

建築材料からのホルムアルデヒド放散と その抑制技術

材料研究グループ 研究グループ長 本橋 健司

目 次

はじめに

塗料及び壁紙からのホルムアルデヒド放散速度のデシケーター法による推定

1) 研究目的

2) 実験

対象とした塗料及び壁紙

小形チャンバー法による測定

デシケーター法による測定

3) 結果及び考察

塗料について

壁紙について

4) まとめ

ホルムアルデヒド化学吸着剤を配合した内装仕上塗材のホルムアルデヒド低減効果

1) 研究目的

2) 実験

対象とした内装仕上塗材

内壁モデル試験体

大形チャンバー法による測定

3) 結果及び考察

シリーズ1及びシリーズ2の実験

シリーズ3の実験

4) まとめ

おわりに

参考文献

はじめに

シックハウス問題を背景として建築材料から放散されるホルムアルデヒドが問題となり、2003年7月にはシックハウス問題に対応した改正建築基準法¹⁾が施行され、国土交通省告示^{2)~4)}で定められたホルムアルデヒド発散建築材料は、ホルムアルデヒドの放散

速度に基づき、表1に示すように、第1種ホルムアルデヒド発散建築材料、第2種ホルムアルデヒド発散建築材料(F)、第3種ホルムアルデヒド発散建築材料(F)及び規制対象外のホルムアルデヒド発散建築材料(F)に区分されることとなった。建築研究所では平成14~16年度に研究課題「建築部材に含まれ

る室内空気汚染物質の放散メカニズム」を実施し、建築材料・部材から放散する室内空気汚染物質に関する研究を実施してきた。この研究課題の中では、改正建築基準法に盛り込まれたシックハウス対策に関連して、ホルムアルデヒド発散建築材料の区分方法に関する実験研究や建築研究所の大型チャンバーを利用したホルムアルデヒド化学吸着剤の効果確認実験等を実施した。

本文では、これら二つのテーマについて概要を報告する。

塗料及び壁紙からのホルムアルデヒド放散速度のデシケータ ー法による推定

1) 研究目的

ホルムアルデヒド発散建築材料を区分するためのホルムアルデヒド放散速度の測定方法としてJIS A 1901:2003⁵⁾に規定される小形チャンバー法がある。小形チャンバー法は幅広い建築材料に適用可能であり、建築材料からのホルムアルデヒド放散速度を実際に近い条件で測定することが可能である。一方、JIS A 1460:2001⁶⁾に規定されるデシケータ法は合板、パーティクルボード等の木質系材料や壁紙からのホルムアルデヒド放散量を評価するため従来から利用されてきた。デシケータ法はデシケータ中に建築材料を24時間静置して、デシケータ内に静置したシャーレ内の蒸留水に吸収されたホルムアルデヒドを比色分析により定量する方法である。したがって、デシケータ法における測定値はホルムアルデヒド放散速度を直接的には示していない。しかし、小形チャンバー法と比較して簡便な方法であり、測定コストが低いという長所を有している。

小形チャンバー法により得られたホルムアルデヒド放散速度とデシケータ法による測定値(以下、デシケータ値)との間に相関性が認められれば、デシケータ法によりホルムアルデヒド放散速度を求めることが可能となる。このような目的意識により、塗料と壁紙を対象として両者の相関性を検討した。

2) 実験

対象とした塗料及び壁紙

表1に対象とした塗料の種類を示す。塗料については、国土交通省告示^{2)~4)}でホルムアルデヒド発散建築材料として指定された種類の中からフタル酸樹脂エナメル1種類、合成樹脂調合ペイント2種類を選定した。また、ホルムアルデヒド発散建築材料に該当しない合成樹脂エマルジョンペイント2種類も選定した。いずれも、JISに適合した市販品である。

また、予備試験の結果から合成樹脂エマルジョンペイントを対象とした場合にはホルムアルデヒド放散速度が低いデータ以外は得

られないことが予測された。そこで、市販品である合成樹脂エマルジョンペイントに異なる量のホルムアルデヒドを意図的に添加した試作品3種類を試験対象として追加した。試作品は、合成樹脂エマルジョンペイントにホルムアルデヒドを主成分とする防腐剤を過剰に加えた製品を想定したものである。

表1 対象とした塗料の種類

試験体記号	塗料の種類
P1	フタル酸樹脂エナメル
P2	合成樹脂調合ペイントA
P3	合成樹脂調合ペイントB
P4	合成樹脂エマルジョンペイントA
P5	合成樹脂エマルジョンペイントB
P6	合成樹脂エマルジョンペイントCにホルムアルデヒドを添加したもの(P6、P7及びP8へのホルムアルデヒド添加量は異なる)
P7	
P8	

表2 対象とした壁紙の種類

試験体記号	壁紙の種類
W1	ビニル壁紙A
W2	ビニル壁紙B
W3	ビニル壁紙C
W4	紙壁紙A
W5	紙壁紙B
W6	オレフィン系壁紙A
W7	オレフィン系壁紙B
W8	織物壁紙A
W9	紙壁紙C
W10	オレフィン系壁紙C
W11	織物壁紙B
W12	化学繊維壁紙
W13	無機質系壁紙

