

# 大学施設の改修工事に使用される 内装材料の化学物質放散試験

○長谷川 麻子\*<sup>1</sup>

## 1. はじめに

2003年の建築基準法改正以来、室内空気中の化学物質濃度は抑制されつつあり、居住者が高濃度曝露による健康影響を受けることは少なくなってきたと考えられる。しかしながら、竣工直後に入居した場合の短期高濃度曝露や、その後の長期低量曝露による健康影響の可能性は残っており、適切な対策を施すためには、1) 建材から放散される化学物質の解明、2) 室内濃度の予測、3) 居住者の健康状態に関する長期的なモニタリングが必要である。

本研究では、2005年度から耐震改修工事が行われている大学施設において、上述の3項目について検討を行っている。

本報では、まず、耐震改修工事に使用されるクラック補修材および内装塗料を対象とし、化学物質の放散速度について小形チャンバー試験を行い、竣工後の室内化学物質濃度の変化を予測する。

気がチャンバー下部から、シリカゲルおよび活性炭で構成されたフィルターを通して浄化され、供給される。チャンバー内換気量は、ポンプ吸込口側の経路に設けたニードル弁付流量計で制御できる。配管は、原則としてすべてテフロンチューブを使用している。試験1ルーチン終了ごとに、チャンバーは水洗後に高温乾燥、フィルターを含めてチューブやコネクタといった経路はすべて更新することにより、コンタミネーションを抑制している。

このような装置を6セット製作し、恒温恒湿実験室内に設置した。

本試験装置は、標準のものに比べて供給空気の清浄度が劣る可能性はあるが、6基同時に稼動することができ、1つの材料を複数設置することにより放散速度の偏差や再現性を確認したり、複数の材料を対象とした一対比較試験が、安価で容易に実施できる特徴を有している。

## 2. 試験概要

### 2. 1 装置

図1に、試験装置の構成を示す。

本装置は、ステンレス製密閉タンク(20L)を用い、JIS A 1901「建築材料の揮発性有機化合物(VOC)、ホルムアルデヒドおよび他のカルボニル化合物放散測定方法—小形チャンバー法」に規定されているものよりも安価で容易に、広範な用途に適用できるよう、新たに製作した小形チャンバーである。チャンバー内の空気は上部からポンプにより常時吸引され、実験室内の空

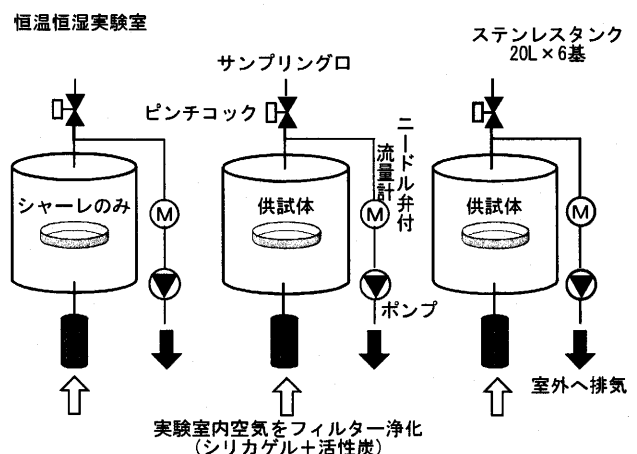


図1 試験装置概略図

The chemical emission test of interior materials used for renovation works in the university.

