

# 「みよし公園」温水プール熱源システム

ミサワ環境技術(株) 開発部 中島 実  
 事業部 新宅 哲弥・馬場 博通  
 宮原 恒雄・福永 満敏

キーワード / 熱源設備・未利用エネルギー・省エネルギー

## 1. はじめに

広島県三次市の県立みよし公園内に、地中熱を熱源とする温水プール施設が建設された。

三次市は中国山地の中央部に位置する盆地であり、冬期の夜間の気温は常に氷点下を示す。これに比べて、地中温度は1日および年間を通じて15℃程度で安定している。この地中熱という未利用エネルギーを有効利用することにより、環境に優しく、効率的な熱源システムが実現される。

平成12年4月15日に温水プール施設がオープンした。ここで、オープン直後の期間における地中熱ヒートポンプシステムの運転状況について紹介する。

## 2. 施設概要

<温水プール棟>

所在地 広島県三次市四拾貫町  
 敷地面積 52.8ha  
 構造 鉄筋コンクリート造 一部鉄骨造  
 階数 地下1階 地上2階  
 建築面積 1,792.0㎡  
 延床面積 1,959.9㎡

<温水プール>

25m公認プール 25m × 17m × 1.35 / 1.55m  
 幼児用プール 12m × 3.5m × 0.55 / 0.65m



写真 - 1 建物外観

### 3. 熱源設備概要

地中熱ヒートポンプ	× 2 台
加熱能力	240kW
冷却能力	180kW
入 力	62kW
冷 媒	R407C
地中熱交換器	(100m × 19本) × 2 組
暖房タンク	3,000 ℓ
給湯タンク	5,000 ℓ
冷房タンク	3,000 ℓ
ゾンデ循環ポンプ	3.70kW × 2 台
冷房循環ポンプ	0.75kW × 2 台
暖房循環ポンプ	1.50kW × 2 台
給湯循環ポンプ	0.75kW × 2 台
過冷却循環ポンプ	0.40kW × 2 台
排熱循環ポンプ	0.75kW × 1 台

### 4. 熱源システムの概要

#### 4 - 1 地中熱交換器

地中熱交換器はポリエチレンの同軸二重管であり，それを地中に杭状に埋設し，その中を不凍液が循環する時に，地盤との熱交換を通じて地中からの採熱および地中への放熱を行うものである。不凍液は内管を流下し，端部で内管を出て内管と外管の間を流上し，不凍液が地盤と直接接触することはない。したがって，地盤に与える影響は，採（放）熱時に管壁を通じた熱交換により生じる熱交換器のごく近傍の温度変化のみである。このように地中熱交換器を用いた地中熱の採（放）熱は，例えば直接に地下水をくみ上げ，放出する方法に比べると，地盤に与える影響を最小に抑えた環境に優しいシステムであると言える。

設計熱負荷条件と採熱試験の結果から，必要な地中熱交換器の長さは100mの地中熱交換器38本と決定した。



写真 - 2 プール室

保全と運転効率のために，これを19本ずつの2系列に分割し，それぞれを2台の各ヒートポンプへの熱源とした。

#### 4 - 2 地中熱ヒートポンプシステム

各ヒートポンプは3台の圧縮機と5個の熱交換器を持つ。運転条件に応じて必要な熱交換器が選択され，負荷に応じて2台のヒートポンプとその3台の圧縮機の運転台数が制御される。図 - 1 に地中熱ヒートポンプ熱源システムのフロー図を示す。



