

ISM 壁紙と一般壁紙からの VOC 放散量の比較実験

○本橋健司*¹ 池田武史*² 古澤友介*³ 村江行忠*⁴ 林昭人*⁵

1. はじめに

VOC 低放散壁紙のニーズを背景として、有限責任中間法人日本壁装協会は、業界自主規格として VOC 放散量、重金属等に関する壁紙の環境技術基準を設定した¹⁾。壁紙の環境技術基準に適合した製品は ISM (Interior Safety Material) 壁紙、ISM 推奨施工資材として市場で流通している。本研究では ISM 壁紙、ISM 推奨施工資材を用いた壁紙張りと一般の壁紙、施工資材を用いた場合の壁紙張りを対象として、フラスコ法、小形チャンバー法および大形チャンバー法により VOC 放散量を測定し、両者の比較を行った。

2. 実験

2.1 フラスコ法による放散物質の確認

対象とした壁紙、接着剤、およびシーラーを表 1 に示す。全て市場流通品であり、壁紙は使用直前までポリエチレン袋に密封、その他は使用時まで未開封のまま保管したものを使用した。

対象とした材料に関して、放散する化学物質の把握と放散速度の傾向を確認するため、フラスコ法²⁾による測定を行った。フラスコ法概略を図 1、試験条件を表 2 に示す。壁紙は両面放散となるよう設置した。接着剤とシーラーは原液を使用し、15×9cm のガラス板に所定の塗布量を塗布し、1 時間後にフラスコ内に設置した。試験体設置後 20 分間運転し、その後 TenaxTA 捕集管にてサンプリングを行った。

2.2 小形チャンバー法による VOC 放散量の比較

フラスコ法で放散物質を確認した各材料を組合わせてモデル試験体を作製し、小形チャンバーにて放散試験を行った。

表 1 の材料を使用し、表 6 の組合わせによりモデル試験体を作製した。推奨希釈率に希釈したシーラーをせっこうボードに 100g/m²塗布し、1 時間養生後、推奨希釈率に希釈した接着剤 (A2 は原液使用) を 180g/m²塗布し壁紙を貼り合わせ、アルミテープで裏面・端部をシールし、

直ちに小形チャンバー内に設置した。測定条件は JIS A 1901 に準拠した。

表 1 試験材料

記号	種類	透気抵抗度* ¹ (秒)	透湿度* ² (g/m ² ・24h)
W1	紙壁紙/ISM 規格品	260	700
W2	ビニル壁紙/ISM 規格品	1300<	72
W3	ビニル壁紙/一般品	1300<	44
A1	でん粉系接着剤/ISM 推奨品	JIS A 6922 2 種 1 号	
A2	でん粉系接着剤/一般品	JIS A 6922 2 種 2 号	
S1	壁紙施工用シーラー/ISM 推奨品	アクリル系	
S2	壁紙施工用シーラー/一般品	アクリル系	

*1 透気抵抗度: JIS P 8117

*2 透湿度: JIS Z 0208 条件 A

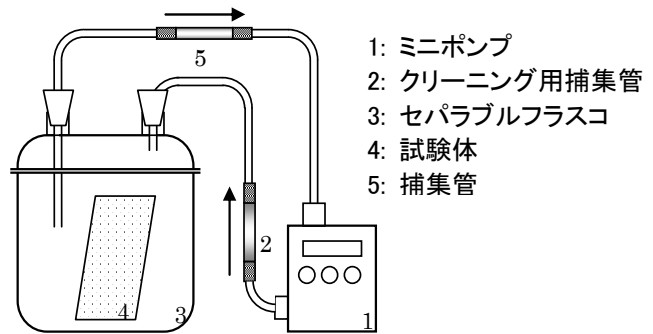


図 1 フラスコ法装置略図

表 2 フラスコ法実験条件

試験容器	ガラス製セパラブルフラスコ(容積 2L)
温度	21℃
試験体サイズ	15×9cm×1 枚
塗布量	接着剤 : 180g/m ² (希釈後) シーラー : 100g/m ² (希釈後)
流量/捕集量	流量: 0.1 L/min 捕集量: 2L