表2には対象とした壁紙の種類を示す。壁紙については、生産量の多い汎用品の中から、ビニル壁紙3種類、紙壁紙2種類、オレフィン系壁紙2種類、織物壁紙1種類を選定した。いずれも、JISに適合した市販品である。また、予備試験の結果から汎用市販品(W1~W8)を対象とした場合には、塗料と同様にホルムアルデヒド放散速度が低いデータ以外は得られないことが予測できた。そこで、現

在生产されていない市販品または生産量の非常に少ない特殊な壁紙の中からホルムアルデヒド放散量が多いと推測されたもの5種類(W9~W13)を選定し、試験対象として追加した。

小形チャンパー法による測定

JIS A 1901:2003⁵⁾の附属書2(参考)に示された20Lの小形チャンパーを用いて測定を行った。準備段階で小形チャンパー、混合器、およびシールボックスを分解・洗浄後、260℃で1時間加熱処理し、常温にて冷却した。これらを組み立て、所定条件(28℃、50%RH、換気量0.167L/min)で24時間以上の換気を行った。

塗料の測定では、150mm×150mmのアルミニウム板2枚の片面のみに、塗布面積が148mm×148mmとなるように塗料を塗布し、23℃、50%RHの雰囲気下で2~3時間乾燥させて塗料が流動しなくなった後に、シールボックス2体に塗装アルミ板を固定し小形チャンパー内に設置した。

壁紙の測定では、ロールから試験体を切り出し150mm×150mmのガラス板2体の片面のみに、試験体露出面積が148mm×148mmとなるように、アルミ粘着テープにより試験体周囲を貼付けた。このガラス板をシールボックスに固定し、小形チャンパーに設置した。なお、事前にアルミ粘着テープからのホルムアルデヒド放散が無視できることを確認している。

塗料試験体及び壁紙試験体を小形チャンパーに設置した時点を開始時点として、1日後、3日後、7日後にDNPHカートリッジによるサンプリングをそれぞれ1時間実施した。また、試験体は最後のサンプリング終了時点まで継続して小形チャンパー内に設置されていた。表3には小形チャンパーの測定条件を示す。

表3 小形チャンパー法の実験条件

項目	条件
温湿度	28℃、50%RH
試験体表面積	0.044m ²
チャンパー容積	0.02m ³
試料負荷率	2.2m ² /m ³
換気量	167mL/min (換気回数 0.5回/h)
サンプリング流量	167mL/min
サンプリング時間	60min
ホルムアルデヒド捕集管	Sep-Pak DNPH Silica cartridge

なお、小形チャンパー法による測定は独立行政法人建築研究所、(財)日本塗料検査協会及び(株)カネカテクノロジーで分担し

て実施した。また、各条件での繰返し回数(n)は1である。

デシケーター法による測定

塗料についてはJIS K 5601-4-1:2003⁷⁾に準拠して、壁紙についてはJIS A 6921:2003⁸⁾に準拠して測定を実施した。但し、試験体を作成してから1日後、3日後、7日後に測定を開始した。即ち、塗料については、所定の形状のアルミニウム板(150x150mm)2枚に片面塗布して23℃、50%RHで2~3時間乾燥させた時点を開始時点とし、1日、3日、7日養生した後にデシケーター内へ24時間静置した。壁紙については、所定の形状の試験体(150x20mm、150x40mm)をロールより切り出して、23℃、50%RHの雰囲気下でそれぞれ1日、3日、7日養生した後に、デシケーター内へ24時間静置した。次に、デシケーターに静置したシャーレ内の蒸留水に吸収されたホルムアルデヒドの濃度をJISに準拠して比色分析により求めた。

なお、デシケーター法による測定は独立行政法人建築研究所、(財)日本塗料検査協会及び日本壁装協会で分担して実施した。各条件での繰返し回数(n)は2である。

DNPHカートリッジにより捕集したホルムアルデヒドはアセトニトリルにより溶出させ、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により定量分析した。表4にHPLCの分析条件を示す。

表4 高速液体クロマトグラフィーの分析条件

項目	条件
溶出液	アセトニトリル 5mL
注入量	20µL
カラム	STR ODS- 150L×4.6(s), 40
移動相	1.0mL/min, アセトニトリル:水=6:4
検出器	360nm, UV-VIS detector SPD-10A VP (島津製作所)
データ処理	クロマトパックC-R6A (島津製作所)

3) 結果及び考察

塗料について

塗料についての測定結果を表5に示す。ホルムアルデヒド発散建築材料であるフタル酸樹脂エナメル(P1)や合成樹脂調合ペイント(P2, P3)では7日経過後であっても、ホルムアルデヒド放散速度が5µg/m²・h⁹⁾を超えている。即ち、第3種ホルムアルデヒド発散建築材料⁹⁾に該当しており、居室の内装へ適用する場合は面積制限を受けることとなる。

表5 塗料についての試験結果

試験体 記号	小形チャンバー法による 測定値 (μg/m ² ・h)			デシケーター法による 測定値 (mg/L)		
	1日後	3日後	7日後	1日後	3日後	7日後
P1	22	14	10	0.43	0.26	0.19
P2	28	21	16	0.40	0.33	0.32
P3	18	11	7	0.38	0.32	0.16
P4	-*	-	-	-	-	-
P5	2	-	-	-	-	-
P6	67	58	55	1.74	1.41	1.02
P7	24	15	15	0.99	0.93	0.66
P8	207	148	97	4.39	2.51	2.48

