HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	多孔質潜熱蓄熱材を利用した空調システムの研究
Author(s)	瀬野, 和人; Seno, Kazuto; 羽山, 広文 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2001, 193-194
Issue Date	2001-07-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50628
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_193-194.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Architectural Institute of Japan

41097

日本建築学会大会学術講演梗概集
（関　　東）２００１年９月

多孔質潜熱蓄熱材を利用した空調システムの研究

正会員　○瀬野　和人 *1
同　　羽山　広文 *2
同　　繪内　正道 *3
同　　森　　太郎 *4

潜熱蓄熱材　多孔質　伝熱面積

1. 研究の背景と目的

近年、空調負荷の軽減のために様々な蓄熱方式が研究されている。潜熱蓄熱材(Phase Change Material:以下PCMと省略)を利用したシステムでは、物質の相変化に必要とされる熱(融解に伴う吸熱と凝固に伴う発熱)を利用して一定温度の空気を長時間供給することが可能となる。本報告の潜熱式空調システムは、安価な夜間電力を利用してPCMに蓄熱し、日中に発熱させることで、空調負荷のピークシフトを目的としている。PCMの蓄熱量を増大させるためにその厚さを大きくしても、体積の増加に対する伝熱面積の増加率が小さいので短時間では充分な吸発熱を期待できない。本研究では、板状のPCMの表面に均一に孔を開け、多孔質にした場合のPCMと空気の熱交換特性に関する基礎的な実験を行い、熱流量と伝熱面積の関係について考察し、試験体厚が大きいPCMでも短時間に充分な熱移動が可能になることを報告する。

2. PCM試験体物性値

潜熱量	50[kJ/kg]
融点	19[℃]
凝固点	18[℃]
試験体厚	12[mm]

3. 実験計画

3-1) 実験装置

PCMを設置したBOXとファンコイルユニットをダクトを介して接続した閉回路の実験装置を作成した。実験装置の高さは400mm、ダクト長さは600mmとし、全体を50mm厚の断熱材で覆った。空気はファンにより送り込まれ、PCMを通過した後に再び吸引される。実験装置の概要を図1に示す。

ファンコイルユニットには低温恒温循環装置から一定温度の水を流すことで、実験装置内に任意の温度の空気を供給した。実験装置内を流れる空気の流量は、ファンコイルユニットの吸気側と排気側の両方にフィルターを設けて調節し、ダクト中央部で測定した。また、PCMの吸発熱量を測定するため、ダクトのPCM側に熱電対を設置し、往き側・戻り側それぞれの空気温度を測定した。

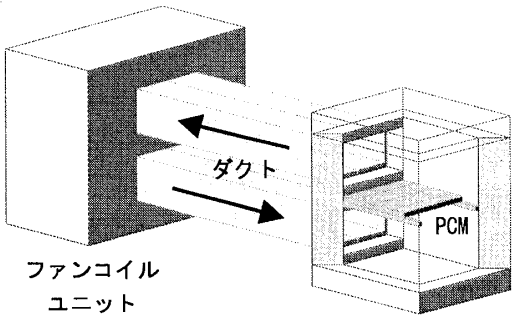

図1

3-2) PCMの形状

190mm × 190mm × 12mmの板状PCMを3枚用い、1枚目は孔なし(Pattern1)、残りには径と個数の異なる円形の孔を開けた。2枚目には直径40mmの孔を4箇所(Pattern2)、3枚目には直径20mmの孔を16箇所(Pattern3)均一に開けた。ここで、孔の総面積はそれぞれ一定とした。PCMの形状を図2に示す。

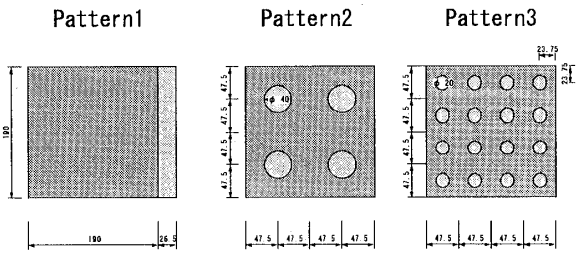

図2

3-3) 実験概要

PCMの凝固点と融点を挟むように、空気の初期温度と設定温度を定めた。初期温度を10℃としてPCMを完全に凝固させて初期状態とする。設定温度を25℃に変更して昇温を開始し8時間放置する。その後、再び設定温度を10℃に変更して降温を開始し8時間放置する。

4. 実験結果

図3に融解過程の各Patternにおける戻り側空気温度の経時変化を示す。図3.1から分かるように2時間後にはほぼ一定温度に達しているが、伝熱面積がより大きいPatternの方が同一経過時間において低い温度を保っていることが分かる。

Study on Air-Conditioning System of Porous Phase Change Material (PCM)

SENO Kazuto,HAYAMA Hirofumi,ENAI Masamichi,MORI Taro

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

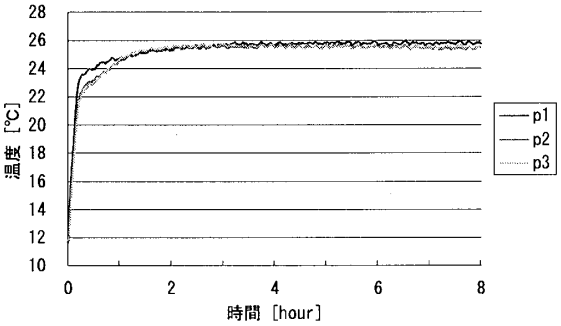

図３　戻り側空気温度の経時変化（融解過程）

図4.1、図4.2にPCMへの流出入熱量の経時変化を示す。ここで、流入熱量を正とした。両図から分かるようにPattern1よりはPattern2、Pattern2よりはPattern3の波形がより鋭くなっている。これは伝熱面積が大きいPatternの方が、短時間により大きな吸熱・発熱が起こっていることを示している。