HASEGAWA Asako\*<sup>1</sup>

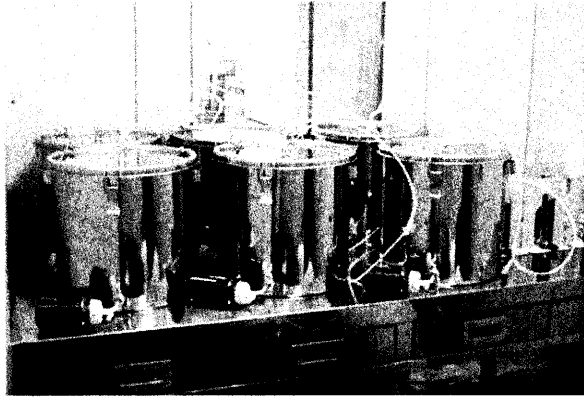


写真1 試験装置外観

## 2. 2 対象とした施工材料

表1に、本試験の対象とした材料を示す。

構造用補修材 B 以外は、実際に改修工事で使用されているものを、現場から調達した。

供試体は、1種の材料について2体ずつ作成した。ガラス製シャーレ(10cmφ)に各材料を流し込み、1時間のオープンタイムをとった後、1基のチャンバーに1体ずつ設置して試験に供した。さらに、もう1基のチャンバーにはシャーレのみを設置して、供試体を設置したものと結果の比較ができるようにした。

表1 供試体一覧

分類	種類	供試体記号	設置量 [g]
クラック補修剤	エポキシ樹脂	A-1	60.1
		A-2	60.6
構造用補修材	ポリマーセメントモルタル	B-1	80.5
		B-2	75.7
内装塗料主材	合成樹脂	C-1	12.8
	エマルション	C-2	18.4
内装塗料上塗材	合成樹脂	D-1	9.4
	エマルション	D-2	8.7

## 2. 3 条件

チャンバー内の温・湿度は28℃、50%RHとし、換気量は本試験装置の空気流量が最も安定している0.5L/min=1.5回/hとした。この条件下における物質伝達率 $\alpha_m$ は、本試験実施前に純水を用いた液面蒸発の試験法方法により測定した結

果9.2[m/h]で、JISで望ましいとされる9~18[m/h]内であった。

試験対象とした材料はすべてF☆☆☆☆(低HCHO 発散建材)の認定を受けているが、確認のためホルムアルデヒド(HCHO)も測定することとし、2,4-ジニトロフェニルヒドラジン(DNPH)固相吸着-高速液体クロマトグラフ(HPLC)法により定性・定量を行った。

HCHO以外のVOCsについては、HCHOに次いで厚生労働省から指針値が公表されたトルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼンのうち、パラジクロロベンゼンを除く4成分について、Tenax 固相吸着-加熱脱着-ガスクロマトグラフ質量分析(GC/MS)法により定性・定量を行った。パラジクロロベンゼンは、主に住宅で防虫剤として居住者が持ち込まない限り、一般的な建材には含有されていないので測定対象外とした。

## 2. 4 手順

本試験は、以下の手順で行った。

- 1) チャンバーの洗浄・空運転：水洗、高温乾燥により内部を洗浄し、1週間の空運転後、ブランク濃度を測定。
- 2) 供試体設置：シャーレに材料を流し込み、1時間後に重量測定、チャンバー内に設置。
- 3) チャンバー内濃度測定：供試体設置後、原則として1、7、14日目にサンプリング、機器分析を行う。

## 3. 結果

以下、同じ材料の2供試体を設置したチャンバー内の化学物質濃度から算出した放散速度の平均値を、各材料の放散速度として示す。

一般に、建材からの放散速度は、単位面積から単位時間あたりに放散される化学物質の重量で表される。しかしながら、本試験で対象とした材料は施工時に液状であり、使用量は重量で得られるので、単位重量あたりの化学物質放散速度 $EF_w[\mu\text{g}/(\text{g}\cdot\text{h})]$ として次式より求めることにした。

$$EF_w = \frac{(C_t - C_{t_0}) \times Q}{w}$$

ここに、

$C_t$ : 経過時間  $t$  におけるチャンバー内濃度  
[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

$C_{t_0}$ : 経過時間  $t$  におけるトラベルブランク  
濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

$Q$ : チャンバー内換気量 0.5[L/min]  
= 0.03[m<sup>3</sup>/h]

$w$ : 材料の重量[g]

いずれの材料も、設置したチャンバー内HCHO濃度は 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  未満、つまり定量下限値以下であり、放散速度は算出できなかった。

図 2 に、補修材料 A および B のトルエン放散速度を示す。

いずれの材料も、設置したチャンバー内のキシレン、スチレン、エチルベンゼン濃度は検出下限値以下であった。トルエン放散速度は、時間の経過とともに溶剤成分は揮発して材料が固化し、定量下限値付近まで減衰することが分かった。

