解明という基礎的研究に主眼を置くものではあるが、最終的にはベントナイト混合土の現場施工に寄与すべきことを勘案し、全体像を示す意味でこの点を付記しておいた。本研究の最終段階において、再びこの問題を取り挙げることができればと考える。

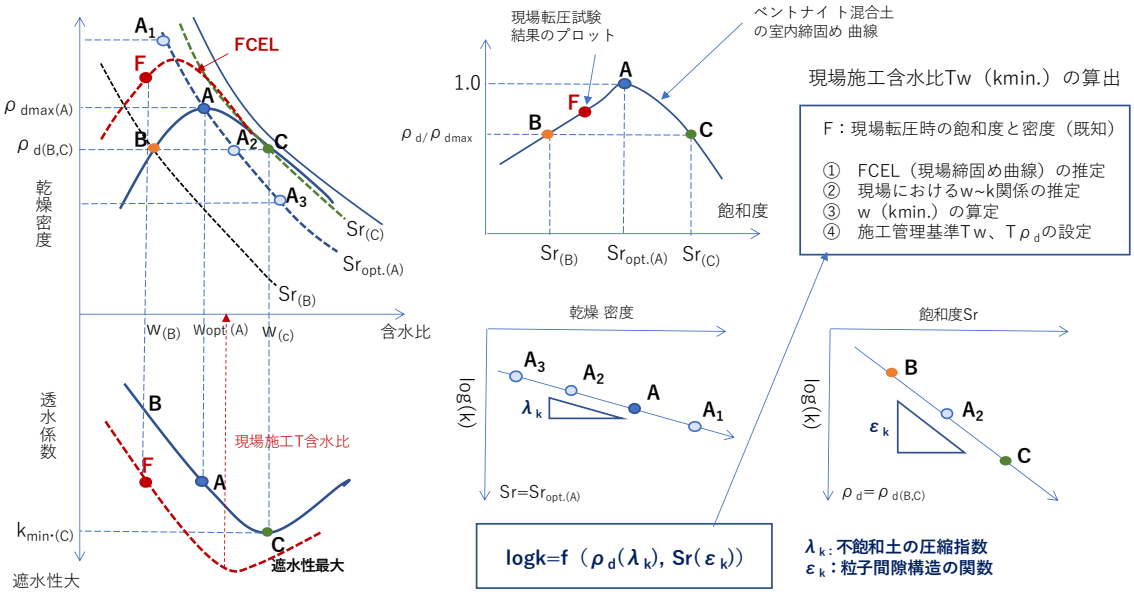


図 6.7-9　現場管理への適用イメージ

6.7.4　メカニズム解明のためのマクロ・メソ融合実験手法と既往理論の援用

6.7.3　では最小透水係数発現現象の定量化やメカニズムの説明方法について述べた。以下では、これをより具体的な実験手法や説明手法に落とし込む。図 6.7-10 はまず、用いる材料である。本研究の最終目標はベントナイト混合土の低透水性評価にあるが、ベントナイトは独自の膨潤現象を有し、混合土の透水性評価には特別な試験法と多大な労力、期間、コストを要する。そこで、有識者ヒアリングの意見も鑑み、メカニズムの説明を第一義的な目標に置きかえ、膨潤性のない一般的な土を用いた実験から着手する。いきなり難度の高いベントナイト混合土に行くのではなく、条件が単純な母材（砂や礫）から開始し、これに非塑性の細粒分を混入、次に塑性の高い細粒分を混入していき、最後にベントナイトを持ち込む手法である。

なお、同時にベントナイト混合土を対象としたデータ取得も並行して進めておく（実務ターゲット実験と称する）。メソ、ミクロでの観察手法（土粒子間隙構造観察と中性子イメージング実験）については、6.5，6.6 で報告したように、今年度手法の検証を実施した。これらの手法もまた、いきなりベントナイト混合土を対象にすると困難性が急増するため、段階的実験の土質材料の中で適用可能な対象土を模索し、メカニズム説明のためのデータ取得を目指す（ベントナイト混合土ももちろん、チャレンジ対象として残す）。ベントナイト混合土の適用に関しては可能な範囲内でメソ、ミクロ実験を試みるが、非現実的なコストと期間が必要となることが想定される場合は、模擬的な材料を用い、メカニズムの定性的な説明のための実験に留めることも想定する。

母材については粒径、粒度、粒子形状の影響を考慮し、これに付加する細粒分は非塑性の珪石粉やクレイサンドを、さらに塑性指数の低い粘性土（カオリナイトなど）から高塑性粘性土へと添加材料を変化させ、その差分により材料特性が遮水性に及ぼす影響を考察する。ベントナイトに関しては実務ベースで Na 型を想定しているが、メカニズム解明のためには膨潤量の少ない Ca 型も視野に置く。

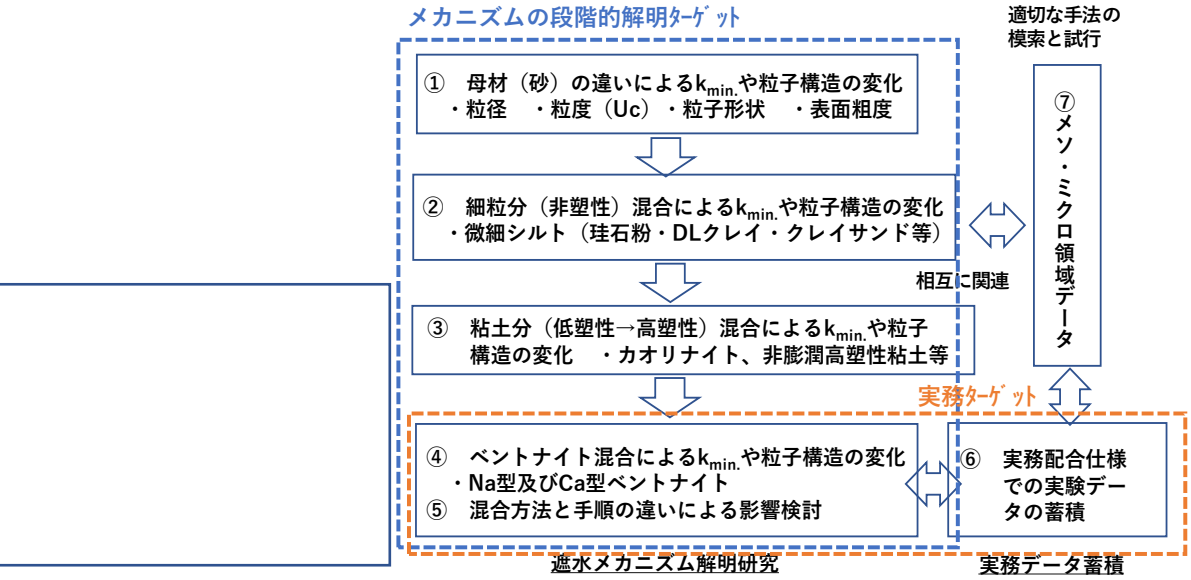


図 6.7-10 段階的解明アプローチの概要

図 6.7-11 には6.7.3 及び6.5 、6.6 で紹介した実験手法を再掲し、これらの繋がりを示す。メカニズム解明のための実験としては、以下の 4 種類を並行して進める。

① 実験 A：室内締固め－透水試験

エネルギー一定下での締固め曲線と、対応する含水比～透水係数関係を求める。基本的な実験として実施し、最小透水係数発現のメカニズムを、まず実験事実として確認する

② 実験 B：飽和度一定、乾燥密度一定供試体による透水試験（λk、εk 実験）

6.7.3 で説明した透水係数の 2 つの評価式パラメータ λk、εk を求める実験。二つの目的があり、①の最小透水係数発現現象を定量的に説明すること、及び段階的実験により材料特性が変化した時のパラメータの変化を調べることの 2 点である。

③ 実験 C：実体顕微鏡による締固め後供試体の粒子間隙構造観察

6.5 で試行例を示した。②と同じ条件で作製した供試体に対して実体顕微鏡による構造観察を実施し、λk、εk の持つ意味を考察する。同時に、①の締固め曲線と並び検討することで締固め中の土/水/空気の挙動を推察するための基礎的データとする。

④ 実験 D：中性子イメージング実験

6.6 で試行例を示した。③の供試体に水を通水した時の浸潤状況を確認することで、締固めという行為の結果（乾燥密度と土粒子間隙構造）と通水時の挙動（遮水性）との関連性を議論するための基礎的データを取得する。ベントナイト混合土のような低透水性材料では、この浸潤状況の観察は中々に難しいが、締固め後の構造を模擬した材料を用

いることで、最低限メカニズム説明用の実可視化データを取得することを目指す。

実験 A、実験 B は室内締固め試験（JISA1210）と透水試験（JISA1218 及びベントナイト混合土は JGS0312）を、実験 C は実体顕微鏡と補足的に走査型電子顕微鏡（SEM）を使用する、実験 D は青森県量子科学センターの中性子イメージング実験装置を用いる。

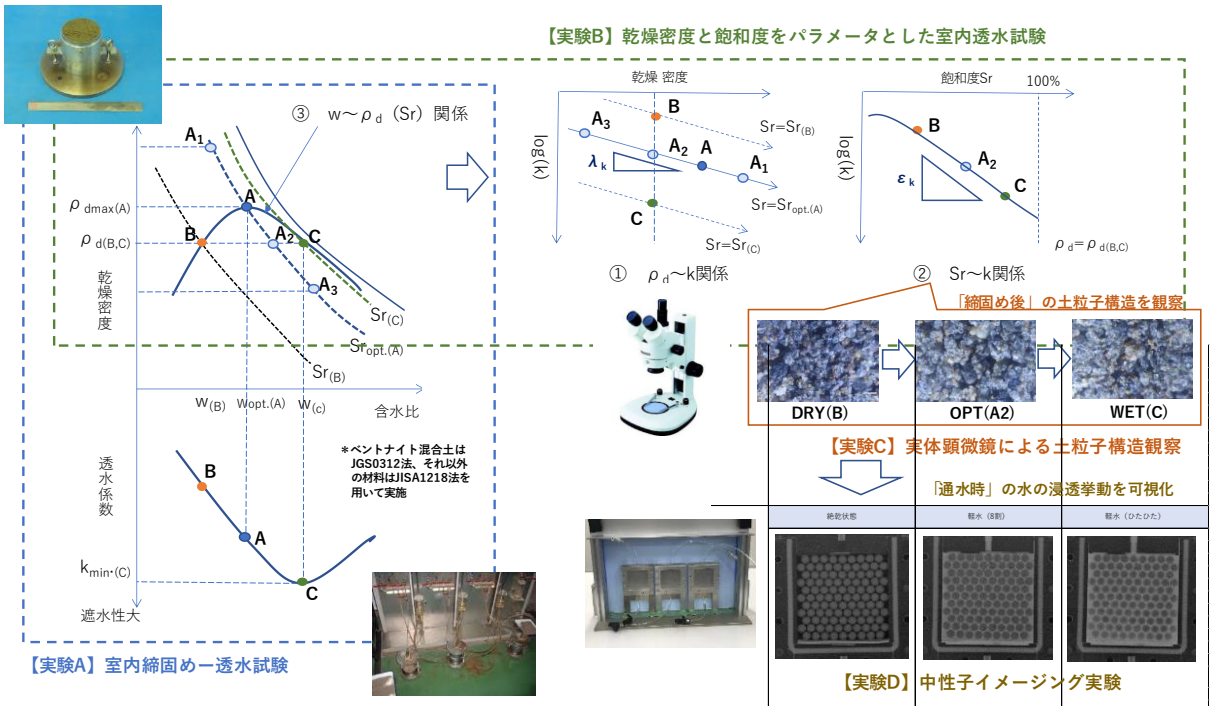


図 6.7-11　メカニズム解明のための 4 種類の実験概要

図 6.7-12 には、ここまで述べてきたメカニズムの説明手順と実験手法の関係、4 つの実験結果の相互の関係と結果の使い方をとりまとめた。

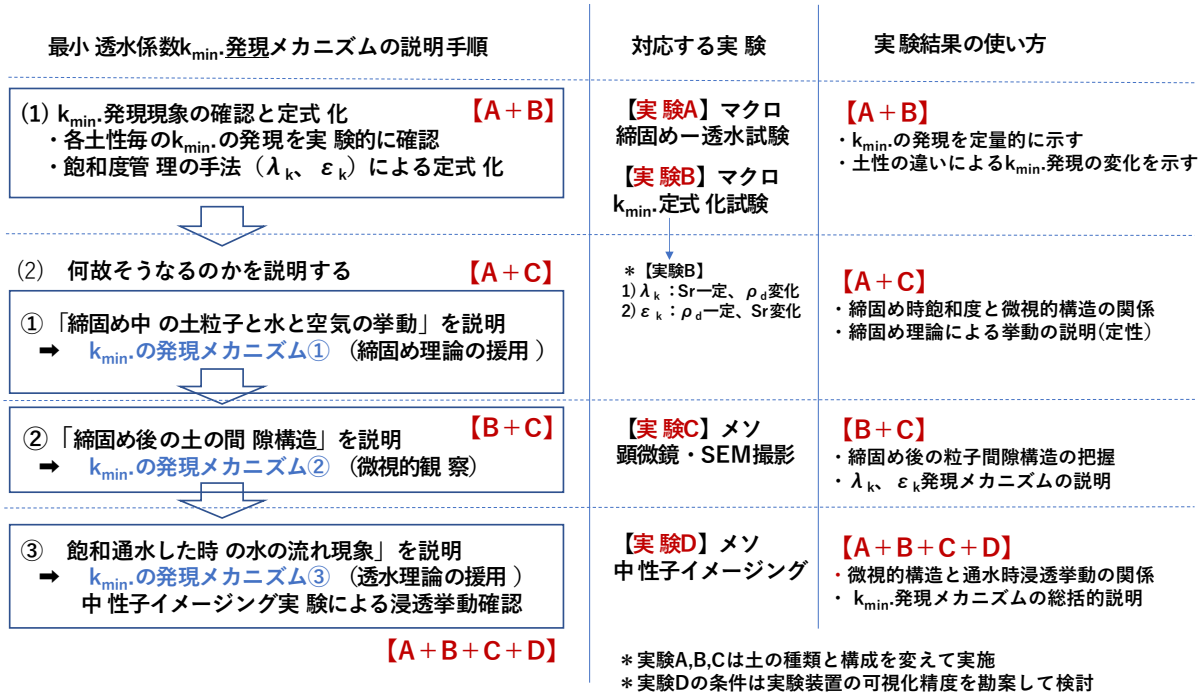


図 6.7-12　4 種類の実験の組み合わせと使い方

低透水性発現メカニズムの説明は全てを実験的手法に委ねるわけにはいかない。実験による定量化や可視化が困難な現象に対しては、既存の締固め理論や透水理論、あるいは可視化結果の模式的な説明を援用することになる。そのイメージを図 6.7-13 と図 6.7-14 に示す。締固めや透水理論は段階的実験における材料の変化に応じて適用可能な理論が変化していくものと予想され、図のように右下に向けての変化が想定される。理論の援用に際しては、有識者ヒアリングの中で幾つかの有用な情報を頂いており（技術マップ参照）、適宜これらの情報を加味していく。図 6.7-14 にはあまり一般的でない粘性土系の締固め理論及び、土質工学ハンドブックに掲載されている土の微視的構造の模式化の一例を示している。実験 B の顕微鏡観察や実験 D の中性子イメージング実験により、このような模式図を描いて説明することができれば、本研究の一つの成果となろう。

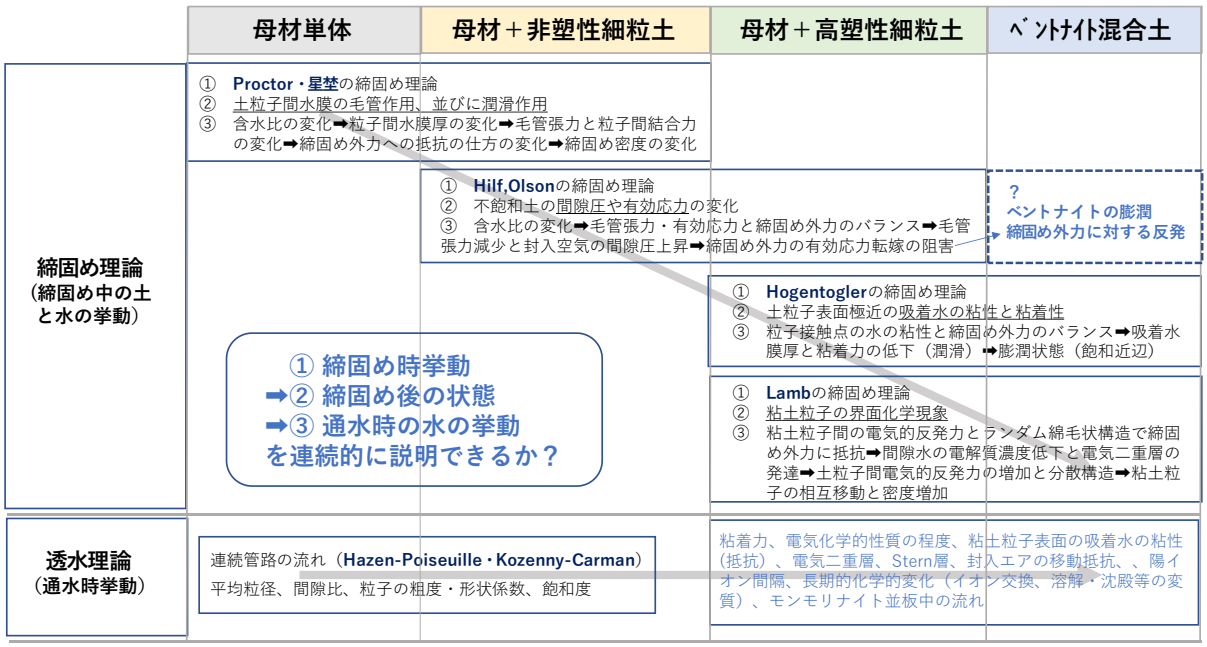


図 6.7-13　援用する締固め及び透水理論[12]

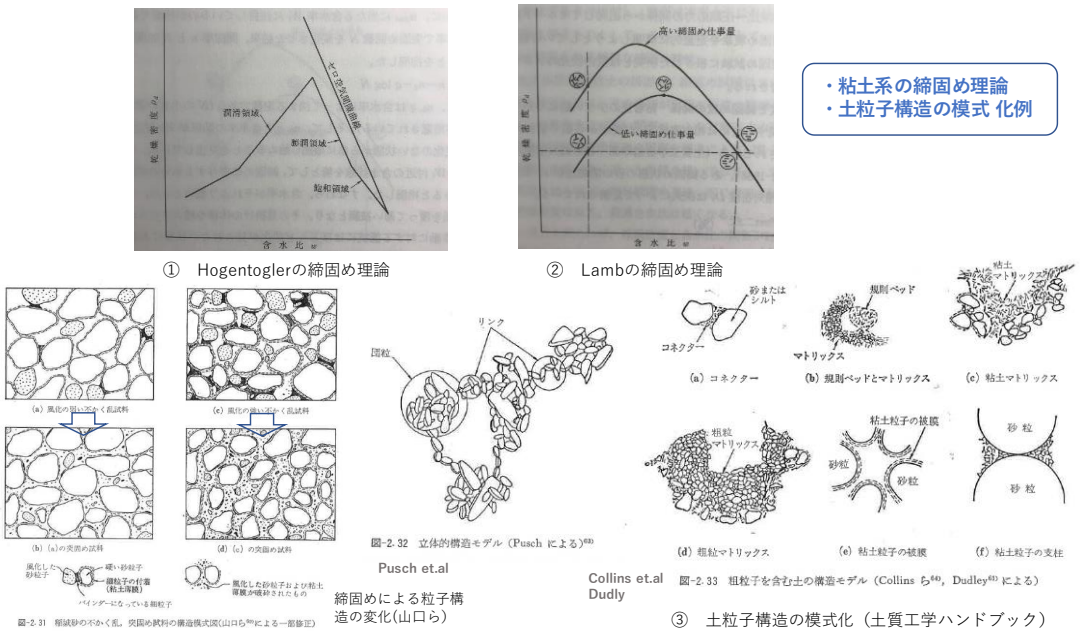


図 6.7-14　締固め土の微視的構造の模式化例（文献[12]、[13]より引用）

6.7.5　今後 4 年間の研究実施工程(案)

以上の 4 種類の実験を今後 4 年間に振り分け、今後 4 年間の大枠の研究計画を表 6.7-1 に示す。方針検討と計画は毎年度の実験結果を吟味しながら、年度毎にローリングして展開していく。今後 3 年間は図 6.7-12 に示した 4 種類の実験データの取得を進め、3~4 年後にはそれぞれの結論と相互の結び付けに着手する。実験 D は現時点では実験手法の最適化の段階にあるため（土質材料では初めての試み)、より長期に渡る検討を要する見込みである。

具体的な使用材料、実験条件、実験ケース数等については年度初めに詳細計画を立案する。

表 6.7-1　今後 4 年間の研究実施工程(案)

6.8 まとめ

本年度得られた研究成果を以下に示す。

① 研究の背景と解決すべき課題

研究を開始するにあたり、本研究の研究対象と解決すべき技術的課題（本研究のゴール）をとりまとめた。解決すべき課題に関しては、直近に解決が望まれている短期的課題と本研究の後半で取り扱う長期的な課題に分類して整理した。施工仕様や施工管理手法等の現場課題との関連性及びこれに関連する既往研究の概観を示した後、最後に研究対象である「ベントナイト混合土の低透水性発現メカニズム解明」のための第一課題である最小透水係数の発現現象について問題を整理した。本現象の解明により得られる地盤工学分野への汎用的な貢献についても言及した。

② 研究概要

本年度の研究概要及び研究の実施工程をとりまとめた。

③ 文献調査

ベントナイト混合土の低透水性や締固め土の遮水性評価、ベントナイト混合土の施工報告等、本研究課題に関連すると思われる既往研究文献を収集した。収集した文献については、有識者ヒアリングにて紹介された文献を含め、記載内容の概要と共に文献リストに取りまとめた。文献調査は来年度以降も研究の進捗と共に並行実施し、リストを拡充していく予定である。

④ 有識者ヒアリング

ベントナイト混合土や締固め土の工学的性質に関する研究を行っている我が国の代表的な有識者として 8 つの研究機関を選定し、ヒアリングを実施した。ヒアリングでは本研究への期待や目指すべきゴール、研究方法に対するアドバイス、低透水性発現メカニズム解明の方法論や適用可能な評価・実験手法等に関して広範囲な意見を収集した。来年度以降の研究方針を定めるために、本ヒアリングの結果を幾つかの視点（研究目的、研究のゴール、研究手法、現場課題への適用方法、参考となる既往研究事例、設計・施工・施工管理への適用等）別に総括した。また、ヒアリングの中で得られたベントナイト混合土の低透水性に影響を及ぼす諸要因を技術マップとして整理した（来年度以降の研究に資するため）。

⑤ ベントナイト混合土の室内締固め－透水試験

6.5 では、ベントナイト混合土の室内締固め－透水試験結果を報告した。研究初年度である本年度は、長期透水試験装置と実験手法の整備及び検証、最小透水係数発現現象の確認、微視的構造観察手法の試行等を主に実施した。また、ベントナイトと母材の不均一混合の影響に関する予備実験を実施した。実験に用いた試料（購入砂、クニゲル V1、予備実験用のカラーサンド）の物理化学的な基本的特性及びベントナイト混合土の室内締固め－透水試験結果を報告した。ベントナイト混合土に対しては透水試験方法として地盤工学会 JGS0312 法（低透水性材料の透水試

験方法）を採用し、実験装置と実験手法の検証を行った。既往のベントナイト混合土の試験結果（類似材料、類似密度）との比較から、本試験結果が妥当な値を示していることを確認した。ベントナイトの混合により母材の透水係数が著しく低下し遮水性が向上すること及びベントナイト混合率の増加と共にこれがより顕著となること、そしてベントナイト混合土では最小透水係数が最適含水比の湿潤側で発現することを確認した。

締固め時含水比（飽和度）の違いが締固め後の土の土粒子間隙構造に影響を及ぼす可能性があることから、画像による微視的構造観察手法の検討を試みた。通常のデジカメによる撮影では後述する不均一混合（ベントナイトダマ有り）と均一混合の違いを区分することは十分に可能であったが、均一に混合した供試体の中での締固め時含水比の違いの影響を抽出することは困難であった。一方、倍率を上げた実体顕微鏡による観察ではベントナイトの母材への付着の仕方や吸水状態、マクロポアの分布状況の違いなどを目視及び画像解析により定量的にも抽出可能であることが確認できた。次年度以降、本手法を用いて締固め土の構造観察を本格的に実施していく予定である。また、ベントナイトの砂への付着状況を確認するために塩素イオンを吸着させた状態で SEM/EDS による分析を行った結果、ベントナイトの付着状況も確認することが可能であることが判明した。

ベントナイト混合土の現地混合が不十分である場合を想定し、不均一に混合（混練り回数を減らしたり、ベントナイトダマを人為的に混合するなど）した供試体についても室内締固めー透水試験を実施した。この結果、最適及び湿潤側で不均一混合した場合、ベントナイトダマが試料中に混在し、これが締固め外力に抵抗して締固めが阻害される結果、均一供試体に対して乾燥密度が小となること、この結果及び不均一構造（母材とダマが分離して透水試験時に母材部分を水が集中的に流れる）の影響により不均一混合供試体の透水係数が母材近くまで増加する結果が得られた。ベントナイト混合土の混合不均一性が締固め及び透水特性に大きく影響することを確認した。なおこのような不均一混合状態は、前述したように通常のデジカメ画像でも判別可能であるため、現場施工時の混合性確認にも適用が可能と考えられる。

⑥　中性子イメージング実験

6.5 では締固め後のベントナイト混合土の土粒子構造を実体顕微鏡により観察可能であることを述べたが、この後の透水試験を想定した飽和後通水時の挙動に対しては、試行した結果デジカメ等では観察不可能であった。そこで、締固め後の土粒子構造の違いが飽和後通水時の水の浸透状態に及ぼす影響を可視化するために中性子イメージング実験を試行した。本章ではまず中性子イメージング実験の基本原理と照射装置の概要を述べた後、中性子を照射するためのアルミ製の箱や供試体作製方法及び簡易透水試験装置等実験治具の概要を示した。中性子イメージング実験装置で土の通水現象を取り扱った事例はこれまでになく、今年度はこれら実験治具の試作と実験手法の確認、可視化可能な材料範囲や可視化精度に及ぼす諸要因を確認するための実験手法の最適化を第一目的とした。本実験の基本的特性を把握するためにまず、軽水・重水・空気の撮像、次にアルミ玉、ガラス玉などの理想球体への軽水浸潤状況の把握を行った後、母材（砂）、ベントナイト、ベントナイト混合土の撮像（初期含水比の違い、飽和後の重水通水状況の確認）を試みた。理想球体では明瞭な可視化が可能であり、また母材及びベントナイト混合土では軽水を用

いた締固め後の初期含水比の違いが確認でき、さらに不均一供試体でのベントナイトダマや締固め層境界の存在も確認できた。ただし粒径が大きく単粒（間隙量大）の理想球体に比べると、砂単体では砂粒子の輪郭を捉えるほどの可視化精度は得られなかった（供試体幅 1 ㎝の平均的な値を取得していることにも起因）。また、砂単体での軽水飽和→重水通水実験では重水の浸透状況を概ね把握することができたが、密な供試体では目視による確認が限界であった（画像解析が必要）。一方、締固め密度を下げて間隙量（=重水注入量）を増やすことにより可視化精度が向上することを確認した。これらの結果から、中性子イメージング実験の可視化精度に影響を及ぼす要因として、粒径、粒度、粒子形状、締固め密度（間隙量）、容器の厚みなどが想定された。次年度以降、最適条件にある供試体を用いて締固め後の土粒子間隙構造が重水通水時の浸透挙動に及ぼす影響を検討していきたい。なお、最後に密に締固めたベントナイト混合土に対して軽水飽和→重水通水の撮像を試みたが、少なくとも目視では確認不可能であった（密なため注入した重水量が不十分であることにも起因）。本結果はベントナイト混合土に対する本手法の適用限界を示しており、本研究における中性子イメージング実験の位置づけが「飽和→通水状況の可視化、締固め後の土粒子間隙構造と通水時浸透挙動の関係性の定性的把握」にあることから、来期以降は可視化可能な材料の範囲内で締固め後土粒子間隙構造の異なる模擬的な供試体を作製して重水注水時の浸透挙動を可視化することなどを試みていきたい。

⑦　最小透水係数発現メカニズムの解明に向けての研究構想

6.3 の文献調査結果、6.4 の有識者ヒアリング結果、6.5, 6.6 のマクロ、メソ実験結果を踏まえ、6.7 では研究課題であるベントナイト混合土の低透水性発現メカニズムの解明方法、特に第一課題として与えられた最小透水係数発現メカニズムの解明に向けての全体構想をとりまとめた。発現メカニズムを説明するために、発現現象を実験的に確認した後、締固め時の挙動説明→締固め後の土の状態の説明→透水試験時の通水状況の説明、の手順を踏んで発現メカニズムの説明を試みるとこととした。最初の最小透水係数発現現象の確認においては、発現現象とそのメカニズムを定量的に示すために、ロックフィルダムコア材の遮水性評価等に用いられている飽和度管理の考え方を導入し、マクロな乾燥密度とミクロな土粒子間隙構造（飽和度により変化）の関数として透水係数を定式化する手法を援用することとした。その成立性を確認するために、あるフィルダム遮水材の実データを用いた試算結果を示すと共に、海外（イタリア）の廃棄物処分場遮水層における現場実施事例を示した。締固めた後の状態、特に土粒子間隙構造を定量化するために 6.5 に試行例を示した実体顕微鏡による観察手法を、また通水時の水の浸透状況を可視化するために 6.6 に試行例を示した中性子イメージング実験を援用することとし、これらを融合した実験手法の相互関係と結果評価の枠組み（フレームワーク）を整備した。また、メカニズムの説明に用いるための既往の締固め理論や透水理論を整理し、特に高塑性粘土や膨潤性ベントナイトを混合した場合に必要となる考え方についても、対応する締固め理論や 6.4 の有識者ヒアリング結果である技術マップとの関連性等を整理した。

以上の整理結果に基づき、今後 4 年間の研究実施の大枠とその工程案を作成した。各年度の詳細実施計画は年度前に立案し、年度末成果を受けて都度ローリングしていく予定である。

第 6 章の参考文献

[1] 山田淳夫,千々松正和,藤原斉郁,矢田　勤,秋山吉弘,小峯秀雄,飯塚　敦：放射性廃棄物の地下空洞型処分施設に用いる底部低透水層の転圧工法による施工品質の評価，土木学会論文集 C,Vol71、No.3,2015.

[2] Cortellazzo et.al(Italy)：A New Approach for the design Construction and Control of Compacted Mineral Liners of a MSW Landfill Capping : International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering (2020)

[3] 石黒 健，和田 豊, 貫井 明, 中島秀樹, 武田智治, 龍岡文夫：鵜川ダム建設工事におけるコア材の飽和度管理を重視した現場締固め管理、2020 年土木建設技術発表会,

[4] 工藤　淳,庭瀬一仁,千々松正和,木村　誠,矢込吉則：低レベル放射性廃棄物処理施設における難透水性覆土の透水性評価の一考察、第６９回土木学会年次学術講演会（平成 26 年）,Ⅲ-152.

[5] Watabe,Leroueil,Bihan：Influence of compaction conditions on the pore-size distribution and saturated hydraulic conductivity of a gracial till, Canadian Geotech J37:1184-1194(2000).

[6] 山田善之，佐藤泰，近藤一寿，鈴木貴博，藤本佳史：ベントナイト混合土の製造方法に関する検討（実規模混合機による混合試験）,日本原子力学会,2H19,2017.

[7] 小峯秀雄,緒方信英: 高レベル放射性廃棄物処分のための緩衝材・埋戻し材の透水特性，電力中央研究所報告 U00041,平成 13 年 3 月.

[8] F.Tatsuoka : Compaction Characteristics and Physical Properties of Compacted Soils Controlled by the Degree of Saturation, Deformation Characteristics of Geomaterials,IOS Press,2015.

[9] Alonso,Pinyol,Gens : Compactied Soil Behaviour:initial state,structure and constitutive equation, Geotechniqe,63,No.6,4630478,2013.

[10] Sakita.T.,H.Konine,A.Yamada,H.Wang,S.Goto:Influence of bentonite type and producing method on hydraulic conductivity of sand-bentonite mixture,ICEGT2020, under article submission.

[11] 石黒 健, 武田智治, 川村亘輝, 中島秀樹, 和田 豊, 貫井 明，龍岡文夫：鵜川ダム建設工事におけるコア材の飽和度管理を重視した現場締固め管理（その 4）現場品質管理の効率化・省力化と地盤剛性に基づく現場締固め管理の導入, 第 56 回地盤工学会全国大会投稿中.

[12] 土質工学会：土質基礎工学ライブラリー36,土の締固めと管理、第 2 章土の締固め、平成 3 年 8 月.

[13] 土質工学会編：土質工学ハンドブック,第 2 章　土の構造・物理化学的性質,1990.

第７章　まとめ

第7章　まとめ

7.1　本事業のまとめ

7.1.1　中深度処分相当の地下環境を評価する技術の高度化

(1) 初期地圧測定技術の高度化開発

中深度処分施設の設置深度に応じた 3 次元の初期地圧を極力、場を乱すことなく、かつ、効率的に測定できる方法として、応力解放法に着目し、わが国に広く分布する堆積軟岩へ適用可能な測定技術として整備することとした。まず、初期地圧測定等に係る既往技術の調査を行い、それに基づき課題を抽出した。その上で、技術課題の解決に向けた 5 ヵ年全体計画を策定した。加えて、既往技術の精査、有識者からの聞き取りを踏まえて、孔壁ひずみ法や孔底ひずみ法を改良するなど、開発計画で対象とする候補を選定し、測定システムの概念設計を行った。

開発する初期地圧測定装置のコンセプトは以下のとおりである。

・天然バリアへのダメージを極力抑える

　→地上から 1 本の鉛直ボーリングで 3 次元の初期地圧測定を行う

・対象とする岩盤：堆積軟岩

・対象とする深度：地表からの深さ 200m 程度

・これらの条件のもとでコストパフォーマンスも考慮しつつ高い測定精度を求める

開発上の課題として、大深度下での計器設置面の整形技術（パイロット孔削孔あるいは孔底整形）やその洗浄技術、大深度・地下水下での計器の設置技術（軟岩対象の接着材料の選定を含む）が特に重要であると考えられたため、それらの解決方法や検証方法等に着目して検討を行った。

以上を踏まえて、孔底ひずみ法と孔壁ひずみ法の両方の測定手法を兼ね備えた「円錐孔壁ひずみ法」を開発目標とした。

これと並行して、本事業で新たに開発する初期地圧測定に係る技術開発における参照データとするため、現場試験フィールド（日本原燃濃埋敷地内）にてボーリング掘削を実施し、原位置試験並びに室内試験により地質、地盤、水理等のデータ取得や調査を行った。

また、初期地圧測定の開発に付随した技術課題の検討では、文献調査を通じて、次の課題を抽出し、その解決に向けた 5 ヵ年実施計画を作成した。

・パイロット径／オーバーコアリング径の比率の影響

・薄肉部の亀裂発生の影響

・軟岩中の非弾性挙動の影響

・オーバーコアリング時の応力集中の影響

・ディスキング発生の可能性

・解放ひずみへの岩盤の応力状態の影響

(2) 地下水流動評価技術の調査

地下水流動評価技術（計測・測定及び解析技術）について、国内外の低レベル及び高レベルの放射性廃棄物処分に係る既往の関連技術の調査を行い、わが国における中深度処分への適用を考慮した場合の現状分析と課題の抽出・整理を行った。実施にあたっては、原子力規制委員会により整備が進められている第二種廃棄物埋設事業の規制基準（特に中深度処分（L1））における要求事項と原子力学会の学会標準や土木学会の技術検討の既往成果を十分に考慮し、さらには高レベル廃棄物地層処分に向けての関連技術等も参考にして、目的、想定される調査目標並びに処分事業の時間的変遷と測定・計測・解析の必要箇所・エリア等を想定し、それらへ適用可能な現状技術を分類・整理するとともに、適用に向けての技術課題等を考察した。

令和２年度の検討においては、下記の項目について、概略的な調査検討を行い、重要項目の課題を抽出した。

① 第二種廃棄物中深度処分の規制基準等における検討状況と要求事項の調査・整理
② 放射性廃棄物処分に係る地下水流動調査・評価技術に関する文献情報の収集・分類・整理
③ 不均質性を考慮した地質環境モデル及び水理地質構造モデルのモデル化手法に関する文献調査
④ 中深度処分に係る地下水流動の調査・評価の方法論と技術に関する調査・検討
⑤ 中深度処分事業展開と規制要求を考慮した地下水流動の調査･評価の実施項目及び技術的要件等の検討
⑥ 地下水流動調査・評価に関する今後の技術課題の抽出と技術開発の方向性の概略検討

(3) 地震時影響評価技術の検討及び地震動観測

これまで行われた地震動観測とそれに基づく諸検討の結果、現状の課題としては、以下が挙げられた。

・ 現在の地震計の配置では、空洞周辺の緩み領域の影響を含んだ地震動を観測している可能性があるが、解析手法でその影響を考慮していない。
・ 周辺岩盤では、地震動の周波数に依存した減衰が生じている可能性があるが、解析手法でその影響を考慮していない。
・ 2 次元解析用の入力地震動作成のための 1 次元解析では、試験空洞で取得した地震動を入力波として採用してきたが、その妥当性が明確にされていない。

これらの課題に対して、既往文献調査により対応策を検討した結果、地震計の配置の見直し及び解析手法の高度化等による対応策が有効であると考えられた。そこで、検討した対応策をもとに、地下空洞施設の地震時挙動の定量的な評価（再現性の向上）を目的とした実施計画を立案した。

地震動観測については、従来のシステムにより継続観測を行うとともに、地震観測システムのメンテナンスを実施した。

7.1.2　中深度処分相当の地下環境を考慮した設計技術の高度化

(1) 既往検討成果の調査と技術オプションの検討

技術オプションの検討に資する基盤情報の整備を目的として、放射性廃棄物処分施設の設計における考え方等に係る既往検討成果の調査を実施した。まず、国際的な考え方を整理するために、国際原子力機関 IAEA の安全基準、国際放射線防護委員会 ICRP の勧告を調査した。次に、ALARA の概念を導入している国に着目して、諸外国における放射性廃棄物処分に対する規制について調査した。その上で、現在整備が進められている中深度処分に対する規制基準類を調査し、要求事項を整理した。さらに、中深度処分に関する既往検討成果に加えて、わが国における TRU 等廃棄物処分場をはじめとする中深度処分と類似の処分概念に関する既往の検討成果を ALARA や BAT の概念の取り込みに着目して調査した。

技術オプションの検討は、施設設計の観点と安全性の観点から行った。施設設計の観点からの検討では、人工バリアに求められる機能に基づき網羅的にオプションを抽出する方法と、絞り込み方法の考え方について検討するとともに、客観性の観点からここでの絞り込み評価に有効と考えられる AHP 手法による試行を実施した。これらの検討を踏まえて、次年度以降の検討で中心とする設計オプションを抽出した。

また、安全性の観点からの検討では、一次元の核種移行モデルにより、低透水バリアと低拡散バリアの 2 つのバリア機能に対して感度解析を実施し、具体的なバリアの組み合わせから「性能」を定義しうるどの様な定量的な「量」を出すことができるかについて検討した。これらの検討を踏まえて、性能の指標を導出するための課題の具体化と対処方法案へのアプローチについて整理した。

(2) ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

締固め土の透水係数は締固め後の乾燥密度が最大となる最適含水比（点 A）のやや湿潤側（点 C）で極小値を取ることが実験的事実として経験的に知られている。ベントナイト混合土を対象に、この現象のメカニズム「最適含水比の湿潤側で最小透水係数が発現されるメカニズム」の解明を試みることを本研究の第一課題に掲げた。

事業の初年度となる令和２年度は、まず、関連文献の調査及び有識者へのヒアリングを実施し、本研究を進める上での論点と課題を整理した。さらに、最小透水係数発現メカニズム解明の手順と説明方法案について検討した。

これらを受けて、今年度並びに次年度以降の研究計画を策定した上で、ベントナイト混合土の室内締固め－透水試験の一部に着手した。また、可視化手法がここでのメカニズム解明に資すると考え、実体顕微鏡による観察に加え、中性子イメージング実験を試行し、その適用性について検討した。

7.1.3　情報収集及び委員会の設置・運営

(1) 情報収集

本事業の実施に当たり、国内外の関係機関や大学等との間で情報交換等を実施し、関連技術について最新情報を入手した。

(2) 委員会の設置・運営

本事業に係る外部の専門家・有識者等から委員を選任・委嘱し、その 5 名の委員で構成される委員会を設置し、研究計画、実施方法、結果の評価等に関する審議・検討を今年度は計３回行い、成果報告書を取りまとめた。

おわりに

発電所廃棄物やTRU廃棄物（地層処分相当の廃棄物を除く）等の低レベル放射性廃棄物の中深度処分施設の計画、設計や円滑な建設及び操業には、より現実的な条件下で、各種の検討や実証試験等の積み重ねが必要となる。本試験は、こうした状況に鑑み、地下空洞型処分に係る調査技術の高度化を行うものである。

本事業では、天然バリア及び人工バリアを対象に、調査・計測、設計、評価に係る広範囲の技術を扱う。このため、事業の推進にあたっては、低レベル放射性廃棄物等の処分施設の計画・設計・施工・安全評価に関わりのある専門家からなる委員会を設け、幅広く関連する知見や意見等を取り入れて検討を進めることとした。

初年度となる令和２年度は、本事業で対象とする研究項目のいずれについても、文献調査により技術の現状と課題を把握した上で、今年度を含めて複数年にわたる事業の全体計画を策定するとともに、具体的な技術開発や研究開発に着手した。

本事業の成果は、同様の処分施設形態が検討されているTRU廃棄物の地層処分についても、共通の基盤技術として幅広く反映可能であり、また、将来の中深度処分事業に対して極めて重要な情報を提供するものである。地下空洞型処分が安全で信頼に足るものとして社会に受け入れられるものとするために本事業の成果が活用され、地下空洞型処分システムが、ステークホルダーにとってより納得のいくものとなることを期待している。

添付資料-1　参照データの取得関連

1. ボーリング柱状図
2. ボーリングコア写真
3. ボーリング標高測量成果簿
4. 孔内検層データ
5. ボアホールカメラ撮影
6. 低圧岩盤透水試験データ
7. 初期地圧測定データ
8. 現場記録写真
9. 室内試験データシート
10. 室内試験記録写真

1. ボーリング柱状図

TI1-850孔　ボーリング柱状図

作図範囲　0.00～130.00 m

件名	令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備		
調査地	青森県上北郡六ヶ所村大石平	孔口標高 E.L.	-74.68 m
調査期間	2020年 7月20日 ～ 2020年 8月 7日	最終孔内水位 G.L.	-0.00 m
使用試錐機	東邦製D-1	掘削深度 G.L.	-130.00 m

方向：角度	0 ： -90
主任技術者	
コア観察者	

標尺 (m)	標高 (m)	深度 (m)	層厚 (m)	地質柱状図	地質 地層名	地質 層相	色調	硬軟区分	風化状況	観察記事	岩級区分
1	-74.94	0.26	0.26		コンクリート 砕石	コンクリート 砕石	灰	－	－	○0.00m～0.26m 路面表層ｺﾝｸﾘｰﾄ、硬質、棒状である。	－
	-75.16	0.48	0.22				暗灰			○0.26m～0.48m 路盤砕石。Φ10～30mmの安山岩角礫主体とする。	
2	-76.28	1.60							新鮮	○0.48m～9.19m 軽石混り砂岩(Tps32)	B
3						軽石混り砂岩	暗灰～灰			・0.48m～8.82m 灰～灰白色、φ2～15mmの軽石を多く含み、暗灰～灰～赤褐色、φ10mm以下の安山岩角礫を含む。基質は安山岩、石英の粒子主体とする粗粒砂である。	
4										0.48m～1.60m ∠10° 以下の低角の割れ目面に酸化褐色が認められる。	
5										・1.60m以深のコアは新鮮、ハンマー軽打で軽い金属音を発する。	
6											
7											
8										・8.82m～9.19m 基質は暗灰色の粗粒砂岩。∠0～5° の葉理が発達する。Φ50mm以下の灰～灰白色の軽石を混じえる。	
9	-83.87	9.19	8.71							・下位層との境界は∠5° で明瞭である。	
10						砂質軽石凝灰岩	灰			○9.19m～13.53m 砂質軽石凝灰岩(Tspt31)	
11										・φ2～30mm、最大φ70mmの灰～灰白色軽石を多く含む。基質は安山岩、石英の粒子を主体とする粗粒砂である。Φ10mm以下の暗灰～灰～赤褐色安山角礫を含む。	
12										・コアは新鮮、ハンマー打撃で軽い金属音を発する。	
13	-88.21	13.53	4.34							・10.38m～10.64m ∠53～64° の面なし断層4条あり。	
14										・下方へ軽石の量及び粒径が減少し、下位層との境界は漸移的である。	
15										○13.53m～20.75m 軽石混じり砂岩(Tps31)	
16						軽石混り砂岩	暗灰			・φ10mm以下の白色軽石及びφ20mm以下の黒～灰～赤褐色の安山岩角礫を含む。基質は安山岩、石英、軽石の粒子を主体とする粗粒～極粗粒砂である。	
17										・コアは新鮮、ハンマー打撃で軽い金属音を発する。	
18	-92.85	18.17								・17.00m～18.17m φ10mm以下の軽石、安山岩角礫を多く含む。基質は極粗粒砂となる。	
19							灰～暗灰			・18.17m～18.90m φ5mm以下の白色軽石を多く含み、∠0～10° の葉理が発達する。	
20										・18.90m～19.20m 灰色細粒凝灰岩、φ30mm程度の偽礫を含む。	
21	-95.43	20.75	7.22							・19.20m～20.75m 基質は黒灰及び赤褐色安山岩、石英及び軽石を主体とする粗粒砂である。Φ2～30mm、白色軽石が∠0～15° 、幅2～30mmの葉理となり、砂粒子と互層状をなす。	
22										・下位層との境界は∠10° で明瞭である。	
23										○20.75m～72.69m 軽石凝灰岩(Tpt2)	
24										・同岩は、軽石の少ない区間と軽石の多い区間があるが、基質は灰色、緻密な細粒凝灰岩を主体とする。	
25										・20.75m～39.70m 軽石の比較的少ない区間である。	
26										・コアは新鮮、ハンマー打撃で軽い金属音を発する。	
27										20.75m～23.64m φ2～10mmの白色軽石を多く含む。所々に∠10° ～60° 軽石粒子の葉理が認められる。	
28										22.80m～23.20m φ数mmの淡褐灰色軽石を多く含む。上面付近に緑色の鉱物が脈状～薄層状に分布する。	
29										26.40m～28.20m φ2～20mmの白色軽石を多く含む。	
30											
31											

コア採取率 (%)　最大コア長 cm　RQD [%]

割れ目分布図：△せん断　○引張　▽葉理　□不明　×機械　◇新規　新鮮色　褐～黄褐色部分的　コアと同程度　緑色化

岩級区分	BTV観察割れ目 BTV実施区間 (m)	開口幅 (mm)	試験区間 (m)	透水係数 ORDER (m/s)	区間水位 (E.L. m)	試料採取	検層 PS	検層 キャリパー	検層 温度	検層 密度	採水
－					間隙水圧計						
B					試験時閉鎖系						
					試験時開放系						

32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

軽石凝灰岩

鷹架層中部層粗粒砂岩層

灰

硬

新鮮

A

32.15m 幅10～20mmの暗灰色細粒層を挟む。

・39.90m～42.35m 軽石の比較的多い区間
38.94m～39.94m φ2～10mmの白色軽石が密集する。
40.00m～42.35m φ2～20mm、最大φ70mm、軽石凝灰岩のφ5～20cmの偽礫含む。

・42.35m～53.95m 軽石の比較的少ない区間
・φ1～5mmの軽石を少量含む。下方へ軽石の量が次第に多くなる。所々に、∠10°～20°の不明瞭な葉理が認められる。
・コアは新鮮で硬質、ハンマー打撃で軽い金属音を発する。コア表面はナイフで容易に傷がつく。
44.58～48.91m 灰白色、細～微細砂状の軽石が横長で短径2～3cmの楕円状、幅2～3mmで4箇所に分布。

・50.90m ∠45°密着した割れ目あり。

・53.95mm～66.40m 軽石の比較的多い区間
・53.95m～60.00m φ2～50mm、最大φ200mmの灰白色軽石を多く含む。∠10°～25°の軽石粒子の不明瞭な葉理が認められる。
・コアは新鮮で硬質、ハンマー打撃で軽い金属音を発する。コア表面はナイフで容易に傷がつく。

・57.87m～58.07m φ200mmの灰白色軽石を含む。軽石表面の組織はやや粗い。

60.24m～63.32m φ2～5mm、最大φ15mmの青緑色海緑石を角礫状に少量点在する。

62.76m、60.40m ∠35°～40°の密着割れ目あり。

・66.40m～72.69m 軽石の比較的多い区間
・66.40m～71.50m φ1～5mm、最大φ10mmで灰白色軽石を含むが、軽石の量及び粒径は下方へ減少する。所々、∠10～20°の不明瞭な葉理認められる。
67.75m～68.67m ∠16°～22°の密着割れ目5乗程度あり。
71.04m～71.50m、72.18m～72.69m 安山岩質の凝灰質細～中粒砂岩。∠40～60°及び∠5～60°の葉理あり。φ2～10cmの軽石凝灰岩の偽礫を含む。
・71.50m～72.69m φ10cm～68cmの軽石凝灰岩の偽礫を含む。
・下位層との境界は明瞭。傾斜∠10°前後で凸凹あり。

[100] (each 1 m interval, 32–72 m)

34.00–39.00: 1.9E-8, -49.21

66.90–67.30 初期地圧測定
69.60–70.00 初期地圧測定
70.65–71.05 初期地圧測定

37.15, 37.40, 37.55, 38.00, 39.00, 39.15
52.15, 53.30, 53.75, 53.90
55.25, 55.40, 55.55
58.30, 59.60, 59.70
62.20, 62.35

-147.37　72.69　51.94

砂質軽石凝灰岩

○72.69m～122.30m 砂質軽石凝灰岩(Tspt2)
・73.95mに∠40°、76.55mに∠15°の面なし断層。

・75.31m φ10mm、黒褐色泥岩角礫を含む。
・75.34～75.40m φ60mm、灰白色軽石を含む。
・76.56m～76.61m φ30～40mm、灰色軽石を含む。軽石の周囲に少量の青緑色鉱物(海緑石)あり。
・77.43m～77.46m 黒色泥岩を∠20°で挟む。

・78.30m～78.87m 暗灰色凝灰質細～中粒砂岩。Φ5mm以下の軽石粒を多く含む。
・78.35m～78.36m 黒色泥岩を幅1cm、∠30°で挟む。
・78.75m～78.77m 黒色泥岩を幅0.5～1.5cm、葉理状・層状に挟む。
・80.40m～81.73m ∠5～25°の不明瞭な葉理が認められる。

81.55m、81.60m 幅0.5～1.0cmで暗灰色細粒砂岩～泥岩の薄層を挟む。

・85.37m～85.43m 細～中粒の暗灰色凝灰質砂岩、黒色の粒子を多く含む。∠30°前後の葉理あり。

・87.66mにφ10mmの黒色泥岩角礫を含む。

・89.54m～89.69m φ150mmの灰白色軽石を含む。

・92.21m～93.32m 暗灰色粗粒砂岩でφ5mm以下の軽石を含む。
・91.25m ∠40°の面構造、幅1mmの黒色帯状で密着している。

・94.27m φ70mmのだ円形の泥岩礫あり。

・95.00m～95.30m及び96.11m～96.21m間に含まれる軽石はほとんどφ10mm以下となる。

・97.82m ∠60°の面なし断層あり。幅2～3mmの灰色帯状。やや凸凹がある。

・98.46に面構造。幅5mmの黒色帯状。40°。完全密着。
・98.89m φ40mmの暗灰色泥岩礫。全体にだ円形を示す。

・101.74mに1.5cm大の軽石。ガラスの粘土鉱物化により緑色化。色調より緑泥石と推定される。
・101.51m ∠25°の面構造あり、完全密着する。

・103.51m～103.72m 一部に扁平でφ1cm以下の軽石が∠50°程度で配列している。
・104.88m φ3mmの暗灰色だ円形泥岩礫を含む。

・106.70m φ30mm大の暗灰色亜円形泥岩礫を含む。
・106.81m φ 60mmの暗灰色泥岩礫を含む。

・113.88m～118.06m 軽石は全体に小型(最大φ15mm程度)になり、基質は軽石質砂岩状と呈する。
￥t112.24m φ12mmの軽石。変質によって全体が濃緑色化(緑泥石か)。
112.88m φ40mmの長だ円形

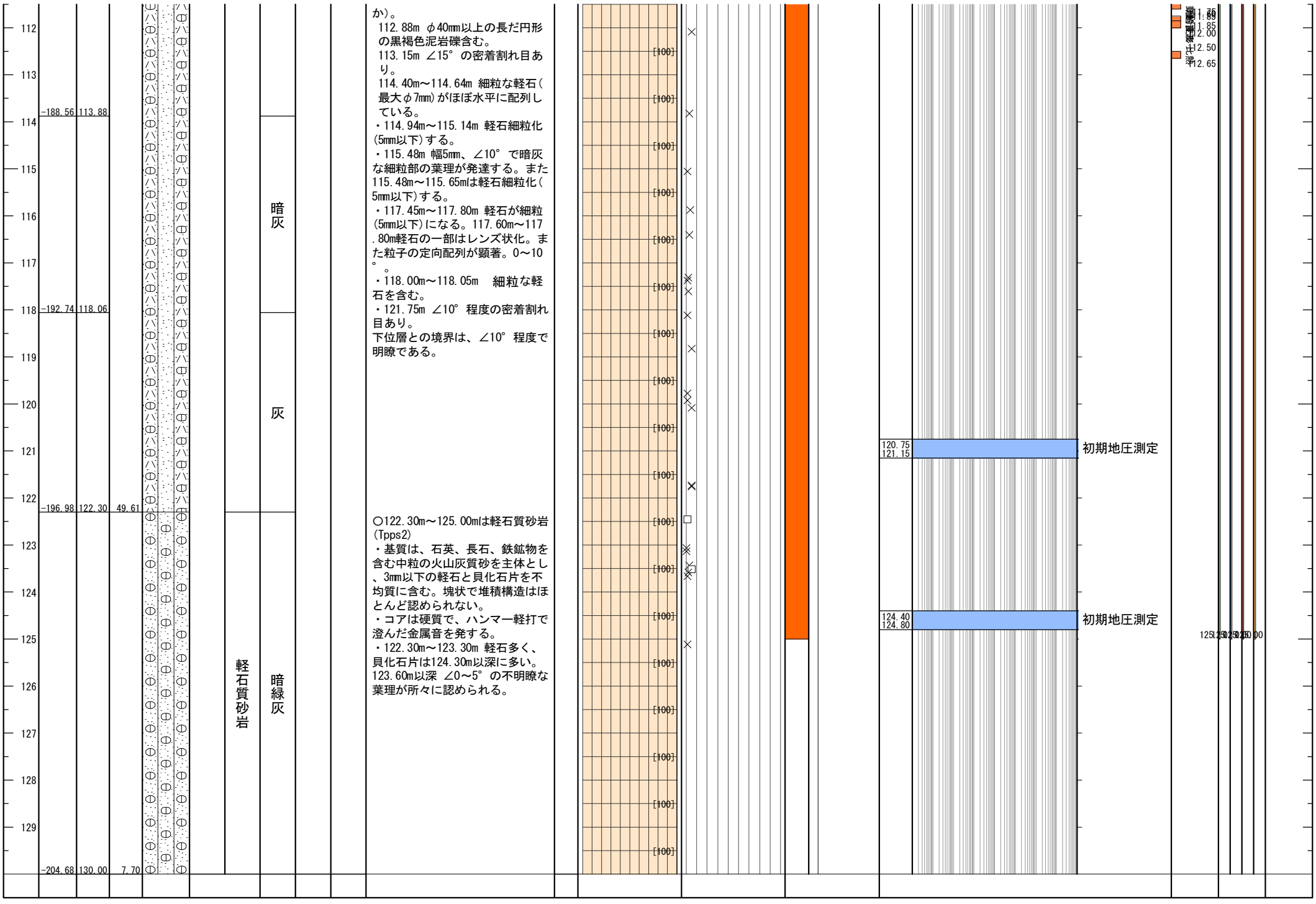
73.00
78.00
5.3E-9
-41.19

86.00
91.00
1:2E-8
-63.66

94.90
95.30
初期地圧測定

102.60
103.00
初期地圧測定

103.80
104.20
初期地圧測定

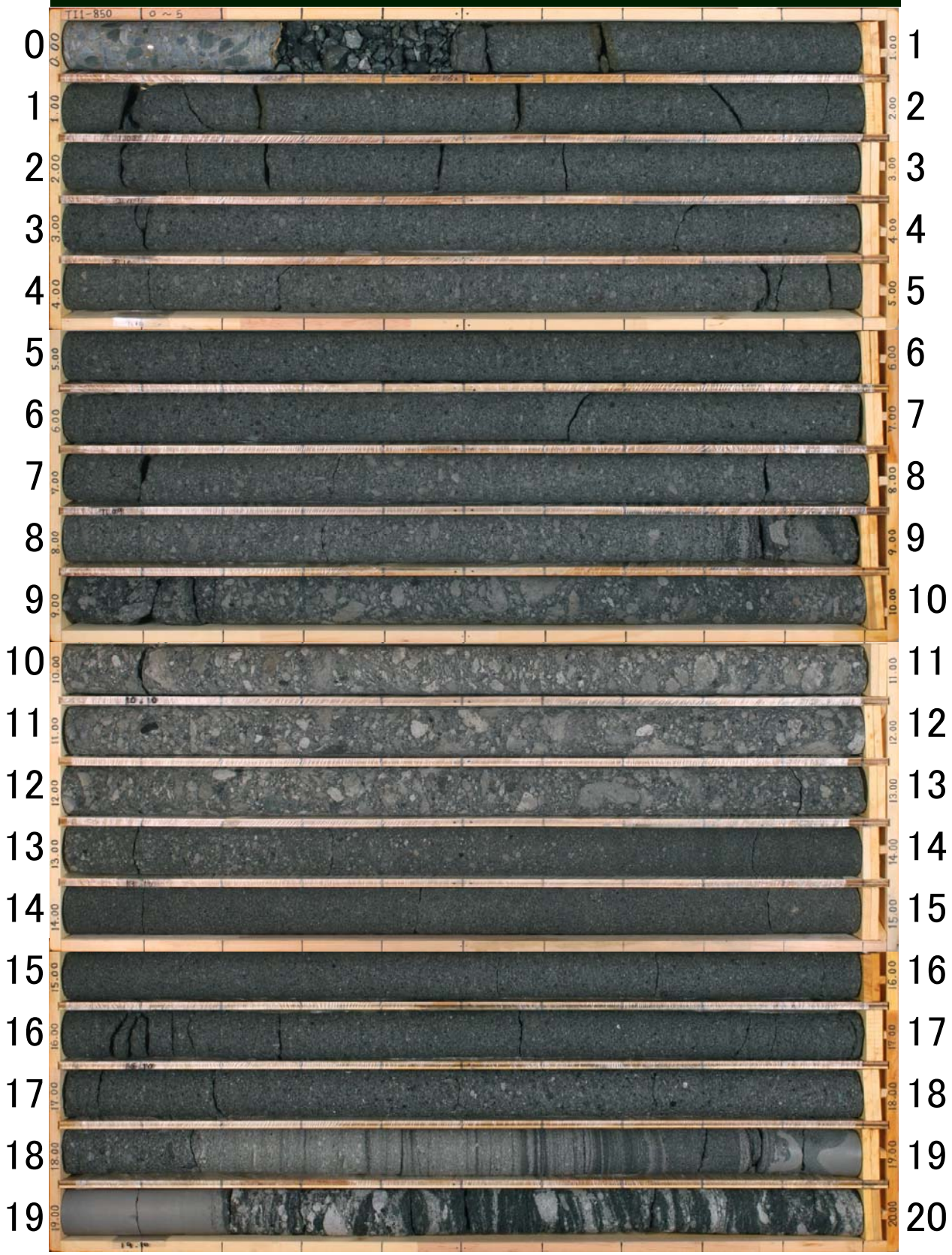

か)。
112.88m φ40mm以上の長だ円形の黒褐色泥岩礫含む。
113.15m ∠15° の密着割れ目あり。
114.40m～114.64m 細粒な軽石(最大φ7mm)がほぼ水平に配列している。
・114.94m～115.14m 軽石細粒化(5mm以下)する。
・115.48m 幅5mm、∠10° で暗灰な細粒部の葉理が発達する。また115.48m～115.65mは軽石細粒化(5mm以下)する。
・117.45m～117.80m 軽石が細粒(5mm以下)になる。117.60m～117.80m軽石の一部はレンズ状化。また粒子の定向配列が顕著。0～10°。
・118.00m～118.05m 細粒な軽石を含む。
・121.75m ∠10° 程度の密着割れ目あり。
下位層との境界は、∠10° 程度で明瞭である。
○122.30m～125.00mは軽石質砂岩(Tpps2)
・基質は、石英、長石、鉄鉱物を含む中粒の火山灰質砂を主体とし、3mm以下の軽石と貝化石片を不均質に含む。塊状で堆積構造はほとんど認められない。
・コアは硬質で、ハンマー軽打で澄んだ金属音を発する。
・122.30m～123.30m 軽石多く、貝化石片は124.30m以深に多い。
123.60m以深 ∠0～5° の不明瞭な葉理が所々に認められる。
-188.56
113.88
-192.74
118.06
-196.98
122.30
49.61
-204.68
130.00
7.70
暗灰
灰
軽石質砂岩
暗緑灰
100
120.75
121.15
初期地圧測定
124.40
124.80
初期地圧測定
1.75
1.85
2.00
2.50
2.65

2. ボーリングコア写真

件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

孔名：TI1-850

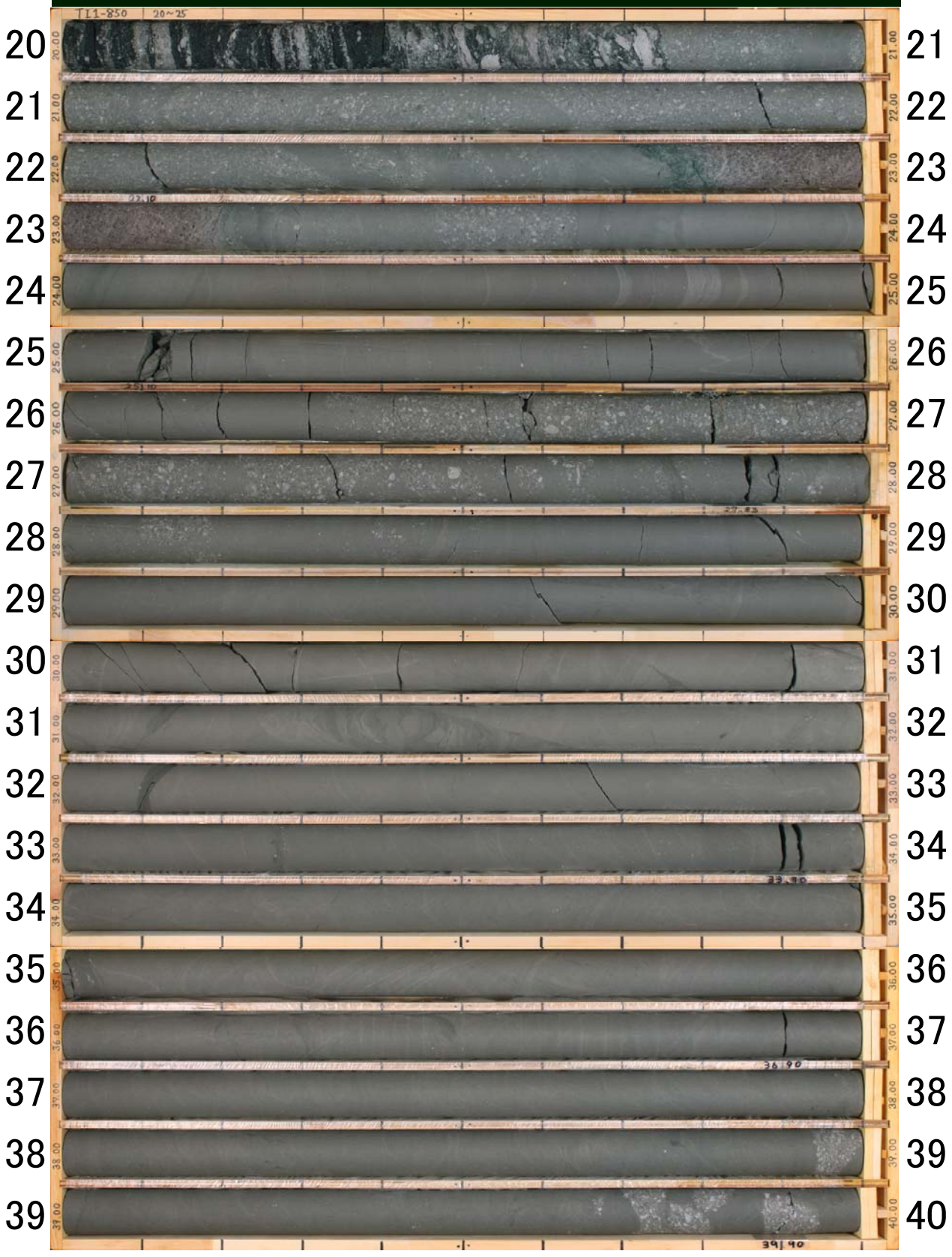
深度：　0.00　～　20.00　m



件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

孔名：TI1-850

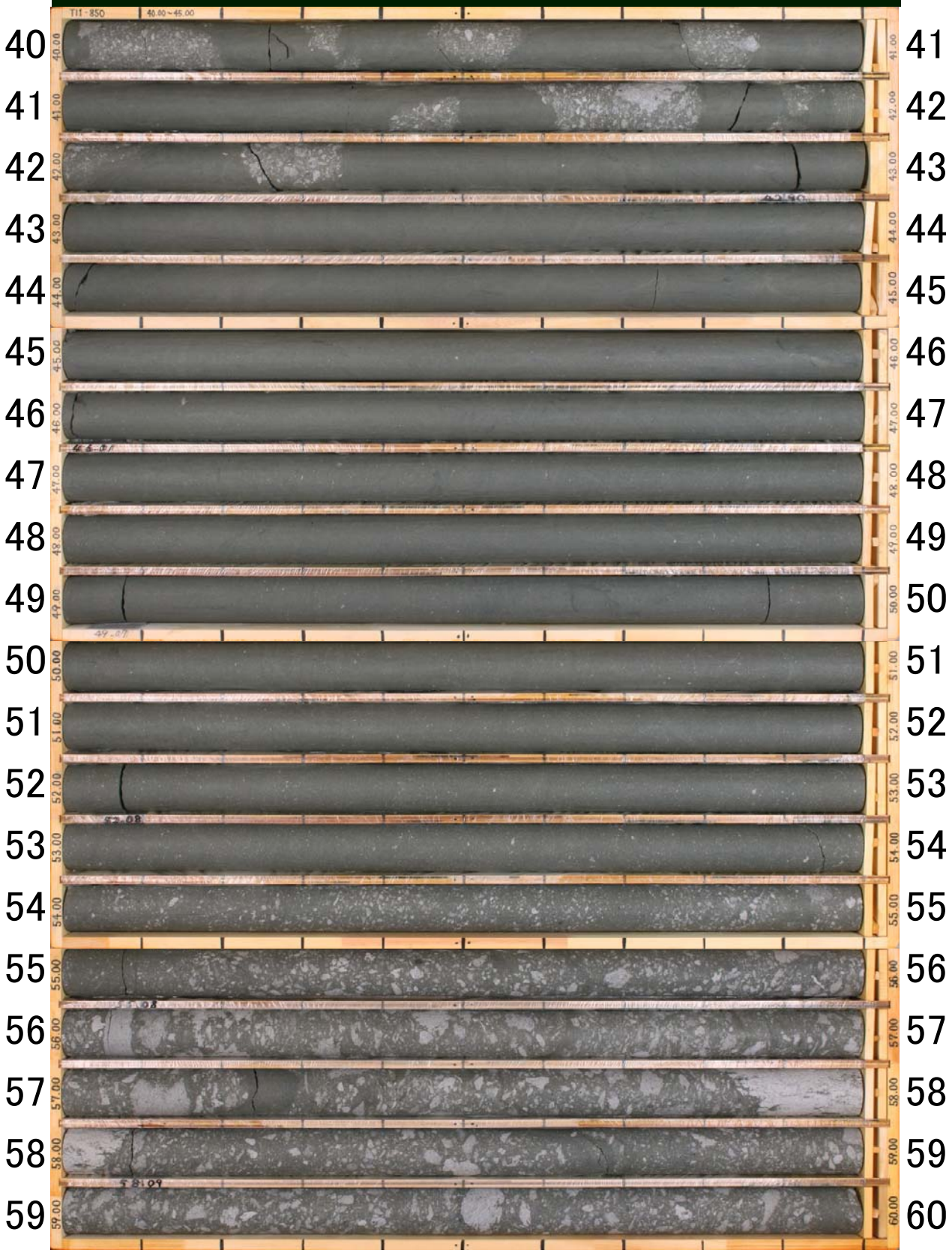
深度：　20.00　～　40.00　m



件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

孔名：TI1-850

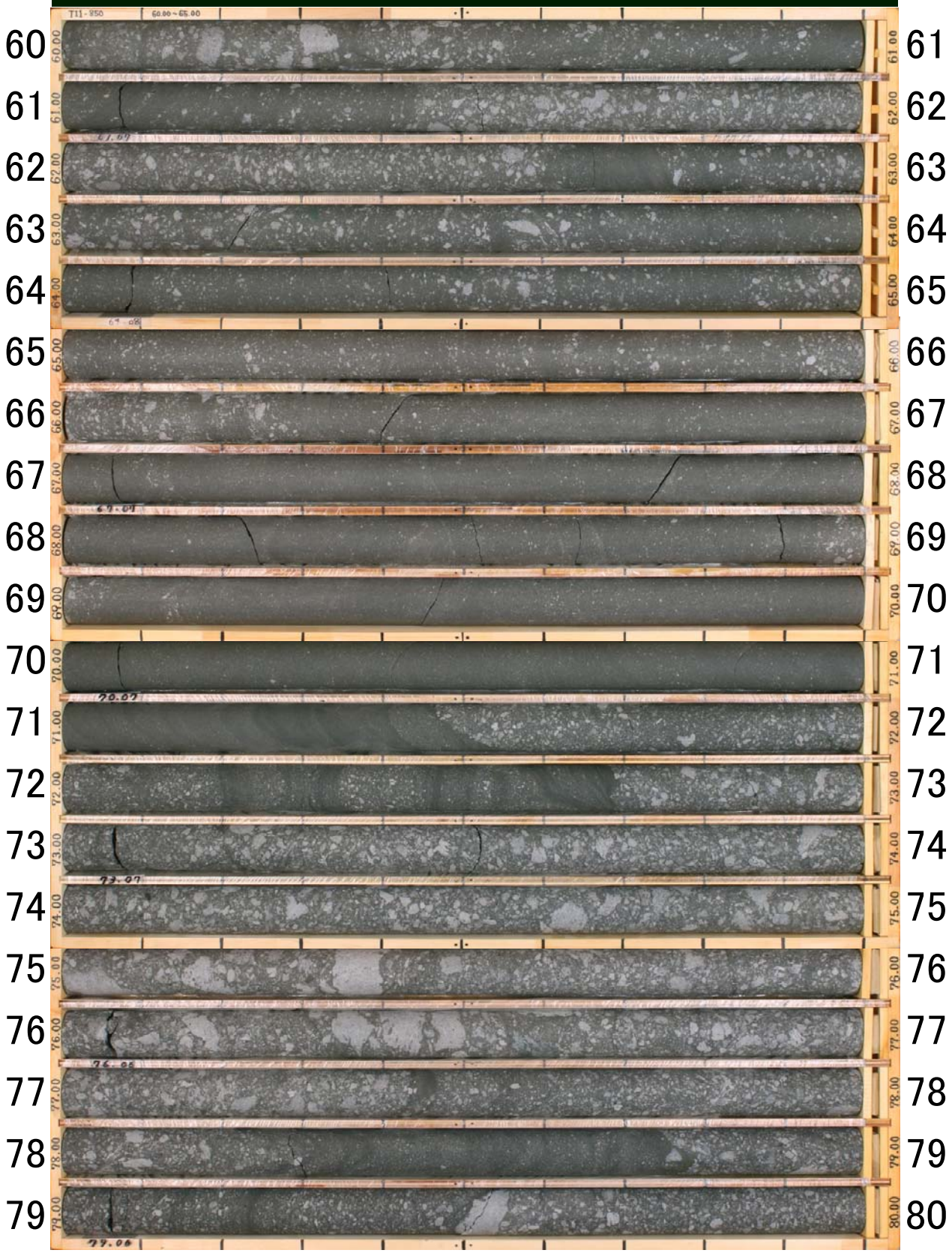
深度：　40.00　～　60.00　m



件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

孔名：TI1-850

深度：　60.00　～　80.00　m



件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

孔名：TI1-850

深度：　80.00　～　100.00　m

件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

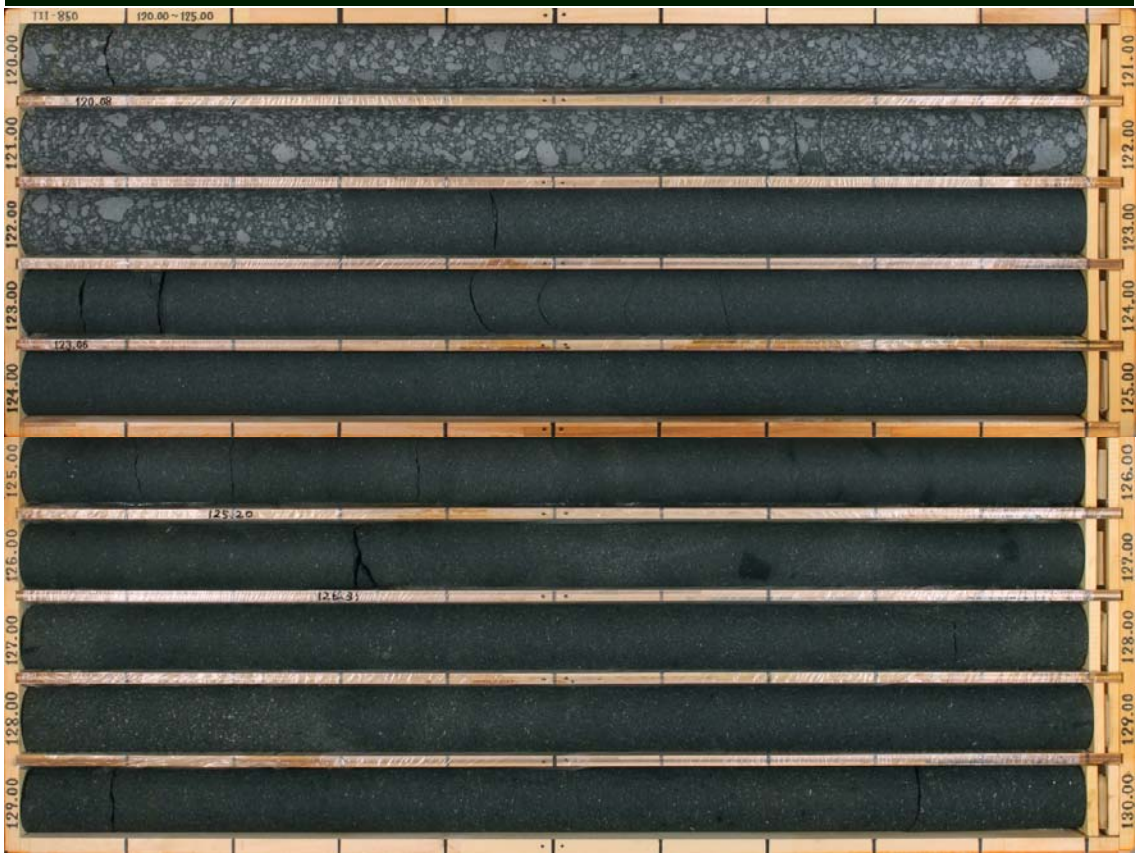
孔名：TI1-850

深度：　100.00　～　120.00　m

件名：令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

孔名：TI1-850

深度：　120.00　～　130.00　m



120 121 121 122 122 123 123 124 124 125 125 126 126 127 127 128 128 129 129 130

3. ボーリング標高測量成果簿

ボーリング地点成果表

現場名：埋設事業所内の調査坑内のボーリング水準測量

No	点番	点 名	X 座標	Y 座標	標　高	2点間距離	2点間方向角
1	5	TI1-850			-74.679		

距離補正計算書

現場名：埋設事業所内の調査坑内のボーリング水準測量　　縮尺係数: 1.000000　　平均ジオイド高

器械点名	視準点名	水平角	斜距離	器械高g	目標高m	高度角			平均標高	距離		
						高度角	平均	平均補正		球面距離	平面距離	垂直距離
A	KBM.7	0-00-00		1.506		0-00-00	0-00-00					
A	B	180-00-00	50.537	1.506	0.500	1-12-35	1-12-35		-81.787	50.527	50.527	2.073
B	A	0-00-00		1.510		0-00-00	0-00-00		-82.035			
B	C	180-00-00	154.320	1.510	0.500	2-06-45	2-06-45		-77.398	154.217	154.217	6.699
C	B	0-00-00		1.514		0-00-00	0-00-00		-77.646			
C	TI1-850	180-00-00	10.977	1.514	0.500	-3-20-15	-3-20-15		-73.858	10.958	10.958	0.375

トラバース計算　計算書

計算モード　　3次元平面距離開放放射

現場名：埋設事業所内の調査坑内のボーリング水準測量

初 点　　2：A

器 械 点	視 準 点	水 平 角	方 向 角	距　離	ΔX	ΔY	ΔZ	X 座標	Y 座標	Z 座標	測　　点	種別
A	KBM.7		180-00-00					10.000	0.000	-83.826	2：A	
A	B	180-00-00	0-00-00	50.527	50.527	0.000	2.073	60.527	0.000	-81.753	3：B	開放
B	C	180-00-00	0-00-00	154.217	154.217	0.000	6.699	214.744	0.000	-75.054	4：C	開放
C	TI1-850	180-00-00	0-00-00	10.958	10.958	0.000	0.375	225.702	0.000	-74.679	5：TI1-850	放射

水準測量観測手簿

路線名	調査坑内	TOPCON AT-G2	社製No. KK8777
	2020/ 9/17	往路	観測者
			記帳者

地点(標尺点)	距離	後視[bs]	器械高	前視[fs]	前視[杭下]	補正量	決定標高	地盤高	摘要
KBM.7		1.669	-83.377				-85.046		
A				0.449			-83.826		

[bs]=	1.669	[fs]=	0.449

				閉合点	
[bs]－[fs]	1.220	辺数	1	出発点	-85.046
Dh		補正量		差 Dh	
閉合差					

点検者	

観測手簿

現場名:埋設事業所内の調査坑内のボーリング水準測量

測点	No. 1	観測日	2020 年 9 月 17 日	天候	曇 無風	観測者	
A		偏心状況	B=C=P	器械高 i	1.506	器械高 g	1.506
		測器No	UQ009178	測器	TOPCON GT-505	器械定数	
		気温	20.0 ℃	気圧	1013.0 hPa	気象補正	0.0 ppm
		開始時刻	10 時 12 分	終了時刻	10 時 13 分		

[水平角]	目盛	望遠鏡	方向	視準点名	観測角	結果	倍角	較差
	0	r	1	KBM.7	0-00-00	0-00-00		
			2	B	180-00-00	180-00-00		

《結果》	視準点名	平均値	倍角差	観測差
	KBM.7	0-00-00		
	B	180-00-00		

[鉛直角]	望遠鏡	視準点名	目標高	観測角	合計	r−l = 2Z	90±α = Z	α
	r	KBM.7		90-00-00				0-00-00
	r	B	0.500	88-47-25				1-12-35

[距離]	視準点名	目標高m	距離 1	距離 2	セット内 較差1	セット間 較差	反射鏡定数	平均
			距離 3	距離 4	較差2			
	B	0.500	50.537					50.537

観測手簿

現場名：埋設事業所内の調査坑内のボーリング水準測量

測点	No. 3	観測日	2020 年 9 月 17 日	天候	曇 無風	観測者	
B		偏心状況	B=C=P	器械高 i	1.510	器械高 g	1.510
		測器 No	UQ009178	測器	TOPCON GT-505	器械定数	
		気温	20.0 ℃	気圧	1013.0 hPa	気象補正	0.0 ppm
		開始時刻	10 時 15 分	終了時刻	10 時 16 分		

[水平角]	目盛	望遠鏡	方向	視準点名	観測角	結果	倍角	較差
	0	r	1	A	0-00-00	0-00-00		
			2	C	180-00-00	180-00-00		

《結果》	視準点名	平均値	倍角差	観測差
	A	0-00-00		
	C	180-00-00		

[鉛直角]	望遠鏡	視準点名	目標高	観測角	合計	r－l = 2Z	90±α = Z	α
	r	A		90-00-00				0-00-00
	r	C	0.500	87-53-15				2-06-45

[距離]	視準点名	目標高m	距離 1	距離 2	セット内 較差1	セット間 較差	反射鏡定数	平均
			距離 3	距離 4	較差2			
	C	0.500	154.320					154.320

観測手簿

現場名：埋設事業所内の調査坑内のボーリング水準測量

測点	No. 4	観測日	2020 年 9 月 17 日	天候	曇 無風	観測者	
C		偏心状況	B=C=P	器械高 i	1.514	器械高 g	1.514
		測器 No	UQ009178	測器	TOPCON GT-505	器械定数	
		気温	20.0 ℃	気圧	1013.0 hPa	気象補正	0.0 ppm
		開始時刻	10 時 23 分	終了時刻	10 時 24 分		

[水平角]	目盛	望遠鏡	方向	視準点名	観測角	結果	倍角	較差
	0	r	1	B	0-00-00	0-00-00		
			2	TI1-850	180-00-00	180-00-00		

《結果》	視準点名	平均値	倍角差	観測差
	B	0-00-00		
	TI1-850	180-00-00		

[鉛直角]	望遠鏡	視準点名	目標高	観測角	合計	r－l = 2Z	90±α = Z	α
	r	B		90-00-00				0-00-00
	r	TI1-850	0.500	93-20-15				-3-20-15

[距離]	視準点名	目標高m	距離 1	距離 2	セット内 較差1	セット間 較差	反射鏡定数	平均
			距離 3	距離 4	較差2			
	TI1-850	0.500	10.977					10.977

4. 孔内検層データ

(1) 温度検層

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
1.01	-	1.51	16.88	2.01	16.86	2.51	16.84	3.01	16.88
1.02	-	1.52	16.88	2.02	16.86	2.52	16.84	3.02	16.88
1.03	-	1.53	16.89	2.03	16.85	2.53	16.84	3.03	16.89
1.04	-	1.54	16.89	2.04	16.85	2.54	16.84	3.04	16.89
1.05	-	1.55	16.88	2.05	16.85	2.55	16.85	3.05	16.90
1.06	-	1.56	16.88	2.06	16.85	2.56	16.85	3.06	16.90
1.07	-	1.57	16.88	2.07	16.85	2.57	16.85	3.07	16.89
1.08	-	1.58	16.88	2.08	16.85	2.58	16.85	3.08	16.89
1.09	-	1.59	16.88	2.09	16.85	2.59	16.85	3.09	16.89
1.10	-	1.60	16.88	2.10	16.84	2.60	16.85	3.10	16.89
1.11	-	1.61	16.87	2.11	16.84	2.61	16.84	3.11	16.89
1.12	-	1.62	16.87	2.12	16.84	2.62	16.84	3.12	16.88
1.13	-	1.63	16.87	2.13	16.84	2.63	16.84	3.13	16.88
1.14	17.07	1.64	16.87	2.14	16.84	2.64	16.84	3.14	16.89
1.15	17.06	1.65	16.86	2.15	16.84	2.65	16.84	3.15	16.89
1.16	17.06	1.66	16.86	2.16	16.84	2.66	16.84	3.16	16.89
1.17	17.05	1.67	16.86	2.17	16.84	2.67	16.83	3.17	16.89
1.18	17.04	1.68	16.86	2.18	16.84	2.68	16.83	3.18	16.89
1.19	17.03	1.69	16.86	2.19	16.83	2.69	16.84	3.19	16.89
1.20	17.02	1.70	16.86	2.20	16.83	2.70	16.84	3.20	16.89
1.21	17.01	1.71	16.86	2.21	16.83	2.71	16.84	3.21	16.89
1.22	17.00	1.72	16.86	2.22	16.83	2.72	16.84	3.22	16.89
1.23	16.99	1.73	16.86	2.23	16.83	2.73	16.84	3.23	16.89
1.24	16.98	1.74	16.86	2.24	16.83	2.74	16.84	3.24	16.89
1.25	16.97	1.75	16.86	2.25	16.84	2.75	16.84	3.25	16.89
1.26	16.97	1.76	16.86	2.26	16.84	2.76	16.84	3.26	16.89
1.27	16.96	1.77	16.86	2.27	16.84	2.77	16.84	3.27	16.89
1.28	16.95	1.78	16.86	2.28	16.84	2.78	16.84	3.28	16.89
1.29	16.94	1.79	16.86	2.29	16.84	2.79	16.84	3.29	16.89
1.30	16.93	1.80	16.86	2.30	16.84	2.80	16.84	3.30	16.89
1.31	16.92	1.81	16.86	2.31	16.84	2.81	16.84	3.31	16.89
1.32	16.91	1.82	16.86	2.32	16.84	2.82	16.84	3.32	16.89
1.33	16.91	1.83	16.86	2.33	16.84	2.83	16.84	3.33	16.89
1.34	16.90	1.84	16.86	2.34	16.84	2.84	16.84	3.34	16.89
1.35	16.90	1.85	16.86	2.35	16.84	2.85	16.84	3.35	16.89
1.36	16.89	1.86	16.86	2.36	16.84	2.86	16.84	3.36	16.89
1.37	16.89	1.87	16.85	2.37	16.84	2.87	16.84	3.37	16.89
1.38	16.88	1.88	16.85	2.38	16.84	2.88	16.84	3.38	16.89
1.39	16.88	1.89	16.85	2.39	16.84	2.89	16.84	3.39	16.89
1.40	16.88	1.90	16.85	2.40	16.83	2.90	16.84	3.40	16.89
1.41	16.88	1.91	16.85	2.41	16.83	2.91	16.84	3.41	16.89
1.42	16.87	1.92	16.85	2.42	16.83	2.92	16.84	3.42	16.90
1.43	16.87	1.93	16.85	2.43	16.83	2.93	16.84	3.43	16.90
1.44	16.87	1.94	16.85	2.44	16.83	2.94	16.84	3.44	16.90
1.45	16.87	1.95	16.85	2.45	16.84	2.95	16.85	3.45	16.90
1.46	16.87	1.96	16.85	2.46	16.84	2.96	16.86	3.46	16.90
1.47	16.87	1.97	16.85	2.47	16.84	2.97	16.86	3.47	16.90
1.48	16.87	1.98	16.86	2.48	16.84	2.98	16.87	3.48	16.90
1.49	16.87	1.99	16.86	2.49	16.84	2.99	16.87	3.49	16.90
1.50	16.87	2.00	16.86	2.50	16.84	3.00	16.88	3.50	16.90

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
3.51	16.90	4.01	16.91	4.51	16.90	5.01	16.88	5.51	16.86
3.52	16.90	4.02	16.91	4.52	16.90	5.02	16.88	5.52	16.86
3.53	16.89	4.03	16.91	4.53	16.91	5.03	16.88	5.53	16.86
3.54	16.89	4.04	16.90	4.54	16.91	5.04	16.88	5.54	16.86
3.55	16.89	4.05	16.90	4.55	16.91	5.05	16.88	5.55	16.86
3.56	16.89	4.06	16.90	4.56	16.91	5.06	16.88	5.56	16.86
3.57	16.89	4.07	16.90	4.57	16.90	5.07	16.88	5.57	16.86
3.58	16.89	4.08	16.90	4.58	16.90	5.08	16.88	5.58	16.86
3.59	16.89	4.09	16.90	4.59	16.90	5.09	16.88	5.59	16.86
3.60	16.90	4.10	16.90	4.60	16.90	5.10	16.88	5.60	16.86
3.61	16.90	4.11	16.90	4.61	16.90	5.11	16.88	5.61	16.86
3.62	16.90	4.12	16.90	4.62	16.90	5.12	16.88	5.62	16.86
3.63	16.90	4.13	16.90	4.63	16.90	5.13	16.88	5.63	16.86
3.64	16.90	4.14	16.90	4.64	16.90	5.14	16.88	5.64	16.86
3.65	16.90	4.15	16.90	4.65	16.89	5.15	16.88	5.65	16.86
3.66	16.89	4.16	16.90	4.66	16.89	5.16	16.88	5.66	16.87
3.67	16.89	4.17	16.90	4.67	16.89	5.17	16.88	5.67	16.87
3.68	16.89	4.18	16.90	4.68	16.89	5.18	16.88	5.68	16.87
3.69	16.89	4.19	16.91	4.69	16.89	5.19	16.88	5.69	16.87
3.70	16.89	4.20	16.91	4.70	16.89	5.20	16.89	5.70	16.87
3.71	16.89	4.21	16.91	4.71	16.89	5.21	16.89	5.71	16.87
3.72	16.89	4.22	16.91	4.72	16.89	5.22	16.88	5.72	16.87
3.73	16.89	4.23	16.91	4.73	16.90	5.23	16.88	5.73	16.87
3.74	16.89	4.24	16.91	4.74	16.90	5.24	16.88	5.74	16.87
3.75	16.89	4.25	16.90	4.75	16.90	5.25	16.89	5.75	16.87
3.76	16.89	4.26	16.90	4.76	16.90	5.26	16.89	5.76	16.87
3.77	16.89	4.27	16.90	4.77	16.89	5.27	16.89	5.77	16.87
3.78	16.90	4.28	16.90	4.78	16.89	5.28	16.89	5.78	16.87
3.79	16.90	4.29	16.89	4.79	16.89	5.29	16.89	5.79	16.87
3.80	16.90	4.30	16.89	4.80	16.89	5.30	16.89	5.80	16.87
3.81	16.90	4.31	16.88	4.81	16.89	5.31	16.89	5.81	16.87
3.82	16.90	4.32	16.88	4.82	16.89	5.32	16.89	5.82	16.87
3.83	16.90	4.33	16.88	4.83	16.88	5.33	16.89	5.83	16.87
3.84	16.90	4.34	16.88	4.84	16.88	5.34	16.88	5.84	16.87
3.85	16.90	4.35	16.88	4.85	16.87	5.35	16.88	5.85	16.87
3.86	16.90	4.36	16.89	4.86	16.87	5.36	16.88	5.86	16.87
3.87	16.89	4.37	16.89	4.87	16.87	5.37	16.88	5.87	16.87
3.88	16.89	4.38	16.89	4.88	16.88	5.38	16.88	5.88	16.87
3.89	16.89	4.39	16.89	4.89	16.88	5.39	16.88	5.89	16.87
3.90	16.89	4.40	16.89	4.90	16.88	5.40	16.88	5.90	16.86
3.91	16.89	4.41	16.89	4.91	16.88	5.41	16.87	5.91	16.86
3.92	16.89	4.42	16.89	4.92	16.88	5.42	16.87	5.92	16.86
3.93	16.89	4.43	16.89	4.93	16.88	5.43	16.87	5.93	16.86
3.94	16.90	4.44	16.89	4.94	16.88	5.44	16.86	5.94	16.86
3.95	16.90	4.45	16.89	4.95	16.89	5.45	16.86	5.95	16.85
3.96	16.90	4.46	16.90	4.96	16.89	5.46	16.86	5.96	16.85
3.97	16.90	4.47	16.90	4.97	16.89	5.47	16.86	5.97	16.85
3.98	16.91	4.48	16.90	4.98	16.89	5.48	16.86	5.98	16.84
3.99	16.91	4.49	16.90	4.99	16.88	5.49	16.86	5.99	16.84
4.00	16.91	4.50	16.90	5.00	16.88	5.50	16.86	6.00	16.84

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
6.01	16.84	6.51	16.87	7.01	17.00	7.51	17.02	8.01	17.04
6.02	16.84	6.52	16.87	7.02	17.00	7.52	17.02	8.02	17.04
6.03	16.84	6.53	16.87	7.03	16.99	7.53	17.02	8.03	17.04
6.04	16.85	6.54	16.87	7.04	17.00	7.54	17.03	8.04	17.04
6.05	16.85	6.55	16.87	7.05	17.00	7.55	17.03	8.05	17.04
6.06	16.85	6.56	16.87	7.06	17.00	7.56	17.03	8.06	17.03
6.07	16.85	6.57	16.87	7.07	17.00	7.57	17.03	8.07	17.03
6.08	16.85	6.58	16.87	7.08	17.00	7.58	17.03	8.08	17.03
6.09	16.85	6.59	16.88	7.09	17.00	7.59	17.03	8.09	17.02
6.10	16.85	6.60	16.88	7.10	17.00	7.60	17.02	8.10	17.02
6.11	16.85	6.61	16.88	7.11	17.01	7.61	17.02	8.11	17.02
6.12	16.85	6.62	16.89	7.12	17.01	7.62	17.02	8.12	17.02
6.13	16.85	6.63	16.89	7.13	17.00	7.63	17.02	8.13	17.02
6.14	16.86	6.64	16.90	7.14	17.00	7.64	17.02	8.14	17.02
6.15	16.86	6.65	16.90	7.15	17.00	7.65	17.02	8.15	17.02
6.16	16.86	6.66	16.91	7.16	17.00	7.66	17.02	8.16	17.02
6.17	16.86	6.67	16.92	7.17	17.00	7.67	17.02	8.17	17.02
6.18	16.87	6.68	16.92	7.18	17.00	7.68	17.02	8.18	17.02
6.19	16.87	6.69	16.93	7.19	17.00	7.69	17.02	8.19	17.02
6.20	16.87	6.70	16.93	7.20	17.00	7.70	17.02	8.20	17.02
6.21	16.87	6.71	16.93	7.21	17.01	7.71	17.02	8.21	17.02
6.22	16.87	6.72	16.93	7.22	17.01	7.72	17.03	8.22	17.02
6.23	16.87	6.73	16.94	7.23	17.01	7.73	17.03	8.23	17.02
6.24	16.87	6.74	16.94	7.24	17.01	7.74	17.03	8.24	17.02
6.25	16.87	6.75	16.95	7.25	17.01	7.75	17.02	8.25	17.02
6.26	16.87	6.76	16.95	7.26	17.02	7.76	17.02	8.26	17.02
6.27	16.86	6.77	16.96	7.27	17.02	7.77	17.02	8.27	17.03
6.28	16.86	6.78	16.96	7.28	17.02	7.78	17.02	8.28	17.03
6.29	16.86	6.79	16.96	7.29	17.02	7.79	17.02	8.29	17.03
6.30	16.86	6.80	16.97	7.30	17.02	7.80	17.02	8.30	17.03
6.31	16.86	6.81	16.97	7.31	17.02	7.81	17.02	8.31	17.03
6.32	16.86	6.82	16.97	7.32	17.02	7.82	17.01	8.32	17.03
6.33	16.85	6.83	16.98	7.33	17.02	7.83	17.01	8.33	17.03
6.34	16.85	6.84	16.98	7.34	17.02	7.84	17.01	8.34	17.03
6.35	16.85	6.85	16.98	7.35	17.02	7.85	17.01	8.35	17.02
6.36	16.85	6.86	16.98	7.36	17.02	7.86	17.01	8.36	17.02
6.37	16.85	6.87	16.98	7.37	17.02	7.87	17.01	8.37	17.02
6.38	16.85	6.88	16.99	7.38	17.02	7.88	17.01	8.38	17.02
6.39	16.85	6.89	16.99	7.39	17.02	7.89	17.01	8.39	17.02
6.40	16.86	6.90	16.99	7.40	17.02	7.90	17.02	8.40	17.02
6.41	16.86	6.91	17.00	7.41	17.02	7.91	17.02	8.41	17.02
6.42	16.86	6.92	17.00	7.42	17.02	7.92	17.02	8.42	17.02
6.43	16.86	6.93	17.00	7.43	17.02	7.93	17.02	8.43	17.02
6.44	16.86	6.94	17.00	7.44	17.01	7.94	17.03	8.44	17.03
6.45	16.86	6.95	17.00	7.45	17.01	7.95	17.03	8.45	17.03
6.46	16.86	6.96	17.00	7.46	17.01	7.96	17.03	8.46	17.03
6.47	16.87	6.97	17.00	7.47	17.02	7.97	17.03	8.47	17.04
6.48	16.87	6.98	17.00	7.48	17.02	7.98	17.04	8.48	17.04
6.49	16.87	6.99	17.00	7.49	17.02	7.99	17.04	8.49	17.04
6.50	16.87	7.00	17.00	7.50	17.02	8.00	17.04	8.50	17.04

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
8.51	17.04	9.01	17.02	9.51	17.02	10.01	17.02	10.51	17.04
8.52	17.04	9.02	17.02	9.52	17.02	10.02	17.02	10.52	17.04
8.53	17.04	9.03	17.02	9.53	17.02	10.03	17.02	10.53	17.04
8.54	17.04	9.04	17.02	9.54	17.03	10.04	17.02	10.54	17.04
8.55	17.04	9.05	17.02	9.55	17.03	10.05	17.02	10.55	17.04
8.56	17.04	9.06	17.02	9.56	17.03	10.06	17.02	10.56	17.04
8.57	17.04	9.07	17.02	9.57	17.03	10.07	17.02	10.57	17.04
8.58	17.03	9.08	17.02	9.58	17.03	10.08	17.02	10.58	17.03
8.59	17.03	9.09	17.02	9.59	17.03	10.09	17.02	10.59	17.03
8.60	17.03	9.10	17.02	9.60	17.03	10.10	17.02	10.60	17.03
8.61	17.03	9.11	17.02	9.61	17.03	10.11	17.02	10.61	17.03
8.62	17.03	9.12	17.02	9.62	17.04	10.12	17.02	10.62	17.03
8.63	17.02	9.13	17.02	9.63	17.04	10.13	17.02	10.63	17.02
8.64	17.02	9.14	17.02	9.64	17.04	10.14	17.02	10.64	17.02
8.65	17.02	9.15	17.02	9.65	17.04	10.15	17.02	10.65	17.02
8.66	17.02	9.16	17.02	9.66	17.03	10.16	17.02	10.66	17.02
8.67	17.02	9.17	17.02	9.67	17.03	10.17	17.02	10.67	17.02
8.68	17.02	9.18	17.03	9.68	17.03	10.18	17.02	10.68	17.02
8.69	17.02	9.19	17.03	9.69	17.03	10.19	17.03	10.69	17.02
8.70	17.02	9.20	17.03	9.70	17.03	10.20	17.03	10.70	17.02
8.71	17.02	9.21	17.03	9.71	17.02	10.21	17.03	10.71	17.02
8.72	17.02	9.22	17.04	9.72	17.02	10.22	17.03	10.72	17.03
8.73	17.02	9.23	17.04	9.73	17.01	10.23	17.03	10.73	17.03
8.74	17.02	9.24	17.04	9.74	17.01	10.24	17.03	10.74	17.03
8.75	17.02	9.25	17.04	9.75	17.00	10.25	17.03	10.75	17.03
8.76	17.02	9.26	17.03	9.76	17.01	10.26	17.03	10.76	17.03
8.77	17.02	9.27	17.03	9.77	17.01	10.27	17.03	10.77	17.03
8.78	17.02	9.28	17.02	9.78	17.01	10.28	17.03	10.78	17.03
8.79	17.02	9.29	17.02	9.79	17.01	10.29	17.03	10.79	17.03
8.80	17.02	9.30	17.01	9.80	17.02	10.30	17.03	10.80	17.03
8.81	17.02	9.31	17.01	9.81	17.02	10.31	17.03	10.81	17.03
8.82	17.02	9.32	17.01	9.82	17.02	10.32	17.03	10.82	17.03
8.83	17.02	9.33	17.01	9.83	17.03	10.33	17.02	10.83	17.04
8.84	17.03	9.34	17.01	9.84	17.03	10.34	17.02	10.84	17.04
8.85	17.03	9.35	17.01	9.85	17.03	10.35	17.02	10.85	17.04
8.86	17.03	9.36	17.01	9.86	17.03	10.36	17.03	10.86	17.05
8.87	17.03	9.37	17.01	9.87	17.03	10.37	17.03	10.87	17.05
8.88	17.03	9.38	17.02	9.88	17.04	10.38	17.03	10.88	17.06
8.89	17.03	9.39	17.02	9.89	17.03	10.39	17.03	10.89	17.06
8.90	17.02	9.40	17.02	9.90	17.03	10.40	17.03	10.90	17.07
8.91	17.02	9.41	17.03	9.91	17.03	10.41	17.03	10.91	17.07
8.92	17.02	9.42	17.03	9.92	17.03	10.42	17.03	10.92	17.08
8.93	17.02	9.43	17.03	9.93	17.02	10.43	17.03	10.93	17.08
8.94	17.02	9.44	17.03	9.94	17.02	10.44	17.04	10.94	17.08
8.95	17.02	9.45	17.03	9.95	17.02	10.45	17.04	10.95	17.07
8.96	17.02	9.46	17.03	9.96	17.02	10.46	17.04	10.96	17.07
8.97	17.02	9.47	17.03	9.97	17.02	10.47	17.04	10.97	17.07
8.98	17.02	9.48	17.03	9.98	17.02	10.48	17.04	10.98	17.07
8.99	17.02	9.49	17.03	9.99	17.01	10.49	17.04	10.99	17.06
9.00	17.02	9.50	17.03	10.00	17.01	10.50	17.04	11.00	17.06

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
11.01	17.06	11.51	17.05	12.01	17.04	12.51	17.04	13.01	17.05
11.02	17.06	11.52	17.05	12.02	17.04	12.52	17.04	13.02	17.05
11.03	17.05	11.53	17.05	12.03	17.04	12.53	17.04	13.03	17.05
11.04	17.05	11.54	17.05	12.04	17.04	12.54	17.04	13.04	17.05
11.05	17.05	11.55	17.05	12.05	17.04	12.55	17.04	13.05	17.05
11.06	17.05	11.56	17.05	12.06	17.04	12.56	17.04	13.06	17.05
11.07	17.05	11.57	17.05	12.07	17.04	12.57	17.04	13.07	17.05
11.08	17.05	11.58	17.05	12.08	17.04	12.58	17.04	13.08	17.05
11.09	17.05	11.59	17.04	12.09	17.04	12.59	17.04	13.09	17.05
11.10	17.06	11.60	17.04	12.10	17.04	12.60	17.04	13.10	17.05
11.11	17.06	11.61	17.04	12.11	17.04	12.61	17.04	13.11	17.06
11.12	17.06	11.62	17.04	12.12	17.04	12.62	17.05	13.12	17.06
11.13	17.06	11.63	17.04	12.13	17.05	12.63	17.05	13.13	17.06
11.14	17.06	11.64	17.04	12.14	17.05	12.64	17.05	13.14	17.06
11.15	17.06	11.65	17.04	12.15	17.05	12.65	17.05	13.15	17.06
11.16	17.06	11.66	17.04	12.16	17.05	12.66	17.05	13.16	17.05
11.17	17.06	11.67	17.04	12.17	17.05	12.67	17.05	13.17	17.05
11.18	17.06	11.68	17.04	12.18	17.05	12.68	17.05	13.18	17.05
11.19	17.06	11.69	17.04	12.19	17.05	12.69	17.05	13.19	17.05
11.20	17.06	11.70	17.05	12.20	17.05	12.70	17.05	13.20	17.05
11.21	17.06	11.71	17.05	12.21	17.05	12.71	17.05	13.21	17.05
11.22	17.06	11.72	17.05	12.22	17.05	12.72	17.05	13.22	17.05
11.23	17.07	11.73	17.05	12.23	17.05	12.73	17.05	13.23	17.05
11.24	17.07	11.74	17.05	12.24	17.05	12.74	17.04	13.24	17.06
11.25	17.07	11.75	17.05	12.25	17.05	12.75	17.04	13.25	17.06
11.26	17.07	11.76	17.06	12.26	17.05	12.76	17.05	13.26	17.06
11.27	17.07	11.77	17.06	12.27	17.05	12.77	17.05	13.27	17.07
11.28	17.07	11.78	17.06	12.28	17.05	12.78	17.05	13.28	17.07
11.29	17.07	11.79	17.06	12.29	17.05	12.79	17.05	13.29	17.07
11.30	17.07	11.80	17.06	12.30	17.05	12.80	17.04	13.30	17.07
11.31	17.06	11.81	17.06	12.31	17.05	12.81	17.04	13.31	17.07
11.32	17.06	11.82	17.06	12.32	17.05	12.82	17.04	13.32	17.07
11.33	17.06	11.83	17.06	12.33	17.05	12.83	17.04	13.33	17.07
11.34	17.05	11.84	17.06	12.34	17.05	12.84	17.04	13.34	17.06
11.35	17.05	11.85	17.06	12.35	17.05	12.85	17.04	13.35	17.06
11.36	17.05	11.86	17.06	12.36	17.05	12.86	17.04	13.36	17.06
11.37	17.05	11.87	17.05	12.37	17.05	12.87	17.04	13.37	17.05
11.38	17.05	11.88	17.05	12.38	17.05	12.88	17.04	13.38	17.06
11.39	17.05	11.89	17.05	12.39	17.05	12.89	17.04	13.39	17.05
11.40	17.06	11.90	17.05	12.40	17.04	12.90	17.04	13.40	17.05
11.41	17.06	11.91	17.05	12.41	17.04	12.91	17.04	13.41	17.05
11.42	17.06	11.92	17.04	12.42	17.04	12.92	17.05	13.42	17.05
11.43	17.06	11.93	17.04	12.43	17.04	12.93	17.05	13.43	17.05
11.44	17.06	11.94	17.04	12.44	17.04	12.94	17.05	13.44	17.05
11.45	17.06	11.95	17.04	12.45	17.04	12.95	17.05	13.45	17.05
11.46	17.06	11.96	17.04	12.46	17.04	12.96	17.05	13.46	17.06
11.47	17.06	11.97	17.04	12.47	17.04	12.97	17.05	13.47	17.06
11.48	17.06	11.98	17.04	12.48	17.04	12.98	17.05	13.48	17.06
11.49	17.06	11.99	17.04	12.49	17.04	12.99	17.05	13.49	17.06
11.50	17.05	12.00	17.04	12.50	17.04	13.00	17.05	13.50	17.06

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
13.51	17.06	14.01	17.05	14.51	17.05	15.01	17.06	15.51	17.07
13.52	17.06	14.02	17.05	14.52	17.05	15.02	17.06	15.52	17.07
13.53	17.07	14.03	17.05	14.53	17.05	15.03	17.06	15.53	17.07
13.54	17.07	14.04	17.05	14.54	17.05	15.04	17.06	15.54	17.07
13.55	17.07	14.05	17.05	14.55	17.05	15.05	17.06	15.55	17.06
13.56	17.07	14.06	17.05	14.56	17.05	15.06	17.06	15.56	17.06
13.57	17.07	14.07	17.05	14.57	17.05	15.07	17.06	15.57	17.06
13.58	17.07	14.08	17.05	14.58	17.05	15.08	17.06	15.58	17.06
13.59	17.07	14.09	17.06	14.59	17.05	15.09	17.06	15.59	17.06
13.60	17.07	14.10	17.06	14.60	17.06	15.10	17.06	15.60	17.06
13.61	17.07	14.11	17.06	14.61	17.06	15.11	17.06	15.61	17.07
13.62	17.07	14.12	17.06	14.62	17.06	15.12	17.06	15.62	17.07
13.63	17.07	14.13	17.06	14.63	17.06	15.13	17.06	15.63	17.07
13.64	17.07	14.14	17.06	14.64	17.06	15.14	17.06	15.64	17.07
13.65	17.06	14.15	17.06	14.65	17.06	15.15	17.07	15.65	17.07
13.66	17.07	14.16	17.06	14.66	17.06	15.16	17.07	15.66	17.07
13.67	17.07	14.17	17.06	14.67	17.06	15.17	17.07	15.67	17.07
13.68	17.06	14.18	17.06	14.68	17.06	15.18	17.07	15.68	17.07
13.69	17.06	14.19	17.06	14.69	17.06	15.19	17.07	15.69	17.07
13.70	17.06	14.20	17.06	14.70	17.06	15.20	17.07	15.70	17.07
13.71	17.06	14.21	17.06	14.71	17.06	15.21	17.08	15.71	17.07
13.72	17.06	14.22	17.06	14.72	17.06	15.22	17.08	15.72	17.08
13.73	17.06	14.23	17.06	14.73	17.06	15.23	17.08	15.73	17.08
13.74	17.06	14.24	17.06	14.74	17.06	15.24	17.07	15.74	17.08
13.75	17.06	14.25	17.06	14.75	17.05	15.25	17.07	15.75	17.08
13.76	17.06	14.26	17.06	14.76	17.05	15.26	17.07	15.76	17.08
13.77	17.06	14.27	17.06	14.77	17.05	15.27	17.06	15.77	17.08
13.78	17.06	14.28	17.06	14.78	17.06	15.28	17.06	15.78	17.08
13.79	17.06	14.29	17.06	14.79	17.06	15.29	17.06	15.79	17.08
13.80	17.06	14.30	17.05	14.80	17.06	15.30	17.06	15.80	17.08
13.81	17.06	14.31	17.05	14.81	17.06	15.31	17.06	15.81	17.08
13.82	17.06	14.32	17.05	14.82	17.06	15.32	17.06	15.82	17.08
13.83	17.06	14.33	17.05	14.83	17.07	15.33	17.06	15.83	17.07
13.84	17.06	14.34	17.05	14.84	17.07	15.34	17.06	15.84	17.07
13.85	17.06	14.35	17.04	14.85	17.07	15.35	17.06	15.85	17.07
13.86	17.06	14.36	17.04	14.86	17.07	15.36	17.06	15.86	17.07
13.87	17.06	14.37	17.04	14.87	17.07	15.37	17.06	15.87	17.07
13.88	17.05	14.38	17.04	14.88	17.07	15.38	17.06	15.88	17.07
13.89	17.05	14.39	17.04	14.89	17.06	15.39	17.06	15.89	17.07
13.90	17.05	14.40	17.04	14.90	17.06	15.40	17.06	15.90	17.07
13.91	17.05	14.41	17.05	14.91	17.06	15.41	17.06	15.91	17.07
13.92	17.05	14.42	17.05	14.92	17.06	15.42	17.06	15.92	17.07
13.93	17.05	14.43	17.05	14.93	17.06	15.43	17.06	15.93	17.07
13.94	17.05	14.44	17.05	14.94	17.06	15.44	17.06	15.94	17.07
13.95	17.05	14.45	17.05	14.95	17.06	15.45	17.06	15.95	17.07
13.96	17.04	14.46	17.05	14.96	17.06	15.46	17.07	15.96	17.07
13.97	17.04	14.47	17.05	14.97	17.05	15.47	17.06	15.97	17.07
13.98	17.04	14.48	17.05	14.98	17.06	15.48	17.06	15.98	17.07
13.99	17.04	14.49	17.05	14.99	17.06	15.49	17.07	15.99	17.06
14.00	17.04	14.50	17.05	15.00	17.06	15.50	17.07	16.00	17.06

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
16.01	17.06	16.51	17.08	17.01	17.06	17.51	17.08	18.01	17.07
16.02	17.06	16.52	17.08	17.02	17.06	17.52	17.08	18.02	17.07
16.03	17.06	16.53	17.08	17.03	17.07	17.53	17.08	18.03	17.07
16.04	17.06	16.54	17.08	17.04	17.07	17.54	17.08	18.04	17.07
16.05	17.06	16.55	17.08	17.05	17.07	17.55	17.08	18.05	17.07
16.06	17.06	16.56	17.08	17.06	17.07	17.56	17.08	18.06	17.06
16.07	17.06	16.57	17.08	17.07	17.07	17.57	17.09	18.07	17.06
16.08	17.06	16.58	17.08	17.08	17.07	17.58	17.09	18.08	17.06
16.09	17.06	16.59	17.07	17.09	17.07	17.59	17.09	18.09	17.06
16.10	17.06	16.60	17.07	17.10	17.07	17.60	17.08	18.10	17.06
16.11	17.06	16.61	17.07	17.11	17.07	17.61	17.08	18.11	17.06
16.12	17.06	16.62	17.07	17.12	17.07	17.62	17.08	18.12	17.06
16.13	17.06	16.63	17.07	17.13	17.07	17.63	17.08	18.13	17.06
16.14	17.06	16.64	17.07	17.14	17.07	17.64	17.08	18.14	17.06
16.15	17.06	16.65	17.07	17.15	17.06	17.65	17.08	18.15	17.06
16.16	17.06	16.66	17.07	17.16	17.06	17.66	17.08	18.16	17.06
16.17	17.06	16.67	17.07	17.17	17.06	17.67	17.07	18.17	17.06
16.18	17.06	16.68	17.07	17.18	17.06	17.68	17.07	18.18	17.06
16.19	17.06	16.69	17.07	17.19	17.06	17.69	17.07	18.19	17.06
16.20	17.06	16.70	17.07	17.20	17.06	17.70	17.07	18.20	17.06
16.21	17.06	16.71	17.07	17.21	17.07	17.71	17.07	18.21	17.06
16.22	17.06	16.72	17.07	17.22	17.07	17.72	17.06	18.22	17.06
16.23	17.05	16.73	17.07	17.23	17.07	17.73	17.06	18.23	17.06
16.24	17.06	16.74	17.07	17.24	17.07	17.74	17.06	18.24	17.06
16.25	17.06	16.75	17.07	17.25	17.07	17.75	17.06	18.25	17.06
16.26	17.06	16.76	17.07	17.26	17.07	17.76	17.06	18.26	17.06
16.27	17.06	16.77	17.07	17.27	17.07	17.77	17.06	18.27	17.06
16.28	17.06	16.78	17.07	17.28	17.07	17.78	17.06	18.28	17.06
16.29	17.07	16.79	17.07	17.29	17.08	17.79	17.06	18.29	17.06
16.30	17.07	16.80	17.07	17.30	17.07	17.80	17.06	18.30	17.06
16.31	17.07	16.81	17.07	17.31	17.07	17.81	17.06	18.31	17.07
16.32	17.07	16.82	17.07	17.32	17.07	17.82	17.06	18.32	17.07
16.33	17.07	16.83	17.07	17.33	17.07	17.83	17.06	18.33	17.07
16.34	17.07	16.84	17.07	17.34	17.07	17.84	17.06	18.34	17.07
16.35	17.08	16.85	17.07	17.35	17.07	17.85	17.07	18.35	17.08
16.36	17.08	16.86	17.07	17.36	17.07	17.86	17.07	18.36	17.08
16.37	17.08	16.87	17.07	17.37	17.07	17.87	17.06	18.37	17.08
16.38	17.08	16.88	17.07	17.38	17.07	17.88	17.06	18.38	17.08
16.39	17.08	16.89	17.07	17.39	17.07	17.89	17.06	18.39	17.08
16.40	17.08	16.90	17.07	17.40	17.07	17.90	17.06	18.40	17.08
16.41	17.08	16.91	17.07	17.41	17.07	17.91	17.06	18.41	17.08
16.42	17.08	16.92	17.07	17.42	17.08	17.92	17.06	18.42	17.08
16.43	17.08	16.93	17.06	17.43	17.08	17.93	17.06	18.43	17.08
16.44	17.08	16.94	17.06	17.44	17.08	17.94	17.07	18.44	17.08
16.45	17.08	16.95	17.06	17.45	17.08	17.95	17.07	18.45	17.08
16.46	17.08	16.96	17.06	17.46	17.08	17.96	17.07	18.46	17.08
16.47	17.08	16.97	17.06	17.47	17.08	17.97	17.07	18.47	17.08
16.48	17.08	16.98	17.06	17.48	17.07	17.98	17.07	18.48	17.08
16.49	17.08	16.99	17.06	17.49	17.07	17.99	17.07	18.49	17.08
16.50	17.08	17.00	17.06	17.50	17.08	18.00	17.07	18.50	17.08

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
18.51	17.08	19.01	17.12	19.51	17.11	20.01	17.11	20.51	17.15
18.52	17.08	19.02	17.12	19.52	17.11	20.02	17.12	20.52	17.16
18.53	17.08	19.03	17.12	19.53	17.10	20.03	17.12	20.53	17.16
18.54	17.08	19.04	17.12	19.54	17.10	20.04	17.12	20.54	17.16
18.55	17.09	19.05	17.12	19.55	17.10	20.05	17.12	20.55	17.16
18.56	17.09	19.06	17.11	19.56	17.10	20.06	17.12	20.56	17.16
18.57	17.08	19.07	17.11	19.57	17.10	20.07	17.12	20.57	17.16
18.58	17.08	19.08	17.11	19.58	17.10	20.08	17.13	20.58	17.16
18.59	17.08	19.09	17.11	19.59	17.10	20.09	17.13	20.59	17.15
18.60	17.08	19.10	17.11	19.60	17.10	20.10	17.13	20.60	17.15
18.61	17.09	19.11	17.10	19.61	17.10	20.11	17.13	20.61	17.15
18.62	17.09	19.12	17.10	19.62	17.10	20.12	17.13	20.62	17.14
18.63	17.09	19.13	17.10	19.63	17.10	20.13	17.13	20.63	17.14
18.64	17.09	19.14	17.10	19.64	17.10	20.14	17.13	20.64	17.13
18.65	17.09	19.15	17.10	19.65	17.10	20.15	17.13	20.65	17.13
18.66	17.09	19.16	17.10	19.66	17.09	20.16	17.13	20.66	17.12
18.67	17.09	19.17	17.10	19.67	17.09	20.17	17.13	20.67	17.12
18.68	17.10	19.18	17.10	19.68	17.09	20.18	17.13	20.68	17.12
18.69	17.10	19.19	17.10	19.69	17.09	20.19	17.13	20.69	17.12
18.70	17.10	19.20	17.10	19.70	17.09	20.20	17.13	20.70	17.12
18.71	17.10	19.21	17.10	19.71	17.09	20.21	17.13	20.71	17.11
18.72	17.10	19.22	17.11	19.72	17.09	20.22	17.13	20.72	17.11
18.73	17.11	19.23	17.11	19.73	17.08	20.23	17.13	20.73	17.10
18.74	17.11	19.24	17.11	19.74	17.08	20.24	17.13	20.74	17.10
18.75	17.11	19.25	17.12	19.75	17.09	20.25	17.13	20.75	17.10
18.76	17.11	19.26	17.12	19.76	17.09	20.26	17.13	20.76	17.10
18.77	17.11	19.27	17.12	19.77	17.09	20.27	17.13	20.77	17.10
18.78	17.10	19.28	17.12	19.78	17.09	20.28	17.14	20.78	17.10
18.79	17.10	19.29	17.12	19.79	17.09	20.29	17.14	20.79	17.09
18.80	17.10	19.30	17.12	19.80	17.09	20.30	17.14	20.80	17.08
18.81	17.10	19.31	17.13	19.81	17.09	20.31	17.14	20.81	17.08
18.82	17.10	19.32	17.13	19.82	17.09	20.32	17.14	20.82	17.09
18.83	17.10	19.33	17.12	19.83	17.09	20.33	17.14	20.83	17.09
18.84	17.10	19.34	17.12	19.84	17.09	20.34	17.13	20.84	17.09
18.85	17.10	19.35	17.12	19.85	17.10	20.35	17.13	20.85	17.09
18.86	17.10	19.36	17.12	19.86	17.10	20.36	17.13	20.86	17.09
18.87	17.10	19.37	17.12	19.87	17.10	20.37	17.13	20.87	17.08
18.88	17.10	19.38	17.12	19.88	17.10	20.38	17.13	20.88	17.08
18.89	17.11	19.39	17.12	19.89	17.11	20.39	17.13	20.89	17.08
18.90	17.11	19.40	17.12	19.90	17.11	20.40	17.13	20.90	17.08
18.91	17.11	19.41	17.12	19.91	17.11	20.41	17.13	20.91	17.08
18.92	17.11	19.42	17.11	19.92	17.11	20.42	17.13	20.92	17.07
18.93	17.11	19.43	17.11	19.93	17.11	20.43	17.13	20.93	17.07
18.94	17.11	19.44	17.11	19.94	17.11	20.44	17.13	20.94	17.06
18.95	17.12	19.45	17.11	19.95	17.11	20.45	17.13	20.95	17.06
18.96	17.12	19.46	17.11	19.96	17.11	20.46	17.14	20.96	17.05
18.97	17.12	19.47	17.11	19.97	17.11	20.47	17.14	20.97	17.04
18.98	17.12	19.48	17.11	19.98	17.11	20.48	17.14	20.98	17.03
18.99	17.12	19.49	17.11	19.99	17.11	20.49	17.15	20.99	17.03
19.00	17.12	19.50	17.11	20.00	17.11	20.50	17.15	21.00	17.02

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
36.01	20.03	36.51	20.06	37.01	20.06	37.51	20.08	38.01	20.08
36.02	20.03	36.52	20.06	37.02	20.06	37.52	20.08	38.02	20.08
36.03	20.02	36.53	20.06	37.03	20.05	37.53	20.08	38.03	20.09
36.04	20.02	36.54	20.06	37.04	20.05	37.54	20.08	38.04	20.09
36.05	20.02	36.55	20.06	37.05	20.06	37.55	20.08	38.05	20.09
36.06	20.02	36.56	20.06	37.06	20.06	37.56	20.08	38.06	20.09
36.07	20.03	36.57	20.06	37.07	20.06	37.57	20.08	38.07	20.09
36.08	20.03	36.58	20.06	37.08	20.06	37.58	20.07	38.08	20.09
36.09	20.03	36.59	20.06	37.09	20.06	37.59	20.07	38.09	20.10
36.10	20.03	36.60	20.06	37.10	20.06	37.60	20.07	38.10	20.10
36.11	20.03	36.61	20.06	37.11	20.07	37.61	20.07	38.11	20.10
36.12	20.03	36.62	20.05	37.12	20.07	37.62	20.07	38.12	20.10
36.13	20.03	36.63	20.05	37.13	20.08	37.63	20.07	38.13	20.10
36.14	20.03	36.64	20.05	37.14	20.08	37.64	20.07	38.14	20.10
36.15	20.03	36.65	20.05	37.15	20.08	37.65	20.08	38.15	20.10
36.16	20.03	36.66	20.06	37.16	20.09	37.66	20.08	38.16	20.10
36.17	20.03	36.67	20.05	37.17	20.08	37.67	20.08	38.17	20.10
36.18	20.03	36.68	20.06	37.18	20.08	37.68	20.08	38.18	20.10
36.19	20.03	36.69	20.05	37.19	20.09	37.69	20.09	38.19	20.10
36.20	20.03	36.70	20.05	37.20	20.08	37.70	20.09	38.20	20.10
36.21	20.02	36.71	20.05	37.21	20.08	37.71	20.09	38.21	20.10
36.22	20.02	36.72	20.05	37.22	20.08	37.72	20.10	38.22	20.10
36.23	20.02	36.73	20.05	37.23	20.08	37.73	20.10	38.23	20.10
36.24	20.02	36.74	20.05	37.24	20.08	37.74	20.10	38.24	20.11
36.25	20.02	36.75	20.05	37.25	20.08	37.75	20.10	38.25	20.11
36.26	20.03	36.76	20.05	37.26	20.07	37.76	20.10	38.26	20.11
36.27	20.03	36.77	20.05	37.27	20.07	37.77	20.09	38.27	20.11
36.28	20.03	36.78	20.05	37.28	20.08	37.78	20.09	38.28	20.11
36.29	20.03	36.79	20.05	37.29	20.08	37.79	20.09	38.29	20.11
36.30	20.03	36.80	20.05	37.30	20.08	37.80	20.09	38.30	20.11
36.31	20.03	36.81	20.05	37.31	20.08	37.81	20.09	38.31	20.11
36.32	20.03	36.82	20.05	37.32	20.08	37.82	20.09	38.32	20.12
36.33	20.03	36.83	20.05	37.33	20.08	37.83	20.08	38.33	20.12
36.34	20.03	36.84	20.05	37.34	20.08	37.84	20.08	38.34	20.12
36.35	20.04	36.85	20.05	37.35	20.08	37.85	20.08	38.35	20.12
36.36	20.04	36.86	20.05	37.36	20.08	37.86	20.08	38.36	20.12
36.37	20.04	36.87	20.05	37.37	20.08	37.87	20.08	38.37	20.12
36.38	20.04	36.88	20.05	37.38	20.08	37.88	20.08	38.38	20.12
36.39	20.05	36.89	20.05	37.39	20.08	37.89	20.08	38.39	20.12
36.40	20.05	36.90	20.05	37.40	20.07	37.90	20.08	38.40	20.12
36.41	20.05	36.91	20.05	37.41	20.07	37.91	20.08	38.41	20.12
36.42	20.05	36.92	20.05	37.42	20.07	37.92	20.08	38.42	20.12
36.43	20.05	36.93	20.05	37.43	20.07	37.93	20.08	38.43	20.12
36.44	20.06	36.94	20.06	37.44	20.06	37.94	20.08	38.44	20.12
36.45	20.06	36.95	20.06	37.45	20.06	37.95	20.08	38.45	20.12
36.46	20.06	36.96	20.06	37.46	20.06	37.96	20.08	38.46	20.11
36.47	20.06	36.97	20.06	37.47	20.07	37.97	20.08	38.47	20.11
36.48	20.06	36.98	20.06	37.48	20.07	37.98	20.08	38.48	20.11
36.49	20.06	36.99	20.06	37.49	20.08	37.99	20.08	38.49	20.11
36.50	20.06	37.00	20.06	37.50	20.08	38.00	20.09	38.50	20.12

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
21.01	17.01	21.51	16.85	22.01	17.66	22.51	18.90	23.01	19.35
21.02	17.01	21.52	16.87	22.02	17.67	22.52	18.91	23.02	19.36
21.03	17.00	21.53	16.88	22.03	17.69	22.53	18.93	23.03	19.36
21.04	16.99	21.54	16.89	22.04	17.71	22.54	18.94	23.04	19.36
21.05	16.98	21.55	16.91	22.05	17.74	22.55	18.96	23.05	19.37
21.06	16.97	21.56	16.92	22.06	17.76	22.56	18.97	23.06	19.37
21.07	16.96	21.57	16.94	22.07	17.79	22.57	18.99	23.07	19.37
21.08	16.96	21.58	16.95	22.08	17.82	22.58	19.01	23.08	19.38
21.09	16.95	21.59	16.97	22.09	17.85	22.59	19.02	23.09	19.38
21.10	16.93	21.60	16.98	22.10	17.88	22.60	19.04	23.10	19.39
21.11	16.92	21.61	16.99	22.11	17.91	22.61	19.06	23.11	19.40
21.12	16.91	21.62	17.00	22.12	17.93	22.62	19.07	23.12	19.40
21.13	16.89	21.63	17.02	22.13	17.96	22.63	19.09	23.13	19.41
21.14	16.88	21.64	17.03	22.14	17.99	22.64	19.10	23.14	19.41
21.15	16.87	21.65	17.05	22.15	18.01	22.65	19.12	23.15	19.41
21.16	16.86	21.66	17.06	22.16	18.04	22.66	19.13	23.16	19.42
21.17	16.86	21.67	17.08	22.17	18.07	22.67	19.14	23.17	19.42
21.18	16.85	21.68	17.10	22.18	18.09	22.68	19.15	23.18	19.42
21.19	16.84	21.69	17.12	22.19	18.12	22.69	19.16	23.19	19.43
21.20	16.84	21.70	17.14	22.20	18.14	22.70	19.17	23.20	19.43
21.21	16.83	21.71	17.17	22.21	18.17	22.71	19.18	23.21	19.44
21.22	16.83	21.72	17.19	22.22	18.20	22.72	19.19	23.22	19.44
21.23	16.83	21.73	17.22	22.23	18.23	22.73	19.20	23.23	19.44
21.24	16.83	21.74	17.25	22.24	18.26	22.74	19.21	23.24	19.45
21.25	16.82	21.75	17.28	22.25	18.29	22.75	19.21	23.25	19.45
21.26	16.82	21.76	17.31	22.26	18.32	22.76	19.22	23.26	19.45
21.27	16.81	21.77	17.34	22.27	18.35	22.77	19.23	23.27	19.45
21.28	16.81	21.78	17.37	22.28	18.38	22.78	19.24	23.28	19.46
21.29	16.80	21.79	17.39	22.29	18.41	22.79	19.25	23.29	19.46
21.30	16.80	21.80	17.42	22.30	18.44	22.80	19.26	23.30	19.46
21.31	16.79	21.81	17.44	22.31	18.47	22.81	19.27	23.31	19.46
21.32	16.78	21.82	17.46	22.32	18.50	22.82	19.27	23.32	19.47
21.33	16.77	21.83	17.47	22.33	18.53	22.83	19.28	23.33	19.46
21.34	16.77	21.84	17.49	22.34	18.56	22.84	19.29	23.34	19.46
21.35	16.76	21.85	17.50	22.35	18.58	22.85	19.29	23.35	19.47
21.36	16.76	21.86	17.52	22.36	18.61	22.86	19.30	23.36	19.47
21.37	16.76	21.87	17.53	22.37	18.64	22.87	19.30	23.37	19.47
21.38	16.76	21.88	17.54	22.38	18.66	22.88	19.31	23.38	19.47
21.39	16.76	21.89	17.55	22.39	18.68	22.89	19.31	23.39	19.47
21.40	16.76	21.90	17.56	22.40	18.70	22.90	19.31	23.40	19.47
21.41	16.76	21.91	17.57	22.41	18.73	22.91	19.31	23.41	19.47
21.42	16.77	21.92	17.59	22.42	18.75	22.92	19.31	23.42	19.47
21.43	16.77	21.93	17.59	22.43	18.77	22.93	19.32	23.43	19.47
21.44	16.78	21.94	17.60	22.44	18.79	22.94	19.32	23.44	19.47
21.45	16.79	21.95	17.61	22.45	18.80	22.95	19.32	23.45	19.47
21.46	16.79	21.96	17.62	22.46	18.82	22.96	19.33	23.46	19.47
21.47	16.80	21.97	17.62	22.47	18.84	22.97	19.33	23.47	19.47
21.48	16.82	21.98	17.63	22.48	18.85	22.98	19.34	23.48	19.47
21.49	16.83	21.99	17.64	22.49	18.87	22.99	19.34	23.49	19.47
21.50	16.84	22.00	17.65	22.50	18.88	23.00	19.35	23.50	19.47

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
23.51	19.47	24.01	19.51	24.51	19.53	25.01	19.53	25.51	19.55
23.52	19.47	24.02	19.51	24.52	19.53	25.02	19.53	25.52	19.55
23.53	19.47	24.03	19.51	24.53	19.53	25.03	19.53	25.53	19.55
23.54	19.47	24.04	19.52	24.54	19.53	25.04	19.53	25.54	19.55
23.55	19.47	24.05	19.52	24.55	19.53	25.05	19.53	25.55	19.55
23.56	19.47	24.06	19.53	24.56	19.53	25.06	19.52	25.56	19.55
23.57	19.48	24.07	19.53	24.57	19.53	25.07	19.52	25.57	19.55
23.58	19.48	24.08	19.53	24.58	19.53	25.08	19.52	25.58	19.55
23.59	19.48	24.09	19.53	24.59	19.53	25.09	19.52	25.59	19.55
23.60	19.48	24.10	19.53	24.60	19.53	25.10	19.52	25.60	19.55
23.61	19.47	24.11	19.52	24.61	19.53	25.11	19.52	25.61	19.55
23.62	19.47	24.12	19.52	24.62	19.52	25.12	19.52	25.62	19.55
23.63	19.48	24.13	19.52	24.63	19.52	25.13	19.52	25.63	19.55
23.64	19.48	24.14	19.52	24.64	19.52	25.14	19.52	25.64	19.56
23.65	19.48	24.15	19.52	24.65	19.52	25.15	19.52	25.65	19.56
23.66	19.48	24.16	19.52	24.66	19.51	25.16	19.52	25.66	19.56
23.67	19.48	24.17	19.52	24.67	19.52	25.17	19.52	25.67	19.56
23.68	19.48	24.18	19.52	24.68	19.52	25.18	19.52	25.68	19.56
23.69	19.48	24.19	19.52	24.69	19.52	25.19	19.52	25.69	19.56
23.70	19.48	24.20	19.52	24.70	19.52	25.20	19.52	25.70	19.57
23.71	19.48	24.21	19.52	24.71	19.52	25.21	19.52	25.71	19.57
23.72	19.47	24.22	19.52	24.72	19.52	25.22	19.52	25.72	19.57
23.73	19.47	24.23	19.53	24.73	19.52	25.23	19.51	25.73	19.56
23.74	19.47	24.24	19.53	24.74	19.53	25.24	19.51	25.74	19.56
23.75	19.47	24.25	19.53	24.75	19.53	25.25	19.51	25.75	19.56
23.76	19.47	24.26	19.53	24.76	19.53	25.26	19.51	25.76	19.57
23.77	19.47	24.27	19.53	24.77	19.53	25.27	19.51	25.77	19.57
23.78	19.48	24.28	19.53	24.78	19.53	25.28	19.52	25.78	19.57
23.79	19.48	24.29	19.53	24.79	19.53	25.29	19.52	25.79	19.57
23.80	19.48	24.30	19.53	24.80	19.53	25.30	19.52	25.80	19.58
23.81	19.49	24.31	19.53	24.81	19.53	25.31	19.52	25.81	19.58
23.82	19.49	24.32	19.53	24.82	19.53	25.32	19.52	25.82	19.58
23.83	19.49	24.33	19.53	24.83	19.53	25.33	19.53	25.83	19.58
23.84	19.49	24.34	19.53	24.84	19.53	25.34	19.53	25.84	19.59
23.85	19.49	24.35	19.53	24.85	19.53	25.35	19.54	25.85	19.59
23.86	19.49	24.36	19.53	24.86	19.53	25.36	19.54	25.86	19.59
23.87	19.49	24.37	19.53	24.87	19.53	25.37	19.54	25.87	19.59
23.88	19.48	24.38	19.53	24.88	19.53	25.38	19.53	25.88	19.58
23.89	19.48	24.39	19.53	24.89	19.53	25.39	19.53	25.89	19.58
23.90	19.48	24.40	19.53	24.90	19.52	25.40	19.53	25.90	19.58
23.91	19.48	24.41	19.53	24.91	19.52	25.41	19.54	25.91	19.58
23.92	19.48	24.42	19.53	24.92	19.52	25.42	19.54	25.92	19.58
23.93	19.48	24.43	19.52	24.93	19.52	25.43	19.54	25.93	19.58
23.94	19.49	24.44	19.52	24.94	19.52	25.44	19.54	25.94	19.58
23.95	19.49	24.45	19.53	24.95	19.52	25.45	19.54	25.95	19.58
23.96	19.49	24.46	19.53	24.96	19.53	25.46	19.54	25.96	19.58
23.97	19.49	24.47	19.53	24.97	19.53	25.47	19.54	25.97	19.58
23.98	19.50	24.48	19.53	24.98	19.53	25.48	19.55	25.98	19.58
23.99	19.50	24.49	19.53	24.99	19.53	25.49	19.55	25.99	19.58
24.00	19.50	24.50	19.53	25.00	19.53	25.50	19.55	26.00	19.58

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
26.01	19.58	26.51	19.64	27.01	19.66	27.51	19.68	28.01	19.71
26.02	19.58	26.52	19.64	27.02	19.66	27.52	19.68	28.02	19.71
26.03	19.58	26.53	19.65	27.03	19.67	27.53	19.68	28.03	19.71
26.04	19.57	26.54	19.65	27.04	19.66	27.54	19.68	28.04	19.71
26.05	19.57	26.55	19.65	27.05	19.66	27.55	19.68	28.05	19.71
26.06	19.58	26.56	19.65	27.06	19.67	27.56	19.68	28.06	19.71
26.07	19.58	26.57	19.66	27.07	19.67	27.57	19.68	28.07	19.71
26.08	19.58	26.58	19.66	27.08	19.67	27.58	19.68	28.08	19.71
26.09	19.58	26.59	19.66	27.09	19.68	27.59	19.68	28.09	19.71
26.10	19.58	26.60	19.65	27.10	19.68	27.60	19.68	28.10	19.72
26.11	19.58	26.61	19.65	27.11	19.68	27.61	19.67	28.11	19.72
26.12	19.58	26.62	19.65	27.12	19.68	27.62	19.67	28.12	19.73
26.13	19.59	26.63	19.65	27.13	19.68	27.63	19.67	28.13	19.73
26.14	19.59	26.64	19.64	27.14	19.68	27.64	19.67	28.14	19.73
26.15	19.60	26.65	19.64	27.15	19.68	27.65	19.67	28.15	19.73
26.16	19.60	26.66	19.64	27.16	19.68	27.66	19.67	28.16	19.73
26.17	19.60	26.67	19.64	27.17	19.68	27.67	19.67	28.17	19.73
26.18	19.61	26.68	19.64	27.18	19.68	27.68	19.67	28.18	19.73
26.19	19.61	26.69	19.64	27.19	19.68	27.69	19.67	28.19	19.73
26.20	19.61	26.70	19.64	27.20	19.68	27.70	19.67	28.20	19.73
26.21	19.61	26.71	19.64	27.21	19.68	27.71	19.67	28.21	19.73
26.22	19.62	26.72	19.64	27.22	19.68	27.72	19.67	28.22	19.74
26.23	19.62	26.73	19.65	27.23	19.67	27.73	19.67	28.23	19.73
26.24	19.61	26.74	19.65	27.24	19.67	27.74	19.68	28.24	19.73
26.25	19.61	26.75	19.65	27.25	19.67	27.75	19.68	28.25	19.74
26.26	19.61	26.76	19.65	27.26	19.67	27.76	19.68	28.26	19.74
26.27	19.61	26.77	19.65	27.27	19.67	27.77	19.68	28.27	19.74
26.28	19.61	26.78	19.64	27.28	19.66	27.78	19.69	28.28	19.75
26.29	19.61	26.79	19.64	27.29	19.66	27.79	19.69	28.29	19.75
26.30	19.61	26.80	19.64	27.30	19.66	27.80	19.69	28.30	19.76
26.31	19.62	26.81	19.64	27.31	19.66	27.81	19.69	28.31	19.76
26.32	19.62	26.82	19.64	27.32	19.66	27.82	19.70	28.32	19.76
26.33	19.62	26.83	19.63	27.33	19.66	27.83	19.70	28.33	19.76
26.34	19.62	26.84	19.63	27.34	19.66	27.84	19.70	28.34	19.76
26.35	19.62	26.85	19.63	27.35	19.66	27.85	19.70	28.35	19.77
26.36	19.63	26.86	19.63	27.36	19.65	27.86	19.71	28.36	19.77
26.37	19.63	26.87	19.63	27.37	19.65	27.87	19.71	28.37	19.77
26.38	19.63	26.88	19.63	27.38	19.65	27.88	19.71	28.38	19.77
26.39	19.63	26.89	19.63	27.39	19.66	27.89	19.71	28.39	19.77
26.40	19.63	26.90	19.63	27.40	19.66	27.90	19.70	28.40	19.76
26.41	19.63	26.91	19.63	27.41	19.66	27.91	19.70	28.41	19.76
26.42	19.63	26.92	19.63	27.42	19.67	27.92	19.70	28.42	19.76
26.43	19.63	26.93	19.63	27.43	19.67	27.93	19.70	28.43	19.76
26.44	19.63	26.94	19.63	27.44	19.67	27.94	19.70	28.44	19.76
26.45	19.62	26.95	19.64	27.45	19.68	27.95	19.71	28.45	19.76
26.46	19.63	26.96	19.64	27.46	19.68	27.96	19.71	28.46	19.76
26.47	19.63	26.97	19.64	27.47	19.68	27.97	19.71	28.47	19.76
26.48	19.63	26.98	19.65	27.48	19.68	27.98	19.71	28.48	19.76
26.49	19.63	26.99	19.65	27.49	19.68	27.99	19.71	28.49	19.76
26.50	19.64	27.00	19.66	27.50	19.68	28.00	19.71	28.50	19.76

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
28.51	19.76	29.01	19.79	29.51	19.78	30.01	19.83	30.51	19.86
28.52	19.76	29.02	19.79	29.52	19.78	30.02	19.83	30.52	19.86
28.53	19.76	29.03	19.79	29.53	19.79	30.03	19.84	30.53	19.86
28.54	19.76	29.04	19.79	29.54	19.79	30.04	19.84	30.54	19.86
28.55	19.77	29.05	19.79	29.55	19.80	30.05	19.84	30.55	19.87
28.56	19.77	29.06	19.79	29.56	19.80	30.06	19.84	30.56	19.87
28.57	19.77	29.07	19.79	29.57	19.80	30.07	19.84	30.57	19.87
28.58	19.77	29.08	19.79	29.58	19.80	30.08	19.84	30.58	19.88
28.59	19.77	29.09	19.79	29.59	19.81	30.09	19.84	30.59	19.88
28.60	19.77	29.10	19.79	29.60	19.81	30.10	19.84	30.60	19.88
28.61	19.77	29.11	19.79	29.61	19.81	30.11	19.84	30.61	19.88
28.62	19.77	29.12	19.80	29.62	19.81	30.12	19.84	30.62	19.88
28.63	19.77	29.13	19.80	29.63	19.81	30.13	19.84	30.63	19.88
28.64	19.77	29.14	19.80	29.64	19.81	30.14	19.84	30.64	19.88
28.65	19.77	29.15	19.80	29.65	19.81	30.15	19.84	30.65	19.88
28.66	19.77	29.16	19.79	29.66	19.81	30.16	19.84	30.66	19.88
28.67	19.78	29.17	19.79	29.67	19.81	30.17	19.84	30.67	19.88
28.68	19.78	29.18	19.79	29.68	19.81	30.18	19.84	30.68	19.87
28.69	19.77	29.19	19.79	29.69	19.81	30.19	19.84	30.69	19.87
28.70	19.77	29.20	19.79	29.70	19.82	30.20	19.84	30.70	19.87
28.71	19.77	29.21	19.79	29.71	19.82	30.21	19.85	30.71	19.87
28.72	19.77	29.22	19.79	29.72	19.82	30.22	19.85	30.72	19.86
28.73	19.77	29.23	19.79	29.73	19.82	30.23	19.85	30.73	19.86
28.74	19.77	29.24	19.79	29.74	19.82	30.24	19.85	30.74	19.86
28.75	19.77	29.25	19.79	29.75	19.82	30.25	19.85	30.75	19.87
28.76	19.77	29.26	19.80	29.76	19.82	30.26	19.85	30.76	19.87
28.77	19.78	29.27	19.80	29.77	19.82	30.27	19.86	30.77	19.87
28.78	19.77	29.28	19.80	29.78	19.82	30.28	19.86	30.78	19.88
28.79	19.77	29.29	19.79	29.79	19.82	30.29	19.86	30.79	19.88
28.80	19.77	29.30	19.79	29.80	19.82	30.30	19.87	30.80	19.88
28.81	19.77	29.31	19.79	29.81	19.83	30.31	19.87	30.81	19.88
28.82	19.77	29.32	19.79	29.82	19.83	30.32	19.87	30.82	19.88
28.83	19.77	29.33	19.78	29.83	19.83	30.33	19.87	30.83	19.88
28.84	19.77	29.34	19.78	29.84	19.83	30.34	19.87	30.84	19.88
28.85	19.77	29.35	19.78	29.85	19.83	30.35	19.87	30.85	19.88
28.86	19.77	29.36	19.78	29.86	19.84	30.36	19.87	30.86	19.88
28.87	19.76	29.37	19.78	29.87	19.84	30.37	19.87	30.87	19.88
28.88	19.76	29.38	19.78	29.88	19.84	30.38	19.86	30.88	19.87
28.89	19.76	29.39	19.78	29.89	19.84	30.39	19.86	30.89	19.87
28.90	19.77	29.40	19.78	29.90	19.83	30.40	19.86	30.90	19.88
28.91	19.77	29.41	19.78	29.91	19.83	30.41	19.86	30.91	19.88
28.92	19.77	29.42	19.79	29.92	19.83	30.42	19.85	30.92	19.88
28.93	19.77	29.43	19.78	29.93	19.83	30.43	19.85	30.93	19.88
28.94	19.78	29.44	19.78	29.94	19.83	30.44	19.85	30.94	19.88
28.95	19.78	29.45	19.78	29.95	19.82	30.45	19.85	30.95	19.89
28.96	19.79	29.46	19.78	29.96	19.82	30.46	19.85	30.96	19.89
28.97	19.79	29.47	19.78	29.97	19.82	30.47	19.85	30.97	19.89
28.98	19.80	29.48	19.78	29.98	19.82	30.48	19.85	30.98	19.89
28.99	19.80	29.49	19.78	29.99	19.83	30.49	19.86	30.99	19.89
29.00	19.80	29.50	19.78	30.00	19.83	30.50	19.86	31.00	19.89

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
31.01	19.89	31.51	19.91	32.01	19.91	32.51	19.94	33.01	19.94
31.02	19.89	31.52	19.91	32.02	19.91	32.52	19.94	33.02	19.94
31.03	19.89	31.53	19.91	32.03	19.91	32.53	19.94	33.03	19.94
31.04	19.89	31.54	19.91	32.04	19.91	32.54	19.94	33.04	19.94
31.05	19.89	31.55	19.91	32.05	19.92	32.55	19.94	33.05	19.94
31.06	19.89	31.56	19.91	32.06	19.92	32.56	19.94	33.06	19.94
31.07	19.89	31.57	19.91	32.07	19.92	32.57	19.94	33.07	19.95
31.08	19.90	31.58	19.91	32.08	19.92	32.58	19.94	33.08	19.95
31.09	19.90	31.59	19.91	32.09	19.92	32.59	19.94	33.09	19.95
31.10	19.90	31.60	19.91	32.10	19.93	32.60	19.94	33.10	19.95
31.11	19.90	31.61	19.91	32.11	19.93	32.61	19.94	33.11	19.96
31.12	19.90	31.62	19.91	32.12	19.94	32.62	19.94	33.12	19.96
31.13	19.90	31.63	19.91	32.13	19.94	32.63	19.94	33.13	19.96
31.14	19.91	31.64	19.91	32.14	19.94	32.64	19.94	33.14	19.96
31.15	19.90	31.65	19.91	32.15	19.94	32.65	19.94	33.15	19.96
31.16	19.90	31.66	19.91	32.16	19.94	32.66	19.94	33.16	19.96
31.17	19.90	31.67	19.91	32.17	19.94	32.67	19.94	33.17	19.96
31.18	19.90	31.68	19.91	32.18	19.94	32.68	19.94	33.18	19.96
31.19	19.91	31.69	19.91	32.19	19.94	32.69	19.94	33.19	19.96
31.20	19.91	31.70	19.91	32.20	19.94	32.70	19.94	33.20	19.96
31.21	19.91	31.71	19.91	32.21	19.94	32.71	19.94	33.21	19.96
31.22	19.91	31.72	19.91	32.22	19.94	32.72	19.94	33.22	19.95
31.23	19.91	31.73	19.91	32.23	19.94	32.73	19.94	33.23	19.95
31.24	19.91	31.74	19.91	32.24	19.94	32.74	19.94	33.24	19.95
31.25	19.91	31.75	19.91	32.25	19.94	32.75	19.94	33.25	19.95
31.26	19.91	31.76	19.91	32.26	19.94	32.76	19.94	33.26	19.95
31.27	19.91	31.77	19.91	32.27	19.94	32.77	19.94	33.27	19.95
31.28	19.91	31.78	19.91	32.28	19.94	32.78	19.94	33.28	19.95
31.29	19.90	31.79	19.91	32.29	19.94	32.79	19.94	33.29	19.95
31.30	19.90	31.80	19.91	32.30	19.94	32.80	19.95	33.30	19.95
31.31	19.90	31.81	19.91	32.31	19.94	32.81	19.95	33.31	19.95
31.32	19.90	31.82	19.91	32.32	19.94	32.82	19.95	33.32	19.95
31.33	19.90	31.83	19.91	32.33	19.94	32.83	19.95	33.33	19.95
31.34	19.90	31.84	19.91	32.34	19.94	32.84	19.95	33.34	19.95
31.35	19.90	31.85	19.91	32.35	19.95	32.85	19.95	33.35	19.96
31.36	19.90	31.86	19.91	32.36	19.95	32.86	19.95	33.36	19.96
31.37	19.90	31.87	19.92	32.37	19.95	32.87	19.95	33.37	19.96
31.38	19.89	31.88	19.92	32.38	19.95	32.88	19.95	33.38	19.95
31.39	19.90	31.89	19.92	32.39	19.95	32.89	19.95	33.39	19.95
31.40	19.90	31.90	19.92	32.40	19.95	32.90	19.95	33.40	19.95
31.41	19.90	31.91	19.92	32.41	19.95	32.91	19.95	33.41	19.95
31.42	19.90	31.92	19.92	32.42	19.95	32.92	19.94	33.42	19.95
31.43	19.91	31.93	19.92	32.43	19.95	32.93	19.94	33.43	19.95
31.44	19.91	31.94	19.92	32.44	19.95	32.94	19.94	33.44	19.95
31.45	19.91	31.95	19.92	32.45	19.94	32.95	19.95	33.45	19.95
31.46	19.91	31.96	19.92	32.46	19.94	32.96	19.95	33.46	19.95
31.47	19.91	31.97	19.91	32.47	19.94	32.97	19.95	33.47	19.95
31.48	19.91	31.98	19.91	32.48	19.94	32.98	19.95	33.48	19.95
31.49	19.91	31.99	19.91	32.49	19.94	32.99	19.95	33.49	19.95
31.50	19.91	32.00	19.91	32.50	19.94	33.00	19.94	33.50	19.95

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
33.51	19.95	34.01	19.96	34.51	19.97	35.01	19.96	35.51	19.99
33.52	19.95	34.02	19.96	34.52	19.97	35.02	19.96	35.52	19.99
33.53	19.95	34.03	19.96	34.53	19.97	35.03	19.96	35.53	19.99
33.54	19.95	34.04	19.96	34.54	19.97	35.04	19.97	35.54	19.99
33.55	19.95	34.05	19.96	34.55	19.97	35.05	19.97	35.55	19.99
33.56	19.95	34.06	19.96	34.56	19.97	35.06	19.97	35.56	19.99
33.57	19.95	34.07	19.96	34.57	19.97	35.07	19.97	35.57	19.99
33.58	19.95	34.08	19.96	34.58	19.97	35.08	19.97	35.58	19.99
33.59	19.95	34.09	19.96	34.59	19.97	35.09	19.97	35.59	19.99
33.60	19.95	34.10	19.96	34.60	19.97	35.10	19.98	35.60	20.00
33.61	19.95	34.11	19.97	34.61	19.98	35.11	19.98	35.61	20.00
33.62	19.95	34.12	19.96	34.62	19.98	35.12	19.98	35.62	20.00
33.63	19.95	34.13	19.96	34.63	19.98	35.13	19.98	35.63	20.00
33.64	19.95	34.14	19.96	34.64	19.98	35.14	19.98	35.64	20.00
33.65	19.95	34.15	19.96	34.65	19.98	35.15	19.98	35.65	20.00
33.66	19.95	34.16	19.96	34.66	19.98	35.16	19.98	35.66	20.00
33.67	19.95	34.17	19.96	34.67	19.98	35.17	19.98	35.67	19.99
33.68	19.96	34.18	19.96	34.68	19.97	35.18	19.98	35.68	19.99
33.69	19.96	34.19	19.96	34.69	19.97	35.19	19.98	35.69	19.99
33.70	19.96	34.20	19.97	34.70	19.97	35.20	19.99	35.70	19.99
33.71	19.96	34.21	19.97	34.71	19.97	35.21	19.99	35.71	19.99
33.72	19.97	34.22	19.97	34.72	19.97	35.22	19.99	35.72	19.99
33.73	19.97	34.23	19.98	34.73	19.96	35.23	19.99	35.73	20.00
33.74	19.97	34.24	19.98	34.74	19.96	35.24	19.99	35.74	20.00
33.75	19.97	34.25	19.98	34.75	19.96	35.25	19.98	35.75	20.00
33.76	19.97	34.26	19.98	34.76	19.96	35.26	19.98	35.76	20.00
33.77	19.97	34.27	19.98	34.77	19.95	35.27	19.98	35.77	20.00
33.78	19.97	34.28	19.99	34.78	19.95	35.28	19.98	35.78	20.01
33.79	19.97	34.29	19.99	34.79	19.95	35.29	19.98	35.79	20.01
33.80	19.97	34.30	19.99	34.80	19.95	35.30	19.98	35.80	20.01
33.81	19.96	34.31	19.99	34.81	19.95	35.31	19.98	35.81	20.01
33.82	19.96	34.32	19.98	34.82	19.95	35.32	19.98	35.82	20.01
33.83	19.96	34.33	19.98	34.83	19.94	35.33	19.98	35.83	20.01
33.84	19.96	34.34	19.98	34.84	19.94	35.34	19.99	35.84	20.01
33.85	19.96	34.35	19.98	34.85	19.94	35.35	19.99	35.85	20.01
33.86	19.96	34.36	19.98	34.86	19.95	35.36	19.99	35.86	20.01
33.87	19.96	34.37	19.98	34.87	19.95	35.37	19.99	35.87	20.01
33.88	19.96	34.38	19.97	34.88	19.95	35.38	19.99	35.88	20.01
33.89	19.96	34.39	19.97	34.89	19.95	35.39	19.99	35.89	20.01
33.90	19.96	34.40	19.97	34.90	19.95	35.40	19.99	35.90	20.01
33.91	19.97	34.41	19.97	34.91	19.95	35.41	19.99	35.91	20.01
33.92	19.97	34.42	19.98	34.92	19.95	35.42	19.99	35.92	20.01
33.93	19.97	34.43	19.97	34.93	19.96	35.43	19.99	35.93	20.02
33.94	19.97	34.44	19.97	34.94	19.96	35.44	19.99	35.94	20.02
33.95	19.97	34.45	19.98	34.95	19.96	35.45	19.99	35.95	20.02
33.96	19.97	34.46	19.98	34.96	19.96	35.46	19.99	35.96	20.02
33.97	19.97	34.47	19.98	34.97	19.96	35.47	19.99	35.97	20.02
33.98	19.97	34.48	19.98	34.98	19.96	35.48	19.99	35.98	20.02
33.99	19.96	34.49	19.98	34.99	19.96	35.49	19.99	35.99	20.02
34.00	19.96	34.50	19.97	35.00	19.96	35.50	19.99	36.00	20.02

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
38.51	20.12	39.01	20.17	39.51	20.19	40.01	20.19	40.51	20.19
38.52	20.12	39.02	20.17	39.52	20.19	40.02	20.19	40.52	20.19
38.53	20.12	39.03	20.17	39.53	20.19	40.03	20.19	40.53	20.20
38.54	20.12	39.04	20.17	39.54	20.19	40.04	20.19	40.54	20.20
38.55	20.12	39.05	20.17	39.55	20.19	40.05	20.19	40.55	20.20
38.56	20.12	39.06	20.17	39.56	20.19	40.06	20.18	40.56	20.20
38.57	20.12	39.07	20.17	39.57	20.19	40.07	20.18	40.57	20.20
38.58	20.12	39.08	20.17	39.58	20.19	40.08	20.18	40.58	20.19
38.59	20.12	39.09	20.17	39.59	20.19	40.09	20.18	40.59	20.19
38.60	20.12	39.10	20.17	39.60	20.19	40.10	20.17	40.60	20.19
38.61	20.12	39.11	20.17	39.61	20.19	40.11	20.18	40.61	20.19
38.62	20.12	39.12	20.17	39.62	20.19	40.12	20.18	40.62	20.20
38.63	20.12	39.13	20.17	39.63	20.19	40.13	20.18	40.63	20.20
38.64	20.13	39.14	20.17	39.64	20.19	40.14	20.18	40.64	20.20
38.65	20.13	39.15	20.17	39.65	20.20	40.15	20.18	40.65	20.20
38.66	20.13	39.16	20.17	39.66	20.20	40.16	20.18	40.66	20.21
38.67	20.13	39.17	20.17	39.67	20.20	40.17	20.17	40.67	20.21
38.68	20.13	39.18	20.17	39.68	20.20	40.18	20.17	40.68	20.21
38.69	20.13	39.19	20.17	39.69	20.20	40.19	20.17	40.69	20.21
38.70	20.13	39.20	20.17	39.70	20.20	40.20	20.17	40.70	20.22
38.71	20.13	39.21	20.17	39.71	20.20	40.21	20.17	40.71	20.22
38.72	20.13	39.22	20.17	39.72	20.20	40.22	20.17	40.72	20.22
38.73	20.13	39.23	20.17	39.73	20.20	40.23	20.17	40.73	20.22
38.74	20.13	39.24	20.17	39.74	20.20	40.24	20.16	40.74	20.22
38.75	20.13	39.25	20.17	39.75	20.20	40.25	20.16	40.75	20.22
38.76	20.12	39.26	20.18	39.76	20.19	40.26	20.16	40.76	20.22
38.77	20.12	39.27	20.18	39.77	20.20	40.27	20.16	40.77	20.23
38.78	20.12	39.28	20.18	39.78	20.20	40.28	20.16	40.78	20.23
38.79	20.12	39.29	20.19	39.79	20.20	40.29	20.16	40.79	20.23
38.80	20.13	39.30	20.19	39.80	20.20	40.30	20.16	40.80	20.23
38.81	20.13	39.31	20.19	39.81	20.20	40.31	20.17	40.81	20.24
38.82	20.13	39.32	20.19	39.82	20.20	40.32	20.17	40.82	20.24
38.83	20.14	39.33	20.19	39.83	20.20	40.33	20.17	40.83	20.24
38.84	20.14	39.34	20.19	39.84	20.20	40.34	20.17	40.84	20.24
38.85	20.14	39.35	20.20	39.85	20.20	40.35	20.18	40.85	20.25
38.86	20.14	39.36	20.20	39.86	20.20	40.36	20.18	40.86	20.25
38.87	20.15	39.37	20.19	39.87	20.20	40.37	20.18	40.87	20.25
38.88	20.15	39.38	20.19	39.88	20.19	40.38	20.19	40.88	20.25
38.89	20.15	39.39	20.19	39.89	20.19	40.39	20.19	40.89	20.25
38.90	20.15	39.40	20.19	39.90	20.19	40.40	20.19	40.90	20.25
38.91	20.15	39.41	20.19	39.91	20.19	40.41	20.19	40.91	20.25
38.92	20.15	39.42	20.19	39.92	20.19	40.42	20.19	40.92	20.25
38.93	20.15	39.43	20.19	39.93	20.19	40.43	20.19	40.93	20.25
38.94	20.15	39.44	20.19	39.94	20.19	40.44	20.19	40.94	20.25
38.95	20.15	39.45	20.18	39.95	20.19	40.45	20.19	40.95	20.25
38.96	20.16	39.46	20.18	39.96	20.19	40.46	20.19	40.96	20.25
38.97	20.16	39.47	20.18	39.97	20.20	40.47	20.19	40.97	20.26
38.98	20.16	39.48	20.18	39.98	20.20	40.48	20.19	40.98	20.26
38.99	20.16	39.49	20.18	39.99	20.20	40.49	20.19	40.99	20.26
39.00	20.17	39.50	20.19	40.00	20.20	40.50	20.19	41.00	20.25

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
41.01	20.25	41.51	20.25	42.01	20.27	42.51	20.30	43.01	20.33
41.02	20.25	41.52	20.25	42.02	20.27	42.52	20.30	43.02	20.33
41.03	20.25	41.53	20.24	42.03	20.27	42.53	20.30	43.03	20.33
41.04	20.25	41.54	20.24	42.04	20.27	42.54	20.30	43.04	20.33
41.05	20.25	41.55	20.24	42.05	20.27	42.55	20.30	43.05	20.33
41.06	20.25	41.56	20.24	42.06	20.27	42.56	20.31	43.06	20.33
41.07	20.25	41.57	20.24	42.07	20.28	42.57	20.31	43.07	20.33
41.08	20.25	41.58	20.24	42.08	20.28	42.58	20.31	43.08	20.33
41.09	20.25	41.59	20.25	42.09	20.28	42.59	20.31	43.09	20.34
41.10	20.25	41.60	20.25	42.10	20.28	42.60	20.31	43.10	20.34
41.11	20.25	41.61	20.25	42.11	20.28	42.61	20.31	43.11	20.34
41.12	20.26	41.62	20.25	42.12	20.28	42.62	20.31	43.12	20.33
41.13	20.26	41.63	20.25	42.13	20.28	42.63	20.31	43.13	20.33
41.14	20.26	41.64	20.25	42.14	20.28	42.64	20.31	43.14	20.33
41.15	20.26	41.65	20.25	42.15	20.28	42.65	20.31	43.15	20.33
41.16	20.26	41.66	20.25	42.16	20.28	42.66	20.30	43.16	20.33
41.17	20.26	41.67	20.25	42.17	20.28	42.67	20.30	43.17	20.33
41.18	20.26	41.68	20.25	42.18	20.27	42.68	20.30	43.18	20.33
41.19	20.26	41.69	20.25	42.19	20.27	42.69	20.30	43.19	20.33
41.20	20.26	41.70	20.25	42.20	20.27	42.70	20.31	43.20	20.33
41.21	20.26	41.71	20.25	42.21	20.28	42.71	20.31	43.21	20.33
41.22	20.26	41.72	20.25	42.22	20.28	42.72	20.31	43.22	20.33
41.23	20.26	41.73	20.26	42.23	20.28	42.73	20.31	43.23	20.33
41.24	20.26	41.74	20.26	42.24	20.28	42.74	20.31	43.24	20.33
41.25	20.26	41.75	20.26	42.25	20.28	42.75	20.31	43.25	20.34
41.26	20.26	41.76	20.26	42.26	20.29	42.76	20.31	43.26	20.34
41.27	20.26	41.77	20.27	42.27	20.29	42.77	20.31	43.27	20.34
41.28	20.27	41.78	20.27	42.28	20.29	42.78	20.30	43.28	20.34
41.29	20.27	41.79	20.26	42.29	20.29	42.79	20.30	43.29	20.34
41.30	20.27	41.80	20.26	42.30	20.29	42.80	20.30	43.30	20.34
41.31	20.27	41.81	20.26	42.31	20.30	42.81	20.31	43.31	20.34
41.32	20.27	41.82	20.26	42.32	20.29	42.82	20.31	43.32	20.34
41.33	20.27	41.83	20.26	42.33	20.30	42.83	20.31	43.33	20.34
41.34	20.27	41.84	20.26	42.34	20.29	42.84	20.31	43.34	20.34
41.35	20.27	41.85	20.26	42.35	20.29	42.85	20.31	43.35	20.34
41.36	20.27	41.86	20.26	42.36	20.29	42.86	20.32	43.36	20.34
41.37	20.27	41.87	20.27	42.37	20.29	42.87	20.32	43.37	20.34
41.38	20.27	41.88	20.27	42.38	20.29	42.88	20.32	43.38	20.34
41.39	20.27	41.89	20.27	42.39	20.29	42.89	20.33	43.39	20.34
41.40	20.27	41.90	20.27	42.40	20.30	42.90	20.33	43.40	20.34
41.41	20.27	41.91	20.27	42.41	20.30	42.91	20.33	43.41	20.34
41.42	20.27	41.92	20.27	42.42	20.30	42.92	20.33	43.42	20.34
41.43	20.27	41.93	20.27	42.43	20.30	42.93	20.33	43.43	20.33
41.44	20.27	41.94	20.27	42.44	20.30	42.94	20.33	43.44	20.33
41.45	20.26	41.95	20.27	42.45	20.30	42.95	20.33	43.45	20.33
41.46	20.26	41.96	20.26	42.46	20.30	42.96	20.33	43.46	20.33
41.47	20.26	41.97	20.26	42.47	20.30	42.97	20.33	43.47	20.33
41.48	20.26	41.98	20.26	42.48	20.30	42.98	20.33	43.48	20.32
41.49	20.26	41.99	20.26	42.49	20.31	42.99	20.33	43.49	20.32
41.50	20.25	42.00	20.26	42.50	20.30	43.00	20.33	43.50	20.32

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
43.51	20.33	44.01	20.34	44.51	20.39	45.01	20.42	45.51	20.43
43.52	20.33	44.02	20.34	44.52	20.39	45.02	20.42	45.52	20.43
43.53	20.33	44.03	20.34	44.53	20.38	45.03	20.42	45.53	20.43
43.54	20.33	44.04	20.34	44.54	20.38	45.04	20.42	45.54	20.43
43.55	20.34	44.05	20.34	44.55	20.38	45.05	20.42	45.55	20.44
43.56	20.34	44.06	20.34	44.56	20.38	45.06	20.42	45.56	20.44
43.57	20.34	44.07	20.34	44.57	20.38	45.07	20.42	45.57	20.44
43.58	20.34	44.08	20.35	44.58	20.38	45.08	20.42	45.58	20.44
43.59	20.34	44.09	20.35	44.59	20.38	45.09	20.42	45.59	20.44
43.60	20.34	44.10	20.35	44.60	20.38	45.10	20.42	45.60	20.44
43.61	20.34	44.11	20.35	44.61	20.38	45.11	20.42	45.61	20.44
43.62	20.34	44.12	20.35	44.62	20.39	45.12	20.42	45.62	20.44
43.63	20.34	44.13	20.35	44.63	20.39	45.13	20.42	45.63	20.44
43.64	20.34	44.14	20.35	44.64	20.39	45.14	20.42	45.64	20.44
43.65	20.34	44.15	20.35	44.65	20.39	45.15	20.42	45.65	20.44
43.66	20.33	44.16	20.35	44.66	20.39	45.16	20.42	45.66	20.44
43.67	20.33	44.17	20.36	44.67	20.40	45.17	20.42	45.67	20.44
43.68	20.33	44.18	20.36	44.68	20.40	45.18	20.42	45.68	20.43
43.69	20.33	44.19	20.36	44.69	20.40	45.19	20.42	45.69	20.43
43.70	20.33	44.20	20.37	44.70	20.40	45.20	20.43	45.70	20.43
43.71	20.33	44.21	20.37	44.71	20.40	45.21	20.43	45.71	20.43
43.72	20.33	44.22	20.38	44.72	20.40	45.22	20.43	45.72	20.43
43.73	20.33	44.23	20.38	44.73	20.41	45.23	20.43	45.73	20.43
43.74	20.33	44.24	20.38	44.74	20.41	45.24	20.43	45.74	20.43
43.75	20.33	44.25	20.38	44.75	20.41	45.25	20.43	45.75	20.43
43.76	20.34	44.26	20.38	44.76	20.40	45.26	20.43	45.76	20.43
43.77	20.34	44.27	20.38	44.77	20.40	45.27	20.43	45.77	20.43
43.78	20.34	44.28	20.38	44.78	20.40	45.28	20.43	45.78	20.42
43.79	20.34	44.29	20.38	44.79	20.40	45.29	20.43	45.79	20.43
43.80	20.34	44.30	20.38	44.80	20.40	45.30	20.43	45.80	20.42
43.81	20.35	44.31	20.38	44.81	20.40	45.31	20.43	45.81	20.43
43.82	20.35	44.32	20.38	44.82	20.40	45.32	20.43	45.82	20.43
43.83	20.35	44.33	20.38	44.83	20.40	45.33	20.43	45.83	20.43
43.84	20.36	44.34	20.38	44.84	20.40	45.34	20.43	45.84	20.43
43.85	20.36	44.35	20.38	44.85	20.40	45.35	20.43	45.85	20.43
43.86	20.36	44.36	20.39	44.86	20.40	45.36	20.43	45.86	20.43
43.87	20.36	44.37	20.39	44.87	20.41	45.37	20.43	45.87	20.42
43.88	20.35	44.38	20.39	44.88	20.41	45.38	20.43	45.88	20.42
43.89	20.36	44.39	20.40	44.89	20.41	45.39	20.43	45.89	20.42
43.90	20.36	44.40	20.40	44.90	20.41	45.40	20.43	45.90	20.42
43.91	20.36	44.41	20.39	44.91	20.41	45.41	20.43	45.91	20.42
43.92	20.35	44.42	20.40	44.92	20.42	45.42	20.43	45.92	20.42
43.93	20.35	44.43	20.39	44.93	20.42	45.43	20.43	45.93	20.42
43.94	20.35	44.44	20.39	44.94	20.41	45.44	20.43	45.94	20.42
43.95	20.35	44.45	20.40	44.95	20.41	45.45	20.43	45.95	20.42
43.96	20.34	44.46	20.39	44.96	20.41	45.46	20.43	45.96	20.42
43.97	20.34	44.47	20.39	44.97	20.41	45.47	20.43	45.97	20.42
43.98	20.34	44.48	20.39	44.98	20.41	45.48	20.43	45.98	20.42
43.99	20.34	44.49	20.39	44.99	20.41	45.49	20.43	45.99	20.42
44.00	20.34	44.50	20.39	45.00	20.42	45.50	20.43	46.00	20.42

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
46.01	20.42	46.51	20.45	47.01	20.46	47.51	20.51	48.01	20.54
46.02	20.43	46.52	20.45	47.02	20.47	47.52	20.51	48.02	20.54
46.03	20.43	46.53	20.45	47.03	20.47	47.53	20.51	48.03	20.54
46.04	20.43	46.54	20.45	47.04	20.47	47.54	20.52	48.04	20.54
46.05	20.43	46.55	20.45	47.05	20.47	47.55	20.52	48.05	20.54
46.06	20.43	46.56	20.45	47.06	20.47	47.56	20.52	48.06	20.54
46.07	20.43	46.57	20.45	47.07	20.48	47.57	20.52	48.07	20.54
46.08	20.43	46.58	20.45	47.08	20.48	47.58	20.52	48.08	20.54
46.09	20.44	46.59	20.45	47.09	20.48	47.59	20.52	48.09	20.54
46.10	20.44	46.60	20.46	47.10	20.48	47.60	20.52	48.10	20.55
46.11	20.44	46.61	20.46	47.11	20.48	47.61	20.53	48.11	20.55
46.12	20.44	46.62	20.46	47.12	20.49	47.62	20.53	48.12	20.55
46.13	20.44	46.63	20.46	47.13	20.48	47.63	20.53	48.13	20.55
46.14	20.44	46.64	20.46	47.14	20.48	47.64	20.53	48.14	20.55
46.15	20.45	46.65	20.46	47.15	20.48	47.65	20.53	48.15	20.54
46.16	20.45	46.66	20.46	47.16	20.48	47.66	20.53	48.16	20.54
46.17	20.45	46.67	20.46	47.17	20.48	47.67	20.53	48.17	20.55
46.18	20.45	46.68	20.46	47.18	20.48	47.68	20.53	48.18	20.55
46.19	20.45	46.69	20.46	47.19	20.48	47.69	20.53	48.19	20.55
46.20	20.45	46.70	20.46	47.20	20.48	47.70	20.53	48.20	20.55
46.21	20.45	46.71	20.46	47.21	20.48	47.71	20.54	48.21	20.54
46.22	20.45	46.72	20.46	47.22	20.48	47.72	20.54	48.22	20.54
46.23	20.45	46.73	20.46	47.23	20.48	47.73	20.54	48.23	20.55
46.24	20.45	46.74	20.46	47.24	20.48	47.74	20.54	48.24	20.55
46.25	20.45	46.75	20.46	47.25	20.48	47.75	20.54	48.25	20.55
46.26	20.45	46.76	20.46	47.26	20.48	47.76	20.54	48.26	20.56
46.27	20.46	46.77	20.46	47.27	20.48	47.77	20.54	48.27	20.56
46.28	20.46	46.78	20.46	47.28	20.48	47.78	20.54	48.28	20.56
46.29	20.46	46.79	20.46	47.29	20.49	47.79	20.53	48.29	20.56
46.30	20.47	46.80	20.46	47.30	20.49	47.80	20.53	48.30	20.56
46.31	20.47	46.81	20.46	47.31	20.49	47.81	20.53	48.31	20.56
46.32	20.47	46.82	20.46	47.32	20.49	47.82	20.53	48.32	20.56
46.33	20.47	46.83	20.46	47.33	20.49	47.83	20.53	48.33	20.57
46.34	20.47	46.84	20.46	47.34	20.50	47.84	20.53	48.34	20.57
46.35	20.47	46.85	20.46	47.35	20.50	47.85	20.53	48.35	20.57
46.36	20.47	46.86	20.46	47.36	20.50	47.86	20.53	48.36	20.57
46.37	20.47	46.87	20.46	47.37	20.50	47.87	20.53	48.37	20.57
46.38	20.47	46.88	20.46	47.38	20.50	47.88	20.53	48.38	20.57
46.39	20.47	46.89	20.47	47.39	20.50	47.89	20.53	48.39	20.57
46.40	20.46	46.90	20.47	47.40	20.49	47.90	20.53	48.40	20.57
46.41	20.46	46.91	20.47	47.41	20.49	47.91	20.54	48.41	20.57
46.42	20.46	46.92	20.47	47.42	20.50	47.92	20.54	48.42	20.57
46.43	20.46	46.93	20.47	47.43	20.50	47.93	20.54	48.43	20.58
46.44	20.46	46.94	20.47	47.44	20.50	47.94	20.54	48.44	20.58
46.45	20.46	46.95	20.47	47.45	20.50	47.95	20.54	48.45	20.58
46.46	20.46	46.96	20.47	47.46	20.50	47.96	20.54	48.46	20.58
46.47	20.46	46.97	20.47	47.47	20.50	47.97	20.54	48.47	20.58
46.48	20.45	46.98	20.47	47.48	20.50	47.98	20.54	48.48	20.58
46.49	20.45	46.99	20.47	47.49	20.51	47.99	20.54	48.49	20.58
46.50	20.45	47.00	20.47	47.50	20.51	48.00	20.54	48.50	20.58

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
48.51	20.58	49.01	20.58	49.51	20.60	50.01	20.63	50.51	20.65
48.52	20.58	49.02	20.58	49.52	20.60	50.02	20.63	50.52	20.65
48.53	20.58	49.03	20.58	49.53	20.61	50.03	20.63	50.53	20.65
48.54	20.57	49.04	20.58	49.54	20.61	50.04	20.63	50.54	20.65
48.55	20.57	49.05	20.58	49.55	20.61	50.05	20.63	50.55	20.64
48.56	20.57	49.06	20.58	49.56	20.61	50.06	20.63	50.56	20.64
48.57	20.58	49.07	20.58	49.57	20.61	50.07	20.63	50.57	20.64
48.58	20.58	49.08	20.57	49.58	20.61	50.08	20.64	50.58	20.64
48.59	20.58	49.09	20.57	49.59	20.61	50.09	20.64	50.59	20.64
48.60	20.58	49.10	20.57	49.60	20.61	50.10	20.64	50.60	20.64
48.61	20.58	49.11	20.57	49.61	20.61	50.11	20.64	50.61	20.64
48.62	20.58	49.12	20.57	49.62	20.62	50.12	20.64	50.62	20.64
48.63	20.58	49.13	20.57	49.63	20.62	50.13	20.64	50.63	20.64
48.64	20.58	49.14	20.57	49.64	20.62	50.14	20.64	50.64	20.64
48.65	20.58	49.15	20.57	49.65	20.62	50.15	20.64	50.65	20.64
48.66	20.58	49.16	20.57	49.66	20.62	50.16	20.64	50.66	20.64
48.67	20.58	49.17	20.57	49.67	20.63	50.17	20.64	50.67	20.64
48.68	20.58	49.18	20.57	49.68	20.63	50.18	20.64	50.68	20.63
48.69	20.58	49.19	20.58	49.69	20.63	50.19	20.64	50.69	20.63
48.70	20.58	49.20	20.58	49.70	20.63	50.20	20.64	50.70	20.63
48.71	20.58	49.21	20.58	49.71	20.63	50.21	20.64	50.71	20.63
48.72	20.58	49.22	20.59	49.72	20.63	50.22	20.64	50.72	20.63
48.73	20.58	49.23	20.59	49.73	20.63	50.23	20.64	50.73	20.63
48.74	20.58	49.24	20.59	49.74	20.63	50.24	20.64	50.74	20.63
48.75	20.58	49.25	20.60	49.75	20.63	50.25	20.64	50.75	20.63
48.76	20.58	49.26	20.60	49.76	20.62	50.26	20.64	50.76	20.64
48.77	20.59	49.27	20.60	49.77	20.62	50.27	20.64	50.77	20.64
48.78	20.59	49.28	20.60	49.78	20.62	50.28	20.64	50.78	20.64
48.79	20.59	49.29	20.60	49.79	20.62	50.29	20.64	50.79	20.64
48.80	20.59	49.30	20.60	49.80	20.62	50.30	20.64	50.80	20.64
48.81	20.59	49.31	20.60	49.81	20.62	50.31	20.64	50.81	20.64
48.82	20.60	49.32	20.60	49.82	20.63	50.32	20.65	50.82	20.65
48.83	20.60	49.33	20.60	49.83	20.63	50.33	20.65	50.83	20.65
48.84	20.60	49.34	20.60	49.84	20.63	50.34	20.64	50.84	20.65
48.85	20.60	49.35	20.60	49.85	20.63	50.35	20.64	50.85	20.65
48.86	20.60	49.36	20.60	49.86	20.63	50.36	20.64	50.86	20.65
48.87	20.60	49.37	20.60	49.87	20.63	50.37	20.64	50.87	20.65
48.88	20.59	49.38	20.60	49.88	20.63	50.38	20.64	50.88	20.65
48.89	20.59	49.39	20.61	49.89	20.62	50.39	20.64	50.89	20.65
48.90	20.59	49.40	20.60	49.90	20.62	50.40	20.64	50.90	20.65
48.91	20.59	49.41	20.60	49.91	20.62	50.41	20.64	50.91	20.65
48.92	20.58	49.42	20.60	49.92	20.61	50.42	20.64	50.92	20.65
48.93	20.58	49.43	20.60	49.93	20.61	50.43	20.64	50.93	20.65
48.94	20.58	49.44	20.60	49.94	20.61	50.44	20.65	50.94	20.65
48.95	20.58	49.45	20.60	49.95	20.61	50.45	20.65	50.95	20.65
48.96	20.57	49.46	20.60	49.96	20.61	50.46	20.65	50.96	20.65
48.97	20.57	49.47	20.60	49.97	20.61	50.47	20.65	50.97	20.65
48.98	20.57	49.48	20.60	49.98	20.62	50.48	20.65	50.98	20.65
48.99	20.58	49.49	20.60	49.99	20.62	50.49	20.65	50.99	20.65
49.00	20.58	49.50	20.60	50.00	20.63	50.50	20.65	51.00	20.65

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
51.01	20.66	51.51	20.69	52.01	20.68	52.51	20.71	53.01	20.70
51.02	20.66	51.52	20.69	52.02	20.68	52.52	20.71	53.02	20.70
51.03	20.66	51.53	20.69	52.03	20.68	52.53	20.71	53.03	20.70
51.04	20.67	51.54	20.69	52.04	20.68	52.54	20.71	53.04	20.70
51.05	20.67	51.55	20.69	52.05	20.68	52.55	20.71	53.05	20.70
51.06	20.67	51.56	20.69	52.06	20.68	52.56	20.71	53.06	20.70
51.07	20.66	51.57	20.69	52.07	20.68	52.57	20.71	53.07	20.70
51.08	20.66	51.58	20.68	52.08	20.68	52.58	20.71	53.08	20.71
51.09	20.66	51.59	20.68	52.09	20.68	52.59	20.71	53.09	20.71
51.10	20.66	51.60	20.68	52.10	20.69	52.60	20.71	53.10	20.71
51.11	20.66	51.61	20.68	52.11	20.69	52.61	20.71	53.11	20.71
51.12	20.65	51.62	20.67	52.12	20.69	52.62	20.71	53.12	20.71
51.13	20.65	51.63	20.67	52.13	20.69	52.63	20.71	53.13	20.71
51.14	20.65	51.64	20.67	52.14	20.69	52.64	20.72	53.14	20.71
51.15	20.65	51.65	20.67	52.15	20.69	52.65	20.72	53.15	20.71
51.16	20.65	51.66	20.67	52.16	20.69	52.66	20.72	53.16	20.72
51.17	20.65	51.67	20.67	52.17	20.69	52.67	20.72	53.17	20.72
51.18	20.66	51.68	20.67	52.18	20.69	52.68	20.72	53.18	20.72
51.19	20.66	51.69	20.67	52.19	20.69	52.69	20.72	53.19	20.72
51.20	20.66	51.70	20.67	52.20	20.69	52.70	20.72	53.20	20.72
51.21	20.66	51.71	20.67	52.21	20.68	52.71	20.72	53.21	20.73
51.22	20.67	51.72	20.67	52.22	20.68	52.72	20.72	53.22	20.73
51.23	20.67	51.73	20.67	52.23	20.67	52.73	20.72	53.23	20.73
51.24	20.67	51.74	20.67	52.24	20.67	52.74	20.71	53.24	20.73
51.25	20.67	51.75	20.67	52.25	20.67	52.75	20.71	53.25	20.73
51.26	20.68	51.76	20.67	52.26	20.67	52.76	20.71	53.26	20.73
51.27	20.68	51.77	20.67	52.27	20.67	52.77	20.71	53.27	20.73
51.28	20.68	51.78	20.67	52.28	20.67	52.78	20.71	53.28	20.72
51.29	20.68	51.79	20.67	52.29	20.67	52.79	20.71	53.29	20.72
51.30	20.68	51.80	20.67	52.30	20.67	52.80	20.71	53.30	20.72
51.31	20.68	51.81	20.67	52.31	20.68	52.81	20.71	53.31	20.73
51.32	20.68	51.82	20.67	52.32	20.68	52.82	20.70	53.32	20.73
51.33	20.68	51.83	20.67	52.33	20.68	52.83	20.71	53.33	20.73
51.34	20.68	51.84	20.67	52.34	20.68	52.84	20.71	53.34	20.73
51.35	20.68	51.85	20.67	52.35	20.69	52.85	20.71	53.35	20.74
51.36	20.68	51.86	20.67	52.36	20.69	52.86	20.71	53.36	20.74
51.37	20.67	51.87	20.67	52.37	20.69	52.87	20.71	53.37	20.74
51.38	20.67	51.88	20.68	52.38	20.68	52.88	20.71	53.38	20.74
51.39	20.67	51.89	20.68	52.39	20.68	52.89	20.71	53.39	20.75
51.40	20.68	51.90	20.68	52.40	20.68	52.90	20.71	53.40	20.75
51.41	20.68	51.91	20.68	52.41	20.68	52.91	20.71	53.41	20.75
51.42	20.68	51.92	20.68	52.42	20.69	52.92	20.71	53.42	20.75
51.43	20.68	51.93	20.68	52.43	20.69	52.93	20.71	53.43	20.75
51.44	20.68	51.94	20.67	52.44	20.69	52.94	20.71	53.44	20.75
51.45	20.68	51.95	20.67	52.45	20.69	52.95	20.71	53.45	20.75
51.46	20.68	51.96	20.67	52.46	20.69	52.96	20.70	53.46	20.76
51.47	20.69	51.97	20.67	52.47	20.69	52.97	20.70	53.47	20.76
51.48	20.69	51.98	20.68	52.48	20.69	52.98	20.70	53.48	20.76
51.49	20.69	51.99	20.68	52.49	20.70	52.99	20.70	53.49	20.76
51.50	20.69	52.00	20.68	52.50	20.70	53.00	20.70	53.50	20.76

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
53.51	20.76	54.01	20.80	54.51	20.84	55.01	20.93	55.51	20.92
53.52	20.77	54.02	20.80	54.52	20.84	55.02	20.93	55.52	20.93
53.53	20.77	54.03	20.80	54.53	20.84	55.03	20.93	55.53	20.93
53.54	20.77	54.04	20.80	54.54	20.84	55.04	20.93	55.54	20.93
53.55	20.77	54.05	20.80	54.55	20.84	55.05	20.93	55.55	20.93
53.56	20.77	54.06	20.80	54.56	20.84	55.06	20.93	55.56	20.93
53.57	20.77	54.07	20.80	54.57	20.84	55.07	20.93	55.57	20.93
53.58	20.77	54.08	20.80	54.58	20.84	55.08	20.93	55.58	20.94
53.59	20.76	54.09	20.80	54.59	20.84	55.09	20.93	55.59	20.94
53.60	20.76	54.10	20.80	54.60	20.84	55.10	20.93	55.60	20.93
53.61	20.76	54.11	20.80	54.61	20.85	55.11	20.93	55.61	20.93
53.62	20.76	54.12	20.79	54.62	20.85	55.12	20.93	55.62	20.93
53.63	20.76	54.13	20.79	54.63	20.85	55.13	20.94	55.63	20.93
53.64	20.76	54.14	20.79	54.64	20.85	55.14	20.93	55.64	20.93
53.65	20.76	54.15	20.79	54.65	20.85	55.15	20.93	55.65	20.93
53.66	20.76	54.16	20.79	54.66	20.85	55.16	20.93	55.66	20.93
53.67	20.76	54.17	20.79	54.67	20.85	55.17	20.92	55.67	20.93
53.68	20.76	54.18	20.79	54.68	20.85	55.18	20.92	55.68	20.93
53.69	20.77	54.19	20.79	54.69	20.86	55.19	20.92	55.69	20.92
53.70	20.77	54.20	20.79	54.70	20.86	55.20	20.92	55.70	20.92
53.71	20.77	54.21	20.79	54.71	20.86	55.21	20.92	55.71	20.93
53.72	20.76	54.22	20.79	54.72	20.86	55.22	20.92	55.72	20.93
53.73	20.77	54.23	20.80	54.73	20.86	55.23	20.92	55.73	20.93
53.74	20.77	54.24	20.81	54.74	20.86	55.24	20.91	55.74	20.94
53.75	20.77	54.25	20.81	54.75	20.86	55.25	20.91	55.75	20.94
53.76	20.77	54.26	20.81	54.76	20.86	55.26	20.91	55.76	20.94
53.77	20.77	54.27	20.81	54.77	20.86	55.27	20.92	55.77	20.94
53.78	20.77	54.28	20.81	54.78	20.86	55.28	20.92	55.78	20.94
53.79	20.77	54.29	20.81	54.79	20.87	55.29	20.92	55.79	20.93
53.80	20.77	54.30	20.82	54.80	20.87	55.30	20.92	55.80	20.94
53.81	20.77	54.31	20.82	54.81	20.88	55.31	20.93	55.81	20.94
53.82	20.78	54.32	20.82	54.82	20.88	55.32	20.93	55.82	20.94
53.83	20.78	54.33	20.82	54.83	20.88	55.33	20.93	55.83	20.94
53.84	20.78	54.34	20.82	54.84	20.89	55.34	20.93	55.84	20.94
53.85	20.78	54.35	20.82	54.85	20.89	55.35	20.94	55.85	20.94
53.86	20.78	54.36	20.82	54.86	20.90	55.36	20.94	55.86	20.94
53.87	20.78	54.37	20.82	54.87	20.91	55.37	20.94	55.87	20.94
53.88	20.78	54.38	20.82	54.88	20.91	55.38	20.94	55.88	20.94
53.89	20.78	54.39	20.82	54.89	20.91	55.39	20.94	55.89	20.94
53.90	20.78	54.40	20.82	54.90	20.91	55.40	20.94	55.90	20.94
53.91	20.78	54.41	20.82	54.91	20.92	55.41	20.94	55.91	20.94
53.92	20.79	54.42	20.83	54.92	20.92	55.42	20.94	55.92	20.93
53.93	20.79	54.43	20.83	54.93	20.93	55.43	20.93	55.93	20.93
53.94	20.79	54.44	20.83	54.94	20.93	55.44	20.93	55.94	20.93
53.95	20.79	54.45	20.83	54.95	20.94	55.45	20.93	55.95	20.93
53.96	20.79	54.46	20.83	54.96	20.94	55.46	20.93	55.96	20.92
53.97	20.80	54.47	20.83	54.97	20.94	55.47	20.93	55.97	20.92
53.98	20.80	54.48	20.84	54.98	20.94	55.48	20.92	55.98	20.92
53.99	20.80	54.49	20.84	54.99	20.94	55.49	20.92	55.99	20.92
54.00	20.80	54.50	20.84	55.00	20.93	55.50	20.92	56.00	20.93

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
56.01	20.93	56.51	20.99	57.01	21.05	57.51	21.04	58.01	21.13
56.02	20.93	56.52	20.99	57.02	21.04	57.52	21.04	58.02	21.13
56.03	20.94	56.53	20.99	57.03	21.04	57.53	21.04	58.03	21.13
56.04	20.94	56.54	20.99	57.04	21.04	57.54	21.04	58.04	21.14
56.05	20.94	56.55	20.99	57.05	21.04	57.55	21.04	58.05	21.14
56.06	20.94	56.56	20.99	57.06	21.04	57.56	21.04	58.06	21.14
56.07	20.94	56.57	20.99	57.07	21.03	57.57	21.05	58.07	21.14
56.08	20.94	56.58	20.99	57.08	21.03	57.58	21.05	58.08	21.14
56.09	20.95	56.59	20.99	57.09	21.03	57.59	21.05	58.09	21.14
56.10	20.95	56.60	20.99	57.10	21.03	57.60	21.05	58.10	21.14
56.11	20.95	56.61	20.99	57.11	21.03	57.61	21.05	58.11	21.14
56.12	20.95	56.62	20.99	57.12	21.03	57.62	21.05	58.12	21.14
56.13	20.95	56.63	20.99	57.13	21.03	57.63	21.06	58.13	21.14
56.14	20.96	56.64	20.99	57.14	21.03	57.64	21.06	58.14	21.14
56.15	20.96	56.65	20.99	57.15	21.03	57.65	21.06	58.15	21.14
56.16	20.96	56.66	20.99	57.16	21.03	57.66	21.06	58.16	21.15
56.17	20.96	56.67	21.00	57.17	21.03	57.67	21.06	58.17	21.15
56.18	20.96	56.68	21.00	57.18	21.03	57.68	21.06	58.18	21.15
56.19	20.96	56.69	21.00	57.19	21.03	57.69	21.06	58.19	21.15
56.20	20.96	56.70	21.00	57.20	21.03	57.70	21.06	58.20	21.16
56.21	20.97	56.71	21.00	57.21	21.03	57.71	21.06	58.21	21.16
56.22	20.97	56.72	21.01	57.22	21.03	57.72	21.06	58.22	21.16
56.23	20.97	56.73	21.01	57.23	21.03	57.73	21.06	58.23	21.16
56.24	20.98	56.74	21.02	57.24	21.03	57.74	21.06	58.24	21.16
56.25	20.98	56.75	21.02	57.25	21.03	57.75	21.07	58.25	21.16
56.26	20.98	56.76	21.02	57.26	21.03	57.76	21.07	58.26	21.16
56.27	20.99	56.77	21.02	57.27	21.03	57.77	21.08	58.27	21.16
56.28	20.99	56.78	21.02	57.28	21.04	57.78	21.08	58.28	21.16
56.29	20.99	56.79	21.02	57.29	21.04	57.79	21.08	58.29	21.16
56.30	20.99	56.80	21.02	57.30	21.04	57.80	21.09	58.30	21.17
56.31	20.99	56.81	21.02	57.31	21.04	57.81	21.09	58.31	21.17
56.32	20.99	56.82	21.02	57.32	21.04	57.82	21.09	58.32	21.17
56.33	20.99	56.83	21.02	57.33	21.05	57.83	21.09	58.33	21.17
56.34	21.00	56.84	21.02	57.34	21.05	57.84	21.09	58.34	21.18
56.35	20.99	56.85	21.02	57.35	21.05	57.85	21.09	58.35	21.18
56.36	21.00	56.86	21.02	57.36	21.05	57.86	21.09	58.36	21.19
56.37	21.00	56.87	21.02	57.37	21.05	57.87	21.09	58.37	21.19
56.38	21.00	56.88	21.02	57.38	21.05	57.88	21.09	58.38	21.19
56.39	21.00	56.89	21.02	57.39	21.04	57.89	21.10	58.39	21.20
56.40	21.00	56.90	21.03	57.40	21.04	57.90	21.09	58.40	21.20
56.41	21.00	56.91	21.03	57.41	21.04	57.91	21.10	58.41	21.20
56.42	21.00	56.92	21.03	57.42	21.04	57.92	21.10	58.42	21.21
56.43	21.00	56.93	21.03	57.43	21.04	57.93	21.10	58.43	21.21
56.44	21.00	56.94	21.04	57.44	21.03	57.94	21.11	58.44	21.21
56.45	21.00	56.95	21.04	57.45	21.03	57.95	21.11	58.45	21.21
56.46	20.99	56.96	21.04	57.46	21.03	57.96	21.11	58.46	21.20
56.47	20.99	56.97	21.04	57.47	21.03	57.97	21.11	58.47	21.20
56.48	20.99	56.98	21.05	57.48	21.04	57.98	21.12	58.48	21.20
56.49	20.99	56.99	21.05	57.49	21.04	57.99	21.12	58.49	21.20
56.50	20.99	57.00	21.05	57.50	21.04	58.00	21.12	58.50	21.20

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
58.51	21.20	59.01	21.20	59.51	21.20	60.01	21.25	60.51	21.28
58.52	21.20	59.02	21.20	59.52	21.21	60.02	21.25	60.52	21.28
58.53	21.20	59.03	21.20	59.53	21.21	60.03	21.25	60.53	21.28
58.54	21.20	59.04	21.20	59.54	21.21	60.04	21.25	60.54	21.27
58.55	21.20	59.05	21.20	59.55	21.21	60.05	21.25	60.55	21.27
58.56	21.20	59.06	21.20	59.56	21.22	60.06	21.25	60.56	21.27
58.57	21.20	59.07	21.20	59.57	21.22	60.07	21.25	60.57	21.27
58.58	21.20	59.08	21.20	59.58	21.22	60.08	21.25	60.58	21.27
58.59	21.20	59.09	21.20	59.59	21.23	60.09	21.25	60.59	21.27
58.60	21.20	59.10	21.20	59.60	21.23	60.10	21.25	60.60	21.28
58.61	21.20	59.11	21.20	59.61	21.23	60.11	21.25	60.61	21.28
58.62	21.21	59.12	21.20	59.62	21.24	60.12	21.25	60.62	21.28
58.63	21.21	59.13	21.20	59.63	21.24	60.13	21.26	60.63	21.29
58.64	21.21	59.14	21.20	59.64	21.24	60.14	21.26	60.64	21.29
58.65	21.21	59.15	21.20	59.65	21.24	60.15	21.26	60.65	21.29
58.66	21.21	59.16	21.20	59.66	21.24	60.16	21.26	60.66	21.30
58.67	21.22	59.17	21.21	59.67	21.25	60.17	21.26	60.67	21.30
58.68	21.22	59.18	21.21	59.68	21.25	60.18	21.26	60.68	21.30
58.69	21.22	59.19	21.21	59.69	21.25	60.19	21.26	60.69	21.30
58.70	21.22	59.20	21.21	59.70	21.25	60.20	21.26	60.70	21.30
58.71	21.22	59.21	21.22	59.71	21.25	60.21	21.26	60.71	21.31
58.72	21.22	59.22	21.22	59.72	21.25	60.22	21.26	60.72	21.31
58.73	21.22	59.23	21.22	59.73	21.25	60.23	21.26	60.73	21.31
58.74	21.22	59.24	21.22	59.74	21.25	60.24	21.26	60.74	21.31
58.75	21.22	59.25	21.22	59.75	21.25	60.25	21.26	60.75	21.31
58.76	21.22	59.26	21.22	59.76	21.25	60.26	21.26	60.76	21.31
58.77	21.22	59.27	21.22	59.77	21.25	60.27	21.26	60.77	21.31
58.78	21.22	59.28	21.21	59.78	21.25	60.28	21.27	60.78	21.31
58.79	21.22	59.29	21.21	59.79	21.25	60.29	21.27	60.79	21.31
58.80	21.22	59.30	21.21	59.80	21.25	60.30	21.27	60.80	21.31
58.81	21.22	59.31	21.21	59.81	21.25	60.31	21.27	60.81	21.31
58.82	21.22	59.32	21.21	59.82	21.25	60.32	21.27	60.82	21.31
58.83	21.22	59.33	21.21	59.83	21.25	60.33	21.28	60.83	21.31
58.84	21.22	59.34	21.21	59.84	21.25	60.34	21.28	60.84	21.31
58.85	21.21	59.35	21.21	59.85	21.25	60.35	21.28	60.85	21.31
58.86	21.21	59.36	21.21	59.86	21.25	60.36	21.28	60.86	21.31
58.87	21.21	59.37	21.21	59.87	21.24	60.37	21.28	60.87	21.31
58.88	21.21	59.38	21.21	59.88	21.24	60.38	21.28	60.88	21.31
58.89	21.21	59.39	21.21	59.89	21.24	60.39	21.28	60.89	21.31
58.90	21.21	59.40	21.21	59.90	21.24	60.40	21.28	60.90	21.31
58.91	21.20	59.41	21.21	59.91	21.24	60.41	21.28	60.91	21.32
58.92	21.20	59.42	21.21	59.92	21.24	60.42	21.29	60.92	21.32
58.93	21.21	59.43	21.20	59.93	21.24	60.43	21.29	60.93	21.32
58.94	21.20	59.44	21.20	59.94	21.24	60.44	21.29	60.94	21.32
58.95	21.20	59.45	21.20	59.95	21.24	60.45	21.29	60.95	21.32
58.96	21.20	59.46	21.20	59.96	21.24	60.46	21.29	60.96	21.31
58.97	21.20	59.47	21.20	59.97	21.24	60.47	21.29	60.97	21.32
58.98	21.20	59.48	21.20	59.98	21.25	60.48	21.29	60.98	21.32
58.99	21.20	59.49	21.20	59.99	21.25	60.49	21.29	60.99	21.32
59.00	21.20	59.50	21.20	60.00	21.25	60.50	21.28	61.00	21.32

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
61.01	21.32	61.51	21.37	62.01	21.40	62.51	21.46	63.01	21.51
61.02	21.32	61.52	21.37	62.02	21.41	62.52	21.46	63.02	21.51
61.03	21.32	61.53	21.37	62.03	21.41	62.53	21.46	63.03	21.51
61.04	21.32	61.54	21.37	62.04	21.41	62.54	21.46	63.04	21.51
61.05	21.32	61.55	21.37	62.05	21.41	62.55	21.46	63.05	21.51
61.06	21.32	61.56	21.36	62.06	21.41	62.56	21.46	63.06	21.51
61.07	21.32	61.57	21.36	62.07	21.42	62.57	21.46	63.07	21.51
61.08	21.32	61.58	21.36	62.08	21.42	62.58	21.46	63.08	21.51
61.09	21.32	61.59	21.35	62.09	21.42	62.59	21.46	63.09	21.51
61.10	21.33	61.60	21.35	62.10	21.42	62.60	21.46	63.10	21.51
61.11	21.33	61.61	21.35	62.11	21.43	62.61	21.46	63.11	21.51
61.12	21.33	61.62	21.35	62.12	21.43	62.62	21.46	63.12	21.51
61.13	21.33	61.63	21.35	62.13	21.43	62.63	21.46	63.13	21.51
61.14	21.33	61.64	21.35	62.14	21.43	62.64	21.46	63.14	21.51
61.15	21.33	61.65	21.35	62.15	21.43	62.65	21.46	63.15	21.52
61.16	21.33	61.66	21.35	62.16	21.43	62.66	21.46	63.16	21.52
61.17	21.33	61.67	21.35	62.17	21.43	62.67	21.46	63.17	21.52
61.18	21.33	61.68	21.36	62.18	21.43	62.68	21.46	63.18	21.52
61.19	21.33	61.69	21.36	62.19	21.43	62.69	21.46	63.19	21.52
61.20	21.33	61.70	21.36	62.20	21.42	62.70	21.47	63.20	21.52
61.21	21.33	61.71	21.36	62.21	21.42	62.71	21.47	63.21	21.52
61.22	21.33	61.72	21.36	62.22	21.42	62.72	21.47	63.22	21.52
61.23	21.33	61.73	21.37	62.23	21.42	62.73	21.47	63.23	21.52
61.24	21.33	61.74	21.37	62.24	21.42	62.74	21.47	63.24	21.52
61.25	21.33	61.75	21.37	62.25	21.42	62.75	21.47	63.25	21.52
61.26	21.33	61.76	21.37	62.26	21.42	62.76	21.47	63.26	21.52
61.27	21.33	61.77	21.37	62.27	21.42	62.77	21.47	63.27	21.52
61.28	21.33	61.78	21.37	62.28	21.43	62.78	21.47	63.28	21.52
61.29	21.33	61.79	21.36	62.29	21.43	62.79	21.48	63.29	21.52
61.30	21.34	61.80	21.36	62.30	21.43	62.80	21.47	63.30	21.52
61.31	21.33	61.81	21.36	62.31	21.44	62.81	21.47	63.31	21.52
61.32	21.33	61.82	21.37	62.32	21.44	62.82	21.47	63.32	21.52
61.33	21.33	61.83	21.37	62.33	21.44	62.83	21.47	63.33	21.52
61.34	21.33	61.84	21.37	62.34	21.44	62.84	21.48	63.34	21.52
61.35	21.33	61.85	21.37	62.35	21.45	62.85	21.48	63.35	21.52
61.36	21.34	61.86	21.37	62.36	21.45	62.86	21.48	63.36	21.52
61.37	21.34	61.87	21.37	62.37	21.45	62.87	21.48	63.37	21.52
61.38	21.34	61.88	21.38	62.38	21.45	62.88	21.48	63.38	21.52
61.39	21.34	61.89	21.38	62.39	21.45	62.89	21.48	63.39	21.52
61.40	21.34	61.90	21.38	62.40	21.45	62.90	21.48	63.40	21.52
61.41	21.34	61.91	21.38	62.41	21.45	62.91	21.48	63.41	21.52
61.42	21.35	61.92	21.39	62.42	21.45	62.92	21.49	63.42	21.52
61.43	21.35	61.93	21.39	62.43	21.45	62.93	21.49	63.43	21.52
61.44	21.36	61.94	21.39	62.44	21.45	62.94	21.49	63.44	21.53
61.45	21.36	61.95	21.39	62.45	21.45	62.95	21.49	63.45	21.53
61.46	21.36	61.96	21.39	62.46	21.45	62.96	21.50	63.46	21.53
61.47	21.37	61.97	21.39	62.47	21.45	62.97	21.50	63.47	21.53
61.48	21.37	61.98	21.40	62.48	21.45	62.98	21.50	63.48	21.53
61.49	21.37	61.99	21.40	62.49	21.46	62.99	21.50	63.49	21.53
61.50	21.37	62.00	21.40	62.50	21.46	63.00	21.50	63.50	21.53

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
63.51	21.53	64.01	21.55	64.51	21.56	65.01	21.59	65.51	21.59
63.52	21.53	64.02	21.55	64.52	21.56	65.02	21.59	65.52	21.59
63.53	21.53	64.03	21.55	64.53	21.56	65.03	21.58	65.53	21.60
63.54	21.53	64.04	21.55	64.54	21.57	65.04	21.58	65.54	21.60
63.55	21.53	64.05	21.56	64.55	21.57	65.05	21.58	65.55	21.60
63.56	21.53	64.06	21.56	64.56	21.57	65.06	21.58	65.56	21.59
63.57	21.53	64.07	21.56	64.57	21.57	65.07	21.58	65.57	21.59
63.58	21.54	64.08	21.56	64.58	21.56	65.08	21.58	65.58	21.59
63.59	21.54	64.09	21.56	64.59	21.56	65.09	21.57	65.59	21.59
63.60	21.54	64.10	21.56	64.60	21.57	65.10	21.57	65.60	21.59
63.61	21.54	64.11	21.56	64.61	21.56	65.11	21.57	65.61	21.60
63.62	21.54	64.12	21.57	64.62	21.56	65.12	21.57	65.62	21.59
63.63	21.54	64.13	21.57	64.63	21.56	65.13	21.56	65.63	21.59
63.64	21.54	64.14	21.57	64.64	21.56	65.14	21.57	65.64	21.59
63.65	21.54	64.15	21.57	64.65	21.56	65.15	21.57	65.65	21.59
63.66	21.54	64.16	21.57	64.66	21.56	65.16	21.57	65.66	21.59
63.67	21.54	64.17	21.57	64.67	21.57	65.17	21.57	65.67	21.59
63.68	21.54	64.18	21.57	64.68	21.57	65.18	21.57	65.68	21.60
63.69	21.54	64.19	21.57	64.69	21.57	65.19	21.57	65.69	21.60
63.70	21.54	64.20	21.57	64.70	21.57	65.20	21.58	65.70	21.60
63.71	21.54	64.21	21.57	64.71	21.57	65.21	21.58	65.71	21.60
63.72	21.53	64.22	21.57	64.72	21.58	65.22	21.58	65.72	21.60
63.73	21.53	64.23	21.57	64.73	21.58	65.23	21.59	65.73	21.60
63.74	21.53	64.24	21.57	64.74	21.58	65.24	21.59	65.74	21.60
63.75	21.53	64.25	21.57	64.75	21.58	65.25	21.59	65.75	21.61
63.76	21.52	64.26	21.57	64.76	21.58	65.26	21.59	65.76	21.61
63.77	21.53	64.27	21.57	64.77	21.58	65.27	21.59	65.77	21.62
63.78	21.52	64.28	21.58	64.78	21.58	65.28	21.59	65.78	21.62
63.79	21.53	64.29	21.58	64.79	21.58	65.29	21.58	65.79	21.62
63.80	21.53	64.30	21.58	64.80	21.58	65.30	21.58	65.80	21.62
63.81	21.53	64.31	21.58	64.81	21.58	65.31	21.58	65.81	21.62
63.82	21.53	64.32	21.58	64.82	21.58	65.32	21.58	65.82	21.62
63.83	21.53	64.33	21.58	64.83	21.58	65.33	21.58	65.83	21.62
63.84	21.54	64.34	21.58	64.84	21.58	65.34	21.58	65.84	21.62
63.85	21.54	64.35	21.57	64.85	21.58	65.35	21.58	65.85	21.62
63.86	21.54	64.36	21.57	64.86	21.58	65.36	21.58	65.86	21.62
63.87	21.54	64.37	21.57	64.87	21.58	65.37	21.58	65.87	21.61
63.88	21.54	64.38	21.57	64.88	21.58	65.38	21.58	65.88	21.61
63.89	21.54	64.39	21.57	64.89	21.58	65.39	21.58	65.89	21.61
63.90	21.54	64.40	21.57	64.90	21.59	65.40	21.58	65.90	21.61
63.91	21.54	64.41	21.57	64.91	21.59	65.41	21.58	65.91	21.61
63.92	21.54	64.42	21.57	64.92	21.59	65.42	21.58	65.92	21.61
63.93	21.54	64.43	21.56	64.93	21.60	65.43	21.59	65.93	21.62
63.94	21.54	64.44	21.56	64.94	21.60	65.44	21.59	65.94	21.62
63.95	21.54	64.45	21.56	64.95	21.59	65.45	21.59	65.95	21.62
63.96	21.54	64.46	21.56	64.96	21.59	65.46	21.59	65.96	21.62
63.97	21.54	64.47	21.56	64.97	21.59	65.47	21.59	65.97	21.63
63.98	21.55	64.48	21.56	64.98	21.59	65.48	21.59	65.98	21.63
63.99	21.55	64.49	21.56	64.99	21.59	65.49	21.59	65.99	21.64
64.00	21.55	64.50	21.56	65.00	21.59	65.50	21.59	66.00	21.64

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
66.01	21.64	66.51	21.65	67.01	21.69	67.51	21.68	68.01	21.69
66.02	21.64	66.52	21.66	67.02	21.68	67.52	21.68	68.02	21.69
66.03	21.64	66.53	21.66	67.03	21.68	67.53	21.68	68.03	21.69
66.04	21.63	66.54	21.66	67.04	21.68	67.54	21.68	68.04	21.69
66.05	21.63	66.55	21.66	67.05	21.68	67.55	21.68	68.05	21.69
66.06	21.63	66.56	21.66	67.06	21.68	67.56	21.68	68.06	21.69
66.07	21.63	66.57	21.66	67.07	21.68	67.57	21.68	68.07	21.69
66.08	21.63	66.58	21.67	67.08	21.68	67.58	21.68	68.08	21.69
66.09	21.62	66.59	21.67	67.09	21.68	67.59	21.69	68.09	21.68
66.10	21.62	66.60	21.67	67.10	21.68	67.60	21.69	68.10	21.68
66.11	21.62	66.61	21.67	67.11	21.68	67.61	21.69	68.11	21.68
66.12	21.62	66.62	21.67	67.12	21.69	67.62	21.69	68.12	21.68
66.13	21.62	66.63	21.67	67.13	21.69	67.63	21.69	68.13	21.68
66.14	21.62	66.64	21.67	67.14	21.69	67.64	21.69	68.14	21.68
66.15	21.63	66.65	21.67	67.15	21.69	67.65	21.69	68.15	21.68
66.16	21.63	66.66	21.67	67.16	21.70	67.66	21.69	68.16	21.68
66.17	21.63	66.67	21.67	67.17	21.70	67.67	21.69	68.17	21.68
66.18	21.63	66.68	21.67	67.18	21.70	67.68	21.69	68.18	21.68
66.19	21.63	66.69	21.66	67.19	21.70	67.69	21.69	68.19	21.68
66.20	21.64	66.70	21.66	67.20	21.70	67.70	21.69	68.20	21.68
66.21	21.64	66.71	21.66	67.21	21.70	67.71	21.69	68.21	21.68
66.22	21.64	66.72	21.66	67.22	21.70	67.72	21.69	68.22	21.68
66.23	21.64	66.73	21.66	67.23	21.70	67.73	21.68	68.23	21.68
66.24	21.64	66.74	21.66	67.24	21.70	67.74	21.68	68.24	21.69
66.25	21.65	66.75	21.66	67.25	21.70	67.75	21.68	68.25	21.69
66.26	21.65	66.76	21.66	67.26	21.70	67.76	21.68	68.26	21.69
66.27	21.65	66.77	21.66	67.27	21.70	67.77	21.68	68.27	21.69
66.28	21.65	66.78	21.66	67.28	21.70	67.78	21.68	68.28	21.70
66.29	21.65	66.79	21.66	67.29	21.69	67.79	21.68	68.29	21.70
66.30	21.65	66.80	21.67	67.30	21.69	67.80	21.67	68.30	21.70
66.31	21.65	66.81	21.67	67.31	21.68	67.81	21.68	68.31	21.70
66.32	21.65	66.82	21.67	67.32	21.68	67.82	21.68	68.32	21.70
66.33	21.65	66.83	21.68	67.33	21.68	67.83	21.68	68.33	21.71
66.34	21.64	66.84	21.68	67.34	21.67	67.84	21.68	68.34	21.71
66.35	21.64	66.85	21.68	67.35	21.67	67.85	21.68	68.35	21.71
66.36	21.64	66.86	21.68	67.36	21.67	67.86	21.68	68.36	21.71
66.37	21.64	66.87	21.68	67.37	21.67	67.87	21.68	68.37	21.71
66.38	21.63	66.88	21.69	67.38	21.67	67.88	21.68	68.38	21.71
66.39	21.63	66.89	21.69	67.39	21.67	67.89	21.68	68.39	21.71
66.40	21.63	66.90	21.69	67.40	21.67	67.90	21.67	68.40	21.71
66.41	21.63	66.91	21.69	67.41	21.68	67.91	21.67	68.41	21.71
66.42	21.63	66.92	21.69	67.42	21.68	67.92	21.67	68.42	21.70
66.43	21.63	66.93	21.70	67.43	21.68	67.93	21.67	68.43	21.70
66.44	21.64	66.94	21.70	67.44	21.68	67.94	21.67	68.44	21.70
66.45	21.64	66.95	21.70	67.45	21.68	67.95	21.67	68.45	21.70
66.46	21.64	66.96	21.70	67.46	21.68	67.96	21.67	68.46	21.71
66.47	21.64	66.97	21.69	67.47	21.68	67.97	21.68	68.47	21.71
66.48	21.64	66.98	21.69	67.48	21.68	67.98	21.68	68.48	21.71
66.49	21.65	66.99	21.69	67.49	21.68	67.99	21.68	68.49	21.71
66.50	21.65	67.00	21.69	67.50	21.68	68.00	21.68	68.50	21.72

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
68.51	21.72	69.01	21.72	69.51	21.77	70.01	21.78	70.51	21.79
68.52	21.72	69.02	21.73	69.52	21.77	70.02	21.78	70.52	21.79
68.53	21.72	69.03	21.73	69.53	21.77	70.03	21.78	70.53	21.79
68.54	21.72	69.04	21.73	69.54	21.77	70.04	21.77	70.54	21.79
68.55	21.71	69.05	21.73	69.55	21.77	70.05	21.77	70.55	21.79
68.56	21.72	69.06	21.73	69.56	21.77	70.06	21.77	70.56	21.79
68.57	21.72	69.07	21.74	69.57	21.77	70.07	21.77	70.57	21.80
68.58	21.71	69.08	21.74	69.58	21.77	70.08	21.78	70.58	21.80
68.59	21.71	69.09	21.74	69.59	21.77	70.09	21.78	70.59	21.80
68.60	21.71	69.10	21.74	69.60	21.77	70.10	21.78	70.60	21.81
68.61	21.71	69.11	21.74	69.61	21.77	70.11	21.78	70.61	21.81
68.62	21.71	69.12	21.75	69.62	21.77	70.12	21.79	70.62	21.81
68.63	21.71	69.13	21.75	69.63	21.78	70.13	21.79	70.63	21.82
68.64	21.71	69.14	21.75	69.64	21.78	70.14	21.79	70.64	21.82
68.65	21.71	69.15	21.75	69.65	21.78	70.15	21.79	70.65	21.82
68.66	21.72	69.16	21.75	69.66	21.78	70.16	21.79	70.66	21.82
68.67	21.72	69.17	21.75	69.67	21.78	70.17	21.79	70.67	21.82
68.68	21.72	69.18	21.75	69.68	21.78	70.18	21.79	70.68	21.81
68.69	21.72	69.19	21.75	69.69	21.78	70.19	21.79	70.69	21.81
68.70	21.73	69.20	21.75	69.70	21.78	70.20	21.79	70.70	21.81
68.71	21.73	69.21	21.75	69.71	21.78	70.21	21.79	70.71	21.81
68.72	21.73	69.22	21.75	69.72	21.78	70.22	21.79	70.72	21.81
68.73	21.74	69.23	21.75	69.73	21.78	70.23	21.79	70.73	21.81
68.74	21.74	69.24	21.75	69.74	21.79	70.24	21.79	70.74	21.81
68.75	21.74	69.25	21.75	69.75	21.79	70.25	21.79	70.75	21.81
68.76	21.73	69.26	21.75	69.76	21.79	70.26	21.79	70.76	21.81
68.77	21.73	69.27	21.75	69.77	21.79	70.27	21.79	70.77	21.81
68.78	21.73	69.28	21.76	69.78	21.79	70.28	21.79	70.78	21.81
68.79	21.73	69.29	21.76	69.79	21.79	70.29	21.79	70.79	21.82
68.80	21.72	69.30	21.76	69.80	21.80	70.30	21.79	70.80	21.82
68.81	21.72	69.31	21.76	69.81	21.79	70.31	21.79	70.81	21.82
68.82	21.72	69.32	21.76	69.82	21.79	70.32	21.79	70.82	21.82
68.83	21.72	69.33	21.76	69.83	21.79	70.33	21.79	70.83	21.82
68.84	21.71	69.34	21.76	69.84	21.79	70.34	21.79	70.84	21.82
68.85	21.71	69.35	21.76	69.85	21.78	70.35	21.79	70.85	21.82
68.86	21.71	69.36	21.76	69.86	21.78	70.36	21.80	70.86	21.82
68.87	21.71	69.37	21.77	69.87	21.78	70.37	21.80	70.87	21.82
68.88	21.71	69.38	21.77	69.88	21.78	70.38	21.80	70.88	21.81
68.89	21.71	69.39	21.77	69.89	21.78	70.39	21.80	70.89	21.81
68.90	21.71	69.40	21.77	69.90	21.78	70.40	21.80	70.90	21.81
68.91	21.71	69.41	21.77	69.91	21.78	70.41	21.80	70.91	21.81
68.92	21.71	69.42	21.77	69.92	21.78	70.42	21.80	70.92	21.81
68.93	21.71	69.43	21.77	69.93	21.78	70.43	21.80	70.93	21.81
68.94	21.71	69.44	21.77	69.94	21.78	70.44	21.80	70.94	21.81
68.95	21.72	69.45	21.77	69.95	21.78	70.45	21.80	70.95	21.81
68.96	21.72	69.46	21.77	69.96	21.78	70.46	21.80	70.96	21.81
68.97	21.72	69.47	21.77	69.97	21.78	70.47	21.79	70.97	21.81
68.98	21.72	69.48	21.77	69.98	21.78	70.48	21.79	70.98	21.81
68.99	21.72	69.49	21.77	69.99	21.78	70.49	21.79	70.99	21.81
69.00	21.72	69.50	21.77	70.00	21.78	70.50	21.79	71.00	21.81

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
71.01	21.81	71.51	21.84	72.01	21.86	72.51	21.88	73.01	21.92
71.02	21.81	71.52	21.84	72.02	21.86	72.52	21.87	73.02	21.92
71.03	21.81	71.53	21.84	72.03	21.87	72.53	21.87	73.03	21.92
71.04	21.81	71.54	21.85	72.04	21.87	72.54	21.87	73.04	21.92
71.05	21.82	71.55	21.85	72.05	21.87	72.55	21.87	73.05	21.92
71.06	21.82	71.56	21.85	72.06	21.86	72.56	21.88	73.06	21.91
71.07	21.82	71.57	21.85	72.07	21.86	72.57	21.88	73.07	21.91
71.08	21.82	71.58	21.85	72.08	21.86	72.58	21.88	73.08	21.91
71.09	21.82	71.59	21.85	72.09	21.86	72.59	21.88	73.09	21.91
71.10	21.83	71.60	21.85	72.10	21.86	72.60	21.87	73.10	21.91
71.11	21.83	71.61	21.85	72.11	21.86	72.61	21.87	73.11	21.91
71.12	21.83	71.62	21.85	72.12	21.86	72.62	21.87	73.12	21.91
71.13	21.83	71.63	21.85	72.13	21.85	72.63	21.87	73.13	21.91
71.14	21.83	71.64	21.85	72.14	21.86	72.64	21.87	73.14	21.92
71.15	21.83	71.65	21.85	72.15	21.86	72.65	21.87	73.15	21.92
71.16	21.83	71.66	21.84	72.16	21.86	72.66	21.87	73.16	21.92
71.17	21.83	71.67	21.84	72.17	21.86	72.67	21.86	73.17	21.92
71.18	21.83	71.68	21.84	72.18	21.86	72.68	21.86	73.18	21.92
71.19	21.83	71.69	21.85	72.19	21.87	72.69	21.86	73.19	21.93
71.20	21.83	71.70	21.85	72.20	21.87	72.70	21.86	73.20	21.93
71.21	21.83	71.71	21.85	72.21	21.87	72.71	21.86	73.21	21.93
71.22	21.83	71.72	21.85	72.22	21.87	72.72	21.86	73.22	21.93
71.23	21.83	71.73	21.85	72.23	21.87	72.73	21.86	73.23	21.94
71.24	21.83	71.74	21.86	72.24	21.87	72.74	21.86	73.24	21.94
71.25	21.83	71.75	21.86	72.25	21.87	72.75	21.86	73.25	21.94
71.26	21.83	71.76	21.86	72.26	21.87	72.76	21.86	73.26	21.94
71.27	21.83	71.77	21.87	72.27	21.87	72.77	21.86	73.27	21.94
71.28	21.83	71.78	21.87	72.28	21.87	72.78	21.86	73.28	21.95
71.29	21.84	71.79	21.87	72.29	21.87	72.79	21.87	73.29	21.95
71.30	21.84	71.80	21.87	72.30	21.87	72.80	21.87	73.30	21.95
71.31	21.83	71.81	21.87	72.31	21.87	72.81	21.87	73.31	21.95
71.32	21.83	71.82	21.87	72.32	21.87	72.82	21.87	73.32	21.95
71.33	21.83	71.83	21.87	72.33	21.87	72.83	21.88	73.33	21.95
71.34	21.83	71.84	21.87	72.34	21.87	72.84	21.88	73.34	21.95
71.35	21.84	71.85	21.87	72.35	21.87	72.85	21.88	73.35	21.95
71.36	21.84	71.86	21.87	72.36	21.87	72.86	21.89	73.36	21.95
71.37	21.83	71.87	21.87	72.37	21.87	72.87	21.89	73.37	21.95
71.38	21.83	71.88	21.87	72.38	21.87	72.88	21.89	73.38	21.95
71.39	21.83	71.89	21.87	72.39	21.87	72.89	21.89	73.39	21.96
71.40	21.83	71.90	21.87	72.40	21.87	72.90	21.89	73.40	21.96
71.41	21.83	71.91	21.87	72.41	21.88	72.91	21.89	73.41	21.96
71.42	21.83	71.92	21.87	72.42	21.88	72.92	21.89	73.42	21.96
71.43	21.84	71.93	21.87	72.43	21.88	72.93	21.90	73.43	21.96
71.44	21.84	71.94	21.86	72.44	21.88	72.94	21.90	73.44	21.96
71.45	21.84	71.95	21.86	72.45	21.88	72.95	21.90	73.45	21.96
71.46	21.84	71.96	21.86	72.46	21.88	72.96	21.90	73.46	21.96
71.47	21.84	71.97	21.86	72.47	21.88	72.97	21.91	73.47	21.96
71.48	21.84	71.98	21.86	72.48	21.88	72.98	21.91	73.48	21.95
71.49	21.84	71.99	21.86	72.49	21.88	72.99	21.91	73.49	21.95
71.50	21.84	72.00	21.86	72.50	21.88	73.00	21.92	73.50	21.95

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
73.51	21.95	74.01	21.95	74.51	21.97	75.01	22.01	75.51	21.99
73.52	21.95	74.02	21.95	74.52	21.97	75.02	22.01	75.52	21.99
73.53	21.95	74.03	21.95	74.53	21.97	75.03	22.00	75.53	21.99
73.54	21.95	74.04	21.95	74.54	21.98	75.04	22.00	75.54	21.99
73.55	21.95	74.05	21.95	74.55	21.98	75.05	22.00	75.55	21.99
73.56	21.95	74.06	21.95	74.56	21.98	75.06	22.00	75.56	21.99
73.57	21.95	74.07	21.94	74.57	21.98	75.07	22.00	75.57	21.99
73.58	21.95	74.08	21.94	74.58	21.98	75.08	22.00	75.58	22.00
73.59	21.95	74.09	21.94	74.59	21.98	75.09	22.01	75.59	22.00
73.60	21.95	74.10	21.94	74.60	21.98	75.10	22.01	75.60	22.00
73.61	21.95	74.11	21.94	74.61	21.99	75.11	22.01	75.61	22.01
73.62	21.95	74.12	21.94	74.62	21.99	75.12	22.00	75.62	22.01
73.63	21.95	74.13	21.94	74.63	21.99	75.13	22.00	75.63	22.01
73.64	21.95	74.14	21.94	74.64	21.98	75.14	22.00	75.64	22.01
73.65	21.95	74.15	21.94	74.65	21.98	75.15	21.99	75.65	22.01
73.66	21.95	74.16	21.94	74.66	21.98	75.16	22.00	75.66	22.01
73.67	21.95	74.17	21.94	74.67	21.98	75.17	22.00	75.67	22.01
73.68	21.94	74.18	21.94	74.68	21.98	75.18	22.00	75.68	22.01
73.69	21.95	74.19	21.94	74.69	21.98	75.19	22.00	75.69	22.01
73.70	21.95	74.20	21.94	74.70	21.98	75.20	21.99	75.70	22.01
73.71	21.95	74.21	21.94	74.71	21.98	75.21	21.99	75.71	22.01
73.72	21.95	74.22	21.94	74.72	21.98	75.22	21.99	75.72	22.01
73.73	21.95	74.23	21.94	74.73	21.98	75.23	21.99	75.73	22.01
73.74	21.95	74.24	21.94	74.74	21.98	75.24	22.00	75.74	22.02
73.75	21.95	74.25	21.95	74.75	21.98	75.25	22.00	75.75	22.02
73.76	21.95	74.26	21.95	74.76	21.98	75.26	22.00	75.76	22.02
73.77	21.95	74.27	21.95	74.77	21.98	75.27	22.00	75.77	22.02
73.78	21.95	74.28	21.95	74.78	21.98	75.28	22.00	75.78	22.02
73.79	21.95	74.29	21.95	74.79	21.98	75.29	22.00	75.79	22.02
73.80	21.95	74.30	21.95	74.80	21.98	75.30	22.00	75.80	22.03
73.81	21.95	74.31	21.95	74.81	21.98	75.31	22.00	75.81	22.03
73.82	21.95	74.32	21.95	74.82	21.98	75.32	22.00	75.82	22.03
73.83	21.95	74.33	21.95	74.83	21.98	75.33	22.00	75.83	22.03
73.84	21.95	74.34	21.95	74.84	21.98	75.34	21.99	75.84	22.03
73.85	21.96	74.35	21.95	74.85	21.98	75.35	21.99	75.85	22.02
73.86	21.96	74.36	21.95	74.86	21.98	75.36	21.98	75.86	22.02
73.87	21.96	74.37	21.96	74.87	21.98	75.37	21.98	75.87	22.02
73.88	21.96	74.38	21.96	74.88	21.98	75.38	21.98	75.88	22.02
73.89	21.96	74.39	21.96	74.89	21.98	75.39	21.98	75.89	22.02
73.90	21.97	74.40	21.97	74.90	21.99	75.40	21.98	75.90	22.02
73.91	21.97	74.41	21.97	74.91	21.99	75.41	21.98	75.91	22.01
73.92	21.96	74.42	21.97	74.92	22.00	75.42	21.98	75.92	22.01
73.93	21.96	74.43	21.97	74.93	22.00	75.43	21.99	75.93	22.00
73.94	21.96	74.44	21.97	74.94	22.00	75.44	21.99	75.94	22.00
73.95	21.96	74.45	21.97	74.95	22.00	75.45	21.99	75.95	22.01
73.96	21.95	74.46	21.97	74.96	22.00	75.46	21.99	75.96	22.01
73.97	21.95	74.47	21.98	74.97	22.00	75.47	21.99	75.97	22.01
73.98	21.95	74.48	21.97	74.98	22.00	75.48	21.99	75.98	22.01
73.99	21.95	74.49	21.97	74.99	22.00	75.49	21.99	75.99	22.01
74.00	21.95	74.50	21.97	75.00	22.00	75.50	21.99	76.00	22.01

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
76.01	22.01	76.51	22.03	77.01	22.03	77.51	22.03	78.01	22.07
76.02	22.01	76.52	22.03	77.02	22.03	77.52	22.03	78.02	22.07
76.03	22.01	76.53	22.04	77.03	22.03	77.53	22.03	78.03	22.08
76.04	22.01	76.54	22.04	77.04	22.03	77.54	22.03	78.04	22.08
76.05	22.01	76.55	22.05	77.05	22.03	77.55	22.03	78.05	22.08
76.06	22.01	76.56	22.04	77.06	22.03	77.56	22.03	78.06	22.08
76.07	22.01	76.57	22.04	77.07	22.03	77.57	22.03	78.07	22.09
76.08	22.00	76.58	22.04	77.08	22.03	77.58	22.03	78.08	22.08
76.09	22.01	76.59	22.03	77.09	22.03	77.59	22.03	78.09	22.08
76.10	22.01	76.60	22.03	77.10	22.03	77.60	22.04	78.10	22.08
76.11	22.01	76.61	22.03	77.11	22.03	77.61	22.03	78.11	22.09
76.12	22.01	76.62	22.03	77.12	22.04	77.62	22.03	78.12	22.09
76.13	22.01	76.63	22.02	77.13	22.04	77.63	22.03	78.13	22.09
76.14	22.01	76.64	22.02	77.14	22.04	77.64	22.03	78.14	22.09
76.15	22.01	76.65	22.02	77.15	22.04	77.65	22.04	78.15	22.09
76.16	22.01	76.66	22.02	77.16	22.04	77.66	22.04	78.16	22.10
76.17	22.01	76.67	22.02	77.17	22.03	77.67	22.04	78.17	22.10
76.18	22.01	76.68	22.03	77.18	22.03	77.68	22.04	78.18	22.10
76.19	22.01	76.69	22.03	77.19	22.03	77.69	22.04	78.19	22.10
76.20	22.01	76.70	22.03	77.20	22.03	77.70	22.04	78.20	22.10
76.21	22.01	76.71	22.04	77.21	22.03	77.71	22.04	78.21	22.10
76.22	22.01	76.72	22.04	77.22	22.03	77.72	22.04	78.22	22.10
76.23	22.00	76.73	22.04	77.23	22.03	77.73	22.04	78.23	22.10
76.24	22.00	76.74	22.04	77.24	22.03	77.74	22.04	78.24	22.10
76.25	22.00	76.75	22.04	77.25	22.04	77.75	22.04	78.25	22.10
76.26	21.99	76.76	22.04	77.26	22.04	77.76	22.04	78.26	22.10
76.27	21.99	76.77	22.04	77.27	22.04	77.77	22.04	78.27	22.10
76.28	22.00	76.78	22.04	77.28	22.04	77.78	22.04	78.28	22.10
76.29	22.00	76.79	22.04	77.29	22.04	77.79	22.04	78.29	22.10
76.30	22.00	76.80	22.04	77.30	22.03	77.80	22.05	78.30	22.10
76.31	21.99	76.81	22.04	77.31	22.03	77.81	22.05	78.31	22.10
76.32	21.99	76.82	22.04	77.32	22.03	77.82	22.06	78.32	22.10
76.33	21.99	76.83	22.04	77.33	22.03	77.83	22.06	78.33	22.09
76.34	21.99	76.84	22.04	77.34	22.03	77.84	22.07	78.34	22.09
76.35	21.99	76.85	22.04	77.35	22.02	77.85	22.07	78.35	22.09
76.36	22.00	76.86	22.04	77.36	22.02	77.86	22.07	78.36	22.09
76.37	22.00	76.87	22.03	77.37	22.02	77.87	22.08	78.37	22.09
76.38	22.00	76.88	22.03	77.38	22.02	77.88	22.08	78.38	22.09
76.39	22.00	76.89	22.03	77.39	22.03	77.89	22.08	78.39	22.09
76.40	22.01	76.90	22.03	77.40	22.03	77.90	22.07	78.40	22.08
76.41	22.01	76.91	22.03	77.41	22.03	77.91	22.07	78.41	22.08
76.42	22.01	76.92	22.03	77.42	22.03	77.92	22.07	78.42	22.08
76.43	22.01	76.93	22.02	77.43	22.04	77.93	22.07	78.43	22.09
76.44	22.02	76.94	22.02	77.44	22.03	77.94	22.07	78.44	22.09
76.45	22.02	76.95	22.02	77.45	22.03	77.95	22.06	78.45	22.10
76.46	22.02	76.96	22.02	77.46	22.04	77.96	22.07	78.46	22.10
76.47	22.02	76.97	22.02	77.47	22.04	77.97	22.07	78.47	22.09
76.48	22.03	76.98	22.03	77.48	22.04	77.98	22.07	78.48	22.09
76.49	22.03	76.99	22.03	77.49	22.04	77.99	22.07	78.49	22.09
76.50	22.03	77.00	22.03	77.50	22.04	78.00	22.07	78.50	22.09

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
78.51	22.10	79.01	22.08	79.51	22.14	80.01	22.14	80.51	22.13
78.52	22.09	79.02	22.08	79.52	22.14	80.02	22.14	80.52	22.13
78.53	22.09	79.03	22.08	79.53	22.14	80.03	22.14	80.53	22.13
78.54	22.09	79.04	22.09	79.54	22.15	80.04	22.14	80.54	22.13
78.55	22.09	79.05	22.09	79.55	22.15	80.05	22.14	80.55	22.13
78.56	22.09	79.06	22.09	79.56	22.15	80.06	22.15	80.56	22.13
78.57	22.09	79.07	22.09	79.57	22.15	80.07	22.15	80.57	22.13
78.58	22.09	79.08	22.09	79.58	22.15	80.08	22.15	80.58	22.14
78.59	22.09	79.09	22.09	79.59	22.15	80.09	22.15	80.59	22.14
78.60	22.09	79.10	22.09	79.60	22.15	80.10	22.15	80.60	22.13
78.61	22.09	79.11	22.09	79.61	22.15	80.11	22.15	80.61	22.13
78.62	22.09	79.12	22.09	79.62	22.15	80.12	22.16	80.62	22.13
78.63	22.10	79.13	22.09	79.63	22.14	80.13	22.16	80.63	22.14
78.64	22.10	79.14	22.09	79.64	22.14	80.14	22.16	80.64	22.14
78.65	22.10	79.15	22.09	79.65	22.14	80.15	22.16	80.65	22.14
78.66	22.10	79.16	22.09	79.66	22.14	80.16	22.15	80.66	22.14
78.67	22.09	79.17	22.09	79.67	22.14	80.17	22.15	80.67	22.14
78.68	22.09	79.18	22.10	79.68	22.14	80.18	22.15	80.68	22.14
78.69	22.09	79.19	22.10	79.69	22.15	80.19	22.14	80.69	22.14
78.70	22.09	79.20	22.10	79.70	22.15	80.20	22.14	80.70	22.15
78.71	22.09	79.21	22.10	79.71	22.15	80.21	22.14	80.71	22.15
78.72	22.09	79.22	22.10	79.72	22.15	80.22	22.13	80.72	22.15
78.73	22.08	79.23	22.10	79.73	22.15	80.23	22.13	80.73	22.15
78.74	22.08	79.24	22.10	79.74	22.15	80.24	22.13	80.74	22.16
78.75	22.08	79.25	22.10	79.75	22.15	80.25	22.12	80.75	22.16
78.76	22.08	79.26	22.10	79.76	22.15	80.26	22.12	80.76	22.16
78.77	22.08	79.27	22.10	79.77	22.14	80.27	22.12	80.77	22.16
78.78	22.07	79.28	22.10	79.78	22.14	80.28	22.13	80.78	22.16
78.79	22.07	79.29	22.10	79.79	22.14	80.29	22.13	80.79	22.16
78.80	22.07	79.30	22.10	79.80	22.14	80.30	22.14	80.80	22.15
78.81	22.07	79.31	22.10	79.81	22.13	80.31	22.14	80.81	22.15
78.82	22.07	79.32	22.10	79.82	22.13	80.32	22.14	80.82	22.15
78.83	22.07	79.33	22.10	79.83	22.13	80.33	22.14	80.83	22.15
78.84	22.07	79.34	22.11	79.84	22.12	80.34	22.15	80.84	22.15
78.85	22.07	79.35	22.11	79.85	22.12	80.35	22.15	80.85	22.15
78.86	22.07	79.36	22.12	79.86	22.12	80.36	22.15	80.86	22.15
78.87	22.07	79.37	22.12	79.87	22.13	80.37	22.15	80.87	22.15
78.88	22.07	79.38	22.13	79.88	22.13	80.38	22.15	80.88	22.15
78.89	22.08	79.39	22.13	79.89	22.13	80.39	22.15	80.89	22.15
78.90	22.08	79.40	22.14	79.90	22.13	80.40	22.15	80.90	22.15
78.91	22.08	79.41	22.14	79.91	22.13	80.41	22.14	80.91	22.15
78.92	22.08	79.42	22.14	79.92	22.13	80.42	22.14	80.92	22.15
78.93	22.08	79.43	22.14	79.93	22.13	80.43	22.13	80.93	22.15
78.94	22.07	79.44	22.14	79.94	22.13	80.44	22.13	80.94	22.14
78.95	22.07	79.45	22.14	79.95	22.13	80.45	22.13	80.95	22.14
78.96	22.07	79.46	22.14	79.96	22.13	80.46	22.13	80.96	22.14
78.97	22.07	79.47	22.14	79.97	22.14	80.47	22.13	80.97	22.14
78.98	22.08	79.48	22.14	79.98	22.14	80.48	22.13	80.98	22.14
78.99	22.08	79.49	22.14	79.99	22.14	80.49	22.13	80.99	22.14
79.00	22.08	79.50	22.14	80.00	22.14	80.50	22.13	81.00	22.14

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
81.01	22.14	81.51	22.18	82.01	22.21	82.51	22.22	83.01	22.25
81.02	22.15	81.52	22.18	82.02	22.22	82.52	22.23	83.02	22.26
81.03	22.15	81.53	22.19	82.03	22.22	82.53	22.23	83.03	22.26
81.04	22.15	81.54	22.19	82.04	22.22	82.54	22.23	83.04	22.26
81.05	22.15	81.55	22.19	82.05	22.22	82.55	22.23	83.05	22.26
81.06	22.15	81.56	22.19	82.06	22.23	82.56	22.24	83.06	22.26
81.07	22.15	81.57	22.19	82.07	22.23	82.57	22.24	83.07	22.27
81.08	22.15	81.58	22.19	82.08	22.23	82.58	22.24	83.08	22.26
81.09	22.15	81.59	22.19	82.09	22.23	82.59	22.24	83.09	22.26
81.10	22.15	81.60	22.19	82.10	22.23	82.60	22.24	83.10	22.26
81.11	22.14	81.61	22.19	82.11	22.23	82.61	22.24	83.11	22.26
81.12	22.14	81.62	22.19	82.12	22.23	82.62	22.23	83.12	22.26
81.13	22.14	81.63	22.19	82.13	22.23	82.63	22.23	83.13	22.26
81.14	22.14	81.64	22.19	82.14	22.23	82.64	22.23	83.14	22.26
81.15	22.14	81.65	22.19	82.15	22.23	82.65	22.23	83.15	22.27
81.16	22.14	81.66	22.19	82.16	22.23	82.66	22.23	83.16	22.27
81.17	22.14	81.67	22.19	82.17	22.23	82.67	22.23	83.17	22.27
81.18	22.15	81.68	22.18	82.18	22.23	82.68	22.23	83.18	22.27
81.19	22.15	81.69	22.18	82.19	22.23	82.69	22.23	83.19	22.27
81.20	22.15	81.70	22.19	82.20	22.23	82.70	22.23	83.20	22.27
81.21	22.16	81.71	22.19	82.21	22.23	82.71	22.23	83.21	22.28
81.22	22.16	81.72	22.19	82.22	22.23	82.72	22.23	83.22	22.28
81.23	22.17	81.73	22.19	82.23	22.23	82.73	22.23	83.23	22.28
81.24	22.17	81.74	22.18	82.24	22.23	82.74	22.23	83.24	22.28
81.25	22.17	81.75	22.18	82.25	22.23	82.75	22.23	83.25	22.28
81.26	22.18	81.76	22.19	82.26	22.23	82.76	22.23	83.26	22.28
81.27	22.18	81.77	22.19	82.27	22.23	82.77	22.23	83.27	22.28
81.28	22.18	81.78	22.19	82.28	22.23	82.78	22.23	83.28	22.28
81.29	22.18	81.79	22.18	82.29	22.23	82.79	22.23	83.29	22.28
81.30	22.18	81.80	22.18	82.30	22.23	82.80	22.23	83.30	22.28
81.31	22.18	81.81	22.18	82.31	22.23	82.81	22.23	83.31	22.28
81.32	22.18	81.82	22.18	82.32	22.24	82.82	22.24	83.32	22.28
81.33	22.18	81.83	22.18	82.33	22.24	82.83	22.24	83.33	22.28
81.34	22.18	81.84	22.18	82.34	22.24	82.84	22.24	83.34	22.28
81.35	22.18	81.85	22.19	82.35	22.23	82.85	22.24	83.35	22.28
81.36	22.18	81.86	22.19	82.36	22.23	82.86	22.24	83.36	22.28
81.37	22.18	81.87	22.19	82.37	22.23	82.87	22.24	83.37	22.28
81.38	22.18	81.88	22.19	82.38	22.23	82.88	22.24	83.38	22.29
81.39	22.18	81.89	22.19	82.39	22.23	82.89	22.24	83.39	22.29
81.40	22.19	81.90	22.19	82.40	22.23	82.90	22.24	83.40	22.29
81.41	22.18	81.91	22.20	82.41	22.23	82.91	22.24	83.41	22.29
81.42	22.18	81.92	22.20	82.42	22.22	82.92	22.24	83.42	22.29
81.43	22.18	81.93	22.21	82.43	22.22	82.93	22.25	83.43	22.30
81.44	22.18	81.94	22.21	82.44	22.22	82.94	22.25	83.44	22.30
81.45	22.18	81.95	22.21	82.45	22.22	82.95	22.25	83.45	22.30
81.46	22.18	81.96	22.21	82.46	22.22	82.96	22.25	83.46	22.30
81.47	22.18	81.97	22.21	82.47	22.22	82.97	22.25	83.47	22.30
81.48	22.18	81.98	22.21	82.48	22.22	82.98	22.25	83.48	22.30
81.49	22.18	81.99	22.21	82.49	22.22	82.99	22.25	83.49	22.30
81.50	22.18	82.00	22.21	82.50	22.22	83.00	22.25	83.50	22.30

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
83.51	22.30	84.01	22.31	84.51	22.33	85.01	22.36	85.51	22.39
83.52	22.30	84.02	22.31	84.52	22.33	85.02	22.36	85.52	22.39
83.53	22.30	84.03	22.31	84.53	22.33	85.03	22.37	85.53	22.39
83.54	22.30	84.04	22.31	84.54	22.33	85.04	22.37	85.54	22.39
83.55	22.31	84.05	22.31	84.55	22.33	85.05	22.37	85.55	22.39
83.56	22.31	84.06	22.31	84.56	22.33	85.06	22.37	85.56	22.40
83.57	22.30	84.07	22.31	84.57	22.33	85.07	22.36	85.57	22.40
83.58	22.30	84.08	22.31	84.58	22.32	85.08	22.36	85.58	22.40
83.59	22.30	84.09	22.30	84.59	22.32	85.09	22.35	85.59	22.41
83.60	22.30	84.10	22.30	84.60	22.32	85.10	22.35	85.60	22.40
83.61	22.30	84.11	22.30	84.61	22.32	85.11	22.35	85.61	22.40
83.62	22.30	84.12	22.30	84.62	22.32	85.12	22.35	85.62	22.40
83.63	22.30	84.13	22.30	84.63	22.32	85.13	22.36	85.63	22.40
83.64	22.30	84.14	22.30	84.64	22.32	85.14	22.36	85.64	22.40
83.65	22.30	84.15	22.30	84.65	22.32	85.15	22.36	85.65	22.40
83.66	22.30	84.16	22.30	84.66	22.32	85.16	22.36	85.66	22.40
83.67	22.30	84.17	22.30	84.67	22.32	85.17	22.36	85.67	22.39
83.68	22.31	84.18	22.30	84.68	22.32	85.18	22.37	85.68	22.39
83.69	22.31	84.19	22.30	84.69	22.32	85.19	22.37	85.69	22.39
83.70	22.31	84.20	22.30	84.70	22.33	85.20	22.37	85.70	22.38
83.71	22.31	84.21	22.31	84.71	22.33	85.21	22.37	85.71	22.38
83.72	22.31	84.22	22.31	84.72	22.33	85.22	22.37	85.72	22.38
83.73	22.31	84.23	22.31	84.73	22.33	85.23	22.37	85.73	22.38
83.74	22.31	84.24	22.31	84.74	22.33	85.24	22.37	85.74	22.38
83.75	22.31	84.25	22.31	84.75	22.33	85.25	22.37	85.75	22.38
83.76	22.31	84.26	22.32	84.76	22.33	85.26	22.37	85.76	22.38
83.77	22.31	84.27	22.32	84.77	22.33	85.27	22.37	85.77	22.38
83.78	22.31	84.28	22.32	84.78	22.33	85.28	22.37	85.78	22.38
83.79	22.31	84.29	22.33	84.79	22.33	85.29	22.37	85.79	22.37
83.80	22.31	84.30	22.33	84.80	22.33	85.30	22.37	85.80	22.37
83.81	22.31	84.31	22.33	84.81	22.33	85.31	22.37	85.81	22.37
83.82	22.31	84.32	22.33	84.82	22.32	85.32	22.37	85.82	22.37
83.83	22.31	84.33	22.32	84.83	22.33	85.33	22.37	85.83	22.38
83.84	22.31	84.34	22.32	84.84	22.33	85.34	22.37	85.84	22.38
83.85	22.32	84.35	22.32	84.85	22.34	85.35	22.37	85.85	22.38
83.86	22.32	84.36	22.31	84.86	22.34	85.36	22.37	85.86	22.38
83.87	22.32	84.37	22.31	84.87	22.34	85.37	22.37	85.87	22.38
83.88	22.32	84.38	22.31	84.88	22.34	85.38	22.38	85.88	22.38
83.89	22.32	84.39	22.31	84.89	22.34	85.39	22.38	85.89	22.39
83.90	22.32	84.40	22.31	84.90	22.33	85.40	22.38	85.90	22.39
83.91	22.32	84.41	22.31	84.91	22.34	85.41	22.38	85.91	22.39
83.92	22.32	84.42	22.31	84.92	22.34	85.42	22.38	85.92	22.39
83.93	22.32	84.43	22.31	84.93	22.34	85.43	22.38	85.93	22.39
83.94	22.32	84.44	22.32	84.94	22.34	85.44	22.38	85.94	22.39
83.95	22.31	84.45	22.32	84.95	22.34	85.45	22.38	85.95	22.39
83.96	22.31	84.46	22.33	84.96	22.35	85.46	22.38	85.96	22.39
83.97	22.31	84.47	22.33	84.97	22.35	85.47	22.38	85.97	22.39
83.98	22.31	84.48	22.33	84.98	22.35	85.48	22.38	85.98	22.39
83.99	22.31	84.49	22.33	84.99	22.36	85.49	22.38	85.99	22.39
84.00	22.31	84.50	22.33	85.00	22.36	85.50	22.39	86.00	22.39

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
86.01	22.39	86.51	22.42	87.01	22.44	87.51	22.47	88.01	22.48
86.02	22.39	86.52	22.42	87.02	22.44	87.52	22.47	88.02	22.48
86.03	22.40	86.53	22.42	87.03	22.44	87.53	22.47	88.03	22.48
86.04	22.40	86.54	22.42	87.04	22.44	87.54	22.47	88.04	22.47
86.05	22.40	86.55	22.42	87.05	22.44	87.55	22.47	88.05	22.47
86.06	22.40	86.56	22.42	87.06	22.44	87.56	22.47	88.06	22.48
86.07	22.40	86.57	22.42	87.07	22.45	87.57	22.47	88.07	22.48
86.08	22.40	86.58	22.42	87.08	22.45	87.58	22.47	88.08	22.48
86.09	22.40	86.59	22.42	87.09	22.45	87.59	22.47	88.09	22.48
86.10	22.40	86.60	22.42	87.10	22.45	87.60	22.47	88.10	22.48
86.11	22.40	86.61	22.41	87.11	22.45	87.61	22.47	88.11	22.48
86.12	22.40	86.62	22.41	87.12	22.45	87.62	22.47	88.12	22.48
86.13	22.40	86.63	22.41	87.13	22.46	87.63	22.47	88.13	22.48
86.14	22.40	86.64	22.41	87.14	22.45	87.64	22.47	88.14	22.48
86.15	22.40	86.65	22.41	87.15	22.45	87.65	22.47	88.15	22.49
86.16	22.40	86.66	22.41	87.16	22.45	87.66	22.47	88.16	22.49
86.17	22.40	86.67	22.41	87.17	22.45	87.67	22.47	88.17	22.49
86.18	22.40	86.68	22.41	87.18	22.45	87.68	22.47	88.18	22.49
86.19	22.39	86.69	22.41	87.19	22.45	87.69	22.47	88.19	22.49
86.20	22.39	86.70	22.42	87.20	22.45	87.70	22.47	88.20	22.49
86.21	22.38	86.71	22.42	87.21	22.45	87.71	22.47	88.21	22.49
86.22	22.38	86.72	22.42	87.22	22.46	87.72	22.47	88.22	22.49
86.23	22.38	86.73	22.42	87.23	22.46	87.73	22.47	88.23	22.49
86.24	22.38	86.74	22.43	87.24	22.46	87.74	22.46	88.24	22.49
86.25	22.38	86.75	22.43	87.25	22.47	87.75	22.46	88.25	22.49
86.26	22.38	86.76	22.43	87.26	22.47	87.76	22.46	88.26	22.49
86.27	22.38	86.77	22.43	87.27	22.47	87.77	22.46	88.27	22.49
86.28	22.39	86.78	22.43	87.28	22.47	87.78	22.46	88.28	22.49
86.29	22.39	86.79	22.43	87.29	22.47	87.79	22.46	88.29	22.49
86.30	22.39	86.80	22.43	87.30	22.47	87.80	22.46	88.30	22.49
86.31	22.39	86.81	22.43	87.31	22.48	87.81	22.46	88.31	22.49
86.32	22.40	86.82	22.43	87.32	22.48	87.82	22.46	88.32	22.50
86.33	22.40	86.83	22.43	87.33	22.48	87.83	22.46	88.33	22.50
86.34	22.40	86.84	22.43	87.34	22.48	87.84	22.46	88.34	22.50
86.35	22.40	86.85	22.43	87.35	22.48	87.85	22.46	88.35	22.50
86.36	22.40	86.86	22.43	87.36	22.49	87.86	22.46	88.36	22.50
86.37	22.39	86.87	22.44	87.37	22.49	87.87	22.46	88.37	22.50
86.38	22.39	86.88	22.44	87.38	22.49	87.88	22.46	88.38	22.50
86.39	22.38	86.89	22.44	87.39	22.50	87.89	22.46	88.39	22.50
86.40	22.38	86.90	22.44	87.40	22.50	87.90	22.46	88.40	22.50
86.41	22.38	86.91	22.44	87.41	22.50	87.91	22.47	88.41	22.49
86.42	22.38	86.92	22.44	87.42	22.50	87.92	22.47	88.42	22.49
86.43	22.38	86.93	22.44	87.43	22.50	87.93	22.47	88.43	22.49
86.44	22.39	86.94	22.44	87.44	22.49	87.94	22.47	88.44	22.49
86.45	22.39	86.95	22.44	87.45	22.49	87.95	22.47	88.45	22.49
86.46	22.39	86.96	22.44	87.46	22.49	87.96	22.48	88.46	22.49
86.47	22.40	86.97	22.44	87.47	22.48	87.97	22.48	88.47	22.49
86.48	22.40	86.98	22.44	87.48	22.48	87.98	22.48	88.48	22.49
86.49	22.41	86.99	22.44	87.49	22.48	87.99	22.48	88.49	22.49
86.50	22.41	87.00	22.44	87.50	22.47	88.00	22.48	88.50	22.49

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
88.51	22.49	89.01	22.50	89.51	22.52	90.01	22.54	90.51	22.54
88.52	22.49	89.02	22.50	89.52	22.52	90.02	22.54	90.52	22.54
88.53	22.49	89.03	22.50	89.53	22.52	90.03	22.54	90.53	22.54
88.54	22.49	89.04	22.51	89.54	22.53	90.04	22.54	90.54	22.55
88.55	22.49	89.05	22.51	89.55	22.53	90.05	22.53	90.55	22.55
88.56	22.49	89.06	22.51	89.56	22.53	90.06	22.53	90.56	22.55
88.57	22.49	89.07	22.51	89.57	22.53	90.07	22.53	90.57	22.55
88.58	22.50	89.08	22.50	89.58	22.53	90.08	22.54	90.58	22.55
88.59	22.50	89.09	22.50	89.59	22.53	90.09	22.54	90.59	22.56
88.60	22.50	89.10	22.50	89.60	22.53	90.10	22.54	90.60	22.56
88.61	22.50	89.11	22.50	89.61	22.53	90.11	22.54	90.61	22.56
88.62	22.50	89.12	22.50	89.62	22.53	90.12	22.54	90.62	22.56
88.63	22.50	89.13	22.50	89.63	22.53	90.13	22.54	90.63	22.56
88.64	22.50	89.14	22.50	89.64	22.53	90.14	22.54	90.64	22.56
88.65	22.49	89.15	22.50	89.65	22.53	90.15	22.54	90.65	22.56
88.66	22.49	89.16	22.50	89.66	22.53	90.16	22.55	90.66	22.56
88.67	22.49	89.17	22.50	89.67	22.53	90.17	22.55	90.67	22.57
88.68	22.49	89.18	22.50	89.68	22.53	90.18	22.54	90.68	22.57
88.69	22.49	89.19	22.50	89.69	22.53	90.19	22.54	90.69	22.57
88.70	22.49	89.20	22.51	89.70	22.54	90.20	22.54	90.70	22.57
88.71	22.49	89.21	22.51	89.71	22.54	90.21	22.55	90.71	22.57
88.72	22.49	89.22	22.51	89.72	22.54	90.22	22.55	90.72	22.57
88.73	22.49	89.23	22.50	89.73	22.54	90.23	22.55	90.73	22.58
88.74	22.50	89.24	22.50	89.74	22.55	90.24	22.55	90.74	22.58
88.75	22.50	89.25	22.50	89.75	22.55	90.25	22.55	90.75	22.58
88.76	22.50	89.26	22.50	89.76	22.55	90.26	22.55	90.76	22.58
88.77	22.50	89.27	22.50	89.77	22.55	90.27	22.55	90.77	22.58
88.78	22.50	89.28	22.50	89.78	22.55	90.28	22.55	90.78	22.58
88.79	22.50	89.29	22.50	89.79	22.55	90.29	22.55	90.79	22.57
88.80	22.50	89.30	22.49	89.80	22.55	90.30	22.55	90.80	22.57
88.81	22.50	89.31	22.49	89.81	22.55	90.31	22.55	90.81	22.57
88.82	22.50	89.32	22.49	89.82	22.55	90.32	22.54	90.82	22.56
88.83	22.50	89.33	22.49	89.83	22.55	90.33	22.54	90.83	22.56
88.84	22.51	89.34	22.49	89.84	22.55	90.34	22.54	90.84	22.55
88.85	22.51	89.35	22.50	89.85	22.55	90.35	22.54	90.85	22.55
88.86	22.51	89.36	22.50	89.86	22.55	90.36	22.54	90.86	22.55
88.87	22.52	89.37	22.50	89.87	22.55	90.37	22.53	90.87	22.55
88.88	22.52	89.38	22.51	89.88	22.55	90.38	22.53	90.88	22.55
88.89	22.51	89.39	22.51	89.89	22.55	90.39	22.53	90.89	22.55
88.90	22.51	89.40	22.51	89.90	22.55	90.40	22.53	90.90	22.55
88.91	22.52	89.41	22.52	89.91	22.56	90.41	22.53	90.91	22.55
88.92	22.51	89.42	22.52	89.92	22.56	90.42	22.53	90.92	22.55
88.93	22.51	89.43	22.52	89.93	22.55	90.43	22.53	90.93	22.56
88.94	22.51	89.44	22.52	89.94	22.56	90.44	22.53	90.94	22.56
88.95	22.50	89.45	22.52	89.95	22.56	90.45	22.53	90.95	22.56
88.96	22.50	89.46	22.51	89.96	22.55	90.46	22.53	90.96	22.56
88.97	22.50	89.47	22.51	89.97	22.55	90.47	22.54	90.97	22.56
88.98	22.50	89.48	22.52	89.98	22.55	90.48	22.54	90.98	22.56
88.99	22.50	89.49	22.52	89.99	22.55	90.49	22.54	90.99	22.56
89.00	22.51	89.50	22.52	90.00	22.55	90.50	22.54	91.00	22.56

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
91.01	22.56	91.51	22.58	92.01	22.59	92.51	22.64	93.01	22.67
91.02	22.56	91.52	22.58	92.02	22.59	92.52	22.63	93.02	22.67
91.03	22.55	91.53	22.58	92.03	22.58	92.53	22.63	93.03	22.67
91.04	22.55	91.54	22.58	92.04	22.58	92.54	22.63	93.04	22.67
91.05	22.55	91.55	22.58	92.05	22.59	92.55	22.63	93.05	22.67
91.06	22.54	91.56	22.58	92.06	22.59	92.56	22.63	93.06	22.67
91.07	22.54	91.57	22.57	92.07	22.59	92.57	22.63	93.07	22.67
91.08	22.54	91.58	22.57	92.08	22.59	92.58	22.63	93.08	22.67
91.09	22.54	91.59	22.56	92.09	22.59	92.59	22.63	93.09	22.67
91.10	22.54	91.60	22.55	92.10	22.59	92.60	22.63	93.10	22.66
91.11	22.54	91.61	22.55	92.11	22.60	92.61	22.63	93.11	22.66
91.12	22.54	91.62	22.54	92.12	22.60	92.62	22.63	93.12	22.66
91.13	22.55	91.63	22.54	92.13	22.60	92.63	22.63	93.13	22.66
91.14	22.55	91.64	22.54	92.14	22.60	92.64	22.63	93.14	22.66
91.15	22.55	91.65	22.54	92.15	22.61	92.65	22.63	93.15	22.66
91.16	22.55	91.66	22.54	92.16	22.61	92.66	22.63	93.16	22.66
91.17	22.56	91.67	22.55	92.17	22.61	92.67	22.63	93.17	22.66
91.18	22.56	91.68	22.55	92.18	22.60	92.68	22.63	93.18	22.66
91.19	22.55	91.69	22.55	92.19	22.60	92.69	22.63	93.19	22.66
91.20	22.55	91.70	22.55	92.20	22.60	92.70	22.63	93.20	22.66
91.21	22.55	91.71	22.56	92.21	22.60	92.71	22.63	93.21	22.66
91.22	22.55	91.72	22.56	92.22	22.60	92.72	22.63	93.22	22.66
91.23	22.55	91.73	22.56	92.23	22.60	92.73	22.63	93.23	22.66
91.24	22.55	91.74	22.56	92.24	22.60	92.74	22.63	93.24	22.66
91.25	22.54	91.75	22.56	92.25	22.61	92.75	22.63	93.25	22.66
91.26	22.54	91.76	22.56	92.26	22.61	92.76	22.63	93.26	22.66
91.27	22.54	91.77	22.56	92.27	22.61	92.77	22.63	93.27	22.66
91.28	22.54	91.78	22.56	92.28	22.61	92.78	22.64	93.28	22.66
91.29	22.54	91.79	22.56	92.29	22.61	92.79	22.64	93.29	22.66
91.30	22.54	91.80	22.56	92.30	22.62	92.80	22.64	93.30	22.66
91.31	22.55	91.81	22.57	92.31	22.62	92.81	22.64	93.31	22.65
91.32	22.55	91.82	22.57	92.32	22.62	92.82	22.64	93.32	22.65
91.33	22.55	91.83	22.57	92.33	22.63	92.83	22.65	93.33	22.65
91.34	22.55	91.84	22.58	92.34	22.63	92.84	22.65	93.34	22.65
91.35	22.55	91.85	22.58	92.35	22.63	92.85	22.65	93.35	22.65
91.36	22.55	91.86	22.58	92.36	22.63	92.86	22.65	93.36	22.65
91.37	22.55	91.87	22.58	92.37	22.63	92.87	22.65	93.37	22.65
91.38	22.55	91.88	22.59	92.38	22.63	92.88	22.65	93.38	22.65
91.39	22.55	91.89	22.59	92.39	22.64	92.89	22.65	93.39	22.65
91.40	22.55	91.90	22.59	92.40	22.64	92.90	22.65	93.40	22.66
91.41	22.55	91.91	22.59	92.41	22.64	92.91	22.65	93.41	22.66
91.42	22.55	91.92	22.59	92.42	22.64	92.92	22.65	93.42	22.66
91.43	22.55	91.93	22.59	92.43	22.65	92.93	22.65	93.43	22.66
91.44	22.56	91.94	22.59	92.44	22.64	92.94	22.65	93.44	22.66
91.45	22.56	91.95	22.59	92.45	22.64	92.95	22.65	93.45	22.66
91.46	22.56	91.96	22.60	92.46	22.64	92.96	22.65	93.46	22.66
91.47	22.56	91.97	22.60	92.47	22.64	92.97	22.65	93.47	22.66
91.48	22.57	91.98	22.60	92.48	22.64	92.98	22.66	93.48	22.66
91.49	22.57	91.99	22.60	92.49	22.64	92.99	22.66	93.49	22.66
91.50	22.57	92.00	22.59	92.50	22.64	93.00	22.66	93.50	22.66

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
93.51	22.66	94.01	22.67	94.51	22.68	95.01	22.71	95.51	22.72
93.52	22.66	94.02	22.67	94.52	22.68	95.02	22.71	95.52	22.72
93.53	22.66	94.03	22.67	94.53	22.68	95.03	22.71	95.53	22.72
93.54	22.66	94.04	22.67	94.54	22.68	95.04	22.70	95.54	22.72
93.55	22.66	94.05	22.67	94.55	22.68	95.05	22.70	95.55	22.71
93.56	22.66	94.06	22.67	94.56	22.68	95.06	22.70	95.56	22.71
93.57	22.66	94.07	22.67	94.57	22.68	95.07	22.70	95.57	22.71
93.58	22.66	94.08	22.67	94.58	22.68	95.08	22.69	95.58	22.71
93.59	22.66	94.09	22.68	94.59	22.68	95.09	22.69	95.59	22.71
93.60	22.66	94.10	22.67	94.60	22.68	95.10	22.69	95.60	22.71
93.61	22.66	94.11	22.67	94.61	22.68	95.11	22.69	95.61	22.71
93.62	22.66	94.12	22.67	94.62	22.68	95.12	22.69	95.62	22.71
93.63	22.66	94.13	22.67	94.63	22.69	95.13	22.69	95.63	22.71
93.64	22.66	94.14	22.67	94.64	22.69	95.14	22.69	95.64	22.72
93.65	22.66	94.15	22.67	94.65	22.69	95.15	22.69	95.65	22.71
93.66	22.66	94.16	22.67	94.66	22.69	95.16	22.69	95.66	22.71
93.67	22.66	94.17	22.67	94.67	22.69	95.17	22.69	95.67	22.71
93.68	22.66	94.18	22.67	94.68	22.69	95.18	22.69	95.68	22.71
93.69	22.66	94.19	22.67	94.69	22.70	95.19	22.69	95.69	22.71
93.70	22.66	94.20	22.67	94.70	22.70	95.20	22.70	95.70	22.71
93.71	22.66	94.21	22.67	94.71	22.70	95.21	22.70	95.71	22.71
93.72	22.66	94.22	22.67	94.72	22.70	95.22	22.70	95.72	22.71
93.73	22.66	94.23	22.67	94.73	22.70	95.23	22.70	95.73	22.71
93.74	22.66	94.24	22.67	94.74	22.70	95.24	22.70	95.74	22.71
93.75	22.66	94.25	22.67	94.75	22.70	95.25	22.70	95.75	22.70
93.76	22.66	94.26	22.67	94.76	22.70	95.26	22.70	95.76	22.70
93.77	22.66	94.27	22.67	94.77	22.70	95.27	22.70	95.77	22.71
93.78	22.66	94.28	22.67	94.78	22.70	95.28	22.71	95.78	22.71
93.79	22.66	94.29	22.67	94.79	22.70	95.29	22.71	95.79	22.71
93.80	22.66	94.30	22.67	94.80	22.71	95.30	22.71	95.80	22.72
93.81	22.66	94.31	22.67	94.81	22.71	95.31	22.70	95.81	22.71
93.82	22.67	94.32	22.67	94.82	22.71	95.32	22.70	95.82	22.72
93.83	22.67	94.33	22.67	94.83	22.71	95.33	22.70	95.83	22.72
93.84	22.67	94.34	22.67	94.84	22.71	95.34	22.70	95.84	22.72
93.85	22.67	94.35	22.67	94.85	22.71	95.35	22.70	95.85	22.72
93.86	22.67	94.36	22.67	94.86	22.71	95.36	22.70	95.86	22.72
93.87	22.67	94.37	22.67	94.87	22.71	95.37	22.70	95.87	22.72
93.88	22.67	94.38	22.68	94.88	22.71	95.38	22.70	95.88	22.72
93.89	22.67	94.39	22.68	94.89	22.71	95.39	22.70	95.89	22.72
93.90	22.67	94.40	22.69	94.90	22.71	95.40	22.70	95.90	22.72
93.91	22.67	94.41	22.69	94.91	22.70	95.41	22.70	95.91	22.72
93.92	22.67	94.42	22.69	94.92	22.70	95.42	22.70	95.92	22.73
93.93	22.67	94.43	22.69	94.93	22.70	95.43	22.71	95.93	22.73
93.94	22.67	94.44	22.69	94.94	22.70	95.44	22.71	95.94	22.73
93.95	22.67	94.45	22.69	94.95	22.70	95.45	22.71	95.95	22.73
93.96	22.67	94.46	22.69	94.96	22.70	95.46	22.71	95.96	22.73
93.97	22.67	94.47	22.69	94.97	22.71	95.47	22.71	95.97	22.73
93.98	22.67	94.48	22.69	94.98	22.71	95.48	22.71	95.98	22.73
93.99	22.67	94.49	22.69	94.99	22.71	95.49	22.72	95.99	22.73
94.00	22.67	94.50	22.69	95.00	22.71	95.50	22.72	96.00	22.73

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
96.01	22.73	96.51	22.73	97.01	22.76	97.51	22.76	98.01	22.77
96.02	22.72	96.52	22.73	97.02	22.76	97.52	22.76	98.02	22.78
96.03	22.72	96.53	22.73	97.03	22.76	97.53	22.76	98.03	22.78
96.04	22.72	96.54	22.74	97.04	22.75	97.54	22.76	98.04	22.78
96.05	22.71	96.55	22.74	97.05	22.76	97.55	22.76	98.05	22.78
96.06	22.71	96.56	22.74	97.06	22.76	97.56	22.76	98.06	22.79
96.07	22.71	96.57	22.74	97.07	22.76	97.57	22.76	98.07	22.79
96.08	22.71	96.58	22.74	97.08	22.75	97.58	22.76	98.08	22.79
96.09	22.71	96.59	22.74	97.09	22.75	97.59	22.76	98.09	22.79
96.10	22.71	96.60	22.75	97.10	22.75	97.60	22.76	98.10	22.80
96.11	22.71	96.61	22.75	97.11	22.75	97.61	22.76	98.11	22.80
96.12	22.71	96.62	22.76	97.12	22.75	97.62	22.76	98.12	22.80
96.13	22.72	96.63	22.76	97.13	22.75	97.63	22.76	98.13	22.80
96.14	22.72	96.64	22.76	97.14	22.76	97.64	22.76	98.14	22.80
96.15	22.72	96.65	22.76	97.15	22.76	97.65	22.76	98.15	22.79
96.16	22.72	96.66	22.76	97.16	22.76	97.66	22.76	98.16	22.79
96.17	22.73	96.67	22.76	97.17	22.76	97.67	22.77	98.17	22.79
96.18	22.73	96.68	22.76	97.18	22.76	97.68	22.77	98.18	22.79
96.19	22.73	96.69	22.76	97.19	22.77	97.69	22.77	98.19	22.79
96.20	22.74	96.70	22.76	97.20	22.77	97.70	22.77	98.20	22.79
96.21	22.74	96.71	22.76	97.21	22.77	97.71	22.77	98.21	22.80
96.22	22.74	96.72	22.76	97.22	22.77	97.72	22.77	98.22	22.80
96.23	22.73	96.73	22.75	97.23	22.77	97.73	22.77	98.23	22.80
96.24	22.73	96.74	22.75	97.24	22.77	97.74	22.77	98.24	22.80
96.25	22.73	96.75	22.75	97.25	22.76	97.75	22.77	98.25	22.80
96.26	22.73	96.76	22.75	97.26	22.76	97.76	22.78	98.26	22.80
96.27	22.73	96.77	22.75	97.27	22.76	97.77	22.78	98.27	22.80
96.28	22.72	96.78	22.75	97.28	22.76	97.78	22.78	98.28	22.80
96.29	22.72	96.79	22.75	97.29	22.76	97.79	22.78	98.29	22.80
96.30	22.72	96.80	22.75	97.30	22.75	97.80	22.78	98.30	22.81
96.31	22.72	96.81	22.75	97.31	22.75	97.81	22.78	98.31	22.80
96.32	22.71	96.82	22.76	97.32	22.75	97.82	22.79	98.32	22.80
96.33	22.72	96.83	22.76	97.33	22.75	97.83	22.79	98.33	22.81
96.34	22.72	96.84	22.76	97.34	22.75	97.84	22.79	98.34	22.81
96.35	22.72	96.85	22.76	97.35	22.75	97.85	22.79	98.35	22.81
96.36	22.73	96.86	22.76	97.36	22.75	97.86	22.78	98.36	22.81
96.37	22.73	96.87	22.76	97.37	22.75	97.87	22.78	98.37	22.81
96.38	22.73	96.88	22.76	97.38	22.75	97.88	22.78	98.38	22.81
96.39	22.73	96.89	22.76	97.39	22.75	97.89	22.78	98.39	22.81
96.40	22.73	96.90	22.76	97.40	22.75	97.90	22.77	98.40	22.82
96.41	22.73	96.91	22.76	97.41	22.74	97.91	22.77	98.41	22.82
96.42	22.73	96.92	22.76	97.42	22.75	97.92	22.77	98.42	22.82
96.43	22.73	96.93	22.76	97.43	22.75	97.93	22.77	98.43	22.82
96.44	22.73	96.94	22.76	97.44	22.75	97.94	22.77	98.44	22.82
96.45	22.73	96.95	22.76	97.45	22.75	97.95	22.77	98.45	22.82
96.46	22.72	96.96	22.76	97.46	22.75	97.96	22.77	98.46	22.82
96.47	22.72	96.97	22.76	97.47	22.75	97.97	22.77	98.47	22.82
96.48	22.72	96.98	22.76	97.48	22.75	97.98	22.77	98.48	22.82
96.49	22.72	96.99	22.76	97.49	22.75	97.99	22.77	98.49	22.82
96.50	22.73	97.00	22.76	97.50	22.75	98.00	22.77	98.50	22.82

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
98.51	22.82	99.01	22.84	99.51	22.84	100.01	22.79	100.51	22.81
98.52	22.82	99.02	22.84	99.52	22.84	100.02	22.79	100.52	22.81
98.53	22.82	99.03	22.84	99.53	22.84	100.03	22.79	100.53	22.81
98.54	22.82	99.04	22.84	99.54	22.84	100.04	22.79	100.54	22.81
98.55	22.82	99.05	22.84	99.55	22.84	100.05	22.79	100.55	22.82
98.56	22.82	99.06	22.84	99.56	22.84	100.06	22.80	100.56	22.82
98.57	22.82	99.07	22.84	99.57	22.84	100.07	22.80	100.57	22.82
98.58	22.82	99.08	22.85	99.58	22.84	100.08	22.80	100.58	22.82
98.59	22.82	99.09	22.85	99.59	22.83	100.09	22.80	100.59	22.82
98.60	22.82	99.10	22.84	99.60	22.83	100.10	22.79	100.60	22.82
98.61	22.83	99.11	22.84	99.61	22.83	100.11	22.79	100.61	22.82
98.62	22.83	99.12	22.84	99.62	22.83	100.12	22.79	100.62	22.82
98.63	22.83	99.13	22.84	99.63	22.83	100.13	22.78	100.63	22.82
98.64	22.83	99.14	22.84	99.64	22.82	100.14	22.78	100.64	22.82
98.65	22.83	99.15	22.83	99.65	22.82	100.15	22.78	100.65	22.82
98.66	22.83	99.16	22.83	99.66	22.82	100.16	22.78	100.66	22.82
98.67	22.83	99.17	22.82	99.67	22.82	100.17	22.77	100.67	22.82
98.68	22.83	99.18	22.82	99.68	22.81	100.18	22.77	100.68	22.82
98.69	22.83	99.19	22.82	99.69	22.81	100.19	22.77	100.69	22.82
98.70	22.83	99.20	22.81	99.70	22.81	100.20	22.77	100.70	22.82
98.71	22.83	99.21	22.81	99.71	22.81	100.21	22.77	100.71	22.82
98.72	22.83	99.22	22.82	99.72	22.81	100.22	22.77	100.72	22.82
98.73	22.83	99.23	22.82	99.73	22.81	100.23	22.77	100.73	22.82
98.74	22.83	99.24	22.82	99.74	22.81	100.24	22.78	100.74	22.82
98.75	22.83	99.25	22.82	99.75	22.81	100.25	22.78	100.75	22.83
98.76	22.83	99.26	22.83	99.76	22.81	100.26	22.78	100.76	22.83
98.77	22.83	99.27	22.83	99.77	22.80	100.27	22.78	100.77	22.83
98.78	22.83	99.28	22.84	99.78	22.80	100.28	22.78	100.78	22.84
98.79	22.83	99.29	22.84	99.79	22.80	100.29	22.78	100.79	22.84
98.80	22.84	99.30	22.85	99.80	22.80	100.30	22.79	100.80	22.84
98.81	22.84	99.31	22.85	99.81	22.80	100.31	22.79	100.81	22.85
98.82	22.84	99.32	22.85	99.82	22.80	100.32	22.79	100.82	22.85
98.83	22.85	99.33	22.85	99.83	22.80	100.33	22.79	100.83	22.85
98.84	22.85	99.34	22.85	99.84	22.79	100.34	22.79	100.84	22.85
98.85	22.85	99.35	22.85	99.85	22.79	100.35	22.79	100.85	22.86
98.86	22.85	99.36	22.85	99.86	22.79	100.36	22.79	100.86	22.86
98.87	22.85	99.37	22.85	99.87	22.79	100.37	22.79	100.87	22.86
98.88	22.85	99.38	22.85	99.88	22.80	100.38	22.80	100.88	22.86
98.89	22.84	99.39	22.84	99.89	22.80	100.39	22.80	100.89	22.86
98.90	22.84	99.40	22.84	99.90	22.80	100.40	22.80	100.90	22.86
98.91	22.84	99.41	22.84	99.91	22.80	100.41	22.80	100.91	22.86
98.92	22.84	99.42	22.84	99.92	22.80	100.42	22.80	100.92	22.86
98.93	22.84	99.43	22.84	99.93	22.80	100.43	22.80	100.93	22.87
98.94	22.84	99.44	22.84	99.94	22.80	100.44	22.80	100.94	22.87
98.95	22.84	99.45	22.84	99.95	22.80	100.45	22.80	100.95	22.87
98.96	22.84	99.46	22.84	99.96	22.79	100.46	22.80	100.96	22.88
98.97	22.84	99.47	22.83	99.97	22.79	100.47	22.80	100.97	22.88
98.98	22.84	99.48	22.83	99.98	22.79	100.48	22.80	100.98	22.88
98.99	22.84	99.49	22.84	99.99	22.79	100.49	22.80	100.99	22.87
99.00	22.84	99.50	22.84	100.00	22.79	100.50	22.80	101.00	22.87

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
101.01	22.87	101.51	22.88	102.01	22.88	102.51	22.90	103.01	22.92
101.02	22.87	101.52	22.87	102.02	22.88	102.52	22.90	103.02	22.92
101.03	22.86	101.53	22.87	102.03	22.88	102.53	22.89	103.03	22.92
101.04	22.86	101.54	22.87	102.04	22.88	102.54	22.89	103.04	22.92
101.05	22.86	101.55	22.88	102.05	22.87	102.55	22.89	103.05	22.92
101.06	22.86	101.56	22.88	102.06	22.87	102.56	22.89	103.06	22.92
101.07	22.86	101.57	22.88	102.07	22.87	102.57	22.89	103.07	22.92
101.08	22.86	101.58	22.88	102.08	22.87	102.58	22.89	103.08	22.92
101.09	22.86	101.59	22.88	102.09	22.87	102.59	22.90	103.09	22.92
101.10	22.87	101.60	22.88	102.10	22.87	102.60	22.90	103.10	22.92
101.11	22.87	101.61	22.88	102.11	22.87	102.61	22.90	103.11	22.92
101.12	22.88	101.62	22.88	102.12	22.87	102.62	22.90	103.12	22.92
101.13	22.88	101.63	22.88	102.13	22.87	102.63	22.90	103.13	22.92
101.14	22.89	101.64	22.88	102.14	22.87	102.64	22.91	103.14	22.92
101.15	22.89	101.65	22.88	102.15	22.87	102.65	22.91	103.15	22.93
101.16	22.89	101.66	22.88	102.16	22.88	102.66	22.91	103.16	22.93
101.17	22.89	101.67	22.88	102.17	22.88	102.67	22.91	103.17	22.93
101.18	22.89	101.68	22.88	102.18	22.89	102.68	22.91	103.18	22.94
101.19	22.89	101.69	22.88	102.19	22.89	102.69	22.91	103.19	22.94
101.20	22.89	101.70	22.88	102.20	22.89	102.70	22.91	103.20	22.94
101.21	22.89	101.71	22.88	102.21	22.89	102.71	22.91	103.21	22.94
101.22	22.89	101.72	22.88	102.22	22.89	102.72	22.91	103.22	22.94
101.23	22.88	101.73	22.88	102.23	22.89	102.73	22.91	103.23	22.95
101.24	22.88	101.74	22.88	102.24	22.90	102.74	22.91	103.24	22.95
101.25	22.88	101.75	22.88	102.25	22.90	102.75	22.92	103.25	22.95
101.26	22.88	101.76	22.88	102.26	22.90	102.76	22.92	103.26	22.95
101.27	22.88	101.77	22.87	102.27	22.90	102.77	22.92	103.27	22.95
101.28	22.88	101.78	22.87	102.28	22.90	102.78	22.92	103.28	22.95
101.29	22.88	101.79	22.88	102.29	22.90	102.79	22.92	103.29	22.95
101.30	22.88	101.80	22.88	102.30	22.90	102.80	22.92	103.30	22.95
101.31	22.88	101.81	22.88	102.31	22.90	102.81	22.92	103.31	22.95
101.32	22.88	101.82	22.87	102.32	22.90	102.82	22.92	103.32	22.95
101.33	22.88	101.83	22.87	102.33	22.90	102.83	22.92	103.33	22.95
101.34	22.88	101.84	22.87	102.34	22.90	102.84	22.92	103.34	22.96
101.35	22.88	101.85	22.87	102.35	22.90	102.85	22.91	103.35	22.96
101.36	22.88	101.86	22.87	102.36	22.90	102.86	22.91	103.36	22.96
101.37	22.88	101.87	22.87	102.37	22.90	102.87	22.91	103.37	22.96
101.38	22.88	101.88	22.88	102.38	22.90	102.88	22.91	103.38	22.95
101.39	22.87	101.89	22.88	102.39	22.89	102.89	22.91	103.39	22.95
101.40	22.88	101.90	22.88	102.40	22.89	102.90	22.91	103.40	22.95
101.41	22.88	101.91	22.89	102.41	22.90	102.91	22.91	103.41	22.95
101.42	22.88	101.92	22.89	102.42	22.90	102.92	22.91	103.42	22.95
101.43	22.89	101.93	22.89	102.43	22.90	102.93	22.91	103.43	22.95
101.44	22.89	101.94	22.89	102.44	22.90	102.94	22.91	103.44	22.94
101.45	22.89	101.95	22.89	102.45	22.90	102.95	22.92	103.45	22.94
101.46	22.89	101.96	22.89	102.46	22.90	102.96	22.92	103.46	22.94
101.47	22.88	101.97	22.89	102.47	22.90	102.97	22.92	103.47	22.94
101.48	22.88	101.98	22.89	102.48	22.90	102.98	22.92	103.48	22.94
101.49	22.88	101.99	22.89	102.49	22.90	102.99	22.92	103.49	22.94
101.50	22.88	102.00	22.88	102.50	22.90	103.00	22.92	103.50	22.94

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
103.51	22.95	104.01	22.92	104.51	22.95	105.01	22.95	105.51	22.95
103.52	22.95	104.02	22.92	104.52	22.95	105.02	22.95	105.52	22.95
103.53	22.95	104.03	22.92	104.53	22.96	105.03	22.96	105.53	22.96
103.54	22.95	104.04	22.93	104.54	22.96	105.04	22.96	105.54	22.96
103.55	22.95	104.05	22.93	104.55	22.96	105.05	22.96	105.55	22.96
103.56	22.96	104.06	22.94	104.56	22.95	105.06	22.97	105.56	22.96
103.57	22.96	104.07	22.94	104.57	22.95	105.07	22.97	105.57	22.95
103.58	22.96	104.08	22.94	104.58	22.94	105.08	22.97	105.58	22.95
103.59	22.96	104.09	22.94	104.59	22.94	105.09	22.97	105.59	22.96
103.60	22.96	104.10	22.95	104.60	22.93	105.10	22.97	105.60	22.96
103.61	22.95	104.11	22.95	104.61	22.93	105.11	22.97	105.61	22.96
103.62	22.95	104.12	22.96	104.62	22.93	105.12	22.97	105.62	22.96
103.63	22.94	104.13	22.96	104.63	22.93	105.13	22.97	105.63	22.96
103.64	22.94	104.14	22.96	104.64	22.93	105.14	22.96	105.64	22.96
103.65	22.94	104.15	22.96	104.65	22.93	105.15	22.96	105.65	22.96
103.66	22.94	104.16	22.96	104.66	22.93	105.16	22.96	105.66	22.96
103.67	22.93	104.17	22.96	104.67	22.93	105.17	22.96	105.67	22.96
103.68	22.93	104.18	22.96	104.68	22.93	105.18	22.96	105.68	22.96
103.69	22.93	104.19	22.96	104.69	22.94	105.19	22.96	105.69	22.96
103.70	22.93	104.20	22.96	104.70	22.94	105.20	22.96	105.70	22.96
103.71	22.93	104.21	22.95	104.71	22.94	105.21	22.96	105.71	22.96
103.72	22.93	104.22	22.95	104.72	22.94	105.22	22.95	105.72	22.96
103.73	22.93	104.23	22.95	104.73	22.94	105.23	22.95	105.73	22.95
103.74	22.93	104.24	22.95	104.74	22.94	105.24	22.96	105.74	22.95
103.75	22.93	104.25	22.94	104.75	22.94	105.25	22.96	105.75	22.94
103.76	22.93	104.26	22.94	104.76	22.94	105.26	22.96	105.76	22.94
103.77	22.93	104.27	22.94	104.77	22.95	105.27	22.96	105.77	22.94
103.78	22.93	104.28	22.93	104.78	22.95	105.28	22.96	105.78	22.94
103.79	22.93	104.29	22.93	104.79	22.95	105.29	22.95	105.79	22.94
103.80	22.93	104.30	22.92	104.80	22.95	105.30	22.95	105.80	22.95
103.81	22.93	104.31	22.92	104.81	22.95	105.31	22.95	105.81	22.95
103.82	22.94	104.32	22.92	104.82	22.95	105.32	22.95	105.82	22.95
103.83	22.94	104.33	22.91	104.83	22.95	105.33	22.95	105.83	22.96
103.84	22.93	104.34	22.91	104.84	22.95	105.34	22.96	105.84	22.96
103.85	22.94	104.35	22.91	104.85	22.95	105.35	22.95	105.85	22.97
103.86	22.94	104.36	22.91	104.86	22.95	105.36	22.95	105.86	22.98
103.87	22.94	104.37	22.92	104.87	22.95	105.37	22.95	105.87	22.98
103.88	22.94	104.38	22.92	104.88	22.95	105.38	22.95	105.88	22.98
103.89	22.94	104.39	22.93	104.89	22.96	105.39	22.95	105.89	22.98
103.90	22.94	104.40	22.93	104.90	22.96	105.40	22.95	105.90	22.98
103.91	22.94	104.41	22.94	104.91	22.96	105.41	22.96	105.91	22.98
103.92	22.94	104.42	22.94	104.92	22.96	105.42	22.96	105.92	22.98
103.93	22.94	104.43	22.94	104.93	22.96	105.43	22.96	105.93	22.98
103.94	22.94	104.44	22.94	104.94	22.96	105.44	22.95	105.94	22.97
103.95	22.94	104.45	22.94	104.95	22.96	105.45	22.95	105.95	22.97
103.96	22.93	104.46	22.94	104.96	22.96	105.46	22.95	105.96	22.97
103.97	22.93	104.47	22.95	104.97	22.95	105.47	22.95	105.97	22.96
103.98	22.93	104.48	22.95	104.98	22.95	105.48	22.95	105.98	22.96
103.99	22.93	104.49	22.95	104.99	22.95	105.49	22.95	105.99	22.95
104.00	22.92	104.50	22.95	105.00	22.95	105.50	22.95	106.00	22.95

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
106.01	22.95	106.51	22.98	107.01	23.00	107.51	23.00	108.01	23.00
106.02	22.95	106.52	22.98	107.02	22.99	107.52	23.00	108.02	23.00
106.03	22.95	106.53	22.98	107.03	22.99	107.53	23.00	108.03	23.00
106.04	22.96	106.54	22.98	107.04	22.99	107.54	23.00	108.04	23.00
106.05	22.96	106.55	22.98	107.05	22.99	107.55	23.00	108.05	23.00
106.06	22.96	106.56	22.98	107.06	22.99	107.56	23.00	108.06	22.99
106.07	22.96	106.57	22.98	107.07	22.99	107.57	23.00	108.07	22.99
106.08	22.97	106.58	22.98	107.08	23.00	107.58	23.00	108.08	22.99
106.09	22.97	106.59	22.98	107.09	23.00	107.59	23.00	108.09	22.99
106.10	22.97	106.60	22.98	107.10	23.00	107.60	23.00	108.10	22.99
106.11	22.97	106.61	22.98	107.11	23.00	107.61	23.00	108.11	22.99
106.12	22.97	106.62	22.99	107.12	23.00	107.62	23.00	108.12	22.99
106.13	22.97	106.63	22.99	107.13	23.00	107.63	23.00	108.13	23.00
106.14	22.97	106.64	22.99	107.14	23.01	107.64	23.00	108.14	23.00
106.15	22.97	106.65	22.99	107.15	23.01	107.65	22.99	108.15	23.00
106.16	22.97	106.66	22.99	107.16	23.01	107.66	22.99	108.16	23.00
106.17	22.97	106.67	22.98	107.17	23.01	107.67	22.99	108.17	23.00
106.18	22.97	106.68	22.98	107.18	23.01	107.68	22.99	108.18	23.00
106.19	22.97	106.69	22.98	107.19	23.00	107.69	22.99	108.19	23.00
106.20	22.97	106.70	22.98	107.20	23.00	107.70	22.99	108.20	23.00
106.21	22.97	106.71	22.99	107.21	23.00	107.71	22.99	108.21	23.00
106.22	22.97	106.72	22.99	107.22	22.99	107.72	22.99	108.22	23.00
106.23	22.97	106.73	22.99	107.23	22.99	107.73	22.99	108.23	22.99
106.24	22.98	106.74	22.99	107.24	22.99	107.74	22.99	108.24	22.99
106.25	22.98	106.75	22.99	107.25	22.98	107.75	22.98	108.25	22.99
106.26	22.98	106.76	22.98	107.26	22.98	107.76	22.99	108.26	22.99
106.27	22.98	106.77	22.98	107.27	22.98	107.77	22.99	108.27	22.99
106.28	22.98	106.78	22.98	107.28	22.98	107.78	22.99	108.28	22.99
106.29	22.98	106.79	22.98	107.29	22.98	107.79	22.99	108.29	22.99
106.30	22.98	106.80	22.98	107.30	22.98	107.80	22.99	108.30	22.99
106.31	22.99	106.81	22.98	107.31	22.98	107.81	22.99	108.31	23.00
106.32	22.99	106.82	22.98	107.32	22.98	107.82	22.99	108.32	23.00
106.33	22.99	106.83	22.98	107.33	22.99	107.83	22.99	108.33	23.00
106.34	22.99	106.84	22.98	107.34	22.99	107.84	22.99	108.34	23.00
106.35	22.98	106.85	22.98	107.35	22.99	107.85	22.99	108.35	23.00
106.36	22.99	106.86	22.98	107.36	23.00	107.86	22.99	108.36	23.00
106.37	22.99	106.87	22.98	107.37	23.00	107.87	22.99	108.37	23.00
106.38	22.99	106.88	22.98	107.38	23.00	107.88	22.99	108.38	23.00
106.39	22.99	106.89	22.99	107.39	23.00	107.89	22.99	108.39	23.00
106.40	22.99	106.90	22.99	107.40	23.01	107.90	22.99	108.40	23.00
106.41	22.99	106.91	22.99	107.41	23.01	107.91	22.99	108.41	23.00
106.42	22.99	106.92	23.00	107.42	23.01	107.92	22.99	108.42	23.00
106.43	22.99	106.93	23.00	107.43	23.01	107.93	22.99	108.43	23.01
106.44	22.99	106.94	23.00	107.44	23.01	107.94	23.00	108.44	23.01
106.45	22.99	106.95	23.00	107.45	23.01	107.95	23.00	108.45	23.01
106.46	22.99	106.96	23.00	107.46	23.01	107.96	23.00	108.46	23.02
106.47	22.99	106.97	23.00	107.47	23.01	107.97	23.00	108.47	23.02
106.48	22.99	106.98	23.00	107.48	23.01	107.98	23.00	108.48	23.02
106.49	22.98	106.99	23.00	107.49	23.01	107.99	23.00	108.49	23.03
106.50	22.98	107.00	23.00	107.50	23.00	108.00	23.00	108.50	23.03

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
108.51	23.03	109.01	22.99	109.51	23.02	110.01	23.02	110.51	23.02
108.52	23.03	109.02	22.99	109.52	23.02	110.02	23.02	110.52	23.02
108.53	23.03	109.03	22.98	109.53	23.02	110.03	23.02	110.53	23.02
108.54	23.03	109.04	22.98	109.54	23.02	110.04	23.02	110.54	23.03
108.55	23.03	109.05	22.98	109.55	23.01	110.05	23.02	110.55	23.03
108.56	23.02	109.06	22.98	109.56	23.02	110.06	23.02	110.56	23.03
108.57	23.02	109.07	22.98	109.57	23.02	110.07	23.02	110.57	23.03
108.58	23.02	109.08	22.98	109.58	23.02	110.08	23.02	110.58	23.02
108.59	23.01	109.09	22.98	109.59	23.03	110.09	23.02	110.59	23.02
108.60	23.01	109.10	22.98	109.60	23.03	110.10	23.02	110.60	23.02
108.61	23.01	109.11	22.99	109.61	23.03	110.11	23.02	110.61	23.02
108.62	23.01	109.12	22.99	109.62	23.03	110.12	23.03	110.62	23.03
108.63	23.01	109.13	22.99	109.63	23.03	110.13	23.03	110.63	23.03
108.64	23.01	109.14	22.99	109.64	23.03	110.14	23.03	110.64	23.03
108.65	23.01	109.15	22.99	109.65	23.03	110.15	23.03	110.65	23.04
108.66	23.01	109.16	23.00	109.66	23.04	110.16	23.03	110.66	23.04
108.67	23.01	109.17	23.00	109.67	23.04	110.17	23.03	110.67	23.04
108.68	23.01	109.18	23.00	109.68	23.03	110.18	23.03	110.68	23.05
108.69	23.01	109.19	23.00	109.69	23.03	110.19	23.03	110.69	23.05
108.70	23.01	109.20	23.00	109.70	23.04	110.20	23.03	110.70	23.04
108.71	23.01	109.21	23.01	109.71	23.04	110.21	23.03	110.71	23.04
108.72	23.01	109.22	23.01	109.72	23.04	110.22	23.03	110.72	23.04
108.73	23.01	109.23	23.01	109.73	23.04	110.23	23.03	110.73	23.04
108.74	23.00	109.24	23.01	109.74	23.04	110.24	23.03	110.74	23.04
108.75	23.00	109.25	23.01	109.75	23.04	110.25	23.03	110.75	23.03
108.76	23.00	109.26	23.01	109.76	23.04	110.26	23.03	110.76	23.03
108.77	23.00	109.27	23.01	109.77	23.04	110.27	23.03	110.77	23.02
108.78	23.00	109.28	23.01	109.78	23.04	110.28	23.04	110.78	23.02
108.79	23.00	109.29	23.01	109.79	23.04	110.29	23.04	110.79	23.02
108.80	22.99	109.30	23.01	109.80	23.04	110.30	23.04	110.80	23.02
108.81	22.99	109.31	23.01	109.81	23.04	110.31	23.03	110.81	23.02
108.82	22.99	109.32	23.01	109.82	23.04	110.32	23.03	110.82	23.03
108.83	22.99	109.33	23.01	109.83	23.03	110.33	23.03	110.83	23.03
108.84	22.99	109.34	23.00	109.84	23.03	110.34	23.03	110.84	23.03
108.85	22.99	109.35	23.00	109.85	23.03	110.35	23.03	110.85	23.03
108.86	22.99	109.36	23.00	109.86	23.03	110.36	23.02	110.86	23.03
108.87	22.99	109.37	23.01	109.87	23.03	110.37	23.02	110.87	23.03
108.88	22.99	109.38	23.01	109.88	23.03	110.38	23.02	110.88	23.03
108.89	22.99	109.39	23.01	109.89	23.03	110.39	23.02	110.89	23.03
108.90	22.99	109.40	23.01	109.90	23.03	110.40	23.02	110.90	23.02
108.91	22.99	109.41	23.02	109.91	23.03	110.41	23.02	110.91	23.02
108.92	22.99	109.42	23.02	109.92	23.03	110.42	23.02	110.92	23.02
108.93	23.00	109.43	23.03	109.93	23.03	110.43	23.02	110.93	23.02
108.94	23.00	109.44	23.03	109.94	23.03	110.44	23.02	110.94	23.01
108.95	23.00	109.45	23.03	109.95	23.03	110.45	23.01	110.95	23.01
108.96	23.00	109.46	23.03	109.96	23.03	110.46	23.01	110.96	23.01
108.97	22.99	109.47	23.03	109.97	23.03	110.47	23.01	110.97	23.01
108.98	22.99	109.48	23.03	109.98	23.03	110.48	23.02	110.98	23.01
108.99	22.99	109.49	23.03	109.99	23.02	110.49	23.02	110.99	23.01
109.00	22.99	109.50	23.02	110.00	23.03	110.50	23.02	111.00	23.01

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
111.01	23.02	111.51	23.03	112.01	23.02	112.51	23.04	113.01	23.03
111.02	23.02	111.52	23.03	112.02	23.02	112.52	23.04	113.02	23.03
111.03	23.02	111.53	23.03	112.03	23.01	112.53	23.04	113.03	23.04
111.04	23.02	111.54	23.03	112.04	23.01	112.54	23.04	113.04	23.04
111.05	23.02	111.55	23.03	112.05	23.01	112.55	23.03	113.05	23.04
111.06	23.01	111.56	23.03	112.06	23.01	112.56	23.03	113.06	23.04
111.07	23.01	111.57	23.03	112.07	23.01	112.57	23.02	113.07	23.04
111.08	23.01	111.58	23.03	112.08	23.01	112.58	23.02	113.08	23.04
111.09	23.01	111.59	23.03	112.09	23.01	112.59	23.02	113.09	23.04
111.10	23.01	111.60	23.03	112.10	23.01	112.60	23.02	113.10	23.04
111.11	23.01	111.61	23.03	112.11	23.02	112.61	23.02	113.11	23.04
111.12	23.01	111.62	23.03	112.12	23.02	112.62	23.02	113.12	23.04
111.13	23.01	111.63	23.03	112.13	23.02	112.63	23.03	113.13	23.04
111.14	23.01	111.64	23.03	112.14	23.02	112.64	23.03	113.14	23.04
111.15	23.01	111.65	23.03	112.15	23.02	112.65	23.03	113.15	23.04
111.16	23.01	111.66	23.03	112.16	23.02	112.66	23.03	113.16	23.03
111.17	23.01	111.67	23.03	112.17	23.02	112.67	23.03	113.17	23.03
111.18	23.01	111.68	23.03	112.18	23.02	112.68	23.04	113.18	23.03
111.19	23.01	111.69	23.03	112.19	23.02	112.69	23.04	113.19	23.03
111.20	23.01	111.70	23.03	112.20	23.02	112.70	23.04	113.20	23.03
111.21	23.00	111.71	23.03	112.21	23.02	112.71	23.04	113.21	23.02
111.22	23.00	111.72	23.03	112.22	23.02	112.72	23.04	113.22	23.02
111.23	23.00	111.73	23.03	112.23	23.02	112.73	23.03	113.23	23.02
111.24	23.01	111.74	23.03	112.24	23.02	112.74	23.02	113.24	23.03
111.25	23.01	111.75	23.04	112.25	23.02	112.75	23.02	113.25	23.03
111.26	23.01	111.76	23.04	112.26	23.02	112.76	23.02	113.26	23.03
111.27	23.01	111.77	23.03	112.27	23.02	112.77	23.02	113.27	23.03
111.28	23.01	111.78	23.03	112.28	23.02	112.78	23.02	113.28	23.03
111.29	23.01	111.79	23.03	112.29	23.02	112.79	23.03	113.29	23.04
111.30	23.01	111.80	23.03	112.30	23.02	112.80	23.03	113.30	23.04
111.31	23.02	111.81	23.03	112.31	23.03	112.81	23.03	113.31	23.04
111.32	23.02	111.82	23.03	112.32	23.03	112.82	23.04	113.32	23.05
111.33	23.02	111.83	23.03	112.33	23.03	112.83	23.04	113.33	23.05
111.34	23.02	111.84	23.02	112.34	23.03	112.84	23.04	113.34	23.05
111.35	23.01	111.85	23.02	112.35	23.03	112.85	23.05	113.35	23.05
111.36	23.02	111.86	23.02	112.36	23.03	112.86	23.05	113.36	23.05
111.37	23.02	111.87	23.02	112.37	23.03	112.87	23.05	113.37	23.05
111.38	23.02	111.88	23.02	112.38	23.03	112.88	23.05	113.38	23.05
111.39	23.02	111.89	23.01	112.39	23.03	112.89	23.05	113.39	23.05
111.40	23.02	111.90	23.01	112.40	23.03	112.90	23.04	113.40	23.05
111.41	23.02	111.91	23.02	112.41	23.03	112.91	23.04	113.41	23.05
111.42	23.02	111.92	23.02	112.42	23.03	112.92	23.03	113.42	23.05
111.43	23.02	111.93	23.02	112.43	23.03	112.93	23.03	113.43	23.04
111.44	23.03	111.94	23.02	112.44	23.03	112.94	23.03	113.44	23.04
111.45	23.03	111.95	23.02	112.45	23.03	112.95	23.03	113.45	23.04
111.46	23.03	111.96	23.02	112.46	23.03	112.96	23.03	113.46	23.04
111.47	23.03	111.97	23.02	112.47	23.03	112.97	23.03	113.47	23.04
111.48	23.03	111.98	23.02	112.48	23.04	112.98	23.03	113.48	23.04
111.49	23.03	111.99	23.02	112.49	23.04	112.99	23.03	113.49	23.04
111.50	23.03	112.00	23.02	112.50	23.04	113.00	23.03	113.50	23.04

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
113.51	23.04	114.01	23.04	114.51	23.05	115.01	23.05	115.51	23.05
113.52	23.04	114.02	23.04	114.52	23.05	115.02	23.04	115.52	23.05
113.53	23.04	114.03	23.05	114.53	23.04	115.03	23.04	115.53	23.05
113.54	23.04	114.04	23.05	114.54	23.04	115.04	23.04	115.54	23.05
113.55	23.04	114.05	23.05	114.55	23.04	115.05	23.04	115.55	23.05
113.56	23.04	114.06	23.06	114.56	23.05	115.06	23.04	115.56	23.05
113.57	23.04	114.07	23.06	114.57	23.05	115.07	23.04	115.57	23.05
113.58	23.04	114.08	23.05	114.58	23.05	115.08	23.05	115.58	23.05
113.59	23.04	114.09	23.05	114.59	23.04	115.09	23.05	115.59	23.05
113.60	23.04	114.10	23.05	114.60	23.04	115.10	23.05	115.60	23.05
113.61	23.04	114.11	23.05	114.61	23.04	115.11	23.05	115.61	23.05
113.62	23.04	114.12	23.05	114.62	23.05	115.12	23.06	115.62	23.06
113.63	23.05	114.13	23.05	114.63	23.05	115.13	23.06	115.63	23.05
113.64	23.05	114.14	23.04	114.64	23.05	115.14	23.06	115.64	23.05
113.65	23.05	114.15	23.04	114.65	23.05	115.15	23.06	115.65	23.05
113.66	23.05	114.16	23.04	114.66	23.05	115.16	23.06	115.66	23.05
113.67	23.05	114.17	23.04	114.67	23.05	115.17	23.06	115.67	23.05
113.68	23.05	114.18	23.04	114.68	23.05	115.18	23.06	115.68	23.05
113.69	23.05	114.19	23.04	114.69	23.05	115.19	23.06	115.69	23.05
113.70	23.05	114.20	23.04	114.70	23.05	115.20	23.06	115.70	23.04
113.71	23.05	114.21	23.04	114.71	23.05	115.21	23.06	115.71	23.04
113.72	23.05	114.22	23.04	114.72	23.05	115.22	23.06	115.72	23.04
113.73	23.05	114.23	23.05	114.73	23.05	115.23	23.06	115.73	23.04
113.74	23.04	114.24	23.05	114.74	23.05	115.24	23.05	115.74	23.04
113.75	23.04	114.25	23.05	114.75	23.04	115.25	23.05	115.75	23.04
113.76	23.04	114.26	23.05	114.76	23.04	115.26	23.05	115.76	23.04
113.77	23.04	114.27	23.04	114.77	23.04	115.27	23.05	115.77	23.04
113.78	23.03	114.28	23.04	114.78	23.04	115.28	23.05	115.78	23.04
113.79	23.03	114.29	23.04	114.79	23.04	115.29	23.06	115.79	23.04
113.80	23.03	114.30	23.04	114.80	23.04	115.30	23.06	115.80	23.04
113.81	23.03	114.31	23.04	114.81	23.04	115.31	23.06	115.81	23.04
113.82	23.03	114.32	23.04	114.82	23.04	115.32	23.06	115.82	23.04
113.83	23.03	114.33	23.04	114.83	23.04	115.33	23.06	115.83	23.04
113.84	23.03	114.34	23.04	114.84	23.04	115.34	23.06	115.84	23.05
113.85	23.03	114.35	23.04	114.85	23.05	115.35	23.07	115.85	23.05
113.86	23.04	114.36	23.03	114.86	23.05	115.36	23.07	115.86	23.05
113.87	23.04	114.37	23.03	114.87	23.05	115.37	23.07	115.87	23.05
113.88	23.04	114.38	23.04	114.88	23.04	115.38	23.07	115.88	23.05
113.89	23.04	114.39	23.04	114.89	23.04	115.39	23.07	115.89	23.06
113.90	23.05	114.40	23.05	114.90	23.04	115.40	23.06	115.90	23.06
113.91	23.05	114.41	23.05	114.91	23.05	115.41	23.06	115.91	23.06
113.92	23.05	114.42	23.05	114.92	23.05	115.42	23.06	115.92	23.06
113.93	23.04	114.43	23.05	114.93	23.05	115.43	23.06	115.93	23.07
113.94	23.04	114.44	23.05	114.94	23.05	115.44	23.06	115.94	23.07
113.95	23.04	114.45	23.05	114.95	23.05	115.45	23.06	115.95	23.07
113.96	23.04	114.46	23.05	114.96	23.05	115.46	23.06	115.96	23.07
113.97	23.04	114.47	23.05	114.97	23.05	115.47	23.06	115.97	23.07
113.98	23.04	114.48	23.05	114.98	23.05	115.48	23.06	115.98	23.07
113.99	23.04	114.49	23.05	114.99	23.05	115.49	23.05	115.99	23.07
114.00	23.04	114.50	23.05	115.00	23.05	115.50	23.05	116.00	23.07

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
116.01	23.07	116.51	23.06	117.01	23.05	117.51	23.07	118.01	23.06
116.02	23.07	116.52	23.06	117.02	23.06	117.52	23.06	118.02	23.05
116.03	23.07	116.53	23.06	117.03	23.06	117.53	23.06	118.03	23.05
116.04	23.06	116.54	23.06	117.04	23.06	117.54	23.06	118.04	23.05
116.05	23.06	116.55	23.06	117.05	23.07	117.55	23.06	118.05	23.05
116.06	23.06	116.56	23.06	117.06	23.07	117.56	23.06	118.06	23.05
116.07	23.05	116.57	23.06	117.07	23.07	117.57	23.06	118.07	23.06
116.08	23.05	116.58	23.06	117.08	23.07	117.58	23.06	118.08	23.06
116.09	23.05	116.59	23.06	117.09	23.07	117.59	23.06	118.09	23.06
116.10	23.05	116.60	23.06	117.10	23.07	117.60	23.06	118.10	23.05
116.11	23.05	116.61	23.06	117.11	23.07	117.61	23.06	118.11	23.05
116.12	23.05	116.62	23.05	117.12	23.07	117.62	23.06	118.12	23.06
116.13	23.05	116.63	23.05	117.13	23.06	117.63	23.06	118.13	23.06
116.14	23.06	116.64	23.05	117.14	23.06	117.64	23.06	118.14	23.06
116.15	23.06	116.65	23.05	117.15	23.06	117.65	23.06	118.15	23.07
116.16	23.06	116.66	23.05	117.16	23.06	117.66	23.06	118.16	23.07
116.17	23.06	116.67	23.04	117.17	23.05	117.67	23.07	118.17	23.07
116.18	23.06	116.68	23.04	117.18	23.05	117.68	23.07	118.18	23.07
116.19	23.06	116.69	23.04	117.19	23.05	117.69	23.07	118.19	23.07
116.20	23.06	116.70	23.04	117.20	23.05	117.70	23.07	118.20	23.08
116.21	23.06	116.71	23.04	117.21	23.05	117.71	23.07	118.21	23.08
116.22	23.06	116.72	23.04	117.22	23.05	117.72	23.07	118.22	23.08
116.23	23.06	116.73	23.05	117.23	23.05	117.73	23.07	118.23	23.08
116.24	23.06	116.74	23.05	117.24	23.05	117.74	23.07	118.24	23.08
116.25	23.06	116.75	23.05	117.25	23.05	117.75	23.06	118.25	23.08
116.26	23.06	116.76	23.05	117.26	23.05	117.76	23.06	118.26	23.08
116.27	23.06	116.77	23.05	117.27	23.05	117.77	23.06	118.27	23.08
116.28	23.05	116.78	23.05	117.28	23.05	117.78	23.06	118.28	23.08
116.29	23.06	116.79	23.05	117.29	23.05	117.79	23.05	118.29	23.08
116.30	23.06	116.80	23.05	117.30	23.05	117.80	23.06	118.30	23.08
116.31	23.06	116.81	23.05	117.31	23.06	117.81	23.06	118.31	23.07
116.32	23.06	116.82	23.05	117.32	23.06	117.82	23.06	118.32	23.07
116.33	23.06	116.83	23.05	117.33	23.06	117.83	23.06	118.33	23.07
116.34	23.06	116.84	23.05	117.34	23.06	117.84	23.06	118.34	23.07
116.35	23.06	116.85	23.05	117.35	23.06	117.85	23.06	118.35	23.07
116.36	23.06	116.86	23.05	117.36	23.05	117.86	23.06	118.36	23.06
116.37	23.06	116.87	23.05	117.37	23.05	117.87	23.06	118.37	23.06
116.38	23.06	116.88	23.05	117.38	23.05	117.88	23.06	118.38	23.06
116.39	23.06	116.89	23.05	117.39	23.05	117.89	23.06	118.39	23.06
116.40	23.06	116.90	23.05	117.40	23.05	117.90	23.06	118.40	23.06
116.41	23.06	116.91	23.05	117.41	23.06	117.91	23.06	118.41	23.06
116.42	23.06	116.92	23.05	117.42	23.06	117.92	23.06	118.42	23.06
116.43	23.06	116.93	23.05	117.43	23.06	117.93	23.06	118.43	23.06
116.44	23.06	116.94	23.05	117.44	23.06	117.94	23.06	118.44	23.06
116.45	23.05	116.95	23.05	117.45	23.06	117.95	23.06	118.45	23.06
116.46	23.05	116.96	23.05	117.46	23.06	117.96	23.05	118.46	23.06
116.47	23.06	116.97	23.04	117.47	23.06	117.97	23.05	118.47	23.06
116.48	23.06	116.98	23.05	117.48	23.07	117.98	23.06	118.48	23.06
116.49	23.06	116.99	23.05	117.49	23.07	117.99	23.06	118.49	23.06
116.50	23.06	117.00	23.05	117.50	23.07	118.00	23.06	118.50	23.06

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
118.51	23.06	119.01	23.09	119.51	23.07	120.01	23.08	120.51	23.07
118.52	23.06	119.02	23.09	119.52	23.07	120.02	23.08	120.52	23.07
118.53	23.06	119.03	23.09	119.53	23.07	120.03	23.08	120.53	23.07
118.54	23.07	119.04	23.09	119.54	23.07	120.04	23.08	120.54	23.07
118.55	23.07	119.05	23.09	119.55	23.07	120.05	23.08	120.55	23.08
118.56	23.08	119.06	23.09	119.56	23.08	120.06	23.08	120.56	23.08
118.57	23.08	119.07	23.09	119.57	23.08	120.07	23.08	120.57	23.08
118.58	23.09	119.08	23.09	119.58	23.07	120.08	23.08	120.58	23.08
118.59	23.09	119.09	23.09	119.59	23.07	120.09	23.08	120.59	23.08
118.60	23.09	119.10	23.09	119.60	23.07	120.10	23.08	120.60	23.08
118.61	23.09	119.11	23.09	119.61	23.08	120.11	23.08	120.61	23.09
118.62	23.09	119.12	23.09	119.62	23.08	120.12	23.08	120.62	23.09
118.63	23.09	119.13	23.09	119.63	23.08	120.13	23.08	120.63	23.09
118.64	23.09	119.14	23.09	119.64	23.08	120.14	23.08	120.64	23.09
118.65	23.09	119.15	23.08	119.65	23.08	120.15	23.08	120.65	23.09
118.66	23.09	119.16	23.08	119.66	23.08	120.16	23.07	120.66	23.09
118.67	23.09	119.17	23.08	119.67	23.08	120.17	23.07	120.67	23.09
118.68	23.08	119.18	23.08	119.68	23.08	120.18	23.07	120.68	23.09
118.69	23.08	119.19	23.08	119.69	23.08	120.19	23.07	120.69	23.09
118.70	23.08	119.20	23.08	119.70	23.09	120.20	23.07	120.70	23.09
118.71	23.07	119.21	23.08	119.71	23.09	120.21	23.07	120.71	23.09
118.72	23.07	119.22	23.09	119.72	23.09	120.22	23.08	120.72	23.08
118.73	23.07	119.23	23.09	119.73	23.09	120.23	23.08	120.73	23.08
118.74	23.07	119.24	23.09	119.74	23.08	120.24	23.08	120.74	23.08
118.75	23.07	119.25	23.09	119.75	23.08	120.25	23.08	120.75	23.08
118.76	23.07	119.26	23.09	119.76	23.08	120.26	23.08	120.76	23.08
118.77	23.07	119.27	23.09	119.77	23.08	120.27	23.08	120.77	23.08
118.78	23.07	119.28	23.10	119.78	23.08	120.28	23.09	120.78	23.07
118.79	23.07	119.29	23.10	119.79	23.08	120.29	23.09	120.79	23.07
118.80	23.07	119.30	23.10	119.80	23.08	120.30	23.09	120.80	23.07
118.81	23.07	119.31	23.10	119.81	23.08	120.31	23.09	120.81	23.07
118.82	23.08	119.32	23.10	119.82	23.08	120.32	23.09	120.82	23.08
118.83	23.08	119.33	23.09	119.83	23.08	120.33	23.09	120.83	23.08
118.84	23.08	119.34	23.09	119.84	23.08	120.34	23.09	120.84	23.08
118.85	23.08	119.35	23.08	119.85	23.09	120.35	23.09	120.85	23.08
118.86	23.08	119.36	23.08	119.86	23.08	120.36	23.08	120.86	23.09
118.87	23.08	119.37	23.08	119.87	23.08	120.37	23.08	120.87	23.08
118.88	23.08	119.38	23.07	119.88	23.08	120.38	23.08	120.88	23.08
118.89	23.08	119.39	23.07	119.89	23.08	120.39	23.08	120.89	23.08
118.90	23.09	119.40	23.07	119.90	23.08	120.40	23.08	120.90	23.08
118.91	23.09	119.41	23.07	119.91	23.08	120.41	23.08	120.91	23.08
118.92	23.09	119.42	23.07	119.92	23.08	120.42	23.08	120.92	23.08
118.93	23.09	119.43	23.07	119.93	23.08	120.43	23.08	120.93	23.07
118.94	23.09	119.44	23.07	119.94	23.08	120.44	23.08	120.94	23.07
118.95	23.09	119.45	23.07	119.95	23.08	120.45	23.08	120.95	23.07
118.96	23.09	119.46	23.07	119.96	23.08	120.46	23.08	120.96	23.06
118.97	23.09	119.47	23.07	119.97	23.09	120.47	23.08	120.97	23.06
118.98	23.09	119.48	23.07	119.98	23.09	120.48	23.08	120.98	23.07
118.99	23.09	119.49	23.07	119.99	23.09	120.49	23.08	120.99	23.07
119.00	23.09	119.50	23.07	120.00	23.09	120.50	23.07	121.00	23.07

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
121.01	23.07	121.51	23.08	122.01	23.10	122.51	23.12	123.01	23.11
121.02	23.07	121.52	23.08	122.02	23.10	122.52	23.11	123.02	23.11
121.03	23.07	121.53	23.08	122.03	23.10	122.53	23.12	123.03	23.11
121.04	23.07	121.54	23.08	122.04	23.11	122.54	23.12	123.04	23.11
121.05	23.07	121.55	23.08	122.05	23.11	122.55	23.12	123.05	23.11
121.06	23.08	121.56	23.08	122.06	23.11	122.56	23.12	123.06	23.10
121.07	23.08	121.57	23.08	122.07	23.11	122.57	23.12	123.07	23.11
121.08	23.08	121.58	23.09	122.08	23.11	122.58	23.12	123.08	23.11
121.09	23.07	121.59	23.09	122.09	23.12	122.59	23.12	123.09	23.11
121.10	23.07	121.60	23.09	122.10	23.12	122.60	23.12	123.10	23.11
121.11	23.07	121.61	23.09	122.11	23.11	122.61	23.11	123.11	23.11
121.12	23.07	121.62	23.09	122.12	23.11	122.62	23.11	123.12	23.11
121.13	23.07	121.63	23.09	122.13	23.11	122.63	23.11	123.13	23.12
121.14	23.07	121.64	23.09	122.14	23.11	122.64	23.11	123.14	23.12
121.15	23.07	121.65	23.08	122.15	23.11	122.65	23.11	123.15	23.12
121.16	23.07	121.66	23.08	122.16	23.10	122.66	23.11	123.16	23.12
121.17	23.08	121.67	23.08	122.17	23.10	122.67	23.11	123.17	23.12
121.18	23.08	121.68	23.08	122.18	23.10	122.68	23.11	123.18	23.12
121.19	23.08	121.69	23.08	122.19	23.10	122.69	23.11	123.19	23.12
121.20	23.09	121.70	23.08	122.20	23.10	122.70	23.10	123.20	23.11
121.21	23.09	121.71	23.08	122.21	23.10	122.71	23.10	123.21	23.11
121.22	23.09	121.72	23.09	122.22	23.10	122.72	23.10	123.22	23.11
121.23	23.09	121.73	23.09	122.23	23.10	122.73	23.10	123.23	23.12
121.24	23.09	121.74	23.09	122.24	23.11	122.74	23.10	123.24	23.12
121.25	23.09	121.75	23.09	122.25	23.11	122.75	23.10	123.25	23.12
121.26	23.08	121.76	23.09	122.26	23.11	122.76	23.09	123.26	23.12
121.27	23.08	121.77	23.10	122.27	23.11	122.77	23.09	123.27	23.12
121.28	23.08	121.78	23.10	122.28	23.11	122.78	23.10	123.28	23.12
121.29	23.08	121.79	23.10	122.29	23.11	122.79	23.10	123.29	23.12
121.30	23.08	121.80	23.10	122.30	23.11	122.80	23.10	123.30	23.12
121.31	23.08	121.81	23.10	122.31	23.11	122.81	23.10	123.31	23.12
121.32	23.08	121.82	23.11	122.32	23.11	122.82	23.10	123.32	23.12
121.33	23.08	121.83	23.11	122.33	23.11	122.83	23.10	123.33	23.12
121.34	23.08	121.84	23.11	122.34	23.11	122.84	23.10	123.34	23.11
121.35	23.08	121.85	23.11	122.35	23.11	122.85	23.10	123.35	23.11
121.36	23.08	121.86	23.11	122.36	23.11	122.86	23.10	123.36	23.11
121.37	23.08	121.87	23.11	122.37	23.11	122.87	23.11	123.37	23.11
121.38	23.08	121.88	23.12	122.38	23.11	122.88	23.10	123.38	23.11
121.39	23.08	121.89	23.12	122.39	23.11	122.89	23.11	123.39	23.11
121.40	23.08	121.90	23.12	122.40	23.11	122.90	23.11	123.40	23.11
121.41	23.08	121.91	23.12	122.41	23.11	122.91	23.11	123.41	23.12
121.42	23.08	121.92	23.11	122.42	23.11	122.92	23.11	123.42	23.12
121.43	23.08	121.93	23.11	122.43	23.11	122.93	23.11	123.43	23.12
121.44	23.08	121.94	23.10	122.44	23.11	122.94	23.11	123.44	23.12
121.45	23.08	121.95	23.10	122.45	23.11	122.95	23.11	123.45	23.12
121.46	23.08	121.96	23.10	122.46	23.11	122.96	23.11	123.46	23.12
121.47	23.08	121.97	23.10	122.47	23.11	122.97	23.11	123.47	23.12
121.48	23.08	121.98	23.10	122.48	23.12	122.98	23.11	123.48	23.12
121.49	23.08	121.99	23.10	122.49	23.12	122.99	23.11	123.49	23.12
121.50	23.08	122.00	23.10	122.50	23.11	123.00	23.11	123.50	23.12

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
123.51	23.12	124.01	23.13	124.51	23.13	125.01	23.12	125.51	23.16
123.52	23.11	124.02	23.13	124.52	23.13	125.02	23.12	125.52	23.16
123.53	23.11	124.03	23.13	124.53	23.13	125.03	23.12	125.53	23.16
123.54	23.11	124.04	23.13	124.54	23.13	125.04	23.12	125.54	23.15
123.55	23.10	124.05	23.12	124.55	23.13	125.05	23.12	125.55	23.15
123.56	23.10	124.06	23.12	124.56	23.13	125.06	23.12	125.56	23.15
123.57	23.10	124.07	23.12	124.57	23.13	125.07	23.12	125.57	23.15
123.58	23.10	124.08	23.11	124.58	23.13	125.08	23.12	125.58	23.15
123.59	23.10	124.09	23.11	124.59	23.12	125.09	23.12	125.59	23.15
123.60	23.10	124.10	23.11	124.60	23.12	125.10	23.12	125.60	23.15
123.61	23.10	124.11	23.11	124.61	23.12	125.11	23.12	125.61	23.15
123.62	23.10	124.12	23.11	124.62	23.11	125.12	23.12	125.62	23.15
123.63	23.10	124.13	23.11	124.63	23.12	125.13	23.12	125.63	23.15
123.64	23.11	124.14	23.11	124.64	23.12	125.14	23.12	125.64	23.15
123.65	23.11	124.15	23.11	124.65	23.12	125.15	23.12	125.65	23.15
123.66	23.11	124.16	23.11	124.66	23.13	125.16	23.12	125.66	23.15
123.67	23.12	124.17	23.11	124.67	23.13	125.17	23.12	125.67	23.15
123.68	23.12	124.18	23.11	124.68	23.13	125.18	23.12	125.68	23.15
123.69	23.12	124.19	23.11	124.69	23.13	125.19	23.12	125.69	23.15
123.70	23.11	124.20	23.11	124.70	23.13	125.20	23.11	125.70	23.15
123.71	23.11	124.21	23.11	124.71	23.13	125.21	23.11	125.71	23.15
123.72	23.11	124.22	23.11	124.72	23.14	125.22	23.11	125.72	23.15
123.73	23.11	124.23	23.11	124.73	23.14	125.23	23.11	125.73	23.14
123.74	23.11	124.24	23.11	124.74	23.13	125.24	23.11	125.74	23.14
123.75	23.11	124.25	23.11	124.75	23.13	125.25	23.12	125.75	23.14
123.76	23.11	124.26	23.11	124.76	23.13	125.26	23.12	125.76	23.14
123.77	23.11	124.27	23.11	124.77	23.12	125.27	23.12	125.77	23.14
123.78	23.11	124.28	23.11	124.78	23.12	125.28	23.12	125.78	23.14
123.79	23.11	124.29	23.11	124.79	23.12	125.29	23.13	125.79	23.14
123.80	23.11	124.30	23.11	124.80	23.12	125.30	23.13	125.80	23.14
123.81	23.12	124.31	23.11	124.81	23.12	125.31	23.13	125.81	23.14
123.82	23.12	124.32	23.11	124.82	23.11	125.32	23.13	125.82	23.14
123.83	23.12	124.33	23.11	124.83	23.11	125.33	23.14	125.83	23.14
123.84	23.12	124.34	23.12	124.84	23.11	125.34	23.14	125.84	23.14
123.85	23.12	124.35	23.12	124.85	23.11	125.35	23.14	125.85	23.15
123.86	23.12	124.36	23.12	124.86	23.11	125.36	23.14	125.86	23.15
123.87	23.12	124.37	23.12	124.87	23.11	125.37	23.13	125.87	23.15
123.88	23.12	124.38	23.12	124.88	23.11	125.38	23.14	125.88	23.15
123.89	23.12	124.39	23.12	124.89	23.11	125.39	23.14	125.89	23.15
123.90	23.12	124.40	23.12	124.90	23.11	125.40	23.14	125.90	23.15
123.91	23.12	124.41	23.12	124.91	23.11	125.41	23.14	125.91	23.15
123.92	23.12	124.42	23.13	124.92	23.11	125.42	23.14	125.92	23.15
123.93	23.12	124.43	23.13	124.93	23.12	125.43	23.14	125.93	23.15
123.94	23.12	124.44	23.13	124.94	23.12	125.44	23.15	125.94	23.15
123.95	23.12	124.45	23.12	124.95	23.12	125.45	23.15	125.95	23.15
123.96	23.12	124.46	23.12	124.96	23.12	125.46	23.15	125.96	23.15
123.97	23.12	124.47	23.13	124.97	23.12	125.47	23.15	125.97	23.15
123.98	23.12	124.48	23.13	124.98	23.12	125.48	23.16	125.98	23.15
123.99	23.12	124.49	23.13	124.99	23.12	125.49	23.16	125.99	23.15
124.00	23.12	124.50	23.13	125.00	23.12	125.50	23.16	126.00	23.15

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
126.01	23.14	126.51	23.17	127.01	23.17	127.51	23.20	128.01	23.22
126.02	23.14	126.52	23.17	127.02	23.17	127.52	23.20	128.02	23.22
126.03	23.15	126.53	23.17	127.03	23.17	127.53	23.20	128.03	23.23
126.04	23.15	126.54	23.17	127.04	23.17	127.54	23.20	128.04	23.23
126.05	23.15	126.55	23.17	127.05	23.17	127.55	23.20	128.05	23.23
126.06	23.15	126.56	23.17	127.06	23.16	127.56	23.21	128.06	23.24
126.07	23.15	126.57	23.17	127.07	23.16	127.57	23.21	128.07	23.24
126.08	23.16	126.58	23.17	127.08	23.16	127.58	23.21	128.08	23.24
126.09	23.16	126.59	23.17	127.09	23.16	127.59	23.21	128.09	23.24
126.10	23.16	126.60	23.17	127.10	23.16	127.60	23.20	128.10	23.24
126.11	23.16	126.61	23.16	127.11	23.16	127.61	23.20	128.11	23.24
126.12	23.16	126.62	23.16	127.12	23.16	127.62	23.21	128.12	23.23
126.13	23.16	126.63	23.16	127.13	23.16	127.63	23.21	128.13	23.23
126.14	23.16	126.64	23.16	127.14	23.16	127.64	23.21	128.14	23.23
126.15	23.16	126.65	23.16	127.15	23.17	127.65	23.21	128.15	23.22
126.16	23.16	126.66	23.16	127.16	23.17	127.66	23.21	128.16	23.22
126.17	23.16	126.67	23.17	127.17	23.17	127.67	23.21	128.17	23.22
126.18	23.16	126.68	23.17	127.18	23.17	127.68	23.20	128.18	23.22
126.19	23.16	126.69	23.16	127.19	23.17	127.69	23.20	128.19	23.22
126.20	23.16	126.70	23.16	127.20	23.17	127.70	23.20	128.20	23.22
126.21	23.16	126.71	23.16	127.21	23.17	127.71	23.20	128.21	23.22
126.22	23.15	126.72	23.16	127.22	23.17	127.72	23.20	128.22	23.22
126.23	23.15	126.73	23.17	127.23	23.18	127.73	23.20	128.23	23.23
126.24	23.15	126.74	23.17	127.24	23.18	127.74	23.19	128.24	23.23
126.25	23.15	126.75	23.17	127.25	23.18	127.75	23.19	128.25	23.23
126.26	23.15	126.76	23.17	127.26	23.18	127.76	23.19	128.26	23.23
126.27	23.15	126.77	23.17	127.27	23.18	127.77	23.19	128.27	23.23
126.28	23.15	126.78	23.17	127.28	23.18	127.78	23.19	128.28	23.23
126.29	23.15	126.79	23.17	127.29	23.18	127.79	23.19	128.29	23.23
126.30	23.15	126.80	23.17	127.30	23.18	127.80	23.19	128.30	23.23
126.31	23.15	126.81	23.17	127.31	23.18	127.81	23.20	128.31	23.23
126.32	23.15	126.82	23.17	127.32	23.18	127.82	23.20	128.32	23.23
126.33	23.15	126.83	23.17	127.33	23.18	127.83	23.20	128.33	23.23
126.34	23.15	126.84	23.17	127.34	23.18	127.84	23.20	128.34	23.23
126.35	23.15	126.85	23.17	127.35	23.18	127.85	23.21	128.35	23.23
126.36	23.15	126.86	23.17	127.36	23.18	127.86	23.22	128.36	23.23
126.37	23.15	126.87	23.17	127.37	23.18	127.87	23.22	128.37	23.23
126.38	23.15	126.88	23.17	127.38	23.19	127.88	23.22	128.38	23.23
126.39	23.15	126.89	23.16	127.39	23.19	127.89	23.22	128.39	23.23
126.40	23.15	126.90	23.16	127.40	23.20	127.90	23.21	128.40	23.23
126.41	23.15	126.91	23.16	127.41	23.20	127.91	23.21	128.41	23.23
126.42	23.15	126.92	23.16	127.42	23.20	127.92	23.21	128.42	23.23
126.43	23.15	126.93	23.16	127.43	23.21	127.93	23.21	128.43	23.23
126.44	23.15	126.94	23.16	127.44	23.21	127.94	23.21	128.44	23.23
126.45	23.15	126.95	23.17	127.45	23.21	127.95	23.21	128.45	23.23
126.46	23.16	126.96	23.16	127.46	23.21	127.96	23.21	128.46	23.23
126.47	23.16	126.97	23.17	127.47	23.21	127.97	23.21	128.47	23.23
126.48	23.16	126.98	23.17	127.48	23.21	127.98	23.21	128.48	23.23
126.49	23.16	126.99	23.17	127.49	23.21	127.99	23.21	128.49	23.23
126.50	23.16	127.00	23.17	127.50	23.21	128.00	23.21	128.50	23.24

温度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)	測定深度 (GL-m)	温度 (℃)
128.51	23.24	129.01	23.26	129.51	23.28				
128.52	23.24	129.02	23.26	129.52	23.27				
128.53	23.24	129.03	23.26	129.53	23.27				
128.54	23.24	129.04	23.26	129.54	23.27				
128.55	23.25	129.05	23.26	129.55	23.27				
128.56	23.25	129.06	23.25	129.56	23.26				
128.57	23.25	129.07	23.25	129.57	23.26				
128.58	23.25	129.08	23.25	129.58	23.26				
128.59	23.24	129.09	23.25	129.59	23.26				
128.60	23.24	129.10	23.25	129.60	23.26				
128.61	23.24	129.11	23.24	129.61	23.26				
128.62	23.24	129.12	23.24	129.62	23.26				
128.63	23.24	129.13	23.24	129.63	23.26				
128.64	23.24	129.14	23.24	129.64	23.26				
128.65	23.24	129.15	23.25	129.65	23.27				
128.66	23.24	129.16	23.25	129.66	23.27				
128.67	23.24	129.17	23.25	129.67	23.27				
128.68	23.24	129.18	23.25	129.68	23.27				
128.69	23.24	129.19	23.25	129.69	23.27				
128.70	23.24	129.20	23.25	129.70	23.28				
128.71	23.24	129.21	23.25	129.71	23.28				
128.72	23.25	129.22	23.25	129.72	23.28				
128.73	23.25	129.23	23.25	129.73	23.28				
128.74	23.24	129.24	23.25	129.74	23.28				
128.75	23.24	129.25	23.25	129.75	23.28				
128.76	23.24	129.26	23.25	129.76	23.28				
128.77	23.24	129.27	23.25	129.77	23.28				
128.78	23.23	129.28	23.25	129.78	23.28				
128.79	23.23	129.29	23.26	129.79	23.28				
128.80	23.23	129.30	23.26	129.80	23.28				
128.81	23.23	129.31	23.26	129.81	23.27				
128.82	23.23	129.32	23.26	129.82	23.27				
128.83	23.23	129.33	23.26	129.83	23.27				
128.84	23.23	129.34	23.26	129.84	23.27				
128.85	23.23	129.35	23.26	129.85	23.27				
128.86	23.23	129.36	23.26	129.86	23.27				
128.87	23.23	129.37	23.26	129.87	23.28				
128.88	23.23	129.38	23.26	129.88	23.28				
128.89	23.23	129.39	23.26	129.89	23.28				
128.90	23.24	129.40	23.26	129.90	23.27				
128.91	23.24	129.41	23.27	129.91	23.27				
128.92	23.24	129.42	23.27	129.92	23.27				
128.93	23.24	129.43	23.27	129.93	23.27				
128.94	23.25	129.44	23.28	129.94	23.27				
128.95	23.25	129.45	23.28	129.95	23.27				
128.96	23.25	129.46	23.28	129.96	23.27				
128.97	23.26	129.47	23.28	129.97	23.27				
128.98	23.26	129.48	23.28	129.98	23.27				
128.99	23.26	129.49	23.28	129.99	23.27				
129.00	23.26	129.50	23.28	130.00	23.28				

(2) キャリパー検層

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
0.01	99.24	0.51	99.25	1.01	94.18	1.51	94.37	2.01	95.35
0.02	99.24	0.52	99.24	1.02	93.69	1.52	94.38	2.02	95.34
0.03	99.24	0.53	99.23	1.03	93.58	1.53	94.43	2.03	95.36
0.04	99.23	0.54	99.24	1.04	93.66	1.54	94.46	2.04	95.36
0.05	99.24	0.55	99.25	1.05	93.69	1.55	94.49	2.05	95.40
0.06	99.23	0.56	99.26	1.06	93.69	1.56	94.49	2.06	95.38
0.07	99.25	0.57	99.24	1.07	93.69	1.57	94.57	2.07	95.40
0.08	99.24	0.58	99.25	1.08	93.66	1.58	94.59	2.08	95.40
0.09	99.24	0.59	99.26	1.09	93.69	1.59	94.62	2.09	95.44
0.10	99.22	0.60	99.27	1.10	93.66	1.60	94.70	2.10	95.43
0.11	99.22	0.61	99.25	1.11	93.66	1.61	94.80	2.11	95.46
0.12	99.22	0.62	99.24	1.12	93.63	1.62	94.93	2.12	95.46
0.13	99.22	0.63	99.25	1.13	93.63	1.63	94.99	2.13	95.47
0.14	99.22	0.64	99.27	1.14	93.55	1.64	94.99	2.14	95.47
0.15	99.22	0.65	99.28	1.15	93.50	1.65	94.99	2.15	95.47
0.16	99.22	0.66	99.28	1.16	93.45	1.66	94.99	2.16	95.47
0.17	99.23	0.67	99.29	1.17	93.42	1.67	95.01	2.17	95.50
0.18	99.22	0.68	99.31	1.18	93.42	1.68	94.99	2.18	95.50
0.19	99.22	0.69	99.32	1.19	93.45	1.69	95.01	2.19	95.52
0.20	99.22	0.70	99.32	1.20	93.42	1.70	95.01	2.20	95.52
0.21	99.24	0.71	99.32	1.21	93.45	1.71	95.01	2.21	95.55
0.22	99.24	0.72	99.35	1.22	93.42	1.72	94.91	2.22	95.55
0.23	99.24	0.73	99.40	1.23	93.46	1.73	94.80	2.23	95.57
0.24	99.24	0.74	99.48	1.24	93.43	1.74	94.78	2.24	95.59
0.25	99.23	0.75	99.61	1.25	93.46	1.75	94.80	2.25	95.59
0.26	99.24	0.76	99.72	1.26	93.42	1.76	94.82	2.26	95.59
0.27	99.23	0.77	99.85	1.27	93.45	1.77	94.85	2.27	95.59
0.28	99.22	0.78	99.98	1.28	93.45	1.78	94.85	2.28	95.59
0.29	99.22	0.79	100.13	1.29	93.48	1.79	94.90	2.29	95.59
0.30	99.22	0.80	100.03	1.30	93.48	1.80	94.96	2.30	95.59
0.31	99.23	0.81	99.71	1.31	93.57	1.81	95.02	2.31	95.59
0.32	99.23	0.82	99.39	1.32	93.60	1.82	95.05	2.32	95.59
0.33	99.23	0.83	99.10	1.33	93.68	1.83	95.15	2.33	95.61
0.34	99.23	0.84	98.81	1.34	93.72	1.84	95.20	2.34	95.61
0.35	99.23	0.85	98.57	1.35	93.80	1.85	95.27	2.35	95.64
0.36	99.23	0.86	98.41	1.36	93.86	1.86	95.35	2.36	95.67
0.37	99.23	0.87	98.55	1.37	93.99	1.87	95.56	2.37	95.72
0.38	99.23	0.88	98.84	1.38	94.01	1.88	95.82	2.38	95.74
0.39	99.23	0.89	99.05	1.39	94.09	1.89	96.08	2.39	95.77
0.40	99.22	0.90	99.07	1.40	94.14	1.90	96.08	2.40	95.78
0.41	99.23	0.91	99.15	1.41	94.21	1.91	96.07	2.41	95.81
0.42	99.22	0.92	99.11	1.42	94.19	1.92	96.06	2.42	95.83
0.43	99.22	0.93	98.87	1.43	94.22	1.93	96.06	2.43	95.86
0.44	99.22	0.94	98.64	1.44	94.24	1.94	96.02	2.44	95.86
0.45	99.23	0.95	98.37	1.45	94.27	1.95	96.01	2.45	95.88
0.46	99.23	0.96	97.98	1.46	94.27	1.96	96.01	2.46	95.88
0.47	99.23	0.97	97.48	1.47	94.29	1.97	95.96	2.47	95.88
0.48	99.24	0.98	96.70	1.48	94.27	1.98	95.78	2.48	95.88
0.49	99.24	0.99	95.75	1.49	94.29	1.99	95.56	2.49	95.91
0.50	99.25	1.00	94.89	1.50	94.32	2.00	95.35	2.50	95.90

*0.00m:99.24mm

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
2.51	95.92	3.01	96.24	3.51	96.29	4.01	93.84	4.51	94.20
2.52	95.95	3.02	96.22	3.52	96.32	4.02	93.76	4.52	94.20
2.53	95.95	3.03	96.22	3.53	96.29	4.03	93.71	4.53	94.20
2.54	95.95	3.04	96.24	3.54	96.32	4.04	93.68	4.54	94.22
2.55	95.98	3.05	96.24	3.55	96.32	4.05	93.65	4.55	94.22
2.56	95.98	3.06	96.24	3.56	96.32	4.06	93.63	4.56	94.21
2.57	95.98	3.07	96.24	3.57	96.32	4.07	93.63	4.57	94.21
2.58	96.00	3.08	96.22	3.58	96.35	4.08	93.60	4.58	94.23
2.59	96.00	3.09	96.22	3.59	96.35	4.09	93.63	4.59	94.20
2.60	96.00	3.10	96.24	3.60	96.37	4.10	93.63	4.60	94.21
2.61	96.01	3.11	96.24	3.61	96.37	4.11	93.65	4.61	94.26
2.62	96.04	3.12	96.24	3.62	96.37	4.12	93.68	4.62	94.31
2.63	96.01	3.13	96.24	3.63	96.35	4.13	93.68	4.63	94.37
2.64	96.01	3.14	96.24	3.64	96.32	4.14	93.71	4.64	94.39
2.65	96.03	3.15	96.24	3.65	96.29	4.15	93.71	4.65	94.41
2.66	96.01	3.16	96.24	3.66	96.26	4.16	93.74	4.66	94.49
2.67	96.01	3.17	96.24	3.67	96.23	4.17	93.77	4.67	94.57
2.68	96.01	3.18	96.24	3.68	96.19	4.18	93.79	4.68	94.72
2.69	95.98	3.19	96.24	3.69	96.13	4.19	93.81	4.69	94.80
2.70	96.01	3.20	96.24	3.70	96.05	4.20	93.81	4.70	94.85
2.71	95.98	3.21	96.24	3.71	96.00	4.21	93.84	4.71	94.87
2.72	96.01	3.22	96.24	3.72	95.92	4.22	93.84	4.72	94.87
2.73	95.98	3.23	96.24	3.73	95.89	4.23	93.87	4.73	94.87
2.74	96.01	3.24	96.24	3.74	95.84	4.24	93.89	4.74	94.87
2.75	96.01	3.25	96.24	3.75	95.81	4.25	93.89	4.75	94.93
2.76	96.01	3.26	96.24	3.76	95.76	4.26	93.94	4.76	94.93
2.77	96.01	3.27	96.24	3.77	95.74	4.27	93.93	4.77	94.91
2.78	96.04	3.28	96.24	3.78	95.69	4.28	93.93	4.78	94.85
2.79	96.02	3.29	96.24	3.79	95.68	4.29	93.94	4.79	94.72
2.80	96.02	3.30	96.24	3.80	95.66	4.30	93.97	4.80	94.67
2.81	96.02	3.31	96.27	3.81	95.66	4.31	93.97	4.81	94.67
2.82	96.02	3.32	96.22	3.82	95.61	4.32	93.97	4.82	94.69
2.83	96.02	3.33	96.22	3.83	95.61	4.33	93.97	4.83	94.72
2.84	96.02	3.34	96.22	3.84	95.56	4.34	93.97	4.84	94.72
2.85	96.02	3.35	96.22	3.85	95.53	4.35	93.97	4.85	94.72
2.86	96.02	3.36	96.24	3.86	95.50	4.36	93.97	4.86	94.69
2.87	96.02	3.37	96.22	3.87	95.45	4.37	93.97	4.87	94.71
2.88	96.05	3.38	96.22	3.88	95.37	4.38	93.97	4.88	94.71
2.89	96.05	3.39	96.22	3.89	95.29	4.39	93.97	4.89	94.74
2.90	96.09	3.40	96.22	3.90	95.21	4.40	93.97	4.90	94.79
2.91	96.14	3.41	96.22	3.91	95.11	4.41	93.97	4.91	94.82
2.92	96.14	3.42	96.22	3.92	94.98	4.42	93.99	4.92	94.85
2.93	96.16	3.43	96.24	3.93	94.85	4.43	94.02	4.93	94.82
2.94	96.16	3.44	96.24	3.94	94.69	4.44	94.04	4.94	94.79
2.95	96.19	3.45	96.27	3.95	94.56	4.45	94.05	4.95	94.82
2.96	96.19	3.46	96.27	3.96	94.40	4.46	94.08	4.96	94.82
2.97	96.24	3.47	96.24	3.97	94.28	4.47	94.09	4.97	94.85
2.98	96.24	3.48	96.27	3.98	94.15	4.48	94.12	4.98	94.82
2.99	96.24	3.49	96.27	3.99	94.04	4.49	94.14	4.99	94.82
3.00	96.24	3.50	96.29	4.00	93.94	4.50	94.17	5.00	94.85

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
5.01	94.85	5.51	93.60	6.01	94.88	6.51	96.18	7.01	97.29
5.02	94.83	5.52	93.61	6.02	94.85	6.52	96.24	7.02	97.32
5.03	94.78	5.53	93.63	6.03	94.88	6.53	96.27	7.03	97.32
5.04	94.75	5.54	93.66	6.04	94.85	6.54	96.30	7.04	97.34
5.05	94.72	5.55	93.65	6.05	94.88	6.55	96.34	7.05	97.37
5.06	94.62	5.56	93.65	6.06	94.88	6.56	96.40	7.06	97.39
5.07	94.57	5.57	93.68	6.07	94.85	6.57	96.42	7.07	97.37
5.08	94.49	5.58	93.73	6.08	94.88	6.58	96.43	7.08	97.42
5.09	94.44	5.59	93.76	6.09	94.88	6.59	96.45	7.09	97.42
5.10	94.38	5.60	93.78	6.10	94.88	6.60	96.45	7.10	97.45
5.11	94.29	5.61	93.84	6.11	94.88	6.61	96.46	7.11	97.45
5.12	94.17	5.62	93.84	6.12	94.91	6.62	96.43	7.12	97.45
5.13	94.11	5.63	93.88	6.13	94.91	6.63	96.40	7.13	97.47
5.14	94.06	5.64	93.88	6.14	94.91	6.64	96.37	7.14	97.47
5.15	94.00	5.65	93.88	6.15	94.93	6.65	96.37	7.15	97.47
5.16	93.93	5.66	93.90	6.16	94.91	6.66	96.35	7.16	97.47
5.17	93.91	5.67	93.93	6.17	94.91	6.67	96.29	7.17	97.47
5.18	93.85	5.68	93.93	6.18	94.91	6.68	96.32	7.18	97.50
5.19	93.77	5.69	93.95	6.19	94.91	6.69	96.32	7.19	97.50
5.20	93.72	5.70	93.95	6.20	94.96	6.70	96.35	7.20	97.50
5.21	93.64	5.71	94.01	6.21	94.96	6.71	96.40	7.21	97.50
5.22	93.61	5.72	94.01	6.22	94.99	6.72	96.40	7.22	97.50
5.23	93.57	5.73	94.08	6.23	94.99	6.73	96.48	7.23	97.50
5.24	93.53	5.74	94.15	6.24	95.04	6.74	96.53	7.24	97.50
5.25	93.48	5.75	94.23	6.25	95.04	6.75	96.58	7.25	97.53
5.26	93.45	5.76	94.31	6.26	95.04	6.76	96.63	7.26	97.53
5.27	93.42	5.77	94.41	6.27	95.06	6.77	96.69	7.27	97.55
5.28	93.39	5.78	94.48	6.28	95.06	6.78	96.74	7.28	97.55
5.29	93.37	5.79	94.59	6.29	95.09	6.79	96.74	7.29	97.58
5.30	93.37	5.80	94.67	6.30	95.12	6.80	96.77	7.30	97.58
5.31	93.34	5.81	94.75	6.31	95.13	6.81	96.77	7.31	97.60
5.32	93.34	5.82	94.80	6.32	95.18	6.82	96.77	7.32	97.63
5.33	93.29	5.83	94.88	6.33	95.21	6.83	96.82	7.33	97.66
5.34	93.29	5.84	94.88	6.34	95.26	6.84	96.83	7.34	97.66
5.35	93.29	5.85	94.90	6.35	95.29	6.85	96.88	7.35	97.71
5.36	93.29	5.86	94.90	6.36	95.35	6.86	96.96	7.36	97.74
5.37	93.29	5.87	94.93	6.37	95.42	6.87	96.98	7.37	97.76
5.38	93.29	5.88	94.93	6.38	95.50	6.88	97.01	7.38	97.81
5.39	93.31	5.89	94.97	6.39	95.58	6.89	97.06	7.39	97.86
5.40	93.37	5.90	94.94	6.40	95.65	6.90	97.09	7.40	97.89
5.41	93.39	5.91	94.94	6.41	95.71	6.91	97.11	7.41	97.92
5.42	93.41	5.92	94.94	6.42	95.77	6.92	97.17	7.42	97.96
5.43	93.44	5.93	94.94	6.43	95.80	6.93	97.22	7.43	98.00
5.44	93.50	5.94	94.91	6.44	95.86	6.94	97.22	7.44	98.03
5.45	93.52	5.95	94.94	6.45	95.91	6.95	97.24	7.45	98.08
5.46	93.55	5.96	94.94	6.46	95.95	6.96	97.24	7.46	98.08
5.47	93.55	5.97	94.94	6.47	96.03	6.97	97.18	7.47	98.11
5.48	93.58	5.98	94.91	6.48	96.06	6.98	97.21	7.48	98.12
5.49	93.60	5.99	94.91	6.49	96.08	6.99	97.24	7.49	98.15
5.50	93.60	6.00	94.88	6.50	96.13	7.00	97.24	7.50	98.14

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
7.51	98.16	8.01	98.74	8.51	99.24	9.01	100.05	9.51	98.84
7.52	98.18	8.02	98.77	8.52	99.27	9.02	99.86	9.52	98.81
7.53	98.19	8.03	98.77	8.53	99.30	9.03	99.71	9.53	98.81
7.54	98.18	8.04	98.77	8.54	99.30	9.04	99.50	9.54	98.81
7.55	98.21	8.05	98.82	8.55	99.30	9.05	99.34	9.55	98.81
7.56	98.21	8.06	98.82	8.56	99.30	9.06	99.18	9.56	98.81
7.57	98.21	8.07	98.84	8.57	99.30	9.07	99.07	9.57	98.79
7.58	98.20	8.08	98.86	8.58	99.32	9.08	99.05	9.58	98.79
7.59	98.22	8.09	98.86	8.59	99.32	9.09	99.00	9.59	98.79
7.60	98.19	8.10	98.89	8.60	99.32	9.10	99.00	9.60	98.79
7.61	98.23	8.11	98.92	8.61	99.32	9.11	99.00	9.61	98.79
7.62	98.23	8.12	98.89	8.62	99.37	9.12	98.97	9.62	98.82
7.63	98.25	8.13	98.89	8.63	99.42	9.13	98.97	9.63	98.82
7.64	98.28	8.14	98.92	8.64	99.47	9.14	98.95	9.64	98.82
7.65	98.30	8.15	98.94	8.65	99.52	9.15	98.97	9.65	98.84
7.66	98.33	8.16	98.94	8.66	99.57	9.16	98.97	9.66	98.84
7.67	98.36	8.17	98.94	8.67	99.63	9.17	98.97	9.67	98.84
7.68	98.38	8.18	98.97	8.68	99.68	9.18	98.97	9.68	98.86
7.69	98.42	8.19	98.97	8.69	99.73	9.19	98.95	9.69	98.86
7.70	98.43	8.20	99.00	8.70	99.76	9.20	98.95	9.70	98.86
7.71	98.46	8.21	99.00	8.71	99.81	9.21	98.95	9.71	98.89
7.72	98.50	8.22	99.00	8.72	99.84	9.22	98.95	9.72	98.86
7.73	98.51	8.23	99.02	8.73	99.86	9.23	98.95	9.73	98.84
7.74	98.51	8.24	99.05	8.74	99.86	9.24	98.95	9.74	98.86
7.75	98.51	8.25	99.05	8.75	99.86	9.25	98.97	9.75	98.86
7.76	98.51	8.26	99.05	8.76	99.84	9.26	98.94	9.76	98.84
7.77	98.51	8.27	99.05	8.77	99.86	9.27	98.94	9.77	98.86
7.78	98.52	8.28	99.07	8.78	99.86	9.28	98.97	9.78	98.86
7.79	98.52	8.29	99.07	8.79	99.86	9.29	98.94	9.79	98.84
7.80	98.51	8.30	99.07	8.80	99.92	9.30	98.97	9.80	98.84
7.81	98.51	8.31	99.07	8.81	99.96	9.31	99.00	9.81	98.86
7.82	98.51	8.32	99.07	8.82	100.01	9.32	98.97	9.82	98.84
7.83	98.47	8.33	99.07	8.83	100.09	9.33	98.94	9.83	98.86
7.84	98.49	8.34	99.07	8.84	100.12	9.34	98.94	9.84	98.89
7.85	98.49	8.35	99.07	8.85	100.17	9.35	98.92	9.85	98.86
7.86	98.51	8.36	99.10	8.86	100.20	9.36	98.92	9.86	98.87
7.87	98.51	8.37	99.10	8.87	100.28	9.37	98.92	9.87	98.89
7.88	98.54	8.38	99.10	8.88	100.36	9.38	98.90	9.88	98.86
7.89	98.53	8.39	99.10	8.89	100.44	9.39	98.87	9.89	98.86
7.90	98.56	8.40	99.12	8.90	100.54	9.40	98.87	9.90	98.86
7.91	98.57	8.41	99.12	8.91	100.59	9.41	98.87	9.91	98.89
7.92	98.59	8.42	99.12	8.92	100.65	9.42	98.84	9.92	98.86
7.93	98.62	8.43	99.15	8.93	100.71	9.43	98.84	9.93	98.86
7.94	98.63	8.44	99.15	8.94	100.73	9.44	98.84	9.94	98.89
7.95	98.65	8.45	99.18	8.95	100.76	9.45	98.84	9.95	98.86
7.96	98.66	8.46	99.20	8.96	100.73	9.46	98.86	9.96	98.86
7.97	98.66	8.47	99.18	8.97	100.65	9.47	98.84	9.97	98.89
7.98	98.69	8.48	99.21	8.98	100.55	9.48	98.84	9.98	98.86
7.99	98.69	8.49	99.24	8.99	100.39	9.49	98.84	9.99	98.86
8.00	98.72	8.50	99.27	9.00	100.23	9.50	98.84	10.00	98.89

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
10.01	98.89	10.51	98.86	11.01	98.89	11.51	99.05	12.01	99.50
10.02	98.86	10.52	98.86	11.02	98.87	11.52	99.05	12.02	99.55
10.03	98.86	10.53	98.86	11.03	98.87	11.53	99.05	12.03	99.63
10.04	98.89	10.54	98.89	11.04	98.87	11.54	99.05	12.04	99.69
10.05	98.86	10.55	98.86	11.05	98.87	11.55	99.05	12.05	99.71
10.06	98.86	10.56	98.86	11.06	98.87	11.56	99.05	12.06	99.76
10.07	98.88	10.57	98.89	11.07	98.87	11.57	99.05	12.07	99.81
10.08	98.86	10.58	98.86	11.08	98.90	11.58	99.07	12.08	99.81
10.09	98.85	10.59	98.86	11.09	98.87	11.59	99.07	12.09	99.84
10.10	98.88	10.60	98.86	11.10	98.87	11.60	99.07	12.10	99.87
10.11	98.85	10.61	98.89	11.11	98.90	11.61	99.07	12.11	99.87
10.12	98.85	10.62	98.87	11.12	98.87	11.62	99.07	12.12	99.90
10.13	98.85	10.63	98.87	11.13	98.89	11.63	99.07	12.13	99.90
10.14	98.88	10.64	98.87	11.14	98.89	11.64	99.07	12.14	99.93
10.15	98.85	10.65	98.87	11.15	98.89	11.65	99.07	12.15	99.95
10.16	98.86	10.66	98.87	11.16	98.89	11.66	99.07	12.16	99.98
10.17	98.88	10.67	98.87	11.17	98.89	11.67	99.07	12.17	99.98
10.18	98.86	10.68	98.87	11.18	98.92	11.68	99.07	12.18	100.00
10.19	98.86	10.69	98.87	11.19	98.89	11.69	99.07	12.19	100.03
10.20	98.87	10.70	98.87	11.20	98.89	11.70	99.07	12.20	100.06
10.21	98.87	10.71	98.90	11.21	98.92	11.71	99.10	12.21	100.05
10.22	98.87	10.72	98.87	11.22	98.89	11.72	99.10	12.22	100.07
10.23	98.87	10.73	98.86	11.23	98.92	11.73	99.10	12.23	100.10
10.24	98.90	10.74	98.86	11.24	98.89	11.74	99.10	12.24	100.13
10.25	98.84	10.75	98.89	11.25	98.92	11.75	99.10	12.25	100.13
10.26	98.84	10.76	98.86	11.26	98.92	11.76	99.10	12.26	100.13
10.27	98.86	10.77	98.86	11.27	98.92	11.77	99.12	12.27	100.12
10.28	98.84	10.78	98.86	11.28	98.92	11.78	99.12	12.28	100.17
10.29	98.84	10.79	98.84	11.29	98.92	11.79	99.12	12.29	100.17
10.30	98.87	10.80	98.84	11.30	98.89	11.80	99.12	12.30	100.20
10.31	98.86	10.81	98.86	11.31	98.92	11.81	99.15	12.31	100.23
10.32	98.84	10.82	98.84	11.32	98.89	11.82	99.13	12.32	100.25
10.33	98.84	10.83	98.84	11.33	98.92	11.83	99.10	12.33	100.28
10.34	98.86	10.84	98.84	11.34	98.89	11.84	99.10	12.34	100.30
10.35	98.84	10.85	98.86	11.35	98.92	11.85	99.13	12.35	100.33
10.36	98.86	10.86	98.84	11.36	98.92	11.86	99.13	12.36	100.33
10.37	98.89	10.87	98.84	11.37	98.94	11.87	99.13	12.37	100.38
10.38	98.87	10.88	98.86	11.38	98.94	11.88	99.13	12.38	100.42
10.39	98.86	10.89	98.86	11.39	98.97	11.89	99.13	12.39	100.42
10.40	98.88	10.90	98.86	11.40	98.95	11.90	99.13	12.40	100.44
10.41	98.86	10.91	98.89	11.41	99.00	11.91	99.15	12.41	100.47
10.42	98.86	10.92	98.86	11.42	99.00	11.92	99.13	12.42	100.47
10.43	98.86	10.93	98.86	11.43	99.03	11.93	99.13	12.43	100.50
10.44	98.88	10.94	98.89	11.44	99.03	11.94	99.21	12.44	100.52
10.45	98.86	10.95	98.89	11.45	99.05	11.95	99.24	12.45	100.55
10.46	98.86	10.96	98.87	11.46	99.05	11.96	99.24	12.46	100.55
10.47	98.89	10.97	98.86	11.47	99.03	11.97	99.29	12.47	100.60
10.48	98.86	10.98	98.89	11.48	99.03	11.98	99.34	12.48	100.62
10.49	98.86	10.99	98.87	11.49	99.03	11.99	99.37	12.49	100.65
10.50	98.86	11.00	98.87	11.50	99.03	12.00	99.45	12.50	100.70

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
12.51	100.73	13.01	102.31	13.51	104.40	14.01	106.13	14.51	106.89
12.52	100.75	13.02	102.34	13.52	104.48	14.02	106.15	14.52	106.89
12.53	100.78	13.03	102.37	13.53	104.53	14.03	106.18	14.53	106.92
12.54	100.83	13.04	102.39	13.54	104.59	14.04	106.21	14.54	106.94
12.55	100.86	13.05	102.42	13.55	104.64	14.05	106.23	14.55	106.94
12.56	100.89	13.06	102.45	13.56	104.69	14.06	106.26	14.56	106.94
12.57	100.94	13.07	102.47	13.57	104.72	14.07	106.28	14.57	106.97
12.58	100.97	13.08	102.53	13.58	104.75	14.08	106.33	14.58	106.97
12.59	101.00	13.09	102.53	13.59	104.80	14.09	106.33	14.59	106.97
12.60	101.04	13.10	102.58	13.60	104.85	14.10	106.33	14.60	106.97
12.61	101.02	13.11	102.63	13.61	104.90	14.11	106.39	14.61	106.97
12.62	101.07	13.12	102.66	13.62	104.96	14.12	106.39	14.62	106.97
12.63	101.12	13.13	102.68	13.63	104.98	14.13	106.39	14.63	106.99
12.64	101.17	13.14	102.71	13.64	105.04	14.14	106.42	14.64	106.98
12.65	101.20	13.15	102.76	13.65	105.09	14.15	106.42	14.65	107.00
12.66	101.23	13.16	102.79	13.66	105.14	14.16	106.42	14.66	106.99
12.67	101.28	13.17	102.84	13.67	105.22	14.17	106.44	14.67	107.00
12.68	101.31	13.18	102.89	13.68	105.27	14.18	106.44	14.68	106.98
12.69	101.36	13.19	102.92	13.69	105.35	14.19	106.42	14.69	106.98
12.70	101.38	13.20	102.97	13.70	105.41	14.20	106.42	14.70	106.98
12.71	101.42	13.21	103.00	13.71	105.46	14.21	106.44	14.71	106.98
12.72	101.50	13.22	103.03	13.72	105.51	14.22	106.41	14.72	106.98
12.73	101.52	13.23	103.06	13.73	105.57	14.23	106.44	14.73	106.98
12.74	101.55	13.24	103.08	13.74	105.62	14.24	106.47	14.74	106.98
12.75	101.58	13.25	103.14	13.75	105.67	14.25	106.47	14.75	106.98
12.76	101.60	13.26	103.16	13.76	105.70	14.26	106.50	14.76	106.98
12.77	101.63	13.27	103.22	13.77	105.73	14.27	106.52	14.77	106.98
12.78	101.65	13.28	103.24	13.78	105.75	14.28	106.55	14.78	106.98
12.79	101.69	13.29	103.27	13.79	105.78	14.29	106.58	14.79	106.97
12.80	101.69	13.30	103.32	13.80	105.78	14.30	106.63	14.80	107.00
12.81	101.74	13.31	103.35	13.81	105.80	14.31	106.66	14.81	107.00
12.82	101.76	13.32	103.37	13.82	105.83	14.32	106.68	14.82	107.00
12.83	101.79	13.33	103.42	13.83	105.86	14.33	106.71	14.83	107.00
12.84	101.82	13.34	103.45	13.84	105.88	14.34	106.71	14.84	107.00
12.85	101.84	13.35	103.50	13.85	105.91	14.35	106.73	14.85	107.00
12.86	101.87	13.36	103.53	13.86	105.94	14.36	106.73	14.86	107.00
12.87	101.90	13.37	103.56	13.87	105.99	14.37	106.75	14.87	107.00
12.88	101.92	13.38	103.61	13.88	106.02	14.38	106.75	14.88	107.00
12.89	101.92	13.39	103.63	13.89	106.02	14.39	106.75	14.89	107.00
12.90	101.94	13.40	103.66	13.90	106.05	14.40	106.79	14.90	107.02
12.91	102.00	13.41	103.69	13.91	106.07	14.41	106.76	14.91	107.00
12.92	102.02	13.42	103.74	13.92	106.07	14.42	106.78	14.92	107.00
12.93	102.05	13.43	103.82	13.93	106.07	14.43	106.75	14.93	107.00
12.94	102.08	13.44	103.87	13.94	106.08	14.44	106.79	14.94	107.00
12.95	102.10	13.45	103.95	13.95	106.08	14.45	106.81	14.95	106.97
12.96	102.13	13.46	104.03	13.96	106.08	14.46	106.81	14.96	106.97
12.97	102.16	13.47	104.11	13.97	106.07	14.47	106.83	14.97	106.97
12.98	102.21	13.48	104.19	13.98	106.07	14.48	106.83	14.98	106.97
12.99	102.23	13.49	104.24	13.99	106.10	14.49	106.86	14.99	106.97
13.00	102.26	13.50	104.32	14.00	106.10	14.50	106.89	15.00	106.97

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
15.01	106.96	15.51	106.78	16.01	105.58	16.51	105.42	17.01	105.43
15.02	106.96	15.52	106.75	16.02	105.58	16.52	105.40	17.02	105.42
15.03	106.96	15.53	106.75	16.03	105.57	16.53	105.41	17.03	105.44
15.04	106.98	15.54	106.67	16.04	105.59	16.54	105.40	17.04	105.43
15.05	106.96	15.55	106.64	16.05	105.56	16.55	105.40	17.05	105.43
15.06	106.98	15.56	106.59	16.06	105.58	16.56	105.40	17.06	105.43
15.07	106.98	15.57	106.59	16.07	105.56	16.57	105.39	17.07	105.40
15.08	107.01	15.58	106.56	16.08	105.58	16.58	105.37	17.08	105.40
15.09	106.98	15.59	106.51	16.09	105.56	16.59	105.41	17.09	105.38
15.10	107.00	15.60	106.47	16.10	105.56	16.60	105.38	17.10	105.38
15.11	107.00	15.61	106.44	16.11	105.54	16.61	105.40	17.11	105.40
15.12	107.00	15.62	106.36	16.12	105.54	16.62	105.36	17.12	105.38
15.13	107.00	15.63	106.33	16.13	105.51	16.63	105.39	17.13	105.37
15.14	107.00	15.64	106.28	16.14	105.51	16.64	105.38	17.14	105.34
15.15	107.00	15.65	106.29	16.15	105.48	16.65	105.36	17.15	105.33
15.16	107.00	15.66	106.29	16.16	105.49	16.66	105.36	17.16	105.32
15.17	106.99	15.67	106.26	16.17	105.46	16.67	105.33	17.17	105.30
15.18	107.00	15.68	106.23	16.18	105.46	16.68	105.34	17.18	105.27
15.19	107.00	15.69	106.18	16.19	105.46	16.69	105.34	17.19	105.24
15.20	106.99	15.70	106.15	16.20	105.46	16.70	105.33	17.20	105.26
15.21	106.99	15.71	106.13	16.21	105.47	16.71	105.33	17.21	105.23
15.22	106.99	15.72	106.10	16.22	105.45	16.72	105.33	17.22	105.21
15.23	107.01	15.73	106.07	16.23	105.46	16.73	105.37	17.23	105.20
15.24	107.01	15.74	106.05	16.24	105.46	16.74	105.37	17.24	105.20
15.25	107.01	15.75	105.99	16.25	105.46	16.75	105.37	17.25	105.18
15.26	107.01	15.76	105.99	16.26	105.46	16.76	105.39	17.26	105.18
15.27	107.01	15.77	105.94	16.27	105.46	16.77	105.39	17.27	105.16
15.28	107.03	15.78	105.91	16.28	105.45	16.78	105.41	17.28	105.16
15.29	107.02	15.79	105.87	16.29	105.45	16.79	105.41	17.29	105.19
15.30	106.99	15.80	105.87	16.30	105.46	16.80	105.44	17.30	105.19
15.31	107.00	15.81	105.84	16.31	105.46	16.81	105.44	17.31	105.17
15.32	107.01	15.82	105.82	16.32	105.44	16.82	105.46	17.32	105.20
15.33	107.01	15.83	105.79	16.33	105.45	16.83	105.46	17.33	105.20
15.34	106.98	15.84	105.79	16.34	105.45	16.84	105.45	17.34	105.21
15.35	107.01	15.85	105.76	16.35	105.45	16.85	105.45	17.35	105.22
15.36	107.01	15.86	105.76	16.36	105.45	16.86	105.43	17.36	105.22
15.37	106.98	15.87	105.74	16.37	105.42	16.87	105.43	17.37	105.24
15.38	106.98	15.88	105.74	16.38	105.42	16.88	105.42	17.38	105.24
15.39	106.97	15.89	105.74	16.39	105.43	16.89	105.46	17.39	105.28
15.40	107.00	15.90	105.73	16.40	105.43	16.90	105.43	17.40	105.32
15.41	107.00	15.91	105.73	16.41	105.43	16.91	105.43	17.41	105.40
15.42	107.00	15.92	105.71	16.42	105.43	16.92	105.43	17.42	105.44
15.43	106.97	15.93	105.69	16.43	105.43	16.93	105.43	17.43	105.43
15.44	106.94	15.94	105.69	16.44	105.43	16.94	105.43	17.44	105.48
15.45	106.94	15.95	105.66	16.45	105.43	16.95	105.43	17.45	105.50
15.46	106.87	15.96	105.66	16.46	105.43	16.96	105.43	17.46	105.51
15.47	106.84	15.97	105.61	16.47	105.43	16.97	105.45	17.47	105.57
15.48	106.84	15.98	105.61	16.48	105.43	16.98	105.45	17.48	105.57
15.49	106.83	15.99	105.58	16.49	105.43	16.99	105.46	17.49	105.52
15.50	106.80	16.00	105.58	16.50	105.41	17.00	105.41	17.50	105.46

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
17.51	105.42	18.01	106.02	18.51	106.91	19.01	107.80	19.51	109.30
17.52	105.28	18.02	106.02	18.52	106.92	19.02	107.85	19.52	109.48
17.53	105.24	18.03	105.99	18.53	106.94	19.03	107.91	19.53	109.51
17.54	105.23	18.04	105.95	18.54	106.91	19.04	107.96	19.54	109.48
17.55	105.20	18.05	105.92	18.55	106.92	19.05	107.96	19.55	109.46
17.56	105.16	18.06	105.92	18.56	106.94	19.06	108.01	19.56	109.40
17.57	105.17	18.07	105.92	18.57	106.96	19.07	108.12	19.57	109.35
17.58	105.17	18.08	105.87	18.58	106.99	19.08	108.17	19.58	109.32
17.59	105.20	18.09	105.89	18.59	107.05	19.09	108.20	19.59	109.26
17.60	105.27	18.10	105.92	18.60	107.06	19.10	108.22	19.60	109.15
17.61	105.33	18.11	105.95	18.61	107.12	19.11	108.24	19.61	109.06
17.62	105.38	18.12	106.00	18.62	107.19	19.12	108.28	19.62	108.88
17.63	105.46	18.13	106.00	18.63	107.30	19.13	108.30	19.63	108.65
17.64	105.52	18.14	106.08	18.64	107.39	19.14	108.33	19.64	108.61
17.65	105.56	18.15	106.13	18.65	107.36	19.15	108.37	19.65	108.63
17.66	105.56	18.16	106.16	18.66	107.36	19.16	108.42	19.66	108.66
17.67	105.64	18.17	106.18	18.67	107.36	19.17	108.47	19.67	108.74
17.68	105.72	18.18	106.21	18.68	107.39	19.18	108.45	19.68	108.79
17.69	105.72	18.19	106.24	18.69	107.39	19.19	108.45	19.69	108.82
17.70	105.73	18.20	106.24	18.70	107.36	19.20	108.45	19.70	108.86
17.71	105.76	18.21	106.26	18.71	107.40	19.21	108.45	19.71	108.88
17.72	105.78	18.22	106.26	18.72	107.37	19.22	108.46	19.72	108.86
17.73	105.76	18.23	106.26	18.73	107.34	19.23	108.43	19.73	108.90
17.74	105.78	18.24	106.29	18.74	107.24	19.24	108.43	19.74	108.95
17.75	105.77	18.25	106.29	18.75	107.16	19.25	108.42	19.75	108.99
17.76	105.79	18.26	106.29	18.76	107.24	19.26	108.42	19.76	108.99
17.77	105.81	18.27	106.33	18.77	107.26	19.27	108.47	19.77	109.02
17.78	105.84	18.28	106.33	18.78	107.24	19.28	108.46	19.78	108.99
17.79	105.79	18.29	106.36	18.79	107.22	19.29	108.51	19.79	109.02
17.80	105.79	18.30	106.41	18.80	107.20	19.30	108.51	19.80	108.99
17.81	105.80	18.31	106.41	18.81	107.20	19.31	108.53	19.81	109.02
17.82	105.80	18.32	106.44	18.82	107.16	19.32	108.56	19.82	109.04
17.83	105.80	18.33	106.47	18.83	107.17	19.33	108.60	19.83	109.10
17.84	105.83	18.34	106.47	18.84	107.15	19.34	108.68	19.84	109.15
17.85	105.86	18.35	106.49	18.85	107.17	19.35	108.73	19.85	109.12
17.86	105.88	18.36	106.52	18.86	107.14	19.36	108.76	19.86	109.12
17.87	105.94	18.37	106.57	18.87	107.14	19.37	108.78	19.87	109.12
17.88	105.96	18.38	106.57	18.88	107.18	19.38	108.76	19.88	109.10
17.89	105.88	18.39	106.60	18.89	107.22	19.39	108.80	19.89	109.12
17.90	105.88	18.40	106.62	18.90	107.27	19.40	108.78	19.90	109.12
17.91	105.91	18.41	106.62	18.91	107.32	19.41	108.80	19.91	109.17
17.92	105.88	18.42	106.68	18.92	107.34	19.42	108.80	19.92	109.23
17.93	105.94	18.43	106.72	18.93	107.38	19.43	108.83	19.93	109.25
17.94	105.97	18.44	106.72	18.94	107.42	19.44	108.83	19.94	109.23
17.95	105.99	18.45	106.79	18.95	107.45	19.45	108.83	19.95	109.17
17.96	105.99	18.46	106.82	18.96	107.47	19.46	108.83	19.96	109.17
17.97	106.02	18.47	106.84	18.97	107.59	19.47	108.88	19.97	109.18
17.98	105.99	18.48	106.84	18.98	107.66	19.48	108.94	19.98	109.20
17.99	105.97	18.49	106.87	18.99	107.72	19.49	109.04	19.99	109.23
18.00	106.02	18.50	106.90	19.00	107.77	19.50	109.14	20.00	109.18

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
20.01	109.15	20.51	106.76	21.01	105.76	21.51	105.65	22.01	105.90
20.02	109.10	20.52	106.68	21.02	105.76	21.52	105.71	22.02	105.98
20.03	109.00	20.53	106.63	21.03	105.73	21.53	105.71	22.03	106.00
20.04	108.92	20.54	106.57	21.04	105.74	21.54	105.73	22.04	106.02
20.05	108.92	20.55	106.49	21.05	105.73	21.55	105.78	22.05	106.03
20.06	108.89	20.56	106.49	21.06	105.75	21.56	105.79	22.06	106.08
20.07	108.89	20.57	106.47	21.07	105.75	21.57	105.82	22.07	106.10
20.08	108.86	20.58	106.41	21.08	105.73	21.58	105.84	22.08	106.11
20.09	108.83	20.59	106.41	21.09	105.73	21.59	105.87	22.09	106.15
20.10	108.80	20.60	106.39	21.10	105.71	21.60	105.84	22.10	106.13
20.11	108.83	20.61	106.39	21.11	105.71	21.61	105.83	22.11	106.13
20.12	108.80	20.62	106.33	21.12	105.71	21.62	105.83	22.12	106.10
20.13	108.80	20.63	106.33	21.13	105.71	21.63	105.83	22.13	106.10
20.14	108.83	20.64	106.31	21.14	105.71	21.64	105.86	22.14	106.10
20.15	108.83	20.65	106.29	21.15	105.70	21.65	105.86	22.15	106.10
20.16	108.78	20.66	106.29	21.16	105.70	21.66	105.84	22.16	106.12
20.17	108.74	20.67	106.26	21.17	105.70	21.67	105.83	22.17	106.10
20.18	108.72	20.68	106.26	21.18	105.70	21.68	105.83	22.18	106.10
20.19	108.69	20.69	106.29	21.19	105.70	21.69	105.78	22.19	106.12
20.20	108.58	20.70	106.31	21.20	105.70	21.70	105.78	22.20	106.10
20.21	108.45	20.71	106.31	21.21	105.70	21.71	105.76	22.21	106.10
20.22	108.32	20.72	106.31	21.22	105.70	21.72	105.75	22.22	106.10
20.23	108.24	20.73	106.37	21.23	105.70	21.73	105.75	22.23	106.15
20.24	108.11	20.74	106.37	21.24	105.67	21.74	105.71	22.24	106.13
20.25	107.98	20.75	106.37	21.25	105.65	21.75	105.69	22.25	106.13
20.26	107.87	20.76	106.39	21.26	105.62	21.76	105.69	22.26	106.15
20.27	107.79	20.77	106.42	21.27	105.62	21.77	105.66	22.27	106.13
20.28	107.72	20.78	106.42	21.28	105.59	21.78	105.66	22.28	106.13
20.29	107.64	20.79	106.42	21.29	105.57	21.79	105.66	22.29	106.13
20.30	107.56	20.80	106.42	21.30	105.59	21.80	105.66	22.30	106.13
20.31	107.56	20.81	106.43	21.31	105.57	21.81	105.66	22.31	106.13
20.32	107.56	20.82	106.43	21.32	105.57	21.82	105.66	22.32	106.15
20.33	107.56	20.83	106.38	21.33	105.57	21.83	105.67	22.33	106.15
20.34	107.50	20.84	106.30	21.34	105.54	21.84	105.67	22.34	106.13
20.35	107.48	20.85	106.27	21.35	105.54	21.85	105.66	22.35	106.15
20.36	107.45	20.86	106.23	21.36	105.54	21.86	105.66	22.36	106.14
20.37	107.43	20.87	106.20	21.37	105.57	21.87	105.63	22.37	106.14
20.38	107.40	20.88	106.14	21.38	105.55	21.88	105.66	22.38	106.15
20.39	107.37	20.89	106.07	21.39	105.55	21.89	105.63	22.39	106.14
20.40	107.34	20.90	106.05	21.40	105.55	21.90	105.63	22.40	106.17
20.41	107.32	20.91	105.99	21.41	105.53	21.91	105.63	22.41	106.14
20.42	107.27	20.92	105.93	21.42	105.55	21.92	105.63	22.42	106.17
20.43	107.21	20.93	105.88	21.43	105.55	21.93	105.65	22.43	106.17
20.44	107.19	20.94	105.88	21.44	105.53	21.94	105.67	22.44	106.17
20.45	107.14	20.95	105.87	21.45	105.55	21.95	105.68	22.45	106.20
20.46	107.08	20.96	105.85	21.46	105.55	21.96	105.71	22.46	106.17
20.47	107.02	20.97	105.83	21.47	105.58	21.97	105.73	22.47	106.20
20.48	106.94	20.98	105.80	21.48	105.55	21.98	105.76	22.48	106.18
20.49	106.89	20.99	105.77	21.49	105.59	21.99	105.82	22.49	106.20
20.50	106.81	21.00	105.79	21.50	105.63	22.00	105.87	22.50	106.21

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
22.51	106.21	23.01	105.35	23.51	104.82	24.01	104.96	24.51	104.98
22.52	106.24	23.02	105.32	23.52	104.82	24.02	104.94	24.52	104.95
22.53	106.21	23.03	105.29	23.53	104.82	24.03	104.96	24.53	104.95
22.54	106.21	23.04	105.27	23.54	104.82	24.04	104.96	24.54	104.98
22.55	106.21	23.05	105.23	23.55	104.82	24.05	104.96	24.55	104.95
22.56	106.21	23.06	105.22	23.56	104.82	24.06	104.95	24.56	104.95
22.57	106.21	23.07	105.22	23.57	104.82	24.07	104.95	24.57	104.98
22.58	106.21	23.08	105.19	23.58	104.85	24.08	104.95	24.58	104.98
22.59	106.23	23.09	105.16	23.59	104.85	24.09	104.95	24.59	104.95
22.60	106.21	23.10	105.08	23.60	104.88	24.10	104.95	24.60	104.98
22.61	106.23	23.11	105.06	23.61	104.88	24.11	104.95	24.61	104.98
22.62	106.21	23.12	105.03	23.62	104.88	24.12	104.95	24.62	104.96
22.63	106.18	23.13	105.01	23.63	104.90	24.13	104.95	24.63	104.96
22.64	106.21	23.14	104.95	23.64	104.93	24.14	104.96	24.64	104.96
22.65	106.18	23.15	104.93	23.65	104.93	24.15	104.96	24.65	104.93
22.66	106.20	23.16	104.90	23.66	104.90	24.16	104.96	24.66	104.93
22.67	106.18	23.17	104.88	23.67	104.90	24.17	104.93	24.67	104.93
22.68	106.20	23.18	104.85	23.68	104.90	24.18	104.93	24.68	104.90
22.69	106.18	23.19	104.82	23.69	104.93	24.19	104.93	24.69	104.90
22.70	106.18	23.20	104.80	23.70	104.93	24.20	104.93	24.70	104.90
22.71	106.20	23.21	104.82	23.71	104.90	24.21	104.94	24.71	104.88
22.72	106.18	23.22	104.82	23.72	104.90	24.22	104.94	24.72	104.88
22.73	106.20	23.23	104.82	23.73	104.90	24.23	104.94	24.73	104.88
22.74	106.23	23.24	104.82	23.74	104.93	24.24	104.96	24.74	104.88
22.75	106.21	23.25	104.85	23.75	104.90	24.25	104.94	24.75	104.88
22.76	106.23	23.26	104.85	23.76	104.90	24.26	104.94	24.76	104.88
22.77	106.21	23.27	104.82	23.77	104.93	24.27	104.94	24.77	104.88
22.78	106.23	23.28	104.82	23.78	104.96	24.28	104.97	24.78	104.90
22.79	106.21	23.29	104.82	23.79	104.96	24.29	104.97	24.79	104.90
22.80	106.23	23.30	104.82	23.80	104.93	24.30	104.97	24.80	104.90
22.81	106.18	23.31	104.85	23.81	104.93	24.31	105.00	24.81	104.90
22.82	106.13	23.32	104.85	23.82	104.96	24.32	104.96	24.82	104.88
22.83	106.07	23.33	104.85	23.83	104.96	24.33	104.96	24.83	104.86
22.84	106.02	23.34	104.82	23.84	104.96	24.34	104.96	24.84	104.83
22.85	105.94	23.35	104.82	23.85	104.93	24.35	104.96	24.85	104.80
22.86	105.88	23.36	104.82	23.86	104.93	24.36	104.96	24.86	104.78
22.87	105.82	23.37	104.82	23.87	104.96	24.37	104.96	24.87	104.75
22.88	105.76	23.38	104.85	23.88	104.96	24.38	104.99	24.88	104.72
22.89	105.71	23.39	104.85	23.89	104.93	24.39	104.96	24.89	104.67
22.90	105.66	23.40	104.85	23.90	104.93	24.40	104.96	24.90	104.64
22.91	105.58	23.41	104.82	23.91	104.96	24.41	104.98	24.91	104.62
22.92	105.55	23.42	104.82	23.92	104.96	24.42	104.96	24.92	104.59
22.93	105.53	23.43	104.82	23.93	104.93	24.43	104.96	24.93	104.59
22.94	105.53	23.44	104.82	23.94	104.93	24.44	104.98	24.94	104.59
22.95	105.49	23.45	104.85	23.95	104.96	24.45	104.98	24.95	104.59
22.96	105.46	23.46	104.85	23.96	104.96	24.46	104.96	24.96	104.59
22.97	105.46	23.47	104.82	23.97	104.96	24.47	104.96	24.97	104.59
22.98	105.42	23.48	104.82	23.98	104.94	24.48	104.98	24.98	104.59
22.99	105.42	23.49	104.82	23.99	104.96	24.49	104.96	24.99	104.56
23.00	105.37	23.50	104.82	24.00	104.96	24.50	104.96	25.00	104.56

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
25.01	104.56	25.51	103.97	26.01	103.25	26.51	103.14	27.01	103.14
25.02	104.56	25.52	103.97	26.02	103.24	26.52	103.14	27.02	103.14
25.03	104.56	25.53	103.94	26.03	103.27	26.53	103.14	27.03	103.14
25.04	104.54	25.54	103.89	26.04	103.24	26.54	103.14	27.04	103.17
25.05	104.54	25.55	103.86	26.05	103.24	26.55	103.14	27.05	103.16
25.06	104.54	25.56	103.84	26.06	103.22	26.56	103.14	27.06	103.16
25.07	104.54	25.57	103.78	26.07	103.22	26.57	103.14	27.07	103.19
25.08	104.54	25.58	103.75	26.08	103.22	26.58	103.14	27.08	103.19
25.09	104.51	25.59	103.71	26.09	103.21	26.59	103.14	27.09	103.19
25.10	104.54	25.60	103.66	26.10	103.21	26.60	103.14	27.10	103.22
25.11	104.53	25.61	103.60	26.11	103.19	26.61	103.14	27.11	103.22
25.12	104.53	25.62	103.58	26.12	103.19	26.62	103.14	27.12	103.22
25.13	104.51	25.63	103.52	26.13	103.19	26.63	103.14	27.13	103.22
25.14	104.49	25.64	103.50	26.14	103.16	26.64	103.14	27.14	103.24
25.15	104.52	25.65	103.50	26.15	103.16	26.65	103.14	27.15	103.22
25.16	104.52	25.66	103.47	26.16	103.16	26.66	103.14	27.16	103.24
25.17	104.49	25.67	103.47	26.17	103.16	26.67	103.14	27.17	103.24
25.18	104.49	25.68	103.47	26.18	103.16	26.68	103.14	27.18	103.24
25.19	104.46	25.69	103.45	26.19	103.13	26.69	103.14	27.19	103.24
25.20	104.46	25.70	103.45	26.20	103.13	26.70	103.14	27.20	103.27
25.21	104.45	25.71	103.45	26.21	103.14	26.71	103.14	27.21	103.24
25.22	104.42	25.72	103.42	26.22	103.14	26.72	103.14	27.22	103.27
25.23	104.39	25.73	103.40	26.23	103.11	26.73	103.14	27.23	103.26
25.24	104.39	25.74	103.40	26.24	103.11	26.74	103.11	27.24	103.29
25.25	104.38	25.75	103.40	26.25	103.14	26.75	103.11	27.25	103.26
25.26	104.36	25.76	103.40	26.26	103.12	26.76	103.11	27.26	103.25
25.27	104.33	25.77	103.40	26.27	103.12	26.77	103.11	27.27	103.25
25.28	104.30	25.78	103.40	26.28	103.12	26.78	103.11	27.28	103.27
25.29	104.25	25.79	103.40	26.29	103.12	26.79	103.11	27.29	103.25
25.30	104.22	25.80	103.40	26.30	103.15	26.80	103.11	27.30	103.27
25.31	104.22	25.81	103.37	26.31	103.15	26.81	103.11	27.31	103.25
25.32	104.19	25.82	103.37	26.32	103.14	26.82	103.11	27.32	103.27
25.33	104.16	25.83	103.37	26.33	103.14	26.83	103.11	27.33	103.25
25.34	104.14	25.84	103.37	26.34	103.17	26.84	103.11	27.34	103.27
25.35	104.11	25.85	103.34	26.35	103.17	26.85	103.14	27.35	103.25
25.36	104.08	25.86	103.34	26.36	103.15	26.86	103.14	27.36	103.28
25.37	104.06	25.87	103.32	26.37	103.16	26.87	103.14	27.37	103.32
25.38	104.00	25.88	103.32	26.38	103.16	26.88	103.14	27.38	103.32
25.39	104.00	25.89	103.29	26.39	103.16	26.89	103.14	27.39	103.30
25.40	104.00	25.90	103.29	26.40	103.15	26.90	103.14	27.40	103.32
25.41	104.00	25.91	103.27	26.41	103.13	26.91	103.14	27.41	103.32
25.42	103.98	25.92	103.27	26.42	103.13	26.92	103.14	27.42	103.35
25.43	103.98	25.93	103.27	26.43	103.13	26.93	103.14	27.43	103.32
25.44	103.98	25.94	103.27	26.44	103.13	26.94	103.14	27.44	103.35
25.45	103.95	25.95	103.27	26.45	103.13	26.95	103.14	27.45	103.35
25.46	103.95	25.96	103.27	26.46	103.13	26.96	103.14	27.46	103.37
25.47	103.95	25.97	103.27	26.47	103.13	26.97	103.14	27.47	103.37
25.48	103.94	25.98	103.27	26.48	103.13	26.98	103.14	27.48	103.34
25.49	103.97	25.99	103.25	26.49	103.13	26.99	103.14	27.49	103.34
25.50	103.97	26.00	103.27	26.50	103.13	27.00	103.14	27.50	103.37

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
27.51	103.37	28.01	103.37	28.51	103.71	29.01	103.74	29.51	103.30
27.52	103.37	28.02	103.37	28.52	103.70	29.02	103.71	29.52	103.30
27.53	103.37	28.03	103.37	28.53	103.73	29.03	103.70	29.53	103.28
27.54	103.37	28.04	103.37	28.54	103.73	29.04	103.65	29.54	103.30
27.55	103.37	28.05	103.40	28.55	103.73	29.05	103.65	29.55	103.28
27.56	103.37	28.06	103.37	28.56	103.73	29.06	103.63	29.56	103.30
27.57	103.37	28.07	103.37	28.57	103.76	29.07	103.60	29.57	103.28
27.58	103.37	28.08	103.37	28.58	103.76	29.08	103.52	29.58	103.30
27.59	103.37	28.09	103.37	28.59	103.76	29.09	103.52	29.59	103.30
27.60	103.37	28.10	103.37	28.60	103.76	29.10	103.50	29.60	103.30
27.61	103.37	28.11	103.40	28.61	103.78	29.11	103.45	29.61	103.28
27.62	103.37	28.12	103.37	28.62	103.78	29.12	103.45	29.62	103.30
27.63	103.37	28.13	103.37	28.63	103.78	29.13	103.42	29.63	103.30
27.64	103.37	28.14	103.37	28.64	103.78	29.14	103.37	29.64	103.30
27.65	103.37	28.15	103.37	28.65	103.78	29.15	103.37	29.65	103.30
27.66	103.37	28.16	103.37	28.66	103.78	29.16	103.32	29.66	103.30
27.67	103.37	28.17	103.40	28.67	103.79	29.17	103.32	29.67	103.30
27.68	103.37	28.18	103.40	28.68	103.78	29.18	103.30	29.68	103.30
27.69	103.37	28.19	103.37	28.69	103.78	29.19	103.33	29.69	103.30
27.70	103.37	28.20	103.37	28.70	103.78	29.20	103.33	29.70	103.30
27.71	103.37	28.21	103.37	28.71	103.81	29.21	103.30	29.71	103.30
27.72	103.37	28.22	103.37	28.72	103.78	29.22	103.33	29.72	103.33
27.73	103.37	28.23	103.40	28.73	103.80	29.23	103.30	29.73	103.30
27.74	103.37	28.24	103.40	28.74	103.80	29.24	103.30	29.74	103.30
27.75	103.37	28.25	103.42	28.75	103.78	29.25	103.31	29.75	103.30
27.76	103.37	28.26	103.42	28.76	103.80	29.26	103.31	29.76	103.30
27.77	103.34	28.27	103.42	28.77	103.80	29.27	103.31	29.77	103.27
27.78	103.34	28.28	103.40	28.78	103.82	29.28	103.31	29.78	103.27
27.79	103.34	28.29	103.40	28.79	103.78	29.29	103.30	29.79	103.27
27.80	103.34	28.30	103.42	28.80	103.80	29.30	103.28	29.80	103.27
27.81	103.37	28.31	103.45	28.81	103.80	29.31	103.28	29.81	103.25
27.82	103.34	28.32	103.45	28.82	103.77	29.32	103.28	29.82	103.27
27.83	103.34	28.33	103.45	28.83	103.80	29.33	103.28	29.83	103.24
27.84	103.34	28.34	103.45	28.84	103.78	29.34	103.28	29.84	103.27
27.85	103.34	28.35	103.45	28.85	103.80	29.35	103.28	29.85	103.25
27.86	103.34	28.36	103.45	28.86	103.80	29.36	103.28	29.86	103.27
27.87	103.37	28.37	103.47	28.87	103.79	29.37	103.28	29.87	103.25
27.88	103.37	28.38	103.50	28.88	103.80	29.38	103.28	29.88	103.30
27.89	103.37	28.39	103.52	28.89	103.80	29.39	103.28	29.89	103.30
27.90	103.37	28.40	103.55	28.90	103.82	29.40	103.28	29.90	103.30
27.91	103.37	28.41	103.58	28.91	103.83	29.41	103.30	29.91	103.30
27.92	103.37	28.42	103.58	28.92	103.83	29.42	103.30	29.92	103.30
27.93	103.40	28.43	103.60	28.93	103.85	29.43	103.30	29.93	103.30
27.94	103.37	28.44	103.63	28.94	103.83	29.44	103.30	29.94	103.30
27.95	103.37	28.45	103.65	28.95	103.83	29.45	103.30	29.95	103.30
27.96	103.37	28.46	103.68	28.96	103.80	29.46	103.30	29.96	103.30
27.97	103.37	28.47	103.68	28.97	103.83	29.47	103.30	29.97	103.30
27.98	103.37	28.48	103.68	28.98	103.78	29.48	103.30	29.98	103.30
27.99	103.40	28.49	103.68	28.99	103.78	29.49	103.30	29.99	103.30
28.00	103.37	28.50	103.71	29.00	103.76	29.50	103.30	30.00	103.27