2.3 大形チャンバー法によるVOC放散量の比較

モデル試験体の組合わせは表6のNo.2とNo.6とし、図1に示すような構成の試験体を4台(試験面は8面)設置した。試験体の作製では、希釈したシーラーをせっこうボードに塗布し2時間養生を行った。次に、壁紙は接着剤を塗布して、オープンタイムを10分間とってから貼り合わせた。その後壁紙の幅方向のほぼ中央にカッターナイフで切れ目を縦に入れ、継目ジョイントを模した。なお、架台と石膏ボードの隙間からの放散を防ぐためにアルミテープを用いて周囲をシールした。

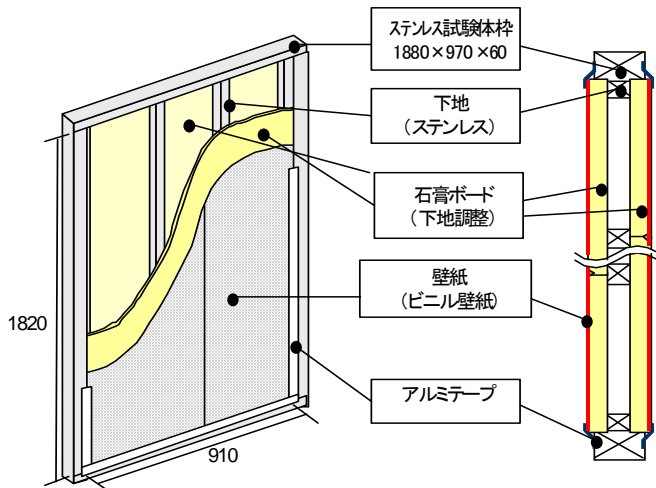


図2 ラージチャンバー試験体略図

表3 使用材料の概要

	ISM仕様(No.2)	一般仕様(No.6)
石膏ボード	準不燃せっこうボード(t9.5mm)	
シーラー	S1: アクリル系シーラー 希釈: 2倍希釈(水) 塗布量: 100g/m ²	S2: アクリル系シーラー 希釈: 3倍希釈(水) 塗布量: 100g/m ²
	A1: でん粉系接着剤 JIS A 6922 2種1号 希釈: 5.5割希釈(水) 塗布量: 180g/m ²	A2: でん粉系接着剤 JIS A 6922 2種2号 希釈: 原液使用 塗布量: 180g/m ²
壁紙	W2: ビニル壁紙(ISM品) 透気抵抗度*1: 1300<(sec) 透湿度*2: 44 (g/m ² ・24h)	W3: ビニル壁紙(一般品) 透気抵抗度*1: 1300<(sec) 透湿度*2: 72(g/m ² ・24h)

※1 透気抵抗度: JIS P 8117

※2 透湿度: JIS Z 0208 条件A(25°C×90%)

表4 実験条件等

実験条件		
温湿度	28°C, 50%RH	
試験体	910×1820mm×8枚	
試験体表面積	13.25m ²	
チャンバー容積	54m ³	
試料負荷率	0.25m ² /m ³	
サンプリング条件・分析		
サンプリング流量	0.2L/min	
サンプリング量	VOC	30L(2.5h)
	カルボニル化合物	60L(5.0h)
捕集管	VOC	TENAX-TA
	カルボニル化合物	DNPH SILICA
分析機器	VOC	ATD+GC/MS
	カルボニル化合物	HPLC

大形チャンバー法では、先ず大形チャンバー内壁を水拭きした後、実験と同条件の換気で1週間空運転を行った。ラージチャンバーに供給した空気は外気をHEPAフィルター、活性炭フィルターの順に通し、温湿度を調整したものを使用した。さらに実験開始前にバックグラウンド濃度を測定しあらかじめ考慮すべきブランク値の確認を行った。

