

塗膜の性質と化学物質放散の関係

Relation between film nature and chemical emission

0130106 片倉 あすか Asuka KATAKURA

指導教官 田中 辰明 Tatsuaki TANAKA

1 はじめに

近年、社会的な問題となっているシックハウス症候群は室内空気汚染が原因として考えられている。その汚染源の要因として住宅内装材(合板・ボード・接着剤・塗料)などから放出されるアルデヒド類や揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds:以下VOCs)が挙げられる。¹⁾

汚染対策として住宅内装材からの化学物質放散速度の測定が用いられる中、室内環境問題に対応するため平成15年7月に建築基準法が改正された。²⁾ この改正により内装用建築材料について、ホルムアルデヒド規制とクロルピリホスの使用禁止及び換気条件が義務付けられた。

一般的に使用される多くの塗料は、塗膜形成過程において化学物質の放散は避けられない。塗料の水酸化は進んでいるが、用途あるいは性能面で全てを水性化することは困難である。³⁾

本研究では、水性塗料と油性塗料の塗膜形成過程における化学物質の放散速度を測定し、塗膜の構造と透過性との関係を検討することを目的とした。

2 実験方法

2-1 塗料からの化学物質放散速度測定

放散される化学物質の種類及びその放散速度を測定し、塗膜が放散速度にどのような影響を与えるかを明らかにするために以下の実験を行った。

2-1-1 測定対象サンプル

表1にサンプルを示した。ここではWは水性塗料、Oは油性塗料、 $L/(m^2/m^3)$ は試料負荷率、 $n/(回/h)$ は換気回数を示す。

表1 サンプル

記号	$L/(m^2/m^3)$	$n/(回/h)$
W1	2.20	0.5
W2	1.10	0.5
W3	0.55	0.5
O1	2.20	0.5
O2	1.10	0.5
O3	0.55	0.5

2-1-2 測定手順

表2に測定手順を示した。

表2 測定手順

小型チャンバー(ADPAC製)内に試験体を設置し、
サンプリング アルデヒド類はDNPHカートリッジ(以下DNPH)、
VOCsはTenax管で捕集する。
DNPHをアセトニトリルで抽出し、溶液を高速液体
分析 クロマトグラフで、VOCsは加熱脱着にてGC/MSで
分析する。

2-1-3 測定条件

表3に測定条件を示した。

表3 測定条件

項目	条件
チャンバー容積	20 L
温湿度	28 °C, 50 %RH
下地	アルミ板
塗布量	1 g/220 cm ²
サンプリング時間	1 h
サンプリング期間	DNPH 3, 6, 9, 12 h, 1~7 day経過後の計11回 Tenax管 6 h, 1 d, 4 d, 7 d経過後の計4回

2-2 塗膜の構造

塗膜の粗密の度合いが化学物質の放散速度に影響を与えるのかを明らかにするため、走査型電子顕微鏡(日本電子㈱ JSM-5600)で以下の点について拡大観察を行った。

①塗膜表面の凹凸形状 ②塗膜断面

3 結果及び考察

3-1 チャンバー内濃度の経時変化測定

定性分析の結果を表4に示した。

表4 塗料から検出された化学物質

	DNPH	Tenax管
W1	Formaldehyde, Acetaldehyde, Acetic acid,	Propanoic acid
W2	Acetone, Propanoic acid 2-methyl,	Acetic acid
W3	2-Butanone, Hexaldehyde	Propanoic acid 2-methyl
O1	Formaldehyde, Acetaldehyde, Acetone,	Pentanal, Hexanal, Heptanal, Nonanal,
O2	Propionaldehyde, Propanoic acid 2-methyl, 2-Butanone,	Heptanoic acid, Hexanoic acid, Octanoic acid
O3	Butylaldehyde, Valeraldehyde, Hexaldehyde	Nonanoic acid, Propanoic acid 2-methyl

水性塗料(W1, W2, W3)から検出された化学物質の変化の傾向は全て同じであったため、W1のFormaldehyde放散速度の経時変化を図1に示した。

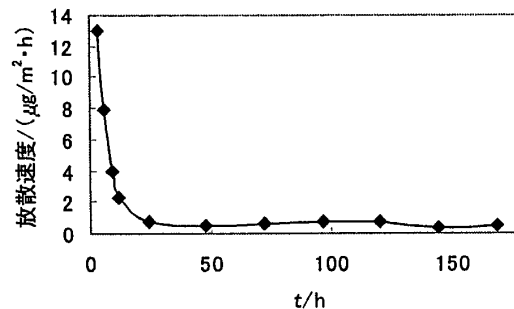


図1 Formaldehyde放散速度

図1より、塗膜形成後はほとんど放散が見られないということがわかった。水性塗料は塗膜形成前に全ての化学物質が放散される、もしくは塗膜によって封鎖されることが考えられる。

