

蓄熱槽の温度成層化による性能アップ

家庭用電気温水器の原理でビル空調ができる？

Study on Thermal Storage Performance for Temperature-stratified Tank

We can make building air-conditioning using the principles of late-night electric power water heater.

(電力技術研究所 建築グループ)

ビル空調の1つに、家庭用電気温水器と同じように夜間電力によって温水または冷水を製造し、これをビル地下に蓄えて昼間の空調用熱源として利用する蓄熱空調方式がある。この蓄熱槽の性能アップを計る方法に、水温の温度差による比重の違いを利用し槽内に温度成層を形成する方法がある。この方法を取り入れた新しいタイプの蓄熱槽を当社松本営業所の建屋地下に設置し、その性能評価を行う研究を推進している。

1 研究の背景と目的

電力の負荷平準化をはかるために夜間電力を利用した電気温水器があることは良く知られているが、ビル空調のために蓄熱槽が利用されていることはあまり知られていない。電気温水器も蓄熱槽も電気を熱として蓄えるという点で共通しており、電気温水器では給湯用の温水として、蓄熱槽では空調用熱源の冷温水として利用される。

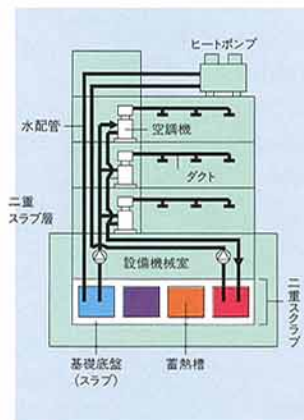
一般に、蓄熱槽というと建屋地下に構造上必要な二重スラブを有効利用した多層連結型蓄熱槽（以降多層型と呼ぶ）が主流で、構造上の特徴は第1図に示されるように、各槽が攪拌によって完全混合状態となり槽内の温度をほぼ均一に保ちながら、槽毎には温度差を生じるという点である。これに対して温度成層型蓄熱槽（以降成層型と呼ぶ）は、第2図のように槽内に温度成層を形成することによって、空調に必要な温度の水をできる限り確保し、利用可能熱量を増すことによって性能アップがはかれる点を特徴としている。この2つの蓄熱槽の違いは、電気温水器で言えば温水器の中のお湯を攪拌して使うか、タンク上部の温水と下部の冷水をなるべく攪拌せずに分離して使うかといったものである。成層型の場合、タンクに温度成層を形成して使う深夜電力だけを利用した電気温水器の運用に似ている（第3図参照）。そのため、温度成層を形成しやすい（水の比重差を付けやすい）立型のタンク形式のものが採用されてきたが、槽内への流出入口の形状や流量を工夫することにより、従来と同等の空間でも温度成層化を実現できるようになってきた。

今回、建屋地下に設置された水深の浅い（約2.7m）成層型蓄熱槽を対象に、運転パターン毎の水温・躯体

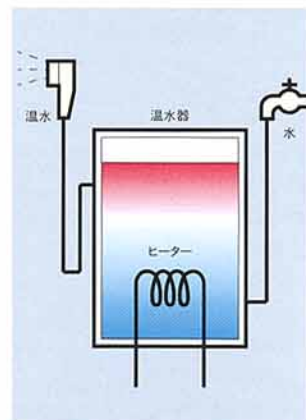
(Electric Power Research & Development Center, Architecture Group)

Thermal Storage system is one of the air-conditioning techniques. Utilizing specific gravity differences of water is able to improve the performance of thermal tanks. This system is installed at the company's Matsumoto Customer Service & Sales Office. Under the measuring and collecting data at there, research in evaluating the performance of this method is enforced.

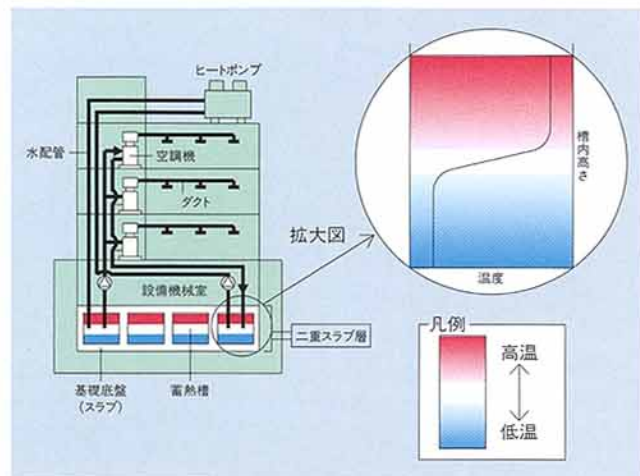
温・周辺地盤温などを連続測定し、設計段階での性能予測値が得られているか検証したり、槽内の熱流動解析や模型実験により成層型蓄熱槽の性能を把握することによって、蓄熱性能向上のはかられた最適な空調設計に役立つ資料を作成するというを目的に研究を推進することになった。



第1図 多層型蓄熱槽の槽内温度分布
(各槽の温度分布は均一)



第3図 電気温水器の
タンク内温度分布



第2図 成層型蓄熱槽の槽内温度分布
(槽内に温度勾配がある)