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
30.01	103.30	30.51	103.30	31.01	103.30	31.51	103.32	32.01	103.32
30.02	103.30	30.52	103.33	31.02	103.30	31.52	103.32	32.02	103.35
30.03	103.30	30.53	103.30	31.03	103.30	31.53	103.30	32.03	103.32
30.04	103.30	30.54	103.30	31.04	103.30	31.54	103.32	32.04	103.32
30.05	103.30	30.55	103.30	31.05	103.33	31.55	103.32	32.05	103.32
30.06	103.30	30.56	103.30	31.06	103.30	31.56	103.32	32.06	103.32
30.07	103.30	30.57	103.30	31.07	103.33	31.57	103.32	32.07	103.32
30.08	103.30	30.58	103.30	31.08	103.30	31.58	103.32	32.08	103.32
30.09	103.30	30.59	103.30	31.09	103.30	31.59	103.32	32.09	103.32
30.10	103.30	30.60	103.30	31.10	103.30	31.60	103.32	32.10	103.32
30.11	103.32	30.61	103.30	31.11	103.30	31.61	103.35	32.11	103.32
30.12	103.30	30.62	103.30	31.12	103.33	31.62	103.33	32.12	103.32
30.13	103.30	30.63	103.30	31.13	103.31	31.63	103.33	32.13	103.30
30.14	103.30	30.64	103.30	31.14	103.33	31.64	103.33	32.14	103.32
30.15	103.30	30.65	103.30	31.15	103.30	31.65	103.33	32.15	103.30
30.16	103.30	30.66	103.33	31.16	103.30	31.66	103.33	32.16	103.32
30.17	103.30	30.67	103.30	31.17	103.30	31.67	103.33	32.17	103.30
30.18	103.30	30.68	103.33	31.18	103.30	31.68	103.33	32.18	103.30
30.19	103.30	30.69	103.30	31.19	103.33	31.69	103.33	32.19	103.33
30.20	103.33	30.70	103.32	31.20	103.30	31.70	103.33	32.20	103.30
30.21	103.30	30.71	103.30	31.21	103.33	31.71	103.33	32.21	103.30
30.22	103.30	30.72	103.30	31.22	103.30	31.72	103.33	32.22	103.30
30.23	103.30	30.73	103.32	31.23	103.30	31.73	103.33	32.23	103.27
30.24	103.30	30.74	103.29	31.24	103.32	31.74	103.33	32.24	103.27
30.25	103.30	30.75	103.32	31.25	103.27	31.75	103.30	32.25	103.22
30.26	103.27	30.76	103.26	31.26	103.30	31.76	103.30	32.26	103.22
30.27	103.27	30.77	103.26	31.27	103.27	31.77	103.30	32.27	103.17
30.28	103.27	30.78	103.27	31.28	103.30	31.78	103.30	32.28	103.17
30.29	103.30	30.79	103.27	31.29	103.30	31.79	103.30	32.29	103.11
30.30	103.27	30.80	103.27	31.30	103.27	31.80	103.30	32.30	103.09
30.31	103.27	30.81	103.27	31.31	103.30	31.81	103.30	32.31	103.06
30.32	103.27	30.82	103.30	31.32	103.30	31.82	103.30	32.32	103.04
30.33	103.27	30.83	103.27	31.33	103.30	31.83	103.30	32.33	103.01
30.34	103.27	30.84	103.27	31.34	103.30	31.84	103.30	32.34	102.99
30.35	103.27	30.85	103.27	31.35	103.28	31.85	103.30	32.35	102.96
30.36	103.30	30.86	103.27	31.36	103.33	31.86	103.35	32.36	102.96
30.37	103.29	30.87	103.30	31.37	103.33	31.87	103.35	32.37	102.94
30.38	103.32	30.88	103.30	31.38	103.33	31.88	103.33	32.38	102.94
30.39	103.29	30.89	103.32	31.39	103.33	31.89	103.35	32.39	102.92
30.40	103.29	30.90	103.30	31.40	103.30	31.90	103.35	32.40	102.92
30.41	103.29	30.91	103.32	31.41	103.33	31.91	103.32	32.41	102.89
30.42	103.29	30.92	103.30	31.42	103.33	31.92	103.35	32.42	102.90
30.43	103.32	30.93	103.30	31.43	103.30	31.93	103.35	32.43	102.88
30.44	103.29	30.94	103.29	31.44	103.33	31.94	103.32	32.44	102.88
30.45	103.32	30.95	103.29	31.45	103.30	31.95	103.35	32.45	102.88
30.46	103.29	30.96	103.30	31.46	103.33	31.96	103.35	32.46	102.88
30.47	103.29	30.97	103.30	31.47	103.33	31.97	103.33	32.47	102.88
30.48	103.30	30.98	103.32	31.48	103.30	31.98	103.33	32.48	102.87
30.49	103.30	30.99	103.30	31.49	103.33	31.99	103.35	32.49	102.87
30.50	103.32	31.00	103.30	31.50	103.30	32.00	103.32	32.50	102.87

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
32.51	102.87	33.01	102.41	33.51	102.32	34.01	102.32	34.51	102.00
32.52	102.87	33.02	102.41	33.52	102.33	34.02	102.30	34.52	102.00
32.53	102.87	33.03	102.38	33.53	102.35	34.03	102.32	34.53	101.98
32.54	102.87	33.04	102.41	33.54	102.33	34.04	102.32	34.54	101.98
32.55	102.87	33.05	102.38	33.55	102.32	34.05	102.32	34.55	101.98
32.56	102.87	33.06	102.38	33.56	102.33	34.06	102.33	34.56	101.98
32.57	102.87	33.07	102.38	33.57	102.33	34.07	102.33	34.57	101.98
32.58	102.87	33.08	102.38	33.58	102.32	34.08	102.33	34.58	101.95
32.59	102.87	33.09	102.38	33.59	102.33	34.09	102.33	34.59	101.95
32.60	102.87	33.10	102.38	33.60	102.35	34.10	102.32	34.60	101.93
32.61	102.86	33.11	102.35	33.61	102.33	34.11	102.32	34.61	101.92
32.62	102.87	33.12	102.37	33.62	102.33	34.12	102.32	34.62	101.92
32.63	102.87	33.13	102.34	33.63	102.33	34.13	102.32	34.63	101.92
32.64	102.88	33.14	102.35	33.64	102.33	34.14	102.33	34.64	101.90
32.65	102.87	33.15	102.35	33.65	102.33	34.15	102.33	34.65	101.90
32.66	102.87	33.16	102.35	33.66	102.33	34.16	102.33	34.66	101.90
32.67	102.88	33.17	102.37	33.67	102.35	34.17	102.30	34.67	101.87
32.68	102.88	33.18	102.35	33.68	102.33	34.18	102.32	34.68	101.87
32.69	102.88	33.19	102.32	33.69	102.33	34.19	102.32	34.69	101.89
32.70	102.88	33.20	102.32	33.70	102.33	34.20	102.32	34.70	101.87
32.71	102.89	33.21	102.34	33.71	102.31	34.21	102.30	34.71	101.87
32.72	102.89	33.22	102.34	33.72	102.32	34.22	102.32	34.72	101.87
32.73	102.88	33.23	102.32	33.73	102.33	34.23	102.32	34.73	101.87
32.74	102.86	33.24	102.32	33.74	102.30	34.24	102.30	34.74	101.84
32.75	102.85	33.25	102.32	33.75	102.27	34.25	102.27	34.75	101.84
32.76	102.86	33.26	102.29	33.76	102.30	34.26	102.27	34.76	101.84
32.77	102.86	33.27	102.29	33.77	102.31	34.27	102.27	34.77	101.84
32.78	102.83	33.28	102.29	33.78	102.27	34.28	102.25	34.78	101.85
32.79	102.84	33.29	102.30	33.79	102.30	34.29	102.23	34.79	101.85
32.80	102.84	33.30	102.30	33.80	102.30	34.30	102.20	34.80	101.85
32.81	102.84	33.31	102.32	33.81	102.30	34.31	102.20	34.81	101.85
32.82	102.83	33.32	102.30	33.82	102.30	34.32	102.18	34.82	101.85
32.83	102.80	33.33	102.29	33.83	102.31	34.33	102.15	34.83	101.87
32.84	102.77	33.34	102.29	33.84	102.30	34.34	102.12	34.84	101.84
32.85	102.77	33.35	102.32	33.85	102.33	34.35	102.15	34.85	101.87
32.86	102.74	33.36	102.32	33.86	102.33	34.36	102.12	34.86	101.87
32.87	102.71	33.37	102.32	33.87	102.33	34.37	102.12	34.87	101.87
32.88	102.67	33.38	102.32	33.88	102.32	34.38	102.12	34.88	101.87
32.89	102.65	33.39	102.33	33.89	102.33	34.39	102.12	34.89	101.87
32.90	102.61	33.40	102.33	33.90	102.30	34.40	102.12	34.90	101.87
32.91	102.59	33.41	102.32	33.91	102.32	34.41	102.12	34.91	101.84
32.92	102.56	33.42	102.31	33.92	102.32	34.42	102.12	34.92	101.87
32.93	102.50	33.43	102.33	33.93	102.32	34.43	102.12	34.93	101.87
32.94	102.51	33.44	102.34	33.94	102.30	34.44	102.09	34.94	101.84
32.95	102.49	33.45	102.33	33.95	102.32	34.45	102.09	34.95	101.87
32.96	102.48	33.46	102.33	33.96	102.32	34.46	102.07	34.96	101.87
32.97	102.48	33.47	102.33	33.97	102.32	34.47	102.07	34.97	101.87
32.98	102.45	33.48	102.33	33.98	102.29	34.48	102.04	34.98	101.87
32.99	102.43	33.49	102.33	33.99	102.32	34.49	102.05	34.99	101.85
33.00	102.43	33.50	102.33	34.00	102.32	34.50	102.02	35.00	101.87

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
35.01	101.85	35.51	101.59	36.01	101.59	36.51	101.61	37.01	101.11
35.02	101.87	35.52	101.59	36.02	101.62	36.52	101.61	37.02	101.12
35.03	101.87	35.53	101.59	36.03	101.60	36.53	101.59	37.03	101.12
35.04	101.85	35.54	101.57	36.04	101.59	36.54	101.62	37.04	101.12
35.05	101.87	35.55	101.60	36.05	101.62	36.55	101.59	37.05	101.10
35.06	101.87	35.56	101.59	36.06	101.60	36.56	101.56	37.06	101.10
35.07	101.85	35.57	101.60	36.07	101.60	36.57	101.55	37.07	101.10
35.08	101.87	35.58	101.60	36.08	101.62	36.58	101.52	37.08	101.09
35.09	101.84	35.59	101.62	36.09	101.61	36.59	101.47	37.09	101.07
35.10	101.87	35.60	101.60	36.10	101.60	36.60	101.47	37.10	101.07
35.11	101.87	35.61	101.60	36.11	101.60	36.61	101.43	37.11	101.07
35.12	101.87	35.62	101.63	36.12	101.61	36.62	101.40	37.12	101.06
35.13	101.87	35.63	101.60	36.13	101.61	36.63	101.35	37.13	101.05
35.14	101.84	35.64	101.60	36.14	101.60	36.64	101.34	37.14	101.02
35.15	101.87	35.65	101.60	36.15	101.60	36.65	101.30	37.15	101.02
35.16	101.85	35.66	101.60	36.16	101.60	36.66	101.27	37.16	101.02
35.17	101.82	35.67	101.60	36.17	101.59	36.67	101.25	37.17	101.02
35.18	101.82	35.68	101.62	36.18	101.59	36.68	101.25	37.18	101.00
35.19	101.80	35.69	101.60	36.19	101.59	36.69	101.22	37.19	101.00
35.20	101.77	35.70	101.60	36.20	101.58	36.70	101.25	37.20	101.02
35.21	101.75	35.71	101.59	36.21	101.59	36.71	101.22	37.21	101.02
35.22	101.69	35.72	101.60	36.22	101.62	36.72	101.22	37.22	101.01
35.23	101.69	35.73	101.57	36.23	101.58	36.73	101.19	37.23	101.00
35.24	101.66	35.74	101.57	36.24	101.56	36.74	101.19	37.24	100.97
35.25	101.62	35.75	101.58	36.25	101.58	36.75	101.17	37.25	101.00
35.26	101.60	35.76	101.57	36.26	101.57	36.76	101.17	37.26	100.97
35.27	101.59	35.77	101.57	36.27	101.56	36.77	101.17	37.27	100.99
35.28	101.58	35.78	101.57	36.28	101.59	36.78	101.17	37.28	100.97
35.29	101.58	35.79	101.54	36.29	101.56	36.79	101.15	37.29	100.99
35.30	101.56	35.80	101.56	36.30	101.57	36.80	101.17	37.30	100.97
35.31	101.58	35.81	101.56	36.31	101.59	36.81	101.14	37.31	100.95
35.32	101.56	35.82	101.56	36.32	101.56	36.82	101.14	37.32	100.92
35.33	101.59	35.83	101.56	36.33	101.56	36.83	101.14	37.33	100.92
35.34	101.59	35.84	101.58	36.34	101.57	36.84	101.14	37.34	100.91
35.35	101.59	35.85	101.59	36.35	101.60	36.85	101.14	37.35	100.89
35.36	101.61	35.86	101.59	36.36	101.60	36.86	101.14	37.36	100.86
35.37	101.61	35.87	101.61	36.37	101.60	36.87	101.12	37.37	100.84
35.38	101.58	35.88	101.61	36.38	101.60	36.88	101.12	37.38	100.79
35.39	101.61	35.89	101.59	36.39	101.60	36.89	101.12	37.39	100.77
35.40	101.58	35.90	101.62	36.40	101.61	36.90	101.12	37.40	100.71
35.41	101.60	35.91	101.59	36.41	101.60	36.91	101.11	37.41	100.69
35.42	101.60	35.92	101.59	36.42	101.60	36.92	101.11	37.42	100.64
35.43	101.61	35.93	101.62	36.43	101.60	36.93	101.11	37.43	100.62
35.44	101.59	35.94	101.60	36.44	101.61	36.94	101.11	37.44	100.55
35.45	101.59	35.95	101.60	36.45	101.62	36.95	101.11	37.45	100.50
35.46	101.57	35.96	101.62	36.46	101.60	36.96	101.11	37.46	100.45
35.47	101.58	35.97	101.59	36.47	101.60	36.97	101.11	37.47	100.40
35.48	101.57	35.98	101.59	36.48	101.62	36.98	101.11	37.48	100.35
35.49	101.59	35.99	101.60	36.49	101.59	36.99	101.11	37.49	100.27
35.50	101.59	36.00	101.59	36.50	101.59	37.00	101.11	37.50	100.25

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
37.51	100.20	38.01	100.04	38.51	100.05	39.01	99.75	39.51	99.75
37.52	100.15	38.02	100.05	38.52	100.07	39.02	99.76	39.52	99.75
37.53	100.13	38.03	100.07	38.53	100.06	39.03	99.75	39.53	99.75
37.54	100.10	38.04	100.07	38.54	100.06	39.04	99.75	39.54	99.72
37.55	100.07	38.05	100.04	38.55	100.07	39.05	99.75	39.55	99.75
37.56	100.07	38.06	100.07	38.56	100.08	39.06	99.77	39.56	99.75
37.57	100.08	38.07	100.07	38.57	100.06	39.07	99.75	39.57	99.76
37.58	100.06	38.08	100.05	38.58	100.07	39.08	99.75	39.58	99.75
37.59	100.06	38.09	100.07	38.59	100.06	39.09	99.76	39.59	99.72
37.60	100.06	38.10	100.07	38.60	100.07	39.10	99.76	39.60	99.73
37.61	100.06	38.11	100.05	38.61	100.05	39.11	99.75	39.61	99.72
37.62	100.06	38.12	100.07	38.62	100.06	39.12	99.75	39.62	99.73
37.63	100.06	38.13	100.07	38.63	100.06	39.13	99.76	39.63	99.73
37.64	100.07	38.14	100.05	38.64	100.05	39.14	99.75	39.64	99.75
37.65	100.05	38.15	100.05	38.65	100.06	39.15	99.78	39.65	99.75
37.66	100.06	38.16	100.07	38.66	100.06	39.16	99.76	39.66	99.73
37.67	100.04	38.17	100.06	38.67	100.05	39.17	99.74	39.67	99.73
37.68	100.05	38.18	100.05	38.68	100.06	39.18	99.75	39.68	99.72
37.69	100.04	38.19	100.07	38.69	100.05	39.19	99.78	39.69	99.73
37.70	100.05	38.20	100.05	38.70	100.05	39.20	99.75	39.70	99.73
37.71	100.08	38.21	100.05	38.71	100.00	39.21	99.76	39.71	99.75
37.72	100.05	38.22	100.05	38.72	99.98	39.22	99.75	39.72	99.74
37.73	100.07	38.23	100.05	38.73	99.95	39.23	99.75	39.73	99.72
37.74	100.04	38.24	100.03	38.74	99.89	39.24	99.71	39.74	99.72
37.75	100.02	38.25	100.03	38.75	99.86	39.25	99.75	39.75	99.70
37.76	100.02	38.26	100.05	38.76	99.85	39.26	99.72	39.76	99.71
37.77	100.04	38.27	100.03	38.77	99.80	39.27	99.72	39.77	99.70
37.78	100.03	38.28	100.03	38.78	99.78	39.28	99.75	39.78	99.72
37.79	100.02	38.29	100.03	38.79	99.75	39.29	99.73	39.79	99.72
37.80	100.05	38.30	100.03	38.80	99.75	39.30	99.73	39.80	99.72
37.81	100.04	38.31	100.03	38.81	99.72	39.31	99.74	39.81	99.72
37.82	100.01	38.32	100.03	38.82	99.72	39.32	99.73	39.82	99.70
37.83	100.02	38.33	100.05	38.83	99.72	39.33	99.73	39.83	99.73
37.84	100.02	38.34	100.03	38.84	99.75	39.34	99.74	39.84	99.73
37.85	100.05	38.35	100.05	38.85	99.75	39.35	99.75	39.85	99.75
37.86	100.05	38.36	100.07	38.86	99.77	39.36	99.72	39.86	99.75
37.87	100.07	38.37	100.05	38.87	99.75	39.37	99.75	39.87	99.73
37.88	100.05	38.38	100.04	38.88	99.75	39.38	99.75	39.88	99.75
37.89	100.06	38.39	100.07	38.89	99.75	39.39	99.74	39.89	99.72
37.90	100.07	38.40	100.07	38.90	99.77	39.40	99.75	39.90	99.75
37.91	100.05	38.41	100.05	38.91	99.75	39.41	99.72	39.91	99.72
37.92	100.05	38.42	100.07	38.92	99.76	39.42	99.72	39.92	99.75
37.93	100.06	38.43	100.07	38.93	99.76	39.43	99.75	39.93	99.75
37.94	100.07	38.44	100.05	38.94	99.76	39.44	99.75	39.94	99.74
37.95	100.05	38.45	100.05	38.95	99.73	39.45	99.73	39.95	99.74
37.96	100.05	38.46	100.07	38.96	99.76	39.46	99.73	39.96	99.72
37.97	100.07	38.47	100.04	38.97	99.75	39.47	99.75	39.97	99.74
37.98	100.05	38.48	100.05	38.98	99.76	39.48	99.75	39.98	99.74
37.99	100.05	38.49	100.06	38.99	99.76	39.49	99.75	39.99	99.75
38.00	100.07	38.50	100.06	39.00	99.77	39.50	99.75	40.00	99.74

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
40.01	99.74	40.51	99.75	41.01	99.74	41.51	99.81	42.01	100.04
40.02	99.75	40.52	99.72	41.02	99.74	41.52	99.83	42.02	100.02
40.03	99.74	40.53	99.75	41.03	99.73	41.53	99.82	42.03	100.02
40.04	99.74	40.54	99.75	41.04	99.74	41.54	99.82	42.04	100.05
40.05	99.72	40.55	99.75	41.05	99.74	41.55	99.83	42.05	100.05
40.06	99.75	40.56	99.75	41.06	99.74	41.56	99.85	42.06	100.02
40.07	99.74	40.57	99.73	41.07	99.74	41.57	99.85	42.07	100.02
40.08	99.75	40.58	99.75	41.08	99.74	41.58	99.87	42.08	100.02
40.09	99.75	40.59	99.72	41.09	99.75	41.59	99.89	42.09	100.05
40.10	99.73	40.60	99.75	41.10	99.74	41.60	99.87	42.10	100.05
40.11	99.76	40.61	99.75	41.11	99.74	41.61	99.90	42.11	100.03
40.12	99.74	40.62	99.75	41.12	99.75	41.62	99.86	42.12	100.06
40.13	99.75	40.63	99.75	41.13	99.74	41.63	99.87	42.13	100.05
40.14	99.74	40.64	99.72	41.14	99.77	41.64	99.90	42.14	100.06
40.15	99.74	40.65	99.73	41.15	99.75	41.65	99.87	42.15	100.03
40.16	99.74	40.66	99.72	41.16	99.77	41.66	99.89	42.16	100.05
40.17	99.72	40.67	99.73	41.17	99.77	41.67	99.89	42.17	100.06
40.18	99.73	40.68	99.73	41.18	99.78	41.68	99.87	42.18	100.06
40.19	99.73	40.69	99.75	41.19	99.76	41.69	99.87	42.19	100.07
40.20	99.73	40.70	99.75	41.20	99.79	41.70	99.88	42.20	100.06
40.21	99.75	40.71	99.73	41.21	99.78	41.71	99.89	42.21	100.06
40.22	99.72	40.72	99.73	41.22	99.80	41.72	99.89	42.22	100.02
40.23	99.69	40.73	99.69	41.23	99.75	41.73	99.88	42.23	100.00
40.24	99.71	40.74	99.72	41.24	99.77	41.74	99.87	42.24	100.03
40.25	99.72	40.75	99.71	41.25	99.77	41.75	99.87	42.25	100.02
40.26	99.72	40.76	99.72	41.26	99.77	41.76	99.89	42.26	100.05
40.27	99.72	40.77	99.71	41.27	99.78	41.77	99.89	42.27	100.03
40.28	99.72	40.78	99.73	41.28	99.77	41.78	99.88	42.28	100.02
40.29	99.72	40.79	99.73	41.29	99.77	41.79	99.91	42.29	100.02
40.30	99.69	40.80	99.70	41.30	99.78	41.80	99.91	42.30	100.00
40.31	99.72	40.81	99.71	41.31	99.77	41.81	99.89	42.31	100.02
40.32	99.72	40.82	99.70	41.32	99.77	41.82	99.89	42.32	100.02
40.33	99.72	40.83	99.73	41.33	99.77	41.83	99.89	42.33	100.07
40.34	99.75	40.84	99.75	41.34	99.81	41.84	99.93	42.34	100.07
40.35	99.73	40.85	99.74	41.35	99.80	41.85	99.91	42.35	100.05
40.36	99.72	40.86	99.75	41.36	99.80	41.86	99.91	42.36	100.05
40.37	99.73	40.87	99.72	41.37	99.81	41.87	99.93	42.37	100.05
40.38	99.73	40.88	99.75	41.38	99.78	41.88	99.93	42.38	100.05
40.39	99.75	40.89	99.72	41.39	99.80	41.89	99.96	42.39	100.06
40.40	99.74	40.90	99.75	41.40	99.81	41.90	99.94	42.40	100.06
40.41	99.76	40.91	99.75	41.41	99.78	41.91	99.96	42.41	100.07
40.42	99.74	40.92	99.75	41.42	99.78	41.92	99.98	42.42	100.06
40.43	99.72	40.93	99.75	41.43	99.81	41.93	99.98	42.43	100.06
40.44	99.74	40.94	99.72	41.44	99.78	41.94	99.99	42.44	100.03
40.45	99.74	40.95	99.75	41.45	99.78	41.95	100.01	42.45	100.06
40.46	99.74	40.96	99.72	41.46	99.81	41.96	100.03	42.46	100.06
40.47	99.74	40.97	99.75	41.47	99.78	41.97	100.03	42.47	100.06
40.48	99.75	40.98	99.74	41.48	99.78	41.98	100.03	42.48	100.06
40.49	99.75	40.99	99.75	41.49	99.81	41.99	100.03	42.49	100.06
40.50	99.72	41.00	99.75	41.50	99.78	42.00	100.03	42.50	100.05

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
42.51	100.06	43.01	100.05	43.51	100.07	44.01	100.08	44.51	99.81
42.52	100.03	43.02	100.07	43.52	100.07	44.02	100.08	44.52	99.79
42.53	100.05	43.03	100.05	43.53	100.06	44.03	100.07	44.53	99.79
42.54	100.06	43.04	100.04	43.54	100.07	44.04	100.10	44.54	99.73
42.55	100.06	43.05	100.07	43.55	100.07	44.05	100.08	44.55	99.72
42.56	100.04	43.06	100.08	43.56	100.08	44.06	100.07	44.56	99.70
42.57	100.06	43.07	100.05	43.57	100.07	44.07	100.10	44.57	99.67
42.58	100.06	43.08	100.07	43.58	100.08	44.08	100.07	44.58	99.65
42.59	100.06	43.09	100.07	43.59	100.08	44.09	100.09	44.59	99.60
42.60	100.05	43.10	100.06	43.60	100.09	44.10	100.07	44.60	99.60
42.61	100.06	43.11	100.07	43.61	100.08	44.11	100.07	44.61	99.54
42.62	100.07	43.12	100.07	43.62	100.08	44.12	100.09	44.62	99.49
42.63	100.07	43.13	100.06	43.63	100.09	44.13	100.07	44.63	99.45
42.64	100.07	43.14	100.07	43.64	100.08	44.14	100.07	44.64	99.43
42.65	100.07	43.15	100.07	43.65	100.08	44.15	100.07	44.65	99.42
42.66	100.07	43.16	100.06	43.66	100.09	44.16	100.07	44.66	99.38
42.67	100.09	43.17	100.07	43.67	100.06	44.17	100.10	44.67	99.35
42.68	100.07	43.18	100.07	43.68	100.08	44.18	100.07	44.68	99.32
42.69	100.07	43.19	100.06	43.69	100.07	44.19	100.10	44.69	99.31
42.70	100.05	43.20	100.08	43.70	100.07	44.20	100.07	44.70	99.28
42.71	100.07	43.21	100.05	43.71	100.05	44.21	100.07	44.71	99.23
42.72	100.05	43.22	100.03	43.72	100.05	44.22	100.07	44.72	99.20
42.73	100.03	43.23	100.06	43.73	100.05	44.23	100.04	44.73	99.20
42.74	100.05	43.24	100.05	43.74	100.04	44.24	100.07	44.74	99.18
42.75	100.03	43.25	100.05	43.75	100.05	44.25	100.07	44.75	99.15
42.76	100.03	43.26	100.06	43.76	100.05	44.26	100.07	44.76	99.13
42.77	100.05	43.27	100.05	43.77	100.04	44.27	100.07	44.77	99.13
42.78	100.03	43.28	100.05	43.78	100.07	44.28	100.06	44.78	99.07
42.79	100.03	43.29	100.06	43.79	100.05	44.29	100.07	44.79	99.07
42.80	100.05	43.30	100.05	43.80	100.08	44.30	100.04	44.80	99.05
42.81	100.06	43.31	100.05	43.81	100.05	44.31	100.07	44.81	99.05
42.82	100.03	43.32	100.08	43.82	100.07	44.32	100.08	44.82	99.02
42.83	100.07	43.33	100.07	43.83	100.10	44.33	100.07	44.83	99.02
42.84	100.08	43.34	100.07	43.84	100.07	44.34	100.10	44.84	99.02
42.85	100.06	43.35	100.07	43.85	100.08	44.35	100.07	44.85	99.02
42.86	100.07	43.36	100.06	43.86	100.10	44.36	100.07	44.86	99.00
42.87	100.08	43.37	100.07	43.87	100.07	44.37	100.05	44.87	99.00
42.88	100.06	43.38	100.07	43.88	100.08	44.38	100.06	44.88	99.00
42.89	100.07	43.39	100.06	43.89	100.08	44.39	100.03	44.89	99.00
42.90	100.07	43.40	100.07	43.90	100.07	44.40	100.02	44.90	99.00
42.91	100.06	43.41	100.07	43.91	100.07	44.41	100.02	44.91	99.00
42.92	100.07	43.42	100.07	43.92	100.08	44.42	99.97	44.92	98.98
42.93	100.08	43.43	100.07	43.93	100.08	44.43	99.97	44.93	99.00
42.94	100.06	43.44	100.07	43.94	100.07	44.44	99.94	44.94	99.00
42.95	100.05	43.45	100.07	43.95	100.08	44.45	99.92	44.95	98.98
42.96	100.08	43.46	100.08	43.96	100.07	44.46	99.88	44.96	98.98
42.97	100.05	43.47	100.07	43.97	100.08	44.47	99.87	44.97	98.98
42.98	100.04	43.48	100.07	43.98	100.08	44.48	99.87	44.98	98.96
42.99	100.07	43.49	100.07	43.99	100.10	44.49	99.83	44.99	98.96
43.00	100.05	43.50	100.07	44.00	100.07	44.50	99.83	45.00	98.96

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
45.01	98.93	45.51	98.62	46.01	98.30	46.51	97.91	47.01	96.80
45.02	98.93	45.52	98.59	46.02	98.30	46.52	97.91	47.02	96.77
45.03	98.93	45.53	98.58	46.03	98.30	46.53	97.90	47.03	96.77
45.04	98.91	45.54	98.58	46.04	98.30	46.54	97.91	47.04	96.71
45.05	98.91	45.55	98.58	46.05	98.31	46.55	97.91	47.05	96.71
45.06	98.90	45.56	98.56	46.06	98.31	46.56	97.90	47.06	96.71
45.07	98.88	45.57	98.58	46.07	98.28	46.57	97.91	47.07	96.69
45.08	98.88	45.58	98.56	46.08	98.27	46.58	97.91	47.08	96.66
45.09	98.88	45.59	98.57	46.09	98.26	46.59	97.88	47.09	96.64
45.10	98.86	45.60	98.55	46.10	98.27	46.60	97.86	47.10	96.64
45.11	98.86	45.61	98.55	46.11	98.25	46.61	97.83	47.11	96.61
45.12	98.85	45.62	98.55	46.12	98.26	46.62	97.78	47.12	96.61
45.13	98.83	45.63	98.55	46.13	98.23	46.63	97.75	47.13	96.61
45.14	98.83	45.64	98.55	46.14	98.22	46.64	97.71	47.14	96.59
45.15	98.83	45.65	98.55	46.15	98.23	46.65	97.66	47.15	96.60
45.16	98.80	45.66	98.53	46.16	98.20	46.66	97.60	47.16	96.59
45.17	98.80	45.67	98.54	46.17	98.19	46.67	97.56	47.17	96.56
45.18	98.79	45.68	98.52	46.18	98.19	46.68	97.50	47.18	96.53
45.19	98.78	45.69	98.52	46.19	98.20	46.69	97.46	47.19	96.53
45.20	98.78	45.70	98.52	46.20	98.19	46.70	97.43	47.20	96.53
45.21	98.75	45.71	98.48	46.21	98.15	46.71	97.38	47.21	96.48
45.22	98.75	45.72	98.48	46.22	98.15	46.72	97.33	47.22	96.48
45.23	98.75	45.73	98.48	46.23	98.12	46.73	97.33	47.23	96.46
45.24	98.75	45.74	98.49	46.24	98.12	46.74	97.28	47.24	96.46
45.25	98.75	45.75	98.48	46.25	98.10	46.75	97.26	47.25	96.43
45.26	98.75	45.76	98.48	46.26	98.08	46.76	97.23	47.26	96.41
45.27	98.73	45.77	98.48	46.27	98.08	46.77	97.21	47.27	96.41
45.28	98.73	45.78	98.49	46.28	98.06	46.78	97.19	47.28	96.41
45.29	98.73	45.79	98.45	46.29	98.03	46.79	97.16	47.29	96.39
45.30	98.73	45.80	98.45	46.30	98.00	46.80	97.13	47.30	96.36
45.31	98.73	45.81	98.44	46.31	97.98	46.81	97.11	47.31	96.36
45.32	98.76	45.82	98.47	46.32	97.98	46.82	97.11	47.32	96.39
45.33	98.76	45.83	98.47	46.33	97.98	46.83	97.11	47.33	96.36
45.34	98.73	45.84	98.47	46.34	97.98	46.84	97.07	47.34	96.34
45.35	98.71	45.85	98.44	46.35	97.98	46.85	97.04	47.35	96.34
45.36	98.71	45.86	98.44	46.36	97.96	46.86	97.03	47.36	96.34
45.37	98.69	45.87	98.43	46.37	97.95	46.87	97.03	47.37	96.34
45.38	98.70	45.88	98.43	46.38	97.93	46.88	97.02	47.38	96.32
45.39	98.69	45.89	98.39	46.39	97.93	46.89	96.98	47.39	96.31
45.40	98.66	45.90	98.40	46.40	97.93	46.90	96.96	47.40	96.31
45.41	98.68	45.91	98.38	46.41	97.93	46.91	96.94	47.41	96.34
45.42	98.66	45.92	98.39	46.42	97.93	46.92	96.91	47.42	96.32
45.43	98.63	45.93	98.37	46.43	97.92	46.93	96.91	47.43	96.32
45.44	98.63	45.94	98.35	46.44	97.91	46.94	96.87	47.44	96.32
45.45	98.64	45.95	98.33	46.45	97.91	46.95	96.86	47.45	96.34
45.46	98.63	45.96	98.35	46.46	97.90	46.96	96.89	47.46	96.31
45.47	98.63	45.97	98.33	46.47	97.90	46.97	96.86	47.47	96.34
45.48	98.62	45.98	98.33	46.48	97.91	46.98	96.83	47.48	96.31
45.49	98.62	45.99	98.30	46.49	97.90	46.99	96.81	47.49	96.34
45.50	98.61	46.00	98.33	46.50	97.90	47.00	96.81	47.50	96.32

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
47.51	96.34	48.01	96.11	48.51	95.84	49.01	95.80	49.51	95.82
47.52	96.32	48.02	96.09	48.52	95.84	49.02	95.82	49.52	95.79
47.53	96.34	48.03	96.06	48.53	95.84	49.03	95.80	49.53	95.81
47.54	96.32	48.04	96.04	48.54	95.87	49.04	95.80	49.54	95.79
47.55	96.34	48.05	96.04	48.55	95.84	49.05	95.82	49.55	95.79
47.56	96.32	48.06	96.02	48.56	95.84	49.06	95.80	49.56	95.81
47.57	96.34	48.07	95.99	48.57	95.85	49.07	95.80	49.57	95.78
47.58	96.32	48.08	95.97	48.58	95.87	49.08	95.80	49.58	95.81
47.59	96.34	48.09	95.99	48.59	95.84	49.09	95.80	49.59	95.79
47.60	96.31	48.10	95.94	48.60	95.84	49.10	95.82	49.60	95.79
47.61	96.34	48.11	95.94	48.61	95.84	49.11	95.80	49.61	95.78
47.62	96.31	48.12	95.94	48.62	95.84	49.12	95.83	49.62	95.78
47.63	96.34	48.13	95.94	48.63	95.84	49.13	95.80	49.63	95.79
47.64	96.31	48.14	95.94	48.64	95.84	49.14	95.82	49.64	95.76
47.65	96.33	48.15	95.94	48.65	95.82	49.15	95.82	49.65	95.79
47.66	96.31	48.16	95.94	48.66	95.85	49.16	95.80	49.66	95.77
47.67	96.33	48.17	95.94	48.67	95.85	49.17	95.82	49.67	95.74
47.68	96.31	48.18	95.94	48.68	95.82	49.18	95.80	49.68	95.74
47.69	96.31	48.19	95.94	48.69	95.82	49.19	95.81	49.69	95.74
47.70	96.32	48.20	95.92	48.70	95.85	49.20	95.81	49.70	95.73
47.71	96.32	48.21	95.94	48.71	95.83	49.21	95.80	49.71	95.72
47.72	96.29	48.22	95.89	48.72	95.80	49.22	95.79	49.72	95.70
47.73	96.29	48.23	95.89	48.73	95.82	49.23	95.76	49.73	95.68
47.74	96.29	48.24	95.89	48.74	95.82	49.24	95.79	49.74	95.67
47.75	96.29	48.25	95.89	48.75	95.80	49.25	95.79	49.75	95.67
47.76	96.29	48.26	95.89	48.76	95.82	49.26	95.77	49.76	95.65
47.77	96.29	48.27	95.87	48.77	95.82	49.27	95.79	49.77	95.64
47.78	96.29	48.28	95.87	48.78	95.81	49.28	95.76	49.78	95.65
47.79	96.29	48.29	95.87	48.79	95.82	49.29	95.79	49.79	95.65
47.80	96.29	48.30	95.87	48.80	95.82	49.30	95.77	49.80	95.65
47.81	96.26	48.31	95.87	48.81	95.82	49.31	95.77	49.81	95.67
47.82	96.26	48.32	95.87	48.82	95.82	49.32	95.77	49.82	95.64
47.83	96.24	48.33	95.89	48.83	95.85	49.33	95.79	49.83	95.67
47.84	96.24	48.34	95.90	48.84	95.82	49.34	95.82	49.84	95.67
47.85	96.21	48.35	95.87	48.85	95.83	49.35	95.80	49.85	95.69
47.86	96.21	48.36	95.87	48.86	95.84	49.36	95.80	49.86	95.69
47.87	96.19	48.37	95.87	48.87	95.82	49.37	95.82	49.87	95.68
47.88	96.19	48.38	95.89	48.88	95.82	49.38	95.80	49.88	95.69
47.89	96.14	48.39	95.89	48.89	95.80	49.39	95.83	49.89	95.68
47.90	96.14	48.40	95.89	48.90	95.81	49.40	95.80	49.90	95.68
47.91	96.14	48.41	95.89	48.91	95.80	49.41	95.82	49.91	95.68
47.92	96.14	48.42	95.89	48.92	95.80	49.42	95.81	49.92	95.69
47.93	96.14	48.43	95.86	48.93	95.81	49.43	95.82	49.93	95.69
47.94	96.14	48.44	95.87	48.94	95.80	49.44	95.82	49.94	95.68
47.95	96.14	48.45	95.86	48.95	95.82	49.45	95.80	49.95	95.69
47.96	96.14	48.46	95.89	48.96	95.82	49.46	95.82	49.96	95.67
47.97	96.14	48.47	95.87	48.97	95.80	49.47	95.79	49.97	95.67
47.98	96.11	48.48	95.87	48.98	95.83	49.48	95.79	49.98	95.67
47.99	96.11	48.49	95.87	48.99	95.80	49.49	95.81	49.99	95.67
48.00	96.14	48.50	95.86	49.00	95.83	49.50	95.79	50.00	95.67

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
50.01	95.65	50.51	95.27	51.01	94.95	51.51	94.68	52.01	94.16
50.02	95.62	50.52	95.27	51.02	94.95	51.52	94.68	52.02	94.14
50.03	95.62	50.53	95.29	51.03	94.95	51.53	94.68	52.03	94.14
50.04	95.60	50.54	95.27	51.04	94.95	51.54	94.68	52.04	94.11
50.05	95.60	50.55	95.27	51.05	94.95	51.55	94.68	52.05	94.11
50.06	95.60	50.56	95.30	51.06	94.92	51.56	94.68	52.06	94.10
50.07	95.57	50.57	95.29	51.07	94.95	51.57	94.68	52.07	94.11
50.08	95.57	50.58	95.27	51.08	94.94	51.58	94.67	52.08	94.11
50.09	95.54	50.59	95.25	51.09	94.92	51.59	94.67	52.09	94.10
50.10	95.54	50.60	95.22	51.10	94.92	51.60	94.67	52.10	94.11
50.11	95.50	50.61	95.20	51.11	94.92	51.61	94.65	52.11	94.08
50.12	95.53	50.62	95.19	51.12	94.92	51.62	94.65	52.12	94.08
50.13	95.50	50.63	95.17	51.13	94.92	51.63	94.65	52.13	94.08
50.14	95.49	50.64	95.15	51.14	94.92	51.64	94.62	52.14	94.08
50.15	95.50	50.65	95.12	51.15	94.89	51.65	94.59	52.15	94.08
50.16	95.48	50.66	95.12	51.16	94.90	51.66	94.62	52.16	94.09
50.17	95.47	50.67	95.09	51.17	94.90	51.67	94.59	52.17	94.08
50.18	95.47	50.68	95.07	51.18	94.89	51.68	94.57	52.18	94.08
50.19	95.43	50.69	95.07	51.19	94.87	51.69	94.57	52.19	94.07
50.20	95.45	50.70	95.09	51.20	94.87	51.70	94.57	52.20	94.08
50.21	95.45	50.71	95.09	51.21	94.87	51.71	94.53	52.21	94.05
50.22	95.46	50.72	95.09	51.22	94.87	51.72	94.53	52.22	94.07
50.23	95.40	50.73	95.04	51.23	94.85	51.73	94.53	52.23	94.07
50.24	95.42	50.74	95.04	51.24	94.82	51.74	94.46	52.24	94.05
50.25	95.39	50.75	95.04	51.25	94.82	51.75	94.44	52.25	94.02
50.26	95.38	50.76	95.04	51.26	94.82	51.76	94.41	52.26	94.04
50.27	95.39	50.77	95.02	51.27	94.82	51.77	94.37	52.27	94.01
50.28	95.36	50.78	95.04	51.28	94.82	51.78	94.37	52.28	94.02
50.29	95.36	50.79	95.04	51.29	94.80	51.79	94.34	52.29	94.02
50.30	95.38	50.80	95.01	51.30	94.80	51.80	94.32	52.30	94.01
50.31	95.36	50.81	95.01	51.31	94.80	51.81	94.27	52.31	94.01
50.32	95.34	50.82	94.99	51.32	94.78	51.82	94.26	52.32	94.01
50.33	95.33	50.83	94.99	51.33	94.78	51.83	94.24	52.33	94.00
50.34	95.36	50.84	95.02	51.34	94.80	51.84	94.21	52.34	93.98
50.35	95.34	50.85	95.02	51.35	94.80	51.85	94.23	52.35	94.01
50.36	95.34	50.86	95.02	51.36	94.80	51.86	94.23	52.36	94.02
50.37	95.36	50.87	95.02	51.37	94.80	51.87	94.24	52.37	94.01
50.38	95.34	50.88	94.99	51.38	94.77	51.88	94.23	52.38	94.01
50.39	95.34	50.89	94.97	51.39	94.77	51.89	94.21	52.39	93.99
50.40	95.33	50.90	94.97	51.40	94.75	51.90	94.21	52.40	93.98
50.41	95.32	50.91	94.99	51.41	94.75	51.91	94.20	52.41	93.98
50.42	95.29	50.92	94.95	51.42	94.75	51.92	94.21	52.42	93.98
50.43	95.31	50.93	94.97	51.43	94.75	51.93	94.21	52.43	93.97
50.44	95.32	50.94	94.97	51.44	94.73	51.94	94.20	52.44	94.00
50.45	95.29	50.95	94.97	51.45	94.71	51.95	94.20	52.45	93.98
50.46	95.29	50.96	94.95	51.46	94.71	51.96	94.19	52.46	93.97
50.47	95.28	50.97	94.95	51.47	94.68	51.97	94.19	52.47	93.97
50.48	95.27	50.98	94.95	51.48	94.68	51.98	94.18	52.48	93.98
50.49	95.27	50.99	94.97	51.49	94.68	51.99	94.17	52.49	93.98
50.50	95.26	51.00	94.95	51.50	94.68	52.00	94.16	52.50	94.00

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
52.51	93.99	53.01	93.43	53.51	92.12	54.01	92.10	54.51	92.36
52.52	94.00	53.02	93.41	53.52	92.12	54.02	92.12	54.52	92.36
52.53	93.98	53.03	93.36	53.53	92.12	54.03	92.10	54.53	92.34
52.54	94.01	53.04	93.31	53.54	92.12	54.04	92.10	54.54	92.35
52.55	93.98	53.05	93.26	53.55	92.10	54.05	92.10	54.55	92.37
52.56	94.00	53.06	93.21	53.56	92.09	54.06	92.10	54.56	92.37
52.57	93.99	53.07	93.16	53.57	92.12	54.07	92.12	54.57	92.37
52.58	93.99	53.08	93.11	53.58	92.10	54.08	92.12	54.58	92.39
52.59	93.98	53.09	93.07	53.59	92.12	54.09	92.10	54.59	92.38
52.60	93.98	53.10	93.01	53.60	92.12	54.10	92.10	54.60	92.39
52.61	93.97	53.11	92.96	53.61	92.12	54.11	92.10	54.61	92.37
52.62	93.97	53.12	92.92	53.62	92.10	54.12	92.10	54.62	92.37
52.63	93.98	53.13	92.87	53.63	92.10	54.13	92.10	54.63	92.38
52.64	93.98	53.14	92.84	53.64	92.10	54.14	92.14	54.64	92.38
52.65	93.97	53.15	92.79	53.65	92.10	54.15	92.14	54.65	92.38
52.66	93.98	53.16	92.75	53.66	92.12	54.16	92.14	54.66	92.39
52.67	93.95	53.17	92.70	53.67	92.12	54.17	92.15	54.67	92.38
52.68	93.94	53.18	92.67	53.68	92.10	54.18	92.15	54.68	92.38
52.69	93.94	53.19	92.63	53.69	92.10	54.19	92.17	54.69	92.37
52.70	93.93	53.20	92.57	53.70	92.10	54.20	92.20	54.70	92.37
52.71	93.92	53.21	92.54	53.71	92.10	54.21	92.20	54.71	92.38
52.72	93.91	53.22	92.51	53.72	92.10	54.22	92.22	54.72	92.39
52.73	93.91	53.23	92.47	53.73	92.12	54.23	92.22	54.73	92.38
52.74	93.86	53.24	92.42	53.74	92.10	54.24	92.22	54.74	92.37
52.75	93.83	53.25	92.38	53.75	92.10	54.25	92.22	54.75	92.39
52.76	93.81	53.26	92.33	53.76	92.08	54.26	92.22	54.76	92.36
52.77	93.81	53.27	92.29	53.77	92.07	54.27	92.19	54.77	92.34
52.78	93.78	53.28	92.26	53.78	92.08	54.28	92.21	54.78	92.35
52.79	93.79	53.29	92.23	53.79	92.10	54.29	92.21	54.79	92.35
52.80	93.78	53.30	92.19	53.80	92.07	54.30	92.19	54.80	92.36
52.81	93.76	53.31	92.19	53.81	92.08	54.31	92.22	54.81	92.35
52.82	93.77	53.32	92.17	53.82	92.08	54.32	92.21	54.82	92.33
52.83	93.76	53.33	92.15	53.83	92.08	54.33	92.21	54.83	92.33
52.84	93.73	53.34	92.14	53.84	92.08	54.34	92.24	54.84	92.34
52.85	93.73	53.35	92.14	53.85	92.08	54.35	92.24	54.85	92.36
52.86	93.76	53.36	92.10	53.86	92.07	54.36	92.24	54.86	92.35
52.87	93.74	53.37	92.12	53.87	92.09	54.37	92.26	54.87	92.37
52.88	93.71	53.38	92.13	53.88	92.10	54.38	92.28	54.88	92.37
52.89	93.71	53.39	92.13	53.89	92.10	54.39	92.29	54.89	92.37
52.90	93.70	53.40	92.13	53.90	92.10	54.40	92.32	54.90	92.37
52.91	93.68	53.41	92.13	53.91	92.10	54.41	92.32	54.91	92.37
52.92	93.68	53.42	92.13	53.92	92.10	54.42	92.33	54.92	92.37
52.93	93.65	53.43	92.12	53.93	92.10	54.43	92.35	54.93	92.40
52.94	93.63	53.44	92.12	53.94	92.10	54.44	92.34	54.94	92.40
52.95	93.63	53.45	92.13	53.95	92.10	54.45	92.33	54.95	92.37
52.96	93.61	53.46	92.10	53.96	92.10	54.46	92.35	54.96	92.37
52.97	93.57	53.47	92.14	53.97	92.10	54.47	92.34	54.97	92.36
52.98	93.55	53.48	92.12	53.98	92.10	54.48	92.36	54.98	92.37
52.99	93.53	53.49	92.12	53.99	92.09	54.49	92.36	54.99	92.38
53.00	93.50	53.50	92.12	54.00	92.10	54.50	92.36	55.00	92.38

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
55.01	92.38	55.51	92.39	56.01	92.41	56.51	92.38	57.01	92.36
55.02	92.38	55.52	92.39	56.02	92.40	56.52	92.37	57.02	92.35
55.03	92.38	55.53	92.39	56.03	92.40	56.53	92.38	57.03	92.35
55.04	92.38	55.54	92.39	56.04	92.38	56.54	92.37	57.04	92.38
55.05	92.37	55.55	92.38	56.05	92.37	56.55	92.35	57.05	92.36
55.06	92.38	55.56	92.39	56.06	92.38	56.56	92.37	57.06	92.36
55.07	92.38	55.57	92.38	56.07	92.38	56.57	92.38	57.07	92.36
55.08	92.39	55.58	92.39	56.08	92.37	56.58	92.38	57.08	92.37
55.09	92.38	55.59	92.39	56.09	92.35	56.59	92.38	57.09	92.36
55.10	92.39	55.60	92.39	56.10	92.38	56.60	92.38	57.10	92.38
55.11	92.40	55.61	92.40	56.11	92.37	56.61	92.35	57.11	92.38
55.12	92.39	55.62	92.39	56.12	92.37	56.62	92.35	57.12	92.35
55.13	92.37	55.63	92.39	56.13	92.38	56.63	92.36	57.13	92.36
55.14	92.39	55.64	92.38	56.14	92.37	56.64	92.36	57.14	92.36
55.15	92.36	55.65	92.39	56.15	92.37	56.65	92.36	57.15	92.36
55.16	92.39	55.66	92.39	56.16	92.38	56.66	92.36	57.16	92.38
55.17	92.40	55.67	92.39	56.17	92.37	56.67	92.36	57.17	92.39
55.18	92.39	55.68	92.40	56.18	92.37	56.68	92.36	57.18	92.38
55.19	92.39	55.69	92.40	56.19	92.35	56.69	92.36	57.19	92.37
55.20	92.39	55.70	92.42	56.20	92.37	56.70	92.36	57.20	92.35
55.21	92.39	55.71	92.42	56.21	92.37	56.71	92.36	57.21	92.35
55.22	92.36	55.72	92.39	56.22	92.37	56.72	92.36	57.22	92.35
55.23	92.37	55.73	92.39	56.23	92.37	56.73	92.36	57.23	92.38
55.24	92.40	55.74	92.39	56.24	92.34	56.74	92.36	57.24	92.38
55.25	92.38	55.75	92.40	56.25	92.34	56.75	92.35	57.25	92.38
55.26	92.40	55.76	92.40	56.26	92.37	56.76	92.36	57.26	92.32
55.27	92.38	55.77	92.40	56.27	92.37	56.77	92.38	57.27	92.32
55.28	92.37	55.78	92.37	56.28	92.34	56.78	92.36	57.28	92.32
55.29	92.38	55.79	92.37	56.29	92.34	56.79	92.35	57.29	92.32
55.30	92.35	55.80	92.37	56.30	92.34	56.80	92.33	57.30	92.33
55.31	92.36	55.81	92.37	56.31	92.34	56.81	92.32	57.31	92.35
55.32	92.36	55.82	92.37	56.32	92.34	56.82	92.33	57.32	92.33
55.33	92.38	55.83	92.40	56.33	92.35	56.83	92.35	57.33	92.32
55.34	92.38	55.84	92.40	56.34	92.33	56.84	92.36	57.34	92.33
55.35	92.38	55.85	92.40	56.35	92.34	56.85	92.35	57.35	92.33
55.36	92.36	55.86	92.37	56.36	92.35	56.86	92.35	57.36	92.33
55.37	92.35	55.87	92.38	56.37	92.34	56.87	92.32	57.37	92.38
55.38	92.38	55.88	92.37	56.38	92.34	56.88	92.32	57.38	92.36
55.39	92.38	55.89	92.40	56.39	92.35	56.89	92.35	57.39	92.35
55.40	92.38	55.90	92.39	56.40	92.34	56.90	92.35	57.40	92.36
55.41	92.40	55.91	92.39	56.41	92.37	56.91	92.38	57.41	92.36
55.42	92.40	55.92	92.40	56.42	92.37	56.92	92.38	57.42	92.36
55.43	92.39	55.93	92.40	56.43	92.37	56.93	92.35	57.43	92.38
55.44	92.40	55.94	92.40	56.44	92.36	56.94	92.35	57.44	92.38
55.45	92.39	55.95	92.40	56.45	92.36	56.95	92.34	57.45	92.36
55.46	92.39	55.96	92.40	56.46	92.36	56.96	92.35	57.46	92.35
55.47	92.41	55.97	92.42	56.47	92.35	56.97	92.35	57.47	92.35
55.48	92.39	55.98	92.40	56.48	92.36	56.98	92.38	57.48	92.36
55.49	92.39	55.99	92.40	56.49	92.35	56.99	92.36	57.49	92.38
55.50	92.38	56.00	92.40	56.50	92.38	57.00	92.35	57.50	92.38

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
57.51	92.35	58.01	92.35	58.51	92.36	59.01	92.21	59.51	90.90
57.52	92.35	58.02	92.36	58.52	92.35	59.02	92.18	59.52	90.93
57.53	92.35	58.03	92.38	58.53	92.36	59.03	92.14	59.53	90.90
57.54	92.34	58.04	92.36	58.54	92.35	59.04	92.11	59.54	90.90
57.55	92.35	58.05	92.36	58.55	92.35	59.05	92.07	59.55	90.90
57.56	92.38	58.06	92.36	58.56	92.38	59.06	92.02	59.56	90.92
57.57	92.38	58.07	92.37	58.57	92.37	59.07	92.00	59.57	90.90
57.58	92.38	58.08	92.36	58.58	92.35	59.08	91.93	59.58	90.90
57.59	92.35	58.09	92.36	58.59	92.35	59.09	91.91	59.59	90.90
57.60	92.35	58.10	92.38	58.60	92.36	59.10	91.86	59.60	90.92
57.61	92.35	58.11	92.35	58.61	92.34	59.11	91.83	59.61	90.90
57.62	92.38	58.12	92.35	58.62	92.36	59.12	91.79	59.62	90.90
57.63	92.38	58.13	92.35	58.63	92.37	59.13	91.74	59.63	90.90
57.64	92.38	58.14	92.35	58.64	92.36	59.14	91.72	59.64	90.92
57.65	92.36	58.15	92.37	58.65	92.37	59.15	91.69	59.65	90.91
57.66	92.35	58.16	92.37	58.66	92.37	59.16	91.67	59.66	90.89
57.67	92.35	58.17	92.35	58.67	92.34	59.17	91.62	59.67	90.89
57.68	92.35	58.18	92.34	58.68	92.34	59.18	91.57	59.68	90.92
57.69	92.35	58.19	92.34	58.69	92.37	59.19	91.57	59.69	90.92
57.70	92.38	58.20	92.37	58.70	92.37	59.20	91.53	59.70	90.89
57.71	92.36	58.21	92.35	58.71	92.36	59.21	91.48	59.71	90.87
57.72	92.35	58.22	92.38	58.72	92.38	59.22	91.39	59.72	90.90
57.73	92.36	58.23	92.38	58.73	92.33	59.23	91.38	59.73	90.90
57.74	92.35	58.24	92.32	58.74	92.33	59.24	91.32	59.74	90.87
57.75	92.33	58.25	92.32	58.75	92.33	59.25	91.29	59.75	90.87
57.76	92.33	58.26	92.33	58.76	92.32	59.26	91.23	59.76	90.85
57.77	92.33	58.27	92.32	58.77	92.33	59.27	91.19	59.77	90.88
57.78	92.32	58.28	92.35	58.78	92.35	59.28	91.16	59.78	90.86
57.79	92.33	58.29	92.35	58.79	92.36	59.29	91.13	59.79	90.86
57.80	92.33	58.30	92.35	58.80	92.35	59.30	91.06	59.80	90.86
57.81	92.33	58.31	92.32	58.81	92.33	59.31	91.05	59.81	90.86
57.82	92.33	58.32	92.34	58.82	92.32	59.32	91.06	59.82	90.89
57.83	92.35	58.33	92.32	58.83	92.33	59.33	91.07	59.83	90.86
57.84	92.34	58.34	92.32	58.84	92.38	59.34	91.04	59.84	90.87
57.85	92.33	58.35	92.37	58.85	92.38	59.35	91.07	59.85	90.86
57.86	92.34	58.36	92.37	58.86	92.38	59.36	91.04	59.86	90.87
57.87	92.37	58.37	92.37	58.87	92.36	59.37	91.02	59.87	90.87
57.88	92.37	58.38	92.37	58.88	92.35	59.38	91.00	59.88	90.84
57.89	92.37	58.39	92.34	58.89	92.36	59.39	91.00	59.89	90.84
57.90	92.37	58.40	92.34	58.90	92.35	59.40	90.99	59.90	90.84
57.91	92.37	58.41	92.35	58.91	92.36	59.41	90.97	59.91	90.84
57.92	92.34	58.42	92.37	58.92	92.38	59.42	90.96	59.92	90.87
57.93	92.36	58.43	92.36	58.93	92.36	59.43	90.95	59.93	90.86
57.94	92.35	58.44	92.38	58.94	92.35	59.44	90.94	59.94	90.89
57.95	92.35	58.45	92.36	58.95	92.35	59.45	90.93	59.95	90.88
57.96	92.37	58.46	92.36	58.96	92.32	59.46	90.90	59.96	90.91
57.97	92.38	58.47	92.36	58.97	92.32	59.47	90.90	59.97	90.90
57.98	92.35	58.48	92.35	58.98	92.30	59.48	90.92	59.98	90.90
57.99	92.35	58.49	92.36	58.99	92.28	59.49	90.90	59.99	90.92
58.00	92.36	58.50	92.38	59.00	92.25	59.50	90.89	60.00	90.95

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
60.01	90.94	60.51	90.95	61.01	90.94	61.51	90.96	62.01	90.94
60.02	90.94	60.52	90.92	61.02	90.94	61.52	90.95	62.02	90.94
60.03	90.94	60.53	90.94	61.03	90.94	61.53	90.93	62.03	90.92
60.04	90.94	60.54	90.94	61.04	90.94	61.54	90.96	62.04	90.92
60.05	90.94	60.55	90.92	61.05	90.94	61.55	90.95	62.05	90.92
60.06	90.95	60.56	90.95	61.06	90.94	61.56	90.95	62.06	90.90
60.07	90.94	60.57	90.95	61.07	90.95	61.57	90.95	62.07	90.90
60.08	90.95	60.58	90.95	61.08	90.94	61.58	90.95	62.08	90.87
60.09	90.97	60.59	90.94	61.09	90.93	61.59	90.95	62.09	90.87
60.10	90.95	60.60	90.95	61.10	90.96	61.60	90.95	62.10	90.85
60.11	90.94	60.61	90.94	61.11	90.96	61.61	90.95	62.11	90.85
60.12	90.95	60.62	90.95	61.12	90.94	61.62	90.94	62.12	90.83
60.13	90.95	60.63	90.96	61.13	90.94	61.63	90.95	62.13	90.78
60.14	90.95	60.64	90.93	61.14	90.94	61.64	90.96	62.14	90.78
60.15	90.95	60.65	90.94	61.15	90.95	61.65	90.94	62.15	90.76
60.16	90.95	60.66	90.94	61.16	90.94	61.66	90.94	62.16	90.71
60.17	90.94	60.67	90.94	61.17	90.95	61.67	90.95	62.17	90.69
60.18	90.95	60.68	90.94	61.18	90.94	61.68	90.92	62.18	90.66
60.19	90.94	60.69	90.92	61.19	90.90	61.69	90.92	62.19	90.64
60.20	90.90	60.70	90.92	61.20	90.93	61.70	90.92	62.20	90.62
60.21	90.92	60.71	90.92	61.21	90.90	61.71	90.93	62.21	90.62
60.22	90.94	60.72	90.92	61.22	90.90	61.72	90.92	62.22	90.57
60.23	90.91	60.73	90.92	61.23	90.92	61.73	90.93	62.23	90.57
60.24	90.92	60.74	90.90	61.24	90.92	61.74	90.92	62.24	90.57
60.25	90.91	60.75	90.92	61.25	90.92	61.75	90.92	62.25	90.55
60.26	90.91	60.76	90.93	61.26	90.92	61.76	90.93	62.26	90.55
60.27	90.91	60.77	90.93	61.27	90.92	61.77	90.93	62.27	90.55
60.28	90.91	60.78	90.93	61.28	90.91	61.78	90.92	62.28	90.55
60.29	90.91	60.79	90.92	61.29	90.92	61.79	90.95	62.29	90.55
60.30	90.92	60.80	90.95	61.30	90.96	61.80	90.95	62.30	90.55
60.31	90.96	60.81	90.95	61.31	90.93	61.81	90.94	62.31	90.57
60.32	90.96	60.82	90.95	61.32	90.94	61.82	90.94	62.32	90.55
60.33	90.93	60.83	90.93	61.33	90.95	61.83	90.94	62.33	90.55
60.34	90.96	60.84	90.93	61.34	90.94	61.84	90.94	62.34	90.54
60.35	90.94	60.85	90.96	61.35	90.94	61.85	90.95	62.35	90.54
60.36	90.95	60.86	90.95	61.36	90.94	61.86	90.93	62.36	90.57
60.37	90.95	60.87	90.94	61.37	90.93	61.87	90.95	62.37	90.55
60.38	90.94	60.88	90.95	61.38	90.93	61.88	90.95	62.38	90.55
60.39	90.95	60.89	90.94	61.39	90.94	61.89	90.95	62.39	90.57
60.40	90.94	60.90	90.95	61.40	90.93	61.90	90.95	62.40	90.54
60.41	90.94	60.91	90.94	61.41	90.94	61.91	90.95	62.41	90.54
60.42	90.94	60.92	90.95	61.42	90.97	61.92	90.96	62.42	90.54
60.43	90.92	60.93	90.94	61.43	90.95	61.93	90.95	62.43	90.54
60.44	90.96	60.94	90.96	61.44	90.94	61.94	90.96	62.44	90.56
60.45	90.92	60.95	90.96	61.45	90.94	61.95	90.95	62.45	90.54
60.46	90.95	60.96	90.94	61.46	90.95	61.96	90.95	62.46	90.54
60.47	90.94	60.97	90.97	61.47	90.94	61.97	90.96	62.47	90.54
60.48	90.95	60.98	90.97	61.48	90.95	61.98	90.93	62.48	90.54
60.49	90.95	60.99	90.94	61.49	90.95	61.99	90.94	62.49	90.54
60.50	90.95	61.00	90.94	61.50	90.95	62.00	90.94	62.50	90.54

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
62.51	90.54	63.01	90.54	63.51	90.35	64.01	90.14	64.51	90.15
62.52	90.56	63.02	90.54	63.52	90.33	64.02	90.14	64.52	90.12
62.53	90.54	63.03	90.54	63.53	90.30	64.03	90.14	64.53	90.12
62.54	90.54	63.04	90.54	63.54	90.28	64.04	90.12	64.54	90.14
62.55	90.54	63.05	90.57	63.55	90.31	64.05	90.12	64.55	90.15
62.56	90.54	63.06	90.55	63.56	90.28	64.06	90.15	64.56	90.14
62.57	90.57	63.07	90.55	63.57	90.25	64.07	90.15	64.57	90.12
62.58	90.54	63.08	90.57	63.58	90.23	64.08	90.12	64.58	90.12
62.59	90.54	63.09	90.55	63.59	90.23	64.09	90.12	64.59	90.14
62.60	90.56	63.10	90.55	63.60	90.23	64.10	90.15	64.60	90.15
62.61	90.54	63.11	90.53	63.61	90.21	64.11	90.15	64.61	90.12
62.62	90.56	63.12	90.55	63.62	90.21	64.12	90.15	64.62	90.09
62.63	90.54	63.13	90.55	63.63	90.23	64.13	90.13	64.63	90.12
62.64	90.54	63.14	90.52	63.64	90.24	64.14	90.11	64.64	90.12
62.65	90.57	63.15	90.50	63.65	90.21	64.15	90.12	64.65	90.12
62.66	90.52	63.16	90.47	63.66	90.16	64.16	90.11	64.66	90.12
62.67	90.55	63.17	90.50	63.67	90.16	64.17	90.10	64.67	90.10
62.68	90.52	63.18	90.50	63.68	90.17	64.18	90.10	64.68	90.12
62.69	90.52	63.19	90.47	63.69	90.16	64.19	90.12	64.69	90.12
62.70	90.54	63.20	90.47	63.70	90.17	64.20	90.12	64.70	90.12
62.71	90.52	63.21	90.47	63.71	90.16	64.21	90.12	64.71	90.12
62.72	90.52	63.22	90.49	63.72	90.14	64.22	90.10	64.72	90.12
62.73	90.52	63.23	90.47	63.73	90.14	64.23	90.10	64.73	90.14
62.74	90.52	63.24	90.47	63.74	90.12	64.24	90.12	64.74	90.14
62.75	90.54	63.25	90.47	63.75	90.12	64.25	90.14	64.75	90.14
62.76	90.52	63.26	90.49	63.76	90.15	64.26	90.14	64.76	90.14
62.77	90.56	63.27	90.49	63.77	90.17	64.27	90.14	64.77	90.12
62.78	90.54	63.28	90.49	63.78	90.14	64.28	90.14	64.78	90.14
62.79	90.54	63.29	90.49	63.79	90.14	64.29	90.14	64.79	90.14
62.80	90.56	63.30	90.47	63.80	90.15	64.30	90.14	64.80	90.14
62.81	90.54	63.31	90.47	63.81	90.14	64.31	90.12	64.81	90.14
62.82	90.57	63.32	90.47	63.82	90.15	64.32	90.12	64.82	90.12
62.83	90.57	63.33	90.44	63.83	90.14	64.33	90.15	64.83	90.15
62.84	90.54	63.34	90.44	63.84	90.14	64.34	90.12	64.84	90.15
62.85	90.57	63.35	90.44	63.85	90.14	64.35	90.12	64.85	90.15
62.86	90.55	63.36	90.44	63.86	90.14	64.36	90.12	64.86	90.15
62.87	90.55	63.37	90.44	63.87	90.14	64.37	90.12	64.87	90.12
62.88	90.55	63.38	90.44	63.88	90.12	64.38	90.15	64.88	90.15
62.89	90.55	63.39	90.40	63.89	90.14	64.39	90.12	64.89	90.15
62.90	90.57	63.40	90.40	63.90	90.14	64.40	90.12	64.90	90.15
62.91	90.54	63.41	90.43	63.91	90.14	64.41	90.12	64.91	90.12
62.92	90.57	63.42	90.43	63.92	90.14	64.42	90.14	64.92	90.12
62.93	90.54	63.43	90.43	63.93	90.14	64.43	90.12	64.93	90.12
62.94	90.54	63.44	90.40	63.94	90.16	64.44	90.12	64.94	90.10
62.95	90.56	63.45	90.40	63.95	90.14	64.45	90.14	64.95	90.08
62.96	90.54	63.46	90.40	63.96	90.14	64.46	90.14	64.96	90.05
62.97	90.54	63.47	90.40	63.97	90.14	64.47	90.14	64.97	90.02
62.98	90.56	63.48	90.38	63.98	90.14	64.48	90.12	64.98	90.02
62.99	90.54	63.49	90.35	63.99	90.14	64.49	90.12	64.99	90.00
63.00	90.56	63.50	90.38	64.00	90.14	64.50	90.15	65.00	89.97

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
65.01	89.93	65.51	90.01	66.01	90.21	66.51	90.56	67.01	90.78
65.02	89.92	65.52	90.02	66.02	90.21	66.52	90.59	67.02	90.81
65.03	89.91	65.53	90.04	66.03	90.21	66.53	90.57	67.03	90.80
65.04	89.91	65.54	90.01	66.04	90.21	66.54	90.59	67.04	90.79
65.05	89.91	65.55	90.01	66.05	90.23	66.55	90.56	67.05	90.80
65.06	89.91	65.56	90.03	66.06	90.24	66.56	90.58	67.06	90.81
65.07	89.91	65.57	90.04	66.07	90.23	66.57	90.61	67.07	90.78
65.08	89.89	65.58	90.05	66.08	90.24	66.58	90.59	67.08	90.78
65.09	89.89	65.59	90.04	66.09	90.23	66.59	90.61	67.09	90.78
65.10	89.89	65.60	90.02	66.10	90.24	66.60	90.59	67.10	90.79
65.11	89.87	65.61	90.03	66.11	90.21	66.61	90.63	67.11	90.78
65.12	89.89	65.62	90.02	66.12	90.24	66.62	90.61	67.12	90.79
65.13	89.89	65.63	90.03	66.13	90.23	66.63	90.60	67.13	90.78
65.14	89.87	65.64	90.01	66.14	90.24	66.64	90.63	67.14	90.78
65.15	89.86	65.65	90.04	66.15	90.26	66.65	90.65	67.15	90.78
65.16	89.87	65.66	90.04	66.16	90.23	66.66	90.68	67.16	90.79
65.17	89.86	65.67	90.04	66.17	90.25	66.67	90.68	67.17	90.78
65.18	89.87	65.68	90.04	66.18	90.26	66.68	90.68	67.18	90.80
65.19	89.87	65.69	90.04	66.19	90.28	66.69	90.70	67.19	90.80
65.20	89.89	65.70	90.04	66.20	90.31	66.70	90.70	67.20	90.80
65.21	89.88	65.71	90.08	66.21	90.33	66.71	90.75	67.21	90.78
65.22	89.89	65.72	90.05	66.22	90.35	66.72	90.73	67.22	90.80
65.23	89.90	65.73	90.08	66.23	90.35	66.73	90.77	67.23	90.80
65.24	89.89	65.74	90.08	66.24	90.36	66.74	90.78	67.24	90.80
65.25	89.91	65.75	90.08	66.25	90.38	66.75	90.77	67.25	90.80
65.26	89.91	65.76	90.08	66.26	90.38	66.76	90.76	67.26	90.80
65.27	89.89	65.77	90.08	66.27	90.41	66.77	90.77	67.27	90.80
65.28	89.89	65.78	90.08	66.28	90.41	66.78	90.78	67.28	90.80
65.29	89.89	65.79	90.10	66.29	90.43	66.79	90.77	67.29	90.80
65.30	89.91	65.80	90.08	66.30	90.43	66.80	90.78	67.30	90.80
65.31	89.89	65.81	90.10	66.31	90.43	66.81	90.80	67.31	90.80
65.32	89.90	65.82	90.07	66.32	90.43	66.82	90.78	67.32	90.83
65.33	89.91	65.83	90.10	66.33	90.43	66.83	90.80	67.33	90.80
65.34	89.92	65.84	90.10	66.34	90.43	66.84	90.77	67.34	90.81
65.35	89.93	65.85	90.10	66.35	90.45	66.85	90.77	67.35	90.80
65.36	89.93	65.86	90.10	66.36	90.45	66.86	90.77	67.36	90.80
65.37	89.93	65.87	90.10	66.37	90.45	66.87	90.80	67.37	90.80
65.38	89.96	65.88	90.12	66.38	90.45	66.88	90.78	67.38	90.81
65.39	89.98	65.89	90.10	66.39	90.45	66.89	90.80	67.39	90.80
65.40	89.98	65.90	90.10	66.40	90.45	66.90	90.80	67.40	90.81
65.41	89.97	65.91	90.12	66.41	90.45	66.91	90.80	67.41	90.81
65.42	89.98	65.92	90.12	66.42	90.47	66.92	90.78	67.42	90.81
65.43	90.01	65.93	90.15	66.43	90.47	66.93	90.80	67.43	90.80
65.44	90.01	65.94	90.15	66.44	90.50	66.94	90.78	67.44	90.81
65.45	89.99	65.95	90.15	66.45	90.50	66.95	90.78	67.45	90.83
65.46	89.98	65.96	90.15	66.46	90.50	66.96	90.80	67.46	90.81
65.47	89.98	65.97	90.17	66.47	90.52	66.97	90.80	67.47	90.80
65.48	90.01	65.98	90.17	66.48	90.52	66.98	90.78	67.48	90.83
65.49	90.01	65.99	90.17	66.49	90.54	66.99	90.80	67.49	90.80
65.50	89.99	66.00	90.21	66.50	90.54	67.00	90.78	67.50	90.81

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
67.51	90.80	68.01	90.66	68.51	90.05	69.01	90.04	69.51	90.03
67.52	90.80	68.02	90.61	68.52	90.03	69.02	90.04	69.52	90.02
67.53	90.82	68.03	90.59	68.53	90.05	69.03	90.01	69.53	90.00
67.54	90.80	68.04	90.57	68.54	90.03	69.04	90.01	69.54	89.99
67.55	90.80	68.05	90.52	68.55	90.03	69.05	90.02	69.55	89.98
67.56	90.78	68.06	90.47	68.56	90.02	69.06	90.02	69.56	89.97
67.57	90.78	68.07	90.44	68.57	90.00	69.07	90.02	69.57	89.98
67.58	90.80	68.08	90.42	68.58	90.02	69.08	90.04	69.58	89.96
67.59	90.77	68.09	90.40	68.59	90.00	69.09	90.01	69.59	89.98
67.60	90.80	68.10	90.40	68.60	90.03	69.10	90.03	69.60	89.98
67.61	90.80	68.11	90.35	68.61	90.00	69.11	90.01	69.61	89.96
67.62	90.77	68.12	90.33	68.62	90.02	69.12	90.04	69.62	89.96
67.63	90.80	68.13	90.30	68.63	90.02	69.13	90.02	69.63	89.96
67.64	90.78	68.14	90.28	68.64	90.00	69.14	90.07	69.64	89.98
67.65	90.80	68.15	90.25	68.65	90.04	69.15	90.05	69.65	89.97
67.66	90.80	68.16	90.23	68.66	90.02	69.16	90.07	69.66	89.99
67.67	90.80	68.17	90.23	68.67	90.05	69.17	90.05	69.67	89.97
67.68	90.82	68.18	90.21	68.68	90.05	69.18	90.07	69.68	89.97
67.69	90.80	68.19	90.16	68.69	90.04	69.19	90.05	69.69	89.96
67.70	90.82	68.20	90.16	68.70	90.05	69.20	90.06	69.70	89.95
67.71	90.80	68.21	90.11	68.71	90.03	69.21	90.06	69.71	89.94
67.72	90.82	68.22	90.09	68.72	90.05	69.22	90.06	69.72	89.95
67.73	90.83	68.23	90.09	68.73	90.03	69.23	90.06	69.73	89.94
67.74	90.82	68.24	90.07	68.74	90.06	69.24	90.05	69.74	89.93
67.75	90.82	68.25	90.07	68.75	90.08	69.25	90.05	69.75	89.91
67.76	90.80	68.26	90.04	68.76	90.06	69.26	90.05	69.76	89.90
67.77	90.83	68.27	90.06	68.77	90.05	69.27	90.05	69.77	89.88
67.78	90.82	68.28	90.05	68.78	90.05	69.28	90.05	69.78	89.89
67.79	90.83	68.29	90.02	68.79	90.05	69.29	90.05	69.79	89.86
67.80	90.83	68.30	90.05	68.80	90.05	69.30	90.05	69.80	89.87
67.81	90.83	68.31	90.02	68.81	90.04	69.31	90.05	69.81	89.85
67.82	90.83	68.32	90.05	68.82	90.06	69.32	90.05	69.82	89.85
67.83	90.81	68.33	90.04	68.83	90.04	69.33	90.04	69.83	89.81
67.84	90.83	68.34	90.04	68.84	90.05	69.34	90.05	69.84	89.82
67.85	90.81	68.35	90.04	68.85	90.04	69.35	90.05	69.85	89.79
67.86	90.83	68.36	90.02	68.86	90.02	69.36	90.02	69.86	89.77
67.87	90.83	68.37	90.04	68.87	90.04	69.37	90.05	69.87	89.80
67.88	90.83	68.38	90.02	68.88	90.05	69.38	90.02	69.88	89.78
67.89	90.83	68.39	90.04	68.89	90.04	69.39	90.02	69.89	89.75
67.90	90.80	68.40	90.05	68.90	90.05	69.40	90.02	69.90	89.76
67.91	90.82	68.41	90.04	68.91	90.05	69.41	90.02	69.91	89.76
67.92	90.80	68.42	90.05	68.92	90.05	69.42	90.05	69.92	89.76
67.93	90.80	68.43	90.03	68.93	90.05	69.43	90.02	69.93	89.72
67.94	90.80	68.44	90.05	68.94	90.05	69.44	90.05	69.94	89.75
67.95	90.77	68.45	90.03	68.95	90.05	69.45	90.03	69.95	89.70
67.96	90.77	68.46	90.06	68.96	90.05	69.46	90.03	69.96	89.70
67.97	90.75	68.47	90.06	68.97	90.05	69.47	90.05	69.97	89.70
67.98	90.73	68.48	90.06	68.98	90.05	69.48	90.02	69.98	89.68
67.99	90.68	68.49	90.05	68.99	90.04	69.49	90.03	69.99	89.68
68.00	90.68	68.50	90.05	69.00	90.05	69.50	90.05	70.00	89.67

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
70.01	89.63	70.51	89.05	71.01	88.00	71.51	87.25	72.01	87.20
70.02	89.62	70.52	89.05	71.02	87.99	71.52	87.25	72.02	87.23
70.03	89.60	70.53	89.00	71.03	87.96	71.53	87.24	72.03	87.20
70.04	89.63	70.54	89.00	71.04	87.90	71.54	87.24	72.04	87.20
70.05	89.57	70.55	88.97	71.05	87.89	71.55	87.24	72.05	87.20
70.06	89.60	70.56	88.95	71.06	87.85	71.56	87.22	72.06	87.20
70.07	89.57	70.57	88.95	71.07	87.83	71.57	87.24	72.07	87.20
70.08	89.57	70.58	88.92	71.08	87.78	71.58	87.24	72.08	87.20
70.09	89.56	70.59	88.90	71.09	87.74	71.59	87.24	72.09	87.20
70.10	89.52	70.60	88.88	71.10	87.74	71.60	87.25	72.10	87.22
70.11	89.52	70.61	88.90	71.11	87.71	71.61	87.26	72.11	87.22
70.12	89.55	70.62	88.88	71.12	87.69	71.62	87.25	72.12	87.22
70.13	89.54	70.63	88.86	71.13	87.66	71.63	87.25	72.13	87.22
70.14	89.50	70.64	88.86	71.14	87.64	71.64	87.26	72.14	87.22
70.15	89.49	70.65	88.83	71.15	87.64	71.65	87.26	72.15	87.22
70.16	89.51	70.66	88.79	71.16	87.60	71.66	87.26	72.16	87.24
70.17	89.47	70.67	88.79	71.17	87.60	71.67	87.25	72.17	87.22
70.18	89.49	70.68	88.77	71.18	87.57	71.68	87.25	72.18	87.21
70.19	89.45	70.69	88.74	71.19	87.55	71.69	87.25	72.19	87.24
70.20	89.45	70.70	88.72	71.20	87.53	71.70	87.25	72.20	87.24
70.21	89.45	70.71	88.71	71.21	87.53	71.71	87.25	72.21	87.21
70.22	89.43	70.72	88.67	71.22	87.50	71.72	87.25	72.22	87.24
70.23	89.40	70.73	88.64	71.23	87.50	71.73	87.25	72.23	87.21
70.24	89.39	70.74	88.62	71.24	87.48	71.74	87.24	72.24	87.21
70.25	89.40	70.75	88.59	71.25	87.46	71.75	87.25	72.25	87.24
70.26	89.37	70.76	88.58	71.26	87.43	71.76	87.25	72.26	87.24
70.27	89.37	70.77	88.58	71.27	87.43	71.77	87.23	72.27	87.23
70.28	89.37	70.78	88.55	71.28	87.41	71.78	87.26	72.28	87.23
70.29	89.34	70.79	88.51	71.29	87.38	71.79	87.26	72.29	87.23
70.30	89.32	70.80	88.51	71.30	87.38	71.80	87.26	72.30	87.23
70.31	89.30	70.81	88.48	71.31	87.37	71.81	87.23	72.31	87.20
70.32	89.30	70.82	88.46	71.32	87.34	71.82	87.26	72.32	87.22
70.33	89.30	70.83	88.44	71.33	87.34	71.83	87.26	72.33	87.22
70.34	89.27	70.84	88.44	71.34	87.31	71.84	87.23	72.34	87.24
70.35	89.25	70.85	88.39	71.35	87.29	71.85	87.25	72.35	87.24
70.36	89.25	70.86	88.39	71.36	87.29	71.86	87.25	72.36	87.22
70.37	89.23	70.87	88.37	71.37	87.29	71.87	87.23	72.37	87.22
70.38	89.21	70.88	88.34	71.38	87.30	71.88	87.24	72.38	87.22
70.39	89.18	70.89	88.30	71.39	87.27	71.89	87.24	72.39	87.24
70.40	89.18	70.90	88.30	71.40	87.27	71.90	87.25	72.40	87.22
70.41	89.18	70.91	88.25	71.41	87.27	71.91	87.22	72.41	87.22
70.42	89.18	70.92	88.24	71.42	87.27	71.92	87.24	72.42	87.24
70.43	89.16	70.93	88.23	71.43	87.27	71.93	87.25	72.43	87.24
70.44	89.16	70.94	88.19	71.44	87.27	71.94	87.22	72.44	87.24
70.45	89.16	70.95	88.15	71.45	87.27	71.95	87.24	72.45	87.22
70.46	89.14	70.96	88.15	71.46	87.27	71.96	87.25	72.46	87.22
70.47	89.12	70.97	88.13	71.47	87.27	71.97	87.22	72.47	87.24
70.48	89.12	70.98	88.10	71.48	87.27	71.98	87.24	72.48	87.22
70.49	89.09	70.99	88.05	71.49	87.22	71.99	87.23	72.49	87.22
70.50	89.07	71.00	88.03	71.50	87.25	72.00	87.20	72.50	87.22

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
72.51	87.24	73.01	87.24	73.51	87.24	74.01	87.27	74.51	87.27
72.52	87.24	73.02	87.24	73.52	87.24	74.02	87.24	74.52	87.27
72.53	87.22	73.03	87.24	73.53	87.25	74.03	87.24	74.53	87.27
72.54	87.19	73.04	87.24	73.54	87.24	74.04	87.24	74.54	87.24
72.55	87.19	73.05	87.24	73.55	87.27	74.05	87.24	74.55	87.24
72.56	87.21	73.06	87.24	73.56	87.27	74.06	87.27	74.56	87.27
72.57	87.19	73.07	87.24	73.57	87.24	74.07	87.27	74.57	87.27
72.58	87.19	73.08	87.24	73.58	87.24	74.08	87.27	74.58	87.27
72.59	87.21	73.09	87.24	73.59	87.24	74.09	87.27	74.59	87.27
72.60	87.21	73.10	87.25	73.60	87.24	74.10	87.27	74.60	87.26
72.61	87.21	73.11	87.23	73.61	87.24	74.11	87.24	74.61	87.27
72.62	87.19	73.12	87.23	73.62	87.26	74.12	87.24	74.62	87.27
72.63	87.18	73.13	87.20	73.63	87.26	74.13	87.27	74.63	87.24
72.64	87.21	73.14	87.21	73.64	87.26	74.14	87.27	74.64	87.24
72.65	87.24	73.15	87.23	73.65	87.24	74.15	87.27	74.65	87.26
72.66	87.22	73.16	87.23	73.66	87.24	74.16	87.27	74.66	87.27
72.67	87.22	73.17	87.23	73.67	87.24	74.17	87.27	74.67	87.27
72.68	87.24	73.18	87.23	73.68	87.24	74.18	87.24	74.68	87.27
72.69	87.24	73.19	87.20	73.69	87.24	74.19	87.24	74.69	87.26
72.70	87.22	73.20	87.22	73.70	87.24	74.20	87.24	74.70	87.26
72.71	87.22	73.21	87.22	73.71	87.24	74.21	87.24	74.71	87.27
72.72	87.21	73.22	87.24	73.72	87.24	74.22	87.27	74.72	87.27
72.73	87.24	73.23	87.24	73.73	87.22	74.23	87.27	74.73	87.26
72.74	87.24	73.24	87.26	73.74	87.22	74.24	87.24	74.74	87.29
72.75	87.22	73.25	87.26	73.75	87.22	74.25	87.24	74.75	87.26
72.76	87.22	73.26	87.24	73.76	87.24	74.26	87.24	74.76	87.27
72.77	87.24	73.27	87.24	73.77	87.24	74.27	87.22	74.77	87.27
72.78	87.24	73.28	87.24	73.78	87.23	74.28	87.22	74.78	87.26
72.79	87.23	73.29	87.24	73.79	87.28	74.29	87.24	74.79	87.26
72.80	87.22	73.30	87.26	73.80	87.25	74.30	87.24	74.80	87.27
72.81	87.24	73.31	87.26	73.81	87.25	74.31	87.24	74.81	87.27
72.82	87.24	73.32	87.26	73.82	87.25	74.32	87.24	74.82	87.24
72.83	87.23	73.33	87.24	73.83	87.26	74.33	87.24	74.83	87.24
72.84	87.22	73.34	87.24	73.84	87.28	74.34	87.24	74.84	87.24
72.85	87.22	73.35	87.24	73.85	87.28	74.35	87.26	74.85	87.24
72.86	87.24	73.36	87.24	73.86	87.25	74.36	87.24	74.86	87.24
72.87	87.24	73.37	87.26	73.87	87.25	74.37	87.24	74.87	87.24
72.88	87.22	73.38	87.27	73.88	87.24	74.38	87.26	74.88	87.24
72.89	87.21	73.39	87.24	73.89	87.27	74.39	87.26	74.89	87.25
72.90	87.24	73.40	87.24	73.90	87.24	74.40	87.27	74.90	87.24
72.91	87.24	73.41	87.24	73.91	87.27	74.41	87.27	74.91	87.24
72.92	87.24	73.42	87.24	73.92	87.27	74.42	87.27	74.92	87.24
72.93	87.22	73.43	87.24	73.93	87.27	74.43	87.27	74.93	87.27
72.94	87.24	73.44	87.24	73.94	87.26	74.44	87.27	74.94	87.27
72.95	87.24	73.45	87.24	73.95	87.24	74.45	87.24	74.95	87.27
72.96	87.24	73.46	87.24	73.96	87.24	74.46	87.24	74.96	87.27
72.97	87.24	73.47	87.24	73.97	87.27	74.47	87.27	74.97	87.27
72.98	87.22	73.48	87.24	73.98	87.26	74.48	87.27	74.98	87.26
72.99	87.24	73.49	87.24	73.99	87.27	74.49	87.28	74.99	87.26
73.00	87.24	73.50	87.27	74.00	87.27	74.50	87.27	75.00	87.26

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
75.01	87.26	75.51	87.22	76.01	87.16	76.51	86.77	77.01	86.49
75.02	87.26	75.52	87.24	76.02	87.17	76.52	86.74	77.02	86.49
75.03	87.26	75.53	87.24	76.03	87.14	76.53	86.74	77.03	86.49
75.04	87.26	75.54	87.24	76.04	87.17	76.54	86.70	77.04	86.49
75.05	87.27	75.55	87.22	76.05	87.14	76.55	86.70	77.05	86.49
75.06	87.26	75.56	87.22	76.06	87.19	76.56	86.70	77.06	86.47
75.07	87.26	75.57	87.22	76.07	87.19	76.57	86.70	77.07	86.47
75.08	87.29	75.58	87.22	76.08	87.17	76.58	86.70	77.08	86.47
75.09	87.27	75.59	87.22	76.09	87.17	76.59	86.71	77.09	86.42
75.10	87.27	75.60	87.19	76.10	87.14	76.60	86.69	77.10	86.42
75.11	87.26	75.61	87.19	76.11	87.16	76.61	86.68	77.11	86.42
75.12	87.27	75.62	87.22	76.12	87.14	76.62	86.68	77.12	86.42
75.13	87.27	75.63	87.19	76.13	87.12	76.63	86.70	77.13	86.42
75.14	87.27	75.64	87.19	76.14	87.12	76.64	86.68	77.14	86.42
75.15	87.26	75.65	87.19	76.15	87.06	76.65	86.71	77.15	86.42
75.16	87.24	75.66	87.19	76.16	87.06	76.66	86.71	77.16	86.39
75.17	87.24	75.67	87.19	76.17	87.06	76.67	86.68	77.17	86.40
75.18	87.24	75.68	87.19	76.18	87.01	76.68	86.68	77.18	86.40
75.19	87.24	75.69	87.19	76.19	87.01	76.69	86.66	77.19	86.39
75.20	87.27	75.70	87.19	76.20	87.01	76.70	86.64	77.20	86.44
75.21	87.24	75.71	87.22	76.21	87.01	76.71	86.65	77.21	86.44
75.22	87.24	75.72	87.18	76.22	86.99	76.72	86.62	77.22	86.41
75.23	87.24	75.73	87.18	76.23	86.99	76.73	86.62	77.23	86.41
75.24	87.24	75.74	87.21	76.24	86.98	76.74	86.60	77.24	86.42
75.25	87.24	75.75	87.21	76.25	86.95	76.75	86.63	77.25	86.39
75.26	87.23	75.76	87.18	76.26	86.98	76.76	86.60	77.26	86.39
75.27	87.24	75.77	87.21	76.27	86.98	76.77	86.58	77.27	86.42
75.28	87.24	75.78	87.18	76.28	86.93	76.78	86.60	77.28	86.38
75.29	87.24	75.79	87.18	76.29	86.96	76.79	86.58	77.29	86.38
75.30	87.24	75.80	87.21	76.30	86.95	76.80	86.58	77.30	86.36
75.31	87.22	75.81	87.18	76.31	86.92	76.81	86.56	77.31	86.36
75.32	87.24	75.82	87.18	76.32	86.92	76.82	86.58	77.32	86.33
75.33	87.24	75.83	87.19	76.33	86.90	76.83	86.58	77.33	86.36
75.34	87.24	75.84	87.19	76.34	86.90	76.84	86.55	77.34	86.33
75.35	87.24	75.85	87.17	76.35	86.90	76.85	86.56	77.35	86.33
75.36	87.24	75.86	87.17	76.36	86.90	76.86	86.52	77.36	86.33
75.37	87.24	75.87	87.19	76.37	86.87	76.87	86.52	77.37	86.33
75.38	87.24	75.88	87.17	76.38	86.87	76.88	86.55	77.38	86.30
75.39	87.22	75.89	87.19	76.39	86.88	76.89	86.52	77.39	86.33
75.40	87.22	75.90	87.17	76.40	86.86	76.90	86.52	77.40	86.31
75.41	87.19	75.91	87.17	76.41	86.84	76.91	86.51	77.41	86.33
75.42	87.21	75.92	87.19	76.42	86.84	76.92	86.52	77.42	86.31
75.43	87.21	75.93	87.17	76.43	86.83	76.93	86.49	77.43	86.34
75.44	87.22	75.94	87.19	76.44	86.83	76.94	86.49	77.44	86.31
75.45	87.22	75.95	87.14	76.45	86.80	76.95	86.52	77.45	86.34
75.46	87.21	75.96	87.17	76.46	86.79	76.96	86.51	77.46	86.31
75.47	87.19	75.97	87.17	76.47	86.79	76.97	86.51	77.47	86.31
75.48	87.22	75.98	87.14	76.48	86.79	76.98	86.52	77.48	86.31
75.49	87.22	75.99	87.17	76.49	86.77	76.99	86.49	77.49	86.34
75.50	87.24	76.00	87.14	76.50	86.77	77.00	86.49	77.50	86.31

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
77.51	86.31	78.01	86.25	78.51	86.25	79.01	86.36	79.51	86.33
77.52	86.31	78.02	86.25	78.52	86.22	79.02	86.36	79.52	86.36
77.53	86.31	78.03	86.27	78.53	86.25	79.03	86.36	79.53	86.36
77.54	86.31	78.04	86.25	78.54	86.25	79.04	86.36	79.54	86.36
77.55	86.31	78.05	86.25	78.55	86.25	79.05	86.36	79.55	86.36
77.56	86.31	78.06	86.27	78.56	86.25	79.06	86.36	79.56	86.33
77.57	86.31	78.07	86.25	78.57	86.25	79.07	86.37	79.57	86.37
77.58	86.33	78.08	86.25	78.58	86.27	79.08	86.37	79.58	86.37
77.59	86.31	78.09	86.27	78.59	86.30	79.09	86.37	79.59	86.37
77.60	86.28	78.10	86.25	78.60	86.27	79.10	86.37	79.60	86.37
77.61	86.31	78.11	86.25	78.61	86.31	79.11	86.37	79.61	86.34
77.62	86.31	78.12	86.25	78.62	86.33	79.12	86.37	79.62	86.37
77.63	86.30	78.13	86.27	78.63	86.33	79.13	86.37	79.63	86.36
77.64	86.30	78.14	86.25	78.64	86.33	79.14	86.37	79.64	86.33
77.65	86.30	78.15	86.25	78.65	86.36	79.15	86.37	79.65	86.36
77.66	86.27	78.16	86.27	78.66	86.36	79.16	86.34	79.66	86.36
77.67	86.25	78.17	86.25	78.67	86.36	79.17	86.37	79.67	86.36
77.68	86.27	78.18	86.25	78.68	86.39	79.18	86.36	79.68	86.35
77.69	86.25	78.19	86.25	78.69	86.37	79.19	86.36	79.69	86.35
77.70	86.28	78.20	86.25	78.70	86.37	79.20	86.36	79.70	86.35
77.71	86.28	78.21	86.25	78.71	86.40	79.21	86.37	79.71	86.36
77.72	86.26	78.22	86.25	78.72	86.37	79.22	86.37	79.72	86.36
77.73	86.28	78.23	86.25	78.73	86.37	79.23	86.36	79.73	86.36
77.74	86.26	78.24	86.22	78.74	86.39	79.24	86.33	79.74	86.36
77.75	86.28	78.25	86.22	78.75	86.37	79.25	86.37	79.75	86.36
77.76	86.26	78.26	86.22	78.76	86.37	79.26	86.37	79.76	86.36
77.77	86.28	78.27	86.23	78.77	86.39	79.27	86.37	79.77	86.33
77.78	86.31	78.28	86.23	78.78	86.37	79.28	86.37	79.78	86.37
77.79	86.28	78.29	86.23	78.79	86.37	79.29	86.37	79.79	86.37
77.80	86.31	78.30	86.26	78.80	86.34	79.30	86.37	79.80	86.34
77.81	86.27	78.31	86.23	78.81	86.33	79.31	86.37	79.81	86.37
77.82	86.30	78.32	86.23	78.82	86.33	79.32	86.33	79.82	86.33
77.83	86.30	78.33	86.23	78.83	86.33	79.33	86.36	79.83	86.36
77.84	86.27	78.34	86.26	78.84	86.33	79.34	86.37	79.84	86.36
77.85	86.30	78.35	86.26	78.85	86.33	79.35	86.37	79.85	86.33
77.86	86.27	78.36	86.26	78.86	86.33	79.36	86.36	79.86	86.37
77.87	86.30	78.37	86.26	78.87	86.33	79.37	86.33	79.87	86.34
77.88	86.30	78.38	86.25	78.88	86.33	79.38	86.33	79.88	86.37
77.89	86.27	78.39	86.25	78.89	86.33	79.39	86.33	79.89	86.36
77.90	86.30	78.40	86.25	78.90	86.33	79.40	86.33	79.90	86.33
77.91	86.27	78.41	86.25	78.91	86.38	79.41	86.33	79.91	86.37
77.92	86.27	78.42	86.25	78.92	86.36	79.42	86.33	79.92	86.37
77.93	86.27	78.43	86.25	78.93	86.36	79.43	86.33	79.93	86.37
77.94	86.27	78.44	86.25	78.94	86.38	79.44	86.33	79.94	86.34
77.95	86.27	78.45	86.25	78.95	86.36	79.45	86.33	79.95	86.31
77.96	86.27	78.46	86.25	78.96	86.36	79.46	86.33	79.96	86.34
77.97	86.27	78.47	86.25	78.97	86.36	79.47	86.33	79.97	86.34
77.98	86.25	78.48	86.25	78.98	86.36	79.48	86.33	79.98	86.34
77.99	86.27	78.49	86.25	78.99	86.36	79.49	86.35	79.99	86.34
78.00	86.27	78.50	86.25	79.00	86.36	79.50	86.35	80.00	86.31

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
80.01	86.34	80.51	86.49	81.01	86.84	81.51	86.92	82.01	86.92
80.02	86.33	80.52	86.49	81.02	86.84	81.52	86.92	82.02	86.92
80.03	86.31	80.53	86.51	81.03	86.87	81.53	86.92	82.03	86.92
80.04	86.33	80.54	86.51	81.04	86.87	81.54	86.92	82.04	86.90
80.05	86.36	80.55	86.51	81.05	86.88	81.55	86.92	82.05	86.92
80.06	86.36	80.56	86.54	81.06	86.86	81.56	86.92	82.06	86.90
80.07	86.36	80.57	86.51	81.07	86.86	81.57	86.92	82.07	86.90
80.08	86.35	80.58	86.54	81.08	86.87	81.58	86.92	82.08	86.90
80.09	86.38	80.59	86.55	81.09	86.84	81.59	86.92	82.09	86.88
80.10	86.35	80.60	86.55	81.10	86.86	81.60	86.92	82.10	86.87
80.11	86.38	80.61	86.57	81.11	86.86	81.61	86.92	82.11	86.90
80.12	86.38	80.62	86.60	81.12	86.86	81.62	86.92	82.12	86.87
80.13	86.36	80.63	86.62	81.13	86.86	81.63	86.91	82.13	86.88
80.14	86.38	80.64	86.60	81.14	86.84	81.64	86.90	82.14	86.86
80.15	86.38	80.65	86.63	81.15	86.87	81.65	86.92	82.15	86.88
80.16	86.38	80.66	86.62	81.16	86.84	81.66	86.90	82.16	86.86
80.17	86.38	80.67	86.62	81.17	86.87	81.67	86.90	82.17	86.86
80.18	86.38	80.68	86.65	81.18	86.90	81.68	86.92	82.18	86.83
80.19	86.38	80.69	86.62	81.19	86.90	81.69	86.91	82.19	86.80
80.20	86.38	80.70	86.64	81.20	86.90	81.70	86.90	82.20	86.77
80.21	86.38	80.71	86.62	81.21	86.90	81.71	86.90	82.21	86.77
80.22	86.38	80.72	86.65	81.22	86.90	81.72	86.92	82.22	86.74
80.23	86.38	80.73	86.65	81.23	86.88	81.73	86.91	82.23	86.73
80.24	86.40	80.74	86.65	81.24	86.91	81.74	86.92	82.24	86.73
80.25	86.40	80.75	86.67	81.25	86.90	81.75	86.92	82.25	86.72
80.26	86.40	80.76	86.67	81.26	86.90	81.76	86.92	82.26	86.70
80.27	86.41	80.77	86.67	81.27	86.92	81.77	86.95	82.27	86.67
80.28	86.41	80.78	86.68	81.28	86.91	81.78	86.92	82.28	86.68
80.29	86.41	80.79	86.68	81.29	86.88	81.79	86.92	82.29	86.68
80.30	86.41	80.80	86.71	81.30	86.90	81.80	86.93	82.30	86.68
80.31	86.42	80.81	86.71	81.31	86.90	81.81	86.95	82.31	86.71
80.32	86.44	80.82	86.73	81.32	86.90	81.82	86.95	82.32	86.70
80.33	86.44	80.83	86.73	81.33	86.91	81.83	86.92	82.33	86.70
80.34	86.44	80.84	86.74	81.34	86.92	81.84	86.93	82.34	86.71
80.35	86.44	80.85	86.74	81.35	86.90	81.85	86.93	82.35	86.67
80.36	86.44	80.86	86.74	81.36	86.92	81.86	86.95	82.36	86.67
80.37	86.44	80.87	86.77	81.37	86.90	81.87	86.92	82.37	86.67
80.38	86.44	80.88	86.77	81.38	86.90	81.88	86.92	82.38	86.69
80.39	86.47	80.89	86.76	81.39	86.91	81.89	86.95	82.39	86.68
80.40	86.47	80.90	86.79	81.40	86.91	81.90	86.95	82.40	86.65
80.41	86.47	80.91	86.79	81.41	86.91	81.91	86.92	82.41	86.68
80.42	86.46	80.92	86.79	81.42	86.92	81.92	86.93	82.42	86.65
80.43	86.47	80.93	86.79	81.43	86.90	81.93	86.93	82.43	86.65
80.44	86.47	80.94	86.80	81.44	86.91	81.94	86.93	82.44	86.65
80.45	86.47	80.95	86.81	81.45	86.91	81.95	86.93	82.45	86.63
80.46	86.49	80.96	86.81	81.46	86.91	81.96	86.93	82.46	86.65
80.47	86.49	80.97	86.81	81.47	86.91	81.97	86.92	82.47	86.64
80.48	86.49	80.98	86.81	81.48	86.92	81.98	86.95	82.48	86.64
80.49	86.52	80.99	86.84	81.49	86.92	81.99	86.95	82.49	86.61
80.50	86.49	81.00	86.84	81.50	86.90	82.00	86.92	82.50	86.61

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
82.51	86.61	83.01	86.48	83.51	86.15	84.01	86.15	84.51	86.12
82.52	86.61	83.02	86.48	83.52	86.15	84.02	86.12	84.52	86.12
82.53	86.61	83.03	86.46	83.53	86.15	84.03	86.12	84.53	86.12
82.54	86.61	83.04	86.43	83.54	86.15	84.04	86.12	84.54	86.12
82.55	86.58	83.05	86.41	83.55	86.15	84.05	86.12	84.55	86.12
82.56	86.61	83.06	86.41	83.56	86.12	84.06	86.15	84.56	86.12
82.57	86.58	83.07	86.37	83.57	86.15	84.07	86.15	84.57	86.12
82.58	86.58	83.08	86.37	83.58	86.15	84.08	86.12	84.58	86.12
82.59	86.58	83.09	86.32	83.59	86.15	84.09	86.12	84.59	86.12
82.60	86.58	83.10	86.30	83.60	86.15	84.10	86.12	84.60	86.12
82.61	86.58	83.11	86.30	83.61	86.15	84.11	86.12	84.61	86.12
82.62	86.58	83.12	86.30	83.62	86.15	84.12	86.12	84.62	86.12
82.63	86.56	83.13	86.30	83.63	86.15	84.13	86.15	84.63	86.12
82.64	86.58	83.14	86.27	83.64	86.15	84.14	86.12	84.64	86.12
82.65	86.56	83.15	86.27	83.65	86.12	84.15	86.12	84.65	86.12
82.66	86.58	83.16	86.30	83.66	86.12	84.16	86.12	84.66	86.12
82.67	86.56	83.17	86.27	83.67	86.15	84.17	86.12	84.67	86.12
82.68	86.56	83.18	86.27	83.68	86.15	84.18	86.12	84.68	86.12
82.69	86.58	83.19	86.25	83.69	86.15	84.19	86.15	84.69	86.12
82.70	86.56	83.20	86.25	83.70	86.15	84.20	86.12	84.70	86.09
82.71	86.56	83.21	86.25	83.71	86.15	84.21	86.12	84.71	86.12
82.72	86.53	83.22	86.22	83.72	86.15	84.22	86.12	84.72	86.12
82.73	86.56	83.23	86.22	83.73	86.12	84.23	86.12	84.73	86.12
82.74	86.53	83.24	86.20	83.74	86.12	84.24	86.12	84.74	86.12
82.75	86.51	83.25	86.20	83.75	86.12	84.25	86.15	84.75	86.12
82.76	86.51	83.26	86.20	83.76	86.15	84.26	86.12	84.76	86.12
82.77	86.51	83.27	86.17	83.77	86.15	84.27	86.12	84.77	86.12
82.78	86.51	83.28	86.17	83.78	86.15	84.28	86.12	84.78	86.12
82.79	86.51	83.29	86.15	83.79	86.15	84.29	86.12	84.79	86.12
82.80	86.48	83.30	86.15	83.80	86.12	84.30	86.12	84.80	86.12
82.81	86.50	83.31	86.15	83.81	86.12	84.31	86.15	84.81	86.12
82.82	86.50	83.32	86.15	83.82	86.12	84.32	86.12	84.82	86.12
82.83	86.50	83.33	86.15	83.83	86.09	84.33	86.12	84.83	86.12
82.84	86.50	83.34	86.12	83.84	86.12	84.34	86.12	84.84	86.12
82.85	86.52	83.35	86.12	83.85	86.12	84.35	86.12	84.85	86.12
82.86	86.52	83.36	86.12	83.86	86.12	84.36	86.12	84.86	86.12
82.87	86.52	83.37	86.12	83.87	86.10	84.37	86.15	84.87	86.12
82.88	86.52	83.38	86.12	83.88	86.10	84.38	86.09	84.88	86.12
82.89	86.52	83.39	86.12	83.89	86.10	84.39	86.09	84.89	86.12
82.90	86.52	83.40	86.15	83.90	86.10	84.40	86.09	84.90	86.12
82.91	86.52	83.41	86.15	83.91	86.12	84.41	86.09	84.91	86.12
82.92	86.53	83.42	86.15	83.92	86.12	84.42	86.09	84.92	86.12
82.93	86.53	83.43	86.15	83.93	86.12	84.43	86.09	84.93	86.09
82.94	86.53	83.44	86.15	83.94	86.15	84.44	86.09	84.94	86.09
82.95	86.51	83.45	86.17	83.95	86.12	84.45	86.09	84.95	86.09
82.96	86.51	83.46	86.15	83.96	86.12	84.46	86.09	84.96	86.09
82.97	86.51	83.47	86.15	83.97	86.12	84.47	86.09	84.97	86.07
82.98	86.54	83.48	86.15	83.98	86.15	84.48	86.09	84.98	86.09
82.99	86.51	83.49	86.15	83.99	86.15	84.49	86.12	84.99	86.09
83.00	86.51	83.50	86.15	84.00	86.15	84.50	86.12	85.00	86.09

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
85.01	86.12	85.51	86.15	86.01	86.17	86.51	86.17	87.01	86.38
85.02	86.09	85.52	86.15	86.02	86.15	86.52	86.17	87.02	86.38
85.03	86.12	85.53	86.15	86.03	86.15	86.53	86.17	87.03	86.38
85.04	86.17	85.54	86.15	86.04	86.15	86.54	86.17	87.04	86.40
85.05	86.15	85.55	86.15	86.05	86.15	86.55	86.17	87.05	86.40
85.06	86.15	85.56	86.15	86.06	86.15	86.56	86.20	87.06	86.43
85.07	86.17	85.57	86.15	86.07	86.17	86.57	86.17	87.07	86.43
85.08	86.20	85.58	86.17	86.08	86.17	86.58	86.17	87.08	86.45
85.09	86.17	85.59	86.17	86.09	86.17	86.59	86.17	87.09	86.45
85.10	86.20	85.60	86.17	86.10	86.17	86.60	86.17	87.10	86.45
85.11	86.20	85.61	86.17	86.11	86.17	86.61	86.17	87.11	86.47
85.12	86.17	85.62	86.17	86.12	86.17	86.62	86.17	87.12	86.47
85.13	86.17	85.63	86.17	86.13	86.20	86.63	86.17	87.13	86.50
85.14	86.20	85.64	86.17	86.14	86.20	86.64	86.17	87.14	86.50
85.15	86.17	85.65	86.17	86.15	86.20	86.65	86.17	87.15	86.53
85.16	86.20	85.66	86.17	86.16	86.20	86.66	86.17	87.16	86.55
85.17	86.17	85.67	86.17	86.17	86.20	86.67	86.15	87.17	86.58
85.18	86.15	85.68	86.17	86.18	86.17	86.68	86.17	87.18	86.60
85.19	86.17	85.69	86.17	86.19	86.17	86.69	86.17	87.19	86.61
85.20	86.20	85.70	86.17	86.20	86.17	86.70	86.17	87.20	86.64
85.21	86.17	85.71	86.17	86.21	86.17	86.71	86.17	87.21	86.66
85.22	86.17	85.72	86.17	86.22	86.17	86.72	86.17	87.22	86.69
85.23	86.17	85.73	86.20	86.23	86.17	86.73	86.17	87.23	86.74
85.24	86.20	85.74	86.17	86.24	86.17	86.74	86.20	87.24	86.72
85.25	86.17	85.75	86.20	86.25	86.17	86.75	86.20	87.25	86.77
85.26	86.17	85.76	86.20	86.26	86.17	86.76	86.20	87.26	86.80
85.27	86.17	85.77	86.20	86.27	86.17	86.77	86.20	87.27	86.80
85.28	86.20	85.78	86.20	86.28	86.17	86.78	86.20	87.28	86.82
85.29	86.20	85.79	86.20	86.29	86.17	86.79	86.22	87.29	86.85
85.30	86.17	85.80	86.20	86.30	86.17	86.80	86.22	87.30	86.85
85.31	86.17	85.81	86.20	86.31	86.17	86.81	86.22	87.31	86.88
85.32	86.17	85.82	86.20	86.32	86.17	86.82	86.22	87.32	86.90
85.33	86.17	85.83	86.20	86.33	86.17	86.83	86.25	87.33	86.93
85.34	86.17	85.84	86.17	86.34	86.17	86.84	86.25	87.34	86.93
85.35	86.17	85.85	86.20	86.35	86.17	86.85	86.25	87.35	86.97
85.36	86.17	85.86	86.17	86.36	86.17	86.86	86.25	87.36	86.97
85.37	86.17	85.87	86.17	86.37	86.17	86.87	86.27	87.37	87.00
85.38	86.17	85.88	86.17	86.38	86.17	86.88	86.27	87.38	87.02
85.39	86.17	85.89	86.17	86.39	86.17	86.89	86.30	87.39	87.03
85.40	86.17	85.90	86.17	86.40	86.17	86.90	86.27	87.40	87.03
85.41	86.17	85.91	86.17	86.41	86.17	86.91	86.30	87.41	87.09
85.42	86.17	85.92	86.17	86.42	86.17	86.92	86.33	87.42	87.09
85.43	86.17	85.93	86.17	86.43	86.17	86.93	86.33	87.43	87.11
85.44	86.17	85.94	86.17	86.44	86.17	86.94	86.33	87.44	87.11
85.45	86.17	85.95	86.17	86.45	86.17	86.95	86.33	87.45	87.14
85.46	86.17	85.96	86.17	86.46	86.17	86.96	86.33	87.46	87.14
85.47	86.15	85.97	86.17	86.47	86.17	86.97	86.35	87.47	87.16
85.48	86.15	85.98	86.17	86.48	86.17	86.98	86.35	87.48	87.16
85.49	86.15	85.99	86.17	86.49	86.17	86.99	86.38	87.49	87.16
85.50	86.15	86.00	86.17	86.50	86.17	87.00	86.35	87.50	87.18

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
87.51	87.21	88.01	88.09	88.51	88.42	89.01	88.42	89.51	87.36
87.52	87.21	88.02	88.11	88.52	88.42	89.02	88.40	89.52	87.34
87.53	87.23	88.03	88.10	88.53	88.42	89.03	88.37	89.53	87.28
87.54	87.23	88.04	88.14	88.54	88.42	89.04	88.40	89.54	87.26
87.55	87.26	88.05	88.13	88.55	88.42	89.05	88.37	89.55	87.23
87.56	87.26	88.06	88.15	88.56	88.42	89.06	88.34	89.56	87.21
87.57	87.31	88.07	88.17	88.57	88.42	89.07	88.32	89.57	87.18
87.58	87.31	88.08	88.19	88.58	88.42	89.08	88.27	89.58	87.15
87.59	87.31	88.09	88.19	88.59	88.42	89.09	88.25	89.59	87.15
87.60	87.36	88.10	88.21	88.60	88.45	89.10	88.19	89.60	87.13
87.61	87.36	88.11	88.21	88.61	88.44	89.11	88.14	89.61	87.10
87.62	87.39	88.12	88.21	88.62	88.44	89.12	88.09	89.62	87.10
87.63	87.41	88.13	88.24	88.63	88.44	89.13	88.07	89.63	87.08
87.64	87.41	88.14	88.25	88.64	88.44	89.14	88.06	89.64	87.08
87.65	87.44	88.15	88.26	88.65	88.45	89.15	87.98	89.65	87.08
87.66	87.44	88.16	88.29	88.66	88.42	89.16	87.95	89.66	87.02
87.67	87.44	88.17	88.28	88.67	88.42	89.17	87.91	89.67	87.02
87.68	87.44	88.18	88.31	88.68	88.42	89.18	87.87	89.68	87.02
87.69	87.46	88.19	88.32	88.69	88.42	89.19	87.84	89.69	87.00
87.70	87.49	88.20	88.32	88.70	88.42	89.20	87.79	89.70	86.97
87.71	87.49	88.21	88.32	88.71	88.42	89.21	87.77	89.71	86.97
87.72	87.52	88.22	88.35	88.72	88.43	89.22	87.74	89.72	86.97
87.73	87.54	88.23	88.35	88.73	88.43	89.23	87.72	89.73	86.95
87.74	87.54	88.24	88.35	88.74	88.43	89.24	87.69	89.74	86.95
87.75	87.57	88.25	88.39	88.75	88.41	89.25	87.62	89.75	86.92
87.76	87.57	88.26	88.38	88.76	88.41	89.26	87.62	89.76	86.92
87.77	87.62	88.27	88.38	88.77	88.43	89.27	87.59	89.77	86.92
87.78	87.65	88.28	88.40	88.78	88.43	89.28	87.59	89.78	86.92
87.79	87.67	88.29	88.40	88.79	88.43	89.29	87.54	89.79	86.90
87.80	87.67	88.30	88.38	88.80	88.41	89.30	87.54	89.80	86.90
87.81	87.70	88.31	88.40	88.81	88.41	89.31	87.52	89.81	86.90
87.82	87.72	88.32	88.40	88.82	88.41	89.32	87.52	89.82	86.87
87.83	87.75	88.33	88.40	88.83	88.40	89.33	87.52	89.83	86.84
87.84	87.78	88.34	88.43	88.84	88.40	89.34	87.52	89.84	86.82
87.85	87.80	88.35	88.43	88.85	88.40	89.35	87.50	89.85	86.82
87.86	87.83	88.36	88.41	88.86	88.44	89.36	87.52	89.86	86.82
87.87	87.85	88.37	88.42	88.87	88.44	89.37	87.52	89.87	86.79
87.88	87.88	88.38	88.40	88.88	88.44	89.38	87.52	89.88	86.79
87.89	87.91	88.39	88.41	88.89	88.44	89.39	87.52	89.89	86.77
87.90	87.93	88.40	88.41	88.90	88.44	89.40	87.52	89.90	86.77
87.91	87.96	88.41	88.43	88.91	88.47	89.41	87.52	89.91	86.77
87.92	87.98	88.42	88.43	88.92	88.47	89.42	87.55	89.92	86.74
87.93	87.98	88.43	88.42	88.93	88.44	89.43	87.52	89.93	86.74
87.94	88.01	88.44	88.42	88.94	88.44	89.44	87.52	89.94	86.71
87.95	88.01	88.45	88.42	88.95	88.44	89.45	87.50	89.95	86.74
87.96	88.01	88.46	88.42	88.96	88.44	89.46	87.49	89.96	86.71
87.97	88.03	88.47	88.42	88.97	88.42	89.47	87.46	89.97	86.71
87.98	88.06	88.48	88.42	88.98	88.42	89.48	87.44	89.98	86.69
87.99	88.06	88.49	88.42	88.99	88.42	89.49	87.41	89.99	86.69
88.00	88.09	88.50	88.42	89.00	88.42	89.50	87.39	90.00	86.66

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
90.01	86.66	90.51	86.12	91.01	85.18	91.51	84.85	92.01	84.72
90.02	86.64	90.52	86.12	91.02	85.15	91.52	84.85	92.02	84.72
90.03	86.64	90.53	86.09	91.03	85.13	91.53	84.85	92.03	84.70
90.04	86.61	90.54	86.09	91.04	85.18	91.54	84.83	92.04	84.67
90.05	86.61	90.55	86.07	91.05	85.15	91.55	84.85	92.05	84.67
90.06	86.58	90.56	86.07	91.06	85.13	91.56	84.83	92.06	84.67
90.07	86.58	90.57	86.07	91.07	85.10	91.57	84.85	92.07	84.67
90.08	86.56	90.58	86.04	91.08	85.08	91.58	84.85	92.08	84.67
90.09	86.56	90.59	86.02	91.09	85.08	91.59	84.85	92.09	84.70
90.10	86.53	90.60	85.99	91.10	85.08	91.60	84.88	92.10	84.67
90.11	86.53	90.61	85.99	91.11	85.06	91.61	84.85	92.11	84.67
90.12	86.50	90.62	85.96	91.12	85.06	91.62	84.85	92.12	84.67
90.13	86.53	90.63	85.93	91.13	85.06	91.63	84.85	92.13	84.67
90.14	86.50	90.64	85.91	91.14	85.06	91.64	84.85	92.14	84.70
90.15	86.48	90.65	85.89	91.15	85.03	91.65	84.88	92.15	84.72
90.16	86.48	90.66	85.86	91.16	85.03	91.66	84.85	92.16	84.70
90.17	86.48	90.67	85.84	91.17	85.01	91.67	84.85	92.17	84.70
90.18	86.47	90.68	85.81	91.18	85.01	91.68	84.85	92.18	84.70
90.19	86.45	90.69	85.79	91.19	85.01	91.69	84.85	92.19	84.70
90.20	86.45	90.70	85.79	91.20	85.01	91.70	84.85	92.20	84.70
90.21	86.45	90.71	85.76	91.21	85.01	91.71	84.83	92.21	84.72
90.22	86.45	90.72	85.73	91.22	84.98	91.72	84.85	92.22	84.70
90.23	86.45	90.73	85.71	91.23	84.98	91.73	84.85	92.23	84.70
90.24	86.40	90.74	85.69	91.24	84.98	91.74	84.83	92.24	84.70
90.25	86.40	90.75	85.68	91.25	84.98	91.75	84.83	92.25	84.70
90.26	86.40	90.76	85.65	91.26	84.96	91.76	84.80	92.26	84.70
90.27	86.40	90.77	85.63	91.27	84.96	91.77	84.83	92.27	84.72
90.28	86.37	90.78	85.63	91.28	84.98	91.78	84.83	92.28	84.70
90.29	86.35	90.79	85.58	91.29	84.96	91.79	84.80	92.29	84.70
90.30	86.35	90.80	85.58	91.30	84.96	91.80	84.80	92.30	84.70
90.31	86.35	90.81	85.53	91.31	84.96	91.81	84.80	92.31	84.70
90.32	86.33	90.82	85.51	91.32	84.93	91.82	84.80	92.32	84.70
90.33	86.30	90.83	85.49	91.33	84.96	91.83	84.78	92.33	84.72
90.34	86.27	90.84	85.44	91.34	84.93	91.84	84.78	92.34	84.70
90.35	86.27	90.85	85.42	91.35	84.93	91.85	84.78	92.35	84.70
90.36	86.27	90.86	85.39	91.36	84.91	91.86	84.78	92.36	84.70
90.37	86.27	90.87	85.36	91.37	84.93	91.87	84.78	92.37	84.70
90.38	86.22	90.88	85.36	91.38	84.91	91.88	84.75	92.38	84.70
90.39	86.22	90.89	85.33	91.39	84.91	91.89	84.75	92.39	84.70
90.40	86.20	90.90	85.31	91.40	84.91	91.90	84.72	92.40	84.70
90.41	86.20	90.91	85.28	91.41	84.91	91.91	84.72	92.41	84.70
90.42	86.17	90.92	85.28	91.42	84.88	91.92	84.72	92.42	84.70
90.43	86.17	90.93	85.22	91.43	84.91	91.93	84.72	92.43	84.70
90.44	86.17	90.94	85.22	91.44	84.88	91.94	84.72	92.44	84.70
90.45	86.15	90.95	85.24	91.45	84.91	91.95	84.72	92.45	84.70
90.46	86.15	90.96	85.24	91.46	84.88	91.96	84.72	92.46	84.70
90.47	86.12	90.97	85.24	91.47	84.88	91.97	84.72	92.47	84.70
90.48	86.12	90.98	85.21	91.48	84.85	91.98	84.70	92.48	84.70
90.49	86.15	90.99	85.19	91.49	84.85	91.99	84.70	92.49	84.70
90.50	86.12	91.00	85.19	91.50	84.85	92.00	84.70	92.50	84.70

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
92.51	84.70	93.01	84.67	93.51	84.70	94.01	84.70	94.51	84.70
92.52	84.70	93.02	84.67	93.52	84.67	94.02	84.67	94.52	84.70
92.53	84.70	93.03	84.70	93.53	84.70	94.03	84.70	94.53	84.70
92.54	84.70	93.04	84.70	93.54	84.70	94.04	84.70	94.54	84.70
92.55	84.67	93.05	84.70	93.55	84.70	94.05	84.70	94.55	84.67
92.56	84.69	93.06	84.67	93.56	84.67	94.06	84.70	94.56	84.70
92.57	84.69	93.07	84.70	93.57	84.67	94.07	84.67	94.57	84.70
92.58	84.66	93.08	84.70	93.58	84.70	94.08	84.70	94.58	84.70
92.59	84.66	93.09	84.70	93.59	84.70	94.09	84.70	94.59	84.70
92.60	84.66	93.10	84.70	93.60	84.70	94.10	84.70	94.60	84.67
92.61	84.66	93.11	84.67	93.61	84.67	94.11	84.67	94.61	84.70
92.62	84.66	93.12	84.67	93.62	84.67	94.12	84.67	94.62	84.70
92.63	84.66	93.13	84.67	93.63	84.70	94.13	84.70	94.63	84.70
92.64	84.66	93.14	84.67	93.64	84.70	94.14	84.70	94.64	84.70
92.65	84.66	93.15	84.65	93.65	84.67	94.15	84.70	94.65	84.67
92.66	84.67	93.16	84.65	93.66	84.67	94.16	84.67	94.66	84.70
92.67	84.67	93.17	84.67	93.67	84.67	94.17	84.67	94.67	84.70
92.68	84.67	93.18	84.67	93.68	84.67	94.18	84.70	94.68	84.70
92.69	84.70	93.19	84.67	93.69	84.65	94.19	84.70	94.69	84.67
92.70	84.70	93.20	84.65	93.70	84.65	94.20	84.70	94.70	84.67
92.71	84.67	93.21	84.65	93.71	84.65	94.21	84.67	94.71	84.70
92.72	84.70	93.22	84.67	93.72	84.67	94.22	84.67	94.72	84.70
92.73	84.70	93.23	84.70	93.73	84.65	94.23	84.67	94.73	84.70
92.74	84.70	93.24	84.68	93.74	84.65	94.24	84.67	94.74	84.67
92.75	84.70	93.25	84.68	93.75	84.65	94.25	84.67	94.75	84.67
92.76	84.67	93.26	84.70	93.76	84.67	94.26	84.65	94.76	84.67
92.77	84.70	93.27	84.70	93.77	84.67	94.27	84.67	94.77	84.67
92.78	84.70	93.28	84.70	93.78	84.67	94.28	84.67	94.78	84.65
92.79	84.70	93.29	84.68	93.79	84.67	94.29	84.67	94.79	84.65
92.80	84.70	93.30	84.68	93.80	84.70	94.30	84.65	94.80	84.67
92.81	84.67	93.31	84.70	93.81	84.70	94.31	84.65	94.81	84.67
92.82	84.70	93.32	84.70	93.82	84.70	94.32	84.67	94.82	84.67
92.83	84.70	93.33	84.70	93.83	84.67	94.33	84.70	94.83	84.65
92.84	84.70	93.34	84.68	93.84	84.70	94.34	84.70	94.84	84.65
92.85	84.70	93.35	84.70	93.85	84.70	94.35	84.67	94.85	84.67
92.86	84.67	93.36	84.70	93.86	84.70	94.36	84.67	94.86	84.67
92.87	84.70	93.37	84.70	93.87	84.67	94.37	84.70	94.87	84.70
92.88	84.70	93.38	84.67	93.88	84.67	94.38	84.70	94.88	84.67
92.89	84.70	93.39	84.67	93.89	84.70	94.39	84.70	94.89	84.70
92.90	84.70	93.40	84.70	93.90	84.70	94.40	84.67	94.90	84.70
92.91	84.70	93.41	84.70	93.91	84.70	94.41	84.70	94.91	84.70
92.92	84.70	93.42	84.67	93.92	84.67	94.42	84.70	94.92	84.70
92.93	84.70	93.43	84.67	93.93	84.67	94.43	84.70	94.93	84.67
92.94	84.70	93.44	84.67	93.94	84.70	94.44	84.70	94.94	84.70
92.95	84.70	93.45	84.70	93.95	84.70	94.45	84.67	94.95	84.70
92.96	84.67	93.46	84.70	93.96	84.70	94.46	84.70	94.96	84.70
92.97	84.70	93.47	84.67	93.97	84.67	94.47	84.70	94.97	84.67
92.98	84.70	93.48	84.67	93.98	84.70	94.48	84.70	94.98	84.67
92.99	84.70	93.49	84.70	93.99	84.70	94.49	84.70	94.99	84.70
93.00	84.70	93.50	84.70	94.00	84.70	94.50	84.67	95.00	84.70

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
95.01	84.70	95.51	84.68	96.01	84.72	96.51	84.83	97.01	84.88
95.02	84.68	95.52	84.68	96.02	84.72	96.52	84.83	97.02	84.88
95.03	84.68	95.53	84.68	96.03	84.72	96.53	84.83	97.03	84.88
95.04	84.70	95.54	84.68	96.04	84.72	96.54	84.83	97.04	84.88
95.05	84.68	95.55	84.68	96.05	84.72	96.55	84.83	97.05	84.93
95.06	84.68	95.56	84.67	96.06	84.72	96.56	84.83	97.06	84.91
95.07	84.68	95.57	84.67	96.07	84.72	96.57	84.85	97.07	84.93
95.08	84.70	95.58	84.67	96.08	84.72	96.58	84.85	97.08	84.91
95.09	84.70	95.59	84.70	96.09	84.72	96.59	84.83	97.09	84.93
95.10	84.68	95.60	84.67	96.10	84.75	96.60	84.85	97.10	84.97
95.11	84.68	95.61	84.67	96.11	84.75	96.61	84.85	97.11	84.97
95.12	84.68	95.62	84.67	96.12	84.75	96.62	84.85	97.12	85.03
95.13	84.67	95.63	84.70	96.13	84.75	96.63	84.85	97.13	85.03
95.14	84.67	95.64	84.70	96.14	84.75	96.64	84.85	97.14	85.08
95.15	84.67	95.65	84.67	96.15	84.75	96.65	84.88	97.15	85.10
95.16	84.70	95.66	84.67	96.16	84.75	96.66	84.85	97.16	85.10
95.17	84.67	95.67	84.70	96.17	84.72	96.67	84.88	97.17	85.15
95.18	84.67	95.68	84.68	96.18	84.72	96.68	84.85	97.18	85.18
95.19	84.67	95.69	84.68	96.19	84.72	96.69	84.88	97.19	85.21
95.20	84.67	95.70	84.68	96.20	84.72	96.70	84.88	97.20	85.21
95.21	84.67	95.71	84.70	96.21	84.72	96.71	84.88	97.21	85.22
95.22	84.67	95.72	84.70	96.22	84.72	96.72	84.88	97.22	85.24
95.23	84.67	95.73	84.68	96.23	84.72	96.73	84.88	97.23	85.22
95.24	84.67	95.74	84.68	96.24	84.72	96.74	84.88	97.24	85.24
95.25	84.67	95.75	84.68	96.25	84.72	96.75	84.91	97.25	85.24
95.26	84.67	95.76	84.70	96.26	84.72	96.76	84.88	97.26	85.22
95.27	84.65	95.77	84.68	96.27	84.72	96.77	84.91	97.27	85.24
95.28	84.67	95.78	84.68	96.28	84.75	96.78	84.88	97.28	85.24
95.29	84.67	95.79	84.70	96.29	84.75	96.79	84.91	97.29	85.23
95.30	84.67	95.80	84.70	96.30	84.75	96.80	84.88	97.30	85.23
95.31	84.62	95.81	84.67	96.31	84.75	96.81	84.91	97.31	85.23
95.32	84.65	95.82	84.67	96.32	84.75	96.82	84.91	97.32	85.23
95.33	84.65	95.83	84.67	96.33	84.75	96.83	84.91	97.33	85.23
95.34	84.62	95.84	84.70	96.34	84.75	96.84	84.91	97.34	85.23
95.35	84.65	95.85	84.65	96.35	84.75	96.85	84.91	97.35	85.23
95.36	84.65	95.86	84.65	96.36	84.78	96.86	84.91	97.36	85.23
95.37	84.65	95.87	84.65	96.37	84.78	96.87	84.91	97.37	85.23
95.38	84.65	95.88	84.67	96.38	84.78	96.88	84.91	97.38	85.22
95.39	84.65	95.89	84.65	96.39	84.78	96.89	84.91	97.39	85.22
95.40	84.65	95.90	84.65	96.40	84.75	96.90	84.91	97.40	85.23
95.41	84.62	95.91	84.65	96.41	84.75	96.91	84.93	97.41	85.26
95.42	84.67	95.92	84.67	96.42	84.75	96.92	84.91	97.42	85.23
95.43	84.67	95.93	84.67	96.43	84.75	96.93	84.91	97.43	85.23
95.44	84.67	95.94	84.67	96.44	84.78	96.94	84.88	97.44	85.23
95.45	84.68	95.95	84.67	96.45	84.78	96.95	84.88	97.45	85.23
95.46	84.68	95.96	84.72	96.46	84.78	96.96	84.88	97.46	85.23
95.47	84.68	95.97	84.72	96.47	84.75	96.97	84.88	97.47	85.23
95.48	84.65	95.98	84.72	96.48	84.78	96.98	84.90	97.48	85.23
95.49	84.68	95.99	84.70	96.49	84.78	96.99	84.88	97.49	85.23
95.50	84.68	96.00	84.72	96.50	84.78	97.00	84.90	97.50	85.21

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
97.51	85.21	98.01	85.28	98.51	84.88	99.01	84.86	99.51	84.88
97.52	85.21	98.02	85.23	98.52	84.85	99.02	84.85	99.52	84.88
97.53	85.21	98.03	85.23	98.53	84.85	99.03	84.85	99.53	84.85
97.54	85.21	98.04	85.20	98.54	84.88	99.04	84.88	99.54	84.88
97.55	85.21	98.05	85.23	98.55	84.85	99.05	84.85	99.55	84.85
97.56	85.23	98.06	85.20	98.56	84.88	99.06	84.88	99.56	84.88
97.57	85.20	98.07	85.16	98.57	84.83	99.07	84.86	99.57	84.88
97.58	85.20	98.08	85.13	98.58	84.83	99.08	84.86	99.58	84.88
97.59	85.23	98.09	85.11	98.59	84.85	99.09	84.88	99.59	84.88
97.60	85.24	98.10	85.06	98.60	84.83	99.10	84.85	99.60	84.88
97.61	85.24	98.11	85.03	98.61	84.85	99.11	84.85	99.61	84.88
97.62	85.24	98.12	84.98	98.62	84.83	99.12	84.85	99.62	84.85
97.63	85.24	98.13	85.00	98.63	84.83	99.13	84.85	99.63	84.88
97.64	85.26	98.14	84.95	98.64	84.85	99.14	84.85	99.64	84.88
97.65	85.23	98.15	84.95	98.65	84.83	99.15	84.83	99.65	84.88
97.66	85.23	98.16	84.90	98.66	84.85	99.16	84.85	99.66	84.85
97.67	85.24	98.17	84.91	98.67	84.83	99.17	84.83	99.67	84.85
97.68	85.26	98.18	84.88	98.68	84.85	99.18	84.85	99.68	84.85
97.69	85.26	98.19	84.88	98.69	84.88	99.19	84.85	99.69	84.85
97.70	85.23	98.20	84.88	98.70	84.85	99.20	84.83	99.70	84.85
97.71	85.23	98.21	84.88	98.71	84.88	99.21	84.85	99.71	84.83
97.72	85.26	98.22	84.88	98.72	84.85	99.22	84.85	99.72	84.85
97.73	85.26	98.23	84.88	98.73	84.85	99.23	84.88	99.73	84.85
97.74	85.26	98.24	84.88	98.74	84.88	99.24	84.85	99.74	84.85
97.75	85.23	98.25	84.88	98.75	84.85	99.25	84.88	99.75	84.85
97.76	85.26	98.26	84.85	98.76	84.88	99.26	84.88	99.76	84.85
97.77	85.26	98.27	84.88	98.77	84.85	99.27	84.85	99.77	84.88
97.78	85.26	98.28	84.85	98.78	84.85	99.28	84.88	99.78	84.85
97.79	85.24	98.29	84.88	98.79	84.88	99.29	84.85	99.79	84.88
97.80	85.24	98.30	84.88	98.80	84.85	99.30	84.88	99.80	84.85
97.81	85.27	98.31	84.88	98.81	84.88	99.31	84.88	99.81	84.88
97.82	85.27	98.32	84.88	98.82	84.85	99.32	84.85	99.82	84.88
97.83	85.27	98.33	84.85	98.83	84.85	99.33	84.88	99.83	84.88
97.84	85.24	98.34	84.88	98.84	84.88	99.34	84.85	99.84	84.88
97.85	85.24	98.35	84.85	98.85	84.85	99.35	84.88	99.85	84.88
97.86	85.27	98.36	84.85	98.86	84.88	99.36	84.85	99.86	84.88
97.87	85.27	98.37	84.88	98.87	84.85	99.37	84.88	99.87	84.85
97.88	85.27	98.38	84.85	98.88	84.85	99.38	84.88	99.88	84.88
97.89	85.24	98.39	84.88	98.89	84.88	99.39	84.88	99.89	84.88
97.90	85.27	98.40	84.85	98.90	84.85	99.40	84.88	99.90	84.88
97.91	85.27	98.41	84.88	98.91	84.88	99.41	84.85	99.91	84.88
97.92	85.27	98.42	84.85	98.92	84.85	99.42	84.88	99.92	84.88
97.93	85.27	98.43	84.85	98.93	84.85	99.43	84.88	99.93	84.88
97.94	85.24	98.44	84.88	98.94	84.88	99.44	84.88	99.94	84.88
97.95	85.27	98.45	84.85	98.95	84.85	99.45	84.88	99.95	84.88
97.96	85.28	98.46	84.88	98.96	84.88	99.46	84.85	99.96	84.85
97.97	85.25	98.47	84.88	98.97	84.85	99.47	84.88	99.97	84.88
97.98	85.25	98.48	84.85	98.98	84.85	99.48	84.85	99.98	84.88
97.99	85.25	98.49	84.88	98.99	84.88	99.49	84.88	99.99	84.88
98.00	85.28	98.50	84.85	99.00	84.86	99.50	84.85	100.00	84.88

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
100.01	84.88	100.51	84.88	101.01	84.88	101.51	84.55	102.01	84.54
100.02	84.88	100.52	84.90	101.02	84.85	101.52	84.54	102.02	84.54
100.03	84.88	100.53	84.88	101.03	84.88	101.53	84.54	102.03	84.52
100.04	84.88	100.54	84.90	101.04	84.85	101.54	84.57	102.04	84.55
100.05	84.88	100.55	84.88	101.05	84.85	101.55	84.54	102.05	84.55
100.06	84.88	100.56	84.90	101.06	84.83	101.56	84.54	102.06	84.55
100.07	84.90	100.57	84.88	101.07	84.83	101.57	84.54	102.07	84.52
100.08	84.88	100.58	84.91	101.08	84.80	101.58	84.54	102.08	84.52
100.09	84.88	100.59	84.88	101.09	84.80	101.59	84.54	102.09	84.55
100.10	84.88	100.60	84.91	101.10	84.80	101.60	84.54	102.10	84.55
100.11	84.88	100.61	84.88	101.11	84.78	101.61	84.57	102.11	84.52
100.12	84.88	100.62	84.91	101.12	84.75	101.62	84.54	102.12	84.52
100.13	84.88	100.63	84.88	101.13	84.75	101.63	84.54	102.13	84.55
100.14	84.88	100.64	84.91	101.14	84.72	101.64	84.55	102.14	84.54
100.15	84.88	100.65	84.88	101.15	84.70	101.65	84.55	102.15	84.52
100.16	84.88	100.66	84.91	101.16	84.70	101.66	84.55	102.16	84.52
100.17	84.88	100.67	84.88	101.17	84.67	101.67	84.55	102.17	84.54
100.18	84.88	100.68	84.91	101.18	84.67	101.68	84.55	102.18	84.54
100.19	84.88	100.69	84.88	101.19	84.65	101.69	84.55	102.19	84.54
100.20	84.88	100.70	84.91	101.20	84.65	101.70	84.55	102.20	84.52
100.21	84.85	100.71	84.88	101.21	84.62	101.71	84.55	102.21	84.54
100.22	84.85	100.72	84.91	101.22	84.60	101.72	84.55	102.22	84.54
100.23	84.85	100.73	84.88	101.23	84.62	101.73	84.55	102.23	84.54
100.24	84.85	100.74	84.91	101.24	84.60	101.74	84.55	102.24	84.52
100.25	84.85	100.75	84.85	101.25	84.60	101.75	84.54	102.25	84.52
100.26	84.85	100.76	84.88	101.26	84.60	101.76	84.54	102.26	84.54
100.27	84.85	100.77	84.85	101.27	84.57	101.77	84.54	102.27	84.54
100.28	84.85	100.78	84.88	101.28	84.60	101.78	84.54	102.28	84.52
100.29	84.85	100.79	84.85	101.29	84.55	101.79	84.54	102.29	84.52
100.30	84.85	100.80	84.88	101.30	84.55	101.80	84.54	102.30	84.54
100.31	84.88	100.81	84.85	101.31	84.55	101.81	84.54	102.31	84.54
100.32	84.88	100.82	84.85	101.32	84.55	101.82	84.54	102.32	84.52
100.33	84.91	100.83	84.85	101.33	84.55	101.83	84.52	102.33	84.52
100.34	84.88	100.84	84.88	101.34	84.55	101.84	84.52	102.34	84.52
100.35	84.90	100.85	84.85	101.35	84.54	101.85	84.52	102.35	84.55
100.36	84.88	100.86	84.88	101.36	84.52	101.86	84.52	102.36	84.55
100.37	84.90	100.87	84.88	101.37	84.54	101.87	84.49	102.37	84.52
100.38	84.88	100.88	84.88	101.38	84.54	101.88	84.52	102.38	84.52
100.39	84.90	100.89	84.88	101.39	84.52	101.89	84.52	102.39	84.52
100.40	84.88	100.90	84.88	101.40	84.57	101.90	84.52	102.40	84.52
100.41	84.88	100.91	84.88	101.41	84.57	101.91	84.49	102.41	84.50
100.42	84.88	100.92	84.88	101.42	84.55	101.92	84.52	102.42	84.50
100.43	84.88	100.93	84.90	101.43	84.55	101.93	84.52	102.43	84.50
100.44	84.88	100.94	84.88	101.44	84.57	101.94	84.52	102.44	84.52
100.45	84.88	100.95	84.88	101.45	84.55	101.95	84.52	102.45	84.52
100.46	84.88	100.96	84.88	101.46	84.55	101.96	84.54	102.46	84.49
100.47	84.88	100.97	84.91	101.47	84.57	101.97	84.54	102.47	84.49
100.48	84.88	100.98	84.88	101.48	84.55	101.98	84.54	102.48	84.52
100.49	84.88	100.99	84.88	101.49	84.55	101.99	84.52	102.49	84.52
100.50	84.88	101.00	84.88	101.50	84.55	102.00	84.54	102.50	84.52

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
102.51	84.52	103.01	84.52	103.51	84.52	104.01	84.52	104.51	84.54
102.52	84.54	103.02	84.52	103.52	84.52	104.02	84.50	104.52	84.54
102.53	84.54	103.03	84.49	103.53	84.49	104.03	84.53	104.53	84.52
102.54	84.54	103.04	84.52	103.54	84.49	104.04	84.53	104.54	84.52
102.55	84.52	103.05	84.52	103.55	84.49	104.05	84.50	104.55	84.52
102.56	84.54	103.06	84.55	103.56	84.52	104.06	84.50	104.56	84.55
102.57	84.54	103.07	84.55	103.57	84.51	104.07	84.50	104.57	84.52
102.58	84.54	103.08	84.52	103.58	84.49	104.08	84.53	104.58	84.50
102.59	84.52	103.09	84.52	103.59	84.51	104.09	84.50	104.59	84.50
102.60	84.52	103.10	84.55	103.60	84.54	104.10	84.50	104.60	84.50
102.61	84.54	103.11	84.55	103.61	84.54	104.11	84.50	104.61	84.53
102.62	84.54	103.12	84.52	103.62	84.52	104.12	84.50	104.62	84.50
102.63	84.52	103.13	84.52	103.63	84.52	104.13	84.54	104.63	84.50
102.64	84.52	103.14	84.52	103.64	84.52	104.14	84.52	104.64	84.50
102.65	84.54	103.15	84.55	103.65	84.52	104.15	84.52	104.65	84.50
102.66	84.54	103.16	84.54	103.66	84.54	104.16	84.52	104.66	84.52
102.67	84.52	103.17	84.52	103.67	84.52	104.17	84.54	104.67	84.50
102.68	84.52	103.18	84.52	103.68	84.52	104.18	84.54	104.68	84.52
102.69	84.52	103.19	84.54	103.69	84.52	104.19	84.52	104.69	84.52
102.70	84.54	103.20	84.54	103.70	84.55	104.20	84.52	104.70	84.52
102.71	84.54	103.21	84.52	103.71	84.52	104.21	84.52	104.71	84.55
102.72	84.52	103.22	84.52	103.72	84.52	104.22	84.54	104.72	84.52
102.73	84.52	103.23	84.54	103.73	84.52	104.23	84.54	104.73	84.52
102.74	84.54	103.24	84.54	103.74	84.52	104.24	84.52	104.74	84.52
102.75	84.54	103.25	84.54	103.75	84.54	104.25	84.52	104.75	84.52
102.76	84.52	103.26	84.52	103.76	84.54	104.26	84.52	104.76	84.55
102.77	84.52	103.27	84.52	103.77	84.52	104.27	84.55	104.77	84.52
102.78	84.52	103.28	84.54	103.78	84.52	104.28	84.52	104.78	84.52
102.79	84.55	103.29	84.54	103.79	84.52	104.29	84.52	104.79	84.52
102.80	84.55	103.30	84.52	103.80	84.55	104.30	84.52	104.80	84.55
102.81	84.52	103.31	84.52	103.81	84.52	104.31	84.52	104.81	84.54
102.82	84.52	103.32	84.52	103.82	84.52	104.32	84.55	104.82	84.52
102.83	84.55	103.33	84.55	103.83	84.52	104.33	84.52	104.83	84.52
102.84	84.55	103.34	84.52	103.84	84.55	104.34	84.52	104.84	84.52
102.85	84.53	103.35	84.52	103.85	84.55	104.35	84.53	104.85	84.54
102.86	84.53	103.36	84.52	103.86	84.52	104.36	84.52	104.86	84.54
102.87	84.53	103.37	84.52	103.87	84.52	104.37	84.55	104.87	84.52
102.88	84.55	103.38	84.55	103.88	84.54	104.38	84.52	104.88	84.52
102.89	84.55	103.39	84.52	103.89	84.55	104.39	84.52	104.89	84.52
102.90	84.52	103.40	84.52	103.90	84.54	104.40	84.52	104.90	84.52
102.91	84.52	103.41	84.52	103.91	84.52	104.41	84.52	104.91	84.52
102.92	84.55	103.42	84.55	103.92	84.52	104.42	84.55	104.92	84.52
102.93	84.52	103.43	84.54	103.93	84.52	104.43	84.52	104.93	84.52
102.94	84.50	103.44	84.52	103.94	84.54	104.44	84.52	104.94	84.52
102.95	84.49	103.45	84.52	103.95	84.52	104.45	84.52	104.95	84.55
102.96	84.49	103.46	84.52	103.96	84.52	104.46	84.52	104.96	84.53
102.97	84.52	103.47	84.54	103.97	84.52	104.47	84.54	104.97	84.53
102.98	84.52	103.48	84.52	103.98	84.55	104.48	84.52	104.98	84.53
102.99	84.49	103.49	84.49	103.99	84.52	104.49	84.52	104.99	84.53
103.00	84.49	103.50	84.49	104.00	84.52	104.50	84.52	105.00	84.55

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
105.01	84.55	105.51	84.51	106.01	84.55	106.51	84.55	107.01	84.52
105.02	84.52	105.52	84.51	106.02	84.52	106.52	84.54	107.02	84.55
105.03	84.52	105.53	84.51	106.03	84.52	106.53	84.52	107.03	84.55
105.04	84.52	105.54	84.54	106.04	84.52	106.54	84.52	107.04	84.54
105.05	84.55	105.55	84.54	106.05	84.52	106.55	84.54	107.05	84.52
105.06	84.53	105.56	84.52	106.06	84.55	106.56	84.54	107.06	84.54
105.07	84.52	105.57	84.52	106.07	84.52	106.57	84.52	107.07	84.54
105.08	84.52	105.58	84.52	106.08	84.52	106.58	84.52	107.08	84.54
105.09	84.52	105.59	84.55	106.09	84.52	106.59	84.55	107.09	84.52
105.10	84.52	105.60	84.52	106.10	84.55	106.60	84.54	107.10	84.52
105.11	84.50	105.61	84.52	106.11	84.55	106.61	84.52	107.11	84.52
105.12	84.50	105.62	84.52	106.12	84.52	106.62	84.52	107.12	84.55
105.13	84.50	105.63	84.52	106.13	84.52	106.63	84.54	107.13	84.52
105.14	84.50	105.64	84.55	106.14	84.52	106.64	84.54	107.14	84.52
105.15	84.52	105.65	84.52	106.15	84.54	106.65	84.54	107.15	84.52
105.16	84.50	105.66	84.49	106.16	84.54	106.66	84.52	107.16	84.55
105.17	84.49	105.67	84.49	106.17	84.52	106.67	84.52	107.17	84.52
105.18	84.49	105.68	84.52	106.18	84.52	106.68	84.54	107.18	84.52
105.19	84.49	105.69	84.52	106.19	84.54	106.69	84.54	107.19	84.53
105.20	84.52	105.70	84.49	106.20	84.54	106.70	84.51	107.20	84.53
105.21	84.52	105.71	84.50	106.21	84.49	106.71	84.52	107.21	84.55
105.22	84.52	105.72	84.50	106.22	84.49	106.72	84.55	107.22	84.55
105.23	84.52	105.73	84.52	106.23	84.52	106.73	84.55	107.23	84.52
105.24	84.52	105.74	84.52	106.24	84.52	106.74	84.52	107.24	84.53
105.25	84.54	105.75	84.50	106.25	84.52	106.75	84.50	107.25	84.53
105.26	84.52	105.76	84.50	106.26	84.49	106.76	84.50	107.26	84.53
105.27	84.52	105.77	84.52	106.27	84.49	106.77	84.52	107.27	84.53
105.28	84.52	105.78	84.55	106.28	84.52	106.78	84.52	107.28	84.53
105.29	84.52	105.79	84.52	106.29	84.52	106.79	84.50	107.29	84.51
105.30	84.54	105.80	84.52	106.30	84.50	106.80	84.50	107.30	84.50
105.31	84.52	105.81	84.52	106.31	84.50	106.81	84.52	107.31	84.50
105.32	84.52	105.82	84.54	106.32	84.55	106.82	84.52	107.32	84.48
105.33	84.52	105.83	84.54	106.33	84.55	106.83	84.49	107.33	84.51
105.34	84.52	105.84	84.52	106.34	84.52	106.84	84.49	107.34	84.51
105.35	84.52	105.85	84.52	106.35	84.52	106.85	84.52	107.35	84.51
105.36	84.52	105.86	84.52	106.36	84.52	106.86	84.54	107.36	84.51
105.37	84.52	105.87	84.54	106.37	84.55	106.87	84.54	107.37	84.51
105.38	84.52	105.88	84.54	106.38	84.55	106.88	84.52	107.38	84.51
105.39	84.52	105.89	84.52	106.39	84.52	106.89	84.54	107.39	84.51
105.40	84.55	105.90	84.52	106.40	84.52	106.90	84.54	107.40	84.53
105.41	84.52	105.91	84.54	106.41	84.52	106.91	84.54	107.41	84.53
105.42	84.52	105.92	84.55	106.42	84.55	106.92	84.52	107.42	84.54
105.43	84.52	105.93	84.52	106.43	84.52	106.93	84.52	107.43	84.53
105.44	84.52	105.94	84.52	106.44	84.52	106.94	84.55	107.44	84.53
105.45	84.54	105.95	84.52	106.45	84.52	106.95	84.55	107.45	84.53
105.46	84.54	105.96	84.55	106.46	84.55	106.96	84.52	107.46	84.53
105.47	84.52	105.97	84.55	106.47	84.55	106.97	84.52	107.47	84.53
105.48	84.51	105.98	84.52	106.48	84.52	106.98	84.55	107.48	84.53
105.49	84.54	105.99	84.52	106.49	84.52	106.99	84.55	107.49	84.51
105.50	84.54	106.00	84.52	106.50	84.55	107.00	84.52	107.50	84.53

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
107.51	84.53	108.01	84.53	108.51	84.53	109.01	84.53	109.51	84.53
107.52	84.53	108.02	84.51	108.52	84.53	109.02	84.53	109.52	84.55
107.53	84.53	108.03	84.51	108.53	84.53	109.03	84.53	109.53	84.53
107.54	84.53	108.04	84.53	108.54	84.53	109.04	84.53	109.54	84.53
107.55	84.53	108.05	84.53	108.55	84.53	109.05	84.53	109.55	84.53
107.56	84.53	108.06	84.53	108.56	84.53	109.06	84.53	109.56	84.54
107.57	84.53	108.07	84.53	108.57	84.53	109.07	84.53	109.57	84.53
107.58	84.53	108.08	84.53	108.58	84.53	109.08	84.53	109.58	84.53
107.59	84.53	108.09	84.53	108.59	84.53	109.09	84.53	109.59	84.53
107.60	84.53	108.10	84.53	108.60	84.53	109.10	84.53	109.60	84.53
107.61	84.51	108.11	84.53	108.61	84.53	109.11	84.53	109.61	84.53
107.62	84.53	108.12	84.53	108.62	84.53	109.12	84.53	109.62	84.53
107.63	84.53	108.13	84.53	108.63	84.53	109.13	84.53	109.63	84.53
107.64	84.53	108.14	84.53	108.64	84.53	109.14	84.53	109.64	84.53
107.65	84.53	108.15	84.53	108.65	84.53	109.15	84.55	109.65	84.53
107.66	84.51	108.16	84.53	108.66	84.53	109.16	84.53	109.66	84.53
107.67	84.53	108.17	84.53	108.67	84.53	109.17	84.53	109.67	84.55
107.68	84.53	108.18	84.53	108.68	84.53	109.18	84.53	109.68	84.55
107.69	84.53	108.19	84.53	108.69	84.53	109.19	84.53	109.69	84.53
107.70	84.53	108.20	84.50	108.70	84.53	109.20	84.55	109.70	84.53
107.71	84.53	108.21	84.53	108.71	84.53	109.21	84.53	109.71	84.53
107.72	84.53	108.22	84.53	108.72	84.53	109.22	84.53	109.72	84.53
107.73	84.51	108.23	84.52	108.73	84.53	109.23	84.53	109.73	84.55
107.74	84.53	108.24	84.53	108.74	84.53	109.24	84.53	109.74	84.53
107.75	84.53	108.25	84.53	108.75	84.52	109.25	84.53	109.75	84.53
107.76	84.53	108.26	84.50	108.76	84.52	109.26	84.53	109.76	84.53
107.77	84.53	108.27	84.50	108.77	84.52	109.27	84.53	109.77	84.53
107.78	84.51	108.28	84.53	108.78	84.52	109.28	84.53	109.78	84.53
107.79	84.51	108.29	84.53	108.79	84.52	109.29	84.53	109.79	84.53
107.80	84.53	108.30	84.53	108.80	84.52	109.30	84.53	109.80	84.53
107.81	84.53	108.31	84.53	108.81	84.52	109.31	84.53	109.81	84.53
107.82	84.51	108.32	84.51	108.82	84.52	109.32	84.53	109.82	84.53
107.83	84.50	108.33	84.53	108.83	84.54	109.33	84.53	109.83	84.55
107.84	84.51	108.34	84.51	108.84	84.52	109.34	84.53	109.84	84.53
107.85	84.48	108.35	84.51	108.85	84.52	109.35	84.53	109.85	84.53
107.86	84.50	108.36	84.51	108.86	84.50	109.36	84.53	109.86	84.53
107.87	84.50	108.37	84.51	108.87	84.50	109.37	84.53	109.87	84.53
107.88	84.50	108.38	84.51	108.88	84.50	109.38	84.53	109.88	84.54
107.89	84.51	108.39	84.51	108.89	84.50	109.39	84.51	109.89	84.54
107.90	84.50	108.40	84.51	108.90	84.50	109.40	84.50	109.90	84.53
107.91	84.50	108.41	84.51	108.91	84.50	109.41	84.51	109.91	84.51
107.92	84.51	108.42	84.51	108.92	84.50	109.42	84.51	109.92	84.51
107.93	84.53	108.43	84.51	108.93	84.51	109.43	84.51	109.93	84.51
107.94	84.53	108.44	84.49	108.94	84.51	109.44	84.50	109.94	84.51
107.95	84.53	108.45	84.53	108.95	84.51	109.45	84.50	109.95	84.51
107.96	84.53	108.46	84.53	108.96	84.51	109.46	84.51	109.96	84.51
107.97	84.51	108.47	84.53	108.97	84.53	109.47	84.53	109.97	84.51
107.98	84.53	108.48	84.53	108.98	84.53	109.48	84.50	109.98	84.51
107.99	84.54	108.49	84.53	108.99	84.55	109.49	84.50	109.99	84.51
108.00	84.53	108.50	84.51	109.00	84.53	109.50	84.53	110.00	84.51

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
110.01	84.51	110.51	84.51	111.01	84.51	111.51	84.50	112.01	84.51
110.02	84.53	110.52	84.51	111.02	84.51	111.52	84.51	112.02	84.51
110.03	84.53	110.53	84.51	111.03	84.51	111.53	84.50	112.03	84.51
110.04	84.53	110.54	84.51	111.04	84.51	111.54	84.48	112.04	84.50
110.05	84.53	110.55	84.53	111.05	84.51	111.55	84.48	112.05	84.51
110.06	84.53	110.56	84.53	111.06	84.51	111.56	84.51	112.06	84.51
110.07	84.53	110.57	84.54	111.07	84.53	111.57	84.50	112.07	84.51
110.08	84.53	110.58	84.53	111.08	84.51	111.58	84.51	112.08	84.53
110.09	84.53	110.59	84.53	111.09	84.53	111.59	84.53	112.09	84.51
110.10	84.55	110.60	84.54	111.10	84.53	111.60	84.51	112.10	84.51
110.11	84.53	110.61	84.51	111.11	84.53	111.61	84.53	112.11	84.53
110.12	84.53	110.62	84.53	111.12	84.53	111.62	84.53	112.12	84.53
110.13	84.53	110.63	84.53	111.13	84.53	111.63	84.53	112.13	84.53
110.14	84.53	110.64	84.53	111.14	84.53	111.64	84.53	112.14	84.53
110.15	84.53	110.65	84.53	111.15	84.53	111.65	84.53	112.15	84.53
110.16	84.53	110.66	84.53	111.16	84.53	111.66	84.53	112.16	84.53
110.17	84.53	110.67	84.53	111.17	84.53	111.67	84.53	112.17	84.53
110.18	84.53	110.68	84.53	111.18	84.54	111.68	84.53	112.18	84.53
110.19	84.53	110.69	84.53	111.19	84.53	111.69	84.52	112.19	84.53
110.20	84.53	110.70	84.53	111.20	84.51	111.70	84.53	112.20	84.53
110.21	84.51	110.71	84.53	111.21	84.53	111.71	84.53	112.21	84.53
110.22	84.53	110.72	84.53	111.22	84.54	111.72	84.53	112.22	84.53
110.23	84.53	110.73	84.51	111.23	84.53	111.73	84.53	112.23	84.53
110.24	84.53	110.74	84.53	111.24	84.53	111.74	84.53	112.24	84.53
110.25	84.53	110.75	84.53	111.25	84.51	111.75	84.53	112.25	84.53
110.26	84.53	110.76	84.53	111.26	84.51	111.76	84.53	112.26	84.53
110.27	84.50	110.77	84.53	111.27	84.53	111.77	84.53	112.27	84.52
110.28	84.53	110.78	84.51	111.28	84.53	111.78	84.53	112.28	84.52
110.29	84.53	110.79	84.53	111.29	84.53	111.79	84.53	112.29	84.52
110.30	84.53	110.80	84.53	111.30	84.53	111.80	84.53	112.30	84.52
110.31	84.53	110.81	84.53	111.31	84.53	111.81	84.53	112.31	84.53
110.32	84.53	110.82	84.53	111.32	84.53	111.82	84.54	112.32	84.53
110.33	84.53	110.83	84.53	111.33	84.53	111.83	84.51	112.33	84.53
110.34	84.53	110.84	84.53	111.34	84.53	111.84	84.51	112.34	84.55
110.35	84.53	110.85	84.53	111.35	84.53	111.85	84.52	112.35	84.55
110.36	84.52	110.86	84.53	111.36	84.53	111.86	84.52	112.36	84.53
110.37	84.52	110.87	84.53	111.37	84.55	111.87	84.55	112.37	84.53
110.38	84.53	110.88	84.53	111.38	84.53	111.88	84.54	112.38	84.53
110.39	84.53	110.89	84.53	111.39	84.53	111.89	84.52	112.39	84.53
110.40	84.52	110.90	84.51	111.40	84.53	111.90	84.52	112.40	84.56
110.41	84.52	110.91	84.51	111.41	84.53	111.91	84.52	112.41	84.53
110.42	84.52	110.92	84.53	111.42	84.53	111.92	84.54	112.42	84.53
110.43	84.53	110.93	84.54	111.43	84.53	111.93	84.54	112.43	84.53
110.44	84.48	110.94	84.54	111.44	84.53	111.94	84.54	112.44	84.53
110.45	84.50	110.95	84.53	111.45	84.53	111.95	84.54	112.45	84.53
110.46	84.50	110.96	84.49	111.46	84.53	111.96	84.53	112.46	84.53
110.47	84.51	110.97	84.51	111.47	84.53	111.97	84.53	112.47	84.53
110.48	84.51	110.98	84.51	111.48	84.48	111.98	84.53	112.48	84.53
110.49	84.50	110.99	84.51	111.49	84.50	111.99	84.53	112.49	84.54
110.50	84.50	111.00	84.51	111.50	84.50	112.00	84.50	112.50	84.53

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
112.51	84.53	113.01	84.53	113.51	84.53	114.01	84.56	114.51	84.55
112.52	84.51	113.02	84.53	113.52	84.53	114.02	84.56	114.52	84.55
112.53	84.51	113.03	84.56	113.53	84.56	114.03	84.56	114.53	84.55
112.54	84.51	113.04	84.55	113.54	84.55	114.04	84.53	114.54	84.55
112.55	84.51	113.05	84.50	113.55	84.56	114.05	84.56	114.55	84.52
112.56	84.51	113.06	84.51	113.56	84.53	114.06	84.56	114.56	84.55
112.57	84.51	113.07	84.53	113.57	84.51	114.07	84.56	114.57	84.55
112.58	84.51	113.08	84.53	113.58	84.53	114.08	84.53	114.58	84.54
112.59	84.51	113.09	84.51	113.59	84.53	114.09	84.53	114.59	84.52
112.60	84.53	113.10	84.51	113.60	84.51	114.10	84.54	114.60	84.55
112.61	84.53	113.11	84.51	113.61	84.50	114.11	84.53	114.61	84.55
112.62	84.51	113.12	84.51	113.62	84.53	114.12	84.51	114.62	84.52
112.63	84.53	113.13	84.53	113.63	84.53	114.13	84.53	114.63	84.50
112.64	84.53	113.14	84.51	113.64	84.51	114.14	84.53	114.64	84.53
112.65	84.55	113.15	84.51	113.65	84.51	114.15	84.53	114.65	84.53
112.66	84.56	113.16	84.54	113.66	84.53	114.16	84.53	114.66	84.53
112.67	84.53	113.17	84.56	113.67	84.53	114.17	84.52	114.67	84.51
112.68	84.53	113.18	84.53	113.68	84.56	114.18	84.53	114.68	84.51
112.69	84.55	113.19	84.53	113.69	84.53	114.19	84.53	114.69	84.53
112.70	84.56	113.20	84.53	113.70	84.54	114.20	84.53	114.70	84.53
112.71	84.53	113.21	84.53	113.71	84.56	114.21	84.55	114.71	84.51
112.72	84.53	113.22	84.55	113.72	84.56	114.22	84.55	114.72	84.51
112.73	84.53	113.23	84.55	113.73	84.54	114.23	84.55	114.73	84.56
112.74	84.53	113.24	84.53	113.74	84.54	114.24	84.55	114.74	84.55
112.75	84.56	113.25	84.53	113.75	84.53	114.25	84.55	114.75	84.53
112.76	84.53	113.26	84.55	113.76	84.56	114.26	84.55	114.76	84.53
112.77	84.53	113.27	84.55	113.77	84.54	114.27	84.53	114.77	84.53
112.78	84.53	113.28	84.53	113.78	84.53	114.28	84.55	114.78	84.55
112.79	84.56	113.29	84.53	113.79	84.53	114.29	84.55	114.79	84.55
112.80	84.53	113.30	84.53	113.80	84.56	114.30	84.55	114.80	84.53
112.81	84.53	113.31	84.55	113.81	84.56	114.31	84.55	114.81	84.53
112.82	84.53	113.32	84.55	113.82	84.53	114.32	84.55	114.82	84.53
112.83	84.53	113.33	84.53	113.83	84.53	114.33	84.56	114.83	84.55
112.84	84.53	113.34	84.53	113.84	84.55	114.34	84.55	114.84	84.53
112.85	84.56	113.35	84.55	113.85	84.56	114.35	84.53	114.85	84.53
112.86	84.53	113.36	84.55	113.86	84.56	114.36	84.55	114.86	84.53
112.87	84.53	113.37	84.53	113.87	84.53	114.37	84.56	114.87	84.56
112.88	84.53	113.38	84.53	113.88	84.55	114.38	84.56	114.88	84.55
112.89	84.55	113.39	84.53	113.89	84.56	114.39	84.53	114.89	84.53
112.90	84.53	113.40	84.55	113.90	84.56	114.40	84.54	114.90	84.53
112.91	84.53	113.41	84.55	113.91	84.53	114.41	84.56	114.91	84.53
112.92	84.52	113.42	84.53	113.92	84.53	114.42	84.56	114.92	84.55
112.93	84.53	113.43	84.53	113.93	84.56	114.43	84.53	114.93	84.56
112.94	84.55	113.44	84.53	113.94	84.56	114.44	84.55	114.94	84.53
112.95	84.55	113.45	84.55	113.95	84.54	114.45	84.55	114.95	84.53
112.96	84.52	113.46	84.53	113.96	84.53	114.46	84.55	114.96	84.54
112.97	84.52	113.47	84.53	113.97	84.56	114.47	84.53	114.97	84.53
112.98	84.55	113.48	84.53	113.98	84.56	114.48	84.55	114.98	84.51
112.99	84.55	113.49	84.55	113.99	84.53	114.49	84.55	114.99	84.51
113.00	84.53	113.50	84.56	114.00	84.53	114.50	84.55	115.00	84.54

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
115.01	84.53	115.51	84.36	116.01	84.02	116.51	84.04	117.01	84.04
115.02	84.53	115.52	84.33	116.02	84.04	116.52	84.02	117.02	84.04
115.03	84.51	115.53	84.36	116.03	84.02	116.53	84.03	117.03	84.04
115.04	84.51	115.54	84.34	116.04	84.04	116.54	84.03	117.04	84.04
115.05	84.51	115.55	84.34	116.05	84.03	116.55	84.02	117.05	84.04
115.06	84.51	115.56	84.31	116.06	84.02	116.56	84.02	117.06	84.04
115.07	84.51	115.57	84.33	116.07	84.02	116.57	84.03	117.07	84.05
115.08	84.51	115.58	84.29	116.08	84.02	116.58	84.04	117.08	84.04
115.09	84.51	115.59	84.29	116.09	84.00	116.59	84.02	117.09	84.04
115.10	84.50	115.60	84.26	116.10	84.03	116.60	84.04	117.10	84.04
115.11	84.48	115.61	84.25	116.11	84.04	116.61	84.03	117.11	84.03
115.12	84.48	115.62	84.24	116.12	84.02	116.62	84.02	117.12	84.04
115.13	84.48	115.63	84.24	116.13	84.03	116.63	84.04	117.13	84.04
115.14	84.48	115.64	84.20	116.14	84.03	116.64	84.02	117.14	84.04
115.15	84.46	115.65	84.17	116.15	84.02	116.65	84.04	117.15	84.05
115.16	84.46	115.66	84.14	116.16	84.00	116.66	84.04	117.16	84.04
115.17	84.46	115.67	84.11	116.17	84.03	116.67	84.04	117.17	84.04
115.18	84.46	115.68	84.08	116.18	84.03	116.68	84.04	117.18	84.04
115.19	84.46	115.69	84.09	116.19	83.99	116.69	84.04	117.19	84.03
115.20	84.46	115.70	84.06	116.20	84.02	116.70	84.04	117.20	84.04
115.21	84.46	115.71	84.05	116.21	83.99	116.71	83.99	117.21	84.04
115.22	84.45	115.72	84.04	116.22	84.01	116.72	84.02	117.22	84.04
115.23	84.46	115.73	84.02	116.23	84.00	116.73	84.00	117.23	84.02
115.24	84.46	115.74	83.99	116.24	84.00	116.74	83.99	117.24	84.02
115.25	84.46	115.75	84.00	116.25	84.00	116.75	84.02	117.25	84.02
115.26	84.46	115.76	84.02	116.26	84.00	116.76	83.99	117.26	84.02
115.27	84.46	115.77	84.02	116.27	84.02	116.77	84.00	117.27	84.02
115.28	84.46	115.78	84.04	116.28	84.00	116.78	84.02	117.28	84.02
115.29	84.46	115.79	84.03	116.29	84.02	116.79	83.99	117.29	84.02
115.30	84.43	115.80	84.02	116.30	84.05	116.80	84.00	117.30	84.03
115.31	84.43	115.81	84.04	116.31	84.02	116.81	84.00	117.31	84.02
115.32	84.43	115.82	84.03	116.32	84.05	116.82	84.04	117.32	84.02
115.33	84.44	115.83	84.00	116.33	84.02	116.83	84.04	117.33	84.03
115.34	84.41	115.84	84.02	116.34	84.04	116.84	84.04	117.34	84.04
115.35	84.41	115.85	84.04	116.35	84.02	116.85	84.05	117.35	84.04
115.36	84.39	115.86	84.02	116.36	84.04	116.86	84.04	117.36	84.04
115.37	84.41	115.87	84.03	116.37	84.03	116.87	84.04	117.37	84.03
115.38	84.41	115.88	84.04	116.38	84.03	116.88	84.04	117.38	84.04
115.39	84.39	115.89	84.02	116.39	84.04	116.89	84.04	117.39	84.04
115.40	84.38	115.90	84.04	116.40	84.02	116.90	84.04	117.40	84.04
115.41	84.41	115.91	84.02	116.41	84.03	116.91	84.04	117.41	84.03
115.42	84.38	115.92	84.02	116.42	84.04	116.92	84.04	117.42	84.04
115.43	84.39	115.93	84.02	116.43	84.02	116.93	84.04	117.43	84.04
115.44	84.36	115.94	84.05	116.44	84.04	116.94	84.04	117.44	84.03
115.45	84.38	115.95	84.05	116.45	84.03	116.95	84.04	117.45	84.05
115.46	84.37	115.96	84.02	116.46	84.04	116.96	84.03	117.46	84.04
115.47	84.38	115.97	84.05	116.47	84.02	116.97	84.04	117.47	84.04
115.48	84.36	115.98	84.03	116.48	84.04	116.98	84.04	117.48	84.05
115.49	84.36	115.99	84.02	116.49	84.02	116.99	84.04	117.49	84.04
115.50	84.38	116.00	84.02	116.50	84.02	117.00	84.04	117.50	84.04

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
117.51	84.04	118.01	83.84	118.51	83.19	119.01	83.16	119.51	82.82
117.52	84.05	118.02	83.84	118.52	83.21	119.02	83.16	119.52	82.85
117.53	84.04	118.03	83.84	118.53	83.19	119.03	83.16	119.53	82.82
117.54	84.04	118.04	83.80	118.54	83.19	119.04	83.16	119.54	82.84
117.55	84.05	118.05	83.80	118.55	83.19	119.05	83.16	119.55	82.82
117.56	84.03	118.06	83.82	118.56	83.16	119.06	83.16	119.56	82.82
117.57	84.04	118.07	83.78	118.57	83.16	119.07	83.13	119.57	82.82
117.58	84.04	118.08	83.80	118.58	83.16	119.08	83.16	119.58	82.82
117.59	84.03	118.09	83.78	118.59	83.16	119.09	83.16	119.59	82.82
117.60	84.02	118.10	83.77	118.60	83.16	119.10	83.13	119.60	82.82
117.61	84.04	118.11	83.77	118.61	83.16	119.11	83.16	119.61	82.84
117.62	84.02	118.12	83.78	118.62	83.16	119.12	83.16	119.62	82.84
117.63	84.02	118.13	83.75	118.63	83.16	119.13	83.13	119.63	82.82
117.64	84.04	118.14	83.72	118.64	83.16	119.14	83.13	119.64	82.82
117.65	84.02	118.15	83.72	118.65	83.16	119.15	83.16	119.65	82.81
117.66	84.03	118.16	83.69	118.66	83.16	119.16	83.14	119.66	82.81
117.67	84.02	118.17	83.68	118.67	83.16	119.17	83.14	119.67	82.82
117.68	84.02	118.18	83.70	118.68	83.16	119.18	83.14	119.68	82.81
117.69	84.02	118.19	83.67	118.69	83.16	119.19	83.11	119.69	82.83
117.70	84.01	118.20	83.65	118.70	83.16	119.20	83.11	119.70	82.83
117.71	84.02	118.21	83.63	118.71	83.18	119.21	83.11	119.71	82.84
117.72	84.02	118.22	83.63	118.72	83.16	119.22	83.09	119.72	82.82
117.73	84.02	118.23	83.60	118.73	83.16	119.23	83.08	119.73	82.81
117.74	84.01	118.24	83.60	118.74	83.16	119.24	83.07	119.74	82.81
117.75	83.99	118.25	83.58	118.75	83.16	119.25	83.07	119.75	82.82
117.76	83.97	118.26	83.58	118.76	83.16	119.26	83.04	119.76	82.82
117.77	83.94	118.27	83.58	118.77	83.16	119.27	83.04	119.77	82.82
117.78	83.98	118.28	83.53	118.78	83.16	119.28	83.02	119.78	82.82
117.79	83.95	118.29	83.47	118.79	83.16	119.29	83.02	119.79	82.84
117.80	83.96	118.30	83.48	118.80	83.16	119.30	83.02	119.80	82.82
117.81	83.96	118.31	83.48	118.81	83.14	119.31	82.99	119.81	82.82
117.82	83.95	118.32	83.45	118.82	83.12	119.32	82.99	119.82	82.82
117.83	83.94	118.33	83.43	118.83	83.14	119.33	82.94	119.83	82.82
117.84	83.94	118.34	83.43	118.84	83.14	119.34	82.94	119.84	82.82
117.85	83.94	118.35	83.41	118.85	83.14	119.35	82.93	119.85	82.83
117.86	83.92	118.36	83.41	118.86	83.13	119.36	82.92	119.86	82.79
117.87	83.96	118.37	83.36	118.87	83.13	119.37	82.92	119.87	82.82
117.88	83.96	118.38	83.34	118.88	83.13	119.38	82.89	119.88	82.82
117.89	83.94	118.39	83.36	118.89	83.13	119.39	82.88	119.89	82.82
117.90	83.93	118.40	83.36	118.90	83.13	119.40	82.86	119.90	82.79
117.91	83.92	118.41	83.31	118.91	83.13	119.41	82.84	119.91	82.79
117.92	83.92	118.42	83.31	118.92	83.16	119.42	82.86	119.92	82.79
117.93	83.93	118.43	83.29	118.93	83.16	119.43	82.82	119.93	82.78
117.94	83.92	118.44	83.29	118.94	83.16	119.44	82.87	119.94	82.79
117.95	83.89	118.45	83.26	118.95	83.16	119.45	82.85	119.95	82.79
117.96	83.90	118.46	83.23	118.96	83.16	119.46	82.86	119.96	82.81
117.97	83.88	118.47	83.23	118.97	83.16	119.47	82.85	119.97	82.84
117.98	83.86	118.48	83.23	118.98	83.16	119.48	82.82	119.98	82.82
117.99	83.86	118.49	83.21	118.99	83.16	119.49	82.82	119.99	82.82
118.00	83.84	118.50	83.21	119.00	83.16	119.50	82.82	120.00	82.81

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
120.01	82.81	120.51	82.82	121.01	82.66	121.51	82.38	122.01	81.75
120.02	82.82	120.52	82.84	121.02	82.67	121.52	82.38	122.02	81.72
120.03	82.82	120.53	82.83	121.03	82.67	121.53	82.35	122.03	81.72
120.04	82.84	120.54	82.84	121.04	82.67	121.54	82.36	122.04	81.70
120.05	82.82	120.55	82.84	121.05	82.66	121.55	82.38	122.05	81.67
120.06	82.85	120.56	82.82	121.06	82.68	121.56	82.38	122.06	81.67
120.07	82.82	120.57	82.81	121.07	82.65	121.57	82.39	122.07	81.67
120.08	82.81	120.58	82.82	121.08	82.65	121.58	82.36	122.08	81.65
120.09	82.82	120.59	82.82	121.09	82.64	121.59	82.35	122.09	81.65
120.10	82.82	120.60	82.83	121.10	82.62	121.60	82.33	122.10	81.64
120.11	82.82	120.61	82.83	121.11	82.65	121.61	82.34	122.11	81.65
120.12	82.83	120.62	82.84	121.12	82.62	121.62	82.34	122.12	81.60
120.13	82.82	120.63	82.82	121.13	82.64	121.63	82.31	122.13	81.60
120.14	82.85	120.64	82.82	121.14	82.60	121.64	82.33	122.14	81.59
120.15	82.83	120.65	82.81	121.15	82.63	121.65	82.31	122.15	81.59
120.16	82.84	120.66	82.82	121.16	82.60	121.66	82.29	122.16	81.57
120.17	82.82	120.67	82.82	121.17	82.59	121.67	82.29	122.17	81.55
120.18	82.83	120.68	82.82	121.18	82.62	121.68	82.26	122.18	81.54
120.19	82.83	120.69	82.81	121.19	82.58	121.69	82.26	122.19	81.57
120.20	82.82	120.70	82.82	121.20	82.61	121.70	82.24	122.20	81.55
120.21	82.83	120.71	82.79	121.21	82.59	121.71	82.26	122.21	81.53
120.22	82.83	120.72	82.79	121.22	82.57	121.72	82.21	122.22	81.50
120.23	82.84	120.73	82.79	121.23	82.58	121.73	82.21	122.23	81.52
120.24	82.84	120.74	82.79	121.24	82.56	121.74	82.21	122.24	81.50
120.25	82.82	120.75	82.79	121.25	82.56	121.75	82.18	122.25	81.48
120.26	82.82	120.76	82.79	121.26	82.54	121.76	82.16	122.26	81.45
120.27	82.82	120.77	82.77	121.27	82.56	121.77	82.16	122.27	81.45
120.28	82.82	120.78	82.77	121.28	82.56	121.78	82.14	122.28	81.45
120.29	82.83	120.79	82.77	121.29	82.53	121.79	82.13	122.29	81.43
120.30	82.82	120.80	82.77	121.30	82.54	121.80	82.11	122.30	81.40
120.31	82.85	120.81	82.75	121.31	82.51	121.81	82.08	122.31	81.39
120.32	82.84	120.82	82.75	121.32	82.53	121.82	82.06	122.32	81.39
120.33	82.84	120.83	82.75	121.33	82.53	121.83	82.06	122.33	81.40
120.34	82.81	120.84	82.74	121.34	82.51	121.84	82.04	122.34	81.38
120.35	82.82	120.85	82.73	121.35	82.50	121.85	82.02	122.35	81.35
120.36	82.82	120.86	82.73	121.36	82.50	121.86	81.99	122.36	81.35
120.37	82.84	120.87	82.73	121.37	82.50	121.87	81.99	122.37	81.35
120.38	82.85	120.88	82.74	121.38	82.47	121.88	81.96	122.38	81.33
120.39	82.82	120.89	82.74	121.39	82.48	121.89	81.96	122.39	81.33
120.40	82.80	120.90	82.73	121.40	82.48	121.90	81.94	122.40	81.33
120.41	82.81	120.91	82.70	121.41	82.48	121.91	81.94	122.41	81.30
120.42	82.79	120.92	82.71	121.42	82.48	121.92	81.92	122.42	81.30
120.43	82.79	120.93	82.69	121.43	82.46	121.93	81.90	122.43	81.30
120.44	82.79	120.94	82.70	121.44	82.43	121.94	81.90	122.44	81.28
120.45	82.82	120.95	82.67	121.45	82.41	121.95	81.87	122.45	81.28
120.46	82.82	120.96	82.68	121.46	82.41	121.96	81.85	122.46	81.28
120.47	82.82	120.97	82.68	121.47	82.41	121.97	81.82	122.47	81.27
120.48	82.79	120.98	82.67	121.48	82.41	121.98	81.80	122.48	81.26
120.49	82.79	120.99	82.67	121.49	82.41	121.99	81.78	122.49	81.28
120.50	82.82	121.00	82.65	121.50	82.41	122.00	81.75	122.50	81.23

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
122.51	81.22	123.01	81.38	123.51	81.37	124.01	81.38	124.51	81.38
122.52	81.22	123.02	81.38	123.52	81.38	124.02	81.38	124.52	81.37
122.53	81.23	123.03	81.35	123.53	81.38	124.03	81.38	124.53	81.38
122.54	81.21	123.04	81.35	123.54	81.37	124.04	81.38	124.54	81.38
122.55	81.22	123.05	81.35	123.55	81.38	124.05	81.38	124.55	81.38
122.56	81.19	123.06	81.36	123.56	81.35	124.06	81.38	124.56	81.38
122.57	81.22	123.07	81.35	123.57	81.34	124.07	81.38	124.57	81.39
122.58	81.21	123.08	81.35	123.58	81.34	124.08	81.37	124.58	81.38
122.59	81.22	123.09	81.35	123.59	81.35	124.09	81.34	124.59	81.39
122.60	81.19	123.10	81.37	123.60	81.35	124.10	81.35	124.60	81.39
122.61	81.19	123.11	81.36	123.61	81.35	124.11	81.35	124.61	81.38
122.62	81.18	123.12	81.36	123.62	81.34	124.12	81.34	124.62	81.35
122.63	81.21	123.13	81.35	123.63	81.36	124.13	81.34	124.63	81.36
122.64	81.21	123.14	81.40	123.64	81.36	124.14	81.35	124.64	81.35
122.65	81.23	123.15	81.40	123.65	81.36	124.15	81.35	124.65	81.35
122.66	81.23	123.16	81.39	123.66	81.33	124.16	81.34	124.66	81.36
122.67	81.26	123.17	81.38	123.67	81.36	124.17	81.34	124.67	81.36
122.68	81.26	123.18	81.38	123.68	81.39	124.18	81.34	124.68	81.38
122.69	81.28	123.19	81.40	123.69	81.37	124.19	81.35	124.69	81.38
122.70	81.28	123.20	81.39	123.70	81.36	124.20	81.38	124.70	81.37
122.71	81.30	123.21	81.36	123.71	81.36	124.21	81.37	124.71	81.38
122.72	81.36	123.22	81.40	123.72	81.36	124.22	81.38	124.72	81.38
122.73	81.38	123.23	81.40	123.73	81.40	124.23	81.38	124.73	81.40
122.74	81.38	123.24	81.39	123.74	81.36	124.24	81.38	124.74	81.39
122.75	81.37	123.25	81.36	123.75	81.36	124.25	81.38	124.75	81.40
122.76	81.37	123.26	81.36	123.76	81.39	124.26	81.38	124.76	81.43
122.77	81.38	123.27	81.40	123.77	81.40	124.27	81.38	124.77	81.42
122.78	81.38	123.28	81.39	123.78	81.39	124.28	81.38	124.78	81.45
122.79	81.38	123.29	81.39	123.79	81.36	124.29	81.39	124.79	81.43
122.80	81.39	123.30	81.36	123.80	81.38	124.30	81.38	124.80	81.45
122.81	81.38	123.31	81.38	123.81	81.40	124.31	81.38	124.81	81.48
122.82	81.41	123.32	81.39	123.82	81.40	124.32	81.39	124.82	81.48
122.83	81.40	123.33	81.36	123.83	81.39	124.33	81.38	124.83	81.51
122.84	81.40	123.34	81.36	123.84	81.36	124.34	81.38	124.84	81.53
122.85	81.40	123.35	81.38	123.85	81.38	124.35	81.38	124.85	81.56
122.86	81.40	123.36	81.38	123.86	81.39	124.36	81.37	124.86	81.60
122.87	81.41	123.37	81.38	123.87	81.36	124.37	81.37	124.87	81.63
122.88	81.40	123.38	81.36	123.88	81.36	124.38	81.38	124.88	81.66
122.89	81.40	123.39	81.38	123.89	81.37	124.39	81.38	124.89	81.68
122.90	81.40	123.40	81.38	123.90	81.38	124.40	81.37	124.90	81.75
122.91	81.38	123.41	81.38	123.91	81.38	124.41	81.38	124.91	81.78
122.92	81.39	123.42	81.38	123.92	81.36	124.42	81.38	124.92	81.80
122.93	81.37	123.43	81.38	123.93	81.36	124.43	81.37	124.93	81.87
122.94	81.37	123.44	81.38	123.94	81.38	124.44	81.37	124.94	81.92
122.95	81.37	123.45	81.38	123.95	81.38	124.45	81.37	124.95	81.97
122.96	81.38	123.46	81.38	123.96	81.38	124.46	81.37	124.96	82.02
122.97	81.38	123.47	81.38	123.97	81.38	124.47	81.38	124.97	82.04
122.98	81.37	123.48	81.38	123.98	81.38	124.48	81.38	124.98	82.09
122.99	81.38	123.49	81.37	123.99	81.38	124.49	81.37	124.99	82.14
123.00	81.38	123.50	81.37	124.00	81.38	124.50	81.38	125.00	82.19

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
125.01	82.21	125.51	82.64	126.01	81.62	126.51	81.16	127.01	81.16
125.02	82.24	125.52	82.65	126.02	81.60	126.52	81.19	127.02	81.16
125.03	82.28	125.53	82.66	126.03	81.57	126.53	81.18	127.03	81.16
125.04	82.31	125.54	82.66	126.04	81.55	126.54	81.18	127.04	81.17
125.05	82.33	125.55	82.65	126.05	81.52	126.55	81.16	127.05	81.16
125.06	82.36	125.56	82.65	126.06	81.49	126.56	81.18	127.06	81.16
125.07	82.39	125.57	82.66	126.07	81.48	126.57	81.18	127.07	81.16
125.08	82.43	125.58	82.68	126.08	81.48	126.58	81.18	127.08	81.16
125.09	82.43	125.59	82.65	126.09	81.47	126.59	81.16	127.09	81.16
125.10	82.48	125.60	82.65	126.10	81.46	126.60	81.18	127.10	81.19
125.11	82.50	125.61	82.65	126.11	81.46	126.61	81.18	127.11	81.16
125.12	82.50	125.62	82.65	126.12	81.43	126.62	81.18	127.12	81.16
125.13	82.55	125.63	82.62	126.13	81.41	126.63	81.16	127.13	81.16
125.14	82.56	125.64	82.64	126.14	81.39	126.64	81.17	127.14	81.16
125.15	82.55	125.65	82.62	126.15	81.36	126.65	81.18	127.15	81.15
125.16	82.58	125.66	82.62	126.16	81.36	126.66	81.18	127.16	81.18
125.17	82.60	125.67	82.57	126.17	81.32	126.67	81.17	127.17	81.15
125.18	82.62	125.68	82.55	126.18	81.29	126.68	81.17	127.18	81.18
125.19	82.60	125.69	82.53	126.19	81.29	126.69	81.16	127.19	81.16
125.20	82.63	125.70	82.53	126.20	81.23	126.70	81.19	127.20	81.16
125.21	82.60	125.71	82.50	126.21	81.21	126.71	81.16	127.21	81.15
125.22	82.60	125.72	82.49	126.22	81.21	126.72	81.18	127.22	81.18
125.23	82.63	125.73	82.50	126.23	81.19	126.73	81.15	127.23	81.16
125.24	82.60	125.74	82.47	126.24	81.20	126.74	81.17	127.24	81.16
125.25	82.64	125.75	82.45	126.25	81.19	126.75	81.15	127.25	81.15
125.26	82.65	125.76	82.44	126.26	81.19	126.76	81.16	127.26	81.17
125.27	82.65	125.77	82.43	126.27	81.19	126.77	81.15	127.27	81.14
125.28	82.63	125.78	82.43	126.28	81.17	126.78	81.18	127.28	81.15
125.29	82.62	125.79	82.44	126.29	81.19	126.79	81.14	127.29	81.14
125.30	82.65	125.80	82.43	126.30	81.17	126.80	81.18	127.30	81.16
125.31	82.62	125.81	82.40	126.31	81.20	126.81	81.15	127.31	81.16
125.32	82.65	125.82	82.38	126.32	81.20	126.82	81.16	127.32	81.15
125.33	82.65	125.83	82.35	126.33	81.19	126.83	81.14	127.33	81.14
125.34	82.65	125.84	82.28	126.34	81.19	126.84	81.17	127.34	81.14
125.35	82.65	125.85	82.28	126.35	81.19	126.85	81.15	127.35	81.16
125.36	82.62	125.86	82.23	126.36	81.18	126.86	81.18	127.36	81.18
125.37	82.65	125.87	82.20	126.37	81.19	126.87	81.15	127.37	81.16
125.38	82.65	125.88	82.16	126.38	81.16	126.88	81.16	127.38	81.16
125.39	82.64	125.89	82.13	126.39	81.20	126.89	81.15	127.39	81.17
125.40	82.66	125.90	82.10	126.40	81.18	126.90	81.18	127.40	81.18
125.41	82.65	125.91	82.03	126.41	81.18	126.91	81.16	127.41	81.16
125.42	82.65	125.92	82.01	126.42	81.18	126.92	81.16	127.42	81.17
125.43	82.65	125.93	81.96	126.43	81.18	126.93	81.16	127.43	81.17
125.44	82.65	125.94	81.91	126.44	81.18	126.94	81.16	127.44	81.16
125.45	82.65	125.95	81.91	126.45	81.18	126.95	81.18	127.45	81.17
125.46	82.65	125.96	81.86	126.46	81.18	126.96	81.17	127.46	81.17
125.47	82.65	125.97	81.81	126.47	81.18	126.97	81.16	127.47	81.16
125.48	82.65	125.98	81.77	126.48	81.19	126.98	81.16	127.48	81.17
125.49	82.65	125.99	81.72	126.49	81.19	126.99	81.16	127.49	81.17
125.50	82.66	126.00	81.66	126.50	81.18	127.00	81.17	127.50	81.16

キャリパー検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月18日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)	測定深度 (GL-m)	孔径 (mm)
127.51	81.16	128.01	81.17	128.51	81.15	129.01	81.15	129.51	80.84
127.52	81.15	128.02	81.18	128.52	81.15	129.02	81.17	129.52	80.80
127.53	81.16	128.03	81.17	128.53	81.16	129.03	81.17	129.53	80.75
127.54	81.16	128.04	81.17	128.54	81.15	129.04	81.17	129.54	80.70
127.55	81.18	128.05	81.19	128.55	81.16	129.05	81.18	129.55	80.66
127.56	81.16	128.06	81.17	128.56	81.14	129.06	81.14	129.56	80.59
127.57	81.15	128.07	81.15	128.57	81.14	129.07	81.14	129.57	80.53
127.58	81.18	128.08	81.18	128.58	81.14	129.08	81.16	129.58	80.46
127.59	81.16	128.09	81.18	128.59	81.14	129.09	81.15	129.59	80.39
127.60	81.16	128.10	81.18	128.60	81.16	129.10	81.14	129.60	80.33
127.61	81.19	128.11	81.15	128.61	81.15	129.11	81.10	129.61	80.27
127.62	81.18	128.12	81.16	128.62	81.15	129.12	81.09	129.62	80.24
127.63	81.18	128.13	81.16	128.63	81.14	129.13	81.07	129.63	80.20
127.64	81.16	128.14	81.18	128.64	81.15	129.14	81.04	129.64	80.18
127.65	81.18	128.15	81.17	128.65	81.15	129.15	81.01	129.65	80.15
127.66	81.18	128.16	81.15	128.66	81.13	129.16	80.98	129.66	80.12
127.67	81.18	128.17	81.17	128.67	81.16	129.17	80.98	129.67	80.11
127.68	81.17	128.18	81.17	128.68	81.16	129.18	80.96	129.68	80.09
127.69	81.16	128.19	81.17	128.69	81.16	129.19	80.93	129.69	80.09
127.70	81.18	128.20	81.17	128.70	81.15	129.20	80.91	129.70	80.08
127.71	81.18	128.21	81.15	128.71	81.14	129.21	80.90	129.71	80.08
127.72	81.16	128.22	81.17	128.72	81.14	129.22	80.90	129.72	80.07
127.73	81.16	128.23	81.17	128.73	81.14	129.23	80.91	129.73	80.07
127.74	81.18	128.24	81.17	128.74	81.14	129.24	80.90	129.74	80.08
127.75	81.18	128.25	81.17	128.75	81.15	129.25	80.90	129.75	80.07
127.76	81.18	128.26	81.12	128.76	81.15	129.26	80.90	129.76	80.07
127.77	81.16	128.27	81.15	128.77	81.15	129.27	80.90	129.77	80.07
127.78	81.15	128.28	81.13	128.78	81.14	129.28	80.90	129.78	80.06
127.79	81.15	128.29	81.13	128.79	81.15	129.29	80.90	129.79	80.06
127.80	81.17	128.30	81.13	128.80	81.14	129.30	80.90		
127.81	81.14	128.31	81.13	128.81	81.15	129.31	80.90		
127.82	81.15	128.32	81.13	128.82	81.15	129.32	80.90		
127.83	81.15	128.33	81.13	128.83	81.16	129.33	80.90		
127.84	81.15	128.34	81.12	128.84	81.16	129.34	80.90		
127.85	81.13	128.35	81.12	128.85	81.16	129.35	80.90		
127.86	81.16	128.36	81.11	128.86	81.16	129.36	80.90		
127.87	81.15	128.37	81.15	128.87	81.15	129.37	80.90		
127.88	81.15	128.38	81.15	128.88	81.15	129.38	80.90		
127.89	81.16	128.39	81.17	128.89	81.16	129.39	80.90		
127.90	81.17	128.40	81.16	128.90	81.16	129.40	80.90		
127.91	81.15	128.41	81.16	128.91	81.15	129.41	80.90		
127.92	81.16	128.42	81.14	128.92	81.16	129.42	80.90		
127.93	81.17	128.43	81.16	128.93	81.16	129.43	80.90		
127.94	81.16	128.44	81.16	128.94	81.15	129.44	80.90		
127.95	81.16	128.45	81.17	128.95	81.16	129.45	80.90		
127.96	81.19	128.46	81.16	128.96	81.18	129.46	80.90		
127.97	81.15	128.47	81.17	128.97	81.15	129.47	80.91		
127.98	81.15	128.48	81.16	128.98	81.18	129.48	80.91		
127.99	81.17	128.49	81.15	128.99	81.16	129.49	80.91		
128.00	81.18	128.50	81.15	129.00	81.17	129.50	80.89		

(3) 密度検層

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
1.01	2.07	1.51	2.14	2.01	2.20	2.51	2.12	3.01	2.09
1.02	2.04	1.52	2.15	2.02	2.18	2.52	2.11	3.02	2.09
1.03	2.03	1.53	2.16	2.03	2.20	2.53	2.10	3.03	2.03
1.04	2.03	1.54	2.16	2.04	2.18	2.54	2.11	3.04	2.02
1.05	2.05	1.55	2.17	2.05	2.19	2.55	2.06	3.05	2.01
1.06	2.06	1.56	2.17	2.06	2.18	2.56	2.08	3.06	2.06
1.07	2.03	1.57	2.19	2.07	2.20	2.57	2.09	3.07	2.05
1.08	2.02	1.58	2.17	2.08	2.17	2.58	2.09	3.08	2.07
1.09	2.02	1.59	2.17	2.09	2.17	2.59	2.07	3.09	2.07
1.10	2.02	1.60	2.14	2.10	2.16	2.60	2.07	3.10	2.05
1.11	2.03	1.61	2.16	2.11	2.15	2.61	2.06	3.11	2.07
1.12	2.03	1.62	2.18	2.12	2.13	2.62	2.08	3.12	2.05
1.13	2.00	1.63	2.18	2.13	2.12	2.63	2.07	3.13	2.05
1.14	2.03	1.64	2.16	2.14	2.10	2.64	2.07	3.14	2.08
1.15	2.05	1.65	2.15	2.15	2.08	2.65	2.05	3.15	2.08
1.16	2.06	1.66	2.14	2.16	2.09	2.66	2.06	3.16	2.11
1.17	2.06	1.67	2.12	2.17	2.11	2.67	2.11	3.17	2.11
1.18	2.04	1.68	2.10	2.18	2.11	2.68	2.08	3.18	2.10
1.19	2.07	1.69	2.07	2.19	2.13	2.69	2.10	3.19	2.11
1.20	2.10	1.70	2.06	2.20	2.13	2.70	2.10	3.20	2.13
1.21	2.10	1.71	2.06	2.21	2.14	2.71	2.10	3.21	2.15
1.22	2.11	1.72	2.04	2.22	2.12	2.72	2.12	3.22	2.15
1.23	2.11	1.73	2.04	2.23	2.10	2.73	2.15	3.23	2.13
1.24	2.15	1.74	2.00	2.24	2.10	2.74	2.17	3.24	2.13
1.25	2.17	1.75	2.02	2.25	2.11	2.75	2.15	3.25	2.11
1.26	2.17	1.76	2.01	2.26	2.11	2.76	2.17	3.26	2.09
1.27	2.17	1.77	2.02	2.27	2.13	2.77	2.17	3.27	2.12
1.28	2.17	1.78	2.02	2.28	2.11	2.78	2.18	3.28	2.11
1.29	2.18	1.79	2.03	2.29	2.13	2.79	2.18	3.29	2.11
1.30	2.20	1.80	2.02	2.30	2.16	2.80	2.17	3.30	2.12
1.31	2.19	1.81	2.04	2.31	2.15	2.81	2.19	3.31	2.10
1.32	2.19	1.82	2.05	2.32	2.15	2.82	2.21	3.32	2.09
1.33	2.18	1.83	2.07	2.33	2.14	2.83	2.18	3.33	2.09
1.34	2.20	1.84	2.07	2.34	2.13	2.84	2.16	3.34	2.09
1.35	2.22	1.85	2.12	2.35	2.13	2.85	2.16	3.35	2.10
1.36	2.20	1.86	2.11	2.36	2.12	2.86	2.18	3.36	2.06
1.37	2.20	1.87	2.13	2.37	2.10	2.87	2.17	3.37	2.10
1.38	2.20	1.88	2.12	2.38	2.11	2.88	2.18	3.38	2.09
1.39	2.18	1.89	2.16	2.39	2.11	2.89	2.17	3.39	2.07
1.40	2.20	1.90	2.15	2.40	2.11	2.90	2.16	3.40	2.04
1.41	2.17	1.91	2.17	2.41	2.10	2.91	2.12	3.41	2.07
1.42	2.16	1.92	2.19	2.42	2.12	2.92	2.15	3.42	2.07
1.43	2.19	1.93	2.17	2.43	2.14	2.93	2.14	3.43	2.08
1.44	2.18	1.94	2.19	2.44	2.14	2.94	2.12	3.44	2.09
1.45	2.17	1.95	2.19	2.45	2.13	2.95	2.12	3.45	2.09
1.46	2.18	1.96	2.17	2.46	2.14	2.96	2.13	3.46	2.09
1.47	2.15	1.97	2.20	2.47	2.12	2.97	2.13	3.47	2.07
1.48	2.15	1.98	2.21	2.48	2.13	2.98	2.12	3.48	2.05
1.49	2.15	1.99	2.21	2.49	2.14	2.99	2.08	3.49	2.06
1.50	2.17	2.00	2.19	2.50	2.09	3.00	2.09	3.50	2.08

*0.00m:2.07g/m^3

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
3.51	2.09	4.01	2.06	4.51	1.95	5.01	2.07	5.51	2.19
3.52	2.08	4.02	2.07	4.52	1.96	5.02	2.06	5.52	2.18
3.53	2.10	4.03	2.06	4.53	1.96	5.03	2.05	5.53	2.15
3.54	2.09	4.04	2.09	4.54	1.96	5.04	2.08	5.54	2.16
3.55	2.11	4.05	2.11	4.55	1.97	5.05	2.09	5.55	2.14
3.56	2.13	4.06	2.12	4.56	1.96	5.06	2.11	5.56	2.12
3.57	2.17	4.07	2.12	4.57	1.99	5.07	2.12	5.57	2.14
3.58	2.17	4.08	2.12	4.58	1.98	5.08	2.16	5.58	2.11
3.59	2.16	4.09	2.11	4.59	2.00	5.09	2.14	5.59	2.07
3.60	2.13	4.10	2.10	4.60	1.99	5.10	2.15	5.60	2.07
3.61	2.11	4.11	2.10	4.61	1.97	5.11	2.12	5.61	2.05
3.62	2.12	4.12	2.10	4.62	2.00	5.12	2.11	5.62	2.05
3.63	2.13	4.13	2.07	4.63	2.01	5.13	2.15	5.63	2.05
3.64	2.14	4.14	2.04	4.64	2.02	5.14	2.14	5.64	2.06
3.65	2.17	4.15	2.02	4.65	2.03	5.15	2.17	5.65	2.06
3.66	2.15	4.16	2.02	4.66	2.05	5.16	2.15	5.66	2.08
3.67	2.13	4.17	2.02	4.67	2.10	5.17	2.13	5.67	2.06
3.68	2.13	4.18	2.01	4.68	2.11	5.18	2.13	5.68	2.06
3.69	2.14	4.19	1.99	4.69	2.11	5.19	2.15	5.69	2.07
3.70	2.18	4.20	2.00	4.70	2.13	5.20	2.16	5.70	2.07
3.71	2.15	4.21	2.00	4.71	2.15	5.21	2.17	5.71	2.05
3.72	2.16	4.22	2.00	4.72	2.17	5.22	2.17	5.72	2.05
3.73	2.14	4.23	1.99	4.73	2.16	5.23	2.15	5.73	2.06
3.74	2.13	4.24	1.98	4.74	2.17	5.24	2.12	5.74	2.02
3.75	2.10	4.25	2.02	4.75	2.20	5.25	2.10	5.75	2.03
3.76	2.12	4.26	2.00	4.76	2.22	5.26	2.11	5.76	2.03
3.77	2.14	4.27	1.99	4.77	2.25	5.27	2.09	5.77	2.05
3.78	2.15	4.28	1.98	4.78	2.27	5.28	2.09	5.78	2.05
3.79	2.10	4.29	1.98	4.79	2.24	5.29	2.08	5.79	2.05
3.80	2.09	4.30	1.99	4.80	2.24	5.30	2.06	5.80	2.04
3.81	2.08	4.31	1.99	4.81	2.21	5.31	2.05	5.81	2.02
3.82	2.07	4.32	2.01	4.82	2.21	5.32	2.04	5.82	2.03
3.83	2.08	4.33	2.01	4.83	2.18	5.33	2.07	5.83	2.00
3.84	2.09	4.34	1.99	4.84	2.16	5.34	2.08	5.84	2.01
3.85	2.07	4.35	1.99	4.85	2.15	5.35	2.08	5.85	2.02
3.86	2.05	4.36	2.01	4.86	2.15	5.36	2.10	5.86	2.03
3.87	2.00	4.37	2.01	4.87	2.12	5.37	2.10	5.87	2.04
3.88	2.00	4.38	1.98	4.88	2.11	5.38	2.09	5.88	2.03
3.89	2.00	4.39	1.99	4.89	2.08	5.39	2.09	5.89	2.03
3.90	1.99	4.40	1.96	4.90	2.09	5.40	2.12	5.90	2.02
3.91	1.97	4.41	1.97	4.91	2.04	5.41	2.14	5.91	2.04
3.92	2.00	4.42	1.94	4.92	2.03	5.42	2.17	5.92	2.07
3.93	2.00	4.43	1.94	4.93	2.03	5.43	2.17	5.93	2.11
3.94	1.99	4.44	1.95	4.94	2.04	5.44	2.17	5.94	2.09
3.95	1.98	4.45	1.96	4.95	2.05	5.45	2.20	5.95	2.13
3.96	2.02	4.46	1.96	4.96	2.04	5.46	2.21	5.96	2.13
3.97	2.05	4.47	1.95	4.97	2.03	5.47	2.20	5.97	2.11
3.98	2.07	4.48	1.96	4.98	2.04	5.48	2.21	5.98	2.13
3.99	2.06	4.49	1.95	4.99	2.05	5.49	2.19	5.99	2.13
4.00	2.06	4.50	1.94	5.00	2.08	5.50	2.19	6.00	2.14

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
6.01	2.15	6.51	2.19	7.01	1.90	7.51	1.85	8.01	1.82
6.02	2.13	6.52	2.17	7.02	1.88	7.52	1.85	8.02	1.84
6.03	2.13	6.53	2.17	7.03	1.84	7.53	1.88	8.03	1.86
6.04	2.13	6.54	2.14	7.04	1.83	7.54	1.88	8.04	1.89
6.05	2.13	6.55	2.18	7.05	1.83	7.55	1.89	8.05	1.89
6.06	2.15	6.56	2.15	7.06	1.80	7.56	1.89	8.06	1.85
6.07	2.15	6.57	2.13	7.07	1.79	7.57	1.91	8.07	1.88
6.08	2.16	6.58	2.12	7.08	1.78	7.58	1.91	8.08	1.87
6.09	2.14	6.59	2.11	7.09	1.79	7.59	1.90	8.09	1.86
6.10	2.12	6.60	2.11	7.10	1.81	7.60	1.90	8.10	1.83
6.11	2.14	6.61	2.14	7.11	1.81	7.61	1.89	8.11	1.89
6.12	2.13	6.62	2.12	7.12	1.85	7.62	1.90	8.12	1.92
6.13	2.12	6.63	2.10	7.13	1.83	7.63	1.93	8.13	1.91
6.14	2.12	6.64	2.11	7.14	1.84	7.64	1.92	8.14	1.93
6.15	2.13	6.65	2.12	7.15	1.87	7.65	1.92	8.15	1.93
6.16	2.14	6.66	2.11	7.16	1.89	7.66	1.88	8.16	1.92
6.17	2.15	6.67	2.08	7.17	1.89	7.67	1.86	8.17	1.93
6.18	2.14	6.68	2.06	7.18	1.86	7.68	1.86	8.18	1.92
6.19	2.14	6.69	2.06	7.19	1.89	7.69	1.82	8.19	1.90
6.20	2.11	6.70	2.05	7.20	1.90	7.70	1.82	8.20	1.87
6.21	2.13	6.71	2.05	7.21	1.89	7.71	1.86	8.21	1.85
6.22	2.16	6.72	2.06	7.22	1.90	7.72	1.85	8.22	1.87
6.23	2.17	6.73	2.06	7.23	1.92	7.73	1.88	8.23	1.88
6.24	2.18	6.74	2.04	7.24	1.93	7.74	1.87	8.24	1.88
6.25	2.15	6.75	2.02	7.25	1.92	7.75	1.86	8.25	1.88
6.26	2.17	6.76	2.02	7.26	1.92	7.76	1.84	8.26	1.89
6.27	2.17	6.77	2.03	7.27	1.93	7.77	1.86	8.27	1.92
6.28	2.16	6.78	2.03	7.28	1.95	7.78	1.88	8.28	1.91
6.29	2.14	6.79	2.02	7.29	1.95	7.79	1.86	8.29	1.89
6.30	2.16	6.80	2.01	7.30	1.95	7.80	1.81	8.30	1.92
6.31	2.16	6.81	1.97	7.31	1.96	7.81	1.82	8.31	1.92
6.32	2.13	6.82	1.94	7.32	1.96	7.82	1.82	8.32	1.92
6.33	2.12	6.83	1.93	7.33	1.96	7.83	1.84	8.33	1.94
6.34	2.12	6.84	1.91	7.34	1.93	7.84	1.81	8.34	1.95
6.35	2.13	6.85	1.92	7.35	1.98	7.85	1.82	8.35	1.96
6.36	2.16	6.86	1.94	7.36	1.93	7.86	1.84	8.36	1.96
6.37	2.17	6.87	1.93	7.37	1.92	7.87	1.81	8.37	1.97
6.38	2.14	6.88	1.95	7.38	1.92	7.88	1.80	8.38	2.00
6.39	2.13	6.89	1.92	7.39	1.89	7.89	1.84	8.39	1.97
6.40	2.14	6.90	1.94	7.40	1.88	7.90	1.81	8.40	1.98
6.41	2.15	6.91	1.95	7.41	1.88	7.91	1.81	8.41	1.99
6.42	2.15	6.92	1.95	7.42	1.90	7.92	1.82	8.42	1.97
6.43	2.13	6.93	1.94	7.43	1.89	7.93	1.84	8.43	1.96
6.44	2.11	6.94	1.92	7.44	1.87	7.94	1.80	8.44	1.95
6.45	2.13	6.95	1.87	7.45	1.86	7.95	1.76	8.45	1.94
6.46	2.15	6.96	1.89	7.46	1.84	7.96	1.77	8.46	1.93
6.47	2.13	6.97	1.87	7.47	1.85	7.97	1.78	8.47	1.92
6.48	2.14	6.98	1.87	7.48	1.84	7.98	1.77	8.48	1.91
6.49	2.15	6.99	1.88	7.49	1.83	7.99	1.79	8.49	1.89
6.50	2.18	7.00	1.89	7.50	1.84	8.00	1.78	8.50	1.88

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
8.51	1.86	9.01	1.76	9.51	1.77	10.01	1.80	10.51	1.62
8.52	1.86	9.02	1.70	9.52	1.77	10.02	1.81	10.52	1.58
8.53	1.87	9.03	1.71	9.53	1.75	10.03	1.83	10.53	1.60
8.54	1.89	9.04	1.75	9.54	1.71	10.04	1.83	10.54	1.59
8.55	1.90	9.05	1.74	9.55	1.73	10.05	1.81	10.55	1.59
8.56	1.89	9.06	1.74	9.56	1.76	10.06	1.82	10.56	1.61
8.57	1.89	9.07	1.72	9.57	1.77	10.07	1.84	10.57	1.60
8.58	1.86	9.08	1.72	9.58	1.78	10.08	1.85	10.58	1.60
8.59	1.88	9.09	1.74	9.59	1.76	10.09	1.83	10.59	1.62
8.60	1.91	9.10	1.76	9.60	1.78	10.10	1.81	10.60	1.59
8.61	1.92	9.11	1.77	9.61	1.80	10.11	1.81	10.61	1.60
8.62	1.95	9.12	1.73	9.62	1.76	10.12	1.80	10.62	1.61
8.63	1.97	9.13	1.71	9.63	1.78	10.13	1.82	10.63	1.61
8.64	1.98	9.14	1.69	9.64	1.76	10.14	1.84	10.64	1.64
8.65	2.01	9.15	1.69	9.65	1.72	10.15	1.86	10.65	1.63
8.66	2.02	9.16	1.70	9.66	1.72	10.16	1.84	10.66	1.66
8.67	2.02	9.17	1.71	9.67	1.72	10.17	1.84	10.67	1.63
8.68	2.05	9.18	1.71	9.68	1.75	10.18	1.81	10.68	1.61
8.69	2.03	9.19	1.76	9.69	1.75	10.19	1.78	10.69	1.64
8.70	2.02	9.20	1.76	9.70	1.74	10.20	1.75	10.70	1.64
8.71	2.02	9.21	1.73	9.71	1.75	10.21	1.76	10.71	1.66
8.72	1.99	9.22	1.75	9.72	1.75	10.22	1.80	10.72	1.64
8.73	1.99	9.23	1.73	9.73	1.73	10.23	1.78	10.73	1.62
8.74	1.96	9.24	1.73	9.74	1.71	10.24	1.78	10.74	1.60
8.75	1.97	9.25	1.76	9.75	1.69	10.25	1.74	10.75	1.63
8.76	1.97	9.26	1.71	9.76	1.70	10.26	1.74	10.76	1.62
8.77	1.95	9.27	1.70	9.77	1.67	10.27	1.78	10.77	1.64
8.78	1.93	9.28	1.70	9.78	1.67	10.28	1.75	10.78	1.64
8.79	1.93	9.29	1.69	9.79	1.69	10.29	1.74	10.79	1.63
8.80	1.91	9.30	1.68	9.80	1.70	10.30	1.75	10.80	1.63
8.81	1.87	9.31	1.69	9.81	1.71	10.31	1.74	10.81	1.63
8.82	1.83	9.32	1.68	9.82	1.74	10.32	1.72	10.82	1.63
8.83	1.83	9.33	1.66	9.83	1.75	10.33	1.73	10.83	1.62
8.84	1.84	9.34	1.65	9.84	1.73	10.34	1.71	10.84	1.64
8.85	1.84	9.35	1.66	9.85	1.73	10.35	1.74	10.85	1.67
8.86	1.82	9.36	1.67	9.86	1.74	10.36	1.70	10.86	1.65
8.87	1.80	9.37	1.68	9.87	1.74	10.37	1.69	10.87	1.69
8.88	1.79	9.38	1.68	9.88	1.75	10.38	1.69	10.88	1.68
8.89	1.79	9.39	1.64	9.89	1.76	10.39	1.65	10.89	1.72
8.90	1.79	9.40	1.66	9.90	1.76	10.40	1.67	10.90	1.74
8.91	1.80	9.41	1.67	9.91	1.77	10.41	1.66	10.91	1.76
8.92	1.81	9.42	1.66	9.92	1.79	10.42	1.68	10.92	1.72
8.93	1.79	9.43	1.67	9.93	1.79	10.43	1.70	10.93	1.70
8.94	1.75	9.44	1.66	9.94	1.80	10.44	1.66	10.94	1.66
8.95	1.77	9.45	1.69	9.95	1.82	10.45	1.66	10.95	1.68
8.96	1.77	9.46	1.69	9.96	1.79	10.46	1.64	10.96	1.67
8.97	1.79	9.47	1.71	9.97	1.77	10.47	1.61	10.97	1.67
8.98	1.82	9.48	1.73	9.98	1.76	10.48	1.61	10.98	1.66
8.99	1.81	9.49	1.74	9.99	1.78	10.49	1.61	10.99	1.64
9.00	1.79	9.50	1.75	10.00	1.78	10.50	1.62	11.00	1.63

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
11.01	1.64	11.51	1.72	12.01	1.68	12.51	1.78	13.01	1.99
11.02	1.63	11.52	1.71	12.02	1.68	12.52	1.80	13.02	1.99
11.03	1.65	11.53	1.73	12.03	1.67	12.53	1.78	13.03	2.01
11.04	1.60	11.54	1.72	12.04	1.68	12.54	1.79	13.04	1.96
11.05	1.60	11.55	1.70	12.05	1.68	12.55	1.78	13.05	1.97
11.06	1.59	11.56	1.69	12.06	1.69	12.56	1.79	13.06	1.96
11.07	1.55	11.57	1.69	12.07	1.70	12.57	1.77	13.07	1.98
11.08	1.52	11.58	1.68	12.08	1.72	12.58	1.76	13.08	1.95
11.09	1.54	11.59	1.67	12.09	1.71	12.59	1.81	13.09	1.95
11.10	1.53	11.60	1.65	12.10	1.69	12.60	1.82	13.10	1.96
11.11	1.55	11.61	1.64	12.11	1.66	12.61	1.84	13.11	1.95
11.12	1.56	11.62	1.65	12.12	1.63	12.62	1.84	13.12	1.93
11.13	1.61	11.63	1.66	12.13	1.60	12.63	1.86	13.13	1.95
11.14	1.62	11.64	1.64	12.14	1.63	12.64	1.84	13.14	1.94
11.15	1.63	11.65	1.61	12.15	1.62	12.65	1.86	13.15	1.96
11.16	1.67	11.66	1.60	12.16	1.60	12.66	1.84	13.16	1.97
11.17	1.68	11.67	1.61	12.17	1.62	12.67	1.81	13.17	1.95
11.18	1.64	11.68	1.58	12.18	1.65	12.68	1.83	13.18	1.98
11.19	1.68	11.69	1.59	12.19	1.64	12.69	1.83	13.19	1.99
11.20	1.67	11.70	1.56	12.20	1.64	12.70	1.86	13.20	1.98
11.21	1.70	11.71	1.57	12.21	1.62	12.71	1.86	13.21	2.00
11.22	1.70	11.72	1.58	12.22	1.60	12.72	1.88	13.22	1.99
11.23	1.68	11.73	1.59	12.23	1.61	12.73	1.87	13.23	1.99
11.24	1.71	11.74	1.59	12.24	1.59	12.74	1.86	13.24	1.99
11.25	1.72	11.75	1.59	12.25	1.56	12.75	1.85	13.25	2.01
11.26	1.72	11.76	1.60	12.26	1.56	12.76	1.83	13.26	2.03
11.27	1.74	11.77	1.64	12.27	1.55	12.77	1.83	13.27	2.01
11.28	1.75	11.78	1.64	12.28	1.55	12.78	1.82	13.28	2.02
11.29	1.77	11.79	1.66	12.29	1.56	12.79	1.82	13.29	2.04
11.30	1.76	11.80	1.63	12.30	1.58	12.80	1.84	13.30	2.03
11.31	1.77	11.81	1.65	12.31	1.56	12.81	1.86	13.31	2.03
11.32	1.75	11.82	1.66	12.32	1.54	12.82	1.86	13.32	2.03
11.33	1.71	11.83	1.69	12.33	1.56	12.83	1.85	13.33	2.02
11.34	1.71	11.84	1.68	12.34	1.53	12.84	1.87	13.34	2.05
11.35	1.74	11.85	1.72	12.35	1.51	12.85	1.85	13.35	2.04
11.36	1.68	11.86	1.72	12.36	1.52	12.86	1.85	13.36	2.04
11.37	1.69	11.87	1.74	12.37	1.52	12.87	1.87	13.37	2.07
11.38	1.69	11.88	1.74	12.38	1.55	12.88	1.88	13.38	2.10
11.39	1.70	11.89	1.72	12.39	1.57	12.89	1.88	13.39	2.12
11.40	1.71	11.90	1.70	12.40	1.60	12.90	1.88	13.40	2.15
11.41	1.73	11.91	1.69	12.41	1.63	12.91	1.90	13.41	2.15
11.42	1.73	11.92	1.71	12.42	1.64	12.92	1.93	13.42	2.15
11.43	1.73	11.93	1.71	12.43	1.63	12.93	1.95	13.43	2.14
11.44	1.75	11.94	1.69	12.44	1.66	12.94	1.96	13.44	2.15
11.45	1.74	11.95	1.69	12.45	1.68	12.95	1.98	13.45	2.18
11.46	1.70	11.96	1.69	12.46	1.68	12.96	1.99	13.46	2.16
11.47	1.68	11.97	1.70	12.47	1.70	12.97	1.99	13.47	2.17
11.48	1.68	11.98	1.71	12.48	1.71	12.98	1.97	13.48	2.18
11.49	1.70	11.99	1.71	12.49	1.75	12.99	1.96	13.49	2.17
11.50	1.71	12.00	1.69	12.50	1.77	13.00	1.99	13.50	2.20

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
13.51	2.21	14.01	2.22	14.51	2.15	15.01	2.21	15.51	2.25
13.52	2.23	14.02	2.18	14.52	2.17	15.02	2.24	15.52	2.22
13.53	2.26	14.03	2.15	14.53	2.17	15.03	2.25	15.53	2.24
13.54	2.25	14.04	2.15	14.54	2.16	15.04	2.24	15.54	2.21
13.55	2.24	14.05	2.17	14.55	2.17	15.05	2.24	15.55	2.22
13.56	2.22	14.06	2.16	14.56	2.19	15.06	2.25	15.56	2.23
13.57	2.18	14.07	2.16	14.57	2.17	15.07	2.22	15.57	2.24
13.58	2.15	14.08	2.18	14.58	2.22	15.08	2.25	15.58	2.25
13.59	2.17	14.09	2.21	14.59	2.20	15.09	2.22	15.59	2.23
13.60	2.17	14.10	2.20	14.60	2.21	15.10	2.27	15.60	2.26
13.61	2.19	14.11	2.21	14.61	2.24	15.11	2.22	15.61	2.28
13.62	2.18	14.12	2.22	14.62	2.22	15.12	2.21	15.62	2.29
13.63	2.23	14.13	2.27	14.63	2.23	15.13	2.21	15.63	2.28
13.64	2.22	14.14	2.28	14.64	2.21	15.14	2.21	15.64	2.29
13.65	2.23	14.15	2.27	14.65	2.20	15.15	2.21	15.65	2.25
13.66	2.23	14.16	2.31	14.66	2.20	15.16	2.20	15.66	2.22
13.67	2.24	14.17	2.28	14.67	2.23	15.17	2.19	15.67	2.24
13.68	2.24	14.18	2.25	14.68	2.26	15.18	2.19	15.68	2.25
13.69	2.22	14.19	2.24	14.69	2.26	15.19	2.16	15.69	2.25
13.70	2.21	14.20	2.27	14.70	2.28	15.20	2.14	15.70	2.24
13.71	2.22	14.21	2.25	14.71	2.29	15.21	2.17	15.71	2.26
13.72	2.21	14.22	2.26	14.72	2.28	15.22	2.17	15.72	2.24
13.73	2.20	14.23	2.27	14.73	2.27	15.23	2.16	15.73	2.23
13.74	2.21	14.24	2.25	14.74	2.27	15.24	2.16	15.74	2.22
13.75	2.23	14.25	2.26	14.75	2.23	15.25	2.14	15.75	2.18
13.76	2.23	14.26	2.24	14.76	2.25	15.26	2.15	15.76	2.18
13.77	2.23	14.27	2.26	14.77	2.26	15.27	2.14	15.77	2.17
13.78	2.22	14.28	2.23	14.78	2.23	15.28	2.17	15.78	2.13
13.79	2.25	14.29	2.23	14.79	2.20	15.29	2.17	15.79	2.12
13.80	2.23	14.30	2.20	14.80	2.20	15.30	2.18	15.80	2.08
13.81	2.23	14.31	2.19	14.81	2.19	15.31	2.19	15.81	2.08
13.82	2.24	14.32	2.16	14.82	2.19	15.32	2.20	15.82	2.15
13.83	2.26	14.33	2.16	14.83	2.20	15.33	2.21	15.83	2.15
13.84	2.25	14.34	2.18	14.84	2.18	15.34	2.24	15.84	2.12
13.85	2.26	14.35	2.19	14.85	2.17	15.35	2.28	15.85	2.13
13.86	2.27	14.36	2.20	14.86	2.18	15.36	2.27	15.86	2.10
13.87	2.25	14.37	2.19	14.87	2.18	15.37	2.29	15.87	2.08
13.88	2.26	14.38	2.19	14.88	2.17	15.38	2.24	15.88	2.07
13.89	2.29	14.39	2.19	14.89	2.16	15.39	2.23	15.89	2.10
13.90	2.31	14.40	2.19	14.90	2.17	15.40	2.26	15.90	2.10
13.91	2.30	14.41	2.17	14.91	2.16	15.41	2.26	15.91	2.07
13.92	2.31	14.42	2.17	14.92	2.17	15.42	2.28	15.92	2.09
13.93	2.29	14.43	2.16	14.93	2.15	15.43	2.28	15.93	2.09
13.94	2.30	14.44	2.14	14.94	2.16	15.44	2.27	15.94	2.10
13.95	2.27	14.45	2.17	14.95	2.17	15.45	2.26	15.95	2.13
13.96	2.25	14.46	2.18	14.96	2.18	15.46	2.30	15.96	2.12
13.97	2.24	14.47	2.17	14.97	2.19	15.47	2.30	15.97	2.13
13.98	2.24	14.48	2.18	14.98	2.22	15.48	2.30	15.98	2.13
13.99	2.21	14.49	2.20	14.99	2.23	15.49	2.28	15.99	2.10
14.00	2.21	14.50	2.17	15.00	2.23	15.50	2.27	16.00	2.12

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
16.01	2.14	16.51	2.22	17.01	2.26	17.51	2.07	18.01	1.63
16.02	2.13	16.52	2.25	17.02	2.24	17.52	2.09	18.02	1.66
16.03	2.16	16.53	2.24	17.03	2.24	17.53	2.09	18.03	1.68
16.04	2.19	16.54	2.24	17.04	2.22	17.54	2.11	18.04	1.71
16.05	2.19	16.55	2.21	17.05	2.17	17.55	2.10	18.05	1.71
16.06	2.19	16.56	2.23	17.06	2.16	17.56	2.14	18.06	1.72
16.07	2.19	16.57	2.24	17.07	2.14	17.57	2.14	18.07	1.73
16.08	2.23	16.58	2.23	17.08	2.16	17.58	2.14	18.08	1.71
16.09	2.25	16.59	2.21	17.09	2.14	17.59	2.11	18.09	1.70
16.10	2.27	16.60	2.20	17.10	2.14	17.60	2.10	18.10	1.72
16.11	2.27	16.61	2.20	17.11	2.12	17.61	2.08	18.11	1.74
16.12	2.23	16.62	2.22	17.12	2.13	17.62	2.09	18.12	1.76
16.13	2.25	16.63	2.22	17.13	2.12	17.63	2.06	18.13	1.77
16.14	2.29	16.64	2.25	17.14	2.09	17.64	2.05	18.14	1.82
16.15	2.29	16.65	2.24	17.15	2.06	17.65	2.08	18.15	1.82
16.16	2.26	16.66	2.22	17.16	2.03	17.66	2.09	18.16	1.81
16.17	2.25	16.67	2.17	17.17	2.05	17.67	2.05	18.17	1.79
16.18	2.23	16.68	2.18	17.18	2.05	17.68	2.05	18.18	1.76
16.19	2.24	16.69	2.17	17.19	2.05	17.69	2.05	18.19	1.78
16.20	2.23	16.70	2.18	17.20	2.05	17.70	2.01	18.20	1.78
16.21	2.26	16.71	2.18	17.21	2.06	17.71	1.96	18.21	1.77
16.22	2.27	16.72	2.20	17.22	2.08	17.72	1.94	18.22	1.80
16.23	2.27	16.73	2.18	17.23	2.10	17.73	1.87	18.23	1.80
16.24	2.26	16.74	2.14	17.24	2.11	17.74	1.86	18.24	1.82
16.25	2.27	16.75	2.18	17.25	2.13	17.75	1.79	18.25	1.85
16.26	2.25	16.76	2.19	17.26	2.17	17.76	1.78	18.26	1.89
16.27	2.25	16.77	2.19	17.27	2.17	17.77	1.77	18.27	1.87
16.28	2.25	16.78	2.17	17.28	2.21	17.78	1.76	18.28	1.87
16.29	2.25	16.79	2.14	17.29	2.20	17.79	1.74	18.29	1.90
16.30	2.23	16.80	2.15	17.30	2.19	17.80	1.71	18.30	1.92
16.31	2.19	16.81	2.15	17.31	2.19	17.81	1.69	18.31	1.92
16.32	2.20	16.82	2.13	17.32	2.20	17.82	1.64	18.32	1.94
16.33	2.23	16.83	2.16	17.33	2.23	17.83	1.63	18.33	1.96
16.34	2.23	16.84	2.17	17.34	2.23	17.84	1.63	18.34	1.98
16.35	2.22	16.85	2.18	17.35	2.19	17.85	1.58	18.35	2.01
16.36	2.21	16.86	2.18	17.36	2.18	17.86	1.54	18.36	2.04
16.37	2.23	16.87	2.21	17.37	2.17	17.87	1.54	18.37	2.07
16.38	2.21	16.88	2.23	17.38	2.15	17.88	1.54	18.38	2.10
16.39	2.19	16.89	2.21	17.39	2.15	17.89	1.55	18.39	2.07
16.40	2.19	16.90	2.23	17.40	2.13	17.90	1.56	18.40	2.09
16.41	2.20	16.91	2.26	17.41	2.12	17.91	1.56	18.41	2.07
16.42	2.18	16.92	2.21	17.42	2.11	17.92	1.60	18.42	2.05
16.43	2.20	16.93	2.23	17.43	2.07	17.93	1.60	18.43	2.02
16.44	2.22	16.94	2.24	17.44	2.08	17.94	1.60	18.44	2.05
16.45	2.18	16.95	2.23	17.45	2.06	17.95	1.56	18.45	2.06
16.46	2.18	16.96	2.25	17.46	2.07	17.96	1.57	18.46	2.03
16.47	2.18	16.97	2.28	17.47	2.08	17.97	1.56	18.47	2.01
16.48	2.21	16.98	2.27	17.48	2.07	17.98	1.58	18.48	1.98
16.49	2.18	16.99	2.29	17.49	2.05	17.99	1.61	18.49	1.99
16.50	2.22	17.00	2.25	17.50	2.06	18.00	1.61	18.50	2.00

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
18.51	2.00	19.01	2.04	19.51	1.94	20.01	1.84	20.51	1.49
18.52	1.98	19.02	2.03	19.52	1.95	20.02	1.86	20.52	1.50
18.53	1.95	19.03	2.05	19.53	1.96	20.03	1.86	20.53	1.51
18.54	1.91	19.04	2.02	19.54	1.93	20.04	1.85	20.54	1.50
18.55	1.88	19.05	2.08	19.55	1.94	20.05	1.82	20.55	1.51
18.56	1.88	19.06	2.08	19.56	1.92	20.06	1.81	20.56	1.52
18.57	1.82	19.07	2.07	19.57	1.91	20.07	1.80	20.57	1.51
18.58	1.81	19.08	2.06	19.58	1.92	20.08	1.81	20.58	1.52
18.59	1.84	19.09	2.01	19.59	1.91	20.09	1.81	20.59	1.52
18.60	1.82	19.10	2.04	19.60	1.93	20.10	1.80	20.60	1.49
18.61	1.79	19.11	2.02	19.61	1.91	20.11	1.78	20.61	1.47
18.62	1.75	19.12	1.99	19.62	1.92	20.12	1.77	20.62	1.48
18.63	1.74	19.13	1.96	19.63	1.93	20.13	1.77	20.63	1.49
18.64	1.72	19.14	1.97	19.64	1.94	20.14	1.77	20.64	1.51
18.65	1.73	19.15	1.99	19.65	1.93	20.15	1.79	20.65	1.53
18.66	1.71	19.16	1.99	19.66	1.96	20.16	1.78	20.66	1.52
18.67	1.68	19.17	1.98	19.67	1.97	20.17	1.76	20.67	1.52
18.68	1.68	19.18	1.99	19.68	1.97	20.18	1.76	20.68	1.55
18.69	1.65	19.19	2.00	19.69	1.98	20.19	1.74	20.69	1.55
18.70	1.66	19.20	1.96	19.70	1.97	20.20	1.75	20.70	1.54
18.71	1.65	19.21	1.97	19.71	1.98	20.21	1.76	20.71	1.54
18.72	1.65	19.22	1.94	19.72	2.00	20.22	1.75	20.72	1.52
18.73	1.65	19.23	1.91	19.73	2.01	20.23	1.75	20.73	1.50
18.74	1.67	19.24	1.92	19.74	2.00	20.24	1.74	20.74	1.52
18.75	1.69	19.25	1.94	19.75	1.99	20.25	1.71	20.75	1.48
18.76	1.68	19.26	1.95	19.76	2.00	20.26	1.68	20.76	1.47
18.77	1.70	19.27	1.95	19.77	1.98	20.27	1.68	20.77	1.48
18.78	1.72	19.28	1.93	19.78	1.99	20.28	1.70	20.78	1.50
18.79	1.76	19.29	1.95	19.79	1.97	20.29	1.67	20.79	1.49
18.80	1.77	19.30	1.93	19.80	1.95	20.30	1.64	20.80	1.47
18.81	1.79	19.31	1.93	19.81	1.94	20.31	1.64	20.81	1.47
18.82	1.79	19.32	1.92	19.82	1.95	20.32	1.61	20.82	1.46
18.83	1.80	19.33	1.88	19.83	1.93	20.33	1.63	20.83	1.48
18.84	1.84	19.34	1.90	19.84	1.91	20.34	1.64	20.84	1.47
18.85	1.85	19.35	1.87	19.85	1.91	20.35	1.64	20.85	1.44
18.86	1.89	19.36	1.86	19.86	1.90	20.36	1.61	20.86	1.44
18.87	1.91	19.37	1.90	19.87	1.89	20.37	1.61	20.87	1.46
18.88	1.91	19.38	1.88	19.88	1.89	20.38	1.60	20.88	1.46
18.89	1.93	19.39	1.89	19.89	1.88	20.39	1.60	20.89	1.47
18.90	1.95	19.40	1.92	19.90	1.88	20.40	1.60	20.90	1.47
18.91	1.96	19.41	1.91	19.91	1.87	20.41	1.60	20.91	1.46
18.92	1.99	19.42	1.91	19.92	1.88	20.42	1.61	20.92	1.48
18.93	1.98	19.43	1.91	19.93	1.87	20.43	1.62	20.93	1.48
18.94	2.00	19.44	1.92	19.94	1.87	20.44	1.61	20.94	1.51
18.95	2.01	19.45	1.93	19.95	1.88	20.45	1.59	20.95	1.53
18.96	2.04	19.46	1.92	19.96	1.90	20.46	1.58	20.96	1.52
18.97	2.04	19.47	1.96	19.97	1.88	20.47	1.56	20.97	1.55
18.98	2.03	19.48	1.96	19.98	1.85	20.48	1.55	20.98	1.53
18.99	2.04	19.49	1.95	19.99	1.85	20.49	1.55	20.99	1.53
19.00	2.05	19.50	1.96	20.00	1.84	20.50	1.51	21.00	1.53

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
21.01	1.54	21.51	1.55	22.01	1.52	22.51	1.46	23.01	1.49
21.02	1.55	21.52	1.54	22.02	1.51	22.52	1.46	23.02	1.47
21.03	1.55	21.53	1.49	22.03	1.55	22.53	1.44	23.03	1.47
21.04	1.57	21.54	1.45	22.04	1.55	22.54	1.45	23.04	1.45
21.05	1.56	21.55	1.45	22.05	1.53	22.55	1.43	23.05	1.45
21.06	1.58	21.56	1.48	22.06	1.54	22.56	1.42	23.06	1.42
21.07	1.56	21.57	1.47	22.07	1.55	22.57	1.45	23.07	1.41
21.08	1.57	21.58	1.45	22.08	1.56	22.58	1.44	23.08	1.42
21.09	1.57	21.59	1.43	22.09	1.58	22.59	1.43	23.09	1.42
21.10	1.60	21.60	1.43	22.10	1.57	22.60	1.47	23.10	1.42
21.11	1.57	21.61	1.43	22.11	1.55	22.61	1.46	23.11	1.41
21.12	1.55	21.62	1.39	22.12	1.56	22.62	1.49	23.12	1.42
21.13	1.55	21.63	1.40	22.13	1.58	22.63	1.51	23.13	1.41
21.14	1.55	21.64	1.38	22.14	1.58	22.64	1.52	23.14	1.43
21.15	1.54	21.65	1.39	22.15	1.59	22.65	1.51	23.15	1.46
21.16	1.53	21.66	1.40	22.16	1.61	22.66	1.51	23.16	1.45
21.17	1.54	21.67	1.40	22.17	1.62	22.67	1.51	23.17	1.45
21.18	1.57	21.68	1.37	22.18	1.61	22.68	1.53	23.18	1.50
21.19	1.57	21.69	1.37	22.19	1.61	22.69	1.56	23.19	1.51
21.20	1.53	21.70	1.40	22.20	1.59	22.70	1.56	23.20	1.55
21.21	1.52	21.71	1.45	22.21	1.59	22.71	1.56	23.21	1.55
21.22	1.51	21.72	1.44	22.22	1.64	22.72	1.56	23.22	1.57
21.23	1.50	21.73	1.43	22.23	1.61	22.73	1.59	23.23	1.60
21.24	1.53	21.74	1.41	22.24	1.61	22.74	1.59	23.24	1.62
21.25	1.53	21.75	1.39	22.25	1.61	22.75	1.58	23.25	1.63
21.26	1.54	21.76	1.41	22.26	1.61	22.76	1.61	23.26	1.67
21.27	1.51	21.77	1.43	22.27	1.61	22.77	1.61	23.27	1.68
21.28	1.53	21.78	1.44	22.28	1.62	22.78	1.63	23.28	1.70
21.29	1.56	21.79	1.46	22.29	1.58	22.79	1.62	23.29	1.70
21.30	1.54	21.80	1.43	22.30	1.57	22.80	1.61	23.30	1.68
21.31	1.53	21.81	1.44	22.31	1.59	22.81	1.62	23.31	1.71
21.32	1.56	21.82	1.44	22.32	1.57	22.82	1.63	23.32	1.70
21.33	1.57	21.83	1.45	22.33	1.55	22.83	1.62	23.33	1.67
21.34	1.57	21.84	1.47	22.34	1.51	22.84	1.64	23.34	1.67
21.35	1.55	21.85	1.50	22.35	1.50	22.85	1.64	23.35	1.66
21.36	1.56	21.86	1.50	22.36	1.50	22.86	1.61	23.36	1.68
21.37	1.58	21.87	1.50	22.37	1.49	22.87	1.64	23.37	1.66
21.38	1.57	21.88	1.49	22.38	1.51	22.88	1.64	23.38	1.68
21.39	1.55	21.89	1.51	22.39	1.48	22.89	1.66	23.39	1.67
21.40	1.57	21.90	1.52	22.40	1.47	22.90	1.65	23.40	1.66
21.41	1.57	21.91	1.51	22.41	1.47	22.91	1.63	23.41	1.67
21.42	1.57	21.92	1.51	22.42	1.47	22.92	1.63	23.42	1.64
21.43	1.56	21.93	1.52	22.43	1.45	22.93	1.62	23.43	1.62
21.44	1.57	21.94	1.51	22.44	1.46	22.94	1.62	23.44	1.61
21.45	1.58	21.95	1.52	22.45	1.45	22.95	1.59	23.45	1.61
21.46	1.55	21.96	1.51	22.46	1.45	22.96	1.60	23.46	1.63
21.47	1.58	21.97	1.53	22.47	1.45	22.97	1.56	23.47	1.64
21.48	1.57	21.98	1.53	22.48	1.43	22.98	1.52	23.48	1.64
21.49	1.56	21.99	1.53	22.49	1.45	22.99	1.53	23.49	1.65
21.50	1.55	22.00	1.51	22.50	1.45	23.00	1.52	23.50	1.68

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
23.51	1.68	24.01	1.64	24.51	1.62	25.01	1.71	25.51	1.67
23.52	1.67	24.02	1.63	24.52	1.62	25.02	1.74	25.52	1.67
23.53	1.63	24.03	1.66	24.53	1.61	25.03	1.71	25.53	1.66
23.54	1.64	24.04	1.63	24.54	1.61	25.04	1.74	25.54	1.67
23.55	1.64	24.05	1.62	24.55	1.60	25.05	1.70	25.55	1.67
23.56	1.63	24.06	1.61	24.56	1.55	25.06	1.70	25.56	1.67
23.57	1.64	24.07	1.60	24.57	1.54	25.07	1.71	25.57	1.67
23.58	1.62	24.08	1.60	24.58	1.54	25.08	1.70	25.58	1.64
23.59	1.64	24.09	1.59	24.59	1.54	25.09	1.70	25.59	1.67
23.60	1.65	24.10	1.58	24.60	1.52	25.10	1.69	25.60	1.67
23.61	1.64	24.11	1.59	24.61	1.54	25.11	1.70	25.61	1.66
23.62	1.63	24.12	1.59	24.62	1.58	25.12	1.70	25.62	1.65
23.63	1.65	24.13	1.62	24.63	1.57	25.13	1.69	25.63	1.64
23.64	1.62	24.14	1.64	24.64	1.56	25.14	1.67	25.64	1.66
23.65	1.62	24.15	1.63	24.65	1.56	25.15	1.67	25.65	1.68
23.66	1.65	24.16	1.64	24.66	1.55	25.16	1.68	25.66	1.68
23.67	1.63	24.17	1.64	24.67	1.55	25.17	1.65	25.67	1.66
23.68	1.66	24.18	1.61	24.68	1.58	25.18	1.62	25.68	1.65
23.69	1.65	24.19	1.62	24.69	1.56	25.19	1.60	25.69	1.67
23.70	1.68	24.20	1.62	24.70	1.56	25.20	1.62	25.70	1.71
23.71	1.68	24.21	1.63	24.71	1.55	25.21	1.58	25.71	1.69
23.72	1.68	24.22	1.64	24.72	1.55	25.22	1.58	25.72	1.70
23.73	1.69	24.23	1.63	24.73	1.62	25.23	1.59	25.73	1.68
23.74	1.67	24.24	1.62	24.74	1.59	25.24	1.57	25.74	1.66
23.75	1.67	24.25	1.62	24.75	1.58	25.25	1.57	25.75	1.68
23.76	1.67	24.26	1.58	24.76	1.57	25.26	1.56	25.76	1.69
23.77	1.69	24.27	1.59	24.77	1.60	25.27	1.55	25.77	1.67
23.78	1.68	24.28	1.58	24.78	1.57	25.28	1.53	25.78	1.66
23.79	1.68	24.29	1.61	24.79	1.57	25.29	1.51	25.79	1.67
23.80	1.65	24.30	1.60	24.80	1.56	25.30	1.52	25.80	1.67
23.81	1.68	24.31	1.57	24.81	1.58	25.31	1.56	25.81	1.66
23.82	1.64	24.32	1.58	24.82	1.58	25.32	1.55	25.82	1.66
23.83	1.62	24.33	1.58	24.83	1.56	25.33	1.53	25.83	1.67
23.84	1.63	24.34	1.56	24.84	1.57	25.34	1.53	25.84	1.67
23.85	1.62	24.35	1.58	24.85	1.56	25.35	1.55	25.85	1.66
23.86	1.61	24.36	1.58	24.86	1.59	25.36	1.55	25.86	1.64
23.87	1.61	24.37	1.58	24.87	1.60	25.37	1.55	25.87	1.63
23.88	1.60	24.38	1.60	24.88	1.62	25.38	1.55	25.88	1.63
23.89	1.60	24.39	1.60	24.89	1.61	25.39	1.56	25.89	1.62
23.90	1.62	24.40	1.63	24.90	1.60	25.40	1.57	25.90	1.61
23.91	1.63	24.41	1.62	24.91	1.63	25.41	1.60	25.91	1.61
23.92	1.64	24.42	1.64	24.92	1.65	25.42	1.58	25.92	1.61
23.93	1.65	24.43	1.68	24.93	1.66	25.43	1.61	25.93	1.55
23.94	1.62	24.44	1.67	24.94	1.66	25.44	1.61	25.94	1.56
23.95	1.64	24.45	1.65	24.95	1.68	25.45	1.61	25.95	1.55
23.96	1.61	24.46	1.64	24.96	1.67	25.46	1.64	25.96	1.53
23.97	1.60	24.47	1.63	24.97	1.69	25.47	1.63	25.97	1.52
23.98	1.61	24.48	1.66	24.98	1.68	25.48	1.59	25.98	1.50
23.99	1.64	24.49	1.63	24.99	1.67	25.49	1.62	25.99	1.49
24.00	1.63	24.50	1.62	25.00	1.72	25.50	1.65	26.00	1.45

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
26.01	1.44	26.51	1.50	27.01	1.63	27.51	1.58	28.01	1.67
26.02	1.43	26.52	1.49	27.02	1.62	27.52	1.60	28.02	1.67
26.03	1.40	26.53	1.50	27.03	1.58	27.53	1.61	28.03	1.64
26.04	1.40	26.54	1.51	27.04	1.55	27.54	1.60	28.04	1.67
26.05	1.38	26.55	1.50	27.05	1.55	27.55	1.59	28.05	1.68
26.06	1.39	26.56	1.49	27.06	1.54	27.56	1.57	28.06	1.71
26.07	1.40	26.57	1.48	27.07	1.54	27.57	1.57	28.07	1.71
26.08	1.39	26.58	1.48	27.08	1.53	27.58	1.56	28.08	1.71
26.09	1.37	26.59	1.49	27.09	1.58	27.59	1.54	28.09	1.67
26.10	1.38	26.60	1.51	27.10	1.56	27.60	1.54	28.10	1.67
26.11	1.36	26.61	1.52	27.11	1.54	27.61	1.55	28.11	1.69
26.12	1.38	26.62	1.53	27.12	1.56	27.62	1.56	28.12	1.70
26.13	1.41	26.63	1.57	27.13	1.54	27.63	1.55	28.13	1.70
26.14	1.40	26.64	1.58	27.14	1.51	27.64	1.54	28.14	1.72
26.15	1.41	26.65	1.59	27.15	1.53	27.65	1.54	28.15	1.72
26.16	1.43	26.66	1.60	27.16	1.53	27.66	1.55	28.16	1.69
26.17	1.43	26.67	1.58	27.17	1.55	27.67	1.51	28.17	1.69
26.18	1.44	26.68	1.57	27.18	1.57	27.68	1.51	28.18	1.70
26.19	1.42	26.69	1.55	27.19	1.58	27.69	1.51	28.19	1.70
26.20	1.45	26.70	1.55	27.20	1.58	27.70	1.52	28.20	1.72
26.21	1.43	26.71	1.53	27.21	1.56	27.71	1.52	28.21	1.71
26.22	1.44	26.72	1.56	27.22	1.53	27.72	1.54	28.22	1.67
26.23	1.46	26.73	1.57	27.23	1.57	27.73	1.56	28.23	1.65
26.24	1.47	26.74	1.59	27.24	1.60	27.74	1.55	28.24	1.64
26.25	1.47	26.75	1.57	27.25	1.61	27.75	1.57	28.25	1.63
26.26	1.51	26.76	1.56	27.26	1.59	27.76	1.61	28.26	1.65
26.27	1.52	26.77	1.55	27.27	1.58	27.77	1.62	28.27	1.66
26.28	1.52	26.78	1.57	27.28	1.59	27.78	1.63	28.28	1.65
26.29	1.51	26.79	1.58	27.29	1.59	27.79	1.63	28.29	1.64
26.30	1.50	26.80	1.55	27.30	1.61	27.80	1.64	28.30	1.64
26.31	1.52	26.81	1.57	27.31	1.63	27.81	1.66	28.31	1.63
26.32	1.51	26.82	1.55	27.32	1.61	27.82	1.69	28.32	1.63
26.33	1.52	26.83	1.54	27.33	1.64	27.83	1.69	28.33	1.64
26.34	1.54	26.84	1.52	27.34	1.63	27.84	1.72	28.34	1.66
26.35	1.56	26.85	1.57	27.35	1.60	27.85	1.73	28.35	1.64
26.36	1.59	26.86	1.60	27.36	1.57	27.86	1.74	28.36	1.64
26.37	1.58	26.87	1.63	27.37	1.60	27.87	1.72	28.37	1.67
26.38	1.59	26.88	1.65	27.38	1.62	27.88	1.75	28.38	1.67
26.39	1.59	26.89	1.64	27.39	1.64	27.89	1.72	28.39	1.67
26.40	1.58	26.90	1.63	27.40	1.62	27.90	1.71	28.40	1.66
26.41	1.59	26.91	1.62	27.41	1.62	27.91	1.73	28.41	1.65
26.42	1.59	26.92	1.61	27.42	1.60	27.92	1.77	28.42	1.68
26.43	1.55	26.93	1.63	27.43	1.58	27.93	1.74	28.43	1.65
26.44	1.54	26.94	1.65	27.44	1.60	27.94	1.73	28.44	1.63
26.45	1.53	26.95	1.62	27.45	1.60	27.95	1.70	28.45	1.63
26.46	1.52	26.96	1.61	27.46	1.62	27.96	1.69	28.46	1.64
26.47	1.52	26.97	1.64	27.47	1.62	27.97	1.68	28.47	1.65
26.48	1.52	26.98	1.63	27.48	1.60	27.98	1.68	28.48	1.62
26.49	1.52	26.99	1.63	27.49	1.59	27.99	1.69	28.49	1.61
26.50	1.52	27.00	1.62	27.50	1.59	28.00	1.68	28.50	1.61

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
28.51	1.61	29.01	1.61	29.51	1.67	30.01	1.61	30.51	1.69
28.52	1.62	29.02	1.62	29.52	1.65	30.02	1.59	30.52	1.70
28.53	1.63	29.03	1.62	29.53	1.67	30.03	1.61	30.53	1.71
28.54	1.62	29.04	1.66	29.54	1.67	30.04	1.63	30.54	1.71
28.55	1.59	29.05	1.67	29.55	1.69	30.05	1.62	30.55	1.68
28.56	1.59	29.06	1.67	29.56	1.71	30.06	1.60	30.56	1.68
28.57	1.62	29.07	1.67	29.57	1.71	30.07	1.58	30.57	1.67
28.58	1.64	29.08	1.71	29.58	1.73	30.08	1.60	30.58	1.70
28.59	1.63	29.09	1.70	29.59	1.73	30.09	1.57	30.59	1.72
28.60	1.66	29.10	1.72	29.60	1.72	30.10	1.56	30.60	1.73
28.61	1.66	29.11	1.69	29.61	1.70	30.11	1.57	30.61	1.73
28.62	1.68	29.12	1.69	29.62	1.71	30.12	1.58	30.62	1.70
28.63	1.66	29.13	1.65	29.63	1.71	30.13	1.59	30.63	1.70
28.64	1.66	29.14	1.63	29.64	1.68	30.14	1.61	30.64	1.68
28.65	1.67	29.15	1.64	29.65	1.65	30.15	1.64	30.65	1.71
28.66	1.66	29.16	1.61	29.66	1.66	30.16	1.65	30.66	1.71
28.67	1.65	29.17	1.62	29.67	1.64	30.17	1.62	30.67	1.69
28.68	1.63	29.18	1.61	29.68	1.61	30.18	1.62	30.68	1.67
28.69	1.62	29.19	1.59	29.69	1.61	30.19	1.62	30.69	1.68
28.70	1.61	29.20	1.60	29.70	1.61	30.20	1.63	30.70	1.70
28.71	1.60	29.21	1.60	29.71	1.57	30.21	1.64	30.71	1.69
28.72	1.61	29.22	1.60	29.72	1.56	30.22	1.63	30.72	1.70
28.73	1.62	29.23	1.60	29.73	1.54	30.23	1.63	30.73	1.69
28.74	1.63	29.24	1.60	29.74	1.56	30.24	1.63	30.74	1.70
28.75	1.61	29.25	1.57	29.75	1.57	30.25	1.63	30.75	1.70
28.76	1.61	29.26	1.58	29.76	1.55	30.26	1.63	30.76	1.66
28.77	1.60	29.27	1.58	29.77	1.56	30.27	1.64	30.77	1.65
28.78	1.63	29.28	1.61	29.78	1.58	30.28	1.63	30.78	1.66
28.79	1.60	29.29	1.62	29.79	1.58	30.29	1.64	30.79	1.67
28.80	1.62	29.30	1.62	29.80	1.56	30.30	1.66	30.80	1.66
28.81	1.61	29.31	1.62	29.81	1.57	30.31	1.64	30.81	1.68
28.82	1.63	29.32	1.59	29.82	1.57	30.32	1.64	30.82	1.66
28.83	1.62	29.33	1.62	29.83	1.56	30.33	1.61	30.83	1.64
28.84	1.62	29.34	1.61	29.84	1.57	30.34	1.62	30.84	1.67
28.85	1.64	29.35	1.61	29.85	1.59	30.35	1.60	30.85	1.66
28.86	1.64	29.36	1.60	29.86	1.58	30.36	1.62	30.86	1.67
28.87	1.62	29.37	1.61	29.87	1.57	30.37	1.62	30.87	1.65
28.88	1.60	29.38	1.59	29.88	1.59	30.38	1.60	30.88	1.62
28.89	1.62	29.39	1.59	29.89	1.59	30.39	1.63	30.89	1.62
28.90	1.62	29.40	1.56	29.90	1.60	30.40	1.65	30.90	1.64
28.91	1.59	29.41	1.55	29.91	1.58	30.41	1.64	30.91	1.63
28.92	1.60	29.42	1.58	29.92	1.58	30.42	1.64	30.92	1.64
28.93	1.55	29.43	1.59	29.93	1.59	30.43	1.63	30.93	1.65
28.94	1.57	29.44	1.59	29.94	1.59	30.44	1.64	30.94	1.66
28.95	1.56	29.45	1.55	29.95	1.59	30.45	1.67	30.95	1.63
28.96	1.60	29.46	1.55	29.96	1.57	30.46	1.65	30.96	1.64
28.97	1.60	29.47	1.57	29.97	1.59	30.47	1.63	30.97	1.64
28.98	1.61	29.48	1.59	29.98	1.57	30.48	1.63	30.98	1.63
28.99	1.59	29.49	1.61	29.99	1.59	30.49	1.65	30.99	1.65
29.00	1.59	29.50	1.63	30.00	1.60	30.50	1.67	31.00	1.64

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
31.01	1.61	31.51	1.60	32.01	1.63	32.51	1.70	33.01	1.62
31.02	1.64	31.52	1.64	32.02	1.63	32.52	1.66	33.02	1.65
31.03	1.61	31.53	1.64	32.03	1.62	32.53	1.65	33.03	1.64
31.04	1.58	31.54	1.61	32.04	1.66	32.54	1.65	33.04	1.68
31.05	1.60	31.55	1.61	32.05	1.67	32.55	1.67	33.05	1.68
31.06	1.60	31.56	1.60	32.06	1.69	32.56	1.70	33.06	1.71
31.07	1.58	31.57	1.60	32.07	1.71	32.57	1.68	33.07	1.71
31.08	1.60	31.58	1.61	32.08	1.72	32.58	1.67	33.08	1.68
31.09	1.60	31.59	1.63	32.09	1.70	32.59	1.67	33.09	1.66
31.10	1.57	31.60	1.62	32.10	1.70	32.60	1.67	33.10	1.68
31.11	1.56	31.61	1.60	32.11	1.69	32.61	1.69	33.11	1.66
31.12	1.56	31.62	1.59	32.12	1.68	32.62	1.69	33.12	1.64
31.13	1.55	31.63	1.62	32.13	1.71	32.63	1.68	33.13	1.64
31.14	1.56	31.64	1.63	32.14	1.70	32.64	1.66	33.14	1.66
31.15	1.55	31.65	1.62	32.15	1.71	32.65	1.63	33.15	1.62
31.16	1.54	31.66	1.64	32.16	1.73	32.66	1.61	33.16	1.64
31.17	1.53	31.67	1.63	32.17	1.74	32.67	1.64	33.17	1.63
31.18	1.53	31.68	1.62	32.18	1.70	32.68	1.64	33.18	1.60
31.19	1.52	31.69	1.60	32.19	1.73	32.69	1.63	33.19	1.58
31.20	1.53	31.70	1.61	32.20	1.74	32.70	1.63	33.20	1.60
31.21	1.57	31.71	1.61	32.21	1.71	32.71	1.61	33.21	1.59
31.22	1.57	31.72	1.63	32.22	1.72	32.72	1.60	33.22	1.60
31.23	1.58	31.73	1.64	32.23	1.73	32.73	1.61	33.23	1.59
31.24	1.59	31.74	1.65	32.24	1.70	32.74	1.63	33.24	1.62
31.25	1.57	31.75	1.63	32.25	1.69	32.75	1.63	33.25	1.65
31.26	1.56	31.76	1.65	32.26	1.71	32.76	1.67	33.26	1.66
31.27	1.55	31.77	1.67	32.27	1.71	32.77	1.65	33.27	1.66
31.28	1.57	31.78	1.69	32.28	1.72	32.78	1.65	33.28	1.63
31.29	1.57	31.79	1.69	32.29	1.74	32.79	1.64	33.29	1.64
31.30	1.53	31.80	1.66	32.30	1.74	32.80	1.64	33.30	1.67
31.31	1.52	31.81	1.68	32.31	1.74	32.81	1.67	33.31	1.65
31.32	1.55	31.82	1.72	32.32	1.74	32.82	1.69	33.32	1.68
31.33	1.54	31.83	1.71	32.33	1.73	32.83	1.71	33.33	1.69
31.34	1.56	31.84	1.71	32.34	1.71	32.84	1.69	33.34	1.67
31.35	1.54	31.85	1.70	32.35	1.72	32.85	1.69	33.35	1.69
31.36	1.54	31.86	1.71	32.36	1.72	32.86	1.71	33.36	1.71
31.37	1.56	31.87	1.68	32.37	1.73	32.87	1.69	33.37	1.69
31.38	1.53	31.88	1.71	32.38	1.72	32.88	1.68	33.38	1.70
31.39	1.55	31.89	1.67	32.39	1.71	32.89	1.68	33.39	1.73
31.40	1.54	31.90	1.66	32.40	1.70	32.90	1.63	33.40	1.70
31.41	1.54	31.91	1.65	32.41	1.72	32.91	1.63	33.41	1.71
31.42	1.53	31.92	1.65	32.42	1.73	32.92	1.64	33.42	1.69
31.43	1.53	31.93	1.63	32.43	1.73	32.93	1.59	33.43	1.71
31.44	1.58	31.94	1.63	32.44	1.72	32.94	1.63	33.44	1.71
31.45	1.59	31.95	1.64	32.45	1.71	32.95	1.65	33.45	1.74
31.46	1.57	31.96	1.62	32.46	1.68	32.96	1.65	33.46	1.73
31.47	1.60	31.97	1.64	32.47	1.69	32.97	1.65	33.47	1.70
31.48	1.61	31.98	1.61	32.48	1.70	32.98	1.64	33.48	1.71
31.49	1.60	31.99	1.59	32.49	1.72	32.99	1.61	33.49	1.70
31.50	1.60	32.00	1.58	32.50	1.70	33.00	1.61	33.50	1.70

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
33.51	1.70	34.01	1.54	34.51	1.57	35.01	1.66	35.51	1.64
33.52	1.71	34.02	1.56	34.52	1.57	35.02	1.67	35.52	1.62
33.53	1.71	34.03	1.57	34.53	1.57	35.03	1.67	35.53	1.60
33.54	1.70	34.04	1.57	34.54	1.59	35.04	1.65	35.54	1.58
33.55	1.68	34.05	1.54	34.55	1.61	35.05	1.64	35.55	1.59
33.56	1.62	34.06	1.57	34.56	1.58	35.06	1.66	35.56	1.61
33.57	1.64	34.07	1.56	34.57	1.60	35.07	1.70	35.57	1.60
33.58	1.61	34.08	1.56	34.58	1.59	35.08	1.68	35.58	1.62
33.59	1.65	34.09	1.55	34.59	1.62	35.09	1.66	35.59	1.62
33.60	1.64	34.10	1.58	34.60	1.61	35.10	1.69	35.60	1.59
33.61	1.65	34.11	1.60	34.61	1.62	35.11	1.70	35.61	1.58
33.62	1.64	34.12	1.60	34.62	1.63	35.12	1.72	35.62	1.59
33.63	1.65	34.13	1.62	34.63	1.63	35.13	1.73	35.63	1.57
33.64	1.66	34.14	1.63	34.64	1.68	35.14	1.77	35.64	1.58
33.65	1.65	34.15	1.64	34.65	1.68	35.15	1.77	35.65	1.55
33.66	1.65	34.16	1.66	34.66	1.70	35.16	1.74	35.66	1.57
33.67	1.65	34.17	1.68	34.67	1.70	35.17	1.72	35.67	1.59
33.68	1.68	34.18	1.71	34.68	1.71	35.18	1.72	35.68	1.59
33.69	1.67	34.19	1.73	34.69	1.72	35.19	1.72	35.69	1.60
33.70	1.65	34.20	1.73	34.70	1.71	35.20	1.70	35.70	1.60
33.71	1.66	34.21	1.73	34.71	1.69	35.21	1.70	35.71	1.63
33.72	1.68	34.22	1.76	34.72	1.67	35.22	1.70	35.72	1.62
33.73	1.70	34.23	1.74	34.73	1.68	35.23	1.71	35.73	1.61
33.74	1.71	34.24	1.73	34.74	1.68	35.24	1.71	35.74	1.61
33.75	1.68	34.25	1.72	34.75	1.70	35.25	1.71	35.75	1.60
33.76	1.64	34.26	1.72	34.76	1.68	35.26	1.71	35.76	1.60
33.77	1.63	34.27	1.70	34.77	1.69	35.27	1.69	35.77	1.62
33.78	1.64	34.28	1.68	34.78	1.67	35.28	1.65	35.78	1.62
33.79	1.65	34.29	1.67	34.79	1.67	35.29	1.64	35.79	1.64
33.80	1.64	34.30	1.64	34.80	1.68	35.30	1.62	35.80	1.68
33.81	1.65	34.31	1.63	34.81	1.64	35.31	1.61	35.81	1.68
33.82	1.67	34.32	1.63	34.82	1.62	35.32	1.60	35.82	1.70
33.83	1.69	34.33	1.65	34.83	1.61	35.33	1.64	35.83	1.69
33.84	1.68	34.34	1.67	34.84	1.62	35.34	1.65	35.84	1.69
33.85	1.64	34.35	1.67	34.85	1.60	35.35	1.66	35.85	1.69
33.86	1.63	34.36	1.64	34.86	1.62	35.36	1.68	35.86	1.70
33.87	1.64	34.37	1.63	34.87	1.64	35.37	1.70	35.87	1.68
33.88	1.64	34.38	1.63	34.88	1.65	35.38	1.71	35.88	1.67
33.89	1.62	34.39	1.63	34.89	1.65	35.39	1.69	35.89	1.67
33.90	1.65	34.40	1.62	34.90	1.65	35.40	1.69	35.90	1.68
33.91	1.63	34.41	1.62	34.91	1.66	35.41	1.65	35.91	1.68
33.92	1.66	34.42	1.62	34.92	1.65	35.42	1.66	35.92	1.71
33.93	1.67	34.43	1.62	34.93	1.65	35.43	1.67	35.93	1.69
33.94	1.69	34.44	1.60	34.94	1.66	35.44	1.70	35.94	1.69
33.95	1.67	34.45	1.60	34.95	1.66	35.45	1.70	35.95	1.67
33.96	1.64	34.46	1.62	34.96	1.65	35.46	1.70	35.96	1.68
33.97	1.65	34.47	1.61	34.97	1.62	35.47	1.71	35.97	1.67
33.98	1.64	34.48	1.63	34.98	1.64	35.48	1.71	35.98	1.67
33.99	1.59	34.49	1.60	34.99	1.65	35.49	1.71	35.99	1.65
34.00	1.56	34.50	1.59	35.00	1.67	35.50	1.67	36.00	1.67

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
36.01	1.68	36.51	1.69	37.01	1.57	37.51	1.70	38.01	1.69
36.02	1.69	36.52	1.67	37.02	1.57	37.52	1.70	38.02	1.67
36.03	1.69	36.53	1.66	37.03	1.55	37.53	1.69	38.03	1.66
36.04	1.70	36.54	1.65	37.04	1.56	37.54	1.70	38.04	1.68
36.05	1.70	36.55	1.65	37.05	1.57	37.55	1.68	38.05	1.69
36.06	1.70	36.56	1.68	37.06	1.57	37.56	1.68	38.06	1.69
36.07	1.69	36.57	1.67	37.07	1.57	37.57	1.68	38.07	1.69
36.08	1.69	36.58	1.68	37.08	1.55	37.58	1.68	38.08	1.68
36.09	1.66	36.59	1.67	37.09	1.56	37.59	1.66	38.09	1.66
36.10	1.70	36.60	1.65	37.10	1.60	37.60	1.68	38.10	1.64
36.11	1.71	36.61	1.62	37.11	1.62	37.61	1.68	38.11	1.65
36.12	1.74	36.62	1.58	37.12	1.63	37.62	1.71	38.12	1.63
36.13	1.70	36.63	1.57	37.13	1.61	37.63	1.72	38.13	1.66
36.14	1.70	36.64	1.57	37.14	1.62	37.64	1.71	38.14	1.64
36.15	1.68	36.65	1.58	37.15	1.61	37.65	1.66	38.15	1.63
36.16	1.71	36.66	1.58	37.16	1.59	37.66	1.65	38.16	1.63
36.17	1.70	36.67	1.58	37.17	1.57	37.67	1.64	38.17	1.62
36.18	1.66	36.68	1.58	37.18	1.58	37.68	1.61	38.18	1.62
36.19	1.63	36.69	1.58	37.19	1.57	37.69	1.63	38.19	1.63
36.20	1.63	36.70	1.60	37.20	1.58	37.70	1.62	38.20	1.63
36.21	1.64	36.71	1.61	37.21	1.58	37.71	1.61	38.21	1.60
36.22	1.63	36.72	1.59	37.22	1.60	37.72	1.60	38.22	1.61
36.23	1.64	36.73	1.57	37.23	1.59	37.73	1.61	38.23	1.62
36.24	1.63	36.74	1.57	37.24	1.57	37.74	1.64	38.24	1.61
36.25	1.65	36.75	1.58	37.25	1.58	37.75	1.62	38.25	1.59
36.26	1.64	36.76	1.59	37.26	1.57	37.76	1.65	38.26	1.61
36.27	1.63	36.77	1.59	37.27	1.56	37.77	1.66	38.27	1.60
36.28	1.63	36.78	1.59	37.28	1.54	37.78	1.63	38.28	1.58
36.29	1.60	36.79	1.61	37.29	1.52	37.79	1.61	38.29	1.60
36.30	1.61	36.80	1.65	37.30	1.52	37.80	1.60	38.30	1.55
36.31	1.63	36.81	1.65	37.31	1.51	37.81	1.61	38.31	1.55
36.32	1.65	36.82	1.65	37.32	1.54	37.82	1.63	38.32	1.52
36.33	1.62	36.83	1.66	37.33	1.59	37.83	1.64	38.33	1.53
36.34	1.62	36.84	1.66	37.34	1.61	37.84	1.64	38.34	1.54
36.35	1.65	36.85	1.65	37.35	1.61	37.85	1.68	38.35	1.56
36.36	1.67	36.86	1.67	37.36	1.62	37.86	1.69	38.36	1.57
36.37	1.67	36.87	1.67	37.37	1.62	37.87	1.70	38.37	1.57
36.38	1.68	36.88	1.64	37.38	1.63	37.88	1.69	38.38	1.57
36.39	1.67	36.89	1.65	37.39	1.62	37.89	1.69	38.39	1.56
36.40	1.66	36.90	1.67	37.40	1.62	37.90	1.69	38.40	1.55
36.41	1.65	36.91	1.69	37.41	1.65	37.91	1.68	38.41	1.53
36.42	1.64	36.92	1.68	37.42	1.64	37.92	1.71	38.42	1.52
36.43	1.67	36.93	1.65	37.43	1.64	37.93	1.71	38.43	1.50
36.44	1.69	36.94	1.65	37.44	1.63	37.94	1.69	38.44	1.52
36.45	1.70	36.95	1.66	37.45	1.62	37.95	1.72	38.45	1.53
36.46	1.71	36.96	1.65	37.46	1.63	37.96	1.72	38.46	1.51
36.47	1.69	36.97	1.63	37.47	1.67	37.97	1.73	38.47	1.52
36.48	1.69	36.98	1.62	37.48	1.70	37.98	1.71	38.48	1.50
36.49	1.68	36.99	1.59	37.49	1.69	37.99	1.70	38.49	1.53
36.50	1.69	37.00	1.57	37.50	1.69	38.00	1.71	38.50	1.54

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
38.51	1.55	39.01	1.63	39.51	1.55	40.01	1.66	40.51	1.56
38.52	1.55	39.02	1.62	39.52	1.56	40.02	1.66	40.52	1.57
38.53	1.54	39.03	1.62	39.53	1.54	40.03	1.65	40.53	1.59
38.54	1.52	39.04	1.61	39.54	1.56	40.04	1.64	40.54	1.59
38.55	1.53	39.05	1.61	39.55	1.57	40.05	1.64	40.55	1.60
38.56	1.52	39.06	1.64	39.56	1.60	40.06	1.66	40.56	1.58
38.57	1.52	39.07	1.64	39.57	1.59	40.07	1.69	40.57	1.58
38.58	1.56	39.08	1.63	39.58	1.60	40.08	1.69	40.58	1.56
38.59	1.56	39.09	1.62	39.59	1.63	40.09	1.67	40.59	1.54
38.60	1.55	39.10	1.62	39.60	1.64	40.10	1.64	40.60	1.52
38.61	1.55	39.11	1.60	39.61	1.63	40.11	1.66	40.61	1.53
38.62	1.55	39.12	1.59	39.62	1.63	40.12	1.65	40.62	1.54
38.63	1.56	39.13	1.59	39.63	1.63	40.13	1.64	40.63	1.53
38.64	1.54	39.14	1.62	39.64	1.66	40.14	1.63	40.64	1.57
38.65	1.59	39.15	1.58	39.65	1.68	40.15	1.63	40.65	1.59
38.66	1.59	39.16	1.59	39.66	1.70	40.16	1.62	40.66	1.56
38.67	1.60	39.17	1.59	39.67	1.71	40.17	1.63	40.67	1.57
38.68	1.58	39.18	1.59	39.68	1.71	40.18	1.63	40.68	1.59
38.69	1.57	39.19	1.60	39.69	1.71	40.19	1.65	40.69	1.60
38.70	1.55	39.20	1.62	39.70	1.69	40.20	1.67	40.70	1.60
38.71	1.54	39.21	1.58	39.71	1.71	40.21	1.69	40.71	1.63
38.72	1.53	39.22	1.58	39.72	1.69	40.22	1.69	40.72	1.63
38.73	1.52	39.23	1.54	39.73	1.70	40.23	1.70	40.73	1.63
38.74	1.52	39.24	1.53	39.74	1.70	40.24	1.68	40.74	1.63
38.75	1.51	39.25	1.53	39.75	1.70	40.25	1.66	40.75	1.63
38.76	1.51	39.26	1.52	39.76	1.66	40.26	1.69	40.76	1.64
38.77	1.54	39.27	1.50	39.77	1.66	40.27	1.70	40.77	1.64
38.78	1.54	39.28	1.52	39.78	1.66	40.28	1.68	40.78	1.66
38.79	1.54	39.29	1.54	39.79	1.68	40.29	1.71	40.79	1.65
38.80	1.56	39.30	1.52	39.80	1.68	40.30	1.72	40.80	1.64
38.81	1.59	39.31	1.50	39.81	1.65	40.31	1.72	40.81	1.62
38.82	1.55	39.32	1.53	39.82	1.65	40.32	1.70	40.82	1.59
38.83	1.57	39.33	1.53	39.83	1.66	40.33	1.70	40.83	1.60
38.84	1.57	39.34	1.53	39.84	1.64	40.34	1.68	40.84	1.60
38.85	1.58	39.35	1.55	39.85	1.64	40.35	1.67	40.85	1.56
38.86	1.60	39.36	1.55	39.86	1.63	40.36	1.64	40.86	1.54
38.87	1.63	39.37	1.51	39.87	1.63	40.37	1.61	40.87	1.52
38.88	1.65	39.38	1.56	39.88	1.61	40.38	1.60	40.88	1.52
38.89	1.64	39.39	1.52	39.89	1.60	40.39	1.60	40.89	1.51
38.90	1.65	39.40	1.57	39.90	1.59	40.40	1.58	40.90	1.51
38.91	1.68	39.41	1.57	39.91	1.60	40.41	1.58	40.91	1.51
38.92	1.68	39.42	1.56	39.92	1.60	40.42	1.61	40.92	1.51
38.93	1.69	39.43	1.56	39.93	1.63	40.43	1.61	40.93	1.51
38.94	1.68	39.44	1.58	39.94	1.63	40.44	1.59	40.94	1.51
38.95	1.68	39.45	1.59	39.95	1.60	40.45	1.60	40.95	1.49
38.96	1.69	39.46	1.58	39.96	1.59	40.46	1.60	40.96	1.49
38.97	1.66	39.47	1.59	39.97	1.60	40.47	1.57	40.97	1.50
38.98	1.67	39.48	1.56	39.98	1.63	40.48	1.55	40.98	1.50
38.99	1.68	39.49	1.54	39.99	1.64	40.49	1.57	40.99	1.54
39.00	1.67	39.50	1.54	40.00	1.64	40.50	1.57	41.00	1.52

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
41.01	1.51	41.51	1.46	42.01	1.58	42.51	1.75	43.01	1.75
41.02	1.51	41.52	1.46	42.02	1.64	42.52	1.78	43.02	1.71
41.03	1.51	41.53	1.47	42.03	1.65	42.53	1.73	43.03	1.72
41.04	1.52	41.54	1.49	42.04	1.65	42.54	1.73	43.04	1.73
41.05	1.50	41.55	1.51	42.05	1.68	42.55	1.75	43.05	1.73
41.06	1.52	41.56	1.51	42.06	1.69	42.56	1.74	43.06	1.73
41.07	1.54	41.57	1.52	42.07	1.72	42.57	1.75	43.07	1.68
41.08	1.53	41.58	1.52	42.08	1.72	42.58	1.73	43.08	1.67
41.09	1.51	41.59	1.52	42.09	1.69	42.59	1.70	43.09	1.66
41.10	1.50	41.60	1.52	42.10	1.68	42.60	1.73	43.10	1.65
41.11	1.47	41.61	1.53	42.11	1.68	42.61	1.71	43.11	1.64
41.12	1.47	41.62	1.54	42.12	1.72	42.62	1.72	43.12	1.65
41.13	1.47	41.63	1.55	42.13	1.69	42.63	1.70	43.13	1.65
41.14	1.46	41.64	1.55	42.14	1.71	42.64	1.70	43.14	1.65
41.15	1.45	41.65	1.53	42.15	1.71	42.65	1.68	43.15	1.67
41.16	1.46	41.66	1.51	42.16	1.72	42.66	1.66	43.16	1.63
41.17	1.46	41.67	1.54	42.17	1.73	42.67	1.66	43.17	1.63
41.18	1.45	41.68	1.55	42.18	1.72	42.68	1.66	43.18	1.65
41.19	1.47	41.69	1.57	42.19	1.69	42.69	1.63	43.19	1.68
41.20	1.48	41.70	1.60	42.20	1.69	42.70	1.64	43.20	1.66
41.21	1.46	41.71	1.59	42.21	1.70	42.71	1.63	43.21	1.65
41.22	1.49	41.72	1.58	42.22	1.69	42.72	1.62	43.22	1.64
41.23	1.48	41.73	1.59	42.23	1.71	42.73	1.65	43.23	1.63
41.24	1.47	41.74	1.60	42.24	1.73	42.74	1.65	43.24	1.68
41.25	1.49	41.75	1.60	42.25	1.70	42.75	1.68	43.25	1.67
41.26	1.51	41.76	1.60	42.26	1.71	42.76	1.68	43.26	1.66
41.27	1.53	41.77	1.61	42.27	1.71	42.77	1.65	43.27	1.65
41.28	1.56	41.78	1.64	42.28	1.71	42.78	1.64	43.28	1.68
41.29	1.56	41.79	1.63	42.29	1.70	42.79	1.64	43.29	1.68
41.30	1.56	41.80	1.64	42.30	1.69	42.80	1.67	43.30	1.65
41.31	1.57	41.81	1.65	42.31	1.67	42.81	1.66	43.31	1.65
41.32	1.59	41.82	1.68	42.32	1.66	42.82	1.66	43.32	1.65
41.33	1.56	41.83	1.68	42.33	1.67	42.83	1.65	43.33	1.65
41.34	1.57	41.84	1.68	42.34	1.66	42.84	1.65	43.34	1.64
41.35	1.58	41.85	1.63	42.35	1.65	42.85	1.65	43.35	1.64
41.36	1.56	41.86	1.61	42.36	1.67	42.86	1.66	43.36	1.63
41.37	1.55	41.87	1.57	42.37	1.67	42.87	1.66	43.37	1.63
41.38	1.55	41.88	1.57	42.38	1.67	42.88	1.65	43.38	1.65
41.39	1.52	41.89	1.55	42.39	1.66	42.89	1.67	43.39	1.67
41.40	1.52	41.90	1.53	42.40	1.64	42.90	1.68	43.40	1.65
41.41	1.52	41.91	1.52	42.41	1.64	42.91	1.68	43.41	1.63
41.42	1.53	41.92	1.55	42.42	1.67	42.92	1.69	43.42	1.64
41.43	1.52	41.93	1.56	42.43	1.66	42.93	1.70	43.43	1.64
41.44	1.48	41.94	1.56	42.44	1.67	42.94	1.72	43.44	1.64
41.45	1.47	41.95	1.52	42.45	1.67	42.95	1.73	43.45	1.62
41.46	1.46	41.96	1.56	42.46	1.67	42.96	1.74	43.46	1.64
41.47	1.45	41.97	1.54	42.47	1.68	42.97	1.74	43.47	1.66
41.48	1.45	41.98	1.55	42.48	1.71	42.98	1.74	43.48	1.63
41.49	1.46	41.99	1.54	42.49	1.75	42.99	1.76	43.49	1.63
41.50	1.45	42.00	1.57	42.50	1.75	43.00	1.77	43.50	1.63

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
43.51	1.64	44.01	1.71	44.51	1.64	45.01	1.64	45.51	1.62
43.52	1.65	44.02	1.69	44.52	1.64	45.02	1.61	45.52	1.62
43.53	1.66	44.03	1.70	44.53	1.63	45.03	1.63	45.53	1.61
43.54	1.65	44.04	1.71	44.54	1.63	45.04	1.63	45.54	1.60
43.55	1.65	44.05	1.68	44.55	1.64	45.05	1.63	45.55	1.63
43.56	1.65	44.06	1.65	44.56	1.66	45.06	1.65	45.56	1.62
43.57	1.69	44.07	1.68	44.57	1.65	45.07	1.64	45.57	1.61
43.58	1.68	44.08	1.67	44.58	1.67	45.08	1.64	45.58	1.61
43.59	1.70	44.09	1.65	44.59	1.66	45.09	1.63	45.59	1.64
43.60	1.70	44.10	1.67	44.60	1.67	45.10	1.65	45.60	1.62
43.61	1.70	44.11	1.65	44.61	1.68	45.11	1.64	45.61	1.61
43.62	1.69	44.12	1.64	44.62	1.64	45.12	1.65	45.62	1.61
43.63	1.67	44.13	1.63	44.63	1.64	45.13	1.66	45.63	1.60
43.64	1.68	44.14	1.62	44.64	1.64	45.14	1.63	45.64	1.60
43.65	1.68	44.15	1.62	44.65	1.63	45.15	1.61	45.65	1.62
43.66	1.69	44.16	1.59	44.66	1.62	45.16	1.62	45.66	1.62
43.67	1.68	44.17	1.60	44.67	1.63	45.17	1.63	45.67	1.64
43.68	1.69	44.18	1.59	44.68	1.65	45.18	1.64	45.68	1.67
43.69	1.69	44.19	1.61	44.69	1.67	45.19	1.67	45.69	1.66
43.70	1.69	44.20	1.62	44.70	1.67	45.20	1.66	45.70	1.65
43.71	1.69	44.21	1.61	44.71	1.68	45.21	1.64	45.71	1.65
43.72	1.66	44.22	1.61	44.72	1.69	45.22	1.62	45.72	1.66
43.73	1.65	44.23	1.59	44.73	1.67	45.23	1.62	45.73	1.64
43.74	1.60	44.24	1.57	44.74	1.65	45.24	1.61	45.74	1.65
43.75	1.61	44.25	1.54	44.75	1.65	45.25	1.63	45.75	1.64
43.76	1.59	44.26	1.56	44.76	1.65	45.26	1.64	45.76	1.61
43.77	1.59	44.27	1.55	44.77	1.65	45.27	1.65	45.77	1.61
43.78	1.58	44.28	1.57	44.78	1.63	45.28	1.67	45.78	1.63
43.79	1.61	44.29	1.57	44.79	1.66	45.29	1.66	45.79	1.60
43.80	1.63	44.30	1.58	44.80	1.67	45.30	1.66	45.80	1.63
43.81	1.62	44.31	1.58	44.81	1.64	45.31	1.64	45.81	1.64
43.82	1.64	44.32	1.60	44.82	1.64	45.32	1.66	45.82	1.62
43.83	1.64	44.33	1.61	44.83	1.63	45.33	1.65	45.83	1.64
43.84	1.66	44.34	1.62	44.84	1.63	45.34	1.64	45.84	1.62
43.85	1.64	44.35	1.61	44.85	1.63	45.35	1.64	45.85	1.61
43.86	1.62	44.36	1.60	44.86	1.61	45.36	1.63	45.86	1.63
43.87	1.63	44.37	1.57	44.87	1.64	45.37	1.63	45.87	1.64
43.88	1.66	44.38	1.56	44.88	1.64	45.38	1.63	45.88	1.64
43.89	1.70	44.39	1.59	44.89	1.64	45.39	1.66	45.89	1.62
43.90	1.70	44.40	1.60	44.90	1.65	45.40	1.66	45.90	1.63
43.91	1.75	44.41	1.61	44.91	1.66	45.41	1.66	45.91	1.63
43.92	1.75	44.42	1.65	44.92	1.65	45.42	1.63	45.92	1.62
43.93	1.75	44.43	1.64	44.93	1.62	45.43	1.64	45.93	1.63
43.94	1.77	44.44	1.63	44.94	1.62	45.44	1.65	45.94	1.64
43.95	1.77	44.45	1.64	44.95	1.62	45.45	1.64	45.95	1.60
43.96	1.74	44.46	1.64	44.96	1.62	45.46	1.62	45.96	1.63
43.97	1.73	44.47	1.64	44.97	1.63	45.47	1.62	45.97	1.62
43.98	1.72	44.48	1.66	44.98	1.68	45.48	1.64	45.98	1.63
43.99	1.74	44.49	1.66	44.99	1.66	45.49	1.63	45.99	1.62
44.00	1.71	44.50	1.66	45.00	1.65	45.50	1.62	46.00	1.59

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
46.01	1.59	46.51	1.63	47.01	1.65	47.51	1.67	48.01	1.59
46.02	1.56	46.52	1.61	47.02	1.65	47.52	1.68	48.02	1.60
46.03	1.57	46.53	1.61	47.03	1.67	47.53	1.69	48.03	1.65
46.04	1.57	46.54	1.63	47.04	1.67	47.54	1.68	48.04	1.64
46.05	1.56	46.55	1.60	47.05	1.66	47.55	1.70	48.05	1.63
46.06	1.57	46.56	1.63	47.06	1.68	47.56	1.72	48.06	1.63
46.07	1.57	46.57	1.66	47.07	1.67	47.57	1.71	48.07	1.63
46.08	1.54	46.58	1.65	47.08	1.70	47.58	1.70	48.08	1.62
46.09	1.55	46.59	1.64	47.09	1.71	47.59	1.68	48.09	1.64
46.10	1.53	46.60	1.64	47.10	1.71	47.60	1.66	48.10	1.65
46.11	1.52	46.61	1.64	47.11	1.73	47.61	1.66	48.11	1.67
46.12	1.54	46.62	1.63	47.12	1.74	47.62	1.70	48.12	1.68
46.13	1.54	46.63	1.66	47.13	1.75	47.63	1.72	48.13	1.68
46.14	1.53	46.64	1.66	47.14	1.76	47.64	1.72	48.14	1.69
46.15	1.52	46.65	1.68	47.15	1.74	47.65	1.68	48.15	1.69
46.16	1.52	46.66	1.69	47.16	1.74	47.66	1.64	48.16	1.71
46.17	1.53	46.67	1.71	47.17	1.74	47.67	1.65	48.17	1.73
46.18	1.54	46.68	1.68	47.18	1.73	47.68	1.65	48.18	1.72
46.19	1.57	46.69	1.69	47.19	1.71	47.69	1.63	48.19	1.72
46.20	1.57	46.70	1.70	47.20	1.69	47.70	1.61	48.20	1.70
46.21	1.57	46.71	1.67	47.21	1.70	47.71	1.61	48.21	1.71
46.22	1.58	46.72	1.70	47.22	1.71	47.72	1.59	48.22	1.71
46.23	1.58	46.73	1.66	47.23	1.70	47.73	1.59	48.23	1.73
46.24	1.58	46.74	1.63	47.24	1.71	47.74	1.61	48.24	1.74
46.25	1.59	46.75	1.63	47.25	1.69	47.75	1.64	48.25	1.73
46.26	1.60	46.76	1.65	47.26	1.67	47.76	1.63	48.26	1.70
46.27	1.60	46.77	1.67	47.27	1.67	47.77	1.63	48.27	1.68
46.28	1.62	46.78	1.68	47.28	1.67	47.78	1.62	48.28	1.63
46.29	1.64	46.79	1.70	47.29	1.67	47.79	1.61	48.29	1.64
46.30	1.62	46.80	1.68	47.30	1.67	47.80	1.62	48.30	1.65
46.31	1.64	46.81	1.65	47.31	1.65	47.81	1.62	48.31	1.69
46.32	1.64	46.82	1.64	47.32	1.69	47.82	1.66	48.32	1.67
46.33	1.65	46.83	1.65	47.33	1.69	47.83	1.69	48.33	1.62
46.34	1.63	46.84	1.64	47.34	1.69	47.84	1.69	48.34	1.61
46.35	1.65	46.85	1.66	47.35	1.69	47.85	1.68	48.35	1.59
46.36	1.65	46.86	1.66	47.36	1.69	47.86	1.66	48.36	1.60
46.37	1.63	46.87	1.66	47.37	1.68	47.87	1.66	48.37	1.61
46.38	1.64	46.88	1.68	47.38	1.65	47.88	1.70	48.38	1.60
46.39	1.65	46.89	1.66	47.39	1.65	47.89	1.69	48.39	1.60
46.40	1.63	46.90	1.68	47.40	1.65	47.90	1.69	48.40	1.60
46.41	1.65	46.91	1.68	47.41	1.64	47.91	1.69	48.41	1.59
46.42	1.64	46.92	1.68	47.42	1.66	47.92	1.67	48.42	1.59
46.43	1.64	46.93	1.67	47.43	1.69	47.93	1.68	48.43	1.60
46.44	1.64	46.94	1.65	47.44	1.71	47.94	1.68	48.44	1.60
46.45	1.63	46.95	1.63	47.45	1.67	47.95	1.67	48.45	1.62
46.46	1.60	46.96	1.62	47.46	1.64	47.96	1.65	48.46	1.62
46.47	1.61	46.97	1.63	47.47	1.64	47.97	1.64	48.47	1.62
46.48	1.60	46.98	1.66	47.48	1.66	47.98	1.63	48.48	1.58
46.49	1.59	46.99	1.65	47.49	1.66	47.99	1.62	48.49	1.61
46.50	1.59	47.00	1.64	47.50	1.67	48.00	1.61	48.50	1.62

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
48.51	1.63	49.01	1.53	49.51	1.60	50.01	1.58	50.51	1.57
48.52	1.65	49.02	1.55	49.52	1.61	50.02	1.57	50.52	1.57
48.53	1.63	49.03	1.55	49.53	1.66	50.03	1.54	50.53	1.58
48.54	1.62	49.04	1.56	49.54	1.64	50.04	1.53	50.54	1.61
48.55	1.65	49.05	1.58	49.55	1.65	50.05	1.55	50.55	1.63
48.56	1.65	49.06	1.59	49.56	1.66	50.06	1.52	50.56	1.61
48.57	1.62	49.07	1.61	49.57	1.64	50.07	1.56	50.57	1.62
48.58	1.60	49.08	1.63	49.58	1.67	50.08	1.55	50.58	1.62
48.59	1.58	49.09	1.63	49.59	1.66	50.09	1.57	50.59	1.67
48.60	1.58	49.10	1.64	49.60	1.65	50.10	1.56	50.60	1.67
48.61	1.57	49.11	1.64	49.61	1.64	50.11	1.56	50.61	1.64
48.62	1.60	49.12	1.65	49.62	1.63	50.12	1.60	50.62	1.65
48.63	1.59	49.13	1.63	49.63	1.63	50.13	1.60	50.63	1.67
48.64	1.59	49.14	1.62	49.64	1.65	50.14	1.58	50.64	1.68
48.65	1.61	49.15	1.61	49.65	1.60	50.15	1.58	50.65	1.67
48.66	1.61	49.16	1.63	49.66	1.61	50.16	1.58	50.66	1.65
48.67	1.60	49.17	1.63	49.67	1.65	50.17	1.56	50.67	1.67
48.68	1.60	49.18	1.66	49.68	1.66	50.18	1.56	50.68	1.67
48.69	1.60	49.19	1.67	49.69	1.61	50.19	1.57	50.69	1.68
48.70	1.61	49.20	1.65	49.70	1.62	50.20	1.60	50.70	1.70
48.71	1.63	49.21	1.62	49.71	1.63	50.21	1.60	50.71	1.67
48.72	1.62	49.22	1.63	49.72	1.64	50.22	1.62	50.72	1.63
48.73	1.63	49.23	1.63	49.73	1.63	50.23	1.64	50.73	1.65
48.74	1.65	49.24	1.62	49.74	1.62	50.24	1.61	50.74	1.64
48.75	1.68	49.25	1.61	49.75	1.62	50.25	1.63	50.75	1.65
48.76	1.69	49.26	1.63	49.76	1.60	50.26	1.61	50.76	1.62
48.77	1.69	49.27	1.59	49.77	1.61	50.27	1.62	50.77	1.59
48.78	1.69	49.28	1.58	49.78	1.61	50.28	1.65	50.78	1.61
48.79	1.66	49.29	1.59	49.79	1.61	50.29	1.63	50.79	1.58
48.80	1.67	49.30	1.60	49.80	1.62	50.30	1.61	50.80	1.56
48.81	1.66	49.31	1.59	49.81	1.59	50.31	1.62	50.81	1.57
48.82	1.64	49.32	1.59	49.82	1.62	50.32	1.62	50.82	1.57
48.83	1.65	49.33	1.59	49.83	1.65	50.33	1.62	50.83	1.58
48.84	1.67	49.34	1.66	49.84	1.61	50.34	1.63	50.84	1.56
48.85	1.65	49.35	1.63	49.85	1.61	50.35	1.63	50.85	1.56
48.86	1.66	49.36	1.58	49.86	1.65	50.36	1.61	50.86	1.55
48.87	1.64	49.37	1.59	49.87	1.64	50.37	1.59	50.87	1.52
48.88	1.62	49.38	1.60	49.88	1.61	50.38	1.57	50.88	1.53
48.89	1.59	49.39	1.57	49.89	1.60	50.39	1.55	50.89	1.57
48.90	1.57	49.40	1.59	49.90	1.59	50.40	1.56	50.90	1.56
48.91	1.57	49.41	1.59	49.91	1.61	50.41	1.58	50.91	1.54
48.92	1.56	49.42	1.59	49.92	1.59	50.42	1.56	50.92	1.54
48.93	1.56	49.43	1.59	49.93	1.62	50.43	1.57	50.93	1.54
48.94	1.58	49.44	1.61	49.94	1.59	50.44	1.58	50.94	1.55
48.95	1.57	49.45	1.62	49.95	1.57	50.45	1.56	50.95	1.54
48.96	1.58	49.46	1.61	49.96	1.58	50.46	1.55	50.96	1.53
48.97	1.57	49.47	1.61	49.97	1.58	50.47	1.56	50.97	1.54
48.98	1.58	49.48	1.66	49.98	1.58	50.48	1.58	50.98	1.54
48.99	1.57	49.49	1.65	49.99	1.57	50.49	1.57	50.99	1.53
49.00	1.53	49.50	1.63	50.00	1.57	50.50	1.57	51.00	1.52

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
51.01	1.50	51.51	1.63	52.01	1.58	52.51	1.51	53.01	1.58
51.02	1.51	51.52	1.64	52.02	1.57	52.52	1.52	53.02	1.59
51.03	1.51	51.53	1.65	52.03	1.58	52.53	1.52	53.03	1.59
51.04	1.52	51.54	1.67	52.04	1.60	52.54	1.55	53.04	1.57
51.05	1.53	51.55	1.68	52.05	1.59	52.55	1.56	53.05	1.54
51.06	1.51	51.56	1.66	52.06	1.57	52.56	1.58	53.06	1.53
51.07	1.53	51.57	1.64	52.07	1.60	52.57	1.57	53.07	1.56
51.08	1.55	51.58	1.63	52.08	1.57	52.58	1.57	53.08	1.55
51.09	1.52	51.59	1.62	52.09	1.56	52.59	1.59	53.09	1.51
51.10	1.53	51.60	1.60	52.10	1.55	52.60	1.59	53.10	1.50
51.11	1.55	51.61	1.60	52.11	1.56	52.61	1.57	53.11	1.50
51.12	1.54	51.62	1.62	52.12	1.56	52.62	1.58	53.12	1.49
51.13	1.55	51.63	1.62	52.13	1.55	52.63	1.57	53.13	1.45
51.14	1.55	51.64	1.60	52.14	1.55	52.64	1.58	53.14	1.44
51.15	1.55	51.65	1.62	52.15	1.55	52.65	1.57	53.15	1.43
51.16	1.57	51.66	1.63	52.16	1.56	52.66	1.58	53.16	1.43
51.17	1.57	51.67	1.64	52.17	1.55	52.67	1.56	53.17	1.45
51.18	1.59	51.68	1.65	52.18	1.56	52.68	1.59	53.18	1.45
51.19	1.59	51.69	1.62	52.19	1.55	52.69	1.58	53.19	1.45
51.20	1.58	51.70	1.64	52.20	1.54	52.70	1.61	53.20	1.44
51.21	1.58	51.71	1.61	52.21	1.51	52.71	1.62	53.21	1.42
51.22	1.59	51.72	1.63	52.22	1.52	52.72	1.63	53.22	1.46
51.23	1.60	51.73	1.62	52.23	1.53	52.73	1.63	53.23	1.49
51.24	1.60	51.74	1.59	52.24	1.53	52.74	1.64	53.24	1.51
51.25	1.59	51.75	1.57	52.25	1.54	52.75	1.64	53.25	1.49
51.26	1.59	51.76	1.56	52.26	1.55	52.76	1.65	53.26	1.52
51.27	1.59	51.77	1.55	52.27	1.55	52.77	1.65	53.27	1.55
51.28	1.59	51.78	1.55	52.28	1.56	52.78	1.65	53.28	1.55
51.29	1.62	51.79	1.52	52.29	1.56	52.79	1.61	53.29	1.55
51.30	1.63	51.80	1.51	52.30	1.56	52.80	1.60	53.30	1.56
51.31	1.63	51.81	1.51	52.31	1.54	52.81	1.62	53.31	1.59
51.32	1.64	51.82	1.49	52.32	1.55	52.82	1.62	53.32	1.61
51.33	1.64	51.83	1.47	52.33	1.53	52.83	1.66	53.33	1.63
51.34	1.64	51.84	1.47	52.34	1.53	52.84	1.67	53.34	1.60
51.35	1.65	51.85	1.47	52.35	1.54	52.85	1.64	53.35	1.63
51.36	1.63	51.86	1.48	52.36	1.55	52.86	1.64	53.36	1.66
51.37	1.63	51.87	1.48	52.37	1.53	52.87	1.66	53.37	1.69
51.38	1.61	51.88	1.48	52.38	1.53	52.88	1.64	53.38	1.69
51.39	1.62	51.89	1.47	52.39	1.51	52.89	1.63	53.39	1.69
51.40	1.65	51.90	1.47	52.40	1.51	52.90	1.63	53.40	1.67
51.41	1.67	51.91	1.49	52.41	1.50	52.91	1.62	53.41	1.65
51.42	1.69	51.92	1.50	52.42	1.48	52.92	1.63	53.42	1.65
51.43	1.70	51.93	1.53	52.43	1.47	52.93	1.64	53.43	1.65
51.44	1.71	51.94	1.55	52.44	1.49	52.94	1.64	53.44	1.62
51.45	1.67	51.95	1.55	52.45	1.49	52.95	1.63	53.45	1.64
51.46	1.65	51.96	1.58	52.46	1.50	52.96	1.66	53.46	1.66
51.47	1.66	51.97	1.60	52.47	1.50	52.97	1.68	53.47	1.66
51.48	1.66	51.98	1.60	52.48	1.50	52.98	1.65	53.48	1.67
51.49	1.65	51.99	1.60	52.49	1.49	52.99	1.63	53.49	1.65
51.50	1.65	52.00	1.60	52.50	1.52	53.00	1.60	53.50	1.63

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
53.51	1.63	54.01	1.64	54.51	1.51	55.01	1.53	55.51	1.62
53.52	1.63	54.02	1.64	54.52	1.51	55.02	1.51	55.52	1.60
53.53	1.61	54.03	1.63	54.53	1.52	55.03	1.51	55.53	1.57
53.54	1.61	54.04	1.61	54.54	1.54	55.04	1.54	55.54	1.55
53.55	1.62	54.05	1.63	54.55	1.54	55.05	1.54	55.55	1.57
53.56	1.58	54.06	1.63	54.56	1.54	55.06	1.52	55.56	1.56
53.57	1.58	54.07	1.60	54.57	1.55	55.07	1.52	55.57	1.54
53.58	1.58	54.08	1.58	54.58	1.55	55.08	1.54	55.58	1.53
53.59	1.59	54.09	1.59	54.59	1.57	55.09	1.53	55.59	1.52
53.60	1.59	54.10	1.58	54.60	1.57	55.10	1.53	55.60	1.51
53.61	1.59	54.11	1.59	54.61	1.56	55.11	1.52	55.61	1.50
53.62	1.58	54.12	1.59	54.62	1.56	55.12	1.52	55.62	1.51
53.63	1.60	54.13	1.61	54.63	1.56	55.13	1.52	55.63	1.48
53.64	1.61	54.14	1.58	54.64	1.58	55.14	1.51	55.64	1.47
53.65	1.57	54.15	1.55	54.65	1.58	55.15	1.50	55.65	1.47
53.66	1.57	54.16	1.53	54.66	1.59	55.16	1.49	55.66	1.47
53.67	1.60	54.17	1.52	54.67	1.58	55.17	1.50	55.67	1.51
53.68	1.62	54.18	1.54	54.68	1.61	55.18	1.53	55.68	1.53
53.69	1.60	54.19	1.54	54.69	1.63	55.19	1.55	55.69	1.52
53.70	1.61	54.20	1.56	54.70	1.62	55.20	1.54	55.70	1.52
53.71	1.60	54.21	1.56	54.71	1.61	55.21	1.52	55.71	1.53
53.72	1.57	54.22	1.54	54.72	1.61	55.22	1.52	55.72	1.52
53.73	1.59	54.23	1.55	54.73	1.60	55.23	1.52	55.73	1.52
53.74	1.58	54.24	1.58	54.74	1.59	55.24	1.49	55.74	1.55
53.75	1.57	54.25	1.60	54.75	1.57	55.25	1.48	55.75	1.53
53.76	1.58	54.26	1.59	54.76	1.55	55.26	1.49	55.76	1.51
53.77	1.60	54.27	1.62	54.77	1.56	55.27	1.50	55.77	1.49
53.78	1.59	54.28	1.63	54.78	1.57	55.28	1.48	55.78	1.48
53.79	1.58	54.29	1.63	54.79	1.57	55.29	1.47	55.79	1.49
53.80	1.58	54.30	1.62	54.80	1.56	55.30	1.47	55.80	1.50
53.81	1.58	54.31	1.65	54.81	1.56	55.31	1.47	55.81	1.52
53.82	1.59	54.32	1.64	54.82	1.56	55.32	1.48	55.82	1.53
53.83	1.60	54.33	1.64	54.83	1.56	55.33	1.49	55.83	1.53
53.84	1.57	54.34	1.66	54.84	1.55	55.34	1.48	55.84	1.52
53.85	1.55	54.35	1.65	54.85	1.54	55.35	1.48	55.85	1.50
53.86	1.55	54.36	1.64	54.86	1.52	55.36	1.48	55.86	1.52
53.87	1.56	54.37	1.61	54.87	1.51	55.37	1.50	55.87	1.55
53.88	1.55	54.38	1.62	54.88	1.51	55.38	1.50	55.88	1.53
53.89	1.59	54.39	1.62	54.89	1.52	55.39	1.52	55.89	1.54
53.90	1.60	54.40	1.59	54.90	1.52	55.40	1.52	55.90	1.54
53.91	1.64	54.41	1.59	54.91	1.51	55.41	1.57	55.91	1.52
53.92	1.63	54.42	1.57	54.92	1.53	55.42	1.60	55.92	1.56
53.93	1.61	54.43	1.57	54.93	1.53	55.43	1.60	55.93	1.57
53.94	1.59	54.44	1.57	54.94	1.53	55.44	1.60	55.94	1.61
53.95	1.60	54.45	1.55	54.95	1.50	55.45	1.61	55.95	1.60
53.96	1.59	54.46	1.55	54.96	1.50	55.46	1.63	55.96	1.60
53.97	1.59	54.47	1.55	54.97	1.52	55.47	1.64	55.97	1.58
53.98	1.61	54.48	1.54	54.98	1.51	55.48	1.65	55.98	1.57
53.99	1.63	54.49	1.54	54.99	1.51	55.49	1.65	55.99	1.56
54.00	1.62	54.50	1.53	55.00	1.52	55.50	1.63	56.00	1.55

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
56.01	1.56	56.51	1.56	57.01	1.48	57.51	1.43	58.01	1.56
56.02	1.58	56.52	1.53	57.02	1.48	57.52	1.43	58.02	1.58
56.03	1.59	56.53	1.54	57.03	1.51	57.53	1.44	58.03	1.58
56.04	1.60	56.54	1.57	57.04	1.52	57.54	1.44	58.04	1.58
56.05	1.60	56.55	1.55	57.05	1.52	57.55	1.45	58.05	1.58
56.06	1.60	56.56	1.52	57.06	1.51	57.56	1.46	58.06	1.60
56.07	1.60	56.57	1.52	57.07	1.51	57.57	1.46	58.07	1.60
56.08	1.61	56.58	1.52	57.08	1.50	57.58	1.47	58.08	1.59
56.09	1.56	56.59	1.53	57.09	1.50	57.59	1.47	58.09	1.60
56.10	1.57	56.60	1.54	57.10	1.48	57.60	1.49	58.10	1.62
56.11	1.58	56.61	1.52	57.11	1.47	57.61	1.51	58.11	1.62
56.12	1.59	56.62	1.52	57.12	1.47	57.62	1.50	58.12	1.59
56.13	1.57	56.63	1.53	57.13	1.45	57.63	1.51	58.13	1.61
56.14	1.59	56.64	1.53	57.14	1.44	57.64	1.50	58.14	1.59
56.15	1.56	56.65	1.50	57.15	1.46	57.65	1.50	58.15	1.59
56.16	1.56	56.66	1.49	57.16	1.47	57.66	1.51	58.16	1.58
56.17	1.56	56.67	1.49	57.17	1.47	57.67	1.51	58.17	1.59
56.18	1.55	56.68	1.50	57.18	1.46	57.68	1.53	58.18	1.63
56.19	1.54	56.69	1.47	57.19	1.46	57.69	1.55	58.19	1.61
56.20	1.53	56.70	1.48	57.20	1.44	57.70	1.54	58.20	1.62
56.21	1.53	56.71	1.45	57.21	1.41	57.71	1.51	58.21	1.61
56.22	1.52	56.72	1.45	57.22	1.44	57.72	1.53	58.22	1.61
56.23	1.50	56.73	1.47	57.23	1.46	57.73	1.52	58.23	1.61
56.24	1.50	56.74	1.46	57.24	1.47	57.74	1.54	58.24	1.61
56.25	1.49	56.75	1.48	57.25	1.47	57.75	1.54	58.25	1.61
56.26	1.51	56.76	1.51	57.26	1.48	57.76	1.52	58.26	1.59
56.27	1.48	56.77	1.52	57.27	1.50	57.77	1.50	58.27	1.58
56.28	1.49	56.78	1.53	57.28	1.48	57.78	1.51	58.28	1.57
56.29	1.48	56.79	1.55	57.29	1.50	57.79	1.51	58.29	1.59
56.30	1.50	56.80	1.53	57.30	1.50	57.80	1.51	58.30	1.57
56.31	1.50	56.81	1.55	57.31	1.50	57.81	1.52	58.31	1.57
56.32	1.55	56.82	1.60	57.32	1.51	57.82	1.51	58.32	1.58
56.33	1.57	56.83	1.57	57.33	1.51	57.83	1.50	58.33	1.56
56.34	1.55	56.84	1.57	57.34	1.49	57.84	1.50	58.34	1.56
56.35	1.54	56.85	1.57	57.35	1.50	57.85	1.49	58.35	1.53
56.36	1.53	56.86	1.61	57.36	1.48	57.86	1.48	58.36	1.52
56.37	1.52	56.87	1.62	57.37	1.49	57.87	1.51	58.37	1.50
56.38	1.51	56.88	1.62	57.38	1.49	57.88	1.53	58.38	1.50
56.39	1.55	56.89	1.61	57.39	1.47	57.89	1.50	58.39	1.49
56.40	1.57	56.90	1.59	57.40	1.46	57.90	1.49	58.40	1.49
56.41	1.56	56.91	1.60	57.41	1.45	57.91	1.49	58.41	1.51
56.42	1.56	56.92	1.58	57.42	1.45	57.92	1.51	58.42	1.51
56.43	1.54	56.93	1.58	57.43	1.44	57.93	1.51	58.43	1.51
56.44	1.59	56.94	1.56	57.44	1.39	57.94	1.51	58.44	1.52
56.45	1.55	56.95	1.55	57.45	1.43	57.95	1.54	58.45	1.55
56.46	1.57	56.96	1.54	57.46	1.41	57.96	1.53	58.46	1.51
56.47	1.56	56.97	1.55	57.47	1.42	57.97	1.55	58.47	1.54
56.48	1.55	56.98	1.51	57.48	1.42	57.98	1.55	58.48	1.56
56.49	1.55	56.99	1.49	57.49	1.41	57.99	1.57	58.49	1.53
56.50	1.54	57.00	1.50	57.50	1.41	58.00	1.58	58.50	1.54

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
58.51	1.53	59.01	1.49	59.51	1.47	60.01	1.52	60.51	1.61
58.52	1.53	59.02	1.49	59.52	1.47	60.02	1.52	60.52	1.62
58.53	1.50	59.03	1.49	59.53	1.46	60.03	1.53	60.53	1.64
58.54	1.50	59.04	1.48	59.54	1.49	60.04	1.51	60.54	1.67
58.55	1.49	59.05	1.48	59.55	1.47	60.05	1.53	60.55	1.70
58.56	1.51	59.06	1.50	59.56	1.45	60.06	1.54	60.56	1.72
58.57	1.52	59.07	1.46	59.57	1.49	60.07	1.52	60.57	1.67
58.58	1.51	59.08	1.47	59.58	1.50	60.08	1.52	60.58	1.65
58.59	1.48	59.09	1.46	59.59	1.49	60.09	1.49	60.59	1.61
58.60	1.47	59.10	1.46	59.60	1.50	60.10	1.53	60.60	1.63
58.61	1.46	59.11	1.44	59.61	1.52	60.11	1.53	60.61	1.61
58.62	1.45	59.12	1.46	59.62	1.51	60.12	1.55	60.62	1.61
58.63	1.45	59.13	1.48	59.63	1.48	60.13	1.55	60.63	1.60
58.64	1.43	59.14	1.51	59.64	1.51	60.14	1.55	60.64	1.58
58.65	1.41	59.15	1.53	59.65	1.55	60.15	1.54	60.65	1.58
58.66	1.43	59.16	1.54	59.66	1.55	60.16	1.56	60.66	1.56
58.67	1.43	59.17	1.55	59.67	1.55	60.17	1.58	60.67	1.55
58.68	1.43	59.18	1.54	59.68	1.56	60.18	1.58	60.68	1.57
58.69	1.43	59.19	1.54	59.69	1.55	60.19	1.57	60.69	1.58
58.70	1.46	59.20	1.54	59.70	1.57	60.20	1.58	60.70	1.57
58.71	1.46	59.21	1.56	59.71	1.54	60.21	1.58	60.71	1.57
58.72	1.52	59.22	1.57	59.72	1.51	60.22	1.57	60.72	1.57
58.73	1.49	59.23	1.56	59.73	1.53	60.23	1.57	60.73	1.56
58.74	1.47	59.24	1.57	59.74	1.52	60.24	1.59	60.74	1.59
58.75	1.45	59.25	1.55	59.75	1.49	60.25	1.55	60.75	1.59
58.76	1.47	59.26	1.55	59.76	1.51	60.26	1.59	60.76	1.60
58.77	1.48	59.27	1.55	59.77	1.49	60.27	1.59	60.77	1.57
58.78	1.49	59.28	1.59	59.78	1.48	60.28	1.60	60.78	1.56
58.79	1.49	59.29	1.57	59.79	1.49	60.29	1.61	60.79	1.56
58.80	1.52	59.30	1.57	59.80	1.52	60.30	1.60	60.80	1.57
58.81	1.51	59.31	1.55	59.81	1.52	60.31	1.59	60.81	1.61
58.82	1.51	59.32	1.52	59.82	1.51	60.32	1.61	60.82	1.61
58.83	1.51	59.33	1.50	59.83	1.49	60.33	1.60	60.83	1.62
58.84	1.50	59.34	1.49	59.84	1.49	60.34	1.57	60.84	1.63
58.85	1.50	59.35	1.51	59.85	1.48	60.35	1.55	60.85	1.62
58.86	1.50	59.36	1.51	59.86	1.48	60.36	1.56	60.86	1.58
58.87	1.50	59.37	1.50	59.87	1.49	60.37	1.53	60.87	1.57
58.88	1.50	59.38	1.51	59.88	1.50	60.38	1.52	60.88	1.54
58.89	1.45	59.39	1.51	59.89	1.52	60.39	1.51	60.89	1.50
58.90	1.49	59.40	1.48	59.90	1.52	60.40	1.53	60.90	1.51
58.91	1.52	59.41	1.46	59.91	1.54	60.41	1.56	60.91	1.48
58.92	1.54	59.42	1.47	59.92	1.57	60.42	1.62	60.92	1.48
58.93	1.54	59.43	1.46	59.93	1.54	60.43	1.60	60.93	1.46
58.94	1.54	59.44	1.46	59.94	1.56	60.44	1.60	60.94	1.47
58.95	1.51	59.45	1.46	59.95	1.54	60.45	1.57	60.95	1.48
58.96	1.51	59.46	1.49	59.96	1.52	60.46	1.55	60.96	1.47
58.97	1.47	59.47	1.47	59.97	1.49	60.47	1.57	60.97	1.47
58.98	1.48	59.48	1.45	59.98	1.51	60.48	1.58	60.98	1.45
58.99	1.49	59.49	1.45	59.99	1.49	60.49	1.58	60.99	1.46
59.00	1.47	59.50	1.46	60.00	1.50	60.50	1.60	61.00	1.46

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
61.01	1.44	61.51	1.50	62.01	1.58	62.51	1.54	63.01	1.64
61.02	1.43	61.52	1.49	62.02	1.56	62.52	1.56	63.02	1.63
61.03	1.43	61.53	1.48	62.03	1.55	62.53	1.56	63.03	1.64
61.04	1.44	61.54	1.49	62.04	1.53	62.54	1.55	63.04	1.63
61.05	1.46	61.55	1.50	62.05	1.55	62.55	1.55	63.05	1.61
61.06	1.47	61.56	1.52	62.06	1.56	62.56	1.59	63.06	1.63
61.07	1.46	61.57	1.56	62.07	1.53	62.57	1.58	63.07	1.62
61.08	1.47	61.58	1.57	62.08	1.52	62.58	1.60	63.08	1.60
61.09	1.45	61.59	1.60	62.09	1.50	62.59	1.60	63.09	1.62
61.10	1.48	61.60	1.61	62.10	1.52	62.60	1.59	63.10	1.62
61.11	1.48	61.61	1.56	62.11	1.50	62.61	1.56	63.11	1.63
61.12	1.49	61.62	1.56	62.12	1.50	62.62	1.58	63.12	1.63
61.13	1.51	61.63	1.56	62.13	1.52	62.63	1.57	63.13	1.61
61.14	1.53	61.64	1.55	62.14	1.51	62.64	1.57	63.14	1.61
61.15	1.54	61.65	1.57	62.15	1.53	62.65	1.56	63.15	1.60
61.16	1.51	61.66	1.56	62.16	1.50	62.66	1.54	63.16	1.59
61.17	1.49	61.67	1.58	62.17	1.49	62.67	1.54	63.17	1.59
61.18	1.48	61.68	1.57	62.18	1.48	62.68	1.54	63.18	1.58
61.19	1.51	61.69	1.58	62.19	1.51	62.69	1.53	63.19	1.59
61.20	1.51	61.70	1.59	62.20	1.53	62.70	1.52	63.20	1.58
61.21	1.52	61.71	1.59	62.21	1.54	62.71	1.54	63.21	1.58
61.22	1.53	61.72	1.60	62.22	1.52	62.72	1.56	63.22	1.59
61.23	1.54	61.73	1.60	62.23	1.53	62.73	1.54	63.23	1.57
61.24	1.56	61.74	1.56	62.24	1.52	62.74	1.56	63.24	1.57
61.25	1.56	61.75	1.56	62.25	1.53	62.75	1.53	63.25	1.58
61.26	1.57	61.76	1.55	62.26	1.55	62.76	1.54	63.26	1.57
61.27	1.56	61.77	1.52	62.27	1.55	62.77	1.54	63.27	1.57
61.28	1.54	61.78	1.55	62.28	1.56	62.78	1.56	63.28	1.58
61.29	1.54	61.79	1.57	62.29	1.57	62.79	1.55	63.29	1.58
61.30	1.51	61.80	1.54	62.30	1.54	62.80	1.56	63.30	1.60
61.31	1.50	61.81	1.55	62.31	1.56	62.81	1.54	63.31	1.61
61.32	1.48	61.82	1.53	62.32	1.57	62.82	1.53	63.32	1.62
61.33	1.48	61.83	1.52	62.33	1.57	62.83	1.51	63.33	1.62
61.34	1.47	61.84	1.50	62.34	1.59	62.84	1.50	63.34	1.60
61.35	1.49	61.85	1.51	62.35	1.59	62.85	1.52	63.35	1.58
61.36	1.49	61.86	1.52	62.36	1.59	62.86	1.50	63.36	1.59
61.37	1.49	61.87	1.52	62.37	1.55	62.87	1.53	63.37	1.61
61.38	1.47	61.88	1.52	62.38	1.56	62.88	1.52	63.38	1.61
61.39	1.44	61.89	1.51	62.39	1.51	62.89	1.50	63.39	1.62
61.40	1.42	61.90	1.53	62.40	1.51	62.90	1.54	63.40	1.62
61.41	1.41	61.91	1.53	62.41	1.51	62.91	1.54	63.41	1.66
61.42	1.40	61.92	1.52	62.42	1.51	62.92	1.55	63.42	1.66
61.43	1.38	61.93	1.50	62.43	1.52	62.93	1.54	63.43	1.67
61.44	1.40	61.94	1.54	62.44	1.53	62.94	1.54	63.44	1.68
61.45	1.41	61.95	1.55	62.45	1.51	62.95	1.55	63.45	1.68
61.46	1.42	61.96	1.53	62.46	1.50	62.96	1.56	63.46	1.67
61.47	1.45	61.97	1.56	62.47	1.52	62.97	1.57	63.47	1.64
61.48	1.44	61.98	1.54	62.48	1.51	62.98	1.57	63.48	1.63
61.49	1.46	61.99	1.55	62.49	1.53	62.99	1.60	63.49	1.63
61.50	1.48	62.00	1.59	62.50	1.54	63.00	1.64	63.50	1.63

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
63.51	1.64	64.01	1.57	64.51	1.60	65.01	1.67	65.51	1.62
63.52	1.66	64.02	1.57	64.52	1.59	65.02	1.68	65.52	1.61
63.53	1.63	64.03	1.59	64.53	1.59	65.03	1.70	65.53	1.60
63.54	1.63	64.04	1.58	64.54	1.60	65.04	1.67	65.54	1.59
63.55	1.61	64.05	1.59	64.55	1.60	65.05	1.68	65.55	1.59
63.56	1.59	64.06	1.61	64.56	1.61	65.06	1.66	65.56	1.57
63.57	1.60	64.07	1.58	64.57	1.63	65.07	1.69	65.57	1.57
63.58	1.57	64.08	1.59	64.58	1.62	65.08	1.71	65.58	1.56
63.59	1.58	64.09	1.58	64.59	1.66	65.09	1.65	65.59	1.58
63.60	1.58	64.10	1.59	64.60	1.67	65.10	1.66	65.60	1.60
63.61	1.57	64.11	1.59	64.61	1.67	65.11	1.64	65.61	1.60
63.62	1.54	64.12	1.60	64.62	1.64	65.12	1.64	65.62	1.62
63.63	1.55	64.13	1.60	64.63	1.64	65.13	1.65	65.63	1.63
63.64	1.54	64.14	1.59	64.64	1.65	65.14	1.67	65.64	1.64
63.65	1.54	64.15	1.56	64.65	1.64	65.15	1.65	65.65	1.63
63.66	1.51	64.16	1.55	64.66	1.64	65.16	1.65	65.66	1.60
63.67	1.51	64.17	1.57	64.67	1.62	65.17	1.65	65.67	1.60
63.68	1.52	64.18	1.55	64.68	1.61	65.18	1.65	65.68	1.60
63.69	1.50	64.19	1.55	64.69	1.64	65.19	1.62	65.69	1.59
63.70	1.50	64.20	1.53	64.70	1.65	65.20	1.60	65.70	1.58
63.71	1.49	64.21	1.53	64.71	1.64	65.21	1.64	65.71	1.59
63.72	1.47	64.22	1.51	64.72	1.65	65.22	1.63	65.72	1.59
63.73	1.49	64.23	1.50	64.73	1.65	65.23	1.59	65.73	1.62
63.74	1.47	64.24	1.50	64.74	1.65	65.24	1.59	65.74	1.61
63.75	1.48	64.25	1.50	64.75	1.67	65.25	1.58	65.75	1.61
63.76	1.47	64.26	1.49	64.76	1.67	65.26	1.60	65.76	1.58
63.77	1.45	64.27	1.49	64.77	1.68	65.27	1.58	65.77	1.60
63.78	1.46	64.28	1.51	64.78	1.64	65.28	1.60	65.78	1.60
63.79	1.49	64.29	1.50	64.79	1.63	65.29	1.58	65.79	1.59
63.80	1.50	64.30	1.52	64.80	1.61	65.30	1.58	65.80	1.60
63.81	1.52	64.31	1.54	64.81	1.62	65.31	1.57	65.81	1.59
63.82	1.52	64.32	1.57	64.82	1.62	65.32	1.58	65.82	1.61
63.83	1.54	64.33	1.57	64.83	1.62	65.33	1.56	65.83	1.63
63.84	1.53	64.34	1.54	64.84	1.65	65.34	1.54	65.84	1.63
63.85	1.53	64.35	1.59	64.85	1.67	65.35	1.56	65.85	1.64
63.86	1.53	64.36	1.59	64.86	1.64	65.36	1.57	65.86	1.65
63.87	1.56	64.37	1.58	64.87	1.64	65.37	1.58	65.87	1.65
63.88	1.56	64.38	1.56	64.88	1.66	65.38	1.57	65.88	1.65
63.89	1.58	64.39	1.55	64.89	1.69	65.39	1.59	65.89	1.63
63.90	1.58	64.40	1.54	64.90	1.68	65.40	1.60	65.90	1.60
63.91	1.60	64.41	1.55	64.91	1.67	65.41	1.59	65.91	1.65
63.92	1.60	64.42	1.53	64.92	1.68	65.42	1.59	65.92	1.65
63.93	1.58	64.43	1.53	64.93	1.67	65.43	1.58	65.93	1.66
63.94	1.59	64.44	1.56	64.94	1.67	65.44	1.58	65.94	1.64
63.95	1.57	64.45	1.57	64.95	1.69	65.45	1.57	65.95	1.65
63.96	1.55	64.46	1.59	64.96	1.69	65.46	1.60	65.96	1.64
63.97	1.54	64.47	1.57	64.97	1.70	65.47	1.61	65.97	1.62
63.98	1.55	64.48	1.58	64.98	1.68	65.48	1.61	65.98	1.63
63.99	1.57	64.49	1.58	64.99	1.68	65.49	1.62	65.99	1.62
64.00	1.57	64.50	1.60	65.00	1.68	65.50	1.62	66.00	1.64

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
66.01	1.64	66.51	1.56	67.01	1.65	67.51	1.65	68.01	1.71
66.02	1.65	66.52	1.60	67.02	1.67	67.52	1.63	68.02	1.69
66.03	1.64	66.53	1.60	67.03	1.69	67.53	1.62	68.03	1.69
66.04	1.64	66.54	1.60	67.04	1.66	67.54	1.63	68.04	1.68
66.05	1.65	66.55	1.60	67.05	1.64	67.55	1.60	68.05	1.69
66.06	1.65	66.56	1.57	67.06	1.62	67.56	1.58	68.06	1.70
66.07	1.68	66.57	1.56	67.07	1.57	67.57	1.56	68.07	1.70
66.08	1.67	66.58	1.55	67.08	1.59	67.58	1.55	68.08	1.72
66.09	1.65	66.59	1.59	67.09	1.60	67.59	1.54	68.09	1.72
66.10	1.66	66.60	1.60	67.10	1.60	67.60	1.52	68.10	1.70
66.11	1.66	66.61	1.61	67.11	1.59	67.61	1.49	68.11	1.71
66.12	1.66	66.62	1.62	67.12	1.59	67.62	1.50	68.12	1.71
66.13	1.67	66.63	1.65	67.13	1.63	67.63	1.48	68.13	1.72
66.14	1.65	66.64	1.63	67.14	1.64	67.64	1.48	68.14	1.72
66.15	1.62	66.65	1.66	67.15	1.65	67.65	1.46	68.15	1.70
66.16	1.62	66.66	1.66	67.16	1.63	67.66	1.46	68.16	1.69
66.17	1.63	66.67	1.67	67.17	1.63	67.67	1.46	68.17	1.70
66.18	1.63	66.68	1.65	67.18	1.65	67.68	1.47	68.18	1.70
66.19	1.61	66.69	1.64	67.19	1.64	67.69	1.49	68.19	1.69
66.20	1.63	66.70	1.64	67.20	1.66	67.70	1.48	68.20	1.68
66.21	1.63	66.71	1.65	67.21	1.70	67.71	1.50	68.21	1.68
66.22	1.63	66.72	1.65	67.22	1.70	67.72	1.50	68.22	1.66
66.23	1.63	66.73	1.68	67.23	1.68	67.73	1.52	68.23	1.65
66.24	1.60	66.74	1.70	67.24	1.70	67.74	1.56	68.24	1.67
66.25	1.58	66.75	1.71	67.25	1.69	67.75	1.56	68.25	1.67
66.26	1.61	66.76	1.70	67.26	1.68	67.76	1.57	68.26	1.66
66.27	1.62	66.77	1.70	67.27	1.68	67.77	1.58	68.27	1.68
66.28	1.60	66.78	1.68	67.28	1.69	67.78	1.60	68.28	1.66
66.29	1.60	66.79	1.66	67.29	1.67	67.79	1.58	68.29	1.66
66.30	1.59	66.80	1.62	67.30	1.67	67.80	1.61	68.30	1.62
66.31	1.61	66.81	1.63	67.31	1.68	67.81	1.60	68.31	1.63
66.32	1.64	66.82	1.63	67.32	1.67	67.82	1.61	68.32	1.63
66.33	1.64	66.83	1.60	67.33	1.69	67.83	1.60	68.33	1.62
66.34	1.62	66.84	1.58	67.34	1.73	67.84	1.59	68.34	1.61
66.35	1.60	66.85	1.59	67.35	1.71	67.85	1.61	68.35	1.61
66.36	1.62	66.86	1.58	67.36	1.71	67.86	1.61	68.36	1.61
66.37	1.60	66.87	1.58	67.37	1.67	67.87	1.64	68.37	1.60
66.38	1.59	66.88	1.60	67.38	1.67	67.88	1.64	68.38	1.58
66.39	1.60	66.89	1.62	67.39	1.67	67.89	1.64	68.39	1.58
66.40	1.59	66.90	1.65	67.40	1.68	67.90	1.64	68.40	1.60
66.41	1.61	66.91	1.64	67.41	1.68	67.91	1.61	68.41	1.56
66.42	1.60	66.92	1.64	67.42	1.67	67.92	1.62	68.42	1.55
66.43	1.59	66.93	1.63	67.43	1.67	67.93	1.65	68.43	1.58
66.44	1.58	66.94	1.63	67.44	1.68	67.94	1.66	68.44	1.58
66.45	1.60	66.95	1.62	67.45	1.68	67.95	1.66	68.45	1.59
66.46	1.58	66.96	1.62	67.46	1.71	67.96	1.67	68.46	1.58
66.47	1.61	66.97	1.62	67.47	1.70	67.97	1.64	68.47	1.61
66.48	1.58	66.98	1.62	67.48	1.71	67.98	1.66	68.48	1.61
66.49	1.57	66.99	1.62	67.49	1.70	67.99	1.67	68.49	1.63
66.50	1.57	67.00	1.65	67.50	1.68	68.00	1.68	68.50	1.62

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
68.51	1.63	69.01	1.67	69.51	1.68	70.01	1.60	70.51	1.80
68.52	1.64	69.02	1.68	69.52	1.66	70.02	1.61	70.52	1.78
68.53	1.64	69.03	1.68	69.53	1.67	70.03	1.64	70.53	1.75
68.54	1.66	69.04	1.68	69.54	1.68	70.04	1.62	70.54	1.76
68.55	1.69	69.05	1.68	69.55	1.66	70.05	1.63	70.55	1.74
68.56	1.69	69.06	1.63	69.56	1.65	70.06	1.63	70.56	1.78
68.57	1.67	69.07	1.65	69.57	1.65	70.07	1.62	70.57	1.77
68.58	1.71	69.08	1.66	69.58	1.67	70.08	1.62	70.58	1.77
68.59	1.73	69.09	1.68	69.59	1.66	70.09	1.60	70.59	1.79
68.60	1.71	69.10	1.69	69.60	1.67	70.10	1.59	70.60	1.77
68.61	1.68	69.11	1.66	69.61	1.66	70.11	1.61	70.61	1.74
68.62	1.69	69.12	1.61	69.62	1.64	70.12	1.61	70.62	1.74
68.63	1.70	69.13	1.61	69.63	1.65	70.13	1.63	70.63	1.71
68.64	1.69	69.14	1.60	69.64	1.64	70.14	1.64	70.64	1.74
68.65	1.66	69.15	1.63	69.65	1.62	70.15	1.62	70.65	1.76
68.66	1.66	69.16	1.62	69.66	1.59	70.16	1.62	70.66	1.71
68.67	1.66	69.17	1.61	69.67	1.60	70.17	1.64	70.67	1.71
68.68	1.67	69.18	1.62	69.68	1.62	70.18	1.66	70.68	1.70
68.69	1.68	69.19	1.64	69.69	1.64	70.19	1.67	70.69	1.69
68.70	1.68	69.20	1.64	69.70	1.63	70.20	1.67	70.70	1.72
68.71	1.67	69.21	1.63	69.71	1.61	70.21	1.68	70.71	1.69
68.72	1.65	69.22	1.63	69.72	1.61	70.22	1.68	70.72	1.71
68.73	1.66	69.23	1.63	69.73	1.60	70.23	1.68	70.73	1.69
68.74	1.66	69.24	1.63	69.74	1.59	70.24	1.70	70.74	1.67
68.75	1.64	69.25	1.63	69.75	1.57	70.25	1.70	70.75	1.67
68.76	1.60	69.26	1.62	69.76	1.59	70.26	1.70	70.76	1.67
68.77	1.63	69.27	1.62	69.77	1.59	70.27	1.72	70.77	1.65
68.78	1.62	69.28	1.63	69.78	1.61	70.28	1.70	70.78	1.67
68.79	1.60	69.29	1.68	69.79	1.61	70.29	1.69	70.79	1.67
68.80	1.62	69.30	1.64	69.80	1.63	70.30	1.66	70.80	1.69
68.81	1.64	69.31	1.66	69.81	1.64	70.31	1.65	70.81	1.65
68.82	1.67	69.32	1.63	69.82	1.62	70.32	1.64	70.82	1.66
68.83	1.66	69.33	1.64	69.83	1.61	70.33	1.64	70.83	1.67
68.84	1.68	69.34	1.63	69.84	1.61	70.34	1.63	70.84	1.67
68.85	1.66	69.35	1.64	69.85	1.60	70.35	1.64	70.85	1.68
68.86	1.63	69.36	1.63	69.86	1.56	70.36	1.63	70.86	1.70
68.87	1.63	69.37	1.63	69.87	1.57	70.37	1.64	70.87	1.70
68.88	1.64	69.38	1.64	69.88	1.58	70.38	1.65	70.88	1.72
68.89	1.68	69.39	1.64	69.89	1.58	70.39	1.63	70.89	1.71
68.90	1.65	69.40	1.66	69.90	1.61	70.40	1.65	70.90	1.70
68.91	1.63	69.41	1.65	69.91	1.63	70.41	1.63	70.91	1.72
68.92	1.61	69.42	1.67	69.92	1.64	70.42	1.62	70.92	1.71
68.93	1.63	69.43	1.67	69.93	1.62	70.43	1.64	70.93	1.71
68.94	1.64	69.44	1.66	69.94	1.63	70.44	1.65	70.94	1.70
68.95	1.67	69.45	1.67	69.95	1.61	70.45	1.67	70.95	1.73
68.96	1.69	69.46	1.64	69.96	1.61	70.46	1.68	70.96	1.73
68.97	1.68	69.47	1.66	69.97	1.60	70.47	1.70	70.97	1.74
68.98	1.68	69.48	1.65	69.98	1.61	70.48	1.69	70.98	1.75
68.99	1.66	69.49	1.69	69.99	1.64	70.49	1.75	70.99	1.72
69.00	1.67	69.50	1.67	70.00	1.62	70.50	1.77	71.00	1.72

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
71.01	1.70	71.51	1.65	72.01	1.74	72.51	1.55	73.01	1.49
71.02	1.68	71.52	1.68	72.02	1.72	72.52	1.57	73.02	1.49
71.03	1.68	71.53	1.68	72.03	1.74	72.53	1.53	73.03	1.50
71.04	1.68	71.54	1.64	72.04	1.75	72.54	1.54	73.04	1.51
71.05	1.66	71.55	1.63	72.05	1.77	72.55	1.55	73.05	1.47
71.06	1.67	71.56	1.64	72.06	1.78	72.56	1.55	73.06	1.50
71.07	1.69	71.57	1.62	72.07	1.78	72.57	1.53	73.07	1.48
71.08	1.71	71.58	1.59	72.08	1.78	72.58	1.55	73.08	1.51
71.09	1.73	71.59	1.58	72.09	1.80	72.59	1.52	73.09	1.52
71.10	1.75	71.60	1.57	72.10	1.80	72.60	1.52	73.10	1.55
71.11	1.79	71.61	1.58	72.11	1.81	72.61	1.53	73.11	1.57
71.12	1.76	71.62	1.57	72.12	1.81	72.62	1.52	73.12	1.58
71.13	1.73	71.63	1.53	72.13	1.81	72.63	1.50	73.13	1.56
71.14	1.75	71.64	1.53	72.14	1.80	72.64	1.51	73.14	1.57
71.15	1.74	71.65	1.53	72.15	1.80	72.65	1.51	73.15	1.57
71.16	1.73	71.66	1.55	72.16	1.78	72.66	1.50	73.16	1.57
71.17	1.74	71.67	1.55	72.17	1.78	72.67	1.51	73.17	1.56
71.18	1.76	71.68	1.53	72.18	1.76	72.68	1.51	73.18	1.59
71.19	1.75	71.69	1.53	72.19	1.75	72.69	1.53	73.19	1.60
71.20	1.74	71.70	1.54	72.20	1.75	72.70	1.52	73.20	1.62
71.21	1.74	71.71	1.55	72.21	1.73	72.71	1.53	73.21	1.60
71.22	1.75	71.72	1.56	72.22	1.71	72.72	1.49	73.22	1.59
71.23	1.73	71.73	1.57	72.23	1.70	72.73	1.52	73.23	1.58
71.24	1.71	71.74	1.61	72.24	1.70	72.74	1.54	73.24	1.59
71.25	1.69	71.75	1.64	72.25	1.69	72.75	1.54	73.25	1.56
71.26	1.67	71.76	1.65	72.26	1.67	72.76	1.58	73.26	1.56
71.27	1.65	71.77	1.65	72.27	1.66	72.77	1.60	73.27	1.55
71.28	1.63	71.78	1.66	72.28	1.65	72.78	1.61	73.28	1.53
71.29	1.62	71.79	1.68	72.29	1.67	72.79	1.62	73.29	1.53
71.30	1.63	71.80	1.69	72.30	1.68	72.80	1.62	73.30	1.53
71.31	1.62	71.81	1.72	72.31	1.66	72.81	1.61	73.31	1.54
71.32	1.62	71.82	1.72	72.32	1.64	72.82	1.62	73.32	1.54
71.33	1.64	71.83	1.72	72.33	1.66	72.83	1.64	73.33	1.52
71.34	1.62	71.84	1.73	72.34	1.69	72.84	1.65	73.34	1.52
71.35	1.60	71.85	1.77	72.35	1.68	72.85	1.64	73.35	1.53
71.36	1.61	71.86	1.77	72.36	1.70	72.86	1.61	73.36	1.53
71.37	1.62	71.87	1.76	72.37	1.66	72.87	1.64	73.37	1.51
71.38	1.62	71.88	1.77	72.38	1.68	72.88	1.65	73.38	1.52
71.39	1.61	71.89	1.78	72.39	1.66	72.89	1.64	73.39	1.54
71.40	1.62	71.90	1.76	72.40	1.64	72.90	1.66	73.40	1.54
71.41	1.63	71.91	1.75	72.41	1.63	72.91	1.64	73.41	1.53
71.42	1.63	71.92	1.74	72.42	1.64	72.92	1.62	73.42	1.54
71.43	1.64	71.93	1.74	72.43	1.63	72.93	1.60	73.43	1.52
71.44	1.62	71.94	1.75	72.44	1.62	72.94	1.56	73.44	1.52
71.45	1.62	71.95	1.75	72.45	1.62	72.95	1.54	73.45	1.54
71.46	1.65	71.96	1.75	72.46	1.61	72.96	1.54	73.46	1.53
71.47	1.65	71.97	1.77	72.47	1.59	72.97	1.55	73.47	1.52
71.48	1.66	71.98	1.77	72.48	1.61	72.98	1.54	73.48	1.50
71.49	1.65	71.99	1.77	72.49	1.60	72.99	1.53	73.49	1.49
71.50	1.65	72.00	1.73	72.50	1.58	73.00	1.53	73.50	1.51

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
73.51	1.52	74.01	1.52	74.51	1.44	75.01	1.59	75.51	1.65
73.52	1.51	74.02	1.51	74.52	1.41	75.02	1.59	75.52	1.63
73.53	1.51	74.03	1.52	74.53	1.43	75.03	1.61	75.53	1.63
73.54	1.53	74.04	1.52	74.54	1.43	75.04	1.62	75.54	1.57
73.55	1.54	74.05	1.53	74.55	1.41	75.05	1.63	75.55	1.54
73.56	1.53	74.06	1.52	74.56	1.42	75.06	1.63	75.56	1.53
73.57	1.54	74.07	1.53	74.57	1.43	75.07	1.64	75.57	1.51
73.58	1.55	74.08	1.54	74.58	1.45	75.08	1.64	75.58	1.51
73.59	1.58	74.09	1.54	74.59	1.46	75.09	1.64	75.59	1.50
73.60	1.57	74.10	1.53	74.60	1.48	75.10	1.62	75.60	1.49
73.61	1.55	74.11	1.52	74.61	1.46	75.11	1.63	75.61	1.50
73.62	1.54	74.12	1.52	74.62	1.45	75.12	1.61	75.62	1.51
73.63	1.56	74.13	1.52	74.63	1.44	75.13	1.61	75.63	1.51
73.64	1.57	74.14	1.53	74.64	1.47	75.14	1.62	75.64	1.50
73.65	1.57	74.15	1.53	74.65	1.49	75.15	1.60	75.65	1.51
73.66	1.58	74.16	1.54	74.66	1.49	75.16	1.57	75.66	1.53
73.67	1.58	74.17	1.52	74.67	1.48	75.17	1.57	75.67	1.53
73.68	1.59	74.18	1.53	74.68	1.47	75.18	1.57	75.68	1.54
73.69	1.58	74.19	1.54	74.69	1.50	75.19	1.56	75.69	1.56
73.70	1.55	74.20	1.50	74.70	1.50	75.20	1.58	75.70	1.56
73.71	1.55	74.21	1.51	74.71	1.52	75.21	1.55	75.71	1.57
73.72	1.55	74.22	1.50	74.72	1.54	75.22	1.53	75.72	1.58
73.73	1.56	74.23	1.49	74.73	1.53	75.23	1.53	75.73	1.57
73.74	1.52	74.24	1.47	74.74	1.51	75.24	1.52	75.74	1.59
73.75	1.52	74.25	1.46	74.75	1.49	75.25	1.50	75.75	1.60
73.76	1.51	74.26	1.47	74.76	1.48	75.26	1.52	75.76	1.57
73.77	1.53	74.27	1.47	74.77	1.49	75.27	1.54	75.77	1.56
73.78	1.53	74.28	1.47	74.78	1.50	75.28	1.55	75.78	1.54
73.79	1.53	74.29	1.45	74.79	1.52	75.29	1.55	75.79	1.50
73.80	1.54	74.30	1.48	74.80	1.51	75.30	1.58	75.80	1.52
73.81	1.55	74.31	1.43	74.81	1.49	75.31	1.58	75.81	1.51
73.82	1.55	74.32	1.42	74.82	1.47	75.32	1.57	75.82	1.51
73.83	1.55	74.33	1.42	74.83	1.47	75.33	1.58	75.83	1.51
73.84	1.53	74.34	1.42	74.84	1.50	75.34	1.58	75.84	1.52
73.85	1.53	74.35	1.41	74.85	1.49	75.35	1.56	75.85	1.52
73.86	1.53	74.36	1.40	74.86	1.46	75.36	1.58	75.86	1.55
73.87	1.53	74.37	1.40	74.87	1.45	75.37	1.61	75.87	1.53
73.88	1.52	74.38	1.40	74.88	1.46	75.38	1.65	75.88	1.53
73.89	1.50	74.39	1.41	74.89	1.47	75.39	1.68	75.89	1.56
73.90	1.48	74.40	1.42	74.90	1.48	75.40	1.67	75.90	1.57
73.91	1.51	74.41	1.43	74.91	1.49	75.41	1.69	75.91	1.58
73.92	1.51	74.42	1.43	74.92	1.50	75.42	1.70	75.92	1.57
73.93	1.48	74.43	1.41	74.93	1.52	75.43	1.70	75.93	1.60
73.94	1.49	74.44	1.43	74.94	1.50	75.44	1.70	75.94	1.61
73.95	1.51	74.45	1.42	74.95	1.52	75.45	1.69	75.95	1.60
73.96	1.50	74.46	1.43	74.96	1.52	75.46	1.69	75.96	1.64
73.97	1.48	74.47	1.41	74.97	1.55	75.47	1.68	75.97	1.61
73.98	1.49	74.48	1.43	74.98	1.56	75.48	1.66	75.98	1.60
73.99	1.49	74.49	1.43	74.99	1.57	75.49	1.66	75.99	1.59
74.00	1.49	74.50	1.43	75.00	1.58	75.50	1.67	76.00	1.59

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
76.01	1.57	76.51	1.53	77.01	1.56	77.51	1.58	78.01	1.77
76.02	1.58	76.52	1.52	77.02	1.56	77.52	1.57	78.02	1.73
76.03	1.55	76.53	1.50	77.03	1.56	77.53	1.57	78.03	1.70
76.04	1.55	76.54	1.50	77.04	1.55	77.54	1.56	78.04	1.76
76.05	1.56	76.55	1.49	77.05	1.55	77.55	1.55	78.05	1.74
76.06	1.54	76.56	1.49	77.06	1.57	77.56	1.56	78.06	1.76
76.07	1.53	76.57	1.52	77.07	1.53	77.57	1.56	78.07	1.75
76.08	1.54	76.58	1.51	77.08	1.55	77.58	1.55	78.08	1.72
76.09	1.53	76.59	1.53	77.09	1.53	77.59	1.54	78.09	1.74
76.10	1.52	76.60	1.52	77.10	1.53	77.60	1.54	78.10	1.74
76.11	1.53	76.61	1.51	77.11	1.53	77.61	1.53	78.11	1.72
76.12	1.54	76.62	1.53	77.12	1.54	77.62	1.53	78.12	1.76
76.13	1.53	76.63	1.56	77.13	1.55	77.63	1.53	78.13	1.75
76.14	1.57	76.64	1.55	77.14	1.55	77.64	1.53	78.14	1.77
76.15	1.59	76.65	1.56	77.15	1.59	77.65	1.56	78.15	1.74
76.16	1.58	76.66	1.56	77.16	1.58	77.66	1.56	78.16	1.72
76.17	1.58	76.67	1.59	77.17	1.57	77.67	1.56	78.17	1.71
76.18	1.58	76.68	1.60	77.18	1.58	77.68	1.55	78.18	1.71
76.19	1.57	76.69	1.58	77.19	1.57	77.69	1.58	78.19	1.74
76.20	1.57	76.70	1.57	77.20	1.57	77.70	1.59	78.20	1.74
76.21	1.57	76.71	1.57	77.21	1.57	77.71	1.61	78.21	1.71
76.22	1.58	76.72	1.55	77.22	1.59	77.72	1.63	78.22	1.71
76.23	1.57	76.73	1.57	77.23	1.59	77.73	1.62	78.23	1.67
76.24	1.59	76.74	1.55	77.24	1.63	77.74	1.60	78.24	1.69
76.25	1.60	76.75	1.57	77.25	1.60	77.75	1.60	78.25	1.68
76.26	1.61	76.76	1.58	77.26	1.61	77.76	1.62	78.26	1.65
76.27	1.62	76.77	1.55	77.27	1.60	77.77	1.61	78.27	1.66
76.28	1.63	76.78	1.52	77.28	1.60	77.78	1.63	78.28	1.67
76.29	1.62	76.79	1.52	77.29	1.59	77.79	1.63	78.29	1.65
76.30	1.62	76.80	1.50	77.30	1.57	77.80	1.64	78.30	1.64
76.31	1.60	76.81	1.48	77.31	1.57	77.81	1.66	78.31	1.63
76.32	1.58	76.82	1.49	77.32	1.54	77.82	1.66	78.32	1.64
76.33	1.60	76.83	1.47	77.33	1.55	77.83	1.67	78.33	1.64
76.34	1.61	76.84	1.44	77.34	1.55	77.84	1.69	78.34	1.63
76.35	1.62	76.85	1.45	77.35	1.52	77.85	1.72	78.35	1.65
76.36	1.63	76.86	1.48	77.36	1.52	77.86	1.72	78.36	1.63
76.37	1.63	76.87	1.52	77.37	1.52	77.87	1.70	78.37	1.63
76.38	1.65	76.88	1.52	77.38	1.53	77.88	1.69	78.38	1.62
76.39	1.65	76.89	1.53	77.39	1.52	77.89	1.68	78.39	1.64
76.40	1.62	76.90	1.53	77.40	1.51	77.90	1.69	78.40	1.64
76.41	1.59	76.91	1.54	77.41	1.49	77.91	1.72	78.41	1.62
76.42	1.55	76.92	1.54	77.42	1.50	77.92	1.74	78.42	1.63
76.43	1.55	76.93	1.54	77.43	1.52	77.93	1.76	78.43	1.64
76.44	1.54	76.94	1.57	77.44	1.53	77.94	1.78	78.44	1.62
76.45	1.53	76.95	1.58	77.45	1.55	77.95	1.76	78.45	1.60
76.46	1.53	76.96	1.56	77.46	1.56	77.96	1.77	78.46	1.59
76.47	1.54	76.97	1.56	77.47	1.57	77.97	1.75	78.47	1.58
76.48	1.54	76.98	1.55	77.48	1.56	77.98	1.73	78.48	1.58
76.49	1.56	76.99	1.54	77.49	1.58	77.99	1.75	78.49	1.58
76.50	1.55	77.00	1.55	77.50	1.56	78.00	1.77	78.50	1.60

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
78.51	1.59	79.01	1.62	79.51	1.59	80.01	1.57	80.51	1.57
78.52	1.56	79.02	1.64	79.52	1.59	80.02	1.54	80.52	1.55
78.53	1.58	79.03	1.64	79.53	1.58	80.03	1.57	80.53	1.52
78.54	1.58	79.04	1.63	79.54	1.60	80.04	1.56	80.54	1.53
78.55	1.57	79.05	1.64	79.55	1.61	80.05	1.57	80.55	1.54
78.56	1.55	79.06	1.60	79.56	1.61	80.06	1.56	80.56	1.51
78.57	1.55	79.07	1.59	79.57	1.61	80.07	1.55	80.57	1.50
78.58	1.57	79.08	1.60	79.58	1.61	80.08	1.57	80.58	1.50
78.59	1.55	79.09	1.60	79.59	1.61	80.09	1.57	80.59	1.50
78.60	1.54	79.10	1.63	79.60	1.61	80.10	1.58	80.60	1.48
78.61	1.53	79.11	1.62	79.61	1.62	80.11	1.58	80.61	1.47
78.62	1.56	79.12	1.63	79.62	1.63	80.12	1.58	80.62	1.47
78.63	1.56	79.13	1.65	79.63	1.61	80.13	1.57	80.63	1.47
78.64	1.58	79.14	1.65	79.64	1.62	80.14	1.57	80.64	1.46
78.65	1.62	79.15	1.66	79.65	1.65	80.15	1.56	80.65	1.46
78.66	1.62	79.16	1.63	79.66	1.64	80.16	1.58	80.66	1.47
78.67	1.62	79.17	1.61	79.67	1.64	80.17	1.60	80.67	1.47
78.68	1.63	79.18	1.61	79.68	1.62	80.18	1.59	80.68	1.47
78.69	1.65	79.19	1.62	79.69	1.61	80.19	1.60	80.69	1.47
78.70	1.61	79.20	1.65	79.70	1.60	80.20	1.60	80.70	1.51
78.71	1.63	79.21	1.67	79.71	1.59	80.21	1.59	80.71	1.49
78.72	1.64	79.22	1.66	79.72	1.58	80.22	1.59	80.72	1.50
78.73	1.65	79.23	1.68	79.73	1.59	80.23	1.58	80.73	1.53
78.74	1.66	79.24	1.71	79.74	1.58	80.24	1.57	80.74	1.55
78.75	1.65	79.25	1.70	79.75	1.60	80.25	1.58	80.75	1.55
78.76	1.69	79.26	1.69	79.76	1.64	80.26	1.59	80.76	1.56
78.77	1.70	79.27	1.68	79.77	1.63	80.27	1.59	80.77	1.57
78.78	1.72	79.28	1.69	79.78	1.61	80.28	1.57	80.78	1.57
78.79	1.72	79.29	1.67	79.79	1.64	80.29	1.60	80.79	1.58
78.80	1.69	79.30	1.67	79.80	1.65	80.30	1.61	80.80	1.58
78.81	1.71	79.31	1.67	79.81	1.65	80.31	1.59	80.81	1.61
78.82	1.70	79.32	1.66	79.82	1.63	80.32	1.60	80.82	1.61
78.83	1.70	79.33	1.66	79.83	1.63	80.33	1.59	80.83	1.61
78.84	1.66	79.34	1.67	79.84	1.62	80.34	1.60	80.84	1.62
78.85	1.63	79.35	1.67	79.85	1.65	80.35	1.62	80.85	1.60
78.86	1.60	79.36	1.67	79.86	1.63	80.36	1.62	80.86	1.57
78.87	1.63	79.37	1.65	79.87	1.64	80.37	1.60	80.87	1.55
78.88	1.62	79.38	1.65	79.88	1.64	80.38	1.59	80.88	1.59
78.89	1.63	79.39	1.64	79.89	1.64	80.39	1.58	80.89	1.57
78.90	1.63	79.40	1.63	79.90	1.65	80.40	1.59	80.90	1.56
78.91	1.64	79.41	1.62	79.91	1.63	80.41	1.62	80.91	1.56
78.92	1.64	79.42	1.61	79.92	1.61	80.42	1.61	80.92	1.57
78.93	1.62	79.43	1.62	79.93	1.55	80.43	1.59	80.93	1.56
78.94	1.62	79.44	1.61	79.94	1.57	80.44	1.60	80.94	1.57
78.95	1.62	79.45	1.58	79.95	1.56	80.45	1.62	80.95	1.57
78.96	1.59	79.46	1.58	79.96	1.56	80.46	1.60	80.96	1.57
78.97	1.61	79.47	1.57	79.97	1.58	80.47	1.58	80.97	1.54
78.98	1.59	79.48	1.56	79.98	1.57	80.48	1.60	80.98	1.52
78.99	1.58	79.49	1.57	79.99	1.56	80.49	1.59	80.99	1.53
79.00	1.60	79.50	1.58	80.00	1.55	80.50	1.58	81.00	1.53

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
81.01	1.49	81.51	1.56	82.01	1.51	82.51	1.64	83.01	1.57
81.02	1.52	81.52	1.57	82.02	1.51	82.52	1.64	83.02	1.56
81.03	1.54	81.53	1.57	82.03	1.53	82.53	1.65	83.03	1.58
81.04	1.54	81.54	1.58	82.04	1.56	82.54	1.64	83.04	1.56
81.05	1.54	81.55	1.59	82.05	1.54	82.55	1.64	83.05	1.55
81.06	1.54	81.56	1.59	82.06	1.52	82.56	1.65	83.06	1.54
81.07	1.56	81.57	1.57	82.07	1.52	82.57	1.65	83.07	1.53
81.08	1.54	81.58	1.58	82.08	1.52	82.58	1.63	83.08	1.54
81.09	1.54	81.59	1.60	82.09	1.55	82.59	1.62	83.09	1.55
81.10	1.53	81.60	1.60	82.10	1.55	82.60	1.63	83.10	1.55
81.11	1.54	81.61	1.58	82.11	1.55	82.61	1.60	83.11	1.56
81.12	1.55	81.62	1.57	82.12	1.58	82.62	1.60	83.12	1.58
81.13	1.53	81.63	1.56	82.13	1.60	82.63	1.59	83.13	1.59
81.14	1.56	81.64	1.57	82.14	1.61	82.64	1.58	83.14	1.59
81.15	1.57	81.65	1.58	82.15	1.63	82.65	1.56	83.15	1.58
81.16	1.58	81.66	1.58	82.16	1.62	82.66	1.55	83.16	1.60
81.17	1.57	81.67	1.59	82.17	1.64	82.67	1.55	83.17	1.63
81.18	1.60	81.68	1.59	82.18	1.64	82.68	1.55	83.18	1.63
81.19	1.58	81.69	1.60	82.19	1.63	82.69	1.55	83.19	1.64
81.20	1.57	81.70	1.62	82.20	1.66	82.70	1.55	83.20	1.62
81.21	1.59	81.71	1.62	82.21	1.64	82.71	1.57	83.21	1.59
81.22	1.59	81.72	1.61	82.22	1.66	82.72	1.55	83.22	1.60
81.23	1.56	81.73	1.61	82.23	1.64	82.73	1.55	83.23	1.62
81.24	1.55	81.74	1.60	82.24	1.65	82.74	1.54	83.24	1.62
81.25	1.55	81.75	1.58	82.25	1.66	82.75	1.55	83.25	1.60
81.26	1.54	81.76	1.55	82.26	1.65	82.76	1.55	83.26	1.60
81.27	1.55	81.77	1.54	82.27	1.67	82.77	1.55	83.27	1.57
81.28	1.53	81.78	1.55	82.28	1.67	82.78	1.56	83.28	1.56
81.29	1.54	81.79	1.55	82.29	1.65	82.79	1.54	83.29	1.56
81.30	1.54	81.80	1.56	82.30	1.63	82.80	1.53	83.30	1.56
81.31	1.54	81.81	1.56	82.31	1.63	82.81	1.52	83.31	1.56
81.32	1.55	81.82	1.56	82.32	1.65	82.82	1.51	83.32	1.56
81.33	1.51	81.83	1.54	82.33	1.63	82.83	1.53	83.33	1.55
81.34	1.51	81.84	1.53	82.34	1.61	82.84	1.53	83.34	1.55
81.35	1.50	81.85	1.52	82.35	1.63	82.85	1.54	83.35	1.54
81.36	1.50	81.86	1.49	82.36	1.65	82.86	1.52	83.36	1.54
81.37	1.51	81.87	1.45	82.37	1.63	82.87	1.52	83.37	1.54
81.38	1.50	81.88	1.45	82.38	1.66	82.88	1.52	83.38	1.57
81.39	1.48	81.89	1.47	82.39	1.63	82.89	1.54	83.39	1.56
81.40	1.53	81.90	1.49	82.40	1.64	82.90	1.55	83.40	1.53
81.41	1.54	81.91	1.50	82.41	1.63	82.91	1.56	83.41	1.54
81.42	1.55	81.92	1.50	82.42	1.63	82.92	1.54	83.42	1.54
81.43	1.56	81.93	1.52	82.43	1.61	82.93	1.56	83.43	1.55
81.44	1.55	81.94	1.52	82.44	1.61	82.94	1.57	83.44	1.57
81.45	1.56	81.95	1.53	82.45	1.60	82.95	1.54	83.45	1.54
81.46	1.54	81.96	1.52	82.46	1.61	82.96	1.54	83.46	1.53
81.47	1.54	81.97	1.52	82.47	1.65	82.97	1.56	83.47	1.54
81.48	1.54	81.98	1.49	82.48	1.63	82.98	1.57	83.48	1.54
81.49	1.53	81.99	1.52	82.49	1.63	82.99	1.59	83.49	1.58
81.50	1.56	82.00	1.53	82.50	1.62	83.00	1.56	83.50	1.57

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
83.51	1.55	84.01	1.66	84.51	1.64	85.01	1.61	85.51	1.51
83.52	1.56	84.02	1.66	84.52	1.62	85.02	1.61	85.52	1.53
83.53	1.57	84.03	1.67	84.53	1.61	85.03	1.63	85.53	1.56
83.54	1.59	84.04	1.62	84.54	1.63	85.04	1.63	85.54	1.55
83.55	1.60	84.05	1.63	84.55	1.64	85.05	1.66	85.55	1.53
83.56	1.59	84.06	1.61	84.56	1.65	85.06	1.66	85.56	1.53
83.57	1.62	84.07	1.62	84.57	1.65	85.07	1.62	85.57	1.53
83.58	1.62	84.08	1.65	84.58	1.67	85.08	1.61	85.58	1.54
83.59	1.61	84.09	1.64	84.59	1.68	85.09	1.61	85.59	1.51
83.60	1.61	84.10	1.66	84.60	1.68	85.10	1.63	85.60	1.53
83.61	1.60	84.11	1.67	84.61	1.65	85.11	1.62	85.61	1.49
83.62	1.65	84.12	1.66	84.62	1.68	85.12	1.61	85.62	1.49
83.63	1.67	84.13	1.65	84.63	1.66	85.13	1.61	85.63	1.48
83.64	1.68	84.14	1.64	84.64	1.66	85.14	1.62	85.64	1.50
83.65	1.67	84.15	1.62	84.65	1.66	85.15	1.61	85.65	1.49
83.66	1.65	84.16	1.63	84.66	1.65	85.16	1.64	85.66	1.48
83.67	1.67	84.17	1.63	84.67	1.65	85.17	1.59	85.67	1.47
83.68	1.69	84.18	1.63	84.68	1.64	85.18	1.58	85.68	1.43
83.69	1.70	84.19	1.64	84.69	1.63	85.19	1.56	85.69	1.41
83.70	1.69	84.20	1.64	84.70	1.63	85.20	1.53	85.70	1.39
83.71	1.69	84.21	1.66	84.71	1.61	85.21	1.50	85.71	1.39
83.72	1.68	84.22	1.65	84.72	1.63	85.22	1.48	85.72	1.41
83.73	1.70	84.23	1.64	84.73	1.62	85.23	1.50	85.73	1.40
83.74	1.69	84.24	1.62	84.74	1.65	85.24	1.51	85.74	1.42
83.75	1.68	84.25	1.63	84.75	1.65	85.25	1.52	85.75	1.41
83.76	1.69	84.26	1.64	84.76	1.62	85.26	1.51	85.76	1.40
83.77	1.67	84.27	1.59	84.77	1.62	85.27	1.50	85.77	1.38
83.78	1.69	84.28	1.60	84.78	1.61	85.28	1.49	85.78	1.39
83.79	1.66	84.29	1.58	84.79	1.64	85.29	1.48	85.79	1.40
83.80	1.65	84.30	1.57	84.80	1.64	85.30	1.47	85.80	1.41
83.81	1.64	84.31	1.55	84.81	1.65	85.31	1.46	85.81	1.42
83.82	1.66	84.32	1.55	84.82	1.66	85.32	1.46	85.82	1.43
83.83	1.66	84.33	1.52	84.83	1.67	85.33	1.44	85.83	1.44
83.84	1.66	84.34	1.50	84.84	1.68	85.34	1.46	85.84	1.47
83.85	1.64	84.35	1.52	84.85	1.68	85.35	1.47	85.85	1.51
83.86	1.63	84.36	1.52	84.86	1.70	85.36	1.46	85.86	1.52
83.87	1.66	84.37	1.50	84.87	1.73	85.37	1.48	85.87	1.52
83.88	1.65	84.38	1.49	84.88	1.72	85.38	1.49	85.88	1.50
83.89	1.68	84.39	1.51	84.89	1.69	85.39	1.49	85.89	1.49
83.90	1.66	84.40	1.50	84.90	1.68	85.40	1.47	85.90	1.50
83.91	1.64	84.41	1.51	84.91	1.67	85.41	1.48	85.91	1.49
83.92	1.65	84.42	1.49	84.92	1.64	85.42	1.50	85.92	1.47
83.93	1.67	84.43	1.50	84.93	1.67	85.43	1.50	85.93	1.49
83.94	1.68	84.44	1.55	84.94	1.66	85.44	1.48	85.94	1.49
83.95	1.68	84.45	1.52	84.95	1.68	85.45	1.49	85.95	1.52
83.96	1.70	84.46	1.55	84.96	1.63	85.46	1.50	85.96	1.51
83.97	1.70	84.47	1.57	84.97	1.63	85.47	1.49	85.97	1.53
83.98	1.70	84.48	1.58	84.98	1.62	85.48	1.51	85.98	1.52
83.99	1.70	84.49	1.60	84.99	1.60	85.49	1.51	85.99	1.51
84.00	1.69	84.50	1.60	85.00	1.61	85.50	1.51	86.00	1.50

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
86.01	1.48	86.51	1.66	87.01	1.46	87.51	1.51	88.01	1.46
86.02	1.50	86.52	1.66	87.02	1.46	87.52	1.52	88.02	1.43
86.03	1.51	86.53	1.62	87.03	1.46	87.53	1.55	88.03	1.43
86.04	1.51	86.54	1.63	87.04	1.43	87.54	1.56	88.04	1.42
86.05	1.56	86.55	1.64	87.05	1.45	87.55	1.55	88.05	1.42
86.06	1.58	86.56	1.64	87.06	1.44	87.56	1.57	88.06	1.43
86.07	1.56	86.57	1.66	87.07	1.45	87.57	1.61	88.07	1.43
86.08	1.55	86.58	1.65	87.08	1.43	87.58	1.56	88.08	1.42
86.09	1.56	86.59	1.65	87.09	1.41	87.59	1.52	88.09	1.44
86.10	1.54	86.60	1.67	87.10	1.42	87.60	1.52	88.10	1.43
86.11	1.55	86.61	1.64	87.11	1.41	87.61	1.54	88.11	1.42
86.12	1.57	86.62	1.64	87.12	1.42	87.62	1.55	88.12	1.40
86.13	1.56	86.63	1.66	87.13	1.43	87.63	1.54	88.13	1.38
86.14	1.52	86.64	1.64	87.14	1.42	87.64	1.53	88.14	1.37
86.15	1.50	86.65	1.63	87.15	1.47	87.65	1.55	88.15	1.34
86.16	1.49	86.66	1.62	87.16	1.49	87.66	1.55	88.16	1.34
86.17	1.48	86.67	1.63	87.17	1.49	87.67	1.52	88.17	1.36
86.18	1.48	86.68	1.65	87.18	1.49	87.68	1.52	88.18	1.37
86.19	1.45	86.69	1.64	87.19	1.50	87.69	1.53	88.19	1.39
86.20	1.44	86.70	1.65	87.20	1.50	87.70	1.49	88.20	1.39
86.21	1.46	86.71	1.62	87.21	1.53	87.71	1.50	88.21	1.40
86.22	1.44	86.72	1.62	87.22	1.51	87.72	1.51	88.22	1.40
86.23	1.43	86.73	1.61	87.23	1.51	87.73	1.50	88.23	1.41
86.24	1.46	86.74	1.60	87.24	1.50	87.74	1.46	88.24	1.42
86.25	1.48	86.75	1.58	87.25	1.50	87.75	1.49	88.25	1.42
86.26	1.49	86.76	1.61	87.26	1.52	87.76	1.51	88.26	1.40
86.27	1.50	86.77	1.61	87.27	1.53	87.77	1.51	88.27	1.40
86.28	1.50	86.78	1.62	87.28	1.54	87.78	1.51	88.28	1.38
86.29	1.47	86.79	1.60	87.29	1.53	87.79	1.50	88.29	1.40
86.30	1.48	86.80	1.60	87.30	1.56	87.80	1.51	88.30	1.41
86.31	1.54	86.81	1.60	87.31	1.59	87.81	1.51	88.31	1.43
86.32	1.56	86.82	1.60	87.32	1.58	87.82	1.50	88.32	1.48
86.33	1.58	86.83	1.57	87.33	1.54	87.83	1.50	88.33	1.48
86.34	1.61	86.84	1.55	87.34	1.52	87.84	1.52	88.34	1.46
86.35	1.63	86.85	1.53	87.35	1.52	87.85	1.55	88.35	1.45
86.36	1.68	86.86	1.52	87.36	1.50	87.86	1.54	88.36	1.42
86.37	1.70	86.87	1.52	87.37	1.50	87.87	1.55	88.37	1.42
86.38	1.69	86.88	1.52	87.38	1.48	87.88	1.53	88.38	1.41
86.39	1.68	86.89	1.52	87.39	1.48	87.89	1.54	88.39	1.42
86.40	1.68	86.90	1.53	87.40	1.48	87.90	1.54	88.40	1.39
86.41	1.67	86.91	1.54	87.41	1.49	87.91	1.53	88.41	1.38
86.42	1.65	86.92	1.55	87.42	1.51	87.92	1.53	88.42	1.41
86.43	1.64	86.93	1.53	87.43	1.52	87.93	1.53	88.43	1.41
86.44	1.65	86.94	1.51	87.44	1.50	87.94	1.53	88.44	1.43
86.45	1.67	86.95	1.51	87.45	1.50	87.95	1.51	88.45	1.47
86.46	1.68	86.96	1.49	87.46	1.50	87.96	1.53	88.46	1.45
86.47	1.70	86.97	1.48	87.47	1.50	87.97	1.52	88.47	1.46
86.48	1.66	86.98	1.45	87.48	1.47	87.98	1.50	88.48	1.45
86.49	1.68	86.99	1.45	87.49	1.46	87.99	1.48	88.49	1.43
86.50	1.69	87.00	1.47	87.50	1.49	88.00	1.48	88.50	1.43

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
88.51	1.44	89.01	1.36	89.51	1.56	90.01	1.56	90.51	1.54
88.52	1.44	89.02	1.36	89.52	1.57	90.02	1.58	90.52	1.54
88.53	1.43	89.03	1.37	89.53	1.57	90.03	1.53	90.53	1.53
88.54	1.43	89.04	1.36	89.54	1.54	90.04	1.53	90.54	1.53
88.55	1.44	89.05	1.38	89.55	1.53	90.05	1.54	90.55	1.57
88.56	1.43	89.06	1.38	89.56	1.51	90.06	1.55	90.56	1.56
88.57	1.42	89.07	1.40	89.57	1.49	90.07	1.54	90.57	1.54
88.58	1.43	89.08	1.41	89.58	1.52	90.08	1.56	90.58	1.57
88.59	1.41	89.09	1.41	89.59	1.52	90.09	1.57	90.59	1.59
88.60	1.42	89.10	1.40	89.60	1.51	90.10	1.56	90.60	1.57
88.61	1.40	89.11	1.40	89.61	1.49	90.11	1.55	90.61	1.56
88.62	1.37	89.12	1.42	89.62	1.51	90.12	1.56	90.62	1.55
88.63	1.36	89.13	1.42	89.63	1.51	90.13	1.57	90.63	1.57
88.64	1.35	89.14	1.40	89.64	1.55	90.14	1.57	90.64	1.52
88.65	1.38	89.15	1.41	89.65	1.55	90.15	1.55	90.65	1.51
88.66	1.37	89.16	1.44	89.66	1.56	90.16	1.57	90.66	1.52
88.67	1.38	89.17	1.43	89.67	1.55	90.17	1.57	90.67	1.52
88.68	1.39	89.18	1.45	89.68	1.53	90.18	1.57	90.68	1.54
88.69	1.40	89.19	1.45	89.69	1.51	90.19	1.54	90.69	1.54
88.70	1.41	89.20	1.46	89.70	1.49	90.20	1.55	90.70	1.53
88.71	1.41	89.21	1.49	89.71	1.52	90.21	1.55	90.71	1.52
88.72	1.43	89.22	1.47	89.72	1.52	90.22	1.56	90.72	1.49
88.73	1.45	89.23	1.49	89.73	1.51	90.23	1.54	90.73	1.51
88.74	1.47	89.24	1.49	89.74	1.52	90.24	1.54	90.74	1.54
88.75	1.44	89.25	1.50	89.75	1.49	90.25	1.52	90.75	1.53
88.76	1.46	89.26	1.51	89.76	1.47	90.26	1.51	90.76	1.53
88.77	1.45	89.27	1.50	89.77	1.46	90.27	1.52	90.77	1.53
88.78	1.46	89.28	1.51	89.78	1.45	90.28	1.51	90.78	1.57
88.79	1.49	89.29	1.46	89.79	1.44	90.29	1.51	90.79	1.59
88.80	1.50	89.30	1.46	89.80	1.45	90.30	1.50	90.80	1.57
88.81	1.50	89.31	1.49	89.81	1.42	90.31	1.53	90.81	1.58
88.82	1.48	89.32	1.49	89.82	1.42	90.32	1.55	90.82	1.58
88.83	1.49	89.33	1.49	89.83	1.42	90.33	1.55	90.83	1.60
88.84	1.52	89.34	1.49	89.84	1.40	90.34	1.56	90.84	1.60
88.85	1.50	89.35	1.49	89.85	1.40	90.35	1.57	90.85	1.59
88.86	1.48	89.36	1.49	89.86	1.45	90.36	1.58	90.86	1.60
88.87	1.47	89.37	1.51	89.87	1.45	90.37	1.59	90.87	1.62
88.88	1.46	89.38	1.50	89.88	1.44	90.38	1.58	90.88	1.62
88.89	1.43	89.39	1.52	89.89	1.45	90.39	1.58	90.89	1.63
88.90	1.41	89.40	1.53	89.90	1.47	90.40	1.59	90.90	1.60
88.91	1.39	89.41	1.50	89.91	1.47	90.41	1.55	90.91	1.59
88.92	1.42	89.42	1.50	89.92	1.50	90.42	1.55	90.92	1.60
88.93	1.40	89.43	1.51	89.93	1.54	90.43	1.54	90.93	1.61
88.94	1.40	89.44	1.53	89.94	1.55	90.44	1.54	90.94	1.63
88.95	1.40	89.45	1.53	89.95	1.57	90.45	1.55	90.95	1.61
88.96	1.38	89.46	1.54	89.96	1.56	90.46	1.55	90.96	1.60
88.97	1.39	89.47	1.54	89.97	1.56	90.47	1.58	90.97	1.63
88.98	1.37	89.48	1.55	89.98	1.57	90.48	1.59	90.98	1.65
88.99	1.38	89.49	1.55	89.99	1.55	90.49	1.57	90.99	1.66
89.00	1.39	89.50	1.55	90.00	1.55	90.50	1.57	91.00	1.65

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
91.01	1.64	91.51	1.47	92.01	1.57	92.51	1.58	93.01	1.68
91.02	1.65	91.52	1.48	92.02	1.60	92.52	1.54	93.02	1.68
91.03	1.65	91.53	1.48	92.03	1.60	92.53	1.54	93.03	1.67
91.04	1.66	91.54	1.49	92.04	1.58	92.54	1.54	93.04	1.66
91.05	1.66	91.55	1.45	92.05	1.58	92.55	1.56	93.05	1.63
91.06	1.67	91.56	1.44	92.06	1.60	92.56	1.53	93.06	1.62
91.07	1.70	91.57	1.42	92.07	1.59	92.57	1.53	93.07	1.62
91.08	1.68	91.58	1.39	92.08	1.60	92.58	1.51	93.08	1.62
91.09	1.68	91.59	1.38	92.09	1.61	92.59	1.49	93.09	1.61
91.10	1.68	91.60	1.40	92.10	1.62	92.60	1.48	93.10	1.59
91.11	1.68	91.61	1.37	92.11	1.63	92.61	1.50	93.11	1.62
91.12	1.68	91.62	1.38	92.12	1.64	92.62	1.48	93.12	1.63
91.13	1.68	91.63	1.37	92.13	1.64	92.63	1.48	93.13	1.61
91.14	1.67	91.64	1.38	92.14	1.63	92.64	1.48	93.14	1.59
91.15	1.65	91.65	1.38	92.15	1.62	92.65	1.49	93.15	1.58
91.16	1.64	91.66	1.40	92.16	1.64	92.66	1.49	93.16	1.56
91.17	1.65	91.67	1.42	92.17	1.63	92.67	1.48	93.17	1.56
91.18	1.66	91.68	1.42	92.18	1.64	92.68	1.48	93.18	1.57
91.19	1.64	91.69	1.42	92.19	1.61	92.69	1.50	93.19	1.59
91.20	1.65	91.70	1.41	92.20	1.63	92.70	1.49	93.20	1.64
91.21	1.66	91.71	1.42	92.21	1.68	92.71	1.52	93.21	1.64
91.22	1.67	91.72	1.44	92.22	1.67	92.72	1.54	93.22	1.65
91.23	1.67	91.73	1.45	92.23	1.66	92.73	1.55	93.23	1.66
91.24	1.65	91.74	1.48	92.24	1.68	92.74	1.54	93.24	1.66
91.25	1.66	91.75	1.52	92.25	1.67	92.75	1.58	93.25	1.67
91.26	1.67	91.76	1.56	92.26	1.69	92.76	1.60	93.26	1.68
91.27	1.65	91.77	1.56	92.27	1.66	92.77	1.61	93.27	1.68
91.28	1.66	91.78	1.59	92.28	1.64	92.78	1.62	93.28	1.65
91.29	1.64	91.79	1.60	92.29	1.64	92.79	1.64	93.29	1.66
91.30	1.63	91.80	1.61	92.30	1.64	92.80	1.66	93.30	1.69
91.31	1.63	91.81	1.63	92.31	1.63	92.81	1.63	93.31	1.68
91.32	1.62	91.82	1.65	92.32	1.64	92.82	1.63	93.32	1.66
91.33	1.62	91.83	1.66	92.33	1.66	92.83	1.63	93.33	1.66
91.34	1.61	91.84	1.67	92.34	1.69	92.84	1.65	93.34	1.66
91.35	1.62	91.85	1.67	92.35	1.71	92.85	1.65	93.35	1.65
91.36	1.63	91.86	1.65	92.36	1.70	92.86	1.65	93.36	1.64
91.37	1.60	91.87	1.68	92.37	1.68	92.87	1.65	93.37	1.62
91.38	1.61	91.88	1.67	92.38	1.62	92.88	1.66	93.38	1.60
91.39	1.59	91.89	1.67	92.39	1.67	92.89	1.63	93.39	1.60
91.40	1.58	91.90	1.67	92.40	1.66	92.90	1.62	93.40	1.60
91.41	1.58	91.91	1.67	92.41	1.66	92.91	1.64	93.41	1.60
91.42	1.57	91.92	1.63	92.42	1.65	92.92	1.62	93.42	1.60
91.43	1.55	91.93	1.62	92.43	1.63	92.93	1.63	93.43	1.59
91.44	1.56	91.94	1.62	92.44	1.61	92.94	1.61	93.44	1.59
91.45	1.54	91.95	1.61	92.45	1.65	92.95	1.62	93.45	1.61
91.46	1.56	91.96	1.59	92.46	1.63	92.96	1.62	93.46	1.59
91.47	1.55	91.97	1.61	92.47	1.62	92.97	1.63	93.47	1.57
91.48	1.53	91.98	1.60	92.48	1.63	92.98	1.66	93.48	1.62
91.49	1.50	91.99	1.58	92.49	1.63	92.99	1.69	93.49	1.63
91.50	1.47	92.00	1.58	92.50	1.61	93.00	1.70	93.50	1.65

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
93.51	1.66	94.01	1.60	94.51	1.73	95.01	1.61	95.51	1.63
93.52	1.66	94.02	1.59	94.52	1.71	95.02	1.60	95.52	1.59
93.53	1.64	94.03	1.60	94.53	1.70	95.03	1.61	95.53	1.59
93.54	1.63	94.04	1.60	94.54	1.71	95.04	1.62	95.54	1.58
93.55	1.67	94.05	1.57	94.55	1.70	95.05	1.64	95.55	1.60
93.56	1.67	94.06	1.56	94.56	1.69	95.06	1.65	95.56	1.62
93.57	1.67	94.07	1.54	94.57	1.69	95.07	1.65	95.57	1.62
93.58	1.69	94.08	1.54	94.58	1.68	95.08	1.65	95.58	1.61
93.59	1.70	94.09	1.55	94.59	1.68	95.09	1.63	95.59	1.62
93.60	1.73	94.10	1.56	94.60	1.67	95.10	1.64	95.60	1.63
93.61	1.73	94.11	1.55	94.61	1.66	95.11	1.65	95.61	1.61
93.62	1.71	94.12	1.57	94.62	1.67	95.12	1.65	95.62	1.63
93.63	1.70	94.13	1.55	94.63	1.67	95.13	1.63	95.63	1.60
93.64	1.70	94.14	1.52	94.64	1.68	95.14	1.64	95.64	1.59
93.65	1.67	94.15	1.53	94.65	1.68	95.15	1.65	95.65	1.59
93.66	1.65	94.16	1.53	94.66	1.67	95.16	1.67	95.66	1.60
93.67	1.65	94.17	1.53	94.67	1.65	95.17	1.66	95.67	1.58
93.68	1.63	94.18	1.54	94.68	1.63	95.18	1.65	95.68	1.60
93.69	1.65	94.19	1.53	94.69	1.66	95.19	1.64	95.69	1.61
93.70	1.67	94.20	1.51	94.70	1.65	95.20	1.62	95.70	1.63
93.71	1.67	94.21	1.52	94.71	1.65	95.21	1.61	95.71	1.62
93.72	1.68	94.22	1.54	94.72	1.67	95.22	1.58	95.72	1.61
93.73	1.69	94.23	1.55	94.73	1.68	95.23	1.59	95.73	1.61
93.74	1.67	94.24	1.58	94.74	1.68	95.24	1.58	95.74	1.61
93.75	1.66	94.25	1.59	94.75	1.68	95.25	1.59	95.75	1.62
93.76	1.65	94.26	1.57	94.76	1.69	95.26	1.62	95.76	1.61
93.77	1.62	94.27	1.58	94.77	1.71	95.27	1.61	95.77	1.61
93.78	1.64	94.28	1.57	94.78	1.71	95.28	1.58	95.78	1.63
93.79	1.65	94.29	1.56	94.79	1.70	95.29	1.59	95.79	1.65
93.80	1.65	94.30	1.57	94.80	1.68	95.30	1.59	95.80	1.68
93.81	1.65	94.31	1.58	94.81	1.67	95.31	1.58	95.81	1.68
93.82	1.64	94.32	1.57	94.82	1.66	95.32	1.58	95.82	1.70
93.83	1.64	94.33	1.56	94.83	1.67	95.33	1.58	95.83	1.69
93.84	1.65	94.34	1.60	94.84	1.68	95.34	1.59	95.84	1.71
93.85	1.65	94.35	1.60	94.85	1.70	95.35	1.61	95.85	1.69
93.86	1.64	94.36	1.63	94.86	1.69	95.36	1.63	95.86	1.69
93.87	1.64	94.37	1.65	94.87	1.69	95.37	1.64	95.87	1.67
93.88	1.64	94.38	1.63	94.88	1.67	95.38	1.63	95.88	1.68
93.89	1.62	94.39	1.63	94.89	1.65	95.39	1.62	95.89	1.69
93.90	1.62	94.40	1.65	94.90	1.65	95.40	1.61	95.90	1.67
93.91	1.62	94.41	1.65	94.91	1.63	95.41	1.62	95.91	1.69
93.92	1.62	94.42	1.64	94.92	1.64	95.42	1.62	95.92	1.67
93.93	1.61	94.43	1.66	94.93	1.62	95.43	1.59	95.93	1.71
93.94	1.62	94.44	1.65	94.94	1.61	95.44	1.62	95.94	1.70
93.95	1.61	94.45	1.65	94.95	1.60	95.45	1.62	95.95	1.69
93.96	1.63	94.46	1.67	94.96	1.62	95.46	1.63	95.96	1.66
93.97	1.65	94.47	1.66	94.97	1.63	95.47	1.65	95.97	1.64
93.98	1.63	94.48	1.67	94.98	1.63	95.48	1.64	95.98	1.63
93.99	1.63	94.49	1.71	94.99	1.62	95.49	1.64	95.99	1.61
94.00	1.62	94.50	1.74	95.00	1.61	95.50	1.64	96.00	1.59

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
96.01	1.57	96.51	1.60	97.01	1.57	97.51	1.77	98.01	1.60
96.02	1.57	96.52	1.61	97.02	1.56	97.52	1.78	98.02	1.60
96.03	1.57	96.53	1.61	97.03	1.58	97.53	1.80	98.03	1.66
96.04	1.56	96.54	1.59	97.04	1.58	97.54	1.78	98.04	1.68
96.05	1.56	96.55	1.57	97.05	1.59	97.55	1.78	98.05	1.66
96.06	1.53	96.56	1.57	97.06	1.58	97.56	1.77	98.06	1.66
96.07	1.56	96.57	1.60	97.07	1.59	97.57	1.79	98.07	1.66
96.08	1.54	96.58	1.59	97.08	1.61	97.58	1.78	98.08	1.66
96.09	1.53	96.59	1.57	97.09	1.61	97.59	1.78	98.09	1.69
96.10	1.52	96.60	1.59	97.10	1.61	97.60	1.81	98.10	1.68
96.11	1.52	96.61	1.60	97.11	1.63	97.61	1.82	98.11	1.67
96.12	1.49	96.62	1.61	97.12	1.60	97.62	1.78	98.12	1.66
96.13	1.49	96.63	1.60	97.13	1.60	97.63	1.76	98.13	1.70
96.14	1.52	96.64	1.59	97.14	1.62	97.64	1.73	98.14	1.72
96.15	1.53	96.65	1.59	97.15	1.62	97.65	1.71	98.15	1.74
96.16	1.51	96.66	1.60	97.16	1.63	97.66	1.71	98.16	1.73
96.17	1.54	96.67	1.61	97.17	1.63	97.67	1.69	98.17	1.75
96.18	1.56	96.68	1.60	97.18	1.62	97.68	1.65	98.18	1.70
96.19	1.57	96.69	1.59	97.19	1.64	97.69	1.64	98.19	1.70
96.20	1.57	96.70	1.58	97.20	1.63	97.70	1.63	98.20	1.66
96.21	1.57	96.71	1.61	97.21	1.62	97.71	1.66	98.21	1.66
96.22	1.58	96.72	1.64	97.22	1.58	97.72	1.66	98.22	1.64
96.23	1.62	96.73	1.64	97.23	1.58	97.73	1.67	98.23	1.63
96.24	1.62	96.74	1.64	97.24	1.57	97.74	1.63	98.24	1.64
96.25	1.62	96.75	1.64	97.25	1.58	97.75	1.60	98.25	1.65
96.26	1.65	96.76	1.64	97.26	1.57	97.76	1.61	98.26	1.62
96.27	1.62	96.77	1.64	97.27	1.56	97.77	1.56	98.27	1.61
96.28	1.62	96.78	1.63	97.28	1.57	97.78	1.55	98.28	1.64
96.29	1.65	96.79	1.62	97.29	1.58	97.79	1.58	98.29	1.65
96.30	1.65	96.80	1.61	97.30	1.57	97.80	1.56	98.30	1.64
96.31	1.65	96.81	1.59	97.31	1.56	97.81	1.57	98.31	1.62
96.32	1.64	96.82	1.58	97.32	1.57	97.82	1.57	98.32	1.62
96.33	1.63	96.83	1.57	97.33	1.56	97.83	1.57	98.33	1.62
96.34	1.63	96.84	1.56	97.34	1.56	97.84	1.57	98.34	1.62
96.35	1.61	96.85	1.55	97.35	1.56	97.85	1.60	98.35	1.64
96.36	1.60	96.86	1.55	97.36	1.56	97.86	1.57	98.36	1.63
96.37	1.62	96.87	1.56	97.37	1.57	97.87	1.56	98.37	1.65
96.38	1.63	96.88	1.55	97.38	1.57	97.88	1.57	98.38	1.67
96.39	1.62	96.89	1.55	97.39	1.59	97.89	1.57	98.39	1.70
96.40	1.60	96.90	1.54	97.40	1.60	97.90	1.57	98.40	1.71
96.41	1.59	96.91	1.52	97.41	1.62	97.91	1.58	98.41	1.68
96.42	1.59	96.92	1.53	97.42	1.60	97.92	1.59	98.42	1.69
96.43	1.59	96.93	1.53	97.43	1.60	97.93	1.60	98.43	1.70
96.44	1.62	96.94	1.51	97.44	1.62	97.94	1.61	98.44	1.70
96.45	1.60	96.95	1.51	97.45	1.63	97.95	1.61	98.45	1.70
96.46	1.60	96.96	1.53	97.46	1.66	97.96	1.57	98.46	1.69
96.47	1.60	96.97	1.53	97.47	1.69	97.97	1.57	98.47	1.69
96.48	1.60	96.98	1.52	97.48	1.71	97.98	1.57	98.48	1.68
96.49	1.58	96.99	1.54	97.49	1.73	97.99	1.58	98.49	1.68
96.50	1.60	97.00	1.55	97.50	1.75	98.00	1.57	98.50	1.71

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
98.51	1.69	99.01	1.63	99.51	1.65	100.01	1.62	100.51	1.67
98.52	1.68	99.02	1.63	99.52	1.65	100.02	1.61	100.52	1.66
98.53	1.70	99.03	1.62	99.53	1.62	100.03	1.61	100.53	1.67
98.54	1.68	99.04	1.59	99.54	1.60	100.04	1.61	100.54	1.67
98.55	1.67	99.05	1.60	99.55	1.59	100.05	1.61	100.55	1.67
98.56	1.66	99.06	1.60	99.56	1.60	100.06	1.61	100.56	1.68
98.57	1.65	99.07	1.59	99.57	1.61	100.07	1.61	100.57	1.70
98.58	1.67	99.08	1.60	99.58	1.59	100.08	1.59	100.58	1.71
98.59	1.66	99.09	1.62	99.59	1.58	100.09	1.61	100.59	1.72
98.60	1.70	99.10	1.63	99.60	1.56	100.10	1.62	100.60	1.73
98.61	1.74	99.11	1.65	99.61	1.55	100.11	1.60	100.61	1.73
98.62	1.73	99.12	1.66	99.62	1.55	100.12	1.63	100.62	1.73
98.63	1.72	99.13	1.65	99.63	1.55	100.13	1.65	100.63	1.70
98.64	1.73	99.14	1.65	99.64	1.57	100.14	1.67	100.64	1.70
98.65	1.74	99.15	1.63	99.65	1.57	100.15	1.63	100.65	1.71
98.66	1.72	99.16	1.65	99.66	1.57	100.16	1.61	100.66	1.69
98.67	1.69	99.17	1.65	99.67	1.59	100.17	1.60	100.67	1.71
98.68	1.72	99.18	1.65	99.68	1.61	100.18	1.60	100.68	1.71
98.69	1.73	99.19	1.63	99.69	1.60	100.19	1.61	100.69	1.72
98.70	1.71	99.20	1.65	99.70	1.62	100.20	1.61	100.70	1.72
98.71	1.70	99.21	1.66	99.71	1.63	100.21	1.62	100.71	1.74
98.72	1.68	99.22	1.68	99.72	1.59	100.22	1.61	100.72	1.77
98.73	1.66	99.23	1.68	99.73	1.60	100.23	1.62	100.73	1.77
98.74	1.66	99.24	1.68	99.74	1.63	100.24	1.64	100.74	1.76
98.75	1.64	99.25	1.69	99.75	1.64	100.25	1.66	100.75	1.77
98.76	1.64	99.26	1.69	99.76	1.64	100.26	1.66	100.76	1.79
98.77	1.59	99.27	1.71	99.77	1.65	100.27	1.65	100.77	1.81
98.78	1.56	99.28	1.73	99.78	1.67	100.28	1.67	100.78	1.79
98.79	1.55	99.29	1.72	99.79	1.67	100.29	1.65	100.79	1.78
98.80	1.56	99.30	1.73	99.80	1.67	100.30	1.64	100.80	1.78
98.81	1.54	99.31	1.73	99.81	1.69	100.31	1.61	100.81	1.77
98.82	1.54	99.32	1.73	99.82	1.71	100.32	1.65	100.82	1.77
98.83	1.54	99.33	1.72	99.83	1.70	100.33	1.68	100.83	1.77
98.84	1.56	99.34	1.69	99.84	1.69	100.34	1.67	100.84	1.77
98.85	1.56	99.35	1.68	99.85	1.68	100.35	1.68	100.85	1.79
98.86	1.55	99.36	1.70	99.86	1.69	100.36	1.68	100.86	1.78
98.87	1.57	99.37	1.71	99.87	1.70	100.37	1.68	100.87	1.78
98.88	1.57	99.38	1.74	99.88	1.69	100.38	1.66	100.88	1.76
98.89	1.59	99.39	1.71	99.89	1.71	100.39	1.67	100.89	1.73
98.90	1.61	99.40	1.67	99.90	1.70	100.40	1.65	100.90	1.69
98.91	1.62	99.41	1.67	99.91	1.69	100.41	1.63	100.91	1.68
98.92	1.63	99.42	1.66	99.92	1.67	100.42	1.63	100.92	1.65
98.93	1.60	99.43	1.67	99.93	1.67	100.43	1.63	100.93	1.61
98.94	1.60	99.44	1.68	99.94	1.68	100.44	1.65	100.94	1.61
98.95	1.61	99.45	1.65	99.95	1.65	100.45	1.65	100.95	1.60
98.96	1.60	99.46	1.66	99.96	1.65	100.46	1.67	100.96	1.59
98.97	1.61	99.47	1.64	99.97	1.63	100.47	1.69	100.97	1.58
98.98	1.64	99.48	1.63	99.98	1.61	100.48	1.70	100.98	1.59
98.99	1.63	99.49	1.62	99.99	1.62	100.49	1.71	100.99	1.61
99.00	1.63	99.50	1.62	100.00	1.63	100.50	1.68	101.00	1.59

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
101.01	1.59	101.51	1.64	102.01	1.72	102.51	1.66	103.01	1.62
101.02	1.58	101.52	1.63	102.02	1.70	102.52	1.66	103.02	1.62
101.03	1.58	101.53	1.61	102.03	1.70	102.53	1.66	103.03	1.60
101.04	1.55	101.54	1.63	102.04	1.66	102.54	1.64	103.04	1.61
101.05	1.54	101.55	1.63	102.05	1.65	102.55	1.63	103.05	1.60
101.06	1.54	101.56	1.61	102.06	1.67	102.56	1.63	103.06	1.63
101.07	1.56	101.57	1.63	102.07	1.66	102.57	1.66	103.07	1.66
101.08	1.55	101.58	1.64	102.08	1.64	102.58	1.64	103.08	1.65
101.09	1.55	101.59	1.63	102.09	1.63	102.59	1.63	103.09	1.63
101.10	1.56	101.60	1.63	102.10	1.61	102.60	1.64	103.10	1.62
101.11	1.53	101.61	1.63	102.11	1.63	102.61	1.63	103.11	1.63
101.12	1.50	101.62	1.63	102.12	1.60	102.62	1.63	103.12	1.62
101.13	1.50	101.63	1.64	102.13	1.59	102.63	1.65	103.13	1.63
101.14	1.51	101.64	1.66	102.14	1.59	102.64	1.66	103.14	1.64
101.15	1.52	101.65	1.68	102.15	1.57	102.65	1.63	103.15	1.65
101.16	1.49	101.66	1.67	102.16	1.56	102.66	1.64	103.16	1.67
101.17	1.52	101.67	1.67	102.17	1.57	102.67	1.64	103.17	1.68
101.18	1.50	101.68	1.69	102.18	1.56	102.68	1.65	103.18	1.70
101.19	1.50	101.69	1.71	102.19	1.60	102.69	1.64	103.19	1.72
101.20	1.53	101.70	1.72	102.20	1.60	102.70	1.64	103.20	1.76
101.21	1.56	101.71	1.69	102.21	1.62	102.71	1.66	103.21	1.72
101.22	1.56	101.72	1.67	102.22	1.63	102.72	1.69	103.22	1.73
101.23	1.56	101.73	1.68	102.23	1.62	102.73	1.70	103.23	1.73
101.24	1.57	101.74	1.68	102.24	1.64	102.74	1.69	103.24	1.71
101.25	1.60	101.75	1.71	102.25	1.68	102.75	1.67	103.25	1.72
101.26	1.61	101.76	1.74	102.26	1.70	102.76	1.65	103.26	1.74
101.27	1.60	101.77	1.76	102.27	1.72	102.77	1.65	103.27	1.77
101.28	1.60	101.78	1.76	102.28	1.73	102.78	1.65	103.28	1.74
101.29	1.64	101.79	1.75	102.29	1.75	102.79	1.64	103.29	1.72
101.30	1.66	101.80	1.73	102.30	1.75	102.80	1.65	103.30	1.71
101.31	1.66	101.81	1.72	102.31	1.73	102.81	1.62	103.31	1.71
101.32	1.65	101.82	1.70	102.32	1.75	102.82	1.63	103.32	1.67
101.33	1.64	101.83	1.71	102.33	1.72	102.83	1.62	103.33	1.65
101.34	1.64	101.84	1.70	102.34	1.70	102.84	1.63	103.34	1.62
101.35	1.66	101.85	1.68	102.35	1.70	102.85	1.62	103.35	1.61
101.36	1.68	101.86	1.68	102.36	1.68	102.86	1.63	103.36	1.60
101.37	1.66	101.87	1.70	102.37	1.68	102.87	1.64	103.37	1.59
101.38	1.67	101.88	1.72	102.38	1.68	102.88	1.63	103.38	1.59
101.39	1.68	101.89	1.73	102.39	1.68	102.89	1.60	103.39	1.59
101.40	1.67	101.90	1.73	102.40	1.65	102.90	1.58	103.40	1.58
101.41	1.65	101.91	1.70	102.41	1.64	102.91	1.58	103.41	1.58
101.42	1.63	101.92	1.70	102.42	1.65	102.92	1.62	103.42	1.59
101.43	1.62	101.93	1.69	102.43	1.62	102.93	1.61	103.43	1.57
101.44	1.64	101.94	1.67	102.44	1.62	102.94	1.62	103.44	1.55
101.45	1.62	101.95	1.68	102.45	1.61	102.95	1.63	103.45	1.57
101.46	1.62	101.96	1.71	102.46	1.60	102.96	1.64	103.46	1.59
101.47	1.61	101.97	1.71	102.47	1.60	102.97	1.61	103.47	1.61
101.48	1.62	101.98	1.72	102.48	1.63	102.98	1.64	103.48	1.62
101.49	1.63	101.99	1.73	102.49	1.62	102.99	1.64	103.49	1.62
101.50	1.65	102.00	1.71	102.50	1.65	103.00	1.64	103.50	1.65

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
103.51	1.68	104.01	1.59	104.51	1.62	105.01	1.61	105.51	1.62
103.52	1.68	104.02	1.60	104.52	1.63	105.02	1.62	105.52	1.58
103.53	1.67	104.03	1.62	104.53	1.63	105.03	1.62	105.53	1.62
103.54	1.68	104.04	1.64	104.54	1.63	105.04	1.60	105.54	1.62
103.55	1.70	104.05	1.67	104.55	1.65	105.05	1.60	105.55	1.62
103.56	1.69	104.06	1.65	104.56	1.61	105.06	1.60	105.56	1.65
103.57	1.68	104.07	1.65	104.57	1.63	105.07	1.64	105.57	1.66
103.58	1.71	104.08	1.64	104.58	1.62	105.08	1.63	105.58	1.70
103.59	1.68	104.09	1.63	104.59	1.63	105.09	1.60	105.59	1.69
103.60	1.70	104.10	1.63	104.60	1.61	105.10	1.61	105.60	1.70
103.61	1.73	104.11	1.64	104.61	1.63	105.11	1.63	105.61	1.66
103.62	1.73	104.12	1.63	104.62	1.60	105.12	1.62	105.62	1.65
103.63	1.74	104.13	1.61	104.63	1.63	105.13	1.62	105.63	1.67
103.64	1.74	104.14	1.61	104.64	1.61	105.14	1.63	105.64	1.65
103.65	1.71	104.15	1.61	104.65	1.60	105.15	1.64	105.65	1.67
103.66	1.72	104.16	1.63	104.66	1.59	105.16	1.65	105.66	1.66
103.67	1.73	104.17	1.62	104.67	1.58	105.17	1.64	105.67	1.63
103.68	1.73	104.18	1.61	104.68	1.61	105.18	1.64	105.68	1.64
103.69	1.76	104.19	1.59	104.69	1.61	105.19	1.64	105.69	1.63
103.70	1.77	104.20	1.60	104.70	1.63	105.20	1.67	105.70	1.64
103.71	1.78	104.21	1.57	104.71	1.61	105.21	1.68	105.71	1.65
103.72	1.78	104.22	1.55	104.72	1.58	105.22	1.68	105.72	1.64
103.73	1.78	104.23	1.56	104.73	1.62	105.23	1.67	105.73	1.61
103.74	1.78	104.24	1.57	104.74	1.61	105.24	1.63	105.74	1.60
103.75	1.74	104.25	1.58	104.75	1.60	105.25	1.63	105.75	1.57
103.76	1.75	104.26	1.60	104.76	1.61	105.26	1.65	105.76	1.57
103.77	1.76	104.27	1.59	104.77	1.62	105.27	1.65	105.77	1.57
103.78	1.74	104.28	1.57	104.78	1.60	105.28	1.62	105.78	1.59
103.79	1.73	104.29	1.59	104.79	1.61	105.29	1.63	105.79	1.58
103.80	1.71	104.30	1.61	104.80	1.61	105.30	1.65	105.80	1.56
103.81	1.70	104.31	1.63	104.81	1.63	105.31	1.66	105.81	1.55
103.82	1.71	104.32	1.62	104.82	1.62	105.32	1.66	105.82	1.53
103.83	1.71	104.33	1.60	104.83	1.62	105.33	1.65	105.83	1.54
103.84	1.70	104.34	1.61	104.84	1.63	105.34	1.64	105.84	1.56
103.85	1.69	104.35	1.60	104.85	1.62	105.35	1.69	105.85	1.55
103.86	1.64	104.36	1.60	104.86	1.62	105.36	1.65	105.86	1.56
103.87	1.61	104.37	1.60	104.87	1.61	105.37	1.63	105.87	1.54
103.88	1.59	104.38	1.61	104.88	1.61	105.38	1.63	105.88	1.54
103.89	1.59	104.39	1.62	104.89	1.63	105.39	1.63	105.89	1.54
103.90	1.59	104.40	1.62	104.90	1.63	105.40	1.63	105.90	1.54
103.91	1.59	104.41	1.63	104.91	1.64	105.41	1.62	105.91	1.57
103.92	1.60	104.42	1.62	104.92	1.64	105.42	1.63	105.92	1.56
103.93	1.59	104.43	1.62	104.93	1.62	105.43	1.62	105.93	1.57
103.94	1.57	104.44	1.62	104.94	1.61	105.44	1.63	105.94	1.58
103.95	1.57	104.45	1.64	104.95	1.62	105.45	1.66	105.95	1.58
103.96	1.58	104.46	1.61	104.96	1.62	105.46	1.65	105.96	1.59
103.97	1.60	104.47	1.63	104.97	1.61	105.47	1.64	105.97	1.59
103.98	1.59	104.48	1.61	104.98	1.59	105.48	1.62	105.98	1.61
103.99	1.58	104.49	1.63	104.99	1.62	105.49	1.62	105.99	1.62
104.00	1.59	104.50	1.64	105.00	1.62	105.50	1.63	106.00	1.60

