

冷却・加熱壁面を有する室における置換換気の成立条件

(その2) 発熱体数及び仮想外気温度が温度・汚染物濃度分布に及ぼす影響

置換換気 温度分布 規準化濃度

正会員 ○徐 鳴*¹同 山中俊夫*²同 甲谷寿史*³同 東本丈明*⁴

1. はじめに 置換換気方式は空気清浄度の観点から換気効率の良い優れた換気方式として注目されている¹⁾。置換換気は、床面近くで低速の給気、天井面近くでの排気を行う室内で、人体やOA機器などの発熱源があり、室内に温度成層が形成されることが条件となる。温度成層が形成されるためには、給気温度より排気温度の方が高いことが必要条件となるが、室内に冷熱源がある場合には、室内に十分な温度成層が形成されず、冷却による下降流が境界層を破壊することによって室上部の汚染された空気が室下部に流入し、下部空間の空気質を悪化させてしまうことが知られている²⁾。

本報告では、良好な断熱性を有する置換換気室の壁面の一部に断熱性の低い領域を作成し、冬季の外気を想定したチャンバーの温度（以下「仮想外気温度」と呼ぶ）を制御しながら、仮想外気温度、室内発熱量、給気温度

をパラメータとした実験を行った結果について報告する。なお、本報は前報³⁾をまとめたものである。

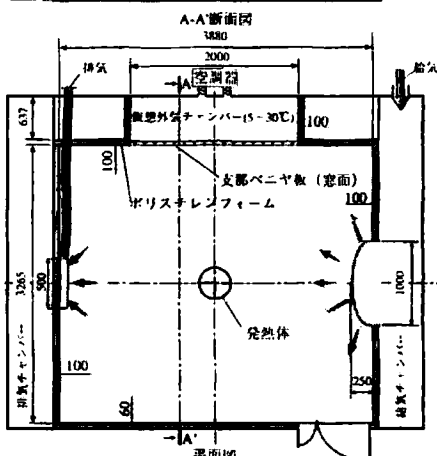
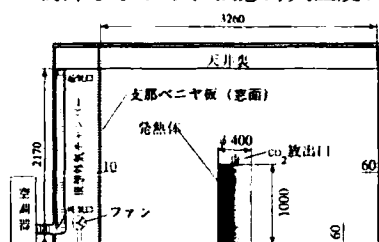


図1 実験装置概要

単位: [mm]

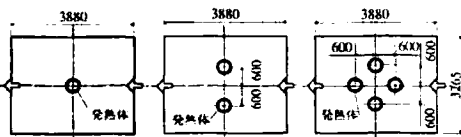


図2 発熱体設置位置

単位: [mm]

2. 実験概要 前報³⁾同様、図1に示す様に、大阪大学工学部建設棟2階室内に設置されている水平層流型人工気候室を改造し、給気口は放射状の給気が行えるように吹き出し口の形状を楕円形とし、排気口は天井面近くでの排気が行えるようにした上で、壁面の一つに接するようにチャンバーを作り、チャンバー内の温度を循環型温湿度制御装置によって制御した。なお、チャンバー内温度を均一にするためにファンによって攪拌した。チャンバーに接する壁面には、窓面を想定して2000mm×2170mm、厚さ10mmの支那ベニヤ板（以下「窓面」と呼ぶ）をはめ込み、それ以外の壁面と床は断熱材（60～100mmのポリスチレンフォーム）からなるが、天井面は上部にチャンバーを有するため断熱は行っていない。このような実験装置を用い、人体を模擬した発熱体（径400mm、高さ1000mmの円筒形、発熱量100W）の個数と給気温度及び仮想外気温度を組み合わせた条件下（表1、表2参照）において、室内の温度を測定すると共に、発熱体上部においてトレーサーガスとしてCO₂をパッシブに発生させ、室内のCO₂濃度分布を測定した。発熱体の設置位置を図2に示す。図3に示す位置において、鉛直方向に31点の空気温と天井面、床面の計33点の温度測定を行うとともに、鉛直方向15点のCO₂濃度を測定した。CO₂の発生量は発熱体1体当たり0.6 l/分とし、

