

D113

## 新天井冷房システムの実施実験

### A Practical Experiment of New Ceiling Cooling System

須永 修通（准教授） 藤江 創（COEリサーチフェロー）  
田沼 孝啓（修士課程） 青木 憲明（協力者 アオキ住宅機材販売株式会社）  
横本 吉永（協力者 三協アルミニウム工業株式会社）

Nobuyuki SUNAGA(Assoc. Prof.), So FUJIE (COE Research Fellow),  
Takahiro TANUMA (Master Course), Noriaki AOKI(COE Collab./AOKI Housing Equipment Inc.)  
Yoshinaga YOKOMOTO(COE Collab./Sankyo Aluminum Ind. Co.)

#### ABSTRACT

A new cooling system suitable for hot humid climate is proposed and practically examined. This system has metal pipes placed at the ceiling level and the pipes, in which the cooling water circulates, cool the room and dehumidify by the condensing on the pipes. In this academic year, the pipe was newly designed and the energy loss was decreased by new cooling system. Some experiments were carried out using an actual building, the results show that this cooling system can make an excellent thermal environment with no vertical temperature-difference and has a possibility of reducing the energy consumption by 70 % as compared with the normal air-conditioning system.

キーワード：天井冷房、実験、温熱快適性、省エネルギー

Keywords: ceiling cooling system, field measurement, thermal comfort, energy conservation

#### 1. はじめに

昨年度の検討結果を踏え、快適で省エネルギー性の高い「天井冷房システム」の実用化を目指し、冷却フィンとシステムの改善を行った。その後、2005年7月～9月にかけて実大実験を行い、効果を検証した。

#### 2. 冷却フィンの改善

昨年度は冷水管(銅パイプ)に銅板(巾70mm、厚さ0.6mm)を約50mm間隔で貼付けしたものを使用した。サーモカメラで確認すると、貼付けされた部分以外は伝熱が悪いことが判明した。また、銅に結露(除湿)するため、実験の後半では緑青が浮いてきてしまい、衛生や意匠の上でも問題が生じた。その改善案としてフィンに熱伝導率が良く耐食性のあるアルミを用い、銅管を密着結合させる技術を適用し問題の解決を図った。

フィンの形状が非対称であったため、銅管との結合時に4m材で約20mmのたわみが生じたが、吊り金物により調整された。システム作動時は全面に平均して結露することが確認された。

#### 3. システムの改善

室内の配管経路では、34本の冷却フィンに冷水を並列に流していたものを、6本/セットを基本に直列につなぎ、6セットを並列とした。これにより端部配管で上下に重なる部分が生じたが、接続箇所が大幅に少なくなり、またヘッダーが片側のみでよくなった。

また、昨年度の実験では、冷凍機の容量が大きく蓄

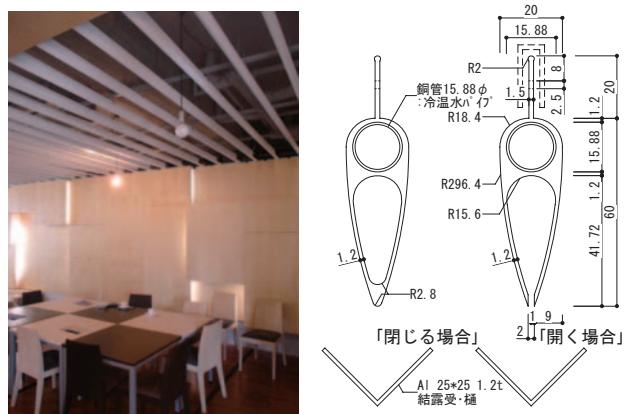


写真1 内観写真

図1 冷却フィン設計図

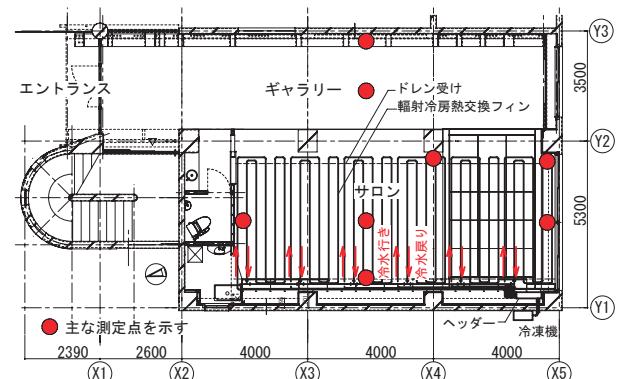


図2 対象平面 / 冷水配管伏せ図と主な測定点

冷タンクと配管の断熱が不充分で、エネルギー損失が認められた。そこで、本年度は冷凍機を安価で効率のよいものとし、配管の断熱を強化してロスの減少を図った。

#### 4. 改善後の性能評価実験

実験は、水温10~17°C、流量30L/minとして行った。図3にシステム概略を示す。三方弁を用い、室温が設定温度以下になると室内への循環を止め、設定温度以上になると再び循環を行うようになっている。この間ポンプは停止せず、冷凍機-タンク間を循環している。また、本実験ではシステムを24時間運転とした。

室内の温湿度、熱媒水の室内側出入口温度、南側窓の窓面透過日射量を1分間隔で計測し、10分間の平均値・積算値を記録した。電力消費量も10分ごとの積算値を記録した。なお、外気温湿度は、八王子気象台のデータを用いた。また、写真2に示すように、赤外線放射カメラを用いて熱画像(放射温度)も撮影した。