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
106.01	1.60	106.51	1.72	107.01	1.72	107.51	1.59	108.01	1.64
106.02	1.60	106.52	1.71	107.02	1.72	107.52	1.60	108.02	1.64
106.03	1.61	106.53	1.70	107.03	1.71	107.53	1.61	108.03	1.65
106.04	1.60	106.54	1.70	107.04	1.71	107.54	1.63	108.04	1.66
106.05	1.60	106.55	1.70	107.05	1.73	107.55	1.64	108.05	1.64
106.06	1.61	106.56	1.70	107.06	1.70	107.56	1.65	108.06	1.62
106.07	1.61	106.57	1.70	107.07	1.71	107.57	1.66	108.07	1.63
106.08	1.61	106.58	1.69	107.08	1.69	107.58	1.65	108.08	1.62
106.09	1.63	106.59	1.65	107.09	1.70	107.59	1.65	108.09	1.65
106.10	1.62	106.60	1.62	107.10	1.71	107.60	1.65	108.10	1.66
106.11	1.62	106.61	1.63	107.11	1.70	107.61	1.64	108.11	1.63
106.12	1.63	106.62	1.62	107.12	1.70	107.62	1.65	108.12	1.65
106.13	1.64	106.63	1.62	107.13	1.69	107.63	1.67	108.13	1.64
106.14	1.64	106.64	1.60	107.14	1.65	107.64	1.69	108.14	1.64
106.15	1.64	106.65	1.61	107.15	1.67	107.65	1.67	108.15	1.64
106.16	1.67	106.66	1.64	107.16	1.67	107.66	1.69	108.16	1.64
106.17	1.67	106.67	1.63	107.17	1.68	107.67	1.70	108.17	1.63
106.18	1.69	106.68	1.63	107.18	1.69	107.68	1.72	108.18	1.63
106.19	1.70	106.69	1.64	107.19	1.70	107.69	1.72	108.19	1.64
106.20	1.67	106.70	1.62	107.20	1.69	107.70	1.73	108.20	1.65
106.21	1.70	106.71	1.60	107.21	1.69	107.71	1.72	108.21	1.64
106.22	1.68	106.72	1.58	107.22	1.67	107.72	1.72	108.22	1.65
106.23	1.66	106.73	1.59	107.23	1.68	107.73	1.70	108.23	1.64
106.24	1.68	106.74	1.57	107.24	1.66	107.74	1.70	108.24	1.62
106.25	1.67	106.75	1.57	107.25	1.68	107.75	1.72	108.25	1.63
106.26	1.67	106.76	1.59	107.26	1.67	107.76	1.72	108.26	1.62
106.27	1.68	106.77	1.62	107.27	1.67	107.77	1.78	108.27	1.62
106.28	1.68	106.78	1.61	107.28	1.66	107.78	1.81	108.28	1.64
106.29	1.65	106.79	1.63	107.29	1.66	107.79	1.80	108.29	1.63
106.30	1.63	106.80	1.63	107.30	1.68	107.80	1.80	108.30	1.65
106.31	1.66	106.81	1.63	107.31	1.70	107.81	1.80	108.31	1.64
106.32	1.65	106.82	1.64	107.32	1.70	107.82	1.80	108.32	1.65
106.33	1.64	106.83	1.60	107.33	1.70	107.83	1.77	108.33	1.63
106.34	1.65	106.84	1.59	107.34	1.68	107.84	1.75	108.34	1.61
106.35	1.63	106.85	1.59	107.35	1.68	107.85	1.72	108.35	1.61
106.36	1.64	106.86	1.59	107.36	1.66	107.86	1.70	108.36	1.61
106.37	1.66	106.87	1.59	107.37	1.64	107.87	1.70	108.37	1.61
106.38	1.67	106.88	1.61	107.38	1.64	107.88	1.70	108.38	1.62
106.39	1.67	106.89	1.65	107.39	1.66	107.89	1.72	108.39	1.61
106.40	1.68	106.90	1.64	107.40	1.64	107.90	1.72	108.40	1.62
106.41	1.68	106.91	1.68	107.41	1.65	107.91	1.72	108.41	1.65
106.42	1.69	106.92	1.68	107.42	1.61	107.92	1.72	108.42	1.65
106.43	1.70	106.93	1.68	107.43	1.60	107.93	1.72	108.43	1.63
106.44	1.70	106.94	1.68	107.44	1.61	107.94	1.69	108.44	1.62
106.45	1.69	106.95	1.68	107.45	1.60	107.95	1.64	108.45	1.62
106.46	1.71	106.96	1.70	107.46	1.59	107.96	1.65	108.46	1.62
106.47	1.73	106.97	1.71	107.47	1.57	107.97	1.65	108.47	1.60
106.48	1.71	106.98	1.69	107.48	1.59	107.98	1.62	108.48	1.60
106.49	1.71	106.99	1.69	107.49	1.59	107.99	1.62	108.49	1.60
106.50	1.70	107.00	1.71	107.50	1.59	108.00	1.63	108.50	1.60

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
108.51	1.62	109.01	1.65	109.51	1.66	110.01	1.74	110.51	1.66
108.52	1.63	109.02	1.68	109.52	1.64	110.02	1.72	110.52	1.66
108.53	1.62	109.03	1.64	109.53	1.62	110.03	1.76	110.53	1.65
108.54	1.61	109.04	1.61	109.54	1.62	110.04	1.75	110.54	1.63
108.55	1.62	109.05	1.63	109.55	1.64	110.05	1.74	110.55	1.65
108.56	1.65	109.06	1.63	109.56	1.66	110.06	1.76	110.56	1.69
108.57	1.64	109.07	1.63	109.57	1.66	110.07	1.72	110.57	1.67
108.58	1.61	109.08	1.65	109.58	1.67	110.08	1.72	110.58	1.67
108.59	1.60	109.09	1.66	109.59	1.63	110.09	1.70	110.59	1.69
108.60	1.60	109.10	1.64	109.60	1.62	110.10	1.69	110.60	1.68
108.61	1.60	109.11	1.64	109.61	1.62	110.11	1.71	110.61	1.69
108.62	1.61	109.12	1.63	109.62	1.61	110.12	1.69	110.62	1.68
108.63	1.61	109.13	1.60	109.63	1.60	110.13	1.68	110.63	1.69
108.64	1.61	109.14	1.60	109.64	1.59	110.14	1.66	110.64	1.71
108.65	1.60	109.15	1.61	109.65	1.58	110.15	1.67	110.65	1.72
108.66	1.61	109.16	1.63	109.66	1.59	110.16	1.71	110.66	1.76
108.67	1.64	109.17	1.65	109.67	1.59	110.17	1.72	110.67	1.74
108.68	1.64	109.18	1.64	109.68	1.59	110.18	1.68	110.68	1.76
108.69	1.64	109.19	1.59	109.69	1.60	110.19	1.69	110.69	1.77
108.70	1.64	109.20	1.60	109.70	1.62	110.20	1.65	110.70	1.79
108.71	1.65	109.21	1.62	109.71	1.67	110.21	1.68	110.71	1.78
108.72	1.62	109.22	1.58	109.72	1.65	110.22	1.68	110.72	1.77
108.73	1.60	109.23	1.61	109.73	1.65	110.23	1.66	110.73	1.75
108.74	1.61	109.24	1.59	109.74	1.64	110.24	1.65	110.74	1.76
108.75	1.60	109.25	1.59	109.75	1.62	110.25	1.64	110.75	1.75
108.76	1.63	109.26	1.58	109.76	1.65	110.26	1.62	110.76	1.73
108.77	1.63	109.27	1.59	109.77	1.65	110.27	1.61	110.77	1.73
108.78	1.62	109.28	1.58	109.78	1.64	110.28	1.60	110.78	1.71
108.79	1.62	109.29	1.58	109.79	1.65	110.29	1.60	110.79	1.70
108.80	1.61	109.30	1.59	109.80	1.65	110.30	1.61	110.80	1.69
108.81	1.59	109.31	1.62	109.81	1.65	110.31	1.63	110.81	1.70
108.82	1.60	109.32	1.62	109.82	1.65	110.32	1.65	110.82	1.70
108.83	1.62	109.33	1.60	109.83	1.64	110.33	1.62	110.83	1.71
108.84	1.58	109.34	1.59	109.84	1.66	110.34	1.59	110.84	1.71
108.85	1.58	109.35	1.64	109.85	1.67	110.35	1.61	110.85	1.67
108.86	1.59	109.36	1.67	109.86	1.66	110.36	1.60	110.86	1.67
108.87	1.62	109.37	1.63	109.87	1.65	110.37	1.65	110.87	1.63
108.88	1.62	109.38	1.62	109.88	1.64	110.38	1.63	110.88	1.63
108.89	1.62	109.39	1.62	109.89	1.65	110.39	1.63	110.89	1.61
108.90	1.63	109.40	1.61	109.90	1.66	110.40	1.63	110.90	1.60
108.91	1.62	109.41	1.61	109.91	1.67	110.41	1.65	110.91	1.59
108.92	1.63	109.42	1.63	109.92	1.70	110.42	1.65	110.92	1.59
108.93	1.62	109.43	1.64	109.93	1.71	110.43	1.67	110.93	1.60
108.94	1.63	109.44	1.65	109.94	1.71	110.44	1.68	110.94	1.58
108.95	1.66	109.45	1.66	109.95	1.72	110.45	1.70	110.95	1.58
108.96	1.67	109.46	1.66	109.96	1.72	110.46	1.70	110.96	1.61
108.97	1.68	109.47	1.66	109.97	1.75	110.47	1.70	110.97	1.58
108.98	1.70	109.48	1.65	109.98	1.73	110.48	1.68	110.98	1.56
108.99	1.68	109.49	1.66	109.99	1.73	110.49	1.63	110.99	1.58
109.00	1.65	109.50	1.66	110.00	1.73	110.50	1.65	111.00	1.57

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
111.01	1.56	111.51	1.77	112.01	1.68	112.51	1.75	113.01	1.74
111.02	1.58	111.52	1.80	112.02	1.65	112.52	1.73	113.02	1.75
111.03	1.58	111.53	1.78	112.03	1.67	112.53	1.74	113.03	1.75
111.04	1.61	111.54	1.76	112.04	1.66	112.54	1.74	113.04	1.75
111.05	1.61	111.55	1.77	112.05	1.68	112.55	1.79	113.05	1.75
111.06	1.63	111.56	1.78	112.06	1.68	112.56	1.81	113.06	1.78
111.07	1.62	111.57	1.77	112.07	1.67	112.57	1.78	113.07	1.80
111.08	1.63	111.58	1.79	112.08	1.67	112.58	1.79	113.08	1.79
111.09	1.63	111.59	1.82	112.09	1.65	112.59	1.77	113.09	1.80
111.10	1.64	111.60	1.83	112.10	1.65	112.60	1.77	113.10	1.77
111.11	1.67	111.61	1.82	112.11	1.63	112.61	1.79	113.11	1.78
111.12	1.69	111.62	1.80	112.12	1.63	112.62	1.77	113.12	1.77
111.13	1.69	111.63	1.78	112.13	1.67	112.63	1.78	113.13	1.77
111.14	1.73	111.64	1.76	112.14	1.66	112.64	1.77	113.14	1.77
111.15	1.71	111.65	1.76	112.15	1.69	112.65	1.76	113.15	1.78
111.16	1.68	111.66	1.76	112.16	1.69	112.66	1.73	113.16	1.78
111.17	1.68	111.67	1.73	112.17	1.69	112.67	1.70	113.17	1.77
111.18	1.70	111.68	1.74	112.18	1.69	112.68	1.68	113.18	1.79
111.19	1.69	111.69	1.72	112.19	1.73	112.69	1.69	113.19	1.75
111.20	1.69	111.70	1.72	112.20	1.70	112.70	1.69	113.20	1.71
111.21	1.69	111.71	1.72	112.21	1.70	112.71	1.68	113.21	1.72
111.22	1.68	111.72	1.71	112.22	1.71	112.72	1.66	113.22	1.73
111.23	1.70	111.73	1.73	112.23	1.70	112.73	1.64	113.23	1.70
111.24	1.71	111.74	1.71	112.24	1.72	112.74	1.65	113.24	1.70
111.25	1.72	111.75	1.69	112.25	1.74	112.75	1.65	113.25	1.70
111.26	1.74	111.76	1.67	112.26	1.72	112.76	1.64	113.26	1.69
111.27	1.73	111.77	1.63	112.27	1.71	112.77	1.66	113.27	1.70
111.28	1.74	111.78	1.63	112.28	1.71	112.78	1.62	113.28	1.70
111.29	1.74	111.79	1.66	112.29	1.71	112.79	1.64	113.29	1.70
111.30	1.72	111.80	1.64	112.30	1.69	112.80	1.62	113.30	1.70
111.31	1.70	111.81	1.65	112.31	1.74	112.81	1.63	113.31	1.69
111.32	1.70	111.82	1.68	112.32	1.72	112.82	1.63	113.32	1.66
111.33	1.71	111.83	1.68	112.33	1.74	112.83	1.63	113.33	1.67
111.34	1.72	111.84	1.68	112.34	1.73	112.84	1.66	113.34	1.67
111.35	1.72	111.85	1.67	112.35	1.73	112.85	1.67	113.35	1.67
111.36	1.74	111.86	1.67	112.36	1.71	112.86	1.68	113.36	1.69
111.37	1.75	111.87	1.67	112.37	1.74	112.87	1.69	113.37	1.71
111.38	1.75	111.88	1.67	112.38	1.71	112.88	1.67	113.38	1.72
111.39	1.74	111.89	1.67	112.39	1.70	112.89	1.67	113.39	1.72
111.40	1.73	111.90	1.66	112.40	1.72	112.90	1.65	113.40	1.72
111.41	1.74	111.91	1.69	112.41	1.70	112.91	1.67	113.41	1.75
111.42	1.72	111.92	1.71	112.42	1.69	112.92	1.66	113.42	1.75
111.43	1.72	111.93	1.72	112.43	1.70	112.93	1.69	113.43	1.77
111.44	1.73	111.94	1.75	112.44	1.71	112.94	1.68	113.44	1.78
111.45	1.73	111.95	1.76	112.45	1.71	112.95	1.71	113.45	1.79
111.46	1.73	111.96	1.72	112.46	1.71	112.96	1.72	113.46	1.81
111.47	1.74	111.97	1.73	112.47	1.73	112.97	1.74	113.47	1.82
111.48	1.74	111.98	1.71	112.48	1.71	112.98	1.74	113.48	1.84
111.49	1.77	111.99	1.69	112.49	1.73	112.99	1.73	113.49	1.85
111.50	1.79	112.00	1.67	112.50	1.72	113.00	1.75	113.50	1.88

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
113.51	1.90	114.01	2.07	114.51	1.96	115.01	1.94	115.51	1.83
113.52	1.91	114.02	2.03	114.52	1.97	115.02	1.96	115.52	1.83
113.53	1.93	114.03	2.05	114.53	1.99	115.03	1.98	115.53	1.83
113.54	1.95	114.04	2.04	114.54	2.01	115.04	1.98	115.54	1.80
113.55	1.95	114.05	2.05	114.55	2.03	115.05	1.98	115.55	1.78
113.56	1.97	114.06	2.05	114.56	2.03	115.06	1.95	115.56	1.77
113.57	2.00	114.07	2.02	114.57	2.04	115.07	1.99	115.57	1.76
113.58	1.99	114.08	2.00	114.58	2.03	115.08	2.00	115.58	1.73
113.59	1.99	114.09	1.98	114.59	2.04	115.09	2.00	115.59	1.74
113.60	1.97	114.10	1.99	114.60	2.02	115.10	2.00	115.60	1.76
113.61	1.96	114.11	1.95	114.61	2.01	115.11	1.99	115.61	1.81
113.62	1.94	114.12	1.94	114.62	2.02	115.12	2.02	115.62	1.78
113.63	1.93	114.13	1.92	114.63	2.01	115.13	1.98	115.63	1.78
113.64	1.94	114.14	1.94	114.64	1.99	115.14	1.98	115.64	1.76
113.65	1.93	114.15	1.91	114.65	1.98	115.15	2.00	115.65	1.80
113.66	1.93	114.16	1.93	114.66	1.98	115.16	1.98	115.66	1.78
113.67	1.94	114.17	1.93	114.67	1.96	115.17	1.97	115.67	1.74
113.68	1.93	114.18	1.91	114.68	1.98	115.18	1.96	115.68	1.77
113.69	1.93	114.19	1.88	114.69	1.98	115.19	1.96	115.69	1.76
113.70	1.90	114.20	1.85	114.70	1.98	115.20	1.92	115.70	1.76
113.71	1.86	114.21	1.85	114.71	1.97	115.21	1.93	115.71	1.77
113.72	1.86	114.22	1.82	114.72	1.97	115.22	1.92	115.72	1.79
113.73	1.84	114.23	1.82	114.73	1.96	115.23	1.91	115.73	1.75
113.74	1.82	114.24	1.84	114.74	1.95	115.24	1.87	115.74	1.76
113.75	1.84	114.25	1.86	114.75	1.96	115.25	1.82	115.75	1.74
113.76	1.85	114.26	1.85	114.76	1.94	115.26	1.82	115.76	1.73
113.77	1.86	114.27	1.86	114.77	1.93	115.27	1.81	115.77	1.71
113.78	1.88	114.28	1.87	114.78	1.92	115.28	1.83	115.78	1.67
113.79	1.93	114.29	1.89	114.79	1.92	115.29	1.82	115.79	1.69
113.80	1.92	114.30	1.89	114.80	1.92	115.30	1.82	115.80	1.71
113.81	1.90	114.31	1.86	114.81	1.92	115.31	1.82	115.81	1.72
113.82	1.92	114.32	1.88	114.82	1.94	115.32	1.81	115.82	1.69
113.83	1.92	114.33	1.88	114.83	1.92	115.33	1.79	115.83	1.69
113.84	1.91	114.34	1.88	114.84	1.92	115.34	1.78	115.84	1.71
113.85	1.96	114.35	1.88	114.85	1.89	115.35	1.78	115.85	1.72
113.86	1.95	114.36	1.89	114.86	1.89	115.36	1.74	115.86	1.73
113.87	1.97	114.37	1.90	114.87	1.89	115.37	1.77	115.87	1.74
113.88	2.01	114.38	1.91	114.88	1.89	115.38	1.76	115.88	1.72
113.89	2.02	114.39	1.91	114.89	1.88	115.39	1.79	115.89	1.72
113.90	2.06	114.40	1.91	114.90	1.89	115.40	1.81	115.90	1.77
113.91	2.09	114.41	1.89	114.91	1.88	115.41	1.84	115.91	1.77
113.92	2.06	114.42	1.89	114.92	1.88	115.42	1.86	115.92	1.78
113.93	2.07	114.43	1.92	114.93	1.88	115.43	1.85	115.93	1.82
113.94	2.10	114.44	1.92	114.94	1.89	115.44	1.83	115.94	1.81
113.95	2.11	114.45	1.91	114.95	1.88	115.45	1.81	115.95	1.84
113.96	2.09	114.46	1.90	114.96	1.89	115.46	1.80	115.96	1.86
113.97	2.09	114.47	1.93	114.97	1.90	115.47	1.83	115.97	1.84
113.98	2.10	114.48	1.94	114.98	1.88	115.48	1.80	115.98	1.85
113.99	2.06	114.49	1.95	114.99	1.89	115.49	1.81	115.99	1.85
114.00	2.06	114.50	1.97	115.00	1.92	115.50	1.85	116.00	1.86

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
116.01	1.87	116.51	1.86	117.01	1.96	117.51	1.87	118.01	1.71
116.02	1.82	116.52	1.87	117.02	1.96	117.52	1.86	118.02	1.72
116.03	1.79	116.53	1.84	117.03	1.97	117.53	1.86	118.03	1.73
116.04	1.81	116.54	1.85	117.04	1.98	117.54	1.88	118.04	1.74
116.05	1.82	116.55	1.86	117.05	1.98	117.55	1.89	118.05	1.73
116.06	1.81	116.56	1.86	117.06	1.96	117.56	1.86	118.06	1.74
116.07	1.77	116.57	1.87	117.07	1.96	117.57	1.84	118.07	1.76
116.08	1.78	116.58	1.86	117.08	1.96	117.58	1.81	118.08	1.75
116.09	1.77	116.59	1.86	117.09	1.97	117.59	1.80	118.09	1.76
116.10	1.77	116.60	1.87	117.10	1.96	117.60	1.78	118.10	1.77
116.11	1.79	116.61	1.86	117.11	1.94	117.61	1.79	118.11	1.79
116.12	1.81	116.62	1.86	117.12	1.94	117.62	1.77	118.12	1.80
116.13	1.79	116.63	1.84	117.13	1.92	117.63	1.75	118.13	1.83
116.14	1.78	116.64	1.87	117.14	1.90	117.64	1.77	118.14	1.81
116.15	1.76	116.65	1.89	117.15	1.90	117.65	1.75	118.15	1.81
116.16	1.77	116.66	1.94	117.16	1.91	117.66	1.74	118.16	1.84
116.17	1.75	116.67	1.90	117.17	1.90	117.67	1.73	118.17	1.82
116.18	1.74	116.68	1.90	117.18	1.91	117.68	1.74	118.18	1.80
116.19	1.76	116.69	1.90	117.19	1.90	117.69	1.73	118.19	1.80
116.20	1.77	116.70	1.92	117.20	1.88	117.70	1.72	118.20	1.80
116.21	1.75	116.71	1.90	117.21	1.89	117.71	1.71	118.21	1.79
116.22	1.74	116.72	1.88	117.22	1.90	117.72	1.70	118.22	1.74
116.23	1.76	116.73	1.88	117.23	1.89	117.73	1.73	118.23	1.75
116.24	1.78	116.74	1.89	117.24	1.89	117.74	1.73	118.24	1.74
116.25	1.78	116.75	1.92	117.25	1.88	117.75	1.73	118.25	1.77
116.26	1.78	116.76	1.91	117.26	1.90	117.76	1.74	118.26	1.77
116.27	1.77	116.77	1.92	117.27	1.92	117.77	1.76	118.27	1.77
116.28	1.76	116.78	1.95	117.28	1.95	117.78	1.73	118.28	1.76
116.29	1.72	116.79	1.93	117.29	1.95	117.79	1.75	118.29	1.74
116.30	1.73	116.80	1.98	117.30	1.97	117.80	1.79	118.30	1.73
116.31	1.75	116.81	1.98	117.31	1.97	117.81	1.77	118.31	1.73
116.32	1.77	116.82	1.97	117.32	1.96	117.82	1.79	118.32	1.76
116.33	1.80	116.83	1.97	117.33	1.95	117.83	1.81	118.33	1.73
116.34	1.81	116.84	1.99	117.34	1.97	117.84	1.81	118.34	1.73
116.35	1.82	116.85	1.99	117.35	1.99	117.85	1.78	118.35	1.73
116.36	1.83	116.86	1.99	117.36	2.00	117.86	1.78	118.36	1.72
116.37	1.86	116.87	2.00	117.37	1.96	117.87	1.78	118.37	1.70
116.38	1.87	116.88	2.00	117.38	1.95	117.88	1.81	118.38	1.72
116.39	1.88	116.89	2.02	117.39	1.93	117.89	1.80	118.39	1.75
116.40	1.87	116.90	2.03	117.40	1.95	117.90	1.78	118.40	1.76
116.41	1.86	116.91	2.02	117.41	1.95	117.91	1.78	118.41	1.74
116.42	1.87	116.92	2.00	117.42	1.96	117.92	1.76	118.42	1.74
116.43	1.87	116.93	2.01	117.43	1.95	117.93	1.75	118.43	1.75
116.44	1.87	116.94	2.00	117.44	1.94	117.94	1.73	118.44	1.74
116.45	1.90	116.95	2.00	117.45	1.93	117.95	1.75	118.45	1.74
116.46	1.91	116.96	2.00	117.46	1.91	117.96	1.71	118.46	1.76
116.47	1.89	116.97	1.99	117.47	1.90	117.97	1.71	118.47	1.74
116.48	1.86	116.98	1.99	117.48	1.89	117.98	1.70	118.48	1.76
116.49	1.83	116.99	1.99	117.49	1.88	117.99	1.68	118.49	1.73
116.50	1.85	117.00	1.98	117.50	1.88	118.00	1.69	118.50	1.74

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
118.51	1.74	119.01	1.85	119.51	1.63	120.01	1.67	120.51	1.71
118.52	1.75	119.02	1.88	119.52	1.67	120.02	1.66	120.52	1.70
118.53	1.74	119.03	1.88	119.53	1.66	120.03	1.69	120.53	1.69
118.54	1.73	119.04	1.86	119.54	1.66	120.04	1.70	120.54	1.72
118.55	1.71	119.05	1.84	119.55	1.67	120.05	1.69	120.55	1.72
118.56	1.70	119.06	1.80	119.56	1.68	120.06	1.68	120.56	1.72
118.57	1.68	119.07	1.80	119.57	1.68	120.07	1.68	120.57	1.69
118.58	1.68	119.08	1.80	119.58	1.69	120.08	1.68	120.58	1.70
118.59	1.67	119.09	1.78	119.59	1.70	120.09	1.68	120.59	1.73
118.60	1.65	119.10	1.78	119.60	1.72	120.10	1.70	120.60	1.73
118.61	1.64	119.11	1.82	119.61	1.72	120.11	1.70	120.61	1.73
118.62	1.65	119.12	1.81	119.62	1.71	120.12	1.73	120.62	1.73
118.63	1.63	119.13	1.79	119.63	1.72	120.13	1.72	120.63	1.73
118.64	1.63	119.14	1.78	119.64	1.72	120.14	1.72	120.64	1.75
118.65	1.63	119.15	1.80	119.65	1.74	120.15	1.75	120.65	1.76
118.66	1.65	119.16	1.78	119.66	1.78	120.16	1.77	120.66	1.74
118.67	1.68	119.17	1.74	119.67	1.77	120.17	1.77	120.67	1.75
118.68	1.66	119.18	1.73	119.68	1.77	120.18	1.78	120.68	1.75
118.69	1.66	119.19	1.70	119.69	1.75	120.19	1.79	120.69	1.75
118.70	1.67	119.20	1.71	119.70	1.76	120.20	1.78	120.70	1.76
118.71	1.67	119.21	1.72	119.71	1.76	120.21	1.79	120.71	1.77
118.72	1.67	119.22	1.72	119.72	1.75	120.22	1.78	120.72	1.76
118.73	1.66	119.23	1.73	119.73	1.74	120.23	1.80	120.73	1.76
118.74	1.66	119.24	1.71	119.74	1.75	120.24	1.82	120.74	1.76
118.75	1.66	119.25	1.71	119.75	1.75	120.25	1.82	120.75	1.74
118.76	1.66	119.26	1.75	119.76	1.72	120.26	1.80	120.76	1.73
118.77	1.69	119.27	1.75	119.77	1.72	120.27	1.78	120.77	1.73
118.78	1.68	119.28	1.75	119.78	1.73	120.28	1.78	120.78	1.77
118.79	1.70	119.29	1.77	119.79	1.73	120.29	1.78	120.79	1.78
118.80	1.69	119.30	1.74	119.80	1.72	120.30	1.80	120.80	1.79
118.81	1.70	119.31	1.73	119.81	1.71	120.31	1.79	120.81	1.78
118.82	1.69	119.32	1.71	119.82	1.71	120.32	1.79	120.82	1.76
118.83	1.69	119.33	1.72	119.83	1.70	120.33	1.78	120.83	1.78
118.84	1.65	119.34	1.75	119.84	1.72	120.34	1.79	120.84	1.80
118.85	1.65	119.35	1.72	119.85	1.73	120.35	1.79	120.85	1.78
118.86	1.66	119.36	1.73	119.86	1.70	120.36	1.78	120.86	1.78
118.87	1.66	119.37	1.72	119.87	1.70	120.37	1.76	120.87	1.80
118.88	1.71	119.38	1.71	119.88	1.70	120.38	1.75	120.88	1.81
118.89	1.73	119.39	1.71	119.89	1.71	120.39	1.78	120.89	1.83
118.90	1.75	119.40	1.71	119.90	1.71	120.40	1.78	120.90	1.84
118.91	1.76	119.41	1.73	119.91	1.71	120.41	1.77	120.91	1.83
118.92	1.78	119.42	1.73	119.92	1.71	120.42	1.74	120.92	1.84
118.93	1.77	119.43	1.69	119.93	1.72	120.43	1.75	120.93	1.83
118.94	1.74	119.44	1.69	119.94	1.72	120.44	1.75	120.94	1.83
118.95	1.77	119.45	1.68	119.95	1.70	120.45	1.74	120.95	1.81
118.96	1.78	119.46	1.65	119.96	1.70	120.46	1.74	120.96	1.81
118.97	1.80	119.47	1.66	119.97	1.72	120.47	1.71	120.97	1.80
118.98	1.80	119.48	1.65	119.98	1.71	120.48	1.71	120.98	1.81
118.99	1.80	119.49	1.64	119.99	1.69	120.49	1.71	120.99	1.81
119.00	1.81	119.50	1.65	120.00	1.69	120.50	1.71	121.00	1.79

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
121.01	1.78	121.51	1.69	122.01	2.13	122.51	2.04	123.01	2.03
121.02	1.78	121.52	1.70	122.02	2.11	122.52	2.06	123.02	2.02
121.03	1.79	121.53	1.72	122.03	2.11	122.53	2.03	123.03	2.04
121.04	1.78	121.54	1.71	122.04	2.08	122.54	2.02	123.04	2.04
121.05	1.76	121.55	1.74	122.05	2.05	122.55	2.01	123.05	2.06
121.06	1.72	121.56	1.74	122.06	2.05	122.56	2.02	123.06	2.05
121.07	1.72	121.57	1.76	122.07	2.05	122.57	2.02	123.07	2.06
121.08	1.71	121.58	1.77	122.08	2.02	122.58	2.01	123.08	2.07
121.09	1.72	121.59	1.76	122.09	2.04	122.59	2.02	123.09	2.07
121.10	1.74	121.60	1.77	122.10	2.03	122.60	2.01	123.10	2.07
121.11	1.75	121.61	1.76	122.11	2.02	122.61	2.00	123.11	2.08
121.12	1.77	121.62	1.76	122.12	2.01	122.62	2.01	123.12	2.04
121.13	1.77	121.63	1.77	122.13	2.01	122.63	2.00	123.13	2.03
121.14	1.78	121.64	1.82	122.14	1.98	122.64	2.01	123.14	2.04
121.15	1.78	121.65	1.85	122.15	2.00	122.65	2.04	123.15	2.05
121.16	1.80	121.66	1.86	122.16	2.00	122.66	2.04	123.16	2.06
121.17	1.82	121.67	1.86	122.17	2.02	122.67	2.06	123.17	2.05
121.18	1.84	121.68	1.86	122.18	2.01	122.68	2.05	123.18	2.06
121.19	1.84	121.69	1.86	122.19	2.01	122.69	2.05	123.19	2.08
121.20	1.83	121.70	1.87	122.20	2.01	122.70	2.03	123.20	2.09
121.21	1.83	121.71	1.88	122.21	2.02	122.71	2.04	123.21	2.10
121.22	1.83	121.72	1.87	122.22	2.04	122.72	2.06	123.22	2.08
121.23	1.85	121.73	1.86	122.23	2.06	122.73	2.07	123.23	2.08
121.24	1.86	121.74	1.86	122.24	2.07	122.74	2.07	123.24	2.05
121.25	1.91	121.75	1.85	122.25	2.11	122.75	2.04	123.25	2.01
121.26	1.89	121.76	1.87	122.26	2.08	122.76	2.01	123.26	2.02
121.27	1.88	121.77	1.88	122.27	2.10	122.77	2.01	123.27	2.03
121.28	1.88	121.78	1.91	122.28	2.09	122.78	2.02	123.28	2.05
121.29	1.85	121.79	1.92	122.29	2.10	122.79	2.04	123.29	2.08
121.30	1.82	121.80	1.95	122.30	2.09	122.80	2.03	123.30	2.07
121.31	1.83	121.81	1.94	122.31	2.11	122.81	2.04	123.31	2.09
121.32	1.80	121.82	1.92	122.32	2.06	122.82	2.01	123.32	2.09
121.33	1.82	121.83	1.95	122.33	2.07	122.83	2.00	123.33	2.08
121.34	1.81	121.84	1.95	122.34	2.09	122.84	1.97	123.34	2.12
121.35	1.78	121.85	1.97	122.35	2.07	122.85	1.99	123.35	2.12
121.36	1.78	121.86	1.97	122.36	2.11	122.86	1.98	123.36	2.11
121.37	1.76	121.87	1.99	122.37	2.13	122.87	1.99	123.37	2.10
121.38	1.74	121.88	2.04	122.38	2.12	122.88	1.99	123.38	2.10
121.39	1.77	121.89	2.06	122.39	2.08	122.89	2.00	123.39	2.11
121.40	1.76	121.90	2.08	122.40	2.05	122.90	2.01	123.40	2.12
121.41	1.75	121.91	2.09	122.41	2.05	122.91	2.03	123.41	2.12
121.42	1.74	121.92	2.09	122.42	2.05	122.92	2.05	123.42	2.14
121.43	1.74	121.93	2.10	122.43	2.06	122.93	2.05	123.43	2.15
121.44	1.74	121.94	2.10	122.44	2.07	122.94	2.03	123.44	2.16
121.45	1.73	121.95	2.11	122.45	2.06	122.95	2.02	123.45	2.14
121.46	1.72	121.96	2.12	122.46	2.07	122.96	2.02	123.46	2.15
121.47	1.72	121.97	2.14	122.47	2.08	122.97	2.02	123.47	2.16
121.48	1.71	121.98	2.14	122.48	2.06	122.98	2.00	123.48	2.13
121.49	1.71	121.99	2.14	122.49	2.08	122.99	2.01	123.49	2.10
121.50	1.69	122.00	2.10	122.50	2.05	123.00	2.01	123.50	2.10

密度検層データ

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)	測定深度 (GL-m)	密度 (g/cm^3)
123.51	2.07	124.01	2.21	124.51	2.19				
123.52	2.05	124.02	2.23	124.52	2.17				
123.53	2.04	124.03	2.24	124.53	2.18				
123.54	2.05	124.04	2.25	124.54	2.17				
123.55	2.02	124.05	2.26	124.55	2.16				
123.56	2.02	124.06	2.24	124.56	2.13				
123.57	2.03	124.07	2.23	124.57	2.15				
123.58	2.03	124.08	2.26	124.58	2.16				
123.59	2.03	124.09	2.27	124.59	2.16				
123.60	2.04	124.10	2.25	124.60	2.12				
123.61	2.03	124.11	2.24	124.61	2.11				
123.62	2.06	124.12	2.21	124.62	2.11				
123.63	2.07	124.13	2.19	124.63	2.11				
123.64	2.07	124.14	2.20	124.64	2.06				
123.65	2.09	124.15	2.22	124.65	2.02				
123.66	2.11	124.16	2.21	124.66	2.04				
123.67	2.13	124.17	2.22	124.67	2.05				
123.68	2.15	124.18	2.23	124.68	2.04				
123.69	2.16	124.19	2.19	124.69	2.04				
123.70	2.16	124.20	2.20	124.70	2.01				
123.71	2.17	124.21	2.18	124.71	2.01				
123.72	2.20	124.22	2.15	124.72	2.02				
123.73	2.20	124.23	2.17	124.73	2.03				
123.74	2.19	124.24	2.15	124.74	2.03				
123.75	2.20	124.25	2.14	124.75	2.03				
123.76	2.22	124.26	2.12	124.76	2.02				
123.77	2.21	124.27	2.10	124.77	2.05				
123.78	2.18	124.28	2.11	124.78	2.06				
123.79	2.17	124.29	2.12	124.79	2.05				
123.80	2.16	124.30	2.12	124.80	2.08				
123.81	2.16	124.31	2.11	124.81	2.14				
123.82	2.13	124.32	2.09	124.82	2.15				
123.83	2.12	124.33	2.10	124.83	2.14				
123.84	2.12	124.34	2.08	124.84	2.15				
123.85	2.11	124.35	2.09	124.85	2.14				
123.86	2.12	124.36	2.11	124.86	2.16				
123.87	2.13	124.37	2.11	124.87	2.17				
123.88	2.13	124.38	2.12	124.88	2.17				
123.89	2.13	124.39	2.15	124.89	2.19				
123.90	2.16	124.40	2.11	124.90	2.21				
123.91	2.13	124.41	2.11	124.91	2.18				
123.92	2.12	124.42	2.12	124.92	2.19				
123.93	2.11	124.43	2.14	124.93	2.20				
123.94	2.13	124.44	2.16	124.94	2.20				
123.95	2.17	124.45	2.17	124.95	2.22				
123.96	2.17	124.46	2.16	124.96	2.20				
123.97	2.18	124.47	2.18	124.97	2.18				
123.98	2.18	124.48	2.21	124.98	2.18				
123.99	2.22	124.49	2.18	124.99	2.14				
124.00	2.22	124.50	2.16	125.00	2.16				

（4）PS 検層

PS検層データ(Vs)

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	Vs (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vs (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vs (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vs (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vs (m/s)
2.00	1064.00	51.00	855.00	100.00	1156.00				
3.00	1163.00	52.00	854.50	101.00	1117.50				
4.00	1093.00	53.00	862.50	102.00	1136.00				
5.00	1142.50	54.00	862.00	103.00	1111.00				
6.00	1212.50	55.00	870.00	104.00	1212.50				
7.00	1136.00	56.00	790.50	105.00	1212.50				
8.00	1105.00	57.00	803.50	106.00	1183.00				
9.00	909.00	58.00	833.50	107.00	1130.00				
10.00	1020.50	59.00	862.00	108.00	1183.00				
11.00	1000.00	60.00	910.00	109.00	1176.00				
12.00	1076.50	61.00	921.50	110.00	1183.00				
13.00	1250.50	62.00	905.50	111.00	1227.50				
14.00	1244.50	63.00	877.50	112.00	1212.50				
15.00	1150.50	64.00	957.00	113.00	1274.00				
16.00	1176.50	65.00	971.00	114.00	1342.00				
17.00	1031.00	66.00	947.50	115.00	1360.50				
18.00	930.50	67.00	975.50	116.00	1274.50				
19.00	909.50	68.00	962.00	117.00	1227.50				
20.00	978.50	69.00	1015.00	118.00	1282.50				
21.00	1016.50	70.00	1010.00	119.00	1266.00				
22.00	901.50	71.00	1042.00	120.00	1242.50				
23.00	840.00	72.00	1075.50	121.00	1290.50				
23.00	829.50	73.00	1015.00	121.00	1274.00				
24.00	851.00	74.00	975.50	122.00	1389.00				
25.00	854.50	75.00	935.00	123.00	1398.50				
26.00	816.50	75.00	934.50	124.00	1538.00				
27.00	830.00	76.00	931.50	125.00	1550.50				
28.00	877.50	77.00	1005.50						
29.00	917.50	78.00	1099.00						
30.00	862.50	79.00	1075.50						
31.00	873.50	80.00	1069.50						
32.00	905.00	81.00	1000.00						
33.00	918.50	82.00	881.50						
34.00	895.00	83.00	991.00						
35.00	866.00	84.00	971.00						
36.00	855.50	85.00	1058.50						
37.00	881.00	86.00	995.00						
38.00	862.00	87.00	1093.00						
39.00	851.00	88.00	930.50						
40.00	851.00	89.00	862.50						
41.00	862.50	90.00	985.00						
42.00	862.50	91.00	1047.50						
43.00	926.00	92.00	1087.00						
44.00	926.00	93.00	1162.50						
45.00	930.50	94.00	1081.00						
46.00	901.00	95.00	1169.50						
47.00	885.00	96.00	1163.00						
48.00	897.00	97.00	1156.00						
49.00	851.00	98.00	1069.50						
50.00	866.00	99.00	1149.00						

PS検層データ(Vp)

測定孔: TI1-850　　測定日: 2020年8月19日　　測定者:

測定深度 (GL-m)	Vp (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vp (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vp (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vp (m/s)	測定深度 (GL-m)	Vp (m/s)
2.00	2273.00	51.00	2020.00	100.00	2198.00				
3.00	2326.00	52.00	2062.00	101.00	2247.00				
4.00	2410.00	53.00	2041.00	102.00	2247.00				
5.00	2326.00	54.00	2128.00	103.00	2247.00				
6.00	2273.00	55.00	1961.00	104.00	2299.00				
7.00	2273.00	56.00	2020.00	105.00	2353.00				
8.00	2174.00	57.00	1905.00	106.00	2273.00				
9.00	2198.00	58.00	1942.00	107.00	2247.00				
10.00	2198.00	59.00	1942.00	108.00	2299.00				
11.00	2222.00	60.00	2000.00	109.00	2381.00				
12.00	2174.00	61.00	2041.00	110.00	2353.00				
13.00	2299.00	62.00	1942.00	111.00	2326.00				
14.00	2326.00	63.00	1980.00	112.00	2381.00				
15.00	2247.00	64.00	1980.00	113.00	2410.00				
16.00	2381.00	65.00	1980.00	114.00	2564.00				
17.00	2105.00	66.00	2000.00	115.00	2632.00				
18.00	2128.00	67.00	2020.00	116.00	2439.00				
19.00	1961.00	68.00	2020.00	117.00	2410.00				
20.00	1980.00	69.00	2198.00	118.00	2564.00				
21.00	2000.00	70.00	2128.00	119.00	2500.00				
22.00	1869.00	71.00	2083.00	120.00	2469.00				
23.00	1852.00	72.00	2326.00	121.00	2410.00				
23.00	1869.00	73.00	2174.00	121.00	2410.00				
24.00	1905.00	74.00	2105.00	122.00	2740.00				
25.00	1923.00	75.00	2000.00	123.00	2703.00				
26.00	1980.00	75.00	2083.00	124.00	2899.00				
27.00	1905.00	76.00	2000.00	125.00	3226.00				
28.00	1942.00	77.00	2105.00						
29.00	1942.00	78.00	2222.00						
30.00	1961.00	79.00	2198.00						
31.00	1980.00	80.00	2151.00						
32.00	2041.00	81.00	2198.00						
33.00	1923.00	82.00	1942.00						
34.00	1905.00	83.00	2198.00						
35.00	1923.00	84.00	2020.00						
36.00	1942.00	85.00	2174.00						
37.00	1942.00	86.00	2105.00						
38.00	1980.00	87.00	2273.00						
39.00	1961.00	88.00	2020.00						
40.00	2083.00	89.00	1942.00						
41.00	2128.00	90.00	2105.00						
42.00	2105.00	91.00	2105.00						
43.00	2083.00	92.00	2174.00						
44.00	2105.00	93.00	2326.00						
45.00	2174.00	94.00	2198.00						
46.00	2198.00	95.00	2299.00						
47.00	1961.00	96.00	2299.00						
48.00	1961.00	97.00	2273.00						
49.00	1923.00	98.00	2174.00						
50.00	2041.00	99.00	2174.00						

5. ボアホールカメラ撮影

（1）不連続面一覧表

TI1-850 不連続面一覧表

亀裂No.	記録深度 (m)	走向		傾斜		区分	開口量	地層境界
		角度	方位	角度	方位			
001	1.235	26	W	11	W	割れ目(開口)	3.5	
002	1.247	42	W	12	S	割れ目(開口)	5.5	
003	1.573	64	E	8	S	割れ目(開口)	3.5	
004	1.834	24	E	43	W	割れ目(開口)	0	
005	2.487	80	W	11	S	割れ目(密着)	0	
006	3.795	25	E	40	E	割れ目(密着)	0	
007	4.885	23	W	28	E	割れ目(開口)	1	
008	4.916	56	E	43	N	割れ目(密着)	0	
009	4.974	20	E	5	W	割れ目(密着)	0	
010	8.835	71	E	5	S	葉理	0	
011	8.900	37	E	21	S	層理	0	
012	9.174	18	W	11	E	地質境界	0	Tps32／Tspt31
013	10.382	86	W	67	N	断層(ゆ着・固結)	0	
014	10.420	88	E	64	N	断層(ゆ着・固結)	0	
015	10.519	82	W	65	N	断層(ゆ着・固結)	0	
016	10.684	88	E	71	N	断層(ゆ着・固結)	0	
017	13.556	40	E	5	E	地質境界	0	Tspt31／Tps31
018	13.798	80	E	9	S	葉理	0	
019	14.507	47	E	41	S	葉理	0	
020	14.604	47	E	37	S	葉理	0	
021	14.691	35	W	30	E	葉理	0	
022	15.174	67	E	24	S	葉理	0	
023	15.685	16	E	21	E	葉理	0	
024	15.823	28	W	29	E	葉理	0	
025	16.668	29	E	10	E	葉理	0	
026	17.617	11	E	43	W	割れ目(密着)	0	
027	18.181	21	E	3	E	葉理	0	
028	18.523	53	E	5	S	葉理	0	
029	18.882	72	E	8	S	葉理	0	
030	19.203	85	W	4	S	層理	0	
031	19.817	81	W	16	S	葉理	0	
032	20.744	26	W	28	W	地質境界	0	Tsp31／Tpt2
033	22.713	83	E	57	N	層理	0	
034	23.264	11	E	42	W	葉理	0	
035	23.948	6	E	47	W	割れ目(密着)	0	
036	24.039	90	E	30	S	葉理	0	
037	24.674	4	E	36	W	葉理	0	
038	24.757	13	W	38	W	葉理	0	
039	25.787	89	W	73	N	割れ目(密着)	0	
040	25.902	69	W	80	S	割れ目(密着)	0	
041	26.334	72	W	29	S	層理	0	
042	27.737	37	E	25	E	葉理	0	
043	27.895	84	E	63	N	割れ目(密着)	0	
044	27.971	3	W	29	E	葉理	0	
045	28.722	14	E	26	E	葉理	0	
046	28.877	8	E	45	W	割れ目(密着)	0	
047	28.922	47	E	69	N	割れ目(密着)	0	
048	29.133	36	E	83	E	割れ目(密着)	0	
049	29.581	6	W	46	W	割れ目(密着)	0	
050	29.835	26	E	23	E	葉理	0	
051	30.045	23	E	23	E	葉理	0	
052	30.216	5	E	54	W	割れ目(密着)	0	
053	30.294	1	W	14	E	葉理	0	
054	30.360	0	E	45	W	割れ目(密着)	0	
055	30.581	6	E	33	E	葉理	0	
056	30.699	15	E	38	E	葉理	0	
057	31.050	48	E	41	SE	葉理	0	
058	31.328	65	E	76	N	断層(ゆ着・固結)	0	
059	31.359	63	E	73	N	断層(ゆ着・固結)	0	
060	31.419	69	E	67	N	断層(ゆ着・固結)	0	
061	31.559	18	E	76	W	断層(ゆ着・固結)	0	
062	31.918	0	E	52	E	葉理	0	
063	32.111	36	W	38	E	葉理	0	
064	33.263	50	W	15	S	葉理	0	
065	34.132	81	W	76	S	割れ目(密着)	0	
066	34.570	67	E	70	N	割れ目(密着)	0	
067	34.671	32	E	48	W	葉理	0	
068	35.009	37	E	80	SE	割れ目(密着)	0	
069	35.411	64	E	68	N	割れ目(密着)	0	

TI1-850 不連続面一覧表

亀裂No.	記録深度 (m)	走向		傾斜		区分	開口量	地層境界
		角度	方位	角度	方位			
070	37.275	19	E	41	E	葉理	0	
071	43.130	71	E	75	S	割れ目(密着)	0	
072	44.018	23	E	28	E	葉理	0	
073	44.666	71	E	73	S	割れ目(密着)	0	
074	44.728	87	E	21	S	葉理	0	
075	45.204	74	E	78	S	割れ目(密着)	0	
076	45.522	74	E	72	S	割れ目(密着)	0	
077	49.872	63	W	8	S	葉理	0	
078	50.853	45	E	57	N	割れ目(密着)	0	
079	51.377	46	E	16	N	葉理	0	
080	51.766	42	W	56	E	割れ目(密着)	0	
081	53.377	35	E	41	W	葉理	0	
082	54.708	48	E	40	N	葉理	0	
083	58.554	89	W	73	N	葉理	0	
084	61.026	41	E	63	W	葉理	0	
085	61.220	50	E	40	N	葉理	0	
086	62.759	51	E	35	SE	葉理	0	
087	66.422	20	E	40	W	葉理	0	
088	67.756	21	E	39	W	葉理	0	
089	67.879	9	E	52	W	葉理	0	
090	68.271	51	W	40	SW	葉理	0	
091	68.619	29	W	26	E	葉理	0	
092	68.660	24	W	41	E	葉理	0	
093	69.396	83	E	43	S	葉理	0	
094	70.870	5	E	41	W	葉理	0	
095	71.055	86	W	62	S	葉理	0	
096	71.540	85	E	66	S	層理	0	
097	72.699	76	E	44	S	地質境界	0	Tpt2／Tspt2
098	75.843	63	E	26	S	葉理	0	
099	77.416	54	E	44	N	葉理	0	
100	78.280	82	E	76	N	葉理	0	
101	78.568	57	E	56	N	葉理	0	
102	79.260	80	E	24	S	葉理	0	
103	80.431	1	E	34	W	葉理	0	
104	81.553	86	E	12	S	葉理	0	
105	81.603	35	E	8	E	葉理	0	
106	85.439	78	E	36	S	葉理	0	
107	107.654	73	E	76	S	割れ目(密着)	0	
108	113.165	27	W	18	E	葉理	0	
109	114.632	54	E	10	S	葉理	0	
110	117.782	8	W	21	E	葉理	0	
111	120.183	55	W	18	N	割れ目(開口)	2.5	
112	121.763	23	W	27	E	葉理	0	
113	122.307	0	E	12	W	地質境界	0	Tspt2／Tpps2
114	122.437	2	W	23	W	割れ目(開口)	1.5	
115	123.445	37	E	30	W	葉理	0	
116	123.529	56	E	53	N	割れ目(開口)	2	
117	123.971	82	E	2	S	葉理	0	
118	124.301	34	E	2	SE	葉理	0	

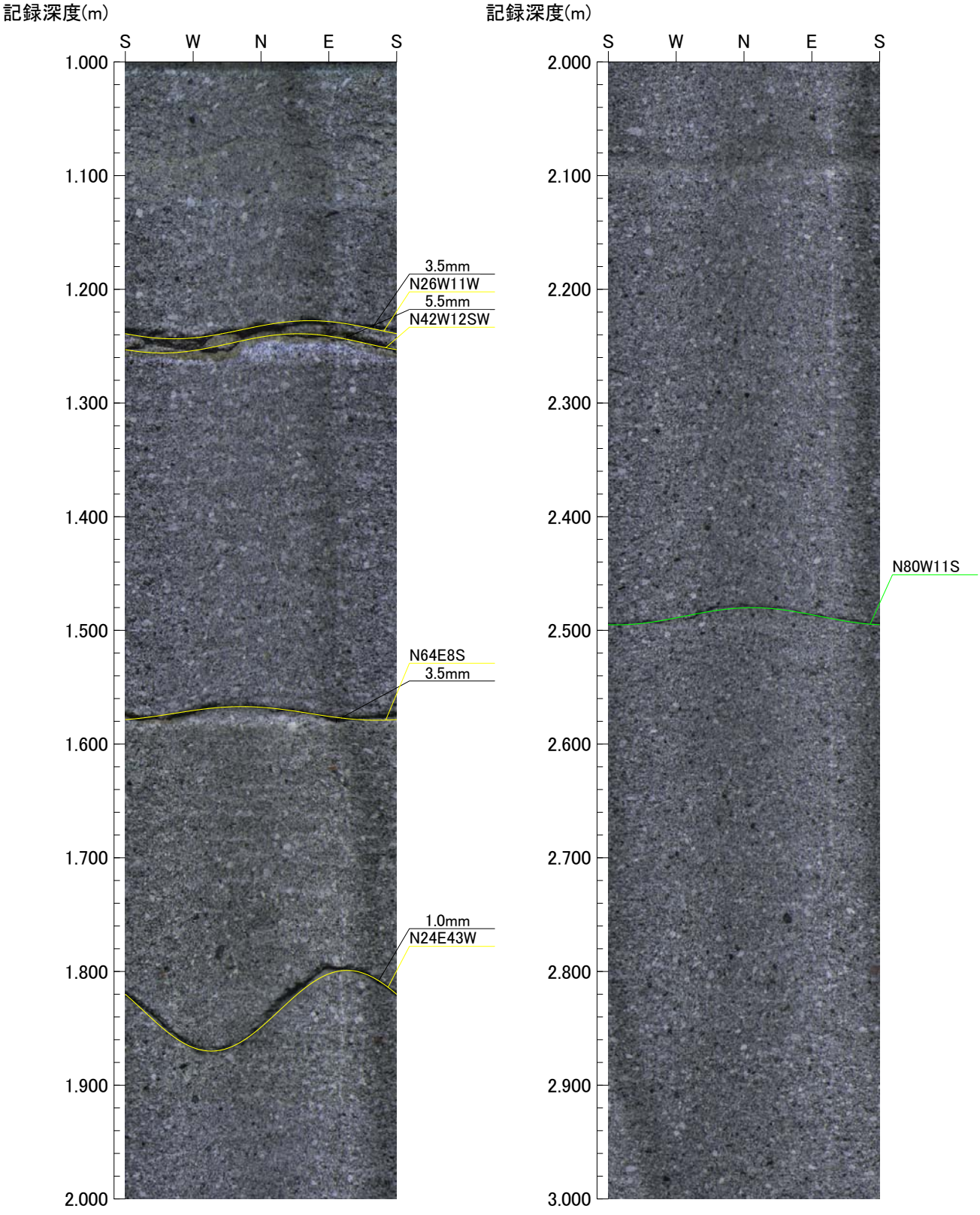
地質境界・層理	10
葉理	66
割れ目(密着)	26
割れ目(開口)	8
断層(ゆ着・固結)	8
	118

(2) 孔壁展開画像

・不連続面記載あり

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

1.000m －　3.000m



凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目（密着）
割れ目（開口）
断層（ゆ着・固結）

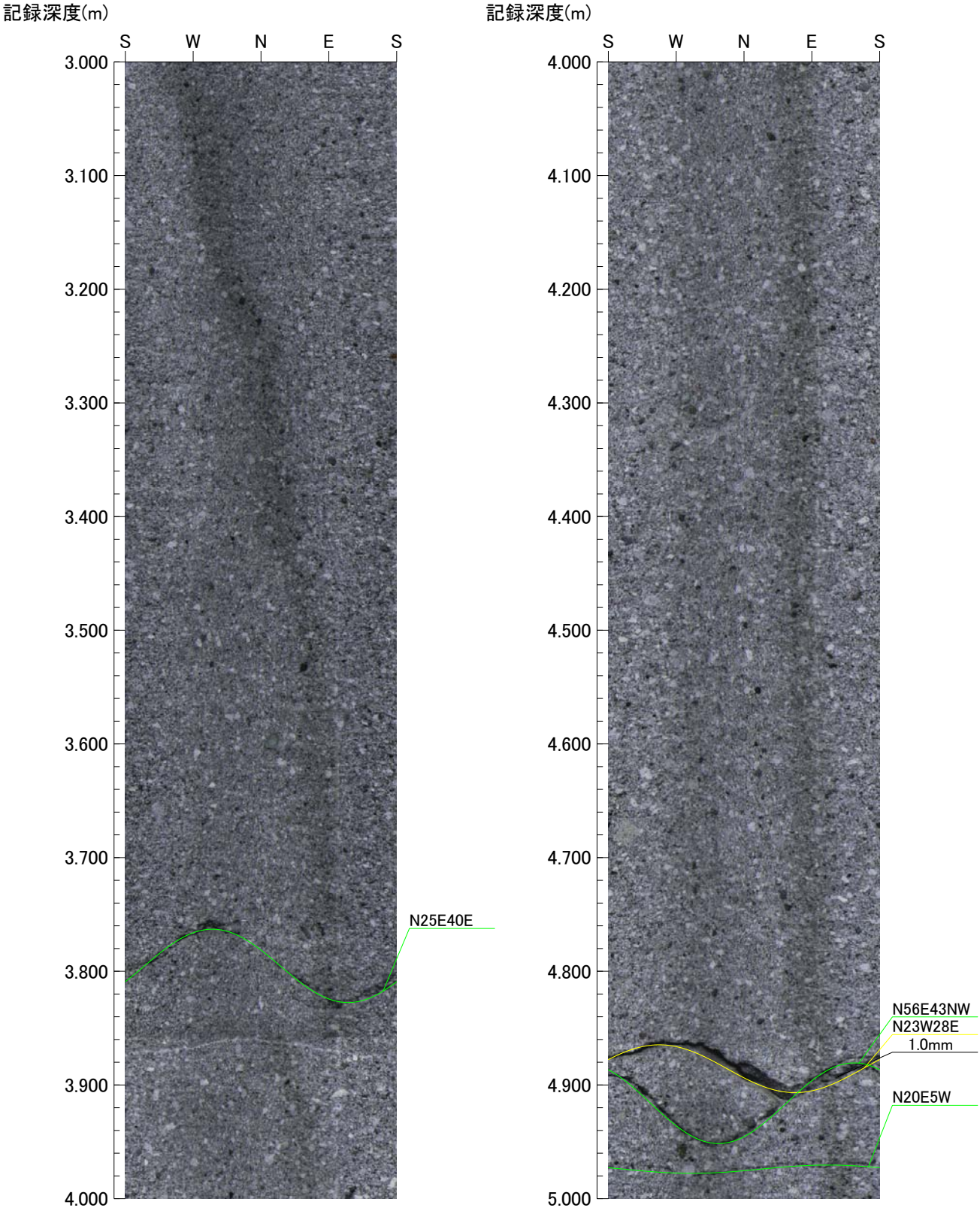
0　0　0

（ 1/62 ）

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

3.000m －　5.000m

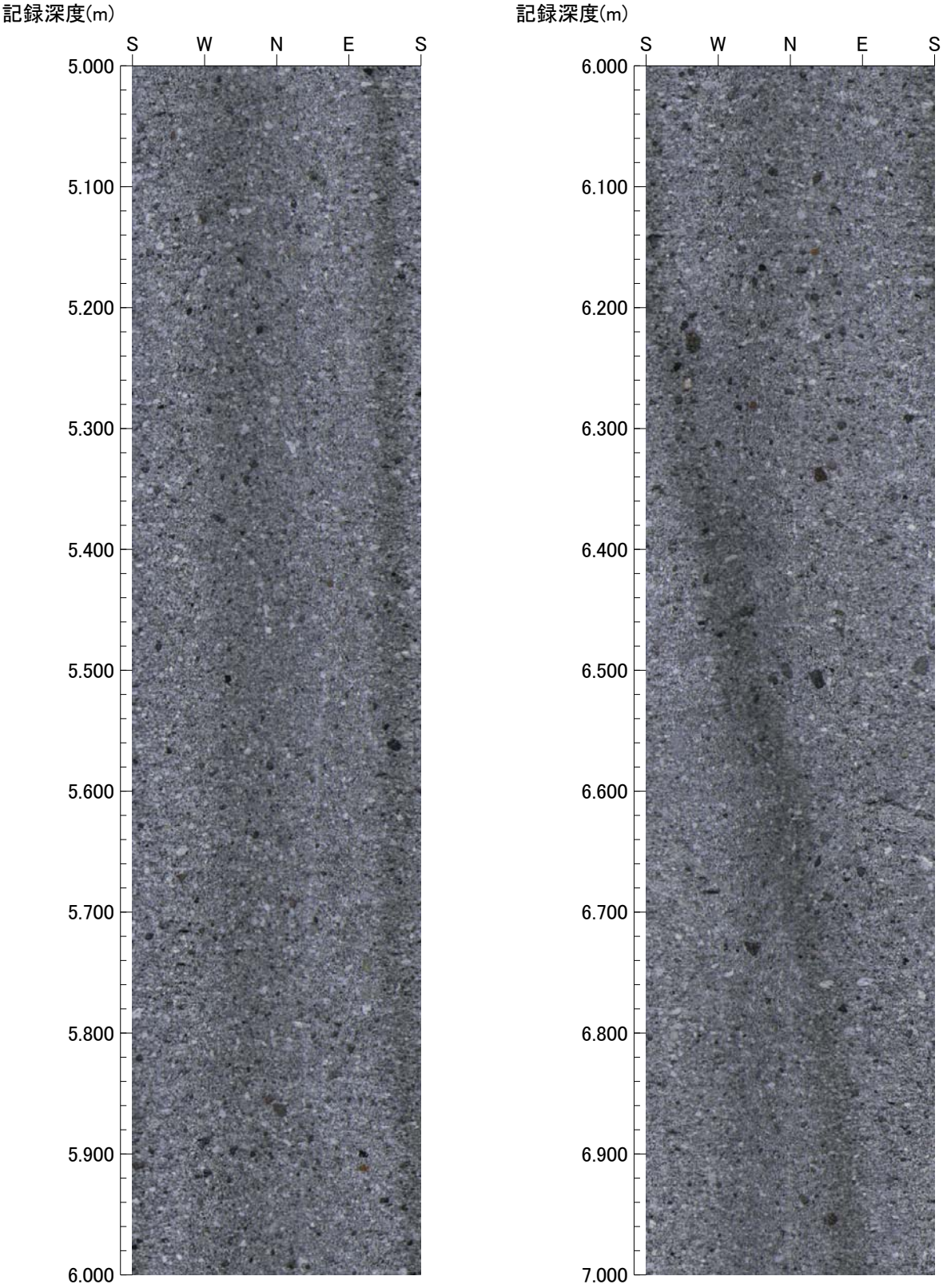


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

5.000m －　7.000m



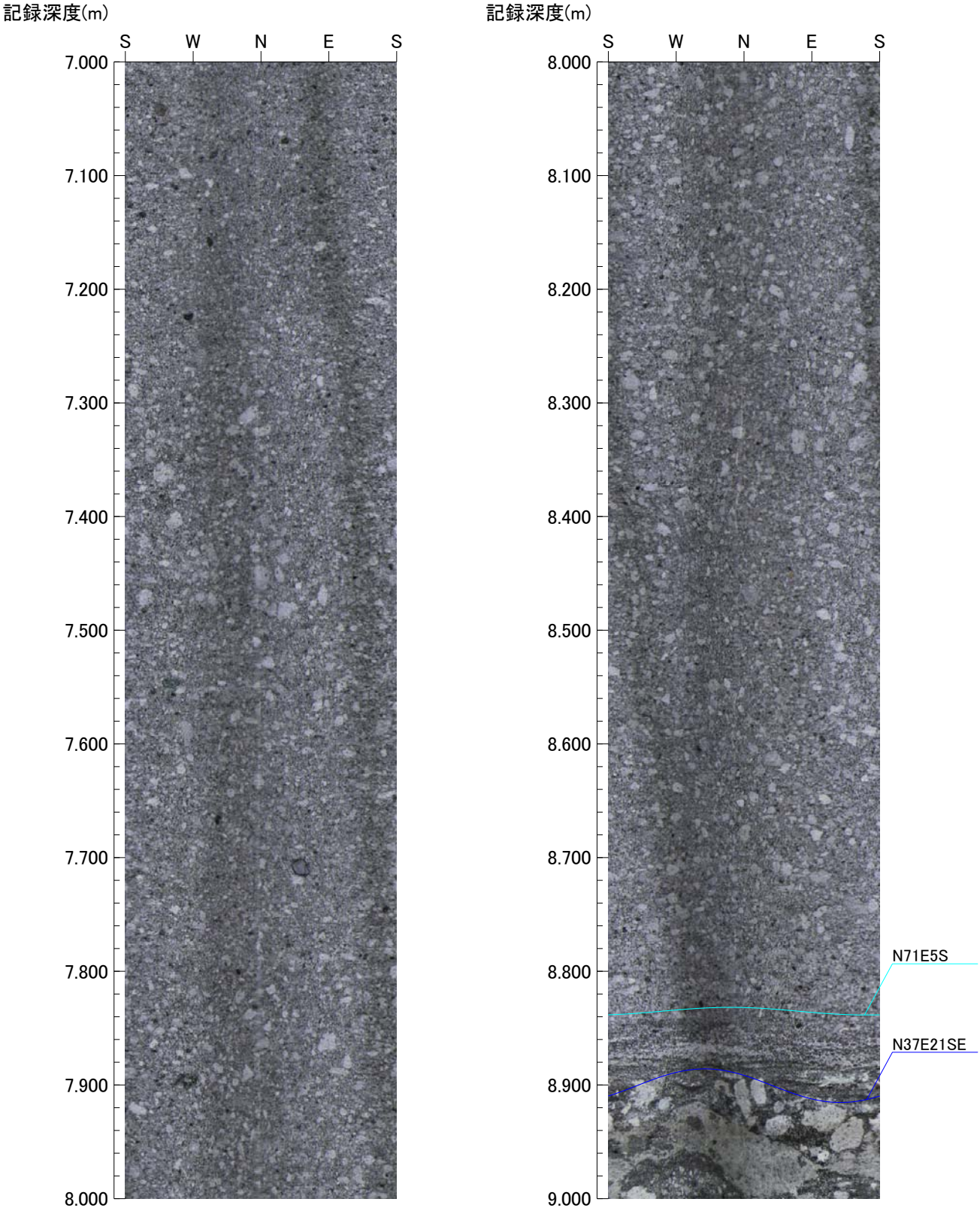
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

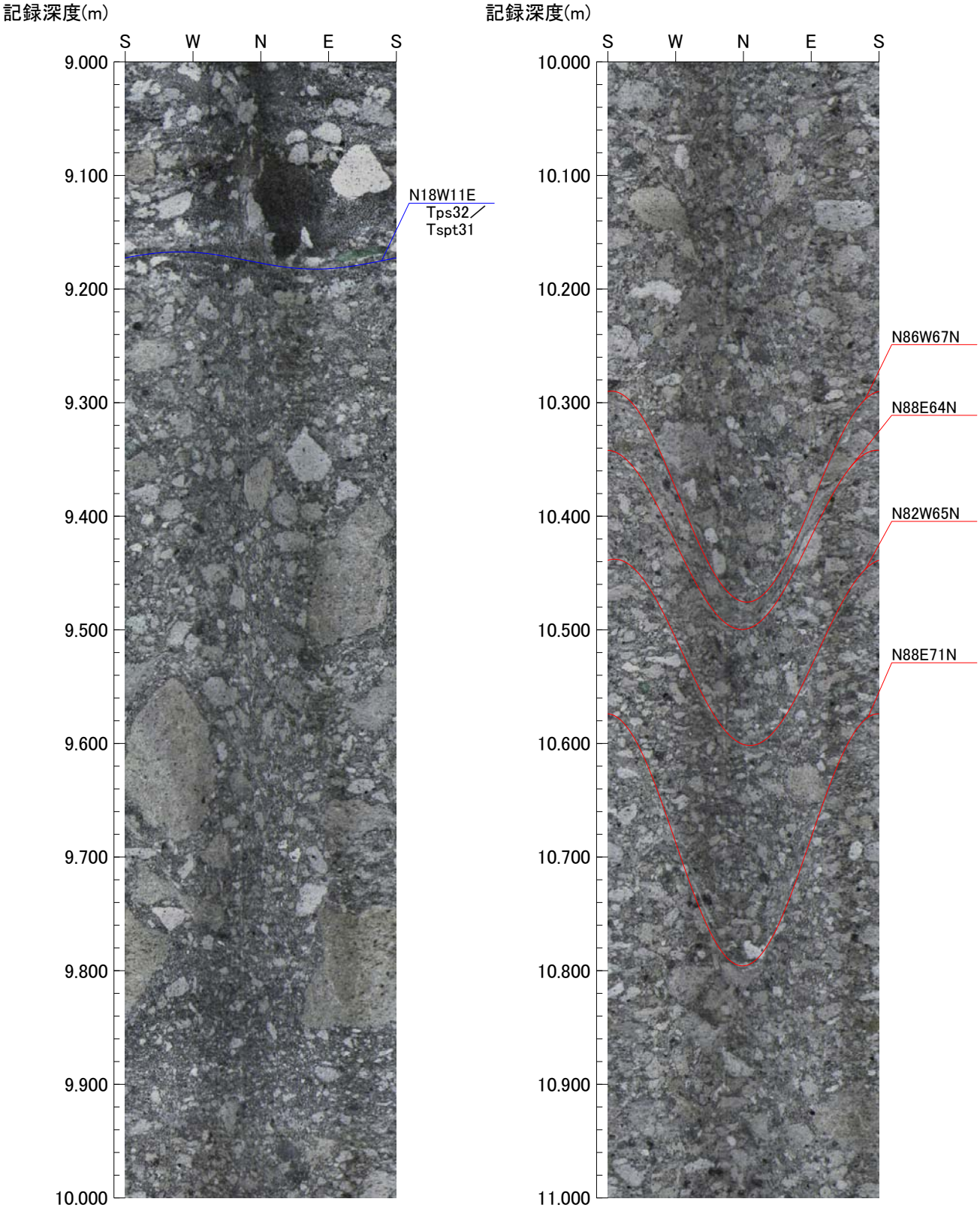
7.000m －　9.000m



倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術高度化孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

9.000m － 11.000m



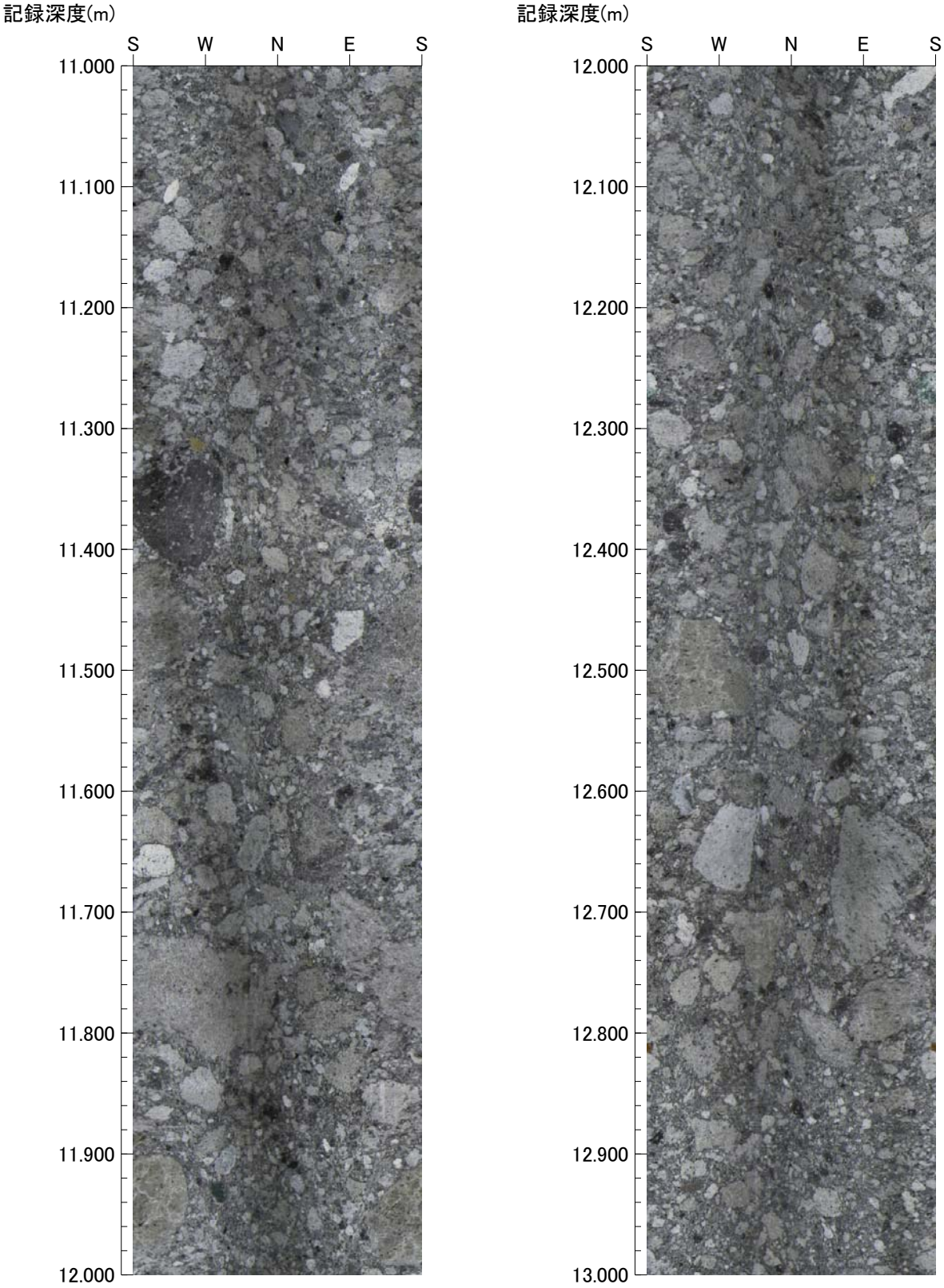
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

11.000m －　13.000m



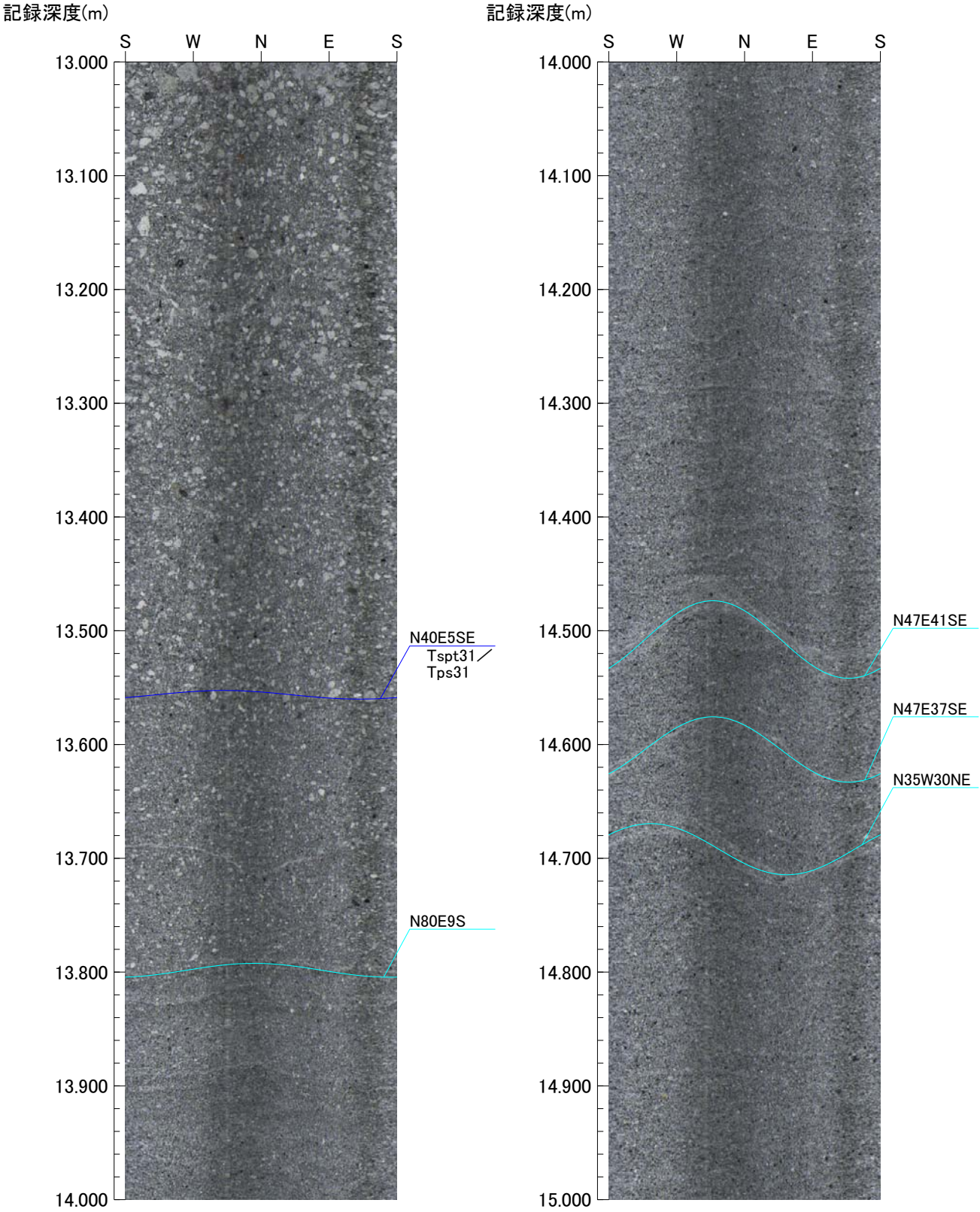
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

13.000m －　15.000m



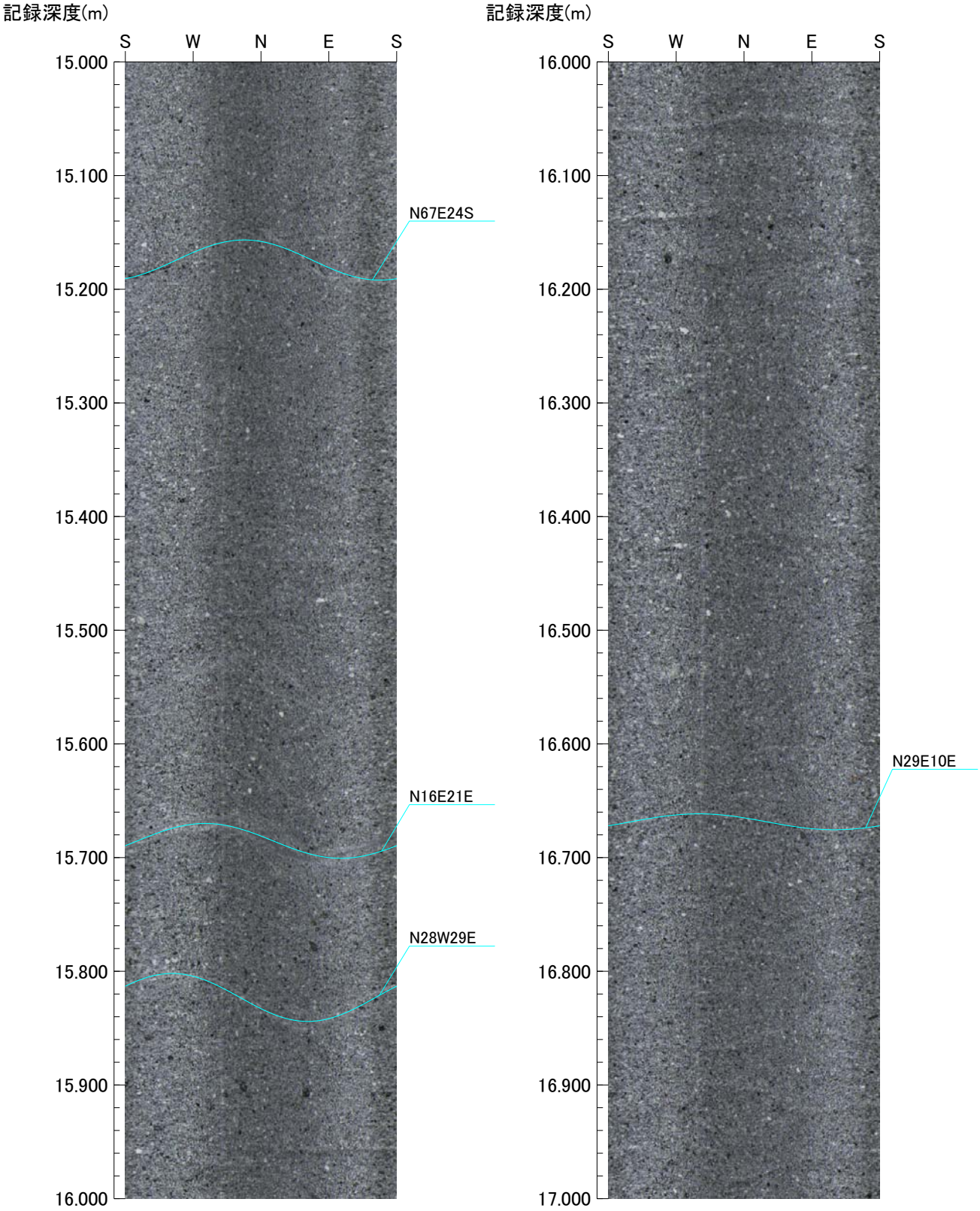
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

15.000m －　17.000m



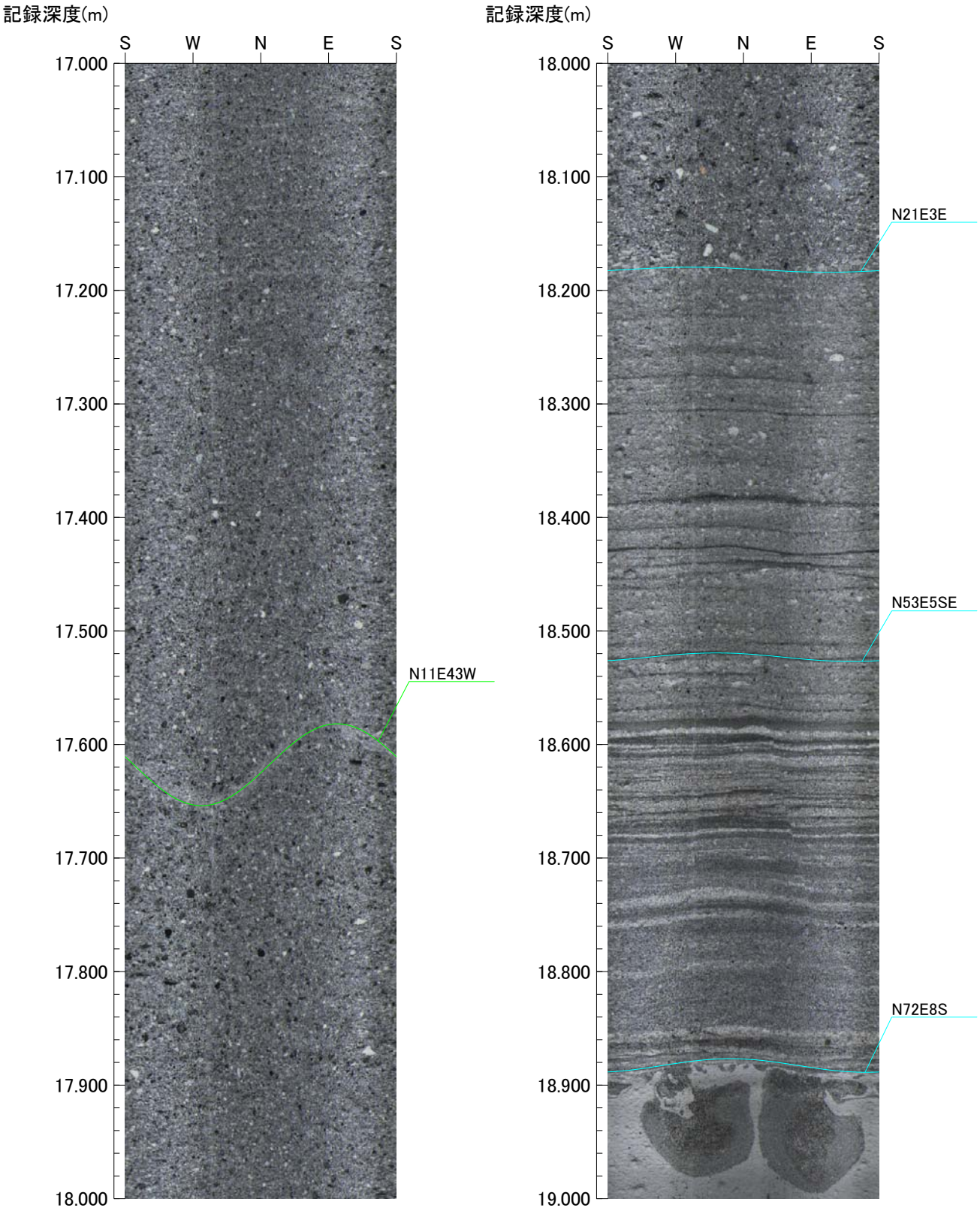
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

17.000m －　19.000m



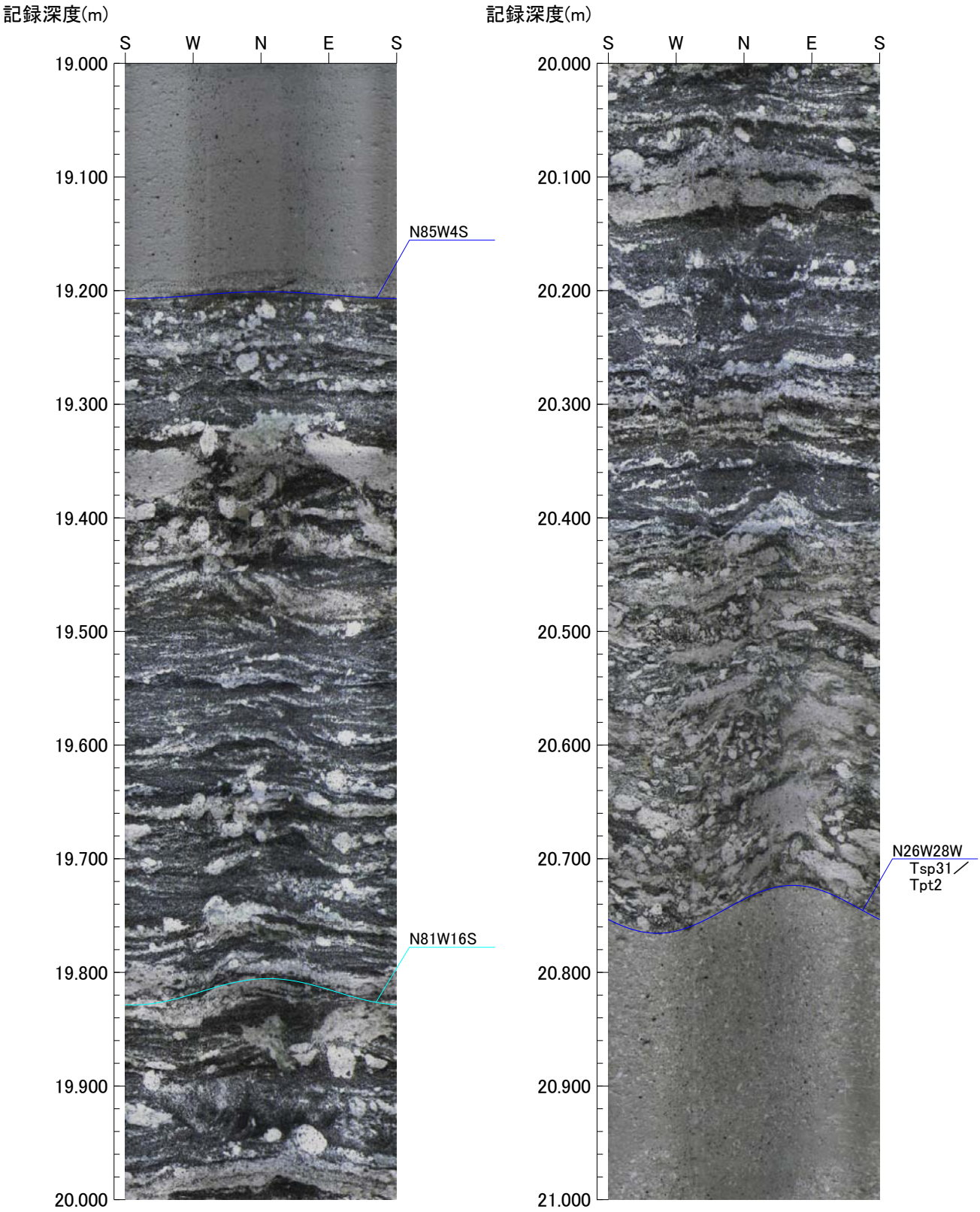
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目（密着）
割れ目（開口）
断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

19.000m －　21.000m

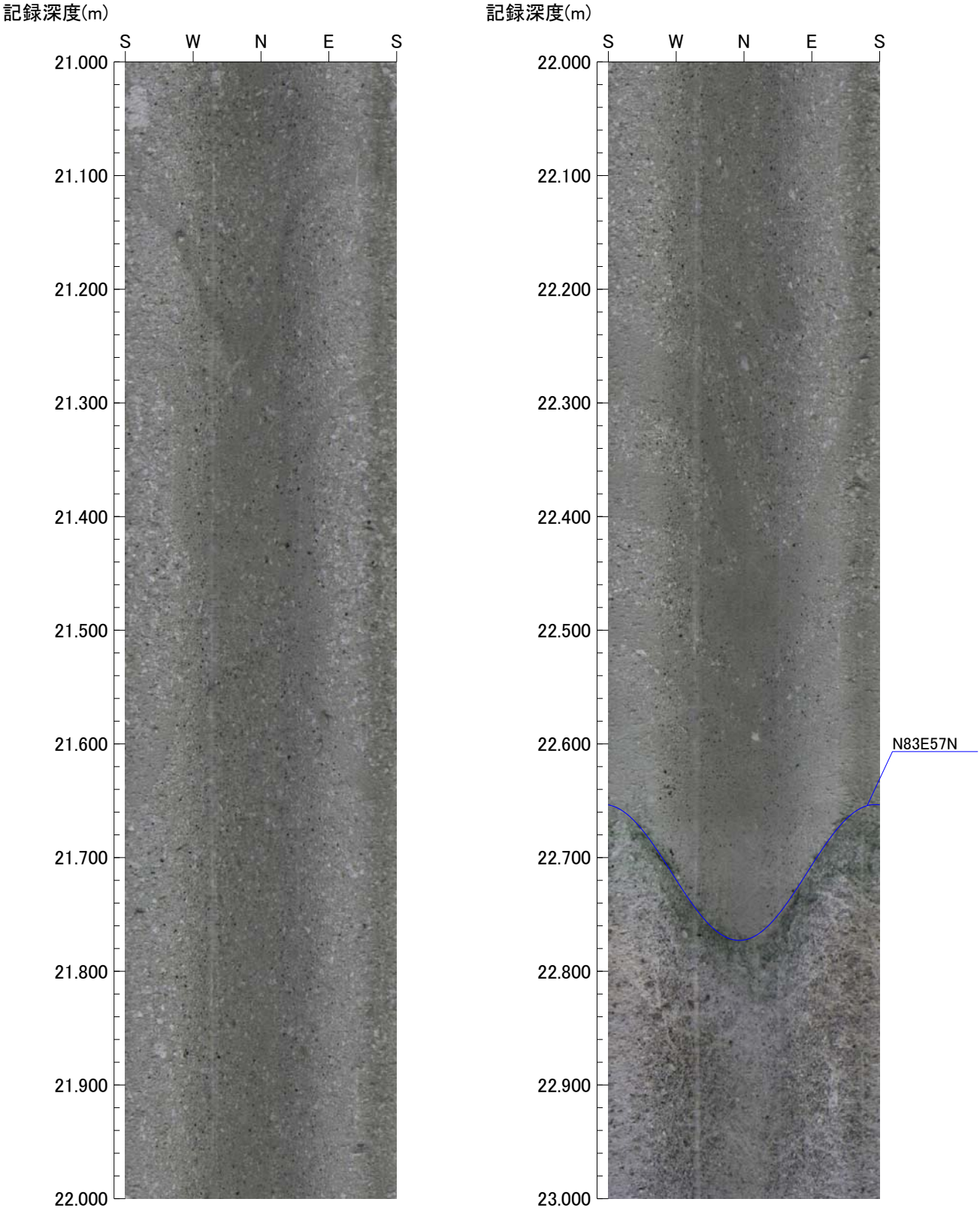


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

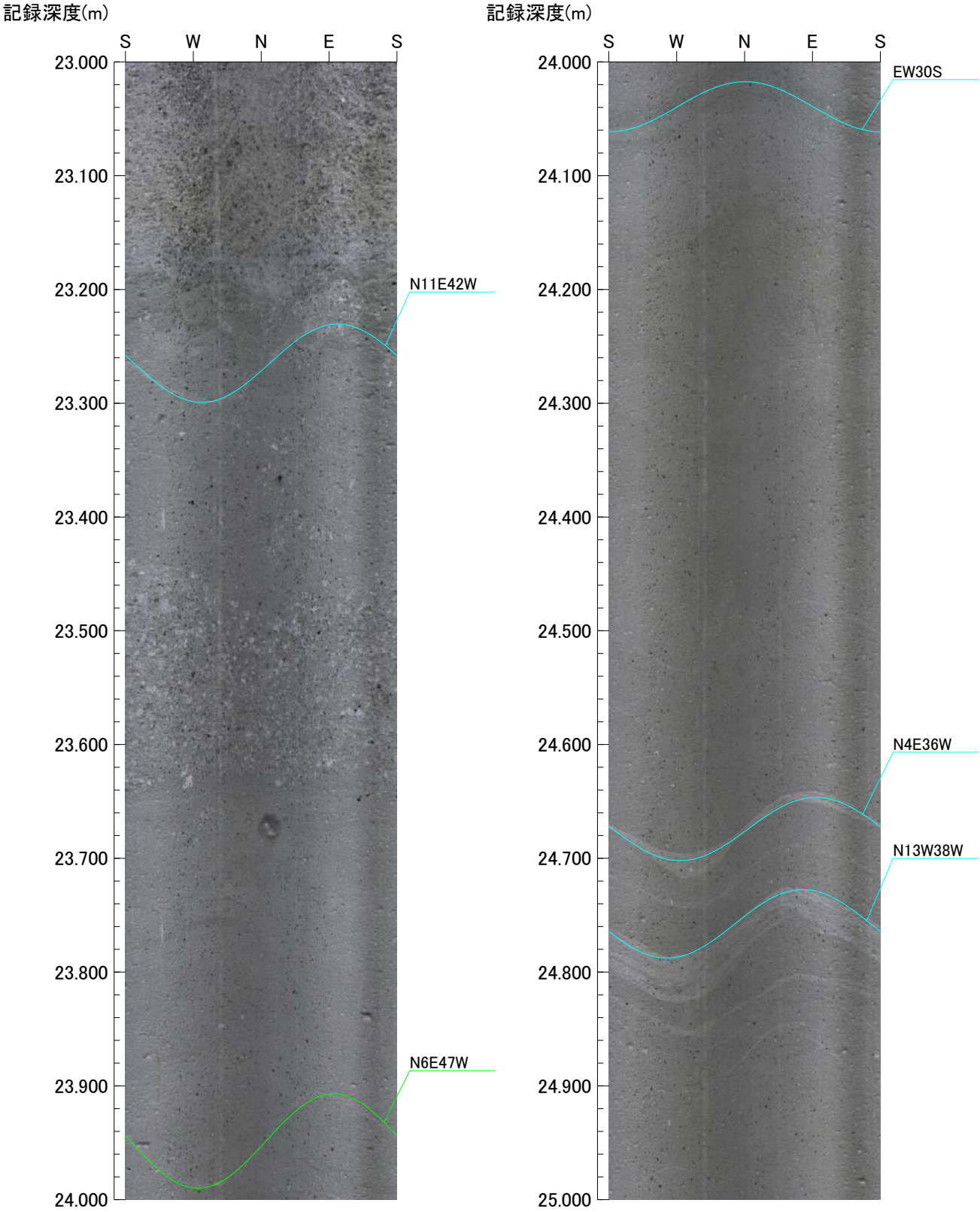
21.000m －　23.000m



倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

23.000m －　25.000m



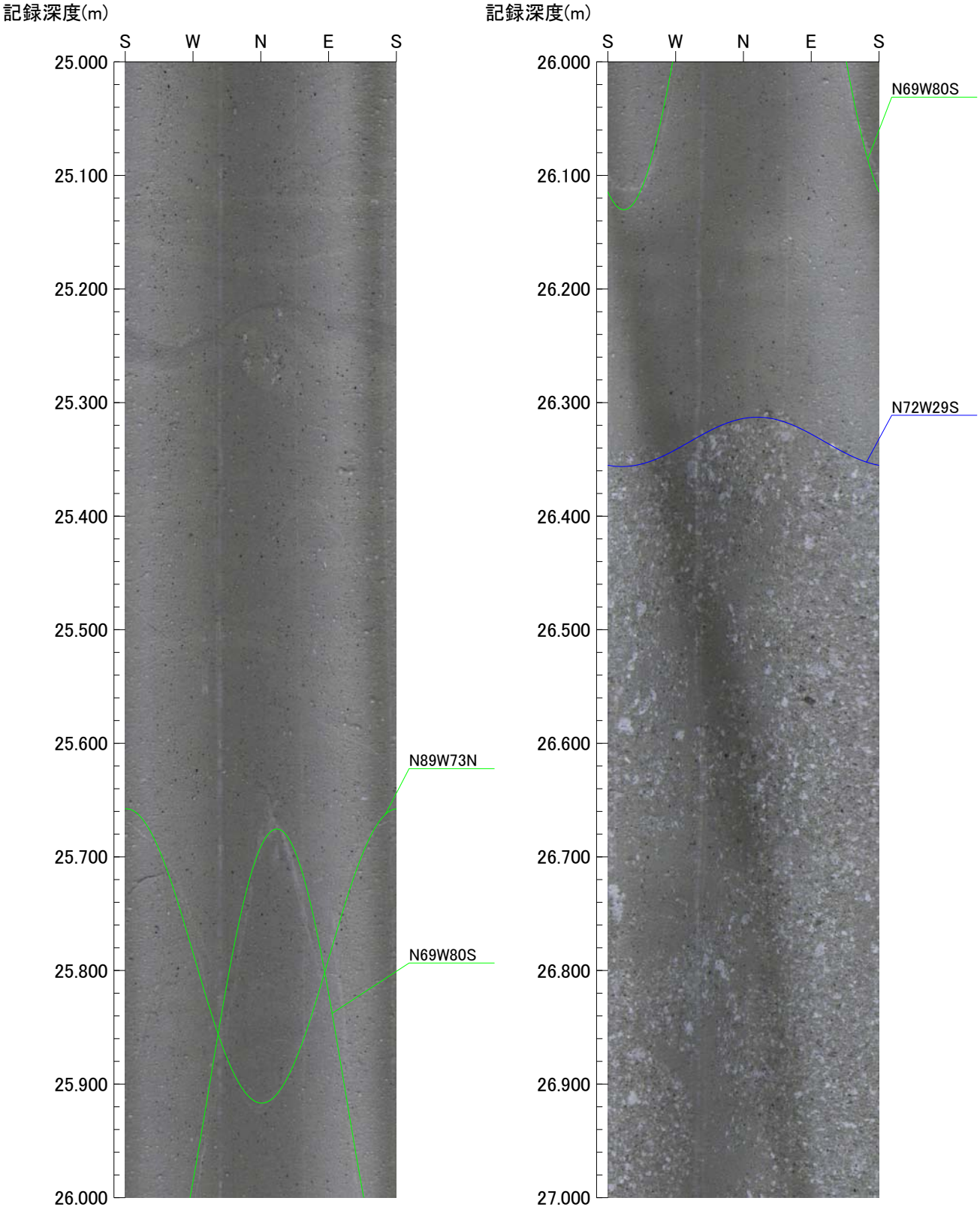
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

25.000m －　27.000m



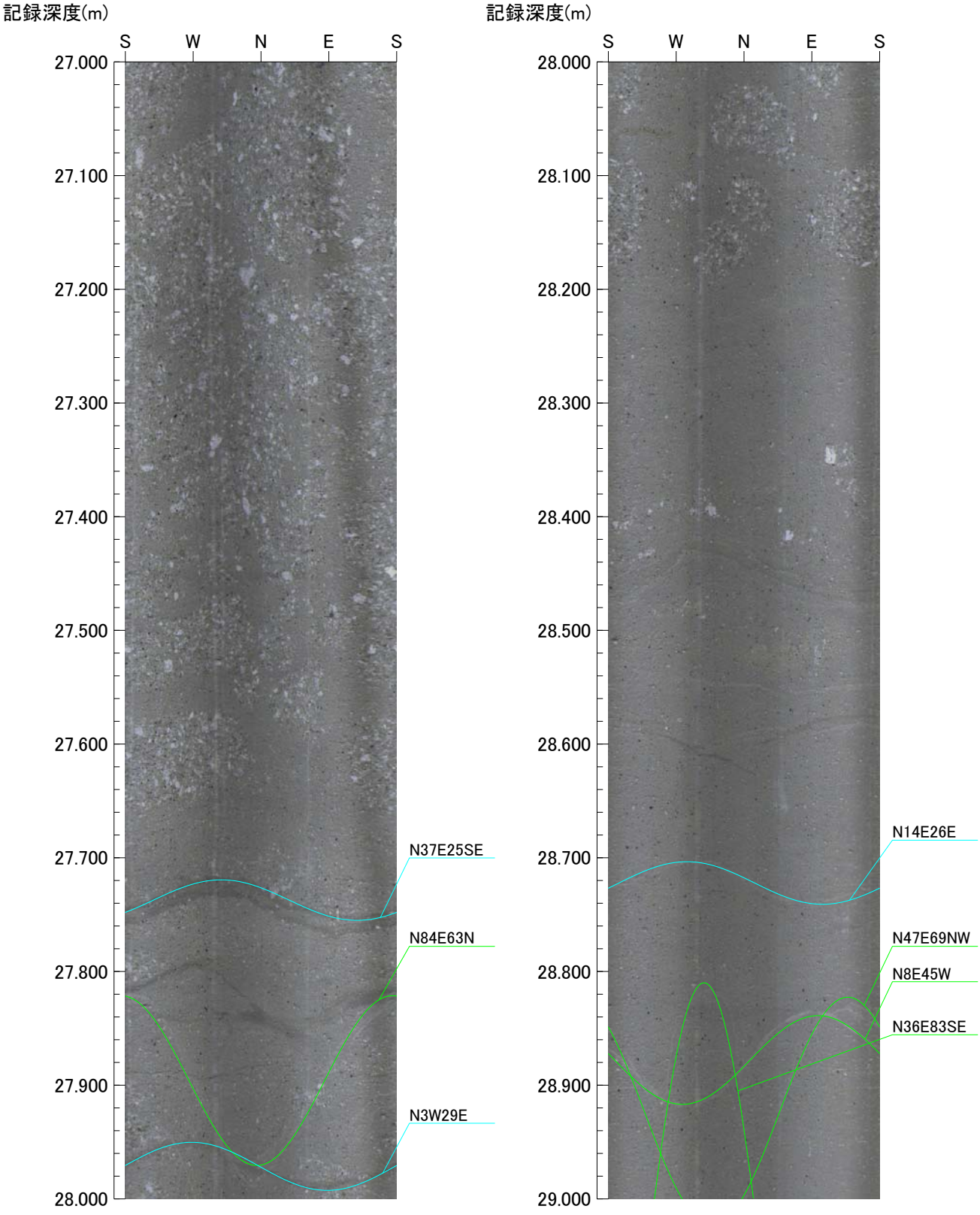
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目（密着）
割れ目（開口）
断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

27.000m －　29.000m

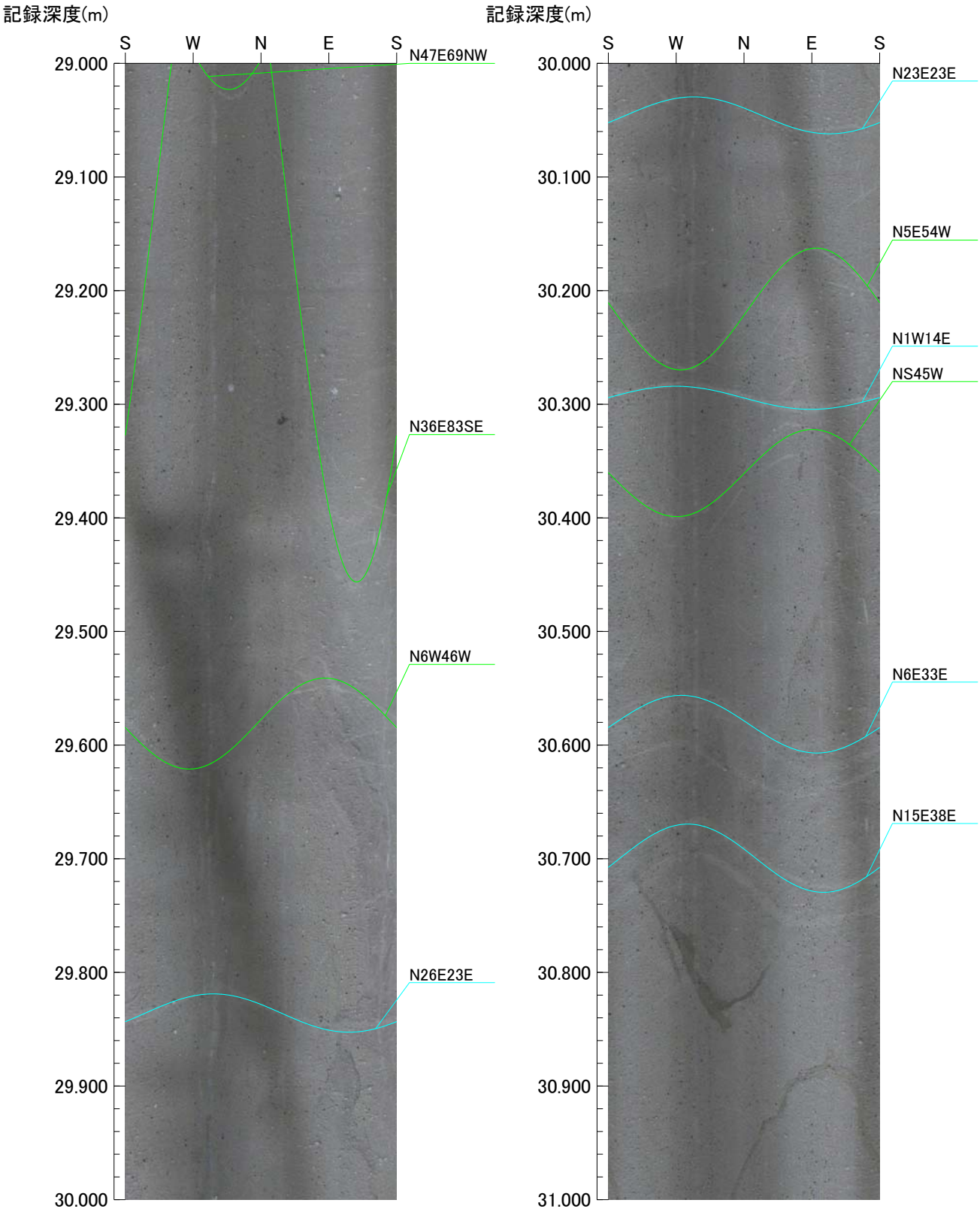


0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

29.000m －　31.000m



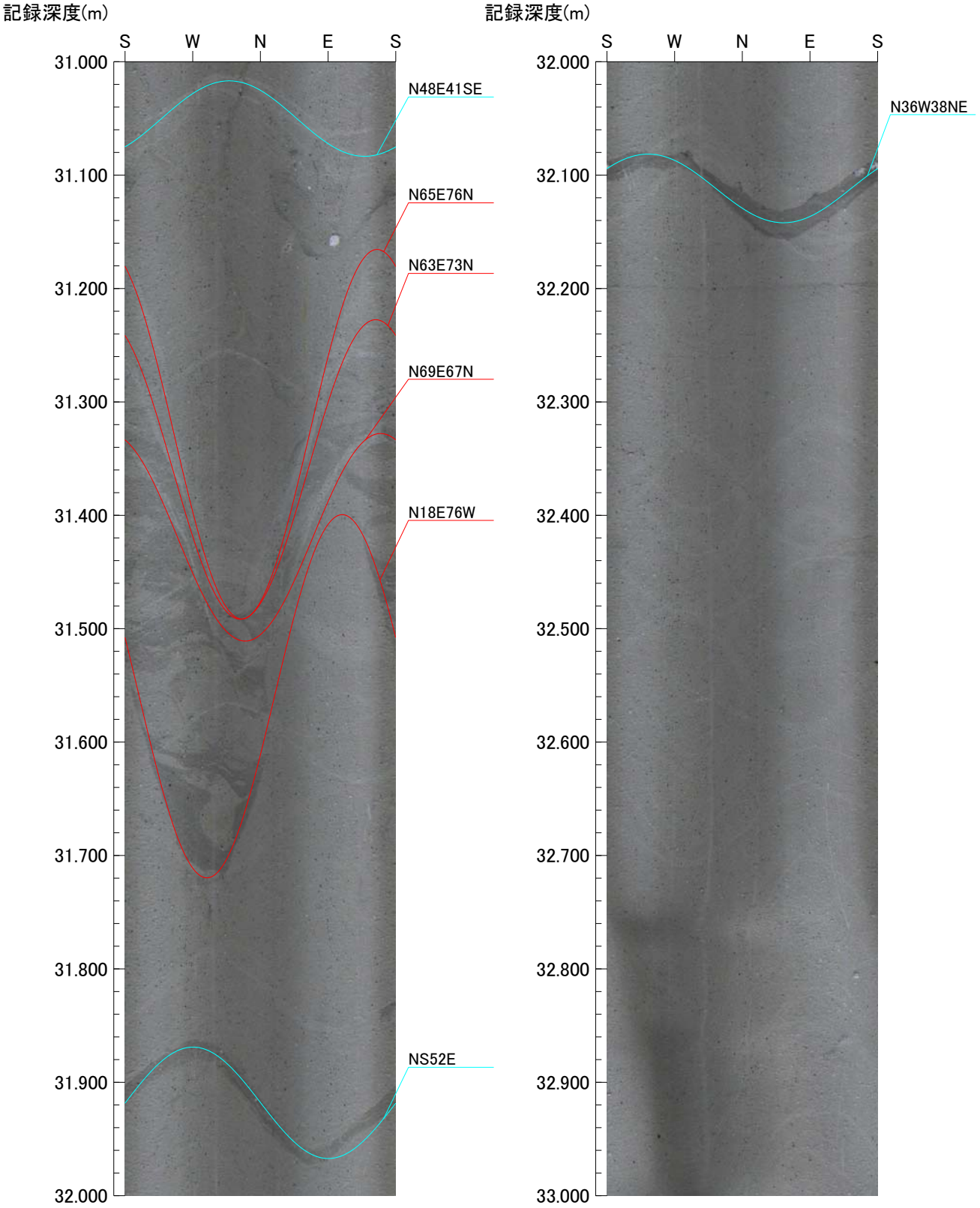
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

31.000m －　33.000m



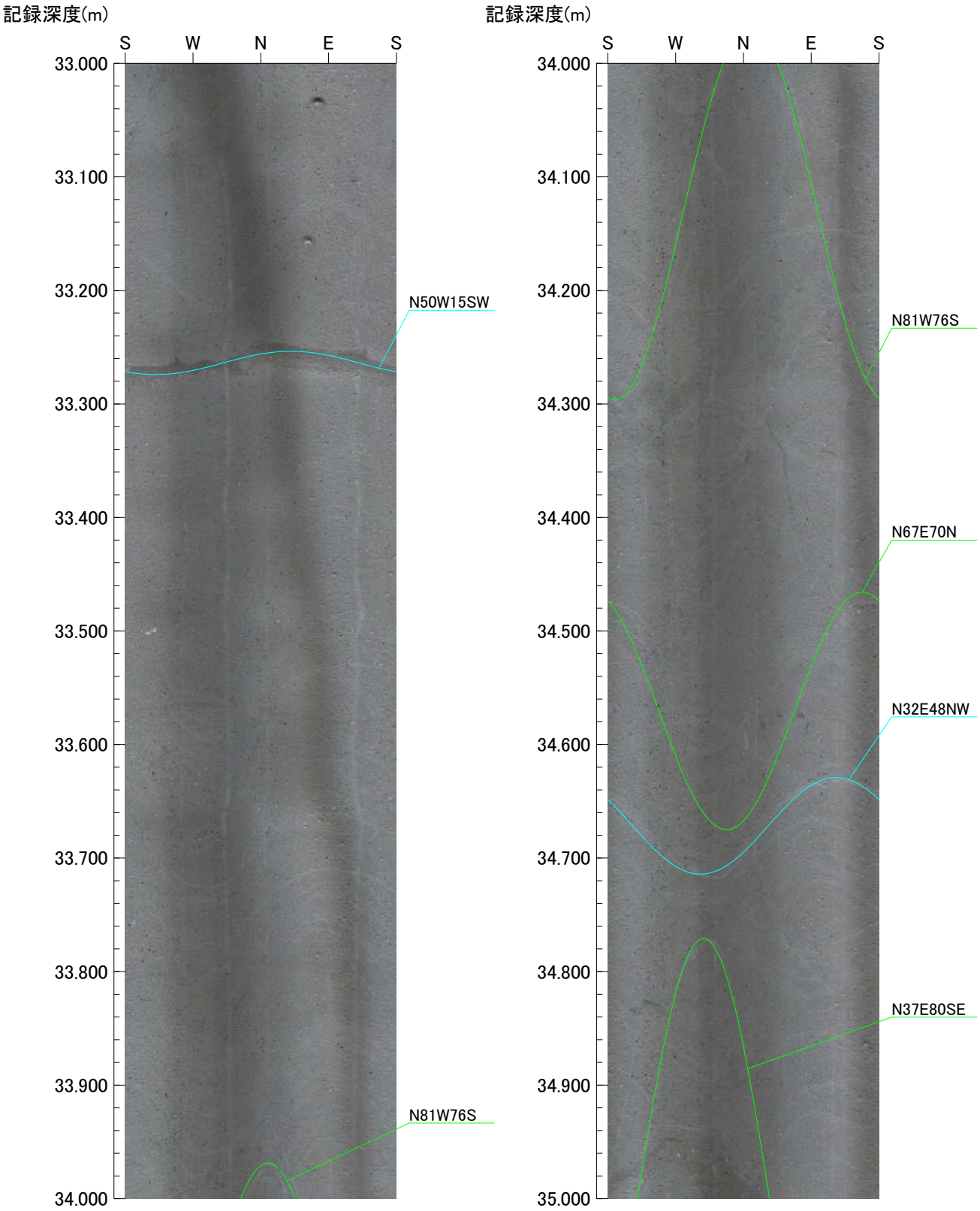
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

33.000m －　35.000m



0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

35.000m －　37.000m

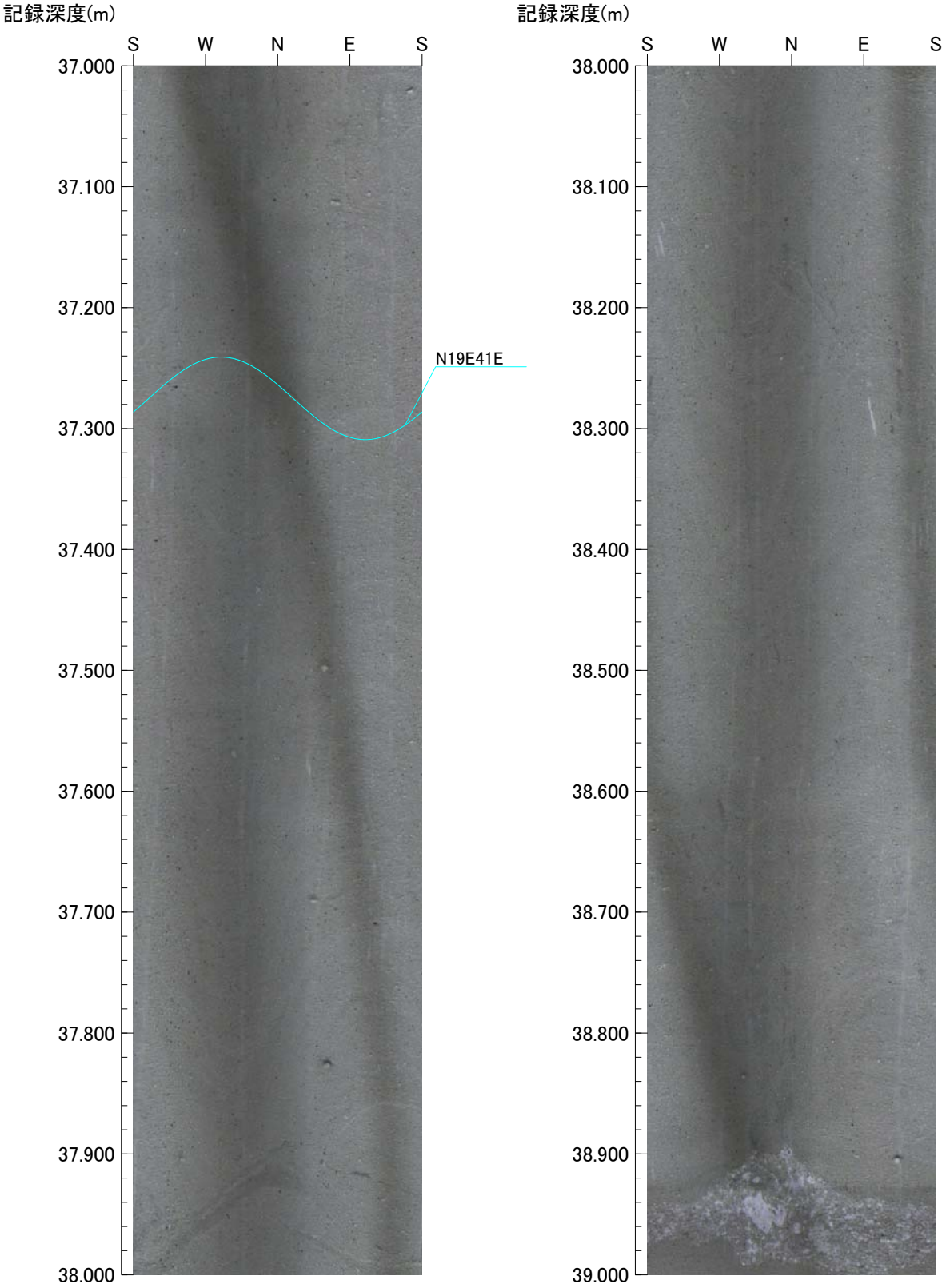
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

37.000m －　39.000m



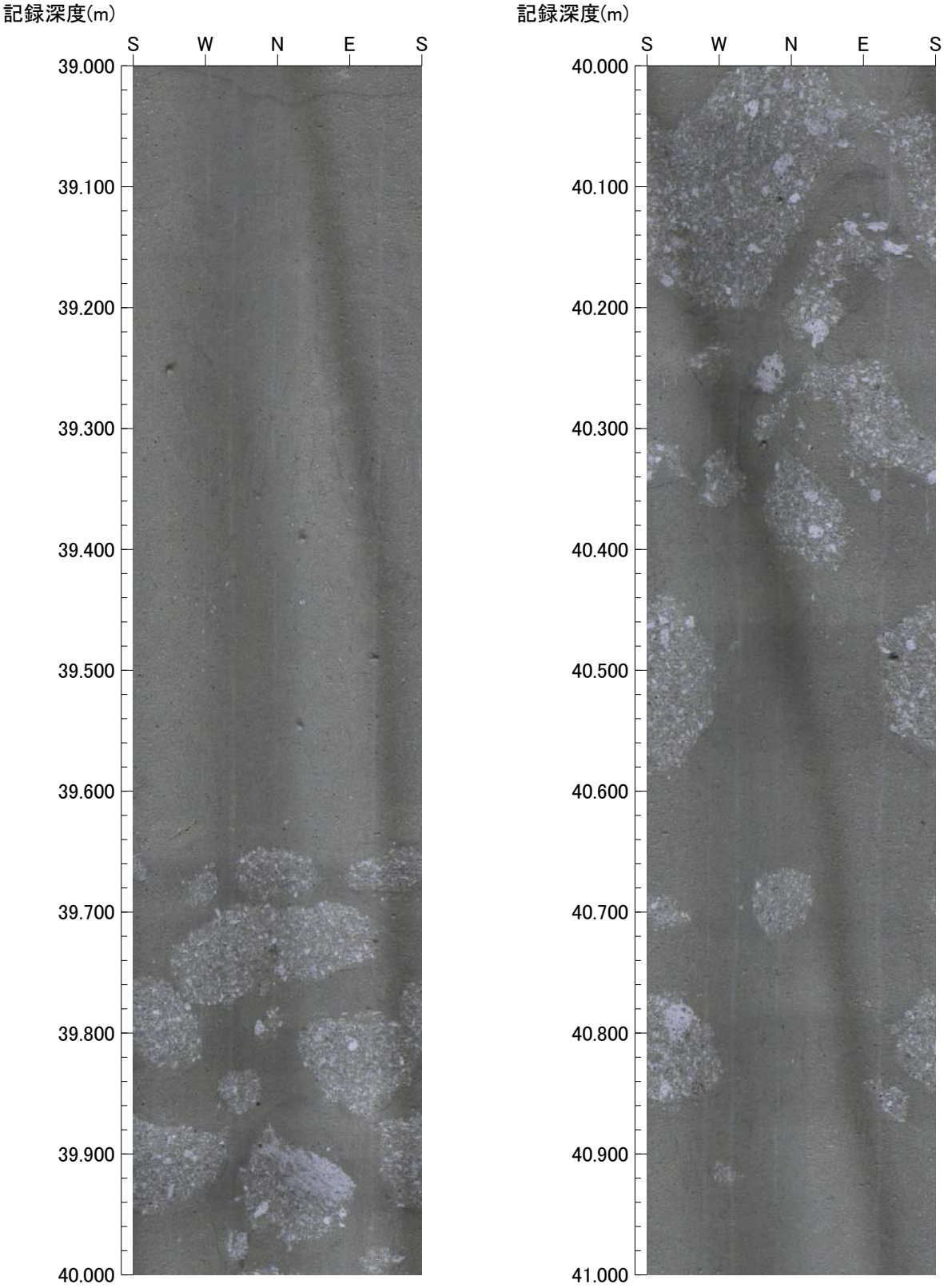
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

39.000m －　41.000m



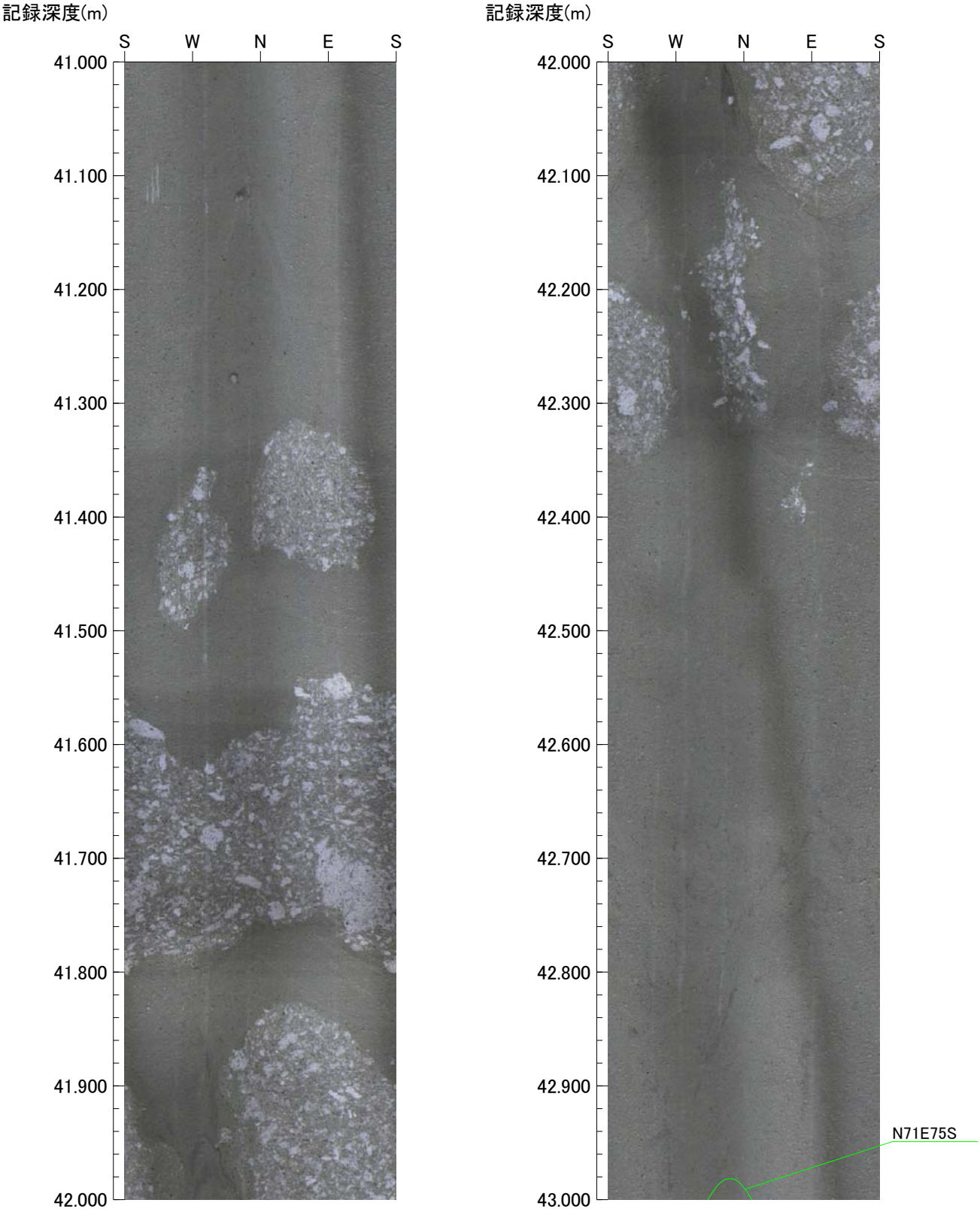
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目（密着）
割れ目（開口）
断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

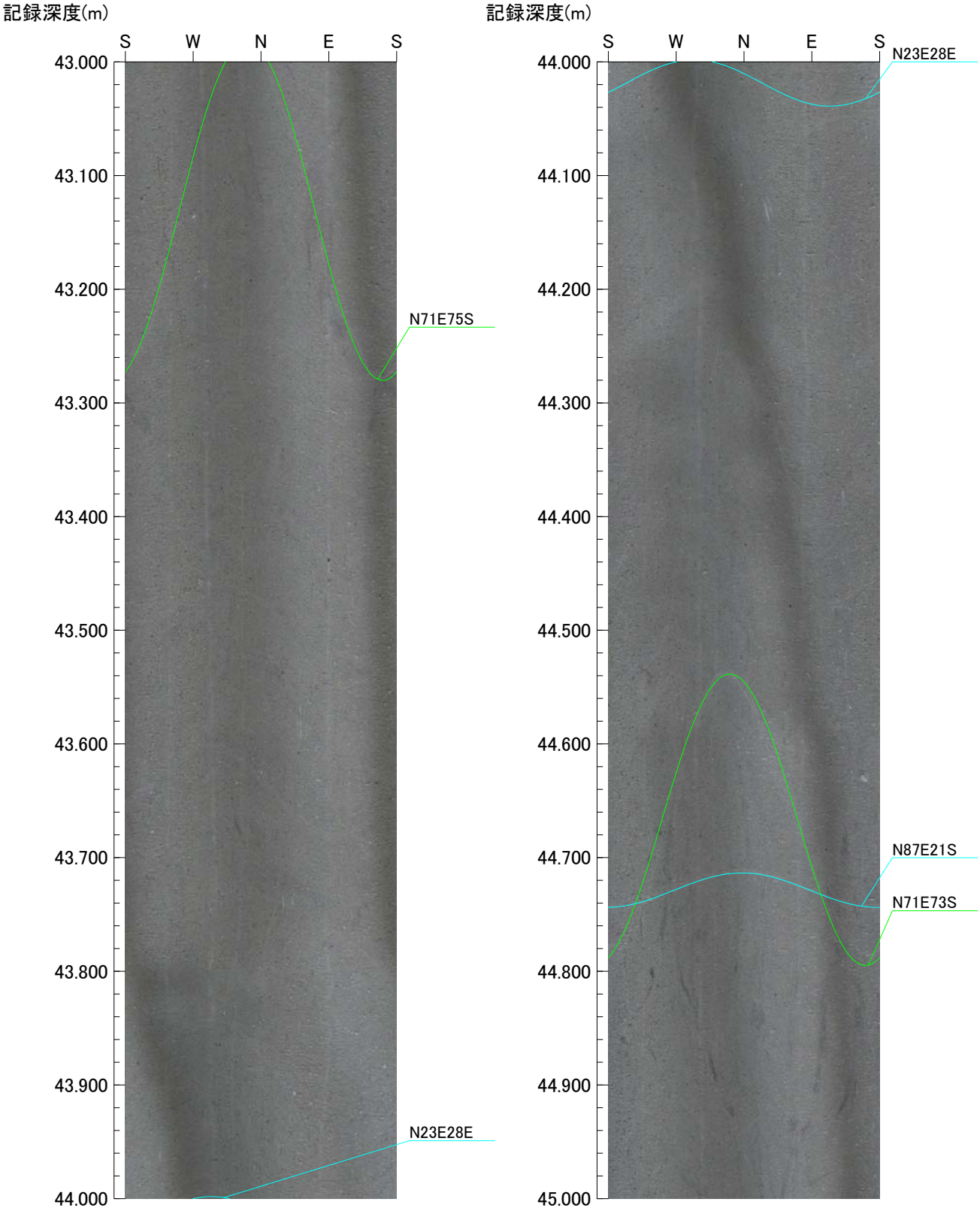
41.000m －　43.000m



倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

43.000m －　45.000m



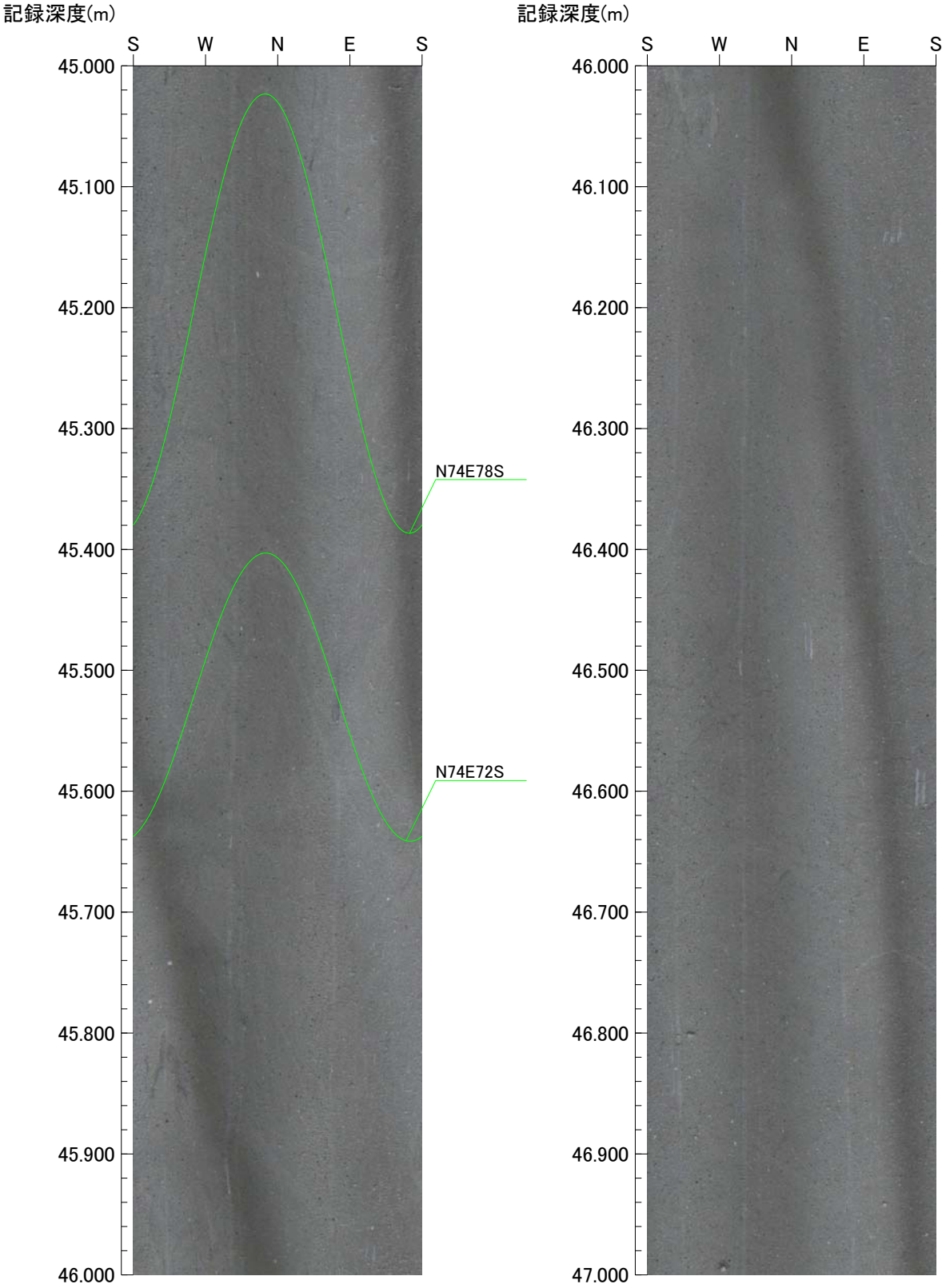
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

45.000m －　47.000m



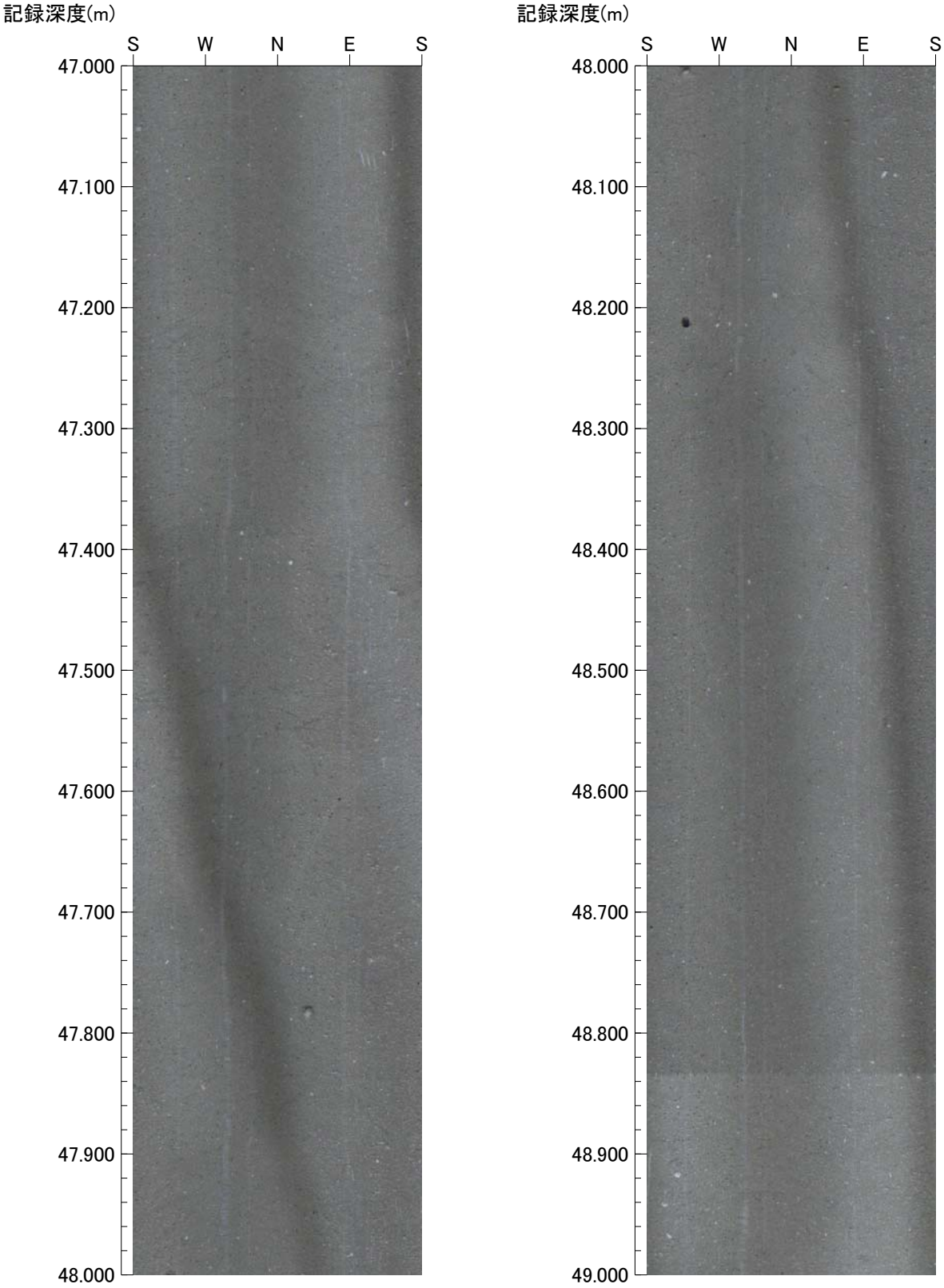
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目（密着）
割れ目（開口）
断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

47.000m －　49.000m



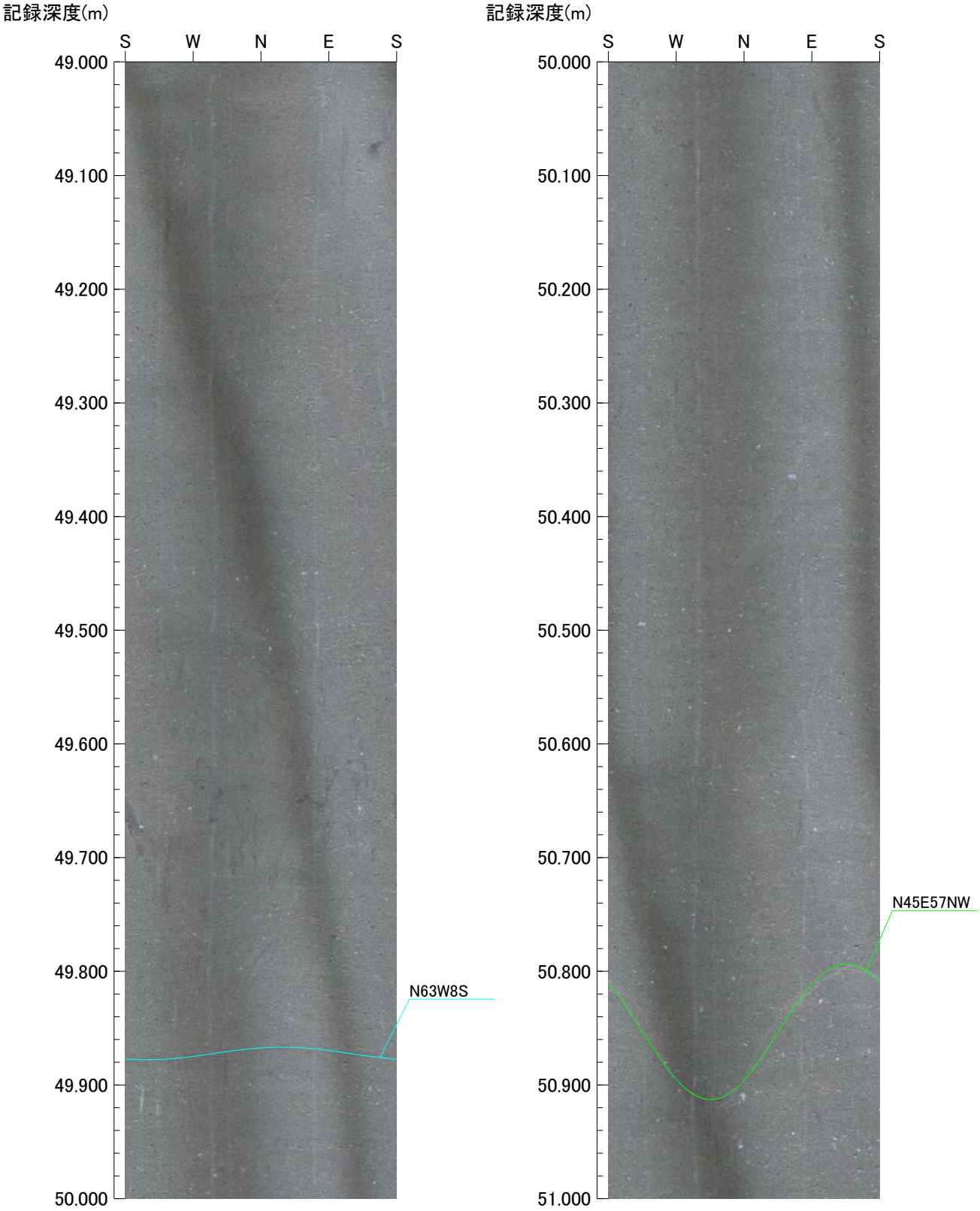
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

49.000m －　51.000m

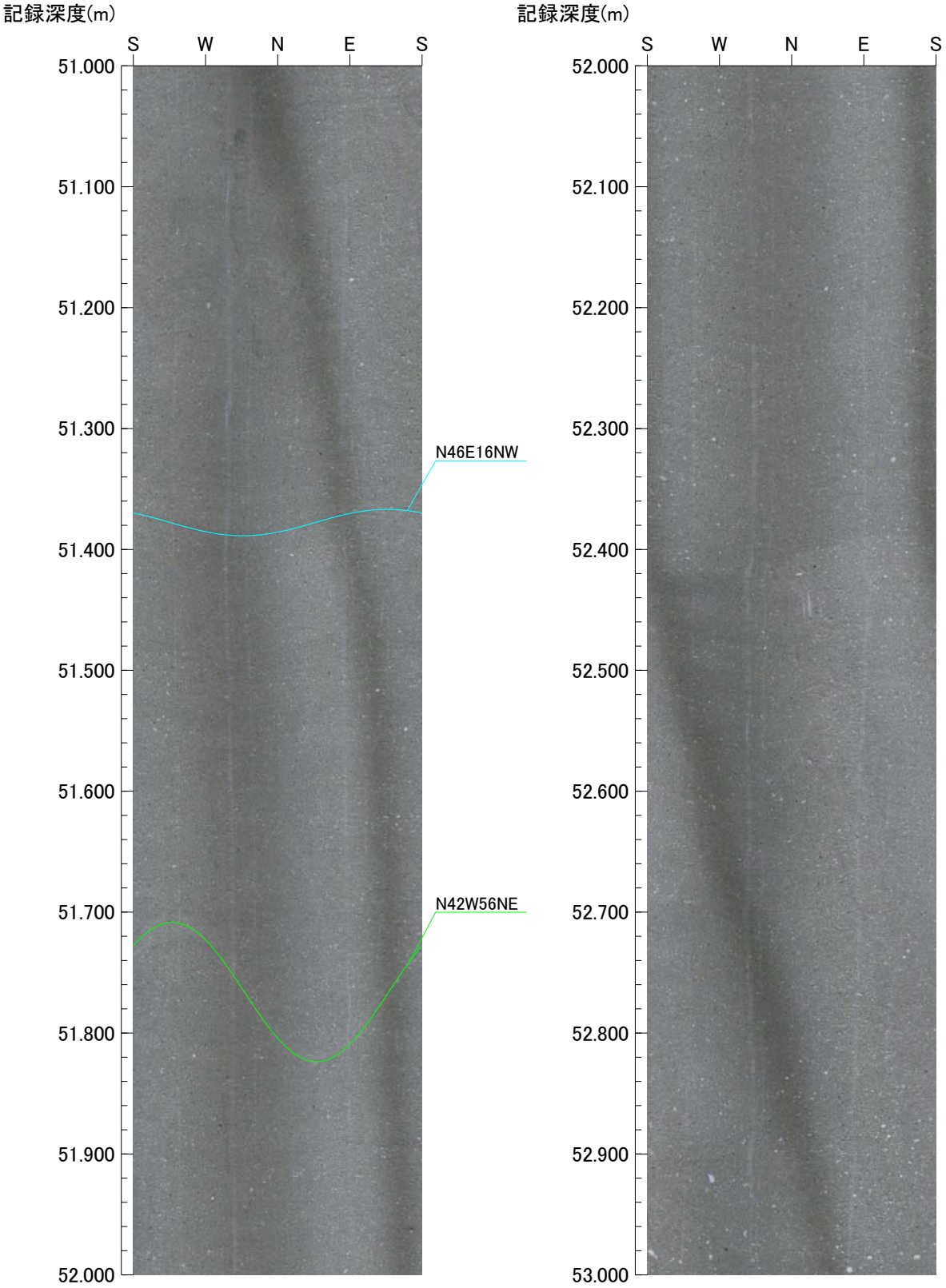


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

51.000m －　53.000m



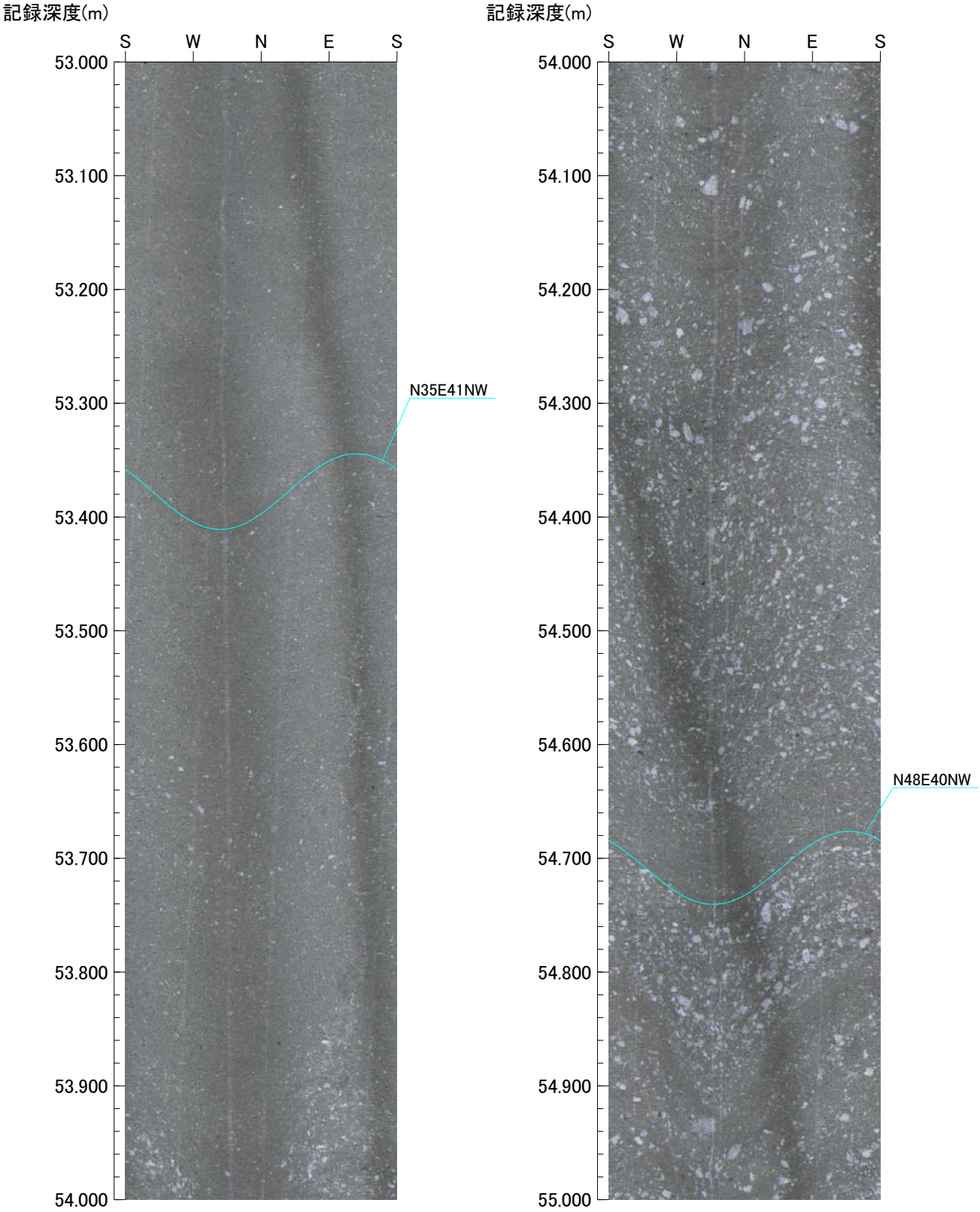
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

53.000m －　55.000m

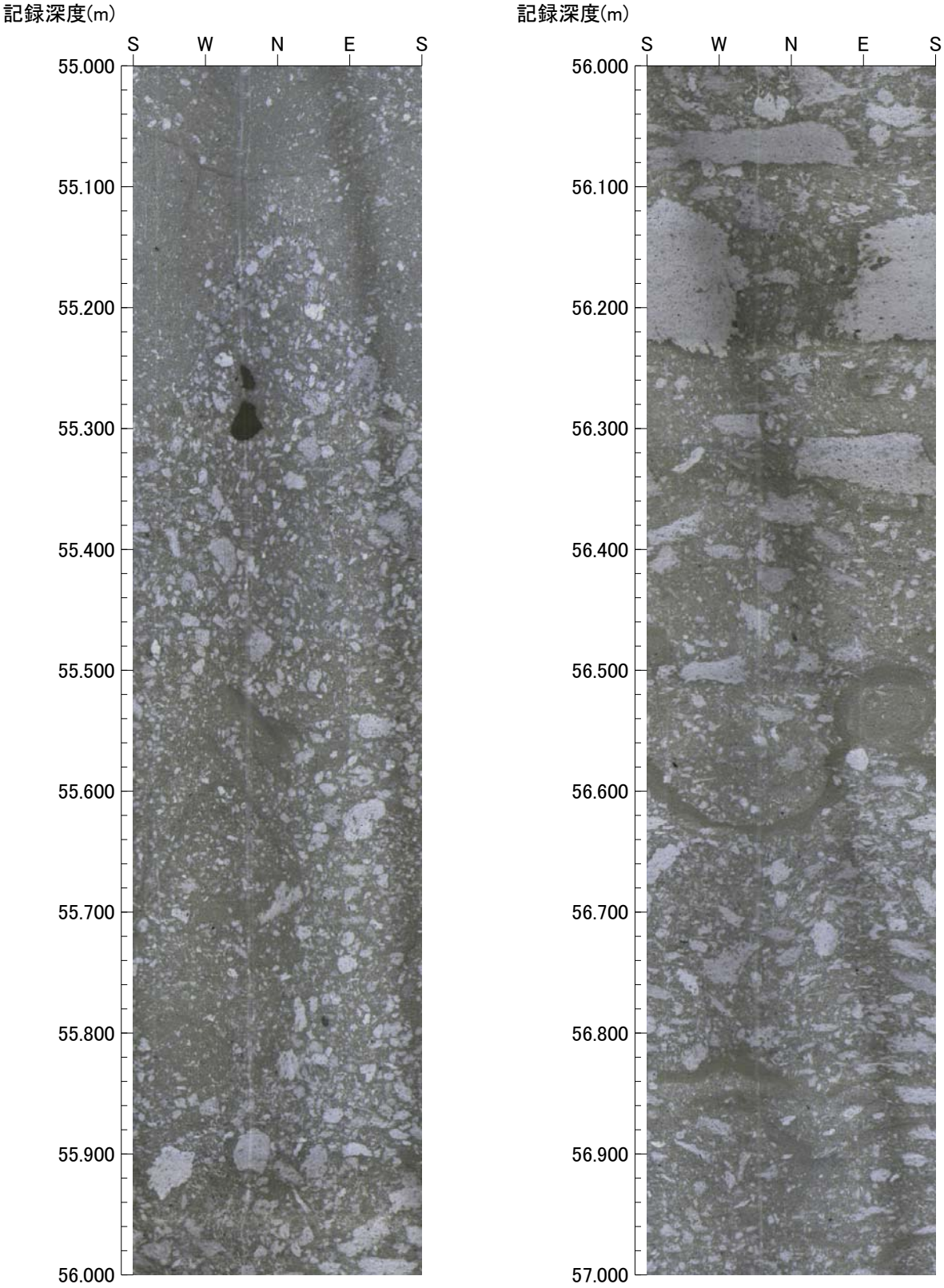


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

55.000m －　57.000m



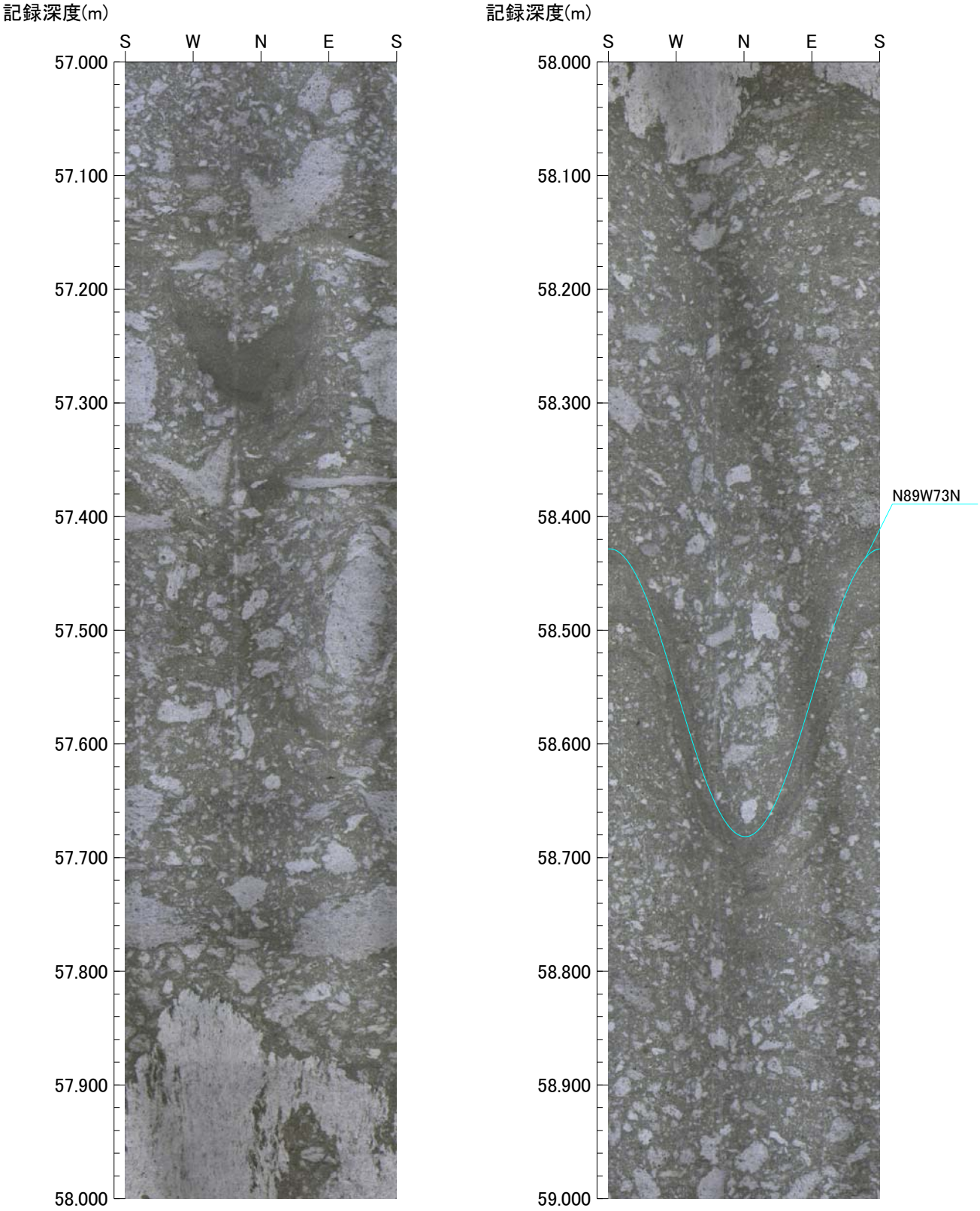
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

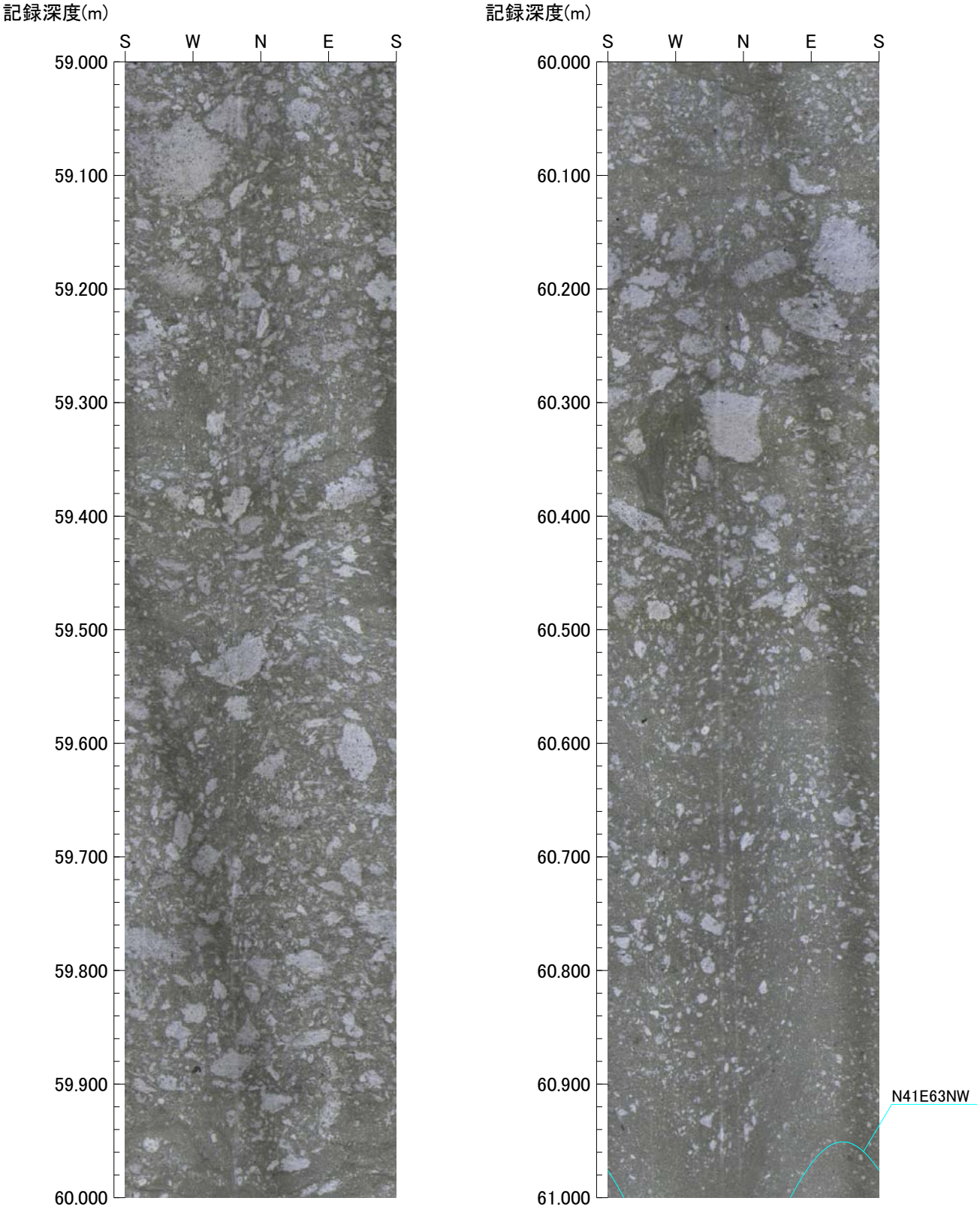
タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

57.000m －　59.000m



タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

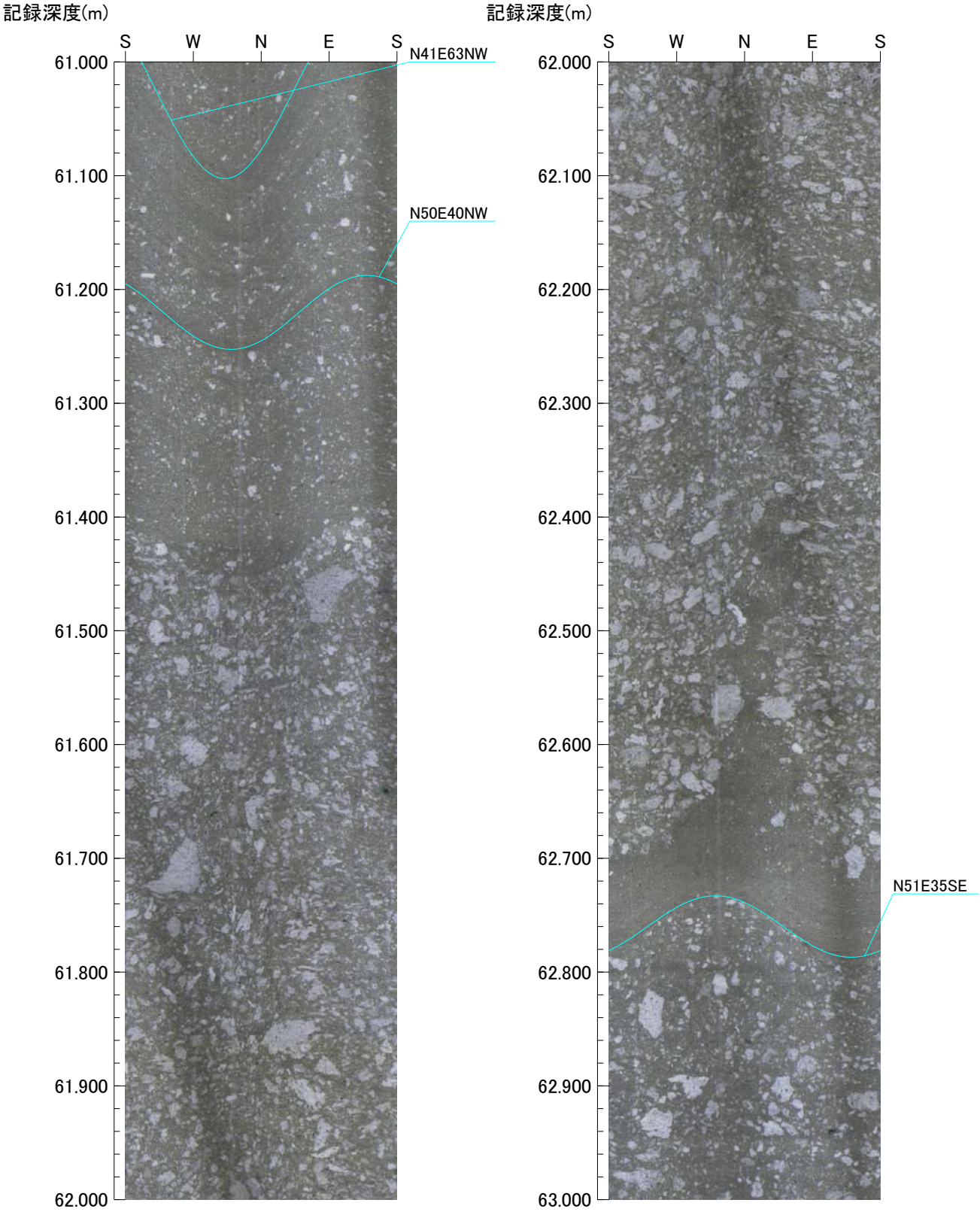
59.000m －　61.000m



倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

61.000m －　63.000m

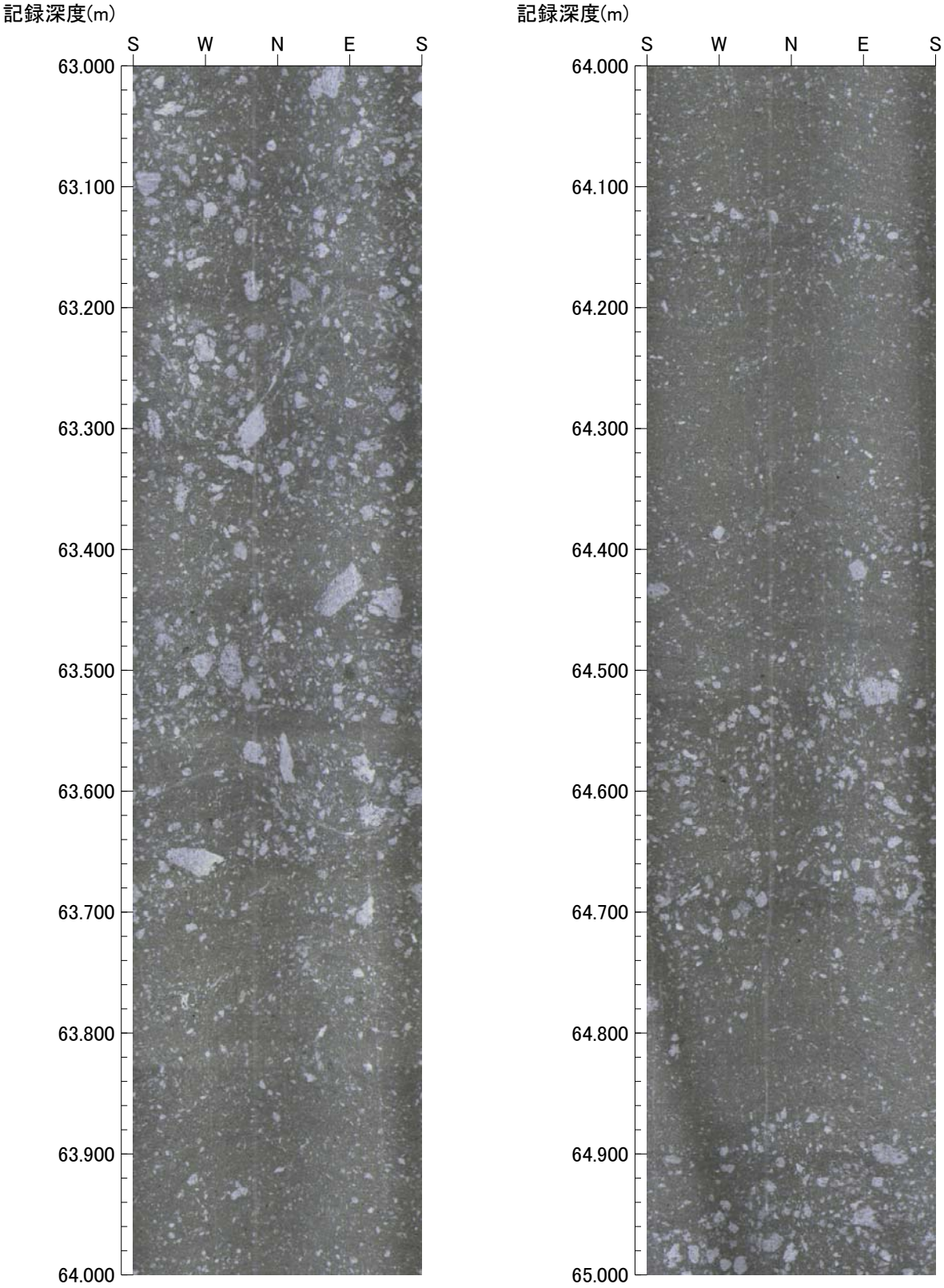


0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

63.000m －　65.000m



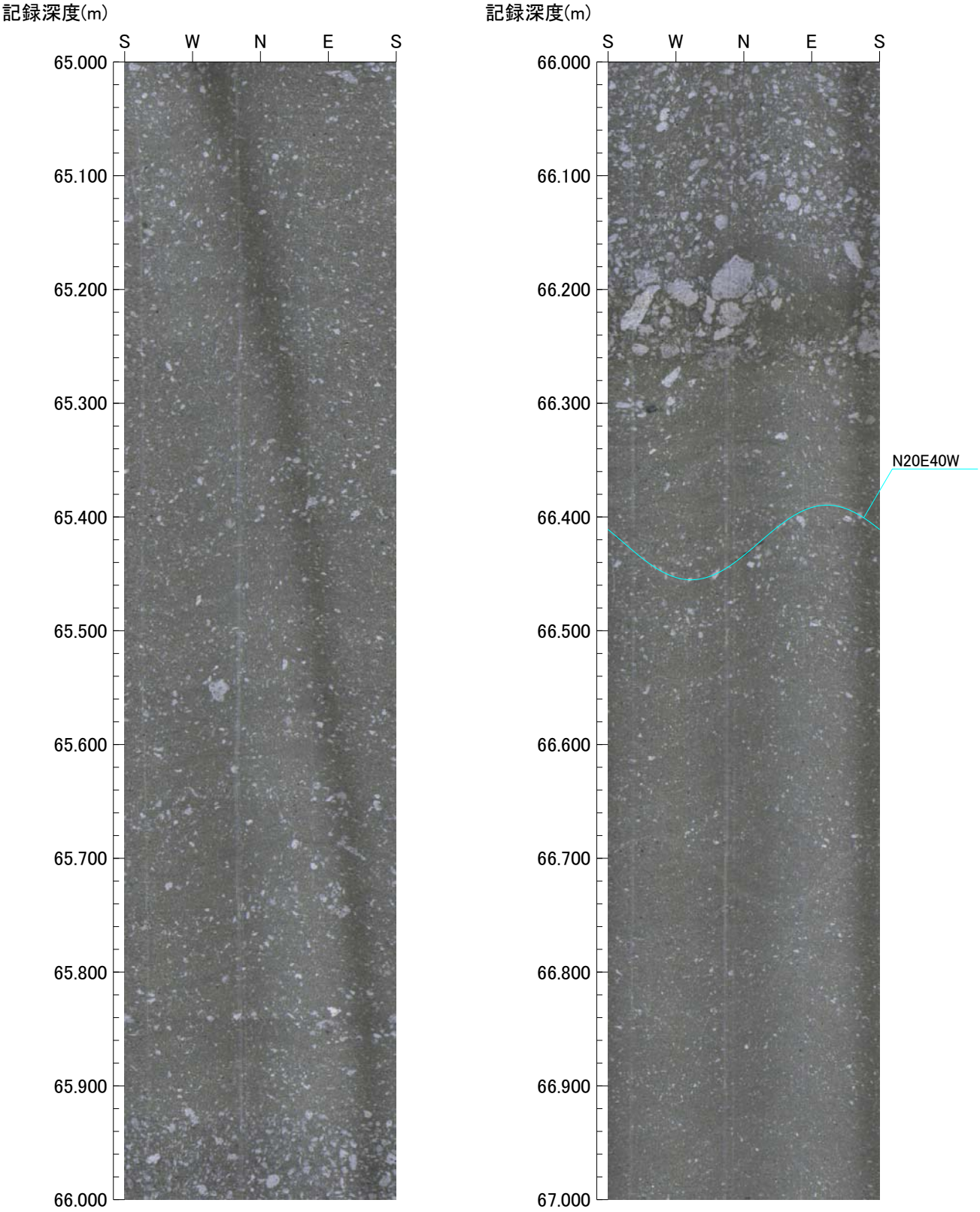
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目（密着）
割れ目（開口）
断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

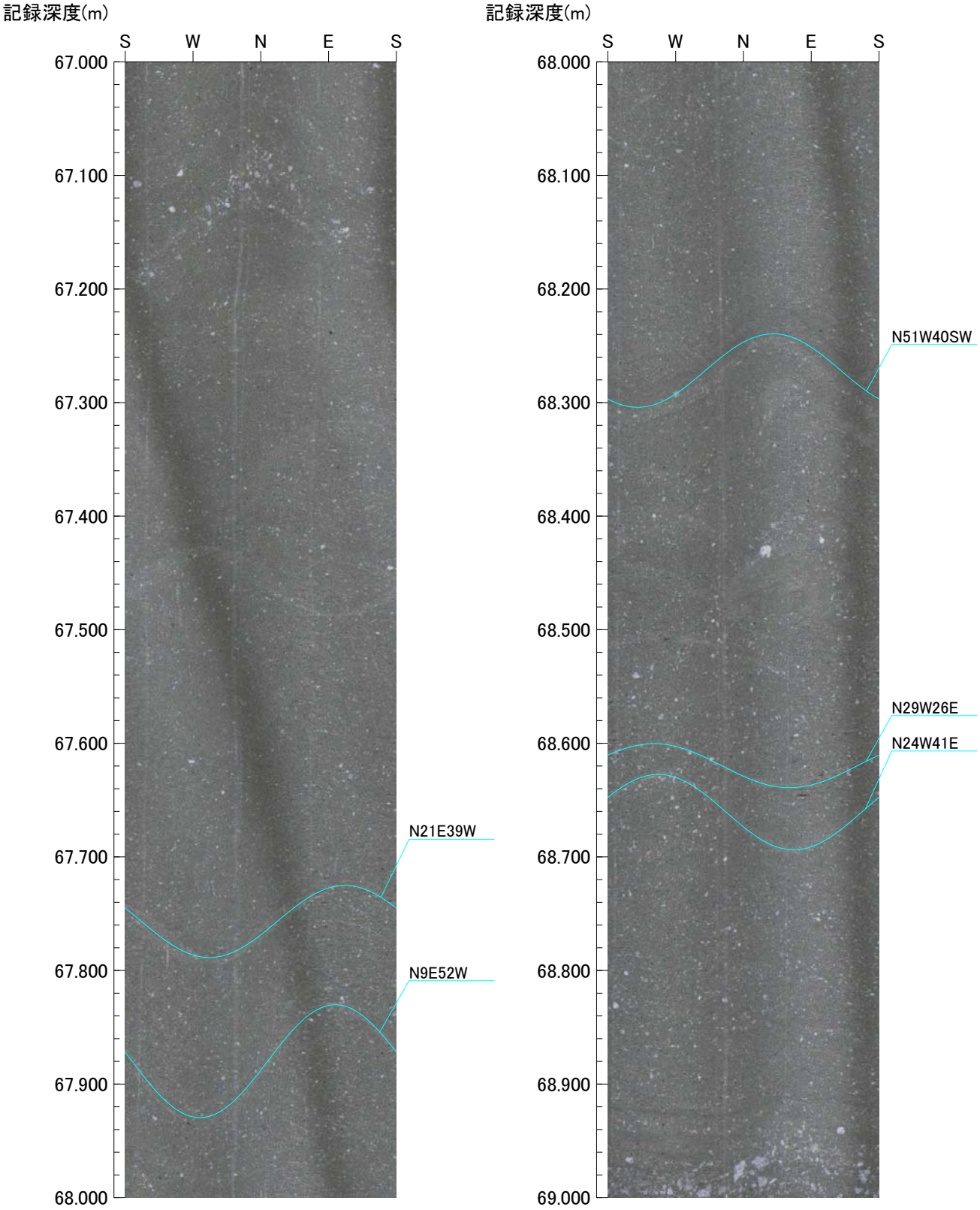
65.000m －　67.000m



倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

67.000m －　69.000m



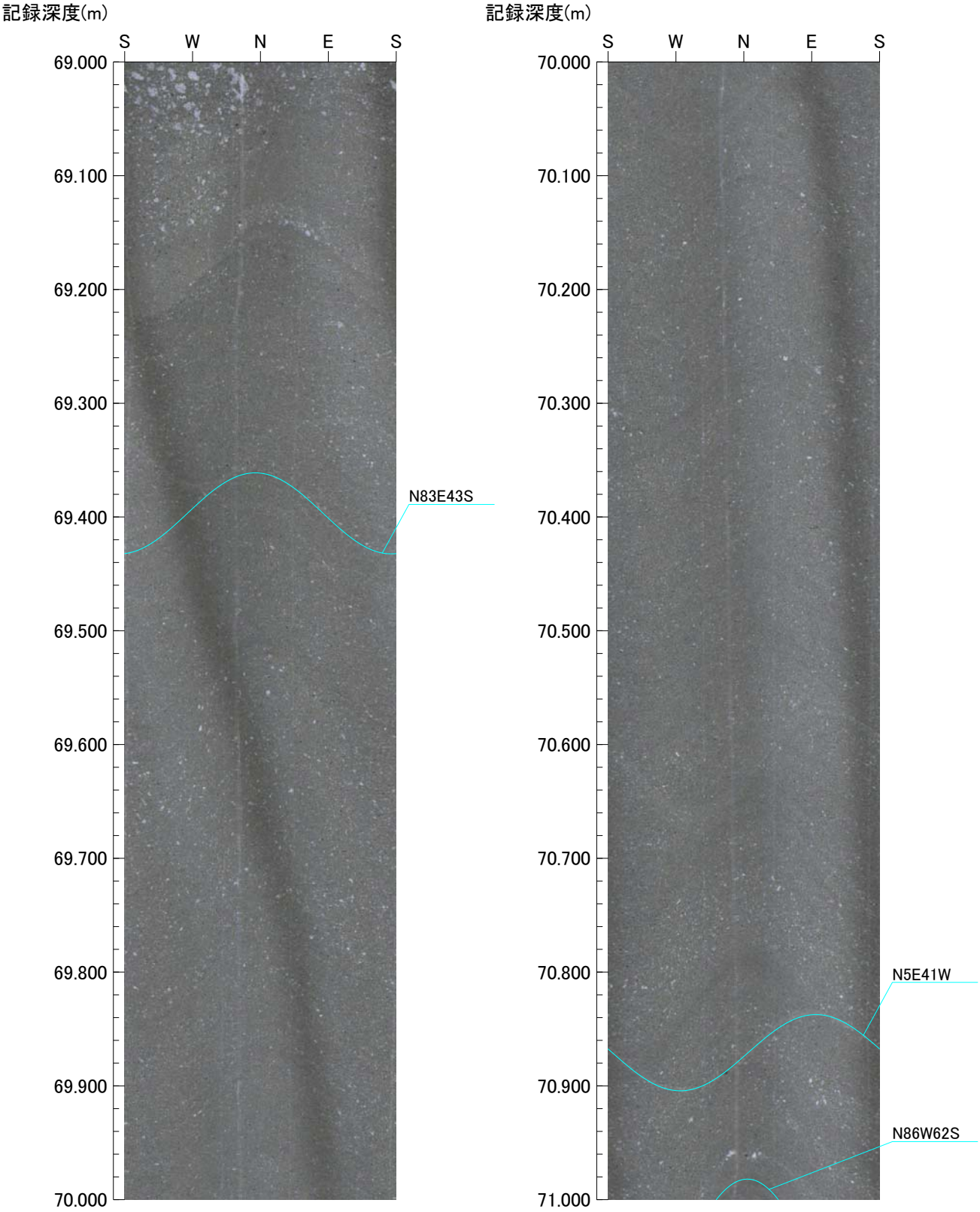
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

69.000m －　71.000m



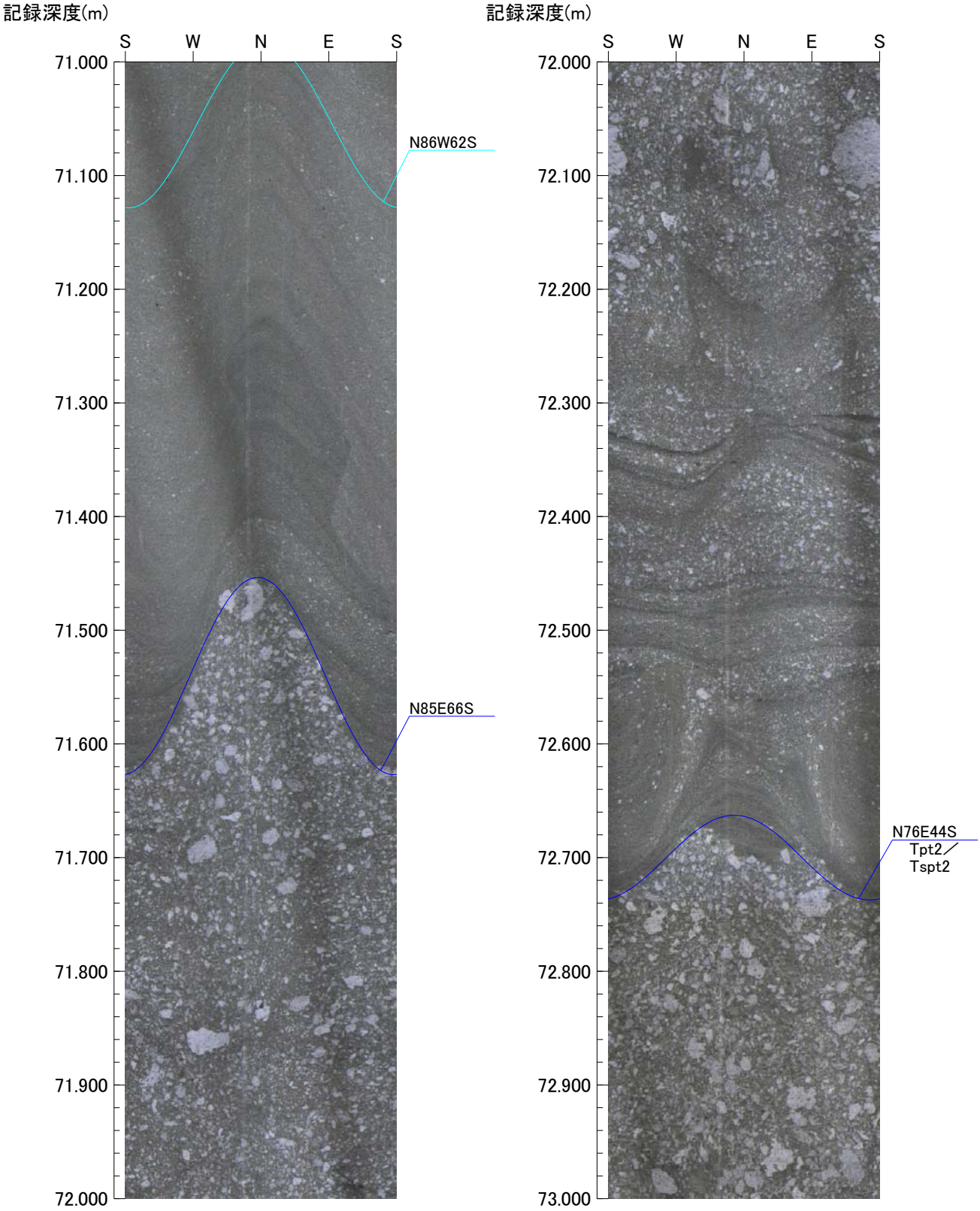
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

71.000m －　73.000m



凡例

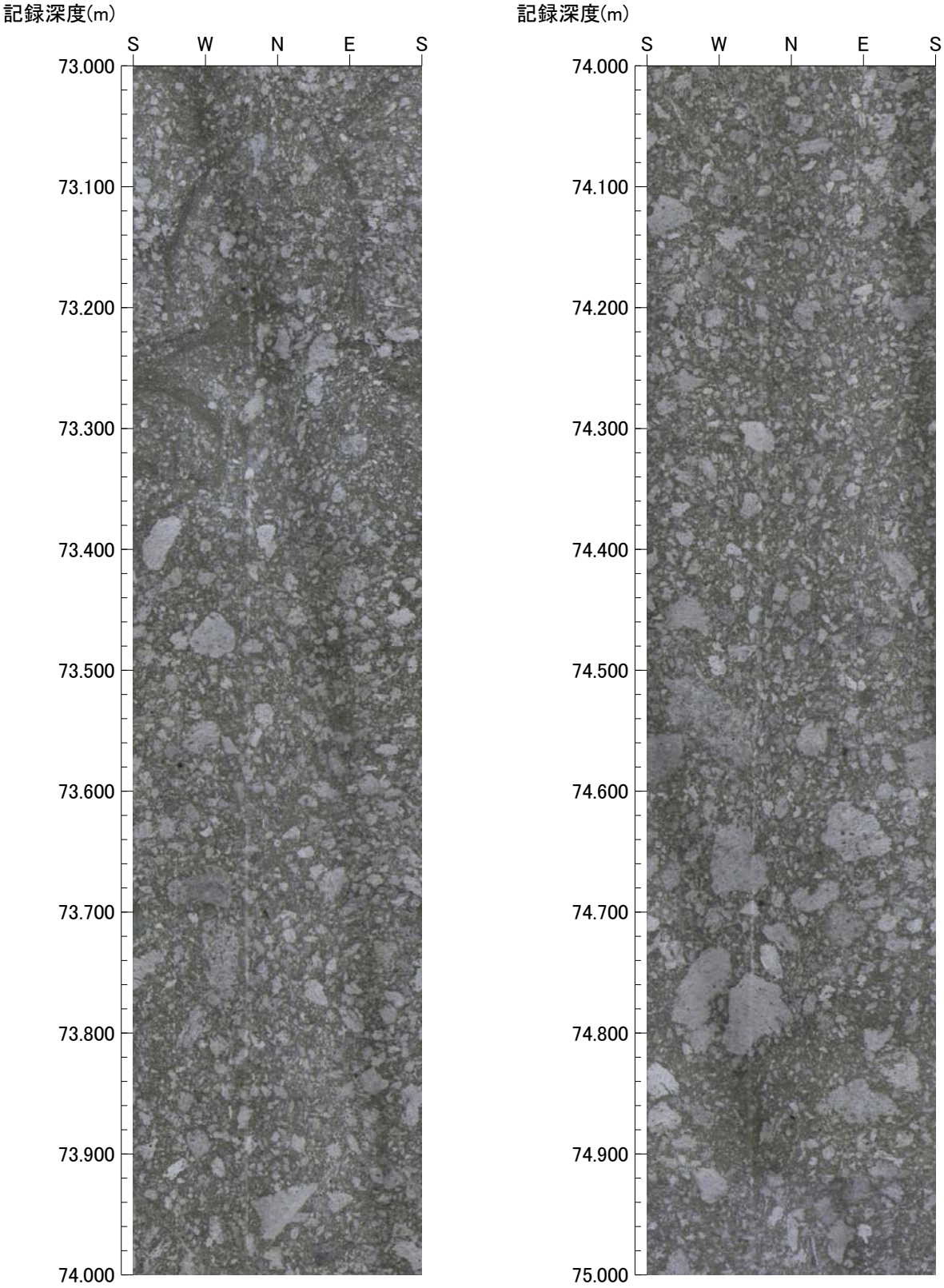
地質境界	割れ目（密着）
層理	割れ目（開口）
葉理	断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

73.000m －　75.000m



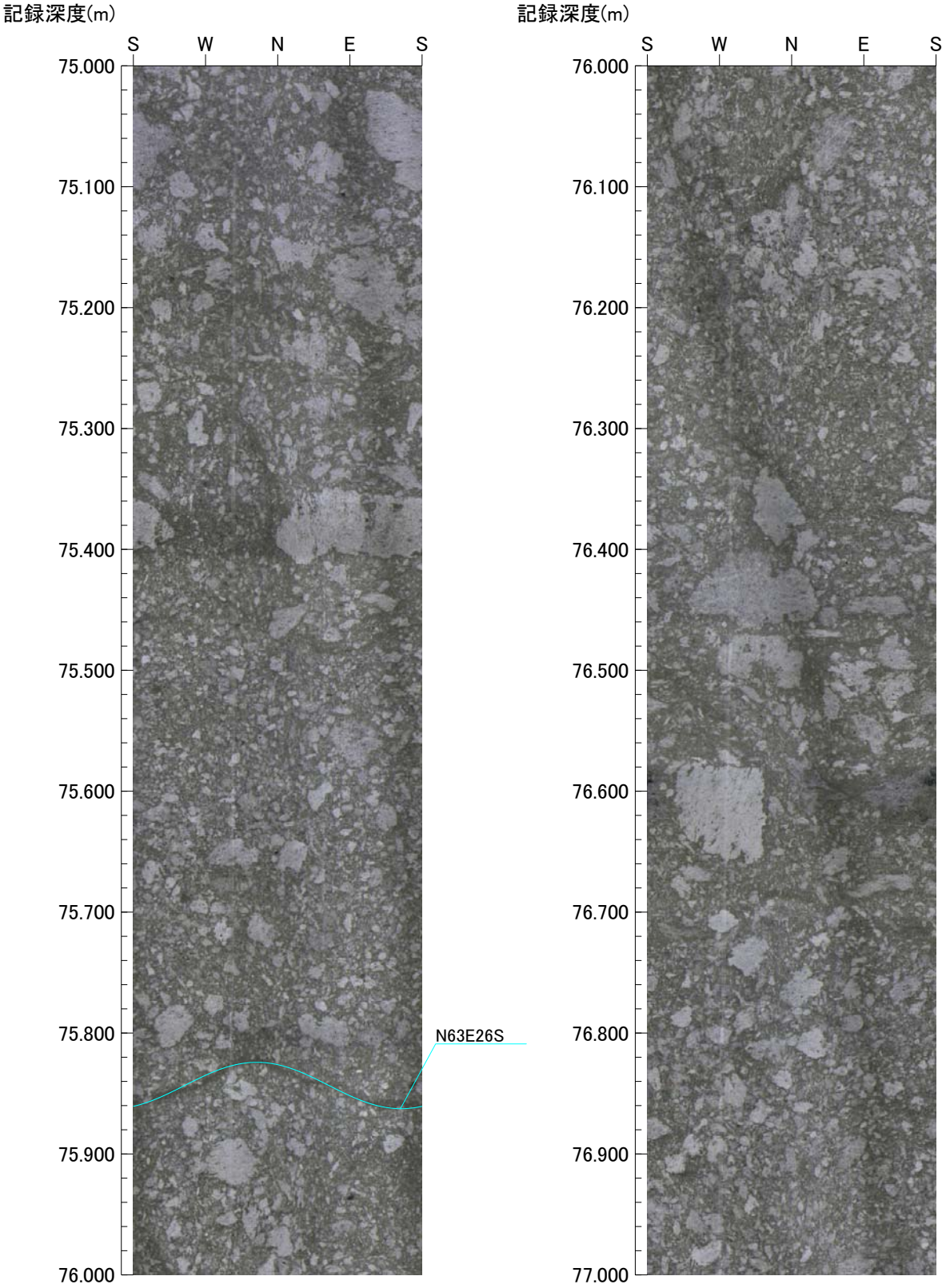
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

75.000m －　77.000m



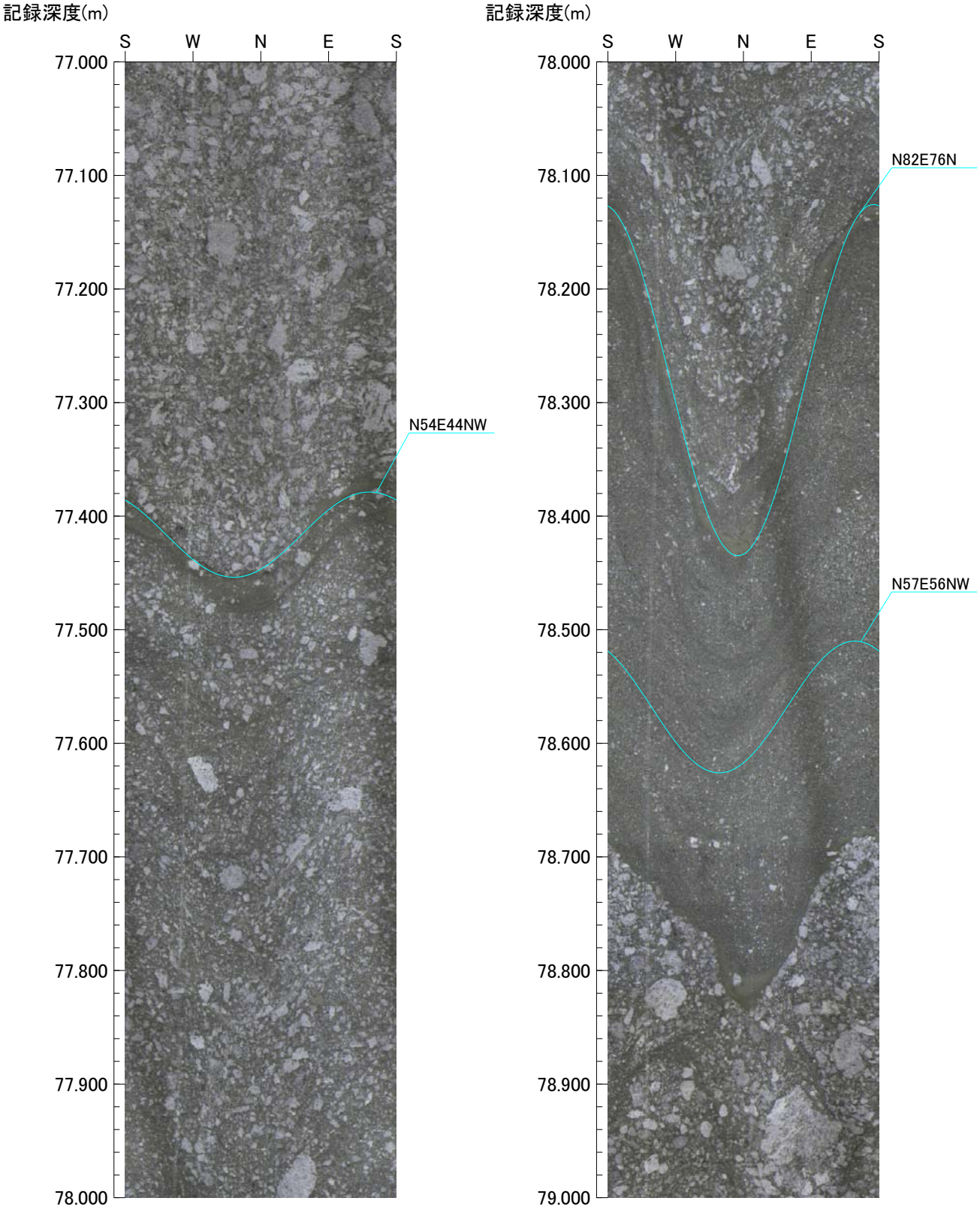
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

77.000m －　79.000m



凡例

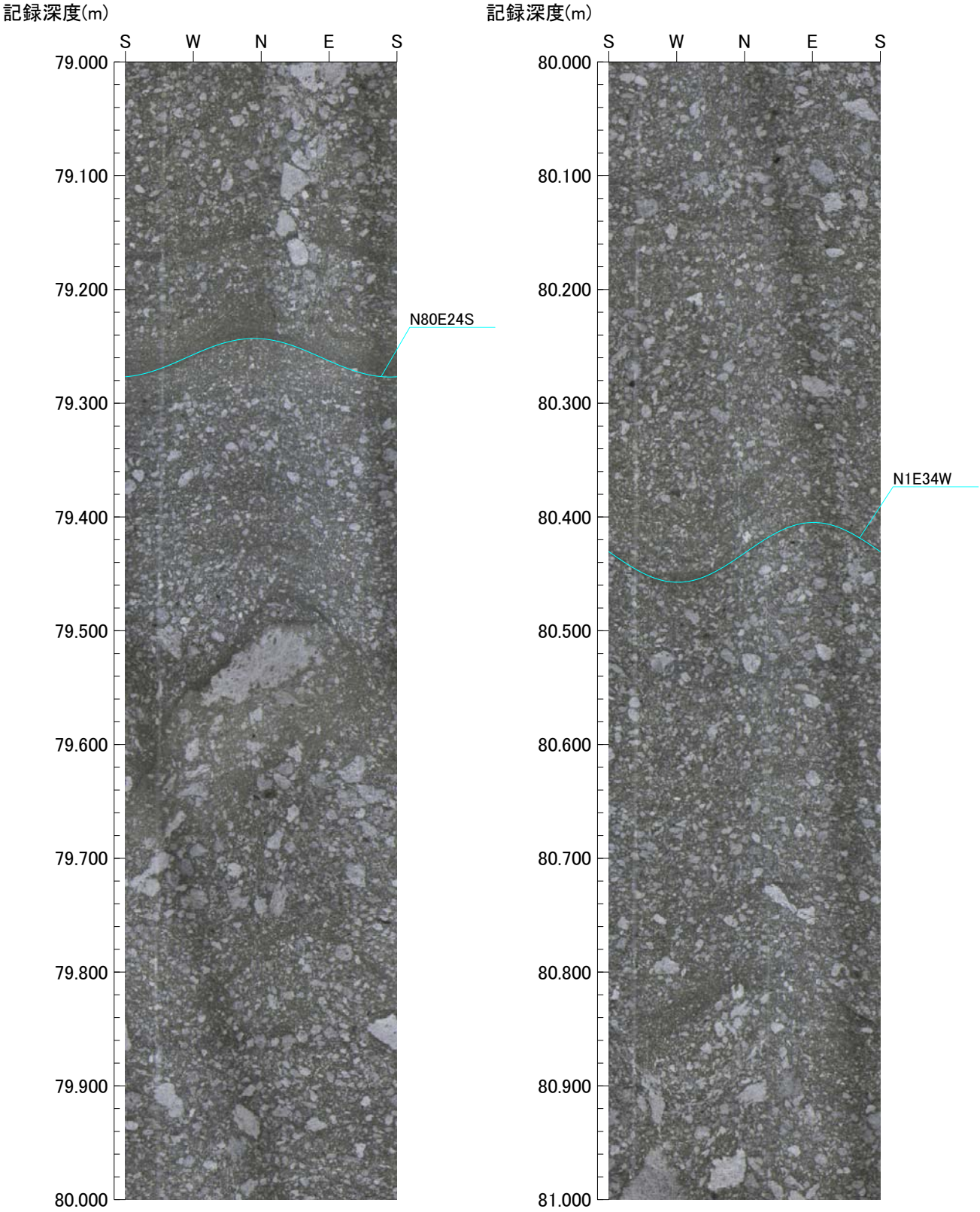
地質境界	割れ目（密着）
層理	割れ目（開口）
葉理	断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

79.000m －　81.000m



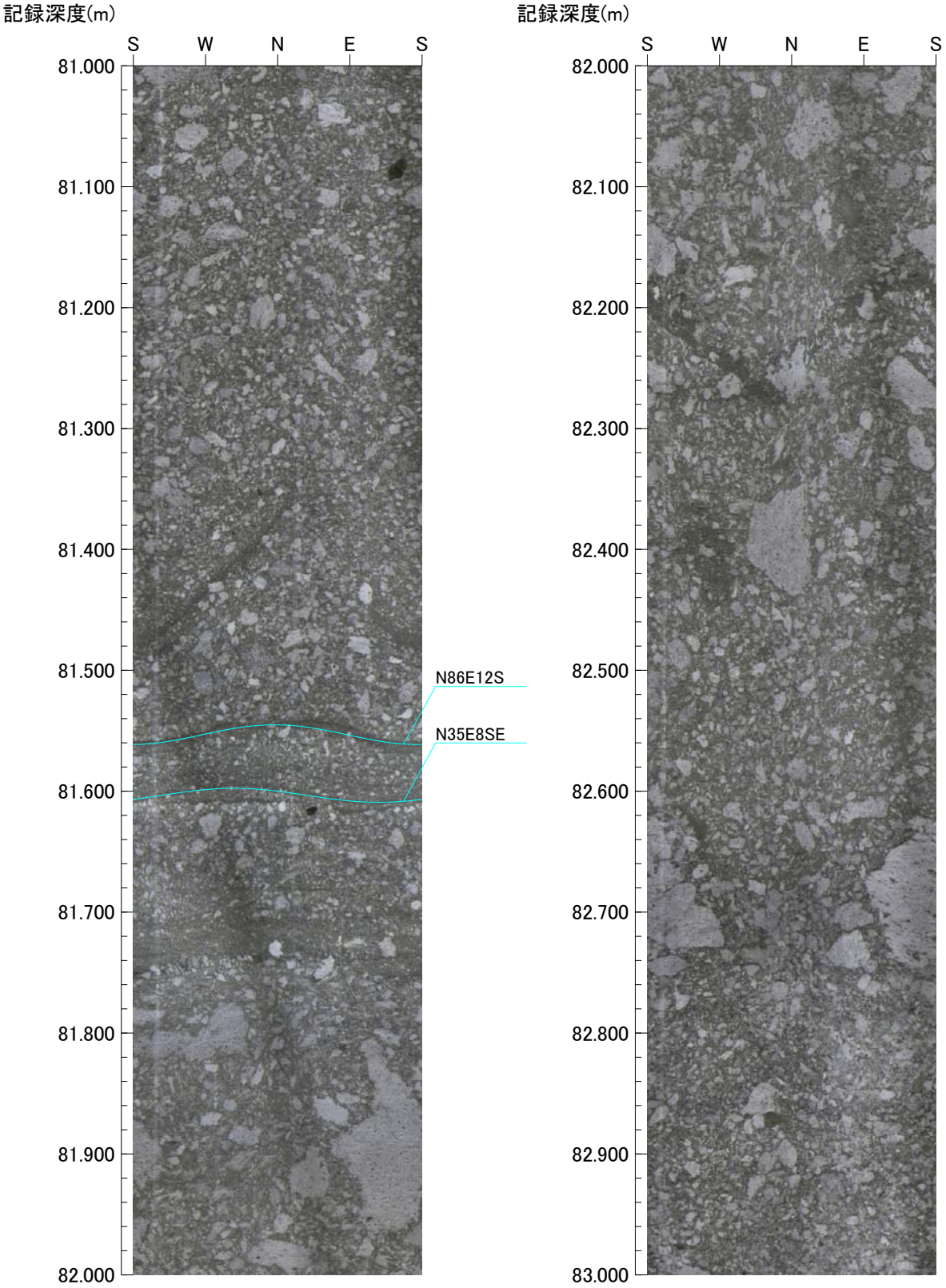
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

81.000m －　83.000m



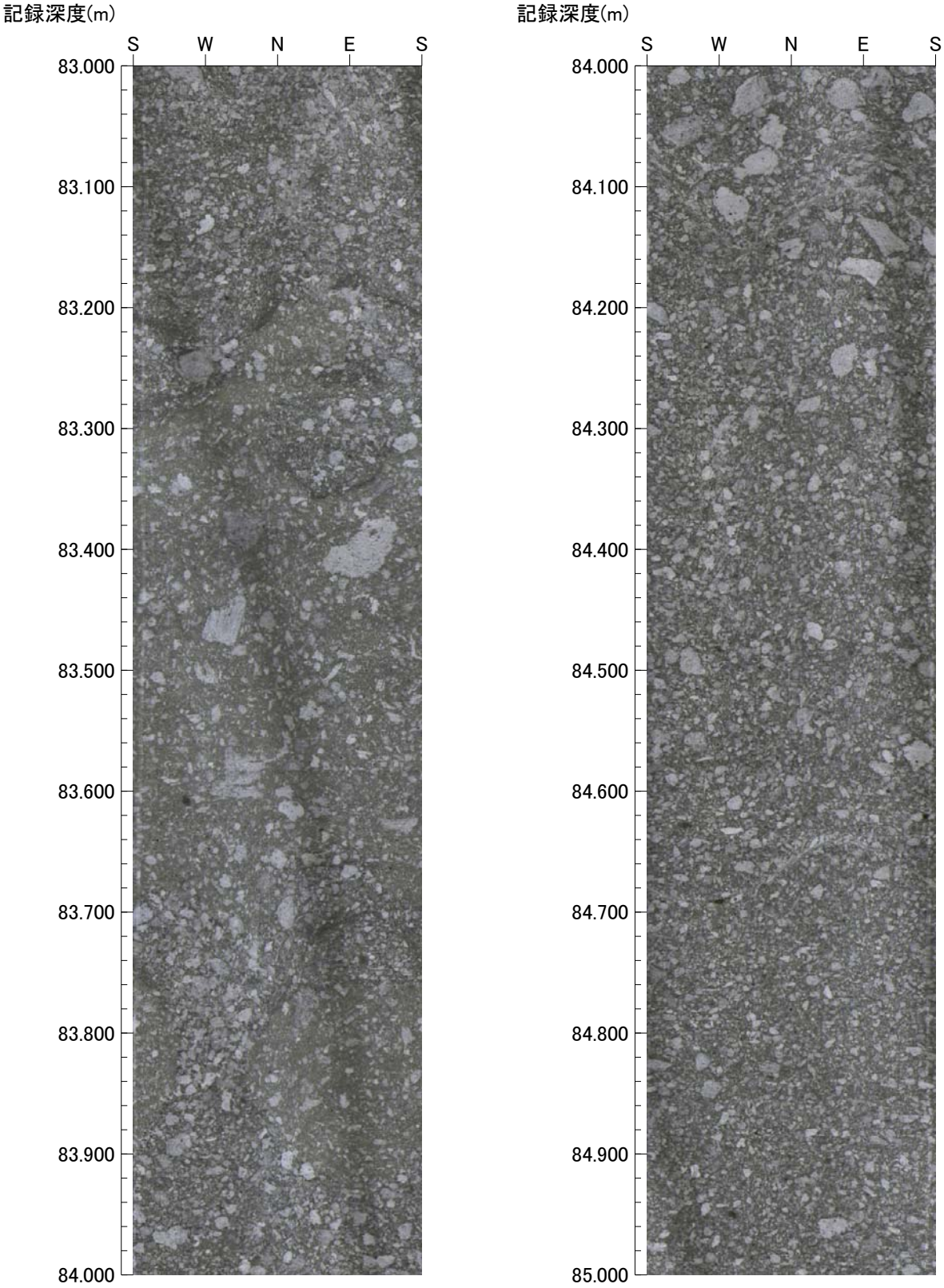
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

83.000m －　85.000m



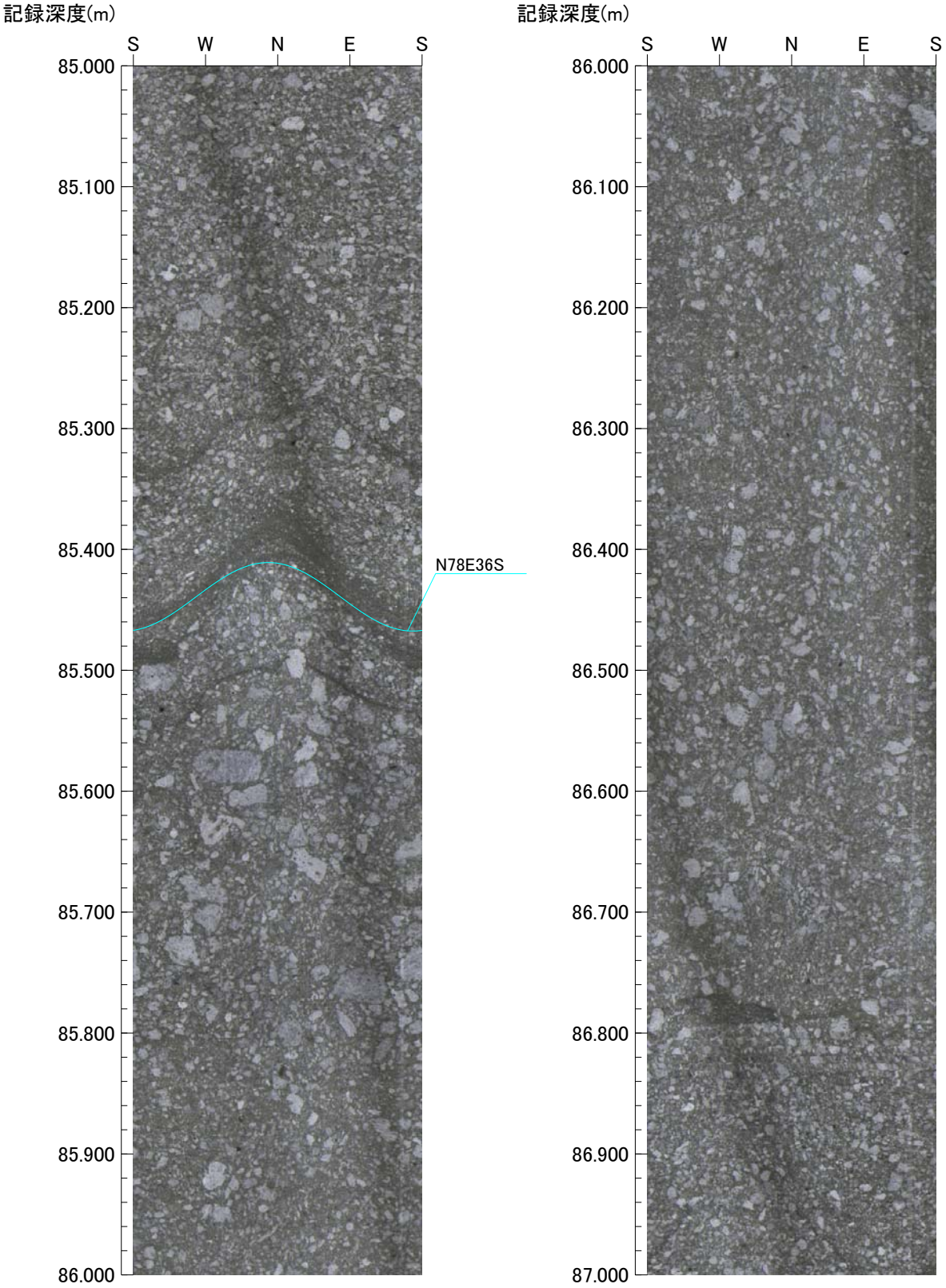
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

85.000m －　87.000m



凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

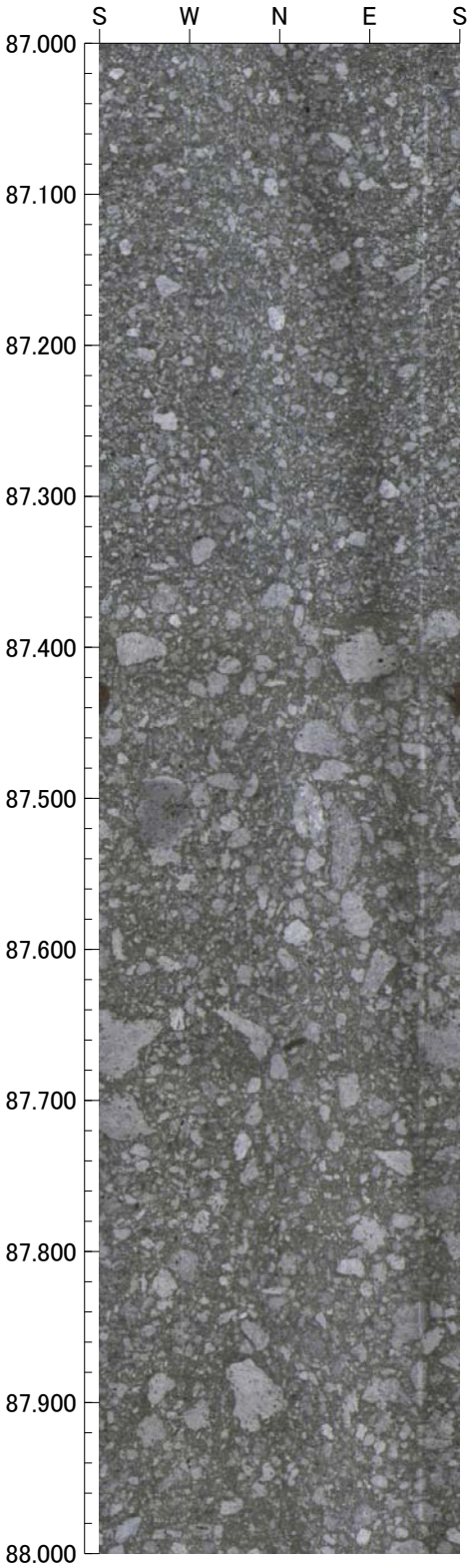
0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

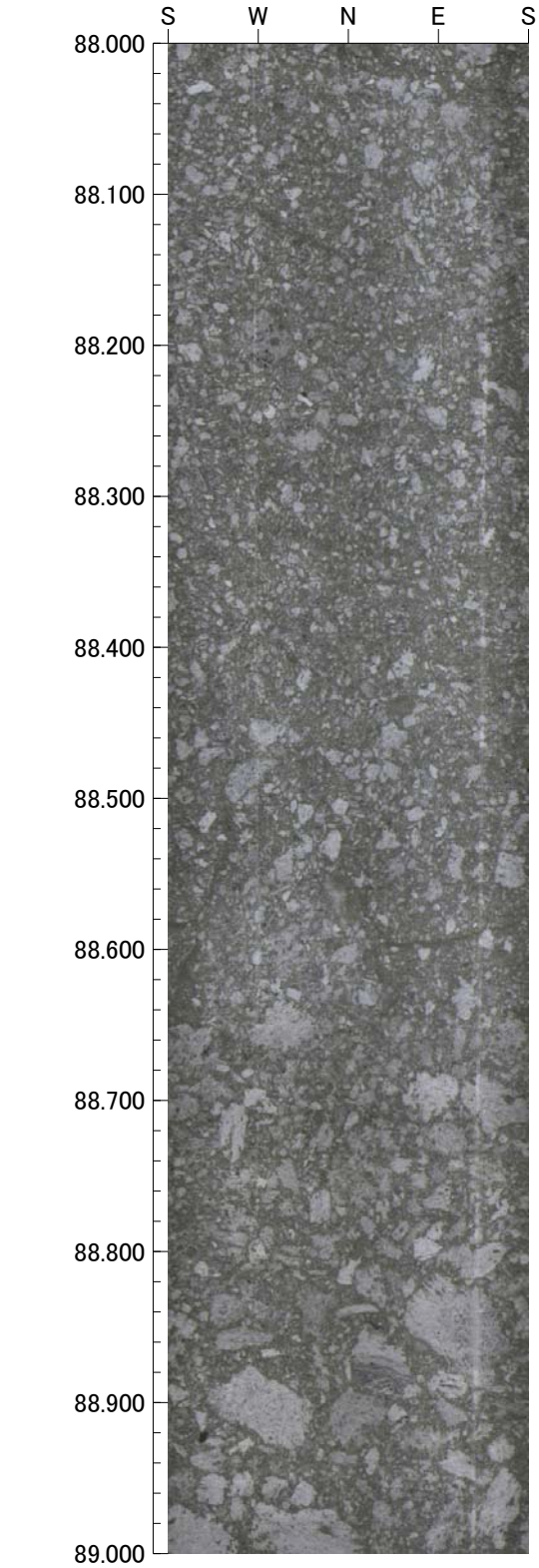
タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

87.000m －　89.000m

記録深度(m)



記録深度(m)



凡例

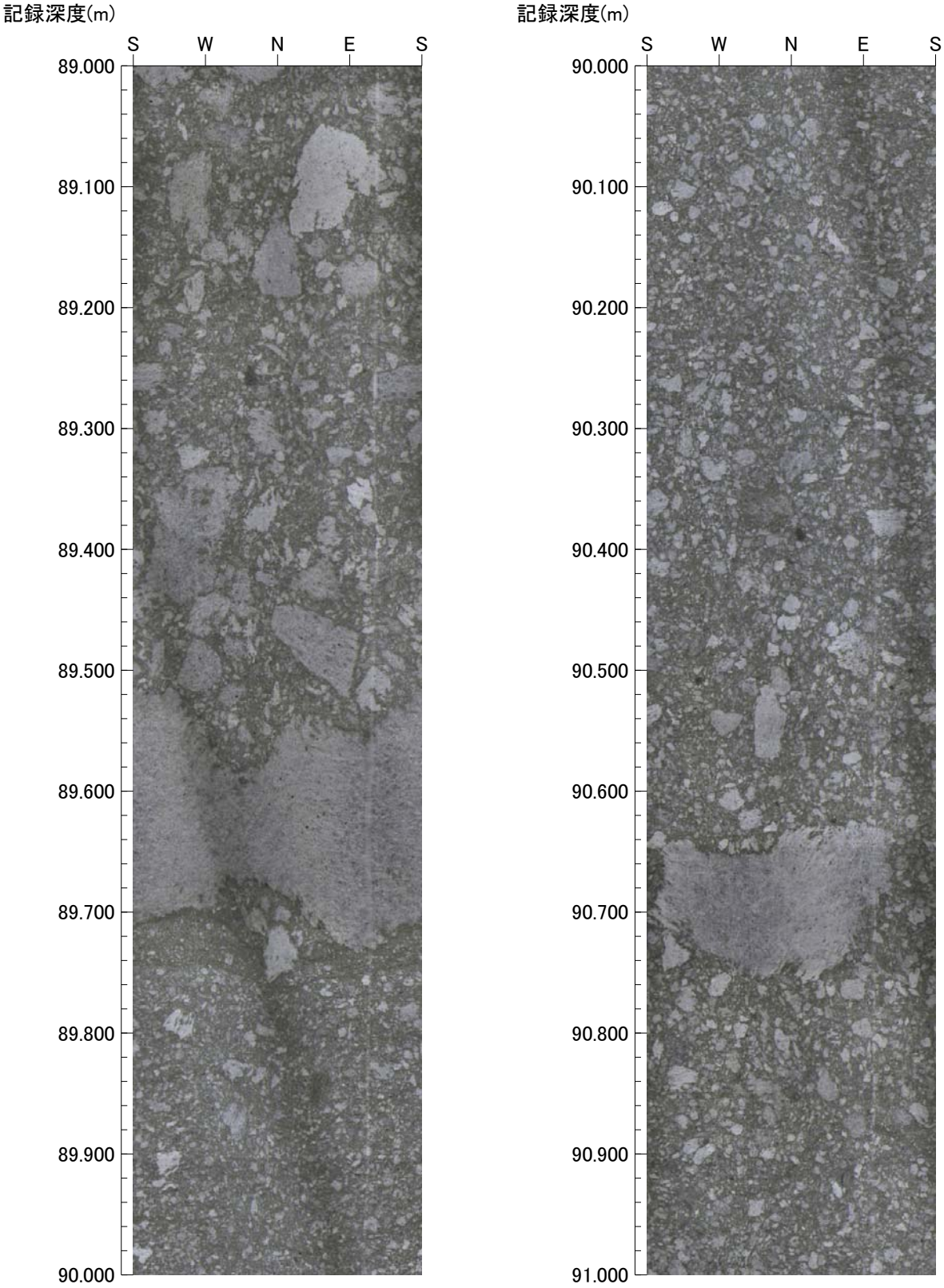
地質境界	割れ目(密着)
層理	割れ目(開口)
葉理	断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

89.000m －　91.000m



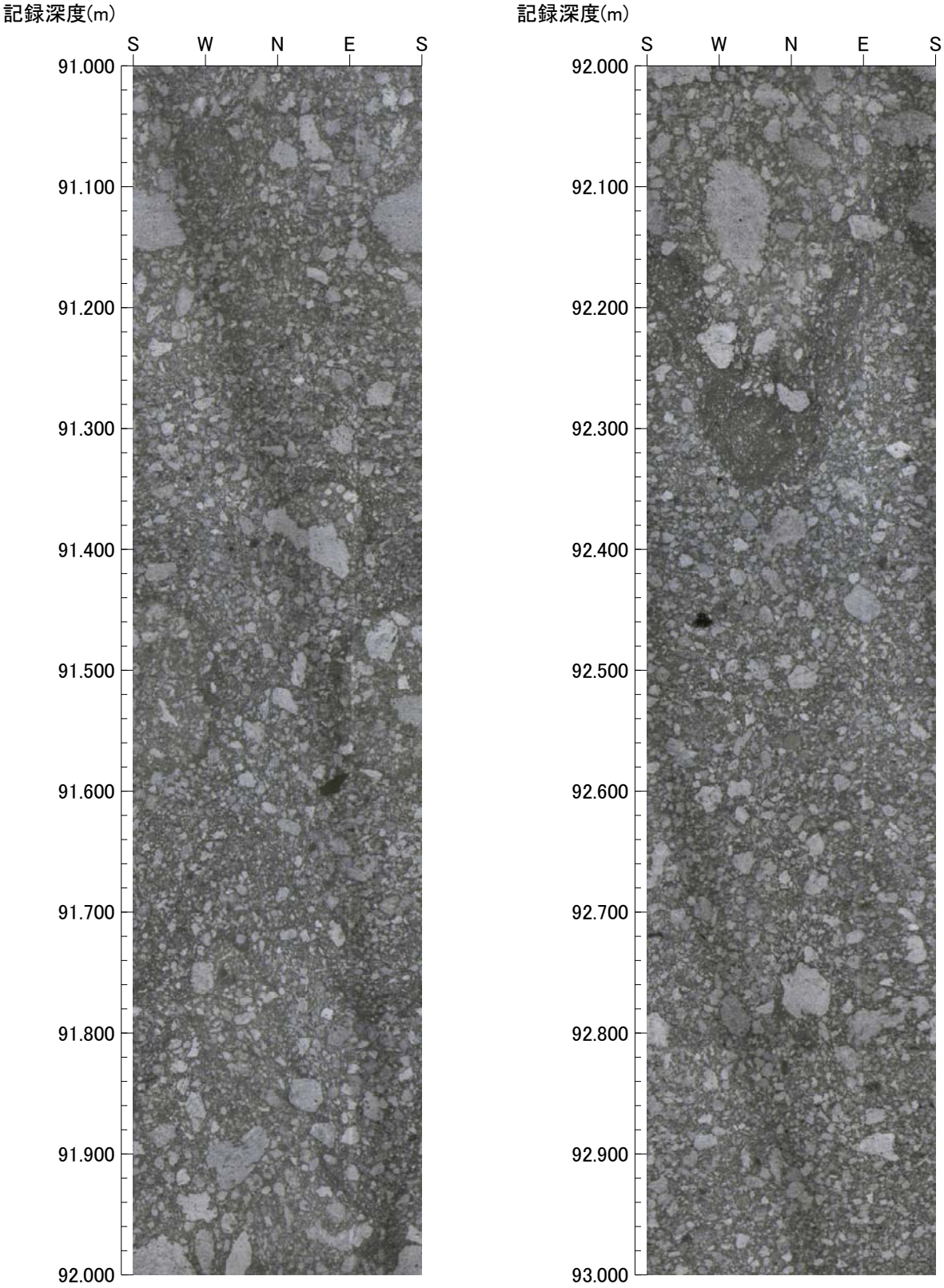
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

91.000m －　93.000m

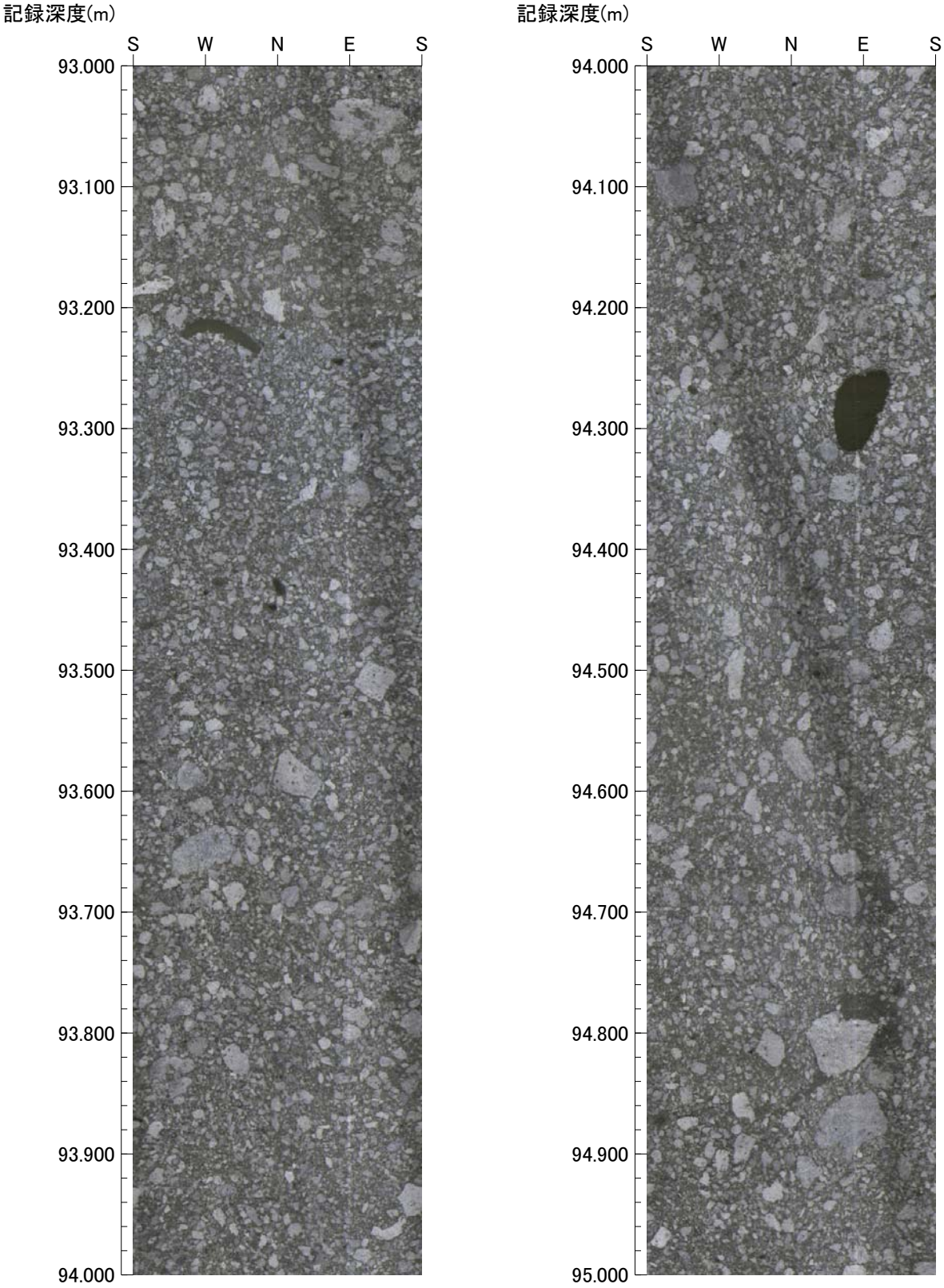


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

93.000m －　95.000m



凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

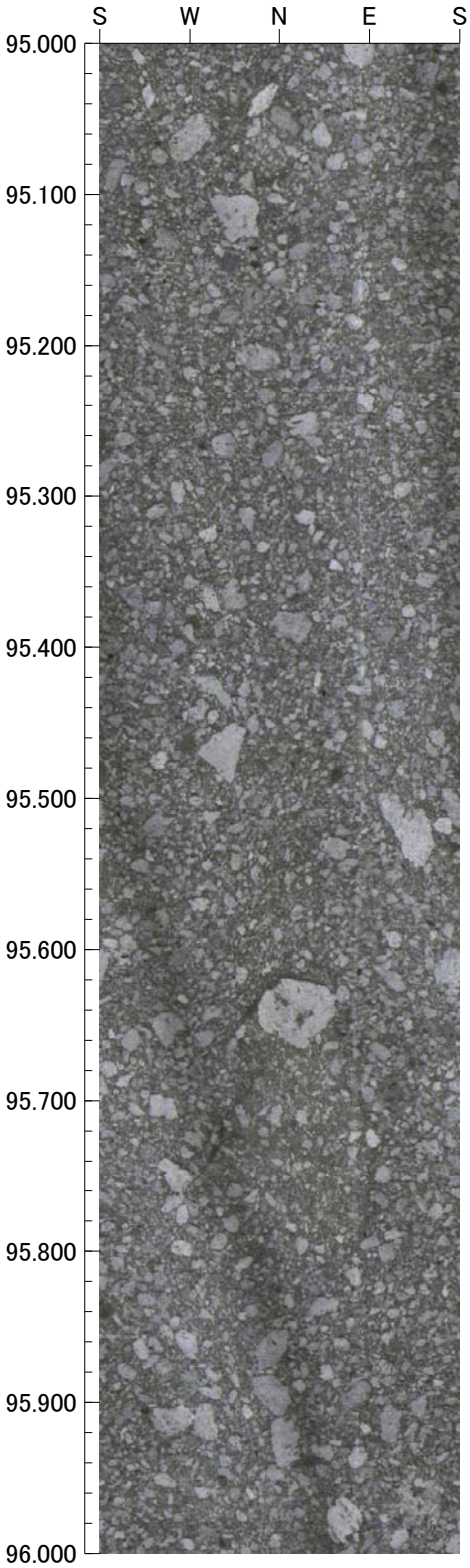
0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

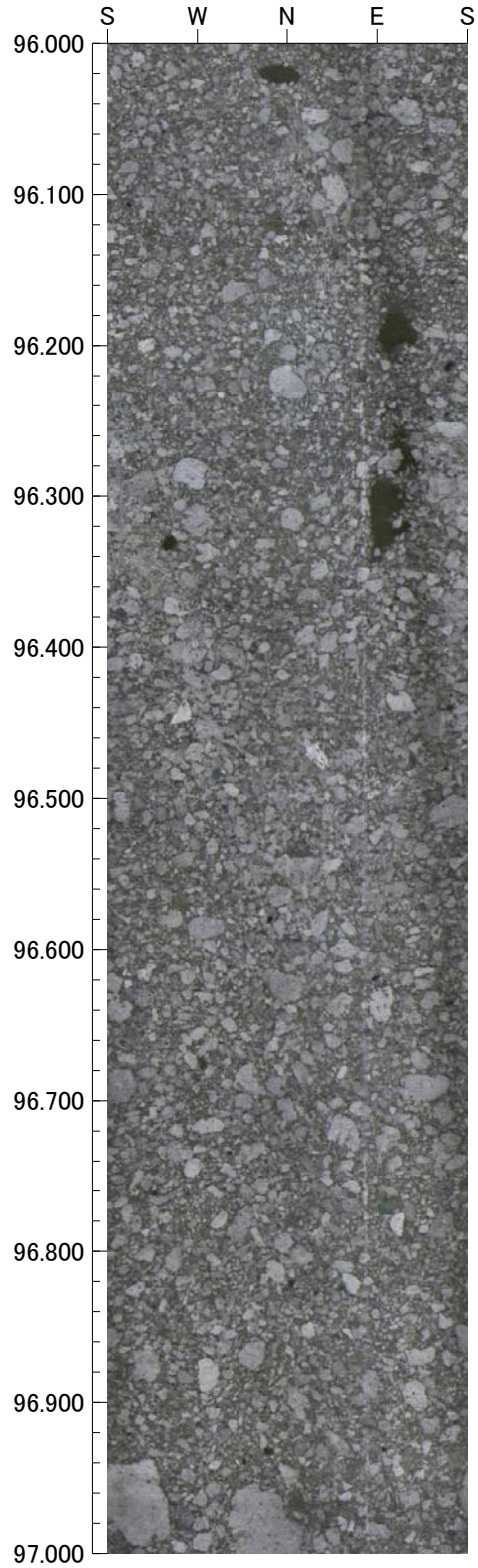
タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

95.000m －　97.000m

記録深度(m)



記録深度(m)



凡例

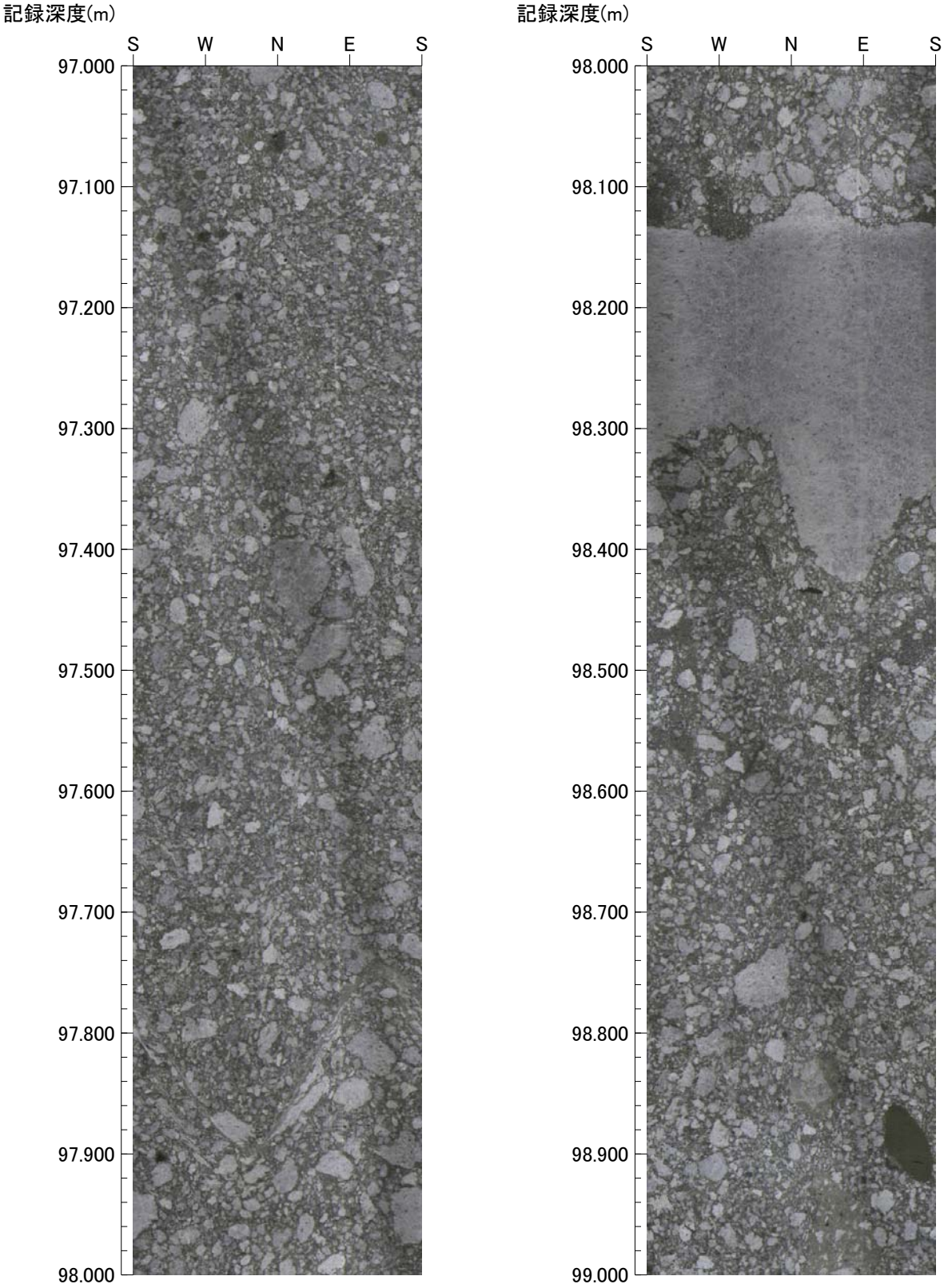
地質境界	割れ目(密着)
層理	割れ目(開口)
葉理	断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

97.000m －　99.000m



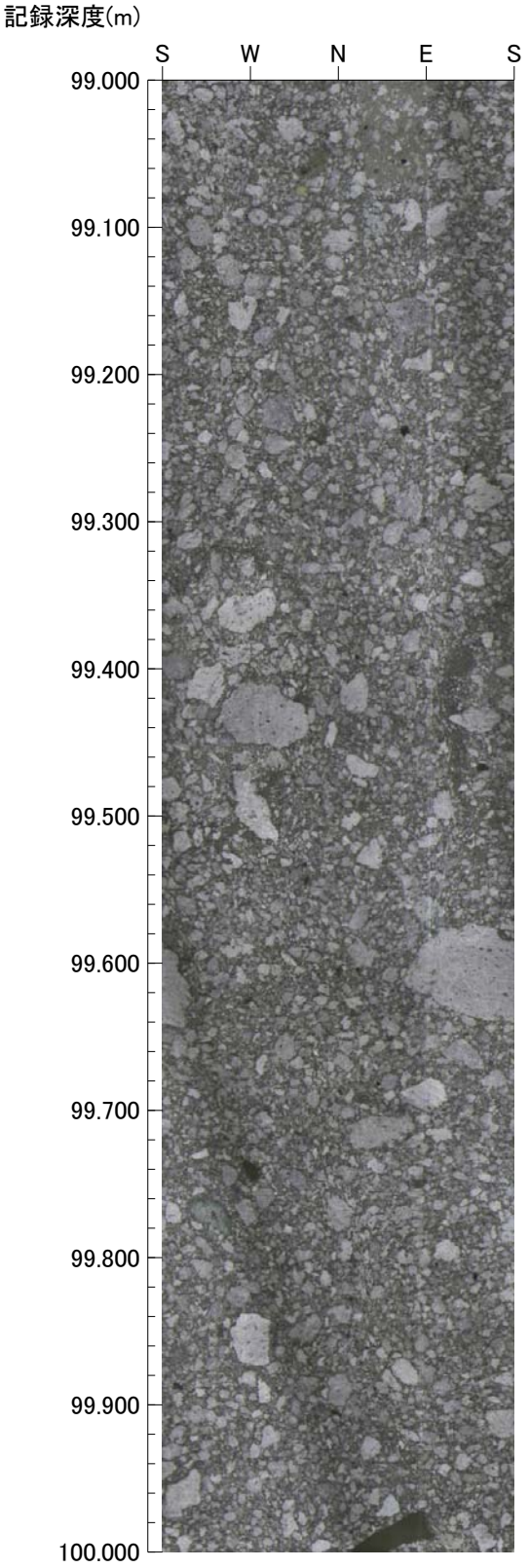
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

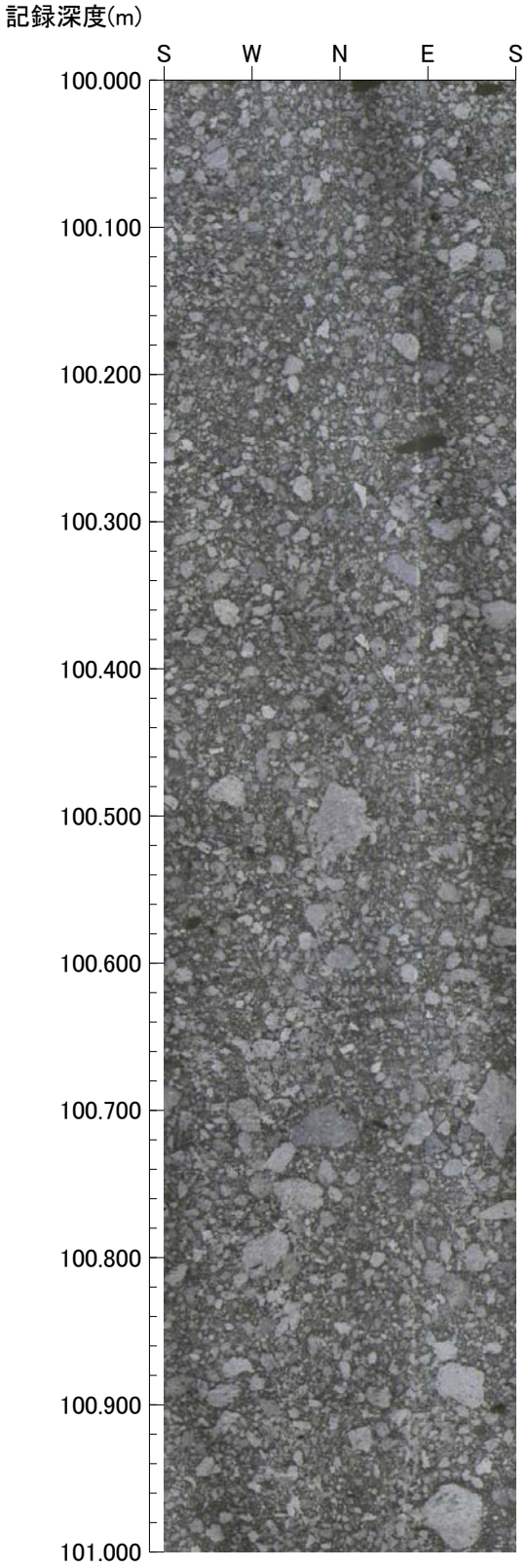
0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

99.000m - 101.000m



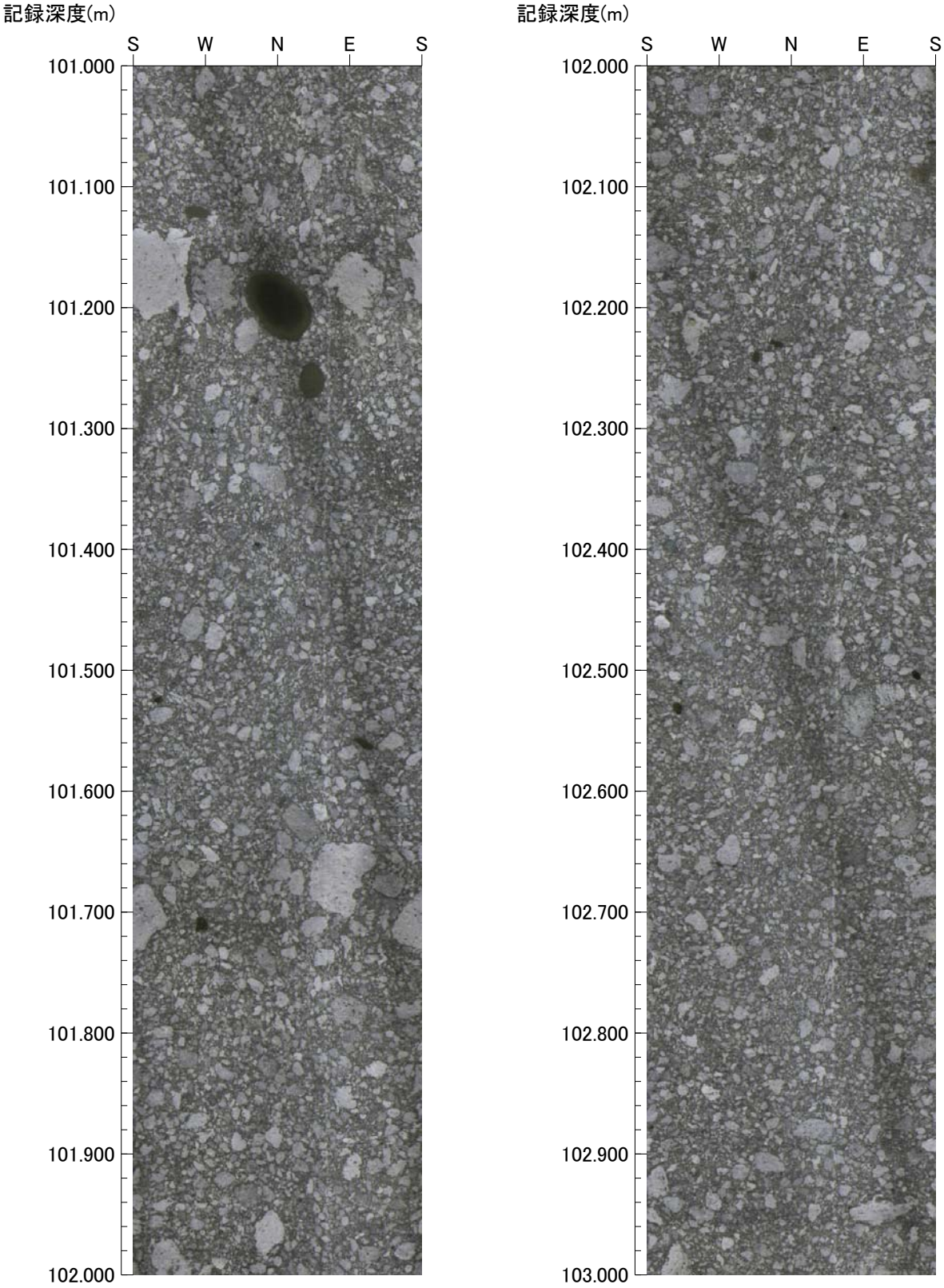


凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

101.000m - 103.000m



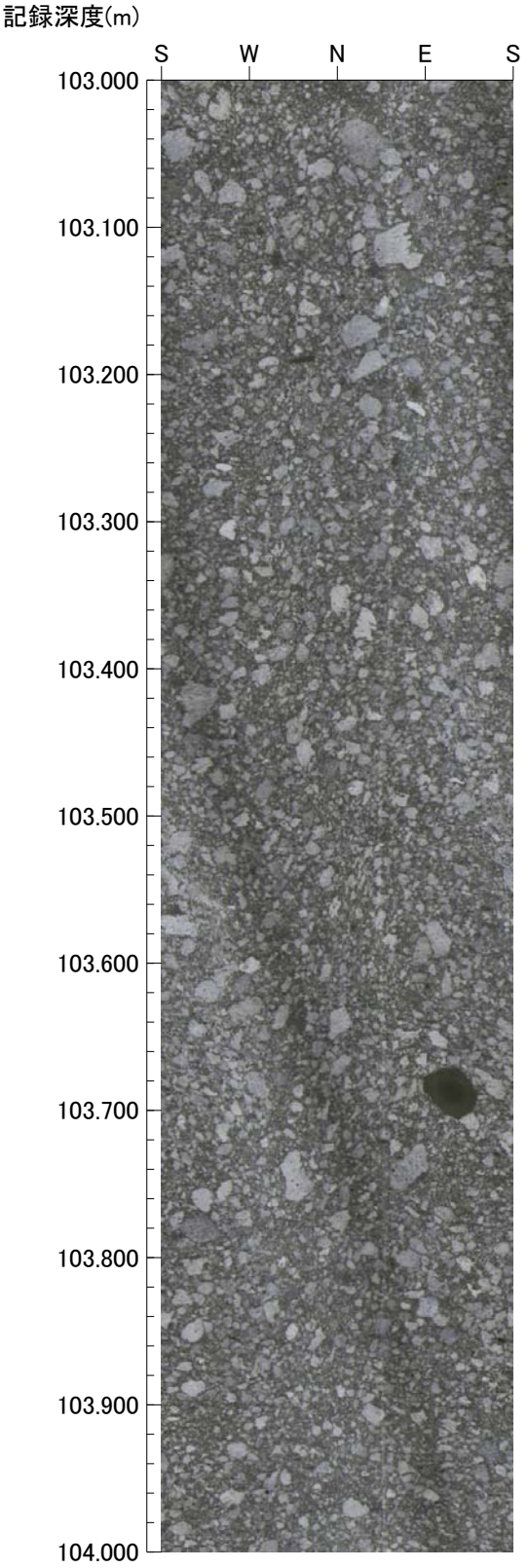
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

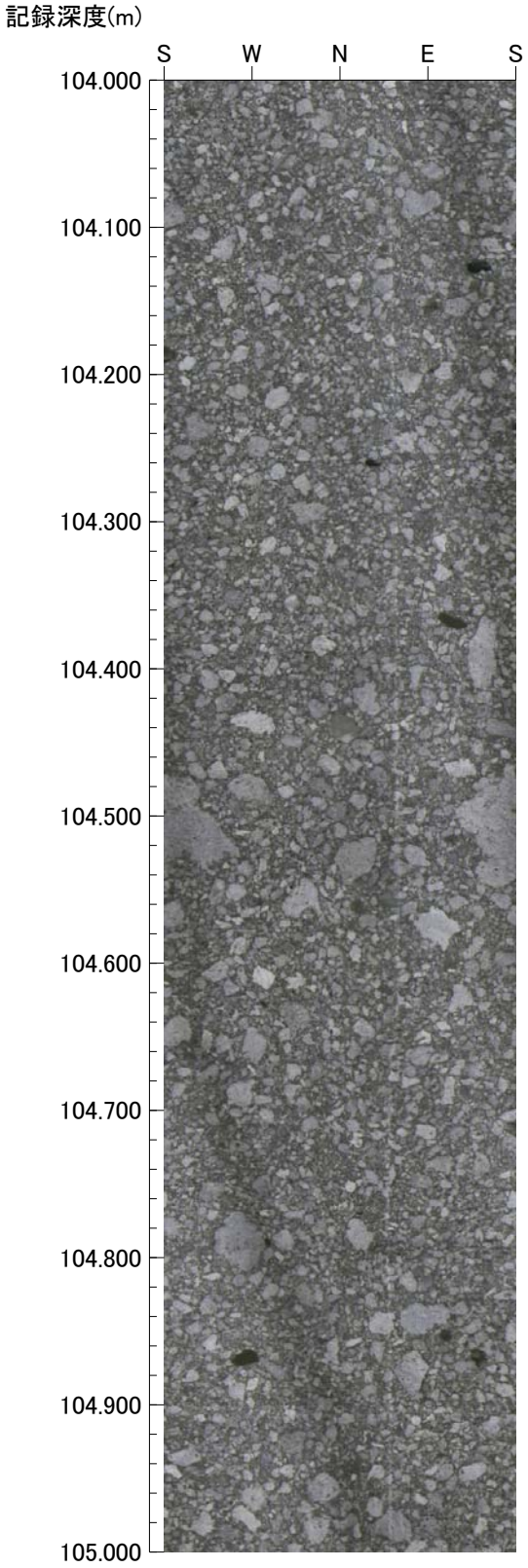
0 0 0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

103.000m - 105.000m



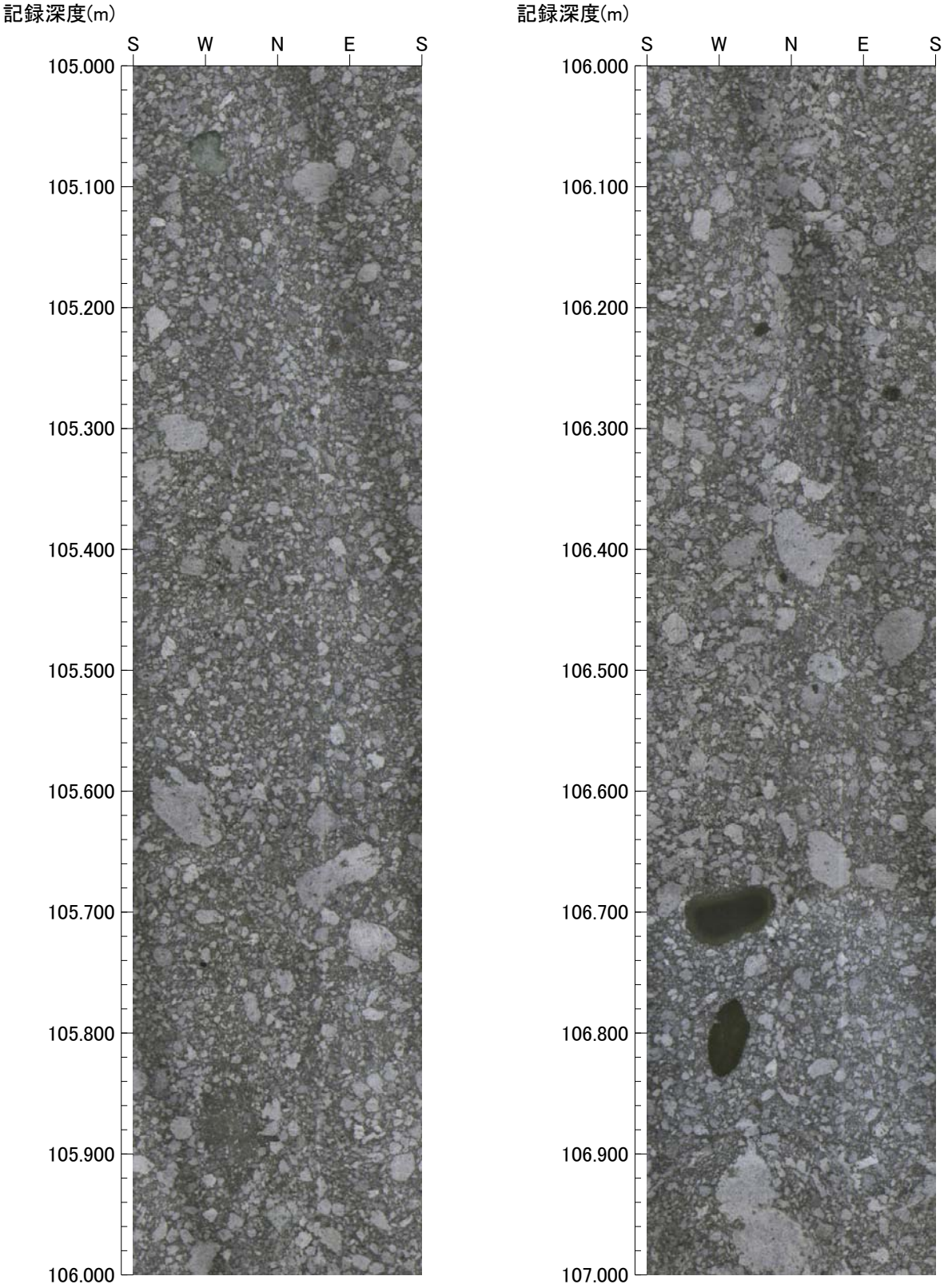


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目(密着)
- 割れ目(開口)
- 断層(ゆ着・固結)

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

105.000m - 107.000m

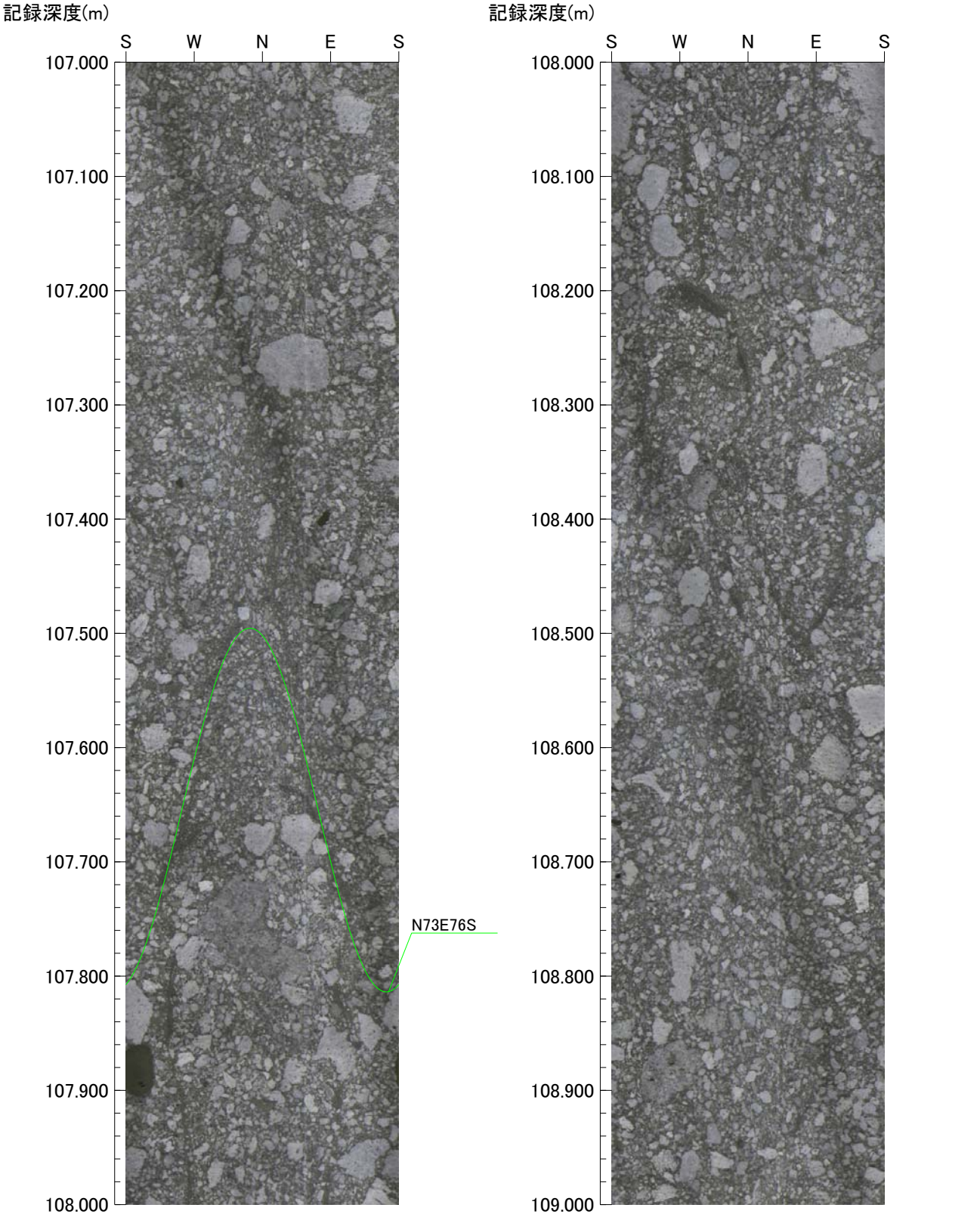


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目(密着)
- 割れ目(開口)
- 断層(ゆ着・固結)

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

107.000m - 109.000m

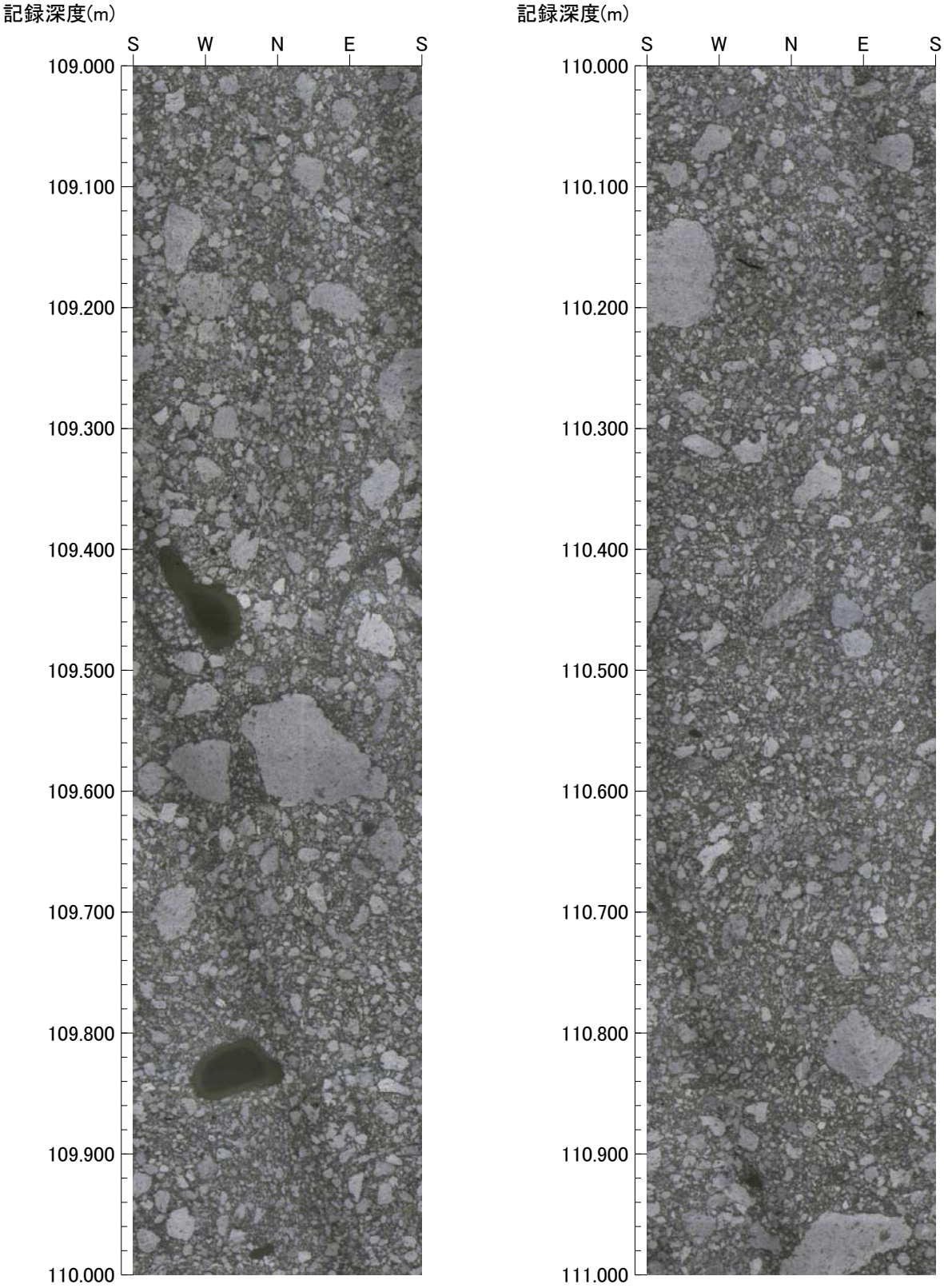


凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

109.000m - 111.000m



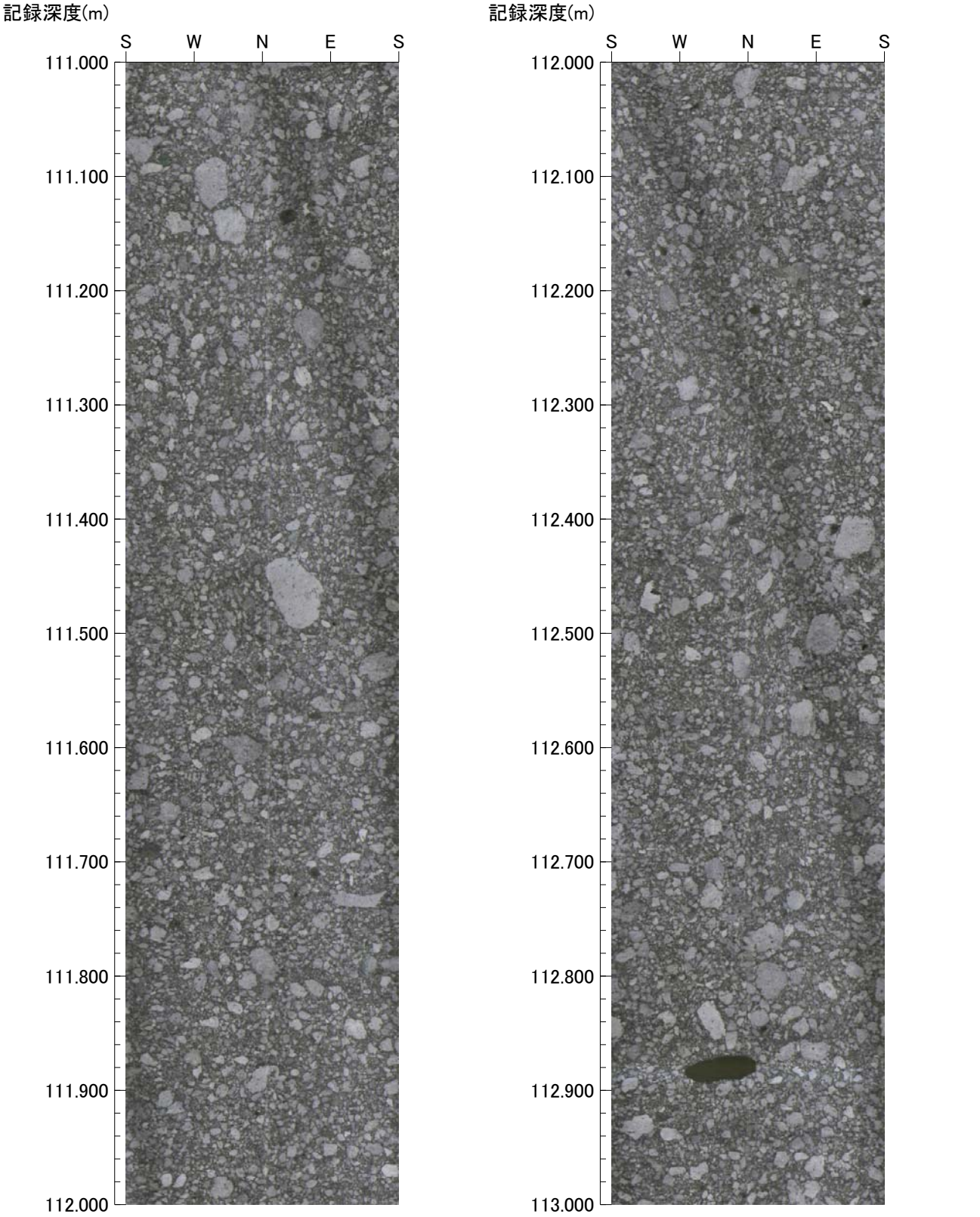
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目(密着)
- 割れ目(開口)
- 断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

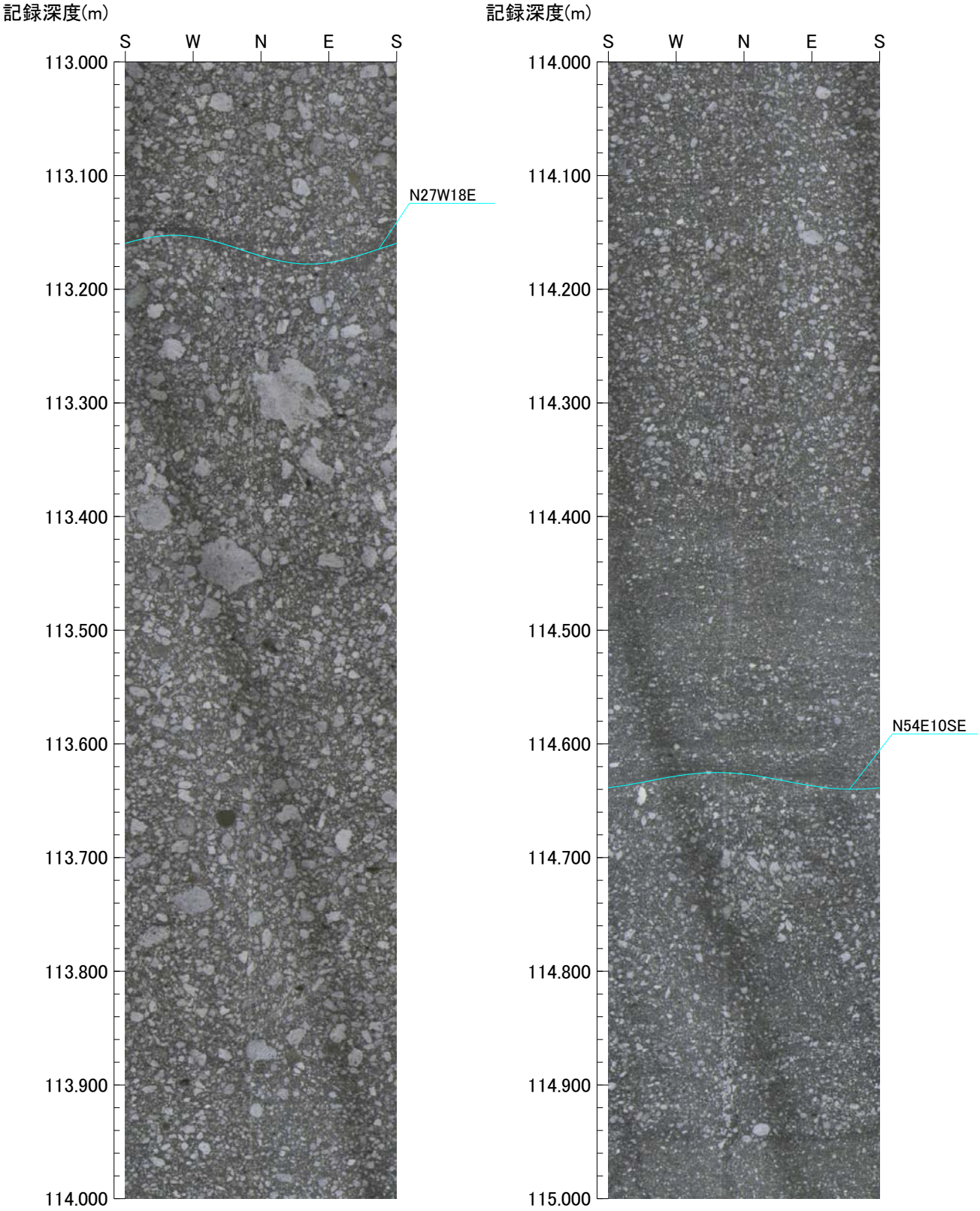
111.000m - 113.000m



倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術高孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

113.000m - 115.000m



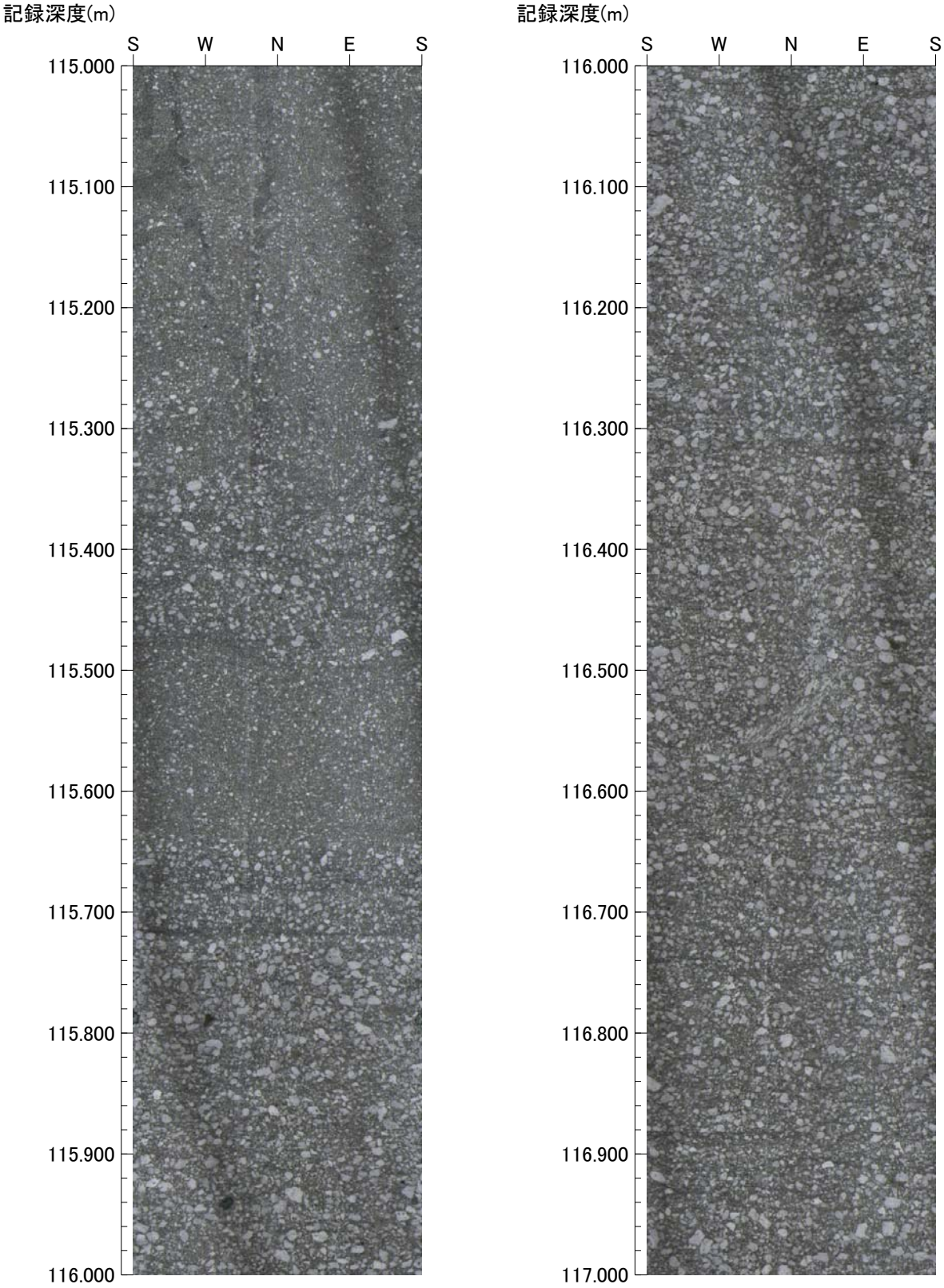
凡例
地質境界
層理
葉理
割れ目(密着)
割れ目(開口)
断層(ゆ着・固結)

0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

115.000m - 117.000m



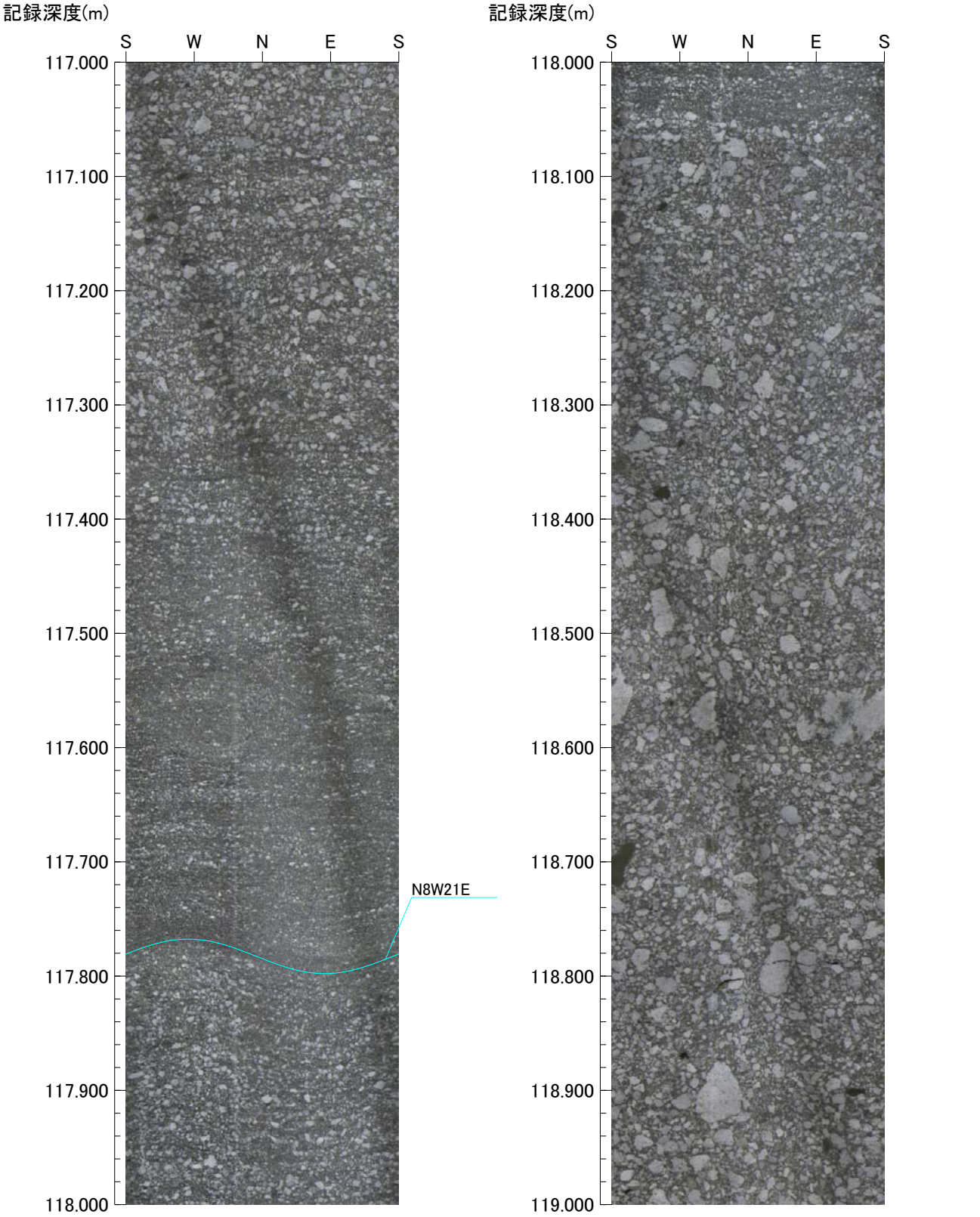
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

117.000m - 119.000m



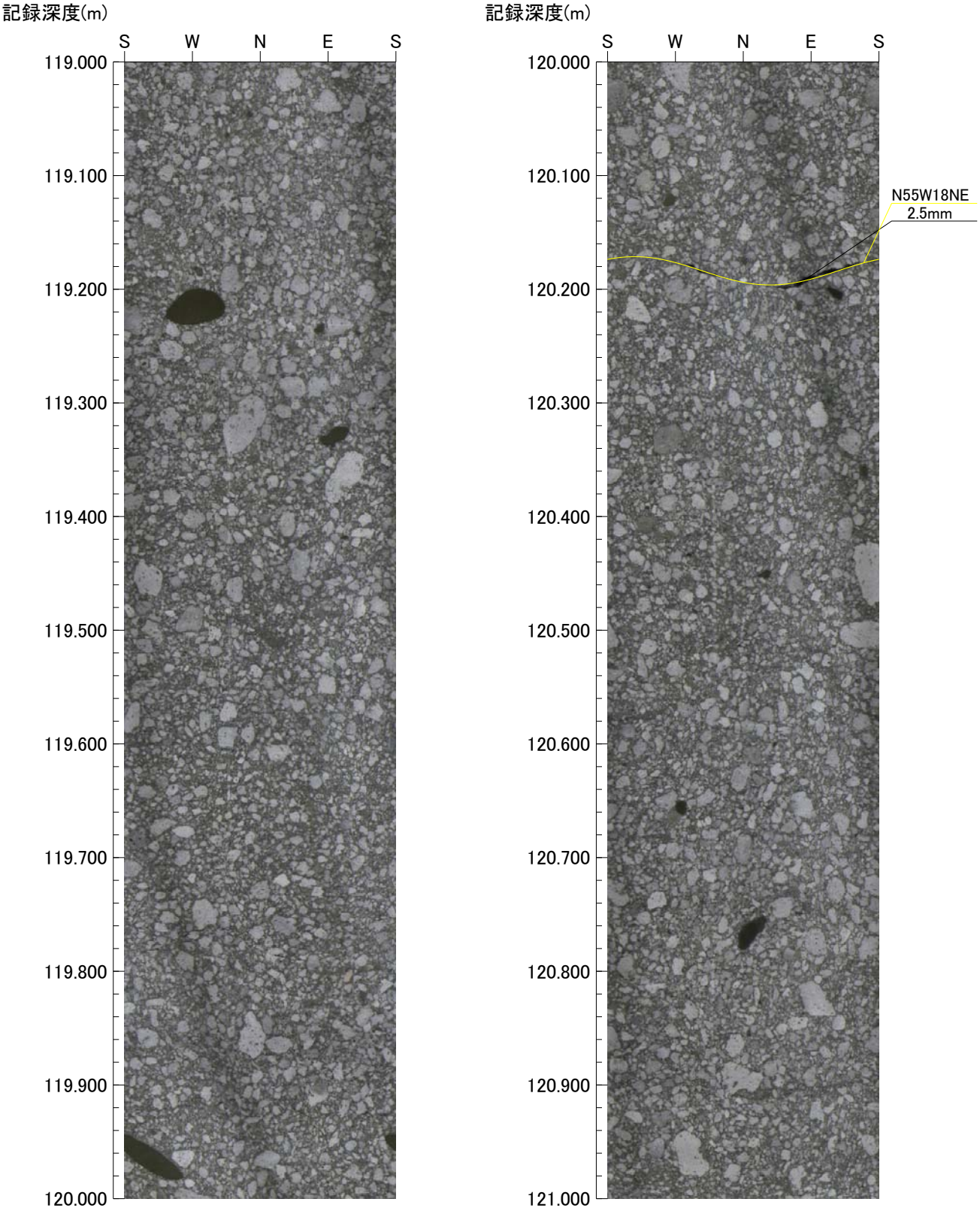
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目(密着)
- 割れ目(開口)
- 断層(ゆ着・固結)

0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｴ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

119.000m - 121.000m

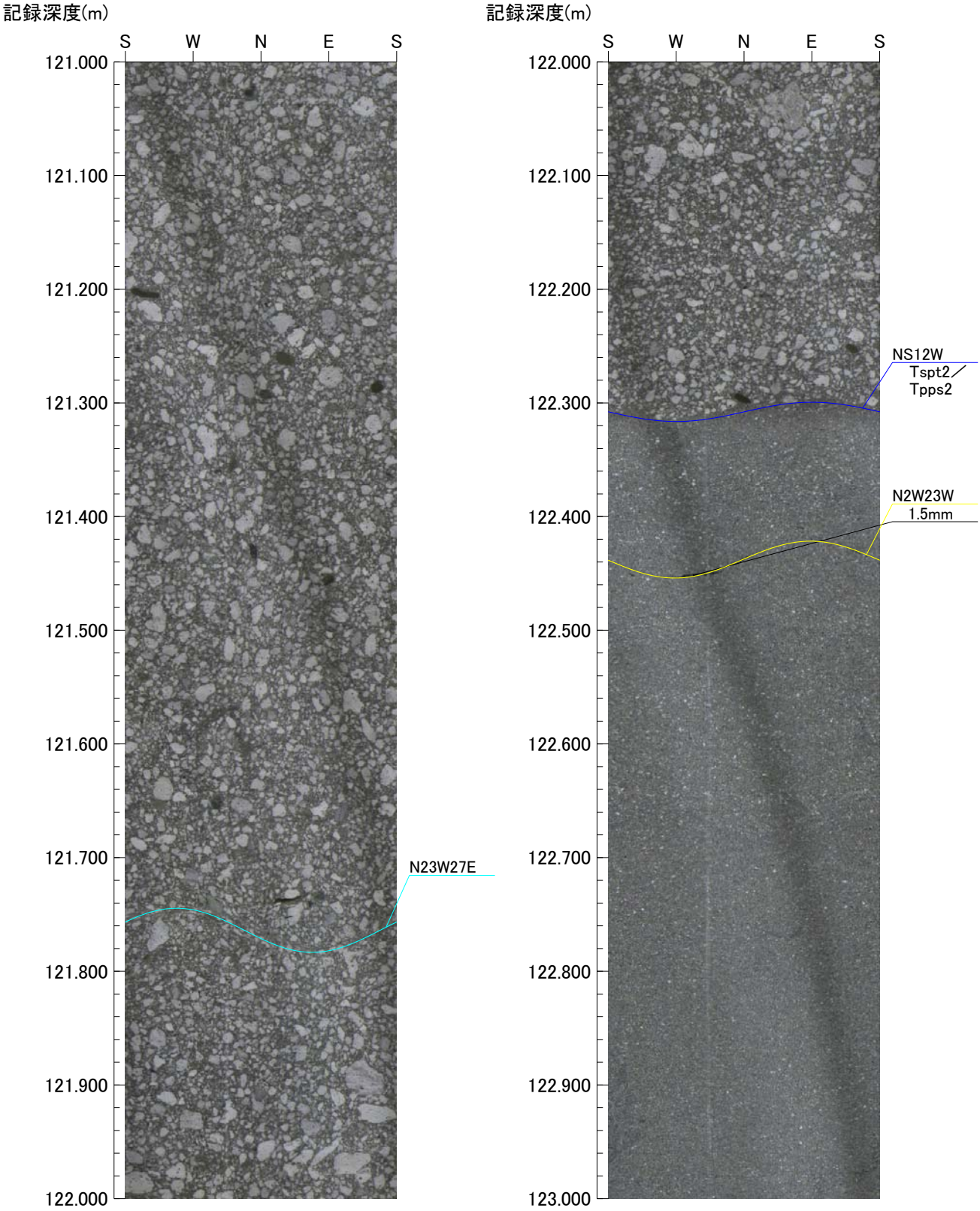


0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｻ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

121.000m - 123.000m



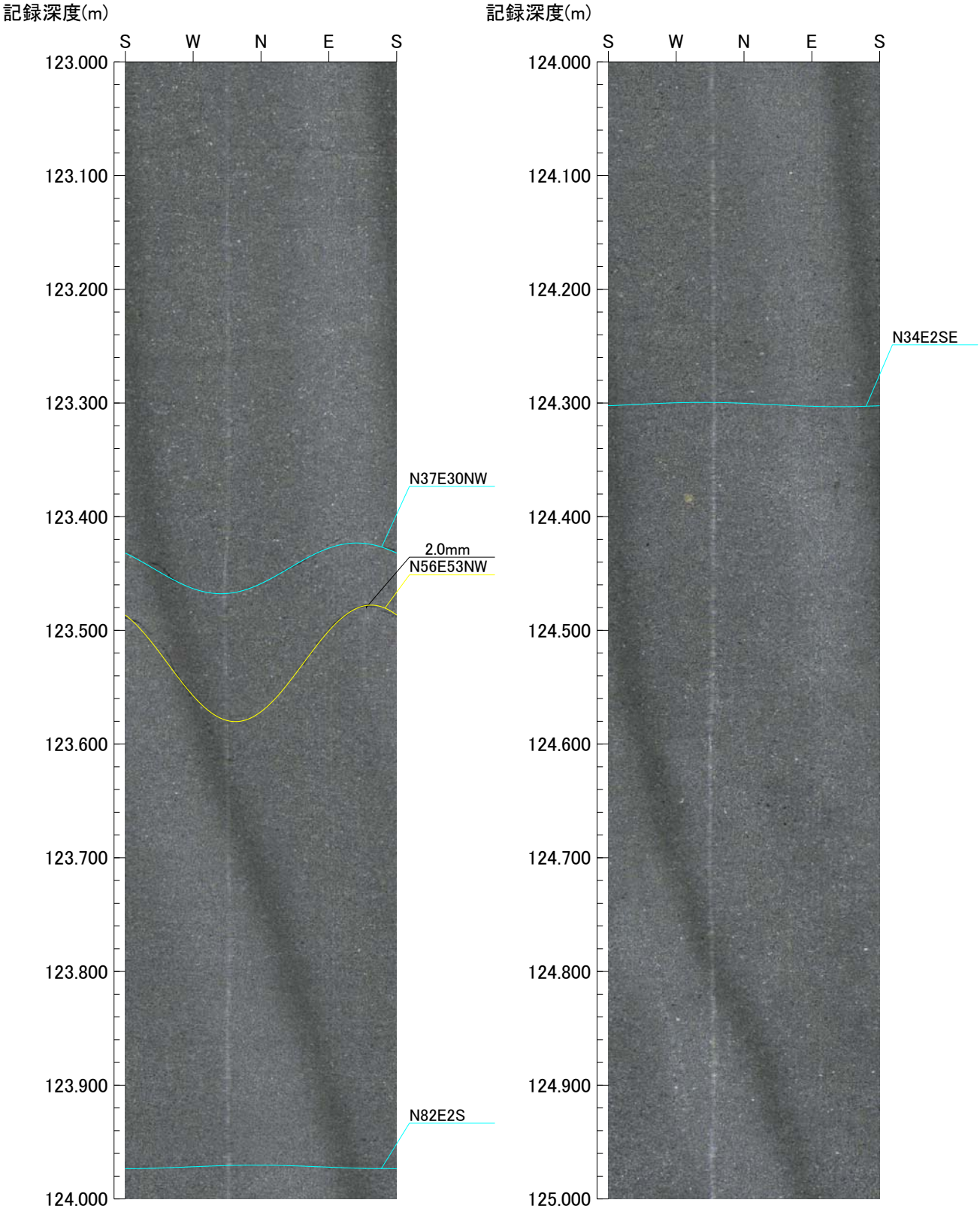
凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

0 0 0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

123.000m - 125.000m



凡例
- 地質境界
- 層理
- 葉理
- 割れ目（密着）
- 割れ目（開口）
- 断層（ゆ着・固結）

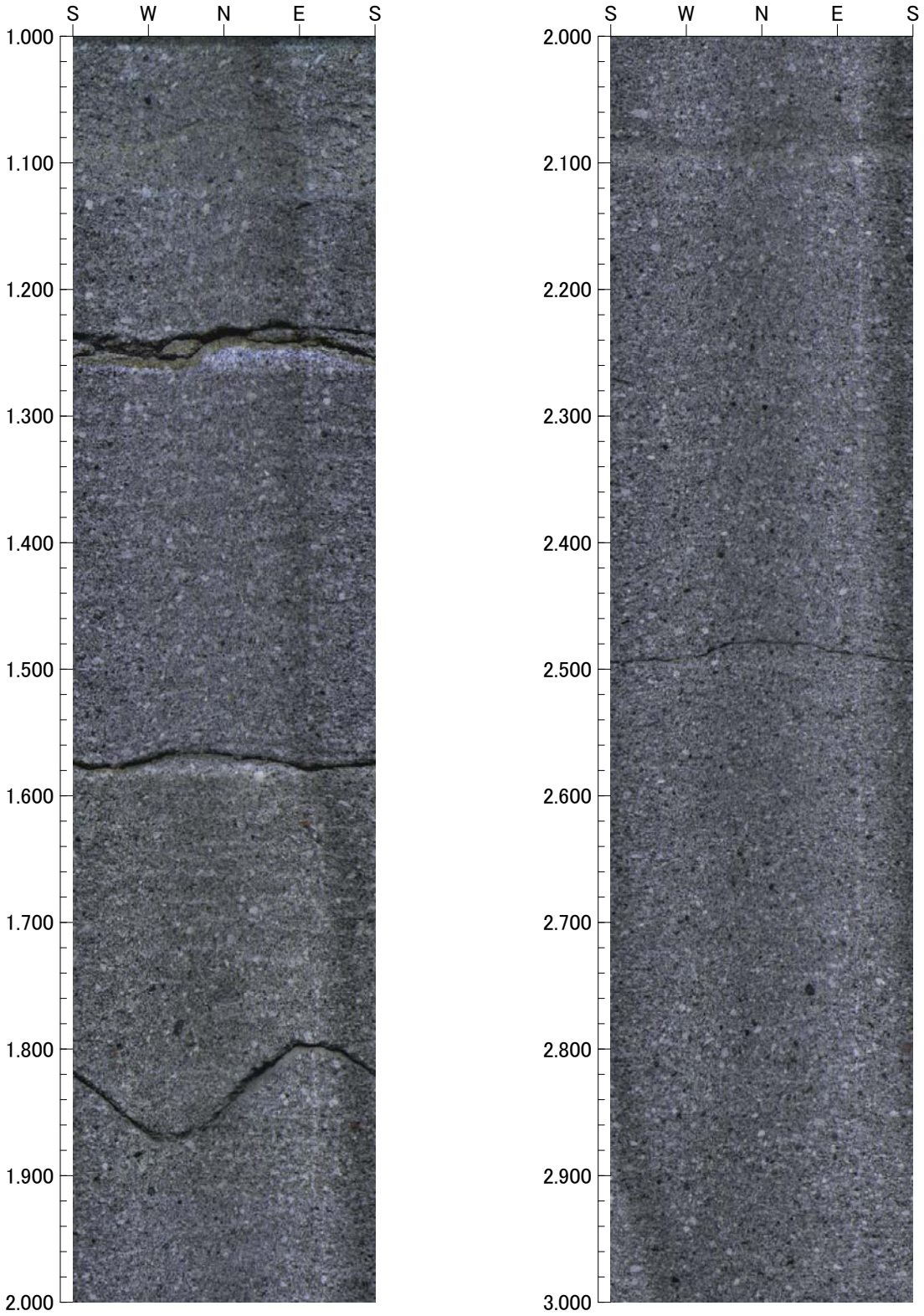
0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

・不連続面記載なし

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

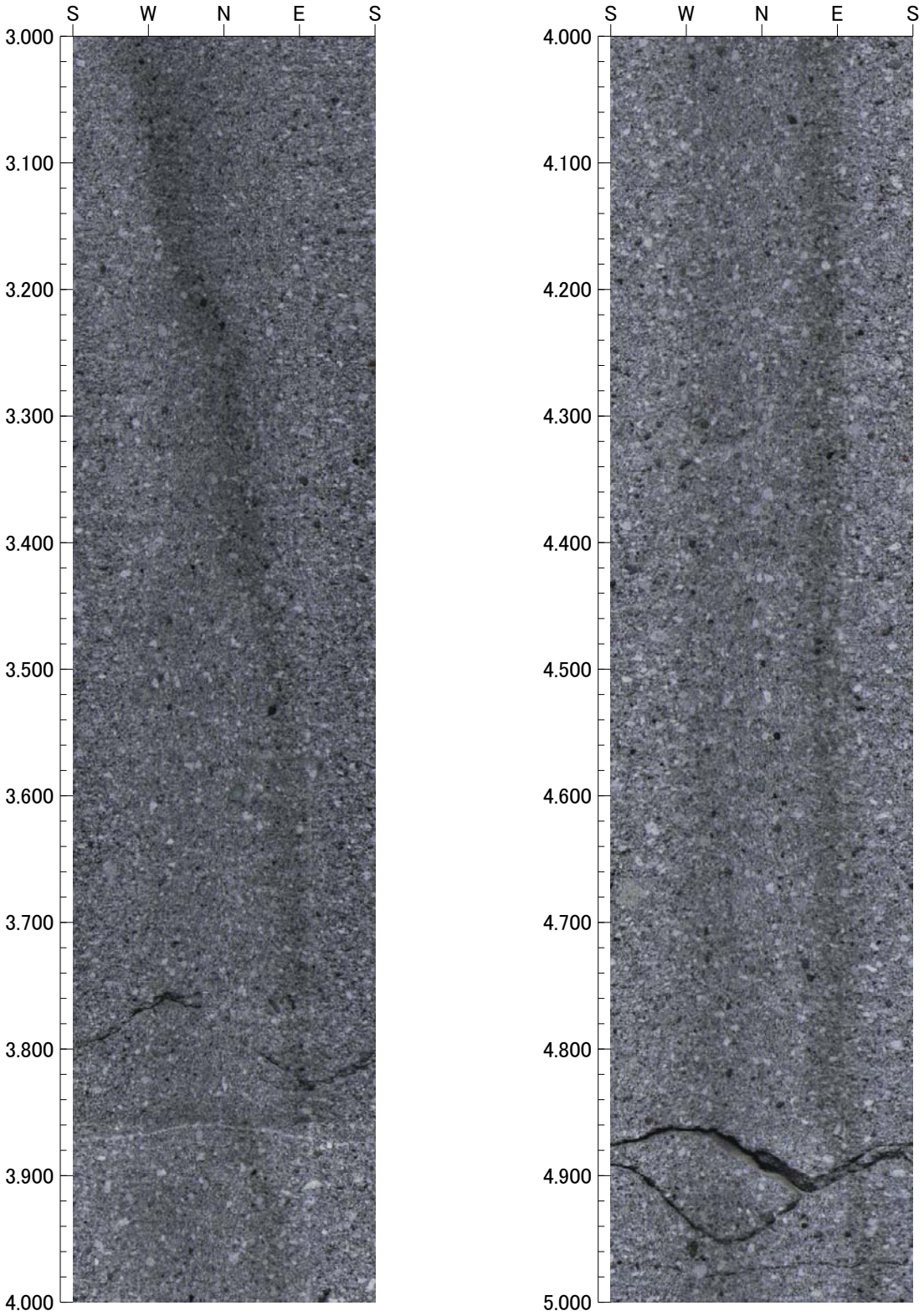
1.000m － 3.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

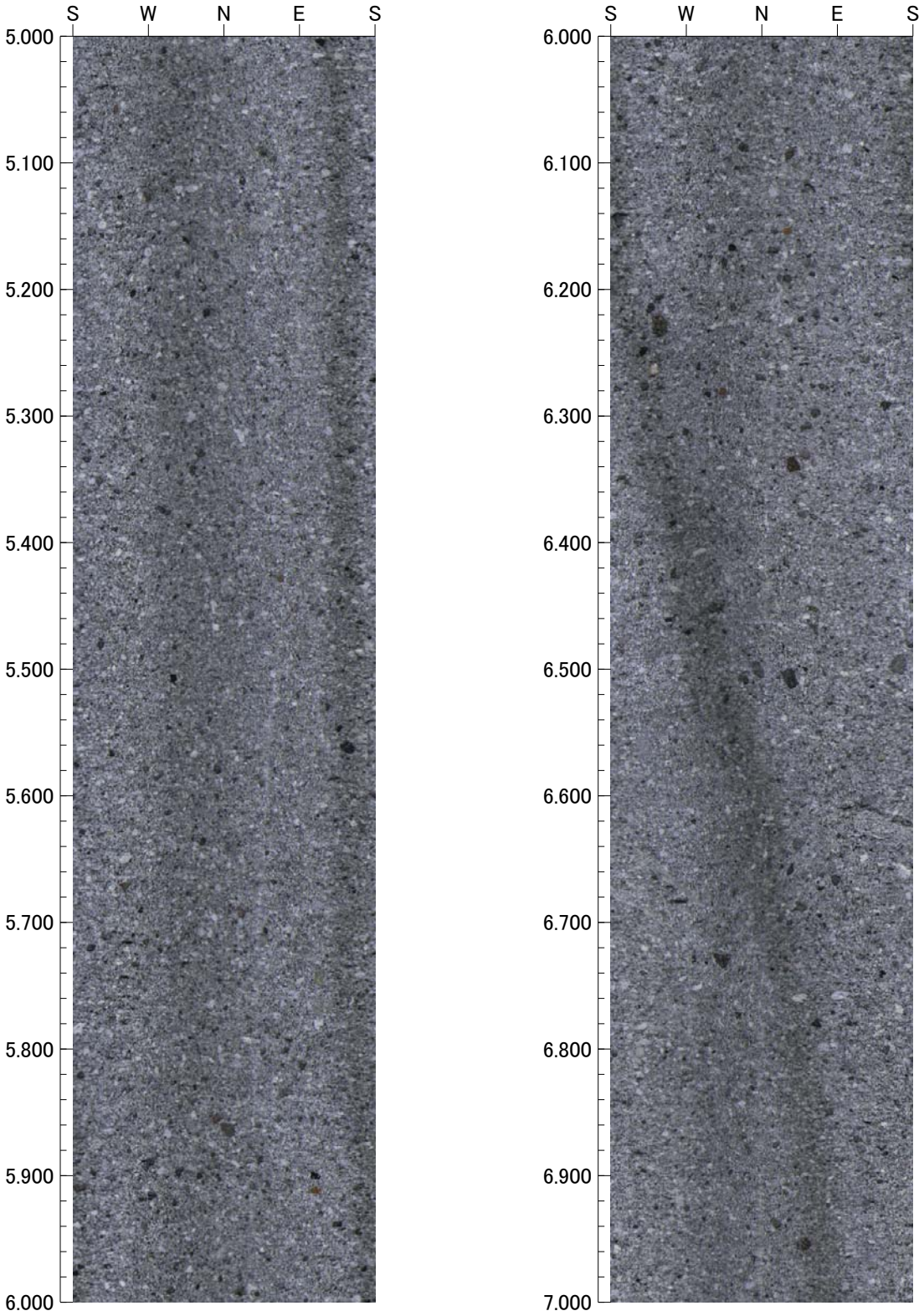
3.000m － 5.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ｾ孔方位：　0　孔傾斜：　-90
孔番：TI1-850

5.000m －　7.000m

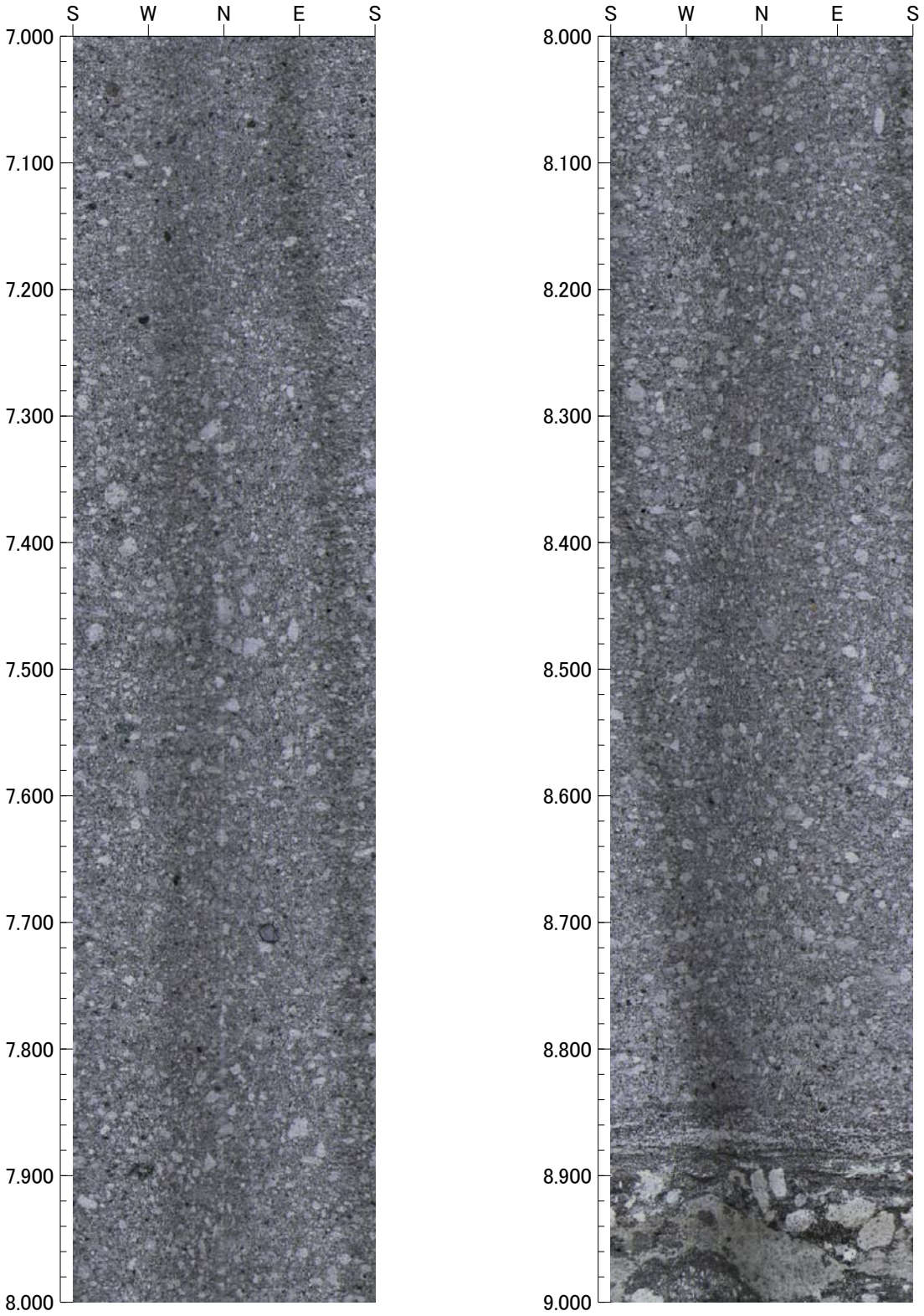


0　0　0

倍率：1/5　アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

7.000m － 9.000m

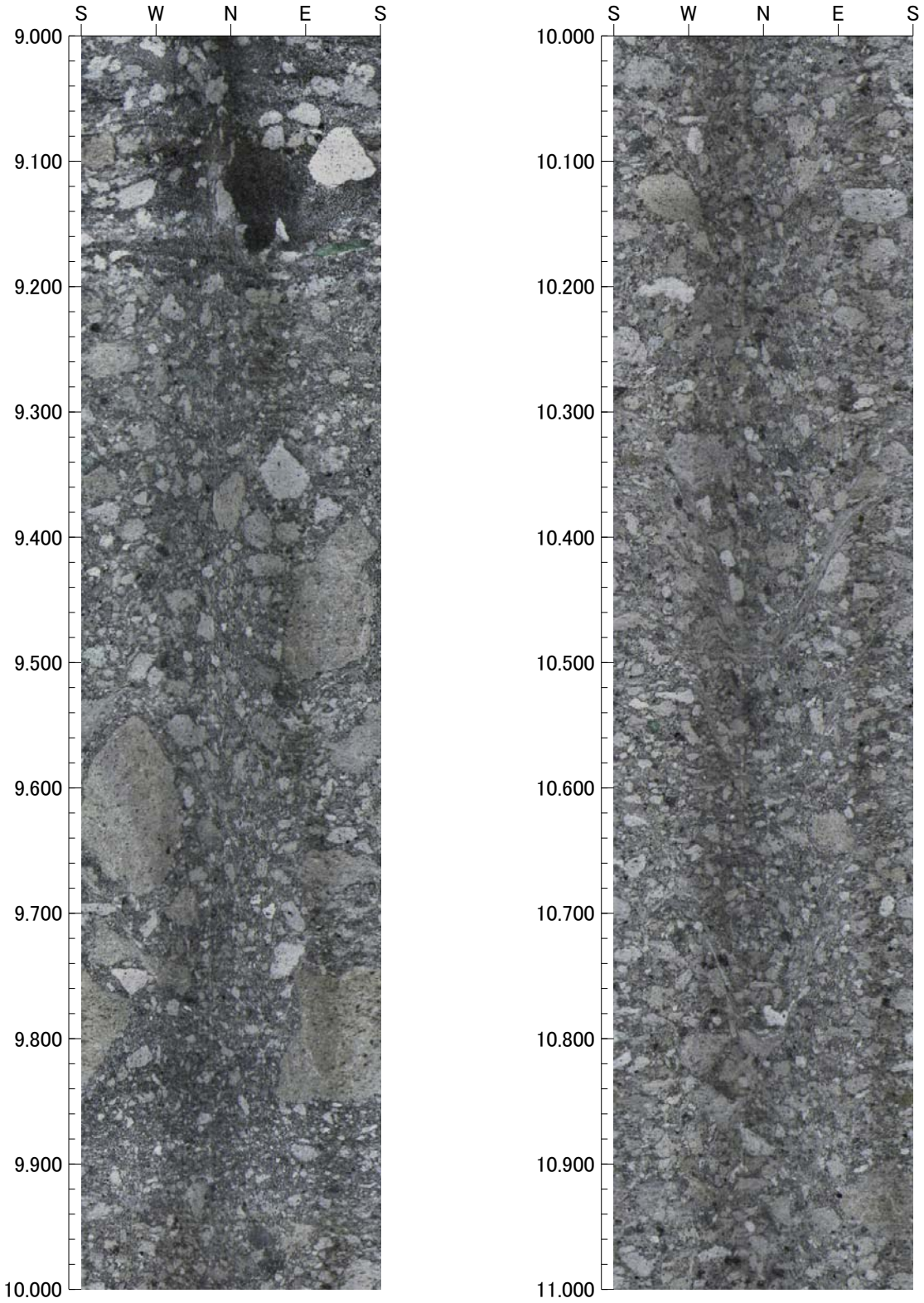


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

9.000m － 11.000m

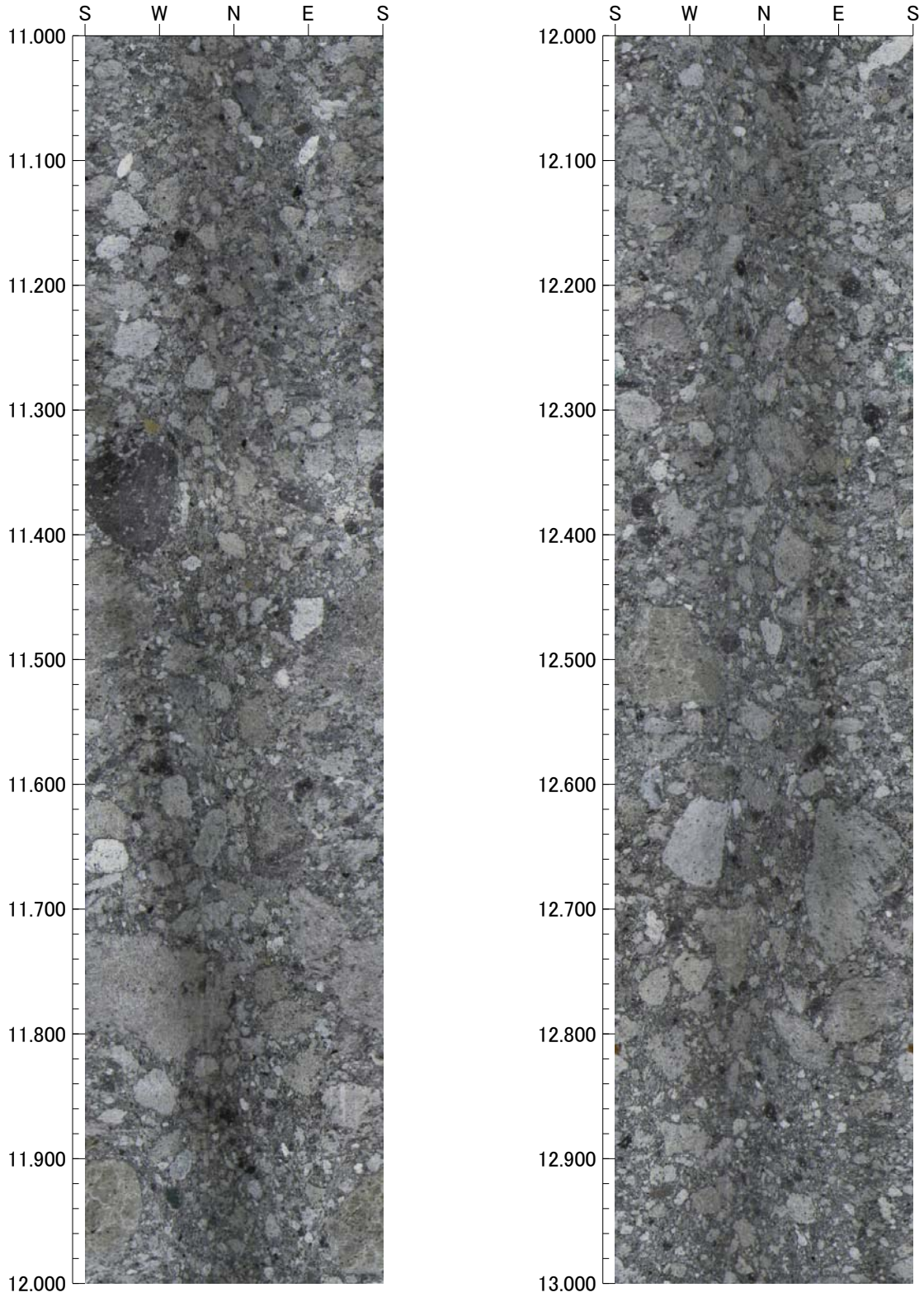


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

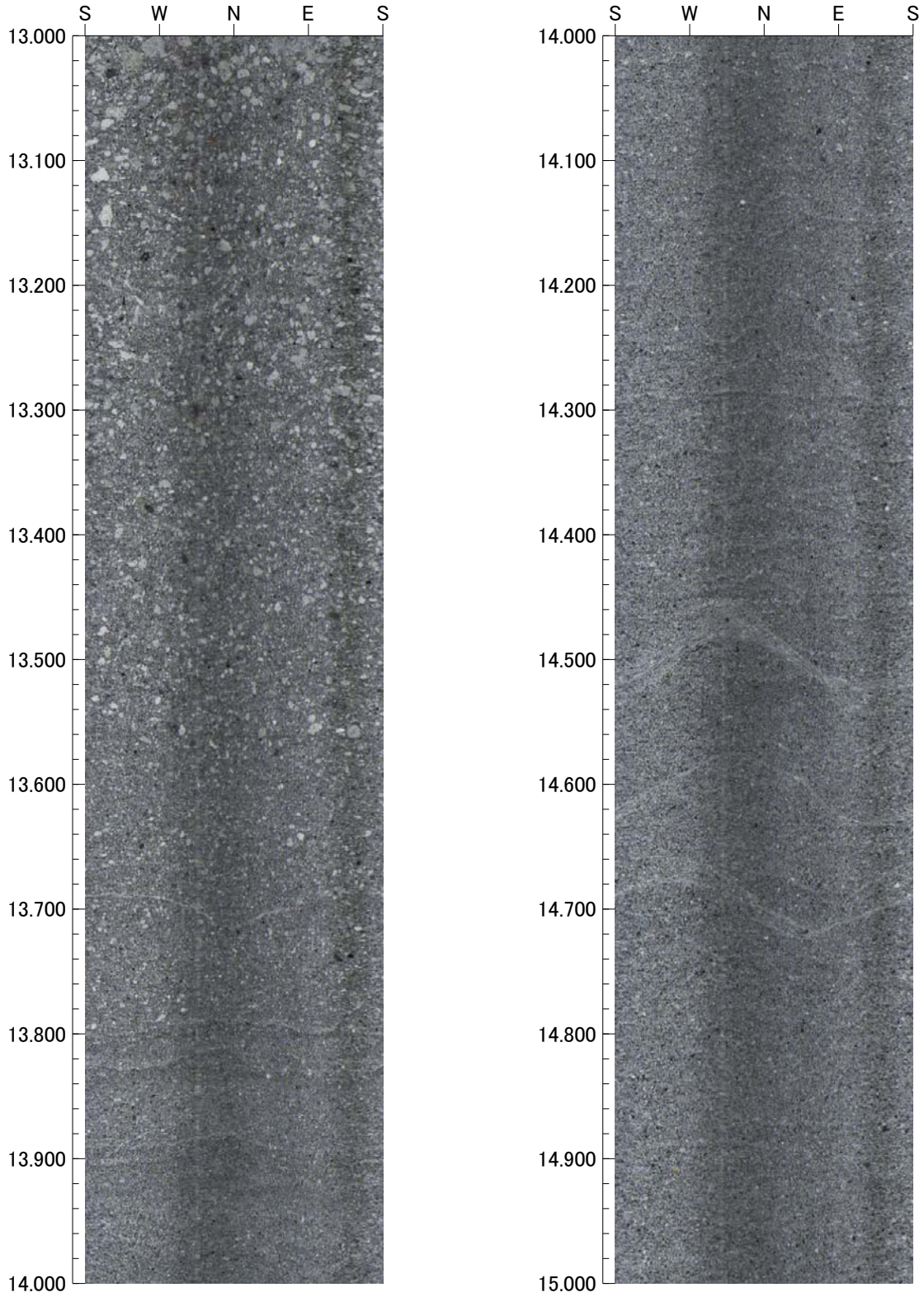
11.000m － 13.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

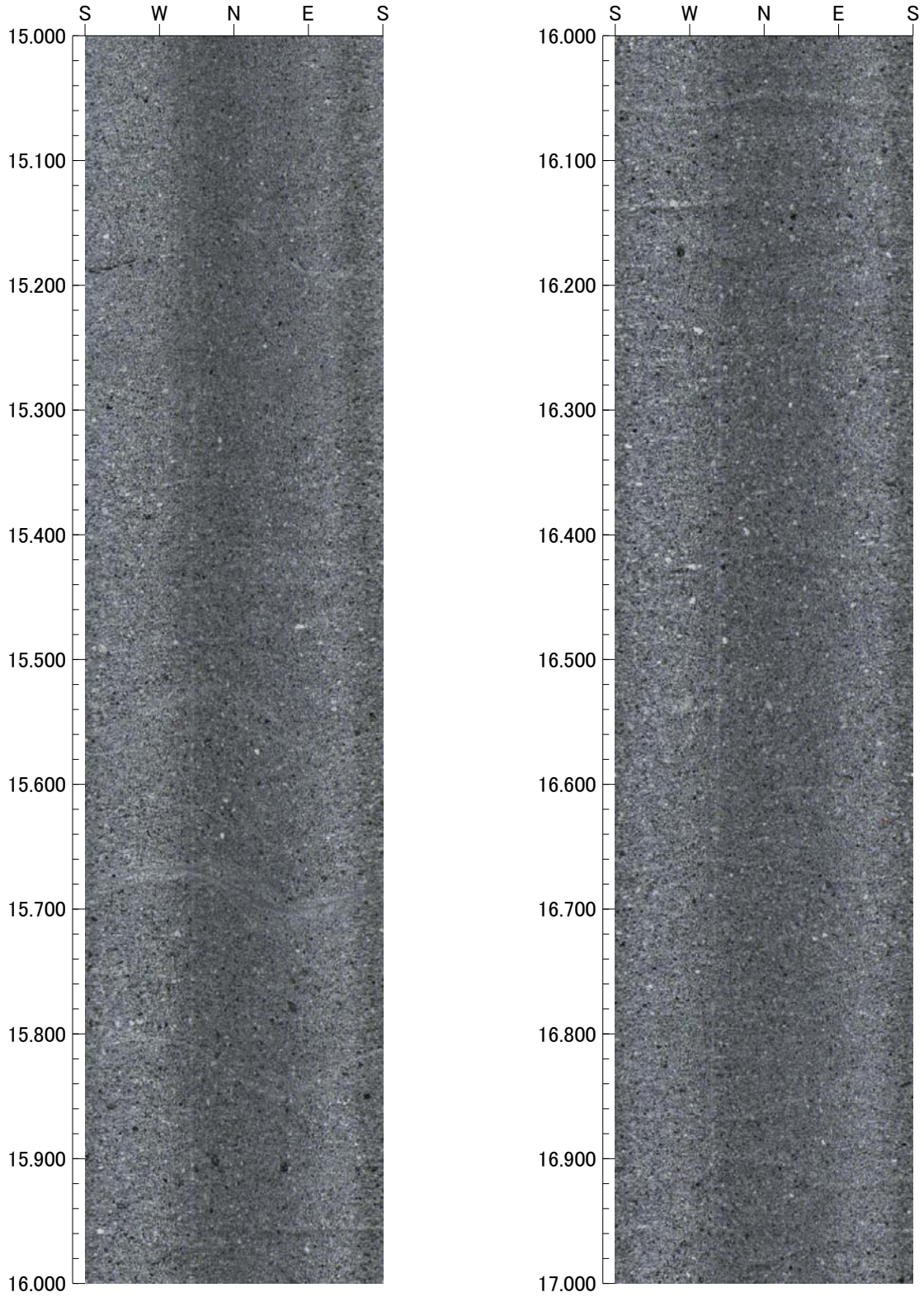
13.000m － 15.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

15.000m － 17.000m

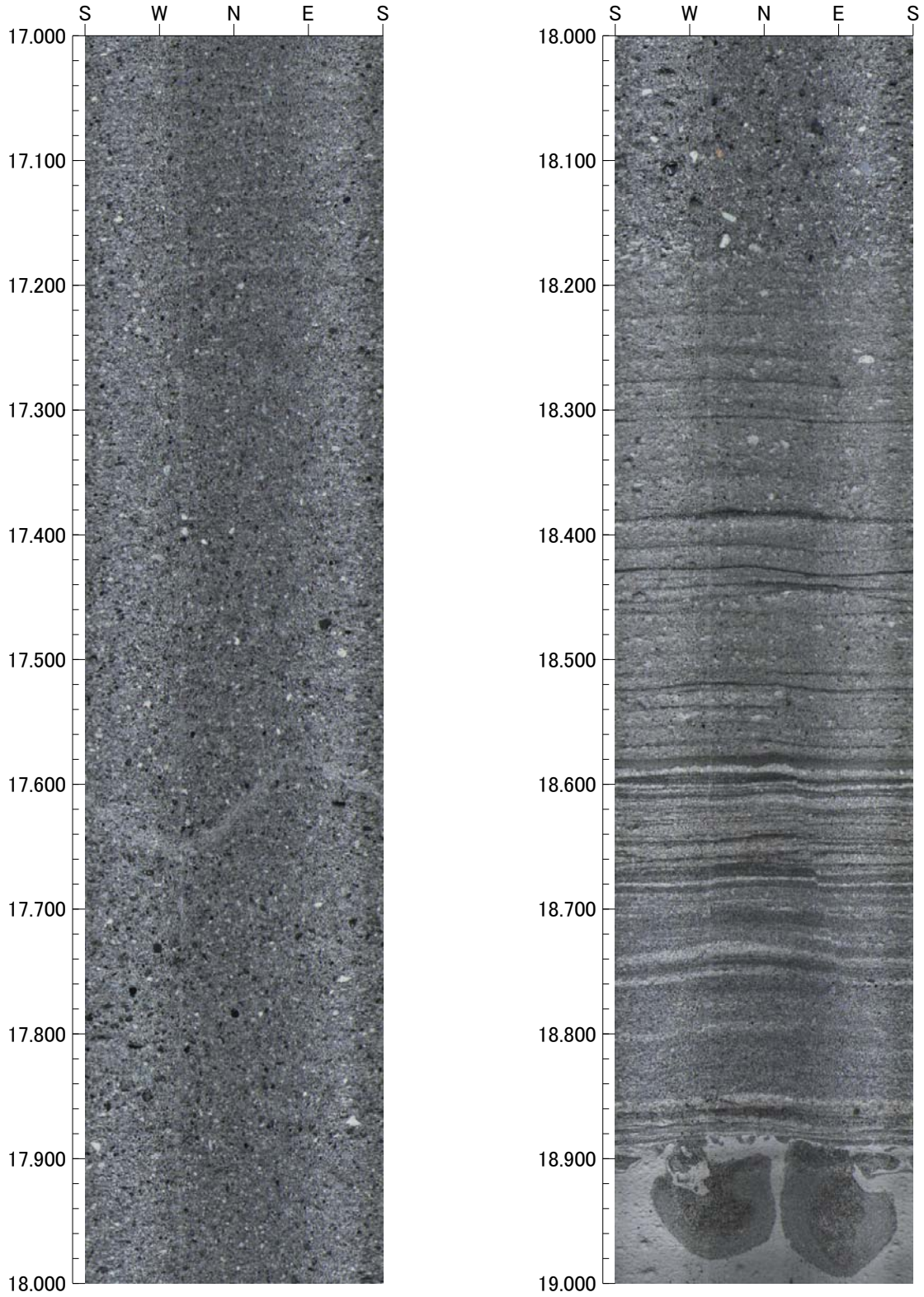


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

17.000m － 19.000m

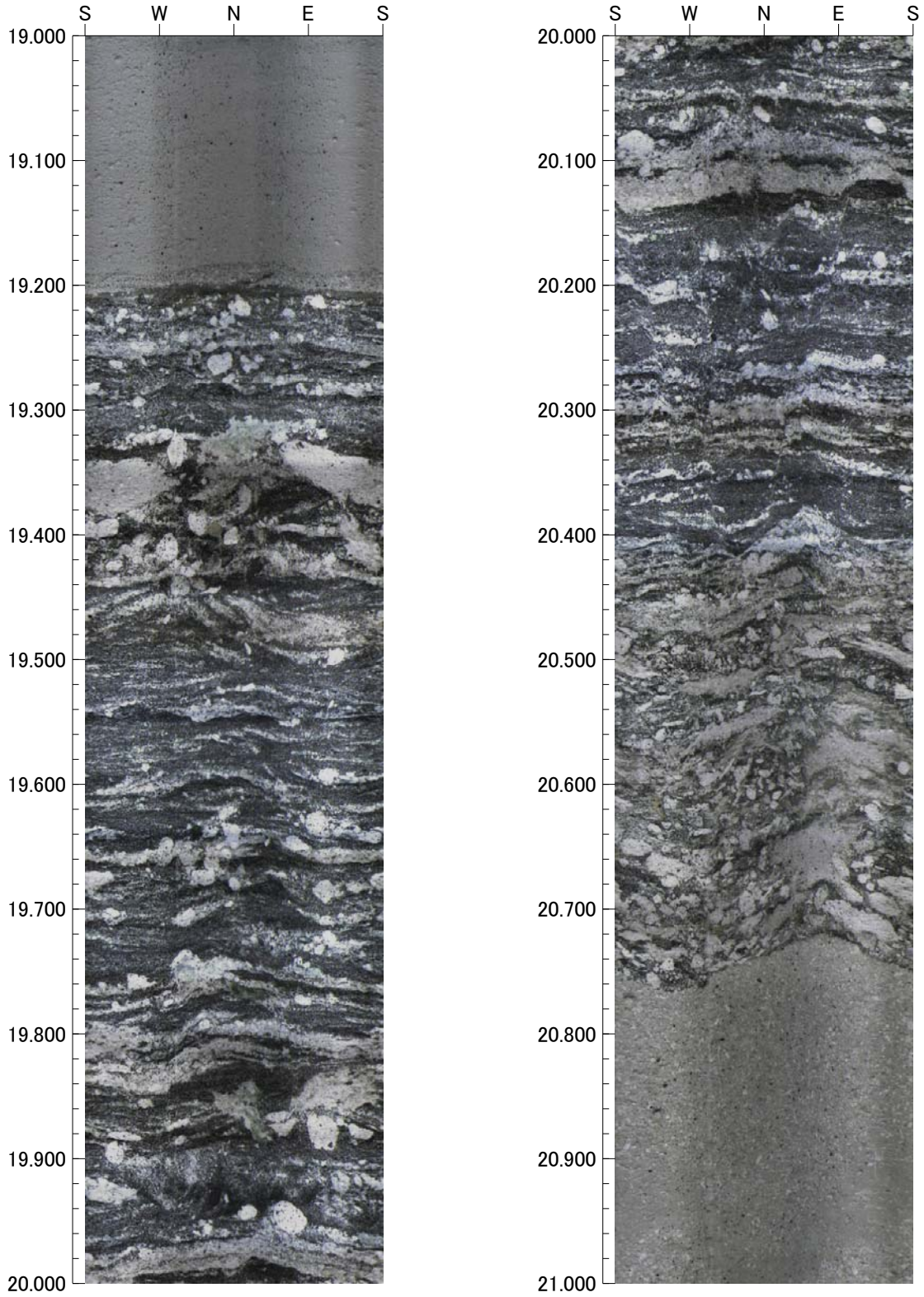


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

19.000m - 21.000m

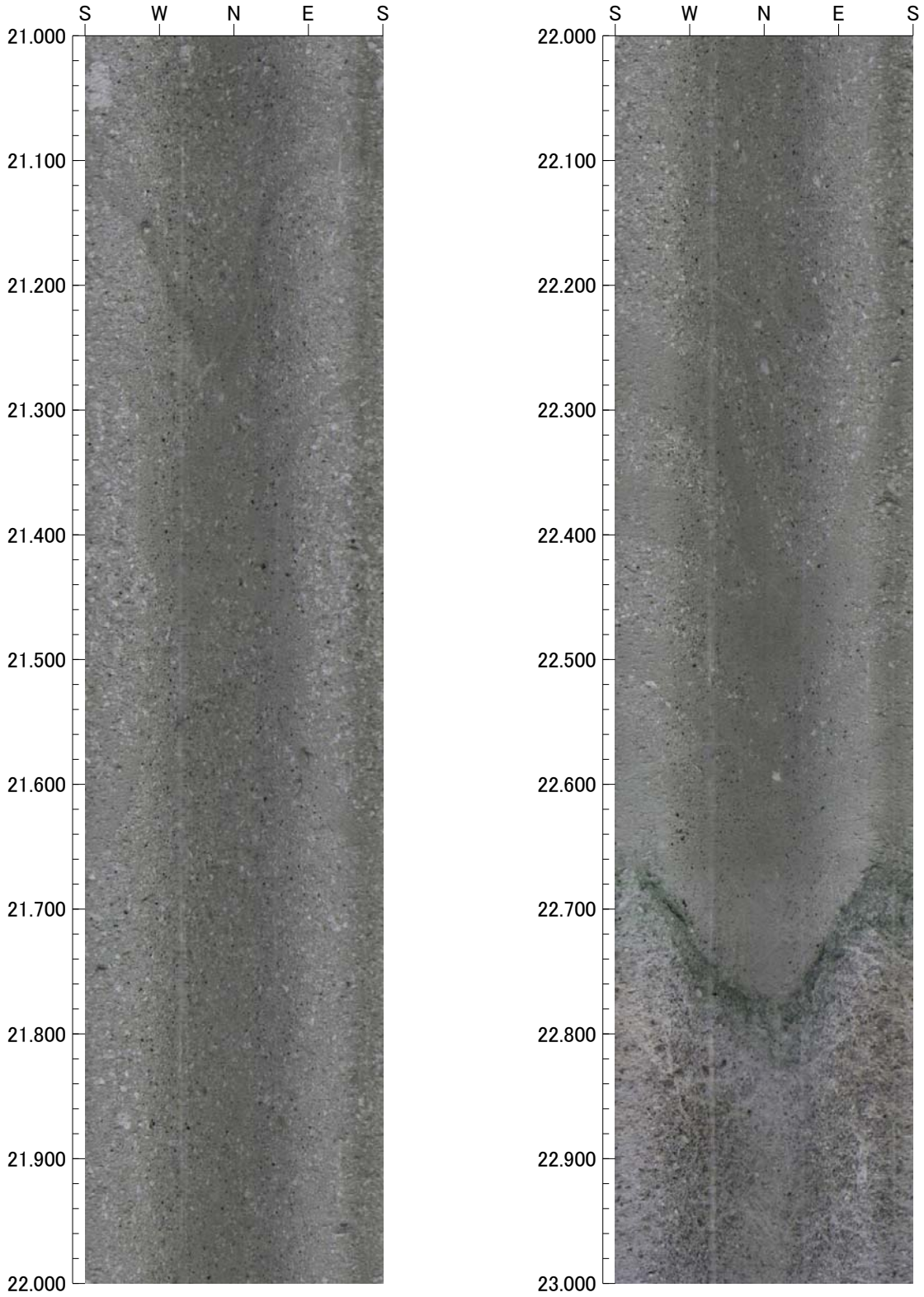


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

21.000m － 23.000m

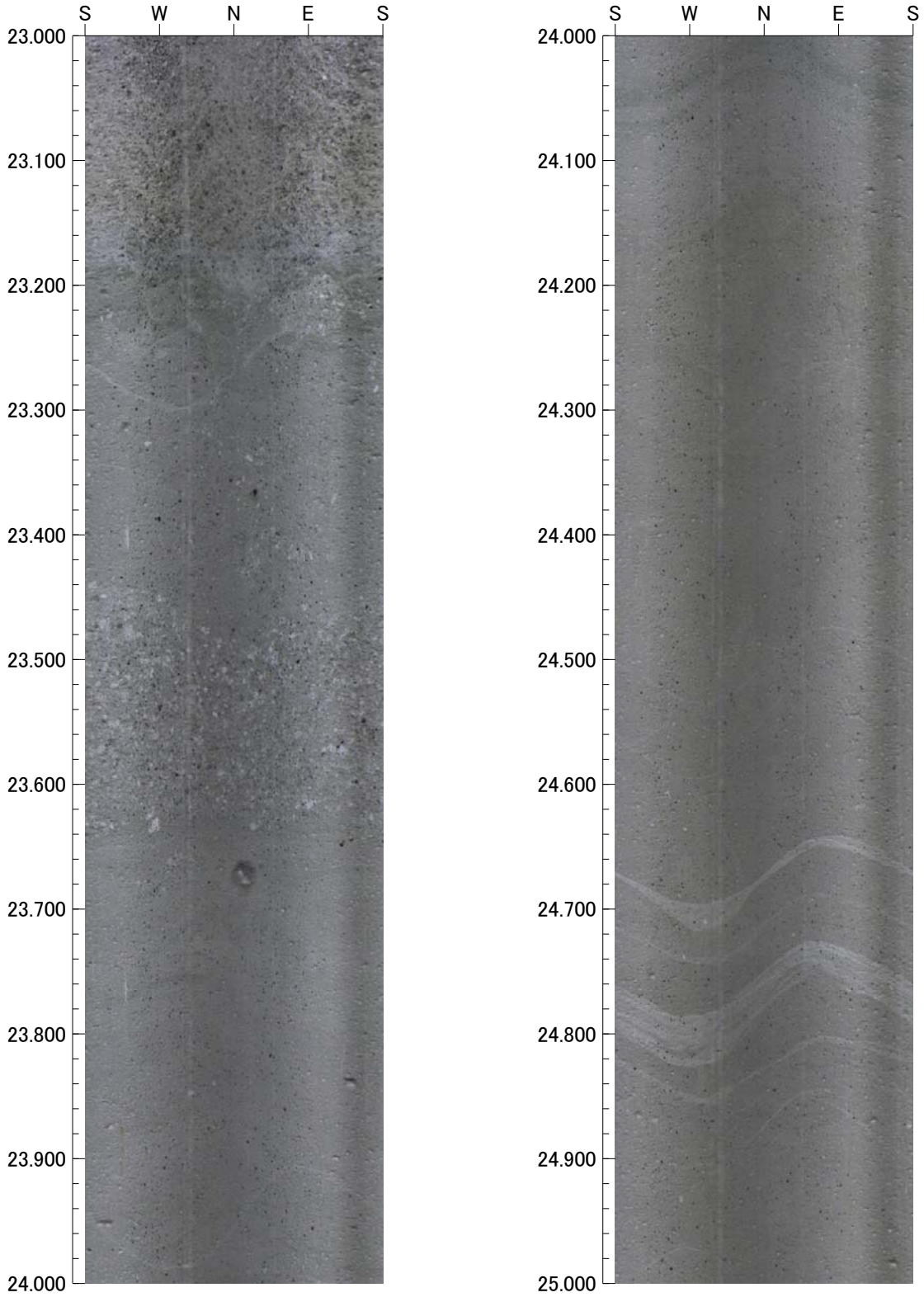


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術高孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

23.000m － 25.000m

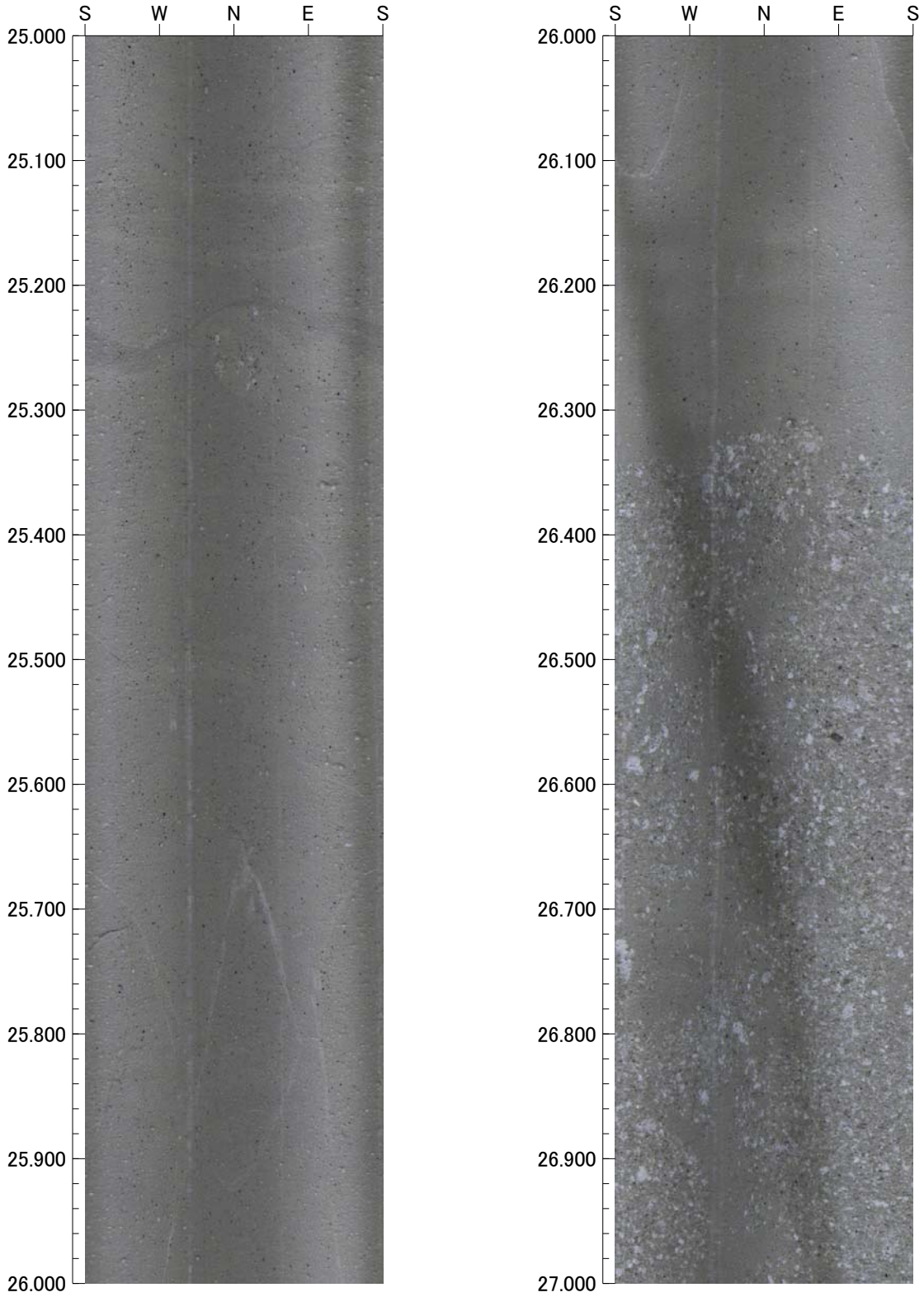


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

25.000m － 27.000m

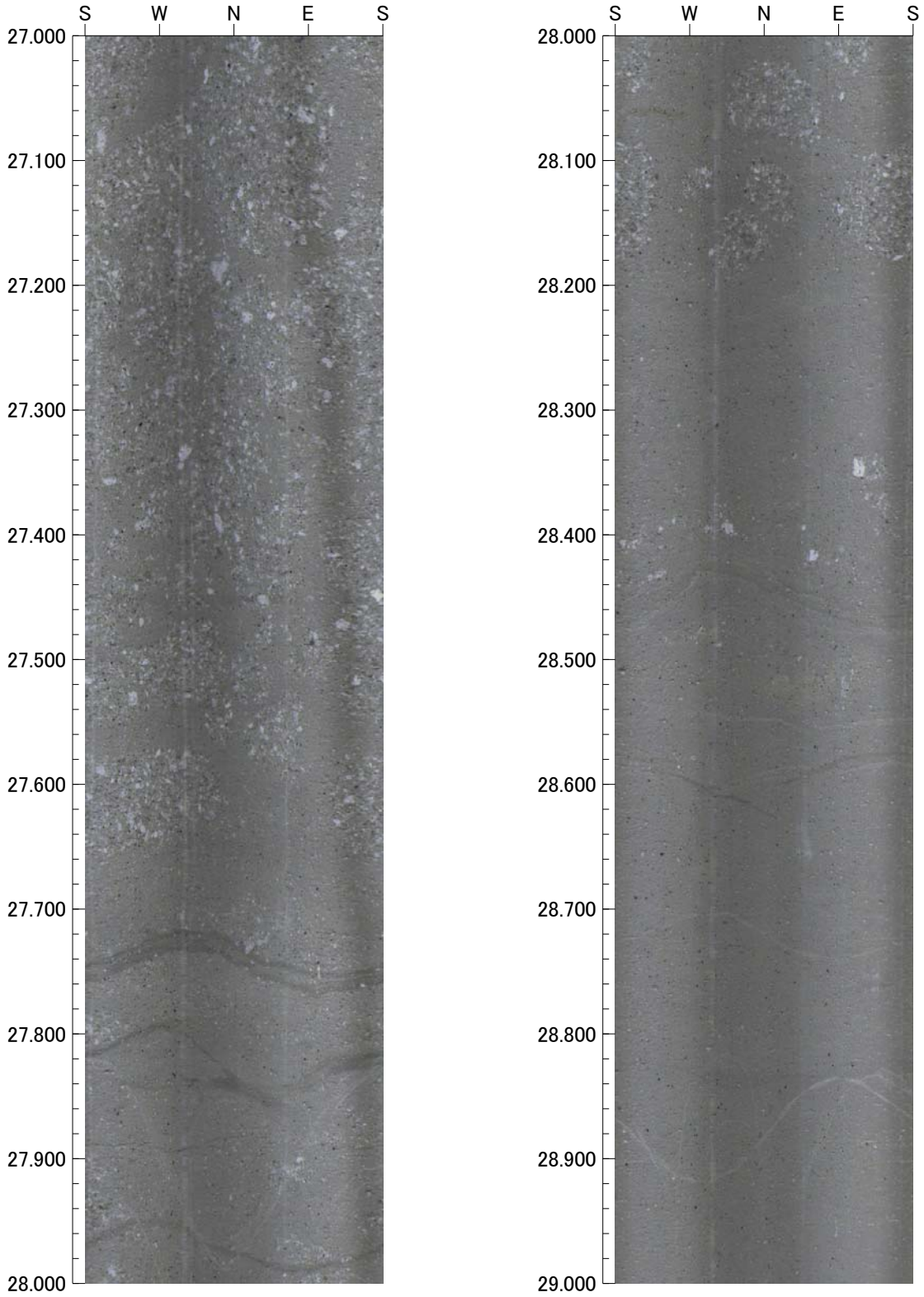


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

27.000m － 29.000m

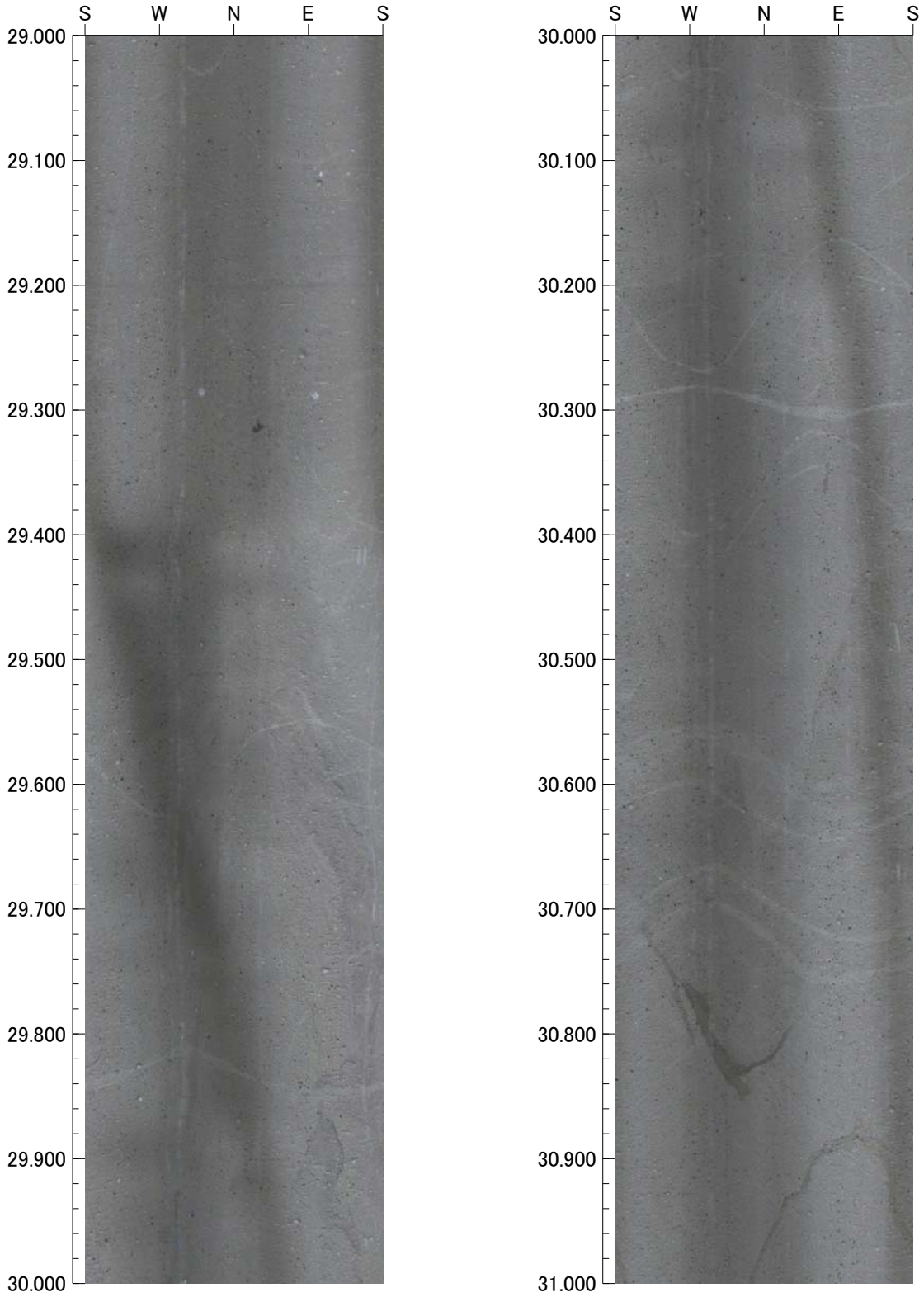


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

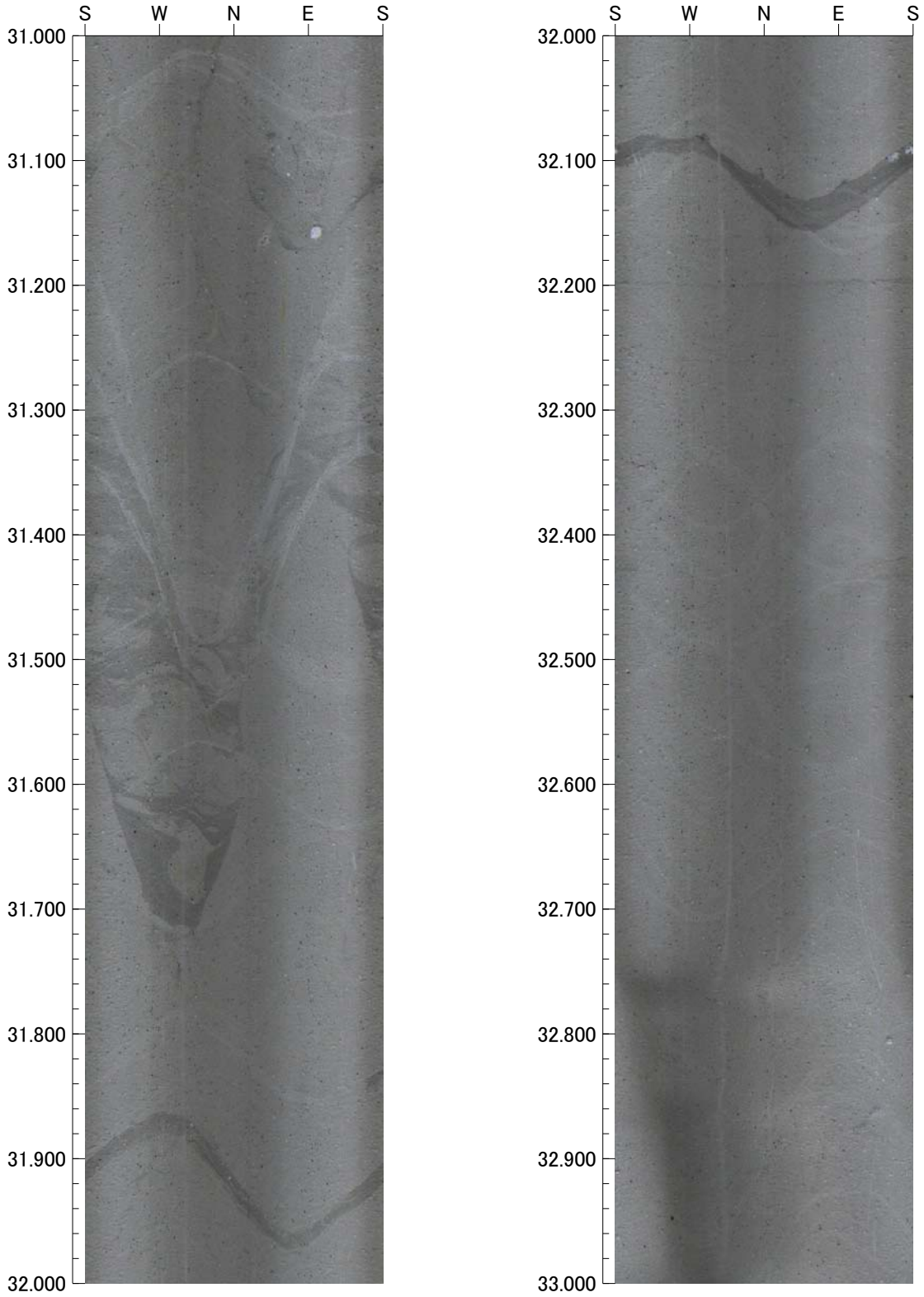
29.000m － 31.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

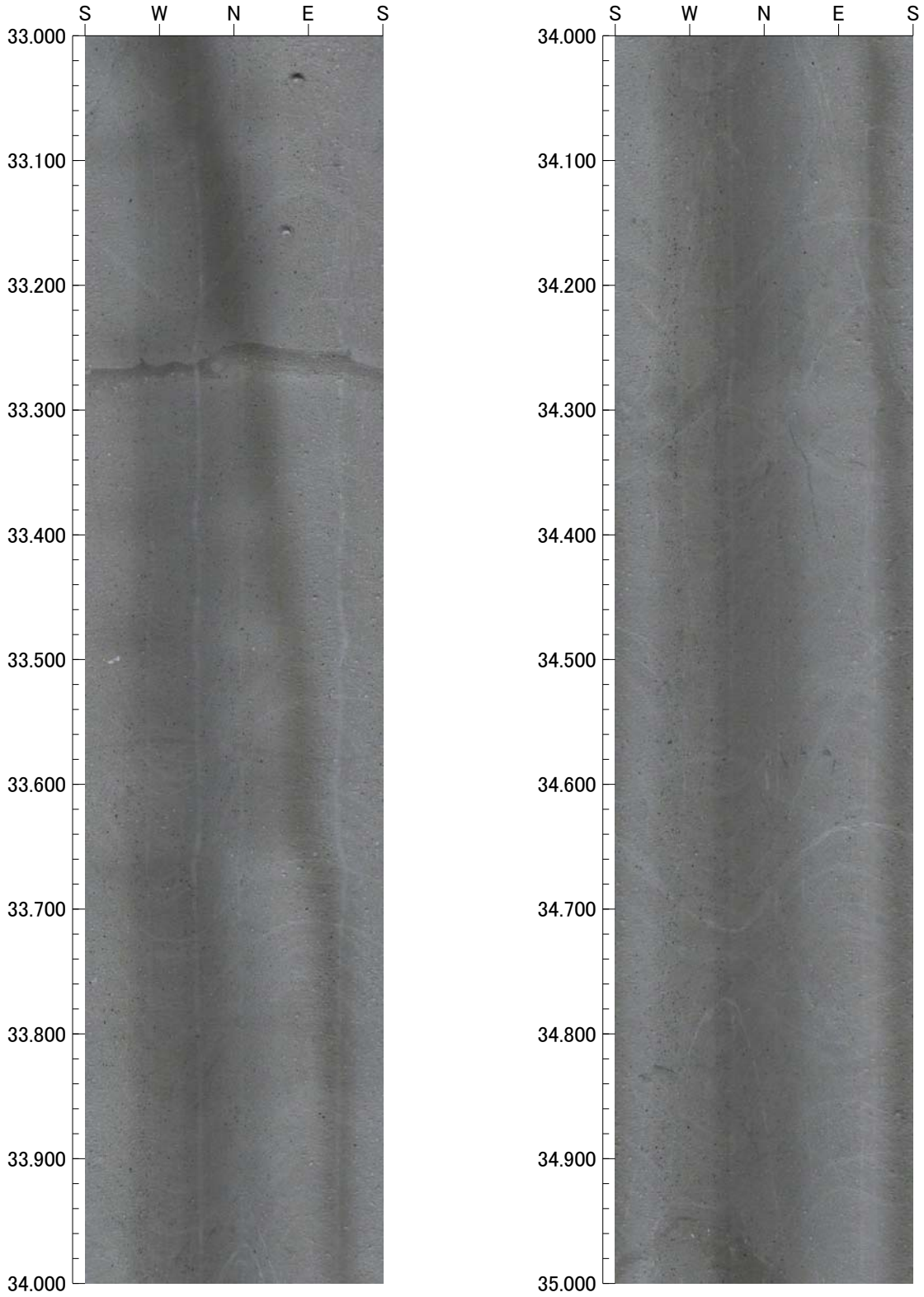
31.000m － 33.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

33.000m － 35.000m

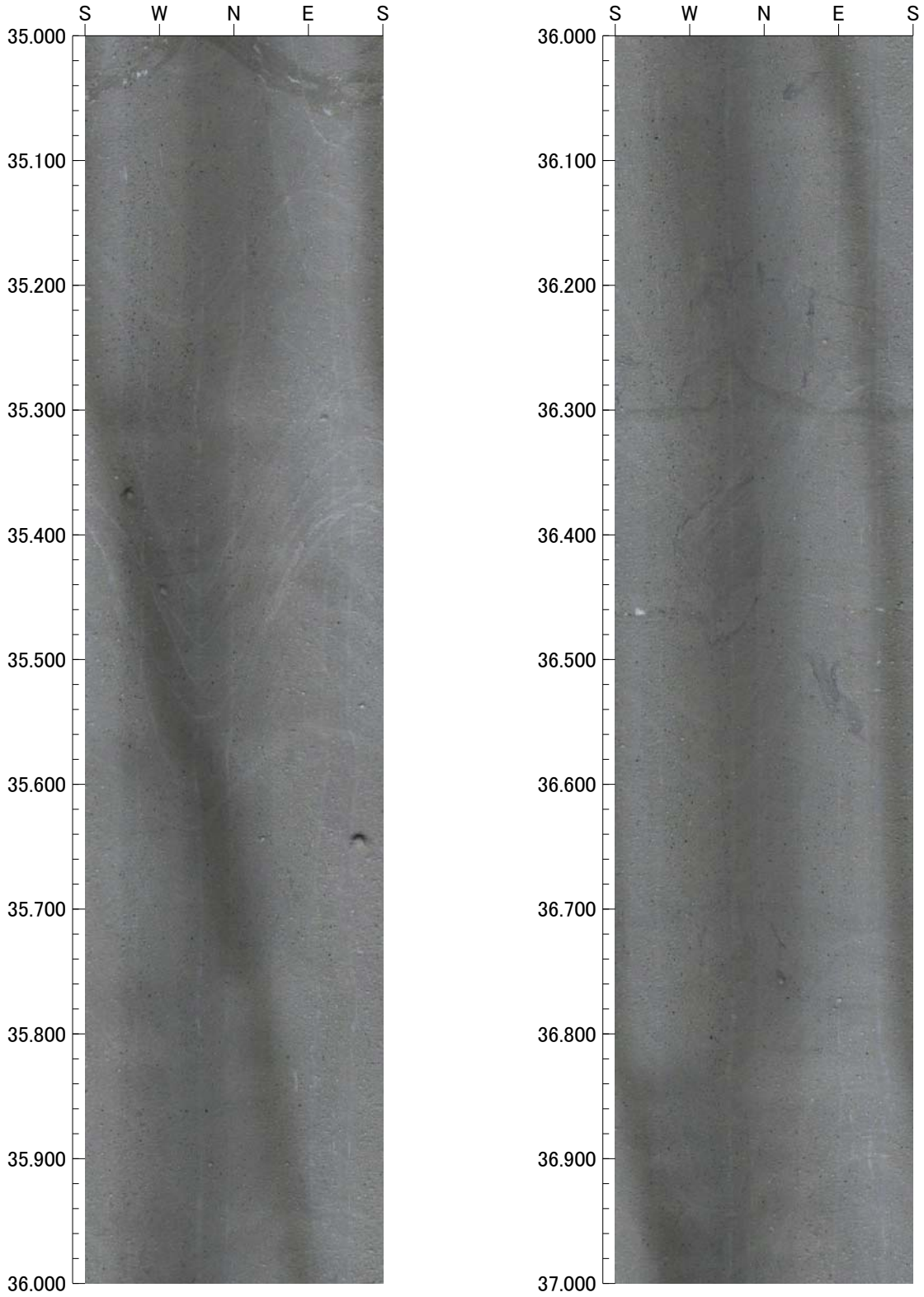


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

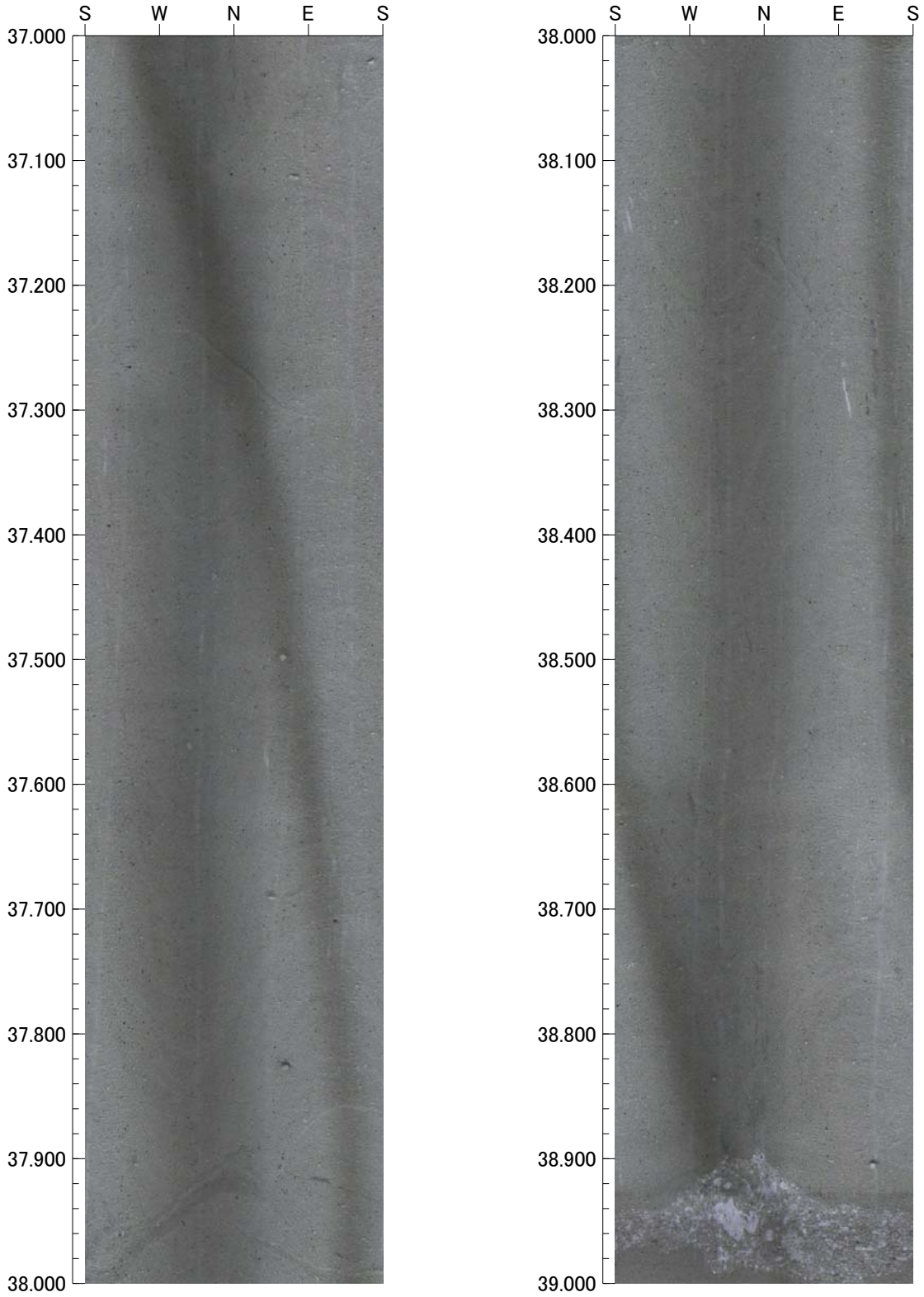
35.000m － 37.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術高孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

37.000m － 39.000m

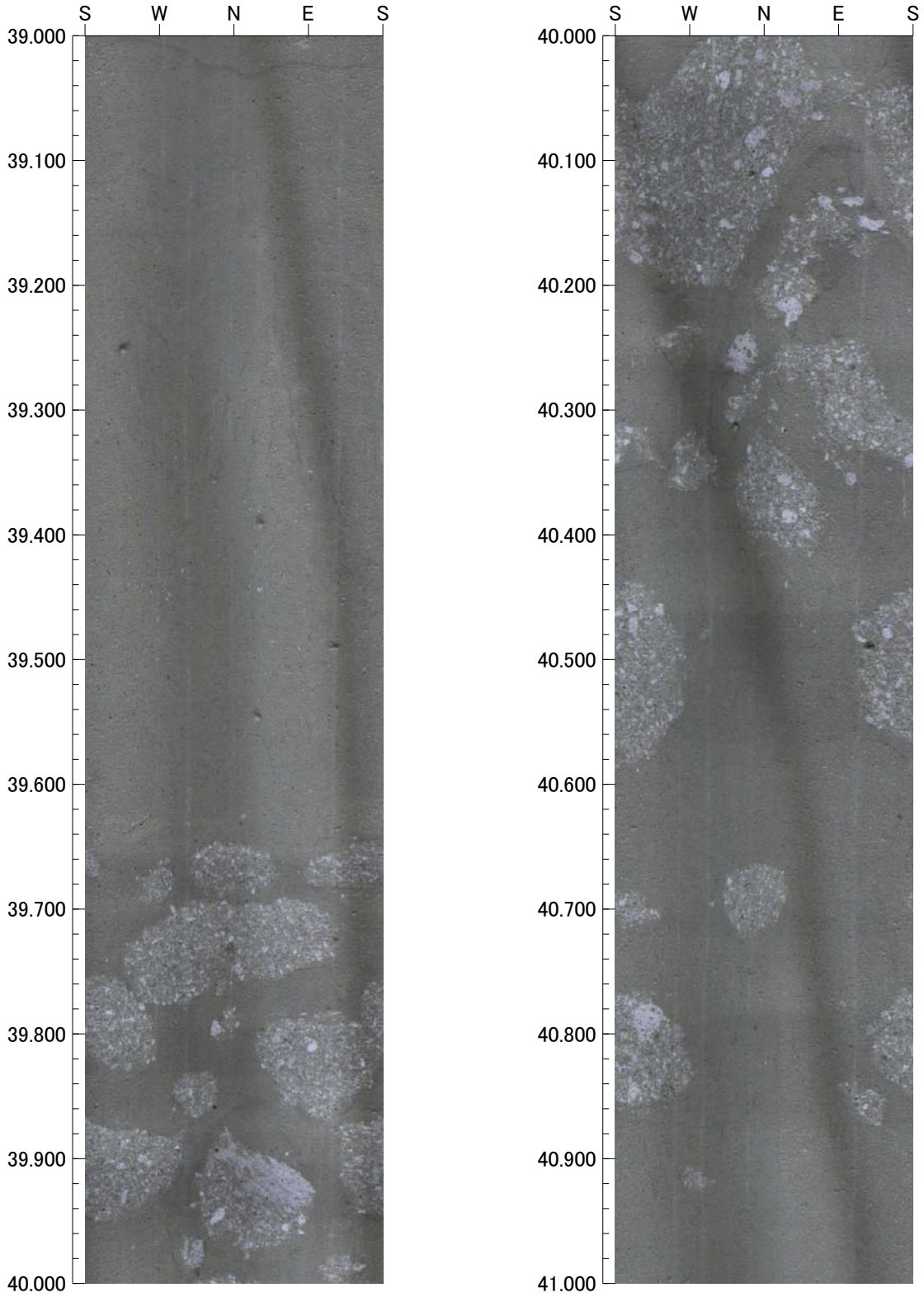


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

39.000m － 41.000m

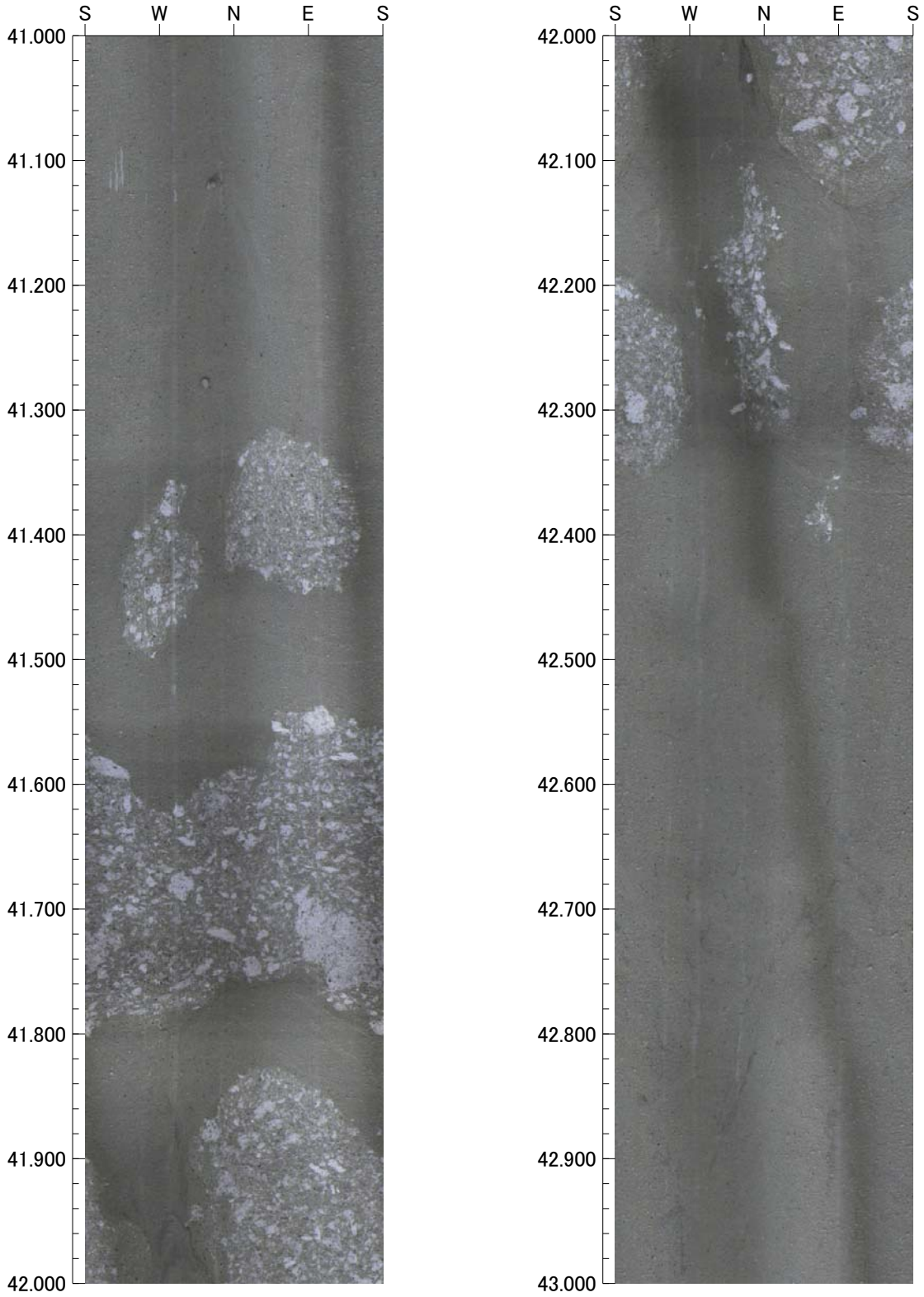


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

41.000m － 43.000m

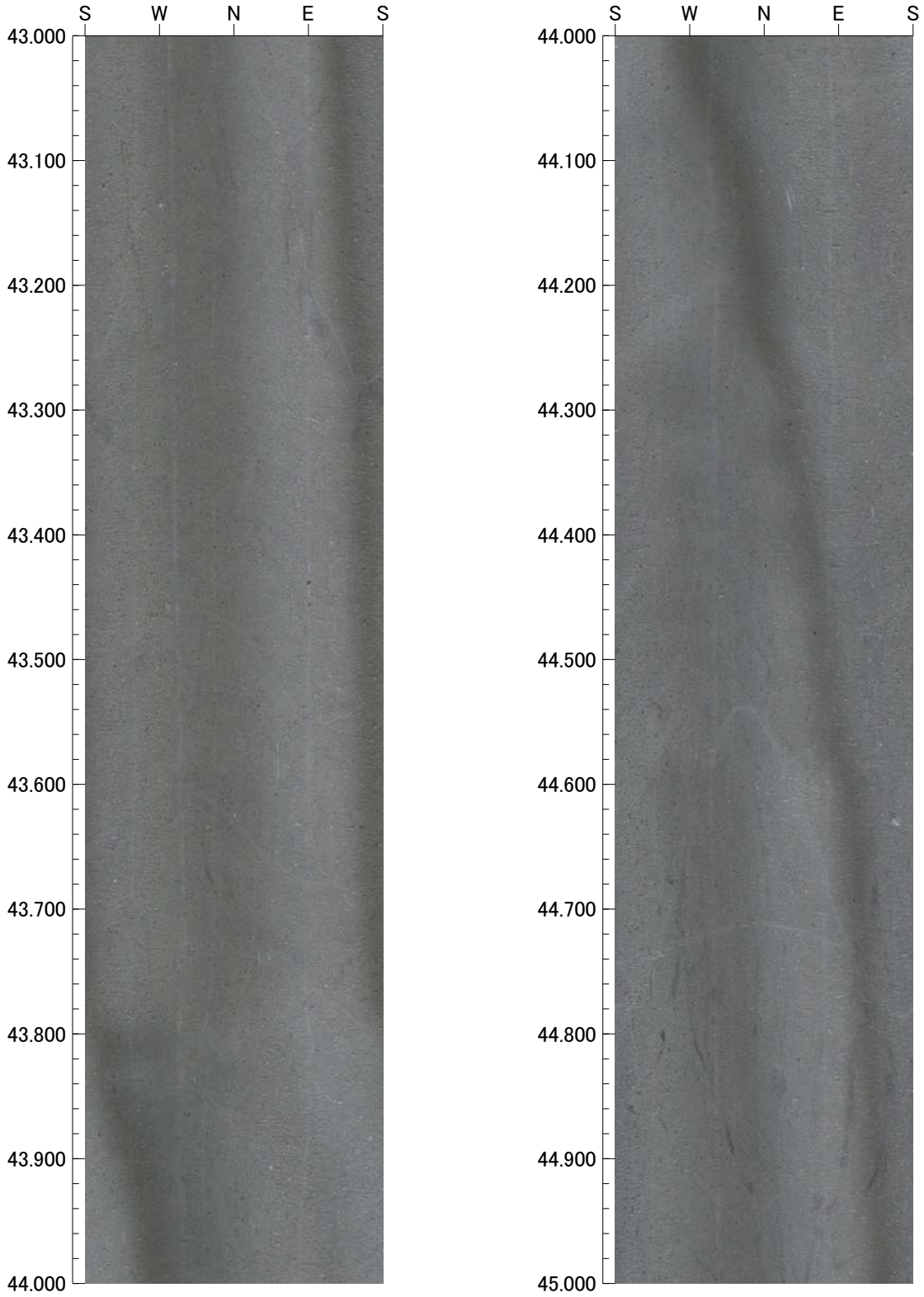


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

43.000m － 45.000m

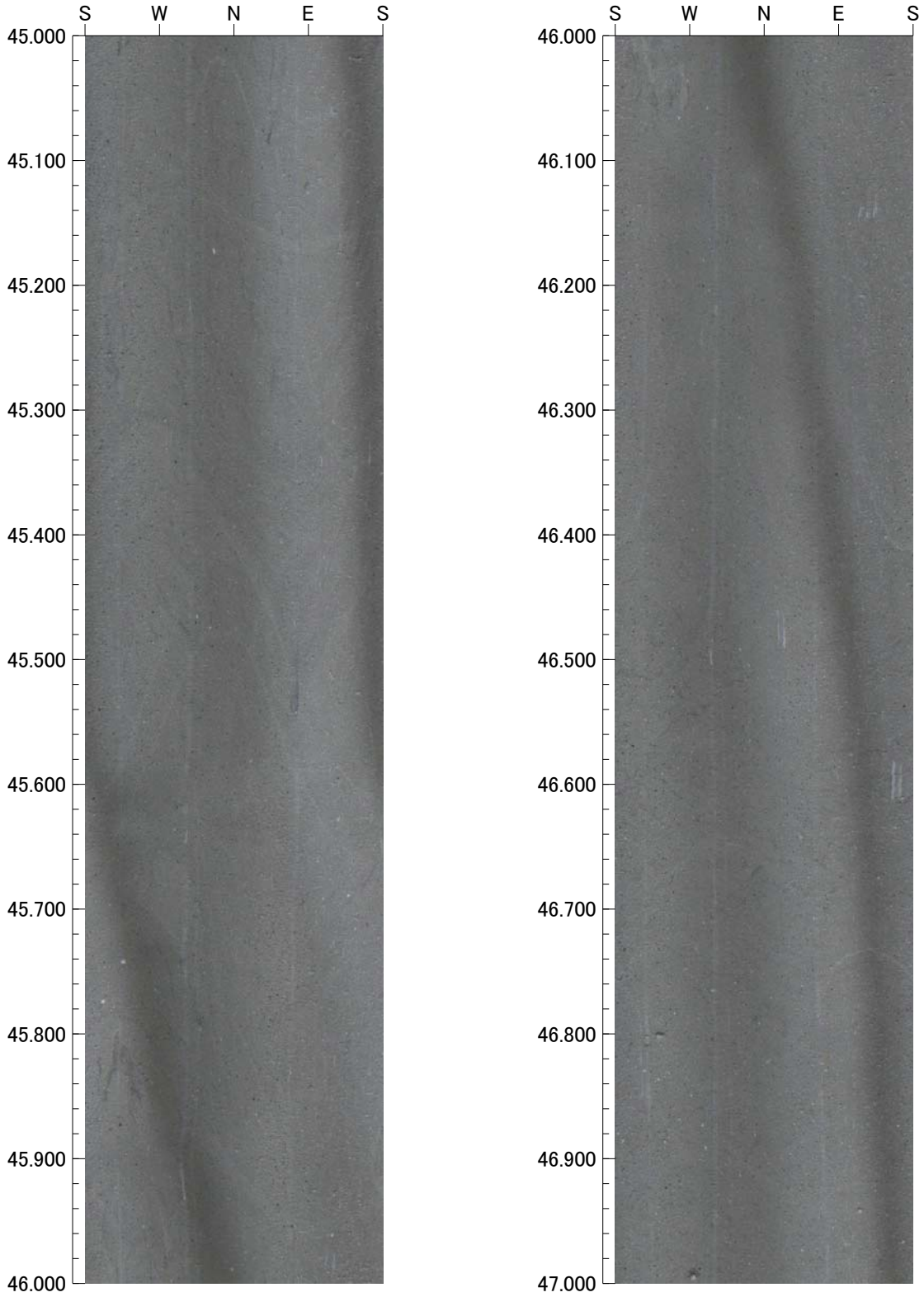


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

45.000m － 47.000m

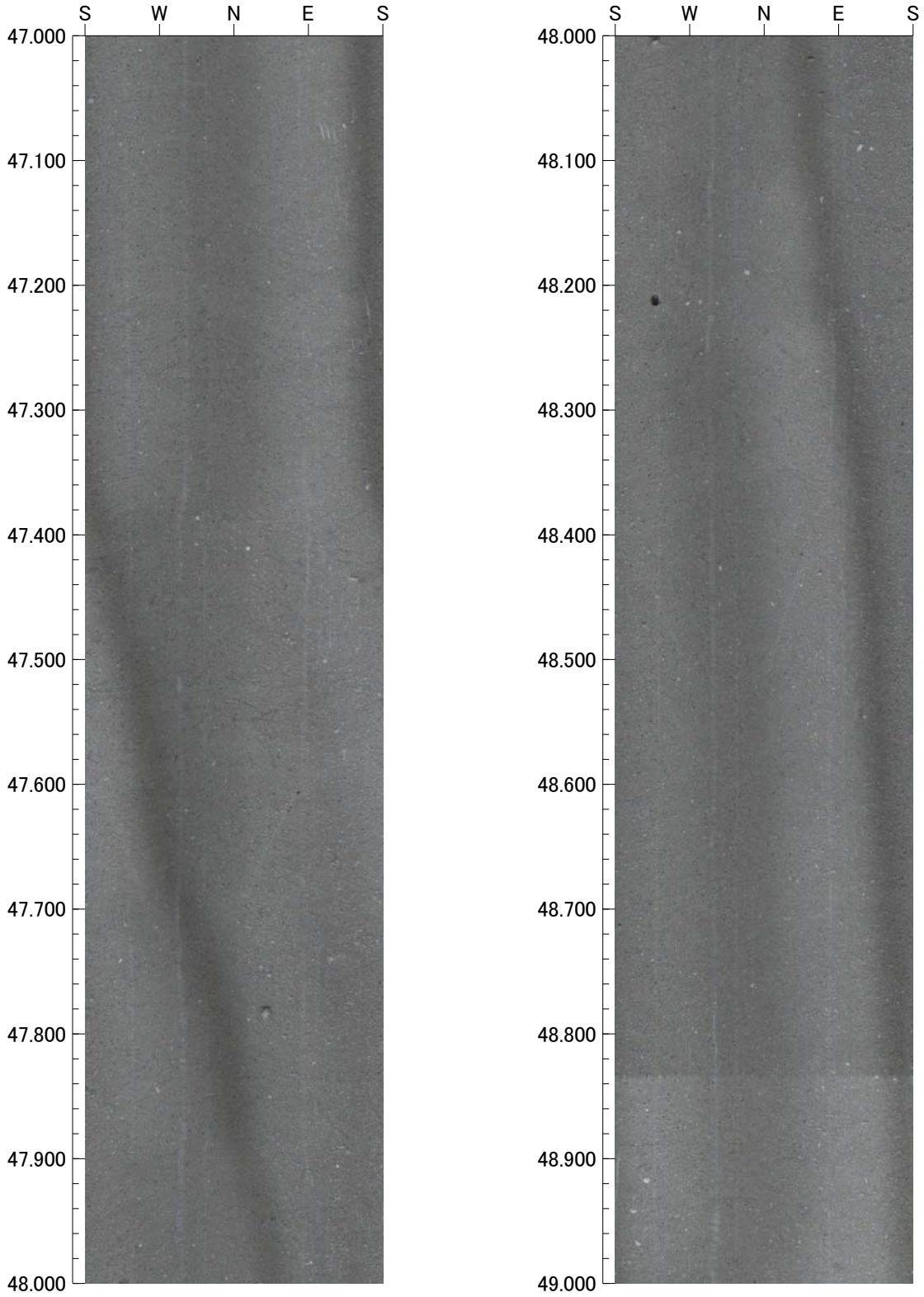


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

47.000m － 49.000m

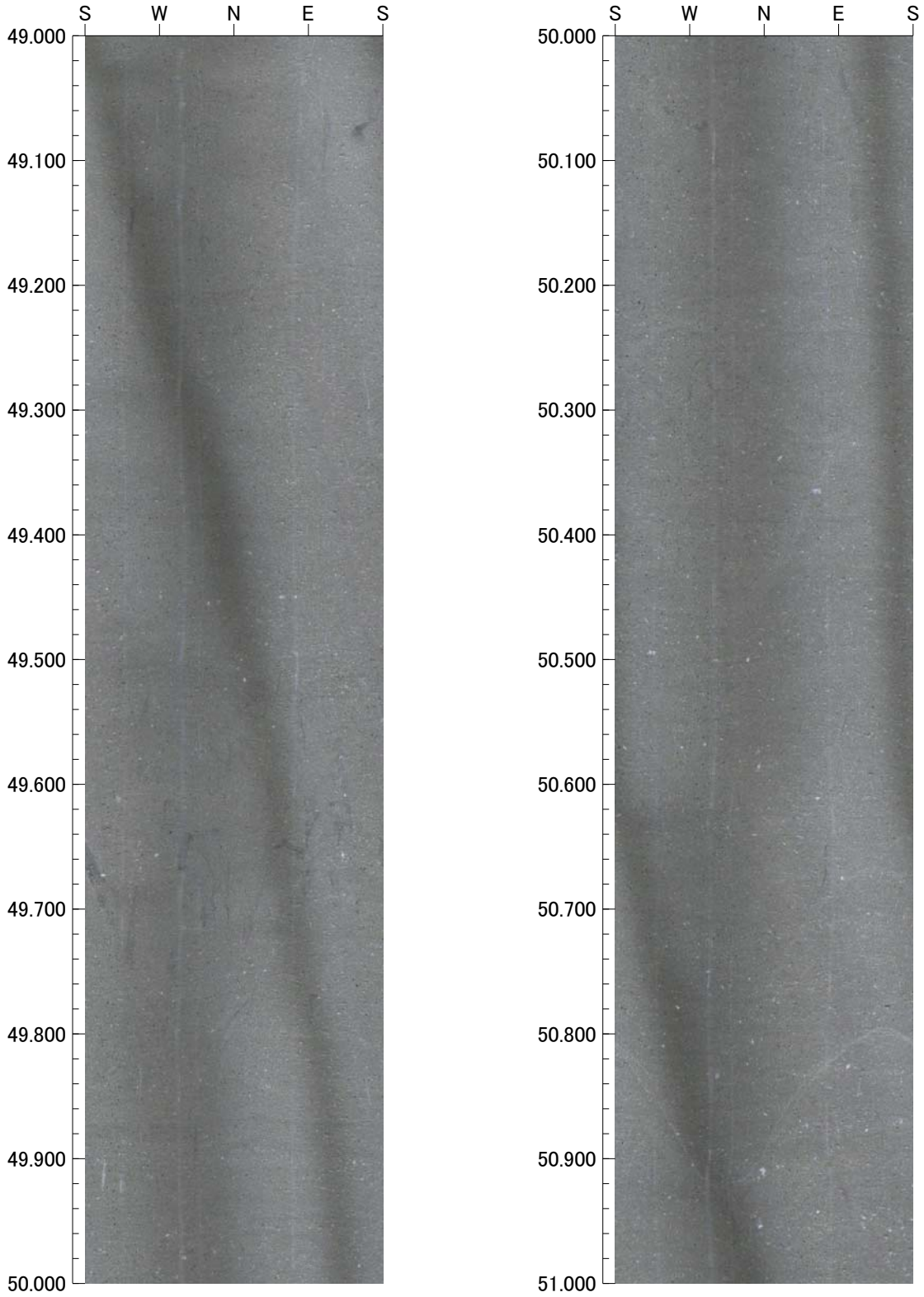


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

49.000m － 51.000m

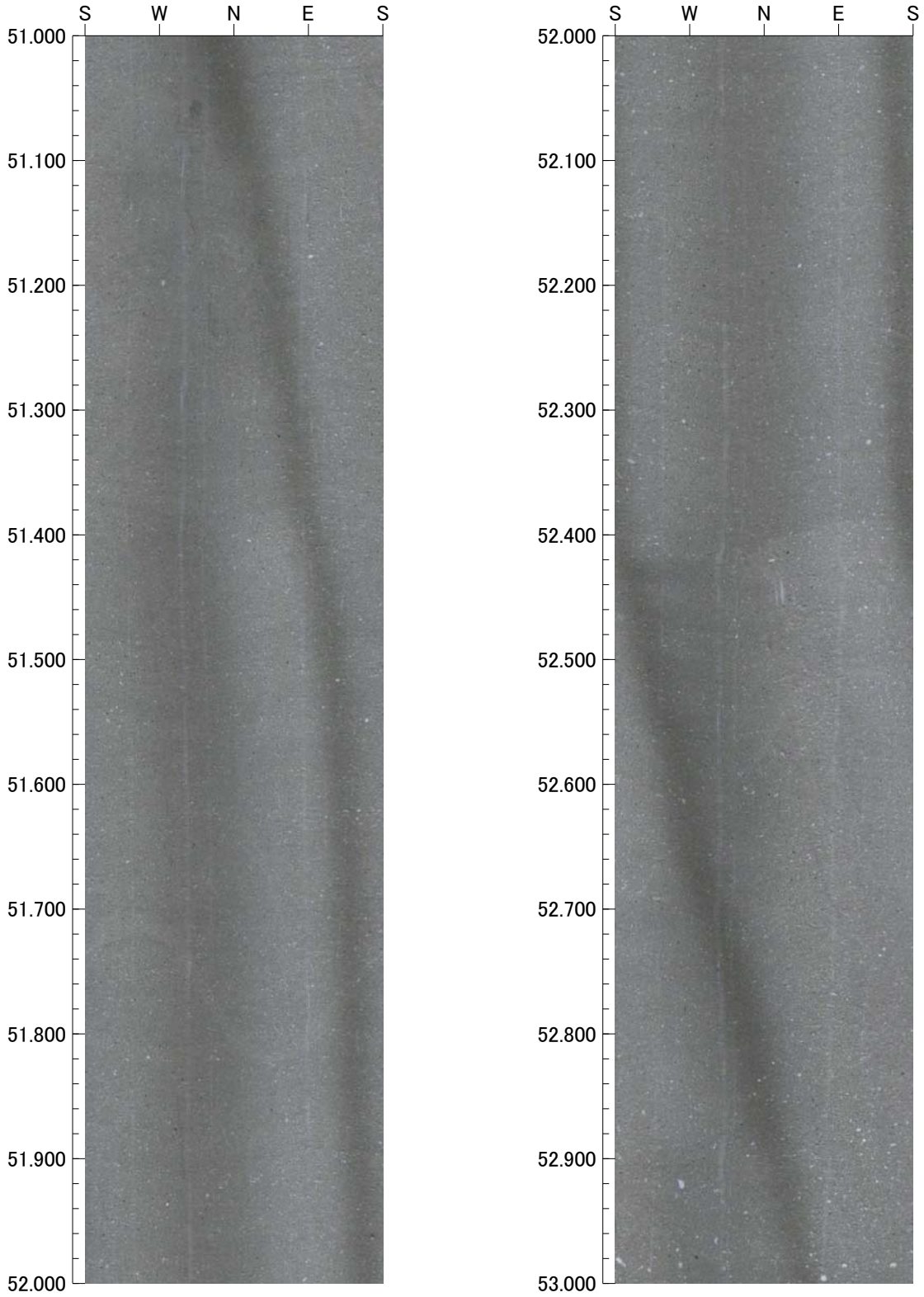


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

51.000m － 53.000m

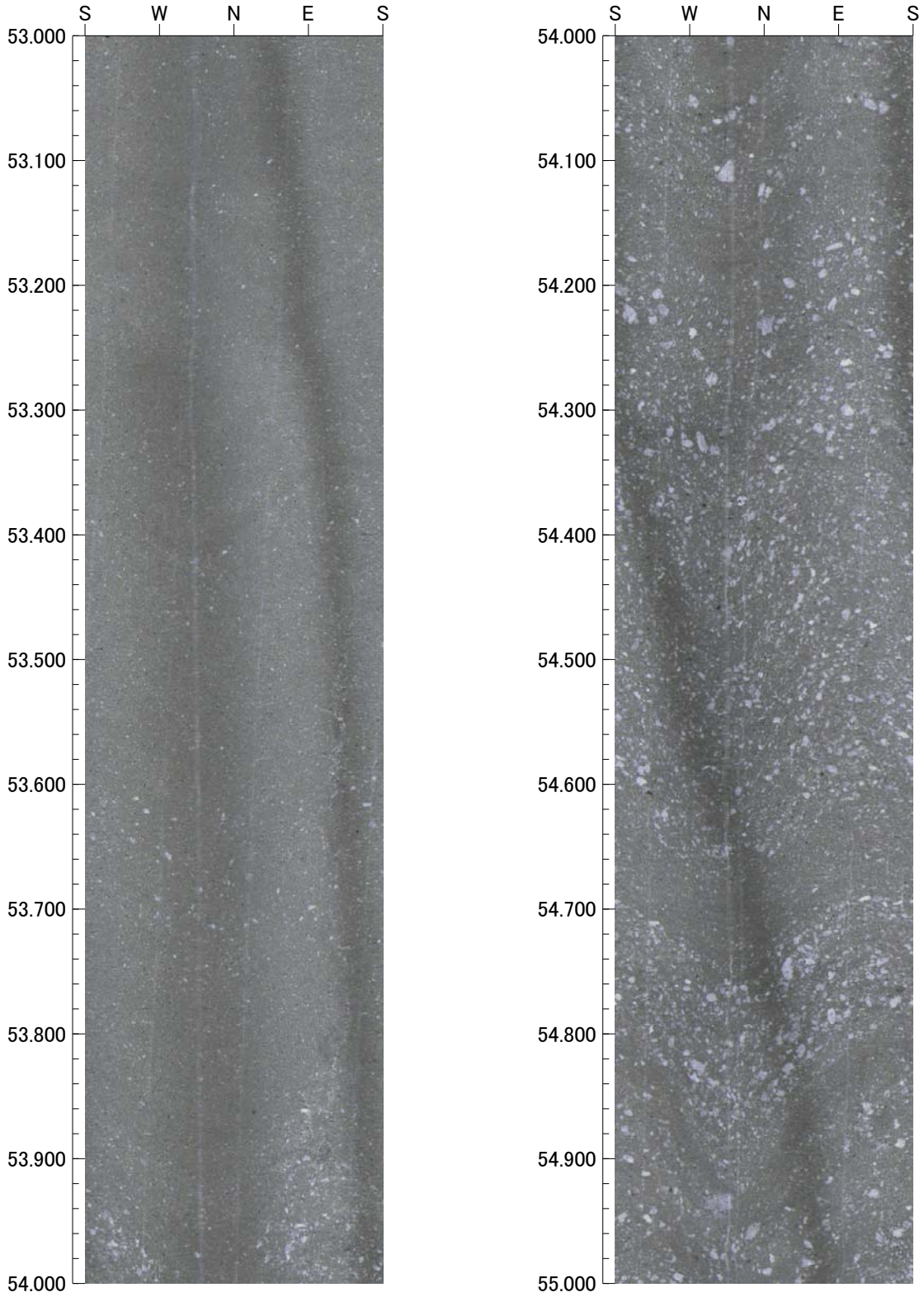


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

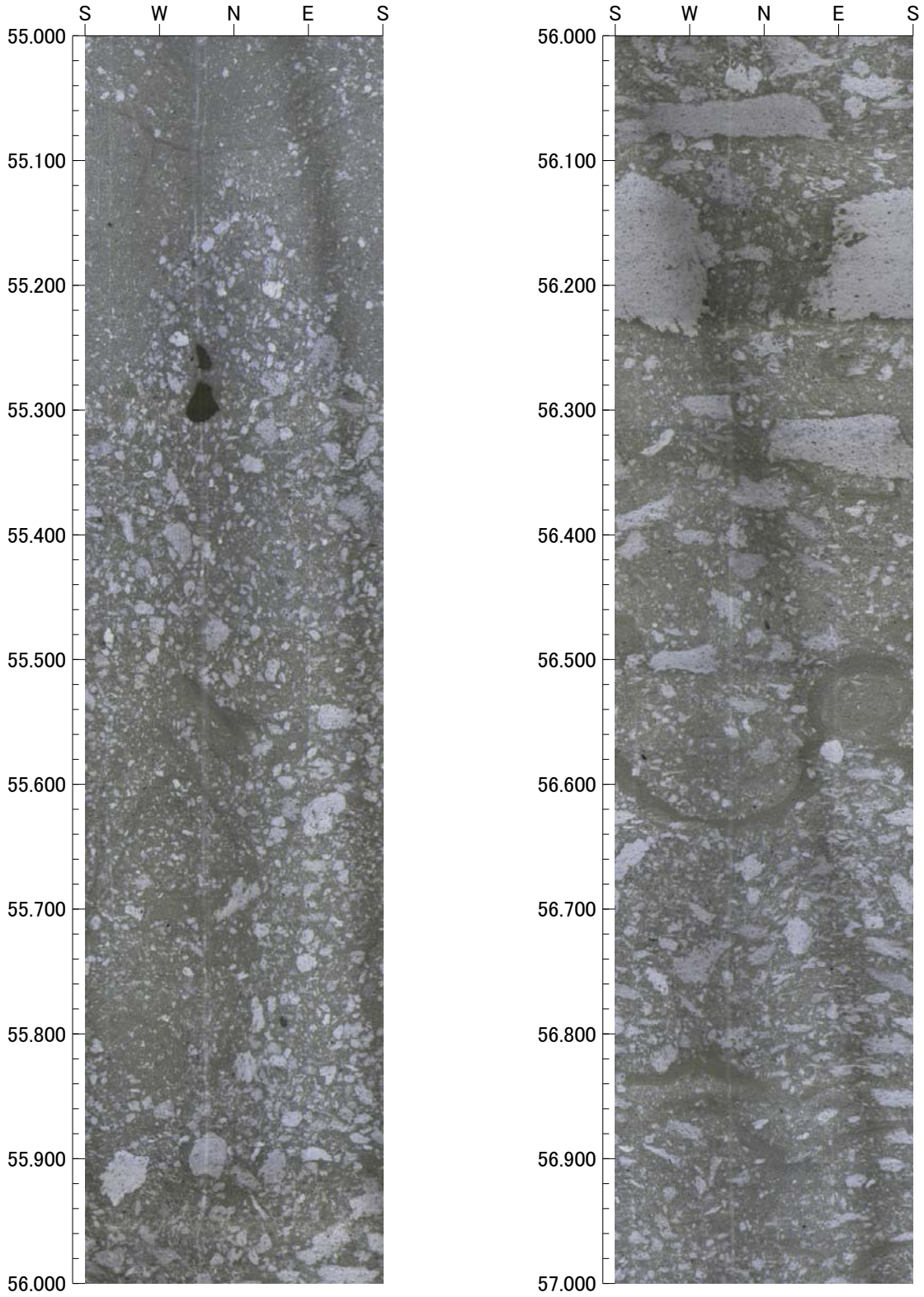
53.000m － 55.000m



0 0 0

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

55.000m － 57.000m

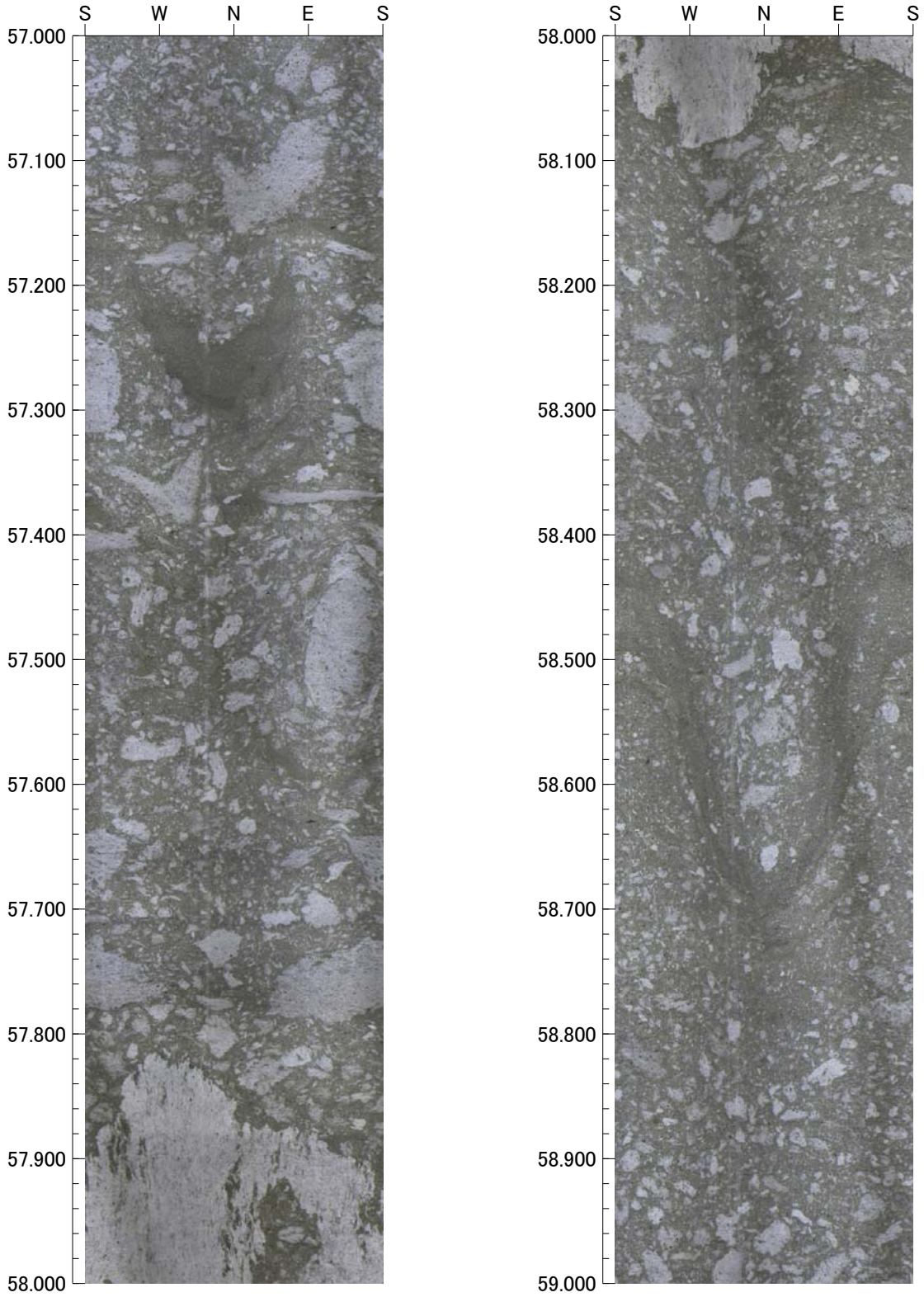


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

57.000m － 59.000m

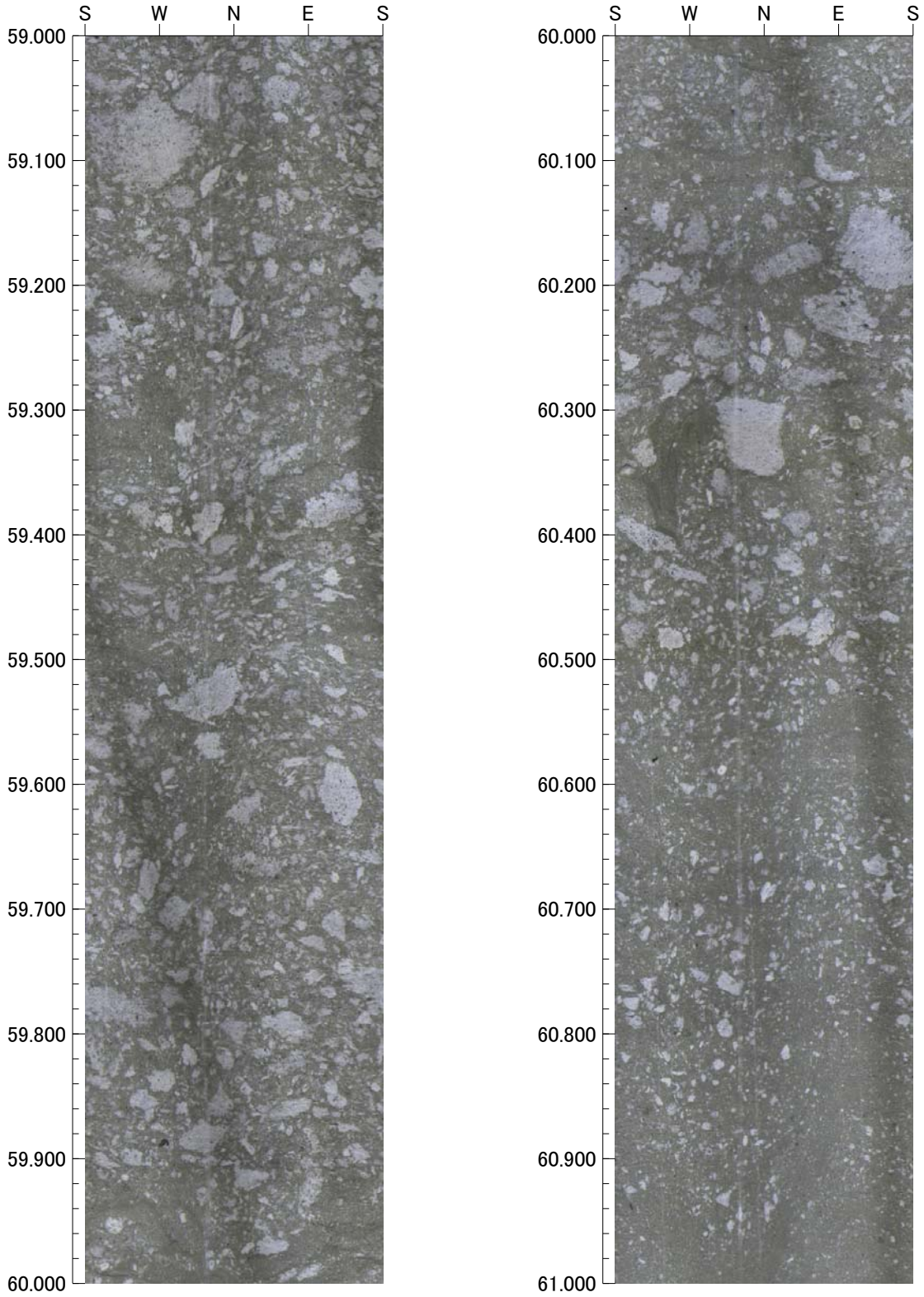


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

59.000m － 61.000m

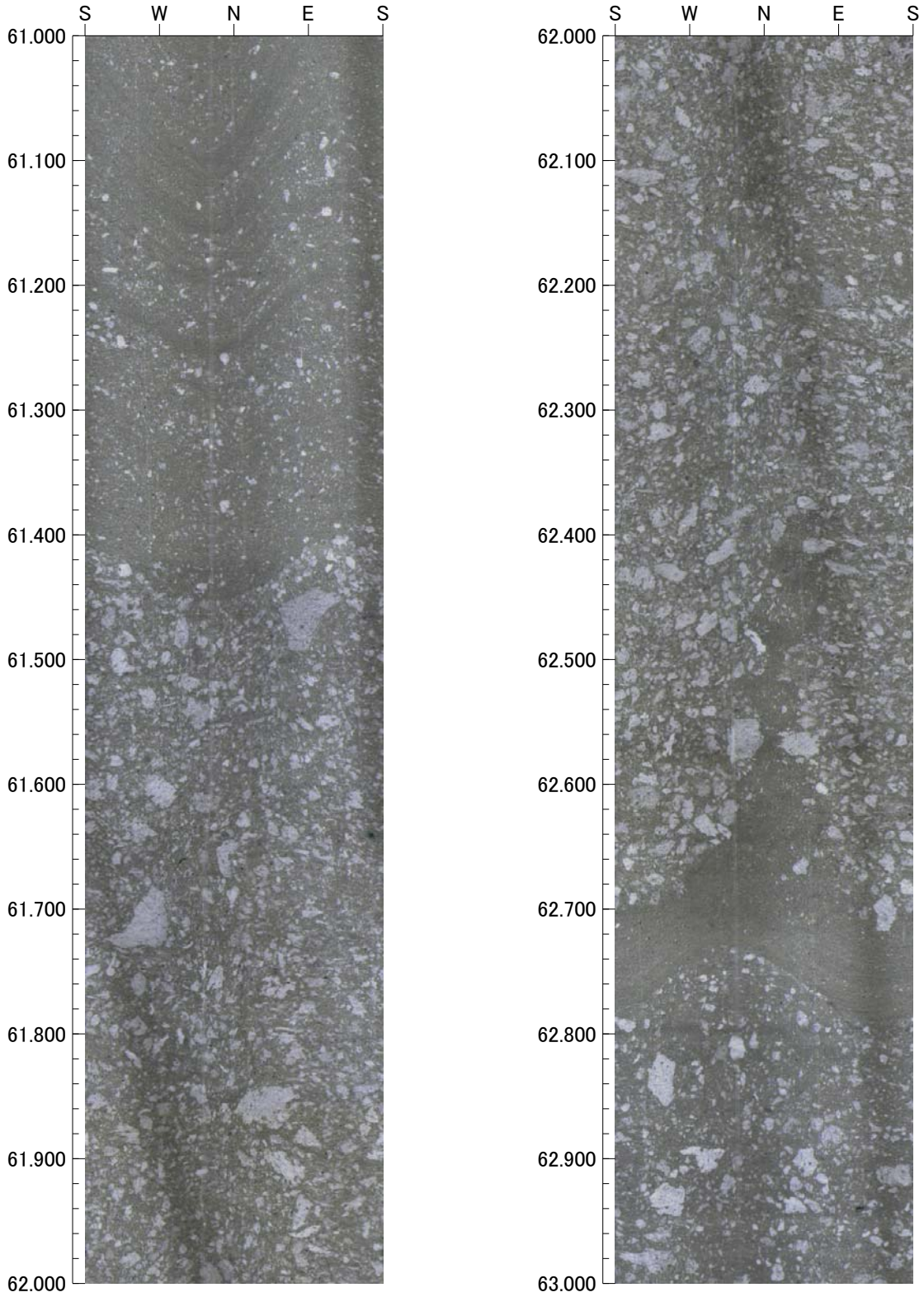


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術ﾈ孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

