

ペット共棲空間向け建材としての左官仕上げ壁の機能性評価

DB15233 中村優斗

1. はじめに

現在、住宅の内装仕上げ材では価格が安く施工性の高いペイント・塩ビ壁紙が主流となっており、漆喰・珪藻土などの左官仕上げ壁の総施工面積（m²）は全体の 1% 以下である。一方でよりよい住環境を求める声も数多く存在し、そこで左官仕上げ壁は注目を集めている。実際に漆喰や珪藻土のにおい除去や VOC 除去、調湿機能に着目し高齢者向け住宅や病院等の内装仕上げ材に採用された例もある。その左官材料のにおい除去機能・VOC 除去機能をペット共棲空間向け建材としても活かせるのではないかと考えた。

近年の日本では、犬や猫などの主なペットの飼育場所は屋内である。ペット共棲空間では、通常の住宅と比較してにおい問題が発生しやすいため、ペット共生空間向け建材のニーズが高まっている。そこで、嫌な匂いを吸収・分解する機能があるとされている左官仕上げ壁がペットを要因とするにおい原因物質を吸収できているのかを測定し、定量化する。これにより、左官材料の機能を数値として示し、新たなニーズに対する答えのひとつになることが期待できる。

本研究では材料単体ではなく、下地材から仕上げ材までを合わせた壁体として試験・評価を行うことで、より壁材として使われる状態に近い結果を得ることができる。材料の詳細は施工する左官職人が選択することが多く、全ての材料で性能が高いことが望ましい。

2. におい・VOC 吸収試験に使用する試験体概要と一覧

表 1 に試験体ごとの使用材料、図 1 に左官仕上げ壁の構成と塗り厚、図 2 に試験体概要を示す。左官仕上げ試験体は下地材 2 種、下地塗料 4 種、仕上げ塗材 8 種、仕上げ仕様 3 種を組み合わせた計 36 種を日本左官業組合連合会協力のもと作成した。これらに加えて比較対象として、塩化ビニールクロス試験体、ペイント試験体、ホームセンター等で市販されている既調合漆喰 2 種を各下地材と平ボード+クロスに塗った 4 種、しっくいクロス、珪藻土クロス进行せっこうボードに貼った 2 種を別途で作成し、合計 46 種を試験体とする。

