

BE5 換気量を増加させたときの室内温熱環境/空気質分布の CFD による評価

Evaluation of the effect of ventilation volume on indoor thermal environment and air quality
by using CFD

共生環境評価領域

08E19032 佐々木圭吾 (Keigo SASAKI)

Abstract: Indoor ventilation needs to be enhanced because the standard for indoor CO₂ concentration was not attained in 24.4% of designated buildings according to Ministry of Health, Labour and Welfare. This study conducted CFD simulations to evaluate the effect of ventilation volume on ITE (indoor thermal environment) and IAQ (indoor air quality) in summer and winter. It was found that increasing ventilation volume made ITE worse and IAQ better in both seasons. In addition, by operating air conditioners to offset increased heat load because of the enhanced ventilation, ITE was effectively improved in summer, but not in winter.

Keywords: CFD, Ventilation volume, Indoor thermal environment, Indoor air quality, Buoyancy

1. はじめに

厚生労働省によると、特定建築物における室内 CO₂ 含有率の基準不適率は 2020 年時点で 24.4%と報告されており¹⁾、換気強化の必要性が示されている。一般に、換気強化を行うと室内空気質は改善されるが、特に夏季と冬季では外気負荷の増加により温熱環境が悪化する。したがって、熱的快適性を維持したまま空気室を改善するためには、換気の強化に伴う空調の強化が必要になる。本研究では実空間を対象に CFD シミュレーションを行い換気量増加時の室内温熱環境/空気質分布の評価を行った。また、換気量増加に伴って増加する外気負荷と同じだけ空調の処理熱量を増加させた場合の室内温熱環境についても評価した。

2. 計算領域

対象空間は大阪大学工学部/工学研究科 M3 棟 211 (以下 M3-211) とした。M3-211 には空調機と全熱交換器が各 4 か所ずつ設置されている。

3. 計算条件

本研究の計算ケースを表 1 に、SMR00 と WTR00 の境界条件を表 2 に示す。空調機の吹出角度は天井に平行な角度を 0° として空調機は 60° 下向き、全熱交換器は 45° 下向きに設定した。全熱交換器の吹出温度は式(1)より決定される。 T_{room} は室温、 T_{out} は外気温、 η は交換効率である。外気温は夏季 30 °C、冬季 5.5 °C とし、交換効率は 0.6 とした。換気量増加ケースの境界条件は換気風量のみ変更する。全熱交換器の外気負荷、空調機の処理熱量は式(2)より算出される。 V は風量、 ρ_a は密度、 c_a は比熱、 T_{outlet} は吸込温度を表す。

空気質解析にあたって M3-211 の定員の 2/3 (66 人) を想定し、一人当たり 20 L/h の CO₂ を発生させた。

$$T_{THE_inlet} = \eta T_{room} + (1 - \eta) T_{out} \quad (1)$$

$$Q_{THE_s} = V \rho_a c_a (T_{THE_inlet} - T_{outlet}) \quad (2)$$

3. 結果および考察

SMR00 と SMR20、WTR00 と WTR20 の床面から 0.9 m の温度分布と室内中央の鉛直温度分布を図 1

表 1 計算ケース

換気量 \ 季節	夏季	冬季
カタログ値	SMR00	WTR00
20%増加	SMR20	WTR20
熱負荷解消 (20%)	SMR20R	WTR20R

表 2 SMR00 と WTR00 の境界条件

	吹出風量[m ³ /h]	吹出温度[°C]	吸込風量[m ³ /h]
空調機	750	20 (夏季) 36 (冬季)	750
全熱交換器	650	式(1)	勾配 0

に、CO₂ 濃度分布を図 2 に示す。夏季では換気量が 20%増加したとき、平均室内温度が 24.2 °Cから 24.6 °Cに上昇し、平均室内 CO₂ 濃度は 783 ppm から 721 ppm に減少した。冬季では換気量が 20%増加したとき、平均室内温度は 24.9 °Cから 24.2 °Cに低下し、平均室内 CO₂ 濃度は 822 ppm から 758 ppm に減少した。このことから、換気量の増加は空気質を改善し、温熱環境を悪化させることが示された。

図 3 に SMR20R、WTR20R の床面から 0.9 m の温度分布と室内中央の鉛直温度分布を示す。夏季では外気負荷が 498 W 増加した。これを解消するため SMR20R では空調吹出温度を 0.6 °C低下させた。その結果平均室内温度は 24.6 °Cから 24.2 °Cに減少し、温熱環境の改善が示された。冬季では外気負荷は 1199 W 増加した。これを解消するため WTR20R では空調吹出温度を 1.2 °C上昇させた。その結果平均室内温度は 24.2 °Cから 24.4 °Cになり、WTR00 の 24.9 °Cより 0.5 °C低い結果となった。これは、空調機の吹出温度を上昇させると室内下方を移流する低温の外気との温度差が大きくなり浮力が強化されるため、空調機の吹出風が居住域まで届かず温熱環境の改善につながらないことを示している。

