

平成21年度

業務用太陽熱利用システムの施工・保守ガイドライン

平成21年12月

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先 株式会社 住環境計画研究所

はじめに

本書は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が実施した「太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業」における導入事例を参考に、太陽熱利用システムを施工するシステム事業者や工事業者等が活用できる資料として、システム設置時の施工の流れや注意点などの基本事項、施工後の試運転方法、保守・点検等の内容について取り纏めている。なお、住宅用以外の建築用や産業用で使用されるシステムは、用途や規模、また機器の種類によって施工方法が異なるため、本書では主に建築用太陽熱利用システムに関する内容を記載する。

内容は「業務用太陽熱利用システムガイドライン作成検討委員会」にて取り纏めたものである。別途に示す「業務用太陽熱利用システムの設計ガイドライン」では、太陽熱利用システムの設計の流れや注意点などの基本事項に関する内容を示しており、本書と一緒に活用いただきたい。

本書では、一般に事務所ビルやホテル、病院等の施設等に設置される太陽熱利用システムを建築用太陽熱利用システム、農林水産業や工場のプロセス用等に利用される太陽熱利用システムを産業用太陽熱利用システムと称し、「建築用」と「産業用」を総称して「業務用」と示す。

構成

本書は、8章で構成される。以下に、各章の概要を示す。

1. 業務用太陽熱利用システムの基本事項	太陽熱利用システムの特徴を利用用途別に解説する。
2. 機器据付工事	太陽熱利用システムの施工に関わる注意事項、並びに基礎工事や架台、集熱器、蓄熱槽、冷凍機の据付工事について解説する。
3. 配管工事	配管工事に関する注意事項、施工方法、保温工事、凍結予防対策等を解説する。
4. 電気工事	太陽熱利用システムの施工に関わる電気工事について解説する。
5. 計装工事	太陽熱利用システムの計装工事について解説し、システムの計装例を示す。
6. 施工完了確認（試運転・引渡し）	施工完了時の確認事項や留意事項について解説する。
7. メンテナンス・保守	施工完了後のメンテナンスや保守点検項目等について解説する。
8. チェックポイント	太陽熱利用システムの施工に関連する一連のチェックポイントを示す。

■業務用太陽熱利用システムガイドライン作成検討委員会■

委員長	宇田川 光弘 工学院大学工学部建築学科 教授
委員	浅井 俊二 矢崎総業株式会社 環境エネルギー機器本部 ソーラー事業推進部 嘱託 臼木 宏任 富士エネルギー株式会社 業務部長 蒲谷 昌生 株式会社ソーラーシステム研究所 代表取締役 下村 邦夫 サビオ株式会社 取締役社長 榛葉 敏昭 社団法人 ソーラーシステム振興協会 業務・広報部
オブザーバー	栗原 隆 清水建設株式会社 技術研究所 地球環境技術センター新エネルギーグループ 副主任研究員 天明 浩之 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO技術開発機構） 新エネルギー技術開発部 自然エネルギーグループ 主査 永井 秀一 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO技術開発機構） 新エネルギー技術開発部 自然エネルギーグループ 主査 伊藤 正治 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO技術開発機構） 新エネルギー技術開発部 自然エネルギーグループ 主査 中上 英俊 株式会社住環境計画研究所 代表取締役
製作協力	伴 純雄 テクノ矢崎株式会社 技術統括部 テクニカルセンター 池口 太郎 矢崎総業株式会社 環境エネルギー機器本部 環境システム事業部 事業企画部 企画チーム 水谷 真奈美 社団法人 ソーラーシステム振興協会
事務局	鶴崎 敬大 株式会社住環境計画研究所 主席研究員 中村 美紀子 株式会社住環境計画研究所 主任研究員

はしがき

目次

第1章 業務用太陽熱利用システムの基本事項.....	1
1.1. 太陽熱利用システムの概要.....	1
1.1.1. 代表的なシステム.....	1
1.1.2. 太陽熱利用システム機器の配置.....	6
1.2. 太陽熱利用システムの構成機器.....	8
1.2.1. 集熱器.....	8
1.2.2. 蓄熱槽.....	11
1.2.3. 補助熱源機器.....	12
1.2.4. 冷凍機・ヒートポンプ.....	12
1.2.5. 集熱ポンプ.....	12
1.2.6. 差温サーモスタット.....	13
1.2.7. 弁類.....	14
1.3. 太陽熱利用システムの施工について.....	15
1.3.1. 集熱器.....	15
1.3.2. 蓄熱槽.....	15
1.3.3. ポンプ類.....	16
1.3.4. 熱交換器.....	16
1.3.5. 配管.....	17
1.3.6. 断熱.....	17
1.3.7. 弁類.....	17
1.3.8. 熱媒.....	17
1.3.9. シール材・充填材.....	18
1.3.10. 制御.....	18
第2章 機器据付工事.....	19
2.1. 一般（注意）事項.....	19
2.1.1. 据付準備.....	19
2.1.2. 機器の搬入.....	20
2.2. 基礎工事.....	20
2.2.1. 基礎設計のポイント.....	20
2.2.2. 基礎工事のポイント.....	20
2.2.3. コンクリート基礎の施工要領.....	21
2.3. 架台.....	21
2.3.1. 現場施工架台.....	22
2.3.2. 架台の取付け.....	23
2.3.3. 工場製作型（ユニット組立）架台.....	24
2.4. 集熱器.....	25
2.4.1. 集熱器の取付けポイント.....	25
2.4.2. 集熱器の取付方法.....	26

2.4.3. 集熱器の設置方法.....	26
2.4.4. 集熱器の多列設置.....	30
2.5. 蓄熱槽.....	30
2.5.1. 蓄熱槽の設置方法.....	30
2.6. 冷凍機・その他の機器.....	31
2.6.1. 設置場所の検討.....	31
2.6.2. 基礎.....	32
2.6.3. 搬入.....	33
2.6.4. 設置.....	33
第3章 配管工事.....	34
3.1. 配管の施工.....	34
3.1.1. 管の切断.....	34
3.1.2. 管の接合.....	34
3.1.3. 配管の支持固定.....	40
3.2. 集熱系統の配管.....	43
3.2.1. 一般的注意事項.....	43
3.2.2. 集熱器廻りの配管例.....	48
3.3. 蓄熱槽廻りの配管.....	49
3.3.1. 開放式蓄熱槽の場合.....	49
3.3.2. 密閉式蓄熱槽の場合.....	50
3.4. 配管保温工事.....	51
3.4.1. 一般的注意事項.....	51
3.4.2. 保温材料.....	52
3.4.3. 保温工事施工法.....	54
3.5. 凍結予防対策.....	57
3.5.1. 落水方式.....	57
3.5.2. 不凍液方式.....	57
3.5.3. 温水循環方式.....	58
3.6. 配管例.....	59
3.6.1. 給湯システム例.....	59
3.6.2. 暖冷房システム例.....	61
第4章 電気工事.....	63
4.1. 一般的注意事項.....	63
4.1.1. 電気工事と関連法規.....	63
4.1.2. 絶縁.....	63
4.1.3. 接地.....	63
4.1.4. 過電流遮断器.....	64
4.1.5. 漏電遮断器.....	64
4.2. 配線.....	64
4.2.1. 電圧降下.....	64

4.2.2. 許容電流.....	65
第5章 計装工事.....	66
5.1. 計装.....	66
5.1.1. 制御方式.....	66
5.1.2. 給湯・暖房・冷房システムの計装例.....	67
第6章 施工完了確認（試運転・引渡し）.....	70
6.1. 試運転.....	70
6.1.1. 試運転前準備.....	70
6.1.2. 試運転作業.....	70
6.2. 引渡し.....	74
第7章 メンテナンス・保守.....	75
7.1. 概要.....	75
7.2. 点検項目.....	75
第8章 チェックポイント.....	78
8.1. 集熱器の搬入時のチェックポイント.....	78
8.2. 集熱器架台および基礎のチェックポイント.....	78
8.3. 集熱器の据え付け時のチェックポイント.....	79
8.4. 集熱系およびこれに類する配管工事のチェックポイント.....	79
8.5. 集熱系およびこれに類する系統の保温のチェックポイント.....	79

第1章 業務用太陽熱利用システムの基本事項

1.1. 太陽熱利用システムの概要

1.1.1. 代表的なシステム

太陽熱利用システムはその利用される対象によって、「給湯」、「給湯 + 暖房」、「給湯 + 暖房 + 冷房」等の各システムがある。代表的なシステムは、ポンプや送風機のような機械的運転制御により、熱媒である水や空気を強制的（アクティブ）に循環させるもので、システムの構成は、集熱器・蓄熱槽・集熱ポンプ・補助熱源及び、制御装置等から成り立っている。代表的なシステムの基本的な考え方を以下に示す。

(1) 給湯システム

給湯は1年を通して利用される。利用温度範囲も50～60程度の比較的低温であることから、集熱効率が高い状態で運転可能となる。このため、太陽熱給湯システムは、熱利用に最も適しており、経済的効果も高い設備となる。なお、この方式の構成は、集熱方式が強制循環型をとるのが一般的であるが、太陽熱温水器（自然循環または強制循環）の複数台設置によるシステムの構築も可能である。強制循環型の場合は、直接集熱方式と間接集熱方式に区分される。

① 直接集熱方式

代表的なシステムを図1.1.1に示す。集熱媒体・蓄熱媒体及び給湯水がすべて同じ水であり、蓄熱槽内の水を集熱ポンプにより集熱器を通して循環させ、蓄熱槽の水の温度を上昇させてこの温水を直接利用するシステムである。この方式は集熱循環系が開放型で構成されるため、温水は汚れや変質等の発生する場合があります。衛生上から飲用（人間の口に入れること）には適さない。直接集熱方式で飲用に利用する場合は、給湯回路を集熱回路と分離する必要があり、熱交換器を利用して給水を加熱する。熱交換器の設置場所は、蓄熱槽の内部及び外部及び貯湯槽内等である。図1.1.2は、蓄熱槽内に熱交換器を収納した例を示す。給水は熱交換器により、蓄熱槽の熱媒水から採熱して間接的に加熱される。なお、このような直接集熱の方式では、システムの設計上、以下の対応が必要となる。

- 集熱循環系が開放となるため、集熱配管・蓄熱槽等の機材に対し、腐食抑制の検討を行う。
- 集熱循環系の凍結予防対策を講じる必要があり、集熱循環系が開放の場合は一般的に落水方式として、集熱終了時に集熱系熱媒を蓄熱槽に回収する。

凍結予防対策は特に重要であり、対応例として、集熱ポンプ停止時に集熱循環系の熱媒を蓄熱槽に回収する落水方式は、最も簡便で確実なため採用例が多い。なお、落水方式が機能する条件として、集熱配管最上部に設けた急速排気弁や、空気抜き弁から外気を吸引し、速やかに熱媒を回収することがある。このために集熱配管は下り勾配とするが、配管途中に残水があると、寒冷地では冬期に凍結破損を起こす場合があるので注意する（対処方法は3.5 凍結予防対策を参照）。

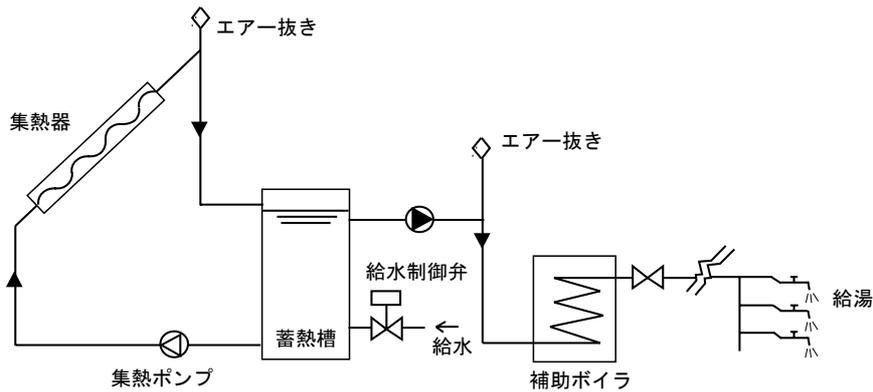


図 1.1.1 直接集熱直接加熱方式

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

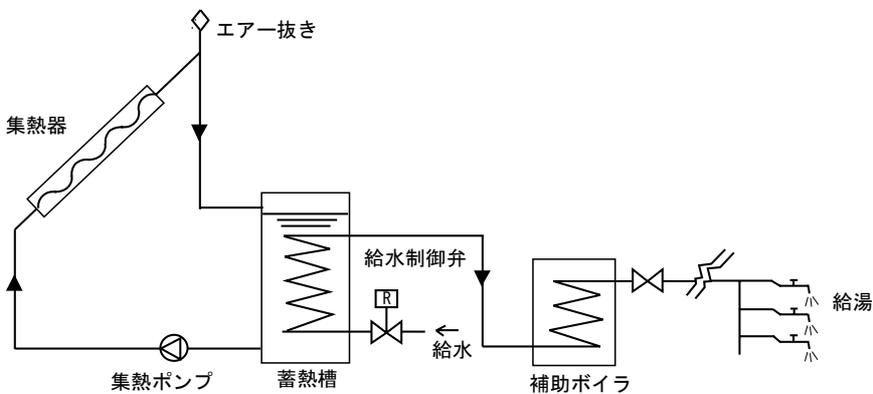


図 1.1.2 直接集熱間接加熱方式

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

② 間接集熱方式

集熱循環系を給湯回路と分離することが条件となるが、この方式にも集熱循環系を密閉する場合と、開放する場合とに区分される。図 1.1.3 に間接集熱密閉システムを示す。蓄熱槽内に集熱循環系の熱交換器を設置し、間接集熱とし、集熱系統も密閉されている。このシステムでは、集熱器を含む循環系回路は、常に熱媒が満水状態に保たれるため、凍結予防と腐食抑制双方の目的で不凍液を用いることがシステム運用上の必須条件となる。また密閉回路となる本システムでは、不凍液の膨張や収縮、補充を考慮した設計となる。そのため、不凍液に接する機材の適正を事前に検討しておかないと、腐食や漏洩等のトラブルの原因となる。該当システムに多く採用される不凍液のうち、プロピレングリコール水溶液を使用する場合は、以下の機材と接する組合せを避けたほうがよい。

部材	機材	理由
金属	亜鉛めっき	腐食、変色等の不具合発生あり
ゴム	天然ゴム (NR) クロロプレンゴム (CR)	硬度低下、膨潤等の不具合発生あり
樹脂	軟質塩化ビニル	膨潤の不具合発生あり

間接集熱開放システムを図 1.1.4 に示す。システムの特徴として、蓄熱槽内に集熱循環系の熱交換器を設置し、間接集熱としているが、集熱系統は集熱器設置の下端と蓄熱槽の上端の間に開放式のレシーバータンクを設けるシステムである。このタンクにより熱媒の液面調整や、集熱ポンプ停止時の集熱系熱媒の落水回収による凍結予防も機能することができる。このため、不凍液の充填は必ずしも必要ではないが、水熱媒の場合には腐食抑制の対応が必要となる。また、レシーバータンクにより下方に設ける蓄熱槽を密閉とする場合は、槽内温度や圧力によっては、第一種圧力容器としての法規制¹を適用される場合があるため事前に検討が必要である。

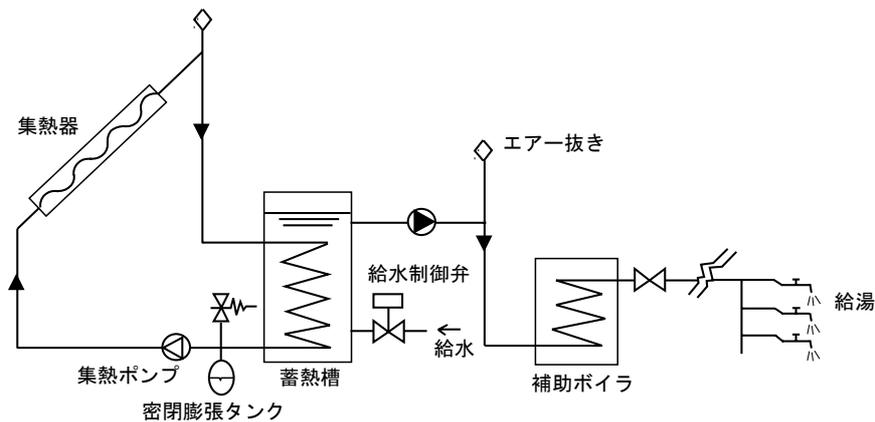


図 1.1.3 間接集熱方式

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

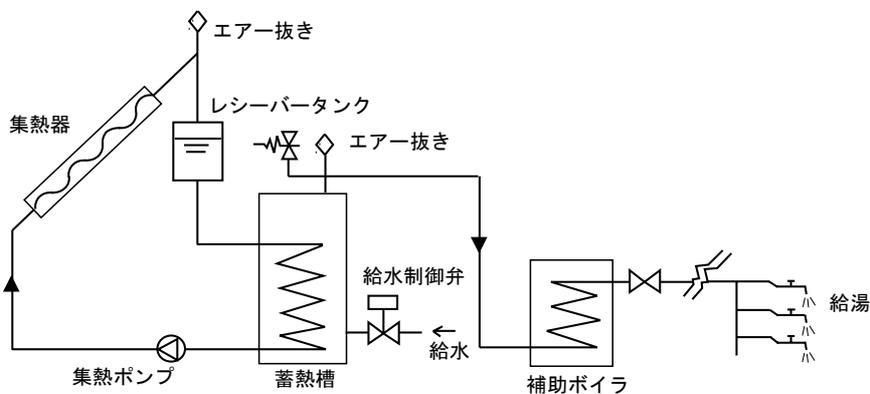


図 1.1.4 間接集熱開放方式

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

(2) 暖房給湯システム

暖房給湯システムは基本的には給湯システムと同じであるが、暖房回路が循環回路となるため、一般に給湯のみの場合に比べて集熱温度を高くする必要がある。

① 水式集熱暖房給湯方式

太陽熱を水で集熱し、温水暖房する方式で最も一般的なシステムである。システムを図 1.1.5 に示す。

¹ 労働安全衛生法施行令 第 1 条の五を確認すること（ボイラー及び圧力容器安全規則より、第 56 条 設置届（所轄労働基準監督署長に提出）、第 59 条 落成検査（所轄労働基準監督署長に提出）、第 61 条 据付位置（取扱、検査、そうじ等支障の無い位置）、第 65 条 付属品管理（安全弁等の作動調整）を参照）。

本方式では比較的低温の温水で暖房効果を上げるために、床暖房方式が採用される場合もある。また、暖房用補助ボイラー、および給湯用補助ボイラーを一体とした2回路式補助ボイラーを採用した方式もある。なお、システム上、夏期に熱が余剰となり、沸騰やヒートショックを通じての二次トラブルが発生する恐れがあるので注意が必要である。過熱防止策については、第3章の図 3.2.8、及び第5章の図 5.1.2 に示す。また、特に真空ガラス管形集熱器を採用したシステムの場合は、過熱防止策として、集熱回路や蓄熱槽に放熱回路を設ける例がある。

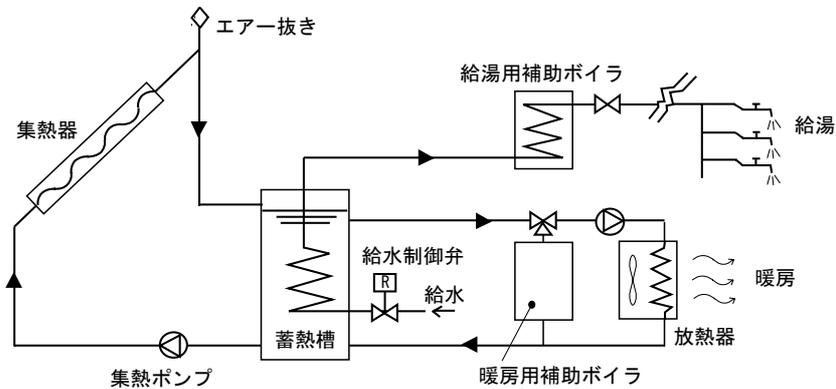


図 1.1.5 水式集熱暖房給湯方式

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成21年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

② 空気式集熱暖房給湯方式

空気集熱し、温風をそのまま暖房に利用するシステムである。システム図を図 1.1.6 示す。配管の腐食、漏水、凍結などの問題が無い反面、断面径の大きなダクトが必要になる。空気集熱の蓄熱槽には、砕石蓄熱槽や建築物躯体、基礎コンクリートに蓄熱する方法がある。また、集熱空気に循環空気をいれず、外気を用いることにより、暖房・換気を行うシステムもある。

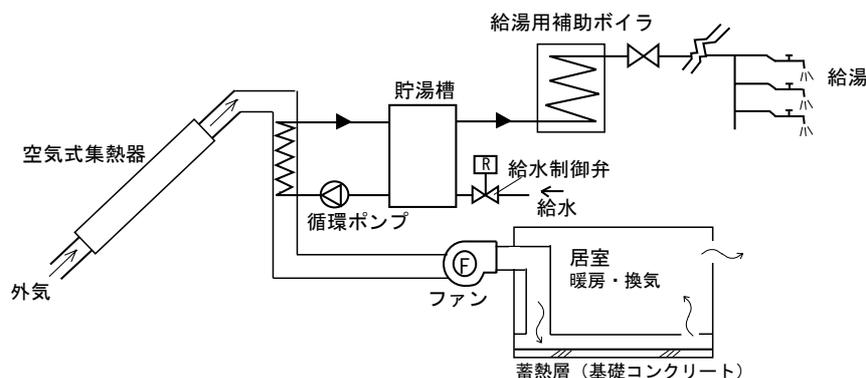


図 1.1.6 空気式集熱暖房給湯方式

資料提供) OMソーラー株式会社

(3) 暖冷房・給湯システム

太陽熱を利用した冷房は夏期の日射が強いときほど冷房負荷も大きくなり、太陽熱の利用に適しているが、給湯や暖房に比べてかなりの高温集熱が必要となり、システム効率も悪くなる。従来から用いられている一重効用吸収式冷凍機(太陽熱温水加熱)は、現在も改良が加えられ、冷房効率の向上、小型軽量化が実現されている。現状、運転可能な熱媒水温度は70~88 である(定格熱媒温度88、冷房効率0.7)。

吸収式冷凍機の特性は、熱媒水温度が低くなると冷房能力が低下するので、特に高効率、高温集熱が可能な集熱器が必要になる。主なシステムとしては、太陽熱による一重効用で冷房運転する場合と、油やガスによる直焚二重効用及び太陽熱による一重効用を併用する一重二重効用併用型吸収式冷温水機などがある。

図 1.1.7 に一重二重効用併用型吸収式冷凍機のシステム例を示す。代表的な一重二重効用サイクルでは、冷房時は、蓄熱槽の熱媒温度が吸収式冷凍機の一重効用運転可能な温度範囲で、蓄熱熱媒を吸収式の再生器に入力し、蒸発器で冷水を発生させて冷房運転する（吸収式冷温水機の場合も冷房時の運転は同じ）。暖房時は、蓄熱槽の熱媒温度が 50～60 程度であれば、熱媒を直接放熱器に循環して暖房する。熱媒温度が 50 程度を下回れば、油やガスを焚いて吸収式冷温水機を加熱運転し、蒸発器から 50～60 の温水を出力して、暖房運転を行う。蓄熱槽は、高温側蓄熱槽、低温側蓄熱槽の両方を設ける場合と、高温側蓄熱槽のみ、若しくは低温側蓄熱槽のみを設ける場合とがある（図 5.1.5 参照）。

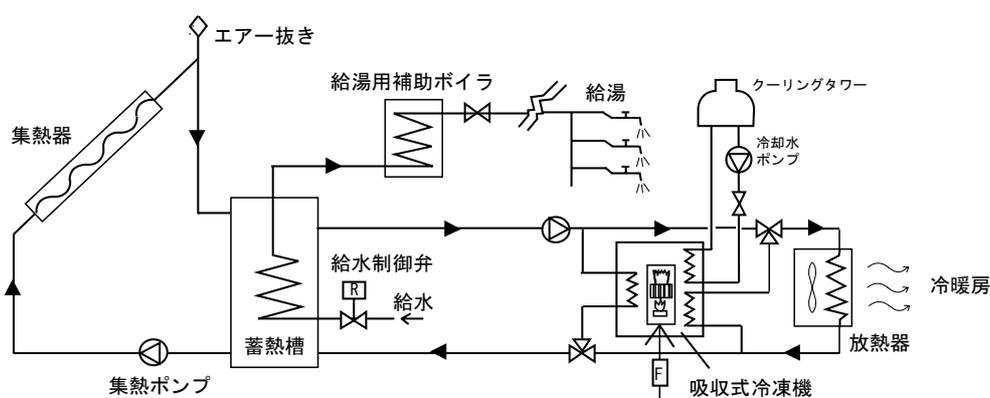


図 1.1.7 吸収式冷凍機を用いた暖冷房・給湯システム

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

(4) 加温システム

加温システムの例として、温水プールの事例がある。温水プールへの太陽熱利用は、負荷側のプール水温度レベルが約 30 程度のため、太陽熱の集熱温度も低温でよく、太陽熱利用上有効である。システムそのものは暖房方式と同様であり、暖房用温水の代わりにプール温水を循環させると考えるとよい。ただし、プール温水殺菌用に用いられる薬品に対する検討は、システムの構成機材や保守上からも必要となる。温水プールの負荷は、水面からの蒸発損失や壁面からの伝熱損失等に加え給湯負荷までも対象となり、非常に大きくなる。このため計画に当たっては、総合的な負荷を把握し、省エネルギーを図ると同時に、負荷と集熱面積及び蓄熱容量のバランスを考慮しなければならない。図 1.1.8 は温水プールシステム図の例を示す。蓄熱槽内の水を集熱ポンプにより集熱器を通して循環させ、蓄熱槽の水の温度を上昇させ、熱交換器を介して温水プール内の水を温めるシステムである。

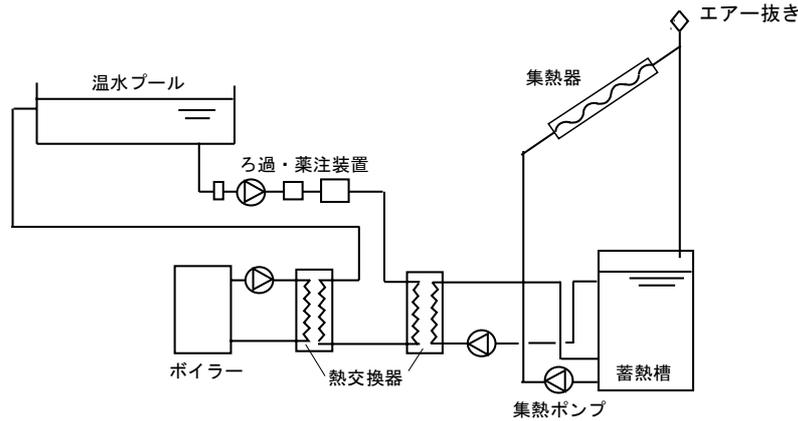


図 1.1.8 温水プールシステム

出所)「大・中規模太陽熱利用システムの事例紹介」矢崎総業(株)

1.1.2. 太陽熱利用システム機器の配置

太陽熱利用システムの配置には建物との整合性が重要である。集熱器は日影にならずに最も効率よく太陽エネルギーを受け、熱に変換する位置・場所が望ましく、また意匠上も良いものとしなければならない。以下に各機器の概略大きさ、配置例、集熱器の傾斜と受熱量について述べる。

(1) 機器の概略大きさと配置例

① 概略大きさ

集熱器面積は今まで設置された小規模太陽熱利用システムでは、例えば暖冷房を行う場合、暖冷房を行う建築面積のほぼ 40～50%の集熱面積をとっているものが多い。また、蓄熱槽容量は、一般建物の場合、集熱面積当りの概略値として、給湯では 50～100 l/m²、暖房給湯では 25～50 l/m²程度、暖冷房給湯では 25 l/m²程度の容量をとっているものが多い。更には、蓄熱槽や併用する熱源機器、制御装置等を設置する機械室についても検討しておく必要がある。機械室は通常の設備計画に比べて大きくなるので注意しなければならない。

② 配置例

太陽熱利用機器の配置に当たっては、各機器はできるだけ負荷に近い所に配置し、機器間をつなぐ配管ダクト等も最短距離になるように考え、負荷の中心に熱源(機械室)がくるように考えるのが理想的である。熱源と負荷の距離が離れると、搬送(ポンプ、ファン)動力が増え、配管、ダクトからの熱損失も増大することとなり、取得した太陽エネルギーが流出するだけでなく、イニシャルおよびランニングコストの増大のもとになる。集熱器の設置場所は南に面し、日射を受けやすい場所で計画する。集熱器は単独の架台を造る方法と、建築デザイン上建物と一体として組み込まれるよう計画する方法等がある。図 1.1.9 に集熱器の配置例を示す。図に示すように、集熱器の取付け位置は、屋根、外壁、地上等が設置場所として考えられる。集熱器を設置したことにより南面開口が極端に少なくなったり、通風が妨げられることのないようにしなければならない。集熱器の寸法、表面状態、設置位置には制約があるため、建築デザインに適合させるにはかなりの工夫が必要となるが、納まりからいえば屋根上等に建築エレメントとして組み込んでしまうことも良い方法である。その他、集熱器設置における注意事項として、集熱器相互または近隣建物からの日照時間への問題がある。すなわち、一日中影の影響が無いようにしなければならない。

