

ZEB 設計技術実証スペースにおける取り組み～フォーカスルームにおける天井放射空調～

大道 将史* 池田 開** 木村 美文**
 Masafumi Daido Kai Ikeda Mifumi Kimura
 瀬瀬 一真** 中田 清** 浅井 晃**
 Kazuma Koketsu Kiyoshi Nakata Akira Asai

1. はじめに

建築事業における低炭素に関する取り組みのうち、最も重要なテーマの一つがZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）である。ZEBは性能によって4段階に分けられており、2つ目の段階の「ZEB Ready 建築物」については当社には中規模オフィスビルの実績があるため、現在はさらに次の段階である「Nearly ZEB 建築物」の実現を目指している。

Nearly ZEB 建築物の実現に必要な先進的な省エネ技術を用いた設計方法の習得のため、2022年度にオフィスビルを想定したZEB設計技術実証スペースを愛川技術研究所に整備し、各種先進的技術に関する設計技術の試行とその検証を行っている¹⁾。

また、ZEB 建築物の価値を高め、普及させるためには、省エネ性能だけではなく、施設使用者の知的生産性を向上させることが必要であるといわれている。そこで、知的生産性を高めることが期待されるABW（Activity Based Working）型オフィスデザインとZEBの先進的技術を組み合わせたデザインの試行により、省エネ性と知的生産性の双方の設計性能を向上させる取り組みを行っている。

今回は「フォーカスルーム」に導入した天井放射空調の冷房運転性能について報告する。

2. 取り組みの概要

ABW 型オフィスデザインにおいて提供される多様なワーキングスペースのひとつとして、作業に集中するための空間「フォーカスルーム」（図-1）を計画した。集中作業に適した室内環境を得るために、隣接するワーキングスペースとの遮音区画を行うとともに、ZEBの先進的技術の中から空調機送風騒音と吹出気流によるドラフト感が発生しない天井放射空調を導入した。

この天井放射空調に関しては、一般的に定式化した設計手法が未確立であり、当社としても事例が少ないため、設計手法だけではなく運用管理方法や使用感に関しても



図-1 フォーカスルーム

表-1 設備機器の代表的仕様

冷温水 熱源機	型式	ヒートポンプ式
	ポンプ流量	28.9 L/min
	冷却能力	7.1 kW
	加熱能力	9.7 kW
天井放射 パネル	型式	アルミリブ型
	冷房能力	77.7 W/m ²
	暖房能力	67.3 W/m ²
	合計放射面積	43.48 m ²
調湿外気 処理機	型式	水配管レス調湿外気処理
	風量	500 m ³ /h
	除湿冷房性能	5.3 kW（全熱）/0.8 kW（顕熱）
	加湿暖房性能	6.7 kW（全熱）/4.2 kW（顕熱）

知見が不足している。そのため、設計方法の性能検証の他にも、継続的な使用による様々なノウハウの蓄積を目的として実施している。

3. 対象室および天井放射空調設備の概要

フォーカスルームは、鉄骨造2階建の最上階に位置する面積が約69m²の室で、南側の1面が幅約7.2mの外壁である。屋根スラブおよび外壁ALCには吹付硬質ウレタンフォーム、OA床下の床スラブ上にはウレタンフォームボードで断熱強化し、窓ガラスはLow-E複層ガラスで断熱および遮熱を施している。

今回の天井放射空調システムは、冷温水熱源機で生成した冷温水によって天井パネルを冷却・加熱して冷暖房を行う、水熱源天井放射空調と呼ばれるものである。天井パネルが室内空気を冷却・加熱するだけではなく、天井パネル表面が赤外線のをやり取りを直接することで室内表面や人の表面を冷却・加熱する特殊な空調方式である。

なお、天井放射空調では結露による除湿など湿度の調整ができないため、換気設備に調湿外気処理機を導入することで、室内空気を調湿するとともに冷房時の天井パネル表面での結露を防いでいる。このように気温と湿度の調整を別々の設備システムで行うことを、潜顕分離空調と呼んでいる（潜顕は潜熱と顕熱のこと）。上記の設備機器の代表的な仕様を表-1に示す。

* 技術研究所建築技術グループ

** 建築事業本部意匠設計部サステナブル建築設計課

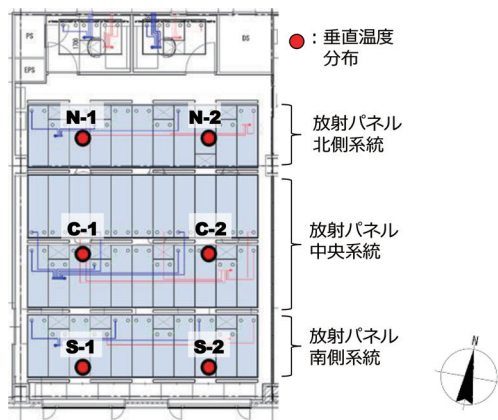


図-2 放射パネル系統および測定位置配置図

4. 夏期の冷房性能の測定結果

図-2に天井放射パネルの室内の配置と測定位置を示す。天井放射パネルは、室内の北側から窓のある南側へ4列3系統が配置されている。なお、測定結果については2023年8月25日のデータを代表として記述する。

