



Title	多孔型パネルを用いた天井冷房方式に関する研究 : その1 多孔型パネルの熱特性実験
Author(s)	譲原, 聡; Yuzurihara, Satoshi; 森, 太郎 他
Description	2002年度大会 (北陸) 学術講演梗概集
Citation	大会学術講演梗概集. 計画系, 2002(D-2), 1067-1068
Issue Date	2002-06-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50434
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	GKKK2002-D2_1067-1068.pdf



多孔型パネルを用いた天井冷房方式に関する研究

その1 多孔型パネルの熱特性実験

省エネルギー 天井冷房 多孔型パネル

正会員 ○譲原 聡^{*1} 同 森 太郎^{*4}
同 羽山広文^{*2} 同 瀬沼 央^{*5}
同 絵内正道^{*3} 同 山岸 浩^{*5}

1. はじめに

近年、省エネルギーの推進が叫ばれているが、その必要性は空気調和の分野でも例外ではない。図1に示す様に、オフィスなど事業用建物の空調システムで使用されるエネルギーの約50[%]は、熱媒を搬送するために消費されているのが分かる。この搬送系エネルギーの削減は、空調システムの省エネルギー化のためには必須の要件となる。本報告の目的は省エネルギーと快適性を実現した空調システムの開発とその実現にある。

現在、熱媒を空気として室内へ搬送する空調システムが主流であるが、水を熱媒として搬送すると、搬送系のエネルギーを削減できる。この事例に天井放射型冷暖房方式がある。しかし放射伝熱のみによって冷却する場合、冷却能力に限界がある。そこで、この放射伝熱に対流伝熱の効果を加えることで空調効率の向上が期待できる。本報告では天井面に多孔型パネルを設置し、放射と対流によって冷却する空調方式について、冷却性能に関する実験的な検討を行う。

2. 多孔型パネルの提案

多数の孔を開けた金属性パネルに水の流れるコイルを挟みこむ。このパネルを天井面に設置して冷水を流す。そして天井懐を送風することにより空気が孔を通過して降下する。この空気は孔を通過する際、冷却パネルによって冷却される。

このようにして室内を冷却することが本方式の特徴である。(図2)

3. 多孔型パネルの実験概要

(1) 実験の目的

- ・孔の通過風速がパネルの除去熱量にどのような影響を及ぼすのかを実験によって明らかにする。
- ・孔径の異なる3枚のパネルについて実験を行うことにより、孔径と除去熱量の関係性を明らかにする。

(2) 実験装置の概要

実験装置(図3)の中央の高さに1000[mm]×1000[mm]×4[mm]、孔の開口率2[%]の多孔型パネルを設置し、18[°C]の冷水を流した。冷水はパネルに挟み込んだコイル内を図4のように流れる。図5において多孔型パネルの上側を天井懐、下側を室内と想定し、床面にはオフィスの発熱を模擬するために面状発熱体を設置した。また送風機を設置して、室内から天井懐へ送風した。孔の通過風速を変えられるよう送風量を可変とした。