図 1.1.10 に蓄熱槽の配置例を示す。蓄熱槽の設置場所は、蓄熱材料を何にするかによって異なるが、地

上設置、床下埋設、地下埋設、小屋裏設置、屋内設置等が考えられる。また、槽として特別に設けずに土中蓄熱としたり、構造体を厚くして蓄熱する方法も取り入れられている。

その他に機器の配置に当たって注意しなければならないことは、機器を長持ちさせるための配慮である。各機器は定期的なメンテナンスを行う必要があるため、そのための点検スペースを考慮しておかなければならない。特に集熱器は、台風時の強風や地震に対しても配慮が必要である。

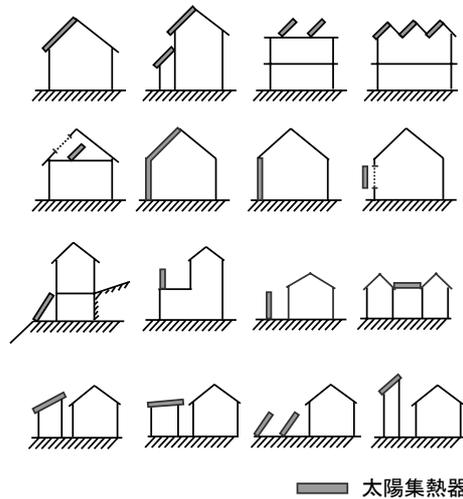


図 1.1.9 集熱器配置例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

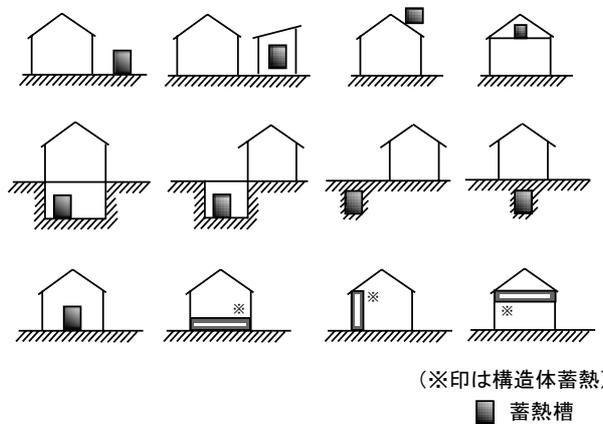


図 1.1.10 蓄熱槽（体）配置例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

(2) 集熱器傾斜角と受熱量

東京地方の南面における集熱器の傾斜角と受熱面との関係を図 1.1.11 示す。太陽熱を年間利用する給湯の場合、冬期を主に利用する暖房給湯の場合、夏期を主に考える冷房・給湯の場合、それぞれ主眼の用途に適した集熱器角度を選ばなければならない。なお、図の集熱器内の数字は月平均日射量 $\text{kJ/m}^2 \cdot \text{day}$ を示し、表の数値は傾斜角 0° 、各月別日射量（東京）を 100 とした場合、傾斜面に入射する月別日射比率である。

		傾斜角		0°	30°	60°	90°								
冬 1月	夏 6月	0°		8293	30°		11665	60°		12372	90°		10222		
		0°		12556	30°		11669	60°		8728	90°		4527		
月 角度		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	
0		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
15		124	117	110	104	100	99	100	102	104	111	117	124	107	
30		141	128	114	102	95	93	94	99	104	116	128	141	109	
45		149	131	111	95	85	83	84	90	98	115	132	150	105	
60		149	127	102	82	70	70	70	76	87	108	128	151	95	
75		140	115	88	66	52	54	52	58	72	95	118	142	80	
90		123	96	68	46	32	36	33	38	55	77	101	126	61	

図 1.1.11 月別日射量の傾斜角による変化率（東京）

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

1.2. 太陽熱利用システムの構成機器

主な構成機器の構造と特徴については、併せて「業務用太陽熱利用システムの設計ガイドライン」第 3 章を参照いただきたい。

1.2.1. 集熱器

(1) 種類及び構造

集熱器は、一般に平板形、真空ガラス管形に大別される。

① 平板形集熱器

平板形集熱器の受光面は平板ガラス等に覆われており、ユニット型や屋根一体方式に分類され、その種類も多い。ガラス板等のカバーは、日射をよく透過し、集めた熱を逃がさないようにしたもので、集熱板の裏側は熱が逃げないようにグラスウール等の断熱材が入っている。集熱板は日射を吸収しやすいように選択吸収膜や黒色ペイント等で処理されている。集熱板には水路がついており、日射により水を温水に変える等に利用される。代表的な平板形集熱器の外観、概略構造を図 1.2.1、図 1.2.2 に示す。

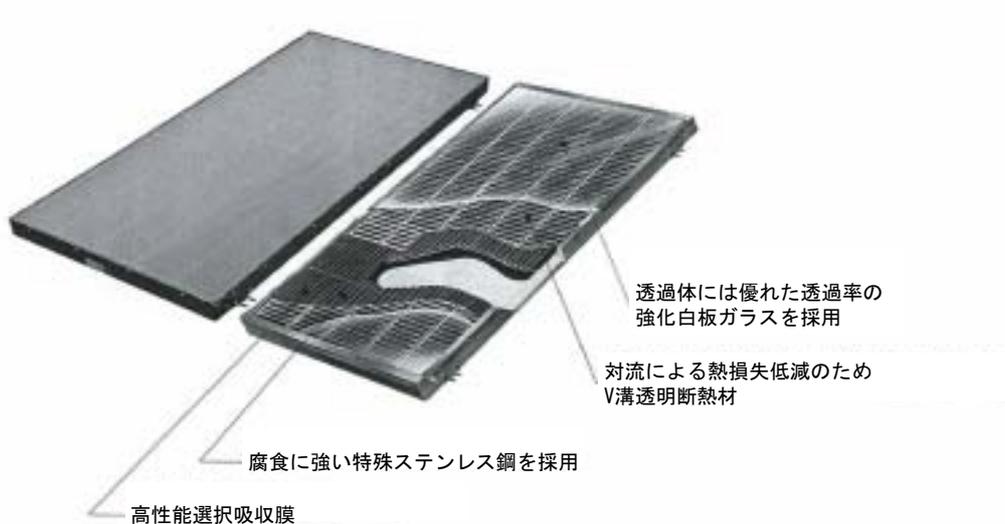


図 1.2.1 平板形集熱器外観図

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」〔2009年11月〕矢崎総業(株)

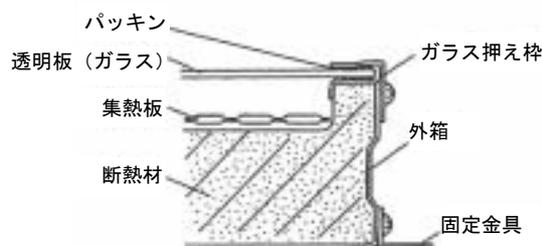


図 1.2.2 平板形集熱器構造図

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」〔2009年11月〕矢崎総業(株)

② 真空ガラス管形集熱器

真空ガラス管形集熱器は、対流や伝導による熱損失を少なくするため、集熱体のまわりを真空断熱とした構造となっている。熱が逃げにくいので、集熱効率の低下が小さく、高温集熱にも適している。集熱器の構造は、円筒型の真空ガラス管内に選択吸収膜処理された集熱板を配置しており、集熱板の角度を換えることができる。代表的な真空ガラス管形集熱器の外観、概略構造を図 1.2.3、図 1.2.4 に示す。高効率を維持するための条件として真空度の確保や空焚き²を避けるシステムの検討が必要である。

² 集熱器内に熱媒が無い状態において日射にさらされることで、集熱板温度が最も高くなる。

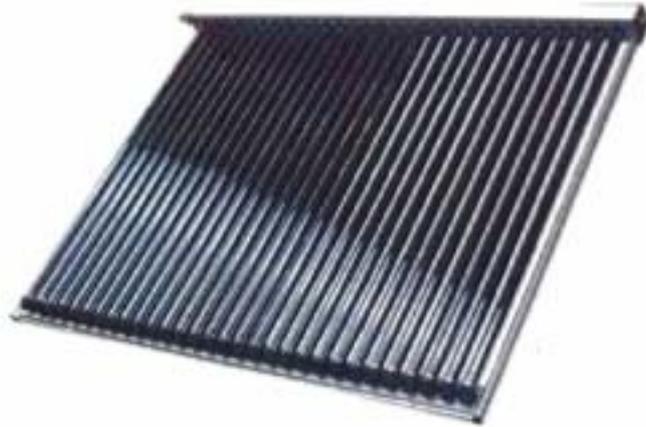


図 1.2.3 真空ガラス管形集熱器外観図

資料提供) サピオ株式会社

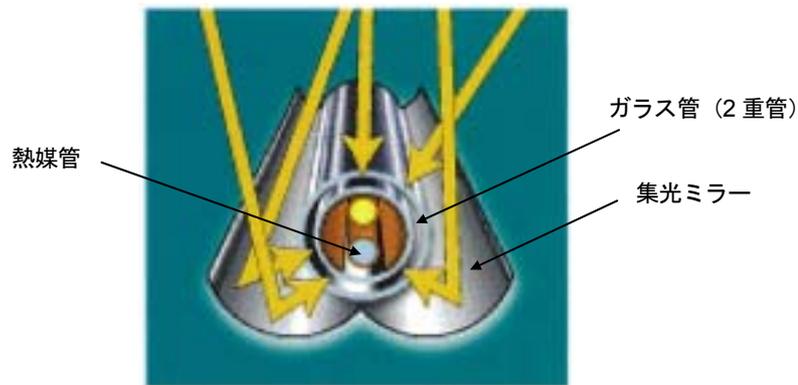


図 1.2.4 真空ガラス管形集熱器構造図

資料提供) サピオ株式会社

(2) 使用材料

代表的な集熱器の使用材料を表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 集熱器の使用材料

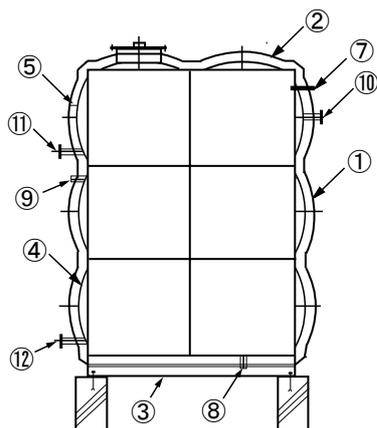
構成材	型式	
	平板形	真空ガラス管形
外箱	鋼 ステンレス アルミニウム FRP	鋼 ステンレス
集熱板 (フィン)	銅 ステンレス アルミニウム ポリエチレン	銅 アルミニウム 鋼
集熱管	銅 ステンレス ポリエチレン	銅
透過材	半強化ガラス ポリカーボネート	ガラス管
断熱材	グラスウール	—

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

1.2.2. 蓄熱槽

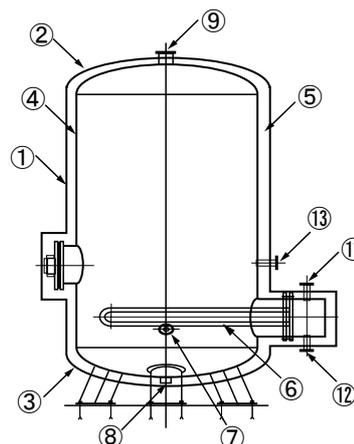
(1) 種類及び構造

蓄熱槽は大別して開放型と密閉型に分けられる。開放型も密閉型も槽部分と槽を包む保温材及び外装から構成されている。代表的な開放型蓄熱槽の概略構造を図 1.2.5 に、密閉型蓄熱槽の概略構造を図 1.2.6 に示す。いずれの槽も、槽内は温度成層を形成し、槽下部の低温部より集熱器への循環水を取り出し（図中）、昇温した上部より採熱できること（図中）、また低負荷時の高温抑制制御などを考慮する必要がある。また、開放型の場合は、集熱ポンプ停止時にオーバーフローすることなく、集熱系統の落水を回収する構造とする。



- ① 胴部外装 ④ 槽本体 ⑦ 給水口
- ② 天板外装 ⑤ 断熱材 ⑧ 排水口
- ③ 底部外装 ⑥ 熱交換器 ⑨ 給湯口

図 1.2.5 開放形蓄熱槽の概略構造図



- ⑩ 越流口 ⑬ 補助熱源装置
- ⑪ 伝熱媒体戻り口 (電気ヒータの例)
- ⑫ 伝熱媒体送り口

図 1.2.6 密閉形蓄熱槽の概略構造図

資料提供) 森松工業 (株)

(2) 使用材料

従来より蓄熱槽の材料には、表 1.2.2 のようにライニング加工したもの、オールステンレス製、ステンスクラッド製、樹脂製などが使用されてきた。特に使用温度が高いシステムでは、集熱配管も含め、亜鉛めっきした材料は好ましくない。またグラスライニング製のもは、ピンホール等があると腐食が進行するため Mg 陽極棒等で電気防食する必要がある。更に、炭素鋼に内面塗装を施したものは、塗装の剥離による腐食の発生も懸念される。実際の運転では、使用温度が 100 付近まで上昇することがあり、使用材料はステンレスを主に考えたい。また、ステンレス製でも溶接部や隙間腐食があるので注意も必要である。樹脂製は、腐食や価格で優位な面もあるが、耐熱性はステンレスが優れている。

表 1.2.2 蓄熱槽の材料

施工法		皮膜の厚さ [mm]
ライニング	ボイラーペイント	0.15
	エポキシコーティング	0.8
	ネオ FRP ライニング	2~3
	グラスライニング	0.2~0.3
材質	ステンレス張り	SUS1.6mm
	オールステンレス	SUS304
	ステンスクラッド鋼板	SUS444
		SUS304
FRP	20%	

出所) JISA4113 太陽蓄熱槽, 資料提供) 森松工業 (株)

1.2.3. 補助熱源機器

補助熱源機としては、一般的に灯油ボイラー、ガスボイラー、電気温水器等が使用される。計画するシステムに合った燃料や機器を選定する。補助熱源機器の特徴については、「業務用太陽熱利用システムの設計ガイドライン」第3章3.3を参照いただきたい。

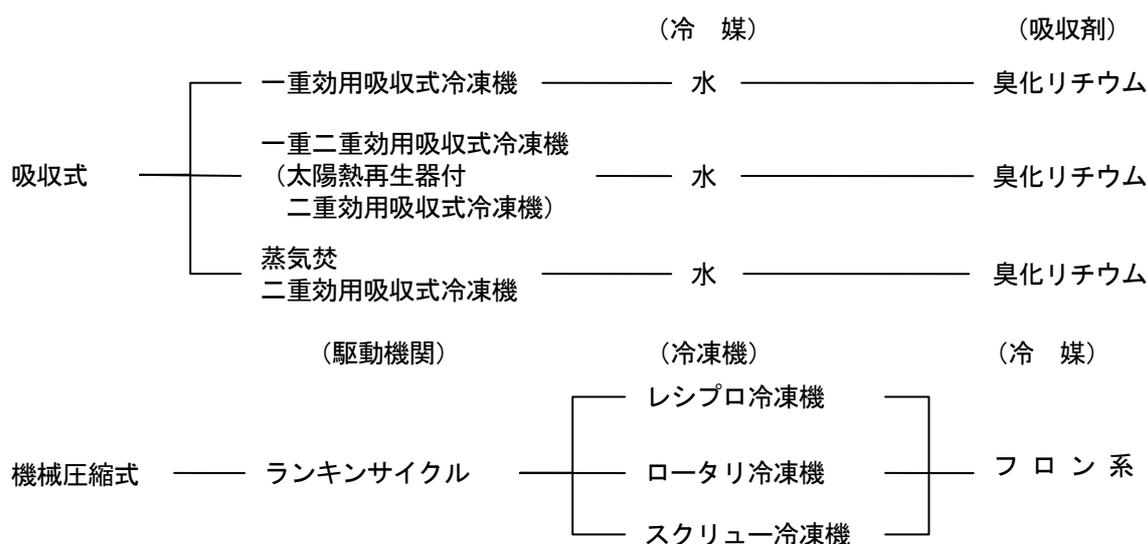
1.2.4. 冷凍機・ヒートポンプ

太陽熱で冷房を行う場合、表 1.2.3 に示すように吸収式冷凍機、吸収式冷温水機、ランキンサイクル駆動の冷凍機およびデシカント（吸湿材）方式等に大別される（システムの特徴については「業務用太陽熱利用システムの設計ガイドライン」を参照）。一方、ヒートポンプは暖房時のみ太陽熱を利用する。太陽熱を利用するヒートポンプは、従来の空気熱源のヒートポンプの欠点を改良すると同時に、全体的にエネルギーの節約を図ろうとするものである。従来の空気熱源のヒートポンプの欠点は次のようなものがある。

低外気温時の暖房能力の低下

デフロスト時の不快感³

太陽熱利用のヒートポンプは、水熱交換器を有し、特に暖房負荷が大きく外気温の低い早朝時に蓄熱槽の低温水に循環させ暖房を行う。また、ヒートポンプの空気熱源運転時に発生するデフロストサイクルについては、水熱源運転に切換えて暖房中に一時冷房を行うというようなことをしなくてもよく、熱的快感性の向上が図れるものである。



注) 冷房機能に加え、暖房機能を併せ持った冷温水機も製品化されている。

表 1.2.3 太陽熱利用冷凍機の種類

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

1.2.5. 集熱ポンプ

太陽熱利用システムの集熱ポンプとしては、キャンドタイプうず巻ポンプ、マグネットドライブ方式うず巻きポンプ、メカニカルシールのラインポンプ等がよく利用される。いずれも一般的、耐熱性、小水量高揚程の性能が要求される。また、集熱回路に不凍液を利用するシステムの場合は、特に軸封部は不凍液

³ ここに示す不快感とは、デフロスト運転（一時的に運転を冷房モードに切替えて除霜運転を行う）を行う場合に、一時的に室内に冷気が入りこみ、快適性を損なう場合があることを指す。

対応型の高級メカニカルシールを採用しなければならない。表 1.2.4 に溶液部の材質、使用温度範囲につき代表的なものを示す。

表 1.2.4 集熱ポンプの種類と特性

項目 ポンプ種類	使用 温度範囲	溶液部材質		
		ケーシング	インペラ	スラスト受
キャンドタイプ ラインポンプ	0~100°C	銅合金	ガラス繊維入りノリル 樹脂又はステンレス	セラミック
メカニカルシール うず巻きポンプ	0~100°C	ステンレス	ステンレス	

資料提供) 荏原テクノサーブ (株)

1.2.6. 差温サーモスタット

集熱ポンプの制御機器として、差温サーモスタットが使用されることが多い(図 1.2.7 参照)。

<動作原理>

集熱器表面温度(高温検出端)及び蓄熱槽下部水温(低温検出端)の各センサーにおける抵抗値変化を差温サーモスタットの調節器が検出する。

差温が大きくなり、設定温度以上になると、調節器の出力接点が閉じて集熱ポンプ(又は補助リレー電磁弁)が作動する。また、差温が小さくなり、設定温度以下になると集熱ポンプを停止させる。

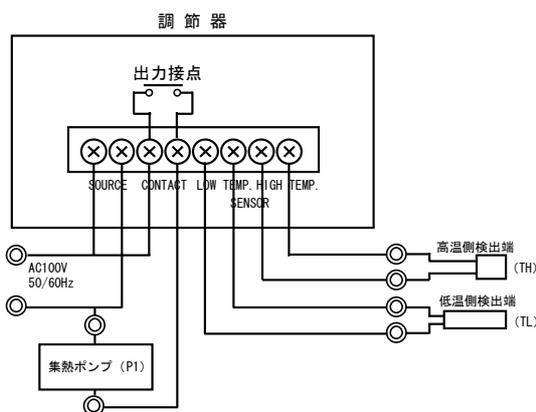


図 1.2.7 差温サーモスタットの構造図 (一例)

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業 (株)

<集熱ポンプの作動>

高温センサー (TH) と低温センサー (TL) の温度差が設定温度以上になると調整器の出力接点が ON し、集熱ポンプ (P1) を作動させる。

センサー (TH)、(TL) の温度差が設定温度になると調整器の出力接点は、OFF になり集熱ポンプ (P1) は停止する。

1.2.7. 弁類

① 自動空気抜き弁（エア抜き弁）

配管中の熱媒温度が高くなる場合や施工が複雑な場合には、気泡の発生は多くなる。この気泡を抜くために集熱器の取出口や空気だまりの発生する場所に取り付ける。なお、集熱ポンプの故障や日中の停電時には集熱器廻りの温度が100以上となる場合があるので、高温仕様を選ぶ必要がある。

<気泡の発生について>

気泡には、冷水中に含まれるもの、運転中に温水が加熱されて発生するもの、運転中に配管の水頭差、機器の圧力抵抗等により温水が減圧されて発生するものがある。太陽熱利用システムの場合は、特に運転中に発生する気泡が多く、自動空気抜き弁を設置する。

② 急速排気弁

集熱循環系が開放システムの場合、システムへの送水開始時のガス体を急速に排出し、送水停止後の弁入口真空時には、空気を吸い込み、真空破壊機能を発揮する。集熱ポンプ停止時に集熱系に吸気をして、熱媒水の落水を容易にする。特に集熱系統が開放式で、凍結予防のために集熱終了後、水抜き（落水）をする場合に有効である。なお、自動空気抜き弁同様、集熱ポンプの故障や日中の停電時には集熱器廻りの温度が100以上となる場合があるので、高温仕様を選ぶ必要がある。

注) 運転中に発生する気泡の排出は、急速排気弁ではなく、自動空気抜き弁の併設により行う。

③ 安全弁

配管中の機材及び缶体を保護する役目をする。機材及び缶体内の水は加熱によって膨張する。このため圧力が上昇し、一定圧以上になるとこの安全弁が作動する。

④ 減圧弁

水道からの給水圧力を減圧し、一定の水圧にする役目をする。水道の圧力が変動しても、システムの給湯側圧力は一定圧力に調整される。また、減圧弁にはストレーナー、逆止弁が内蔵されている。

⑤ 凍結予防弁

管路の水温を感熱体が感知し、感熱体が収縮する。これによって弁が開き、管内の水を排水する。

開弁時は、ポップバネによって押し上げられる。閉弁は水温が上昇して感熱体が膨張することによって閉弁する。

⑥ 仕切弁等

通常の配管には仕切弁、バタフライ弁、玉形弁等が使用される。仕切弁、バタフライ弁は流路の開閉を主な目的とし、玉形弁は流量の調節目的として用いる。

1.3. 太陽熱利用システムの施工について

太陽熱利用システムの施工に関する留意事項を、構成機器ごとに示す。

1.3.1. 集熱器

- 1) 耐圧条件を検討する際には、集熱器本体のほか集熱器接続方法や部材など、集熱系全体について行う。
- 2) 耐久性は、集熱器本体・付属品・接合部材など集熱器各部材の材質と、気象条件・周囲環境条件・用途・使用法とによって左右されることに注意する。
- 3) 空焚き（集熱器内に水を入れないで日射を受ける状態）が可能かどうかチェックし、空焚き不可能であればシステム運転時および停止時・建設時・試運転調整時など、あらゆる場合に空焚きが起こらないような対策を立てる必要がある。
- 4) 集熱系に発生するトラブルの大半が凍結によるものなので、凍結予防対策を検討する。
- 5) 集熱器内の熱媒温度が 100 近くになるような、過剰集熱状態が生じる場合には、その対策を検討する。
- 6) 集熱器内部で腐食発生の可能性がある場合には、設計段階から防止方法を検討し、運転開始後は、定期的に確認（検査）を行う必要がある。
- 7) 海岸地域などで塩害の発生が予測される場合には、その対策を検討する。例えば、溶存塩類イオンのスケール障害に対し、補給水基準（JRA）を満足させる、現場の水質に応じた腐食抑制剤（インヒビター）の投入と濃度管理を行う、などの検討が必要である。
- 8) 積雪地域では、設置条件の規制や、集熱面の除雪方法を考慮する必要がある。
- 9) 集熱器の搬入据付け作業にあたっては、その方法や手順を決定する以前に、集熱器メーカーと協議し、留意点を確認する必要がある。
- 10) 集熱器ユニットの交換・システム構成部材の修理交換・ペンキ塗り替え・防水改修および点検などのため、メンテナンススペースを確保する。
- 11) 集熱系各部の定期点検を確実にを行うため、使用者側と十分協議の上、維持管理の内容・方法・期間を明確にする。
- 12) 集熱器のガラスの破損に対して、その防止策・破損した場合の安全対策および取替え方法を検討する。
- 13) 集熱器の交換方法は、種類や設置方法によって異なるので、各メーカーの指定する交換方法を確認する。
- 14) 集熱器設置場所の周囲の建物や、将来の隣地周辺の建設の可能性を考慮して、集熱器への影の影響を検討する。
- 15) 周辺地域対策として、設置にあたって周辺の環境に調和するように配慮するとともに、周辺建物や道路などへの集熱器ガラス面などからの反射による影響を検討する。
- 16) 保証契約を結ぶ際には、保証内容について協議する。

1.3.2. 蓄熱槽

- 1) 太陽熱利用システムの場合、一般に槽内温度は 100 近くの高温になることがあり、開放式、密閉式ともに最高使用温度を 90 程度としたい。蓄熱槽本体やコーティング材の選定に際しては温度条件を確認する（集熱温度の上限によって以下の対応がそれぞれ考えられる。温度 90 の場合はステンレス、温度 80～85 の場合は軟鋼板（鉄製）+耐熱ライニングなど）。またタッピング部分（配管接

続部分)での異種材料の使用では熱膨張の差の対策を検討して水漏れを防止する。

- 2) 開放式を用いる場合、空気と水面との接触面の防食対策を検討する。
- 3) 耐圧条件は 100 前後の温度条件のもとで検討し、密閉式を用いる場合には安全弁などを必ず設けると同時に、第一種圧力容器に該当するか否かを事前に検討し、対応を図る必要がある。第一種圧力容器に該当する場合は、法的適用を受けるので、届出や検査等の対応を図る必要がある。更に、凍結や沸騰防止も考慮する。
- 4) 蓄熱槽の熱橋部分(脚部、タッピング部等、構造部材が断熱部材を貫通している部分)が比較的多く、断熱性が不十分な場合には熱損失の主要原因となるので、断熱性を十分に考慮する。また、槽内は温度成層性を保持できるような構造、又は対策を考慮する。
- 5) 過剰集熱時や空焚き沸騰時に、集熱器で発生した 100 前後の温水や蒸気が、蓄熱槽や膨張タンクに入るシステムの場合、槽のコーティングや下地塗装が剥離し、トラブルが発生することがあるので注意する。
- 6) 蓄熱槽につながるすべての密閉回路部分では、熱媒の自然対流が起こりやすく、熱損失の大きな原因となりうるのでその対策を考慮する。
- 7) 蓄熱槽は、腐食やコーティング材の剥離、さらに水濡れなど予期せぬトラブルが生じ、槽内の修理などを必要とすることがあるので、点検口などを必ず設ける。
- 8) 蓄熱槽を屋内に設置する場合には、槽の取替工事を円滑に行うための手順や、搬入ルートを検討する。
- 9) 蓄熱槽の水漏れは、一般に計装用センサー取付部や、配管タッピング部分から生ずることが多いので、耐圧試験の際には特にこれらの箇所での水漏れに注意し検査する。
- 10) 蓄熱槽を建物内に搬入する際には、突出部分が多いので注意する。また、室温が高くなるので換気計画が必要となる。

1.3.3. ポンプ類

- 1) 過大な容量のポンプを選定せずに必要最小限のポンプを選定する。
- 2) 太陽熱利用システムでは、100 近くの高温の熱媒を使用することもあり、また集熱器廻りでは蒸気の発生する可能性も高いので、明示された使用温度と周囲環境条件に適するものを使用する。
- 3) 集熱ポンプは耐食性、及び耐熱性の高いものを用いる。
- 4) ポンプの選定の際には、熱媒の接触するすべての部分(本体、シール材、パッキング材等)の材質の耐久性を検討する。
- 5) 温水ポンプはキャビテーションを防ぐため、常に加圧条件下で作動するような、取付け位置を検討する。開放システムの場合には、集熱ポンプは必ず槽の下方に設けると共に、ポンプの吸込配管は、できるだけ短く、かつ曲がりを少なくする。

1.3.4. 熱交換器

一次側熱媒(集熱側)と二次側熱媒(負荷側)が異なる場合で、一次側熱媒が飲料用に不適な時、凍結予防のため不凍液を用いる時、あるいは二次側熱媒が集熱器を腐食するおそれがある時、一次側熱媒が二次側を腐食させるおそれがある時には、間接加熱のための熱交換器が必要である。その際、各使用熱媒に対する耐食性・耐熱性・耐久性を十分に検討し、熱交換性能の良い機器を選定する。

