

居室模型を用いた各種仕上げ材による室内 Ozone 濃度低下・濃度分布の測定

学生会員 ○細谷 聡(東京工芸大学)

正会員 伊藤 一秀(東京工芸大学)

1. はじめに

深刻度を増す室内化学物質汚染に関する対策は、国内外の室内化学物質濃度調査、微量化学物質による人体影響の解明、ならびに化学物質放散源・放散量の特定等、多面的に研究が行われている^{文1,2)}。室内化学物質汚染対策を進める上では、事前に室内化学物質濃度を予測し、汚染源の削除、効率的な換気システムの導入等、室内空気質向上のための方策を提示することが重要となる。

室内化学物質濃度の事前予測に関しては、各種の実験データをもとに建材内部の拡散現象、建材表面での吸着・脱着現象および室内での移流・拡散現象のモデリングが行われ、高精度な室内化学物質濃度分布予測の結果が報告されている^{文3,4)}。これらの結果は、特に境界条件が明確に設定された Chamber 実験結果とは十分に良い一致を得ている。しかしながら、近年になり気中の化学物質濃度決定要素として、室内の移流・拡散現状や固体-気体境界面における吸脱着現象の他、Ozone 等の反応性の高い化学物質による気中での化学反応現象に注目が集まっている^{文5,6)}。このような背景のもと、本研究では2次元居室模型を用い、外気由来の Ozone を対象として室内の仕上げ材料を変化させた場合の Ozone 濃度低下ならびに気中での濃度分布の測定を行い、室内化学物質濃度分布予測モデル開発の基礎データを蓄積することを最終目的とする。

2. 模型実験概要

本研究では、図1に示す居室型実験模型(1.5m×1.0m×0.3m)を用いて各種の建材(表面仕上げ材)を天井・床・壁面に設置した場合の Ozone 濃度低減ならびに濃度分布を測定する。Ozone 濃度の測定位置は図1に示す室内9点の他、吹出口・吸入口位置を含め、全11点の濃度測定を行う。吹出風速は2段階($U_{in}=3.0$ m/s および 2.0 m/s)に設定する。

2.1 対象化学物質

本実験では外気由来の Ozone 発生を仮定し、供給空気すなわち吹出口位置で Ozone 一定濃度を与える。Ozone は Ozone Generator で定常発生させる。吹出空気の Ozone 濃度は 1.0 ppm 一定とする。居室模型各点の Ozone 濃度は Ozone Analyzer により分析する。

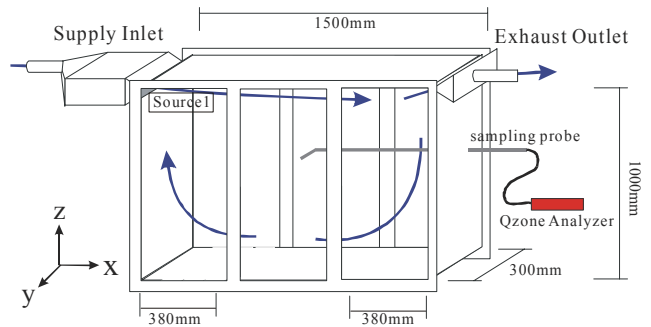


図1 居室模型概要

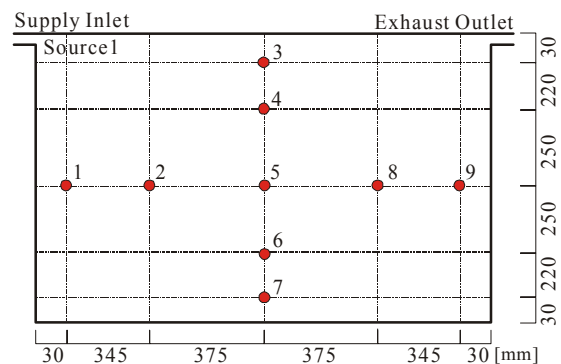


図2 濃度測定点

表1 実験条件

Room Model Vol.	1500(x)×300(y)×1000(z) mm
Air Inlet Velocity	$U_{in} = 2.0$ m/s
Air Change Rate	96 /h
Temperature	$20 \pm 0.5^\circ\text{C}$
Relative Humidity	$30 \pm 5\%$

表2 実験ケース

実験 Case	C_{in} [Ozone]	U_{in}	対象建材
Case (e1)	1.00 [ppm]	2.0 m/s	SUS304 Hand Polish
Case (e2)			SUS304 Mirror Polish
Case (e3)			SBR (Rubber)

本測定を行うことで、一般的な室内における乱流場を対象とした Ozone の濃度低下に対する基礎データが蓄積されることとなる。

2.2 対象建材

本実験では、壁面(天井、床、左右両壁)に設置する建材の種類を変化させる。対象とする建材は基本ケースである SUS304 (Hand Polish) の他、SUS304 (Mirror Polish)、SBR ラバー、の3種類とする。実験条件を表1に、実験ケースを表2に示す。

2.3 化学物質サンプリング・分析法

模型内には活性炭フィルタならびに HEPA フィルタを通過した清浄空気を温度・湿度を制御した状態で供給する。気中の Ozone 濃度は模型内に挿入した sus304 製のサンプリングチューブならびに Teflon チューブを介して Ozone Analyzer により分析する。Ozone 濃度は10分間の時間平均値として示している。また、Ozone 濃度の測定他、試験対象建材を居室模型内に設置した場合の室内化学物質濃度すなわち Back Ground 濃度を測定する。模型内に挿入した sus304 製のサンプリングチューブを介して、模型内空気を Tenax TA 管および DNPH により吸着捕集することで、供給空気に含まれる Back Ground の化学物質濃度を測定する。カルボニル類の分析は HPLC、その他の揮発性有機化合物は加熱脱着の後、GC/MS で分析行う。