* : - は検出限界未満を示す。(小形チャンバー法 1.0 μg/m²・h 未満、デシケーター法 0.1 mg/L 未満)

次に、ホルムアルデヒド発散建築材料に該当しない合成樹脂エマルジョンペイント (P4, P5) の放散速度は非常に低く、試験体作成から1日後で 5 μg/m²・h 未満となっている。即ち、使用制限を受けないホルムアルデヒド放散等級である F⁹⁾ に該当している。また、合成樹脂エマルジョンペイントに異なる量のホルムアルデヒドを添加した試験体 (P6, P7, P8) は、意図したとおりに高いホルムアルデヒド放散速度を示した。

まず、ホルムアルデヒド放散量の経時変化を検討する目的で1日後の放散速度及びデシケーター値に対する百分率の経時変化を図1に示した。塗膜からのホルムアルデヒドの放散は、塗膜の種類によって比率は異なるものの、いずれの場合においても経時的に低下することが図1より理解できる。したがって、塗装後に十分な養生期間を確保することはホルムアルデヒド濃度を低減する上で有効であると考えられる。

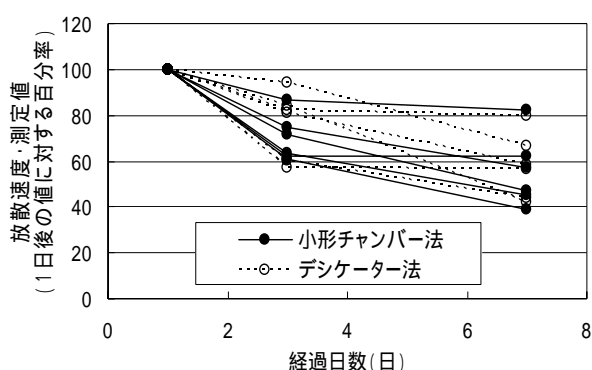


図1 塗料を対象としたホルムアルデヒド放散の経時変化

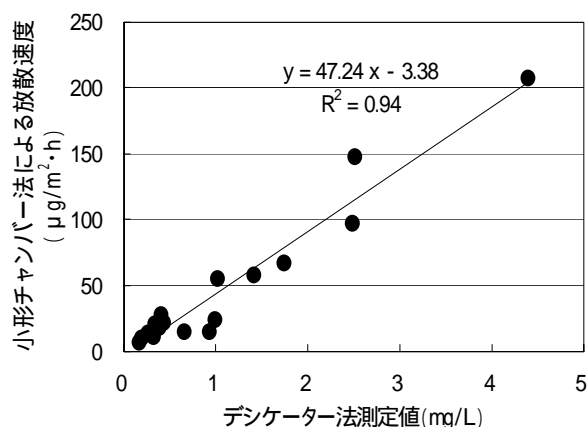


図2 塗料を対象としたデシケーター法測定値と小形チャンバー法によるホルムアルデヒド放散速度との相関

次に、デシケーター法と小形チャンバー法との相関を検討するために、検出限界以上の測定値が得られた試験体 (P1, P2, P3, P6, P7, P8) を対象として、1日後、3日後、7日後のデシケーター値と放散速度の関係を図2にプロットした。図2には、ホルムアルデヒド発散建築材料であるフタル酸樹脂エナメル、合成樹脂調合ペイントと共にホルムアルデヒドを意図的に添加した合成樹脂エマルジョンペイントのデータも含まれているが、塗料種別に関係なく全体として一つの相関関係が認められる。

また、図2において回帰直線は原点を通過していない。理論的に考えれば、デシケーター値が0であれば小形チャンバー法による放散速度も0となる筈であるが、実験条件等の差異により必ずしも原点を通らないものと推察される。このような傾向は他にも認められている。

例えば、井上は木質系建材を対象としたデシケーター値からそれを室内に使用したときの気中濃度を推定する式を以下のように提案している¹⁰⁾。

$$C = (0.158D + 0.017) \times \{2 / (1 + Q/S)\} \times 1.09^{(t - 23)} \times \{(55 + h) / 100\}$$

ここに、C : ホルムアルデヒド気中濃度 (ppm)

D : デシケーター法による測定値 (mg/L)

Q : 換気量 (m³/h)

S : 材料表面積 (m²)

t : 温度 (°C)

h : 相対湿度 (%)

この式は木質材料の気中濃度推定法として広く受け入れられている¹¹⁾が、理論的に考えるならデシケーター値(D)が0であれば、気中濃度(C)は0となる筈である。しかし、実験式は原点を通過し

ていない。

このような理由から、本研究においても原点を通過しない回帰直線を実験式として認めている。

壁紙について

壁紙についての測定結果を表6に示す。生産量の多い汎用品(W1~W8)に関しては、小形チャンバー法による測定が幾つかの条件下で可能であったが、デシケーター法による測定では全ての場合において検出限界未満の測定値が得られた。