表 2 に試験の要因と水準を示す。試験体は裏面、側面および表面の一部をアルミテープで覆い、有効吸収面積を 81cm² の一面のみとする。

表 1 試験体概要と使用材料

番号	下地材料	下地塗料	仕上げ材料	仕上げ仕様	記号
1	石膏平ボード	—	—	—	A
2	石膏ラスボード	—			B
3	石膏平ボード	乾燥			Ab
4		石膏			Ac
5	石膏ラスボード	現場			By
6		既調			Bd
7	石膏平ボード	乾燥型下塗り材	珪藻土 L 系	メーカー指定の厚み	Ab1
8			珪藻土 W 系	メーカー指定の厚み	Ab2
9			現場調合漆喰（粉つのまた）	砂漆喰+漆喰 4mm	Ab3-4
10			現場調合漆喰（粉つのまた）	漆喰 2mm	Ab3-2
11			現場調合漆喰（たきのり）	砂漆喰+漆喰 4mm	Ab4-4
12			現場調合漆喰（たきのり）	漆喰 2mm	Ab4-2
13			既調合漆喰	砂漆喰+漆喰 4mm	Ab5-4
14			既調合漆喰	漆喰 2mm	Ab5-2
15		石膏プaster	珪藻土 L 系	メーカー指定の厚み	Ac1
16			珪藻土 W 系	メーカー指定の厚み	Ac2
17			現場調合漆喰（粉つのまた）	砂漆喰+漆喰 4mm	Ac3-4
18			現場調合漆喰（粉つのまた）	漆喰 2mm	Ac3-2
19			現場調合漆喰（たきのり）	砂漆喰+漆喰 4mm	Ac4-4
20			現場調合漆喰（たきのり）	漆喰 2mm	Ac4-2
21			既調合漆喰	砂漆喰+漆喰 4mm	Ac5-4
22			既調合漆喰	漆喰 2mm	Ac5-2
23		—	ペイント（水性シリコン）	—	Ap
24			クロス（ビニールクロス）	—	Ax
25			クロス（ビニールクロス）	既調合漆喰① 2mm	Ax1
26				既調合漆喰② 2mm	Ax2
27			既調合漆喰① 2mm	—	A1
28			既調合漆喰② 2mm		A2
29			クロス（漆喰クロス）		Axs
30			クロス（珪藻土クロス）		Axd
31	石膏ラスボード	現場調合	珪藻土 L 系	メーカー指定の厚み	By1
32			珪藻土 W 系	メーカー指定の厚み	By2
33			現場調合漆喰（粉つのまた）	砂漆喰+漆喰 4mm	By3-4
34			現場調合漆喰（粉つのまた）	漆喰 2mm	By3-2
35			現場調合漆喰（たきのり）	砂漆喰+漆喰 4mm	By4-4
36			現場調合漆喰（たきのり）	漆喰 2mm	By4-2
37			既調合漆喰	砂漆喰+漆喰 4mm	By5-4
38			既調合漆喰	漆喰 2mm	By5-2
39		既調合	珪藻土 L 系	メーカー指定の厚み	Bd1
40			珪藻土 W 系	メーカー指定の厚み	Bd2
41			現場調合漆喰（粉つのまた）	砂漆喰+漆喰 4mm	Bd3-4
42			現場調合漆喰（粉つのまた）	漆喰 2mm	Bd3-2
43			現場調合漆喰（たきのり）	砂漆喰+漆喰 4mm	Bd4-4
44			現場調合漆喰（たきのり）	漆喰 2mm	Bd4-2
45			既調合漆喰	砂漆喰+漆喰 4mm	Bd5-4
46			既調合漆喰	漆喰 2mm	Bd5-2

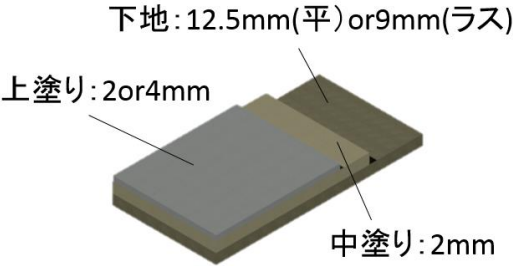


図 1 左官仕上げ壁の構成と塗り厚

3. 左官仕上げ壁の各種吸収機能評価

3.1 実験の概要

表3に簡便測定法による各吸収機能試験の条件と概要、試験対象、化学物質発生源の作成方法を示す。容積およそ 3.1L の密閉容器内における発生源と試験体を入れ、20℃60% (RH) の環境下で容器内に発生するにおいを試験体が吸収する量と時間を測定する。全面をアルミテープで覆った Blank 試験体も同時に試験することで、試験体がどれほどの量を吸収したのかを濃度の変化で判断する。濃度の測定にはそれぞれの化学物質に対応する北川式検知管を使用する。吸収機能実験における測定時間は 0,5,15 分 (におい)、0,2,12,24 時間 (VOC) とする。

におい原因物質は専門家へのヒアリングを行い選定する。今回の実験ではペットを要因とするにおい原因物質であるトリメチルアミン、アンモニアの2種を採用する。それぞれの化学物質発生源には 30%トリメチルアミン水溶液、25%アンモニア水を希釈して作成する。初期濃度は環境省の特定悪臭物質の臭気強度や検知管の測定範囲、既往実験での初期濃度を参考に決定した。

計測に使用する機器は北川式ガス採取器 AP-20、北川式検知管 105SD (アンモニア)、105SE (トリメチルアミン)、171SC (ホルムアルデヒド) とする。