1.3.5. 配管

- 1) 一般に太陽熱利用システムでは、空気と水との接触部分が多く水温が高いため、配管腐食によるトラブルが発生し易い。必ず耐食性のある配管材料を選定する。配管材料には、ステンレス管又は耐熱エポキシライニング鋼管（最高使用温度 85℃）を使用する。尚、SGP（通称：白ガス管）は 60℃位で内部の亜鉛が剥離し錆の発生やストレーナーの詰まりのおそれがあるため不適切である。
- 2) 配管材に集熱部と異なる金属を用いる場合や、配管材と蓄熱槽やポンプなどの材質が異なる場合には、電食対策を行う。
- 3) 太陽熱利用システムは高温で使用する場合が多く、配管材料および配管ライニング材の耐熱性を確保する。
- 4) 配管長さは、熱損失を減らし配管工事費を低減するためにも、極力短くする。
- 5) 凍結予防のため、集熱系配管内の水を完全に抜く必要のあるシステムでは、配管勾配をとる（1/150～1/200 程度が望ましい）。
- 6) 各集熱器ユニットの流量を均一化できる配管方式とする。
- 7) 集熱器本体や架台および、配管などの熱膨張による変位を許容するための熱膨張対策を行う。
- 8) 集熱系が密閉回路の場合、自然対流による熱損失を防止するため、必ず逆流防止装置を設ける。
- 9) 寒冷地などで配管凍結予防用に電気加熱装置を用いる場合には、自動排水弁を併用するなど停電時対策について検討する。

1.3.6. 断熱

- 1) 使用温度・使用場所・吸水性と断熱性能・耐久性および、経済性などの事項を考慮の上、最適な断熱材の厚みや施工法を検討する必要がある。
- 2) 配管の断熱及び吊ボルトなどの熱橋部分には適切な断熱処理を施す。
- 3) 蓄熱槽は槽全体を断熱するとともに、配管や計装用タッピング数を極力少なくし、同時に各タッピング部分や架台などの断熱を強化し、さらに熱絶縁処理を行う。
- 4) 弁類を配管や蓄熱槽などに設けた場合の熱損失はかなり大きくなるため、システム中の弁を極力少なくすると同時に、必要な弁に対しては断熱強化を図る必要がある。
- 5) ポンプ周囲からの熱損失を減少させるため、ポンプの周りについて断熱を強化する。ただし、モーターなどの発熱部分は断熱をしてはならない。
- 6) 断熱施工は、図面に指示された断熱や、ラッキングの仕様・方法に従って行う。

1.3.7. 弁類

- 1) 弁の材質の選定を誤ると弁自体の腐食あるいは、配管や集熱器などのシステム構成材の腐食が生じて、弁機能の低下や水漏れなどのトラブルが発生する場合もあるため注意する。
- 2) 弁類を選定する際には、各熱媒ごとにシステム構成部材の材質と接触熱媒の温度・水質を考慮し、弁本体の耐食性と同時に、システムの耐食性についても検討する。
- 3) 耐熱性や耐久性についても検討する。

1.3.8. 熱媒

- 1) 飲用水以外の熱媒を用いる場合、あるいは井水を用いる場合で直接集熱器にこれらの熱媒を通すシステムにおいては、必ず事前に水質検査を行い、適用性についてメーカーに確認する。
- 2) 熱媒に添加する防錆剤や不凍液について、その耐熱性・安全性・耐久性を検討する。また、これら

の薬品類は熱媒と完全に混合させて、濃度を必ず均一としてからシステムに充填する。なお、不凍液については3.5を参照いただきたい。

1.3.9. シール材・充填材

- 1) 太陽熱利用システムは、集熱器廻りが必ず屋外に設置され、熱媒の温度変動も大きいため、シール材や制御用・計測用センサー保護管につめる充填材を選定する際には、耐候性・耐熱性・熱伝導性および耐久性を十分に考慮する。
- 2) メンテナンスや配管工事変更などの際、シール材やパッキング材は必ず指定された材料を用いる。

1.3.10. 制御

- 1) 集熱ポンプ発停制御装置は、太陽熱利用システムで最も重要な制御装置である。集熱制御の良し悪しはシステム効率を大きく支配し、さらに制御装置の異常が集熱系全体にトラブルを発生することもある。集熱制御装置は、稼働状況をモニタリングできるように設定し、機器等が故障していないかを管理するようにする。
- 2) 太陽熱利用システムの制御方式は、トラブルの発生要因を少なくし、コストダウンを図るため、できるだけシンプルなハード構成とする。
- 3) 制御用センサーの位置が不適切な場合、適切な信号が得られず思わぬトラブルを発生することもあるため、センサー取り付け位置は、集熱制御装置や他機器等の取り付け位置などを考慮し、適切な箇所に設置する。
- 4) 太陽熱利用システムの構成要素は設計図書に指定した内容や、材料仕様に基づいて施工する。やむを得ず、仕様変更や相当品を選ぶ場合は、機能や精度の他、耐熱性・耐食性・耐久性について確認をし、容易に代替品を用いることは避ける。
- 5) 計装用配線材料は、使用するセンサーの種類や精度および設置条件などに応じて、材質・太さ・構造など大きく異なる。制御上及び計測上のトラブルを避けるため、設計図書に指示された仕様で施工する。

第2章 機器据付工事

2.1. 一般（注意）事項

太陽熱利用システムを構成する機器は、従来の暖冷房給湯設備に、集熱器、蓄熱槽を加えた設備と考えることができる。集熱器は屋根に、蓄熱槽は建物内部に設置される例が多い。このため、従来の据付工事と比較して、工事着手時において、建築及びその他の関連工事との綿密な打合せが必要であり、工事着手後も工程上の調整を行う必要がある。

2.1.1. 据付準備

据付工事を行う施工者は、工事を行う前に、太陽熱利用機器の承認図書の確認を行わなければならない。

1) 太陽熱利用機器の承認図書の確認

メーカーから提出される承認図書に対して、設計仕様に準拠しているかを確認しなければならない。

2) 据付

太陽熱利用機器の据付について、以下の注意事項があげられる。

法的規定に準拠していること。

集熱器は屋根に設置されていることが多い。このため集熱器を建物に取付ける強度計算においては、地震荷重、風力荷重、積雪荷重、またその許容応力等の数値は、建築基準法で規定されている値を用い、それに耐える強度であることが必要である。また、耐震的配慮も必要である。集熱器以外の機器については、各機器に適應される法規に定めた据付場所（保守点検スペース、壁からのスペースなど）に設置することが必要である。以下に関連法規を列記する。

建築基準法

消防法

水道法

ガス事業法

電気事業法

高圧ガス保安法

労働安全衛生法

労働安全衛生規則

ボイラーおよび圧力容器安全規則

JIS 基準

- ・ JIS A 4112 太陽集熱器
- ・ JIS A 1425 集熱性能試験方法
- ・ JIS A 4113 太陽蓄熱槽
- ・ JIS A 1426 太陽蓄熱槽の試験方法

公共建築工事標準仕様書「機械設備工事編」

機械設備工事監理指針

建築設備設計基準

建築設備耐震設計・施工指針

その他

機器の設置場所では機器の運転質量に対して、強度に余裕があり安全であること。

機器を運転した時、共振を起こさないこと。機器固定は、配管支持、防振装置の利用を検討すること。
振動、騒音の影響がないよう、防振、遮音装置があること。

機器の保守点検のためのスペースをとっておくこと。

運転操作上、支障のないスペースをとっておくこと。

2.1.2. 機器の搬入

1) 工程の調整

集熱器、蓄熱槽の搬入時期は、建築物の進行状況を見ながら、クレーンなどの重量物吊上げ設備及び足場がしっかりしている場所を選び、作業が順調に流れるようにする。他の機器も同様に作業の手待ちが起らないように搬入する。

2) 必要な数量だけ搬入すること。

集熱器など吊上げが可能な数量を搬入することによって、ムダなスペース、管理及び汚れ、損傷などを防止することができる。

3) 搬入経路の検討

搬入先までと現場周囲の交通事情（何トンのトラックが通行可能、スクールゾーンなど）、駐車条件等を検討し、搬入日時と経路を打合せて、必要に応じて、道路管理者等への関係先に届け出を行う。

4) 搬入地盤の検討

地盤が弱い所及び、道路の下が排水溝の所に重量物が乗ると陥没することがある。このため、機器の搬入に当たっては、地盤についての検討も必要である。

5) 受け渡し方法の確認

受け渡し方法をどのようにするかを事前に打ち合わせて、その方法で現場責任者から確認を受けるようにする。

2.2. 基礎工事

2.2.1. 基礎設計のポイント

基礎を設計する際の留意点は、以下のとおりである。

1) 機器の運転質量（機器自重 + 内容物質量）と、基礎自身の質量に対して強度が確保されていること。

2) 地上及び屋外の場合は、風圧に対する強度を考慮すること。

3) 機器の運転の際に発生する振動が、他に影響を及ぼさないこと。

2.2.2. 基礎工事のポイント

基礎を工事する際の留意点は、以下のとおりである。

1) 埋立地など軟弱な地層の上に基礎を置かないこと。

2) 地盤の悪い場合は、専門家に相談すること。

3) 基礎ボルトを要するものは、事前に耐震計算を行い、ボルトの選定や工事方法を確認すること。

4) 基礎面を水平にすること。

2.2.3. コンクリート基礎の施工要領

- 1) 架台の基礎コンクリートは、床スラブと同時に打設することを推奨する。
- 2) 施工の都合で後日に基礎コンクリートの打設を行う場合は、基礎下の床スラブの目荒し、打ち水、だば筋の配置など、地震時に基礎が移動しないような措置を講じる。
- 3) 基礎は床スラブと鉄筋で緊結された鉄筋コンクリート基礎にすることを推奨する。
- 4) 防水層の上に設置する基礎は、防水層との取合いについて建築担当者と打合せの上、施工すること。
- 5) 防水層を立ち上げて建物構造体と一体とする基礎は、形状・配筋などを構造担当者と打合せし、図 2.2.1 に示すように、床からの配筋、防水層の保護など必要な措置を講じる。
- 6) 架台と基礎を緊結するアンカーボルトの位置から基礎端までの寸法は、図 2.2.2 に示すように、いずれの場合も $L = 150 \text{ mm}$ 以上とする。
- 7) 基礎の高さは床面より 200 mm 以上立ち上げて、排水、配管、点検のためのスペースをとる（これにより雨のはね返りによる腐食を防ぐことができる）。
- 8) 溶融亜鉛めっきしたアンカーボルトは、黒皮の鉄筋と接触しないような措置を講じる。
- 9) アンカーボルトの施工は、引張荷重に対して強い力を発揮する先付け工法としての埋込み方式を原則とする（基礎コンクリートの打設条件によっては、ケミカルアンカーボルトを使用する）。

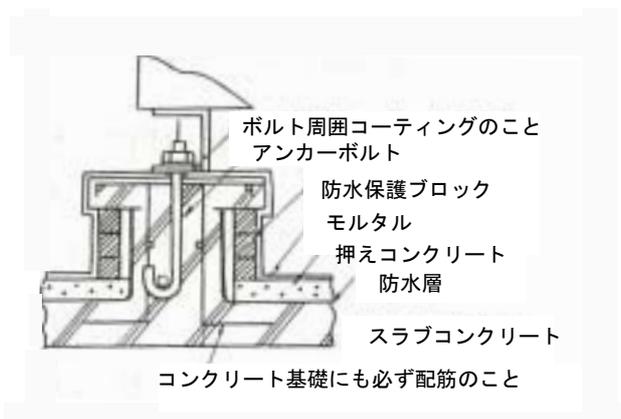


図 2.2.1 建物構造体一体の場合のコンクリート基礎施工例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

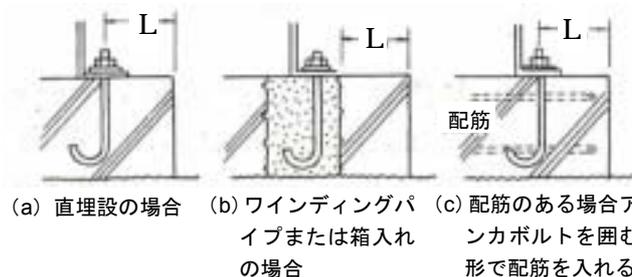


図 2.2.2 アンカーボルトの位置

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

2.3. 架台

集熱器の設置架台は、システムの設計及び施工上の様々な条件を考慮して検討されなくてはならない。例えば、条件の一例として以下が挙げられる。

設置場所 : 地上設置、建物設置(屋根; 傾斜屋根、陸屋根)・ベランダ・壁面等

制作方法 : 現場施工型、工場製作型(ユニット組立)

集熱器種別 : 平板形、真空ガラス管形、屋根一体型等

また、集熱器のモジュールや通水熱媒の種別、配管方法等による影響も受ける。

2.3.1. 現場施工架台

1) 架台設計のポイント

設置を計画している集熱器の型式・仕様をメーカーの資料より確認し、設置条件に適合することを確かめる。設置場所の地震荷重・風荷重及び、積雪荷重と自重等を調査する。特に、設置する集熱器の種別により、構造や強度を詳細に検討し、最適なものを選定することが必要である。

2) 集熱器の設置角度を確認する

太陽集熱器の設置場所における風や積雪の影響を考慮する。設置高さに加え、傾斜角度によって、集熱器の正面及び背面への風荷重は異なる。事前に検討した上で、風圧の影響を緩和するための施策(背面の風囲い等)を行う。

3) 積雪に対する対応

積雪時に架台下部(集熱器の下端)と、地面または屋上等の架台設置面とが、この間に積もった雪でつながらないよう(アーチを架けない)に、架台高さを十分にとることが要点である。また仮に積雪でスペースが埋まった場合は、直ちに除雪して強力な引張り荷重の発生を防ぐ必要がある。また、集熱器の積雪強度や、設置に対する注意事項等は、事前に各メーカーの仕様より、確認を必要とするが、架台についても目標とする強度を、設置場所での積雪深さの階級、日数等⁴から明らかにしなければならない。更に、集熱配管や計装工事についても、配管の収まり、配管勾配、保守及び積雪への影響緩和を考慮して計画する。

4) 架台の集熱器取付け位置だし

集熱器の取付け穴ピッチ、集熱器間の離隔等は、事前に各メーカー仕様を確認する。その上で、各社の標準図面を基に、寸法出しを行う。寸法出し時に誤差が累積されないように、基点を設けて基点より行う。また、取付け穴は必ずバカ穴とし、架台と集熱器との誤差を吸収できるものとする。

5) 架台の種類

傾斜屋根に直置き設置するタイプ

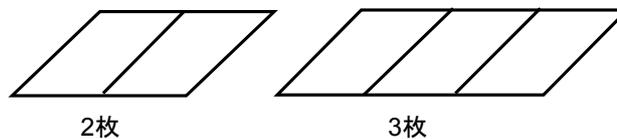


図 2.3.1 架台直置き設置タイプ

出所)「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」矢崎総業(株)

⁴ 建設省告示(第1455号)「多雪地域の定義」「積雪量と初終間日数」または理科年表(気象部:気象庁データ)「積雪深さの階級別日数」を参照

30°前後の傾斜をつけて設置するタイプ

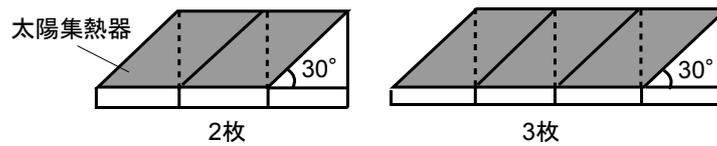


図 2.3.2 架台傾斜設置タイプ

出所)「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」矢崎総業(株)

積雪地域架台(積雪量に合わせ脚の高さを定め、45~60°前後の傾斜を付ける方が望ましい)

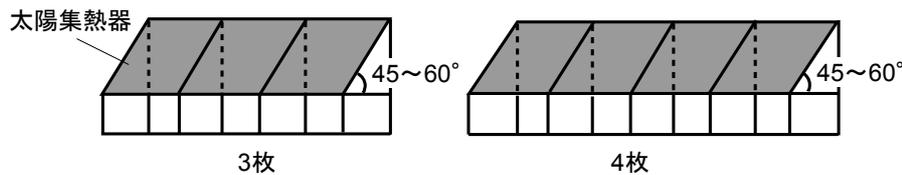


図 2.3.3 架台積雪地区設置(平板形集熱器)の場合

出所)「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」矢崎総業(株)

2.3.2. 架台の取付け

1) 架台取付けのポイント

集熱器の設置作業は高所作業となるので、十分注意する。

架台は設計図書に応じて、適切に固定する。

設置方位角は、真南を中心に東方向45°以内、傾斜角は30°程度とするのが一般的であるが、冷房用では、それより小さく、冬期の給湯用に重点をおく場合では大きくする等用途や、積雪、風等の気象条件を考慮して選定することが望ましい。

建物、木の影等の影響がないようにする。

集熱器は、水抜きやエア抜きのため、逆勾配になるような設置はしないようにする。

保守点検のスペースを確保する。

集熱器の反射光が近隣へ迷惑にならないように据付ける。

集熱器と架台は密着するように固定する。軟弱な材料を用いて架台にすると、集熱器の部材外れや屋根材等に片当りし、集熱器破損及び屋根材によっては、屋根又は防水が破損する恐れもある。架台の材料は、一般には形鋼を使用し、必ず防錆処理を行う。ブラケット締め付け前に②寸法が0になるようにする。②寸法が設置時に0にならない場合は、ライナー等をはさんで調整する(図 2.3.4 参照)。

取付金物、ボルト等支持材料は防錆、防食処理の施してあるものを使用する。

既設建物では、架台の固定部分が風化してくる事もあるので、強度を確認する。

建物の防水処理(例えば、防水モルタル、防水シート、塗膜防水等)を適切に行う。

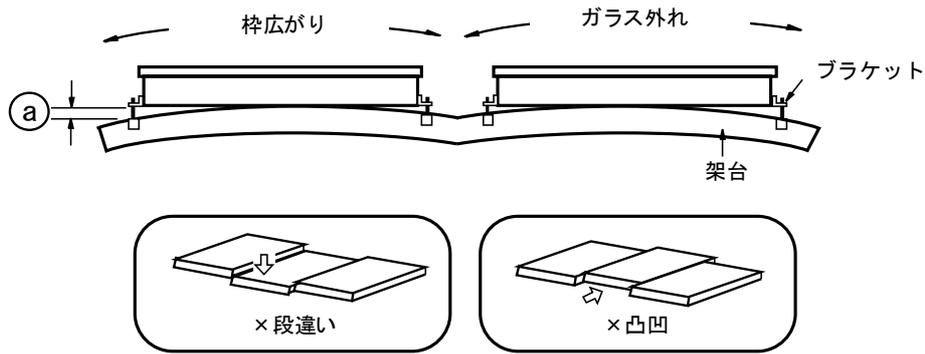


図 2.3.4 集熱器の架台取付方法

出所)「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」矢崎総業(株)

2.3.3. 工場製作型(ユニット組立)架台

工場製作型架台は、品質の安定・低価格・短納期というメリットを生かし、施工の簡素化を実現している。ここでは、工場製作型架台の例として、幾つかの構成ユニットに梱包され、現場搬入の後、組立てる方式の架台を紹介する(表 2.3.1、図 2.3.5 参照)。

表 2.3.1 工場製作型架台の仕様例(3枚設置の場合)

項目	内容	
形式番号	SCR-1020A1	
適用集熱器	スーパーブルーパネル SC-V1020、ブルーパネル SC-X1020	
傾斜角度(γ)	35°	55°
外形寸法 高さ×奥行×幅 [mm]	1,450×1,940×3,370	1,940×1,450×3,370
アンカーボルトピッチ 奥行き×幅 [mm]	1,740×1,090	1,250×1,090
材質	SS400 (SS41)	
表面処理	溶融亜鉛めっき (HDZ 40)	

出所)設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月]矢崎総業(株)

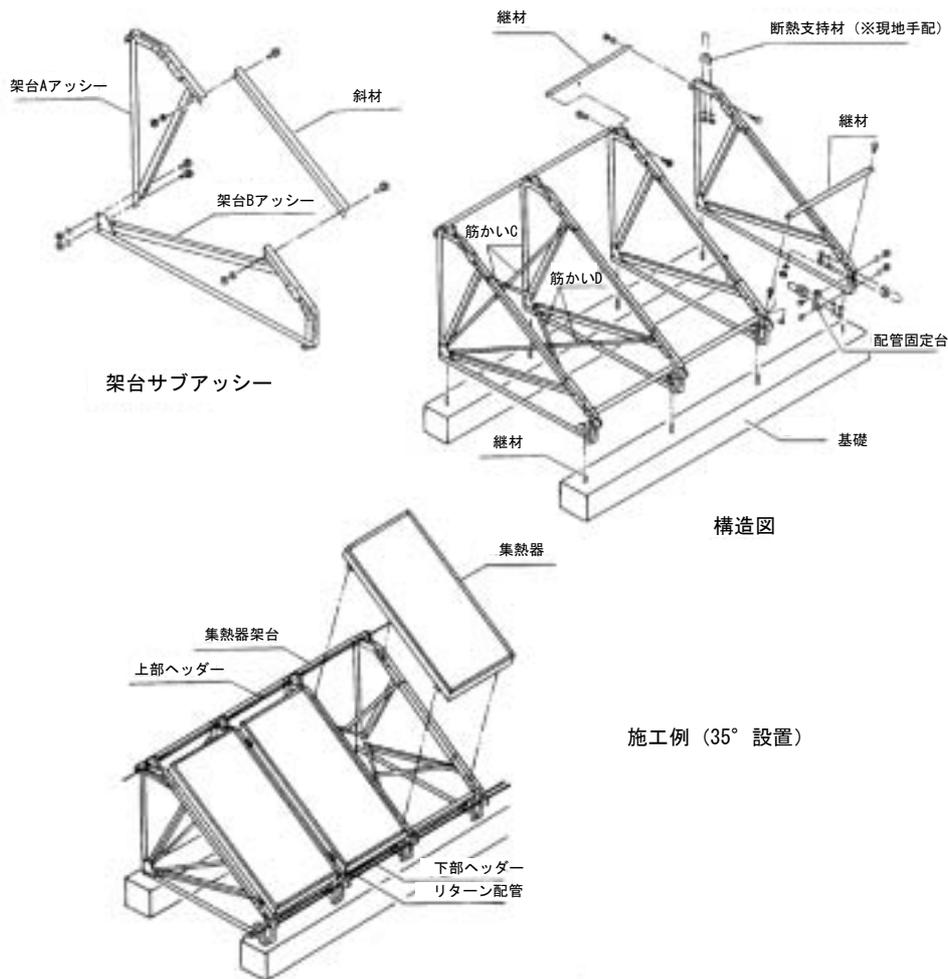


図 2.3.5 工場製作型架台の構造及び組立例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

2.4. 集熱器

2.4.1. 集熱器の取付けポイント

- 1) 集熱器の架台への取付け用穴の寸法出しを行なう時は、寸法誤差が累積されないように基点を設けて、基点より寸法だしを行う。ただし、各社で販売している専用の化粧板を使用しない場合は、必ずしも限定はされない。
- 2) 集熱器の取付け上下は各社の標準図を基に決定する。
- 3) 集熱器を架台に固定する金具は、ステンレス等の耐腐食性のあるもの、または防錆処理を行ったものを使用し、架台に強固に取付ける。
- 4) 集熱器は配管からの熱損失を少なくするため、できる限り蓄熱槽へ近づけて設置する。
- 5) 集熱回路が開放システムの場合には、集熱ポンプ停止時に集熱器及び集熱配管内の水(ただし、蓄熱槽水位よりも上部)を回収できるように集熱器と蓄熱槽の位置を決定する(図 2.4.1 参照)。
- 6) 集熱器を取付ける際、建屋を傷めないよう注意する。破損を生じた場合は補修する
- 7) 一般には集熱器の表面は強化ガラスが多く見受けられるが、強化ガラスでも乱暴な取扱いをすると破損する場合もある。運搬取付けには衝撃を与えないよう注意する。

- 8) 集熱器の仕様によっては、空焚きを行うと、集熱器に悪い影響を与える場合もあり得るので、その場合には集熱配管が終了するまで幌などで直接日射を当てないようにする。

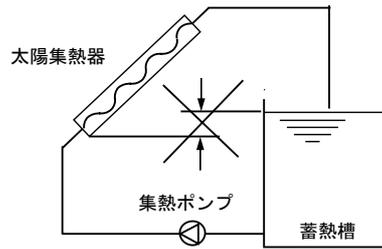


図 2.4.1 集熱部と蓄熱部との位置

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

2.4.2. 集熱器の取付方法

各社の標準図を基に施工する。

1) 架台への取付け例

取付け方法

集熱器に取付けられている取付け脚を利用して、ステンレスボルト等取付金具を使用し、架台に強固に取付ける(詳細は図 2.4.5 参照)。

2) 集熱器の化粧板取付け例

(詳細は図 2.4.2 参照)

集熱器に直接ねじ、釘等を打ち込まないこと。

集熱器のガラス面に、化粧用の板が覆いかぶさらないようにする。

集熱器に影がでないように施工する

万一の場合、容易に取り外しのできる構造にする。

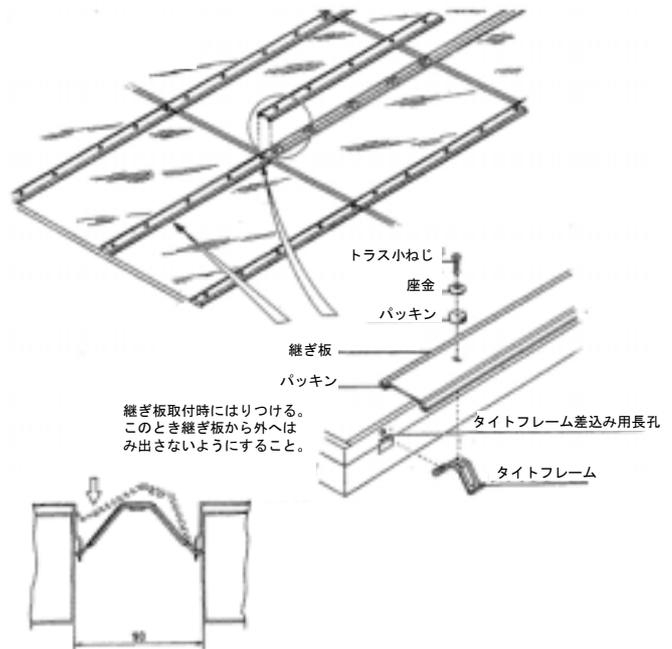


図 2.4.2 集熱器廻りの化粧板取付例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」〔2009 年 11 月〕
矢崎総業(株)

2.4.3. 集熱器の設置方法

本項で扱う集熱器は、工場組立型である。屋根に設置する場合は屋根材としての機能を併せ持つことが理想であるが、屋根一体型集熱器と異なり、専用の雨仕舞が必要である。

1) 平板形集熱器の設置

集熱器の設置方法は、傾斜屋根に直接取付ける、傾斜屋根に架台(受材)を設けて取付ける、陸屋根又は地上に架台を設けて取付ける、等があり、それぞれ以下に事例を示す。

① 傾斜屋根への設置例

【瓦棒葺屋根の場合】

傾斜屋根を板金加工の瓦棒で葺き、建物の雨仕舞の役目をすると同時にこの瓦棒に専用の止め金具を利用して、集熱器を取り付ける。瓦棒は各社の標準図を基に施工するが、集熱器取付に支障が出ないように、瓦棒とこれに接合する止め金具アッシーとの嵌合性(嵌め合い)、瓦棒のピッチや真木なしの採用等について、事前に施工方法を確認する(図 2.4.3 参照)。

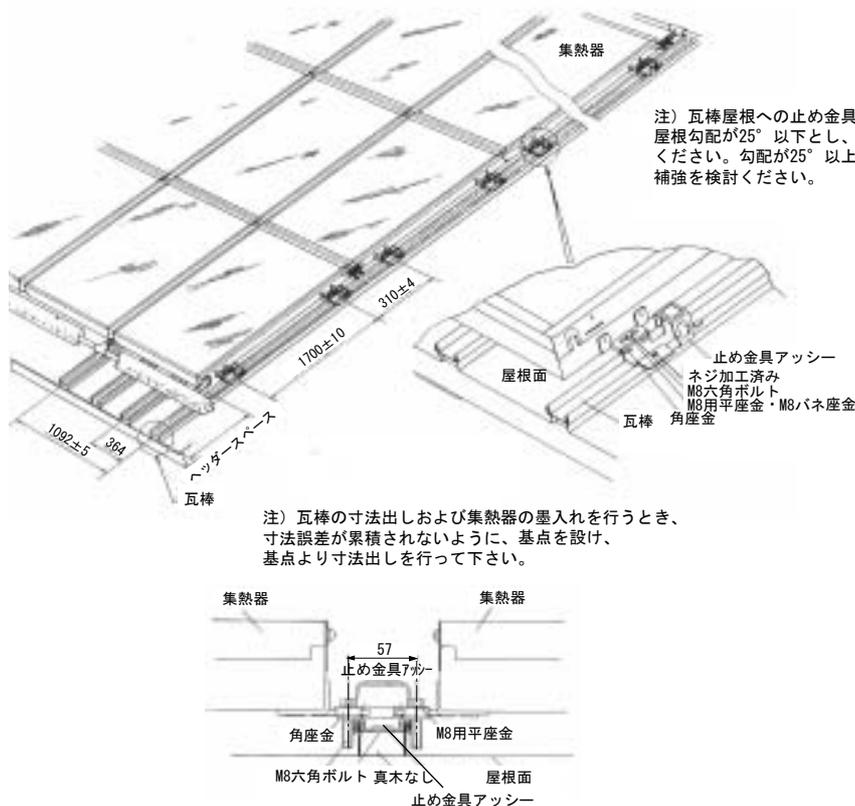


図 2.4.3 瓦棒葺き屋根の施工と集熱器の設置例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

② 傾斜屋根に受材を利用する設置例

【コンクリートスラブ屋根の場合】

コンクリートスラブに集熱器取付用鋼製受材を、アンカーボルトを利用して設置する。コンクリートスラブは防水処置を行うことは勿論、アンカーボルト施工部位にはコーキング等により、雨仕舞を行う。集熱器取付用鋼製受材に、取付穴の寸法出し行う（図 2.4.4 参照）。

