

平成23年度

クールビズ／ウォームビズ空調における効果検証について

—札幌第1地方合同庁舎の事例報告—

北海道開発局 営繕部 営繕整備課 ○佐藤 貴裕
永井 宏明

本報告は、平成20・21年度に実施した札幌第1地方合同庁舎の空調設備改修工事において、床吹出し空調システムを採用したクールビズ／ウォームビズ対策を主体とした改修内容について効果・検証を行ったものである。今回の報告が、行政サービス環境の確保と空調エネルギーの削減を両立させるひとつの手法として「クールビズ／ウォームビズ」の取組みを推進し、温室効果ガス削減の一助となるべくここに紹介するものである。

キーワード： クールビズ／ウォームビズ、省エネルギー、床吹出し空調システム

1.はじめに

地球温暖化問題は国際的な重要課題の一つであり、平成20年の洞爺湖サミットでは「2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を50%削減するという長期目標を、世界全体の目標として採択することを求める」との合意形成がなされた。このような中、我が国の温室効果ガス排出量の約3分の1を建築分野が占めていることに鑑みると、国の建築物である官庁施設において、ライフサイクルにわたる温暖化対策を実施していくことは、低炭素社会の実現に向けた重要な取り組みの一つといえる。一方、政府の実行計画において夏期の空調温度の28℃、冬期の19℃設定を推進することを盛り込み、今日では国民の多くにクールビズ／ウォームビズが周知されていることは明らかである。これらの取り組みは、在室者がある程度の我慢を求められており必ずしも快適とは言えない状況となっていることから、気流や湿度など室温以外の快適性に影響を与える要素も考慮に入れた空調システムの整備手法の検討が必要となる。

計画及び整備にあたっては、省エネルギーと執務域の温熱環境の両立が図れる技術を採用すると共に、コストにも配慮しなくてはならない。そこで、「クールビズ／ウォームビズ空調として期待される技術」として、代表的に用いられている「床吹出し空調システム」について、札幌第1地方合同庁舎の採用事例をもとに報告する。

2.対象施設の概要

(1)施設概要

施設名称：札幌第1地方合同庁舎(図.1)
構造：S・SRC造(内断熱FP板厚30mm)
18階建 地下2階,延面積53,031㎡
完成年次：平成元年

(2)既存空調システム

空調方式：ファンコイルユニット・ダクト併用方式
還気温度による室温制御

空調機：方位による4ゾーニング

各室ダクト：メインチャンバーから分岐(CAV設置)

(3)建築

一般事務室内：OA床(50mm)

階高：基準階3,750mm(17階4,200mm)

天井高：2,600mm

(4)改修内容

加圧式床吹出し空調の採用 OA床(50mm→150mm)

・17F幹部室 床吹出口7個(室面積約53㎡)

・7F会議室 床吹出口12個(室面積約90㎡)

「床吹出し空調システム」とは、二重床を空調用搬送スペースとして利用するもので、空調機からの給気をダクトまたは二重床チャンバーにより、床面に設けた吹出口から室内に吹出すシステムである。(図.3参照)



図.1 建物外観

3. 測定結果

床吹出し空調は7階会議室と17階幹部室で実施したが、計測結果は室用途や使用状況から若干の違いはあるものの、ほぼ同様な傾向を示すことから本報告はその内容を特徴的に表す17階幹部室の計測データを報告する。

(1) 室内温度分布

【冬期】

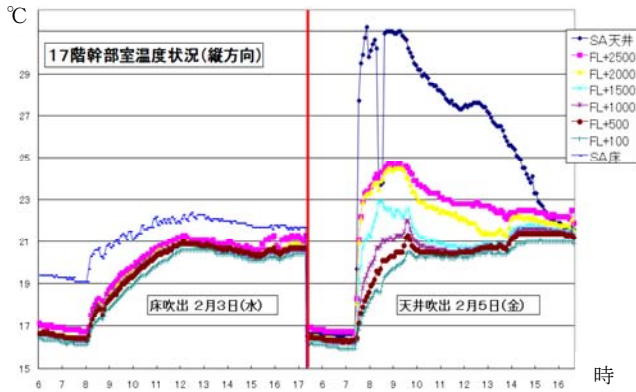


図.2 17階幹部室温度 (床吹出し/天井吹出し)
2月3日 (水) / 2月5日 (金)

