

CFD を用いたオフィスモデルの設定手法に関する研究 境界条件が室内環境に及ぼす影響

建築都市デザイン学科 2280040082-5 福田 真太郎
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

CFD (コンピュータによる流体シミュレーション) は標準的に用いられるツールとなりつつあるが、境界条件の設定に関して室内の複雑な流れ場では、単純な対数則型の壁関数の適用では正しい壁面熱フラックスの予測につながらないことが指摘されている^{文1)}。また、建築環境工学の分野では対流熱伝達率を与えていることが多いが、CFD 実施にあたってどれも十分な指針となっていないのが現状である。そこで本研究では、オフィス空間における計算条件設定の標準化を目的とし、境界条件が室内環境に及ぼす影響について調査研究を行う^{注1)}。

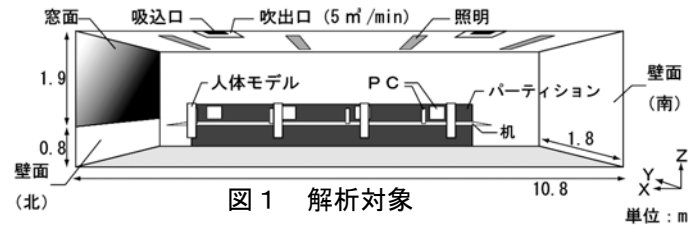


図1 解析対象

表1 空調負荷

	外部負荷			内部負荷		
	壁面(南)	壁面(北)	窓面	人体(4体)	照明(4台)	PC(4台)
発熱量(W)	30.6	7.8	169	220	400	—※
表面温度(°C)	26.7	26.6	31.5	※ 表2にて示す。		

2. 検討概要

2.1 解析対象 (図1)

天井高さ 2.7m、奥行き 10.8m の連続したオフィスを設定し、この内の 1.8m 幅 (1 スパン 3.6m の半分) を解析対象とする。北面に窓を有するものとし、日射の影響は考慮しないものとする^{注2)}。

空調は天井カセット方式ビル用マルチエアコンを使用。吹出風量はそれぞれ 5 m³/min (一定)^{注3)}、吸込口での温度が 26°C になるように吹出温度を制御する CAV 方式とする。

2.2 解析概要 (表1)

夏期の日中を想定。壁の熱貫流率を 0.9W/m²・K、窓の熱貫流率を 6.2W/m²・K とし、設計用最大熱負荷^{文2)}より実効温度差を用いて外部負荷を与えた。内部負荷として人体、照明、パソコンによる発熱を与えた。また、十分な精度が得られるメッシュ分割数をあらかじめ確認した。

2.3 解析ケース (表2)

Case 1 を便宜上、基本の計算条件とする。Case 2 では壁面、窓面からの熱負荷を表面温度で与えることで熱負荷とし、更に対流熱伝達率を変化させる。Case 3 では PC からの発熱量を変化させる。CEC 基準の 10W/m² (48.6W/台) を基準として 5、15、20W/m² の熱負荷を与える。Case 4 と Case 5 では計算方法を変化させる。

3. 解析結果 (図2～図6)

Case 2 に関しては、熱流で与えるか表面温度で与え

表2 解析ケース

Case	窓・壁への熱負荷の与え方	対流熱伝達率 (W/m²・K)	PC発熱量 (W/m²)	差分スキーム	乱流モデル
1	熱流	—	10	QUICK	標準 k-ε
2-1	表面温度	log law	10	QUICK	標準 k-ε
2-2	表面温度	3	10	QUICK	標準 k-ε
2-3	表面温度	4	10	QUICK	標準 k-ε
2-4	表面温度	5	10	QUICK	標準 k-ε
2-5	表面温度	6	10	QUICK	標準 k-ε
3-1	熱流	—	5	QUICK	標準 k-ε
3-2	熱流	—	15	QUICK	標準 k-ε
3-3	熱流	—	20	QUICK	標準 k-ε
4	熱流	—	10	1次風上	標準 k-ε
5	熱流	—	10	QUICK	低Re型 k-ε