一方、ホルムアルデヒド放散速度が高いと推測された試験体(W9~W13)については予想どおり高いデシケーター測定値及び放散速度が得られた。

壁紙を対象として、1日後の放散速度及びデシケーター値に対する百分率の経時変化を図3に示した。図3において、一例(W12)を除けば塗料の場合と同様にホルムアルデヒド放散は経時的に低下している。なお、試験体W12(化学繊維壁紙)については経時による低下傾向は認められなかった。

表6 壁紙についての試験結果

試験体 記号	小形チャンバー法による測定値 (µg/m ² ·h)			デシケーター法による測定値 (mg/L)		
	1日後	3日後	7日後	1日後	3日後	7日後
W1	-*	-	-	-	-	-
W2	1	1	-	(0.03)**	(0.015)	-
W3	2	1	-	(0.001)	(0.001)	-
W4	3	1	1	(0.037)	(0.011)	(0.009)
W5	-	-	-	-	-	-
W6	1	1	-	(0.001)	(0.001)	-
W7	1	1	-	(0.017)	(0.001)	-
W8	-	-	-	-	-	-
W9	8	5	4	0.30	0.25	0.12
W10	16	10	10	0.46	0.31	0.12
W11	60	30	36	0.69	0.62	0.56
W12	6	9	9	0.28	0.40	0.37
W13	45	42	37	0.57	0.50	0.41

* : - は検出限界未満を示す。(小形チャンバー法 1.0 µg/m²·h 未満、デシケーター法 0.1 mg/L 未満)

** : () 内数値は検出限界未満であったが、相関性検討のために含めたデシケーター法による測定値

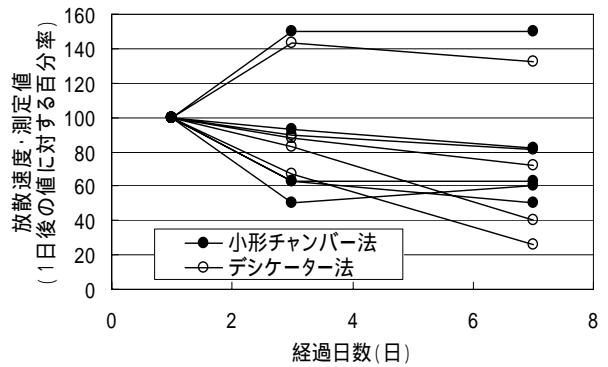


図3 壁紙を対象としたホルムアルデヒド放散の経時変化

壁紙についてのデシケーター値と小形チャンバー法による放散速度との相関を図4に示す。なお、図4のプロットに当たっては、生産量の多い汎用品のデータについても加味するため、小形チャンバー法で検出限界以上の値を示した試験体・試験条件については、検出限界以下となったデシケーター値(表6中の()内に示された数値)を含めて相関性を検討した。市販されている大部分の壁紙のホルムアルデヒド放散速度は低いと考えられ、放散速度の低い領域における相関関係の信頼性を高めるために、このような措置を講じることとした。

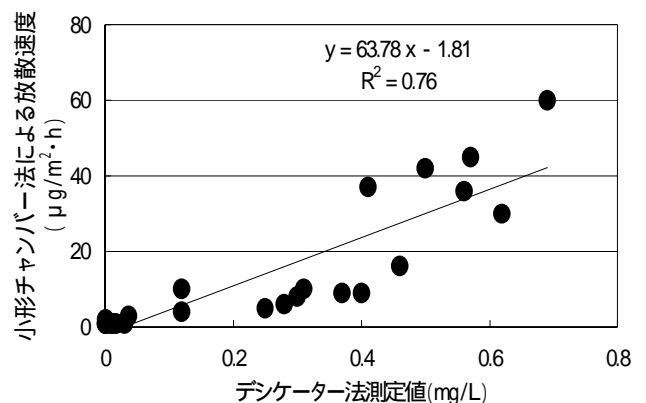


図4 壁紙を対象としたデシケーター法測定値と小形チャンバー法によるホルムアルデヒド放散速度との相関

図4に示すように塗料と比較すると相関係数は低いが、相関係数に関する検定では¹²⁾、 r (自由度,有意水準) = $r(24,0.01) = 0.32$ であり、図4に示された相関係数 $r = 0.87$ ($r^2 = 0.76$)は0.32と比較して十分大きく1%の水準で相関が認められる。したがって、壁紙に関するデシケーター値と小形チャンバー法による放散速度との間には壁紙の種類を問わず、一定の直線関係が認められる。

以上の実験結果から、塗料及び壁紙についてはデシケーター値に

より小形チャンバー法で測定される放散速度を推定することが可能であると判断される。なお、このような相関関係は他の建築材料について必ずしも成立するとは限らない。例えば、日本接着剤工業会では「建築用接着剤のホルムアルデヒド放散量の測定法と基準の設定」調査研究委員会でデシケーター値と小形チャンバー法によるホルムアルデヒド放散速度の相関性を検討したが、多種類の接着剤を対象とした場合に、両者間に相関は認められなかった。調査研究委員会では、デシケーター法と小形チャンバー法との間に相関が得られなかった理由は解明されていない。