発生量の違いが規準化濃度分布に影響を与えないことを確認の上実験を行っている。なお、実験期間は1999年9月下旬～11月中旬で、使用した測定機器は表3の通りである。

3. 結果と考察

3.1 窓面冷却時の室内換気性能

3.1.1 温度分布（図4、5） 図4に、給気温度が20℃の条件下について、発熱体数ごとに仮想外気温度の異なる温度分布を重ねて示す。いずれの

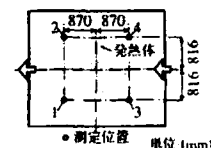


図3 温度・湿度の鉛直分布測定位置

表1 実験条件一覧

給気温度 [℃]	20	25	30
発熱体数[個]	1	2	4
仮想外気温度 [℃]	10	15	20
	25	30	

表2 実験時諸量一覧

給気温度 [℃]	発熱体数 [個]	給気量 [m³/h]	給気風速 [m/s]	排気風速 [m/s]
20	1	100	0.08	0.56
	2	160	0.13	0.89
	4	300	0.24	1.67
25	2	160	0.13	0.89
30	2	160	0.13	0.89

表3 測定項目及び測定機器

測定項目	測定機器
温度	T型熱電対(φ=0.3mm)
CO ₂ 濃度	赤外線吸収式ガス濃度分析器 (LGA-102 B, 上野製作所)

Requirement for Displacement Ventilation in Room with Cooled or Heated Wall

Part 2. Effect of Heat Sources and Outside Temperature on Profiles of Temperature and Contaminant Concentration

XU Ming, YAMANAKA Toshio, KOTANI Hisashi and HIGASHIMOTO Takeaki

発熱体数においても、仮想外気温度が低いほど温度は低い、仮想外気温度による差異は発熱体数が少ないほど大きい。図5は、発熱体数が2個の条件について、給気温度別に仮想外気温度の異なる温度分布を重ねて示したものである。いずれの条件でも温度分布の形状は類似し

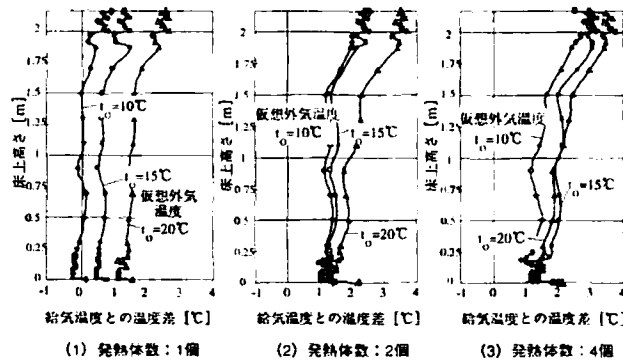


図4 鉛直温度分布 (給気温度: 20°C)

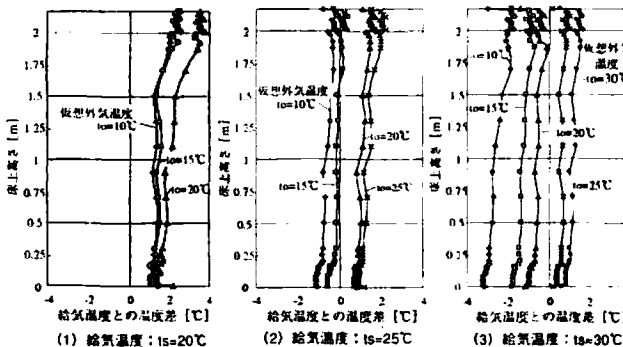


図5 鉛直温度分布 (発熱体数: 2)

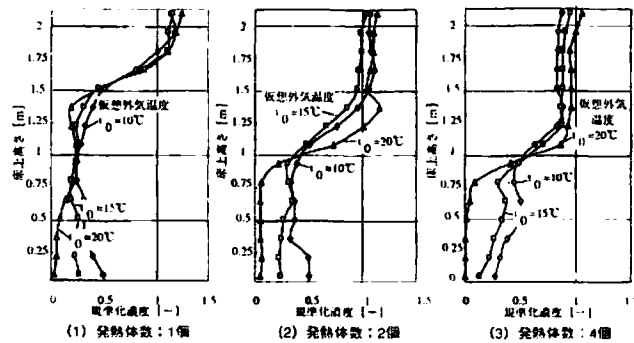


図6 規準化濃度鉛直分布 (給気温度: 20°C)