図.2は、暖房時の床吹出しと天井吹出しに切替えたときの、1日における上下方向の温度状況を比較した図である。

床吹出しでは上下方向の温度差はほとんど無いが、天井吹出しでは上下方向の温度差がFL+500とFL+2500の間で最大4℃程度の差が生じていることがわかる。

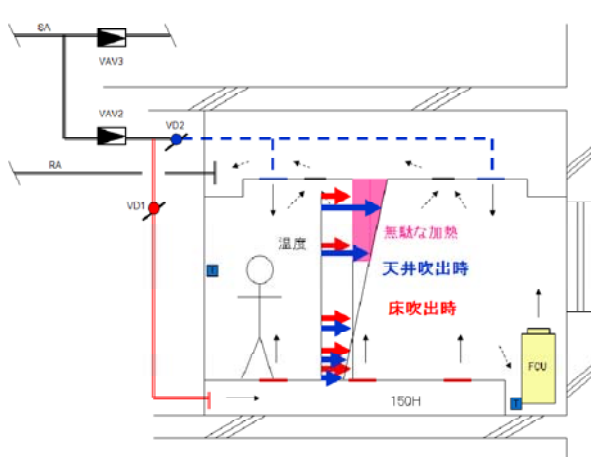


図.3 床吹出しと天井吹出し室内温度勾配イメージ

図.3は、暖房時の床吹出しにおいて温度差が最大となる10時頃の温度勾配のイメージを模式化した図である。

床吹出しは天井吹出しに比べ執務域ではない上部空間の温度を低く保てており、無駄な加熱をしていないことがわかる。

【夏期】

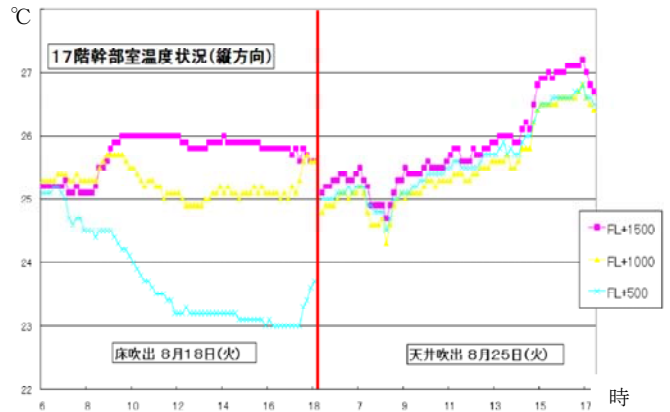


図.4 17階幹部室温度 (床吹出し/天井吹出し)
8月18日 (火) / 8月25日 (火)

図.4は冷房時の床吹出しと天井吹出しに切替えたときの、1日における上下方向の温度状況を比較した図である。

床吹出しでは上下方向の温度差はFL+500とFL+1500の間で最大3℃程度の差が生じており、FL+1000以下の範囲で温度が低くなっており、天井吹出しでは上下方向の温度差はほとんど無い。