例えば、標準塗付量の接着剤を塗付けた試験体を小形チャンバー法で測定する場合、接着剤の種類によっては接着剤層の表層のみが早期に乾燥して「皮張り」状態になることが考えられる。一方、デシケーター法では試験体が換気のない密閉デシケーターに静置されるために、接着剤層は「皮張り」状態にはなりにくいと考えられる。このように乾燥状態に差異が生じるとすれば、ホルムアルデヒドの放散挙動も異なってくると考えられ、両者の相関関係にも影響を与えると推測される。

4) まとめ

塗料及び壁紙を対象として、ホルムアルデヒド発散建築材料の等級を判断するためのホルムアルデヒド放散速度をデシケーター法により推定する目的で、JISに規定された小形チャンバー法による放散速度とデシケーター法による測定値の相関を実験的に検討した。

実験結果から、以下のことが明らかとなった。

- 1) 塗料を対象とした測定では、ホルムアルデヒド発散建築材料として指定されたフタル酸樹脂エナメル及び合成樹脂調合ペイントについて、塗布後7日経過後も $5\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ を超えるホルムアルデヒド放散速度が得られた。また、ホルムアルデヒド発散建築材料に該当しない合成樹脂エマルジョンペイントの放散速度は、塗布後1日で $5\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満となった。
- 2) 壁紙を対象とした測定では、生産量の多い汎用品に関しては全ての場合においてホルムアルデヒド放散速度が $5\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 未満であった。
- 3) 塗料及び壁紙の両者について、ホルムアルデヒド放散速度の経時的経時的に低減する傾向が確認された。
- 4) 塗料及び壁紙について、デシケーター法による測定値と小形チャンバー法で測定したホルムアルデヒド放散速度との間に高い相関が認められた。即ち、小形チャンバー法で求められるホルムアルデヒド放散速度はデシケーター法による測定値から推定可能であることが示された。

なお、本研究の一部は、独立行政法人建築研究所と(社)日本塗

料工業会との共同研究並びに独立行政法人建築研究所と日本壁装協会との共同研究として実施された。また、塗料を対象とした小形チャンバー法及びデシケーター法による測定については(財)日本塗料検査協会の吉田洋一氏に多大な協力を頂いた。記して謝意を表する。

ホルムアルデヒド化学吸着剤を配合した内装仕上塗材のホルムアルデヒド低減効果

1) 研究目的

建築基準法が改正され、ホルムアルデヒド発散建築材料は放散量によって居室内装への使用が制限されることになる。このような背景から、材料製造業者はホルムアルデヒドを低減するための技術開発を活発に実施している。

本研究では、ホルムアルデヒド化学吸着剤を配合した内装仕上塗材のホルムアルデヒド低減効果を評価するため大形チャンバー法による測定を実施した。

2) 実験

対象とした内装仕上塗材

JIS A 6909:2003(建築用仕上塗材)に規定される内装薄塗材W(じゅらく)に合致する市販品1種類を使用した。これにヒドラジド基を有する化学吸着剤を0.6%添加したのも(化学吸着剤有り)及び未添加のもの(化学吸着剤無し)を使用した。

内壁モデル試験体

図5に示すように亜鉛メッキ鋼製架台の両面にせっこうボード(910mm×1820mm)をねじ止めし、その上に内装薄塗材Wを2回塗りした。塗付量は合計で $1.0\text{Kg}/\text{m}^2$ である。

即ち、化学吸着剤有りの試験体では $6\text{g}/\text{m}^2$ の割合で化学吸着剤が塗付されていることになる。なお、化学吸着剤製造業者の情報によれば、化学量論的に考えた場合、化学吸着剤1gで約0.3g~0.4gのホルムアルデヒドを化学結合できるとしている。なお、内壁モデル試験体は大形チャンバーに搬入する前に約4週間養生した。

大形チャンバー法による測定

表7に示すように大形チャンバー法による測定は3シリーズ実施した。3シリーズの測定は全て以下の手順で実施した。

まず、建築研究所の大形チャンバー(5m×4m×2.7m)にホルムアルデヒド発生源として旧FC2相当(現在の第1種ホルムアルデヒド発散建築材料)の合板(0.9m×0.9mを4枚または6枚)を設置し経時変化により大形チャンバー内のホルムアルデヒド濃度が安定するのを待った。その後、内壁モデル試験体を4体または8体大形チャンバーに素早く搬入してホルムアルデヒド濃度を測定

した。その後、内壁モデル試験体をチャンバーから搬出し、ホルムアルデヒド濃度を測定した。

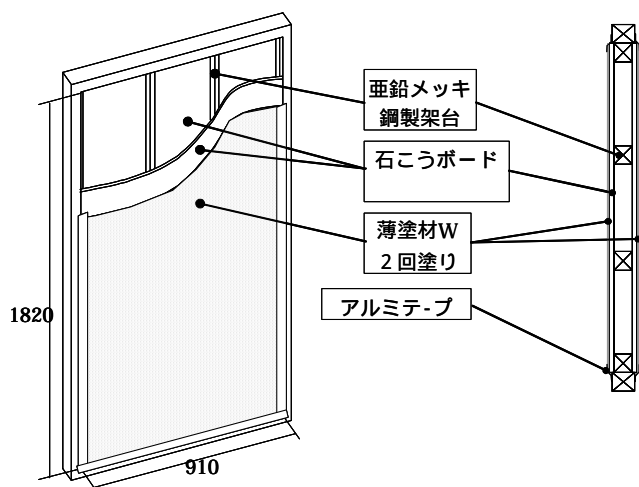


図5 内壁モデル試験体の概要 (単位: mm)

