

## 温度成層型蓄熱槽空調システムの運転実績 空調システムの概要と評価

関根 秀弥\* 城所 義雄\*

### 要 旨

蓄熱システムは、真夏の冷房時の電力ピークを夜間に移行させ電力需要を平準化させることを主目的としているが、同システムに用いられている熱源機器は、冷暖房兼用型が多く、寒冷地では真冬の暖房時の性能が満足できるかどうかが問題となる。今回対象とした施設は栃木県北部地域にあり、延べ床面積が10,000㎡以上の建物に空冷式ヒートポンプチラーを採用した事例としては、北限に位置する。

今回の測定期間中、外気温が - 5 以下となることが数日あったが、このような条件下でも安定的に蓄熱システムによる暖房を行えることを確認することができた。

また、蓄熱槽内の温度分布測定結果から、本システムの特長である槽内の温度成層が蓄熱、放熱の各段階で明確に形成されていることが確認できた。

### 1. まえがき

今回研究対象とした施設は当社の技術研究所であり、空調用熱源として温度成層型蓄熱槽空調システムを採用し、1994年3月の完成から利用している。

建物は北緯約37度、東経約140度、海拔約250mの内陸部に位置し、1996年の日平均気温は夏の暑い時で約28.9、冬の寒い時で約 - 4.5、特に冬の最低気温は - 7 まで下がることがある地域である。

本報では、建物と蓄熱システムの概要を紹介すると共に計測方法、蓄熱槽内の温度分布、蓄熱槽の損失熱量など、同システムの暖房時における計測結果を中心に報告する。

### 2. 施設概要

#### 2.1 建築概要

研究本館・展示実験棟は図 - 1 に示すようにエキスパンションジョイントでつなげた一棟で構成されている。延べ床面積は約10,700㎡、各階の床面積はおよそ地下1階：200㎡、1階：2,200㎡、2～5階：各階2,050㎡、塔屋：100㎡である。建物規模は、地下1階、地上5階、塔屋1階で、内部にアトリウムを有した建物である。