床吹出しは天井吹出しに比べ執務域を効果的に冷房していることがわかる。

執務域とは一般的にFL+1800以下の範囲とされている。

(2) 気流

【冬期】

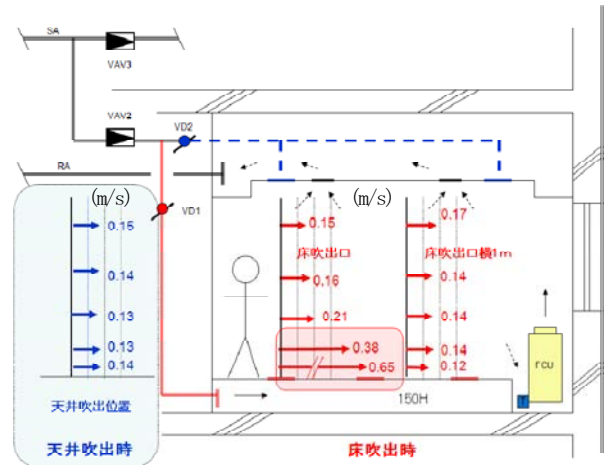


図.5 床吹出しと天井吹出し室内気流勾配イメージ

図.5は、床吹出口と床吹出口から1m横に離れた位置での気流分布と、天井吹出し時の気流分布を示している。

床吹出口近傍のFL+500以下の範囲で早くなっていることを除けば、上下方向共安定した気流が保たれていることがわかる。

(3)空調システム各部の温度等

【冬期】

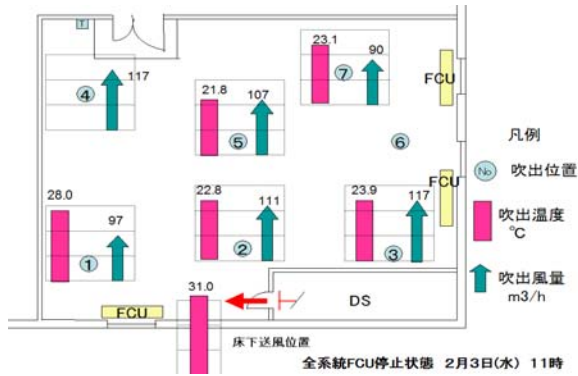


図.6 17階幹部室 床吹出温度と風量イメージ

図.6は、17階幹部室の各床吹出口における、温度及び吹出し風量を示している。(吹出口④は温度未計測)

室内の各床吹出口の風量はほぼ均一であった。室内の各床吹出口給気温度は床下送風位置から離れると温度が低くなっている。

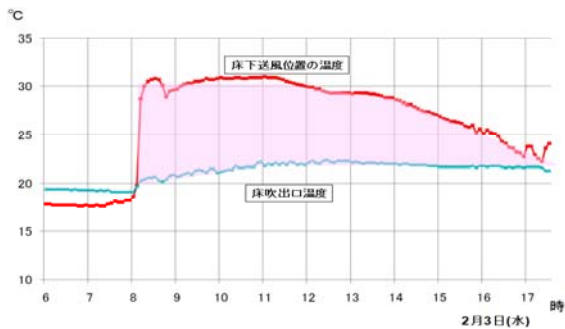


図.7 17階幹部室 給気系統温度

図.7は17階幹部室給気系統の床下送風位置の温度と床吹出口温度の時間変化を示している。

床下送風位置の温度と床吹出口温度の間では8~10°C程度の温度差があることがわかる。

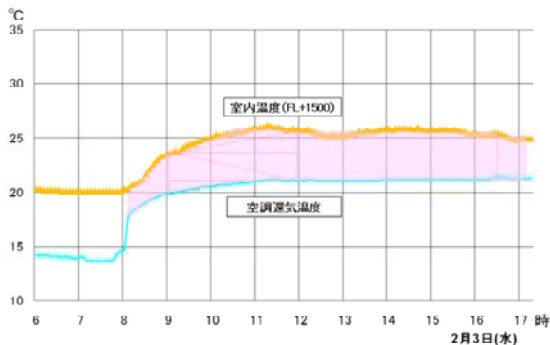


図.8 17階幹部室 還気系統温度

図.8は17階幹部室の室温 (FL+1500) と空調還気温度の時間変化を示している。

幹部室の室温 (FL+1500) と空調還気温度差も5°C程度あった。

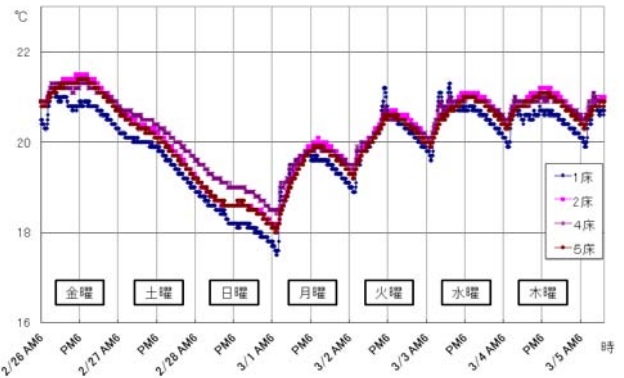


図.9 17階幹部室 床コンクリート温度

図.9は冬期における床コンクリート温度の1週間の変化を示している。

床吹出し位置の床コンクリート温度は、1週間の中でも月曜日から時間経過とともに徐々に温度が上昇していることがわかる。

(4) PMV値

PMVは温熱環境の6要素と、被験者実験から算出した「血流で体温をコントロールできる範囲」を関連づけ、快適さを「-3 (寒い) ~ 0 (中立) ~ +3 (暑い)」までの7段階に数値化した温熱環境指針である。

