

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）。

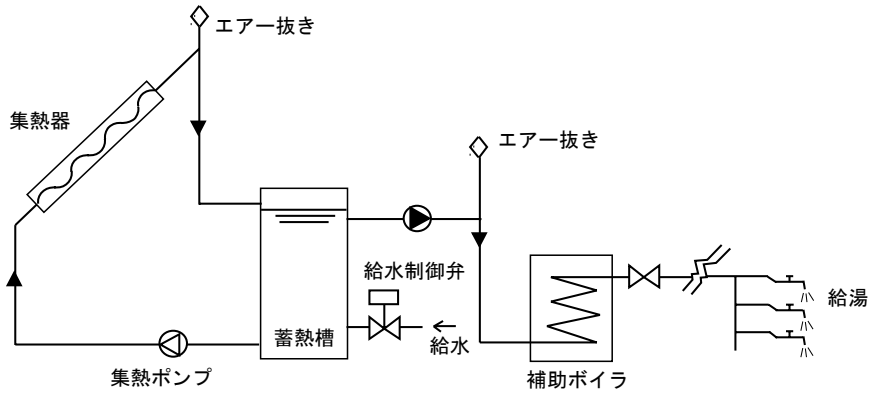


図 1.1.1 直接集熱直接加熱方式

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

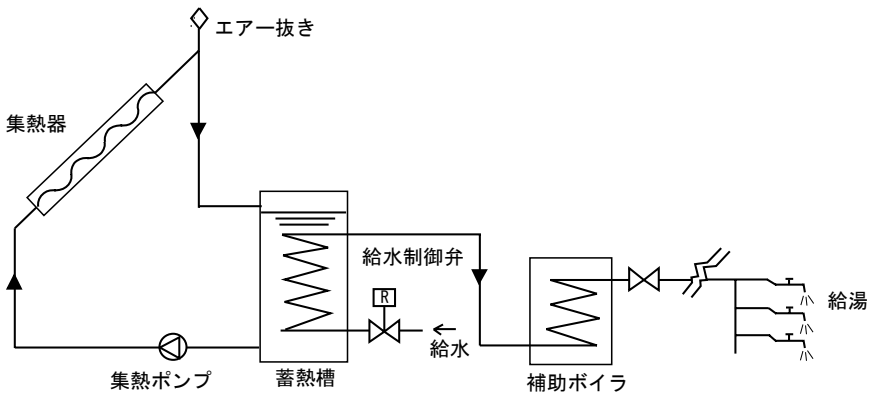


図 1.1.2 直接集熱間接加熱方式

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。

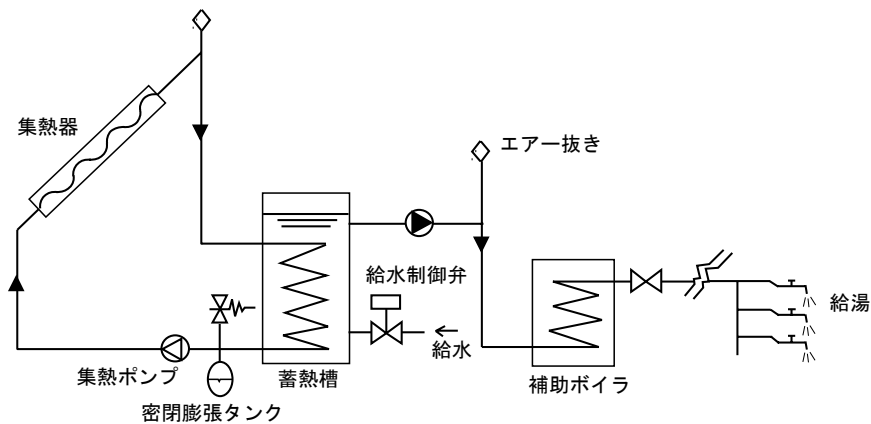


図 1.1.3 間接集熱方式

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

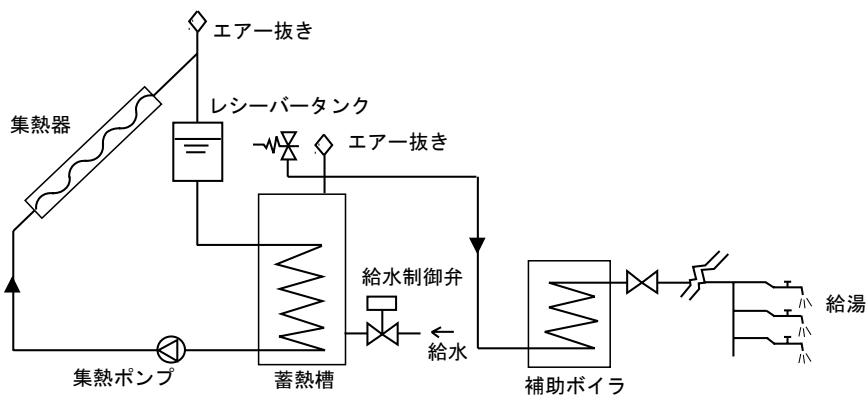