3. 結果および考察

3.1 フラスコ法による放散物質の確認

結果を表5に示す。各材料ともにISM規格品・推奨品は一般品よりもTVOC放散速度が低い結果であった。またISM規格品・推奨品では一般品から放散されている主な化学物質がプロピレングリコールを除いて認められず、原料からVOC対策がなされていることが確認できた。主な放散物質で、炭化水素系、テトラデカン¹は粘度調整剤、プロピレングリコールは凍結防止剤、テキサノール²(2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタジオールモノイソブチレート)は造膜助剤にそれぞれ由来するものである。

3.2 小形チャンバー法によるVOC放散量の比較

各モデル試験体の放散速度試験の結果を表6に示す。No.1、No.2より、壁紙、施工資材ともISM規格品・推奨品を使用した場合にはTVOC放散量を低減できることが明らかとなった。また、No.1とNo.4、並びにNo.2とNo.5の結果から、ISM壁紙を施工資材(一般品)で施工した場合には放散速度が大きくなり、特に1日後、3日後のTVOC放散速度の差が大きい結果となった。GCチャ

表5 フラスコ法による各材料のTVOC放散速度

試験体	TVOC放散速度 (μg/m ² ・h)	主な放散物質
W1	156	定性できず
W2	170	定性できず
W3	14,209	炭化水素系、テトラデカン
A1	47	定性可能なピークなし
A2	8,677	プロピレングリコール
S1	287	プロピレングリコール
S2	16,393	プロピレングリコール、テキサノール

表6 モデル試験体のTVOC放散速度

No.	壁紙	施工資材		TVOC放散速度(μg/m ² ・h)		
		シーラー	接着剤	1日後	3日後	7日後
1	W1			62	26	8
2	W2	A1	S1	98	57	35
3	W3			722	341	156
4	W1			2,763	1,368	470
5	W2	A2	S2	1,272	745	290
6	W3			2,339	824	428

※基材: 9.5mm 準不燃せっこうボード、下線はISM規格品

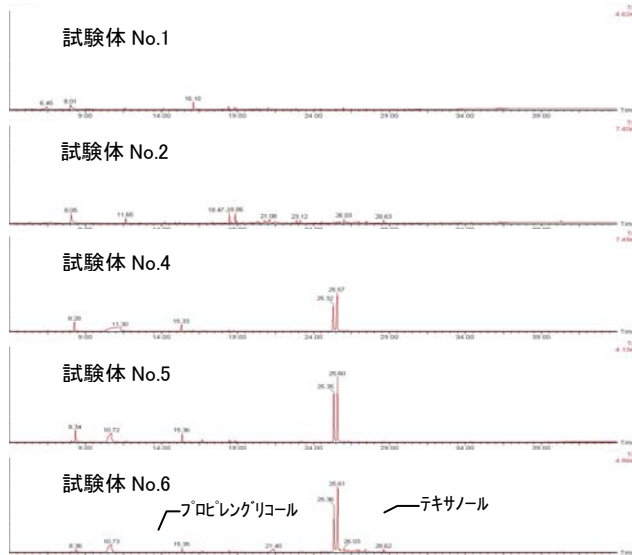


図3 小形チャンバー法での GC チャート(7日後)

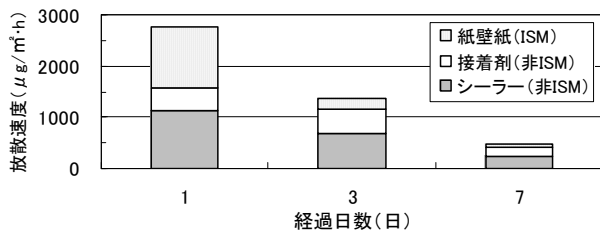


図4 TVOC 放散速度(モデル試験体 No.4)

