

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7)  
汚染質が呼吸域で発生する場合の濃度分布の解析

○正会員 小川 匠<sup>\*1</sup> 正会員 菊池世政啓<sup>\*1</sup>  
同 小林 信行<sup>\*2</sup> 同 伊藤 一秀<sup>\*3</sup>

規準化居住域濃度 オフィス 呼吸域一様発生

1. 目的

オフィス空間等の居住空間では、CO<sub>2</sub>・臭気など人体起源の汚染質の他、建築仕上げ材料等から発生する揮発性有機ガス(VOC)等の汚染質の存在が指摘されており<sup>1)</sup> その発生源は偏在しているのが通常である。また室内では複雑な流れ場の存在もあいまって、不均一な濃度場が形成されることが多く、換気設計を行う際は室内の濃度分布を考慮することが重要になる。空気調和・衛生工学会のHASS 102換気規準<sup>2)</sup>では、室内で特に居住域の換気効率 (=排気濃度で無次元化された居住域平均濃度、規準化居住域濃度)を含めた換気設計を推奨している。本研究ではオフィス空間を対象に5種類の空調方式を設け、各種空調条件の下で流れ場、温度場のCFD解析を行い汚染質が空間一様発生する場合<sup>3)</sup>と、呼吸域や床面において不均一発生する場合の規準化居住域濃度(以降C<sub>n</sub>)について検討を行う。特に本報では呼吸域より発生するCO<sub>2</sub>を模擬して、汚染質が呼吸域で一様発生した場合の解析結果を示す。次報(その8)<sup>4)</sup>では床面一様発生した場合の解析結果を示し、規準化居住域濃度算定の際の安全側となる汚染質発生法に関して検討する。

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と空調方式を示す。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

表1 熱負荷条件

空調	照明	人体	OA機器	日射	熱貫流(窓)	壁面蓄熱	合計
夏期冷房	1638 (20)	1104 (13)	3200 (39)	2765 (34)	625 (8)	-	9332 (114)
冬期暖房	-	-	-	-	-2028 (-25)	-6810 (-83)	-8838 (-108)

(単位はW,)の値は床面積当たりの発熱量W/m<sup>2</sup>,室内に向かう熱流を正(+とする)

表2 計算条件

解析メッシュ数	CASE1 78(x) × 35(y) × 72(z) = 196, 560 CASE2, CASE3 67(x) × 27(y) × 63(z) = 113, 967 CASE4 72(x) × 68(y) × 51(z) = 249, 696 CASE5 64(x) × 64(y) × 27(z) = 110, 592
乱流モデル	低Re型k-εモデル (Abe-Nagano model)
流入境界	U <sub>in</sub> =0.85m/s (CASE1), U <sub>in</sub> =0.85m/s (CASE2) U <sub>in</sub> =0.15m/s (CASE3), k <sub>in</sub> =3/2(U <sub>in</sub> × 0.05) <sup>2</sup> , ε <sub>in</sub> =C <sub>μ</sub> · k <sub>in</sub> <sup>3/2</sup> / l <sub>in</sub> l <sub>in</sub> は吹出し幅の1/7, C <sub>μ</sub> =0.09
流出境界	U <sub>out</sub> =質量保存, k <sub>out</sub> =free slip, ε <sub>out</sub> =free slip
壁面境界	No-slip
汚染質	passive contaminant, ①呼吸域発生・②床面一様発生

表3 解析対象とした空調条件

空調条件(∠θ)	設計目標温度(°C)	熱負荷(W/m <sup>2</sup> )	吹出温度(°C)	吹出風量(m <sup>3</sup> /h)	換気回数(回/h)
-1 等温換気	-	-	-	2210	10.0
-2 冷房(低温)(-16°C)	26	+112	10	1741	3.9
-3 冷房(一般)(-10°C)	26	+112	16	2786	6.3
-4 冷房(差小)(-3°C)	26	+112	23	9287	21.0
-5 暖房(一般)(+10°C)	22	-108	32	2639	6.0
-6 暖房(差小)(+3°C)	22	-108	25	8769	19.9

