

サンシャイン計画による土中蓄熱水槽の研究開発（その1）

大林組サンシャイン研究グループ

Development of Underground Heat Storage Tank in Sunshine Project (Part 1)

Ohbayashi Corporation
Sunshine Research Group

Abstract

The aim of this research work is the development of an economical construction method for an underground heat storage tank for long-term storage of solar heat. In the current year two heat storage tanks using PRECAST BASEMENT were constructed and heat storage tests were performed. The inner dimensions of a single heat storage tank were 3 m×3 m×12 m (height). One of the tanks is for short-term heat storage, and therefore, insulation boards of 100-mm thickness were attached at the outer surfaces of the walls. The other tank is for long-term heat storage. All pipes of the heat storage tanks are buried in concrete panels so that the piping system is greatly simplified making possible effective use of the interior spaces of the tanks.

概 要

本研究は太陽熱を長期的に蓄熱する土中蓄熱水槽の経済的な構築工法の開発を目的としたものである。本年度は PRECAST BASEMENTを用いて蓄熱水槽2基を建設するとともに蓄熱の試運転を行なった。蓄熱水槽の内寸は3m×3m×12m（高さ）である。2基の蓄熱水槽のうち1基は短期蓄熱用として水槽の外壁に100mmの断熱材を貼っている。また他の1基は中・長期蓄熱用とし、周囲の土も蓄熱体として利用するため外壁は断熱なしとしている。また水槽内の配管はすべてコンクリート外壁中に埋設する方法を採用した。この方法により、水槽内の配管システムは大幅に単純化され、内部の有効利用が可能となった。また試運転結果も良好で優れた温度成層の特性を示した。

1. はじめに

本研究は土中に建設する垂直型土中蓄熱水槽の経済的な構築工法を確立するとともに、余剰熱を一定期間にわたって効果的に蓄熱できるシステムの開発を目的としている。一般に蓄熱水槽は床下の基礎梁空間を利用して設けられることが多いため深さが深く平面的に広がる形状にならざるを得ない。一方、蓄熱槽内の熱拡散の特性から見ると形状としてはたて長のいわゆる温度成層型が望ましい。このため最近ではたて長の蓄熱槽がビル内外に設けられることが多くなったが、敷地および建物内に一定のスペースが必要であるため商業ベースの見地から敬遠されることもしばしば見受けられる。このたて長の蓄

熱水槽が土中に建設できるならば前述の欠点は解消されることになる。また土中に設置された場合には周囲土壌が断熱材として働くとともに蓄熱体の役目をもはたすことになる。このため中間期などにおいて余剰となる太陽熱の長期蓄熱のための蓄熱槽としても有効に利用することが可能となる。将来的にはここで開発された土中蓄熱水槽を大規模化し、地域規模にまで拡大することを目指している。

大規模な長期蓄熱水槽の例としてはスウェーデンのリケボプロジェクトあるいはランプホフプロジェクトが知られている。前者は地下に約10万m³の洞穴を掘り、夏期の太陽熱を長期間蓄熱し、冬期に周囲550戸の住宅の暖房に利用するものである。また後者は地下の約1万

シミュレートしながら補う方式を採用した。つまり集熱器とボイラーは並列に配置し、両者の出口水温が常にならくなるようにボイラーの能力およびボイラー廻りの三方弁を制御することとした。この際、ボイラー廻りの流量と集熱器廻りの流量が常に一定となるように定流量弁で制御している。また垂直型蓄熱槽の温度成層性を維持するため、集熱側、放熱側とも蓄熱槽への流入温度（返り温度）を一定とするように三方弁制御を行なっている。

冬期の凍結防止対策としては、ポンプ停止後にはコレクター廻りの水が落ちる落水方式をとっている。

放熱系は冷却塔で熱負荷をシミュレートする方式とした。すなわち蓄熱水槽上部から冷却塔へ温水を送り、冷却塔廻りの三方弁をコントロールすることにより一定温度の温水を蓄熱槽下部へ返すこととした。

主な機器容量は次の通りである。

- 太陽集熱器 平板式 36 m²
- 補助用ボイラー 55,000 kcal/h × 2 台
- 冷却塔 87,000 kcal/h × 2 台

2.3. 計測システム

計測ポイントとしては各系統水温、蓄熱水槽内垂直水温分布、各系統流量、日射量など、合計で61点である。計測システムは図-5に示すように自動化されている。データローガーは各センサーの出力信号を一定周期毎にサンプリングし、パーソナルコンピュータに送り込む。