表7 大形チャンバー法の測定条件

試験シリーズ		1	2	3
大形チャンバー	温湿度	28、50%RH		
	容積	54m ³		
	換気回数	0.5回/h		
内壁モデル試験体	化学吸着剤の有無	有り	無し	有り
	負荷率	0.24m ² /m ³		0.48m ² /m ³
合板	種類	FC2		
	負荷率	0.060m ² /m ³		0.091m ² /m ³
分析	サンプリング量	15 L		
	捕集管	Sep-Pak DNPH-Silica		
	分析機器	HPLC		

3) 結果および考察

シリーズ1及びシリーズ2の実験

図6及び図7にシリーズ1及びシリーズ2の実験結果を示す。シリーズ1では、内壁モデル試験体の設置前のホルムアルデヒド濃度が230~280 µg/m³、設置後は140~250 µg/m³の濃度で推移し、内壁モデル試験体撤去後も140~220 µg/m³とチャンバー内濃度に変化はみられなかった。シリーズ2でも、内壁モデル試験体の設置前が300~350 µg/m³、設置後は160~270 µg/m³の濃度で推移し、試験体撤去後も140~220 µg/m³となりシリーズ1との差異が認められなかった。

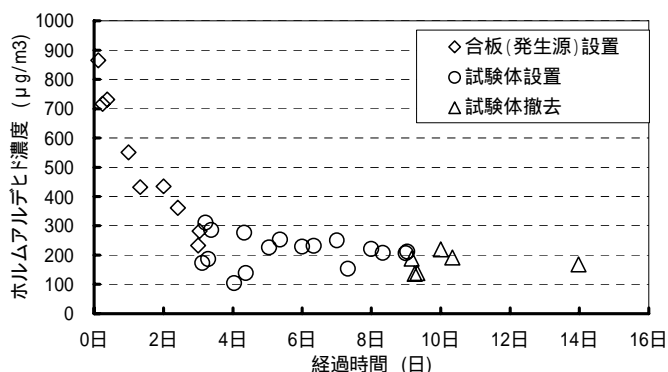


図6 シリーズ1測定におけるホルムアルデヒド濃度変化

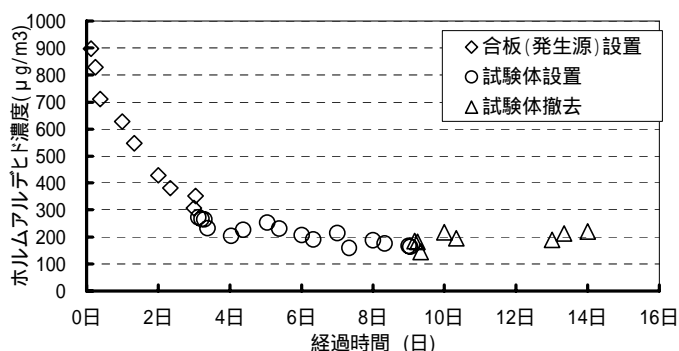


図7 シリーズ2測定におけるホルムアルデヒド濃度変化

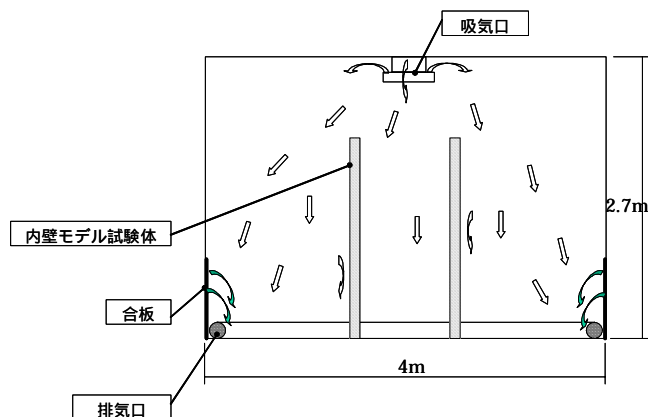


図8 シリーズ1及びシリーズ2測定における大形チャンバー内の合板と内壁モデル試験体の位置関係 (立面図)

シリーズ3の実験

図6及び図7のような結果が得られた原因として、シリーズ1及びシリーズ2では図8に示すような試験体配置で実験を実施したため、合板から発散するホルムアルデヒドの大部分が内壁モデル試験体と接触しないままに排気されたと考えられた。そこで、シリーズ3の実験では図9に示すような試験体の配置として実験を実施した。結果を図10に示す。

モデル試験体の設置前が120~150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、設置後は50~110、平均値は81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)とホルムアルデヒド濃度のガイドライン値100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を下回った。また、モデル試験体撤去した後は、ホルムアルデヒド室内濃度は110~180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.10~0.16ppm)と再び上昇した。この結果により、合板から発散されたホルムアルデヒド吸着が機能付与された吸着型モデル試験体の吸着機能によるホルムアルデヒドの低減効果を確認することができた。