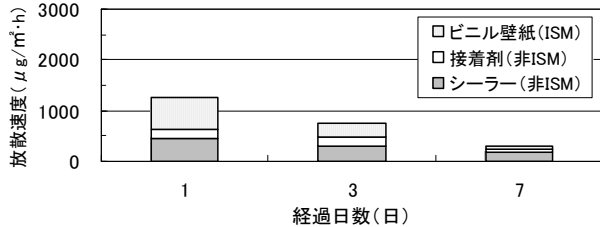


図5 TVOC 放散速度(モデル試験体 No.5)

ート(図3)から、施工資材(一般品)を使用した試験体からはプロピレングリコールおよびテキサノールが検出されることから、シーラーおよび接着剤に由来する成分が壁紙を透過して放散していると考えられる。また、No. 4、No. 5の結果からは、通気性の高い壁紙の方がシーラーや接着剤からの放散物質の透過影響を受けやすいことが理解できる。このことは図4、図5に示した各材料由来別の放散速度でも示されている。なお、ホルムアルデヒドについては、いずれの組み合わせにおいても $5\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 以下であった。

以上のことから、VOC低放散への配慮が必要な場合は、壁紙だけではなく施工資材の選択も重要であることが示された。

3.3 大形チャンバー法によるVOC放散量の比較

大形チャンバー実験の結果を表7および図6に示す。

表7 大形チャンバー実験結果

TVOC		経過日数					
		1	3	7	14	21(23*)	28**
ISM仕様(No.2)	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	112	34	11	6	6	-
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	55	17	6	3	3	-
一般仕様(No.6)	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	3071	1635	611	185	85	60
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1507	802	299	90	42	30
ホルムアルデヒド							
ISM仕様	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	<5	<5	<5	<5	<5	<5
一般仕様	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	<5	<5	<5	<5	<5	<5
テトラデカン							
ISM仕様	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	<5	<5	<5	<5	<5	-
一般仕様	$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$	208	189	56	<5	<5	<5