3. 土中蓄熱水槽の建設

建設工事は昭和58年8月に整地などの準備工事を開始した後、PRECAST BASEMENTを施工し、設備を含めた全工事を昭和59年2月に完了した。施工時と完成後の状況を写真-1～写真-6に示す。

PRECAST BASEMENT工事はPC板製作、KELLY-S型掘削機による土の掘削、PC板の挿入の順序で通常、当社で施工しているOWS-SOLETANCHE工法で行なった。PC板は現場で鋼製型枠を用いて1日1枚のペースで合計8枚を製作したが両端部の半円切欠きには鋼管(φ150)の二つ割りをを用いた。掘削は通常の場合打ち地中壁の施工で用いる安定液(ポリマー泥水)で行ない、この安定液をPC板挿入後に自硬性安定液と置換する方法でPC板による外壁を施工した。次に隅角部のPC板半円切欠き部とPC板相互の目地部(図-3参照)にモルタルを充てんし、4枚のPC板を一体化した。根切り工事はPC板の頭部に地上立上り部ともなる頭つなぎ梁

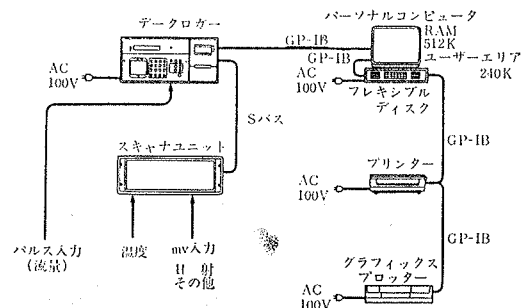


図-5 自動計測システム

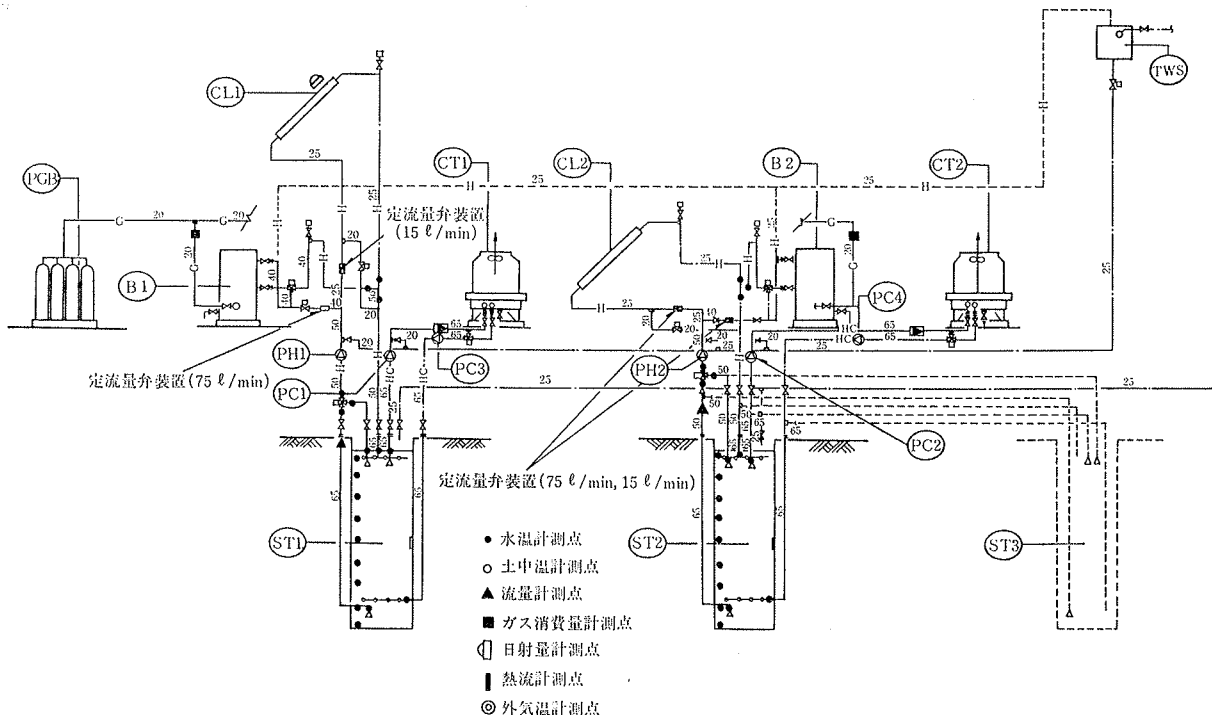
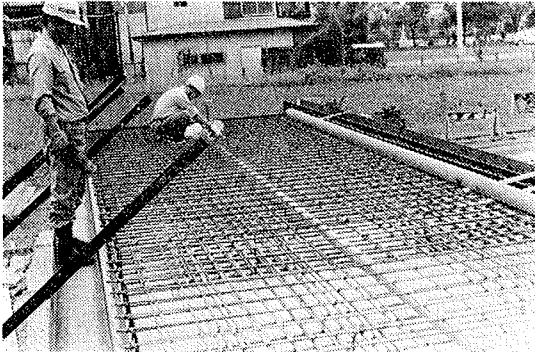