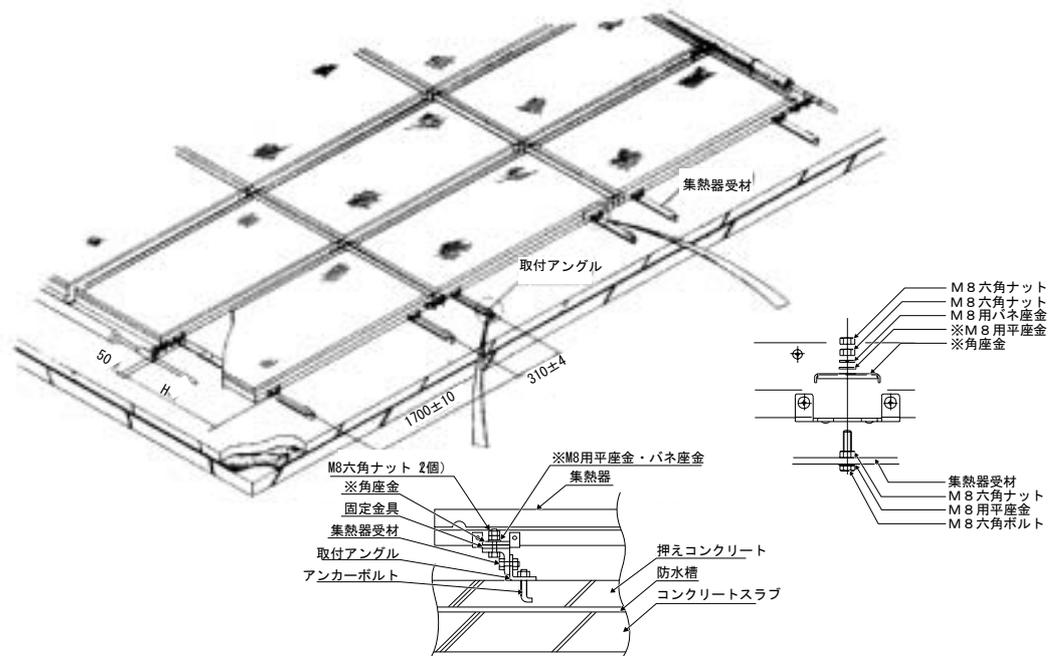


図 2.4.4 コンクリートスラブ屋根と集熱器の設置例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」〔2009年11月〕矢崎総業(株)

③ 陸屋根又は地上に架台を利用する設置例

架台は現場施工型と、ユニット型（工場生産組立型）があるが、いずれにしても集熱器運転質量と、関連付属部品や配管等の合計質量及び、風圧に十分耐え得る強度とする。コンクリートスラブは防水処置を行うことは勿論、アンカーボルト施工部位にはコーキング等により、架台の基礎は雨水の侵入の無いよう防水パッキン、コーキング等により雨仕舞を行う。集熱器の取付用穴の寸法出しを行う時、寸法誤差が累積されないように、基点を設けて寸法出しを行うこと（図 2.4.5 参照）。

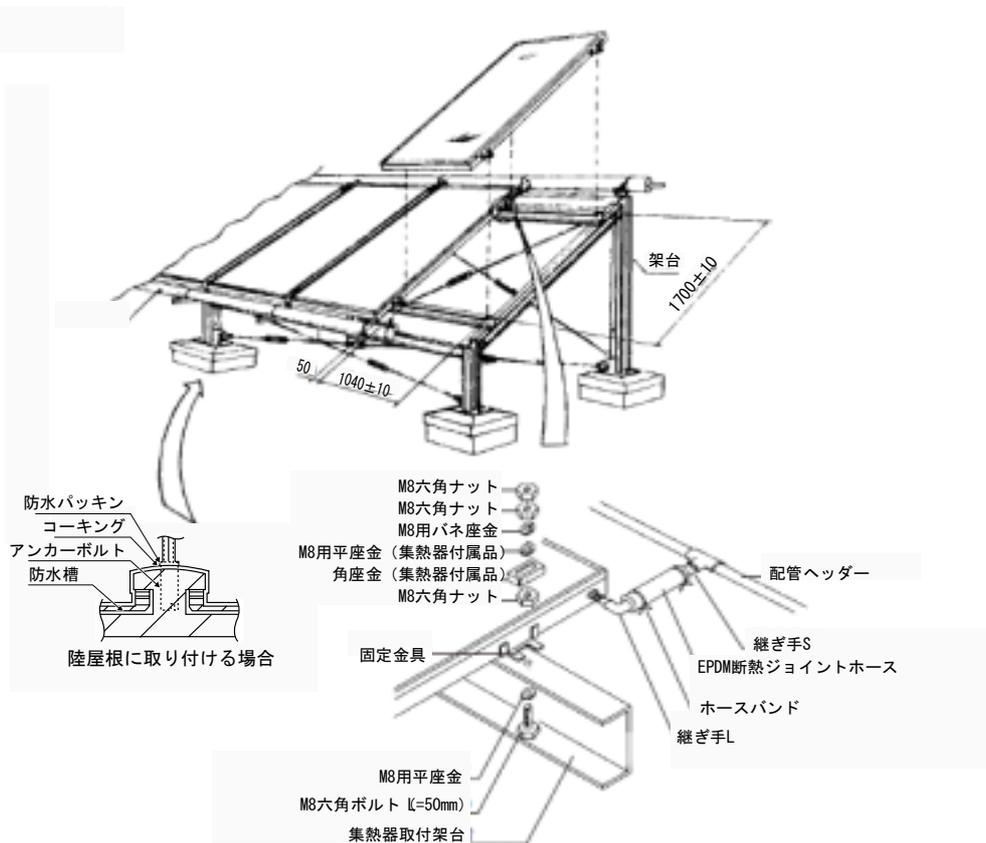


図 2.4.5 陸屋根又は地上に架台を利用する設置例（平板形の場合）

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

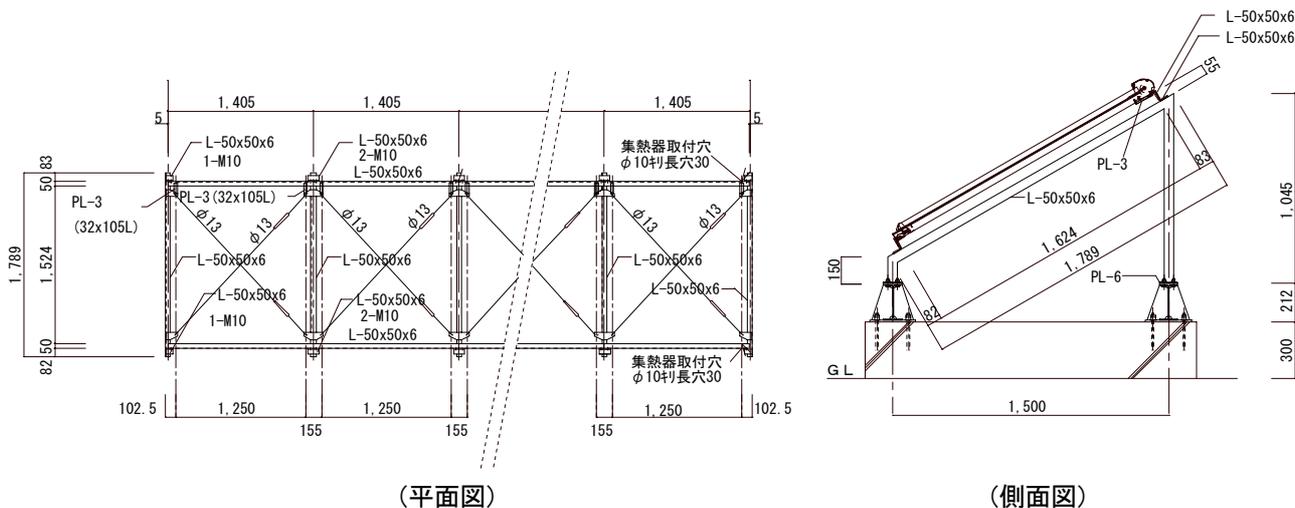
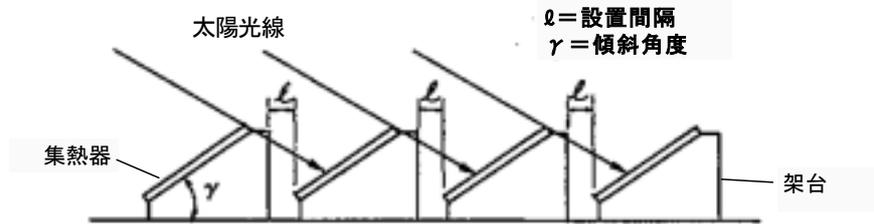


図 2.4.6 陸屋根又は地上に架台を利用する設置例（真空ガラス管形の場合）

資料提供) サビオ株式会社

2.4.4. 集熱器の多列設置

集熱器を多列設置する場合は、集熱器前後の設置間隔と影の关系到注意し、後方の集熱器への日射が遮られないようにしなければならない。特に、太陽光線は夏期に比べて、冬期に低くなり影になり易くなるので注意を要する（図 2.4.7 参照）。



（参考）設置場所が北緯 35 度付近の場合

$\gamma = 35^\circ \rightarrow l = \text{約 } 2\text{m}$

$\gamma = 55^\circ \rightarrow l = \text{約 } 3\text{m}$

図 2.4.7 設置間隔と影

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」〔2009 年 11 月〕矢崎総業（株）

2.5. 蓄熱槽

2.5.1. 蓄熱槽の設置方法

1) 据付場所の選択

設置場所のチェックを行い、蓄熱槽満水質量に耐える場所を選ぶ。

配管等からの熱損失を極力少なくし、経済性を高めるために集熱配管及び給湯配管を極力少なくできる場所を選ぶ。

蓄熱槽からの排水が容易にできる場所を選ぶ。

据付場所の選定には搬入経路を考慮する。

蓄熱槽の上面及び周囲には保守スペースが必要であり、人が一人座って作業できるスペース、周囲 1.5m、上面 1.5m 以上取ることが望ましい。

2) 搬入

建物及び蓄熱槽に傷がつかないように、搬入経路を事前に計画する。

必要ならば台車等の道具も用意し、安全を確認し、搬入する。

蓄熱槽の梱包は、設置場所にて解き、部品点検及び付属品を確認してから設置する。

3) 基礎工事

蓄熱槽が倒れないように、基礎に設置する時はアンカーボルトにて強固に取付ける。アンカーボルトの取付け位置及び取付け寸法は、各社の標準図を基に決定する。

a. 基礎参考図（図 2.5.1）

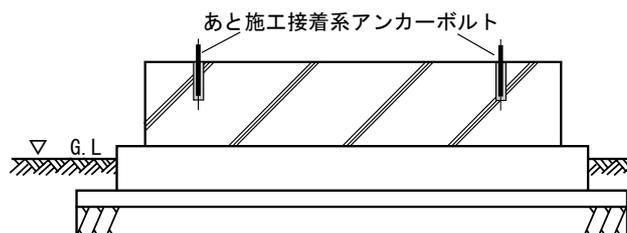


図 2.5.1 基礎施工例 資料提供) 森松工業（株）

b. 蓄熱槽の基礎設置方法参考図（図 2.5.2）

蓄熱槽はアンカーボルトにて、水平に確実に固定する。

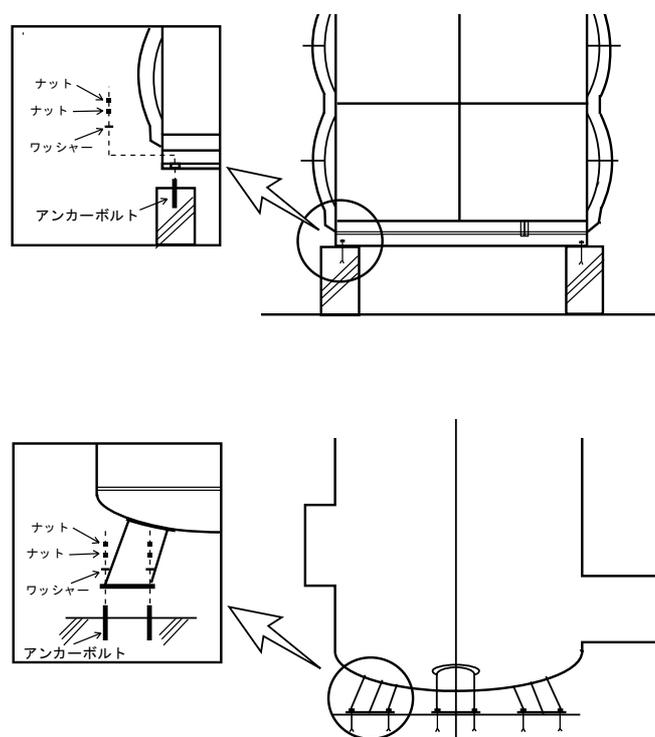


図 2.5.2 蓄熱槽の基礎設置方法例

資料提供) 森松工業 (株)

蓄熱槽からの各配管の取り出し、付属する各機器の配置等を十分に考慮し、基礎の形状、大きさを決定する。

基礎面は水平に仕上げる。

2.6. 冷凍機・その他の機器

冷凍機、冷却塔、電気温水器、ボイラー、熱交換器及び油タンク等の機器、及び設備の設置について注意すべき点について述べる。

2.6.1. 設置場所の検討

1) 設置場所の周囲状況の確認

屋外設置か、屋内設置かを確認する。

振動、騒音によって他の場所に影響がないようにする。必要に応じて、適切な防振、防音対策を行うこと（特に回転機械類）。

機器の性能が低下する場所は避けること。

水抜きを行う必要がある機器に対しては、排水溝を設けること。

機器の内部配管の腐食、スケール付着が生じる悪環境に設置しないこと。

火気、引火物のそばに据付けないこと。

機器自身で発生する排気、湿気、排水及び飛沫水等が他に影響を与えぬこと。

湿気の多い所や湿度が低い所、または高い所で機器を使用するときには注意すること。

機器や設備等の配管距離が長いと、熱ロスが多くなるため、可能な限り近くに設置すること。

2) 設置面積

保守点検を考慮して十分なサービススペースをとること。

3) 搬入経路

機器を搬入する場合、分割可能かどうかを確認する。

機器の搬入経路はあらかじめ確保すること。特に曲り部、高さ関係に注意すること。

4) 水質

水質の悪い水を機器に循環させると、スケールが付着し、性能が低下したり、腐食により故障を起こすことがあるので、水質の確認を行うこと。水質の基準を表 2.6.1 示す。

表 2.6.1 水質基準

項目	基準値	項目	基準値	項目	基準値
PH (25℃)	7.0~8.0	アンモニウムイオン NH_4^+	0.1mg/l 以下	全硬度 CaCO_3	70mg/l 以下
電気導電率	30mS/m 以下	残留塩素 Cl	0.3mg/l 以下	硫化物イオン S^{2-}	検出しないこと
塩化物イオン Cl^-	30mg/l 以下	鉄 Fe	0.3mg/l 以下	イオン状シリカ SiO_2	30mg/l 以下
硫酸イオン SO_4^{2-}	50mg/l 以下	酸消費量 (pH4.8) CaCO_3	50mg/l 以下		

出所) 日本冷凍空調工業会水質基準 JRA-GL-02

2.6.2. 基礎

基礎は、設置場所(屋上、中間階、地上等)や設計用水平震度、機器の質量、重心位置、基礎ボルト間隔・本数・太さ・埋込長さにより、多様な設計仕様となるが、いずれも耐震基準に基づいた設計を行う。詳細は、「建築設備耐震設計・施工指針 2005 年版(財)日本建築センター」を参照いただきたい。

- 1) 機器の性能及び構造上水平設置する機器がある。水平出しを容易にするために基礎は水平に施工すること。
- 2) 機器の転倒を防ぐ意味でも、必ずアンカーボルトで確実に基礎を固定すること。
- 3) アンカーボルトは設置場所により埋め込み寸法は検討しなければならない。

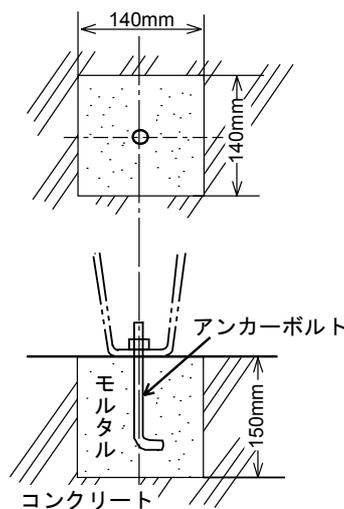


図 2.6.1 アンカーボルト埋込み参考例

出所) 「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」 矢崎総業 (株)

2.6.3. 搬入

- 1) 機器によっては横倒しが不可能なものもあるため、機器メーカーの搬入要領書に従って搬入のこと。
- 2) 機器の車輛等への積み込み、積み降ろしは静かにいき、衝撃を与えないこと。搬入の際には外装を傷付けないよう慎重に行うこと。
- 3) 吊上げ治具が現場にある場合は、機器についているアイボルトにロープを掛けて、機器の重心が固定するように吊上げて設置すること（図 2.6.2）。

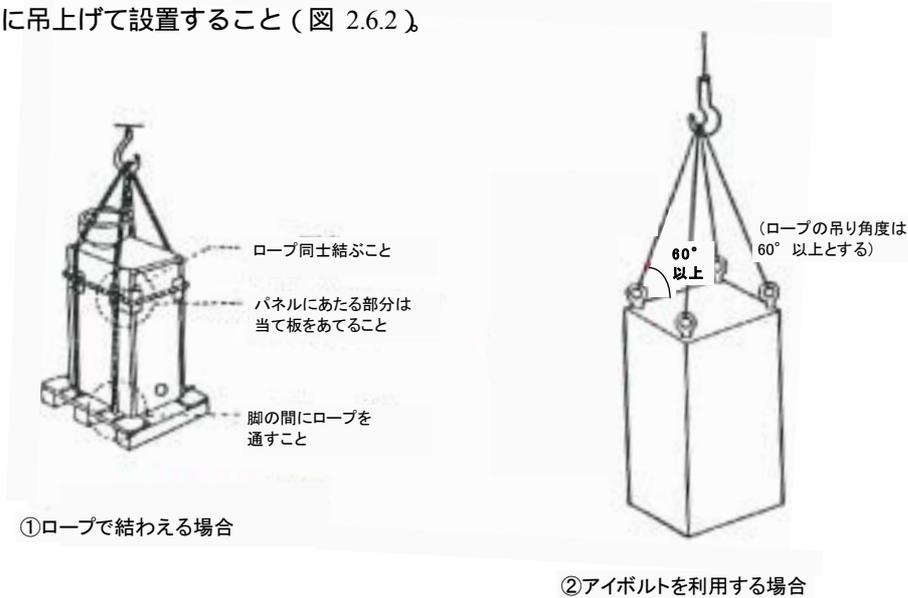


図 2.6.2 吊上げ参考図

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

2.6.4. 設置

- 1) 基礎に本体を設置後、機器の水平出しを行うこと。水平出しには、前後・左右の傾きを水準器で調整しながら行う必要がある。
- 2) 熱膨張の大きい機器は、熱膨張を逃がすために前脚を固定した場合、後脚のボルトを緩めるなどしてスライド脚にしておくこと。
- 3) 機器の振動、騒音が問題となる場合は、防振パッド、防振ゴム又は防振架台を用いること(図 2.6.3)。設置される機器の特性(質量、振動特性等)によってこれを打消す防振材(防振パッド、防振ゴム、スプリング等)を基礎と機器の間に設置して、運転振動を減衰させる。

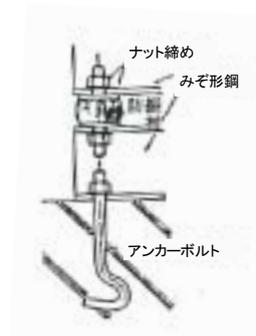


図 2.6.3 防振ゴム施工参考図

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

第3章 配管工事

ここでは、配管の施工に関わる材料ごとの切断、接合、及び支持・固定について記す。

3.1. 配管の施工

3.1.1. 管の切断

管の切断は管径が変形や、縮小しないよう適切な工具を用い、管芯に直角に切断する。切断工具を以下に示す。

鋼管：白ガス管は原則的に使用しない。黒ガス管の場合、通水熱媒温度が低温から高温までの広範囲に及ぶことから、溶存酸素や不純物の濃縮に影響する腐食対策が必要とされる。なお、工具は以下のステンレス鋼管と同一とする。

ステンレス鋼管：パイプカッター、金切りのこ、のこ盤、ガス切断機等

銅管：パイプカッター、金切りのこ、のこ盤、小形電動のこ等

いずれの管でも切り口の反りはていねいに取り、取り屑は取り除き、工事中開口部にゴミ類が入らないようプラグ、キャップ、その他の方法で養生する。接続前に管内を点検し、清掃の上接合する。

3.1.2. 管の接合

(1) 鋼管の接合

① 溶接接合

溶接接合には突合溶接、差込溶接および、フランジ溶接等により、管接合が行われるが、芯出しや開先加工に注意し、溶接法はボイラー構造規格⁵に準じて施工する。

② ねじ接合

ねじの JIS B 0203 (規格改正により、ISO7/1 に基づく管用ねじが規定された) は、ねじ部において耐密性のある結合ができるものとして、テーパねじ及びテーパおねじ用平行めねじを規定している。施工の現場では、テーパおねじ/テーパめねじ又は、テーパおねじ/平行めねじの組合せを行い、しっかり締め込んでも実用のものには、山の頂と谷底との間にわずかな隙間が存在するので、管は正しく切り加工することは勿論、おねじ部にシールテープを巻くか、シール剤を塗布して組込む必要がある。接合には所定の最小ねじ込み山数(表 3.1.1)を確保して十分締付ける。

表 3.1.1 最小ねじ込み山数の例

管径 (mm)	可鍛鑄鉄製管継手 (一般配管用) *1
15	5
20	5
25	5
32	6
40	6
50	6
65	7
80	8
100	9
125	11
150	13

*1 管用テーパねじ (JIS B 0203) の基本径の位置までを示す。

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕
(社)ソーラーシステム振興協会編

⁵ 労働安全衛生法 第 37 条第二項規定に基づく、ボイラー構造規格 (溶接、水圧試験) を参照。

(2) ステンレス鋼管の接合

ステンレス鋼管（一般配管用ステンレス鋼管：JIS G 3448）は、通常プレス接合、圧縮継手接合が多く採用されている。

プレス接合

a . パイプをパイプカッターで切断し、切断口外周のバリとりをする。

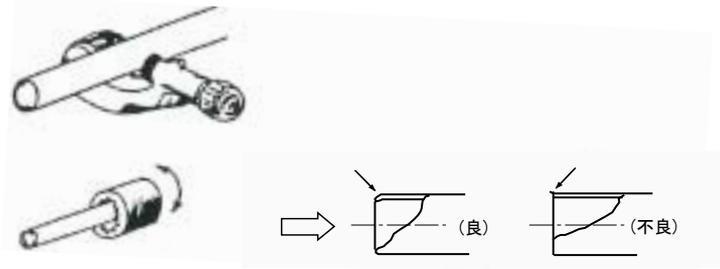


図 3.1.1 切断の仕方

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

b . 接続端をラインゲージにてラインマークを入れる。

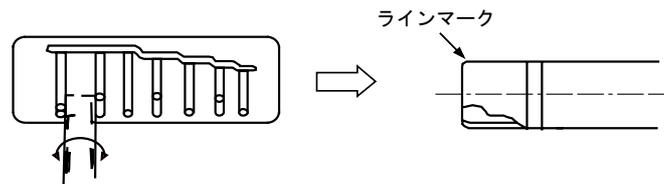


図 3.1.2 ラインマークの記入

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

c . 接続パイプをパイプカッターで切断し、切断口外周のバリとりをする。

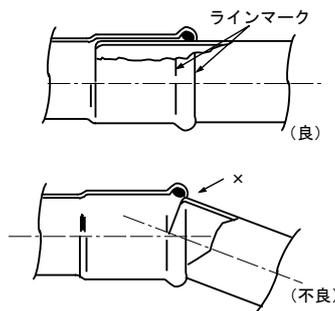


図 3.1.3 管の挿入

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

d . プレスツールにてプレス接続する。シール部にゴムのOリングを使用しているため、ゴムの材質は使用温度（太陽熱利用システムの場合、90～95 の連続高温水）に耐えられるようなもの（例えば、エチレン-プロピレンゴム（EPDM）ゴムやシリコンゴム等）を選定する。

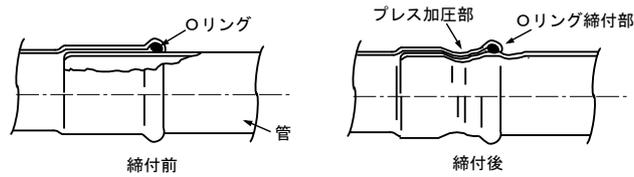


図 3.1.4 接合

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

② 圧縮継手接合

継手がステンレス鋼用のものを使用すること。

- a . 接続端は直角に切断し、管端内外面のバリとりをする。この時、管を扁平させたり、外表面を傷つけないように注意する。
- b . 管端より袋ナット及びスリーブを挿入する。
- c . ネジ部、スリーブには油またはグリースを塗る。
- d . ナットを手で締め付けていき、締め付けが出来なくなるまでねじ込む。この点をゼロポイントとしてマークする。
- e . このゼロポイントから更に $1 \sim 1\frac{1}{6}$ 回転締め付ける。

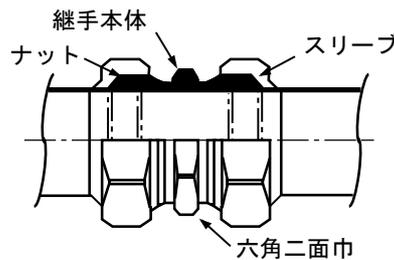


図 3.1.5 圧縮継手接合

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

(3) 銅管の接合

① 差し込みろう付接合

銅管と継手とのろう付接合は、すでに銅管の外径に合うように加工された専用の継手（銅管継手や銅合金铸件継手）の端部に銅管を差し込み、硬ろうや軟ろうにより接合部をガス加熱し、ろう材を隙間に流し込み接合する。隙間は図 3.1.6 からわかるように軟ろうでは約 0.02 mm 程度、硬ろうでは 0.03 mm 程度がよい。軟ろうと硬ろうとは、表 3.1.2 に示す通りである。

表 3.1.2 ろう材の種類

ろう結合	軟ろう	原則として Sn-Ag 共晶合金とし、ろう付け温度 220 程度のもの
	硬ろう	JIS K 3264(りん銅ろう)、JIS Z 3261(銀ろう)または JIS Z 3262(黄銅ろう)の硬ろうとし、その用途に適用するもの

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」
(社)ソーラーシステム振興協会編

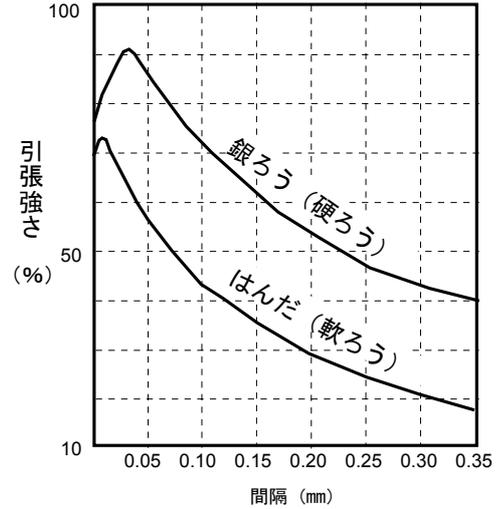


図 3.1.6 ろう付間隔と引張り強さ

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」
(社)ソーラーシステム振興協会編

接合の作業工程は、

- 接合部の表面をワイヤーブラシ等で磨き、酸化皮膜をとる。
- 溶剤(フラックス)を接合面に塗布し、銅管を継手に挿入させる。ただし、りん銅材はフラックスなしでもよい。
- バーナーで接合部を十分に予熱後、下記の温度で接合材を接触溶解させる。
 - 軟ろう(はんだ)では、220 程度
 - 銀ろうでは、650~800 程度
 - りん銅ろう材では、700~850 程度