*1:ISM仕様の実験は23日後にサンプリングを実施した

*2:ISM仕様の実験では28日後のサンプリングは実施していない

モデル試験体No. 2, 6の小形チャンバー法と同じ傾向の

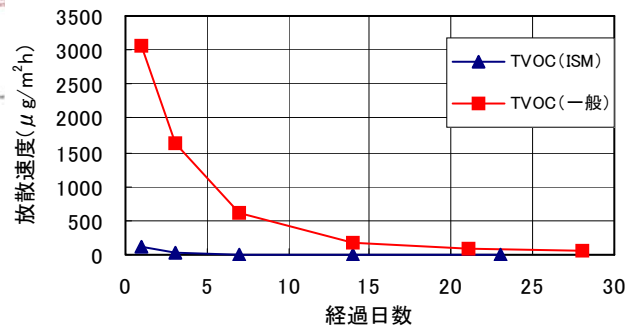


図6 TVOC放散速度

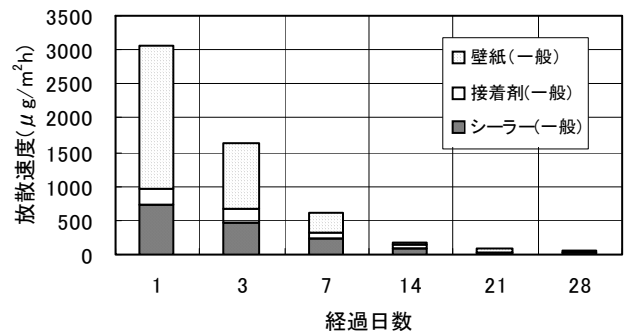


図7 一般仕様(No. 6)における材料由来別のVOC放散速度

測定結果が得られた。ISM規格品・推奨品を用いた仕様の試験体(No. 2)は実験直後から低放散でサンプリング1日後のTVOC放散量ですでに厚生労働省のガイドライン暫定目標値($400\mu\text{g}/\text{m}^3$)を下回っており、経過日数によってさらに減衰する傾向が認められた。全て一般品を用いた仕様(No. 6)についても顕著な減衰傾向を確認することができるが初期放散が多い為、7日後にようやく目標値を下回った。放散物質を個々にみると、ホルムアルデヒドは両仕様共に定量下限値($5\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)以下であった。その他指針値に挙げられる物質についても目立った放散は認められなかった。ただし、一般品を用いた仕様の試験体からは微量のテトラデカンが認められたが減衰も早く14日後以降には定量下限値以下となった。

図7に一般品を用いた試験体(No. 6)における材料由来別のVOC放散速度の内訳を示した。図7はフラスコ法の

結果（表5）から明らかとなった各材料に特徴的な放散物質の放散速度をもとにして、材料由来別のVOC放散速度を算出したものである。図7から、初期放散の大部分は壁紙(W3)に由来する石油系炭化水素が占めている。石油系炭化水素は比較的減衰が早い、これは含有している壁紙がモデル試験体の最も表層にあることも影響していると思われる。シーラー(S2)由来で造膜助剤として使用されるテキサノールの放散も顕著に表れたが、これはジョイントを模して壁紙表面に入れた切れ目部分からの放散によるものと考えられ、壁紙からの石油系炭化水素に比べて減衰が比較的遅かった。このことは過去の実験³⁾でも同様の傾向がみられている。また、接着剤(A2)についても凍結防止剤として使用されるプロピレングリコールが比較的多く放散するがこれも他物質同様減衰している。

4. まとめ

壁紙と施工資材についてISM規格品・ISM推奨品と一般品それぞれについて、また、それらを組合わせたモデル試験体について、フラスコ法、小形チャンバー法および大形チャンバー法による測定を行い、化学物質放散挙動を比較した。その結果は次のようにまとめられる。

- 1) 壁紙張りの場合、VOC放散に関しては壁紙だけでなく施工資材（シーラーおよび接着剤）の影響が大きい。
- 2) 通気性・透湿性の高い壁紙は施工資材から放散する化学物質を透過しやすい。
- 3) TVOC放散量の低減には、低放散型壁紙だけではなく、施工資材まで配慮して内装仕上げを行うことが望ましい。
- 4) ISM壁紙・ISM推奨施工資材と一般品とではVOC放散速度に顕著な差が認められた。
- 5) 大形チャンバー法においてISM壁紙・ISM推奨施工資材の組合わせでは実験初期からTVOC暫定目標値以下であったが、一般仕様ではかなり時間が必要であった。掛った。このことから、ISM壁紙・ISM推奨施工資材の組合わせは壁紙の張替え時に非常に効果的であると思われる。

- 6) 一般品の施工資材からの化学物質の放散は壁紙からの放散と比較して長期に及ぶことが、大形チャンバー法で確認された。このことから、低放散壁紙だけでなく施工資材まで配慮することが非常に重要であると思われる。

【謝辞】 本研究は汚染メカニズム研究会（事務局：有限責任中間法人 日本壁装協会）における成果である。関係各位に記して謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 日本壁装協会ホームページ
http://www.wacoa.jp/ism/ism_standard.html
- 2) 村江他，壁装材料からの化学物質放散挙動に関する研究 その1，日本建築学会大会学術梗概集，2001
- 3) 池田他，壁装材料からの化学物質放散挙動に関する研究 その3，日本建築学会大会学術講演梗概集，2002

*1 芝浦工業大学

*2 アキレス（株）

*3 関東レザー（株）

*4 戸田建設（株）

*5 独立行政法人建築研究所

Shibaura Institute of Technology

R&D Center Wall Covering Div., Achilles Corporation

Technical Research Section, Kanto Leather Cloth Co., Ltd.

Technical Research Institute, Toda Corporation

Building Research Institute