図 1.1.4 間接集熱開放方式

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。

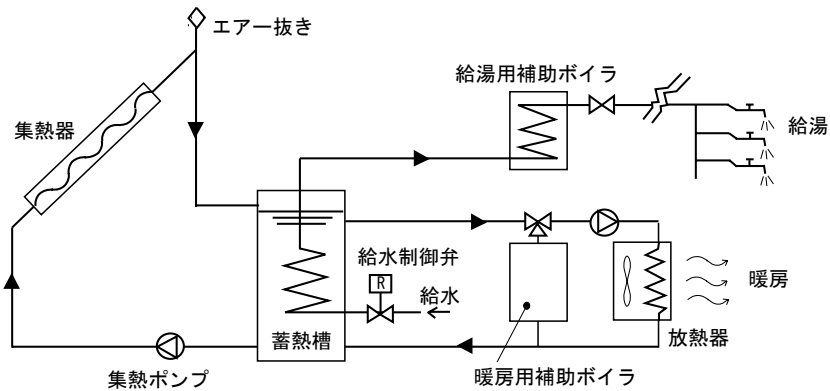


図 1.1.5 水式集熱暖房給湯方式

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。

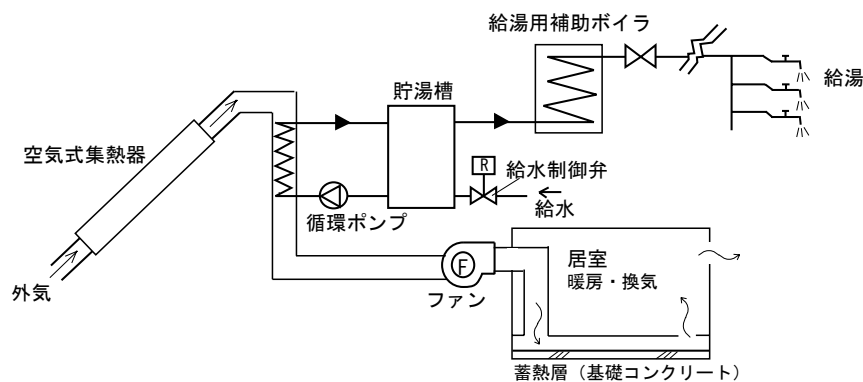


図 1.1.6 空気式集熱暖房給湯方式

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）。

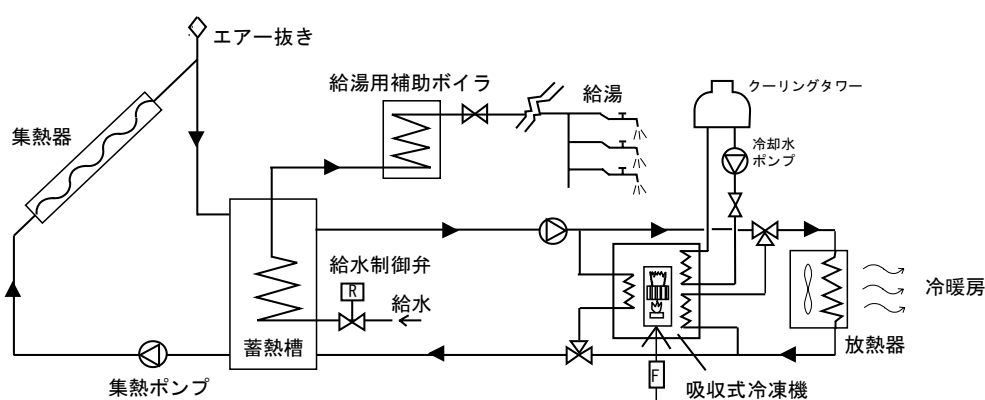


図 1.1.7 吸収式冷凍機を用いた暖冷房・給湯システム

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。

