

オフィス空間を対象とした規準化居住域濃度の CFD 解析 (その 10) 空間内に偏在する発熱源が規準化居住域濃度の予測精度に与える影響

規準化居住域濃度 CFD オフィス 什器モデル 発熱源

正会員 ○ 菊池世啓^{※1} 同 高橋 雄司^{※2}
正会員 小林 信行^{※3} 同 伊藤 一秀^{※4}

1. 目的

本報を含む一連の研究^{1~3)}では、什器等の幾何条件、汚染源や発熱源等の境界条件を単純化した簡易なモデルオフィス空間を対象とし、特に空調条件を変化させた場合の規準化居住域濃度⁴⁾の構造を CFD により検討してきた。本報では、空間内に什器を再現せず簡易的に発熱源を与えた場合と、什器・人体モデル等を再現し、熱源を偏在させた場合の両ケースに関して、規準化居住域濃度の解析精度に与える影響を検討する。

2. オフィス空間の概要

2.1 解析対象オフィス

図 1 に解析対象オフィスならびに空調システムを示す。室は幅6.4m(X)、奥行き12.8m(Y)、高さ2.7m(Z)。計算は対称性を考慮しY方向に関し半分の領域について行っている(図 1(2))。居住域は床上 1.8m としている。吹出口および吸込口の配置はオフィスの一般的なレイアウトである天井吹出・天井吸込方式としている。吹出口は0.3×0.3mのグリル型を模した吹出口とし、簡便に室内側に対し一方向流を与えている。

2.2 解析条件

表 1 に解析ケース、表 2 に熱負荷の条件、表 3 に計算条件を示す。流れ場は低 Re 型 k-ε model による 3次元解析を行う。放射も連成して解析する。解析ケースは室内に什器が無く、且つ等温換気の場合を基本的な条件とし Case 1 とする。以降、Case 2 は等温条件で居住域に什器・人体モデル等を再現した場合、Case 3 はケース 1 の幾何条件(解析空間に什器が無し)に加え、簡略的に OA 機器・人体の熱負荷を床面均一に与えた場合、Case 4 はケース 2 の幾何条件(什器等を再現)に加え、個別に熱負荷を与えて熱源を偏在させた場合である。

3. 解析結果と考察

3.1 流れ場の解析結果

図 2 に流れ場を、表 4 (1)に居住域の平均風速を示す。図の切断面は吹出口を含み什器や人体モデルを含まない断面である。各ケースの吹出口直下の気流性状は什器の有無や冷房の有無によらず、気流が床面に到達した後、周囲に広がっており、吹出口直下の気流分布はほぼ同様な傾向を示している。

表 1 解析ケース

解析ケース	什器	熱負荷	条件
Case 1	—	—	等温条件で什器無しの基本条件
Case 2	○	—	Partition、机、CRT、人体モデルを再現
Case 3	—	○	Case1 の幾何条件+表 2 の熱負荷条件
Case 4	○	○	Case2 の幾何条件+表 2 の熱負荷条件

(Case 1、2 は等温換気。Case 3、4 は冷房時の解析)

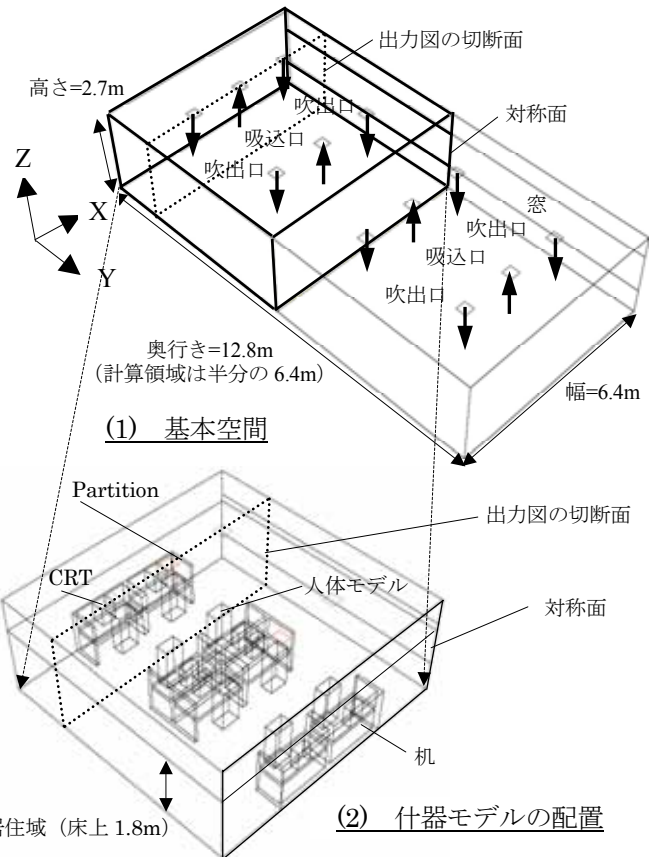


図 1 解析対象オフィスと空調システム

表 2 熱負荷の設定場所 (顕熱のみ) [単位: w]