油性塗料(O1, O2, O3)の化学物質では2つの変化の傾向が見られたため、O1のAcetoaldehyde放散速度と2-Butanone放散速度の経時変化を図2と図3に示した。

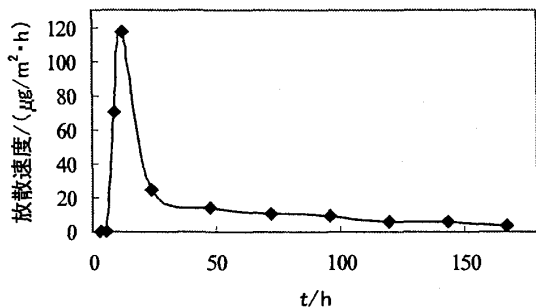


図2 Acetoaldehyde放散速度

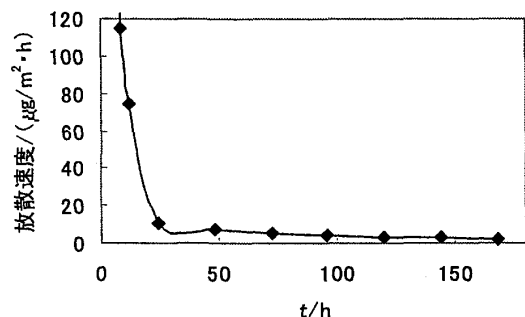


図3 2-Butanone放散速度

アルデヒド系の物質とAcetoneは図2、酸の化合物と2-Butanoneは図3のような変化をすることがわかった。油性塗料は水性塗料に比べ、塗膜形成後も放散が続くということがわかった。

次に、油性塗料の塗膜中の物質移動係数⁴⁾ k_g (m/h)と定常状態の放散速度のピーク時の放散速度に対する割合 I を表5に示した。

	k_g (m/h)	$I \times 10^{-2}$
Acetone	0.211	1.556
Propionaldehyde	0.091	0.873
Hexaldehyde	0.080	0.826

分子径が大きいほど物質移動係数の値が小さくなるということが考えられる。また、物質移動係数の値が大きいほど、塗膜形成後の放散量の割合が大きいことが推測される。

3-2 塗膜の構造

図4に水性塗料の断面図、図5に油性塗料の断面図を示した。このとき倍率は2000倍である。

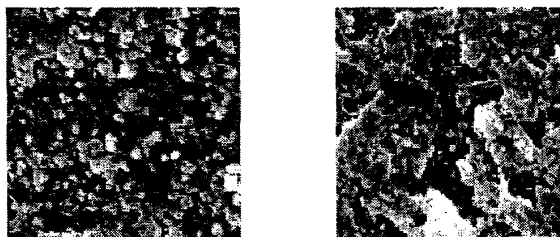


図4 水性塗料(W1, W2, W3)の断面図 図5 油性塗料(O1, O2, O3)の断面図

図4と図5より、水性塗料の方が油性塗料の塗膜より密であることがわかった。密な水性塗料は、疎な油性塗料に比べ、塗膜が化学物質を封じる度合いが強いという可能性もあると考えられる。

4 まとめ

本研究では、塗料の塗膜形成過程における化学物質放散速度と塗膜の構造及び透過性との関係を検討した。

水性塗料は化学物質の含有量自体が少ないということもあるが、塗膜形成前に全てが放散し終わった、あるいは塗膜が密なため形成後はほとんど放散されないということが考えられる。一方、油性塗料は塗膜が疎なため、塗膜形成後も放散が続くと可能性として考えられる。

また、塗膜の透過性の高い物質ほど、塗膜形成後の放散速度の割合が大きいと考えられる。

【謝辞】

本研究を実施するにあたり、お茶の水女子大学研究員中井敏博博士、大林組技術研究所の守屋正裕氏の指導を得た。記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 中尾忠広, シックハウス問題に関する規制内容と当社の取り組み, 塗料の研究 No. 141 Dec. 2003, 関西ペイント
- 2) 吉田洋一, 塗料及び接着剤のホルムアルデヒド規制への対応, 月刊建築仕上技術, 29 No. 343 2004-2, 工文社
- 3) 吉田洋一, 塗料及び塗膜の揮発性有機化合物(VOC)測定方法について, 月刊建築仕上技術, 30 No. 353 2004-12, 工文社
- 4) 田辺新一, 小型チャンバーADPACを用いたアルデヒド類, VOC放散量の測定に関する研究(その9 ホルムアルデヒド放散建材の測定と気中濃度予測に関する考察), 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)2002年8月