(3) 孔の通過風速の算出方法

式(1)より送風機の風量を求め、孔の開口面積で割ることにより孔の通過風速を求める。

$$v = Q_f / (A_p C \rho \Delta T) \cdots (1)$$

v : 孔の通過風速[m/s], Q_f : 送風機の発熱量[W],

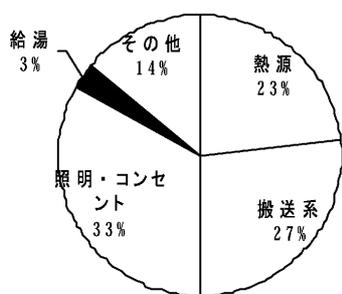
図1 オフィスのエネルギー消費量試算例¹⁾

図3 実験装置の外観

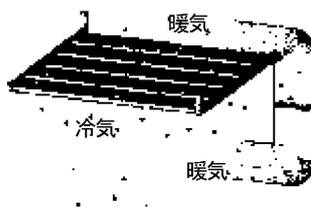


図2 多孔型パネルの概念図

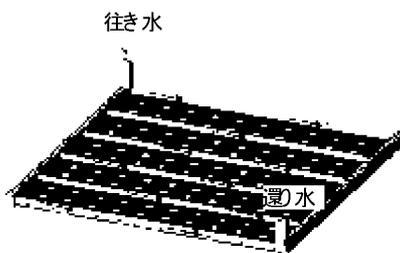


図4 冷水の流れる様子

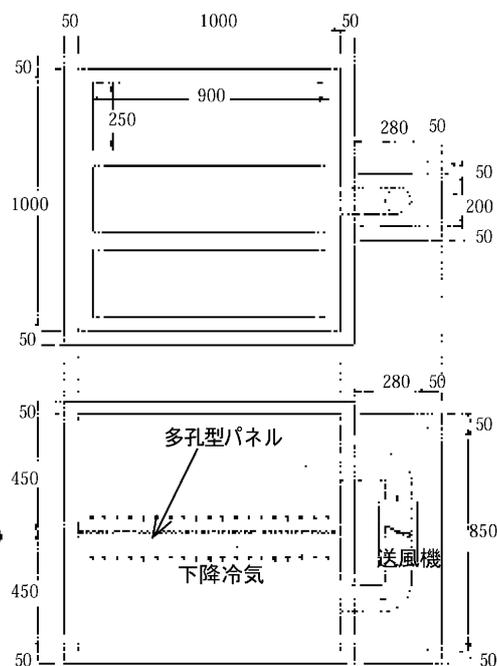


図5 実験装置の平面図と断面図

A Study on Ceiling Panel Cooling System with Perforated Panel

Part I An Experimental Evaluation of Perforated Panel

YUZURIHARA Satoshi, HAYAMA Hirofumi, ENAI Masamichi, MORI Taro, SENUMA Hiroshi, YAMAGISHI Hiroshi

C : 比熱[W・s/kg・deg], ρ : 比重[kg/m³],
 A_p : パネルの開口面積[m²]
 ΔT : (吹き出し温度-吸い込み温度)[deg]

(4) 除去熱量の算出方法

内部温度を28[°C](内部温度と冷水温度の差10[K])とした場合の除去熱量を式(2)を用いて算出し、熱貫流率の値に換算する。ただし、全てのパターンにおいて内部温度が一定値になるように調整することは困難なので、次の方法で補正する。内部温度28[°C]で挟むような2~3点のデータを面状発熱体の発熱量を変化させて取り出す。そのデータをプロットし近似曲線を描くことにより、内部温度28[°C]における除去熱量を算出し実験値とする。

$$Q_p = Q_f + Q_h - H \dots (2)$$

Q_p : パネルの除去熱量[W], Q_f : 送風機の発熱量[W],
 Q_h : 面状発熱体の発熱量[W], H : 実験装置の熱損失[W]
 (5) 実験パターン

- ① 送風機の風量を6パターン変化させ実験した。図6の孔の通過風速(v)をそれぞれ式(1)を用いて算出する。また、孔の通過風速が0[m/s]の場合についても実験を行った。
- ② 孔径(d)の異なる3枚のパネル(1.7[mm], 2.4[mm], 3.5[mm])について①と同様の実験を行った。ただし各パネルのA_pは同じである。

4. 実験結果と考察

表1は各パターン毎の熱貫流率の値を示したものである。表1の結果をプロットした図7は孔径をパラメータとして、横軸に孔の通過風速v[m/s], 縦軸に熱貫流率K[W/m²・K]を示している。孔の通過風速の増加に伴い熱貫流率は大きくなる。また、孔は径が小さく、数が多い方が熱貫流率は大きく、パネルの冷却性能は向上する。

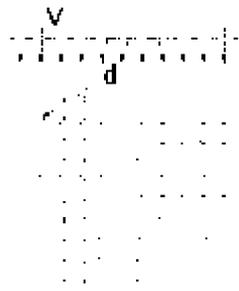


図6 孔の径(d)と通過風速(v)