解析ケース	照明	人体	OA機器	日射	熱貫流
Case 3	天井面均一	床面均一	床面均一	窓	窓
Case 4	天井面均一	人体モデルの各面	OA機器の上面	窓	窓
熱負荷	1638 (20)	1104 (13)	3200 (39)	2765 (34)	625 (8)

(単位はW/()の値は床面積当りの発熱量 W/m²、冷房(室温 26°C)の解析)

表 3 計算条件

解析メッシュ	78(x)×35(y)×72(z)=196,560
乱流モデル	低 Re 型 k-ε model (Abe-Nagano model)
放射解析	形態係数算出: discrete beam 法 相互放射解析: radiosity 法による緩和計算
流入境界	U _{in} =0.85 m/s(Case 1,2), U _{in} =1.07 m/s および T _{in} =16°C(Case 3,4) k _{in} =3/2(U _{in} ×0.05) ² , ε _{in} =C _μ ·k _{in} ^{3/2} /l _{in} l _{in} は吹出し幅の 1/7, C _μ =0.09
流出境界	U _{out} =質量保存, k _{out} , ε _{out} =free slip
壁面境界	速度: No-slip, 温度: 断熱 放射: 放射率は対象面を 0.0, その他壁面は 0.9
汚染質	空間一様発生(passive contaminant)

Analysis of Normalized Concentration in an Occupied Zone in Office Space by CFD (Part10)
Study on Ventilation Efficiency in the case of Uneven Heat Source Distribution

SEOHIRO Kikuchi et al

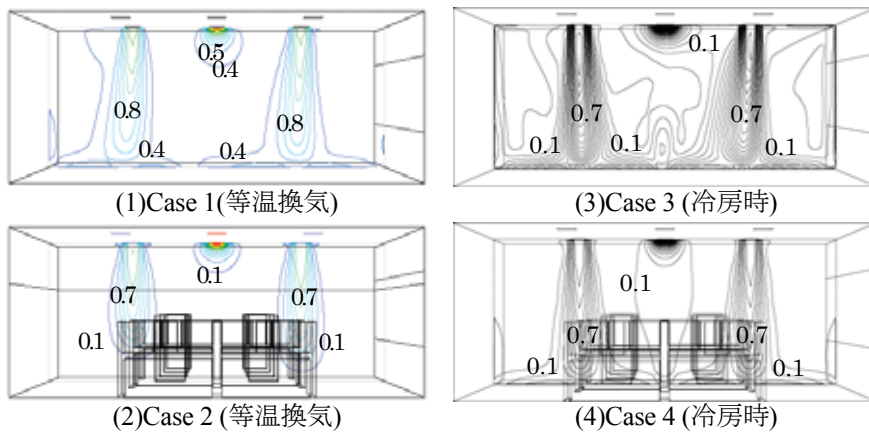


図2 流れ場の解析結果 (スカラー風速 m/s)

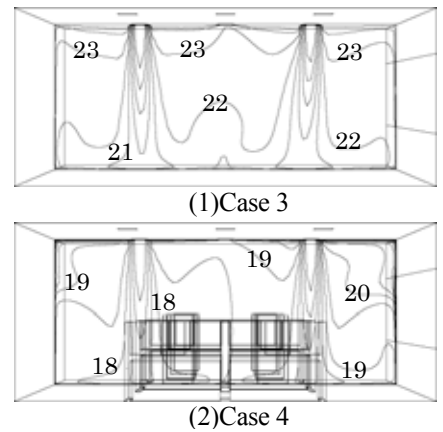


図3 温度場の解析結果 (°C)

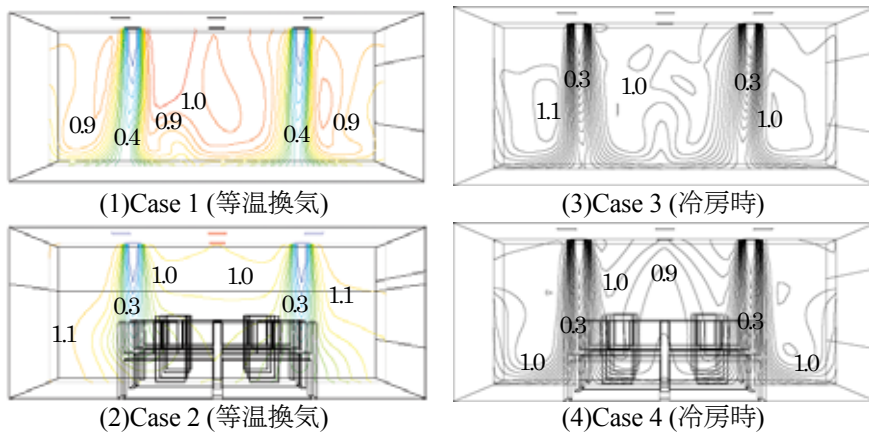


図4 汚染質拡散場の解析結果 (完全混合濃度で無次元化)

