

潜熱蓄熱材を充填した縦型蓄熱槽に関する研究 (蓄熱システムの概要および基本的熱特性)

城田 修司*
Syuji Shirota

吉田 尚弘*
Naohiro Yoshida

1. はじめに

近年、潜熱蓄熱材を利用した蓄熱システムを採用する建物が増加してきた。これは潜熱蓄熱材のもつ優位な蓄熱特性のためである。ただし、既知の優位な熱特性とは潜熱蓄熱材単体しかも微小な物質としてのものであり、この蓄熱材料を利用した潜熱蓄熱槽については熱特性、熱収支ともに解明されていない部分が多い。このため、実際に潜熱蓄熱槽が採用された場合、設計手法や評価方法等が確立されておらず、潜熱蓄熱槽を効率よく運用していくことは困難である。今後の潜熱蓄熱材利用に際し、これらの諸問題を解明することは重要な課題である。

本報では、球状潜熱蓄熱材を充填した縦型蓄熱槽の基礎的な実験を行い、基本的な熱挙動の検討を行ったので、ここに報告する。

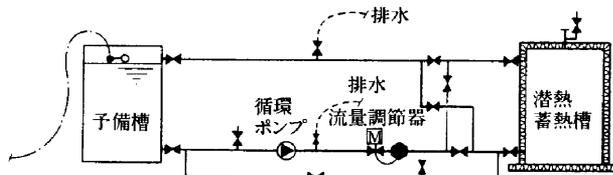
2. 実験概要

図-1に示すシステムにより標記蓄熱槽の基礎的な実験を行った。この蓄熱槽は、600mmφ×900mm^Hのステンレス製水槽の中に球状の潜熱蓄熱材(表-1)を充填したもので、送水口の位置をバルブ操作により蓄熱槽の上部および下部に変更可能なものである。

実験方法は、蓄熱槽内の温度を一定にした後、あらかじめ予備槽内でつくられた仮想熱負荷(温水・冷水)を潜熱蓄熱槽に送水し、蓄熱槽内各温度(図-2)、蓄熱槽入口・出口水温および循環流量を測定する。

3. 蓄熱槽の温度成層

図-3に蓄熱槽内部の温度プロフィールを示す。送水口位置により温度成層が形成されるケースと形成されないケースに分かれる。温度成層が形成されるケースは、送水口を上部にし蓄熱槽の温度を上昇させた場合と下部にし温度を下降させた場合である。その他のケースでは完全混合型となる。これは、水温の差による浮力の影響



※バルブ操作により蓄熱槽送水口位置を上側および下側に変更可能

図-1 実験装置系統図

表-1 潜熱蓄熱材および潜熱蓄熱槽の性能

| 項目 | 潜熱蓄熱材1 (PCM1) | 潜熱蓄熱材2 (PCM2) |
|---------------|--|--|
| 形状 | 球状カプセルに封入 (直径 77 mm φ) | 球状カプセルに封入 (直径 67 mm φ) |
| 相変化温度 | 27 °C | 47 °C |
| 主原料 | 塩化カルシウム六水塩 | 酢酸ソーダ化合 |
| 蓄熱槽への充填率 | 48 % | 52 % |
| 顕熱時の熱容量 (実測値) | 3.4 MJ/m ³ ・°C (820 kcal/m ³ ・°C) | 3.2 MJ/m ³ ・°C (770 kcal/m ³ ・°C) |
| 潜熱量 (実測値) | 107 MJ/m ³ (25.5 Mcal/m ³) | 104 MJ/m ³ (24.8 Mcal/m ³) |

