

# 寒冷地における高断熱事務所建物の環境性能に関する実測調査 その7 中間期におけるフリークーリングの検証

正会員 ○菊田 弘輝\*1  
同 絵内 正道\*2  
同 羽山 広文\*3

高断熱事務所建物 実測調査 フリークーリング

## 1. はじめに

現在、建物の高断熱・高气密化に対応した設備システムの構築は必須の課題である。著者らは、寒冷地における高断熱事務所建物の環境性能に関する実測調査を通じて、水方式の躯体蓄熱暖冷房システムの有用性を探ることを目的に、その1~3で夏期のデータ、その4~6で中間期のデータの評価と検証を行った。本報では、自然エネルギーである外気の冷熱を冷却塔から取り込み、17~20[°C]の高温冷水を使用した際の、中間期におけるフリークーリング(FC)の運転実績ならびにFC期間中の温度特性と放熱量について、BEMSデータを用いて検証する。

## 2. 調査概要

建物外観を写真1、建物概要を表1に示す。本建物の特徴として、省エネルギー空調システム、エコボイド(中心コアの吹抜空間)等が挙げられる。外壁には制震構造を施した上で、100[mm]の外断熱が、開口部には最低限の面積に抑えた上で、高断熱のLow-Eガラスが採用されている。

7階平面図兼測定位置図を図1に示す。FC期間中の温度特性を検証するため、街路に面した東壁と南壁の隅各部に対して水平方向(6点)と、①~⑥の各々に対して垂直方向(6点)の計36点に温度センサーが組み込まれている。

## 3. 調査結果

### 3.1 FCの運転実績

冷却塔FCの温度推移を図2に示す。18[°C]の冷却塔FC外気湿球温度設定(密閉式冷却塔:181[kW])の期間中、外気湿球温度の平均値は12.7[°C]、最高値は16.8[°C]であった。その条件の下で、20[°C]の冷却塔FC出口温度設定に対して、冷却塔FC出口温度は20[°C]前後を変動しながら推移し、17[°C]の冷却塔FC出口温度設定に変更した後は、17~18[°C]の安定した高温冷水が得られた。尚、設定値の変更は試行的に行っている段階であった。期間中における平日の執務時間帯(9:00~17:00)の平均外気温度は19.8[°C]、平均室内温度は25.2[°C]となった。

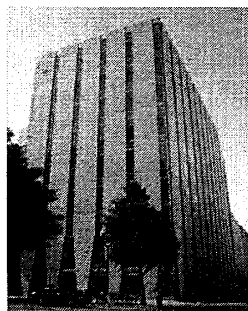


写真1 建物外観

名称	大成札幌ビル
所在地	北海道札幌市中央区
用途	事務所(地上4~8階)
	店舗(地下1階~地上3階)
敷地面積	863.99[m <sup>2</sup> ]
建築面積	770.65[m <sup>2</sup> ]
延床面積	6970.38[m <sup>2</sup> ]
構造	地下RC造、地上RC+S造
階数	地下1階、地上8階、塔屋1階
建物高さ	34.575m
特徴	省エネルギー空調システム フリークーリング(FC)、外気冷房・自然換気 躯体蓄熱の採用、床全面吹出空調システム エコボイド 高性能太陽光集光装置、湿熱環境制御