#### 5. 実験結果と解析

本報では、表1に示す3モードの実験についての測定・解析結果を中心に述べる。各モードにおける室内外温度、消費電力、相対湿度を図4~6に示す。

**5. 1. システム性能に関する考察** 日中、システムが稼働状態にあるとき、どのモードにおいても相対湿度は60%程度になっているが、停止状態では70~75%程度で推移している。このことから、湿度を低く保つのであれば、水温を多少高くして、冷水を常時循環させることが有効と思われる。

**5. 2. 室内環境に関する考察** 各モードともPMVが±0.5の範囲内にある。また、図7に示す各モードの代表的な上下温度から、どのモードでも、冷却フィンより下の室内は均一な温度分布であるとわかる。

**5. 3. エネルギー消費に関する考察** 図4~6をみると、室内に冷水が流れていらない状態でも、150[W]程度の電力消費が発生している。これは、室内への流水制御が、三方弁によるON-OFFのみにより行われ、ポンプが常時稼働状態にあるためである。室内への流水が無い場合、ポンプを停止するよう改善することで、消費電力の削減が可能である。表2に2005年各モード、2004年およびエアコン使用時における1日分消費電力量を示す。2004年は東京電力の請求書から8月一ヶ月の平均値を、エアコン使用時は概算による値<sup>注)</sup>を用いた。各モードの消費電力頻度分布を図8に示す。消費電力が200[W]より大きな値の時を、システム稼働時とすると、表2および図8から、設定室温の低いモード1では99%が稼働状態であり、その消費電力はエアコン使用時と同程度となっている。また、モード2では74%が稼働状態で、2004年8月の平均と同程度である。エアコンの約70%室温が25~26°Cとなった。モード3においては稼働状態が43%と低く、消費電力はもっとも小さな値となっている。



図3 システム略図

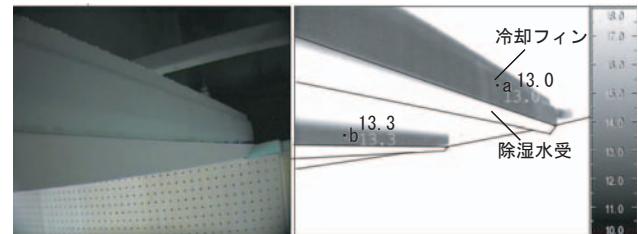


写真2 ドレーン部熱画像(左:実写真／右:熱画像)

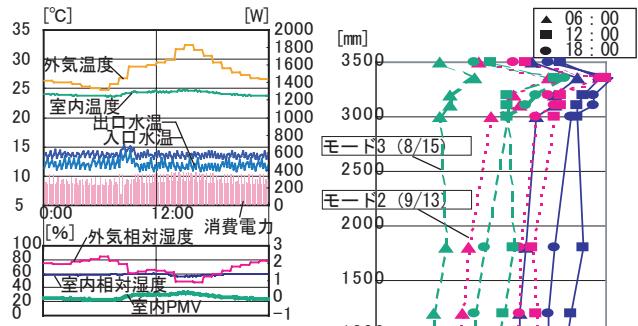


図4 モード1各種データ

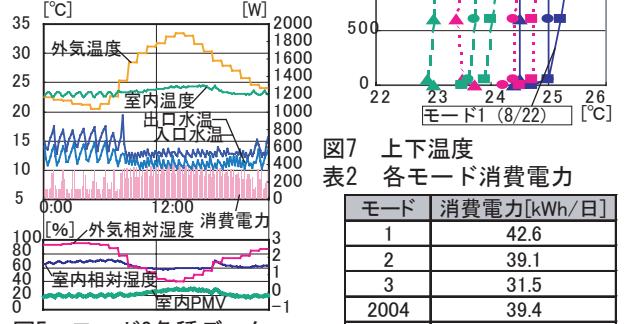


図5 モード2各種データ

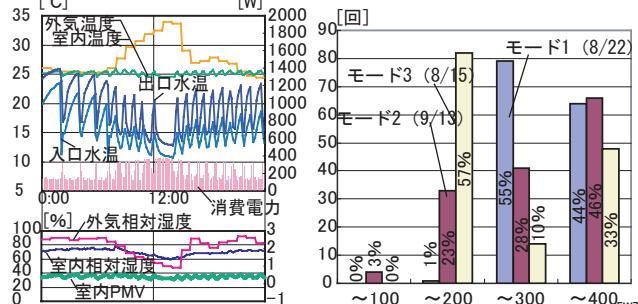


図6 モード3各種データ

#### 6. 今後の展開

現在、フィンの形状や配管の配置など小さな修正を行ながら、既存建築に設置するための方法や意匠について検討を行っている。快適性や省エネルギー効果の面から24時間利用の「老人福祉施設」や、教育的効果の面から「小学校」を対象として考えている。また、パーティションメーカーと協力し、天井面の仕上げ兼空調としての開発を進めている。

注) 6[kW] × 12[h/日] × 0.6[稼働率]により計算。「露出型天井配管冷房システムに関する実験研究」日本建築学会大会学術講演梗概集 2005年、D-2分冊、p. 1209 参照。

表2 各モード消費電力

モード	消費電力[kWh/日]
1	42.6
2	39.1
3	31.5
2004	39.4
エアコン	43.2

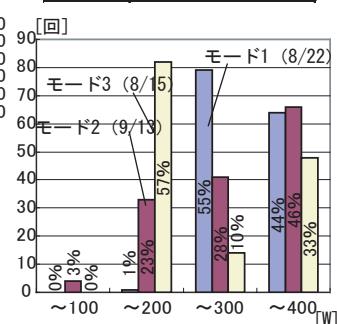


図8 消費電力頻度分布