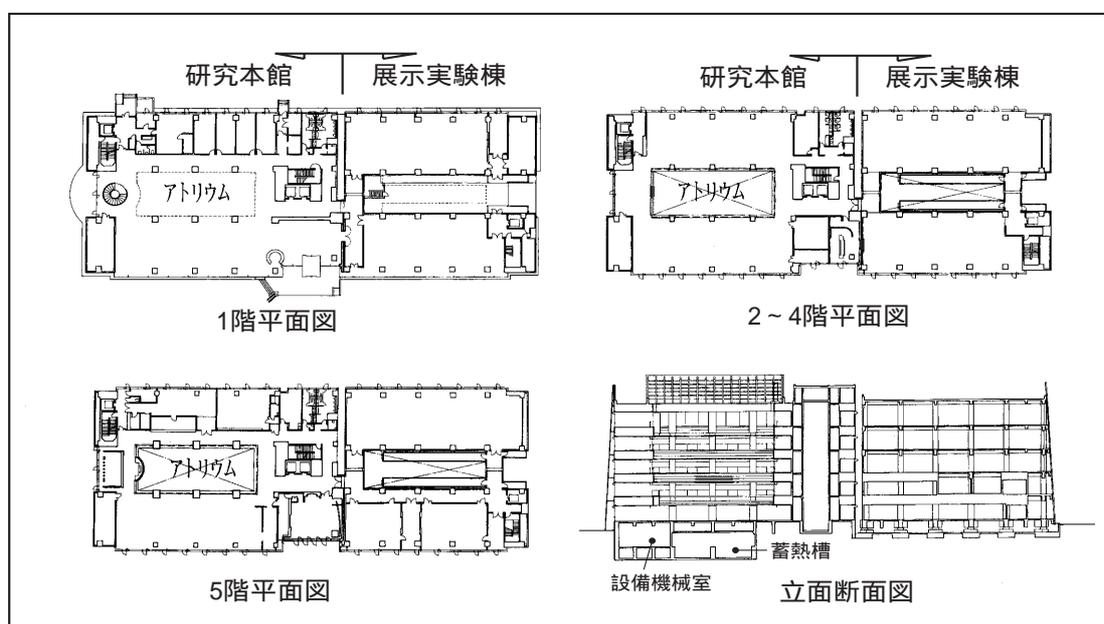


図 - 1 建物概要図

\*技術研究所

2.2 空調設備概要

当蓄熱槽システムでは、冷水または温水を、各階の外気負荷処理系統のエアハンドリングユニット（研究本館：5台、展示実験棟：9台）、5階の室内負荷処理系統のエアハンドリングユニット（研究本館：1台）、各階の室内負荷処理系統のファンコイルユニットへ冷温水配管により供給している。5階のほぼ全室は負荷パターンが異なるため供給配管が冷水、温水であるのに関わらず冷房と暖房が個別に行える圧縮機付きファンコイルユニットを採用している。アトリウムの空調は居住域である1階部分だけ負荷処理を行っており、その他の階の諸室とはブリーズライン型吹き出し口によるエアカーテン効果で熱的影響を遮断している。本熱源システムによる空調部分の面積は約7,435m<sup>2</sup>で想定最大暖房負荷は約1,000kWである。

施設の運用上、展示実験棟部分の空調はあまり行わないので、実際の年間平均した空調面積は全体の60%程度であり負荷も同様と考えられる。熱源システムは前述の温度成層型蓄熱槽熱源システムを採用しており、図-2にそのシステム概要図を示す。熱源は屋上にあり、空冷式ヒートポンプチラー3台を有し、夜間蓄熱運転を行い昼間放熱運転をしている。負荷に対して蓄熱エネルギーだけでは補えないときは、熱源機のバックアップ運転を

行っている。蓄熱槽は地階の設備機械室に隣接して築造している。その有効水量は690m<sup>3</sup>、水深が3.2m、中央に槽内エネルギーの流出入のためのディストリビュータを配置した温度成層型蓄熱槽である。

これらの空調システムは、すべて1階中央監視室で監視制御されている。

3. 計測方法

槽内の温度計測点を図-3に示す。センサー端部を防水保護のためコーキング処理を施した熱電対を合計90点取り付け、サンプリングは1995年11月よりデータロガーにより15分間隔で収集した。

配管系には熱源機の生成熱量および、空調負荷のための消費熱量を把握するため図-2に示すように既設空調設備の温度及び流量センサーより分岐し1996年5月より計測を行っている。外気温度は当施設の気象観測装置のデータを用いた。