61.000m － 63.000m

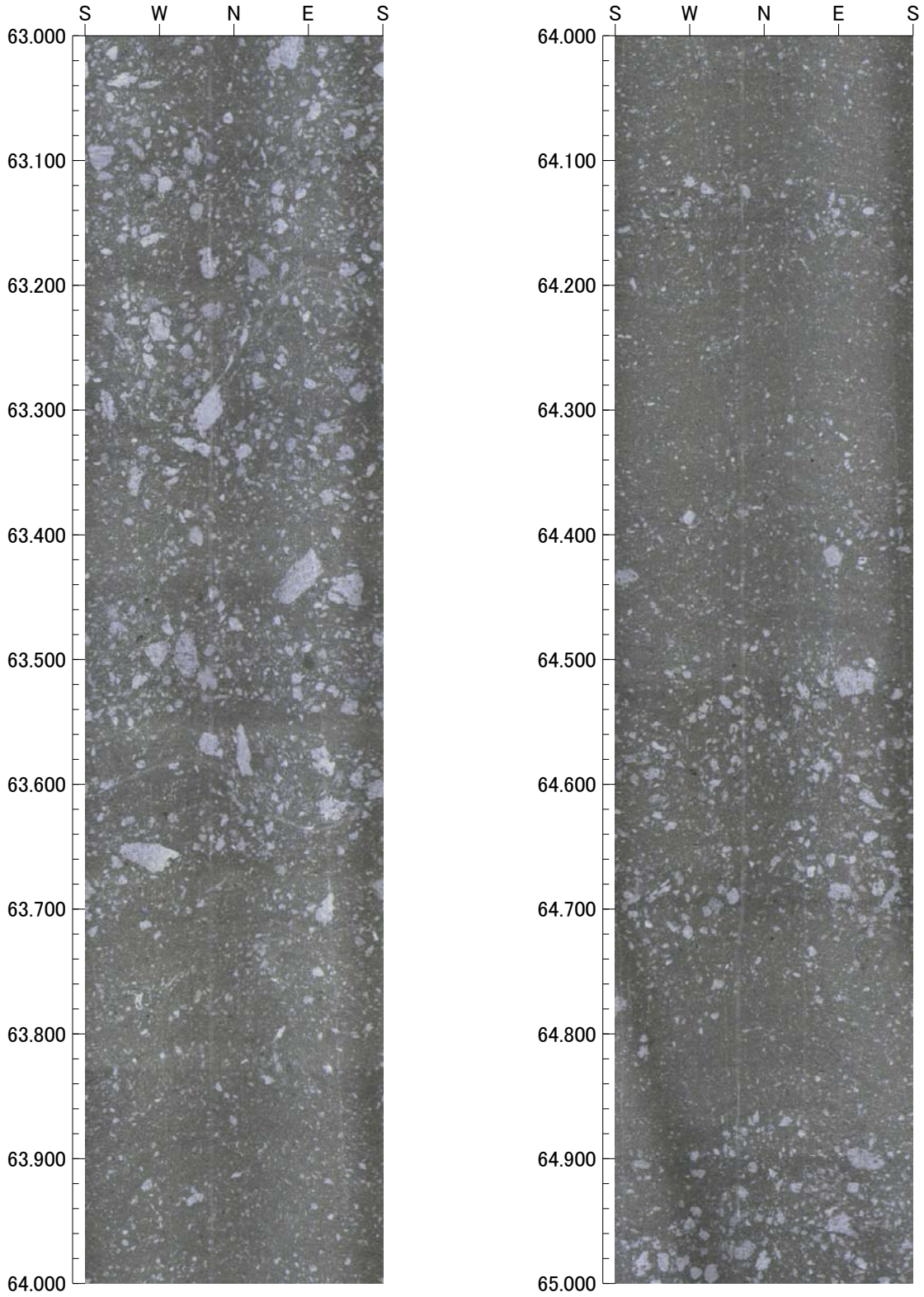


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

63.000m － 65.000m

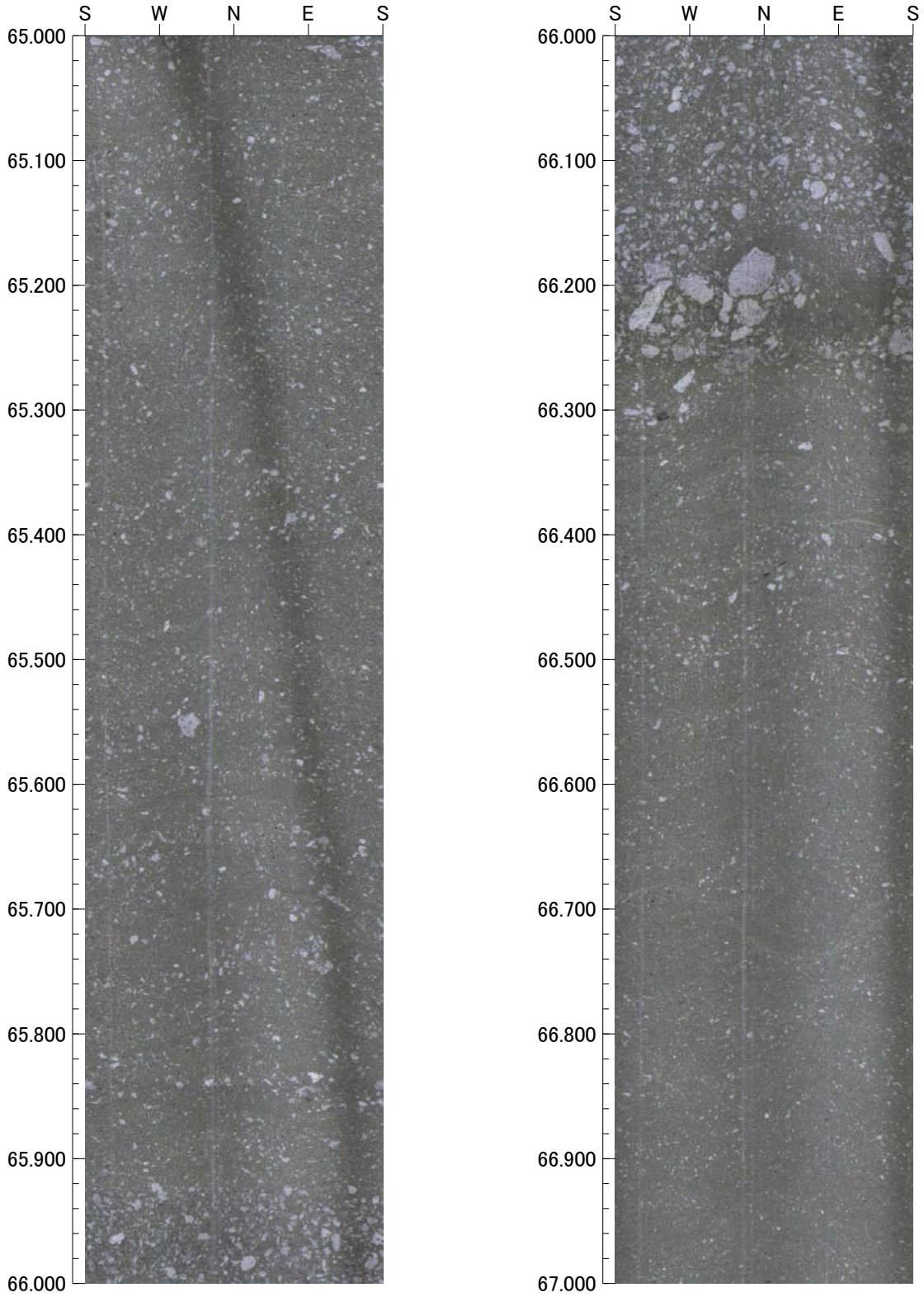


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

65.000m － 67.000m

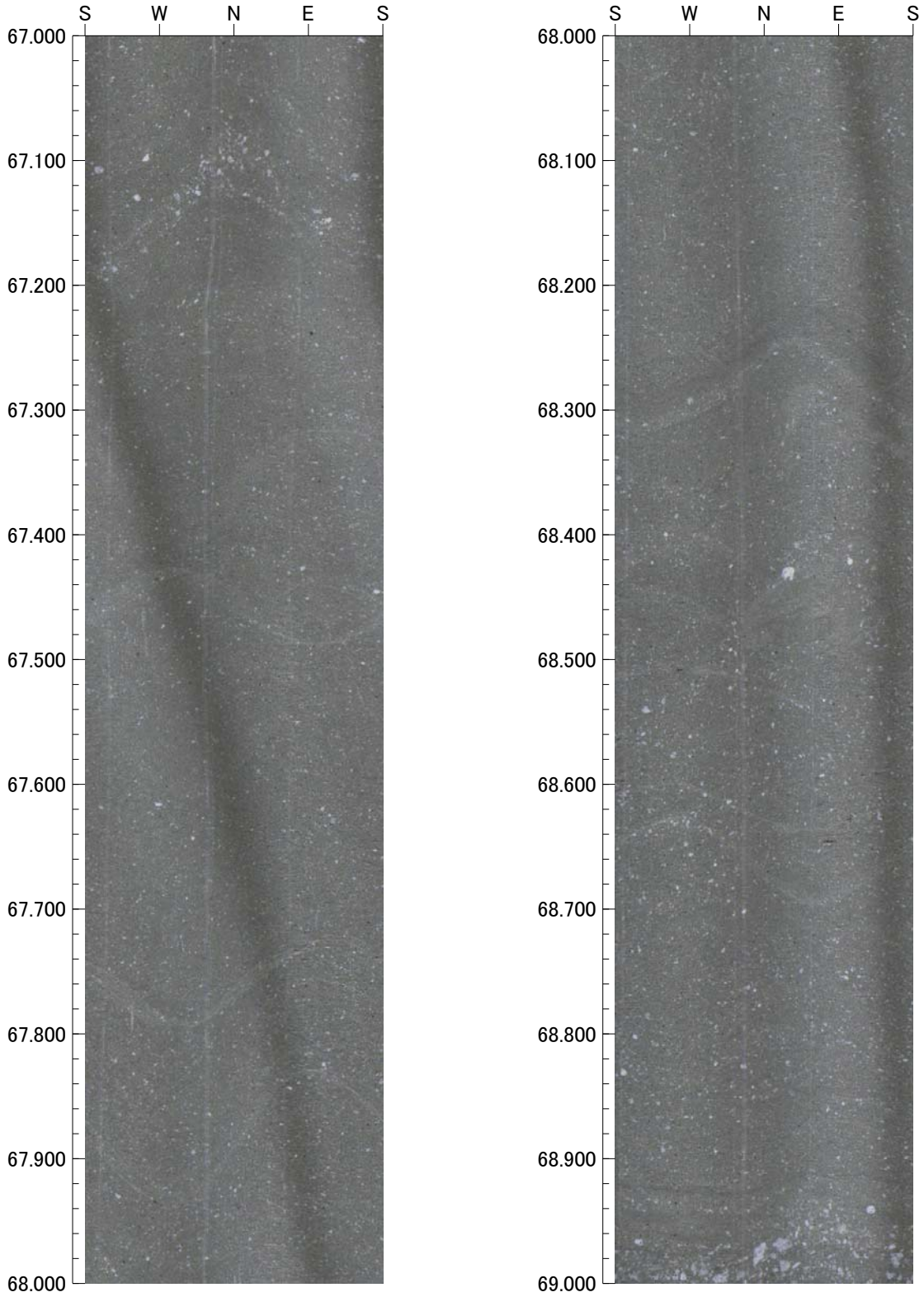


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

67.000m － 69.000m

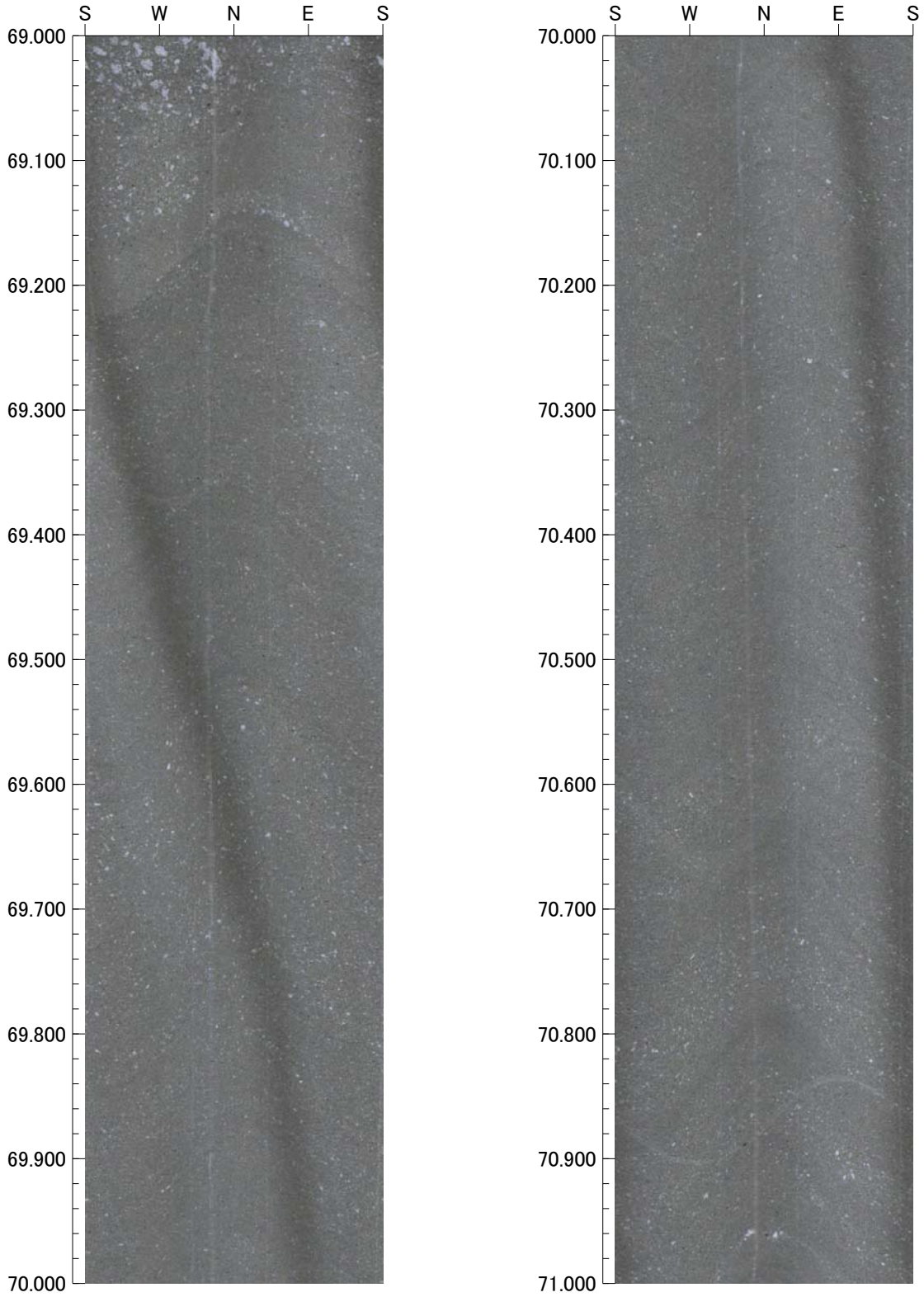


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

69.000m － 71.000m

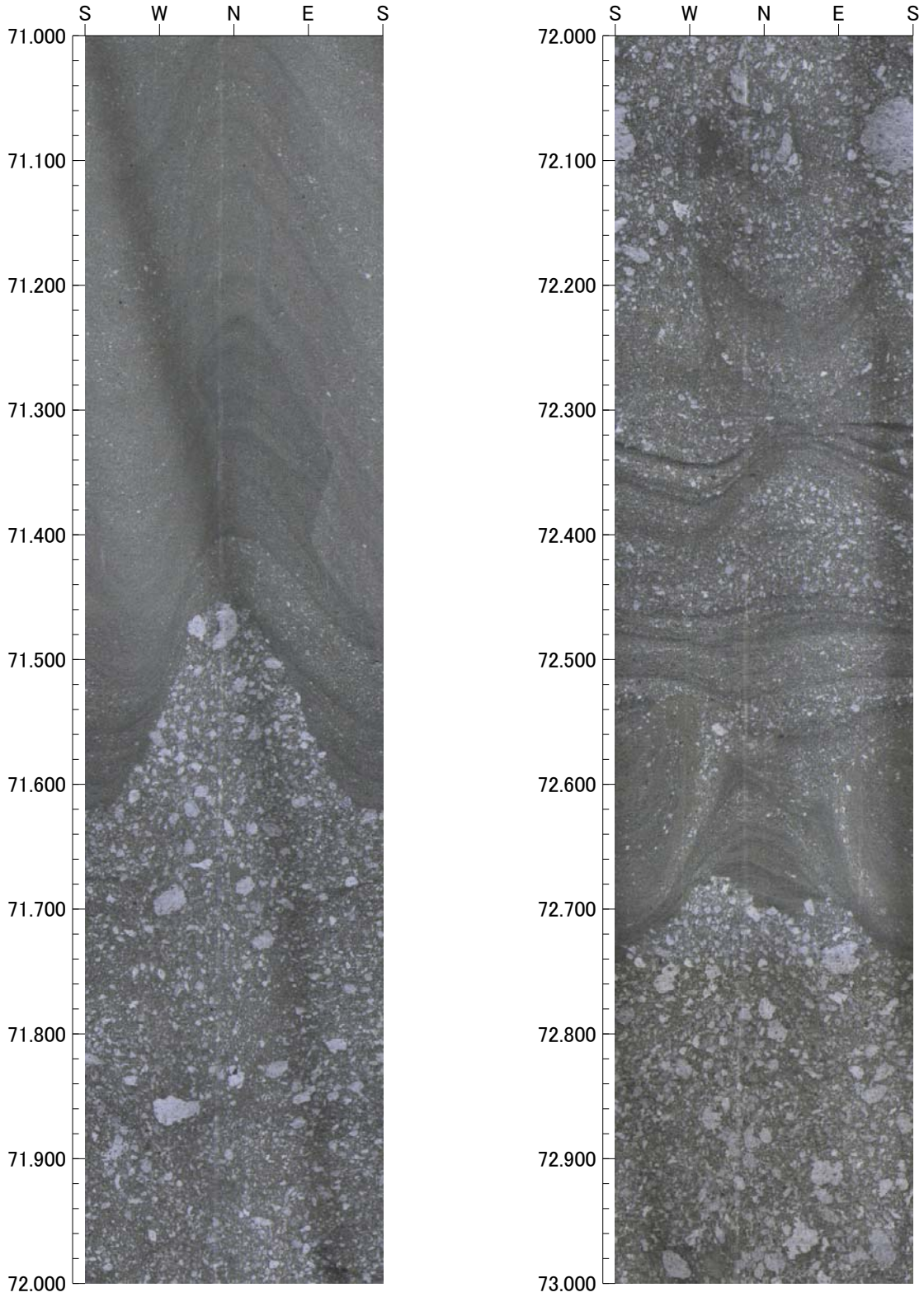


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

71.000m - 73.000m

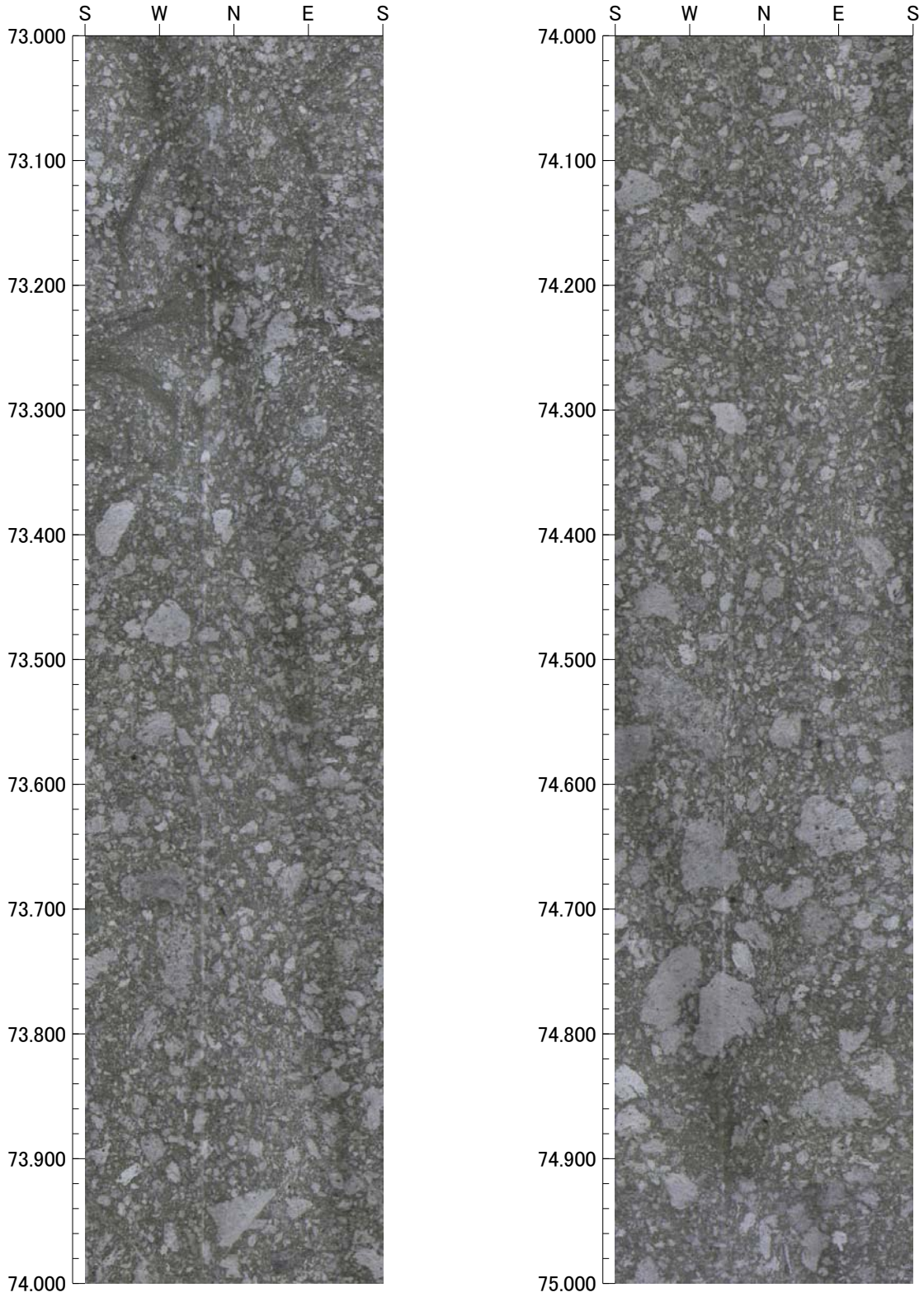


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

73.000m － 75.000m

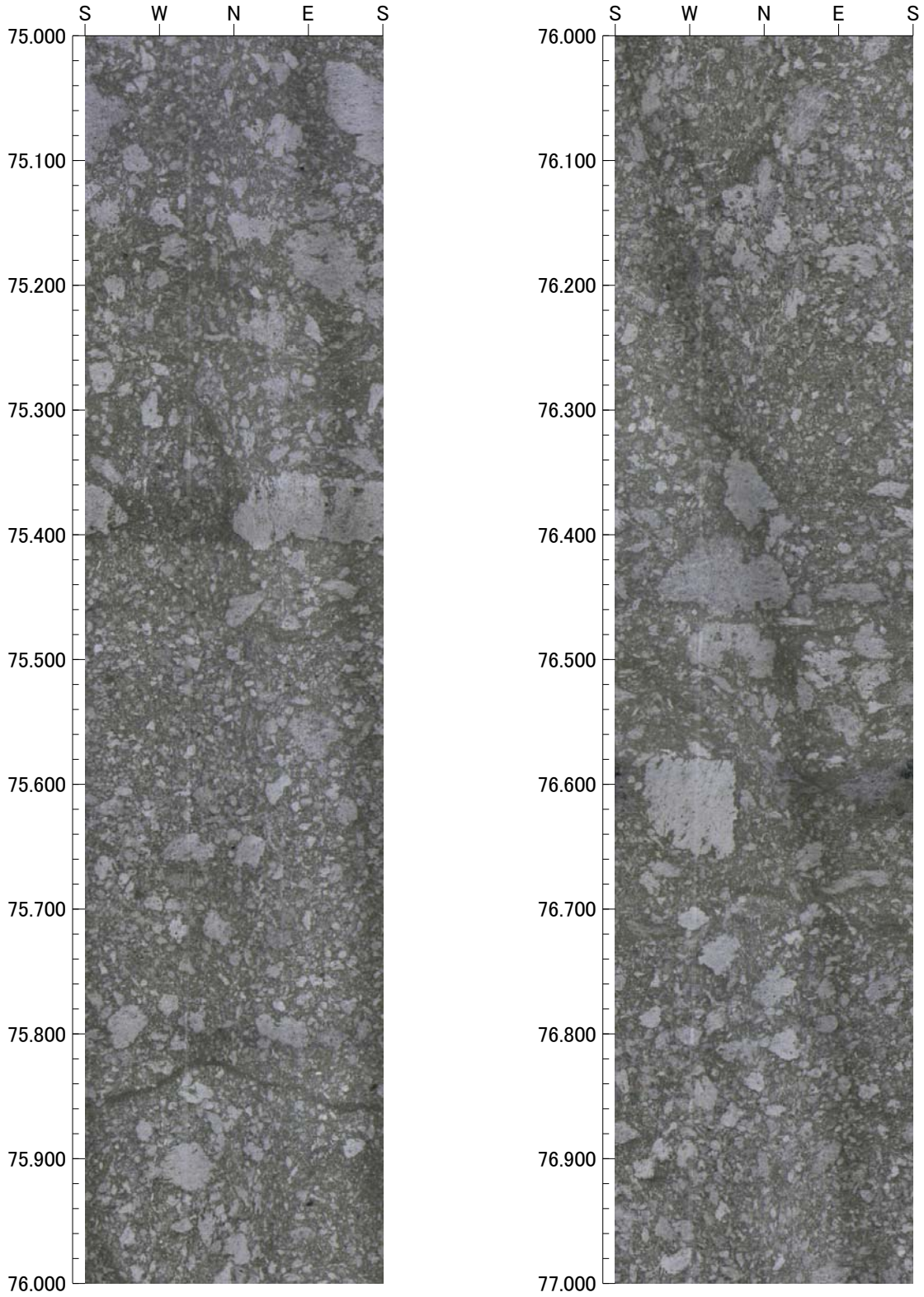


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

75.000m － 77.000m

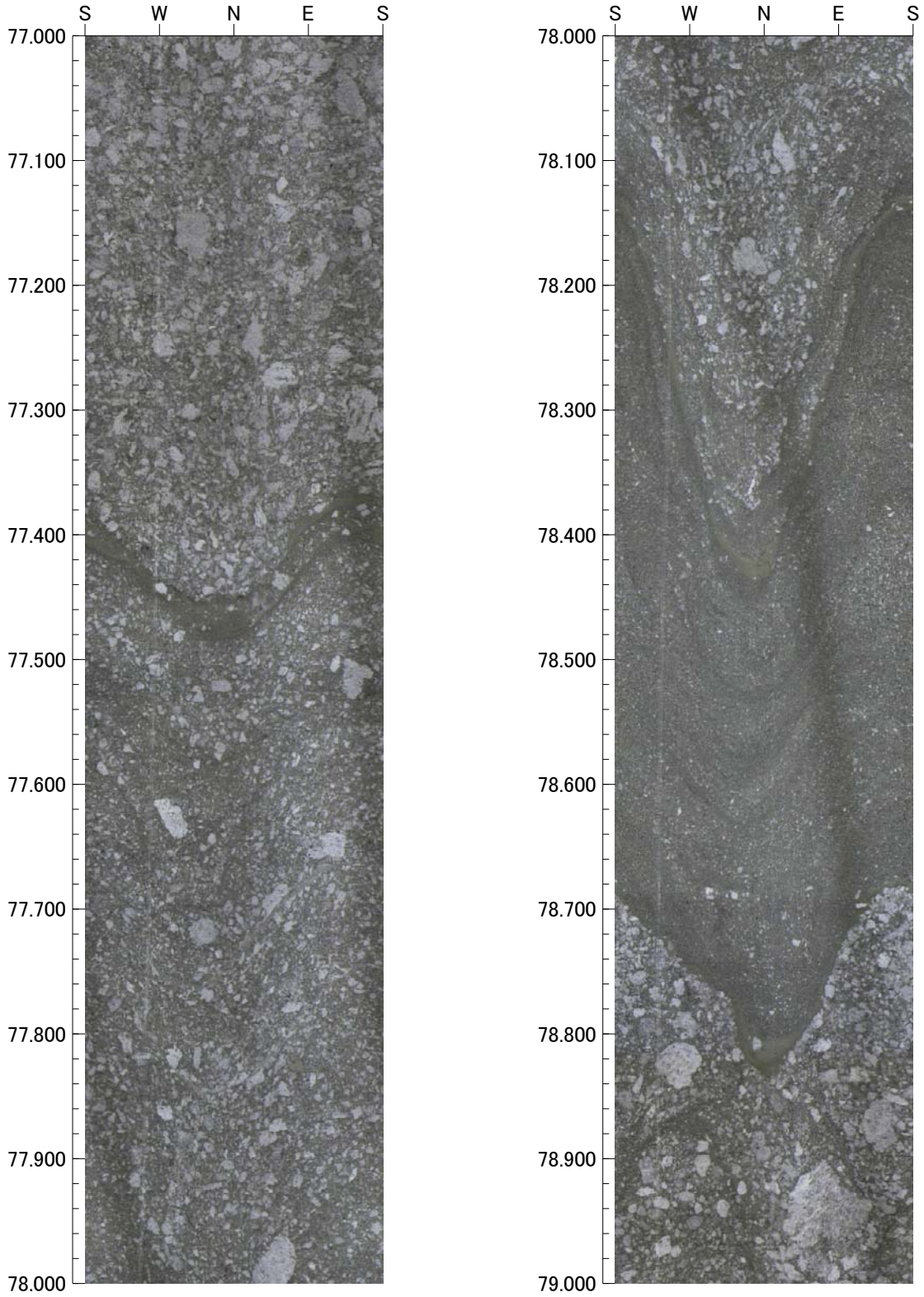


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

77.000m － 79.000m

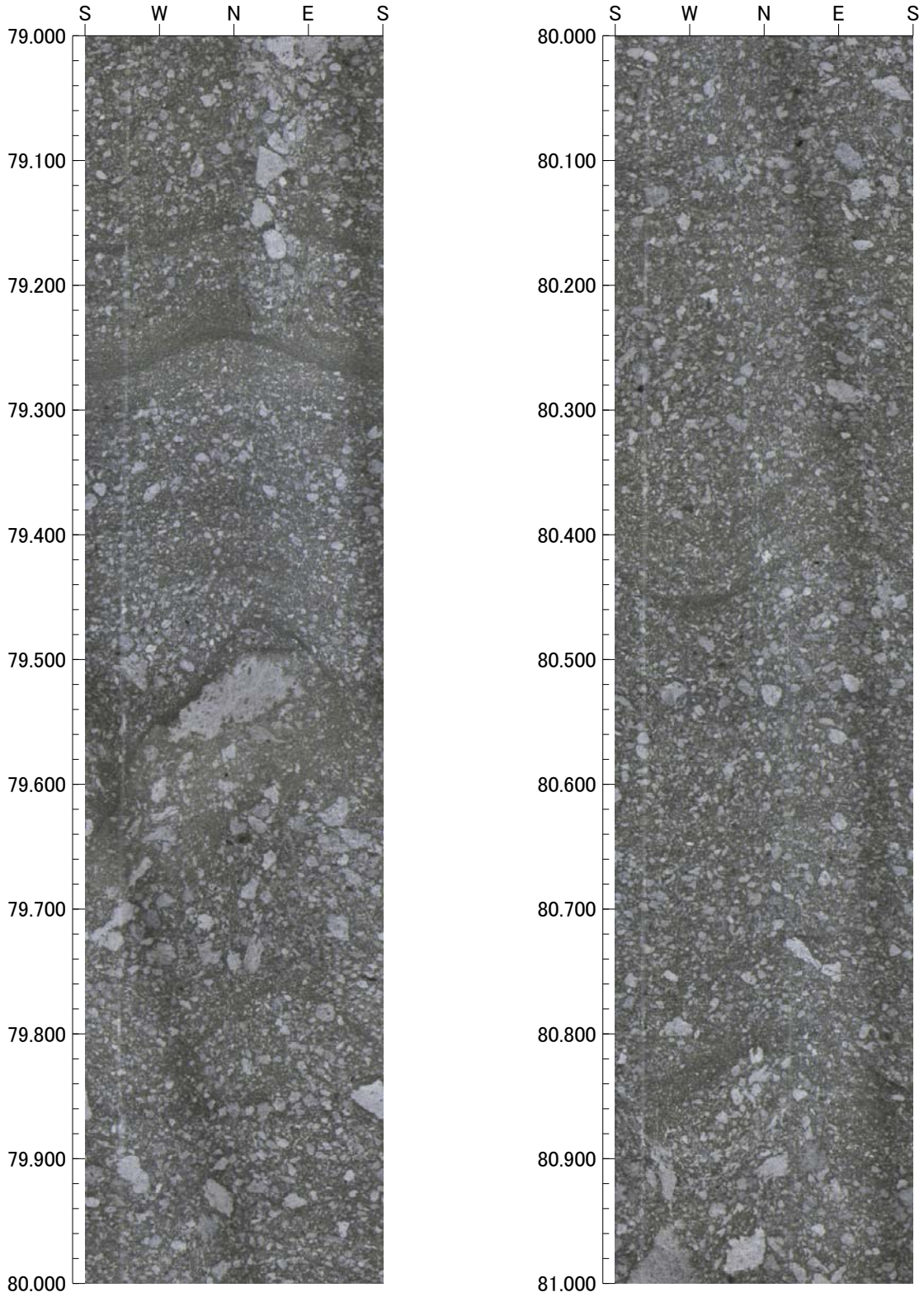


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

79.000m - 81.000m

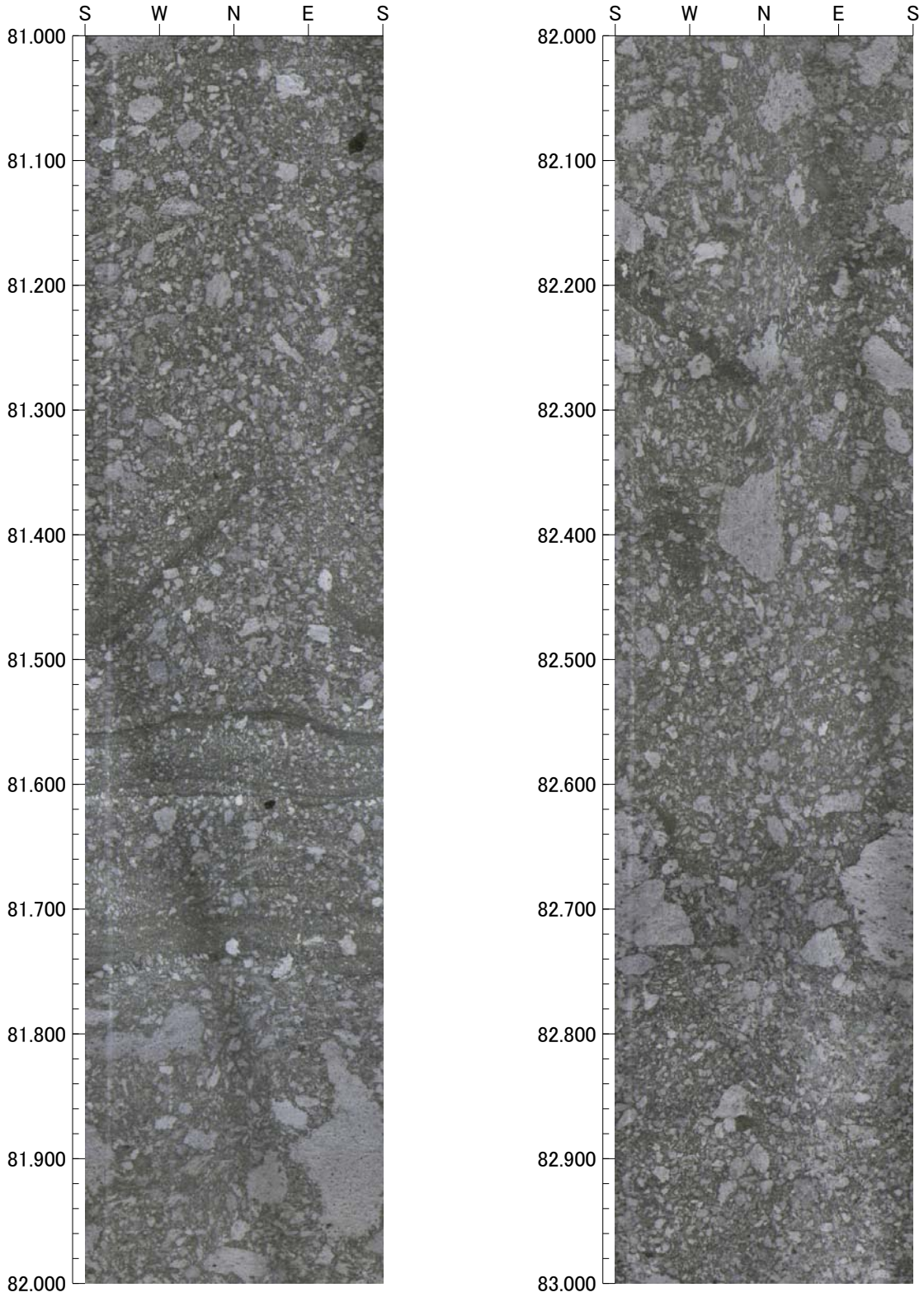


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術高孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

81.000m － 83.000m

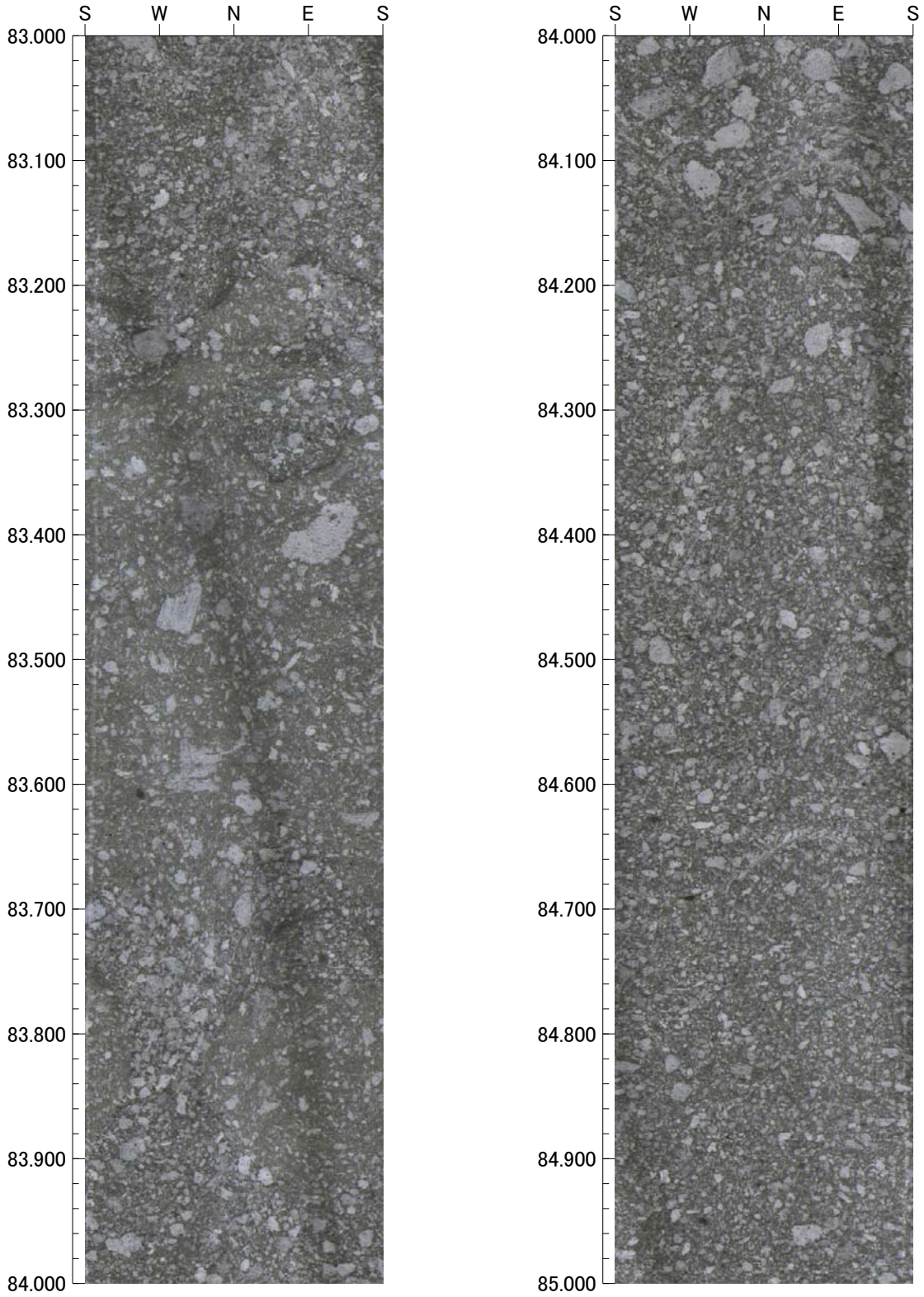


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

83.000m － 85.000m

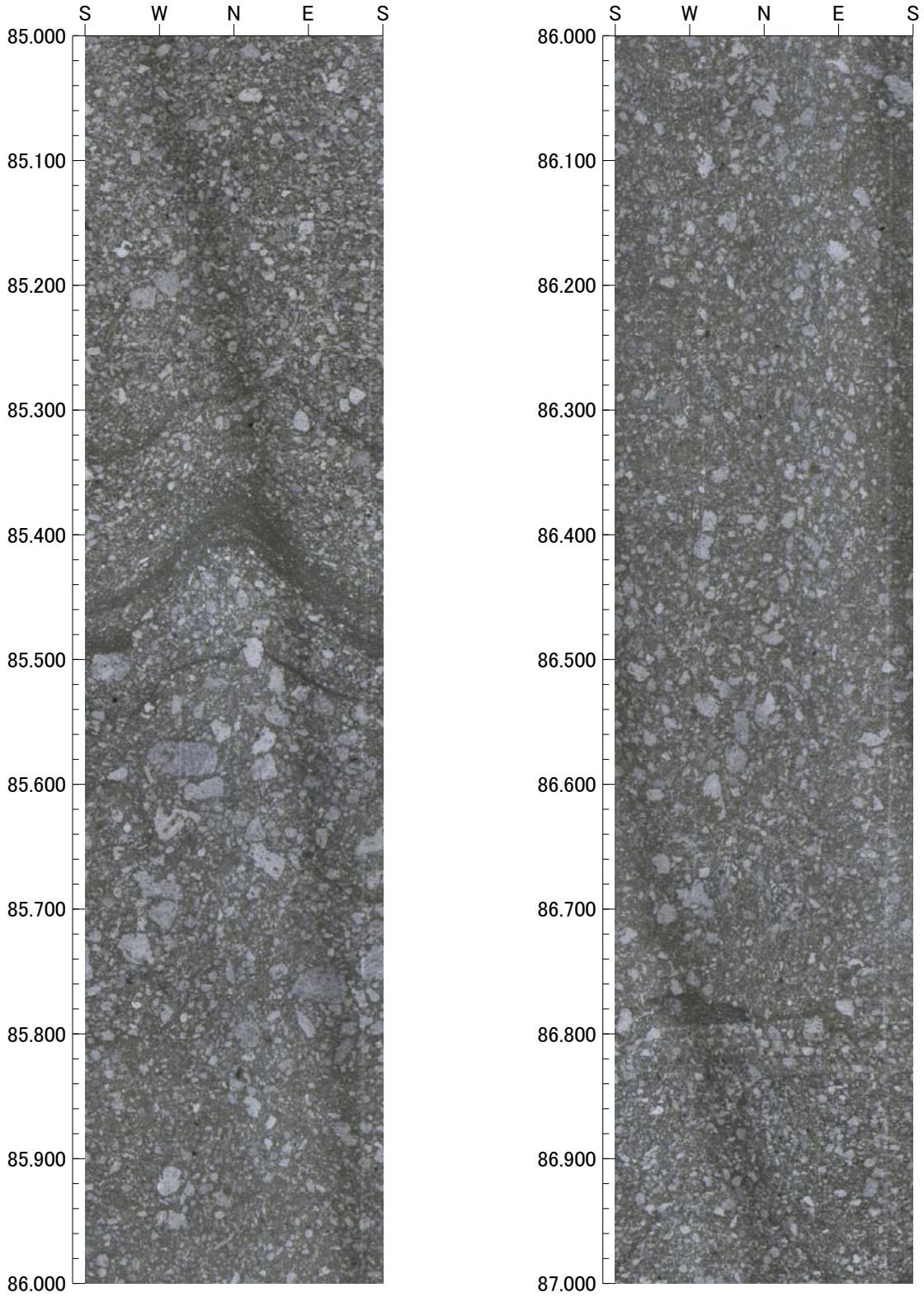


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

85.000m － 87.000m

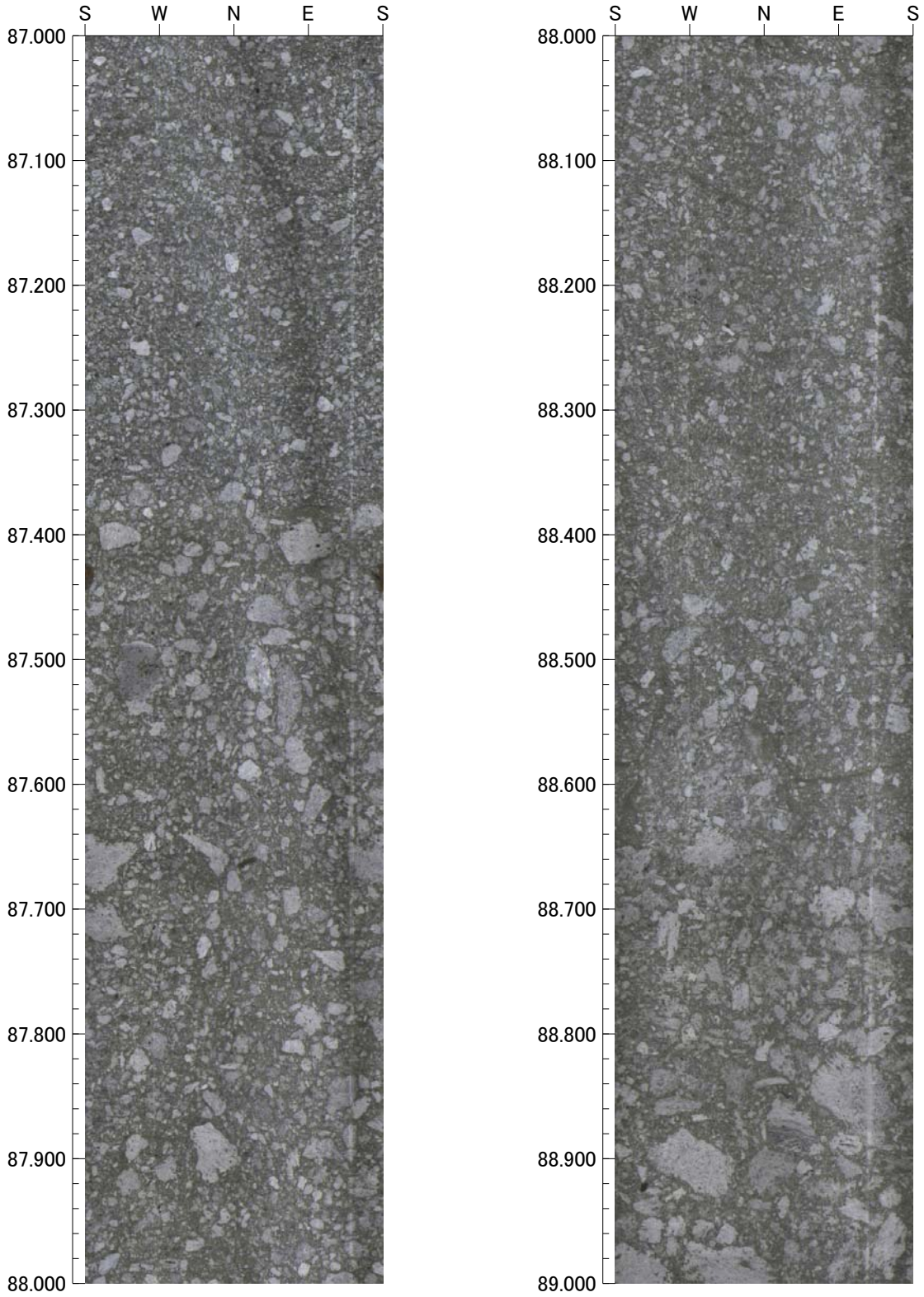


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

87.000m － 89.000m

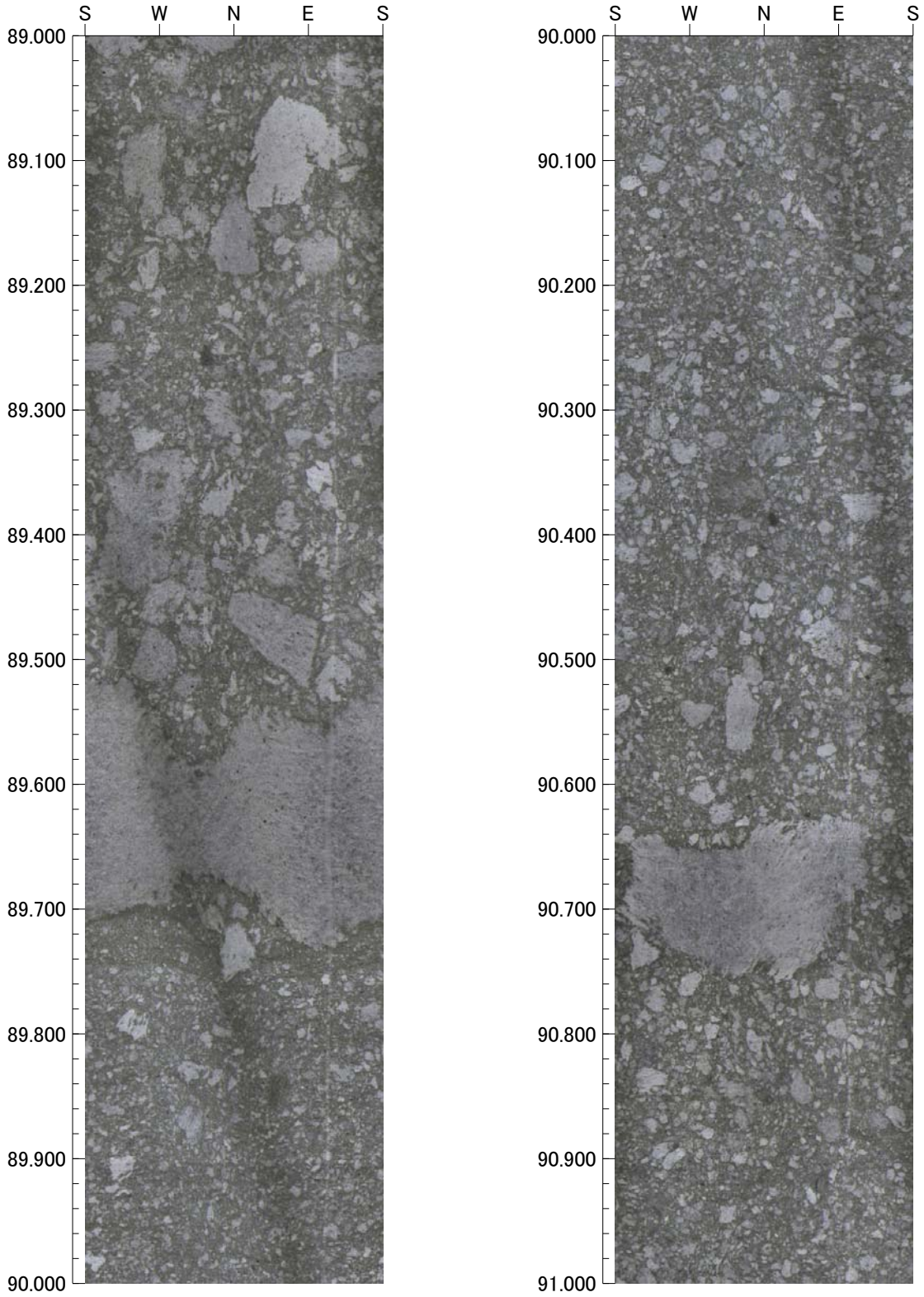


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

89.000m - 91.000m

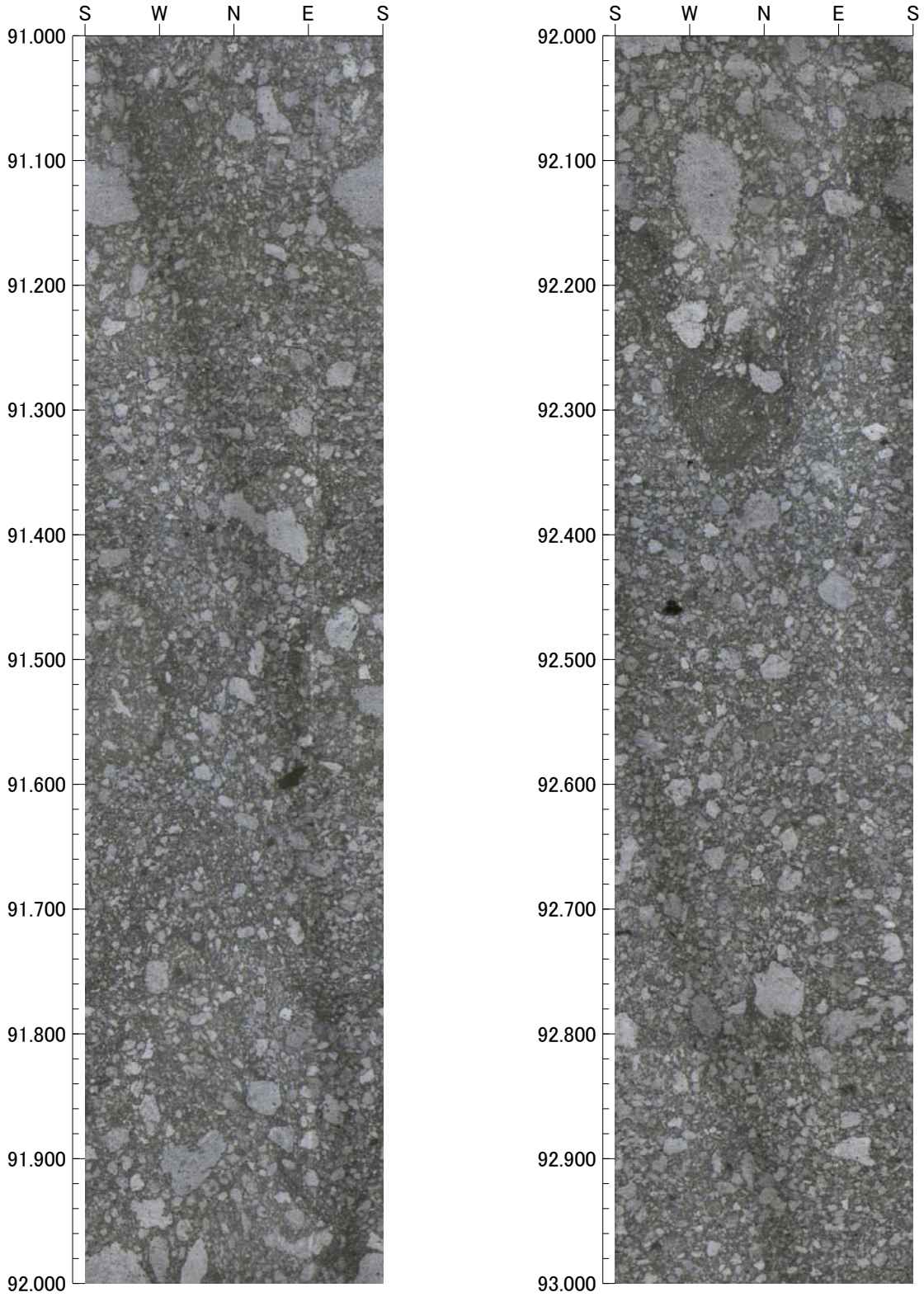


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

91.000m － 93.000m

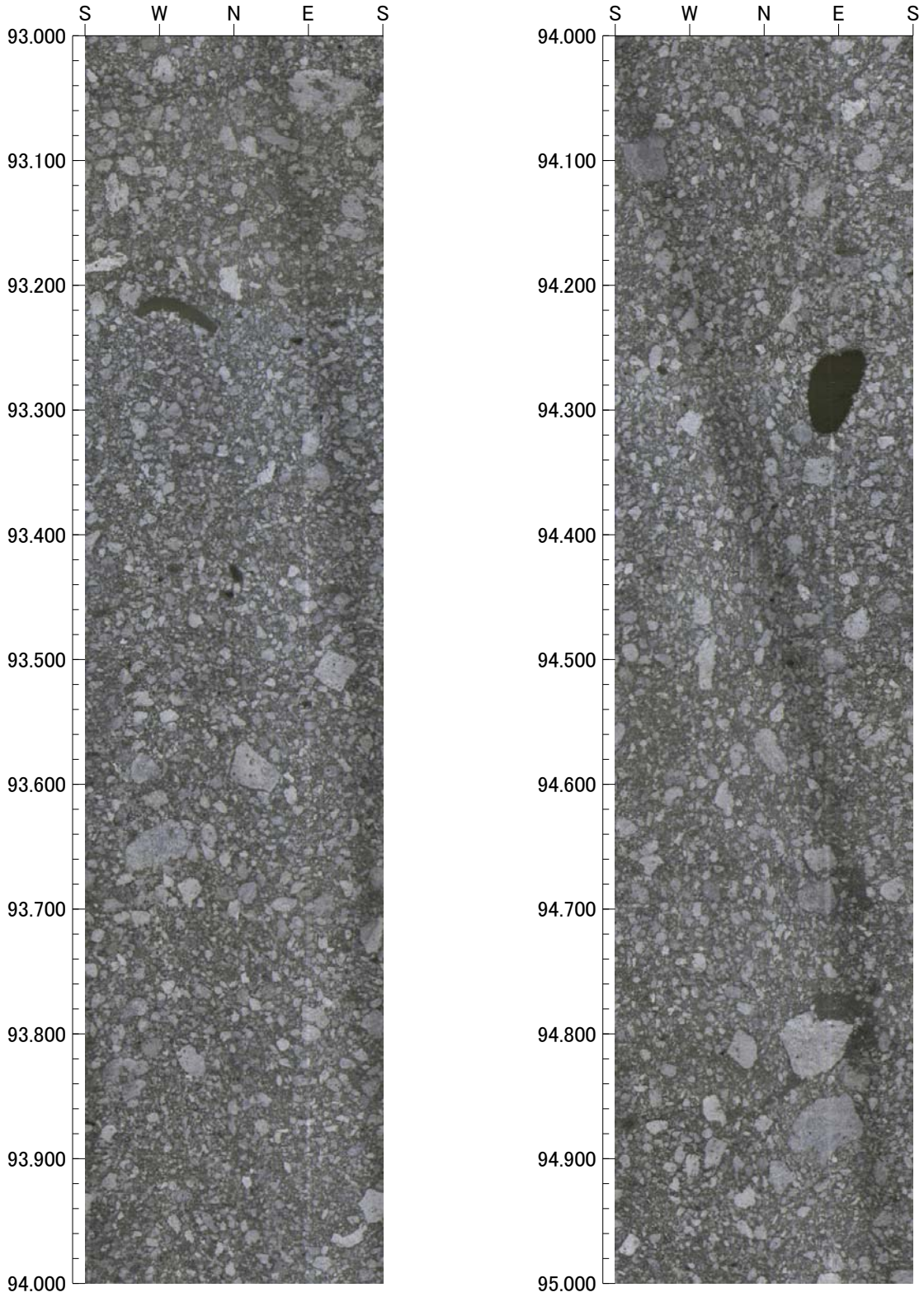


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

93.000m － 95.000m

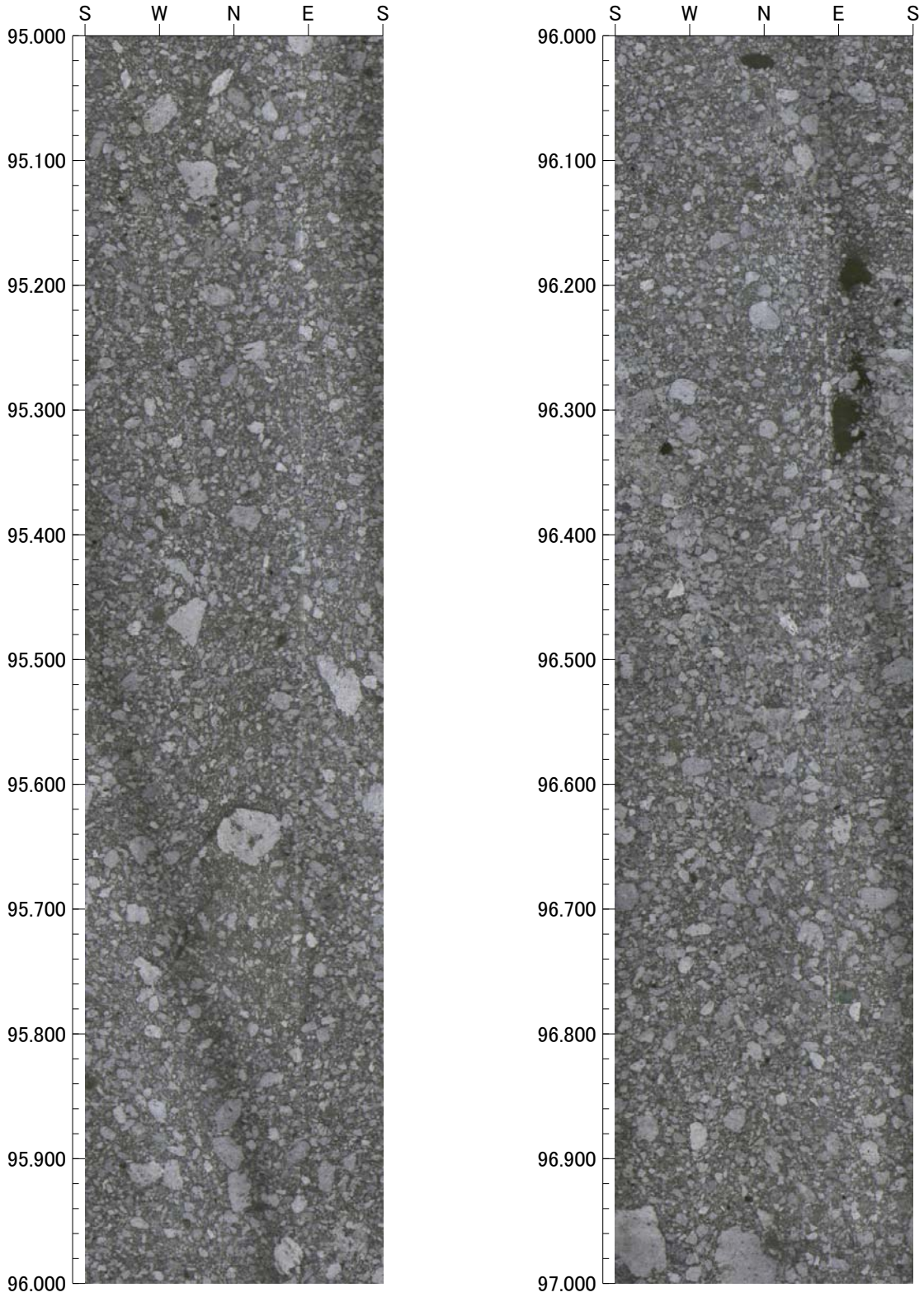


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等 孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

95.000m － 97.000m

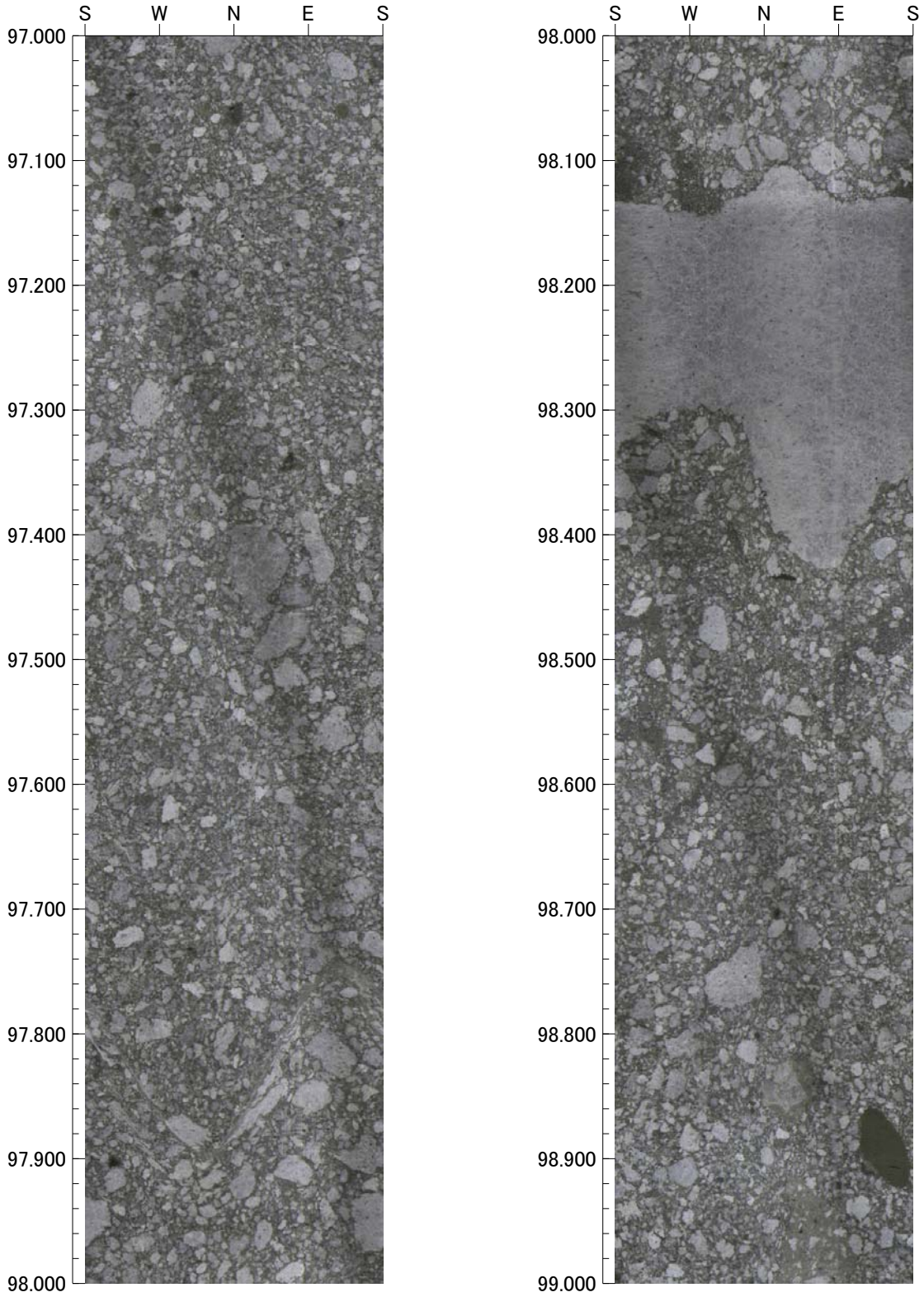


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

97.000m － 99.000m

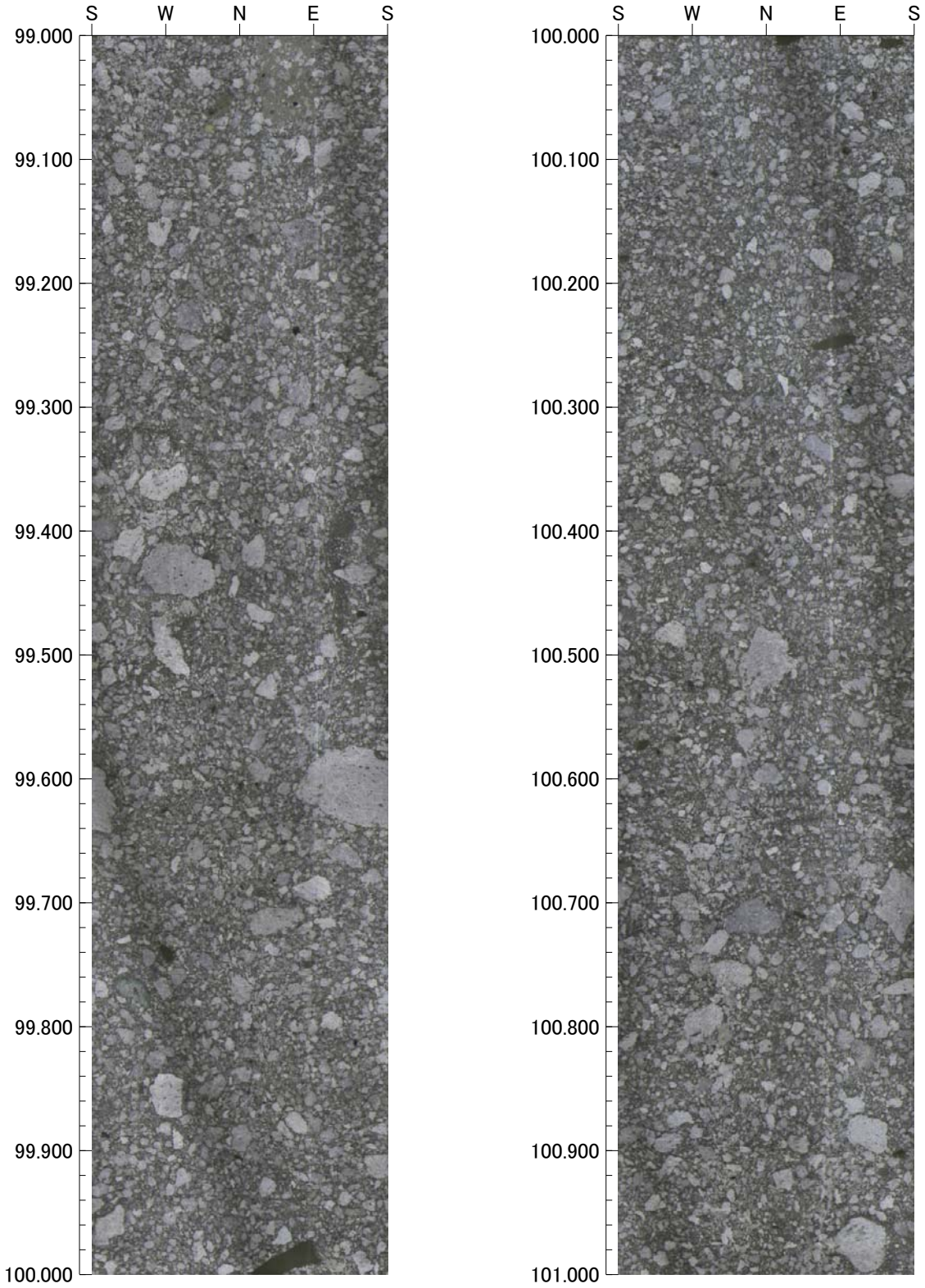


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

99.000m - 101.000m

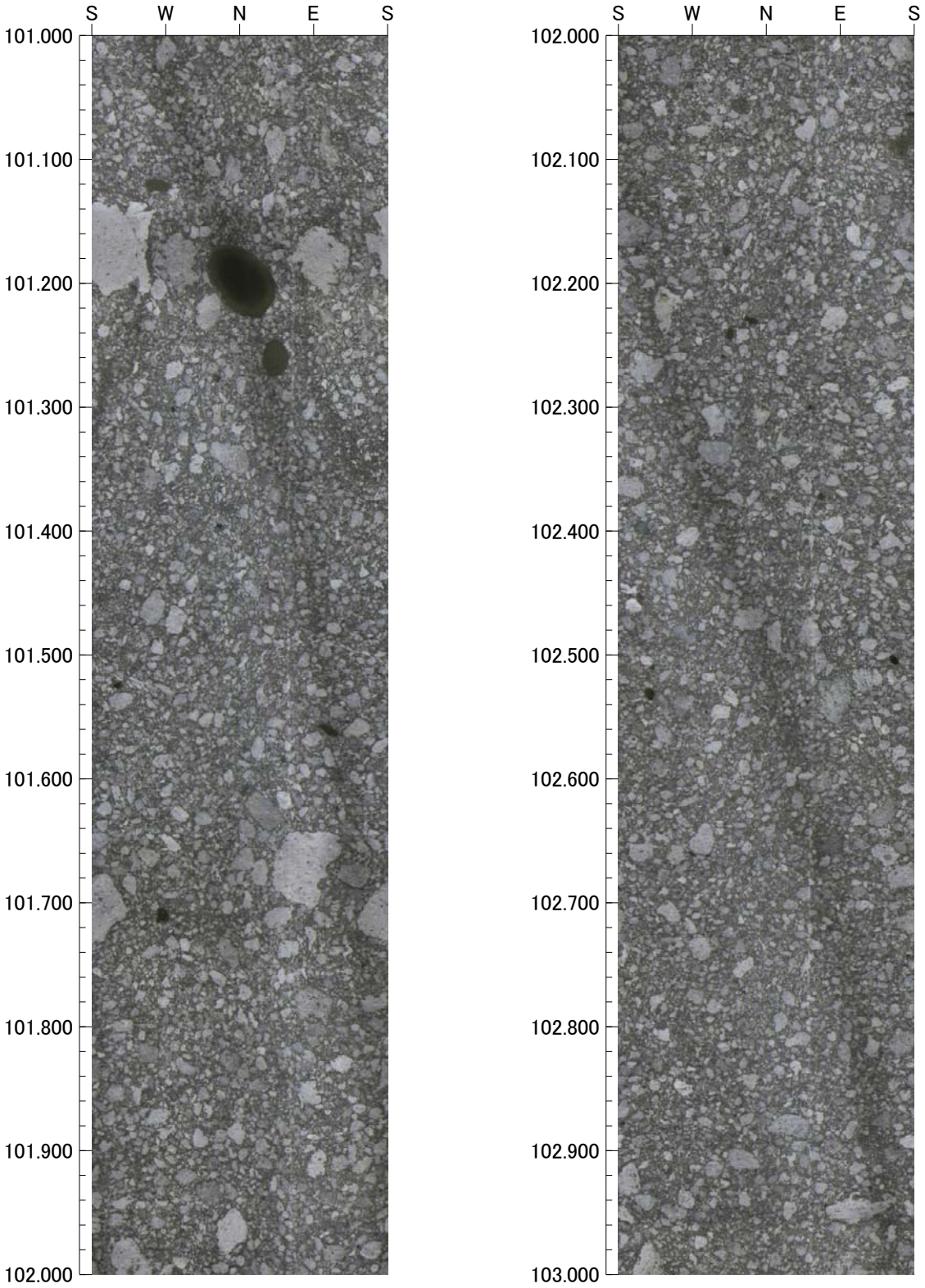


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

101.000m - 103.000m

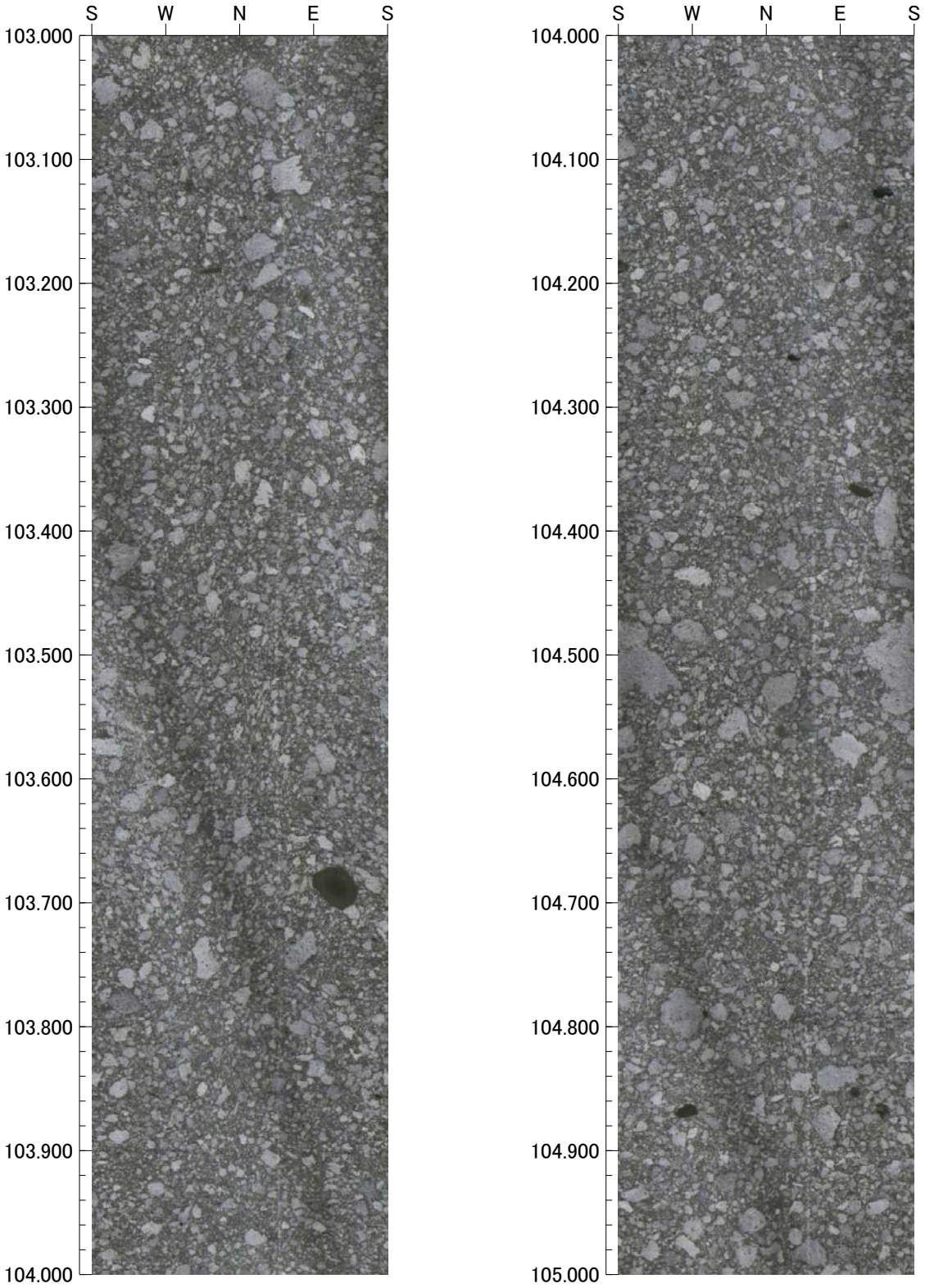


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

103.000m - 105.000m

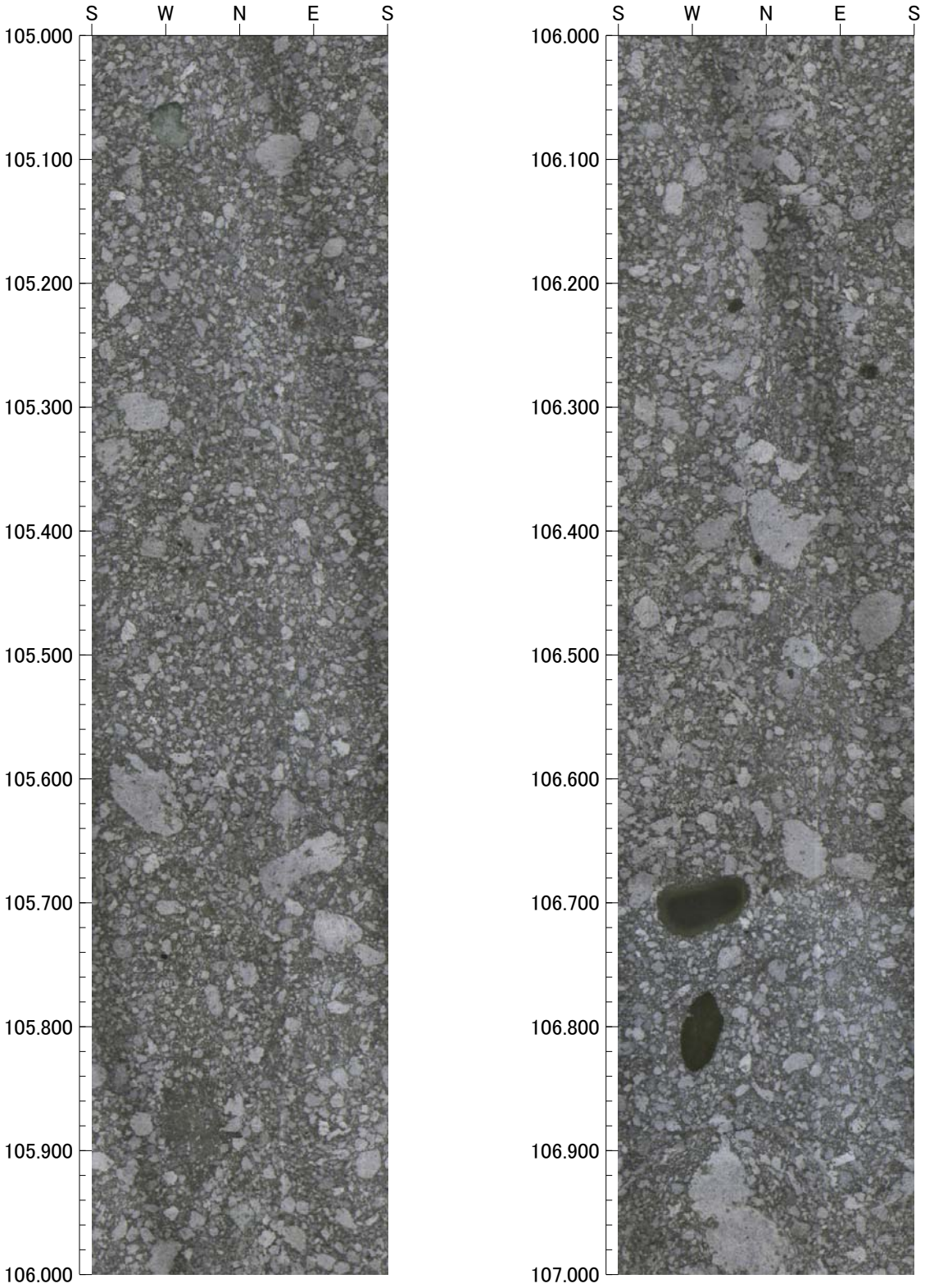


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

105.000m - 107.000m

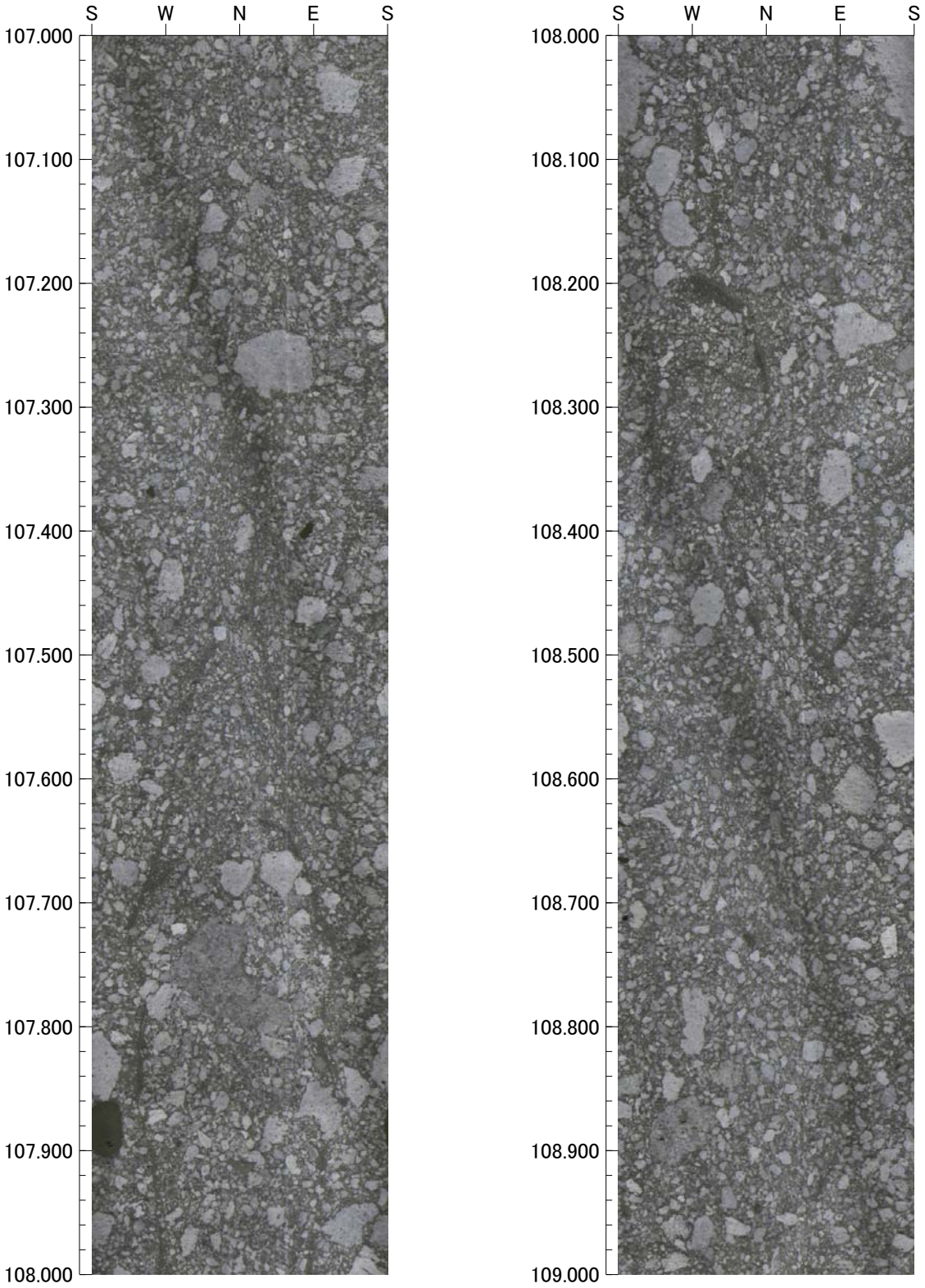


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

107.000m - 109.000m

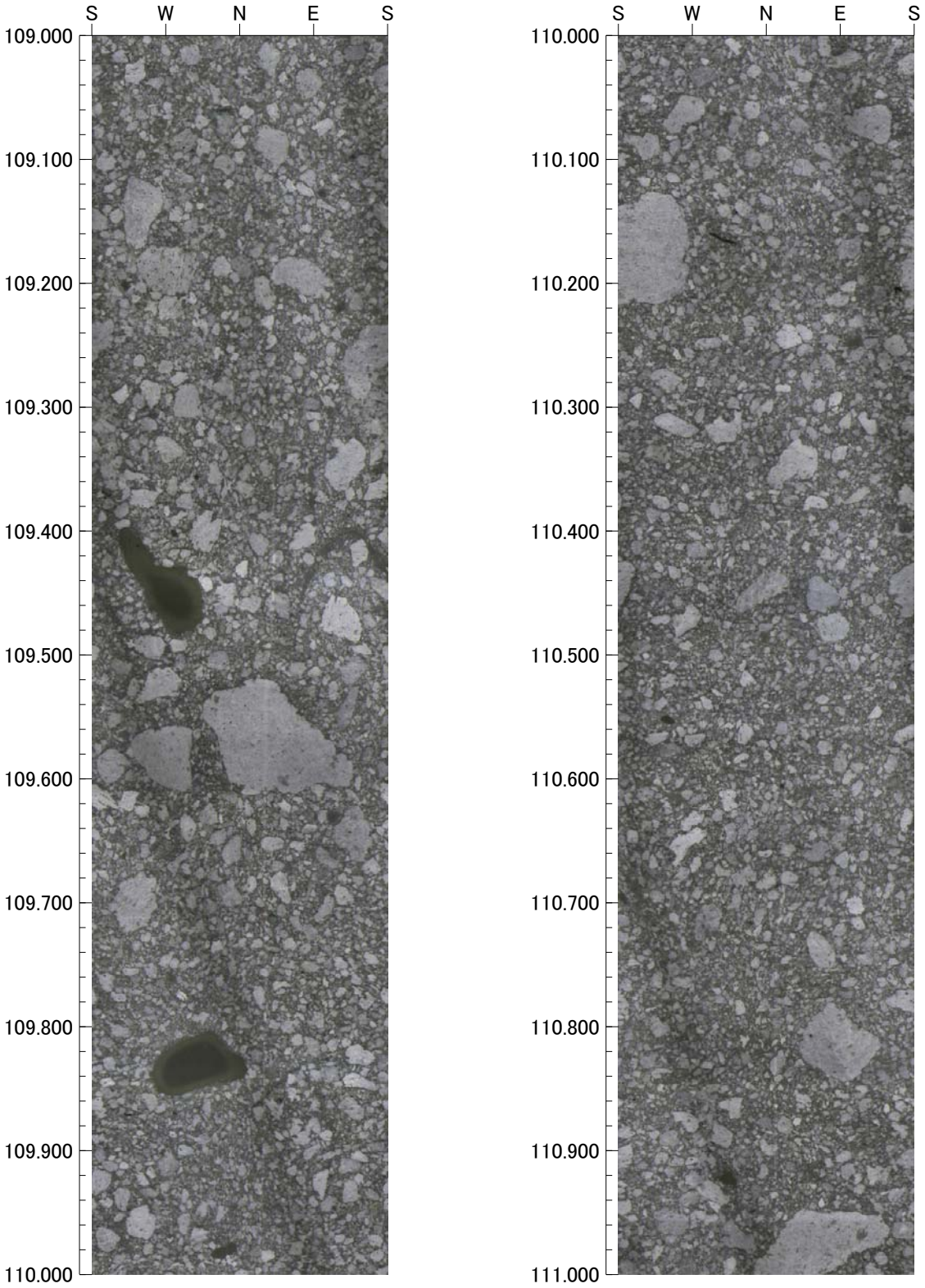


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

109.000m - 111.000m

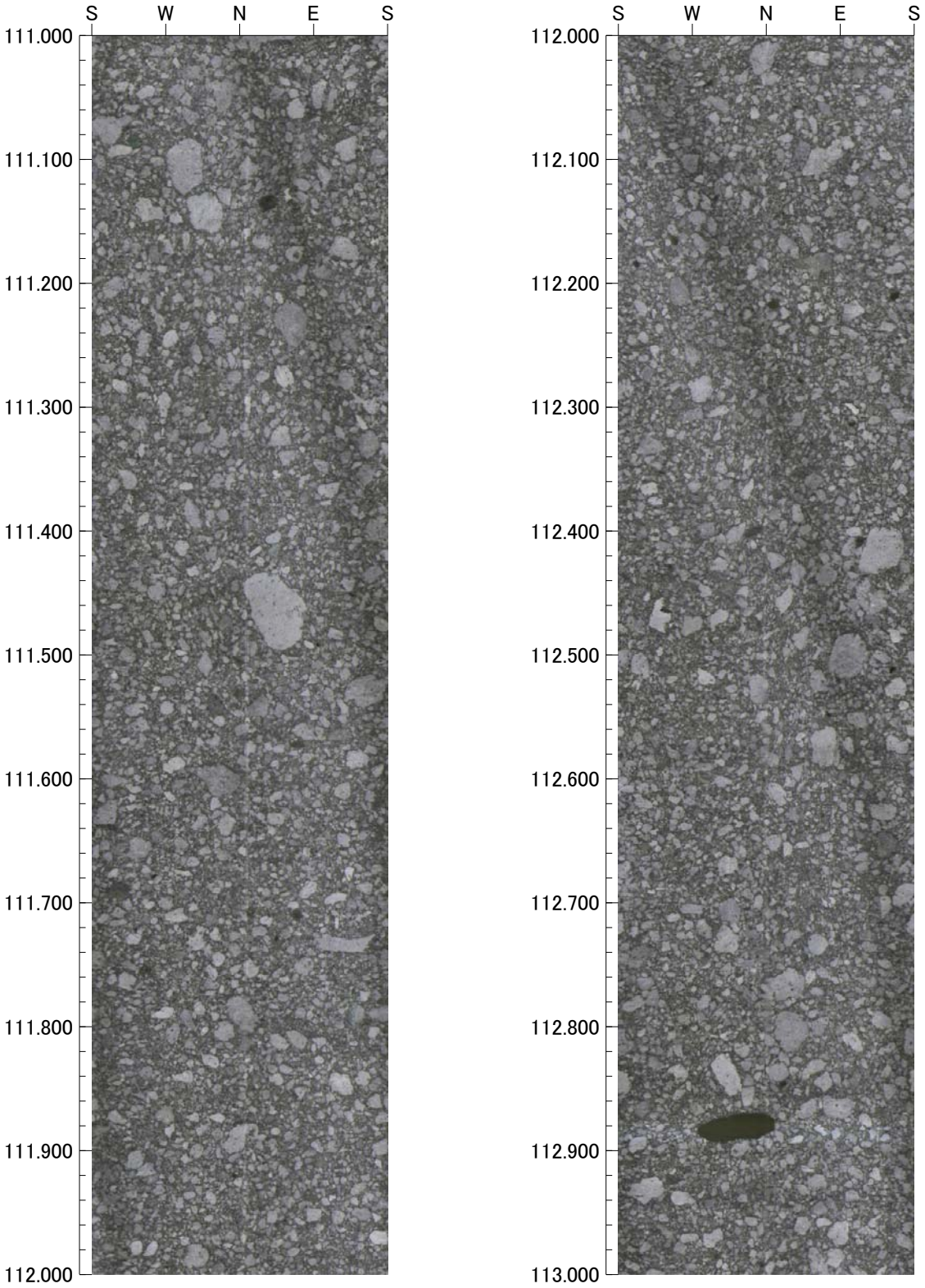


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

111.000m - 113.000m

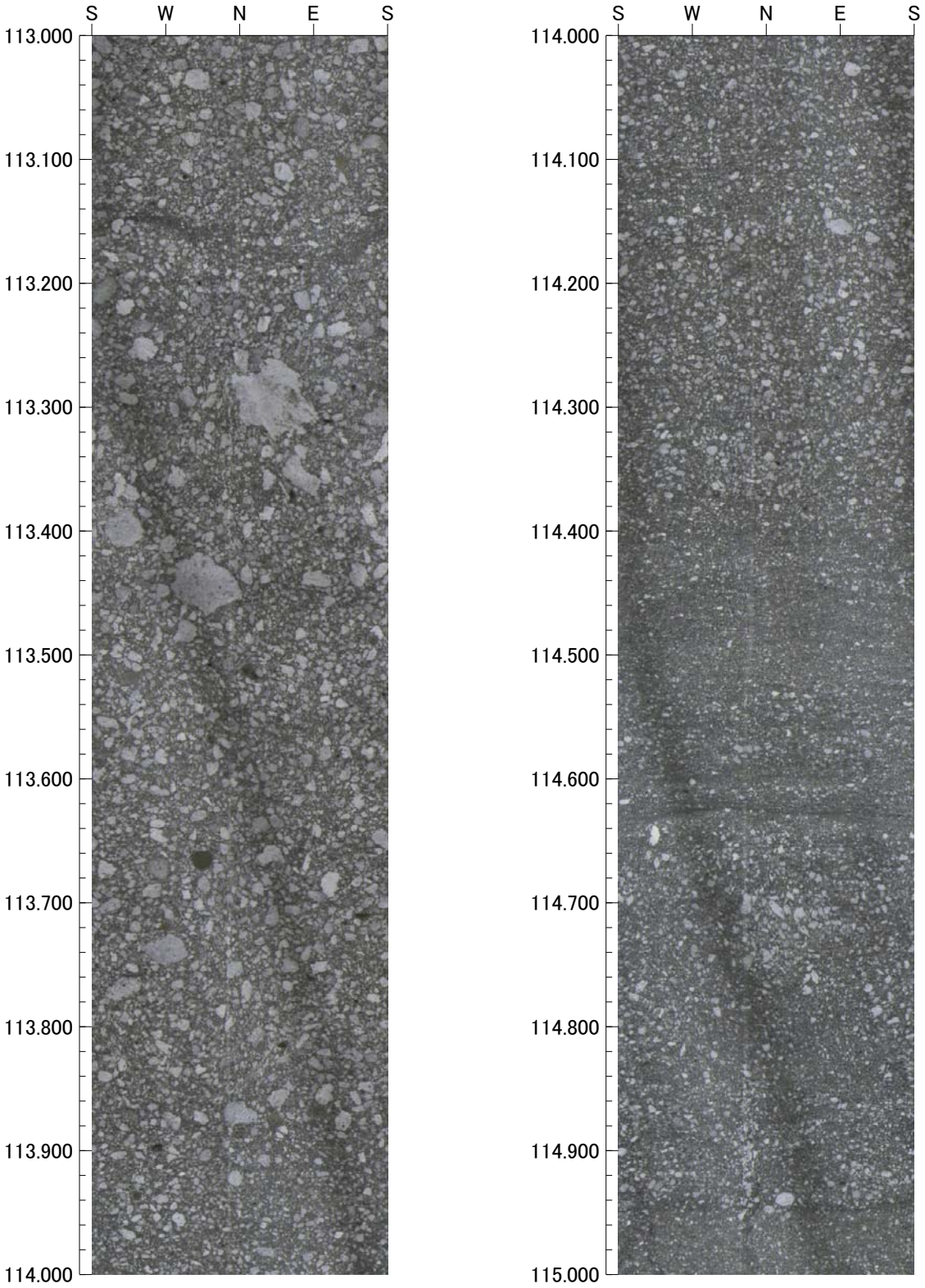


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

113.000m - 115.000m

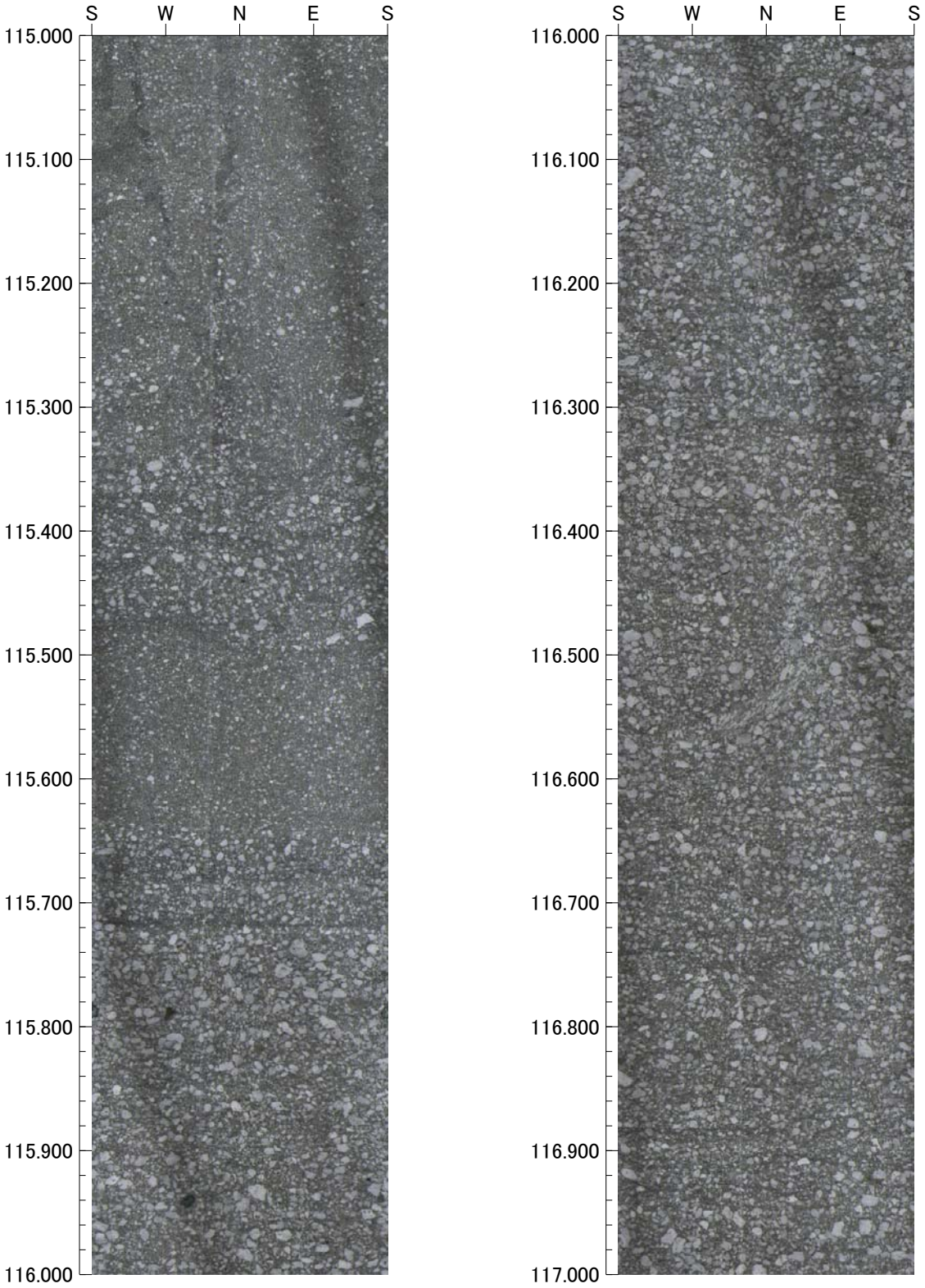


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

115.000m - 117.000m

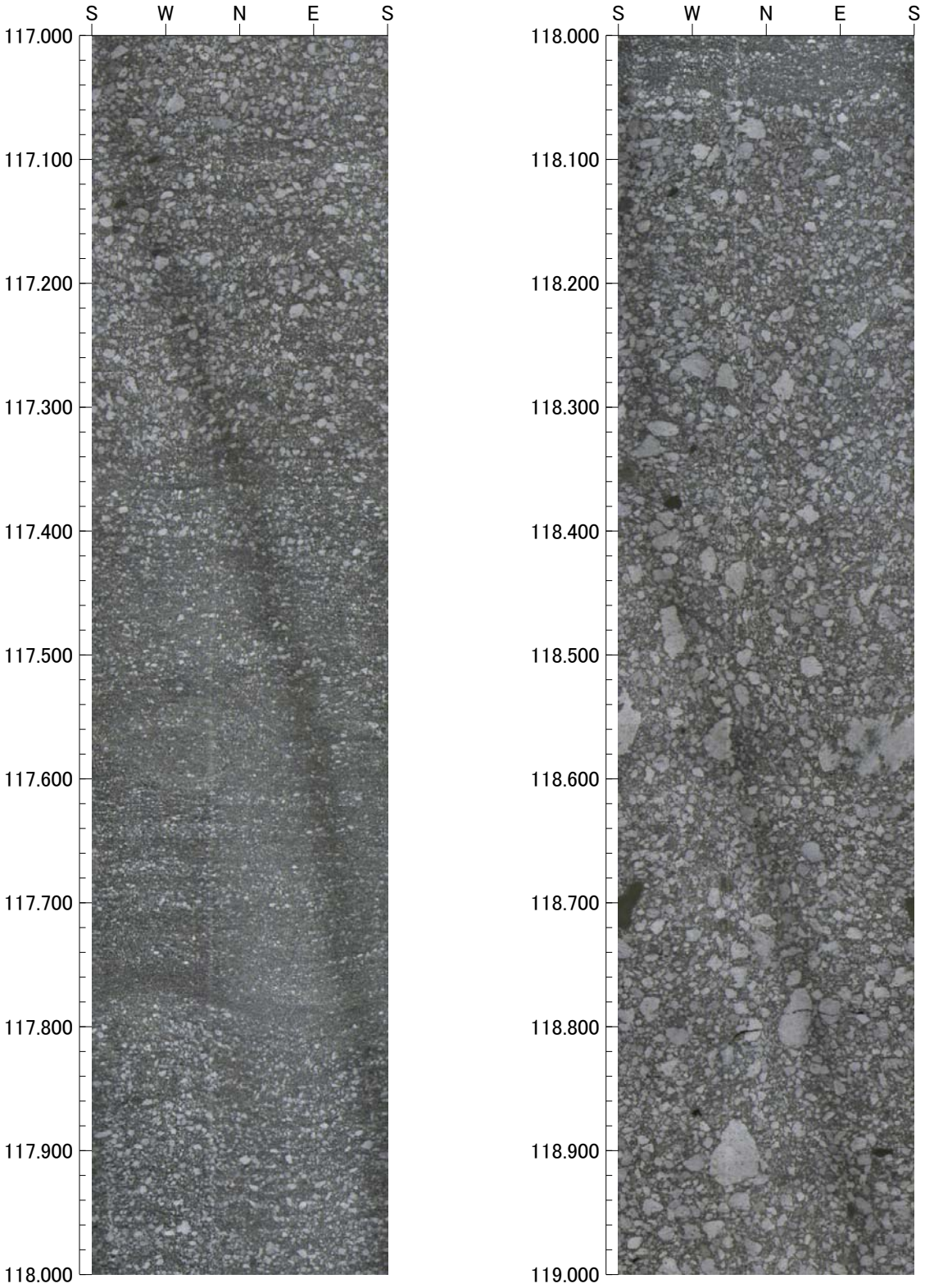


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

117.000m - 119.000m

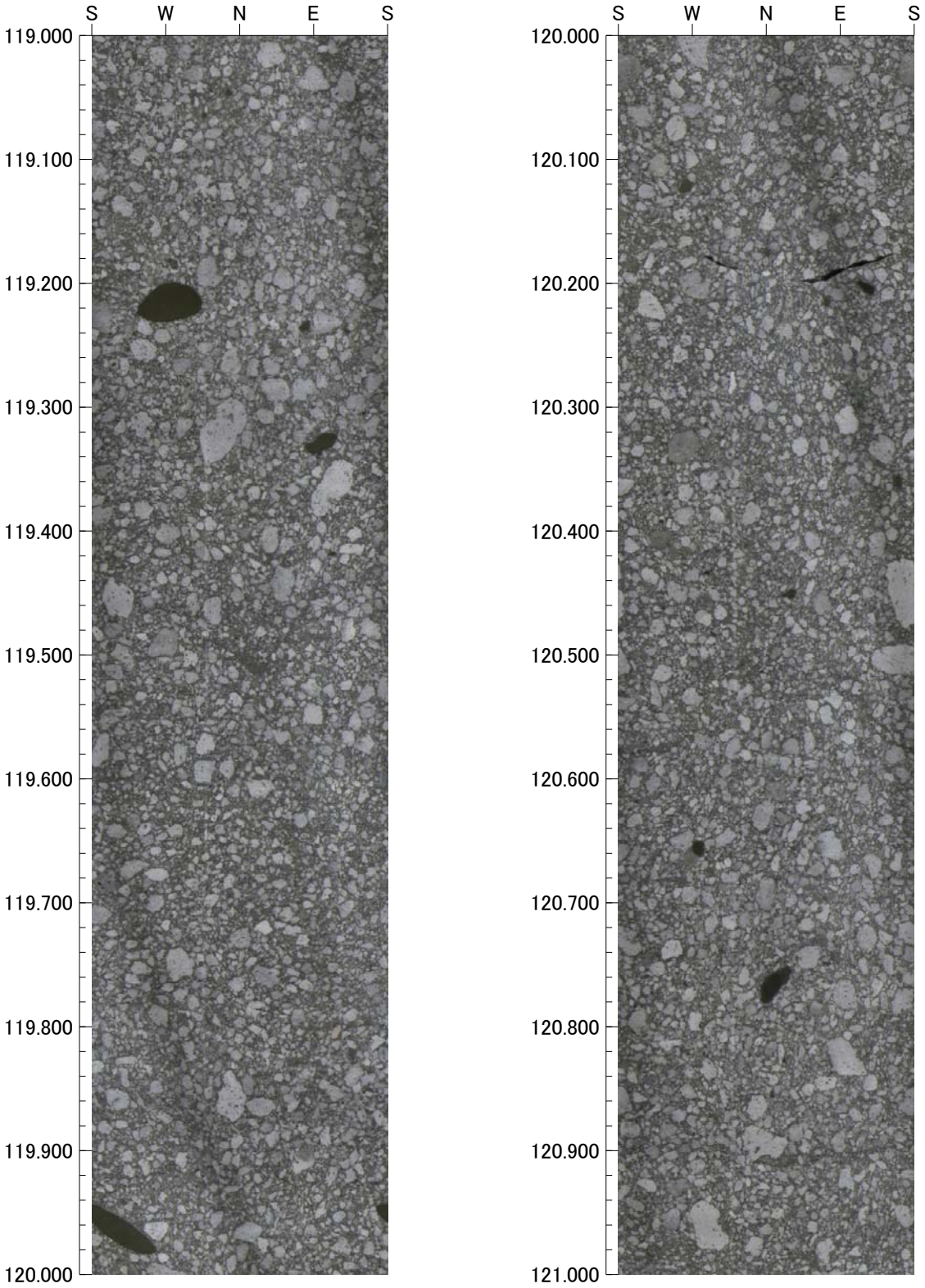


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

119.000m - 121.000m

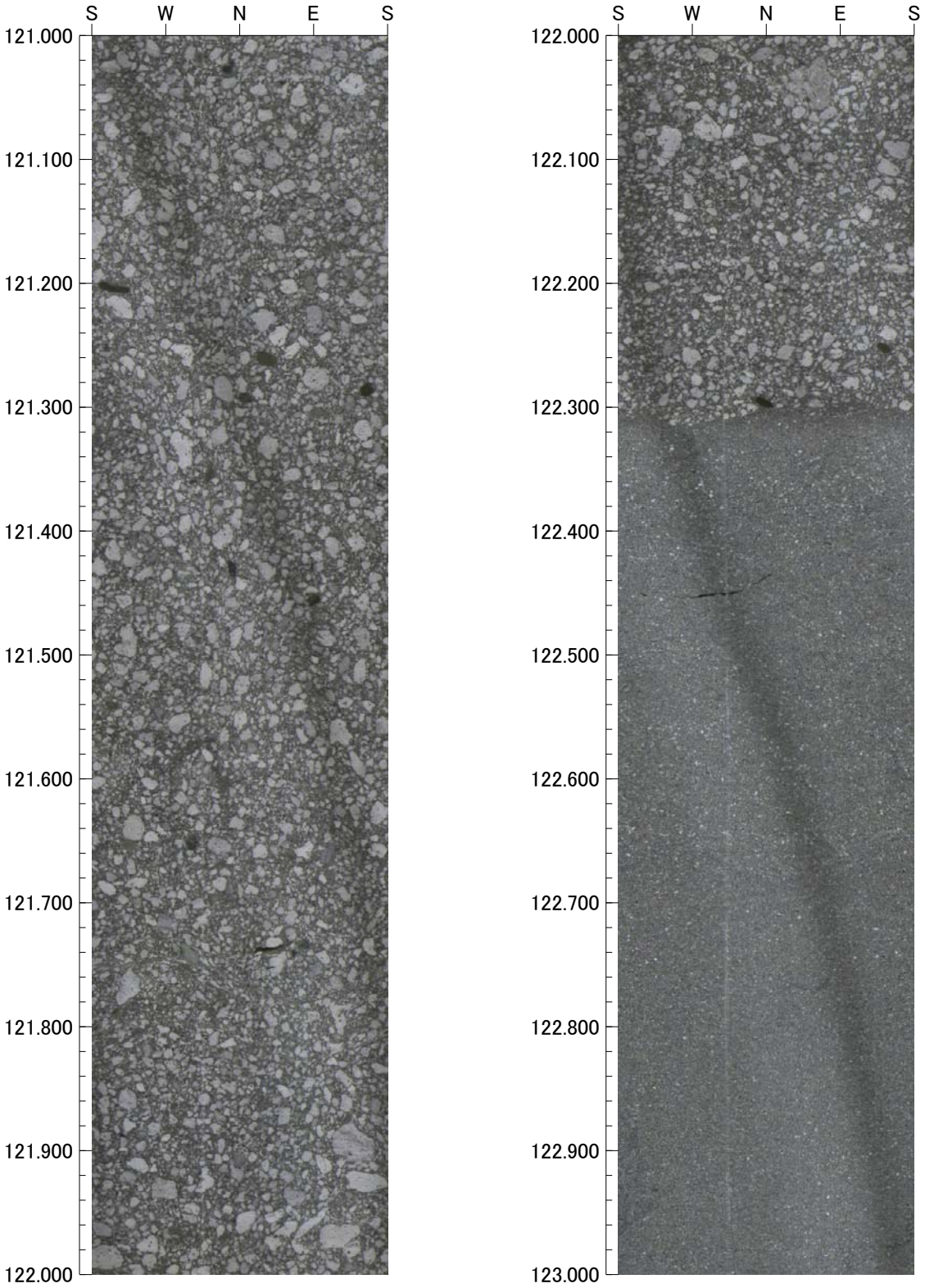


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

121.000m - 123.000m

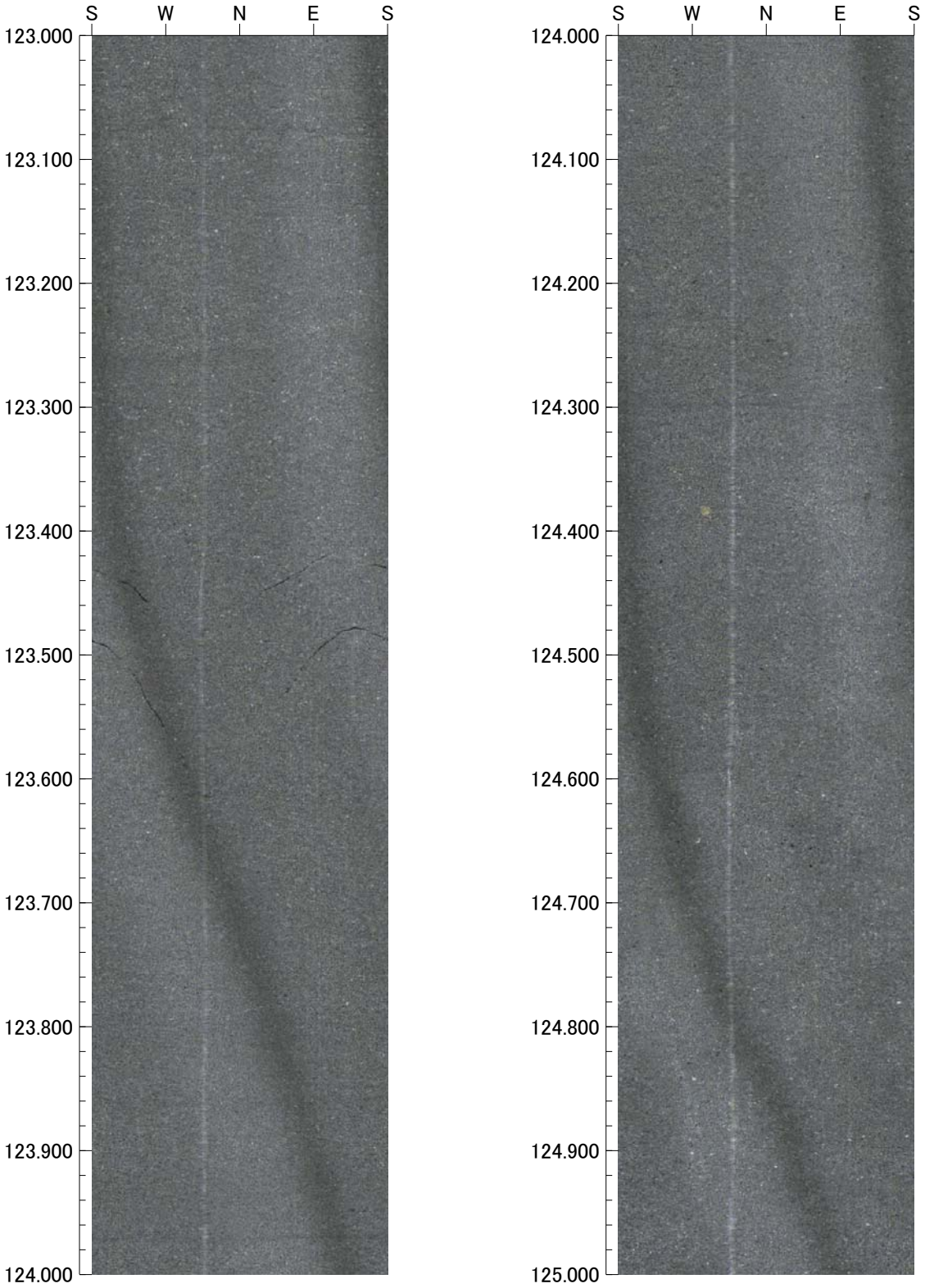


0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

タイトル：件名：令和2年度 地下環境を把握するための初期地圧測定技術孔方位： 0 孔傾斜： -90
孔番：TI1-850

123.000m - 125.000m



0 0 0

倍率：1/5 アスペクト：100%

6. 低圧岩盤透水試験データ

JGS1322	注水による岩盤の透水試験						
調査件名	令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備					試験年月日	2020/08/27
孔名	TI1-850			孔口標高(EL.m)	-74.68	試験番号	1
孔口座標 X	107,386.36	Y	43,695.68	方位角(°)	0	仰角(°)	-90

試験条件

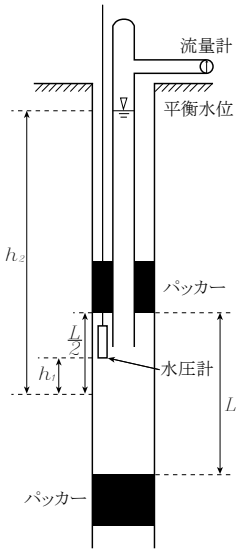
試験区間の深さ[上端～下端] GL.-m	34.00	～	39.00
試験区間の標高[上端～下端] EL.m	-108.68	～	-113.68

試験区間の長さ L m	5.00	試験区間の孔径 D mm	101
流量の測定方法	電磁流量計	水の単位体積重量 γ_w N/m^3	9.80665E-03
水圧計深さ GL.-m	32.00	水圧計標高 EL.m	-106.68
試験区間中央深さ GL.-m	36.50	試験区間中央標高 EL.m	-111.18
孔内水位深さ GL.m	口元湧水	孔内水位標高 EL.m	－
試験区間平衡水位 GL.m	25.47	試験区間平衡水位 EL.m	-49.21
水圧計と試験区間中央の高さの差 h_1 m	4.50	平衡水位と試験区間中央の高さの差 h_2 m	61.97

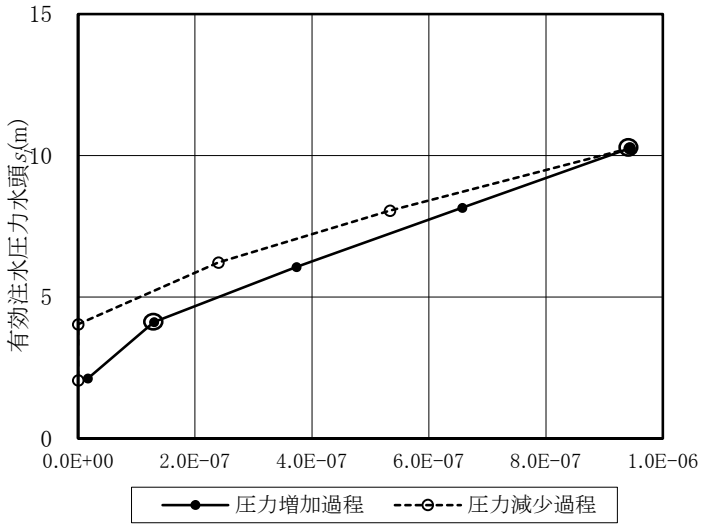
地層	鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T2pt)
層相	軽石凝灰岩(Tpt2)
風化区分	新鮮
N値区分	-
地質備考	軽石凝灰岩(Tpt2)

試験記録

圧力段階	注水圧力 kPa	平衡水位と水圧計の高さの差 m	注水管の損失水頭 m	有効注水圧力水頭 m	注水流量 L/min					平均注水流量 L/min	測定注水流量 m^3/s
	P_i	h_1-h_2	h_3	s_i	1	2	3	4	5	Q_i	
1	584.46	-57.47	0.00	2.13	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010	1.67E-08
2	603.98	-57.47	0.00	4.12	0.0080	0.0080	0.0070	0.0080	0.0080	0.0078	1.30E-07
3	623.02	-57.47	0.00	6.06	0.0220	0.0230	0.0220	0.0220	0.0230	0.0224	3.73E-07
4	643.58	-57.47	0.00	8.16	0.0400	0.0390	0.0390	0.0400	0.0390	0.0394	6.57E-07
5	664.20	-57.47	0.00	10.26	0.0570	0.0560	0.0570	0.0570	0.0560	0.0566	9.43E-07
6	642.58	-57.47	0.00	8.05	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	5.33E-07
7	624.58	-57.47	0.00	6.22	0.0140	0.0140	0.0140	0.0150	0.0150	0.0144	2.40E-07
8	603.20	-57.47	0.00	4.04	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00E+00
9	583.80	-57.47	0.00	2.06	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00E+00
					＊降圧時の最後の2段階は逆流のため、0L/minとした。						



試験装置の構造



試験結果

透水係数を算出した圧力段階		有効注水圧力水頭 s_i m	測定注水流量 Q_i m^3/s	注水圧力の増加過程における直線部分の傾き a s/m^2	$a = \frac{\Delta s}{\Delta Q}$
低圧側	2	4.12	1.30E-07	7.55E+06	$k = \frac{1}{2\pi La}\ln\left(\frac{2L}{D}\right)$
高圧側	5	10.26	9.43E-07		
透水係数 m/s			**1.94E-08**		
最大有効注水圧力水頭 m			10.26		

備考

注水管の内径(mm)	27	パッカ種類	ダブルパッカ
平衡水位測定方法	閉鎖系	平衡水位測定時間(h)	20.0

JGS1322	注水による岩盤の透水試験						
調査件名	令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備					試験年月日	2020/08/27
孔名	TI1-850			孔口標高(EL.m)	-74.68	試験番号	1
孔口座標 X	107,386.36	Y	43,695.68	方位角(°)	0	仰角(°)	-90

試験条件

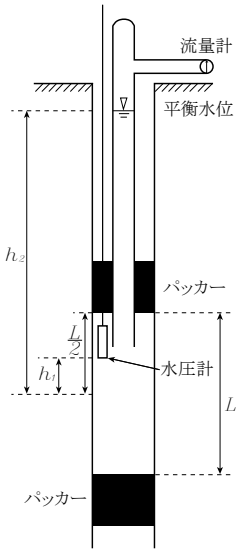
試験区間の深さ[上端～下端] GL.-m	73.00	～	78.00
試験区間の標高[上端～下端] EL.m	-147.68	～	-152.68

試験区間の長さ L m	5.00	試験区間の孔径 D mm	87
流量の測定方法	電磁流量計	水の単位体積重量 γ_w N/m^3	9.80665E-03
水圧計深さ GL.-m	71.00	水圧計標高 EL.m	-145.68
試験区間中央深さ GL.-m	75.50	試験区間中央標高 EL.m	-150.18
孔内水位深さ GL.m	口元湧水	孔内水位標高 EL.m	－
試験区間平衡水位 GL.m	33.49	試験区間平衡水位 EL.m	-41.19
水圧計と試験区間中央の高さの差 h_1 m	4.50	平衡水位と試験区間中央の高さの差 h_2 m	108.99

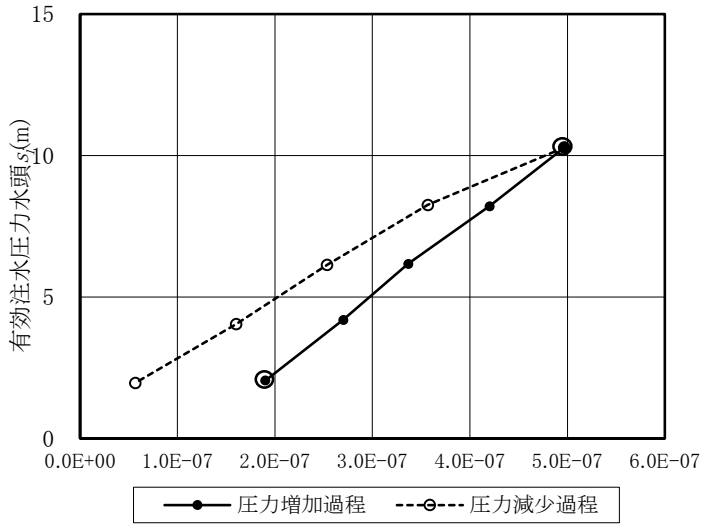
地層	鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T2pt)
層相	砂質軽石凝灰岩(Tspt2)
風化区分	新鮮
N値区分	-
地質備考	砂質軽石凝灰岩(Tspt2)

試験記録

圧力段階	注水圧力 kPa	平衡水位と水圧計の高さの差 m	注水管の損失水頭 m	有効注水圧力水頭 m	注水流量 L/min					平均注水流量 L/min	測定注水流量 m^3/s
	P_i	h_1-h_2	h_3	s_i	1	2	3	4	5	Q_i	
1	1,044.85	-104.49	0.00	2.06	0.0110	0.0120	0.0110	0.0120	0.0110	0.0114	1.90E-07
2	1,065.85	-104.49	0.00	4.20	0.0160	0.0160	0.0160	0.0170	0.0160	0.0162	2.70E-07
3	1,085.25	-104.49	0.00	6.18	0.0200	0.0210	0.0200	0.0200	0.0200	0.0202	3.37E-07
4	1,105.21	-104.49	0.00	8.21	0.0260	0.0250	0.0250	0.0250	0.0250	0.0252	4.20E-07
5	1,125.57	-104.49	0.00	10.29	0.0300	0.0300	0.0300	0.0290	0.0300	0.0298	4.97E-07
6	1,105.67	-104.49	0.00	8.26	0.0210	0.0210	0.0220	0.0210	0.0220	0.0214	3.57E-07
7	1,084.87	-104.49	0.00	6.14	0.0150	0.0150	0.0160	0.0150	0.0150	0.0152	2.53E-07
8	1,064.33	-104.49	0.00	4.04	0.0090	0.0100	0.0100	0.0100	0.0090	0.0096	1.60E-07
9	1,044.01	-104.49	0.00	1.97	0.0030	0.0040	0.0030	0.0030	0.0040	0.0034	5.67E-08
10											
11											



試験装置の構造



測定注水流量Q_i(m^3/s)

試験結果

透水係数を算出した圧力段階		有効注水圧力水頭 s_i m	測定注水流量 Q_i m^3/s	注水圧力の増加過程における直線部分の傾き a s/m^2	$a = \frac{\Delta s}{\Delta Q}$
低圧側	1	2.06	1.90E-07	2.68E+07	$k = \frac{1}{2\pi La}\ln\left(\frac{2L}{D}\right)$
高圧側	5	10.29	4.97E-07		
透水係数 m/s			**5.63E-09**		
最大有効注水圧力水頭 m			10.29		

備考

注水管の内径(mm)	27	パッカ種類	ダブルパッカ
平衡水位測定方法	閉鎖系	平衡水位測定時間(h)	20.0

JGS1322	注水による岩盤の透水試験						
調査件名	令和2年度地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備					試験年月日	2020/08/27
孔名	**TI1-850**			孔口標高(EL.m)	**-74.68**	試験番号	**1**
孔口座標 X	107,386.36	Y	43,695.68	方位角(°)	0	仰角(°)	-90

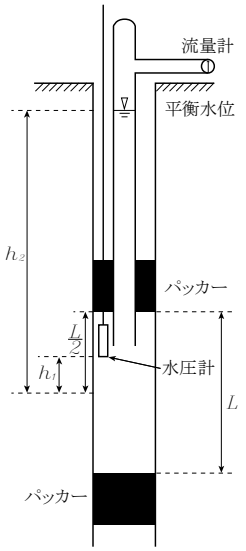
試験条件

試験区間の深さ[上端～下端] GL.-m	**86.00**	～	**91.00**		
試験区間の標高[上端～下端] EL.m	**-160.68**	～	**-165.68**		
試験区間の長さ L m	5.00	試験区間の孔径 D mm			87
流量の測定方法	電磁流量計	水の単位体積重量 γ_w N/m^3			9.80665E-03
水圧計深さ GL.-m	84.00	水圧計標高 EL.m			-158.68
試験区間中央深さ GL.-m	88.50	試験区間中央標高 EL.m			-163.18
孔内水位深さ GL.m	口元湧水	孔内水位標高 EL.m			－
試験区間平衡水位 GL.m	11.02	試験区間平衡水位 EL.m			-63.66
水圧計と試験区間中央の高さの差 h_1 m	4.50	平衡水位と試験区間中央の高さの差 h_2 m			99.52

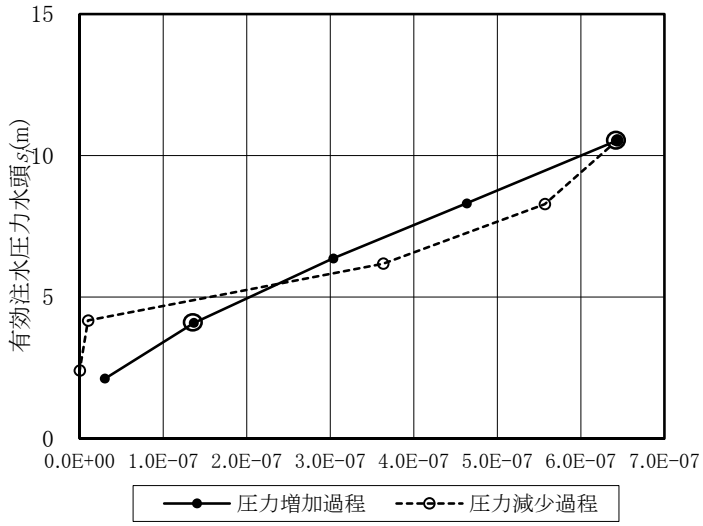
地層	鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T2pt)
層相	砂質軽石凝灰岩(Tspt2)
風化区分	新鮮
N値区分	-
地質備考	砂質軽石凝灰岩(Tspt2)

試験記録

圧力段階	注水圧力 kPa	平衡水位と水圧計の高さの差 m	注水管の損失水頭 m	有効注水圧力水頭 m	注水流量 L/min					平均注水流量 L/min	測定注水流量 m^3/s
	P_i	h_1-h_2	h_3	s_i	1	2	3	4	5	Q_i	
1	952.64	-95.02	0.00	2.12	0.0020	0.0010	0.0020	0.0020	0.0020	0.0018	3.00E-08
2	971.92	-95.02	0.00	4.09	0.0090	0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	0.0082	1.37E-07
3	994.26	-95.02	0.00	6.37	0.0180	0.0180	0.0190	0.0180	0.0180	0.0182	3.03E-07
4	1,013.34	-95.02	0.00	8.31	0.0280	0.0270	0.0280	0.0280	0.0280	0.0278	4.63E-07
5	1,035.14	-95.02	0.00	10.54	0.0390	0.0380	0.0390	0.0380	0.0390	0.0386	6.43E-07
6	1,013.04	-95.02	0.00	8.28	0.0320	0.0330	0.0340	0.0340	0.0340	0.0334	5.57E-07
7	992.44	-95.02	0.00	6.18	0.0230	0.0220	0.0200	0.0220	0.0220	0.0218	3.63E-07
8	972.78	-95.02	0.00	4.18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0010	0.0006	1.00E-08
9	955.38	-95.02	0.00	2.40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00E+00
					＊降圧時の最後の1段階は逆流のため、0L/minとした。						



試験装置の構造



試験結果

透水係数を算出した圧力段階		有効注水圧力水頭 s_i m	測定注水流量 Q_i m^3/s	注水圧力の増加過程における直線部分の傾き a s/m^2	$a = \frac{\Delta s}{\Delta Q}$
低圧側	2	4.09	1.37E-07	1.27E+07	$k = \frac{1}{2\pi La}\ln\left(\frac{2L}{D}\right)$
高圧側	5	10.54	6.43E-07		
透水係数 m/s			**1.19E-08**		
最大有効注水圧力水頭 m			10.54		

備考

注水管の内径(mm)	27	パッカ種類	ダブルパッカ
平衡水位測定方法	閉鎖系	平衡水位測定時間(h)	20.0

7. 初期地圧測定データ

（1）水圧破砕法 全測定結果 経時変化図

7.（1）水圧破砕法　全測定結果　経時変化図

（1）地圧算出深度

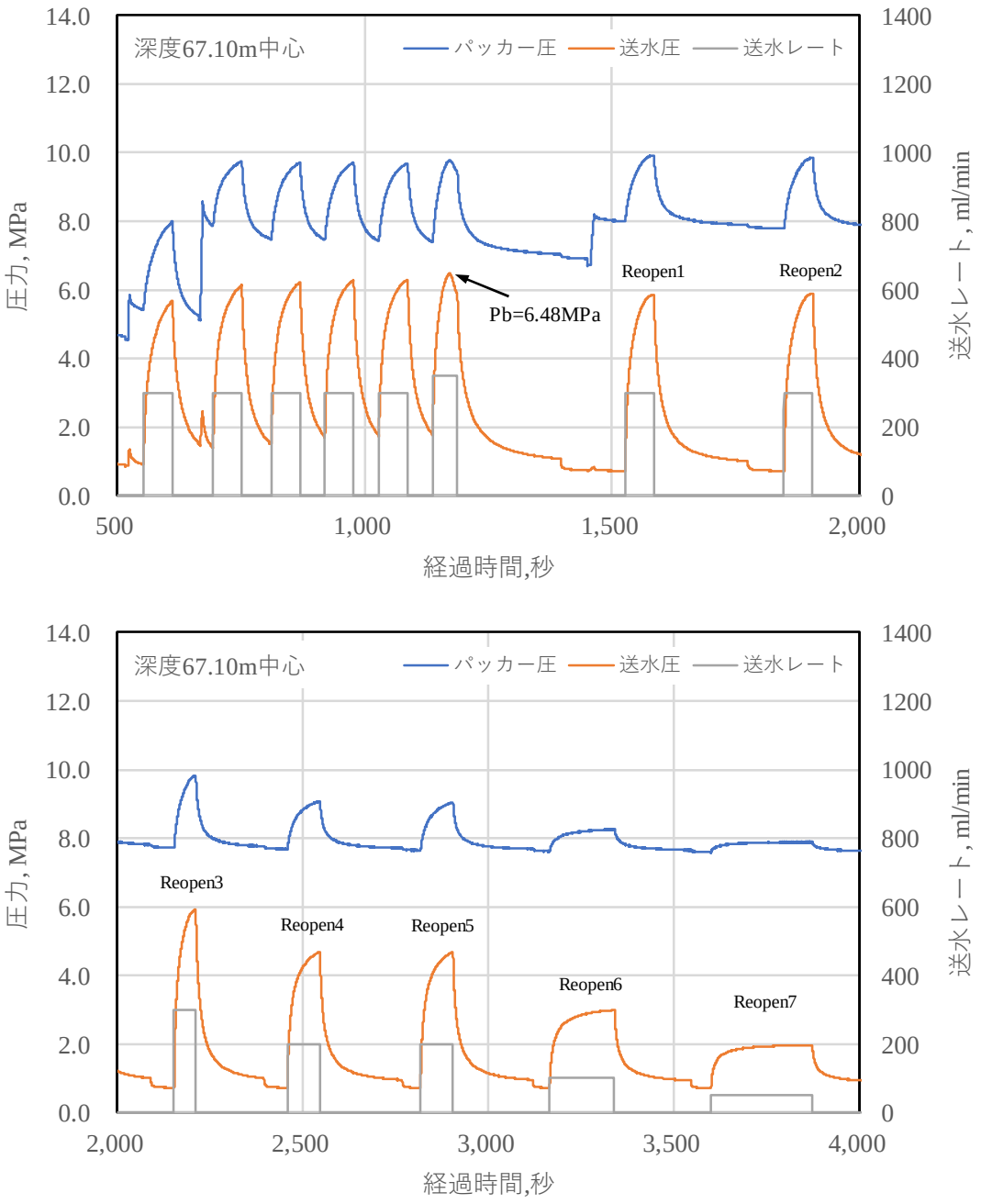


図 1　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 67.10m、軽石凝灰岩 Tpt2）

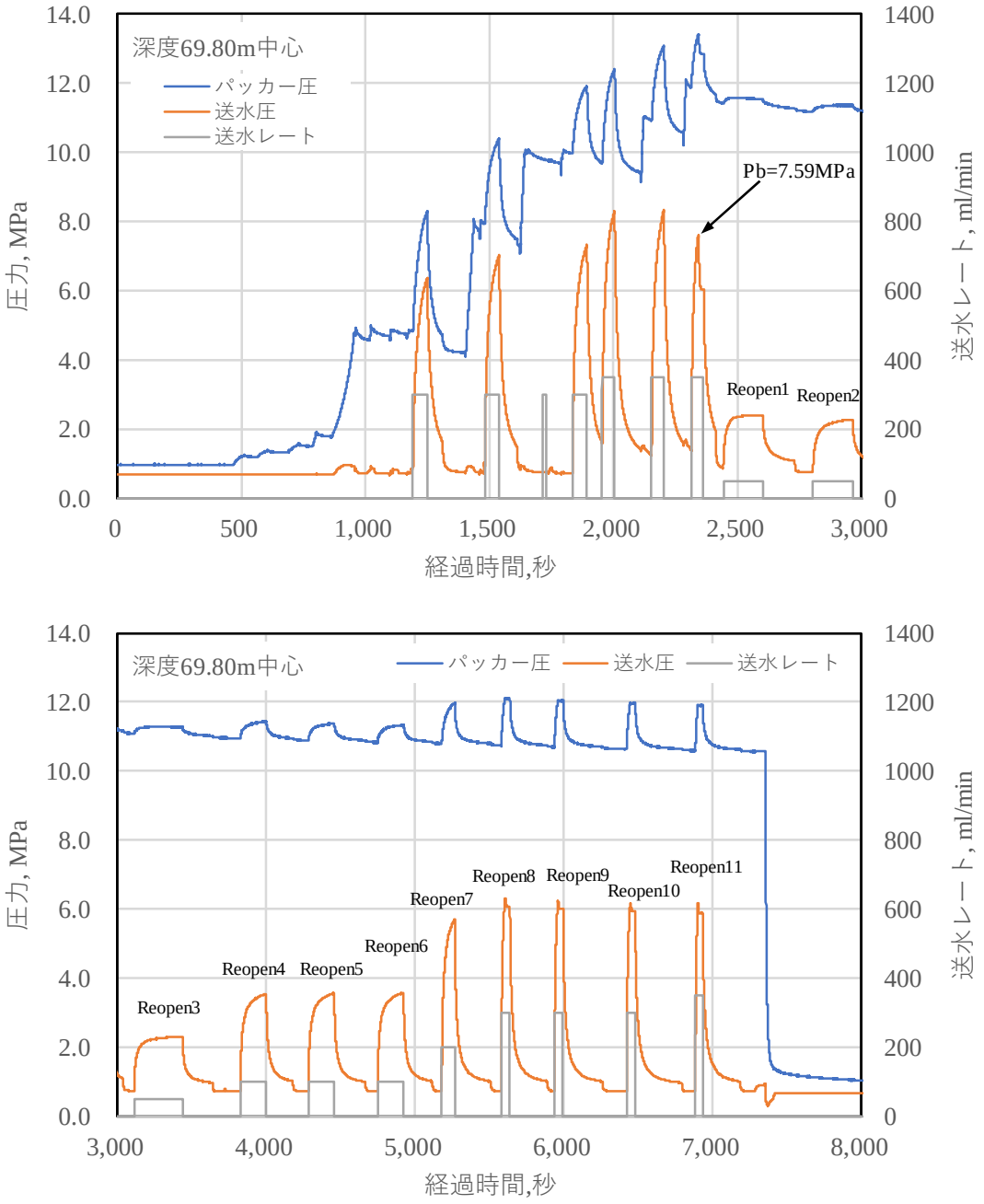


図 2　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 69.80m、軽石凝灰岩 Tpt2）

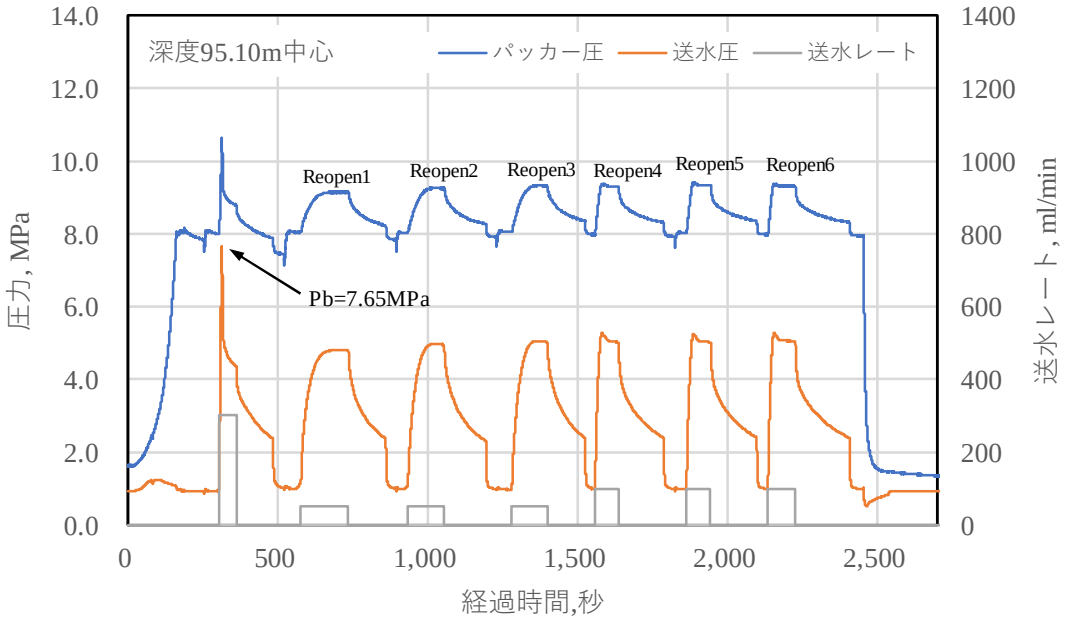


図 3　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 95.10m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

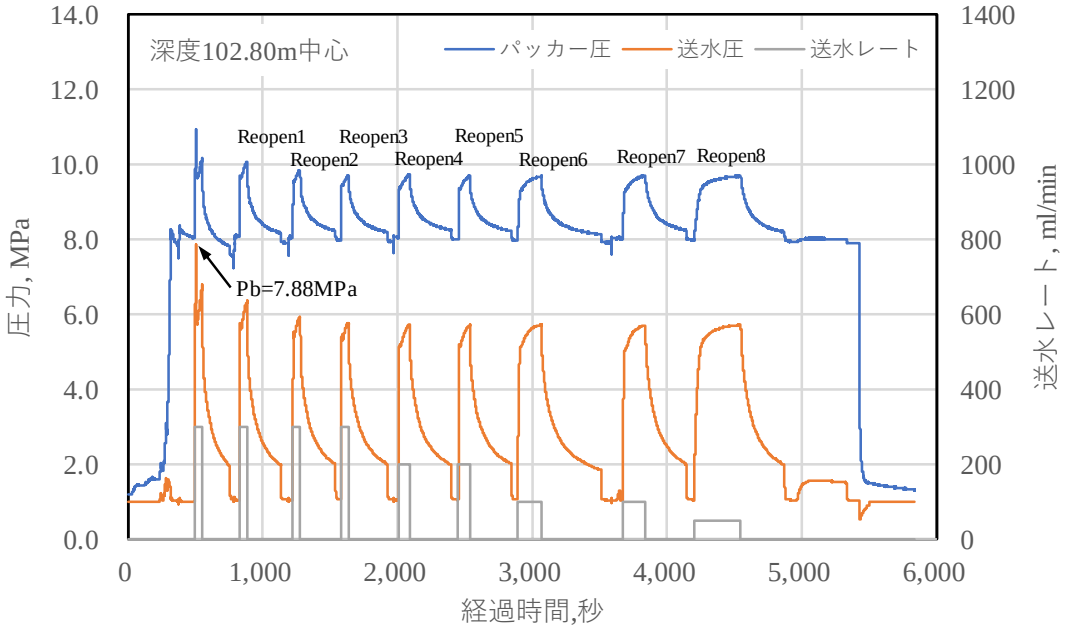


図 4　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 102.80m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

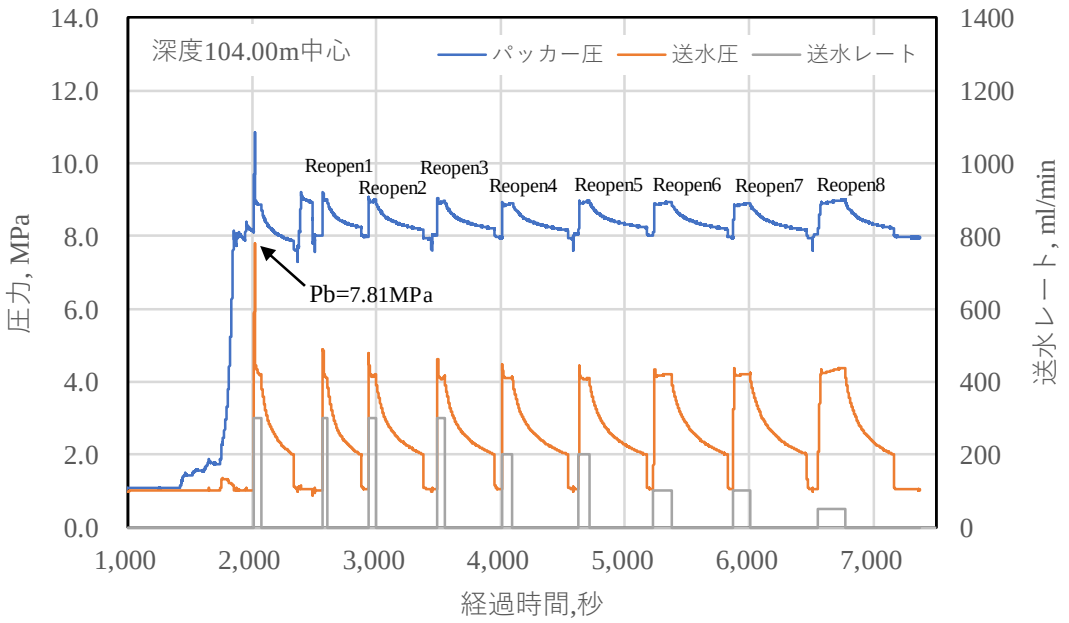


図 5　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 104.00m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

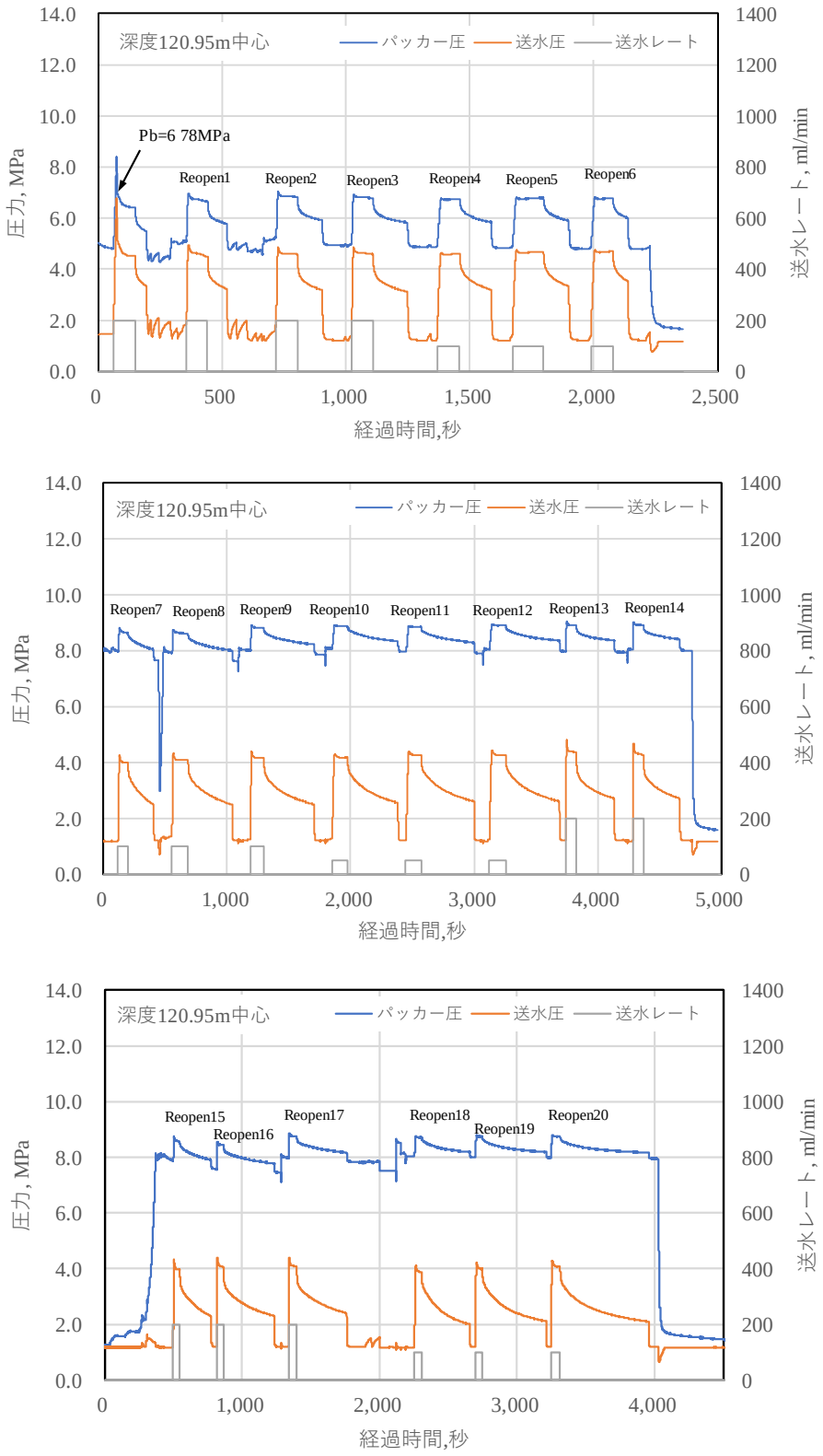
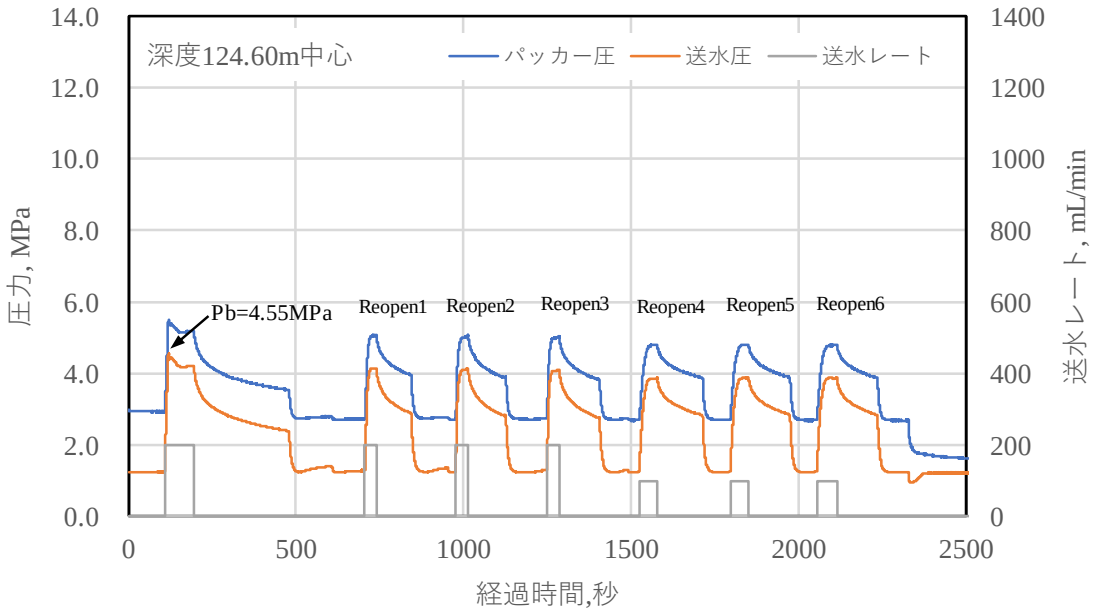


図 6　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 120.95m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）



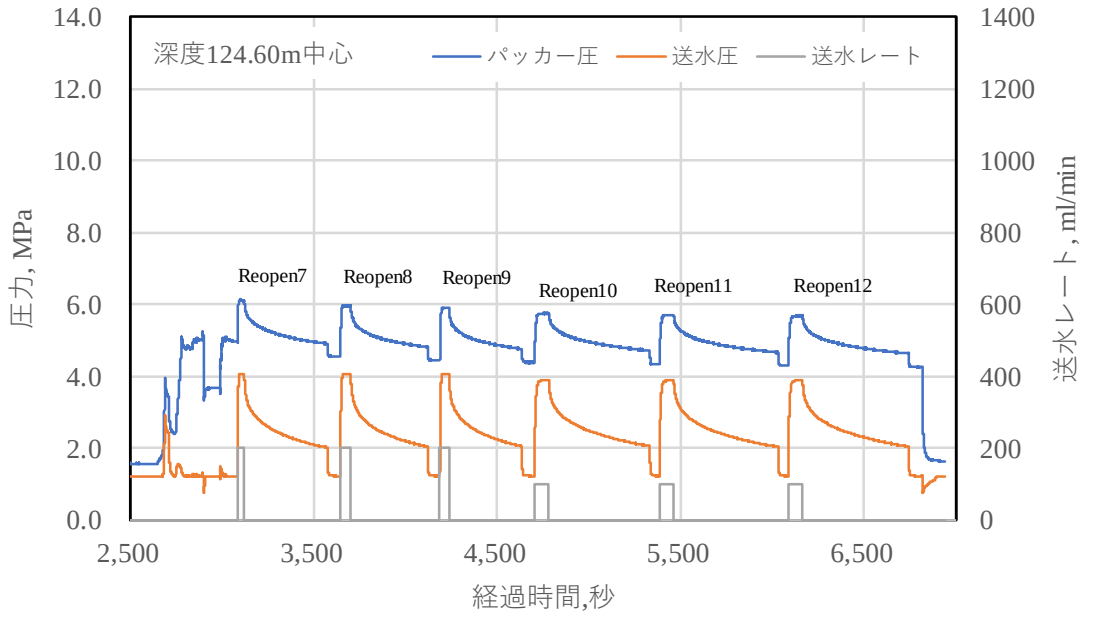


図 7　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 124.60m、軽石質砂岩 Tpps2）

（2）地圧算出不可深度

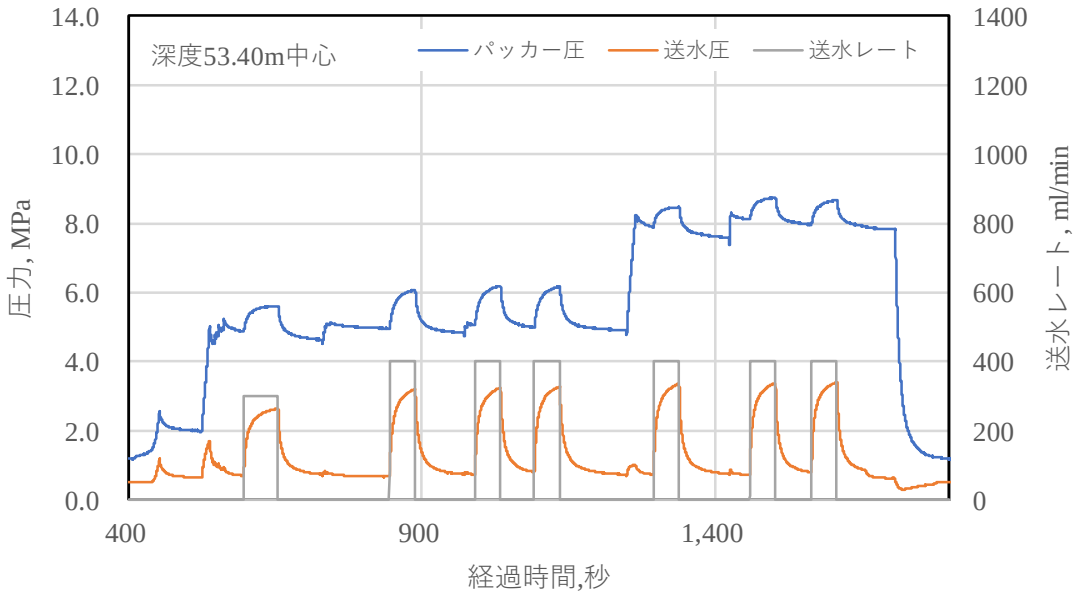


図 8　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 53.40m、軽石凝灰岩 Tpt2）

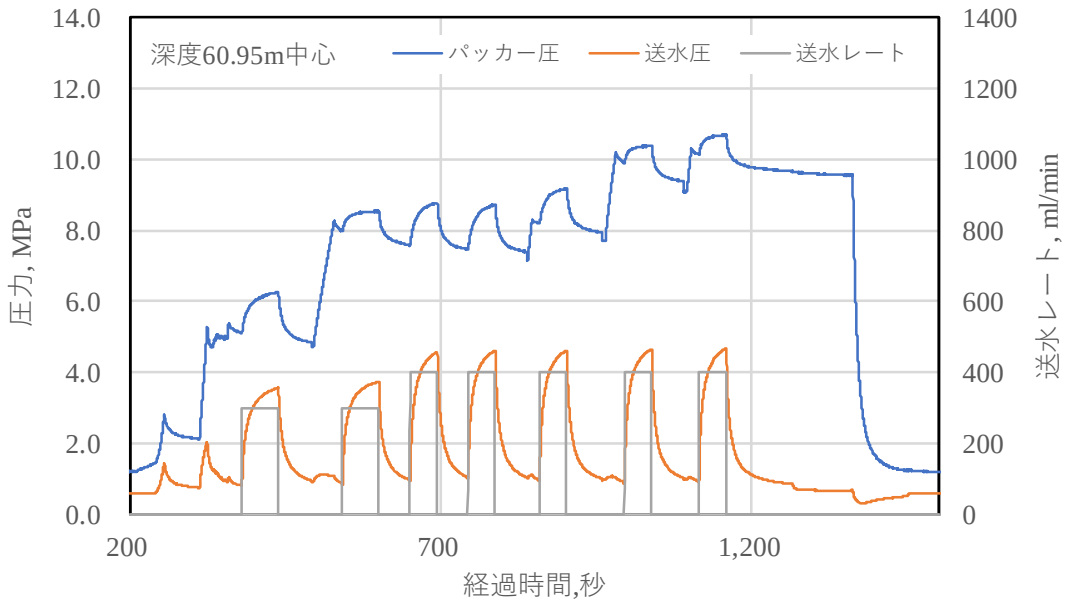


図 9　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 60.95m、軽石凝灰岩 Tpt2）

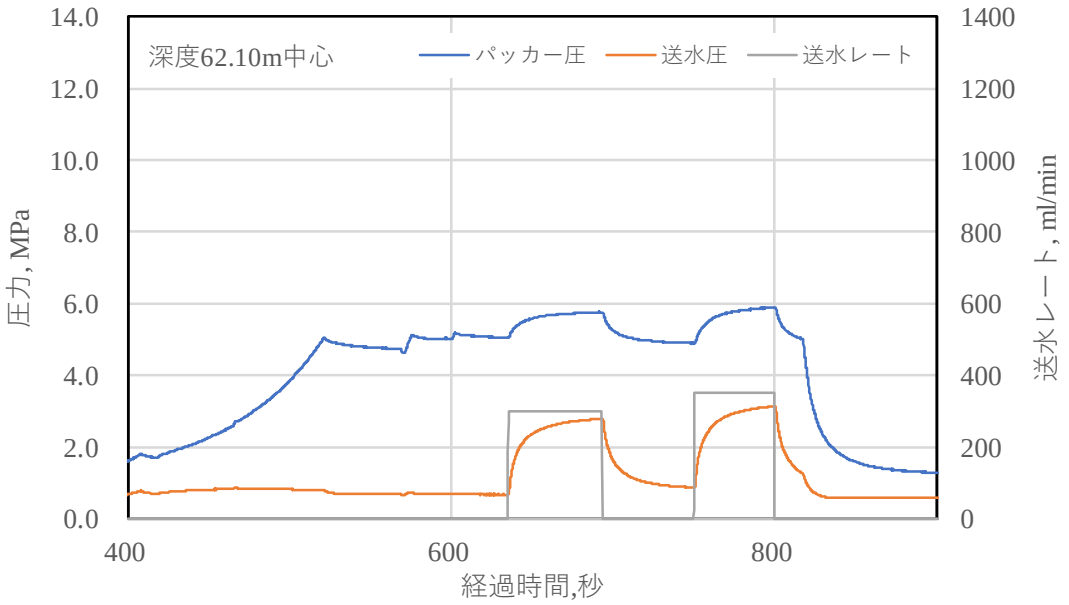


図 10　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 62.10m、軽石凝灰岩 Tpt2）

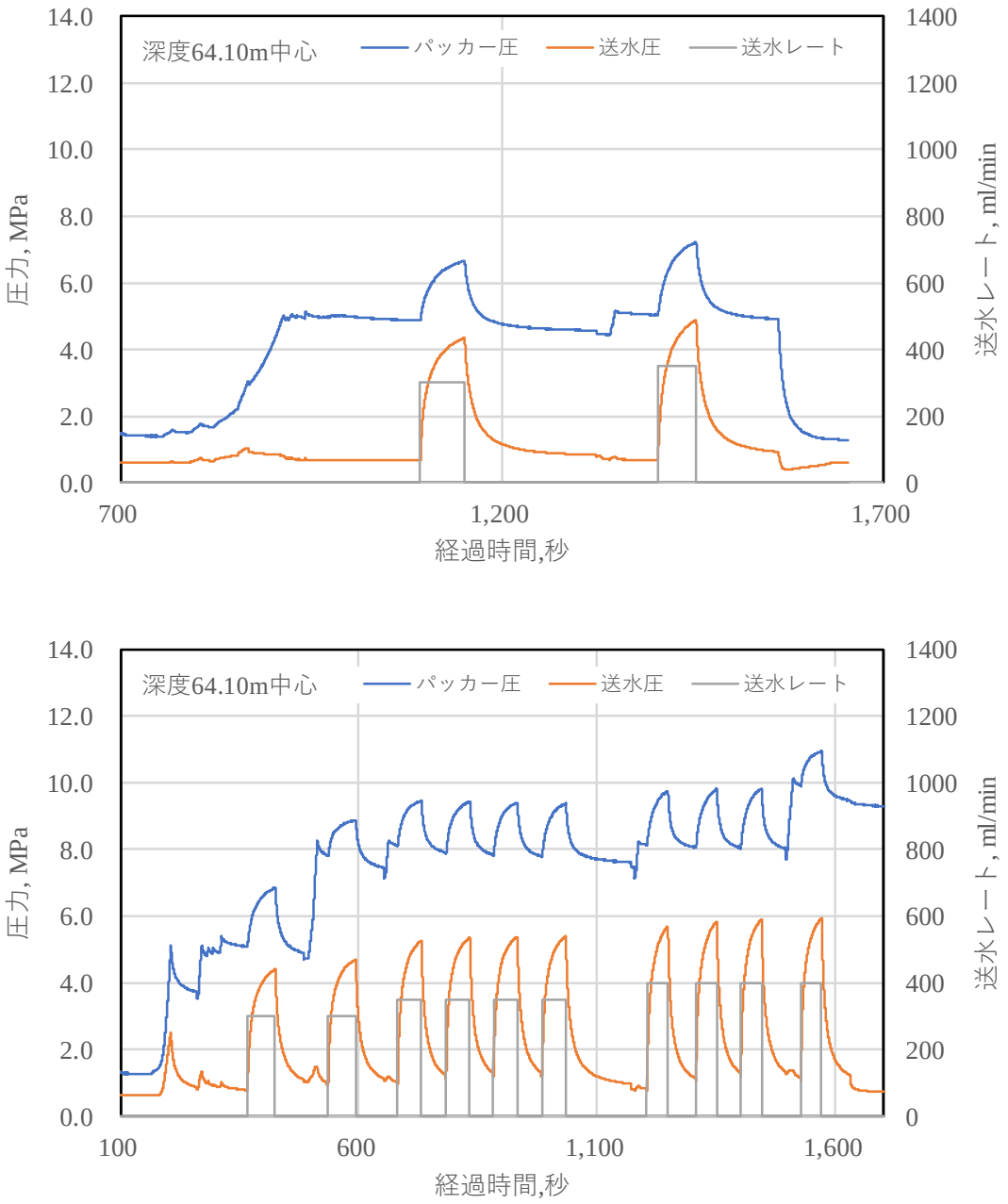


図 11　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 64.10m、軽石凝灰岩 Tpt2）

※同深度で 2 回試験を実施した（実施順に記載）。

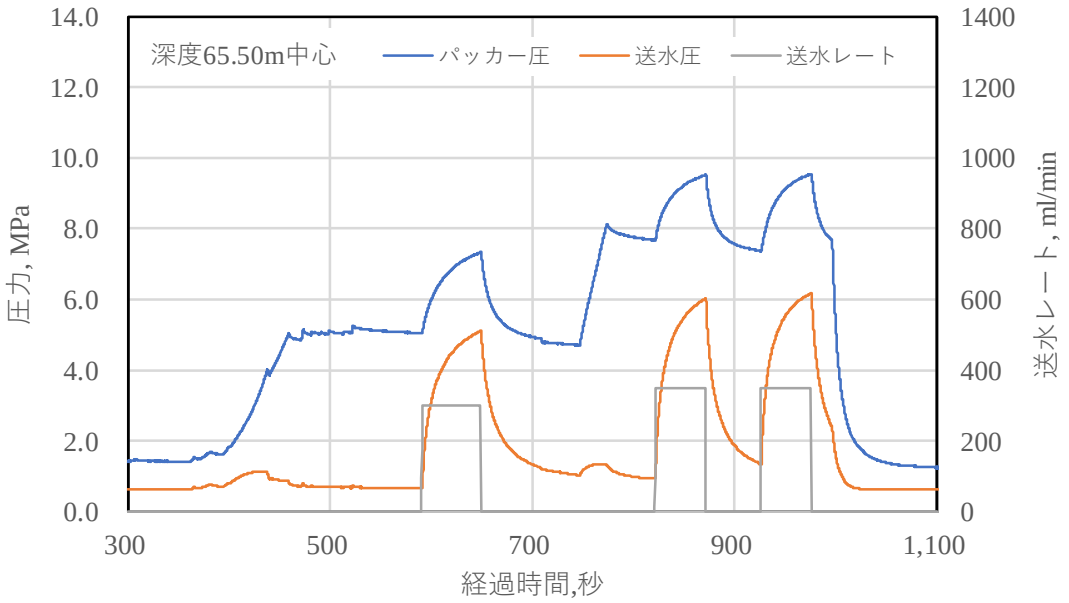
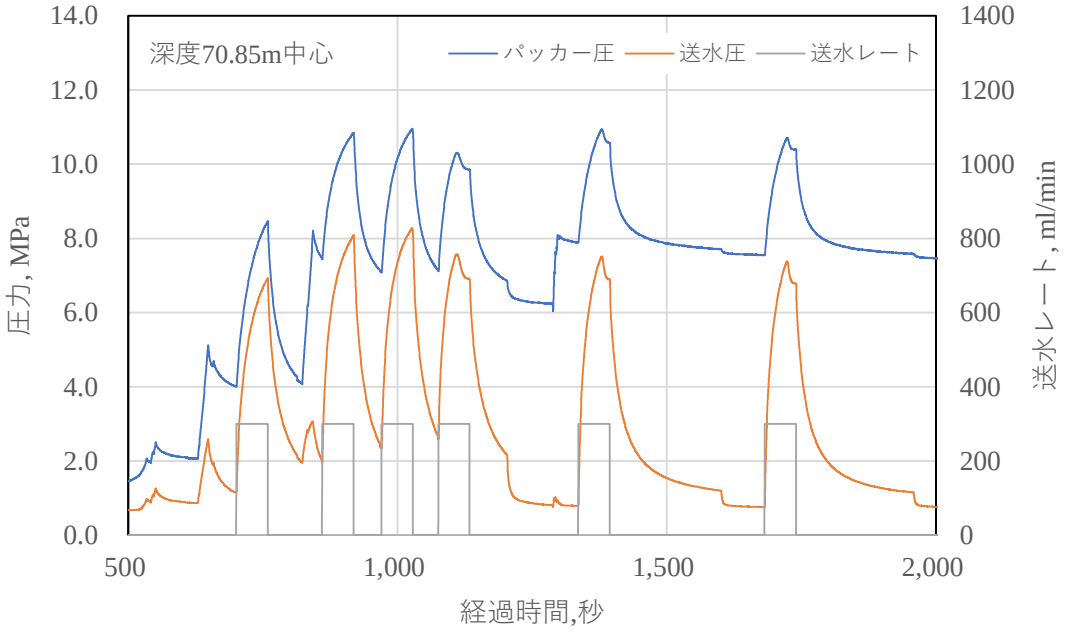


図 12　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 65.50m、軽石凝灰岩 Tpt2）



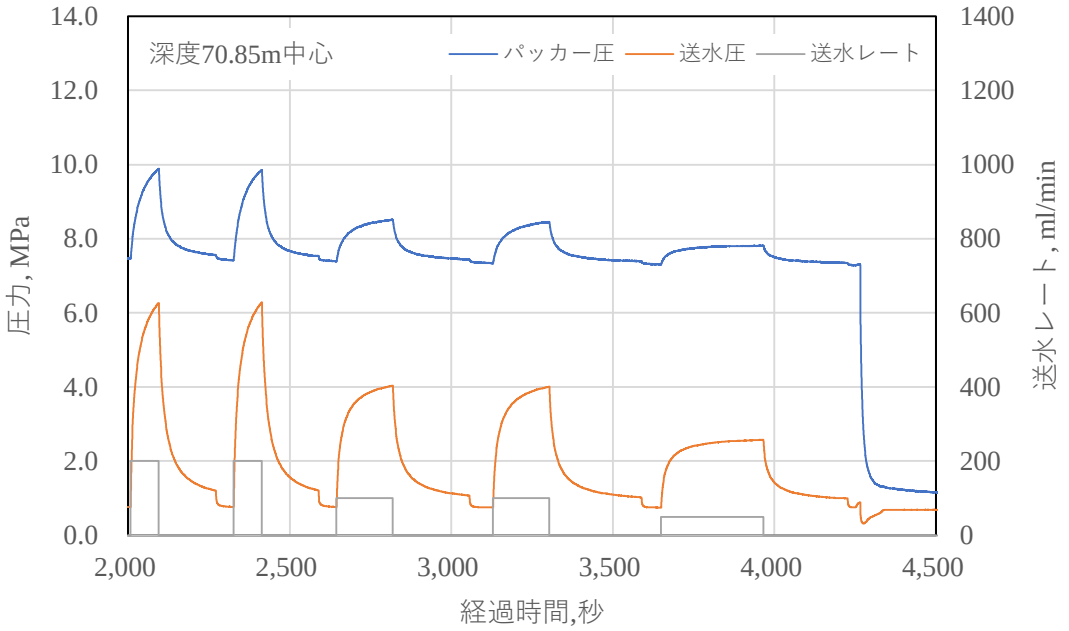


図 13　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 70.85m、軽石凝灰岩 Tpt2）

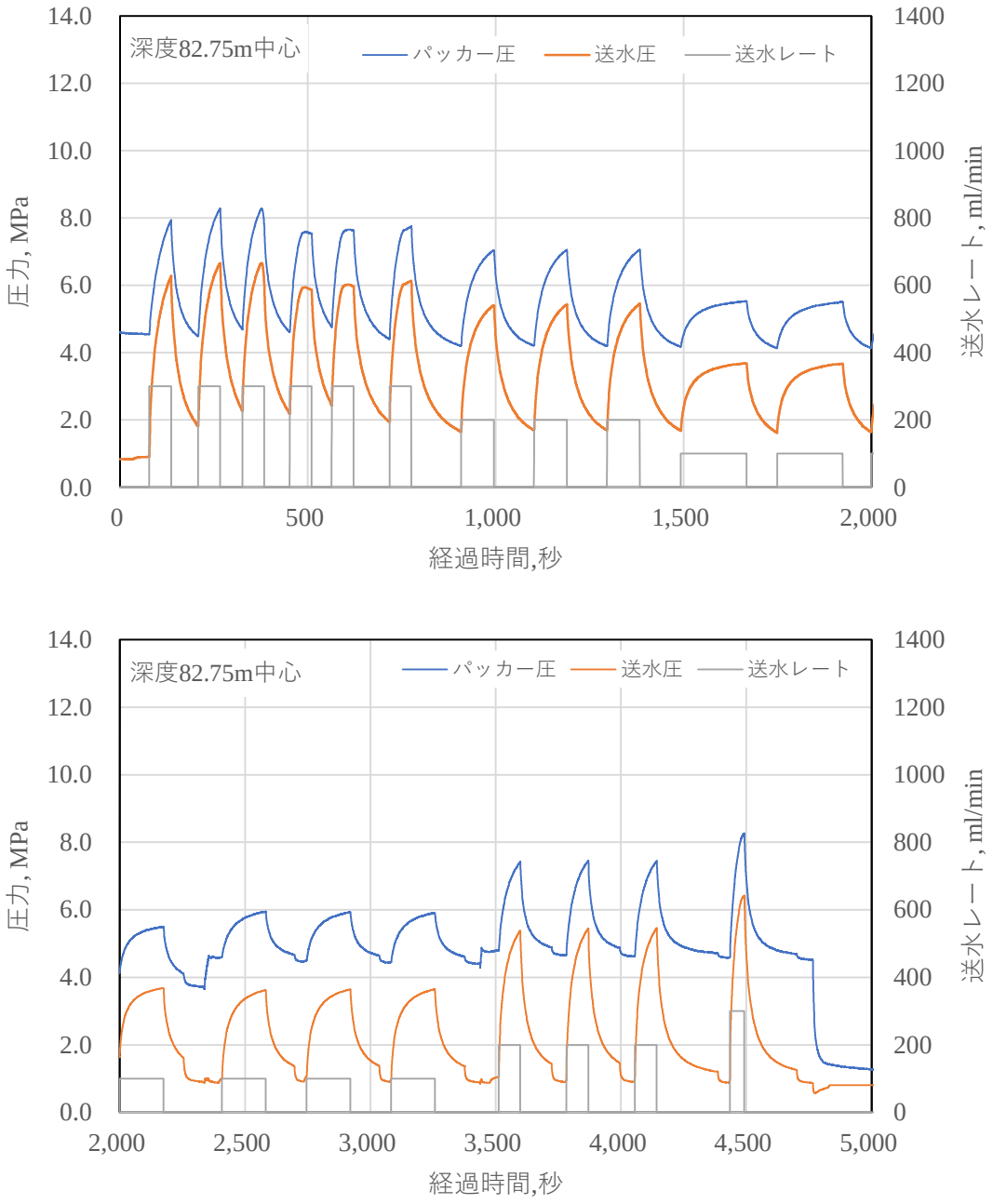


図 14　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 82.75m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

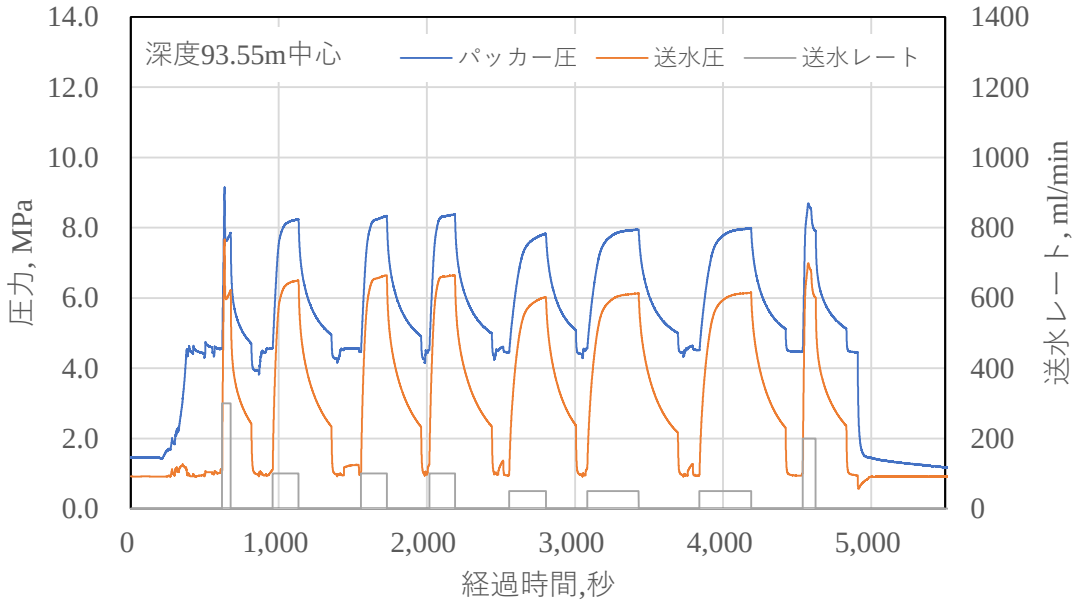


図 15　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 93.55m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

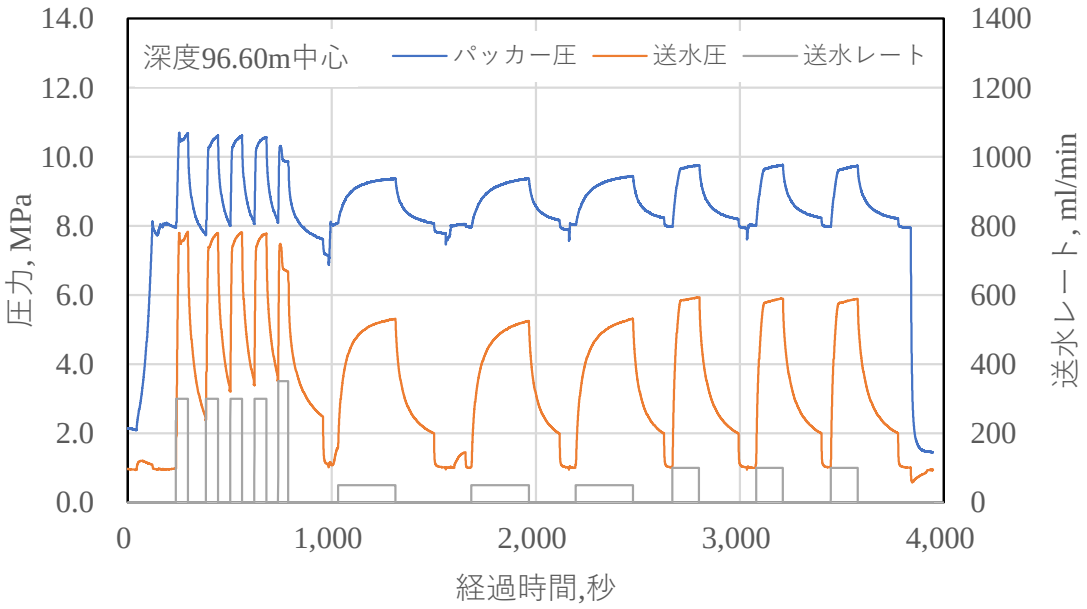


図 16　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 96.60m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

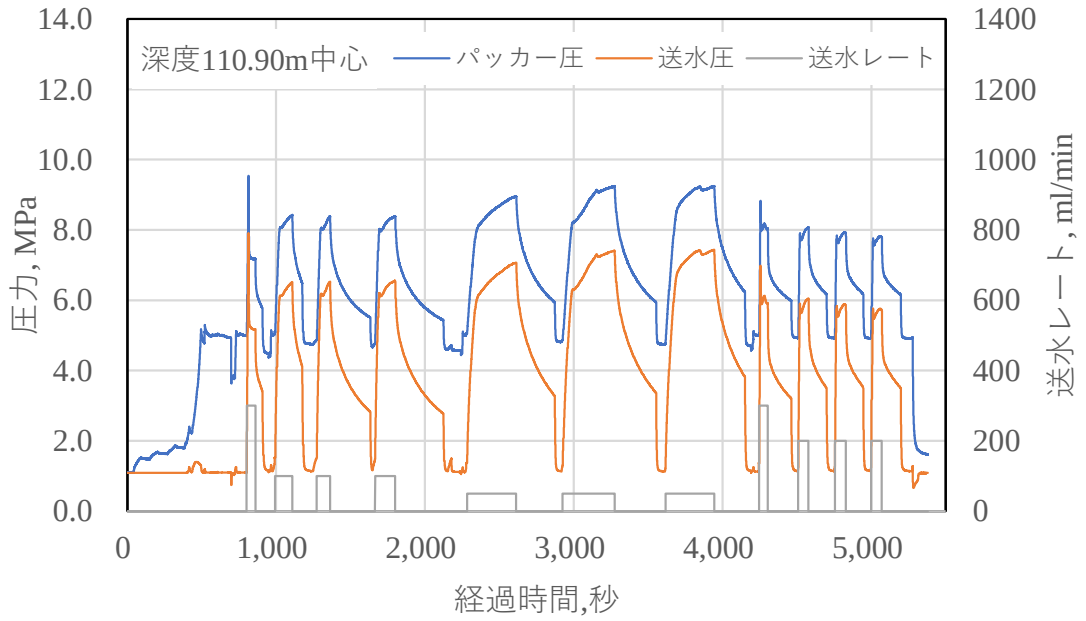


図 17　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 110.90m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

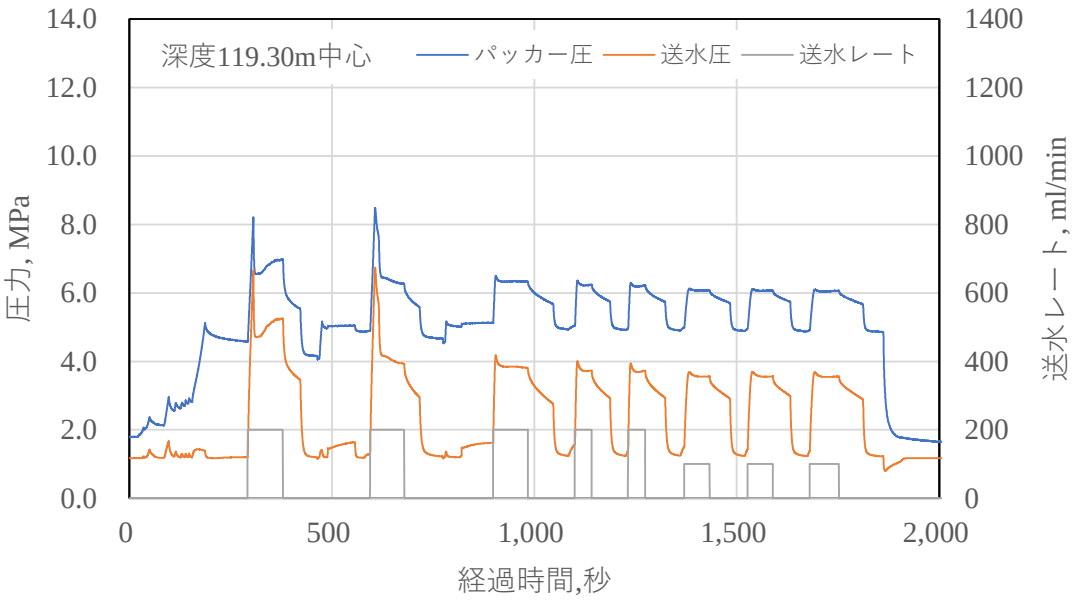


図 18　水圧破砕法試験結果経時変化図（深度 119.30m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2）

(2) 水圧破砕法 再開口圧・閉口圧読み取り結果

7. (2)　水圧破砕法　再開口圧・閉口圧読み取り結果

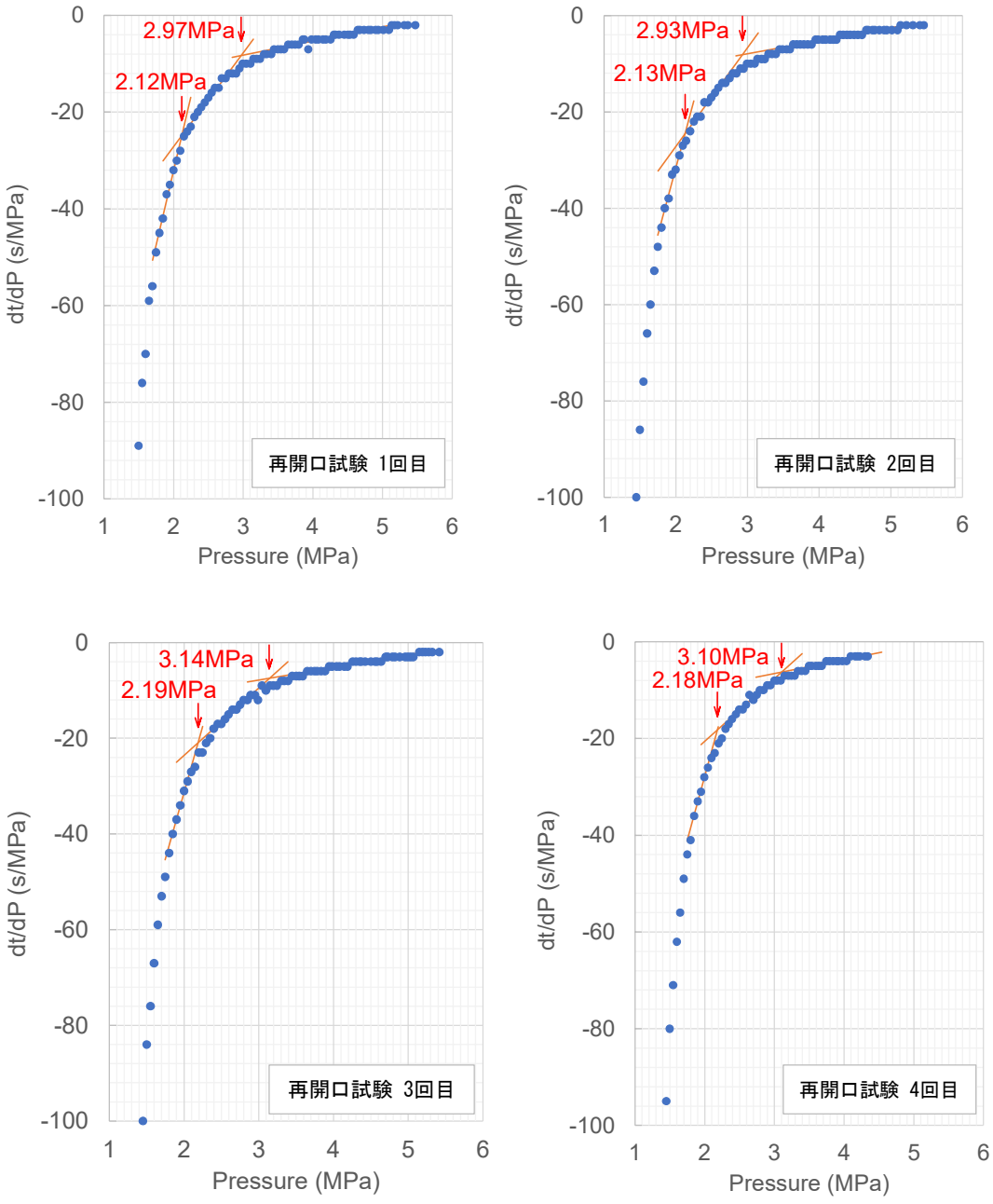


図 1　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 67.10m 中心、1～4 回目の再開口試験）

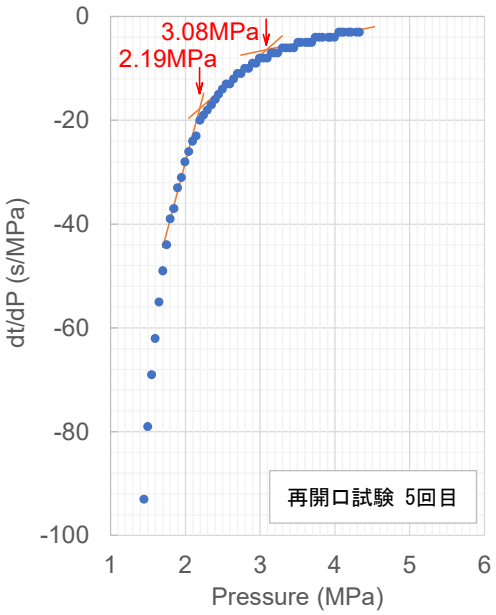


図 2　再開口圧・閉口圧の読み取り結果
（深度 67.10m 中心、5 回目の再開口試験）

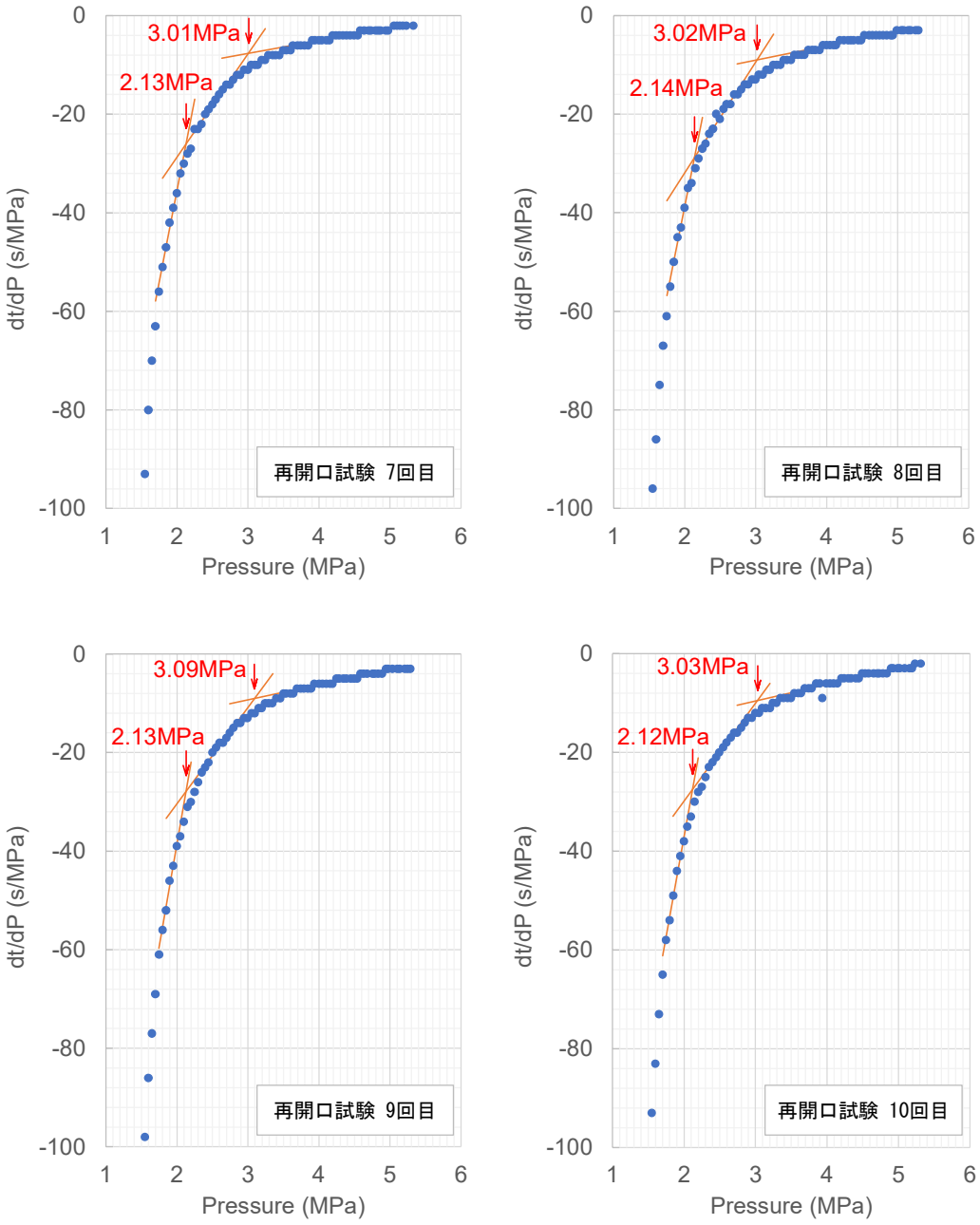


図 3　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 69.80m 中心、7～10 回目の再開口試験）

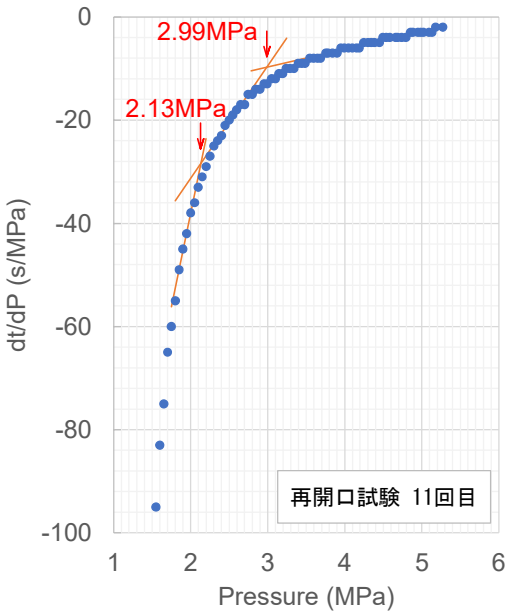


図 4　再開口圧・閉口圧の読み取り結果
（深度 69.80m 中心、11 回目の再開口試験）

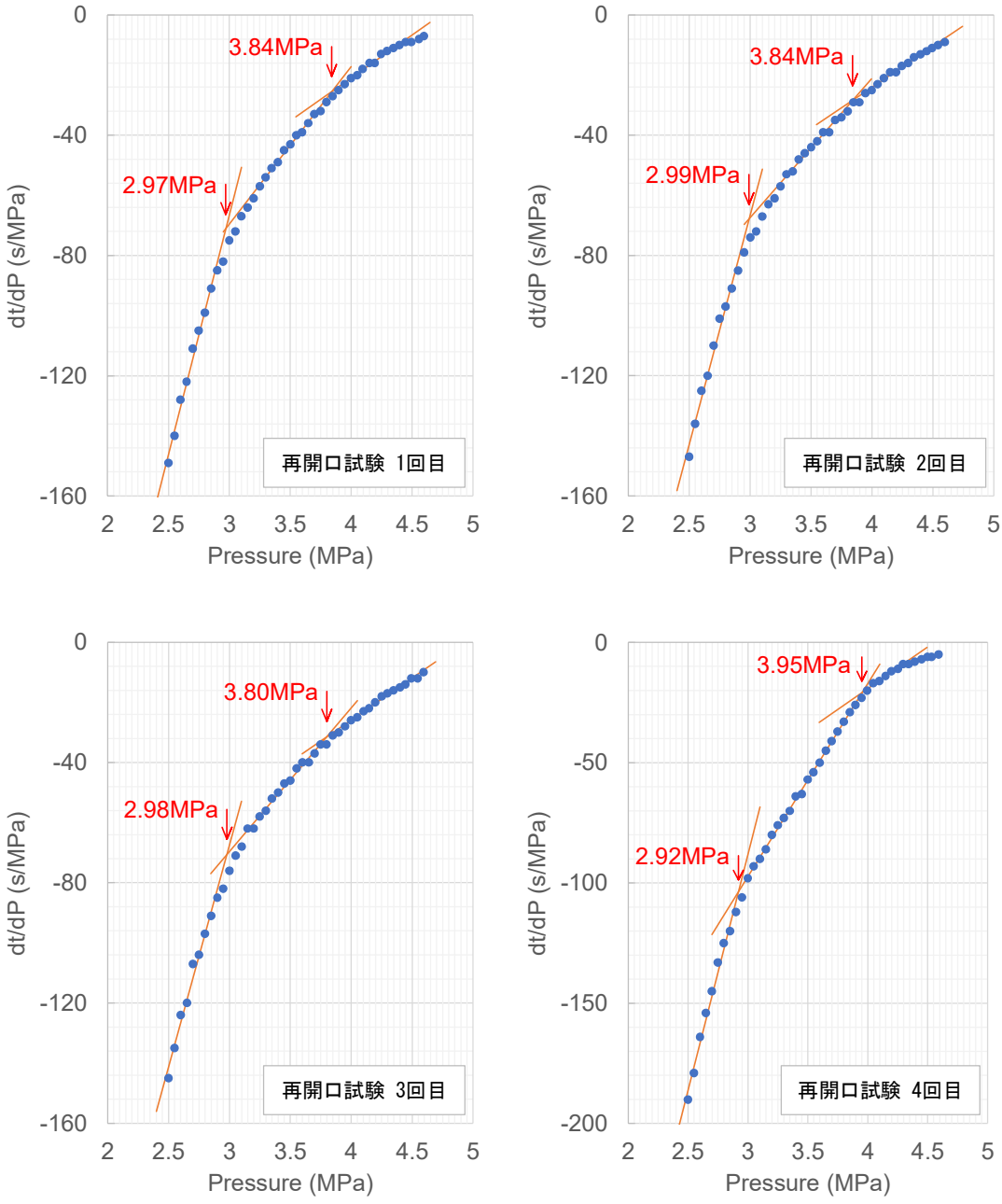


図 5　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 95.10m 中心、1～4 回目の再開口試験）

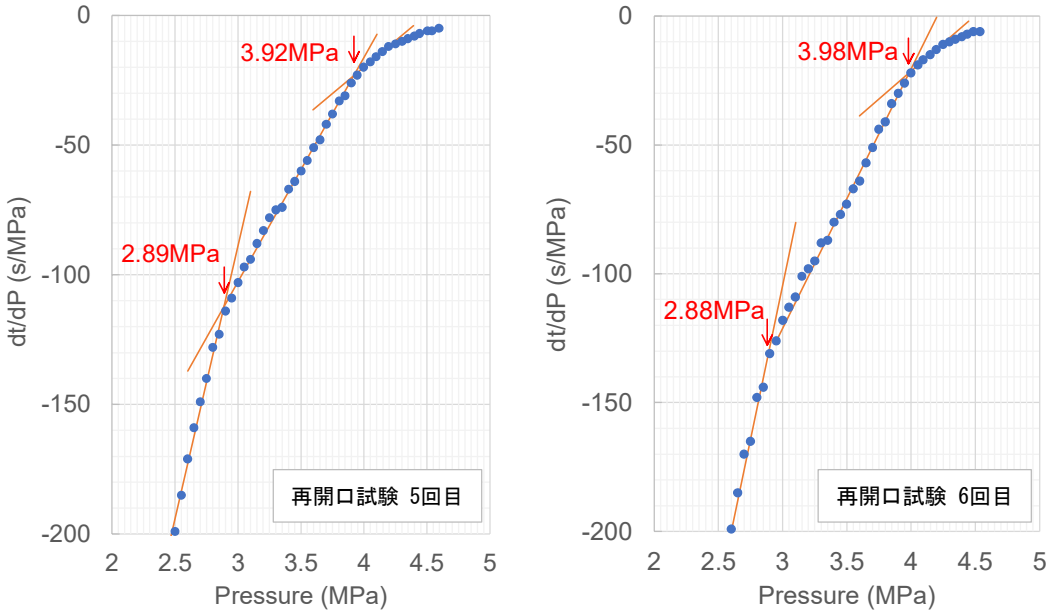


図 6　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 95.10m 中心、5～6 回目の再開口試験）

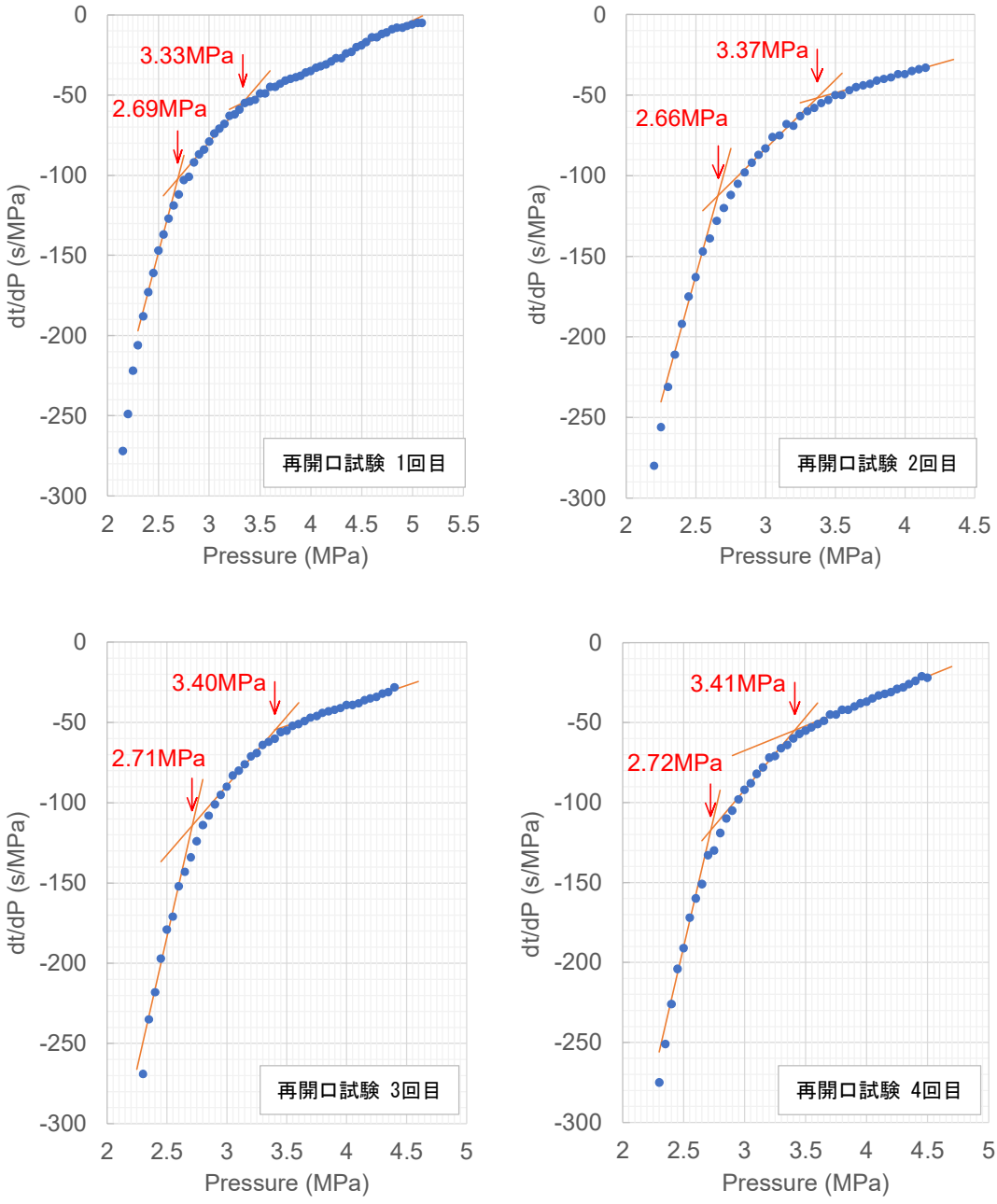


図 7　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 102.80m 中心、1～4 回目の再開口試験）

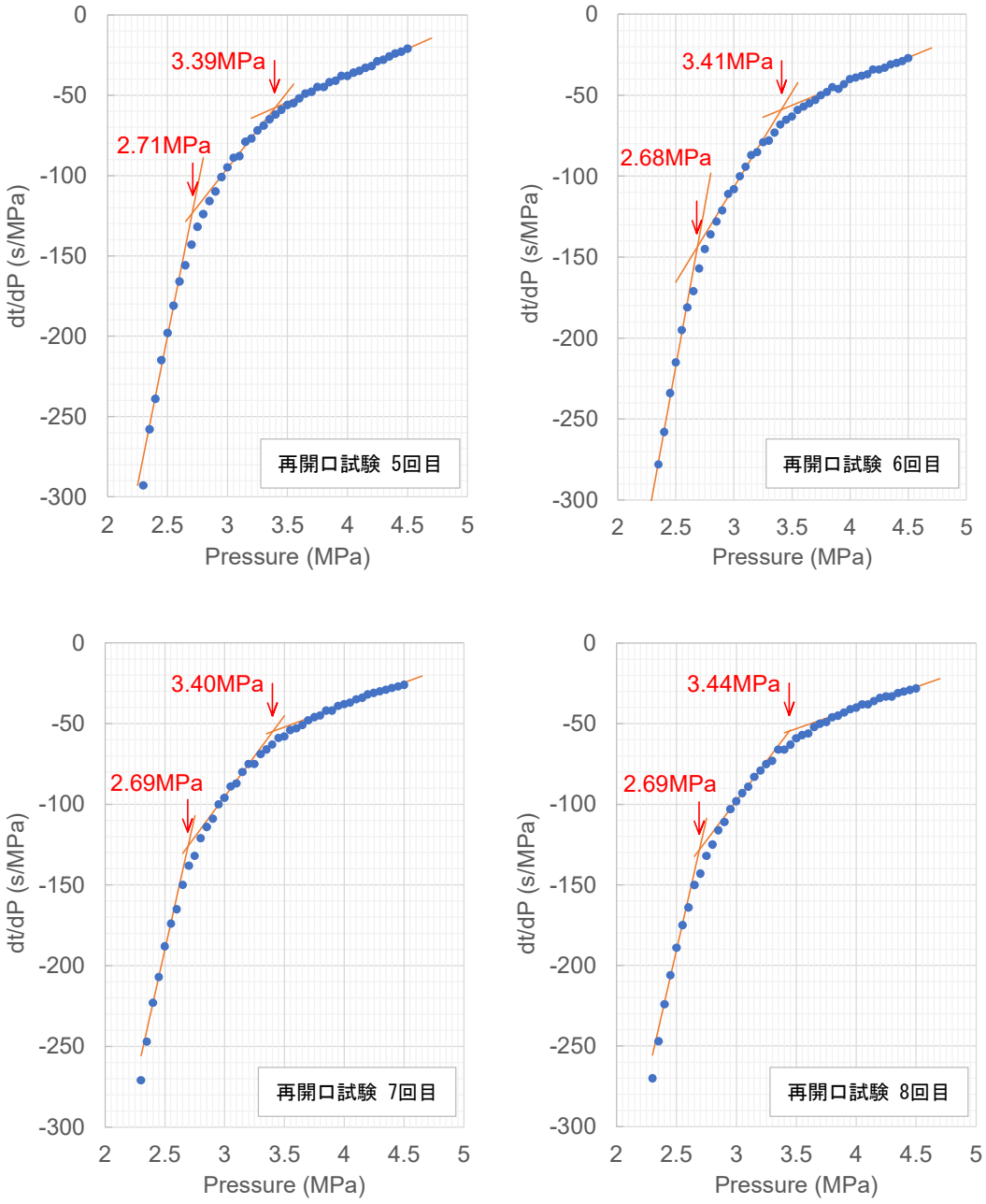


図 8　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 102.80m 中心、5～8 回目の再開口試験）

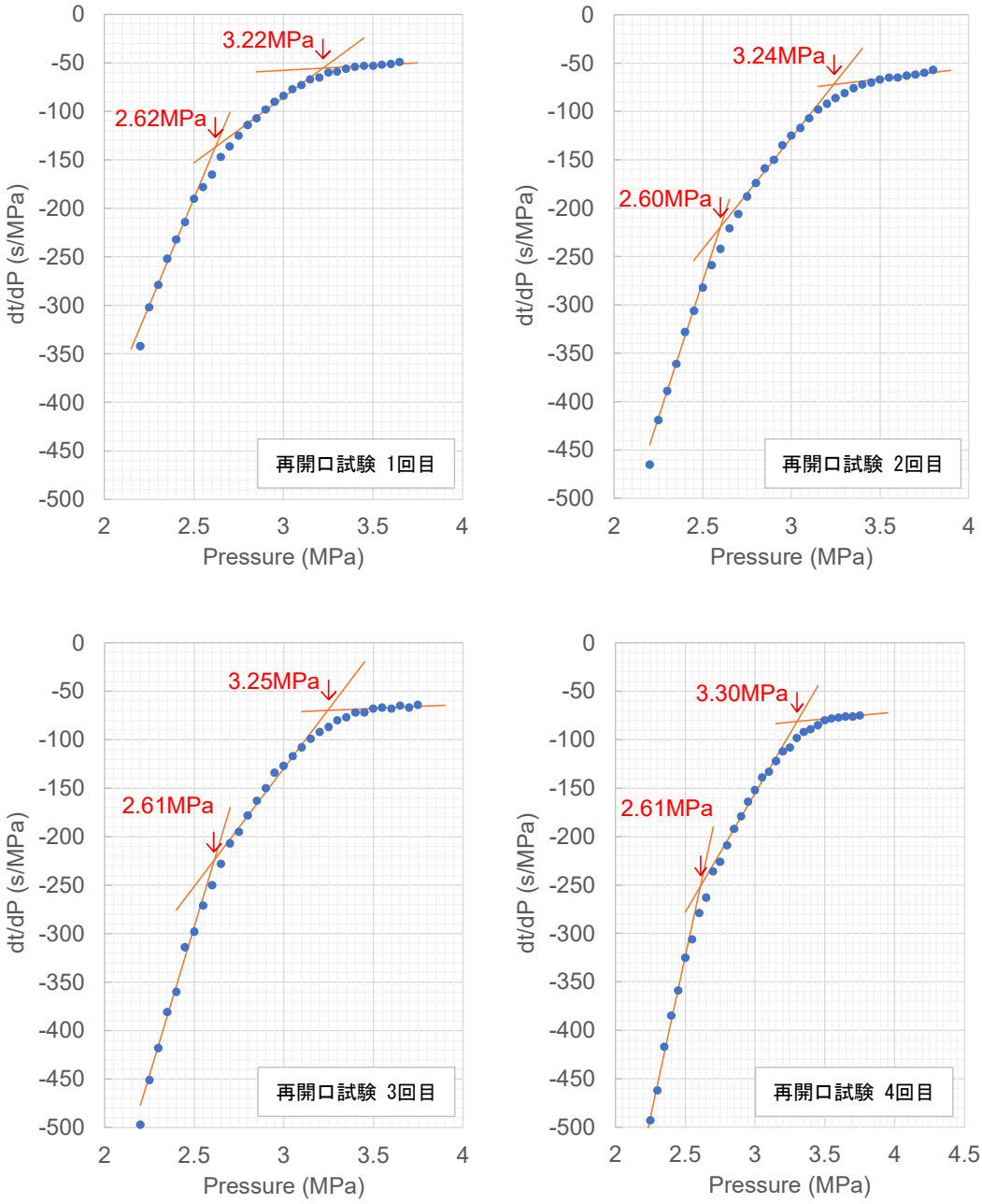


図 9　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 104.00m 中心、1～4 回目の再開口試験）

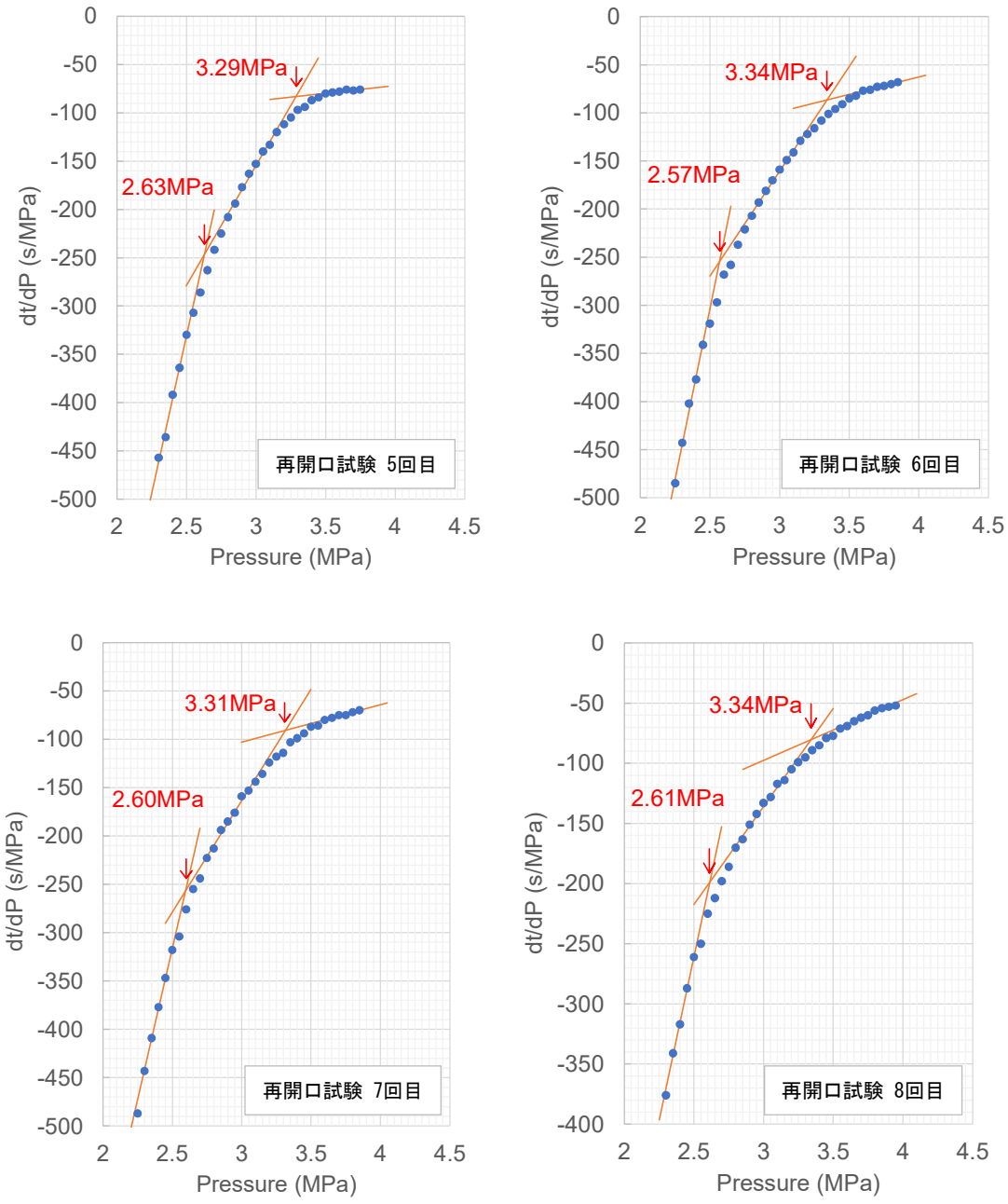


図 10　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 104.00m 中心、5～8 回目の再開口試験）

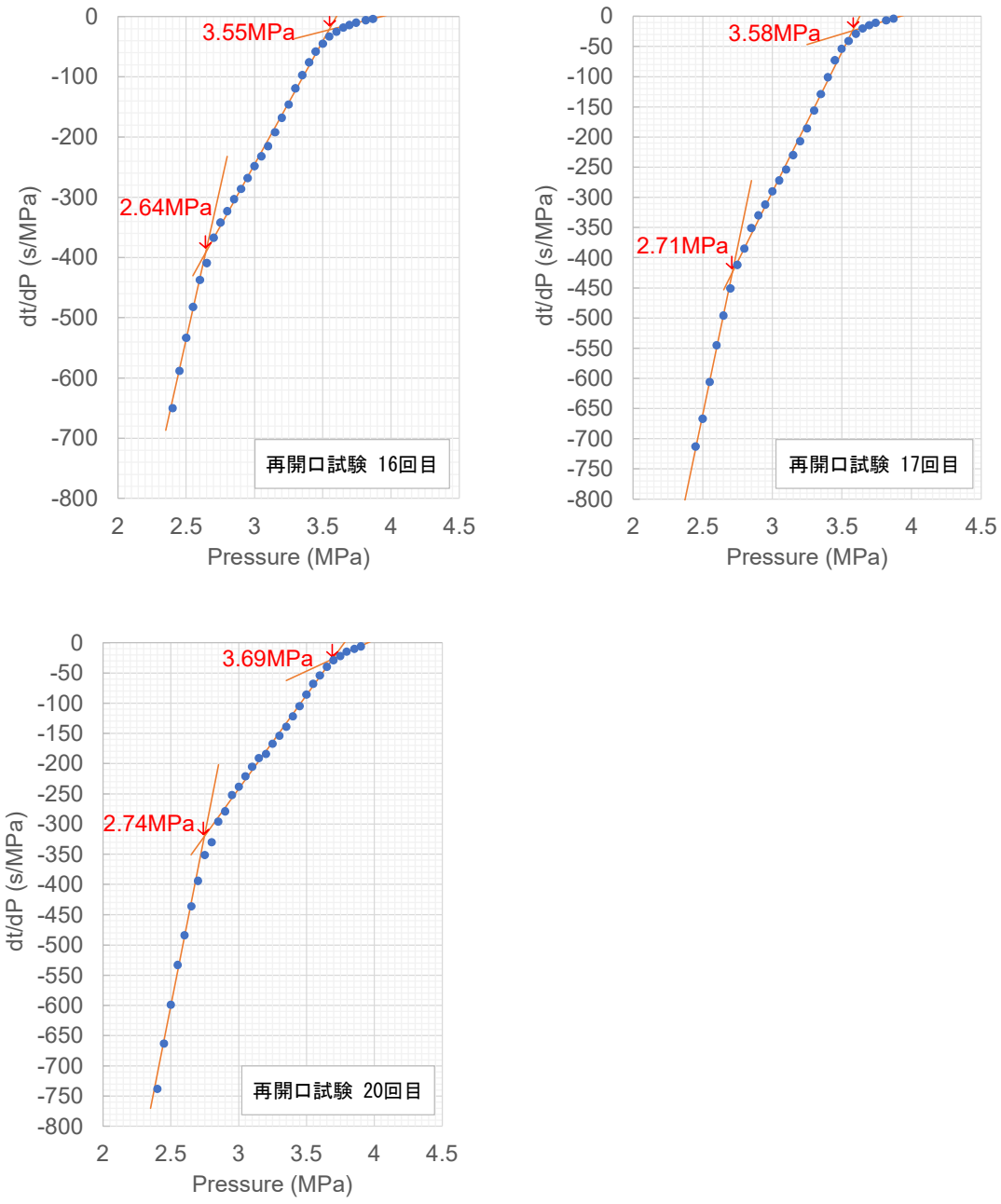


図 11　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 120.95m 中心、16～17,20 回目の再開口試験）

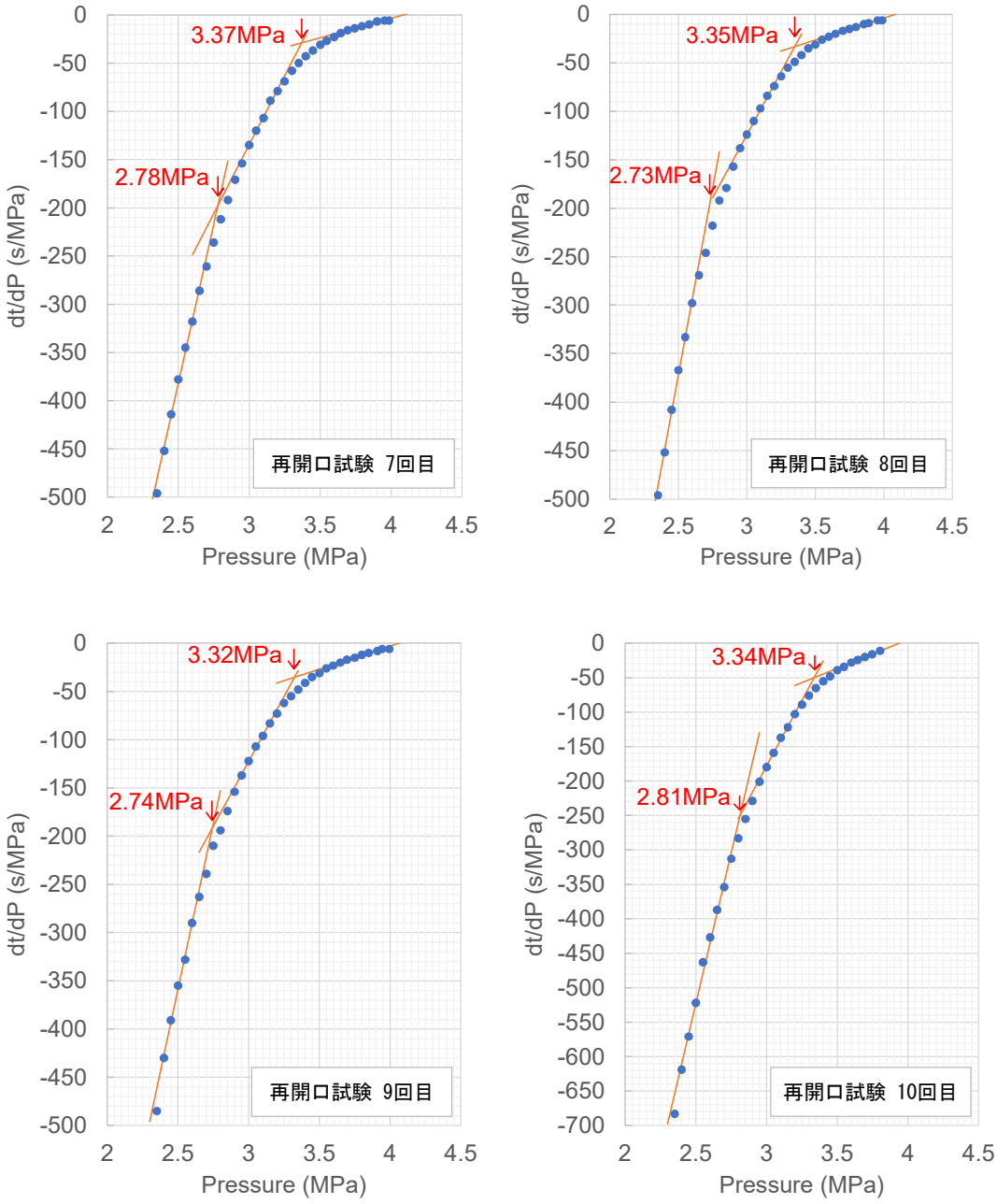


図 12　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 124.60m 中心、7～10 回目の再開口試験）

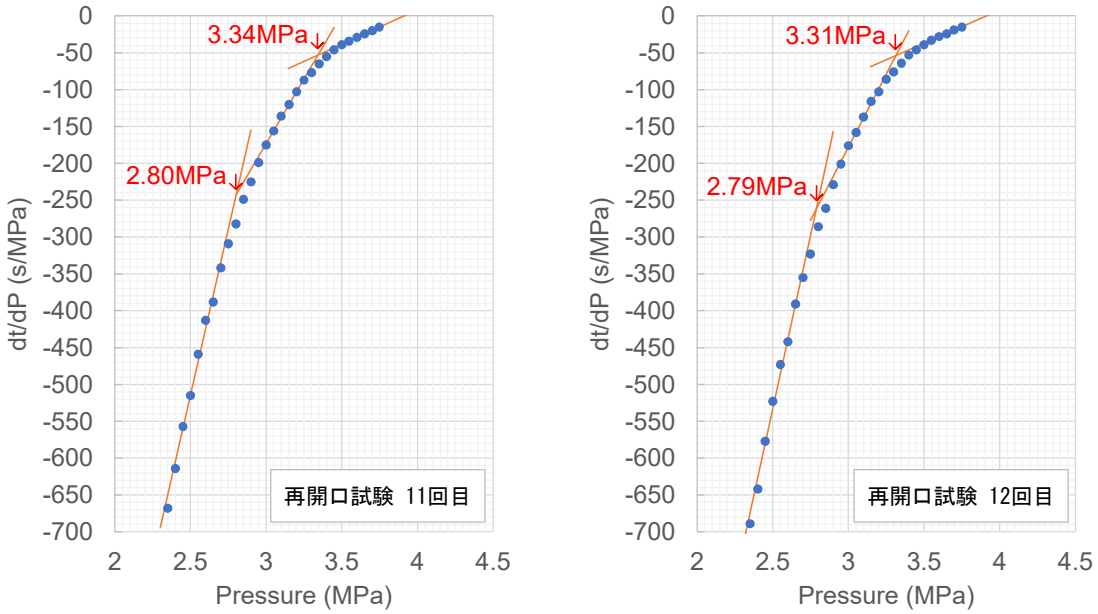


図 13　再開口圧・閉口圧の読み取り結果

（深度 124.60m 中心、11～12 回目の再開口試験）

(3) コア変形法

7. (3) コア変形法測定結果

(a) コア写真（4 方向から撮影）

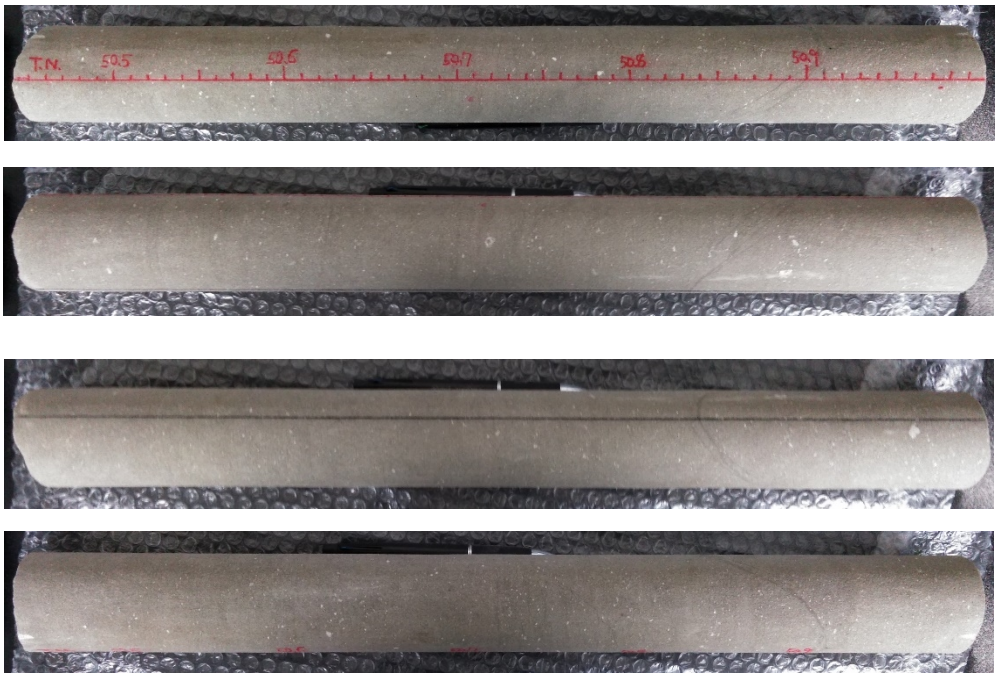


図 1　採取コア写真（深度 50.45～51.00m。軽石凝灰岩 Tpt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

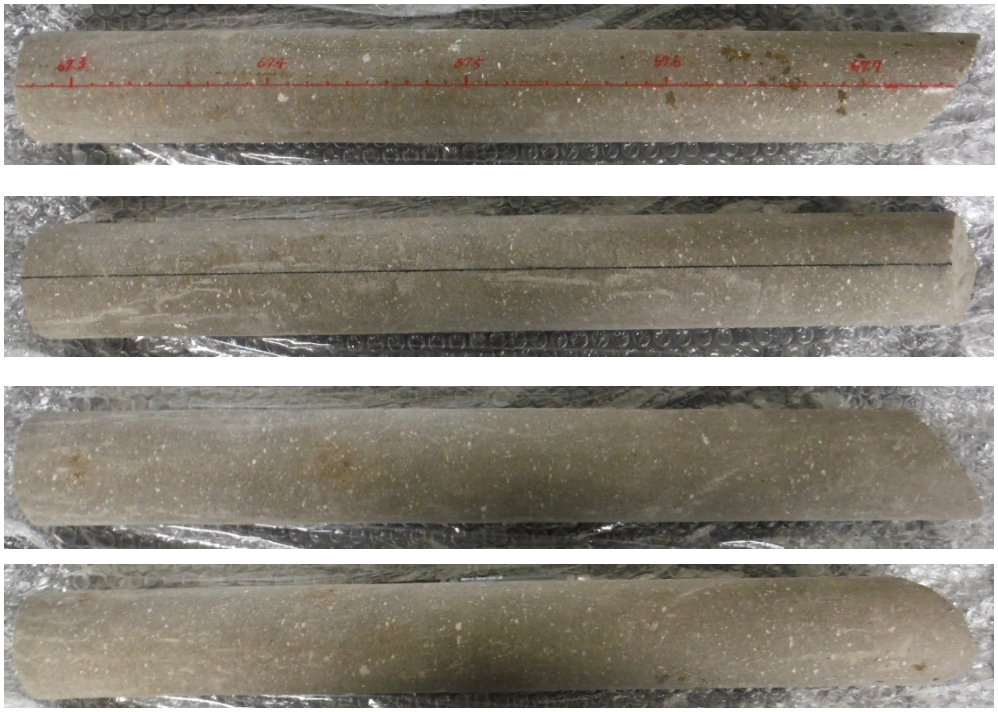


図 2　採取コア写真（深度 67.27～67.74m。軽石凝灰岩 Tpt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

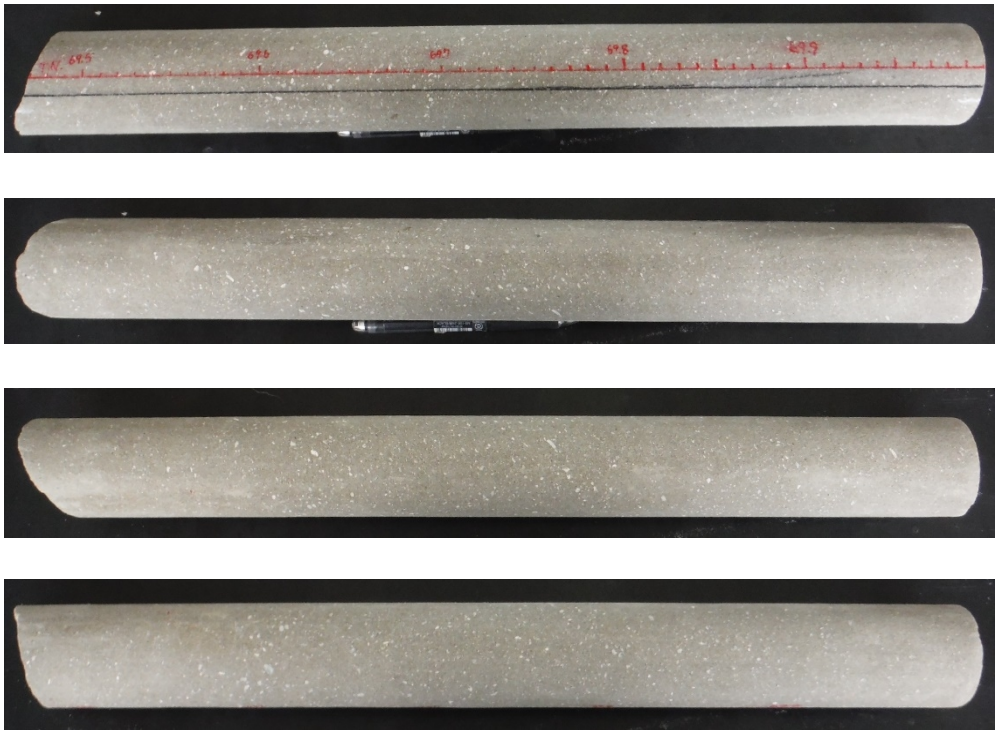


図 3　採取コア写真（深度 69.47～70.00m。軽石凝灰岩 Tpt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

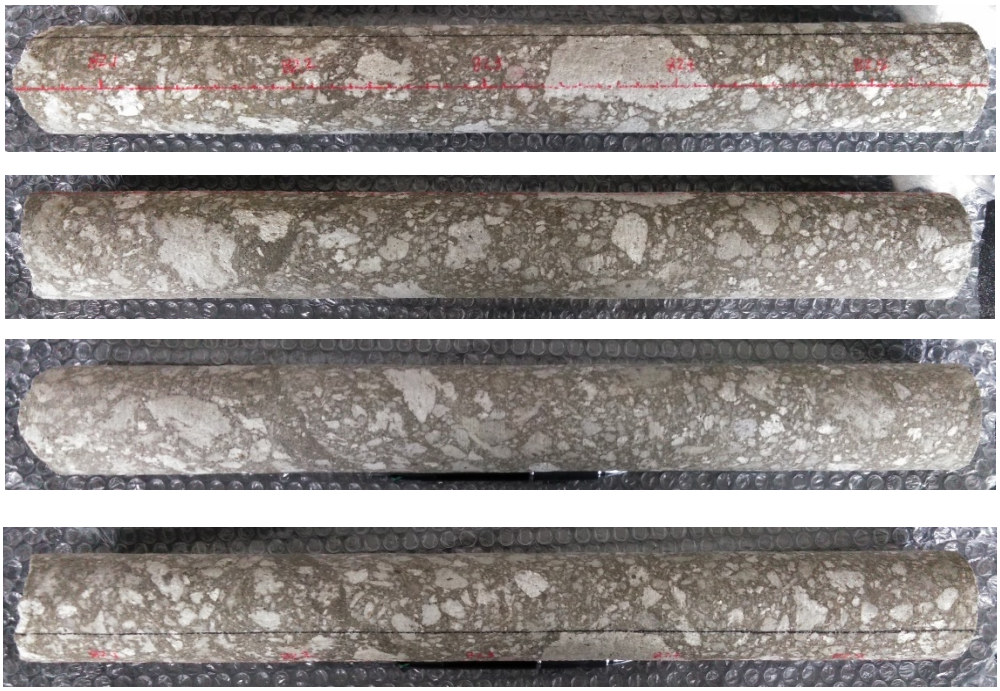


図 4　採取コア写真（深度 82.06～82.56 m。砂質軽石凝灰岩 Tspt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

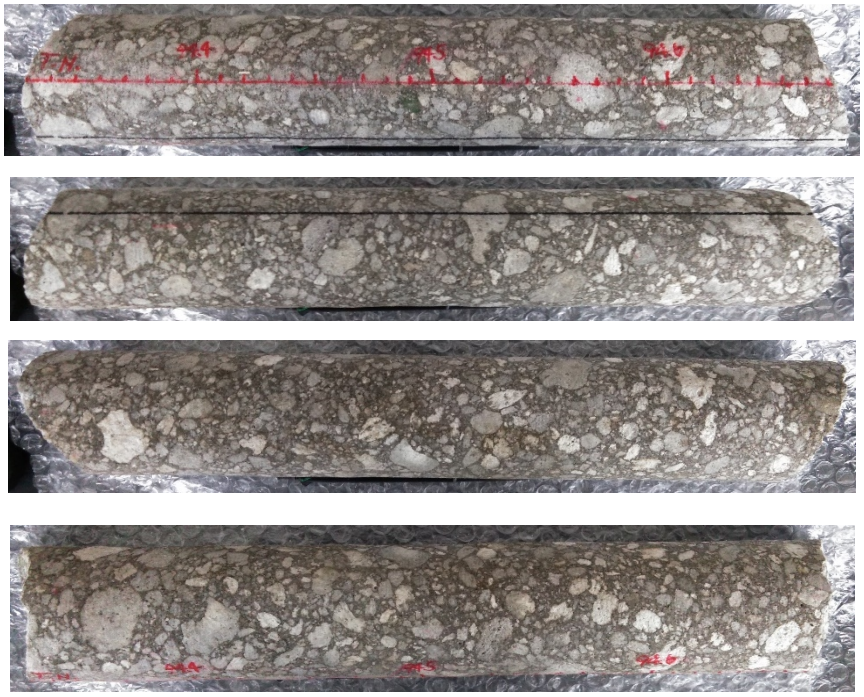


図 5　採取コア写真（深度 94.33～94.67 m。砂質軽石凝灰岩 Tspt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

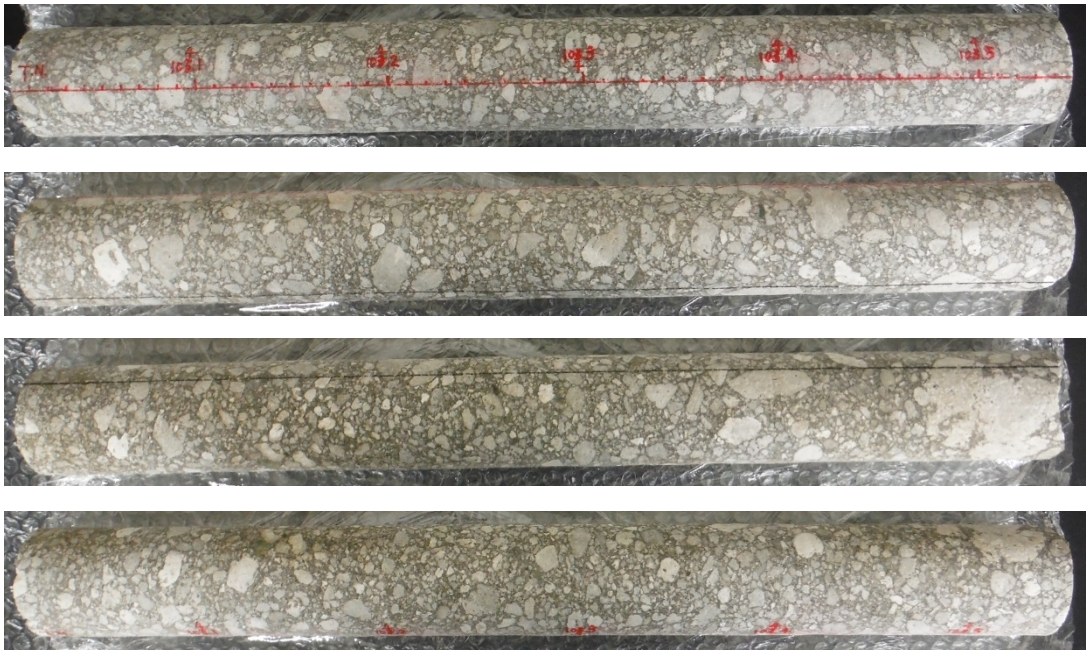


図 6　採取コア写真（深度 104.00～104.55 m。砂質軽石凝灰岩 Tspt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

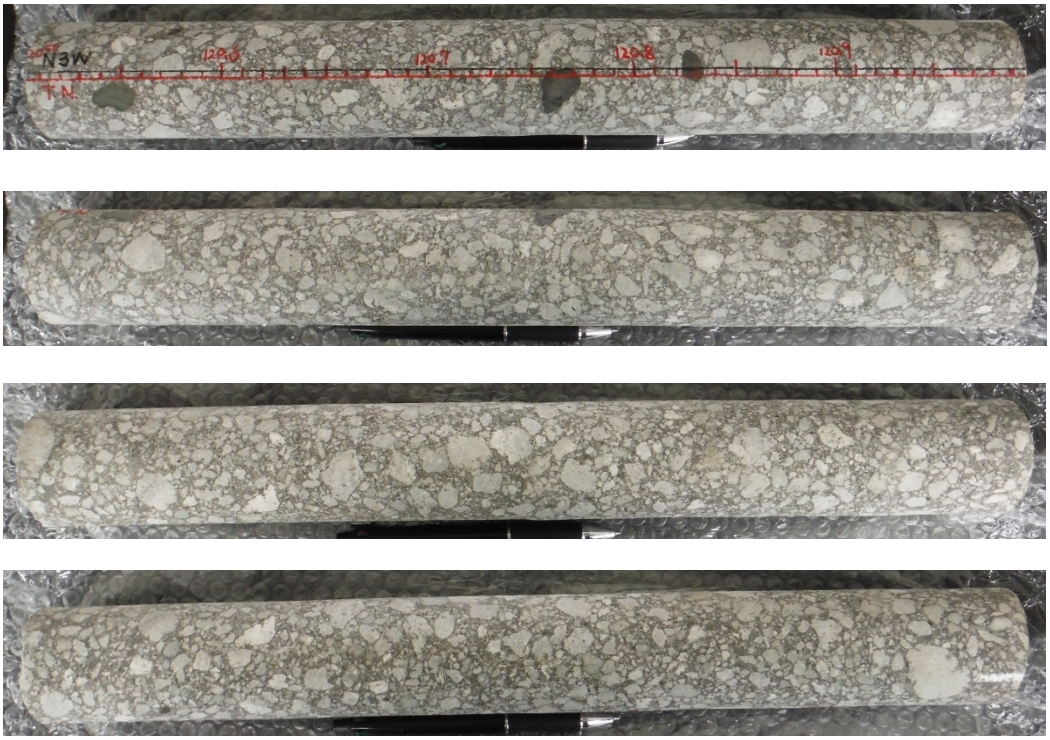


図 7　採取コア写真（深度 120.50～121.00 m。砂質軽石凝灰岩 Tspt2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

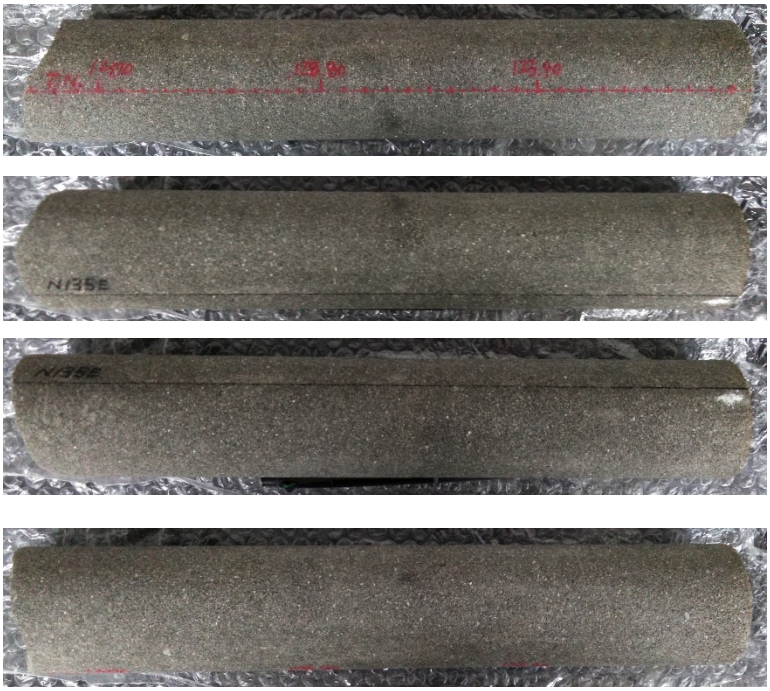


図 8　採取コア写真（深度 123.67～124.00m。軽石質砂岩 Tpps2。上写真から中心軸が真北の 0°，90°，180°，270°）

(b) 直径測定結果（測定全断面）

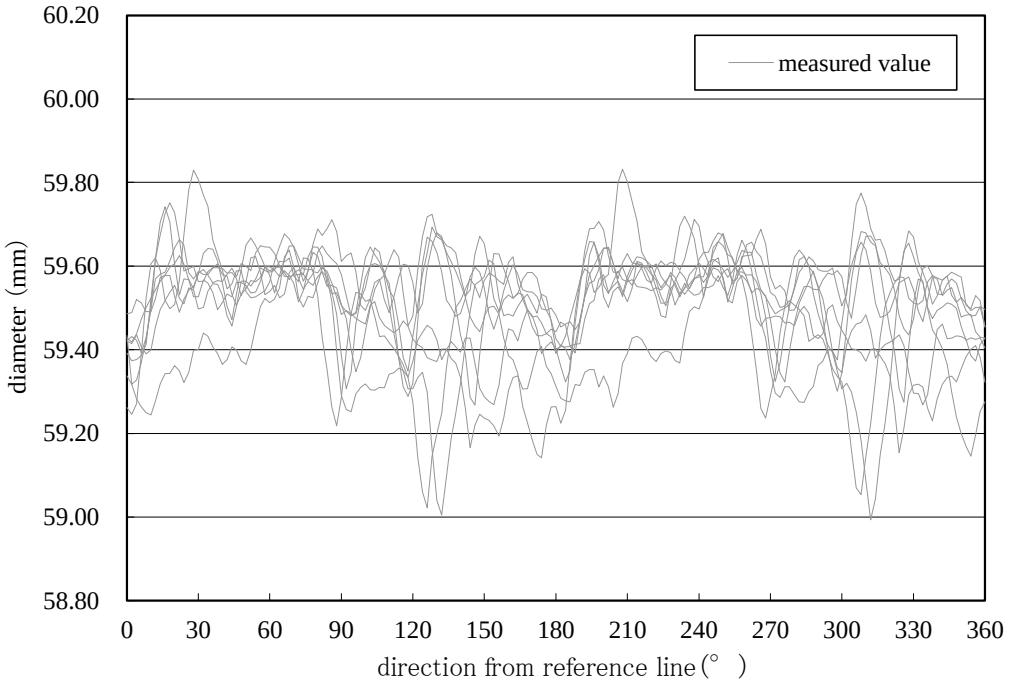


図 9　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（1）深度 50.50～50.64m、軽石凝灰岩 Tpt2

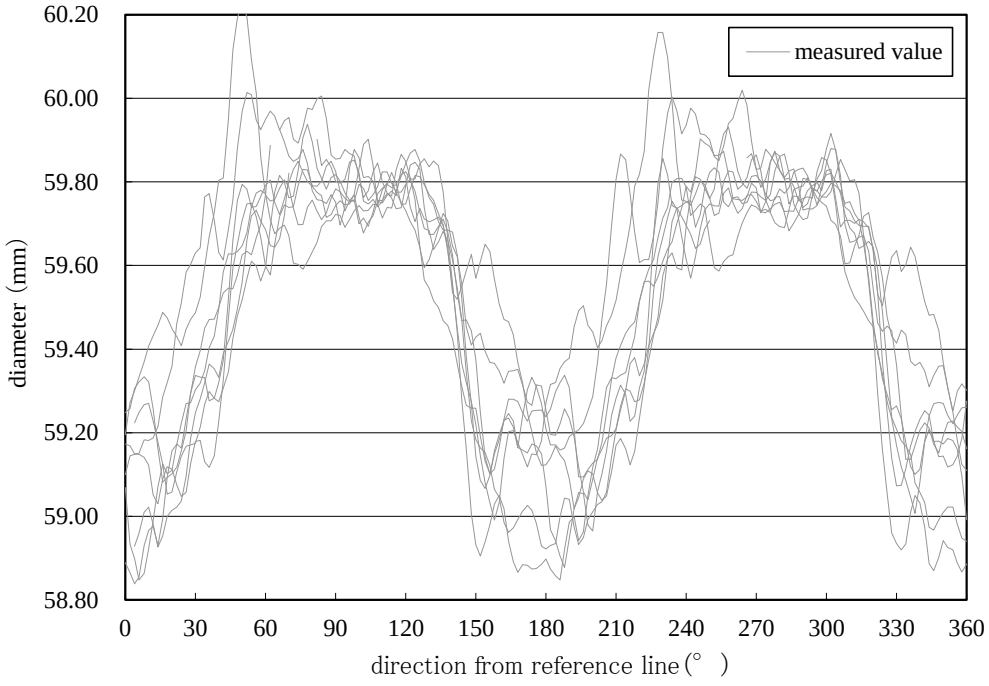


図 10　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（2）深度 67.30～67.44m、軽石凝灰岩 Tpt2

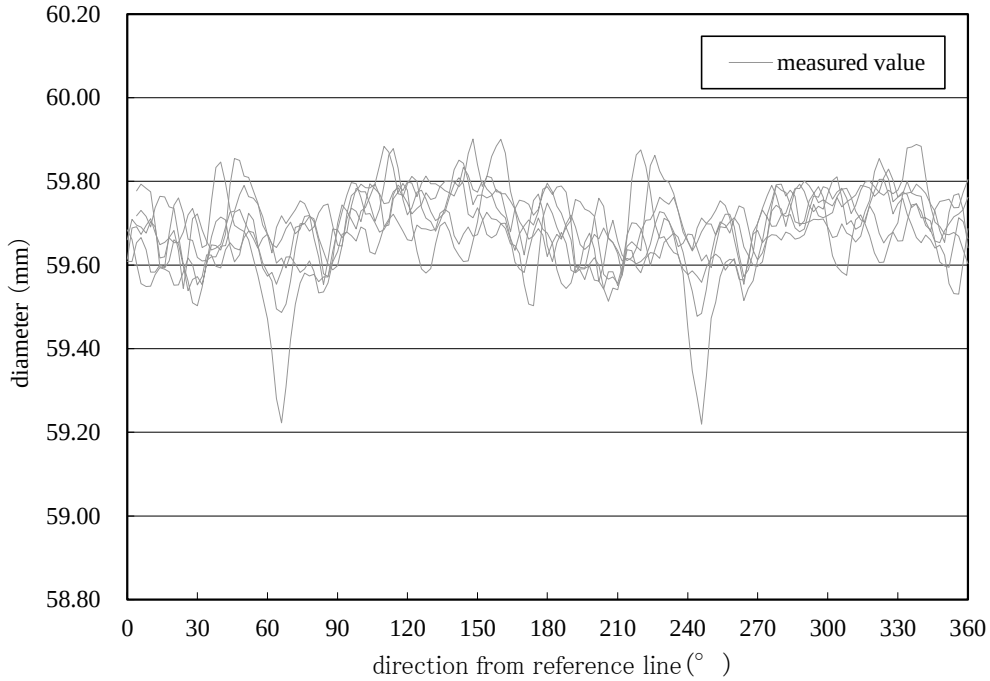


図 11　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（3）深度 69.60～69.72m、軽石凝灰岩 Tpt2

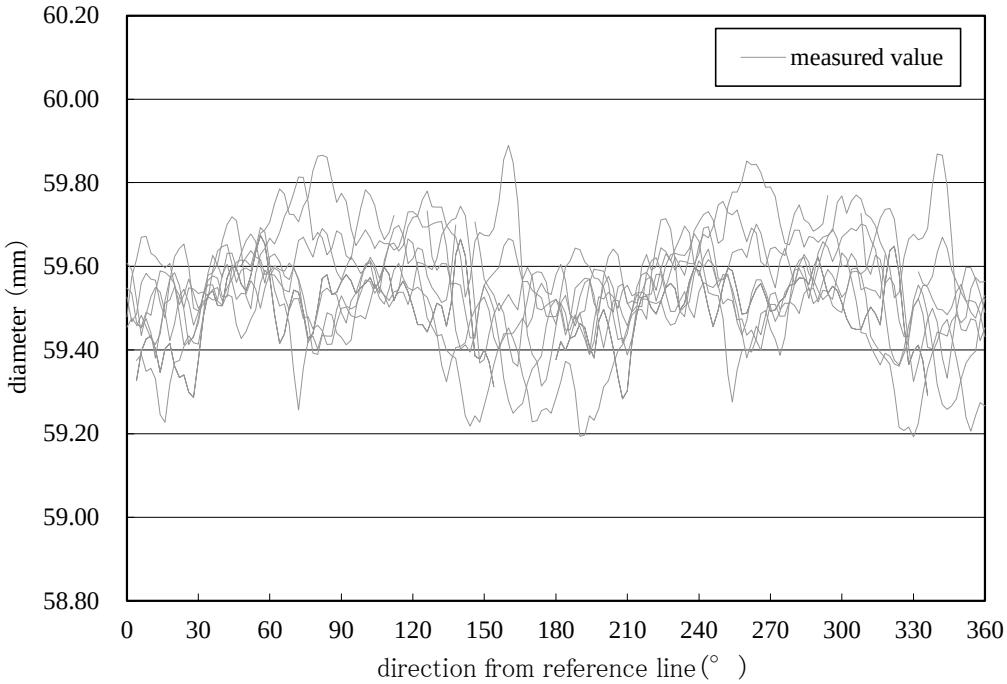


図 12　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（4）深度 82.19～82.27m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

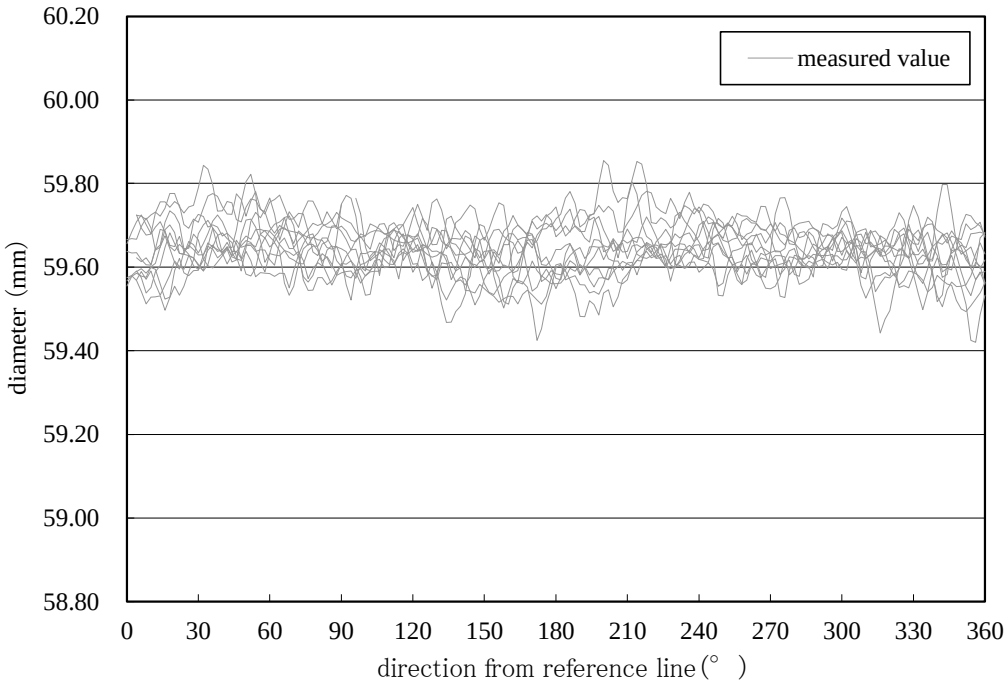


図 13　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（5）深度 94.40～94.50m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

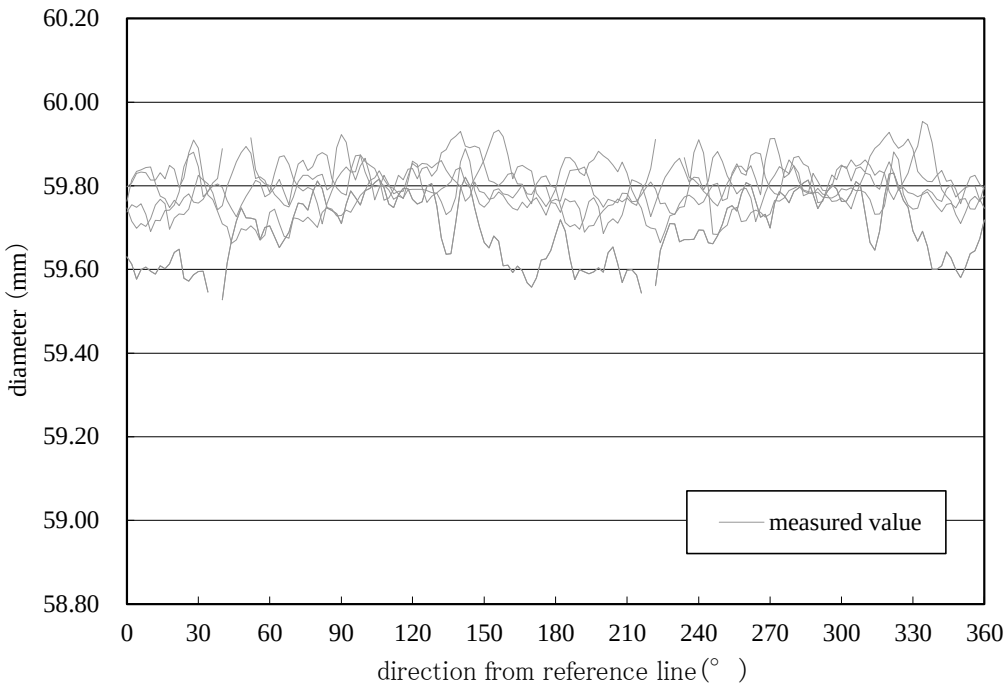


図 14　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（6）深度 104.36～104.46m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

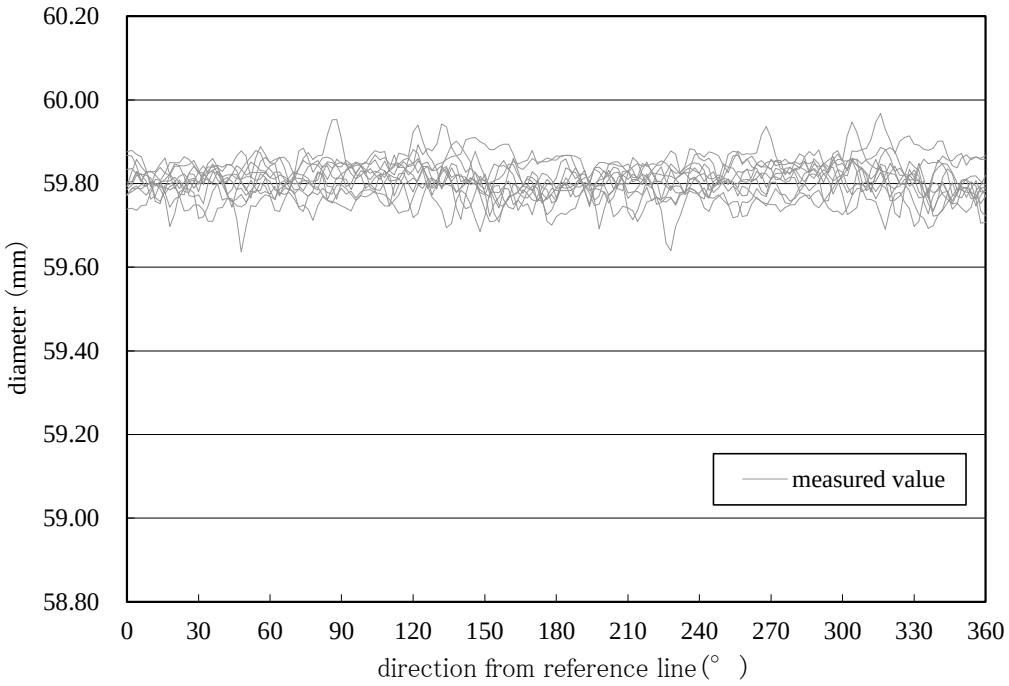


図 15　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（7）深度 120.60～120.82m、砂質軽石凝灰岩 Tspt2

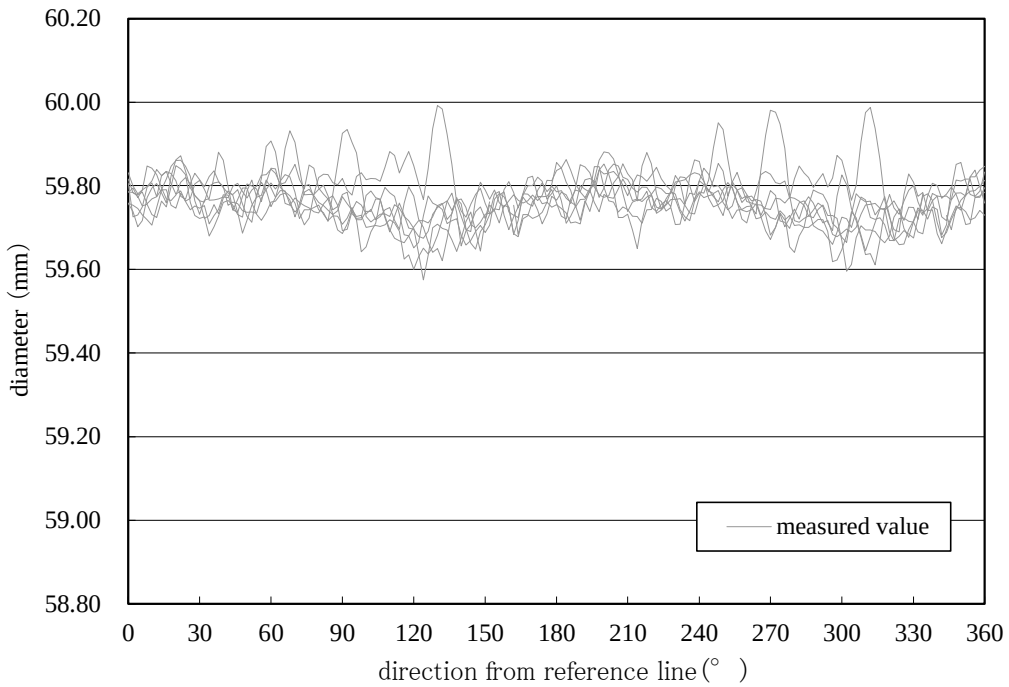


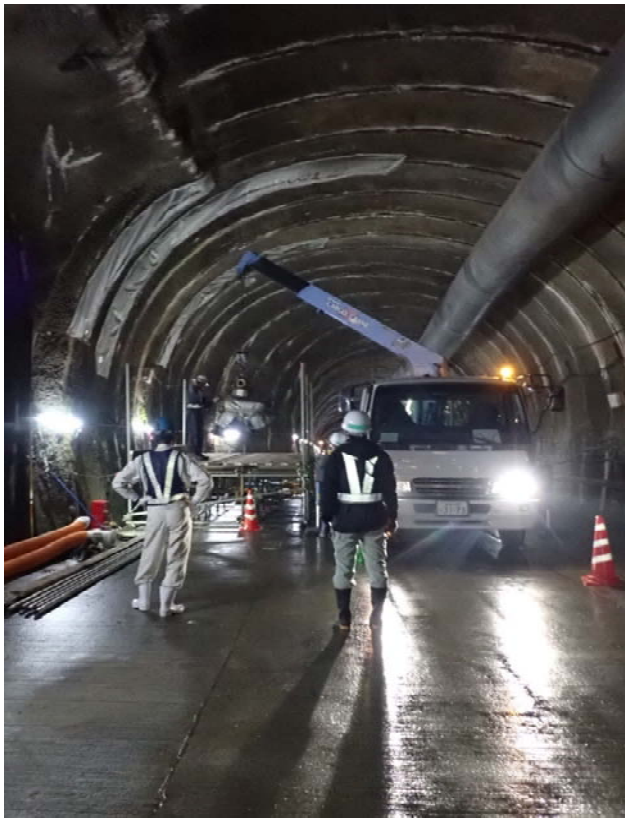
図 16　コア変形法による直径測定結果（全断面）

（8）深度 123.78～123.90m、軽石質砂岩 Tpps2

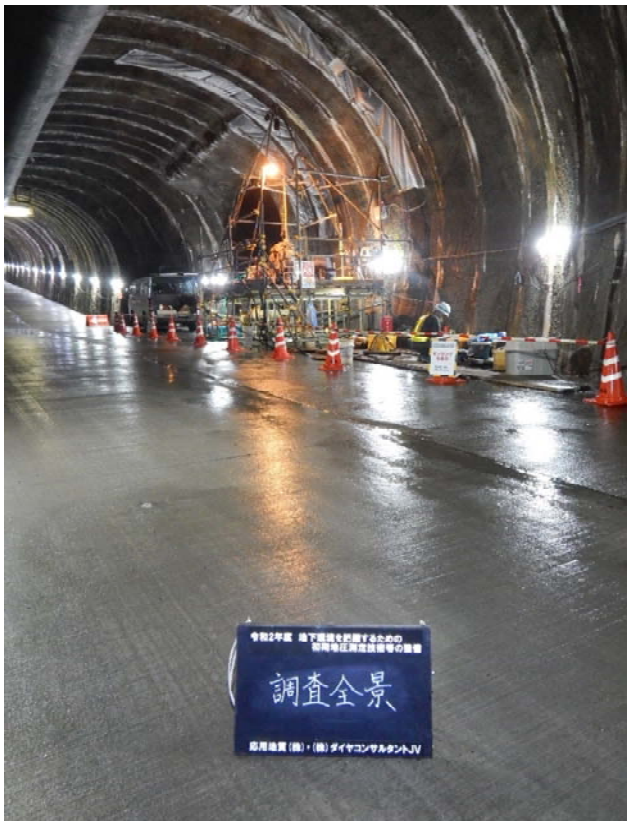
8. 現場記録写真

(1) ボーリング掘削

機材搬入前



ボーリング仮設作業



調査全景

調査全景(拡大)

掘削状況

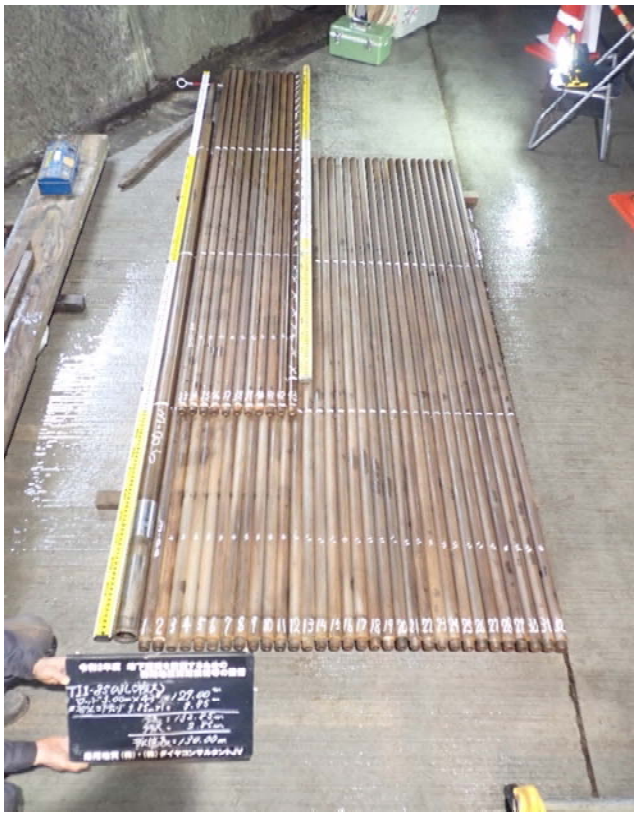
口元湧水状況

ボーリングコア取り出し

ボーリングコア切断

残尺

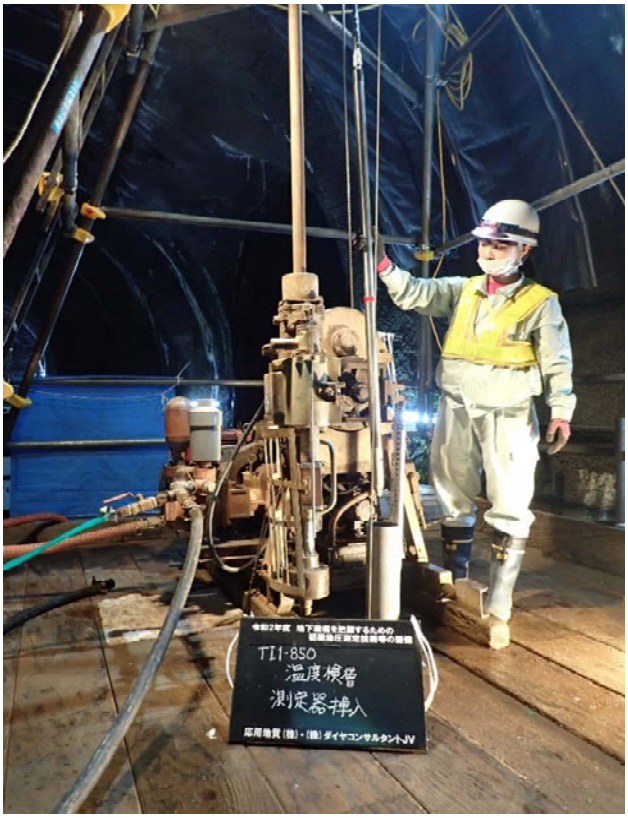
残尺(拡大)



検尺

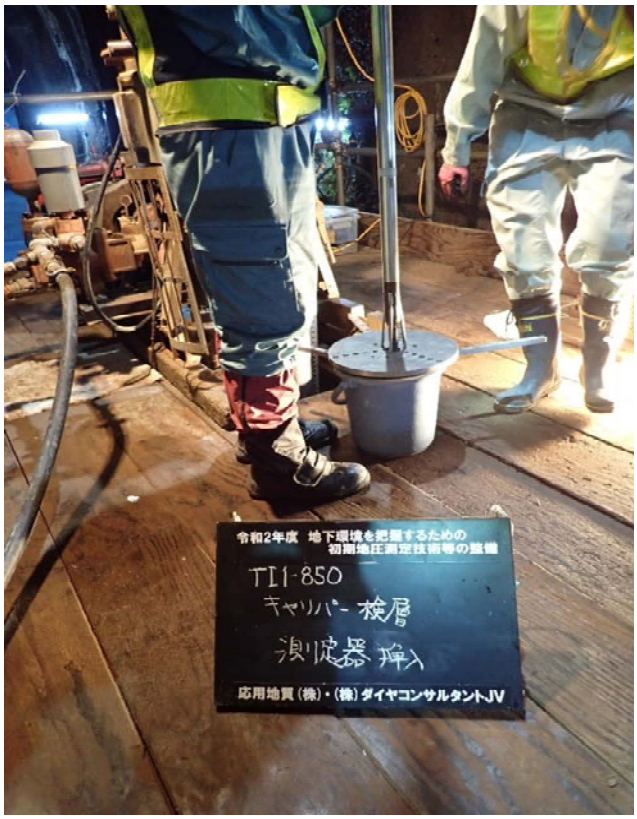
検尺(拡大)

(2) 孔内検層

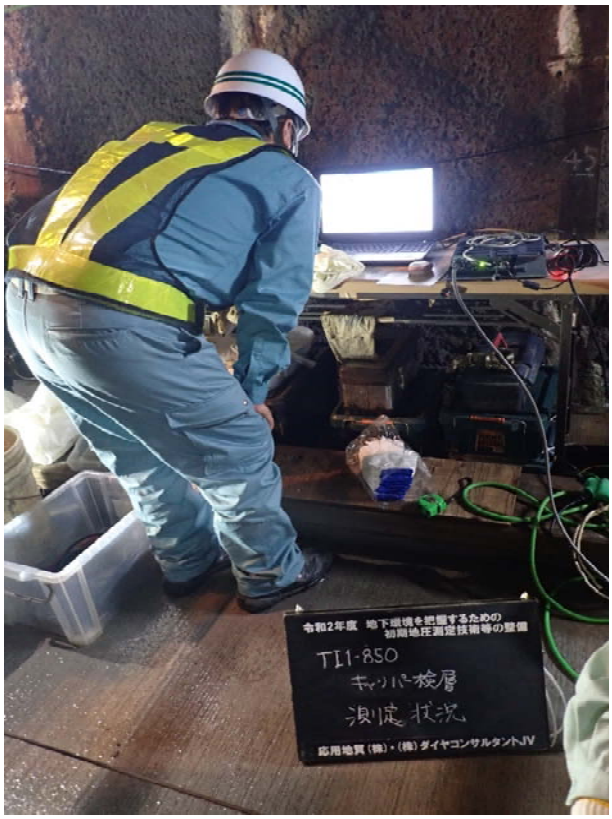


温度検層　測定器挿入

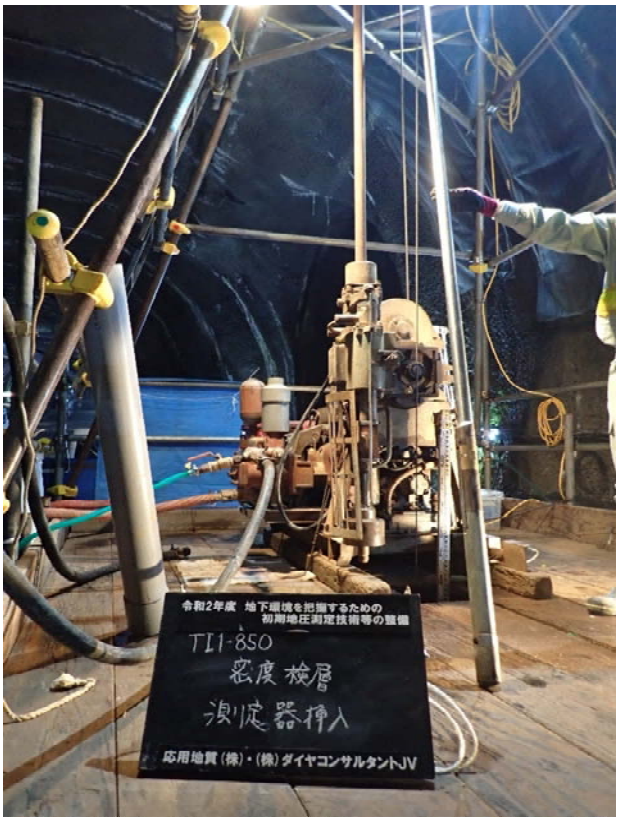
温度検層　測定状況



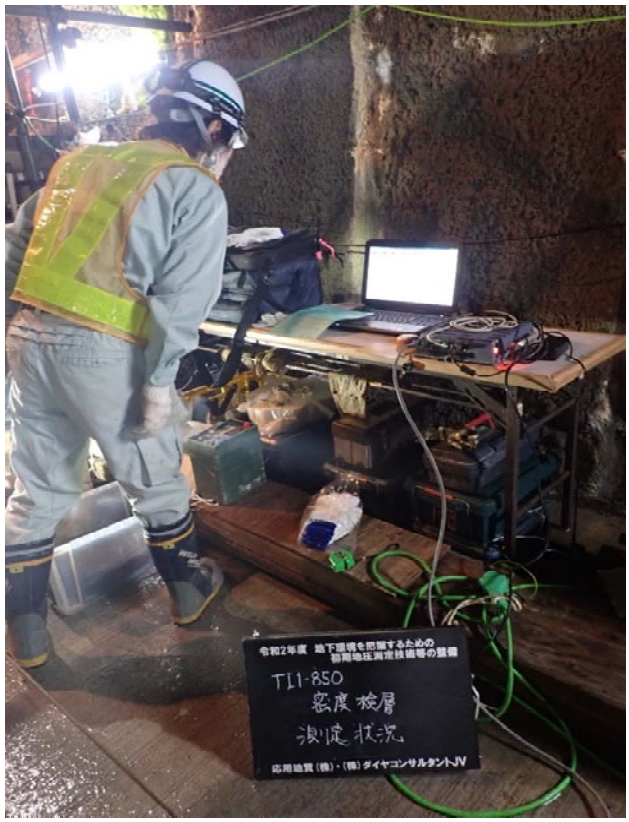
キャリパー検層　測定器挿入



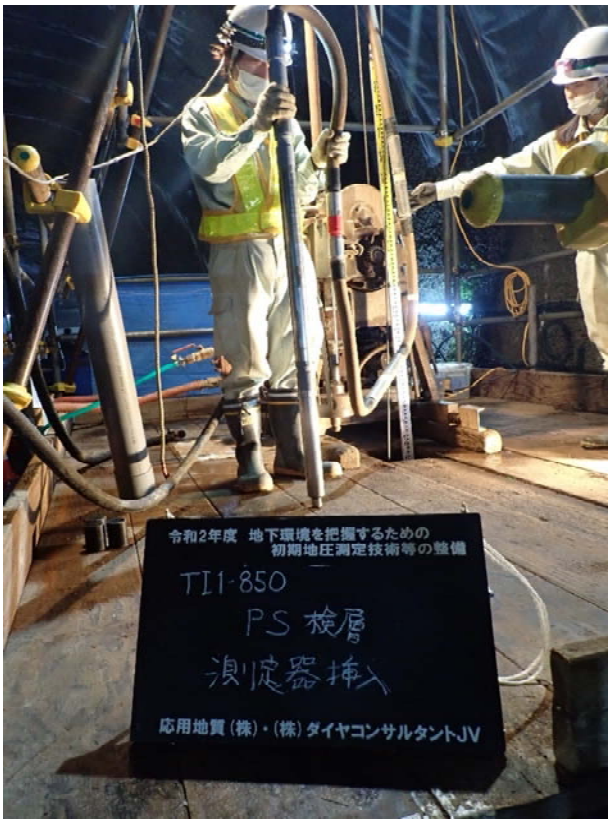
キャリパー検層　測定状況



密度検層　測定器挿入



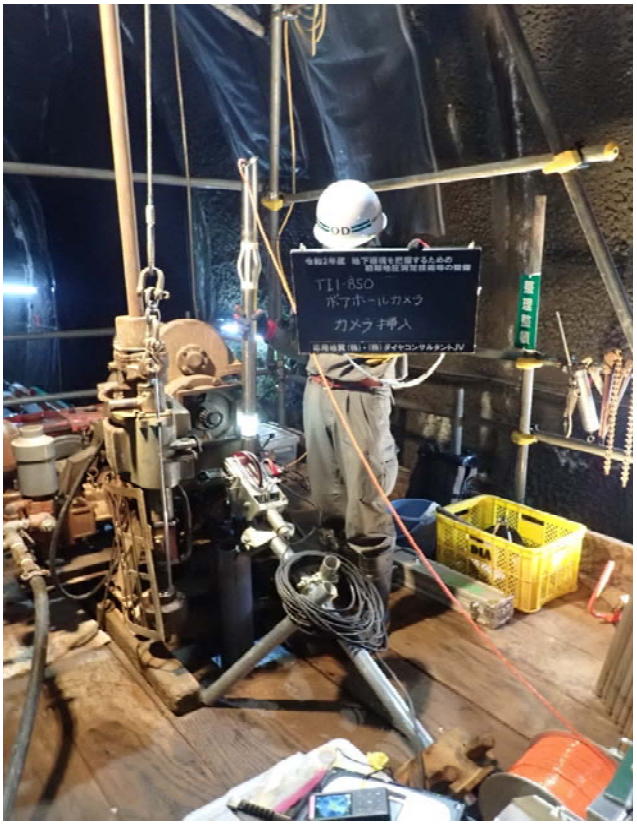
密度検層　測定状況



PS検層　測定器挿入

PS検層　測定状況

(3) ボアホールカメラ撮影



ボアホールカメラ撮影　カメラ挿入

ボアホールカメラ撮影状況

ボアホールカメラ撮影状況（モニタ画面）

ボアホールカメラ撮影状況（ウインチ調整）

(4) 低圧岩盤透水試験

パッカー・圧力センサー挿入

深度34m～99m区間　試験状況

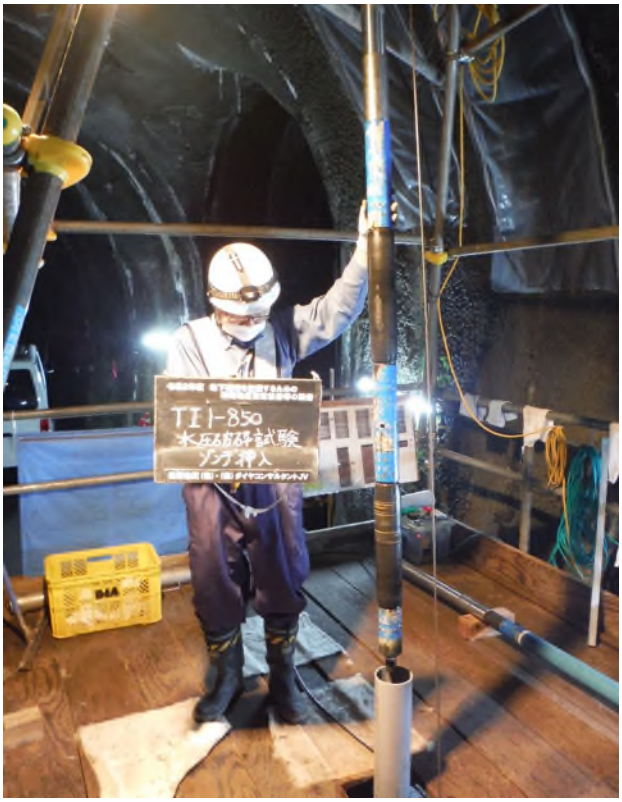
深度73m～78m区間　試験状況

深度86m～91m区間　試験状況

(5) 初期地圧測定

試験資機材搬入

試験資機材搬入

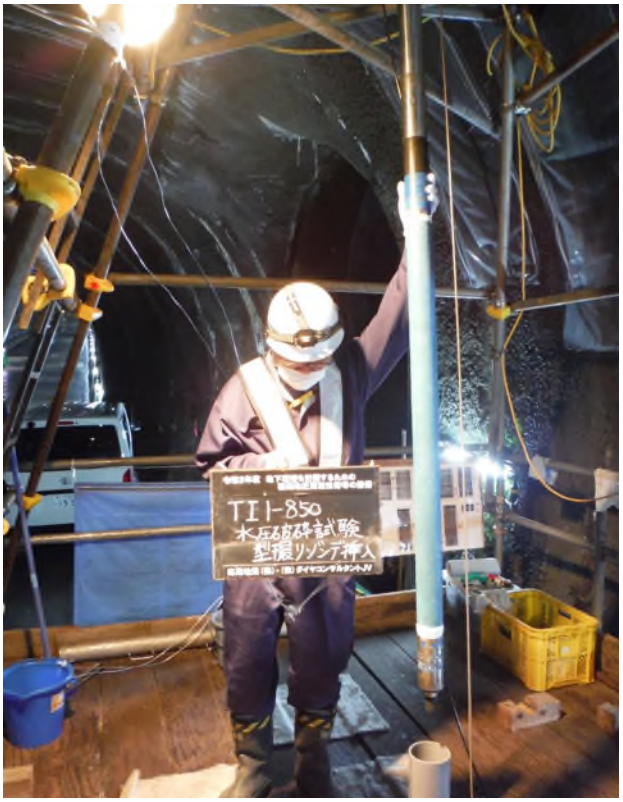


水圧破砕試験ゾンデ挿入

水圧破砕試験状況

水圧破砕試験状況

水圧破砕試験状況



型撮試験ゾンデ挿入

型撮試験状況

型撮試験状況

型撮レプリカ作製

試験資機材搬出

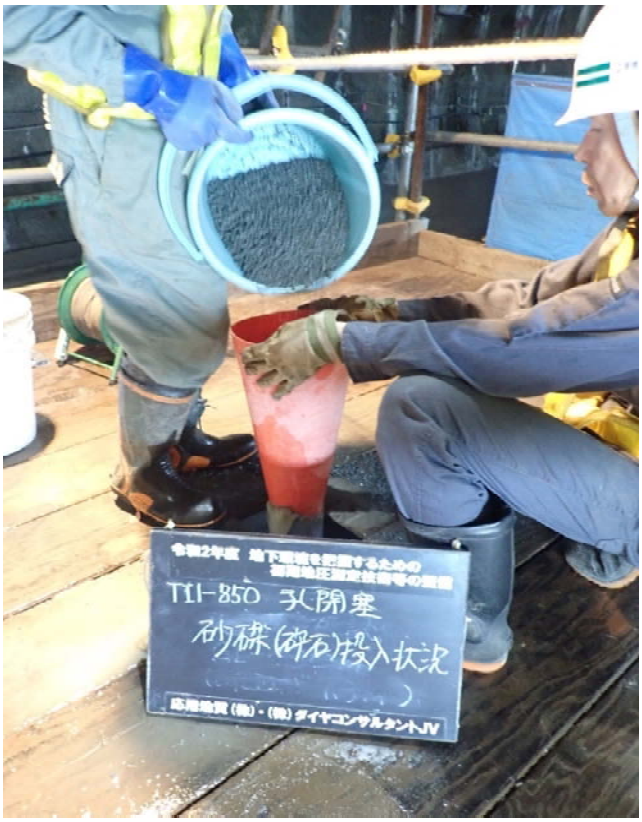
試験資機材搬出

コア直径測定状況

(6) ボーリング孔閉塞

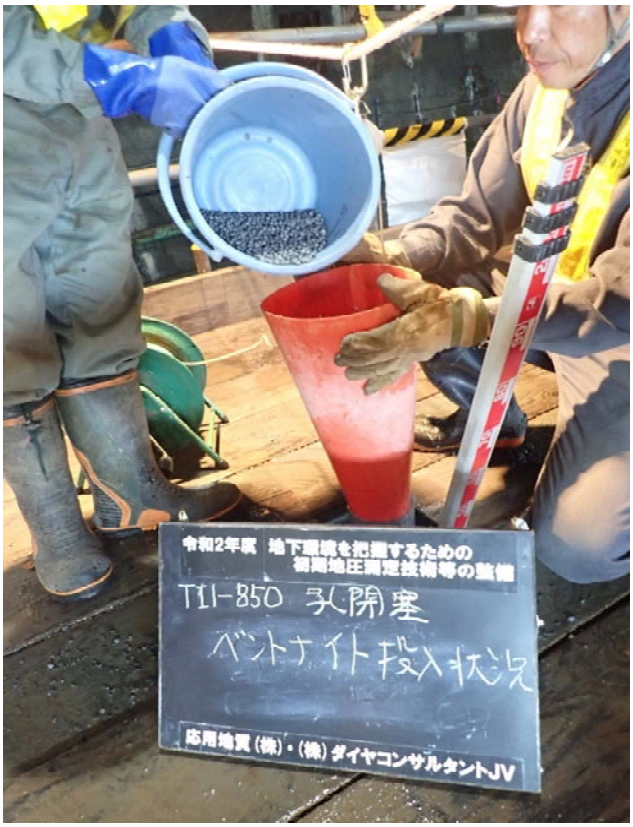
ボーリング掘削孔底確認

ボーリング掘削孔底確認（拡大）



砂礫（砕石）投入状況

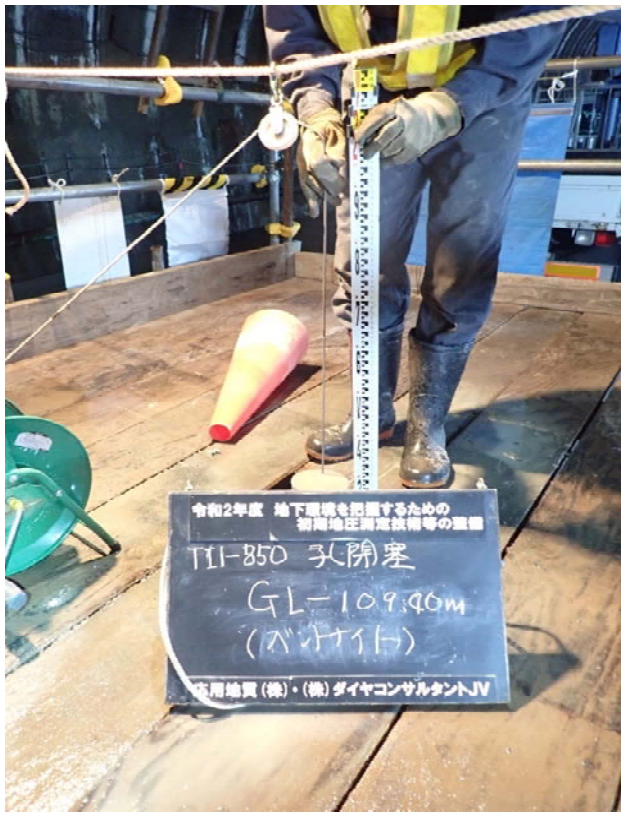
GL-123.35mまで砂礫(砕石)充填



ベントナイト投入状況

GL-120.70mまでベントナイト充填

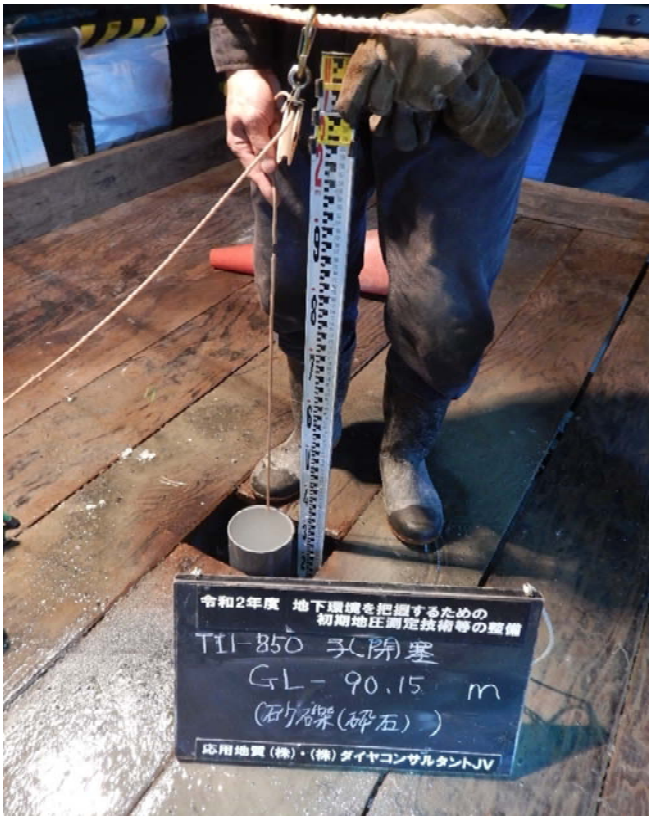
GL-111.00mまで砂礫(砕石)充填



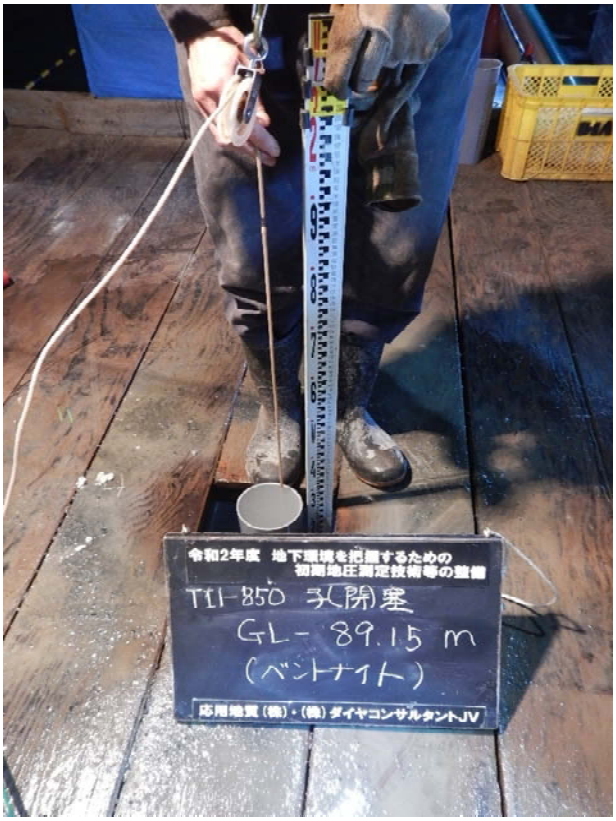
GL-109.40mまでベントナイト充填

GL-100.45mまで砂礫(砕石)充填

GL-99.25mまでベントナイト充填



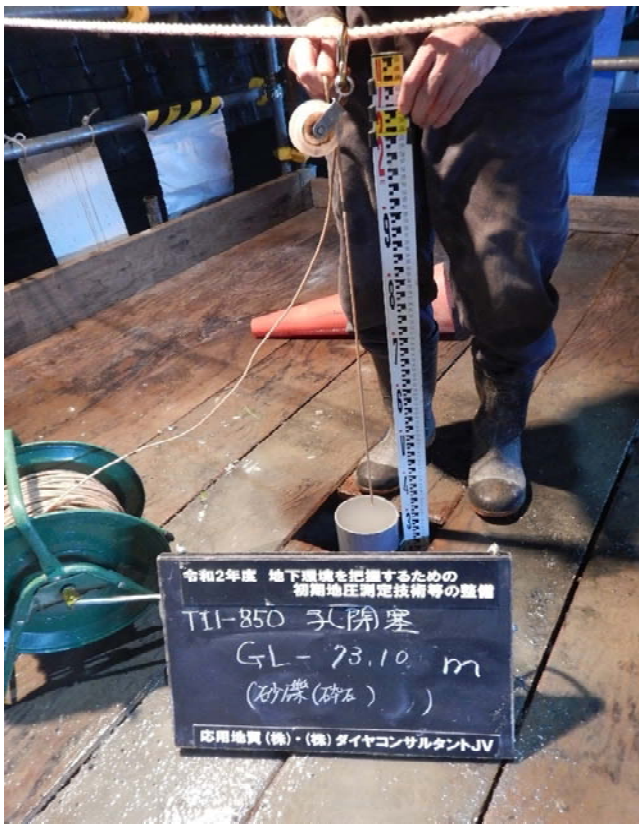
GL-90.15mまで砂礫(砕石)充填



GL-89.15mまでベントナイト充填

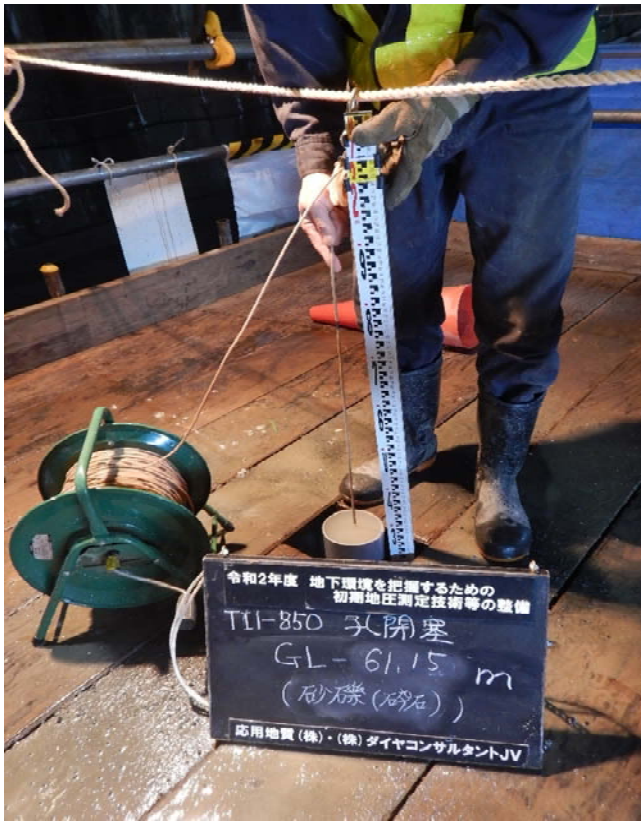
GL-80.45mまで砂礫(砕石)充填

GL-79.30mまでベントナイト充填

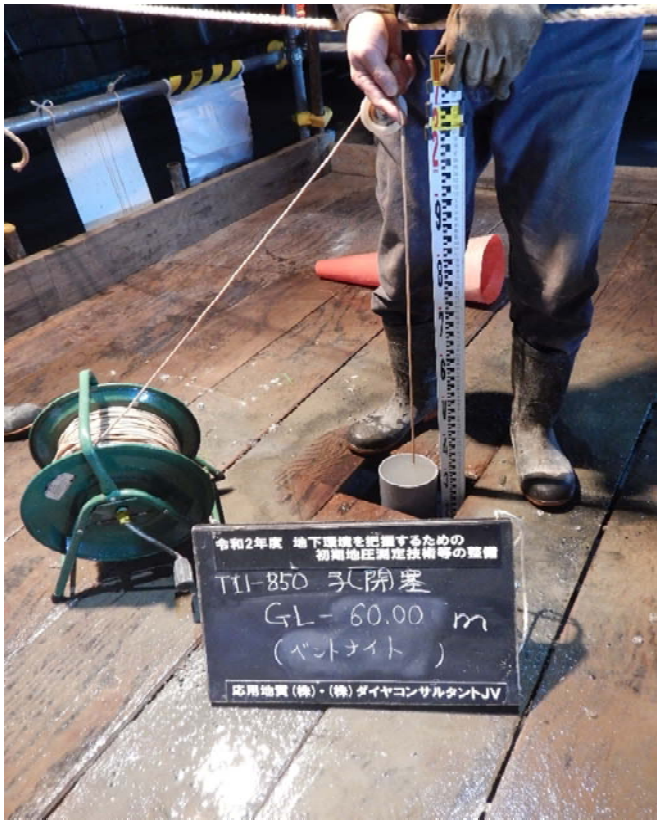


GL-73.10mまで砂礫(砕石)充填

GL-70.50mまでベントナイト充填



GL-61.15mまで砂礫(砕石)充填



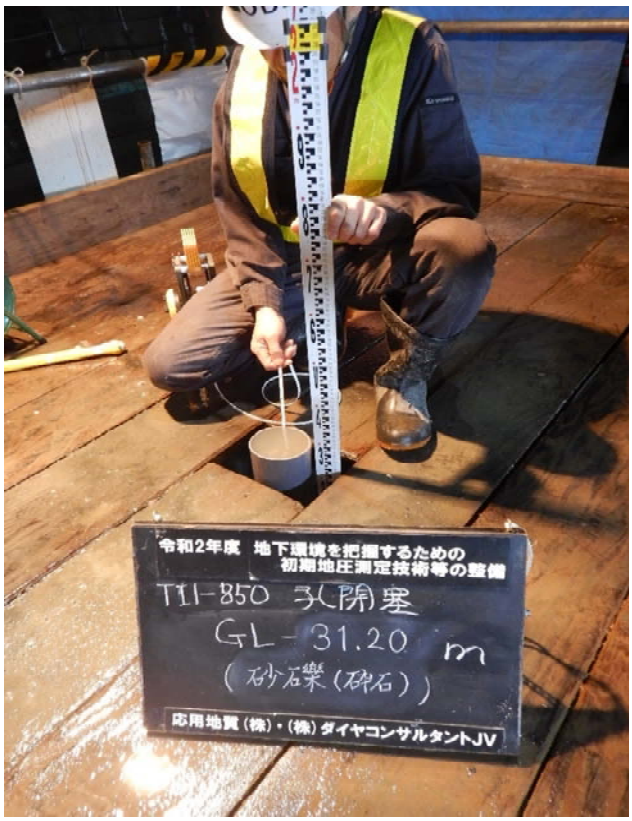
GL-60.00mまでベントナイト充填

GL-50.55mまで砂礫(砕石)充填

GL-49.30mまでベントナイト充填

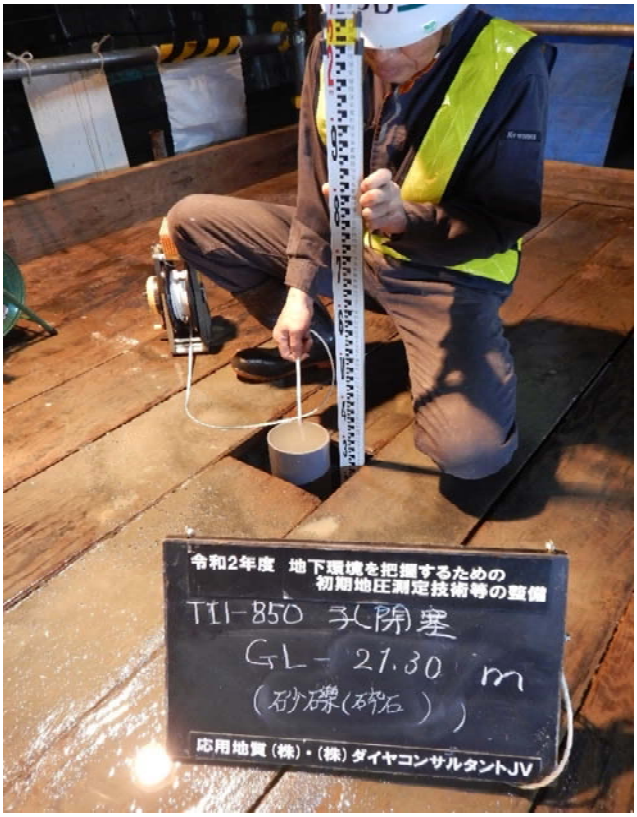
GL-39.70mまで砂礫(砕石)充填

GL-38.40mまでベントナイト充填



GL-31.20mまで砂礫(砕石)充填

GL-30.05mまでベントナイト充填

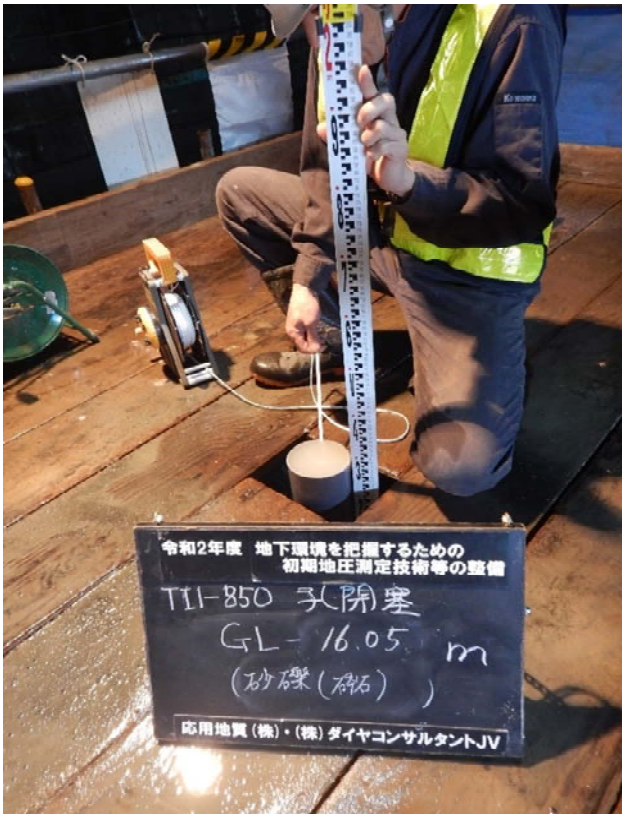


GL-21.30mまで砂礫(砕石)充填

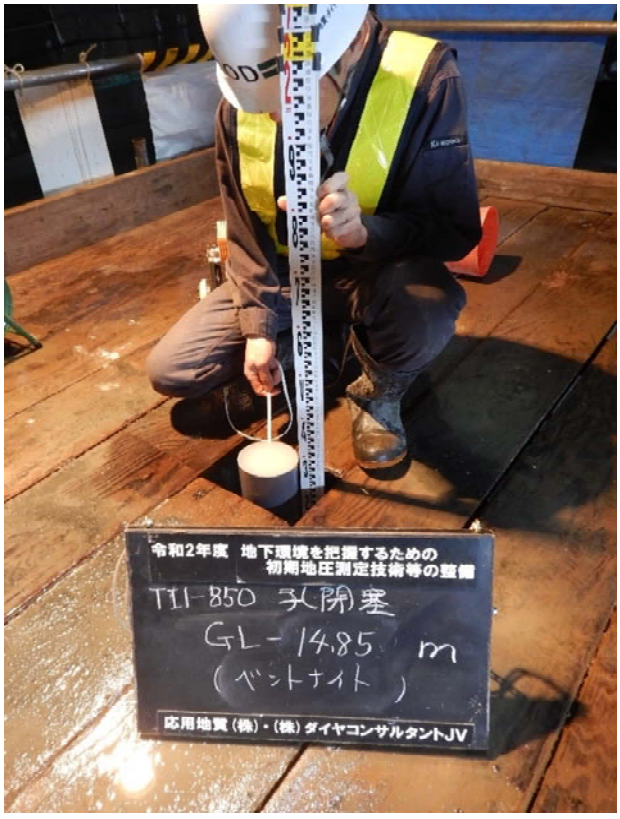
GL-19.15mまでベントナイト充填

GL-17.90mまで砂礫(砕石)充填

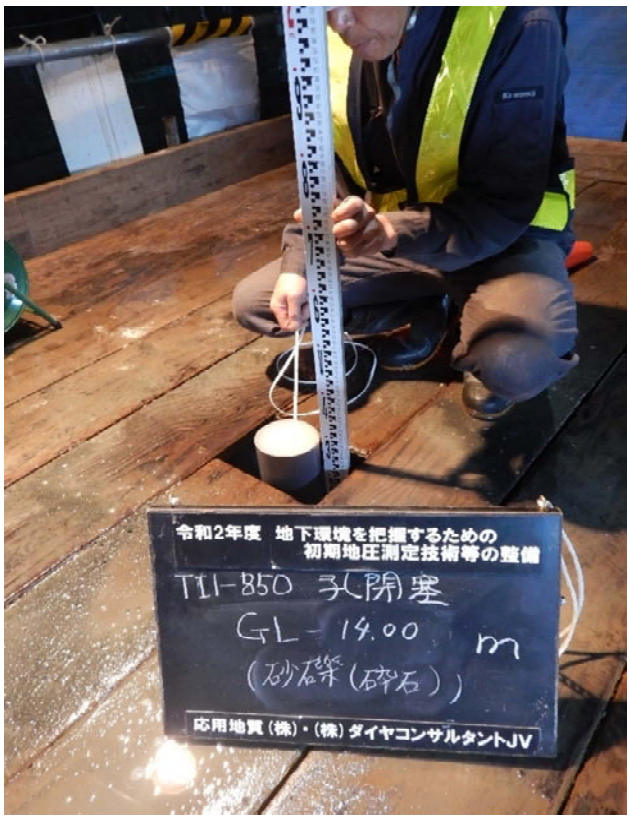
GL-16.70mまでベントナイト充填



GL-16.05mまで砂礫(砕石)充填



GL-14.85mまでベントナイト充填

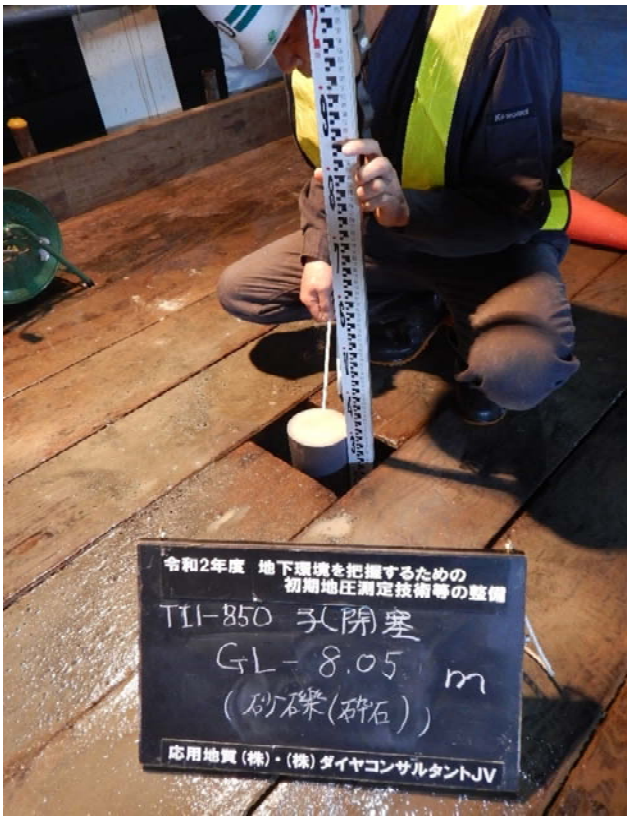


GL-14.00mまで砂礫(砕石)充填

GL-12.90mまでベントナイト充填

GL-11.85mまで砂礫(砕石)充填

GL-10.60mまでベントナイト充填



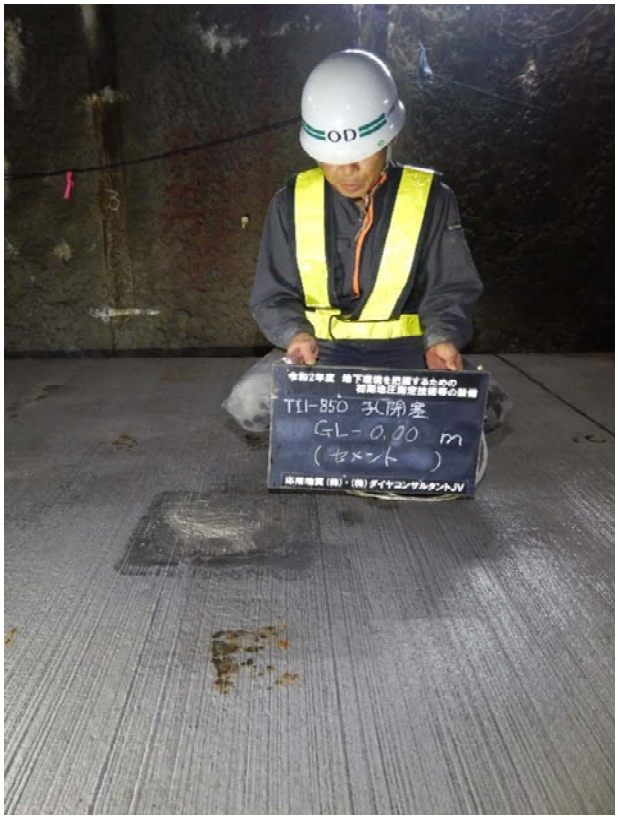
GL-8.05mまで砂礫(砕石)充填

GL-5.80mまでベントナイト充填

GL-4.05mまで砂礫(砕石)充填

GL-1.80mまでベントナイト充填

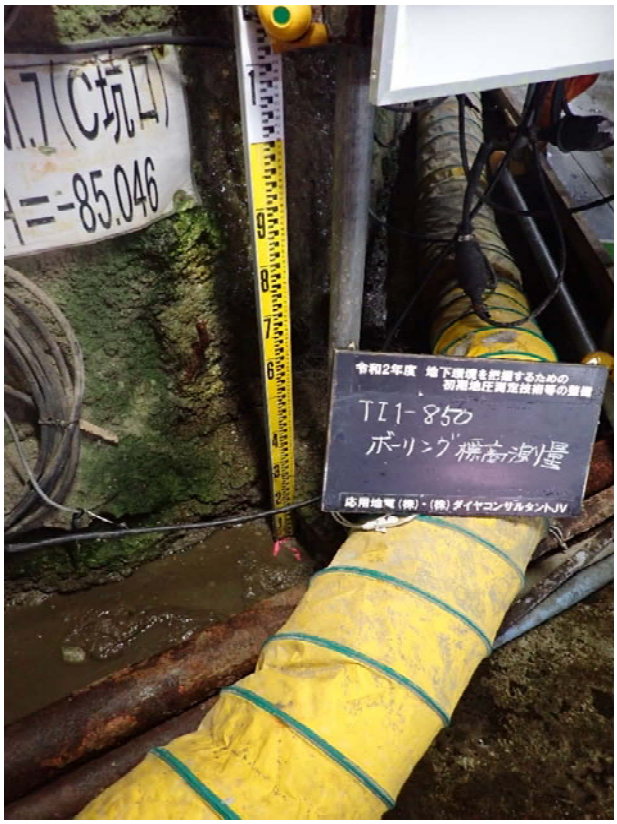
GL-0.50mまで砂礫(砕石)充填



GL-0.00mまでベントナイト充填

(7) ボーリング標高測量

調査坑内の基準点



調査坑内の基準点

孔口標高測量状況

孔口標高測量状況

9. 室内試験データシート

（1）密度試験、含水比試験、土粒子の密度試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月20日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　(37.00 m ～ 38.15 m)　試験者

					供試体 No.	1	2	3	4	5
					採取深度 m	37.00 37.15	37.15 37.30	37.30 37.40	37.40 37.55	38.00 38.15
					供試体の質量 m g	637.23	309.84	158.44	318.24	317.96
供試体	直径	上部			cm	5.910	4.932	4.920	4.915	4.915
						5.915	4.938	4.935	4.920	4.940
		中部			cm	5.910	4.955	4.930	4.915	4.910
						5.915	4.947	4.935	4.930	4.935
		下部			cm	5.910	4.958	4.940	4.930	4.905
						5.915	4.963	4.940	4.945	4.910
		平均値	D		cm	5.913	4.949	4.933	4.926	4.919
体積	高さ				cm	13.885	9.743	4.920	9.990	9.935
						13.880	9.746	4.915	9.985	9.940
						13.885	9.746	4.915	9.985	9.940
		平均値	H		cm	13.883	9.745	4.917	9.987	9.938
	体積	$V=(\pi D^2/4)H$			cm^3	381.23	187.46	93.97	190.33	188.86
含水比	容器 No.						1951	34	587	92
	m_a				g		49.31	48.37	42.80	42.38
	m_b				g		41.38	40.89	36.47	36.40
	m_c				g		22.16	22.15	20.97	21.69
	w				%		41.3	39.9	40.8	40.7
	容器 No.						705	48	937	794
	m_a				g		54.03	40.55	44.14	45.55
	m_b				g		44.71	34.46	37.76	38.62
	m_c				g		22.16	19.17	22.15	21.69
	w				%		41.3	39.8	40.9	40.9
	平均値	w			%		41.3	39.9	40.9	40.8
湿潤密度	$\rho_t=m/V$				g/cm^3	1.672	1.653	1.686	1.672	1.684
乾燥密度	$\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$				g/cm^3		1.170	1.205	1.187	1.196
間隙比	$e=(\rho_s/\rho_d)-1$						1.026	0.968	0.997	0.982
飽和度	$S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$				%		95.4	97.7	97.3	98.5
土粒子の密度	ρ_s				g/cm^3	2.371	平均値 w %		平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値	ρ_d				g/cm^3		平均値 e		平均値 S_r %	
特記事項						TI1850-P1-01 熱伝導率試験	TI1850-P1-02 比熱試験	TI1850-P1-03 圧裂引張り試験	TI1850-P1-04 一軸圧縮試験	TI1850-P1-08 三軸圧縮試験（CUB）

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月20日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　(38.15 m ～ 39.25 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	38.15 38.30	38.45 38.60	38.60 38.75	39.00 39.15	39.15 39.25
供試体の質量 m			g	326.00	323.28	323.59	317.43	165.90
供試体の体積	直径	上部	cm	4.935	4.930	4.965	4.925	4.955
				4.945	4.935	4.955	4.920	4.950
		中部	cm	4.950	4.940	4.940	4.940	4.970
				4.960	4.950	4.935	4.935	4.950
		下部	cm	4.965	4.960	4.935	4.955	4.975
				4.975	4.970	4.920	4.935	4.965
		平均値 D	cm	4.955	4.948	4.942	4.935	4.961
	高さ		cm	10.005	9.965	9.985	9.930	5.125
				10.010	9.970	9.990	9.935	5.130
				10.005	9.965	9.990	9.935	5.130
		平均値 H	cm	10.007	9.967	9.988	9.933	5.128
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	192.97	191.65	191.59	190.00	99.12
含水比	容器 No.			769	802	862	627	1343
	m_a		g	46.60	43.38	46.24	47.96	43.35
	m_b		g	39.43	37.12	39.41	40.37	37.36
	m_c		g	21.69	21.68	22.15	21.69	22.15
	w		%	40.4	40.5	39.6	40.6	39.4
	容器 No.			1297	1259	1681	1624	919
	m_a		g	47.06	51.07	43.54	45.42	38.18
	m_b		g	39.91	42.76	37.44	38.70	33.67
	m_c		g	22.18	22.16	22.18	22.16	22.16
	w		%	40.3	40.3	40.0	40.6	39.2
	平均値 w		%	40.4	40.4	39.8	40.6	39.3
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.689	1.687	1.689	1.671	1.674
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.203	1.202	1.208	1.188	1.202
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				0.971	0.973	0.963	0.996	0.973
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	98.6	98.4	98.0	96.6	95.8
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.371	平均値 w %	40.1	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.201	平均値 e	0.975	平均値 S_r %	97.5
特記事項				TI1850-P1-09 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P1-11 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P1-12 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P1-13 動的変形試験	TI1850-P1-14 三軸超音波速度試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月20日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　(51.90 m ～ 52.85 m)　試験者

					供試体 No.	1	2	3	4	5
					採取深度 m	51.90 52.00	52.15 52.25	52.25 52.40	52.40 52.55	52.70 52.85
					供試体の質量 m g	158.30	161.71	316.93	316.58	316.60
供試体体積	直径	上部			cm	4.995	4.955	4.960	4.940	4.960
						5.000	4.955	4.960	4.945	4.965
		中部			cm	5.000	4.965	4.970	4.955	4.975
						5.015	4.970	4.975	4.955	4.975
		下部			cm	5.015	4.990	4.985	4.975	4.995
						5.030	4.980	4.980	4.970	4.995
		平均値	D		cm	5.009	4.969	4.972	4.957	4.978
	高さ				cm	4.875	5.095	9.980	9.990	9.995
						4.880	5.100	9.975	9.985	9.990
						4.880	5.100	9.975	9.985	9.990
		平均値	H		cm	4.878	5.098	9.977	9.987	9.992
	体積	$V=(\pi D^2/4)H$			cm^3	96.12	98.86	193.71	192.74	194.47
含水比	容器 No.					1604	1939	359	1865	1778
	m_a				g	48.46	45.71	46.28	43.78	44.68
	m_b				g	40.26	38.15	38.60	36.99	37.52
	m_c				g	22.18	22.17	22.18	22.15	22.14
	w				%	45.4	47.3	46.8	45.8	46.6
	容器 No.					1067	12	252	313	628
	m_a				g	44.09	47.29	46.06	46.49	44.32
	m_b				g	37.26	39.28	38.35	38.84	37.07
	m_c				g	22.18	22.19	22.16	22.20	21.70
	w				%	45.3	46.9	47.6	46.0	47.2
	平均値	w			%	45.4	47.1	47.2	45.9	46.9
湿潤密度	$\rho_t=m/V$				g/cm^3	1.647	1.636	1.636	1.643	1.628
乾燥密度	$\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$				g/cm^3	1.133	1.112	1.111	1.126	1.108
間隙比	$e=(\rho_s/\rho_d)-1$					1.099	1.138	1.140	1.112	1.146
飽和度	$S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$				%	98.2	98.4	98.5	98.2	97.3
土粒子の密度	ρ_s				g/cm^3	2.378	平均値 w %	46.5	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値	ρ_d				g/cm^3	1.118	平均値 e	1.127	平均値 S_r %	98.1
特記事項						TI1850-P2-02 圧裂引張り試験	TI1850-P2-03 三軸超音波速度試験	TI1850-P2-04 動的変形試験	TI1850-P2-05 一軸圧縮試験	TI1850-P2-07 三軸圧縮試験（CUB）

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月20日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　(52.85 m ～ 53.90 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	52.85 53.00	53.00 53.15	53.15 53.30	53.60 53.75	53.75 53.90
供試体の質量 m			g	314.86	318.24	315.54	626.00	309.44
供試体	直径	上部	cm	4.950	4.965	4.930	5.935	4.906
				4.955	4.975	4.930	5.940	4.892
		中部	cm	4.970	4.970	4.940	5.935	4.912
				4.975	4.985	4.945	5.940	4.899
		下部	cm	4.990	4.980	4.955	5.940	4.918
				4.985	5.005	4.960	5.940	4.906
		平均値 D	cm	4.971	4.980	4.943	5.938	4.906
体積	高さ		cm	9.980	9.995	10.005	13.915	10.003
				9.975	9.995	10.000	13.915	10.006
				9.980	9.995	10.000	13.910	10.007
		平均値 H	cm	9.978	9.995	10.002	13.913	10.005
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	193.65	194.68	191.94	385.29	189.13
含水比	容器 No.			454	555	754		910
	m_a		g	46.41	42.36	45.64		50.36
	m_b		g	38.44	35.86	38.19		41.17
	m_c		g	21.70	22.15	21.69		21.69
	w		%	47.6	47.4	45.2		47.2
	容器 No.			876	1358	1818		769
	m_a		g	46.11	43.16	47.78		48.82
	m_b		g	38.16	36.46	39.76		40.13
	m_c		g	21.70	22.17	22.18		21.69
	w		%	48.3	46.9	45.6		47.1
	平均値 w		%	48.0	47.2	45.4		47.2
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.626	1.635	1.644	1.625	1.636
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.099	1.111	1.131		1.111
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.164	1.140	1.103		1.140
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	98.1	98.5	97.9		98.5
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.378	平均値 w %	47.0	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.113	平均値 e	1.137	平均値 S_r %	98.3
特記事項				TI1850-P2-08 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P2-09 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P2-10 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P2-13 熱伝導率試験	TI1850-P2-14 比熱試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月20日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　(55.15 m ～ 58.95 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	55.15 55.25	55.25 55.40	55.40 55.55	58.30 58.45	58.80 58.95
供試体の質量 m			g	148.77	298.58	299.87	297.51	300.43
供試体の体積	直径	上部	cm	4.930	4.940	4.910	4.950	4.940
				4.950	4.935	4.935	4.950	4.935
		中部	cm	4.945	4.940	4.920	4.965	4.950
				4.965	4.955	4.940	4.970	4.950
		下部	cm	4.945	4.965	4.920	4.985	4.975
				4.970	4.980	4.965	4.975	4.970
		平均値 D	cm	4.951	4.953	4.932	4.966	4.953
	高さ		cm	4.905	10.000	9.920	9.785	9.950
				4.905	10.000	9.920	9.790	9.945
				4.910	9.995	9.920	9.790	9.950
		平均値 H	cm	4.907	9.998	9.920	9.788	9.948
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	94.47	192.64	189.52	189.58	191.67
含水比	容器 No.			419	850	932	908	1438
	m_a		g	42.19	45.84	43.73	50.48	46.69
	m_b		g	35.09	37.46	36.07	40.38	37.97
	m_c		g	21.71	22.16	22.16	21.71	22.17
	w		%	53.1	54.8	55.1	54.1	55.2
	容器 No.			770	808	881	797	1695
	m_a		g	46.78	38.50	42.98	39.49	44.52
	m_b		g	38.21	32.44	35.50	33.15	36.53
	m_c		g	22.18	21.70	22.16	21.70	22.15
	w		%	53.5	56.4	56.1	55.4	55.6
	平均値 w		%	53.3	55.6	55.6	54.8	55.4
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.575	1.550	1.582	1.569	1.567
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.027	0.996	1.017	1.014	1.008
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.310	1.382	1.332	1.339	1.353
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	96.5	95.4	99.0	97.1	97.1
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.372	平均値 w %	54.9	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.012	平均値 e	1.343	平均値 S_r %	97.0
特記事項				TI1850-P3-01 圧裂引張り試験	TI1850-P3-02 一軸圧縮試験	TI1850-P3-03 動的変形試験	TI1850-P3-06 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P3-07 三軸圧縮試験（CUB）

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月20日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　(59.10 m ～ 62.35 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	59.10 59.25	59.25 59.40	59.60 59.70	61.85 62.00	62.20 62.35
供試体の質量 m			g	300.17	295.08	156.40	600.48	294.36
供試体体積	直径	上部	cm	4.945	4.940	4.950	5.935	4.920
				4.950	4.935	4.965	5.940	4.891
		中部	cm	4.960	4.955	4.955	5.940	4.920
				4.970	4.965	4.970	5.935	4.902
		下部	cm	4.975	4.980	4.970	5.945	4.938
				4.985	4.980	4.980	5.940	4.931
		平均値 D	cm	4.964	4.959	4.965	5.939	4.917
	高さ		cm	9.955	9.915	5.150	13.990	9.839
				9.960	9.910	5.150	13.985	9.842
				9.960	9.915	5.150	13.985	9.843
		平均値 H	cm	9.958	9.913	5.150	13.987	9.841
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	192.72	191.46	99.71	387.47	186.87
含水比	容器 No.			1048	955	1644		1736
	m_a		g	40.74	44.72	42.13		47.86
	m_b		g	34.11	36.64	35.03		38.64
	m_c		g	22.18	22.16	22.19		22.16
	w		%	55.6	55.8	55.3		55.9
	容器 No.			1086	707	1869		1596
	m_a		g	44.89	44.28	47.67		42.75
	m_b		g	36.77	36.62	38.58		35.25
	m_c		g	22.18	22.16	22.16		22.16
	w		%	55.7	53.0	55.4		57.3
	平均値 w		%	55.7	54.4	55.4		56.6
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.558	1.541	1.569	1.550	1.575
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.001	0.998	1.010		1.006
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.370	1.377	1.349		1.358
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	96.4	93.7	97.4		98.9
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.372	平均値 w %	55.5	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.004	平均値 e	1.364	平均値 S_r %	96.6
特記事項				TI1850-P3-08 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P3-09 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-P3-10 三軸超音波速度試験	TI1850-P3-13 熱伝導率試験	TI1850-P3-14 比熱試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月25日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　(73.15 m ～ 74.30 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	73.15 73.30	73.30 73.45	73.70 73.85	74.00 74.15	74.15 74.30
供試体の質量 m			g	314.15	628.04	304.35	303.69	309.82
供試体	直径	上部	cm	4.975	5.955	4.950	4.940	4.960
				4.950	5.960	4.960	4.950	4.965
		中部	cm	4.950	5.960	4.970	4.960	4.970
				4.950	5.960	4.955	4.965	4.975
		下部	cm	4.930	5.960	4.985	4.970	4.965
				4.935	5.955	4.960	4.980	4.975
		平均値 D	cm	4.948	5.958	4.963	4.961	4.968
体積	高さ		cm	9.945	14.055	10.020	9.925	9.965
				9.945	14.055	10.025	9.925	9.960
				9.945	14.060	10.025	9.925	9.965
		平均値 H	cm	9.945	14.057	10.023	9.925	9.963
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	191.23	391.91	193.90	191.85	193.13
含水比	容器 No.			999		1867	705	958
	m_a		g	45.89		41.46	45.02	42.28
	m_b		g	38.58		34.61	37.32	35.66
	m_c		g	22.18		22.16	22.16	22.17
	w		%	44.6		55.0	50.8	49.1
	容器 No.			441		1775	822	187
	m_a		g	47.09		41.92	40.93	47.72
	m_b		g	39.38		35.00	34.58	39.53
	m_c		g	22.14		22.20	22.15	23.09
	w		%	44.7		54.1	51.1	49.8
	平均値 w		%	44.7		54.6	51.0	49.5
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.643	1.603	1.570	1.583	1.604
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.135		1.016	1.048	1.073
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.111		1.358	1.286	1.233
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	96.4		96.3	95.0	96.2
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.396	平均値 w %	50.0	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.068	平均値 e	1.247	平均値 S_r %	96.0
特記事項				TI1850-S1-01 比熱試験	TI1850-S1-02 熱伝導率試験	TI1850-S1-04 一軸圧縮試験	TI1850-S1-05 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S1-06 三軸圧縮試験（CUB）

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月25日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　(74.30 m ～ 75.70 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	74.30 74.45	74.45 74.60	74.75 74.85	75.45 75.55	75.55 75.70
供試体の質量 m			g	303.76	299.65	153.26	150.71	292.28
供試体体積	直径	上部	cm	4.970 4.975	4.945 4.940	4.980 4.985	4.960 4.985	4.940 4.935
		中部	cm	4.980 4.975	4.935 4.940	4.980 4.990	4.965 5.000	4.965 4.960
		下部	cm	4.985 4.975	4.945 4.940	4.980 4.985	4.970 5.005	4.980 4.965
		平均値 D	cm	4.977	4.941	4.983	4.981	4.958
	高さ		cm	9.975 9.970 9.970	9.950 9.950 9.945	4.935 4.930 4.935	4.940 4.940 4.935	9.945 9.950 9.945
		平均値 H	cm	9.972	9.948	4.933	4.938	9.947
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	194.00	190.75	96.20	96.22	192.04
含水比	容器 No.			1861	319	202	1219	1797
	m_a		g	48.21	49.06	41.81	45.21	42.84
	m_b		g	39.45	39.68	35.12	37.50	35.95
	m_c		g	22.15	21.70	22.16	22.16	22.16
	w		%	50.6	52.2	51.6	50.3	50.0
	容器 No.			429	614	770	782	992
	m_a		g	45.46	49.64	42.19	43.47	47.87
	m_b		g	37.40	39.90	35.56	36.28	39.21
	m_c		g	21.70	21.70	22.18	22.17	22.18
	w		%	51.3	53.5	49.6	51.0	50.9
	平均値 w		%	51.0	52.9	50.6	50.7	50.5
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.566	1.571	1.593	1.566	1.522
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.037	1.027	1.058	1.039	1.011
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.311	1.333	1.265	1.306	1.370
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	93.2	95.1	95.8	93.0	88.3
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.396	平均値 w %	51.1	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.034	平均値 e	1.317	平均値 S_r %	93.1
特記事項				TI1850-S1-07 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S1-08 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S1-10 圧裂引張り試験	TI1850-S1-12 三軸超音波速度試験	TI1850-S1-13 動的変形試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月25日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　(95.00 m ～ 96.00 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	95.00 95.15	95.15 95.30	95.30 95.45	95.60 95.75	95.90 96.00
供試体の質量 m			g	313.17	325.79	327.02	328.31	161.56
供試体体積	直径	上部	cm	4.960	4.965	4.975	4.980	5.000
				4.970	4.980	4.980	4.990	4.995
		中部	cm	4.930	4.990	4.970	4.985	5.020
				4.945	5.015	4.975	5.005	4.990
		下部	cm	4.945	5.020	4.975	5.005	5.005
				4.940	5.035	4.990	5.010	4.990
		平均値 D	cm	4.948	5.001	4.978	4.996	5.000
	高さ		cm	9.975	9.880	9.970	9.975	4.960
				9.975	9.880	9.970	9.980	4.960
				9.980	9.875	9.975	9.975	4.965
		平均値 H	cm	9.977	9.878	9.972	9.977	4.962
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	191.84	194.03	194.08	195.58	97.43
含水比	容器 No.			1663	441	535	143	303
	m_a		g	41.65	34.58	36.05	42.84	42.47
	m_b		g	36.14	31.19	32.05	36.71	36.58
	m_c		g	22.15	22.14	21.70	22.15	22.17
	w		%	39.4	37.5	38.6	42.1	40.9
	容器 No.			1892	851	536	1461	1436
	m_a		g	46.70	36.69	35.99	43.04	46.76
	m_b		g	39.80	32.63	31.93	37.06	39.60
	m_c		g	22.17	21.69	21.70	22.17	22.16
	w		%	39.1	37.1	39.7	40.2	41.1
	平均値 w		%	39.3	37.3	39.2	41.2	41.0
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.632	1.679	1.685	1.679	1.658
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.172	1.223	1.210	1.189	1.176
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.083	0.996	1.017	1.053	1.076
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	88.6	91.4	94.1	95.5	93.0
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.441	平均値 w %	39.6	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.194	平均値 e	1.045	平均値 S_r %	92.5
特記事項				TI1850-S2-01 一軸圧縮試験	TI1850-S2-02 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S2-03 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S2-05 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S2-07 圧裂引張り試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月25日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　(96.00 m ～ 99.30 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	~~96.00~~ 96.15	~~96.65~~ 96.80	~~96.80~~ 96.90	~~97.55~~ 97.70	~~99.15~~ 99.30
供試体の質量 m			g	316.21	324.30	165.14	316.68	646.50
供試体の体積	直径	上部	cm	4.890	4.990	4.995	4.900	5.965
				4.885	4.970	4.980	4.900	5.965
		中部	cm	4.920	4.995	5.005	4.905	5.965
				4.920	4.970	4.985	4.905	5.960
		下部	cm	4.950	4.995	5.010	4.900	5.965
				4.890	4.980	4.980	4.905	5.960
		平均値 D	cm	4.909	4.983	4.993	4.903	5.963
	高さ		cm	9.975	9.980	4.970	9.965	13.955
				9.975	9.980	4.970	9.960	13.955
				9.980	9.980	4.975	9.960	13.955
		平均値 H	cm	9.977	9.980	4.972	9.962	13.955
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	188.83	194.63	97.35	188.09	389.72
含水比	容器 No.			1852	2	4	1297	
	m_a		g	48.49	43.53	47.47	44.01	
	m_b		g	40.85	37.00	39.83	37.49	
	m_c		g	22.14	22.18	22.16	22.18	
	w		%	40.8	44.1	43.2	42.6	
	容器 No.			1436	427	34	536	
	m_a		g	48.13	42.92	48.12	43.93	
	m_b		g	40.48	36.69	40.43	37.30	
	m_c		g	22.16	22.15	22.15	21.70	
	w		%	41.8	42.8	42.1	42.5	
	平均値 w		%	41.3	43.5	42.7	42.6	
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.675	1.666	1.696	1.684	1.659
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.185	1.161	1.189	1.181	
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.060	1.102	1.053	1.067	
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	95.1	96.4	99.0	97.5	
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.441	平均値 w %	42.5	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.179	平均値 e	1.071	平均値 S_r %	97.0
特記事項				TI1850-S2-08 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S2-09 動的変形試験	TI1850-S2-10 三軸超音波速度試験	TI1850-S2-12 比熱試験	TI1850-S2-14 熱伝導率試験

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月25日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　(110.40 m ～ 111.45 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.								
採取深度			m	110.40 110.55	110.70 110.80	111.00 111.15	111.15 111.30	111.30 111.45
供試体の質量 m			g	329.04	153.47	325.71	328.75	329.50
供試体寸法	直径	上部	cm	4.980 4.980	4.970 5.000	4.965 4.975	4.980 4.985	4.970 4.980
		中部	cm	4.980 4.985	4.970 4.990	4.970 4.980	4.985 4.980	4.940 4.965
		下部	cm	4.985 4.995	4.975 4.980	4.970 4.985	4.980 4.980	4.965 4.965
		平均値 D	cm	4.984	4.981	4.974	4.982	4.964
	高さ		cm	10.130 10.125 10.125	4.765 4.765 4.765	9.895 9.890 9.890	9.975 9.980 9.980	9.985 9.990 9.990
		平均値 H	cm	10.127	4.765	9.892	9.978	9.988
体積	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	197.57	92.85	192.21	194.51	193.30
含水比	容器 No.			1150	492	18	21	146
	m_a		g	44.22	42.08	44.81	41.92	41.23
	m_b		g	38.02	36.17	38.22	36.16	35.46
	m_c		g	22.18	22.15	22.16	22.16	22.18
	w		%	39.1	42.2	41.0	41.1	43.4
	容器 No.			1703	1997	316	544	230
	m_a		g	43.97	41.14	46.40	41.03	41.85
	m_b		g	37.82	35.36	38.88	35.54	35.89
	m_c		g	22.19	22.17	22.16	22.18	21.71
	w		%	39.3	43.8	45.0	41.1	42.0
	平均値 w		%	39.2	43.0	43.0	41.1	42.7
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.665	1.653	1.695	1.690	1.705
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.196	1.156	1.185	1.198	1.195
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.073	1.144	1.092	1.069	1.074
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	90.6	93.2	97.6	95.3	98.6
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.479	平均値 w %	41.8	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.186	平均値 e	1.090	平均値 S_r %	95.1
特記事項				TI1850-S3-02 一軸圧縮試験	TI1850-S3-04 圧裂引張り試験	TI1850-S3-05 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S3-06 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S3-07 三軸圧縮試験（CUB）

~~JIS A 1225~~
JGS 2132

岩石の湿潤密度試験（ノギス法）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年8月25日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　(111.45 m ～ 112.80 m)　試験者

				1	2	3	4	5
供試体 No.				1	2	3	4	5
採取深度			m	111.45 111.60	111.75 111.85	111.85 112.00	112.50 112.65	112.65 112.80
供試体の質量 m			g	328.75	162.65	329.96	326.54	667.29
供試体	直径	上部	cm	4.990 4.975	4.960 4.965	4.965 4.965	4.965 4.965	5.960 5.960
		中部	cm	4.995 4.980	4.965 4.965	4.965 4.975	4.975 4.950	5.965 5.965
		下部	cm	4.990 4.990	4.960 4.960	4.970 4.970	4.975 4.955	5.965 5.965
		平均値 D	cm	4.987	4.963	4.968	4.964	5.963
体積	高さ		cm	9.960 9.955 9.955	4.945 4.950 4.950	9.920 9.920 9.915	9.870 9.865 9.870	13.985 13.980 13.980
		平均値 H	cm	9.957	4.948	9.918	9.868	13.982
	体積 $V=(\pi D^2/4)H$		cm^3	194.49	95.72	192.25	190.98	390.47
含水比	容器 No.			506	7	545	1869	
	m_a		g	44.68	43.28	46.47	49.65	
	m_b		g	38.12	36.52	39.64	42.27	
	m_c		g	22.15	19.31	21.70	22.16	
	w		%	41.1	39.3	38.1	36.7	
	容器 No.			211	949	1448	1312	
	m_a		g	53.66	44.17	46.28	50.79	
	m_b		g	43.98	38.11	39.76	43.29	
	m_c		g	22.15	22.17	22.17	22.16	
	w		%	44.3	38.0	37.1	35.5	
	平均値 w		%	42.7	38.7	37.6	36.1	
湿潤密度 $\rho_t=m/V$			g/cm^3	1.690	1.699	1.716	1.710	1.709
乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$			g/cm^3	1.184	1.225	1.247	1.256	
間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$				1.094	1.024	0.988	0.974	
飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$			%	96.8	93.7	94.3	91.9	
土粒子の密度 ρ_s			g/cm^3	2.479	平均値 w %	38.8	平均値 ρ_t g/cm^3	
平均値 ρ_d			g/cm^3	1.228	平均値 e	1.020	平均値 S_r %	94.2
特記事項				TI1850-S3-08 三軸圧縮試験（CUB）	TI1850-S3-09 三軸超音波速度試験	TI1850-S3-10 動的変形試験	TI1850-S3-12 比熱試験	TI1850-S3-13 熱伝導率試験

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験 （測定）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年 9月 28日

試 験 者

試料番号（深さ）		TI850-P1 (37.00～39.25m)					
ピクノメーターNo.		1	2	3			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g	161.339	154.482	161.294			
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃	21.0	21.0	21.0			
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³	0.99799	0.99799	0.99799			
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g	156.667	148.661	155.625			
試料の炉乾燥質量	容器No.	1	2	3			
	(炉乾燥試料＋容器)質量g	104.101	106.655	106.116			
	容器質量 g	96.052	96.613	96.296			
	m_s g	8.049	10.042	9.820			
土粒子の密度	ρ_s g/cm³	2.379	2.374	2.361			
平均値	ρ_s g/cm³	2.371					
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験（測定）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年 9月 28日

試 験 者

試料番号（深さ）		TI850-P2 (51.75～53.90m)					
ピクノメーター No.		4	5	6			
(試料＋蒸留水＋ピクノメーター)の質量	m_b g	155.154	166.847	169.383			
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃	21.0	21.0	21.0			
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³	0.99799	0.99799	0.99799			
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g	149.718	162.824	164.257			
試料の炉乾燥質量	容器 No.	4	5	6			
	(炉乾燥試料＋容器)質量g	104.708	102.600	103.983			
	容器質量 g	95.350	95.644	95.172			
	m_s g	9.358	6.956	8.811			
土粒子の密度	ρ_s g/cm³	2.381	2.367	2.386			
平均値	ρ_s g/cm³	2.378					
試料番号（深さ）							
ピクノメーター No.							
(試料＋蒸留水＋ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器 No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						
試料番号（深さ）							
ピクノメーター No.							
(試料＋蒸留水＋ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器 No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験 （測定）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試 験 者

試料番号（深さ）		TI850-P3 (55.15～62.35m)					
ピクノメーターNo.		7	8	9			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g	155.198	170.159	153.529			
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃	21.0	21.0	21.0			
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³	0.99799	0.99799	0.99799			
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g	151.088	164.954	148.626			
試料の炉乾燥質量	容器No.	7	8	9			
	(炉乾燥試料＋容器)質量g	103.563	105.516	104.916			
	容器質量 g	96.474	96.502	96.473			
	m_s g	7.089	9.014	8.443			
土粒子の密度	ρ_s g/cm³	2.375	2.362	2.380			
平均値	ρ_s g/cm³	2.372					
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験 （測定）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年 9月 28日

試 験 者

試料番号（深さ）		TI850-S1 (73.15～75.85m)					
ピクノメーターNo.		10	11	12			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g		148.904	166.542	161.503			
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃		21.0	21.0	21.0			
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$g/cm³		0.99799	0.99799	0.99799			
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g		144.301	161.187	156.651			
試料の炉乾燥質量	容器No.	10	11	12			
	(炉乾燥試料＋容器)質量g	103.194	105.413	105.069			
	容器質量 g	95.321	96.210	96.755			
	m_s g	7.873	9.203	8.314			
土粒子の密度 ρ_s g/cm³		2.403	2.387	2.397			
平均値 ρ_s g/cm³		2.396					
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g							
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃							
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$g/cm³							
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g							
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³							
平均値 ρ_s g/cm³							
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g							
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃							
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$g/cm³							
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g							
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³							
平均値 ρ_s g/cm³							

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験 （測定）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試 験 者

試料番号（深さ）		TI850-S2 (95.00～99.30m)					
ピクノメーターNo.		13	14	15			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g		171.781	169.628	172.329			
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃		21.0	21.0	21.0			
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$g/cm³		0.99799	0.99799	0.99799			
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g		166.939	165.602	167.902			
試料の炉乾燥質量	容器No.	13	14	15			
	(炉乾燥試料＋容器)質量g	104.552	103.245	102.087			
	容器質量 g	96.333	96.454	94.603			
	m_s g	8.219	6.791	7.484			
土粒子の密度 ρ_s g/cm³		2.429	2.451	2.443			
平均値 ρ_s g/cm³		2.441					
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g							
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃							
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$g/cm³							
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g							
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³							
平均値 ρ_s g/cm³							
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g							
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃							
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$g/cm³							
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g							
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³							
平均値 ρ_s g/cm³							

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1202 JGS 0111	土 粒 子 の 密 度 試 験 （測定）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試 験 者

試料番号（深さ）		TI850-S3 (110.40～112.80m)					
ピクノメーターNo.		16	17	18			
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g	155.068	150.690	152.237			
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃	21.0	21.0	21.0			
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³	0.99799	0.99799	0.99799			
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g	151.408	146.323	148.904			
試料の炉乾燥質量	容器No.	16	17	18			
	(炉乾燥試料＋容器)質量g	102.192	102.935	101.198			
	容器質量 g	96.046	95.631	95.633			
	m_s g	6.146	7.304	5.565			
土粒子の密度	ρ_s g/cm³	2.467	2.482	2.488			
平均値	ρ_s g/cm³	2.479					
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						
試料番号（深さ）							
ピクノメーターNo.							
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量	m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度	T ℃						
T℃における蒸留水の密度	$\rho_w(T)$g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量	m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量	容器No.						
	(炉乾燥試料＋容器)質量g						
	容器質量 g						
	m_s g						
土粒子の密度	ρ_s g/cm³						
平均値	ρ_s g/cm³						

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

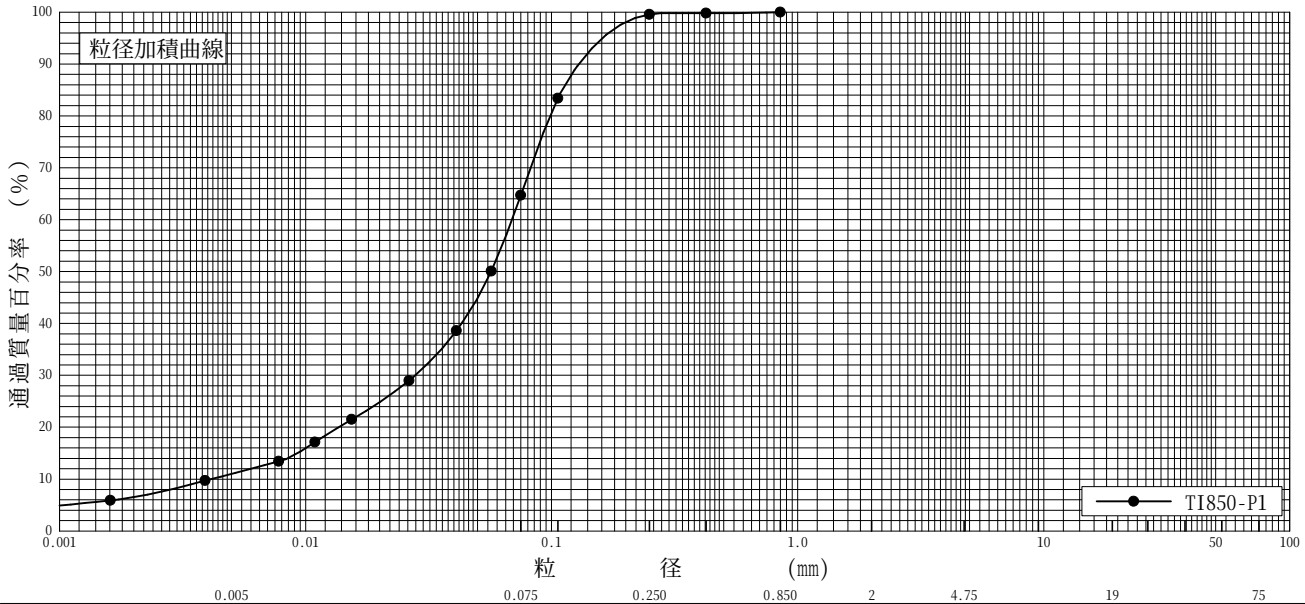
JIS A 1204 JGS 0131	土の粒度試験（粒径加積曲線）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試験者

試料番号（深さ）	TI850-P1 (37.00～39.25m)				試料番号（深さ）	TI850-P1 (37.00～39.25m)	
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	0.0	
	75		75		中礫分 %	0.0	
	53		53		細礫分 %	0.0	
	37.5		37.5		粗砂分 %	0.0	
	26.5		26.5		中砂分 %	0.4	
	19		19		細砂分 %	34.9	
	9.5		9.5		シルト分 %	53.7	
	4.75		4.75		粘土分 %	11.0	
	2		2		2mmふるい通過質量百分率 %	100.0	
	0.850	100.0	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	99.8	
	0.425	99.8	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	64.7	
	0.250	99.6	0.250		最大粒径 mm	0.850	
	0.106	83.4	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.0691	
	0.075	64.7	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.0568	
沈降分析	0.0569	50.1			30 % 粒径 D_{30} mm	0.0279	
	0.0410	38.6			10 % 粒径 D_{10} mm	0.00414	
	0.0263	29.0			均等係数 U_c	16.7	
	0.0154	21.5			曲率係数 U_c'	2.72	
	0.0109	17.1			土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.371	
	0.00777	13.4			使用した分散剤	高分子分散剤	
	0.00391	9.7			溶液濃度，溶液添加量	,10ml	
	0.00161	5.9			20 % 粒径 D_{20} mm	0.0137	



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

JIS A 1204
JGS 0131

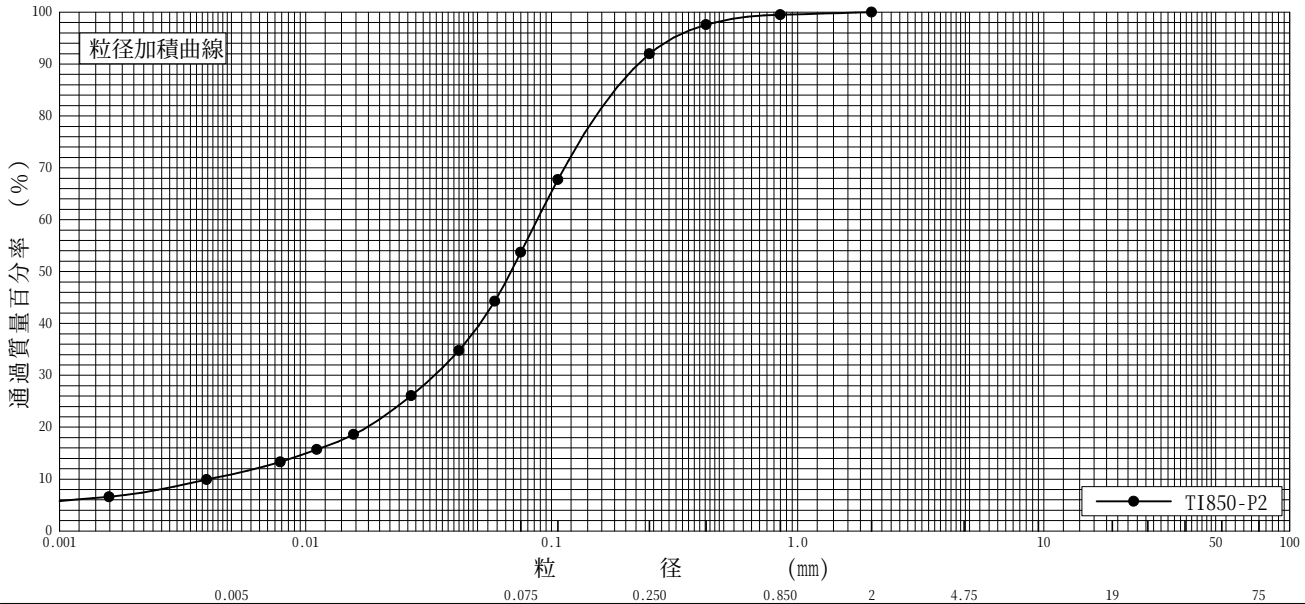
土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試験者

試料番号（深さ）	TI850-P2 (51.75～53.90m)				試料番号（深さ）	TI850-P2 (51.75～53.90m)
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	0.0
	75		75		中礫分 %	0.0
	53		53		細礫分 %	0.0
	37.5		37.5		粗砂分 %	0.5
	26.5		26.5		中砂分 %	7.5
	19		19		細砂分 %	38.3
	9.5		9.5		シルト分 %	42.8
	4.75		4.75		粘土分 %	10.9
	2	100.0	2		2mmふるい通過質量百分率 %	100.0
	0.850	99.5	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	97.6
	0.425	97.6	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	53.7
	0.250	92.0	0.250		最大粒径 mm	2
	0.106	67.7	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.0876
	0.075	53.7	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.0685
沈降分析	0.0587	44.3			30 % 粒径 D_{30} mm	0.0335
	0.0420	34.8			10 % 粒径 D_{10} mm	0.00405
	0.0269	26.1			均等係数 U_c	21.6
	0.0157	18.6			曲率係数 U_c'	3.16
	0.0111	15.7			土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.378
	0.00789	13.3			使用した分散剤	高分子分散剤
	0.00396	9.9			溶液濃度，溶液添加量	，10ml
	0.00159	6.6			20 % 粒径 D_{20} mm	0.0178



0.005	0.075	0.250	0.850	2	4.75	19	75
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

JIS A 1204
JGS 0131

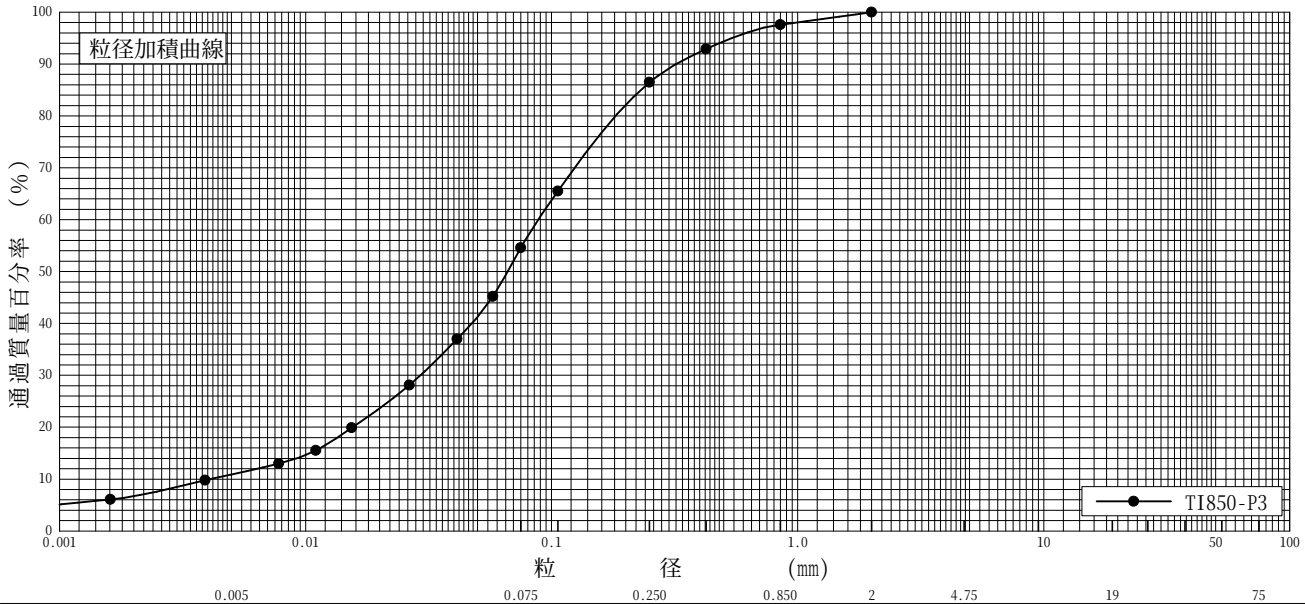
土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試験者

試料番号（深さ）	TI850-P3 (55.15～62.35m)				試料番号（深さ）	TI850-P3 (55.15～62.35m)	
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	0.0	
	75		75		中礫分 %	0.0	
	53		53		細礫分 %	0.0	
	37.5		37.5		粗砂分 %	2.4	
	26.5		26.5		中砂分 %	11.1	
	19		19		細砂分 %	31.9	
	9.5		9.5		シルト分 %	43.7	
	4.75		4.75		粘土分 %	10.9	
	2	100.0	2		2mmふるい通過質量百分率 %	100.0	
	0.850	97.6	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	92.9	
	0.425	92.9	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	54.6	
	0.250	86.5	0.250		最大粒径 mm	2	
	0.106	65.5	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.0885	
	0.075	54.6	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.0663	
沈降分析	0.0577	45.2			30 % 粒径 D_{30} mm	0.0293	
	0.0413	37.0			10 % 粒径 D_{10} mm	0.00409	
	0.0264	28.1			均等係数 U_c	21.6	
	0.0154	19.9			曲率係数 U_c'	2.37	
	0.0110	15.5			土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.372	
	0.00779	13.0			使用した分散剤	高分子分散剤	
	0.00391	9.8			溶液濃度，溶液添加量	,10ml	
	0.00161	6.1			20 % 粒径 D_{20} mm	0.0155	



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

JIS A 1204
JGS 0131

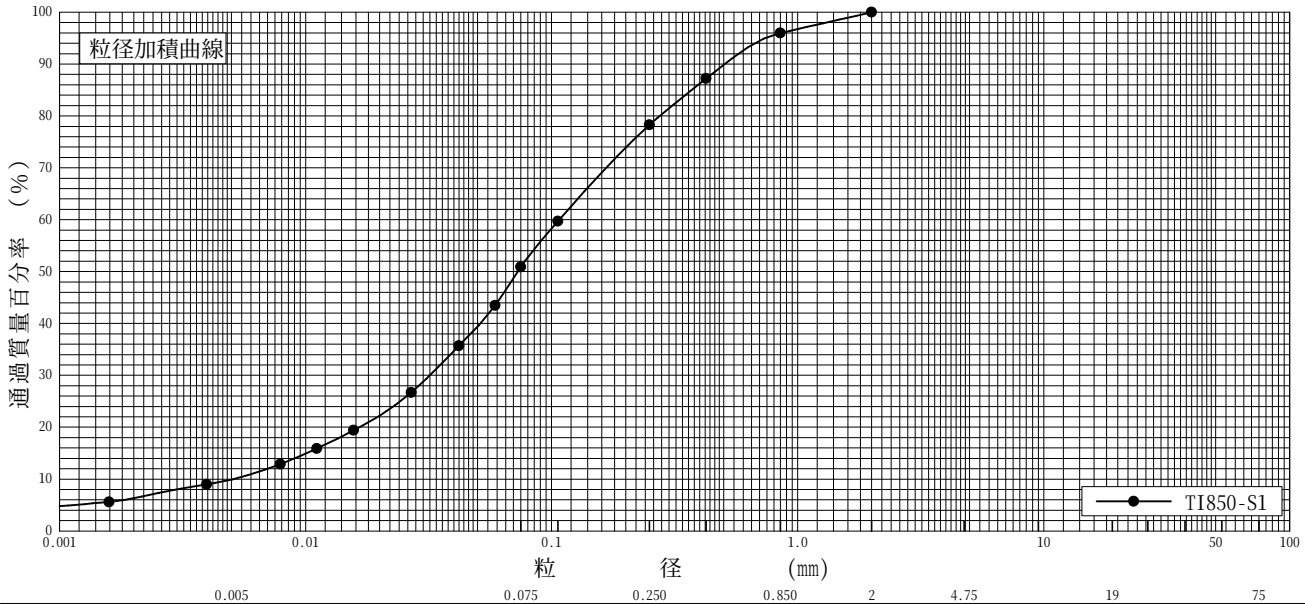
土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試験者

試料番号（深さ）	TI850-S1 (73.15～75.85m)				試料番号（深さ）	TI850-S1 (73.15～75.85m)
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	0.0
	75		75		中礫分 %	0.0
	53		53		細礫分 %	0.0
	37.5		37.5		粗砂分 %	4.0
	26.5		26.5		中砂分 %	17.7
	19		19		細砂分 %	27.4
	9.5		9.5		シルト分 %	41.0
	4.75		4.75		粘土分 %	9.9
	2	100.0	2		2mmふるい通過質量百分率 %	100.0
	0.850	96.0	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	87.2
	0.425	87.2	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	50.9
	0.250	78.3	0.250		最大粒径 mm	2
	0.106	59.7	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.107
	0.075	50.9	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.0730
沈降分析	0.0589	43.5			30 % 粒径 D_{30} mm	0.0320
	0.0420	35.7			10 % 粒径 D_{10} mm	0.00509
	0.0269	26.7			均等係数 U_c	21.0
	0.0157	19.4			曲率係数 U_c'	1.88
	0.0111	15.9			土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.396
	0.00790	12.9			使用した分散剤	高分子分散剤
	0.00397	9.0			溶液濃度，溶液添加量	，10ml
	0.00159	5.6			20 % 粒径 D_{20} mm	0.0166



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

JIS A 1204
JGS 0131

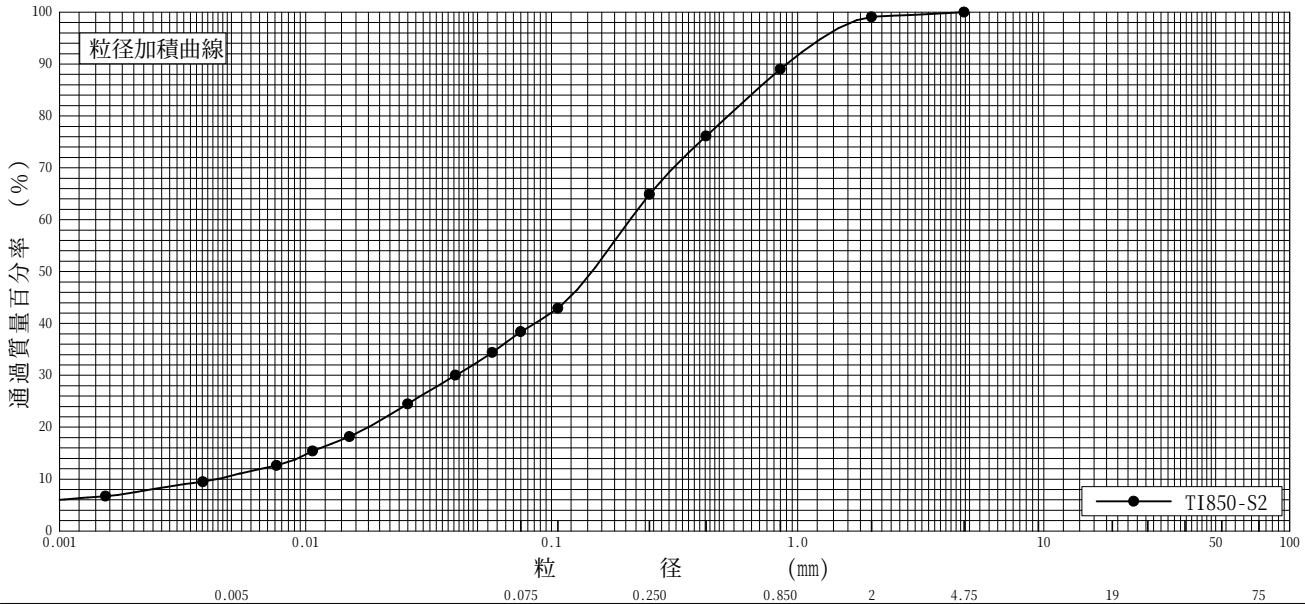
土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 28日

試験者

試料番号（深さ）	TI850-S2 (95.00～99.30m)				試料番号（深さ）	TI850-S2 (95.00～99.30m)	
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	0.0	
	75		75		中礫分 %	0.0	
	53		53		細礫分 %	0.9	
	37.5		37.5		粗砂分 %	10.1	
	26.5		26.5		中砂分 %	24.1	
	19		19		細砂分 %	26.5	
	9.5		9.5		シルト分 %	27.8	
	4.75	100.0	4.75		粘土分 %	10.6	
	2	99.1	2		2mmふるい通過質量百分率 %	99.1	
	0.850	89.0	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	76.1	
	0.425	76.1	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	38.4	
	0.250	64.9	0.250		最大粒径 mm	4.75	
	0.106	42.9	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.209	
	0.075	38.4	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.146	
沈降分析	0.0573	34.4			30 % 粒径 D_{30} mm	0.0407	
	0.0407	30.0			10 % 粒径 D_{10} mm	0.00437	
	0.0260	24.5			均等係数 U_c	47.8	
	0.0151	18.2			曲率係数 U_c'	1.81	
	0.0107	15.4			土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.441	
	0.00762	12.6			使用した分散剤	高分子分散剤	
	0.00382	9.5			溶液濃度，溶液添加量	，10ml	
	0.00154	6.7			20 % 粒径 D_{20} mm	0.0180	



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

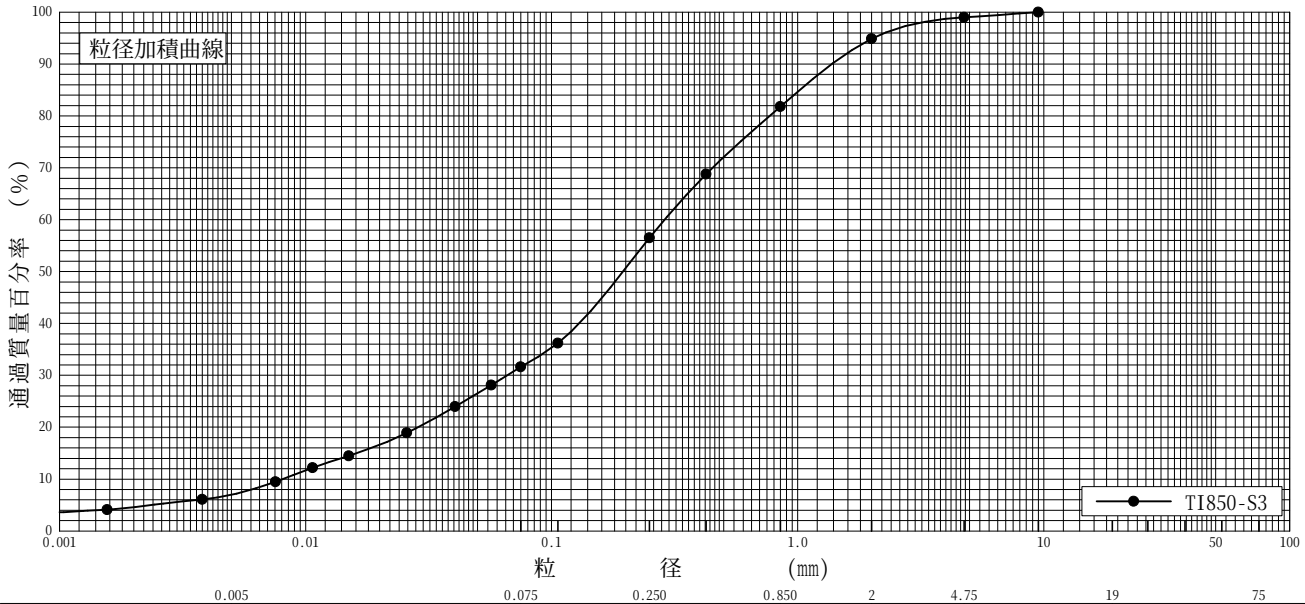
特記事項

JIS A 1204 JGS 0131	土の粒度試験（粒径加積曲線）	

調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年 9月 28日

試験者

試料番号（深さ）	TI850-S3 (110.40～112.80m)				試料番号（深さ）	TI850-S3 (110.40～112.80m)	
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	0.0	
	75		75		中礫分 %	1.0	
	53		53		細礫分 %	4.1	
	37.5		37.5		粗砂分 %	13.1	
	26.5		26.5		中砂分 %	25.3	
	19		19		細砂分 %	24.9	
	9.5	100.0	9.5		シルト分 %	24.6	
	4.75	99.0	4.75		粘土分 %	7.0	
	2	94.9	2		2mmふるい通過質量百分率 %	94.9	
	0.850	81.8	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	68.8	
	0.425	68.8	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	31.6	
	0.250	56.5	0.250		最大粒径 mm	9.5	
	0.106	36.2	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.288	
	0.075	31.6	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.195	
沈降分析	0.0569	28.1			30 % 粒径 D_{30} mm	0.0663	
	0.0405	24.0			10 % 粒径 D_{10} mm	0.00809	
	0.0258	18.9			均等係数 U_c	35.6	
	0.0150	14.5			曲率係数 U_c'	1.89	
	0.0107	12.2			土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.479	
	0.00756	9.5			使用した分散剤	高分子分散剤	
	0.00380	6.1			溶液濃度，溶液添加量	,10ml	
	0.00156	4.1			20 % 粒径 D_{20} mm	0.0287	



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 26日

試　験　者

試料番号（深さ）　TI850-P1 (37.00～39.25m)

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	NP
9	68.1		塑性限界 w_p %
			NP
			塑性指数 I_p
			NP
		左記落下回数が溝切り限界	

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

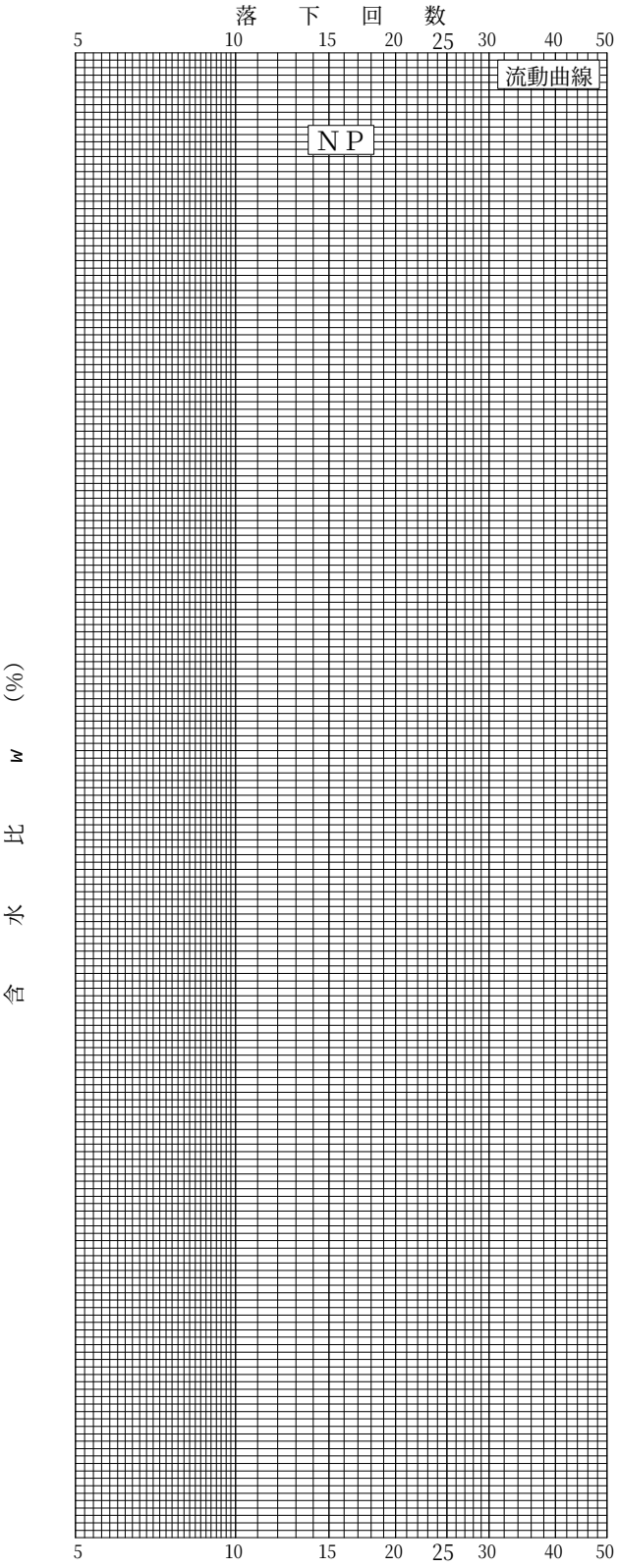
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

特記事項



JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 26日

試験者

試料番号（深さ）　TI850-P2 (51.75～53.90m)

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	NP
12	72.0		塑性限界 w_p %
			NP
			塑性指数 I_p
			NP
		左記落下回数が溝切り限界	

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

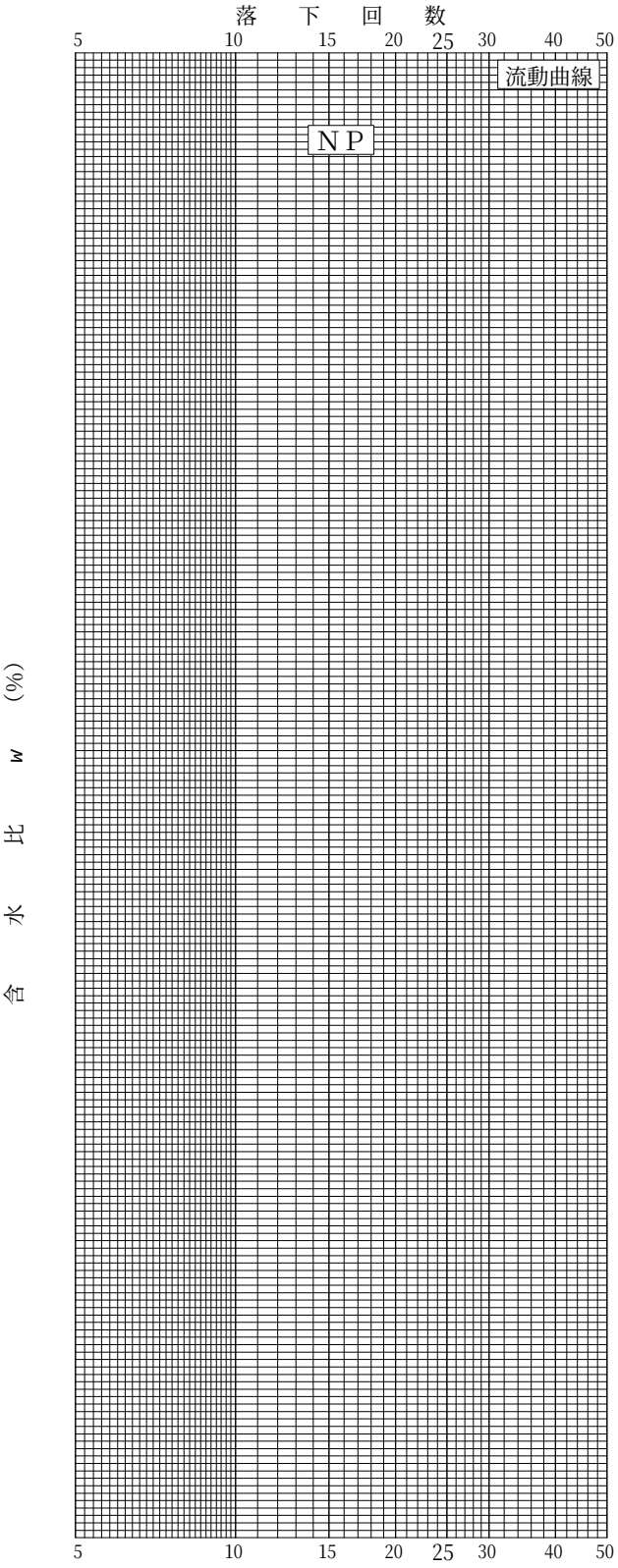
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

特記事項



JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 26日

試験者

試料番号（深さ）　TI850-P3 (55.15～62.35m)

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	NP
13	76.6		塑性限界 w_p %
			NP
			塑性指数 I_p
			NP
		左記落下回数が溝切り限界	

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

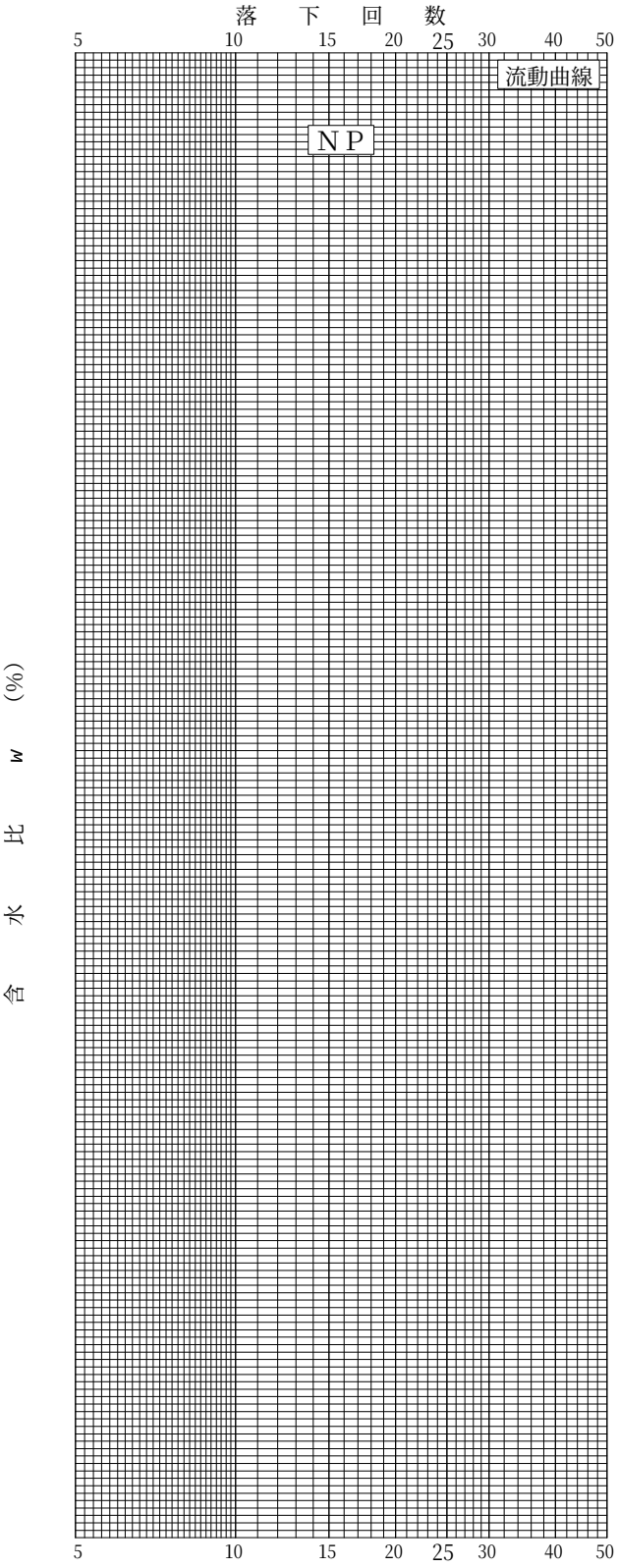
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

特記事項



JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 26日

試験者

試料番号（深さ）　TI850-S1 (73.15～75.85m)

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	NP
7	70.3		塑性限界 w_p %
			NP
			塑性指数 I_p
			NP
		左記落下回数が溝切り限界	

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

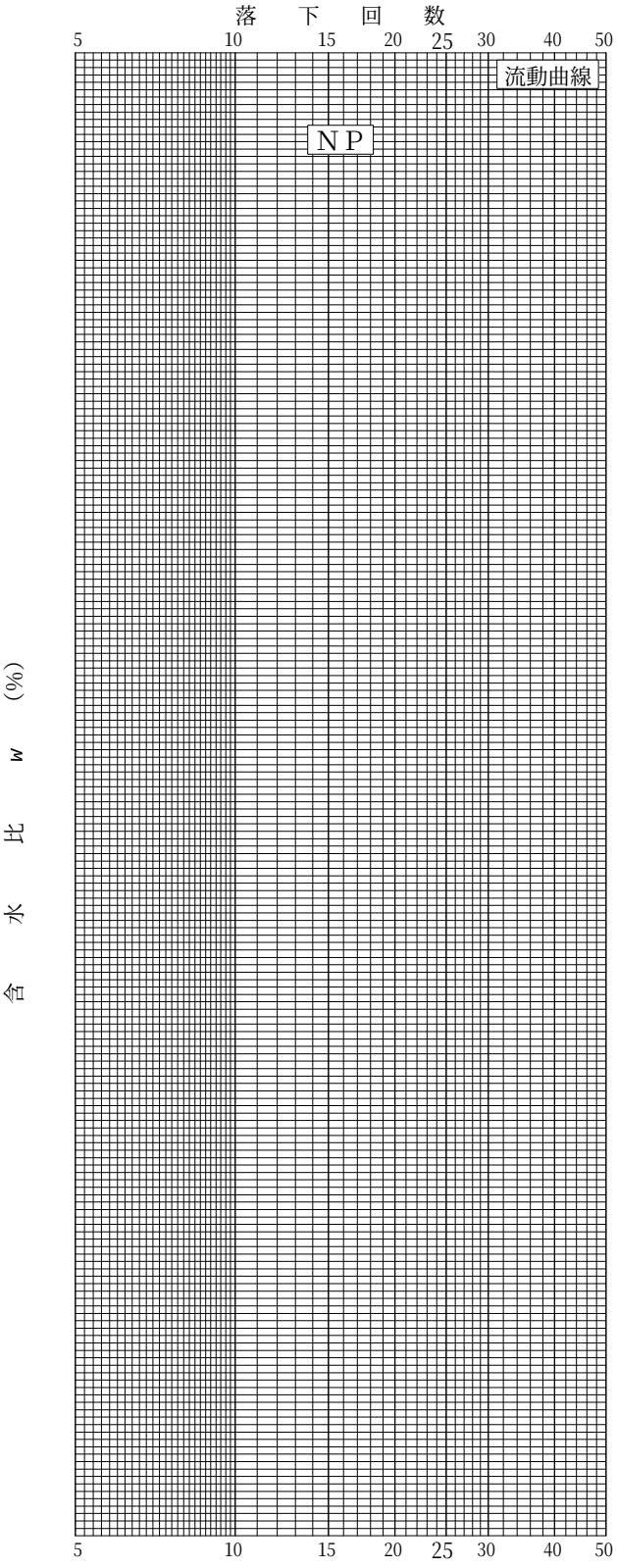
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