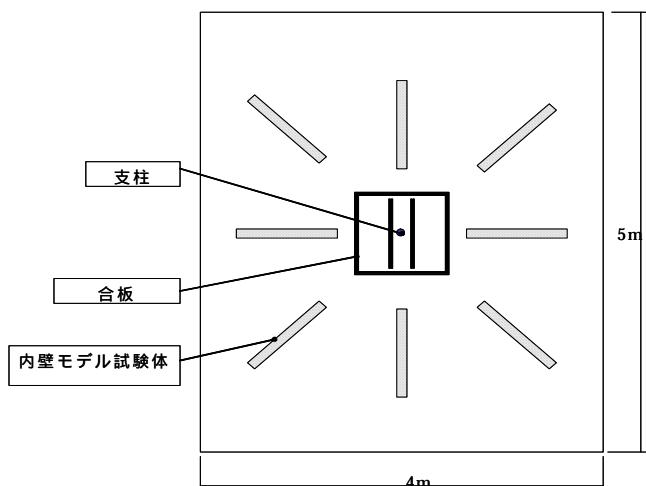


図9 シリーズ3における大形チャンバー内での合板と内壁モデル試験体の位置関係(平面図)

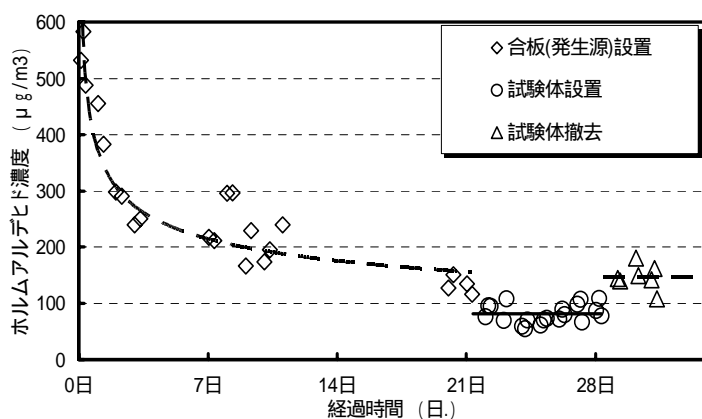


図10 シリーズ3におけるホルムアルデヒド濃度変化

4)まとめ

シリーズ3での内壁モデル試験体の設置率は0.48 m^2/m^3 であった。すなわち、実験した大形チャンバー内で考えると、壁面の約53%が化学吸着剤を含有した内装仕上塗材で仕上げられた状態に相当している。

なお、この研究は日本建築仕上学会に設置された「吸着仕上材の性能評価委員会」の協力を得て実施された。ここに記して謝意を表する。

おわりに

平成14~16年度で実施されている研究課題「建築部材に含まれる室内空気汚染物質の放散メカニズム」の中で得られた成果の一部について紹介した。なお、本研究課題の成果は以下のように公表されている。

- 1) 本橋、「建築材料に含まれる空気汚染化学物質の抑制」、建築雑誌、第1491号、p.36-37(2002)
- 2) 本橋、「塩化ビニル樹脂系建築材料から放散するフタル酸エステル類の定量分析」、日本建築学会大会梗概集 A-1、pp.187-188(2002)
- 3) 今井、本橋、村江、池田、古澤、「建築材料・部材からの化学物質放散挙動に関する研究 その3 低VOC型水性塗料における塗装内壁モデル試験体の測定」、日本建築学会大会梗概集 A-1、pp.189-190(2002)
- 4) 奥澤、村上、小田中、今井、本橋、「建築材料・部材からの化学物質放散挙動に関する研究 その4 木質建材を下地としたフローリング床部材の測定」、日本建築学会大会梗概集 A-1、pp.191-192(2002)
- 5) 村上、奥澤、小田中、今井、本橋、「建築材料・部材からの化学物質放散挙動に関する研究 その5 木質建材を下地としたフローリング床部材の異なる温湿度条件下における測定」、日本建築学会大会梗概集 A-1、pp.193-194(2002)
- 6) 池田、本橋、今井、村江、古澤、「壁装材料からの化学物質放散挙動に関する研究 その3 壁紙の通気性能の影響」、日本建築学会大会梗概集 D-2、pp.1021-1022(2002)
- 7) 村江、本橋、今井、池田、古澤、「壁装材料からの化学物質放散挙動に関する研究 その4 温湿度影響に関するチャンパー実験」、日本建築学会大会梗概集 D-2、pp.1023-1024(2002)
- 8) 本橋、「シックハウスの対策」、シンポジウム：化学物質過敏症とシックハウスの原因と対策、p.33-51(2002)
- 9) 本橋、「建築基準法でのシックハウス対策と建築部材からのVOC放散挙動」、循環型社会構築のための浄化技術の現状と課題第12回講習会テキスト、p.51-54(2002)
- 10) 本橋、「環境問題に対応した建築塗装の動向」、色材協会誌、第2号、p.17-23(2003)
- 11) 本橋、今井、「ホルムアルデヒドキャッチャー剤を配合した内

