

FLEC を用いた室内汚染化学物質放散量の測定・評価

Measurements and Evaluation of Indoor Chemical Pollutants by using FLEC.

9840417 小西 章予

1. はじめに

近年、化学物質（アルデヒド類、VOC 等）による室内空気汚染に起因するシックハウス症候群が問題となっている。本研究では、実大モデルルーム（以下 MR）を製作し、室内汚染化学物質に関するモデリング手法及び対策技術の検討、気中濃度予測手法の開発を目的とした。

2. 実大モデルルーム実測概要

MR の概要を図 1 に示す。室温・換気量を任意に制御できる低ホルムアルデヒド仕様の MR を製作した。長期にわたり、この MR の気中濃度、各部位（床・壁・天井）及び建材テストピースからの放散量の測定を実験室で行った。また、得られた放散速度データより気中濃度予測の検討を行う。

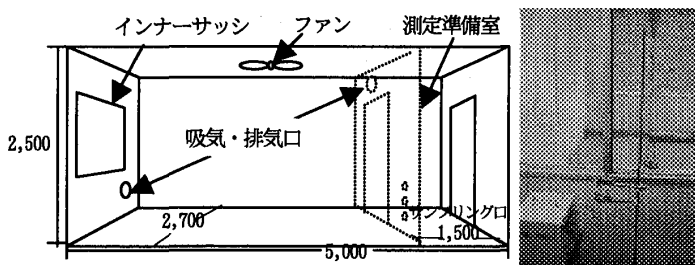


図 1 実大モデルルーム概要

3. 測定方法

表 1、2 にサンプリング条件を示す。アルデヒド類は Sep-Pak DNPH-Silica、VOC は Tenax TA(60/80mesh) 200mg 充填の捕集管を用いてサンプリングを行った。前者は HPLC、後者は GC/MS で分析した。気中濃度測定は 2 条件について、部位別及び建材別放散量は FLEC^{1,2)}で測定した。温湿度はおんどとり、表面温度は MINOLTA 505、換気量は JIS A1406 炭酸ガス法で測定した。測定期間以外は温度 25°C、換気回数 0.5 回/h とした。

表 1 気中濃度サンプリング条件

	条件 A (最大濃度条件)	条件 B (平均濃度条件)
温度	成り行き	25°C
換気	・測定前日 18 時～当日 12 時まで換気なし ・測定中も換気なし(約 0.05 回/h)	・換気回数 0.5 回/h に設定し 8 時間後に測定開始 ・測定中も換気回数 0.5 回/h
サンプリング方法		
	位置	捕集時間
アルデヒド類	・部屋中央部、床からの高さ 1.2m で空気を採取 ・チューブを通して測定準備室側から採取 ・外気は外壁、換気口より 2m	流量 450mL/min 60min 捕集
VOC	同上	流量 100mL/min 16min 捕集

表 2 部位別・建材別放散量サンプリング条件

	アルデヒド類	VOC
AirControl 設定流量[mL/min]	400(H/D=200/200)	
AirControl 設定温湿度[°C]/[%rh]	25/50	
キャリアガス	圧縮空気	
捕集量[L]:吸引流量[mL/min]×捕集時間[min]	10 : 300×33	3.2 : 100×3.2

4. 気中濃度

図 2 に気中濃度結果を示す。初期において最大濃度条件 A の Formaldehyde、TVOC ともに WHO ヨーロッパ WG ガイドライン値 0.1mg/m³、0.3 mg/m³を大きく上回った。換気回数が低いことや、0～20 日後までの平均室温が 30.9°C、平均湿度が 70%rh であったことが原因と考えられる。60、120 日後は室温(21.1°C、14.5°C)、湿度(49%rh、36%rh)とも低く、また、時間が経過したこともあり、指数関数的にガイドライン値まで減少した。

平均濃度条件 B は、Formaldehyde は施工終了直後からガイドライン値近傍で減衰し、その後さらに減少した。TVOC は 0.5 回/h 換気にもかかわらず高濃度で、60 日後ようやくガイドライン値まで減少した。

MR は低ホルムアルデヒド仕様なので、初期に Formaldehyde は、低濃度であったが、TVOC はかなり高濃度であった。しかし、TVOC は Formaldehyde と比較すると、減衰が非常に早かった。また、両条件とも、TVOC の 5 割を芳香族炭化水素(Toluene、Styrene、Ethylbenzen、m-Xylene で 9 割)が占め、並んで放散が顕著だったのはエステル類の Butyl acetate であった。