特記事項



JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 26日

試　験　者

試料番号（深さ）　TI850-S2 (95.00～99.30m)

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	NP
6	60.8		塑性限界 w_p %
			NP
			塑性指数 I_p
			NP
		左記落下回数が溝切り限界	

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

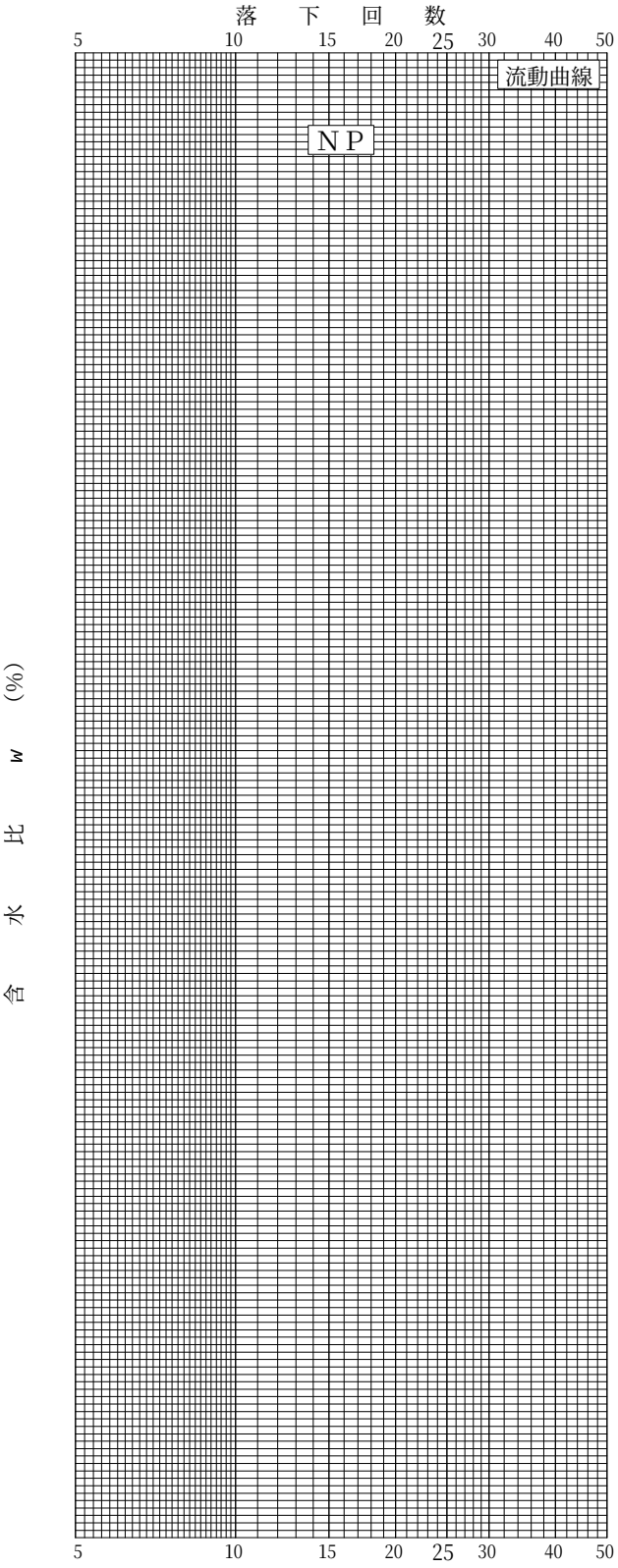
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

特記事項



JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日　2020年 9月 26日

試　験　者

試料番号（深さ）　TI850-S3 (110.40～112.80m)

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	NP
5	58.6		塑性限界 w_p %
			NP
			塑性指数 I_p
			NP
		左記落下回数が溝切り限界	

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

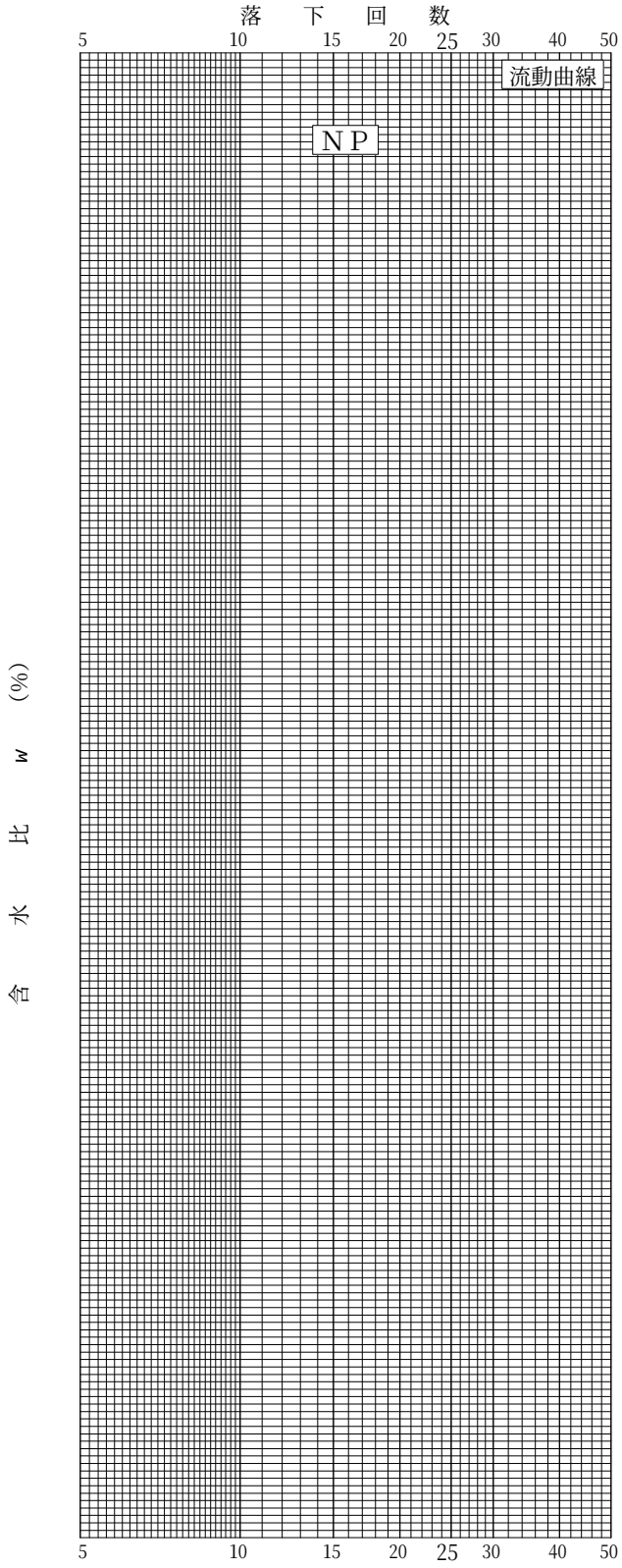
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_p %
			塑性指数 I_p

特記事項



JGS　0051	地盤材料の工学的分類	

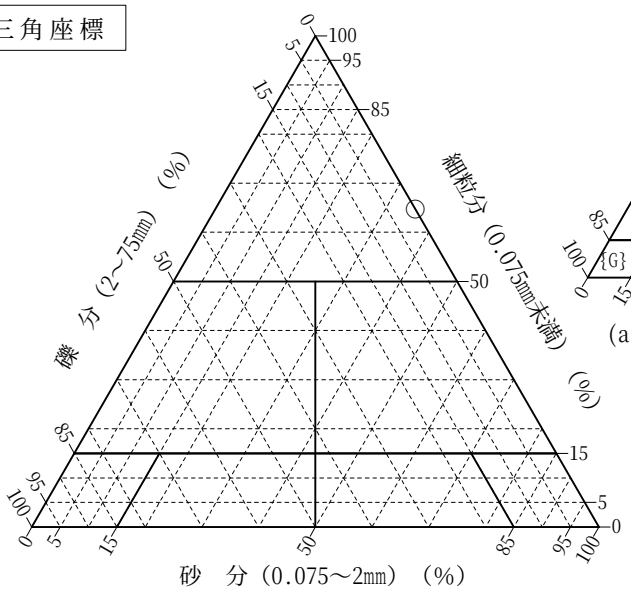
調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

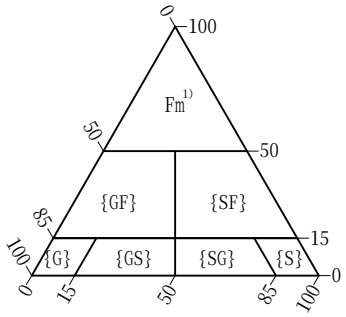
試験年月日　2020年 9月 28日

試　験　者

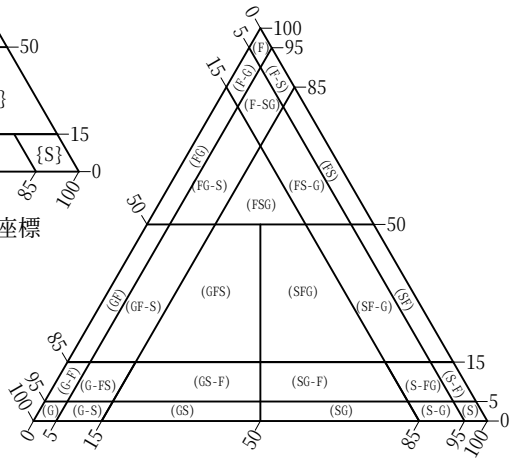
試料番号（深さ）	TI850-P1 (37.00～39.25m)					
石　分(75mm以上) %	0.0					
礫　分(2～75mm) %	0.0					
砂　分(0.075～2mm) %	35.3					
細粒分(0.075mm未満) %	64.7					
シルト分(0.005～0.075mm)%	53.7					
粘土分(0.005mm未満) %	11.0					
最大粒径 mm	0.850					
均等係数 U_c	16.7					
液性限界 w_L %	NP					
塑性限界 w_P %	NP					
塑性指数 I_P	NP					
地盤材料の分類名	砂質シルト					
分類記号	(MS)					
凡例記号	○					

三角座標



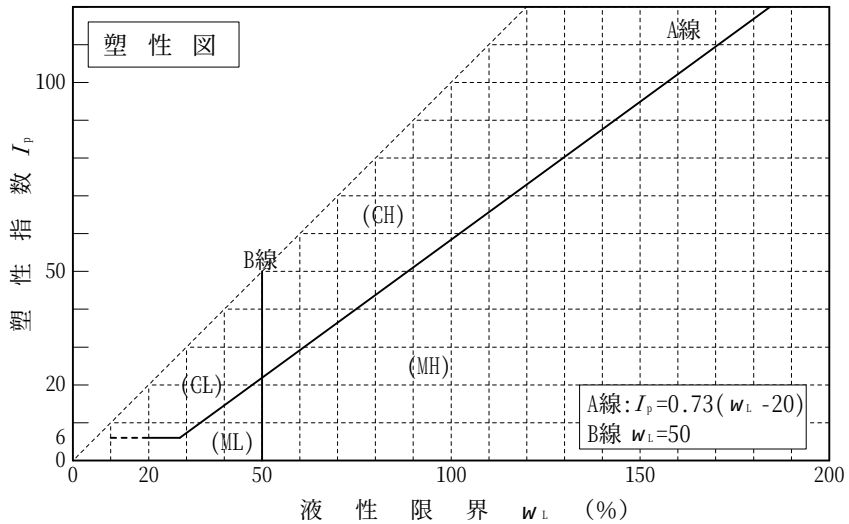


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1) 主に観察と塑性図で判別分類

JGS　0051	地盤材料の工学的分類	

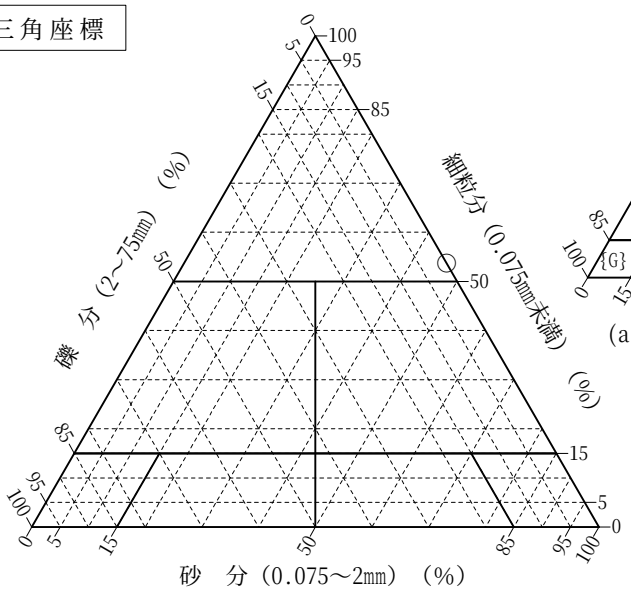
調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

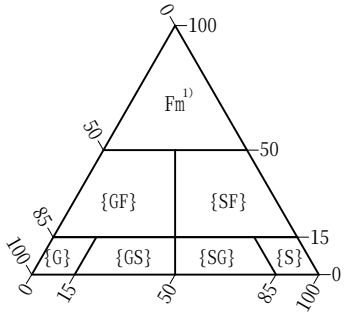
試験年月日　2020年 9月 28日

試　験　者

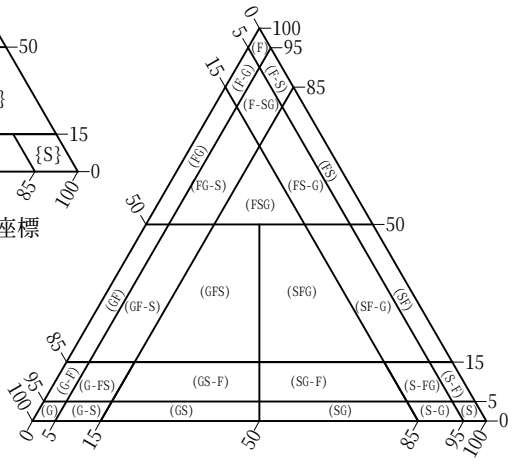
試料番号（深さ）	TI850-P2 (51.75～53.90m)					
石　分(75mm以上) %	0.0					
礫　分(2～75mm) %	0.0					
砂　分(0.075～2mm) %	46.3					
細粒分(0.075mm未満) %	53.7					
シルト分(0.005～0.075mm)%	42.8					
粘土分(0.005mm未満) %	10.9					
最大粒径 mm	2					
均等係数 U_c	21.6					
液性限界 w_L %	NP					
塑性限界 w_P %	NP					
塑性指数 I_P	NP					
地盤材料の分類名	砂質シルト					
分類記号	(MS)					
凡例記号	○					

三角座標



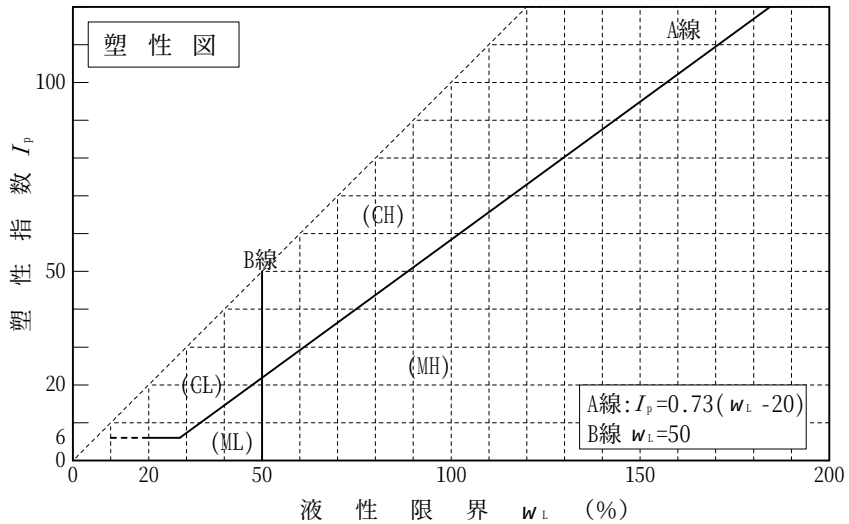


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1) 主に観察と塑性図で判別分類

JGS　0051	地盤材料の工学的分類	

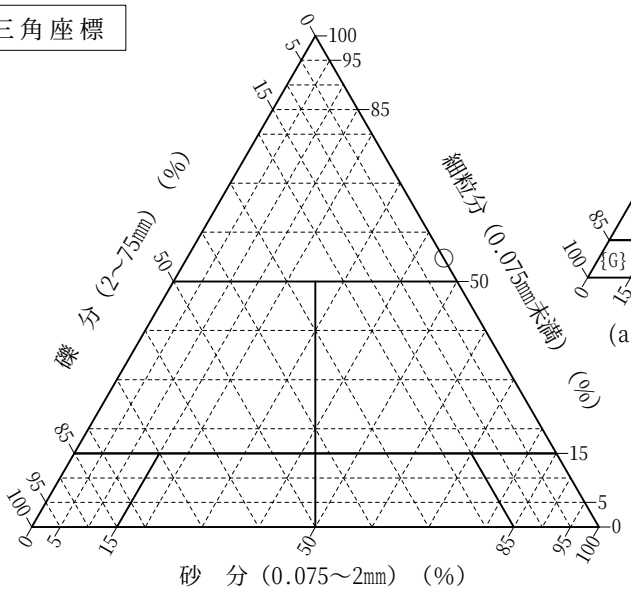
調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

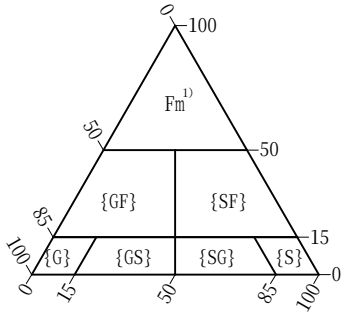
試験年月日　2020年 9月 28日

試　験　者

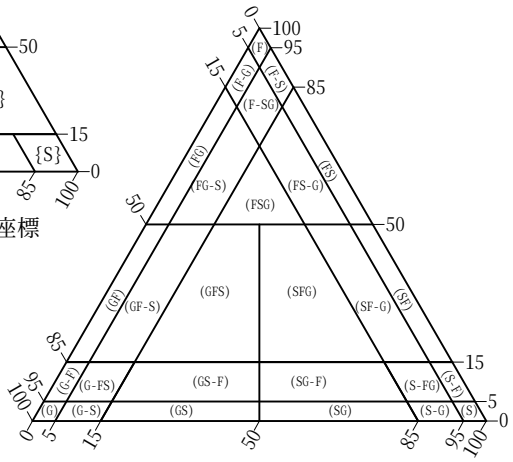
試料番号（深さ）	TI850-P3 (55.15～62.35m)					
石　分(75mm以上) %	0.0					
礫　分(2～75mm) %	0.0					
砂　分(0.075～2mm) %	45.4					
細粒分(0.075mm未満) %	54.6					
シルト分(0.005～0.075mm)%	43.7					
粘土分(0.005mm未満) %	10.9					
最大粒径 mm	2					
均等係数 U_c	21.6					
液性限界 w_L %	NP					
塑性限界 w_P %	NP					
塑性指数 I_P	NP					
地盤材料の分類名	砂質シルト					
分類記号	(MS)					
凡例記号	○					

三角座標



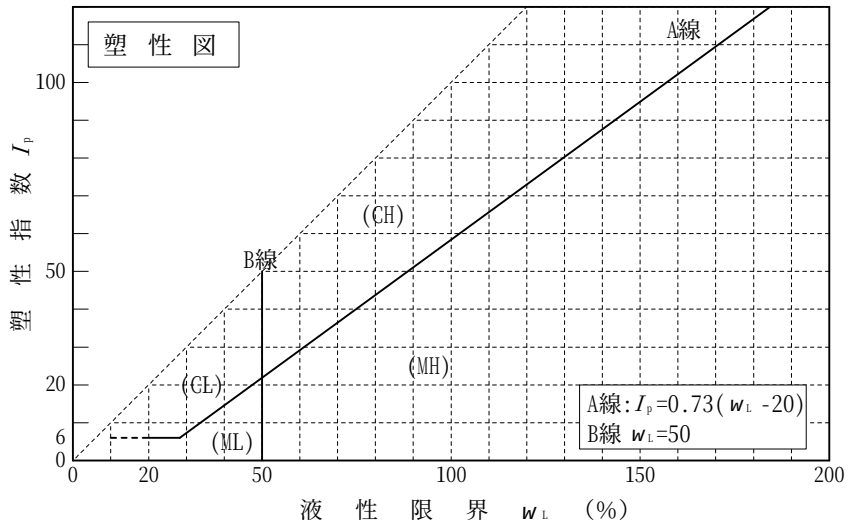


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1) 主に観察と塑性図で判別分類

JGS　0051	地盤材料の工学的分類	

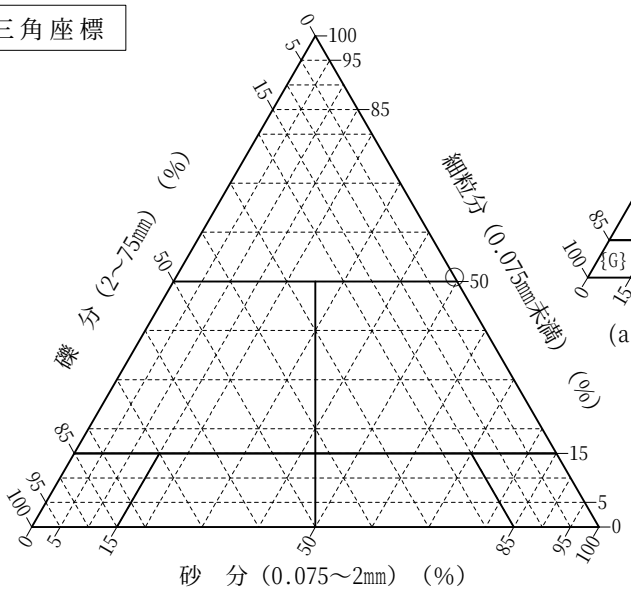
調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

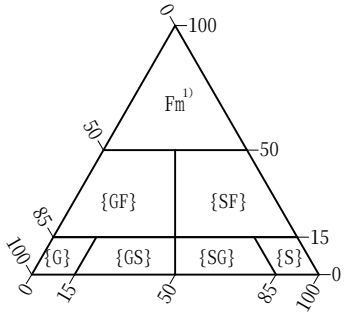
試験年月日　2020年 9月 28日

試　験　者

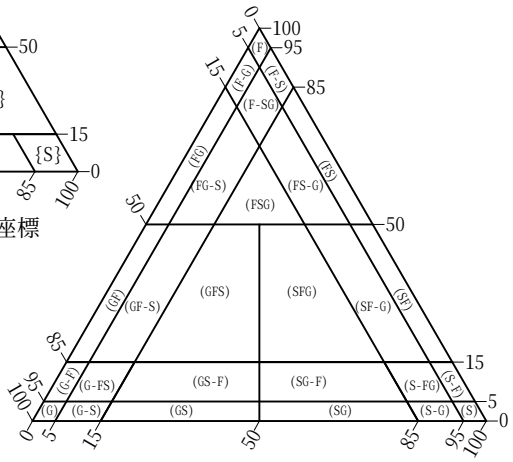
試料番号（深さ）	TI850-S1 (73.15～75.85m)					
石　分(75mm以上) %	0.0					
礫　分(2～75mm) %	0.0					
砂　分(0.075～2mm) %	49.1					
細粒分(0.075mm未満) %	50.9					
シルト分(0.005～0.075mm)%	41.0					
粘土分(0.005mm未満) %	9.9					
最大粒径 mm	2					
均等係数 U_c	21.0					
液性限界 w_L %	NP					
塑性限界 w_p %	NP					
塑性指数 I_p	NP					
地盤材料の分類名	砂質シルト					
分類記号	(MS)					
凡例記号	○					

三角座標



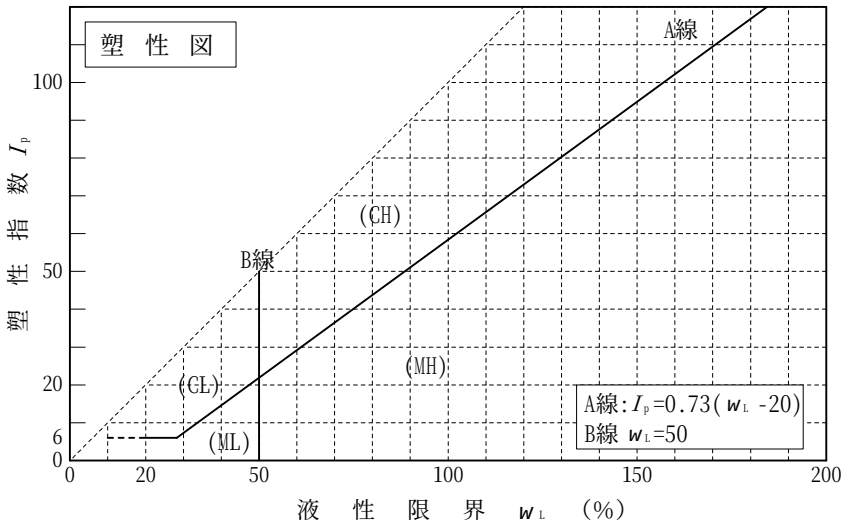


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1) 主に観察と塑性図で判別分類

JGS　0051	地盤材料の工学的分類	

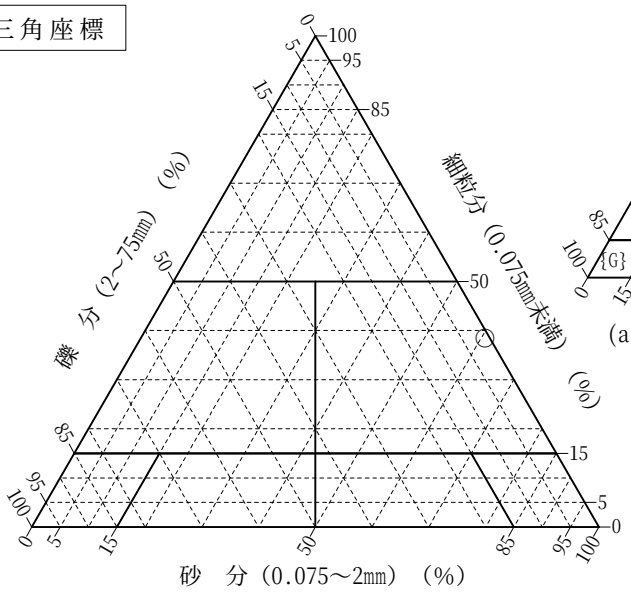
調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

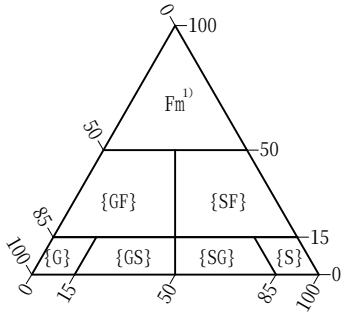
試験年月日　2020年 9月 28日

試　験　者

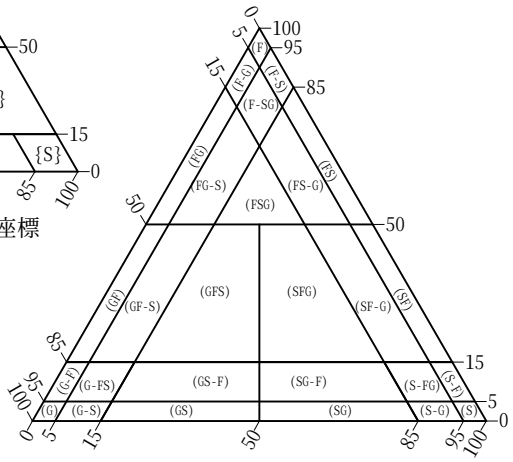
試料番号（深さ）	TI850-S2 (95.00～99.30m)					
石　分(75mm以上) %	0.0					
礫　分(2～75mm) %	0.9					
砂　分(0.075～2mm) %	60.7					
細粒分(0.075mm未満) %	38.4					
シルト分(0.005～0.075mm)%	27.8					
粘土分(0.005mm未満) %	10.6					
最大粒径 mm	4.75					
均等係数 U_c	47.8					
液性限界 w_L %	NP					
塑性限界 w_p %	NP					
塑性指数 I_p	NP					
地盤材料の分類名	細粒分質砂					
分類記号	(SF)					
凡例記号	○					

三角座標



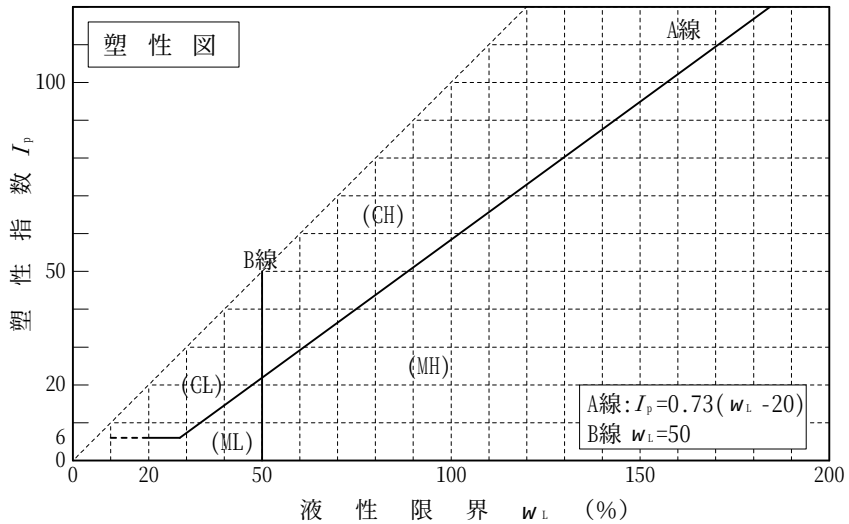


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1) 主に観察と塑性図で判別分類

JGS　0051	地盤材料の工学的分類	

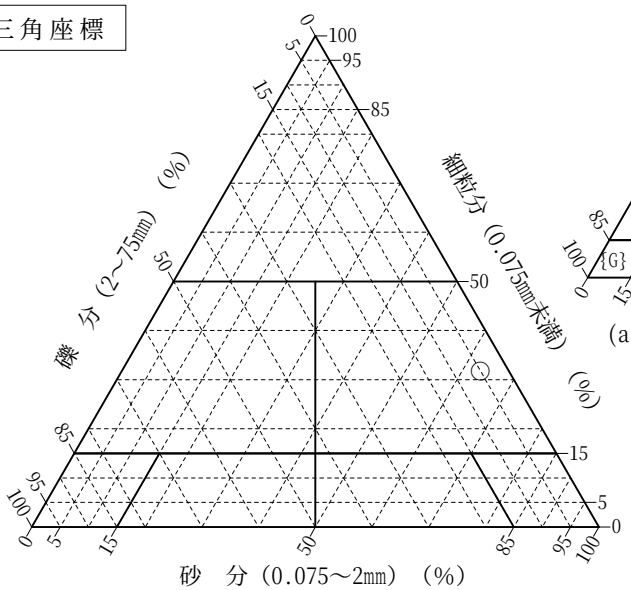
調査件名　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

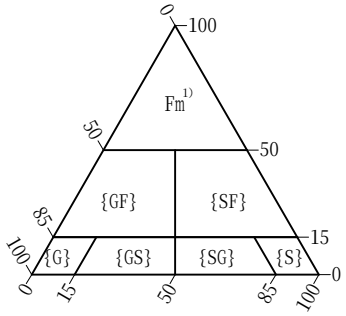
試験年月日　2020年 9月 28日

試　験　者

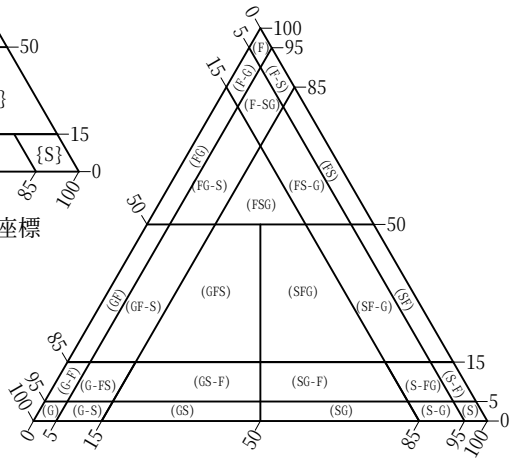
試料番号（深さ）	TI850-S3 (110.40～112.80m)					
石　分(75mm以上) %	0.0					
礫　分(2～75mm) %	5.1					
砂　分(0.075～2mm) %	63.3					
細粒分(0.075mm未満) %	31.6					
シルト分(0.005～0.075mm)%	24.6					
粘土分(0.005mm未満) %	7.0					
最大粒径 mm	9.5					
均等係数 U_c	35.6					
液性限界 w_L %	NP					
塑性限界 w_P %	NP					
塑性指数 I_P	NP					
地盤材料の分類名	礫まじり細粒分質砂					
分類記号	(SF-G)					
凡例記号	○					

三角座標



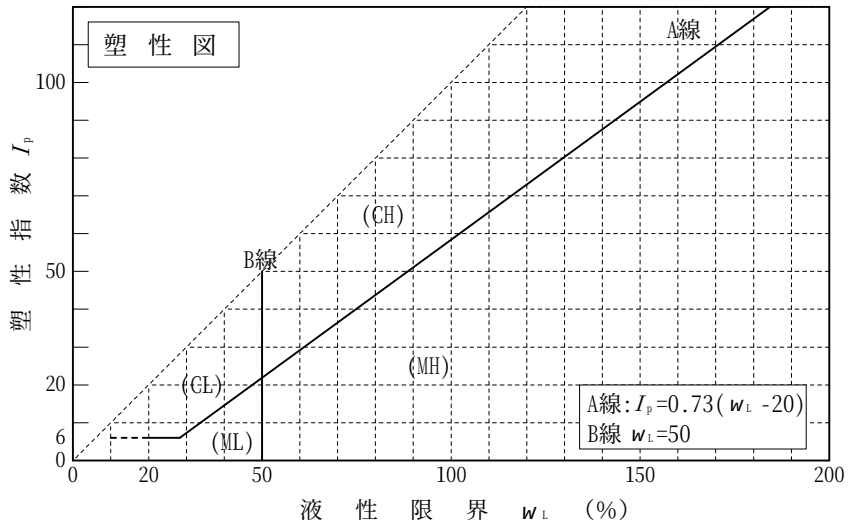


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1) 主に観察と塑性図で判別分類

(2) 三軸超音波速度測定

三軸超音波速度測定

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日：2020年9月19日

試料番号（深さ）：TI1850-P1-13 (39.00m ～ 39.15m)

試験者：

岩石名	軽石凝灰岩Tpt2	試料の状態	ボーリングコア
飽和方法	炭酸ガスによる置換及び脱気水通水	供試体の作製方法	トリミング法

土粒子の密度 ρ_s	g/cm^3	2.371	備考
最小乾燥密度 ρ_{dmin}	g/cm^3		
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm^3		

	供試体 No.		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5			
初期状態	直径	D_o cm	4.961							
	高さ	H_o cm	5.128							
	体積	V_0 cm^3	99.12							
	質量	m_0 g	165.90							
	乾燥質量	m_s g	119.10							
	含水比	w_0 %	39.3							
	湿潤密度	ρ_{t0} g/cm^3	1.674							
	乾燥密度	ρ_{d0} g/cm^3	1.202							
	間隙比	e_o	0.973							
	飽和度	S_{r0} %	95.8							
	相対密度	D_{ri} [3] %								
試験条件	背圧	u_b kN/m^2	300	300	300	300	300			
	圧密応力	σ'_c kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
	有効拘束圧	σ'_0 kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
圧密後	体積変化量	ΔV_c cm^3	0.00	0.17	0.61	0.85	1.29			
	軸変位量	ΔH_c cm	0.000	0.003	0.011	0.015	0.022			
	高さ	H_c cm	5.128	5.125	5.117	5.113	5.106			
	湿潤密度	ρ_{tc} g/cm^3	1.674	1.675	1.678	1.680	1.683			
	乾燥密度	ρ_{dc} g/cm^3	1.202	1.204	1.209	1.212	1.217			
	含水比	w_c %	39.3	39.2	38.8	38.6	38.2			
	間隙比	e_c	0.973	0.969	0.961	0.956	0.948			
	飽和度	S_{rc} %	95.8	95.9	95.7	95.7	95.5			
	軸ひずみ	ε_a %	0.00	0.06	0.21	0.29	0.43			
	体積ひずみ	ε_v %	0.00	0.17	0.62	0.86	1.30			
	相対密度	D_{rc} [3] %								
測定結果	P波速度	V_p m/s	1720	1780	1900	1970	2130			
	S波速度	V_s m/s	625	645	711	799	865			
	V_p / V_s		2.75	2.76	2.67	2.47	2.46			
	せん断弾性係数	G_0 MN/m^2	654	697	848	1070	1260			
	ポアソン比	ν	0.424	0.424	0.419	0.402	0.401			

特記事項

・圧密後の供試体高さは、供試体に等方的なひずみが生じたものとして、以下の式により算定した。

$$Hc = (1 - \Delta Vc / 3V_0) \times H_0$$

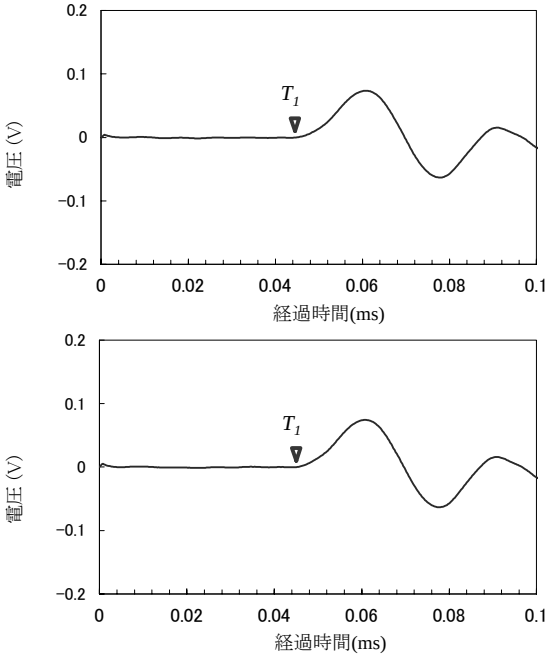
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

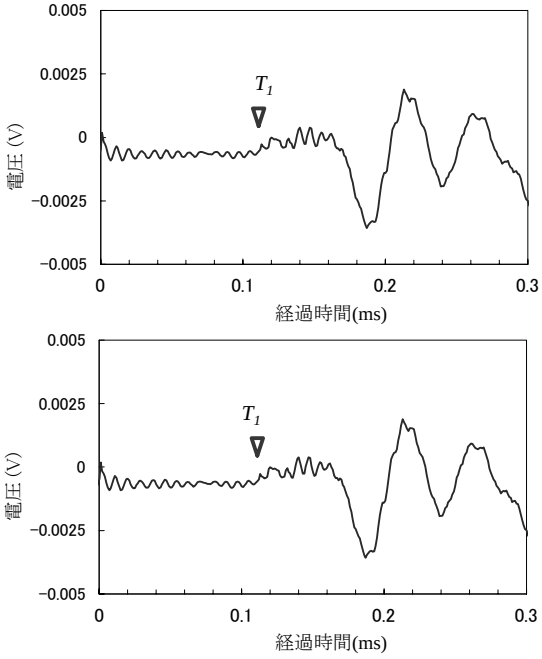
試 料 番 号　TI1850-P1-13　　試 験 者

供 試 体 高　5.128　cm　　σ'_c ＝　0　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	0	14.8	44.5	29.7	1730
上部発振	0	14.8	45.0	30.2	1700
平均					1720



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	0	29.0	111.0	82.0	625
上部発振	0	29.0	111.0	82.0	625
平均					625



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

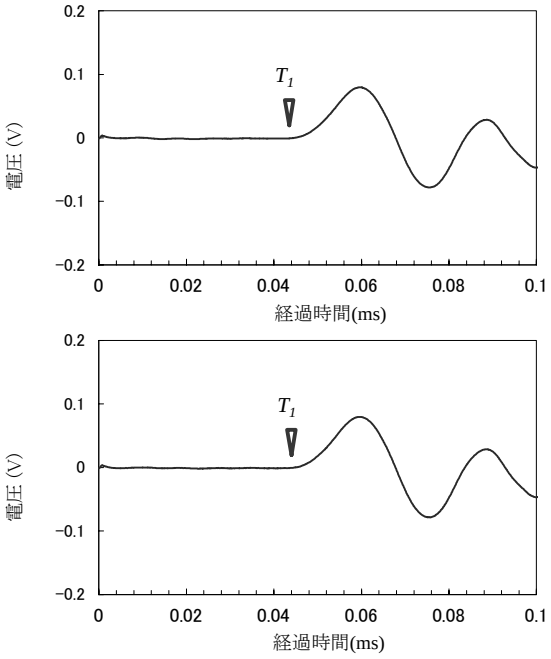
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

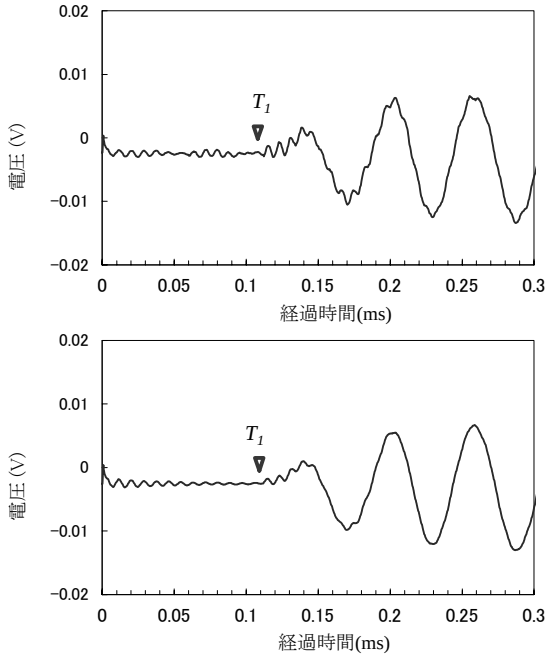
試 料 番 号　TI1850-P1-13　　試 験 者

供 試 体 高　5 125　cm　　σ'_c ＝　100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	100	14 8	43 5	28 7	1790
上部発振	100	14 8	44 0	29 2	1760
平均					1780



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	100	29 0	108 0	79 0	649
上部発振	100	29 0	109 0	80 0	641
平均					645



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

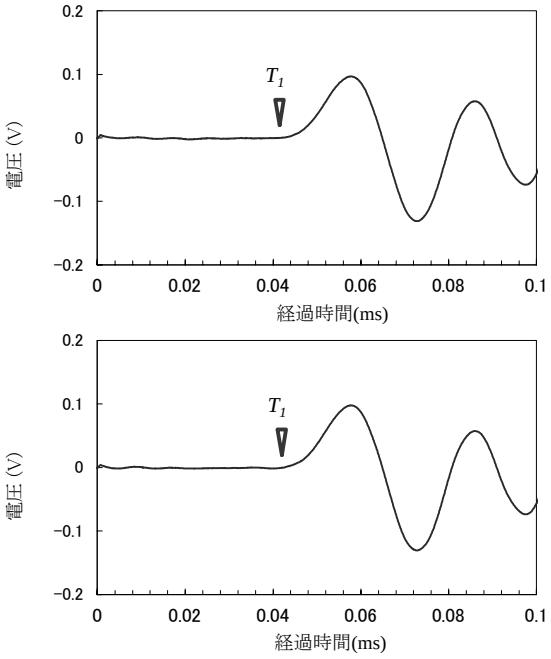
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

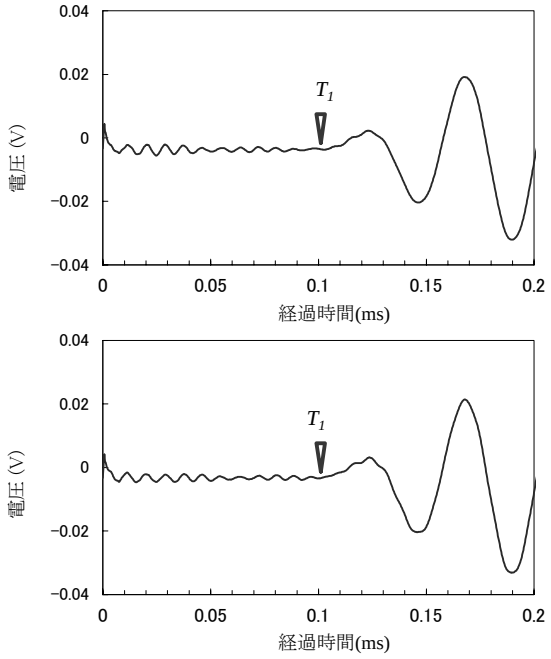
試 料 番 号　TI1850-P1-13　　試 験 者

供 試 体 高　5 117　cm　　σ'_c ＝　600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	600	14 8	41 5	26 7	1920
上部発振	600	14 8	42 0	27 2	1880
平均					1900



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	600	29 0	101 0	72 0	711
上部発振	600	29 0	101 0	72 0	711
平均					711



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

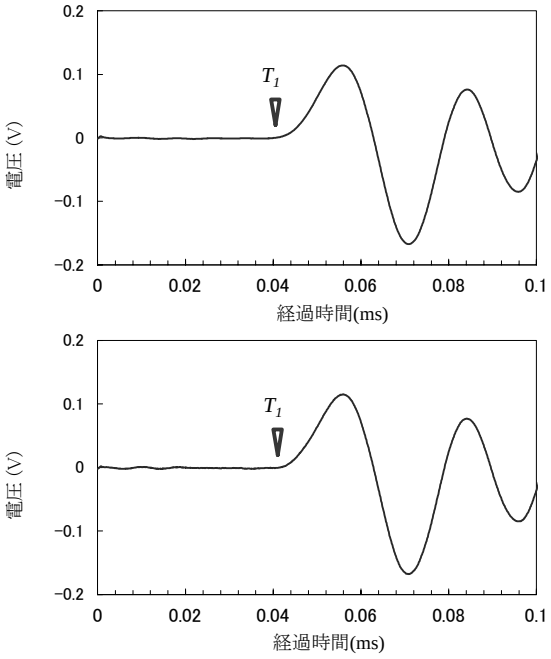
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

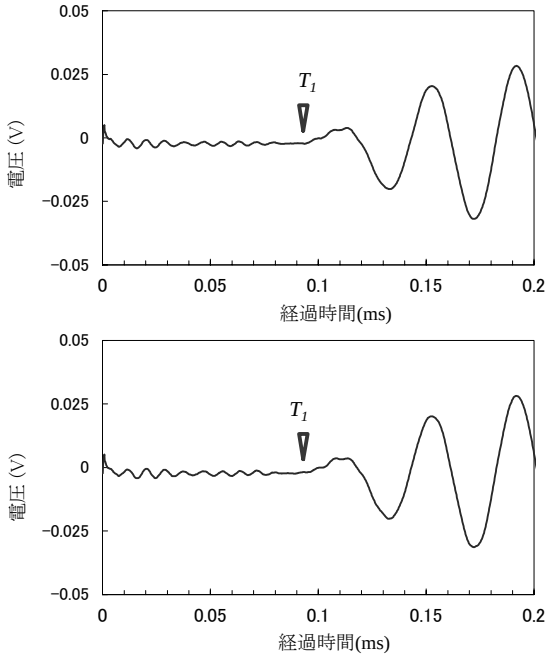
試 料 番 号　TI1850-P1-13　　試 験 者

供 試 体 高　5.113　cm　　σ'_c ＝　1100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1100	14.8	40.5	25.7	1990
上部発振	1100	14.8	41.0	26.2	1950
平均					1970



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1100	29.0	93.0	64.0	799
上部発振	1100	29.0	93.0	64.0	799
平均					799



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

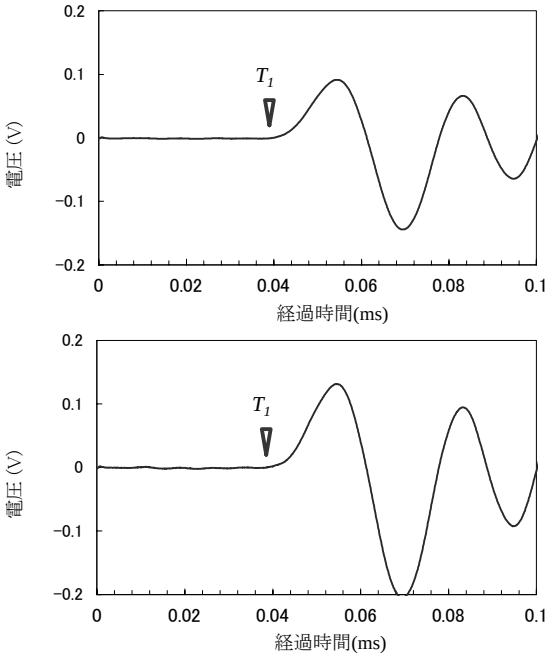
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

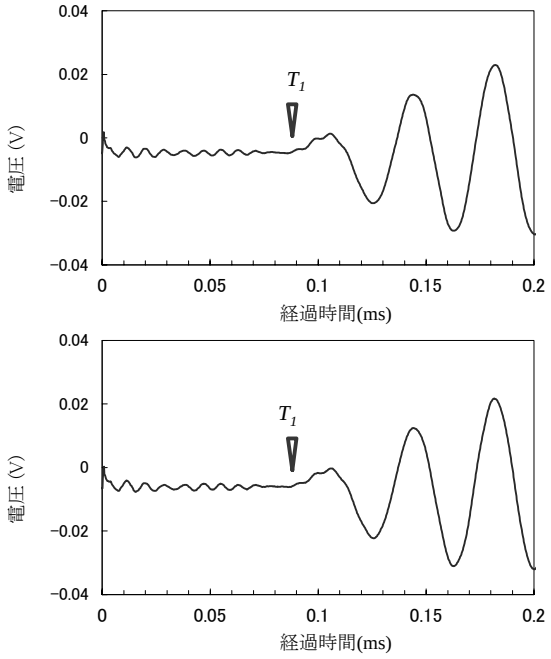
試 料 番 号　TI1850-P1-13　　試 験 者

供 試 体 高　5 106　cm　　σ'_c ＝　1600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1600	14 8	39 0	24 2	2110
上部発振	1600	14 8	38 5	23 7	2150
平均					2130



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1600	29 0	88 0	59 0	865
上部発振	1600	29 0	88 0	59 0	865
平均					865



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

三軸超音波速度測定

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日：2020年9月19日

試料番号（深さ）：TI1850-P2-03 (52.15m ～ 52.25m)

試験者：

岩石名	軽石凝灰岩Tpt2	試料の状態	ボーリングコア
飽和方法	炭酸ガスによる置換及び脱気水通水	供試体の作製方法	トリミング法

土粒子の密度 ρ_s	g/cm^3	2.378	備考
最小乾燥密度 ρ_{dmin}	g/cm^3		
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm^3		

	供試体 No.		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5			
初期状態	直径	D_o cm	4.969							
	高さ	H_o cm	5.098							
	体積	V_0 cm^3	98.86							
	質量	m_0 g	161.71							
	乾燥質量	m_s g	109.93							
	含水比	w_0 %	47.1							
	湿潤密度	ρ_{t0} g/cm^3	1.636							
	乾燥密度	ρ_{d0} g/cm^3	1.112							
	間隙比	e_o	1.138							
	飽和度	S_{r0} %	98.4							
	相対密度	D_{ri} [3] %								
試験条件	背圧	u_b kN/m^2	300	300	300	300	300			
	圧密応力	σ'_c kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
	有効拘束圧	σ'_0 kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
圧密後	体積変化量	ΔV_c cm^3	0.00	0.26	0.64	0.85	1.08			
	軸変位量	ΔH_c cm	0.000	0.004	0.011	0.015	0.019			
	高さ	H_c cm	5.098	5.094	5.087	5.083	5.079			
	湿潤密度	ρ_{tc} g/cm^3	1.636	1.637	1.640	1.641	1.643			
	乾燥密度	ρ_{dc} g/cm^3	1.112	1.115	1.119	1.122	1.124			
	含水比	w_c %	47.1	46.9	46.5	46.3	46.1			
	間隙比	e_c	1.138	1.133	1.125	1.119	1.116			
	飽和度	S_{rc} %	98.4	98.4	98.3	98.4	98.2			
	軸ひずみ	ε_a %	0.00	0.08	0.22	0.29	0.37			
	体積ひずみ	ε_v %	0.00	0.26	0.65	0.86	1.09			
	相対密度	D_{rc} [3] %								
測定結果	P波速度	V_p m/s	1810	1830	1910	1960	2080			
	S波速度	V_s m/s	601	635	774	833	919			
	V_p / V_s		3.01	2.88	2.47	2.35	2.26			
	せん断弾性係数	G_0 MN/m^2	591	660	982	1140	1390			
	ポアソン比	ν	0.438	0.432	0.402	0.390	0.379			

特記事項

・圧密後の供試体高さは、供試体に等方的なひずみが生じたものとして、以下の式により算定した。

$$Hc = (1 - \Delta Vc / 3V_0) \times H_0$$

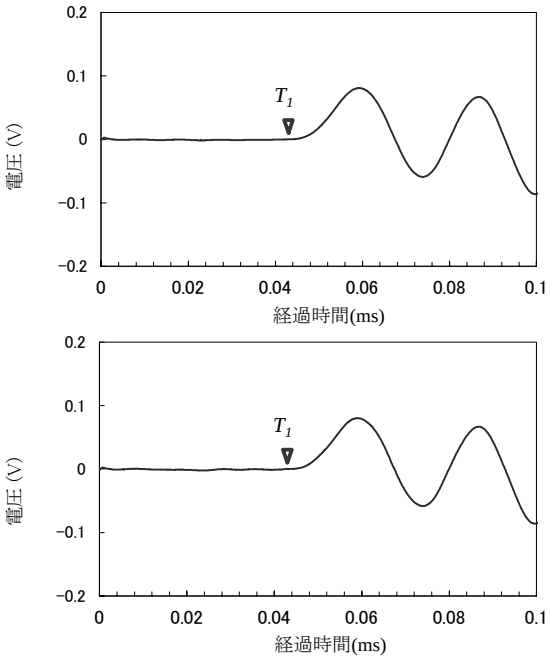
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

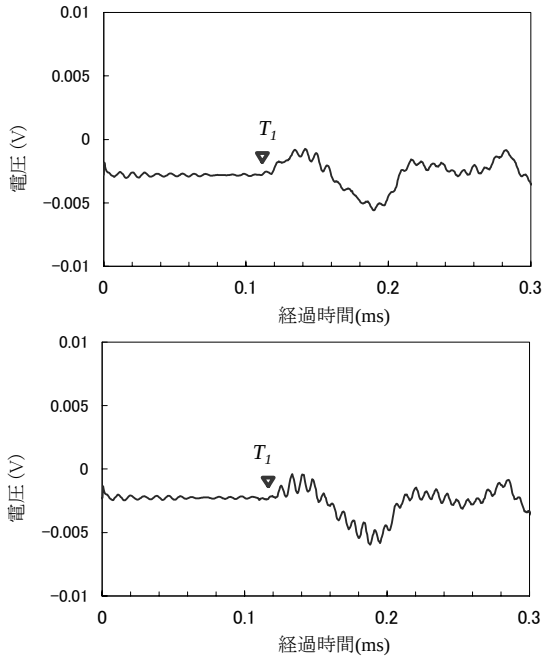
試 料 番 号　TI1850-P2-03　　試 験 者

供 試 体 高　5 098　cm　　σ'_c ＝　0　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	0	14 8	43 0	28 2	1810
上部発振	0	14 8	43 0	28 2	1810
平均					1810



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	0	29 0	111 5	82 5	618
上部発振	0	29 0	116 5	87 5	583
平均					601



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

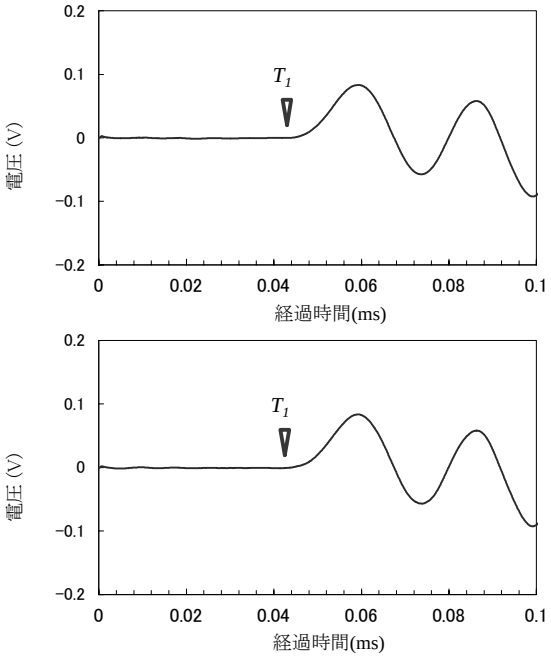
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

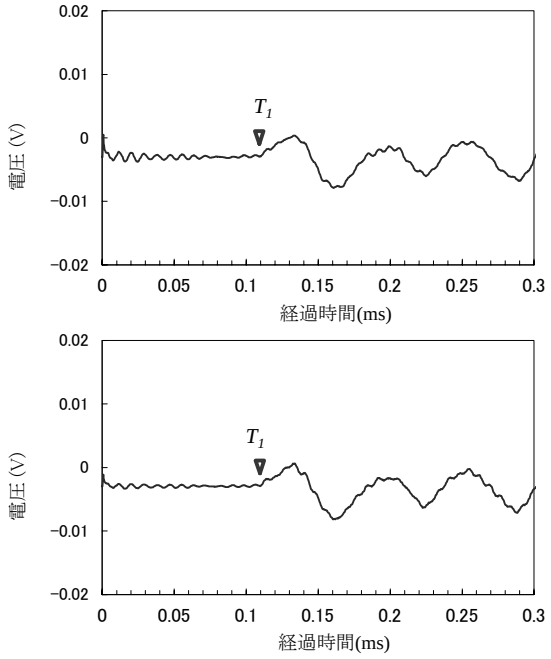
試 料 番 号　TI1850-P2-03　　試 験 者

供 試 体 高　5 094　cm　　σ'_c ＝　100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	100	14 8	43 0	28 2	1810
上部発振	100	14 8	42 5	27 7	1840
平均					1830



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	100	29 0	109 0	80 0	637
上部発振	100	29 0	109 5	80 5	633
平均					635



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

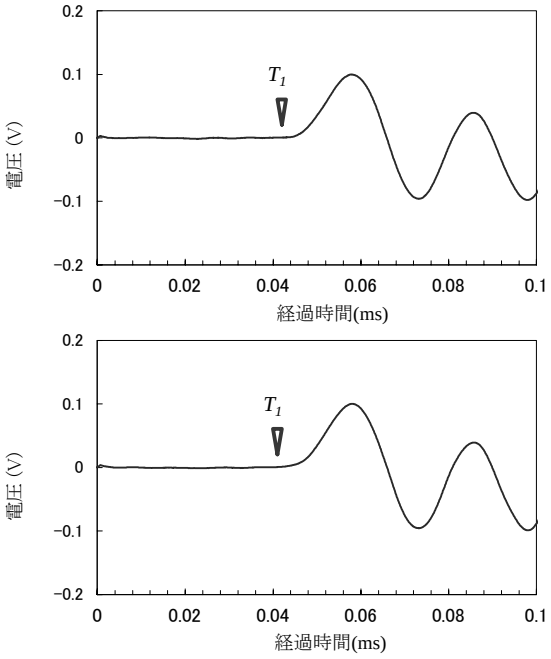
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

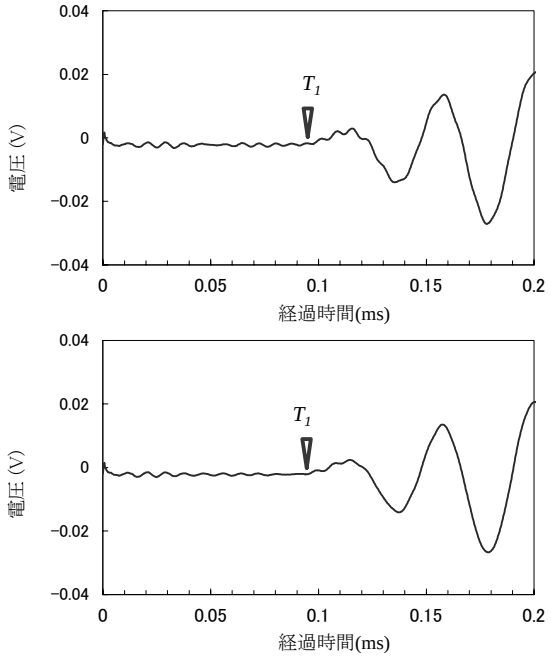
試 料 番 号　TI1850-P2-03　　試 験 者

供 試 体 高　5 087　cm　　σ'_c ＝　600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	600	14 8	42 0	27 2	1870
上部発振	600	14 8	41 0	26 2	1940
平均					1910



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	600	29 0	95 0	66 0	771
上部発振	600	29 0	94 5	65 5	777
平均					774



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

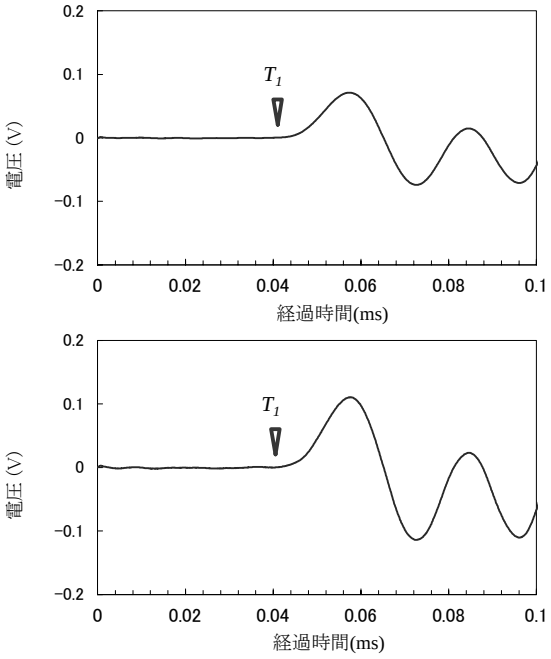
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

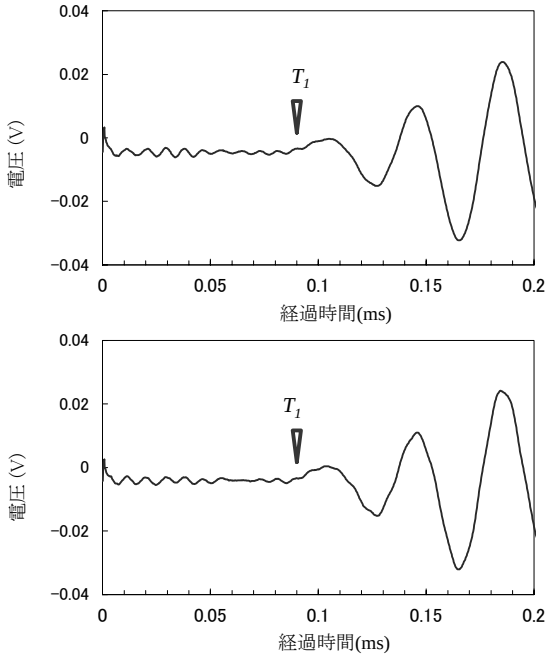
試料番号　TI1850-P2-03　　試験者

供試体高　5.083　cm　　σ'_c ＝　1100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1100	14.8	41.0	26.2	1940
上部発振	1100	14.8	40.5	25.7	1980
平均					1960



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1100	29.0	90.0	61.0	833
上部発振	1100	29.0	90.0	61.0	833
平均					833



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

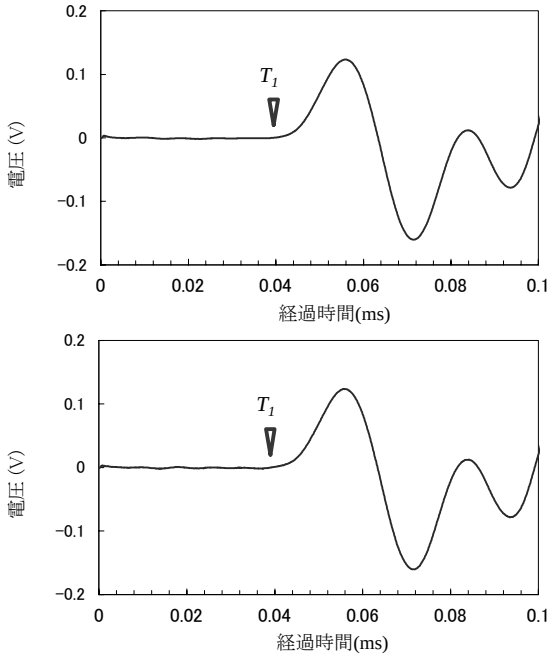
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月19日

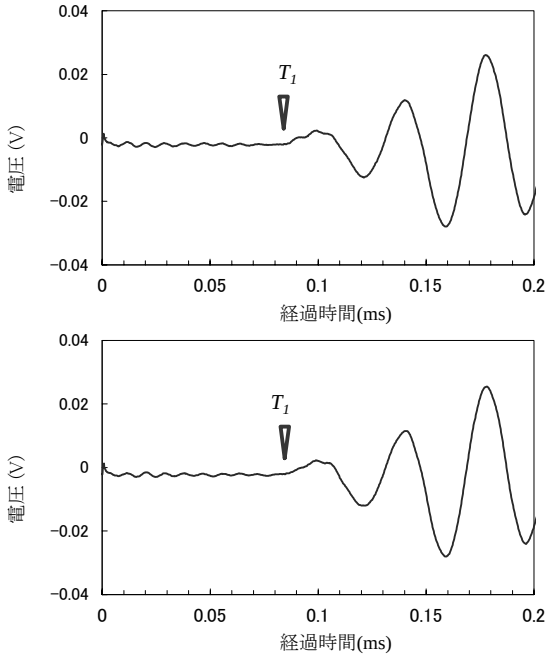
試 料 番 号　TI1850-P2-03　　試 験 者

供 試 体 高　5 079　cm　　σ'_c ＝　1600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1600	14 8	39 5	24 7	2060
上部発振	1600	14 8	39 0	24 2	2100
平均					2080



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1600	29 0	84 0	55 0	923
上部発振	1600	29 0	84 5	55 5	915
平均					919



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

三軸超音波速度測定

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月23日
試料番号（深さ）	TI1850-P3-10 (59.60m ～ 59.70m)	試験者	

岩石名	軽石凝灰岩Tpt2	試料の状態	ボーリングコア
飽和方法	炭酸ガスによる置換及び脱気水通水	供試体の作製方法	トリミング法

土粒子の密度 ρ_s	g/cm^3	2.372	備考
最小乾燥密度 ρ_{dmin}	g/cm^3		
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm^3		

	供試体 No.		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5			
初期状態	直径	D_o cm	4.965							
	高さ	H_o cm	5.150							
	体積	V_0 cm^3	99.71							
	質量	m_0 g	156.40							
	乾燥質量	m_s g	100.64							
	含水比	w_0 %	55.4							
	湿潤密度	ρ_{t0} g/cm^3	1.569							
	乾燥密度	ρ_{d0} g/cm^3	1.009							
	間隙比	e_o	1.351							
	飽和度	S_{r0} %	97.3							
	相対密度	D_{ri} [3] %								
試験条件	背圧	u_b kN/m^2	300	300	300	300	300			
	圧密応力	σ'_c kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
	有効拘束圧	σ'_0 kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
圧密後	体積変化量	ΔV_c cm^3	0.00	0.32	0.54	0.76	0.95			
	軸変位量	ΔH_c cm	0.000	0.006	0.009	0.013	0.016			
	高さ	H_c cm	5.150	5.144	5.141	5.137	5.134			
	湿潤密度	ρ_{tc} g/cm^3	1.569	1.570	1.572	1.573	1.574			
	乾燥密度	ρ_{dc} g/cm^3	1.009	1.013	1.015	1.017	1.019			
	含水比	w_c %	55.4	55.1	54.9	54.7	54.5			
	間隙比	e_c	1.351	1.342	1.337	1.332	1.328			
	飽和度	S_{rc} %	97.3	97.4	97.4	97.4	97.3			
	軸ひずみ	ε_a %	0.00	0.12	0.17	0.25	0.31			
	体積ひずみ	ε_v %	0.00	0.32	0.54	0.76	0.95			
	相対密度	D_{rc} [3] %								
測定結果	P波速度	V_p m/s	1760	1810	1910	1960	2080			
	S波速度	V_s m/s	638	673	791	846	921			
	V_p / V_s		2.76	2.69	2.41	2.32	2.26			
	せん断弾性係数	G_0 MN/m^2	639	711	984	1130	1340			
	ポアソン比	ν	0.424	0.420	0.396	0.386	0.378			

特記事項

・圧密後の供試体高さは、供試体に等方的なひずみが生じたものとして、以下の式により算定した。

$$Hc = (1 - \Delta Vc / 3V_0) \times H_0$$

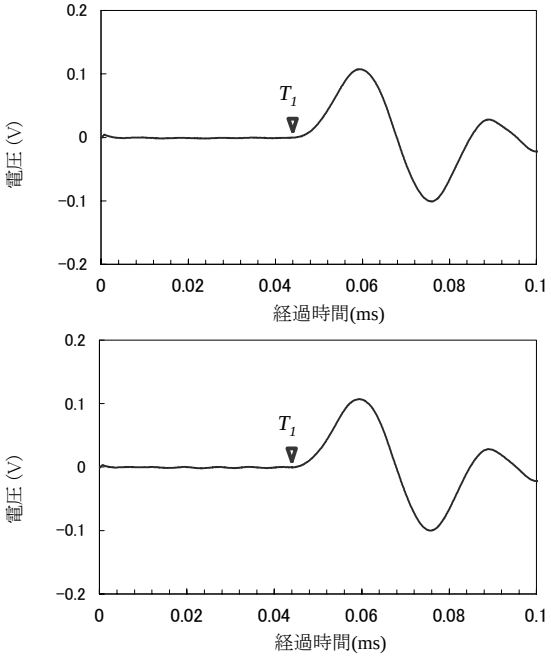
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

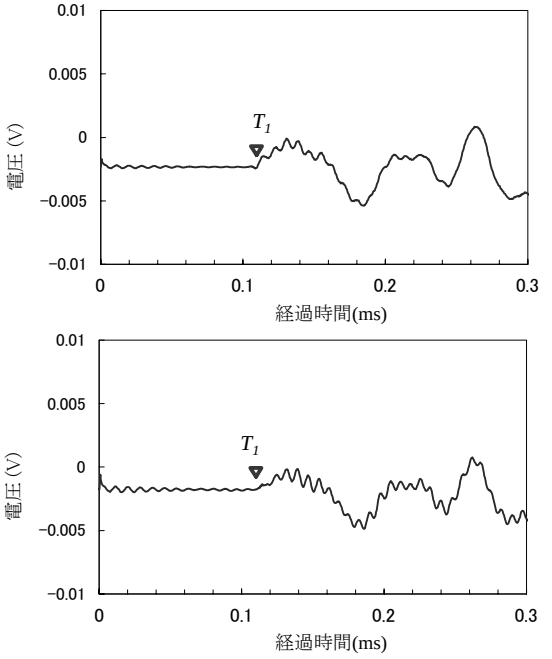
試 料 番 号　TI1850-P3-10　　試 験 者

供 試 体 高　5.150　cm　　σ'_c ＝　0　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	0	14.8	44.0	29.2	1760
上部発振	0	14.8	44.0	29.2	1760
平均					1760



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	0	29.0	109.5	80.5	640
上部発振	0	29.0	110.0	81.0	636
平均					638



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

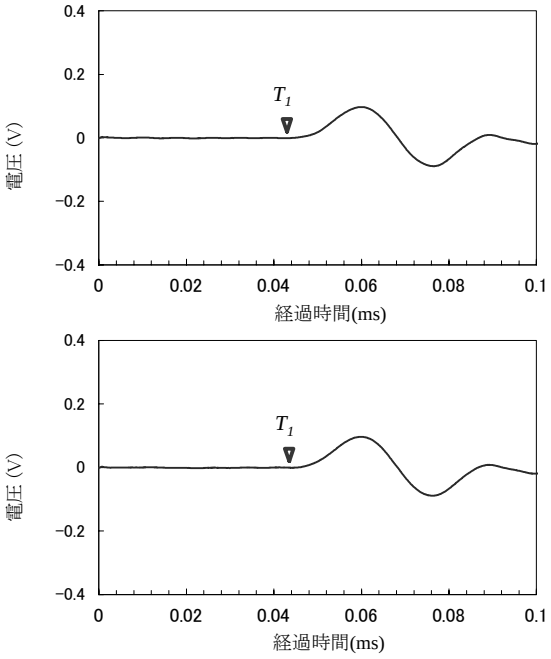
三軸超音波速度測定

調査件名 令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日 2020年9月23日

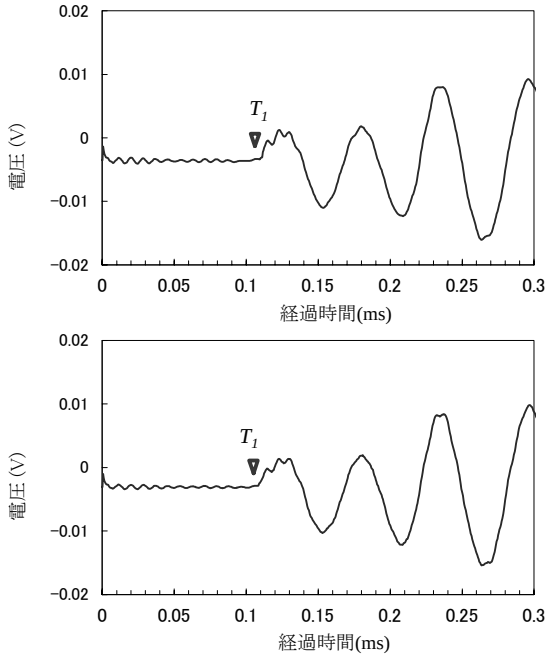
試料番号 TI1850-P3-10　　試験者

供試体高 5.144 cm　　σ'_c = 100 kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	100	14.8	43.0	28.2	1820
上部発振	100	14.8	43.5	28.7	1790
平均					1810



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	100	29.0	106.0	77.0	668
上部発振	100	29.0	105.0	76.0	677
平均					673



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

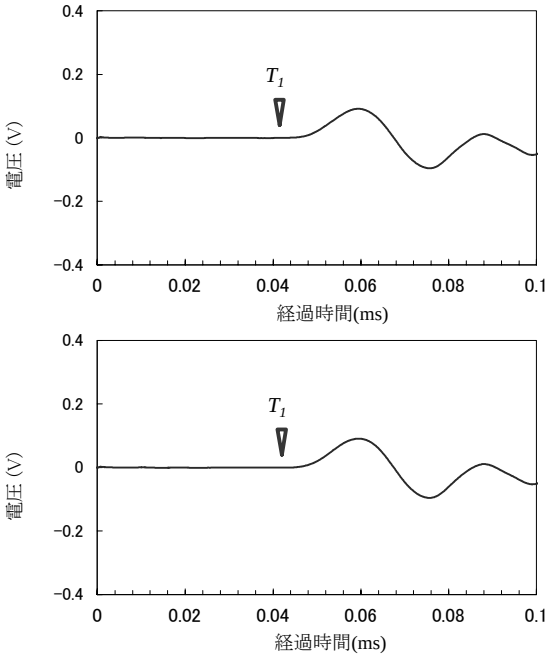
三軸超音波速度測定

調査件名 令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日 2020年9月23日

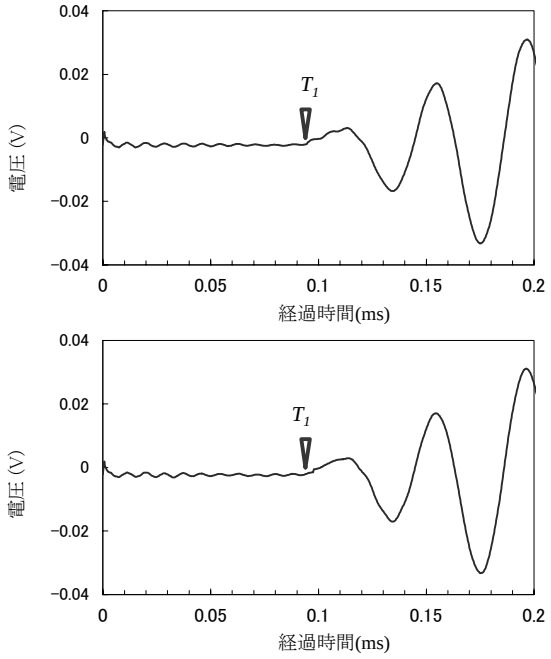
試料番号 TI1850-P3-10　　試験者

供試体高 5.141 cm　　σ'_c = 600 kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	600	14.8	41.5	26.7	1930
上部発振	600	14.8	42.0	27.2	1890
平均					1910



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	600	29.0	94.0	65.0	791
上部発振	600	29.0	94.0	65.0	791
平均					791



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

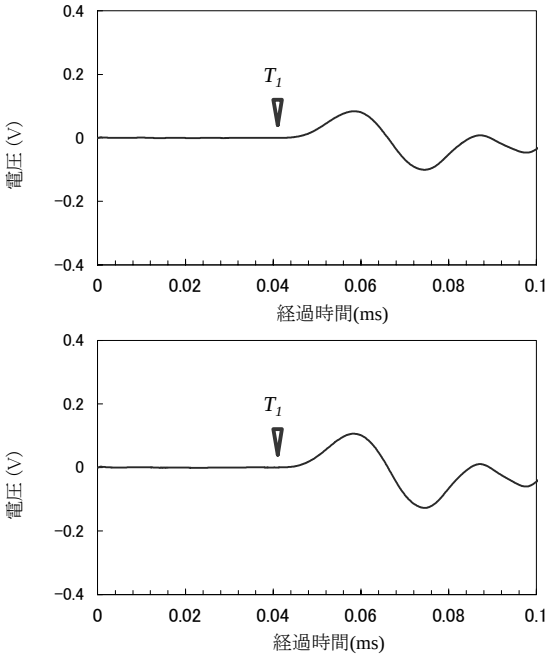
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

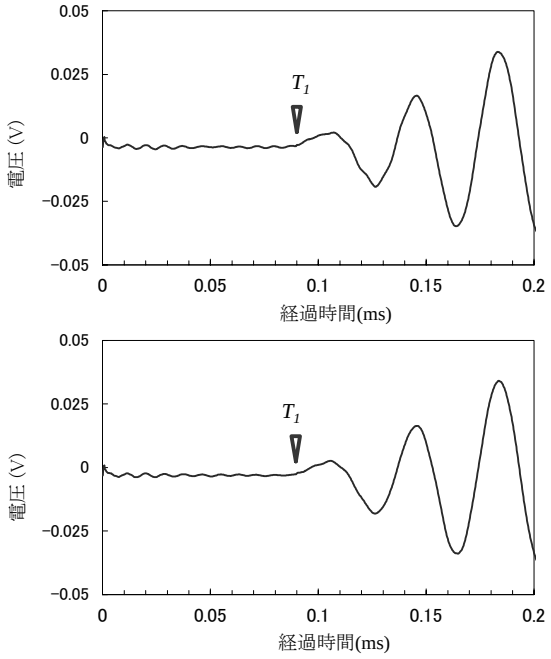
試 料 番 号　TI1850-P3-10　　試 験 者

供 試 体 高　5 137　cm　　σ'_c ＝　1100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1100	14 8	41 0	26 2	1960
上部発振	1100	14 8	41 0	26 2	1960
平均					1960



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1100	29 0	90 0	61 0	842
上部発振	1100	29 0	89 5	60 5	849
平均					846



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

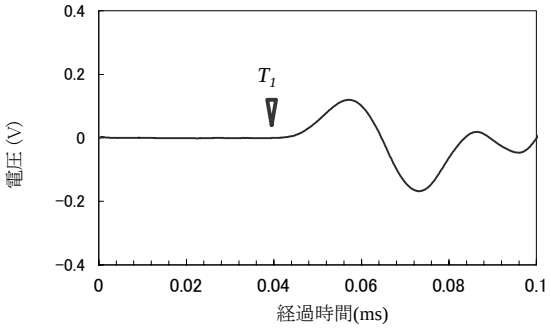
三軸超音波速度測定

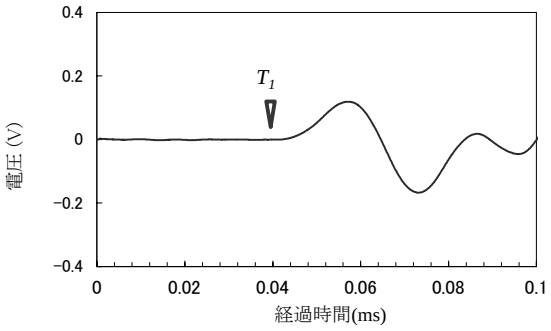
調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

試 料 番 号　TI1850-P3-10　　試 験 者

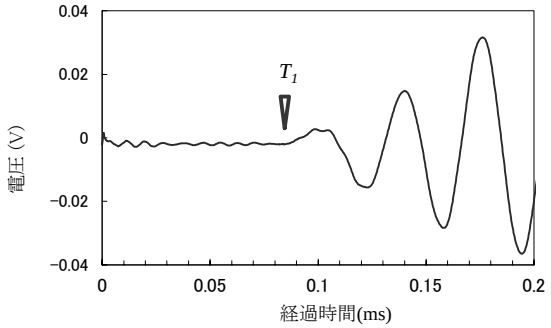
供 試 体 高　5 134　cm　　σ'_c ＝　1600　kN/m^2

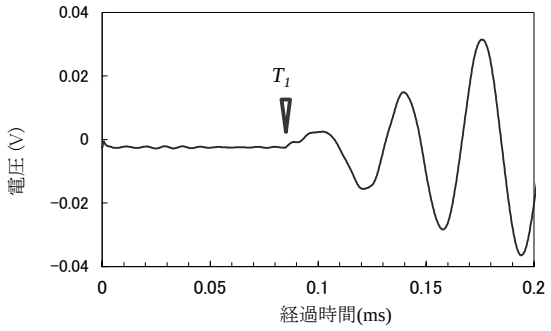
P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1600	14 8	39 5	24 7	2080
上部発振	1600	14 8	39 5	24 7	2080
平均					2080





S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1600	29 0	84 5	55 5	925
上部発振	1600	29 0	85 0	56 0	917
平均					921





T_0は、システム遅延、T_1は測定値

三軸超音波速度測定

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日：2020年9月23日

試料番号（深さ）：TI1850-S1-12 (75.45m ～ 75.55m)

試験者：

岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2	試料の状態	ボーリングコア
飽和方法	炭酸ガスによる置換及び脱気水通水	供試体の作製方法	トリミング法

土粒子の密度 ρ_s	g/cm^3	2.396	備考
最小乾燥密度 ρ_{dmin}	g/cm^3		
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm^3		

	供試体 No.		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5			
初期状態	直径	D_o cm	4.981							
	高さ	H_o cm	4.938							
	体積	V_0 cm^3	96.22							
	質量	m_0 g	150.71							
	乾燥質量	m_s g	100.01							
	含水比	w_0 %	50.7							
	湿潤密度	ρ_{t0} g/cm^3	1.566							
	乾燥密度	ρ_{d0} g/cm^3	1.039							
	間隙比	e_o	1.306							
	飽和度	S_{r0} %	93.0							
	相対密度	D_{ri} [3] %								
試験条件	背圧	u_b kN/m^2	300	300	300	300	300			
	圧密応力	σ'_c kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
	有効拘束圧	σ'_0 kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
圧密後	体積変化量	ΔV_c cm^3	0.00	0.25	0.55	0.85	1.13			
	軸変位量	ΔH_c cm	0.000	0.004	0.009	0.015	0.019			
	高さ	H_c cm	4.938	4.934	4.929	4.923	4.919			
	湿潤密度	ρ_{tc} g/cm^3	1.566	1.568	1.570	1.571	1.573			
	乾燥密度	ρ_{dc} g/cm^3	1.039	1.042	1.045	1.049	1.052			
	含水比	w_c %	50.7	50.4	50.1	49.8	49.6			
	間隙比	e_c	1.306	1.299	1.293	1.284	1.278			
	飽和度	S_{rc} %	93.0	93.0	92.8	92.9	93.0			
	軸ひずみ	ε_a %	0.00	0.08	0.18	0.30	0.38			
	体積ひずみ	ε_v %	0.00	0.26	0.57	0.88	1.17			
	相対密度	D_{rc} [3] %								
測定結果	P波速度	V_p m/s	1870	1900	1940	2010	2090			
	S波速度	V_s m/s	695	768	892	925	1030			
	V_p / V_s		2.69	2.47	2.17	2.17	2.03			
	せん断弾性係数	G_0 MN/m^2	756	925	1250	1340	1670			
	ポアソン比	ν	0.420	0.402	0.366	0.366	0.340			

特記事項

・圧密後の供試体高さは、供試体に等方的なひずみが生じたものとして、以下の式により算定した。

$$Hc = (1 - \Delta Vc / 3V_0) \times H_0$$

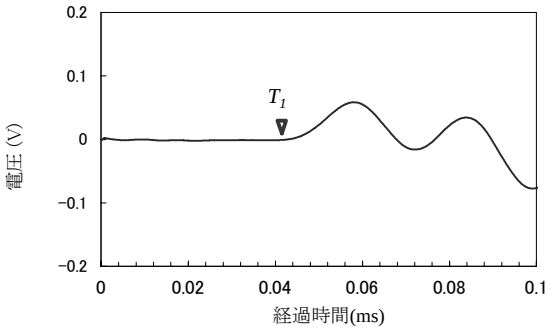
三軸超音波速度測定

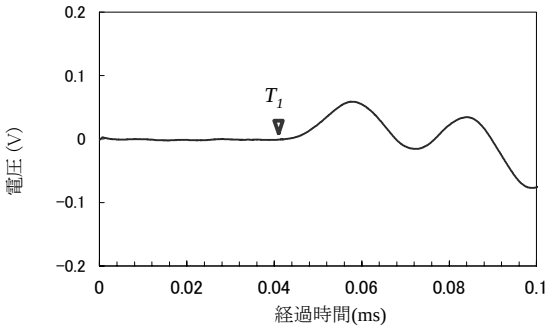
調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

試 料 番 号　TI1850-S1-12　　試 験 者

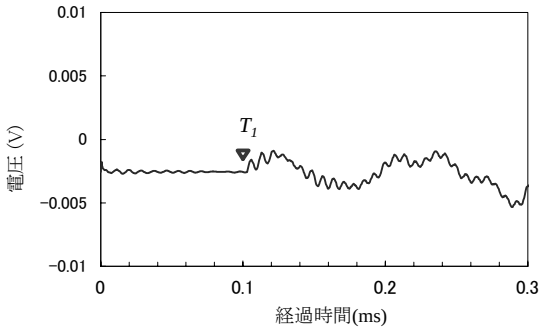
供 試 体 高　4 938　cm　　σ'_c ＝　0　kN/m^2

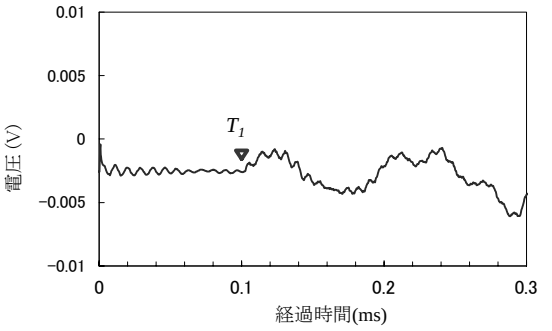
P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	0	14 8	41 5	26 7	1850
上部発振	0	14 8	41 0	26 2	1880
平均					1870





S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	0	29 0	100 0	71 0	695
上部発振	0	29 0	100 0	71 0	695
平均					695





T_0は、システム遅延、T_1は測定値

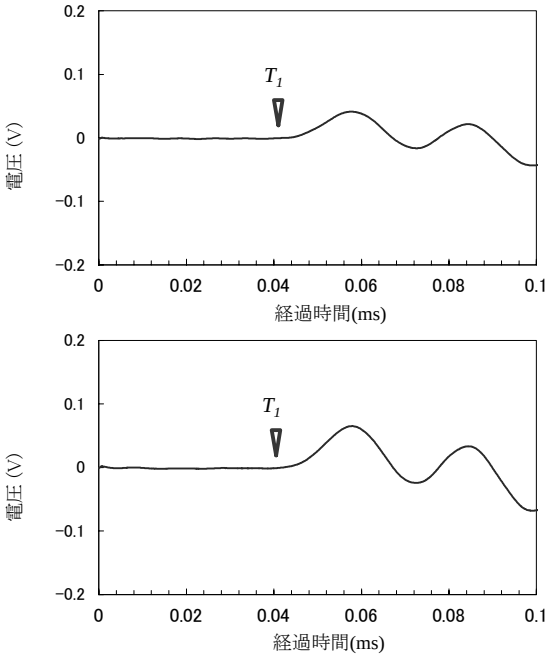
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

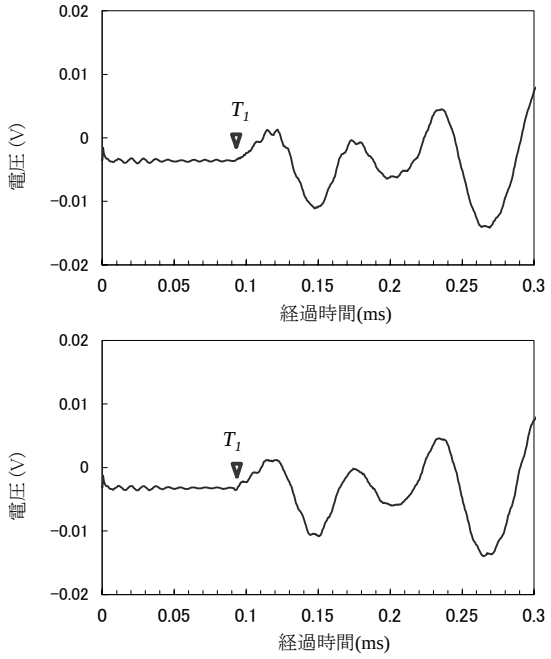
試料番号　TI1850-S1-12　　試験者

供試体高　4.934　cm　　σ'_c ＝　100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	100	14.8	41.0	26.2	1880
上部発振	100	14.8	40.5	25.7	1920
平均					1900



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	100	29.0	93.0	64.0	771
上部発振	100	29.0	93.5	64.5	765
平均					768



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

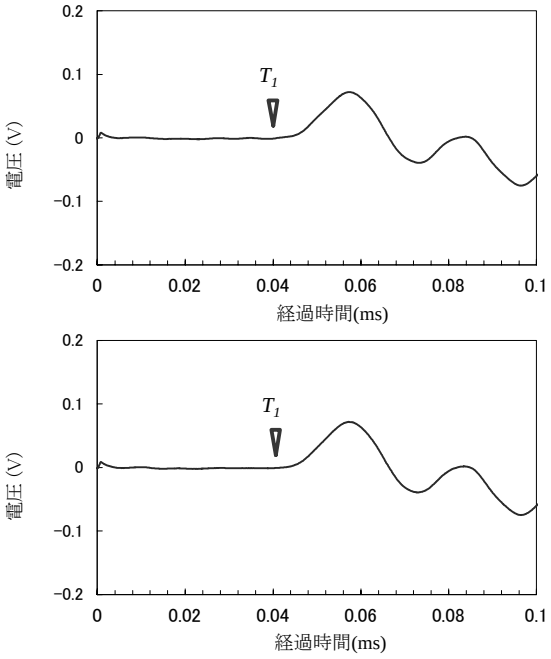
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

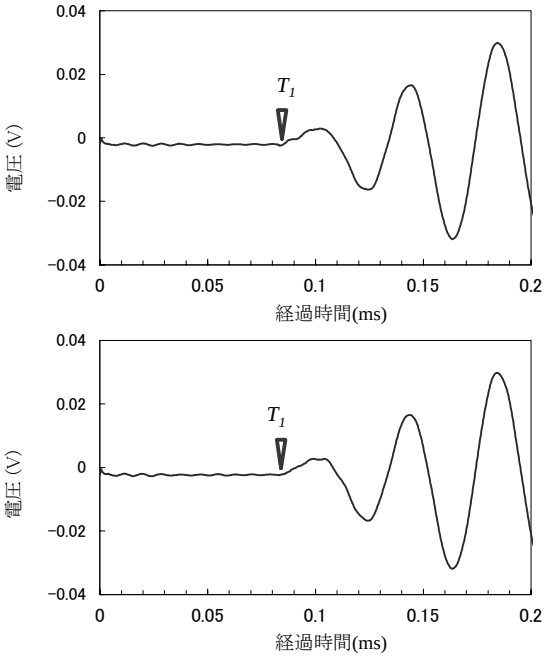
試 料 番 号　TI1850-S1-12　　試 験 者

供 試 体 高　4 929　cm　　σ'_c ＝　600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	600	14 8	40 0	25 2	1960
上部発振	600	14 8	40 6	25 8	1910
平均					1940



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	600	29 0	84 5	55 5	888
上部発振	600	29 0	84 0	55 0	896
平均					892



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

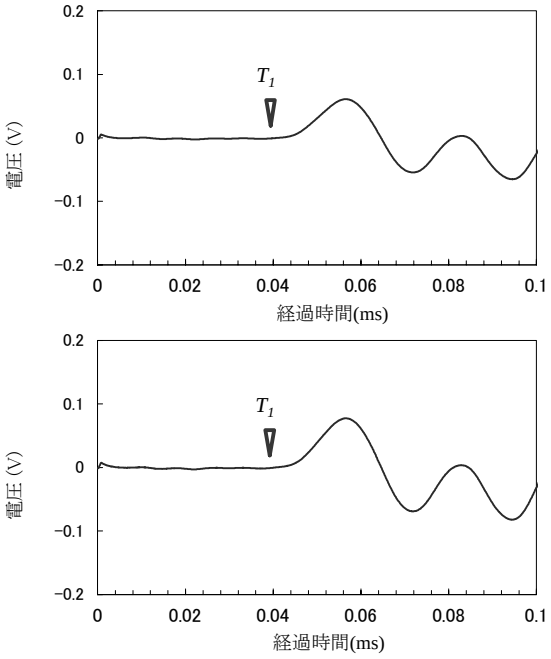
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

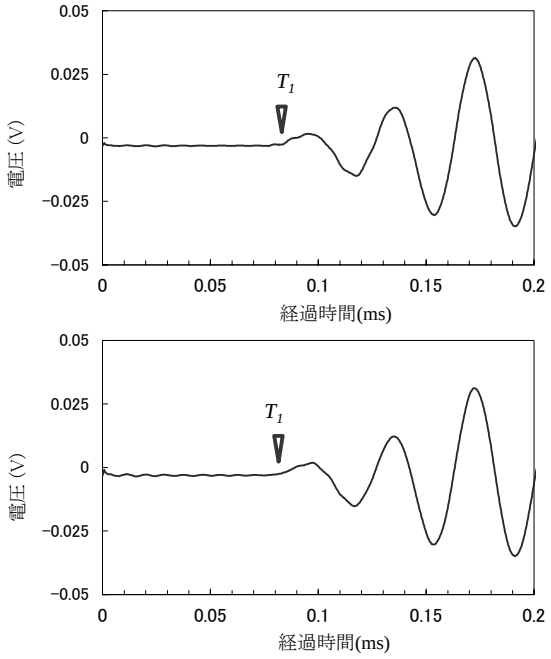
試料番号　TI1850-S1-12　　試験者

供試体高　4.923　cm　　σ'_c ＝　1100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1100	14.8	39.4	24.6	2000
上部発振	1100	14.8	39.2	24.4	2020
平均					2010



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1100	29.0	83.0	54.0	912
上部発振	1100	29.0	81.5	52.5	938
平均					925



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

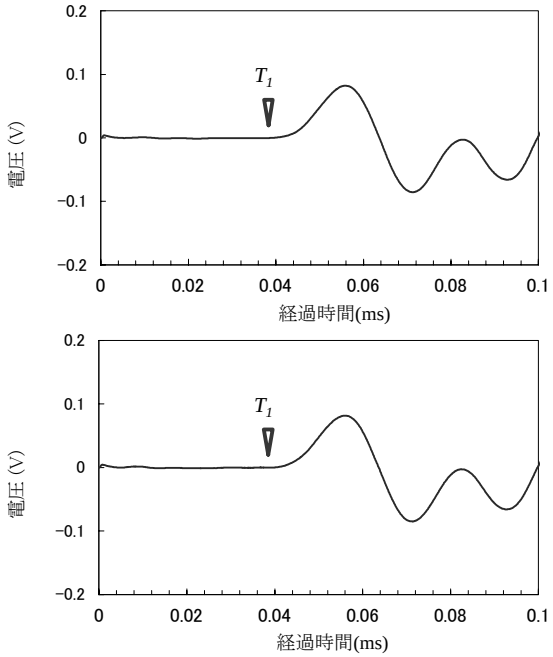
三軸超音波速度測定

調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月23日

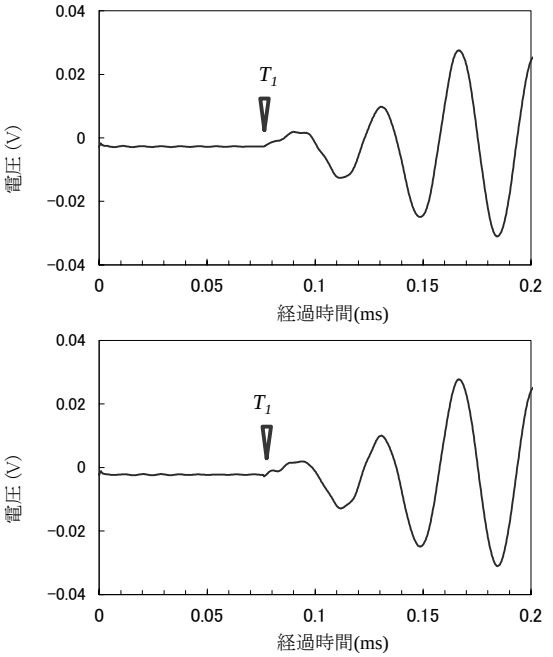
試 料 番 号　TI1850-S1-12　　試 験 者

供 試 体 高　4 919　cm　　σ'_c ＝　1600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1600	14 8	38 3	23 5	2090
上部発振	1600	14 8	38 5	23 7	2080
平均					2090



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1600	29 0	76 5	47 5	1040
上部発振	1600	29 0	77 5	48 5	1010
平均					1030



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

三軸超音波速度測定

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月24日
試料番号（深さ）	TI1850-S2-10 (96.80m ～ 96.90m)	試験者	

岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2	試料の状態	ボーリングコア
飽和方法	炭酸ガスによる置換及び脱気水通水	供試体の作製方法	トリミング法

土粒子の密度 ρ_s g/cm^3	2.441	備考
最小乾燥密度 ρ_{dmin} g/cm^3		
最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm^3		

	供試体 No.	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5			
初期状態	直径 D_o cm	4.993							
	高さ H_o cm	4.972							
	体積 V_0 cm^3	97.35							
	質量 m_0 g	165.14							
	乾燥質量 m_s g	115.73							
	含水比 w_0 %	42.7							
	湿潤密度 ρ_{t0} g/cm^3	1.696							
	乾燥密度 ρ_{d0} g/cm^3	1.189							
	間隙比 e_o	1.053							
	飽和度 S_{r0} %	99.0							
	相対密度 D_{ri} [3] %								
試験条件	背圧 u_b kN/m^2	300	300	300	300	300			
	圧密応力 σ'_c kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
	有効拘束圧 σ'_0 kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
圧密後	体積変化量 ΔV_c cm^3	0.00	0.17	0.35	0.54	0.74			
	軸変位量 ΔH_c cm	0.000	0.003	0.006	0.009	0.013			
	高さ H_c cm	4.972	4.969	4.966	4.963	4.959			
	湿潤密度 ρ_{tc} g/cm^3	1.696	1.698	1.699	1.700	1.702			
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm^3	1.189	1.191	1.193	1.195	1.198			
	含水比 w_c %	42.7	42.5	42.4	42.2	42.1			
	間隙比 e_c	1.053	1.050	1.046	1.043	1.038			
	飽和度 S_{rc} %	99.0	98.8	98.9	98.8	99.0			
	軸ひずみ ε_a %	0.00	0.06	0.12	0.18	0.26			
	体積ひずみ ε_v %	0.00	0.17	0.36	0.55	0.76			
	相対密度 D_{rc} [3] %								
測定結果	P波速度 V_p m/s	2230	2260	2290	2290	2350			
	S波速度 V_s m/s	713	908	1040	1100	1270			
	V_p / V_s	3.13	2.49	2.20	2.08	1.85			
	せん断弾性係数 G_0 MN/m^2	862	1400	1840	2060	2750			
	ポアソン比 ν	0.443	0.404	0.370	0.350	0.294			

特記事項

・圧密後の供試体高さは、供試体に等方的なひずみが生じたものとして、以下の式により算定した。

$$Hc = (1 - \Delta Vc / 3V_0) \times H_0$$

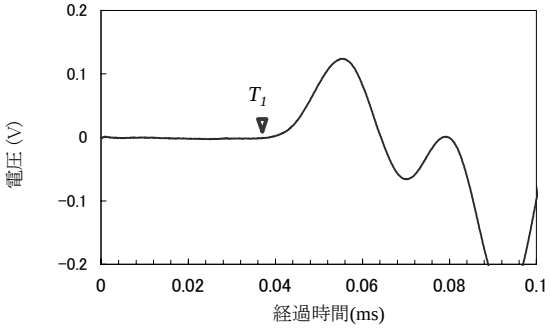
三軸超音波速度測定

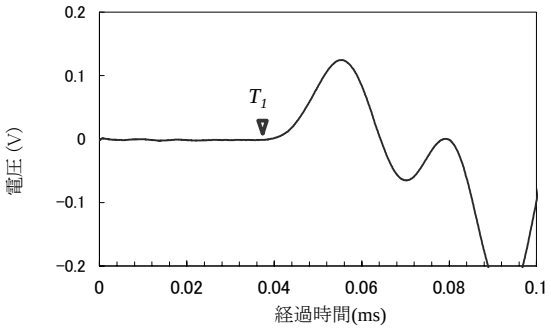
調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　TI1850-S2-10　　試験者

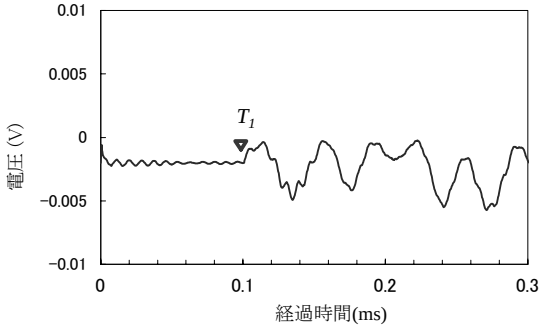
供試体高　4.972　cm　　σ'_c ＝　0　kN/m^2

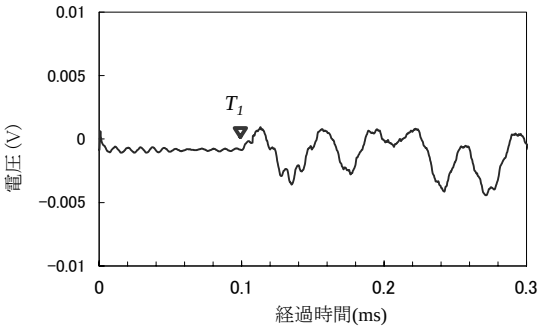
P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	0	14.8	37.0	22.2	2240
上部発振	0	14.8	37.3	22.5	2210
平均					2230





S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	0	29.0	98.5	69.5	715
上部発振	0	29.0	99.0	70.0	710
平均					713





T_0は、システム遅延、T_1は測定値

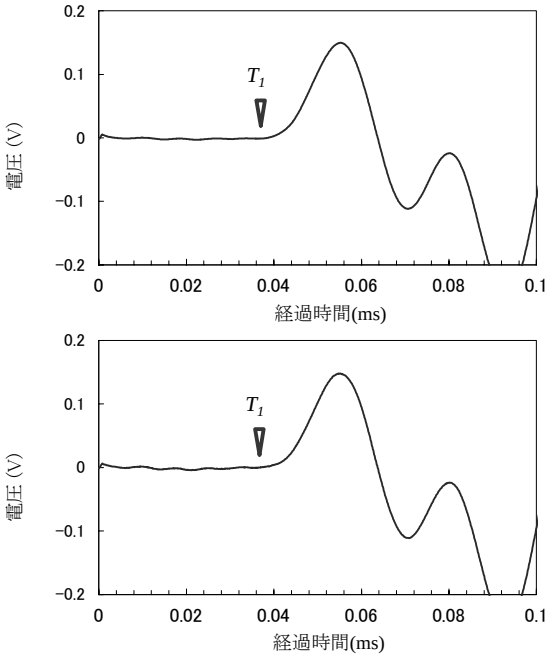
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月24日

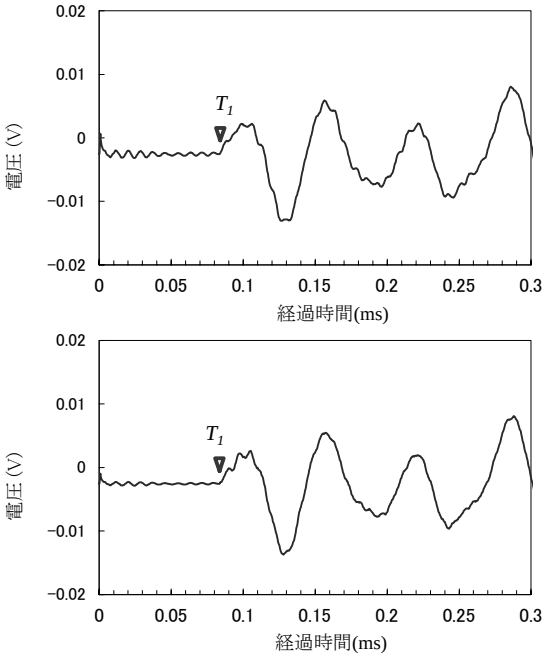
試料番号　TI1850-S2-10　　試験者

供試体高　4 969　cm　　σ'_c ＝　100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	100	14 8	37 0	22 2	2240
上部発振	100	14 8	36 7	21 9	2270
平均					2260



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	100	29 0	84 0	55 0	903
上部発振	100	29 0	83 5	54 5	912
平均					908



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

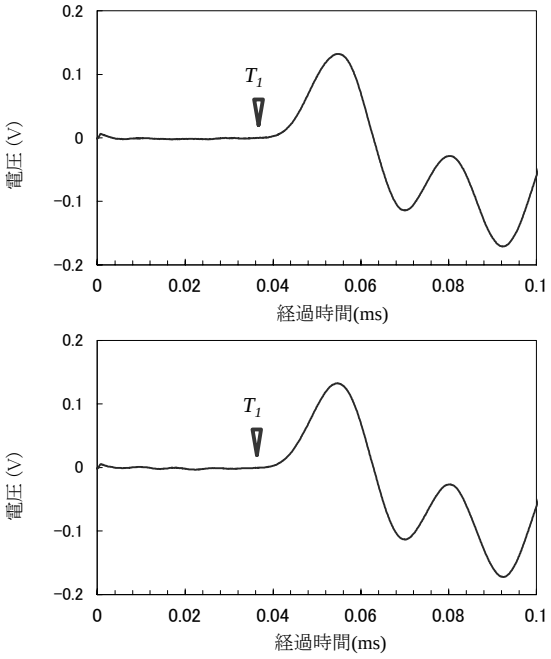
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月24日

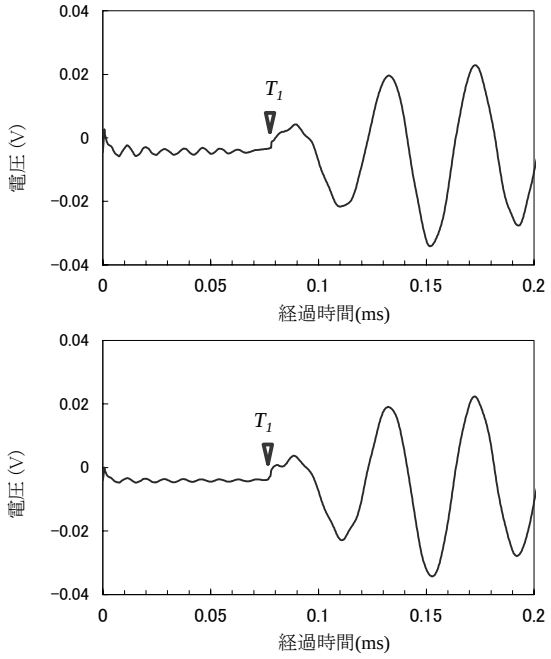
試料番号　TI1850-S2-10　　試験者

供試体高　4.966　cm　　σ'_c ＝　600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	600	14.8	36.7	21.9	2270
上部発振	600	14.8	36.3	21.5	2310
平均					2290



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	600	29.0	77.5	48.5	1020
上部発振	600	29.0	76.5	47.5	1050
平均					1040



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

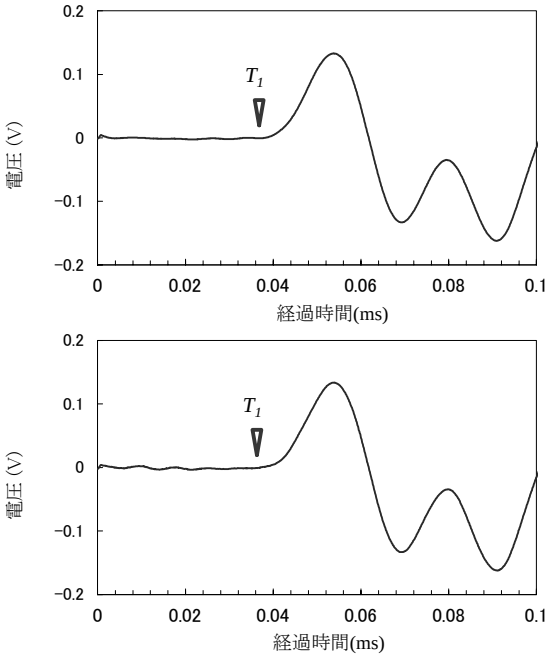
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月24日

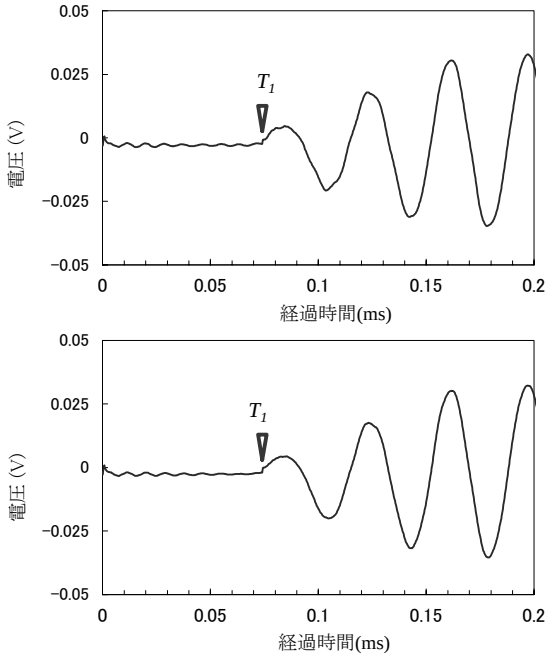
試料番号　TI1850-S2-10　　試験者

供試体高　4 963　cm　　σ'_c ＝　1100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1100	14 8	36 8	22 0	2260
上部発振	1100	14 8	36 3	21 5	2310
平均					2290



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1100	29 0	74 0	45 0	1100
上部発振	1100	29 0	74 0	45 0	1100
平均					1100



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

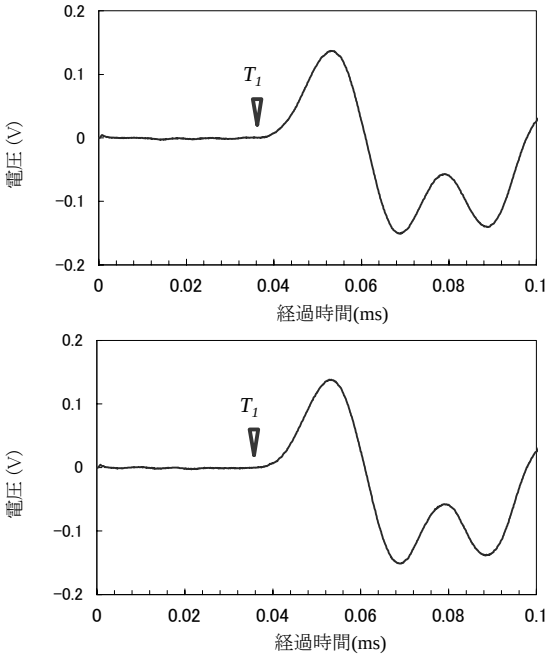
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月24日

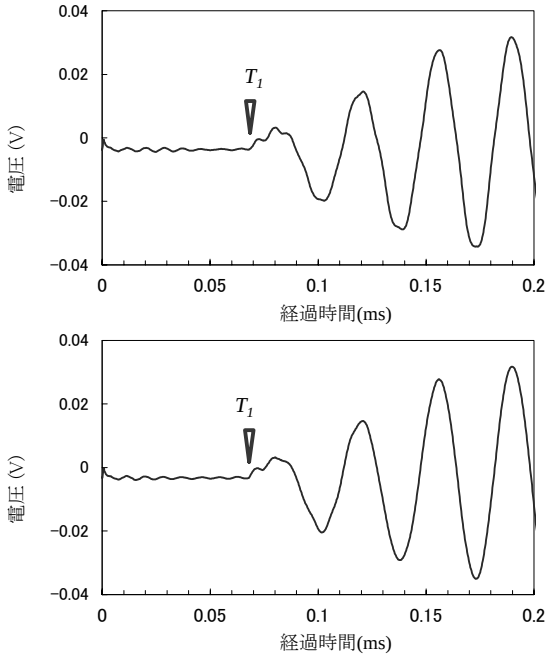
試料番号　TI1850-S2-10　　試験者

供試体高　4.959　cm　　σ'_c ＝　1600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1600	14.8	36.2	21.4	2320
上部発振	1600	14.8	35.7	20.9	2370
平均					2350



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1600	29.0	68.5	39.5	1260
上部発振	1600	29.0	68.0	39.0	1270
平均					1270



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

三軸超音波速度測定

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験年月日：2020年9月25日

試料番号（深さ）：TI1850-S3-09 (111.75m ～ 111.85m)

試験者：

岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2	試料の状態	ボーリングコア
飽和方法	炭酸ガスによる置換及び脱気水通水	供試体の作製方法	トリミング法

土粒子の密度 ρ_s	g/cm^3	2.479
最小乾燥密度 ρ_{dmin}	g/cm^3	
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	g/cm^3	

備考

	供試体 No.		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5			
初期状態	直径	D_o cm	4.963							
	高さ	H_o cm	4.948							
	体積	V_0 cm^3	95.72							
	質量	m_0 g	162.65							
	乾燥質量	m_s g	117.27							
	含水比	w_0 %	38.7							
	湿潤密度	ρ_{t0} g/cm^3	1.699							
	乾燥密度	ρ_{d0} g/cm^3	1.225							
	間隙比	e_o	1.024							
	飽和度	S_{r0} %	93.7							
	相対密度	D_{ri} [3] %								
試験条件	背圧	u_b kN/m^2	300	300	300	300	300			
	圧密応力	σ'_c kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
	有効拘束圧	σ'_0 kN/m^2	0	100	600	1100	1600			
圧密後	体積変化量	ΔV_c cm^3	0.00	0.16	0.39	0.60	0.87			
	軸変位量	ΔH_c cm	0.000	0.003	0.007	0.010	0.015			
	高さ	H_c cm	4.948	4.945	4.941	4.938	4.933			
	湿潤密度	ρ_{tc} g/cm^3	1.699	1.700	1.702	1.704	1.706			
	乾燥密度	ρ_{dc} g/cm^3	1.225	1.227	1.230	1.233	1.236			
	含水比	w_c %	38.7	38.6	38.4	38.2	38.0			
	間隙比	e_c	1.024	1.020	1.015	1.011	1.006			
	飽和度	S_{rc} %	93.7	93.8	93.8	93.7	93.6			
	軸ひずみ	ε_a %	0.00	0.06	0.14	0.20	0.30			
	体積ひずみ	ε_v %	0.00	0.17	0.41	0.63	0.91			
	相対密度	D_{rc} [3] %								
測定結果	P波速度	V_p m/s	1640	1690	1750	1840	1920			
	S波速度	V_s m/s	657	691	746	816	853			
	V_p / V_s		2.50	2.45	2.35	2.25	2.25			
	せん断弾性係数	G_0 MN/m^2	733	812	947	1130	1240			
	ポアソン比	ν	0.404	0.400	0.389	0.378	0.377			

特記事項

・圧密後の供試体高さは、供試体に等方的なひずみが生じたものとして、以下の式により算定した。

$$Hc = (1 - \Delta Vc / 3V_0) \times H_0$$

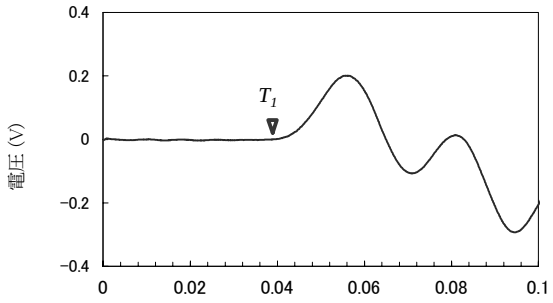
三軸超音波速度測定

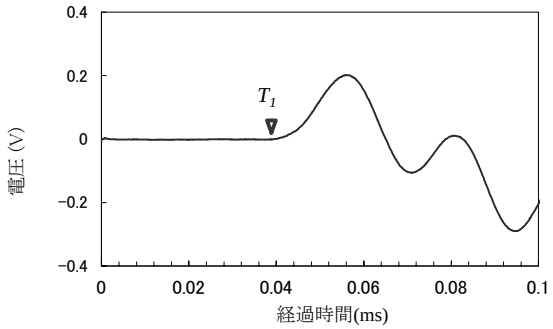
調 査 件 名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月25日

試 料 番 号　TI1850-S3-09　　試 験 者

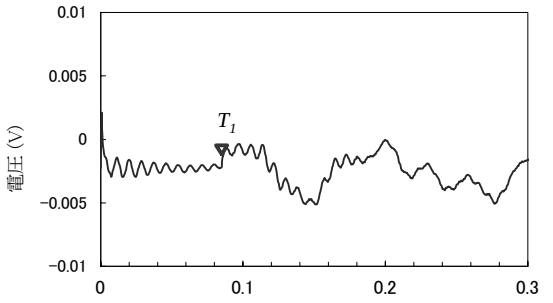
供 試 体 高　4 948　cm　　σ'_c ＝　0　kN/m^2

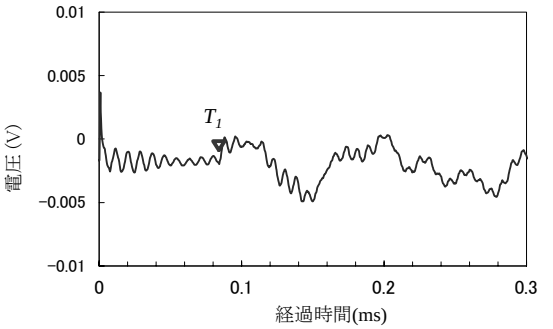
P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	0	8 8	38 9	30 1	1640
上部発振	0	8 8	38 9	30 1	1640
平均					1640





S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	0	9 2	85 0	75 8	653
上部発振	0	9 2	84 0	74 8	661
平均					657





T_0は、システム遅延、T_1は測定値

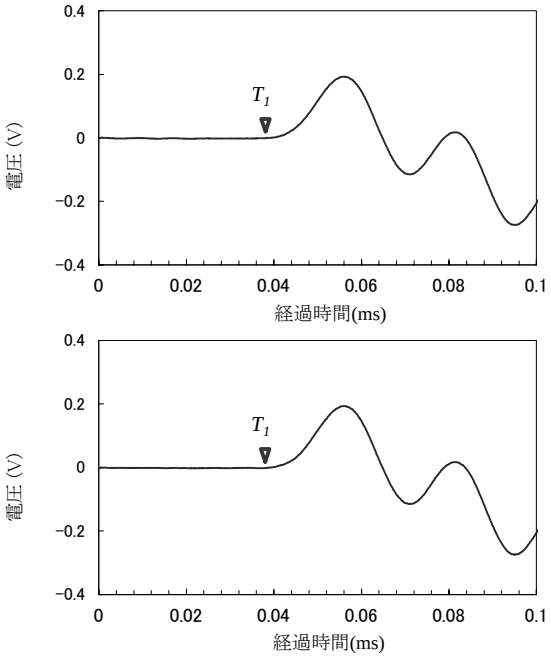
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月25日

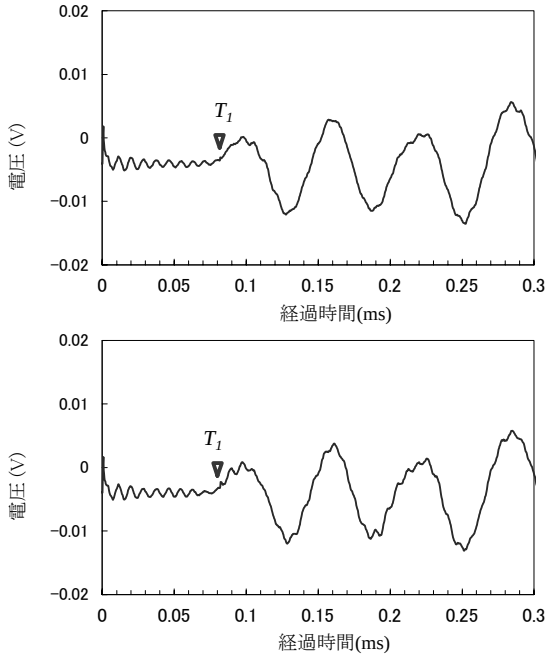
試料番号　TI1850-S3-09　　試験者

供試体高　4 945　cm　　σ'_c ＝　100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	100	8 8	38 1	29 3	1690
上部発振	100	8 8	38 0	29 2	1690
平均					1690



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	100	9 2	81 5	72 3	684
上部発振	100	9 2	80 0	70 8	698
平均					691



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

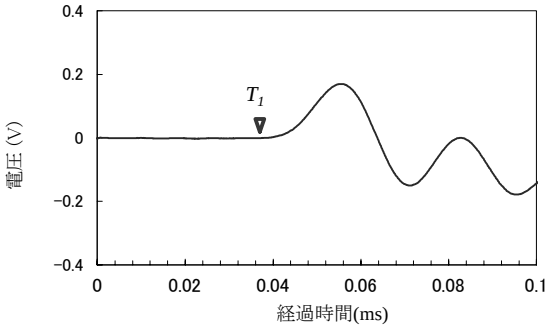
三軸超音波速度測定

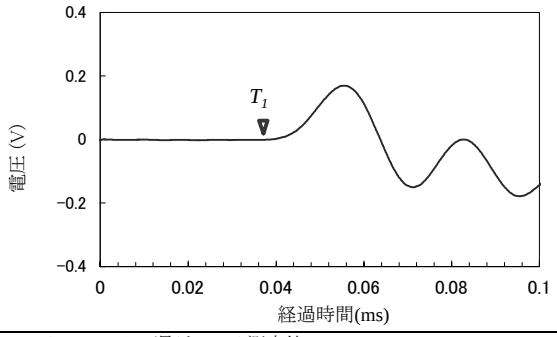
調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月25日

試料番号　TI1850-S3-09　　試験者

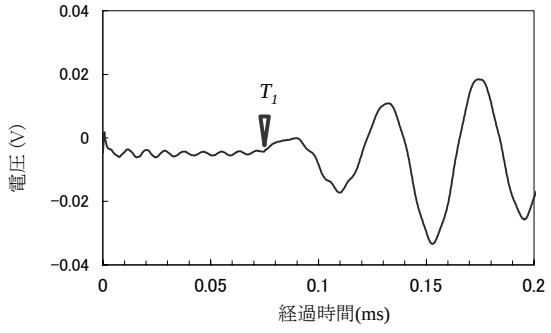
供試体高　4.941　cm　　σ'_c ＝　600　kN/m^2

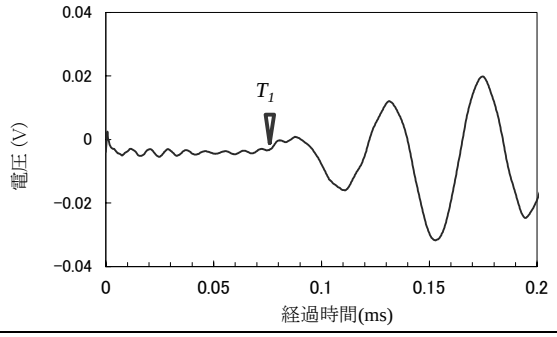
P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	600	8.8	37.0	28.2	1750
上部発振	600	8.8	37.1	28.3	1750
平均					1750





S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	600	9.2	75.0	65.8	751
上部発振	600	9.2	76.0	66.8	740
平均					746





T_0は、システム遅延、T_1は測定値

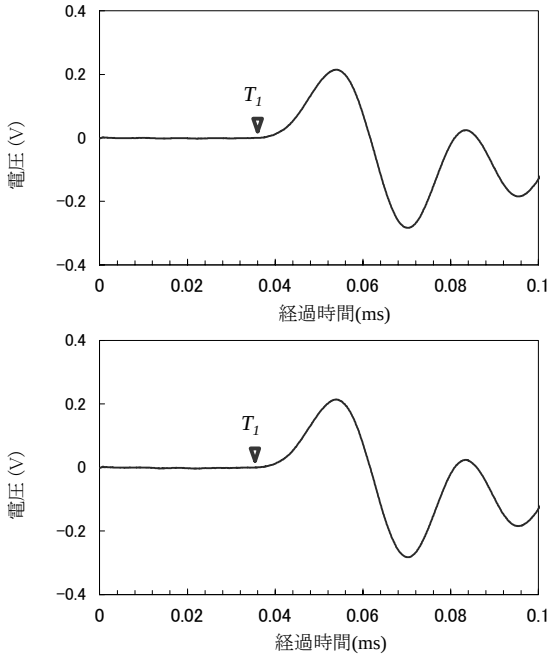
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月25日

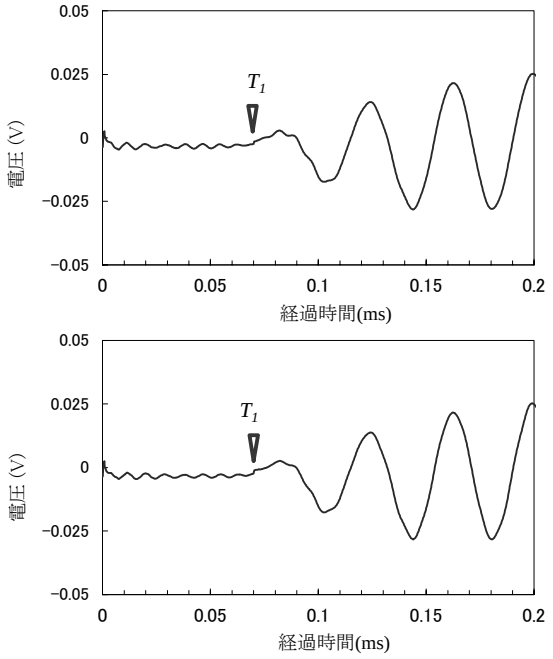
試料番号　TI1850-S3-09　　試験者

供試体高　4 938　cm　　σ'_c ＝　1100　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1100	8 8	36 0	27 2	1820
上部発振	1100	8 8	35 4	26 6	1860
平均					1840



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1100	9 2	69 5	60 3	819
上部発振	1100	9 2	70 0	60 8	812
平均					816



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

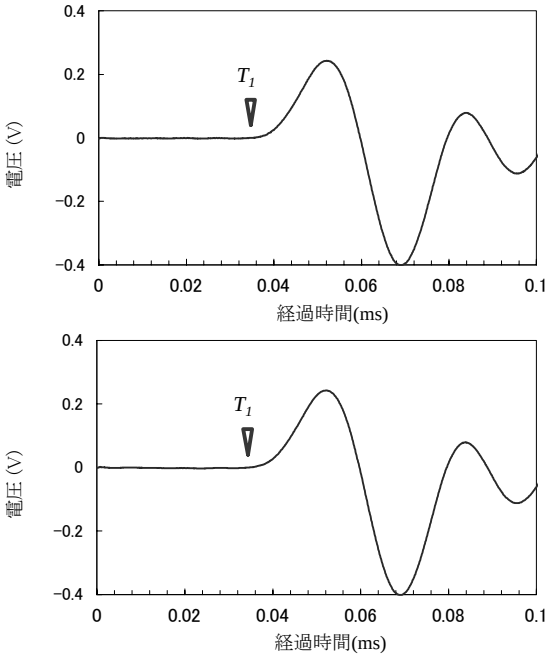
三軸超音波速度測定

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月25日

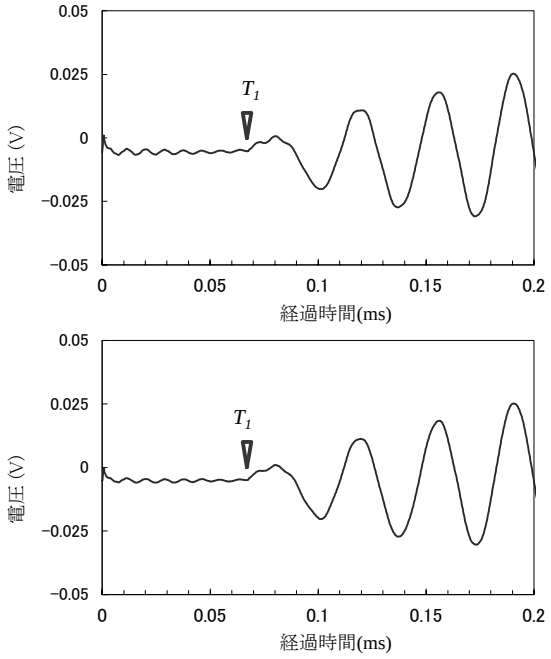
試料番号　TI1850-S3-09　　試験者

供試体高　4.933　cm　　σ'_c ＝　1600　kN/m^2

P波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_p m/s
下部発振	1600	8.8	34.7	25.9	1900
上部発振	1600	8.8	34.3	25.5	1930
平均					1920



S波	σ'_c kN/m^2	T_0 μs	T_1 μs	$\Delta T=T_1-T_0$ μs	V_s m/s
下部発振	1600	9.2	67.0	57.8	853
上部発振	1600	9.2	67.0	57.8	853
平均					853



T_0は、システム遅延、T_1は測定値

(3) 一軸圧縮試験

JGS2521-2000	岩石の一軸圧縮試験	

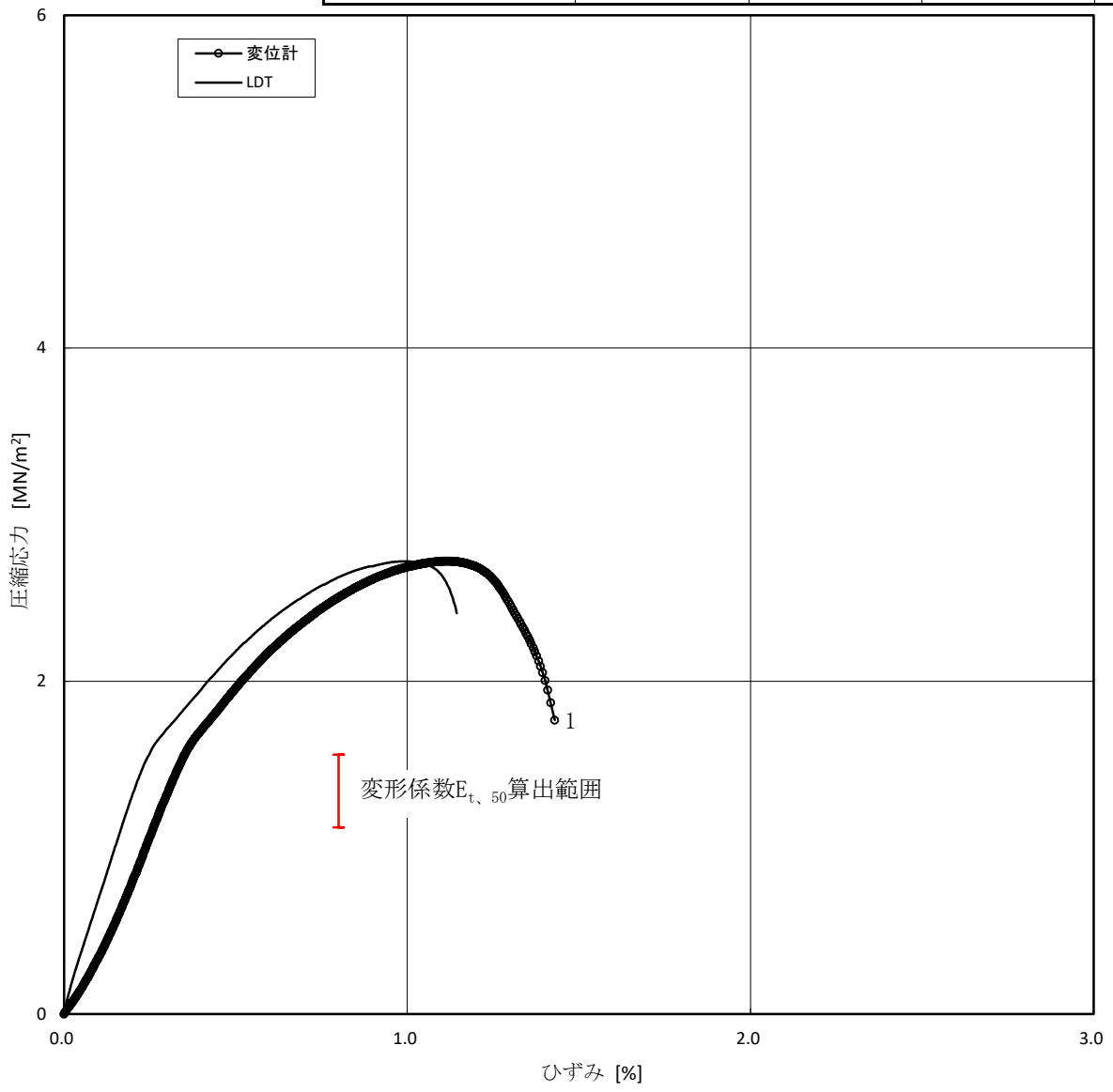
件　　名：令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日：2020年9月29日

試料番号：TI1850-P1-04　　(37.40m ～ 37.55m)　　試験者：

岩種	軽石凝灰岩Tpt2
採取方法	ボーリングコア
供試体作製方法	トリミング
ひずみ速度　%/min	0.1

供試体番号	1	2	3	4
供試体形状	円柱状			
高さ　H_0 cm	9.987			
直径　D_0 cm	4.926			
質量　m g	318.24			
湿潤密度　ρ_t g/cm^3	1.672			
含水比　w %	40.9			
圧縮強さ　q_u MN/m^2	2.72	LDT		
破壊ひずみ　ε_f %	1.08	ε_f	1.00	%
変形係数　$E_{t,50}$ MN/m^2	496	$E_{t,50}$	580	MN/m^2



供試体の破壊状況

No.1

No.2

No.3

No.4

備考:

JGS2521-2000	岩石の一軸圧縮試験	

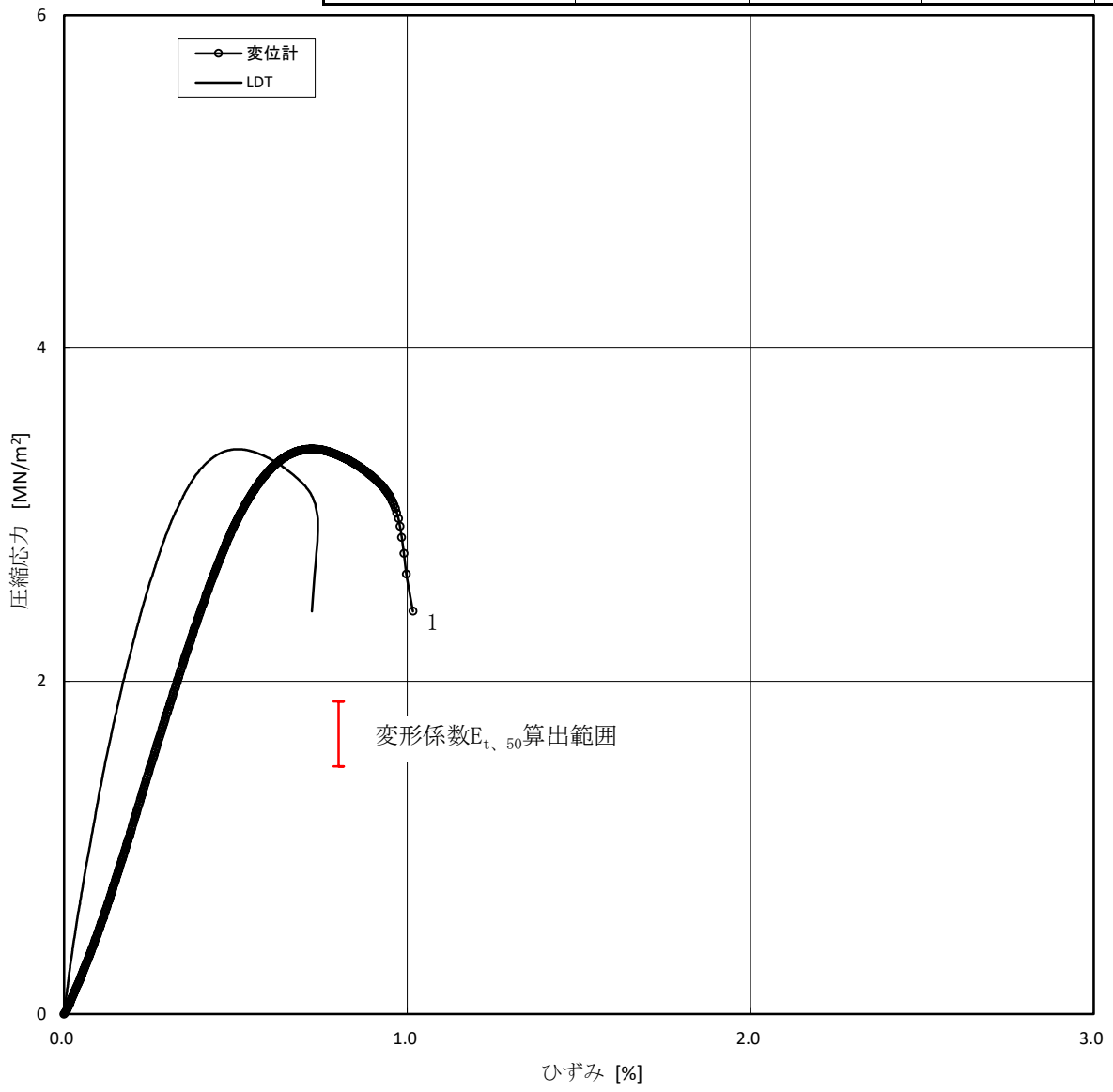
件　　名：令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日：2020年9月29日

試料番号：TI1850-P2-05　　(52.40m ～ 52.55m)　　試験者：

岩種	軽石凝灰岩Tpt2
採取方法	ボーリングコア
供試体作製方法	トリミング
ひずみ速度　%/min	0.1

供試体番号	1	2	3	4
供試体形状	円柱状			
高さ　H_0 cm	9.987			
直径　D_0 cm	4.957			
質量　m g	316.58			
湿潤密度　ρ_t g/cm^3	1.643			
含水比　w %	45.9			
圧縮強さ　q_u MN/m^2	3.39	LDT		
破壊ひずみ　ε_f %	0.69	ε_f	0.50	%
変形係数　$E_{t,50}$ MN/m^2	668	$E_{t,50}$	957	MN/m^2



供試体の破壊状況

No.1

No.2

No.3

No.4

備考:

JGS2521-2000	岩石の一軸圧縮試験	

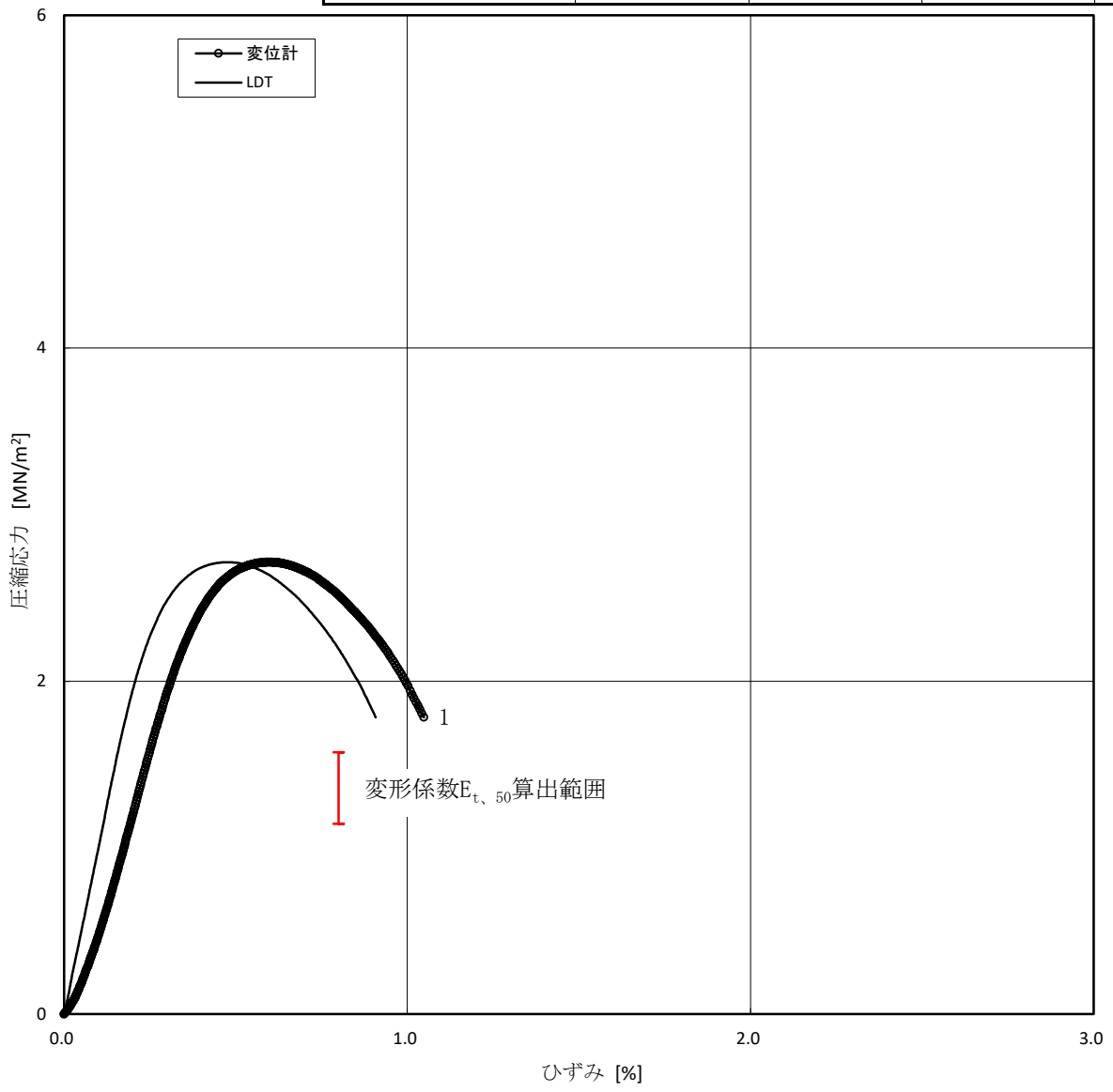
件　　名：令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日：2020年9月29日

試料番号：TI1850-P3-02　　(55.25m ～ 55.40m)　　試験者：

岩種	軽石凝灰岩Tpt2
採取方法	ボーリングコア
供試体作製方法	トリミング
ひずみ速度　%/min	0.1

供試体番号	1	2	3	4
供試体形状	円柱状			
高さ　H_0 cm	9.998			
直径　D_0 cm	4.953			
質量　m g	298.58			
湿潤密度　ρ_t g/cm^3	1.550			
含水比　w %	55.6			
圧縮強さ　q_u MN/m^2	2.71	LDT		
破壊ひずみ　ε_f %	0.55	ε_f	0.47	%
変形係数　$E_{t,50}$ MN/m^2	783	$E_{t,50}$	1030	MN/m^2



供試体の破壊状況

No.1

No.2

No.3

No.4

備考:

JGS2521-2000	岩石の一軸圧縮試験	

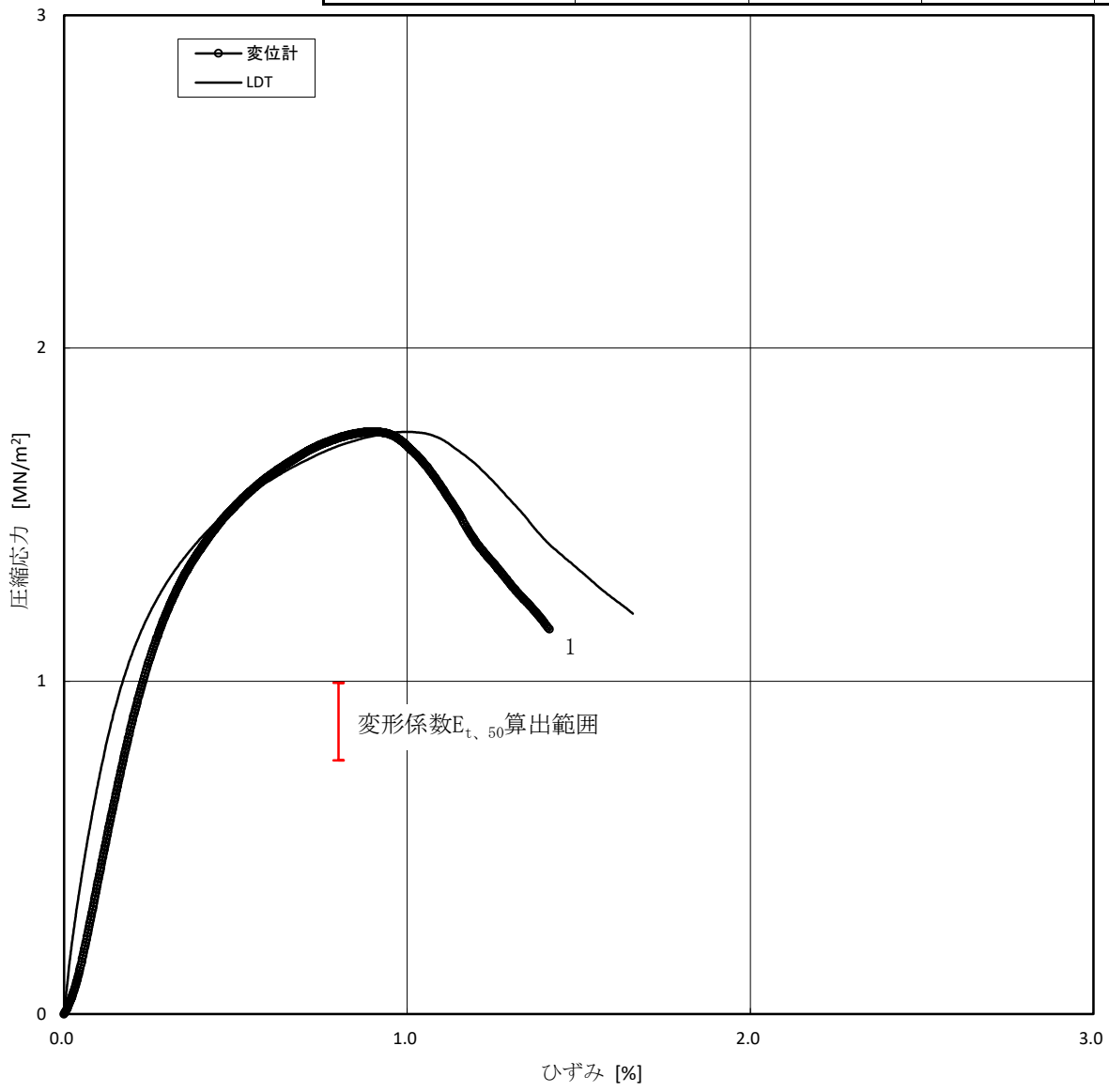
件　　名：令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日：2020年9月29日

試料番号：TI1850-S1-04　　(73.70m ～ 73.85m)　　試験者：

岩種	砂質軽石凝灰岩Tspt2
採取方法	ボーリングコア
供試体作製方法	トリミング
ひずみ速度　%/min	0.1

供試体番号	1	2	3	4
供試体形状	円柱状			
高さ　H_0 cm	10.023			
直径　D_0 cm	4.963			
質量　m g	304.35			
湿潤密度　ρ_t g/cm^3	1.570			
含水比　w %	54.6			
圧縮強さ　q_u MN/m^2	1.75	LDT		
破壊ひずみ　ε_f %	0.89	ε_f	0.99	%
変形係数　$E_{t,50}$ MN/m^2	430	$E_{t,50}$	430	MN/m^2



供試体の破壊状況

No.1

No.2

No.3

No.4

備考:

JGS2521-2000	岩石の一軸圧縮試験	

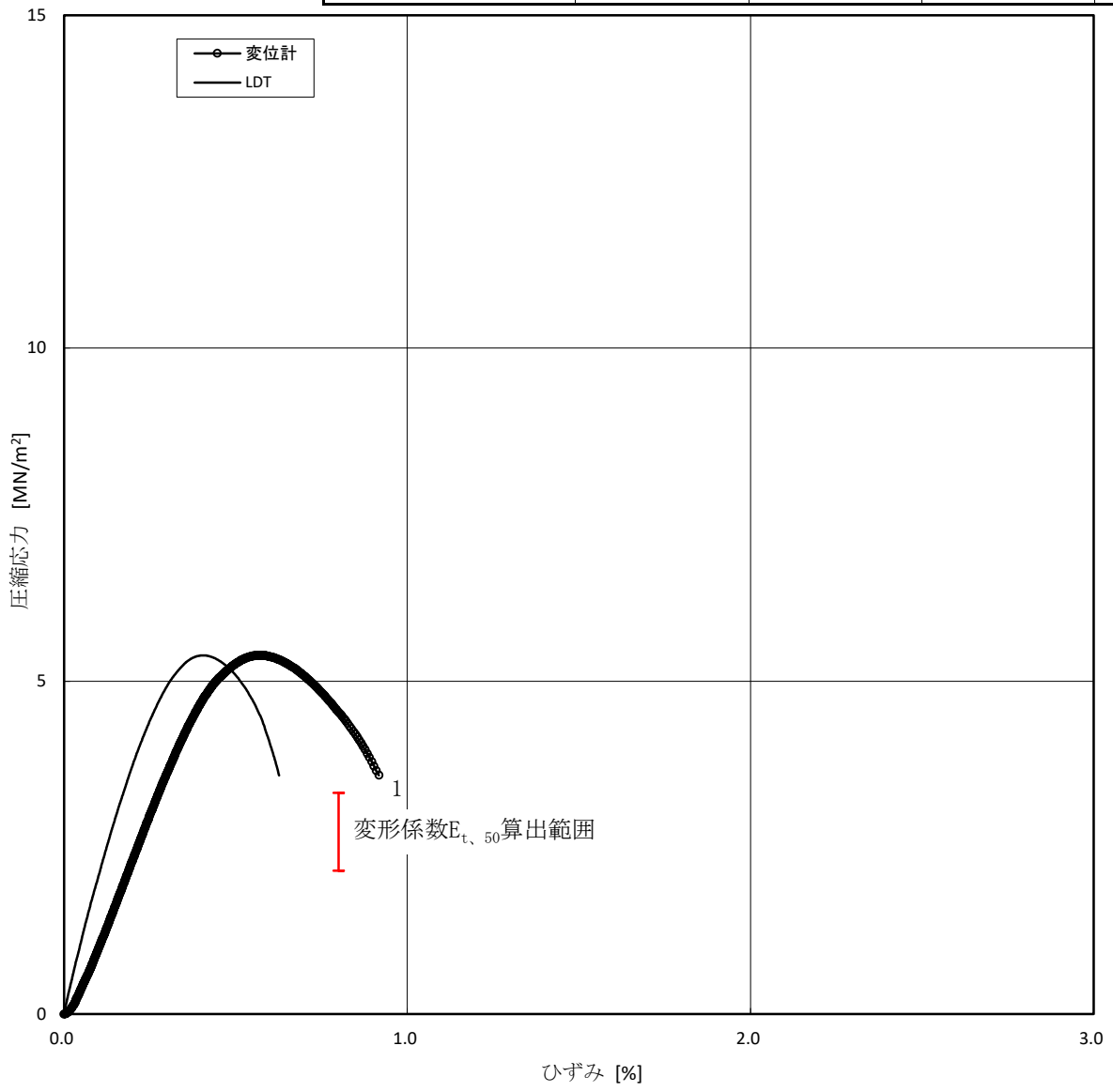
件　　名：令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日：2020年9月29日

試料番号：TI1850-S2-01　　(95.00m ～ 95.15m)　　試験者：

岩種	砂質軽石凝灰岩Tspt2
採取方法	ボーリングコア
供試体作製方法	トリミング
ひずみ速度　%/min	0.1

供試体番号	1	2	3	4
供試体形状	円柱状			
高さ　H_0 cm	9.977			
直径　D_0 cm	4.948			
質量　m g	313.17			
湿潤密度　ρ_t g/cm^3	1.632			
含水比　w %	39.3			
圧縮強さ　q_u MN/m^2	5.39	LDT		
破壊ひずみ　ε_f %	0.55	ε_f	0.41	%
変形係数　$E_{t,50}$ MN/m^2	1350	$E_{t,50}$	1760	MN/m^2



供試体の破壊状況

No.1

No.2

No.3

No.4

備考:

JGS2521-2000	岩石の一軸圧縮試験	

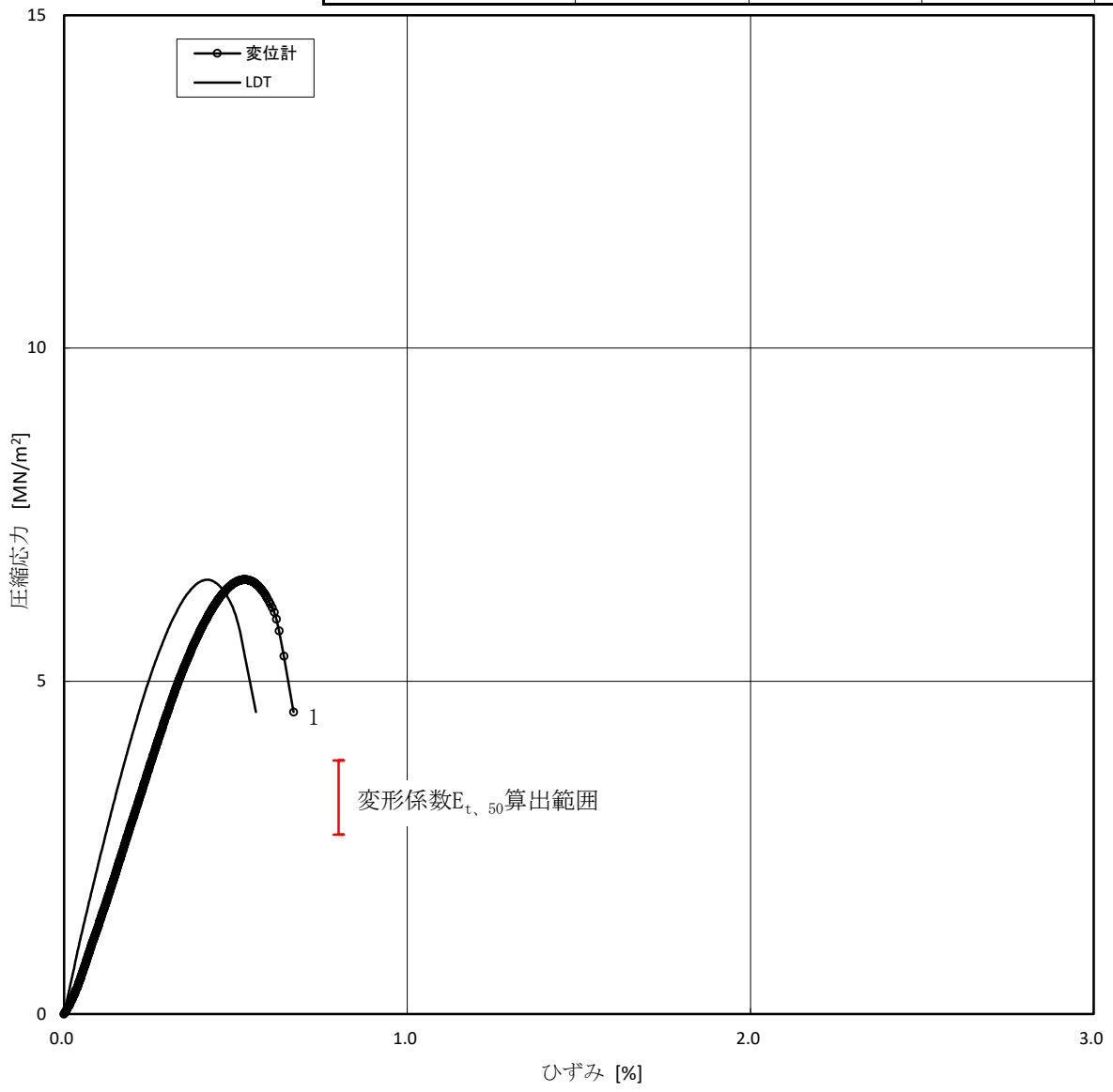
件　　名：令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日：2020年9月29日

試料番号：TI1850-S3-02　　(110.40m ～ 110.55m)　　試験者：

岩種	砂質軽石凝灰岩Tspt2
採取方法	ボーリングコア
供試体作製方法	トリミング
ひずみ速度　%/min	0.1

供試体番号	1	2	3	4
供試体形状	円柱状			
高さ　H_0 cm	10.127			
直径　D_0 cm	4.984			
質量　m g	329.04			
湿潤密度　ρ_t g/cm^3	1.665			
含水比　w %	39.2			
圧縮強さ　q_u MN/m^2	6.52	LDT		
破壊ひずみ　ε_f %	0.51	ε_f	0.42	%
変形係数　$E_{t,50}$ MN/m^2	1620	$E_{t,50}$	1990	MN/m^2



供試体の破壊状況

No.1

No.2

No.3

No.4

備考:

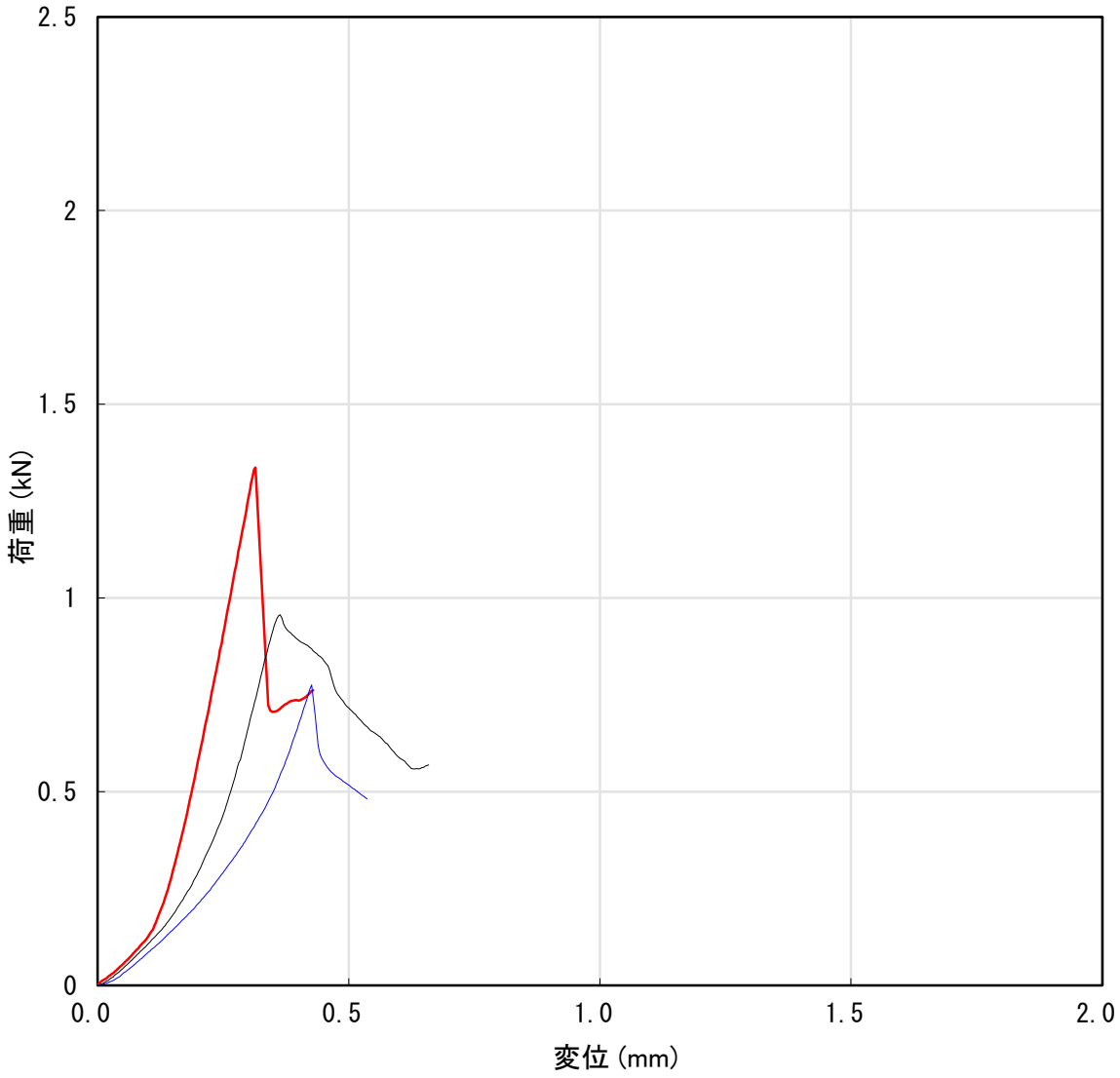
(4) 圧裂引張試験

圧裂試験結果一覧表

件　名：　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日 2020年9月29日
試験者

試料番号	採取深度 [m]	試料長 L [cm]	試料径 D [cm]	湿潤密度 ρ_t [g/cm^3]	含水比 w [%]	破壊荷重 p [kN]	引張り強さ σ_t [MN/m^2]
1 TI1850-P1-03	37.30 ～ 37.40	4.917	4.933	1.686	39.9	1.34	0.352
2 TI1850-P2-02	51.90 ～ 52.00	4.878	5.009	1.647	45.4	0.775	0.202
3 TI1850-P3-01	55.15 ～ 55.25	4.907	4.951	1.575	53.3	0.957	0.251

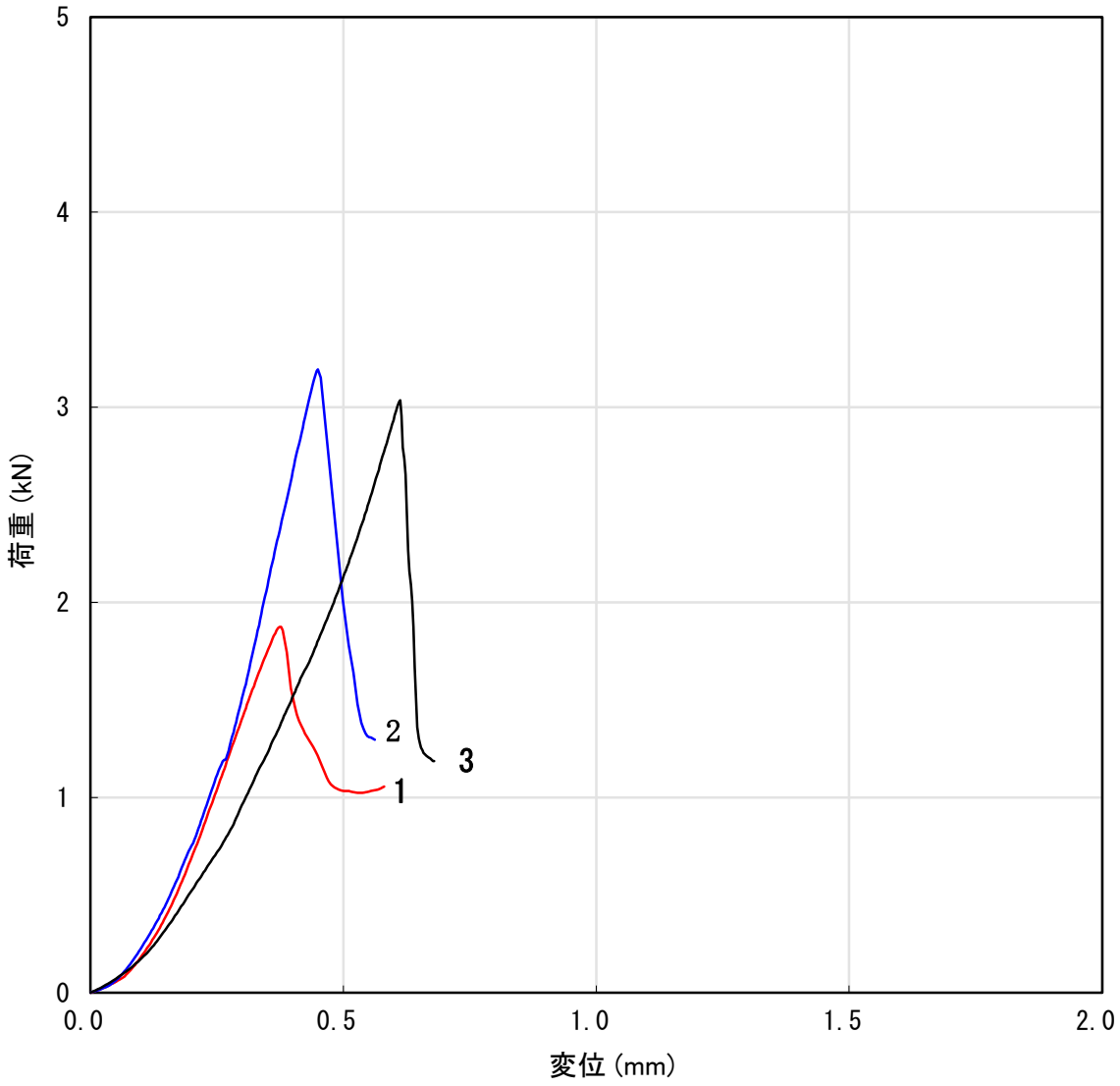


圧裂試験結果一覧表

件　名：　令和２年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備

試験日 2020年9月29日
試験者

試料番号	採取深度 [m]	試料長 L [cm]	試料径 D [cm]	湿潤密度 ρ_t [g/cm^3]	含水比 w [%]	破壊荷重 p [kN]	引張り強さ σ_t [MN/m^2]
1 TI1850-S1-10	74.75 ～ 74.85	4.933	4.983	1.593	50.6	1.87	0.484
2 TI1850-S2-07	95.90 ～ 96.00	4.962	5.000	1.658	41.0	3.19	0.819
3 TI1850-S3-04	110.70 ～ 110.80	4.765	4.981	1.653	43.0	3.04	0.815



(5) 三軸圧縮試験

~~JGS 0520~~	軟岩の三軸試験の供試体作製・設置	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月26日

試料番号(深さ)　TI1850-P1　(38.00m ～ 38.75m)　　試験者

供試体を用いる試験の基準番号と名称	JGS 2533-2009 軟岩の圧密非排水($\overline{CU}$)三軸圧縮試験方法

試料の状態 1)		ボーリングコア		土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³		2.371
供試体の作製 2)		トリミング法		液性限界 w_L % 4)		NP
岩石名		軽石凝灰岩Tpt2		塑性限界 w_P % 4)		NP
供試体 No.		1	2	3	4	
初期状態	直径 cm	4.928	4.940	4.933	4.960	
		4.923	4.955	4.945	4.938	
		4.908	4.970	4.965	4.928	
	平均直径 D_i cm	4.919	4.955	4.948	4.942	
	高さ cm	9.935	10.005	9.965	9.985	
		9.940	10.010	9.970	9.990	
		9.940	10.005	9.965	9.990	
	平均高さ H_i cm	9.938	10.007	9.967	9.988	
	体積 V_i cm³	188.86	192.97	191.65	191.59	
	含水比 w_i %	40.8	40.4	40.4	39.8	
	質量 m_i g	317.96	326.00	323.28	323.59	
	湿潤密度 ρ_{ti} 3) g/cm³	1.684	1.689	1.687	1.689	
	乾燥密度 ρ_{di} 3) g/cm³	1.196	1.203	1.202	1.208	
	間隙比 e_i 3)	0.982	0.971	0.973	0.963	
	飽和度 S_{ri} 3) %	98.5	98.6	98.4	98.0	
	相対密度 D_{ri} 3) %					
設置・飽和過程	軸変位量の測定方法	外部変位計によって測定				
	設置時の軸変位量 cm					
	飽和過程の軸変位量 cm					
	軸変位量 ΔH_i 5) cm					
	体積変化量の測定方法	軸変位量及び直径の変位量から計算				
	設置時の体積変化量 cm³					
	飽和過程の体積変化量 cm³					
	体積変化量 ΔV_i 5) cm³					
圧密前(試験前)	高さ H_o cm	9.938	10.007	9.967	9.988	
	直径 D_o cm	4.919	4.955	4.948	4.942	
	体積 V_o cm³	188.86	192.97	191.65	191.59	
	乾燥密度 ρ_{do} 3) g/cm³	1.196	1.203	1.202	1.208	
	間隙比 e_o 3)	0.982	0.971	0.973	0.963	
	相対密度 D_{ro} 3) %					
炉乾燥後	容器 No.					
	(炉乾燥供試体+容器)質量 g					
	容器質量 g					
	炉乾燥質量 m_s g					
試料名		TI1850-P1-08	TI1850-P1-09	TI1850-P1-11	TI1850-P1-12	
採取深度 (m)		38.00m～38.15m	38.15m～38.30m	38.45m～38.60m	38.60m～38.75m	

特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態(塊状、凍結、ときほぐされた)等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。
5) 設置時の変化と飽和過程および*B*値測定過程での変化を合わせる。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

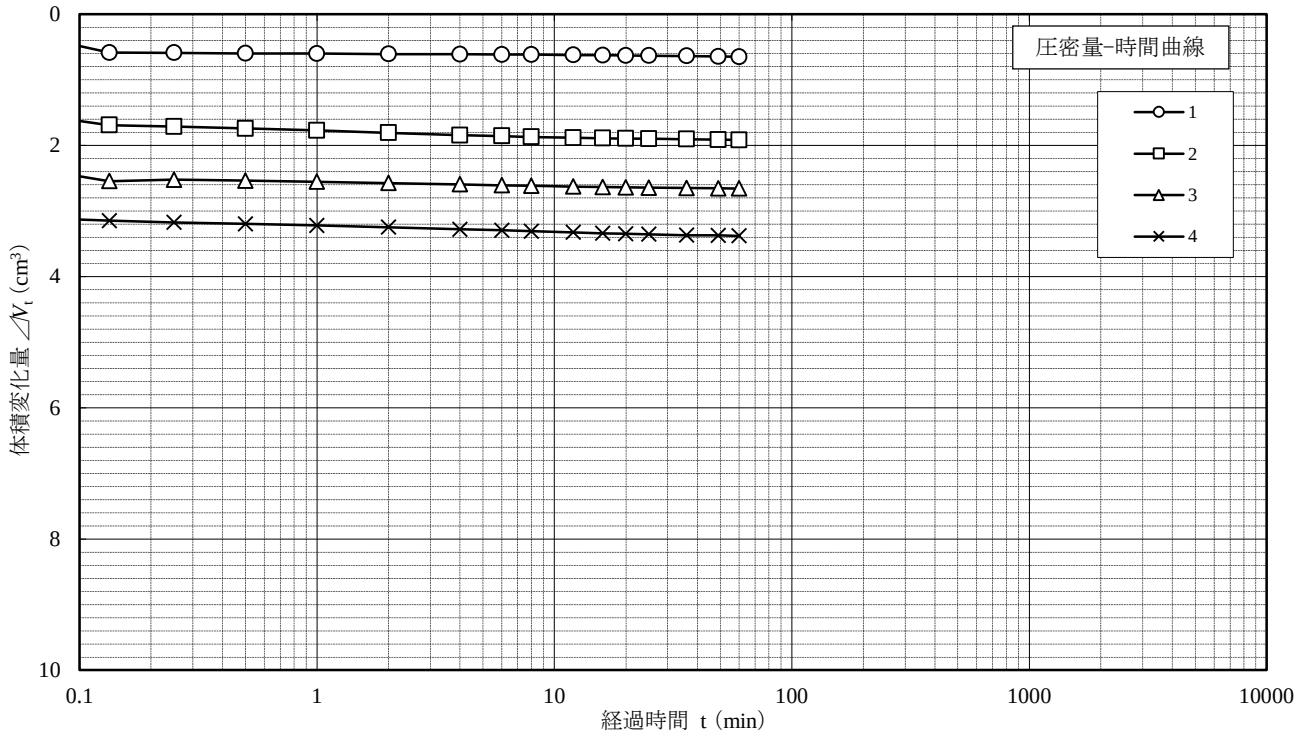
JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験［$\overline{\mathrm{CU}}$］	〔圧密前、圧密後 圧密量－時間曲線〕	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月26日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　　（38.00m ～ 38.75m）　　試験者

試料の状態 1)	ボーリングコア	液性限界 w_L % 4)	NP
供試体の作製 2)	トリミング法	塑性限界 w_P % 4)	NP
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2	圧密中の排水方法	側方・両端面ペーパードレーン
土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³	2.371		

	供試体 No.	1	2	3	4	
試験条件	セル圧 σ_c MN/m²	0.40	0.90	1.40	1.90	
	背圧 u_b MN/m²	0.30	0.30	0.30	0.30	
	圧密応力 σ'_c MN/m²	0.10	0.60	1.10	1.60	
圧密前	高さ H_o cm	9.938	10.007	9.967	9.988	
	直径 D_o cm	4.919	4.955	4.948	4.942	
	間隙比 e_o 3)	0.982	0.971	0.973	0.963	
圧密後	圧密時間 t_c min	60	60	60	60	
	体積変化量 ΔV_c cm³	0.65	1.92	2.66	3.38	
	軸変位量 ΔH_c cm	0.004	0.010	0.008	0.031	
	体積 V_c cm³	188.21	191.05	188.99	188.21	
	高さ H_c cm	9.934	9.997	9.959	9.957	
	炉乾燥質量 m_s g	225.82	232.19	230.26	231.47	
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm³	1.200	1.215	1.218	1.230	
	間隙比 e_c 3)	0.976	0.951	0.947	0.928	
間隙圧係数 B	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	50.0	50.0	50.0	50.0	
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²	48.5	48.0	48.0	47.5	
	測定に要した時間 min	1	1	1	1	
	B 値	0.97	0.96	0.96	0.95	



特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等 を記載する。

［1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²］

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月26日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　(38.00m ～ 38.75m)　試験者

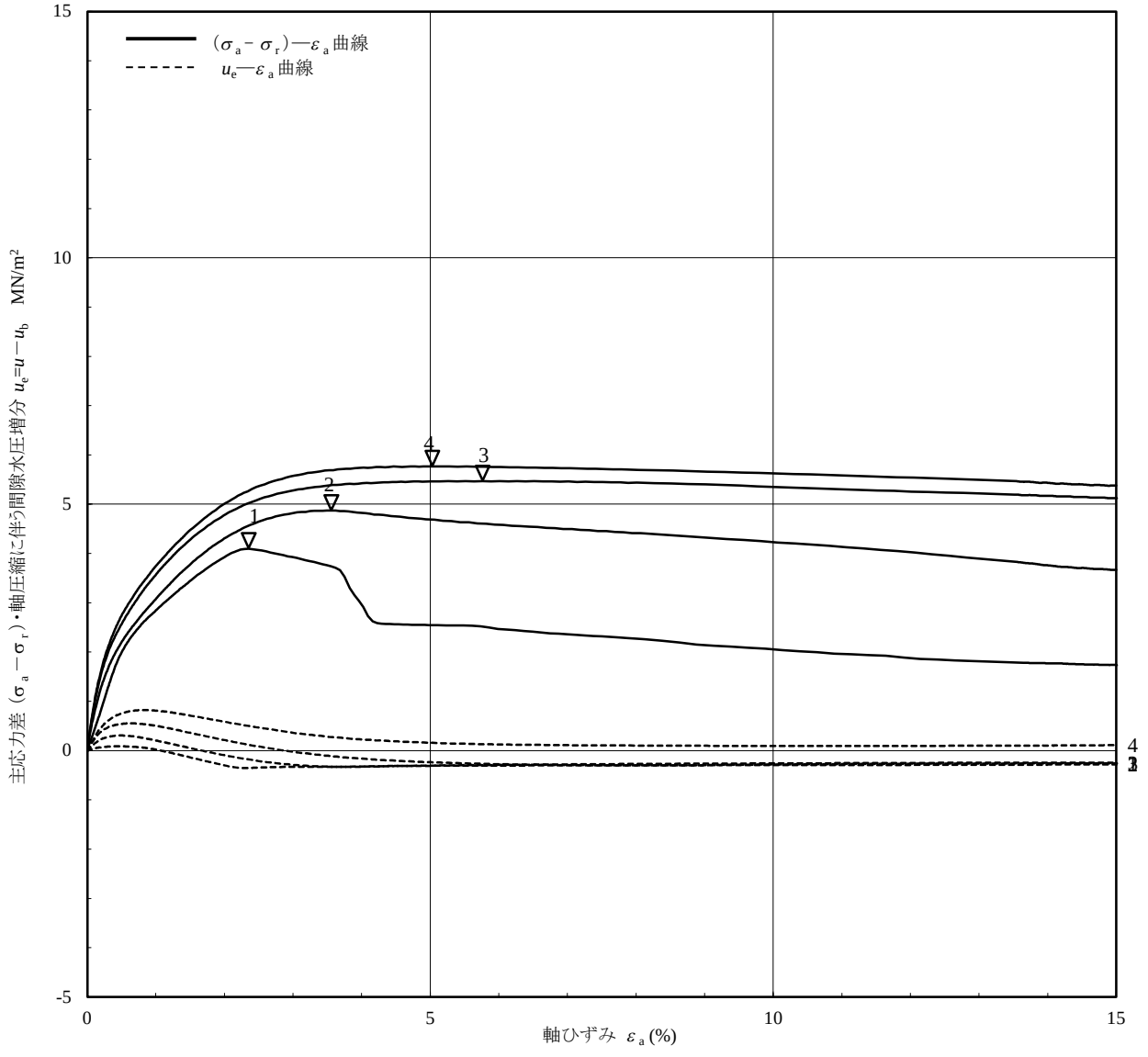
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_P% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:別途LDTによる測定も実施

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	4.10	4.87	5.47	5.77
	軸ひずみ ε_{af}	%	2.35	3.56	5.76	5.03
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	-0.051	-0.029	0.033	0.458
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	4.55	5.80	6.84	7.21
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.451	0.929	1.37	1.44
変形係数 E_0		MN/m^2	454	899	1100	1130
変形係数 E_{50}		MN/m^2	411	398	482	561
残留強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_r$		MN/m^2	1.74	3.67	5.12	5.37
供試体の破壊状況						



[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　試験年月日　2020年9月26日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　(38.00m ～ 38.75m)　試験者

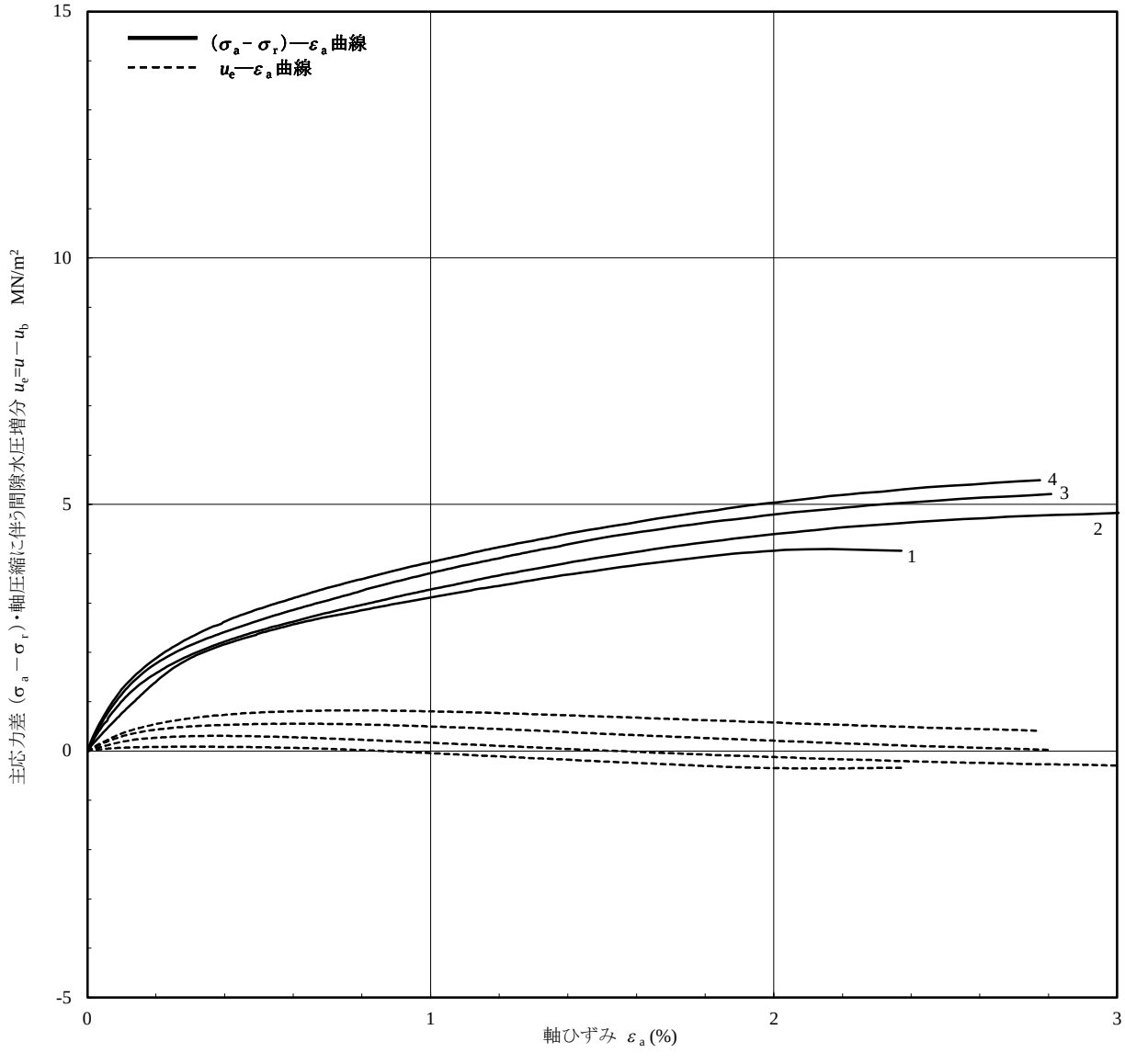
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_P% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:軸ひずみ測定はLDTによる

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	4.10	4.87	5.47	5.77
	軸ひずみ ε_{af}	%	2.16	-	-	-
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	-0.051	-0.029	0.033	0.458
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	4.55	5.80	6.84	7.21
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.451	0.929	1.37	1.44
変形係数 E_0		MN/m^2	881	1250	1520	1730
変形係数 E_{50}		MN/m^2	581	491	508	634
供試体の破壊状況						



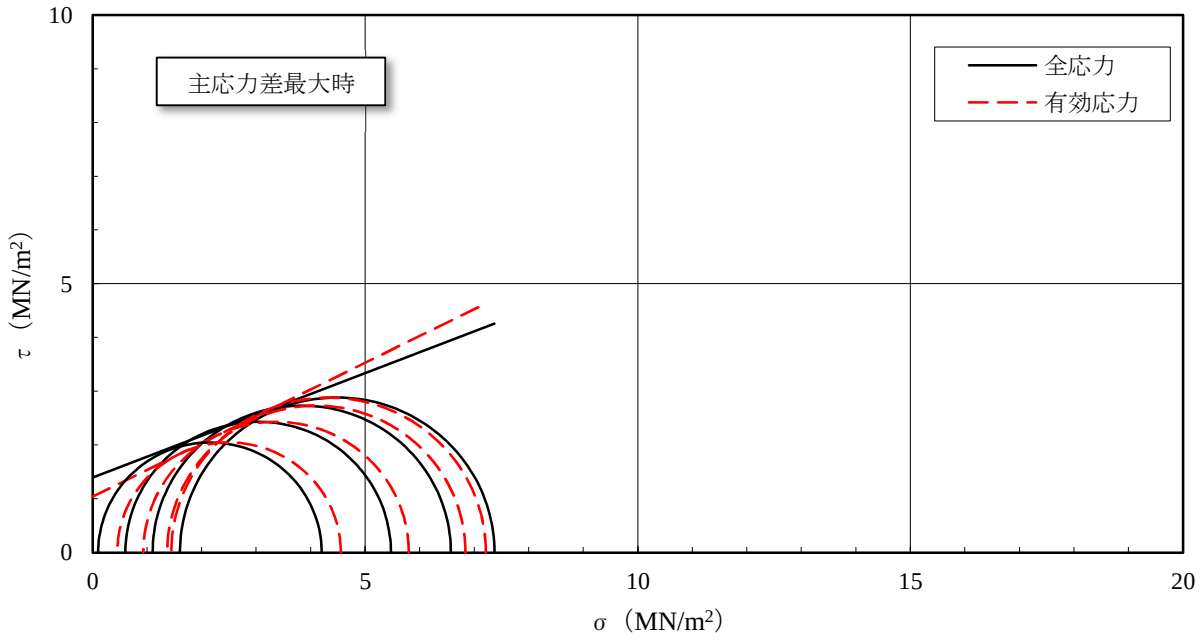
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

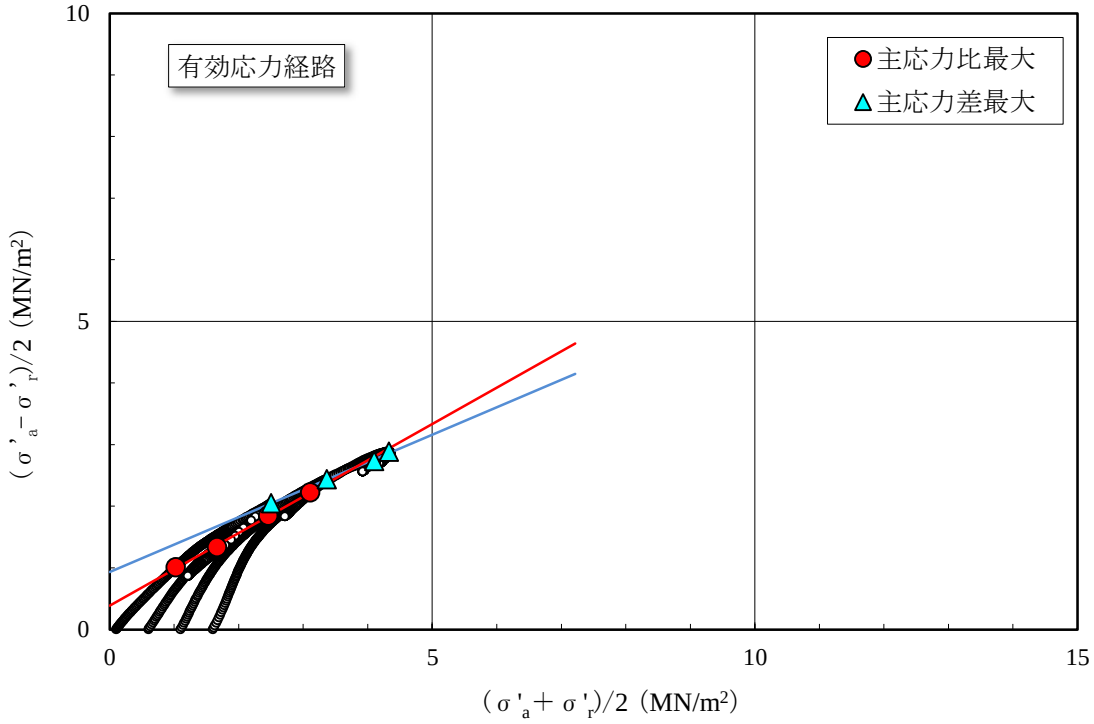
JGS 2533	強度特性　軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月26日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　　(38.00m ～ 38.75m)　　試 験 者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cu} MN/m^2	ϕ_{cu} °	tan ϕ_{cu}	c’ MN/m^2	ϕ ’ °
主応力差最大時	1.40	21.2	0.389	1.04	26.5
主応力比最大時				0.477	36.2
残留時	0.465	34.4	0.685		





特記事項

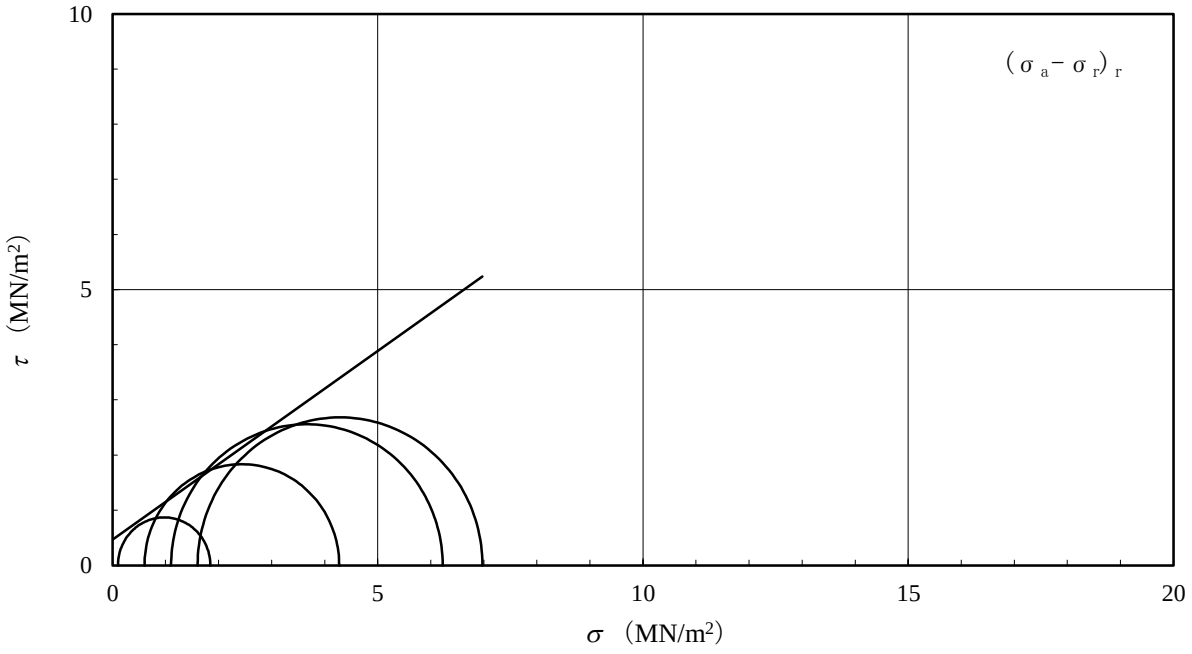
［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	強度特性 軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月26日

試料番号（深さ）　TI1850-P1　(38.00m ～ 38.75m)　　試験者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cur} MN/m^2	ϕ_{cur} °	$\tan\phi_{cur}$	c' MN/m^2	ϕ' °
残留時	0.465	34.4	0.685		



特記事項

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

~~JGS 0520~~	軟岩の三軸試験の供試体作製・設置	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月29日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　(52.70m ～ 53.30m)　　試験者

供試体を用いる試験の基準番号と名称	JGS 2533-2009 軟岩の圧密非排水($\overline{CU}$)三軸圧縮試験方法

試料の状態 1)	ボーリングコア		土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³		2.378
供試体の作製 2)	トリミング法		液性限界 w_L % 4)		NP
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2		塑性限界 w_P % 4)		NP

		供試体 No.	1	2	3	4	
初期状態	直径 cm		4.963	4.953	4.970	4.930	
			4.975	4.973	4.978	4.943	
			4.995	4.988	4.993	4.958	
	平均直径 D_i cm		4.978	4.971	4.980	4.943	
	高さ cm		9.995	9.980	9.995	10.005	
			9.990	9.975	9.995	10.000	
			9.990	9.980	9.995	10.000	
	平均高さ H_i cm		9.992	9.978	9.995	10.002	
	体積 V_i cm³		194.47	193.65	194.68	191.94	
	含水比 w_i %		46.9	48.0	47.2	45.4	
	質量 m_i g		316.60	314.86	318.24	315.54	
	湿潤密度 ρ_{ti} 3) g/cm³		1.628	1.626	1.635	1.644	
	乾燥密度 ρ_{di} 3) g/cm³		1.108	1.099	1.111	1.131	
	間隙比 e_i 3)		1.146	1.164	1.140	1.103	
	飽和度 S_{ri} 3) %		97.3	98.1	98.5	97.9	
	相対密度 D_{ri} 3) %						
設置・飽和過程	軸変位量の測定方法		外部変位計によって測定				
	設置時の軸変位量 cm						
	飽和過程の軸変位量 cm						
	軸変位量 ΔH_i 5) cm						
	体積変化量の測定方法		軸変位量及び直径の変位量から計算				
	設置時の体積変化量 cm³						
	飽和過程の体積変化量 cm³						
	体積変化量 ΔV_i 5) cm³						
圧密前（試験前）	高さ H_o cm		9.992	9.978	9.995	10.002	
	直径 D_o cm		4.978	4.971	4.980	4.943	
	体積 V_o cm³		194.47	193.65	194.68	191.94	
	乾燥密度 ρ_{do} 3) g/cm³		1.108	1.099	1.111	1.131	
	間隙比 e_o 3)		1.146	1.164	1.140	1.103	
	相対密度 D_{ro} 3) %						
炉乾燥後	容器 No.						
	(炉乾燥供試体+容器)質量 g						
	容器質量 g						
	炉乾燥質量 m_s g						
試料名			TI1850-P2-07	TI1850-P2-08	TI1850-P2-09	TI1850-P2-10	
採取深度 (m)			52.70m～52.85m	52.85m～53.00m	53.00m～53.15m	53.15m～53.30m	

特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態(塊状、凍結、ときほぐされた)等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。
5) 設置時の変化と飽和過程および*B*値測定過程での変化を合わせる。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

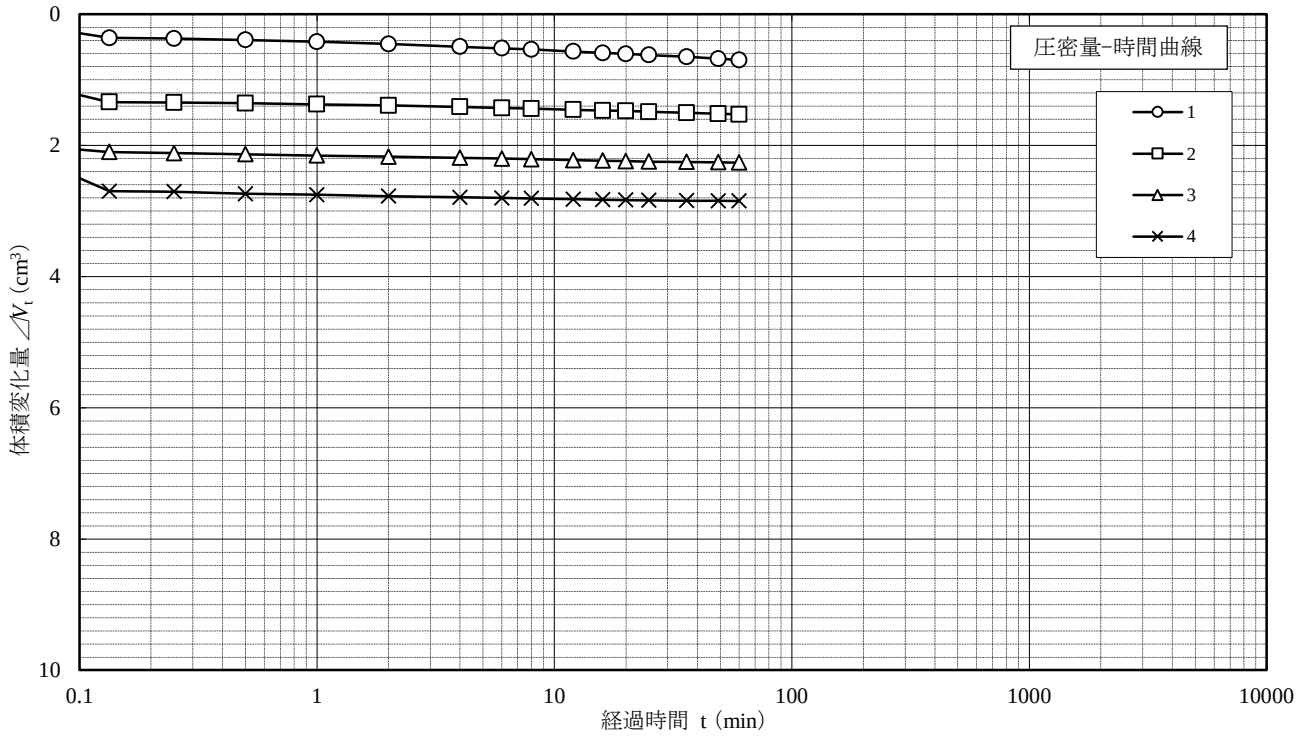
JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験［$\overline{CU}$］	〔 圧密前、圧密後 圧密量－時間曲線 〕	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月29日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　　(52.70m ～ 53.30m)　　試 験 者

試料の状態 1)	ボーリングコア	液性限界 w_L % 4)		NP
供試体の作製 2)	トリミング法	塑性限界 w_P % 4)		NP
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2	圧密中の排水方法		側方・両端面ペーパードレーン
土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³	2.378			

	供試体 No.	1	2	3	4
試験条件	セル圧 σ_c MN/m²	0.40	0.90	1.40	1.90
	背圧 u_b MN/m²	0.30	0.30	0.30	0.30
	圧密応力 σ'_c MN/m²	0.10	0.60	1.10	1.60
圧密前	高さ H_o cm	9.992	9.978	9.995	10.002
	直径 D_o cm	4.978	4.971	4.980	4.943
	間隙比 e_o 3)	1.146	1.164	1.140	1.103
圧密後	圧密時間 t_c min	60	60	60	60
	体積変化量 ΔV_c cm³	0.70	1.53	2.26	2.85
	軸変位量 ΔH_c cm	0.004	0.010	0.008	0.035
	体積 V_c cm³	193.77	192.12	192.42	189.09
	高さ H_c cm	9.988	9.968	9.987	9.967
	炉乾燥質量 m_s g	215.52	212.74	216.20	217.02
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm³	1.112	1.107	1.124	1.148
	間隙比 e_c 3)	1.138	1.148	1.116	1.071
間隙圧係数 B	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	50.0	50.0	50.0	50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²	48.5	48.0	48.0	47.5
	測定に要した時間 min	1	1	1	1
	B 値	0.97	0.96	0.96	0.95



特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等 を記載する。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　試験年月日　2020年9月29日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　(52.70m ～ 53.30m)　試験者

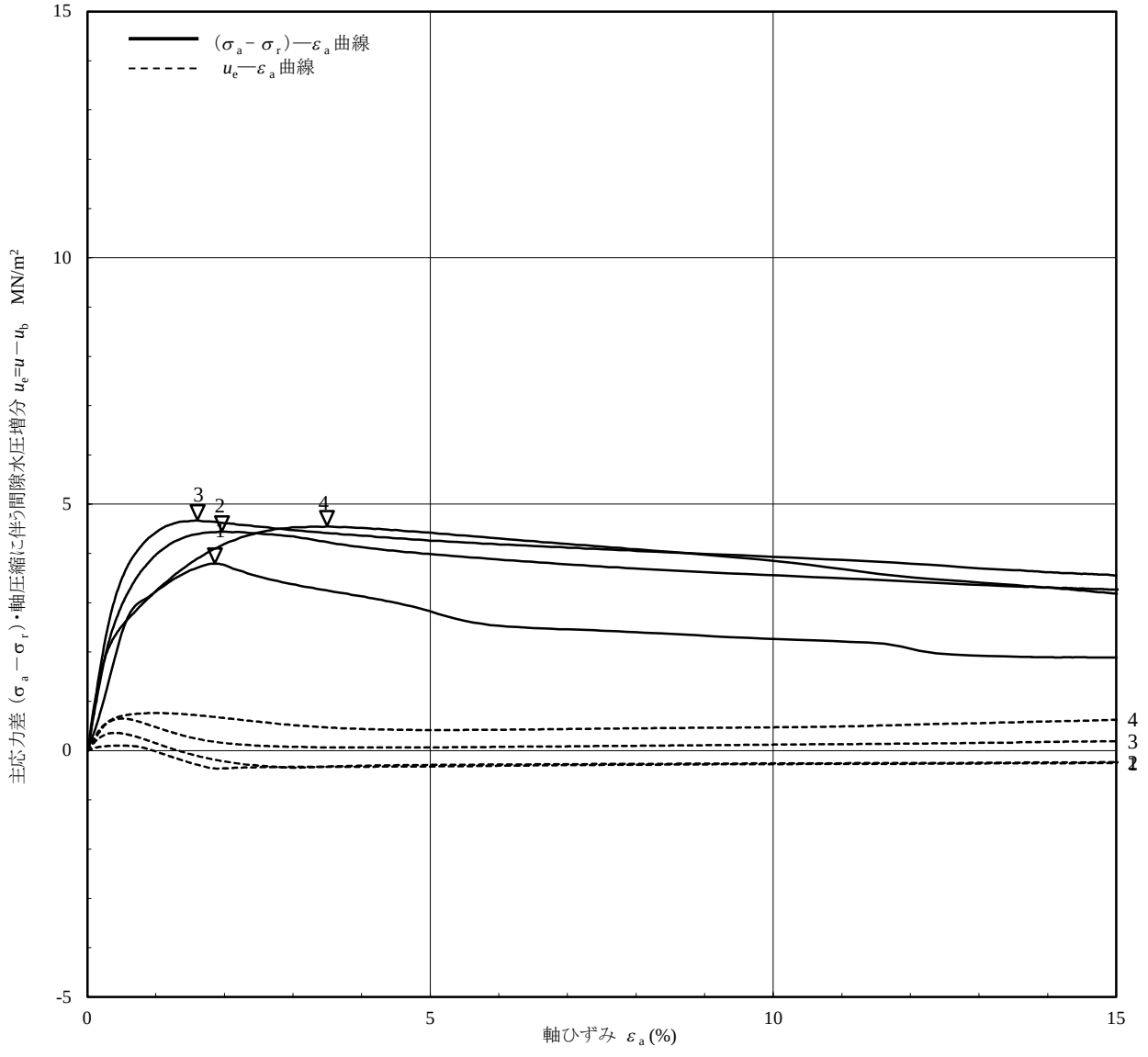
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_P% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:別途LDTによる測定も実施

供試体No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧	u_b	MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	3.79	4.44	4.67	4.55
	軸ひずみ ε_{af}	%	1.86	1.96	1.61	3.49
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	-0.062	0.089	0.540	0.771
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	4.25	5.25	5.53	5.68
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.462	0.811	0.860	1.13
変形係数	E_0	MN/m^2	550	810	1070	1030
変形係数	E_{50}	MN/m^2	548	716	909	617
残留強さ	$(\sigma_a-\sigma_r)_r$	MN/m^2	1.89	3.26	3.55	3.18
供試体の破壊状況						



[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月29日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　(52.70m ～ 53.30m)　試験者

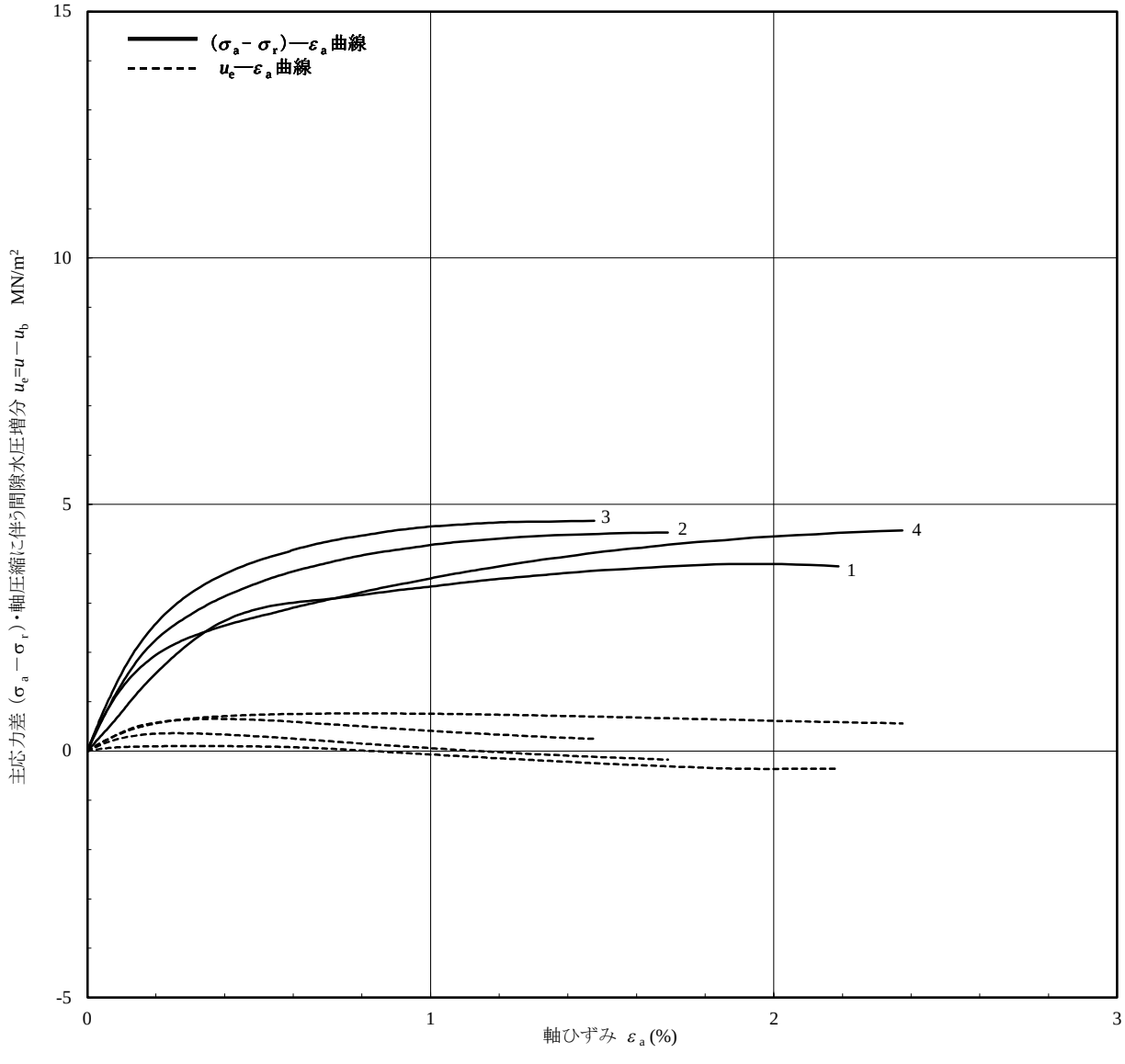
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_P% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:軸ひずみ測定はLDTによる

供試体No.			1	2	3	4	
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60	
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30	
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	3.79	4.44	4.67	4.55	
	軸ひずみ ε_{af}	%	1.94	-	-	-	
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	-0.062	0.089	0.540	0.771	
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	4.25	5.25	5.53	5.68	
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.462	0.811	0.860	1.13	
変形係数 E_0		MN/m^2	873	1500	1850	1660	
変形係数 E_{50}		MN/m^2	736	1150	1380	799	
供試体の破壊状況							



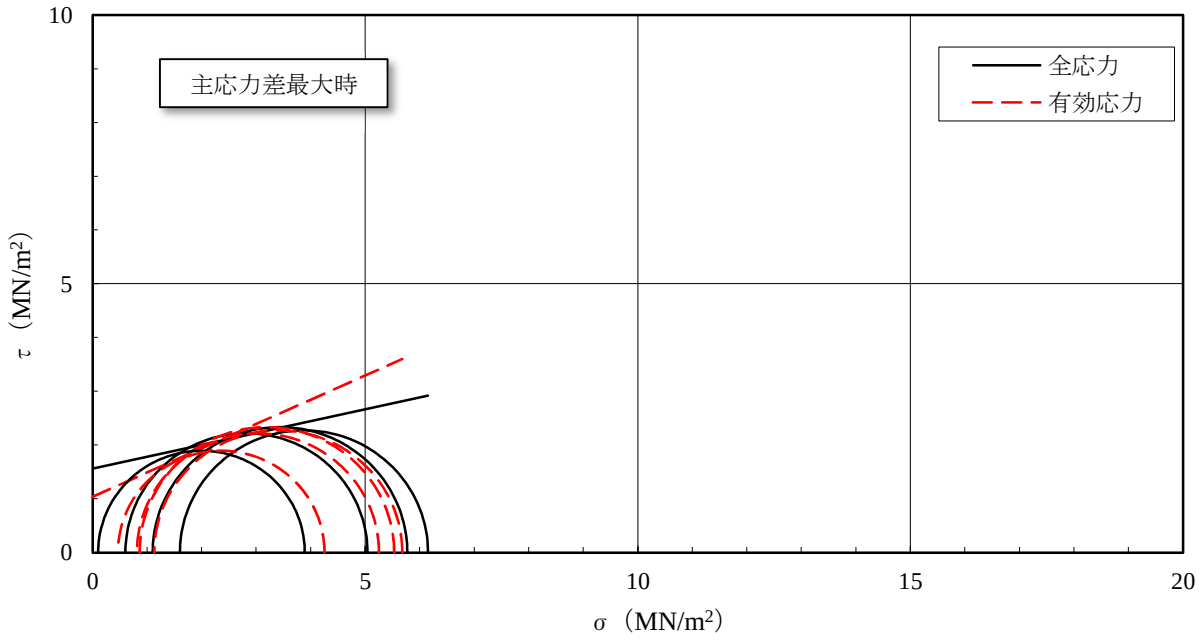
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

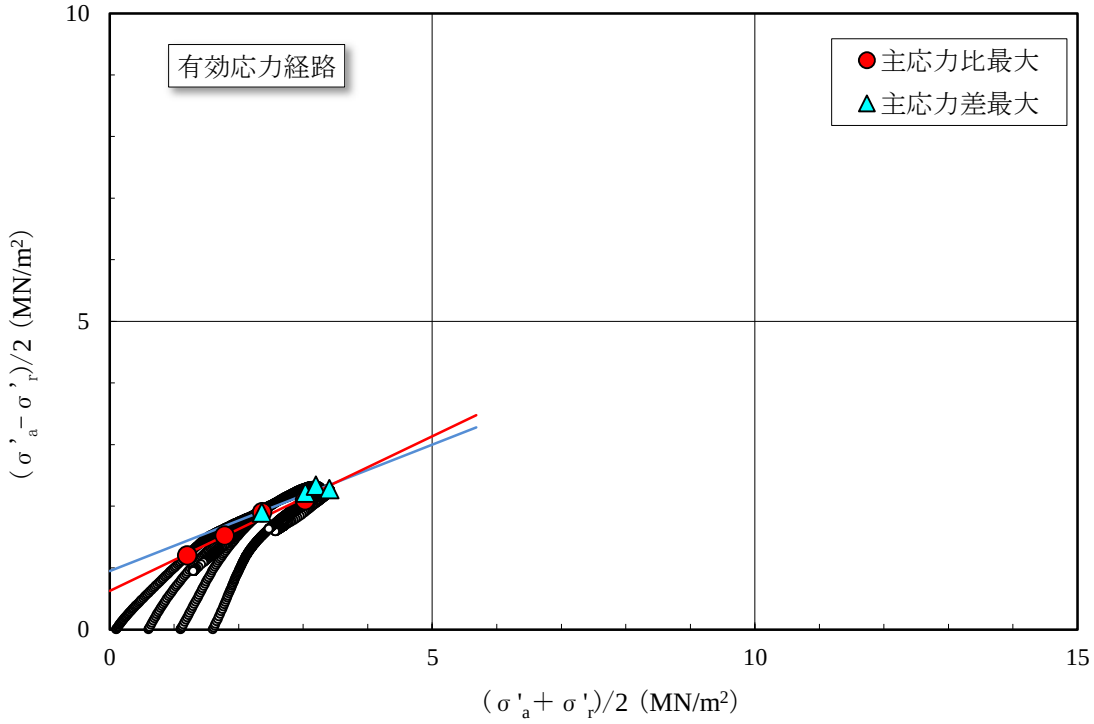
JGS 2533	強度特性　軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月29日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　　(52.70m ～ 53.30m)　　試 験 者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cu} MN/m^2	ϕ_{cu} °	tan ϕ_{cu}	c' MN/m^2	ϕ' °
主応力差最大時	1.56	12.4	0.221	1.04	24.3
主応力比最大時				0.727	30.1
残留時	0.726	20.1	0.366		





特記事項

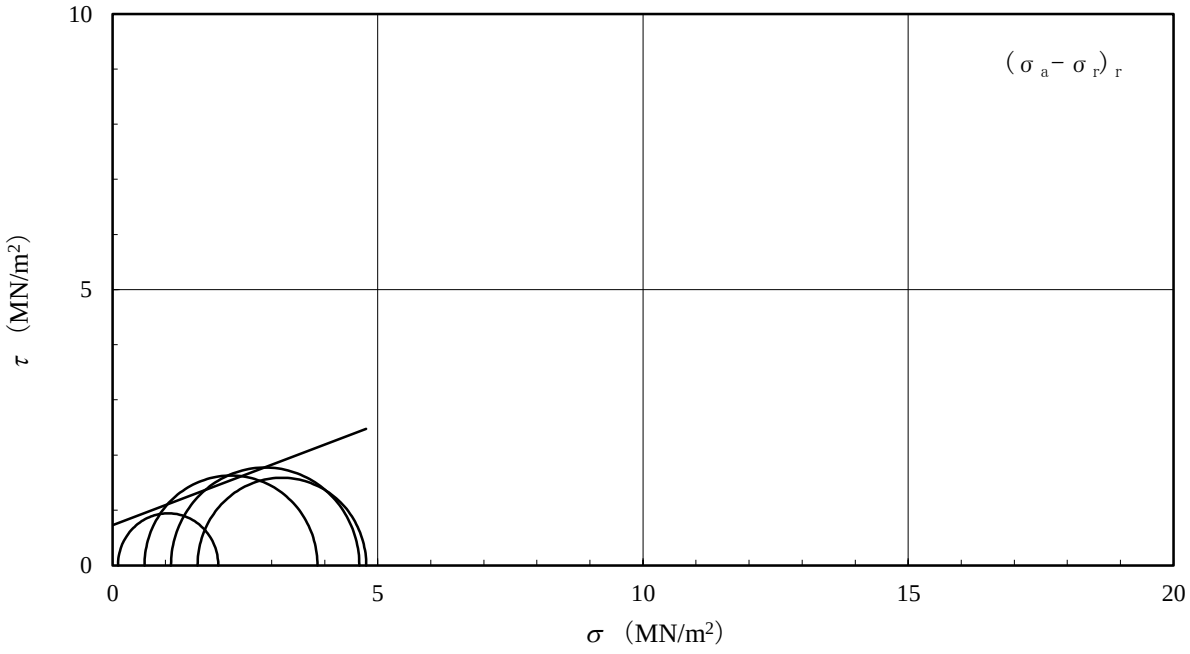
［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	強度特性 軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年9月29日

試料番号（深さ）　TI1850-P2　(52.70m ～ 53.30m)　　試験者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cur} MN/m^2	ϕ_{cur} °	$\tan\phi_{cur}$	c' MN/m^2	ϕ' °
残留時	0.726	20.1	0.366		



特記事項

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

~~JGS 0520~~	軟岩の三軸試験の供試体作製・設置	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月1日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　(58.30m ～ 59.40m)　　試験者

供試体を用いる試験の基準番号と名称	JGS 2533-2009 軟岩の圧密非排水($\overline{CU}$)三軸圧縮試験方法

試料の状態 1)	ボーリングコア	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³	2.372
供試体の作製 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

	供試体 No.	1	2	3	4	
初期状態	直径 cm	4.950	4.938	4.948	4.938	
		4.968	4.950	4.965	4.960	
		4.980	4.973	4.980	4.980	
	平均直径 D_i cm	4.966	4.953	4.964	4.959	
	高さ cm	9.785	9.950	9.955	9.915	
		9.790	9.945	9.960	9.910	
		9.790	9.950	9.960	9.915	
	平均高さ H_i cm	9.788	9.948	9.958	9.913	
	体積 V_i cm³	189.58	191.67	192.72	191.46	
	含水比 w_i %	54.8	55.4	55.7	54.4	
	質量 m_i g	297.51	300.43	300.17	295.08	
	湿潤密度 ρ_{ti} 3) g/cm³	1.569	1.567	1.558	1.541	
	乾燥密度 ρ_{di} 3) g/cm³	1.014	1.008	1.001	0.998	
	間隙比 e_i 3)	1.339	1.353	1.370	1.377	
	飽和度 S_{ri} 3) %	97.1	97.1	96.4	93.7	
	相対密度 D_{ri} 3) %					
設置・飽和過程	軸変位量の測定方法	外部変位計によって測定				
	設置時の軸変位量 cm					
	飽和過程の軸変位量 cm					
	軸変位量 ΔH_i 5) cm					
	体積変化量の測定方法	軸変位量及び直径の変位量から計算				
	設置時の体積変化量 cm³					
	飽和過程の体積変化量 cm³					
	体積変化量 ΔV_i 5) cm³					
圧密前（試験前）	高さ H_o cm	9.788	9.948	9.958	9.913	
	直径 D_o cm	4.966	4.953	4.964	4.959	
	体積 V_o cm³	189.58	191.67	192.72	191.46	
	乾燥密度 ρ_{do} 3) g/cm³	1.014	1.008	1.001	0.998	
	間隙比 e_o 3)	1.339	1.353	1.370	1.377	
	相対密度 D_{ro} 3) %					
炉乾燥後	容器 No.					
	(炉乾燥供試体+容器)質量 g					
	容器質量 g					
	炉乾燥質量 m_s g					
試料名		TI1850-P3-06	TI1850-P3-07	TI1850-P3-08	TI1850-P3-09	
採取深度 (m)		58.30m～58.45m	58.80m～58.95m	59.10m～59.25m	59.25m～59.40m	

特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態(塊状、凍結、ときほぐされた)等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。
5) 設置時の変化と飽和過程および*B*値測定過程での変化を合わせる。

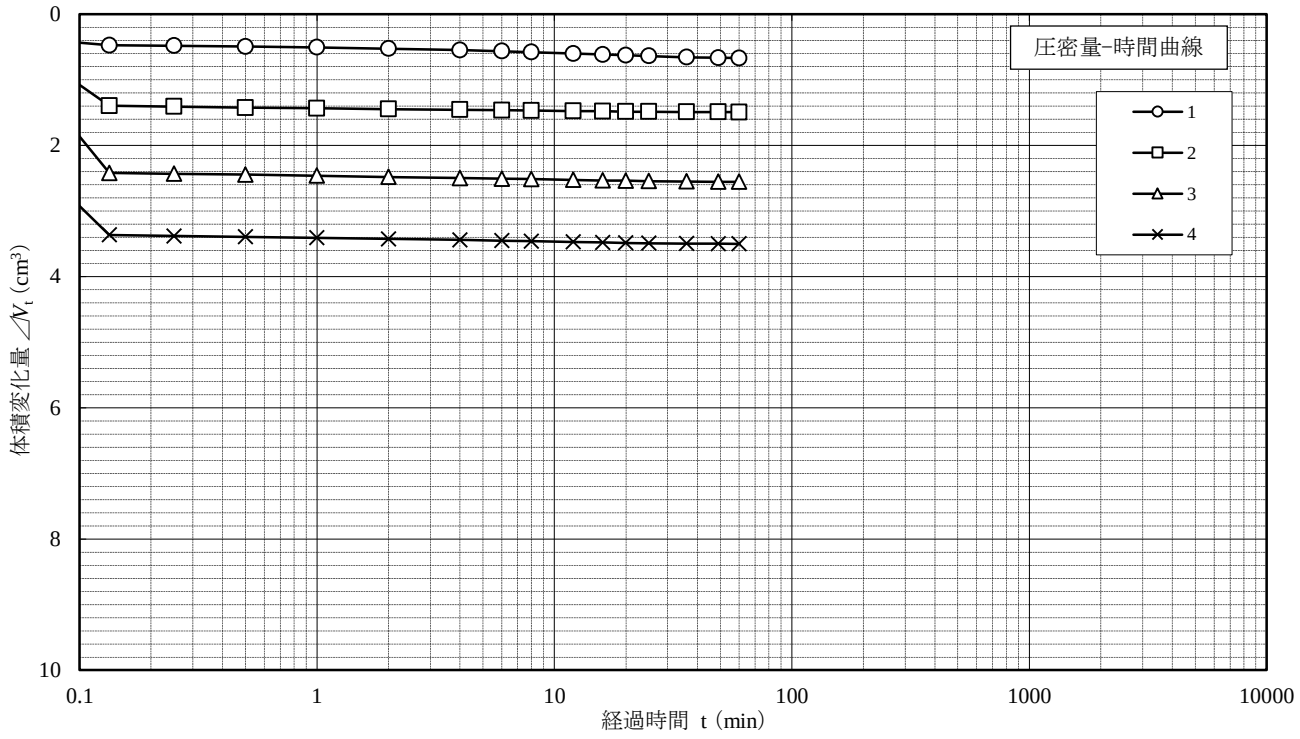
[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験［$\overline{\mathrm{CU}}$］	〔 圧密前、圧密後 圧密量－時間曲線 〕	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月1日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　　(58.30m ～ 59.40m)　　試 験 者

試料の状態 1)		ボーリングコア	液性限界 w_L % 4)		NP	
供試体の作製 2)		トリミング法	塑性限界 w_P % 4)		NP	
岩石名		軽石凝灰岩Tpt2	圧密中の排水方法		側方・両端面ペーパードレーン	
土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³		2.372				
供試体 No.		1	2	3	4	
試験条件	セル圧 σ_c MN/m²	0.40	0.90	1.40	1.90	
	背圧 u_b MN/m²	0.30	0.30	0.30	0.30	
	圧密応力 σ'_c MN/m²	0.10	0.60	1.10	1.60	
圧密前	高さ H_o cm	9.788	9.948	9.958	9.913	
	直径 D_o cm	4.966	4.953	4.964	4.959	
	間隙比 e_o 3)	1.339	1.353	1.370	1.377	
圧密後	圧密時間 t_c min	60	60	60	60	
	体積変化量 ΔV_c cm³	0.67	1.49	2.56	3.50	
	軸変位量 ΔH_c cm	0.004	0.010	0.008	0.028	
	体積 V_c cm³	188.91	190.18	190.17	187.96	
	高さ H_c cm	9.784	9.938	9.950	9.885	
	炉乾燥質量 m_s g	192.19	193.33	192.79	191.11	
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm³	1.017	1.017	1.014	1.017	
	間隙比 e_c 3)	1.332	1.332	1.339	1.332	
間隙圧係数 B	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	50.0	50.0	50.0	50.0	
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²	48.5	49.0	48.5	48.0	
	測定に要した時間 min	1	1	1	1	
	B 値	0.97	0.98	0.97	0.96	



特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等 を記載する。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月1日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　(58.30m ～ 59.40m)　試験者

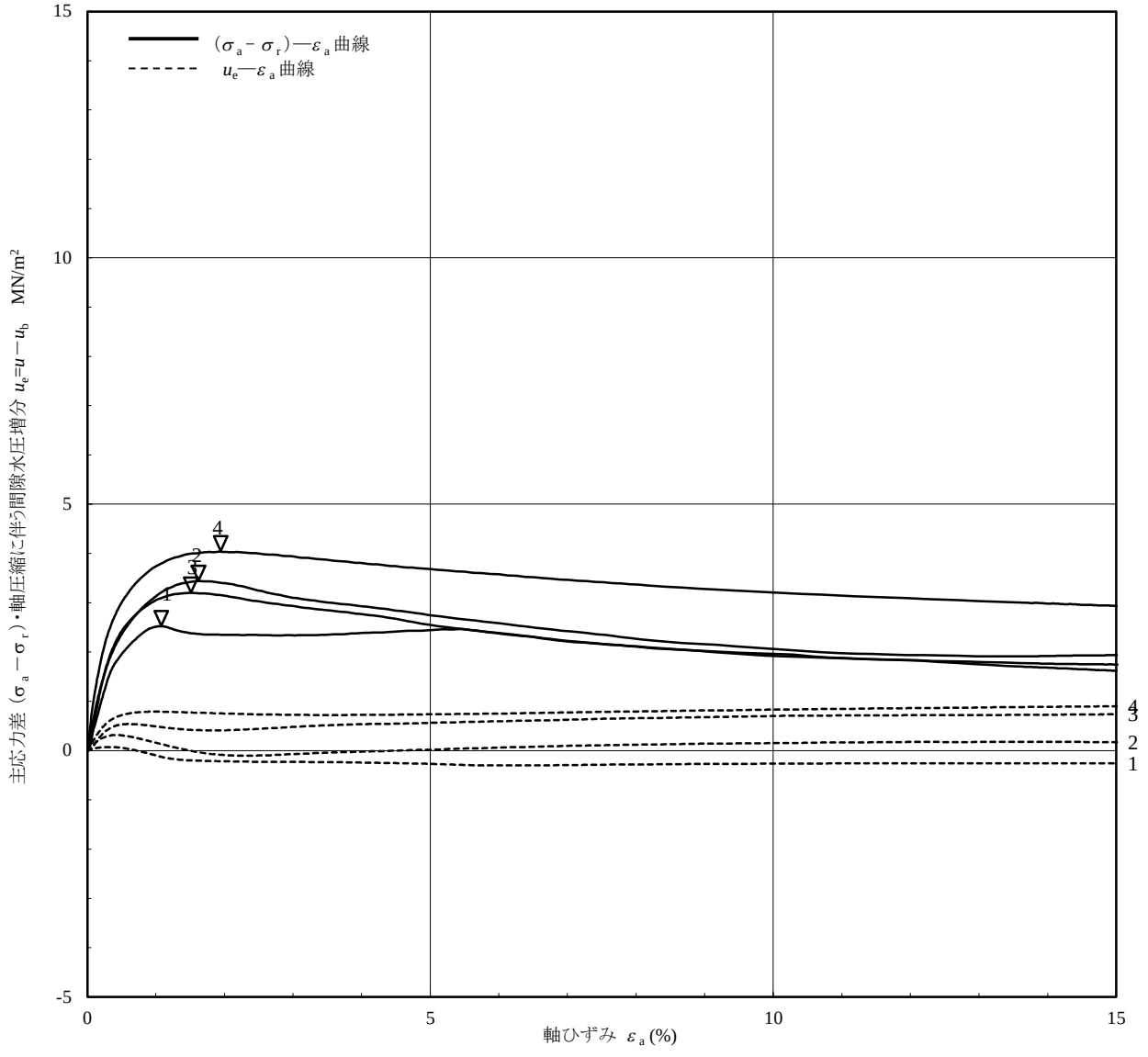
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_p% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:別途LDTによる測定も実施

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧	u_b	MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	2.52	3.44	3.20	4.04
	軸ひずみ ε_{af}	%	1.08	1.62	1.51	1.94
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	0.174	0.268	0.721	1.055
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	2.75	4.07	3.88	4.89
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.226	0.632	0.679	0.845
変形係数	E_0	MN/m^2	522	790	916	1400
変形係数	E_{50}	MN/m^2	516	611	736	921
残留強さ	$(\sigma_a-\sigma_r)_r$	MN/m^2	1.75	1.91	1.62	2.93
供試体の破壊状況						



[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

JGS 2533

軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月1日

試料番号(深さ)　TI1850-P3　(58.30m ～ 59.40m)　試験者

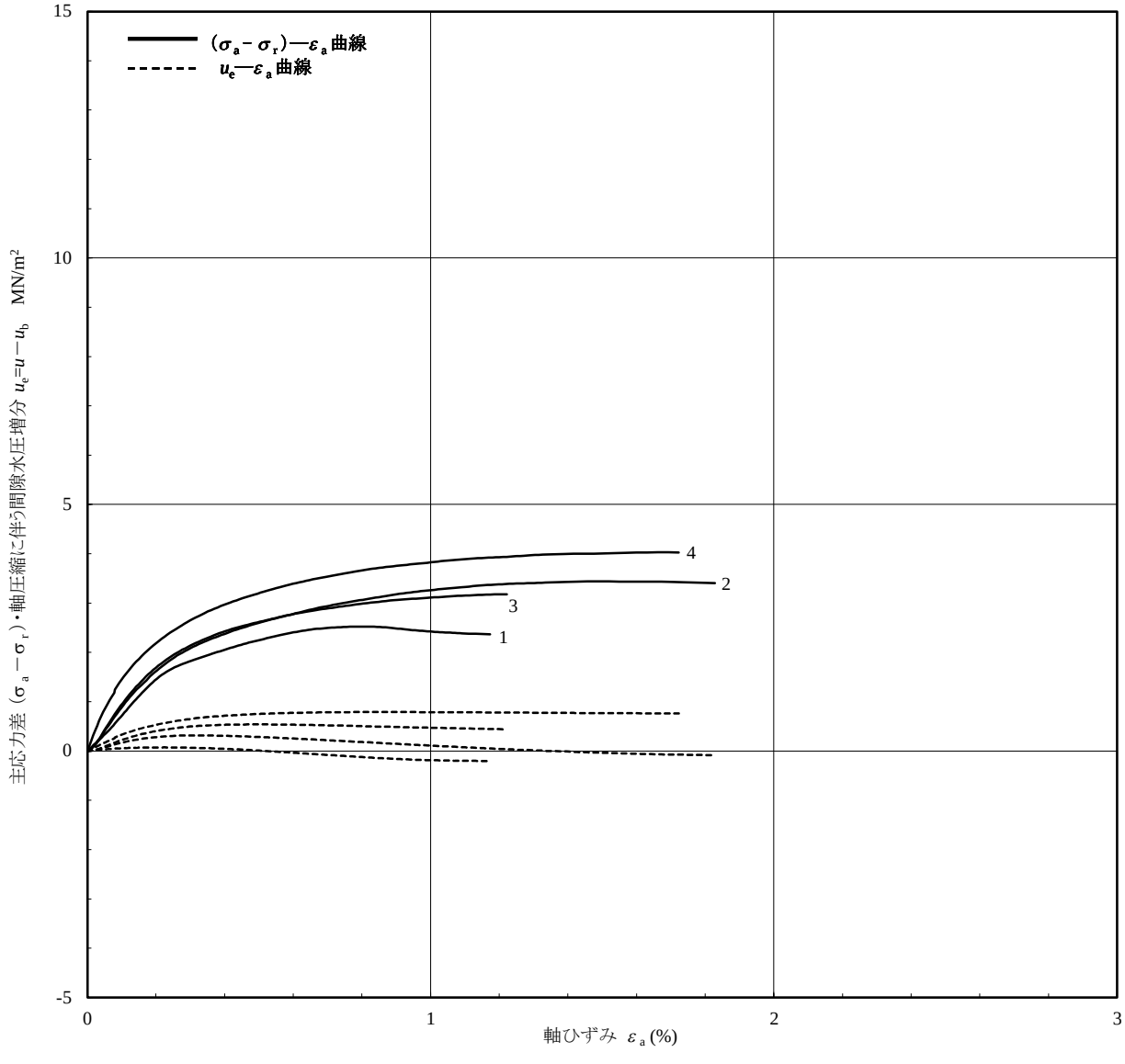
岩石名	軽石凝灰岩Tpt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_p% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:軸ひずみ測定はLDTによる

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	2.52	3.44	3.20	4.04
	軸ひずみ ε_{af}	%	0.81	1.49	-	-
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	0.174	0.268	0.721	1.055
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	2.75	4.07	3.88	4.89
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.226	0.632	0.679	0.845
変形係数 E_0		MN/m^2	816	1020	1200	1820
変形係数 E_{50}		MN/m^2	688	750	801	1190
供試体の破壊状況						



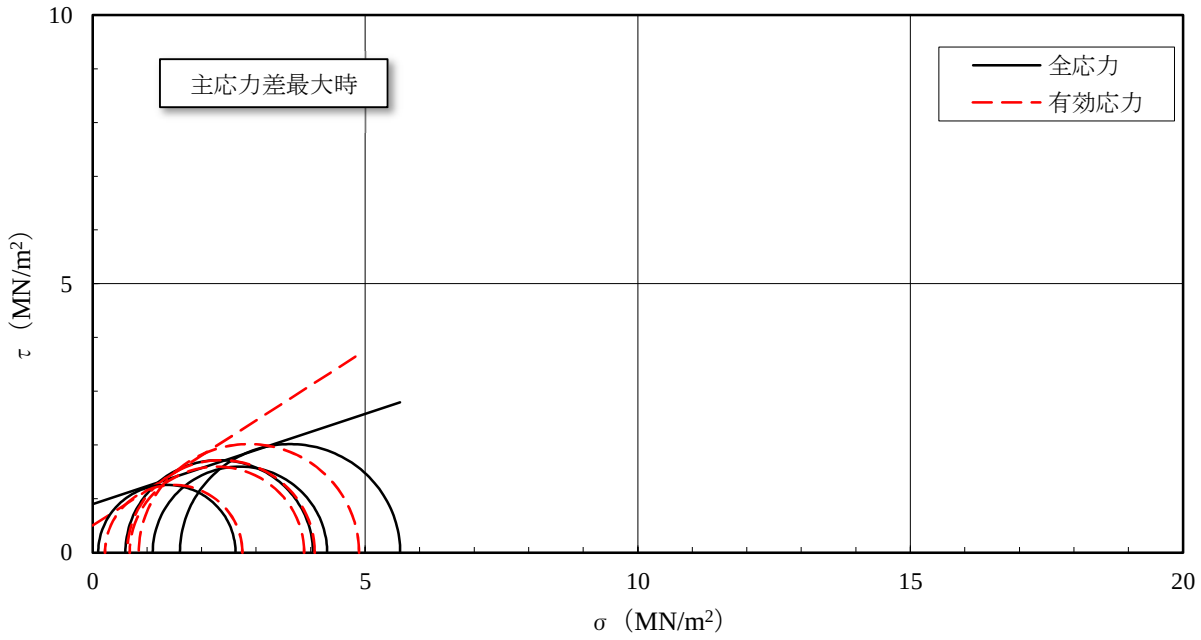
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

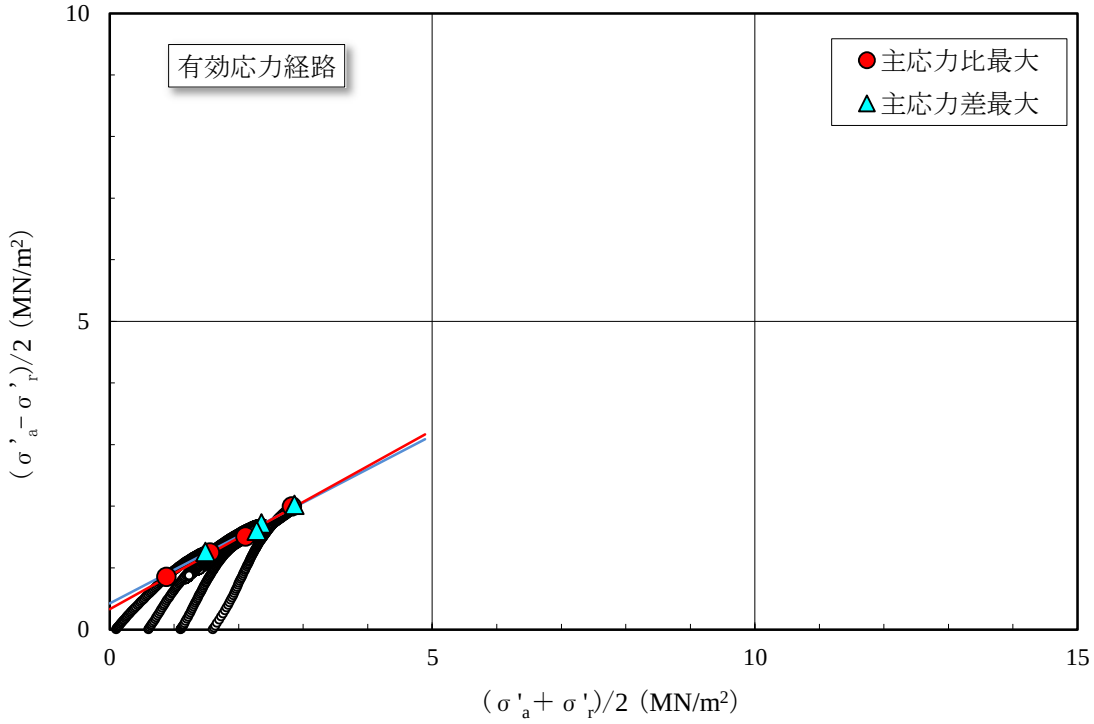
JGS 2533	強度特性　軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月1日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　　(58.30m ～ 59.40m)　　試 験 者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cu} MN/m^2	ϕ_{cu} °	tan ϕ_{cu}	c' MN/m^2	ϕ' °
主応力差最大時	0.901	18.6	0.336	0.506	33.1
主応力比最大時				0.408	35.5
残留時	0.505	16.8	0.302		





特記事項

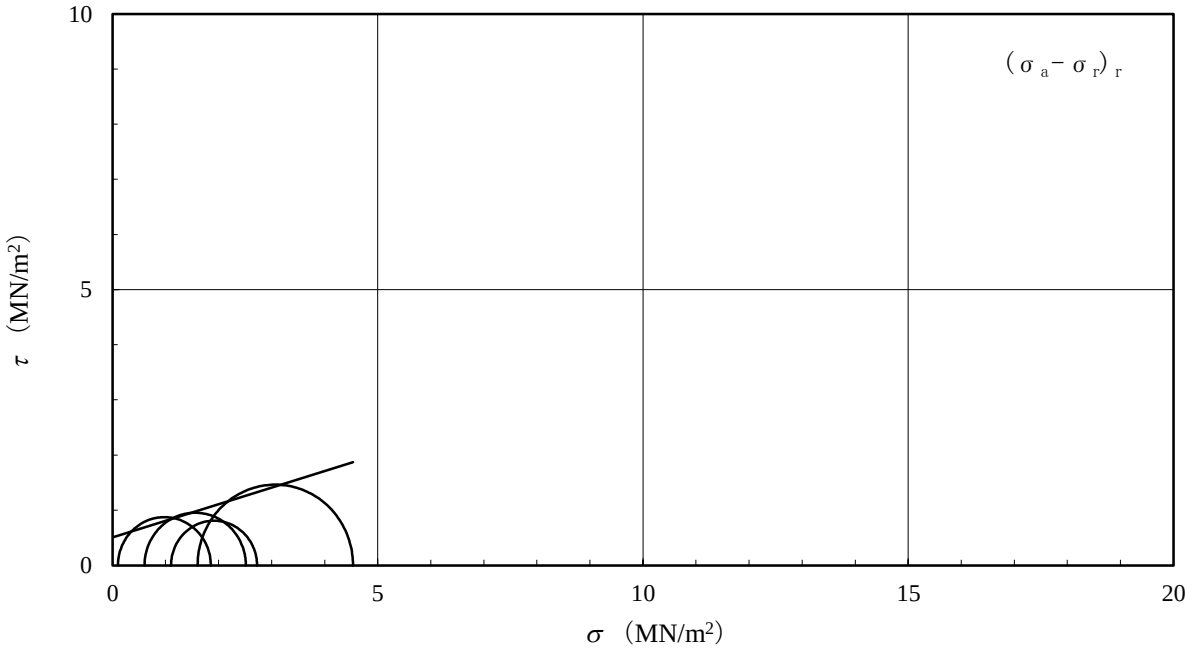
［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	強度特性 軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月1日

試料番号（深さ）　TI1850-P3　(58.30m ～ 59.40m)　　試験者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cur} MN/m^2	ϕ_{cur} °	$\tan\phi_{cur}$	c' MN/m^2	ϕ' °
残留時	0.505	16.8	0.302		



特記事項

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

~~JGS 0520~~	軟岩の三軸試験の供試体作製・設置	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月3日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　　(74.00m ～ 74.60m)　　試 験 者

供試体を用いる試験の基準番号と名称	JGS 2533-2009 軟岩の圧密非排水（$\overline{CU}$）三軸圧縮試験方法

試料の状態 1)		ボーリングコア		土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³		2.372
供試体の作製 2)		トリミング法		液性限界 w_L % 4)		NP
岩石名		砂質軽石凝灰岩Tspt2		塑性限界 w_P % 4)		NP
供試体 No.		1	2	3	4	
初期状態	直径 cm	4.945	4.963	4.973	4.943	
		4.963	4.973	4.978	4.938	
		4.975	4.970	4.980	4.943	
	平均直径 D_i cm	4.961	4.968	4.977	4.941	
	高さ cm	9.925	9.965	9.975	9.950	
		9.925	9.960	9.970	9.950	
		9.925	9.965	9.970	9.945	
	平均高さ H_i cm	9.925	9.963	9.972	9.948	
	体積 V_i cm³	191.85	193.13	194.00	190.75	
	含水比 w_i %	51.0	49.5	51.0	52.9	
	質量 m_i g	303.69	309.82	303.76	299.65	
	湿潤密度 ρ_{ti} 3) g/cm³	1.583	1.604	1.566	1.571	
	乾燥密度 ρ_{di} 3) g/cm³	1.048	1.073	1.037	1.027	
	間隙比 e_i 3)	1.263	1.211	1.287	1.310	
	飽和度 S_{ri} 3) %	95.8	97.0	94.0	95.8	
	相対密度 D_{ri} 3) %					
設置・飽和過程	軸変位量の測定方法	外部変位計によって測定				
	設置時の軸変位量 cm					
	飽和過程の軸変位量 cm					
	軸変位量 ΔH_i 5) cm					
	体積変化量の測定方法	軸変位量及び直径の変位量から計算				
	設置時の体積変化量 cm³					
	飽和過程の体積変化量 cm³					
	体積変化量 ΔV_i 5) cm³					
圧密前（試験前）	高さ H_o cm	9.925	9.963	9.972	9.948	
	直径 D_o cm	4.961	4.968	4.977	4.941	
	体積 V_o cm³	191.85	193.13	194.00	190.75	
	乾燥密度 ρ_{do} 3) g/cm³	1.048	1.073	1.037	1.027	
	間隙比 e_o 3)	1.263	1.211	1.287	1.310	
	相対密度 D_{ro} 3) %					
炉乾燥後	容器 No.					
	(炉乾燥供試体+容器)質量 g					
	容器質量 g					
	炉乾燥質量 m_s g					
試料名		TI1850-S1-05	TI1850-S1-06	TI1850-S1-07	TI1850-S1-08	
採取深度（m）		74.00m～74.15m	74.15m～74.30m	74.30m～74.45m	74.45m～74.60m	

特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。
5) 設置時の変化と飽和過程および*B*値測定過程での変化を合わせる。

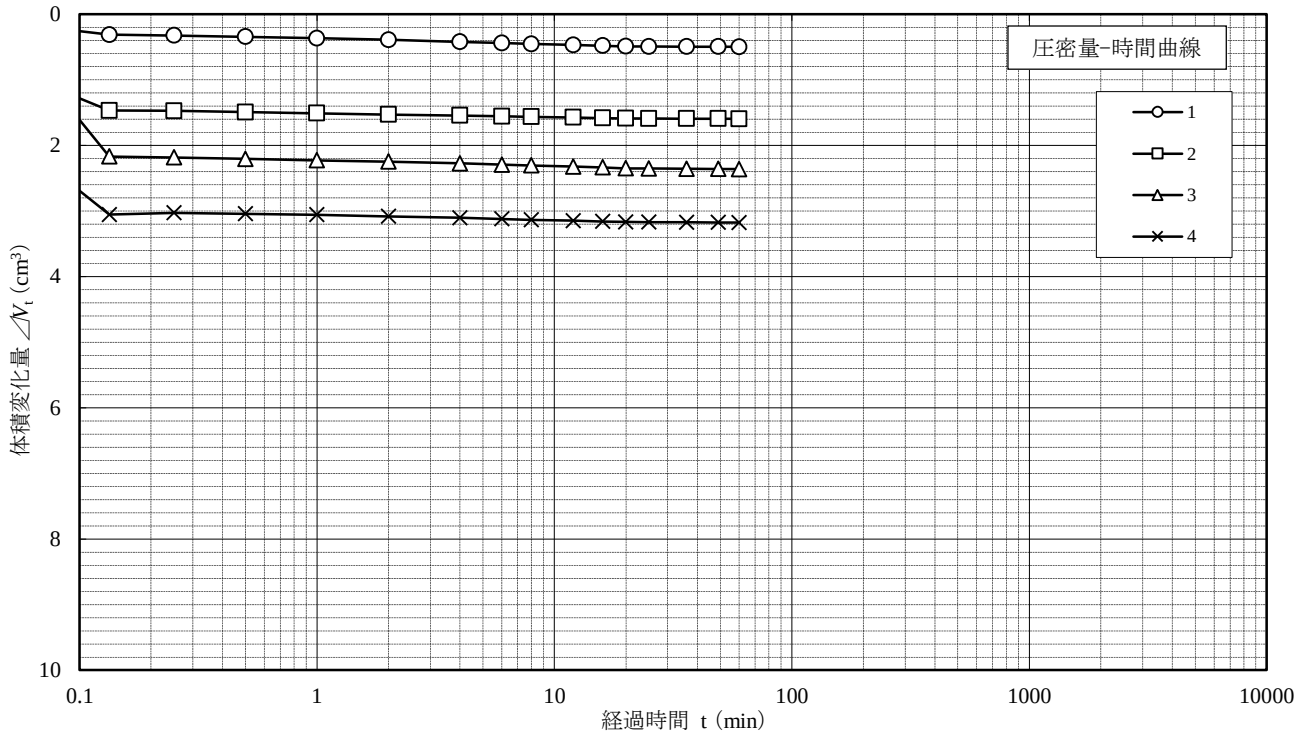
[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験［$\overline{\mathrm{CU}}$］	〔 圧密前、圧密後 圧密量－時間曲線 〕	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月3日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　　(74.00m ～ 74.60m)　　試 験 者

試料の状態 1)		ボーリングコア	液性限界 w_L % 4)		NP	
供試体の作製 2)		トリミング法	塑性限界 w_P % 4)		NP	
岩石名		砂質軽石凝灰岩Tspt2	圧密中の排水方法		側方・両端面ペーパードレーン	
土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3		2.372				
供試体 No.		1	2	3	4	
試験条件	セル圧 σ_c MN/m^2	0.40	0.90	1.40	1.90	
	背圧 u_b MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30	
	圧密応力 σ'_c MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60	
圧密前	高さ H_o cm	9.925	9.963	9.972	9.948	
	直径 D_o cm	4.961	4.968	4.977	4.941	
	間隙比 e_o 3)	1.263	1.211	1.287	1.310	
圧密後	圧密時間 t_c min	60	60	60	60	
	体積変化量 ΔV_c cm^3	0.50	1.60	2.36	3.18	
	軸変位量 ΔH_c cm	0.004	0.010	0.008	0.028	
	体積 V_c cm^3	191.35	191.54	191.64	187.57	
	高さ H_c cm	9.921	9.953	9.964	9.920	
	炉乾燥質量 m_s g	201.12	207.24	201.17	195.98	
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm^3	1.051	1.082	1.050	1.045	
	間隙比 e_c 3)	1.257	1.192	1.259	1.270	
間隙圧係数 B	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2	50.0	50.0	50.0	50.0	
	間隙水圧増加量 Δu kN/m^2	48.5	49.0	48.5	48.0	
	測定に要した時間 min	1	1	1	1	
	B 値	0.97	0.98	0.97	0.96	



特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等 を記載する。

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月3日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　(74.00m ～ 74.60m)　試験者

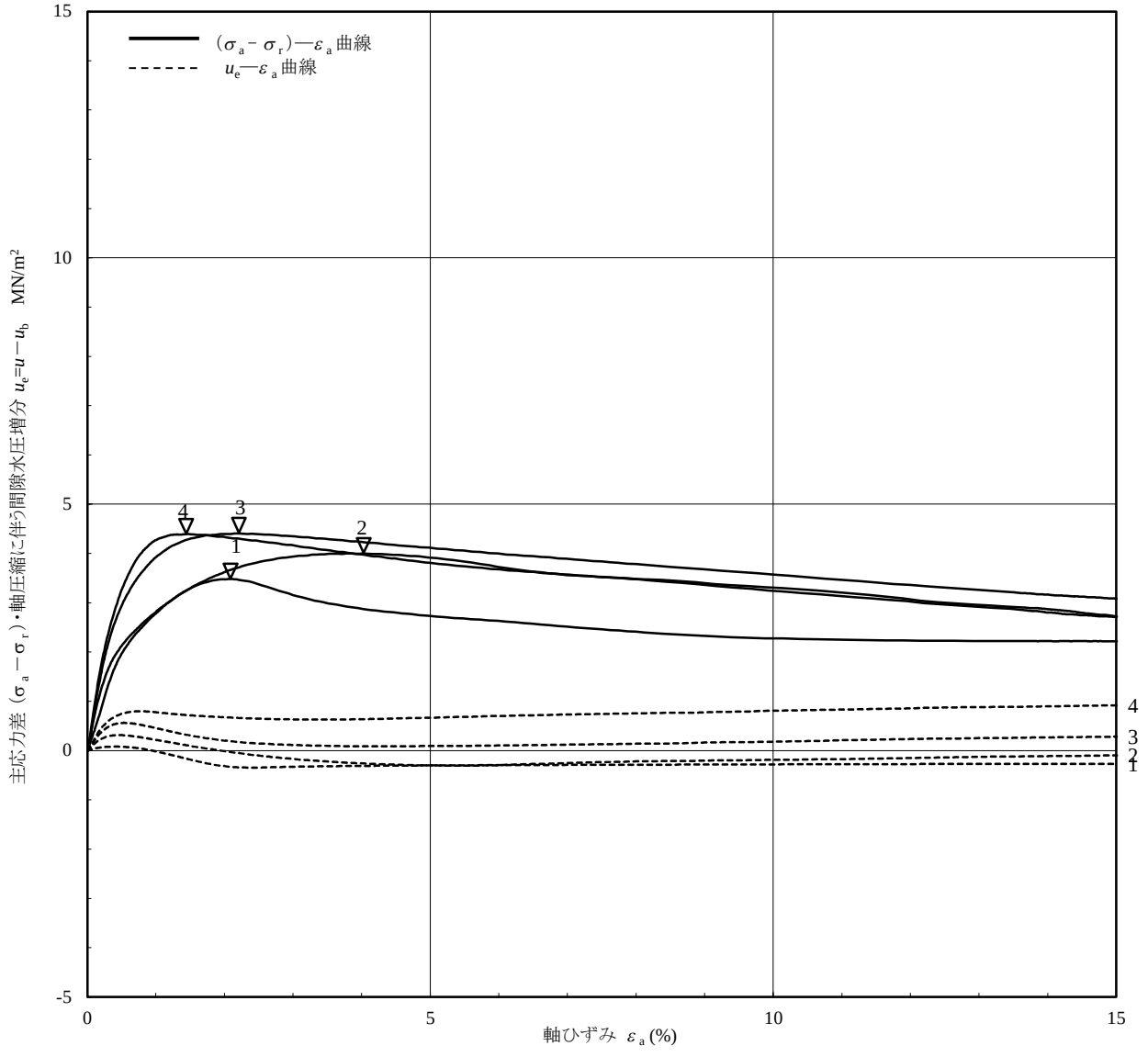
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_p% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:別途LDTによる測定も実施

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧	u_b	MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	3.48	4.00	4.41	4.39
	軸ひずみ ε_{af}	%	2.09	4.03	2.21	1.44
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	-0.028	0.039	0.474	1.021
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	3.91	4.86	5.34	5.27
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.428	0.861	0.926	0.879
変形係数	E_0	MN/m^2	489	710	994	1110
変形係数	E_{50}	MN/m^2	449	463	764	852
残留強さ	$(\sigma_a-\sigma_r)_r$	MN/m^2	2.22	2.72	3.08	2.71
供試体の破壊状況						



[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月3日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　(74.00m ～ 74.60m)　試験者

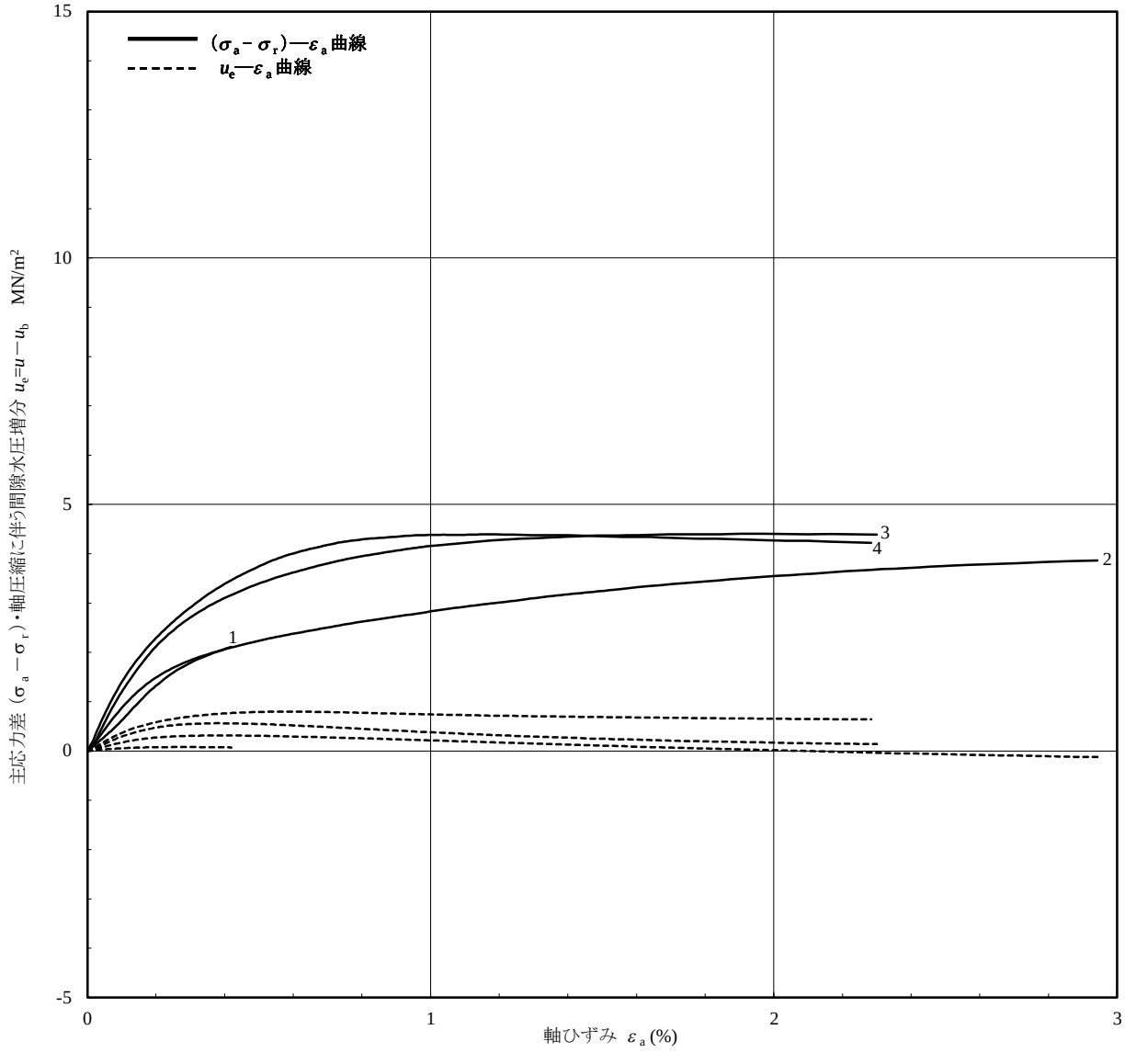
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2
液性限界 w_L% [1)]	NP
塑性限界 w_p% [1)]	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:軸ひずみ測定はLDTによる

供試体 No.			1	2	3	4	
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60	
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30	
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	3.48	4.00	4.41	4.39	
	軸ひずみ ε_{af}	%	-	-	1.97	1.15	
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	-0.028	0.039	0.474	1.021	
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	3.91	4.86	5.34	5.27	
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.428	0.861	0.926	0.879	
変形係数 E_0		MN/m^2	783	959	1430	1630	
変形係数 E_{50}		MN/m^2	564	540	1000	1150	
供試体の破壊状況							



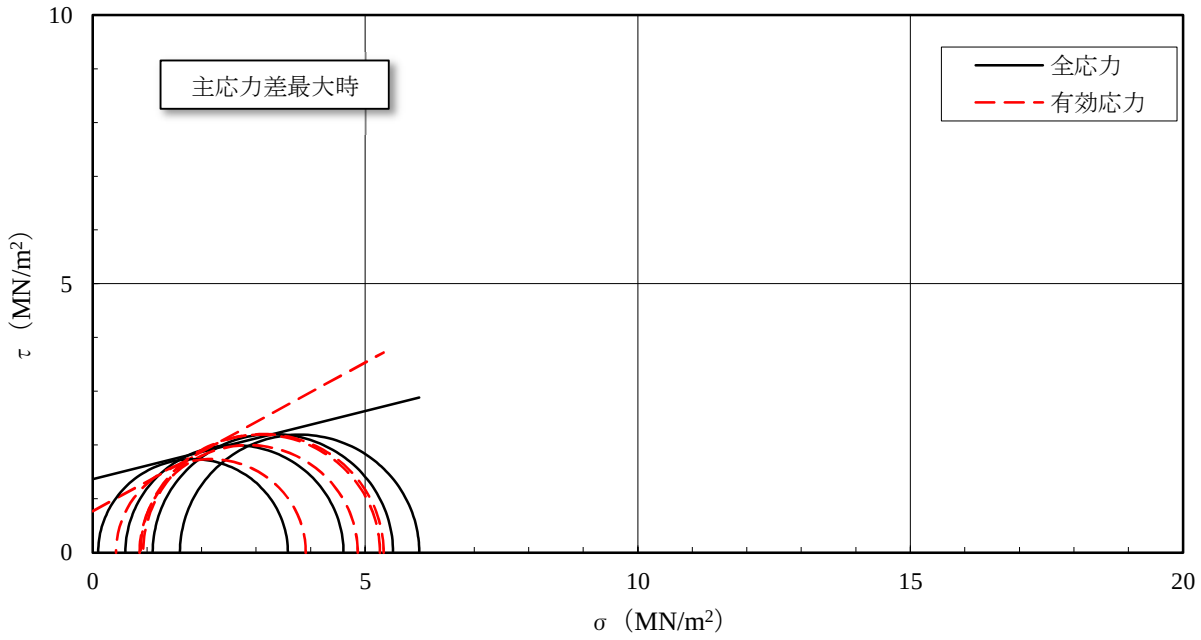
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

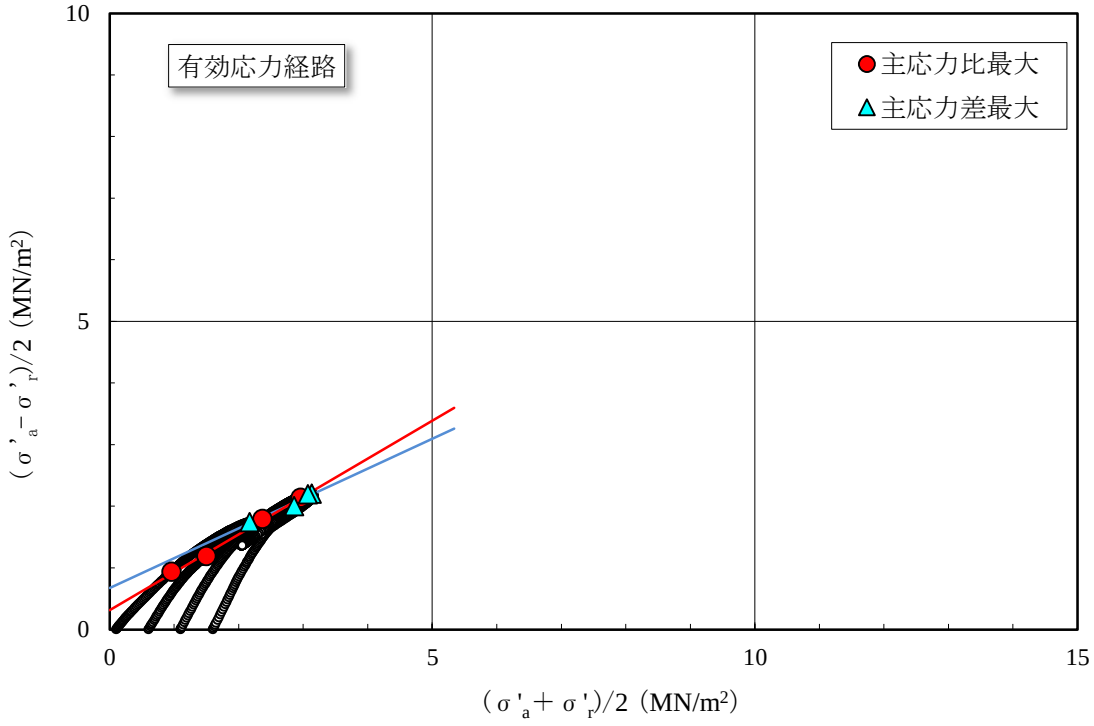
JGS 2533	強度特性　軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月3日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　　(74.00m ～ 74.60m)　　試 験 者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cu} MN/m^2	ϕ_{cu} °	tan ϕ_{cu}	c' MN/m^2	ϕ' °
主応力差最大時	1.37	14.2	0.254	0.772	29.0
主応力比最大時				0.401	38.0
残留時	0.965	10.3	0.182		





特記事項

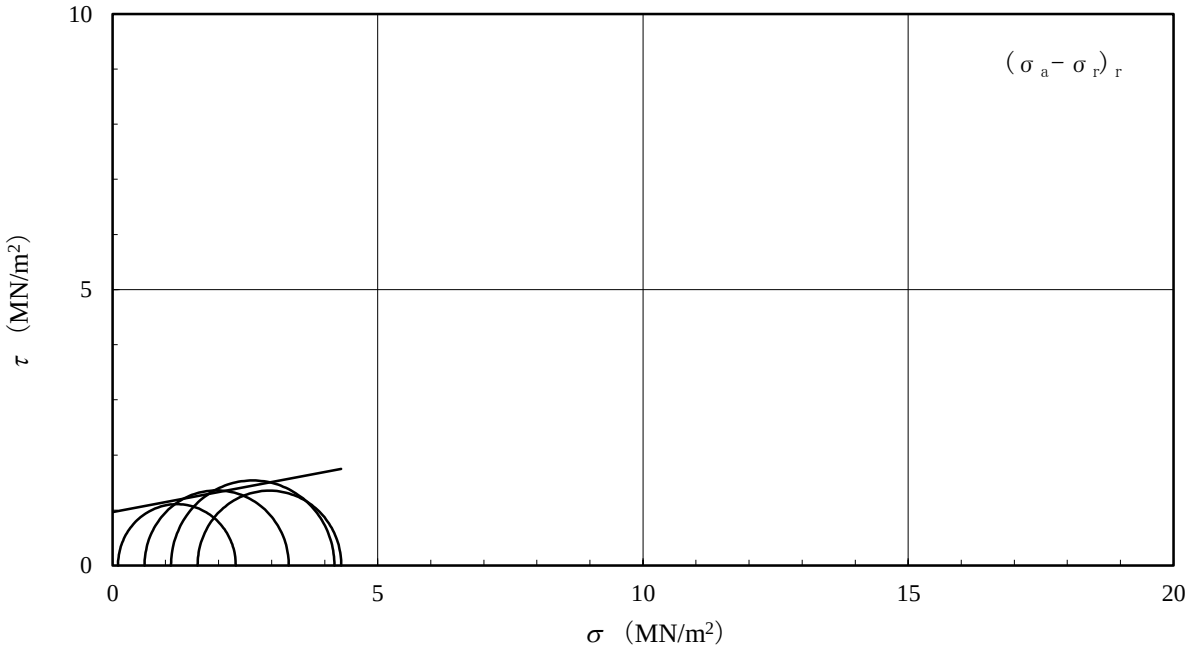
［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	強度特性 軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\mathrm{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月3日

試料番号（深さ）　TI1850-S1　(74.00m ～ 74.60m)　　試験者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cur} MN/m^2	ϕ_{cur} °	$\tan\phi_{cur}$	c' MN/m^2	ϕ' °
残留時	0.965	10.3	0.182		



特記事項

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

~~JGS 0520~~	軟岩の三軸試験の供試体作製・設置	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月17日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　(95.15m ～ 96.15m)　　試験者

供試体を用いる試験の基準番号と名称	JGS 2533-2009 軟岩の圧密非排水($\overline{CU}$)三軸圧縮試験方法

試料の状態 1)	ボーリングコア	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³	2.441
供試体の作製 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

	供試体 No.	1	2	3	4	
初期状態	直径 cm	4.973	4.978	4.985	4.888	
		5.003	4.973	4.995	4.920	
		5.028	4.983	5.008	4.920	
	平均直径 D_i cm	5.001	4.978	4.996	4.909	
	高さ cm	9.880	9.970	9.975	9.975	
		9.880	9.970	9.980	9.975	
		9.875	9.975	9.975	9.980	
	平均高さ H_i cm	9.878	9.972	9.977	9.977	
	体積 V_i cm³	194.03	194.08	195.58	188.83	
	含水比 w_i %	37.3	39.2	41.2	41.3	
	質量 m_i g	325.79	327.02	328.31	316.21	
	湿潤密度 ρ_{ti} 3) g/cm³	1.679	1.685	1.679	1.675	
	乾燥密度 ρ_{di} 3) g/cm³	1.223	1.210	1.189	1.185	
	間隙比 e_i 3)	0.996	1.017	1.053	1.060	
	飽和度 S_{ri} 3) %	91.4	94.1	95.5	95.1	
	相対密度 D_{ri} 3) %					
設置・飽和過程	軸変位量の測定方法	外部変位計によって測定				
	設置時の軸変位量 cm					
	飽和過程の軸変位量 cm					
	軸変位量 ΔH_i 5) cm					
	体積変化量の測定方法	軸変位量及び直径の変位量から計算				
	設置時の体積変化量 cm³					
	飽和過程の体積変化量 cm³					
	体積変化量 ΔV_i 5) cm³					
圧密前（試験前）	高さ H_o cm	9.878	9.972	9.977	9.977	
	直径 D_o cm	5.001	4.978	4.996	4.909	
	体積 V_o cm³	194.03	194.08	195.58	188.83	
	乾燥密度 ρ_{do} 3) g/cm³	1.223	1.210	1.189	1.185	
	間隙比 e_o 3)	0.996	1.017	1.053	1.060	
	相対密度 D_{ro} 3) %					
炉乾燥後	容器 No.					
	(炉乾燥供試体+容器)質量 g					
	容器質量 g					
	炉乾燥質量 m_s g					
試料名		TI1850-S2-02	TI1850-S2-03	TI1850-S2-05	TI1850-S2-08	
採取深度 (m)		95.15m～95.30m	95.30m～95.45m	95.60m～95.75m	96.00m～96.15m	

特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態(塊状、凍結、ときほぐされた)等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。
5) 設置時の変化と飽和過程および*B*値測定過程での変化を合わせる。

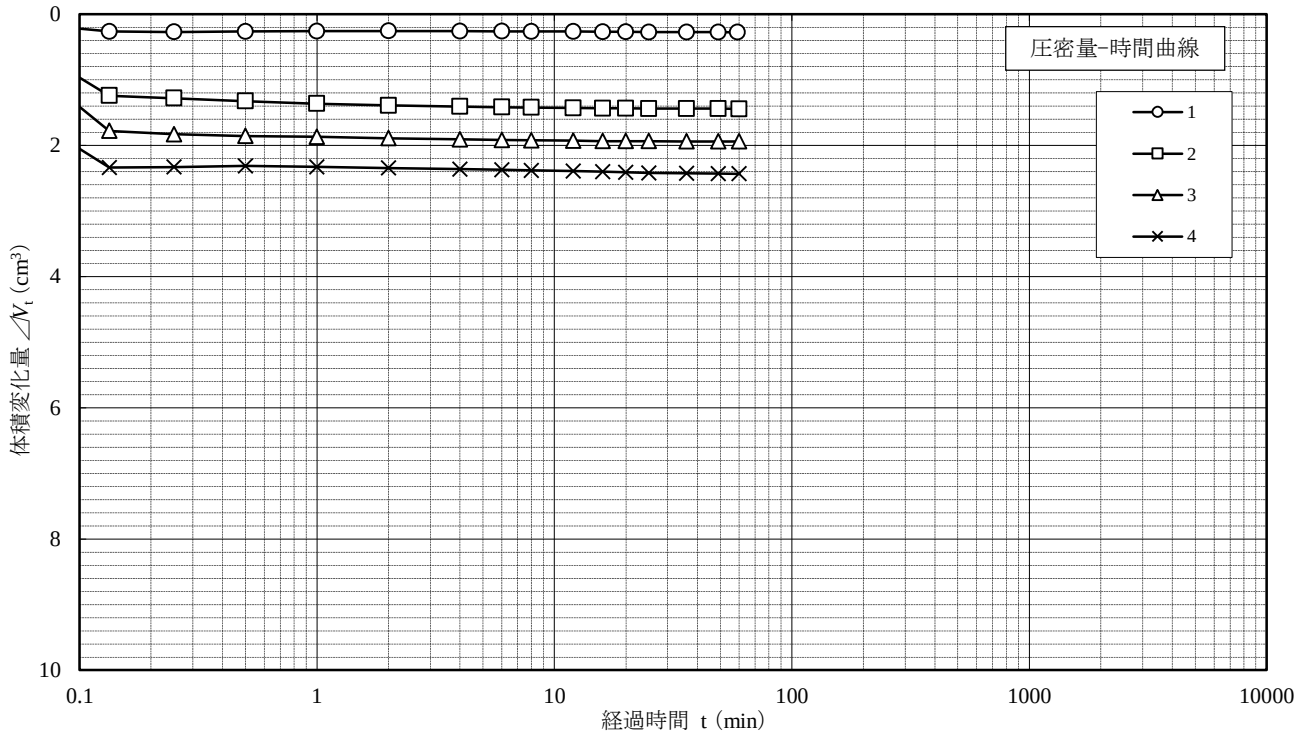
[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験［$\overline{\mathrm{CU}}$］	〔圧密前、圧密後 圧密量－時間曲線〕	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月17日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　　(95.15m ～ 96.15m)　　試 験 者

試料の状態 1)		ボーリングコア	液性限界 w_L % 4)		NP	
供試体の作製 2)		トリミング法	塑性限界 w_P % 4)		NP	
岩石名		砂質軽石凝灰岩Tspt2	圧密中の排水方法		側方・両端面ペーパードレーン	
土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3		2.441				
供試体 No.		1	2	3	4	
試験条件	セル圧 σ_c MN/m^2	0.40	0.90	1.40	1.90	
	背圧 u_b MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30	
	圧密応力 σ'_c MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60	
圧密前	高さ H_o cm	9.878	9.972	9.977	9.977	
	直径 D_o cm	5.001	4.978	4.996	4.909	
	間隙比 e_o 3)	0.996	1.017	1.053	1.060	
圧密後	圧密時間 t_c min	59	60	60	60	
	体積変化量 ΔV_c cm^3	0.27	1.44	1.94	2.43	
	軸変位量 ΔH_c cm	0.004	0.010	0.008	0.025	
	体積 V_c cm^3	193.76	192.64	193.64	186.40	
	高さ H_c cm	9.874	9.962	9.969	9.952	
	炉乾燥質量 m_s g	237.28	234.93	232.51	223.79	
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm^3	1.225	1.220	1.201	1.201	
	間隙比 e_c 3)	0.993	1.001	1.032	1.032	
間隙圧係数 B	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2	50.0	50.0	50.0	50.0	
	間隙水圧増加量 Δu kN/m^2	48.5	49.0	48.5	49.0	
	測定に要した時間 min	1	1	1	1	
	B 値	0.97	0.98	0.97	0.98	



特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等 を記載する。

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月17日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　(95.15m ～ 96.15m)　試験者

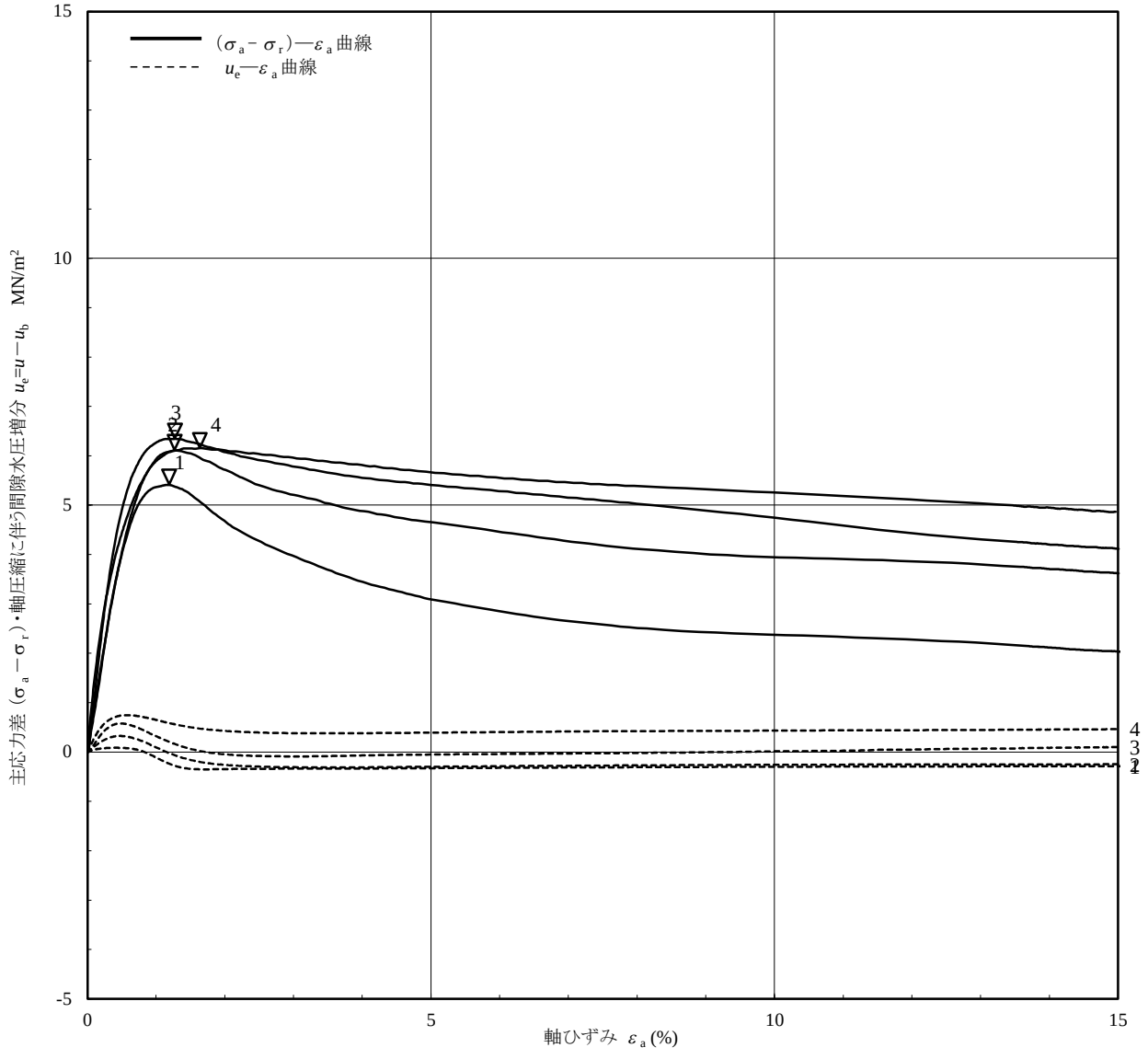
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_p% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:別途LDTによる測定も実施

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧	u_b	MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	5.41	6.11	6.34	6.15
	軸ひずみ ε_{af}	%	1.19	1.27	1.27	1.64
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	0.063	0.237	0.463	0.776
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	5.75	6.77	7.28	7.27
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.337	0.663	0.937	1.12
変形係数	E_0	MN/m^2	993	1060	1400	1680
変形係数	E_{50}	MN/m^2	971	863	1220	1160
残留強さ	$(\sigma_a-\sigma_r)_r$	MN/m^2	2.03	3.62	4.11	4.86
供試体の破壊状況						



[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月17日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　(95.15m ～ 96.15m)　試験者

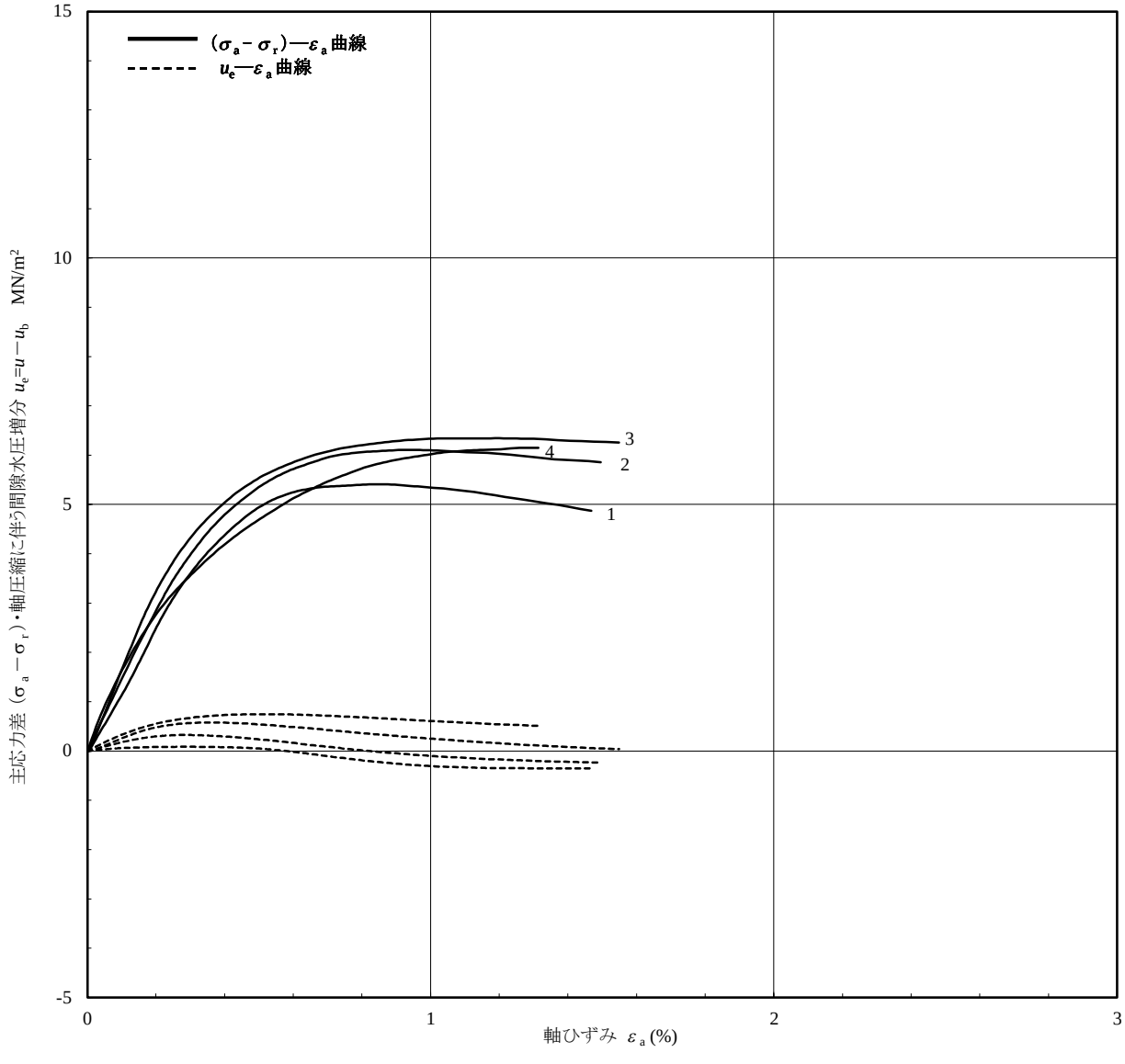
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2
液性限界 w_L% 1)	NP
塑性限界 w_p% 1)	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:軸ひずみ測定はLDTによる

供試体 No.			1	2	3	4	
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60	
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30	
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	5.41	6.11	6.34	6.15	
	軸ひずみ ε_{af}	%	0.87	0.93	1.19	-	
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	0.063	0.237	0.463	0.776	
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	5.75	6.77	7.28	7.27	
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.337	0.663	0.937	1.12	
変形係数 E_0		MN/m^2	1450	1620	1870	1930	
変形係数 E_{50}		MN/m^2	1100	1410	1560	1320	
供試体の破壊状況							



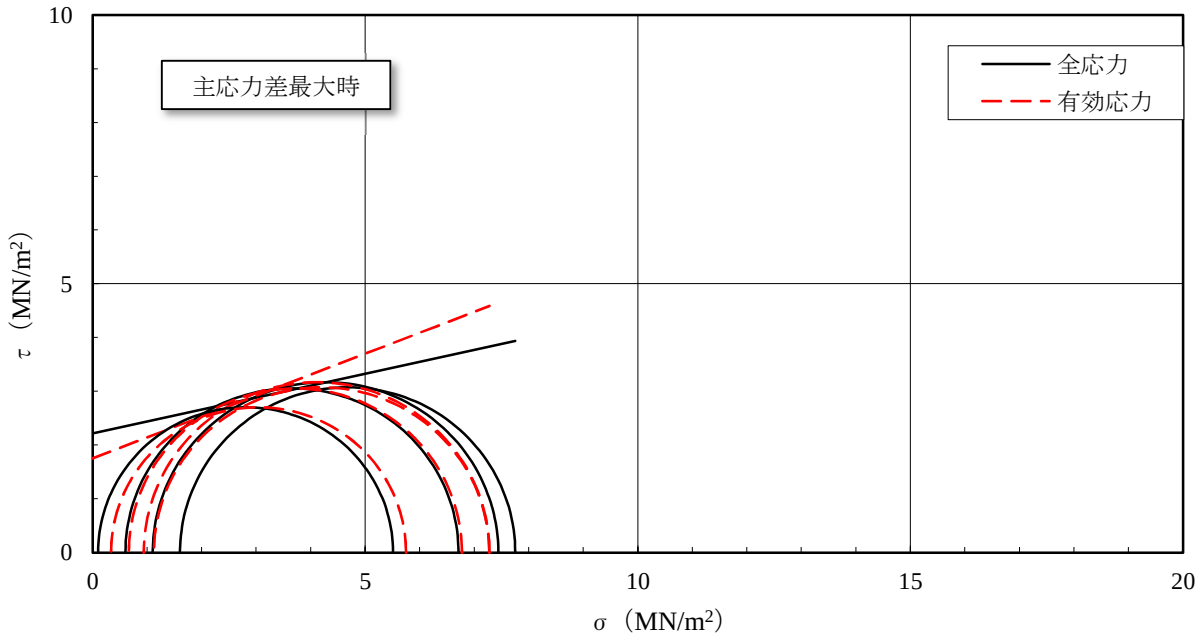
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

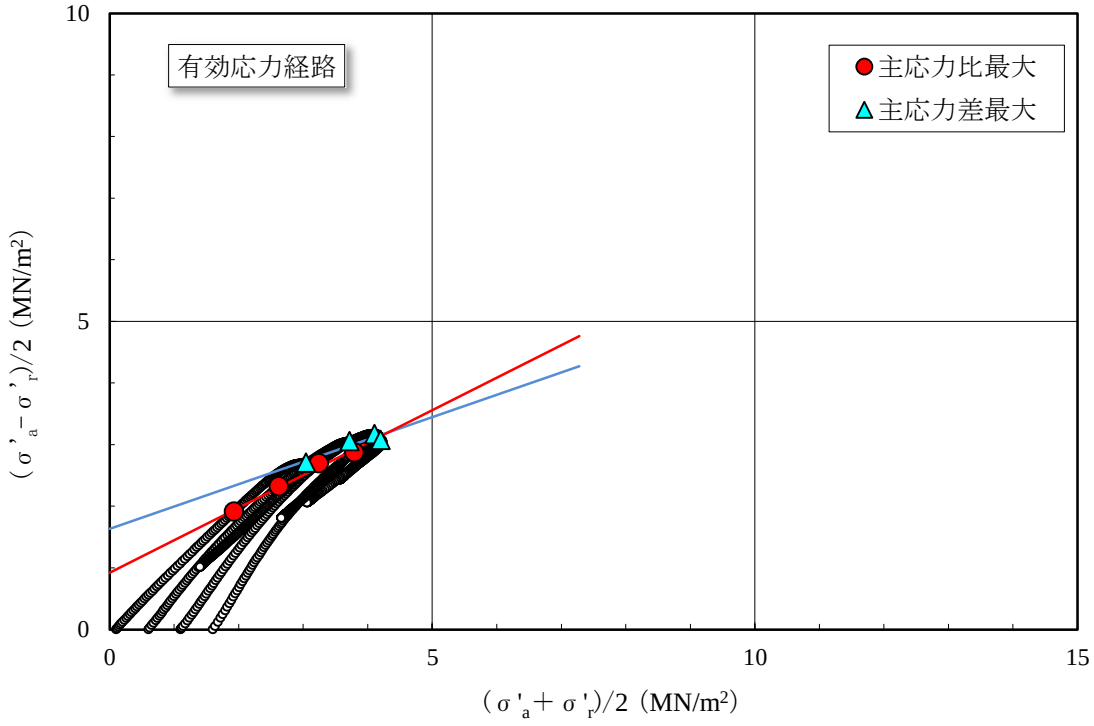
JGS 2533	強度特性　軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月17日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　　(95.15m ～ 96.15m)　　試 験 者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cu} MN/m^2	ϕ_{cu} °	tan ϕ_{cu}	c' MN/m^2	ϕ' °
主応力差最大時	2.22	12.5	0.222	1.75	21.3
主応力比最大時				1.09	31.8
残留時	0.616	28.7	0.548		





特記事項

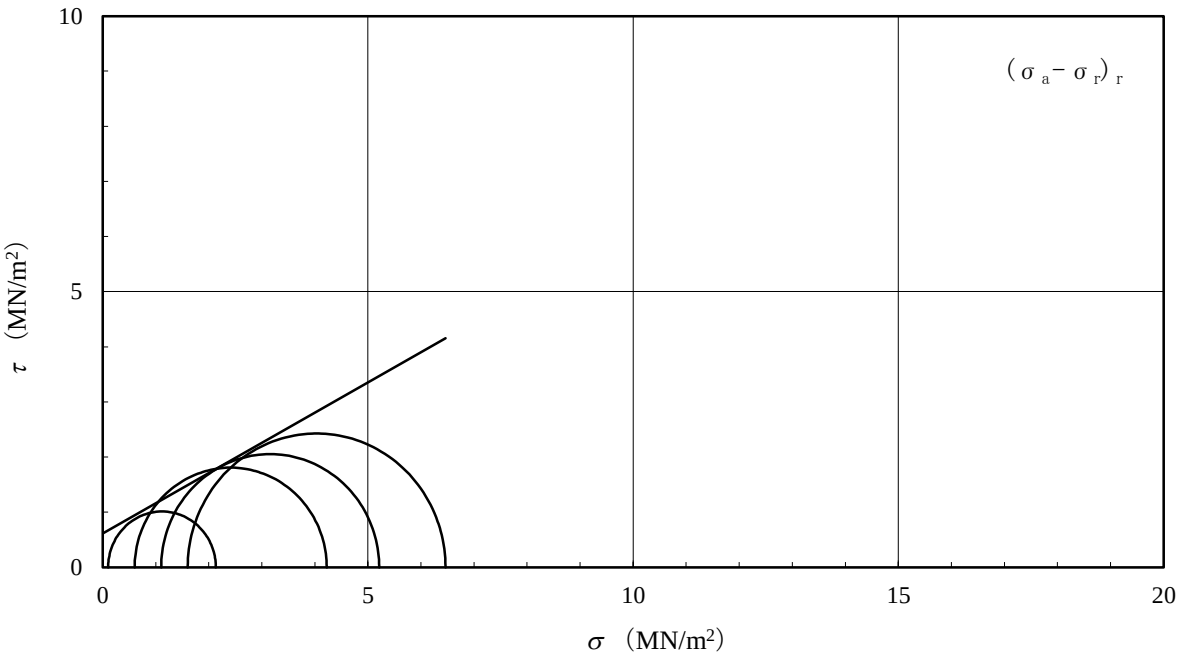
［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	強度特性 軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月17日

試料番号（深さ）　TI1850-S2　(95.15m ～ 96.15m)　　試験者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cur} MN/m^2	ϕ_{cur} °	$\tan\phi_{cur}$	c' MN/m^2	ϕ' °
残留時	0.616	28.7	0.548		



特記事項

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

~~JGS 0520~~	軟岩の三軸試験の供試体作製・設置	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月8日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　　(111.00m ～ 111.60m)　　試験者

供試体を用いる試験の基準番号と名称	JGS 2533-2009 軟岩の圧密非排水（$\overline{\text{CU}}$）三軸圧縮試験方法

試料の状態 1)		ボーリングコア		土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm³		2.479
供試体の作製 2)		トリミング法		液性限界 w_L % 4)		NP
岩石名		砂質軽石凝灰岩Tspt2		塑性限界 w_P % 4)		NP
供試体 No.		1	2	3	4	
初期状態	直径 cm	4.970	4.983	4.975	4.983	
		4.975	4.983	4.953	4.988	
		4.978	4.980	4.965	4.990	
	平均直径 D_i cm	4.974	4.982	4.964	4.987	
	高さ cm	9.895	9.975	9.985	9.960	
		9.890	9.980	9.990	9.955	
		9.890	9.980	9.990	9.955	
	平均高さ H_i cm	9.892	9.978	9.988	9.957	
	体積 V_i cm³	192.21	194.51	193.30	194.49	
	含水比 w_i %	43.0	41.1	42.7	42.7	
	質量 m_i g	325.71	328.75	329.50	328.75	
	湿潤密度 ρ_{ti} 3) g/cm³	1.695	1.690	1.705	1.690	
	乾燥密度 ρ_{di} 3) g/cm³	1.185	1.198	1.195	1.184	
	間隙比 e_i 3)	1.092	1.069	1.074	1.094	
	飽和度 S_{ri} 3) %	97.6	95.3	98.6	96.8	
	相対密度 D_{ri} 3) %					
設置・飽和過程	軸変位量の測定方法	外部変位計によって測定				
	設置時の軸変位量 cm					
	飽和過程の軸変位量 cm					
	軸変位量 ΔH_i 5) cm					
	体積変化量の測定方法	軸変位量及び直径の変位量から計算				
	設置時の体積変化量 cm³					
	飽和過程の体積変化量 cm³					
	体積変化量 ΔV_i 5) cm³					
圧密前（試験前）	高さ H_o cm	9.892	9.978	9.988	9.957	
	直径 D_o cm	4.974	4.982	4.964	4.987	
	体積 V_o cm³	192.21	194.51	193.30	194.49	
	乾燥密度 ρ_{do} 3) g/cm³	1.185	1.198	1.195	1.184	
	間隙比 e_o 3)	1.092	1.069	1.074	1.094	
	相対密度 D_{ro} 3) %					
炉乾燥後	容器 No.					
	(炉乾燥供試体+容器)質量 g					
	容器質量 g					
	炉乾燥質量 m_s g					
試料名		TI1850-S3-05	TI1850-S3-06	TI1850-S3-07	TI1850-S3-08	
採取深度 (m)		111.00m～111.15m	111.15m～111.30m	111.30m～111.45m	111.45m～111.60m	

特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態(塊状、凍結、ときほぐされた)等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。
5) 設置時の変化と飽和過程および*B*値測定過程での変化を合わせる。

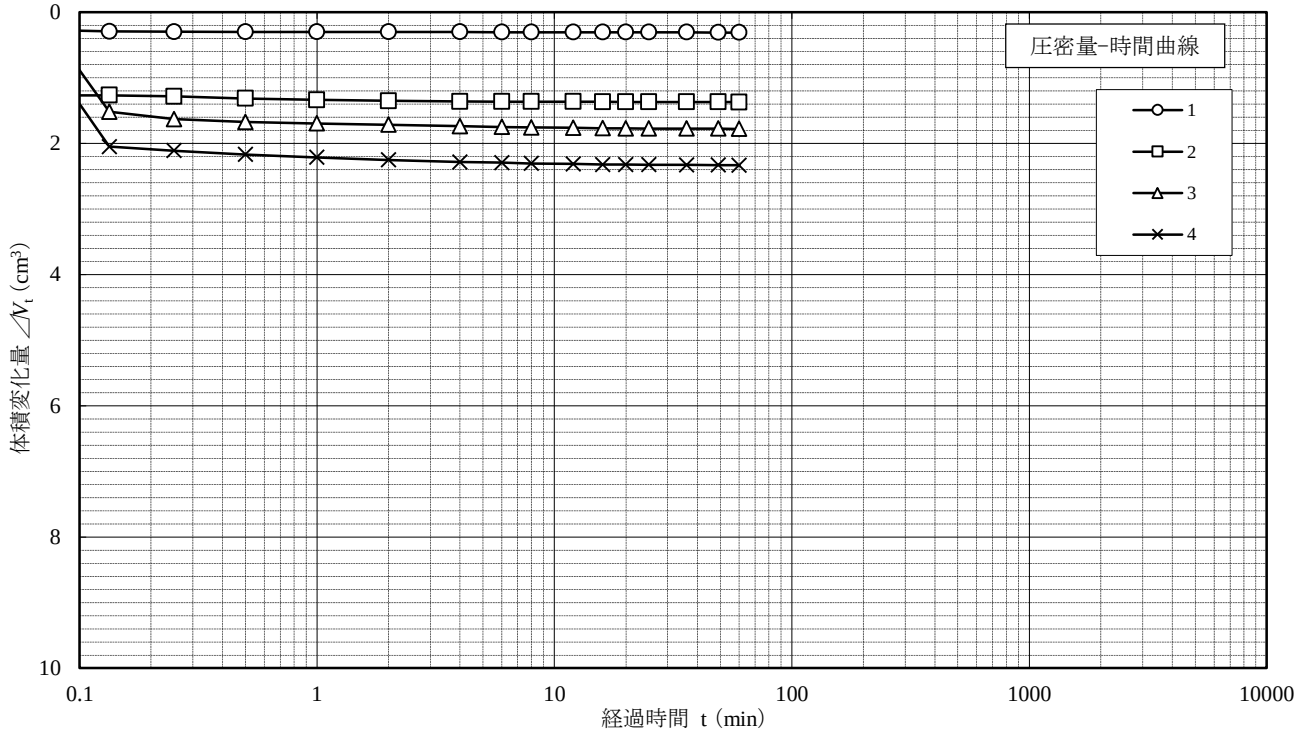
[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験［$\overline{\mathrm{CU}}$］	〔 圧密前、圧密後 圧密量－時間曲線 〕	

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号（深さ）	TI1850-S3	(111.00m ～ 111.60m)	試 験 者

試料の状態 1)	ボーリングコア	液性限界 w_L % 4)	NP
供試体の作製 2)	トリミング法	塑性限界 w_P % 4)	NP
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2	圧密中の排水方法	側方・両端面ペーパードレーン
土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.479		

	供試体 No.	1	2	3	4	
試験条件	セル圧 σ_c MN/m^2	0.40	0.90	1.40	1.90	
	背圧 u_b MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30	
	圧密応力 σ'_c MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60	
圧密前	高さ H_o cm	9.892	9.978	9.988	9.957	
	直径 D_o cm	4.974	4.982	4.964	4.987	
	間隙比 e_o 3)	1.092	1.069	1.074	1.094	
圧密後	圧密時間 t_c min	60	60	60	60	
	体積変化量 ΔV_c cm^3	0.31	1.37	1.78	2.33	
	軸変位量 ΔH_c cm	0.004	0.010	0.008	0.011	
	体積 V_c cm^3	191.90	193.14	191.52	192.16	
	高さ H_c cm	9.888	9.968	9.980	9.946	
	炉乾燥質量 m_s g	227.77	232.99	230.90	230.38	
	乾燥密度 ρ_{dc} g/cm^3	1.187	1.206	1.206	1.199	
	間隙比 e_c 3)	1.088	1.056	1.056	1.068	
間隙圧係数 B	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2	50.0	50.0	50.0	50.0	
	間隙水圧増加量 Δu kN/m^2	49.0	48.5	48.0	47.5	
	測定に要した時間 min	1	1	1	1	
	B 値	0.98	0.97	0.96	0.95	



特記事項

1) 試料の採取方法、試料の状態（塊状、凍結、ときほぐされた）等を記載する。
2) トリミング法、負圧法の種別、凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3) 必要に応じて記載する。
4) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等 を記載する。

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　試験年月日　2020年10月8日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　(111.00m ～ 111.60m)　試験者

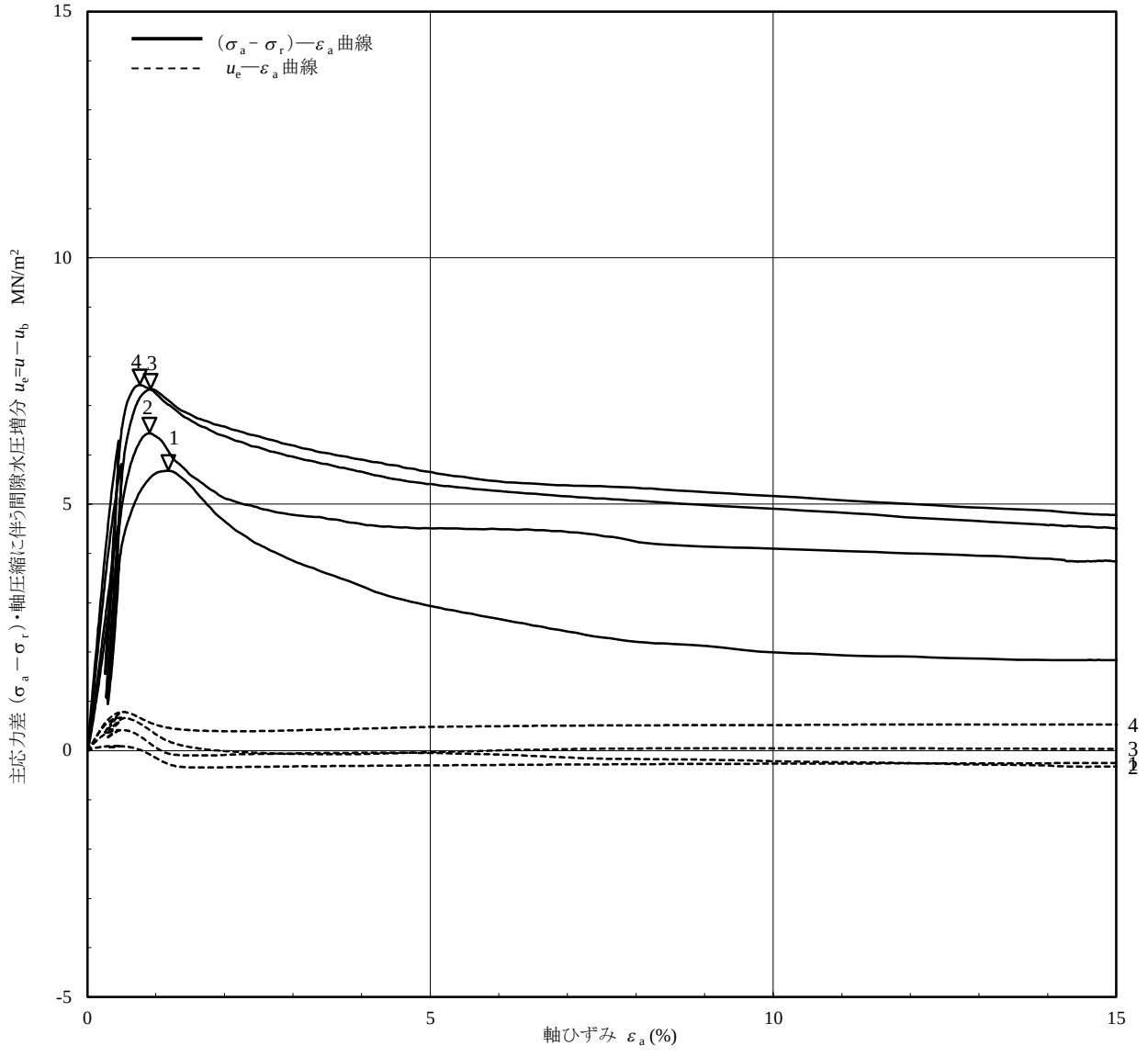
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2
液性限界 w_L% [1)]	NP
塑性限界 w_p% [1)]	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:別途LDTによる測定も実施

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧	u_b	MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	5.68	6.44	7.33	7.42
	軸ひずみ ε_{af}	%	1.18	0.91	0.93	0.76
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	0.029	0.453	0.703	0.966
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	6.05	6.89	8.03	8.35
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.371	0.447	0.697	0.934
変形係数	E_0	MN/m^2	1060	1120	1650	1650
変形係数	E_{50}	MN/m^2	1050	1110	1430	1560
残留強さ	$(\sigma_a-\sigma_r)_r$	MN/m^2	1.83	3.83	4.78	4.51
供試体の破壊状況						



[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

JGS 2533	軟岩の三軸圧縮試験[$\overline{CU}$](応力-ひずみ曲線)	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月8日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　(111.00m ～ 111.60m)　試験者

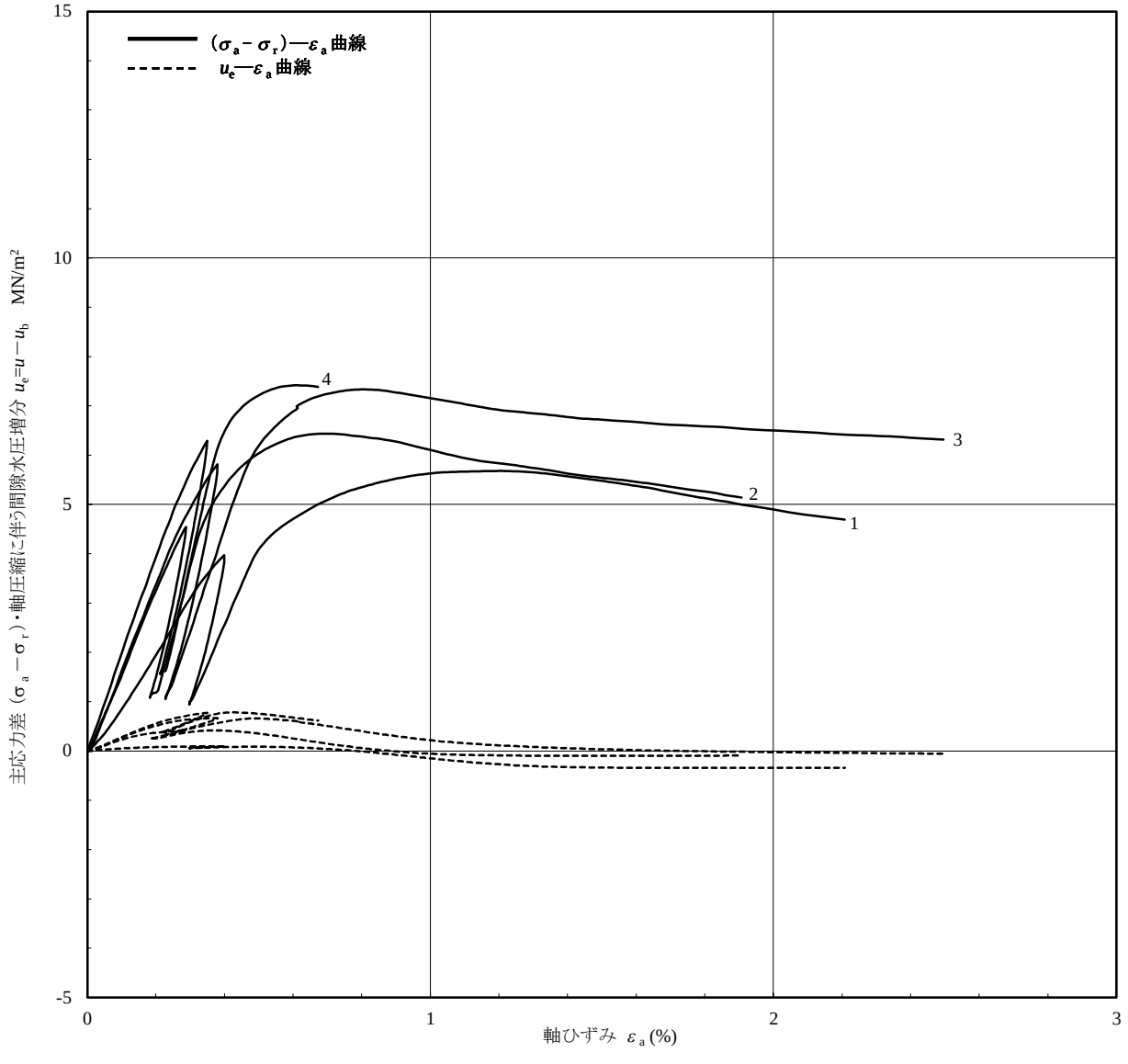
岩石名	砂質軽石凝灰岩Tspt2
液性限界 w_L% [1)]	NP
塑性限界 w_p% [1)]	NP
ひずみ速度 %/min	0.01

特記事項

1) 必要に応じて粘性土の場合は液性限界、塑性限界、砂質土の場合は最小乾燥密度、最大乾燥密度等を記載する。

注:軸ひずみ測定はLDTによる

供試体 No.			1	2	3	4
圧密応力		MN/m^2	0.10	0.60	1.10	1.60
背圧 u_b		MN/m^2	0.30	0.30	0.30	0.30
主応力差最大時	圧縮強さ $(\sigma_a-\sigma_r)_{max}$	MN/m^2	5.68	6.44	7.33	7.42
	軸ひずみ ε_{af}	%	1.21	0.70	0.80	0.61
	$\overline{CU}$ 間隙水圧 u_f	MN/m^2	0.029	0.453	0.703	0.966
	$\overline{CU}$ 有効軸方向応力 σ'_{af}	MN/m^2	6.05	6.89	8.03	8.35
	$\overline{CU}$ 有効側方向応力 σ'_{rf}	MN/m^2	0.371	0.447	0.697	0.934
変形係数 E_0		MN/m^2	1240	1830	1910	2160
変形係数 E_{50}		MN/m^2	1240	1490	1570	1900
供試体の破壊状況						



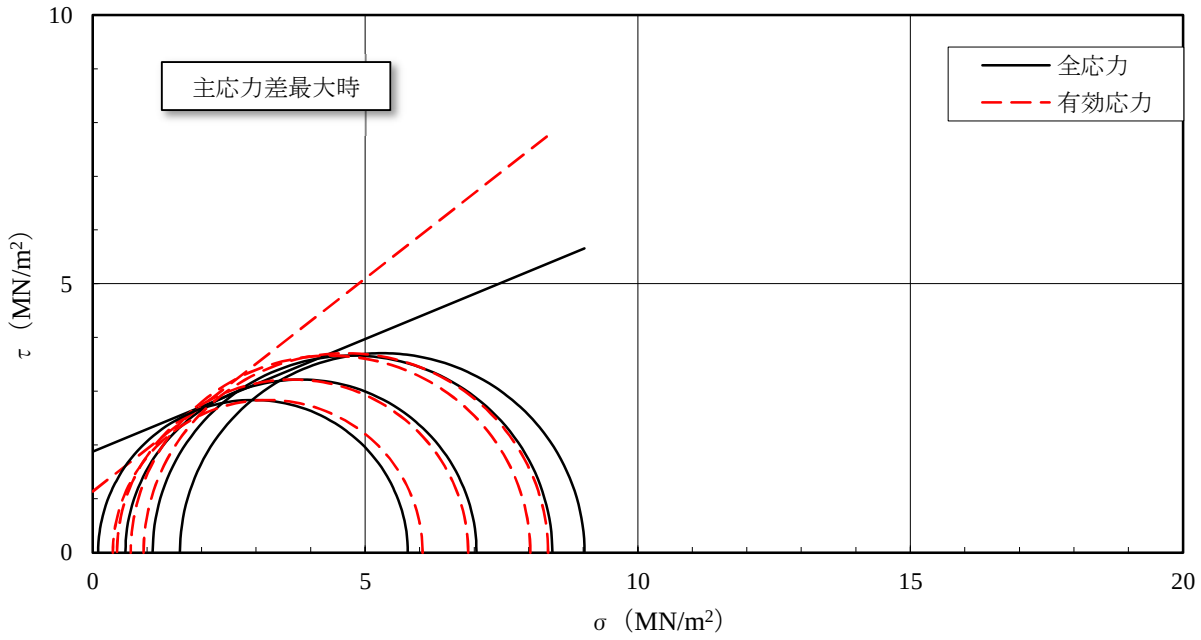
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

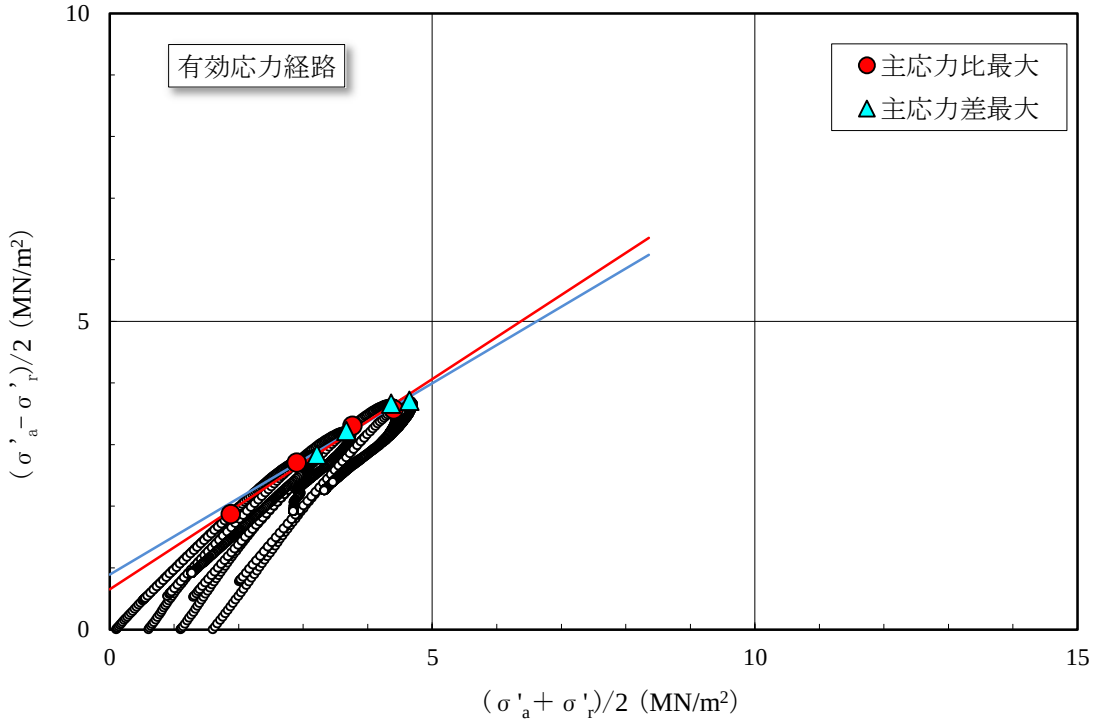
JGS 2533	強度特性　軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\text{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月8日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　　(111.00m ～ 111.60m)　　試 験 者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cu} MN/m^2	ϕ_{cu} °	tan ϕ_{cu}	c' MN/m^2	ϕ' °
主応力差最大時	1.88	22.7	0.419	1.14	38.4
主応力比最大時				0.894	43.1
残留時	0.565	30.6	0.591		





特記事項

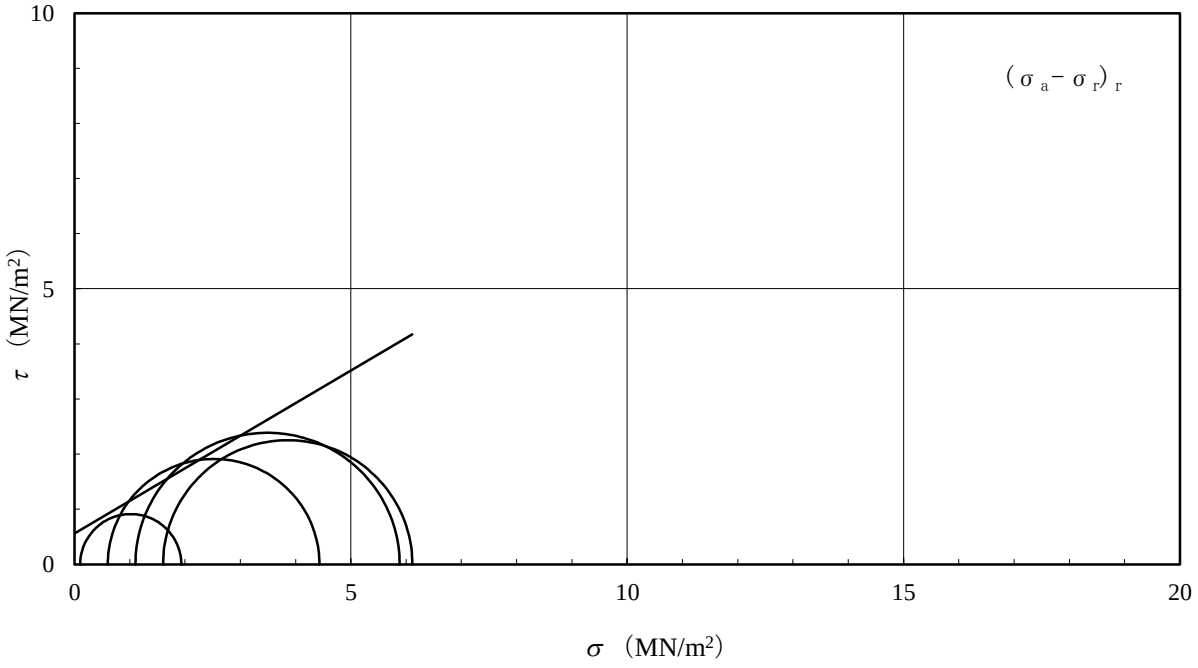
［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

JGS 2533	強度特性 軟岩の三軸圧縮試験 ［$\overline{\mathrm{CU}}$］	

調査件名　令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日　2020年10月8日

試料番号（深さ）　TI1850-S3　(111.00m ～ 111.60m)　　試験者

強度定数 / 応力範囲	全応力			有効応力	
	c_{cur} MN/m^2	ϕ_{cur} °	$\tan\phi_{cur}$	c' MN/m^2	ϕ' °
残留時	0.565	30.6	0.591		



特記事項

［1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2］

(6) 動的変形試験

JGS	0542	地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	試験条件
	~~0543~~	~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	圧密状態

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号(深さ)	TI1850-P1-13	(39.00m ～39.15m)	試験者

試料の状態[1]	塊状		土粒子の密度 ρ_s[3]	g/cm^3	2.371
供試体の作製方法[2]	トリミング法		液性限界 w_L	%[4]	NP
土質名称	軽石凝灰岩Tpt2		塑性限界 w_P	%[4]	NP

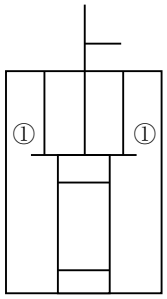
供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

試験条件

軸方向応力 σ_{ac}	kN/m^2	1400
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc}	kN/m^2	1400
背圧 u_b	kN/m^2	300
軸方向圧密応力 σ'_{ac}	kN/m^2	1100
側方向圧密応力 σ'_{rc}	kN/m^2	1100
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量	N	10000
トルク計の容量[6]	N・m	

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置
		種類		~~回転角計~~
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	非接触変位計	
		数	2	
回転角計[6]	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
金属製リブ[6]	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化	cm^3/kN/m^2			1×10^{-6}
ゴムスリーブ	材質			ラテックス
	厚さ	mm		0.25
圧密前	高さ Ho	cm		9.930
	外径 (D_o,D_{0o}[6])	cm		4.934
	内径 D_{io}[6]	cm		



載荷条件

載荷波形		~~三角波~~, 正弦波
載荷周波数 f	Hz	0.1
排水条件		~~排水~~, 非排水
1サイクルデータポイント数		100
載荷段階数		11

圧密後

軸変位計の読み	圧密前	cm	0.000
	圧密後	cm	0.060
排水量の読み	圧密前	cm^3	0.000
	圧密後	cm^3	2.533
軸変位量	ΔHc	cm	0.060
体積変化量	ΔVc	cm^3	2.533
高さ	Hc	cm	9.8698
外径	(D_c,D_{0c}[6])	cm	4.9156
内径	D_{ic}[6]	cm	
体積	Vc	cm^3	187.302
断面積	Ac	cm^2	18.977
乾燥質量	m_s	g	225.77
乾燥密度	$\rho_{dc}=m_s/V_c$	g/cm^3	1.205
間隙比	e_c[3]		0.967
相対密度	D_{rc}[3]	%	

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量	$\Delta\sigma$ kN/m^2	50.0
	間隙水圧増加量	Δu kN/m^2	50.0
	測定に要した時間	min	1.0
	B 値		1.00
圧密後	等方応力増加量	$\Delta\sigma$ kN/m^2	
	間隙水圧増加量	Δuu kN/m^2	
		Δul kN/m^2	
	測定に要した時間	min	
	B 値		

特記事項

※供試体の軸ひずみはギャップセンサーによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。

2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]

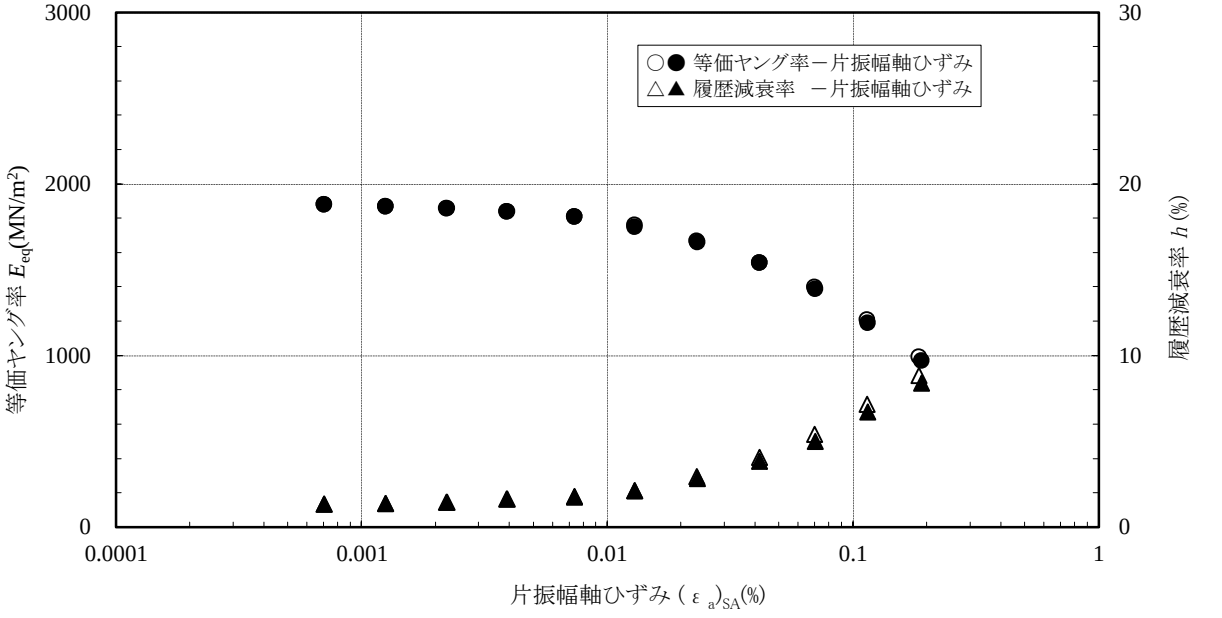
JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	(深さ) TI1850-P1-13 (39.00m～39.15m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状		土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.371	
供試体の作製方法 2)	トリミング法		液性限界 w_L % 4)	NP	
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2		塑性限界 w_P % 4)	NP	
供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方,~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	7.03E-04	1880	1.37	7.03E-04	1880	1.37
2	1.25E-03	1870	1.40	1.25E-03	1870	1.40
3	2.21E-03	1860	1.48	2.22E-03	1860	1.48
4	3.90E-03	1840	1.65	3.88E-03	1840	1.65
5	7.32E-03	1810	1.78	7.32E-03	1810	1.79
6	1.29E-02	1760	2.15	1.29E-02	1750	2.14
7	2.31E-02	1670	2.94	2.32E-02	1660	2.84
8	4.15E-02	1540	4.08	4.17E-02	1540	3.86
9	6.98E-02	1400	5.42	7.03E-02	1390	5.00
10	1.14E-01	1210	7.16	1.15E-01	1190	6.71
11	1.86E-01	994	8.85	1.90E-01	972	8.42
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係~~ G_{eq},h～(γ)$_{SA}$関係

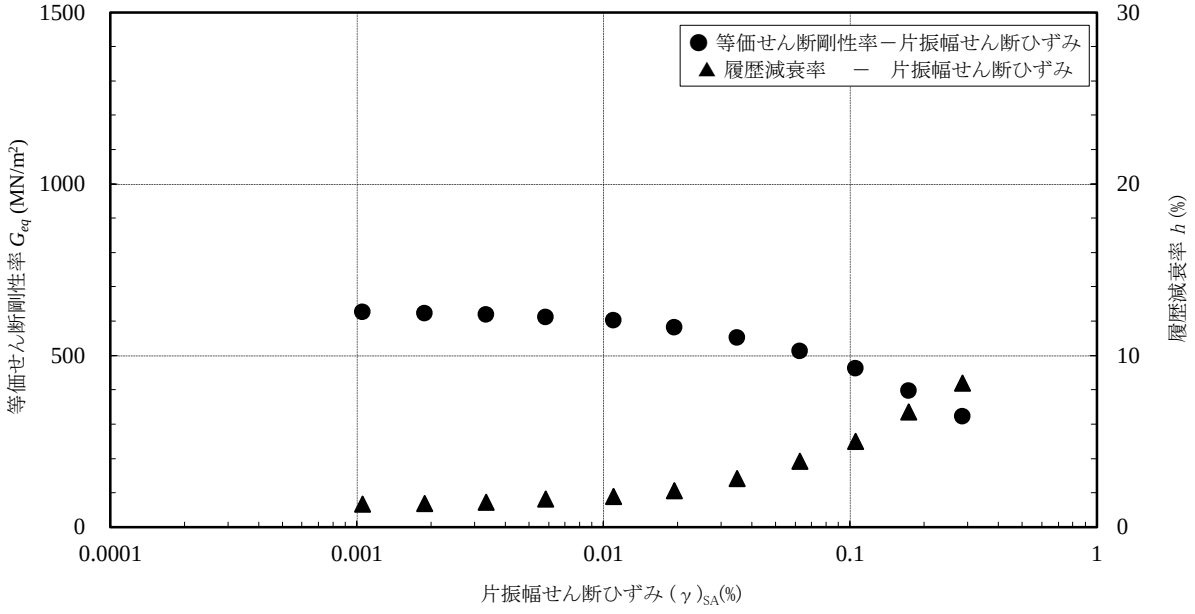
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	(深さ) TI1850-P1-13 (39.00m～39.15m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.371
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方,~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.05E-03	627	1.37	1.05E-03	627	1.37
2	1.88E-03	623	1.40	1.88E-03	623	1.40
3	3.32E-03	620	1.48	3.33E-03	620	1.48
4	5.85E-03	613	1.65	5.82E-03	613	1.65
5	1.10E-02	603	1.78	1.10E-02	603	1.79
6	1.94E-02	587	2.15	1.94E-02	583	2.14
7	3.47E-02	557	2.94	3.48E-02	553	2.84
8	6.23E-02	513	4.08	6.26E-02	513	3.86
9	1.05E-01	467	5.42	1.05E-01	463	5.00
10	1.71E-01	403	7.16	1.73E-01	397	6.71
11	2.79E-01	331	8.85	2.85E-01	324	8.42
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

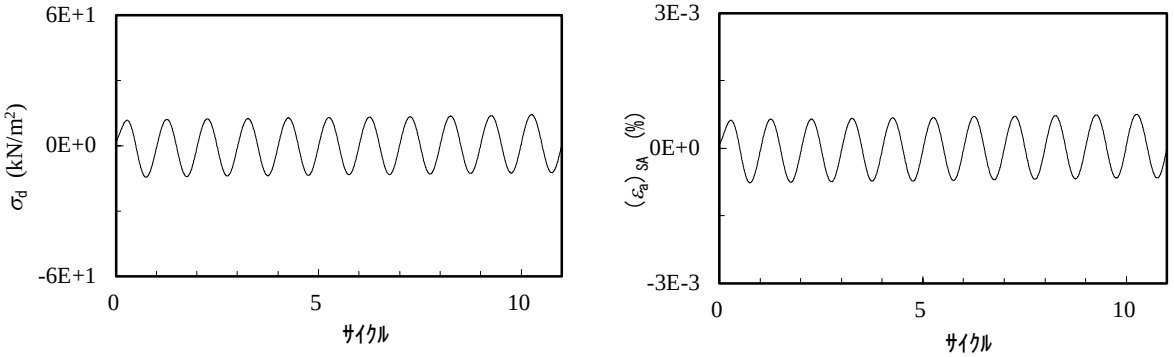
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

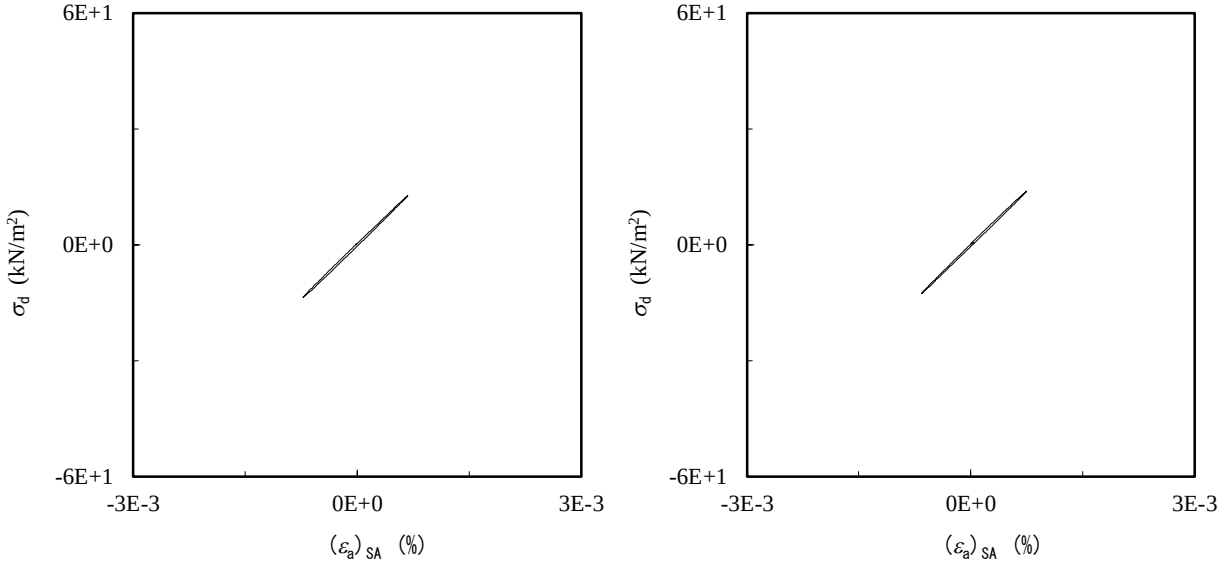
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8698	2	13.1	6.99E-04	1880	1.37
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9156	3	13.2	6.97E-04	1890	1.37
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	13.1	6.97E-04	1880	1.38
	体積 V_n [3] cm³	187.302	5	13.2	7.03E-04	1880	1.37
	断面積 A_n cm²	18.977	6	13.1	6.98E-04	1880	1.37
	間隙比 e_n	0.967	7	13.2	7.04E-04	1880	1.37
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	13.2	7.02E-04	1880	1.38
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	13.2	7.03E-04	1880	1.38
			10	13.2	7.03E-04	1880	1.37

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

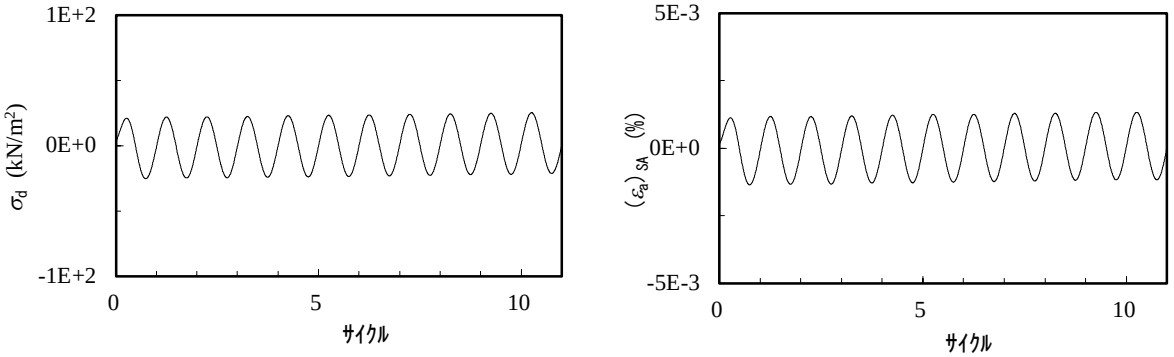
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

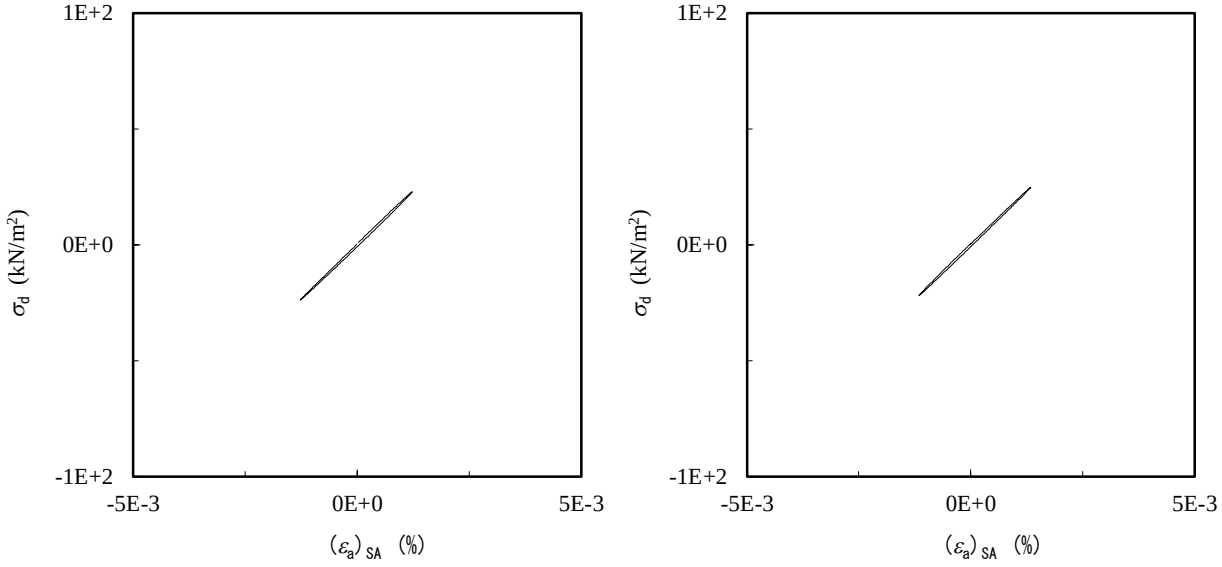
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8698	2	23.4	1.25E-03	1860	1.40
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9156	3	23.4	1.25E-03	1870	1.40
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	23.3	1.24E-03	1880	1.40
	体積 V_n [3] cm³	187.302	5	23.4	1.25E-03	1870	1.40
	断面積 A_n cm²	18.977	6	23.4	1.25E-03	1870	1.41
	間隙比 e_n	0.967	7	23.4	1.25E-03	1880	1.40
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	23.4	1.25E-03	1870	1.41
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	23.3	1.24E-03	1880	1.40
			10	23.4	1.25E-03	1870	1.40

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

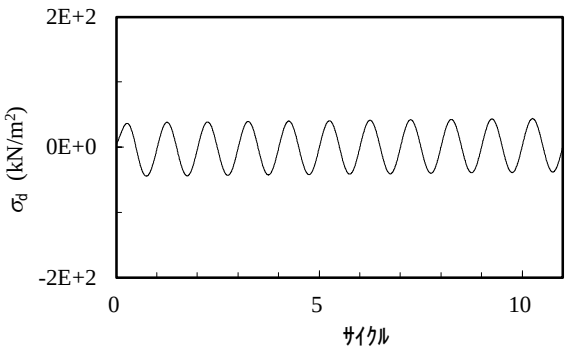
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

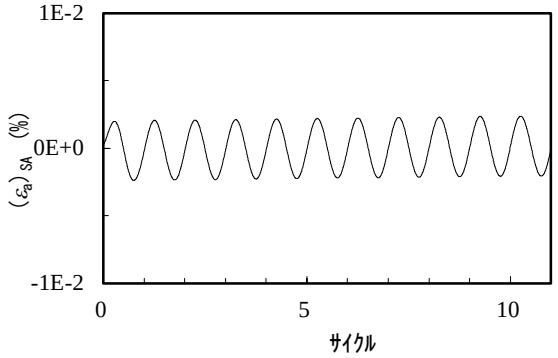
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

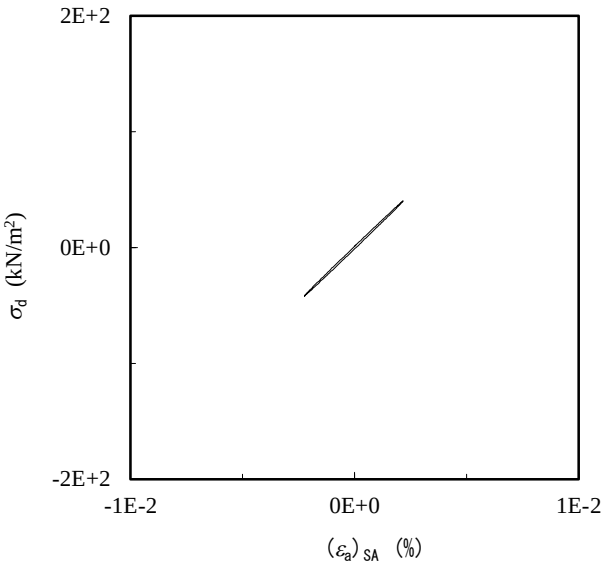
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8694	2	41.0	2.21E-03	1860	1.49
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9157	3	41.0	2.21E-03	1860	1.48
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	41.0	2.19E-03	1870	1.48
	体積 V_n [3] cm³	187.302	5	41.1	2.21E-03	1860	1.48
	断面積 A_n cm²	18.978	6	41.1	2.20E-03	1870	1.49
	間隙比 e_n	0.967	7	41.1	2.22E-03	1850	1.49
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	41.1	2.21E-03	1860	1.49
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	41.0	2.20E-03	1860	1.48
			10	41.1	2.22E-03	1860	1.48

波形の連続記録[1)]

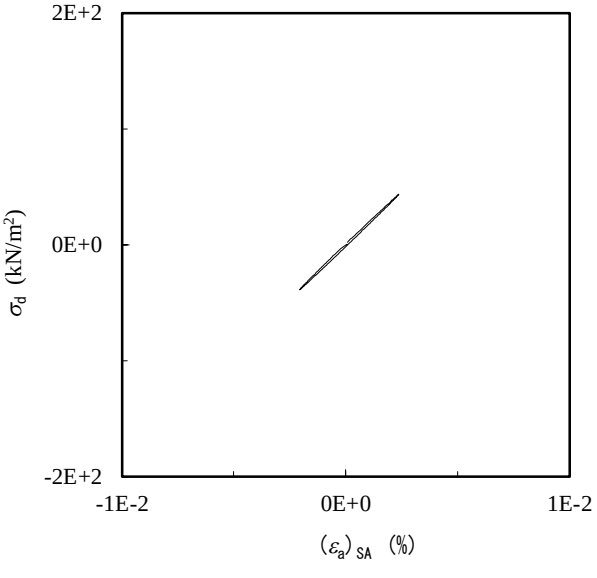




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

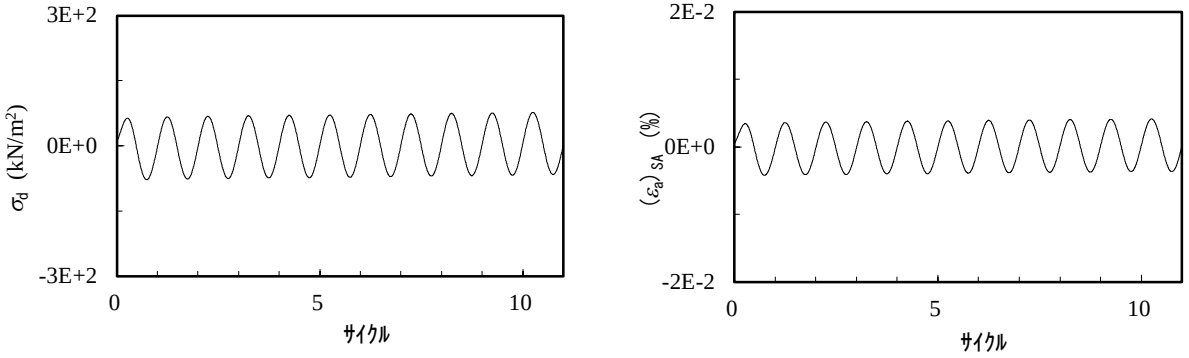
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

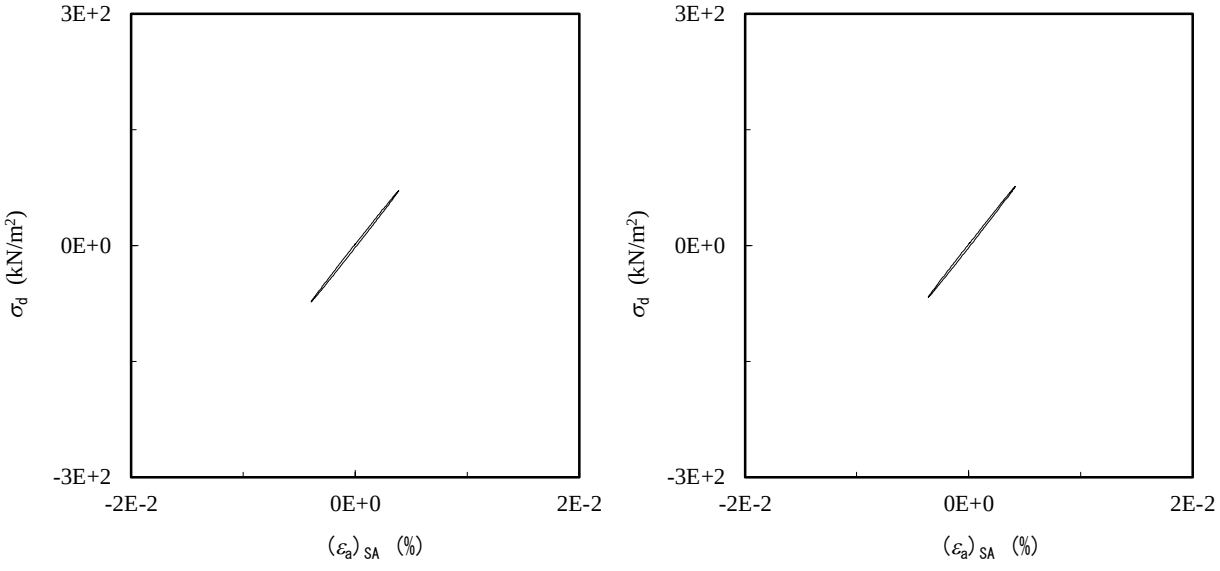
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8694	2	71.6	3.87E-03	1850	1.65
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9157	3	71.7	3.89E-03	1840	1.64
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	71.6	3.86E-03	1850	1.64
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.302	5	72.0	3.90E-03	1840	1.65
	断面積 A_n cm²	18.978	6	71.6	3.87E-03	1850	1.64
	間隙比 e_n	0.967	7	71.7	3.89E-03	1840	1.64
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	71.6	3.89E-03	1840	1.65
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	71.7	3.89E-03	1840	1.64
			10	71.6	3.88E-03	1840	1.65

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

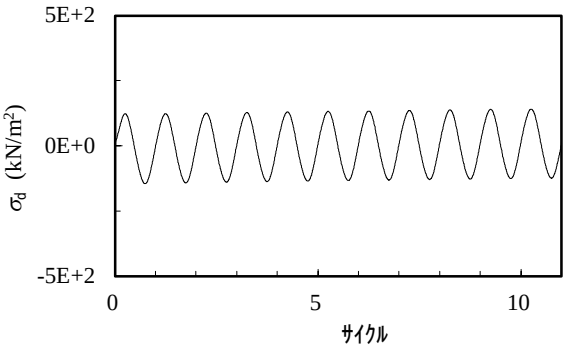
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

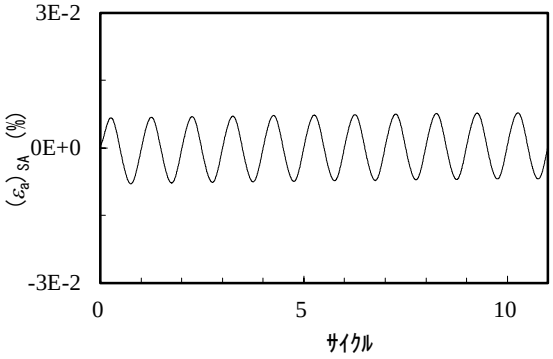
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

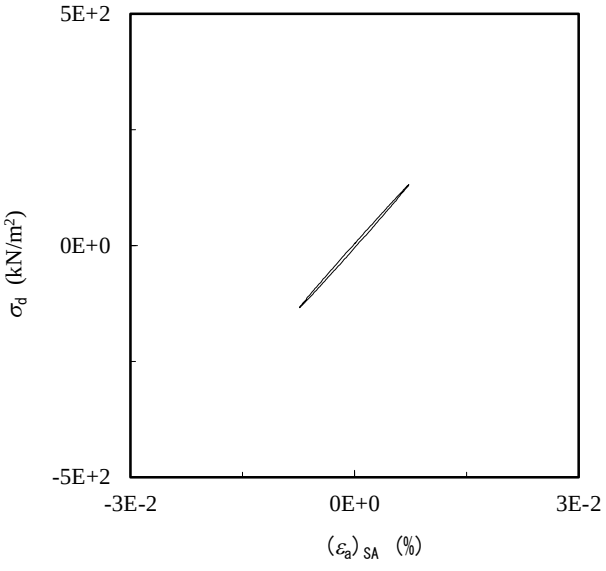
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8694	2	133	7.29E-03	1820	1.80
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9156	3	133	7.30E-03	1820	1.79
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	133	7.28E-03	1820	1.80
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.298	5	133	7.32E-03	1810	1.78
	断面積 A_n cm²	18.978	6	133	7.29E-03	1820	1.79
	間隙比 e_n	0.967	7	133	7.32E-03	1810	1.79
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	132	7.30E-03	1820	1.79
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	133	7.32E-03	1810	1.79
			10	133	7.32E-03	1810	1.79

波形の連続記録[1)]

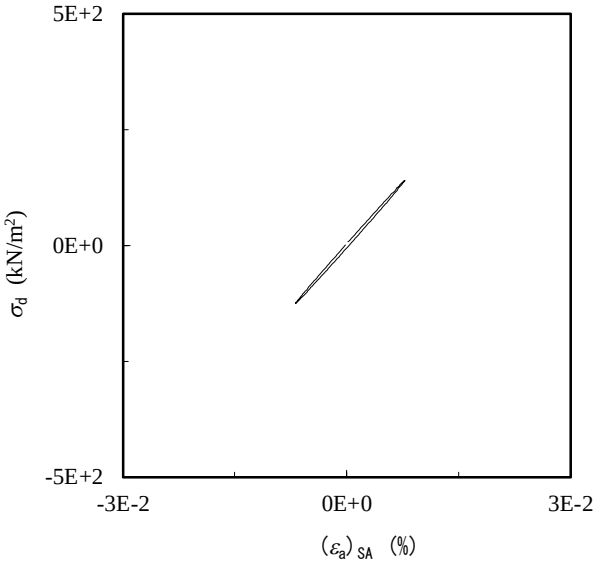




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

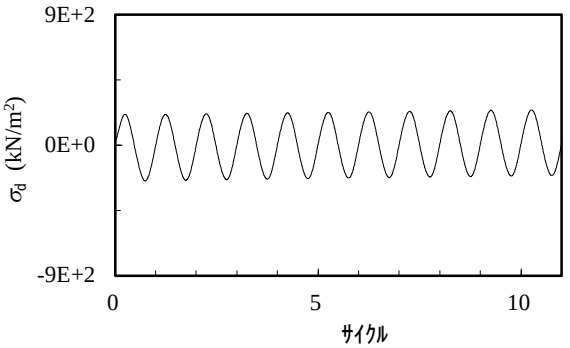
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

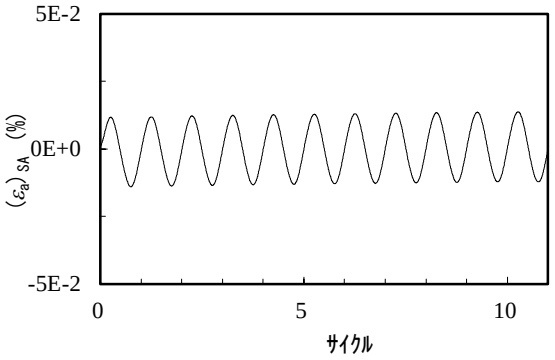
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	載荷過程 波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

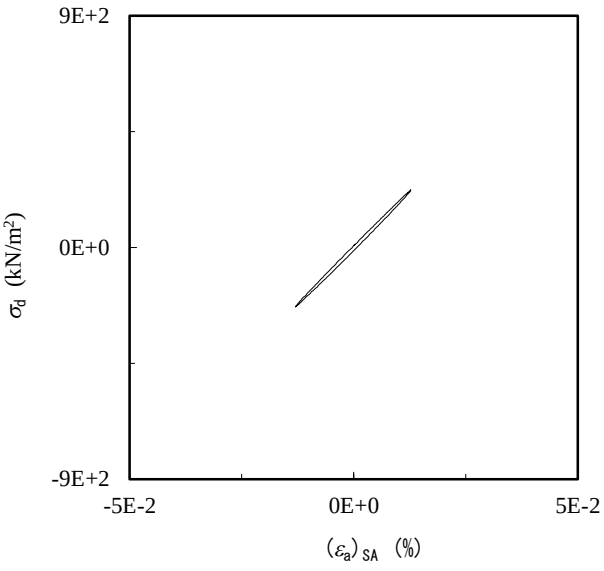
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8690	2	227	1.28E-02	1770	2.16
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9157	3	227	1.29E-02	1760	2.16
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	226	1.28E-02	1760	2.15
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.298	5	227	1.29E-02	1760	2.15
	断面積 A_n cm²	18.978	6	226	1.29E-02	1760	2.15
	間隙比 e_n	0.967	7	226	1.29E-02	1760	2.15
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	226	1.29E-02	1760	2.14
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	226	1.29E-02	1750	2.15
			10	226	1.29E-02	1750	2.14

波形の連続記録[1)]

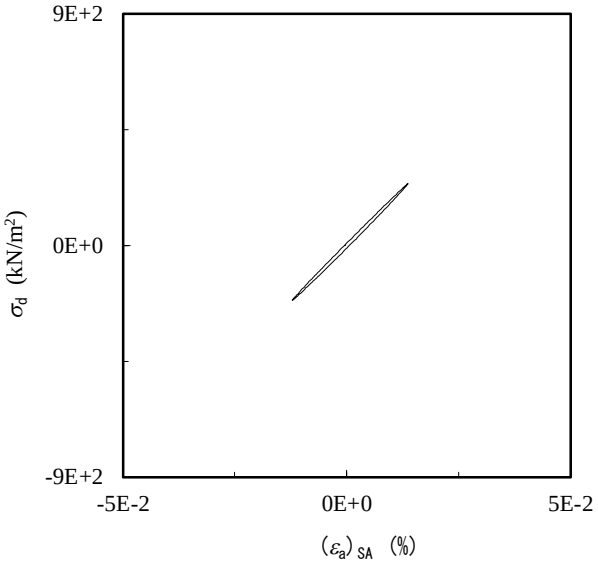




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

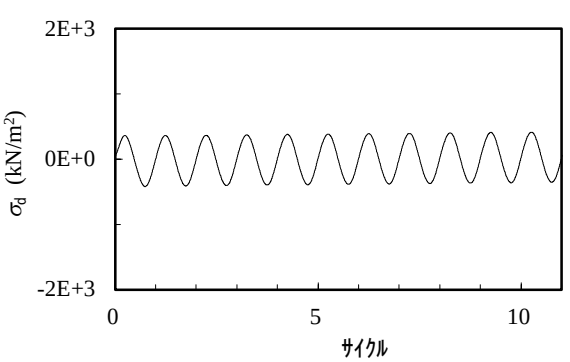
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

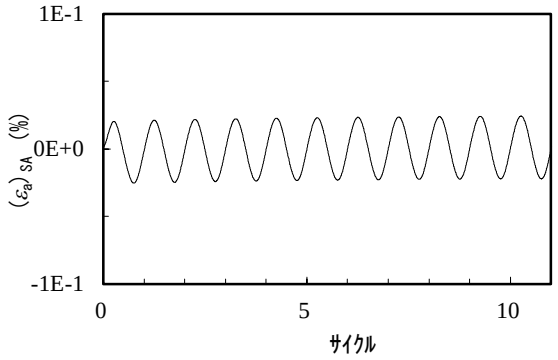
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

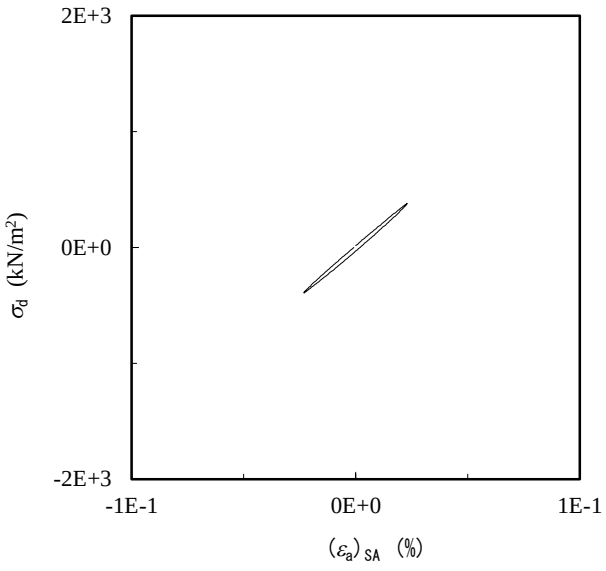
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8690	2	386	2.30E-02	1680	3.00
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9157	3	385	2.30E-02	1670	2.97
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	385	2.30E-02	1670	2.96
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.298	5	385	2.31E-02	1670	2.94
	断面積 A_n cm²	18.978	6	385	2.31E-02	1670	2.92
	間隙比 e_n	0.967	7	385	2.31E-02	1660	2.89
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	8	384	2.31E-02	1660	2.88
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	385	2.32E-02	1660	2.86
			10	385	2.32E-02	1660	2.84

波形の連続記録[1)]

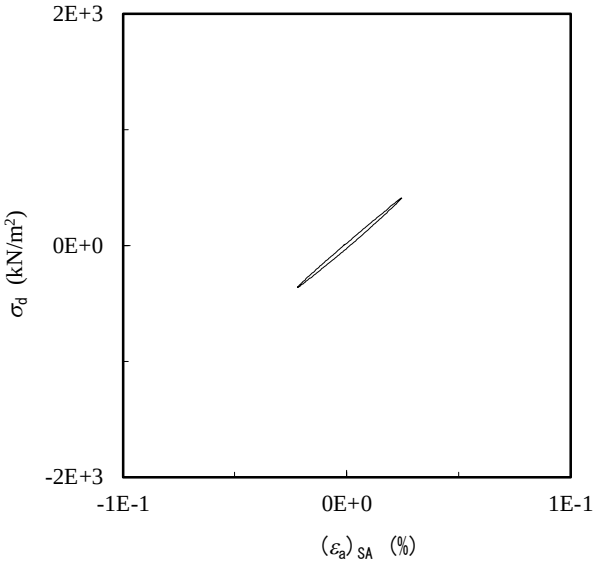




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

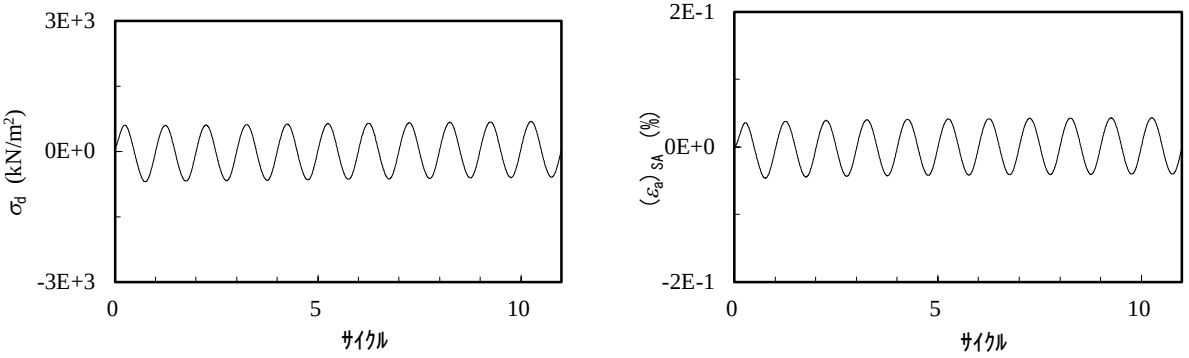
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

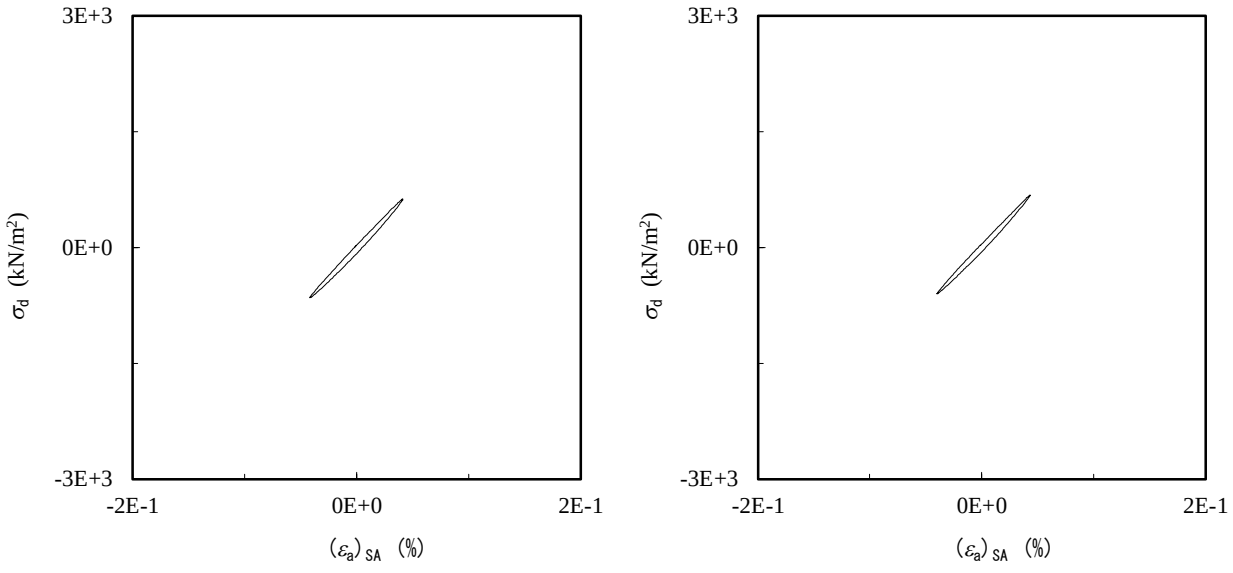
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8682	2	642	4.12E-02	1560	4.56
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9158	3	641	4.13E-02	1550	4.27
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	640	4.14E-02	1550	4.16
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.293	5	640	4.15E-02	1540	4.08
	断面積 A_n cm²	18.979	6	640	4.15E-02	1540	4.04
	間隙比 e_n	0.967	7	640	4.16E-02	1540	3.93
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	8	639	4.16E-02	1540	3.90
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	640	4.16E-02	1540	3.88
			10	640	4.17E-02	1540	3.86

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

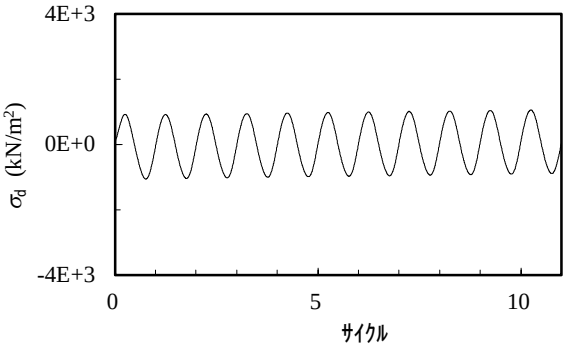
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

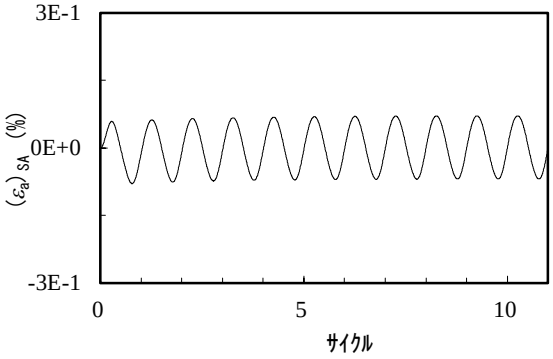
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

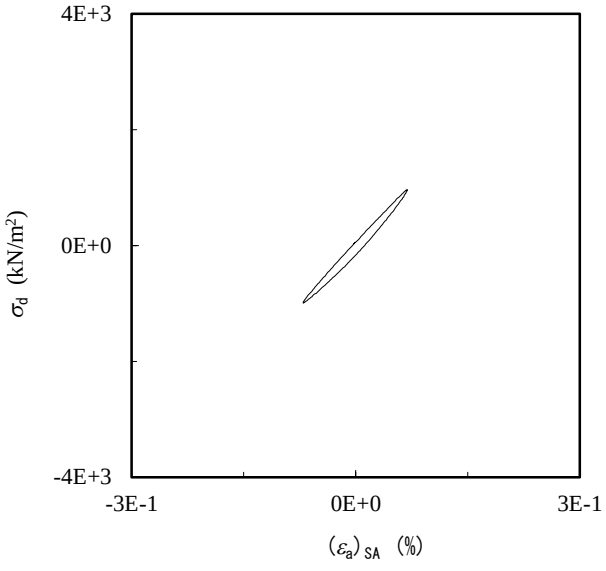
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8670	2	978	6.90E-02	1420	6.07
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9160	3	977	6.94E-02	1410	5.72
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	976	6.95E-02	1400	5.55
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.283	5	978	6.98E-02	1400	5.42
	断面積 A_n cm²	18.981	6	976	6.99E-02	1400	5.35
	間隙比 e_n	0.967	7	977	7.00E-02	1390	5.20
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	8	976	7.01E-02	1390	5.17
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.049	9	976	7.02E-02	1390	5.12
			10	977	7.03E-02	1390	5.00

波形の連続記録[1)]

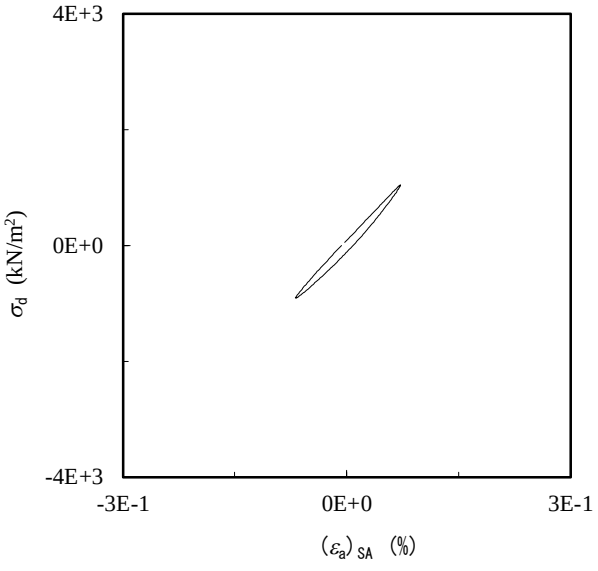




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

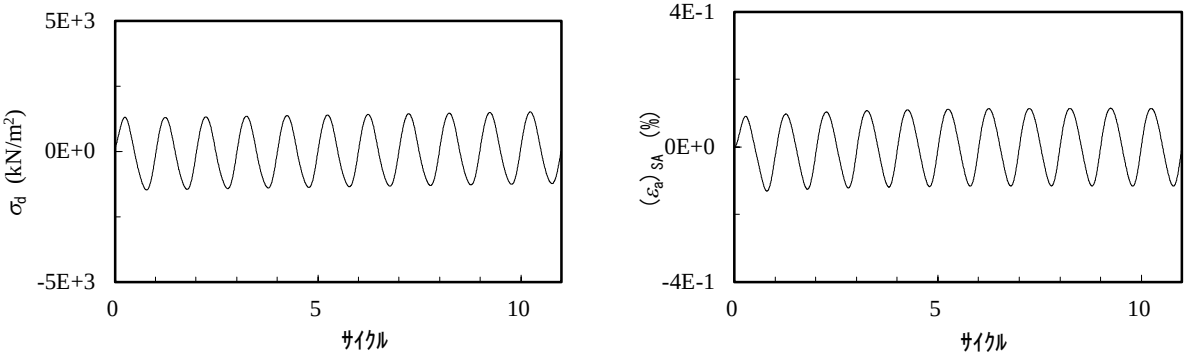
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

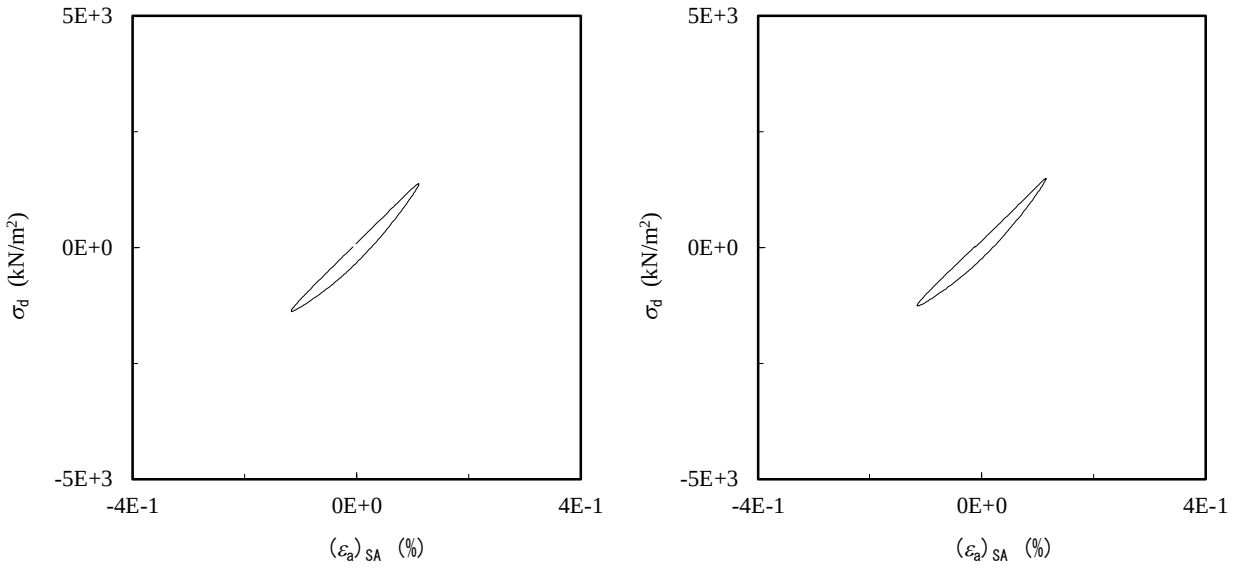
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.049		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8634	2	1380	1.11E-01	1240	7.75
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9165	3	1380	1.12E-01	1220	7.62
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1370	1.13E-01	1220	7.41
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.253	5	1380	1.14E-01	1210	7.16
	断面積 A_n cm²	18.985	6	1370	1.14E-01	1210	7.08
	間隙比 e_n	0.967	7	1380	1.14E-01	1200	6.99
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0128	8	1370	1.15E-01	1200	6.93
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.103	9	1380	1.15E-01	1200	6.79
			10	1380	1.15E-01	1190	6.71

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

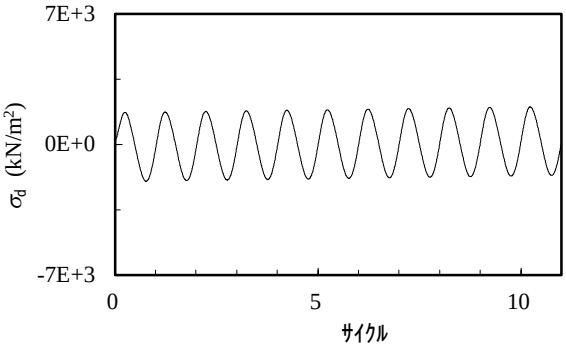
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

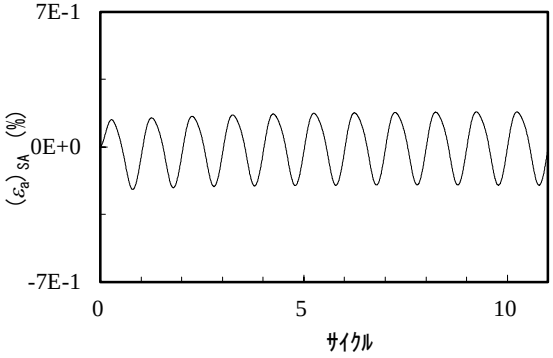
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

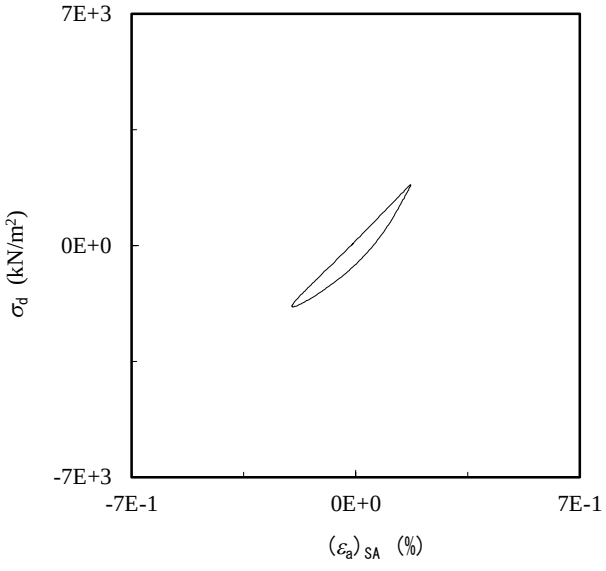
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0128	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.103		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8570	2	1840	1.81E-01	1020	9.39
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9174	3	1840	1.82E-01	1010	9.14
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1840	1.84E-01	1000	8.99
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.199	5	1840	1.86E-01	994	8.85
	断面積 A_n cm²	18.992	6	1840	1.86E-01	988	8.78
	間隙比 e_n	0.966	7	1840	1.87E-01	983	8.68
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0220	8	1840	1.88E-01	979	8.55
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.196	9	1840	1.89E-01	975	8.49
			10	1840	1.90E-01	972	8.42

波形の連続記録[1)]

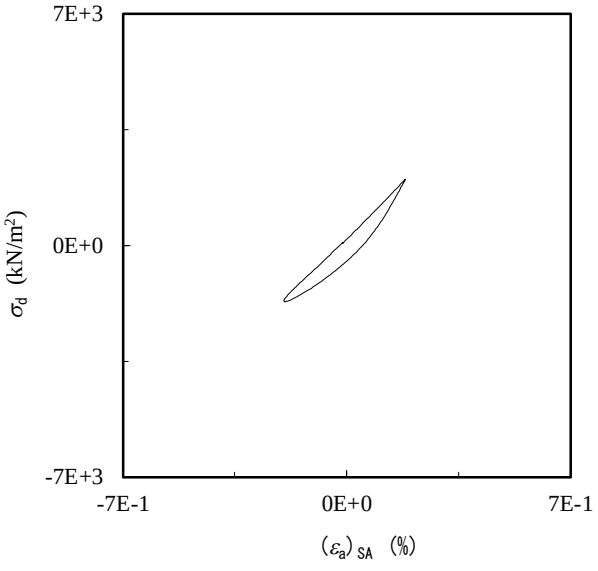




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

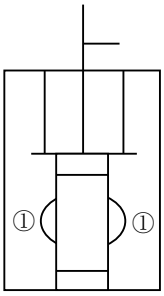
JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 〔試験条件 圧密状態〕
~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年9月30日

試料番号（深さ）：TI1850-P1-13　（39.00m ～39.15m）　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.371
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

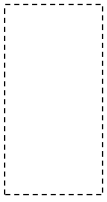
供試体No.	1	飽和方法	脱気水，背圧	圧密条件	等方，~~異方~~
試験条件 軸方向応力 σ_{ac} kN/m²		1400	載荷条件 載荷波形		正弦波，~~三角波~~
試験条件 側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²		1400	載荷周波数 f Hz		0.1
試験条件 背圧 u_b kN/m²		300	排水条件		~~排水~~，非排水
試験条件 軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²		1100	1サイクルデータポイント数		100
試験条件 側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²		1100	載荷段階数		11
試験条件 異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]			圧密 軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
試験条件 荷重計の容量 N		10000	圧密 軸変位計の読み	圧密後 cm	0.060
試験条件 トルク計の容量[6] N・m			圧密 排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
試験装置 軸変位計 大変位 位置		変位計 ~~回転角計~~ の位置	圧密 排水量の読み	圧密後 cm³	2.533
試験装置 軸変位計 大変位 種類			圧密後 軸変位量 ΔHc cm		0.060
試験装置 軸変位計 大変位 数			圧密後 体積変化量 ΔVc cm³		2.533
試験装置 軸変位計 小変位 位置	①		圧密後 高さ Hc cm		9.8698
試験装置 軸変位計 小変位 種類	LDT		圧密後 外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9156
試験装置 軸変位計 小変位 数	2		圧密後 内径 D_{ic}[6] cm		
試験装置 回転角計[6] 大変位 位置			圧密後 体積 Vc cm³		187.302
試験装置 回転角計[6] 大変位 種類			圧密後 断面積 Ac cm²		18.977
試験装置 回転角計[6] 大変位 数			圧密後 乾燥質量 m_s g		225.77
試験装置 回転角計[6] 小変位 位置			圧密後 乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.205
試験装置 回転角計[6] 小変位 種類			圧密後 間隙比 e_c[3]		0.967
試験装置 回転角計[6] 小変位 数			圧密後 相対密度 D_{rc}[3] %		
試験装置 金属製リブ[6] 数量		リブの位置	間隙圧係数B 圧密前 等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		50.0
試験装置 金属製リブ 高さ cm			間隙圧係数B 圧密前 間隙水圧増加量 Δu kN/m²		50.0
試験装置 金属製リブ 厚さ cm			間隙圧係数B 圧密前 測定に要した時間 min		1.0
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²		1×10⁻⁶	間隙圧係数B 圧密前 B 値		1.00
ゴムスリーブ 材質		ラテックス	間隙圧係数B 圧密後 等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		
ゴムスリーブ 厚さ mm		0.25	間隙圧係数B 圧密後 間隙水圧増加量 Δuu kN/m²		
圧密前 高さ Ho cm		9.930	間隙圧係数B 圧密後 間隙水圧増加量 Δul kN/m²		
圧密前 外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm		4.934	間隙圧係数B 圧密後 測定に要した時間 min		
圧密前 内径 D_{io}[6] cm			間隙圧係数B 圧密後 B 値		



特記事項

※供試体の軸ひずみはLDTによるデータより算出した。

供試体の状況



1)試料の採取方法，試料の状態（塊状,凍結,ときほぐされた）等を記載する。

2)トリミング法，負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界，塑性限界，砂質土の場合は最小乾燥密度，最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係

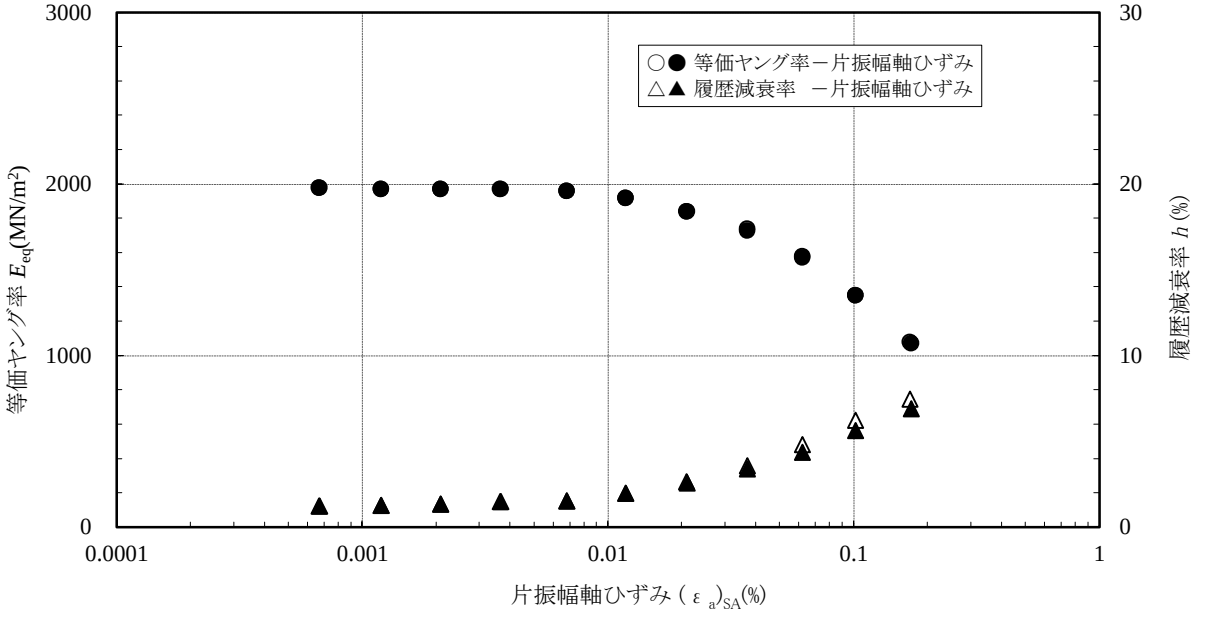
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	(深さ) TI1850-P1-13 (39.00m～39.15m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.371
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方,~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	6.69E-04	1980	1.25	6.67E-04	1980	1.25
2	1.19E-03	1970	1.27	1.19E-03	1970	1.27
3	2.08E-03	1970	1.36	2.08E-03	1970	1.36
4	3.66E-03	1970	1.49	3.63E-03	1970	1.49
5	6.78E-03	1960	1.54	6.78E-03	1960	1.54
6	1.18E-02	1920	2.00	1.18E-02	1920	1.97
7	2.09E-02	1840	2.65	2.10E-02	1840	2.58
8	3.69E-02	1740	3.58	3.70E-02	1730	3.40
9	6.18E-02	1580	4.82	6.20E-02	1570	4.37
10	1.02E-01	1350	6.25	1.02E-01	1350	5.66
11	1.70E-01	1080	7.46	1.72E-01	1070	6.91
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

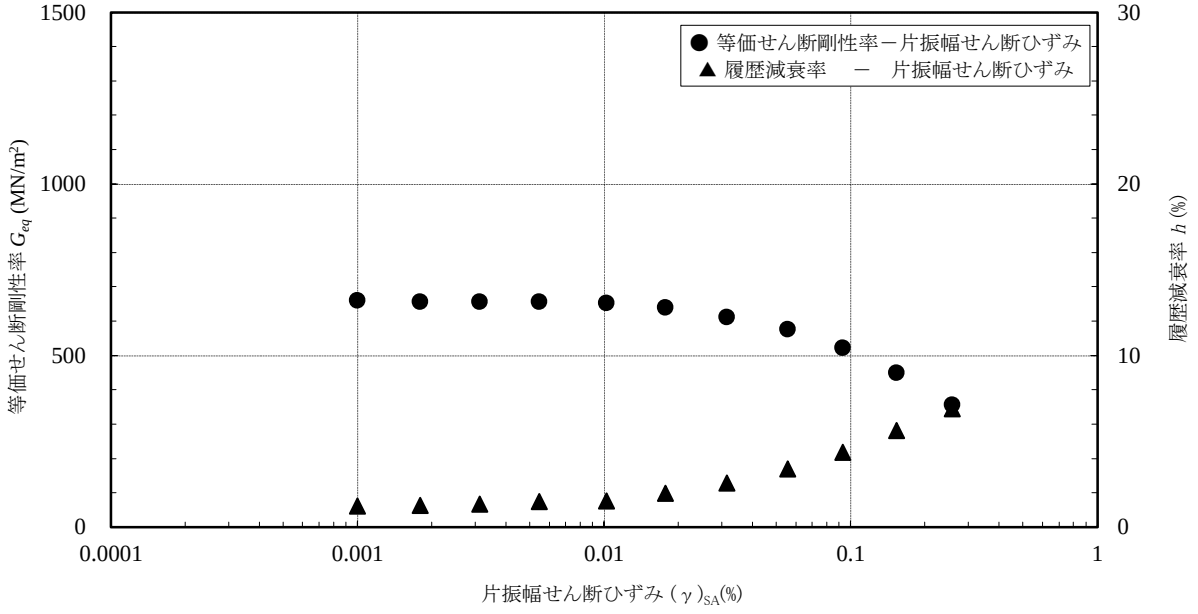
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	(深さ) TI1850-P1-13 (39.00m～39.15m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.371
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.00E-03	660	1.25	1.00E-03	660	1.25
2	1.79E-03	657	1.27	1.79E-03	657	1.27
3	3.12E-03	657	1.36	3.12E-03	657	1.36
4	5.49E-03	657	1.49	5.45E-03	657	1.49
5	1.02E-02	653	1.54	1.02E-02	653	1.54
6	1.77E-02	640	2.00	1.77E-02	640	1.97
7	3.14E-02	613	2.65	3.15E-02	613	2.58
8	5.54E-02	580	3.58	5.55E-02	577	3.40
9	9.27E-02	527	4.82	9.30E-02	523	4.37
10	1.53E-01	450	6.25	1.53E-01	450	5.66
11	2.55E-01	360	7.46	2.58E-01	357	6.91
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

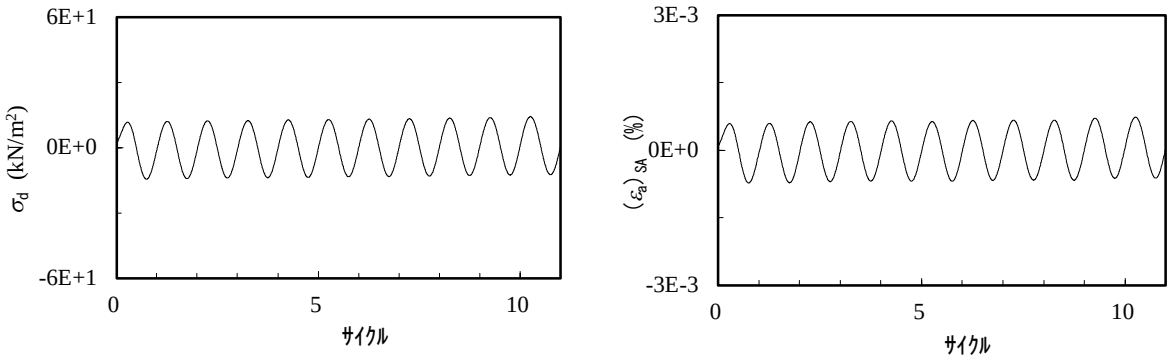
1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

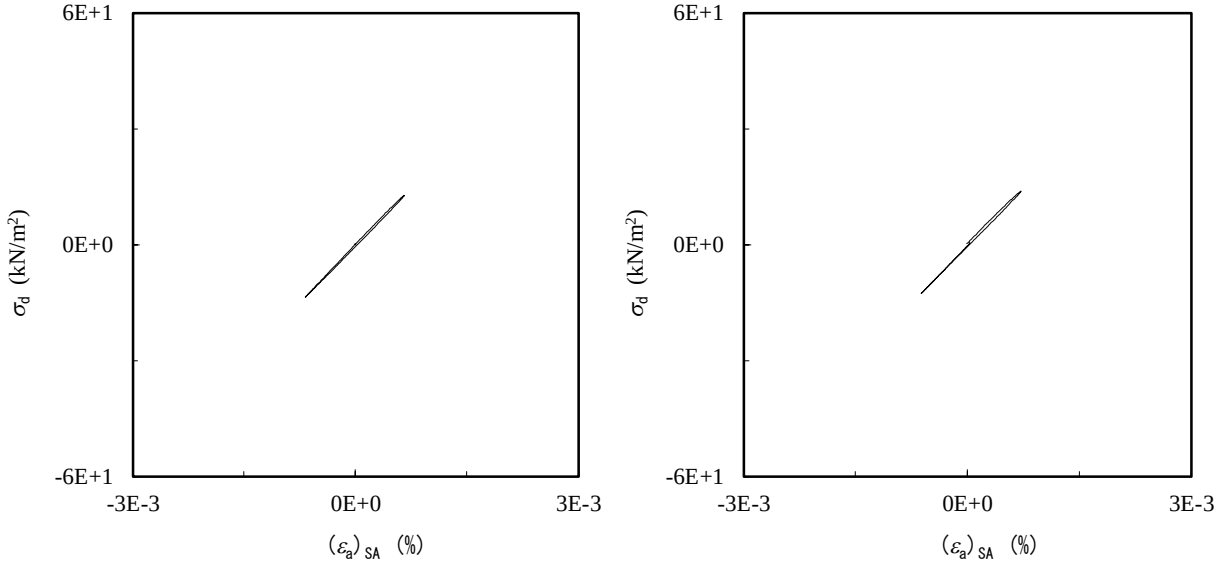
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8698	2	13.1	6.60E-04	1990	1.25
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9156	3	13.2	6.63E-04	1980	1.25
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	13.1	6.63E-04	1980	1.26
	体積 V_n [3] cm³	187.302	5	13.2	6.69E-04	1980	1.25
	断面積 A_n cm²	18.977	6	13.1	6.63E-04	1980	1.26
	間隙比 e_n	0.967	7	13.2	6.65E-04	1990	1.25
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	13.2	6.66E-04	1980	1.25
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	13.2	6.66E-04	1990	1.26
			10	13.2	6.67E-04	1980	1.25

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

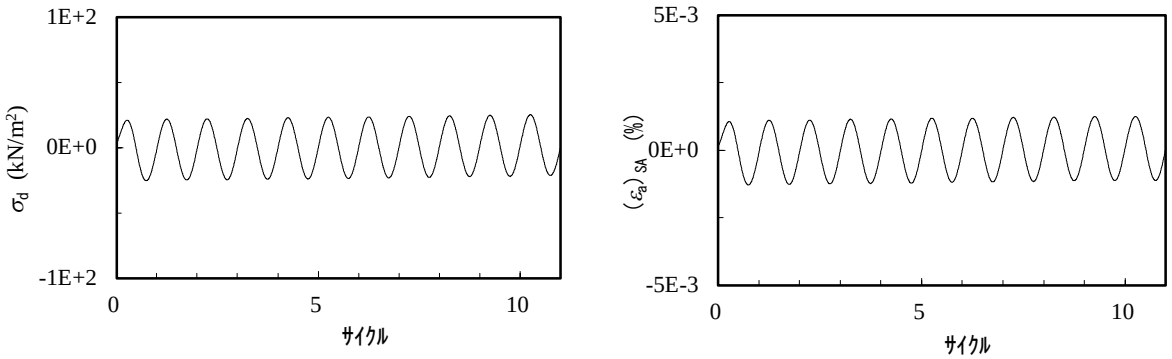
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

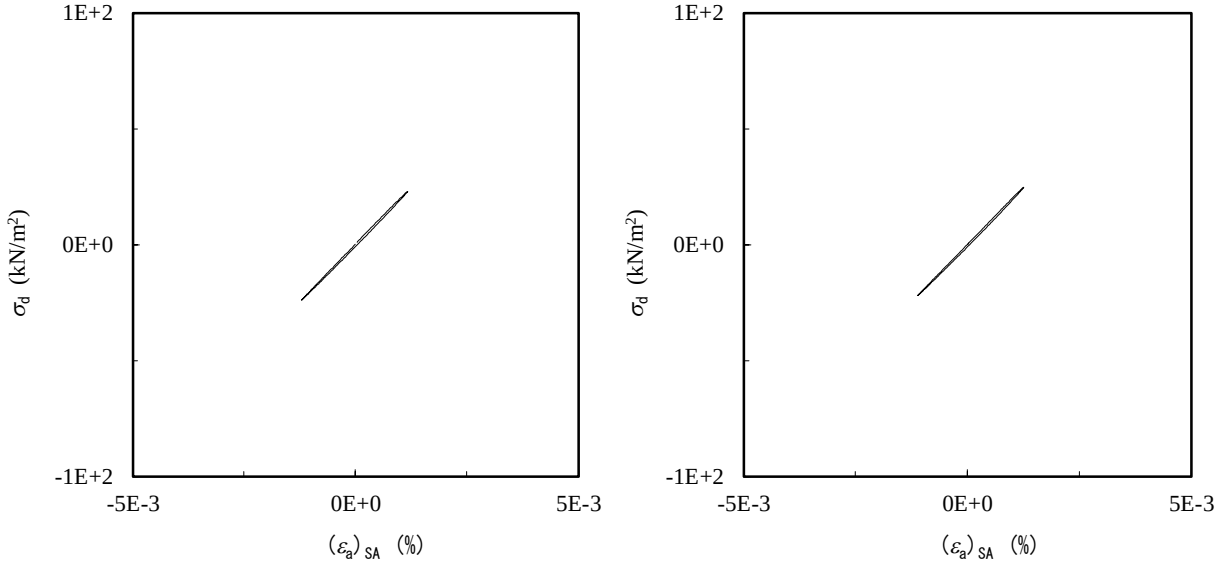
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8698	2	23.4	1.19E-03	1970	1.27
	外径 (D_n,D_{on} [3)]) cm	4.9156	3	23.4	1.18E-03	1980	1.27
	内径 (D_{in} [3)]) cm		4	23.3	1.19E-03	1960	1.27
	体積 V_n [3)] cm³	187.302	5	23.4	1.19E-03	1970	1.27
	断面積 A_n cm²	18.977	6	23.4	1.18E-03	1980	1.28
	間隙比 e_n	0.967	7	23.4	1.18E-03	1980	1.28
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	23.4	1.19E-03	1970	1.27
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	23.3	1.18E-03	1980	1.27
			10	23.4	1.19E-03	1970	1.27