写真 - 3 ヒートポンプ



写真 - 4 蓄熱タンク



写真 - 5 温水ヘッダー

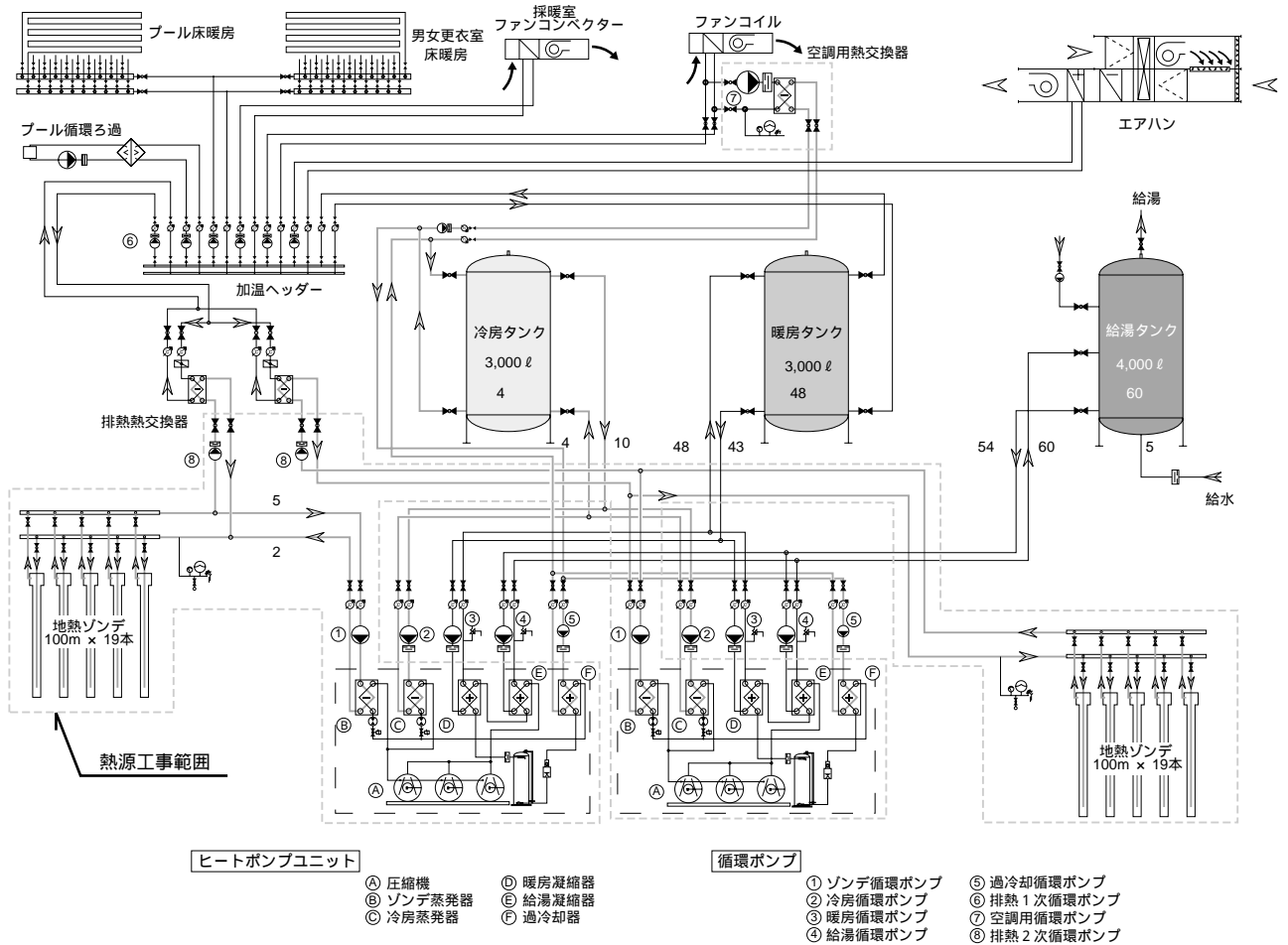


図 - 1 システムフロー図

表 - 1 各タンクの設定温度

タンク種	設定温度( )
暖房タンク	44 ~ 48
冷房タンク	4 ~ 7
給湯タンク	50 ~ 60

本施設における地中熱ヒートポンプシステムの運転要件は、外部熱負荷により変化する3基のタンク；暖房タンク、冷房タンクおよび給湯タンクの温度を設定値に保つことである。

暖房タンクに蓄えられた熱量はプールの加温、プールサイドと更衣室の床暖房および各部屋の暖房に用いられる。給湯タンクはシャワーそのほかの給湯に用いられる。冷房タンクは夏季の冷房に用いられるのに加えて、冷媒の過冷却に用いられる。暖房タンクおよび給湯タンクの加熱には地中熱および冷房タンクの余剰熱が用いられる。夏季の冷房運転時にはプール加温および給湯の負荷は小さく、建物内排熱で十分にその負荷がまかなえる。過冷却用に冷房タンクの冷水が用いられるので、冬期にも冷房タンクを冷却するための運転が時々必要になる。

