

床吹出し空調方式における室内換気性能に関する基礎的研究

(その5) 室内温度・汚染物濃度分布の把握及び濃度予測モデルに関する検討

正会員 ○小寺啓滋^{*1}同 山中俊夫^{*2}同 甲谷寿史^{*3}

床吹出し空調 模型室実験 濃度予測モデル

1. はじめに 床吹出し空調方式は、高い換気効率を実現できるが、換気効率の予測に基づく設計手法の確立には、汚染物の濃度予測が不可欠である。本研究では汚染物濃度予測法の確立を最終目的とし、既報¹⁾で模型室における汚染物濃度の測定実験結果²⁾に基づく濃度予測モデルを提案した。本報では、同モデルの予測精度を検討するため、種々の換気量、吹出し口直径で温度及び濃度の測定を行い、濃度分布について測定値とモデルから算出した計算値を比較検討した結果について報告する。なお、本報は前報³⁾を再構成したものである。

2. 汚染物濃度予測モデル 既報¹⁾で報告したモデルは、発熱源として人体、汚染物として人体からの呼気・体臭を対象としている。吹出し条件(換気量、吹出し口直径、吹出し風速)を入力として、図1に示す空気移動及び濃度分布の形状を考え、汚染物収支から濃度分布を算出するものである。空気移動は濃度分布の形状から室内を室内上部領域、境界領域、室内下部領域に3分割し、それらと吹出し気流、熱ブルーム域との間の空気移動を考えている。ここで、境界領域の上端は絶対到達距離(「吹出し口から風速が0m/sになるまでの距離」と定義)に一致するものとしている。濃度分布算出の詳細は既報¹⁾に詳しいが、図2に濃度予測モデルの要素間関係図を

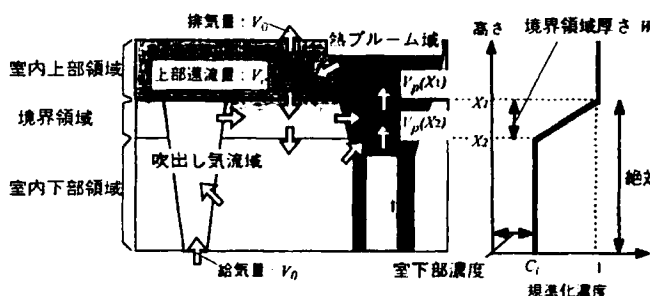


図1 空気移動モデルと室内鉛直濃度分布

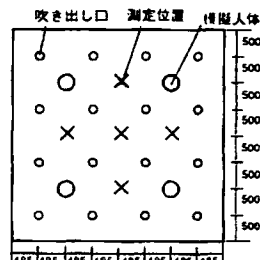


図4 測定位置 (単位: mm)

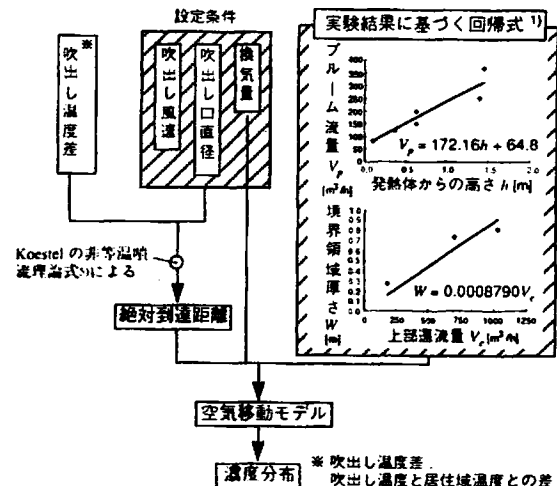


図2 濃度予測モデルの要素間関係図

示す。濃度の算出に際しては、比較的條件数の少ない実験結果に基づく回帰式を用いている。

3. 実験概要 縮尺0.731の模型室(図3参照)において温度及び濃度の測定を行った。床面に均等に配置した吹出し口より給気し、天井近くより排気する状況下で、熱源として4体の模擬人体を均等に配置し、その上面より汚染物を模擬した二酸化炭素を発生させ、各点(図4参照)での二酸化炭素濃度及び温度の鉛直分布を測定した。実験では、吹出し口のRe数及びAr数が一致する様に縮率を決定した。以下ではすべて模型での値で表記する。実験条件は表1に示す19条件とした。