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

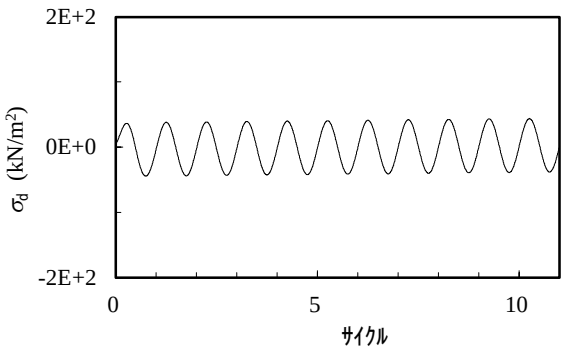
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

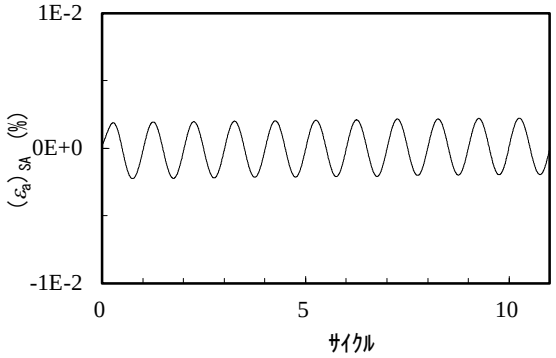
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

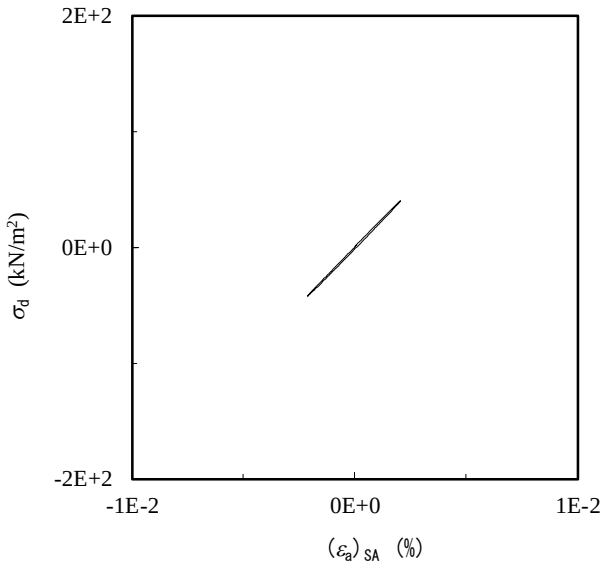
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8694	2	41.0	2.09E-03	1960	1.36
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9157	3	41.0	2.08E-03	1970	1.37
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	41.0	2.08E-03	1970	1.37
	体積 V_n [3] cm³	187.302	5	41.1	2.08E-03	1970	1.36
	断面積 A_n cm²	18.978	6	41.1	2.08E-03	1970	1.37
	間隙比 e_n	0.967	7	41.1	2.09E-03	1960	1.36
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	41.1	2.09E-03	1960	1.36
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	41.0	2.08E-03	1970	1.37
			10	41.1	2.08E-03	1970	1.36

波形の連続記録[1)]

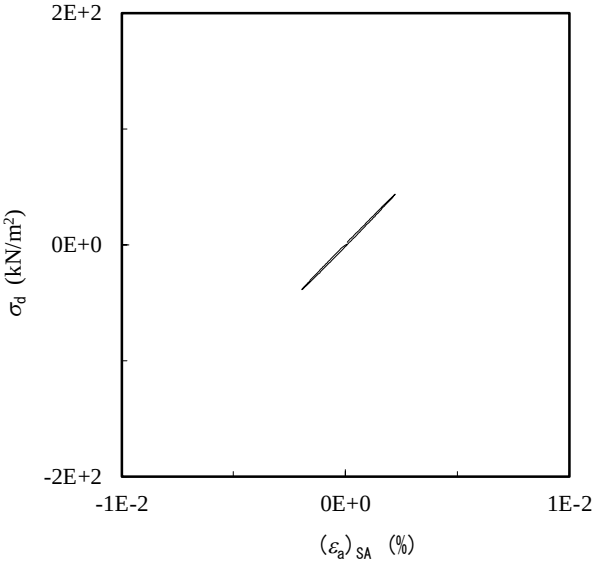




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

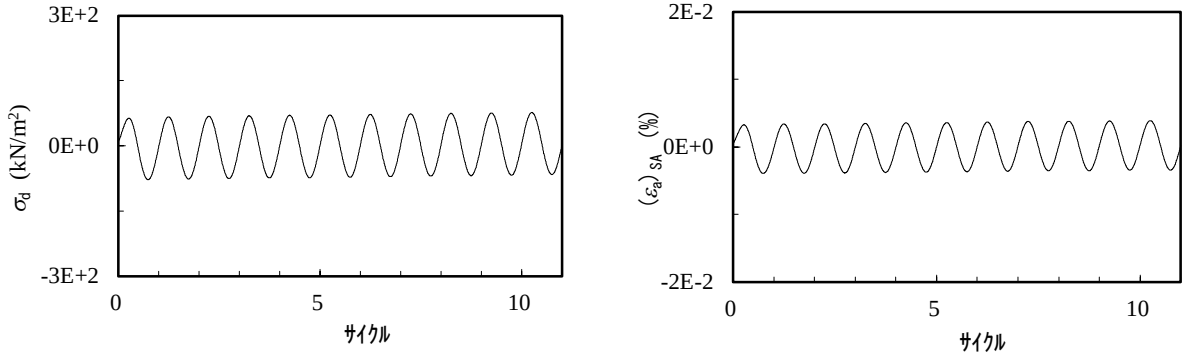
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

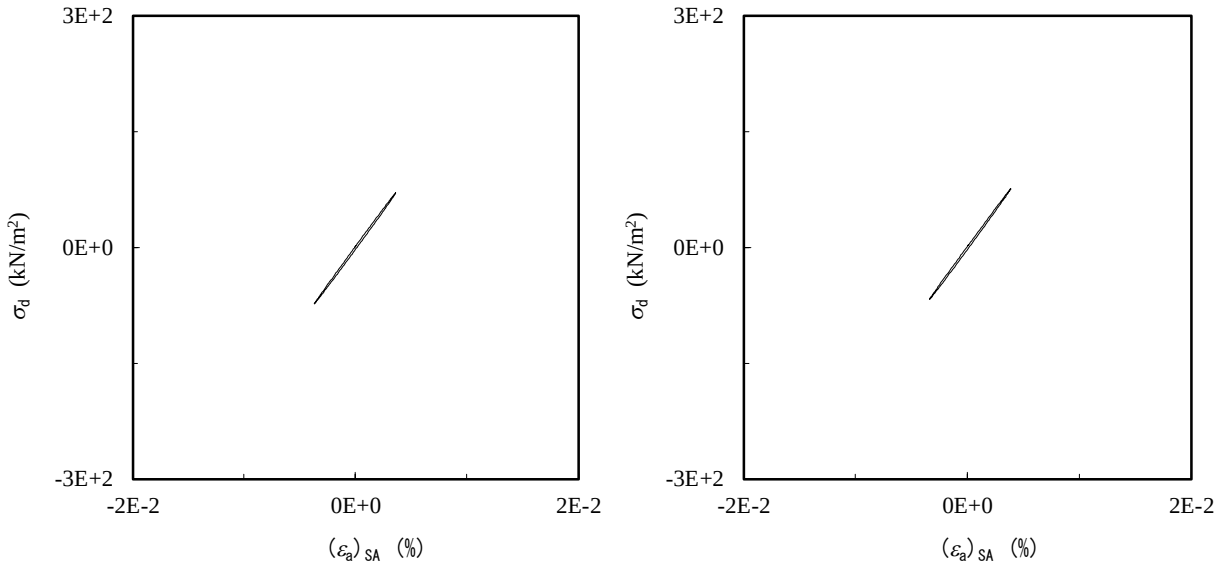
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8694	2	71.6	3.65E-03	1960	1.50
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9157	3	71.7	3.65E-03	1970	1.50
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	71.6	3.63E-03	1970	1.49
	体積 V_n[3] cm³	187.302	5	72.0	3.66E-03	1970	1.49
	断面積 A_n cm²	18.978	6	71.6	3.64E-03	1970	1.50
	間隙比 e_n	0.967	7	71.7	3.64E-03	1970	1.49
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	71.6	3.65E-03	1960	1.50
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	71.7	3.66E-03	1960	1.49
			10	71.6	3.63E-03	1970	1.49

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

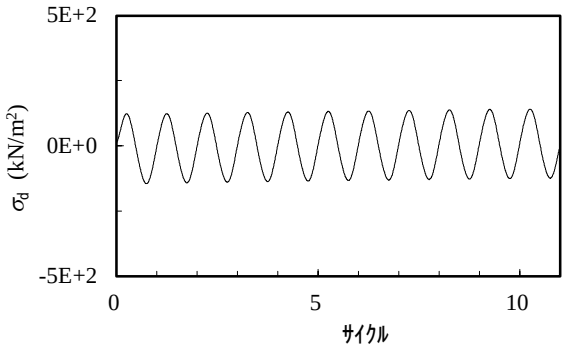
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

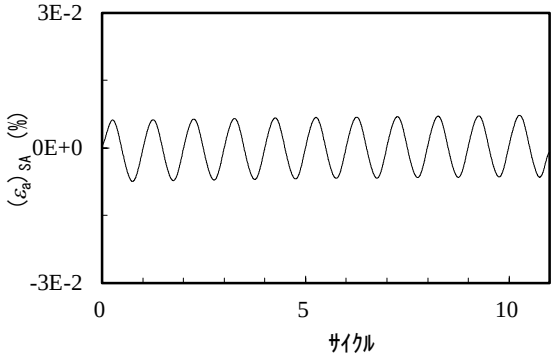
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

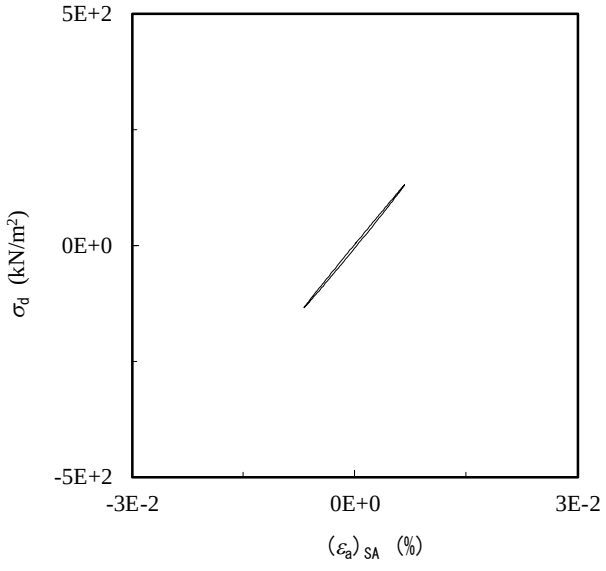
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8694	2	133	6.76E-03	1960	1.56
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9156	3	133	6.78E-03	1960	1.56
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	133	6.76E-03	1960	1.55
	体積 V_n[3] cm³	187.298	5	133	6.78E-03	1960	1.54
	断面積 A_n cm²	18.978	6	133	6.76E-03	1960	1.54
	間隙比 e_n	0.967	7	133	6.79E-03	1960	1.55
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	132	6.76E-03	1960	1.55
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	133	6.79E-03	1950	1.55
			10	133	6.78E-03	1960	1.54

波形の連続記録[1]

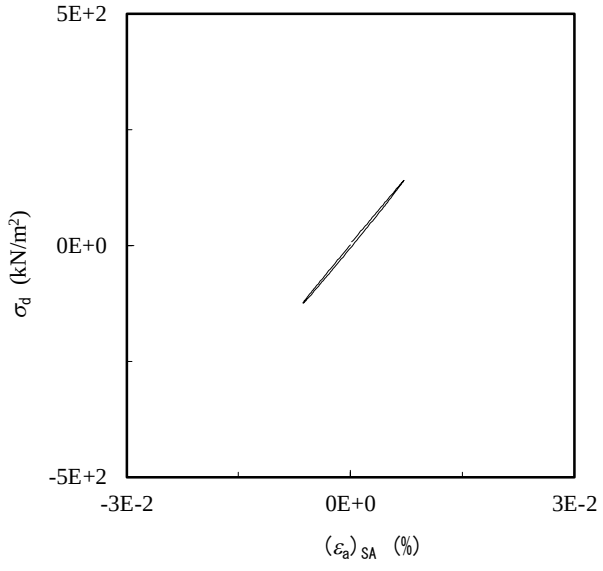




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

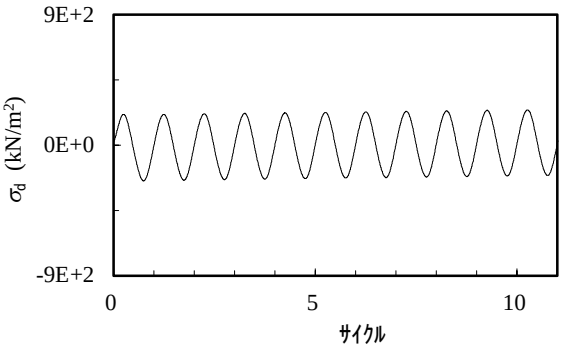
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

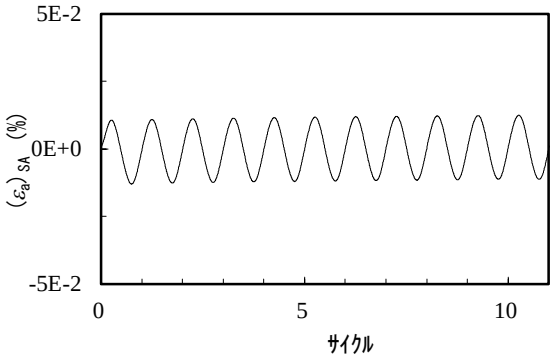
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

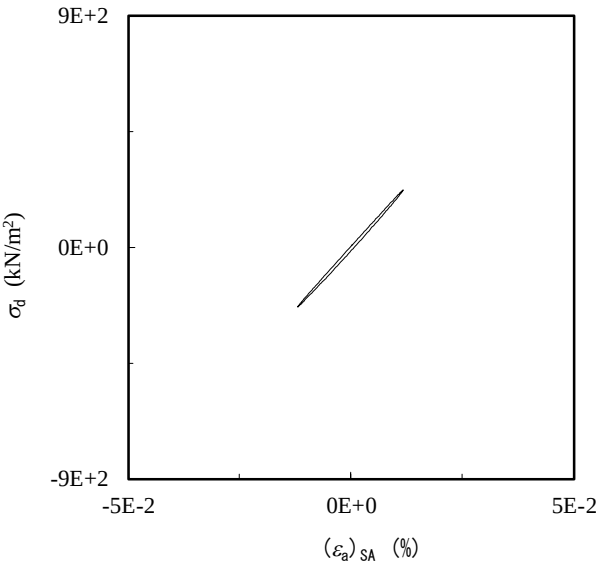
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8690	2	227	1.18E-02	1930	2.02
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9157	3	227	1.18E-02	1920	2.02
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	226	1.18E-02	1920	2.02
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.298	5	227	1.18E-02	1920	2.00
	断面積 A_n cm²	18.978	6	226	1.18E-02	1910	1.99
	間隙比 e_n	0.967	7	226	1.18E-02	1910	1.99
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	226	1.18E-02	1910	1.98
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	226	1.18E-02	1910	1.98
			10	226	1.18E-02	1920	1.97

波形の連続記録[1)]

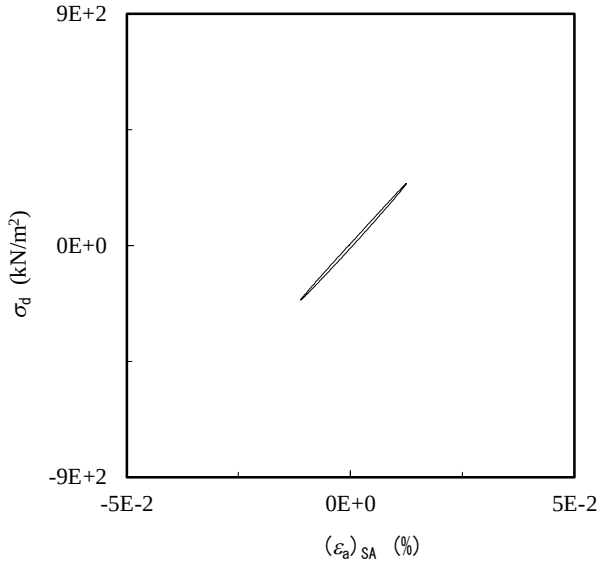




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

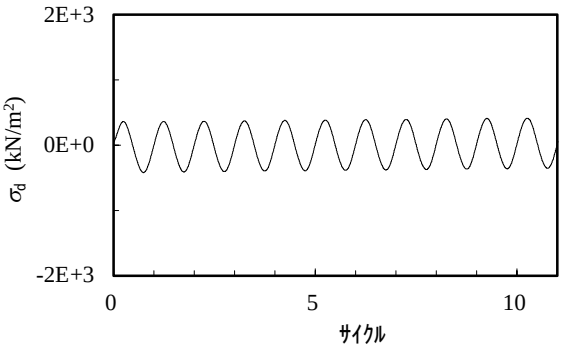
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

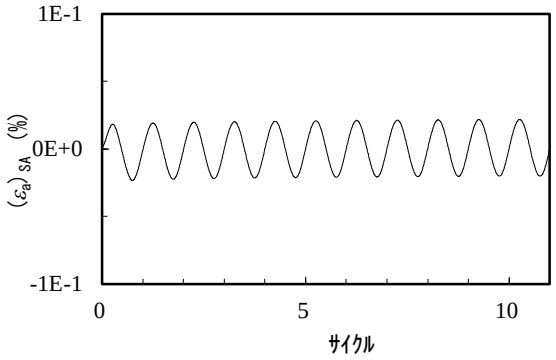
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

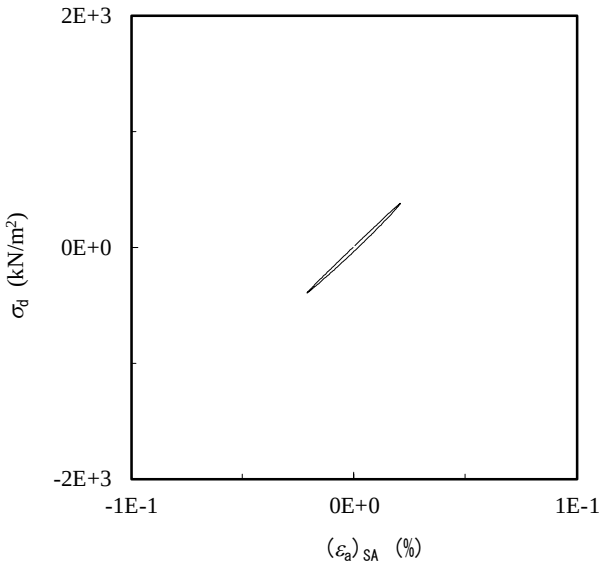
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8690	2	386	2.08E-02	1860	2.71
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9157	3	385	2.08E-02	1850	2.69
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	385	2.09E-02	1850	2.67
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.298	5	385	2.09E-02	1840	2.65
	断面積 A_n cm²	18.978	6	385	2.09E-02	1840	2.64
	間隙比 e_n	0.967	7	385	2.09E-02	1840	2.63
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	8	384	2.09E-02	1840	2.60
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	385	2.09E-02	1840	2.60
			10	385	2.10E-02	1840	2.58

波形の連続記録[1)]

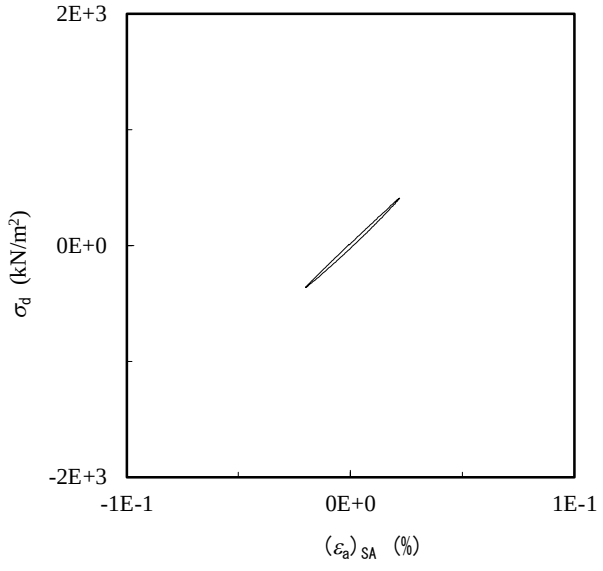




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

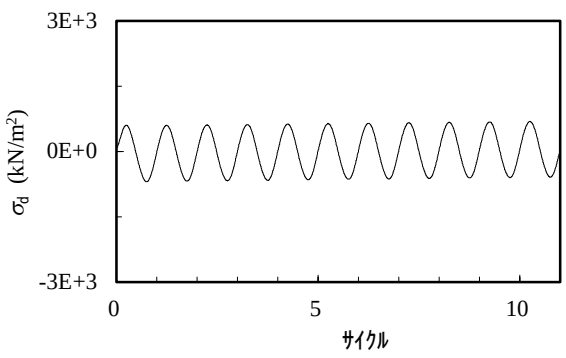
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

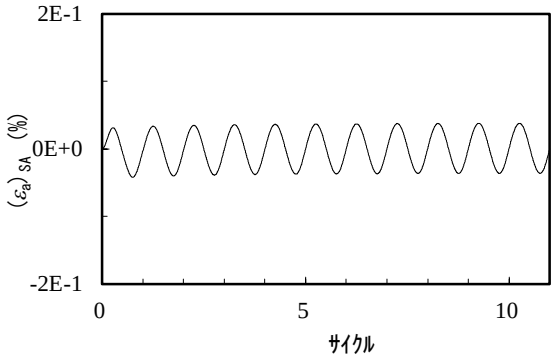
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

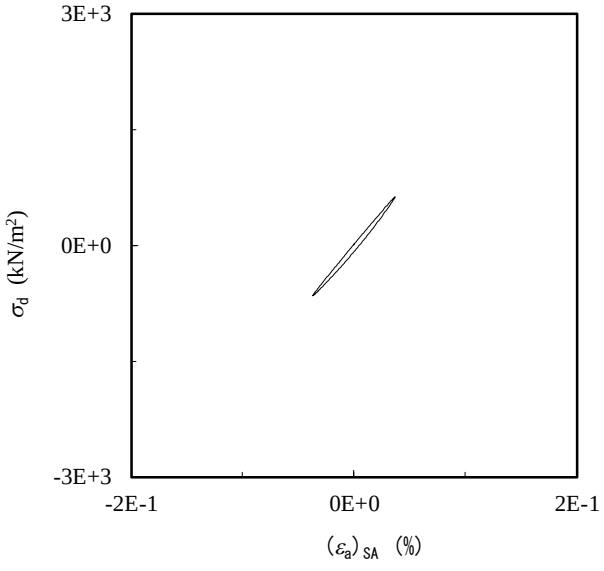
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009					
	高さ H_n cm	9.8682	2	642	3.67E-02	1750	3.77
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9158	3	641	3.68E-02	1740	3.72
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	640	3.68E-02	1740	3.66
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	187.293	5	640	3.69E-02	1740	3.58
	断面積 A_n cm²	18.979	6	640	3.69E-02	1730	3.54
	間隙比 e_n	0.967	7	640	3.70E-02	1730	3.50
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	8	639	3.69E-02	1730	3.44
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	640	3.70E-02	1730	3.43
			10	640	3.70E-02	1730	3.40

波形の連続記録[1)]

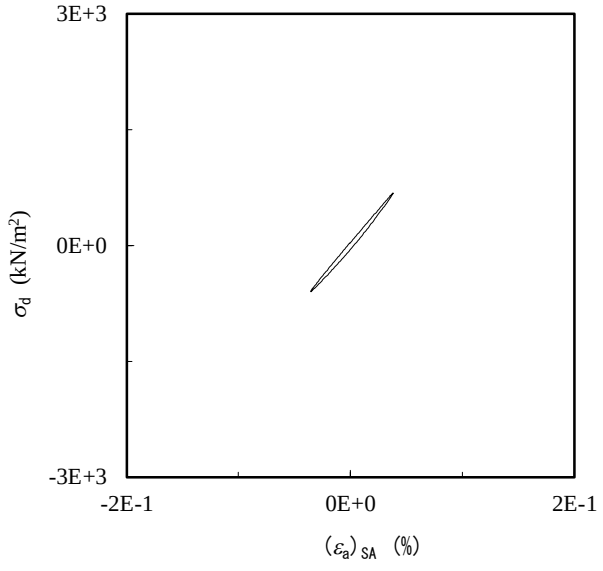




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

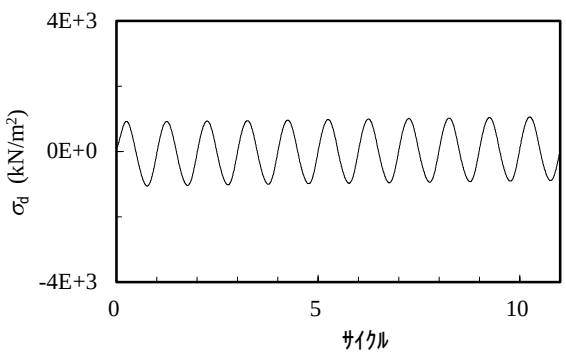
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

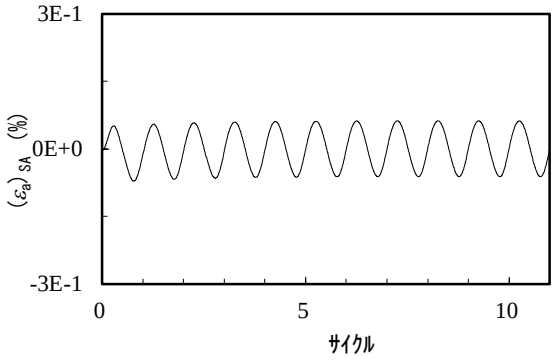
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

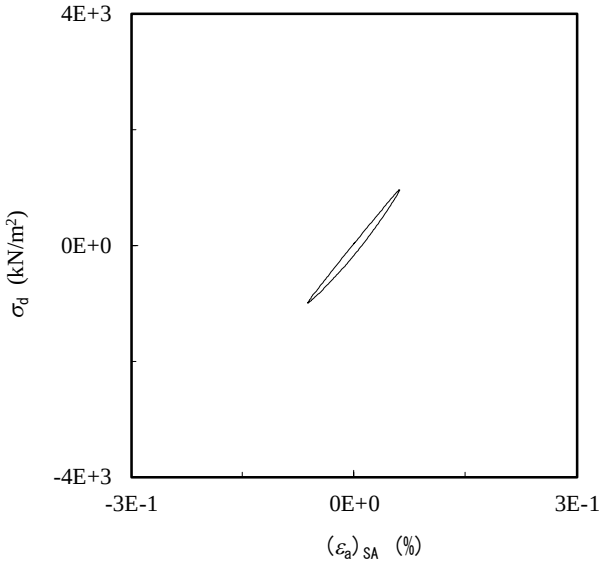
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8670	2	978	6.12E-02	1600	5.29
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9160	3	977	6.14E-02	1590	5.00
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	976	6.15E-02	1590	4.93
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	187.283	5	978	6.18E-02	1580	4.82
	断面積 A_n cm²	18.981	6	976	6.18E-02	1580	4.70
	間隙比 e_n	0.967	7	977	6.19E-02	1580	4.63
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	8	976	6.19E-02	1580	4.58
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.049	9	976	6.19E-02	1580	4.50
			10	977	6.20E-02	1570	4.37

波形の連続記録[1)]

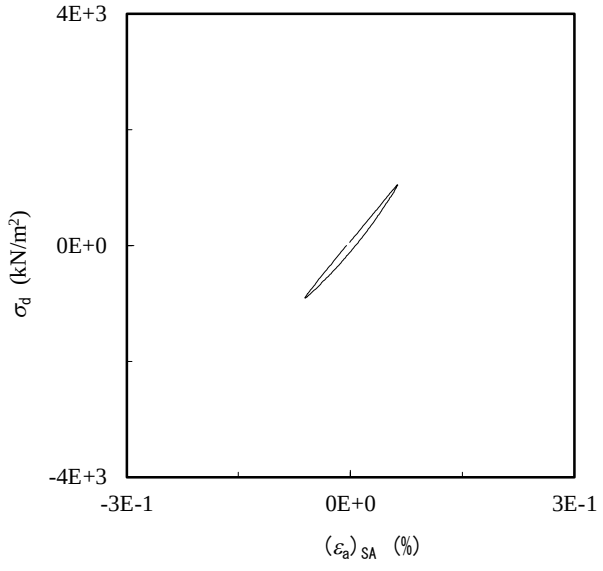




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

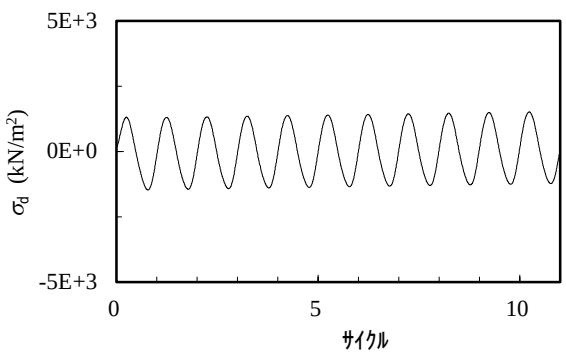
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

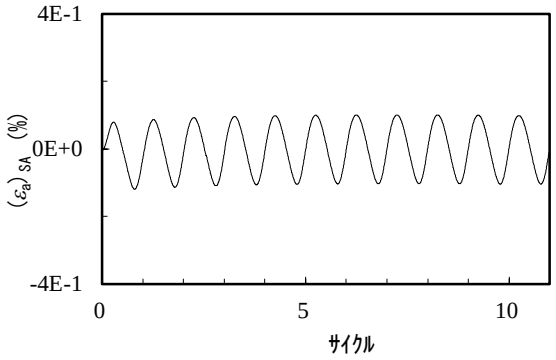
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

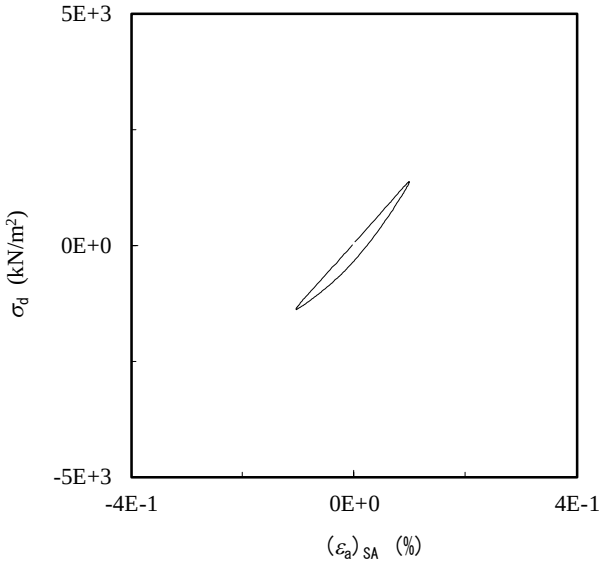
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.049		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8634	2	1380	1.00E-01	1380	6.83
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9165	3	1380	1.01E-01	1360	6.59
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	1370	1.01E-01	1360	6.56
	体積 V_n[3] cm³	187.253	5	1380	1.02E-01	1350	6.25
	断面積 A_n cm²	18.985	6	1370	1.02E-01	1350	6.14
	間隙比 e_n	0.967	7	1380	1.02E-01	1350	6.02
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0128	8	1370	1.02E-01	1350	5.95
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.103	9	1380	1.02E-01	1350	5.77
			10	1380	1.02E-01	1350	5.66

波形の連続記録[1]

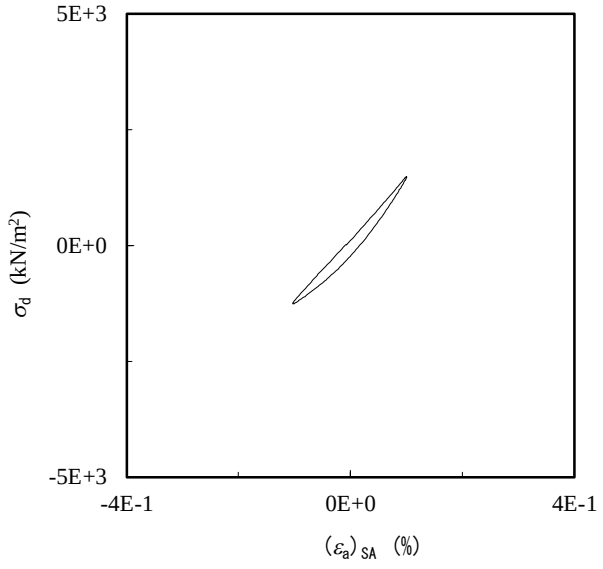




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

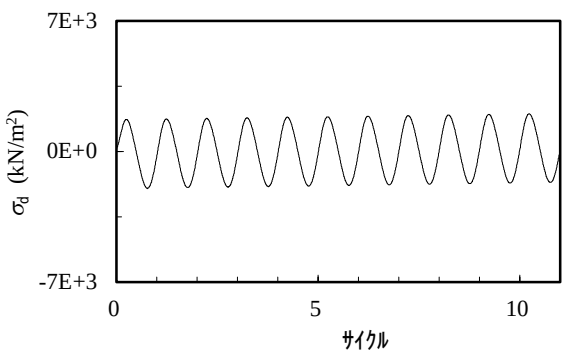
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

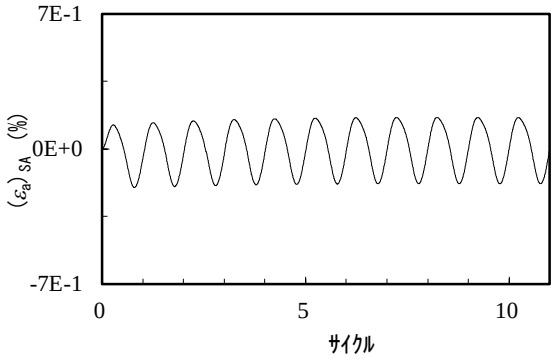
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年9月30日
試料番号	TI1850-P1-13 (39.00m ～39.15m)	試験者	

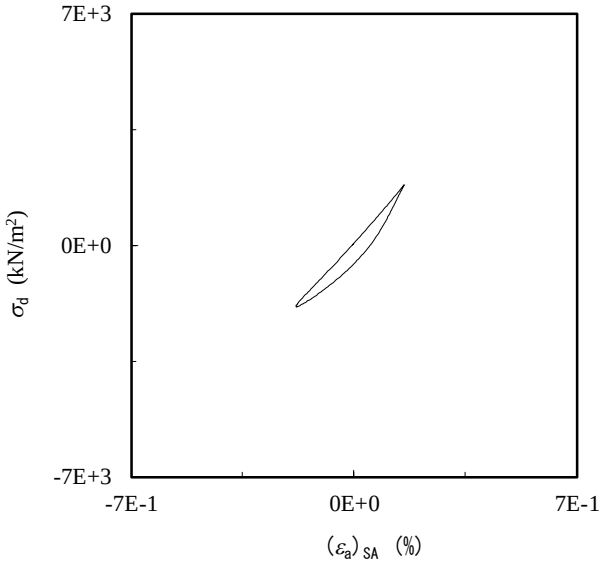
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0128	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.103		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8570	2	1840	1.66E-01	1110	7.78
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9174	3	1840	1.68E-01	1100	7.68
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	1840	1.69E-01	1090	7.65
	体積 V_n[3] cm³	187.199	5	1840	1.70E-01	1080	7.46
	断面積 A_n cm²	18.992	6	1840	1.71E-01	1080	7.37
	間隙比 e_n	0.966	7	1840	1.71E-01	1080	7.25
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0220	8	1840	1.71E-01	1070	7.09
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.196	9	1840	1.72E-01	1070	7.00
			10	1840	1.72E-01	1070	6.91

波形の連続記録[1]

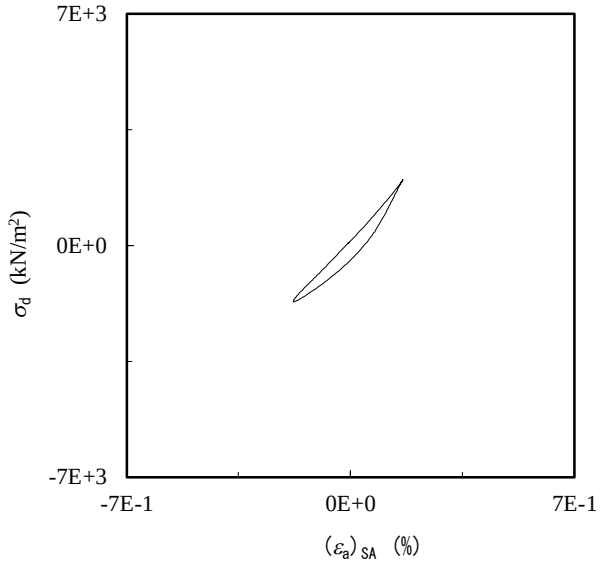




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ～~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~ 〔試験条件 圧密状態〕

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月1日

試料番号(深さ)：TI1850-P2-04　(52.25m ～52.40m)　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.378
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

試験条件

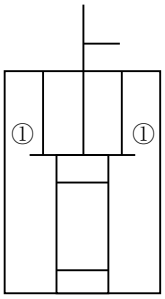
軸方向応力 σ_{ac} kN/m²	1400	
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²	1400	
背圧 u_b kN/m²	300	
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²	1100	
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²	1100	
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量 N	10000	
トルク計の容量[6] N・m		

載荷条件

載荷波形	正弦波, ~~三角波~~
載荷周波数 f Hz	0.1
排水条件	~~排水~~, 非排水
1サイクルデータポイント数	100
載荷段階数	11

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	非接触変位計	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[6]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²			1×10⁻⁶	
ゴムスリーフ 材質			ラテックス	
厚さ mm			0.25	
圧密前 高さ Ho cm			9.976	
外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm			4.971	
内径 D_{io}[6] cm				



圧密後

軸変位計の読み	圧密前 cm		0.000
	圧密後 cm		0.057
排水量の読み	圧密前 cm³		0.000
	圧密後 cm³		2.881
軸変位量 ΔHc cm			0.057
体積変化量 ΔVc cm³			2.881
高さ Hc cm			9.9190
外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm			4.9484
内径 D_{ic}[6] cm			
体積 Vc cm³			190.759
断面積 Ac cm²			19.232
乾燥質量 m_s g			215.31
乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³			1.129
間隙比 e_c[3]			1.107
相対密度 D_{rc}[3] %			

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²		49.0
	測定に要した時間 min		1.0
	B 値		0.98
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		
	間隙水圧増加量	Δuu kN/m²	
		Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min		
	B 値		

特記事項

※供試体の軸ひずみはギャップセンサーによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。

2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

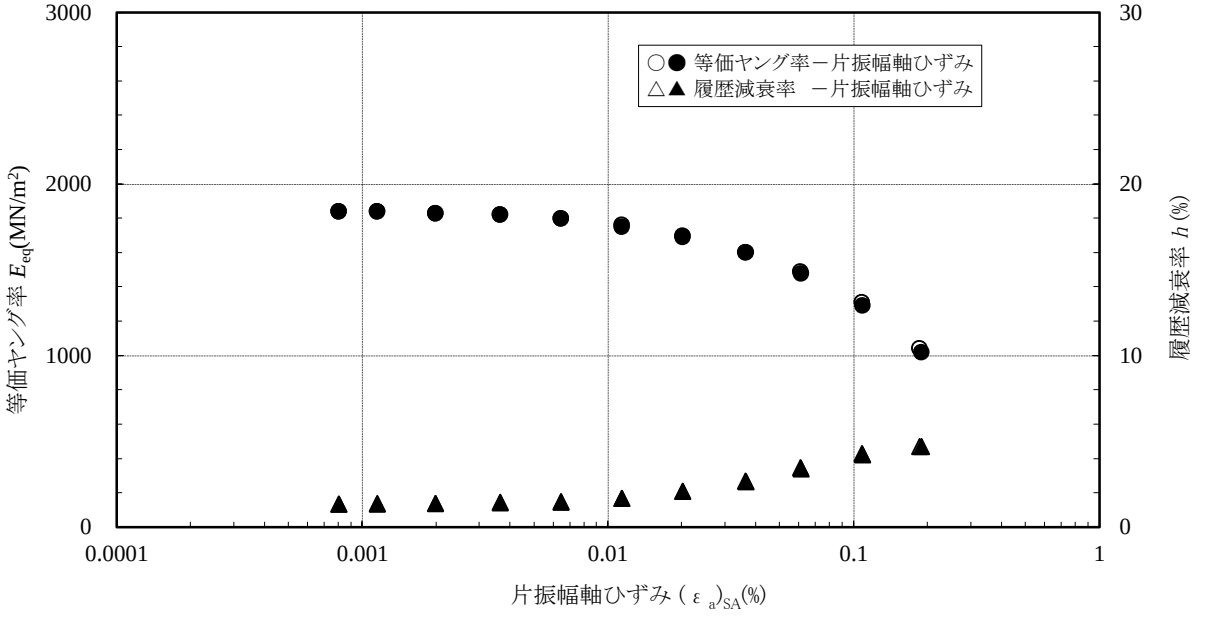
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	(深さ) TI1850-P2-04 (52.25m～52.40m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.378
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件				載荷条件		
	軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400		載荷波形	正弦波, ~~三角波~~
	側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400		載荷周波数 f Hz	0.1
	背圧	u_b kN/m^2	300		排水条件	~~排 水~~, 非排水
	軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100		1サイクルデータポイント数	100
	側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100		載荷段階数	11
	異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	7.99E-04	1840	1.34	8.00E-04	1840	1.36
2	1.15E-03	1840	1.36	1.15E-03	1840	1.38
3	1.98E-03	1830	1.39	1.98E-03	1830	1.40
4	3.64E-03	1820	1.45	3.64E-03	1820	1.44
5	6.45E-03	1800	1.50	6.45E-03	1800	1.45
6	1.14E-02	1760	1.69	1.14E-02	1750	1.69
7	2.01E-02	1700	2.11	2.01E-02	1690	2.09
8	3.62E-02	1600	2.71	3.64E-02	1600	2.66
9	6.06E-02	1490	3.47	6.12E-02	1480	3.42
10	1.08E-01	1310	4.29	1.09E-01	1290	4.22
11	1.85E-01	1040	4.70	1.89E-01	1020	4.72
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

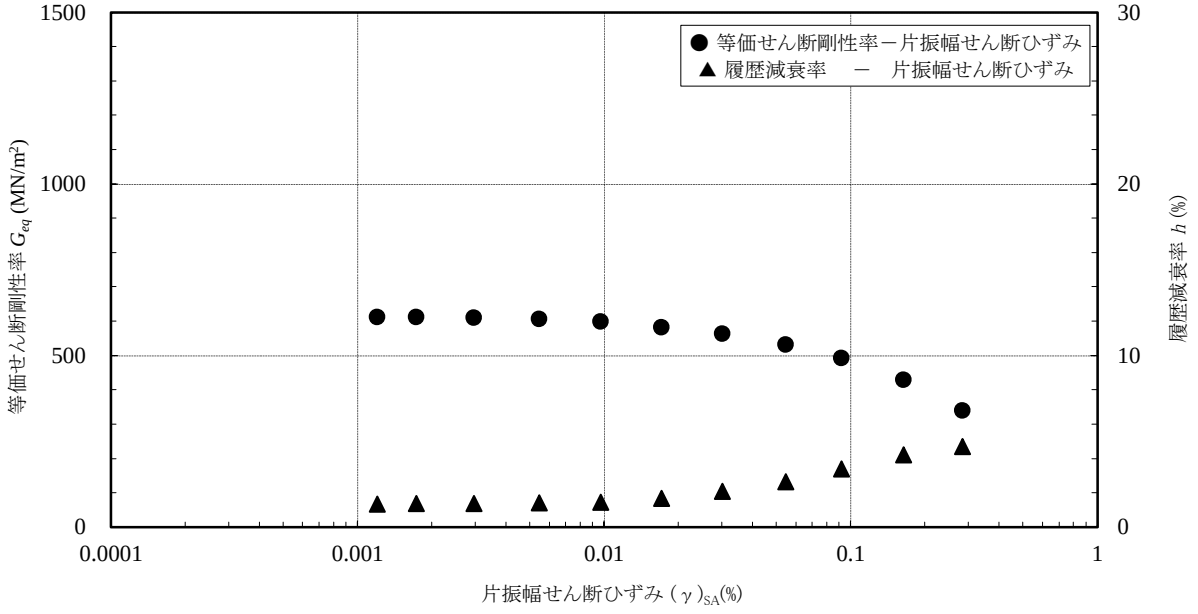
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	(深さ) TI1850-P2-04 (52.25m～52.40m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.378
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.20E-03	613	1.34	1.20E-03	613	1.36
2	1.73E-03	613	1.36	1.73E-03	613	1.38
3	2.97E-03	610	1.39	2.97E-03	610	1.40
4	5.46E-03	607	1.45	5.46E-03	607	1.44
5	9.68E-03	600	1.50	9.68E-03	600	1.45
6	1.71E-02	587	1.69	1.71E-02	583	1.69
7	3.02E-02	567	2.11	3.02E-02	563	2.09
8	5.43E-02	533	2.71	5.46E-02	533	2.66
9	9.09E-02	497	3.47	9.18E-02	493	3.42
10	1.62E-01	437	4.29	1.64E-01	430	4.22
11	2.78E-01	347	4.70	2.84E-01	340	4.72
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

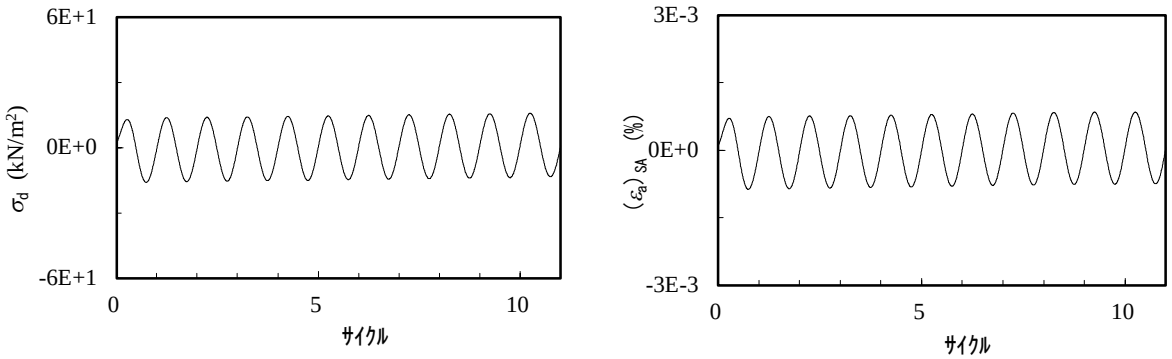
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

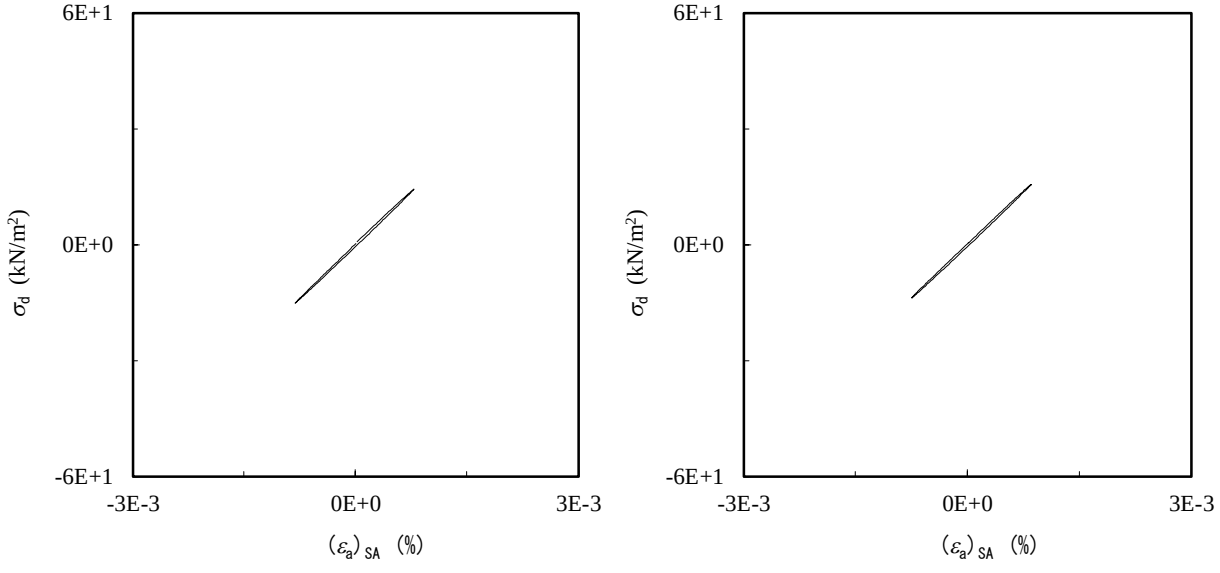
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	14.7	8.02E-04	1840	1.34
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9484	3	14.7	8.01E-04	1840	1.35
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	14.7	7.97E-04	1840	1.34
	体積 V_n [3] cm³	190.759	5	14.7	7.99E-04	1840	1.34
	断面積 A_n cm²	19.232	6	14.6	7.97E-04	1840	1.35
	間隙比 e_n	1.107	7	14.7	7.93E-04	1850	1.35
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	14.7	8.01E-04	1830	1.35
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	14.7	7.99E-04	1840	1.36
			10	14.7	8.00E-04	1840	1.36

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

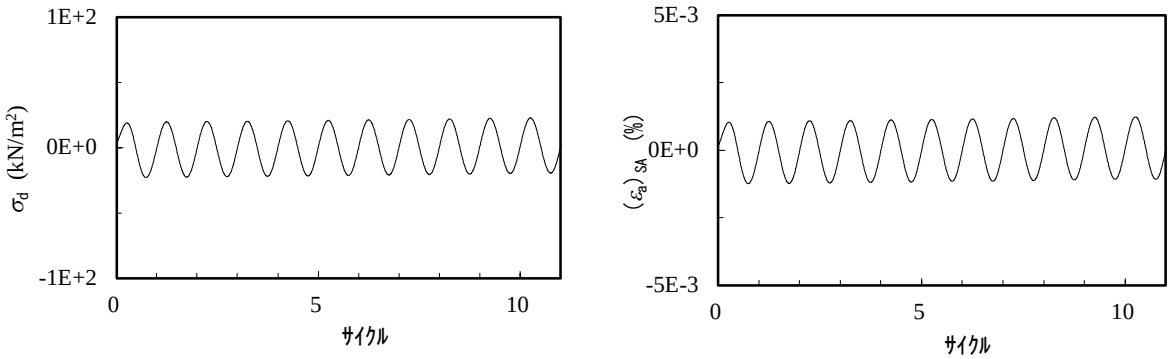
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

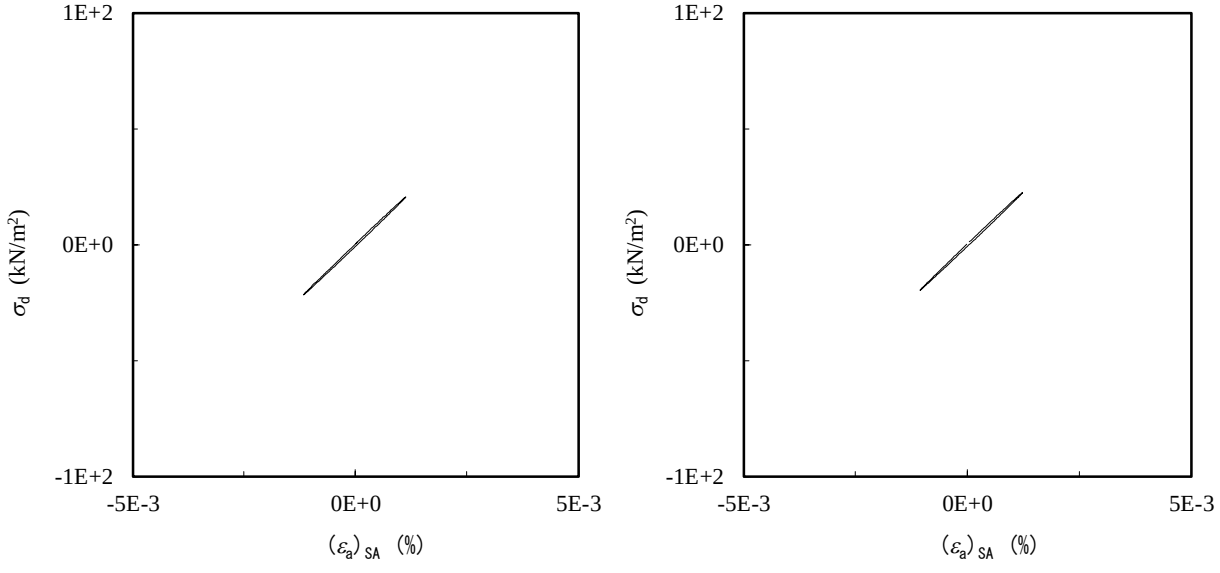
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	21.2	1.15E-03	1840	1.36
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9484	3	21.1	1.15E-03	1840	1.36
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	21.1	1.15E-03	1840	1.36
	体積 V_n [3] cm³	190.759	5	21.2	1.15E-03	1840	1.36
	断面積 A_n cm²	19.232	6	21.1	1.15E-03	1840	1.37
	間隙比 e_n	1.107	7	21.1	1.16E-03	1830	1.37
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	21.1	1.15E-03	1840	1.38
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	21.1	1.15E-03	1830	1.37
			10	21.1	1.15E-03	1840	1.38

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

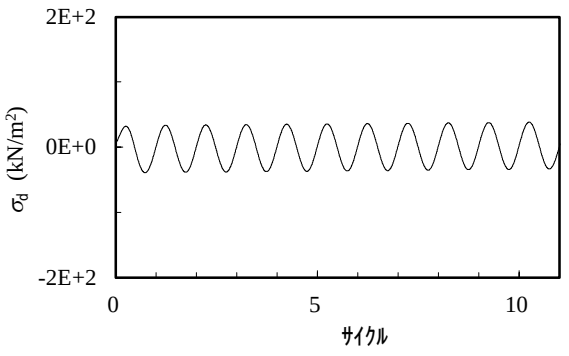
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

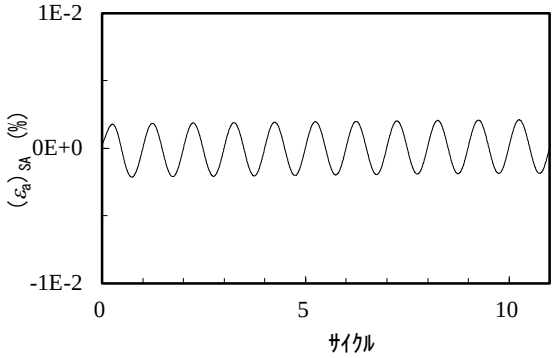
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

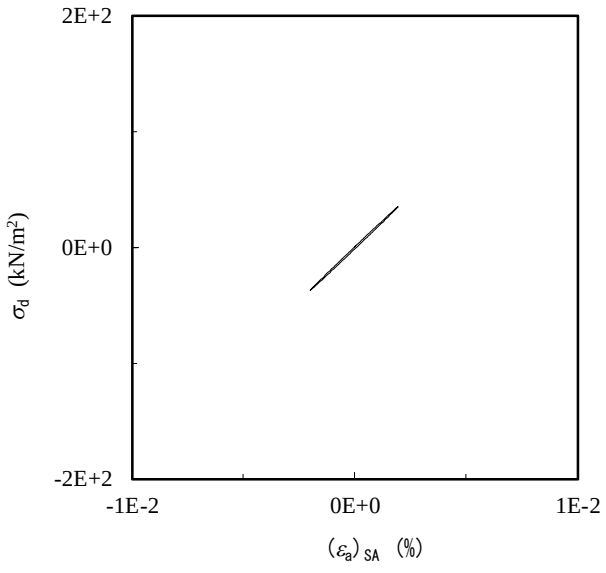
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	36.2	1.98E-03	1830	1.39
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9484	3	36.1	1.98E-03	1830	1.40
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	36.1	1.97E-03	1830	1.40
	体積 V_n [3] cm³	190.759	5	36.2	1.98E-03	1830	1.39
	断面積 A_n cm²	19.232	6	36.1	1.97E-03	1830	1.39
	間隙比 e_n	1.107	7	36.1	1.97E-03	1830	1.39
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	36.1	1.97E-03	1830	1.40
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	36.0	1.97E-03	1830	1.41
			10	36.1	1.98E-03	1830	1.40

波形の連続記録[1)]

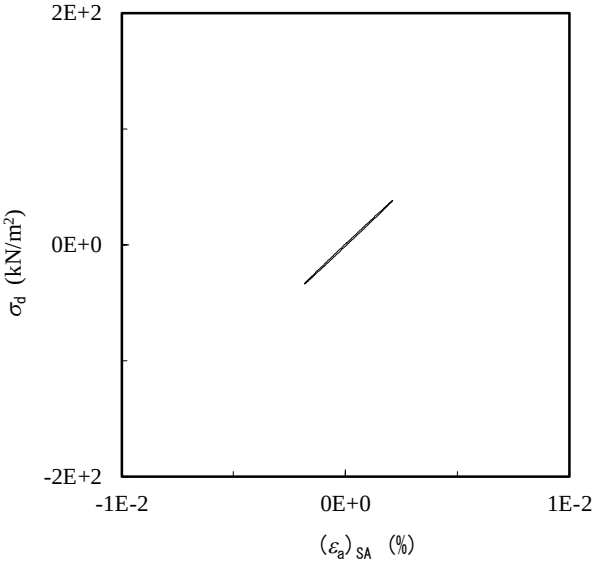




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

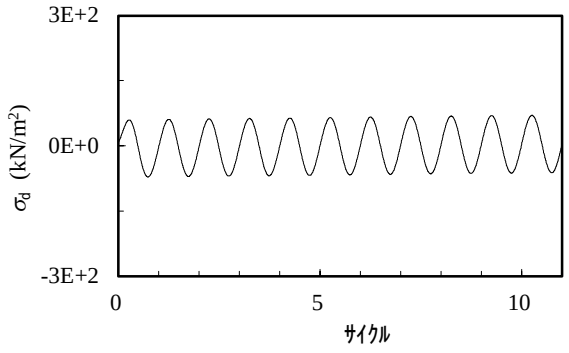
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

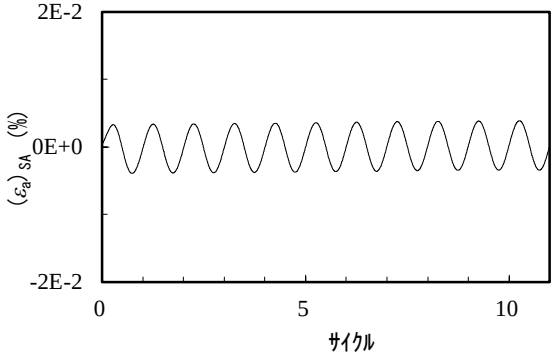
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

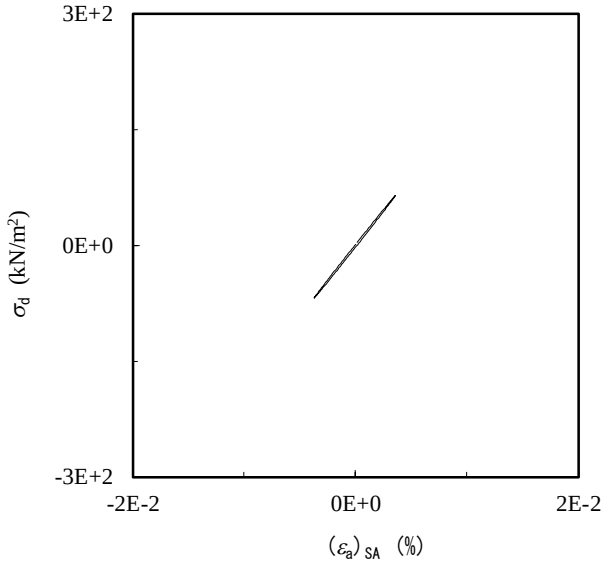
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	65.8	3.61E-03	1820	1.45
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9484	3	65.9	3.62E-03	1820	1.45
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	65.9	3.62E-03	1820	1.44
	体積 V_n[3] cm³	190.759	5	66.2	3.64E-03	1820	1.45
	断面積 A_n cm²	19.232	6	65.9	3.62E-03	1820	1.45
	間隙比 e_n	1.107	7	66.0	3.63E-03	1820	1.44
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	66.0	3.63E-03	1820	1.45
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	66.1	3.64E-03	1820	1.44
			10	66.1	3.64E-03	1820	1.44

波形の連続記録[1]

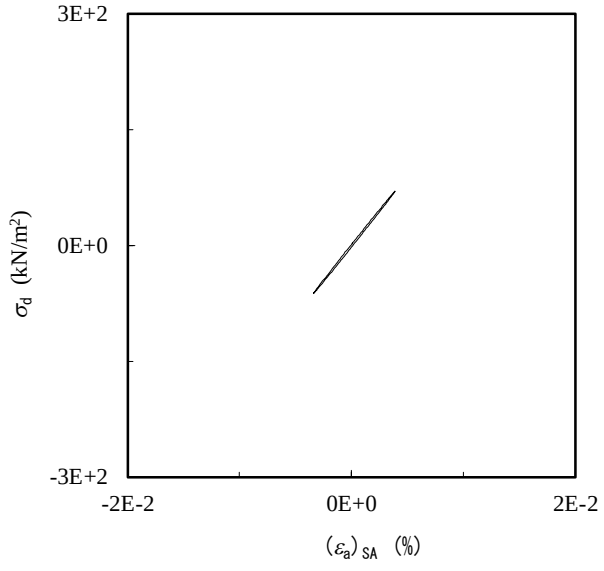




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

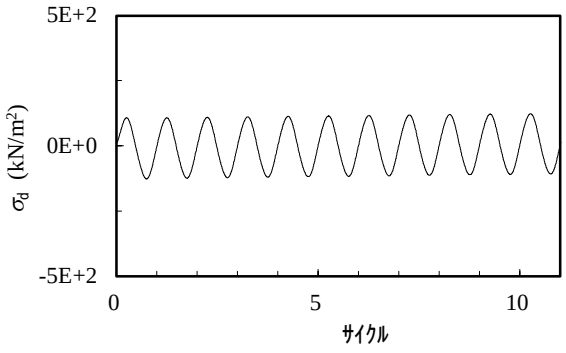
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

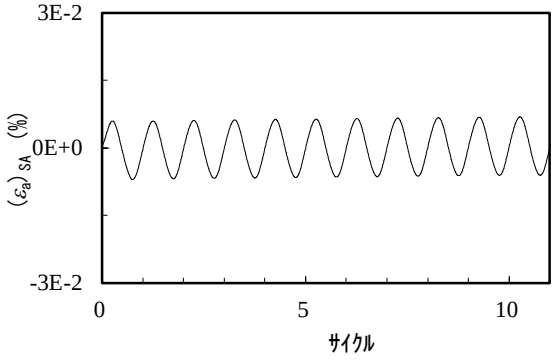
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

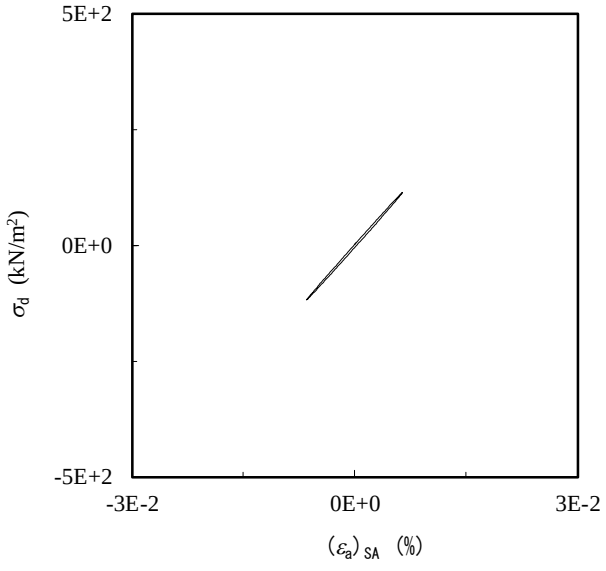
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	116	6.43E-03	1800	1.51
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9484	3	116	6.44E-03	1800	1.51
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	116	6.44E-03	1800	1.50
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	190.759	5	116	6.45E-03	1800	1.50
	断面積 A_n cm²	19.232	6	116	6.44E-03	1800	1.48
	間隙比 e_n	1.107	7	116	6.45E-03	1800	1.47
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	116	6.44E-03	1800	1.48
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	116	6.45E-03	1790	1.46
			10	116	6.45E-03	1800	1.45

波形の連続記録[1)]

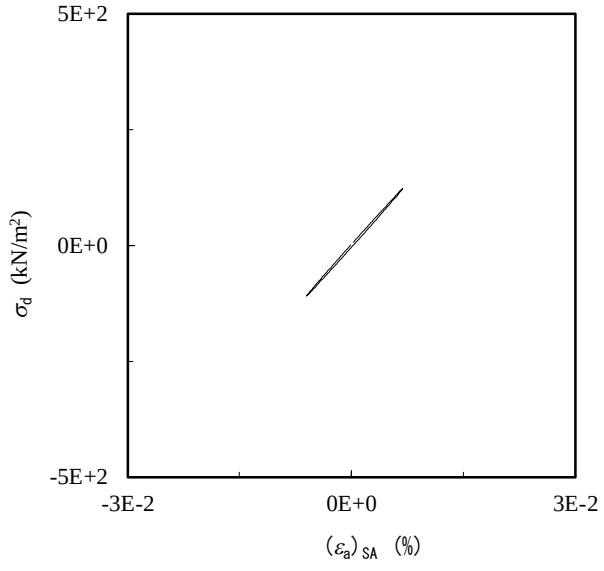




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

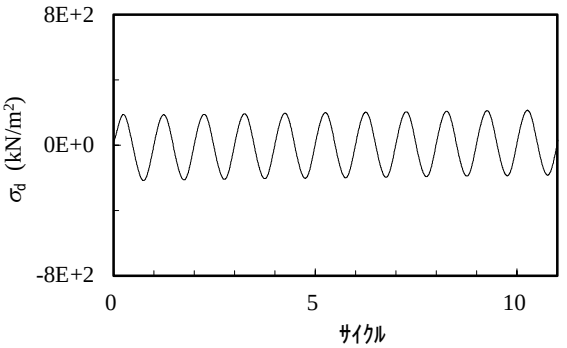
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

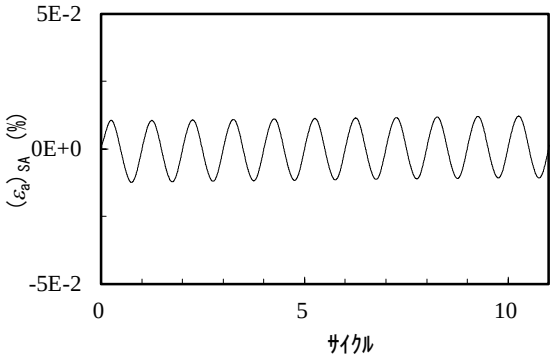
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

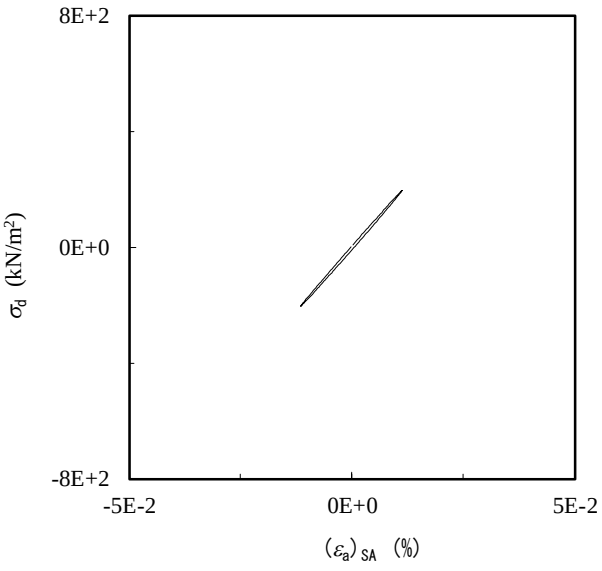
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	200	1.13E-02	1760	1.69
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9484	3	199	1.14E-02	1760	1.71
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	199	1.14E-02	1760	1.70
	体積 V_n[3] cm³	190.759	5	200	1.14E-02	1760	1.69
	断面積 A_n cm²	19.232	6	199	1.14E-02	1750	1.69
	間隙比 e_n	1.107	7	199	1.14E-02	1750	1.70
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	199	1.14E-02	1750	1.71
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	199	1.14E-02	1750	1.69
			10	200	1.14E-02	1750	1.69

波形の連続記録[1)]

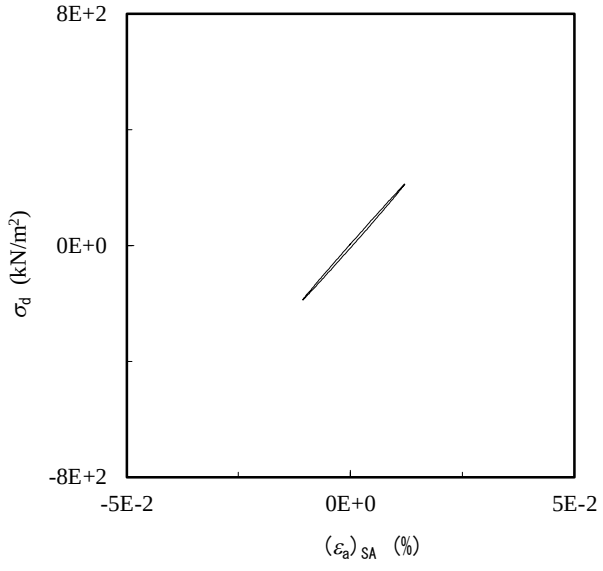




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

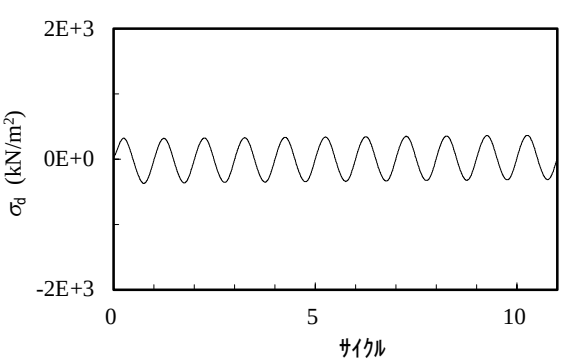
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

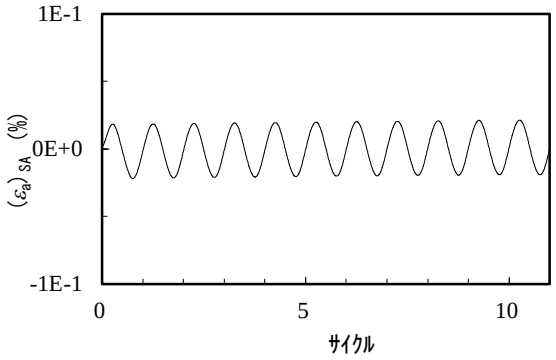
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

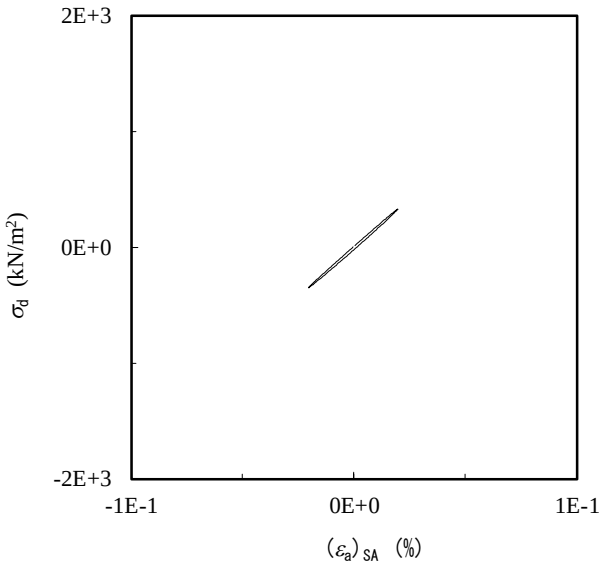
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	341	2.00E-02	1700	2.13
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9484	3	340	2.00E-02	1700	2.13
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	339	2.00E-02	1700	2.12
	体積 V_n[3] cm³	190.759	5	340	2.01E-02	1700	2.11
	断面積 A_n cm²	19.232	6	339	2.00E-02	1690	2.11
	間隙比 e_n	1.107	7	340	2.01E-02	1690	2.10
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	339	2.00E-02	1690	2.09
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	340	2.01E-02	1690	2.07
			10	340	2.01E-02	1690	2.09

波形の連続記録[1]

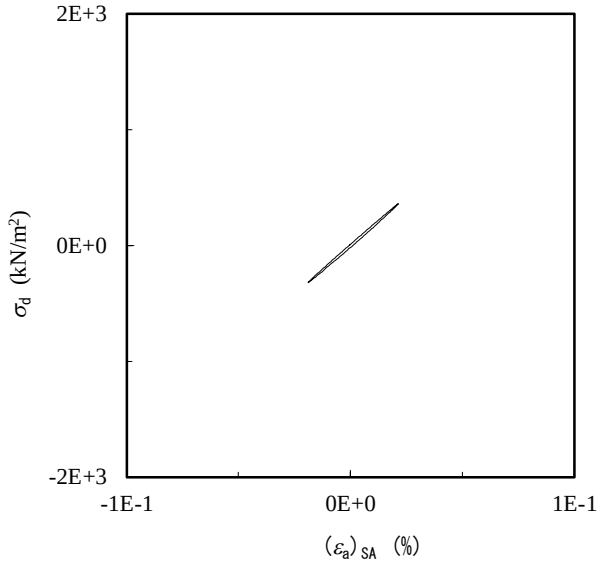




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

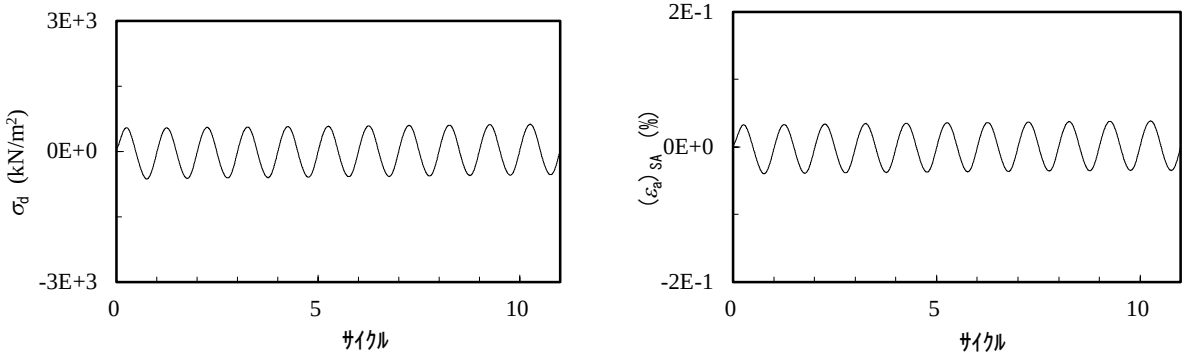
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

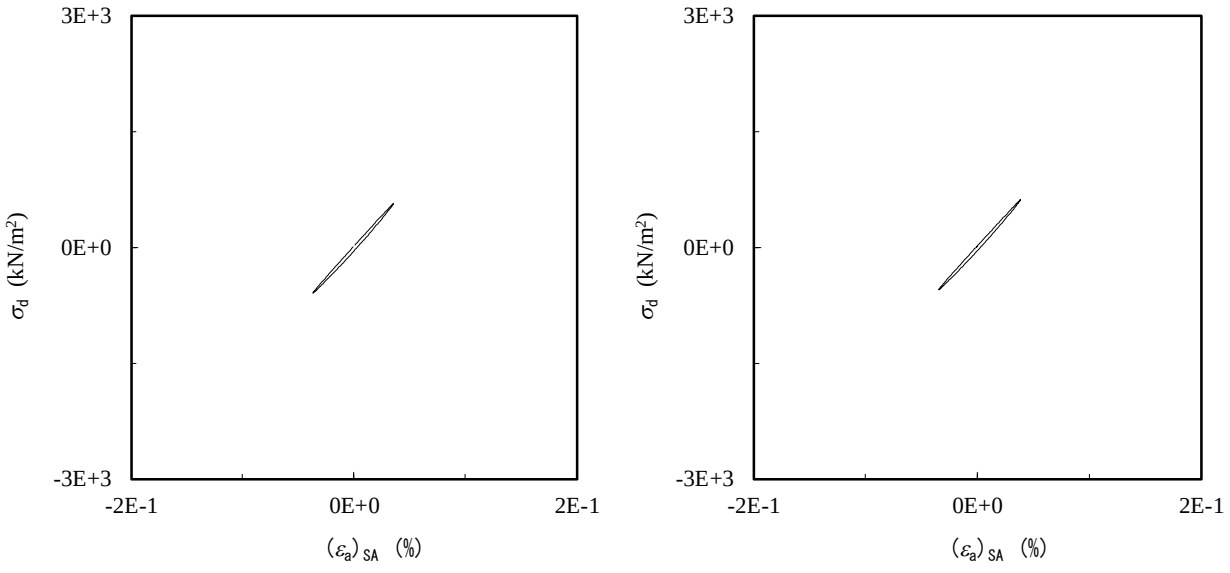
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9186	2	582	3.60E-02	1620	2.73
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9485	3	581	3.61E-02	1610	2.73
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	581	3.61E-02	1610	2.72
	体積 V_n[3] cm³	190.759	5	581	3.62E-02	1600	2.71
	断面積 A_n cm²	19.232	6	580	3.62E-02	1600	2.70
	間隙比 e_n	1.107	7	581	3.63E-02	1600	2.68
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	580	3.63E-02	1600	2.69
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	580	3.63E-02	1600	2.64
			10	581	3.64E-02	1600	2.66

波形の連続記録[1]



履歴曲線[2]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

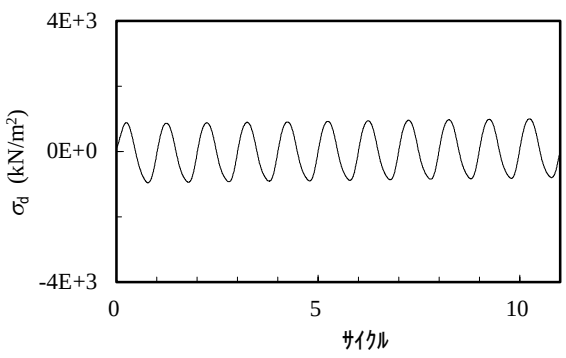
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

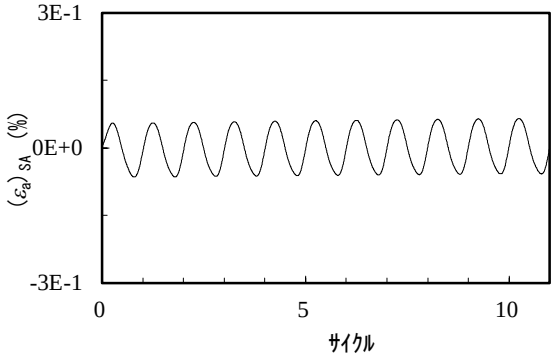
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

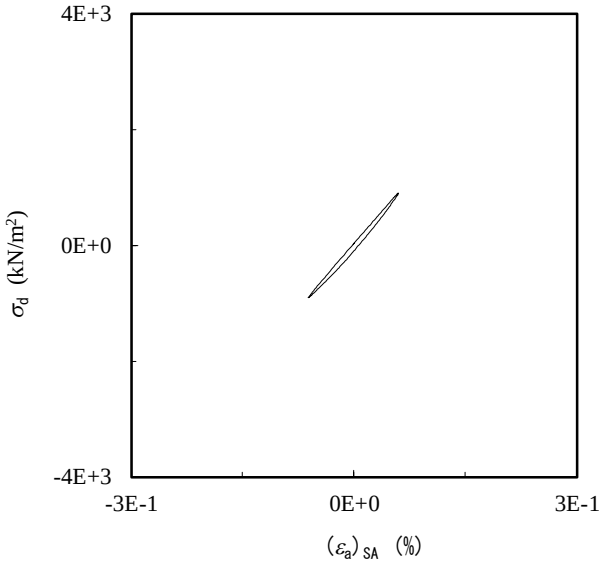
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.9186	2	907	6.00E-02	1510	3.47
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9484	3	904	6.02E-02	1500	3.49
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	903	6.03E-02	1500	3.48
	体積 V_n[3] cm³	190.755	5	905	6.06E-02	1490	3.47
	断面積 A_n cm²	19.232	6	904	6.07E-02	1490	3.48
	間隙比 e_n	1.107	7	904	6.08E-02	1490	3.46
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	904	6.09E-02	1480	3.43
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	904	6.10E-02	1480	3.41
			10	906	6.12E-02	1480	3.42

波形の連続記録[1]

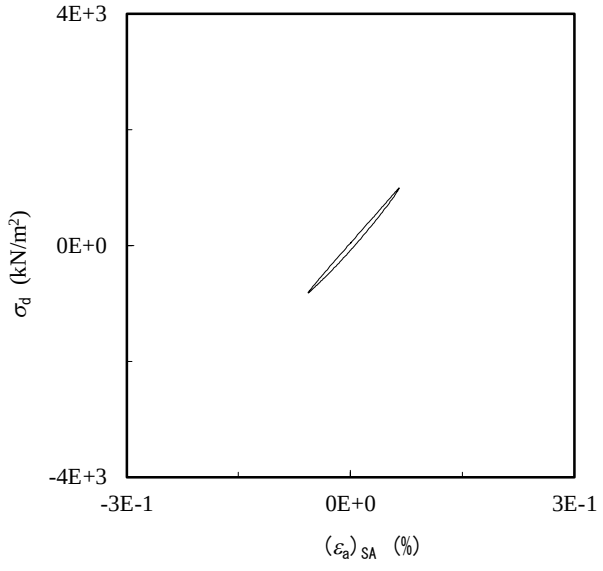




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

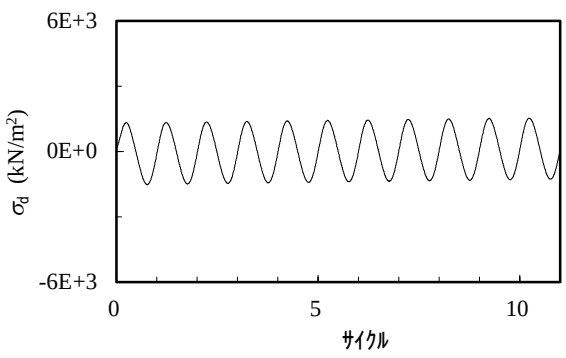
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

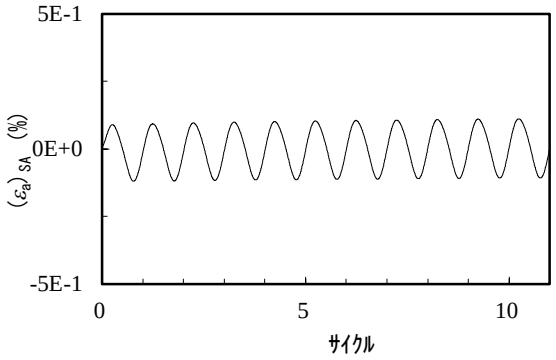
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

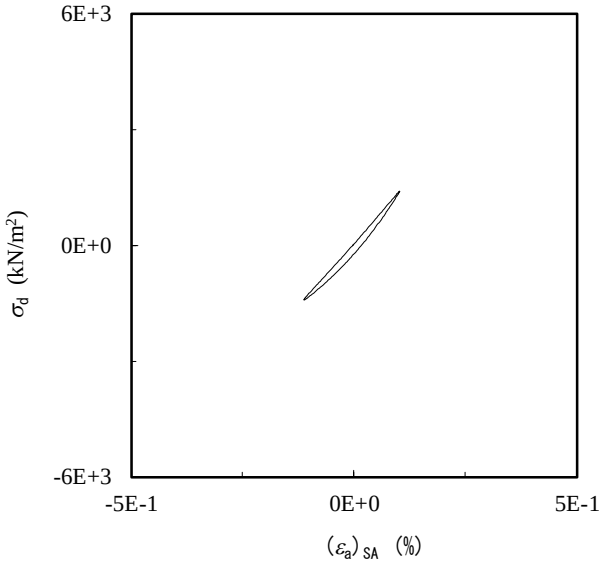
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9186	2	1410	1.06E-01	1330	4.35
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9482	3	1410	1.06E-01	1320	4.33
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1410	1.07E-01	1310	4.30
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	190.740	5	1410	1.08E-01	1310	4.29
	断面積 A_n cm²	19.231	6	1410	1.08E-01	1300	4.28
	間隙比 e_n	1.107	7	1410	1.08E-01	1300	4.26
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	8	1410	1.09E-01	1300	4.24
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.078	9	1410	1.09E-01	1290	4.22
			10	1410	1.09E-01	1290	4.22

波形の連続記録[1)]

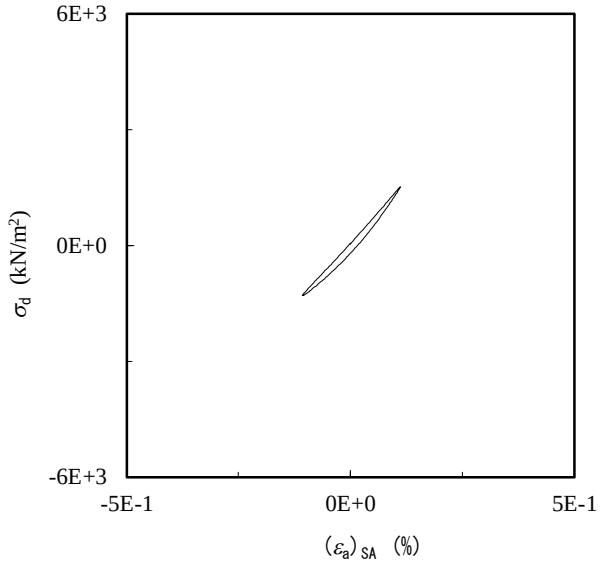




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

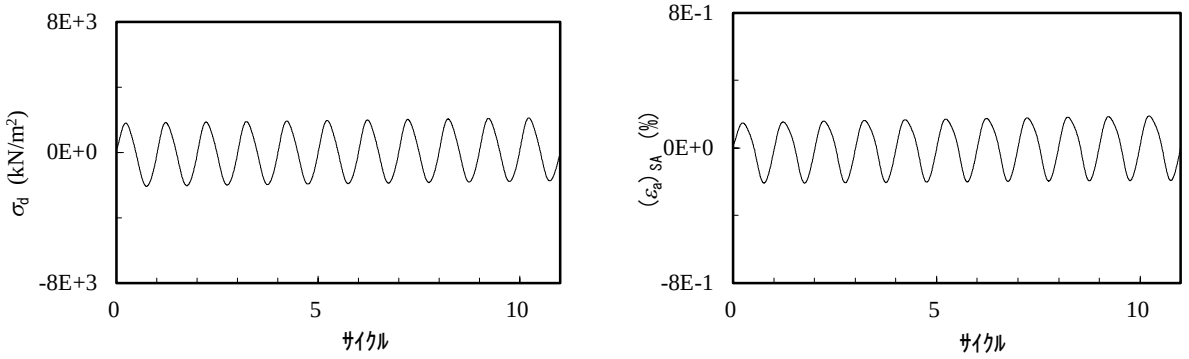
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

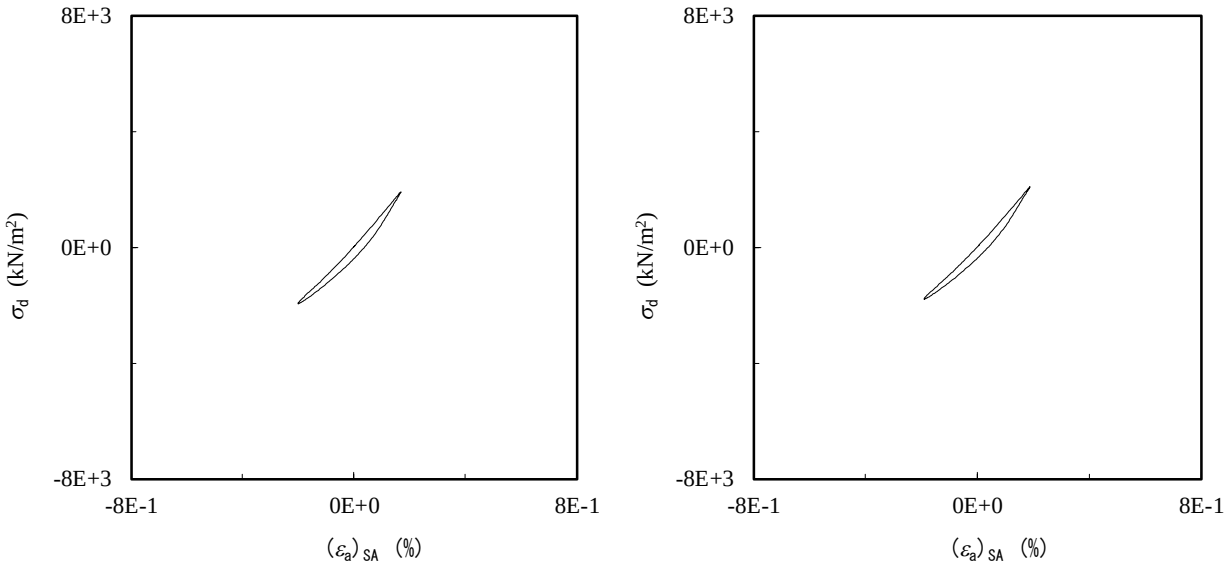
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.078		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9166	2	1930	1.81E-01	1070	4.70
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9480	3	1930	1.83E-01	1060	4.71
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	1930	1.84E-01	1050	4.71
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	190.681	5	1940	1.85E-01	1040	4.70
	断面積 A_n cm²	19.228	6	1930	1.86E-01	1040	4.72
	間隙比 e_n	1.106	7	1930	1.87E-01	1030	4.73
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0036	8	1930	1.87E-01	1030	4.71
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.112	9	1930	1.89E-01	1030	4.71
			10	1940	1.89E-01	1020	4.72

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 〔試験条件 圧密状態〕
~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月1日

試料番号（深さ）：TI1850-P2-04　（52.25m ～52.40m）　　試験者：

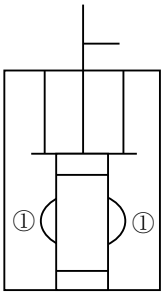
試料の状態[1]	塊状		土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³		2.378
供試体の作製方法[2]	トリミング法		液性限界 w_L % [4]		NP
土質名称	軽石凝灰岩Tpt2		塑性限界 w_P % [4]		NP
供試体No.	1	飽和方法	脱気水，背圧	圧密条件	等方，~~異方~~

試験条件

軸方向応力 σ_{ac} kN/m²		1400
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²		1400
背圧 u_b kN/m²		300
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²		1100
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²		1100
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量 N		10000
トルク計の容量[6] N・m		

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	LDT	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[6]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²				1×10⁻⁶
ゴムスリーブ	材質			ラテックス
	厚さ mm			0.25
圧密前	高さ H_o cm			9.976
	外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm			4.971
	内径 D_{io}[6] cm			



圧密後

載荷条件	載荷波形		正弦波，~~三角波~~
	載荷周波数 f Hz		0.1
	排水条件		~~排水~~，非排水
	1サイクルデータポイント数		100
	載荷段階数		11
圧密	軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
		圧密後 cm	0.057
	排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
		圧密後 cm³	2.881
	軸変位量 ΔHc cm		0.057
	体積変化量 ΔVc cm³		2.881
	高さ Hc cm		9.9190
	外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9484
	内径 D_{ic}[6] cm		
	体積 Vc cm³		190.759
	断面積 Ac cm²		19.232
	乾燥質量 m_s g		215.31
	乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.129
	間隙比 e_c[3]		1.107
	相対密度 D_{rc}[3] %		

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²		49.0
	測定に要した時間 min		1.0
	B 値		0.98
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		
	間隙水圧増加量	Δuu kN/m²	
		Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min		
	B 値		

特記事項

※供試体の軸ひずみはLDTによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法，試料の状態（塊状,凍結,ときほぐされた）等を記載する。

2)トリミング法，負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界，塑性限界，砂質土の場合は最小乾燥密度，最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

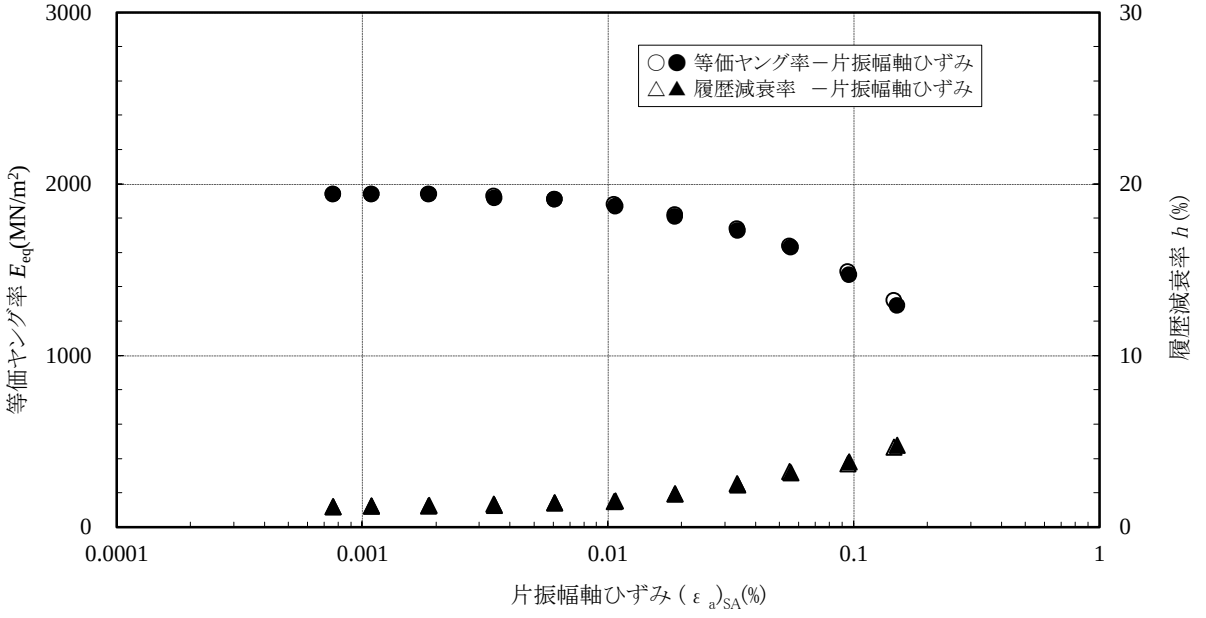
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	(深さ) TI1850-P2-04 (52.25m～52.40m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.378
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方,~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	7.58E-04	1940	1.21	7.57E-04	1940	1.21
2	1.09E-03	1940	1.25	1.09E-03	1940	1.23
3	1.87E-03	1940	1.29	1.86E-03	1940	1.25
4	3.42E-03	1930	1.36	3.45E-03	1920	1.29
5	6.07E-03	1910	1.41	6.06E-03	1910	1.44
6	1.06E-02	1880	1.50	1.07E-02	1870	1.55
7	1.87E-02	1820	1.96	1.87E-02	1810	1.95
8	3.35E-02	1740	2.53	3.37E-02	1730	2.48
9	5.50E-02	1640	3.24	5.55E-02	1630	3.17
10	9.49E-02	1490	3.69	9.57E-02	1470	3.80
11	1.46E-01	1320	4.69	1.50E-01	1290	4.79
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

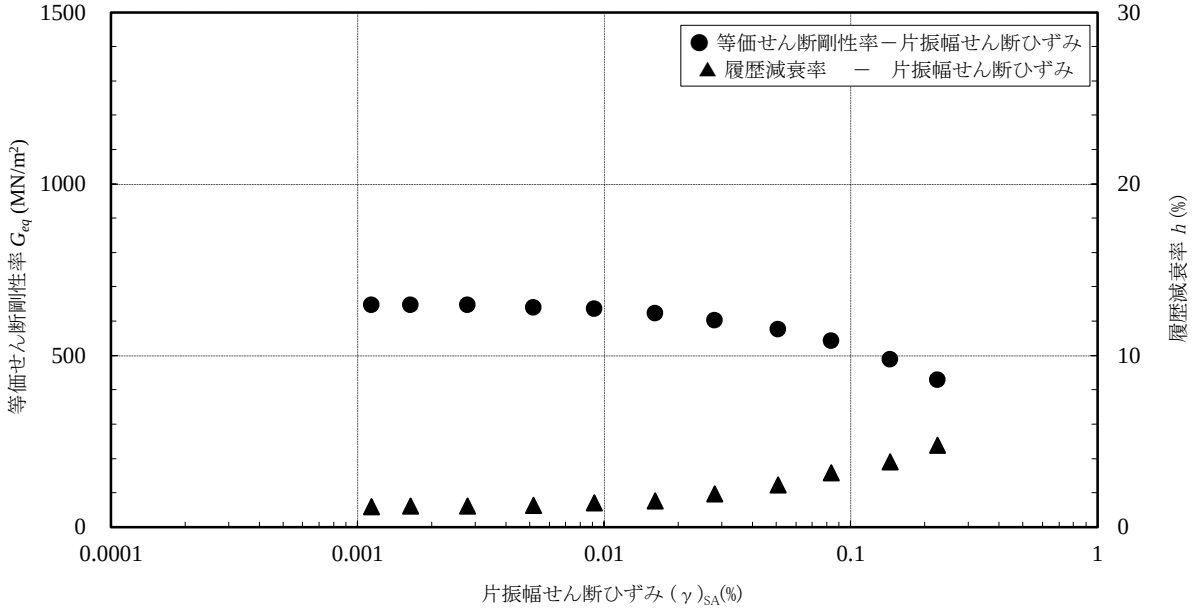
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	(深さ) TI1850-P2-04 (52.25m～52.40m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.378
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.14E-03	647	1.21	1.14E-03	647	1.21
2	1.64E-03	647	1.25	1.64E-03	647	1.23
3	2.81E-03	647	1.29	2.79E-03	647	1.25
4	5.13E-03	643	1.36	5.18E-03	640	1.29
5	9.11E-03	637	1.41	9.09E-03	637	1.44
6	1.59E-02	627	1.50	1.61E-02	623	1.55
7	2.81E-02	607	1.96	2.81E-02	603	1.95
8	5.03E-02	580	2.53	5.06E-02	577	2.48
9	8.25E-02	547	3.24	8.33E-02	543	3.17
10	1.42E-01	497	3.69	1.44E-01	490	3.80
11	2.19E-01	440	4.69	2.25E-01	430	4.79
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

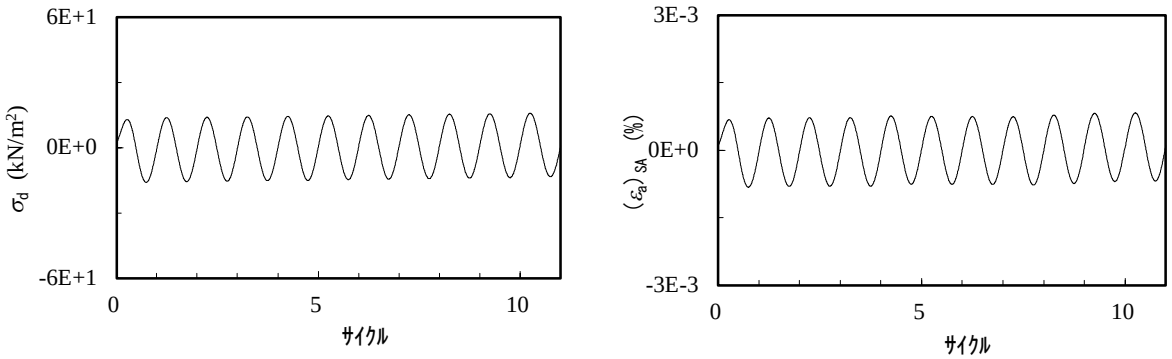
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

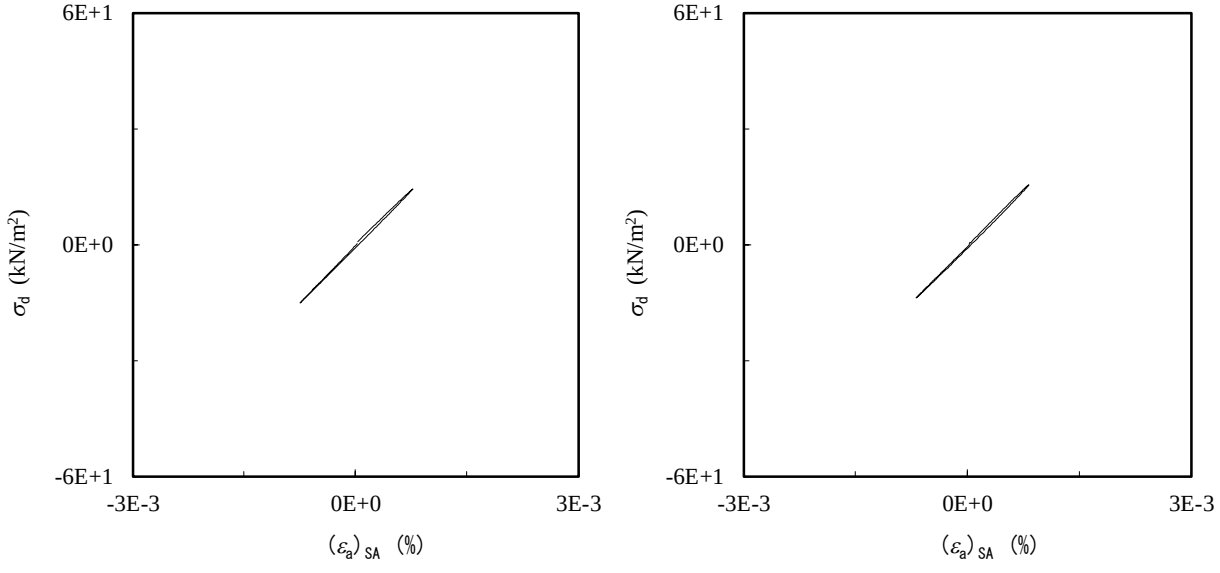
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	14.7	7.60E-04	1940	1.21
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9484	3	14.7	7.61E-04	1940	1.21
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	14.7	7.60E-04	1930	1.22
	体積 V_n [3] cm³	190.759	5	14.7	7.58E-04	1940	1.21
	断面積 A_n cm²	19.232	6	14.6	7.54E-04	1940	1.21
	間隙比 e_n	1.107	7	14.7	7.54E-04	1940	1.22
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	14.7	7.60E-04	1930	1.21
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	14.7	7.59E-04	1940	1.22
			10	14.7	7.57E-04	1940	1.21

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

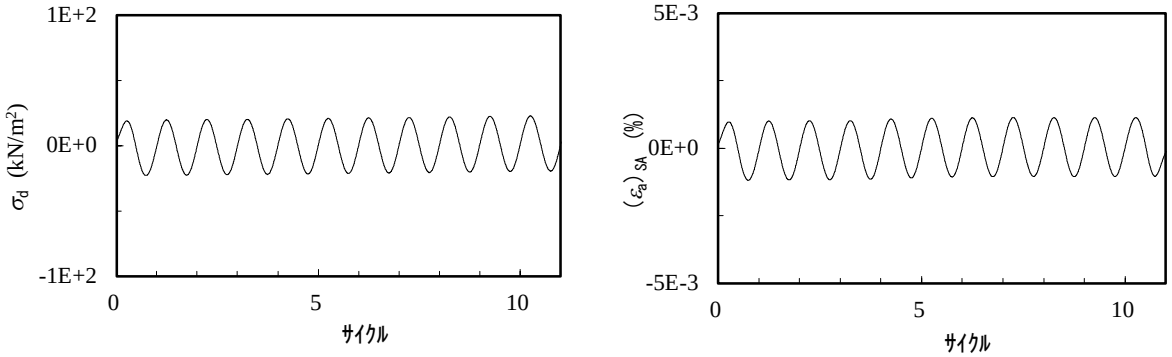
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

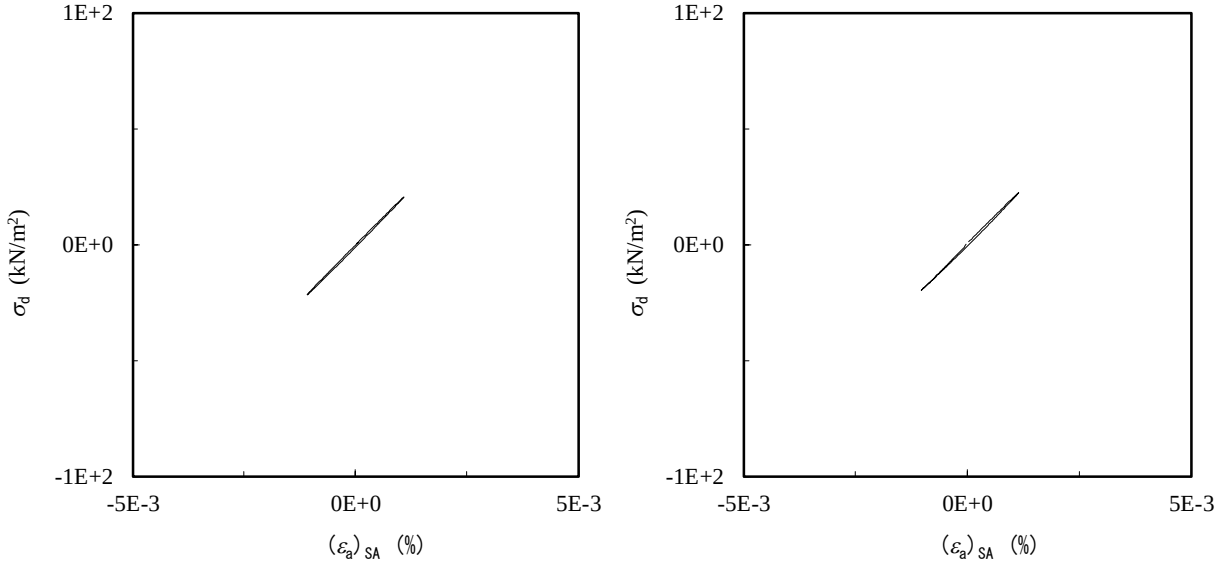
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	21.2	1.09E-03	1940	1.25
	外径 (D_n,D_{on} [3)]) cm	4.9484	3	21.1	1.09E-03	1930	1.24
	内径 (D_{in} [3)]) cm		4	21.1	1.09E-03	1940	1.25
	体積 V_n [3)] cm³	190.759	5	21.2	1.09E-03	1940	1.25
	断面積 A_n cm²	19.232	6	21.1	1.09E-03	1940	1.24
	間隙比 e_n	1.107	7	21.1	1.09E-03	1940	1.25
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	21.1	1.09E-03	1940	1.24
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	21.1	1.09E-03	1930	1.23
			10	21.1	1.09E-03	1940	1.23

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

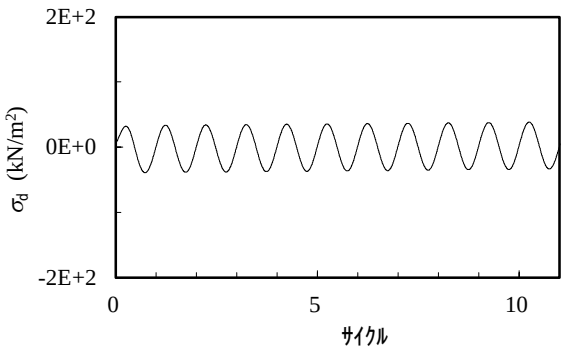
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

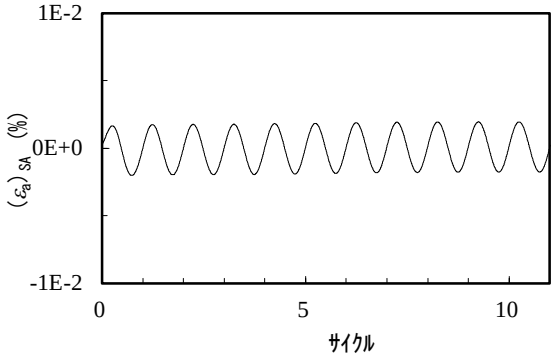
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

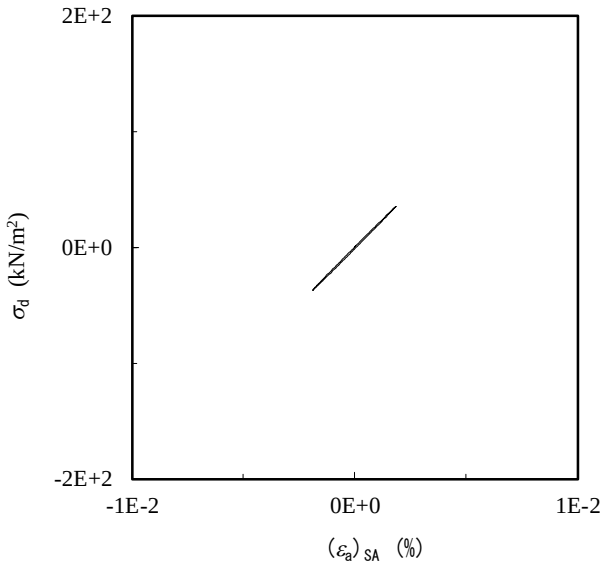
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9190	2	36.2	1.86E-03	1940	1.27
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9484	3	36.1	1.86E-03	1940	1.26
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	36.1	1.86E-03	1940	1.29
	体積 V_n [3] cm³	190.759	5	36.2	1.87E-03	1940	1.29
	断面積 A_n cm²	19.232	6	36.1	1.85E-03	1950	1.28
	間隙比 e_n	1.107	7	36.1	1.86E-03	1940	1.27
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	36.1	1.86E-03	1940	1.26
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	36.0	1.86E-03	1930	1.25
			10	36.1	1.86E-03	1940	1.25

波形の連続記録[1)]

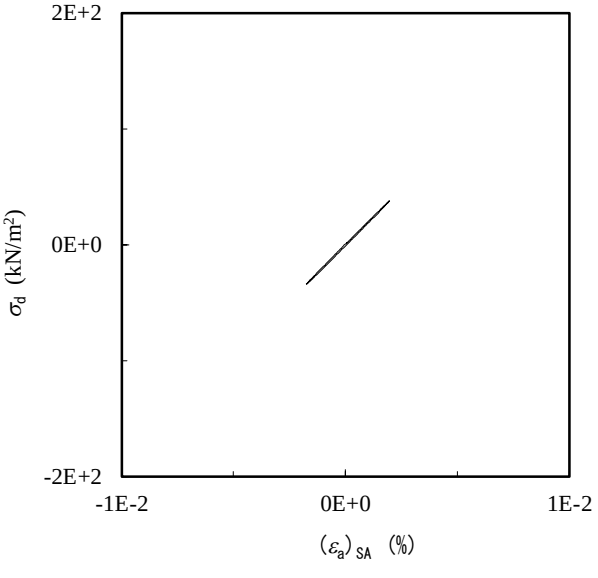




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

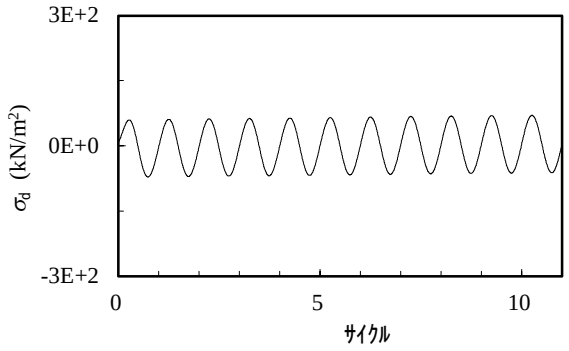
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

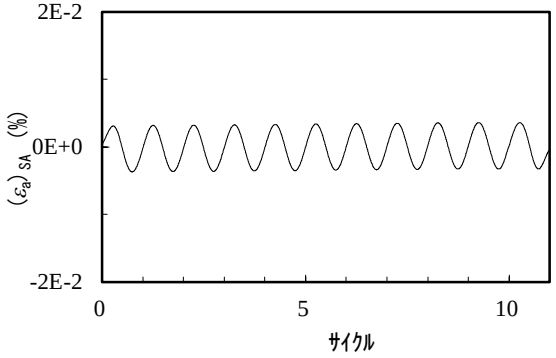
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

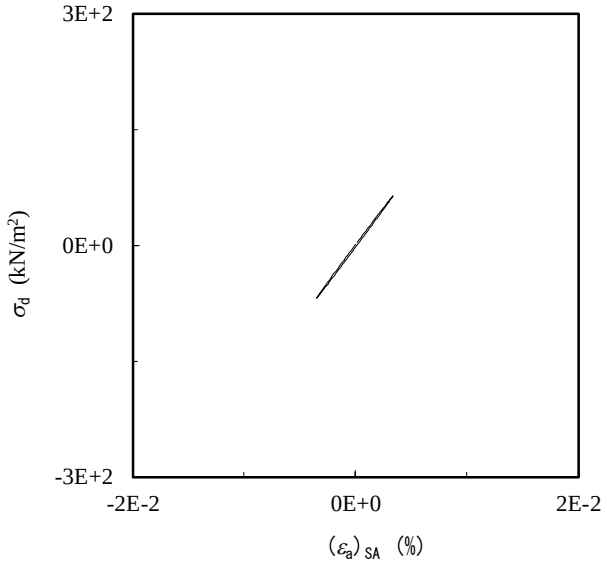
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	65.8	3.41E-03	1930	1.38
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9484	3	65.9	3.42E-03	1930	1.34
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	65.9	3.41E-03	1930	1.35
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	190.759	5	66.2	3.42E-03	1930	1.36
	断面積 A_n cm²	19.232	6	65.9	3.41E-03	1930	1.33
	間隙比 e_n	1.107	7	66.0	3.42E-03	1930	1.32
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	66.0	3.43E-03	1920	1.31
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	66.1	3.43E-03	1930	1.29
			10	66.1	3.45E-03	1920	1.29

波形の連続記録[1)]

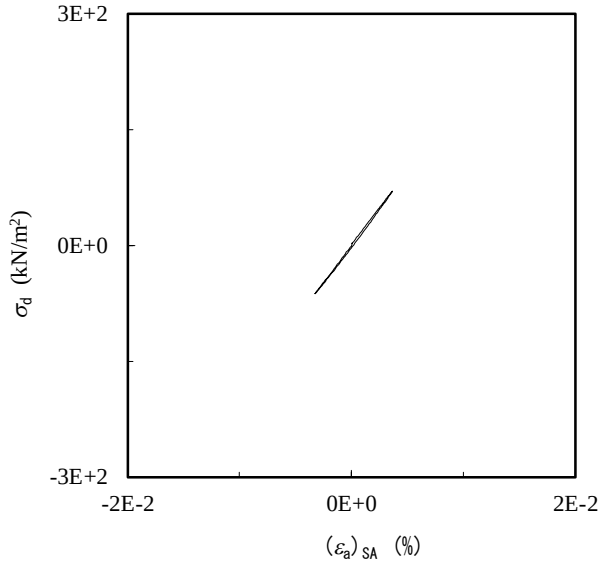




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

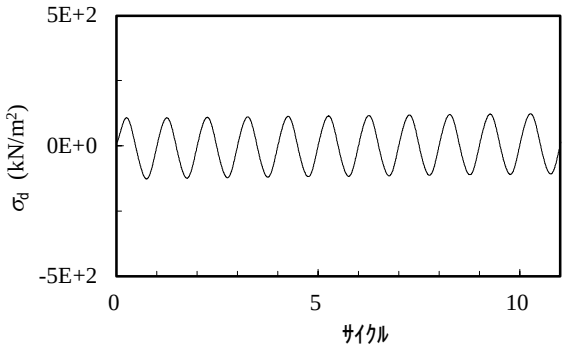
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

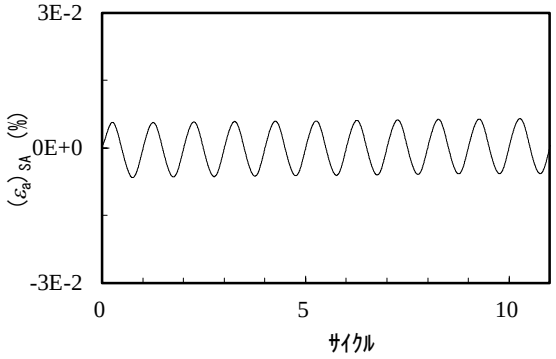
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

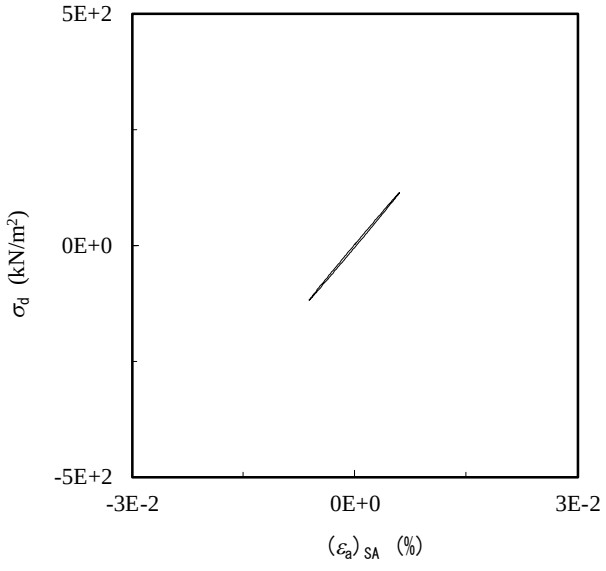
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	116	6.04E-03	1920	1.43
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9484	3	116	6.06E-03	1910	1.41
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	116	6.08E-03	1910	1.44
	体積 V_n[3] cm³	190.759	5	116	6.07E-03	1910	1.41
	断面積 A_n cm²	19.232	6	116	6.05E-03	1910	1.42
	間隙比 e_n	1.107	7	116	6.06E-03	1910	1.42
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	116	6.06E-03	1910	1.42
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	116	6.06E-03	1910	1.41
			10	116	6.06E-03	1910	1.44

波形の連続記録[1]

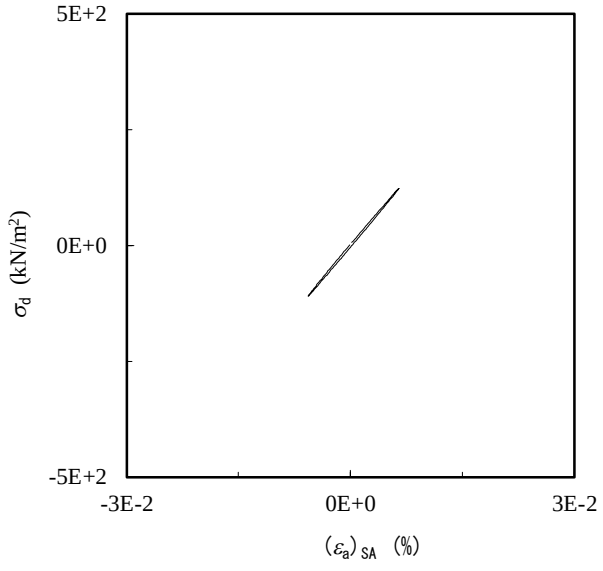




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

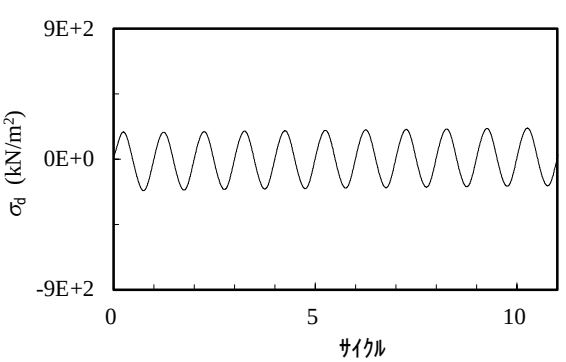
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

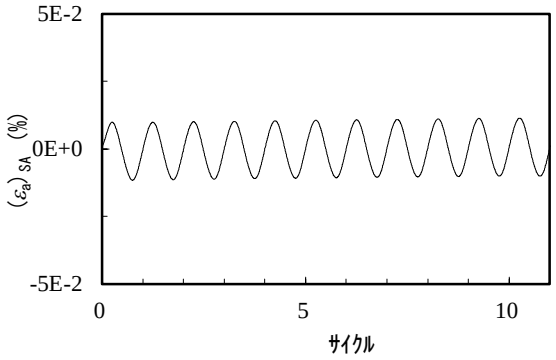
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

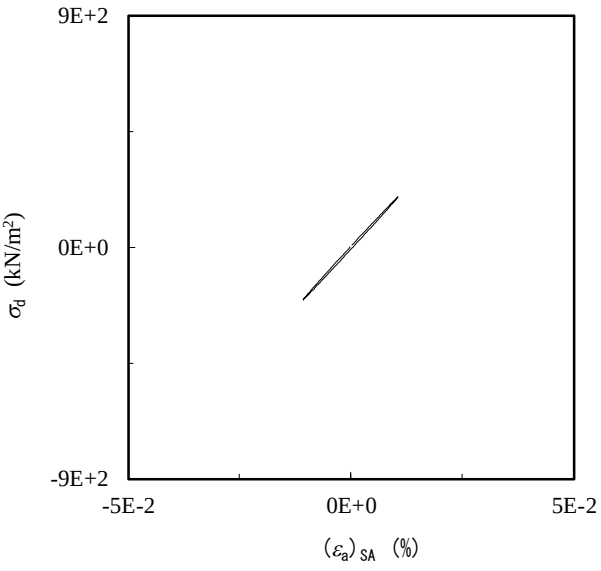
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	200	1.06E-02	1880	1.54
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9484	3	199	1.06E-02	1880	1.52
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	199	1.06E-02	1880	1.55
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	190.759	5	200	1.06E-02	1880	1.50
	断面積 A_n cm²	19.232	6	199	1.06E-02	1870	1.52
	間隙比 e_n	1.107	7	199	1.07E-02	1870	1.54
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	199	1.07E-02	1870	1.51
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	199	1.07E-02	1870	1.53
			10	200	1.07E-02	1870	1.55

波形の連続記録[1)]

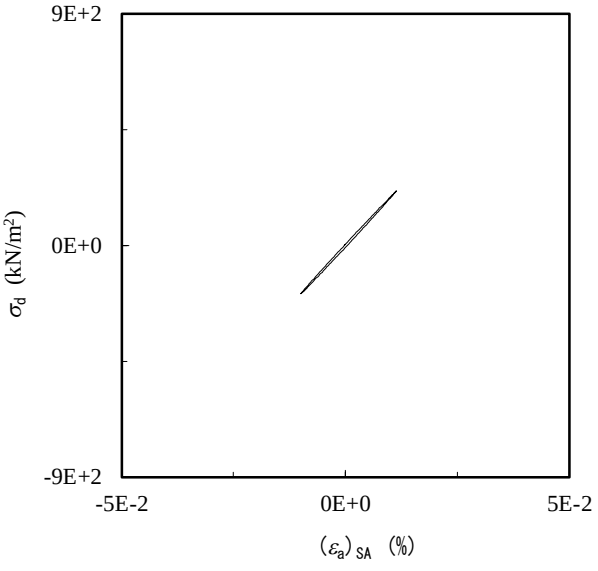




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

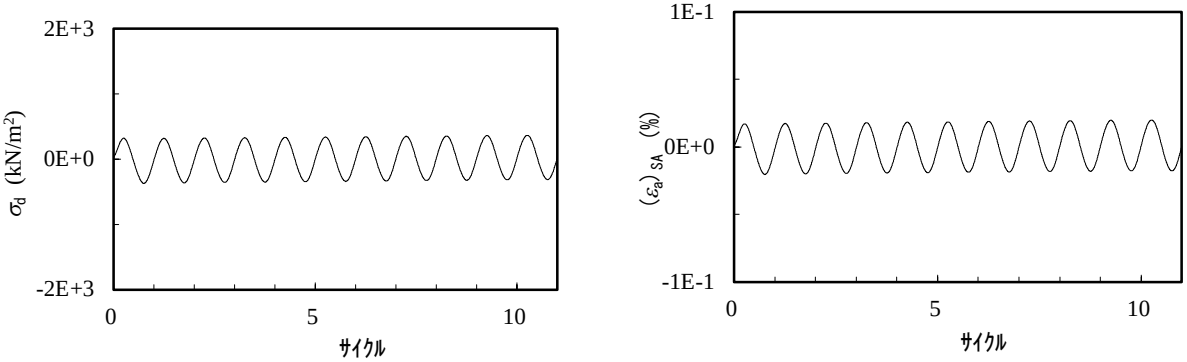
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

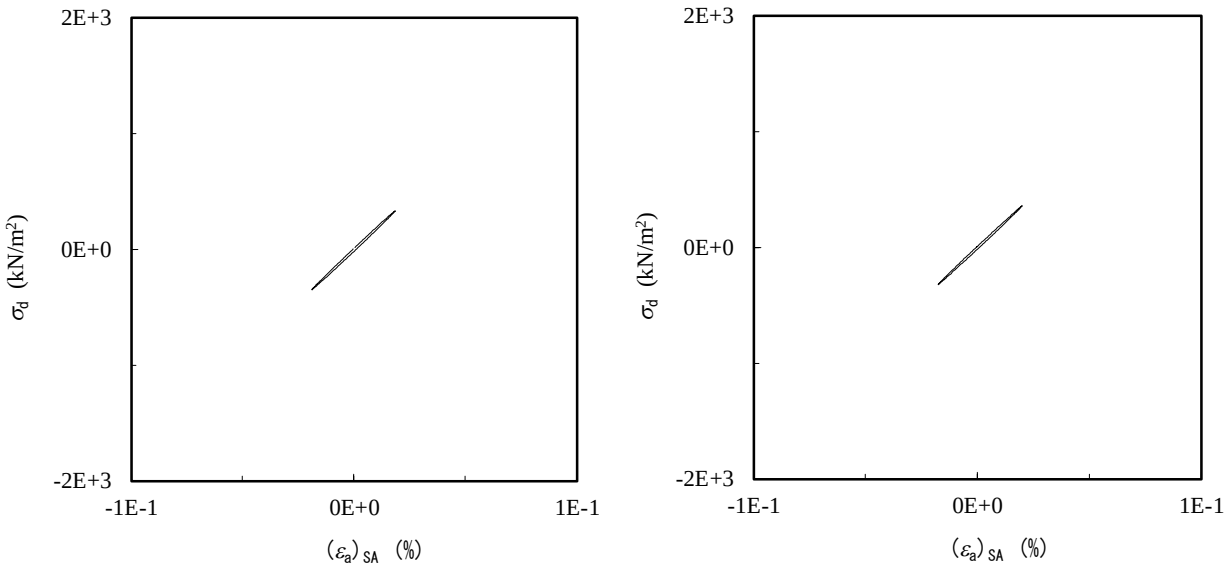
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9190	2	341	1.86E-02	1830	1.95
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9484	3	340	1.86E-02	1820	1.96
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	339	1.86E-02	1820	1.96
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	190.759	5	340	1.87E-02	1820	1.96
	断面積 A_n cm²	19.232	6	339	1.87E-02	1820	1.95
	間隙比 e_n	1.107	7	340	1.87E-02	1810	1.94
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	339	1.87E-02	1810	1.94
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	340	1.87E-02	1810	1.94
			10	340	1.87E-02	1810	1.95

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

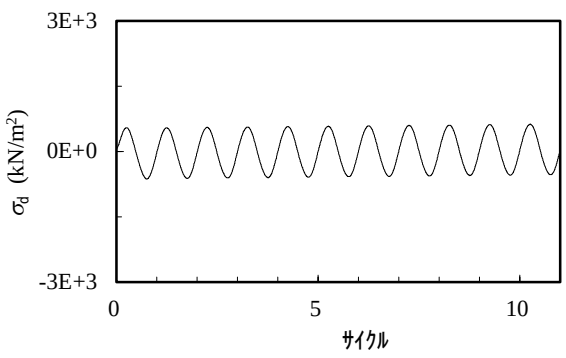
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

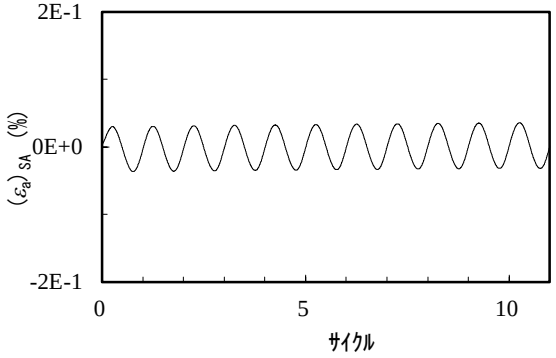
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

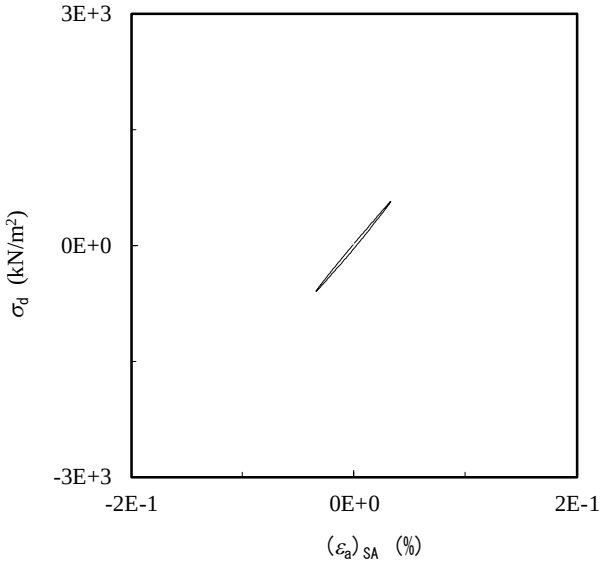
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9186	2	582	3.32E-02	1750	2.56
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9485	3	581	3.33E-02	1740	2.56
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	581	3.34E-02	1740	2.54
	体積 V_n[3] cm³	190.759	5	581	3.35E-02	1740	2.53
	断面積 A_n cm²	19.232	6	580	3.35E-02	1730	2.53
	間隙比 e_n	1.107	7	581	3.35E-02	1730	2.52
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	580	3.36E-02	1730	2.51
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	580	3.36E-02	1730	2.47
			10	581	3.37E-02	1730	2.48

波形の連続記録[1]

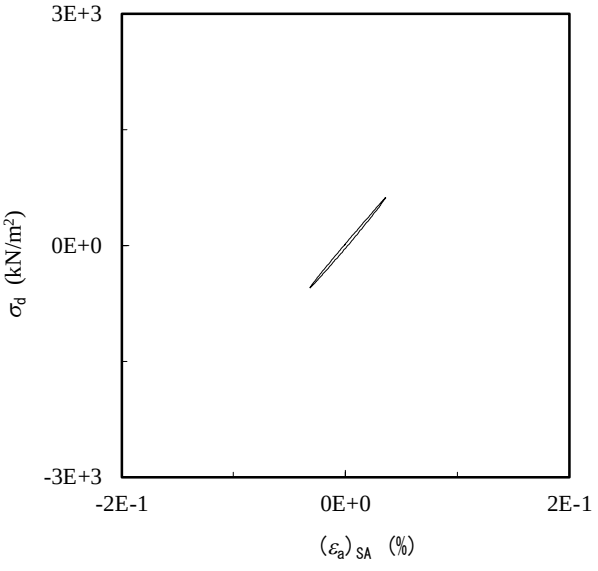




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

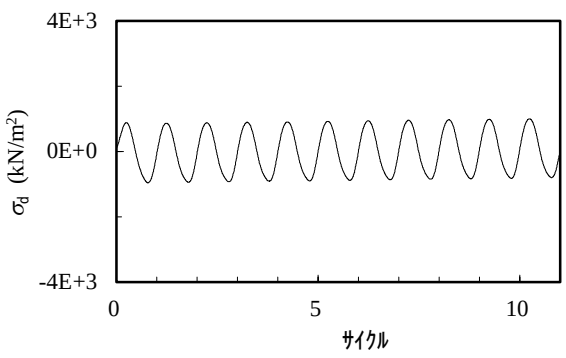
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

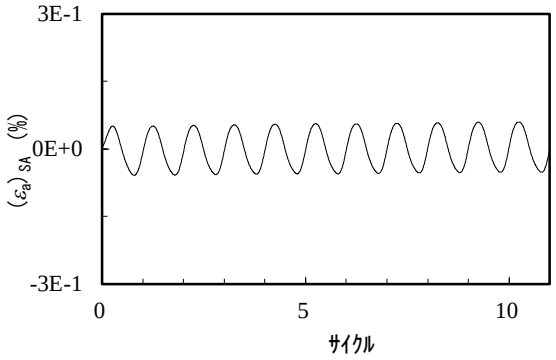
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

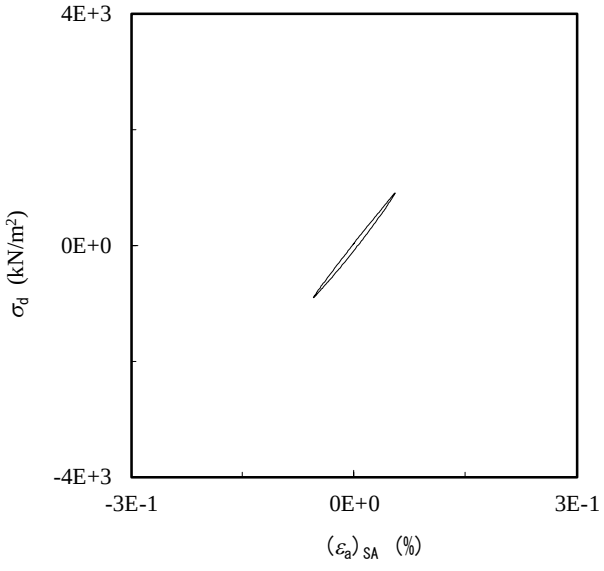
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9186	2	907	5.44E-02	1670	3.27
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9484	3	904	5.46E-02	1660	3.28
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	903	5.47E-02	1650	3.26
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	190.755	5	905	5.50E-02	1640	3.24
	断面積 A_n cm²	19.232	6	904	5.57E-02	1620	3.21
	間隙比 e_n	1.107	7	904	5.51E-02	1640	3.20
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	904	5.53E-02	1640	3.17
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	904	5.53E-02	1630	3.16
			10	906	5.55E-02	1630	3.17

波形の連続記録[1)]

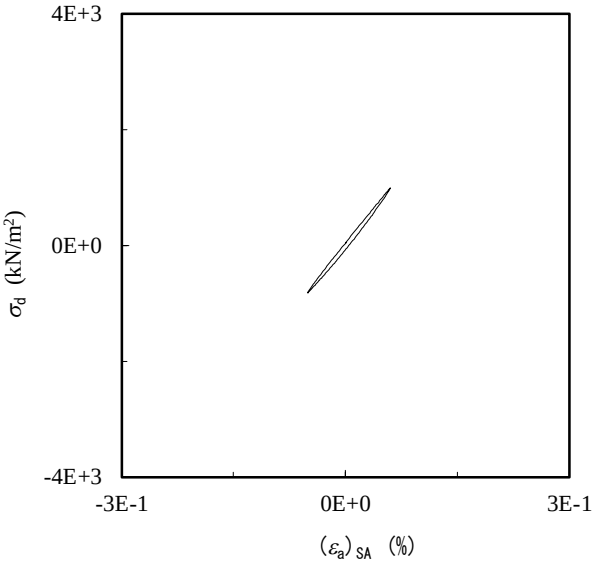




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

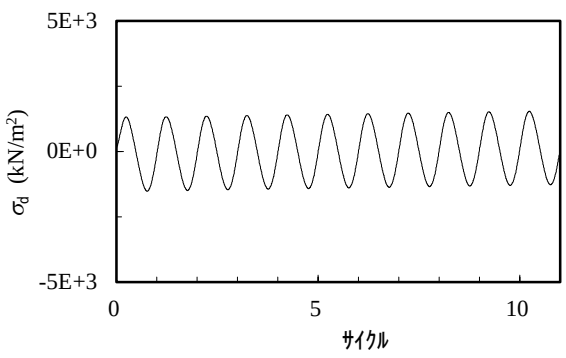
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

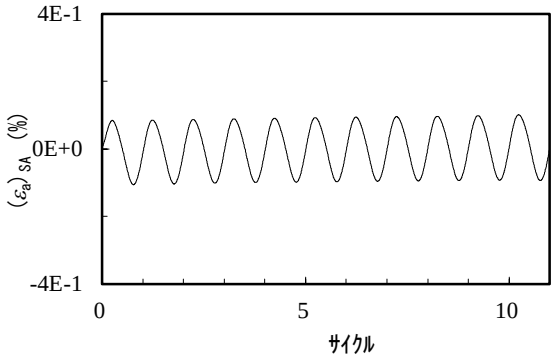
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

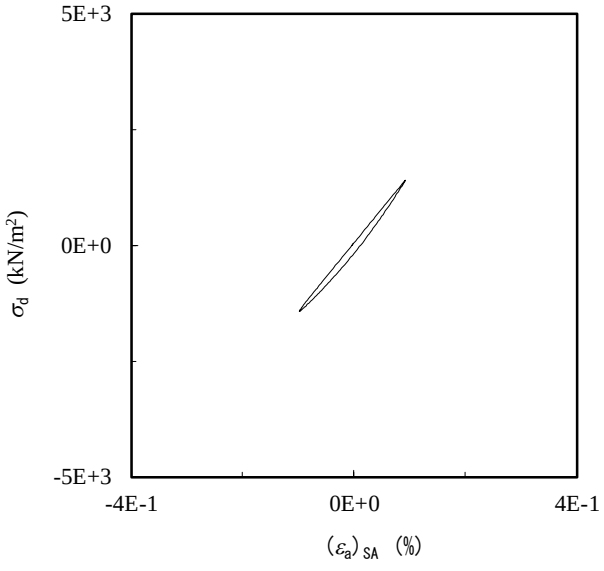
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9186	2	1410	9.44E-02	1490	3.64
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9482	3	1410	9.43E-02	1490	3.63
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1410	9.44E-02	1490	3.68
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	190.740	5	1410	9.49E-02	1490	3.69
	断面積 A_n cm²	19.231	6	1410	9.52E-02	1480	3.71
	間隙比 e_n	1.107	7	1410	9.51E-02	1480	3.74
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	8	1410	9.51E-02	1480	3.78
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.078	9	1410	9.54E-02	1480	3.79
			10	1410	9.57E-02	1470	3.80

波形の連続記録[1)]

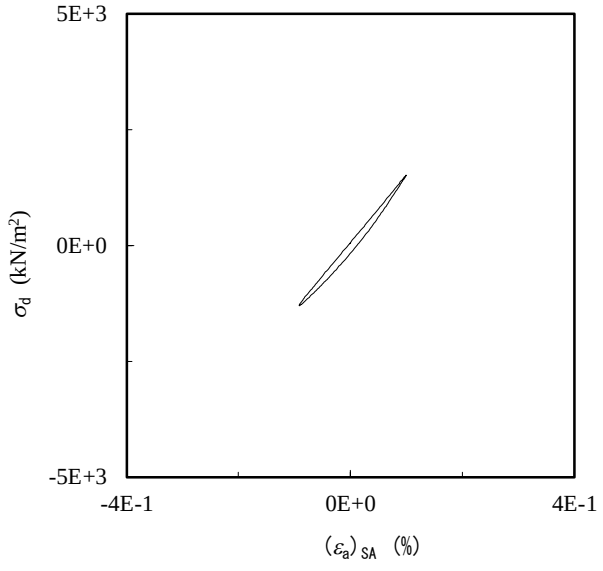




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

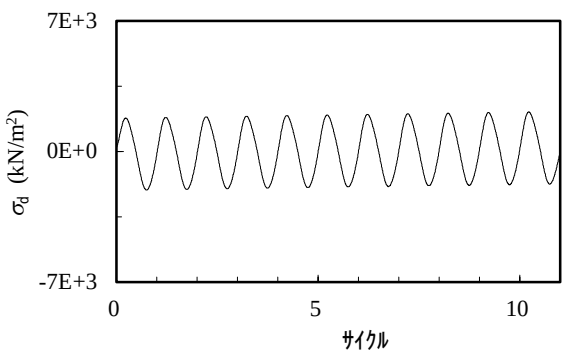
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

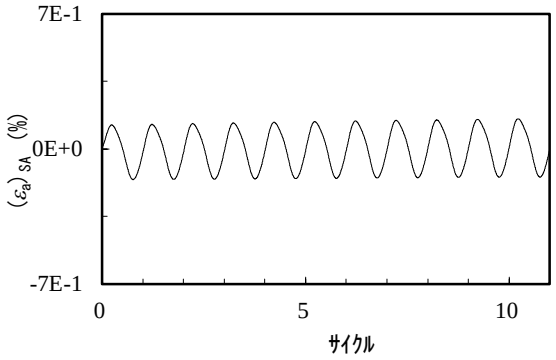
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月1日
試料番号	TI1850-P2-04 (52.25m ～52.40m)	試験者	

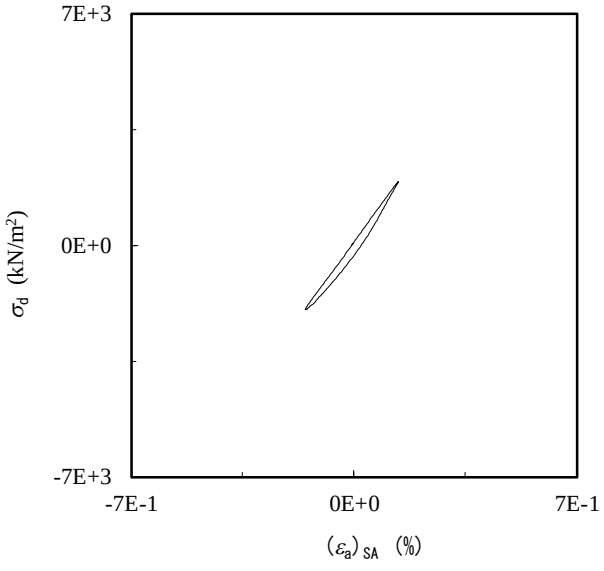
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.078		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9166	2	1930	1.42E-01	1360	4.68
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9480	3	1930	1.44E-01	1350	4.66
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1930	1.45E-01	1330	4.69
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	190.681	5	1940	1.46E-01	1320	4.69
	断面積 A_n cm²	19.228	6	1930	1.47E-01	1320	4.74
	間隙比 e_n	1.106	7	1930	1.48E-01	1310	4.73
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0036	8	1930	1.48E-01	1300	4.75
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.112	9	1930	1.49E-01	1300	4.76
			10	1940	1.50E-01	1290	4.79

波形の連続記録[1)]

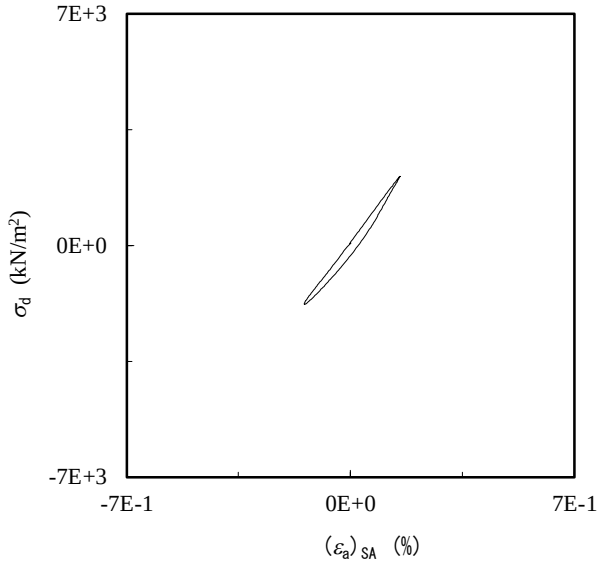




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ～~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~ 〔試験条件 圧密状態〕

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月5日

試料番号（深さ）：TI1850-P3-03　（55.40m ～55.55m）　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.372
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水，背圧
圧密条件	等方，~~異方~~		

試験条件

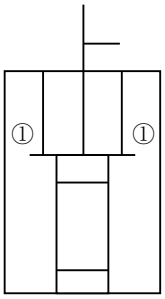
軸方向応力 σ_{ac} kN/m²	1400
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²	1400
背圧 u_b kN/m²	300
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²	1100
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²	1100
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]	
荷重計の容量 N	10000
トルク計の容量[6] N・m	

載荷条件

載荷波形	正弦波，~~三角波~~
載荷周波数 f Hz	0.1
排水条件	~~排水~~，非排水
1サイクルデータポイント数	100
載荷段階数	12

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	非接触変位計	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[6]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²				1×10⁻⁶
ゴムスリーフ	材質			ラテックス
	厚さ mm			0.25
圧密前	高さ H_o cm			9.918
	外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm			4.931
	内径 D_{io}[6] cm			



圧密後

軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	圧密後 cm	0.039
排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
	圧密後 cm³	2.695
軸変位量 ΔHc cm		0.039
体積変化量 ΔVc cm³		2.695
高さ Hc cm		9.8788
外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9052
内径 D_{ic}[6] cm		
体積 Vc cm³		186.684
断面積 Ac cm²		18.897
乾燥質量 m_s g		192.72
乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.032
間隙比 e_c[3]		1.298
相対密度 D_{rc}[3] %		

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²	49.0
	測定に要した時間 min	1.0
	B 値	0.98
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	
	間隙水圧増加量 Δuu kN/m²	
	間隙水圧増加量 Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min	
	B 値	

特記事項

※供試体の軸ひずみはギャップセンサーによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法，試料の状態（塊状,凍結,ときほぐされた）等を記載する。

2)トリミング法，負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界，塑性限界，砂質土の場合は最小乾燥密度，最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

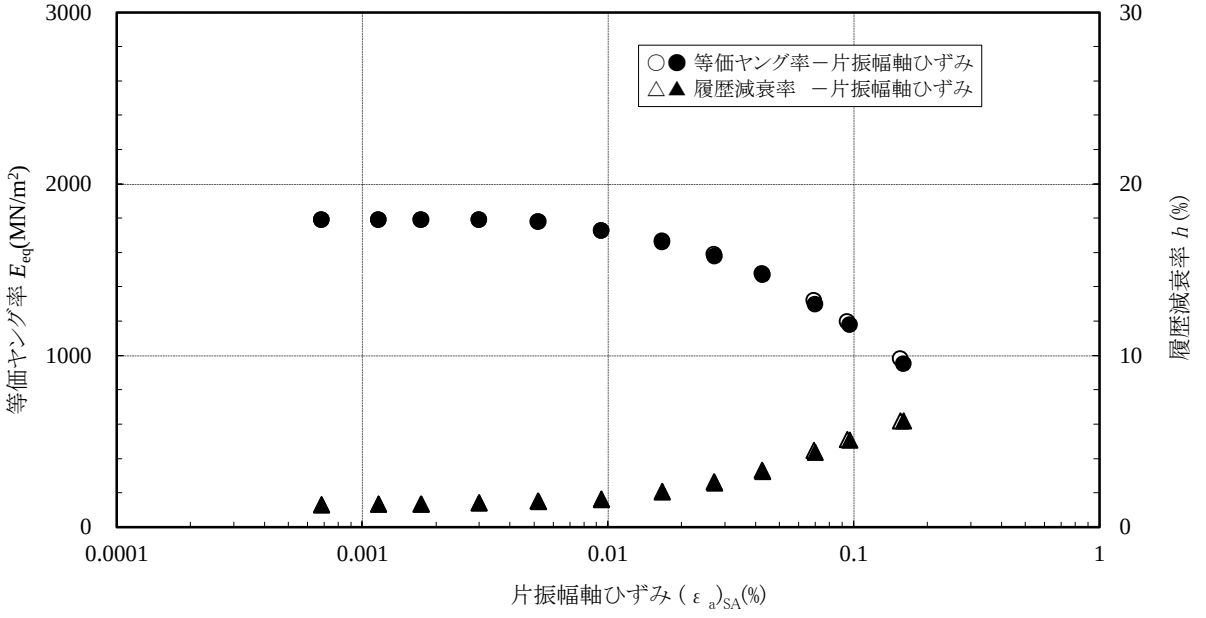
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	(深さ) TI1850-P3-03 (55.40m～55.55m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.372
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方,~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		12
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	6.83E-04	1790	1.31	6.83E-04	1790	1.33
2	1.16E-03	1790	1.34	1.16E-03	1790	1.34
3	1.74E-03	1790	1.36	1.73E-03	1790	1.36
4	2.99E-03	1790	1.42	2.98E-03	1790	1.43
5	5.20E-03	1780	1.50	5.17E-03	1780	1.52
6	9.38E-03	1730	1.66	9.38E-03	1730	1.63
7	1.66E-02	1670	2.11	1.66E-02	1660	2.06
8	2.70E-02	1590	2.66	2.71E-02	1580	2.60
9	4.23E-02	1480	3.33	4.25E-02	1470	3.24
10	6.90E-02	1320	4.48	6.99E-02	1300	4.36
11	9.42E-02	1200	5.12	9.62E-02	1180	5.08
12	1.55E-01	981	6.22	1.60E-01	952	6.21
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

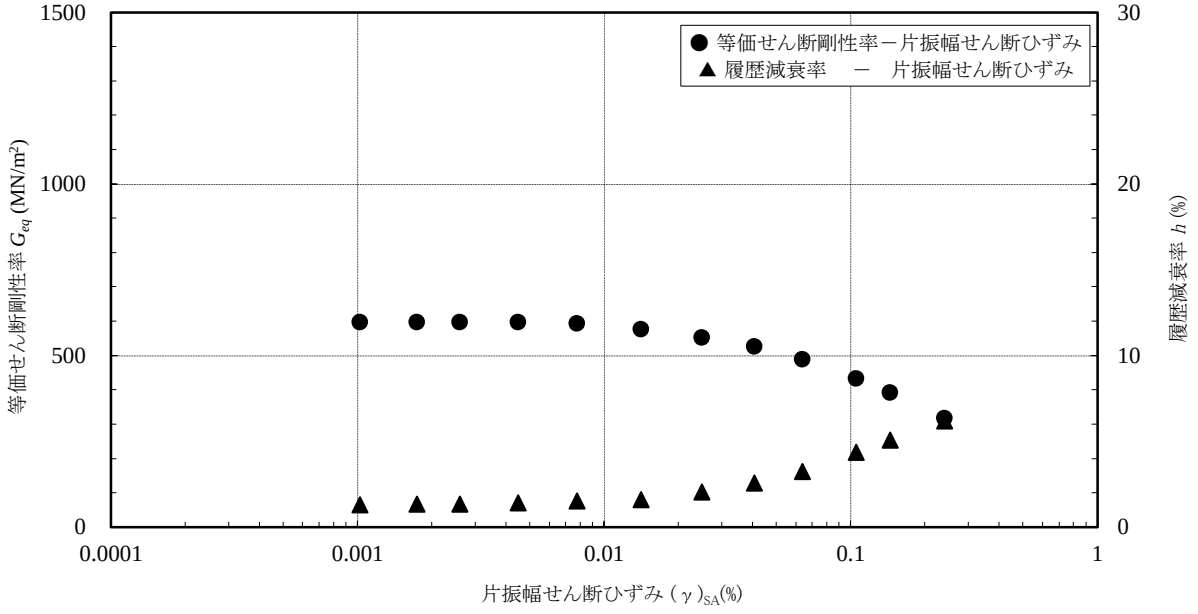
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	(深さ) TI1850-P3-03 (55.40m～55.55m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.372
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		12
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.02E-03	597	1.31	1.02E-03	597	1.33
2	1.74E-03	597	1.34	1.74E-03	597	1.34
3	2.61E-03	597	1.36	2.60E-03	597	1.36
4	4.49E-03	597	1.42	4.47E-03	597	1.43
5	7.80E-03	593	1.50	7.76E-03	593	1.52
6	1.41E-02	577	1.66	1.41E-02	577	1.63
7	2.49E-02	557	2.11	2.49E-02	553	2.06
8	4.05E-02	530	2.66	4.07E-02	527	2.60
9	6.35E-02	493	3.33	6.38E-02	490	3.24
10	1.04E-01	440	4.48	1.05E-01	433	4.36
11	1.41E-01	400	5.12	1.44E-01	393	5.08
12	2.33E-01	327	6.22	2.40E-01	317	6.21
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

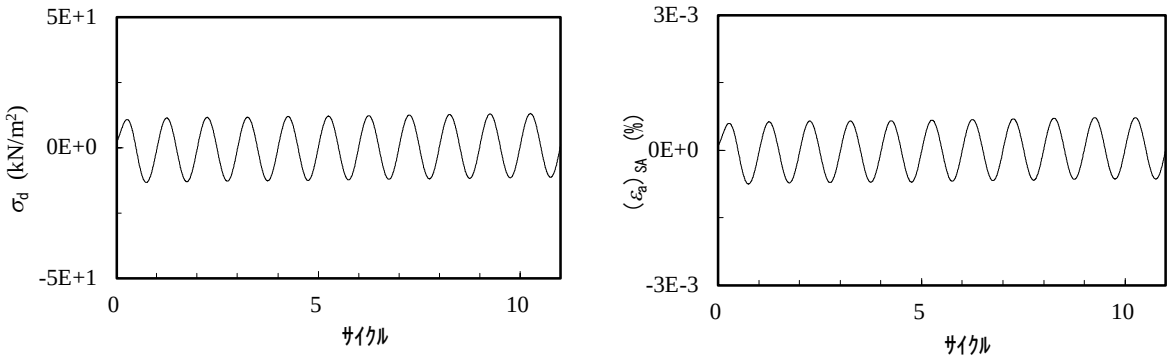
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

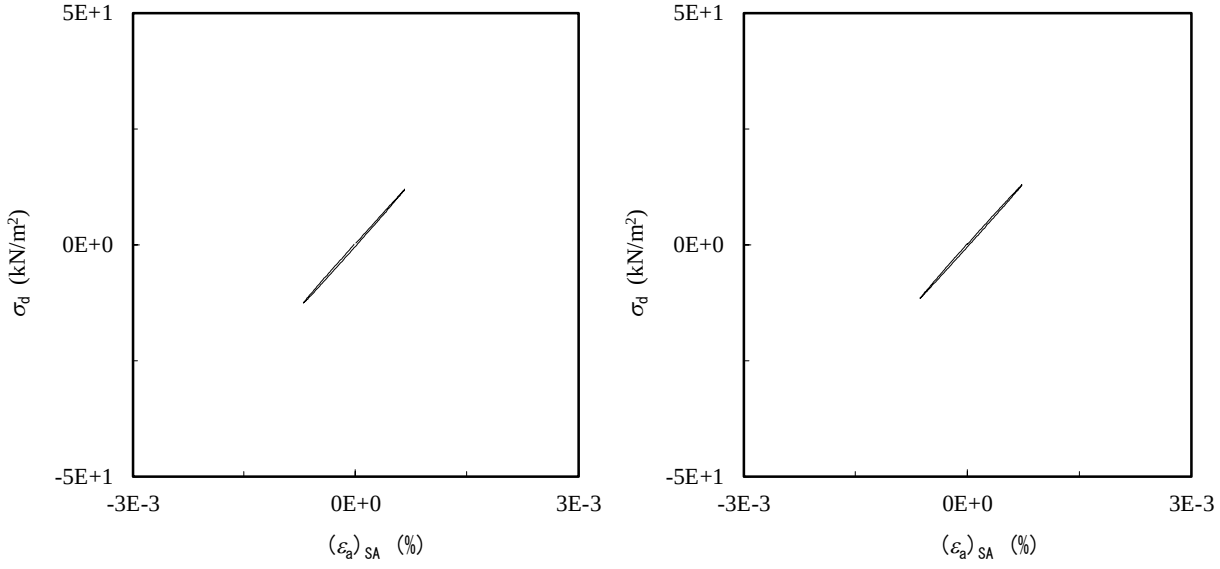
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8788	2	12.2	6.78E-04	1800	1.31
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9052	3	12.2	6.84E-04	1790	1.30
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	12.2	6.79E-04	1800	1.31
	体積 V_n[3] cm³	186.684	5	12.2	6.83E-04	1790	1.31
	断面積 A_n cm²	18.897	6	12.2	6.79E-04	1800	1.32
	間隙比 e_n	1.298	7	12.2	6.80E-04	1790	1.31
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	12.2	6.82E-04	1790	1.31
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	12.2	6.81E-04	1790	1.32
			10	12.2	6.83E-04	1790	1.33

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

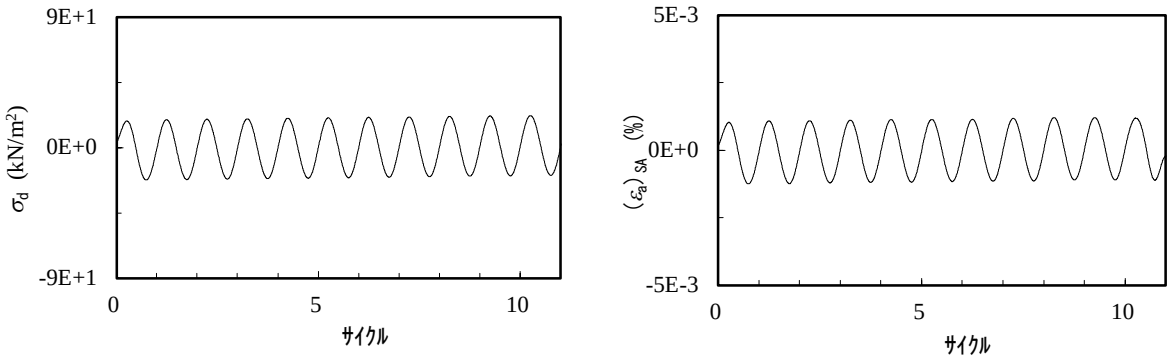
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

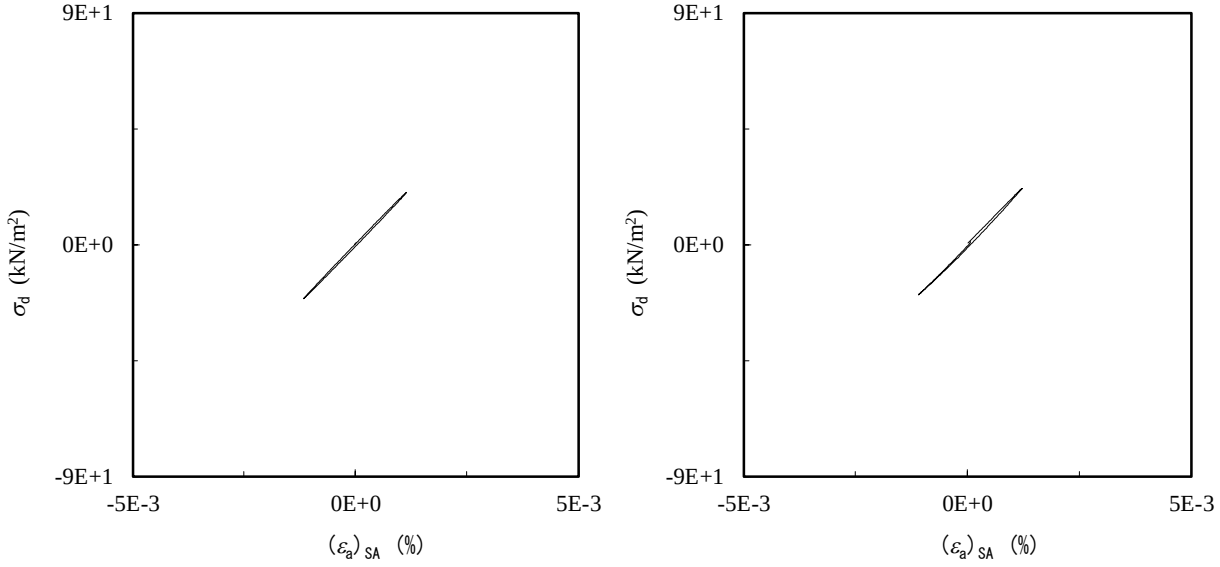
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8788	2	20.7	1.16E-03	1780	1.33
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9052	3	20.6	1.15E-03	1790	1.32
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	20.6	1.15E-03	1790	1.34
	体積 V_n [3] cm³	186.684	5	20.7	1.16E-03	1790	1.34
	断面積 A_n cm²	18.897	6	20.6	1.15E-03	1800	1.31
	間隙比 e_n	1.298	7	20.7	1.15E-03	1800	1.32
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	20.7	1.16E-03	1780	1.35
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	20.6	1.15E-03	1790	1.35
			10	20.7	1.16E-03	1790	1.34

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

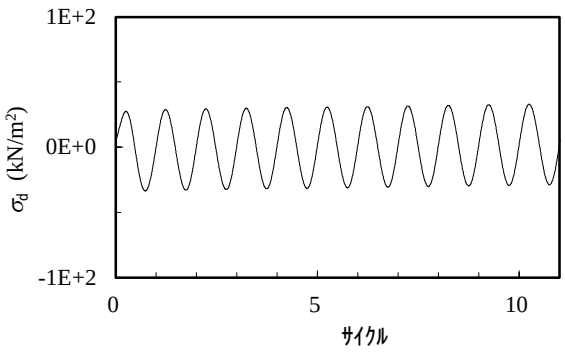
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

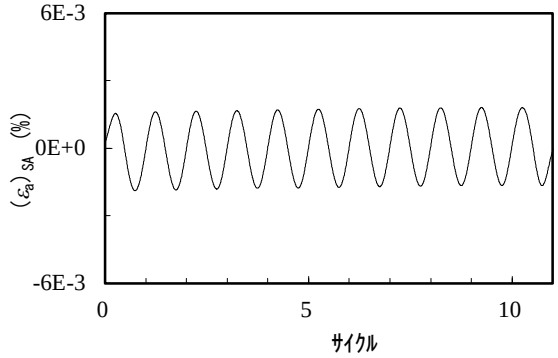
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

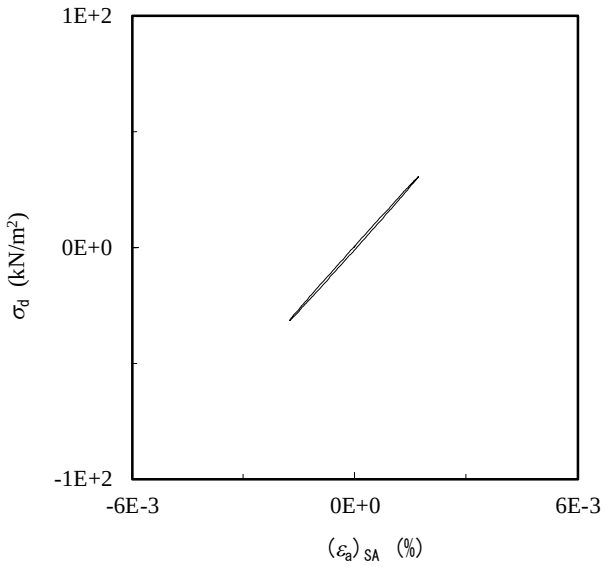
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8788	2	31.0	1.74E-03	1780	1.36
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9052	3	31.0	1.73E-03	1790	1.37
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	30.9	1.73E-03	1790	1.36
	体積 V_n [3] cm³	186.684	5	31.0	1.74E-03	1790	1.36
	断面積 A_n cm²	18.897	6	31.0	1.74E-03	1780	1.37
	間隙比 e_n	1.298	7	30.9	1.73E-03	1780	1.37
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	30.9	1.73E-03	1780	1.37
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	30.9	1.73E-03	1790	1.36
			10	31.0	1.73E-03	1790	1.36

波形の連続記録[1)]

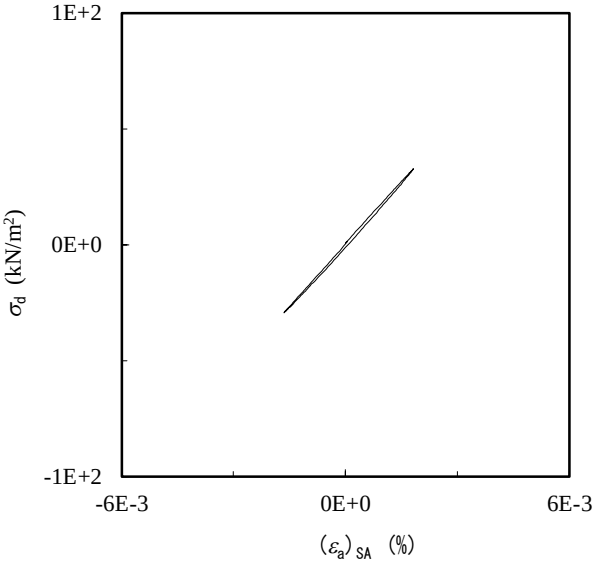




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

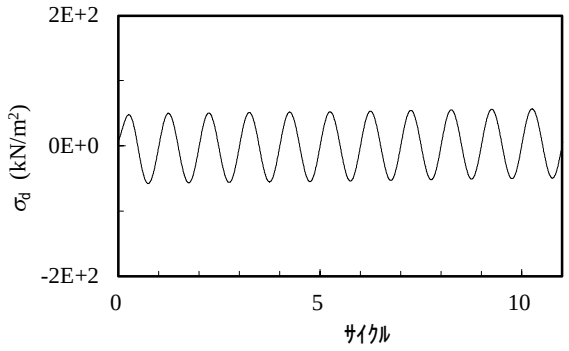
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

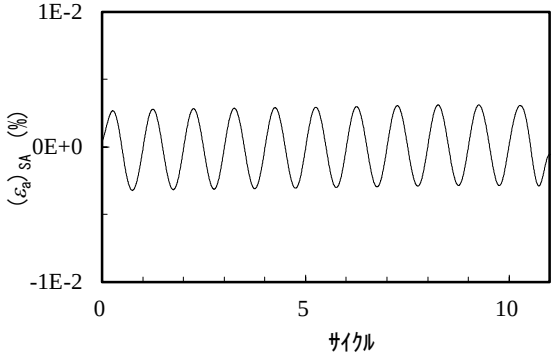
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

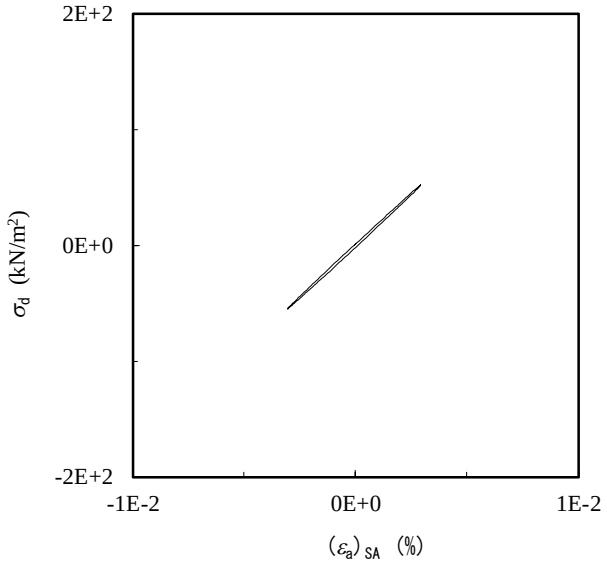
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8788	2	53.3	2.98E-03	1790	1.43
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9052	3	53.4	2.98E-03	1790	1.44
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	53.2	2.98E-03	1790	1.42
	体積 V_n[3] cm³	186.684	5	53.4	2.99E-03	1790	1.42
	断面積 A_n cm²	18.897	6	53.2	2.98E-03	1790	1.41
	間隙比 e_n	1.298	7	53.2	2.98E-03	1790	1.43
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	53.3	2.98E-03	1790	1.42
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	53.2	2.98E-03	1790	1.42
			10	53.3	2.98E-03	1790	1.43

波形の連続記録[1)]

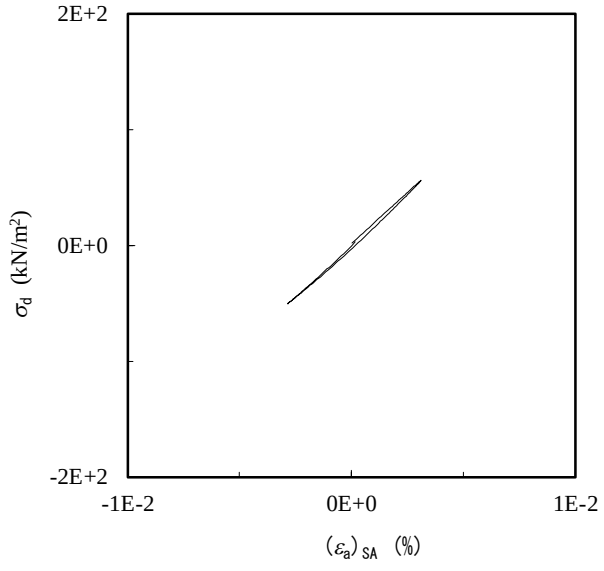




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

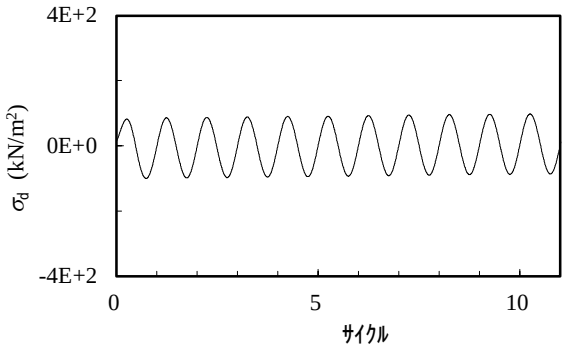
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

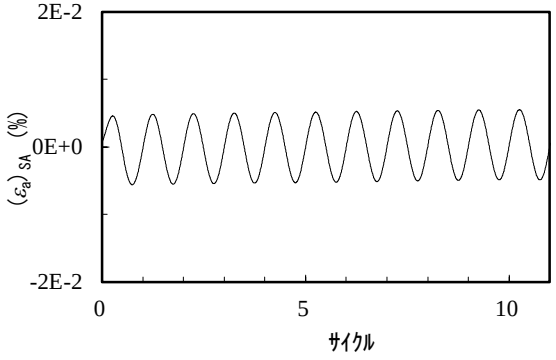
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

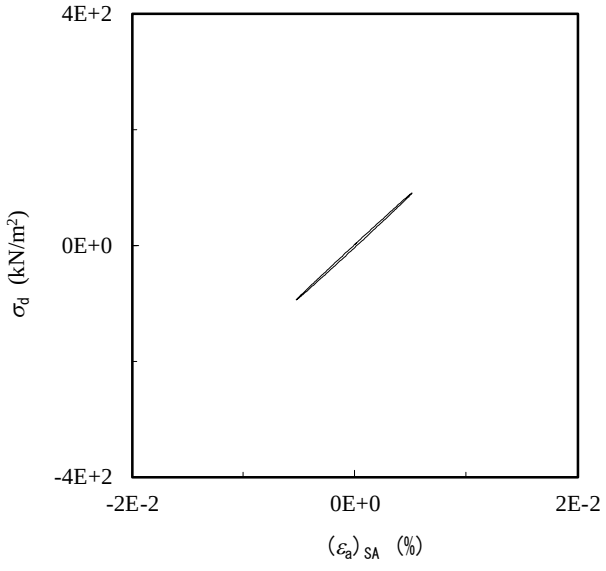
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8788	2	92.2	5.18E-03	1780	1.52
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9052	3	92.3	5.19E-03	1780	1.50
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	92.2	5.19E-03	1780	1.49
	体積 V_n[3] cm³	186.684	5	92.4	5.20E-03	1780	1.50
	断面積 A_n cm²	18.897	6	92.2	5.19E-03	1780	1.51
	間隙比 e_n	1.298	7	92.2	5.19E-03	1770	1.52
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	92.2	5.19E-03	1780	1.50
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	92.2	5.20E-03	1780	1.51
			10	92.3	5.17E-03	1780	1.52

波形の連続記録[1]

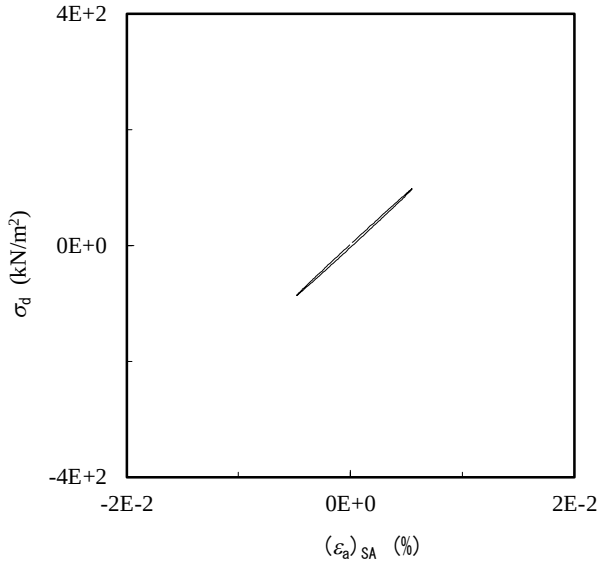




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

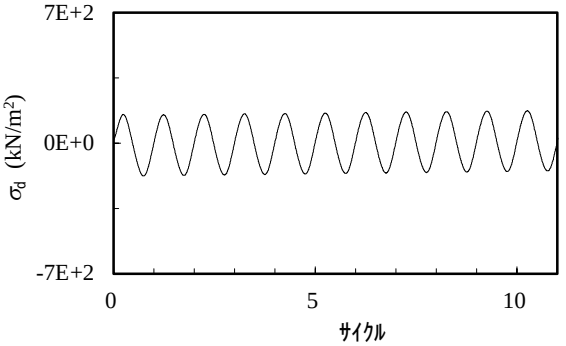
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

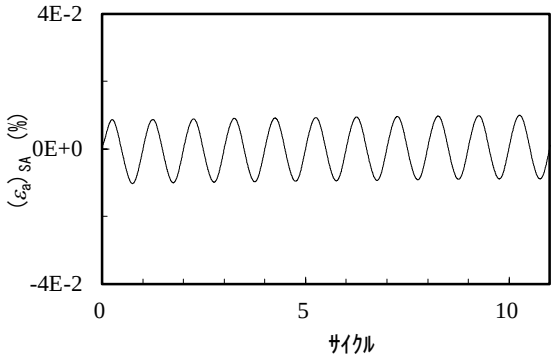
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

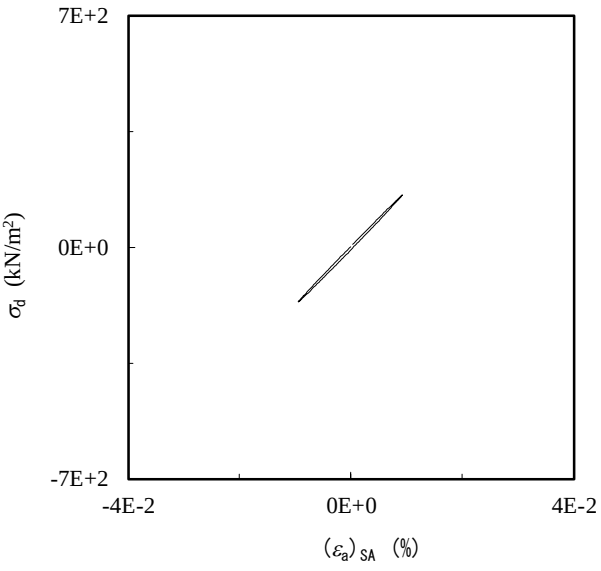
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8784	2	163	9.36E-03	1740	1.75
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9053	3	162	9.37E-03	1730	1.71
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	162	9.37E-03	1730	1.69
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	186.684	5	162	9.38E-03	1730	1.66
	断面積 A_n cm²	18.898	6	162	9.36E-03	1730	1.64
	間隙比 e_n	1.298	7	162	9.37E-03	1730	1.65
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	162	9.37E-03	1730	1.63
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	162	9.37E-03	1730	1.63
			10	162	9.38E-03	1730	1.63

波形の連続記録[1)]

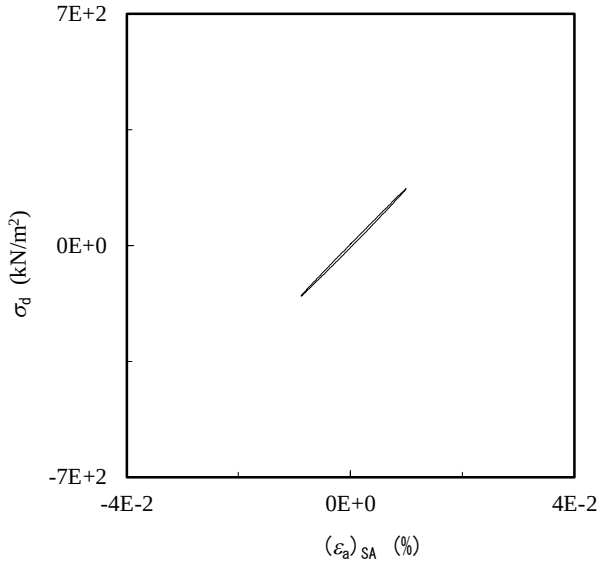




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

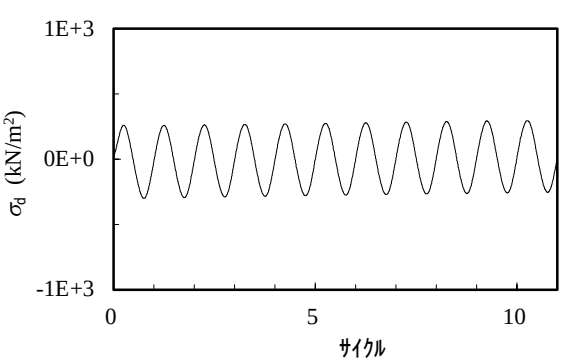
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

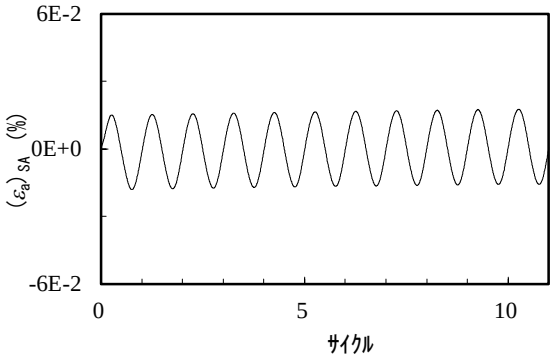
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

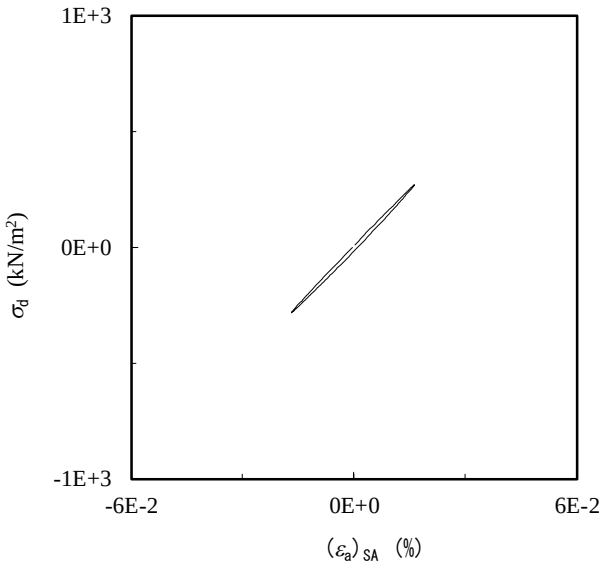
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8784	2	276	1.65E-02	1670	2.16
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9052	3	276	1.65E-02	1670	2.15
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	275	1.65E-02	1670	2.12
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	186.680	5	276	1.66E-02	1670	2.11
	断面積 A_n cm²	18.898	6	275	1.65E-02	1660	2.11
	間隙比 e_n	1.298	7	276	1.66E-02	1660	2.10
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	275	1.66E-02	1660	2.12
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	275	1.66E-02	1660	2.06
			10	276	1.66E-02	1660	2.06

波形の連続記録[1)]

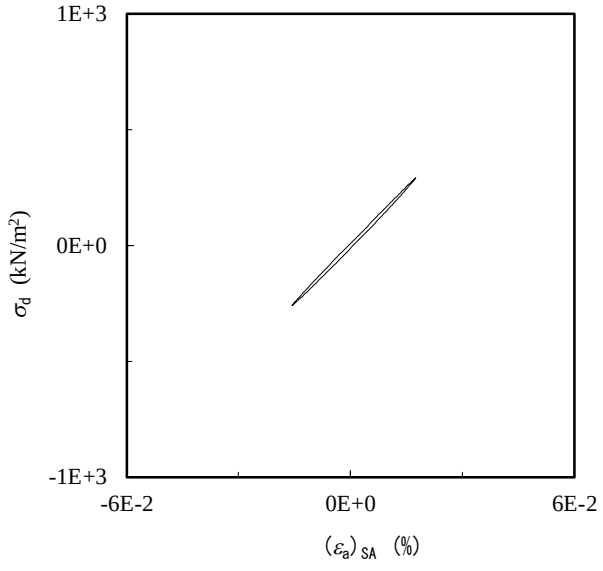




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

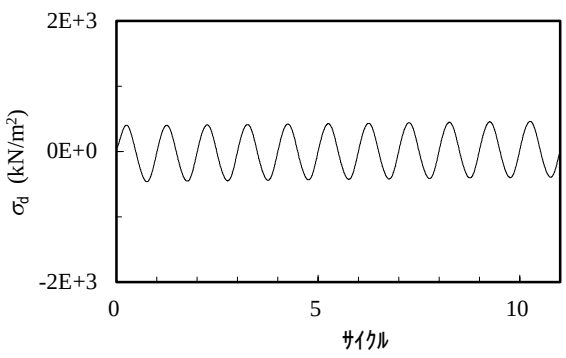
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

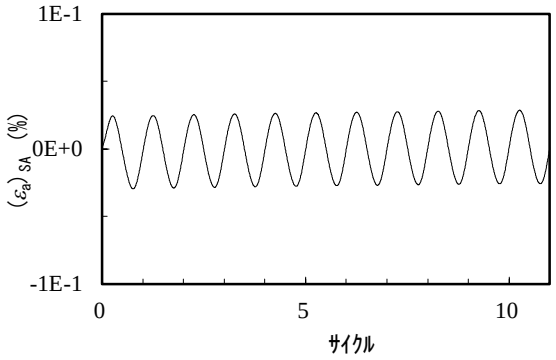
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	載荷過程 波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

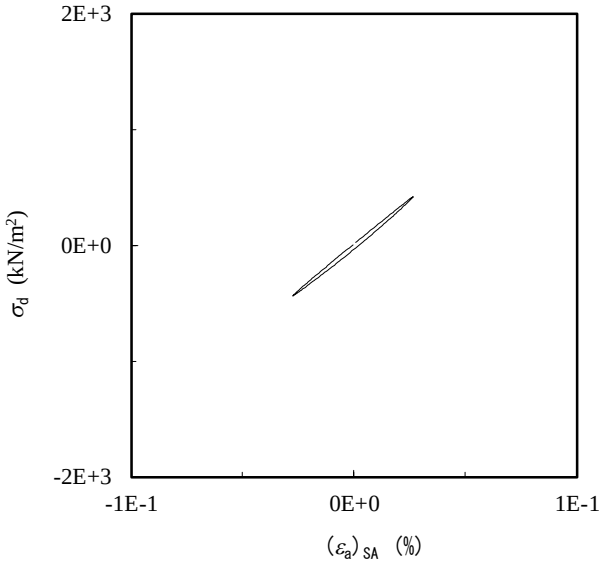
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.8780	2	429	2.68E-02	1600	2.71
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9053	3	428	2.69E-02	1590	2.67
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	428	2.69E-02	1590	2.67
	体積 V_n[3] cm³	186.680	5	428	2.70E-02	1590	2.66
	断面積 A_n cm²	18.899	6	427	2.70E-02	1580	2.66
	間隙比 e_n	1.298	7	428	2.70E-02	1580	2.66
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0012	8	427	2.70E-02	1580	2.60
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	428	2.71E-02	1580	2.60
			10	428	2.71E-02	1580	2.60

波形の連続記録[1)]

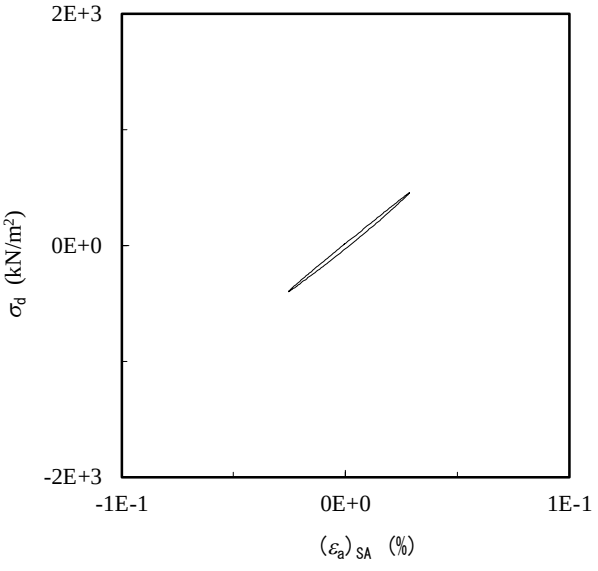




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

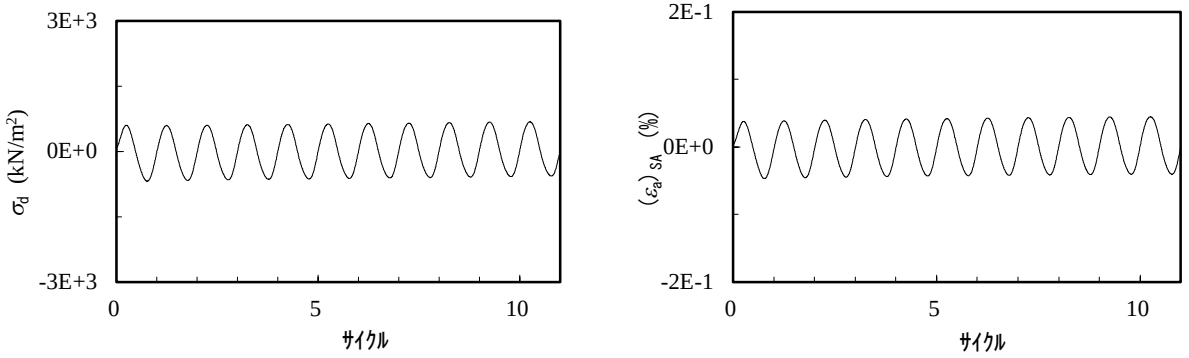
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	載荷過程 波形記録

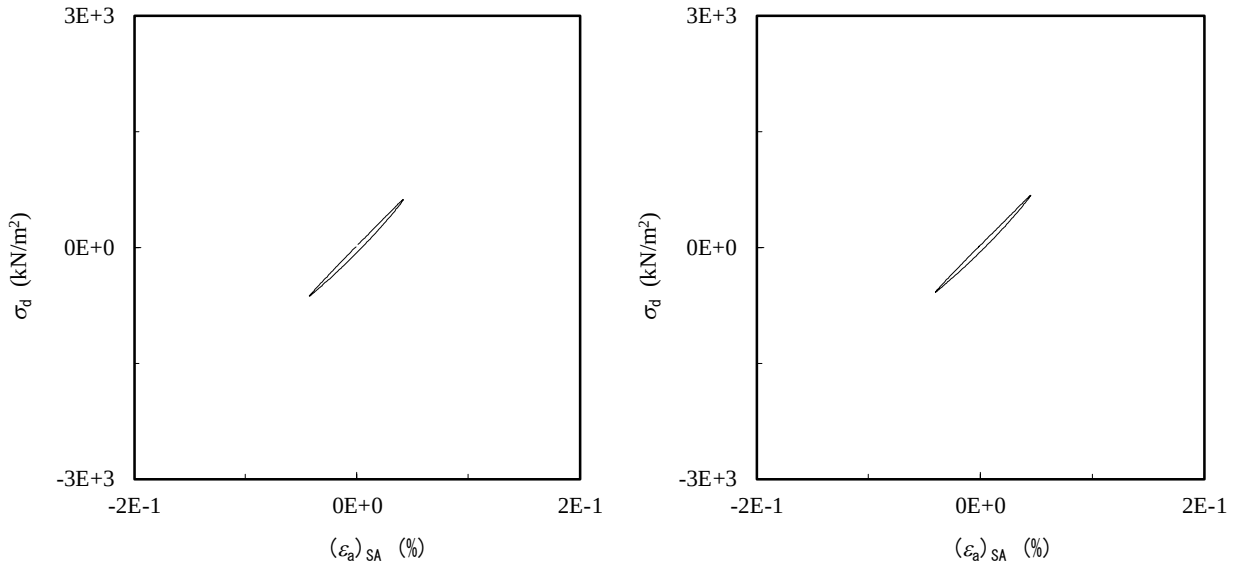
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0012	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.8776	2	632	4.21E-02	1500	3.39
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9054	3	629	4.21E-02	1490	3.37
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	627	4.21E-02	1490	3.34
	体積 V_n[3] cm³	186.680	5	627	4.23E-02	1480	3.33
	断面積 A_n cm²	18.899	6	626	4.23E-02	1480	3.33
	間隙比 e_n	1.298	7	626	4.24E-02	1480	3.32
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0020	8	626	4.24E-02	1480	3.32
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	625	4.24E-02	1470	3.25
			10	626	4.25E-02	1470	3.24

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

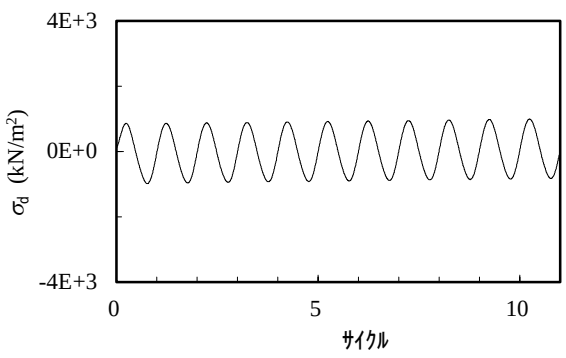
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

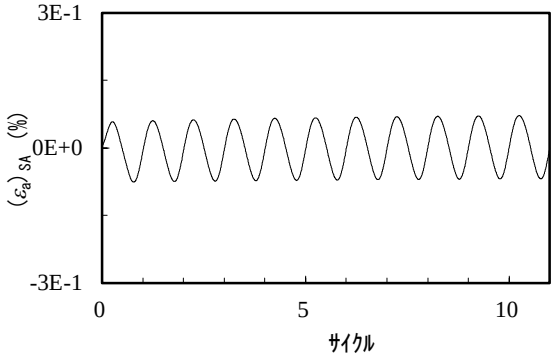
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

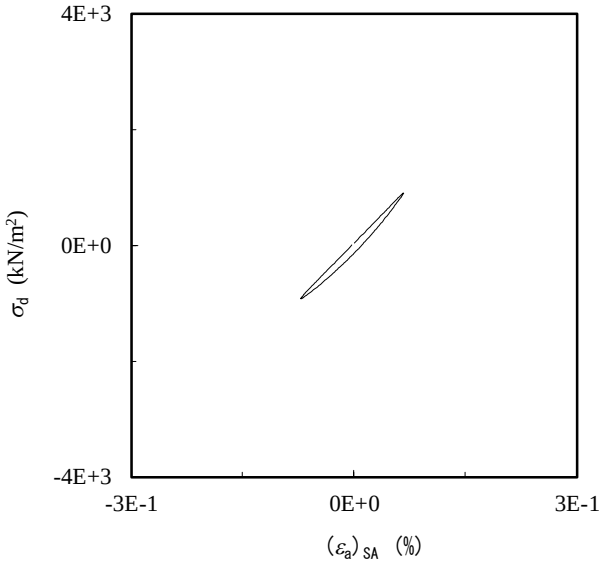
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0020	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8768	2	912	6.76E-02	1350	4.53
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9056	3	910	6.81E-02	1340	4.53
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	911	6.86E-02	1330	4.49
	体積 V_n[3] cm³	186.675	5	912	6.90E-02	1320	4.48
	断面積 A_n cm²	18.900	6	911	6.92E-02	1320	4.49
	間隙比 e_n	1.298	7	911	6.94E-02	1310	4.50
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	8	910	6.96E-02	1310	4.48
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.034	9	911	6.98E-02	1300	4.35
			10	911	6.99E-02	1300	4.36

波形の連続記録[1)]

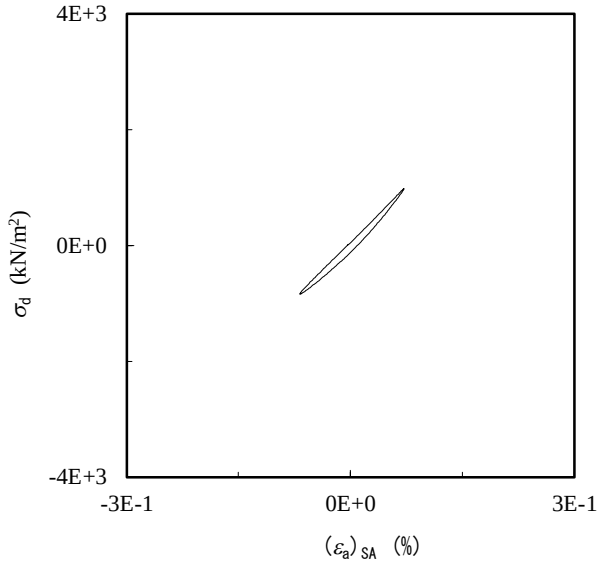




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

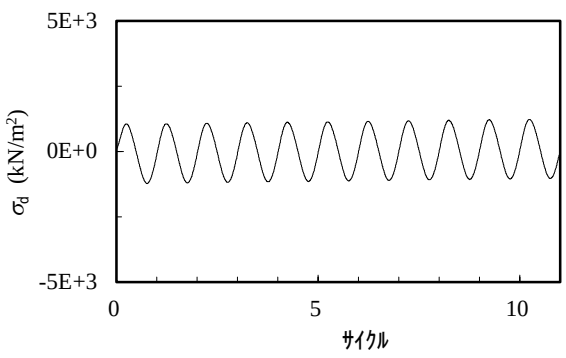
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

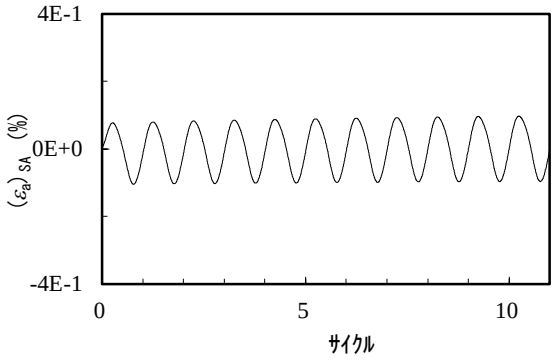
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

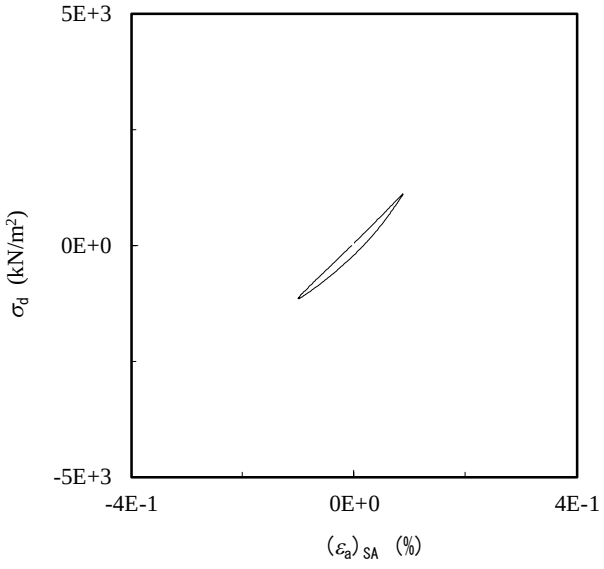
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.034		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8756	2	1130	9.17E-02	1230	5.10
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9055	3	1130	9.27E-02	1220	5.13
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	1130	9.35E-02	1210	5.15
	体積 V_n[3] cm³	186.650	5	1130	9.42E-02	1200	5.12
	断面積 A_n cm²	18.900	6	1130	9.45E-02	1200	5.10
	間隙比 e_n	1.297	7	1130	9.51E-02	1190	5.10
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	8	1130	9.53E-02	1190	5.11
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.088	9	1130	9.59E-02	1180	5.06
			10	1130	9.62E-02	1180	5.08

波形の連続記録[1]

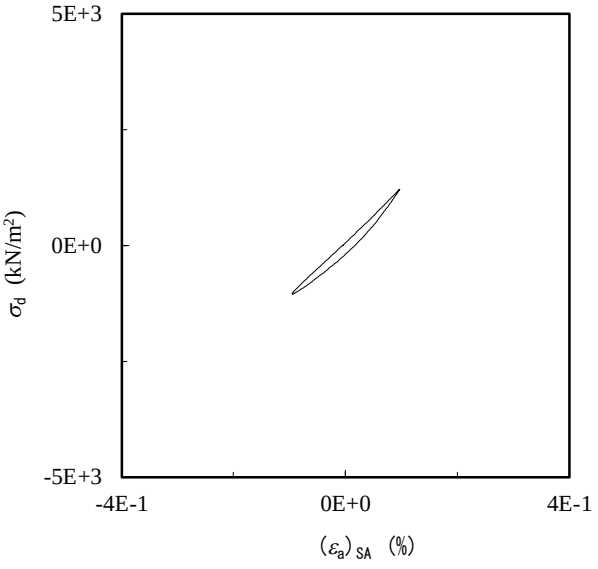




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

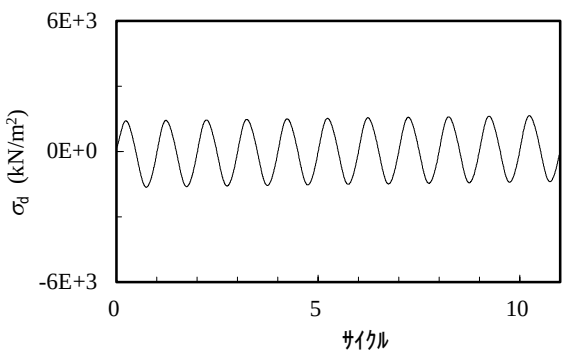
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

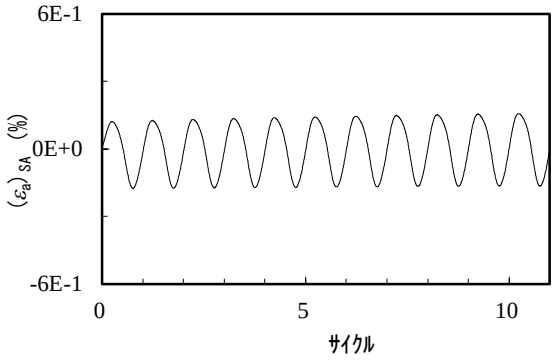
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

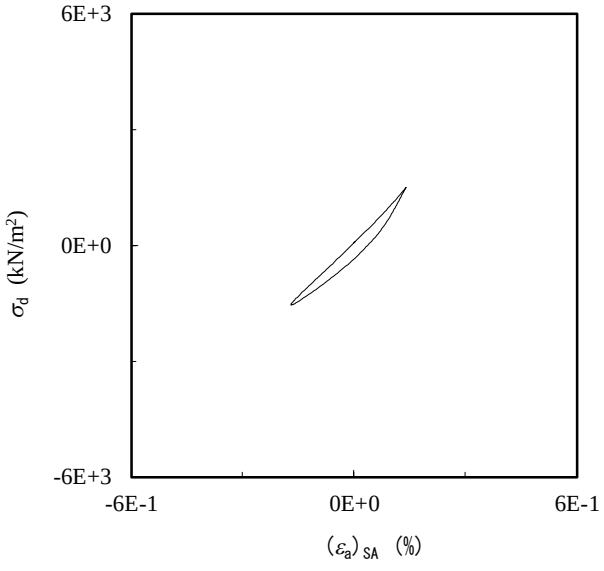
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	12
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.088		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8724	2	1520	1.50E-01	1010	6.18
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9056	3	1520	1.52E-01	999	6.16
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1520	1.53E-01	990	6.20
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	186.596	5	1520	1.55E-01	981	6.22
	断面積 A_n cm²	18.901	6	1520	1.56E-01	973	6.20
	間隙比 e_n	1.297	7	1520	1.57E-01	967	6.20
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0116	8	1520	1.58E-01	961	6.25
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.161	9	1520	1.59E-01	956	6.18
			10	1520	1.60E-01	952	6.21

波形の連続記録[1)]

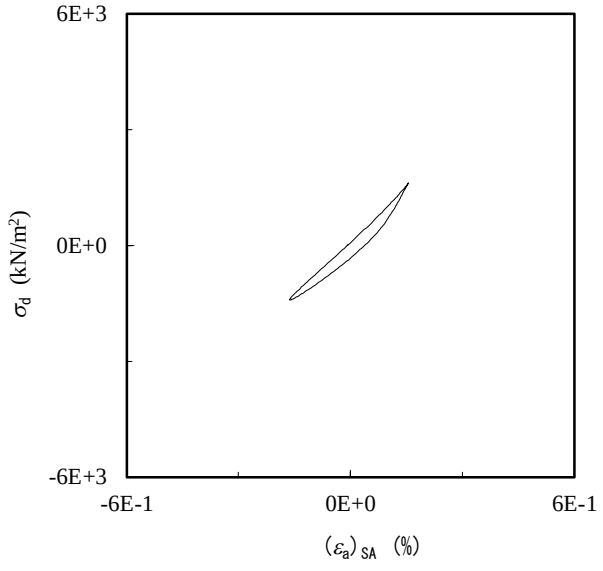




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

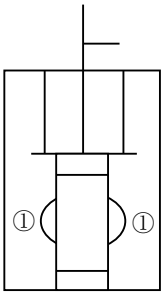
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 〔試験条件 圧密状態〕
~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号(深さ)	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

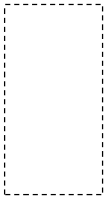
試料の状態[1]	塊状			土粒子の密度	ρ_s[3] g/cm^3	2.372
供試体の作製方法[2]	トリミング法			液性限界	w_L % [4]	NP
土質名称	軽石凝灰岩Tpt2			塑性限界	w_P % [4]	NP
供試体No.	1	飽和方法		脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

試験条件	軸方向応力 σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷条件	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
	側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m^2	1400		載荷周波数 f Hz		0.1
	背圧 u_b kN/m^2	300		排水条件		~~排水~~, 非排水
	軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m^2	1100		1サイクルデータポイント数		100
	側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m^2	1100		載荷段階数		12
	異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		圧密後	軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	荷重計の容量 N	10000			圧密後 cm	0.039
	トルク計の容量[6] N・m			排水量の読み	圧密前 cm^3	0.000
試験装置	軸変位計 大変位 位置				圧密後 cm^3	2.695
	種類			軸変位量 ΔHc cm		0.039
	数			体積変化量 ΔVc cm^3		2.695
	軸変位計 小変位 位置	①		高さ Hc cm		9.8788
	種類	LDT		外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9052
	数	2		内径 D_{ic}[6] cm		
	回転角計[6] 大変位 位置			体積 Vc cm^3		186.684
	種類			断面積 Ac cm^2		18.897
	数			乾燥質量 m_s g		192.72
	回転角計[6] 小変位 位置			乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm^3		1.032
	種類			間隙比 e_c[3]		1.298
	数			相対密度 D_{rc}[3] %		
	金属製リブ[6] 数量					
	高さ cm					
	厚さ cm					
	間隙水圧経路体積変化 cm^3/kN/m^2	1×10^{-6}				
ゴムスリーブ	材質	ラテックス	間隙圧係数B 圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2		50.0
	厚さ mm	0.25		間隙水圧増加量 Δu kN/m^2		49.0
圧密前	高さ Ho cm	9.918		測定に要した時間 min		1.0
	外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm	4.931		B 値		0.98
	内径 D_{io}[6] cm		圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2		
				間隙水圧増加量	Δuu kN/m^2	
					Δul kN/m^2	
				測定に要した時間 min		
				B 値		



特記事項
※供試体の軸ひずみはLDTによるデータより算出した。

供試体の状況



1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。
6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m^2≒0 0102kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

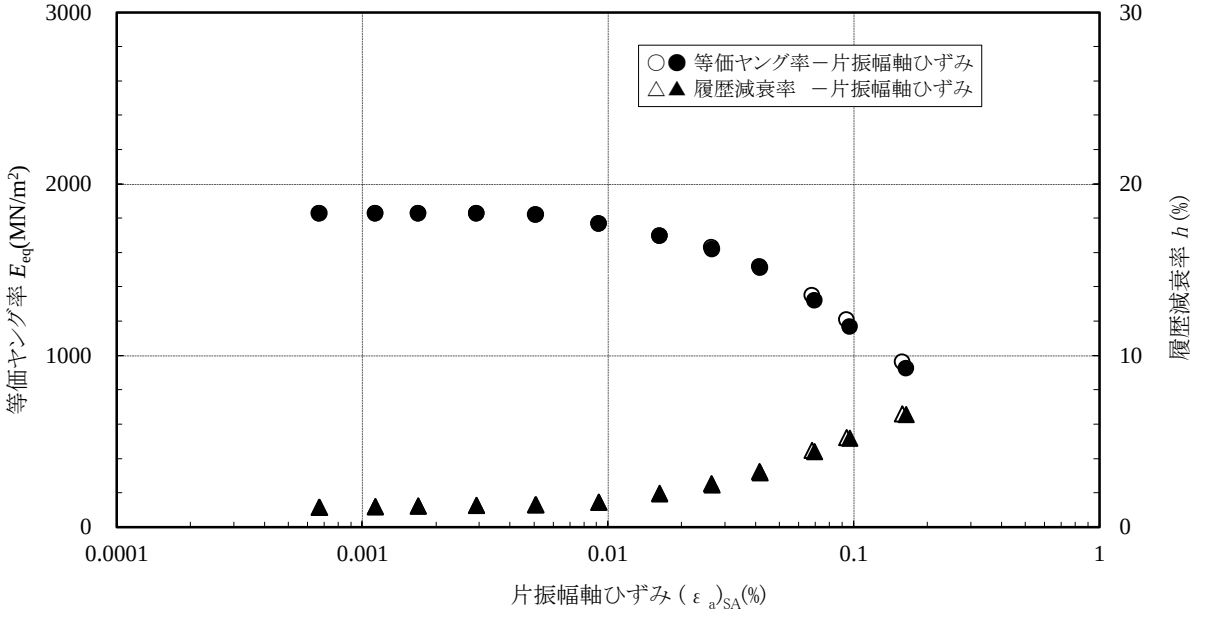
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	(深さ) TI1850-P3-03 (55.40m～55.55m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.372
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		12
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	6.68E-04	1830	1.17	6.67E-04	1830	1.17
2	1.13E-03	1830	1.21	1.13E-03	1830	1.21
3	1.69E-03	1830	1.24	1.69E-03	1830	1.24
4	2.92E-03	1830	1.26	2.91E-03	1830	1.26
5	5.09E-03	1820	1.30	5.07E-03	1820	1.30
6	9.15E-03	1770	1.45	9.15E-03	1770	1.45
7	1.62E-02	1700	1.96	1.62E-02	1700	1.97
8	2.63E-02	1630	2.55	2.65E-02	1620	2.48
9	4.13E-02	1520	3.26	4.15E-02	1510	3.17
10	6.78E-02	1350	4.49	6.91E-02	1320	4.40
11	9.38E-02	1210	5.23	9.64E-02	1170	5.20
12	1.58E-01	963	6.61	1.64E-01	925	6.59
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

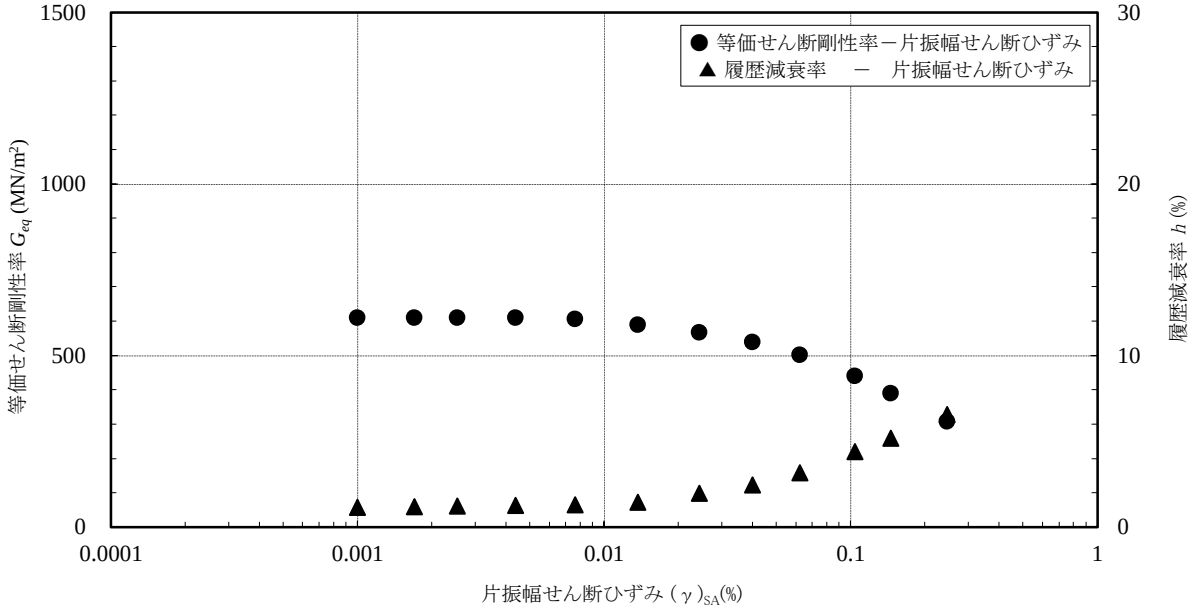
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	(深さ) TI1850-P3-03 (55.40m～55.55m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.372
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	軽石凝灰岩Tpt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		12
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.00E-03	610	1.17	1.00E-03	610	1.17
2	1.70E-03	610	1.21	1.70E-03	610	1.21
3	2.54E-03	610	1.24	2.54E-03	610	1.24
4	4.38E-03	610	1.26	4.37E-03	610	1.26
5	7.64E-03	607	1.30	7.61E-03	607	1.30
6	1.37E-02	590	1.45	1.37E-02	590	1.45
7	2.43E-02	567	1.96	2.43E-02	567	1.97
8	3.95E-02	543	2.55	3.98E-02	540	2.48
9	6.20E-02	507	3.26	6.23E-02	503	3.17
10	1.02E-01	450	4.49	1.04E-01	440	4.40
11	1.41E-01	403	5.23	1.45E-01	390	5.20
12	2.37E-01	321	6.61	2.46E-01	308	6.59
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

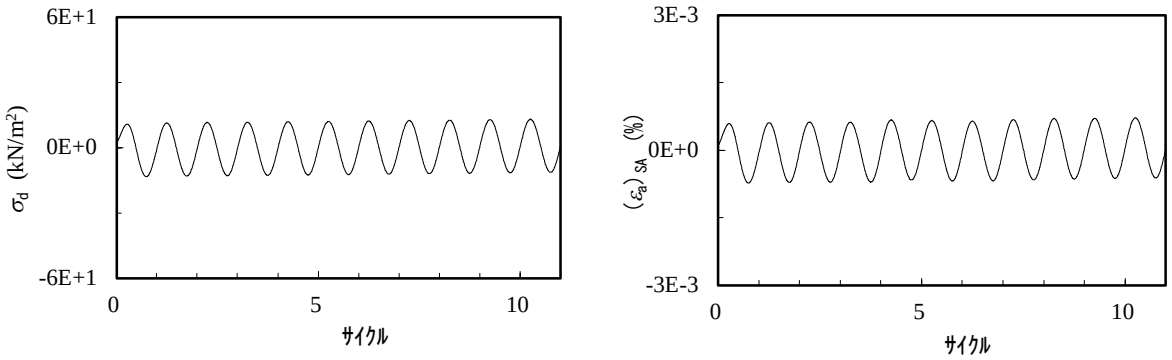
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

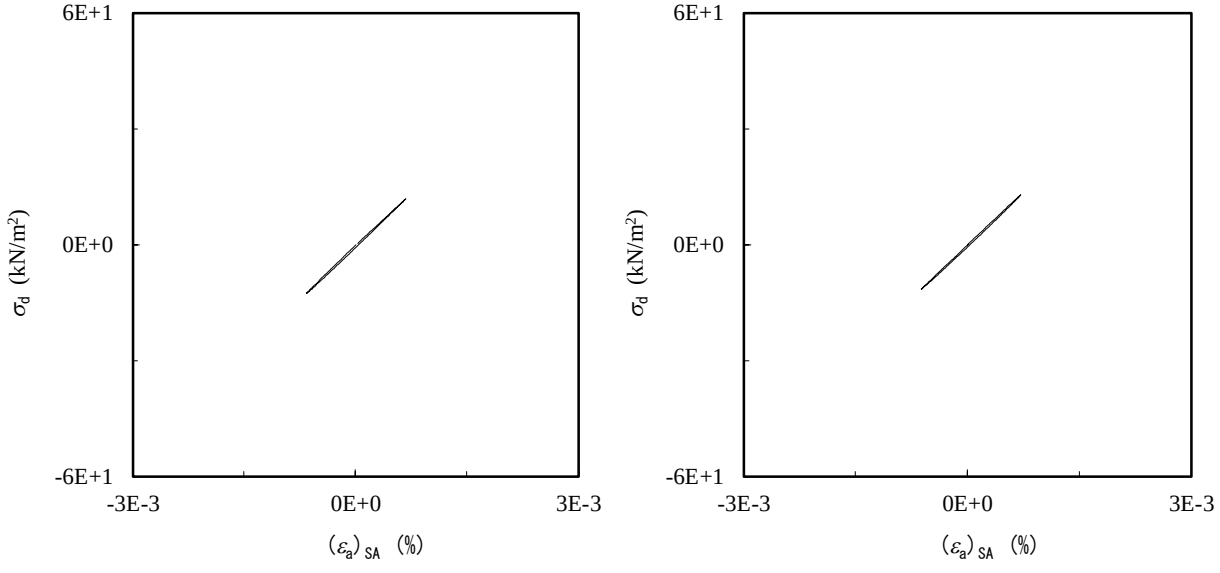
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8788	2	12.2	6.64E-04	1840	1.17
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9052	3	12.2	6.70E-04	1830	1.17
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	12.2	6.65E-04	1830	1.16
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	186.684	5	12.2	6.68E-04	1830	1.17
	断面積 A_n cm²	18.897	6	12.2	6.71E-04	1820	1.18
	間隙比 e_n	1.298	7	12.2	6.63E-04	1840	1.17
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	12.2	6.69E-04	1830	1.16
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	12.2	6.71E-04	1820	1.18
			10	12.2	6.67E-04	1830	1.17

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

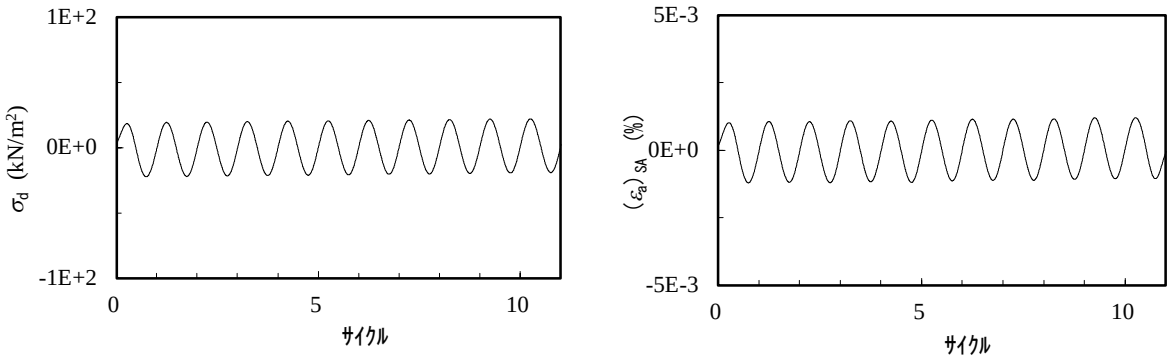
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

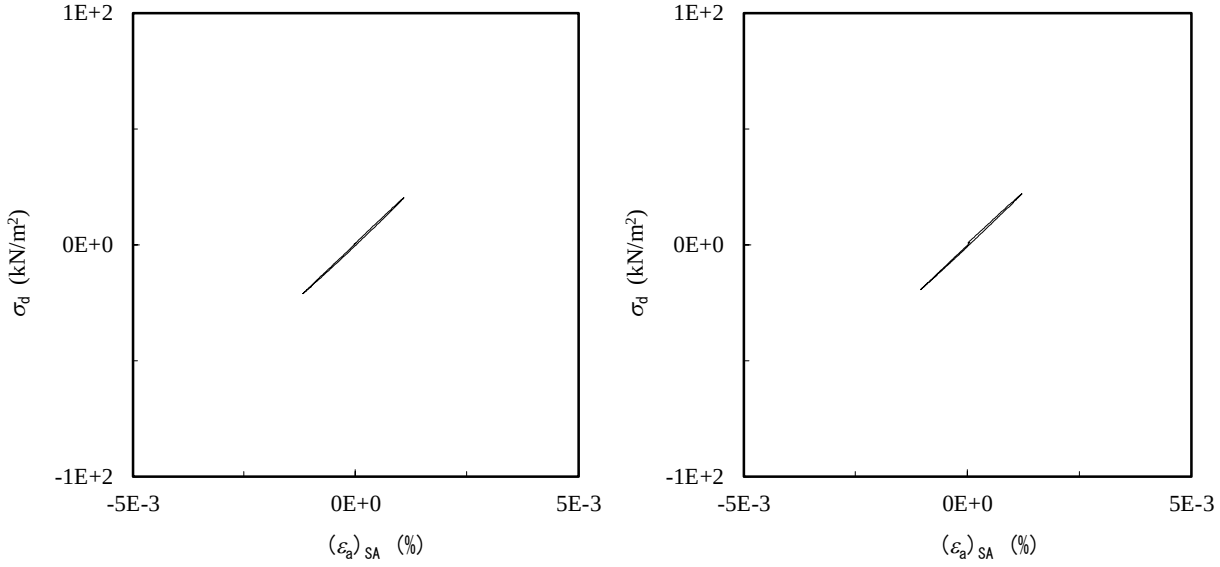
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8788	2	20.7	1.12E-03	1840	1.22
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9052	3	20.6	1.13E-03	1830	1.21
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	20.6	1.13E-03	1830	1.22
	体積 V_n [3] cm³	186.684	5	20.7	1.13E-03	1830	1.21
	断面積 A_n cm²	18.897	6	20.6	1.12E-03	1840	1.22
	間隙比 e_n	1.298	7	20.7	1.13E-03	1830	1.22
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	20.7	1.13E-03	1830	1.21
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	20.6	1.12E-03	1840	1.22
			10	20.7	1.13E-03	1830	1.21

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

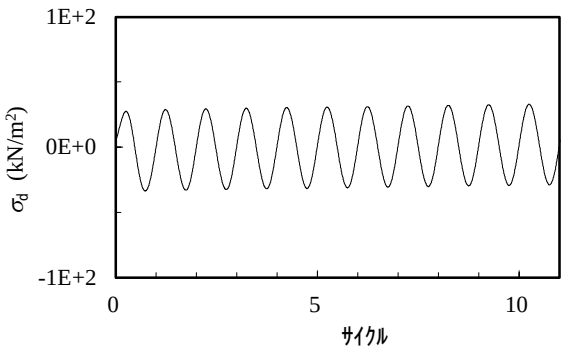
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

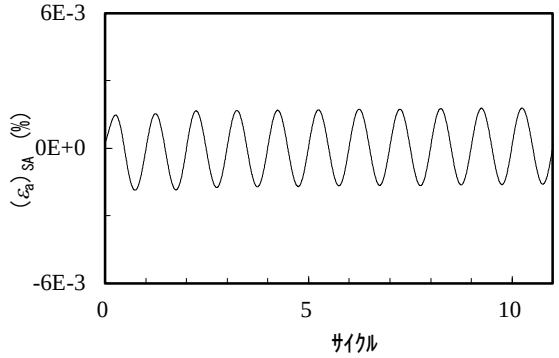
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

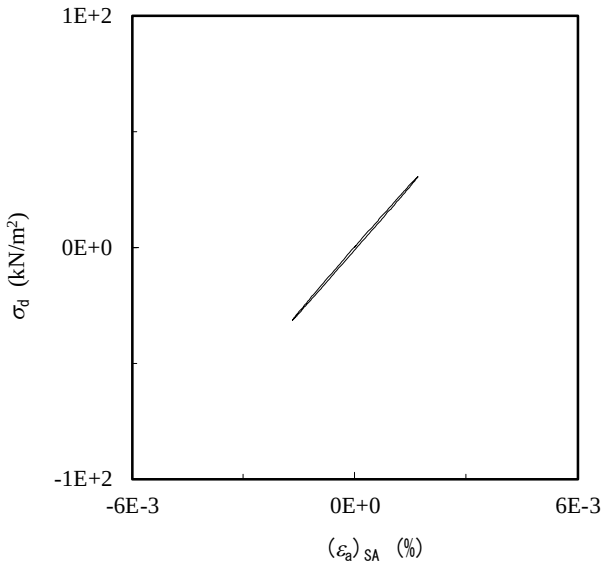
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8788	2	31.0	1.69E-03	1830	1.24
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9052	3	31.0	1.70E-03	1820	1.23
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	30.9	1.70E-03	1820	1.24
	体積 V_n [3] cm³	186.684	5	31.0	1.69E-03	1830	1.24
	断面積 A_n cm²	18.897	6	31.0	1.69E-03	1830	1.23
	間隙比 e_n	1.298	7	30.9	1.69E-03	1830	1.23
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	30.9	1.70E-03	1820	1.23
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	30.9	1.69E-03	1820	1.24
			10	31.0	1.69E-03	1830	1.24

波形の連続記録[1)]

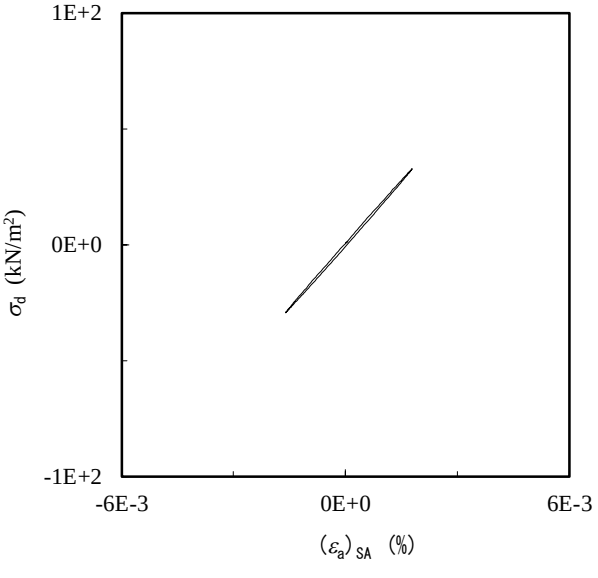




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

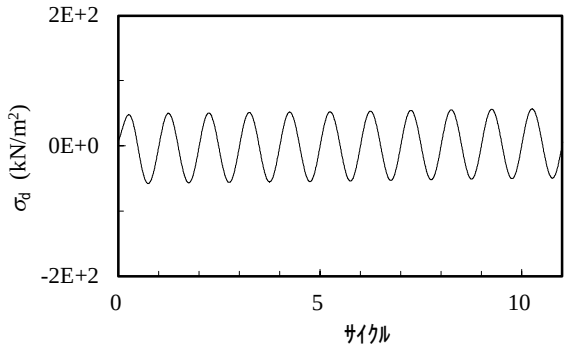
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

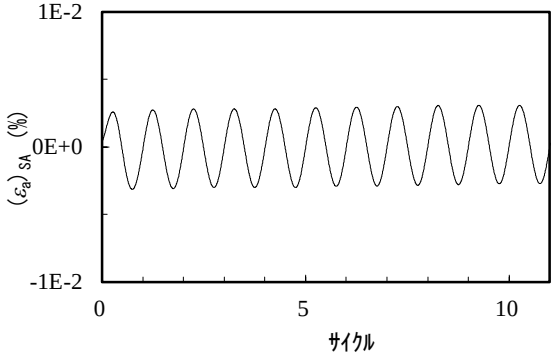
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

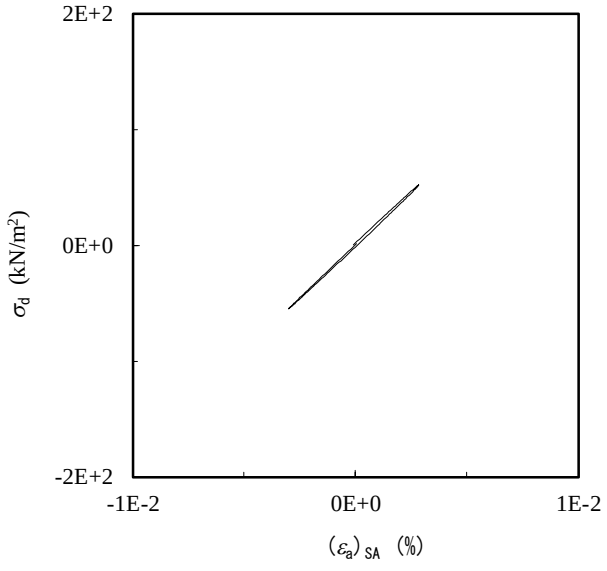
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8788	2	53.3	2.91E-03	1830	1.26
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9052	3	53.4	2.91E-03	1830	1.25
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	53.2	2.91E-03	1830	1.25
	体積 V_n[3] cm³	186.684	5	53.4	2.92E-03	1830	1.26
	断面積 A_n cm²	18.897	6	53.2	2.91E-03	1830	1.25
	間隙比 e_n	1.298	7	53.2	2.92E-03	1820	1.25
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	53.3	2.91E-03	1830	1.26
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	53.2	2.93E-03	1820	1.27
			10	53.3	2.91E-03	1830	1.26

波形の連続記録[1)]

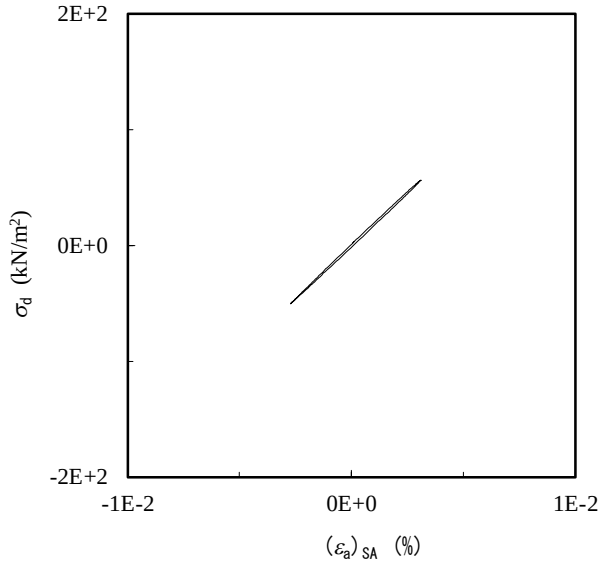




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

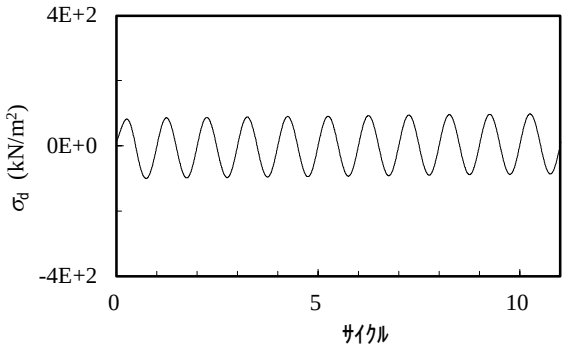
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

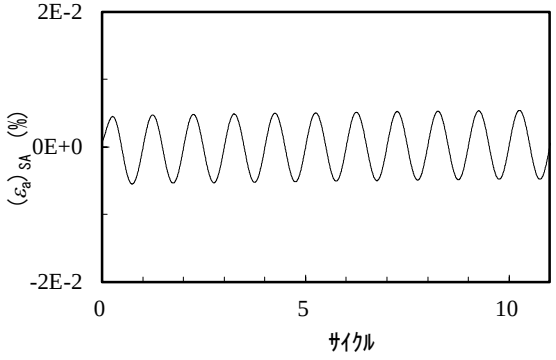
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

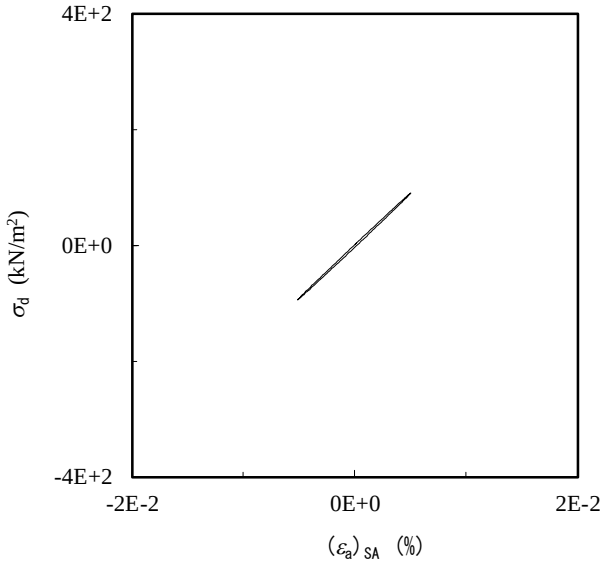
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8788	2	92.2	5.05E-03	1830	1.29
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9052	3	92.3	5.07E-03	1820	1.30
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	92.2	5.07E-03	1820	1.30
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	186.684	5	92.4	5.09E-03	1820	1.30
	断面積 A_n cm²	18.897	6	92.2	5.06E-03	1820	1.30
	間隙比 e_n	1.298	7	92.2	5.07E-03	1820	1.29
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	92.2	5.08E-03	1820	1.29
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	92.2	5.08E-03	1820	1.30
			10	92.3	5.07E-03	1820	1.30

波形の連続記録[1)]

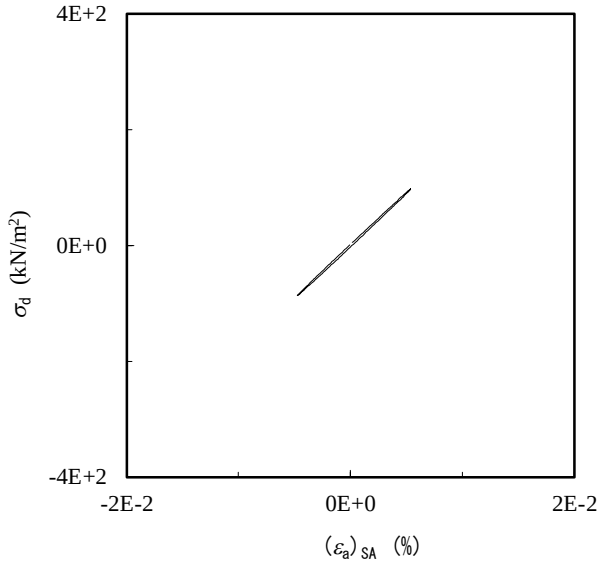




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

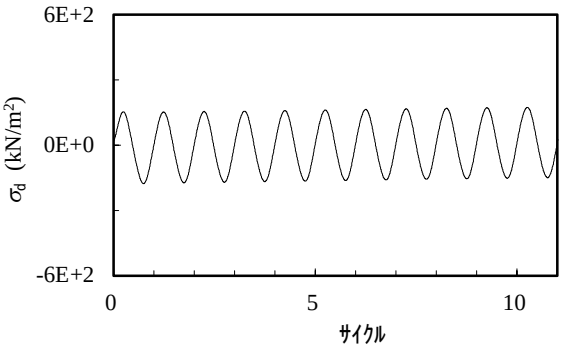
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

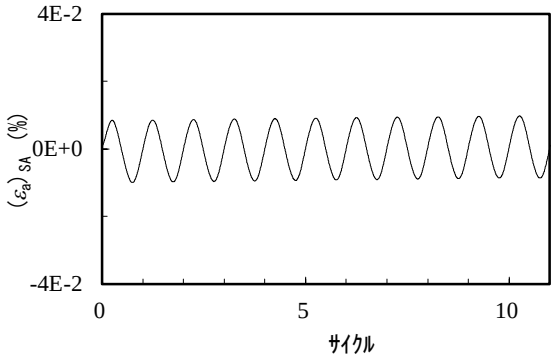
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

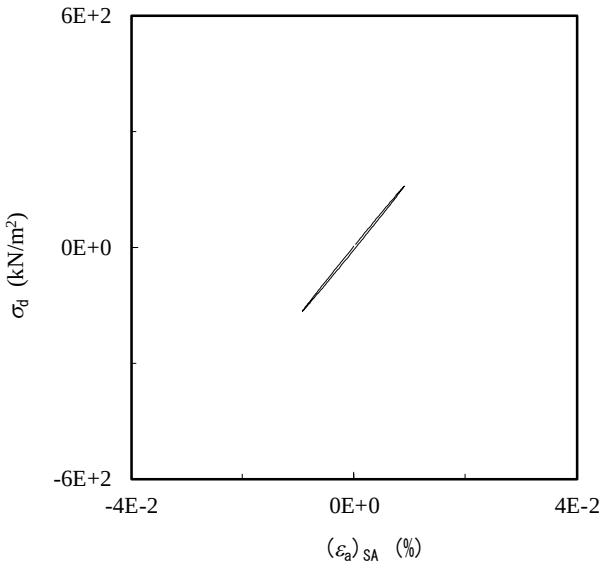
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8784	2	163	9.15E-03	1780	1.43
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9053	3	162	9.15E-03	1780	1.45
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	162	9.15E-03	1770	1.42
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	186.684	5	162	9.15E-03	1770	1.45
	断面積 A_n cm²	18.898	6	162	9.14E-03	1770	1.42
	間隙比 e_n	1.298	7	162	9.16E-03	1770	1.43
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	162	9.15E-03	1770	1.45
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	162	9.16E-03	1770	1.43
			10	162	9.15E-03	1770	1.45

波形の連続記録[1)]

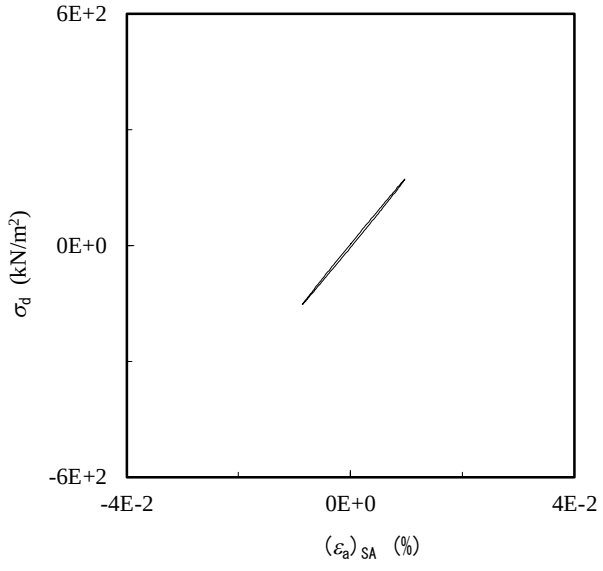




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

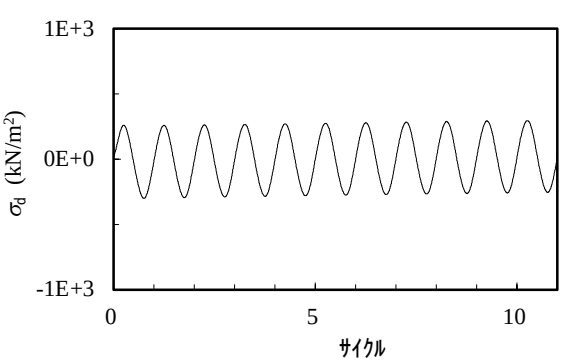
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

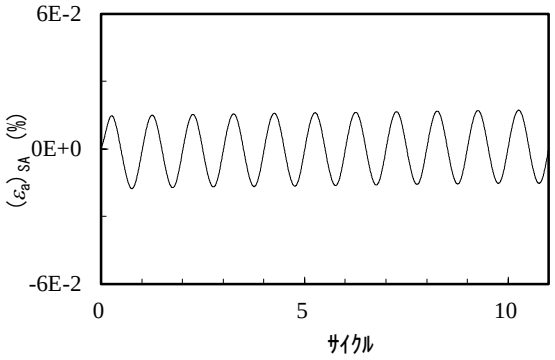
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

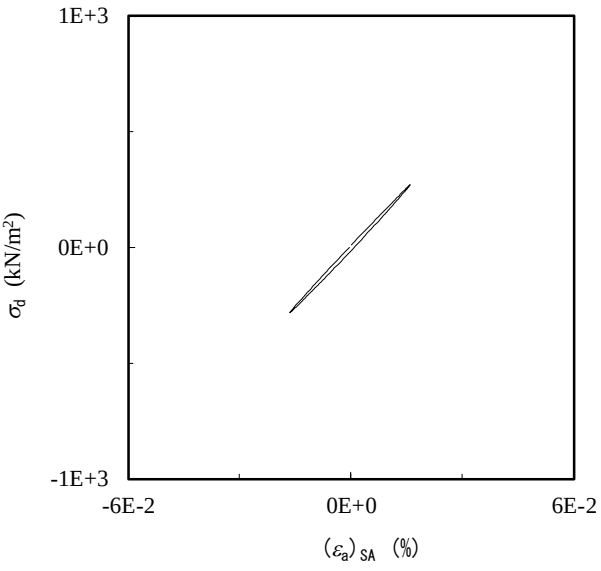
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8784	2	276	1.61E-02	1720	1.96
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9052	3	276	1.61E-02	1710	1.98
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	275	1.61E-02	1710	1.97
	体積 V_n[3] cm³	186.680	5	276	1.62E-02	1700	1.96
	断面積 A_n cm²	18.898	6	275	1.62E-02	1700	1.98
	間隙比 e_n	1.298	7	276	1.62E-02	1700	1.96
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	275	1.62E-02	1700	1.96
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	275	1.62E-02	1700	1.97
			10	276	1.62E-02	1700	1.97

波形の連続記録[1]

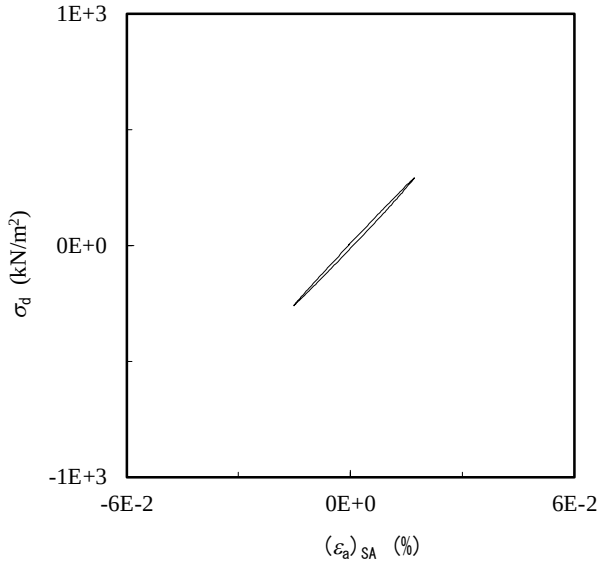




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

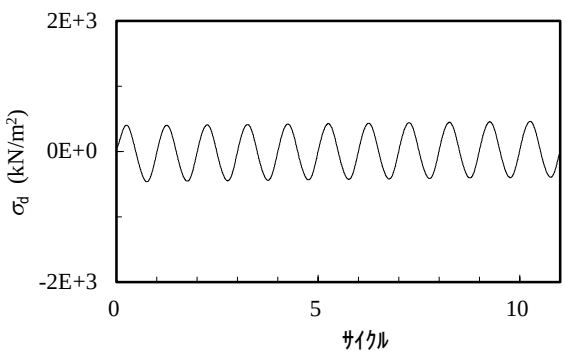
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

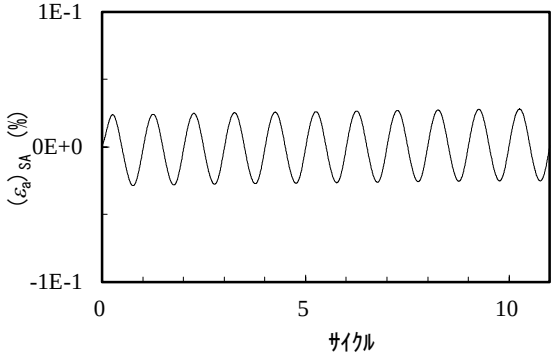
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

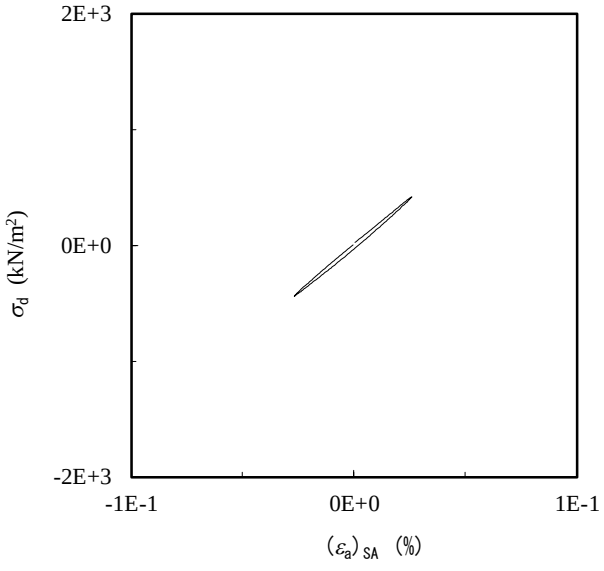
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8780	2	429	2.62E-02	1640	2.63
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9053	3	428	2.62E-02	1630	2.60
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	428	2.63E-02	1630	2.59
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	186.680	5	428	2.63E-02	1630	2.55
	断面積 A_n cm²	18.899	6	427	2.63E-02	1620	2.53
	間隙比 e_n	1.298	7	428	2.64E-02	1620	2.50
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0012	8	427	2.64E-02	1620	2.47
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	428	2.64E-02	1620	2.47
			10	428	2.65E-02	1620	2.48

波形の連続記録[1)]

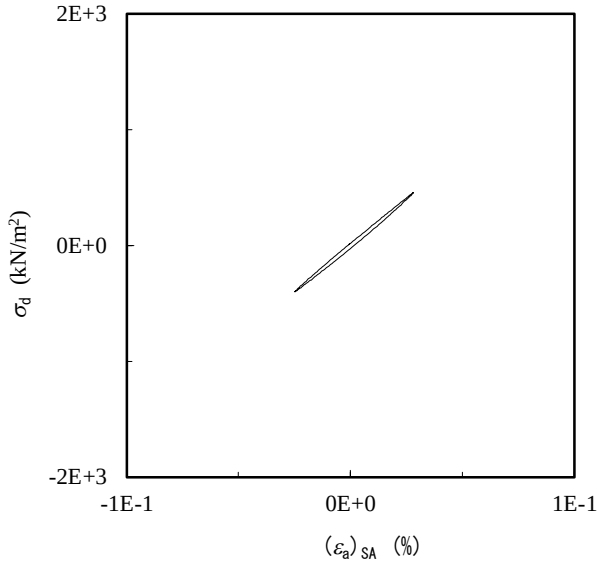




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

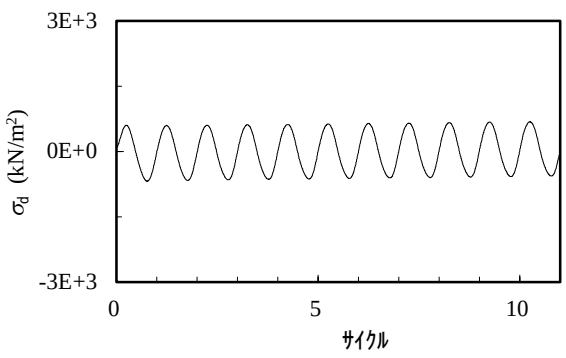
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

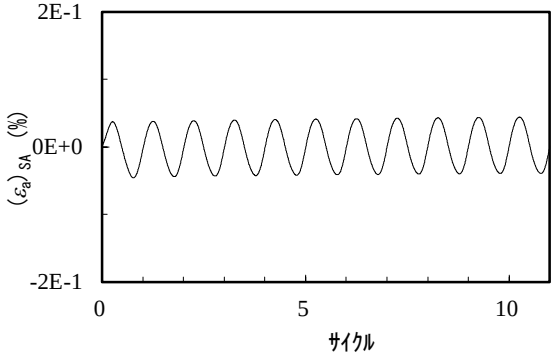
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	載荷過程 波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

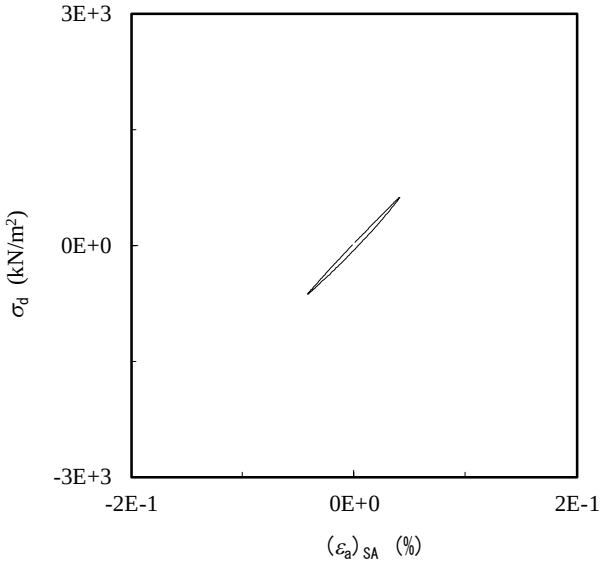
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0012	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.8776	2	632	4.10E-02	1540	3.31
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9054	3	629	4.11E-02	1530	3.30
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	627	4.11E-02	1520	3.29
	体積 V_n[3] cm³	186.680	5	627	4.13E-02	1520	3.26
	断面積 A_n cm²	18.899	6	626	4.13E-02	1520	3.26
	間隙比 e_n	1.298	7	626	4.14E-02	1510	3.23
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0020	8	626	4.14E-02	1510	3.25
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	625	4.14E-02	1510	3.17
			10	626	4.15E-02	1510	3.17

波形の連続記録[1]

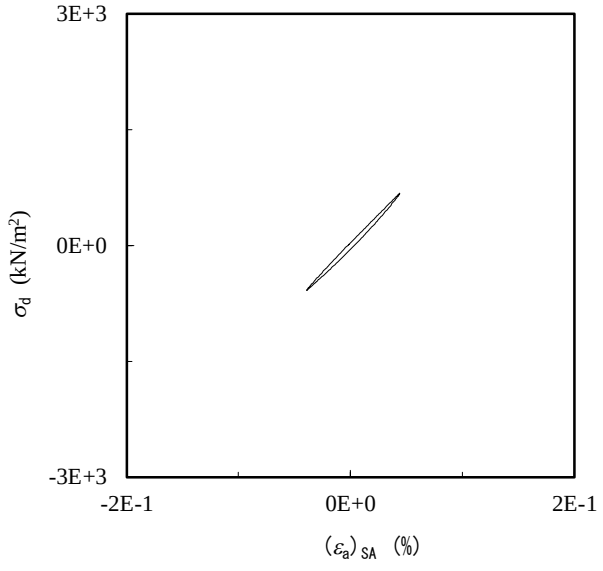




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

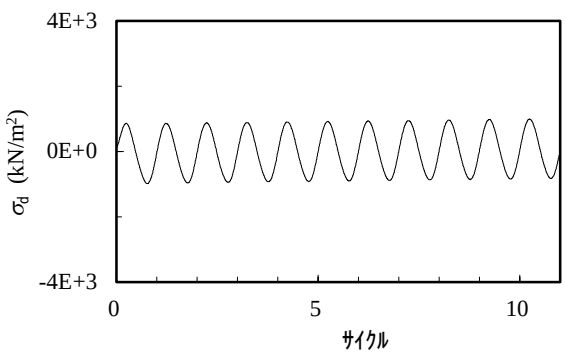
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

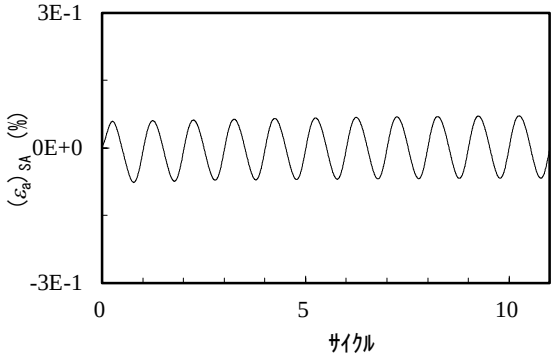
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

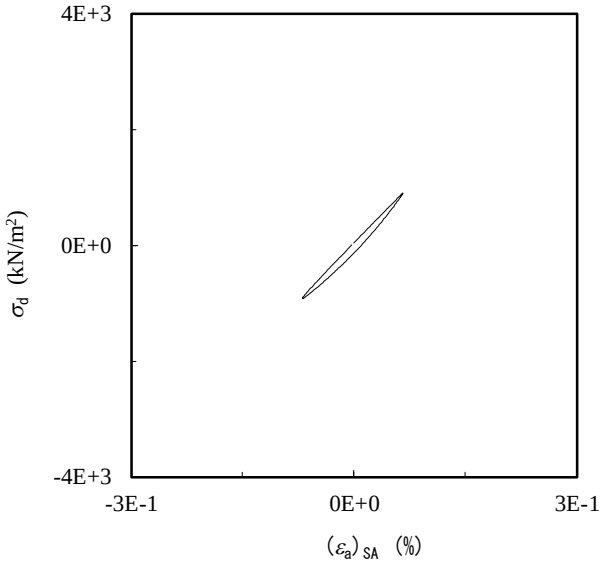
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0020	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8768	2	912	6.72E-02	1360	4.55
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9056	3	910	6.68E-02	1360	4.54
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	911	6.73E-02	1350	4.48
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	186.675	5	912	6.78E-02	1350	4.49
	断面積 A_n cm²	18.900	6	911	6.80E-02	1340	4.47
	間隙比 e_n	1.298	7	911	6.83E-02	1330	4.47
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	8	910	6.85E-02	1330	4.49
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.034	9	911	6.88E-02	1320	4.41
			10	911	6.91E-02	1320	4.40

波形の連続記録[1)]

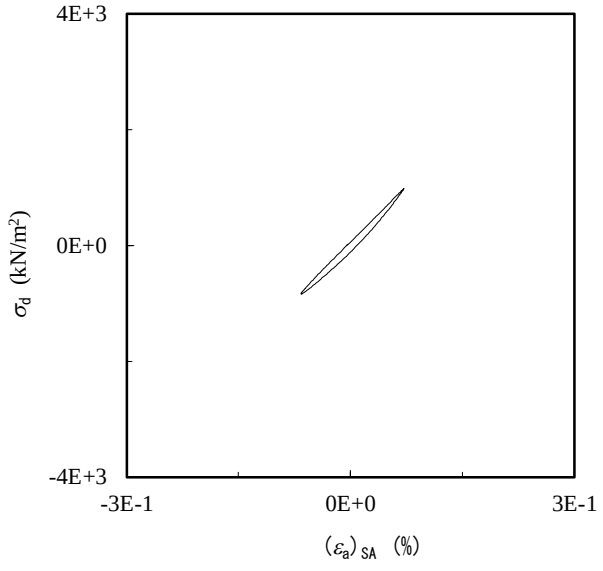




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

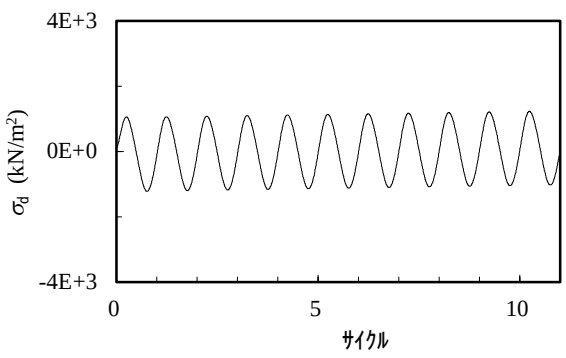
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

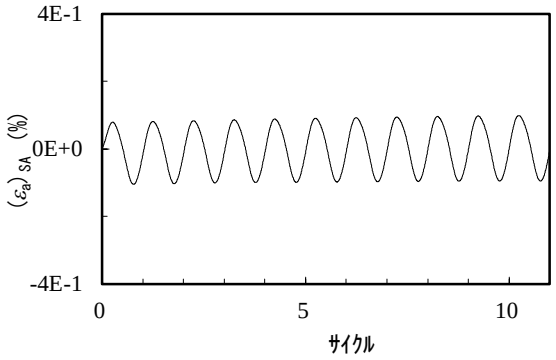
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

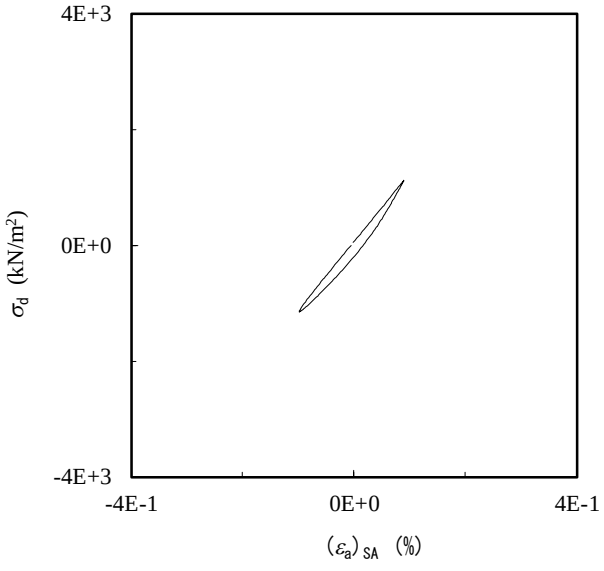
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.034		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8756	2	1130	9.20E-02	1230	5.25
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9055	3	1130	9.20E-02	1230	5.29
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1130	9.29E-02	1220	5.30
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	186.650	5	1130	9.38E-02	1210	5.23
	断面積 A_n cm²	18.900	6	1130	9.43E-02	1200	5.25
	間隙比 e_n	1.297	7	1130	9.49E-02	1190	5.26
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	8	1130	9.52E-02	1190	5.29
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.088	9	1130	9.58E-02	1180	5.22
			10	1130	9.64E-02	1170	5.20

波形の連続記録[1)]

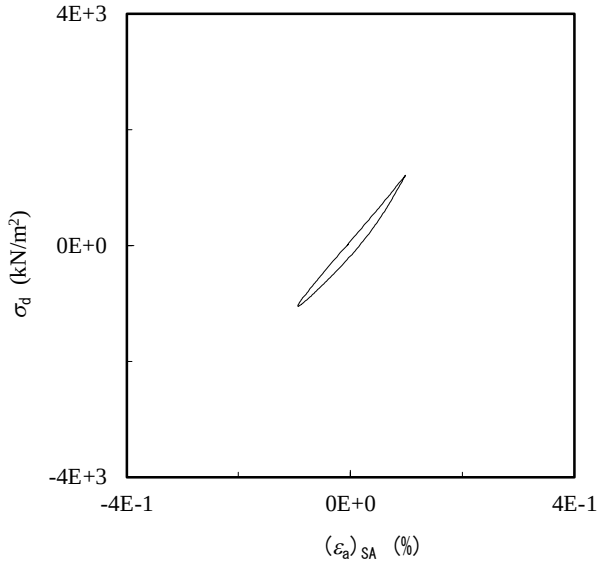




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

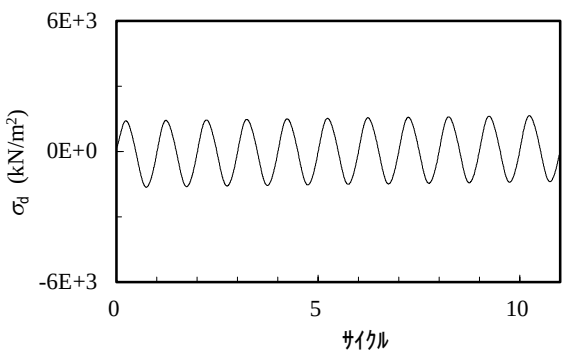
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

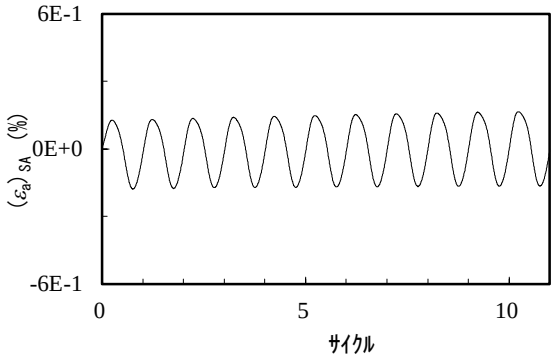
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月5日
試料番号	TI1850-P3-03 (55.40m ～55.55m)	試験者	

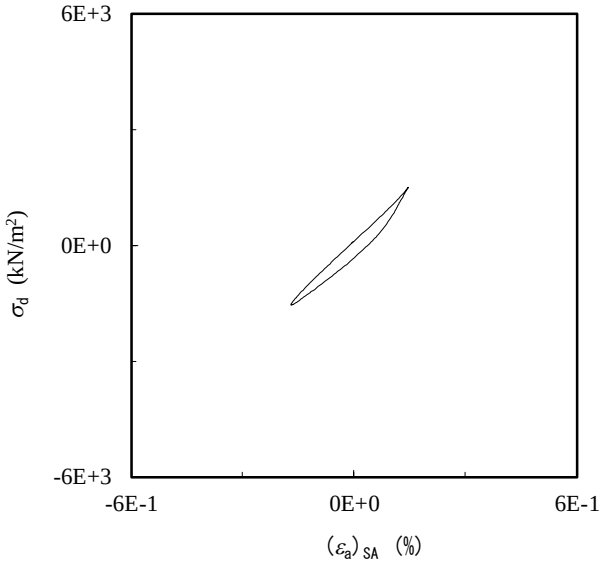
土質名称		軽石凝灰岩Tpt2		供試体 No.	1	載荷段階	12
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0064	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.088		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8724	2	1520	1.53E-01	991	6.57
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9056	3	1520	1.54E-01	986	6.56
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	1520	1.56E-01	974	6.58
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	186.596	5	1520	1.58E-01	963	6.61
	断面積 A_n cm²	18.901	6	1520	1.59E-01	954	6.59
	間隙比 e_n	1.297	7	1520	1.61E-01	946	6.61
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0116	8	1520	1.62E-01	939	6.58
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.161	9	1520	1.63E-01	932	6.56
			10	1520	1.64E-01	925	6.59

波形の連続記録[1)]

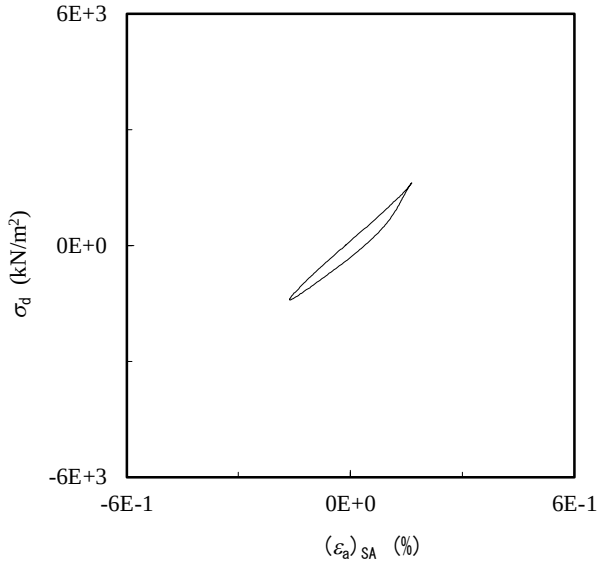




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ～~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~ 〔試験条件 圧密状態〕

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月7日

試料番号（深さ）：TI1850-S1-13　（75.55m ～75.70m）　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.396
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水，背圧	圧密条件	等方，~~異方~~

試験条件

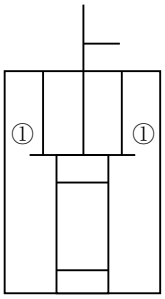
軸方向応力 σ_{ac} kN/m²	1400	
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²	1400	
背圧 u_b kN/m²	300	
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²	1100	
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²	1100	
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量 N	10000	
トルク計の容量[6] N・m		

載荷条件

載荷波形	正弦波，~~三角波~~
載荷周波数 f Hz	0.1
排水条件	~~排水~~，非排水
1サイクルデータポイント数	100
載荷段階数	10

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	非接触変位計	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[6]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²			1×10⁻⁶	
ｺﾞﾑｽﾘｰﾌﾞ 材質			ラテックス	
ｺﾞﾑｽﾘｰﾌﾞ 厚さ mm			0.25	
圧密前 高さ Ho cm			9.947	
圧密前 外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm			4.958	
圧密前 内径 D_{io}[6] cm				



圧密後

軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	圧密後 cm	0.050
排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
	圧密後 cm³	2.999
軸変位量 ΔHc cm		0.050
体積変化量 ΔVc cm³		2.999
高さ Hc cm		9.8970
外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9312
内径 D_{ic}[6] cm		
体積 Vc cm³		189.019
断面積 Ac cm²		19.099
乾燥質量 m_s g		194.21
乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.027
間隙比 e_c[3]		1.332
相対密度 D_{rc}[3] %		

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²		48.0
	測定に要した時間 min		1.0
	B 値		0.96
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		
	間隙水圧増加量	Δuu kN/m²	
		Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min		
	B 値		

特記事項

※供試体の軸ひずみはギャップセンサーによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法，試料の状態（塊状,凍結,ときほぐされた）等を記載する。

2)トリミング法，負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界，塑性限界，砂質土の場合は最小乾燥密度，最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

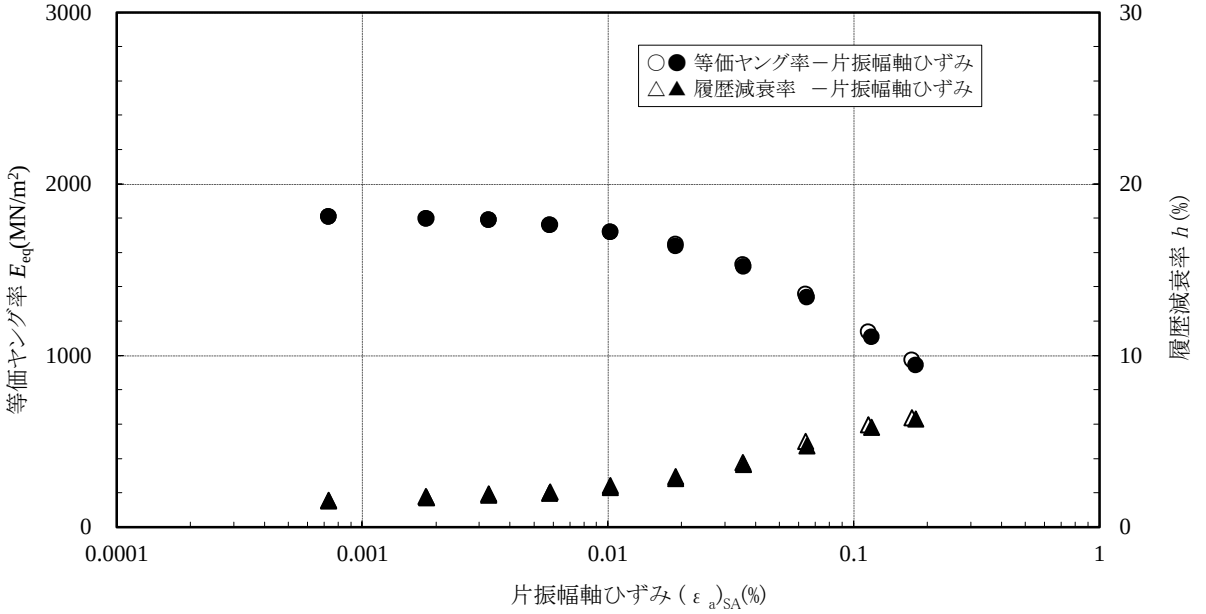
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	(深さ) TI1850-S1-13 (75.55m～75.70m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.396
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	7.30E-04	1810	1.52	7.29E-04	1810	1.58
2	1.81E-03	1800	1.79	1.82E-03	1800	1.71
3	3.27E-03	1790	1.88	3.27E-03	1790	1.93
4	5.80E-03	1760	2.05	5.79E-03	1760	2.00
5	1.02E-02	1720	2.42	1.02E-02	1720	2.33
6	1.88E-02	1650	2.95	1.88E-02	1640	2.86
7	3.54E-02	1530	3.77	3.55E-02	1520	3.65
8	6.37E-02	1360	4.99	6.46E-02	1340	4.74
9	1.15E-01	1140	5.99	1.18E-01	1110	5.83
10	1.73E-01	974	6.38	1.79E-01	946	6.31
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

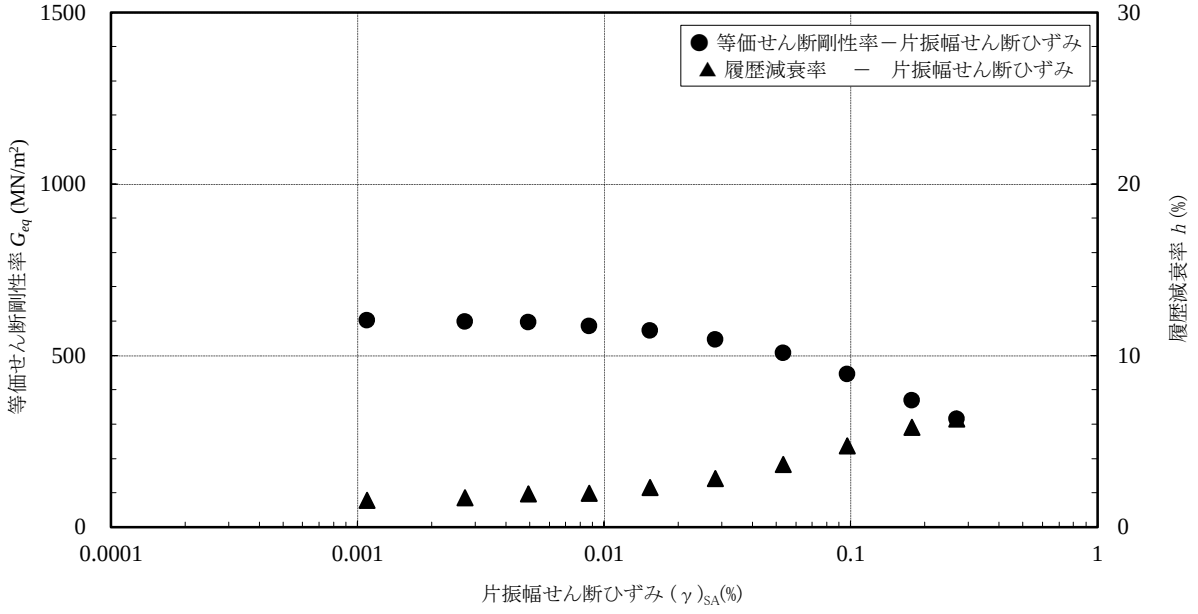
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	(深さ) TI1850-S1-13 (75.55m～75.70m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.396
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.10E-03	603	1.52	1.09E-03	603	1.58
2	2.72E-03	600	1.79	2.73E-03	600	1.71
3	4.91E-03	597	1.88	4.91E-03	597	1.93
4	8.70E-03	587	2.05	8.69E-03	587	2.00
5	1.53E-02	573	2.42	1.53E-02	573	2.33
6	2.82E-02	550	2.95	2.82E-02	547	2.86
7	5.31E-02	510	3.77	5.33E-02	507	3.65
8	9.56E-02	453	4.99	9.69E-02	447	4.74
9	1.73E-01	380	5.99	1.77E-01	370	5.83
10	2.60E-01	325	6.38	2.69E-01	315	6.31
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

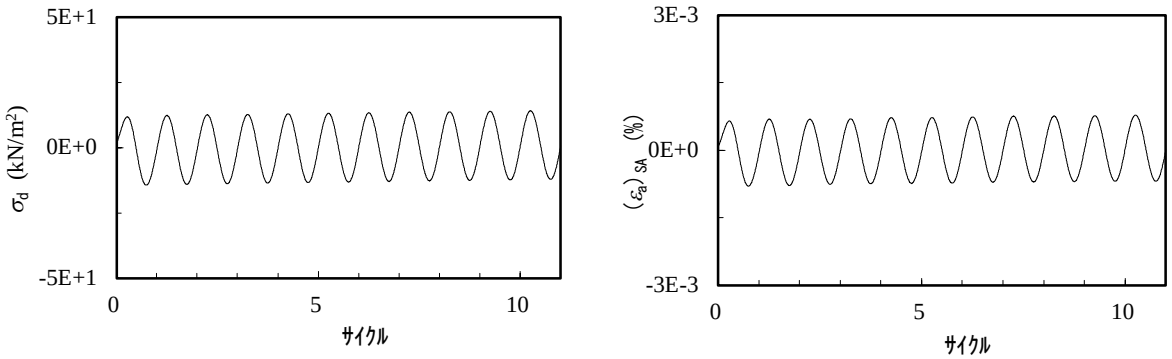
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

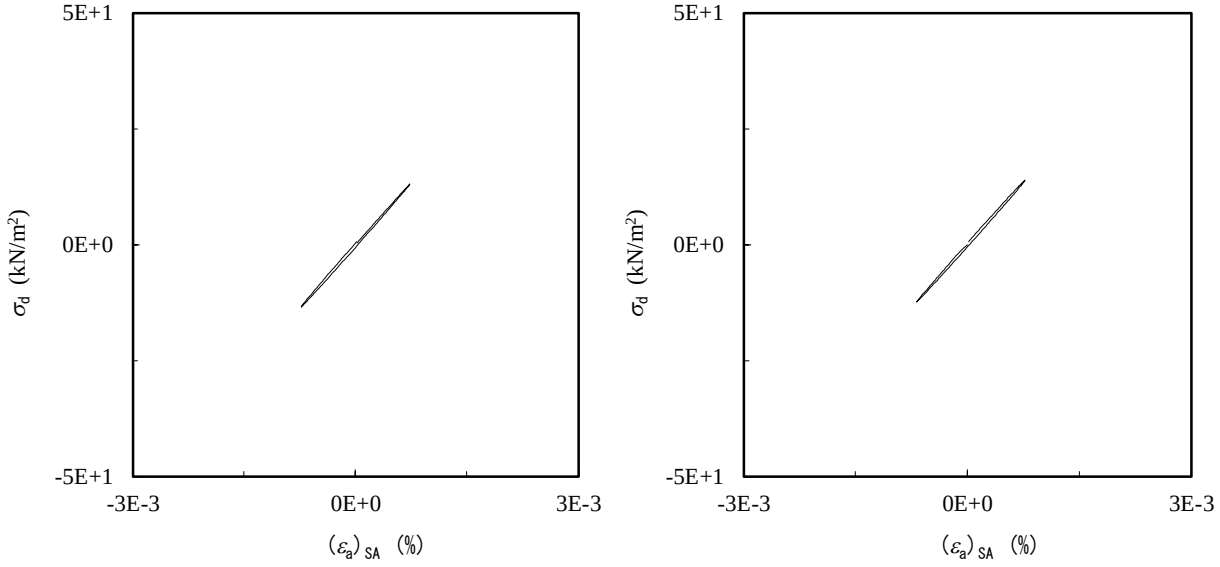
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8970	2	13.2	7.36E-04	1790	1.51
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9312	3	13.2	7.23E-04	1830	1.51
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	13.1	7.22E-04	1820	1.56
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.019	5	13.2	7.30E-04	1810	1.52
	断面積 A_n cm²	19.099	6	13.2	7.29E-04	1810	1.52
	間隙比 e_n	1.332	7	13.1	7.26E-04	1810	1.56
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	13.2	7.32E-04	1800	1.52
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	13.2	7.28E-04	1810	1.58
			10	13.2	7.29E-04	1810	1.58

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

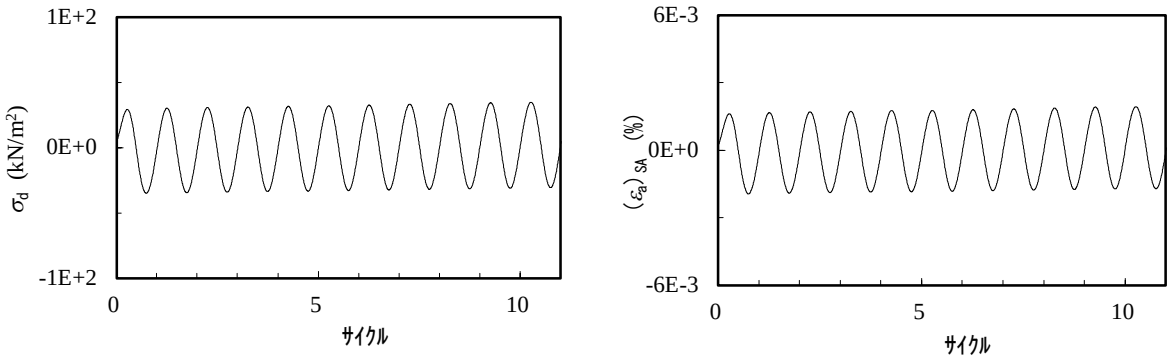
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

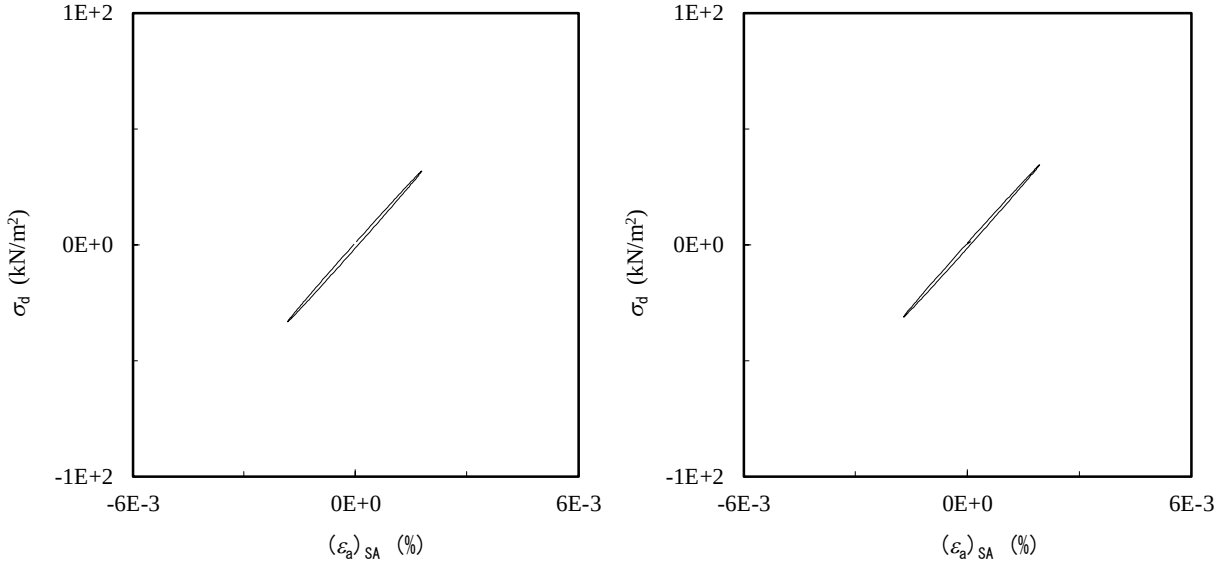
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8970	2	32.4	1.79E-03	1810	1.72
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9312	3	32.5	1.80E-03	1810	1.73
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	32.4	1.79E-03	1810	1.76
	体積 V_n [3] cm³	189.019	5	32.5	1.81E-03	1800	1.79
	断面積 A_n cm²	19.099	6	32.5	1.80E-03	1810	1.74
	間隙比 e_n	1.332	7	32.5	1.80E-03	1810	1.70
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	32.6	1.81E-03	1800	1.71
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	32.7	1.81E-03	1810	1.79
			10	32.8	1.82E-03	1800	1.71

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

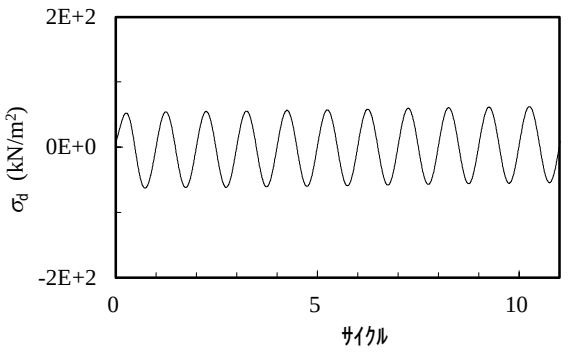
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

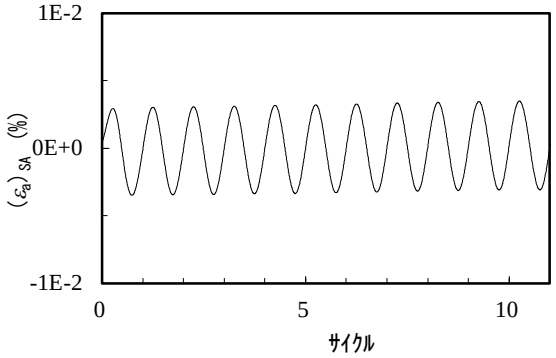
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

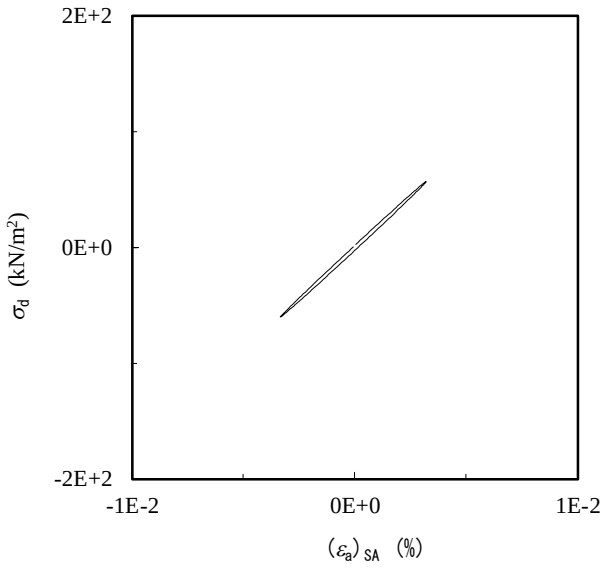
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8970	2	58.1	3.24E-03	1790	1.90
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9312	3	58.3	3.25E-03	1790	1.93
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	58.2	3.24E-03	1790	1.92
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.019	5	58.4	3.27E-03	1790	1.88
	断面積 A_n cm²	19.099	6	58.3	3.26E-03	1790	1.90
	間隙比 e_n	1.332	7	58.3	3.26E-03	1790	1.94
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	58.5	3.26E-03	1790	1.91
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	58.4	3.26E-03	1790	1.89
			10	58.6	3.27E-03	1790	1.93

波形の連続記録[1)]

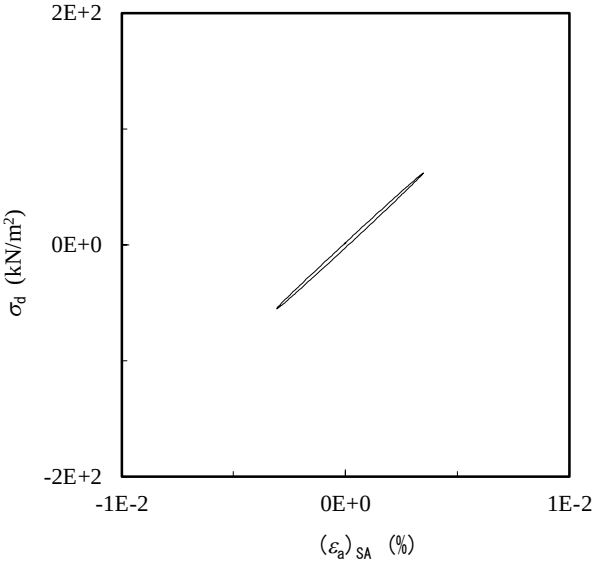




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

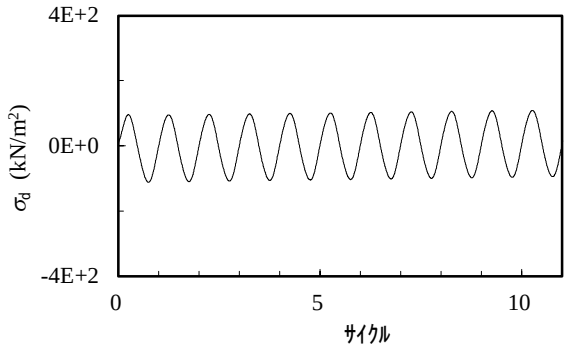
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

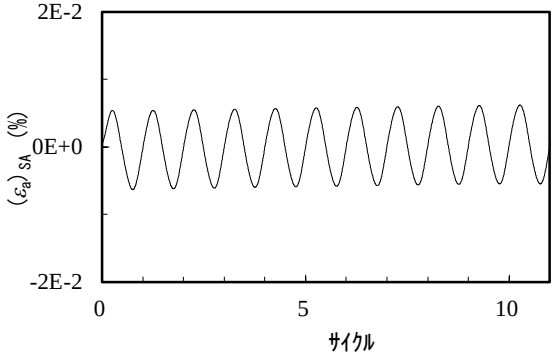
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

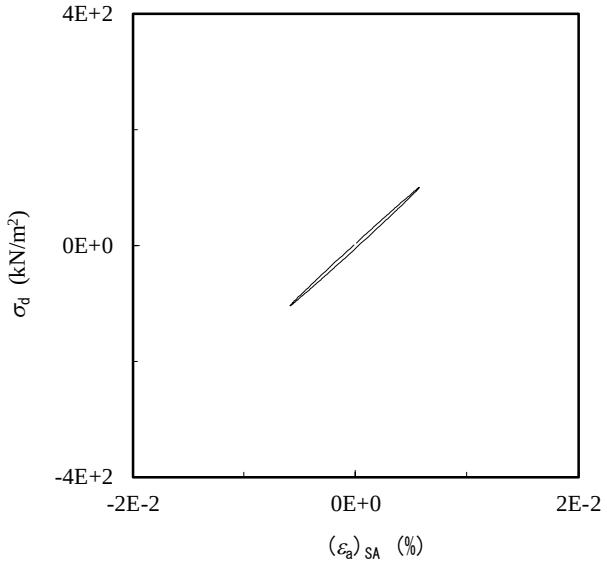
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8970	2	103	5.81E-03	1770	2.08
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9312	3	102	5.81E-03	1760	2.06
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	102	5.79E-03	1770	2.05
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.019	5	102	5.80E-03	1760	2.05
	断面積 A_n cm²	19.099	6	102	5.80E-03	1760	2.04
	間隙比 e_n	1.332	7	102	5.80E-03	1760	2.03
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	102	5.80E-03	1760	2.05
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	102	5.79E-03	1760	2.00
			10	102	5.79E-03	1760	2.00

波形の連続記録[1)]

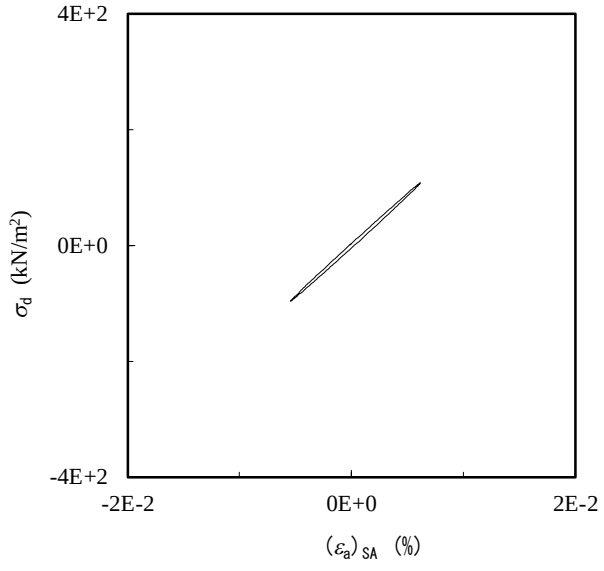




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

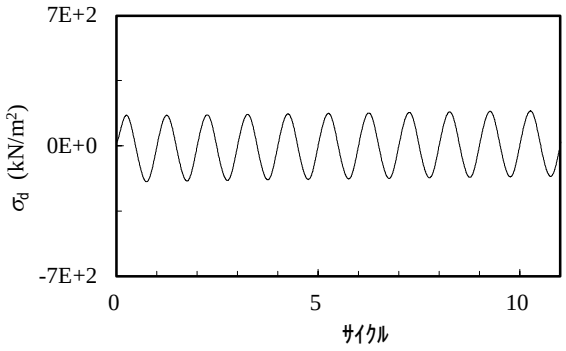
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

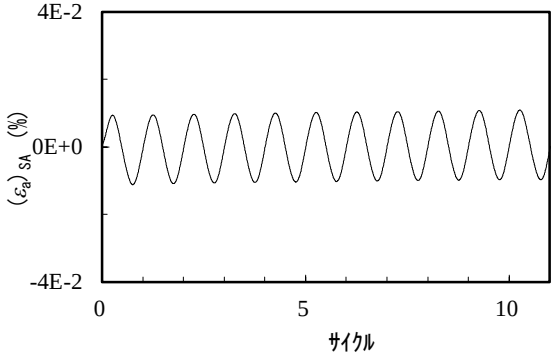
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

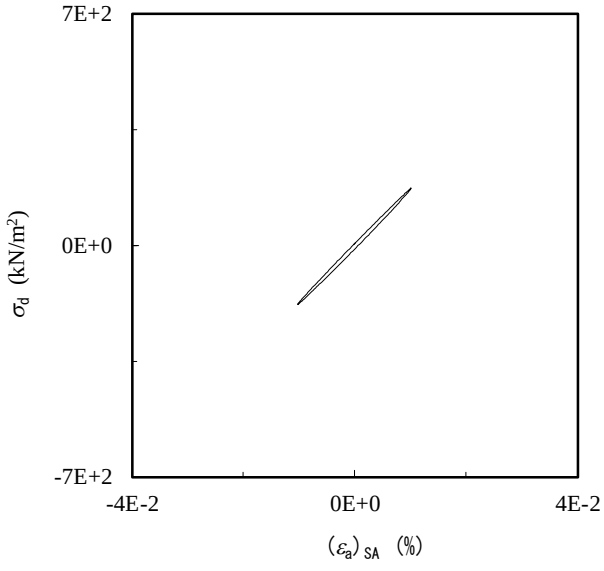
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.8962	2	176	1.02E-02	1730	2.52
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9314	3	176	1.02E-02	1730	2.44
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	176	1.02E-02	1730	2.38
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.015	5	176	1.02E-02	1720	2.42
	断面積 A_n cm²	19.100	6	176	1.02E-02	1720	2.37
	間隙比 e_n	1.332	7	176	1.02E-02	1720	2.33
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	176	1.02E-02	1720	2.31
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	176	1.02E-02	1720	2.35
			10	176	1.02E-02	1720	2.33

波形の連続記録[1)]

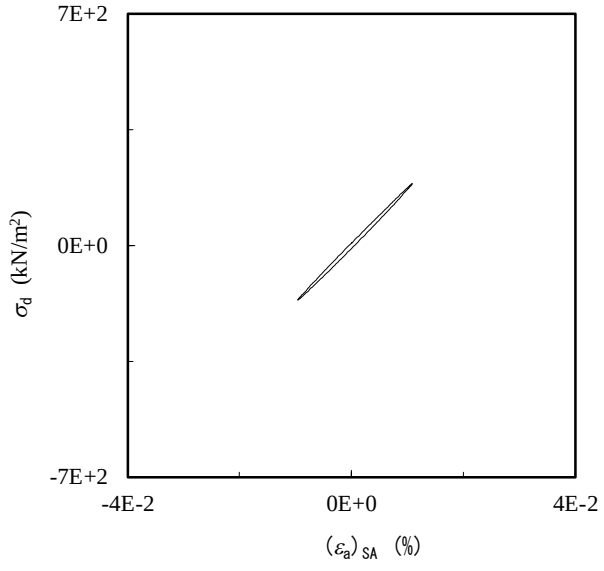




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

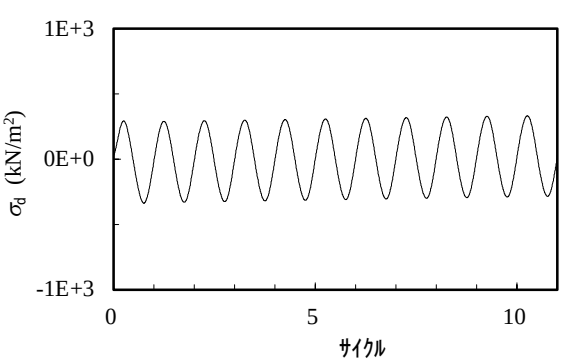
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

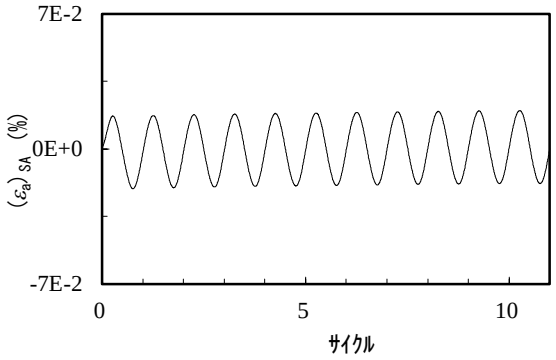
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

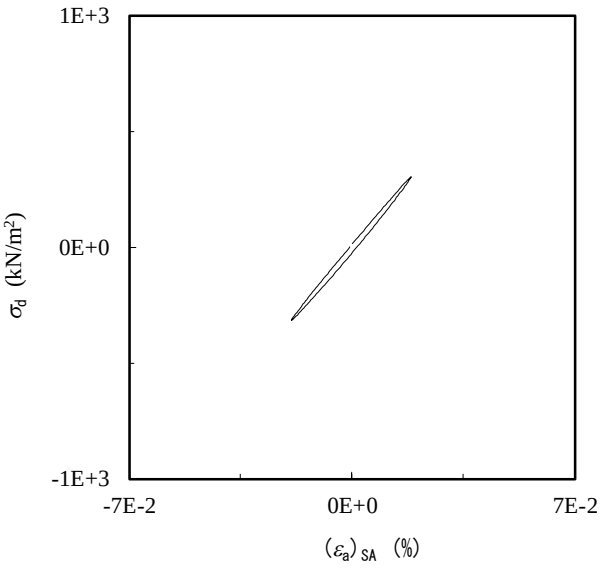
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8962	2	310	1.87E-02	1660	3.11
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9313	3	310	1.88E-02	1650	3.07
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	309	1.88E-02	1650	3.02
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.010	5	309	1.88E-02	1650	2.95
	断面積 A_n cm²	19.099	6	309	1.88E-02	1640	2.91
	間隙比 e_n	1.332	7	309	1.88E-02	1640	2.93
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	8	309	1.88E-02	1640	2.92
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.014	9	309	1.88E-02	1640	2.85
			10	309	1.88E-02	1640	2.86

波形の連続記録[1)]

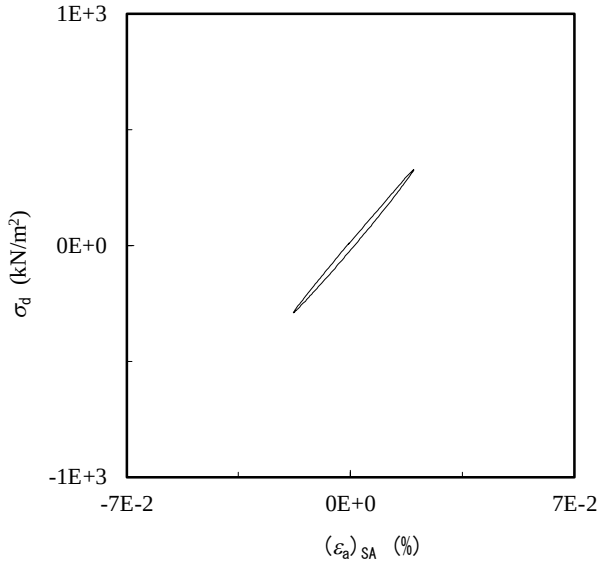




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

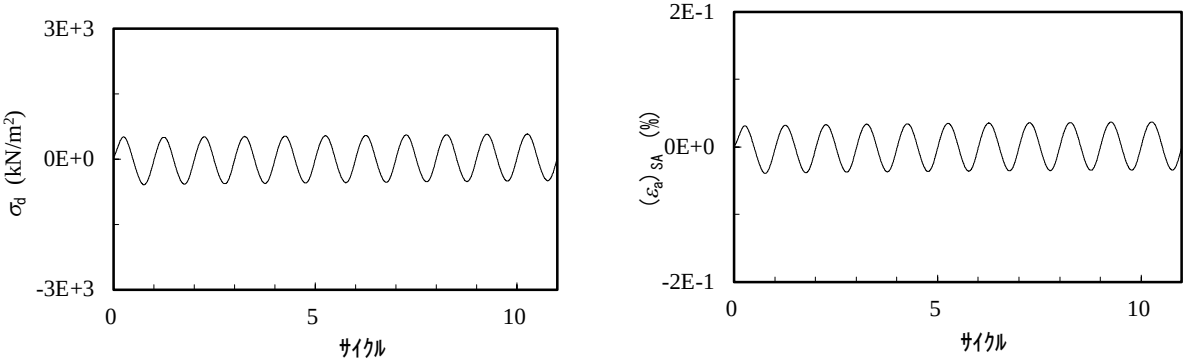
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

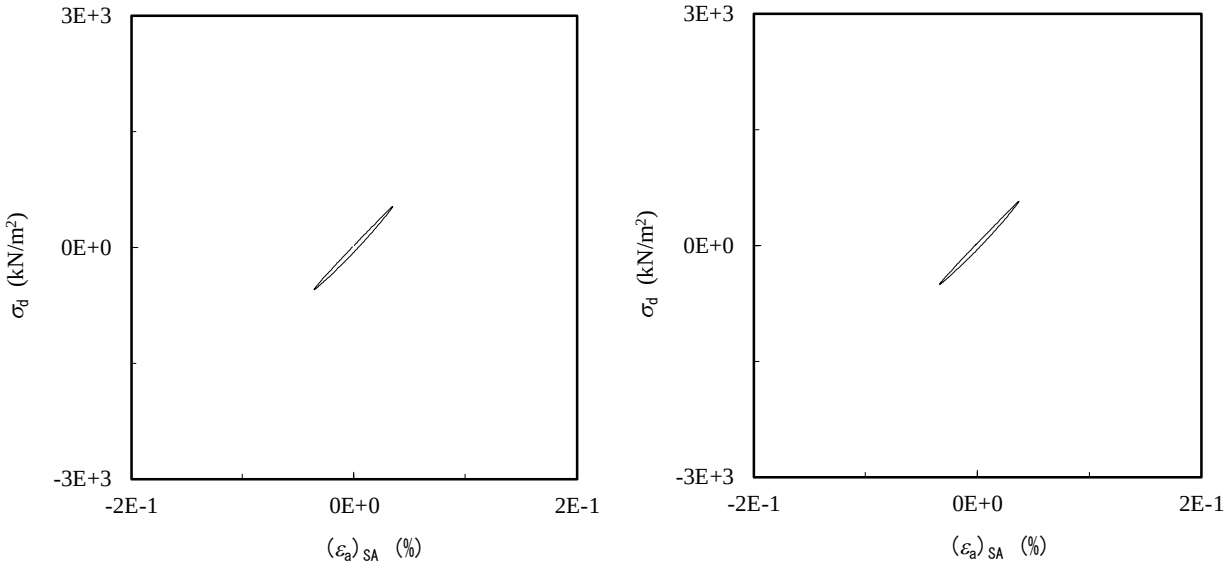
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.014		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率 Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8954	2	540	3.51E-02	1540	3.92
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9315	3	540	3.52E-02	1530	3.86
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	539	3.52E-02	1530	3.81
	体積 V_n[3] cm³	189.005	5	540	3.54E-02	1530	3.77
	断面積 A_n cm²	19.100	6	539	3.54E-02	1520	3.75
	間隙比 e_n	1.332	7	539	3.54E-02	1520	3.72
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	8	539	3.54E-02	1520	3.73
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	539	3.55E-02	1520	3.65
			10	539	3.55E-02	1520	3.65

波形の連続記録[1]



履歴曲線[2]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

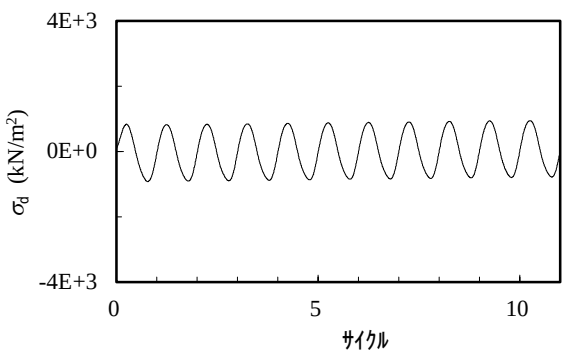
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

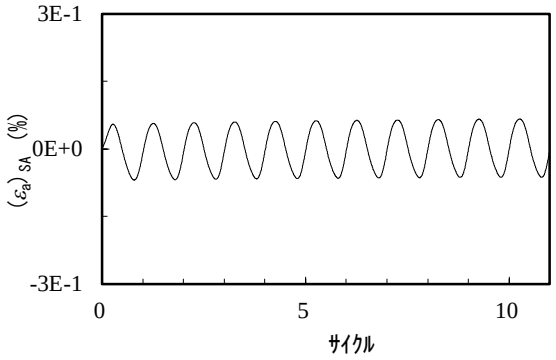
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

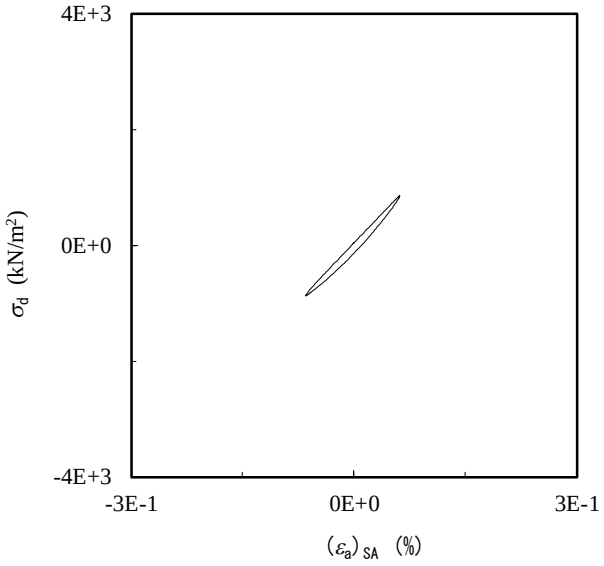
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8946	2	865	6.24E-02	1390	5.16
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9316	3	865	6.29E-02	1380	5.10
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	865	6.32E-02	1370	5.04
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.000	5	867	6.37E-02	1360	4.99
	断面積 A_n cm²	19.101	6	866	6.38E-02	1360	4.89
	間隙比 e_n	1.332	7	866	6.40E-02	1350	4.88
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	8	866	6.42E-02	1350	4.86
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.044	9	866	6.43E-02	1350	4.87
			10	867	6.46E-02	1340	4.74

波形の連続記録[1)]

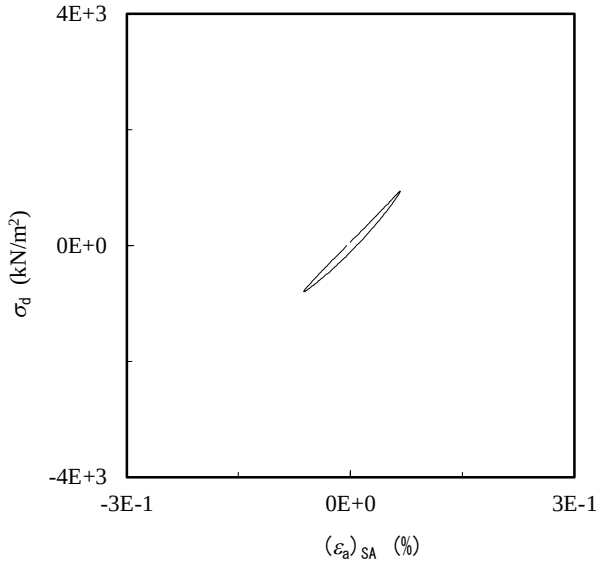




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

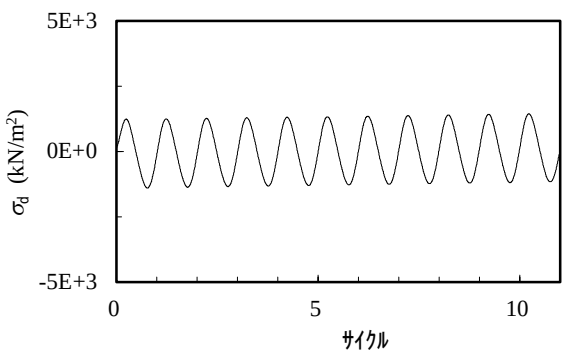
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

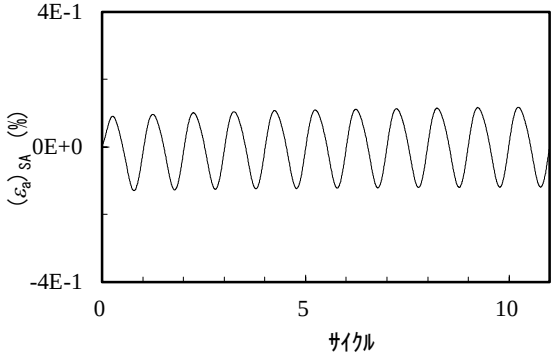
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

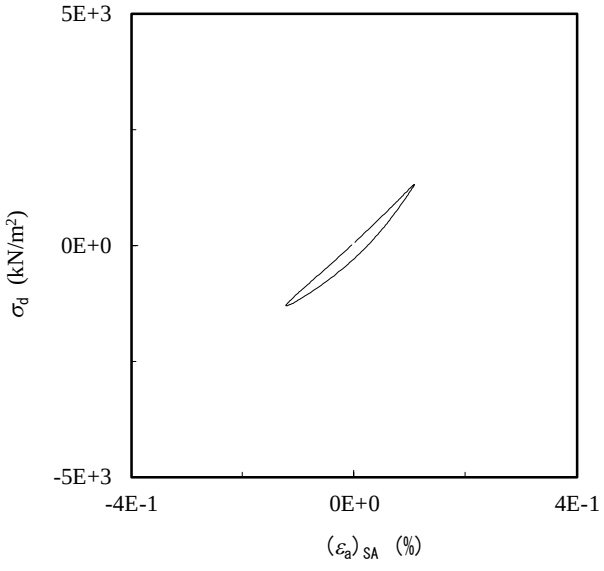
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.044		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8938	2	1310	1.12E-01	1170	6.15
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9315	3	1310	1.13E-01	1150	6.10
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1310	1.14E-01	1140	6.03
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	188.975	5	1310	1.15E-01	1140	5.99
	断面積 A_n cm²	19.100	6	1310	1.16E-01	1130	5.98
	間隙比 e_n	1.331	7	1310	1.16E-01	1120	5.96
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0060	8	1310	1.17E-01	1120	5.95
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.083	9	1310	1.17E-01	1120	5.85
			10	1310	1.18E-01	1110	5.83

波形の連続記録[1)]

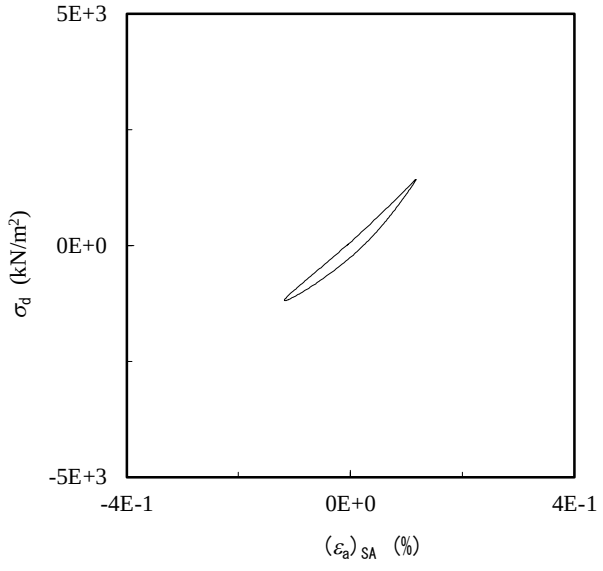




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

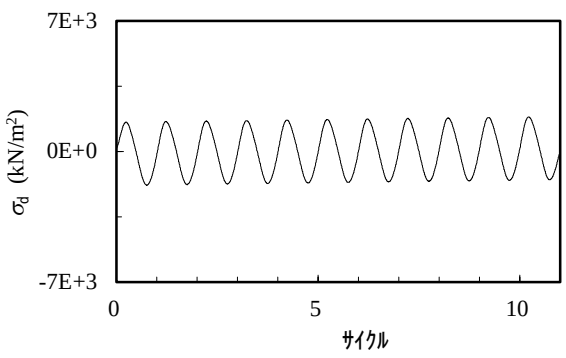
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

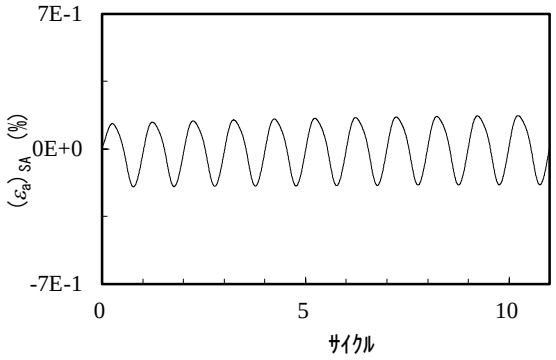
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

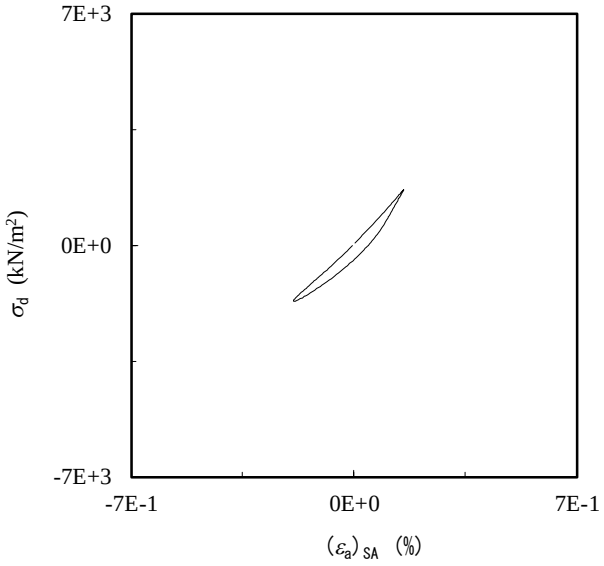
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0060	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.083		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8910	2	1690	1.67E-01	1010	6.53
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9317	3	1690	1.70E-01	994	6.47
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1690	1.72E-01	983	6.43
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	188.936	5	1690	1.73E-01	974	6.38
	断面積 A_n cm²	19.102	6	1690	1.74E-01	967	6.40
	間隙比 e_n	1.331	7	1690	1.76E-01	960	6.38
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0124	8	1690	1.76E-01	956	6.41
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.176	9	1690	1.78E-01	950	6.32
			10	1690	1.79E-01	946	6.31

波形の連続記録[1)]

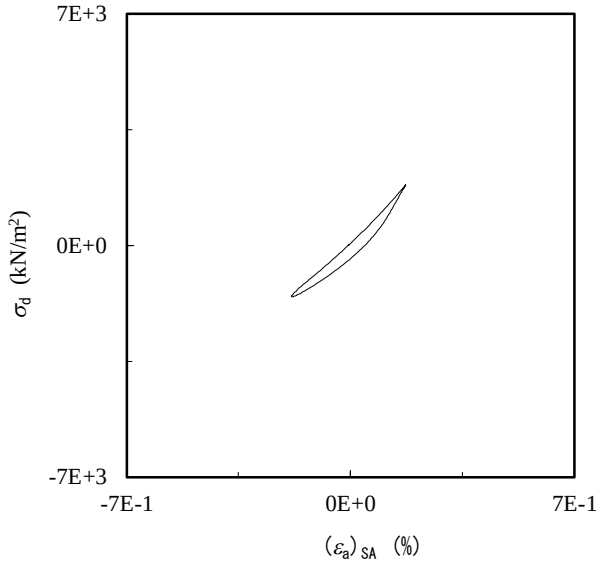




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 〔試験条件 圧密状態〕
~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（地下空洞型処分調査技術高度化開発）のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月7日

試料番号（深さ）：TI1850-S1-13　（75.55m ～75.70m）　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.396
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

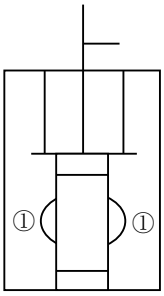
供試体No.	1	飽和方法	脱気水，背圧	圧密条件	等方，~~異方~~

試験条件

軸方向応力 σ_{ac} kN/m²		1400
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²		1400
背圧 u_b kN/m²		300
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²		1100
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²		1100
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量 N		10000
トルク計の容量[6] N・m		

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	LDT	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[6]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²				1×10⁻⁶
ゴムスリーブ	材質			ラテックス
	厚さ mm			0.25
圧密前	高さ H_o cm			9.947
	外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm			4.958
	内径 D_{io}[6] cm			



載荷条件

載荷波形	正弦波，~~三角波~~
載荷周波数 f Hz	0.1
排水条件	~~排水~~，非排水
1サイクルデータポイント数	100
載荷段階数	10

圧密後

軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	圧密後 cm	0.050
排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
	圧密後 cm³	2.999
軸変位量 ΔHc cm		0.050
体積変化量 ΔVc cm³		2.999
高さ Hc cm		9.8970
外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9312
内径 D_{ic}[6] cm		
体積 Vc cm³		189.019
断面積 Ac cm²		19.099
乾燥質量 m_s g		194.21
乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.027
間隙比 e_c[3]		1.332
相対密度 D_{rc}[3] %		

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²	48.0
	測定に要した時間 min	1.0
	B 値	0.96
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	
	間隙水圧増加量 Δuu kN/m²	
	間隙水圧増加量 Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min	
	B 値	

特記事項

※供試体の軸ひずみはLDTによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法，試料の状態（塊状,凍結,ときほぐされた）等を記載する。

2)トリミング法，負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界，塑性限界，砂質土の場合は最小乾燥密度，最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

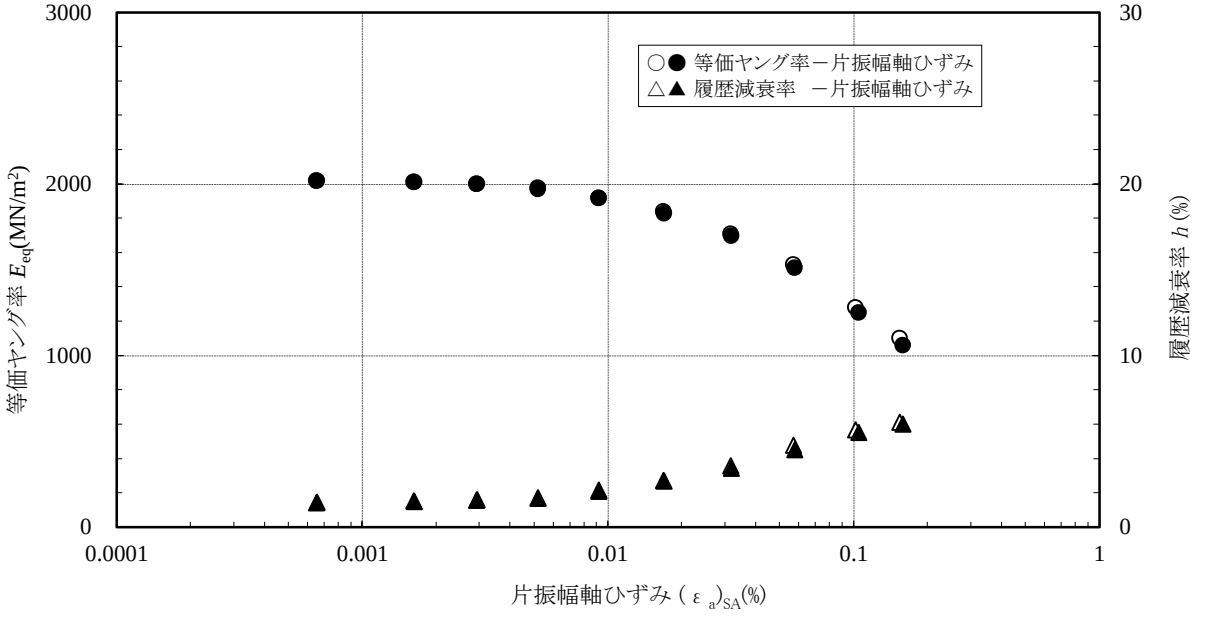
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	(深さ) TI1850-S1-13 (75.55m～75.70m)	試 験 者	

試 料 の 状 態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.396
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液 性 限 界 w_L % 4)	N P
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑 性 限 界 w_P % 4)	N P

供 試 体 No.	1	飽 和 方 法	脱気水, 背圧	圧 密 条 件	等 方,~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載 荷 波 形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背 圧	u_b kN/m^2	300	排 水 条 件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載 荷 段 階 数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5 サ イ ク ル 目 ○ △			10 サ イ ク ル 目 ● ▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履 歴 減 衰 率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履 歴 減 衰 率 h %
1	6.53E-04	2020	1.47	6.50E-04	2020	1.42
2	1.62E-03	2010	1.52	1.63E-03	2010	1.49
3	2.92E-03	2000	1.58	2.93E-03	2000	1.61
4	5.17E-03	1980	1.68	5.19E-03	1970	1.74
5	9.17E-03	1920	2.17	9.18E-03	1920	2.08
6	1.68E-02	1840	2.74	1.69E-02	1830	2.68
7	3.16E-02	1710	3.58	3.18E-02	1700	3.45
8	5.67E-02	1530	4.77	5.75E-02	1510	4.52
9	1.02E-01	1280	5.69	1.05E-01	1250	5.54
10	1.54E-01	1100	6.12	1.59E-01	1060	6.01
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

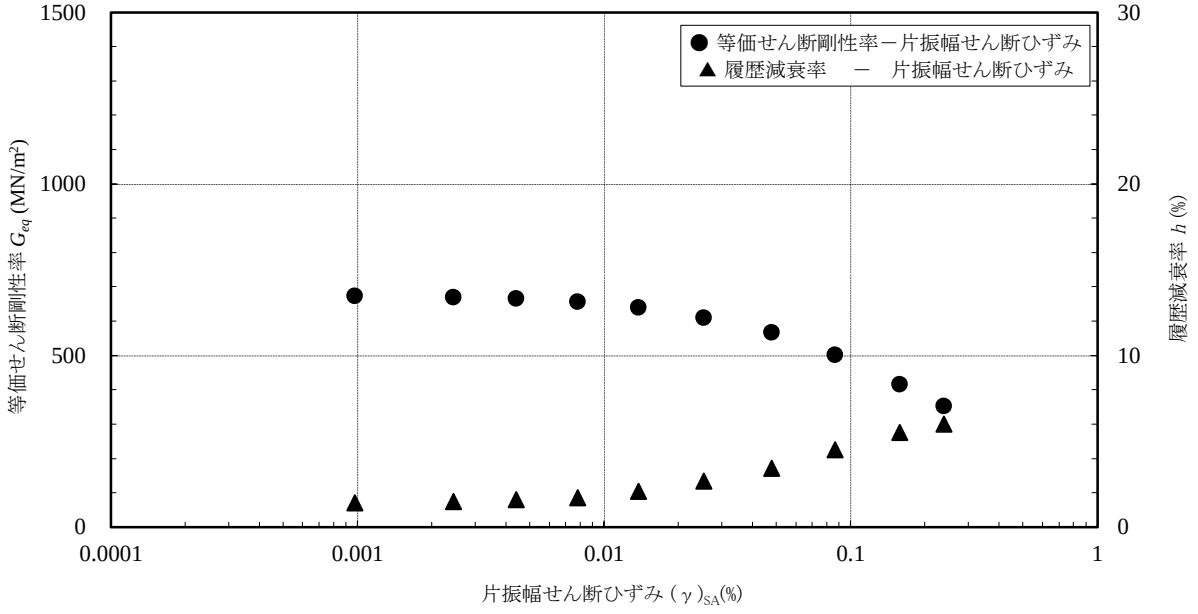
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	(深さ) TI1850-S1-13 (75.55m～75.70m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.396
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	9.80E-04	673	1.47	9.75E-04	673	1.42
2	2.43E-03	670	1.52	2.45E-03	670	1.49
3	4.38E-03	667	1.58	4.40E-03	667	1.61
4	7.76E-03	660	1.68	7.79E-03	657	1.74
5	1.38E-02	640	2.17	1.38E-02	640	2.08
6	2.52E-02	613	2.74	2.54E-02	610	2.68
7	4.74E-02	570	3.58	4.77E-02	567	3.45
8	8.51E-02	510	4.77	8.63E-02	503	4.52
9	1.53E-01	427	5.69	1.58E-01	417	5.54
10	2.31E-01	367	6.12	2.39E-01	353	6.01
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

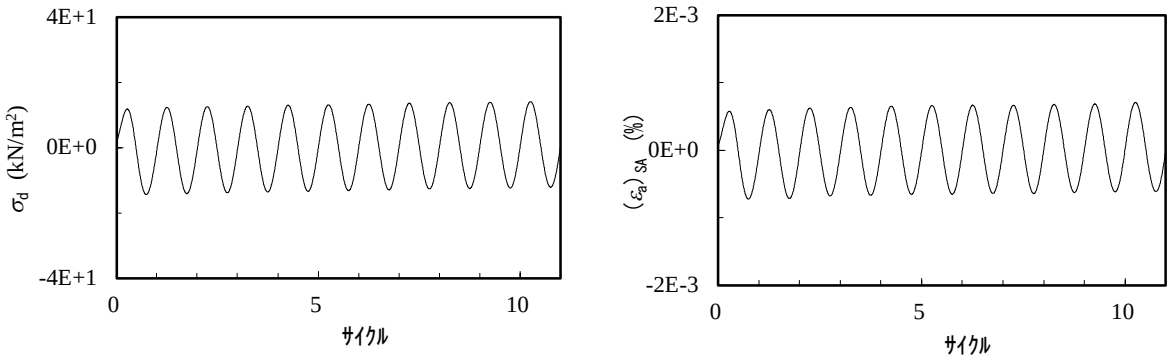
1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

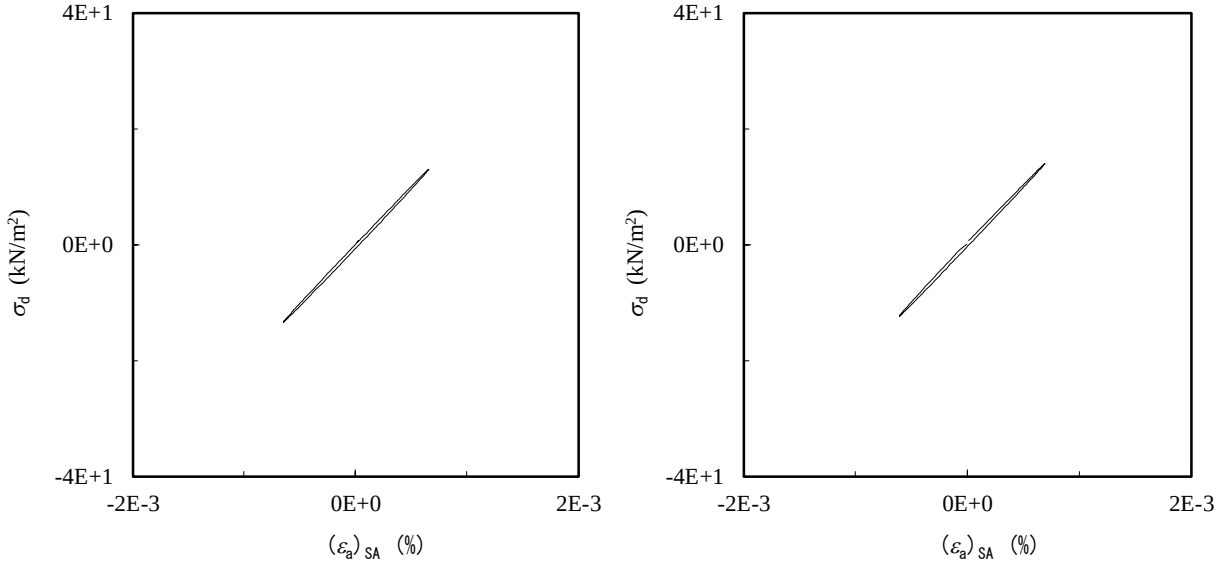
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8970	2	13.2	6.58E-04	2010	1.46
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9312	3	13.2	6.51E-04	2030	1.40
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	13.1	6.53E-04	2010	1.44
	体積 V_n[3] cm³	189.019	5	13.2	6.53E-04	2020	1.47
	断面積 A_n cm²	19.099	6	13.2	6.57E-04	2010	1.40
	間隙比 e_n	1.332	7	13.1	6.54E-04	2010	1.49
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	13.2	6.54E-04	2010	1.49
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	13.2	6.52E-04	2020	1.45
			10	13.2	6.50E-04	2020	1.42

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

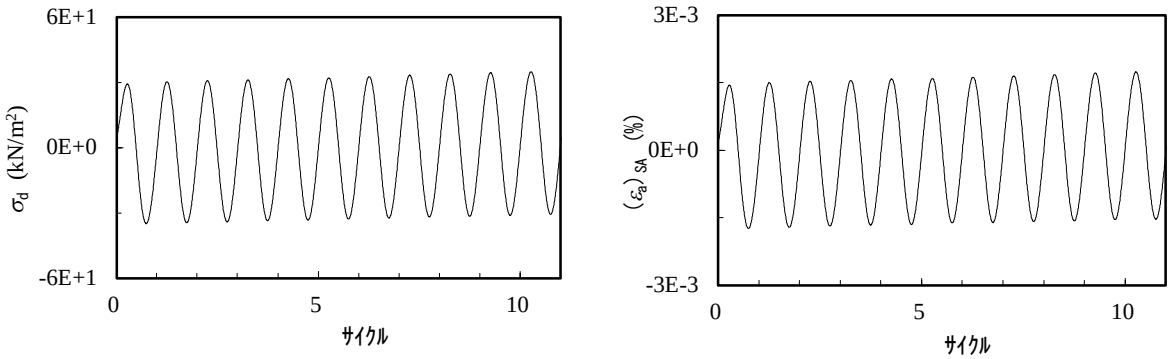
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

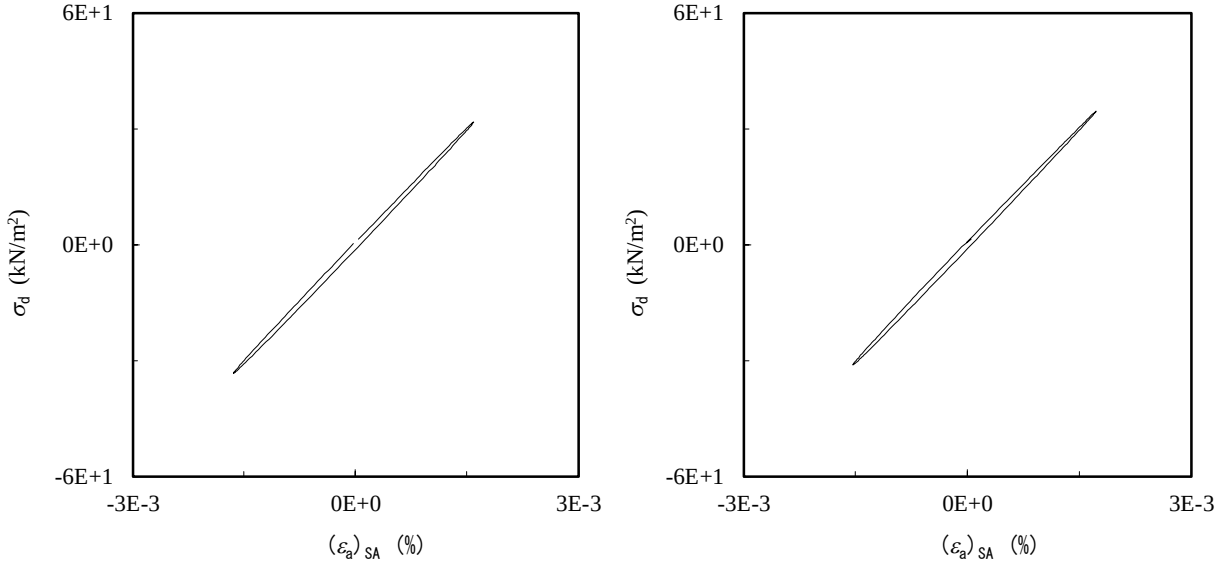
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8970	2	32.4	1.61E-03	2010	1.50
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9312	3	32.5	1.61E-03	2020	1.53
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	32.4	1.61E-03	2020	1.53
	体積 V_n [3] cm³	189.019	5	32.5	1.62E-03	2010	1.52
	断面積 A_n cm²	19.099	6	32.5	1.60E-03	2020	1.49
	間隙比 e_n	1.332	7	32.5	1.62E-03	2010	1.50
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	32.6	1.62E-03	2010	1.47
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	32.7	1.62E-03	2010	1.51
			10	32.8	1.63E-03	2010	1.49

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

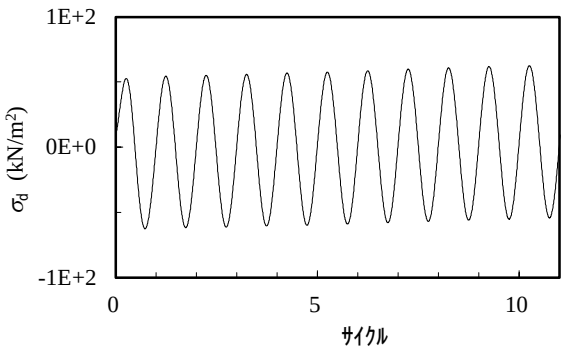
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

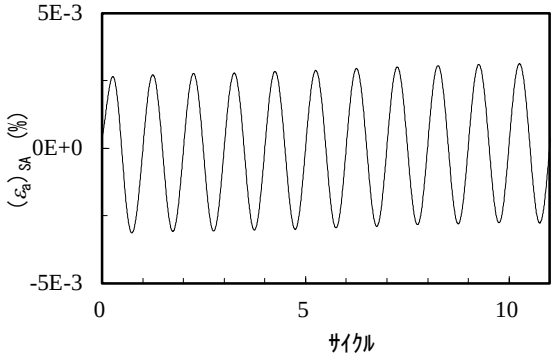
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

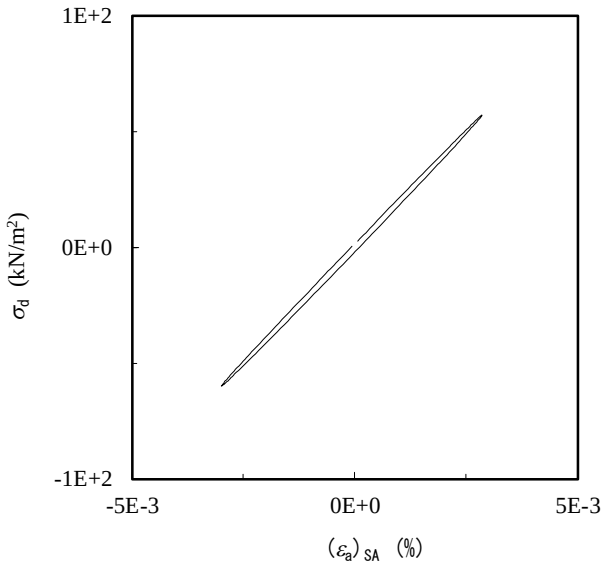
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率 Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8970	2	58.1	2.90E-03	2000	1.60
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9312	3	58.3	2.92E-03	2000	1.59
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	58.2	2.91E-03	2000	1.60
	体積 V_n [3] cm³	189.019	5	58.4	2.92E-03	2000	1.58
	断面積 A_n cm²	19.099	6	58.3	2.91E-03	2000	1.70
	間隙比 e_n	1.332	7	58.3	2.92E-03	2000	1.70
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	58.5	2.92E-03	2000	1.63
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	58.4	2.93E-03	2000	1.63
			10	58.6	2.93E-03	2000	1.61

波形の連続記録[1)]

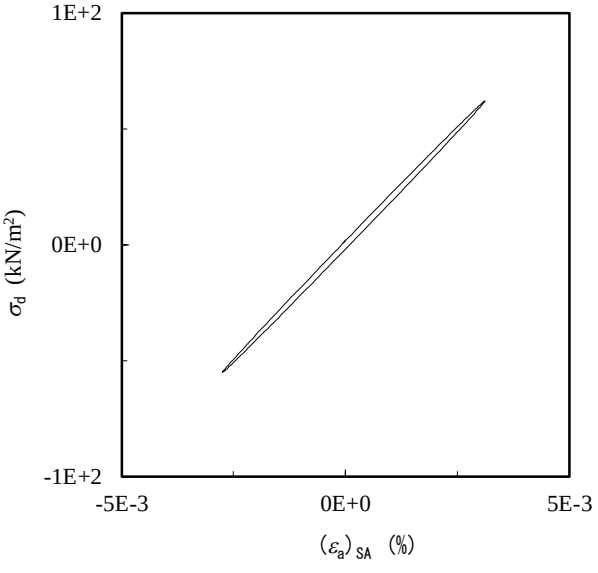




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

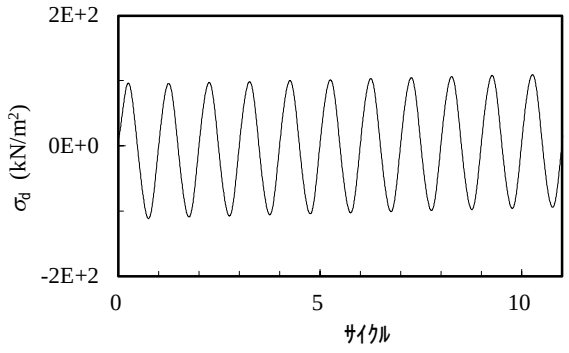
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

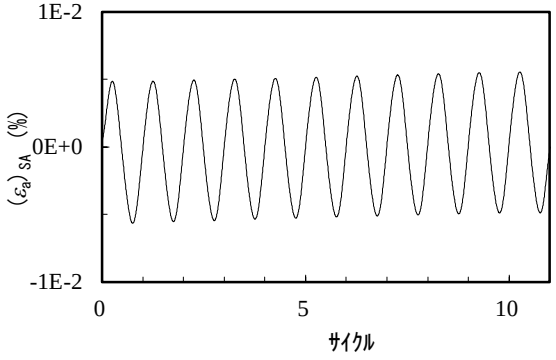
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

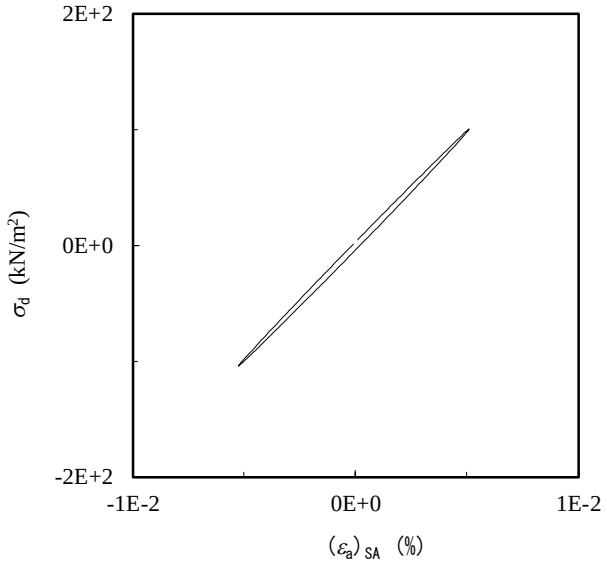
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8970	2	103	5.20E-03	1970	1.66
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9312	3	102	5.20E-03	1970	1.68
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	102	5.19E-03	1970	1.75
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.019	5	102	5.17E-03	1980	1.68
	断面積 A_n cm²	19.099	6	102	5.17E-03	1980	1.67
	間隙比 e_n	1.332	7	102	5.18E-03	1970	1.73
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	102	5.18E-03	1970	1.68
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	102	5.19E-03	1970	1.74
			10	102	5.19E-03	1970	1.74

波形の連続記録[1)]

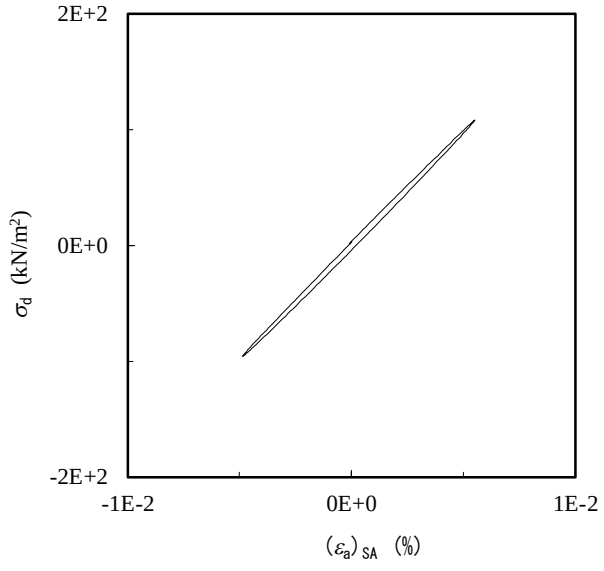




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

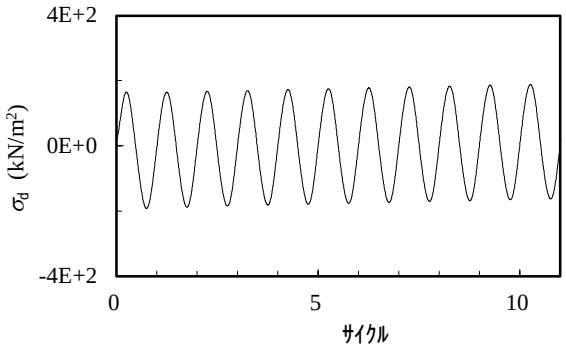
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

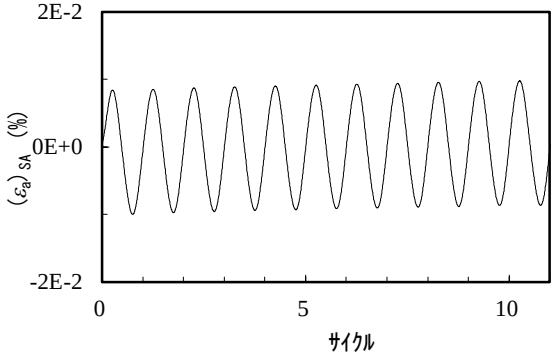
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

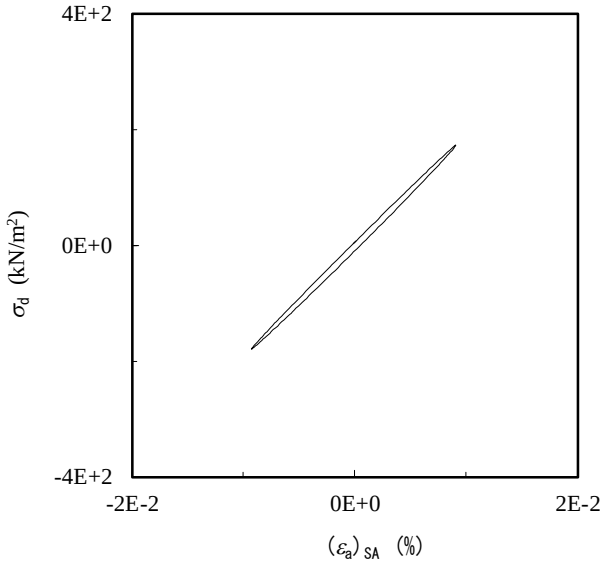
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.8962	2	176	9.13E-03	1930	2.17
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9314	3	176	9.15E-03	1920	2.15
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	176	9.13E-03	1930	2.13
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.015	5	176	9.17E-03	1920	2.17
	断面積 A_n cm²	19.100	6	176	9.14E-03	1920	2.12
	間隙比 e_n	1.332	7	176	9.18E-03	1920	2.07
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	176	9.17E-03	1920	2.08
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	176	9.18E-03	1920	2.06
			10	176	9.18E-03	1920	2.08

波形の連続記録[1)]

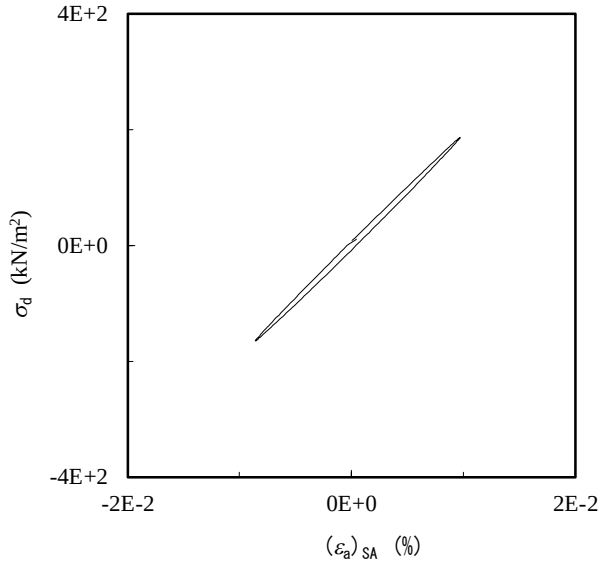




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

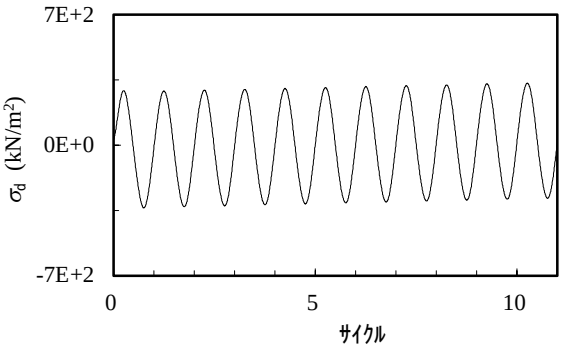
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

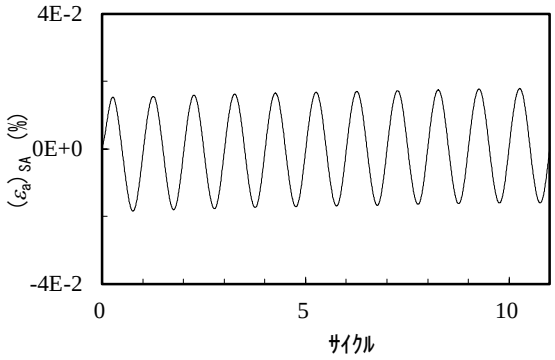
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

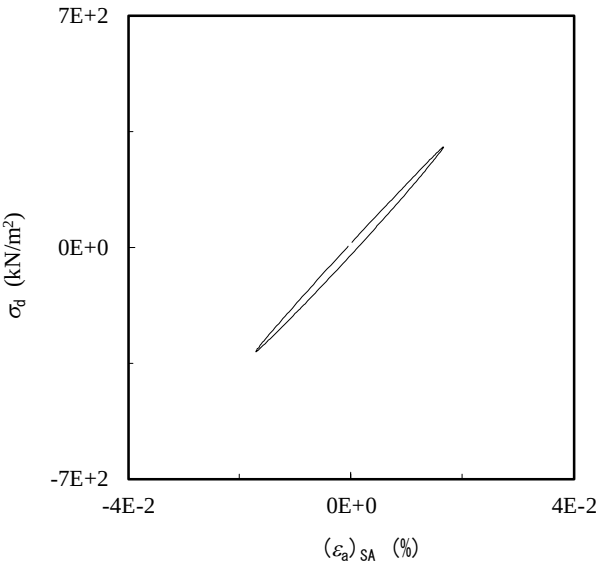
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8962	2	310	1.68E-02	1850	2.87
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9313	3	310	1.68E-02	1840	2.83
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	309	1.68E-02	1840	2.83
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.010	5	309	1.68E-02	1840	2.74
	断面積 A_n cm²	19.099	6	309	1.68E-02	1830	2.73
	間隙比 e_n	1.332	7	309	1.69E-02	1830	2.71
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	8	309	1.68E-02	1830	2.74
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.014	9	309	1.69E-02	1830	2.62
			10	309	1.69E-02	1830	2.68

波形の連続記録[1)]

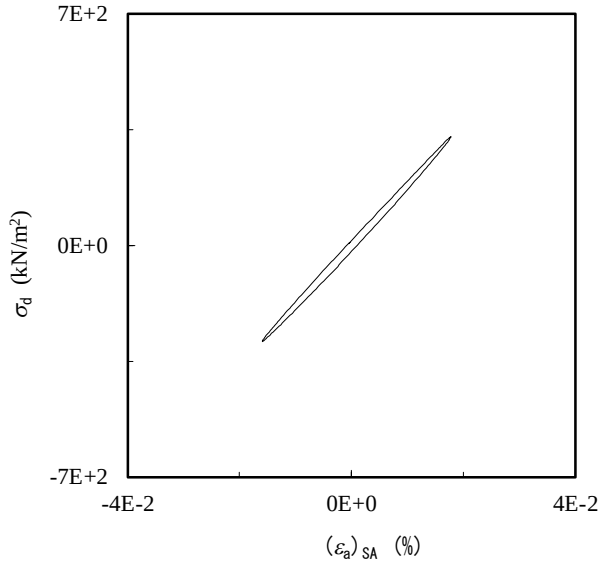




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

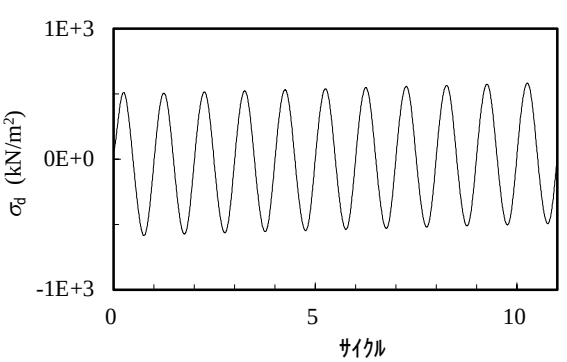
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

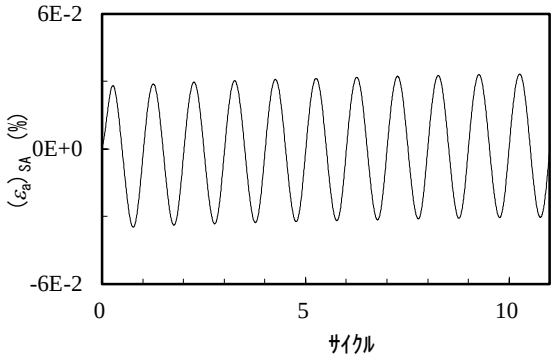
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

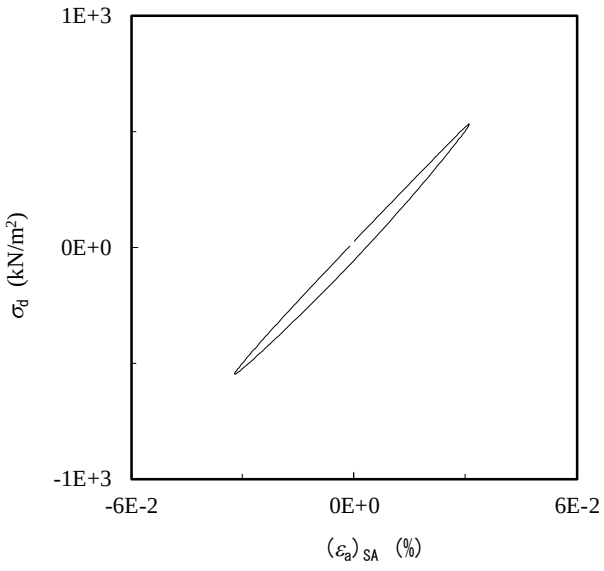
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0016	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.014		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8954	2	540	3.14E-02	1720	3.81
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9315	3	540	3.15E-02	1710	3.74
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	539	3.15E-02	1710	3.67
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.005	5	540	3.16E-02	1710	3.58
	断面積 A_n cm²	19.100	6	539	3.16E-02	1710	3.54
	間隙比 e_n	1.332	7	539	3.17E-02	1700	3.52
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	8	539	3.17E-02	1700	3.54
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	539	3.17E-02	1700	3.44
			10	539	3.18E-02	1700	3.45

波形の連続記録[1)]

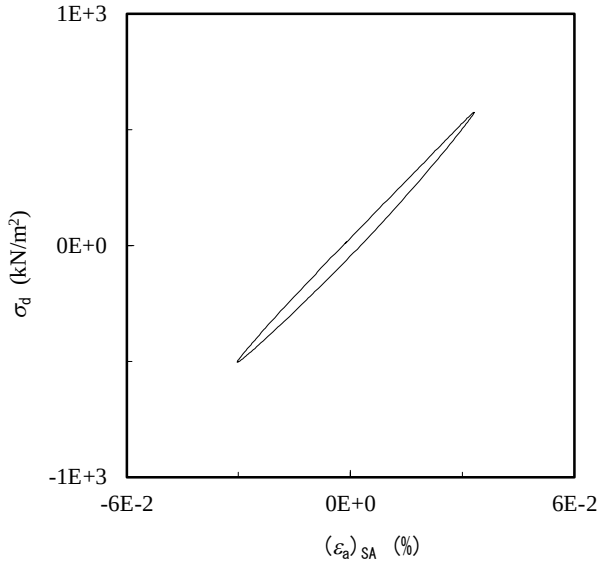




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

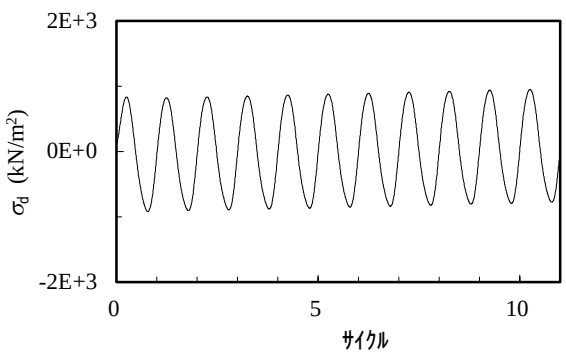
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

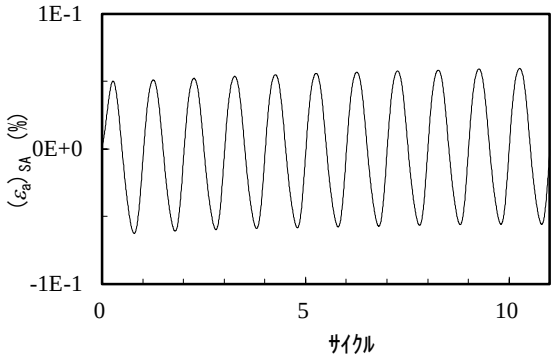
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

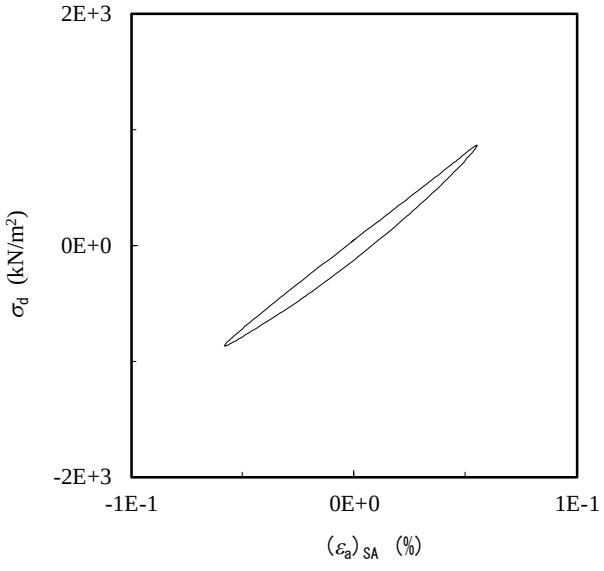
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019					
	高さ H_n cm	9.8946	2	865	5.60E-02	1550	4.93
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9316	3	865	5.60E-02	1540	4.88
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	865	5.63E-02	1540	4.82
	体積 V_n[3] cm³	189.000	5	867	5.67E-02	1530	4.77
	断面積 A_n cm²	19.101	6	866	5.68E-02	1520	4.66
	間隙比 e_n	1.332	7	866	5.70E-02	1520	4.64
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	8	866	5.72E-02	1510	4.62
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.044	9	866	5.73E-02	1510	4.63
			10	867	5.75E-02	1510	4.52

波形の連続記録[1)]

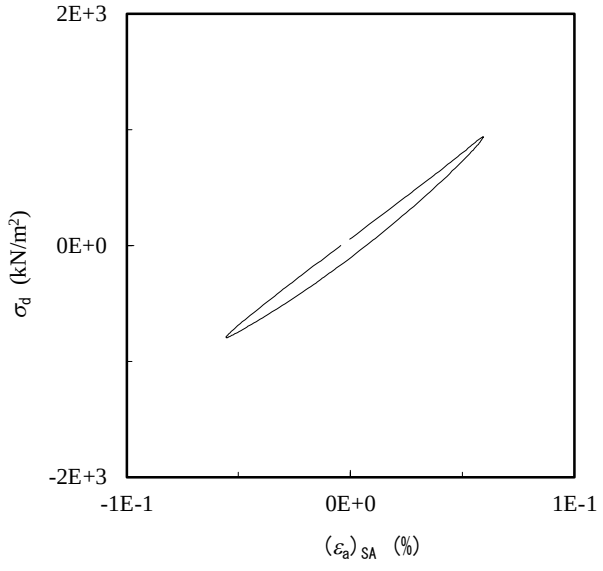




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

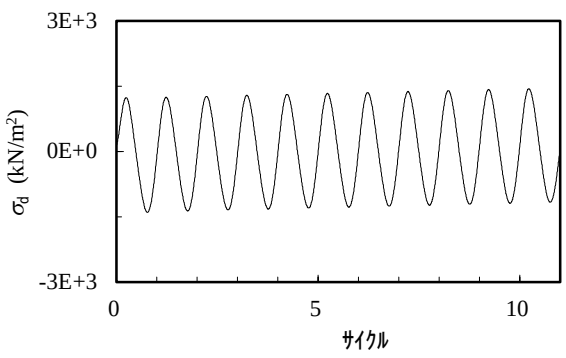
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

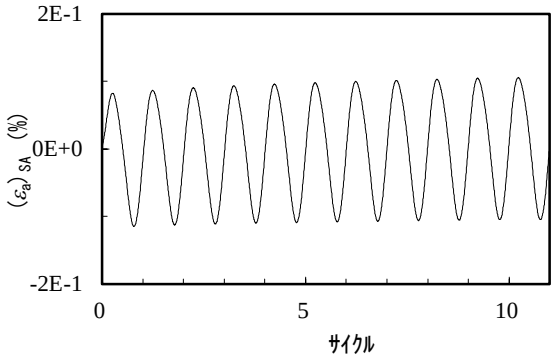
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

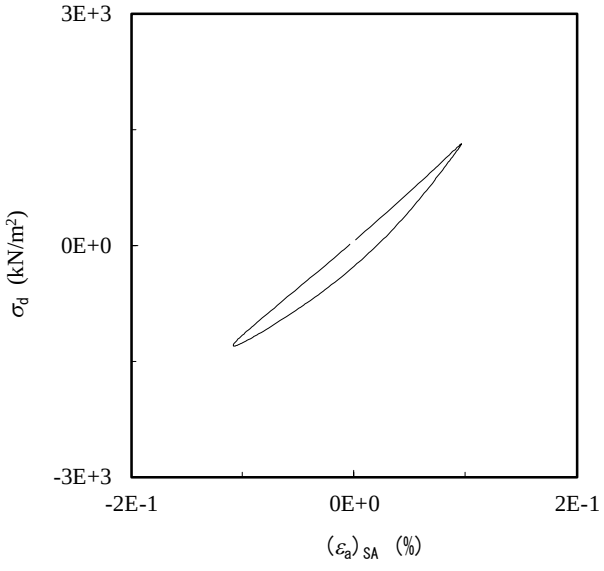
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0032	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.044		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8938	2	1310	9.96E-02	1310	5.89
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9315	3	1310	1.01E-01	1300	5.82
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1310	1.02E-01	1290	5.74
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	188.975	5	1310	1.02E-01	1280	5.69
	断面積 A_n cm²	19.100	6	1310	1.03E-01	1270	5.69
	間隙比 e_n	1.331	7	1310	1.03E-01	1260	5.67
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0060	8	1310	1.04E-01	1260	5.66
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.083	9	1310	1.04E-01	1250	5.56
			10	1310	1.05E-01	1250	5.54

波形の連続記録[1)]

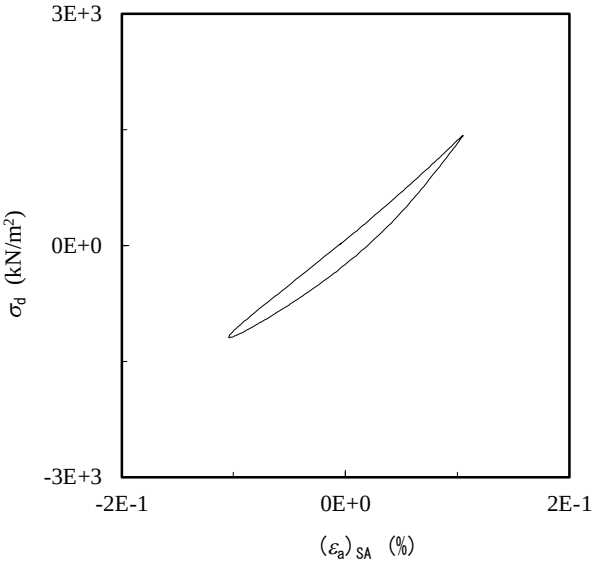




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

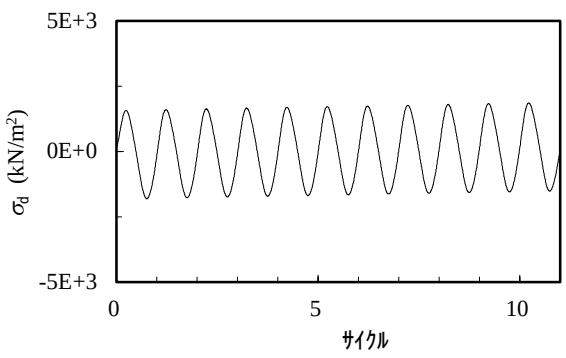
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

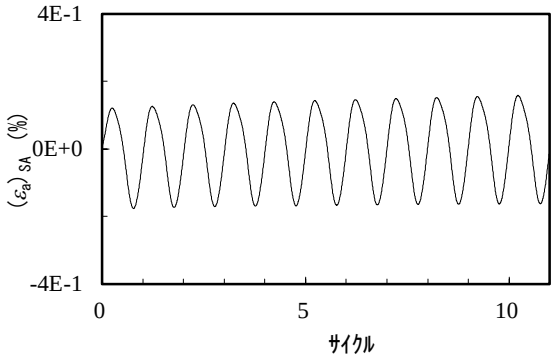
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月7日
試料番号	TI1850-S1-13 (75.55m ～75.70m)	試験者	

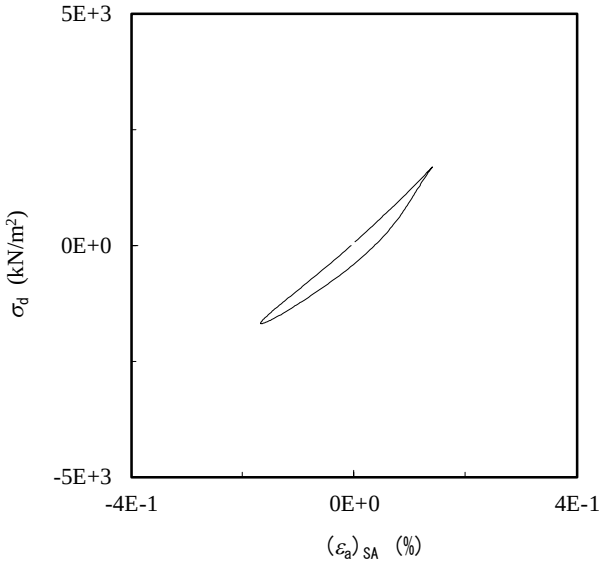
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0060	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.083		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8910	2	1690	1.50E-01	1130	6.27
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9317	3	1690	1.51E-01	1120	6.25
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1690	1.52E-01	1110	6.22
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	188.936	5	1690	1.54E-01	1100	6.12
	断面積 A_n cm²	19.102	6	1690	1.55E-01	1090	6.13
	間隙比 e_n	1.331	7	1690	1.56E-01	1080	6.11
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0124	8	1690	1.57E-01	1080	6.12
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.176	9	1690	1.58E-01	1070	6.04
			10	1690	1.59E-01	1060	6.01

波形の連続記録[1)]

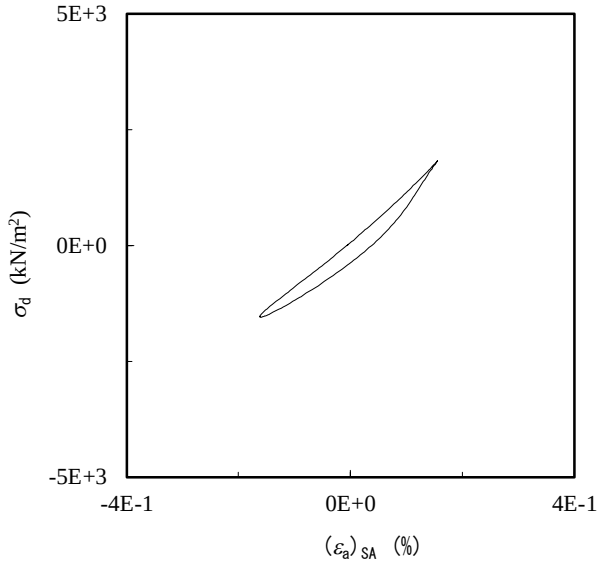




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

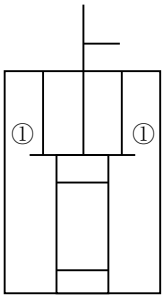
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	試験条件
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	圧密状態

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号(深さ)	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

試料の状態[1]	塊状			土粒子の密度	ρ_s[3] g/cm^3	2.441
供試体の作製方法[2]	トリミング法			液性限界	w_L % [4]	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2			塑性限界	w_P % [4]	NP
供試体No.	1	飽和方法		脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

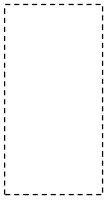
試験条件	軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷条件	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
	側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400		載荷周波数	f Hz	0.1
	背圧	u_b kN/m^2	300		排水条件		~~排水~~, 非排水
	軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100		1サイクルデータポイント数		100
	側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100		載荷段階数		10
	異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		圧密後	軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	荷重計の容量	N	10000			圧密後 cm	0.044
	トルク計の容量[6]	N・m			排水量の読み	圧密前 cm^3	0.000
試験装置 軸変位計 大変位	位置		変位計 ~~回転角計~~ の位置			圧密後 cm^3	2.434
	種類				軸変位量	ΔHc cm	0.044
	数				体積変化量	ΔVc cm^3	2.434
軸変位計 小変位	位置	①			高さ	Hc cm	9.9352
	種類	非接触変位計			外径	(D_c,D_{0c}[6]) cm	4.9620
	数	2			内径	D_{ic}[6] cm	
回転角計[6] 大変位	位置				体積	Vc cm^3	192.122
	種類				断面積	Ac cm^2	19.338
	数				乾燥質量	m_s g	225.99
回転角計[6] 小変位	位置				乾燥密度	$\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm^3	1.176
	種類				間隙比	e_c[3]	1.075
	数				相対密度	D_{rc}[3] %	
金属製リブ[6]	数量		リブの位置	間隙圧係数B 圧密前	等方応力増加量	$\Delta\sigma$ kN/m^2	50.0
	高さ cm				間隙水圧増加量	Δu kN/m^2	48.0
	厚さ cm				測定に要した時間	min	1.0
間隙水圧経路体積変化	cm^3/kN/m^2		1×10^{-6}		B 値		0.96
ゴムスリーブ	材質		ラテックス	圧密後	等方応力増加量	$\Delta\sigma$ kN/m^2	
	厚さ	mm	0.25		間隙水圧増加量	Δuu kN/m^2	
圧密前	高さ	Ho cm	9.979			Δul kN/m^2	
	外径	(D_o,D_{0o}[6]) cm	4.982		測定に要した時間	min	
	内径	D_{io}[6] cm			B 値		



特記事項

※供試体の軸ひずみはギャップセンサーによるデータより算出した。

供試体の状況



1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。

2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m^2≒0 0102kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

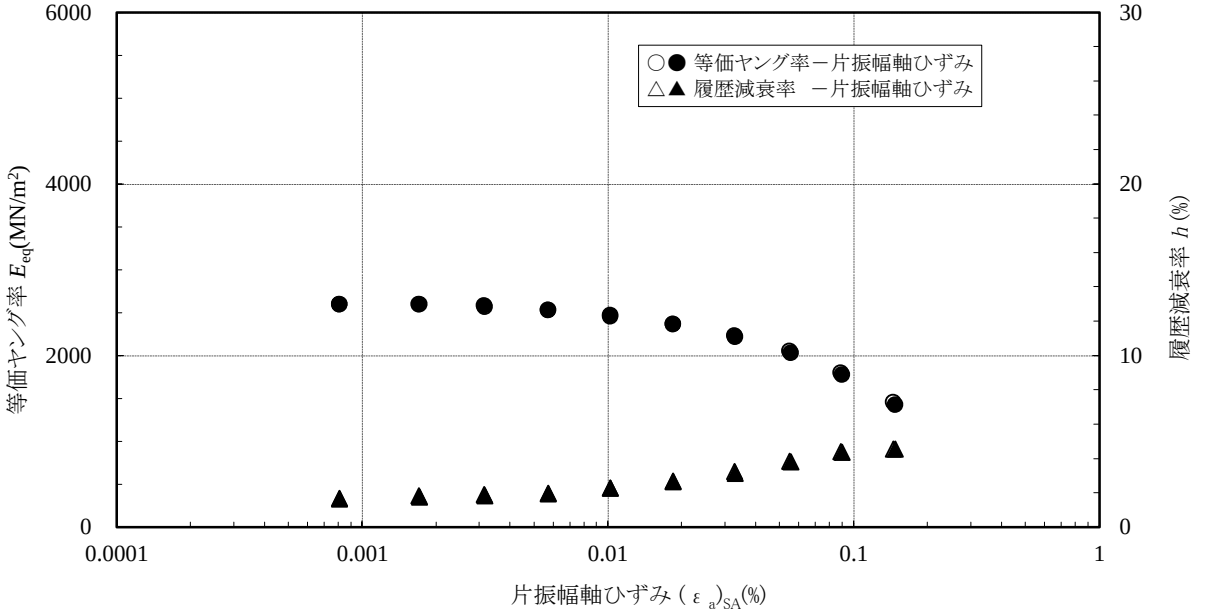
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	(深さ) TI1850-S2-09 (96.65m～96.80m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.441
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	8.05E-04	2600	1.64	8.04E-04	2600	1.70
2	1.71E-03	2600	1.77	1.70E-03	2600	1.84
3	3.14E-03	2570	1.84	3.13E-03	2580	1.92
4	5.71E-03	2530	1.96	5.72E-03	2530	1.99
5	1.02E-02	2470	2.29	1.02E-02	2460	2.28
6	1.84E-02	2370	2.69	1.84E-02	2370	2.66
7	3.28E-02	2230	3.24	3.30E-02	2220	3.15
8	5.50E-02	2050	3.86	5.55E-02	2030	3.82
9	8.84E-02	1800	4.42	8.98E-02	1780	4.37
10	1.45E-01	1460	4.55	1.48E-01	1430	4.55
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

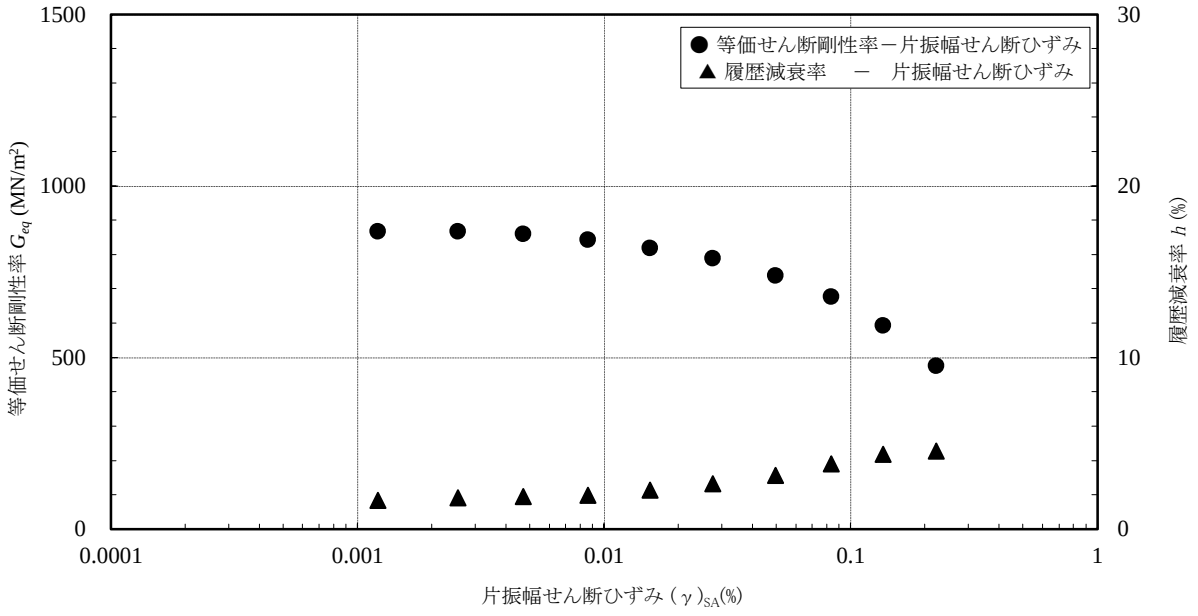
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	(深さ) TI1850-S2-09 (96.65m～96.80m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.441
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.21E-03	867	1.64	1.21E-03	867	1.70
2	2.57E-03	867	1.77	2.55E-03	867	1.84
3	4.71E-03	857	1.84	4.70E-03	860	1.92
4	8.57E-03	843	1.96	8.58E-03	843	1.99
5	1.53E-02	823	2.29	1.53E-02	820	2.28
6	2.76E-02	790	2.69	2.76E-02	790	2.66
7	4.92E-02	743	3.24	4.95E-02	740	3.15
8	8.25E-02	683	3.86	8.33E-02	677	3.82
9	1.33E-01	600	4.42	1.35E-01	593	4.37
10	2.18E-01	487	4.55	2.22E-01	477	4.55
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

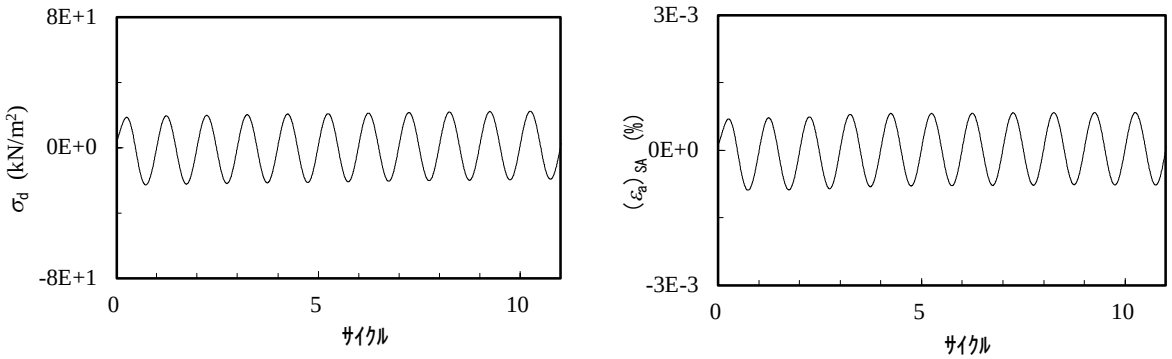
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

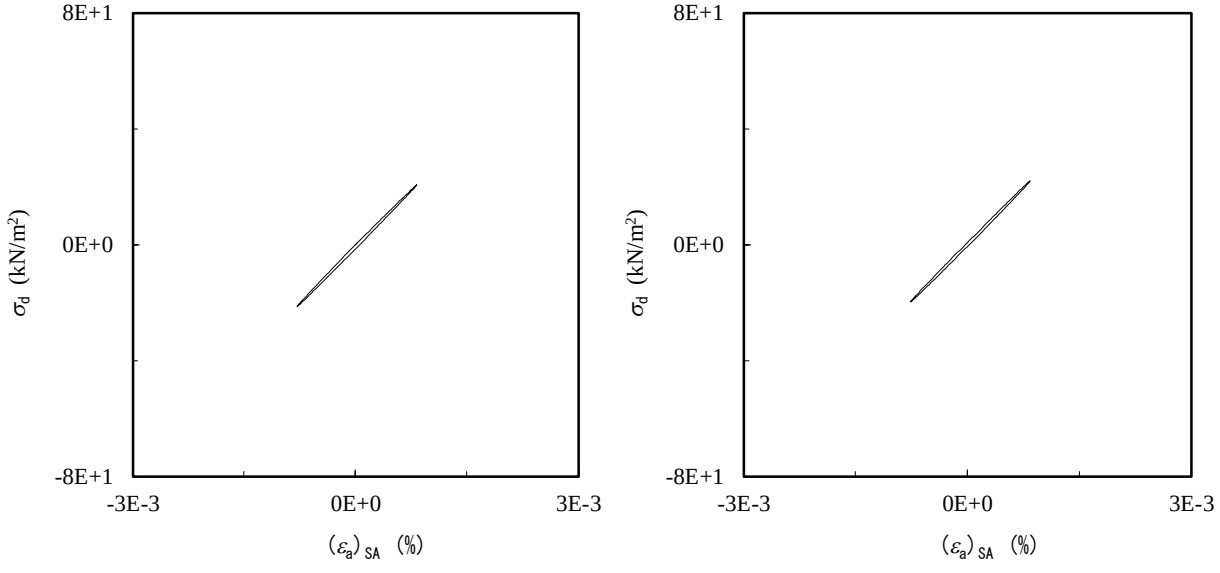
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率 Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	20.9	8.01E-04	2610	1.63
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9620	3	20.9	7.98E-04	2610	1.64
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	20.9	8.03E-04	2600	1.68
	体積 V_n [3] cm³	192.122	5	21.0	8.05E-04	2600	1.64
	断面積 A_n cm²	19.338	6	20.9	8.03E-04	2600	1.62
	間隙比 e_n	1.075	7	20.9	8.02E-04	2600	1.67
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	20.9	8.04E-04	2600	1.63
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	20.9	8.00E-04	2610	1.67
			10	20.9	8.04E-04	2600	1.70

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

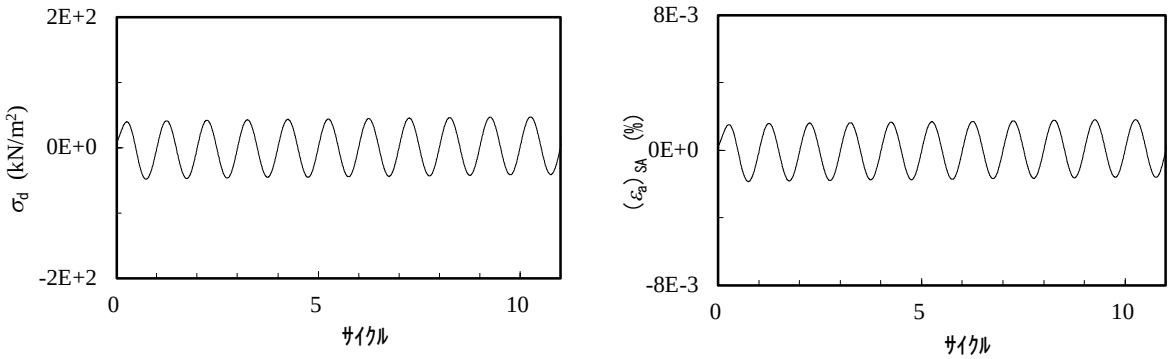
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

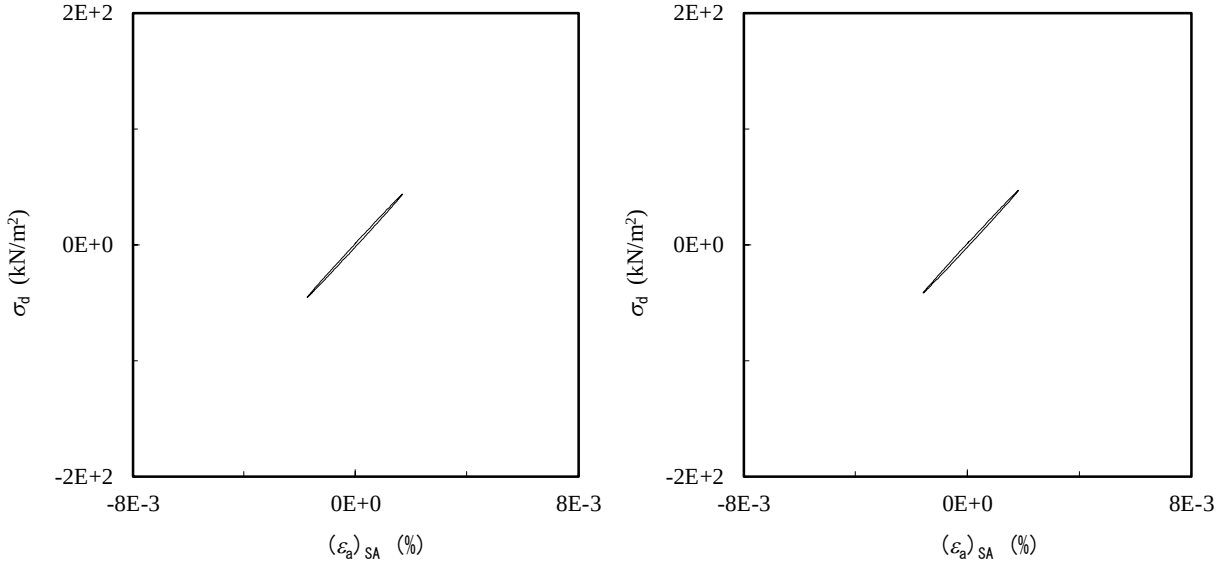
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔHn cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔVn cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ Hn cm	9.9352	2	44.3	1.70E-03	2600	1.85
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9620	3	44.4	1.70E-03	2610	1.82
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	44.1	1.69E-03	2600	1.86
	体積 V_n[3] cm³	192.122	5	44.4	1.71E-03	2600	1.77
	断面積 A_n cm²	19.338	6	44.3	1.71E-03	2590	1.79
	間隙比 e_n	1.075	7	44.3	1.70E-03	2600	1.80
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	44.3	1.71E-03	2600	1.83
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	44.3	1.71E-03	2600	1.79
			10	44.3	1.70E-03	2600	1.84

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

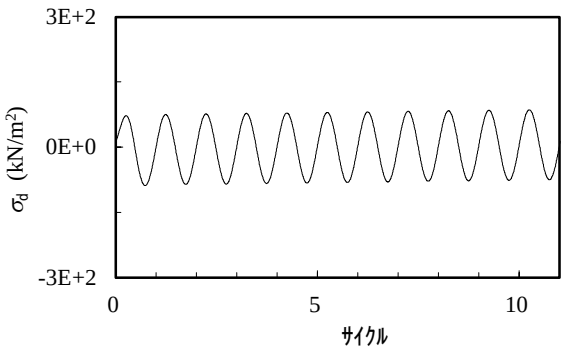
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

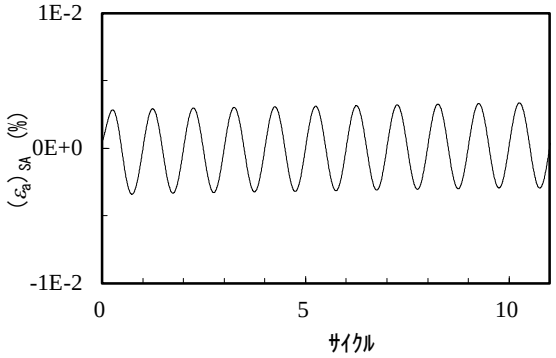
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

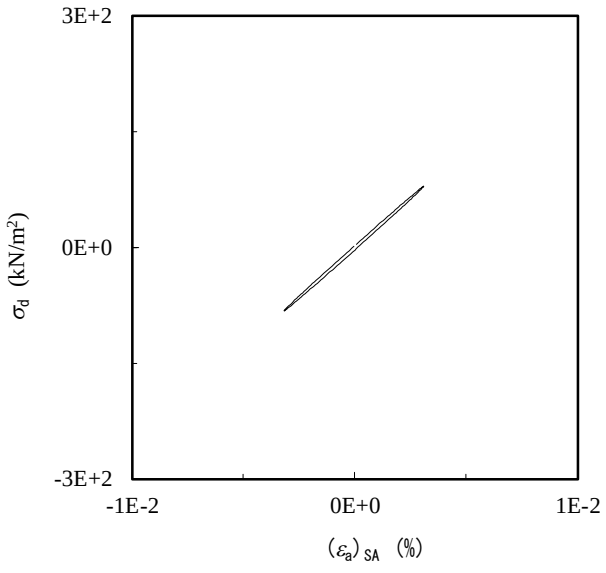
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9352	2	80.6	3.12E-03	2580	1.88
	外径 (D_n,D_{on} [3)]) cm	4.9620	3	80.8	3.13E-03	2580	1.93
	内径 (D_{in} [3)]) cm		4	80.6	3.13E-03	2580	1.93
	体積 V_n [3)] cm³	192.122	5	80.8	3.14E-03	2570	1.84
	断面積 A_n cm²	19.338	6	80.7	3.13E-03	2570	1.86
	間隙比 e_n	1.075	7	80.6	3.13E-03	2580	1.93
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	80.6	3.13E-03	2580	1.89
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	80.6	3.13E-03	2570	1.86
			10	80.7	3.13E-03	2580	1.92

波形の連続記録[1)]

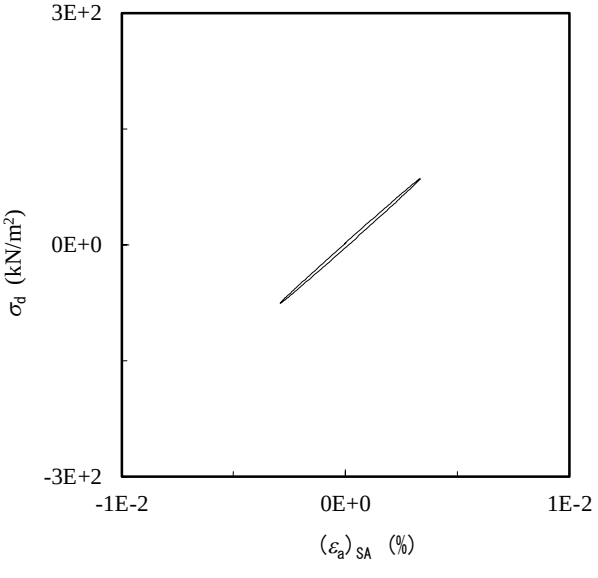




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

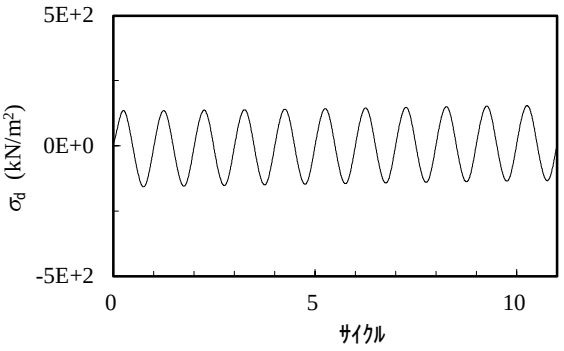
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

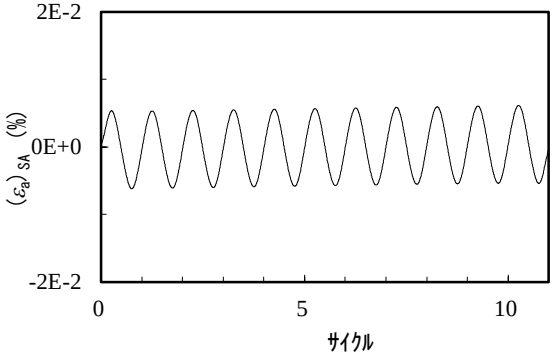
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

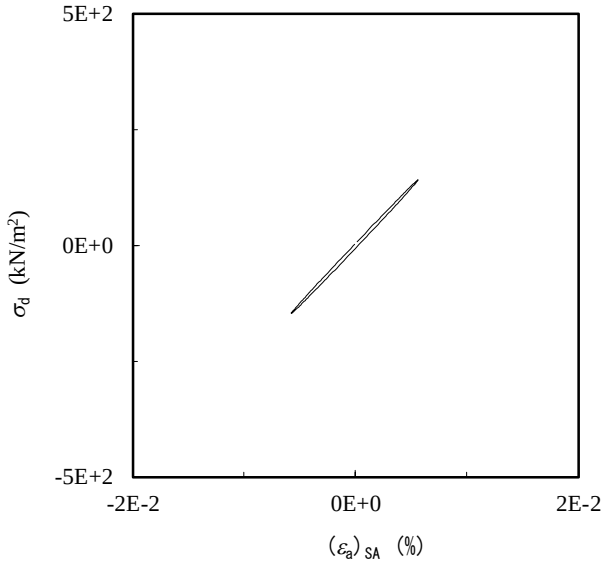
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9352	2	145	5.71E-03	2540	2.04
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9620	3	145	5.71E-03	2530	2.03
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	144	5.69E-03	2530	2.03
	体積 V_n[3] cm³	192.122	5	145	5.71E-03	2530	1.96
	断面積 A_n cm²	19.338	6	144	5.70E-03	2530	2.01
	間隙比 e_n	1.075	7	144	5.71E-03	2530	2.02
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	144	5.70E-03	2530	1.99
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	144	5.71E-03	2530	1.99
			10	144	5.72E-03	2530	1.99

波形の連続記録[1]

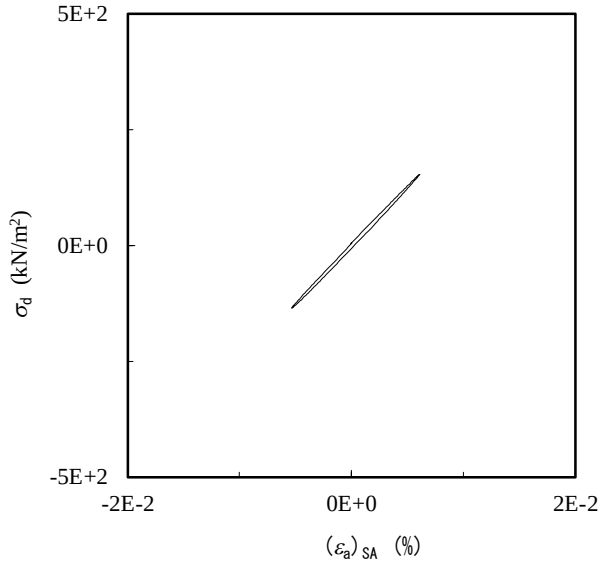




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

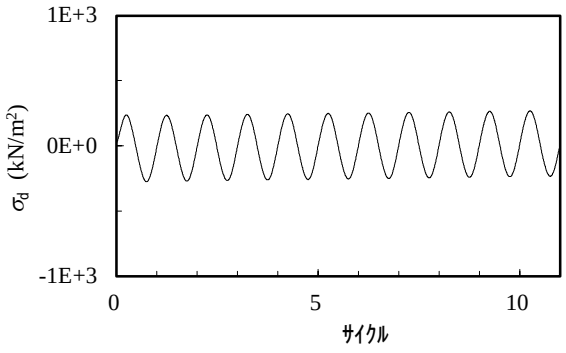
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

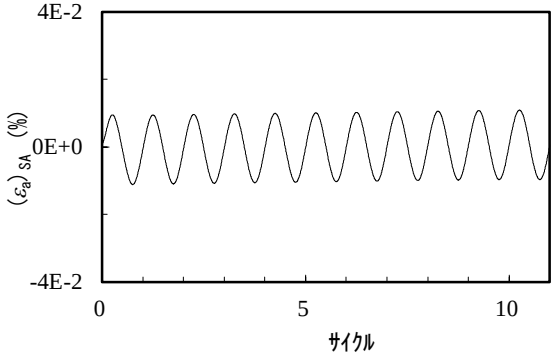
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

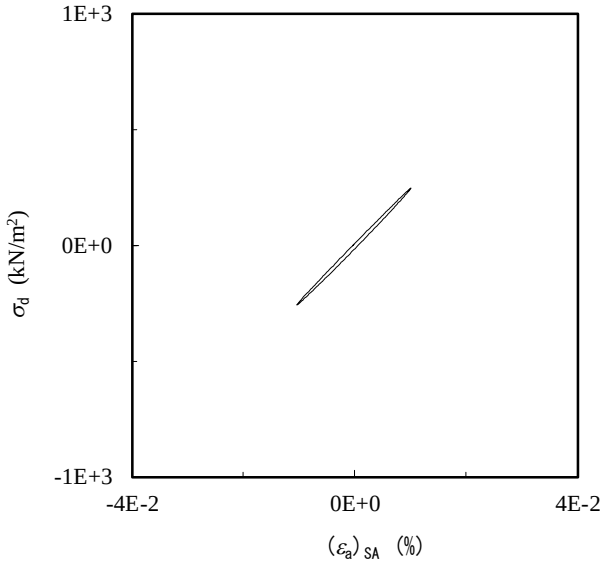
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	252	1.02E-02	2470	2.32
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9620	3	252	1.02E-02	2470	2.32
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	251	1.02E-02	2470	2.27
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	192.122	5	252	1.02E-02	2470	2.29
	断面積 A_n cm²	19.338	6	251	1.02E-02	2470	2.31
	間隙比 e_n	1.075	7	252	1.02E-02	2460	2.29
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	251	1.02E-02	2460	2.27
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	251	1.02E-02	2460	2.27
			10	252	1.02E-02	2460	2.28

波形の連続記録[1)]

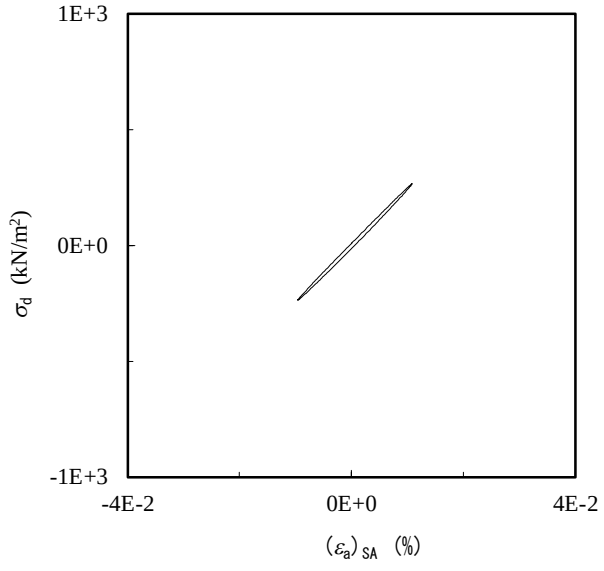




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

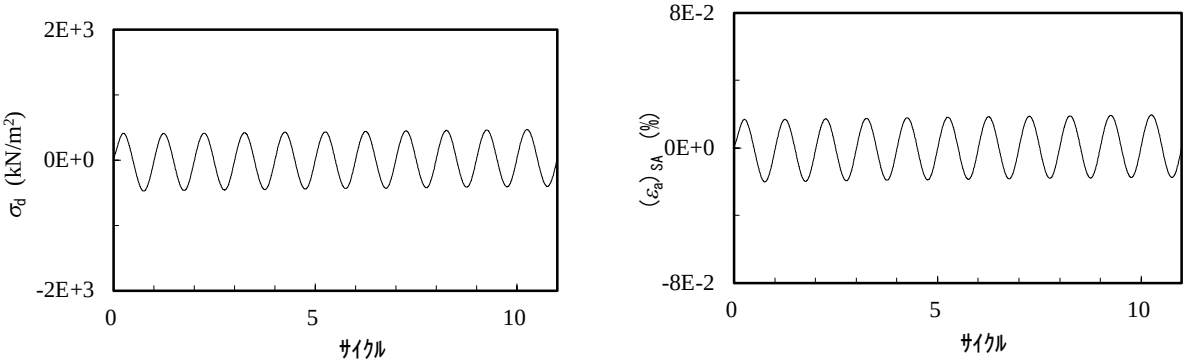
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