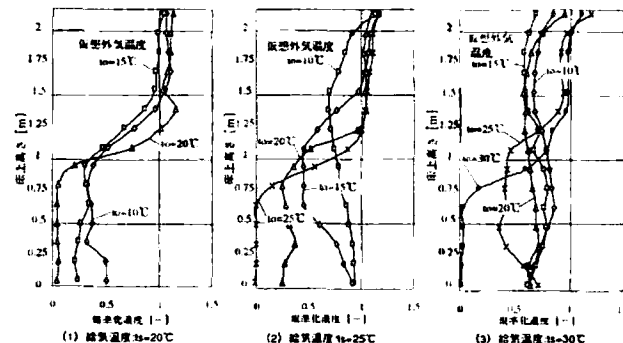


図7 規準化濃度鉛直分布 (発熱体数: 2)

ているが、仮想外気温度が低いほど温度が低いことがわかる。給気温度25°Cで仮想外気温度が15°C及び10°Cの場合、給気温度30°Cで仮想外気温度が20°C、15°C、10°Cにおいては、室内温度が給気温度よりも低くなっている。

3.1.2 規準化濃度分布 (図6、7) 図6、7は、図4、5と同じ条件下での鉛直濃度分布を示したものである。図6より、いずれの発熱体数条件でも仮想外気温度が低いほど (室内温度と仮想外気温度との差が大きいほど)、室下部空間の規準化濃度が高くなっている傾向が見られる。これは、仮想外気温度が低くなることによって、窓面室内側に下降流が生じ、上部空間から下部空間にCO₂が運ばれることが原因と考えられる。図7より、給気温度が同じであれば、仮想外気温度が低いほど室下部での濃度は高く、置換換気が壊れることがわかる。

3.2 窓面加熱時の室内換気性能

3.2.1 温度分布 図8に、発熱体数が2個、給気温度が20°Cの場合について、仮想外気温度が20°C、25°C、30°Cの場合の鉛直温度分布を重ねて示す。仮想外気温度の違いによる温度分布の違いはあまり見られない。

3.2.2 室内規準化濃度分布 図9は、図8と同じ条件下での鉛直濃度分布を示したものである。いずれの仮想外気温度条件においても、室下部空間での濃度は0となり完全な置換換気が達成されていることがわかる。仮想外気温度が高いほどわずかながら境界面 (汚染物濃度の急変面; contaminant interface) の低下が伺えるが、これは同じ高さでの上昇気流量の増大が原因の一つになっているとすることができる。

4. おわりに 今後は壁面での下降流モデルを組み込んだ温度・濃度分布の予測モデルに関する検討を行う所存である。

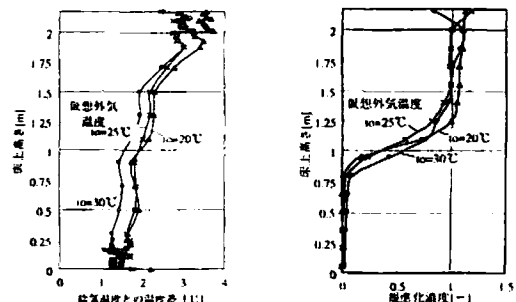


図9 規準化濃度分布 (発熱体数: 2 給気温度: 20°C)

参考文献

- 1) David Etheridge and Mats Sandberg: "BUILDING VENTILATION - Theory and Measurement", JOHN WILEY & SONS, 1996
- 2) Peter Hansson, Hans Strymne: "A technique to improve the performance of displacement during cold climate conditions", Proceedings of 17th AIVC Conference, Gothenburg, Sweden, pp.521-528, 1996
- 3) 徐鳴、山中俊夫、甲谷寿史、東本文明: 「冷却・加熱壁面を有する室における置換換気の成立条件—給気温度及び仮想外気温度が温度・汚染物濃度分布に及ぼす影響—」, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 第40号・環境系, 2000. 6

* 1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 博士後期課程
 * 2 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助教授・博士 (工学)
 * 3 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助手
 * 4 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 博士前期課程

Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University
 Associate Professor, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.
 Research Associate, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University
 Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University