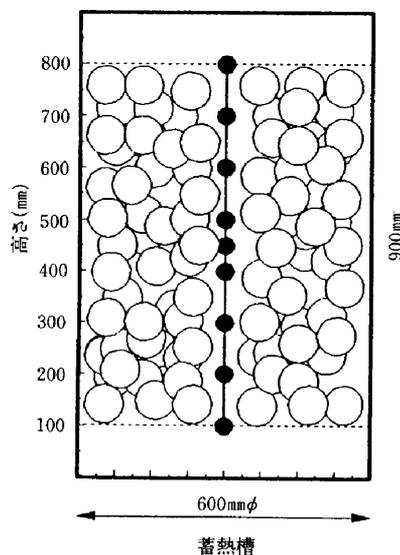


図-2 測定ポイント

*技術研究所建築技術課

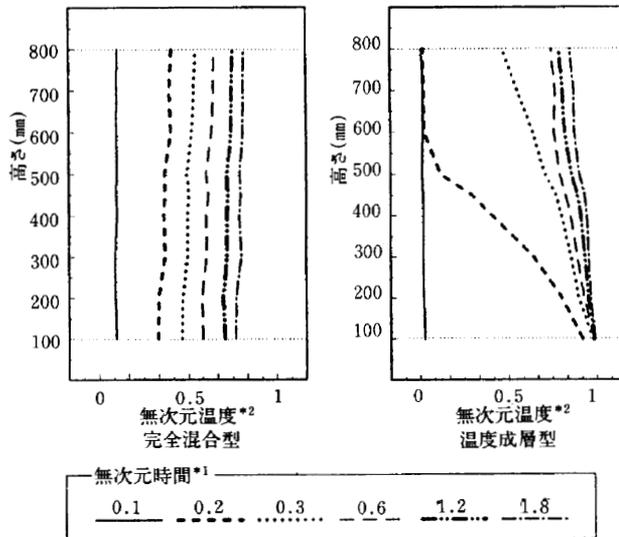


図-3 潜熱蓄熱槽の温度プロフィール

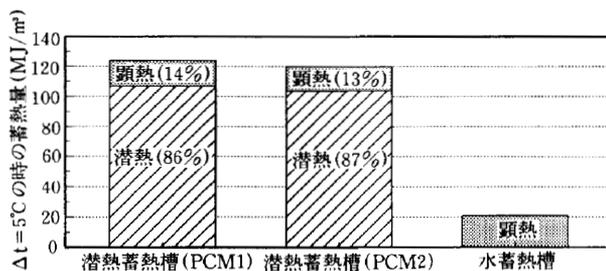


図-4 蓄熱方式の違いによる蓄熱量の比較

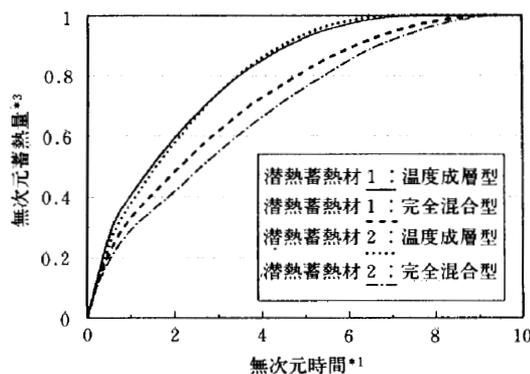


図-5 潜熱蓄熱槽の無次元熱量の経時変化

および、蓄熱槽内の球状潜熱蓄熱材が水の流れに対し抵抗となるため、熱拡散が抑えられ、結果として温度成層が形成され易くなるものと推測される。

4. 蓄熱槽の蓄熱特性

実測値より、上記蓄熱槽を潜熱蓄熱材の相変化を伴わず、単位体積当たり1℃上昇(下降)させるのに必要な熱量を計算するとPCM1で3.4MJ/m³℃、PCM2で3.2MJ/m³℃であり、潜熱量はPCM1で107MJ/m³、PCM2で104MJ/m³である(表-1)。この値を用い、蓄熱槽の使用温度範囲を相変化温度±2.5℃(Δt=5℃)と仮定すると、上記潜熱蓄熱槽は、同じ容積の水蓄熱槽(Δt=5℃)と比べ約6倍の蓄熱量を有し、このうちの86~87%が潜熱による蓄熱である(図-4)。このことより、潜熱蓄熱槽は水蓄熱槽の1/6の容積で水蓄熱槽と同等の熱量が蓄熱可能であると推測される。

図-5に相変化を伴う場合の無次元蓄熱量^{*3}の無次元時間^{*1}における経時変化を示す。温度成層を形成している場合には実験開始直後に大量の熱が蓄えられ(放出され)、収束する速度も速い。これは温度成層ができることにより、蓄熱槽入口・出口水温の差が大きくなり、熱交換効率が高くなるためと推測される。潜熱蓄熱材の種類が違う場合の熱量の推移は、総蓄熱量自体には違いがあるものの、蓄熱量および経過時間を無次元化すると、両者とも同様な傾向で経時変化をしていく。

5. おわりに

今回、基礎的な実験を行うことにより、潜熱蓄熱槽の基本特性が把握できた。今後数多くの実験を重ね、潜熱蓄熱材の性能を解明し、潜熱蓄熱槽の汎用的性質を求めて研究をすすめて行きたいと考えている。

参考文献

- 1) 吉田尚弘, 城田修司: 球状蓄熱材を用いた蓄熱システムに関する研究, 日本建築学会大会梗概集, pp.885~886, 1992.
- 2) 吉田尚弘, 城田修司: 球状蓄熱材を用いた蓄熱システムに関する研究(その2), 太陽エネルギー学会研究発表会梗概集, pp.1653~1654, 1993.

注) *1 無次元時間

: 蓄熱槽に流入する水の積算流量/蓄熱槽容積

*2 無次元温度

: 初期温度との温度差/(初期温度-収束温度)

*3 無次元蓄熱量

: 積算蓄熱量/総蓄熱量