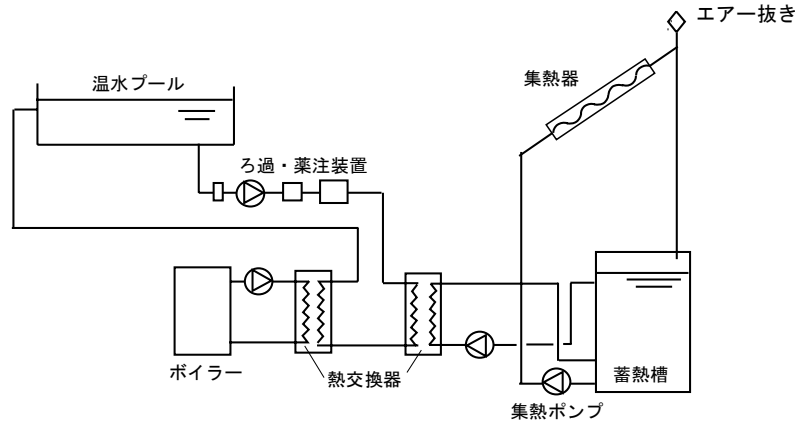


図 1.1.8 温水プールシステム

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。

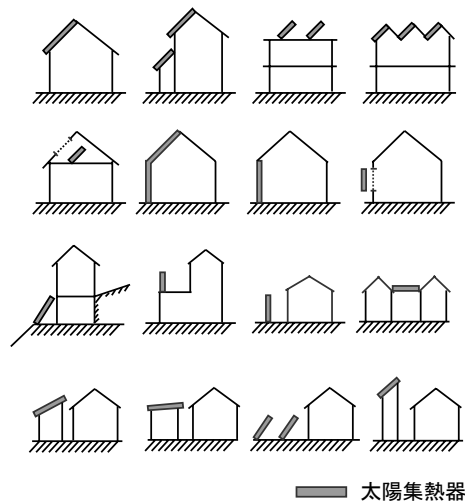


図 1.1.9 集熱器配置例

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

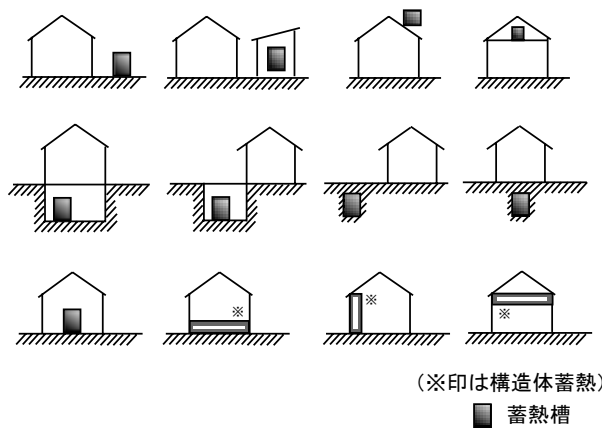


図 1.1.10 蓄熱槽（体）配置例

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													
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。