4. 計測結果

4.1 外気温度

蓄熱槽内温度計測時の外気条件として、1996年2月における1日の平均、最低及び最高外気温と同年2月21日における外気温をそれぞれ図-4、5に示す。

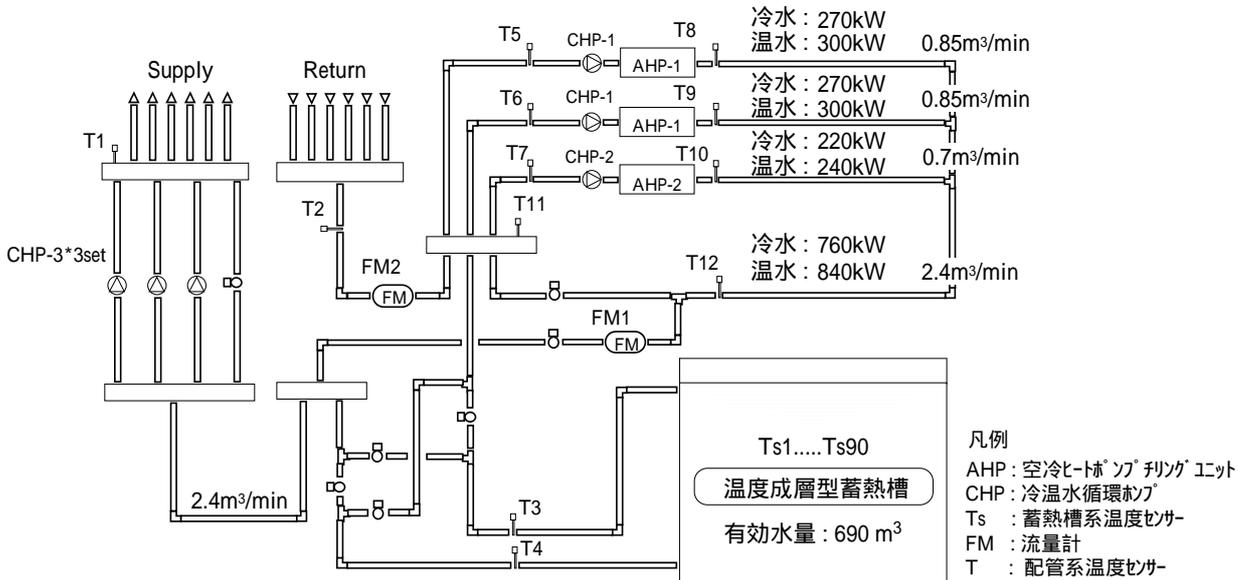


図-2 温度成層型蓄熱槽熱源システム概要図

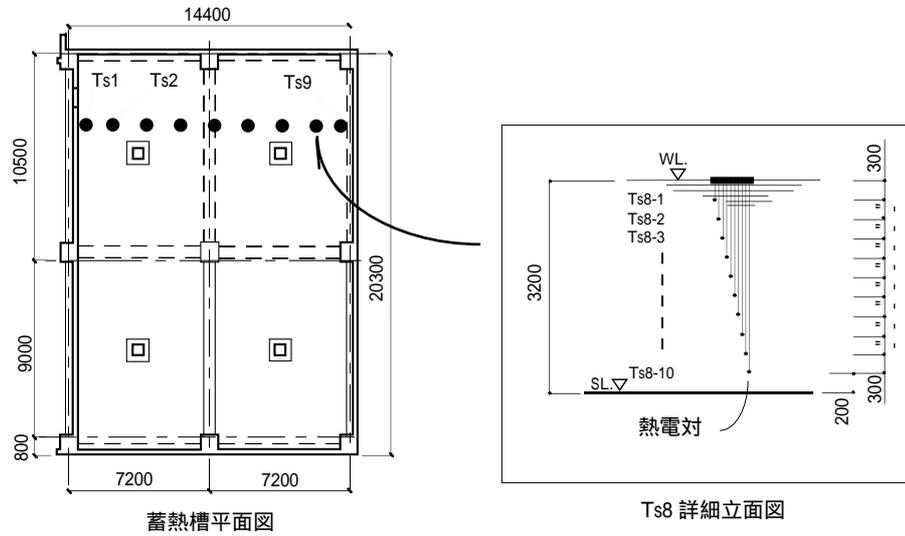


図 - 3 温度成層型蓄熱槽内測定点位置図

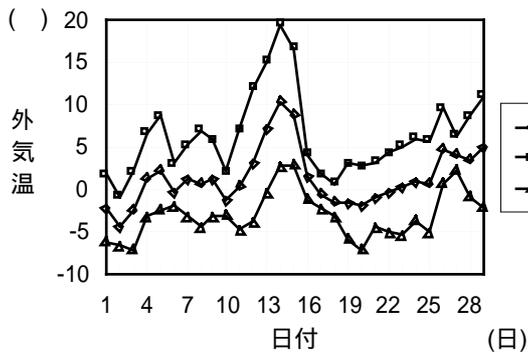


図 - 4 2月外気温の推移

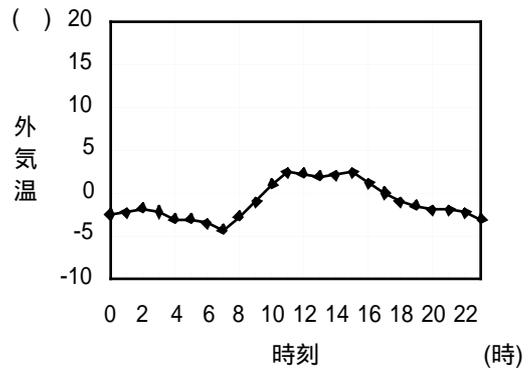


図 - 5 2月21日外気温の推移

4.2 蓄熱槽内温度分布の実測結果

図 - 6 は蓄熱開始、中間、終了時の槽内の温度分布を、表 - 1 は各水深における温度差の最大、最小及び平均値を示す。なお、各値は1996年2月21日に測定した