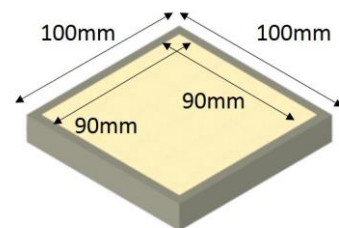


図2 試験体概要

表3 簡便測定法による各吸収試験の条件と概要

試験項目	容器容積	吸収有効面積	温湿度	測定間隔	初期濃度
アンモニア吸収性能試験	3L	81cm ²	20℃ 60%(RH)	0,5,15 (min)	5~14 (ppm)
	対象試験体		試験体番号 27~31, 46~47		
トリメチルアミン吸収性能試験	3L	81cm ²	20℃ 60%(RH)	0,5,15 (min)	5~15 (ppm)
	対象試験体		試験体番号 1~47		
ホルムアルデヒド吸収性能試験	3L	81cm ²	20℃ 60%(RH)	0,2,12, 24(h)	3 (ppm)
	対象試験体		試験体番号 29~31		

検知管

試験体

化学物質発生源

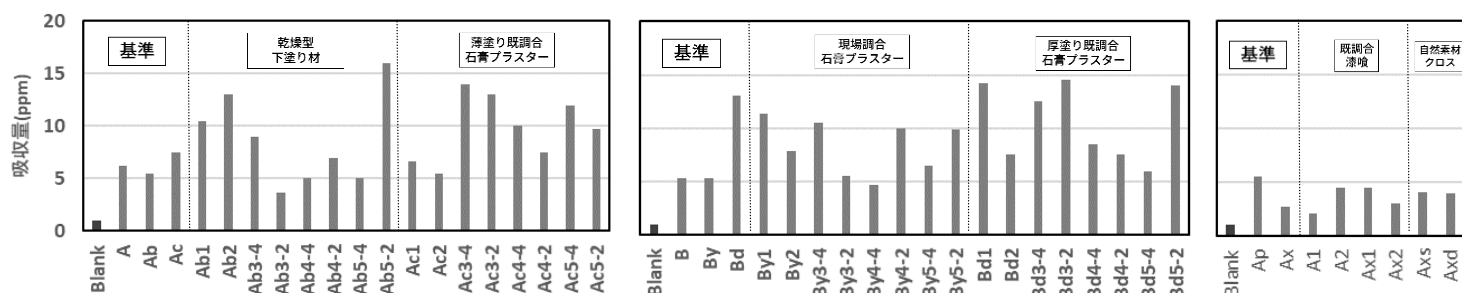
希釈方法 (倍率)

①アンモニアおよび②ホルムアルデヒド
→ 7×25mmの紙に一滴垂らしたものを 1/175 にカットした 1 片を使用する (19×10⁻⁶g)

③トリメチルアミン
→ 水で 1/100 希釈したものを計量して使用(0.02ml)

表2 実験要因と水準

実験項目	実験要因	内容
研究 1	調査 1	試験体の作成 100×100(吸収面 81cm ²) 47 種
	調査 2	下地材料(2 種) せっこう平ボード, せっこうラスボード
	調査 3	下地塗料(4 種) ボードフィラー, せっこうプラスター
	調査 4	仕上げ材料(5 種) 珪藻土(L 系・W 系), 粉つのまた, たきのり, 既調合しっくい
	調査 5	仕上げ仕様 既調合漆喰(2 種), 砂漆喰+漆喰 4mm 漆喰 2mm, メーカー指定
研究 2	調査 1	におい原因物質の選定 専門家へのヒアリング調査 アンモニア, トリメチルアミン(2 種)
	調査 2	VOC の選定 専門家へのヒアリング調査 ホルムアルデヒド(1 種)
	調査 3	試験方法の選定 論文調査
研究 3	実験 1	におい吸収試験 吸収量(ppm), 初期濃度 5~15ppm
	実験 2	VOC 吸収試験 吸収量(ppm), 初期濃度 3ppm



a) A シリーズ吸収量

b) B シリーズ吸収量

c) X シリーズ吸収量

図3 左官および比較要試験体ごとのアンモニア吸収量

3.2 アンモニア吸収試験の結果と考察

表3にアンモニア吸収試験の条件と対象試験体を示す。初期濃度は5~14ppmとする。

図3に試験体ごとのアンモニア吸収量を示す。ここで注目すべきはせっこうボードのみの試験体も高い値を示していることである。

図4に初期濃度別でのアンモニア吸収試験結果の差の抜粋を示す。これにより試験体ごとの差をより詳しく比較できる。また、この図から初期濃度が高い条件では吸収量も高くなる傾向があることが推測される。一部値の低いものは塩ビクロスやペイントであり、これらを除くと初期濃度と吸収量には相関関係がある。