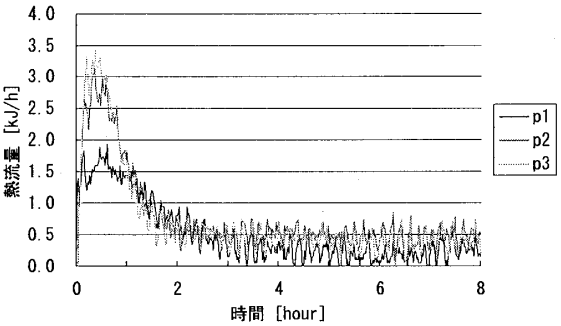

図4.1　熱流量の経時変化（融解過程）

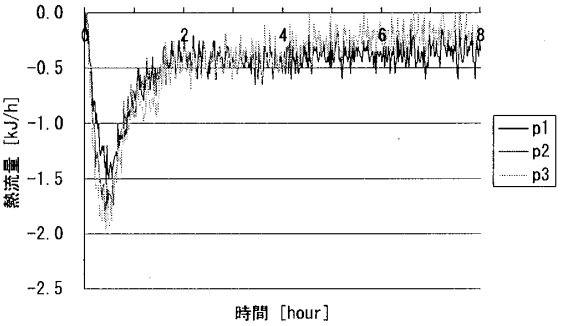

図4.2　熱流量の経時変化（凝固過程）

実験装置内の初期状態の平均温度（10℃）と定常状態の平均温度（25℃）の温度幅におけるPCMの蓄熱量をQ_{pcm}とする。また、実験開始から一定時間t経過後におけるPCMの蓄熱量をQ_tとする。ここで、Q_{pcm}に対するQ_tの割合を無次元熱量Q^*として以下の式のように与えた。各Patternにおける融解過程・凝固過程の様子を、横軸に時間、縦軸に無次元熱量をとり図5.1、図5.2に示す。

$$Q^*=Q_t/Q_{pcm}$$

ここで、Q_t：t時間経過後のPCMの蓄熱量

Q_{pcm}：8時間経過後のPCMの蓄熱量

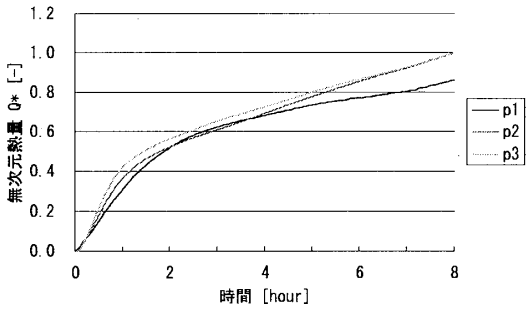

図5.1　無次元熱量の経時変化（融解過程）

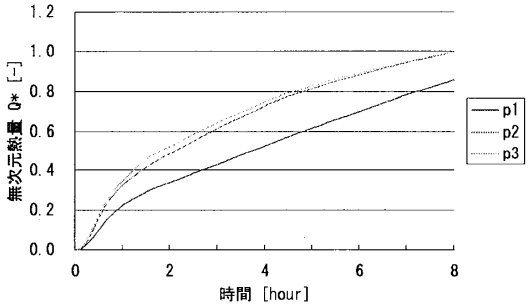

図5.2　無次元熱量の経時変化（凝固過程）

両図から融解・凝固の両過程において、伝熱面積が大きいPatternの方が最初の１～２時間に無次元熱量が急激に上昇しており、短時間に吸熱・発熱が起こっていることがわかる。これは、PCMの形態によって決定される形状係数[1]に関係していると思われる。形状係数は、温度や熱伝導媒体の物性とは無関係に幾何学的形状によって定まるものである。

5. まとめ

PCMを多孔質形状にし、空気との伝熱面積を増大させることで、短時間でより大きな熱移動が可能となった。今後は、無次元熱量Q^*を時間tと形状係数によって表した実験式を導入すると共に、試験体厚と風速を変えたPatternの実験を進めていく予定である。

□参考文献□
1)庄司　正弘：「伝熱工学」　東京大学出版会、1999
2)武田　清香：粒状潜熱蓄熱材を利用した空調システムに関する研究、空気調和・衛生工学会北海道支部第35回学術講演論文集、pp. 87～90、2001年3月
3)近藤　武士：潜熱蓄熱壁体による躯体蓄熱システムに関する研究-潜熱蓄熱ボードの性状把握および適用効果の検討、日本建築学会計画系論文集第540号、pp. 23～29、2001年2月

*1　北海道大学大学院工学研究科　修士課程　Graduate School of Eng.,Hokkaido Univ.
*2　同　助教授・博士（工学）　Assoc.Prof.,Graduate School of Eng.,Hokkaido Univ.,Dr.Eng.
*3　同　教授・工博　Prof.,Graduate School of Eng.,Hokkaido Univ.,Dr.Eng.
*4　同　助手・博士（工学）　Research Assoc.,Graduate School of Eng.,Hokkaido Univ.,Dr.Eng.

NII-Electronic Library Service