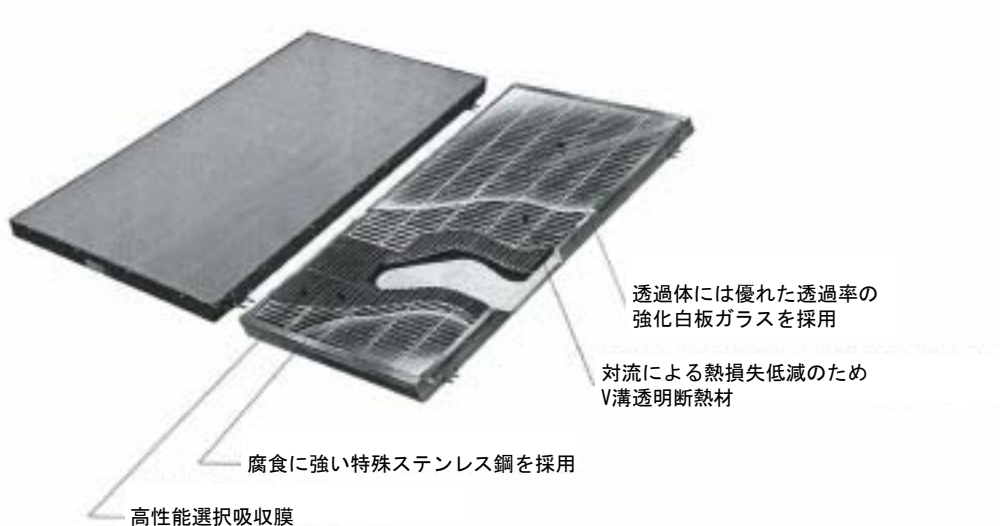


図 1.2.1 平板形集熱器外観図

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)

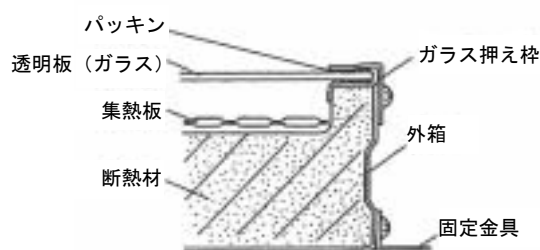


図 1.2.2 平板形集熱器構造図

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。

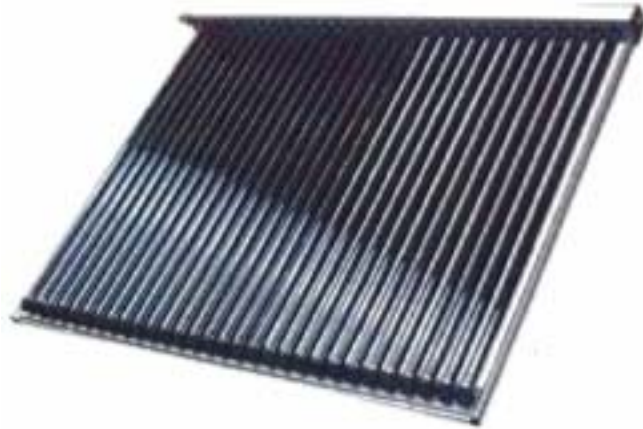


図 1.2.3 真空ガラス管形集熱器外観図

資料提供) サピオ株式会社

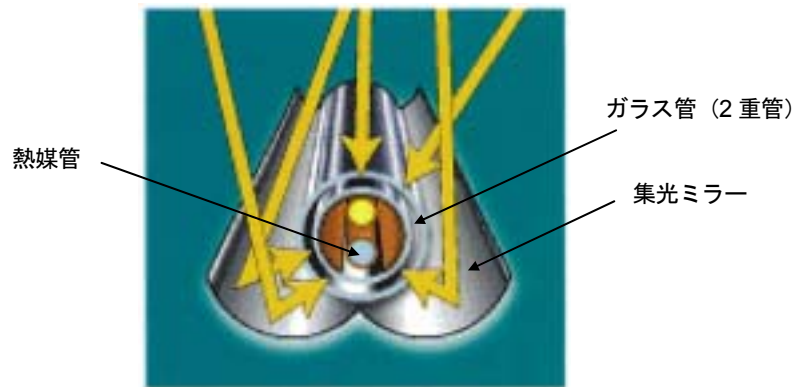


図 1.2.4 真空ガラス管形集熱器構造図

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

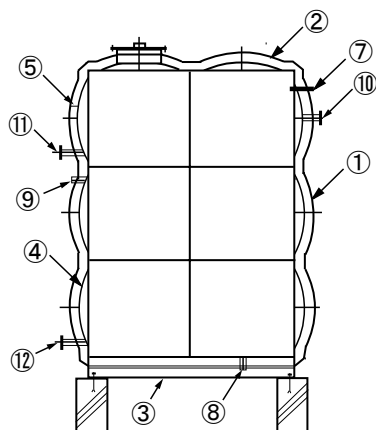
構成材	型式	
	平板形	真空ガラス管形
外箱	鋼 ステンレス アルミニウム FRP	鋼 ステンレス
集熱板 (フィン)	銅 ステンレス アルミニウム ポリエチレン	銅 アルミニウム 鋼
集熱管	銅 ステンレス ポリエチレン	銅
透過材	半強化ガラス ポリカーボネート	ガラス管
断熱材	グラスウール	—