図5に初期濃度に対するアンモニアの吸収率を示す。初期濃度に対して各試験体が吸った量を割合で評価することにより、すべての試験体を等しい条件で評価することができる。

吸収率での比較では、左官材料全体が高い値を示していることがわかる。既調合漆喰と比較しても1.5から2倍の数値になっている。しっくいクロス・珪藻土クロスは左官材料には満たないものの、既調合漆喰よりも高い数値となっている。一方で既調合漆喰も塩ビクロスやペイントクロスと比較し2倍以上の値を示している。ただし塩ビクロスやペイントクロスの上から既調合漆喰を塗布したものはせっこうボードに直接塗布したものと比較して性能が低下することに留意する必要がある。

吸収後のアンモニアの再放出について、試験後の試験体を同条件の空気が入った容器内に一時間放置し濃度の

測定を行ったが、検知管で測定可能な量(0.2~20ppm)以上の再放出は見られなかった。

また、実験者(20代男性)の鼻でのにおいの確認を行ったが、においはほとんど感じられなかった。

アンモニアは分解することが非常に難しい物質であるため、吸収についてはしっくい・珪藻土およびせっこうボード中の自由水に溶解し試験体内に残っていると考えられる。

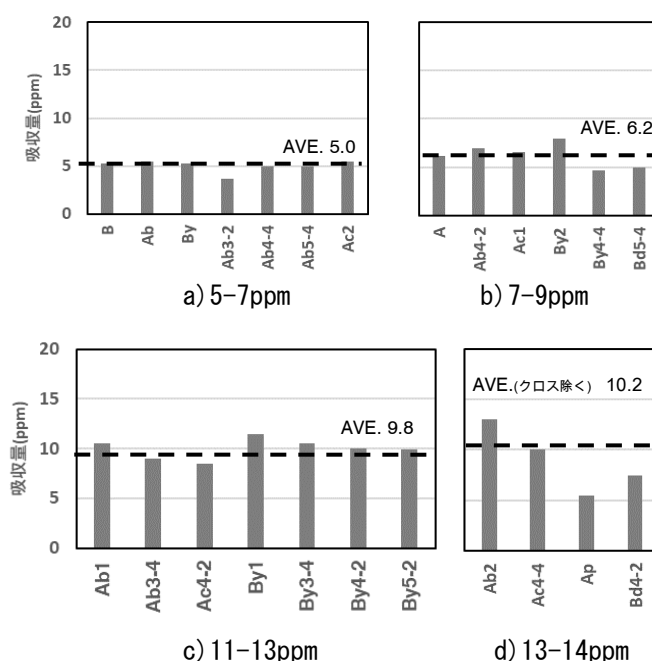
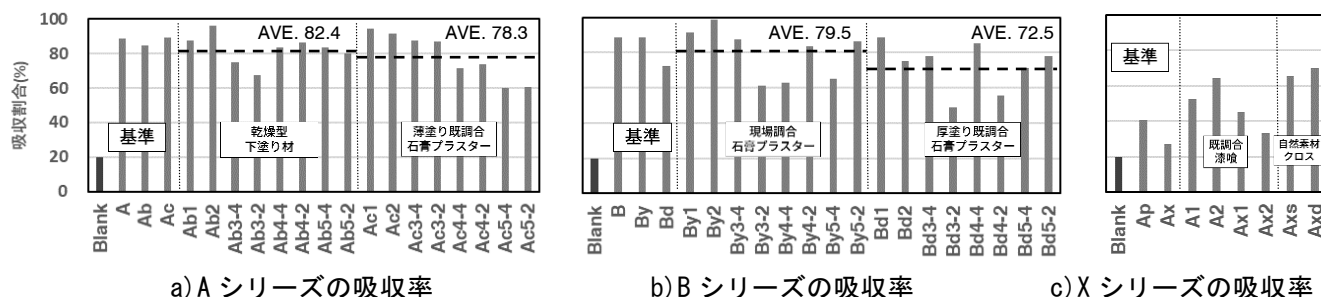