∠θは(吹出温度)-(設計目標温度)とする。

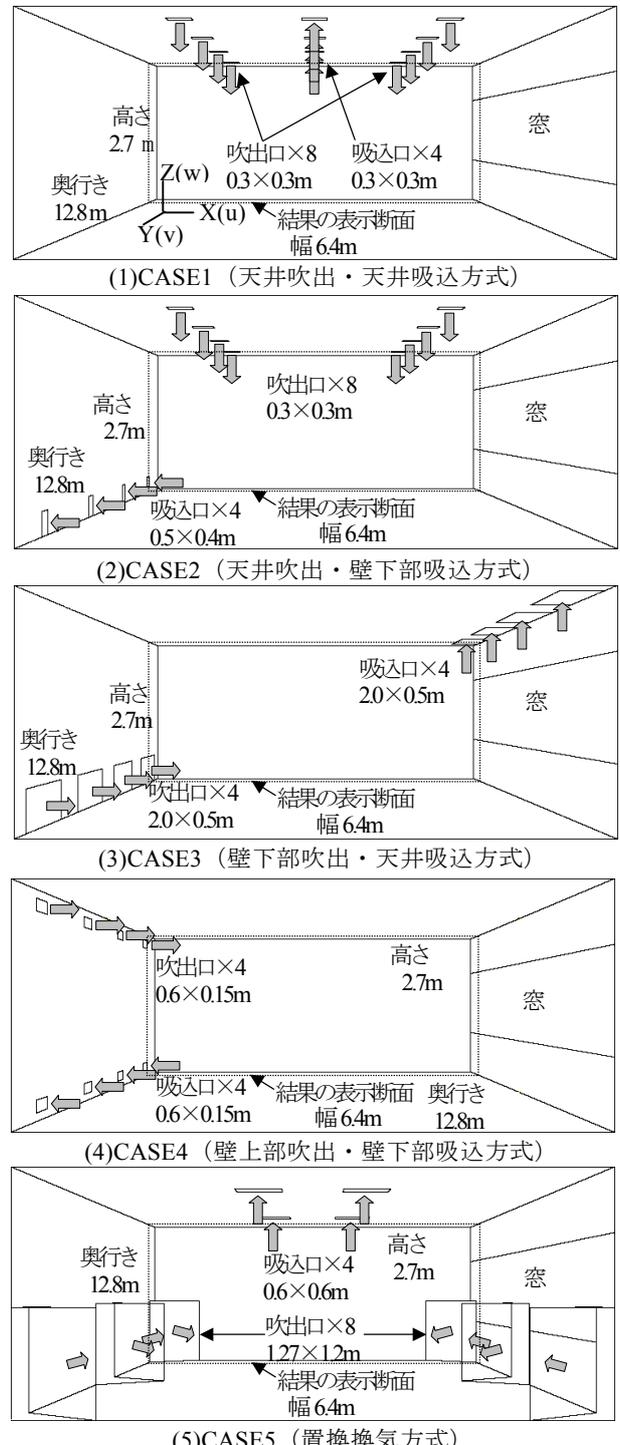


図1 解析対象オフィスと空調方式

Analysis of Normalized Concentration in an Occupied Zone in Office Space by CFD (Part7)

Study on Normalized Concentration Distribution in Case of the Pollutants Generated in the Breathing Zone