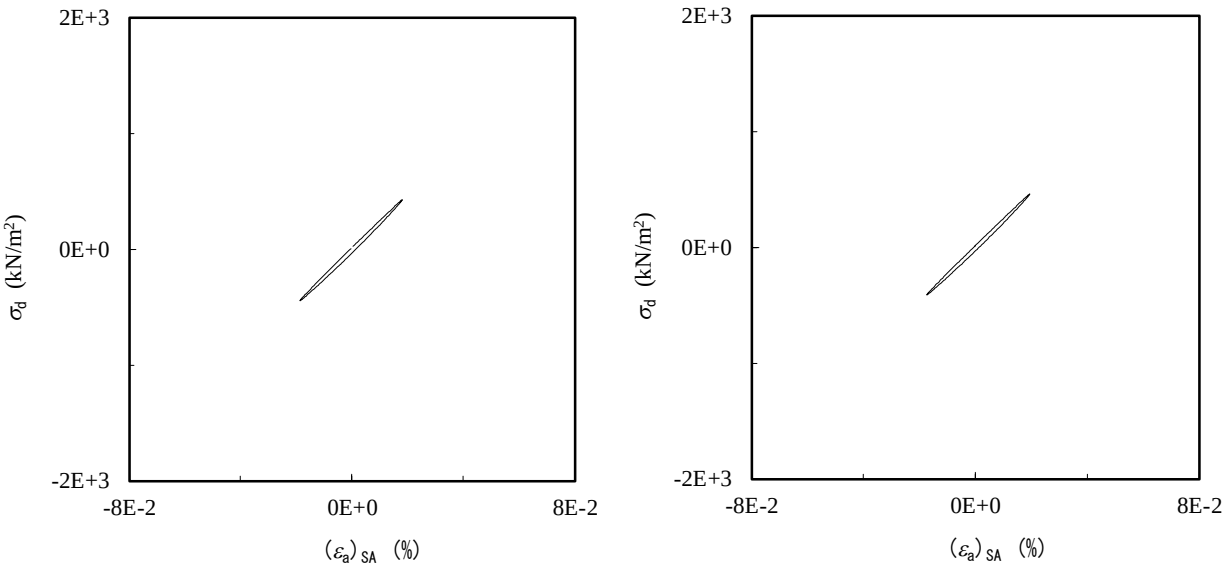
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	437	1.83E-02	2380	2.77
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9620	3	436	1.83E-02	2380	2.74
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	436	1.83E-02	2380	2.72
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.122	5	436	1.84E-02	2370	2.69
	断面積 A_n cm²	19.338	6	436	1.84E-02	2370	2.69
	間隙比 e_n	1.075	7	436	1.84E-02	2370	2.69
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	435	1.84E-02	2370	2.65
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	436	1.84E-02	2370	2.64
			10	436	1.84E-02	2370	2.66

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

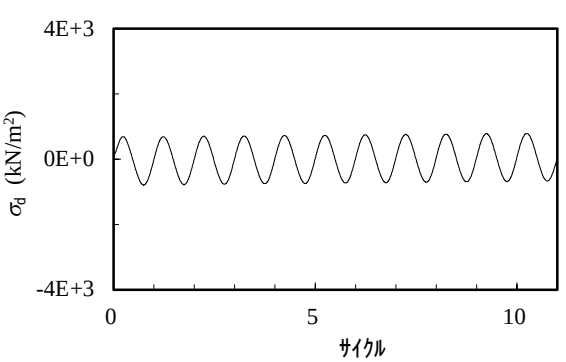
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

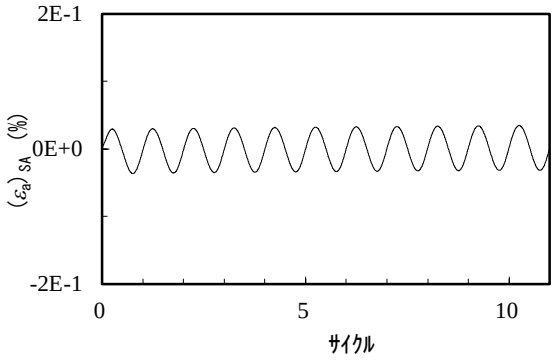
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

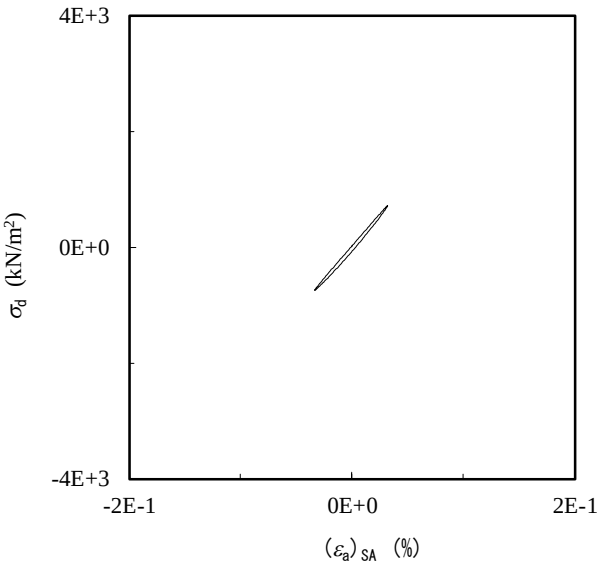
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	734	3.28E-02	2240	3.30
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9620	3	733	3.27E-02	2240	3.28
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	732	3.27E-02	2240	3.25
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.122	5	733	3.28E-02	2230	3.24
	断面積 A_n cm²	19.338	6	733	3.28E-02	2230	3.19
	間隙比 e_n	1.075	7	733	3.29E-02	2230	3.19
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	732	3.29E-02	2230	3.19
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	733	3.29E-02	2220	3.20
			10	733	3.30E-02	2220	3.15

波形の連続記録[1)]

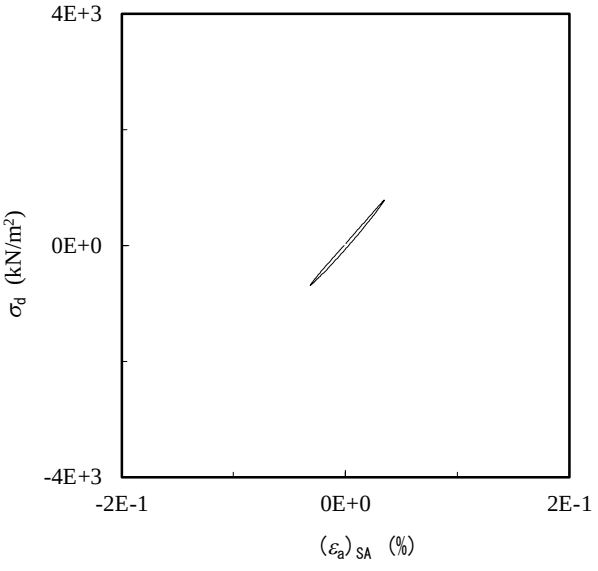




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

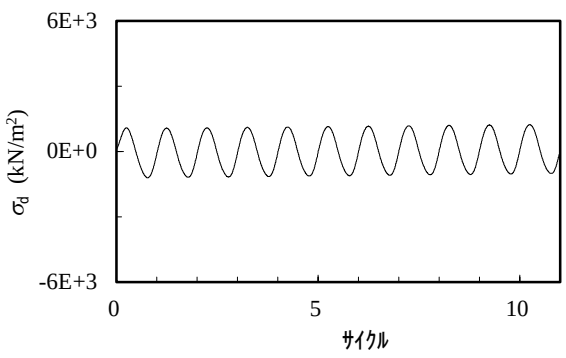
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

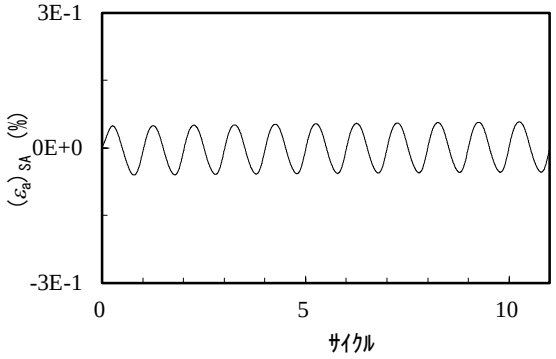
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

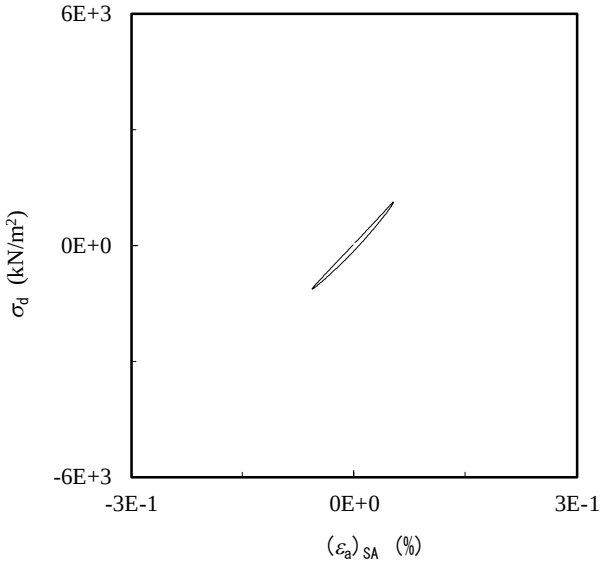
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	1130	5.45E-02	2070	3.93
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9619	3	1130	5.46E-02	2070	3.91
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	1130	5.47E-02	2060	3.91
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	192.113	5	1130	5.50E-02	2050	3.86
	断面積 A_n cm²	19.337	6	1130	5.51E-02	2050	3.87
	間隙比 e_n	1.075	7	1130	5.52E-02	2040	3.88
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	1130	5.53E-02	2040	3.90
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	1130	5.54E-02	2040	3.81
			10	1130	5.55E-02	2030	3.82

波形の連続記録[1)]

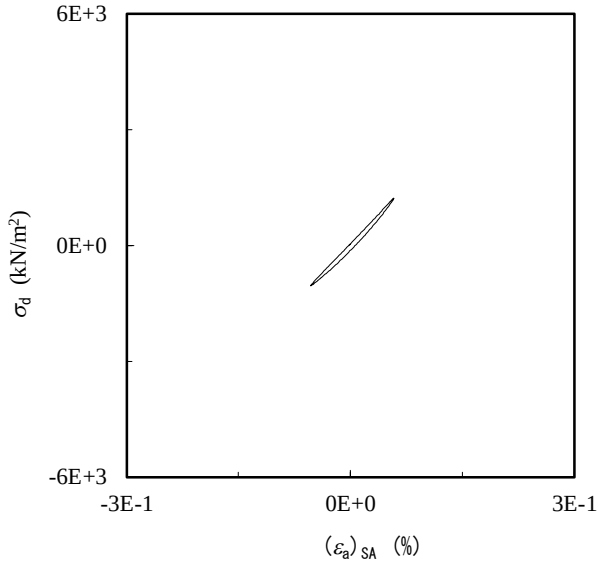




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

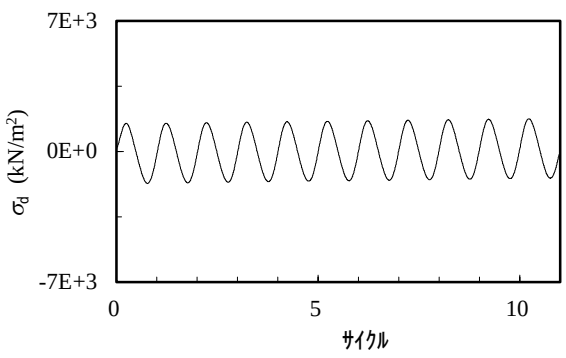
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

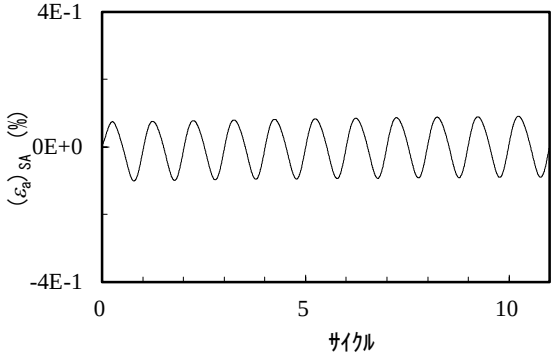
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

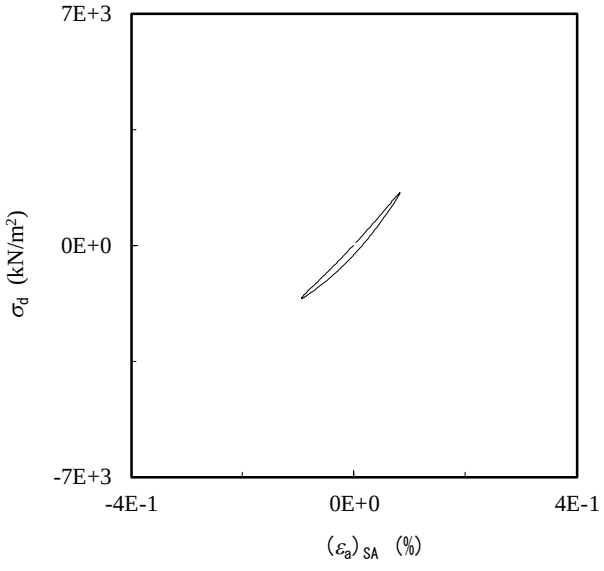
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9348	2	1600	8.74E-02	1830	4.57
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9618	3	1590	8.77E-02	1820	4.54
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1590	8.80E-02	1810	4.52
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.103	5	1600	8.84E-02	1800	4.42
	断面積 A_n cm²	19.336	6	1590	8.87E-02	1800	4.44
	間隙比 e_n	1.075	7	1600	8.90E-02	1790	4.44
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	8	1590	8.92E-02	1790	4.44
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.058	9	1590	8.95E-02	1780	4.38
			10	1600	8.98E-02	1780	4.37

波形の連続記録[1)]

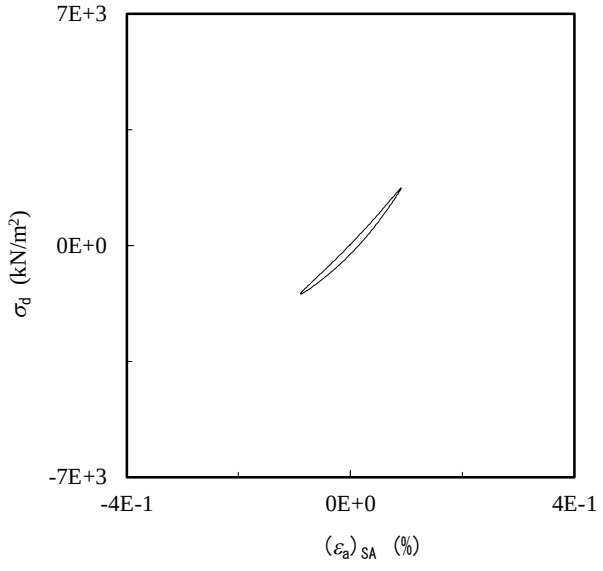




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

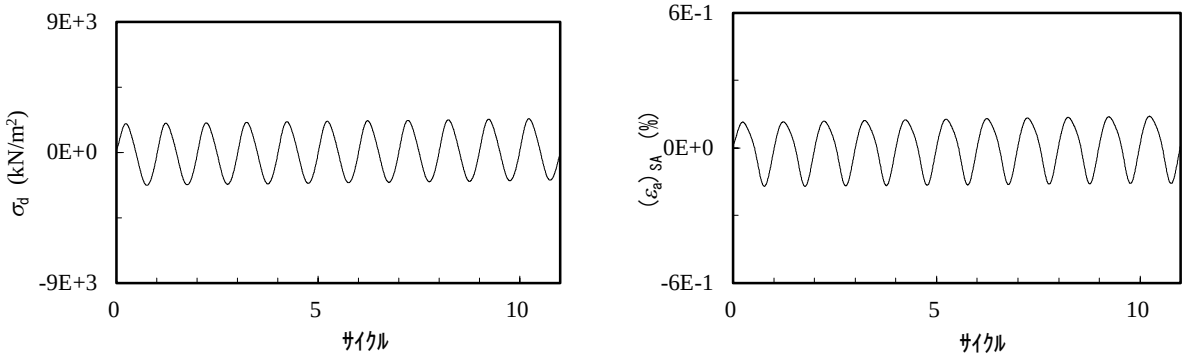
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

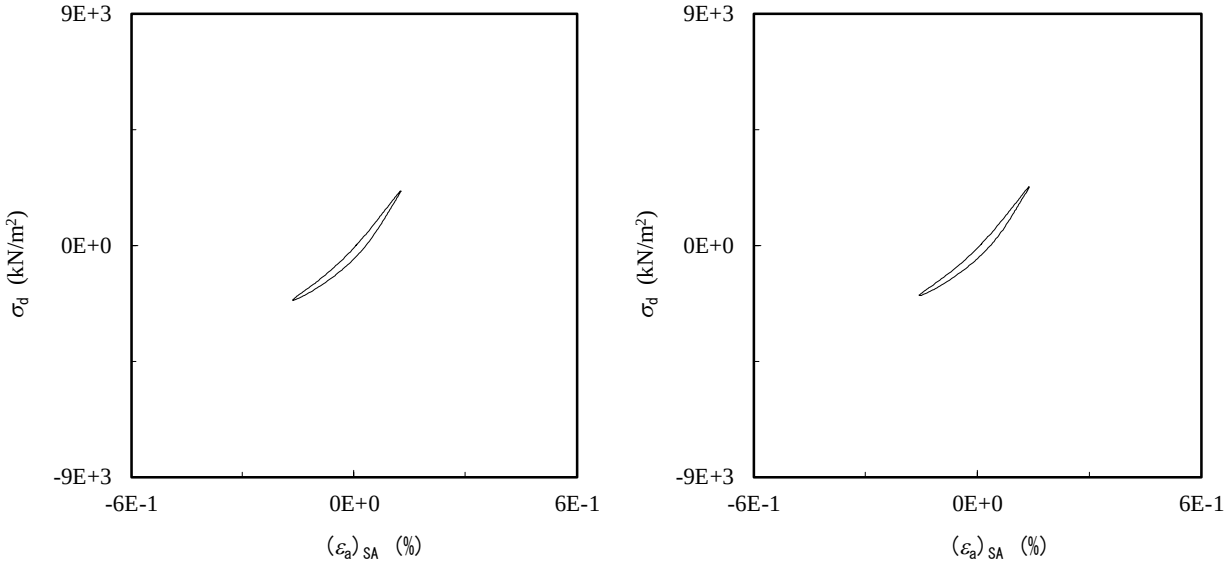
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.058		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9328	2	2120	1.43E-01	1480	4.57
	外径 (D_n, D_{on})[3] cm	4.9618	3	2120	1.44E-01	1470	4.61
	内径 (D_{in})[3] cm		4	2120	1.44E-01	1470	4.57
	体積 V_n[3] cm³	192.064	5	2120	1.45E-01	1460	4.55
	断面積 A_n cm²	19.336	6	2120	1.46E-01	1450	4.57
	間隙比 e_n	1.075	7	2120	1.47E-01	1450	4.59
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0036	8	2120	1.47E-01	1440	4.53
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.073	9	2120	1.47E-01	1440	4.56
			10	2120	1.48E-01	1430	4.55

波形の連続記録[1]



履歴曲線[2]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項
※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	試験条件 圧密状態

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号(深さ)	TI1850-S2-09	(96.65m ～96.80m)	試験者

試料の状態[1]	塊状			土粒子の密度	ρ_s[3] g/cm^3	2.441
供試体の作製方法[2]	トリミング法			液性限界	w_L % [4]	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2			塑性限界	w_P % [4]	NP
供試体No.	1	飽和方法		脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

試験条件	軸方向応力 σ_{ac} kN/m^2			1400	載荷条件	載荷波形	正弦波, ~~三角波~~
	側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m^2			1400		載荷周波数 f Hz	0.1
	背圧 u_b kN/m^2			300		排水条件	~~排水~~, 非排水
	軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m^2			1100		1サイクルデータポイント数	100
	側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m^2			1100		載荷段階数	10
	異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]				圧密後	軸変位計の読み 圧密前 cm	0.000
	荷重計の容量 N			10000		軸変位計の読み 圧密後 cm	0.044
	トルク計の容量[6] N・m					排水量の読み 圧密前 cm^3	0.000
試験装置	軸変位計 大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~		排水量の読み 圧密後 cm^3	2.434
		種類				軸変位量 ΔHc cm	0.044
		数				体積変化量 ΔVc cm^3	2.434
	軸変位計 小変位	位置	①			高さ Hc cm	9.9352
		種類	LDT			外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm	4.9620
		数	2			内径 D_{ic}[6] cm	
	回転角計[6] 大変位	位置				体積 Vc cm^3	192.122
		種類				断面積 Ac cm^2	19.338
		数				乾燥質量 m_s g	225.99
	回転角計[6] 小変位	位置				乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm^3	1.176
		種類				間隙比 e_c[3]	1.075
		数				相対密度 D_{rc}[3] %	
	金属製リブ[6] 数量			リブの位置	間隙圧係数B 圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2	50.0
	高さ cm					間隙水圧増加量 Δu kN/m^2	48.0
	厚さ cm					測定に要した時間 min	1.0
	間隙水圧経路体積変化 cm^3/kN/m^2			1×10^{-6}		B 値	0.96
ゴムスリーブ	材質			ラテックス	圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m^2	
	厚さ mm			0.25		間隙水圧増加量 Δuu kN/m^2	
圧密前	高さ Ho cm			9.979		間隙水圧増加量 Δul kN/m^2	
	外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm			4.982		測定に要した時間 min	
	内径 D_{io}[6] cm					B 値	

特記事項

※供試体の軸ひずみはLDTによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。

2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m^2≒0 0102kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

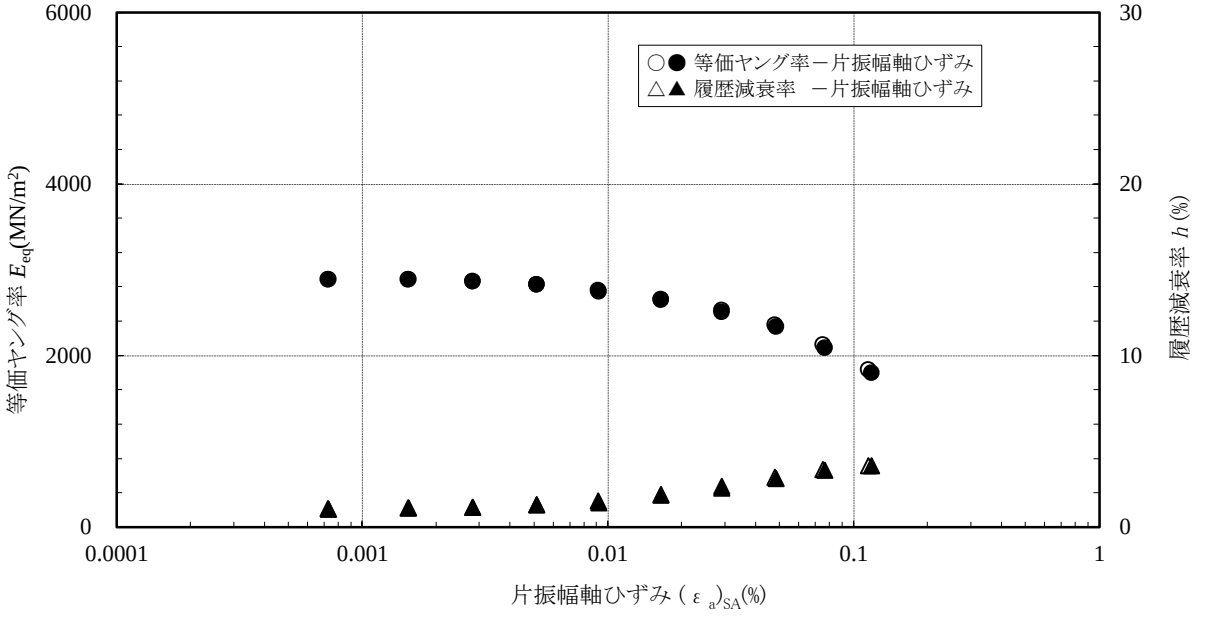
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	(深さ) TI1850-S2-09 (96.65m～96.80m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.441
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	7.26E-04	2890	1.05	7.25E-04	2890	1.08
2	1.54E-03	2890	1.12	1.53E-03	2890	1.12
3	2.81E-03	2870	1.18	2.81E-03	2870	1.17
4	5.11E-03	2830	1.31	5.11E-03	2830	1.30
5	9.13E-03	2760	1.52	9.15E-03	2750	1.43
6	1.64E-02	2660	1.91	1.64E-02	2650	1.86
7	2.90E-02	2530	2.40	2.91E-02	2510	2.29
8	4.79E-02	2360	2.90	4.83E-02	2340	2.85
9	7.49E-02	2130	3.38	7.63E-02	2090	3.32
10	1.15E-01	1840	3.59	1.18E-01	1800	3.58
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

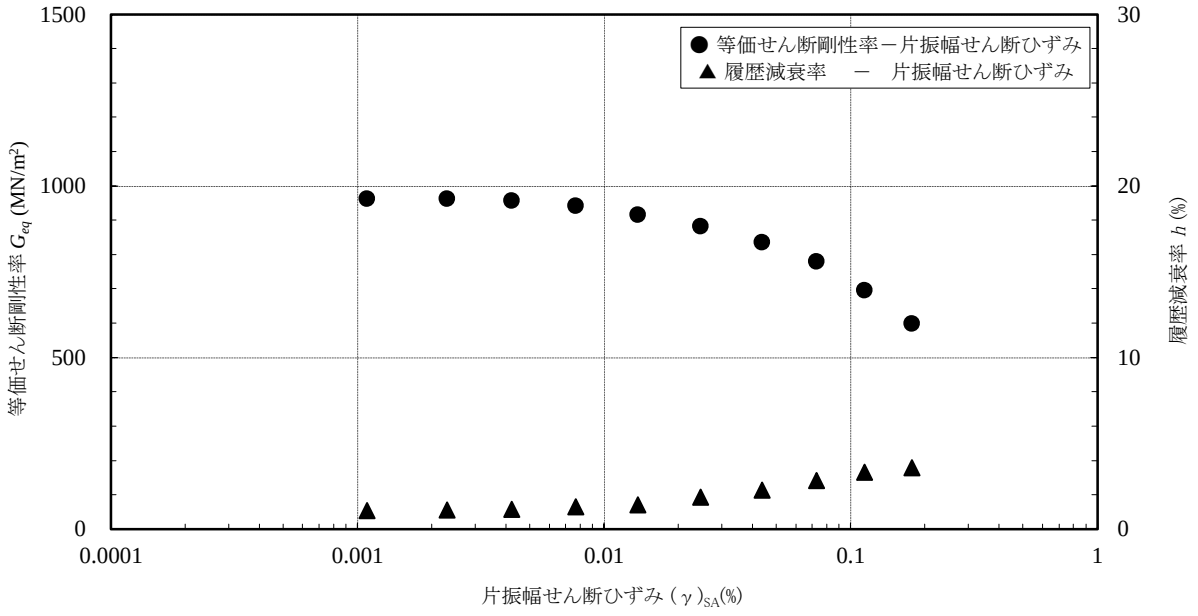
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	(深さ) TI1850-S2-09 (96.65m～96.80m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.441
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		10
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.09E-03	963	1.05	1.09E-03	963	1.08
2	2.31E-03	963	1.12	2.30E-03	963	1.12
3	4.22E-03	957	1.18	4.22E-03	957	1.17
4	7.67E-03	943	1.31	7.67E-03	943	1.30
5	1.37E-02	920	1.52	1.37E-02	917	1.43
6	2.46E-02	887	1.91	2.46E-02	883	1.86
7	4.35E-02	843	2.40	4.37E-02	837	2.29
8	7.19E-02	787	2.90	7.25E-02	780	2.85
9	1.12E-01	710	3.38	1.14E-01	697	3.32
10	1.73E-01	613	3.59	1.77E-01	600	3.58
11						
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

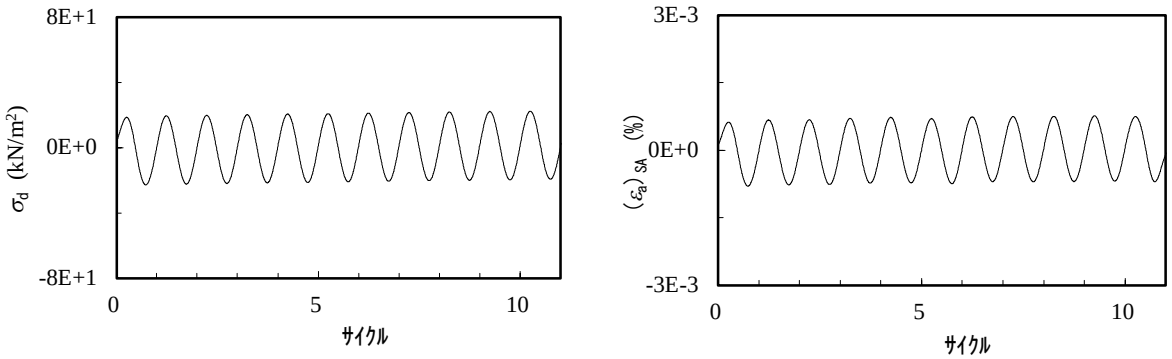
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

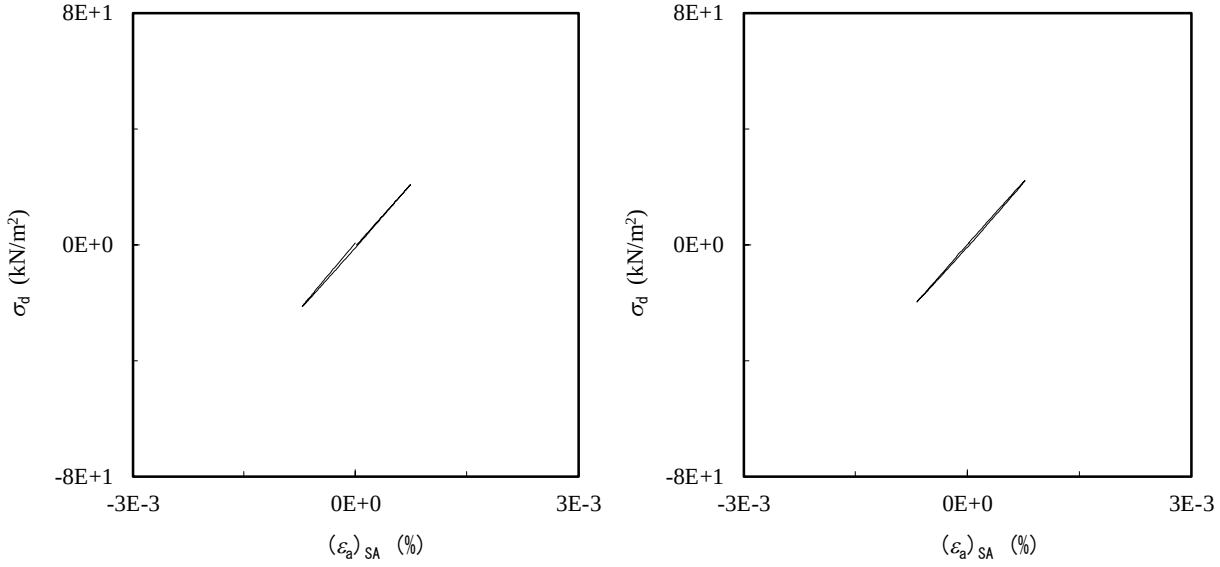
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.9352	2	20.9	7.21E-04	2900	1.04
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9620	3	20.9	7.19E-04	2900	1.09
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	20.9	7.19E-04	2900	1.08
	体積 V_n [3] cm³	192.122	5	21.0	7.26E-04	2890	1.05
	断面積 A_n cm²	19.338	6	20.9	7.22E-04	2900	1.04
	間隙比 e_n	1.075	7	20.9	7.21E-04	2900	1.08
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	20.9	7.24E-04	2890	1.07
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	20.9	7.24E-04	2880	1.07
			10	20.9	7.25E-04	2890	1.08

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

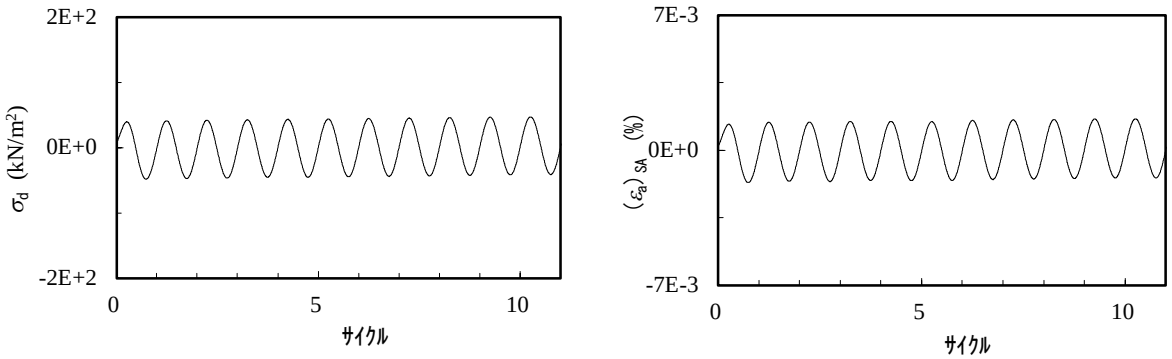
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

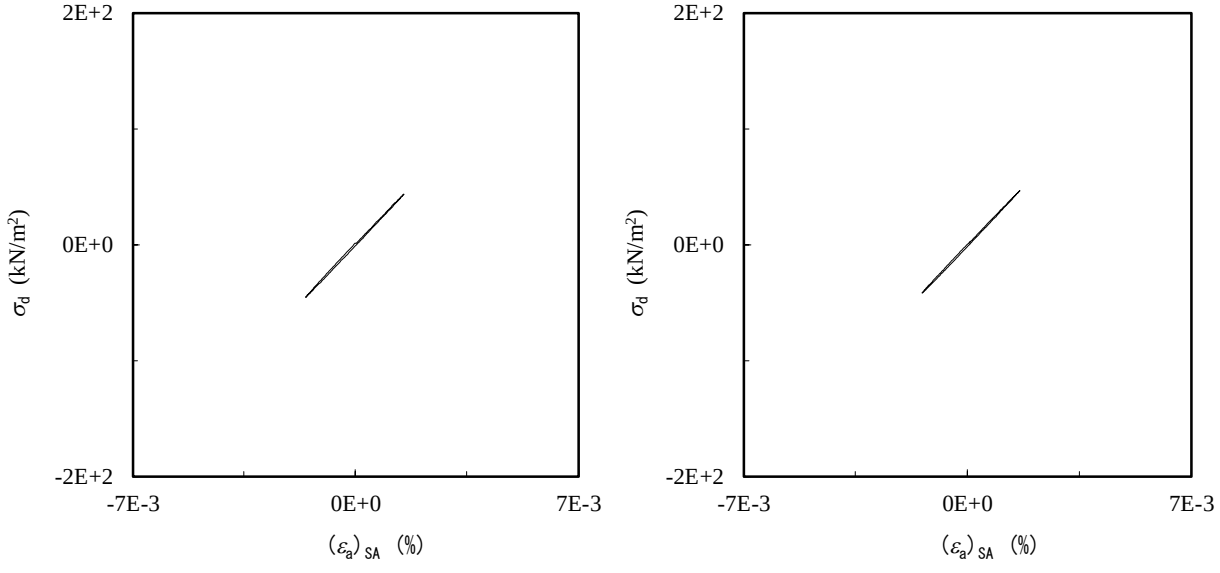
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率 Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	44.3	1.53E-03	2900	1.12
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9620	3	44.4	1.54E-03	2880	1.13
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	44.1	1.53E-03	2880	1.12
	体積 V_n [3] cm³	192.122	5	44.4	1.54E-03	2890	1.12
	断面積 A_n cm²	19.338	6	44.3	1.53E-03	2900	1.14
	間隙比 e_n	1.075	7	44.3	1.53E-03	2900	1.14
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	44.3	1.53E-03	2890	1.14
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	44.3	1.53E-03	2900	1.14
			10	44.3	1.53E-03	2890	1.12

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

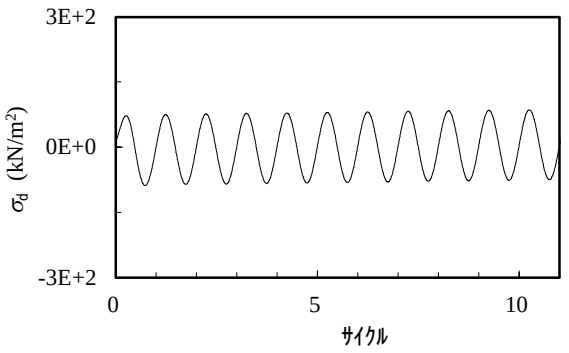
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

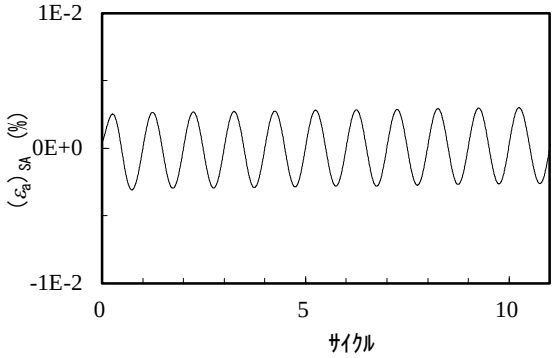
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

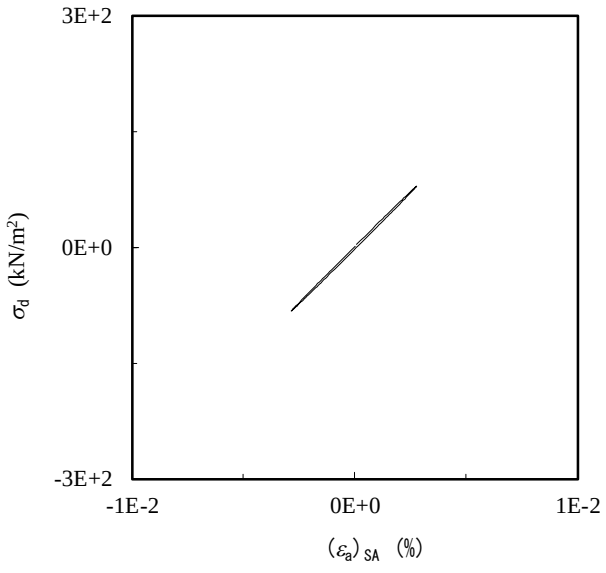
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率 Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	80.6	2.82E-03	2860	1.16
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9620	3	80.8	2.81E-03	2870	1.18
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	80.6	2.82E-03	2860	1.19
	体積 V_n[3] cm³	192.122	5	80.8	2.81E-03	2870	1.18
	断面積 A_n cm²	19.338	6	80.7	2.81E-03	2870	1.18
	間隙比 e_n	1.075	7	80.6	2.83E-03	2850	1.16
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	80.6	2.80E-03	2880	1.17
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	80.6	2.81E-03	2870	1.17
			10	80.7	2.81E-03	2870	1.17

波形の連続記録[1)]

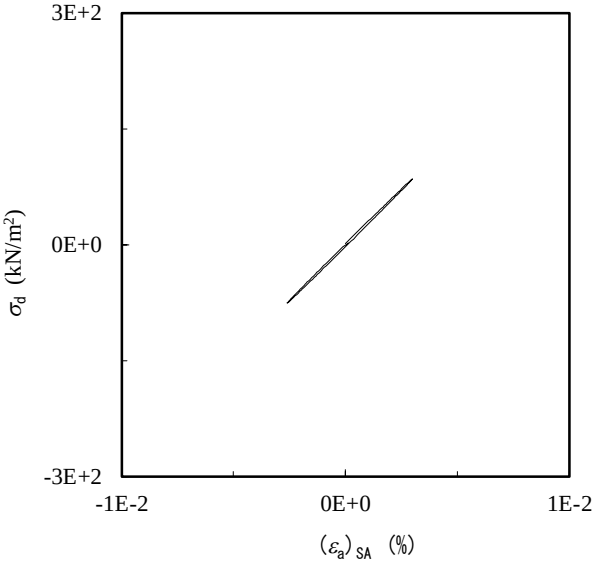




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

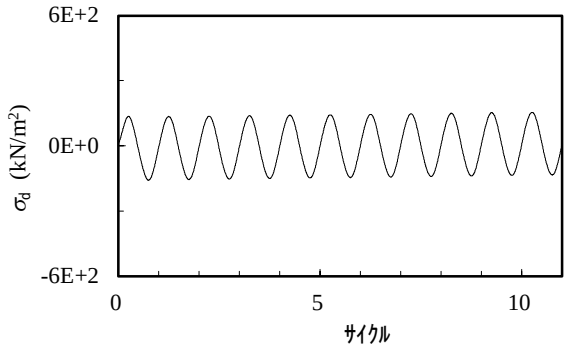
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

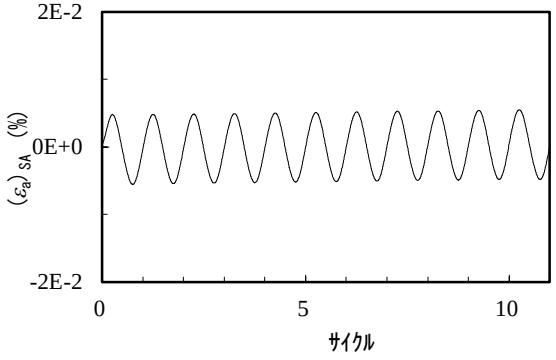
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

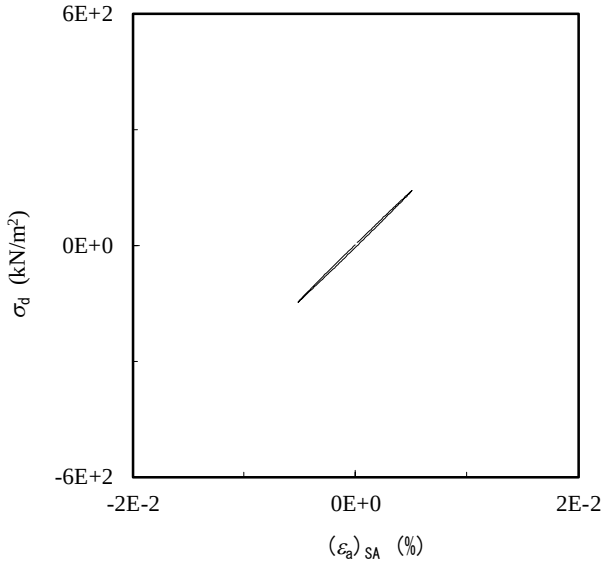
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	145	5.12E-03	2830	1.29
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9620	3	145	5.12E-03	2830	1.29
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	144	5.11E-03	2820	1.28
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.122	5	145	5.11E-03	2830	1.31
	断面積 A_n cm²	19.338	6	144	5.11E-03	2820	1.30
	間隙比 e_n	1.075	7	144	5.11E-03	2820	1.30
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	144	5.12E-03	2820	1.29
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	144	5.12E-03	2820	1.31
			10	144	5.11E-03	2830	1.30

波形の連続記録[1)]

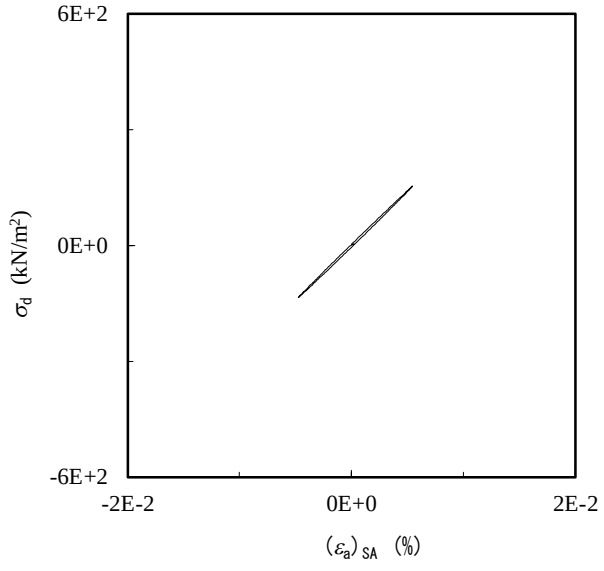




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

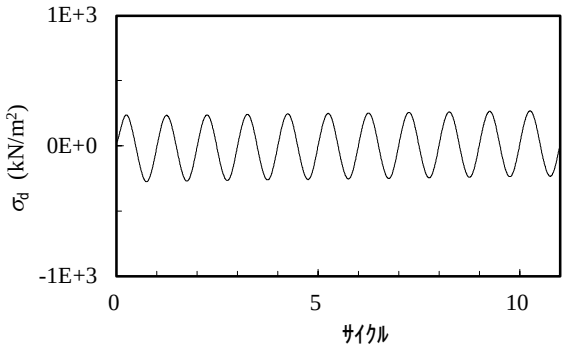
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

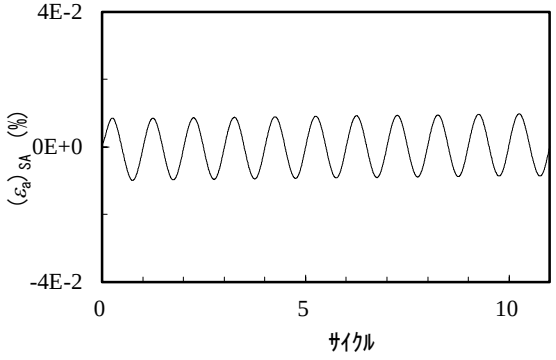
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

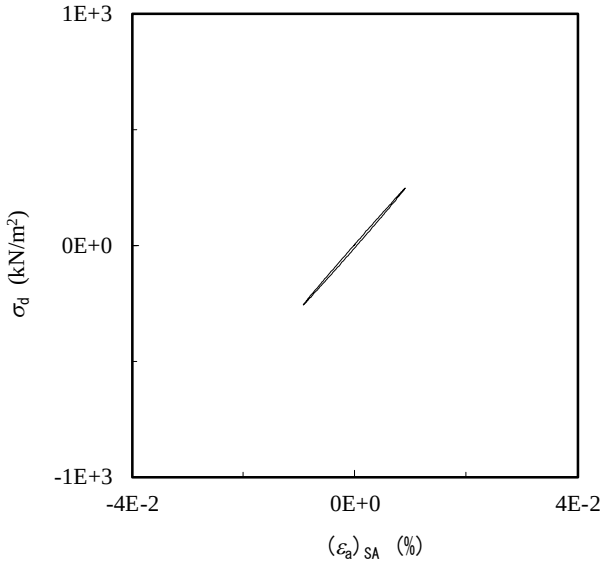
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	252	9.14E-03	2760	1.53
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9620	3	252	9.12E-03	2760	1.52
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	251	9.12E-03	2760	1.49
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	192.122	5	252	9.13E-03	2760	1.52
	断面積 A_n cm²	19.338	6	251	9.13E-03	2750	1.51
	間隙比 e_n	1.075	7	252	9.14E-03	2750	1.50
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	251	9.13E-03	2750	1.49
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	251	9.14E-03	2750	1.47
			10	252	9.15E-03	2750	1.43

波形の連続記録[1)]

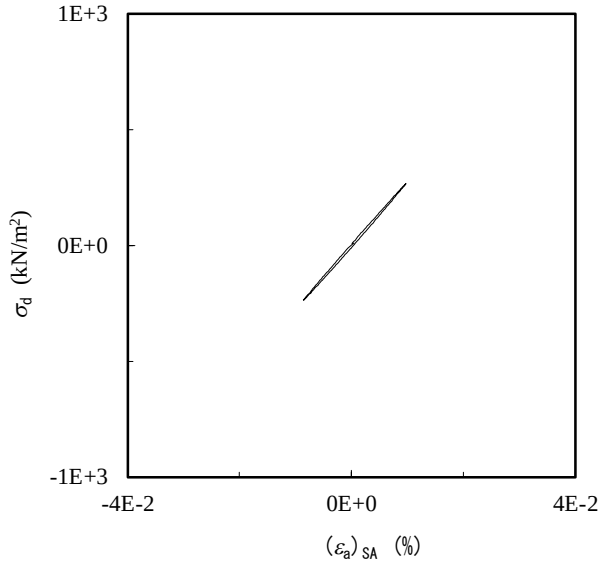




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

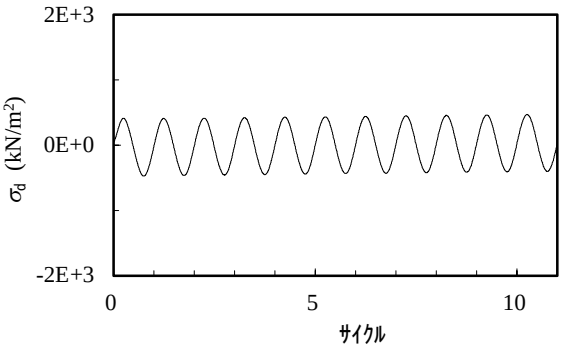
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

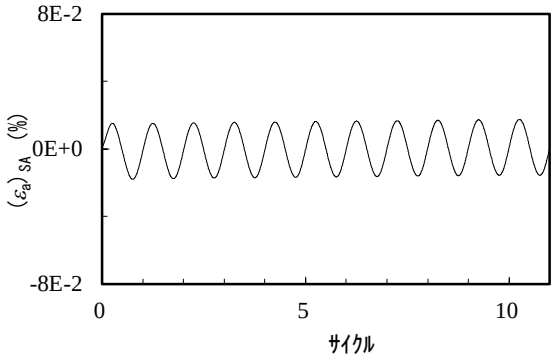
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

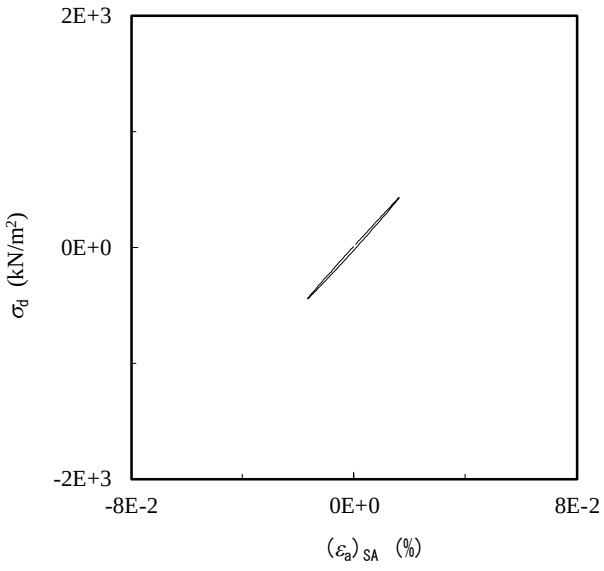
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	437	1.64E-02	2660	1.97
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9620	3	436	1.64E-02	2660	1.96
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	436	1.64E-02	2660	1.93
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	192.122	5	436	1.64E-02	2660	1.91
	断面積 A_n cm²	19.338	6	436	1.64E-02	2660	1.88
	間隙比 e_n	1.075	7	436	1.64E-02	2660	1.90
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	435	1.64E-02	2650	1.85
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	436	1.64E-02	2650	1.85
			10	436	1.64E-02	2650	1.86

波形の連続記録[1)]

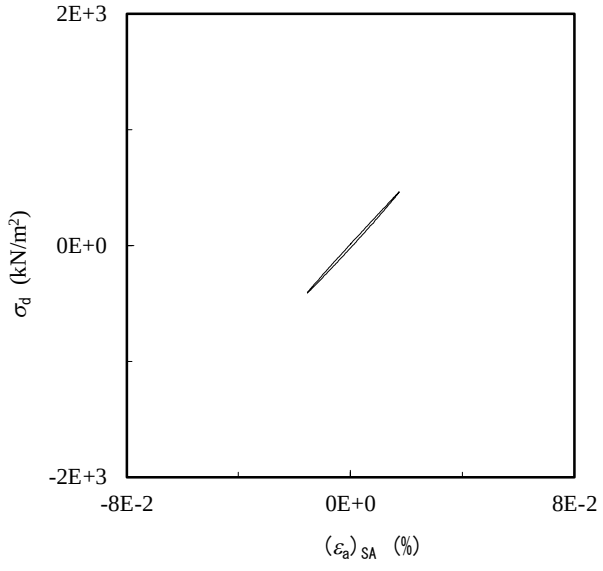




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

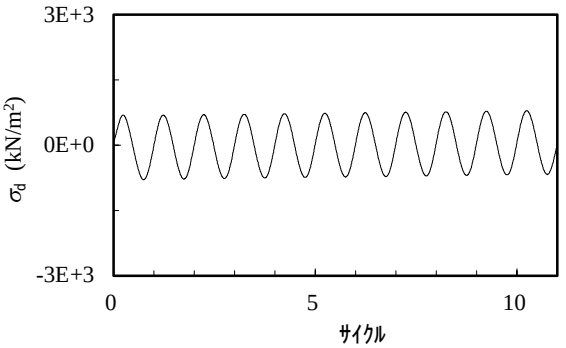
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

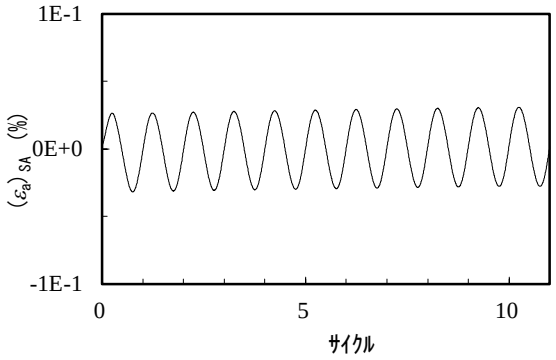
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

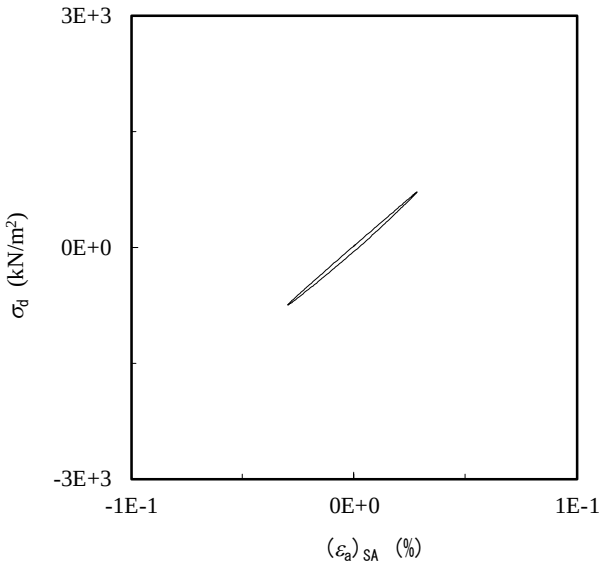
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9352	2	734	2.89E-02	2540	2.45
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9620	3	733	2.89E-02	2530	2.43
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	732	2.90E-02	2530	2.42
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.122	5	733	2.90E-02	2530	2.40
	断面積 A_n cm²	19.338	6	733	2.90E-02	2520	2.34
	間隙比 e_n	1.075	7	733	2.91E-02	2520	2.37
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	732	2.91E-02	2520	2.35
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	733	2.91E-02	2520	2.36
			10	733	2.91E-02	2510	2.29

波形の連続記録[1)]

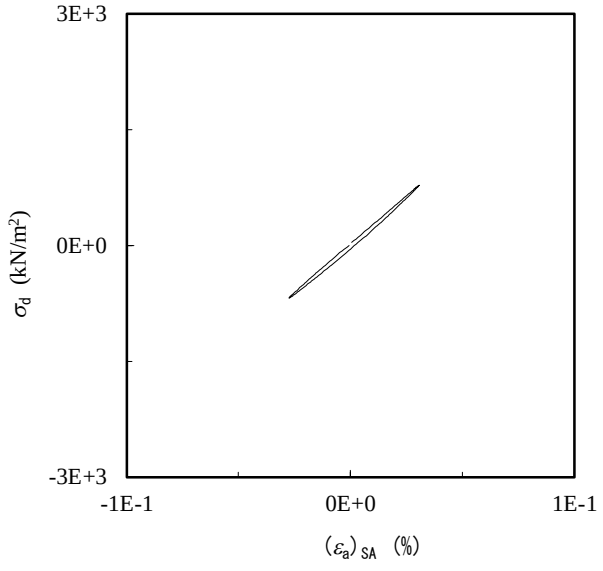




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

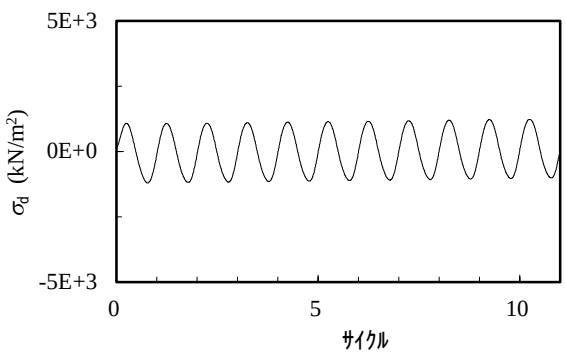
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

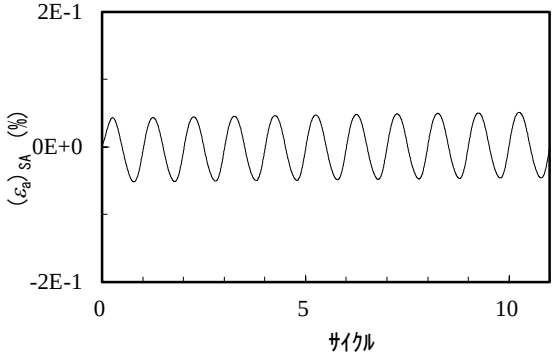
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

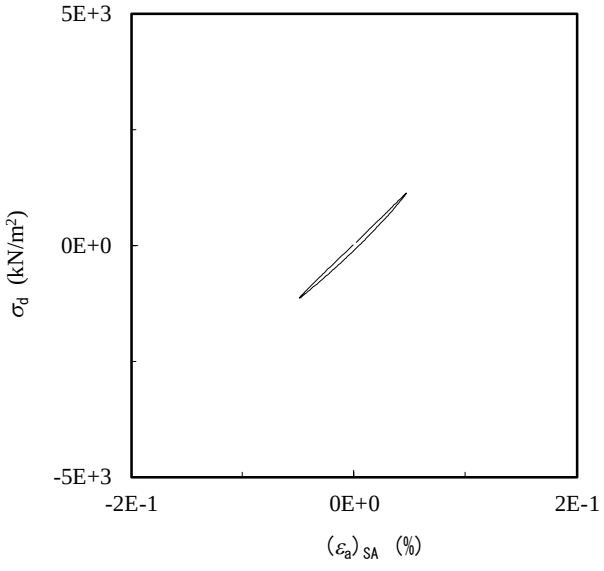
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009					
	高さ H_n cm	9.9352	2	1130	4.73E-02	2390	3.01
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9619	3	1130	4.75E-02	2380	3.00
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	1130	4.76E-02	2370	3.00
	体積 V_n[3] cm³	192.113	5	1130	4.79E-02	2360	2.90
	断面積 A_n cm²	19.337	6	1130	4.79E-02	2350	2.91
	間隙比 e_n	1.075	7	1130	4.80E-02	2350	2.89
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	1130	4.81E-02	2350	2.92
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019	9	1130	4.82E-02	2340	2.84
			10	1130	4.83E-02	2340	2.85

波形の連続記録[1]

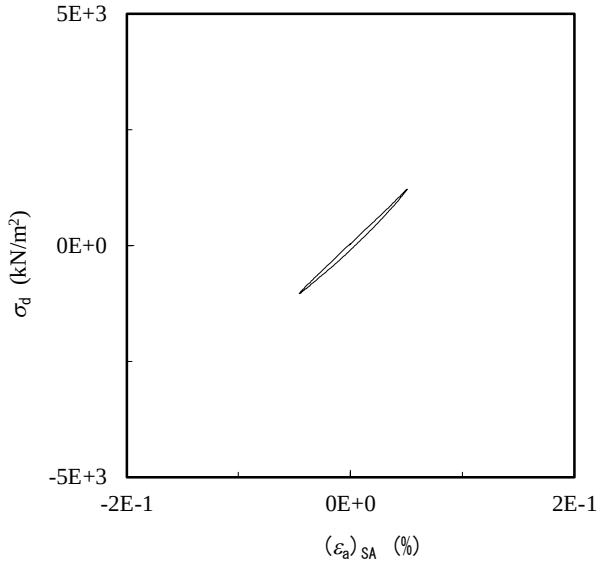




履歴曲線[2]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

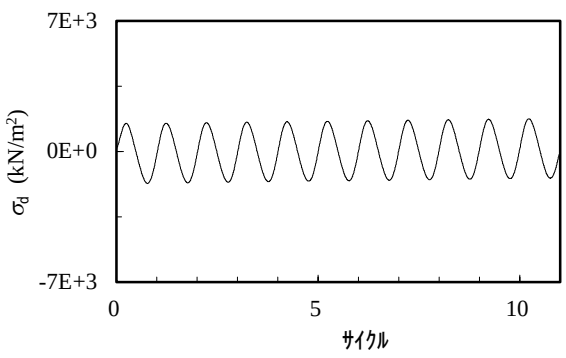
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

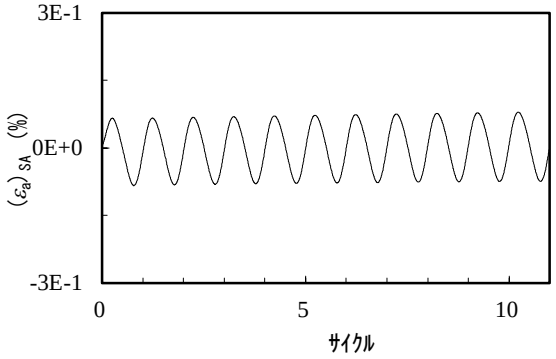
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

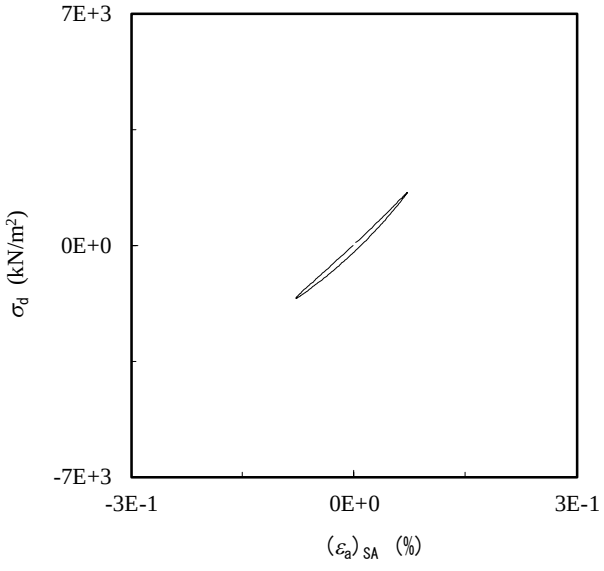
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.019		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9348	2	1600	7.41E-02	2150	3.53
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9618	3	1590	7.43E-02	2150	3.50
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1590	7.44E-02	2140	3.48
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.103	5	1600	7.49E-02	2130	3.38
	断面積 A_n cm²	19.336	6	1590	7.52E-02	2120	3.39
	間隙比 e_n	1.075	7	1600	7.55E-02	2110	3.39
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	8	1590	7.57E-02	2100	3.40
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.058	9	1590	7.60E-02	2100	3.32
			10	1600	7.63E-02	2090	3.32

波形の連続記録[1)]

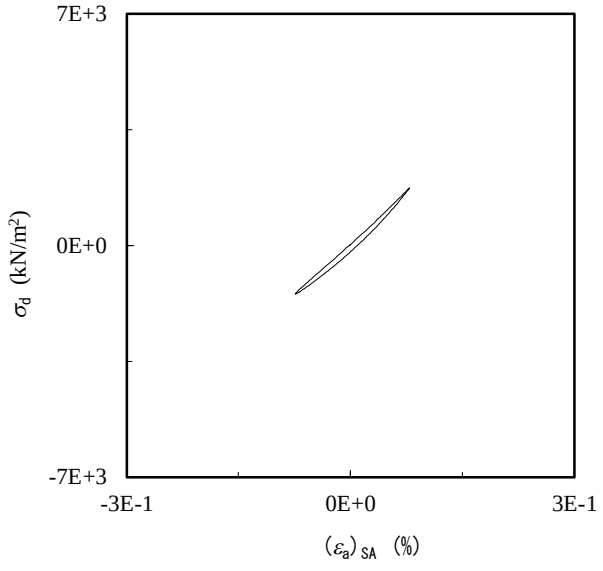




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

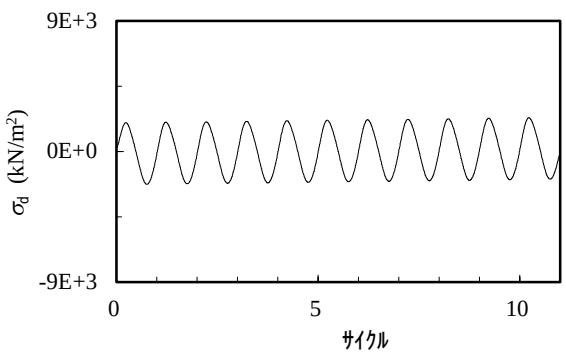
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

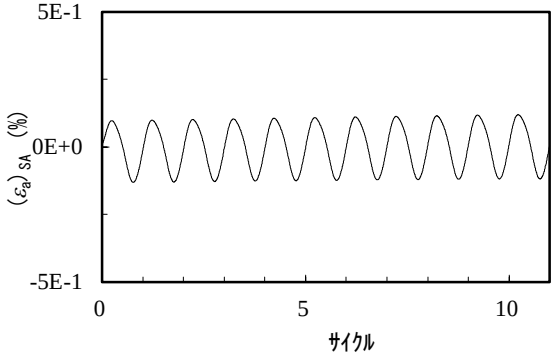
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月8日
試料番号	TI1850-S2-09 (96.65m ～96.80m)	試験者	

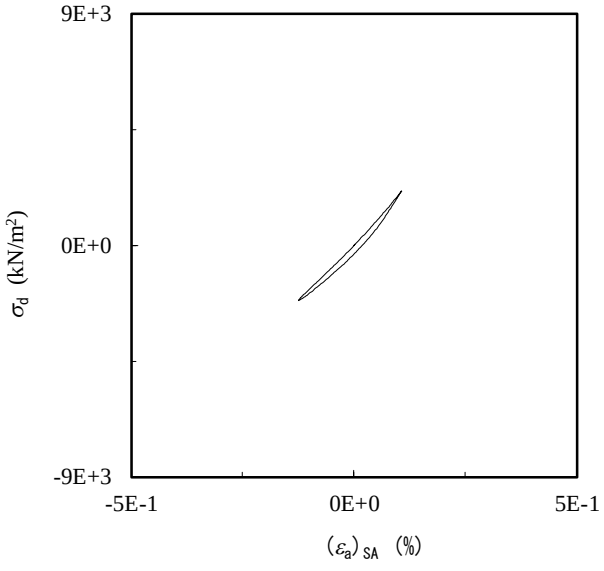
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0024	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h %
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.058		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.9328	2	2120	1.14E-01	1860	3.60
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9618	3	2120	1.15E-01	1850	3.64
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	2120	1.15E-01	1850	3.59
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	192.064	5	2120	1.15E-01	1840	3.59
	断面積 A_n cm²	19.336	6	2120	1.16E-01	1830	3.61
	間隙比 e_n	1.075	7	2120	1.17E-01	1820	3.60
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0036	8	2120	1.17E-01	1810	3.56
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.073	9	2120	1.17E-01	1810	3.57
			10	2120	1.18E-01	1800	3.58

波形の連続記録[1)]

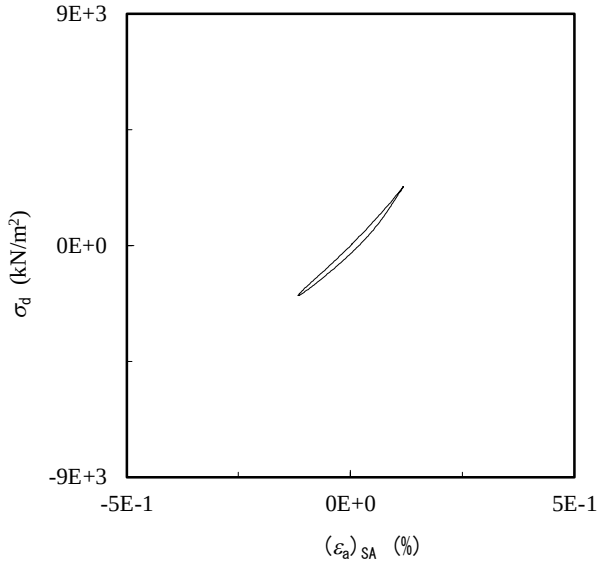




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 〔試験条件 圧密状態〕
~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月12日

試料番号(深さ)：TI1850-S3-10　(111.85m ～112.00m)　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.479
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

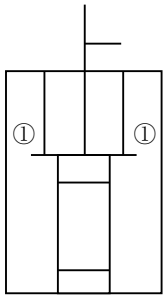
供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等方, ~~異方~~

試験条件

軸方向応力 σ_{ac} kN/m²		1400
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²		1400
背圧 u_b kN/m²		300
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²		1100
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²		1100
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量 N		10000
トルク計の容量[6] N・m		

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	非接触変位計	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[5]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²				1×10⁻⁶
ｺﾞﾑｽﾘｰﾌﾞ 材質				ラテックス
ｺﾞﾑｽﾘｰﾌﾞ 厚さ mm				0.25
圧密前 高さ Ho cm				9.916
圧密前 外径 (D_o,D_{0o}[6]) cm				4.967
圧密前 内径 D_{io}[6] cm				



載荷条件

載荷波形	正弦波, ~~三角波~~
載荷周波数 f Hz	0.1
排水条件	~~排水~~, 非排水
1サイクルデータポイント数	100
載荷段階数	11

圧密後

軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	圧密後 cm	0.042
排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
	圧密後 cm³	2.194
軸変位量 ΔHc cm		0.042
体積変化量 ΔVc cm³		2.194
高さ Hc cm		9.8740
外径 (D_c,D_{0c}[6]) cm		4.9490
内径 D_{ic}[6] cm		
体積 Vc cm³		189.944
断面積 Ac cm²		19.237
乾燥質量 m_s g		239.80
乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.262
間隙比 e_c[3]		0.964
相対密度 D_{rc}[3] %		

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²	50.0
	測定に要した時間 min	1.0
	B 値	1.00
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²	
	間隙水圧増加量 Δuu kN/m²	
	間隙水圧増加量 Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min	
	B 値	

特記事項

※供試体の軸ひずみはギャップセンサーによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。

2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

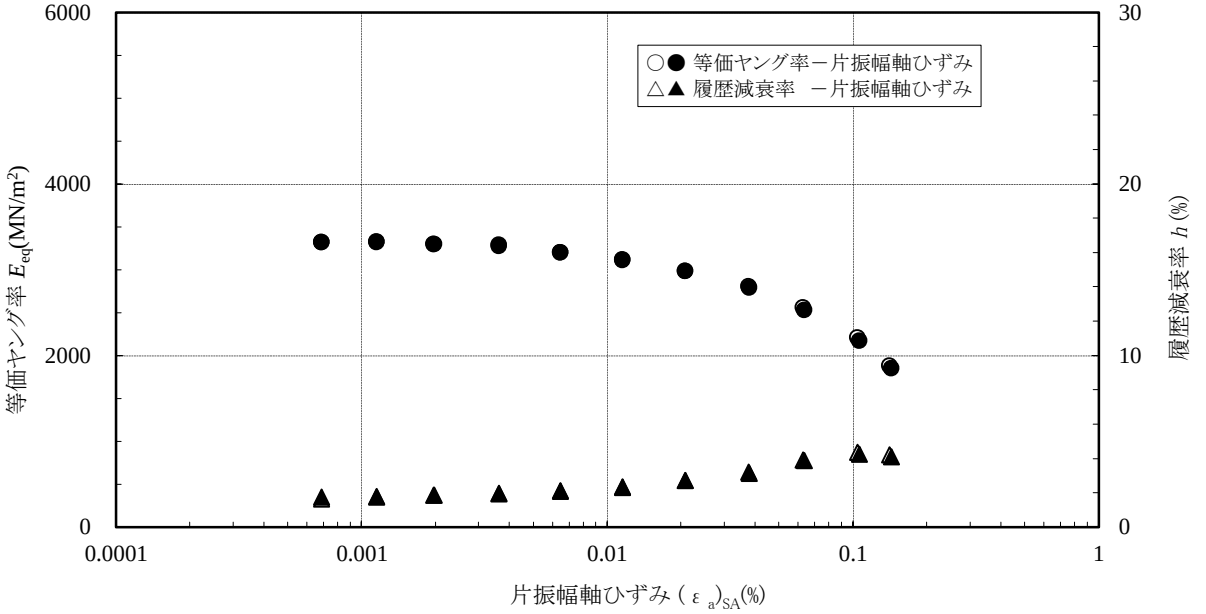
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	(深さ) TI1850-S3-10 (111.85m～112.00m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.479
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	6.87E-04	3320	1.66	6.85E-04	3320	1.75
2	1.15E-03	3330	1.78	1.15E-03	3320	1.79
3	1.97E-03	3300	1.88	1.96E-03	3300	1.87
4	3.62E-03	3290	1.97	3.62E-03	3280	1.94
5	6.43E-03	3200	2.10	6.42E-03	3200	2.12
6	1.15E-02	3120	2.37	1.15E-02	3110	2.31
7	2.08E-02	2990	2.73	2.08E-02	2990	2.72
8	3.75E-02	2810	3.20	3.77E-02	2790	3.16
9	6.27E-02	2560	3.91	6.34E-02	2530	3.89
10	1.04E-01	2210	4.36	1.06E-01	2170	4.25
11	1.41E-01	1880	4.21	1.43E-01	1850	4.11
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~$E_{eq}, h \sim (\varepsilon_a)_{SA}$関係~~ $G_{eq}, h \sim (\gamma)_{SA}$関係

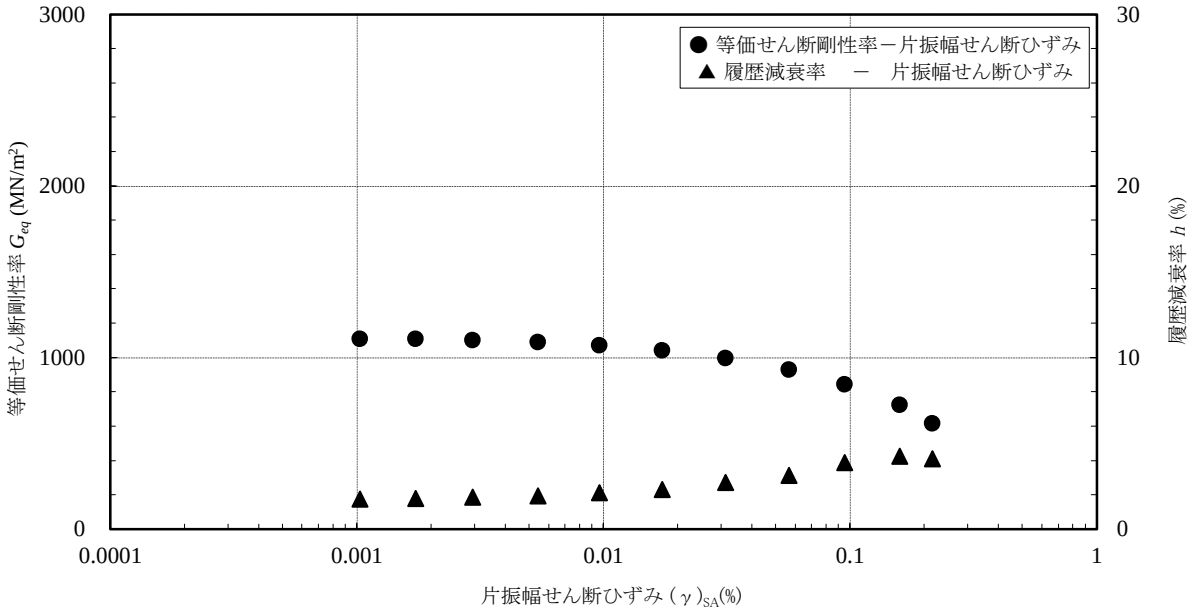
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	(深さ) TI1850-S3-10 (111.85m～112.00m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.479
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ$(\varepsilon_a)_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ$(\gamma)_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	1.03E-03	1110	1.66	1.03E-03	1110	1.75
2	1.73E-03	1110	1.78	1.73E-03	1110	1.79
3	2.96E-03	1100	1.88	2.94E-03	1100	1.87
4	5.43E-03	1100	1.97	5.43E-03	1090	1.94
5	9.65E-03	1070	2.10	9.63E-03	1070	2.12
6	1.73E-02	1040	2.37	1.73E-02	1040	2.31
7	3.12E-02	997	2.73	3.12E-02	997	2.72
8	5.63E-02	937	3.20	5.66E-02	930	3.16
9	9.41E-02	853	3.91	9.51E-02	843	3.89
10	1.56E-01	737	4.36	1.59E-01	723	4.25
11	2.12E-01	627	4.21	2.15E-01	617	4.11
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

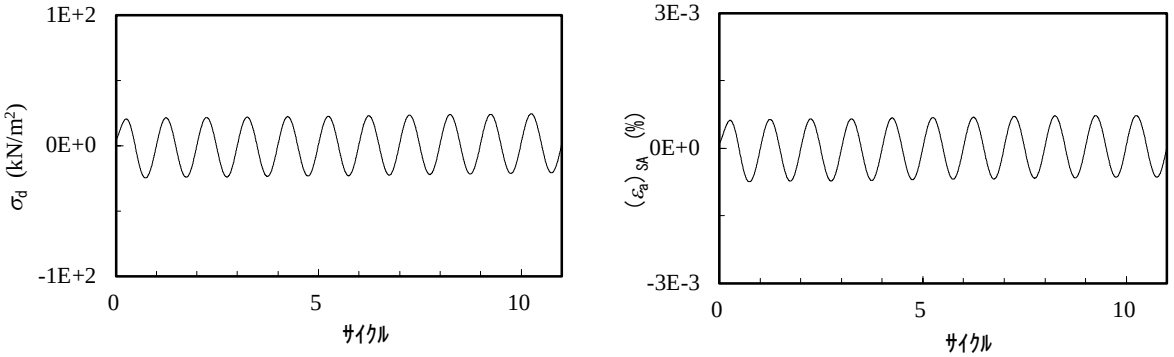
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

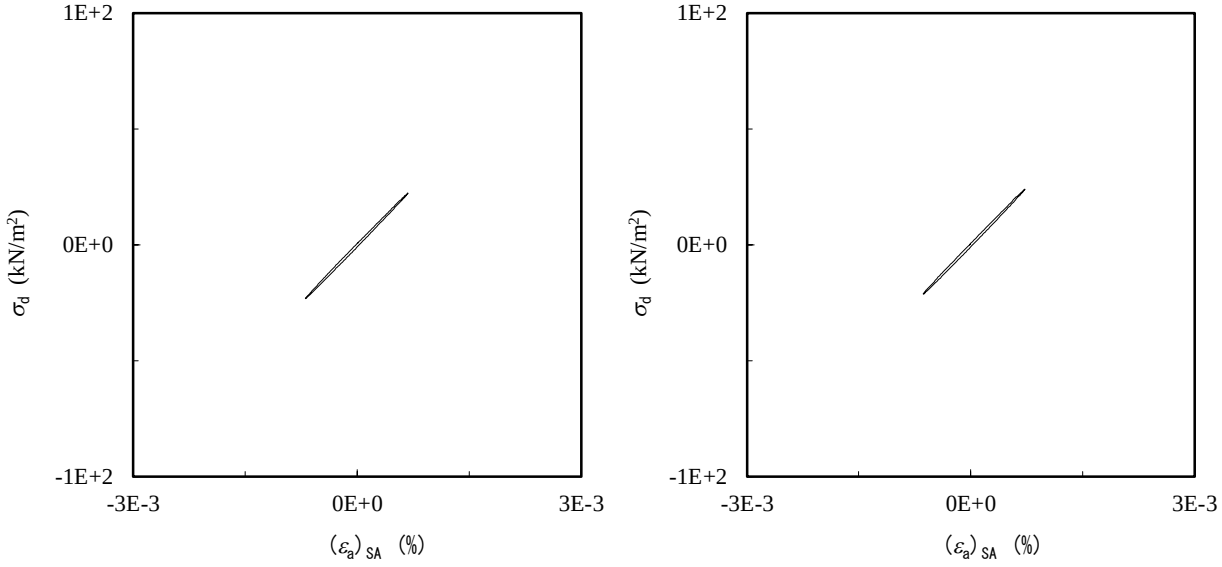
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率 E_{eq} MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率 Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8740	2	22.8	6.86E-04	3320	1.71
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9490	3	22.8	6.91E-04	3310	1.71
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	22.7	6.86E-04	3310	1.66
	体積 V_n [3] cm³	189.944	5	22.8	6.87E-04	3320	1.66
	断面積 A_n cm²	19.237	6	22.7	6.86E-04	3320	1.68
	間隙比 e_n	0.964	7	22.7	6.87E-04	3310	1.67
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	22.7	6.87E-04	3310	1.71
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	22.8	6.88E-04	3310	1.75
			10	22.7	6.85E-04	3320	1.75

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

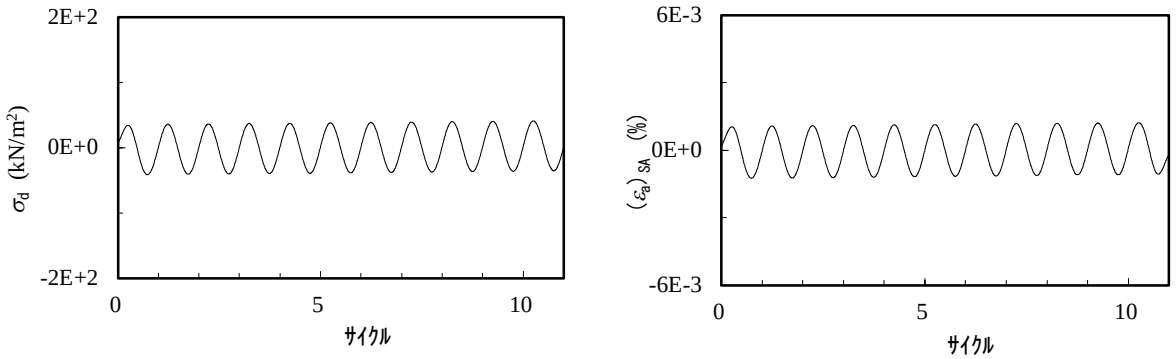
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

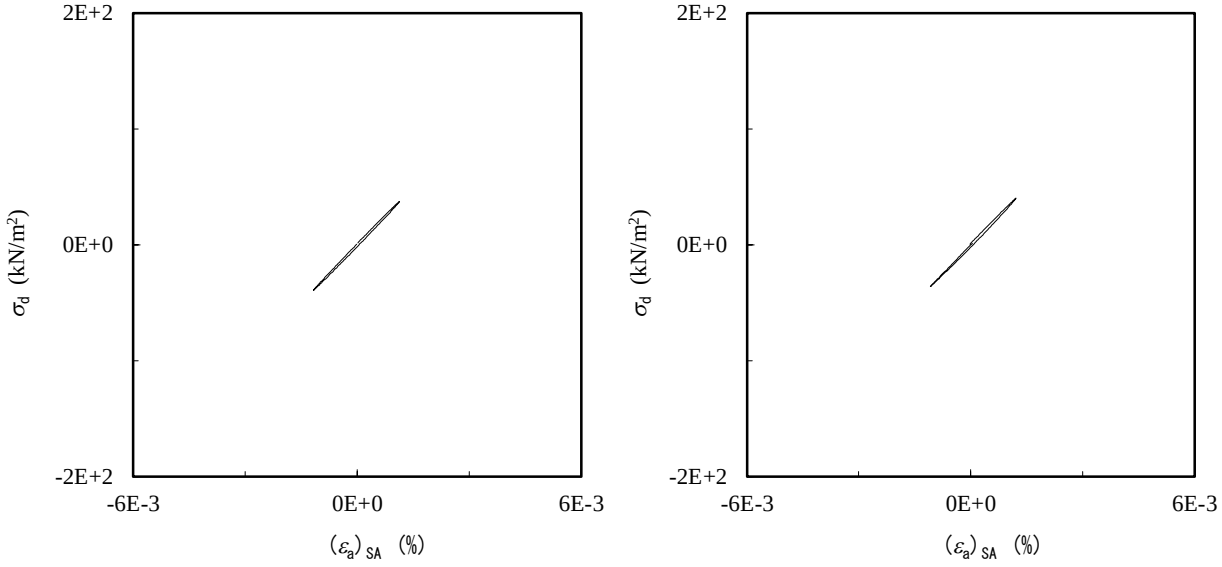
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	38.3	1.16E-03	3310	1.78
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9490	3	38.3	1.15E-03	3320	1.78
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	38.3	1.15E-03	3320	1.79
	体積 V_n [3] cm³	189.944	5	38.4	1.15E-03	3330	1.78
	断面積 A_n cm²	19.237	6	38.2	1.15E-03	3320	1.77
	間隙比 e_n	0.964	7	38.3	1.15E-03	3320	1.76
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	38.3	1.16E-03	3310	1.79
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	38.2	1.15E-03	3330	1.76
			10	38.2	1.15E-03	3320	1.79

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

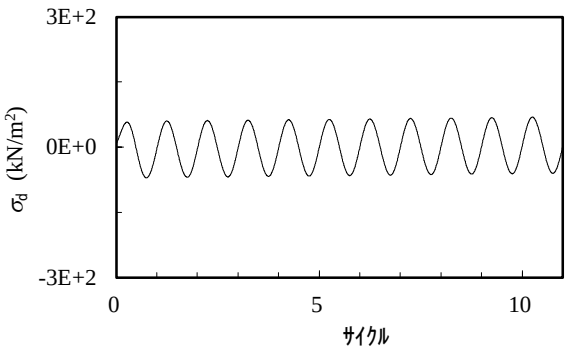
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

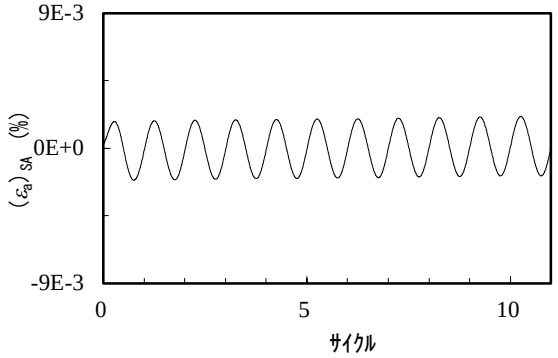
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	載荷過程 波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

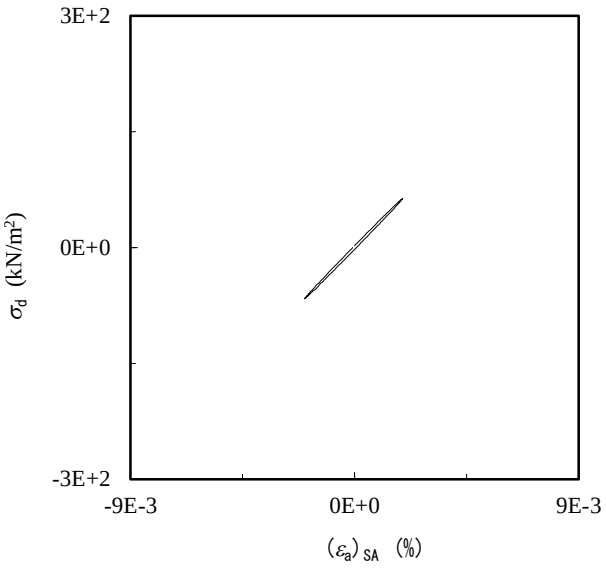
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	64.8	1.97E-03	3290	1.83
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9490	3	64.9	1.97E-03	3290	1.84
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	64.7	1.96E-03	3300	1.86
	体積 V_n [3] cm³	189.944	5	64.9	1.97E-03	3300	1.88
	断面積 A_n cm²	19.237	6	64.7	1.97E-03	3290	1.81
	間隙比 e_n	0.964	7	64.6	1.96E-03	3290	1.84
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	64.5	1.96E-03	3300	1.81
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	64.7	1.96E-03	3300	1.87
			10	64.6	1.96E-03	3300	1.87

波形の連続記録[1)]

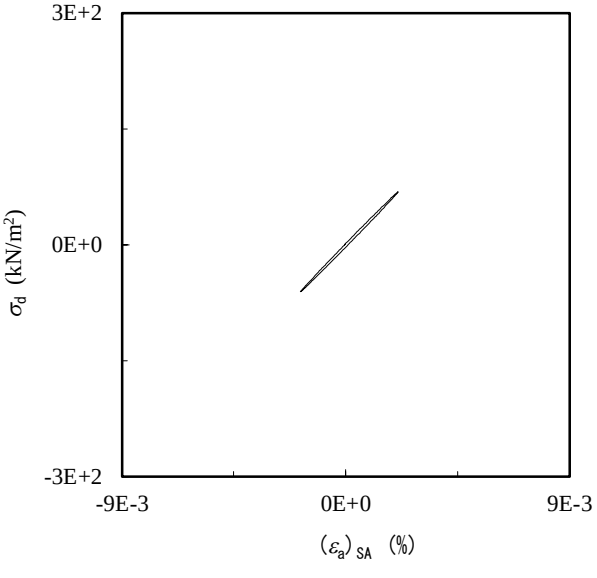




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

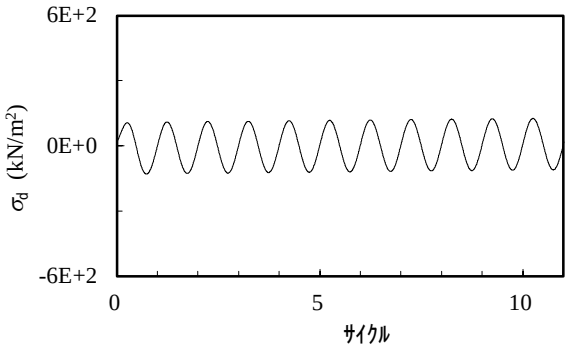
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

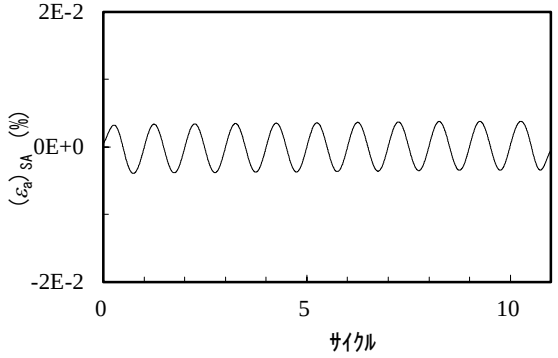
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

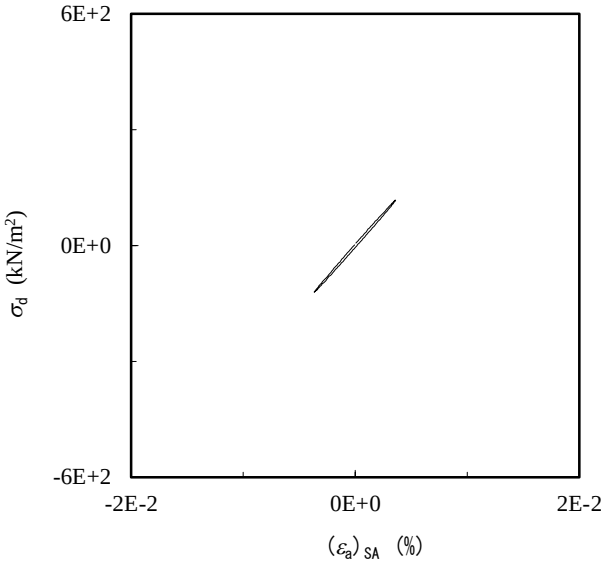
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	119	3.61E-03	3290	1.96
	外径 (D_n,D_{on}[3]) cm	4.9490	3	119	3.62E-03	3290	1.98
	内径 (D_{in}[3]) cm		4	118	3.60E-03	3290	1.97
	体積 V_n[3] cm³	189.944	5	119	3.62E-03	3290	1.97
	断面積 A_n cm²	19.237	6	119	3.61E-03	3280	1.99
	間隙比 e_n	0.964	7	119	3.61E-03	3280	1.95
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	118	3.61E-03	3280	1.96
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	119	3.61E-03	3280	1.95
			10	119	3.62E-03	3280	1.94

波形の連続記録[1)]

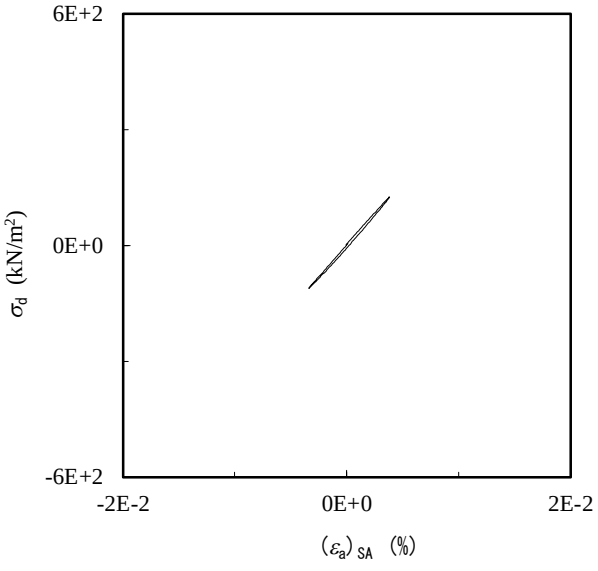




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

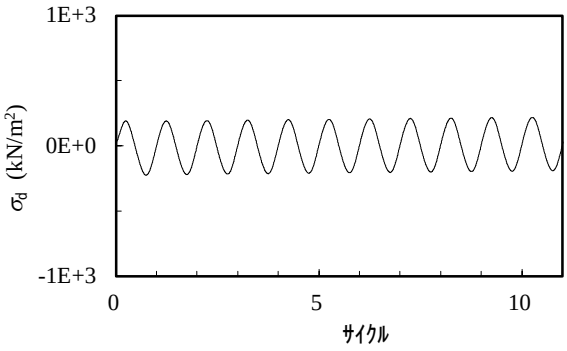
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

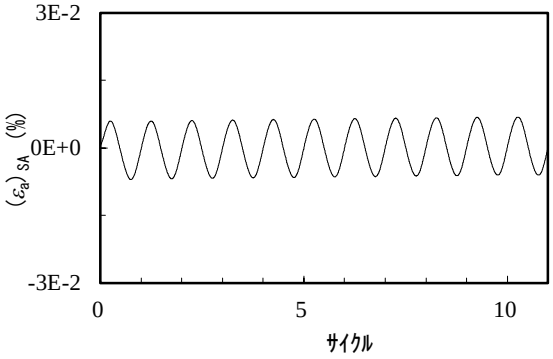
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

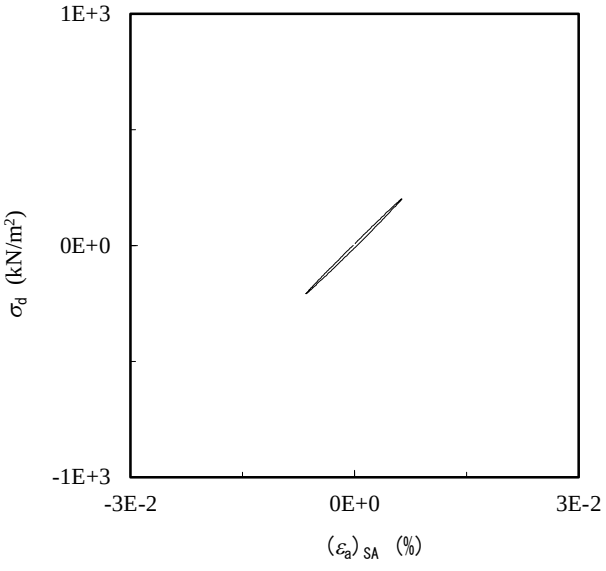
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	206	6.41E-03	3210	2.13
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9490	3	205	6.41E-03	3200	2.12
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	205	6.41E-03	3200	2.15
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.944	5	205	6.43E-03	3200	2.10
	断面積 A_n cm²	19.237	6	205	6.41E-03	3200	2.12
	間隙比 e_n	0.964	7	205	6.43E-03	3190	2.10
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	205	6.42E-03	3190	2.11
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	205	6.43E-03	3190	2.11
			10	205	6.42E-03	3200	2.12

波形の連続記録[1)]

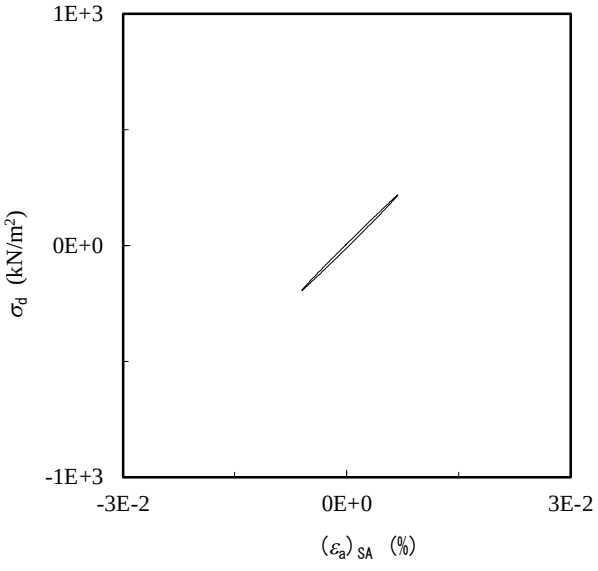




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

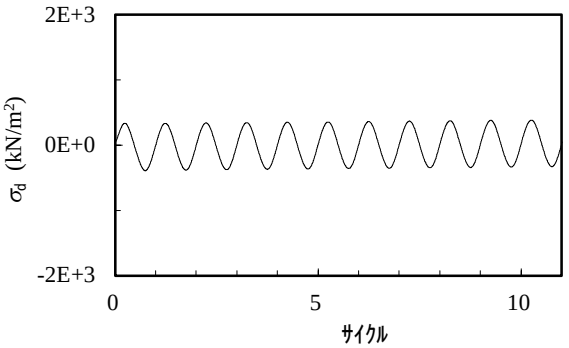
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

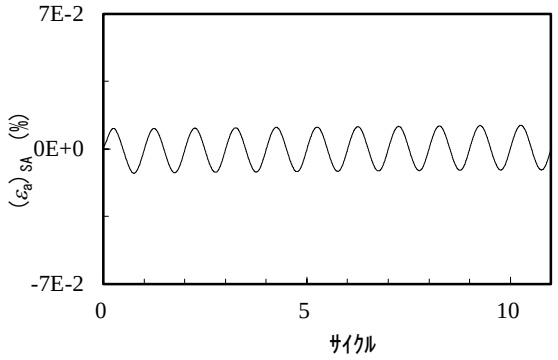
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

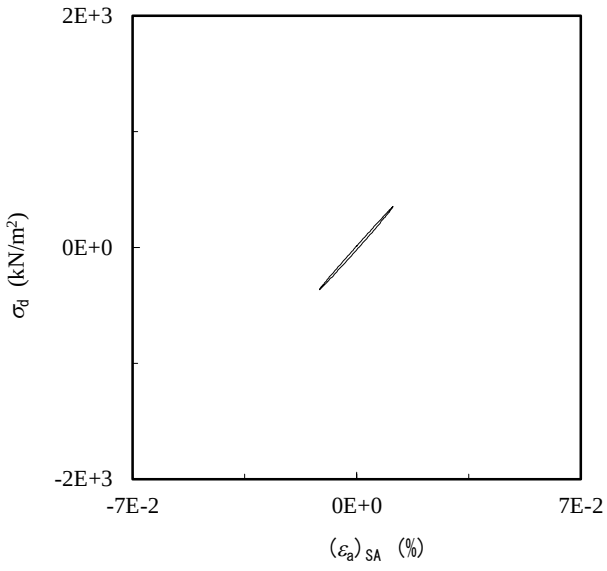
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8740	2	359	1.15E-02	3130	2.36
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9490	3	358	1.15E-02	3120	2.34
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	358	1.15E-02	3120	2.35
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.944	5	358	1.15E-02	3120	2.37
	断面積 A_n cm²	19.237	6	358	1.15E-02	3110	2.32
	間隙比 e_n	0.964	7	358	1.15E-02	3110	2.34
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	357	1.15E-02	3110	2.33
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	358	1.15E-02	3110	2.35
			10	358	1.15E-02	3110	2.31

波形の連続記録[1)]

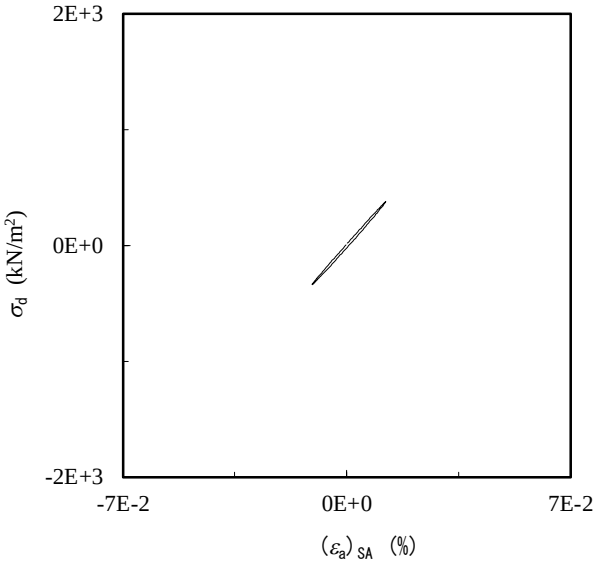




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

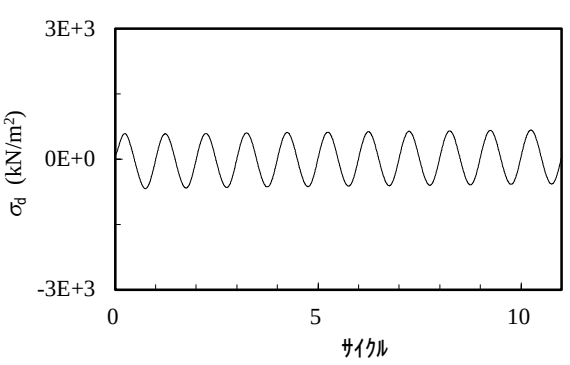
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

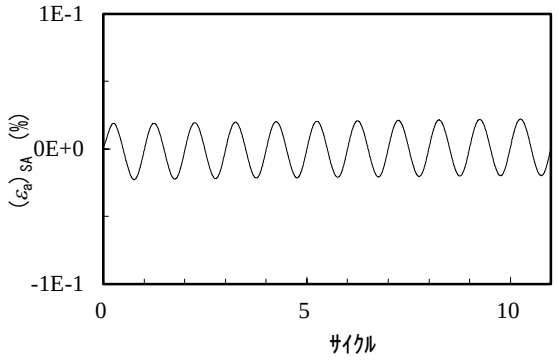
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

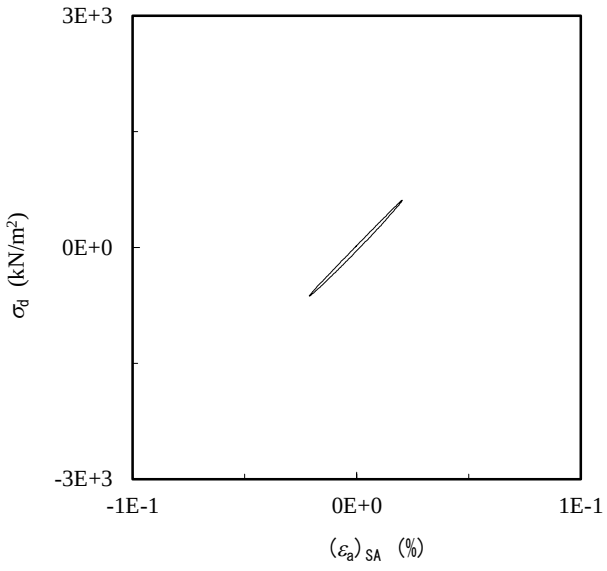
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8736	2	623	2.07E-02	3010	2.76
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9491	3	622	2.07E-02	3000	2.74
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	621	2.07E-02	3000	2.71
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.940	5	622	2.08E-02	2990	2.73
	断面積 A_n cm²	19.237	6	621	2.08E-02	2990	2.73
	間隙比 e_n	0.964	7	621	2.08E-02	2990	2.67
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	620	2.08E-02	2990	2.68
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	621	2.08E-02	2990	2.69
			10	621	2.08E-02	2990	2.72

波形の連続記録[1)]

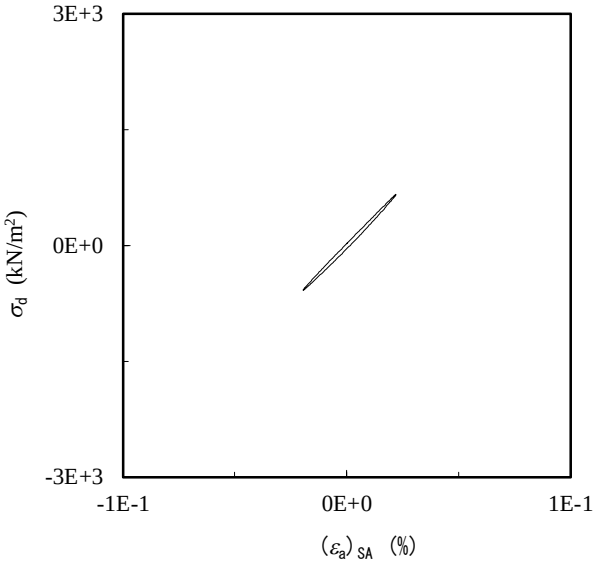




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

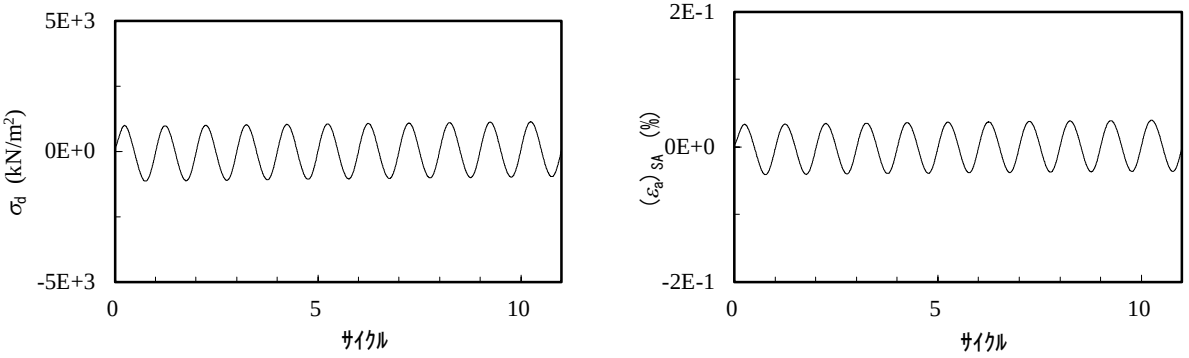
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

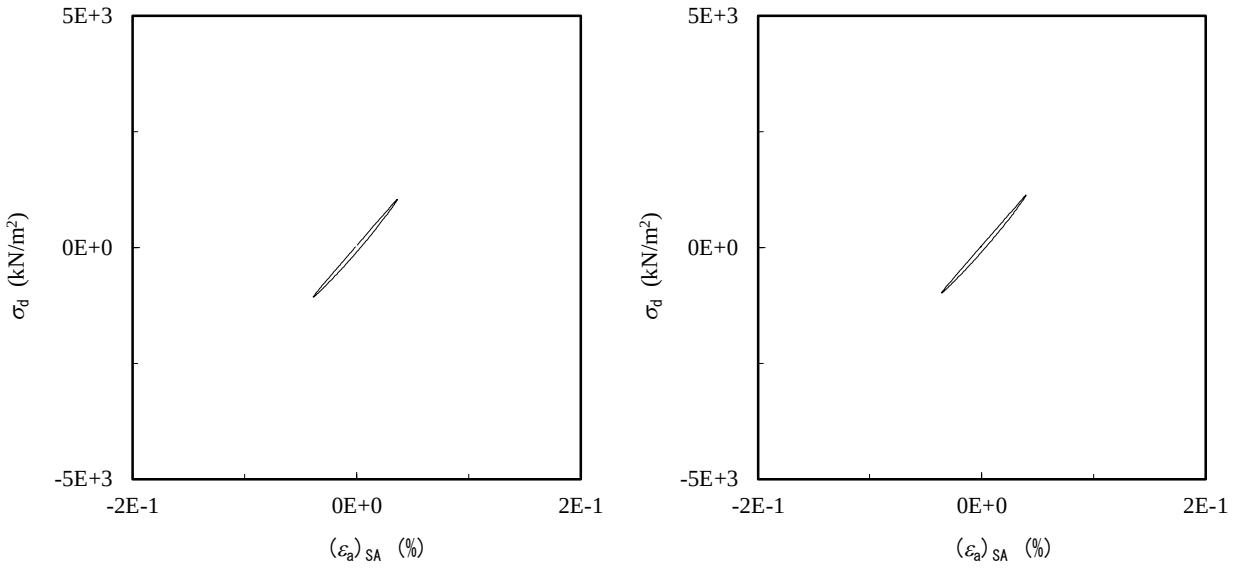
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8736	2	1050	3.72E-02	2840	3.29
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9491	3	1050	3.73E-02	2830	3.28
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1050	3.73E-02	2820	3.25
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.940	5	1050	3.75E-02	2810	3.20
	断面積 A_n cm²	19.237	6	1050	3.74E-02	2810	3.20
	間隙比 e_n	0.964	7	1050	3.75E-02	2800	3.22
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	1050	3.75E-02	2800	3.23
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	1050	3.76E-02	2800	3.17
			10	1050	3.77E-02	2790	3.16

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

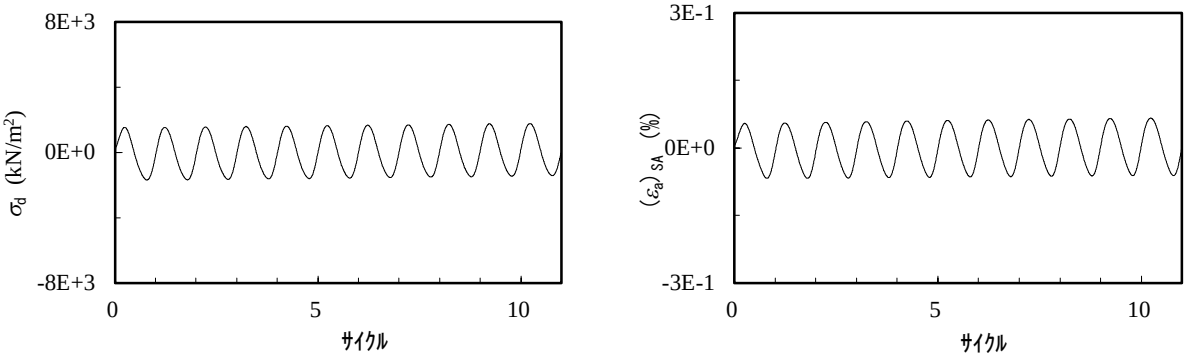
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

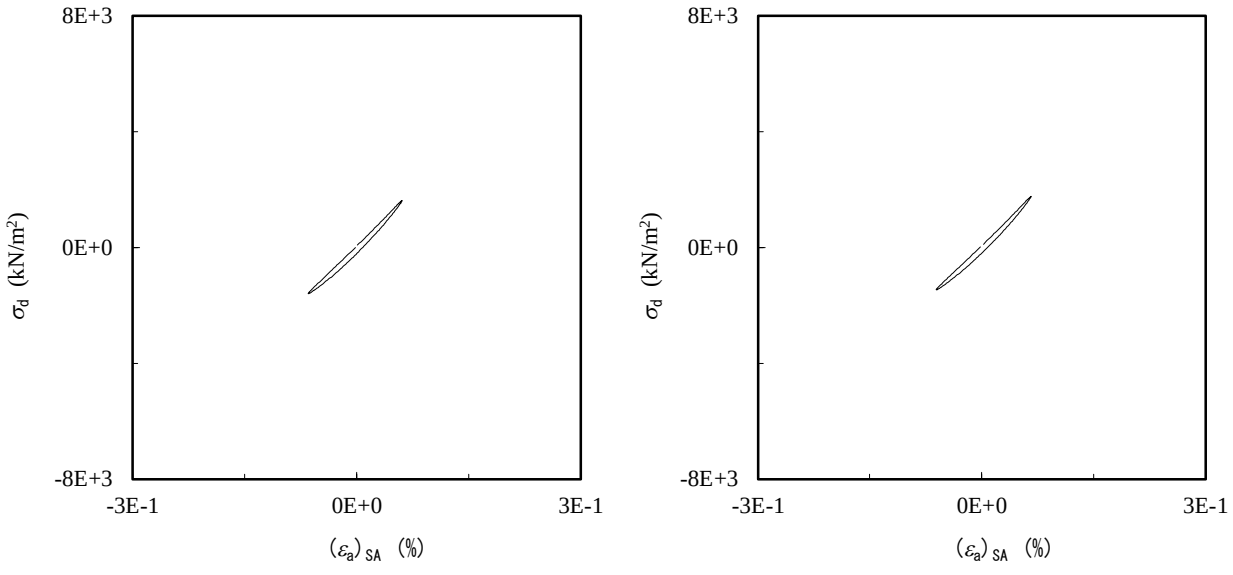
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8736	2	1610	6.15E-02	2610	4.04
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9490	3	1610	6.20E-02	2590	4.00
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1600	6.23E-02	2580	4.01
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.935	5	1610	6.27E-02	2560	3.91
	断面積 A_n cm²	19.237	6	1610	6.28E-02	2560	3.93
	間隙比 e_n	0.964	7	1610	6.30E-02	2550	3.94
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	1610	6.31E-02	2540	3.95
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.024	9	1610	6.33E-02	2540	3.96
			10	1610	6.34E-02	2530	3.89

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

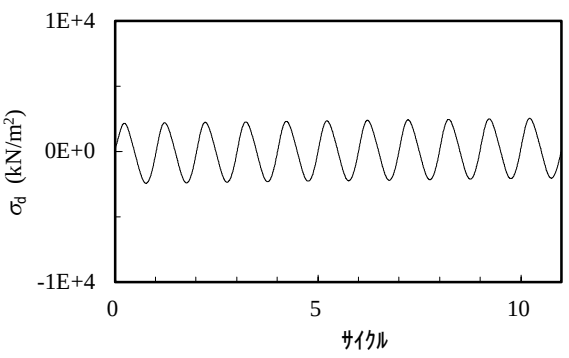
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

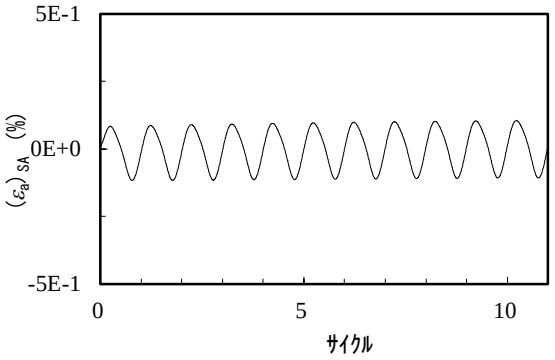
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

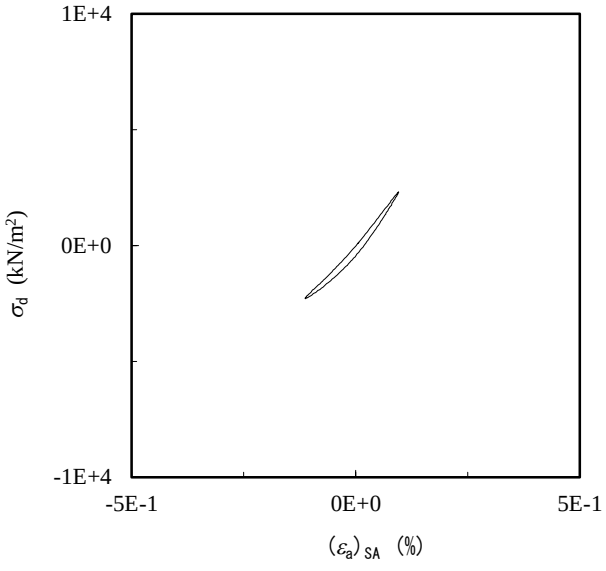
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体 No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.024		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8732	2	2300	1.02E-01	2260	4.41
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9489	3	2290	1.03E-01	2240	4.38
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	2290	1.03E-01	2220	4.38
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.920	5	2300	1.04E-01	2210	4.36
	断面積 A_n cm²	19.236	6	2290	1.04E-01	2200	4.31
	間隙比 e_n	0.963	7	2300	1.05E-01	2190	4.30
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	8	2290	1.05E-01	2180	4.32
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.068	9	2290	1.05E-01	2170	4.32
			10	2300	1.06E-01	2170	4.25

波形の連続記録[1)]

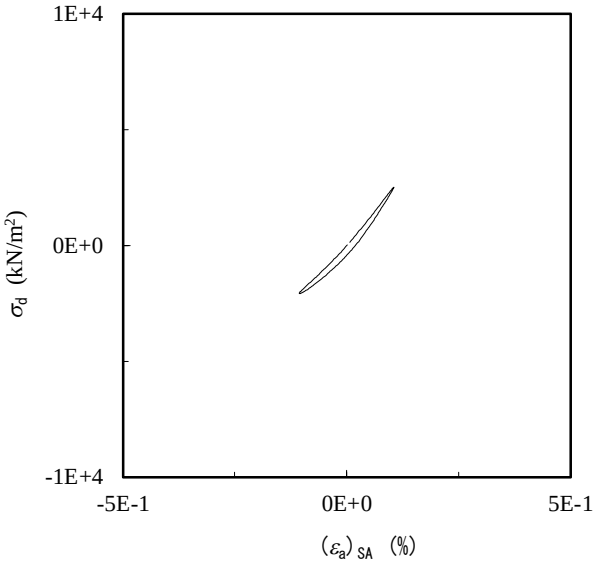




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

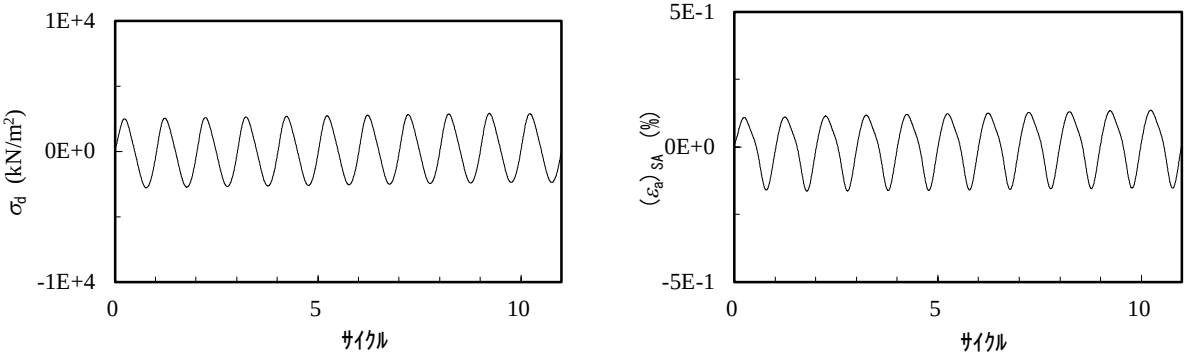
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 ~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	載荷過程 波形記録

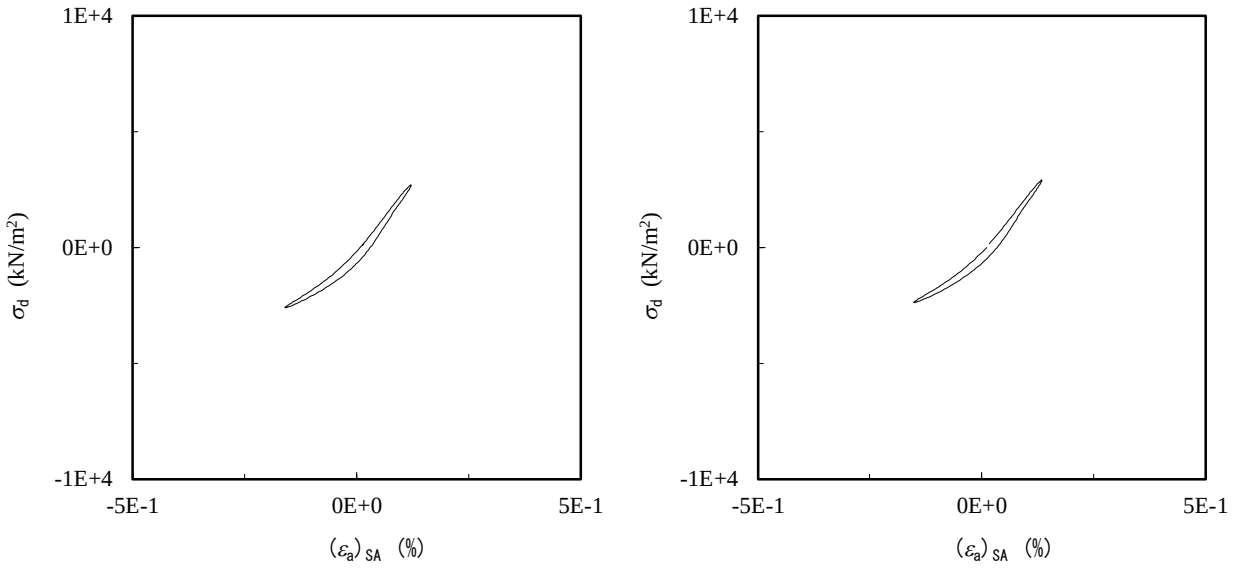
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.068		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8712	2	2650	1.37E-01	1930	4.18
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9489	3	2640	1.39E-01	1910	4.20
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	2640	1.40E-01	1890	4.23
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.876	5	2650	1.41E-01	1880	4.21
	断面積 A_n cm²	19.235	6	2640	1.41E-01	1870	4.16
	間隙比 e_n	0.963	7	2640	1.42E-01	1870	4.18
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0040	8	2640	1.42E-01	1860	4.19
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.090	9	2640	1.42E-01	1860	4.20
			10	2640	1.43E-01	1850	4.11

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位は、ギャップセンサーで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS 0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験 〔試験条件 圧密状態〕
~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~

調査件名：令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備　　試験年月日：2020年10月12日

試料番号(深さ)：TI1850-S3-10　(111.85m ～112.00m)　　試験者：

試料の状態[1]	塊状	土粒子の密度 ρ_s[3] g/cm³	2.479
供試体の作製方法[2]	トリミング法	液性限界 w_L % [4]	NP
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % [4]	NP

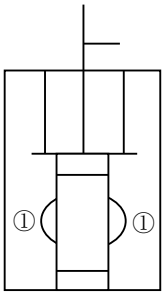
供試体No.	1	飽和方法	脱気水，背圧	圧密条件	等方，~~異方~~

試験条件

軸方向応力 σ_{ac} kN/m²		1400
側方向応力(=外圧,内圧) σ_{rc} kN/m²		1400
背圧 u_b kN/m²		300
軸方向圧密応力 σ'_{ac} kN/m²		1100
側方向圧密応力 σ'_{rc} kN/m²		1100
異方圧密応力比 $\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K)[5]		
荷重計の容量 N		10000
トルク計の容量[6] N・m		

試験装置

軸変位計	大変位	位置		変位計の位置 ~~回転角計~~
		種類		
		数		
	小変位	位置	①	
		種類	LDT	
		数	2	
[6]回転角計	大変位	位置		
		種類		
		数		
	小変位	位置		
		種類		
		数		
[6]金属製リブ	数量			リブの位置
	高さ cm			
	厚さ cm			
間隙水圧経路体積変化 cm³/kN/m²				1×10⁻⁶
ｺﾞﾑｽﾘｰﾌﾞ 材質				ラテックス
ｺﾞﾑｽﾘｰﾌﾞ 厚さ mm				0.25
圧密前 高さ H_o cm				9.916
圧密前 外径 $(D_o, D_{0o}$[6]$)$ cm				4.967
圧密前 内径 D_{io}[6] cm				



載荷条件

載荷波形	正弦波，~~三角波~~
載荷周波数 f Hz	0.1
排水条件	~~排水~~，非排水
1サイクルデータポイント数	100
載荷段階数	11

圧密後

軸変位計の読み	圧密前 cm	0.000
	圧密後 cm	0.042
排水量の読み	圧密前 cm³	0.000
	圧密後 cm³	2.194
軸変位量 ΔHc cm		0.042
体積変化量 ΔVc cm³		2.194
高さ Hc cm		9.8740
外径 $(D_c, D_{0c}$[6]$)$ cm		4.9490
内径 D_{ic}[6] cm		
体積 Vc cm³		189.944
断面積 Ac cm²		19.237
乾燥質量 m_s g		239.80
乾燥密度 $\rho_{dc}=m_s/V_c$ g/cm³		1.262
間隙比 e_c[3]		0.964
相対密度 D_{rc}[3] %		

間隙圧係数B

圧密前	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		50.0
	間隙水圧増加量 Δu kN/m²		50.0
	測定に要した時間 min		1.0
	B 値		1.00
圧密後	等方応力増加量 $\Delta\sigma$ kN/m²		
	間隙水圧増加量	Δuu kN/m²	
		Δul kN/m²	
	測定に要した時間 min		
	B 値		

特記事項

※供試体の軸ひずみはLDTによるデータより算出した。

供試体の状況

1)試料の採取方法，試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。

2)トリミング法，負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。

3)必要に応じて記載する。

4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界，塑性限界，砂質土の場合は最小乾燥密度，最大乾燥密度等を記載する。

5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

6)中空円筒供試体による試験の場合に記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

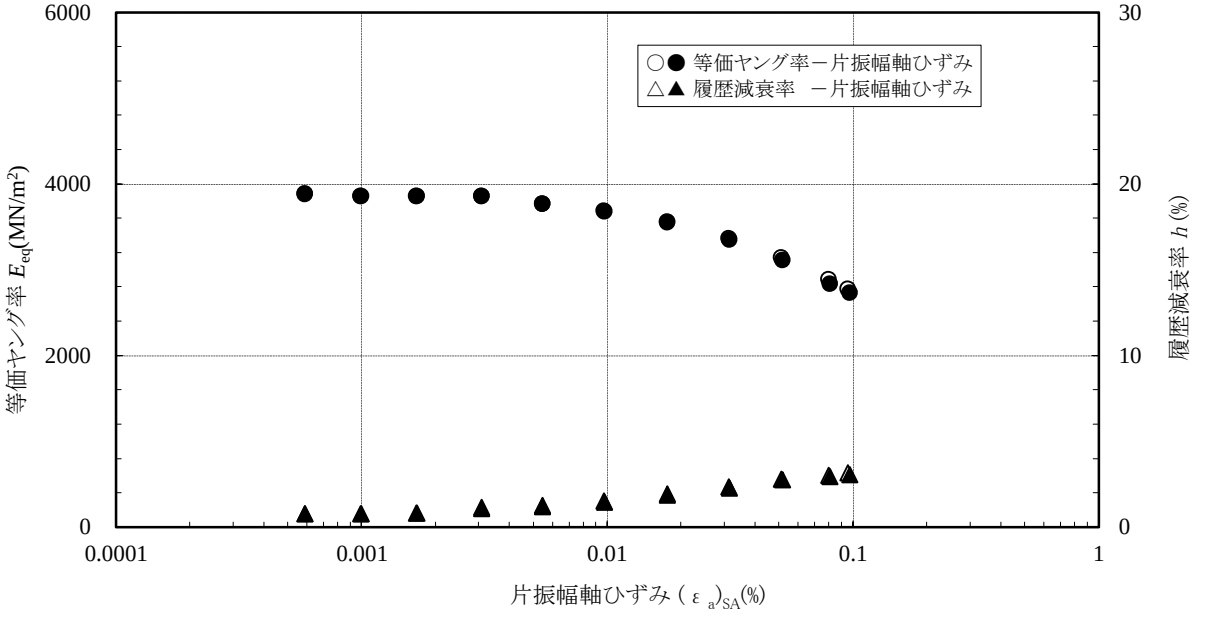
JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係 ~~G_{eq} h～(γ)$_{SA}$関係~~

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	(深さ) TI1850-S3-10 (111.85m～112.00m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状		土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.479	
供試体の作製方法 2)	トリミング法		液性限界 w_L % 4)	NP	
土質名称	砂質軽石凝灰岩Tspt2		塑性限界 w_P % 4)	NP	
供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等方,~~異方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波,~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %	片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$~~	等価ヤング率E_{eq} MN/m^2 ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h %
1	5.85E-04	3890	0.780	5.85E-04	3880	0.780
2	9.93E-04	3860	0.790	9.91E-04	3860	0.796
3	1.68E-03	3860	0.816	1.67E-03	3860	0.847
4	3.08E-03	3860	1.18	3.08E-03	3860	1.10
5	5.45E-03	3770	1.21	5.45E-03	3770	1.27
6	9.69E-03	3690	1.55	9.71E-03	3680	1.48
7	1.75E-02	3560	1.94	1.75E-02	3550	1.89
8	3.12E-02	3370	2.36	3.14E-02	3350	2.30
9	5.11E-02	3140	2.81	5.16E-02	3110	2.77
10	7.95E-02	2890	3.04	8.07E-02	2840	2.96
11	9.52E-02	2780	3.17	9.69E-02	2730	3.08
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。 [1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 ~~0543~~	地盤材料の変形特性を求めるための繰り返し三軸試験 ~~土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	~~E_{eq},h～(ε_a)$_{SA}$関係~~ G_{eq},h～(γ)$_{SA}$関係

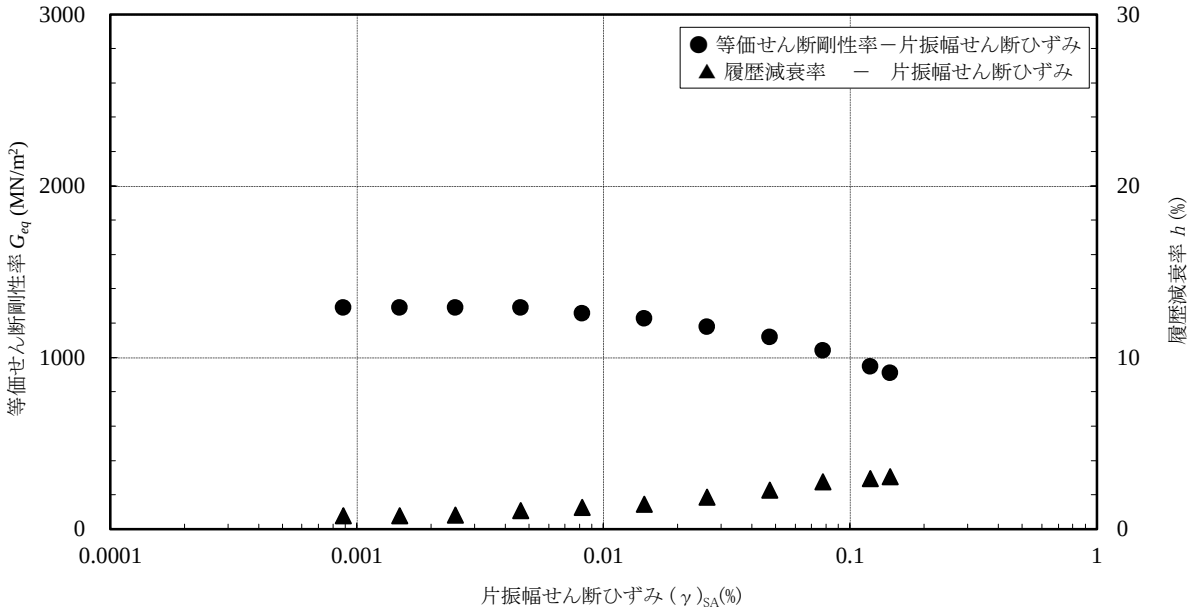
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	(深さ) TI1850-S3-10 (111.85m～112.00m)	試 験 者	

試料の状態 1)	塊状	土粒子の密度 ρ_s 3) g/cm^3	2.479
供試体の作製方法 2)	トリミング法	液性限界 w_L % 4)	NP
土 質 名 称	砂質軽石凝灰岩Tspt2	塑性限界 w_P % 4)	NP

供試体No.	1	飽和方法	脱気水, 背圧	圧密条件	等 方, ~~異 方~~

試験条件			載荷条件		
軸方向応力	σ_{ac} kN/m^2	1400	載荷波形		正弦波, ~~三角波~~
側方向応力(=外圧,内圧)	σ_{rc} kN/m^2	1400	載荷周波数	f Hz	0.1
背圧	u_b kN/m^2	300	排水条件		~~排 水~~, 非排水
軸方向圧密応力	σ'_{ac} kN/m^2	1100	1サイクルデータポイント数		100
側方向圧密応力	σ'_{rc} kN/m^2	1100	載荷段階数		11
異方圧密応力比	$\sigma'_{rc}/\sigma'_{ac}$(=K) 5)				

載荷段階	5サイクル目 ○△			10サイクル目 ●▲		
	~~片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %	~~片振幅軸ひずみ(ε_a)$_{SA}$~~ % 片振幅せん断ひずみ(γ)$_{SA}$	~~等価ヤング率E_{eq}~~ MN/m^2 等価せん断剛性率G_{eq}	履歴減衰率 h %
1	8.78E-04	1300	0.780	8.78E-04	1290	0.780
2	1.49E-03	1290	0.790	1.49E-03	1290	0.796
3	2.52E-03	1290	0.816	2.51E-03	1290	0.847
4	4.62E-03	1290	1.18	4.62E-03	1290	1.10
5	8.18E-03	1260	1.21	8.18E-03	1260	1.27
6	1.45E-02	1230	1.55	1.46E-02	1230	1.48
7	2.63E-02	1190	1.94	2.63E-02	1180	1.89
8	4.68E-02	1120	2.36	4.71E-02	1120	2.30
9	7.67E-02	1050	2.81	7.74E-02	1040	2.77
10	1.19E-01	963	3.04	1.21E-01	947	2.96
11	1.43E-01	927	3.17	1.45E-01	910	3.08
12						
13						
14						



特記事項 ※軸変位はLDTで計測した。

1)試料の採取方法, 試料の状態(塊状,凍結,ときほぐされた)等を記載する。
2)トリミング法, 負圧法の種別,凍結試料の場合は解凍方法等を記載する。
3)必要に応じて記載する。
4)必要に応じて粘性土の場合は液性限界, 塑性限界, 砂質土の場合は最小乾燥密度, 最大乾燥密度等を記載する。
5)異方応力状態で試験するときのみ記入する。

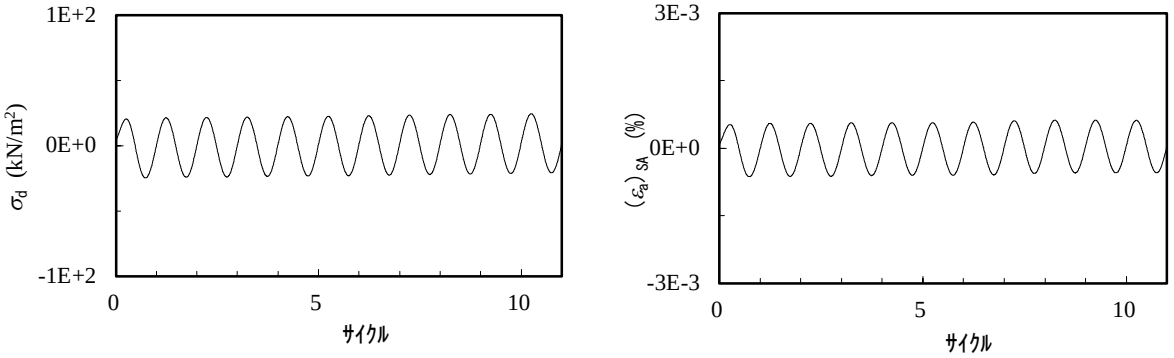
[1kN/m^2≒0.0102kgf/cm^2]
[1MN/m^2≒10.2kgf/cm^2]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

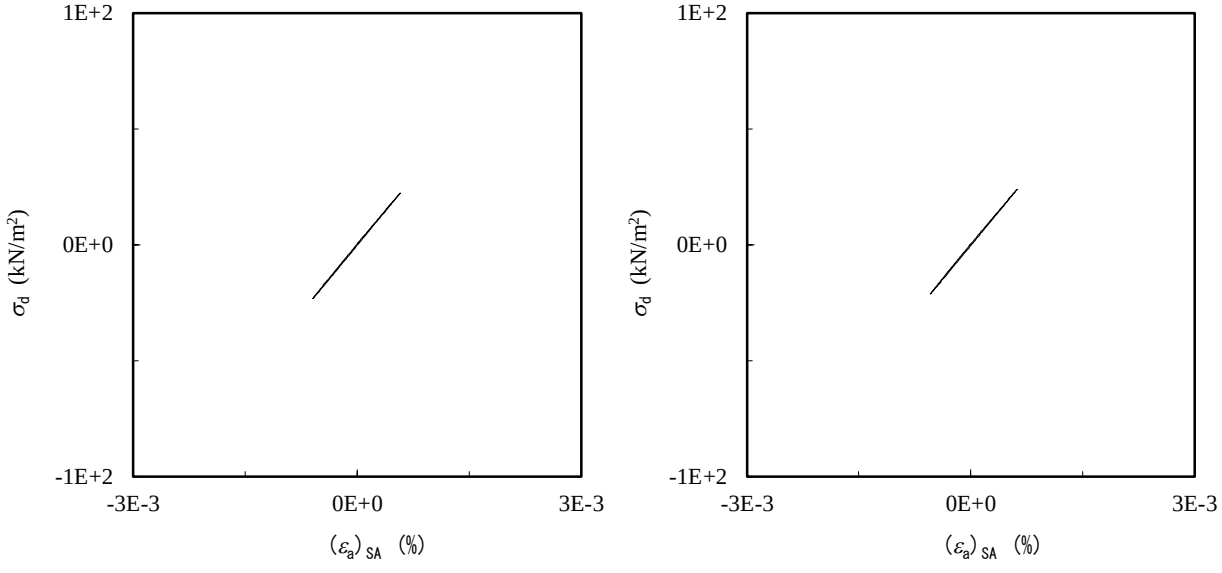
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	1
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	22.8	5.88E-04	3880	0.788
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9490	3	22.8	5.89E-04	3880	0.785
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	22.7	5.87E-04	3870	0.788
	体積 V_n [3] cm³	189.944	5	22.8	5.85E-04	3890	0.780
	断面積 A_n cm²	19.237	6	22.7	5.84E-04	3900	0.782
	間隙比 e_n	0.964	7	22.7	5.86E-04	3870	0.782
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	22.7	5.86E-04	3880	0.785
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	22.8	5.87E-04	3880	0.787
			10	22.7	5.85E-04	3880	0.780

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

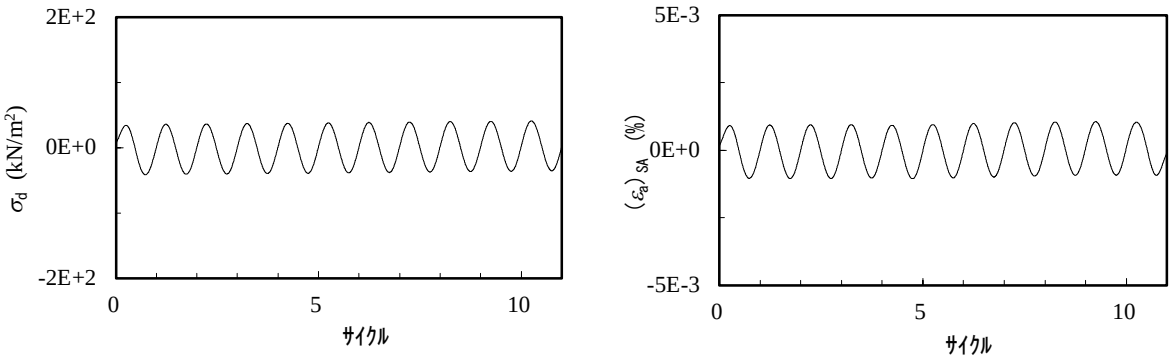
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

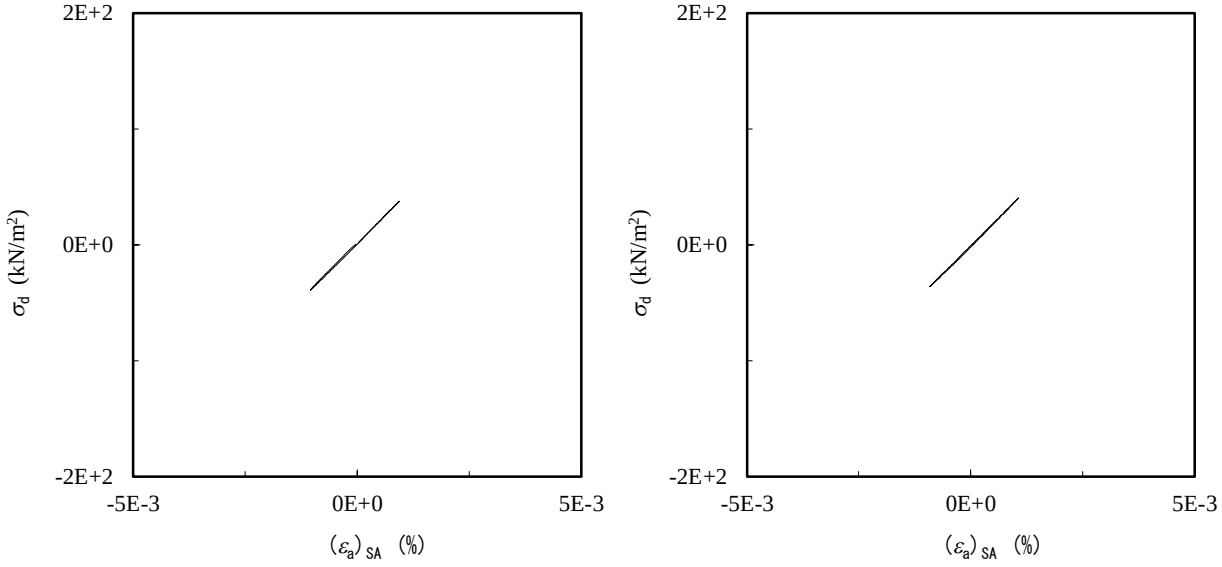
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	2
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	38.3	9.91E-04	3870	0.792
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9490	3	38.3	9.96E-04	3850	0.791
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	38.3	9.91E-04	3860	0.792
	体積 V_n [3] cm³	189.944	5	38.4	9.93E-04	3860	0.790
	断面積 A_n cm²	19.237	6	38.2	9.88E-04	3870	0.793
	間隙比 e_n	0.964	7	38.3	9.90E-04	3870	0.798
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	38.3	9.90E-04	3870	0.795
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	38.2	9.87E-04	3870	0.793
			10	38.2	9.91E-04	3860	0.796

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]

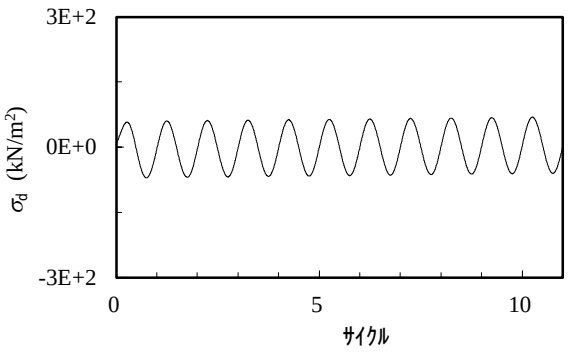
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

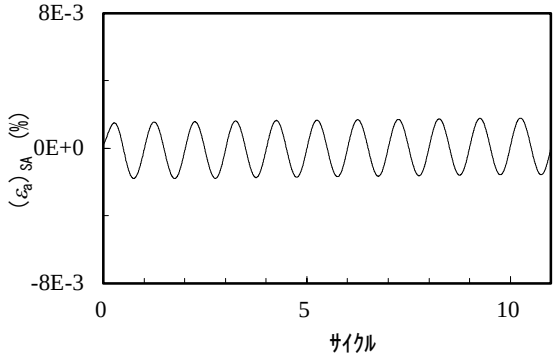
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

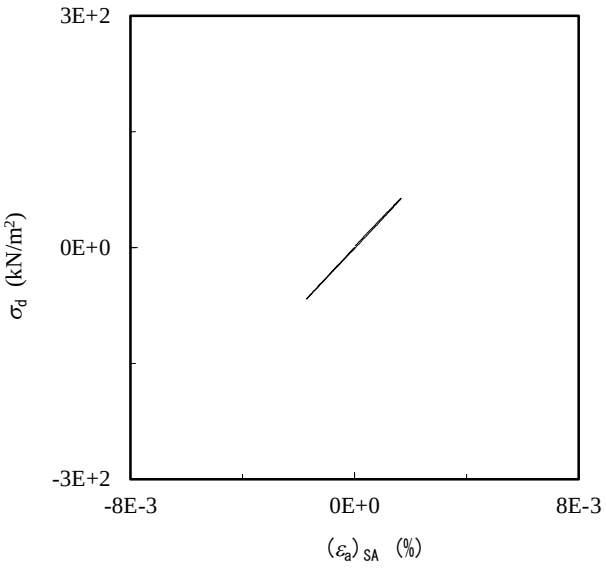
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	3
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率 E_{eq} MN/m² ~~等価せん断剛性率 Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	64.8	1.68E-03	3860	0.859
	外径 (D_n,D_{on} [3]) cm	4.9490	3	64.9	1.68E-03	3870	0.853
	内径 (D_{in} [3]) cm		4	64.7	1.68E-03	3860	0.820
	体積 V_n [3] cm³	189.944	5	64.9	1.68E-03	3860	0.816
	断面積 A_n cm²	19.237	6	64.7	1.67E-03	3870	0.816
	間隙比 e_n	0.964	7	64.6	1.67E-03	3860	0.888
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	64.5	1.67E-03	3860	0.885
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	64.7	1.67E-03	3870	0.849
			10	64.6	1.67E-03	3860	0.847

波形の連続記録[1)]

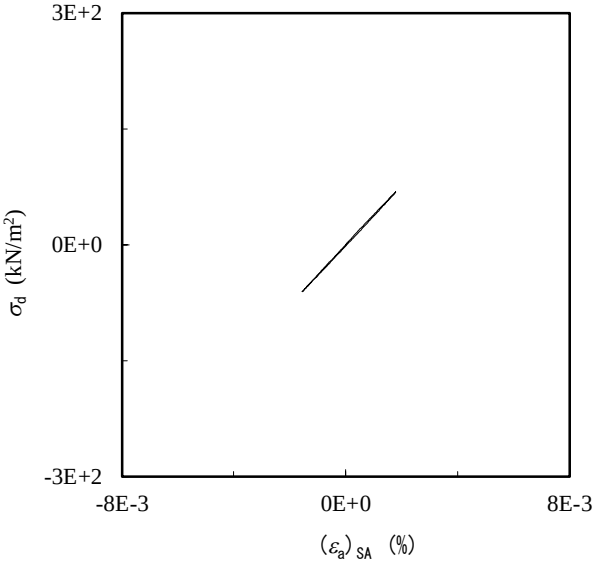




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

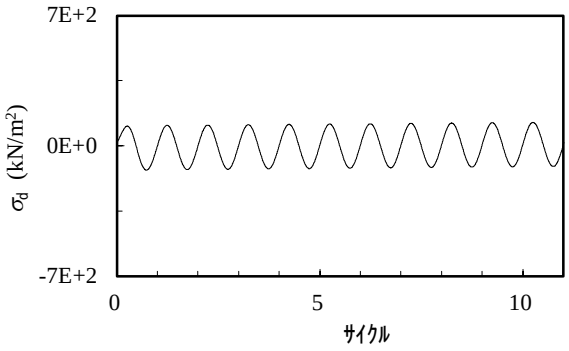
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

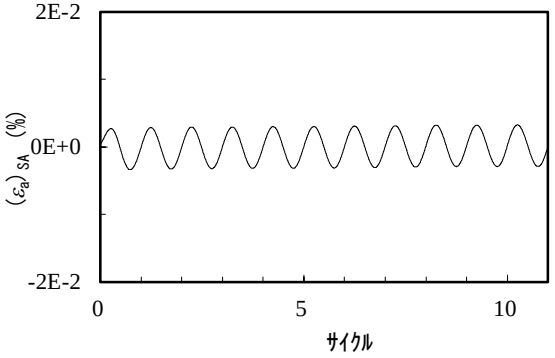
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

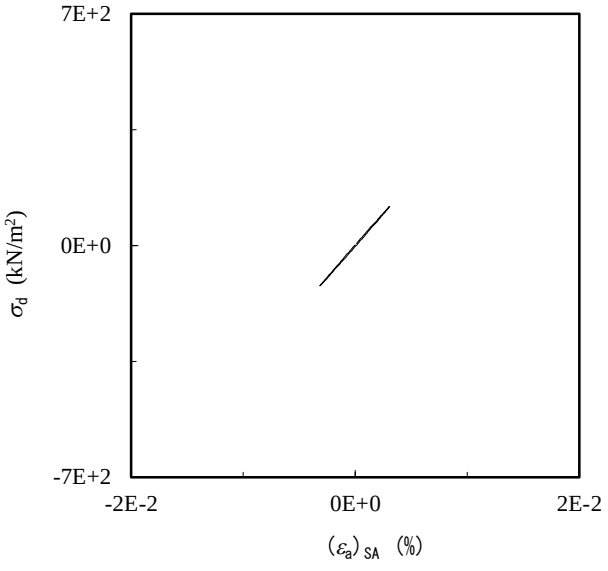
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	4
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	119	3.08E-03	3860	1.15
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9490	3	119	3.09E-03	3850	1.15
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	118	3.06E-03	3870	1.19
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.944	5	119	3.08E-03	3860	1.18
	断面積 A_n cm²	19.237	6	119	3.07E-03	3860	1.18
	間隙比 e_n	0.964	7	119	3.07E-03	3860	1.11
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	118	3.06E-03	3870	1.16
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	119	3.07E-03	3860	1.15
			10	119	3.08E-03	3860	1.10

波形の連続記録[1)]

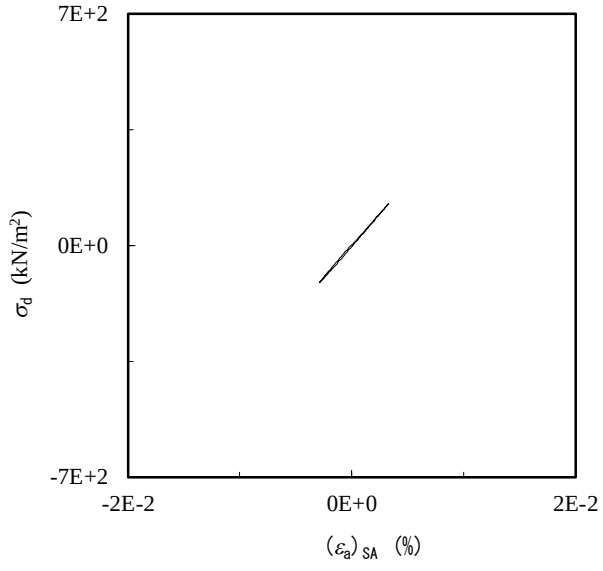




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

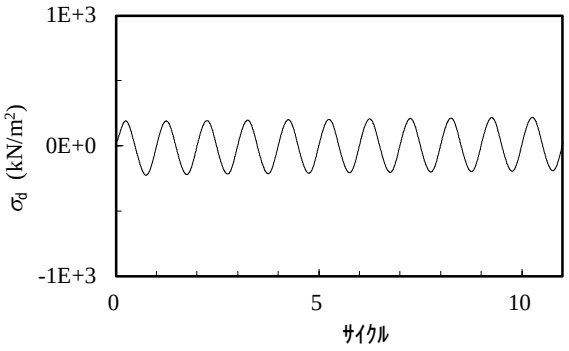
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

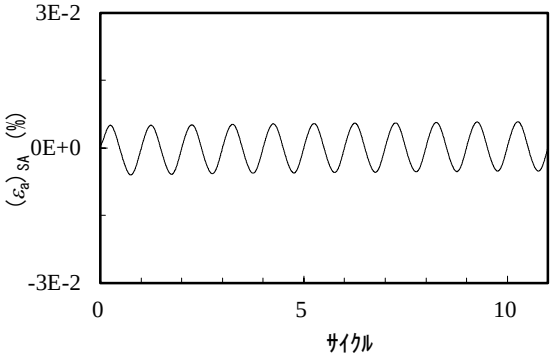
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

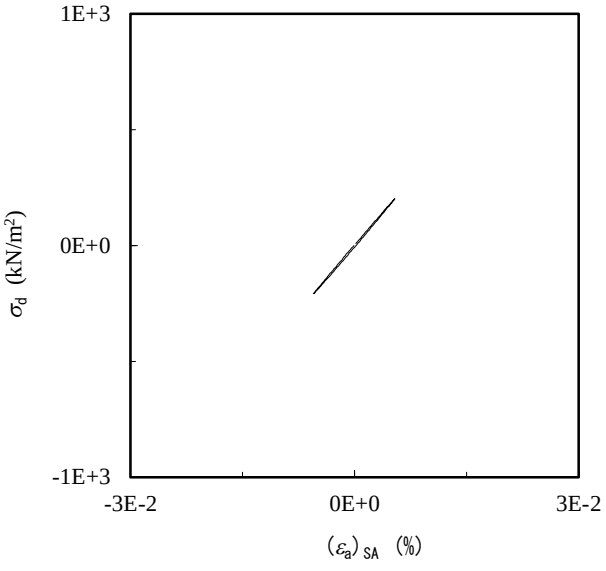
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	5
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8740	2	206	5.44E-03	3780	1.23
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9490	3	205	5.43E-03	3780	1.24
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	205	5.43E-03	3780	1.24
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.944	5	205	5.45E-03	3770	1.21
	断面積 A_n cm²	19.237	6	205	5.44E-03	3770	1.26
	間隙比 e_n	0.964	7	205	5.45E-03	3770	1.20
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	8	205	5.44E-03	3770	1.27
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000	9	205	5.44E-03	3770	1.22
			10	205	5.45E-03	3770	1.27

波形の連続記録[1)]

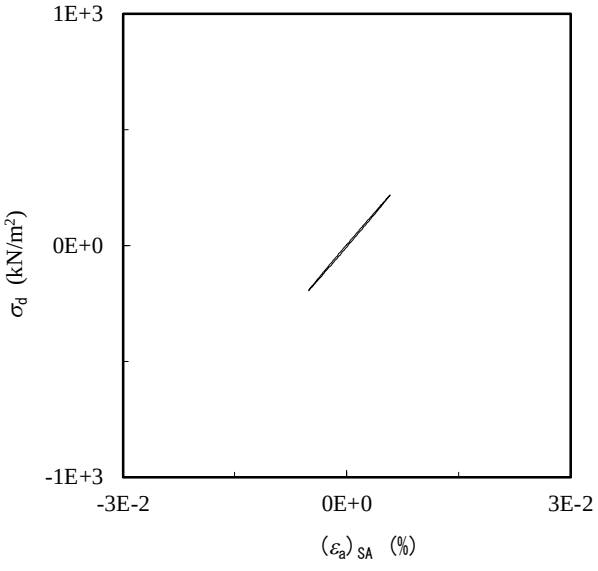




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

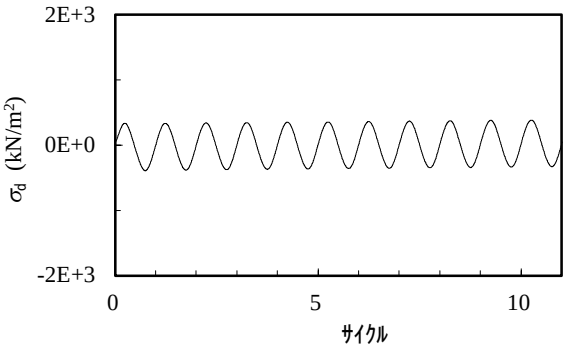
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

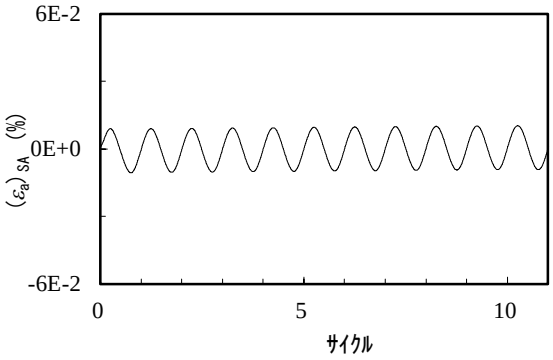
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

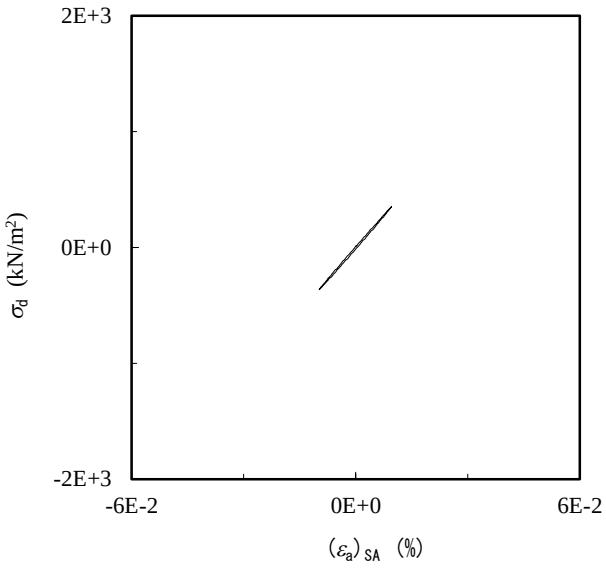
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	6
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0000	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.000					
	高さ H_n cm	9.8740	2	359	9.70E-03	3700	1.57
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9490	3	358	9.70E-03	3690	1.56
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	358	9.70E-03	3690	1.54
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.944	5	358	9.69E-03	3690	1.55
	断面積 A_n cm²	19.237	6	358	9.70E-03	3690	1.49
	間隙比 e_n	0.964	7	358	9.72E-03	3680	1.51
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	357	9.70E-03	3680	1.51
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	358	9.70E-03	3680	1.50
			10	358	9.71E-03	3680	1.48

波形の連続記録[1)]

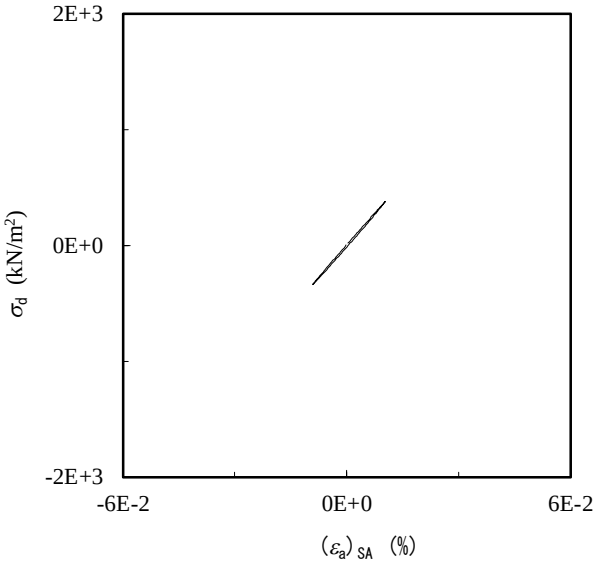




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

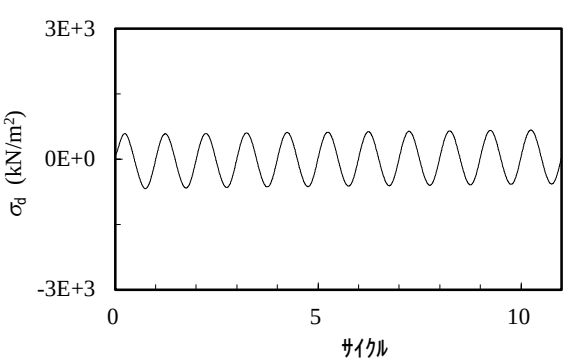
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

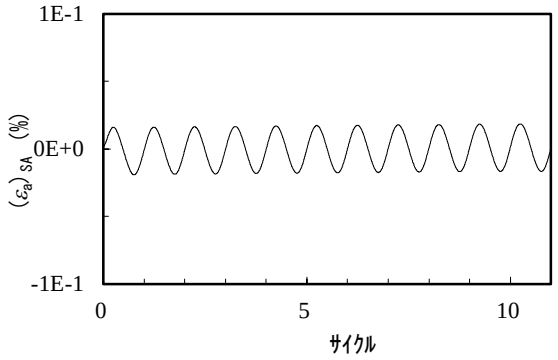
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

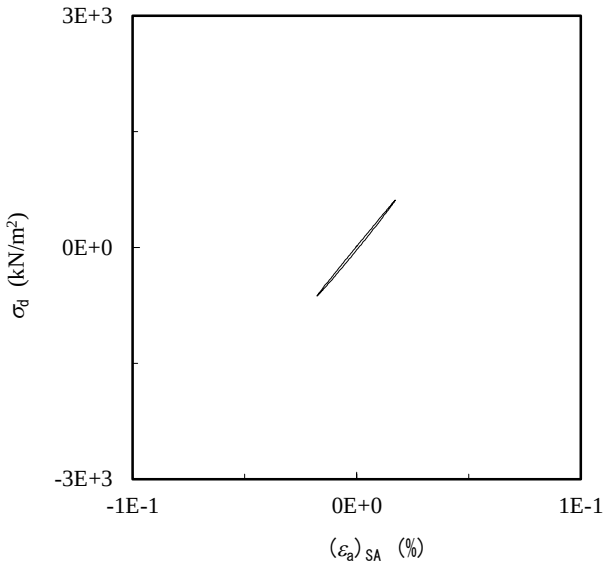
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	7
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m² ~~片振幅せん断応力 τ_d~~	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ % ~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	等価ヤング率Eeq MN/m² ~~等価せん断剛性率Geq~~	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004					
	高さ H_n cm	9.8736	2	623	1.74E-02	3570	1.96
	外径 $(D_n, D_{on}{}^{3)})$ cm	4.9491	3	622	1.75E-02	3560	1.93
	内径 $(D_{in}{}^{3)})$ cm		4	621	1.75E-02	3560	1.93
	体積 $V_n{}^{3)}$ cm³	189.940	5	622	1.75E-02	3560	1.94
	断面積 A_n cm²	19.237	6	621	1.75E-02	3550	1.95
	間隙比 e_n	0.964	7	621	1.75E-02	3550	1.88
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	620	1.75E-02	3550	1.86
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004	9	621	1.75E-02	3550	1.89
			10	621	1.75E-02	3550	1.89

波形の連続記録[1)]

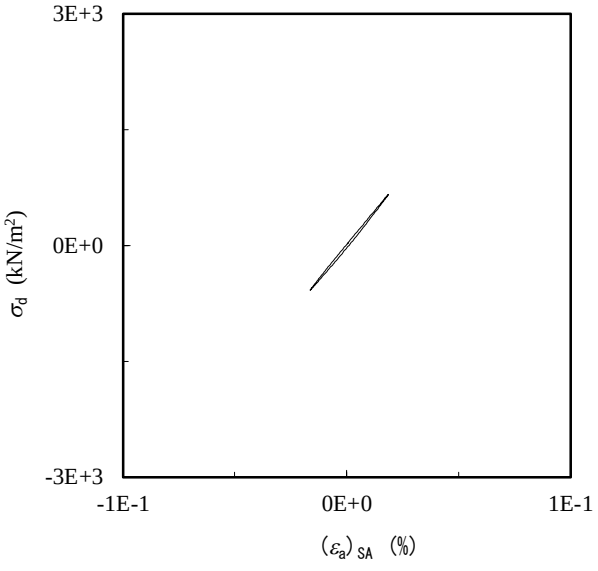




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

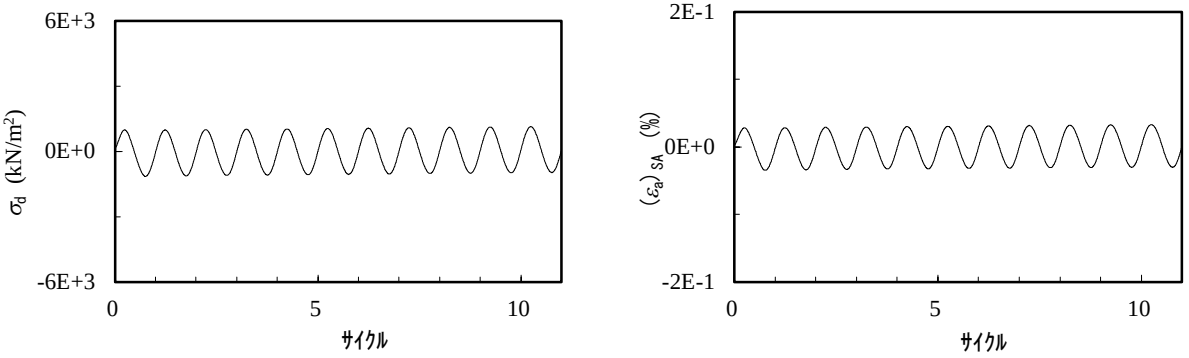
[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

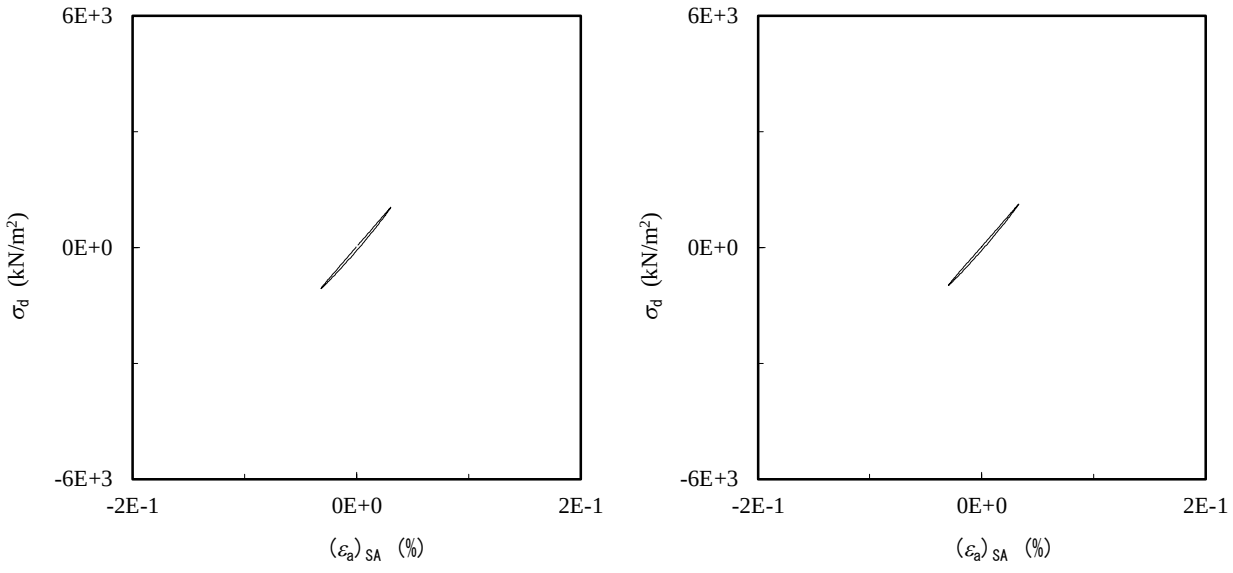
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	8
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.004		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8736	2	1050	3.12E-02	3380	2.44
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9491	3	1050	3.12E-02	3380	2.46
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1050	3.11E-02	3380	2.41
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.940	5	1050	3.12E-02	3370	2.36
	断面積 A_n cm²	19.237	6	1050	3.12E-02	3370	2.37
	間隙比 e_n	0.964	7	1050	3.13E-02	3370	2.37
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	8	1050	3.13E-02	3360	2.37
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009	9	1050	3.13E-02	3360	2.30
			10	1050	3.14E-02	3350	2.30

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

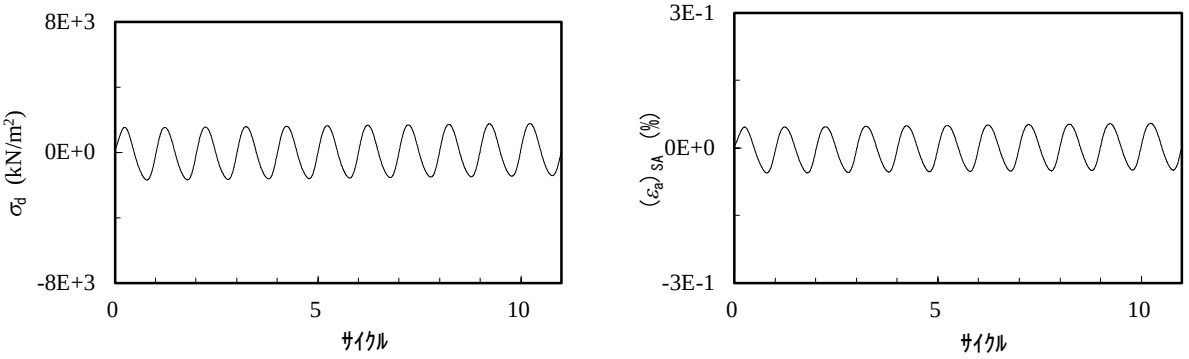
[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]
[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

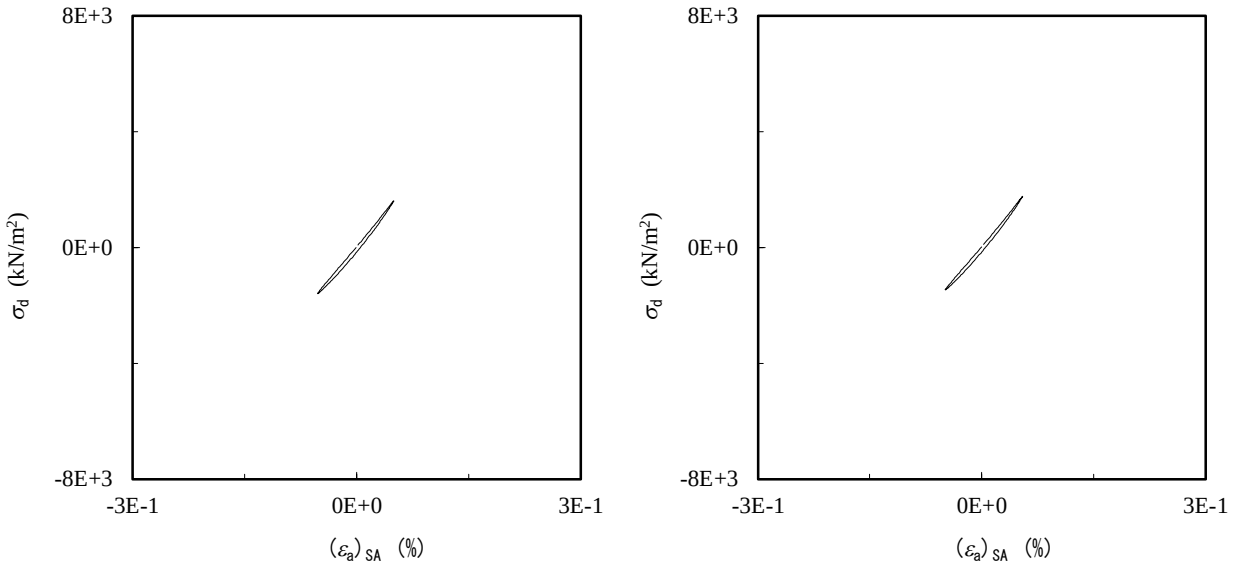
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	9
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0004	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.009		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8736	2	1610	5.08E-02	3160	2.93
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9490	3	1610	5.09E-02	3150	2.93
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	1600	5.10E-02	3150	2.87
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.935	5	1610	5.11E-02	3140	2.81
	断面積 A_n cm²	19.237	6	1610	5.12E-02	3140	2.82
	間隙比 e_n	0.964	7	1610	5.13E-02	3130	2.81
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	8	1610	5.14E-02	3120	2.84
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.024	9	1610	5.15E-02	3120	2.84
			10	1610	5.16E-02	3110	2.77

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



5サイクル目　　10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

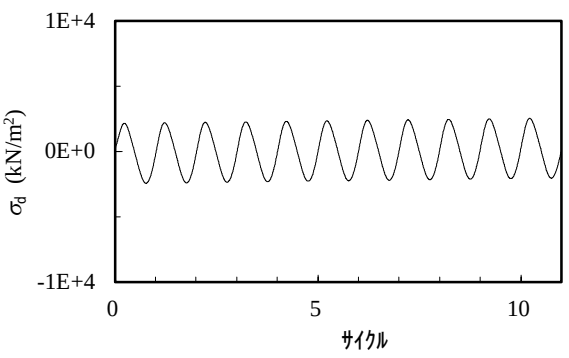
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

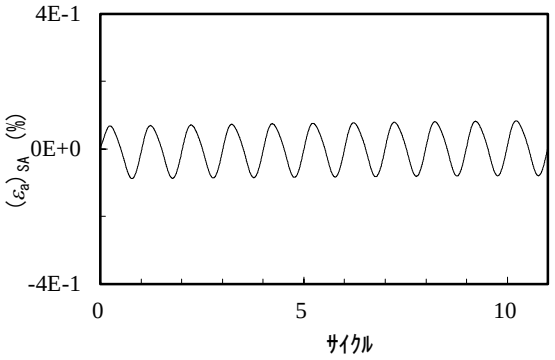
JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

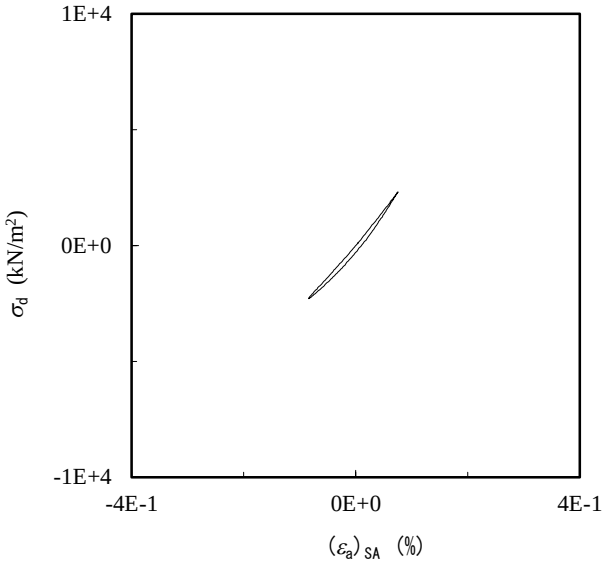
土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	10
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0008	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.024		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8732	2	2300	7.81E-02	2940	3.09
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9489	3	2290	7.85E-02	2920	3.07
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	2290	7.90E-02	2900	3.06
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.920	5	2300	7.95E-02	2890	3.04
	断面積 A_n cm²	19.236	6	2290	7.97E-02	2880	3.00
	間隙比 e_n	0.963	7	2300	8.00E-02	2870	3.00
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	8	2290	8.01E-02	2860	3.03
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.068	9	2290	8.04E-02	2850	3.04
			10	2300	8.07E-02	2840	2.96

波形の連続記録[1)]

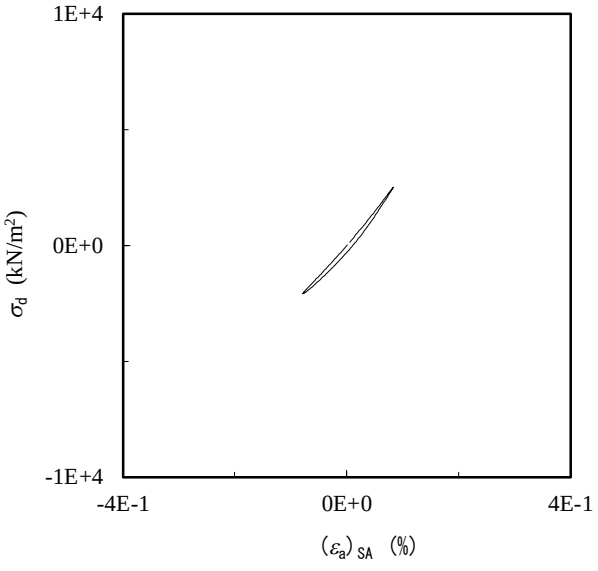




履歴曲線[2)]



5サイクル目



10サイクル目

特記事項
※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

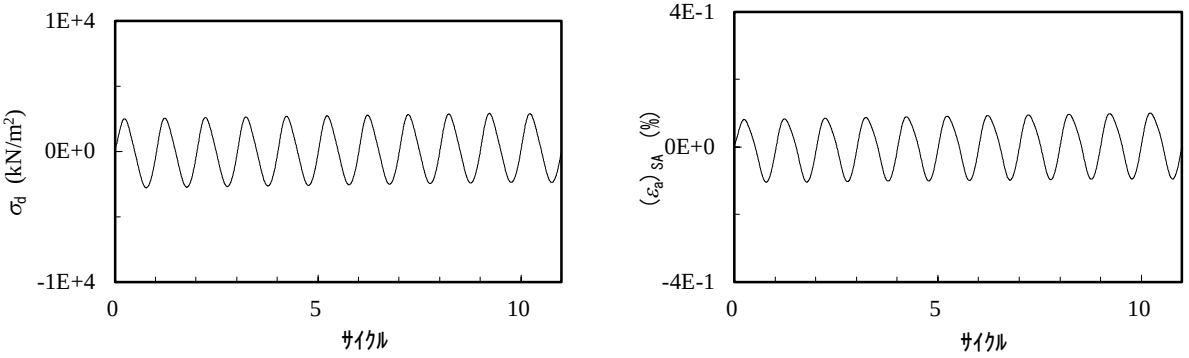
[1kN/m² ≒ 0.0102kgf/cm²]
[1MN/m² ≒ 10.2kgf/cm²]

JGS	0542 地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験	載荷過程
	~~0543 土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験~~	波形記録

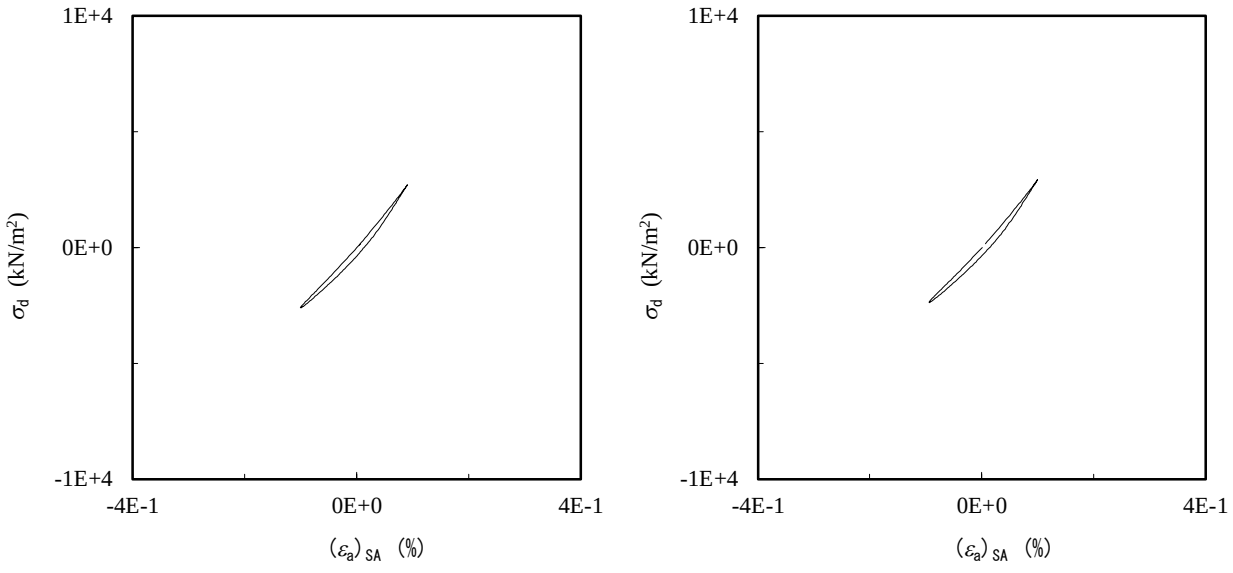
調査件名	令和2年度低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業(地下空洞型処分調査技術高度化開発)のうち 地下環境を把握するための初期地圧測定技術等の整備	試験年月日	2020年10月12日
試料番号	TI1850-S3-10 (111.85m ～112.00m)	試験者	

土質名称		砂質軽石凝灰岩Tspt2		供試体No.	1	載荷段階	11
繰返し載荷試験前	軸変位量 ΔH_n cm	0.0028	サイクル	片振幅軸応力 σ_d kN/m²	片振幅軸ひずみ $(\varepsilon_a)_{SA}$ %	等価ヤング率Eeq MN/m²	履歴減衰率 h%
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.068		~~片振幅せん断応力 τ_d~~	~~片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$~~	~~等価せん断剛性率Geq~~	
	高さ H_n cm	9.8712	2	2650	9.35E-02	2830	3.11
	外径 $(D_n, D_{on}^{3)})$ cm	4.9489	3	2640	9.41E-02	2810	3.14
	内径 $(D_{in}^{3)})$ cm		4	2640	9.45E-02	2800	3.16
	体積 $V_n^{3)}$ cm³	189.876	5	2650	9.52E-02	2780	3.17
	断面積 A_n cm²	19.235	6	2640	9.54E-02	2770	3.13
	間隙比 e_n	0.963	7	2640	9.58E-02	2760	3.14
載荷後	軸変位量 ΔH_n cm	0.0040	8	2640	9.61E-02	2750	3.18
	体積変化量 ΔV_n cm³	0.090	9	2640	9.66E-02	2740	3.19
			10	2640	9.69E-02	2730	3.08

波形の連続記録[1)]



履歴曲線[2)]



特記事項

※軸変位はLDTで計測した。

1)繰返し載荷中の軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の連続記録を図示するか，または別途添付してもよい。

2)軸荷重と軸変位，あるいはねじり力と回転角の履歴曲線を図示するか，または別途添付してもよい。必要に応じて5，10回目以外の繰返し載荷における履歴曲線も添える。

3)中空円筒供試体による試験のときのみ記入する。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

[1MN/m²≒10.2kgf/cm²]

（7）熱伝導率試験、比熱試験

発行番号：第２０Ａ１７２５号
発 行 日：２０２０年　９月３０日

品 質 性 能 試 験 報 告 書

一般財団法人　建材試験センター
中央試験所長　真　野　孝　次
埼玉県草加市稲荷５丁目21番20号

試験名称　　凝灰岩の熱伝導率試験

依 頼 者　　応用地質株式会社
埼玉県さいたま市北区宮原町 1-66-2

目　　次

１．試 験 の 内 容 ---------- 2
２．試　　験　　体 ---------- 2
３．試　験　方　法 ---------- 4
４．試　験　結　果 ---------- 6
５．試験期間，担当者及び場所 ---------- 9

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

１．試験の内容

応用地質株式会社から提出された凝灰岩について，熱伝導率の試験を行った。

２．試　験　体

試験体の概要を表１に，試験体状況を写真１及び写真２に示す。なお，岩種，試験体名及び深度は，依頼者提出資料による。

表１　　試験体の概要

岩　種	試験体名	深　度 (m)	寸　法 (mm)	数　量
凝灰岩	TI1850-P1-01	37.00 ～ 37.15	φ57.0×138.9	1
	TI1850-P2-13	53.60 ～ 53.75	φ57.8×139.2	1
	TI1850-P3-13	61.85 ～ 62.00	φ57.8×139.9	1
	TI1850-S1-02	73.30 ～ 73.45	φ57.7×140.6	1
	TI1850-S2-14	99.15 ～ 99.30	φ58.1×139.5	1
	TI1850-S3-13	112.65 ～ 112.80	φ58.1×140.3	1

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

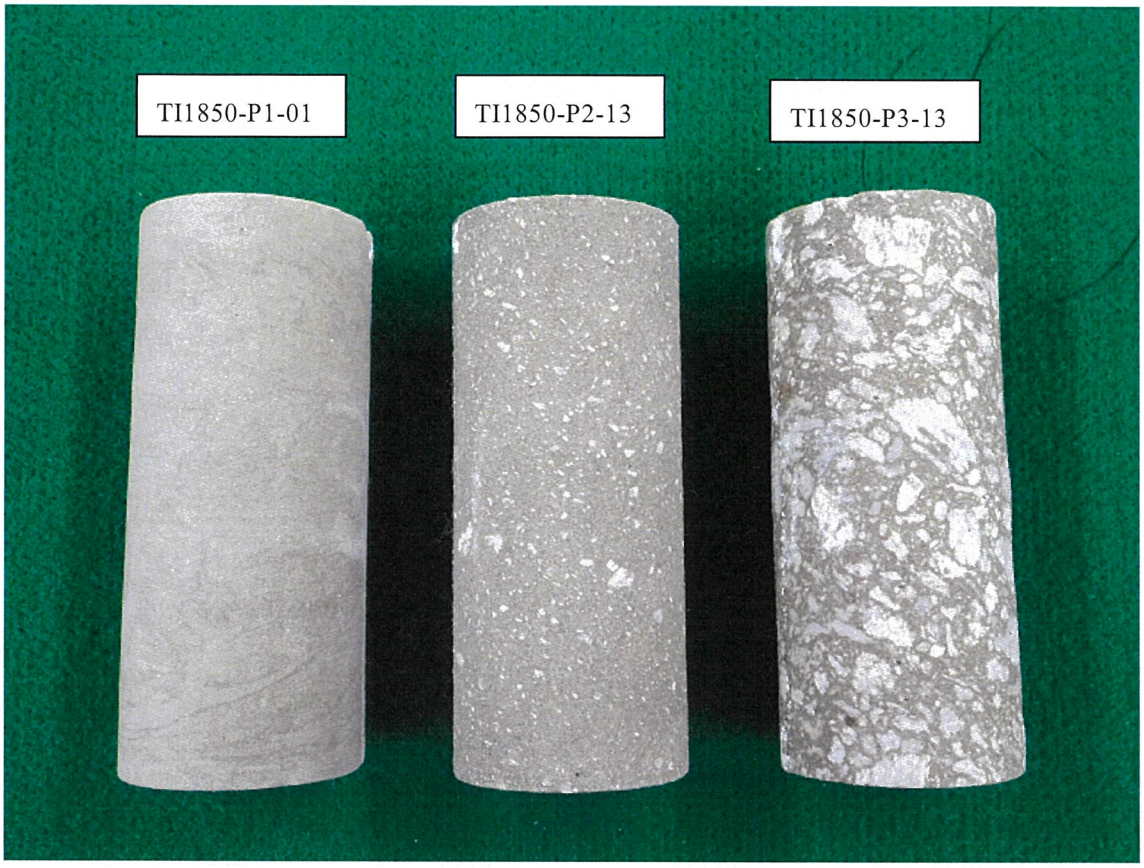


写真１　　試験体状況

写真２　　試験体状況

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

３．試 験 方 法

試験は，JIS R 2251-1［耐火物の熱伝導率の試験方法－第 1 部：熱線法（直交法）］に準じて行った。

試験体を所定の一様な温度状態（20℃）にした後，熱線に通電し，30 秒～300 秒経過時における熱線の温度変化を測定して式(1)から熱伝導率を算出した。測定の概要を図 1 に，試験実施状況を写真 3 に示す。

なお，測定中に水分が蒸発することを防ぐため，試験体はポリ塩化ビニリデン系フィルムで覆った。

$$\lambda = \frac{q_0}{4\pi} \cdot \frac{\ell_n(t_2/t_1)}{\theta_2 - \theta_1} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

ここに，λ　　：熱伝導率 [W/(m･K)]

t_1，t_2　：経過時間（常用対数）と熱線温度に直線関係が確認された範囲内の時間（s）

θ_1，θ_2　：t_1，t_2 に対応する熱線温度（℃）

q_0　　：熱線発熱量（W/m）

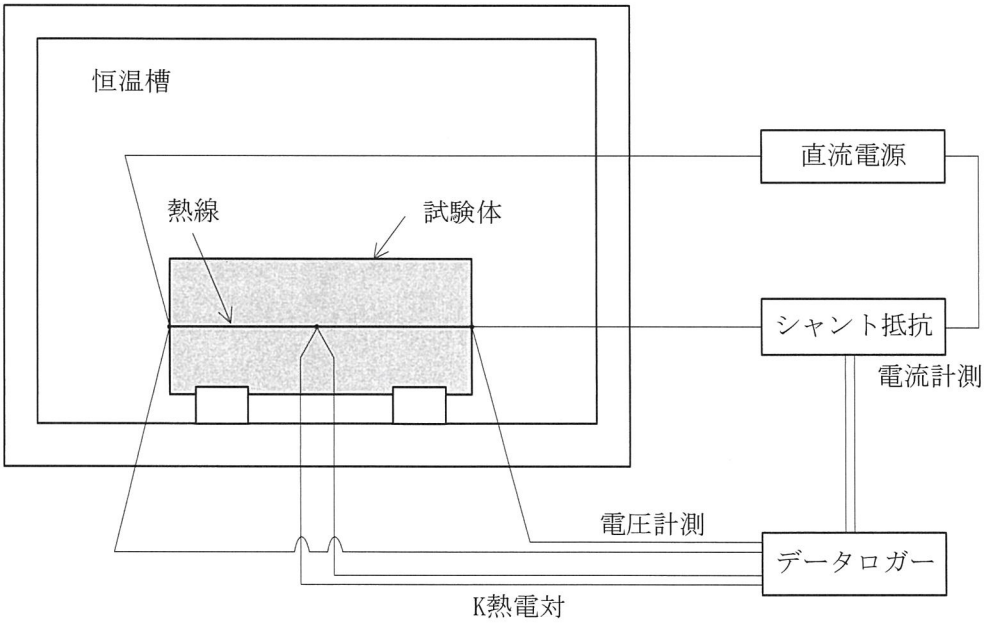


図 1　　熱伝導率測定の概略図

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

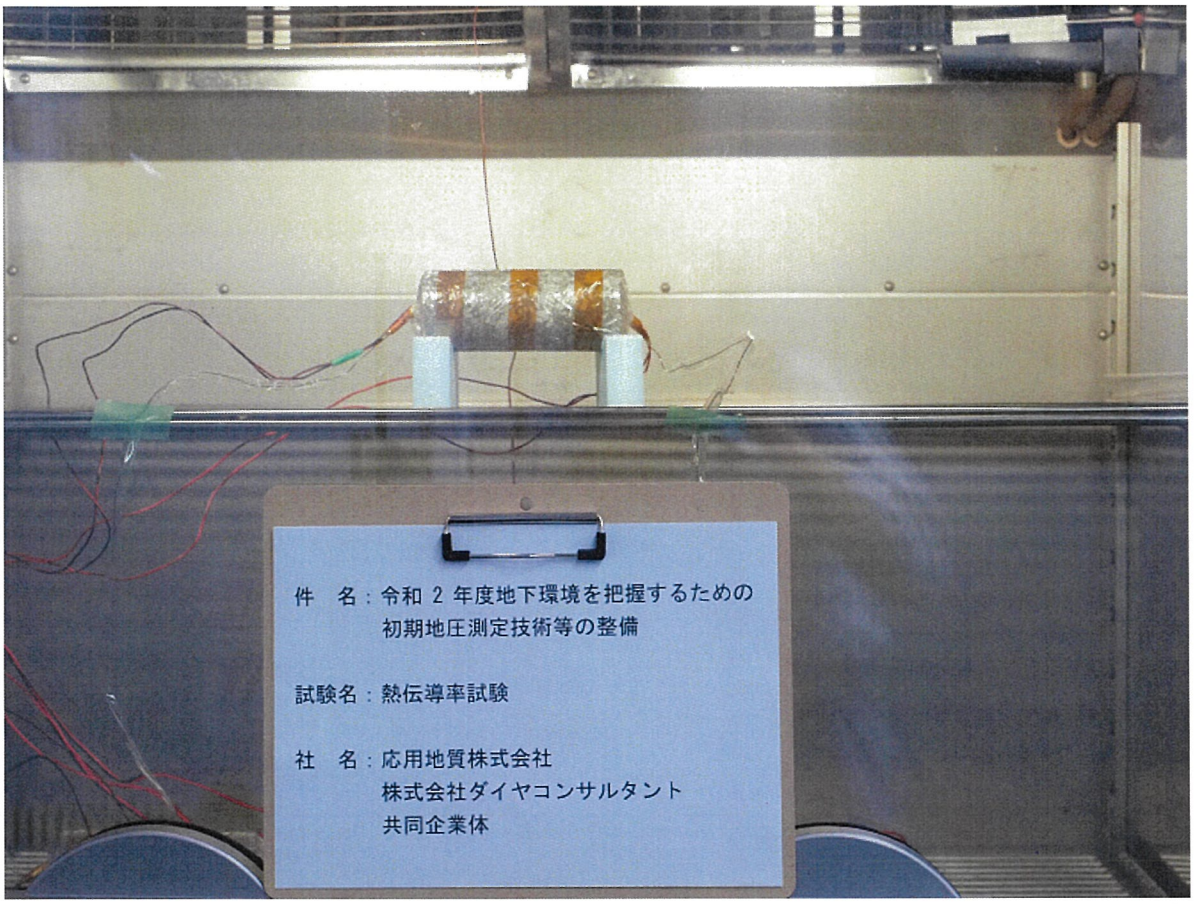


写真３　　試験実施状況

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

４．試験結果

試験結果を表２に示す。また，温度と経過時間の関係を図２～図７に示す。

なお，熱伝導率の測定値は搬入された試験体そのままの含水状態で測定を実施したものである。

表２　　熱伝導率測定結果

試験体名	密度 a) (kg/m^3)	質量含水率 b) (kg/kg)	恒温槽内温度 (℃)	熱伝導率 λ [W/(m･K)]
TI1850-P1-01	1662	0.411	20.5	1.03
TI1850-P2-13	1585	0.476	20.5	1.01
TI1850-P3-13	1512	0.589	20.5	0.98
TI1850-S1-02	1575	0.515	20.5	0.98
TI1850-S2-14	1626	0.404	20.6	1.13
TI1850-S3-13	1664	0.403	20.6	1.14

注 a) 密度は，含水状態の測定値である。
b) 質量含水率は，試験終了後に JIS A 1476（建築材料の含水率測定方法）に従って測定した。なお，基準乾燥温度は 105±2℃とした。

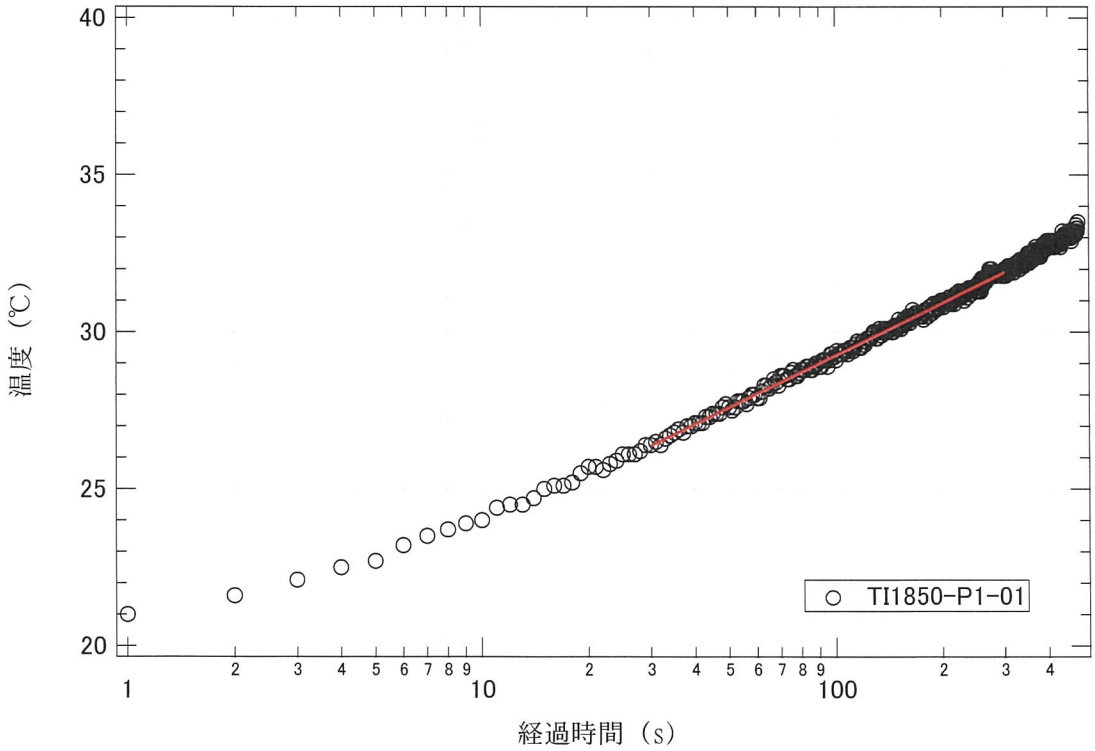


図２　　温度と経過時間の関係（試験体名：TI1850-P1-01）

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

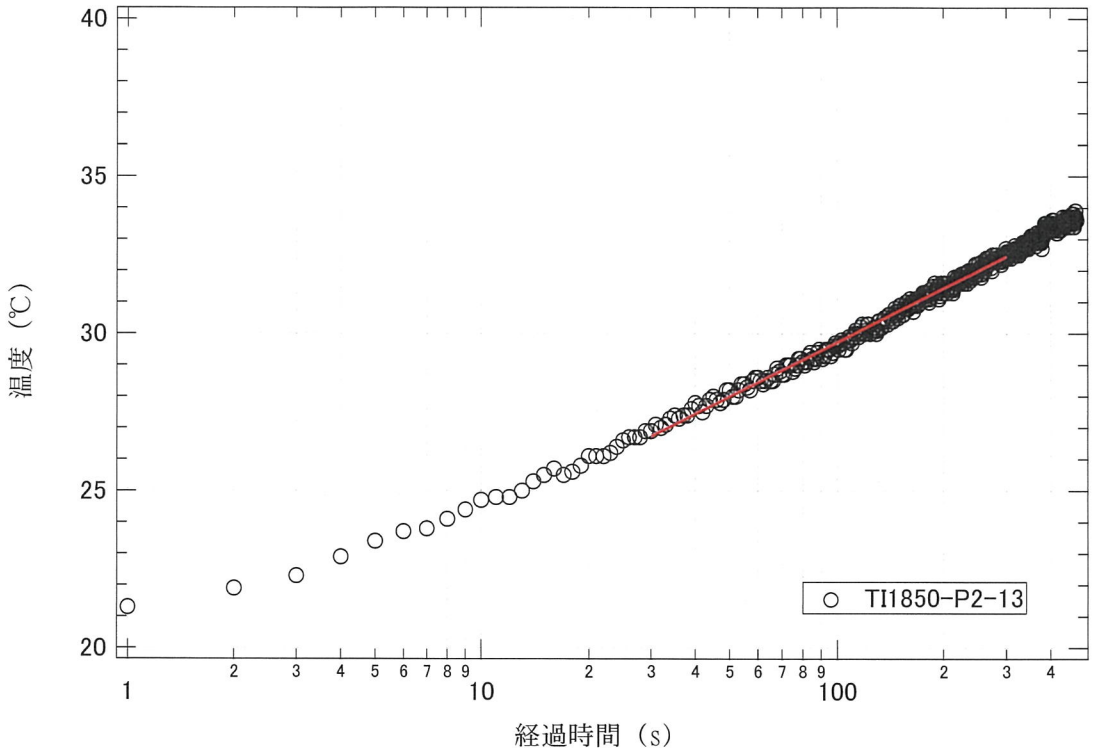


図３　　温度と経過時間の関係（試験体名：TI1850-P2-13）

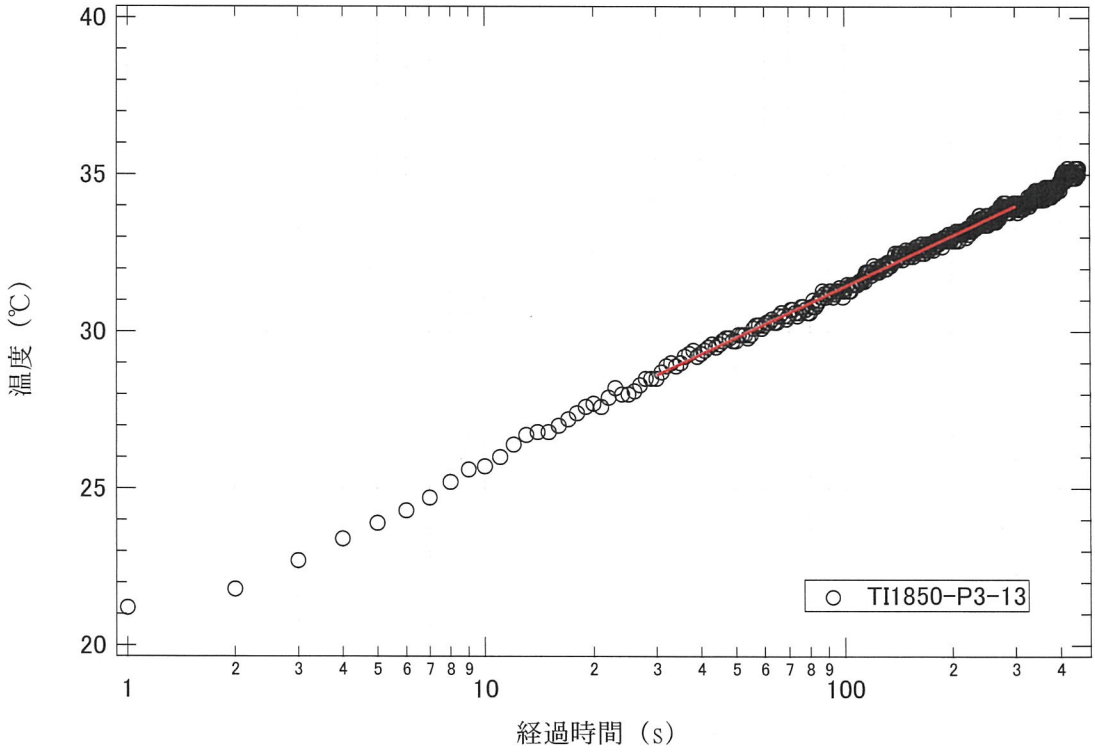


図４　　温度と経過時間の関係（試験体名：TI1850-P3-13）

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

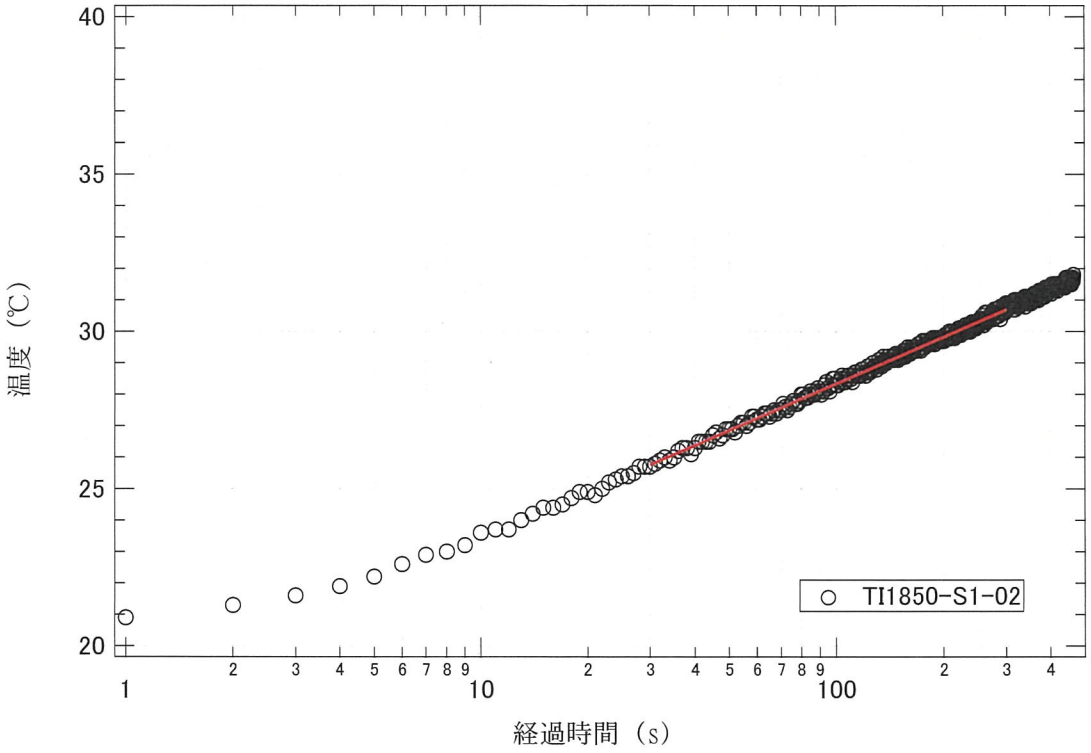


図 5　　温度と経過時間の関係（試験体名：TI1850-S1-02）

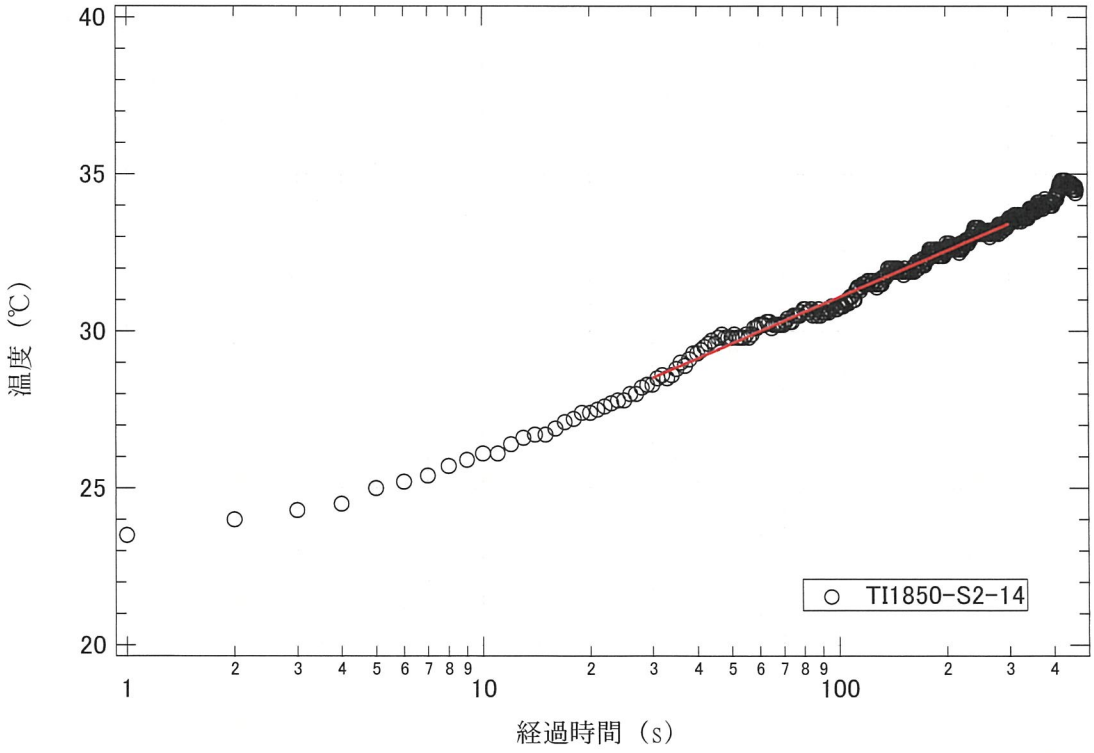


図 6　　温度と経過時間の関係（試験体名：TI1850-S2-14）

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

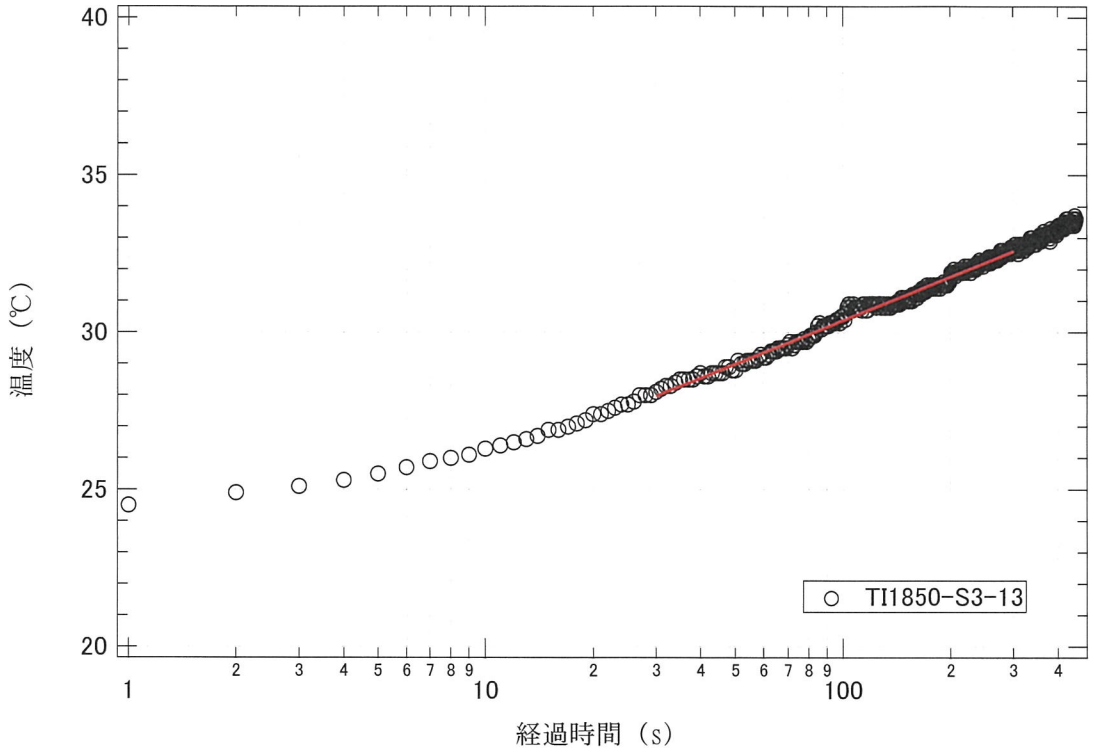


図７　　温度と経過時間の関係（試験体名：TI1850-S3-13）

５．試験の期間，担当者及び場所

期　　間　　２０２０年　９月　８日から
　　２０２０年　９月２４日まで

担　当　者　　環境グループ
　　統括リーダー　　萩　原　伸　治
　　参事　　高　木　　亘（主担当）
　　主任　　新　井　太　一
　　薬師寺　　匠

場　　所　　中央試験所（埼玉県草加市稲荷５丁目21番20号）

以上

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

＊発行番号：第２０Ａ１７２４号
発 行 日：２０２０年　９月３０日
再発行日：２０２０年１０月２０日

品 質 性 能 試 験 報 告 書

一般財団法人　建材試験センター
中央試験所長　真　野　孝　次
埼玉県草加市稲荷５丁目21番20号

試験名称　　凝灰岩の比熱試験

依 頼 者　　応用地質株式会社
埼玉県さいたま市北区宮原町 1-66-2

目　　次

１．試 験 の 内 容 ---------- 2
２．試　　験　　体 ---------- 2
３．試　験　方　法 ---------- 4
４．試　験　結　果 ---------- 5
５．試験期間，担当者及び場所 ---------- 5

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

１．試験の内容

応用地質株式会社から提出された凝灰岩について，比熱の試験を行った。

２．試　験　体

試験体の概要を表１に，試験体状況を写真１及び写真２に示す。なお，岩種，試験体名及び深度は，依頼者提出資料による。

表１　　試験体の概要

岩　種	試験体名	深　度 (m)			寸　法 (mm)	数　量
凝灰岩	TI1850-P1-02	37.15	～	37.30	φ49.3×97.4	1
	TI1850-P2-14	53.75	～	53.90	φ49.1×100.2	1
	TI1850-P3-14	62.20	～	62.35	φ49.3×98.6	1
	TI1850-S1-01	73.15	～	73.30	φ49.4×99.4	1
	TI1850-S2-12	97.55	～	97.70	φ48.9×99.5	1
	TI1850-S3-12	112.50	～	112.65	φ49.8×98.8	1

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

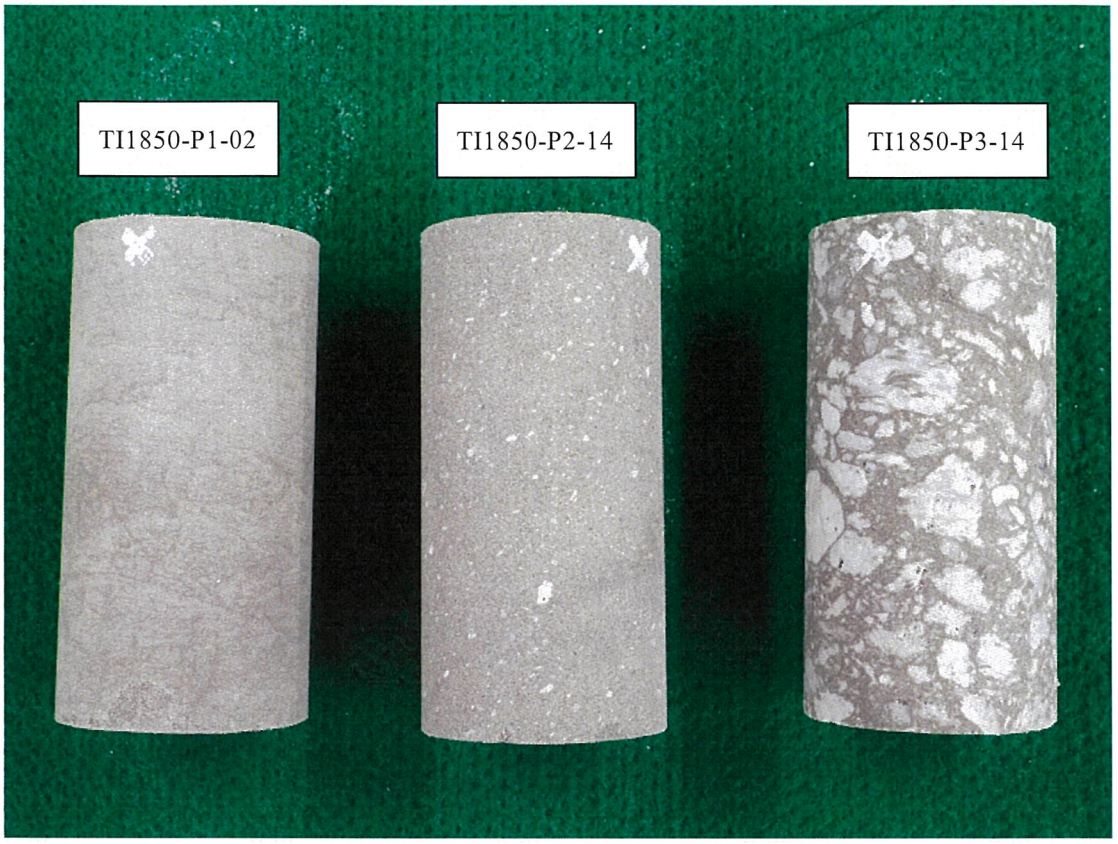


写真 1　　試験体（左から TI1850-P1-02，TI1850-P2-14，TI1850-P3-14）

写真 2　　試験体（左から TI1850-S1-01，TI1850-S2-12，TI1850-S3-12）

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

３．試験方法

試験は，JSTM H 6107［建築材料の比熱測定法（断熱型熱量計法）］に準じて行った。測定温度範囲は，常温～80℃とした。

なお，試験は試験体搬入時の含水した状態で行った。測定中に水分が蒸発することを防ぐため，試験体はポリ塩化ビニリデン系フィルムで覆った。

試験実施状況を写真 3 に示す。

写真 3　　試験実施状況

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

４．試 験 結 果

試験結果を表２に示す。

表２　比熱試験結果

試験体名	質量 a) ($\times 10^{-3}$ kg)	密度 a) (kg/m^3)	質量含水率 b) (kg/kg)	比熱 [kJ/(kg･K)]
TI1850-P1-02	307.83	1661	0.41	1.80
TI1850-P2-14	307.82	1625	0.46	1.94
TI1850-P3-14	292.41	1557	0.56	2.01
TI1850-S1-01	312.49	1643	0.46	1.91
TI1850-S2-12	315.06	1690	0.42	1.84
TI1850-S3-12	325.10	1692	0.39	1.78

注 a) 質量及び密度は，試験直前の値である。
b) 質量含水率は，比熱試験終了後にJIS A 1476（建築材料の含水率測定方法）に従って測定した。なお，基準乾燥温度は105±2℃とした。

［参　考］

以下の式を用いることで，絶乾状態の試験体の比熱が推定可能である。

$$c_d = (1+W)\times c - W\times c_w$$

ここに，c_d　：絶乾状態の比熱 [kJ/(kg･K)]
c　：気乾状態の比熱（測定値）[kJ/(kg･K)]
c_w　：水（または氷）の比熱 [kJ/(kg･K)]
W　：質量含水率 (kg/kg)

５．試験の期間，担当者及び場所

期　　間　　２０２０年　８月２７日から
　　２０２０年　９月　８日まで

担 当 者　　環境グループ
　　統括リーダー　　萩　原　伸　治
　　参事　　高　木　　亘（主担当）
　　主任　　新　井　太　一
　　薬師寺　　匠

場　　所　　中央試験所（埼玉県草加市稲荷５丁目21番20号）

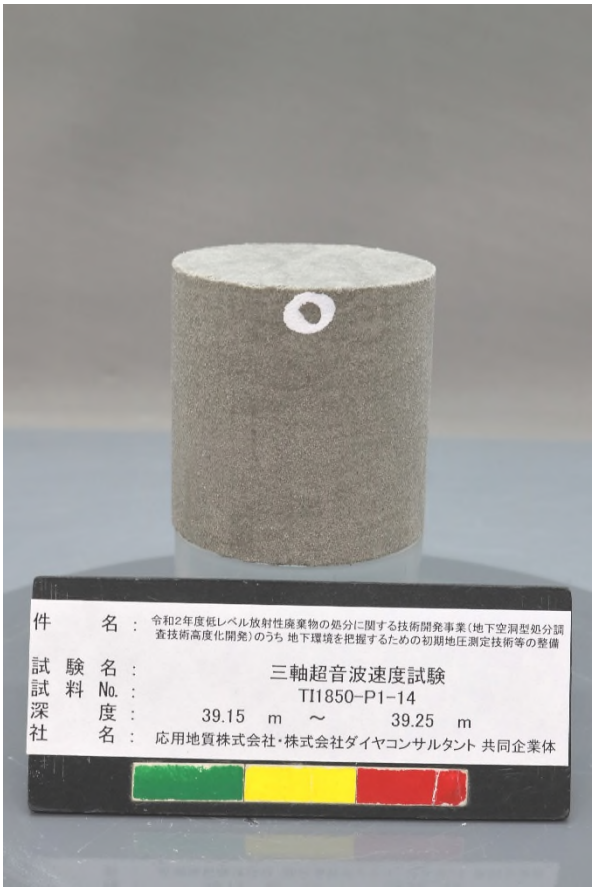
以上

試験所長の文書による承認なしでは，完全な複製を除き，一部分のみを複製してはならない。

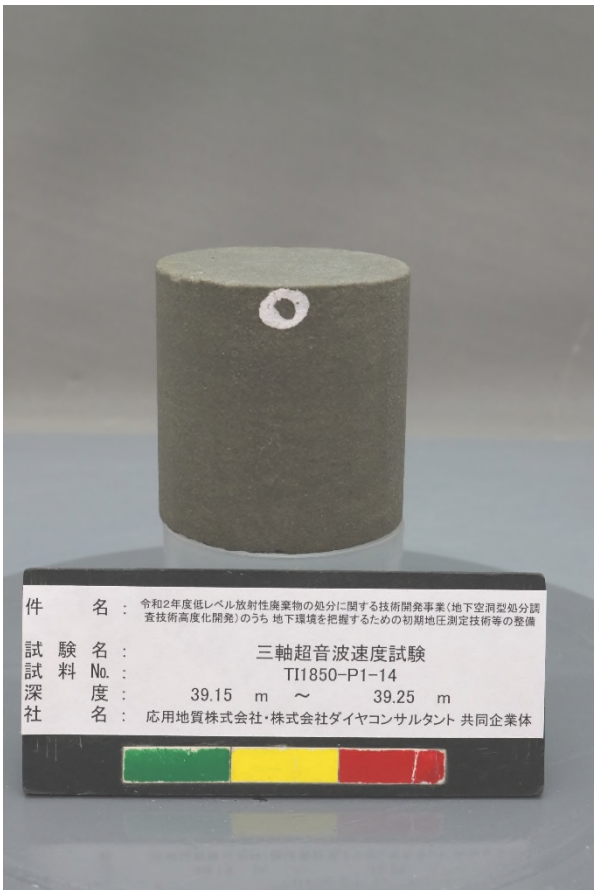
10.　室内試験記録写真

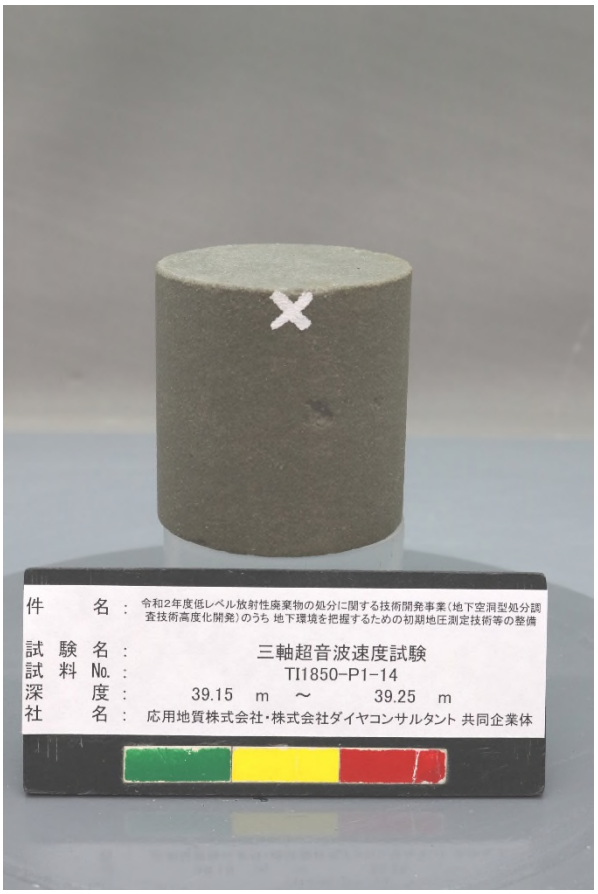
（1）室内試験供試体試験

三軸超音波速度測定　供試体写真



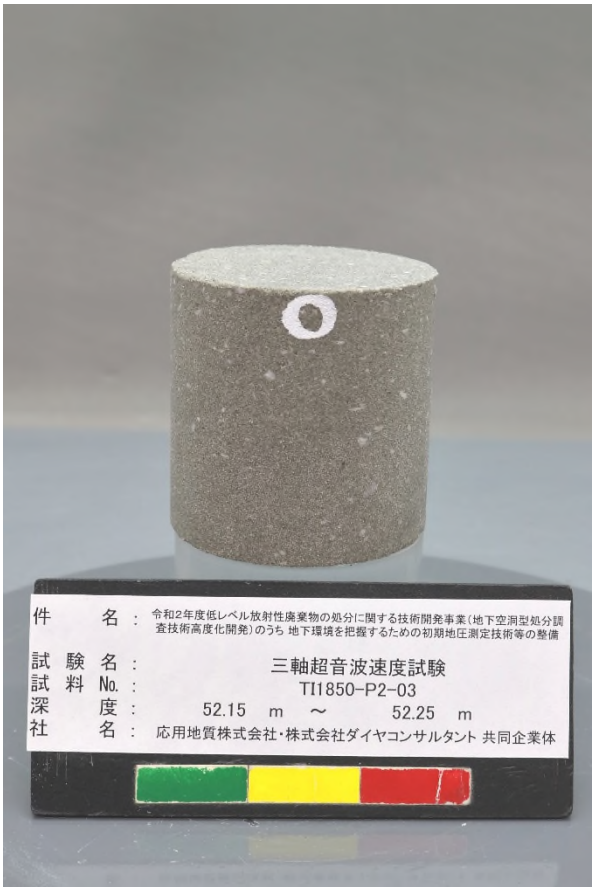
試験前

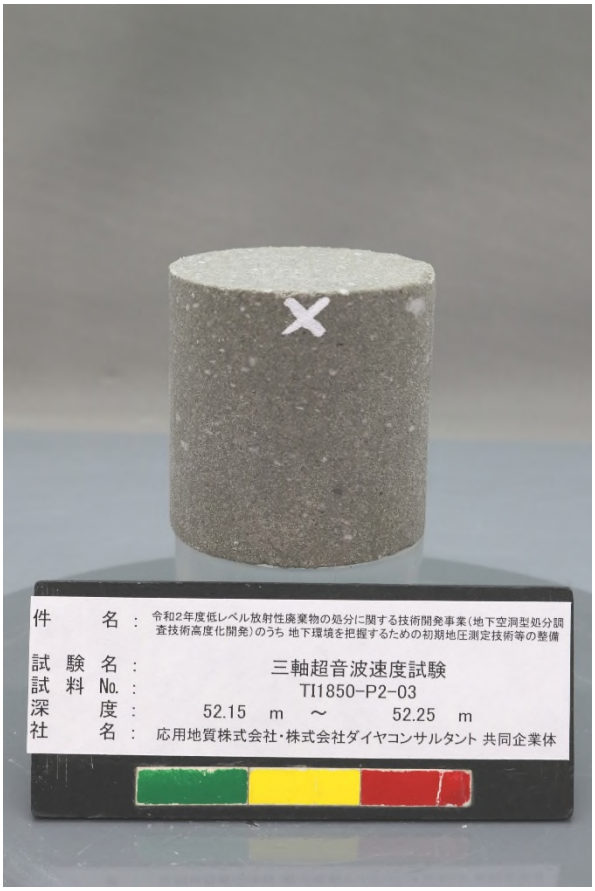




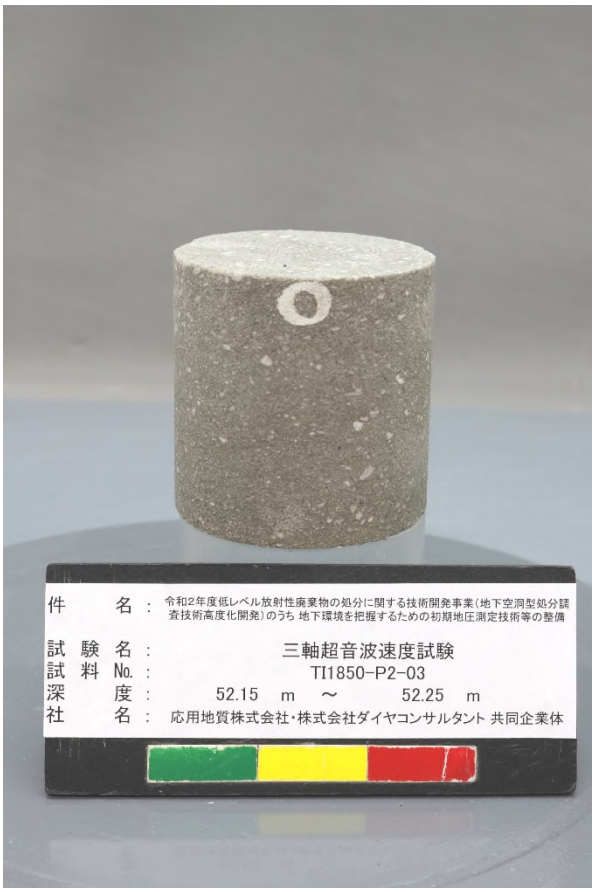
試験後

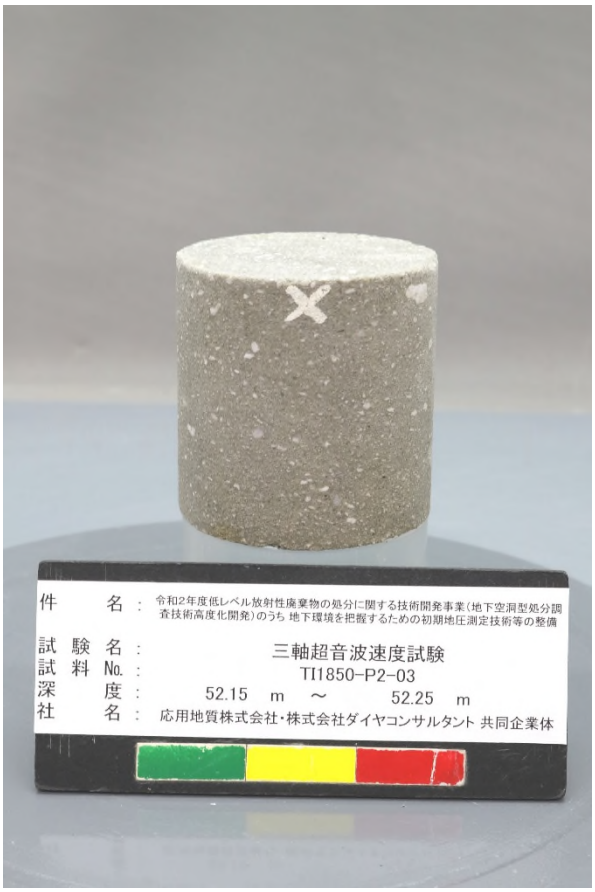
三軸超音波速度測定　供試体写真





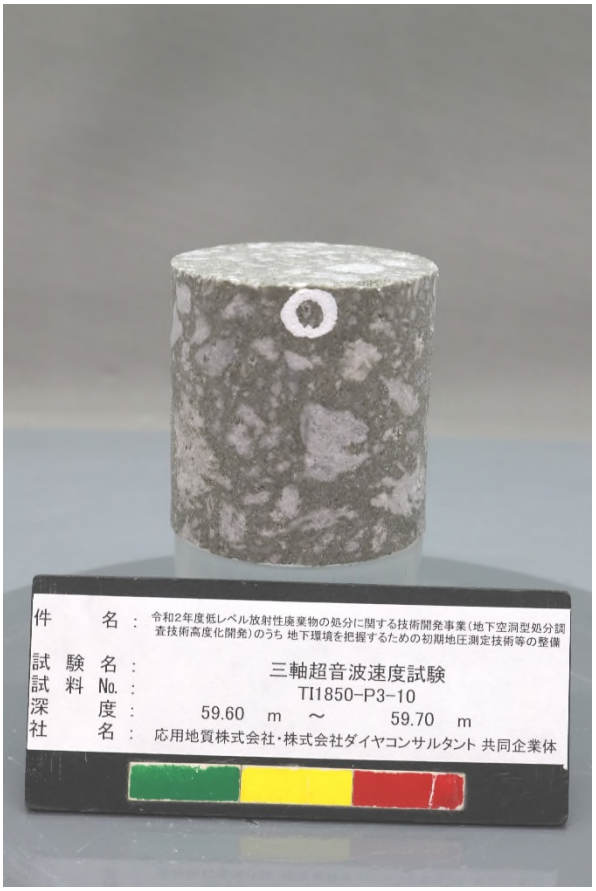
試験前

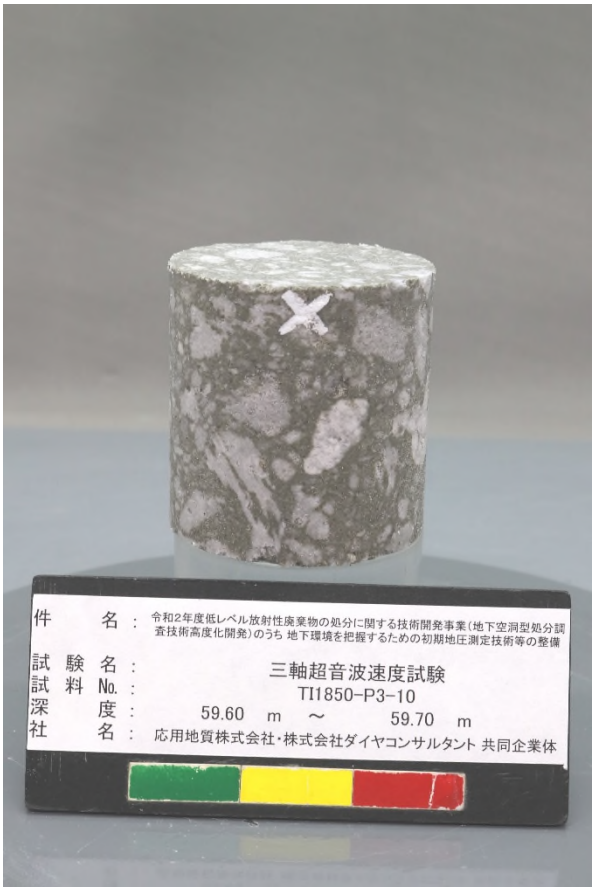




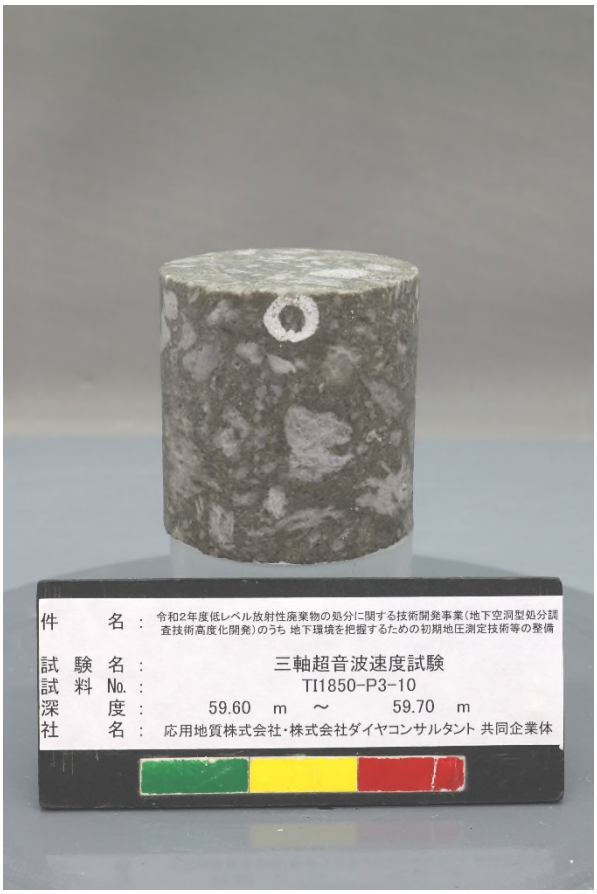
試験後

三軸超音波速度測定　供試体写真



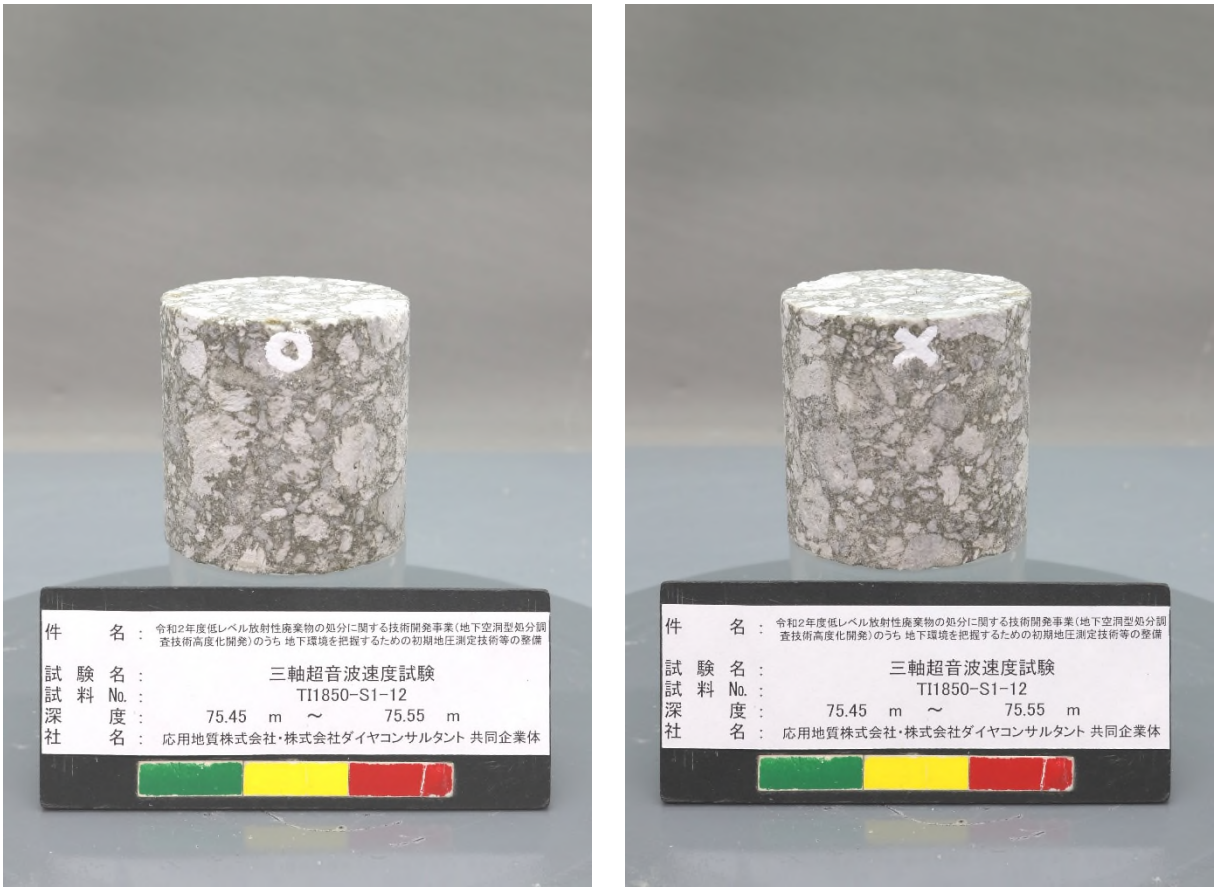


試験前

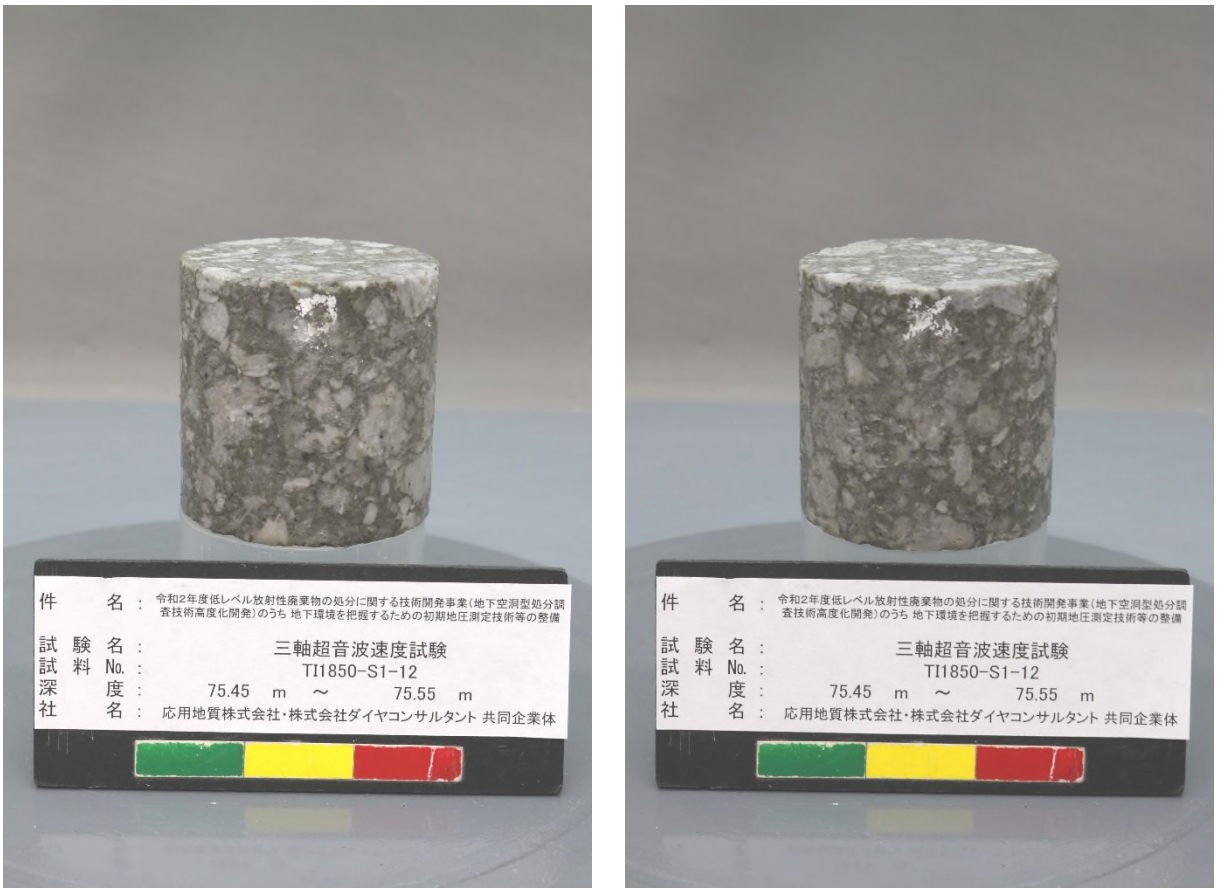


試験後

三軸超音波速度測定　供試体写真

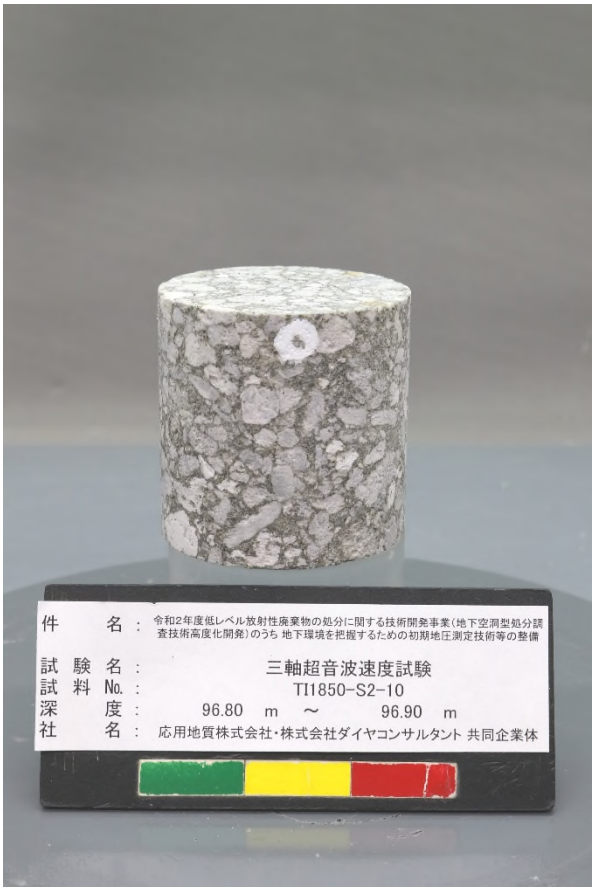


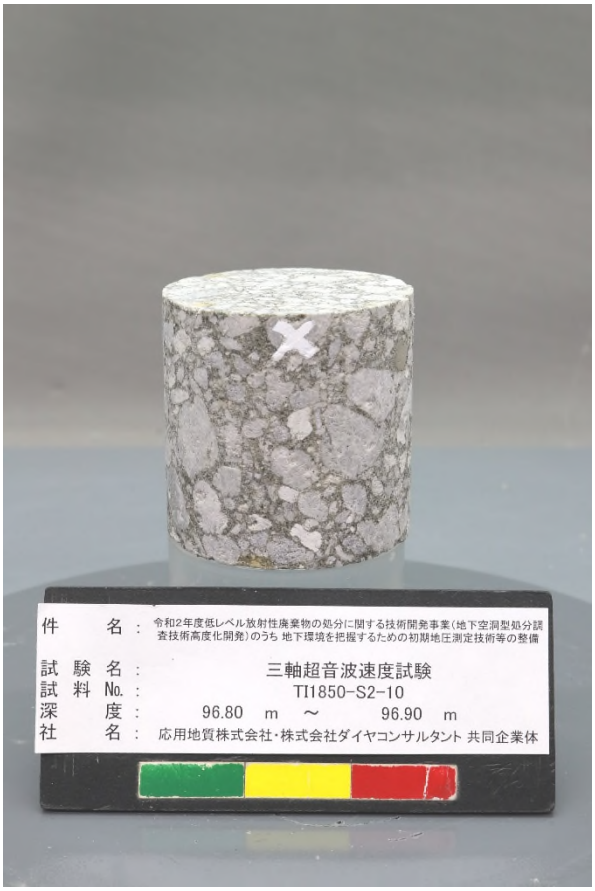
試験前



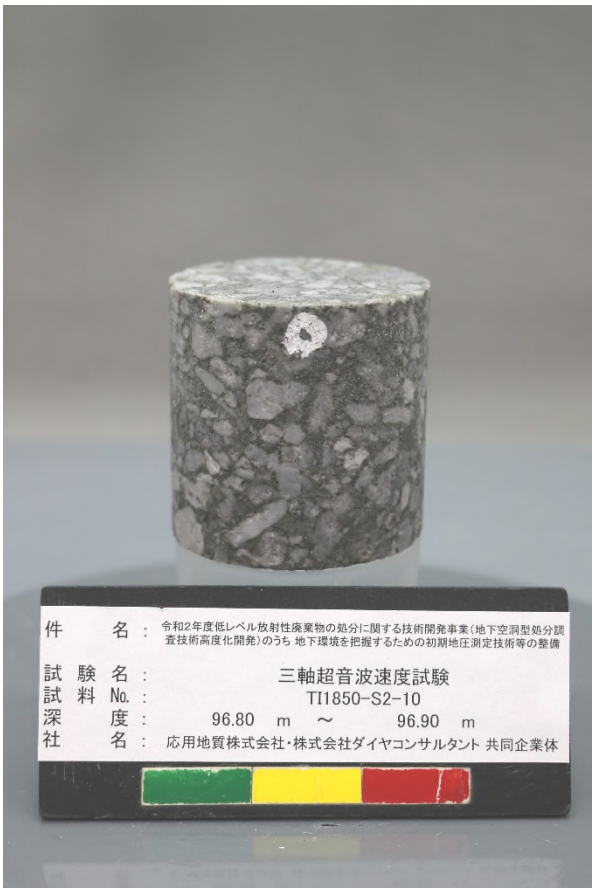
試験後

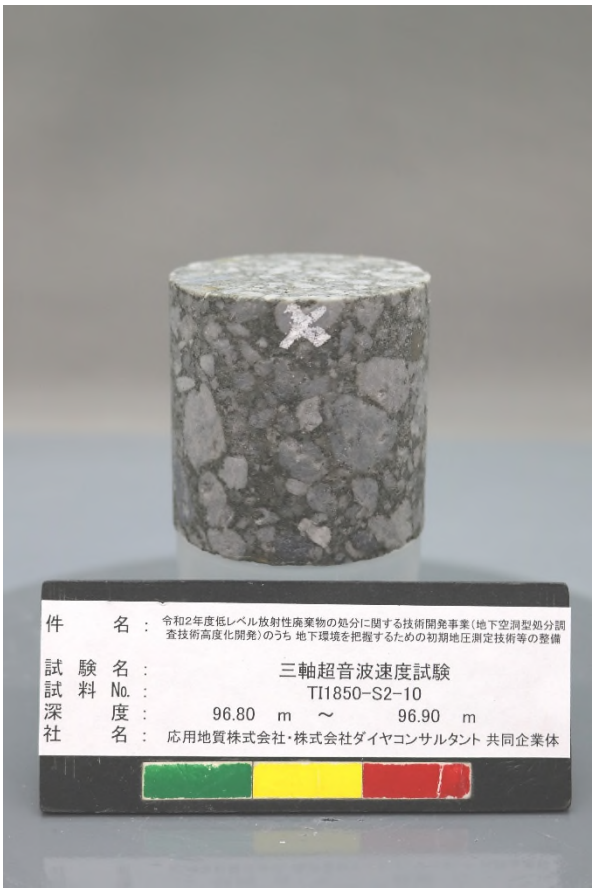
三軸超音波速度測定　供試体写真





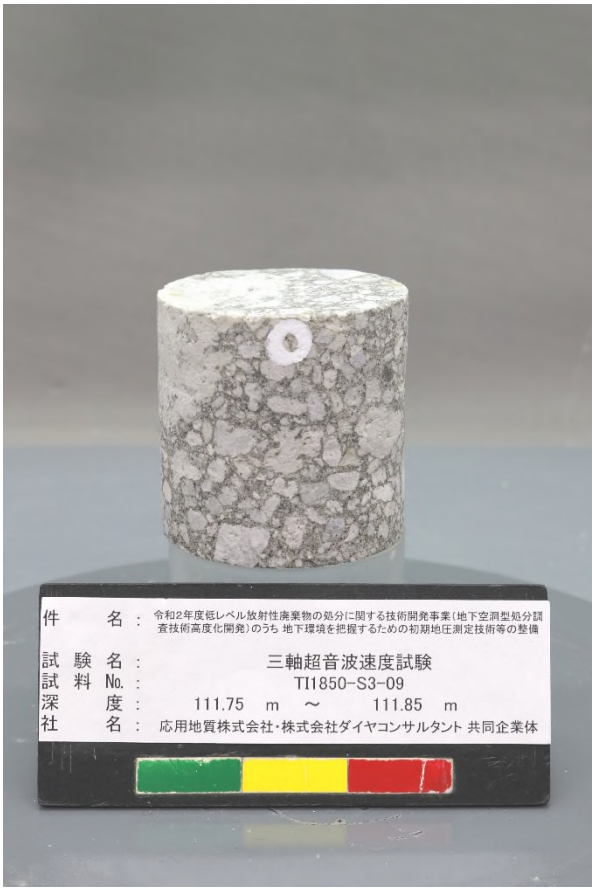
試験前

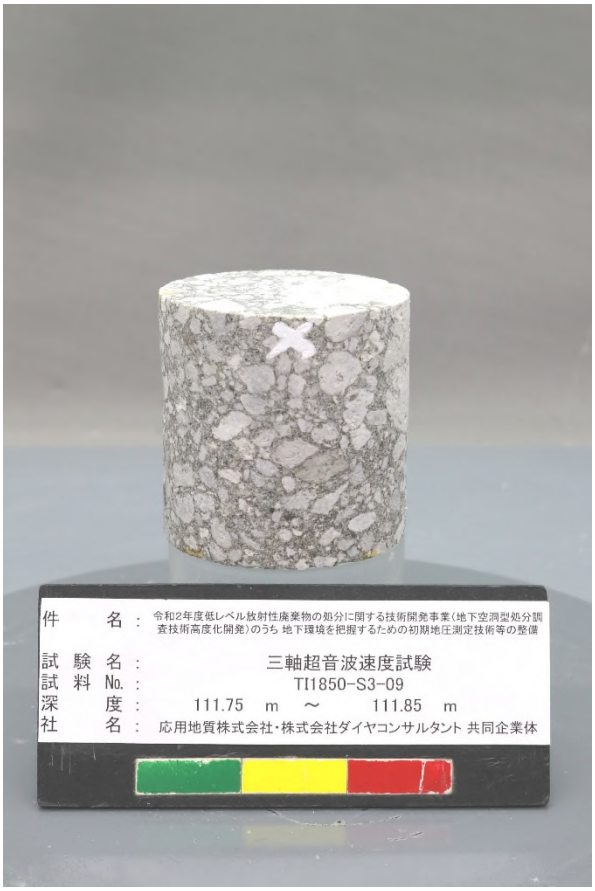




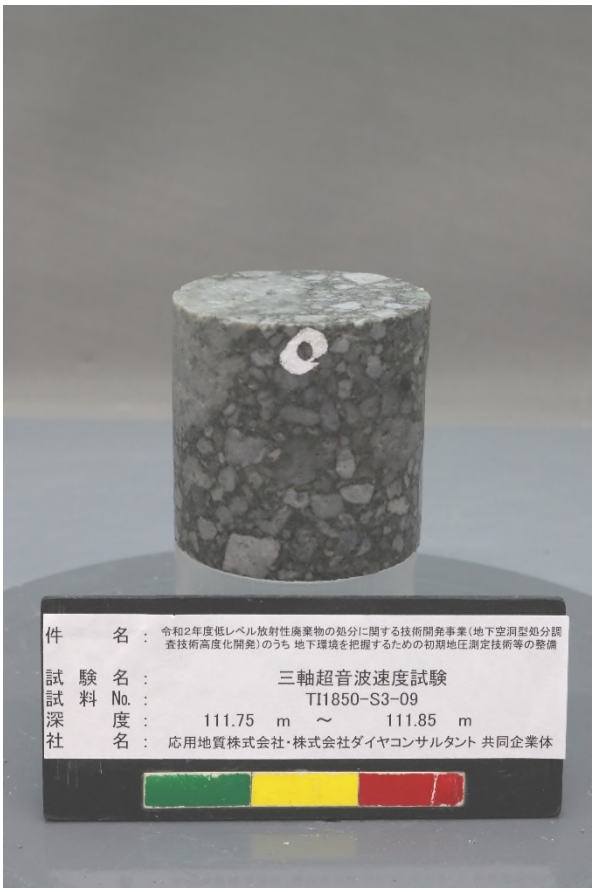
試験後

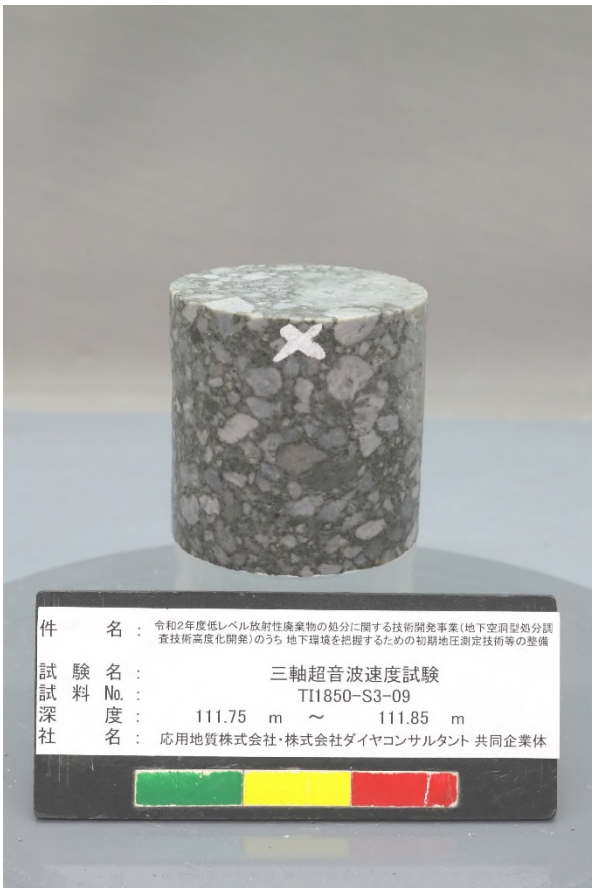
三軸超音波速度測定　供試体写真





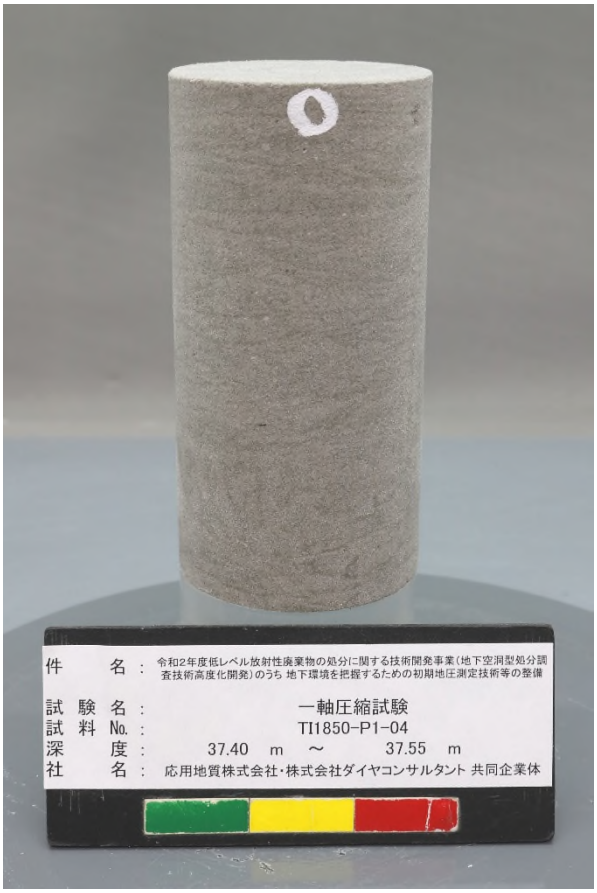
試験前

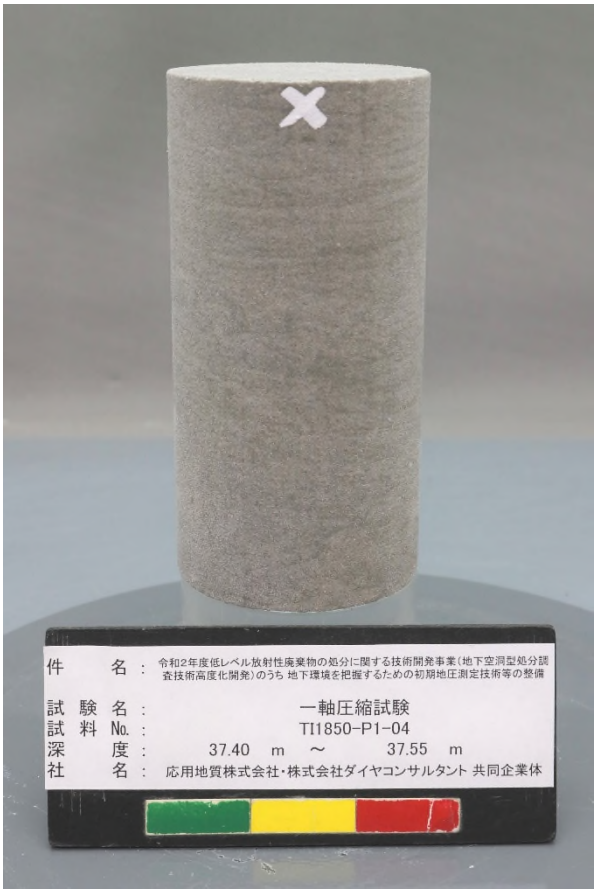




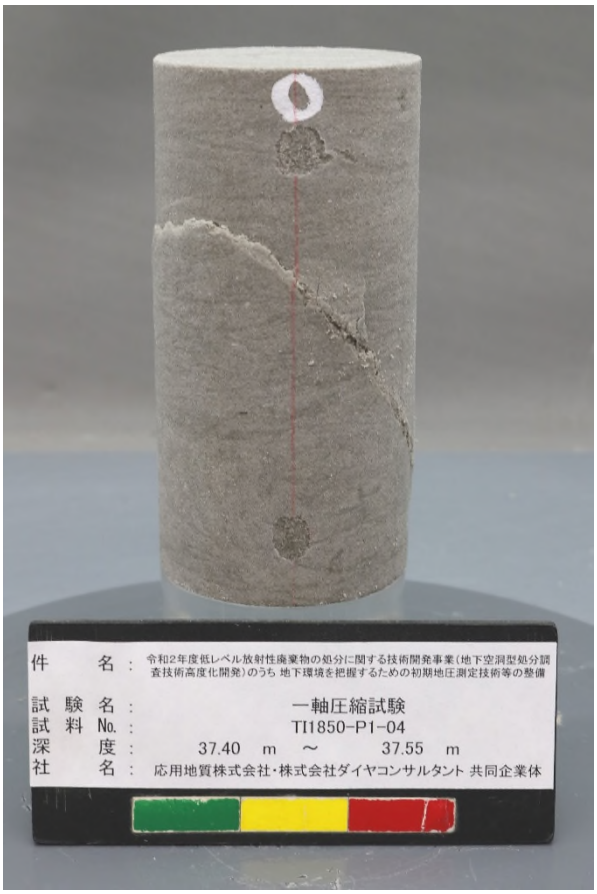
試験後

一軸圧縮試験　供試体写真



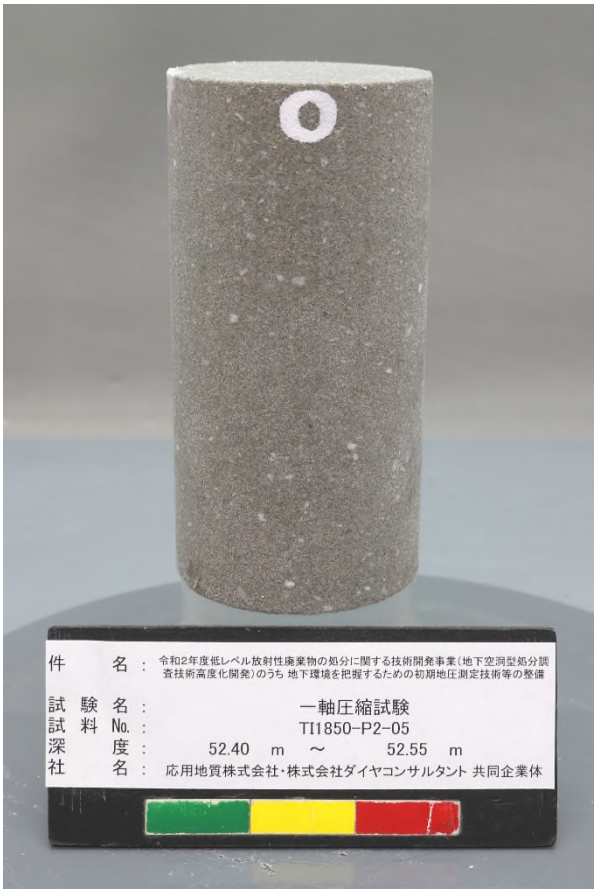


試験前

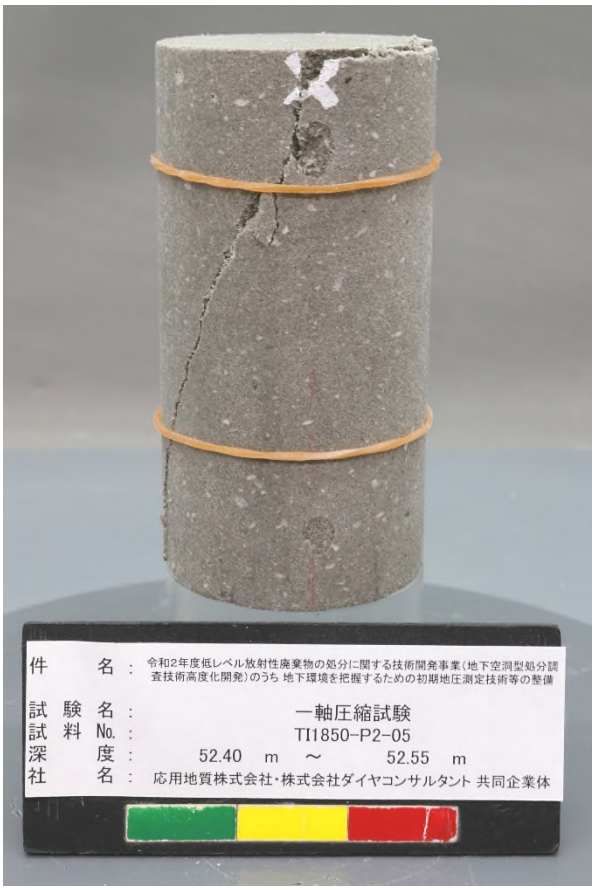


試験後

一軸圧縮試験　供試体写真

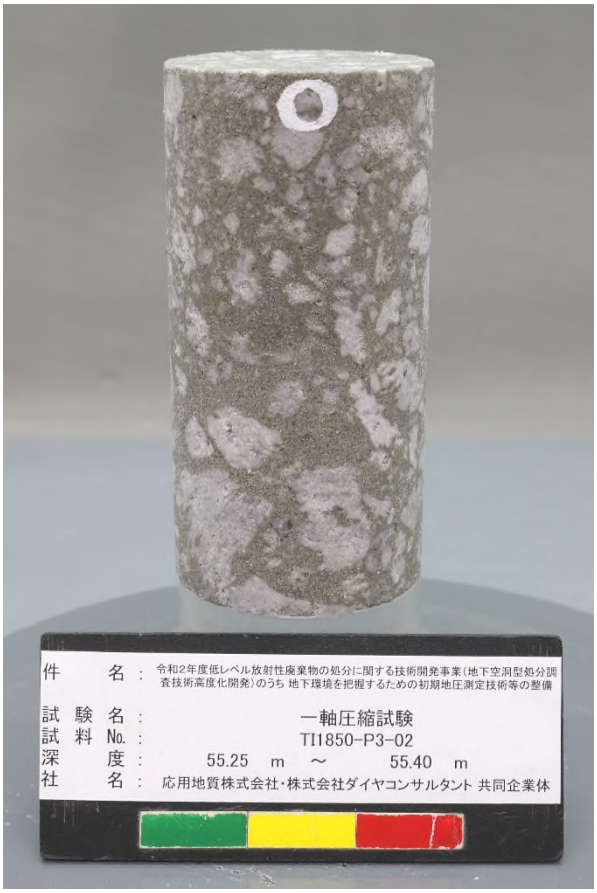


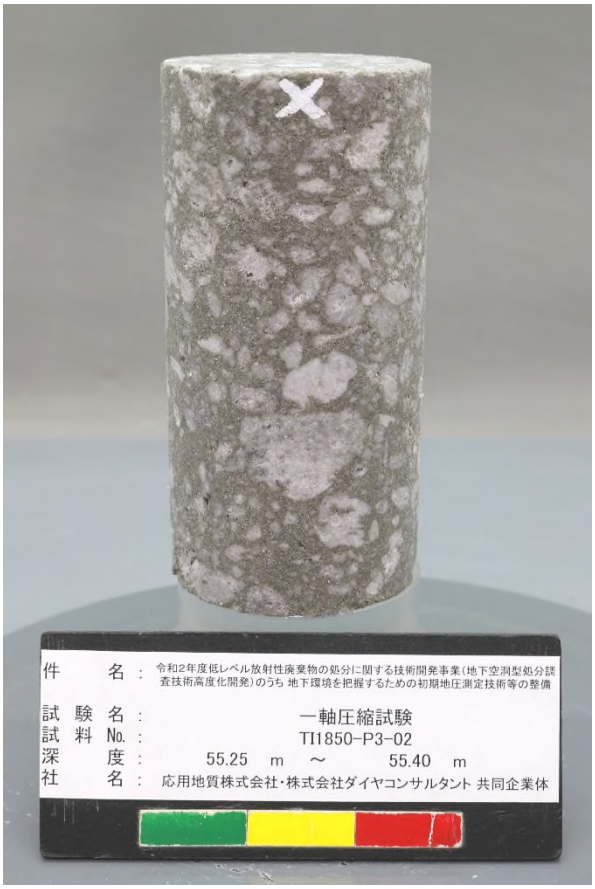
試験前



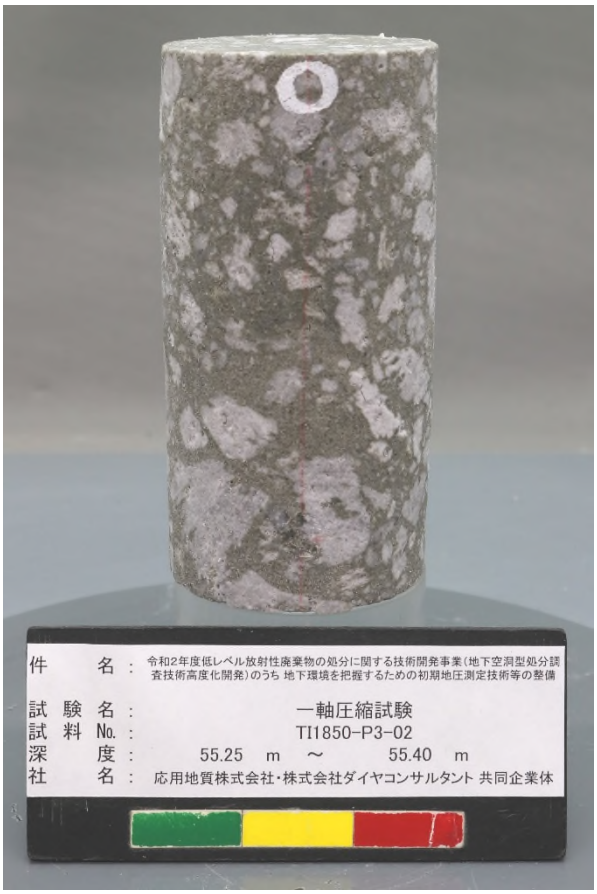
試験後

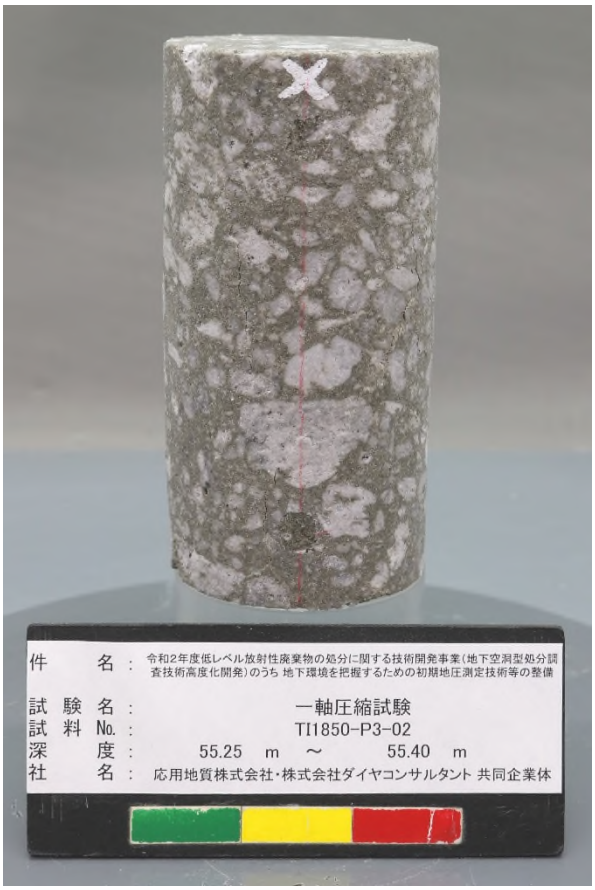
一軸圧縮試験　供試体写真





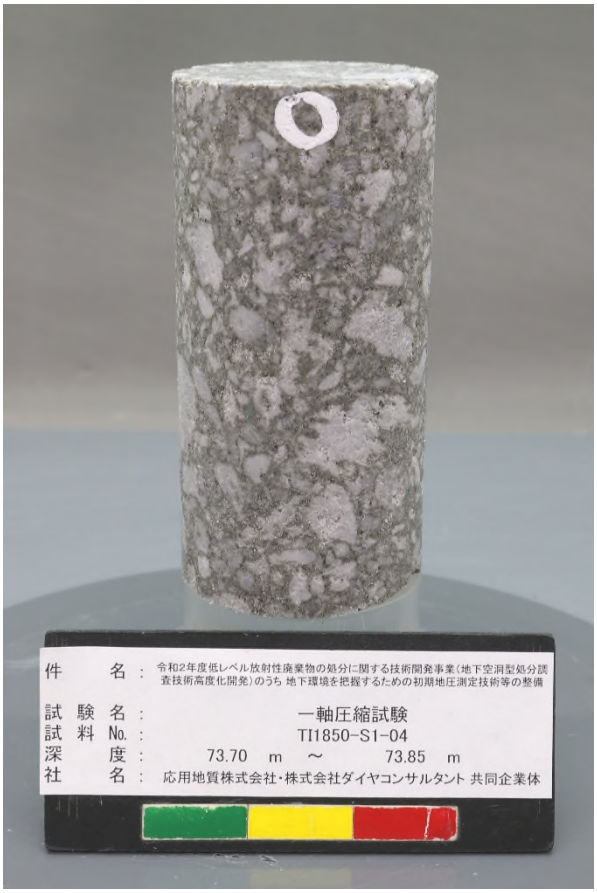
試験前

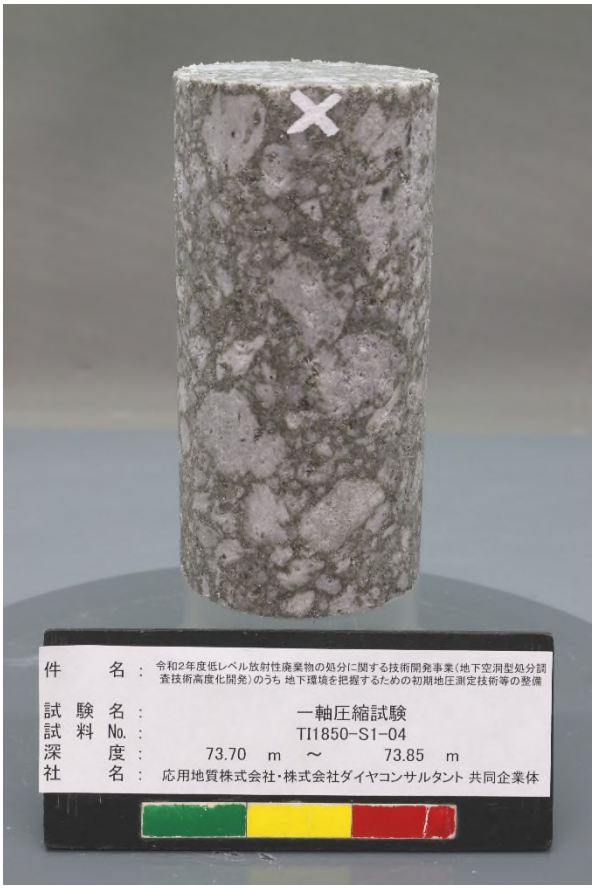




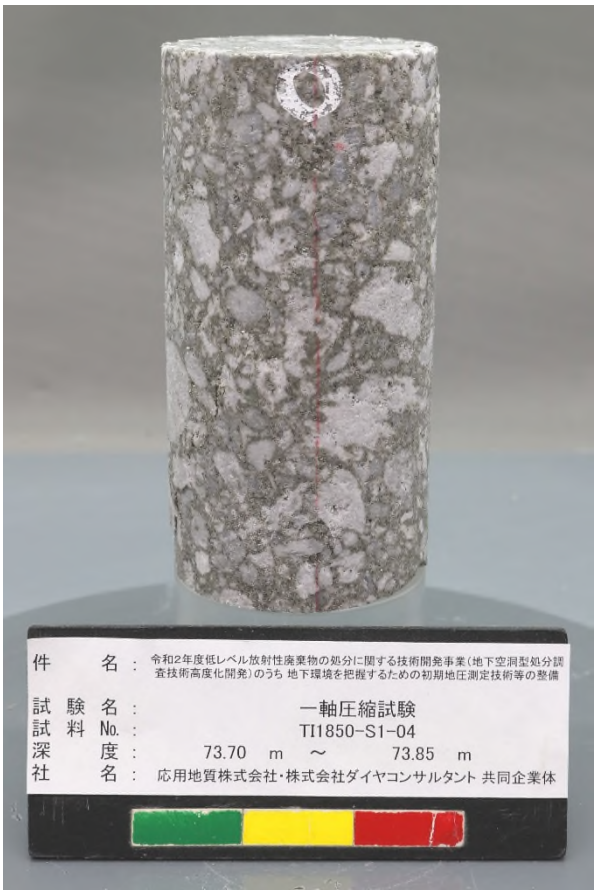
試験後

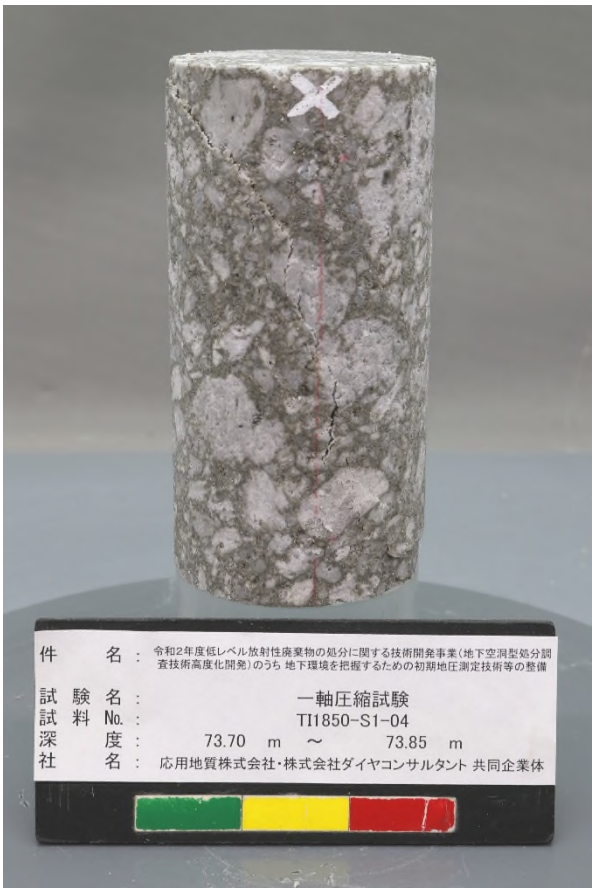
一軸圧縮試験　供試体写真





試験前

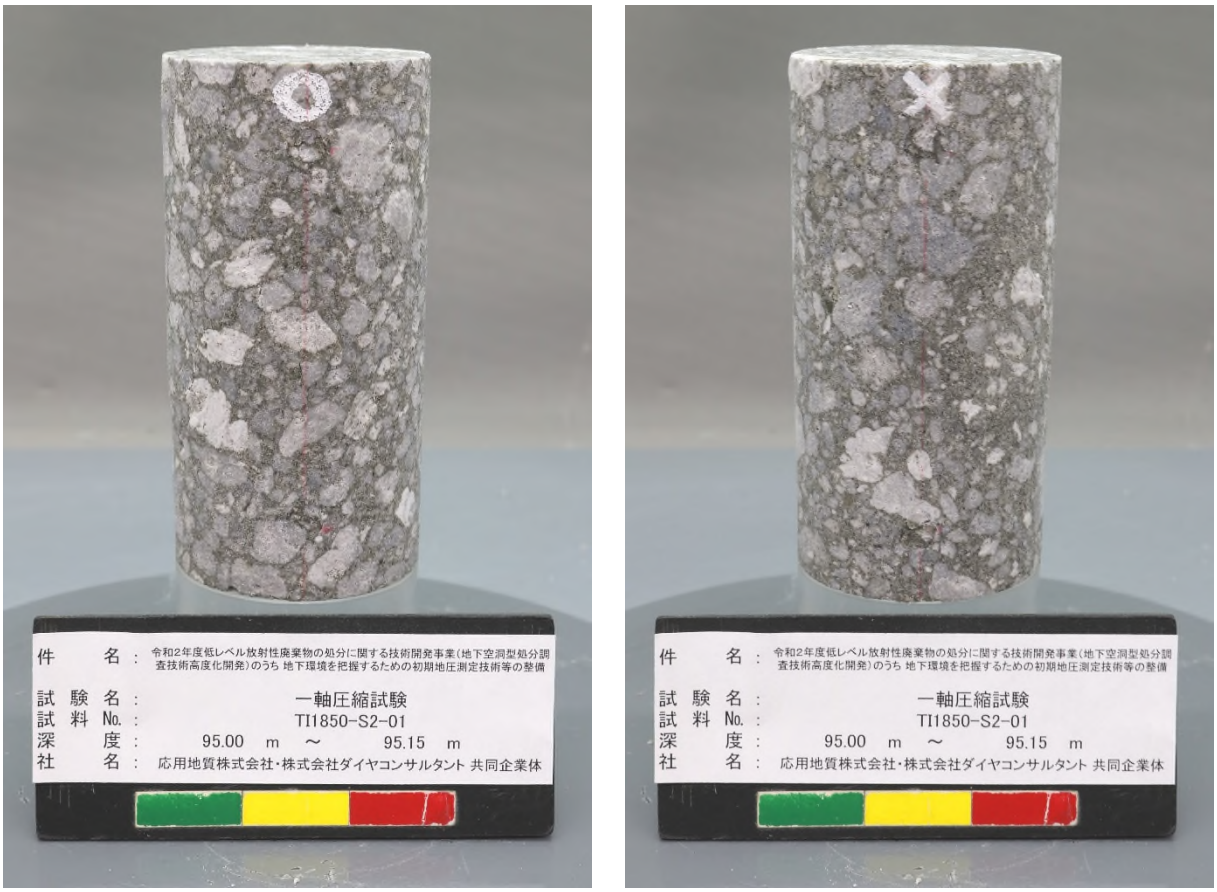




試験後

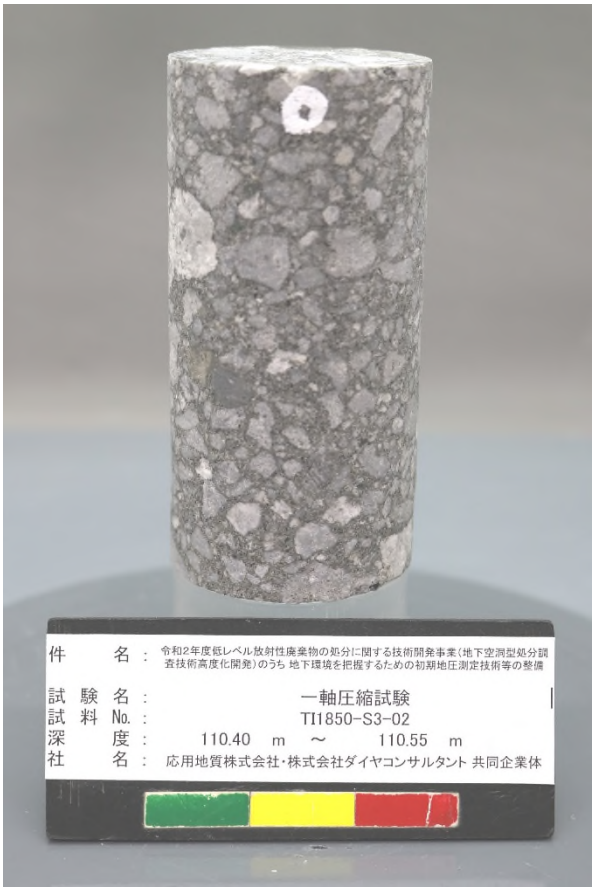
一軸圧縮試験　供試体写真

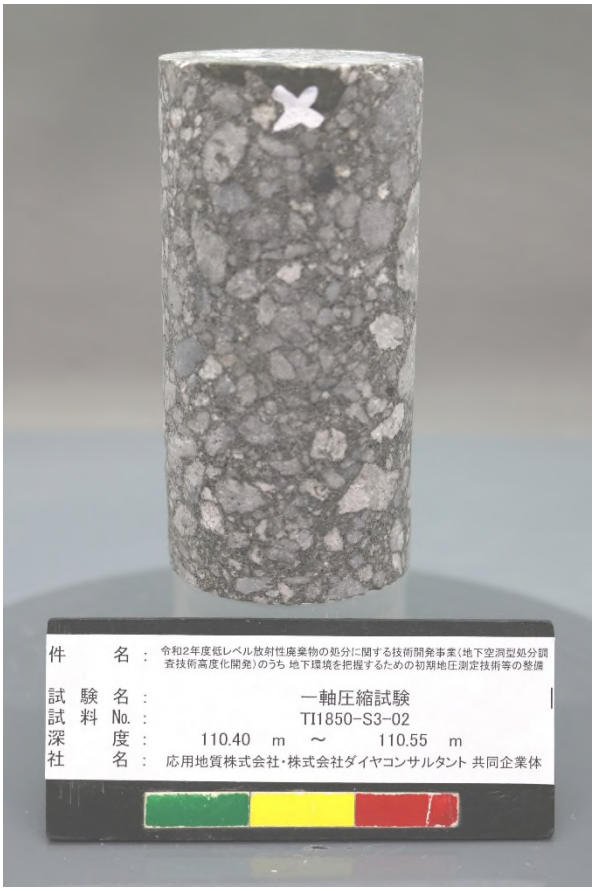
試験前



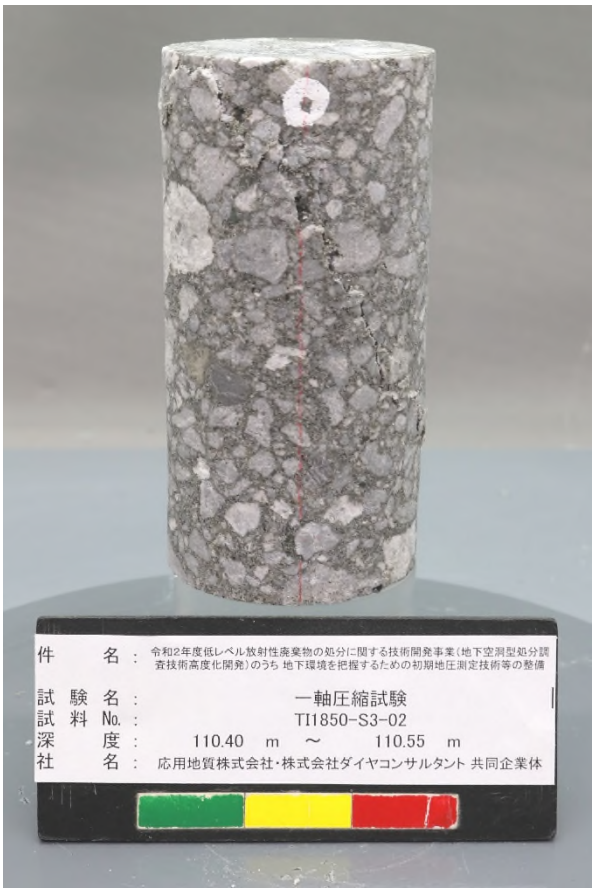
試験後

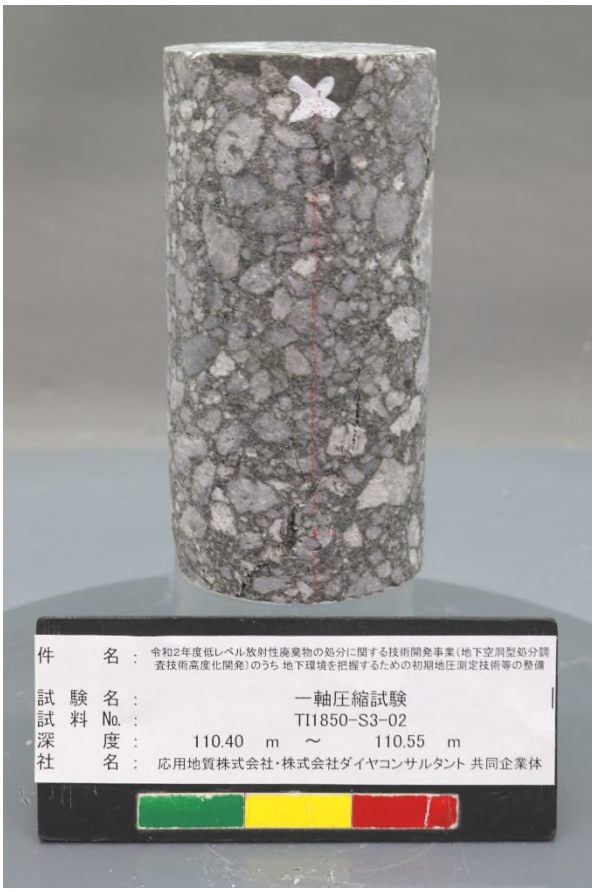
一軸圧縮試験　供試体写真





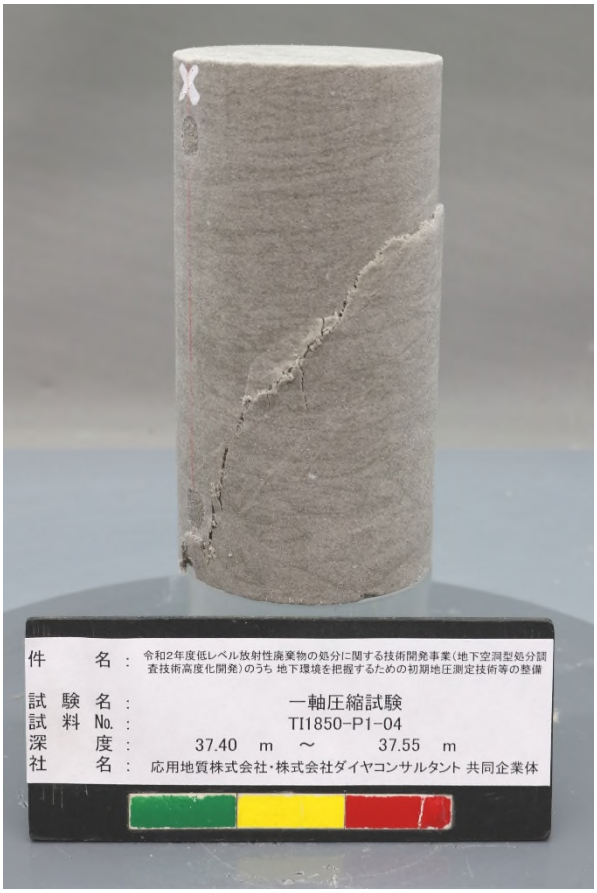
試験前

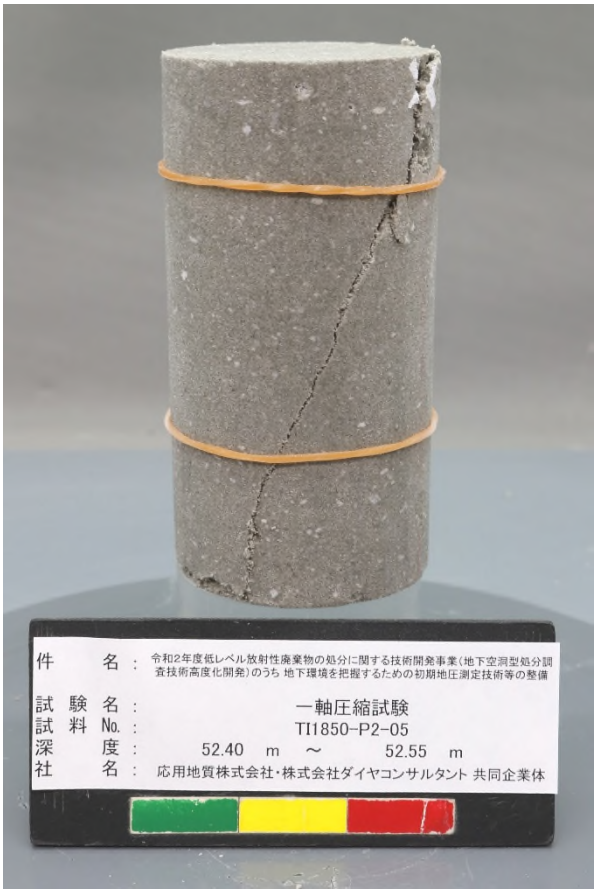


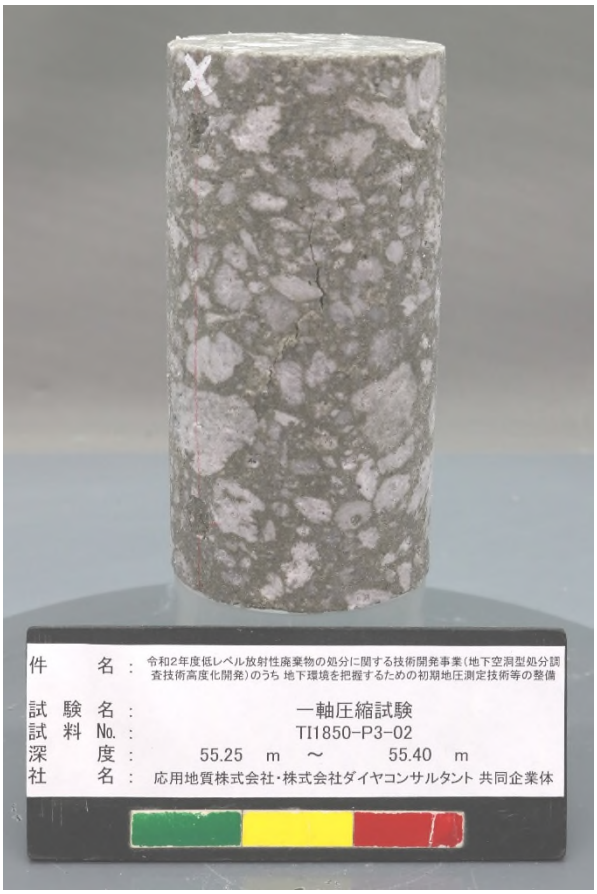


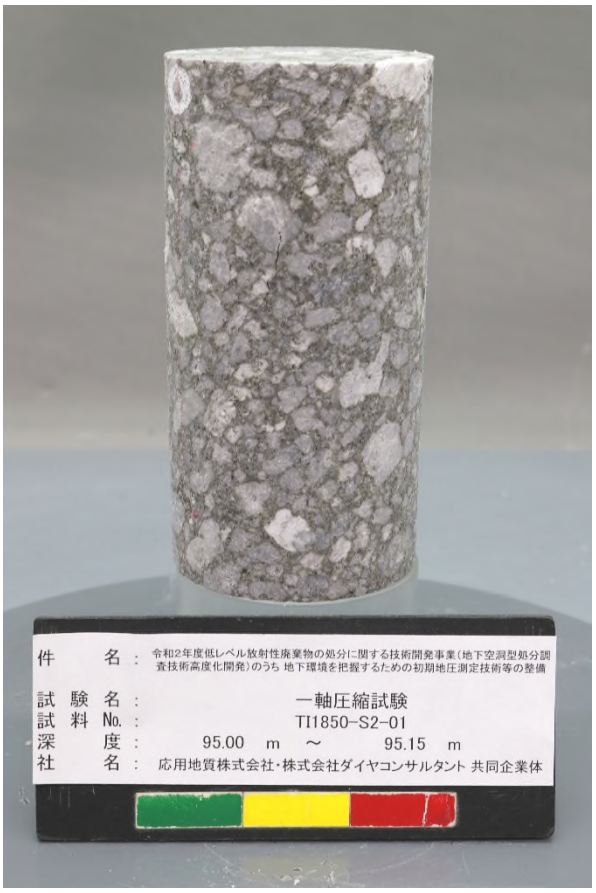
試験後

一軸圧縮試験　供試体写真



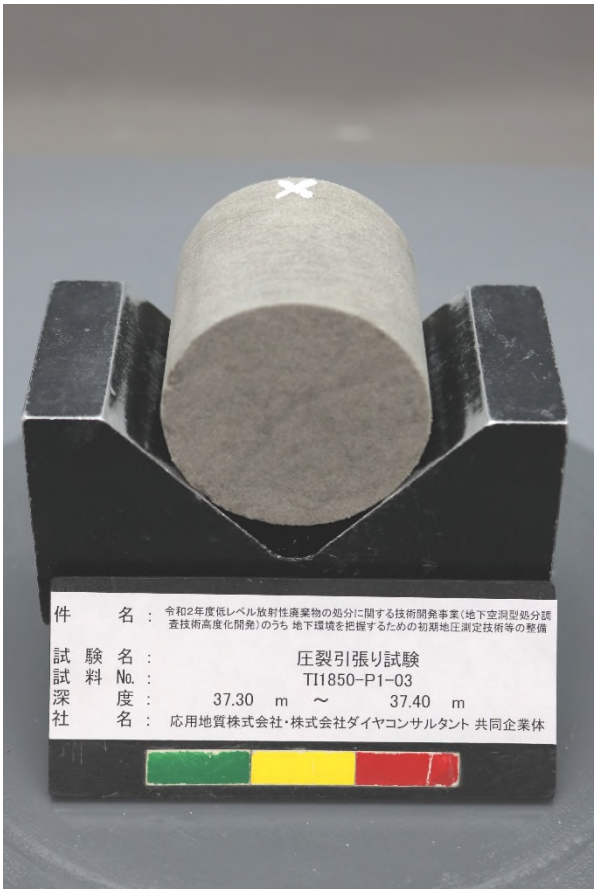




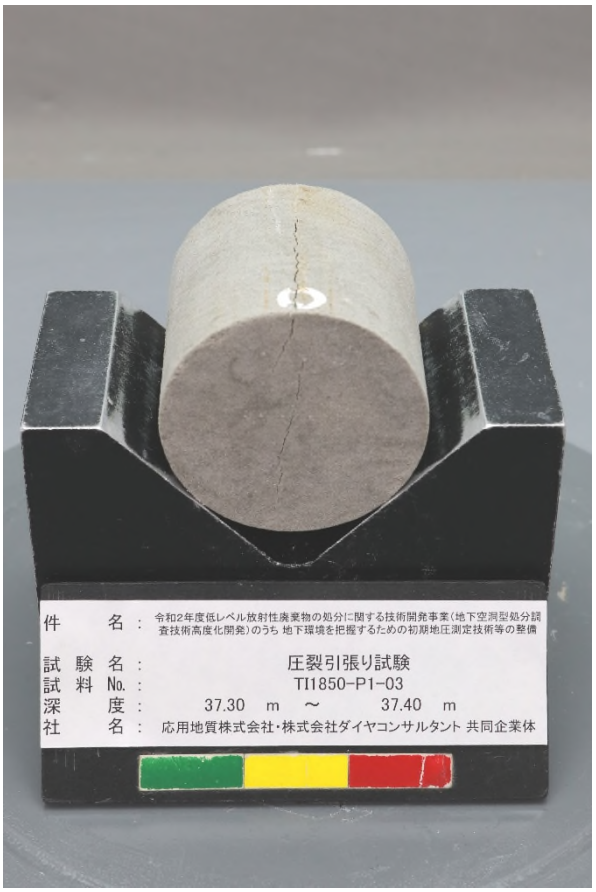


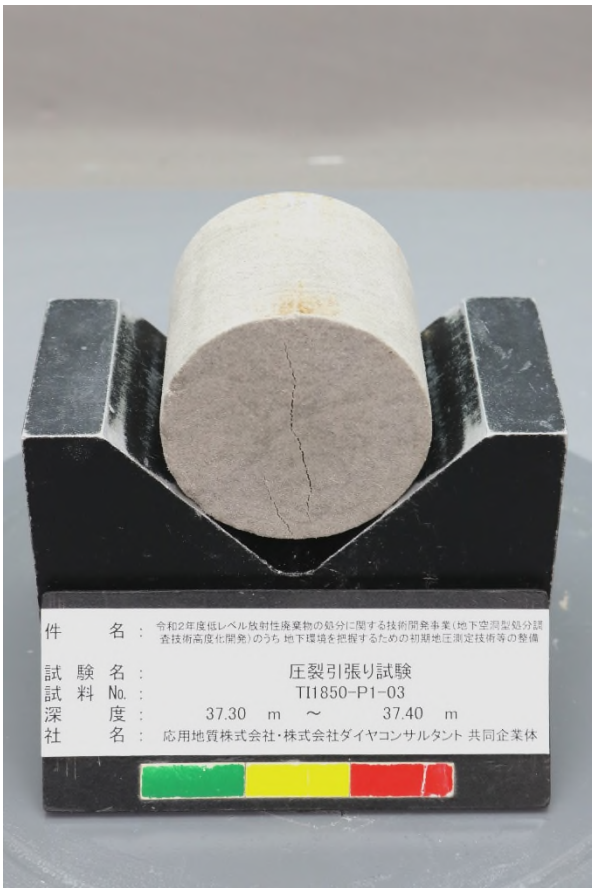
供試体の破壊状況（破壊状況が分かりやすい方向から撮影）

圧裂試験　供試体写真



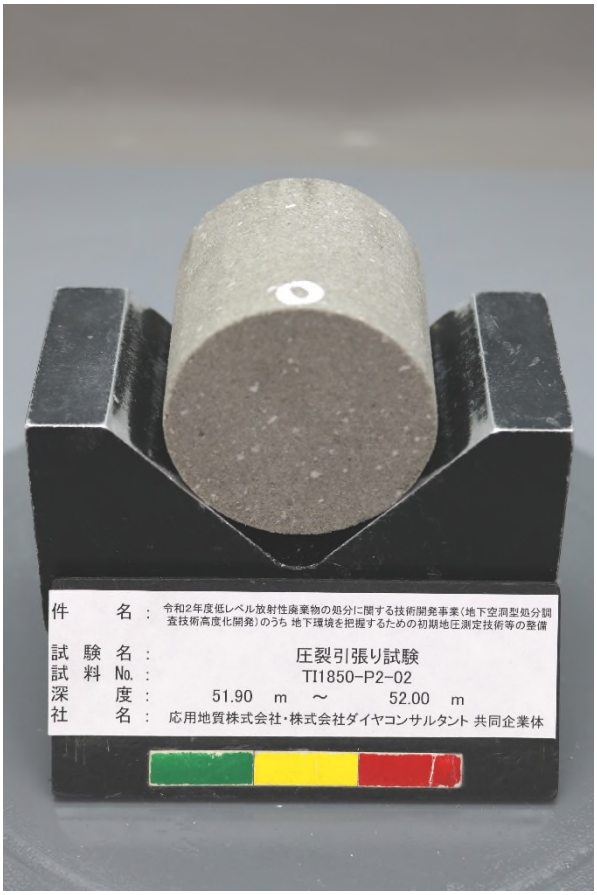
試験前

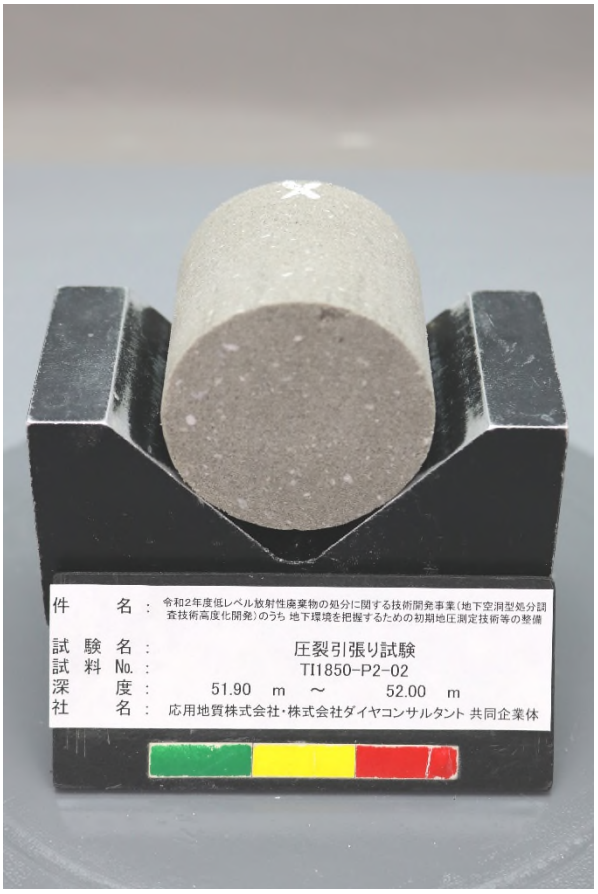




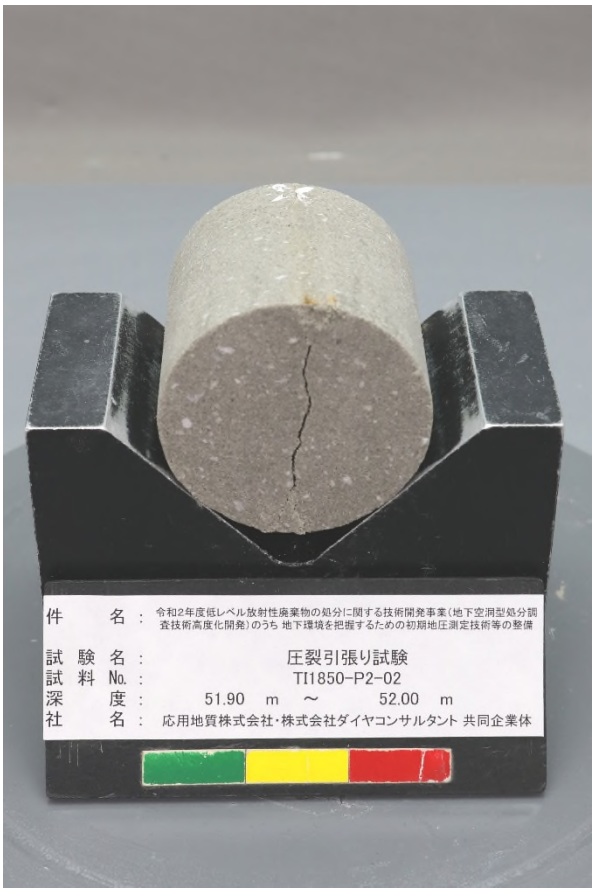
試験後

圧裂試験　供試体写真



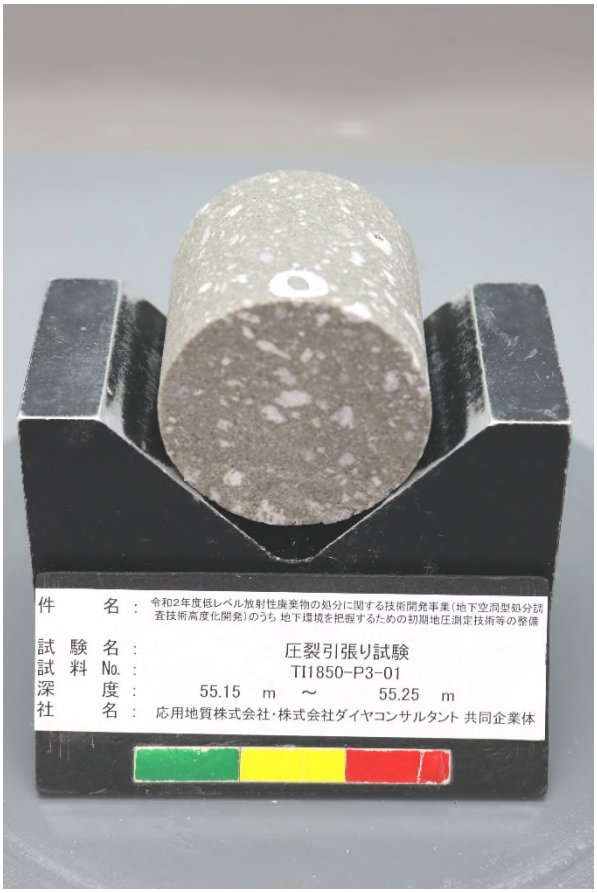


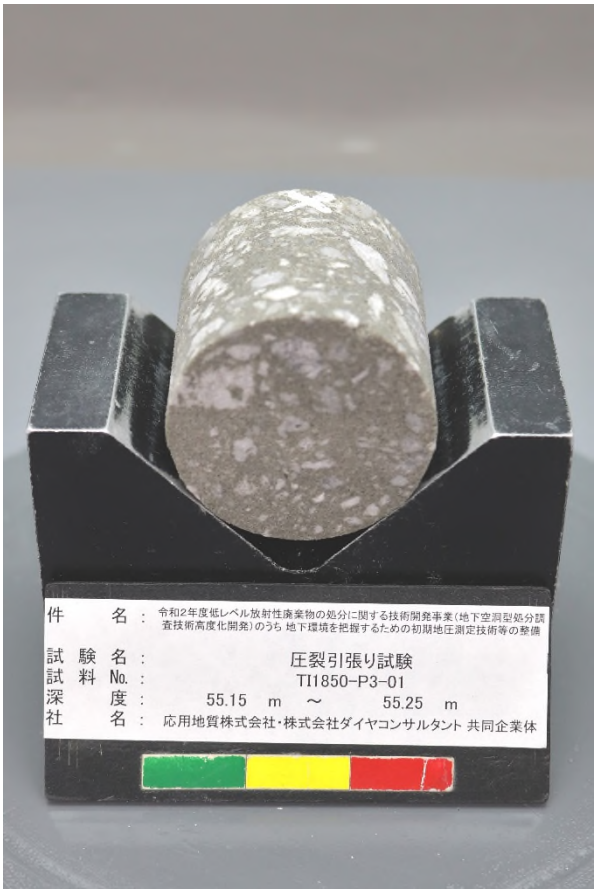
試験前



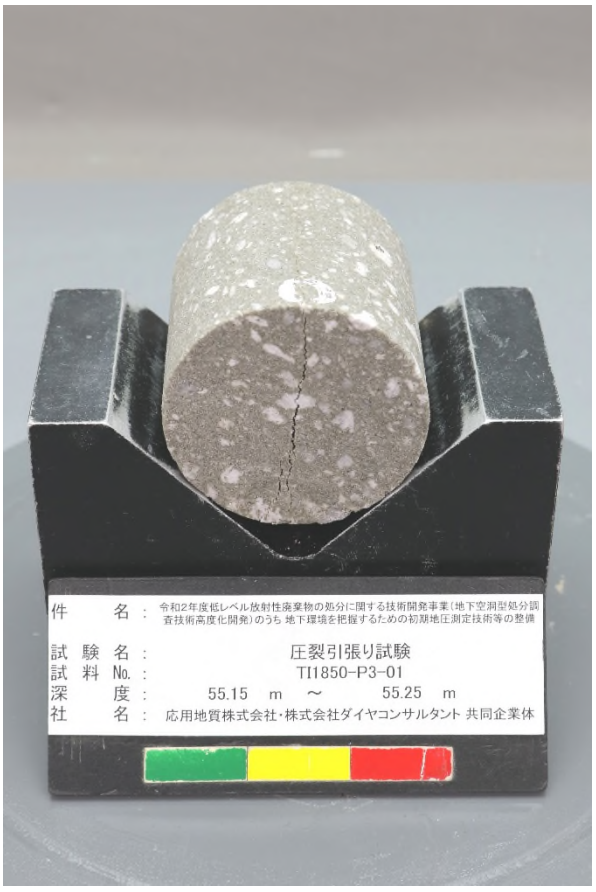
試験後

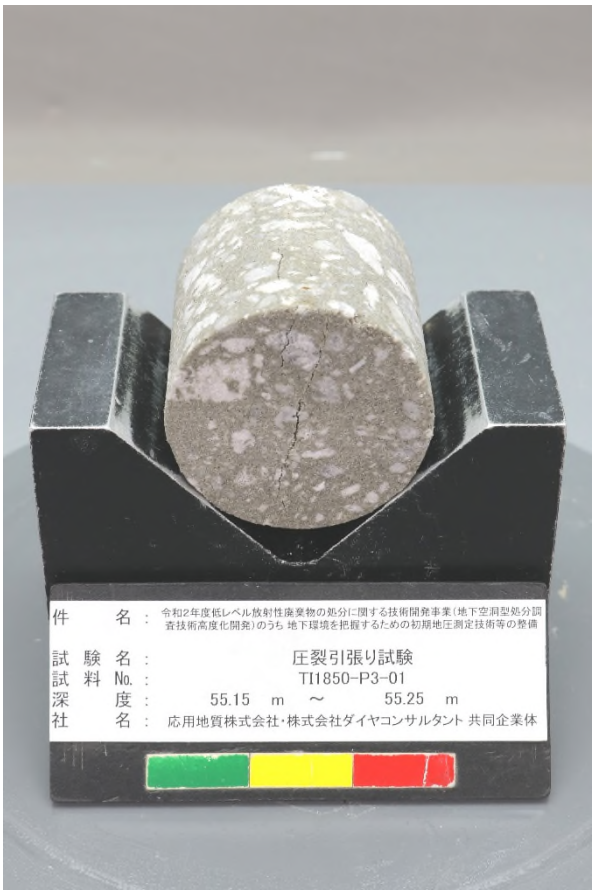
圧裂試験　供試体写真





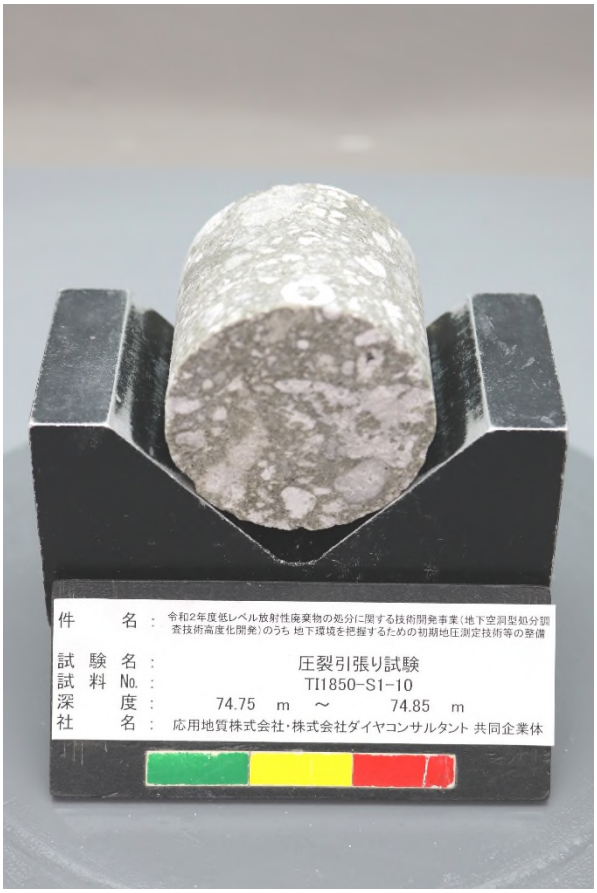
試験前

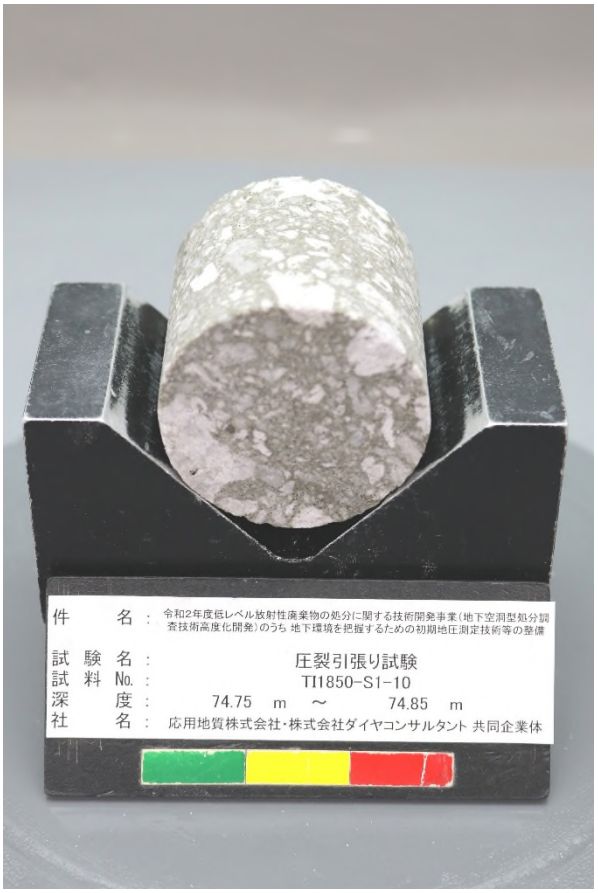




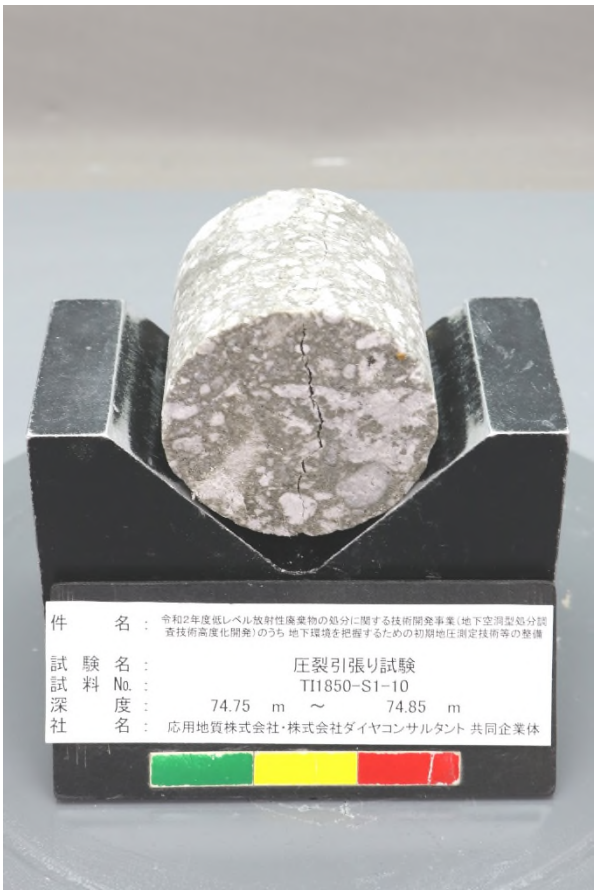
試験後

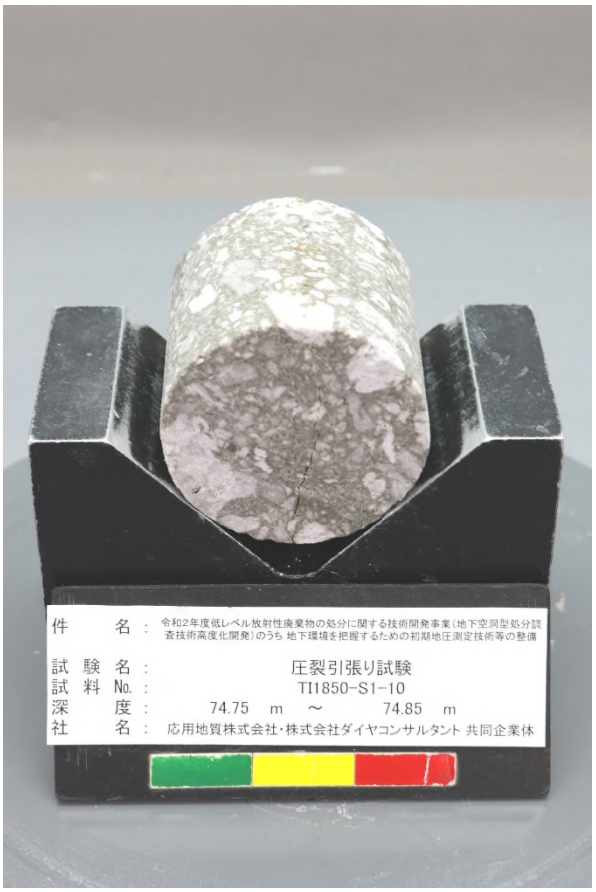
圧裂試験　供試体写真





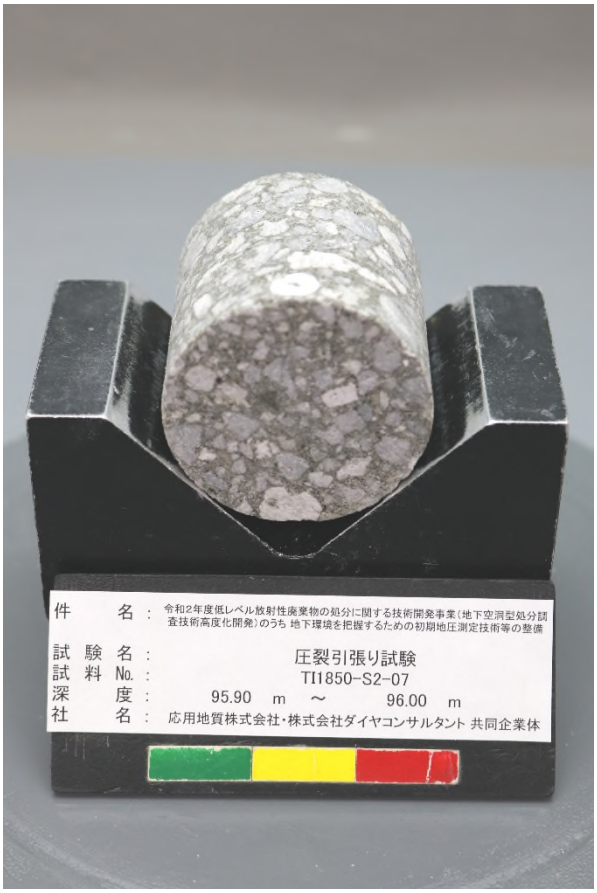
試験前



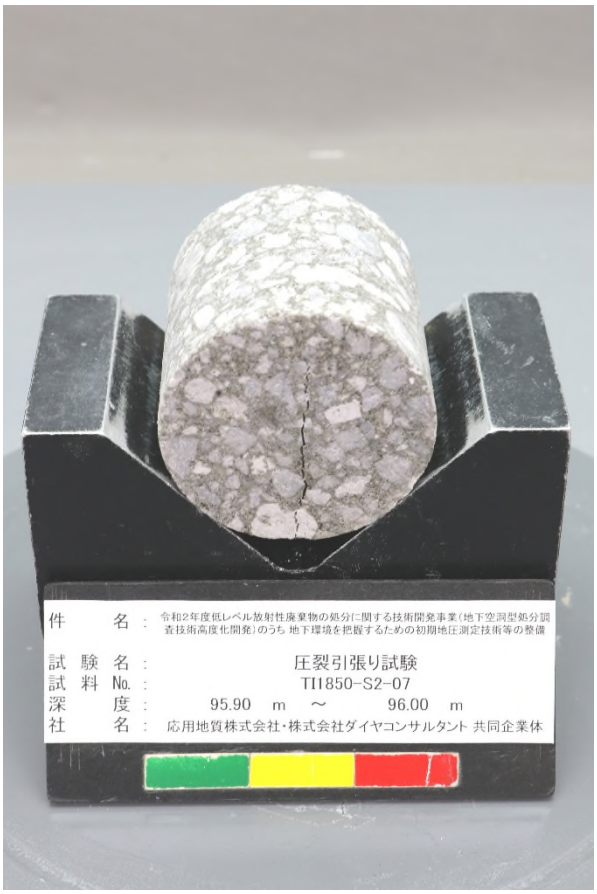


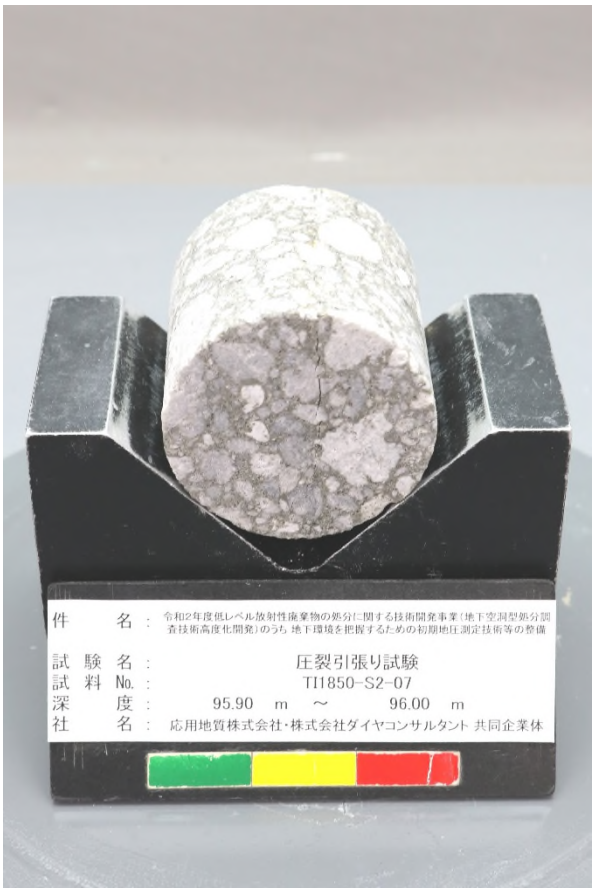
試験後

圧裂試験　供試体写真



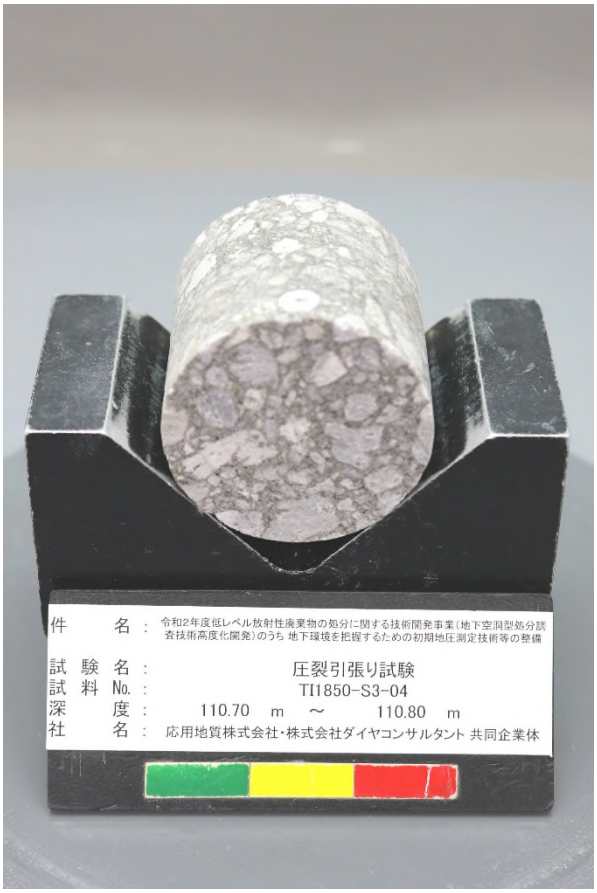
試験前

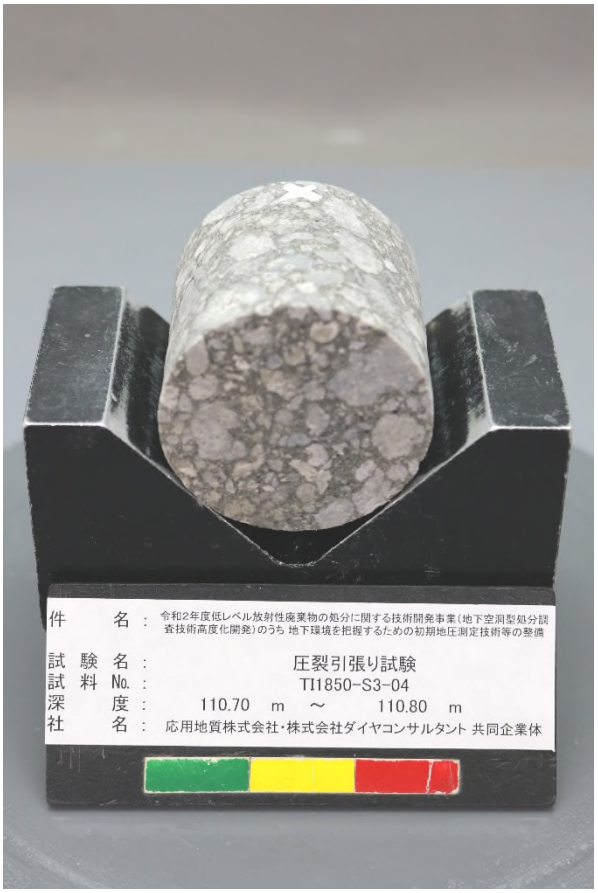




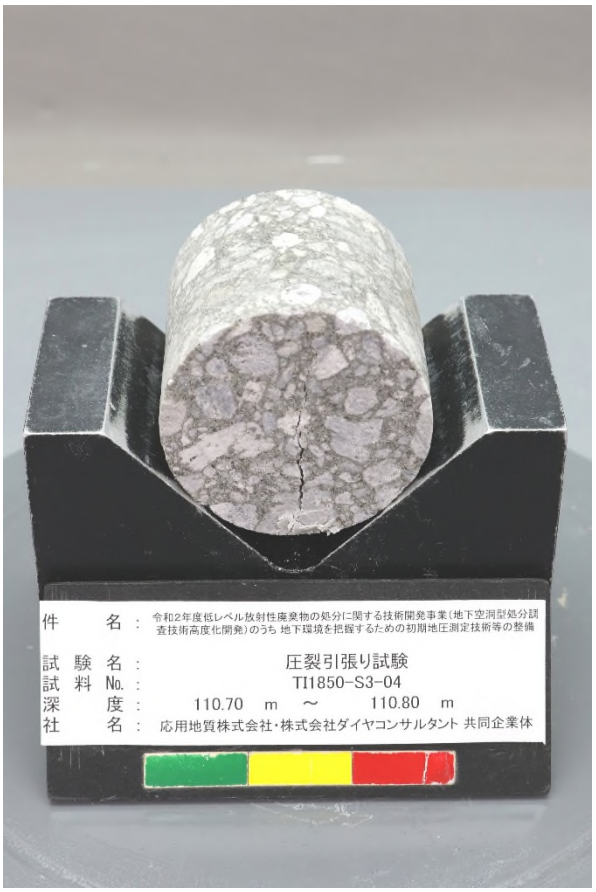
試験後

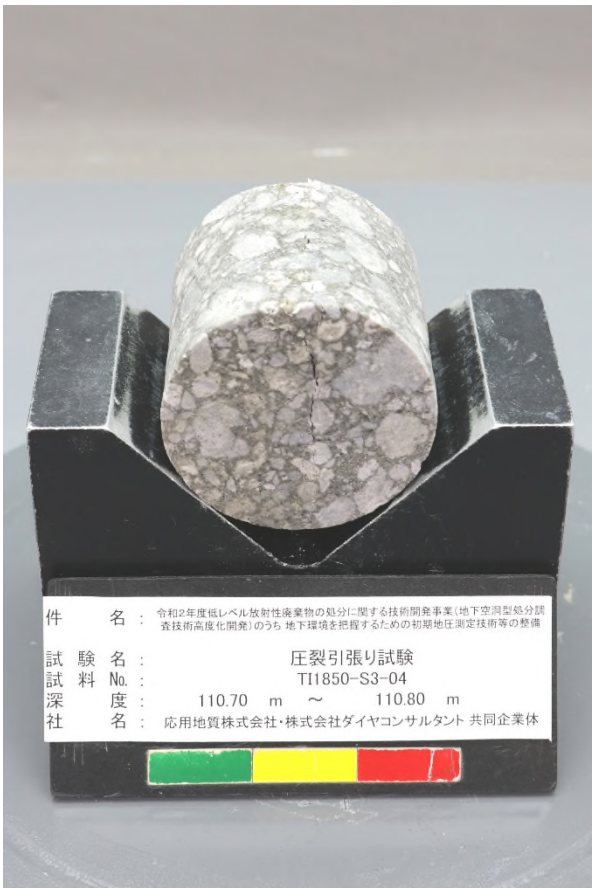
圧裂試験　供試体写真





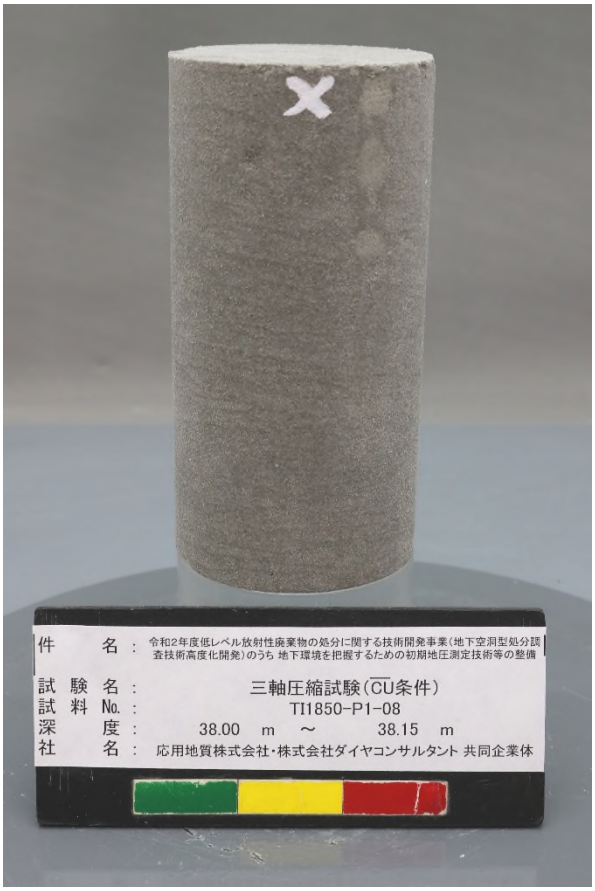
試験前



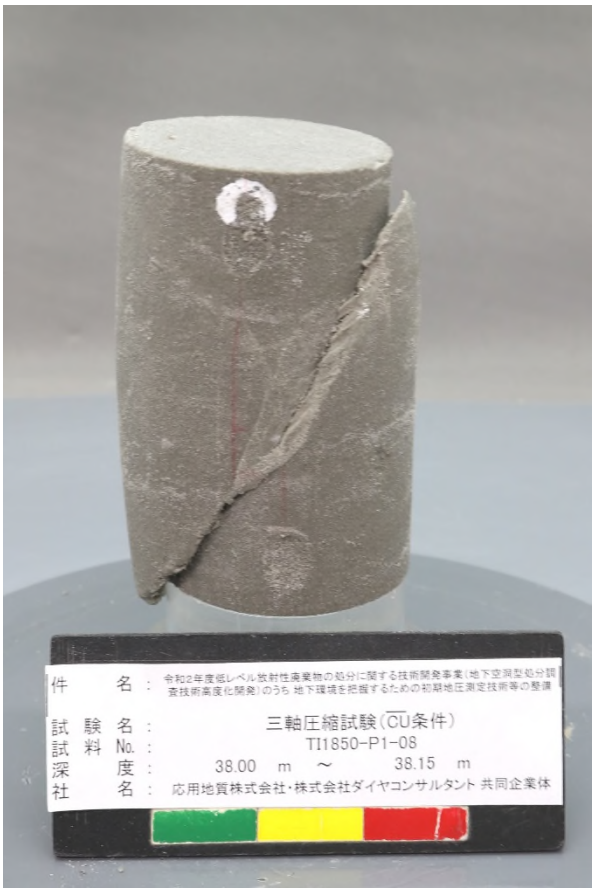


試験後

三軸圧縮試験　供試体写真



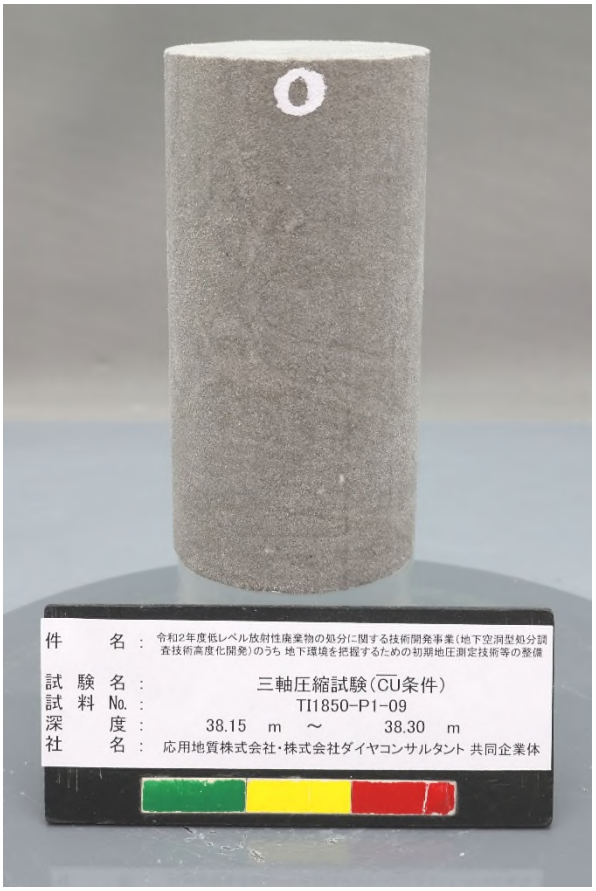
試験前

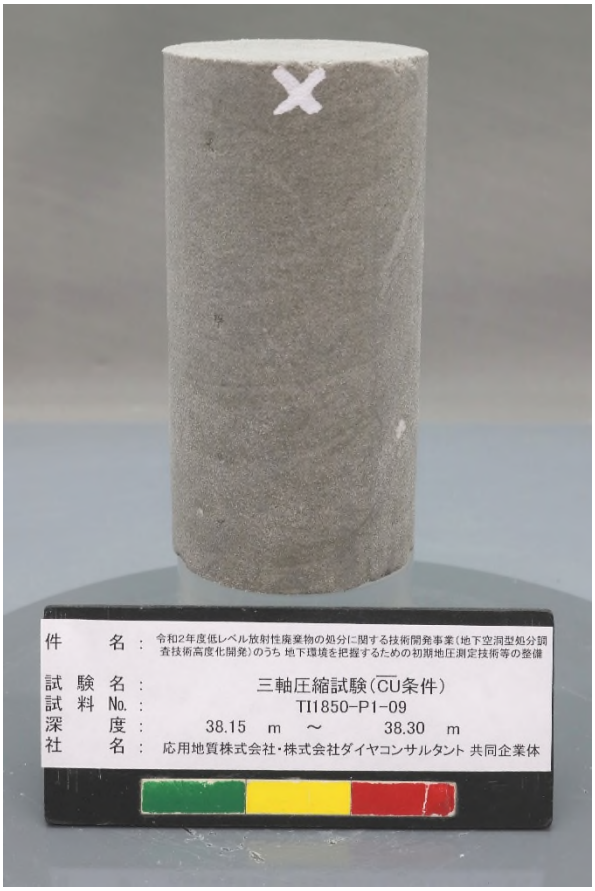


試験後

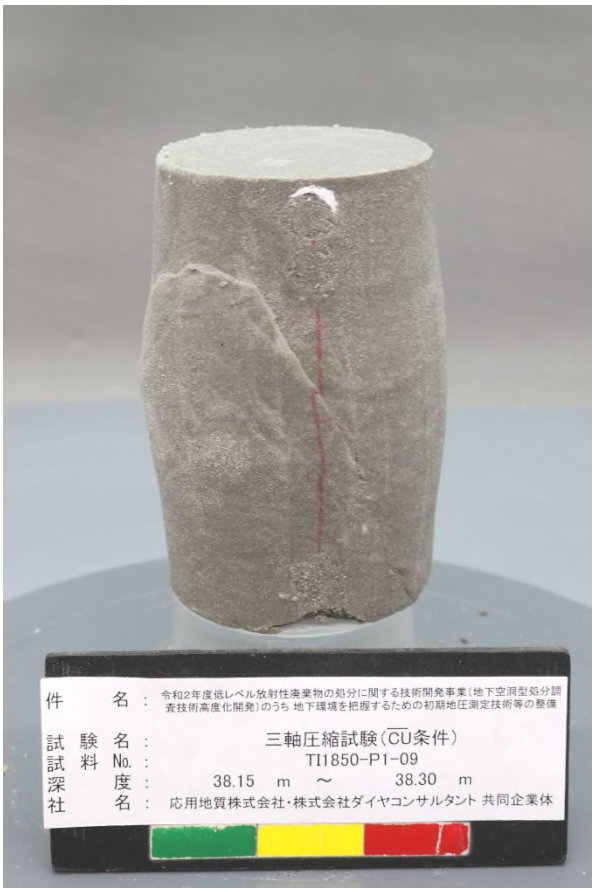
TI1850-P1　圧密応力 0.10MPa

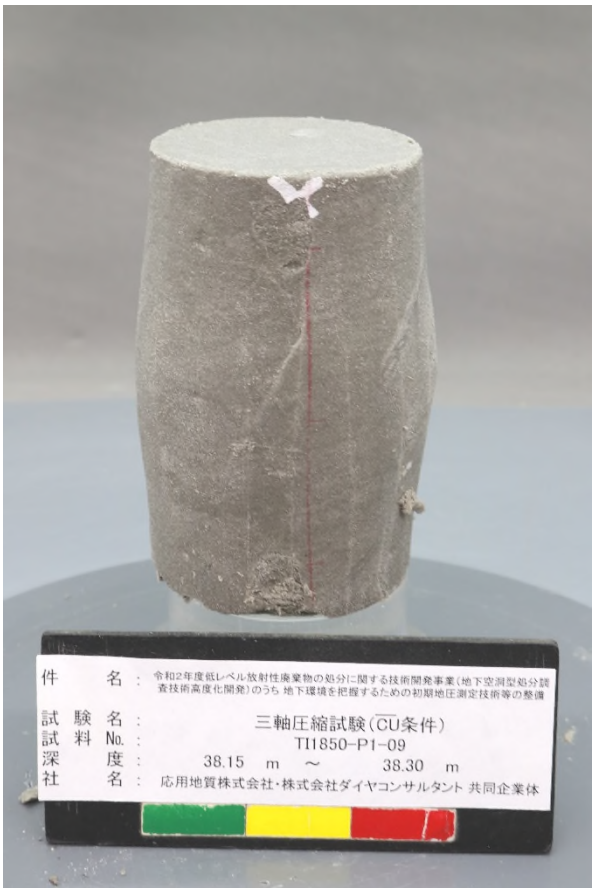
三軸圧縮試験　供試体写真





試験前

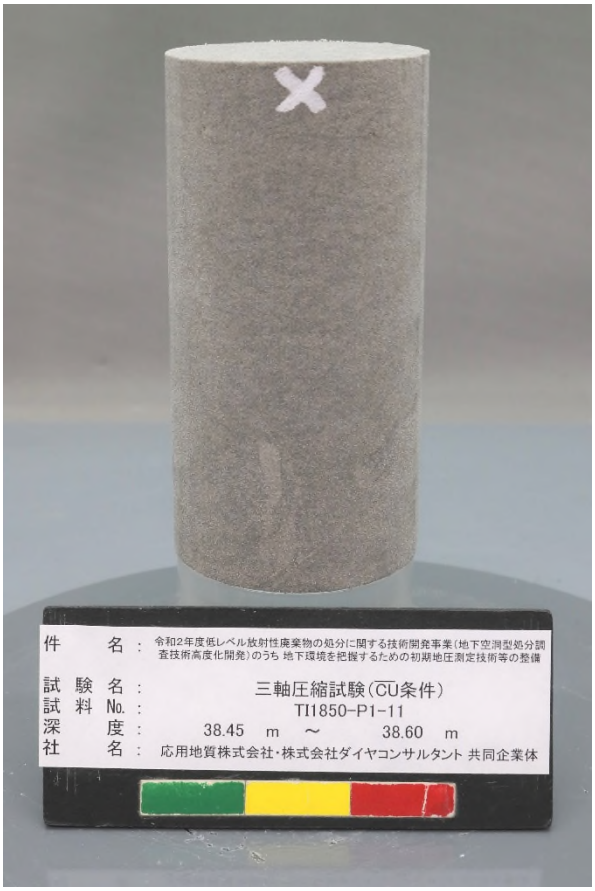




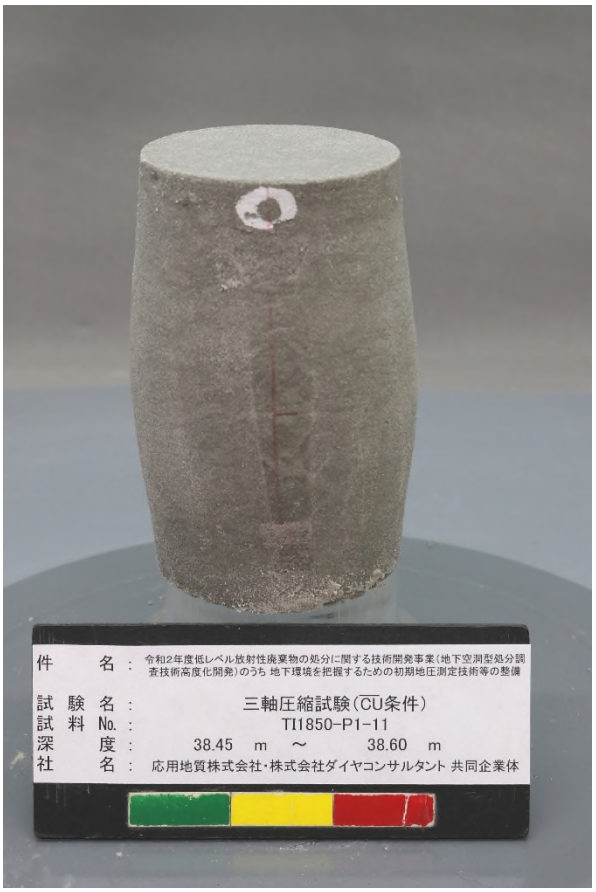
試験後

TI1850-P1　圧密応力 0.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真



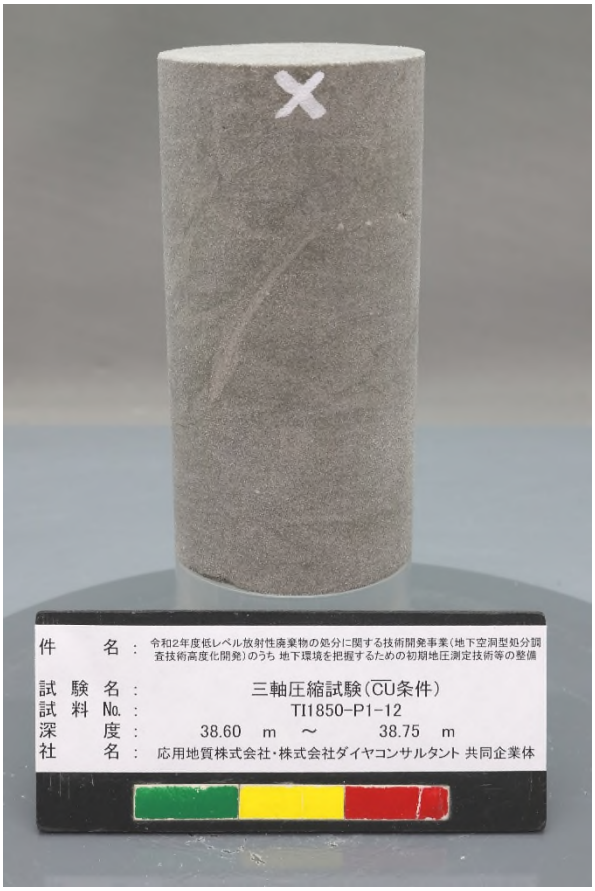
試験前



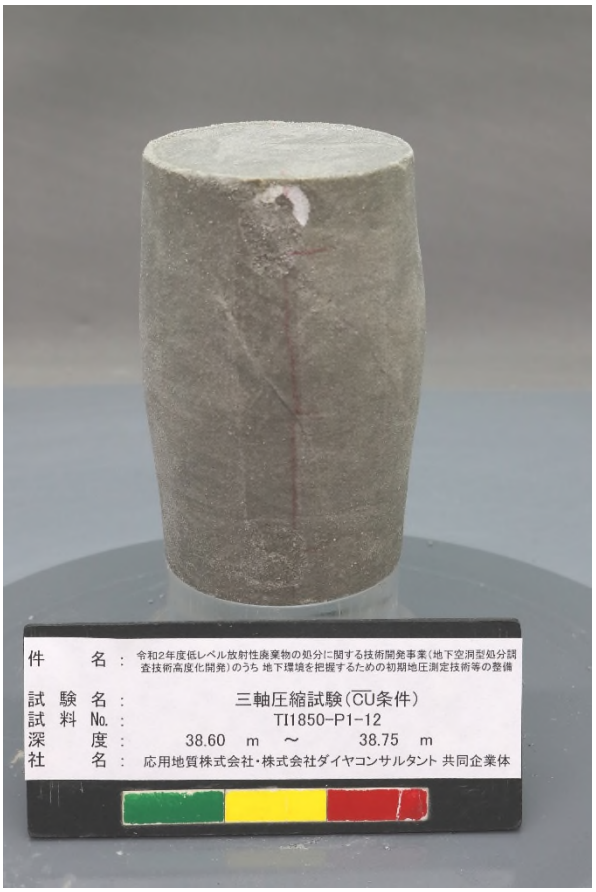
試験後

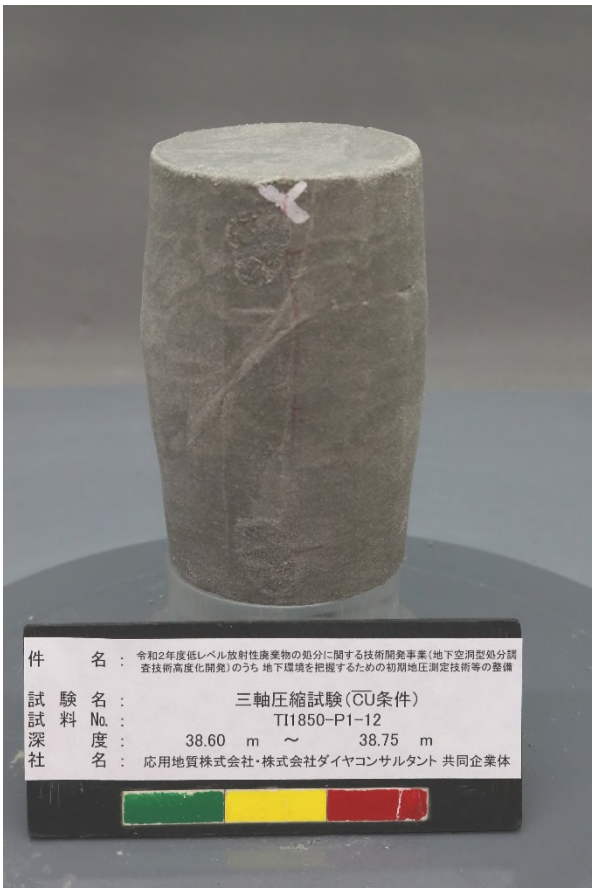
TI1850-P1　圧密応力 1.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真



試験前

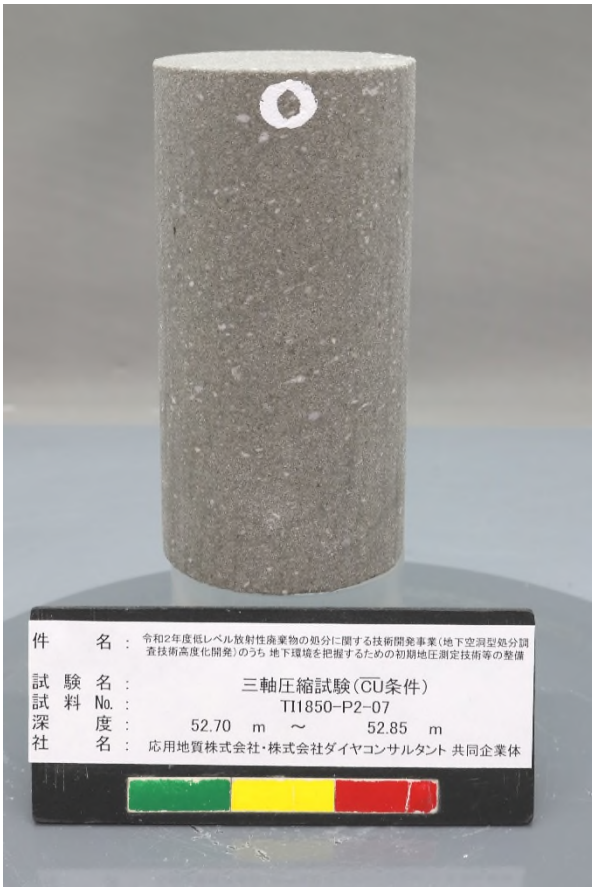


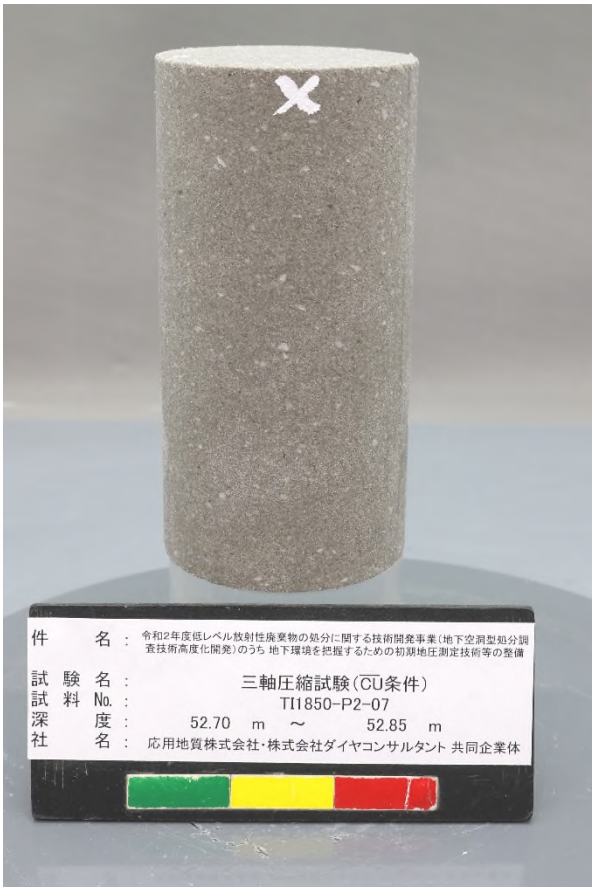


試験後

TI1850-P1　圧密応力 1.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真



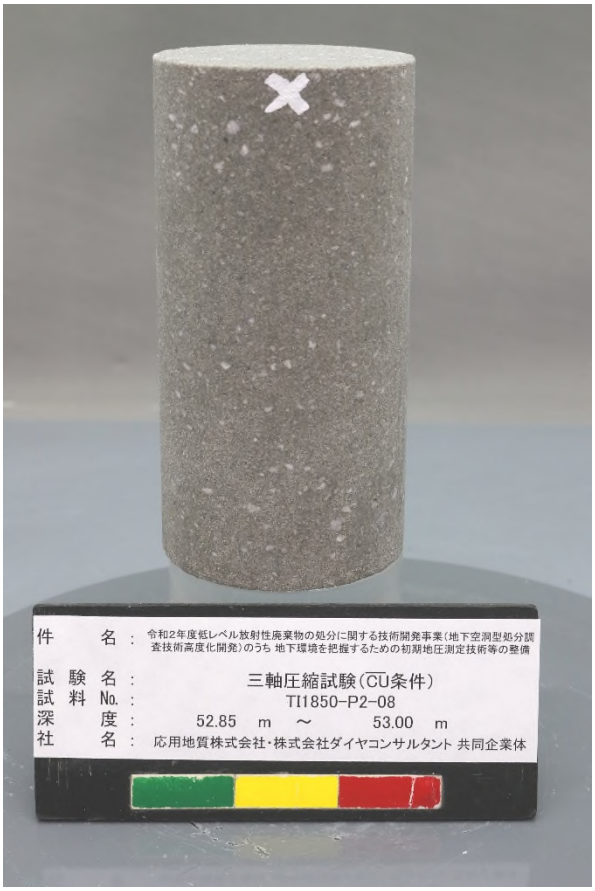


試験前

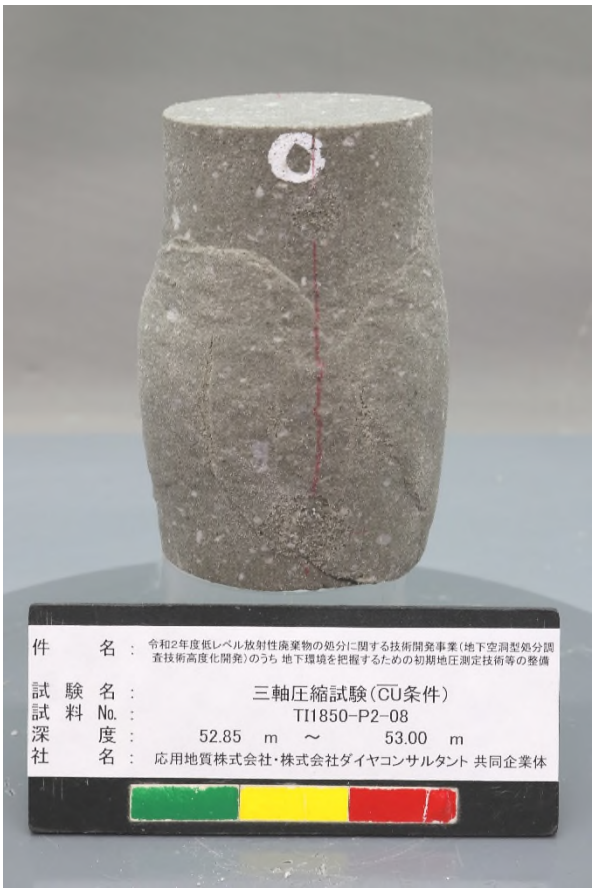
試験後

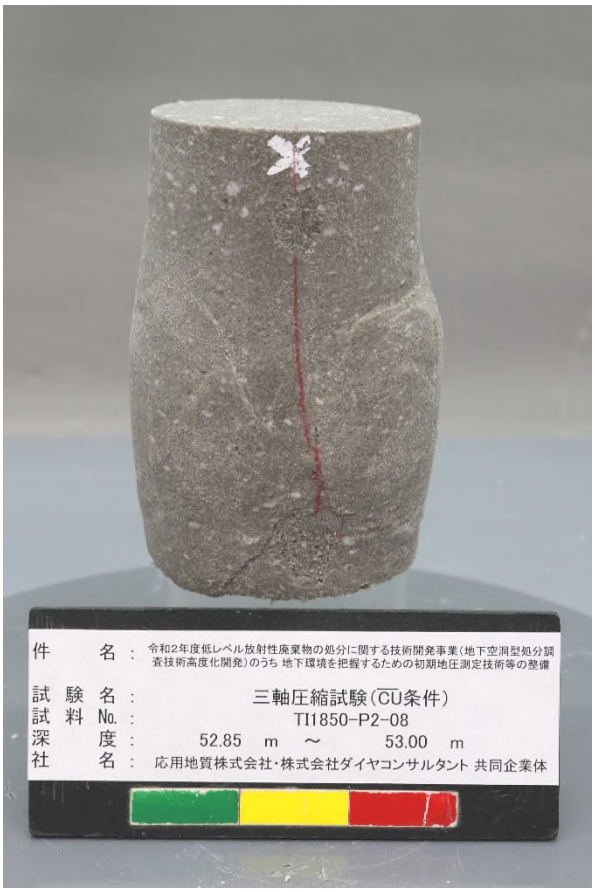
TI1850-P2　圧密応力 0.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真



試験前

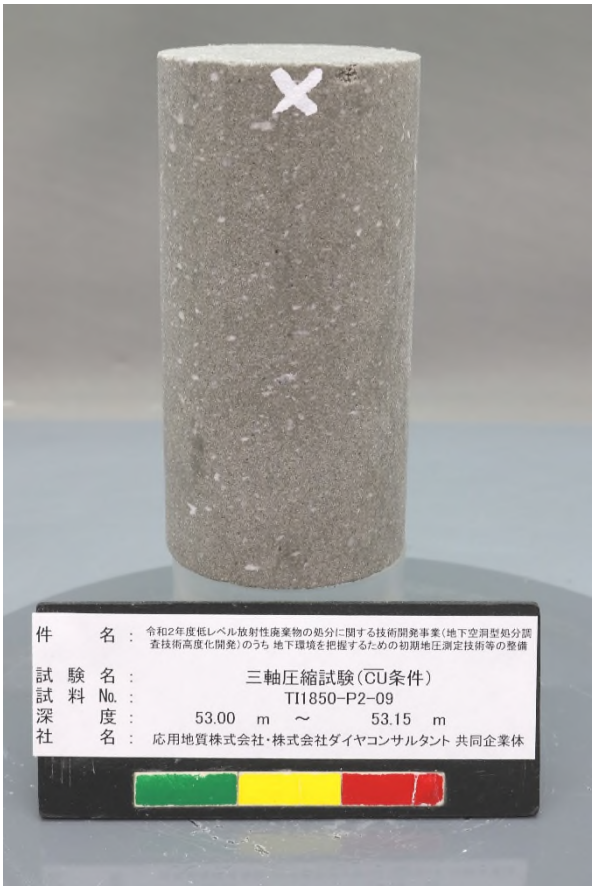




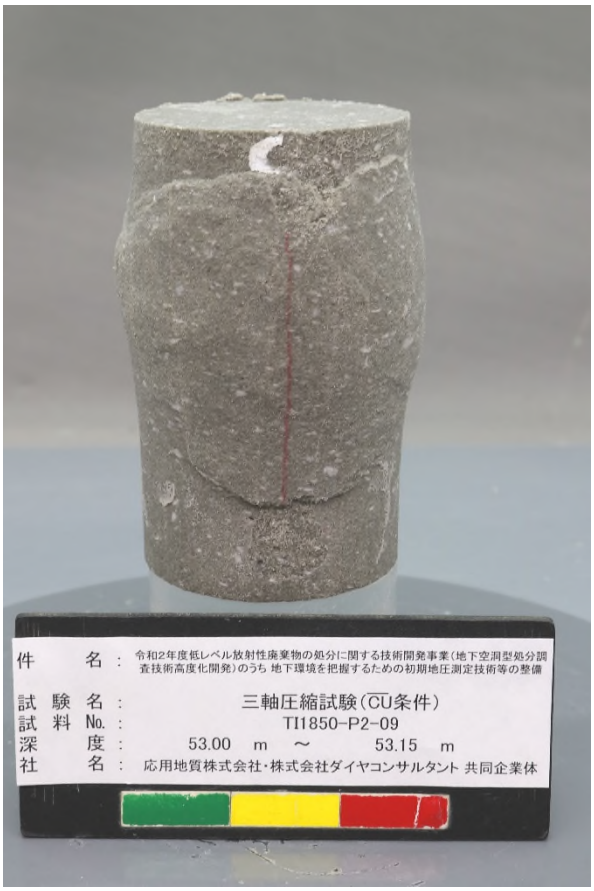
試験後

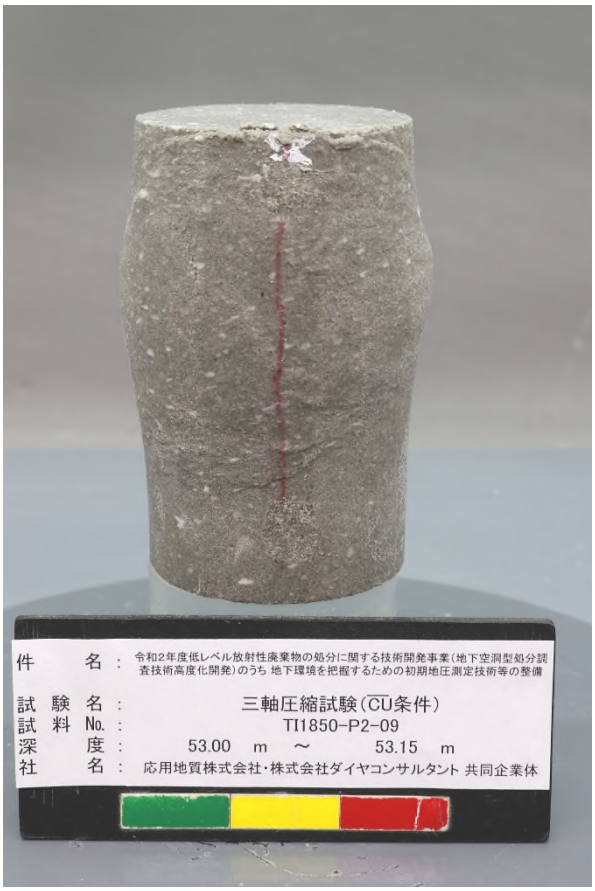
TI1850-P2　圧密応力 0.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真



試験前



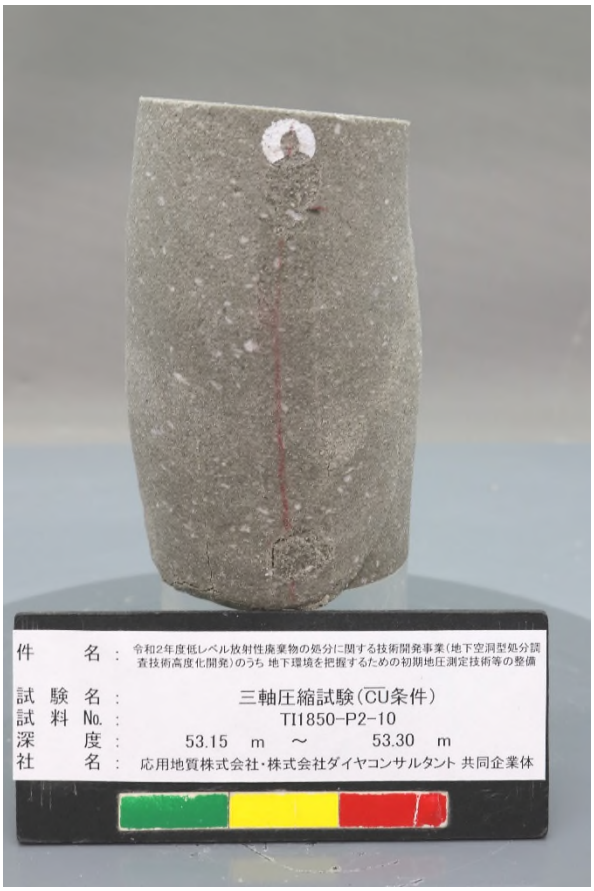


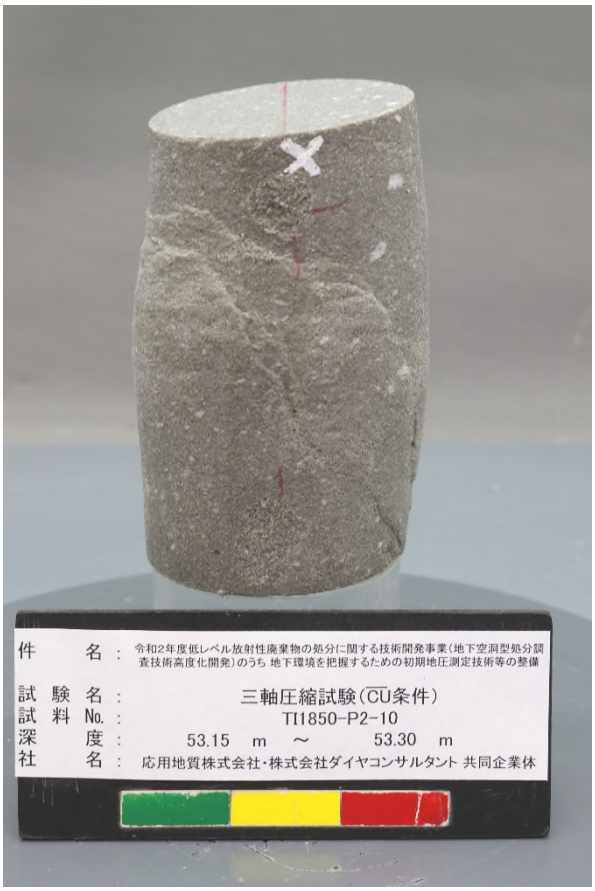
試験後

TI1850-P2　圧密応力 1.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真

試験前

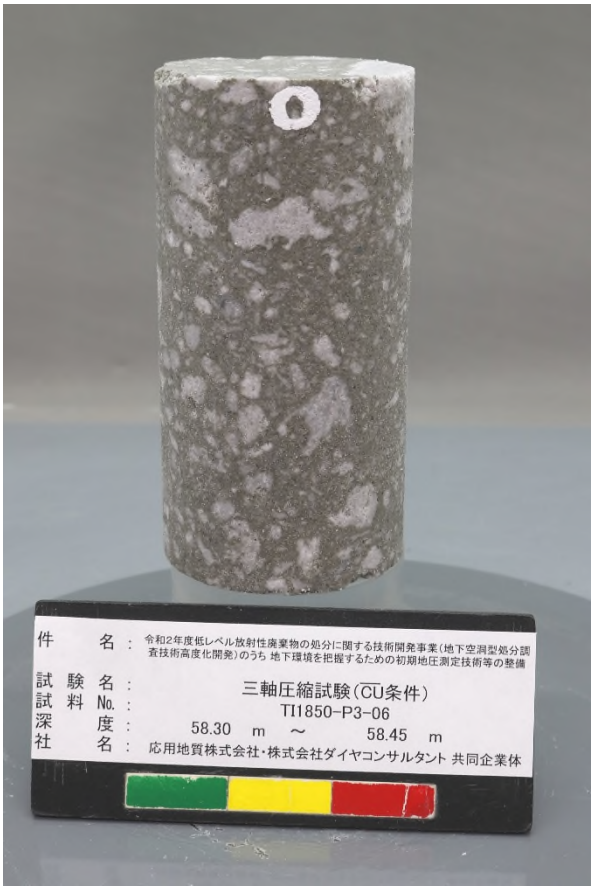


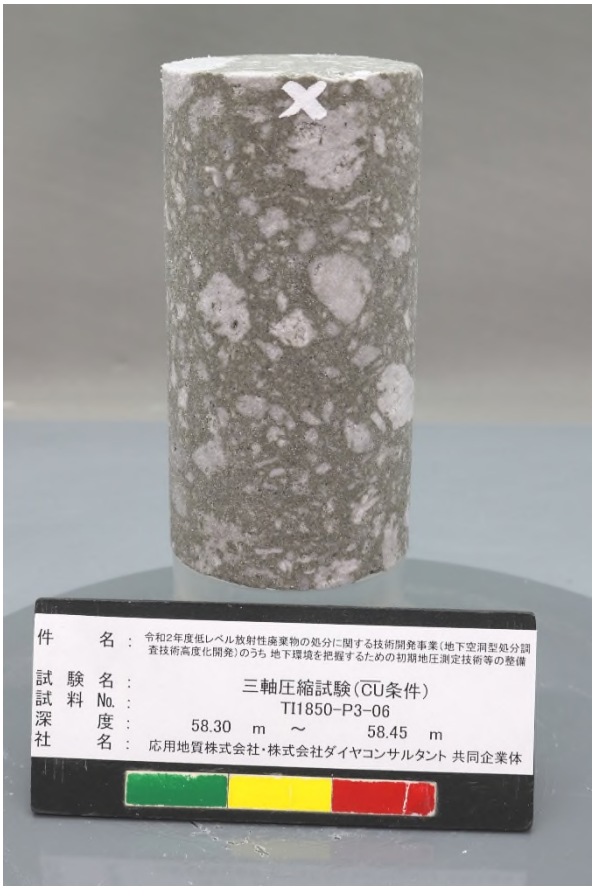


試験後

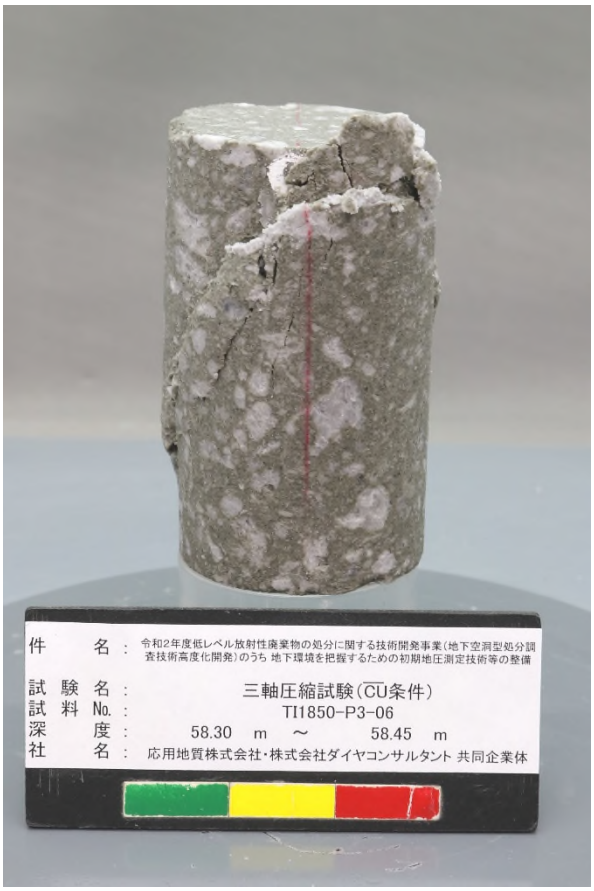
TI1850-P2　圧密応力 1.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





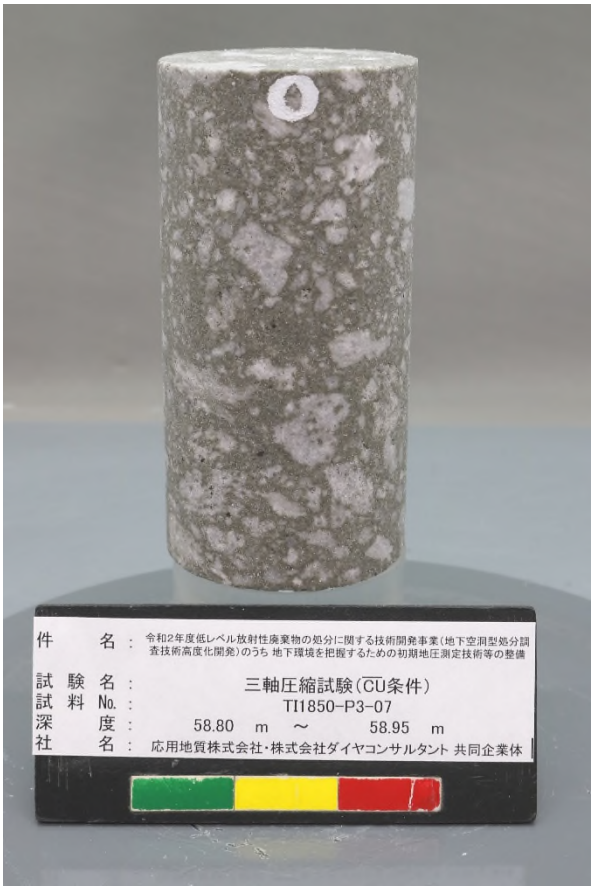
試験前

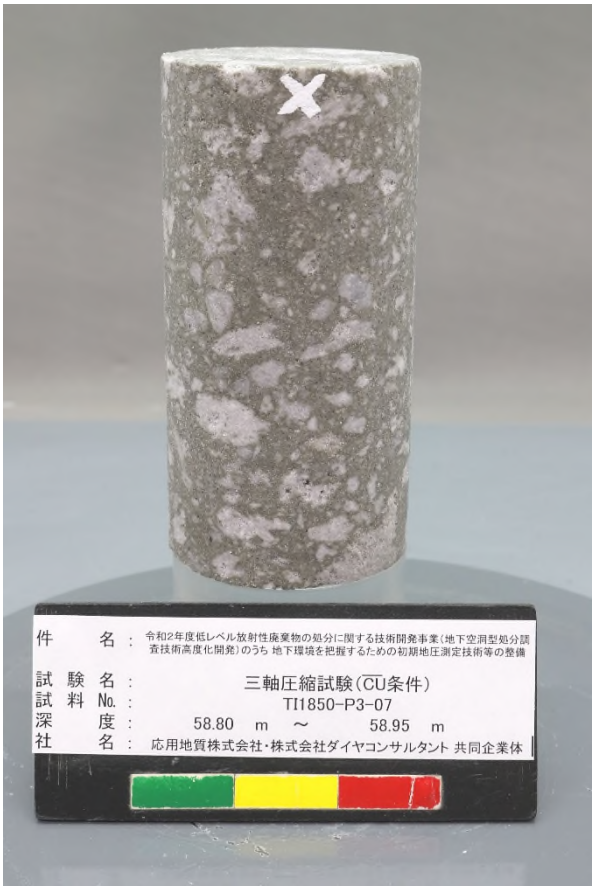


試験後

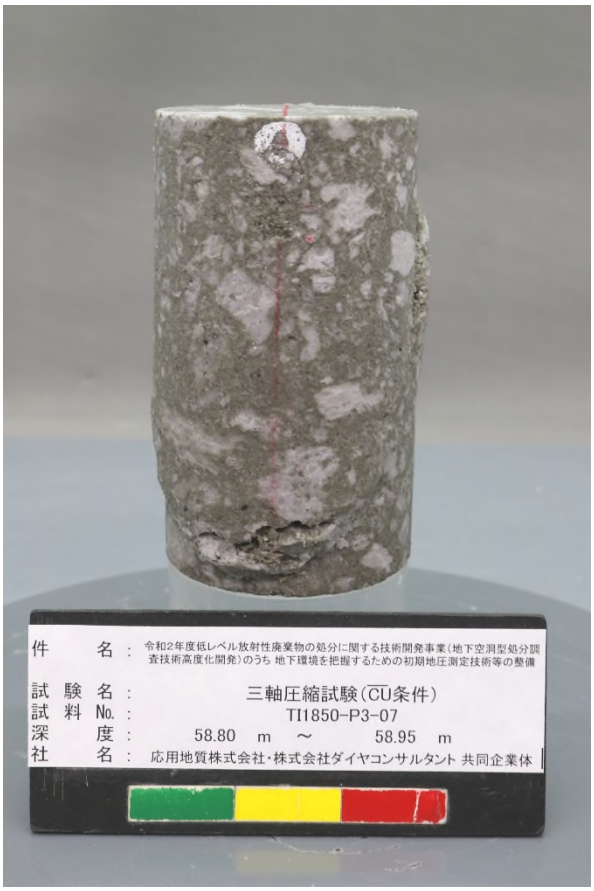
TI1850-P3　圧密応力 0.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