図4 初期濃度によるアンモニア吸収量平均の比較

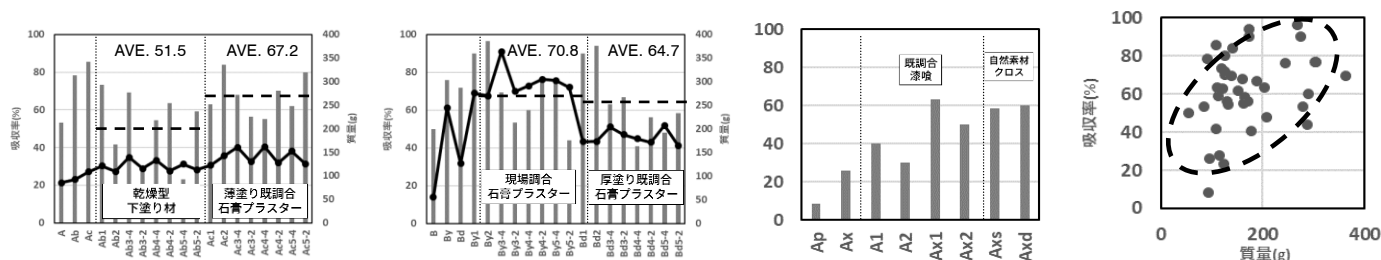


a) Aシリーズの吸収率

b) Bシリーズの吸収率

c) Xシリーズの吸収率

図5 左官試験体ごとの初期濃度に対するアンモニア吸収率



a) Aシリーズの吸収率と質量

b) Bシリーズの吸収率と質量

c) Xシリーズの吸収率

d) 質量-吸収率相関図

図6 左官試験体ごとのトリメチルアミン吸収率と質量

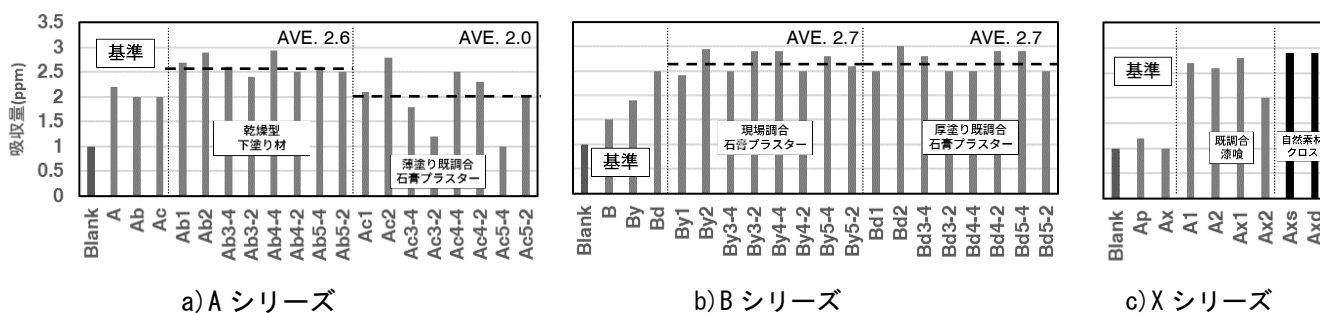


図 7 左官試験体のホルムアルデヒド吸収量

3.3 トリメチルアミン吸収試験の結果と考察

表 3 にトリメチルアミン吸収試験の条件と対象試験体を示す。初期濃度は 5~15ppm とする。図 6 に初期濃度別でのトリメチルアミン吸収量を示す。本来、トリメチルアミンは規制濃度 0.005ppm の物質であるが本実験では測定に検知管に合わせ、初期濃度は検知管での測定・比較が容易である 5~15ppm とする。