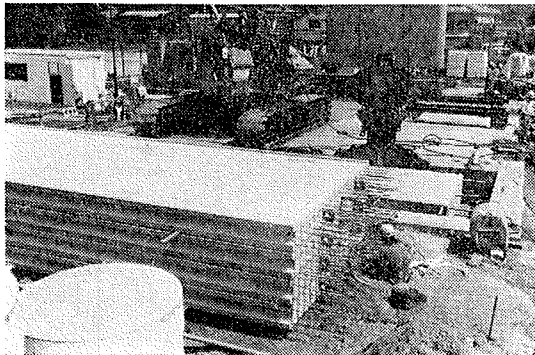
図-4 土中蓄熱水槽実験システム系統図

を施工した後、PC板による土中蓄熱水槽外壁を山留め壁とし、切ばりを架設しないで所定の深さ(GL-11.8m)まで行なった。

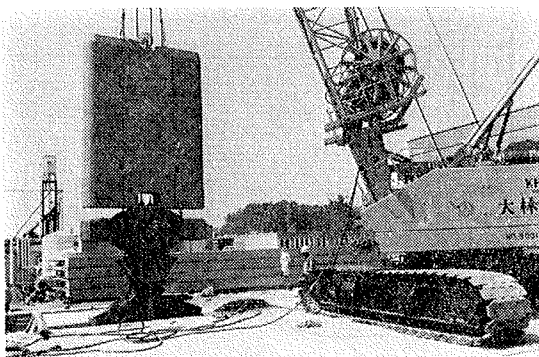
根切り後、底盤を施工したがPC板と底盤は歯型と接合鉄筋を用いるJOF-P工法¹⁾で接合した。根切り完了後、底盤位置でのPC板の挿入位置を測定したが、計画位置との誤差は0.3~5.7cm(平均値1.5cm)であり満足すべき施工精度であった。