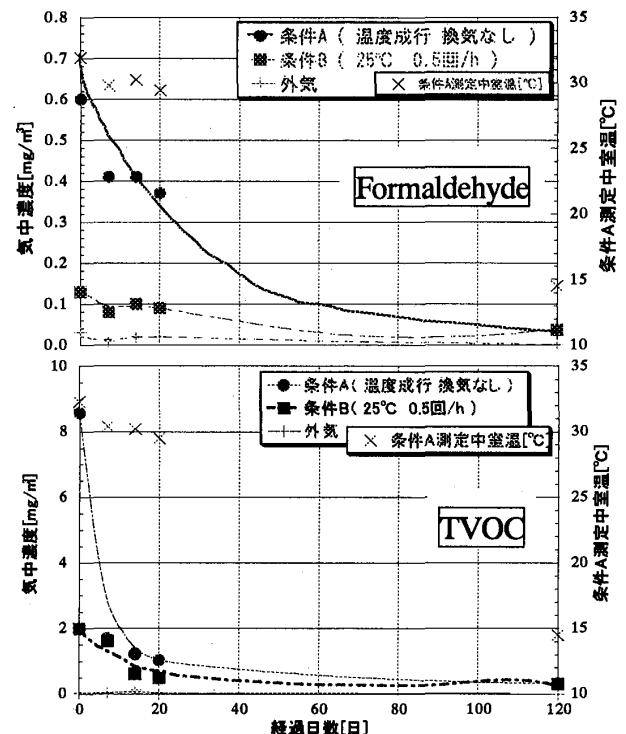


図 2 モデルルーム気中濃度結果

5. 部位別・建材別放散速度

図 3、4 に床と壁・天井からの放散速度結果を示す。各建材とも、指数関数的減衰を示している。気中濃度の場合と同じく、TVOC の減衰が非常に早かった。3 部位とも Formaldehyde に関しては、MR で実測した部位別

結果と、実験室で測定した複合材結果が非常に近かったが、TVOCはそうではなかった。MR床と床(複合材)からのTVOCは6割を芳香族炭化水素が占め、成分構成は気中濃度と非常に類似していた。

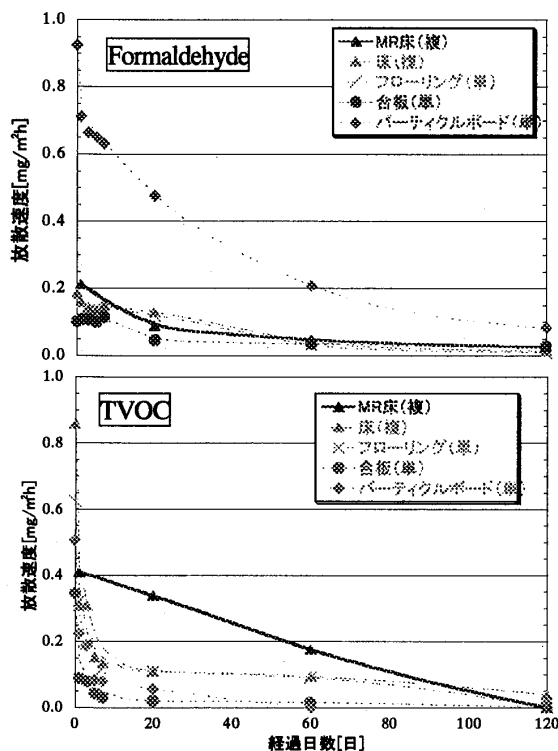


図3 放散速度結果(床)

壁紙接着剤が低ホルムアルデヒド仕様だったこともあり、壁・天井からのFormaldehydeは全体的に低い結果となったが、TVOCは部位別と複合材結果にかなり開きがあった。壁・天井(複合材)からは検出されなかったVOCが、MR壁、MR天井から多く検出された。その成分構成はMR床から検出されたVOCと同じだったので、MR内で床から放散したVOCが壁、天井に吸着し、そのVOCが二次的に放散したということが推測できる。MRでは床が主要な放散源であると考えられた。