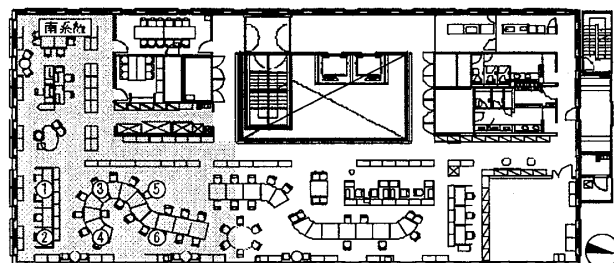


図1 7階平面図兼測定位置図

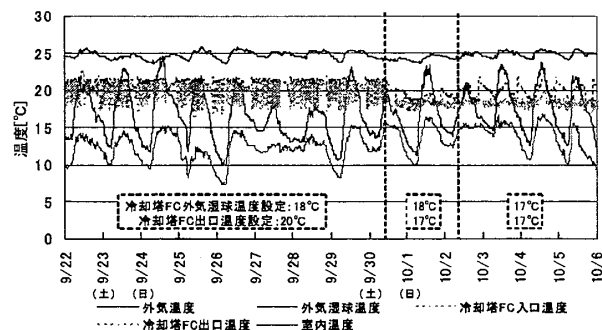


図2 冷却塔FCの温度推移

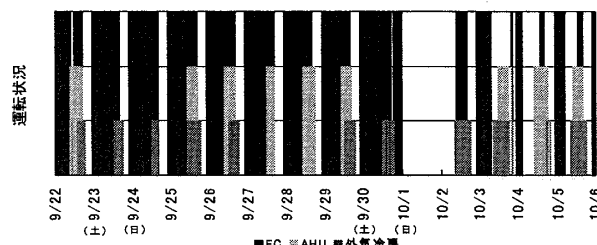


図3 7階南系統の運転状況

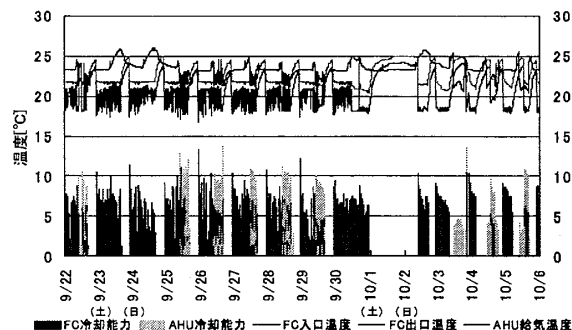


図4 7階南系統の温度推移と冷却能力

Actual Survey on Environmental Performance of Highly Insulated Office Buildings in Cold Regions  
Part 7 Verification of Free Cooling in Moderate Season

KIKUTA Koki et al.

7階南系統の運転状況を図3, 7階南系統の温度推移と冷却能力を図4に示す。積極的な外気冷房による自然エネルギーの有効利用と併せて, 平日の日中にはFCとAHUの併用運転が, 平日の夜間または休日にはFCの単独運転が行われた。床スラブ内に埋設された架橋ポリエチレン管へ通水した高温冷水のFC入口温度は, 約20[°C] (9月下旬) または約18[°C] (10月上旬) で制御され, 夜間運転をベースに, 一時的に昼間運転で対応し, その運転時間は天井表面温度で

制御された。通常, 執務時間帯の室内温度は上昇するが, AHU給気温度を大幅に下げなくても, 中間期におけるFC(17~20[°C]の高温冷水)によって, その上昇は回避された。

3.2 温度特性

7階南系統の温度変動を図5に示す。床スラブ内の温度勾配は①②<③④<⑤⑥となり, 床スラブ表面かつAHUの影響を受けたOAフロア内空気も同様の傾向となり, 水平方向(足元付近)に1°C程度の温度むらが確認された。因みに, OAフロア内空気温度と室内温度との温度差は約3[°C]となった。その一方, 天井スラブ近傍空気では, ①②のペリメータ付近の日変動幅が最高で約4[°C]となり, その温度は約27[°C]に達した。ただし, 天井スラブ表面温度は22~23[°C]と安定したため, 生活域において躯体蓄冷による輻射冷房の効果が得られた。

3.3 放熱量

7階南系統の放熱量を図6に示す。総合熱伝達率は9.0 [W/m<sup>2</sup>·K] (熱流上向) または7.0 [W/m<sup>2</sup>·K] (熱流下向) とした。常時, 天井スラブと床スラブは吸熱側として機能し, 天井スラブからの放熱量は15~25 [Wh/m<sup>2</sup>], 床スラブからの放熱量は5~10 [Wh/m<sup>2</sup>] となった。この分に相当する放熱量は, トータルのAHU風量を減じて搬送動力の削減に寄与した。また, OAフロア内空気温度はAHU運転時に低くなったため, 床スラブからの放熱量は5 [Wh/m<sup>2</sup>] 以下となった。

4. まとめ

寒冷地での中間期におけるFCの運転実績ならびにFC期間中の温度特性と放熱量を検証した。本システムでの17~20[°C]の高温冷水を使用したFCは, 十分に冷房可能であることを明らかにした。今後は最上階の温度特性や放熱量についてや, 冬期の輻射暖房(低温水: 25~30[°C])の効果についても検証する必要がある。