ろう材の溶解温度は軟ろうと硬ろうでは大幅に異なり、軟ろうはトーチランプで溶解するが、硬ろうはアセチレンガス等を使用する必要がある。硬ろうは一般に 50 mm以上の口径の接合や、強度を必要とする接合部に使用される。ろう材は継目部に接触、加熱されると銅管との間に毛細管現象により接合する。

- ろう材が全周に浸透したのを確認してから加熱をやめる。軟ろうでは、ろうが完全に固まらないうちにブラシで余分のろうを取り除く。硬ろうでは、よく冷えてから周囲の酸化皮膜を研磨布等で取り除き、磨く。

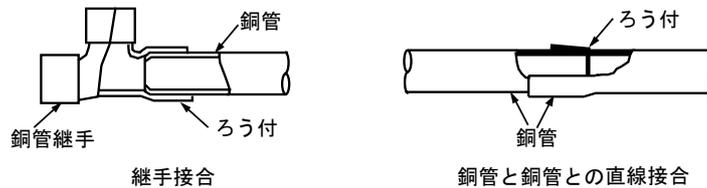


図 3.1.7 差込みろう付接合

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

② 圧縮継手接合

継手が銅用のものを使用すること。

- a. 接続端は直角に切断し、管端内外面のバリとりをする。この時、管を扁平させたり、外表面を傷つけないように注意する。
- b. 管端より袋ナット及びスリーブを挿入する。
- c. ネジ部、スリーブには油またはグリースを塗る。
- d. ナットを手で締め付けていき、締め付けが出来なくなるまでねじ込む。この点をゼロポイントとしてマークする。
- e. このゼロポイントから更に1~1 $\frac{1}{2}$ 回転締め付ける。

(4) ポリエチレン管の接合

架橋ポリエチレン管の登場により、耐熱性をはじめ、耐久性・施工性及び安全性等が大幅に向上し、配管システムへの採用が拡大している。これを受けて、管をサヤ管に収納したり、保温材付のもの、更には管の外部に金属層や保護層を付加したもの等、施工性を改善した製品や、多彩な施工方法の確立等の進展が見られる。管の接合も、メカニカル接合や融着接合に大別されるが、各々は更に多様化している。ここでは、比較的多く採用されている、メカニカル接合の例を紹介する。

(管・継手及び接合方法は、これ等の製品を提供するメーカーの仕様や標準施工方法を事前に確認する)



図 3.1.8 ポリエチレン管と外装例

出所) 技術資料「ドライフレックス [2008年4月]」他 (株)タブチ

表 3.1.3 工具類

作業項目	工具名
切断	表示用マジックインク、パイプカッター、保温被覆カッター、ナイフ、リーマ、面取器、曲げ器等
接合	スパナ、パイプレンチ、モンキレンチ、プレス工具、検査ゲージ等

出所) 技術資料「ドライフレックス [2008年4月]」他 (株)タブチ

① 切断

- a. 切断箇所にマジックインクでマーキングする。このとき保温材の被覆がある場合は、事前に被覆を剥いておく。
- b. 管に対してパイプカッターを直角にして、事前に位置決めした個所を直角に切断する。
- c. 切断時に管が扁平した場合は矯正する。また、利用する継手によっては、リーマ加工や面取りを行う。
- d. 管の曲げ加工を行う場合は、各々の管に指示されている管外径の倍数により加工する。また、専用の曲げ器がある場合は、これを使用する。

② メカニカル式継手による接合例

- a. 切断した管を、メカニカル継手に装着する。このとき挿入を確実なものとするため、装着量を目視でチェックする。またインジケータ表示のあるものは目視にて確認する。
- b. レンチを継手本体のレンチ掛をつかみ、他のレンチは袋ナットに掛けて、袋ナットが本体ストッパーに接するまで締め付ける。



注) 接合方法と口径の対応は、メーカーの仕様にて事前確認を必要とする。

図 3.1.9 ポリエチレン管のメカニカル式継手接合例

出所) 技術資料「ドライフレックス [2008年4月]」他 (株)タブチ

③ プレス式継手による接合例

- a. 事前に面取りした管を、まっすぐに継手の奥まで差し込む。
- b. 専用のプレス工具を利用して施工する。プレス工具には、手動式と電動式があるが、双方ともに施工する管の呼び径に合わせた、ダイスを加圧面に装着する。
- c. 継手のスリーブ当り面に、プレス工具のダイス面とで、軽く位置決めを行い、その後に加圧ハンドルを手動操作又は、電動式の作動スイッチを操作してプレス作業を行う。
- d. プレス箇所に検査ゲージを嵌めて、プレス量の良否 (締付 (加圧) が正常の場合は、ゲージに入り、締付不足の場合はゲージに入らない) を確認する。



図 3.1.10 ポリエチレン管のプレス式継手接合例

出所) 技術資料「ドライフレックス [2008年4月]」他 (株)タブチ

(5) 硬質塩化ビニル管の接合

硬質塩化ビニルの接合法には、一般にTS接合とゴム接合がある。

① TS接合

TS接合は、Taper Sized Solvent Welding Method の略称で、冷間工法のことである。接合原理は接着剤による塩化ビニル管の膨潤と弾性を利用したものである。図 3.1.11 に TS 接続の概要を示す。

手順 切断したパイプは面取り後継手に軽く挿入し、パイプが止まる点をゼロポイントとしマークする。

手順 パイプと継手受口部をウエス等で清掃する。

手順 パイプを継手から抜き、指定された接着接合長さ（標線）をマークする。

手順 継手受口 パイプ差口部に均一に接着剤の塗布を行う。

手順 塗布後すばやくパイプを挿入する。(ゼロポイント) P点までは膨潤層により流動的に差し込み、P点からS点までは力を込めて挿入する(変形差込)

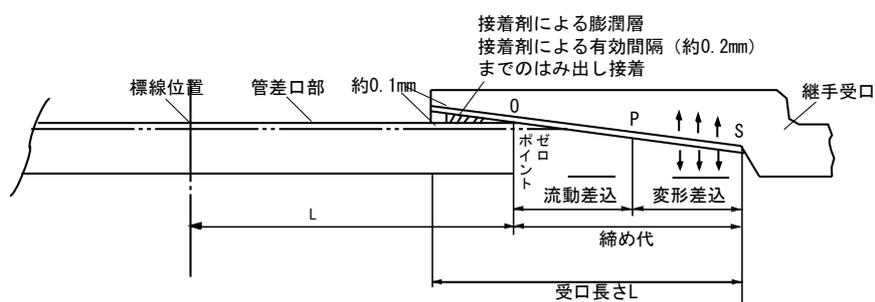


図 3.1.11 TS接続

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成21年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

表 3.1.4 TSの標準押え時間

呼び径	Φ50 以下	Φ65 以上
時間	30 秒以上	1 分以上(夏期) 2 分以上(冬期)

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成21年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

② ゴム接合

a. 管の切断は管直に対して直角になるように切断線を記入してから行う。切断の後、面取り加工をし、受口部の長さを測定し、差口部に標線を記入する。

b. 差口部・受口部・ゴムリング溝をきれいに清掃し、滑剤を塗布し一気に差口部を受口部に差し込む。

注) 差口部の標線の記入寸法等についてはメーカーの仕様を確認して施工すること。

3.1.3. 配管の支持固定

配管の支持固定は

- 1) 配管質量を支える。
- 2) 配管のたわみを防止する。
- 3) 配管の水抜き勾配を維持する。
- 4) 外部からの振動や配管自身による熱圧縮に対応する。

などのため必要とされる。横走管の支持間隔の基準例（SHASE 及びメーカー施工要領）を表 3.1.5 に示す

表 3.1.5 横走管の支持間隔

鋼管	管径 20 mm 以下	1.8m 以内
	管径 25 ~ 40 mm	2.0m 以内
	管径 50 ~ 80 mm	3.0m 以内
	管径 90 ~ 150 mm	4.0m 以内
	管径 200 mm 以上	5.0m 以内
銅管	管径 20 mm 以下	1.0m 以内
	管径 25 ~ 40 mm	1.5m 以内
	管径 50 mm	2.0m 以内
	管径 65 ~ 100 mm	2.5m 以内
	管径 125 mm 以上	3.0m 以内
ポリエチレン管	管径 10 ~ 50 mm	1.0m 以内
硬質塩化ビニル管	管径 16 mm 以下	750 mm 以内
	管径 20 ~ 40 mm	1.0m 以内
	管径 50 mm	1.2m 以内
	管径 65 ~ 125 mm	1.5m 以内
	管径 150 mm 以上	2.0m 以内

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

配管系において、支持・固定金具を原則として設ける箇所を以下に示す。

- 1) ポンプ、ボイラー、各コイルなど機器廻り配管
- 2) 配管途中に装置類(温調弁、二方弁、三方弁、減圧弁など)が取り付けられているその機器の近くに、口径が 90mm 以下の場合は 1 点、100mm 以上の場合は 2 点の支持点を設ける(エラー! 参照元が見つかりません。)



図 3.1.12 弁類などの支持点

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

- 3) 水平曲がり部で、口径が 25mm 以下の場合は曲り部より 500mm 以内に、口径が 30mm 異常の場合は曲り部より 800mm 以内に支持点を設ける(図 3.1.13)

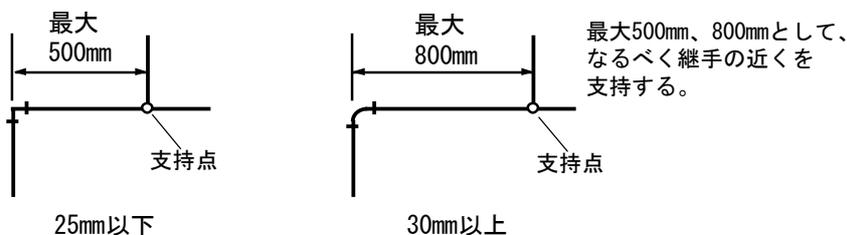


図 3.1.13 水平曲り部の支持点

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

4) 立上り部の曲り部より 300mm 以内に支持点を設ける (図 3.1.14)。

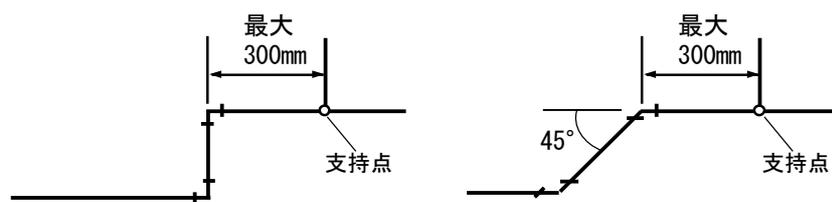


図 3.1.14 立上り部の支持点

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

5) 分岐点と曲り部間が 600mm 以上ある場合は、途中に 1 点以上の支持点を設ける (図 3.1.15)。

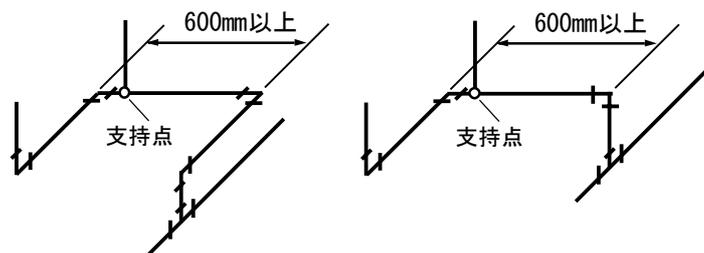
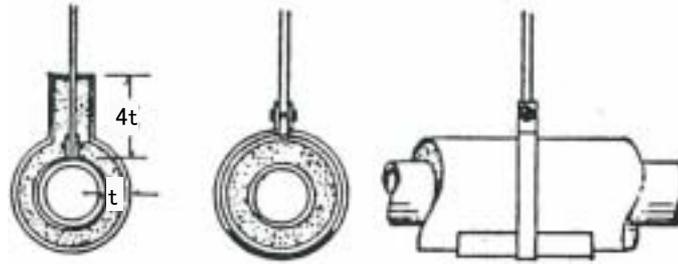


図 3.1.15 分岐点の支持点

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

配管の支持・固定方法は、

- 1) 支持間隔は補修・サービス・断熱工事ができるようにする。
- 2) 配管の熱伸縮に対応できるようにする。
- 3) 配管支持部からの伝導による熱損失を少なくするように注意して施工する (図 3.1.16 参照)。



注) 図中の t は「機械設備工事標準仕様書」(社) 公共建築協会 (国土交通省監修) より、「共通工事 保温材の厚さ」により決められる。

図 3.1.16 配管防熱部の支持

出所) 「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社) ソーラーシステム振興協会編

3.2. 集熱システムの配管

3.2.1. 一般的注意事項

太陽熱利用システムにおける集熱システムの配管施工が、通常の配管施工と大きく異なる点は、

- 1) 通常の温水配管温度に比べ、集熱器配管中の水温が沸騰温度近くになることがある。さらに集熱システムの水を抜くシステムで、100 以上の配管温度になることがある。このため配管材料の選択びや熱収縮に対する検討を行う必要がある。
- 2) 集熱システムが開放となるシステムでは、集熱器が集熱ポンプ停止時に空焚きされ、集熱配管が高温となる。このため高温に耐え、耐食性のよい配管材料を選択する必要がある。
- 3) 凍結予防等のために、集熱器や配管中に水が残らないようにする。配管勾配に注意する (1/150 ~ 1/200 程度が望ましい)。
- 4) 配管系からの放熱ロスは、特に暖冷房システムのように、集熱温度と外気温度の差が、大きいような場合、集熱に大きく影響するため、保温に注意するとともに、配管経路はできるだけ短く、簡潔にする。不必要な計器・バルブ類は避け、配管支持部からの放熱等も極力防ぐようにする。
- 5) 蒸気が発生したり、空気抜きのために集熱配管の上部には、空気抜き弁をつける必要がある。また、通常の空気抜き弁と並列に急速排気弁を取付け、集熱ポンプ起動時の集熱器や配管内の排気を行い、ポンプ停止時には空気入れ弁として作動させ、水抜きを確実にを行うようにする。
- 6) 集熱器への分流はできるだけ均一にする。

などがあげられる。

以上のようなことを考慮して具体的な注意事項を以下にあげる。

a. 配管勾配

集熱システムは水抜きや空気抜きのため配管勾配に注意する。集熱器廻りの詳細配管勾配は、集熱器の種類や設置方法等により推奨される配管勾配が異なるため、各集熱器メーカーの施工説明書等により必要勾配をとる。集熱器廻りから蓄熱槽までの横引き配管は、水抜きや空気抜きがスムーズにできるような勾配 (1/50 ~ 1/200) をとる。また、配管途中に水や空気が残るような U 字型の配管はしないようにする (図 3.2.1)。更に、ポンプの吐出側に逆止弁を設ける場合、または水の逆流によりインペラーが逆転して、止めボルトがゆるむおそれがある場合は図 3.2.2 の様に水抜き用のバイパス弁を取り付ける。

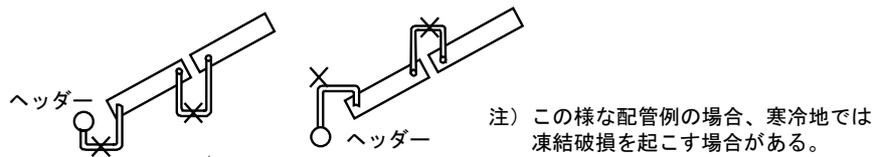


図 3.2.1 悪い配管例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

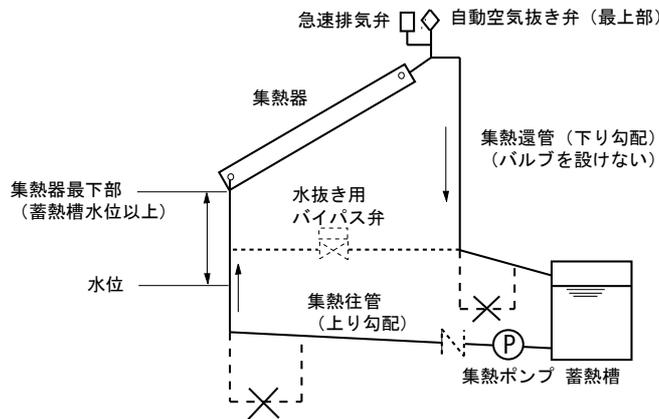


図 3.2.2 配管勾配

出所) 「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

b. 配管の分流

集熱器への分流がわるいと各集熱器での温度上昇勾配がばらつき、流量の少ないところは、出口水温が高く昇温し、集熱効率が低下する。また、集熱管内の流速が極端に低下すると、管内熱伝達率が低下し、集熱効率に影響する。このようなことから、分流不良ができるだけ起きないように配管する必要がある。特に外部ヘッダー管方式の場合、各集熱器列のヘッダー主配管は、通常リバースリターン配管とし熱損失の少ない往管側(温度が還管より低い)で行う。また、各列の出入口に流量調整用のサービスバルブを設ける場合があるが、閉め忘れに注意すること。なお、比較的小規模のシステムにおいては、内部ヘッダー方式が採用される場合が多い(いずれも図 3.2.3 参照)

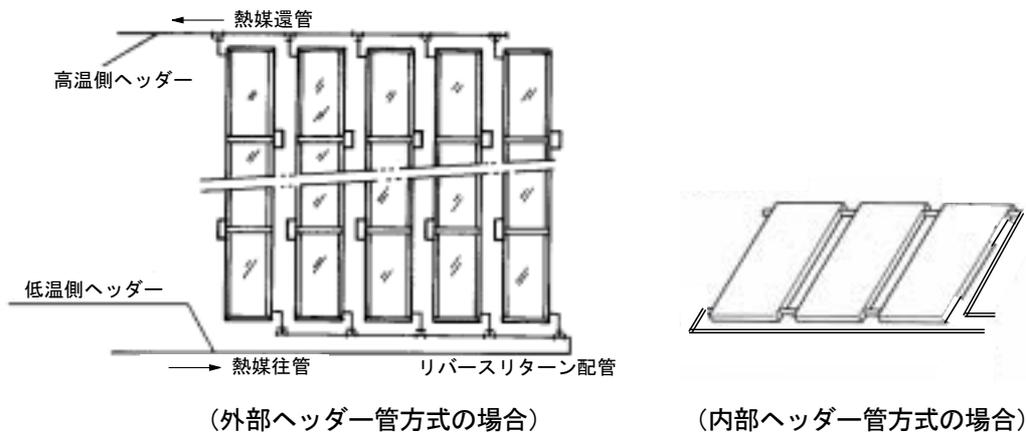


図 3.2.3 配管の分流

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

c. 伸縮継手

集熱系の配管温度変化は集熱器の種類によっても異なるが、温度差 100 程度で配管伸縮量を考慮する。配管材料による伸び量のデータを図 3.2.4 に示すが、これによると例えば銅管の場合、温度差 100 で 1.7 mm/m 程度の伸縮量がある。この伸縮量により、集熱器接続部や、配管継手等に許容以上の応力がかからないよう、適宜伸縮継手を入れる必要がある（図 3.2.5 参照）。集熱器廻りの伸縮の吸収の仕方は、集熱器の種類、接続管の材料等によって異なるため、詳細は集熱器メーカーの設計資料や施工説明書により確認する。

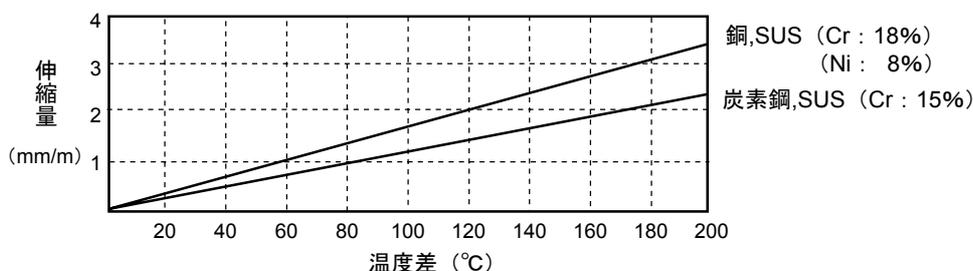


図 3.2.4 銅管と鋼管の伸縮量

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

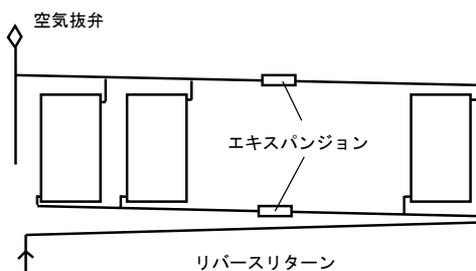


図 3.2.5 伸縮継手

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

伸縮継手はスリーブ型、伸縮バンド（タコバンド）、ベローズ型があるが、一般にはベローズ型を使用する例が多い。ベローズ型には単式と複式があり、さらに配管材料により鋼管用、銅管用がある。ベローズ型を使用する場合の注意事項は、

- 1) 伸縮継手は取付け時期よりも気温の下がった場合の管の縮みによる、伸縮継手の伸びを考慮し、その継手の最大伸縮量よりその分だけ縮めて取り付ける。
- 2) 面間設定ボルトは配管取付け後、必ずゆるめる。
- 3) 伸縮継手の保持方法は図 3.2.6 のようにする。

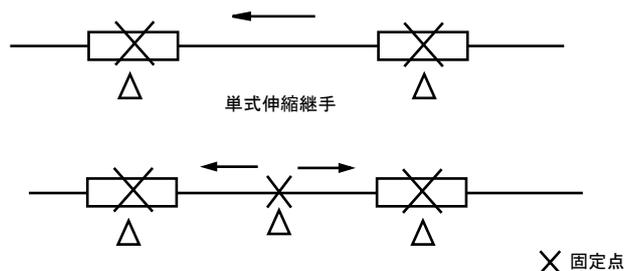


図 3.2.6 伸縮継手の固定

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

d. 配管の流速

配管内の流速は圧力損失やエロージョン、コロージョン、騒音等の面から最大流速が制限され、逆に配管中の空気を十分に押し出すためには流速をあまり遅くできない。また、流速を遅くすると配管サイズも大きくなり経済的ではない。配管流速は、鋼管の場合に配管中の空気が 50A 以下で 0.6m/s 以上、50A 以上では 0.7m/s 以上に相当する流速であれば、流れと共に運ばれるといわれる。配管流速は鋼管では、

- 1) 流速が大であると流速音による騒音障害や腐食を起こすため、管径 50A 以下では 1.2m/s 以下にする。
- 2) 単位摩擦抵抗は、通常 98 ~ 392Pa/m 程度の値を用いる。

鋼管ではエロージョン、コロージョンの関係から流速は 1.5 ~ 1m/s 以下で選定する。これは鋼管の潰食の臨界限界速度が pH が依存し、実験によると pH8、65 の温水における潰食限界流速は 3m/s に対し、pH6.5、65 の温水では 1m/s に低下したといわれ、日本の市水（河川水）は多くは pH7 以下の軟水傾向であることによる。

e. 配管中のゴミ、油

集熱器内の集熱管は非常に細いので、工事中に配管内にゴミが入ると、流路が詰まる可能性がある。また集熱水を直接給湯する場合は、油やゴミは不衛生となる。従って、工事中は配管内にゴミが入らないよう注意して施工すると共に集熱器に通水する前に配管内を洗浄する必要がある。

f. 自動空気抜弁及び、急速排気弁

集熱器ヘッダ配管の還主管頂部には蒸気、空気抜き用の自動空気抜弁及び、急速排気弁を取り付ける（図 3.2.7 参照）。集熱器や配管に熱媒が循環する過程で、常時発生する気泡を分離し、系統から排出するために、自動空気抜弁を必要とする。また、急速排気弁は集熱ポンプ起動時に、集熱器や配管の空気を急速に排気し、熱媒と置換する。更にポンプ停止時には、空気を吸って系統内の熱媒を抜く（落水）機能を持っていることから、集熱系統が開放式の場合、特に重要な役目を担っている。なお、急速排気弁と自動空気抜弁の機能を一体化した仕様のももある。

自動空気抜弁及び、急速排気弁は図のように、フロート式に利用されている。屋外に取付けられるため、凍結に注意し、必要に応じて凍結予防処置を施す。なお、集熱器を空焚き状態から運転すると、初期にはかなり昇温し、水蒸気が発生する可能性があるため、100 以上の耐熱性のあるものが必要とされる。

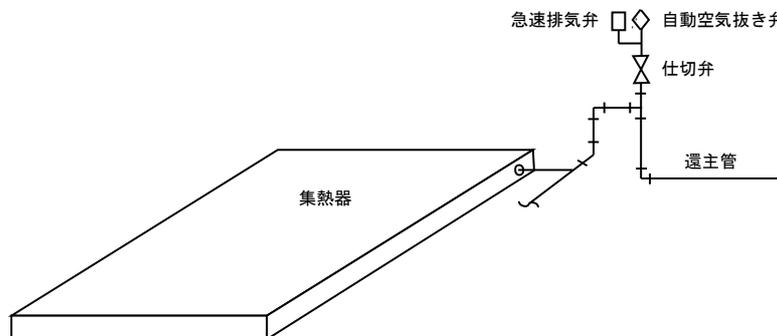


図 3.2.7 自動空気抜弁廻りの配管例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

g. 配管漏れテスト

集熱系の配管漏れテストは、一般配管と同様に該当管路の系統を閉回路にし、水張りをした後に一定の内圧⁶を掛けてこれを保持し、その圧力変化により漏れの有無を判定する。また、系統内充填媒体は期待の場合もある。

1) 平板形集熱器の場合

集熱器の設置、配管工事に加え、漏れテストでも空焚状態からの実施が可能である。ただし、日射のある昼間では、日射変動による圧力変化を考慮する必要がある。

2) 真空ガラス管形集熱器の場合

集熱器の設置、配管工事同様に、漏れテストでも空焚状態での水圧テストの実施は、圧力上昇により危険となる場合がある。このため、日没後に水張りをし、水圧を掛けて水漏れテストを行う。

h. その他注意事項

- 1) 集熱系統が制御弁等で完全閉塞回路になるような配管回路を組んではならない。もしそのような回路を組む場合は図 3.2.8 のように必ず圧力逃し弁（安全弁）等を装備しておくようにする。
- 2) 集熱系統が密閉回路の場合、集熱ポンプ停止時、集熱器が冷えてくると自然対流により、蓄熱槽の熱が逃げていくため、配管途中に逆止弁等の逆流防止装置を取り付ける。
- 3) 集熱系統に配管露出部分がある場合、火傷防止の処置をする必要がある。

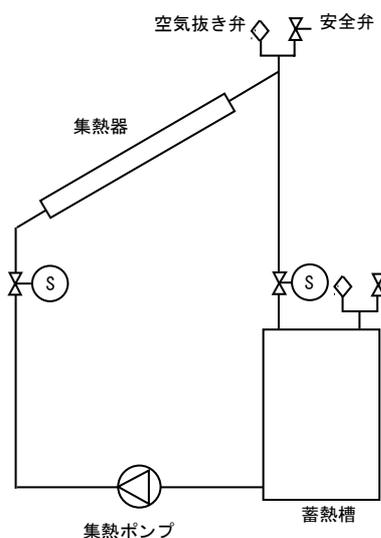


図 3.2.8 配管例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」
(社)ソーラーシステム振興協会編

⁶ 集熱ポンプ揚程の 1.5~2 倍程度。ただし、集熱器の最高使用圧力（メーカー仕様）以下とする。

3.2.2. 集熱器廻りの配管例

(1) 平板形集熱器の場合

集熱器と集熱器間、集熱器とヘッダー主管との接続方法は、各メーカーによる集熱器の仕様により異なる。一般的な事例を以下に紹介する。

① ゴムホースによる接続 (図 3.2.9 参照)

ゴムホース材料は、EPDM (エチレン-プロピレン-ジエンゴム) またはシリコンホース等の耐熱性・耐候性・作業性及び伸縮性の良いものを選定する。

② 金属管による接続

銅管による接続及び、フレキシブル継手 (銅製・ステンレス製) による接続がある (図 3.2.10 参照)。いずれも集熱器とヘッダー主管との間に生じる熱伸縮が、各接続部に許容以上の応力が掛からないように注意して施工しなければならない。特に熱伸縮の繰り返しによる脆性破壊を生じる場合があり、部材の選定や施工方法を十分に検討する必要がある。なお、メーカーによっては金属管の使用に制限がある場合もあるので、事前に確認が必要である。