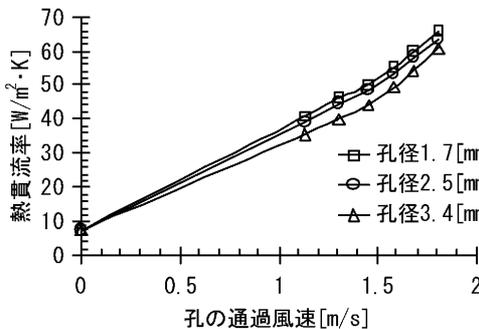


図7 孔の通過風速と熱貫流率の関係

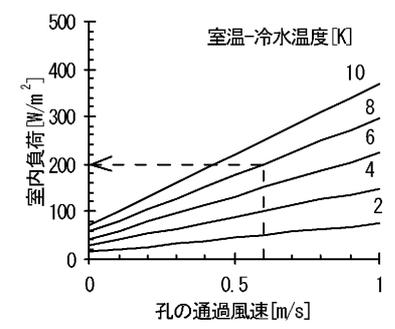


図9 孔の通過風速と室内負荷の関係

表1 各パターン毎の熱貫流率[W/m²・K]の値

孔径[mm] \ 孔の通過風速[m/s]	0.00	1.13	1.30	1.45	1.58	1.68	1.81
1.7	7.39	40.80	46.19	50.12	55.35	59.84	65.82
2.5	7.39	39.25	44.76	48.59	53.48	58.22	63.50
3.4	7.39	35.81	39.97	44.13	49.29	54.26	60.66

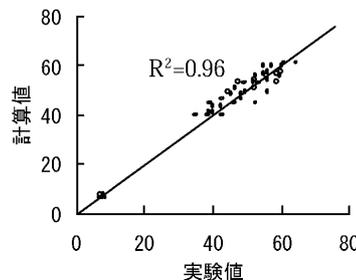


図8 重回帰分析結果

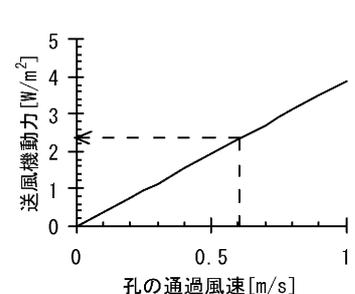


図10 孔の通過風速と送風機動力の関係

5. 実験結果の近似

実験から得られた熱貫流率K[W/m²・K]を目的変数とし、孔の通過風速v[m/s], 孔表面積A[m²]を従属変数として重回帰分析を行い予測式をたてる。空気が孔を通過する時にふれる孔表面積とは、孔の外周にパネルの厚さ分を乗じた値から得られる。重回帰分析を行った結果、予測式は式(3)となった。

$$K = 29.5 v + 73.1 A + 2.8 \dots (3)$$

実験値と計算値の関係を図8に示す。概ね、実験結果を良く表現しているものと言える。

6. 適用範囲の検討

得られた実験結果をもとに適用範囲の検討を行った。孔径1.7[mm]における室温と冷水温度の差をパラメータとした場合の孔の通過風速[m/s]と室内負荷[W/m²]の関係を図9に示す。この図から孔の通過風速0.6[m/s], 室温-冷水温度を8[K]とした場合、200[W/m²]の室内負荷の冷却が可能となる。これは通過風速が0となる従来の放射冷暖房方式と比較し約3倍の冷却性能となる。図10に孔の通過風速と送風機動力の関係を示す。孔の通過風速を0.6[m/s]とした場合、送風機動力は約2.4[W/m²]となり、わずかな送風機動力で冷却能力の向上が可能となる。

7. 総括

従来の天井放射冷暖房方式は冷却性能に限界があり、床面積あたりで高い発熱密度に対応した冷却は困難であった。しかし、パネルを多孔型にすることでパネル面積当りの冷却性能を向上させることができ、高い発熱密度に対応した冷却が可能となる。

参考文献

- 1) 空気調和衛生工学会: 空気調和衛生工学便覧 6応用編

*1 北海道大学大学院工学研究科 修士課程
 *2 北海道大学大学院工学研究科 助教授・博士(工)
 *3 北海道大学大学院工学研究科 教授・工博
 *4 北海道大学大学院工学研究科 助手・博士(工)
 *5 (株) トヨックス

Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.
 Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Instructor, Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 TOYOX CO., LTD.