図 3~5 に、塗料 C および D のトルエン、キシレン、エチルベンゼン放散速度を示す。

スチレンは、主材 C の設置 1 日後に微量ながら濃度が検出されただけで、以降は検出下限値以下、上塗材 D についても検出下限値以下であった。本試験において定性・定量を行った VOCs 成分に関しては、放散速度は 1 週間経過すると急激に低減し、室内濃度に対する影響も少ないことが予想された。

#### 4. 考察

図 6 に、クラック補修剤のトルエン放散速度について、2 つの供試体による試験結果の平均値と、これらから予測される近似曲線を示す。

クラック補修剤を設置したチャンバー内の VOCs 濃度としてはトルエンのみが検出され、シャーレのみ設置したチャンバーに比べて明らかに濃度が高かった。しかしながら、14 日後の放散速度は 1 日後の値の 10% 以下となり、急速に減衰することがわかった。

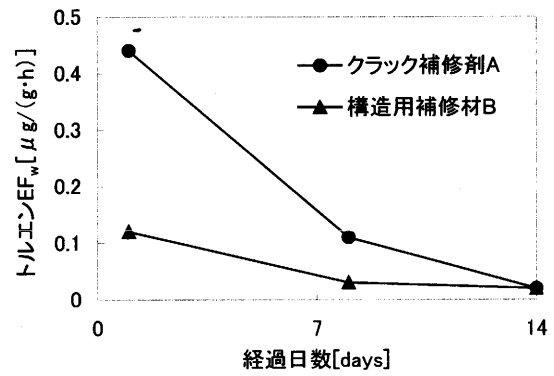


図 2 補修材 A、B のトルエン放散速度

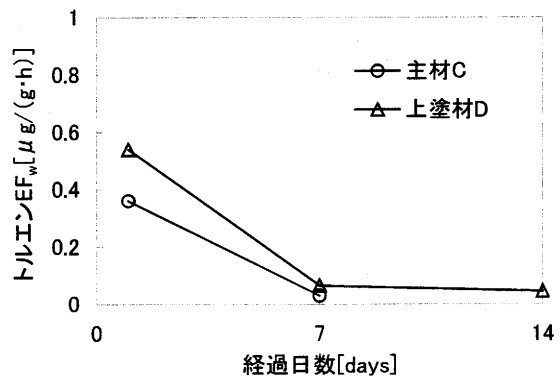


図 3 塗料 C、D のトルエン放散速度

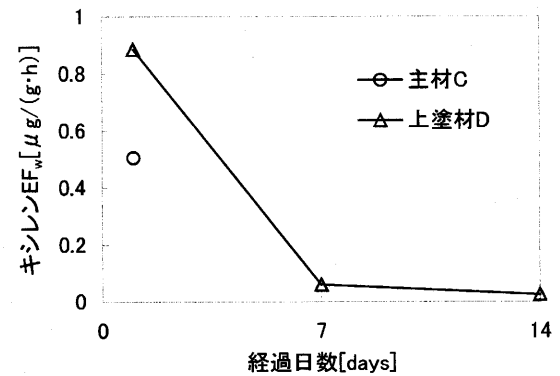


図 4 塗料 C、D のキシレン放散速度

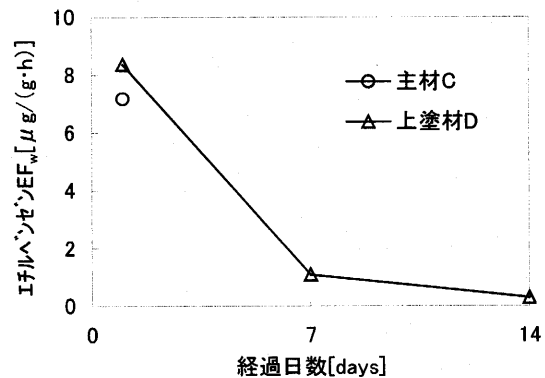


図 5 塗料 C、D のエチルベンゼン放散速度

図7に、内装塗料の上塗材Dのエチルベンゼン放散速度について、2つの供試体による試験結果の平均値と、これらから予測される近似曲線を示す。

内装塗料のうち、下塗材の上に施工される主材からは、1日後にVOCs4成分が検出されたものの、7日後にはすべて検出下限値以下となった。塗装工事の仕上げに使用される上塗材からは、スチレンが検出下限値以下であったが、他3成分が放散されていることがわかった。

