

揮発性有機化合物の放散・吸脱着等のモデリングとその数値予測に関する研究(その 34)
実在研究施設における仕上げ建材からの揮発性有機化合物放散速度の長期実測

正会員 太田 直希*
同 加藤 信介* 同 村上 周三**
同 朱 清宇* 同 伊藤 一秀***

FLEC 揮発性有機化合物 長期実測

1. 序

建材等からの化学物質の放散は新築時にもっとも大きく、その後時間の経過と共に減衰して行くものと考えられているが、長期の実測によりその効果を定量的にまとめたデータは少ない。そこで、本報では実在の研究施設において建材からの化学物質放散速度と室内濃度を2年間に渡って測定を行ったので、その結果を報告する。

2. 測定概要

2.1 測定対象とする研究施設

表1に測定を行う研究施設(東京都目黒区の東京大学生産技術研究所)内の部屋の概要を示す。ケース1は竣工が2000年5月(測定開始時まで使用されていない)の部屋で、ケース2は竣工が1999年5月(2000年5月から使用開始)の部屋である。各ケースとも床面、天井面および壁面から放散される化学物質量と居住域高さにおける化学物質濃度を測定する。ケース1の部屋は非空調室であり、機械換気設備も設置されていない。ケース2の部屋は、機械換気設備を有し、空調機による室温調整が可能である。

2.2 FLEC 法

建材からの化学物質放散測定には FLEC 法を用いた。FLEC 供給空気には標準ガスを用い、純水内をパブリングさせ相対湿度 50% に調整を行った。

2.3 化学物質の捕集法及び分析法

HCHO は DNPH カートリッジで、VOCs は Tenax TA 管で吸着捕集する。VOCs 測定は再現性を確認するため2回ずつ測定を行う。捕集した化学物質は溶媒抽出/HPLC 法及び加熱脱着/GC/MS 法により分析を行う。FLEC 換気量及び空気捕集量を表2に示す。

3. 測定結果

3.1 分析結果

FLEC を設置後に内部気流と濃度を安定させることを目的として、FLEC 内を約 5 分間換気した後に測定を行ったが、Tenax による VOCs 測定結果において1本目と2本目では濃度差が生じる結果となった。これは、FLEC 内に新鮮空気を供給したため、建材表面に付着していた化学物質が1本目の捕集では吸引されるが、2本目では建材から放散される化学物質のみが吸引されたと考えられる。図1に分析結果例を示す。

3.2 HCHO 測定結果

図2, 3に2001年10月以降のHCHOの測定結果を示す。HCHO 測定は、ばらつきが多い結果となっている。喫煙等の発生源の変動要素は無いのでばらつきの原因は不明である。

表1 測定対象モデルルーム概要

ケース	換気回数 (回/h)*	測定対象部位: 建材種類	面積(m ²)	室用途	室容積 (天井高)
1	0.2	天井: ロックウール 壁: コンクリート 床: SBR	天井: 17.6 壁: 54.1 床: 17.6	廊下 (前室) (換気無し)	47.5m ³ (2.7m)
2	1.5	天井: ロックウール 壁: 石膏ボード 床: 絨毯	天井: 190.9 壁: 126.4 床: 190.9	学生の作業室 (機械換気)	515.4m ³ (2.7m)

*換気回数は炭酸ガス減衰法による測定

表2 空気捕集量

測定目的	対象化学物質	吸引流量 [L/min]	捕集量 [L]	FLEC 換気量 [L/min]	換気回数 (回/h)
空気中濃度	HCHO	0.3	20		*0.2
	VOCs	0.1	3		*1.5
建材別放散速度	HCHO	0.3	20	0.4	686
	VOCs	0.1	3	0.2	343

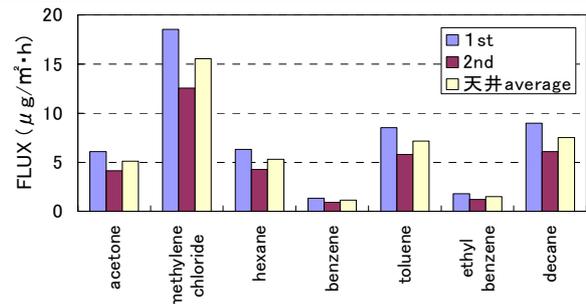


図1 分析結果例(2001年9月13日のケース2における天井)