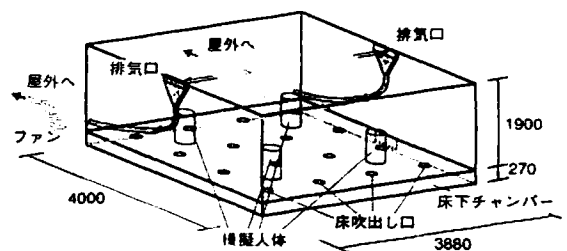


図3 模型室概要 (単位: mm)

表1 実験条件一覧

条件番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
換気量 [m³/h]	73.1				146					219			292					366	
発熱量 [W]										400									
吹出し口個数 [個]										16									
吹出し口直径 [cm]	3.0	2.5	2.2	8.0	6.5	5.2	4.5	13.0	10.5	8.3	7.0	18.0	15.5	11.8	9.8	20.0	18.0	15.8	12.8
*想定絶対到達距離 [m]	1.02	1.32	1.61	0.86	1.02	1.32	1.61	0.91	1.02	1.32	1.61	0.99	1.02	1.32	1.61	1.17	1.24	1.32	1.61
**吹出し温度 [°C]	20.0	21.7	19.9	17.7	17.9	18.2	18.1	16.8	16.0	16.1	16.3	15.5	16.3	16.4	16.6	14.1	15.0	15.2	15.1

* Koestel の式⁵⁾ から算出した吹出し風速が0 m/sになる床高さ (吹出し温度は、簡易な温度予測モデル⁴⁾を用いて予測)
** 測定値

Ventilation Effectiveness of Underfloor Air-supply System

Part 5. Measurement of Temperature and Contaminant Concentration Profile and Verification of Simplified Prediction Model of Concentration Profile

KOTERA Keiji, YAMANAKA Toshio and KOTANI Hisashi

4. 実験結果と考察

(1) 温度分布 図5に実線で各条件の温度の鉛直分布を測定温度と吹出し温度の差で示す。水平方向の分布はほとんどなかったため、各高さの水平面平均で表す。各条件とも室内上下温度差は約2～3℃と条件による大きな差はなく、室下部領域及び室上部領域内での分布はほとんど見られない。

(2) 濃度分布 図5に各条件の濃度の鉛直分布の測定値及びモデル計算値を規準化濃度（給気濃度基準の濃度を排気濃度で規準化）として示す。温度分布と同様に水平方向の分布はほとんどなかったため、各高さの水平面平均で表す。各条件とも室下部領域及び室上部領域内で分布はほとんどない。換気量、吹出し口直径が大きい条件ほど室下部の濃度は低く、吹出し口直径が小さい条件ほど境界領域の位置が高く、厚さも厚い。

5. 測定値と計算値の比較と検討

図5には濃度予測モデルにより算出した規準化濃度分布（濃度計算値）を点線で併記している。モデル計算の際、吹出し温度差は測定値（室下部領域の平均温度）に基づき入力した。測定値と計算値を比較すると、換気量が小さい条件で境界領域厚さに若干ずれがあるものの、測定値、計算値ともに換気量、吹出し口直径

が大きい条件ほど室下部領域の濃度が低くなっており、吹出し口直径が小さい条件ほど境界領域の位置が高く、境界領域の厚さも厚くなっている。従って、条件の変化に伴う分布形状の変化と各条件の値の両者から見て、モデル計算の有効性が高いことが分かる。

6. おわりに 種々の吹出し条件で温度及び濃度の測定実験を行い、モデルから算出した濃度分布を測定値と比較して、モデルの精度を検討したところ、換気量の小さい条件で誤差が大きいことが明らかになった。今後は、モデルから濃度分布を算出する際に用いている実験結果に基づく回帰式（図2参照）の精度を上げ、本報では既知とした吹出し温度差の精度良い予測法を確立する