なお、温熱環境6要素とは空気温度、湿度、放射、気流の4つの環境側の要素と、在室者の着衣量と活動量の2つの人間側要素とされている。これを図.10に示し、それぞれについて説明する。

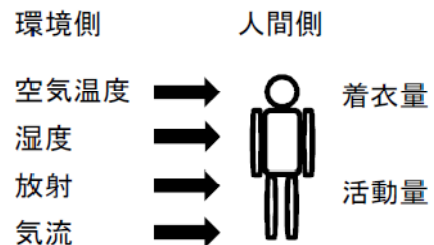


図.10 温熱環境6要素

- 空気温度：温度計で示される値。
- 湿度：空気中の水分量。温度が同じでも湿度が違うと体感温度が異なる。
- 放射：壁や天井、床、家具等から直接伝わる熱。放射温度が室温よりも高いと周囲から受ける熱放射による暑さを感じ、逆に室温より低いと涼しさを感じる。
- 気流：空気の動き。温度が同じでも気流が強くなるほど寒く感じる。
- 活動量：身体から発生する熱量。激しい運動をしているときは気温が低いところでも寒さを感じにくいように、作業の内容

- ・ 着 衣 量：着ている服の種類や量。皮膚の表面温度が下がると寒く感じるが、服を着ると皮膚表面から熱が逃げにくくなり、皮膚表面温度が上がり暖かく感じる。

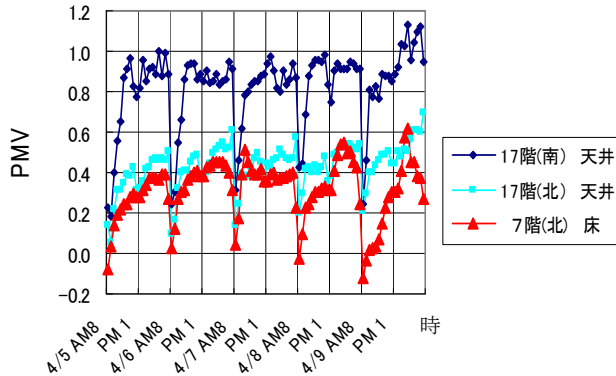


図.11 床吹出しと天井吹出しのPMV値 (AM8:00~PM5:30)

図.11 は冬期における床吹出しと天井吹出しの1週間のPMV値の変化を示している。

床吹出し方式は 0~0.4 の範囲と快適な状態で推移しているのに対し、天井吹出しでは想定した着衣量ではやや暑い範囲まで分布していた。

本PMVの計算は、平均放射温度は床面と天井面の放射温度の平均値、温度は対象室の温度、湿度は空調還気湿度、風速は図.5のFL+1,000の値(床 0.14 m/s、天井 0.13 m/s)、着衣量 1 clo (ジャケット+ズボン)、活動量 1.2 met (通常の事務作業)として演算した。

(5) アンケート結果

【冬期】

アンケートは、床吹出しである2室を利用した方に、自分の事務室(天井吹出し)と比較する形式で17階幹部室10名、7階会議室7名計17名を対象にアンケートを実施した。

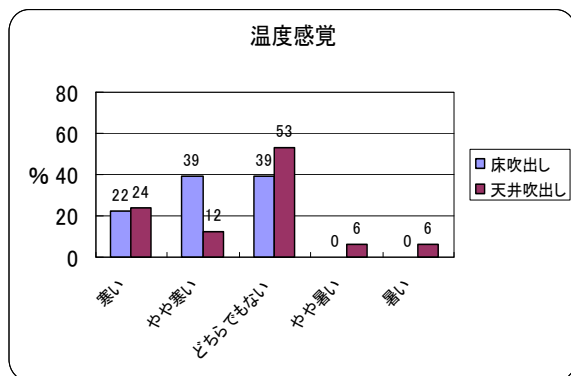


図.12 温度感覚【冬期】

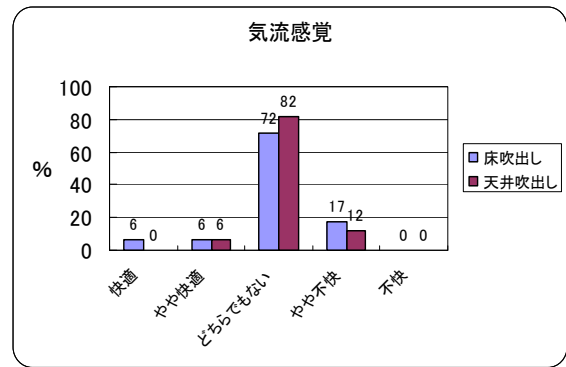


図.13 気流感覚【冬期】

温度感覚において、床吹出しは天井吹出しに比べ若干寒いと感じる方が多い傾向にあり、その原因としては天井吹出し温度に比べ床吹出し温度が低くなっていたためではないかと考えられる(図.12)。