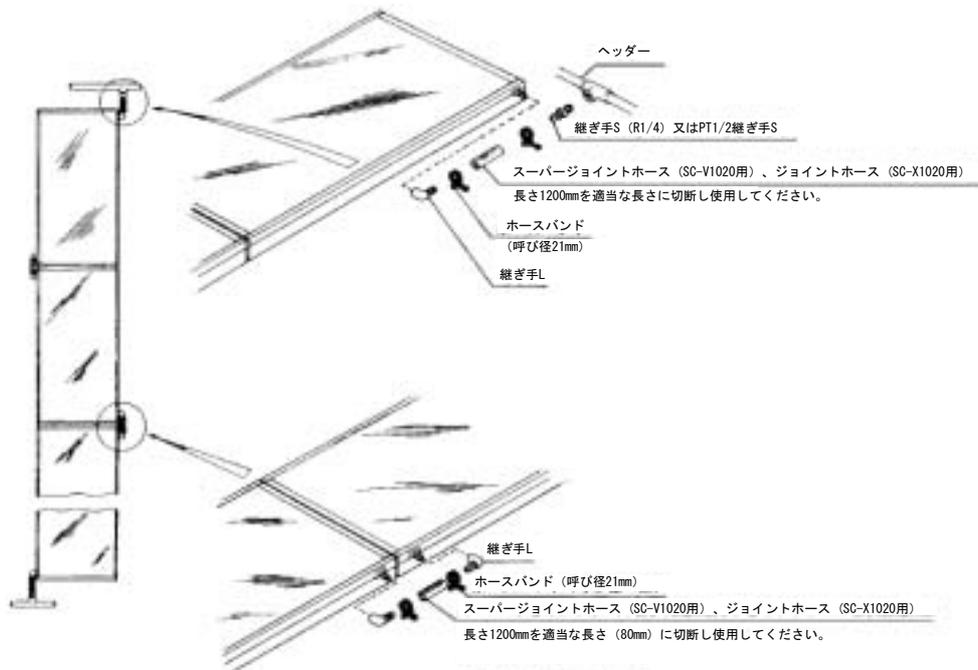


図 3.2.9 ゴムホース配管例

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業 (株)

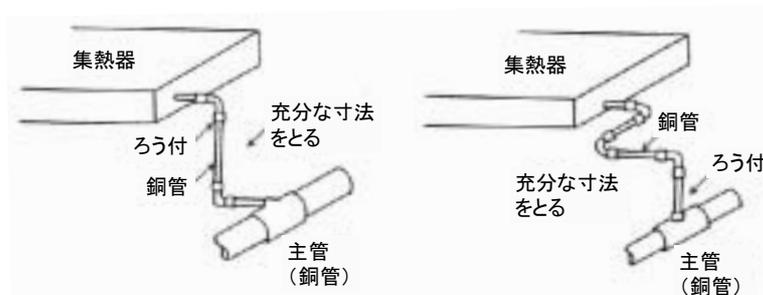


図 3.2.10 銅管接続例

出所) 「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」 矢崎総業 (株)

3.3. 蓄熱槽廻りの配管

蓄熱槽の配管は次の種類が接続される。

- (イ) 集熱器への往管
- (ロ) 集熱器からの還管
- (ハ) 冷凍機や暖房給湯のための往管
- (ニ) 冷凍機や暖房回路、別置貯湯槽からの還管
- (ホ) 給湯のための給水管
- (ヘ) 開放槽の場合の補給水管
- (ト) ドレン管
- (チ) 空気抜弁や安全弁の接続管
- (リ) 通気管

システムに応じてこれらの配管が接続される他、コントロールのために、次のような各サーモの感温部が挿入される。

- (イ) 集熱ポンプ運転用の低温側サーモ
- (ロ) 沸騰防止用サーモ
- (ハ) 冷凍機への熱源供給用サーモ
- (ニ) 暖房回路への熱源供給サーモ
- (ホ) 別置貯湯槽への給湯供給用サーモ
- (ヘ) その他保護サーモ

また、不凍液仕様システムや給湯用に熱交換器を取り付ける場合、その取付口、保守点検用の点検口、防蝕材の挿入口など蓄熱槽には非常に多くの接続部、機器取付部が必要となる。従ってこれらの機器は、各々が機能を十分に発揮できるようにしなければならない。

3.3.1. 開放式蓄熱槽の場合

(図 3.3.1 参照)

① 配管接続位置例

- a. 集熱器往管()は蓄熱槽の下部に接続する。
- b. 集熱器還管()は蓄熱槽の上部に接続する。ただし、還管が水面と接するような近傍にある場合は、水面が波立ち、液面スイッチの誤差動が起ったり、フラッシュが来ると缶体が異常振動を起こす場合がある。よって、システムごとに還管の位置には注意を要する。
- c. 温水還管()は蓄熱槽の下部に接続する。ただし、給湯の場合など温水往管が補助ボイラー等で再加熱される場合は、温水還管は蓄熱槽に戻さないようにする。図 3.3.1 のように破線方向に還温水が流れるように接続するのがよい。
- d. 温水往管()は蓄熱槽の水面より下部に接続する。又、温水還管は蓄熱槽の下部に接続する。
- e. 補給水管()は蓄熱槽の上部より給水し、内部導入管で槽の下部に開放する。
- f. ドレン管()は蓄熱槽の最下部に接続する。
- g. 通気管()は、通気管から出る蒸気が他の機器に影響しないように建物より外部に取り出す。

② 各サーモ類の位置

- a. 集熱ポンプ運転用の低温サーモ は、集熱器往管（ ）の近くに取り付ける。
- b. 沸騰防止サーモ は、蓄熱槽中部より上部に設け、集熱還管温水温度を直に検知しない程度に少し離して取り付ける。
- c. 冷凍機熱源供給サーモ は、温水往管（ ）付近に取り付ける。
- d. 暖房熱源供給サーモ は、 と同じでよい。
- e. 別置貯湯槽へ給湯用熱源に温水を供給する場合、給湯循環ポンプ運転用のサーモ は、 と同じ、又は少し下の位置でよい。各熱源供給用サーモ 、 、 を設ける注意点として、蓄熱槽の下部に取り付けると温水還温度を検知しやすく、蓄熱槽の熱を十分に使い切れないし、補助熱源側に切り換わりやすい。また、上部に取り付けると、蓄熱されない状態で温水供給信号が出るため、補助熱源に切り換わりやすいことになる。
- f. 防食棒が必要な場合は、その取付口はサービスのできる位置にする（槽材質が SUS444 では防食棒は不要）
- g. 空気抜弁は蓄熱槽の最上部に接続する。

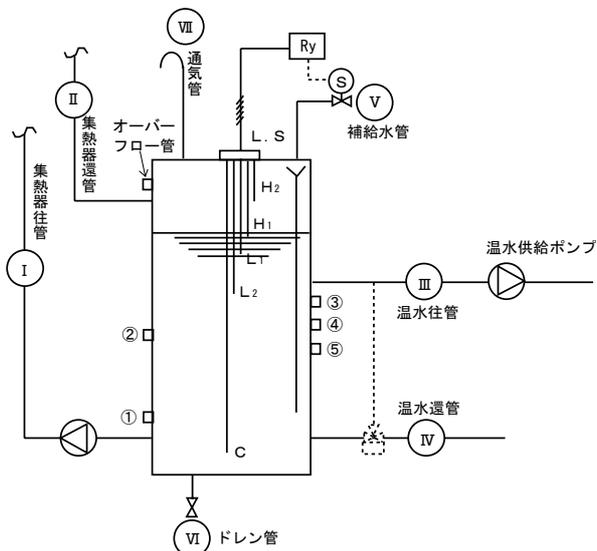


図 3.3.1 開放式蓄熱槽の配管位置例

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

3.3.2. 密閉式蓄熱槽の場合

(図 3.3.2 参照)

配管接続位置例

- a. 集熱器往管（ ）は蓄熱槽の下部に接続する。
- b. 集熱器還管（ ）は蓄熱槽の上部に接続する。
- c. 温水往管（ ）は蓄熱槽の上部に接続する。
- d. 温水還管（ ）は開放式蓄熱槽の場合と同様とする。
- e. 給水管（ ）は集熱器往管（ ）の下部側に接続する。
- f. ドレン管（ ）は蓄熱槽内の水が全部抜け切るよう蓄熱槽の最下部に接続する。

各サーモ類

- ・各機器接続口 ~ は開放式蓄熱槽と同様でよい。
- ・空気抜き弁は、蓄熱槽の最上部に接続する。

注) 運転システムの容量や圧力、特に沸点を超えて使用する場合には、第一種圧力容器としての法規制を受ける。圧力容器の場合、構造や材料等は勿論、法規制では定期点検も必要となり、設備及び維持コストが高価となる。

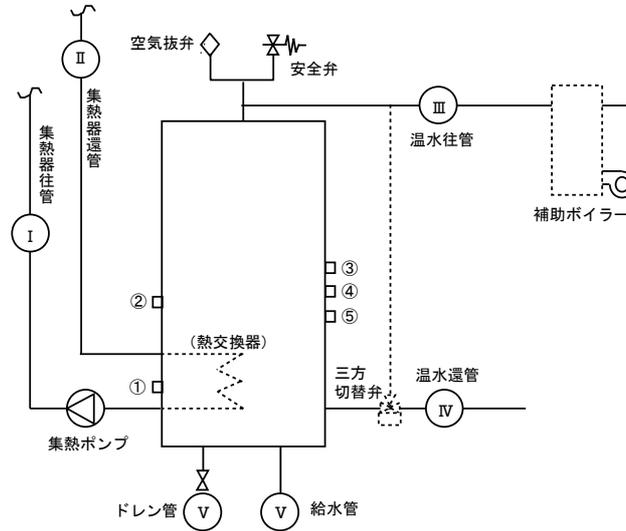


図 3.3.2 密閉式蓄熱槽の配管位置例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

3.4. 配管保温工事

3.4.1. 一般的注意事項

- 1) 吸湿性のある断熱材は、水分を吸収することにより著しく断熱効果が低下する。事例として、グラスウール保温材の含水率と熱伝導率の関係を図 3.4.1 に示す。屋外の配管や屋外に蓄熱槽類を設置する場合、その保温・防湿処置に注意する。
- 2) 断熱する面の付着物等は取り除き、きれいにしてから断熱材を取り付ける。
- 3) 屋外のバルブ類、計器類、機器類等の複雑な形状からは熱も逃げやすいので、露出部が少なくなるよう留意する。
- 4) 前述のように集熱系の配管の伸縮量が多いため、伸縮性の少ない保温材を使用する場合は、配管伸縮量を考慮して保温材継目に 10~20 mm の空隙を設け、ロックウール繊維等をこの間に圧縮してクッションをとる。缶体も同様である(図 3.4.2 参照)。
- 5) 同様に外装金属ラッキングも外装板継目の適当な箇所にはスライドできるように工夫する(図 3.4.3)。
- 6) 支持金物廻りの保温にも留意する(図 3.4.4)。
- 7) 工事中、材料の保管や断熱施工中、或いは完了後の雨水の浸入防止には注意する。

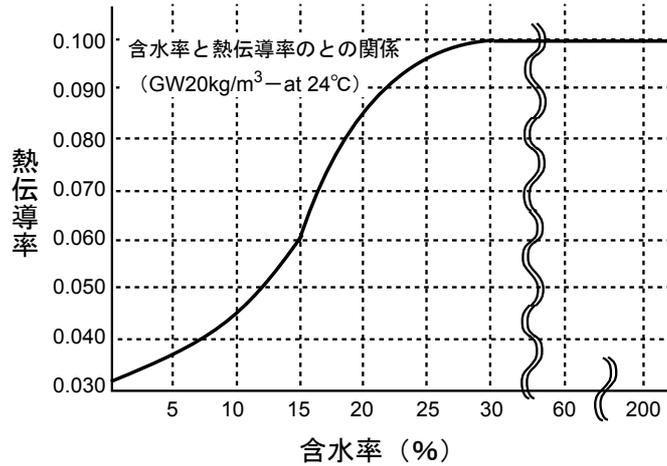


図 3.4.1 含水率による熱伝導率の変化

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

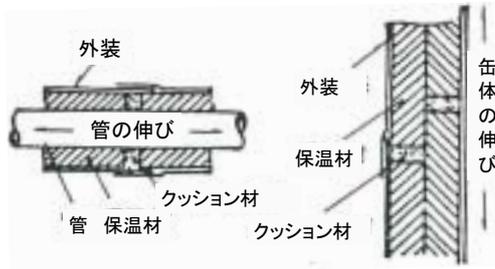


図 3.4.2 目地クッション

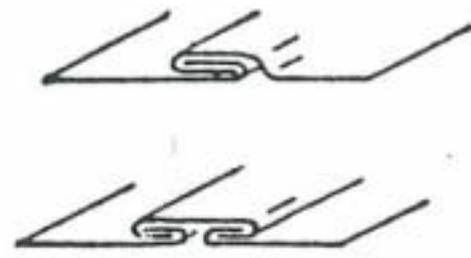


図 3.4.3 金属板外装継目仕口

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

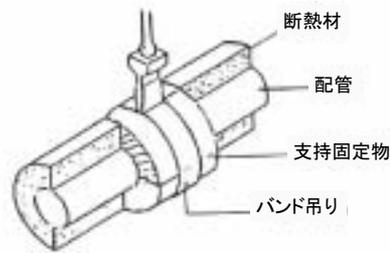
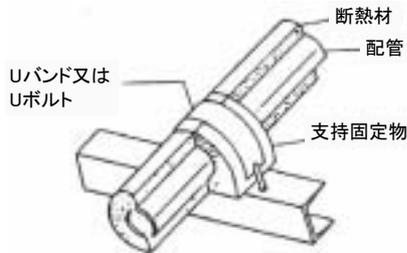


図 3.4.4 支持金属板外装継目仕口

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

3.4.2. 保温材料

蓄熱槽、貯湯槽、熱交換器、温水管、給湯管など高温機器配管の保温被覆には、

- 1) 耐熱性の高い材料を使用する。
- 2) 熱伝導率 0.05W/mK (70 において) 以下のものの使用を推奨する。
- 3) 管曲面用には、水練、筒、帯もしくはフェルト状製品で曲面被覆に便利な材料を使用する。

このような材料に

ケイ酸カルシウム保温材 (JIS A 9510 板 1, 2 号、筒 1, 2 号)

パーライト保温材 (JIS A 9512 板 1, 2 号、筒 1, 2 号)

発泡プラスチック保温材 (JIS A 9511 板特, 1, 2, 3, 4 号)

(開放式蓄熱槽用使用温度範囲に注意する)

ロックウール保温材 (JISA 9504 板 1, 2, 3, 4号、筒、帯 1, 2号、ブランケット 1, 2号)

グラスウール保温材 (JISA 9505 板 2号、32~64 kg)

などがある。これらは建築基準法及び同施工令など関係法令に規定する不燃工法に使用できる不燃材料である (表 3.4.2 参照)。

保温材の厚みはできるだけ厚くすることが望ましいが、経済的な厚さもある。集熱配管系統で推奨される厚さの例を表 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 保温材の厚み

(グラスウール (密度 0.045g/cm³) の場合)

径	15A	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	
国土交通省 温水配管仕様 (mm)	20	—————						20	25	25	25	40	40	
集熱器 配管保温 (mm)	25	30	30	40	—————			40	40	50	—	50	—	

出所)「機械設備工事監理指針」国土交通省監修

表 3.4.2 保温材料

材料規格番号	保温材の名称	種類	密度 [kg/m ³]	使用温度 の最高 [°C]	熱伝導率 [W/mK] (参考値)	その他			
						曲げ強さ N/cm ²	線収縮率 %	はっ水度 %	
A 9510 けい酸カルシウム 保温材	けい酸カルシウム保温 板及びけい酸カルシ ウム保温筒	1号	280 以下	1000	(平均温度 70±5°C) 0.067 以下	29.4	2.0 以下		
		2号	220 以下	650	0.062 以下				
A 9512 パ-ライト保温材	パ-ライト保温板及び パ-ライト保温筒 はっ水性パ-ライト保 温板及びはっ水パ -ライト保温筒	1号	200 以下	650	(平均温度 70±5°C) 0.062 以下	24.5	2.0 以下	98 以上	
		2号	300 以下	650	0.076 以下				
		1号	200 以下	650	0.062 以下	49.0	2.0 以下		
		2号	300 以下	650	0.076 以下				
A 9511 発泡プラスチック 保温材	ビ-ズ [®] 法 [®] リスチレン フォーム保温板	1号	27 以上 30 以上	90	(平均温度 70±5°C) 0.034 以上	燃焼性 3秒以内に炎が消えて残じんがなく燃 焼限界指示線を越えて燃焼しない			
		2号	25 以上		0.036 以上				
		3号	20 以上		0.037 以上				
		4号	15 以上		0.040 以上 0.043 以上				
A 9504 ロックウール 保温材	ロックウール ロックウール保温板 ロックウールフェルト ロックウール保温筒 ロックウール保温帯 ロックウールブランケット	1号	150 以下	600	(平均温度 70±5°C) 0.045 以下	24.5 以上 24.5 以上	4 以下		
			100 以下		0.045 以下				
			160 以下		0.045 以下				
			300 以下		0.049 以下				
		—	350 以下		600				0.055 以下
			70 以下		400				0.049 以下
		—	200 以下		400				0.047 以下
			100 以下		400				0.053 以下
		1号	160 以下		600				0.053 以下
			100 以下		600				0.045 以下
2号	160 以下	600	0.045 以下						
	160 以下	600	0.045 以下						
A 9505 グラスウール保温材	グラスウール保温板 グラスウール保温筒 グラスウールブランケット	3号 80K	80	300	(平均温度 70±5°C) 0.047 以下				
			96K		300			0.047 以下	
			120K		300			0.047 以下	
		—	45 以上		300			0.043 以下	
			2号		24 以上			350	0.048 以下
			3号		40 以上			350	0.043 以下

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

3.4.3. 保温工事施工法

- ここに規定する保温工事施工法は標準的なものを示す。
- 保温板を使用する場合には、次の方法による（図 3.4.5 または図 3.4.6）。

保温面を清掃し、所定の寸法の保温板を鉄線、バンド（帯鋼又は樹脂製）等で縛り密着させる。所定の厚さが 75 mm を超える場合には、なるべく 2 層以上に重ね合わせの上、ビス止め等で施工する。各層の縦横の継目は、同一箇所にならないように施工し、シーリング材によりシールを施す。その外面に 3) に定める外装を施す。

施工面が曲面で外装に金属または布類を使用する場合は、保温の外側を 25 mm 目以下のきつ甲金網、帯状バンド等で補強して、外装を施す。

大形槽類のように鉄線、バンド等で保温材を縛り密着させることが出来ない場合は、支持ボルトを溶接（スタッドボルト）し、これを利用して保温材、外装を固定する。

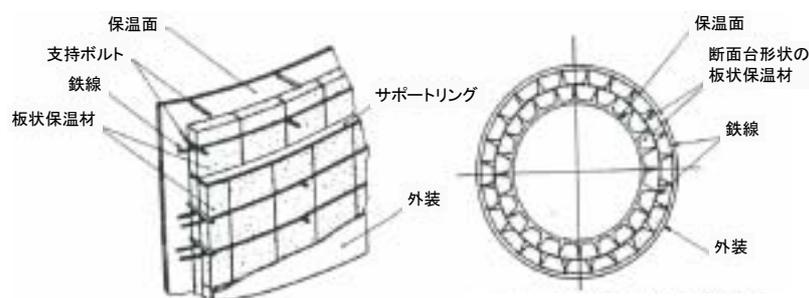


図 3.4.5 大形槽類に保温材を用いる場合 図 3.4.6 小形槽類に板状保温材を用いる場合

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

3) 外装

屋外に設置する場合は、カラー亜鉛鉄板 ($t=0.35\text{mm}$)、ステンレス鋼板 ($\text{SUS304 } t=0.3\text{mm}$) 及び、溶融アルミニウム亜鉛鉄板等の金属板を用いる。ただし、平均温度 4 以下の寒冷地には油性マスティックを用いる。マスティックの塗り厚さは、乾燥後 6 mm 以上とする。外装用金属板は、はげ掛けにするか、またはサイズにより 25 ~ 50 mm の重ね合わせにし、釘、またはバンドを用いて取り付ける。屋内設置のものは、麻布、綿布、ガラスクロス等で被覆するか、又はきつ甲金網で補強する。

4) 保温筒を用いる場合は、次の方法による（図 3.4.7）。

保温面を清掃し、所定の厚さの保温筒を鉄線、バンド等で縛り密着させる。所定の厚さが 75 mm を超える場合には、なるべく 2 層以上に分けて施工する。各層の継目は、同一箇所とならないようにし、その上でシーリング材によるシールを施し、3) に定める外装を施す。縦管の場合には、保温筒が滑り落ちないように適当なすべり止め金具を取り付ける。

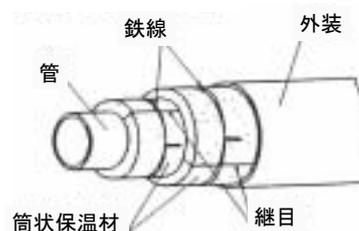


図 3.4.7 保温筒を用いる場合

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

5) フランジ、バルブ等は、保温材・外装共に管部と連結して施工することなく、図 3.4.8 及び図 3.4.9 に示す要領で施工する。

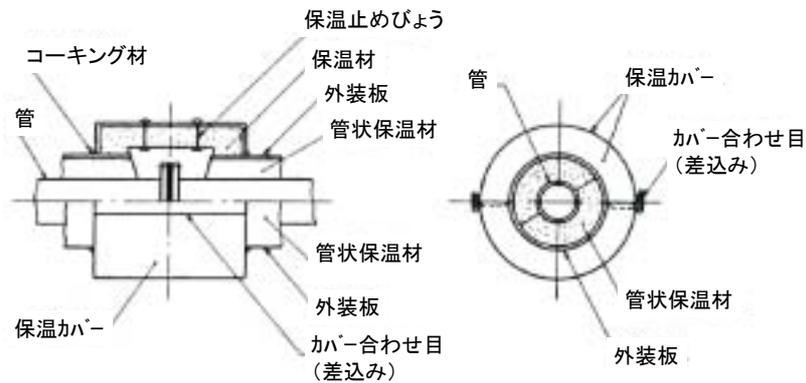


図 3.4.8 フランジ部の保温

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

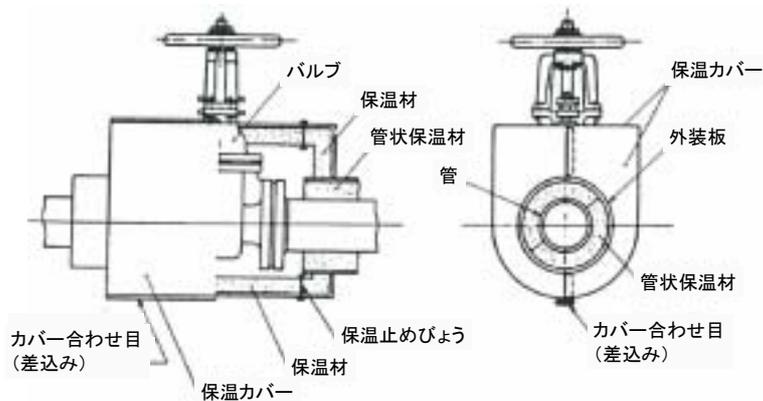


図 3.4.9 バルブの保温

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

6) のぞき穴、ハンドホール、マンホール等の高さや槽類の保温の関係により、必要に応じた保温板を加工し取り付け、鉄線で緊縛する。(図 3.4.10)

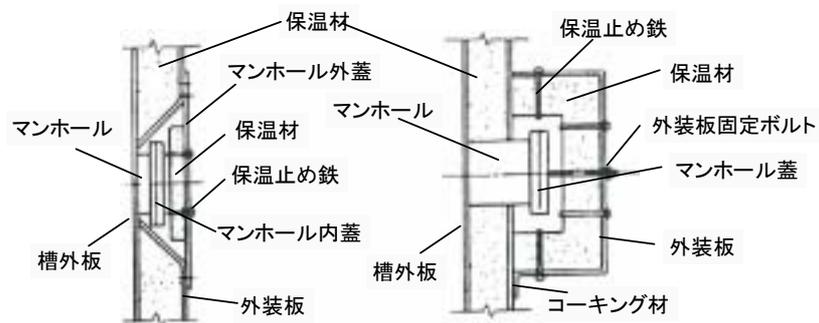


図 3.4.10 マンホール等の保温

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

7) 粒状または繊維状保温材を用いる場合には、次の方法による。

保温面を清掃し、所定の厚さのすき間が保てるように外枠を作り、所定の保温材を詰める。この場合、振動その他により、沈下または空間ができないように十分に詰めなければならない。

- 8) フェルト状保温材を用いる場合には、次の方法による(図 3.4.11)。
 保温面を清掃し、所定の厚さのフェルト(ベルト状を含む)を鉄線、バンド等で巻き、すき間のできないように密着し、その上に3)に定める外装を施す。

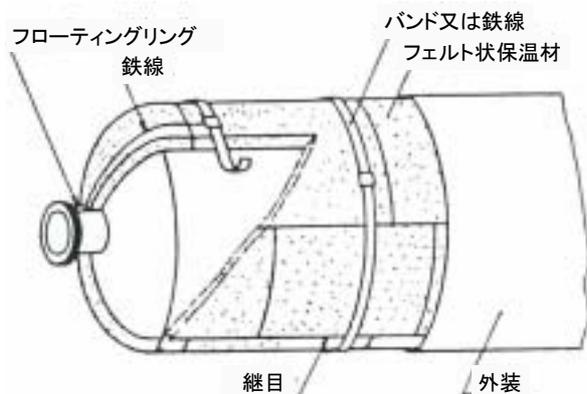


図 3.4.11 フェルト状保温材を用いる場合

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

- 9) 発泡ポリスチレン保温材を用いる場合

パネルの保温面に支持ボルトを溶接取付する。保温面を清掃した後、支持ボルトを通して、発泡ポリスチレン保温パネル、化粧パネルの順に取り付ける。外装の隅部にはコーナーカバーを施し、端面部には防水シール処理を行う。図 3.4.12 にパネルタンクへの発泡ポリスチレン施工例を示す。

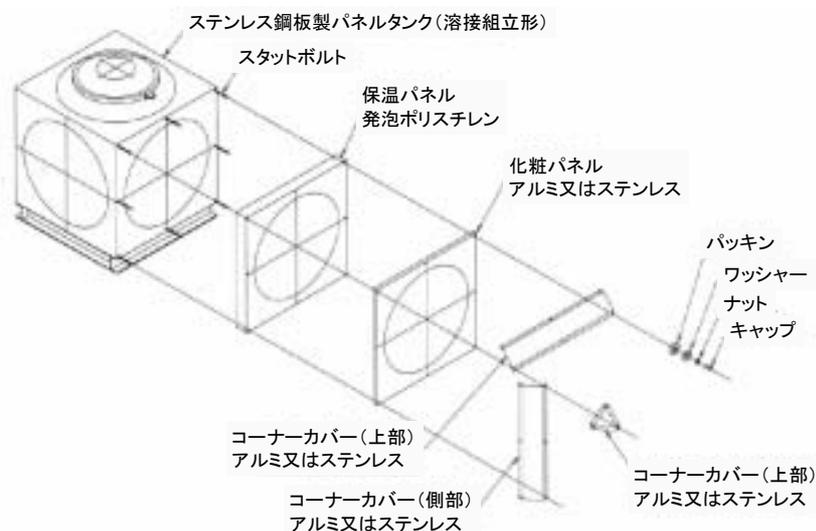


図 3.4.12 パネルタンクに保温を用いる場合

資料提供) 森松工業(株)

3.5. 凍結予防対策

太陽熱利用システムを長期にわたり維持保全する上で、特に重要なことは凍結事故の防止である。凍結予防対策の実例を以下に述べる。

3.5.1. 落水方式

一般的に集熱器は建物の屋根や屋上に設置することが多く、蓄熱槽は階下の機械室や地上設置となる。このため集熱ポンプが停止した時に、集熱器や配管内の水を蓄熱槽、回収槽等に自然落下させる（開放式の別称ともなっている）凍結予防が確実で、特別な制御が不要であるため、広く採用されている方式である。集熱ポンプ停止時に、急速排気弁や自動空気抜き弁から外気を吸引することで、集熱器内の水が速やかに落水にて抜けるようにする。集熱配管は蓄熱槽に向かって下り勾配とし、鳥居配管のように、落水を阻害する工事を避ける必要がある。なお、排水出来ない部位の配管は凍結予防ヒーターを巻くなどの配慮が必要である。また、集熱器と蓄熱槽が同一フロアや集熱配管の逆勾配等で落水量が十分に蓄熱槽に回収されず、熱媒が集熱器内に残る場合は、電動弁を使用し、排水する方法もある。この場合、電動弁の故障や停電時のことを考慮し、ノーマルオープン型（通電時閉、停電時開）の電動弁を必ず使用すること。図 3.5.1 に落水方式の例を示す。