データである。

これらのことから蓄熱開始から終了時までの間、蓄熱槽は、ほぼ均一な温度成層を形成していることが確認できた。

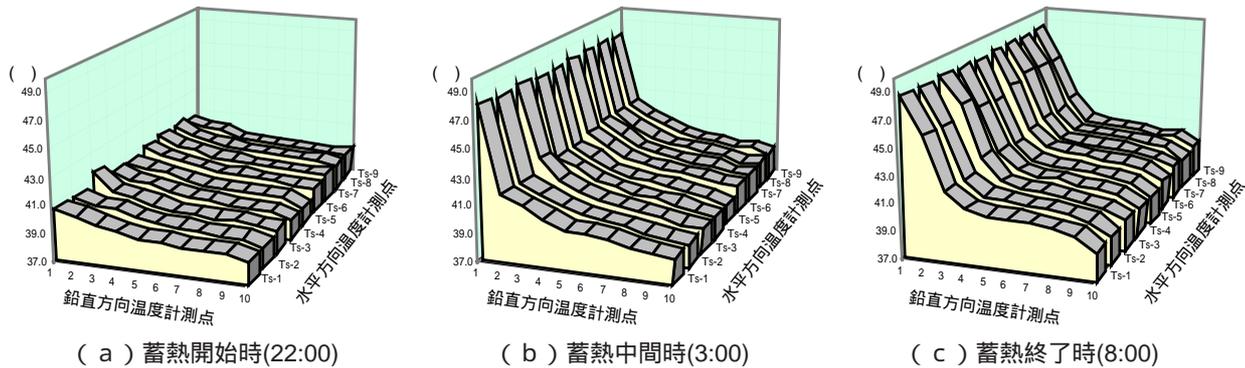


図 - 6 蓄熱槽内の温度分布図

表 - 1 蓄熱槽内温度

( a ) 蓄熱開始時

鉛直方向温度計測点 ( 22 : 00時点 )										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大値	41.4	40.3	40.0	39.6	39.4	39.3	39.2	39.1	39.2	39.0
最小値	40.4	40.1	39.9	39.5	39.2	39.1	39.0	39.0	38.8	38.2
平均値	40.7	40.2	39.9	39.6	39.3	39.2	39.1	39.0	39.0	38.7

( b ) 蓄熱中間時

鉛直方向温度計測点 ( 3 : 00時点 )										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大値	48.1	42.6	41.4	40.6	40.1	39.8	39.7	39.4	39.4	39.1
最小値	47.8	41.8	41.1	40.3	39.8	39.6	39.5	39.2	38.9	38.4
平均値	47.9	42.1	41.2	40.4	40.0	39.7	39.6	39.3	39.0	38.8

( c ) 蓄熱終了時

鉛直方向温度計測点 ( 8 : 00時点 )										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大値	48.7	46.6	42.8	41.1	40.9	40.7	40.6	40.4	40.3	39.5
最小値	48.4	45.3	42.0	41.0	40.7	40.6	40.4	40.2	40.0	38.9
平均値	48.6	45.9	42.4	41.0	40.8	40.7	40.5	40.3	40.1	39.2