トリメチルアミンも初期濃度設定の幅が広いため初期濃度別の吸収量での比較では、一部を除いて大きな差は見られない。クロス及びペイントは非常に低い値を示している。また、左官材料の中では Ab5-4 (平ボード-乾燥型下塗り材-既調合漆喰-漆喰+砂漆喰 4mm) 及び Ab3-2 (平ボード-乾燥型下塗り材-現場調合粉つものまた-漆喰 2mm) が低い値を示した。

図 8 に吸収率と質量との相関図を示す。吸収率と質量の相関係数 $r=0.41$ とやや正の相関関係にあり、吸収率に関連している可能性がある。仕上げ材としては加水既調合漆喰を使った試験体について若干吸収量が低い傾向にある。ペイントおよびクロスを含む試験体では含まないものと比較し著しく数値が低下している。含水率ではしっくい系試験体は 1.1~1.2%、珪藻土系試験体では 1.3~1.4%、石膏ボードのみでは 1.0 と差がみられず、関係性は見いだせなかった。また、素人でも塗れる既調合漆喰は加水既調合漆喰と同程度であり、既調合漆喰全体として吸収率が若干低くなる傾向にある。

実験者の鼻でのにおい確認では、試験後 2 日間ほど放置した試験体からはにおい確認できなかった。

また、今回は測定機器の都合上高い濃度での実験を行ったが、においセンサーを使用することでより低い濃度・感度での測定が可能であるため、においセンサー等での実験を行う必要は見いだせなかった。また、素人でも塗れる既調合漆喰は加水既調合漆喰と同程度であり、既調合漆喰全体として吸収率が若干低くなる傾向にある。また、相関図を近似グラフにした際どのような関係にあるかについてはより多くのデータをとり検討する必要がある。

3.4 ホルムアルデヒド吸収試験の結果と考察

対象試験体は表 3 を参照する。初期濃度は 3ppm とする。図 7 に下地材料ごとのホルムアルデヒド吸収量を示す。今回測定したしっくいクロス・珪藻土クロスの 2 種は左官試験体の中でも性能の高いものと同等の値を示した。これらは非常に薄いにもかかわらず高い結果を示した。これよりホルムアルデヒドの吸収では左官材料自体に除去性能があると考えられる。

4. まとめ

- 1) 吸収率を使うことで初期濃度の幅がある結果を同じ基準で比較することができる。
- 2) アンモニアの吸収では、しっくいクロス・珪藻土クロスともに左官材料に満たないものの既調合漆喰より高い結果を示した。
- 3) トリメチルアミンの吸収では一部を除き 70%前後の吸収率を示した。また、吸収率と質量はやや正の相関関係にある。現場調合漆喰を使用したものと比較し既調合漆喰を使用したものは若干低い性能を示した。左官材料を使用したものはペイント・クロスと比較し高い値を示した。
- 4) ホルムアルデヒドの吸収では、しっくいクロス・珪藻土クロスは性能の高い左官材料と同等の結果を示した。

参考文献

- 1) 中田倫：各種内装左官仕上げの臭い除去特性の比較、2017 年度日本建築学会関東支部研究報告集 I, pp.109-112, 2017
- 2) 沢辺大輔：既調合しっくいによる内装壁材の機能性・第 14 回建築フォーラム
- 3) 車園子：建築内装仕上げ材料による室内空気汚染物質の低減効果に関する研究・日本建築学会技術講演梗概集 A-1 材料施工 2005 巻 p933-934
- 4) ペットフード協会：平成 27 年全国犬猫飼育実態調査結果、2016
- 5) 日本建築学会：AIJES-A0003-2005, 室内の周期に関する対策。維持管理基準・同解説, 2005
- 6) 悪臭法令研究会：四訂版 ハンドブック悪臭防止法, 2001

謝辞

本研究は工学院大学と東京都左官職組合連合会の共同研究成果の一部である。研究にあたり本学院生・金巻とも子氏より助力を賜った。