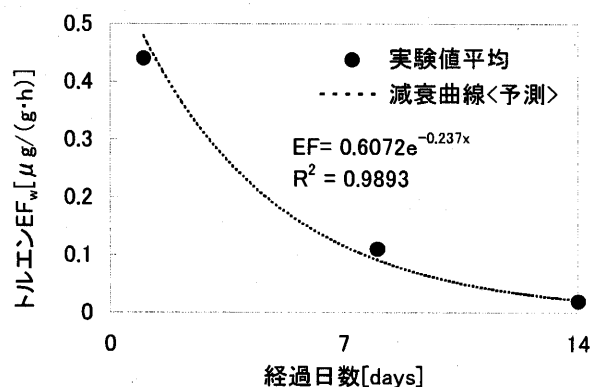


図6 放散速度の変化予測  
＜クラック補修剤・トルエン＞

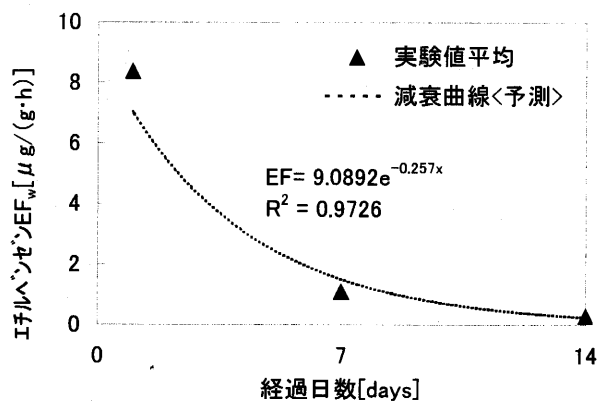


図7 放散速度の変化予測  
＜上塗材・エチルベンゼン＞

表2に、現場で使用された各材料の重量から、施設内の標準的な部屋1室あたりの使用量を算出し、施工後28日経過後の室内濃度を予測した結果を示す。

試験対象とした材料が施工されてから、十分な換気が行われていれば、室内に放散されるHCHOおよびVOCsの放散速度は日数経過とともに速やかに減少し、1ヶ月程度経過すれば、室内濃度に対する影響がほとんどなくなることが期待できる。

表2 施工1ヶ月後の教員室内における濃度予測値

材料	使用量 [kg/室]	放散物質	濃度予測値 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
クラック補修剤	0.2	トルエン	0.003
上塗材	35	トルエン	2.8
		キシレン	0.5
		エチルベンゼン	1.1

## 5. まとめと今後の予定

本報では、大学施設の改修工事で使用されたクラック補修剤および内装塗料について、化学物質放散速度を求め室内濃度を予測した結果、施工後に十分な換気が行われていれば1ヶ月後には室内濃度に対する化学物質放散の影響がなくなることがわかった。

しかしながら、実際の竣工後の室内では、化学物質による臭気が認められた。原因として、

- 1) 本報で定性・定量していないVOCsの放散
- 2) 他の内装材料からの化学物質放散
- 3) 不十分な換気

があげられる。今後は、2)の解決策として、床材を対象とした同様の試験を行う予定である。

＜謝辞＞

本研究を進めるにあたり、施工材料については大成・間組共同企業体、VOCsの機器分析については熊本県立大学 有菌幸司教授および森大樹氏、チャンバー試験の実験室については同仁グローカル㈱、実施については熊本大学卒論生 杉正明君より、多大なるご協力を賜りました。ここに、深甚なる謝意を表します。

\*1 熊本大学 大学院 自然科学研究科(工学系)