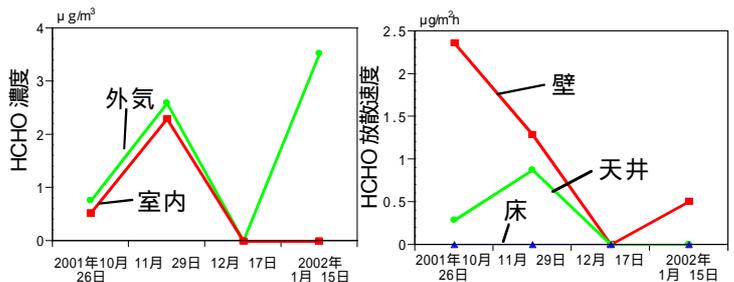


図2 ケース1のHCHO測定結果

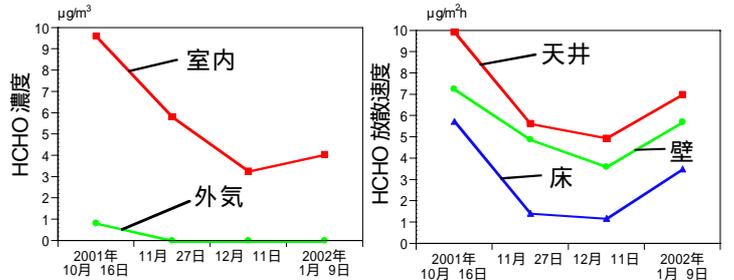


図3 ケース2のHCHO測定結果

る。いずれのケースにおいても HCHO は厚生労働省指針(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)に比べ極めて低濃度であった。

3.3 VOCs 測定結果

3.3.1 ケース 1 の測定結果 ここでは、TVOC 濃度(Toluene 換算)に着目して考察を行う。図 4(1)に外気と室内の TVOC 濃度の測定結果を示す。測定期間中の室温は 15 ~ 25 程度であった。測定開始当初は厚生労働省の指針値(TVOC: 400 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$])を大幅に上回っているが、2002 年 1 月には指針値を下回るまでに減少した。2000 年 12 月 7 日の濃度が減少している。これは、部屋の使用が開始され換気量が増えた為と考えられる。2001 年 1 月 11 日では室外の TVOC 濃度が上昇しているが、これは周辺建物の影響と考えられる。また 2001 年 7 月を見ると、2000 年 1 月に比べて濃度が上がっており、夏期の温度上昇に伴う濃度上昇が確認できる。図 4(2)に室内の各建材からの放散速度履歴を示す。床の TVOC 放散速度が 1200 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ から 180 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ になっており、濃度履歴と同様に、時間の経過に伴い徐々に減衰していることが分かる。また、壁や天井では 2001 年 1 月 11 日や 8 月 23 日のように急激に放散量が増加するケースが見られた。この原因は不明であるが、あるいは FLEC を設置する際に建材と FLEC の間に隙間が生じ、その隙間から室内空気を吸引し、放散量が高く評価されたことも考えられる。

3.3.2 ケース 2 の測定結果 図 5(1)に外気と室内の TVOC 濃度履歴を示す。測定期間中の室温は 20 ~ 25 程度とケース 1 に比べ室温変動は少なくなっている。測定開始当初、厚生労働省の指針値を超えていたが、時間経過と共に約 1/3 にまで減少し、平衡状態となっている。また図 5(2)に室内の各建材からの放散速度履歴を示す。測定開始直後は値にばらつきが見られたが、2002 年 1 月までには各建材共に 100 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 以下に落ち着き、大きな差は見られなくなった。しかし、2001 年 11 月以降の室内濃度や建材からの放散量が上昇しているが、原因は不明である。

4. 考察

FLEC より得られた建材別の化学物質放散速度と換気量より計算した室内濃度は実際の測定値とはあまり良い一致をしなかった(ケース 1 の 2000 年 10 月 24 日の測定で計算値が 3540($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、測定値が 1480($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、ケース 2 の 2000 年 11 月 28 日の測定で計算値が 333 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)、測定値が 71 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)。これは、FLEC による測定が建材表面に吸着している化学物質の影響を受けていること以外にも、FLEC 内の換気にガスポンベの新鮮な空気を使用したため、FLEC 内と建材表面の濃度差(ポテンシャル差)が実際の室内空気と建材表面の濃度差より大きくなり建材からの放散量を過大に評価したこと、人体や家具、書籍などからの放散・吸着の影響、建材から放散された VOCs が室内オゾン等との化学変化により減衰したことなどが考えられる。