(1) 室内の気流速度 (図-3)

天井放射空調はエアコンと異なり、送風ファンによる強制対流がないため気流速度は小さく、多くの時間で0.1 m/sを下回るため、気流による不快感は発生しにくい。

(2) 垂直温度分布 (図-4)

放射空調の大きな2つの特徴がみられる。室温は25.5～27℃と1.5℃程度のせまい範囲に集中して、非常に温度ムラが少ない。また、天井放射パネル表面は21℃程度であり、室温と5℃程度の大きな温度差が生じている。

(3) 上下温度差 (図-5)

頭部とくるぶしの高さの室温差を示しており、立位は1.6mと0.1mとの差、座位は1.1mと0.1mとの差である。測定値はほとんどが0.5℃以下である。2℃未満で不満足者の存在確率が3%を切るため、非常に良好と言える。

(4) 温熱環境評価指標 PMV (図-6)

人体の温冷感の予測指標で、-0.5～0.5では不満足に感じる人の割合である不満足者率が10%を切り、-0.2～0.2では不満足者率が6%を切るとされる。就業時間の8:30～17:30はすべて0.5～0の範囲にあり、非常に良好と言える。時間経過に伴って値が小さくなるため、今後は省エネの観点から0.5程度に留められるように制御手法を検討する。

5. 今後の予定

引き続き冬期の検証を行う予定である。また、今回のデータを用いて、省エネと室内環境の向上を両立できるシステムの制御方法について技術的検討を行うなど、設計技術の向上の取り組みを行っていく予定である。

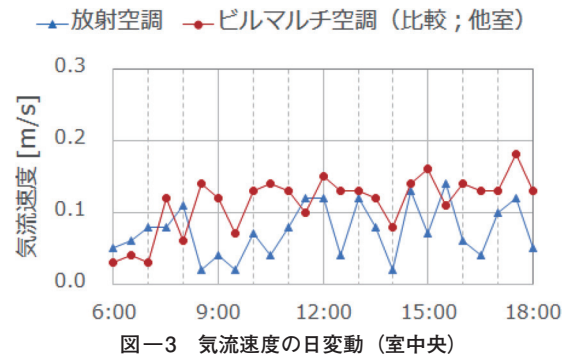


図-3 気流速度の日変動（室中央）

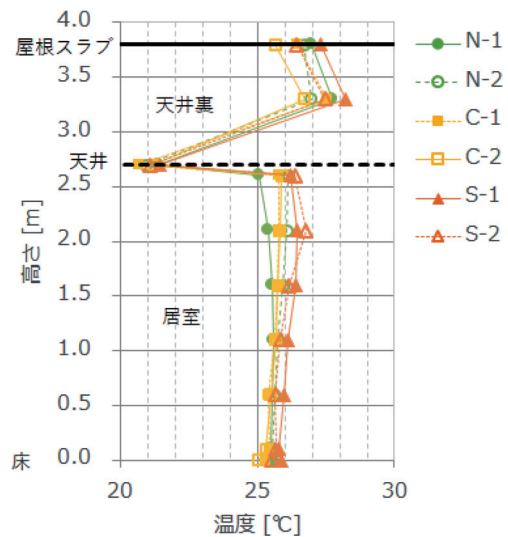


図-4 垂直温度分布性状（11時）

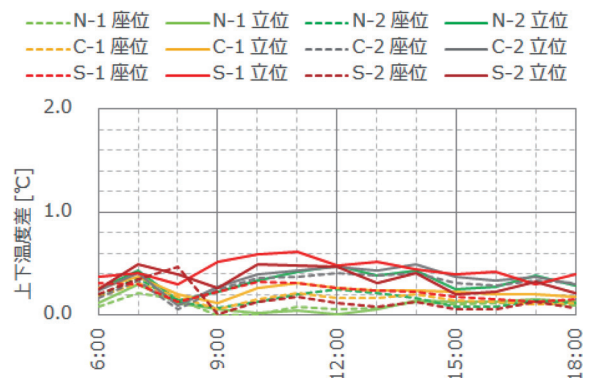


図-5 上下温度差の日変動

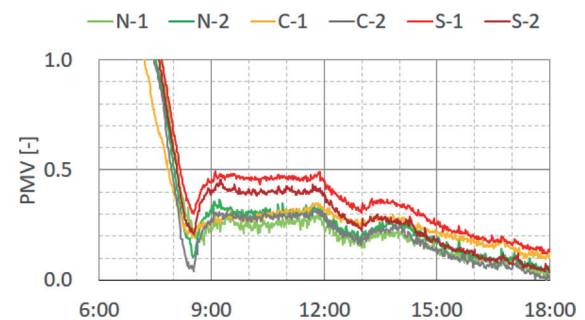


図-6 PMVの日変動

参考文献

- 1) 大道将史他：ZEB 設計技術実証スペースにおける取り組み，西松建設技報 VOL. 46, 2023.