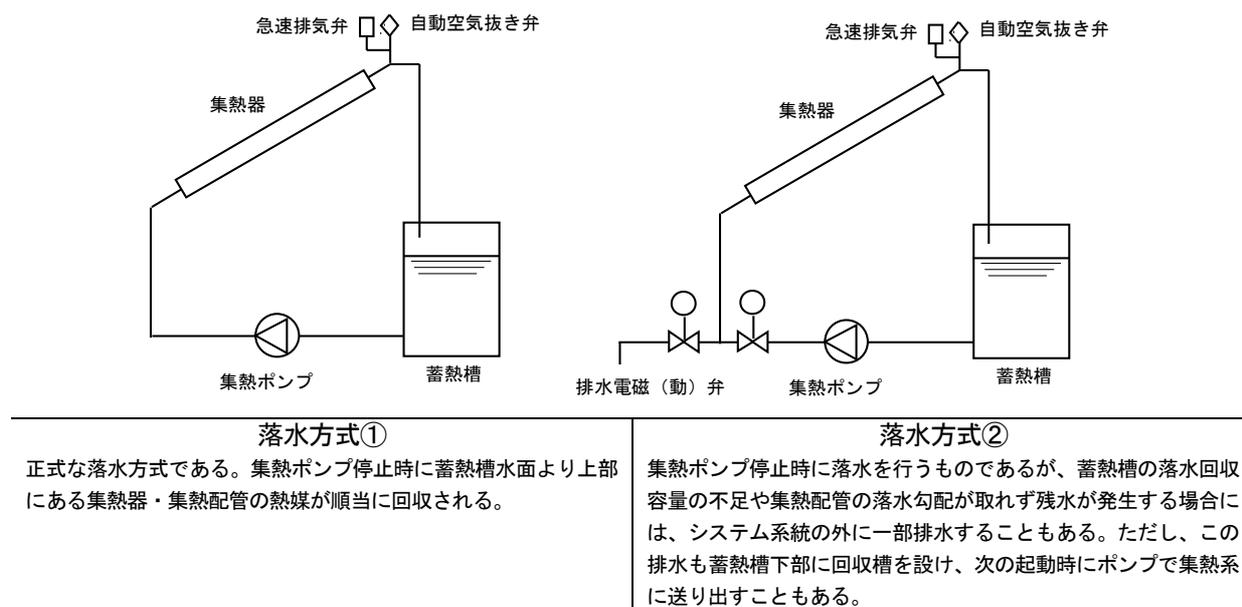


図 3.5.1 落水方式の例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

3.5.2. 不凍液方式

集熱系統が密閉システム及び、落水方式においても機内を完全排水できない場合、更に寒冷地に設置するシステムでは、グリコール系ラインやシリコンオイルを集熱媒体として使用する。日本では不凍効果に加え、機材の防食、価格及び、取扱性等の検討から、グリコール系ラインが広く採用されている。特に給湯システムで、集熱媒体から熱交換を行う場合、衛生面から安全性を考慮し、プロピレングリコールが用いられる。

ラインを用いる場合でも、集熱量と負荷の関係から、沸騰点に近づくことは避けられない。沸騰危険

時はブラインを落水回収、高温耐久ブラインの採用、蓄熱槽の温度を下げる（蓄熱温水を一部捨てて給水する）あるいは蓄熱槽や集熱配管系に放熱回路を設け、強制放熱させて、ブラインを耐熱温度以下に保ち、集熱循環させる等の配慮も必要である。

3.5.3. 温水循環方式

集熱器や配管が凍結危険温度に達したとき、蓄熱槽内の温水を強制循環して凍結を防止する方法である。せっかく集熱した蓄熱温水を放熱させることになるので不経済である。落水方式が採用できない場合に採用例がある。

不凍液について

太陽熱利用システムにブラインが使われ始めた当初は、塩化カルシウム水溶液などの無機ブラインが広く使用されていたが、金属に対する腐食性の問題からグリコール系ブラインが使用されるようになった。

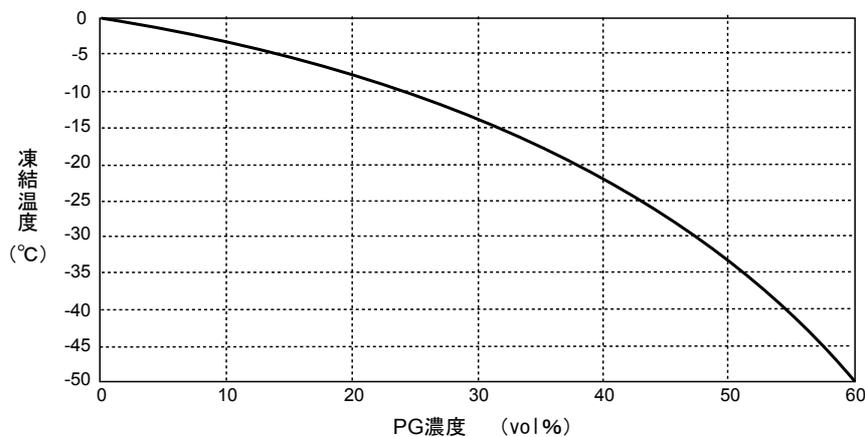
特に給湯用太陽熱利用システムに用いるブラインは、衛生的な面から安全性に重点が置かれている。そこでブラインの成分には低毒性が要求され、食品添加物としても認められているプロピレングリコールと水を主成分とし、金属部品を保護するための防錆添加剤、識別・誤飲防止のための染料などで構成されている。

更に近年では、環境負荷の低減、省資源化、メンテナンスコストの低減などの目的より、長時間使用することのできる長寿命タイプのブラインや、希釈の必要がなく希釈水質の影響を受けない、ストレートタイプのブラインが普及してきている。以下に長寿命タイプのブラインの性状を示す。

表 3.5.1 長寿命タイプブラインの性状例

項目	代表性状	
プロピレングリコール濃度 wt%	33	48
凍結温度 °C	-16.0 以下	-33.0 以下
液の外観	淡赤色透明	淡赤色透明
pH 値	8.0~9.0	8.1~9.1
密度 (20°C) g/cm ³	1.030~1.040	1.043~1.053
沸点 °C	約 103	約 107
泡立ち性 mL	4 以下	4 以下

資料提供) シーシーエス (株)



※注) 上図はプロピレングリコール 100%を水道水等で希釈した場合の一例であり、表 3.5.1 のプロピレングリコール濃度と凍結温度には関係ありません。

図 3.5.2 プロピレングリコール (PG) 濃度と凍結温度の関係の例

資料提供) シーシーエス (株)

表 3.6.1 給湯システム動作説明及び配管・制御系統図凡例

太陽熱利用システム動作説明		
集熱ポンプ (HP-1) 発停	条件 1	差温調節器 (BTH) により集熱器と蓄熱槽内温度差で発停 3deg ON、0.5deg OFF
	条件 2	高温カットサーモ (THH) により 75℃以下で ON、80℃以上で OFF
熱交換ポンプ (HP-2) 発停		FS1 の水流感知により発停 10 分まで可変タイマーにて発停
集熱水回収用電動弁 (MV-1) 開閉		集熱ポンプ (HP-1) 停止時弁開とし蓄熱槽内に回収する
給水用電動弁 (MV-2) 開閉		蓄熱槽内レベルスイッチ (LRY) により水位低下時開
記号	名称	仕様
-SS-	集熱配管 (往)	ステンレス管 (拡管式)
-SR-	集熱配管 (返)	ステンレス管 (拡管式)
BTH	差温サーモスタット	集熱器付属品
TDFC	高温側検出端	集熱器付属品
TDFS	低温側検出端	集熱器付属品
CM-1	カロリーメーター	積算熱量計 (瞬時熱量接点付) 口径 : 32A、使用流量 : 2,000L/h 遠隔表示 (瞬時熱量表示信号送り用接点より表示板へ)
THH	高温カットサーモ	T 675A 設定温度 80℃以上で HP-1 OFF
LRY	液面制御リレー	5P
FS-1	フロースイッチ	FS7-4WJ にて流れを検出 HP-2 を ON-OFF
RY	補助リレー	
	温度計	(0~100℃)
	制御配線 (配管)	CVW1.25 -2C (19) 屋外 ((16))
	制御配線 (配管)	CVW1.25 -3C (19)
	制御配線 (配管)	CVW1.25 -5C (25)
	電源配線 (配管)	CV2.0 -3C E2 (31)
	電源配線 (配管)	CVW 1.25 -2C (19) CV2.0 -2C (19)

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

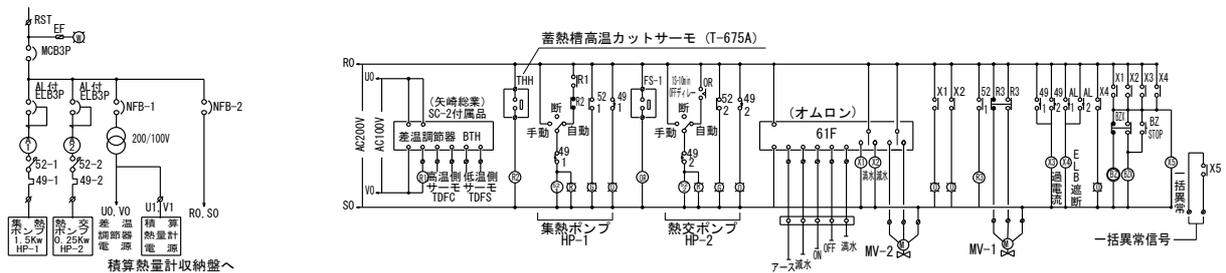


図 3.6.2 給湯システム例 (制御回路図)

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

3.6.2. 暖冷房システム例

図 3.6.3 に暖冷房システム（一重効用吸収式冷温水機の場合）の配管・制御系統図、表 3.6.2 に配管・制御系統図の凡例を示す。

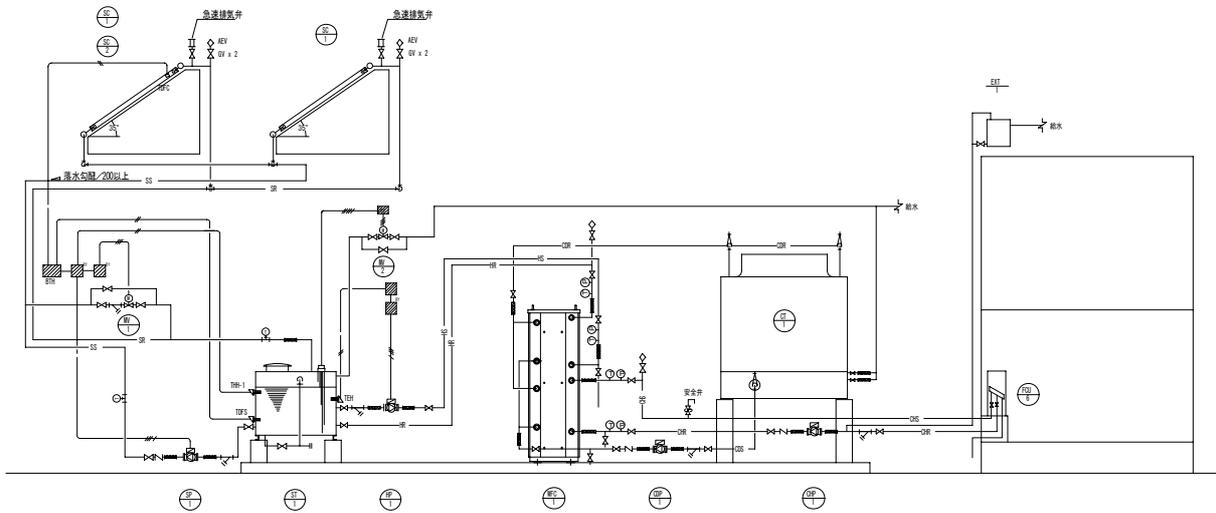


図 3.6.3 暖冷房システム例（配管・制御系統図）

出所）設計用資料「太陽熱利用システム」〔2009年11月〕矢崎総業（株）

<システム例の解説>

集熱器は屋上に6枚×3列設置し蓄熱槽は地上、又は機械室に設置。

集熱ポンプ（HP-1）は高温側検出端（TDFC）と、低温側検出端（TDFS）を差温調節器（BTH）で冷房運転

一重効用吸収式冷凍機・冷温水機（WFC）を運転する。蓄熱槽から高温熱媒（88～70℃）を熱媒回路（HS/HR）に循環し、WFCの再生器を加熱する。蒸発器から出力した7℃付近の冷水は冷温水回路（CS/CR）で室内機に循環する。室内の冷房負荷は吸収器、凝縮器を經由し冷却水回路（CTS/CTR）上の冷却塔（CT）より排出される。

暖房運転：

（a）WFCを運転する場合

冷房時同様に蓄熱槽から高温熱媒をWFCの再生器に投入し、55℃の温水を蒸発器より取り出し、冷温水配管により室内機に循環される。暖房運転時は冷却水系を停止する。

（b）蓄熱温水を室内機に利用する場合

蓄熱槽から45～60℃程度の温水を取り出し、熱媒回路から冷温水回路に管路を切替えて室内機に循環する。太陽熱運転できない場合

天候等で蓄熱槽の熱媒が十分昇温しない場合を考慮して、蓄熱槽とWFCとの間に補助ボイラーを併設し、管路を切替えて運転する。又は、補助ボイラー付WFCを選定する。

図 3.6.1 のと同じ。ただし、冷房運転時のTHHはWFCの運転効率向上を考慮し、高めの設定とする。

表 3.6.2 暖冷房システム動作説明及び配管・制御系統図凡例

太陽熱利用システム動作説明		
集熱ポンプ (HP-1) 発停	条件 1 条件 2	差温調節器 (BTH) により集熱器と蓄熱槽内温度差で発停 3deg ON、0.5deg OFF 高温カットサーモ (THH-1) により 75°C以下で ON、85°C以上で OFF
集熱水回収用電動弁 (MV-1) 開閉		集熱ポンプ (SP-1) 停止時弁開とし落水槽内に回収する
給水用電動弁 (MV-2) 開閉		蓄熱槽内レベルスイッチ (LRY) により水位低下時開
記号	名称	仕様
—SS—	集熱配管 (往)	ステンレス管 (拡管式)
—SR—	集熱配管 (返)	ステンレス管 (拡管式)
BTH	差温サーモスタット	集熱器付属品
TDFC	高温側検出端	集熱器付属品
TDFS	低温側検出端	集熱器付属品 (保護管共)
THH-1	沸騰防止用サーモスタット	T675A 設定温度以上で SP-1 OFF
LRY	液面制御リレー	5P
RY	補助リレー	
ΔT	差温調節器	
TEH	高温側サーモ	(保護管共)
TEL	低温側サーモ	(保護管共)
	温度計	(0~100°C)
-----//-----	制御配線 (配管)	CVV1.25 -2C (19) 屋外 ((16))
-----//-----	制御配線 (配管)	CVV1.25 -3C (19)
-----///-----	制御配線 (配管)	CVV1.25 -5C (25)
-----//-/-----	電源配線 (配管)	CV2.0 -3C E2 (31)

出所) 設計用資料「太陽熱利用システム」[2009年11月] 矢崎総業(株)

第4章 電気工事

4.1. 一般的注意事項

4.1.1. 電気工事と関連法規

太陽熱利用システムの電気工事を行う場合は、一般の電気工作物と同様に、保安を確保するための施工上の注意を行う必要がある。このために、電気設備技術基準、各電力会社の内線規定などの法令及び技術基準に従い、電気工事士が工事を行う必要がある。また、使用する機材について電気用品安全法に規定されるものは、これに従う必要がある。

以下、保安を確保するための重要な項目について記述する。

4.1.2. 絶縁

太陽熱利用システムに用いられる電気回路は、回転機の電路、制御回路の接地点などを除き、大地から絶縁されねばならない。その場合の絶縁抵抗値は、表 4.1.1 に示す値以上でなければならない。ただし、新設時の絶縁抵抗値は、1MΩ 以上とする。また、30V を超える回路に使用する電気機械器具の充電部との非充電金属部との絶縁耐圧は、表 4.1.2 に掲げる試験電圧に 1 分間以上耐える必要がある。

表 4.1.1 低圧電路の絶縁抵抗値

電路の使用電圧区分		絶縁抵抗値 (MΩ)
300V 以下	対地電圧 150V 以下	0.1
	対地電圧 150V 超過	0.2
300V 超過		0.4

表 4.1.2 耐電圧

電圧	試験電圧
30V を超え 150V 以下	1000V
150V を超えるもの	1500V

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

4.1.3. 接地

太陽熱利用システムに用いられる電気機械器具は、表 4.1.3 の区分に従って接地工事を行わなくてはならない。接地工事の種類とその接地抵抗値は表 4.1.4 に示すとおりである。

表 4.1.3 機械器具の区分による接地工事の適用

機械器具の区分	設置工事
300V 以下の低圧用のもの	D 種接地工事
300V を超える低圧用のもの	C 種接地工事

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」
(社)ソーラーシステム振興協会編

表 4.1.4 接地工事の種類とその接地抵抗値

設置工事の種類	設置抵抗値
D 種接地工事	100Ω (低圧電路において当該電路に電流動作形で定格感度電流 100mA 以下、動作時間 0.2 秒以下の漏電遮断器を施設するときは 500Ω) 以下
C 種接地工事	10Ω (低圧電路において当該電路に電流動作形で定格感度電流 100mA 以下、動作時間 0.2 秒以下の漏電遮断器を施設するときは 500Ω) 以下

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」
(社)ソーラーシステム振興協会編

4.1.4. 過電流遮断器

電線及び機械器具を保護するため、引込口、幹線の電源側、分岐点など电路中必要な箇所には、過電流遮断器を設置しなければならない。

4.1.5. 漏電遮断器

漏電による感電事故を防ぐため、水気のある場所などに施設する回路には、漏電遮断器を設けなければならない。施設対象としては表 4.1.5 に示すとおりである。

表 4.1.5 漏電遮断器の施設例

機械器具の 設置場所 電路の対地電圧	屋内		屋側		屋外	水気のある場所
	乾燥した 場所	湿気の 多い場所	雨線内	雨線外		
150V 以下	—	—	—	□	□	○
150V を超え 300V 以下	△	○	—	○	○	○

[備考]

：漏電遮断器を施設すること

△：住宅に機械器具を施設する場合には、漏電遮断器を施設すること

□：住宅構内又は道路に面した場所に、ルームエアコンディショナ、ショーケース、アイスボックス、自動販売機など電動機を部品とする機械器具を施設する場合には、漏電遮断器を施設することが望ましい。

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

4.2. 配線

太陽熱利用システムの電気配線としては、いわゆる低圧電圧であるが、電気方式としては、電力会社より低圧供給される場合

100V 単相 2 線式

200V 単相 2 線式

100/200V 単相 3 線式

200V 三相 3 線式

自家用変電設備の 2 次側より供給される場合

100/200V 単相 3 線式

200V 三相 3 線式

240/415 (265/460) V 三相 4 線式

があり、電源及び負荷の種類と容量によって決定される。配線の選定にあたっては、電圧降下の許容範囲及び許容電流を検討の上、決定されなければならない。また配線方法としては、施設場所に適した方法を選定する必要がある。

4.2.1. 電圧降下

低圧屋内配線の電圧降下は、内線規定では、幹線及び分岐回路においてそれぞれの標準電圧の 2%以下と規定している。ただし、そこに専用変圧器がある場合は幹線の電圧降下を 3%以下としてもよい。また電線のこう長が特に長いときには内線規定により緩和してもよい。

4.2.2. 許容電流

電線内の電力損失は、電流の二乗に比例し、熱となって電線の温度を上昇させる。その値がある程度以上を超えると、絶縁電線では絶縁物の劣化を促進して寿命が短くなる。従って、電線の太さ・絶縁物の種類・使用状態によって、流してもよい電流の限度（許容電流）がある（表 4.2.1 参照）。低圧屋内配線に使用される、600V ビニル絶縁電線、600V ポリエチレン絶縁電線、600V ゴム絶縁電線、及び 600V ふっ素樹脂絶縁電線の許容電流は、電気設備技術基準に規定され、絶縁物の種類に応じた許容電流補正係数を乗じて算出する。また、電線を合成樹脂線びり・合成樹脂管・金属線びり・金属管、または可とう電線管に納めて使用する場合は、更に電流減少係数を乗じた値とする。

表 4.2.1 絶縁電線の許容電流

導体		許容電流 (A)	
より線 (公称断面積 m^2)	単線 (mm)	導体が 銅のもの	導体が アルミのもの
	1.0	16	
	1.2	19	
	1.6	27	
	2.0	35	27
	2.6	48	37
	3.2	62	48
	4.0	81	63
	5.0	107	83
0.9		17	
1.25		19	
2		27	
3.5		37	29
5.5		49	38
8		61	48
14		88	69
22		115	90
30		139	108
38		162	126
50		190	148
60		217	169
80		257	200
100		298	232
125		344	268
150		395	308
200		469	366
250		556	434
325		650	507
400		745	581
500		842	657

電気設備技術基準告示第 29 条

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

第5章 計装工事

5.1. 計装

太陽熱利用システムの計装は、集熱ポンプなどの運転の制御と、装置を凍結や過熱から守るための保護に大別される。これらの制御方法は、集熱器メーカーにより推奨される方法が異なるが、以下代表的な例を示す。

5.1.1. 制御方式

(1) 集熱制御

集熱ポンプを自動で運転する場合、日射の有無と蓄熱槽の水温により、集熱できるかどうかを判断して運転する必要がある。一般的な方法としては、日射によって集熱器の集熱板温度が上昇して高くなり、集熱可能な状態になると集熱ポンプを運転させ、逆の場合停止させる差温サーモによる方法がある。この方法は、集熱可能状態を集熱器の集熱板温度と蓄熱槽（水）温の差によって検知する方法で図 5.1.1 に示す計装方法が取られる。図の場合、高温側検出端（TDFC）と、低温側検出端の水溫（TDFS）を差温サーモで検出し、集熱ポンプを制御する。

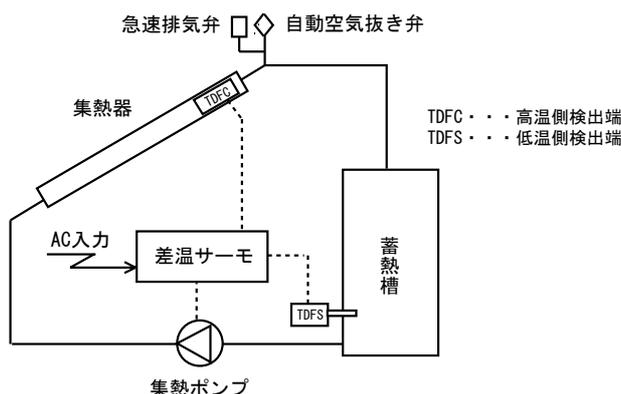


図 5.1.1 集熱制御の計装例

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

(2) 過熱防止

蓄熱槽温度が上昇し、集熱系温水温度が上昇して沸騰状態となり、ポンプがキャビテーションを起こす限界を過熱状態という。通常運転では、蓄熱槽の容量を適正範囲に計画することが求められるが、休日の負荷のない時や、中間期に負荷熱量に対して集熱量が多くなる時などに過熱が生じやすい。

過熱防止の方法としては、一般に、

集熱ポンプを止め、集熱器内の水を抜き取り、空焚きさせる。

図 5.1.2 に計装例を示す。給湯負荷の少なくなる日や季節では蓄熱槽内温度が上昇する。 unnecessary 集熱を避ける為、高温カットサーモ（THH）により集熱ポンプを停止させ、日中であっても落水によって集熱器は空焚きさせる。

集熱ポンプを止め、発生蒸気を大気に逃がす。

真空ガラス管形集熱器の場合、機種によっては空焚きできないものもあり注意を要する。その場合、

計画の段階で過熱防止を検討しなければならず、下記のような対応が必要である。
 配管途中に冷却用の熱交換器を設ける場合と蓄熱槽に放熱回路を設ける場合等がある。
 過熱状態を検知する方法としては、集熱系水温または蓄熱槽温度を検知する方法があり、設定温度以上となった場合に、機器を制御する。

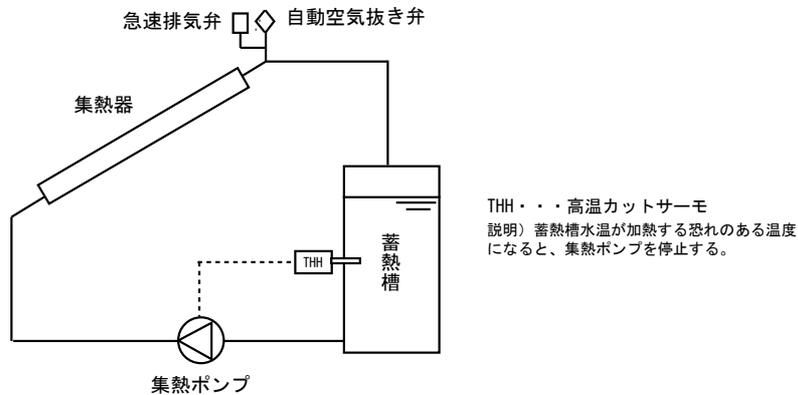


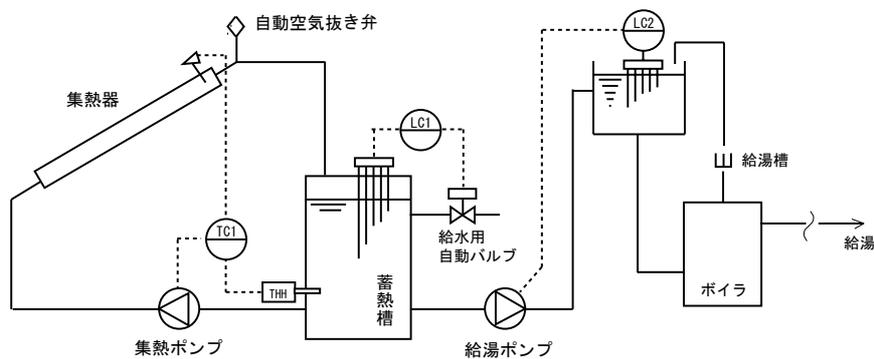
図 5.1.2 過熱防止の計装例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

5.1.2. 給湯・暖房・冷房システムの計装例

(1) 給湯システムの計装例

図 5.1.3 に給湯システムの計装例を示す。



動作説明 (概要): 集熱ポンプは差温サーモ (TC1) により温度差 3~10 で運転、0.5~5 で停止の制御を行う (表記の設定値は代表値である)。

給水用自動バルブは蓄熱槽水位 (LC1) により制御する。

給湯ポンプは給湯槽水位 (LC2) により制御を行う。

図 5.1.3 給湯システムの計装例

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

(2) 暖房給湯システムの計装例

図 5.1.4 に暖房給湯システムの計装例を示す。

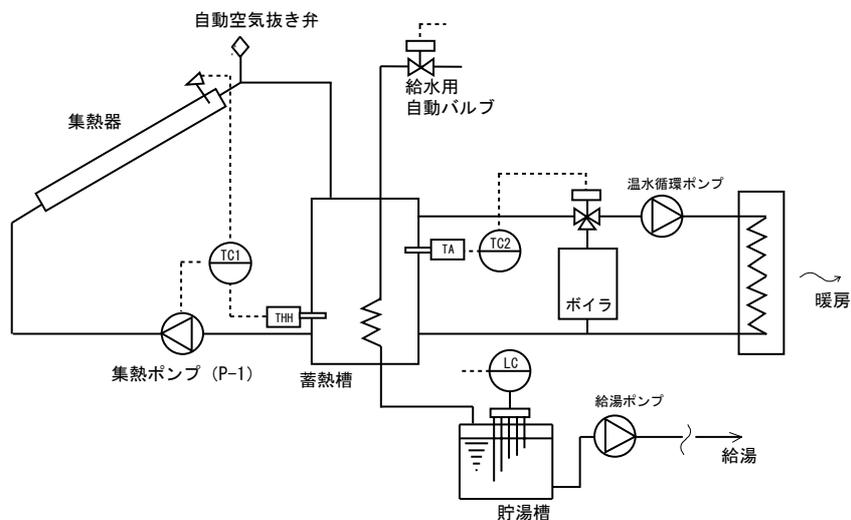


図 5.1.4 暖房給湯システムの計装例

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

動作説明（概要）

- 集熱運転：集熱ポンプ (P-1) の制御は差温サーモ (TC1) により温度差 3～10 で運転、0.5～5 で停止の制御を行う（表記の設定値は代表値である）。
- 暖房運転：温水循環ポンプを運転して空調器に温水を送り暖房を行う。暖房の熱源は蓄熱槽の温度により自動的に切替える。蓄熱槽水温が設定温度以下の場合には蓄熱槽サーモ (TC2) にて三方弁をボイラー回路に切換え、補助熱源による運転となる。
- 給湯温度：蓄熱槽内の熱交換器で給湯温度を上昇させ、蓄熱槽へ温水を送る。
貯湯槽水位 (LC) によって給水用自動バルブを制御する。