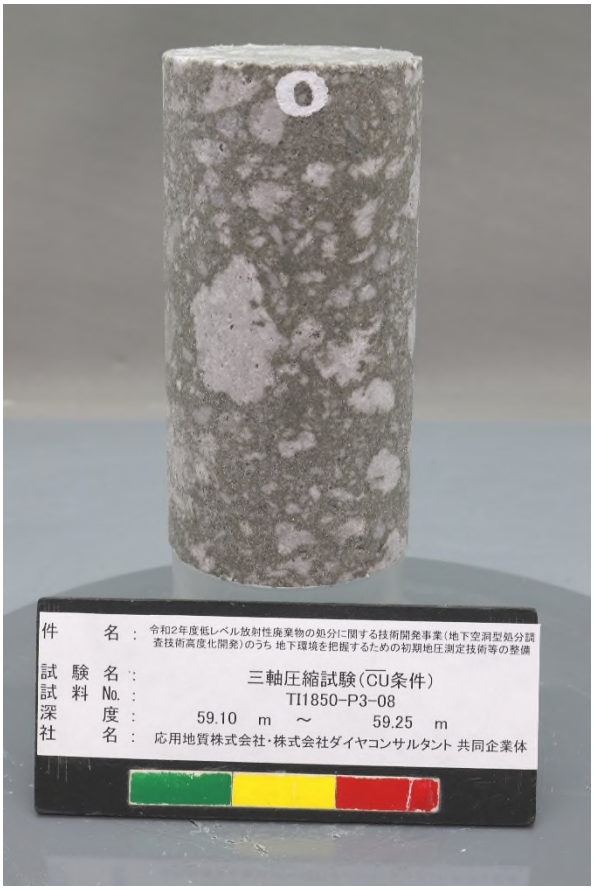
試験前

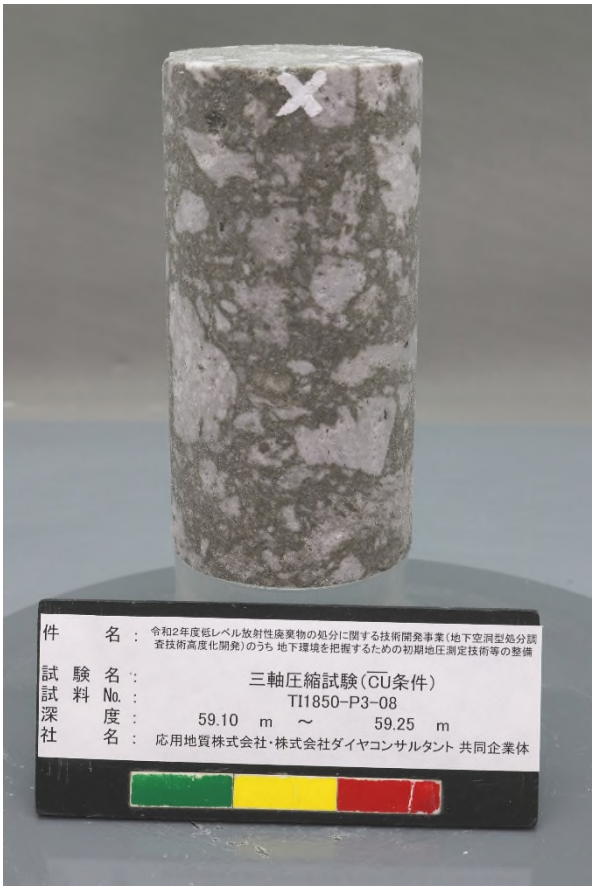


試験後

TI1850-P3　圧密応力 0.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真



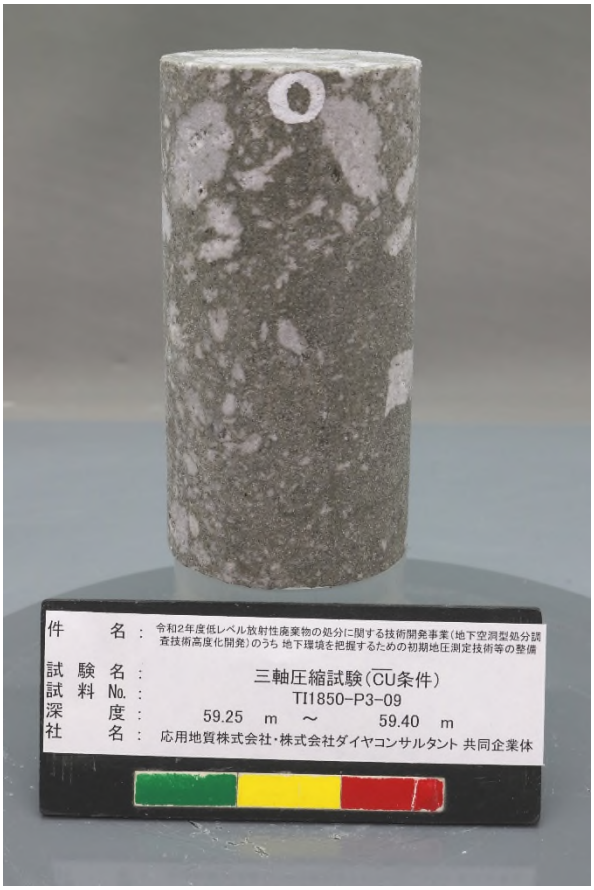


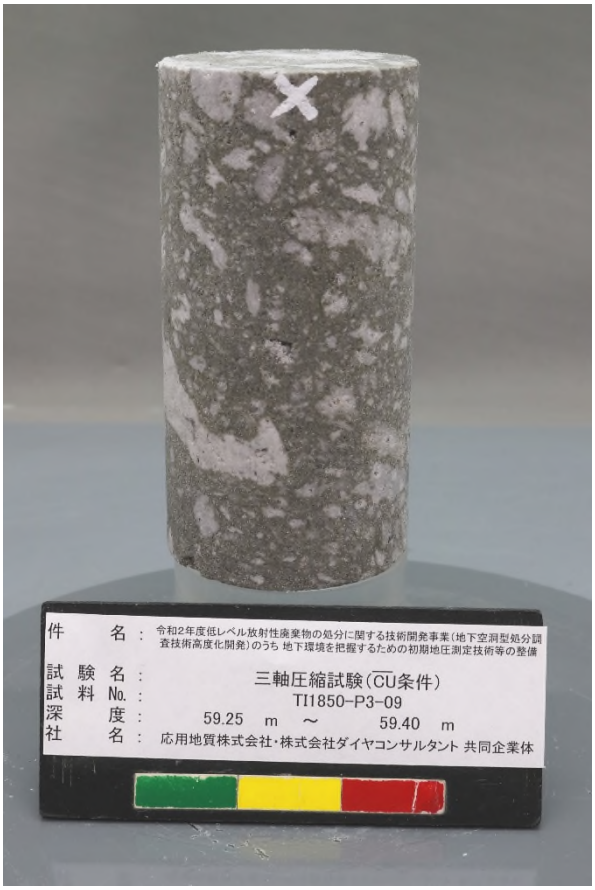
試験前

試験後

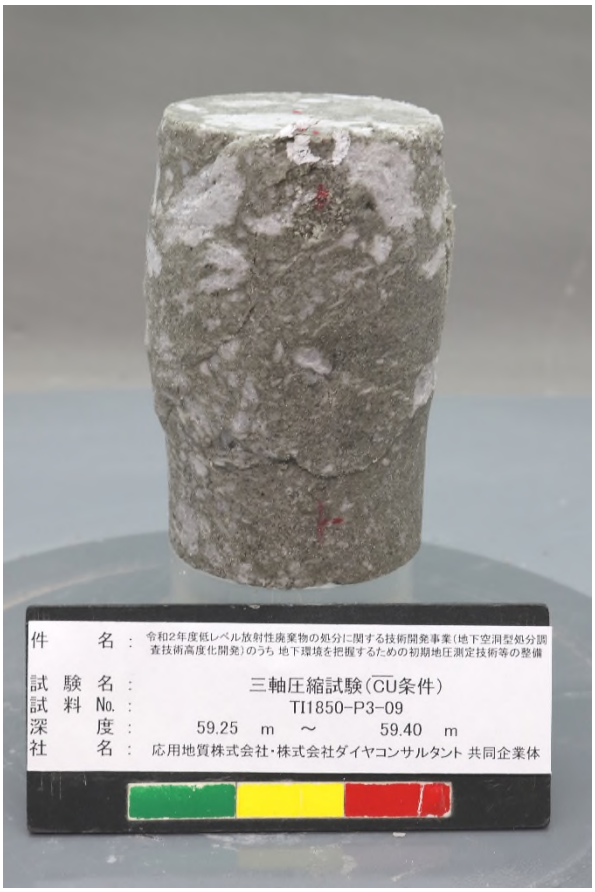
TI1850-P3　圧密応力 1.10MPa

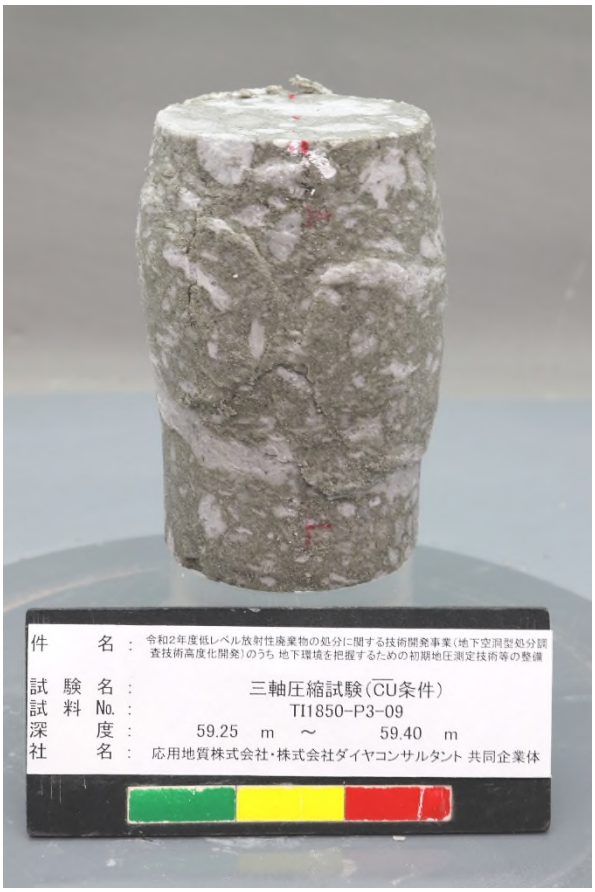
三軸圧縮試験　供試体写真





試験前

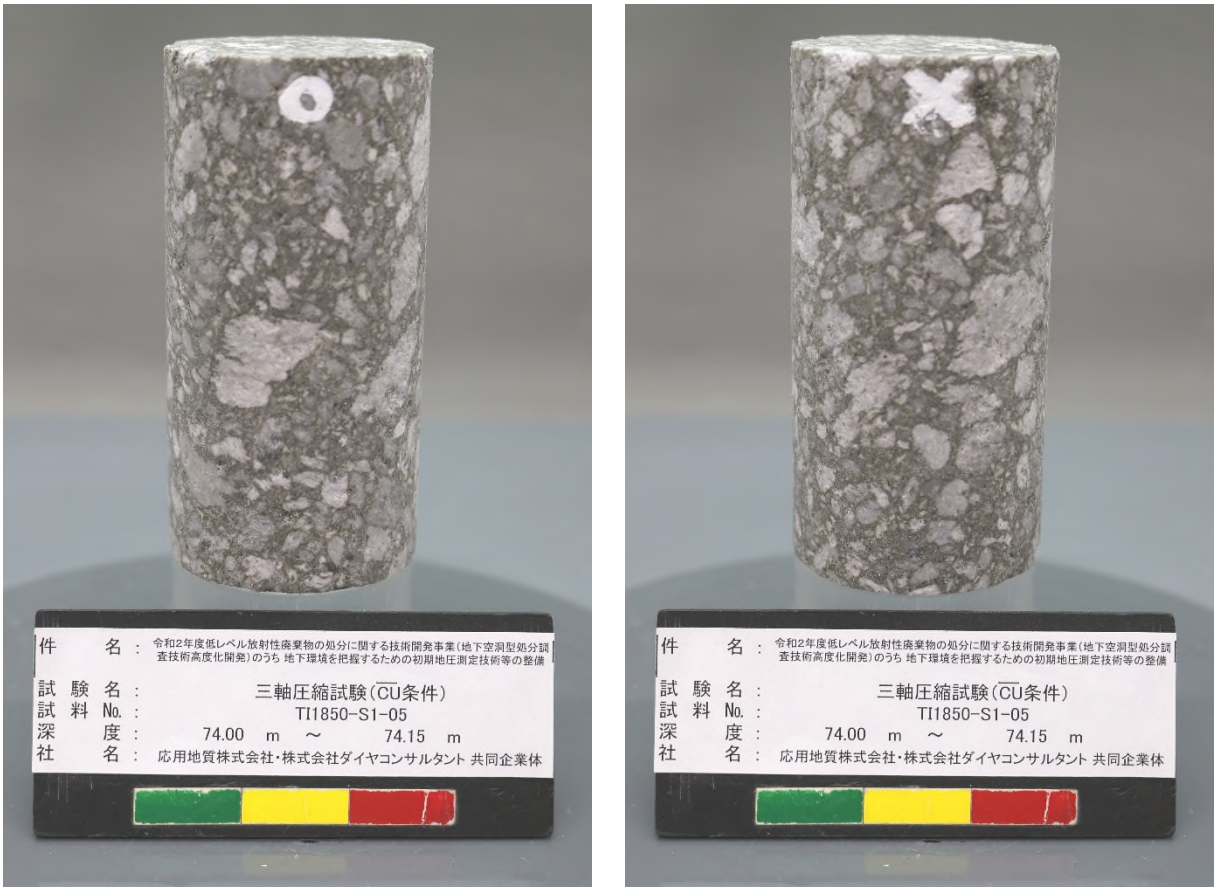




試験後

TI1850-P3　圧密応力 1.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真

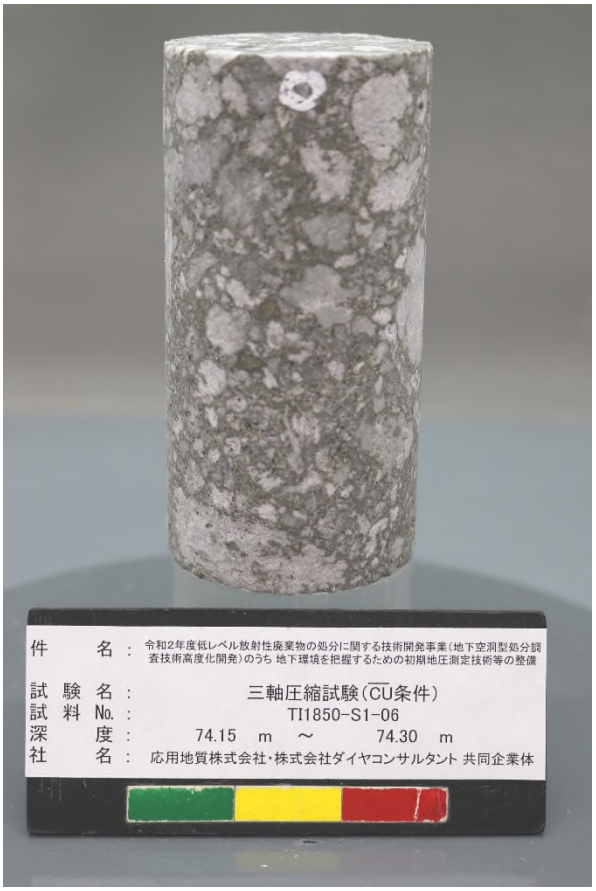


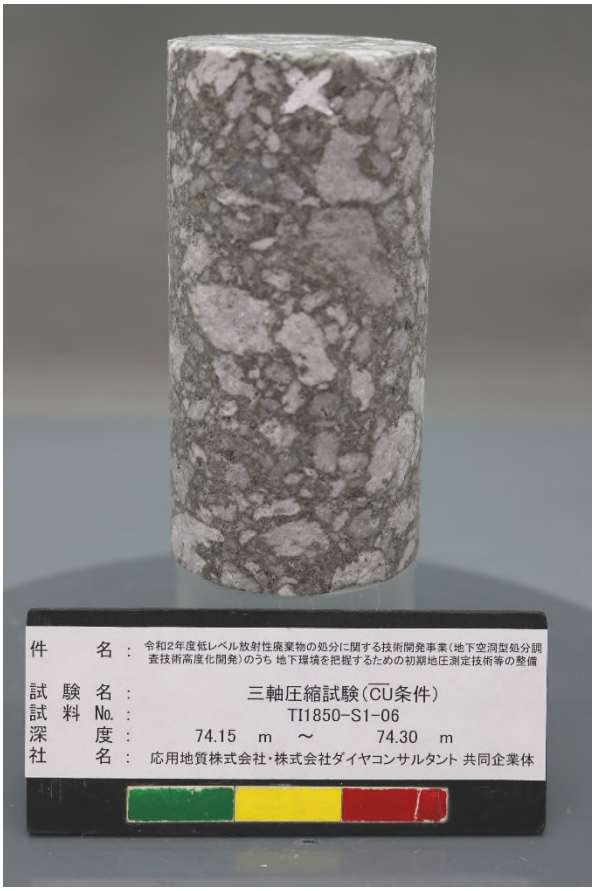
試験前

試験後

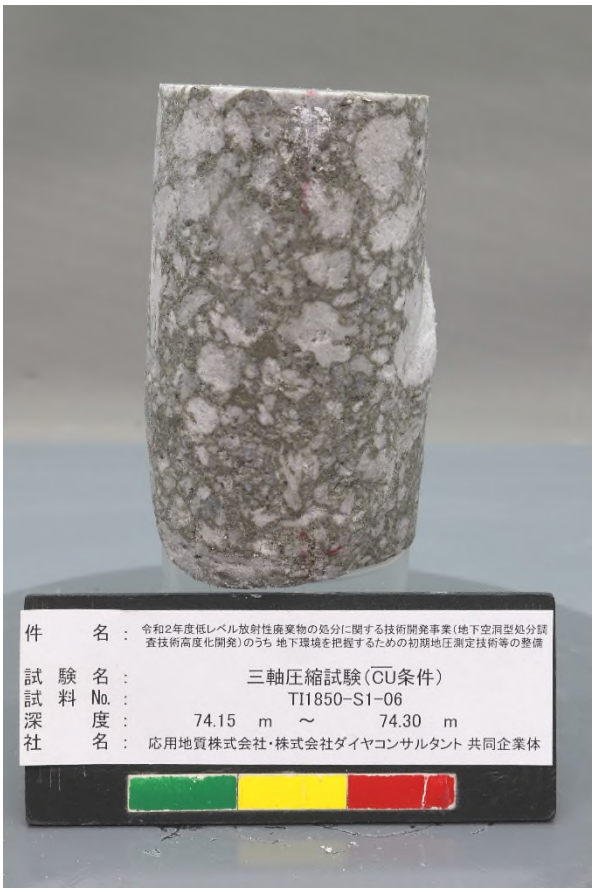
TI1850-S1　圧密応力 0.10MPa

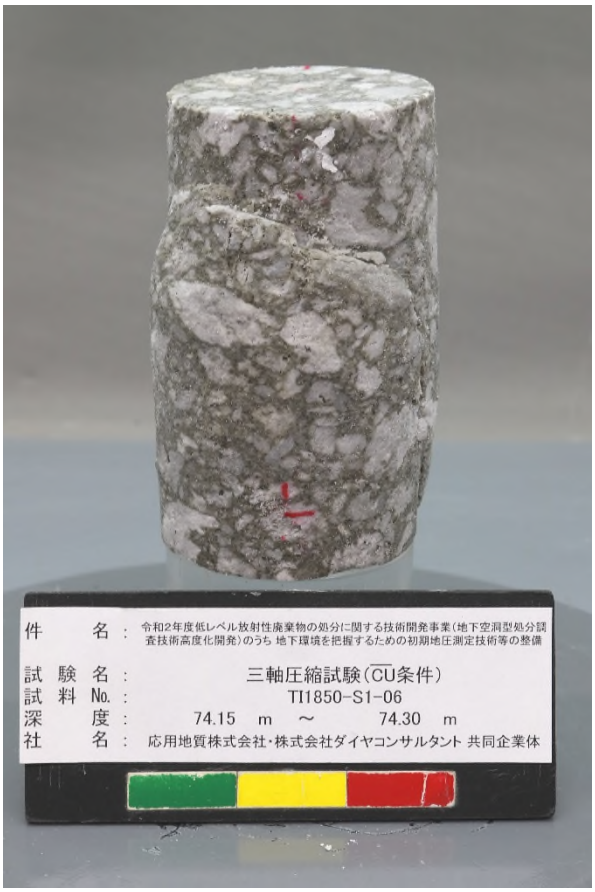
三軸圧縮試験　供試体写真





試験前

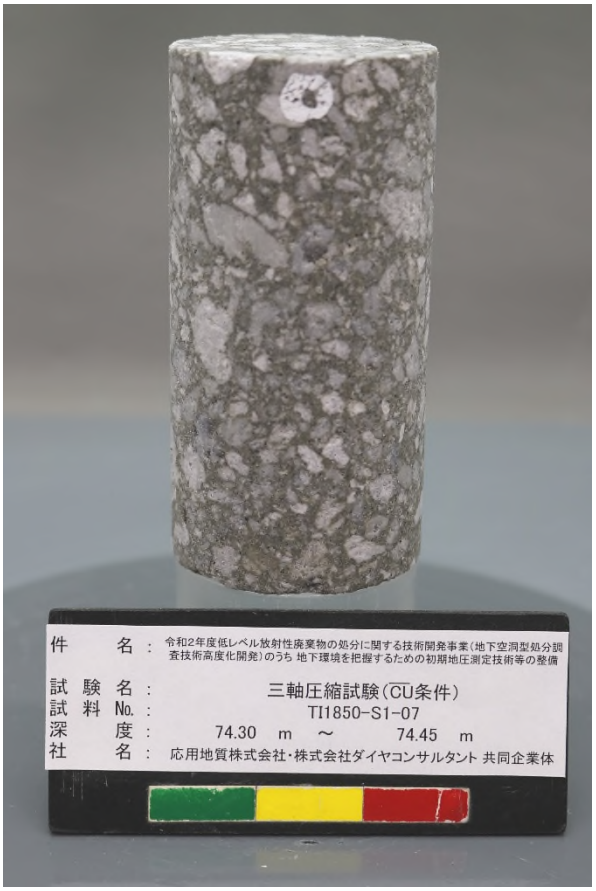


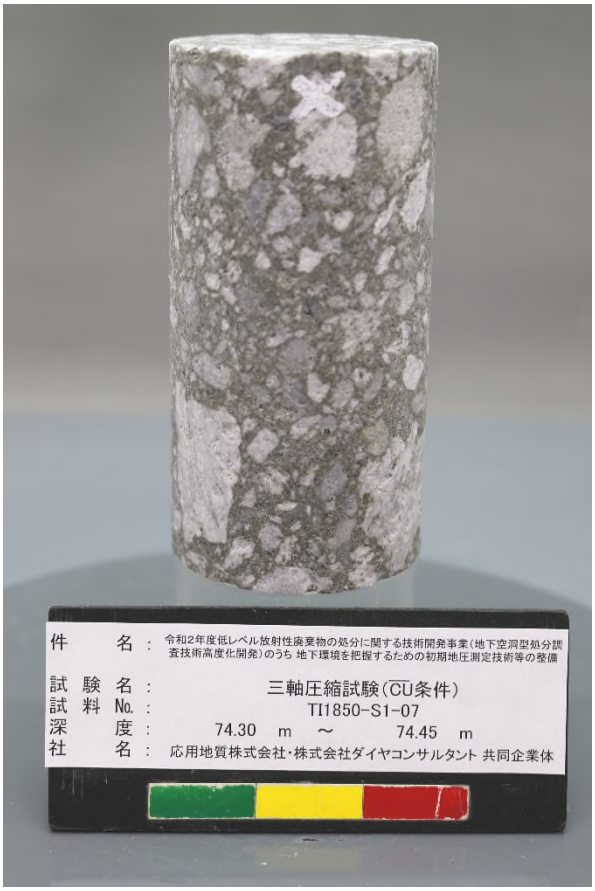


試験後

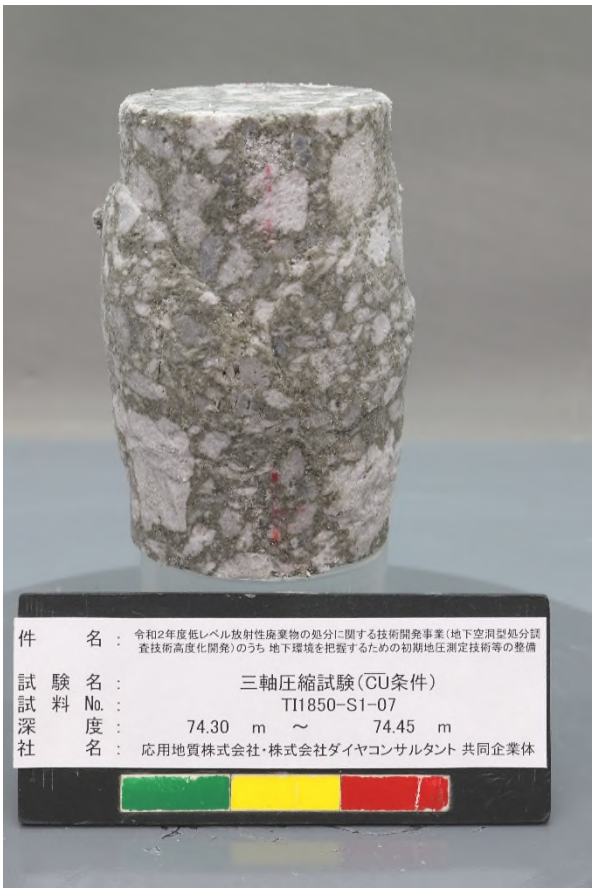
TI1850-S1　圧密応力 0.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





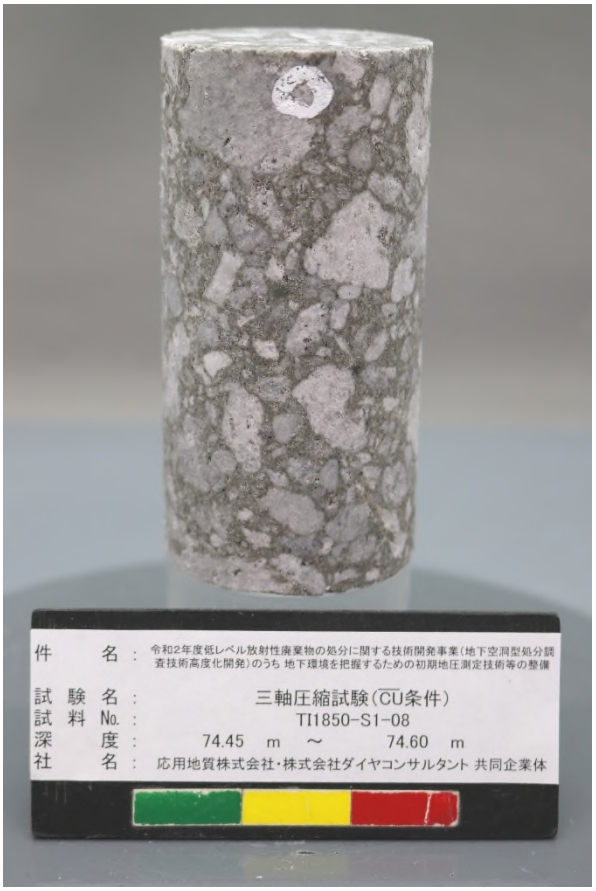
試験前

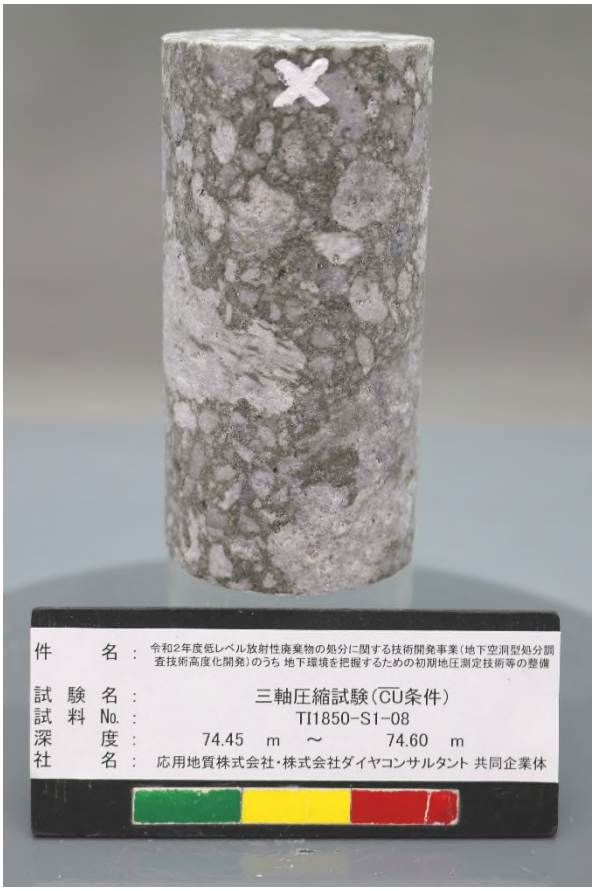


試験後

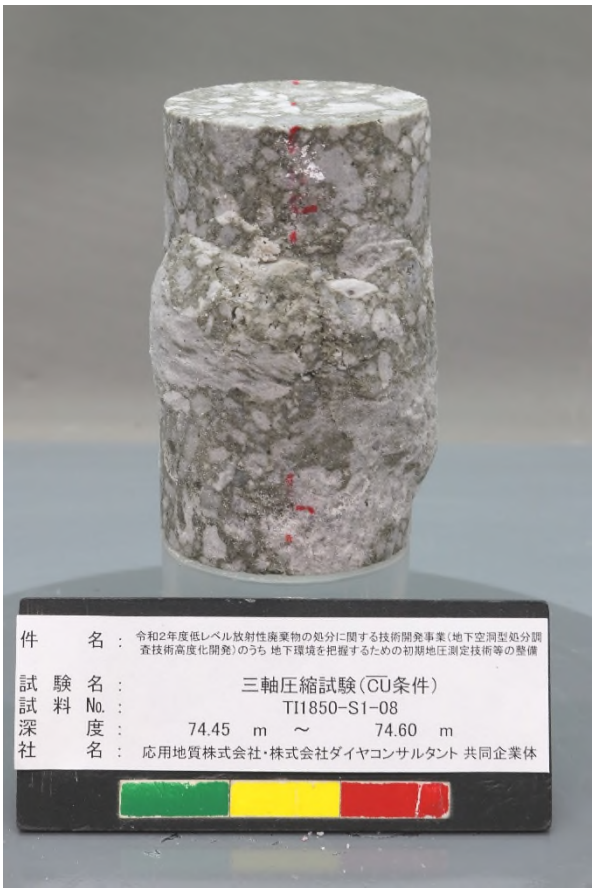
TI1850-S1　圧密応力 1.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





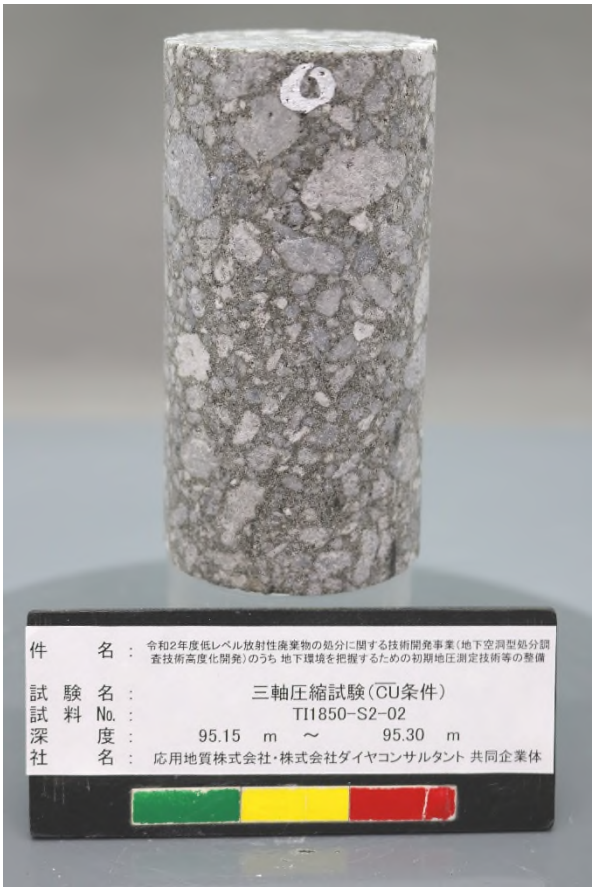
試験前

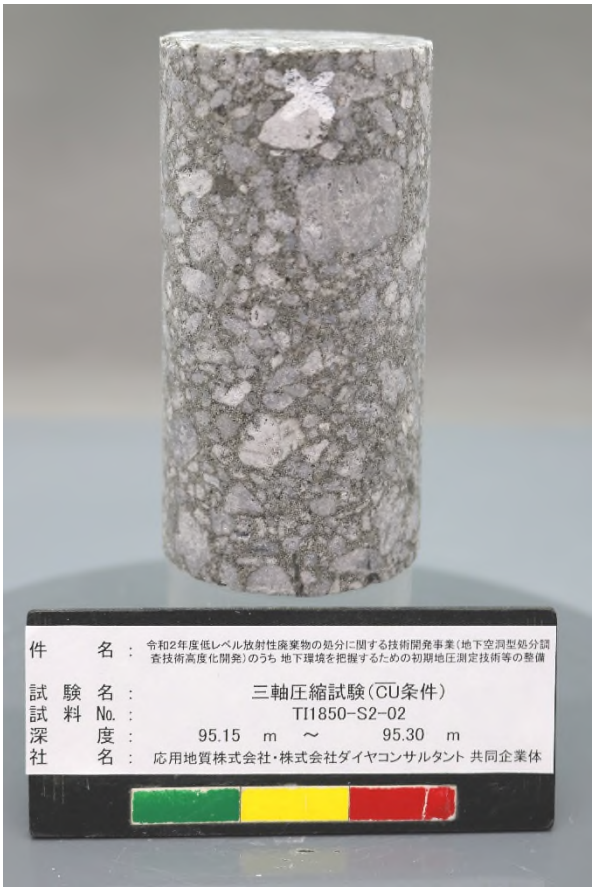


試験後

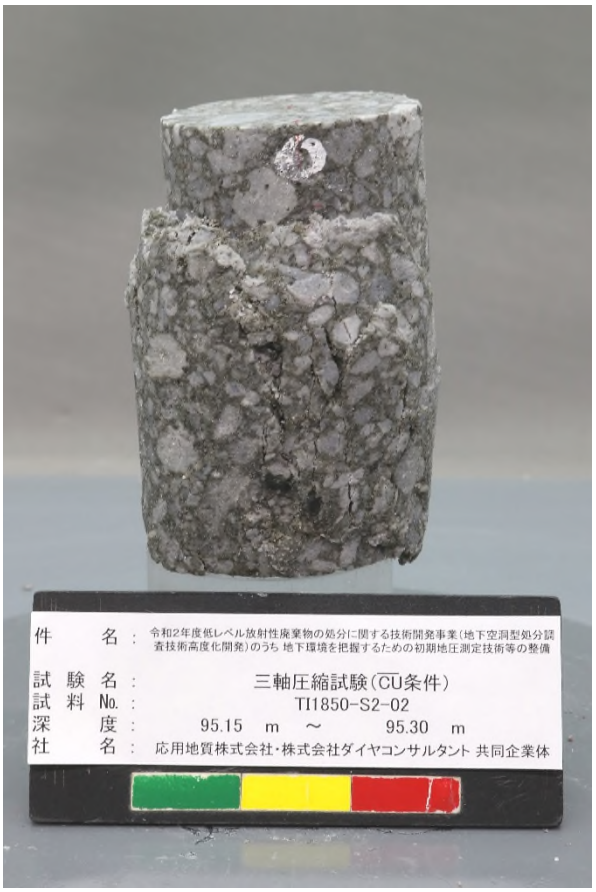
TI1850-S1　圧密応力 1.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





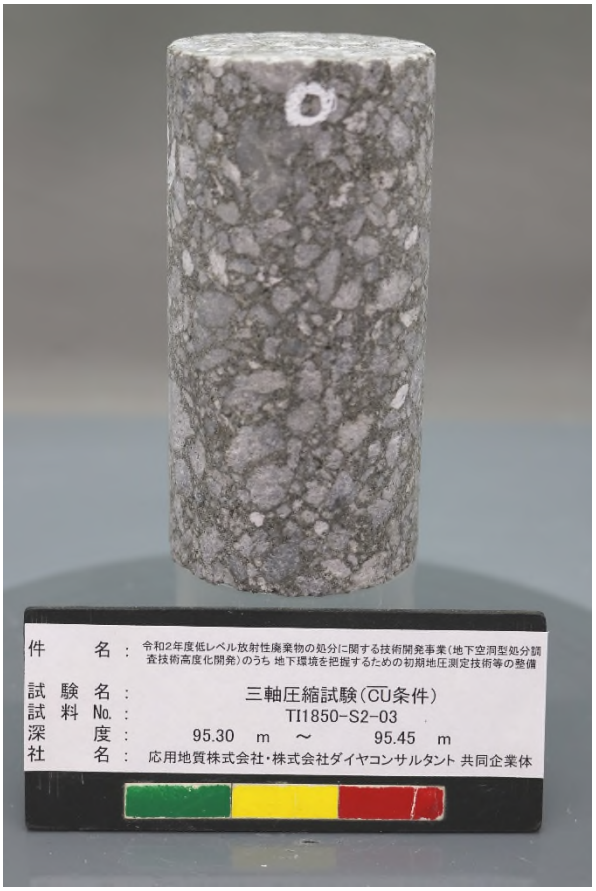
試験前

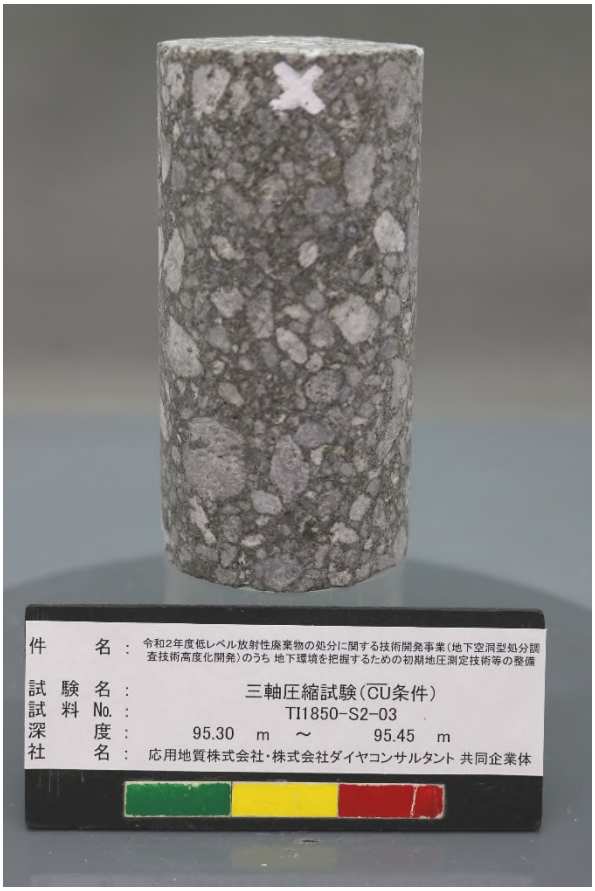


試験後

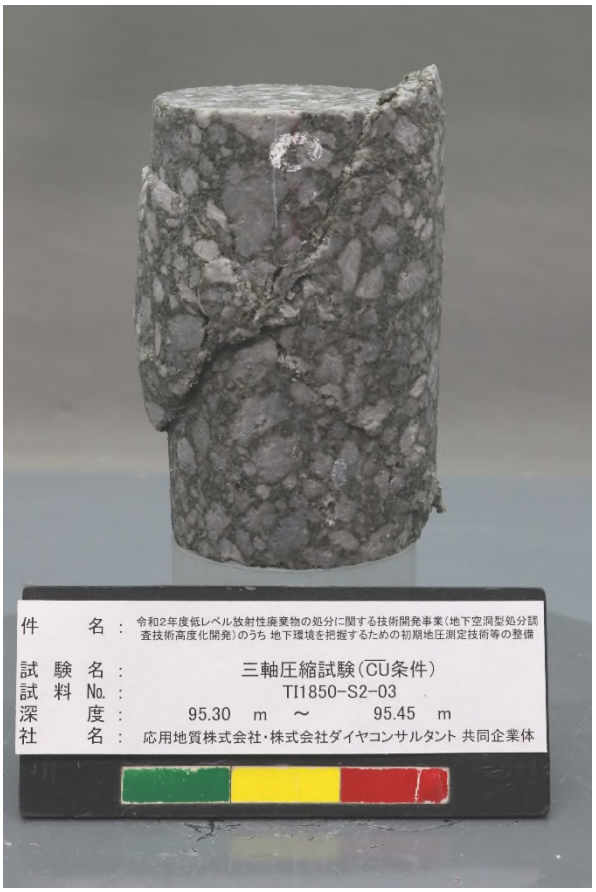
TI1850-S2　圧密応力 0.10MPa

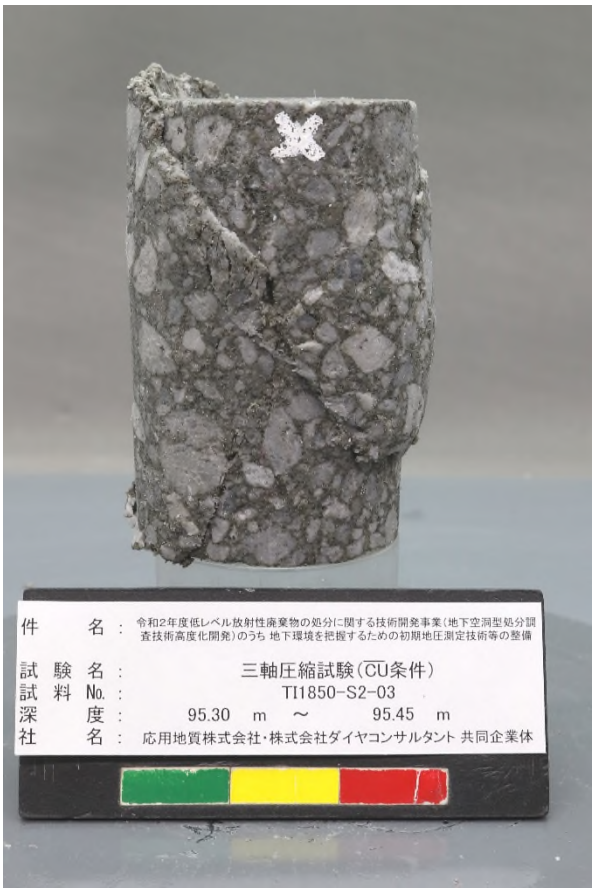
三軸圧縮試験　供試体写真





試験前

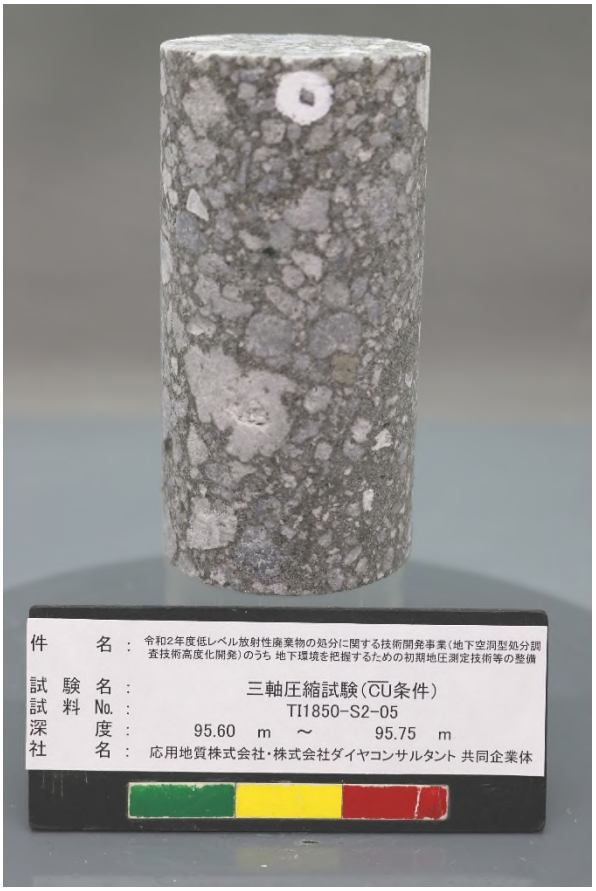


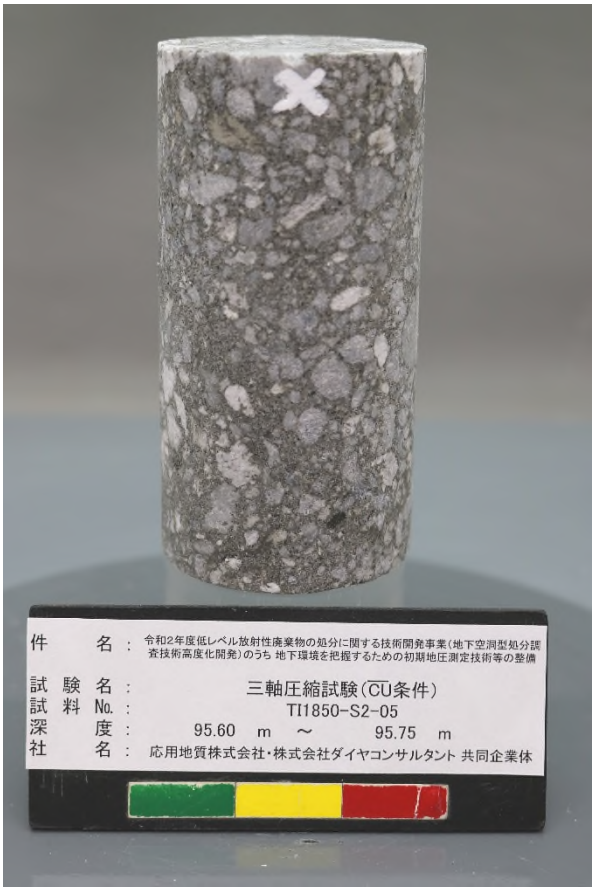


試験後

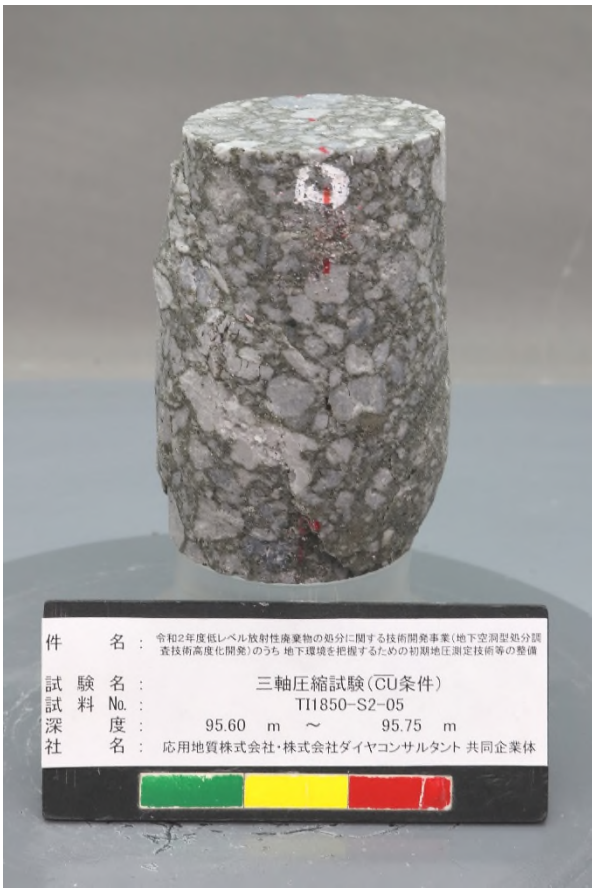
TI1850-S2　圧密応力 0.60MPa

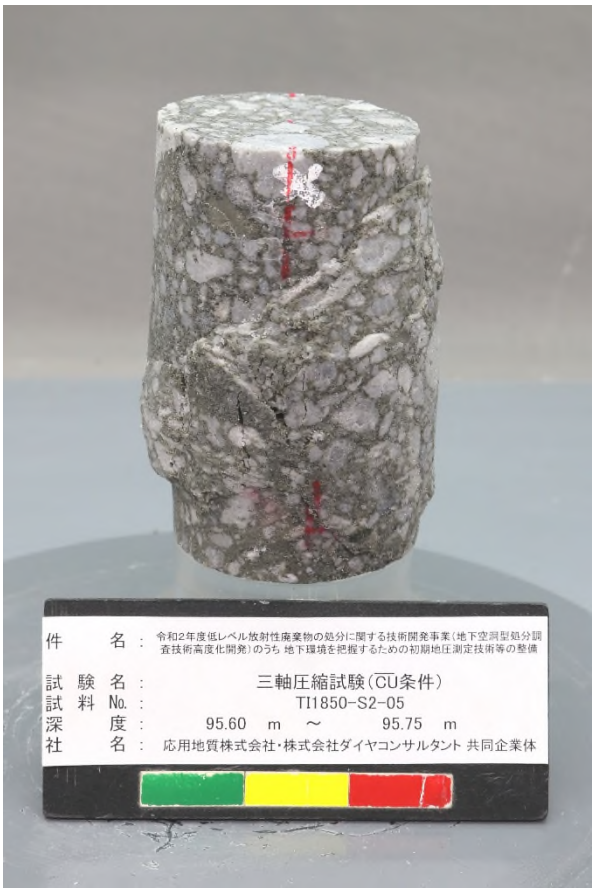
三軸圧縮試験　供試体写真





試験前





試験後

TI1850-S2　圧密応力 1.10MPa

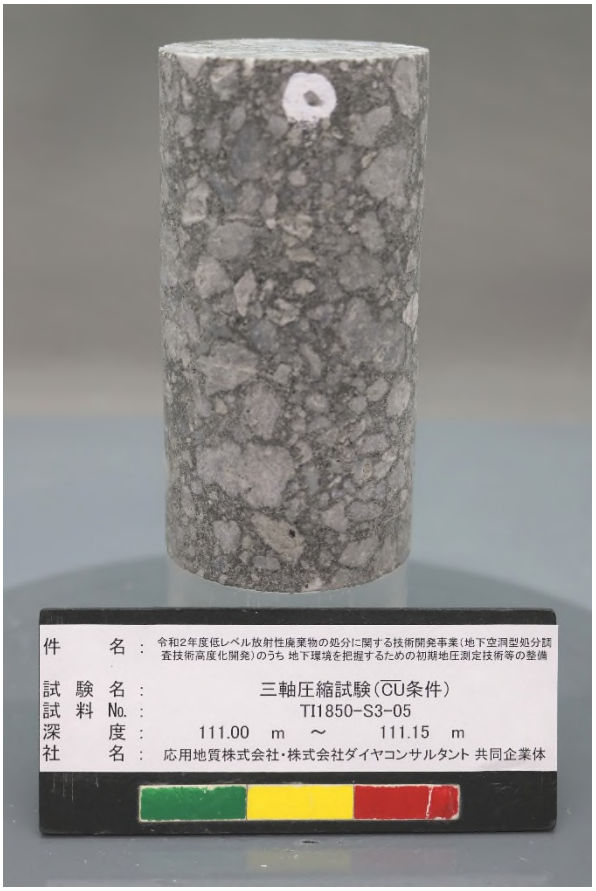
三軸圧縮試験　供試体写真

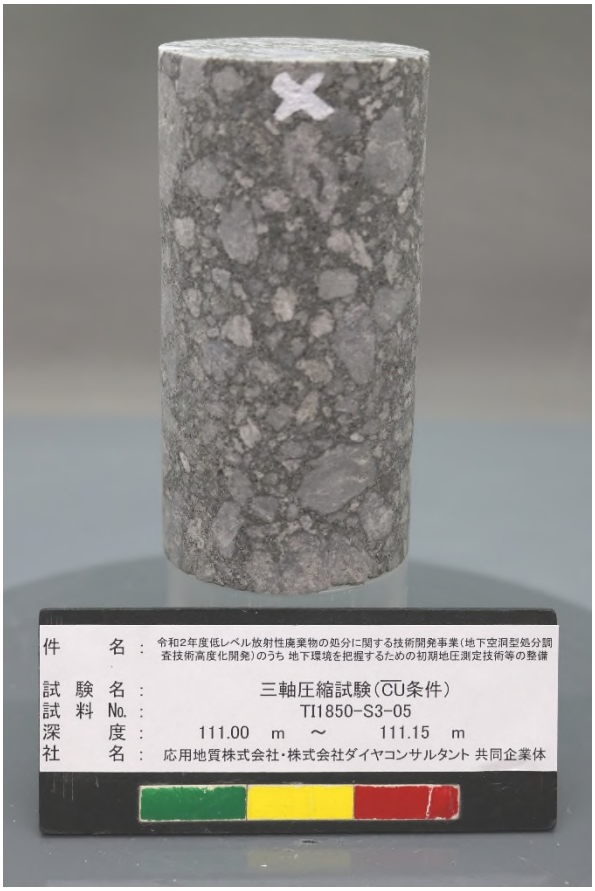
試験前

試験後

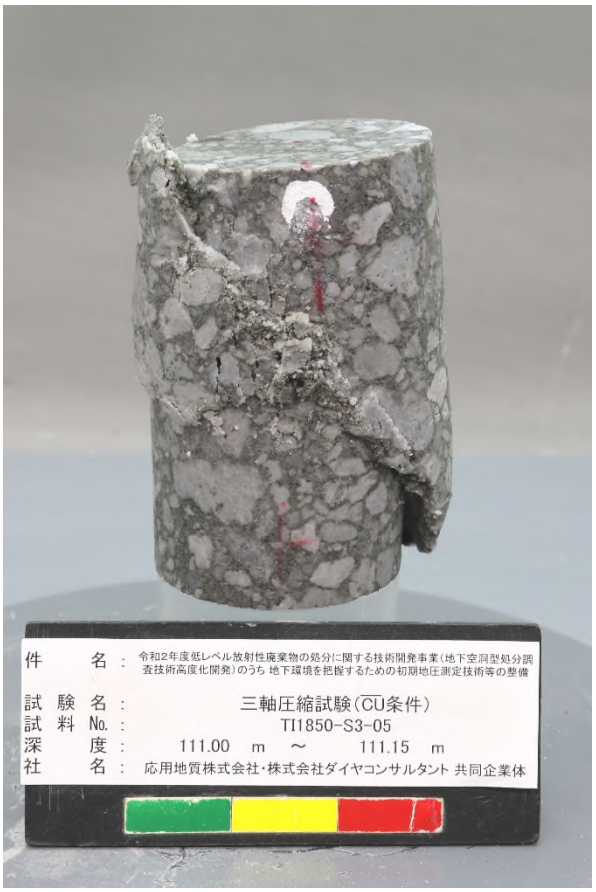
TI1850-S2　圧密応力 1.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





試験前

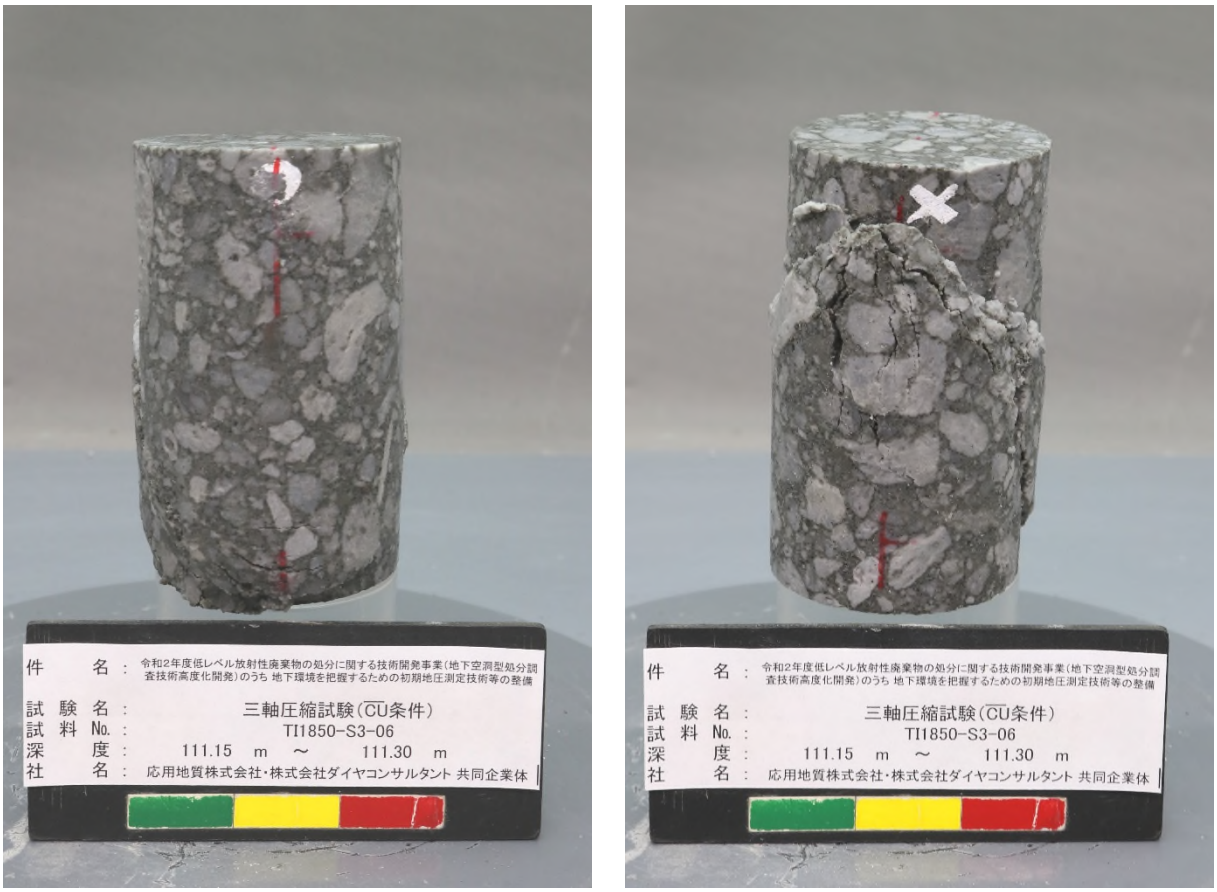


試験後

TI1850-S3　圧密応力 0.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真

試験前

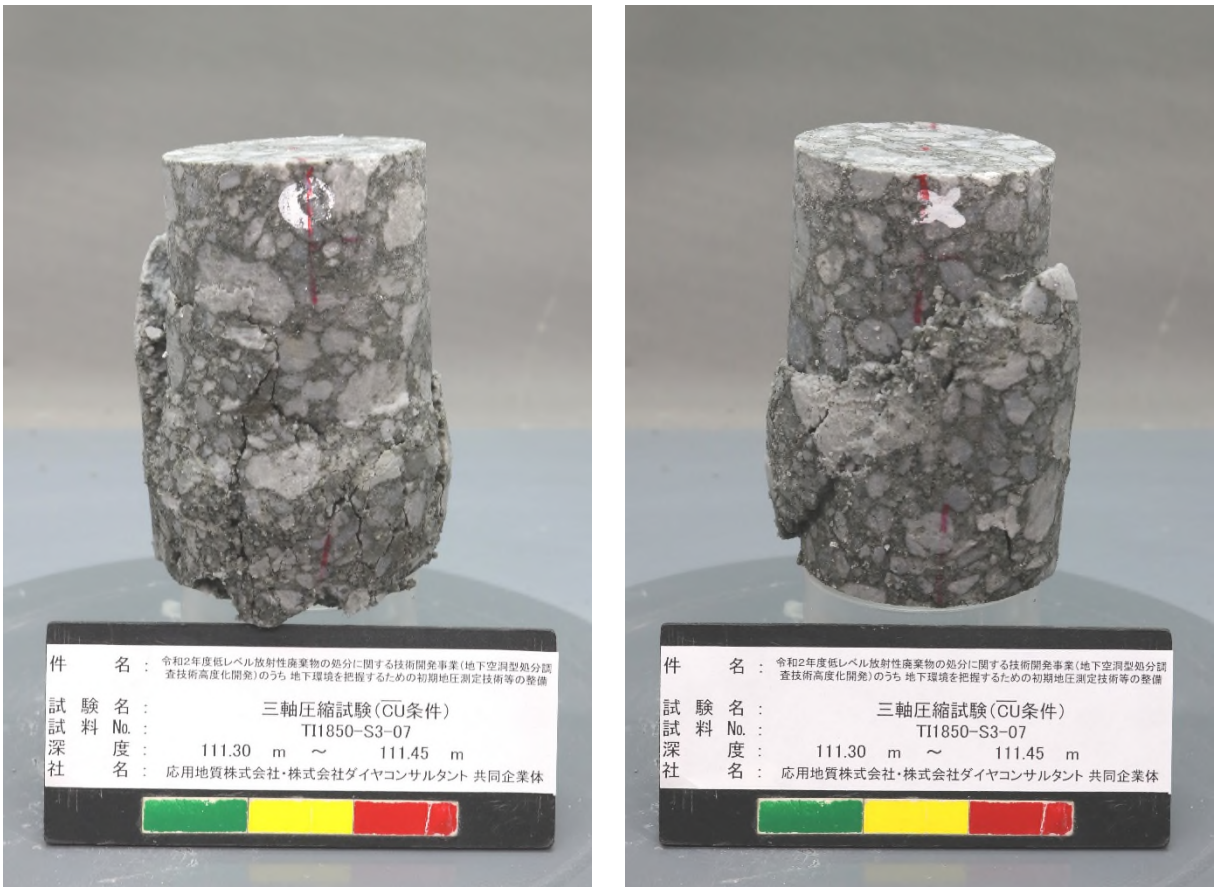


試験後

TI1850-S3　圧密応力 0.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真

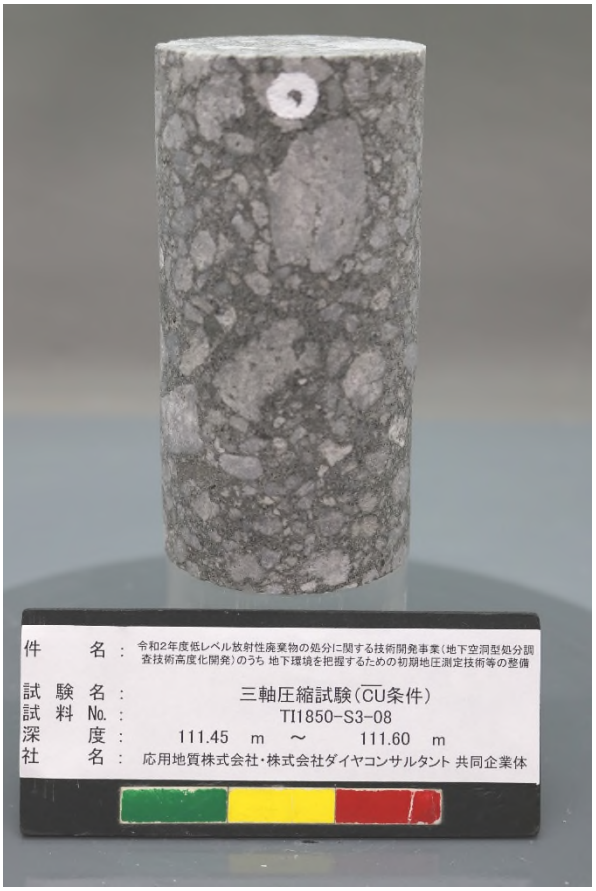
試験前

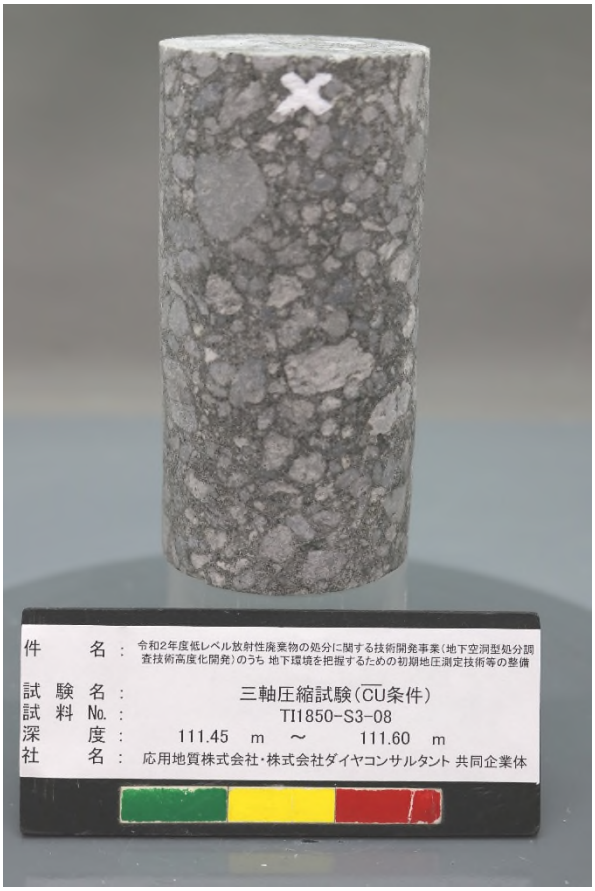


試験後

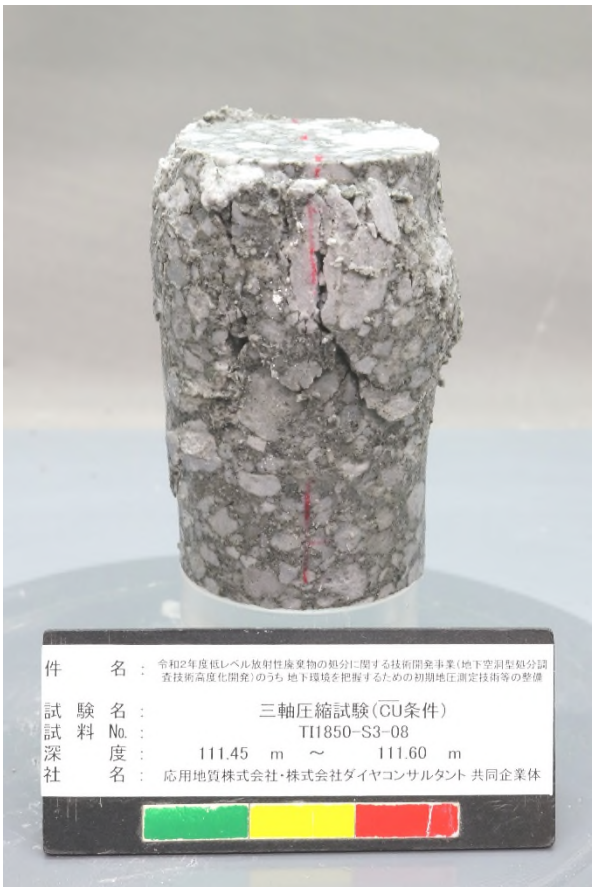
TI1850-S3　圧密応力 1.10MPa

三軸圧縮試験　供試体写真





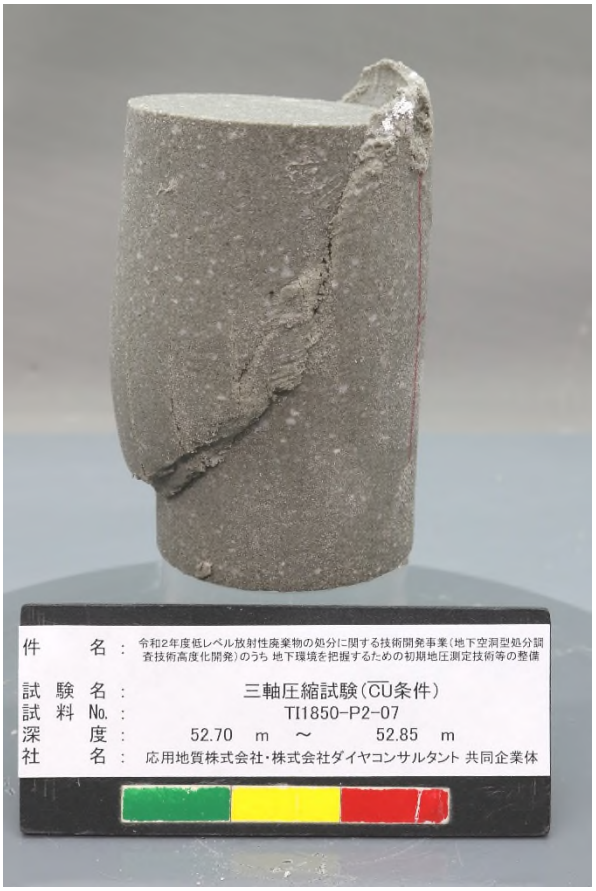
試験前

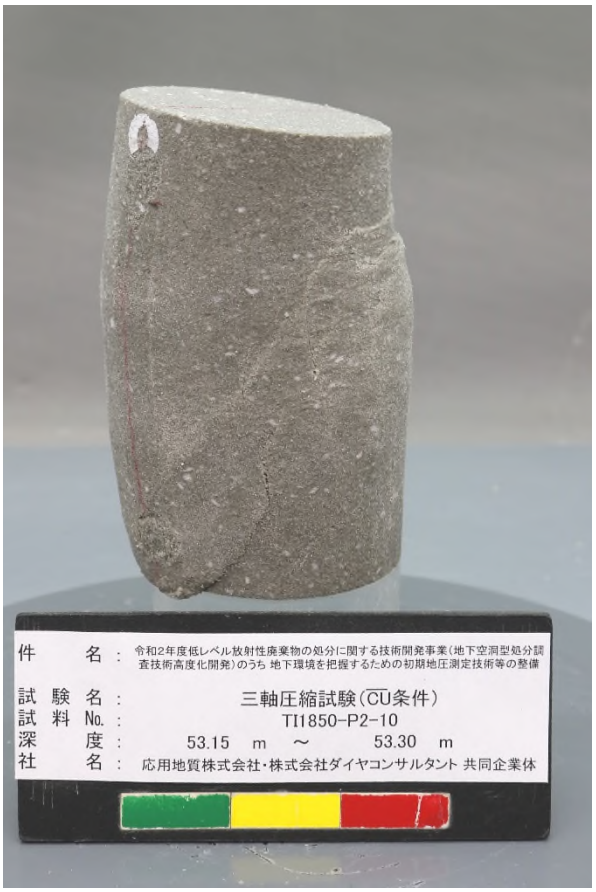


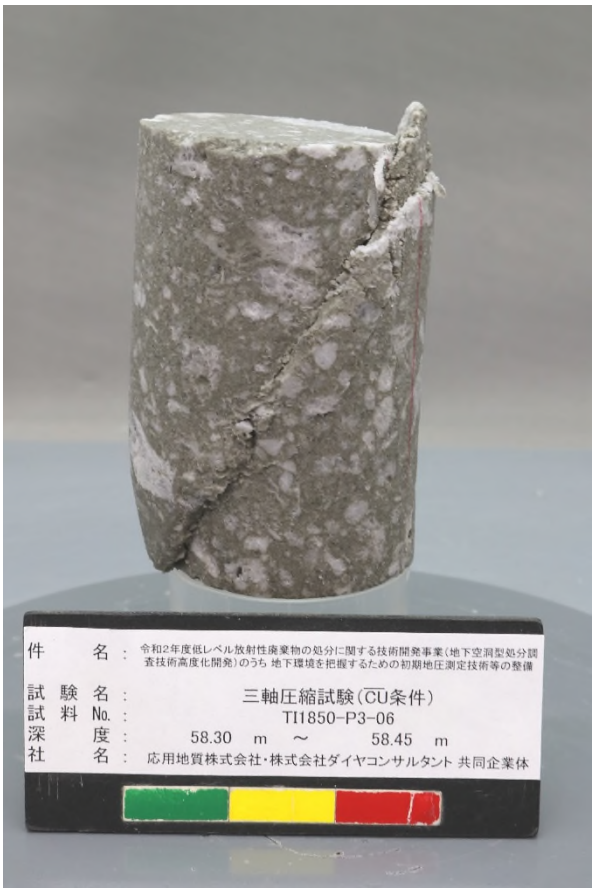
試験後

TI1850-S3　圧密応力 1.60MPa

三軸圧縮試験　供試体写真

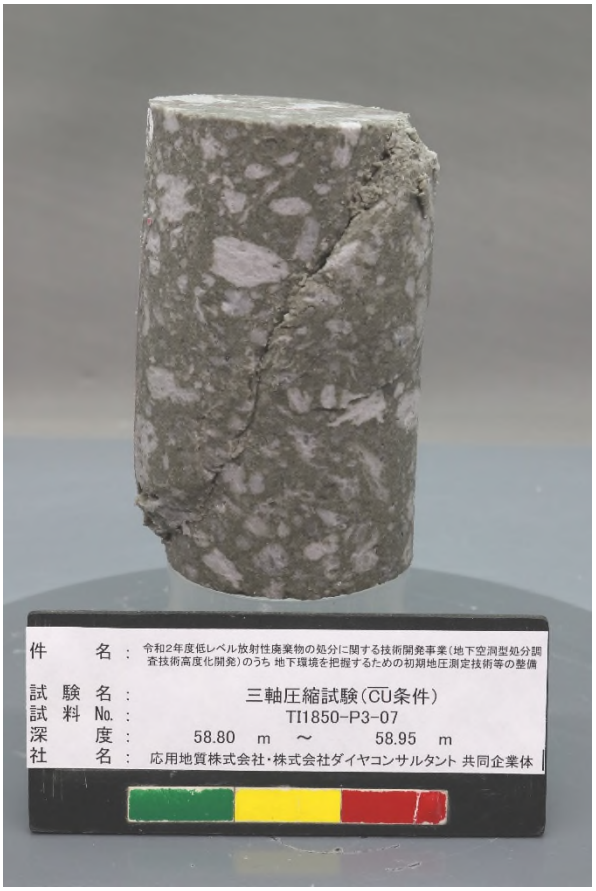


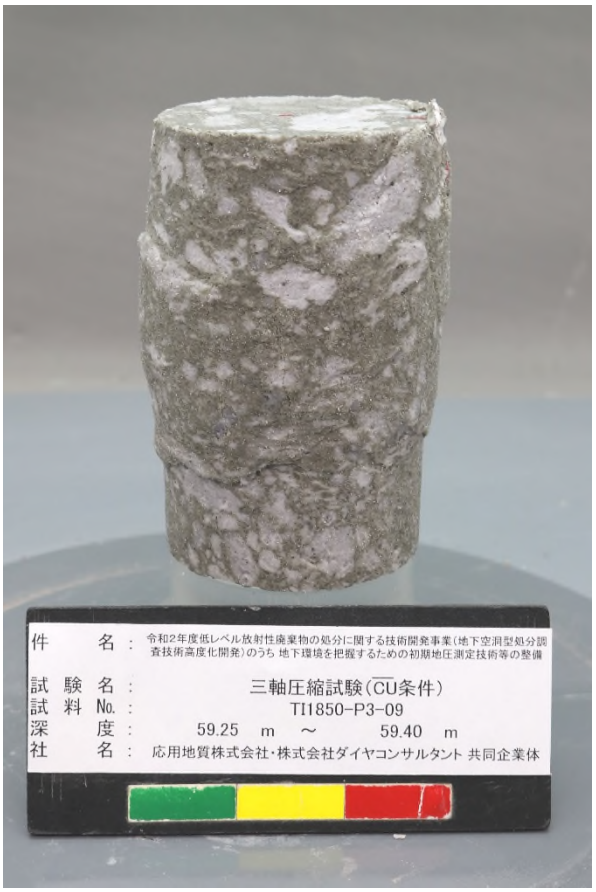


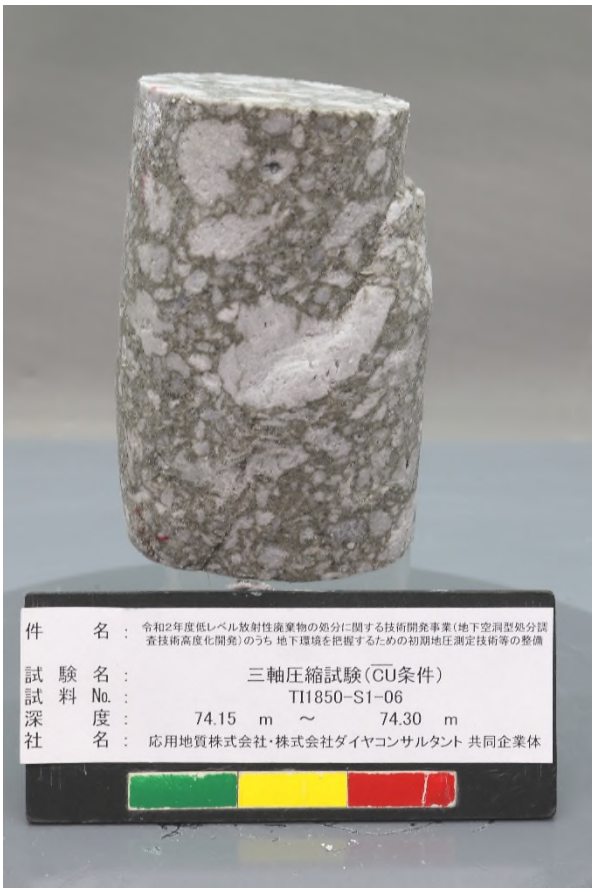


供試体の破壊状況（せん断状況が分かりやすい方向から撮影）

三軸圧縮試験　供試体写真

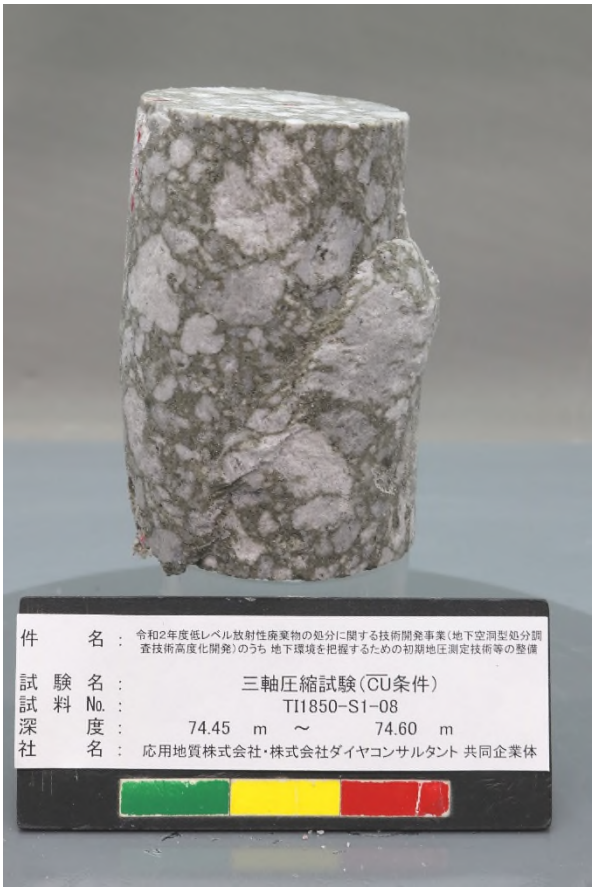


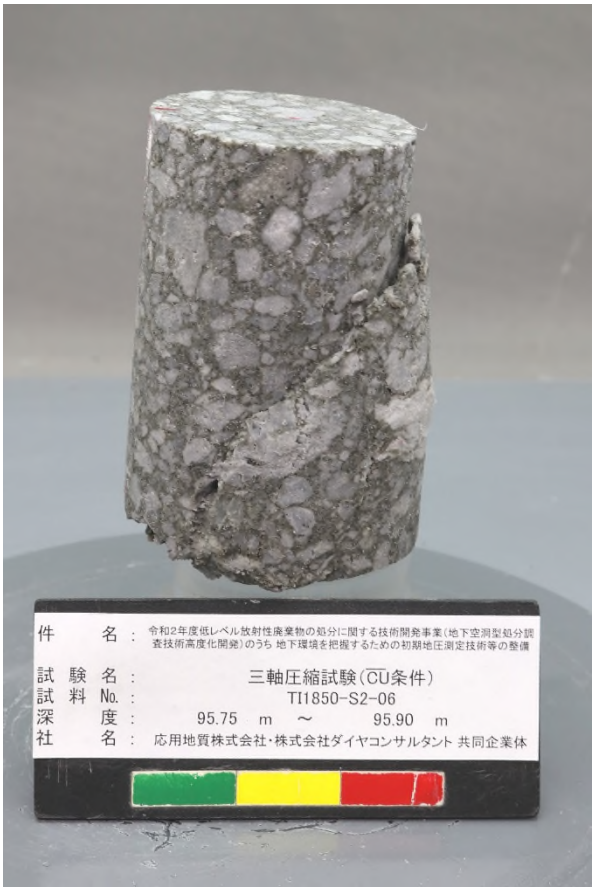




供試体の破壊状況（せん断状況が分かりやすい方向から撮影）

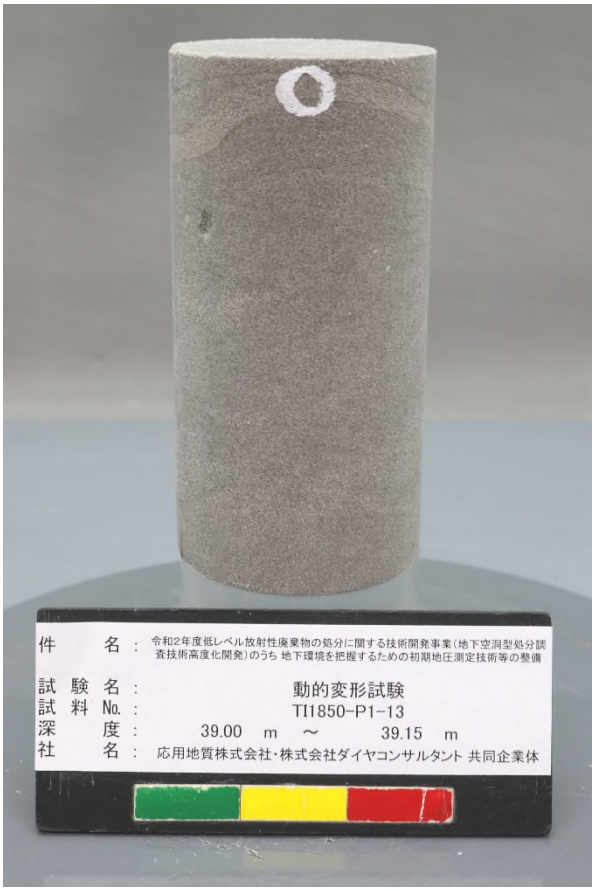
三軸圧縮試験　供試体写真

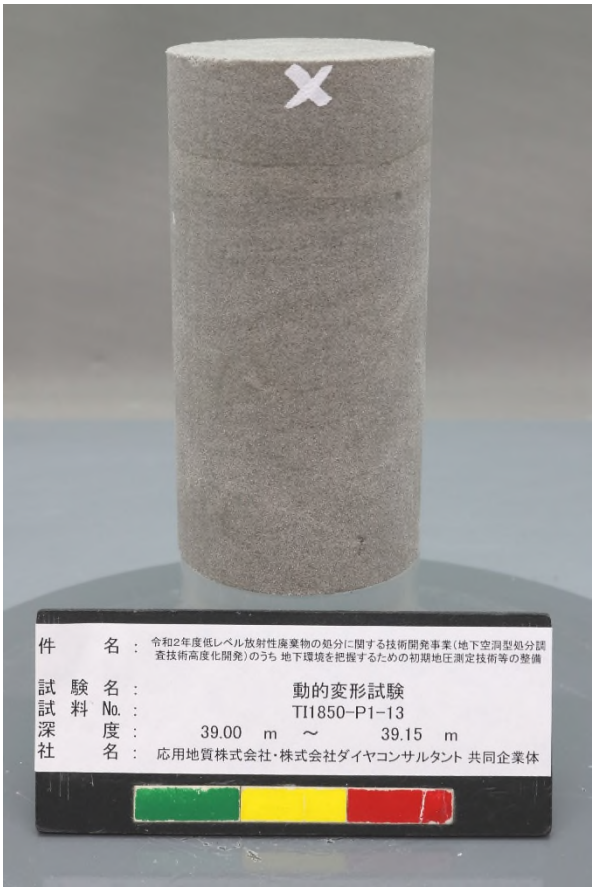




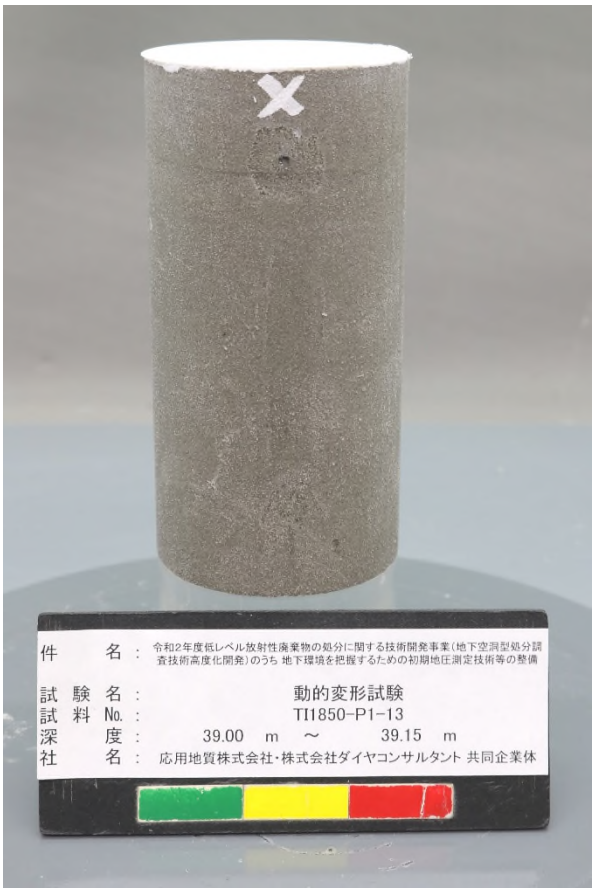
供試体の破壊状況（せん断状況が分かりやすい方向から撮影）

動的変形試験　供試体写真



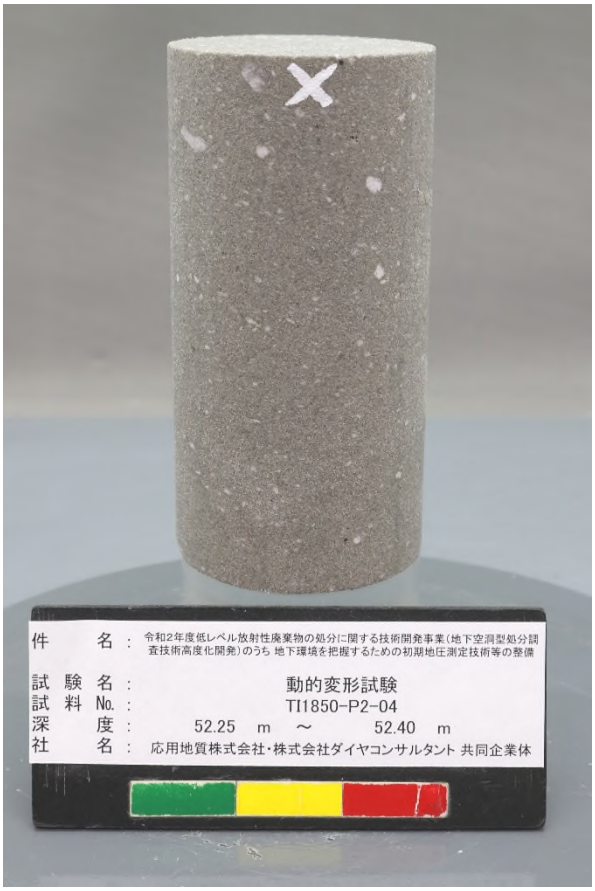


試験前

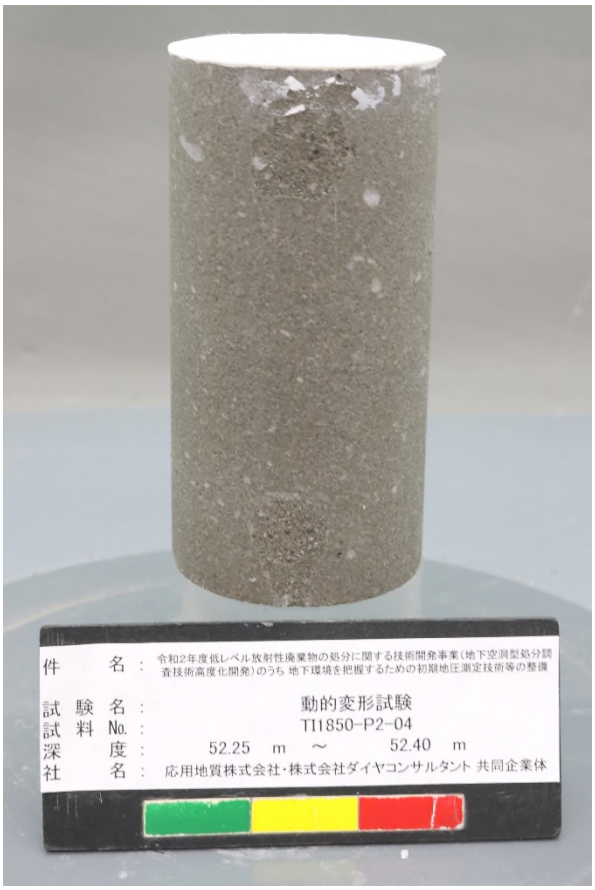


試験後

動的変形試験　供試体写真

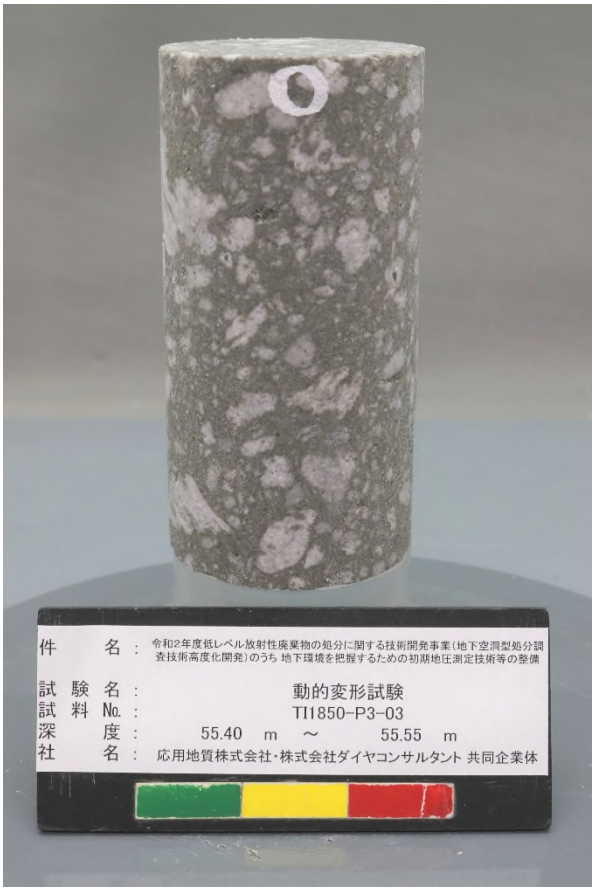


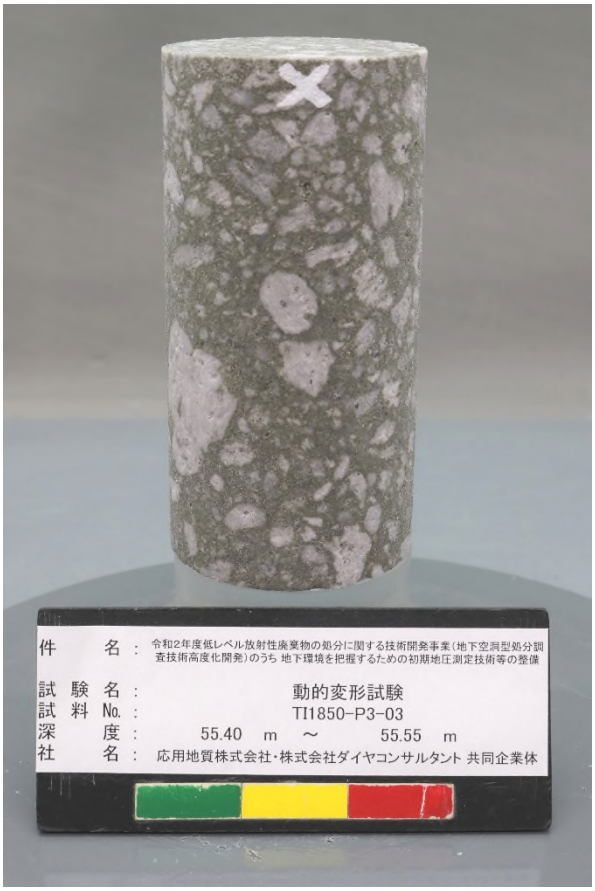
試験前



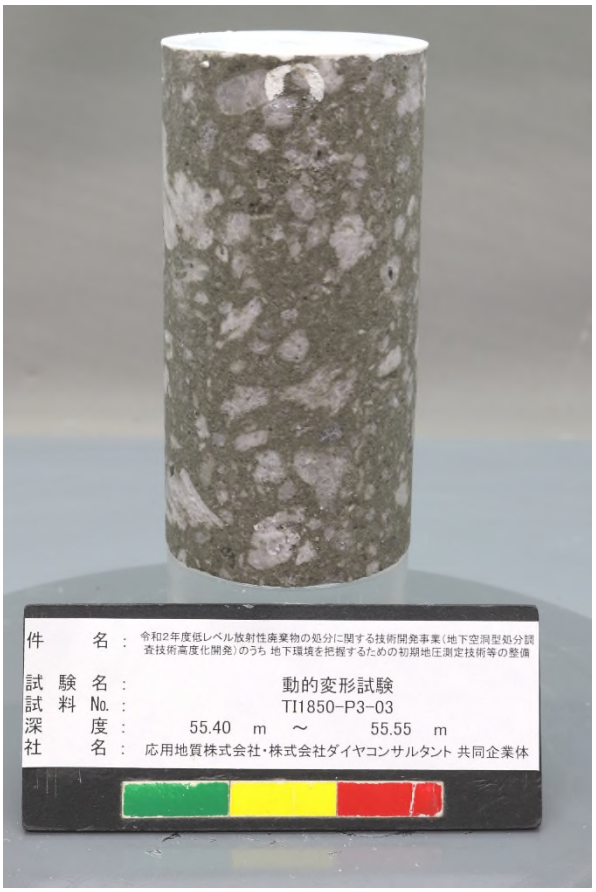
試験後

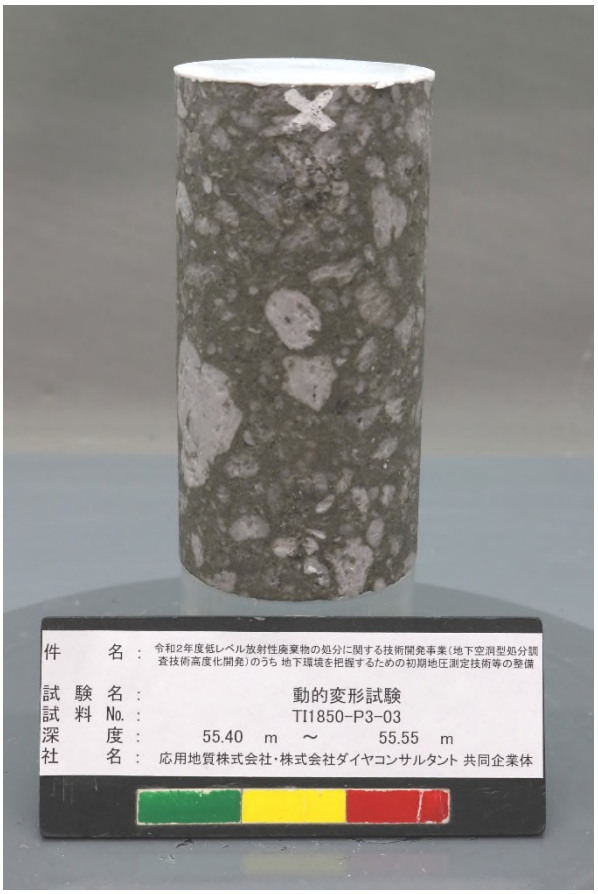
動的変形試験　供試体写真





試験前

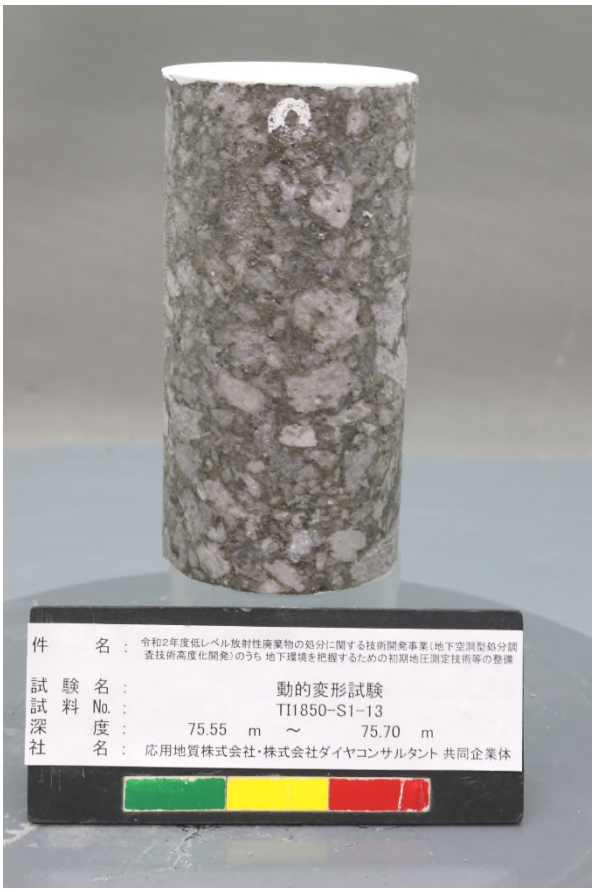


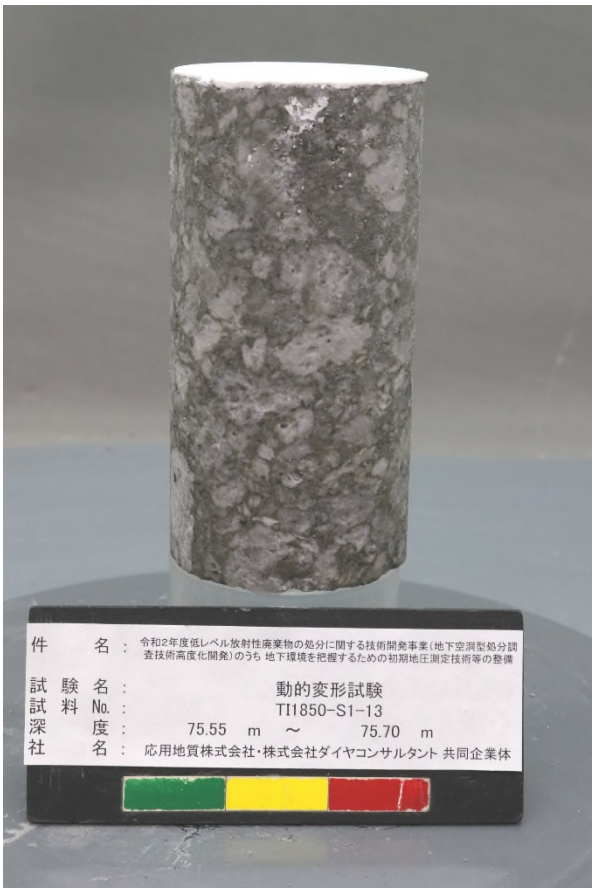


試験後

動的変形試験　供試体写真

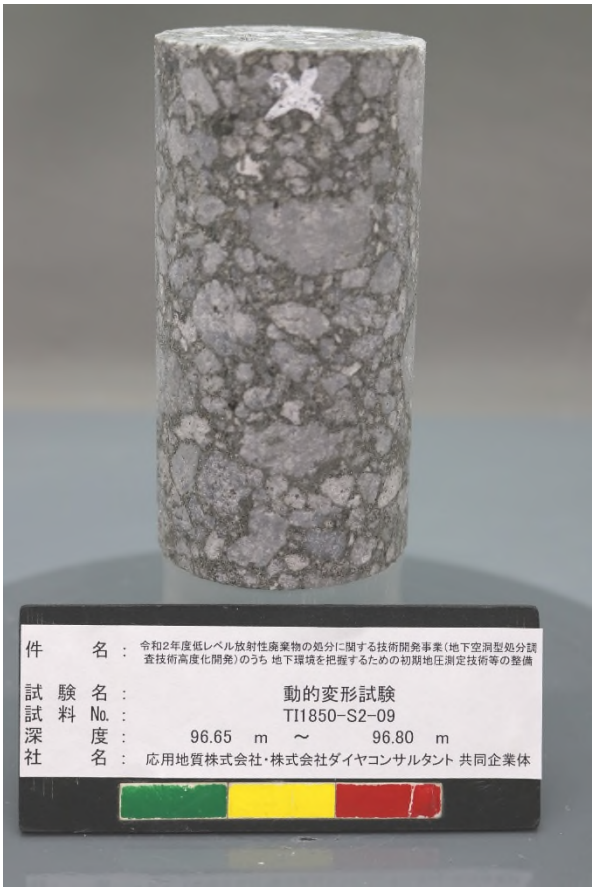
試験前



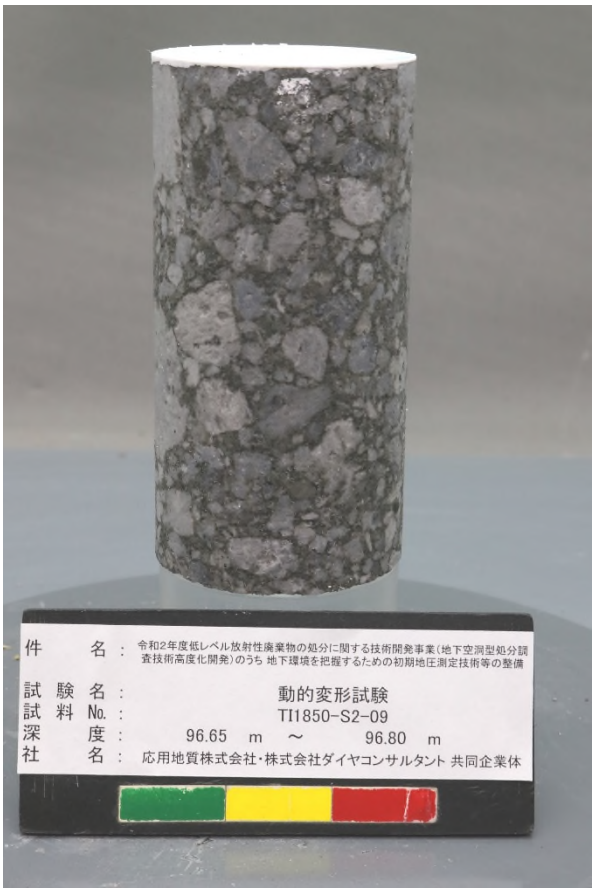


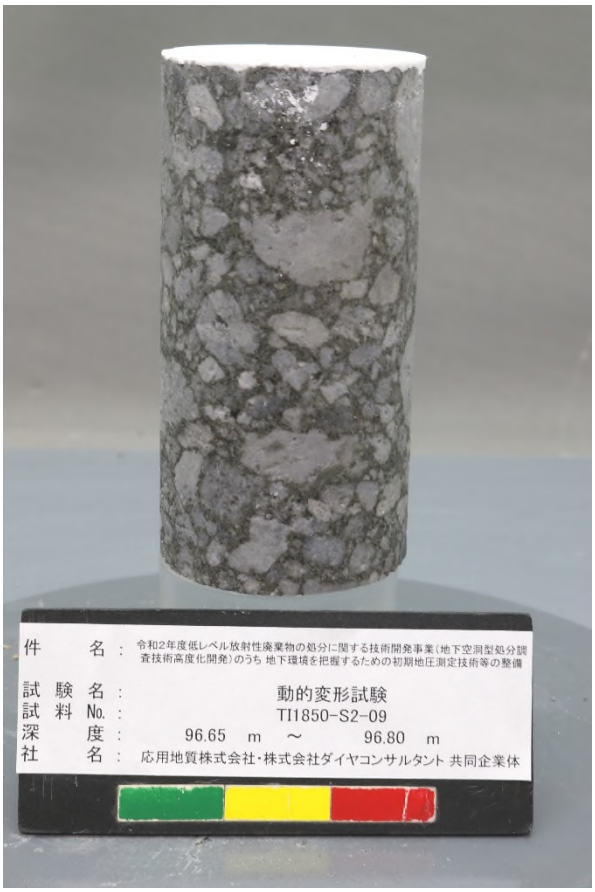
試験後

動的変形試験　供試体写真



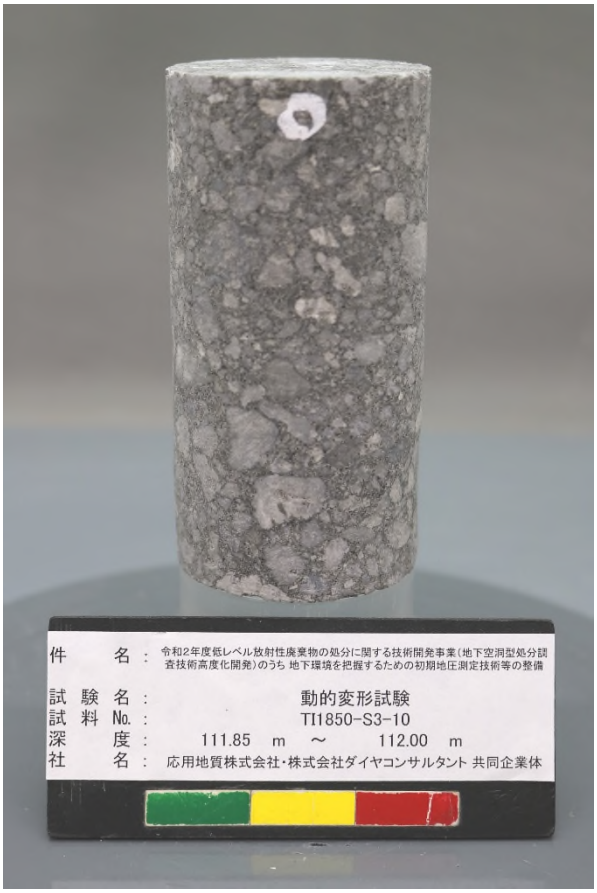
試験前

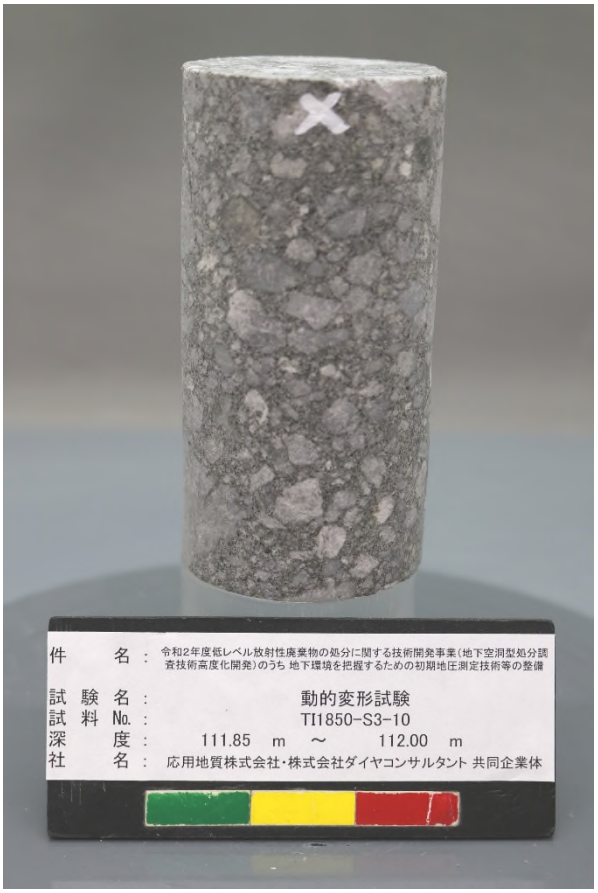




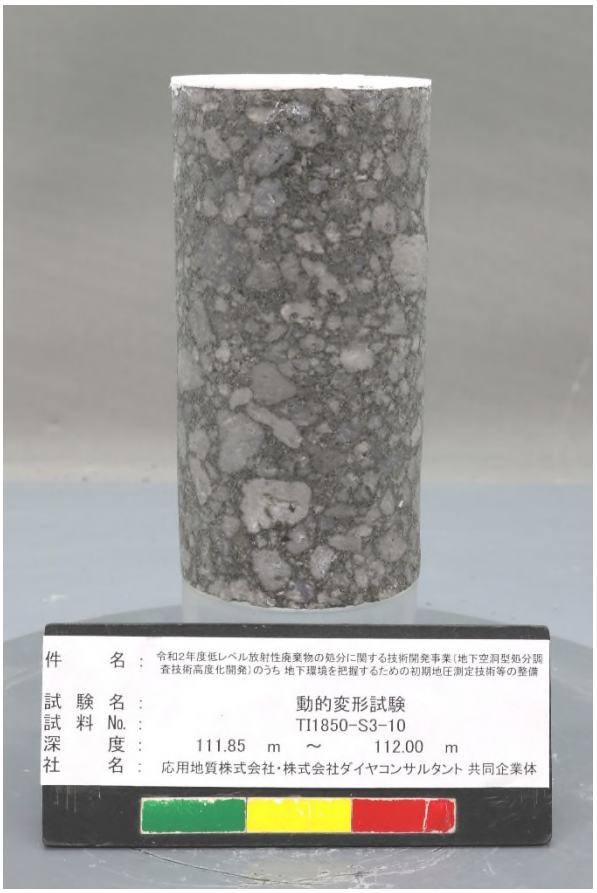
試験後

動的変形試験　供試体写真





試験前



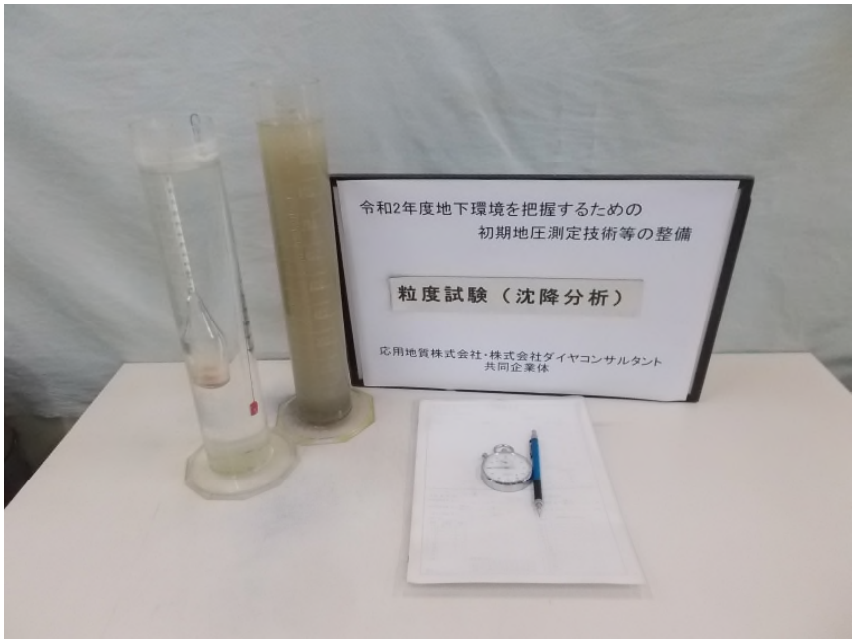
試験後

(2) 室内試験状況写真

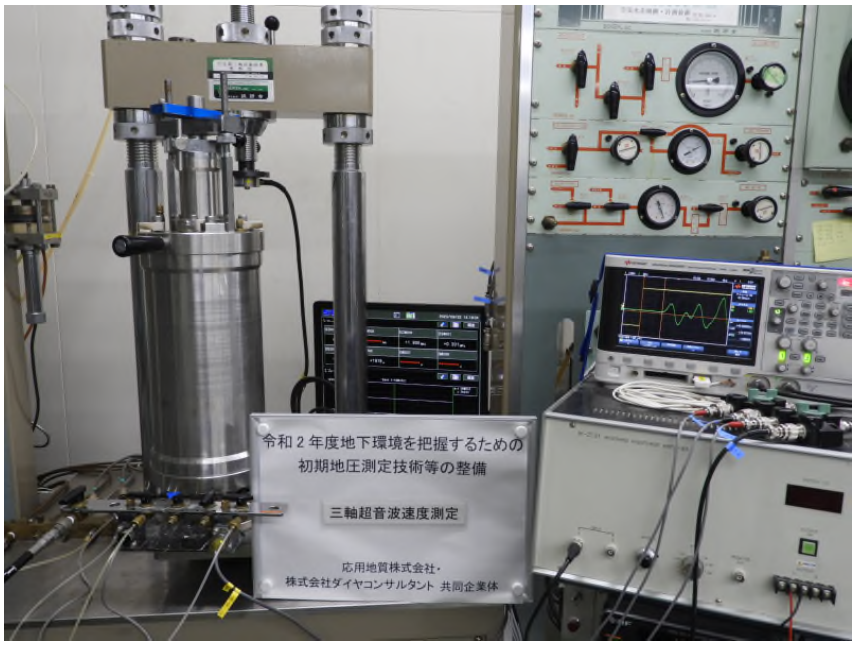
湿潤密度試験
（ノギス法）

土粒子の密度試験

土の粒度試験
（ふるい分析）



土の粒度試験
（沈降分析）



三軸超音波速度測定

一軸圧縮試験

圧裂引張試験

三軸圧縮試験

動的変形試験

添付資料－２　ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究関連

1. 文献リスト
2. 有識者ヒアリング(説明資料1)
3. 有識者ヒアリング(説明資料2)
4. ベントナイト混合土土質試験(締固め－透水)データシート
5. ベントナイト混合土の実体顕微鏡写真
6. クニゲルV1、三沢砂のSEM写真
7. 均一・不均一混合供試体の断面デジタル写真

1.文献リスト

文献調査リスト

番号	論文名	著者	出典	発行年
1	土の締固めにおける飽和度管理の重要性	龍岡文夫（東京理科大学）	ダム技術,No.354(2016.3)	2016
2	Compaction Characteristics and Physical Properties of Compacted Soils Controlled by the Degree of Saturation	F.Tatsuoka	Deformation Characteristics of Geomaterials,IOS Press,2015.	2015
3	地盤工学・技術ノート　盛土の締固め⑪、⑫	龍岡文夫	基礎工2014.4,2016.5	2014
4	盛土の締固めにおける飽和度管理の重要性	龍岡文夫	地盤工学会誌、技術手帳,63-7、2015.4	2015
5	Compactied Soil Behaviour:initial state,structure and constitutive equation	Alonso,Pinyol,Gens	Geotechniqe,63,No.6,4630478,2013.	2013
6	土の構造骨格に着目した締固め材料の力学特性の評価	鈴木・渡部（北海道大学）	第53回地盤工学研究発表会,2018	2018
7	Influence of compaction conditions on the pore-size distribution and saturated hydraulic conductivity of a gracial till	Watabe,Leroueil,Bihan	Canadian Geotech J37:1184-1194(2000)	2000
8	締固め地盤の透水性評価に関する実験的検討（その1）～（その3）	石黒・清水・藤山・幸村・塚田・太田	第32回、34回地盤工学研究発表会（平成9,11年）	1997
9	等体積一面せん断試験を用いた締固め地盤の現場強度管理に関する検討	石黒・藤山・幸村・塚田・太田	第31回地盤工学研究発表会（平成8年）	1996
10	Erodibility of clayey sand in relation to microfabric as a function of compaction condition	Egy,Watabe	ICSE-10 paper投稿中	2019
11	Influence of compaction condition on microscale erosion in clayey sand	Watabe,Egy,Sassa	第54回地盤工学研究発表会（大宮）2019	2019
12	高レベル放射性廃棄物処分のための緩衝材・埋戻し材の透水特性	小峯秀雄・緒方信英	電力中央研究所報告U00041　平成13年3月	2001
13	土粒子内の空隙を考慮したベントナイト混合土の配合設計法に関する研究	高橋直樹・黒川幸彦	三井住友建設技術研究所報告第６号	2008
14	ベントナイト混合土の透水係数の長期変化に関する研究の現状ー放射性廃棄物の処分に関する文献調査結果ー	石井・中島・三谷（清水建設）	粘土科学第36巻、第4号,1997.	1997
15	高レベル放射性廃棄物処分のための緩衝材・埋戻し材の膨潤評価式の提案	小峯秀雄・緒方信英	電力中央研究所報告U99013　平成11年10月	1999
16	信頼性の高い廃棄物最終処分場の遮水工構築に関する研究	飯島・勝又・高木・清水	前田建設技術研究所報VOL.43,2002.	2002
17	所定の透水係数を有するベントナイト混合土の配合設定方法	緒方・小峯・中島・長澤・石井（電中研・清水建設）	粘土科学第34巻、第2号,1994.	1994
18	低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関するー考察	伊藤・庭瀬・金子・千々松・中越（原燃・東設・ハザマ）	第65回土木学会全国大会（平成22年）	2010
19	ベントナイト混合土による土質遮水層に関する施工実証試験	吉崎・遠藤・西山（熊谷組）・水野（ホージョン）	第56回土木学会全国大会（平成13年）	2001
20	礫-砂-ベントナイト混合土の透水特性と透水係数の評価方法	田中・戸井田（鹿島建設）	土木学会論文集C,VOL64、No.1,2008	2008
21	最終処分場におけるベントナイト混合土の品質保証技術に関する研究	戸村・中田・喜多・黒島（三井住友建設）	三井住友建設技術研究所報告第3号	2005
22	ベントナイト混合土を用いた大規模廃棄物最終処分場の施工	佐川ら（飛島建設）	とびしま技報No.53(2004)	2004
23	変形したベントナイト混合土の遮水性能	工藤・今泉・加藤・柴田（NPO・LS研：最終処分場技術システム研究協会）	第18回廃棄部学会研究発表会講演集（2007）	2007
24	ベントナイト混合土の製造方法に関する検討（実規模混合機による混合試験）	山田ら(日本国土開発)	日本原子力学会2017	2017
25	低レベル放射性廃棄物処理施設における難透水性覆土の透水性評価の一考察	工藤・庭瀬（原燃）・千々松・木村（ハザマ）・矢込（東電設計）	第６９回土木学会全国大会（平成２６年）	2014
26	放射性廃棄物の地下空洞型処分施設に用いる底部低透水層の転圧工法による施工品質の評価	山田・千々松・藤原・矢田・秋山・小峯・飯塚	土木学会論文集C,VOL71、No.3,2015	2015
27	一次元模型地盤を用いた高吸水性ポリマーの地盤注入特性および遮水性能について	北村・赤木・水原（早稲田大学）・石黒（前田）・足立（ハザマ）	第73回土木学会全国大会（平成30年）	2018
28	ベントナイト混合土の製造過程の違いが団粒の形成に及ぼす影響に関するー考察	伊藤・小峯・村上(茨城大)	第9回地盤工学会関東支部（2012年）	2012
29	砂・ベントナイト混合土の透水係数に及ぼす作成過程の影響	伊藤・小峯・村上(茨城大)	茨城大学資料	2013
30	砂・Caベントナイト混合土の透水現象に及ぼす初期飽含水比の影響に関する推察	崎田・小峯・王・後藤・山田	地盤工学会全国大会　2020	2020
31	砂・Caベントナイト混合土の初期飽和度が透水係数に及ぼす影響の推察	崎田・小峯・王・後藤・山田	土木学会全国大会　2020	2020

文献調査リスト

番号	論文名	著者	出典	発行年
32	Ca型ベントナイト混合土の透水係数に関する評価（その1）－ベントナイト混合率、試料混合方法の影響－	崎田・小峯・王・後藤・山田	土木学会全国大会　2019	2019
33	砂－Ca型ベントナイト混合土を対象とした試料混合方法の再現性に関する評価	崎田・小峯・王・後藤・山田	地盤工学会　2019	2019
34	Influence of bentonite type and producing method on hydraulic conductivity of sand-bentonite mixture	崎田・小峯・王・後藤・山田	ICEGT2020	2020
35	膨潤圧発生に伴う吸水量測定試験におけるベントナイトの吸水量と含水比増分から算出される試験後飽和度と既往文献に基づく水分子の存在形態に関する推論	小峯	第53回地盤工学研究発表会,2018	2018
36	土の化学・物理　7.土の化学・物理と高レベル放射性廃棄物処分	小峯	地盤工学会誌59-3　講座2011	2011
37	低透水性材料の透水試験方法（JGS 0312-2018） 低透水性土質材料の透水試験方法基準化WG	西垣・千々松・梅田・神谷 小林・小松・藤原・八巻 渡邊	地盤工学会	2018
38	Na・Ca　ベントナイトの圧密と透水係数について	宮本(鹿児島大)・取出(三重大)・甲本(佐賀大)		
39	土粒子内の空隙を考慮したベントナイト混合土の配合設計法に関する研究	高橋直樹・黒川幸彦	三井住友建設技術研究所報告第6号	2008
40	各種ベントナイトの透水係数に対する透水係数理論評価式の適応性	小峯	土木学会第63回年次学術講演会 （平成20年9月）	2008
41	ベントナイトの膨潤圧・膨潤変形特性に及ぼす温度履歴の影響とその要因	小峯・大橋・安原・村上	土木学会論文集C Vol63 No. 3 ,731-741,2007.8	2007
42	高圧圧密試験装置を用いたベントナイトの透水係数算出における試験方法の高度化	佛田・小峯・安原・村上	土木学会論文集C Vol62 No. 3 ,573-578,2006.8	2006
43	砂・ベントナイト混合材料および各種ベントナイトの膨潤特性	小峯・緒方	土木学会論文集 No.701／III-58, 373-385,2002.3	2002
44	Ca型ベントナイト混合土の透水試験方法（その1）ー室内締固め供試体に対する剛性容器を用いた方法ー	渡邊 保貴,田中 幸久,中村 邦彦,廣永 道彦	電力中央研究所報告	2013
45	低配合ベントナイト混合土の長期状態変化を踏まえた設計手法に関する一考察	伊藤・庭瀬・金子・千々松・中越（原燃・東設・ハザマ）	土木学会第65回年次学術講演会 （平成22年９月）	2000
46	平成２１年度 地層処分技術調査等 人工バリア長期性能評価技術開発 人工バリアの長期挙動ん評価 セメントーベントナイト相互作用に関する試験（１） 化学的変質挙動に関する試験　報告書	三菱マテリアル株式会社 株式会社　太平洋コンサルタント	三菱マテリアル株式会社 株式会社　太平洋コンサルタント	2009
47	平成３１年度 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 （TRU廃棄物処理・処分に関する技術開発）のうち廃棄体由来の発生ガスに関する現象解析モデルの妥当性検討 状態設定に係る緩衝材の化学変質試験 報告書	三菱マテリアル株式会社	三菱マテリアル株式会社	2019
48	Direct Observation of the Influence of Additives on Calcite Hydration by Frequency Modulation Atomic Force Microscopy	Yuki Araki,Katsuo Tsukamoto(東北大学) Ryosuke Takagi,Tomoyuki Miyashita（近畿大学） Noriaki Oyabu,Kei Kobayashi（京都大学） Hirofumi Yamada（京都大学）	Crystal Growth & Design	2014
49	Localization of cesium on montmorillonite surface investigated by frequency modulation atomic force microscopy	Yuki Araki（神戸大学） Hisao Satoh（三菱マテリアル） Masahiko Okumura（日本原子力研究開発機構） Hiroshi Onishi（神戸大学）	Elsevier社 ScienceDirect Surface Science 665(2017) 32-36	2017
50	3D imaging of change in the hydration structure at phyllosilicate crystal-electrolyte solution interfaces by FM-AFM	Yuki Araki, Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada（京都大学）		2017

文献調査リスト

番号	論文名	著者	出典	発行年
51	周波数変調原子間力顕微鏡による粘土表面のセシウム吸着の原子スケールその場観察	荒木 優希（立命館大学），奥村 雅彦(日本原子力研究開発機構)， 安藤 康伸（産業技術総合研究所），小林 圭（京都大学），山田 啓文（京都大学）		
52	小角 X 線散乱法による高純度粘土の コンシステンシーメカニズムに関する研究 Research on Consistency Mechanism of High-purity Clay by SAXS	大河原 正文（岩手大学），曽我 健一 （ケンブリッジ大学），斎野 崇（岩手大学），田中 政典（（独）港湾空港技術研究所），齊藤 康明 （岩手大学），内田 勝也（岩手大学），三田地 利之（日本大学）	SPring-8 利用研究成果集 Section A 2011B1417 BL40B2	2016
53	X線回折法および近赤外分光法による単一イオン型モンモリロナイトの層間水の分析	齊藤 康明 （岩手大学大学院），大河原 正文（岩手大学）	粘土科学　第58巻　第２号　43-59（2019）	2019
54	Water–montmorillonite systems: Neutron scattering and tracer throughdiffusion studies Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern	Leiter der Arbeit: Prof. Dr. L. W. Dismond)Institut fur geologie) Co-Leiter: Dr.M. A. Glaus (Paul Scherrer Institute) Co-Leiter: Dr. L. R. Van Loon (Paul Scherrer Institute) Co-Leiterin: Dr.F. Juranyi (Paul Scherrer Institute)		2014
55	平成３１年度 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム評価技術開発） 緩衝材の塩水による化学影響に関するデータの取得 報告書ドラフト版	株式会社ダイヤコンサルタント	株式会社ダイヤコンサルタント	2019
56	平成３１年度 高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業（沿岸部処分システム評価技術開発） 緩衝材の塩水による化学影響に関するデータの取得 報告書	株式会社ダイヤコンサルタント	株式会社ダイヤコンサルタント	2020
57	Monte Carlo analysis of montmorillonite particle structures and modeling of dissolution rate reduction	Kenichi Terada,Akiho Tani,Shusaku Harada(北海道大学) Hisao Satoh（三菱マテリアル） Daisuke Hayashi （公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター）	IOP publishing 英国物理学会出版局	2018
58	連続縦落し式混合・加水装置によるベントナイト混合土の製造と締固め施工技術	飯島健 久慈雅栄	第60回地盤工学シンポジウム	2016
59	ミストブレンダー工法の適用性拡大にむけての検討	久慈雅栄 飯島健	前田技術研究所報 VOL. 58. 2017	2017
60	連続式練混ぜ機械によるベントナイト混合土の練混ぜ試験	東電設計（株） 田坂 嘉章，押部 甚一 （株）安藤・間 千々松 正和 前田建設工業（株） 飯島 健 (公財)原子力環境整備促進・資金管理センター 山田 淳夫，秋山 吉弘	土木学会第69回年次学術講演会(平成26年9月)	2014
61	FT-IRによる粘土の残留状態せん断面のその場分析	岩手大学　倉谷　昌臣 岩手大学　大河原　正文 北海道大学大学院　三田地　利之	土木学会東北支部技術研究発表会（平成19年度）	2007
62	PORE DISTRIBUTION AND PERMEABILITY OF SILTY CLAYS	Ignacio Garcia-Bengochea, (A.M.ASCE) Charles William Lovell Adolph G. Altschaeffl fellows ASCE	JOURNAL OF THE GEOTECHNICAL ENGINEERING DIVISION 1979, Vol. 105, Issue 7, Pg. 839-856	1979
63	地すべり解析用小型 自動繰り返し一面せん断試験装置の開発と試験方法の最適化	大河原正文,三田地利之,小野寺賢一	地すべり 第37巻 第1号 Journal of the Japan Landslide Society 37-1 (2000)	2000
64	分子軌道法による粘土粒子表面の吸着水の結合エネルギー	岩手大学　太田　征志 岩手大学　大河原　正文 岩手大学　鈴木　映一	土木学会東北支部技術研究発表会（平成19年度）	2007
65	分子動力学法による同形置換を考慮した粘土粒子－水分子の挙動解析	岩手大学　中西　正樹 岩手大学　大河原　正文 日本大学　三田地　利之	土木学会東北支部技術研究発表会（平成22年度）	2010
66	分子動力学法による粘土鉱物のせん断力計算	岩手大学　山崎　聡樹 岩手大学　NAVCHMAA　MISHEEL 岩手大学　中西　正樹 岩手大学　大河原　正文	土木学会東北支部技術研究発表会（平成23年度）	2011

文献調査リスト

番号	論文名	著者	出典	発行年
67	Theoretical Equations on Hydraulic Conductivities of Bentonite-Based Buffer and Backfill for Underground Disposal of Radioactive Wastes	Hideo Komine, Ph.D.	JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING © ASCE / APRIL 2008 / 497	2008
68	技術手帳 電気二重層・拡散二重層	小峯　秀雄	地盤工学会誌, 62-4(675)	2014
69	Dynamic compaction properties of bentonite-based materials	Hiroshi Ito（クニミネ工業研究所） Hideo Komine（茨城大学）	ENGINEERING　GEOLOGY	2008
70	変水位透水試験による締固めたベントナイト供試体の透水係数 の測定および試験方法	*貞松 暁大1、小峯 秀雄1、後藤 茂1、王 海龍1、関口 高志2、北原 慎也2、伊藤 大知1、市川 雄太1（1. 早稲田大 学、2. 戸田建設）	第55回地盤工学研究発表会	2020
71	塑性限界を導入した粘土の締固め特性の評価法の提案	小峯秀雄・緒方信英	土木学会論文集 No.436/ III-16, pp.103～110, 1991.9	1991
72	直径および断面形状の異なるベントナイト系緩衝材供試体の締固め特性	茨城大学 直井優 茨城大学 小峯秀雄 安原一哉 村上哲 ハザマ 千々松正和	土木学会第58回年次学術講演会（平成15年9月）	2003
73	Fundamentals of soil behavior Second Edition	James K Mitchell（University of California, Barkeley）	John Wiley & Sons	1993
74	Fundamentals of soil behavior Third Edition	James K Mitchell Kenichi Soga	John Wiley & Sons	2005
75	Fundamental experiment on swelling characteristics of bentonite mixture soil	Yuji Kaneko（早稲田大学） Hideo Komine（早稲田大学） Atsuo Yamada（公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター） Yoshihiro Akiyama（公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター） Masakazu Chijimatsu（安藤ハザマ）	第50回地盤工学研究発表会（札幌）2015年9月	2015
76	土の化学・物理　7.土の化学・物理と高レベル放射性廃棄物処分	小峯 秀雄	公益社団法人 地盤工学会	2011
77	4.河川流域模擬土質材料の侵食特性データと 地盤情報データベースの併用による 日本国内の河川流域の侵食特性評価	茨城大学　藤田 圭介、小峯 秀雄、村上 哲、安原一哉	第 19 回地球環境シンポジウム講演集 2011 年 9 月	2011
78	人工海水環境下における各種ベントナイトの透水係数	小峯　秀雄・安原　一哉・村上　哲	土木学会論文集C Vol67 No.2, 276-287, 2011	2011
79	メスシリンダーを用いたベントナイト系材料の浸潤・膨潤特性の簡易実験法	小峯秀雄・直井優・安原一哉・村上哲・百瀬和夫・坂上武晴	土木学会論文集 No. 771／III-68, 225-234, 2004. 9	2004
80	異なる骨格構造を持つ盛土材料の力学特性の評価	北海道大学 鈴木日向・ 渡部要一	第54回地盤工学研究発表会 （さいたま市） 2019年7月	2019
81	里塚地区盛土材の内部侵食がせん断特性に及ぼす影響	北海道大学大学院工学院　窪田翔 北海道大学大学院工学院 渡部要一 東京大学生産技術研究所 桑野玲子 東京大学生産技術研究所 Chitravel Sanjei 札幌市建設局 佐々木将仁	第55回地盤工学研究発表会 2020年7月	2020
82	札幌市里塚地区の火山灰質盛土材の液状化強度に関する締固め度の影響	北海道大学 渡部 要一 須志田 健 佐々木将仁	第55回地盤工学研究発表会 2020年7月	2020
83	Water absorption/swelling pressure of powder bentonites and analogism on water molecular formation in bentonite	Hideo Komine	2019/10/14-18 The 16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering	2019
84	ベントナイト系遮水材の感染性蛋白粒子（プリオン）濾過 の可能性に関する文献調査と数理モデルによる推論	早稲田大学　小峯秀雄	第54回地盤工学研究発表会 （さいたま市） 2019年7月	2019
85	高圧圧密試験における ベントナイト供試体の試験後の飽和度に関する一傾向	茨城大学 小栗光、小峯秀雄、村上哲	第48回地盤工学研究発表会 （富山） 2013年7月	2013
86	締固めた粉体状ベントナイト各種の水分移動特性と膨潤圧挙動に関する考察	小峯 秀雄, 小山田 拓郎, 尾崎 匠, 磯 さち恵	土木学会論文集C Vol74 No.1, 63-75, 2018	2018
87	連続式練混ぜ機械によるベントナイト混合土の練混ぜ試験	東電設計　田坂 嘉章, 押部 甚一 （株）安藤・間 千々松 正和 前田建設工業（株） 飯島 健 （公財)原子力環境整備促進・資金管理センター 山田 淳夫, 秋山 吉弘	土木学会第69回年次学術講演会(平成26年9月)	2014
88	地層処分・余裕深度処分のためのベントナイト緩衝材の水分分散係数データベースの構築	小峯 秀雄	科学研究費助成事業　研究成果報告書	2016

文献調査リスト

番号	論文名	著者	出典	発行年
89	放射性廃棄物の地下空洞型処分施設に用いる底部低透水層の転圧工法による施工品質の評価	山田　淳夫，千々松　正和，藤原　斉郁，矢田　勤，秋山　吉弘，小峯　秀雄，飯塚　敦	土木学会論文集C Vol64 No.1，101-110，2008.3	2008
90	振動ローラ加速度応答法を活用したベントナイト混合土の現場締固め管理事例	前田建設工業 石黒 健 平田昌史 高橋浩　長船哲也 石井裕介	第54回地盤工学研究発表会発表講演集	2019
91	拡散二重層理論適用限界の観点からのベントナイトの締固め特性の評価	茨城大学 小峯 秀雄	土木学会第58回年次学術講演会（平成15年9月）	2003
92	粒状ベントナイトの締固め・透水特性とその簡易評価方法	伊藤　弘志、鈴木　啓三、小峯　秀雄	土木学会論文集C Vol62 No.4，803-813，2006.12	2006
93	Permeability and mechanical properties of bentonite-sand mixture for sealing LLW repositories	Komine Hideo Ogata Nobuhide Horie Yoshihiro Ishii Takashi Nishino Shin-ya	SD1　13/3	1991
94	i-Construction 推進に向けた砂・Ca 型ベントナイト混合土を対象とした 明度による締固め状況の確認の一考察	（早稲田大学）近藤 誠 小峯 秀雄 王 海龍 後藤 茂 崎田 知紀　（安藤ハザマ）山田 淳夫	地盤工学会関東支部発表会	2019
95	砂・Ca 型ベントナイト混合土の締固め管理における 明度による評価と整理方法	早稲田大学 近藤 誠 安藤・間 山田 淳夫 早稲田大学 崎田 知紀 早稲田大学 小峯 秀雄 早稲田大学 王 海龍 早稲田大学 後藤 茂		
96	締固めた砂・Ca 型ベントナイト混合土の明度に影響を及ぼす要因に関する一考察	早稲田大学 近藤 誠, 崎田 知紀 早稲田大学 小峯 秀雄 後藤 茂 王 海龍 安藤・間 山田 淳夫	令和２年度土木学会全国大会	2020
97	鵜川ダム建設工事におけるコア材の飽和度管理を重視した現場締固め管理	前田建設工業 ICI 総合センター 石黒 健 新潟県柏崎地域振興局 和田 豊 八千代エンジニヤリング株式会社水工部 貫井 明 前田建設工業株式会社 北陸支店鵜川ダム作業所 中島秀樹 武田智治 東京理科大学 龍岡文夫		
98	土の締固め 主として道路土工に関連して	久野　悟郎	57　技報堂全書	1963
99	fundamental principles of soil compaction	R. R. Procter (Field Engineer, Bureau of Waterworks and Supply, Los Angels, Calif.)	Engineering　News　Record Vol.111　New York　August　31　1933 No.9	1933
100	MRI による土の不飽和浸透特性把握の試み	荒木功平，藤森弘晃，舛谷敏一，熊谷博司，坂本　肇，大西洋	第27回　中部地盤工学シンポジウム	2015
101	MRIによる土試料の水分変化の観察	田中 政典, 永嶋 一臣, 亀井 健史	第39回地盤工学研究発表会	2004
102	デコミッショニング技報	河田 東海夫 福井 雅裕、柴田 祐一 田村 哲郎、五来 弘康 佐藤 俊一、植田 晴雄 鯉渕 浩人、石黒 秀治 松田 健二 広中 良和、戸井田 克 森川 誠司、奥津 一夫 山本 拓治、古市 光昭 神山 義則、稲井 慎介	財団法人 原子力研究バックエンド推進センター Journal of the RANDEC No.9 2004	2004
103	土の突固め試験及びこれに基く施工難易度の判定並びに施工基準の設定に就て （昭和15年4月3日第４回工学会大会講演会に於て）	星埜　和	論説報告（第27、2　昭和16年2月）	1941
104	中性子イメージング技術の基礎と応用（基礎編第３回） 中性子イメージング技術の原理	玉置　昌義	RADIOISOTOPES，５６，３２９３３７（２００７）	2007
105	締固め地盤における現場透水試験法の妥当性に関する一考察	前田建設工業（株）技術研究所　石黒　健　清水英樹 東東電力（株）建設部　幸村秀樹 東東工業大学工学部　太田秀樹	第34回地盤工学研究発表会（東京） 1999年7月	1999
106	土の締固めに関する調査研究報告書（日本道路公団委託）	高速道路調査会 土工分科会 締固め研究班	調査研究報告書　昭和47年2月	1972

2.有識者ヒアリング(説明資料 1)

ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

－ 現状認識と本研究の方向性について －

前田建設工業ICI総合センター

令和2年7月

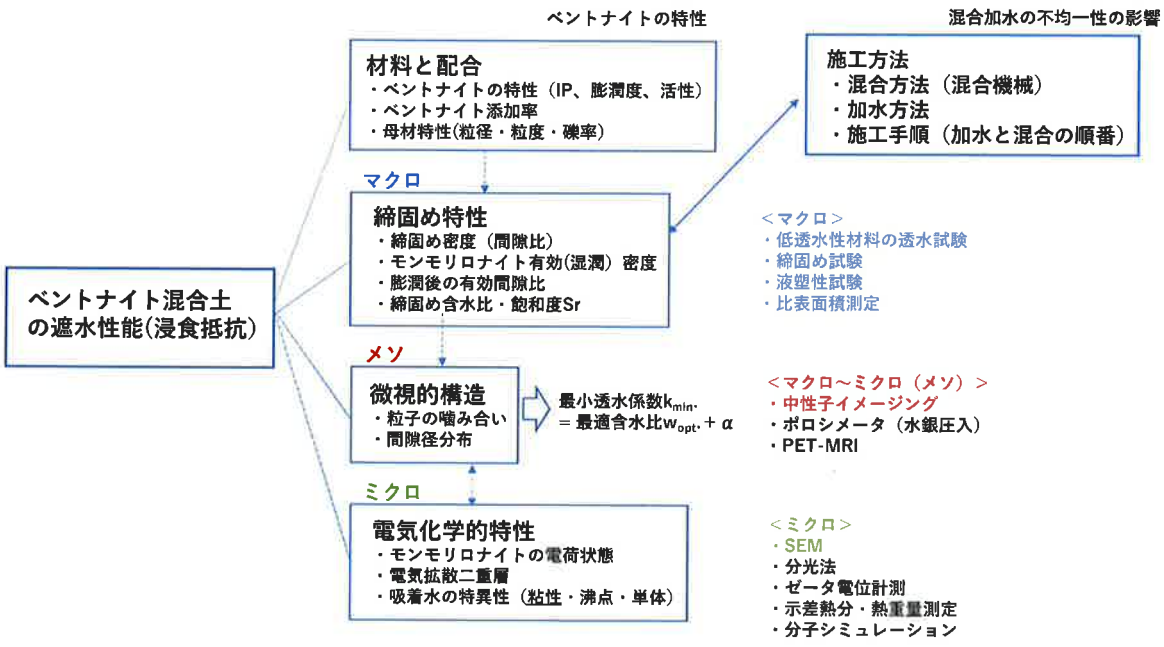


図０　ベントナイト混合土の遮水性に関する各種要因と研究の全体像（暫定）

0

【目次】

1．ベントナイト混合土における締固め含水比と透水係数の関係（既往データ）

2．最小透水係数 $k_{min.}$ に関する土質力学的評価（含微視的検討）の現状

3．現状認識と本研究の方向性について

4．カラーサンドとベントナイトの予備混合実験（速報）

5．その他の視点
① 浸食（Erosion）抵抗性
② 過転圧と走破性（ﾄﾗﾌｨｶﾋﾞﾘﾃｨ）
③ 飽和度管理（龍岡）のフレームワーク
④ 電気化学的性質および間隙水の特異性

6．本年度の実施内容

7．ヒアリング先一覧

1．ベントナイト混合土における締固め含水比と透水係数の関係（既往データ）

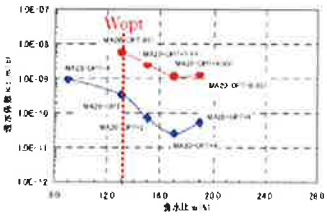


図-1　MA20 シリーズ

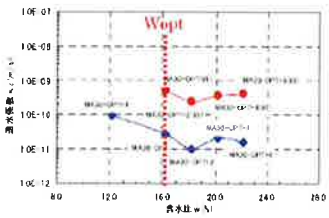


図-2　MA30 シリーズ

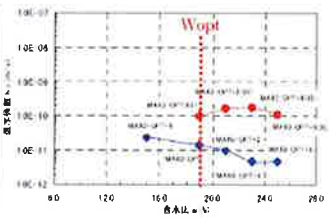


図-3　MA40 シリーズ

① 文献25：工藤・庭瀬（原燃）・千々松・木村（ハザマ）・矢込（東電設計）Ca型

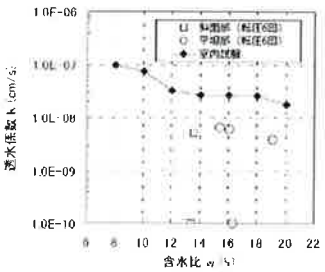


図-6　含水比と透水係数の関係

② 文献19：吉崎・遠藤・西山（熊谷組）・水野（ホージョン）

低下が懸念される。

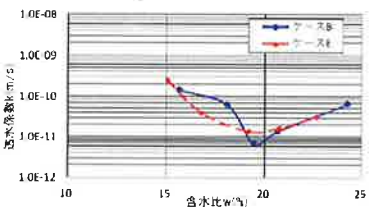


図-1　含水比と透水係数との関係

表-1　各試験ケースにおける透水試験結果

項目		ケースB	ケースE
最適含水比	w_{opt} (%)	14.9	15.2
	ρ_{dmax} (g/cm³)	1.791	1.787
	k_{wopt} (m/s)	1.00E-10	2.10E-10
最小透水係数	w (%)	19.6	19.2
	w_{opt}* (%)	4.6	4.0
	ρ_d (g/cm³)	1.704	1.716
	k_{min} (m/s)	6.59E-12	1.34E-11
k=1.0E-11m/s を満足する含水比範囲(%)		19.1～20.3 (w_{opt}+4.2～+5.4)	
k=2.0E-11m/s を満足する含水比範囲(%)		18.7～21.6 (w_{opt}+3.8～+6.7)	18.0～21.6 (w_{opt}+2.8～+6.4)

③ 文献24：山田ら（日本国土開発）Ca型

図1　ベントナイト混合土における締固め時含水比と透水係数の関係

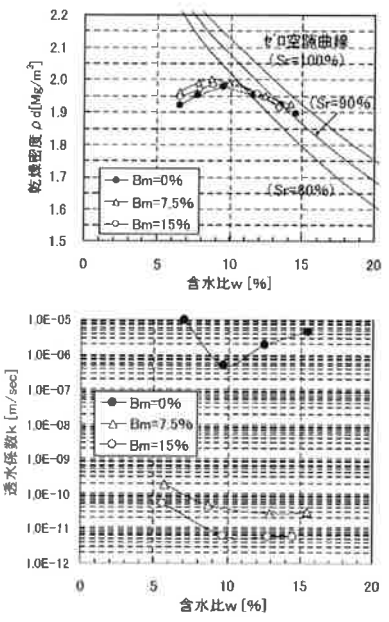


図-7　乾燥密度 ρd，透水係数 k と含水比 w の関係
(礫混入率 Gm=50%)

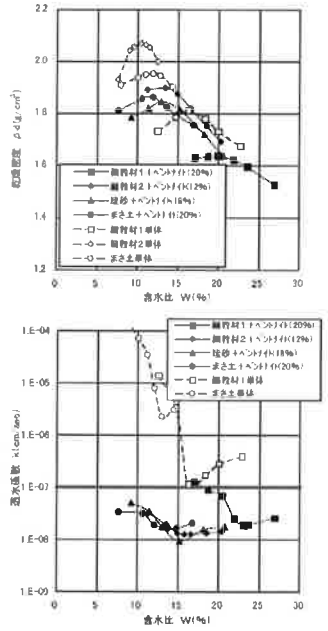


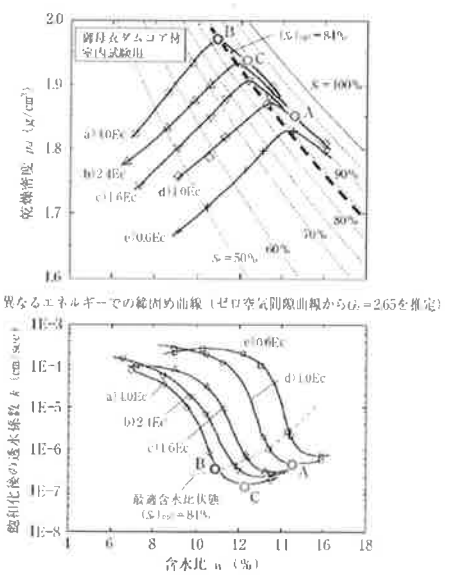
図-5　ベントナイト混合土の締固め透水特性

④　文献20：田中・戸井田（鹿島建設）　　⑤　文献16：飯島・勝又・高木・清水(前田建設）添加率12～20%

図１　ベントナイト混合土における締固め時飽和度と透水係数の関係

3

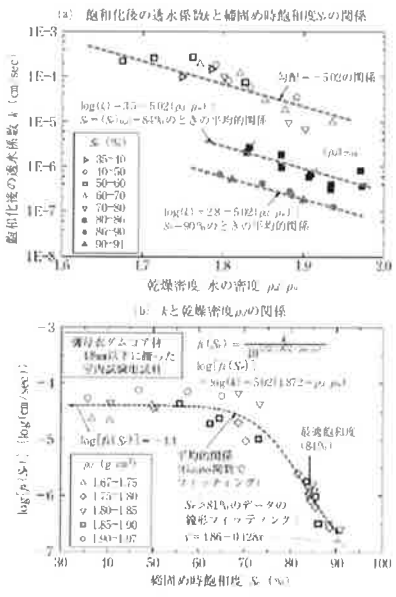
２．最小透水係数$_{kmin.}$に関する土質力学的評価（含微視的検討）の現状



(a)　異なるエネルギーでの締固め曲線（ゼロ空気間隙曲線からG_s=2.65を推定）

(b)　飽和化後の透水係数kと締固め時含水比wの関係

図-3.86　御母衣ダムのコア材の室内試験用試料[23,24]



(a)　飽和化後の透水係数kと締固め時飽和度Srの関係

(b)　kと乾燥密度ρdの関係

(c)　log[f(Sr)]～Sr関係

図-3.87　御母衣ダムのコア材の室内試験用試料を異なるエネルギーで締め固めた供試体

図２　御母衣ダムコア材料の室内透水係数の評価事例（龍岡）：文献3,4

4

鵜川ダム事業計画概要図

鵜川ダム完成予想図

- 位置　：　新潟県柏崎市大字清水谷
- 形式　：　中央コア型ロックフィルダム
- 堤高　：　55.0m
- 堤頂長　：　267.0m
- 堤頂標高　：　EL175m
- 堤体積　：　944,000立法メートル
- 常用洪水吐　：　オリフィスによる自然調節方式
  H3.35m×B4.65m×2門
- 非常用洪水吐　：　クレスト自由越流方式
  H2.8m×B79.0m×1門

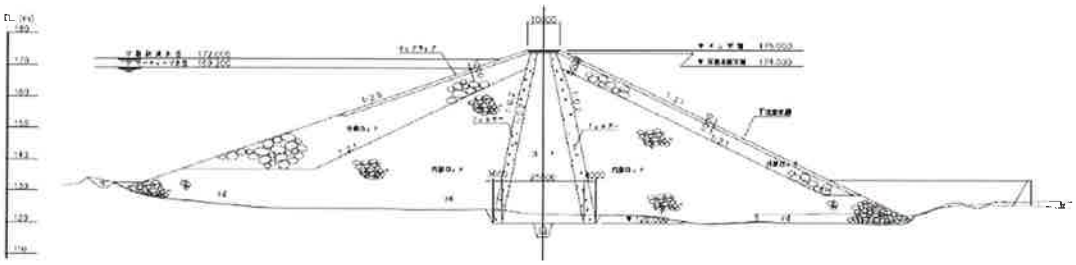
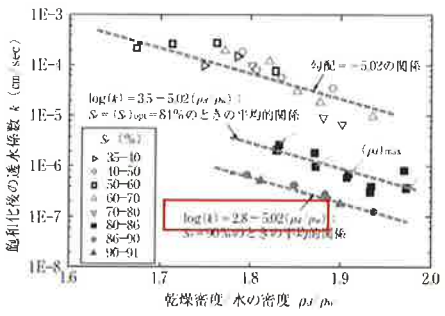
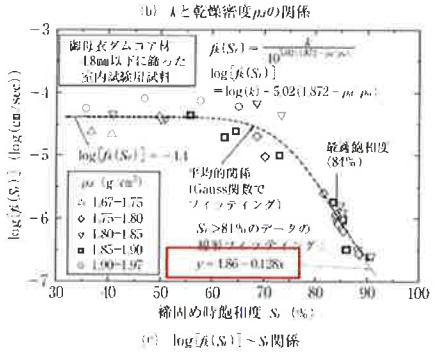


図３　鵜川ダム（新潟県　前田建設工業施工中）

5



(b)　k と乾燥密度 ρ_d の関係

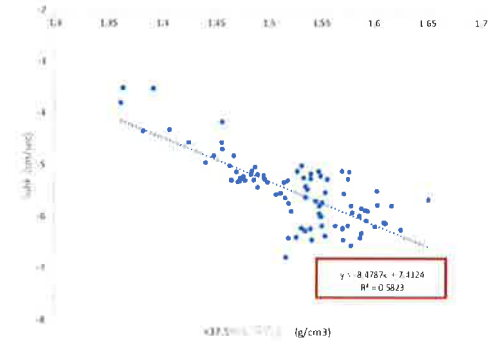


(c)　$\log[fk(S_r)]$ ～ S_r 関係

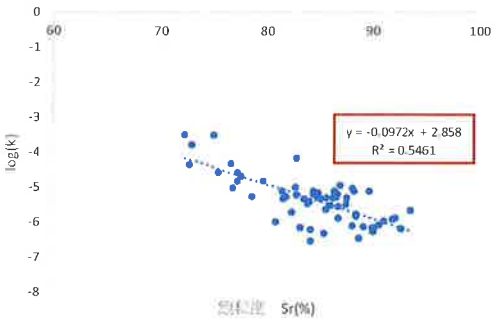
-5.02
（御母衣室内）

-0.13
（御母衣室内）

図4(a)御母衣ダムコア材の室内透水係数定式化（龍岡）



-8.47
（鵜川現場）



-0.10
（鵜川現場）

図４(b)　鵜川ダム現場透水係数の定式化の試み(単回帰)

6

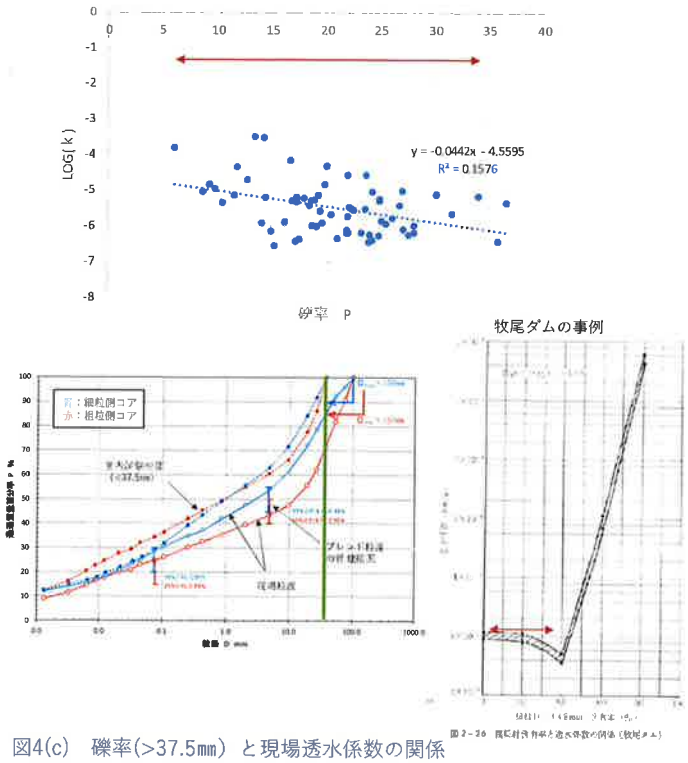


図4(c)　礫率(>37.5㎜）と現場透水係数の関係

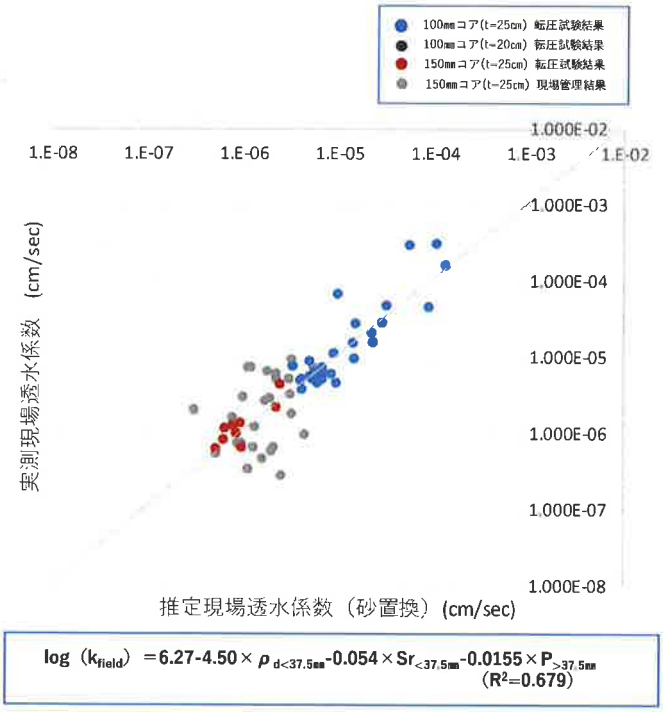
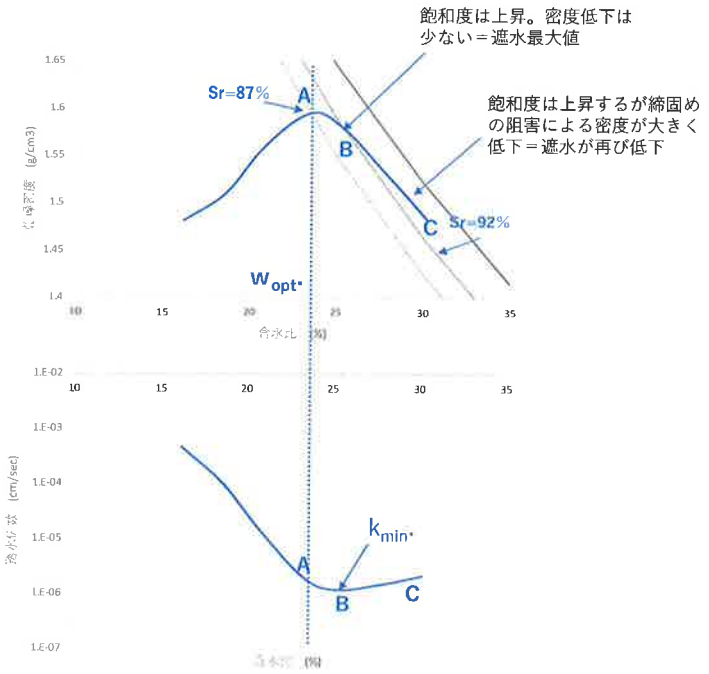


図4(d)　推定現場透水係数と実測値の比較

7



＊k_{min*}が発現する含水比＋αの大きさや傾きは材料により異なるはず（ρd・Sr～logkの傾きの違いに左右される）

図５(a)　推定透水係数(計算値）とk_{min}

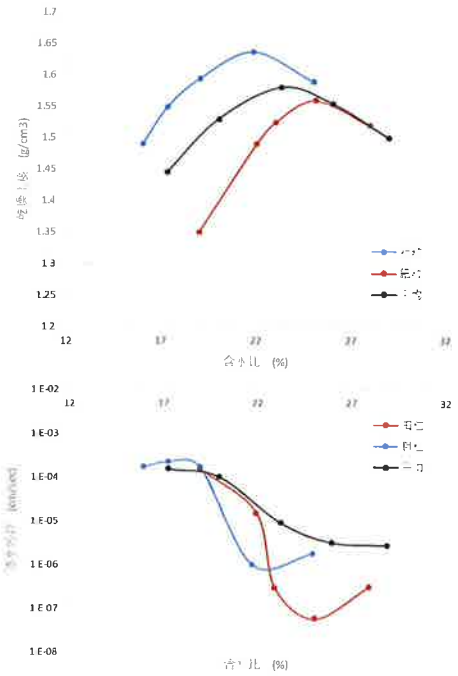


図５(b)　鵜川ダムコアの締固め－透水特性（参考）

8

ダム技術者の経験知「締固め土の強度は最適の数％ドライで最大に、透水は数％ウェットで最小になるようだ」…
を龍岡（透水）・太田（強度）の研究成果を用いて確認中(別案件)

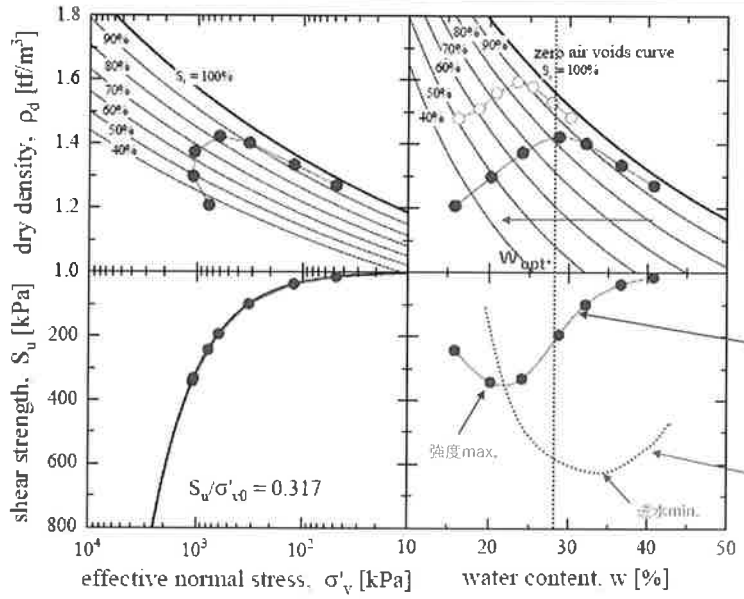


図５(c)　鵜川ダムコアのせん断強度の推定結果

9

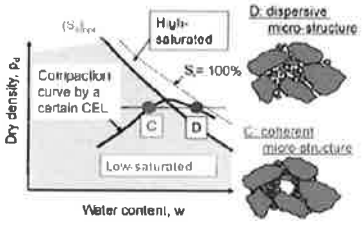
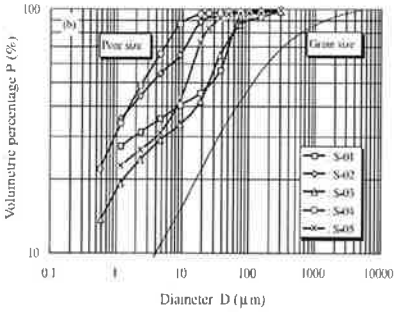


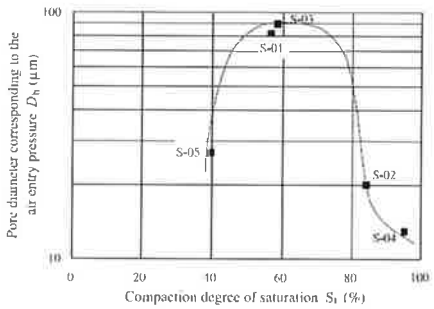
Figure 18. Effects of "S_r at compacted state" on the micro-structure of compacted soil.

① Tatsuoka（論文2）

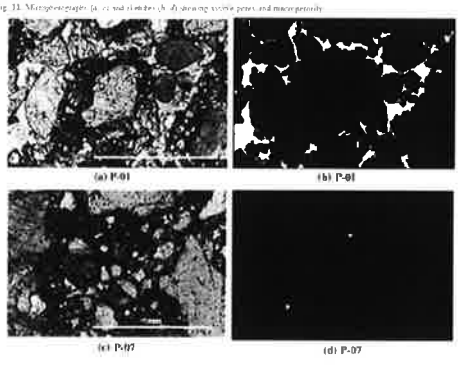


締固め状態と飽和度と間隙径分布の関係

Fig. 11. Pore diameter corresponding to the air-entry pressure as a function of the compaction degree of saturation



飽和度と間隙径の関係



工学顕微鏡による間隙径分布の観察

① Watabe（論文7）

図６　最小透水係数 k min.に対する微視的構造による定量評価事例（Watabe　論文7）

10

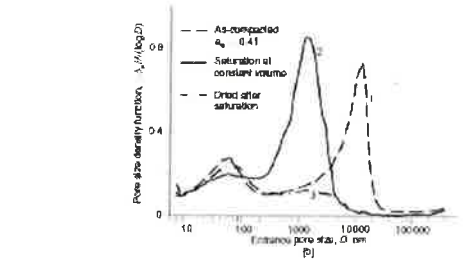
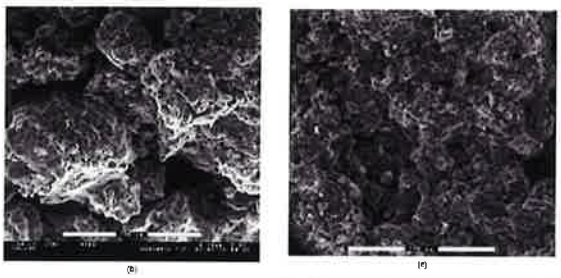


Fig. 3. Evolution of pore size distribution of compacted high-plasticity Boom clay during loading and suction changes: (a) stress path; (b) pore size distribution at three stress–suction points indicated in (a). From Romero *et al.* (2011)

水銀圧入法による間隙径分布の測定



SEMによる観察事例

Fig. 2. Evolution of microstructure during loading: (a) Pore size distribution; (b), (c) ESEM observations, statically compacted low-plasticity Barcelona silty clay: (b) e_m=0.82; (c) e_m=0.57. After Buenfil *et al.* (2004)

図５　ベントナイト混合土の顕微鏡観察事例（小峯　論文12）

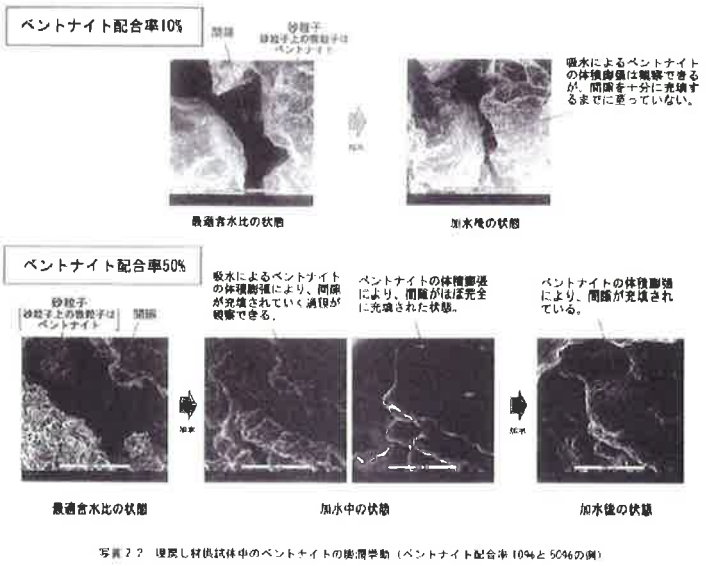


写真２２　埋戻し材供試体中のベントナイトの膨潤挙動（ベントナイト配合率 10%と 50%の例）

図７　最小透水係数 k min.に対する微視的構造評価（Alonso文献5）

11

３．現状認識と本研究の方向性（実務への応用含め）について

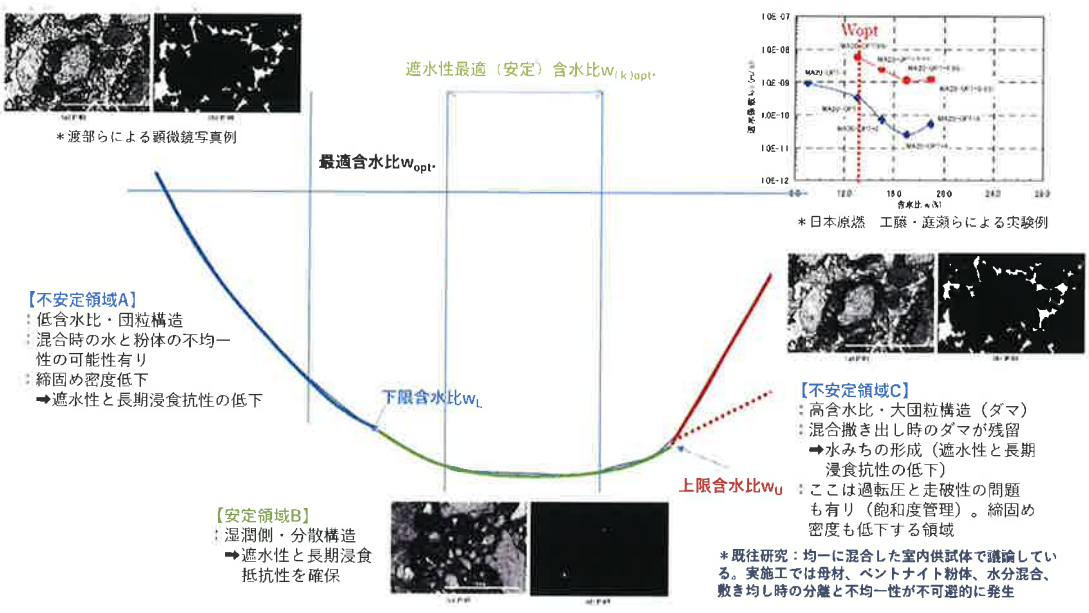


図８　施工含水比と遮水性そして原位置施工の不確定性

12

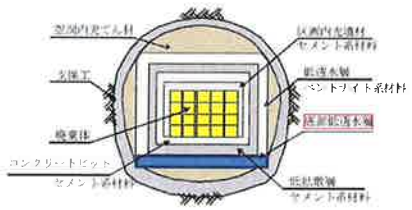


図-1　地下空洞型処分施設構成（土木学会[3]より一部改変）

写真-5　大型振動ローラによる底部低透水層の施工試験状況

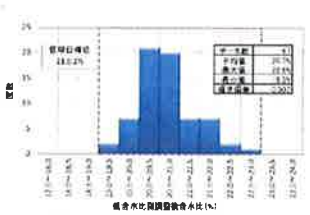


図-9　再調整後の含水比分布（低含水比側（<19%））

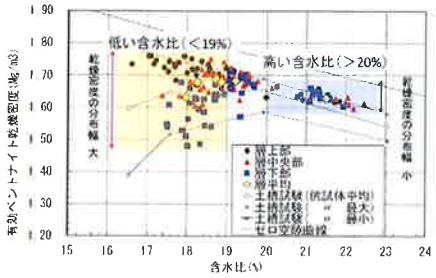


図-5　施工層を上下方向に3分割して測定したコア単位の有効ベントナイト乾燥密度の分布[15]

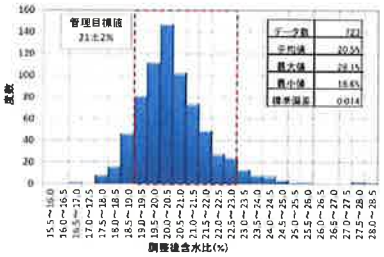


図-8　調整後の含水比分布（全体）

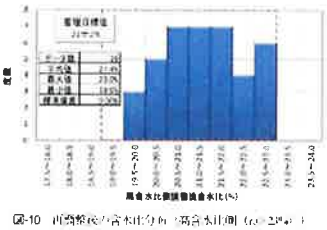


図-10　再調整後の含水比分布（高含水比側（20%≦））

図９　粒状ベントナイトの原位置転圧試験結果

（原環センター：山田・千々松・藤原・矢田・秋山・小峯・飯塚　論文26）

13

表１　既往文献中に散見される不均一性に関する指摘

文献No.	ばらつきや混合の不確実性に関する記述例
14	締固めや混練が不十分な場合、ベントナイト（モンモリ）が膨張してもなお残る空隙のため透水性が低下する可能性を指摘
21	現場施工では混合の不均一性（特に湿潤側）と密度勾配が透水係数の不均一性に影響を及ぼす可能性あり
24	含水比２０％を超えると混合時の土塊が増え、塊が大きくなることから「転圧等の施工上の低下が懸念」
26	施工含水比は初回混合土はばらつくが、再調整により管理範囲内に収斂。ただし、高含水比の土塊についてはこれを排除することができなかったとの記述
26	電中研の実験について、乾燥側では撒き出し層内の密度勾配が発生し、密度がばらつく。湿潤側ではばらつきが小さくなる
8（その2）	遮水性が締固め時の含水比のみならず、撒き出し層内の密度勾配に左右されること、現場透水試験時の水の流れもこれに関係すること、
28,29	ベントナイト→水→砂の混合順序では団粒化が顕著。混合率10%で生じやすく、透水試験中にベントナイト懸濁液の流出が観察される（茨城大）
30～32	初期含水比（飽和度）の違いにより、特に乾燥側で間隙構造の大きな混合土が形成され透水係数が大となる可能性を示唆。微視的検討も視野に入れている（早稲田大）

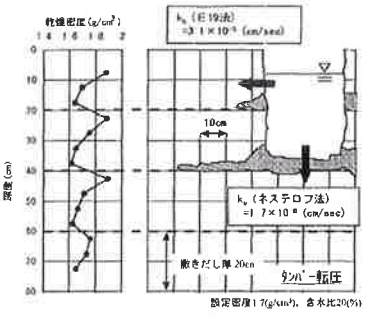


図-2　室内モデル地盤の実験結果

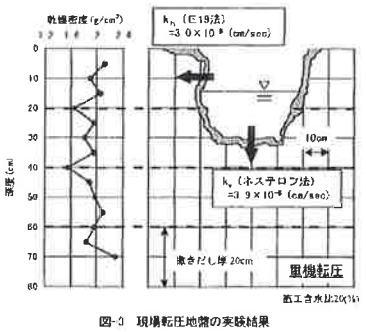


図-3　現場転圧地盤の実験結果

図10　ダムコア材の締固め層内の密度勾配と浸透状況

（石黒・藤山・大田（西垣）　論文8-2）

14

崎田・小峯・王・後藤・山田：Influence of bentonite type and producing method on hydraulic conductivity of sand-bentonite mixtureより

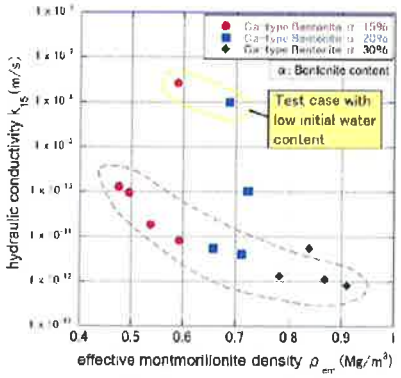


Fig. 5. Relation between hydraulic conductivity and effective montmorillonite density of Ca-type bentonite mixed soil compacted with 1.5Ec (α in legend: bentonite content).

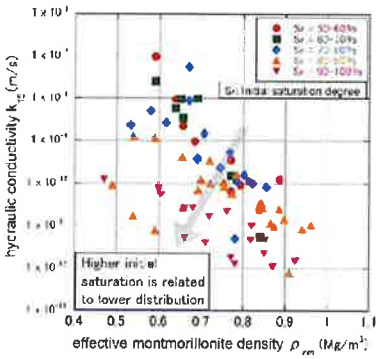


Fig. 9. Relation between hydraulic conductivity and the effective montmorillonite density of Ca-type bentonite mixed soil (legend: initial saturation).

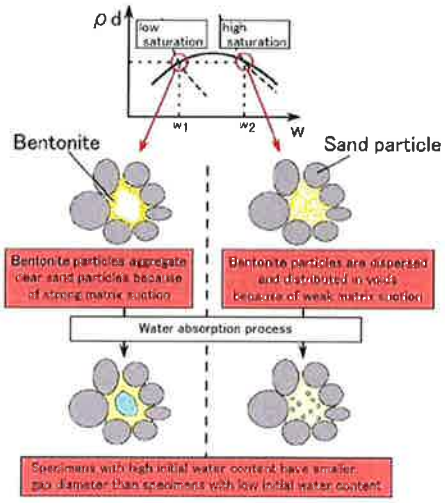


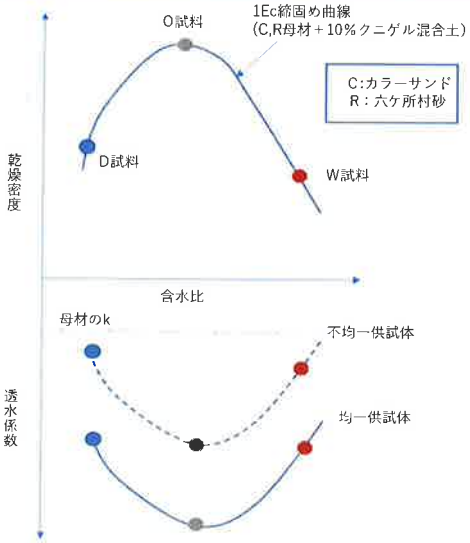
Fig. 7. Mechanism of the effect of initial moisture contents of specimens on the permeability

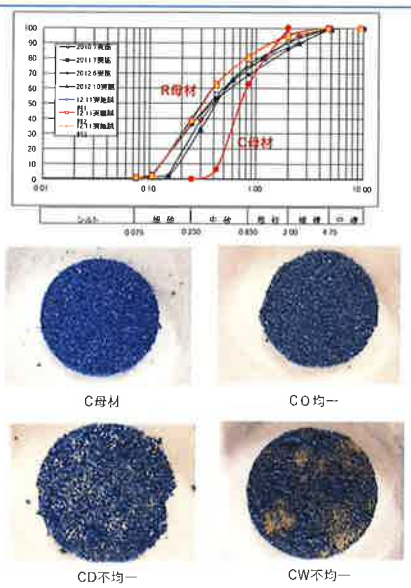
(a) 初期含水比の影響　　(b) 初期飽和度の影響　　(b) 間隙径分布構造の考察

図11　ベントナイト混合土の透水係数に及ぼす初期飽和度の影響（早稲田大　崎田・小峯ら）

4．カラーサンドとベントナイトの予備混合実験（速報）

① まずはベントナイト混合なるものを自らやってみる
② 普通の砂では色調がベントナイトと区別しがたく、色砂（市販カラーサンド）にベントナイトを混ぜる事を試行
③ 極端な事から始める。均一に混ぜた場合と、わざと不均一に混ぜた場合。これが区別できなければ..
④ 乾燥側と湿潤側（団粒）不均一を再現できるか？　それを撮影し、画像により定量的評価できそうか？





【実験手順】
① 乾燥したカラーサンドとクニゲルV1を準備（混合率10％）
② 所定の含水比に加水
③ 両者を混合（均一及び不均一）
④ 圧密試験用リング（φ60㎜×H20㎜）に詰める
⑤ 表面の写真を撮影
⑥ フィルタリング及びグレースケール化して色度の頻度分布を算出

図12　カラーサンドと六ケ所砂を用いた予備混合ー透水試験（案）

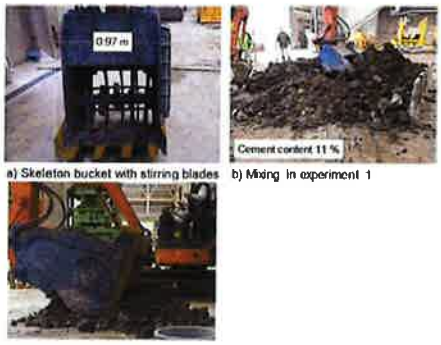


Fig. 3. Dry mixing by skeleton bucket with stirring blades in experiments 1 & 2

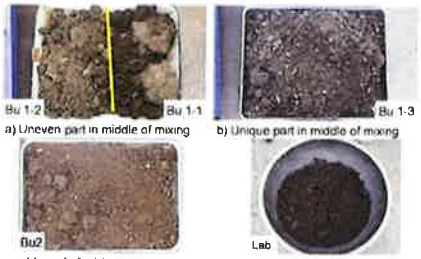


Fig. 4. Stabilized soils obtained in experiment 2

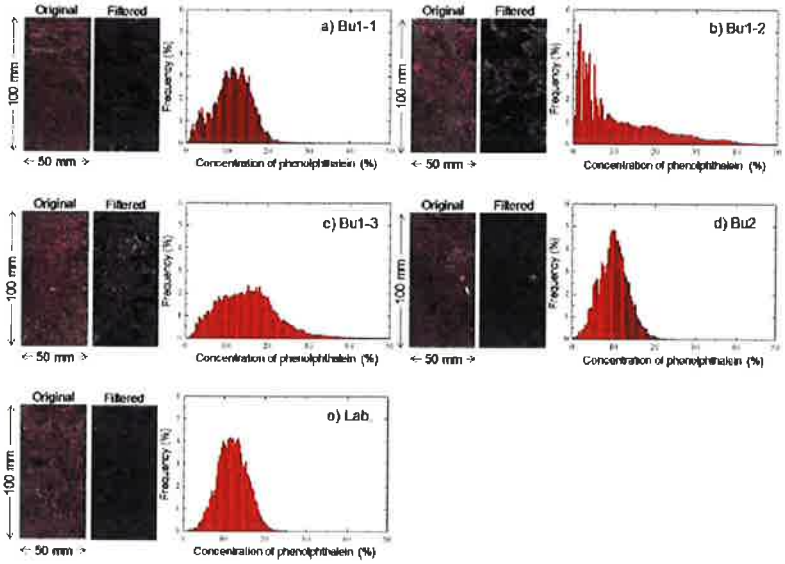


Fig. 11. Objective evaluation of mixing sufficiency by image analysis (experiment 2)

EFFECT OF MIXING SUFFICIENCY IN SHALLOW SOIL STABILIZATION ON MECHANICAL PROPERTY OF SOIL TREATED BY CEMENT

宮下（土木研究所）・石黒・平田より

図12-1　セメント混合土の混合均一性に関する研究（土木研究所と共同）

16-1

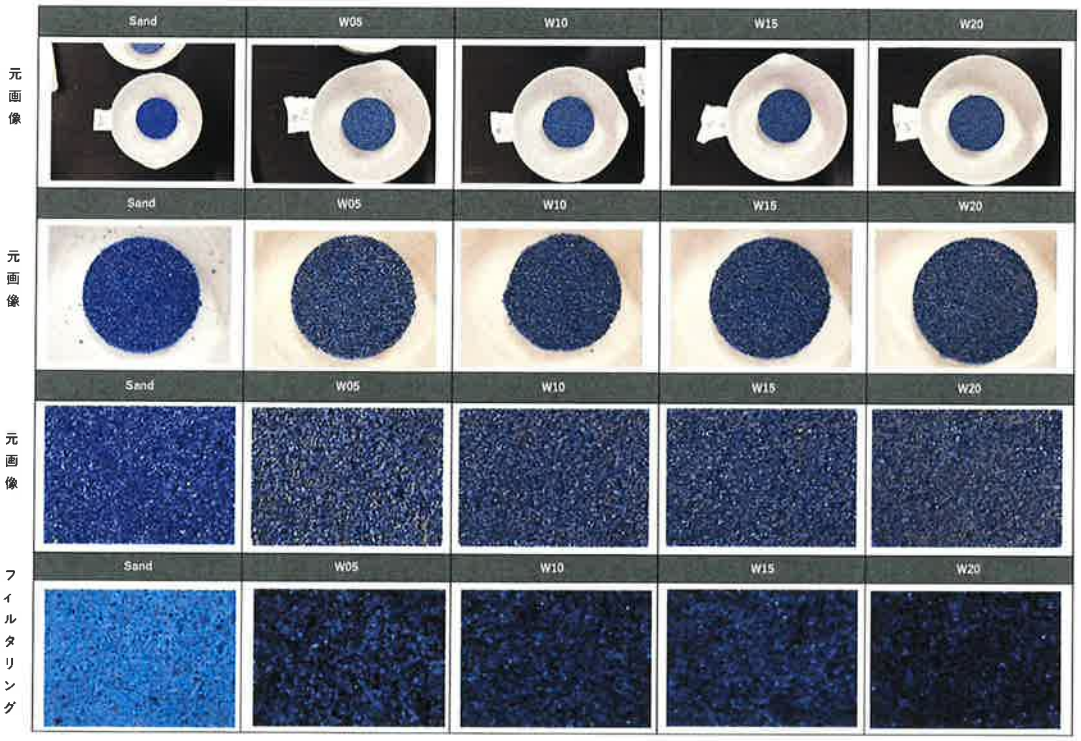


図13(a)　混合状態の画像（均一混合供試体：母材、w= 5 ～20%）

17

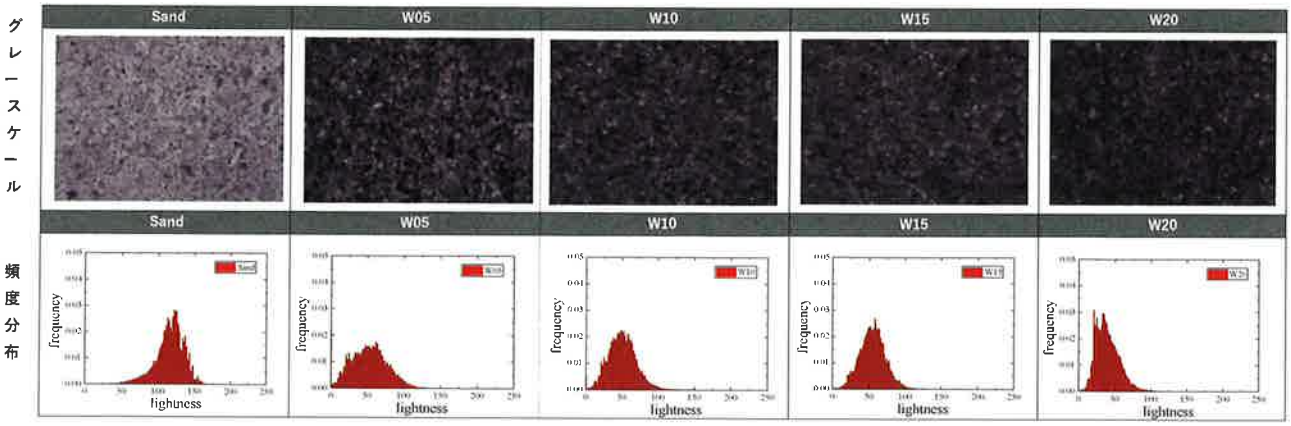


図13(b)　取得画像のグレースケール化と色度の頻度分布（均一供試体）

＊乾燥状態のカラーサンドとベントナイトを事前に混合。霧吹きで均一に水を加え、1分程度ゴムヘラで混合（茨城大学小峯研OGの経験に従う）
＊均一混合供試体であっても含水比の増加に伴いヒストグラムの変動が減少し均一化の傾向が伺われる。ドライ側ほど不均一になりやすい

18

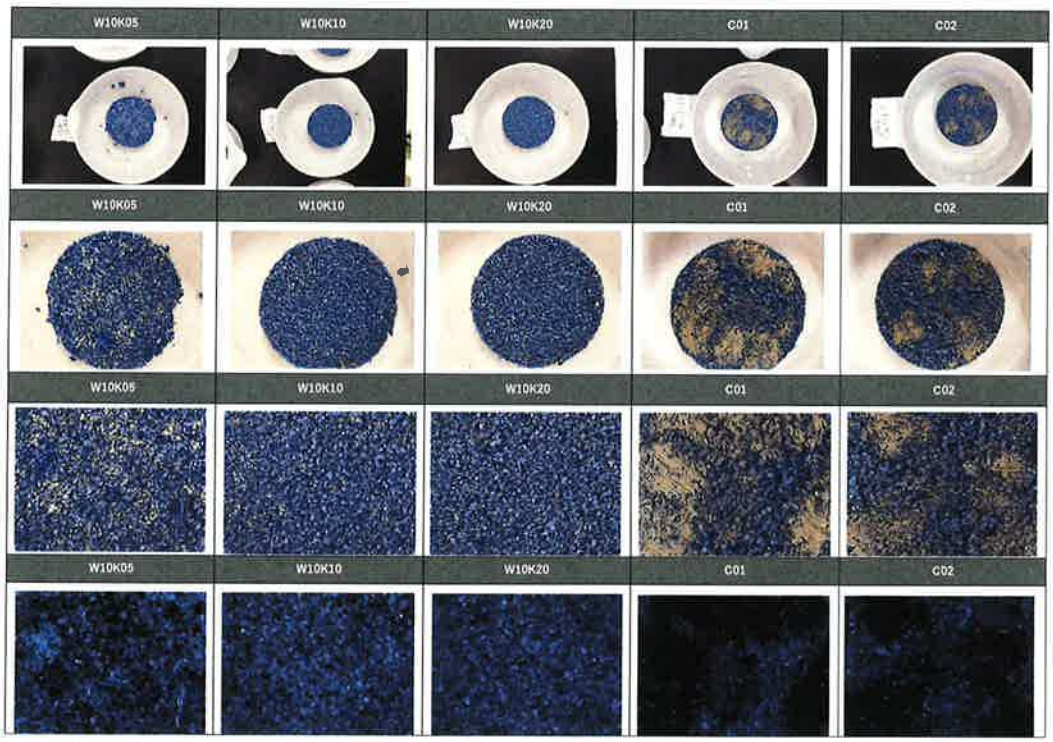


図14(a)　混合状態の画像（不均一混合供試体）

19

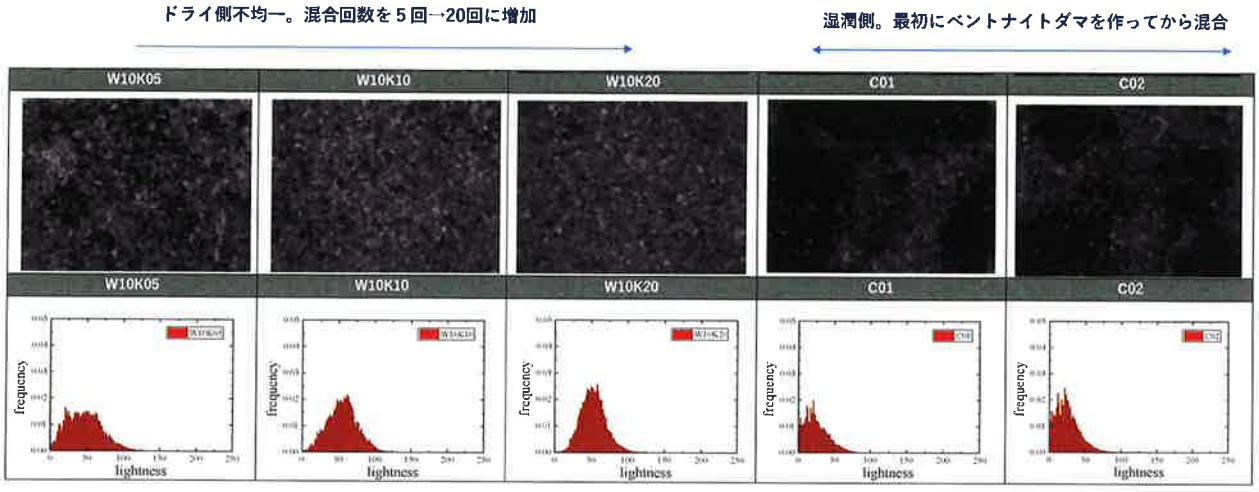


図14(b)　取得画像のグレースケール化と色度の頻度分布（不均一供試体）

＊w=10％は砂とベントナイトに別個に水を加え、その後混合（回数を5回→20回に変化）
　w=20％は小峯らの報告を参照し、ベントナイト→水→砂の順に混合
＊ドライ側では混合回数が少ないと不均一性大。混合回数の増加に伴って均一性が増す
＊小峯の方法で作成した湿潤側不均一供試体は肉眼でも判別可能。ヒストは他とは別物の様相

20

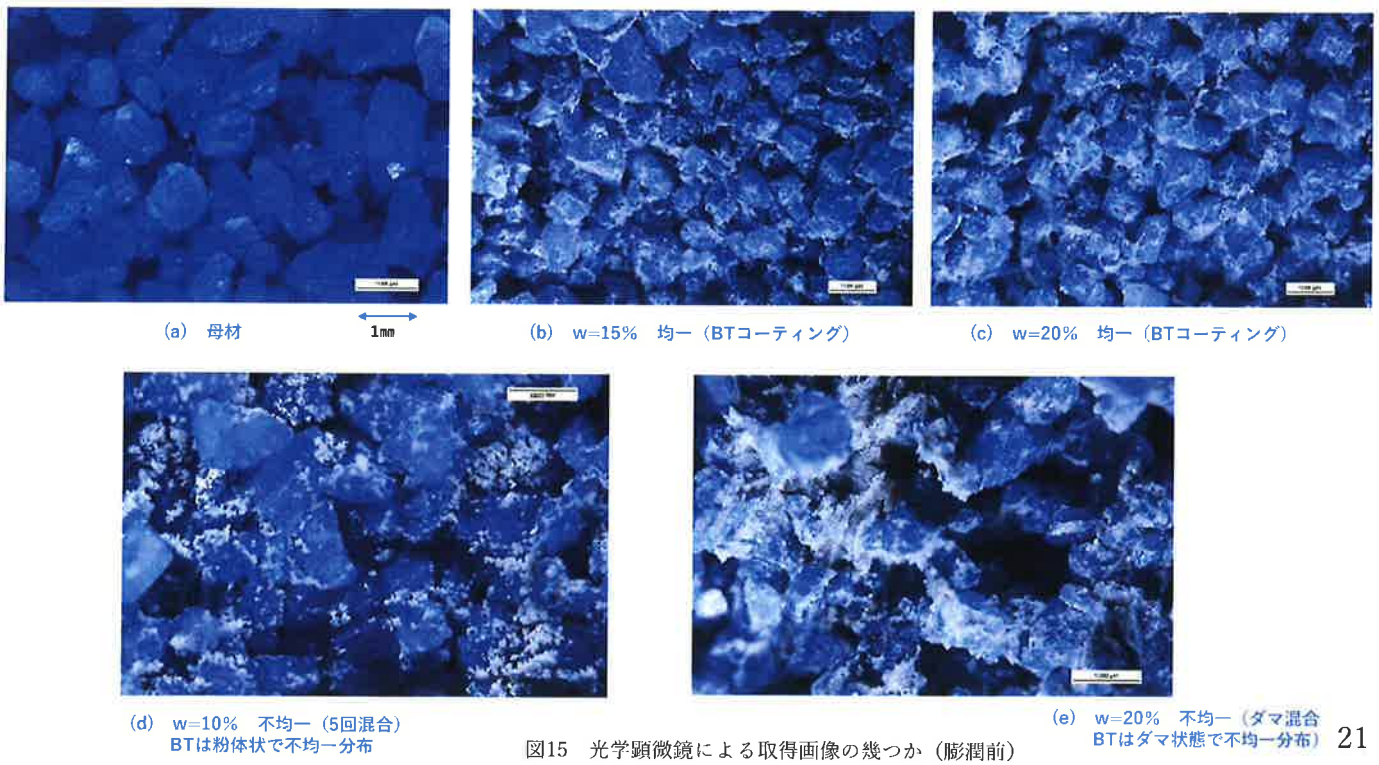


図15　光学顕微鏡による取得画像の幾つか（膨潤前）

21

5．その他の視点

①　浸食（Erosion）抵抗性

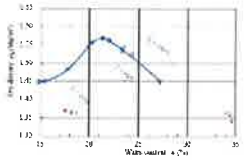
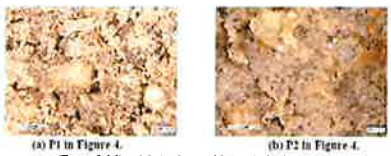


Figure 4. Compaction curve obtained by Proctor's normal effort.



(a) P1 in Figure 4.　(b) P2 in Figure 4.

Figure 5. Microfabric observed by optical microscope.

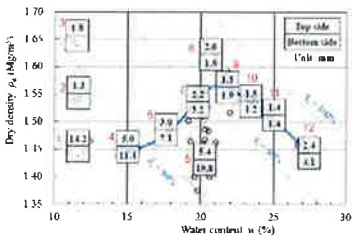


Figure 11. Average erosion depths at elapsed time of 30 sec for each group of compaction conditions

図16　土の浸食抵抗性と粒子構造関係（Watabe　論文10)

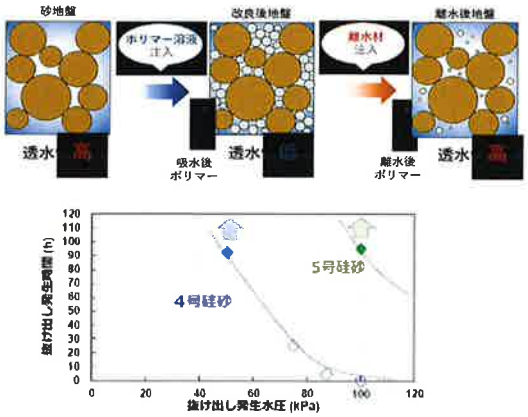


図-4　ポリマーの抜け出しが発生する圧力と時間の関係

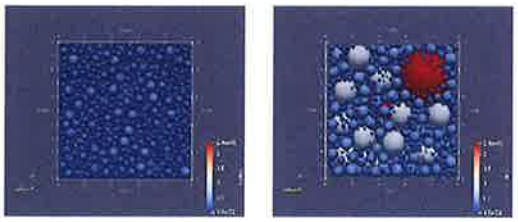


図17　膨潤ポリマの抜け出し実験（赤木・石黒論文27)

②　過転圧と走破性（ﾄﾗﾌｨｶﾋﾞﾘﾃｨ）

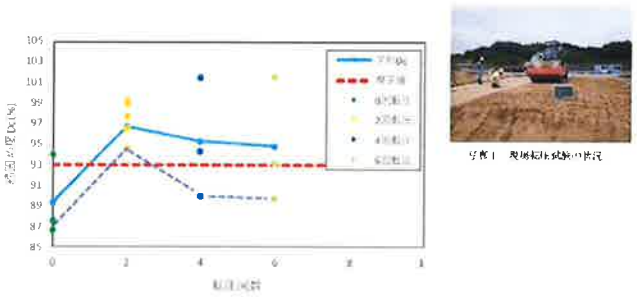


写真1　現場転圧試験の状況

図1　転圧回数とq値の関係

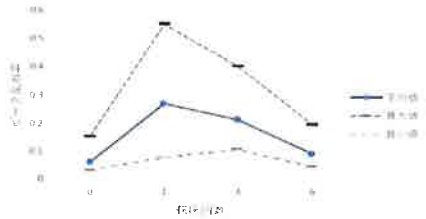
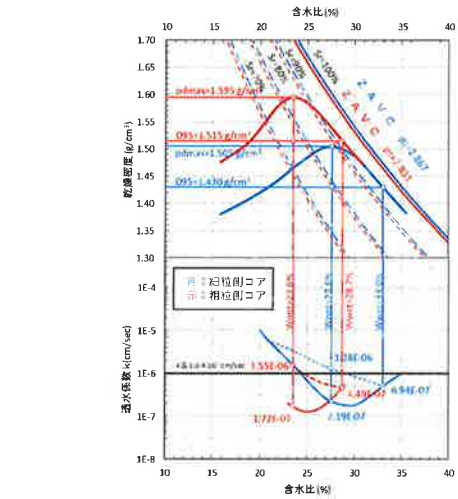


図2　転圧回数とピーク乱れ率の関係

図18　ベントナイト混合土における過転圧現象
（石黒　論文28)

③　飽和度管理（龍岡）のフレームワーク



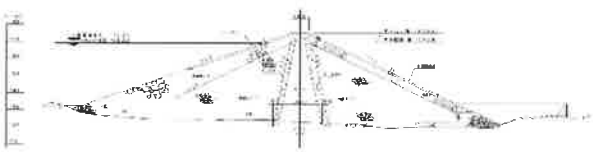
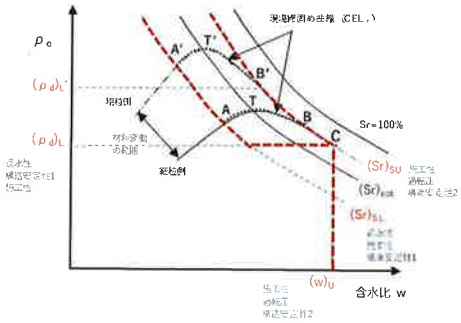


図19　飽和度管理の考え方（龍岡・石黒　論文29)



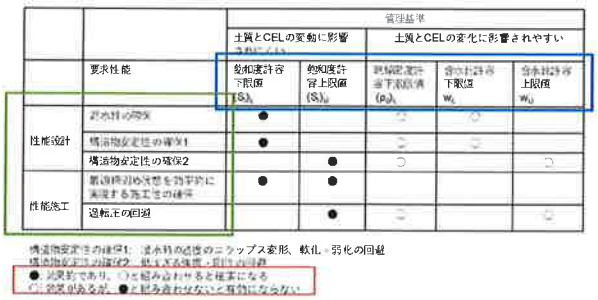
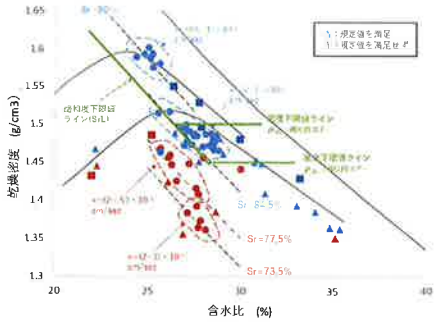
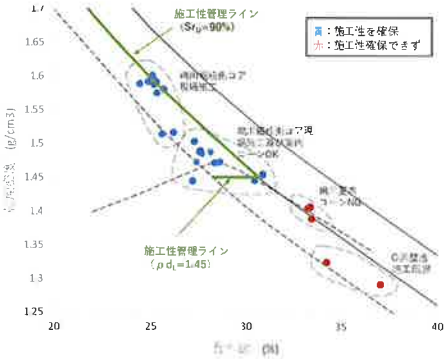


図20　飽和度管理の考え方（龍岡・石黒　論文29）



① 遮水性から定まる品質管理限界



② 施工性から定まる品質管理限界

24

④ 電気化学的性質および間隙水の特異性

材料と配合
- ベントナイトの特性（IP、膨潤度、活性）
- 添加率
- 母材特性

締固め特性
- 締固め密度（間隙比）
- モンモリロナイト有効(湿潤）密度
- 膨潤後の有効間隙比
- 締固め含水比・飽和度Sr

微視的構造
- 粒子の噛み合い
- 間隙径分布

中性子イメージング
ポロシメータ（水銀圧入）
間隙径測定（保水性試験）

ベントナイト混合土の遮水性能(浸食抵抗)

電気化学的特性
- モンモリロナイトの電荷状態
- 電気拡散二重層
- 吸着水の特異性（粘性・沸点・単体）
- 長期的担保を説明できないか？

・示差熱分・熱重量測定（TGA）
・ゼータ電位計測
・？？？

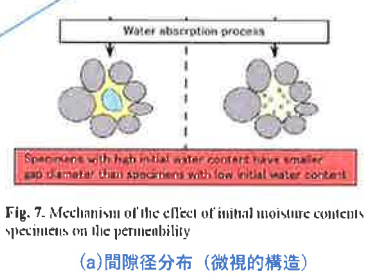
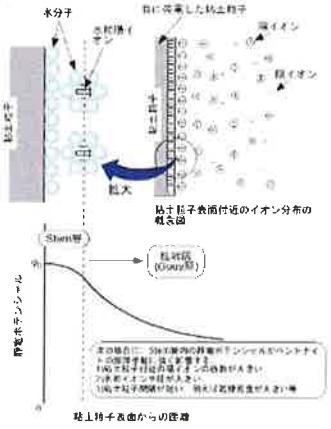


Fig. 7. Mechanism of the effect of initial moisture contents of specimens on the permeability

(a)間隙径分布（微視的構造）



粘土粒子表面からの距離

図2 拡散二重層理論の適用限界

(b)拡散層とStern層

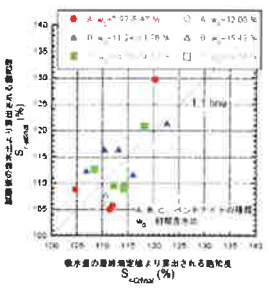


図-3 吸着量および試験後の含水比から算出される飽和度の比較

(c)吸着水の単体（1.2）

図21　ベントナイト混合土の遮水性と影響因子（想定）

25

⑤ 分子動力学法による粘土粒子ー水の挙動解析例

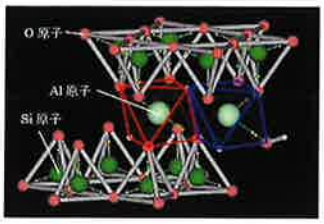


図１ 粘土鉱物のユニットモデル

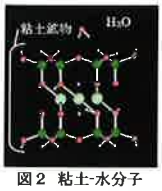


図２ 粘土-水分子

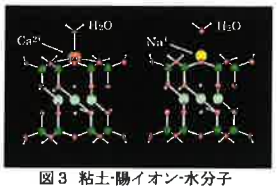


図３ 粘土-陽イオン-水分子

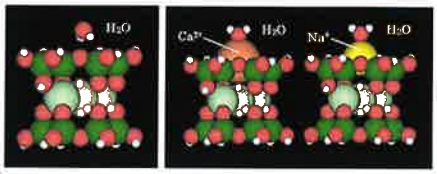


図４ ファンデルワールス半径で表示した図２および図３

表１ 粘土鉱物と水分子との結合エネルギー

結合構造		結合エネルギー－⊿E(kcal/mol)	
粘土-水分子		-7.908	
粘土-陽イオン-水分子	Na^+	粘土-陽イオン	陽イオン-水分子
		-325.5	-13.57
	Ca^{2+}	粘土-陽イオン	陽イオン-水分子
		-561.5	-29.29

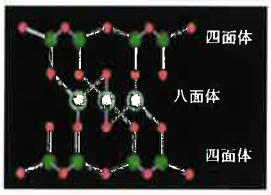


図-1 粘土鉱物モデル

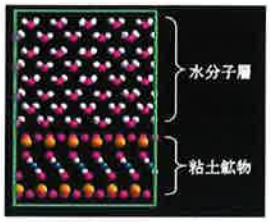


図-2 粘土鉱物と水分子

図22 分子動力学法によるシミュレーション事例（岩手大学：大河原・太田ら）

6．本年度の実施内容

【メカニズム検討の方向性】

＊研究の端緒は「締固め土の最小透水係数k_{min}発現メカニズムの解明」であるが、その延長線上にベントナイト混合土の遮水性に及ぼす締固め時飽和度や混合不均一性の影響等、実務的課題も視野に置く

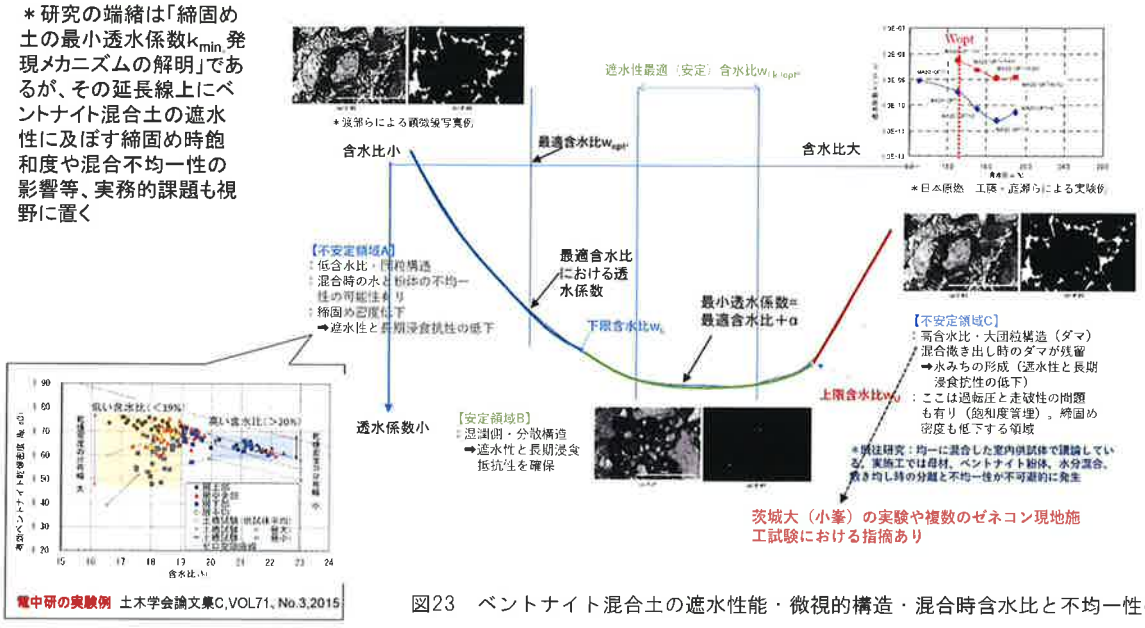
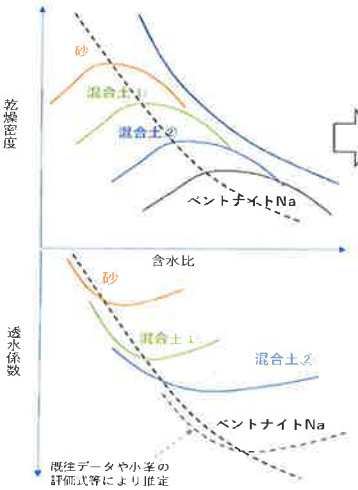


図23 ベントナイト混合土の遮水性能・微視的構造・混合時含水比と不均一性の関係

【2020年度マクロ領域の実験計画】

＊ベントナイト混合土の締固め-透水特性に関する基礎的データの収集を行う。物理試験、締固め試験、透水試験（JGS0321低透水性試験）の他、比表面積測定とSEMによる微視的構造観察に着手する。六ケ所村砂及びNa型ベントナイトを使用。



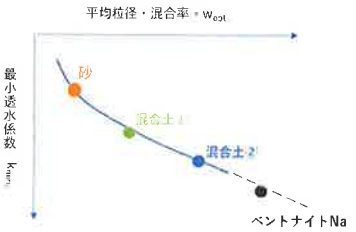


図24　2020年度実施のマクロ領域試験とその整理イメージ

表　2020年度実施のマクロ領域室内試験一覧

試験名	使用材料	仕様	数量
① 比重試験	砂、ベントナイト（Na型）	JISA 1202	2
② 粒度試験	砂、ベントナイト、混合土①、混合土②	JISA 1204（沈降分析含む）	4
③ 液性塑性試験	ベントナイトNa型	JISA 1205	1
④ 土の締固め試験	砂、ベントナイトNa型（粉体）、混合土①、混合土②	JISA 1210：1Ec。含水比6水準で締固め曲線を求める（6×4試料=24点）	4
⑤ 土の透水試験	〃	JISA 1218：通常の透水試験。供試体の密度と含水比は締固め試験結果合せ。含水比6水準	6
⑥ 低透水性材料の透水試験	混合土①、混合土②	JGS0317:低透水性材料の試験。供試体密度と含水比は締固め試験結果合せ。含水比6水準	12
⑦ 電子顕微鏡による粒子表面観察	砂、ベントナイトNa型	光学顕微鏡もしくはSEM（前田建設ICI）	2
⑧ 比表面積計測		前田建設ICIにて実施	2

【2020年度メソ領域の実験計画】

＊中性子イメージング装置により、ベントナイト混合土の透水試験中（重水を通水）の水の浸潤状況を観察する。本年度は試験法の成立性確認に主眼を置く。メカニズム検討の方向性に対応し、不均一供試体（低及び高含水比側）も準備する。試験方法や測定頻度について青森県量子科学センターと折衝を開始。

均一混合供試体（乾燥側）　不均一混合供試体（乾燥側）

六ケ所村砂を用いた予備混合実験の状況

写真　中性子イメージング装置（青森県量子科学センター）

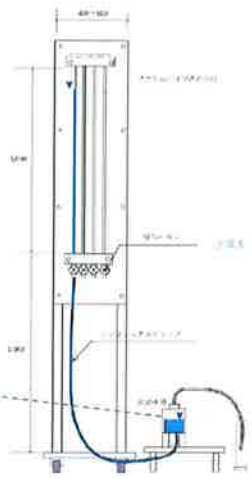


図25　中性子イメージング用供試体作製装置（案）

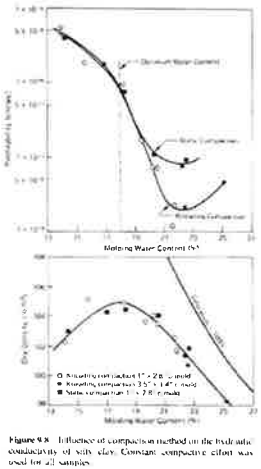
7．ヒアリング先

ヒアリング先	ヒアリング内容案
B1：龍岡先生（東京理科大学）	①ベントナイト混合土、単体材料締固めに対する飽和度管理の適用可能性について（性能設計・性能施工含む） ② k_{min}発現機構の解明アプローチについて（特にマクロ：OCR含めて） ③施工管理手法について（面的強度・剛性管理の適用性） ：飽和度管理とkmin評価を主にヒアリング
B2：早稲田大学（小峯先生）	①この研究の実施予定内容に対する意見（的を外していないか？） ② kmin.着眼の是非と発現機構の解明アプローチについて ③kmin.も念頭においたベントナイト混合土遮水性能の評価式について（湿潤有効モンモリ密度のままで良いか？） ③ ベントナイト混合土のミクロ（微視的）検討アプローチに関する意見（他手法） ：全般的に（おそらく先生側から出てくるのでは？）
B3：大河原先生（岩手大学）	① 中性子イメージング試験の供試体準備方法について（予備混合試験結果を持参して相談） ② kmin.発現機構の解明アプローチについて ③電気化学的アプローチの可能性について（ζ電位等） ：中性子イメージングなどミクロ手法を中心にヒアリング
B4：日本原燃 B5：藤山氏（NUMO） B6：JAEA	①この研究の実施予定内容に対する意見（的を外していないか？） ② kmin.着眼の是非と発現機構の解明アプローチについて ③kmin.も念頭においたベントナイト混合土遮水性能の評価式について（湿潤有効モンモリ密度のままで良いか？）④実施工を想定したその他の技術的課題について（＝今後数年間の室内試験の方向性に関連） ：実際の設計・施工（あるいはコスト）との関連性で確認する
B7：電力中央研究所	小峯先生に同じ。電中研の最新研究状況。kmin.着目への意見等。 ：本分野の最新の研究状況を中心にヒアリング
B8：クニミネ工業	①ベントナイトの基本的な特性と最新情報について ② ベントナイトの品質管理について ③施工および施工管理上の留意点や現状課題について（今現場で困っている事） ：単体材料・施工・品質管理を中心にヒアリング

3.有識者ヒアリング(説明資料 2)

何故,最小透水係数$k_{min.}$は最適含水比のやや湿潤側で発現するのか?

2021年1月25日



Fundamentals of Soil Behavior
James K. Mitchell

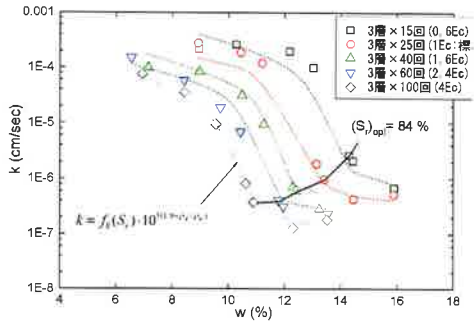


図4　龍岡先生より

【本日ご相談したい事】

① 「メカニズムを説明する」ために段階的な説明を試みたい（次のページ）
- 締固め時の土/水/空気の挙動が含水比によりどう変化するのか（締固め理論）
- 締固め後の土の状態（巨視的な乾燥密度と微視的な粒子間隙構造）が含水比（飽和度）によりどう変化するのか（微視的構造）
- その土の状態の違いによって、その後の通水抵抗がどう変化するのか、それによりkmin.の存在を説明できるのか？（透水理論）

② ベントナイト混合土に限定しない。一般的な土を包含する形で①の説明を行いたい

現時点で仮定している説明の進め方、実験の進め方、その整理（評価）の仕方についてアドバイスをお願いします

③ 説明できたら、次にベントナイトの現場締固め管理に飽和度管理を適用したい（イタリアに先を越されましたが）　➡今回の研究のSCOPE外ではあるが

ベントナイト系材料の移行抑制性能メカニズムに関する研究

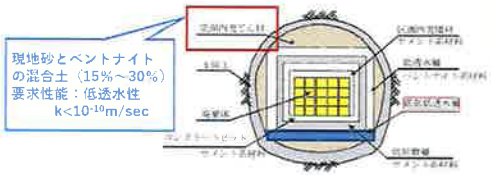
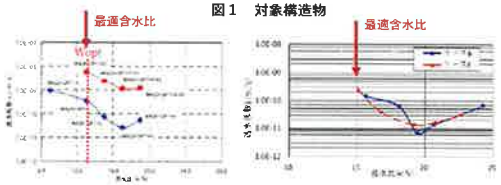


図1　対象構造物



確かに最適含水比＋数%付近で最小透水係数$k_{min.}$が発現

図3　ベントナイト混合土の実測データ

「何故最小透水係数$k_{min.}$は最適含水比のやや湿潤側で発現するのか？　なぜ乾燥密度最大の最適含水比ではないのか？そのメカニズムを説明して下さい」

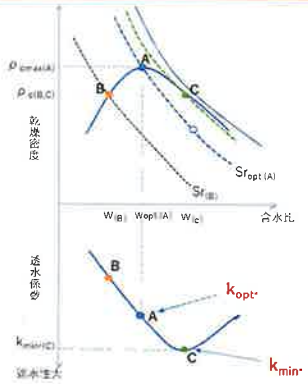


図2　与えられた課題

最小透水係数$k_{min.}$発現メカニズムの説明手順

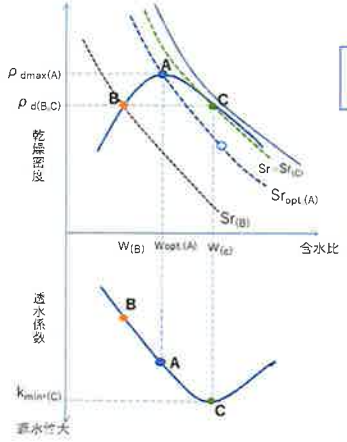


図3　最小透水係数$k_{min.}$発現メカニズムの検討フロー(案)

(1) 最小透水係数$k_{min.}$の発現機構を実験的・定量的に示す
マクロ：飽和度管理の考え方を援用

(2) 何故そうなるのかを説明する

① 「締固め中の土粒子と水と空気の挙動」を説明する
➡ 材料と含水比が違うと締固め中の挙動がどう変化するのか？（締固め理論の援用）

② 「締固め後の土の状態」を説明する（①の結果として）
➡ 間隙分布や粒子の凝集状態、電気化学的状態がどう変化するのか？　微視的観察により直接確認

③ その締固め土に「飽和通水した時の水の流れ現象」を説明する(②の結果として)
➡ ②のような土の状態であるが故に水が通りにくくなるor通りやすくなる事を説明（透水理論を援用）

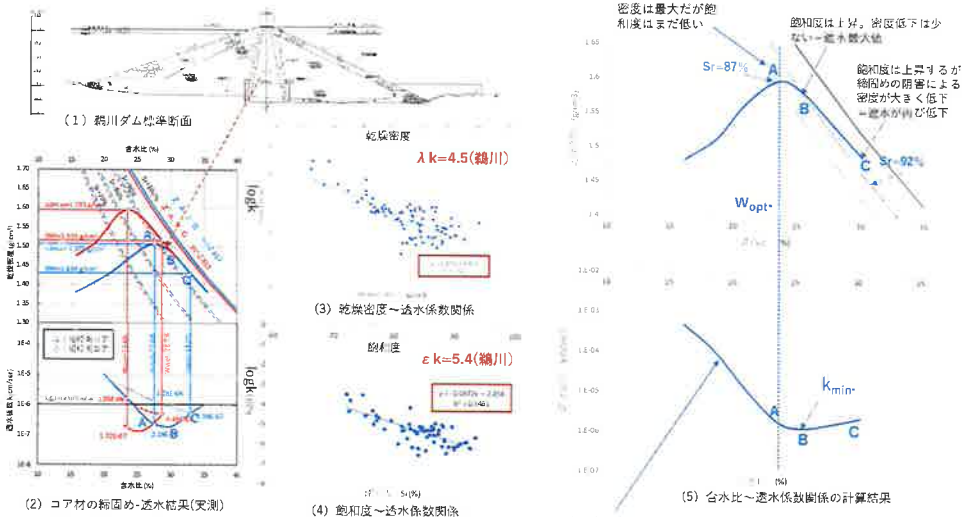


図4　鵜川ダム（新潟県）コア材への飽和度管理の適用事例：石黒・龍岡

4

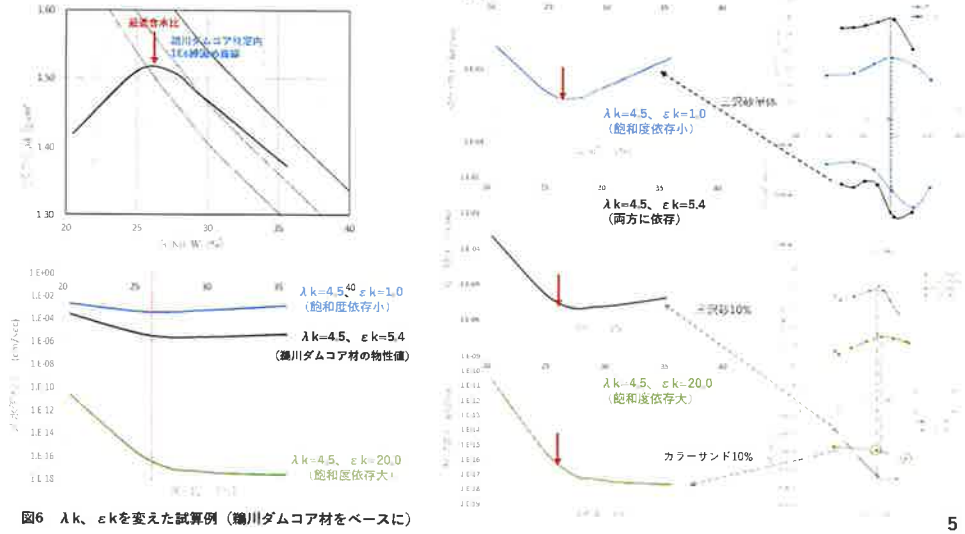


図6　λk、εkを変えた試算例（鵜川ダムコア材をベースに）

5

(1)　最小透水係数$k_{min.}$の発現機構を実験的・定量的に示す（飽和度管理の考え方の援用）

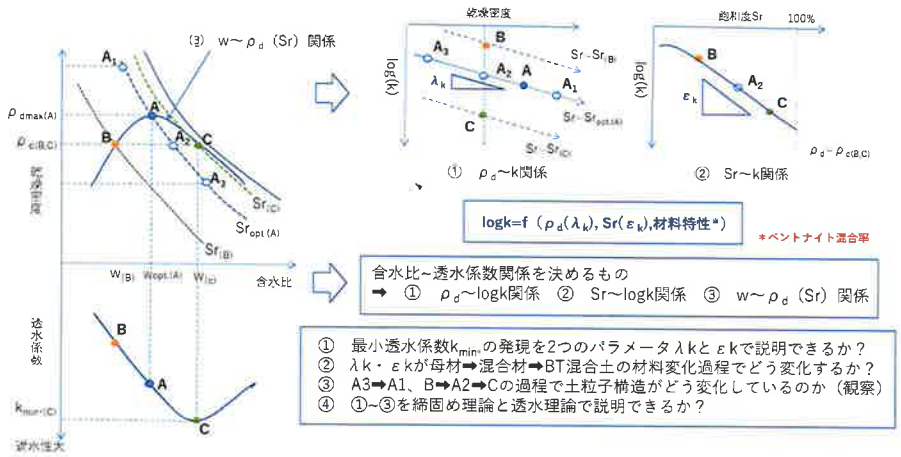


図8　最小透水係数$k_{min.}$発現メカニズムの定量化と説明方法(案)

6

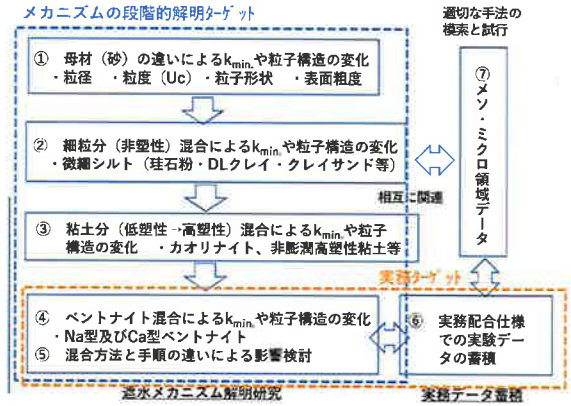
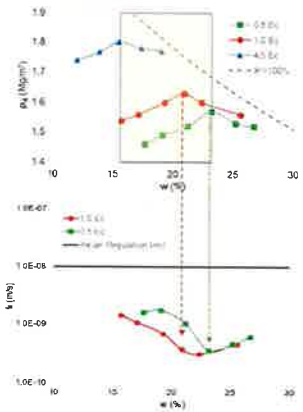


図7　母材＋細粒土の組合せを徐々に変化させる「段階的実験」

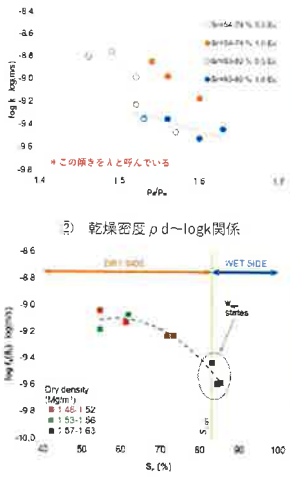
7

添付2-3-2

最新事例　イタリア：廃棄物処分場



① 室内締固め－透水特性



② 乾燥密度 ρd～logk関係　　③ 飽和度Sr～logk関係

Therefore, Eq. 1 becomes:

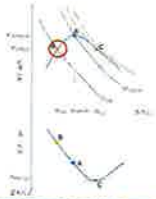
$$\log k = 2.26\left|1.63 - \rho_d\right| / 1 + \log f_k(S_r) \quad (3)$$

Assuming a single value of the parameter $f_k(S_r)$ equal to 3.68×10^{-10} (m/s), evaluated at optimum compaction conditions at the reference compaction energy, an analytical relationship between k and in situ dry density in the range of optimum degree of saturation (alternatively, optimum compaction) can be determined.

$$k = 3.68 \times 10^{-10} \times 10^{2.26\left|1.63 - \rho_d\right| / 1} \quad (4)$$

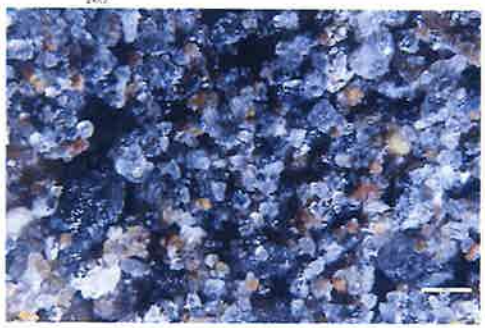
Cortellazzo et.al(Italy) :
A New Approach for the design Construction and Control of Compacted Mineral Liners of a MSW Landfill Capping

図5　廃棄物処分場遮水材への飽和度管理の適用事例 :Cortellazzo et.al (Italy)



三沢砂＋10%クニゲル
dry(w=9%)　ρd=1.8g/cm³
均一供試体

デジカメ写真



① 光学顕微鏡15倍

② 光学顕微鏡30倍

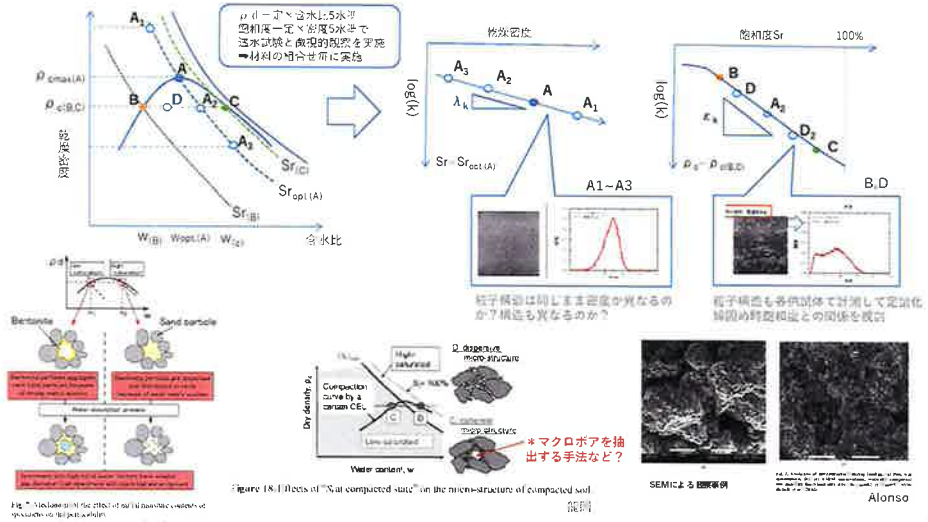
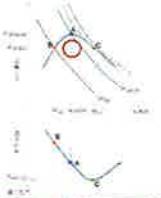
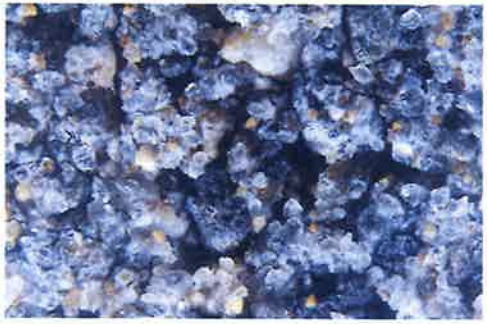


図9　実験計画と微視的観察方法



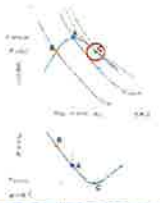
三沢砂＋10%クニゲル
opt(w=14%)　ρd=1.8g/cm³
均一供試体

デジカメ写真



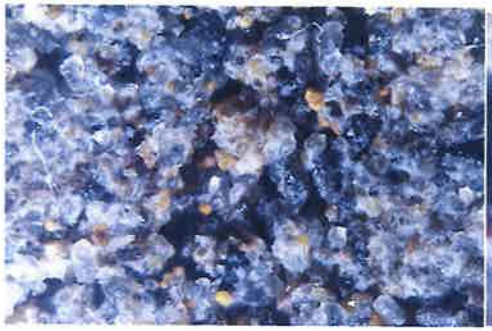
① 光学顕微鏡15倍

② 光学顕微鏡30倍



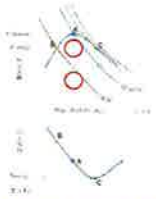
三沢砂＋10%クニゲル
wet(w=17%)　ρd=1.8g/cm³
均一供試体

デジカメ写真



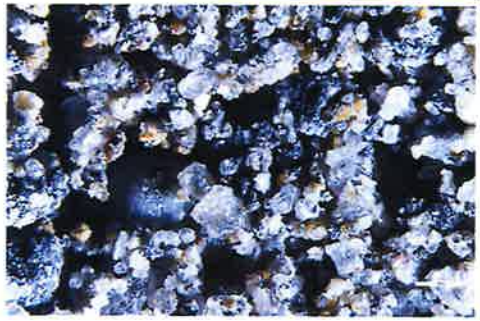
① 光学顕微鏡15倍

② 光学顕微鏡30倍

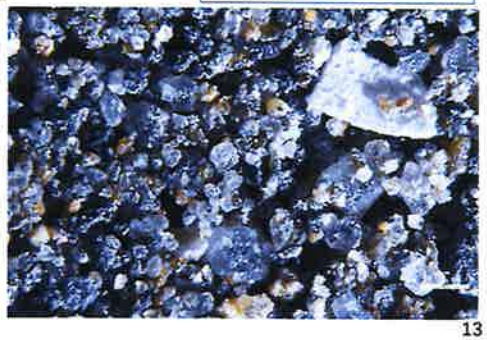


画像解析➡間隙径分布➡飽和度・透水係数との関連づけ　できるか？

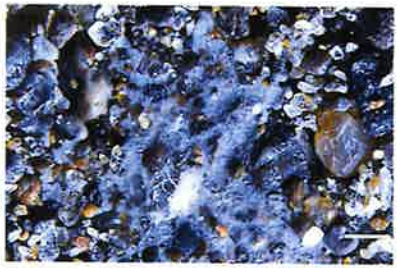
三沢砂＋10%クニゲル
opt(w=14%)　ρd=1.6g/cm³
均一供試体

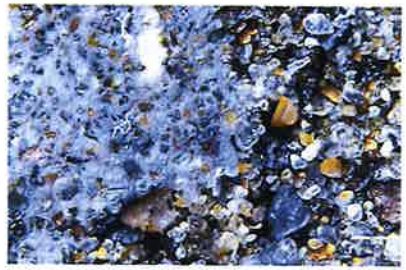


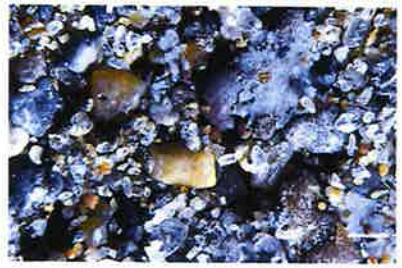
三沢砂＋10%クニゲル
opt(w=14%)　ρd=1.8g/cm³
均一供試体



三沢砂＋10%クニゲル
opt(w=14%)　ρd=1.8g/cm³
不均一混合供試体





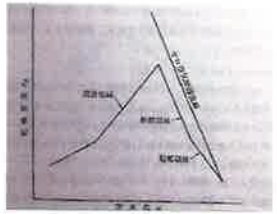


(2)　何故そうなるのかを説明する（締固め理論と透水理論）

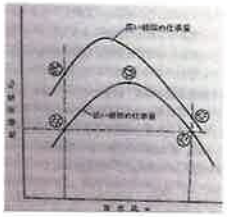
	母材単体	母材＋非塑性細粒土	母材＋高塑性細粒土	ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ混合土
締固め理論（締固め中の土と水の挙動）	① Proctor・最整の締固め理論 ② 土粒子間の電気的反発力、並びに潤滑作用 ③ 含水比の変化➡粒子間水膜厚の変化➡毛管張力と粒子間結合力の変化➡締固め外力への抵抗の仕方の変化➡締固め密度の変化			
		① Hilf,Olsonの締固め理論 ② 不飽和土の間隙圧や有効応力の変化 ③ 含水比の変化➡毛管張力・有効応力と締固め外力のバランス➡毛管張力減少と封入空気の間隙圧上昇➡締固め外力の有効応力転嫁の阻害		？ ベントナイトの膨潤 締固め外力に対する反発
			① Hogentoglerの締固め理論 ② 土粒子表面極近の吸着水の粘性と粘着性 ③ 粒子接触点の水の粘性と締固め外力のバランス➡吸着水膜厚と粘着力の低下（潤滑）➡膨潤状態（飽和近辺）	
			① Lambの締固め理論 ② 粘土粒子の界面化学現象 ③ 粘土粒子間の電気的反発力とランダム総毛状構造で締固め外力に抵抗➡間隙水の電解質濃度低下と電気二重層の発達➡土粒子間電気的反発力の増加と分散構造➡粘土粒子の相互移動と密度増加	
透水理論（通水時挙動）	連続管路の流れ（Hazen-Poiseuille・Kozenny-Carman） 平均粒径、間隙比、粒子の粗度・形状係数、飽和度…		[illegible]	

① 締固め時挙動
➡② 締固め後の状態
➡③ 通水時の水の挙動
を連続的に説明できるか？

図10　締固め理論と透水理論



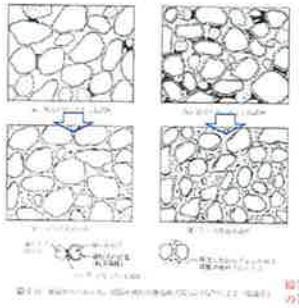
① Hogentoglerの締固め理論

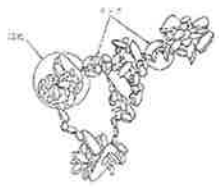


② Lambの締固め理論

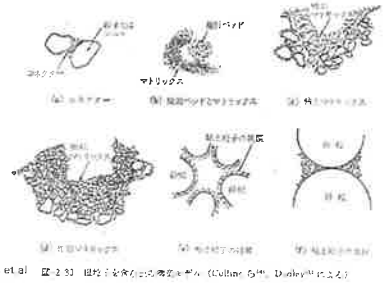
図14 細粒土の締固め理論

- 4年後にこの様な説明をしたい
- この様な模式図が書きたい（実際の構造観察結果を基に）





Push et.al



Collins et al
Dudly

図11 粒子構造の模式化の例（土質工学ハンドブックより）

通水時挙動の可視化の試み：中性子イメージング実験

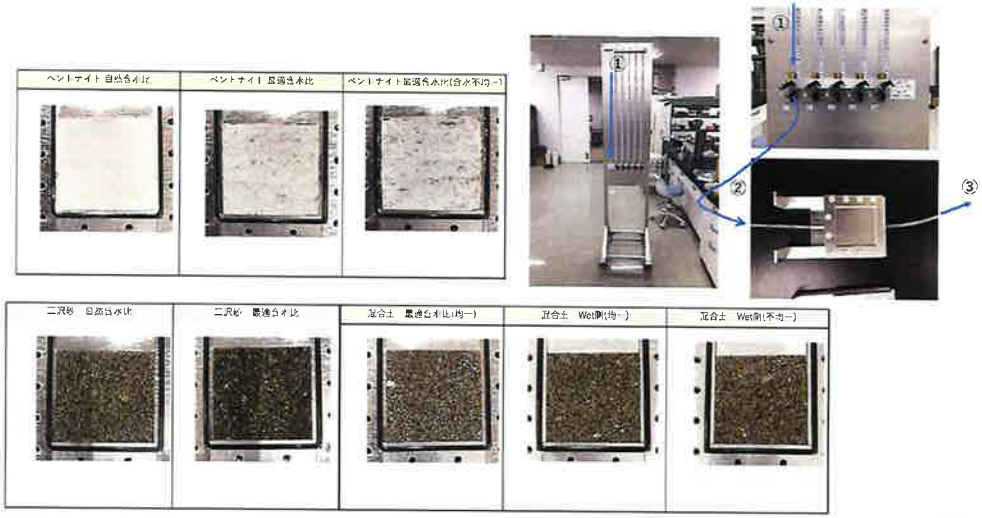
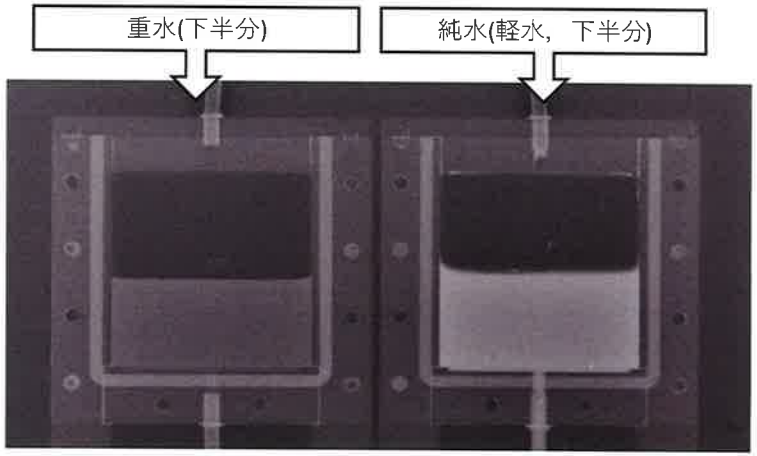


図11 中性子イメージング実験の供試体作製状況



＊3者の明度のコントラストは明瞭

図12 空気・軽水・重水はどう映るか

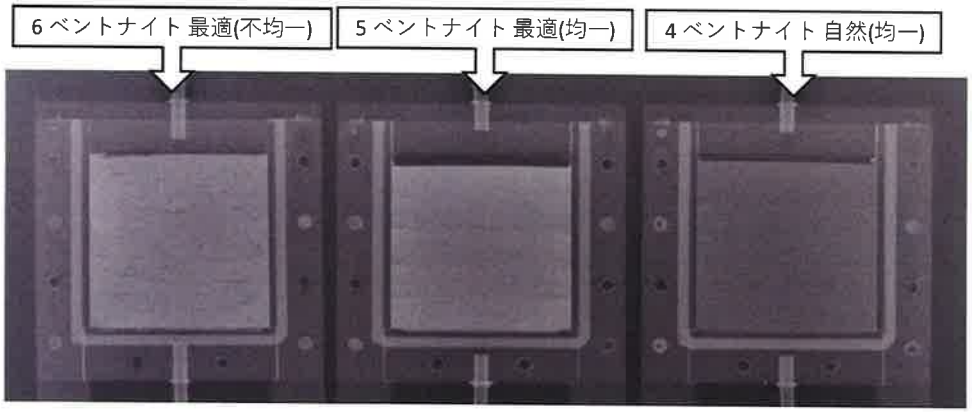


図13　ベントナイト単体の映像(含水比の違いあり)

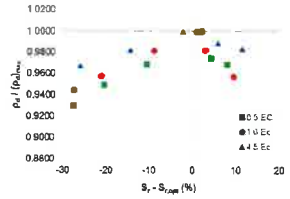


Fig. 6 Normalised compaction curves on $S_r - S_{r,opt}$ vs. $\rho_d/(\rho_d)_{max}$

Fig. 9 Compaction of liner by dumper

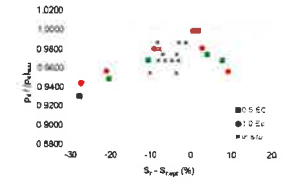


Fig. 11 In situ dry density results on the $S_r - S_{r,opt}$ vs. $\rho_d/\rho_{d\,max}$ plot

In order to overcome the dependence on compaction energy, λ had been evaluated by means of Eq. (3) based on laboratory test results for the Grumello soil, using ρ_d values

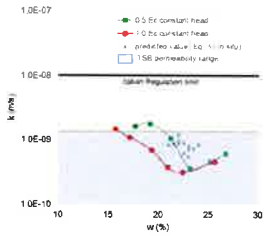


Fig. 13 Comparison of TSB test results with laboratory tests and predicted by drastic conductivity values

Cortellazzo et.al(Italy) :
A New Approach for the design Construction and Control of Compacted Mineral　Liners of a MSW Landfill Capping

再び登場
：現場締固め・遮水性管理への応用

図12　廃棄物処分場遮水材への飽和度管理の適用事例 :Cortellazzo et.al (Italy)

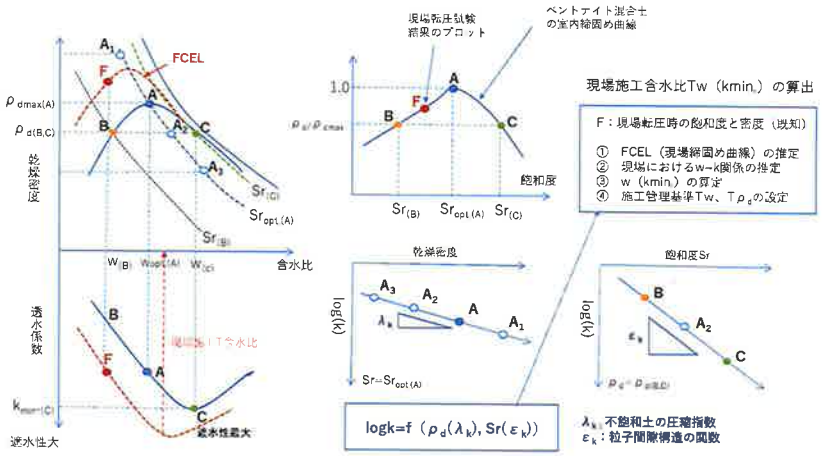


図13　飽和度管理に基づく現場締固めおよび現場施工含水比ターゲットTwの設計

4.ベントナイト混合土土質試験(締固め－透水)
データシート

土質試験結果一覧表（材料）

調査件名　　整理年月日　2020年 10月 21日

整理担当者

	試料番号（深さ）	購入砂	ベントナイト	砂：ベントナイト=9：1	砂：ベントナイト=7：3		
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747	2.737	2.732	2.740		
	自然含水比 w_n %	4.9	7.8	5.0	5.2		
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %	10.0	0.0	11.2	9.6		
	砂分[1]（0.075～2mm） %	89.9	0.6	79.3	61.4		
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %	0.0	32.6	3.8	9.8		
	粘土分[1]（0.005mm未満） %	0.1	66.8	5.7	19.2		
	最大粒径 mm	4.75	0.250	4.75	4.75		
	均等係数 U_c	3.7	－	7.3	－		
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %		387.7				
	塑性限界 w_p %		24.3				
	塑性指数 I_p		363.4				
分類	地盤材料の分類名	分級された礫まじり砂	粘土（高液性限界）	細粒分礫まじり砂	礫まじり細粒分質砂		
	分類記号	(SP-G)	(CH)	(S-FG)	(SF-G)		
締固め	試験方法	A－c	A－c	A－c	A－c		
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm³	1.749	1.279	1.851	1.780		
	最適含水比 w_{opt} %	14.1	25.4	14.1	14.4		
CBR	試験方法						
	膨張比 r_e %						
	貫入試験後含水比 w_2 %						
	平均CBR %						
	%修正CBR %						
コーン指数	突固め回数 回/層						
	コーン指数 q_c kN/m²						
	透水試験方法						
	透水係数 k_{15} m/s						

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

添付2-4-1

土質試験結果一覧表（材料）

調査件名　　整理年月日　2020年 10月 21日

整理担当者

	試料番号（深さ）	購入砂（測定No.1）	購入砂（測定No.2）	購入砂（測定No.3）	購入砂（測定No.4）	購入砂（測定No.5）	購入砂（測定No.6）
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
	自然含水比 w_n %						
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %						
	砂分[1]（0.075～2mm） %						
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %						
	粘土分[1]（0.005mm未満） %						
	最大粒径 mm						
	均等係数 U_c						
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_p %						
	塑性指数 I_p						
分類	地盤材料の分類名						
	分類記号						
締固め	試験方法						
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm³						
	最適含水比 w_{opt} %						
CBR	試験方法						
	膨張比 r_e %						
	貫入試験後含水比 w_2 %						
	平均CBR %						
	%修正CBR %						
コーン指数	突固め回数 回/層						
	コーン指数 q_c kN/m²						
	透水試験方法	定水位	定水位	定水位	定水位	定水位	定水位
	透水係数 k_{15} m/s	2.31E-4	2.22E-4	2.42E-4	2.30E-4	1.48E-4	1.58E-4

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

JIS A 1202
JGS 0111

土粒子の密度試験（測定）

調査件名

試験年月日　2020年 8月 24日

試験者

試料番号（深さ）	購入砂			ベントナイト		
ピクノメーター No.	142	94	153	426	443	457
(試料＋蒸留水＋ピクノメーター)の質量 m_b g	151.900	167.748	151.863	160.035	156.482	160.720
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃	27.4	27.4	27.4	26.7	26.7	26.7
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm³	0.99640	0.99640	0.99640	0.99659	0.99659	0.99659
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g	140.096	155.963	140.042	157.529	154.008	157.609
試料の炉乾燥質量 容器 No.	142	94	153	426	443	457
試料の炉乾燥質量 (炉乾燥試料＋容器)質量 g	64.101	84.525	64.096	72.423	66.314	73.854
試料の炉乾燥質量 容器質量 g	45.556	66.043	45.554	68.483	62.426	68.959
試料の炉乾燥質量 m_s g	18.545	18.482	18.542	3.940	3.888	4.895
土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.741	2.750	2.749	2.738	2.740	2.734
平均値 ρ_s g/cm³		2.747			2.737	
試料番号（深さ）	砂：ベントナイト＝9：1			砂：ベントナイト＝7：3		
ピクノメーター No.	477	480	127	104	120	166
(試料＋蒸留水＋ピクノメーター)の質量 m_b g	166.412	165.729	149.912	140.907	142.683	142.246
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃	27.4	27.4	27.4	26.2	26.2	26.2
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm³	0.99640	0.99640	0.99640	0.99673	0.99673	0.99673
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g	156.276	156.469	140.884	136.144	138.194	136.353
試料の炉乾燥質量 容器 No.	477	480	127	104	120	166
試料の炉乾燥質量 (炉乾燥試料＋容器)質量 g	82.019	81.603	60.821	49.475	50.041	50.753
試料の炉乾燥質量 容器質量 g	66.061	67.020	46.619	41.995	42.978	41.490
試料の炉乾燥質量 m_s g	15.958	14.583	14.202	7.480	7.063	9.263
土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.731	2.730	2.735	2.744	2.735	2.740
平均値 ρ_s g/cm³		2.732			2.740	
試料番号（深さ）						
ピクノメーター No.						
(試料＋蒸留水＋ピクノメーター)の質量 m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃						
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量 容器 No.						
試料の炉乾燥質量 (炉乾燥試料＋容器)質量 g						
試料の炉乾燥質量 容器質量 g						
試料の炉乾燥質量 m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
平均値 ρ_s g/cm³						

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1203
JGS 0121

土の含水比試験

調査件名

試験年月日　2020年 8月 24日

試験者

試料番号（深さ）	購入砂			ベントナイト		
容器 No.	170	98	97	194	63	156
m_a g	67.57	66.33	58.76	40.04	41.82	35.67
m_b g	64.92	63.69	56.52	37.70	39.70	33.91
m_c g	10.72	10.36	9.87	10.54	11.15	10.11
w %	4.9	5.0	4.8	8.6	7.4	7.4
平均値 w %		4.9			7.8	
特記事項						
試料番号（深さ）	砂：ベントナイト＝9：1			砂：ベントナイト＝7：3		
容器 No.	131	44	221	57	223	235
m_a g	43.94	46.93	51.13	38.81	39.15	33.94
m_b g	42.26	45.15	49.19	37.37	37.70	32.76
m_c g	9.35	9.86	10.35	10.22	10.14	9.44
w %	5.1	5.0	5.0	5.3	5.3	5.1
平均値 w %		5.0			5.2	
特記事項						
試料番号（深さ）						
容器 No.						
m_a g						
m_b g						
m_c g						
w %						
平均値 w %						
特記事項						
試料番号（深さ）						
容器 No.						
m_a g						
m_b g						
m_c g						
w %						
平均値 w %						
特記事項						
試料番号（深さ）						
容器 No.						
m_a g						
m_b g						
m_c g						
w %						
平均値 w %						
特記事項						

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

m_a：(試料＋容器)質量
m_b：(炉乾燥試料＋容器)質量
m_c：容器質量

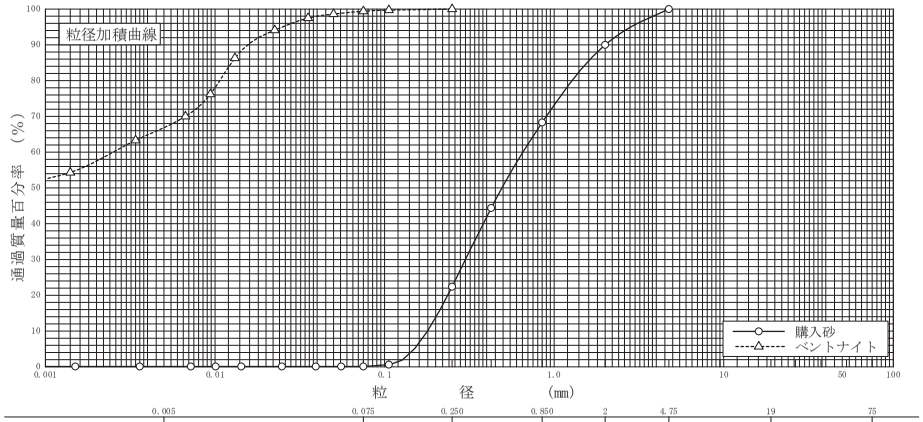
JIS A 1204
JGS 0131

土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　試験年月日 2020年 8月 24日

試験者 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

試料番号（深さ）	購入砂		ベントナイト		試料番号（深さ）	購入砂	ベントナイト
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	－	－
	75		75		中礫分 %	－	－
	53		53		細礫分 %	10.0	－
	37.5		37.5		粗砂分 %	21.7	－
	26.5		26.5		中砂分 %	45.9	－
	19		19		細砂分 %	22.3	0.6
	9.5		9.5		シルト分 %	0.0	32.6
	4.75	100.0	4.75		粘土分 %	0.1	66.8
	2	90.0	2		2mmふるい通過質量百分率 %	90.0	100.0
	0.850	68.3	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	44.4	100.0
	0.425	44.4	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	0.1	99.4
	0.250	22.4	0.250	100.0	最大粒径 mm	4.75	0.250
	0.106	0.6	0.106	99.7	60 % 粒径 D_{60} mm	0.6582	0.0025
	0.075	0.1	0.075	99.4	50 % 粒径 D_{50} mm	0.4938	－
沈降分析	0.0555	0.1	0.0500	98.6	30 % 粒径 D_{30} mm	0.3003	－
	0.0393	0.1	0.0354	97.5	10 % 粒径 D_{10} mm	0.1790	－
	0.0248	0.1	0.0225	94.1	均等係数 U_c	3.7	－
	0.0143	0.1	0.0131	86.3	曲率係数 U_c'	0.8	－
	0.0101	0.1	0.0094	76.2	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747	2.737
	0.0072	0.1	0.0067	70.0	使用した分散剤	ヘキサメタ燐酸ナトリウム	ヘキサメタ燐酸ナトリウム
	0.0036	0.1	0.0034	63.3	溶液濃度，溶液添加量	飽和溶液，10ml	飽和溶液，10ml
	0.0015	0.1	0.0014	54.3	20 % 粒径 D_{20} mm	0.2360	－



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

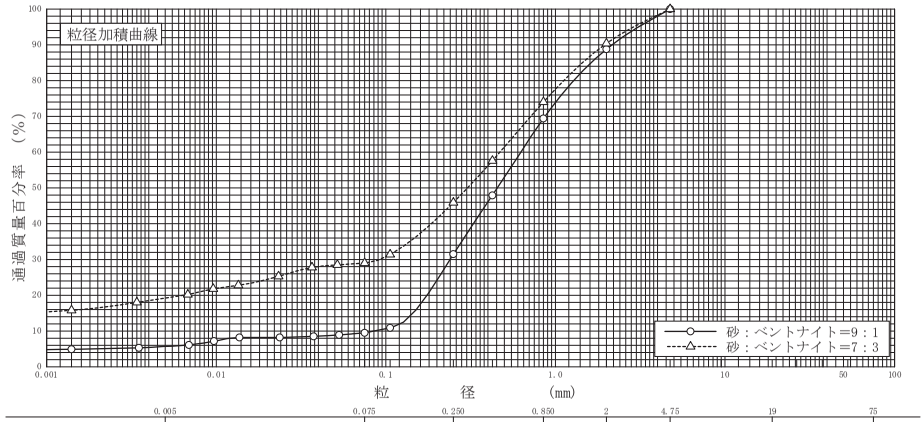
JIS A 1204
JGS 0131

土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　試験年月日 2020年 8月 24日

試験者 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

試料番号（深さ）	砂：ベントナイト＝9：1		砂：ベントナイト＝7：3		試料番号（深さ）	砂：ベントナイト=9:1	砂：ベントナイト=7:3
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	－	－
	75		75		中礫分 %	－	－
	53		53		細礫分 %	11.2	9.6
	37.5		37.5		粗砂分 %	19.4	16.4
	26.5		26.5		中砂分 %	37.9	28.1
	19		19		細砂分 %	22.0	16.9
	9.5		9.5		シルト分 %	3.8	9.8
	4.75	100.0	4.75	100.0	粘土分 %	5.7	19.2
	2	88.8	2	90.4	2mmふるい通過質量百分率 %	88.8	90.4
	0.850	69.4	0.850	74.0	425μmふるい通過質量百分率 %	47.9	57.6
	0.425	47.9	0.425	57.6	75μmふるい通過質量百分率 %	9.5	29.0
	0.250	31.5	0.250	45.9	最大粒径 mm	4.75	4.75
	0.106	10.9	0.106	31.4	60 % 粒径 D_{60} mm	0.6247	0.4721
	0.075	9.5	0.075	29.0	50 % 粒径 D_{50} mm	0.4558	0.3033
沈降分析	0.0530	8.9	0.0518	28.5	30 % 粒径 D_{30} mm	0.2395	0.0918
	0.0375	8.5	0.0367	27.8	10 % 粒径 D_{10} mm	0.0852	－
	0.0237	8.2	0.0233	25.3	均等係数 U_c	7.3	－
	0.0137	8.2	0.0135	22.8	曲率係数 U_c'	1.1	－
	0.0097	7.2	0.0096	21.8	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732	2.740
	0.0069	6.1	0.0068	20.2	使用した分散剤	ヘキサメタ燐酸ナトリウム	ヘキサメタ燐酸ナトリウム
	0.0035	5.3	0.0034	18.0	溶液濃度，溶液添加量	飽和溶液，10ml	飽和溶液，10ml
	0.0014	4.9	0.0014	15.8	20 % 粒径 D_{20} mm	0.1749	0.0064



粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫

特記事項

JIS A 1205
JGS 0141

土の液性限界・塑性限界試験（試験結果）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 24日

試　験　者

試料番号（深さ）　ベントナイト

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	387.7
41	366.8	24.2	塑性限界 w_P %
31	376.0	24.4	24.3
27	380.5	24.2	塑性指数 I_P
23	388.7		363.4
19	402.9		
14	418.7		

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_P %
			塑性指数 I_P

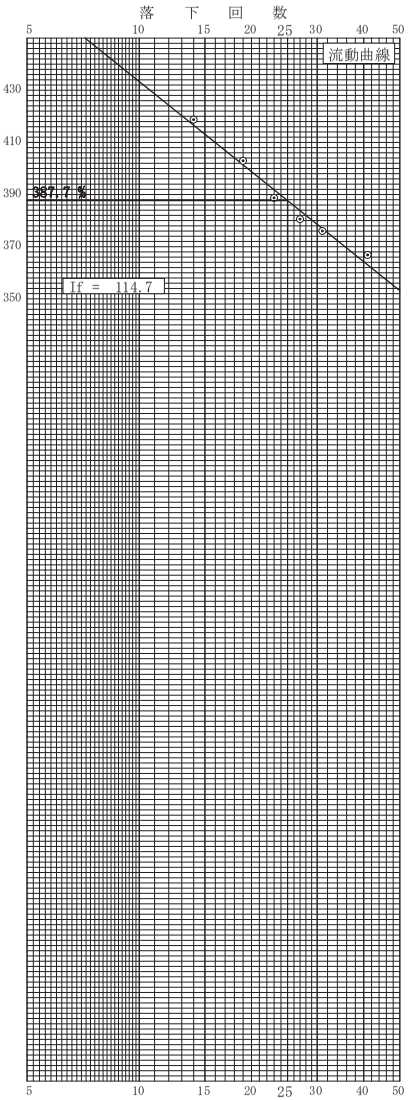
試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_P %
			塑性指数 I_P

試料番号（深さ）

液性限界試験		塑性限界試験	液性限界 w_L %
落下回数	含水比 w %	含水比 w %	
			塑性限界 w_P %
			塑性指数 I_P

特記事項



JGS 0051

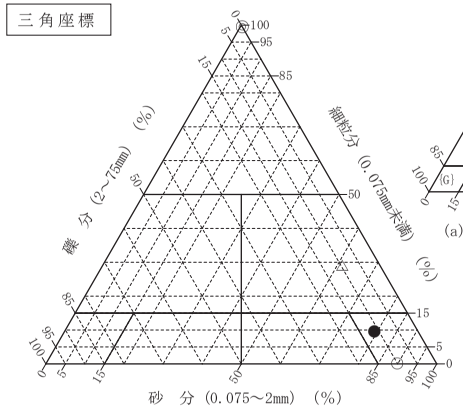
地盤材料の工学的分類

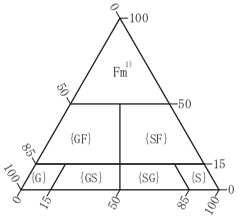
調査件名　　試験年月日　2020年 8月 24日

試　験　者

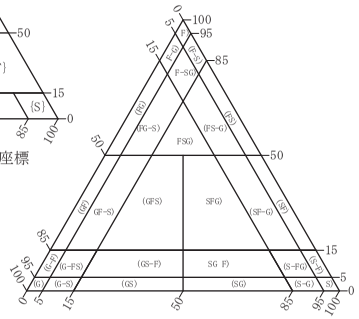
試料番号（深さ）	購入砂	ベントナイト	砂：ベントナイト=9：1	砂：ベントナイト=7：3		
石分(75mm以上) %						
礫分(2～75mm) %	10.0	0.0	11.2	9.6		
砂分(0.075～2mm) %	89.9	0.6	79.3	61.4		
細粒分(0.075mm未満) %	0.1	99.4	9.5	29.0		
シルト分(0.005～0.075mm) %	0.0	32.6	3.8	9.8		
粘土分(0.005mm未満) %	0.1	66.8	5.7	19.2		
最大粒径 mm	4.75	0.250	4.75	4.75		
均等係数 U_c	3.7	-	7.3	-		
液性限界 w_L %		387.7				
塑性限界 w_P %		24.3				
塑性指数 I_P		363.4				
地盤材料の分類名	分級された礫まじり砂	粘土（高液性限界）	細粒分礫まじり砂	礫まじり細粒分質砂		
分類記号	(SP-G)	(CH)	(S-FG)	(SF-G)		
凡例記号	○	◎	●	△		

三角座標



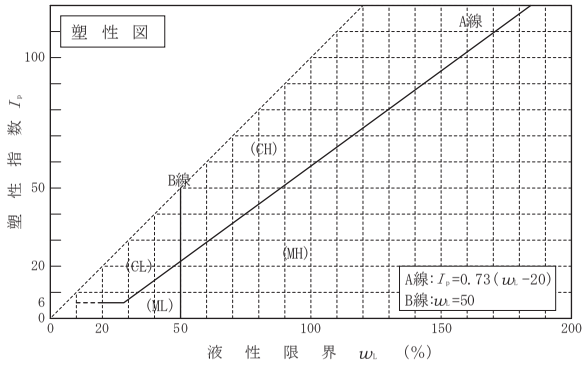


(a) 中分類用三角座標



(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1）主に観察と塑性図で判別分類

JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（測定）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂　　試　験　者

試験方法		A－c	土質名称	分級された礫まじり砂（SP-G）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	10.00
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30		高さ[1] cm	12.73
含水比	試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25		容量 V cm³	1000
	乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		質量 m_1[2] g	

測定 No.		1	2	3	4
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	1838.10	1870.80	1908.00	1952.00
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.838	1.871	1.908	1.952
平均含水比 w	%	6.9	8.7	10.5	12.4
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.719	1.721	1.727	1.737
含水比 容器 No.		95	173	15	61
m_a	g	861.34	895.45	856.79	871.34
m_b	g	818.46	838.59	792.61	797.79
m_c	g	190.78	192.41	192.57	194.75
w	%	6.8	8.8	10.7	12.2
含水比 容器 No.		55	179	176	65
m_a	g	897.65	875.68	820.49	883.66
m_b	g	852.07	821.29	762.21	806.49
m_c	g	192.44	191.63	191.92	193.38
w	%	6.9	8.6	10.2	12.6

測定 No.		5	6	7	8
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	2004.40	1952.10		
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	2.004	1.952		
平均含水比 w	%	14.9	17.7		
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.744	1.658		
含水比 容器 No.		4	86		
m_a	g	932.55	955.86		
m_b	g	836.50	842.77		
m_c	g	189.85	195.78		
w	%	14.9	17.5		
含水比 容器 No.		47	116		
m_a	g	934.24	931.60		
m_b	g	839.24	819.95		
m_c	g	197.75	196.87		
w	%	14.8	17.9		

特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。
2）モールドの質量は底板を含む。

$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + w/100}$$

添付2-4-5

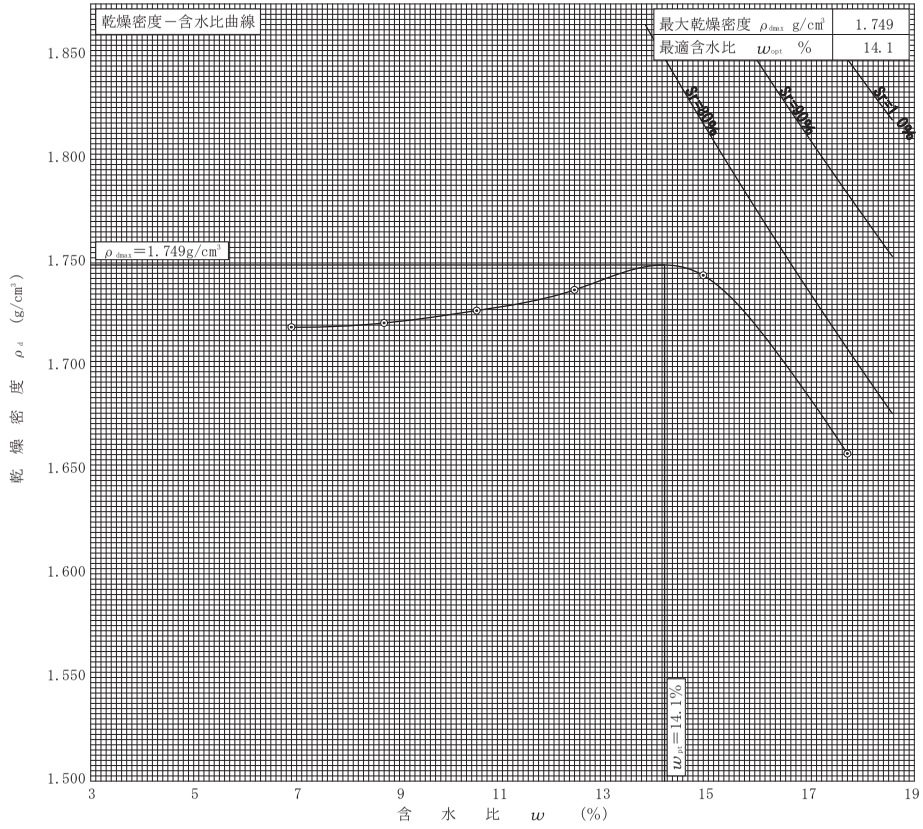
JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂　　試　験　者

試験方法		A－c	土質名称	分級された礫まじり砂（SP-G）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm³		2.747
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30	試料調製前の最大粒径 mm		4.75
含水比	試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		高さ[1] cm	12.73

測定 No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %	6.9	8.7	10.5	12.4	14.9	17.7		
乾燥密度 ρ_d g/cm³	1.719	1.721	1.727	1.737	1.744	1.658		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（測定）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）ベントナイト　　試　験　者

試験方法		A－c	土質名称	粘土（高液性限界）（CH）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	10.00
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30		高さ[1] cm	12.73
含水比	試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25		容量 V cm³	1000
	乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		質量 m_1[2] g	4613.2

測定 No.		1	2	3	4
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	6090.80	6197.80	6242.40	6239.70
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.478	1.585	1.629	1.627
平均含水比 w	%	20.2	24.1	29.4	34.1
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.230	1.277	1.259	1.213
含水比 容器 No.		72	174	69	145
m_a	g	709.77	696.57	706.92	771.78
m_b	g	621.30	598.67	591.32	626.28
m_c	g	191.99	194.61	196.23	187.89
w	%	20.6	24.2	29.3	33.2
含水比 容器 No.		63	80	134	161
m_a	g	713.97	719.54	727.16	733.72
m_b	g	628.80	617.05	606.68	595.45
m_c	g	198.11	190.36	196.44	199.54
w	%	19.8	24.0	29.4	34.9

測定 No.		5	6	7	8
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	6213.40	6177.40		
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.600	1.564		
平均含水比 w	%	40.1	46.8		
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.142	1.065		
含水比 容器 No.		32	90		
m_a	g	771.20	859.59		
m_b	g	608.33	647.08		
m_c	g	197.58	188.45		
w	%	39.7	46.3		
含水比 容器 No.		101	73		
m_a	g	793.76	887.96		
m_b	g	620.01	663.54		
m_c	g	189.87	189.28		
w	%	40.4	47.3		

特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。
2）モールドの質量は底板を含む。

$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + w/100}$$

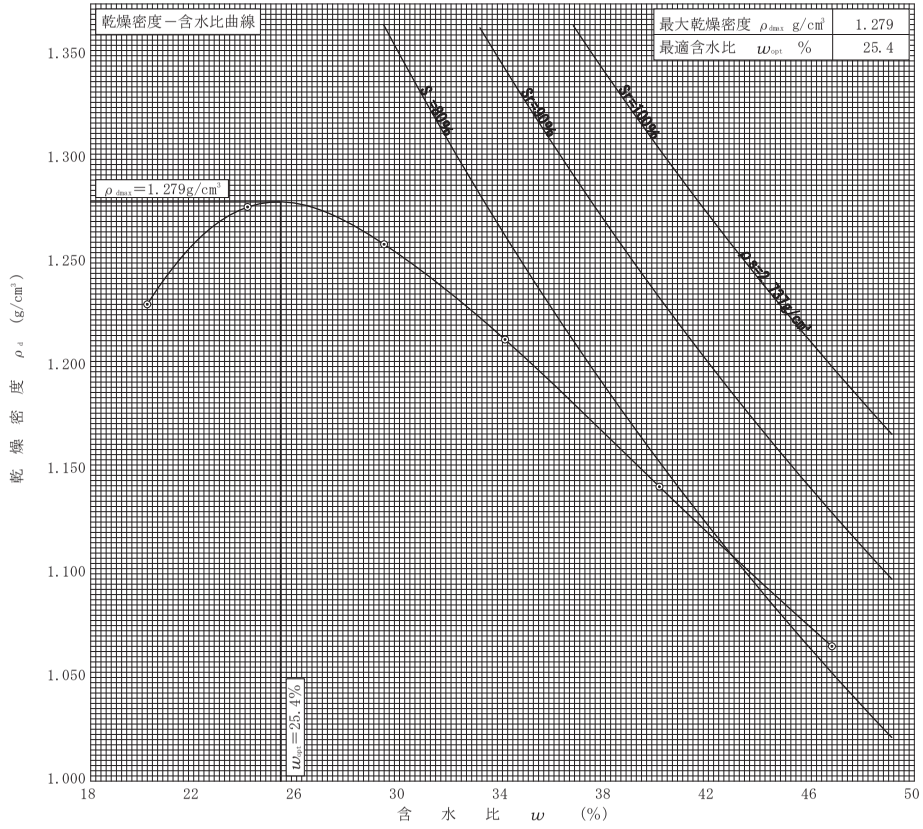
JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）ベントナイト　　試　験　者

試験方法		A－c	土質名称	粘土（高液性限界）（CH）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	土粒子の密度 ρ_s	g/cm³	2.737
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30	試料調製前の最大粒径	mm	0.250
含水比	試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		高さ[1] cm	12.73

測定 No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %	20.2	24.1	29.4	34.1	40.1	46.8		
乾燥密度 ρ_d g/cm³	1.230	1.277	1.259	1.213	1.142	1.065		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（測定）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 3日

試料番号　（深さ）砂：ベントナイト＝9：1　　試　験　者

試験方法	A－c	土質名称	細粒分礫まじり砂（S-FG）			
試料の準備方法	~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	10.00
試料の使用方法	~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30		高さ[1] cm	12.73
含水比 試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25		容量 V cm³	1000
含水比 乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		質量 m_1[2] g	4628.3

測定 No.		1	2	3	4
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	6613.10	6656.50	6708.90	6746.60
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.985	2.028	2.081	2.118
平均含水比 w	%	9.2	11.0	13.0	14.9
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.818	1.827	1.842	1.843
含水比 容器 No.		83	143	90	104
m_a	g	840.05	835.12	845.50	903.24
m_b	g	786.10	771.22	770.63	809.68
m_c	g	194.84	194.99	188.45	193.69
w	%	9.1	11.1	12.9	15.2
含水比 容器 No.		84	67	86	12
m_a	g	829.17	864.40	802.52	913.46
m_b	g	775.12	798.95	732.37	821.53
m_c	g	196.24	195.45	195.78	189.04
w	%	9.3	10.8	13.1	14.5

測定 No.		5	6	7	8
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	6732.00	6712.00		
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	2.104	2.084		
平均含水比 w	%	15.7	16.8		
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.818	1.784		
含水比 容器 No.		170	144		
m_a	g	862.65	912.44		
m_b	g	773.23	808.67		
m_c	g	194.16	188.64		
w	%	15.4	16.7		
含水比 容器 No.		25	62		
m_a	g	825.95	901.17		
m_b	g	739.32	799.72		
m_c	g	198.96	198.65		
w	%	16.0	16.9		

特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。
2）モールドの質量は底板を含む。

$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + w/100}$$

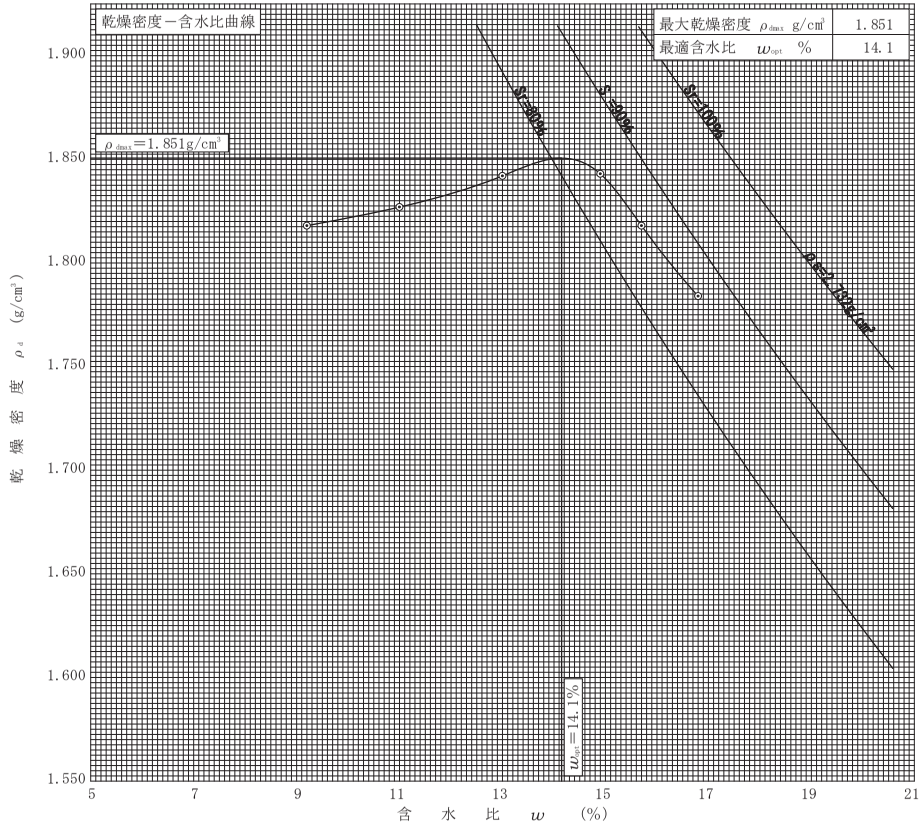
JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 3日

試料番号　（深さ）砂：ベントナイト＝9：1　　試　験　者

試験方法	A－c	土質名称	細粒分礫まじり砂（S-FG）			
試料の準備方法	~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm³		2.732
試料の使用方法	~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30	試料調製前の最大粒径 mm		4.75
含水比 試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25	モールド	内径 cm	10.00
含水比 乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		高さ[1] cm	12.73

測定 No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %	9.2	11.0	13.0	14.9	15.7	16.8		
乾燥密度 ρ_d g/cm³	1.818	1.827	1.842	1.843	1.818	1.784		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

JIS A 1210	突固めによる土の締固め試験（測定）	

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 21日

試料番号　（深さ）砂：ベントナイト＝7：3　　試　験　者

試験方法		A－c	土質名称	礫まじり細粒分質砂（SF-G）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	10.00
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30		高さ[1] cm	12.73
含水比	試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25		容量 V cm³	1000
	乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		質量 m_1[2] g	4627.5

測定 No.		1	2	3	4
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	6549.20	6584.00	6625.20	6662.20
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.922	1.957	1.998	2.035
平均含水比 w	%	9.6	11.4	13.2	14.3
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.754	1.757	1.765	1.780
含水比 容器 No.		112	1	68	92
m_a	g	813.71	804.63	834.34	855.44
m_b	g	758.97	743.51	761.69	770.82
m_c	g	197.27	195.50	193.07	193.14
w	%	9.7	11.2	12.8	14.6
含水比 容器 No.		83	124	59	89
m_a	g	790.22	773.48	814.10	842.25
m_b	g	739.10	713.09	740.53	762.58
m_c	g	194.84	191.28	194.37	194.19
w	%	9.4	11.6	13.5	14.0

測定 No.		5	6	7	8
(試料+モールド) 質量 m_2[2]	g	6667.40	6664.50		
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	2.040	2.037		
平均含水比 w	%	15.9	17.5		
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.760	1.734		
含水比 容器 No.		21	35		
m_a	g	851.50	867.27		
m_b	g	761.09	766.70		
m_c	g	198.23	189.87		
w	%	16.1	17.4		
含水比 容器 No.		19	78		
m_a	g	812.04	880.64		
m_b	g	728.19	779.26		
m_c	g	190.86	199.38		
w	%	15.6	17.5		

特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。
2）モールドの質量は底板を含む。

$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + w/100}$$

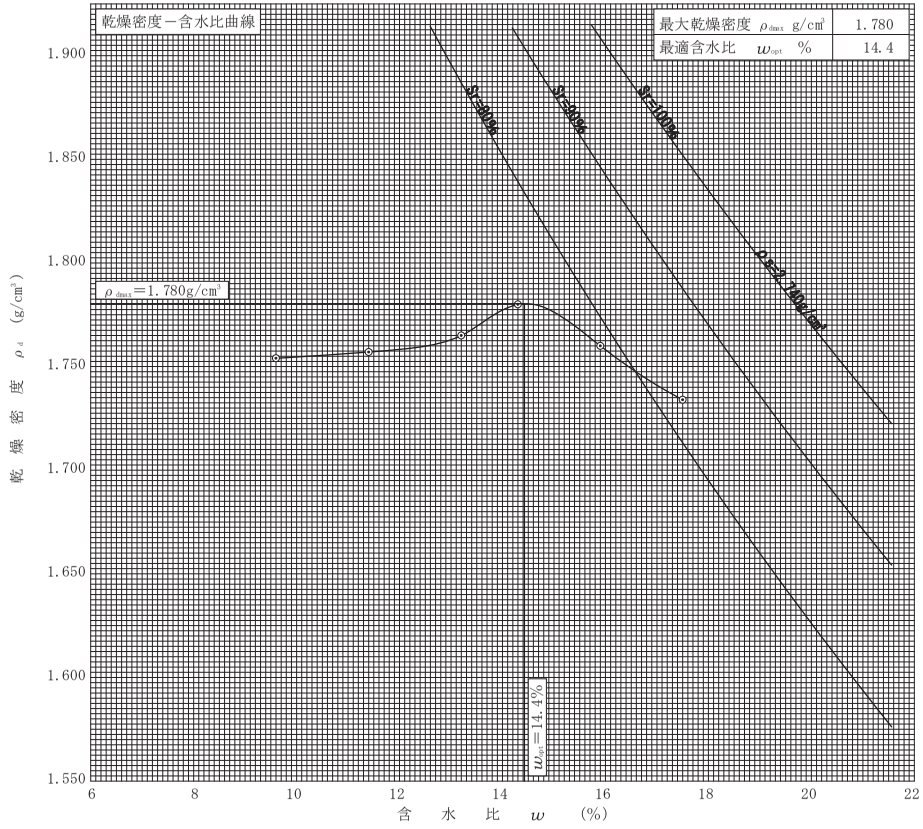
JIS A 1210	突固めによる土の締固め試験（締固め特性）	

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 21日

試料番号　（深さ）砂：ベントナイト＝7：3　　試　験　者

試験方法		A－c	土質名称	礫まじり細粒分質砂（SF-G）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	土粒子の密度 ρ_s	g/cm³	2.740
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30	試料調製前の最大粒径	mm	4.75
含水比	試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		高さ[1] cm	12.73

測定 No.	1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %	9.6	11.4	13.2	14.3	15.9	17.5		
乾燥密度 ρ_d g/cm³	1.754	1.757	1.765	1.780	1.760	1.734		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

JIS A 1218	土の透水試験（定水位，~~変水位~~）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂（測定No.1）　　試験者

試料				透水円筒		
	土質名称				容器No.	
	最大粒径 mm				内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747			長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm				質量 m_2[2] g	2015.00
	断面積 a cm²				試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

供試体寸法			供試体の状態		試験前	試験後[3]
	供試体No.					
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3853.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1838.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.838	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.719	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.598	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	31.7	

含水比		試験前			試験後[3]		
	容器No.	95	55				
	m_a g	861.34	897.65				
	m_b g	818.46	852.07				
	m_c g	190.78	192.44				
	w, w_r %	6.8	6.9				
	平均値 %		6.9				

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	130	128	128	133	132
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	2.97E-4	3.01E-4	3.01E-4	2.90E-4	2.92E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.32E-4	2.35E-4	2.35E-4	2.27E-4	2.28E-4
代表値	k_{15} m/s	2.31E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.31E-2(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（定水位，~~変水位~~）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂（測定No.2）　　試験者

試料				透水円筒		
	土質名称				容器No.	
	最大粒径 mm				内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747			長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm				質量 m_2[2] g	2037.00
	断面積 a cm²				試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

供試体寸法			供試体の状態		試験前	試験後[3]
	供試体No.					
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3908.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1871.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.871	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.721	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.596	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	40.1	

含水比		試験前			試験後[3]		
	容器No.	173	179				
	m_a g	895.45	875.68				
	m_b g	838.59	821.29				
	m_c g	192.41	191.63				
	w, w_r %	8.8	8.6				
	平均値 %		8.7				

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	135	136	137	136	136
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	2.86E-4	2.84E-4	2.82E-4	2.84E-4	2.84E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.24E-4	2.22E-4	2.21E-4	2.22E-4	2.22E-4
代表値	k_{15} m/s	2.22E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.22E-2(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂（測定No.3）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2031.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3939.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1908.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.908	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.727	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.591	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	48.8	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	15	176				
	m_a g	856.79	820.49				
	m_b g	792.61	762.21				
	m_c g	192.57	191.92				
	w, w_r %	10.7	10.2				
	平均値 %	10.5					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	124	125	124	125	125
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	3.11E-4	3.09E-4	3.11E-4	3.09E-4	3.09E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.43E-4	2.42E-4	2.43E-4	2.42E-4	2.42E-4
代表値	k_{15} m/s	2.42E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.42E-2(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂（測定No.4）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2015.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3967.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1952.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.952	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.737	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.581	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	58.6	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	61	65				
	m_a g	871.34	883.66				
	m_b g	797.79	806.49				
	m_c g	194.75	193.38				
	w, w_r %	12.2	12.6				
	平均値 %	12.4					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	132	131	131	131	132
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	2.92E-4	2.95E-4	2.95E-4	2.95E-4	2.92E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.782	0.782	0.782	0.782	0.782
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.28E-4	2.31E-4	2.31E-4	2.31E-4	2.28E-4
代表値	k_{15} m/s	2.30E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.30E-2(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂（測定No.5）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2031.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	4035.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	2004.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	2.004	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.744	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.575	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	71.2	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	4	47				
	m_a g	932.55	934.24				
	m_b g	836.50	839.24				
	m_c g	189.85	197.75				
	w, w_r %	14.9	14.8				
	平均値 %	14.9					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	205	210	207	211	211
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	1.88E-4	1.84E-4	1.86E-4	1.83E-4	1.83E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.50E-4	1.47E-4	1.49E-4	1.46E-4	1.46E-4
代表値	k_{15} m/s	1.48E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.48E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号　（深さ）　購入砂（測定No.6）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.747		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2031.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3983.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1952.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.952	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.658	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.657	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	74.0	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	86	116				
	m_a g	955.86	931.60				
	m_b g	842.77	819.95				
	m_c g	195.78	196.87				
	w, w_r %	17.5	17.9				
	平均値 %	17.7					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	197	202	199	201	199
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	1.96E-4	1.91E-4	1.94E-4	1.92E-4	1.94E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.819	0.819	0.819	0.819	0.819
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.61E-4	1.56E-4	1.59E-4	1.57E-4	1.59E-4
代表値	k_{15} m/s	1.58E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.58E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

土質試験結果一覧表（材料）

調査件名　　整理年月日　2020年 10月 21日

整理担当者

	試料番号（深さ）	20DKブルー	67DKブルー	カラーサンド（混合後）	カラーサンド+ベントナイト		
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³			2.639	2.646		
	自然含水比 w_n %	0.0	0.1	0.0	6.0		
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %	0.0	0.0	0.0			
	砂分[1]（0.075～2mm） %	99.9	99.9	99.8			
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %	0.1	0.1	0.2			
	粘土分[1]（0.005mm未満） %						
	最大粒径 mm	2	0.850	2			
	均等係数 U_c	1.76	1.76	3.40			
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_p %						
	塑性指数 I_p						
分類	地盤材料の分類名	分級された砂	分級された砂	分級された砂			
	分類記号	(SP)	(SP)	(SP)			
締固め	試験方法			A－c	A－c		
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm³			1.631	1.723		
	最適含水比 w_{opt} %			14.8	14.9		
CBR	試験方法						
	膨張比 r_e %						
	貫入試験後含水比 w_2 %						
	平均CBR %						
	%修正CBR %						
コーン指数	突固め回数 回/層						
	コーン指数 q_c kN/m²						
	透水試験方法						
	透水係数 k_{15} m/s						

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

土質試験結果一覧表（材料）

調査件名　　整理年月日　2020年 10月 21日

整理担当者

	試料番号（深さ）	カラーサンド（測定No.1）	カラーサンド（測定No.2）	カラーサンド（測定No.3）	カラーサンド（測定No.4）	カラーサンド（測定No.5）	カラーサンド（測定No.6）
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
	自然含水比 w_n %						
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %						
	砂分[1]（0.075～2mm） %						
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %						
	粘土分[1]（0.005mm未満） %						
	最大粒径 mm						
	均等係数 U_c						
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_p %						
	塑性指数 I_p						
分類	地盤材料の分類名						
	分類記号						
締固め	試験方法						
	最大乾燥密度 ρ_{dmax} g/cm³						
	最適含水比 w_{opt} %						
CBR	試験方法						
	膨張比 r_e %						
	貫入試験後含水比 w_2 %						
	平均CBR %						
	%修正CBR %						
コーン指数	突固め回数 回/層						
	コーン指数 q_c kN/m²						
	透水試験方法	定水位	定水位	定水位	定水位	定水位	定水位
	透水係数 k_{15} m/s	3.04E-4	3.14E-4	2.83E-4	2.12E-4	1.69E-4	2.22E-4

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

JIS A 1202 / JGS 0111

土粒子の密度試験（測定）

調査件名

試験年月日　2020年 8月 7日

試験者

試料番号（深さ）	カラーサンド（混合後）			カラーサンド+ベントナイト		
ピクノメーター No.	13	57	56	96	433	471
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g	167.175	166.520	160.524	165.035	163.299	166.624
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm³	0.99640	0.99640	0.99640	0.99640	0.99640	0.99640
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g	156.450	155.704	149.443	155.450	153.846	157.535
試料の炉乾燥質量 容器 No.	13	57	56	96	433	471
(炉乾燥試料＋容器)質量 g	82.776	81.865	72.602	79.831	77.568	82.478
容器質量 g	65.562	64.493	54.780	64.435	62.423	67.902
m_s g	17.214	17.372	17.822	15.396	15.145	14.576
土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.643	2.640	2.634	2.640	2.651	2.647
平均値 ρ_s g/cm³	2.639			2.646		

試料番号（深さ）						
ピクノメーター No.						
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃						
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量 容器 No.						
(炉乾燥試料＋容器)質量 g						
容器質量 g						
m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
平均値 ρ_s g/cm³						

試料番号（深さ）						
ピクノメーター No.						
(試料+蒸留水+ピクノメーター)の質量 m_b g						
m_bをはかったときの内容物の温度 T ℃						
T℃における蒸留水の密度 $\rho_w(T)$ g/cm³						
温度T℃の蒸留水を満たしたときの(蒸留水＋ピクノメーター)質量 m_a 1) g						
試料の炉乾燥質量 容器 No.						
(炉乾燥試料＋容器)質量 g						
容器質量 g						
m_s g						
土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
平均値 ρ_s g/cm³						

特記事項

1) ピクノメーターの検定結果から求める。

$$\rho_s = \frac{m_s}{m_s + (m_a - m_b)} \times \rho_w(T)$$

JIS A 1203 / JGS 0121

土の含水比試験

調査件名

試験年月日　2020年 7月 21日

試験者

試料番号（深さ）	20DKブルー			67DKブルー		
容器 No.	20	242	18	25	195	92
m_a g	68.68	77.27	80.08	54.64	65.23	62.80
m_b g	68.66	77.24	80.05	54.60	65.21	62.77
m_c g	10.45	10.56	10.05	10.36	10.68	10.91
w %	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
平均値 w %	0.0			0.1		
特記事項						

試料番号（深さ）	カラーサンド（混合後）			カラーサンド+ベントナイト		
容器 No.	258	190	64	149	14	190
m_a g	47.63	41.27	44.13	45.51	50.87	48.24
m_b g	47.61	41.28	44.12	43.53	48.58	46.06
m_c g	10.86	10.38	10.14	10.58	10.44	10.38
w %	0.1	0.0	0.0	6.0	6.0	6.1
平均値 w %	0.0			6.0		
特記事項						

試料番号（深さ）						
容器 No.						
m_a g						
m_b g						
m_c g						
w %						
平均値 w %						
特記事項						

試料番号（深さ）						
容器 No.						
m_a g						
m_b g						
m_c g						
w %						
平均値 w %						
特記事項						

試料番号（深さ）						
容器 No.						
m_a g						
m_b g						
m_c g						
w %						
平均値 w %						
特記事項						

$$w = \frac{m_a - m_b}{m_b - m_c} \times 100$$

m_a：(試料＋容器)質量
m_b：(炉乾燥試料＋容器)質量
m_c：容器質量

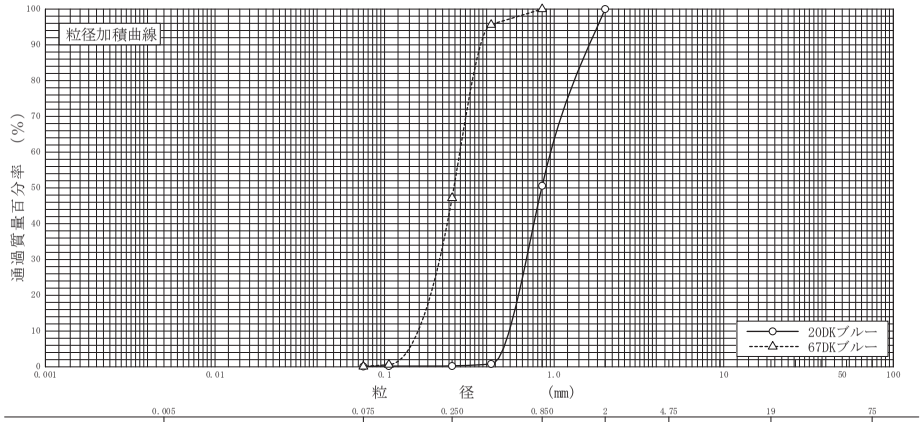
JIS A 1204
JGS 0131

土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名 ---------- 試験年月日 2020年 7月 21日

試験者

試料番号（深さ）	20DKブルー		67DKブルー		試料番号（深さ）	20DKブルー	67DKブルー
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	－	－
	75		75		中礫分 %	－	－
	53		53		細礫分 %	－	－
	37.5		37.5		粗砂分 %	49.4	－
	26.5		26.5		中砂分 %	50.4	52.8
	19		19		細砂分 %	0.1	47.1
	9.5		9.5		シルト分 %	0.1	0.1
	4.75		4.75		粘土分 %		
	2	100.0	2		2mmふるい通過質量百分率 %	100.0	100.0
	0.850	50.6	0.850	100.0	425μmふるい通過質量百分率 %	0.8	95.6
	0.425	0.8	0.425	95.6	75μmふるい通過質量百分率 %	0.1	0.1
	0.250	0.2	0.250	47.2	最大粒径 mm	2	0.850
	0.106	0.2	0.106	0.6	60 % 粒径 D_{60} mm	0.9544	0.2780
	0.075	0.1	0.075	0.1	50 % 粒径 D_{50} mm	0.8446	0.2561
沈降分析					30 % 粒径 D_{30} mm	0.6854	0.2112
					10 % 粒径 D_{10} mm	0.5437	0.1576
					均等係数 U_c	1.76	1.76
					曲率係数 U_c'	0.91	1.02
					土粒子の密度 ρ_s g/cm³	－	－
					使用した分散剤	－	－
					溶液濃度，溶液添加量		
					20 % 粒径 D_{20} mm	0.6160	0.1865



特記事項

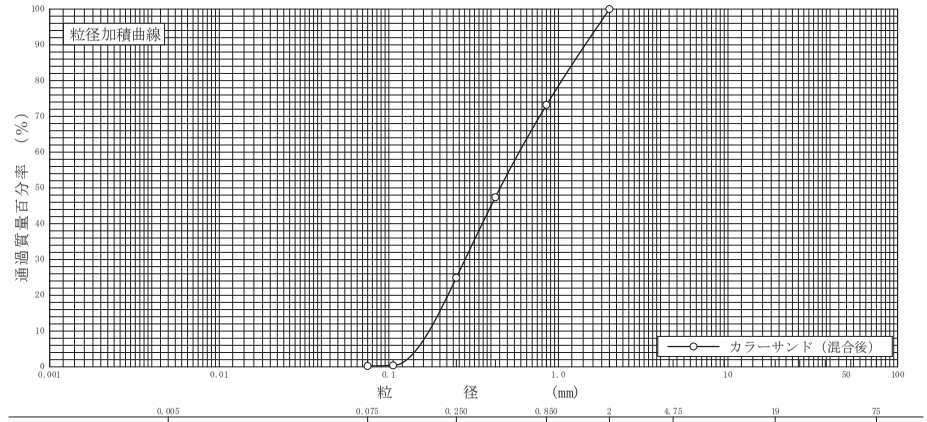
JIS A 1204
JGS 0131

土の粒度試験（粒径加積曲線）

調査件名 ---------- 試験年月日 2020年 7月 21日

試験者

試料番号（深さ）	カラーサンド（混合後）				試料番号（深さ）	カラーサンド（混合後）
ふるい分析	粒径 mm	通過質量百分率%	粒径 mm	通過質量百分率%	粗礫分 %	－
	75		75		中礫分 %	－
	53		53		細礫分 %	－
	37.5		37.5		粗砂分 %	26.8
	26.5		26.5		中砂分 %	48.3
	19		19		細砂分 %	24.7
	9.5		9.5		シルト分 %	0.2
	4.75		4.75		粘土分 %	
	2	100.0	2		2mmふるい通過質量百分率 %	100.0
	0.850	73.2	0.850		425μmふるい通過質量百分率 %	47.4
	0.425	47.4	0.425		75μmふるい通過質量百分率 %	0.2
	0.250	24.9	0.250		最大粒径 mm	2
	0.106	0.4	0.106		60 % 粒径 D_{60} mm	0.5871
	0.075	0.2	0.075		50 % 粒径 D_{50} mm	0.4536
沈降分析					30 % 粒径 D_{30} mm	0.2815
					10 % 粒径 D_{10} mm	0.1727
					均等係数 U_c	3.40
					曲率係数 U_c'	0.78
					土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639
					使用した分散剤	－
					溶液濃度，溶液添加量	
					20 % 粒径 D_{20} mm	0.2230



特記事項

JGS　0051

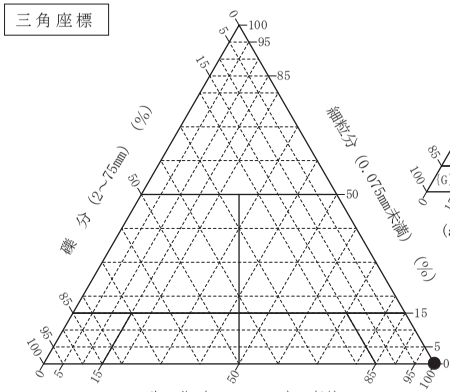
地盤材料の工学的分類

調査件名　　試験年月日　2020年 7月 21日

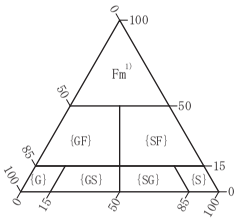
試験者

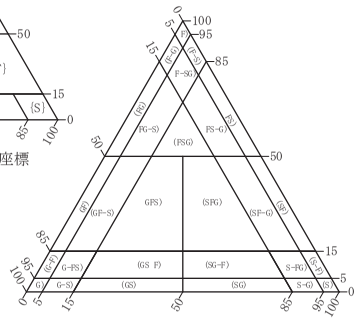
試料番号（深さ）	20DKブルー	67DKブルー	カラーサンド（混合後）			
石分(75mm以上) %						
礫分(2～75mm) %	0.0	0.0	0.0			
砂分(0.075～2mm) %	99.9	99.9	99.8			
細粒分(0.075mm未満) %	0.1	0.1	0.2			
シルト分(0.005～0.075mm) %						
粘土分(0.005mm未満) %						
最大粒径 mm	2	0.850	2			
均等係数 U_c	1.76	1.76	3.40			
液性限界 w_L %						
塑性限界 w_P %						
塑性指数 I_P						
地盤材料の分類名	分級された砂	分級された砂	分級された砂			
分類記号	(SP)	(SP)	(SP)			
凡例記号	○	◎	●			

三角座標



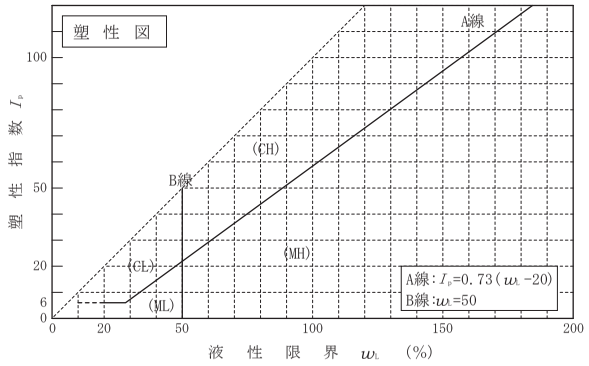
(a) 中分類用三角座標





(b) 粗粒土の小分類および細粒土の細分類用三角座標

塑性図



特記事項　1）主に観察と塑性図で判別分類

添付2-4-15

JIS A 1210

突固めによる土の締固め試験（測定）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号　（深さ）カラーサンド（混合後）　　試験者

試験方法	A－c	土質名称	分級された砂（SP）			
試料の準備方法	~~乾燥法~~，湿潤法	ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	10.00
試料の使用方法	~~繰返し法~~，非繰返し法	落下高さ cm	30		高さ 1) cm	12.73
含水比 試料分取後 w_0 %		突固め回数 回/層	25		容量 V cm³	1000
含水比 乾燥処理後 w_1 %		突固め層数 層	3		質量 m_1 2) g	2030.0

測定 No.		1	2	3	4
(試料+モールド)質量 m_2 2)	g	3681.00	3754.00	3835.00	3899.00
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.651	1.724	1.805	1.869
平均含水比 w	%	4.6	8.8	11.9	14.6
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.578	1.585	1.613	1.631
含水比 容器 No.		98	153	143	142
m_a	g	751.47	771.65	769.91	808.13
m_b	g	727.71	726.34	710.21	728.07
m_c	g	196.91	197.20	194.99	190.41
w	%	4.5	8.6	11.6	14.9
含水比 容器 No.		110	56	29	67
m_a	g	743.66	804.44	773.03	818.52
m_b	g	719.39	754.36	710.24	740.90
m_c	g	192.39	197.30	191.25	195.45
w	%	4.6	9.0	12.1	14.2

測定 No.		5	6	7	8
(試料+モールド)質量 m_2 2)	g	3927.00	3918.00		
湿潤密度 ρ_t	g/cm³	1.897	1.888		
平均含水比 w	%	18.0	20.5		
乾燥密度 ρ_d	g/cm³	1.608	1.567		
含水比 容器 No.		40	93		
m_a	g	825.74	840.39		
m_b	g	729.64	730.81		
m_c	g	192.26	196.92		
w	%	17.9	20.5		
含水比 容器 No.		137	53		
m_a	g	793.79	850.36		
m_b	g	700.99	739.67		
m_c	g	187.95	199.49		
w	%	18.1	20.5		

特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。
2）モールドの質量は底板を含む。

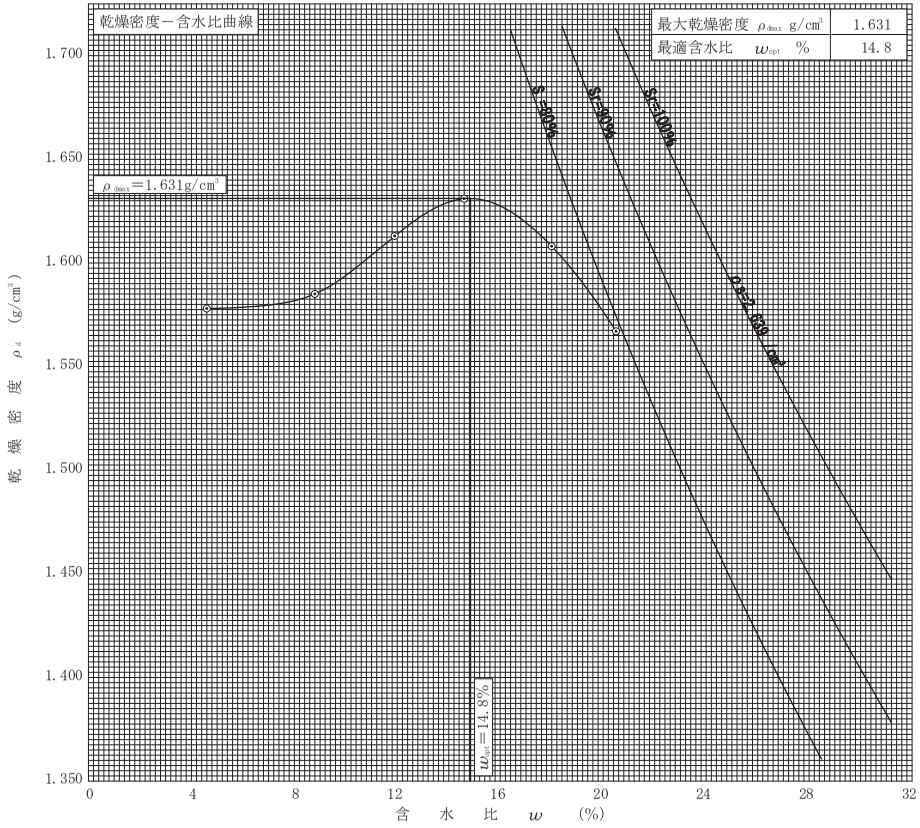
$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + w/100}$$

JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号　（深さ）カラーサンド（混合後）　　試　験　者

試験方法		A－c		土質名称		分級された砂（SP）			
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法		ランマー質量 kg		2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm³		2.639
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法		落下高さ cm		30	試料調製前の最大粒径 mm		2
含水比	試料分取後 w_0 %			突固め回数 回/層		25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %			突固め層数 層		3		高さ[1] cm	12.73
測定 No.		1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %		4.6	8.8	11.9	14.6	18.0	20.5		
乾燥密度 ρ_d g/cm³		1.578	1.585	1.613	1.631	1.608	1.567		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（測定）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 3日

試料番号　（深さ）カラーサンド+ベントナイト　　試　験　者

試験方法		A－c		土質名称				
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法		ランマー質量 kg	2.5	モールド	内径 cm	10.00
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法		落下高さ cm	30		高さ[1] cm	12.73
含水比	試料分取後 w_0 %			突固め回数 回/層	25		容量 V cm³	1000
	乾燥処理後 w_1 %			突固め層数 層	3		質量 m_1[2] g	4628.3

測定 No.		1	2	3	4
(試料+モールド)質量 m_2[2] g		6457.60	6503.00	6555.80	6601.80
湿潤密度 ρ_t g/cm³		1.829	1.875	1.928	1.974
平均含水比 w %		9.0	10.7	12.7	14.6
乾燥密度 ρ_d g/cm³		1.678	1.694	1.711	1.723
含水比	容器 No.	166	162	109	7
	m_a g	826.82	806.33	867.39	820.68
	m_b g	774.80	745.69	790.28	739.94
	m_c g	192.02	188.44	192.13	191.74
	w %	8.9	10.9	12.9	14.7
含水比	容器 No.	172	140	91	49
	m_a g	860.48	828.05	890.79	808.08
	m_b g	806.10	767.53	814.32	730.99
	m_c g	199.48	189.11	196.60	194.13
	w %	9.0	10.5	12.4	14.4

測定 No.		5	6	7	8
(試料+モールド)質量 m_2[2] g		6625.50	6646.10		
湿潤密度 ρ_t g/cm³		1.997	2.018		
平均含水比 w %		16.2	18.2		
乾燥密度 ρ_d g/cm³		1.719	1.707		
含水比	容器 No.	98	158		
	m_a g	862.99	918.89		
	m_b g	768.45	809.09		
	m_c g	196.91	194.19		
	w %	16.5	17.9		
含水比	容器 No.	16	75		
	m_a g	835.96	909.34		
	m_b g	748.29	798.29		
	m_c g	198.52	196.88		
	w %	15.9	18.5		

特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

2）モールドの質量は底板を含む。

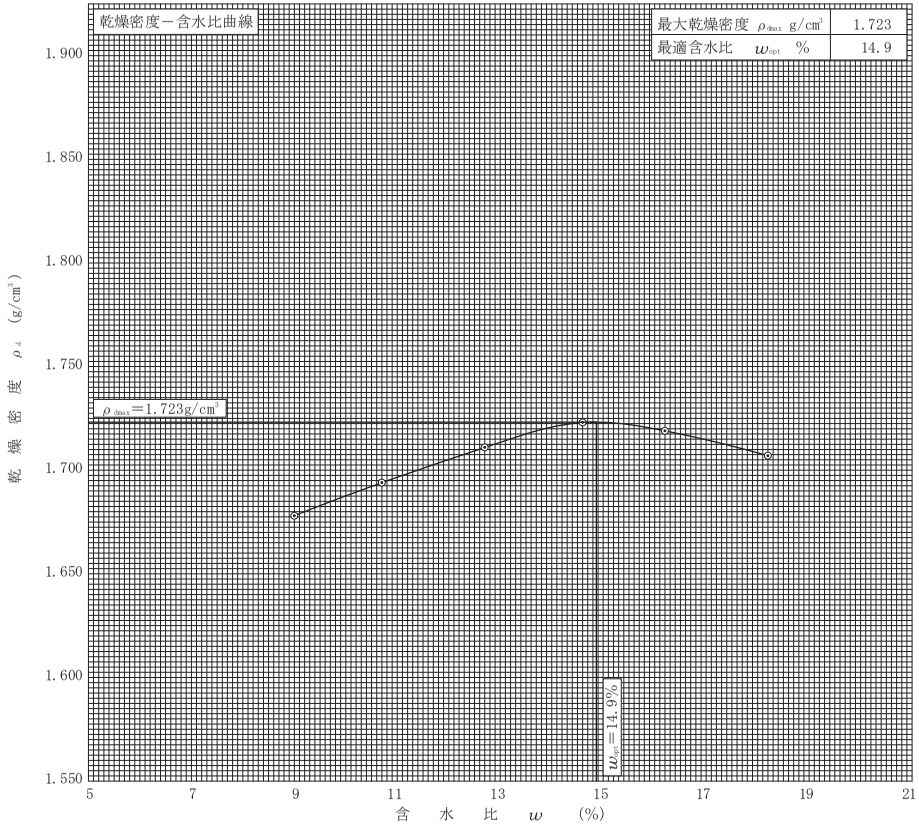
$$\rho_d = \frac{\rho_t}{1 + w/100}$$

JIS A 1210 | 突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 3日

試料番号　（深さ）　カラーサンド+ベントナイト　　試　験　者

試験方法		A－c		土質名称					
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法		ランマー質量 kg		2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm³		
試料の使用方法		~~繰返し法~~,非繰返し法		落下高さ cm		30	試料調製前の最大粒径 mm		
含水比	試料分取後 w_0 %			突固め回数 回/層		25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %			突固め層数 層		3		高さ[1] cm	12.73
測定 No.		1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %		9.0	10.7	12.7	14.6	16.2	18.2		
乾燥密度 ρ_d g/cm³		1.678	1.694	1.711	1.723	1.719	1.707		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

添付2-4-17

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号　（深さ）　カラーサンド（測定No.1）　　試　験　者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2030.00
	断面積 a cm²		試験用水		水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め　通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3681.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1651.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.651	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.578	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.672	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	18.1	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	98	110				
	m_a g	751.47	743.66				
	m_b g	727.71	719.39				
	m_c g	196.91	192.39				
	w, w_f %	4.5	4.6				
	平均値 %		4.6				

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	109	109	110	109	109
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	3.54E-4	3.54E-4	3.51E-4	3.54E-4	3.54E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.859	0.859	0.859	0.859	0.859
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	3.04E-4	3.04E-4	3.02E-4	3.04E-4	3.04E-4
代表値	k_{15} m/s	3.04E-4				

特記事項

代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると3.04E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$

$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（定水位，~~変水位~~）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号（深さ）　カラーサンド（測定No.2）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2030.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3754.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1724.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.724	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.585	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.665	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	34.9	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	153	56				
	m_a g	771.65	804.44				
	m_b g	726.34	754.36				
	m_c g	197.20	197.30				
	w, w_r %	8.6	9.0				
	平均値 %	8.8					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	108	109	106	103	103
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	3.57E-4	3.54E-4	3.64E-4	3.75E-4	3.75E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.859	0.859	0.859	0.859	0.859
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	3.07E-4	3.04E-4	3.13E-4	3.22E-4	3.22E-4
代表値	k_{15} m/s	3.14E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると3.14E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（定水位，~~変水位~~）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号（深さ）　カラーサンド（測定No.3）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2030.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3835.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1805.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.805	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.613	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.636	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	49.4	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	143	29				
	m_a g	769.91	773.03				
	m_b g	710.21	710.24				
	m_c g	194.99	191.25				
	w, w_r %	11.6	12.1				
	平均値 %	11.9					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	120	119	116	116	115
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	3.22E-4	3.24E-4	3.33E-4	3.33E-4	3.36E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.859	0.859	0.859	0.859	0.859
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.77E-4	2.78E-4	2.86E-4	2.86E-4	2.89E-4
代表値	k_{15} m/s	2.83E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.83E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号　（深さ）　カラーサンド（測定No.4）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2030.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

			供試体の状態		試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.					
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3899.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1869.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.869	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.631	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.618	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	62.3	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	142	67				
	m_a g	808.13	818.52				
	m_b g	728.07	740.90				
	m_c g	190.41	195.45				
	w, w_r %	14.9	14.2				
	平均値 %		14.6				

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	154	156	157	157	157
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	2.51E-4	2.47E-4	2.46E-4	2.46E-4	2.46E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.859	0.859	0.859	0.859	0.859
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.16E-4	2.12E-4	2.11E-4	2.11E-4	2.11E-4
代表値	k_{15} m/s	2.12E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.12E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号　（深さ）　カラーサンド（測定No.5）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2030.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

			供試体の状態		試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.					
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3927.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1897.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.897	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.608	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.641	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	74.1	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	40	137				
	m_a g	825.74	793.79				
	m_b g	729.64	700.99				
	m_c g	192.26	187.95				
	w, w_r %	17.9	18.1				
	平均値 %		18.0				

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	194	194	197	197	197
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	1.99E-4	1.99E-4	1.96E-4	1.96E-4	1.96E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.859	0.859	0.859	0.859	0.859
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.71E-4	1.71E-4	1.68E-4	1.68E-4	1.68E-4
代表値	k_{15} m/s	1.69E-4				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.69E-2(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218　土の透水試験（定水位，~~変水位~~）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 28日

試料番号（深さ）　カラーサンド（測定No.6）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.639		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm			質量 m_2[2] g	2030.00
	断面積 a cm²			試験用水	水道水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

			供試体の状態		試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.					
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3918.00	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1888.00	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.888	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.567	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.684	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	79.1	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	93	53				
	m_a g	840.39	850.36				
	m_b g	730.81	739.67				
	m_c g	196.92	199.49				
	w，w_r %	20.5	20.5				
	平均値 %		20.5				

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1					
測定終了時刻	t_2					
測定時間	t_2-t_1 s	147	148	151	151	151
定水位 水位差	h cm	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
定水位 透水量	Q cm³	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s	2.63E-4	2.61E-4	2.56E-4	2.56E-4	2.56E-4
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm					
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm					
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s					
測定時の水温	T ℃	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.859	0.859	0.859	0.859	0.859
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.26E-4	2.24E-4	2.20E-4	2.20E-4	2.20E-4
代表値	k_{15} m/s	2.22E-4				

特記事項

代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると2.22E-2(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$

$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

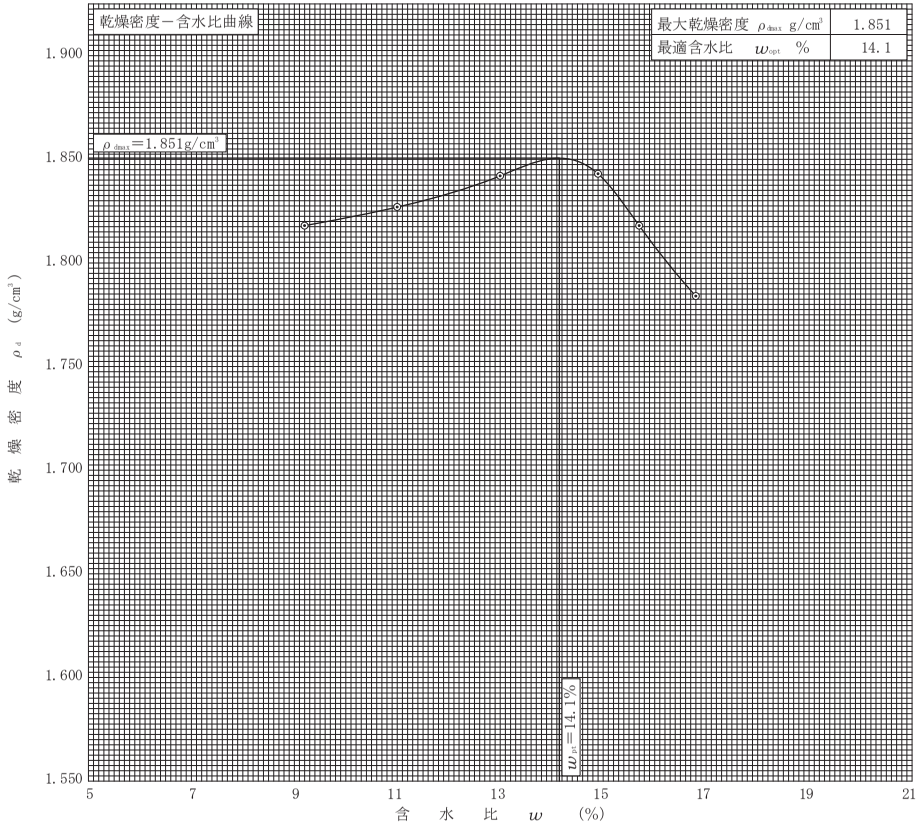
JIS A 1210

突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 3日

試料番号　（深さ）購入砂+ベントナイト　　試　験　者

試験方法		A－c		土質名称					
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法		ランマー質量 kg		2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm³		
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法		落下高さ cm		30	試料調製前の最大粒径 mm		
含水比	試料分取後 w_0 %			突固め回数 回/層		25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %			突固め層数 層		3		高さ[1] cm	12.73
測定 No.		1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %		9.2	11.0	13.0	14.9	15.7	16.8		
乾燥密度 ρ_d g/cm³		1.818	1.827	1.842	1.843	1.818	1.784		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

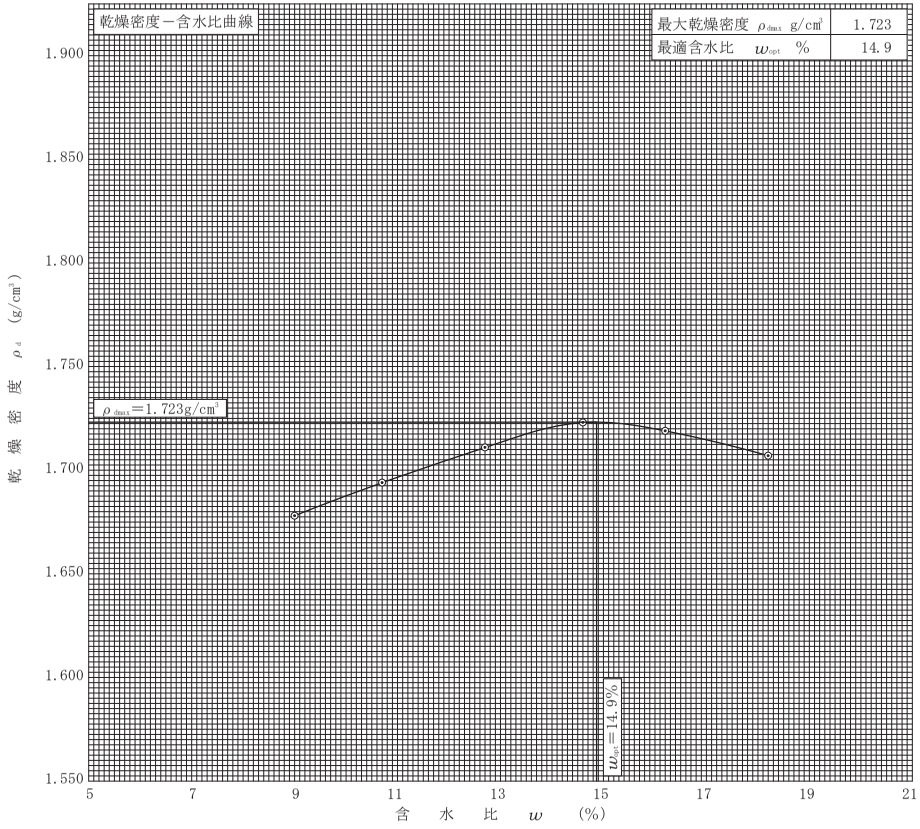
JIS A 1210

突固めによる土の締固め試験（締固め特性）

調査件名　　試験年月日　2020年 8月 3日

試料番号　（深さ）カラーサンド+ベントナイト　　試　験　者

試験方法		A－c		土質名称					
試料の準備方法		~~乾燥法~~，湿潤法		ランマー質量 kg		2.5	土粒子の密度 ρ_s g/cm³		
試料の使用方法		~~繰返し法~~，非繰返し法		落下高さ cm		30	試料調製前の最大粒径 mm		
含水比	試料分取後 w_0 %			突固め回数 回/層		25	モールド	内径 cm	10.00
	乾燥処理後 w_1 %			突固め層数 層		3		高さ[1] cm	12.73
測定 No.		1	2	3	4	5	6	7	8
平均含水比 w %		9.0	10.7	12.7	14.6	16.2	18.2		
乾燥密度 ρ_d g/cm³		1.678	1.694	1.711	1.723	1.719	1.707		



特記事項

1）内径15cmのモールドの場合はスペーサーディスクの高さを差引く。

ゼロ空気間隙曲線の計算式

$$\rho_{dsat} = \frac{\rho_w}{\rho_w/\rho_s + w/100}$$

土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名　　整理年月日　2020年 12月 1日

整理担当者

	試料番号（深さ）	購入砂+ベントナイト=9:1（不均質Dry）	購入砂+ベントナイト=9:1（不均質Wet）				
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
	自然含水比 w_n %						
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %						
	砂分[1]（0.075～2mm） %						
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %						
	粘土分[1]（0.005mm未満） %						
	最大粒径 mm						
	均等係数 U_c						
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_p %						
	塑性指数 I_p						
分類	地盤材料の分類名						
	分類記号						
圧密	試験方法						
	圧縮指数 C_c						
	圧密降伏応力 p_c kN/m²						
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
せん断	試験条件						
	全応力 c kN/m²						
	全応力 ϕ °						
	有効応力 c' kN/m²						
	有効応力 ϕ' °						
	透水試験方法	変水位	変水位	変水位			
	透水係数 k_{15} m/s	4.67E-10	1.25E-6	5.39E-6			

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

[1kN/m²≒0.0102kgf/cm²]

添付2-4-22

JIS A 1218　土の透水試験（~~定水位~~，変水位）

調査件名　　試験年月日　2020年 10月 14日

試料番号　（深さ）　購入砂+ベントナイト=9:1（不均質Dry）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.		
	最大粒径 mm			内径 D_m cm	10.00	
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732		長さ L_m cm	12.73	
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	2021.10	
	断面積 a cm²	0.181		試験用水	脱気水	

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

供試体寸法			供試体の状態		試験前	試験後[3]
供試体 No.						
直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g		4002.90	
断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g		1981.80	
長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³		1.982	
体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³		1.818	
			間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$		0.503	
			飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %		48.9	

含水比		試験前			試験後[3]		
容器 No.		100	43	103			
m_a	g	310.46	300.91	299.46			
m_b	g	300.66	291.64	290.53			
m_c	g	191.86	189.99	189.22			
w，w_f	%	9.0	9.1	8.8			
平均値	%	9.0					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	141.3	141.7	141.3	140.7	140.8
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	5.27E-10	5.17E-10	5.27E-10	5.41E-10	5.39E-10
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	4.64E-10	4.55E-10	4.64E-10	4.76E-10	4.74E-10
代表値	k_{15} m/s	4.67E-10				

特記事項

代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると4.67E-8(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（~~定水位~~，変水位）	

調査件名　　試験年月日　2020年 10月 14日

試料番号　（深さ）　購入砂+ベントナイト=9:1（不均質Wopt）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	2.00		質量 m_2[2] g	2049.90
	断面積 a cm²	3.142		試験用水	脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3961.70	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1911.80	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.912	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.673	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.633	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	61.7	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	49	35	50			
	m_a g	291.85	294.59	297.40			
	m_b g	279.37	281.53	285.30			
	m_c g	194.13	189.87	199.97			
	w, w_r %	14.6	14.2	14.2			
	平均値 %	14.3					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00	00:10:00
測定時間	t_2-t_1 s	600	600	600	600	600
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	140.9	138.0	141.0	138.1	140.0
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	1.34E-6	1.52E-6	1.33E-6	1.51E-6	1.39E-6
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.18E-6	1.34E-6	1.17E-6	1.33E-6	1.22E-6
代表値	k_{15} m/s	1.25E-6				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.25E-4(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（~~定水位~~，変水位）	

調査件名　　試験年月日　2020年 10月 14日

試料番号　（深さ）　購入砂+ベントナイト=9:1（不均質Wet）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	2.00		質量 m_2[2] g	2041.70
	断面積 a cm²	3.142		試験用水	脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3836.10	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1794.40	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.794	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.535	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.780	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	59.2	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	44	32	178			
	m_a g	303.39	300.16	312.65			
	m_b g	286.38	285.63	295.12			
	m_c g	187.80	197.58	191.40			
	w, w_r %	17.3	16.5	16.9			
	平均値 %	16.9					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00	00:05:00
測定時間	t_2-t_1 s	300	300	300	300	300
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	111.5	114.8	114.6	116.3	117.9
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	6.65E-6	6.16E-6	6.19E-6	5.94E-6	5.71E-6
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	5.85E-6	5.42E-6	5.45E-6	5.23E-6	5.02E-6
代表値	k_{15} m/s	5.39E-6				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると5.39E-4(cm/s)

1）変水位試験の場合
2）透水円筒，底板，シール材などを含む。
3）保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4）$k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5）$k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名　　整理年月日　2020年 10月 23日

整理担当者

	試料番号（深さ）	ｶﾗｰﾁｬｰﾄ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Dry）	ｶﾗｰﾁｬｰﾄ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Wopt）	ｶﾗｰﾁｬｰﾄ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Wet）	ｶﾗｰﾁｬｰﾄ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（不均質Dry）	ｶﾗｰﾁｬｰﾄ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（不均質Wopt）	ｶﾗｰﾁｬｰﾄ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（不均質Wet）
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
	自然含水比 w_n %						
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %						
	砂分[1]（0.075～2mm） %						
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %						
	粘土分[1]（0.005mm未満） %						
	最大粒径 mm						
	均等係数 U_c						
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_P %						
	塑性指数 I_P						
分類	地盤材料の分類名						
	分類記号						
圧密	試験方法						
	圧縮指数 C_c						
	圧密降伏応力 p_c kN/m²						
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
せん断	試験条件						
	全応力 c kN/m²						
	全応力 ϕ °						
	有効応力 c' kN/m²						
	有効応力 ϕ' °						
	透水試験方法	変水位	変水位	変水位	変水位	変水位	変水位
	透水係数 k_{15} m/s	1.94E-10	1.70E-10	1.23E-10	9.77E-9	1.82E-5	1.24E-5

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

土質試験結果一覧表（基礎地盤）

調査件名　　整理年月日　2020年 10月 23日

整理担当者

	試料番号（深さ）	購入砂+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Dry）	購入砂+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Wopt）	購入砂+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Wet）			
一般	湿潤密度 ρ_t g/cm³						
	乾燥密度 ρ_d g/cm³						
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³						
	自然含水比 w_n %						
	間隙比 e						
	飽和度 S_r %						
粒度	石分（75mm以上） %						
	礫分[1]（2～75mm） %						
	砂分[1]（0.075～2mm） %						
	シルト分[1]（0.005～0.075mm） %						
	粘土分[1]（0.005mm未満） %						
	最大粒径 mm						
	均等係数 U_c						
コンシステンシー特性	液性限界 w_L %						
	塑性限界 w_P %						
	塑性指数 I_P						
分類	地盤材料の分類名						
	分類記号						
圧密	試験方法						
	圧縮指数 C_c						
	圧密降伏応力 p_c kN/m²						
一軸圧縮	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
	一軸圧縮強さ q_u kN/m²						
せん断	試験条件						
	全応力 c kN/m²						
	全応力 ϕ °						
	有効応力 c' kN/m²						
	有効応力 ϕ' °						
	透水試験方法	変水位	変水位	変水位			
	透水係数 k_{15} m/s	3.83E-10	6.18E-11	5.67E-11			

特記事項

1）石分を除いた75mm未満の土質材料に対する百分率で表す。

［1kN/m²≒0.0102kgf/cm²］

JIS A 1218	土の透水試験（~~定水位~~，変水位）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号（深さ）　ｶﾗｰｻﾝﾄﾞ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ＝9:1（均質Dry）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.646		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	2019.30
	断面積 a cm²	0.181	試験用水		脱気水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3848.20	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1828.90	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.829	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.686	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.569	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	39.5	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	52	177	88			
	m_a g	305.35	301.86	307.74			
	m_b g	296.10	293.44	299.01			
	m_c g	190.33	192.22	197.64			
	w, w_r %	8.7	8.3	8.6			
	平均値 %	8.5					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	153.9	155.8	155.1	154.1	154.4
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	2.37E-10	1.95E-10	2.10E-10	2.32E-10	2.25E-10
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	2.09E-10	1.72E-10	1.85E-10	2.04E-10	1.98E-10
代表値	k_{15} m/s	1.94E-10				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.94E-8(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（~~定水位~~，変水位）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 7日

試料番号（深さ）　ｶﾗｰｻﾝﾄﾞ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ＝9:1（均質Wopt）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.646		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	2022.20
	断面積 a cm²	0.181	試験用水		脱気水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3996.50	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1974.30	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.974	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.730	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.529	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	70.5	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	13	151	147			
	m_a g	291.75	296.19	293.41			
	m_b g	280.64	284.09	281.25			
	m_c g	199.42	200.00	195.79			
	w, w_r %	13.7	14.4	14.2			
	平均値 %	14.1					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	156.3	156.0	156.5	155.3	155.2
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	1.84E-10	1.90E-10	1.80E-10	2.06E-10	2.08E-10
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.62E-10	1.67E-10	1.58E-10	1.81E-10	1.83E-10
代表値	k_{15} m/s	1.70E-10				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.70E-8(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（~~定水位~~，変水位）

調査件名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 試験年月日 2020年 9月 7日

試料番号 （深さ） ｶﾗｰｻﾝﾄﾞ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ＝9:1（均質Wet） 試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.646		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	2037.00
	断面積 a cm²	0.181		試験用水	脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	4053.50	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	2016.50	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	2.017	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.711	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.546	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	86.7	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	36	22	84			
	m_a g	306.05	307.72	290.92			
	m_b g	288.66	291.18	276.45			
	m_c g	190.21	198.60	196.24			
	w, w_r %	17.7	17.9	18.0			
	平均値 %		17.9				

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	159.6	159.4	157.6	157.7	157.4
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	1.13E-10	1.17E-10	1.56E-10	1.54E-10	1.60E-10
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	9.94E-11	1.03E-10	1.37E-10	1.36E-10	1.41E-10
代表値	k_{15} m/s	1.23E-10				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.23E-8(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（~~定水位~~，変水位）

調査件名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 試験年月日 2020年 9月 7日

試料番号 （深さ） ｶﾗｰｻﾝﾄﾞ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ＝9:1（不均質Dry） 試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.646		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	2.00		質量 m_2[2] g	2018.60
	断面積 a cm²	3.142		試験用水	脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3844.40	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1825.80	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.826	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.681	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.574	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	39.6	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	38	106	110			
	m_a g	289.75	307.98	311.06			
	m_b g	282.20	298.64	301.38			
	m_c g	192.28	189.76	192.39			
	w, w_r %	8.4	8.6	8.9			
	平均値 %		8.6				

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	137.3	138.5	135.8	135.1	136.7
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	1.08E-8	1.03E-8	1.15E-8	1.18E-8	1.11E-8
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	9.50E-9	9.06E-9	1.01E-8	1.04E-8	9.77E-9
代表値	k_{15} m/s	9.77E-9				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると9.77E-7(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（~~定水位~~，変水位）

調査件名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 試験年月日 2020年 9月 7日

試料番号 （深さ） ｶﾗｰｻﾝﾄﾞ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ＝9:1（不均質Wopt） 試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.646		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	2.00		質量 m_2[2] g	2047.60
	断面積 a cm²	3.142		試験用水	脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3779.90	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1732.30	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.732	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.514	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.748	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	50.9	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	90	138	119			
	m_a g	312.98	302.58	300.95			
	m_b g	297.26	289.35	288.12			
	m_c g	188.45	198.01	198.66			
	w, w_r %	14.4	14.5	14.3			
	平均値 %	14.4					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00
測定時間	t_2-t_1 s	180	180	180	180	180
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	80.5	79.6	78.9	80.8	78.4
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	2.03E-5	2.06E-5	2.09E-5	2.02E-5	2.11E-5
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.79E-5	1.81E-5	1.84E-5	1.78E-5	1.86E-5
代表値	k_{15} m/s	1.82E-5				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.82E-3(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218 | 土の透水試験（~~定水位~~，変水位）

調査件名 ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿ 試験年月日 2020年 9月 7日

試料番号 （深さ） ｶﾗｰｻﾝﾄﾞ+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ＝9:1（不均質Wet） 試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.646		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	2.00		質量 m_2[2] g	2038.00
	断面積 a cm²	3.142		試験用水	脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3738.10	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1700.10	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.700	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.432	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.848	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	58.3	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	16	17	148			
	m_a g	303.69	298.52	296.09			
	m_b g	287.30	282.54	280.50			
	m_c g	198.52	197.27	198.58			
	w, w_r %	18.5	18.7	19.0			
	平均値 %	18.7					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00	00:03:00
測定時間	t_2-t_1 s	180	180	180	180	180
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	99.9	99.3	98.5	101.3	103.2
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	1.42E-5	1.44E-5	1.46E-5	1.38E-5	1.33E-5
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	1.25E-5	1.27E-5	1.28E-5	1.21E-5	1.17E-5
代表値	k_{15} m/s	1.24E-5				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると1.24E-3(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（~~定水位~~，変水位）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 9日

試料番号　（深さ）　購入砂+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Dry）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	2007.30
	断面積 a cm²	0.181	試験用水		脱気水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	3991.40	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	1984.10	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	1.984	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.829	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.494	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	47.0	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	162	136	78			
	m_a g	302.17	308.49	298.98			
	m_b g	293.43	299.18	291.18			
	m_c g	188.44	192.76	199.38			
	w, w_r %	8.3	8.7	8.5			
	平均値 %	8.5					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	146.0	145.0	144.2	145.1	145.4
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	4.15E-10	4.39E-10	4.58E-10	4.36E-10	4.29E-10
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	3.65E-10	3.86E-10	4.03E-10	3.84E-10	3.78E-10
代表値	k_{15} m/s	3.83E-10				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると3.83E-8(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218	土の透水試験（~~定水位~~，変水位）	

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 9日

試料番号　（深さ）　購入砂+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Wopt）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	2003.30
	断面積 a cm²	0.181	試験用水		脱気水

供試体作製，飽和方法　1ECにて締固め，通水飽和

					試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体 No.		供試体の状態			
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	4120.70	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	2117.40	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	2.117	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.854	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.474	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	81.8	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器 No.	53	180	85			
	m_a g	313.38	296.72	298.18			
	m_b g	298.87	283.79	285.97			
	m_c g	199.49	192.83	197.26			
	w, w_r %	14.6	14.2	13.8			
	平均値 %	14.2					

測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	161.6	161.6	161.8	161.5	161.6
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	7.07E-11	7.07E-11	6.65E-11	7.28E-11	7.07E-11
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	6.22E-11	6.22E-11	5.85E-11	6.41E-11	6.22E-11
代表値	k_{15} m/s	6.18E-11				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると6.18E-9(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JIS A 1218　土の透水試験（~~定水位~~，変水位）

調査件名　　試験年月日　2020年 9月 9日

試料番号（深さ）　購入砂+ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ=9:1（均質Wet）　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_n cm	10.00
	土粒子の密度 ρ_s g/cm³	2.732		長さ L_n cm	12.73
スタンドパイプ[1]	内径 cm	0.48		質量 m_2[2] g	1997.50
	断面積 a cm²	0.181	試験用水		脱気水

供試体作製，飽和方法：1ECにて締固め，通水飽和

				試験前	試験後[3]
供試体寸法	供試体No.		供試体の状態		
	直径 D cm	10.00		（供試体＋透水円筒）質量 m_1 g	4081.10	
	断面積 A cm²	78.54		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	2083.60	
	長さ L cm	12.73		湿潤密度 $\rho_t=m/V$ g/cm³	2.084	
	体積 V cm³	1000		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ g/cm³	1.786	
				間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.530	
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	86.1	

		試験前			試験後[3]		
含水比	容器No.	118	5	58			
	m_a g	312.40	306.00	293.11			
	m_b g	295.08	290.46	279.57			
	m_c g	190.44	199.13	197.06			
	w, w_r %	16.6	17.0	16.4			
	平均値 %	16.7					

測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
測定終了時刻	t_2	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00	24:00:00
測定時間	t_2-t_1 s	86400	86400	86400	86400	86400
定水位 水位差	h cm					
定水位 透水量	Q cm³					
定水位 T℃に対する透水係数	k_T[4] m/s					
変水位 時刻t_1における水位差	h_1 cm	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
変水位 時刻t_2における水位差	h_2 cm	162.0	162.3	162.0	161.5	161.7
変水位 T℃に対する透水係数	k_T[5] m/s	6.23E-11	5.60E-11	6.23E-11	7.28E-11	6.86E-11
測定時の水温	T ℃	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
温度補正係数	η_T/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} m/s	5.48E-11	4.93E-11	5.48E-11	6.41E-11	6.04E-11
代表値	k_{15} m/s	5.67E-11				

特記事項
代表値 k_{15} を旧規格の単位で表記すると5.67E-9(cm/s)

1) 変水位試験の場合
2) 透水円筒，底板，シール材などを含む。
3) 保水性の小さい試料は測定を省いてよい。
4) $k_T=\frac{L}{h}\cdot\frac{Q}{A(t_2-t_1)}\times\frac{1}{100}$
5) $k_T=2.303\frac{aL}{A(t_2-t_1)}\cdot\log\frac{h_1}{h_2}\times\frac{1}{100}$
$k_{15}=k_T\cdot\eta_T/\eta_{15}$

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(供試体情報)	1/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.1　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.		
	最大粒径 mm			内径 D_m mm		50.0
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m^3	2.732		長さ L_m mm		51.0
試験用水				質量 m_2 g		346.90

供試体作成、飽和方法

供試体寸法			供試体の状態			
	供試体 No.	1			試験前	試験後
	直径 D mm	50.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g	545.17	560.82
	断面積 A mm^2	1963.5		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	198.27	213.92
	長さ L mm	51.0		湿潤密度 $\rho_t=m/V\times1000$ Mg/m^3	1.980	2.136
	体積 V mm^3	100138.3		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ Mg/m^3	1.822	1.821
	間隙体積 V_v [1] mm^3	33339.5		間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.499	0.500
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	47.3	94.5
				空隙量 $V_a=V_v(100-S_r)/10^5$ mL	17.6	-

含水比		試験前			試験後		
	容器No.	14			3		
	m_a g	395.75			410 32		
	m_b g	380.10			379.08		
	m_c g	199.06			198.62		
	$w、w_f$ %	8.6			17 3		
	平均値 %	8.6			17.3		

特記事項

添付2-4-30

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	2/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.1　　試験者

試料	土質名称		供試体	容器 No.			
	最大粒径 mm			断面積 A mm^2	1963.5		
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m^3	2.732		長さ L mm	51.0		
ビュレット	容量	流入 V_{bin} mL	10.0	目盛り1mLごとの高さ	流入 h_{in} mm	31.5	
		流出 V_{bout} mL	10.0		流出 h_{out} mm	31.5	
	断面積	流入 a_{in} mm^2	31.8	原点の高さ	流入 h_{0in} mm	0.0	
		流出 a_{out} mm^2	31.8		流出 h_{0out} mm	0.0	

加圧条件	流入側 ΔP_{in} kPa	110	流出側 ΔP_{out} kPa	100	設定動水勾配	21

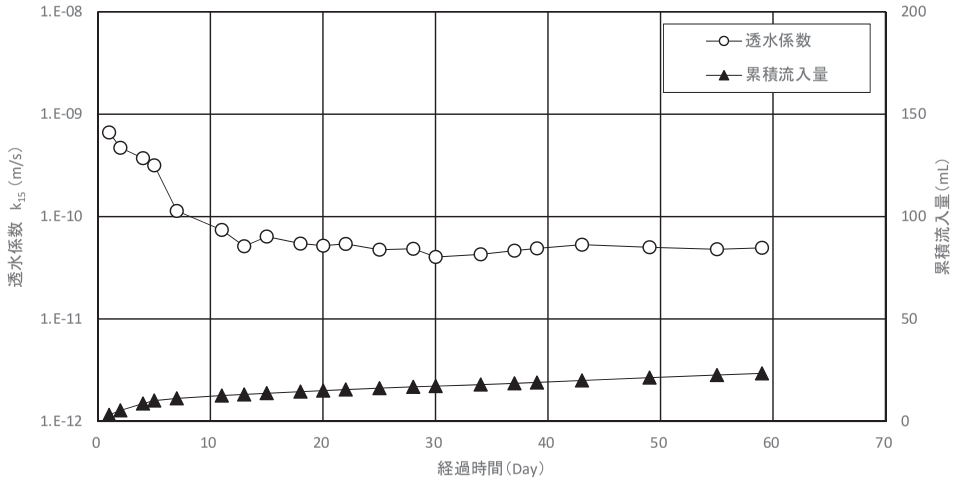
測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	2020/10/31 10:30	2020/11/2 10:30	2020/11/6 10:30	2020/11/12 10:30	2020/11/18 10:30
測定終了時刻	t_2	2020/11/2 10:30	2020/11/6 10:30	2020/11/12 10:30	2020/11/18 10:30	2020/11/22 10:30
測定時間	t_2-t_1 s	172800	345600	518400	518400	345600
時刻t_1の流入側ビュレットの値	V_{1in} mL	3.56	0.01	1.04	2.42	3.68
時刻t_1の流出側ビュレットの値	V_{1out} mL	5.14	8.96	7.95	6.61	5 44
時刻t_2の流入側ビュレットの値	V_{2in} mL	3.96	1.04	2.42	3.68	4 49
時刻t_2の流出側ビュレットの値	V_{2out} mL	4.76	7.95	6.61	5.44	4.67
時刻t_1における水頭差	h_1 [1] mm	1071.4	1303.6	1239.2	1153.4	1077.0
時刻t_2における水頭差	h_2 [2] mm	1046.7	1239.2	1153.6	1077.1	1027.4
T℃に対する透水係数	k_t [3] m/s	5.56E-11	6.04E-11	5.70E-11	5.45E-11	5.63E-11
時刻t_1における動水勾配	h_1/L	21.0	25.6	24.3	22.6	21.1
時刻t_2における動水勾配	h_2/L	20.5	24.3	22.6	21.1	20.1
時刻t_1における水温	T_1 ℃	20.4	20.4	20.1	19.5	20.0
時刻t_2における水温	T_2 ℃	19.9	19.8	20.1	20.5	20.7
測定期間の水温	$T=(T_1+T_2)/2$ ℃	20	20	20	20	20
温度補正係数	η_t/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} [4] m/s	4.89E-11	5.32E-11	5.02E-11	4.79E-11	4.95E-11
代表値	k_{15} m/s	4.99E-11				

特記事項

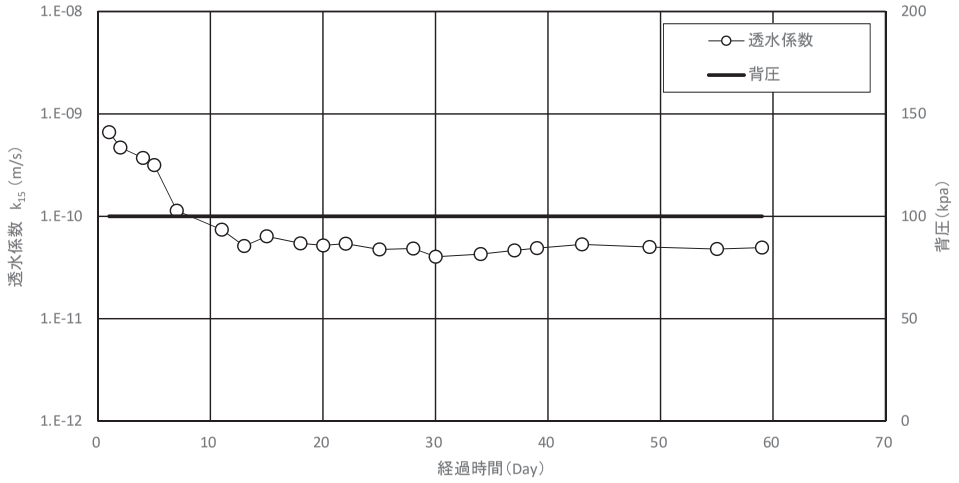
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.1　　試 験 者



透水係数と累積流入量の経時変化

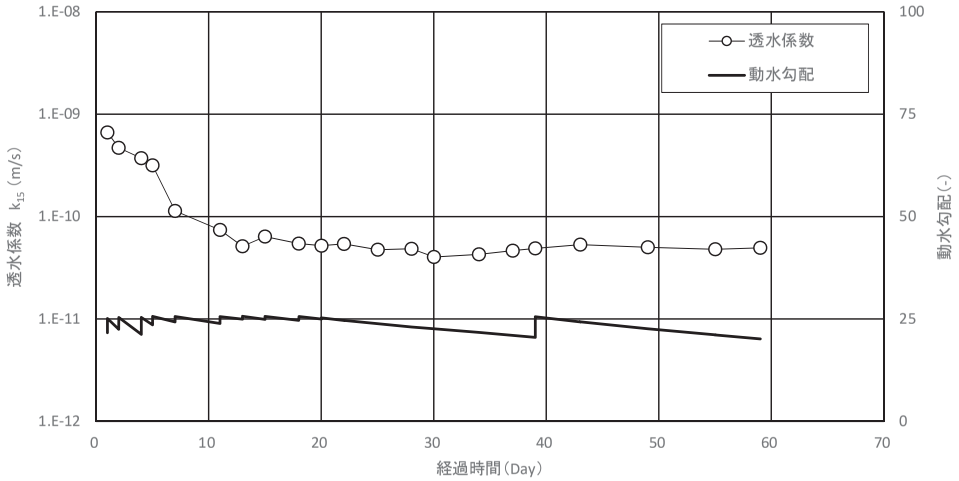


透水係数と背圧の経時変化

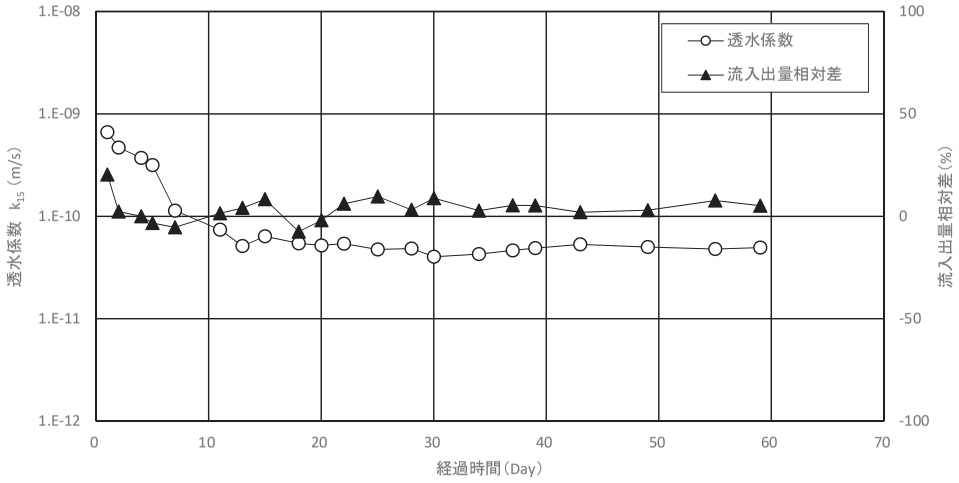
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.1　　試 験 者



透水係数と動水勾配の経時変化



透水係数と流入出量相対差の経時変化

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(供試体情報)	1/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.2　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_m mm	50.0
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m³	2.732		長さ L_m mm	51.0
試験用水				質量 m_2 g	346.92

供試体作成、飽和方法

供試体寸法	供試体No.	1	供試体の状態		試験前	試験後
	直径 D mm	50.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g	549.14	562.17
	断面積 A mm²	1963.5		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	202.22	215.25
	長さ L mm	51.0		湿潤密度 $\rho_t=m/V\times1000$ Mg/m³	2.019	2.150
	体積 V mm³	100138.3		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ Mg/m³	1.824	1.822
	間隙体積 V_v [1] mm³	33291.2		間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.498	0.499
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	58.9	98.3
				空隙量 $V_a=V_v(100-S_r)/10^5$ mL	13.7	-

含水比		試験前			試験後		
	容器No.	24			20		
	m_a g	400.28			412.16		
	m_b g	380.75			379.62		
	m_c g	198.72			198 47		
	w, w_f %	10.7			18.0		
	平均値 %	10.7			18.0		

特記事項

添付2-4-32

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	2/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.2　　試験者

試料	土質名称		供試体	容器No.			
	最大粒径 mm			断面積 A mm²	1963.5		
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m³	2.732		長さ L mm	51.0		
ビュレット	容量	流入 V_{bin} mL	10.0	目盛り1mLごとの高さ	流入 h_{in} mm	31.5	
		流出 V_{bout} mL	10.0		流出 h_{out} mm	31.5	
	断面積	流入 a_{in} mm²	31.8	原点の高さ	流入 h_{0in} mm	0.0	
		流出 a_{out} mm²	31.8		流出 h_{0out} mm	0.0	

加圧条件	流入側 ΔP_{in} kPa	120	流出側 ΔP_{out} kPa	100	設定動水勾配	42

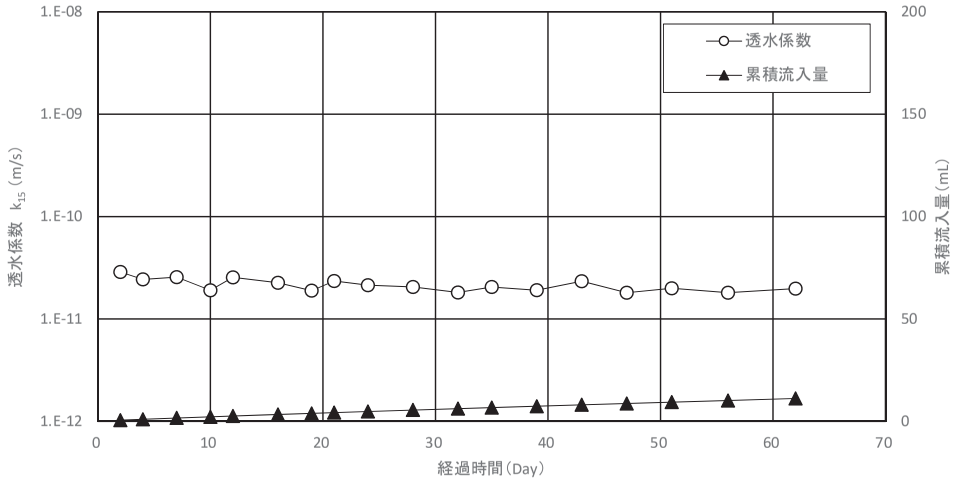
測定No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	2020/11/20 10:30	2020/11/24 10:30	2020/11/28 10:30	2020/12/2 10:30	2020/12/7 10:30
測定終了時刻	t_2	2020/11/24 10:30	2020/11/28 10:30	2020/12/2 10:30	2020/12/7 10:30	2020/12/13 10:30
測定時間	t_2-t_1 s	345600	345600	345600	432000	518400
時刻t_1の流入側ビュレットの値	V_{1in} mL	3.08	3.85	0.04	0.74	0.02
時刻t_1の流出側ビュレットの値	V_{1out} mL	5.89	5.19	9.27	8.61	9.08
時刻t_2の流入側ビュレットの値	V_{2in} mL	3.85	4.44	0.74	1.52	1.03
時刻t_2の流出側ビュレットの値	V_{2out} mL	5.19	4.65	8.61	7.88	8.08
時刻t_1における水頭差	h_1 [1] mm	2131.3	2085.4	2333.8	2290.9	2328.5
時刻t_2における水頭差	h_2 [2] mm	2085.4	2049.9	2290.9	2243.3	2265.1
T℃に対する透水係数	k_t [3] m/s	2.59E-11	2.05E-11	2.21E-11	2.00E-11	2.20E-11
時刻t_1における動水勾配	h_1/L	41.8	40.9	45.8	44.9	45.7
時刻t_2における動水勾配	h_2/L	40.9	40.2	44.9	44.0	44.4
時刻t_1における水温	T_1 ℃	19.1	20.2	19.8	19.6	19.9
時刻t_2における水温	T_2 ℃	20.3	20.4	19.8	19.7	19.7
測定期間の水温	$T=(T_1+T_2)/2$ ℃	20	20	20	20	20
温度補正係数	η_t/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} [4] m/s	2.28E-11	1.80E-11	1.95E-11	1.76E-11	1.93E-11
代表値	k_{15} m/s	1.94E-11				

特記事項

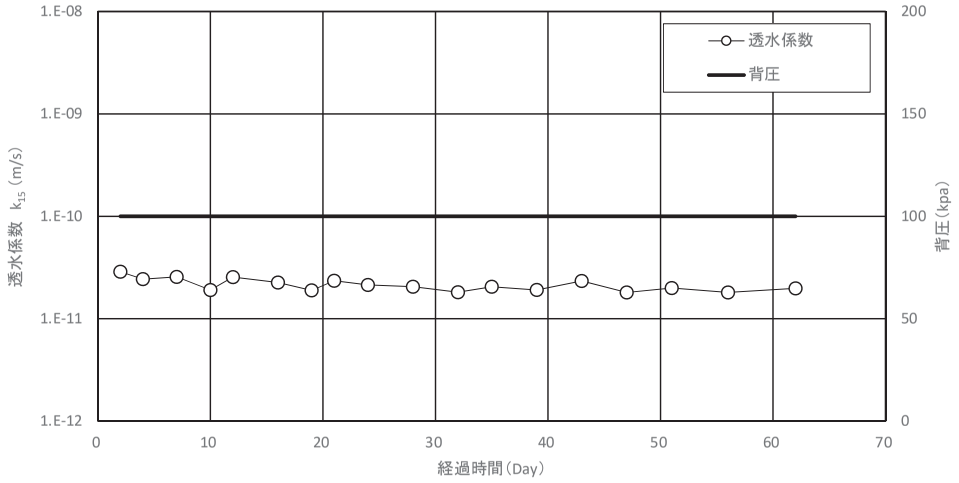
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.2　　試 験 者



透水係数と累積流入量の経時変化

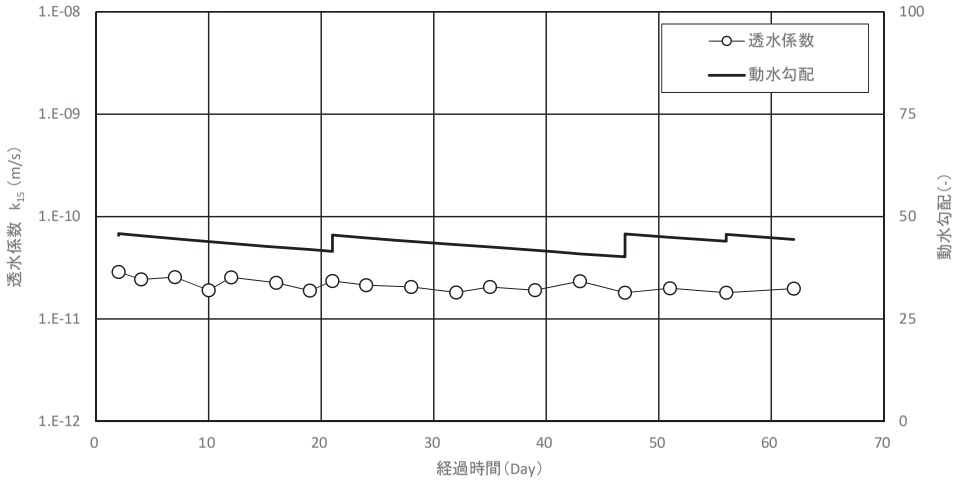


透水係数と背圧の経時変化

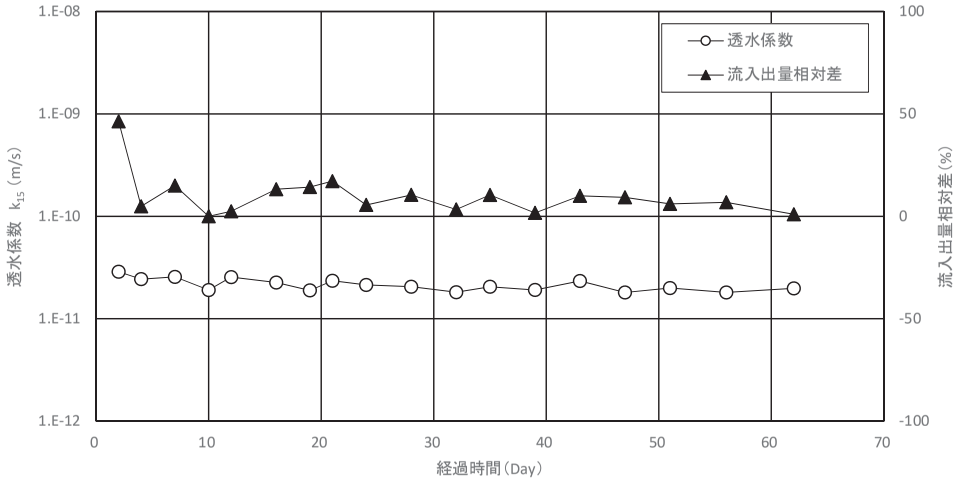
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.2　　試 験 者



透水係数と動水勾配の経時変化



透水係数と流入出量相対差の経時変化

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(供試体情報)	1/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.3　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_m mm	50.0
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m^3	2.732		長さ L_m mm	51.0
試験用水				質量 m_2 g	346.78

供試体作成、飽和方法

供試体寸法	供試体 No.	1	供試体の状態		試験前	試験後
	直径 D mm	50.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g	555.33	563.67
	断面積 A mm^2	1963.5		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	208.55	216.89
	長さ L mm	51.0		湿潤密度 $\rho_t=m/V\times1000$ Mg/m^3	2.083	2.166
	体積 V mm^3	100138.3		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ Mg/m^3	1.841	1.845
	間隙体積 V_v 1) mm^3	32655.4		間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.484	0.481
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	74.1	98.8
				空隙量 $V_a=V_v(100-S_r)/10^5$ mL	8.5	-

含水比		試験前			試験後		
	容器No.	13			14		
	m_a g	405.06			414.19		
	m_b g	381.14			382 34		
	m_c g	198.81			199.10		
	$w、w_f$ %	13.1			17 4		
	平均値 %	13.1			17.4		

特記事項

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	2/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.3　　試験者

試料	土質名称		供試体	容器 No.			
	最大粒径 mm			断面積 A mm^2	1963.5		
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m^3	2.732		長さ L mm	51.0		
ビュレット	容量	流入 V_{bin} mL	10.0	目盛り1mLごとの高さ	流入 h_{in} mm	31.5	
		流出 V_{bout} mL	10.0		流出 h_{out} mm	31.5	
	断面積	流入 a_{in} mm^2	31.8	原点の高さ	流入 h_{0in} mm	0.0	
		流出 a_{out} mm^2	31.8		流出 h_{0out} mm	0.0	

加圧条件	流入側 ΔP_{in} kPa	120	流出側 ΔP_{out} kPa	100	設定動水勾配	43

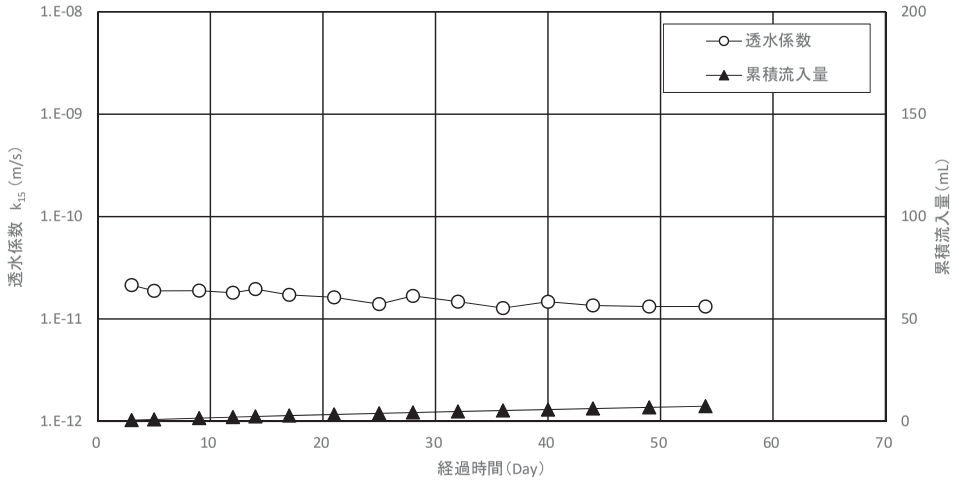
測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	2020/11/20 10:30	2020/11/24 10:30	2020/11/28 10:30	2020/12/2 10:30	2020/12/7 10:30
測定終了時刻	t_2	2020/11/24 10:30	2020/11/28 10:30	2020/12/2 10:30	2020/12/7 10:30	2020/12/12 10:30
測定時間	t_2-t_1 s	345600	345600	345600	432000	432000
時刻t_1の流入側ビュレットの値	V_{1in} mL	2.47	2.91	0.02	0.51	0.02
時刻t_1の流出側ビュレットの値	V_{1out} mL	6.50	6.11	9.15	8.68	8.78
時刻t_2の流入側ビュレットの値	V_{2in} mL	2.91	3.39	0.51	1.09	0.60
時刻t_2の流出側ビュレットの値	V_{2out} mL	6.11	5.66	8.68	8.13	8 22
時刻t_1における水頭差	h_1 1) mm	2170.4	2144.2	2330.5	2300.7	2319.3
時刻t_2における水頭差	h_2 2) mm	2144.2	2114.3	2300.6	2264.8	2283.0
T℃に対する透水係数	k_t 3) m/s	1.45E-11	1.68E-11	1.54E-11	1.50E-11	1.51E-11
時刻t_1における動水勾配	h_1/L	42.6	42.0	45.7	45.1	45.5
時刻t_2における動水勾配	h_2/L	42.0	41.5	45.1	44.4	44.8
時刻t_1における水温	T_1 ℃	20.8	20.7	19.6	20.6	20.6
時刻t_2における水温	T_2 ℃	20.6	19.3	20.4	19.8	19.7
測定期間の水温	$T=(T_1+T_2)/2$ ℃	21	20	20	20	20
温度補正係数	η_t/η_{15}	0.859	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} 4) m/s	1.25E-11	1.47E-11	1.36E-11	1.32E-11	1.32E-11
代表値	k_{15} m/s	1.34E-11				

特記事項

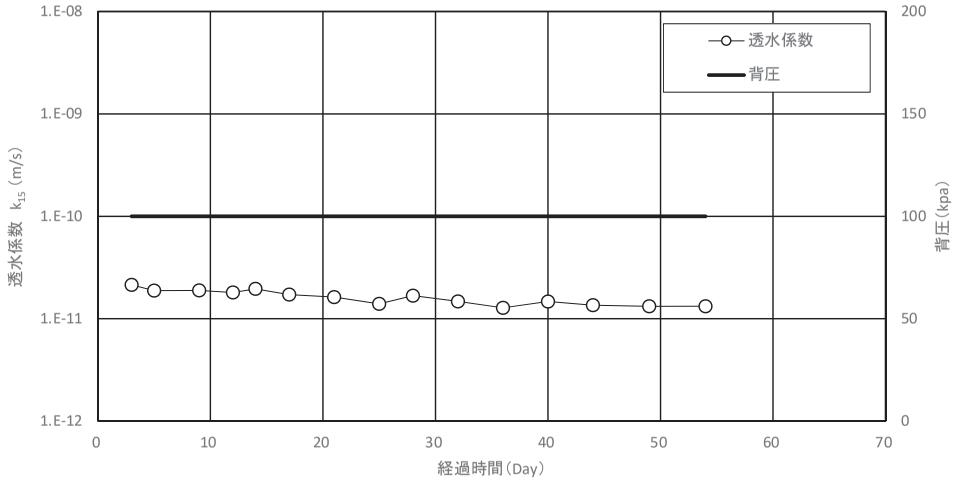
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.3　　試 験 者



透水係数と累積流入量の経時変化

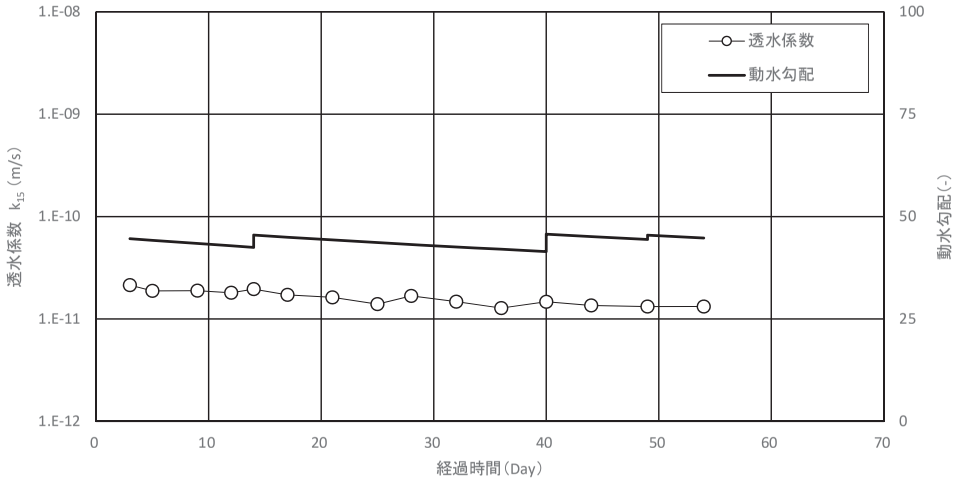


透水係数と背圧の経時変化

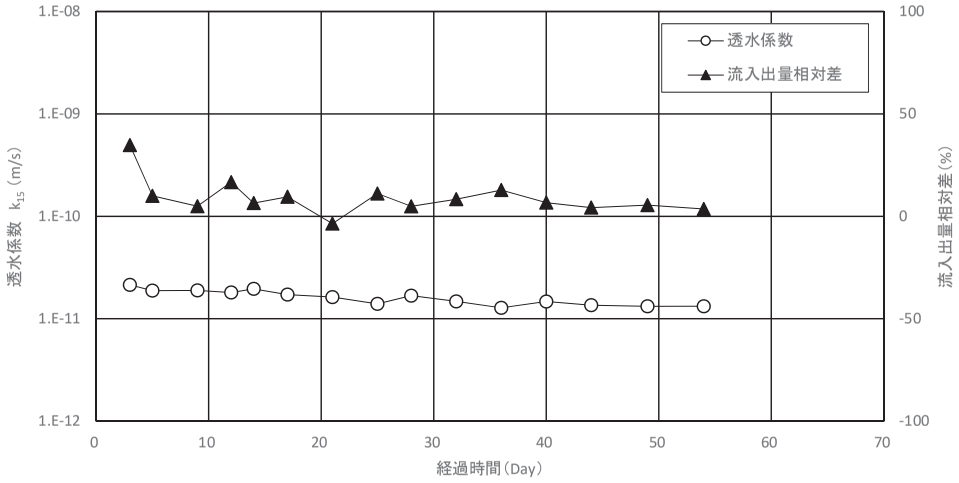
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.3　　試 験 者



透水係数と動水勾配の経時変化



透水係数と流入出量相対差の経時変化

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(供試体情報)	1/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.4　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器No.	
	最大粒径 mm			内径 D_m mm	50.0
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m³	2.732		長さ L_m mm	51.0
試験用水				質量 m_2 g	346.93

供試体作成、飽和方法

供試体寸法	供試体No.	1	供試体の状態		試験前	試験後
	直径 D mm	50.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g	558.50	564.00
	断面積 A mm²	1963.5		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	211.57	217.07
	長さ L mm	51.0		湿潤密度 $\rho_t=m/V\times1000$ Mg/m³	2.113	2.168
	体積 V mm³	100138.3		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ Mg/m³	1.845	1.843
	間隙体積 V_v [1] mm³	32497.6		間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.480	0.482
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	82.4	99.7
				空隙量 $V_a=V_v(100-S_r)/10^5$ mL	5.7	-

含水比	試験前			試験後		
容器No.	25			20		
m_a g	404.50			414.64		
m_b g	378.39			382 30		
m_c g	198.19			198 41		
w, w_f %	14.5			17.6		
平均値 %	14.5			17.6		

特記事項

添付2-4-36

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	2/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.4　　試験者

試料	土質名称			供試体	容器No.		
	最大粒径 mm				断面積 A mm²	1963.5	
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m³	2.732			長さ L mm	51.0	
ビュレット	容量	流入 V_{bin} mL	10.0	目盛り1mLごとの高さ	流入 h_{in} mm	31.5	
		流出 V_{bout} mL	10.0		流出 h_{out} mm	31.5	
	断面積	流入 a_{in} mm²	31.8	原点の高さ	流入 h_{0in} mm	0.0	
		流出 a_{out} mm²	31.8		流出 h_{0out} mm	0.0	

加圧条件	流入側 ΔP_{in} kPa	120	流出側 ΔP_{out} kPa	100	設定動水勾配	45

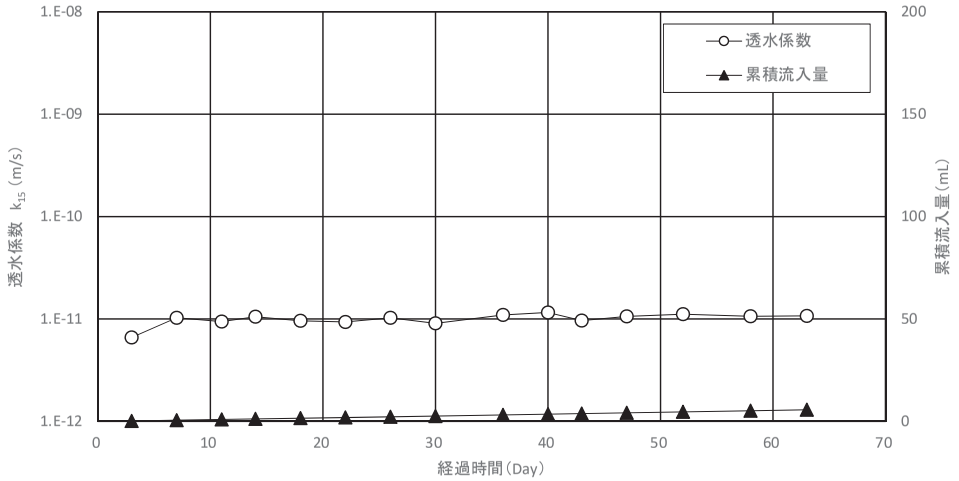
測定No.	1	2	3	4	5
測定開始時刻 t_1	2020/12/12 10:30	2020/12/15 10:30	2020/12/19 10:30	2020/12/24 10:30	2020/12/30 10:30
測定終了時刻 t_2	2020/12/15 10:30	2020/12/19 10:30	2020/12/24 10:30	2020/12/30 10:30	2021/1/4 10:30
測定時間 t_2-t_1 s	259200	345600	432000	518400	432000
時刻t_1の流入側ビュレットの値 V_{1in} mL	0.42	0.68	1.04	0.05	0 59
時刻t_1の流出側ビュレットの値 V_{1out} mL	8.73	8.49	8.14	9.04	8 49
時刻t_2の流入側ビュレットの値 V_{2in} mL	0.68	1.04	1.52	0.59	1.06
時刻t_2の流出側ビュレットの値 V_{2out} mL	8.49	8.14	7.67	8.49	8.04
時刻t_1における水頭差 h_1 [1] mm	2305.0	2289.1	2266.8	2326.1	2292.0
時刻t_2における水頭差 h_2 [2] mm	2289.2	2266.6	2236.9	2291.9	2262.9
T℃に対する透水係数 k_t [3] m/s	1.10E-11	1.18E-11	1.27E-11	1.18E-11	1.22E-11
時刻t_1における動水勾配 h_1/L	45.2	44.9	44.4	45.6	44.9
時刻t_2における動水勾配 h_2/L	44.9	44.4	43.9	44.9	44.4
時刻t_1における水温 T_1 ℃	20.4	19.9	20.1	19.6	20.1
時刻t_2における水温 T_2 ℃	20.2	19.7	20.2	19.9	19.9
測定期間の水温 $T=(T_1+T_2)/2$ ℃	20	20	20	20	20
温度補正係数 η_t/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数 k_{15} [4] m/s	9.65E-12	1.03E-11	1.11E-11	1.04E-11	1.07E-11
代表値 k_{15} m/s	1.04E-11				

特記事項

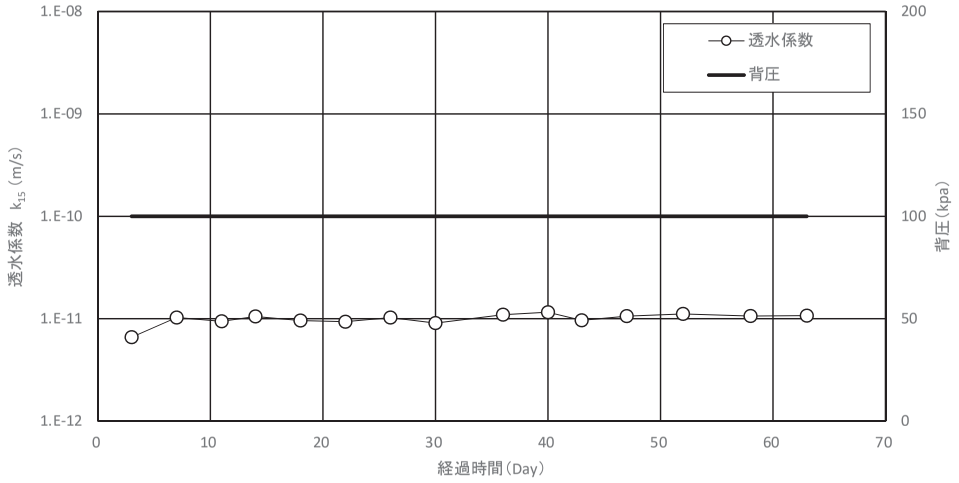
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.4　　試 験 者



透水係数と累積流入量の経時変化

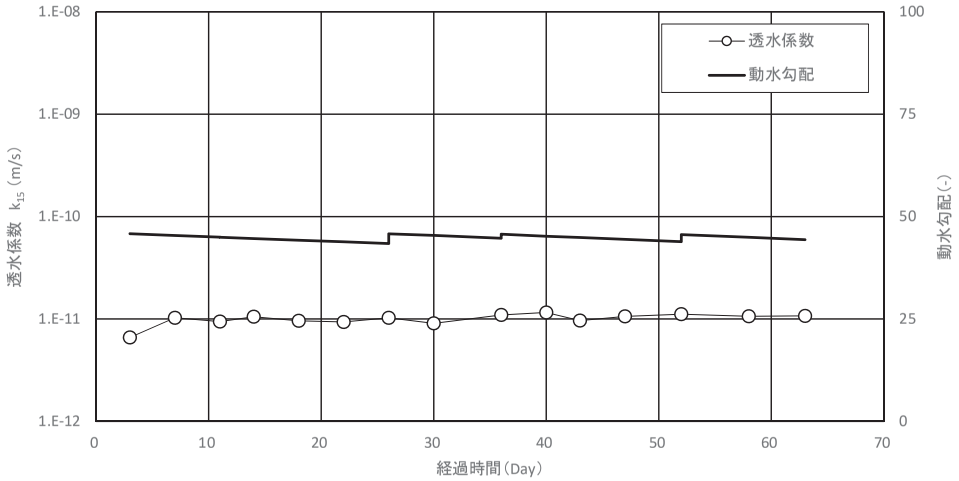


透水係数と背圧の経時変化

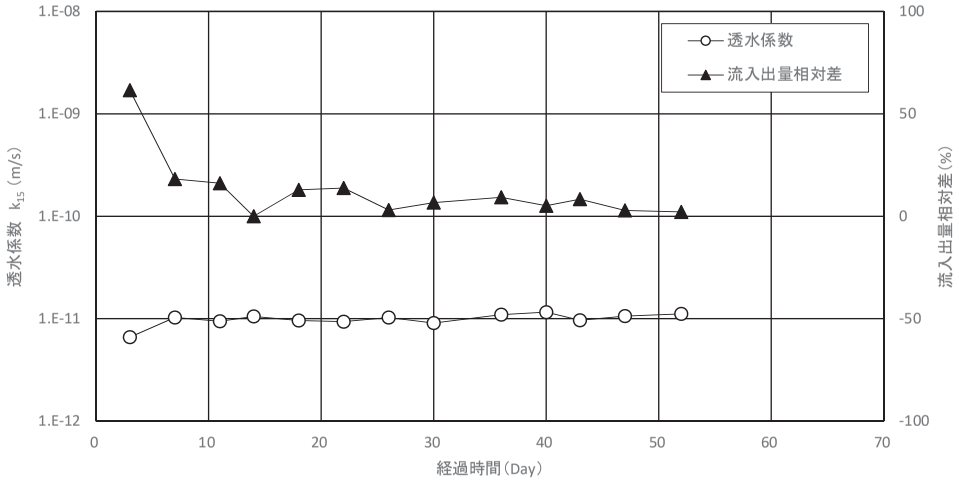
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.4　　試 験 者



透水係数と動水勾配の経時変化



透水係数と流入出量相対差の経時変化

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(供試体情報)	1/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.5　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_m mm	50.0
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m³	2.732		長さ L_m mm	51.0
試験用水				質量 m_2 g	346.67

供試体作成、飽和方法

供試体寸法			供試体の状態		試験前	試験後
	供試体 No.	1				
	直径 D mm	50.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g	556.99	562.00
	断面積 A mm²	1963.5		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	210.32	215.33
	長さ L mm	51.0		湿潤密度 $\rho_t=m/V\times1000$ Mg/m³	2.100	2.150
	体積 V mm³	100138.3		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ Mg/m³	1.819	1.817
	間隙体積 V_v [1] mm³	33475.7		間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.502	0.504
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	84.2	99.6
				空隙量 $V_a=V_v(100-S_r)/10^5$ mL	5.3	-

含水比		試験前			試験後		
	容器No.	35			9		
	m_a g	404.99			413.79		
	m_b g	377.39			380 48		
	m_c g	199.13			199.10		
	w, w_f %	15.5			18 4		
	平均値 %	15.5			18.4		

特記事項

添付2-4-38

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	2/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.5　　試験者

試料	土質名称			供試体	容器 No.		
	最大粒径 mm				断面積 A mm²	1963.5	
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m³	2.732			長さ L mm	51.0	
ビュレット	容量	流入 V_{bin} mL	10.0	目盛り1mLごとの高さ	流入 h_{in} mm	31.5	
		流出 V_{bout} mL	10.0		流出 h_{out} mm	31.5	
	断面積	流入 a_{in} mm²	31.8	原点の高さ	流入 h_{0in} mm	0.0	
		流出 a_{out} mm²	31.8		流出 h_{0out} mm	0.0	

加圧条件	流入側 ΔP_{in} kPa	120	流出側 ΔP_{out} kPa	100	設定動水勾配	42

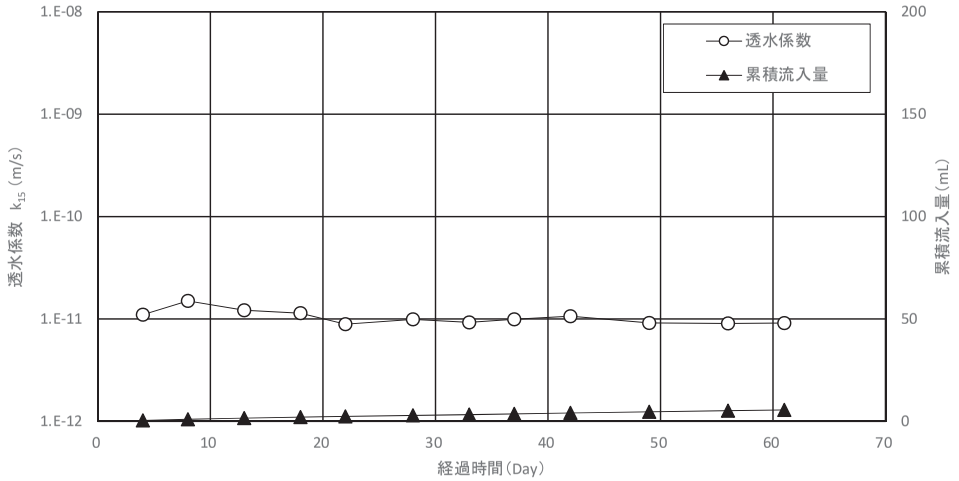
測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	2020/12/7 10:30	2020/12/11 10:30	2020/12/16 10:30	2020/12/23 10:30	2020/12/30 10:30
測定終了時刻	t_2	2020/12/11 10:30	2020/12/16 10:30	2020/12/23 10:30	2020/12/30 10:30	2021/1/4 10:30
測定時間	t_2-t_1 s	345600	432000	604800	604800	432000
時刻t_1の流入側ビュレットの値	V_{1in} mL	2.89	0.12	0.61	1.16	1.70
時刻t_1の流出側ビュレットの値	V_{1out} mL	6.01	8.93	8.49	7.93	7 41
時刻t_2の流入側ビュレットの値	V_{2in} mL	3.21	0.61	1.16	1.70	2.08
時刻t_2の流出側ビュレットの値	V_{2out} mL	5.69	8.49	7.93	7.41	7.03
時刻t_1における水頭差	h_1 [1] mm	2141.4	2320.8	2291.3	2256.6	2223.1
時刻t_2における水頭差	h_2 [2] mm	2121.3	2291.6	2256.7	2222.8	2199.1
T℃に対する透水係数	k_t [3] m/s	1.13E-11	1.21E-11	1.04E-11	1.03E-11	1.04E-11
時刻t_1における動水勾配	h_1/L	42.0	45.5	44.9	44.2	43.6
時刻t_2における動水勾配	h_2/L	41.6	44.9	44.2	43.6	43.1
時刻t_1における水温	T_1 ℃	20.1	20.4	20.0	20.5	20.3
時刻t_2における水温	T_2 ℃	20.1	20.6	20.7	19.6	20.1
測定期間の水温	$T=(T_1+T_2)/2$ ℃	20	21	20	20	20
温度補正係数	η_t/η_{15}	0.880	0.859	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} [4] m/s	9.93E-12	1.04E-11	9.15E-12	9.04E-12	9.13E-12
代表値	k_{15} m/s	9.53E-12				

特記事項

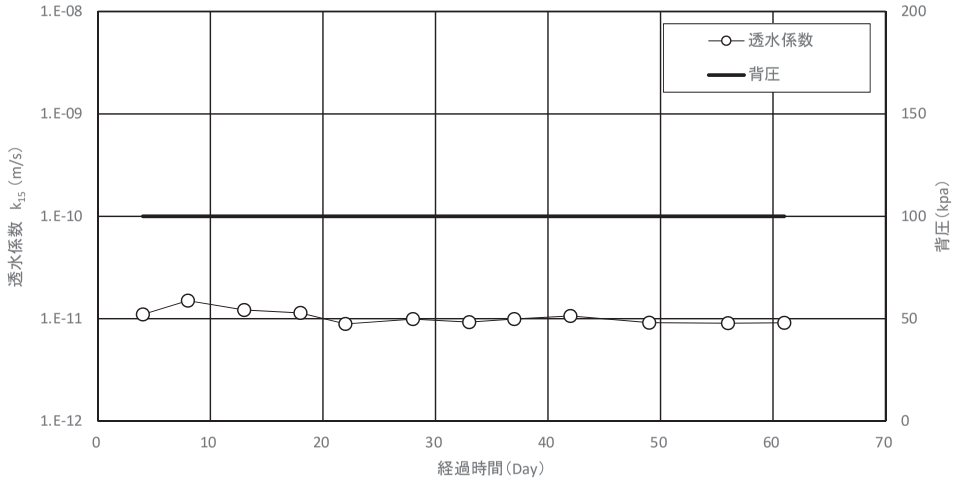
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.5　　試 験 者



透水係数と累積流入量の経時変化

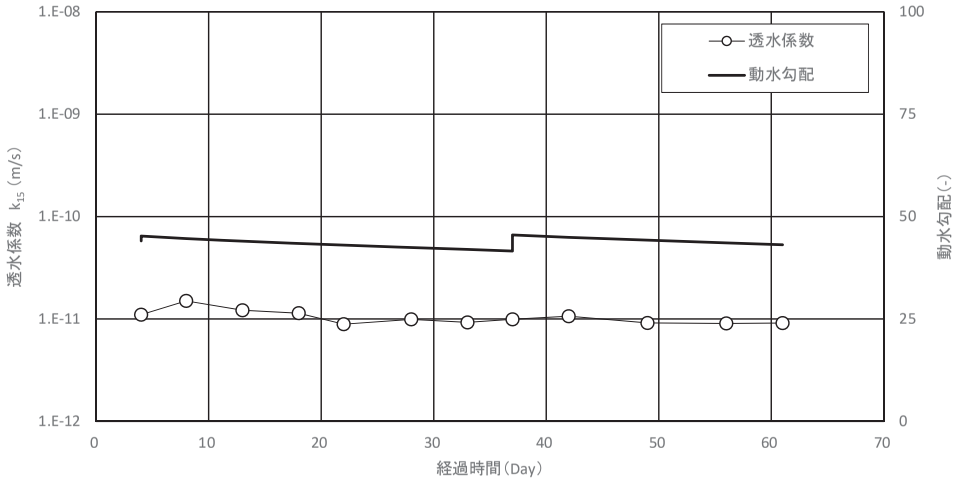


透水係数と背圧の経時変化

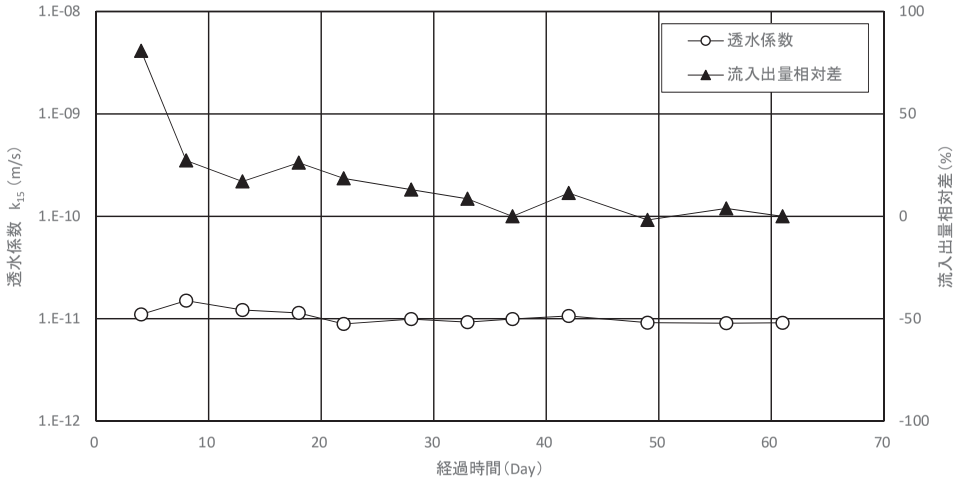
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.5　　試 験 者



透水係数と動水勾配の経時変化



透水係数と流入出量相対差の経時変化

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(供試体情報)	1/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.6　　試験者

試料	土質名称		透水円筒	容器 No.	
	最大粒径 mm			内径 D_m mm	50.0
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m^3	2.732		長さ L_m mm	51.0
試験用水				質量 m_2 g	345.31

供試体作成、飽和方法

供試体寸法	供試体 No.	1	供試体の状態		試験前	試験後
	直径 D mm	50.0		(供試体+透水円筒)質量 m_1 g	553.37	558.29
	断面積 A mm^2	1963.5		供試体質量 $m=m_1-m_2$ g	208.06	212.98
	長さ L mm	51.0		湿潤密度 $\rho_t=m/V\times1000$ Mg/m^3	2.078	2.127
	体積 V mm^3	100138.3		乾燥密度 $\rho_d=\rho_t/(1+w/100)$ Mg/m^3	1.784	1.785
	間隙体積 V_v [1] mm^3	34765.6		間隙比 $e=(\rho_s/\rho_d)-1$	0.532	0.531
				飽和度 $S_r=w\rho_s/(e\rho_w)$ %	84.7	98.7
				空隙量 $V_a=V_v(100-S_r)/10^5$ mL	5.3	-

含水比		試験前			試験後		
	容器No.	23			24		
	m_a g	405.11			410 50		
	m_b g	375.75			376 44		
	m_c g	197.77			198.74		
	$w、w_f$ %	16.5			19 2		
	平均値 %	16.5			19.2		

特記事項

添付2-4-40

JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	2/2

調査件名　　試験年月日　2020年9月24日

試料番号　購入砂:ベントナイト=9:1 No.6　　試験者

試料	土質名称		供試体	容器 No.			
	最大粒径 mm			断面積 A mm^2	1963.5		
	土粒子の密度 ρ_s Mg/m^3	2.732		長さ L mm	51.0		
ビュレット	容量	流入 V_{bin} mL	10.0	目盛り1mLごとの高さ	流入 h_{in} mm	31.5	
		流出 V_{bout} mL	10.0		流出 h_{out} mm	31.5	
	断面積	流入 a_{in} mm^2	31.8	原点の高さ	流入 h_{0in} mm	0.0	
		流出 a_{out} mm^2	31.8		流出 h_{0out} mm	0.0	

加圧条件	流入側 ΔP_{in} kPa	120	流出側 ΔP_{out} kPa	100	設定動水勾配	46

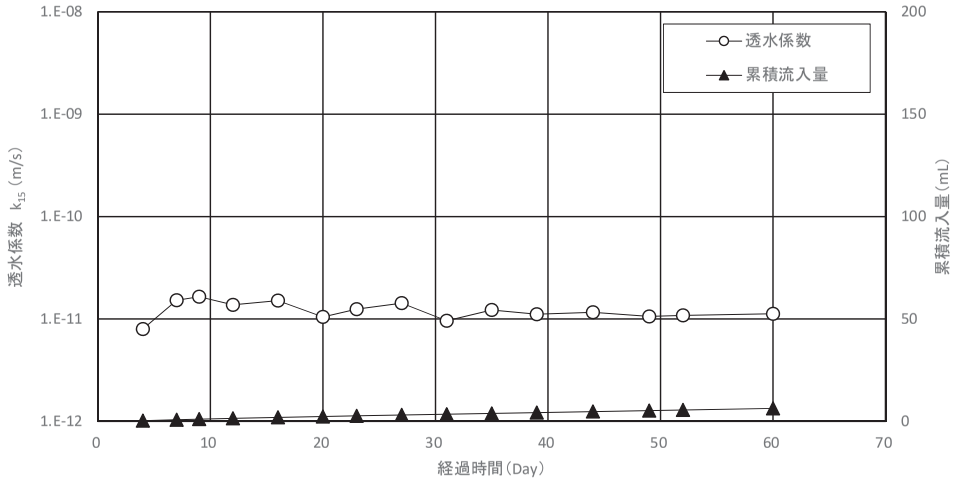
測定 No.		1	2	3	4	5
測定開始時刻	t_1	2020/11/28 10:30	2020/12/2 10:30	2020/12/7 10:30	2020/12/12 10:30	2020/12/15 10:30
測定終了時刻	t_2	2020/12/2 10:30	2020/12/7 10:30	2020/12/12 10:30	2020/12/15 10:30	2020/12/23 10:30
測定時間	t_2-t_1 s	345600	432000	432000	259200	691200
時刻t_1の流入側ビュレットの値	V_{1in} mL	0.01	0.42	0.02	0.49	0.77
時刻t_1の流出側ビュレットの値	V_{1out} mL	9.16	8.79	8.99	8.53	8 26
時刻t_2の流入側ビュレットの値	V_{2in} mL	0.42	0.94	0.49	0.77	1 56
時刻t_2の流出側ビュレットの値	V_{2out} mL	8.79	8.31	8.53	8.26	7 52
時刻t_1における水頭差	h_1 [1] mm	2331.4	2307.0	2325.7	2296.2	2279.2
時刻t_2における水頭差	h_2 [2] mm	2306.8	2275.3	2296.5	2279.0	2230.9
T℃に対する透水係数	k_t [3] m/s	1.26E-11	1.32E-11	1.20E-11	1.20E-11	1.28E-11
時刻t_1における動水勾配	h_1/L	45.7	45.2	45.6	45.0	44.7
時刻t_2における動水勾配	h_2/L	45.2	44.6	45.0	44.7	43.7
時刻t_1における水温	T_1 ℃	20.2	20.5	20.0	19.7	20.4
時刻t_2における水温	T_2 ℃	20.2	20.0	20.4	19.8	20.2
測定期間の水温	$T=(T_1+T_2)/2$ ℃	20	20	20	20	20
温度補正係数	η_t/η_{15}	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
15℃に対する透水係数	k_{15} [4] m/s	1.11E-11	1.16E-11	1.06E-11	1.06E-11	1.12E-11
代表値	k_{15} m/s	1.10E-11				

特記事項

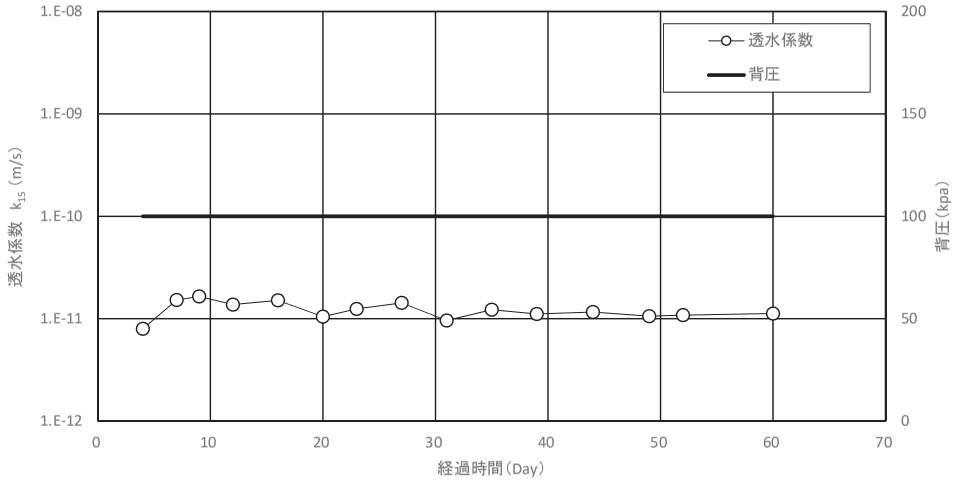
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.6　　試 験 者



透水係数と累積流入量の経時変化

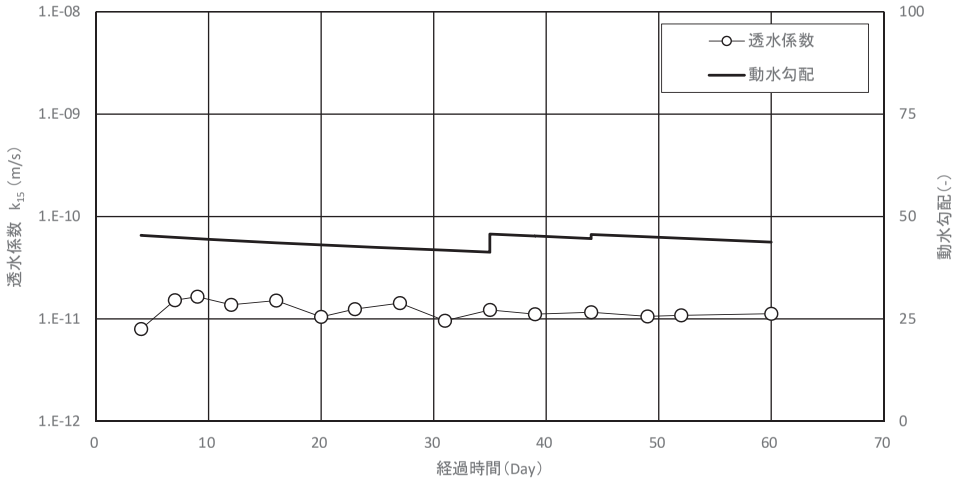


透水係数と背圧の経時変化

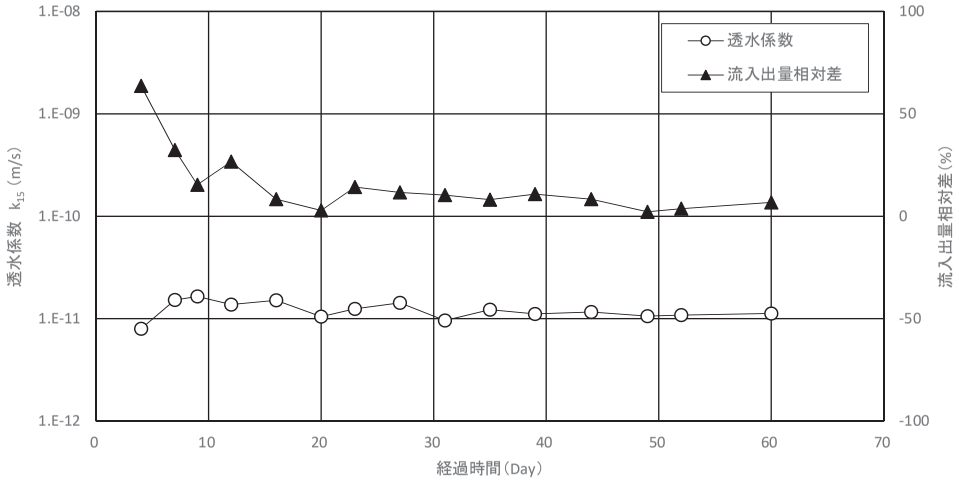
JGS 0312	低透水性材料の透水試験(~~変水位~~、背圧不可型変水位)	

調 査 件 名　　試 験 年 月 日　2020年9月24日

試 料 番 号　購入砂:ベントナイト＝9:1 No.6　　試 験 者



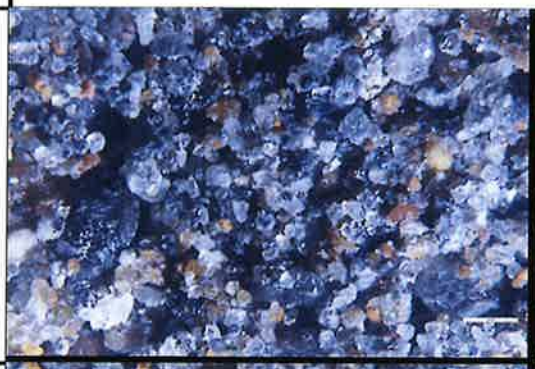
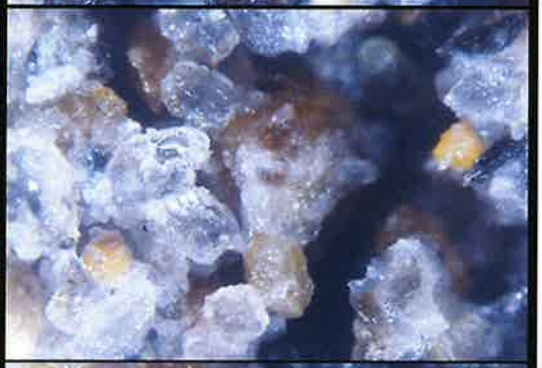
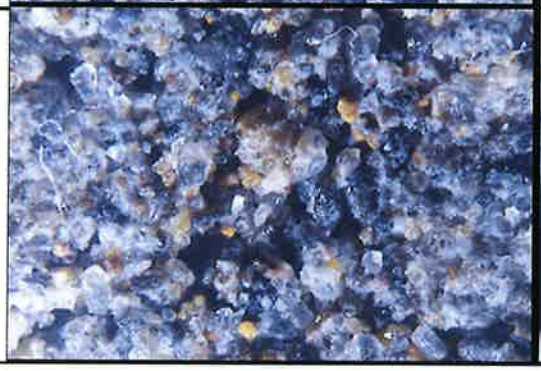
透水係数と動水勾配の経時変化



透水係数と流入出量相対差の経時変化

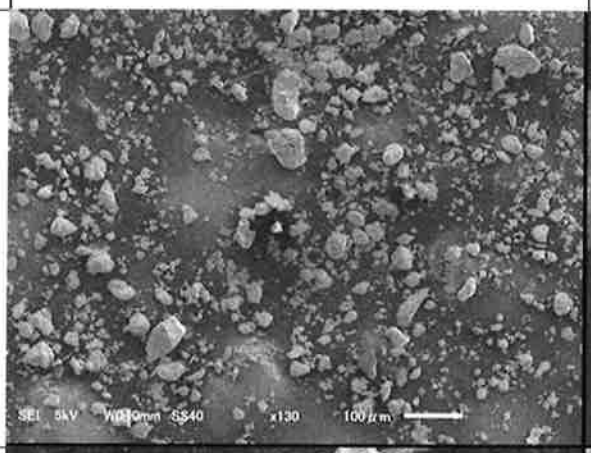
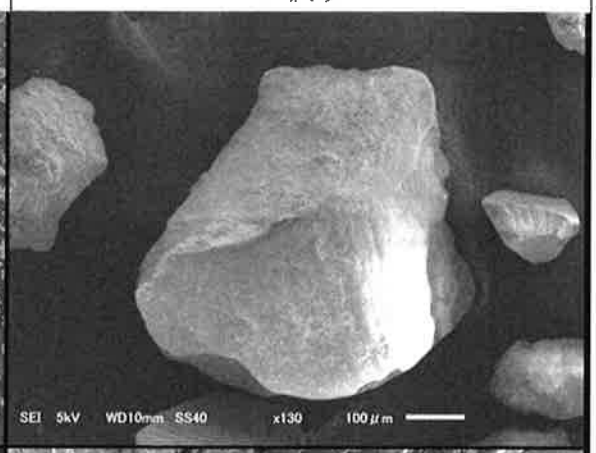
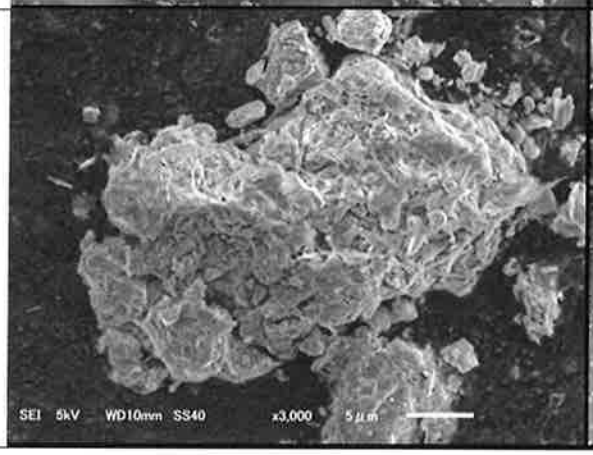
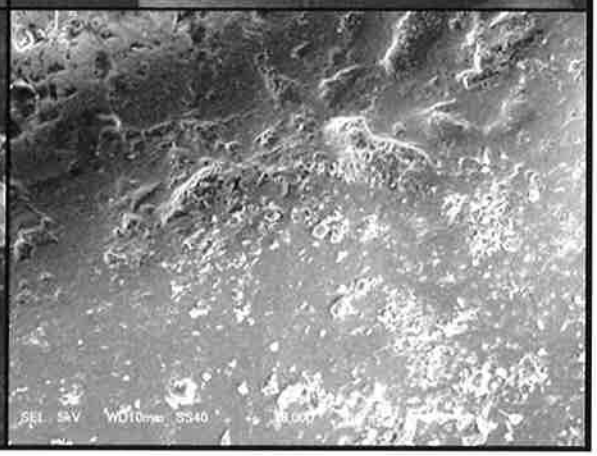
5.ベントナイト混合土の実体顕微鏡写真

【巻末資料】　ベントナイト混合土の実体顕微鏡写真

	乾燥密度 1.8	
含水比　9%		
含水比　14%		
含水比　17%		

6.クニゲル V1、三沢砂の SEM 写真

【巻末資料】　クニゲル V1、三沢砂の SEM 写真

	クニゲルV1	三沢砂
130倍		
3000倍		

7.均一・不均一混合供試体の断面デジタル写真

【巻末資料】　均一・不均一混合供試体の断面デジタル画像

カラーサンド混合土(9:1)：均一試料，Dry側含水比

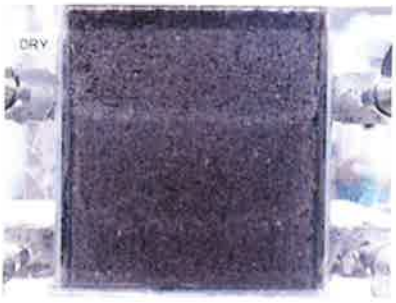
カラーサンド混合土(9:1)：均一試料，最適含水比

カラーサンド混合土(9:1)：均一試料，Wet側含水比

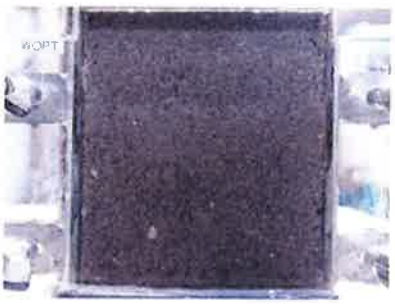
カラーサンド混合土(9:1)：不均一試料，Dry側含水比

カラーサンド混合土(9:1)：不均一試料，最適含水比

カラーサンド混合土(9:1)：不均一試料，Wet側含水比



三沢砂混合土(9:1)：均一試料，Dry側含水比



三沢砂混合土(9:1)：均一試料，最適含水比

三沢砂混合土(9:1)：均一試料，Wet側含水比

三沢砂混合土(9:1)：不均一試料，Dry側含水比

三沢砂混合土(9:1)：不均一試料，最適含水比

三沢砂混合土(9:1)：不均一試料，Wet側含水比