TAKUMI Ogawa et al

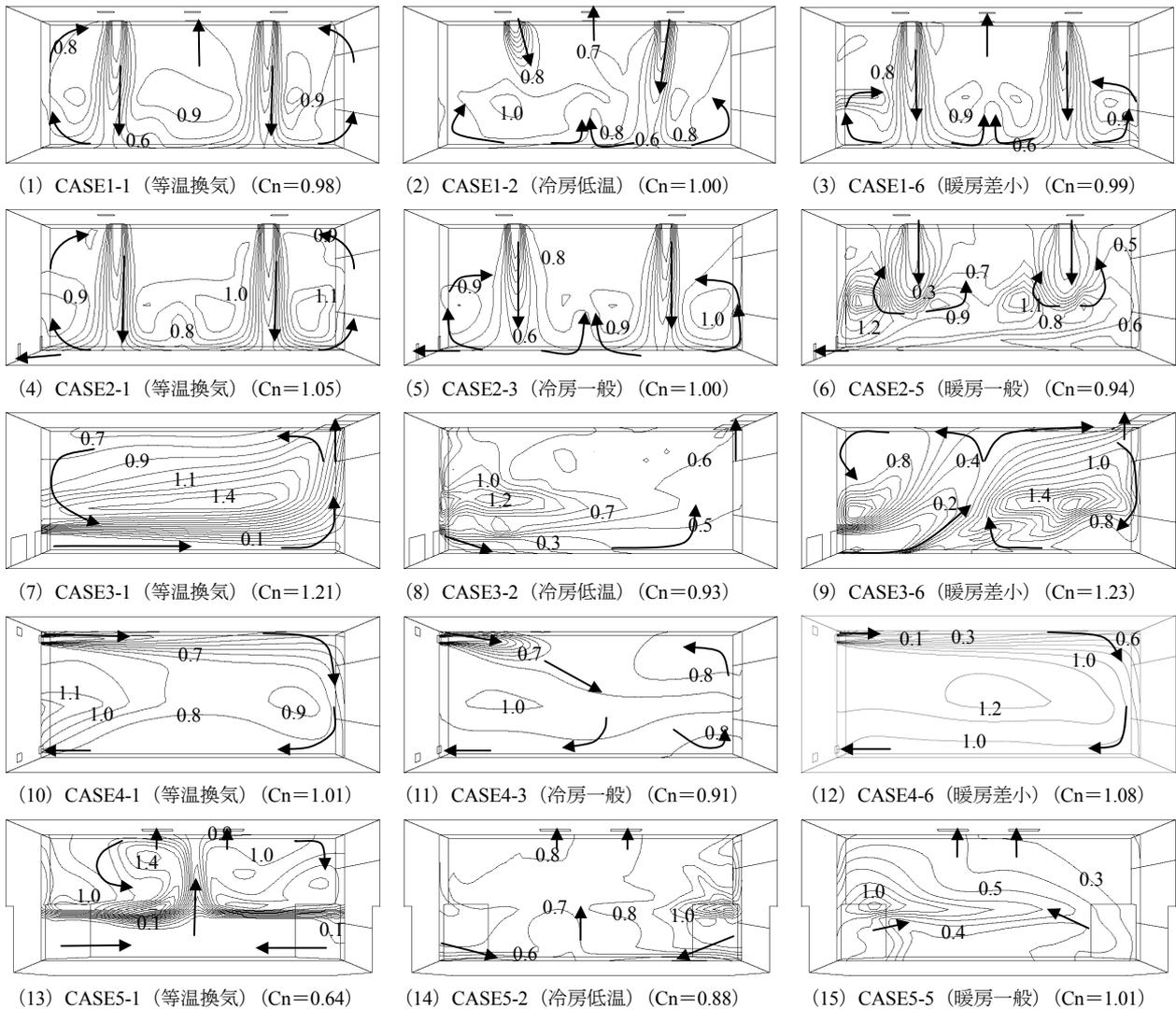


図2 呼吸域発生の場合の無次元濃度分布 (矢印は気流性状を示す)

行っている。**2.2 計算条件** 表1に熱負荷条件, 表2に計算条件, 表3に解析対象とした空調条件を示す。各空調条件は設計目標温度と室内熱負荷を同一とし, 吹出風量と吹出温度を変化させて空調条件を設定している。汚染質は passive contaminant を仮定し, 床上1.0~1.2mを呼吸域として一様発生させている。

### 3. 解析結果と考察

図2に汚染質が呼吸域で一様発生した場合の濃度場解析結果を示す。濃度場は空間各部の濃度を吸込口の濃度 (完全混合濃度) で無次元化している。各CASEの図は等温換気の結果に冷房・暖房時のCnが最小となった解析結果を加えた計3種類を並べて示し, その他は割愛する。CASE1(図2(1)~(3))は, 吹出気流が居住域に達し居住域の濃度は低くなるが, 吹出気流により循環流が形成され汚染質が室中央部に滞留する。Cnは1.0に近い。CASE2(図2(4)~(6))は, 等温換気と冷房時では汚染質が壁下部から排出されるためCASE1に比べ居住域上部の濃度が高くなりCnは1.0を上回る。暖房時は吹出気流が浮力により上昇するが居住域の汚染質は壁下部の吸込口から排出されCnは1.0以下になる。CASE3(図2(7)~(9))は, 等温換気と暖房時では循

環流が生じ室中央部の濃度が高くCnは1.0を上回る。冷房時は吹出口からの冷気が効率的に居住域に拡散しCnは1.0以下となる。CASE4(図2(10)~(12))は, 吹出気流が壁面に沿って流れ居住域に達する。等温換気と冷房時のCnは1.0以下となる。暖房時は汚染質が室中央部に滞留しCnは1.0以上となる。CASE5(図2(13)~(15))は, 等温換気と冷房時は吹出空気が居住域の流れCnは1.0を大きく下回る。暖房時は吹出温度差が小さく吹出空気が居住域の流れ濃度が低くなりCnは1.0に近い。

### 4. 結論

- (1)汚染質が呼吸域発生する場合はCASE5の置換換気方式のCnが等温換気と冷房時で最小となった。
- (2)室内で循環流が形成される場合には, 汚染質の発生源と室内の循環流の中心が重なり汚染質が滞留する傾向が見られた。

#### [参考文献]

- 1)室内空気清浄便覧, 日本空気清浄協会, 2000.8
- 2)HASS102, 1997 換気規準・同解説, 空気調和・衛生工学会規格, 1997.10
- 3)菊池ほか: 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 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 (第1報) 日本建築学会計画系論文集 No.562 pp45-pp52 2002.12
- 4)菊池ほか: 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8)汚染質が床面で発生する場合の濃度分布の解析 2003年度日本建築学会大会(東海)学術講演会投稿中

\*1 東京工芸大学大学院

\*2 東京工芸大学 教授・工学博士

\*3 東京工芸大学 講師・博士(工学)

Graduate School Tokyo Polytechnic University.

Professor, Tokyo Polytechnic University, Dr. Eng.

Assistant Professor, Tokyo Polytechnic University, Dr. Eng.