(3) 暖冷房・給湯システムの計装例

図 5.1.5 に暖冷房用熱源に一重二重効用併用型吸収式冷凍機を使用した場合の暖冷房・給湯システムの計装例を示す。

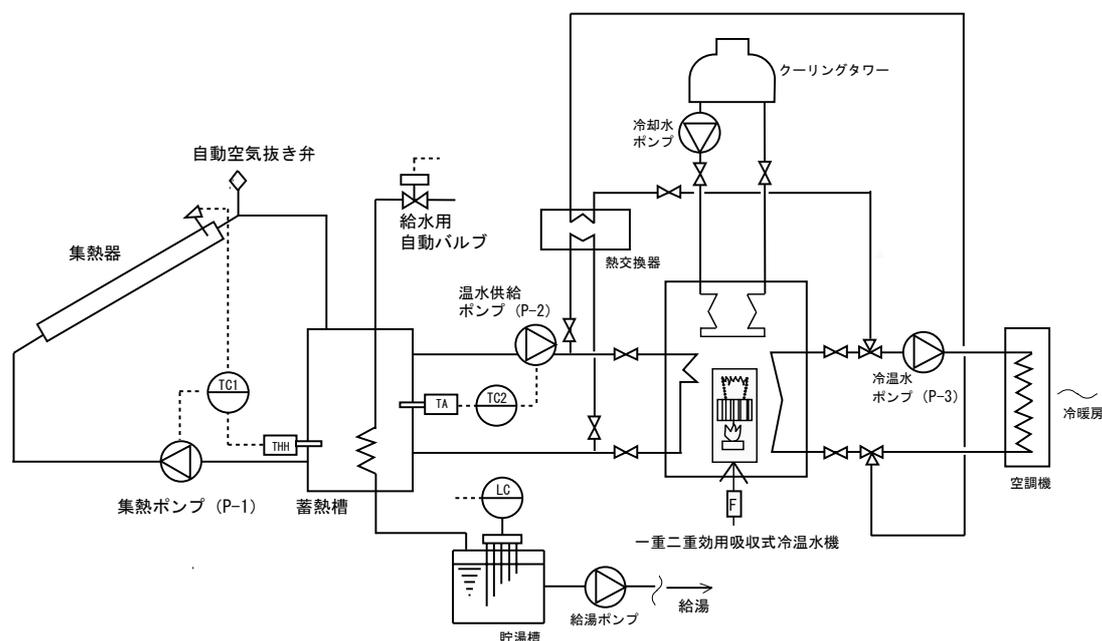


図 5.1.5 暖冷房・給湯システムの計装例

出所)「ソーラーシステム施工指導書 [平成 21 年改訂]」(社)ソーラーシステム振興協会編

動作説明 (概要)

集熱運転 : 集熱ポンプ (P-1) の制御は差温サーモ (TC1) により温度差 3 ~ 10 で運転、0.5 ~ 5 で停止の制御を行う (表記の設定値は代表値である)。

冷房運転 : 蓄熱槽の温水を温水供給ポンプ (P-2) により一重二重効用吸収式冷温水機の太陽熱再生器 (一重効用) に送る。冷温水の蒸発器で発生した冷水を冷温水ポンプ (P-3) で空調器に送り冷房を行う。このとき冷温水機の吸収器と凝縮器を冷却するためのクーリングタワーを運転する。蓄熱槽水温が 70 以下の場合、再生熱として寄与しないためサーモ (TC2) により温水供給ポンプを制御する。この場合、冷温水機は直焚の二重効用による運転となる (更に一重二重効用の併用運転が機種や制御により可能となる場合がある)。

暖房運転 : 蓄熱槽温度が 70 以上の場合は、蓄熱槽サーモ (TC2) により、温水供給ポンプ (P-2) により、吸収式冷温水機の太陽熱再生器に送り、蒸発器で温水を発生させる。この温水を冷温水ポンプ (P-3) で空調器に送り暖房を行う。暖房運転 : 蓄熱槽温度が 70 以下、50 以上の場合は、蓄熱槽サーモ (TC2) により、温水供給ポンプ (P-2) を運転し、熱交換器を経て冷温水ポンプ (P-3) で空調器に温水を送って暖房する。このため、冷温水機の蒸発器ととの間の配管は制御バルブで切替える。

暖房運転 : 蓄熱槽温度が 50 未満の場合は、蓄熱槽サーモ (TC2) により、温水供給ポンプ (P-2) を停止し、直焚の二重効用運転となる (更に一重二重効用の併用運転やヒートポンプ運転が機種や制御により可能となる場合がある)。

給湯運転 : 蓄熱槽内の熱交換器で給湯温度を上昇させ、蓄熱槽へ温水を送る。給水用自動バルブは貯湯槽水位 (LC) によって制御される。

第6章 施工完了確認（試運転・引渡し）

6.1. 試運転

施工が完了し、施主への引渡しを行う前に、試運転調整及び総合試運転を行う。

6.1.1. 試運転前準備

(1) 試運転調整の計画作成

試運転調整を行うにあたっては、綿密な計画を立てて行わなければならない。そのために次の事項を確認する。

関連工事の完了の日

受電日および動力関係の運転が可能となる日

補機熱源のガス供給または燃料の入手による機器の運転が可能となる日

給水および排水関係の使用が可能となる日

上記を基にして、実際に試運転調整にかかれる日を決める。

(2) 試運転調整の順序

関連工事の完了を確認

機器配管を点検し清掃する

ポンプ等の運転の確認

インターロック、故障表示などの電気系統の点検

ポンプ系統の水量調整

全装置の総合試運転調整

温度、水量等の測定（必要な時のみ）

試運転は上記の手順によって行われるが、実際に運転する前に電源・ポンプ・冷凍機・ボイラー・配管・集熱器・蓄熱槽等について表 6.1.1、表 6.1.2 にあげてあるような具体的項目について確認しておく。

確認作業が終了した後で、蓄熱槽、配管の洗浄を行う。総合試運転に先立って装置に水を張るが、集熱器に通水する時は、次のようなことに注意する必要がある。晴天日には集熱器表面温度が 100 以上になる場合があり、このような時に急激に給水すると、蒸気が発生したり、高温水となって配管を破壊する場合もある。従って、曇天時や日射が弱い日に通水するという配慮も必要である。試運転の前に、取扱説明書を準備し内容を理解しておかなければならないが、メーカーの標準システム以外のシステムを採用する際は、必要に応じて関連メーカーの立会いを求め、システム設計者の立会いの上で試運転を行う。簡単なシステムについては、試運転調整と施主への取扱い説明を同時に行うこともできる。

6.1.2. 試運転作業

総合試運転調整は、主要機器の事前の確認が完了した後で、装置全体を稼動状態にて行なう。設計が意図している機能を満足させるために、設計図又は仕様書の数値と照合しながら、各機器相互間の関連を検討して調整を行う。運転にあたっては、装置に負荷を急激に掛けることは極力避けなければならない。実際の運転手順は標準システムの場合、メーカーの説明書によって行えばよいが、特に無い場合には、表 6.1.3 を参照して行ってもよい。

平常運転時の運転状態はどうか（給湯・暖房・冷房）、また能力は出るか

日射のある場合、無い場合の切換（補助熱源）はうまく作動するか

異常状態が発生した時、装置は設計図または仕様書通り動くか（警報、インターロック等）

凍結予防装置は完全に作動するか

過熱防止装置は完全に作動するか

装置停止、配管水抜後（凍結予防のため）の復旧は簡単にできるか

暖冷房設備の場合は、一度に冷房・暖房両方の試運転を行うのは困難であるため、最初の暖冷房シーズンの切換時に再度調整を行う必要が出てくることもある。

試運転の一般的な手順、確認項目について表 6.1.3 に示す。また、試運転調整時に起りやすいトラブルとその対策について表 6.1.4 に示す。

表 6.1.1 試運転前作業項目の一例

項目	チェックポイント	内容
(1) 電源	1) 供給電圧	機器仕様に適合すること
	2) アースをとってあるか	300V 以下の低圧用の場合・設置抵抗 100Ω 以下（漏電遮断器使用のとき 500Ω 以下）
	3) 手元開閉器、ヒューズの容量	機器仕様に適合すること
	4) 接続端子のネジゆるみ、外れ、損傷	確認する
	5) 未接続はないか	確認する
	6) 機内配線は正しいか	確認する
	7) 相間短絡はないか	確認する
	8) 集熱ポンプのインターロックは正しいか	確認する
	9) 絶縁抵抗は正常か	充電部—対地間 0.1MΩ 以上 対地電圧 150V 以下 充電部—対地間 0.2MΩ 以上 対地電圧 150V 超え 300V 未満 受電部と非充電金属部間は 500V 絶縁抵抗計で 1MΩ 以上
	10) 導電遮断器の作動	テストボタンで確認する
	11) 耐電圧性能	充電部と非充電部金属部間 30V を超え 150V 以下 1000V 1 分間以上 15V を超えるもの 1500V 1 分間以上
	12) 自動制御（温度コントロール回路は正しく施工されているか）	確認する
	13) 凍結予防制御	確認する
	14) 過熱防止制御	確認する
	15) 差温サーモ設定確認	サーモ ON—OFF 温度確認
(2) ポンプ	1) 手で軽くスムーズに回るか	カップリングまたは軸端部をドライバー等でまわしたとき、明るくスムーズに回転すること
	2) 潤滑油の点検	注油を必要とする場合
	3) 仕様の確認	ポンプ出力、揚程
	4) サーマル設定	設定値

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成 21 年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

表 6.1.2 試運転前作業項目の一例（つづき）

項目	チェックポイント	内容
(3) 配管	1) バルブの開閉状態は良いか	確認する
	2) 自動空気抜弁の機能	空気が抜けることを確認する
	3) 自動制御弁の作動	集熱系落水時、空気が入ることを確認する
	4) 凍結予防弁の作動	作動確認及び必要に応じ調整すること
	5) 配管の保温	作動確認及び必要に応じ調整すること
	6) 配管の固定	確認する
	7) 熱膨張の対策	確認する
	8) 保温	確認する
	9) 材質	確認する
(4) 冷凍機	1) ポンプ、冷却塔のインターロック	作動の確認をする
	2) 保安装置	作動の確認をする
	3) 基礎、アンカー	確認する
	4) 通水（満水）	確認する
(5) ボイラー	1) ポンプとのインターロック	作動の確認をする
	2) 保安装置	作動の確認をする
	3) 基礎、アンカー	確認する
	4) 通水（満水）	確認する
(6) 集熱器	1) 固定は良いか	確認する
	2) 設置角度は適切か	傾斜角、方位角
	3) 仕様確認	製造番号、設置枚数、センサーパネル位置
(7) 蓄熱槽	1) 固定は良いか	確認する
	2) 設置角度は適切か	確認する
	3) 仕様確認	容量、材質、センサー取付位置、沸騰防止センサー、熱交換器、防食対策
(8) 循環水・媒体	1) 循環水水質	水質分析、市水、井水・
	2) 不凍液種類・濃度	仕様・濃度
(9) システム	1) 集熱系の開放システムか密閉システムか	開放・密閉
	2) 停止時に落水可能か	停止時に落水させる仕様か
(10) 集熱器架台	1) 仕様確認	水平確認、強度、材質

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成21年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

表 6.1.3 試運転作業項目の一例

項目	チェックポイント	内容
(1) 電源	1) 各スイッチ及び表示灯等の機能確認	運転電柱を確認、正常に作動すること 自動運転を確認する
	2) 警報装置の作動確認	正常の作動すること
(2) 蓄熱槽	1) レベルスイッチの水位確認	調整及び作動確認のこと 水位が適正であること
	2) サーモスイッチの設置	設置位置、設置方法が適正であること
	3) 温度計の指示	正確に蓄熱槽温度を計測すること
	4) 異物の混入、汚れ、異臭	支障がないこと
	5) 防錆材の投入	循環系の場合は、配管材料を考慮し、必要に応じ使用する
	6) 取付状態、外装	確認する
	7) 停止時の落水量	落水量 (mm)
(3) ポンプ	1) 回転方向の確認	三相電源は相の入れ替え、単相電源はモーター交換にて対処
	2) エア抜きの確認	十分エア抜き行なうこと
	3) 流量調整	流量計等にて調整すること 圧力計の指示圧力確認
	4) 異音、騒音がないこと	確認する
	5) 雨水の浸入対策の確認	対策されていること
	6) 運転電流	電流値 (A)
(4) 配管	1) 水漏れがないこと	目視にて確認する
	2) 空気の滞留がないこと	空気抜きを確認
	3) 振動・異音がないこと	確認する
	4) ウォーターハンマーがないこと	確認する
	5) 外観確認	損傷、破損がないこと
	6) 凍結予防	確認・水が完全に抜けること
(5) 集熱器	1) 流量バランス	流量計または上昇温度にて確認する、各ガラス面の温度差を表面温度計又は触手にて確認する
	2) 固定方法	確実に固定されていること
	3) 取付状態、化粧、外装	傷、破損がないこと
(6) ストレーナ	1) 清掃	ストレーナを清掃し、点検すること 配管異物除去
(7) 冷凍機	1) 清掃	所定の性能が出ること
	2) 保安装置・インターロック	作動すること
(8) ボイラー	1) 性能	所定の性能が出ること
	2) 保安装置・インターロック	作動すること
	3) 補助熱源	必要なときだけ補助熱源が働くこと
(9) 給湯システムの動作	1) 湯は出るか	確認する
(10) 暖房システムの動作	1) 温水の温度は上昇するか	確認する
	2) 温風は出るか	確認する
(11) 冷房システムの動作	1) 冷水の温度は下がるか	確認する
	2) 冷風は出るか	確認する

出所)「ソーラーシステム施工指導書〔平成21年改訂〕」(社)ソーラーシステム振興協会編

表 6.1.4 試運転時の故障の処置の一例

現象	原因	処置
循環ポンプが回らない	差温サーモスタットの取付不良	取付の再点検・調整
	電源が入っていない	電源を接続する
	ヒューズが切れている	ヒューズの切れた原因を調査し修理した後、ヒューズを交換する
集熱器へ水が回らない	空気弁が詰まっている	キャップを外し、ピンホールを清掃する
	配管中に空気溜まりが出来ている	配管が流れ勾配になっているかを確認修正する
	配管が詰まっている（異物）	異物の除去
循環ポンプから音が出る	ポンプがエア（空気）をかんでいる	エア抜きを行なう
湯がでない（給湯ポンプが回らない）	貯湯タンク内が満水になっていない（フローとスイッチが作動しているため）	給水栓を開け満水にする（給水栓は常時開けておく）
	電源が入っていない	電源を接続する
	ヒューズが切れている	ヒューズの切れた原因を調査し修理した後、ヒューズを交換する
	圧カスイッチが働かない	圧カスイッチの点検・交換を行なう
給湯ポンプが止まらない	給湯ポンプがエア（空気）をかんでいる	給湯栓を開け、また閉じてみる（3～4回）
	圧カスイッチが働かない	圧カスイッチの点検・交換を行なう
配管部より水漏れ	配管、継ぎ手類の締め付け不足	増締め又は再組み付けを行なう

出所「ソーラーシステム施工指導書〔平成21年改訂〕」（社）ソーラーシステム振興協会編

6.2. 引渡し

完成検査が完了して施工者と施主との間で工事引渡しが行われる。引渡し時には装置全体の説明をまず行い、運転方法や保守管理事項について取扱説明書等を利用して十分に説明する。給湯・暖房・冷房等、単独のシステムではなく、二つ以上のシステムが組み込まれている場合は、シーズンごとのバルブや熱源の切替等について説明する。また平常時の運転方法のみを説明するだけでなく、異常時（警報発生）や凍結予防のための方法等についても十分に理解してもらっておく必要がある。引渡し書類の中には必ず保証書が含まれていなければならない。保証期間、保証内容を明確にすると共に、必要に応じて保守契約を行うように勤め、無用のトラブルを避けなければならない。引渡し時に提出する書類の主なものには次の通りである。システムの種類、規模等によりメーカーのカatalog、取扱説明書をこれらの書類に代えることもできる。

引渡し書類リスト

施工図

設備概要説明書

機材、メーカー一覧表

機器承認図、性能表

機器取扱説明書

予備品（工具等）

工事引渡し関係書類（引渡書、緊急連絡先リスト、保証書）

第7章 メンテナンス・保守

7.1. 概要

メンテナンスは各機器およびシステムの性能、耐久性を維持するために必要なことである。メンテナンスは通常、 日常点検、 定期点検に分かれ、日常点検は太陽熱利用システム利用者が取扱説明書に従って実施し、定期点検は工事業者が行うことが望ましい。このためには、工事業者はメンテナンスマニュアルを完備し、ユーザーに点検が必要なことを周知徹底させること、及び定期点検契約を締結し予備品の管理等のアフターサービス体制の充実を図ることが必要となる。本章ではメンテナンス事項の概略等について述べているが、あくまでも参考とし、詳しくは各メーカーの技術資料等を参照することが必要である。

7.2. 点検項目

表 7.2.1 日常点検項目

点検項目	点検時期	点検・手入れの内容
周囲の可燃物	日常	ボイラーの周囲に可燃物がないかを点検する。
水漏れ 熱媒体の漏れ	日常	配管継ぎ手類などからの水漏れや熱媒体の漏れがないかを点検する。
安全弁	3ヶ月に 1回以上	安全弁は蓄熱槽に異常な水圧がかかったときに圧力を逃がす役目をするが、湯あかなどが溜まると、昨日が低下することがあるので、安全弁のレバーを起こし、水が出てくることを確認する。
蓄熱槽の洗浄	6ヶ月に 1回以上	タンクに水道配管中のゴミや錆が沈殿することがある。沈殿物を洗い落とすために半年に1回程度、次の手順で蓄熱槽の水抜きを行うことにより、熱の吸収をよくし、経済的に使用できる。 ① 電源プラグを抜く ② ②給水元栓を閉じる ③ 全ての給湯栓を開く ④ 排水栓を開けて貯湯槽の水を排水し、水のにごりがなくなるまで、排水・給水を繰り返す ⑤ 水がきれいになったら、排水栓を閉じ、給水元栓を開いてタンクを満水にする ⑥ 給水栓から水が出始めたら、給湯栓を閉じて電源プラグを差し込む
減圧弁のストレーナ	湯の出が悪くなったとき	ストレーナは水道水中に含まれるゴミや砂などの異物を取り除くものである。ストレーナに異物がたくさん溜まると、給湯栓をいっぱいにかけてもお湯の出は悪くなる。この場合は、給水元栓を閉め、ストレーナのふたを開け、ストレーナの周りについている異物を取り除くとよい。
蓄熱槽の外装	汚れたとき	蓄熱槽の外装の汚れが目立ってきたら、石鹼水を浸したやわらかい布で汚れを落とした後、乾いた布で水気を取る。シンナー等溶剤を含んだものは表面を傷める恐れがあるので、使用に際しては注意すること。
集熱器固定線など	日常	目視等によりゆるみ、錆がないかどうかを点検する。

資料提供) テクノ矢崎 (株)

表 7.2.2 定期点検項目

区分	点検箇所	点検項目	点検方法	処置内容
集熱器	ガラス面	ガラスの汚れ、破損、ヒビ	目視	汚れは布でとる、破損は交換
		ガラス面の結露、汚れ	目視	処置問い合わせ
		ガラス押さえ板の錆、ゆるみ	目視	増し締め程度は行う
	集熱板	集熱板の汚れ、変色	目視	処置問い合わせ
		集熱板からの水・液洩れ	目視	処置問い合わせ
	ケース	ケース等の外部金属部の錆	目視	ペーパーをかけ塗装
		ケース固定ネジ、リベットの緩み、破損	目視	増し締め、交換
		ケースの汚れ、錆、腐食	目視	汚れ拭き取り、補修
	配管	集熱器間の灰幹部、水・液洩れ	目視	処置問い合わせ
		接続部部品の破損、劣化	目視	処置問い合わせ
	固定	集熱器固定ボルトの緩み	目視	増し締め
		取付金具、ボルトの錆、腐食等	目視	部品交換
	センサー	センサーのはずれ、ガタの有無	目視	増し締め、交換処置
接続部の洩れ、シール不良		目視	増し締め、交換処置	
その他	外部への水漏れ、液洩れ	目視	処置問い合わせ	
蓄熱槽	本体	槽内の水あか、沈殿物	排水弁を開き排水の色を確認	貯蔵水の更新
		外部への漏水	目視	漏水箇所点検修理
		保温状態・高温部露出	触手	保温・ラッキング補修
		ケース、ラッキング外装の汚れ、錆・腐食・変形	目視	清掃と補修塗装
		センサー取付状態の確認	目視	修正処置
		本体の汚れ	目視	汚れ拭き取り、補修
	熱交換器	熱交換器の熱媒漏れ	目視	処置問い合わせ
		熱交換器パッキンの劣化・損傷	目視	処置問い合わせ
	固定部	アンカーボルトの腐食、緩みの有無	目視	増し締め
		基コンクリートの破損、ヒビの有無	目視	部品交換
	防食	防食装置の確認	電流または電極棒の寸法確認	部品交換
架台	本体	錆・傷・腐食	目視	ペーパーをかけ塗装
		ガタツキ・緩み	触手	増し締め
		集熱器との接続状態	触手	増し締め
	固定部	アンカーボルトの腐蝕、緩み	目視	増し締め、交換
		基コンクリートの破損、ヒビの確認	目視	補修

資料提供) テクノ矢崎 (株)

表 7.2.3 定期点検項目 (つづき)

区分	点検箇所	点検項目	点検方法	処置内容
配管	配管部	循環パイプの劣化、損傷	目視	布でふく
		循環パイプ接続の確認	目視・触手	必要に応じて交換
		接続ホースの劣化、割れ、液漏れ	目視	ホース交換の検討
	接合部	熱媒体の液漏れ	目視	増し締め
		配管部・接合部の水漏れ	目視	増し締め
	外装保温	ラッキングの錆、変形、腐蝕の有無	目視	補修
		ラッキング接合部の剥がれ、たわみ	目視	補修
	弁類 その他	ストレーナのごみ詰まり	外して確認	水洗い
		逃がし弁・空気抜き弁・水抜き弁等の確認	作動確認	必要にて分解清掃・交換
		水洗類の止水状態	作動確認・目視	必要にて分解清掃・交換・修理
		給水措置の核に	ボールタップ・逆止減圧弁等の確認	必要にて分解清掃・交換・修理
	施工	固定	アンカーボルト・ナットの固定確認	触手
固定線の錆・傷			目視	必要に応じて交換
固定線のゆるみ			目視	増し締め
本体取付部分の巻付け状態			目視	増し締め
コーチ釘との巻付け状態			目視	増し締め
コーチ釘の取付け状態			目視	増し締め
集熱ポンプ	本体	軸シール部位からの液漏れ	目視	漏水部修理・交換
		異常音	運転・聴覚	必要に応じて修理・交換
		運転電流	計測器・電力クランプメータ	必要に応じて修理・交換
		絶縁性確認	メガーテスト	必要に応じて修理・交換
		吐出圧力の確認	圧力計	必要に応じて修理・交換
計装	制御盤 機器	電気系確認	端子のゆるみ、動作チェック、絶縁抵抗	必要に応じて修理・交換
		絶縁性確認	メガーテスト	必要に応じて修理・交換
		差温動作チェック	模擬作動確認	必要に応じて修理・交換
		凍結予防作動チェック	模擬作動確認	必要に応じて修理・交換
		沸騰防止作動チェック	模擬作動確認	必要に応じて修理・交換
		電線管塗装・錆状態チェック	目視	補修
		給水・給湯制御確認	模擬作動確認	必要に応じて修理・交換
		漏電確認	テストボタン確認	必要に応じて修理・交換
その他	熱媒	上部ヘッダーへのエア抜き弁	作動確認	分解修理
		循環水水質確認	採取・分析	水質調整
		温度計破損、指示値確認	目視	必要に応じて修理・交換
		圧力計の動作・指示値確認	目視	必要に応じて修理・交換
		熱媒体の濃度・PH 値	濃度計、PH 計で測定	ブライン仕様書により追加調整
		熱媒体の量	水位計又は圧力計で確認	ブライン量調整と濃度計測

資料提供) テクノ矢崎 (株)

第8章 チェックポイント

太陽熱利用システムは建築設備の一分野であり、建築設備工事における一般的な注意確認事項に目を通すことが必要である。ここでは、太陽熱利用システムの施工にあたり特に必要な確認事項についてチェックポイントとして示す。

8.1. 集熱器の搬入時のチェックポイント

表 8.1.1 集熱器の搬入時のチェックポイント

チェック項目	判定
集熱器架台工事が完了して、受入体制にあるか	
搬入作業には集熱器に負荷・荷重がかからないように配慮しているか	
安全に搬入据付作業が行えるように配慮したか	
指定通りの集熱器その他が搬入されたか（タッピングの位置、形状など）	
納入された集熱器に異常は認められないか（ガラス、ケーシング、集熱器板等）	
作業の安全性に問題はないか	
労働安全衛生法に従った作業をしているか	

資料提供) テクノ矢崎 (株)

8.2. 集熱器架台および基礎のチェックポイント

表 8.2.1 集熱器架台および基礎のチェックポイント

チェック項目	判定
据え付ける床の支持強度は十分か	
積載する機器、架台の大きさ、重量に対し基礎寸法強度は十分か	
集熱器メーカーが要求する範囲内の歪みを許容できる架台であるか	
法規に準拠しているか	
機器据え付け後、仕上げのできないところを前もって仕上げたか	
基礎は雨水の浸入のないよう防水パッキンコーキング処理等の雨仕舞いは行っているか	
架台は集熱器の運転質量と付属部品の合計質量、風圧に十分耐え得る強度であるか	
架台の据付部は正しい角度(上部面の水平、傾斜面の平面)に保たれているか	
架台の機器据付部は据付が容易なように、加工、その他が完了しているか	
組立てが完全で、ボルトその他の締め付け忘れ、緩みはないか	
架台設置、組み付け時に穴開け、溶接作業を行っていないか	

資料提供) テクノ矢崎 (株)

8.3. 集熱器の据え付け時のチェックポイント

表 8.3.1 集熱器の据え付け時のチェックポイント

チェック項目	判定
据付が完全でボルト、その他の締め忘れがないか	
集熱器及び固定ボルトの強度、耐久性に問題はないか、材質は適切か	
集熱器の上下等の取付間違いはないか	
集熱器と架台との取付は指定された方法、金具を使用しているか	

資料提供) テクノ矢崎 (株)

8.4. 集熱系およびこれに類する配管工事のチェックポイント

表 8.4.1 集熱器およびこれに類する配管工事のチェックポイント

チェック項目	判定
機器の修理及び保守を考慮して配管されているか	
エア溜まりが生じやすい箇所にエア抜き弁をつけているか	
異種間金属に伴う腐食を考慮してあるか	
横走り管の勾配は 1/200 以上の勾配を設けてあるか	
管径に応じた支持金物を使用しているか、また支持間隔は適当であるか	
配管の保温厚を考慮して、配管間隔を決めてあるか	
圧力計、温度計などの取付箇所は適当であるか	
弁類の使用は適当であるか	
管末排水をとってあるか	
配管はリバースリターン配管を採用しているか	
集熱器と上部・下部ヘッダーとの接続は空気溜まり、残留水が残らない施工になっているか	
並列設置が多い場合等には配管の伸縮を考慮した伸縮継手を使用しているか	
ポンプ停止時自然落水を容易にする自動エア抜き弁・急速給排気弁の取付を考慮しているか	

資料提供) テクノ矢崎 (株)

8.5. 集熱系およびこれに類する系統の保温のチェックポイント

表 8.5.1 集熱系およびこれに類する保温のチェックポイント

チェック項目	判定
屋外部の保温の防水法について検討を行ったか	
集熱系配管のバルブ類、ポンプなどは保温して、放熱に対する配慮を行ってあるか	
使用温度範囲からみて、使用材料は適正か	
断熱材の効果が減退するような無理な締め付けを行っていないか	
吊金物、支持金物に断熱の処置をとっているか	
伸縮継ぎ手、集熱器継ぎ手、バルブ等の保温は適当か	
ラッキングの材料は適切か、加工取付は良好か	

資料提供) テクノ矢崎 (株)

参考文献

- 1) 太陽熱利用システム関係機器の日本工業規格 (JIS)
 - ・ 太陽集熱器 JIS A 4112
 - ・ 太陽蓄熱槽 JIS A 4113
 - ・ 太陽集熱器の集熱性能試験方法 JIS A 1425
 - ・ 太陽蓄熱槽の蓄熱性能試験方法 JIS A 1426
- 2) 公共建築工事標準仕様書 1 「機械設備工事編・太陽集熱器」
- 3) 公共建築工事標準仕様書 「電気設備工事編」
- 4) 建築設備設計基準 「太陽熱利用システム」
- 5) 「温水系水質基準 (JRA-GL-02)」 (社) 日本冷凍空調工業会
- 6) 「ソーラーシステム施工指導書」 (社) ソーラーシステム振興協会編 (平成 21 年版)
- 7) 「ソーラー建築デザインガイド: 2007 年版」 (独) 新エネルギー・産業技術開発機構 (N E D O)
- 8) 「大・中規模太陽熱利用システムの事例紹介」 矢崎総業(株)
- 9) 「矢崎ソーラー給湯システム施工・技術マニュアル」 矢崎総業 (株)
- 10) 「設計用資料: 太陽熱利用システム」 (2009 年 11 月) 矢崎総業 (株)
- 11) 「空調基礎教育テキスト」 矢崎総業(株)
- 12) 「機械設備工事監理指針」 国土交通省監修
- 13) 「建築設備耐震設計・施工指針」 2005 年版 国土交通省監修