表4 居住域の平均風速、平均温度と規準化居住域濃度 (Cn)

解析ケース	什器	熱負荷	規準化居住域濃度 (Cn)		
			(1) 居住域平均風速 [m/s]	(2) 居住域平均温度 [°C]	(3) 規準化居住域濃度 (Cn) [-]
Case 1	—	—	0.086	—	0.87
Case 2	○	—	0.042	—	0.88
Case 3	—	○	0.121	22.0	0.93
Case 4	○	○	0.098	18.8	1.02

什器の有無による居住域の平均風速の差は、等温換気の場合は什器のある Case 2 が Case 1 よりも平均風速が 51% 低下し、冷房時は什器のある Case 4 が Case 3 よりも平均風速が 19% 低下している。本解析条件下では、什器の設置が流体抵抗となり居住域の平均風速を低減させる結果となった。

3.2 温度場の解析結果

図 3 に温度場を、表 4 の(2)に居住域の平均温度を示す。熱負荷の与え方の違いによる居住域の平均温度の差は、発熱源が空間内に偏在する Case 4 が熱負荷を床面に均一に与えた Case 3 よりも約 3°C (Case 3 の約 15%) 低くなった。Case 4 は床面に熱負荷がなく、吹出口からの冷気は CRT・人体モデル・窓面や天井に与えた照明負荷と熱を交換し、発熱源の熱は空間上部に上昇するため居住域の温度が Case 3 より低下したと考えられる。

3.3 規準化居住域濃度 (Cn) の解析結果

図 4 に室内で汚染質を一様発生させた場合の汚染質拡散場を、表 4 に規準化居住域濃度 (Cn) の解析結果を示す。Case 1 と Case 2 の等温換気の場合の什器の有無による Cn の差は、什器のある Case 2 が Case 1 よりも 0.01 高い値 (Case 1 の約 1%) を示した。気流場の解析結果において什器のある Case 2 の平均風速が Case 1 よりも低下していることから、汚染質が居住域に滞留し、Cn の値が高くなったと考えられる。

Case 3 と Case 4 の偏在する発熱源の有無による Cn の差は、Case 4 が Case 3 よりも 0.09 高い値 (Case 3 の約 10%) を示した。Case 1 と Case 2 のケースと同様に、居住域の平均風速は、発熱源が偏在する条件の Case 4 が Case 3 よりも低下しており、汚染質が居住域に滞留し、Cn が高くなったと考えられる。

4. 結論

発熱源が偏在する場合の規準化居住域濃度の予測精度への影響について本報の条件下における結果をまとめる。

- 1) 発熱源が偏在する場合の居住域の平均風速・平均温度は、発熱源を床面均一に与えた場合よりも平均風速が 19%、平均温度が約 3°C 低下した。
- 2) 発熱源が偏在発生する場合の規準化居住域濃度は、発熱を床面均一に与えた条件よりも約 10% 高い値となった。

[参考文献]

- 1) 菊池世欧啓、高橋雄司、小林信行、伊藤一秀: オフィス空間を対象とした規準化居住域濃度に関する研究(第 1 報)各種空調システムにおける流れ場・温度場・汚染質濃度場の CFD 解析, 日本建築学会計画系論文集, No.562, pp45-52, 2002.12
- 2) 菊池世欧啓、高橋雄司、小林信行、伊藤一秀: オフィス空間を対象とした規準化居住域濃度に関する研究(第 2 報)汚染質が不均一発生する場合の汚染質濃度場の CFD 解析, 日本建築学会環境系論文集, No.576, pp17-22, 2004.1
- 3) 小川匠、菊池世欧啓、伊藤一秀: オフィス空間を対象とした規準化居住域濃度の CFD 解析(その 9) 什器モデルの有無が規準化居住域濃度に与える影響の検討, 室内環境学会総会講演集第 6 巻第 2 号, pp138-139, 2003.12
- 4) HASS102.1997 換気規準・同解説 空気調和・衛生工学会規格 1997.10

*1 川本工業 (株) 博士 (工学)
 *2 東京工芸大学大学院 (川本工業 (株))
 *3 東京工芸大学学長・工学博士
 *4 東京工芸大学 助教授・博士 (工学)

Kawamoto Industries, Ltd, Dr. Eng.
 Graduate School Tokyo Polytechnic University, (Kawamoto Industries, Ltd.)
 President, Tokyo Polytechnic University, Dr. Eng.
 Associate Prof., Tokyo Polytechnic University, Dr. Eng.