冷房運転時の冷房蒸発器への冷水の入り口温度と、暖

房運転時の地中からのゾンデ蒸発器への不凍液の入り口温度は5 程度で同じであるために、年間を通じてヒートポンプは同じ圧力条件で安定に運転される。

## 5 . 運転状況

### 5 - 1 タンク温度

温水プールオープン後半月間の各タンクにおける、1 時間間隔で測定した温度変化の結果を図 - 2 に示す。また、プール加温用の熱交換器へのプール水の流入温度をプール温度として示している。なお、プール温度の設定値は29 である。この期間における熱負荷はプールの加温と暖房から発生し、その結果暖房タンク温度の変化が大きく、それに応じてヒートポンプが運転している。ヒートポンプ運転時に混合冷媒であるR407Cを過冷却状態まで冷却するために、冷房タンク内の不凍液が過冷却用の冷却水として用いられている。このためヒートポンプ運転時に冷房タンクが加熱されるために、冷房タンクの温度も変化している。この冷房タンクに蓄えられた余剰熱は、排熱運転により暖房タンクおよび給湯タンクに返却される。

これに比べて給湯タンクの温度は1日に1 ~ 2 回下がる程度であり、給湯タンク加温のためのヒートポン

実施例

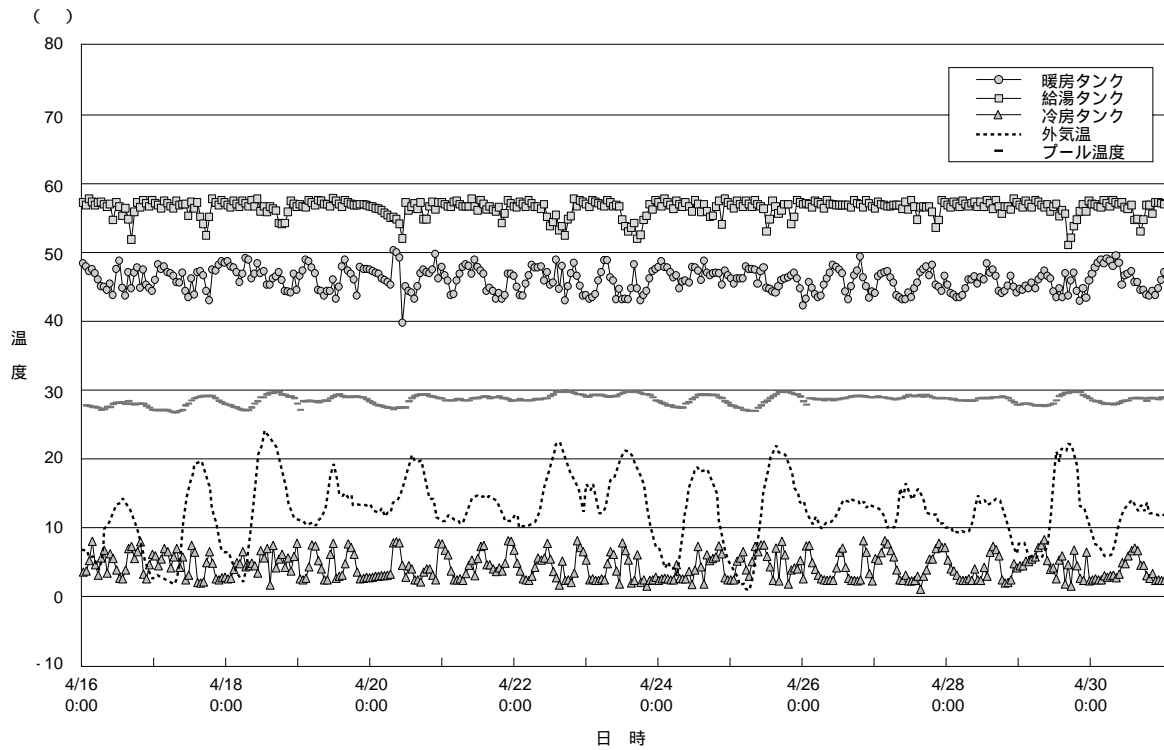


図 - 2 タンク温度の変化

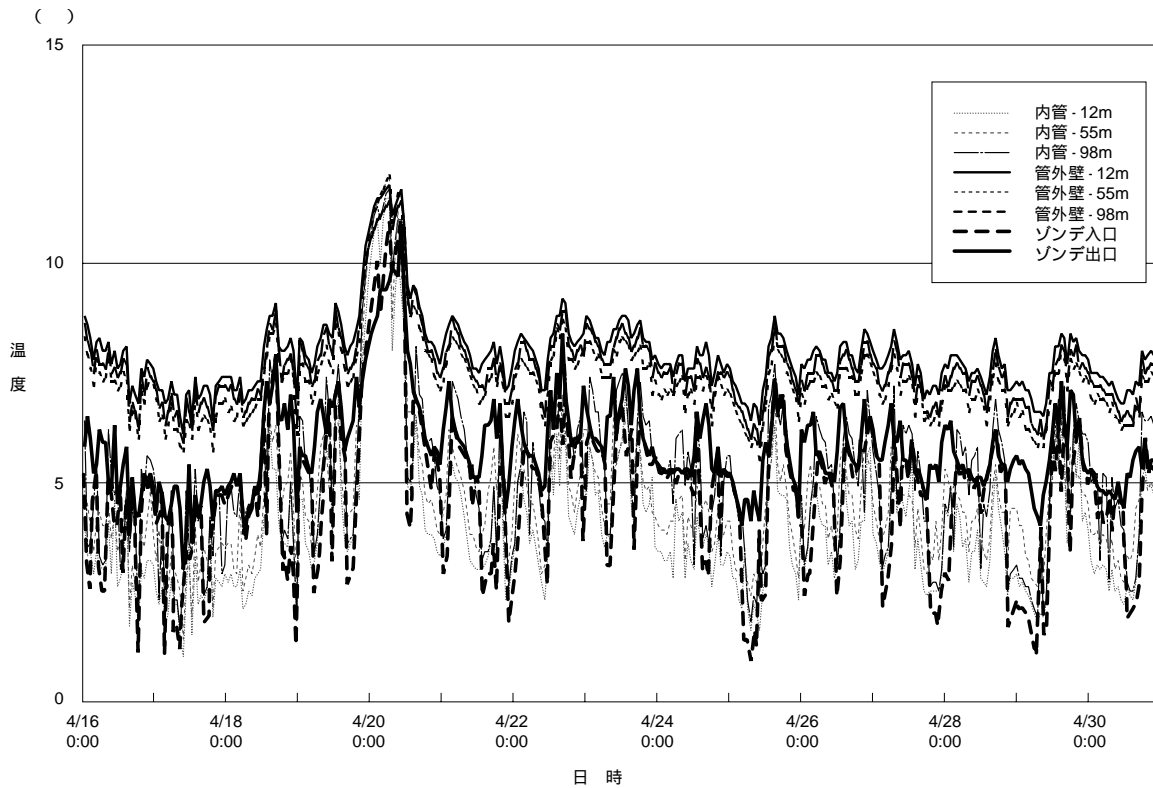


図 - 3 地中温度の変化

プが運転することはほとんどない。プール温度は外気温の変化に追従して設定値29 を中心に緩やかに変化している。各タンクの温度およびプール温度は負荷変動にかかわらず設定温度範囲を保っていることが分かる。

本システムは、施主の依頼により、夜間のタンク温度の上昇による蓄熱運転は行われていない。しかしながら、

プールの加温に伴う熱負荷は外気温が最低となる夜間に発生することから、プール加温に対する運転は主に夜間電力を使用していることになる。昼間の暖房運転は主に室内暖房(床暖房を含む)に起因すると推定される。なお、みよしプールの営業時間は午前9:00から午後9:00までである。