【謝辞】

本調査は, 共同研究「配管埋設型の放射冷暖房方式に関する実測調査と解析評価」(代表: 絵内正道)の一環として行われたものである。大成建設株式会社の森山泰行氏, 梶山隆史氏, 森田深雪氏には多大なご協力を頂いた。記して感謝する。

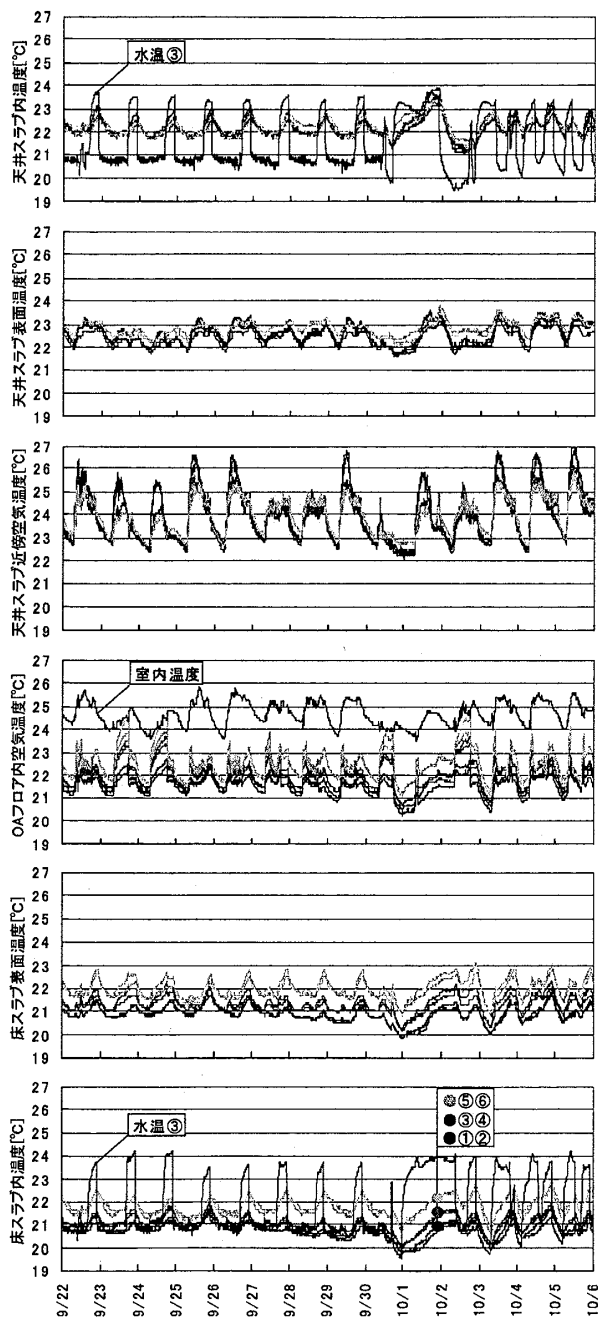


図5 7階南系統の温度変動 (上: 天井スラブ内温度 ~ 下: 床スラブ内温度)

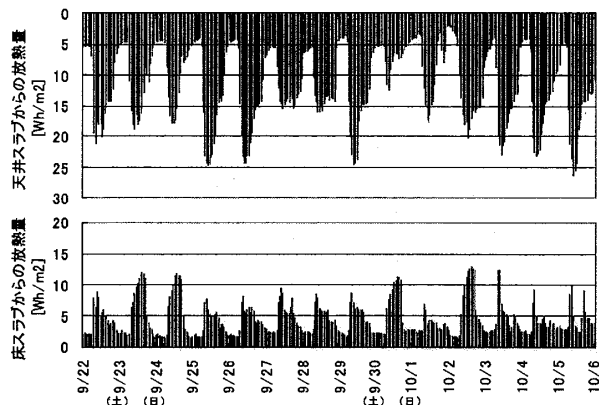


図6 7階南系統の放熱量 (上: 天井スラブ, 下: 床スラブ)

\*1 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)  
 \*2 北海道大学大学院工学研究科 教授・工博  
 \*3 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

Assis. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.  
 Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.  
 Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.