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

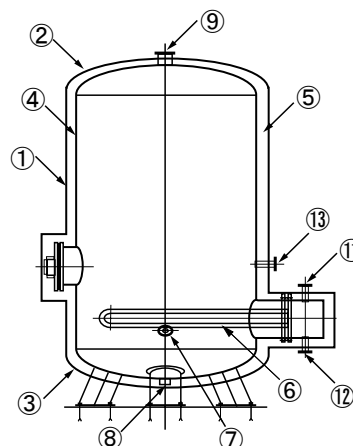
(1) 種類及び構造

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場合は、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		

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。

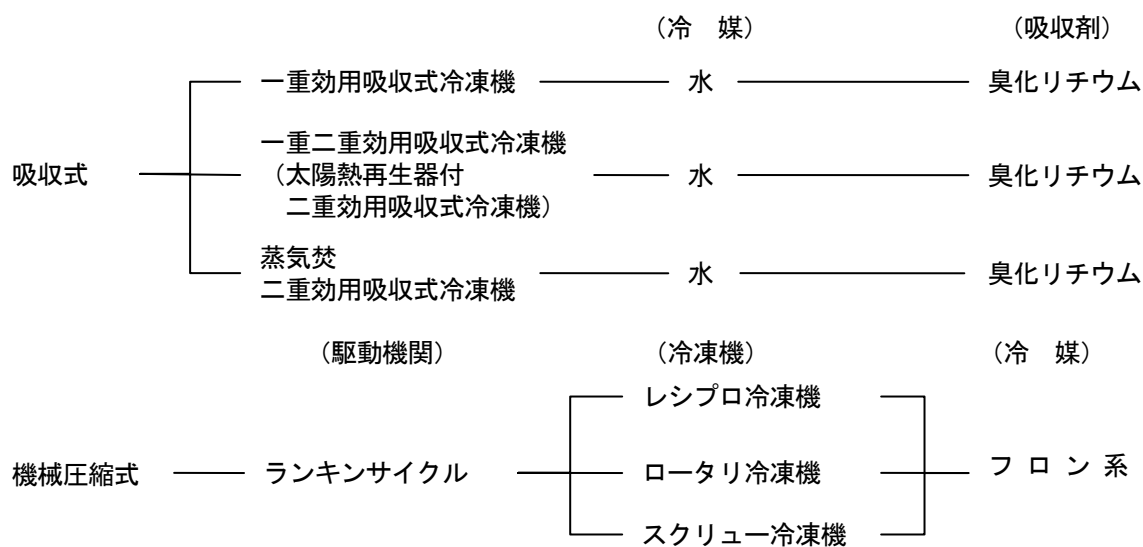
1.2.4. 冷凍機・ヒートポンプ

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。

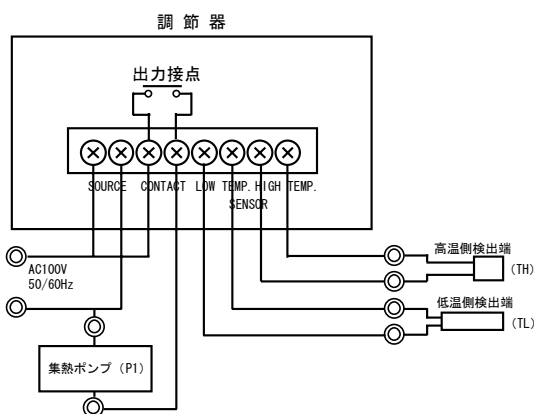


図 1.2.7 差温サーモスタットの構造図 (一例)

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。