るかで、対流熱伝達量に差がでた。原因として、窓近傍に暖かい空気の層ができたことにより、表面温度設定ではあまり熱が伝達されなかったと考えられる。

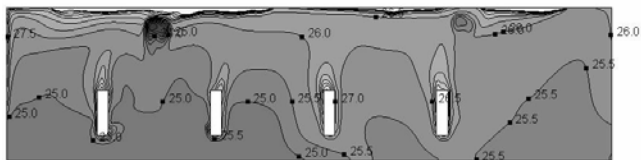
Case 3 では発熱量を大きくすることで特に窓側の空調機の負荷が大きくなり、それに伴い吹出温度が下がり、床付近に低い温度場が生じる結果となった。

Case 4 では Case 1 や Case 5 に比べて風が拡散する傾向が見られた。

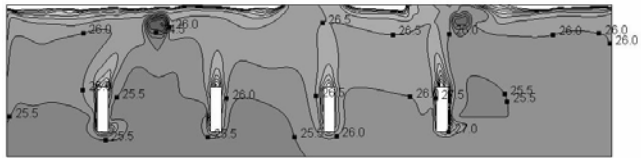
Case 5 は Case 1 と概ね同様の結果が得られたが、壁近傍の取り扱いが異なる為床付近で若干の差が見られた。

3. まとめ

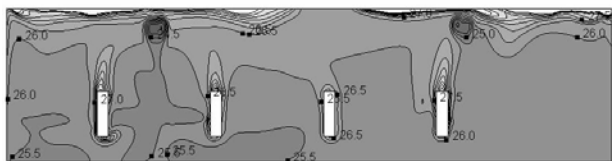
今回は、境界条件が室内環境に及ぼす影響について研究を行った。今後、より精度の高いシミュレーションを実施できるよう検討を行う予定である。