2 研究概要

(1) 連続測定

データ計測・収集記録伝送・制御を行うデータ蓄積システムにより、空調運転パターン毎の水温・躯体温・周辺地盤温などの実測調査を行う。

(2) 蓄熱槽内の熱流動解析および模型実験

槽内流出口、流入口形状の違い（円管、スリット）や水深の違いによって槽内の温度分布や流速分布がどのようになるか模型実験によって調査分析し、蓄熱性能に影響を及ぼす要因を明確にすると共に蓄熱性能を評価するパラメータを抽出する。

さらに、得られたパラメータを用いて槽内の熱流動を模擬するシミュレーションモデルを構築し、これと実測結果の比較により蓄熱性能を検証する。

(3) 最適空調運転パターンの検討

モデルケースによる温度成層型蓄熱槽を使用した建物の最適空調運転パターンの試算を行う。

現在の研究の進捗状況としては、連続測定を継続中で、5年度に得られたデータの分析を進めながら模型実験に着手している。

3 対象建物および計測概要

第4図に対象建物の外観図を示す。

(1) 建物概要

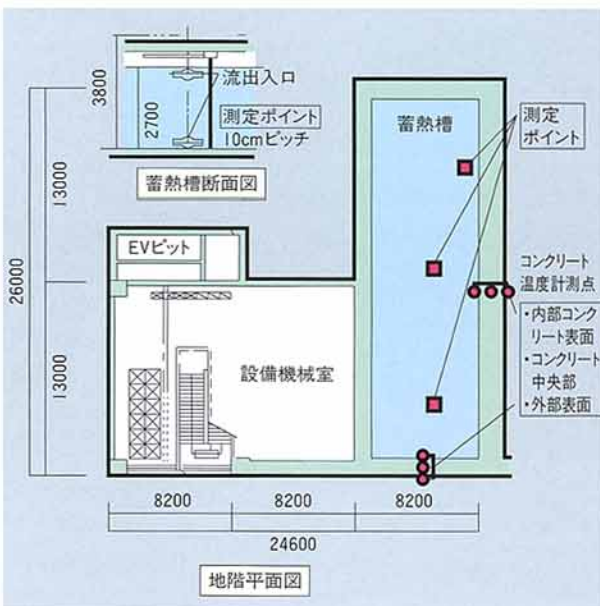
建築面積 1500㎡、延床面積9803㎡、
地下1階・地上7階、SRC造

(2) 空調設備概要

蓄熱槽容量 440㎡ (L23.6m×W6.9m×H2.7m)



第4図 松本営業所外観図



第5図 蓄熱槽概要図および各部計測位置

蓄熱槽能力 1,896,300 (kcal/日)

空冷ヒートポンプチラー

冷却能力 276(Mcal/h)、加熱能力262(Mcal/h)

日冷房負荷 4,162,700(kcal/日)、

日暖房負荷 5,070,600(kcal/日)

(3) 計測概要

第5図に各部計測位置を、第6図に熱源システム系統図および各部計測値を示す。

なお、成層化するために第7図に見られるような槽内への流入出口を採用している。

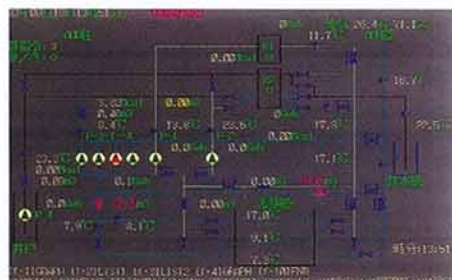
4 実測結果

第8図に夏期の代表的な槽内温度プロフィールを示す。この実測結果から、温度変化域の厚み（温度勾配）は50cm以内で勾配の変化もほとんどみられず、浅い水深でも安定した温度成層が形成できることがわかる。

また、流入口・流出口の流速は0.05m/sと比較的遅いため流入出口付近では水の混合は緩やかに行なわれている。そのため、流入出口付近では死水域を生じていると思われる。さらに、この温度成層化が中間期・冬期における一連の蓄熱放熱運転状況の中でも維持されることを確認している。

5 今後の展開

実システムの計測を継続させながら、模型実験や熱流動解析をすすめ、設計段階における性能予測精度の向上とエネルギー利用率の高い蓄熱槽の運用をめざして研究を進めていく予定である。

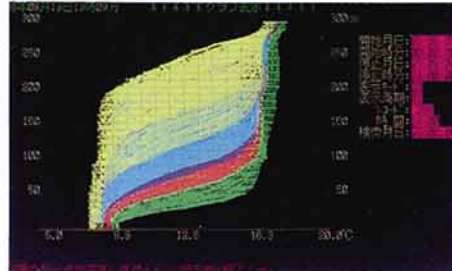


第6図 熱源システム系統図および各部計測値



第7図 槽内流出入口の位置形状図

200φの円管が槽の上下に各16カ所あり、下部の円管の下端は槽底から20cmの位置に、上部の円管の上端は底から270cmの位置にある。



第8図 槽内温度プロフィール実測結果（夏期）