5. 結論

(1)ケース 1 では最も面積の大きい壁がコンクリート打ち放しのため放散量が少ないが、天井と床からの放散量が多いため、相対的に室内濃度は高くなっている。建物の建設時において建材の選定には十分配慮する事が必要である。

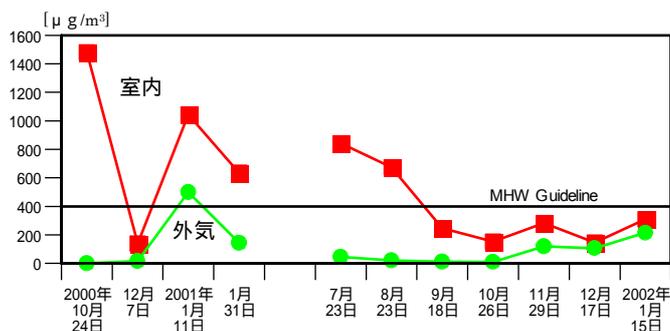


図 4(1) ケース 1 TVOC 濃度履歴(空气中)

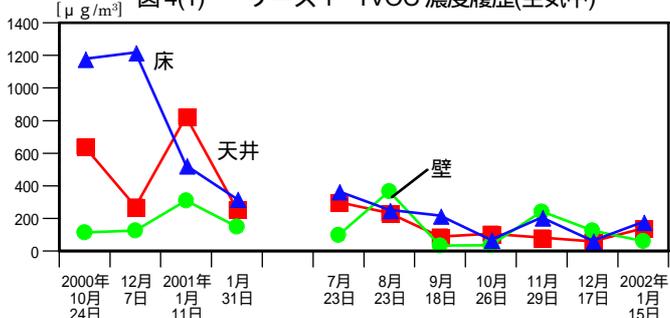


図 4(2) ケース 1 TVOC 放散速度履歴(建材表面)

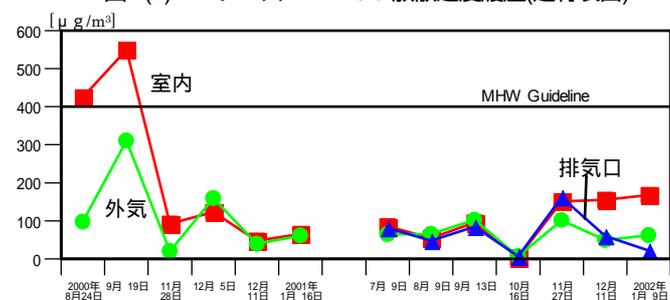


図 5(1) ケース 2 TVOC 濃度履歴(空气中)

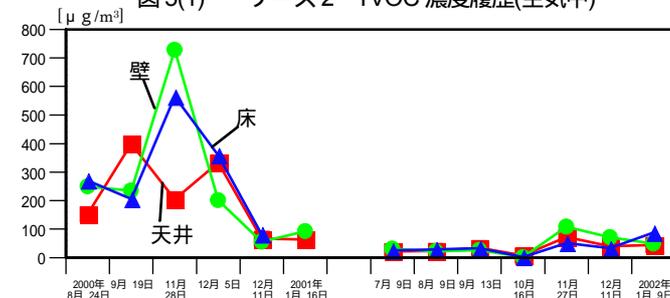


図 5(2) ケース 2 TVOC 放散速度履歴(建材表面)

(2) ケース 1・2 共に TVOC 室内濃度は減少していたが、ケース 1 は換気が行われていないだけケース 2 に比べて平衡濃度が高く、濃度減衰も緩やかであることと、気温上昇に伴う化学物質の濃度上昇が若干見られることから、換気(特に夏季)には十分配慮することが VOCs 対策では重要であると言える。

参考文献: P.Wolkoff, et al.: Field and Laboratory Emission Cell; FLEC, IAQ 91 Healthy Buildings

謝辞: 本研究の一部は、建築学会特別調査委員会・シックハウス問題の解明とヘルシーな居住環境の開発特別研究委員会(委員長:村上周三 慶応義塾大学理工学部教授)の活動の一環として実施したものである。関係各位に深甚なる謝意を表する次第である

*東京大学生産技術研究所

**慶應義塾大学

***東京工芸大学

* Institute of Industrial Science University of Tokyo

** Keio University

*** Tokyo Institute of Polytechnics