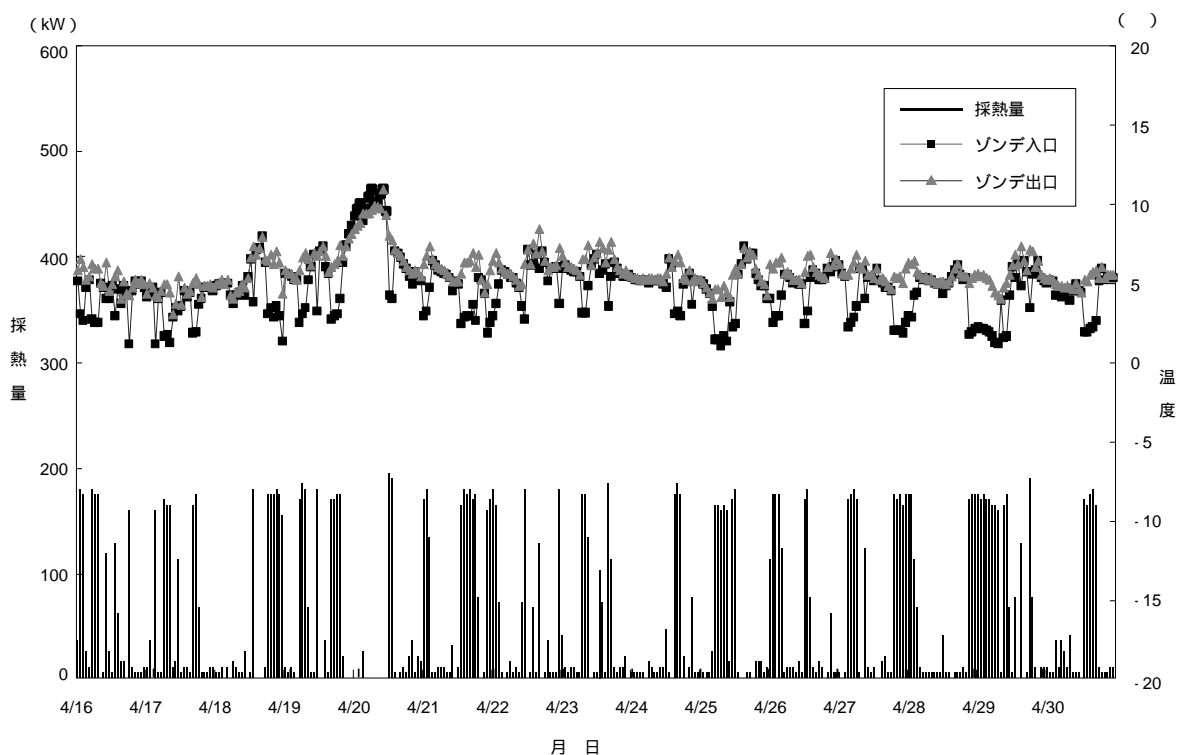


図 - 4 採熱量

### 5 - 2 地中温度

次に、この期間の地中熱交換器(ゾンデ)内部および表面の温度変化を図 - 3 に示す。図で内管とは、同軸二重管の内管を地中に流下する不凍液の温度を表し、管外壁とは二重管の外壁の地盤に接する部分の温度を表し、それぞれ地中12m, 55m, 98mの位置に熱電対を設置して測定した値である。また、ゾンデ入口はヒートポンプの蒸発器を出て地中熱交換器へ流入する不凍液の温度を指し、ゾンデ出口は地中熱交換器から出て蒸発器へ流入する不凍液温度を指す。

ヒートポンプの蒸発器を出た不凍液は地中熱交換器の内管を流下し、地下100mの位置で内管を出て外管と内管の間を流上する間に地盤の熱を吸収する。図においてゾンデ入口温度が急激に減少している部分はヒートポンプが運転している時である。ヒートポンプの蒸発器で冷却された1～4の不凍液は、ゾンデの内管を流下する間に外管を流上する不凍液により暖められ、さらに外管を流上する間に周りの地盤により加熱されることにより、最終的に5～7までその温度が上昇している。すなわち5～7の不凍液が、安定的にヒートポンプ内の蒸発器に供給されていることが分かる。

4月20日はみよし公園の休園日(毎週水曜日)である。したがって、この日の熱負荷はプール加温のみで小さく、ヒートポンプはほとんど停止している。図から、このように地中からの採熱がほとんど行われない場合には、地中の不凍液および地中熱交換器の外管壁の温度は、地盤の温度(採熱試験の結果より約15であった)に近づく

ことが分かる。

### 5 - 3 採熱量

地中熱を熱源とするヒートポンプでは、地中から安定的に設計熱量が採取できることが重要である。測定期間における不凍液の地中熱交換器(ゾンデ)への入り口、出口温度と地中からの採熱量を図 - 4 に示す。図から、この期間を通じて、5～7という不凍液の蒸発器入り口温度レベルを維持しつつ、地中からの採熱量が、設計値である180kW程度を安定的に維持していることが確認できる。

## 6 . おわりに

県立みよし公園内の温水プール施設の熱源システムについて、そのシステムの概要とオープン直後の運転状況について紹介した。

このシステムの特長は、未利用エネルギーである地中熱をヒートポンプの熱源として利用する点である。地中熱を用いることによって、プール加温および室内空調・給湯に対して環境に優しく、エネルギー効率の高い熱源システムが実現される。初期運転期間の測定値から、地中熱ヒートポンプシステムは、設計条件を満足して安定的に運転していることが確認された。

温水プールはこの春オープンしたばかりであり、最大熱負荷が予想される冬期の運転状況はまだ確認されていない。今後、さらに計測を継続して年間のシステムの詳細な検討を行っていく予定である。