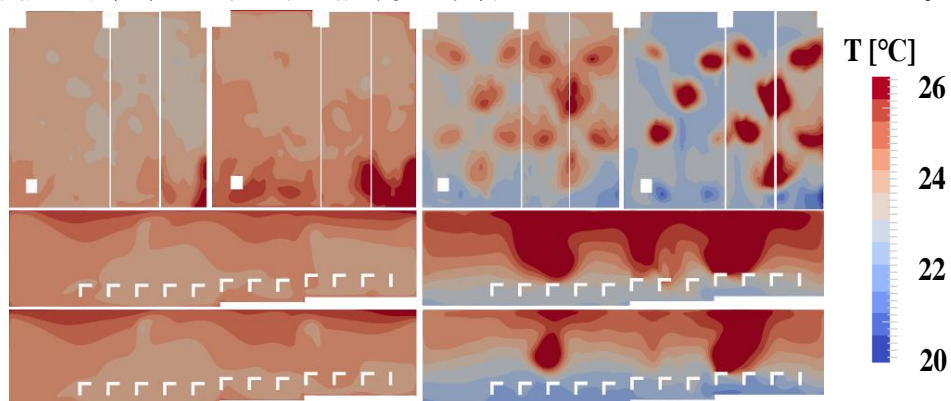


図 1 SMR00 と SMR20 (上段左端、左から 2 番目)、WTR00 と WTR20 (上段右から 2 番目、右端) の水平温度分布と、SMR00 (中段左) と SMR20 (下段左)、WTR00 (中段右) と WTR20 (下段右) の鉛直温度分布

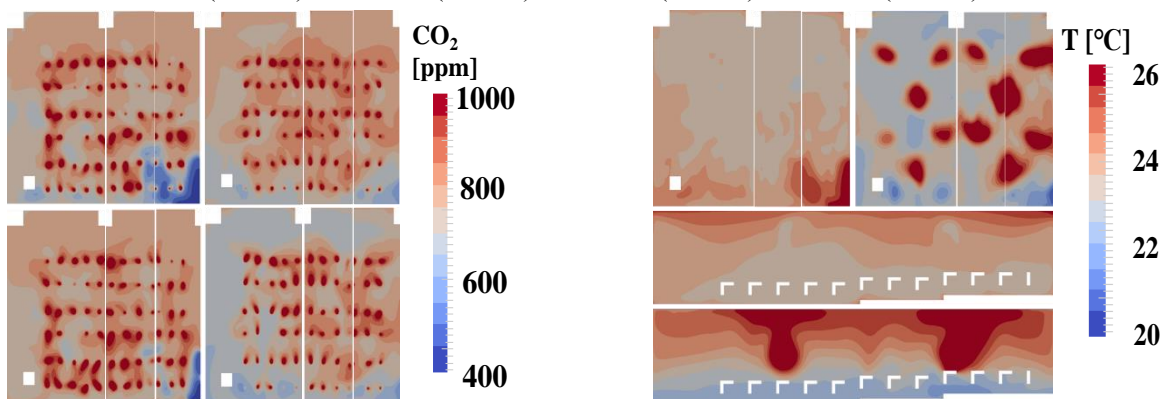


図 2 SMR00 (左上) と SMR20 (左下)、WTR00 (右上) と WTR20 (右下) の CO₂ 濃度分布

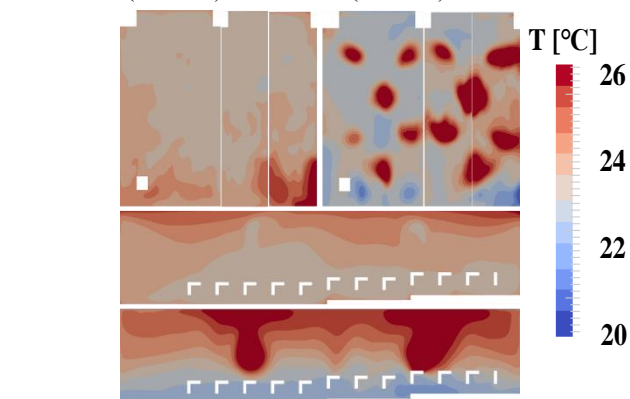


図 3 SMR00 (左上) と SMR20R (左下) の水平温度分布と WTR00 (右上) と WTR20R (右下) の鉛直温度分布

4. 結論

本研究の結論を以下にまとめる。

- 換気量の増加は、空気質を改善させ、温熱環境を悪化させた。冬季は浮力によって外気が沈下するため、夏季より悪化の程度が大きかった。
- 空調吹出温度を変更すると夏季は温熱環境が改善されたが、冬季は低温の外気との温度差が大きくなり浮力が強化されるため、温熱環境の改善傾向が示されなかった。

参考文献

- 1) e-Stat 政府統計の総合窓口 <https://www.e-stat.go.jp/> (2022/02/10 確認)