4 . 3 蓄熱槽の損失熱量

1996年4月17日から24日の間、蓄熱槽を温水から冷水に切り替えるための手段として熱源機を運転しない状態にした。図 - 7 に休日の4月20 ( 土 )、21日 ( 日 ) における蓄熱槽内の平均温度と外気温度を示す。日中の蓄熱槽内平均温度が急勾配で下降しているが、これは休日出勤者による暖房運転による影響と考えられる。この暖房運転を含めても1日当たりの温度降下が 0.5 、損失熱量が計画最大蓄熱量に対し、7 %の損失熱量となった。蓄熱槽の熱損失の実測結果から眺めた熱損失としては、暖房期7 ~ 10 %と報告されている<sup>1)</sup>ことを考慮すると、

本研究にて得た値は同様のシステムを計画及び設計する上で信頼のおけるデータになると考えられる。

5 . まとめ

これまでの測定結果により、温度成層型蓄熱システムの特長である槽内の温度成層が明確に形成されていること、外気温度が - 7 となるような地域でも蓄熱システムが安定的に運転することが確認できた。

また、継続的に約2年間行った測定結果より、本システムの年間空調熱負荷に対する夜間生産熱量の依存率は、約72%となっており、今回研究対象とした施設は蓄熱利用率の高い施設といえる。

本研究により寒冷な地域においても、十分蓄熱システムの目的を果たしていることを確認できたことから、今後は、関東以北など寒冷な地域の施設においても、負荷平準化効果に加えて、省エネルギー、環境改善といった社会的効果が大きい蓄熱システムの採用を期待する。

謝 辞

これまでの研究に対しご教示していただいた東京電力株式会社の二瓶哲哉殿及び関係者、当システムの中央監視制御を行っている株式会社ジーエムシーの方々に協力していただいたことを感謝します。

参考文献

- 1) 社団法人 空気調和・衛生工学会：蓄熱式空調システム基礎と応用、pp.44 ~ 45、1995

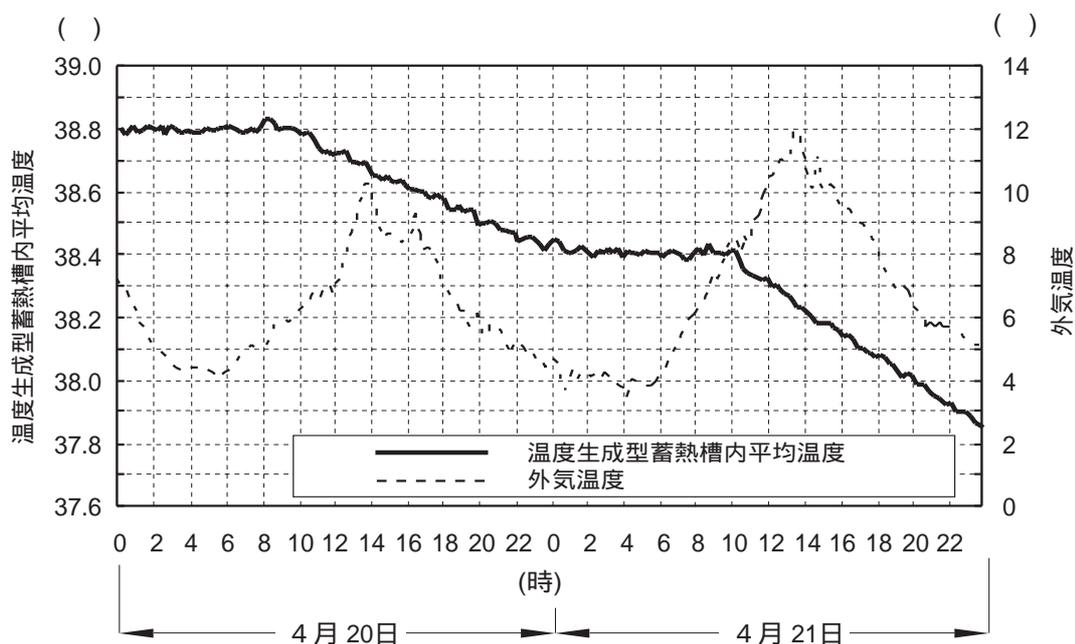


図 - 7 外気温度及び温度成層型蓄熱槽内平均温度