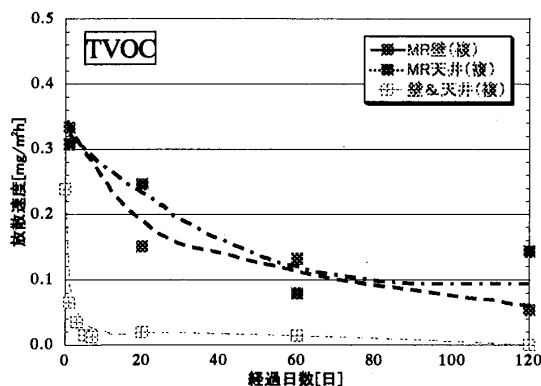


図4 放散速度結果(壁・天井)

6. 部位別・建材別の寄与率と気中濃度予測³⁾

各部位のMR内に占める面積によって、室内濃度への影響を考察するため、Formaldehydeの寄与率を求めた。

図5に寄与率の経時変化を示す。なお、MR内表面積比は床19%、壁53%、天井19%、窓6%、ドア3%である。

Formaldehydeは、初期に面積比が最も大きい壁の寄与率が47%と高かったが、日が経過するにつれ床の寄与率が上昇し、120日後には床が主要な放散源となった。一方、TVOCは床の寄与率が低下し、120日後には壁、天井が主要な放散源となった。Formaldehydeは0.5回/h換気時に壁、天井への吸着がなかったが、TVOCでは吸着がみられた。床からのTVOC一次放散は初期である程度取まったが、壁、天井からの二次放散の影響が観察された。

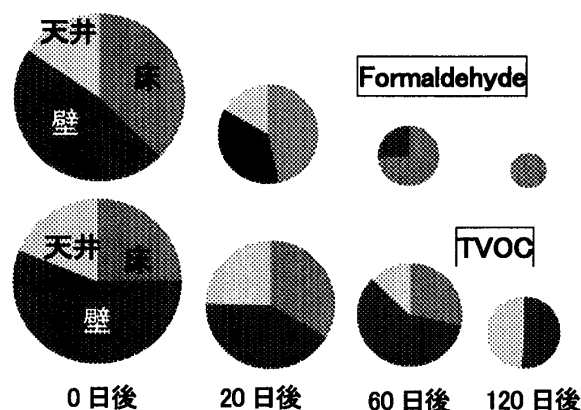


図5 寄与率の経時変化

部位別(MR)、建材別(Lab.)について、面積比を加味した放散量から気中濃度を予測した結果を表3に示す。

初期は実測値と予測値に差があったが、徐々に近い値になった。特にFormaldehydeはその差が大きかったが、TVOCは実測値に近い予測ができた。今回、TVOCの吸着による二次放散の影響が明らかになったが、実際のMRでの部位別結果による予測値の方が実測値と類似していた。これは放散の性状がMRと実験室では異なることが原因と考えられる。

表3 気中濃度予測結果

[mg/m ³]	Formaldehyde				TVOC			
経過日数	0	20	60	120	0	20	60	120
実測値	0.13	0.09	0.03	0.00	1.99	0.50	0.32	0.30
予測値(MR)	0.47	0.16	0.05	0.02	1.38	0.84	0.52	0.25
予測値(Lab.)	0.38	0.29	0.07	0.02	0.49	0.15	0.17	0.03

7. まとめ

気中濃度、部位別・建材別放散量を長期的に測定評価したことにより、MRと実験室では放散の性状が異なることや、TVOC吸着による二次放散など、気中濃度に対する各部位からの化学物質放散の影響が明らかになった。また、0.5回/h換気により初期を除きFormaldehyde気中濃度は0.1mg/m³以下にすることができた。

【参考文献】

- 1) P. Wolkoff et al., "Field and Laboratory Emission Cell: FLEC", IAQ 91 Healthy Buildings, 1991; pp. 160-165
- 2) P. Wolkoff et al., "Application of the Field and Laboratory Emission Cell 'FLEC'-Performance Study, Intercomparison Study, and Case Study of Damaged Linoleum in an Office", Indoor Air 1995, 5; 196-203
- 3) 井上明生, "ホルムアルデヒド気中濃度のガイドライン対策", 木村工業 Vol. 52, No. 1, 1997

(指導教官 田辺 新一)