- 装仕上塗材のホルムアルデヒド低減効果」, 日本建築学会大会梗概集 A-1, pp.649-650(2003)
- 12) 今井、本橋、池田、古澤、「塗料及び壁装材料からのホルムアルデヒド放散量の測定」, 日本建築学会大会梗概集 A-1, pp.651-652(2003)
- 13) 小田中、村上、奥澤、今井、本橋、「建築材料・部材からの化学物質放散挙動に関する研究(その6 板材3枚構成の床部材におけるアルデヒド類の測定)」, 日本建築学会大会梗概集 A-1, pp.653-654(2003)
- 14) 村上、小田中、奥澤、今井、本橋、「建築材料・部材からの化学物質放散挙動に関する研究(その7 板材3枚構成の床部材における接着剤位置二箇所からの放散挙動の推定)」, 日本建築学会大会梗概集 A-1, pp.655-656(2003)
- 15) 上平、本橋、今井、「低VOC型塗料 - 低VOC型塗料からの化学物質の放散挙動 - 」, 日本建築学会大会梗概集 A-1, pp.657-658(2003)
- 16) 岡田、本橋、今井、原、「内装仕上塗材のアルデヒド放散吸収性能評価に関する研究 その1 ADPAC 小型チャンバーによるアルデヒドの放散吸着速度に関する実験」, 日本建築仕上学会研究発表論文集, p.23-26(2003)
- 17) 神谷、本橋、今井、岡田、原、「内装仕上塗材のアルデヒド放散吸収性能評価に関する研究 その2 アルデヒド吸収剤を配合した内装仕上塗材のホルムアルデヒド低減効果」, 日本建築仕上学会研究発表論文集, p.27-30(2003)
- 18) 本橋、今井「ポリ塩化ビニル樹脂系建築材料から放散するフタル酸エステル類の定量分析」, 日本建築学会構造系論文集、第573号, p.15-20(2003)
- 19) 本橋、「建築材料から見たシックハウス対策」, 公共建築、第46巻第1号通巻179号, p.46-49(2004)
- 20) 本橋、「シックハウス問題に対応した建築材料の最新動向」, 工業材料、第52巻第5号, p.22-26(2004)
- 21) 本橋、今井、村江、村上、池田、古澤「塗料及び壁紙からのホルムアルデヒド放散速度のデシケーター法による推定」日本建築学会構造系論文集、第580号, p.23-27(2004)
- 22) 池田、本橋、上平、村江、古澤「内装材料からの化学物質放散に関する研究 その1 壁紙からのアルデヒド類放散測定に関する検討」, 日本建築学会大会梗概集, p.939-p.940(2004)
- 23) 古澤、本橋、上平、村江、池田、「内装材料からの化学物質放散に関する研究 その2 ヘッドスペース法を用いたVOC放散量測定に関する検討」, 日本建築学会大会梗概集,

p.941-p.942(2004)

- 24) 村江、本橋、上平、池田、古澤、「内装材料からの化学物質放散に関する研究 その3 小型チャンバーを用いた塗料からの化学物質放散速度の測定に関する検討」, 日本建築学会大会梗概集, p.943-p.944(2004)
- 25) 上平、本橋、村江、池田、古澤、「自然塗料からの化学物質の放散挙動」, 日本建築学会大会梗概集, p.1105-p.1106(2004)
- 26) 本橋、上平、村江、「ヘッドスペース法による建築用塗料中の揮発性有機化合物の分析」, p.1107-p.1108(2004)
- 27) 和田、本橋、浦上、逢坂、的場、「キトサン複合樹脂を用いた室内塗料のホルムアルデヒドの吸着と再放散性」, 日本建築仕上学会研究発表論文集, p.39-42(2004)

参考文献

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課他監修「改正建築基準法に対応した建築物のシックハウス対策マニュアル」, 工学図書株式会社, 2003
- 2) 国土交通省告示第1113号(平成14年12月26日)(改正平成15年4月1日国土交通省告示第370号)「第一種ホルムアルデヒド発散建築材料を定める件」
- 3) 国土交通省告示第1114号(平成14年12月26日)(改正平成15年4月1日国土交通省告示第371号)「第二種ホルムアルデヒド発散建築材料を定める件」
- 4) 国土交通省告示第1115号(平成14年12月26日)(改正平成15年4月1日国土交通省告示第372号)「第三種ホルムアルデヒド発散建築材料を定める件」
- 5) JIS A 1901:2003「建築材料の揮発性有機化合物(VOC), ホルムアルデヒド及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」
- 6) JIS A 1460:2001「建築用ボード類のホルムアルデヒド放散量の試験方法 - デシケーター法」
- 7) JIS K 5601-4-1:2003「塗料成分試験方法 - 第4部: 塗膜からの放散成分分析 - 第1節: ホルムアルデヒド」
- 8) JIS A 6921:2003「壁紙」
- 9) 国土交通省住宅局建築指導課他監修「改正建築基準法に対応した建築物のシックハウス対策マニュアル」, 工学図書株式会社, pp.31, 2003
- 10) 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」, 木材工業, Vol.52, No.1, pp.9-14, 1997
- 11) 国土交通省住宅局建築指導課他監修「改正建築基準法に対応し

た建築物のシックハウス対策マニュアル」工学図書株式会社、
pp.299, 2003

12) 石川馨、藤森利美、久米均「化学者および化学技術者のための
統計的方法」東京化学同人、pp.208 及び pp.276, 1964