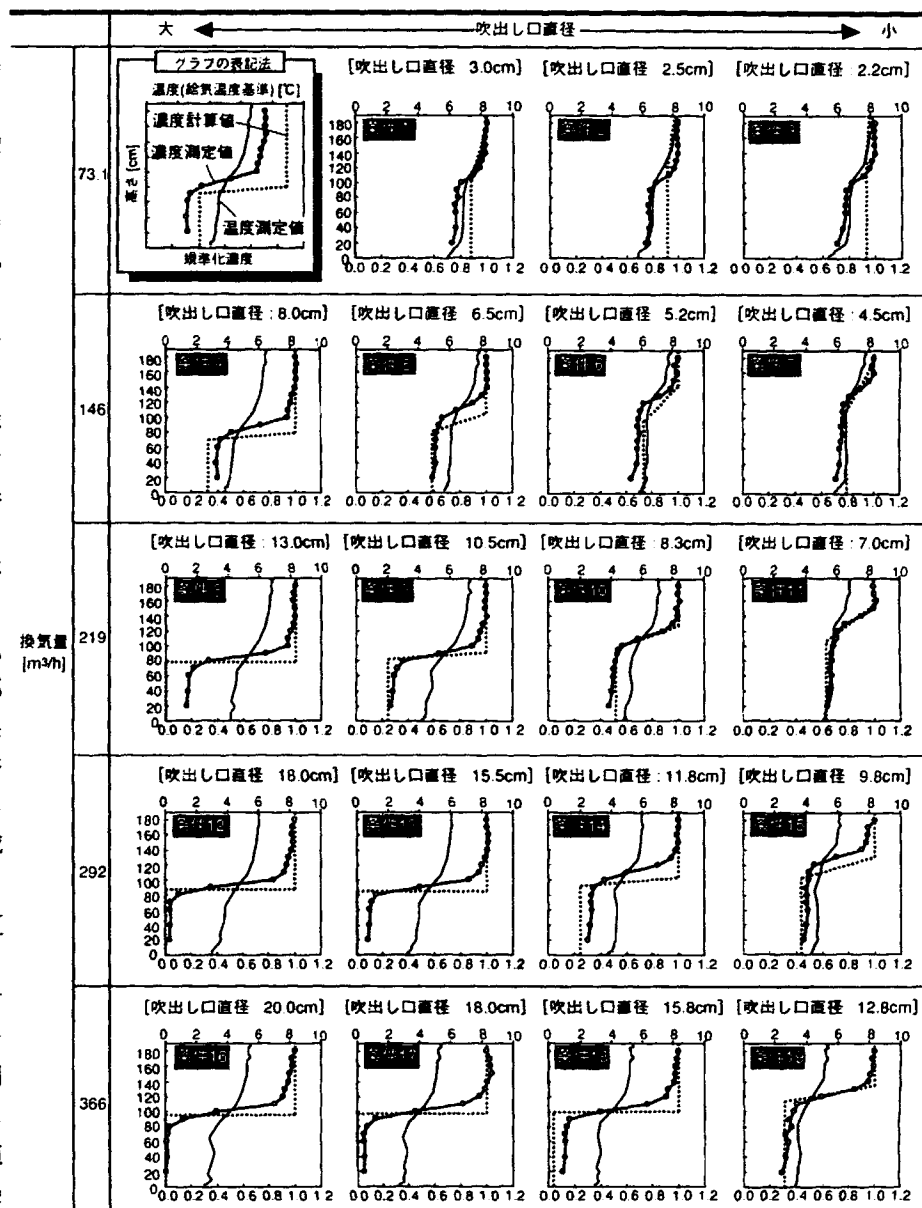


図5 温度（給気温基準）及び規準化濃度の鉛直分布

とともに、室の大きさが異なる条件時の回帰式中の上部還流量 V_e の取り扱い方を検討することが課題と考える。

謝辞 本研究を進めるに当たり、多大なご尽力をいただいた本学卒業生 加川一郎君（現 須賀工業（株））に深謝いたします。

参考文献

- 1) 宮本、佐藤、山中、甲谷、小寺：同題（その3）汚染物質濃度分布予測モデルの構築、日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）D-2、pp. 957-958、1999年9月
- 2) 小寺、佐藤、山中、甲谷、宮本：同題（その2）室内温度・汚染物質濃度分布の把握、日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）D-2、pp. 955-956、1999年9月
- 3) 小寺、佐藤、山中、甲谷、宮本：同題（その4）汚染物質濃度予測モデルの予測精度に関する検討、日本建築学会近畿支部研究報告集、第40号、環境系、掲載予定、2000年6月
- 4) 小寺、山中、甲谷、加川：床吹出し型置換換気システムに関する基礎的研究（その3）汚染物質濃度予測モデルに組み込む室内鉛直温度分布予測モデルに関する検討、空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集、pp. 25-28、2000年3月
- 5) Alfred Koestel: COMPUTING TEMPERATURES AND VELOCITIES IN VERTICAL JETS OF HOT OR COLD AIR, ASHVE Transaction, Vol. 60, pp. 385-410, 1954

* 1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻博士前期課程
 * 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

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