気流感覚においてはほぼ同程度の感覚であった(図.13)。

4. 考察

(1) 上下方向温度

冬期において、床吹出し空調は上下方向の温度差が比較的小さく、天井吹出し空調は上部ほど高温になっていた。また、夏期において床吹出し空調はFL+1000以下の範囲の温度が低くなっており、足下が効果的に冷房されていることがわかった。

このことより床吹出し空調は、執務空間 (FL+1,800以下)を必要以上に加熱、冷却しないシステムであり、天井吹出し空調システムに比べ省エネルギー効果が期待できることがわかった。

(2) 床吹出口の風量バランス

一般的には 250mm 程度の床下空間が必要と言われているが、150 mm のOA床に送風機能を持たない加圧式床吹出しであっても、2スパン程度の限られた空調範囲であれば送風量は不均一とはならないことがわかった。

ただし、改修工事による床吹出し空調化の場合は、OA床の高さ、天井高さ、ダクトの立ち下げ場所等に注意する必要がある。

(3) 気流

床吹出し空調では、足下で気流が大きかったがその他の位置では問題はなかった。アンケートで足下での気流が問題にされなかったのは、吹出し位置が自由に変更出来たためであったと思われる。

(4) 蓄熱

床吹出し空調における空調送風は、OA床下部のコンクリートで大きな吸熱が起こっていた。

また、空調還気においても上階の床コンクリートにおいて吸熱が起こっていた。これらは一般に熱ロスとなる。

(5) PMV 値

今回の改修工事では、天井吹出し系統より分岐し床吹出し用OA床へ接続したため、最適な状態での比較とはなっていないが、床吹出し系統の室でウォームビズの服装に適した温熱環境となっており、適切な管理をすることは可能である。ただし、多くの職員がウォームビズの服装で業務を行っていないため着衣量が設定値と差が出る可能性がある。

5. 改修工事にて施工する場合の課題と提案

(1) 課題

床吹出し空調は、改修時には空調用二重床化の改修が必要となり、下記内容に対する十分な検討が必要である。

- ① 床段差解消の為にスロープを設置することにより歩行障害やデッドスペースが生じる。
- ② 既存OA床よりも床高を上げる必要があり、天井高が低くなり執務空間として圧迫感を感じる。
- ③ エリアごとに、空調用OA床へのダクトの立ち下げスペースが必要となり室内レイアウトへの影響が生じる。
- ④ 1台の空気調和機から床吹出し系統を分岐した場合、空調還気温度に差があり、床吹出し温度の低下を招く恐れがある。

(2) 提案

暖房主体の地域で床吹出し空調を採用する場合の提案として、床吹出し空調は室内における上下方向の温度差が小さく、PMV値も比較的安定しているが、建物の床躯体での吸熱も多いことから、床吹出し温度を高く保つことが重要である。そのため、採用する場合は次の様な施設に適している。

- ① 外断熱の建築物
- ② 定常的に熱負荷が発生する室
- ③ 床吹出し専用の空調機を設けられる施設

6. おわりに

今回の床吹出し空調は、室内環境及び省エネルギー性においては概ね良好であったが、空気調和システム全体としては躯体吸熱による熱ロスを避けづらく、採用に当たってはこの点に十分検討する必要がある事がわかった。また、今回の検証の1つの評価手法としてPMV値を用いたが、職員の性別、年齢、服装等により体感温度が異なり全員が快適であるとの評価がなかなか得られないことも明らかとなった。

今後の施設整備において、個人の省エネルギーに対する備えや、他の省エネルギー手法を併用していくことで快適性の改善が可能ではないかと考える。

参考文献

- 1) 「官庁施設におけるクールビズ／ウォームビズ空調システム導入ガイドライン」(国土交通省大臣官房官庁営繕部)