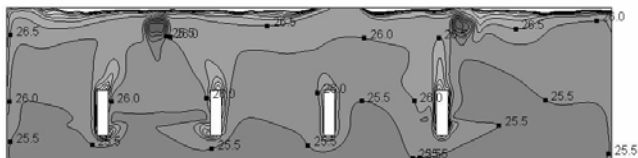
Case 1



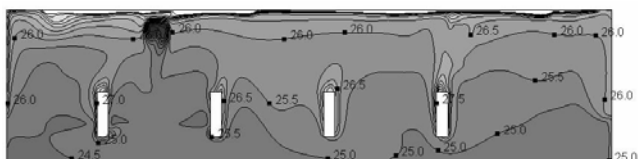
Case2-1 表面温度、log law



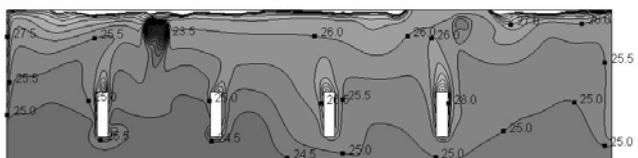
Case2-2 表面温度、 $3W/m^2 \cdot K$



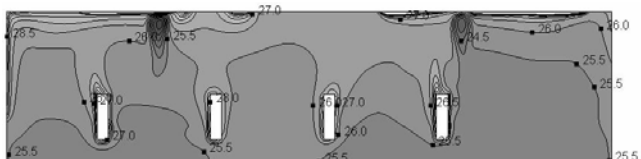
Case2-4 表面温度、 $5W/m^2 \cdot K$



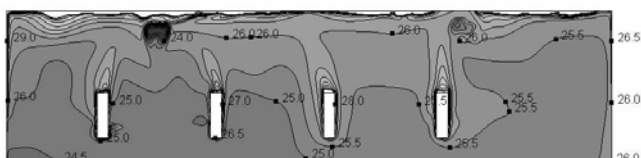
Case3-1 PC 発熱 $5W/m^2$



Case3-3 PC 発熱 $20W/m^2$



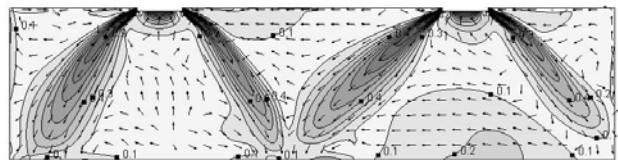
Case 4 1次風上



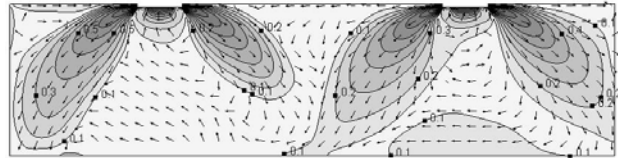
Case 5 低 Re 型 $k-\epsilon$ モデル



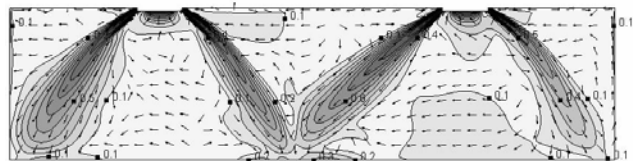
図 2 温度分布図(人体中央を通る鉛直断面)



Case1 QUICK / 標準 $k-\epsilon$



Case4 1次風上 / 標準 $k-\epsilon$



Case 5 QUICK / 低 Re 型 $k-\epsilon$



図 3 風速コンター、風速ベクトル図
(空調機中央を通る鉛直断面)

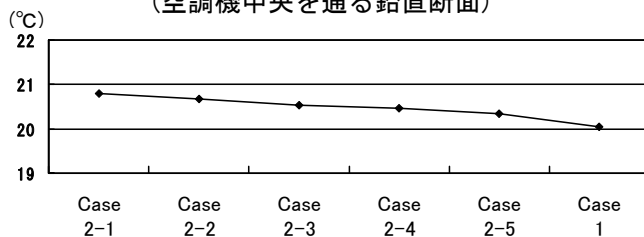


図 4 平均空調吹出温度

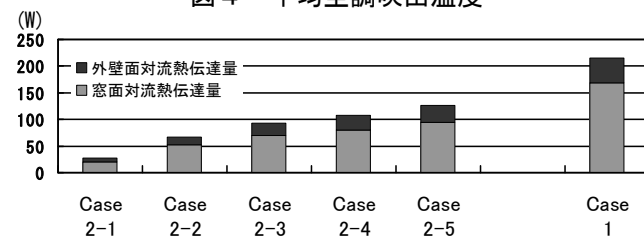


図 5 対流熱伝達量

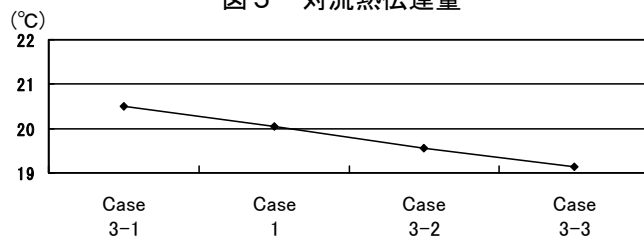


図 6 平均空調吹出温度

注 1) 今回の解析では放射は連成させていないが、今後対流放射連成解析を実施予定。注 2) 日射の影響を考慮したモデルは今後検討予定。注 3) Y max 面と Y min 面を対称面とする。空調機の半分が解析対象領域に含まれる。

参考文献

- 文 1) 村上他：乱流数値解析による室内対流熱伝達に関する研究(その 1)、日本建築学会大会学術講演梗概集、1990.10、pp.479-480
- 文 2) 空調機・衛生工学会：設計用最大熱負荷計算法、1989 年