3. Back Ground 濃度測定結果

供給空気に含まれる化学物質濃度測定を行った結果、TVOC 濃度で 30 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 以下であることを確認している。また光散乱式デジタル粉塵計で浮遊粉塵濃度の測定を行った結果、0.01 mg/m^3 (直径 10 μm 以下の粉塵濃度)以下を達成していることを確認している。また模型内に SUS を設置した場合の排気口位置における化学物質濃度も TVOC 濃度で 30 $[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ 以下であった。

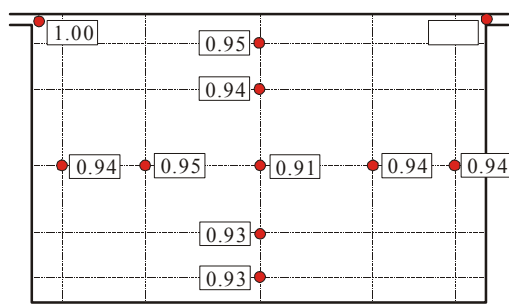
4. Ozone 濃度測定結果

吹出空気の Ozone 濃度を 1.0 ppm に制御し、表 2 に示す 3 種類の建材を居室模型の周壁に設置して測定した室内の Ozone 濃度分布を図 3 に示す。供給空気に含まれる TVOC レベルならびに粒子濃度が十分に低レベルであることより、室内での Ozone 濃度低下は壁面に設置された建材表面に対する Deposition のみに起因していると考えられる。

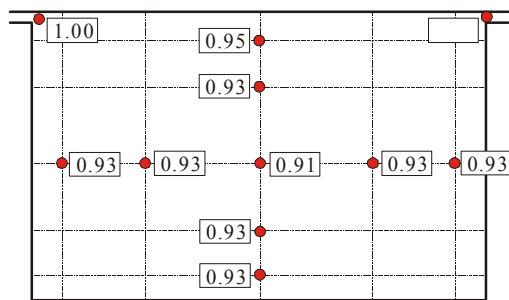
Hand Polish の SUS304 を対象とした Case (e1)および Mirror Polish の SUS304 を対象とした Case (e2)では、滞留域である室中央部で濃度低下が最も大きくなっており、室平均濃度は 0.93~0.94ppm 程度となった。SBR を対象とした Case (e3)では、濃度分布の傾向は Case(e1), (e2)と同様であるが、室平均濃度が 0.85ppm となっており、SUS と比較し Ozone の Deposition 効果が大きくなっている。

5. 結論

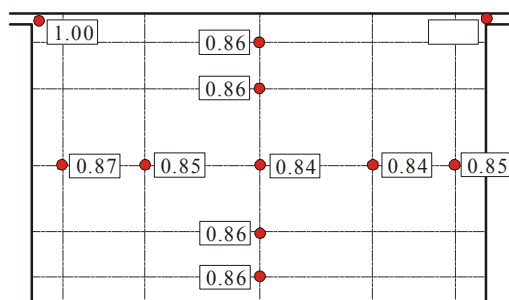
2 次元居室模型を用いて各種の建築仕上げ材料を壁面に設置した場合の室内 Ozone 濃度分布ならびに



(1) Case(e1) (SUS304 Hand Polish)



(2) Case (e2) (SUS304 Mirror Polish)



(3) Case (e3) (SBR)

図 3 Ozone 濃度分布測定結果

表 3 室平均 Ozone 濃度

実験 Case	対象建材	C_{in} [Ozone]	平均濃度
Case (e1)	SUS304 Hand Polish	1.00 ppm	0.94 ppm
Case (e2)	SUS304 Mirror Polish		0.93 ppm
Case (e3)	SBR (Rubber)		0.85 ppm

Ozone 濃度低減量の測定を行った。今後は、更に油性ペイント、壁紙材等を対象として測定を進め、Ozone Deposition モデル開発の基礎データを蓄積する予定である。

参考文献

- [1] 例えば、日本建築学会、室内化学物質空気汚染調査研究委員会「化学物質による室内空気汚染の現状と対策」最終成果報告書、2001
- [2] 例えば、健康住宅研究会、設計・施工ガイドライン、ユーザーズマニュアル、1999
- [3] 近藤靖史、村上周三、加藤信介、伊藤一秀：多孔質固体内部における物質拡散のモデル化とマイクロモデルによる室内濃度予測：日本建築学会計画系論文集、No. 535、2000.9、pp 15-21
- [4] 加藤靖史、伊藤一秀、村上周三、朱清宇：各種吸着等温式を用いた吸着モデルによる室内化学物質濃度分布予測 CFD 解析による室内の化学物質空気汚染の解明 第 2 報：日本建築学会計画系論文集、No. 563、2003.1、pp33-38
- [5] P Wolkoff, et al.(2000) Formation of Strong Airway Irritants in Terpene / Ozone Mixture, Indoor Air, 10, pp. 82-91
- [6] Weschler CJ (2000). Ozone in Indoor Environments: Concentration and Chemistry. Indoor Air 10 (4), pp. 269-288.