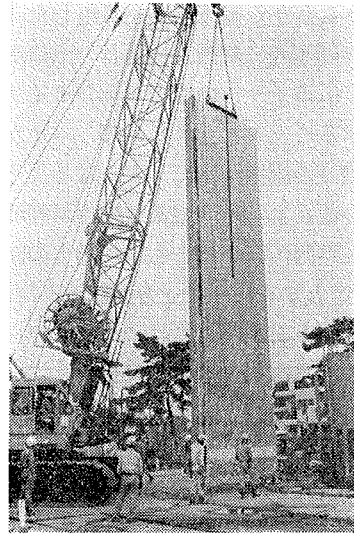
写真一 PC板用の鉄筋カゴ、型枠、配管の設置



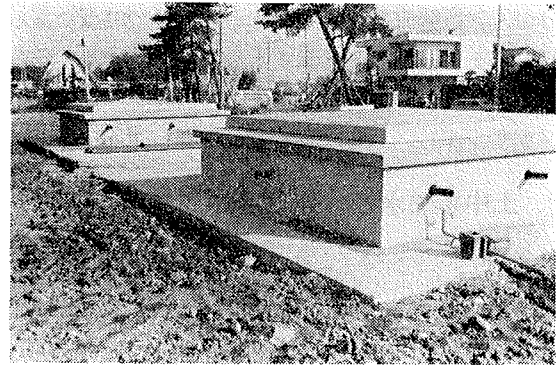
写真二 完成したPC板



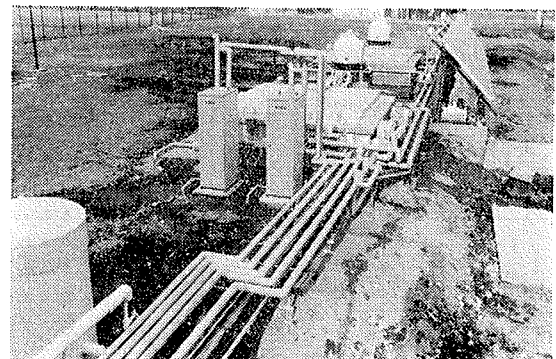
写真三 KELLY-S型掘削機による掘削状況



写真四 PC板の挿入状況



写真五 完成した土中蓄熱水槽外観



写真六 設備工事が完了した土中蓄熱実験システム全景

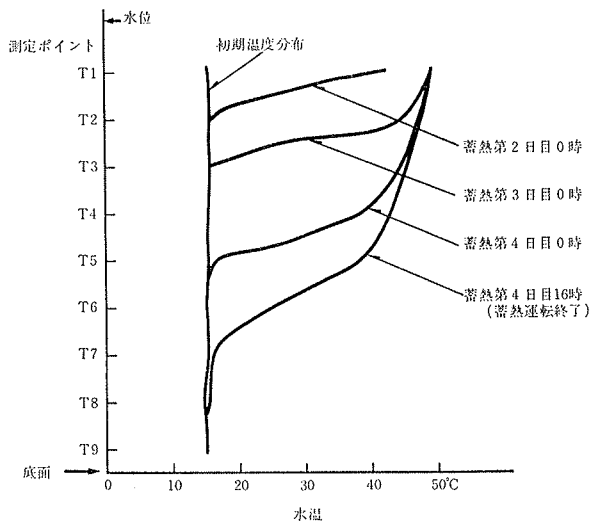


図-6 蓄熱時の槽内温度分布の変動

4. 土中蓄熱水槽の試運転結果

本年度は予備運転の意味で4日間蓄熱の短期蓄熱の実験を行なった。熱源はボイラーのみとし4日間で約2.53 Gcalの熱を蓄熱槽に投入した。図-6にこの間の蓄熱水槽内の水温分布の変化を示すが時間の経過とともに温度成層性が保たれていることがわかる。今回の実験は断熱なしの方の蓄熱水槽を用いて行なったので周囲地盤への移動熱量は蓄熱運転第4日目において50~70 kcal/m²・hとかなり大き目となっている。

5. おわりに

本報告をまとめると次のようなことが言える。

(1) PRECAST BASEMENTによる土中蓄熱水槽の構築は計画通り満足すべき施工精度が得られた。将来の大規模蓄熱水槽を考えるならば施工コストを含めて種々の利点があり、有効な方法と考えられる。

(2) 水槽内の配管をすべてPC板の中に埋設する方法を採用したが、水漏れなどのトラブルは発生せず、水槽内の配管システムを大幅に単純化することができた。

(3) 本土中蓄熱水槽は良好な温度成層性が保たれていることが判明した。周囲が土壌に囲まれているため断熱性が良く、このように優れた特性を示すものと思われる。

なお本研究は以下のメンバーで行なわれた。

田中辰明, 宮川保之, 岡 建雄, 小宮英孝, 安江 進, 岩波 洋, 渡辺真知子, (以上, 技術研究所 環境研究室), 蜂須賀舜治, 宮崎友昭, 安倍 隆 (以上, 本社 建築本部 設備設計部), 佐藤 寛 (本社 技術本部 建築技術部)

また本研究を行なうにあたり御支援いただいた新エネルギー総合開発機構 太陽技術開発室の方々, 工事を担当していただいた本社 特殊工法部, 工務部の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 小島, 武田, 菊地: PC板による山留壁の構造体利用に関する研究—PRECAST BASEMENTの計画・設計・施工—, 大林組技術研究所報, No. 27, (1983), pp. 16~25

(執筆担当 宮川保之)