

内装左官仕上げ壁における VOC・臭い除去・抗菌に対する機能性評価

DB14227 中田倫

1. はじめに

近年「左官仕上げ」「塗り壁」が再び注目を集めている。左官とは、日本で最も古い技術の一つと言われ、今あるあらゆる建築物に左官仕事がなくして出来るものではないとされている。左官仕上げの塗り壁は天然素材を使用しているので環境に優れ、健康にも優しいことで有名であるが、近年の建設工事全体量に占める左官工事の割合は、概ね0.5%前後で推移している。

本研究では、左官の優れた機能性を広めることを一つの目的としている。そのために、VOC・臭いの除去機能と抗菌機能を定量化する。これにより、左官材料の機能性が明らかになり、日本の風土に根ざした伝統技術の信頼性が期待される。更に、近年ではペットの飼育世帯数が24%に増えている。それにより、人とペットの双方が快適に暮らせる室内空間のニーズが高まっており、人とペットが快適に共棲することを目的としたペット配慮の建材が売り出されている。その多くは左官材料を使用していることが分かっている。本研究で左官材料の機能試験を行い、定量化をする事でペットとの共棲に最適な建材を見出し、これからの暮らしに活用していく事も提案する。本研究の流れを図1で示す。

2. 左官材料の認知度アンケート調査

図2にアンケート回答者の年齢と左官材料の認知度を示す。これは、左官材料の一般市民による認知度を確認するために千代田区ねこまつりにて「ペットと左官に関するアンケート」を行った。その結果、左官材料の認知は半分以下であることが確認できた。

3. 左官材料の各試験体の概要

3.1 各試験体の選定方法

表1に今回の試験に使用する試験体44種類を示す。本研究では、左官職人の方と協力し試験体選定をおこなった。下地材料を2種類・下地塗材4種類性・仕上げ塗材8種類・仕上げ仕様を3種類に選定し、ペイントとクロスをそれぞれ1種類、これに加えホームセンター等で購入が可能で簡単に塗りつけが出来る漆喰2種類を使用し試験体を作製した。これら合計44種類を試験体として選定し、実際の左官仕上げ壁を想定した機能性を評価する。

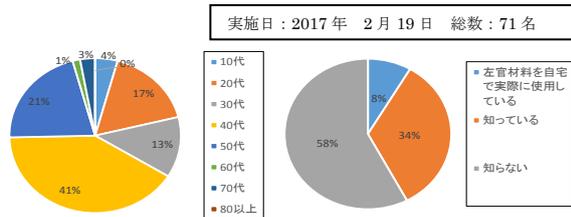


図2 アンケート回答者の年齢(左)と左官の認知度(右)のアンケート結果

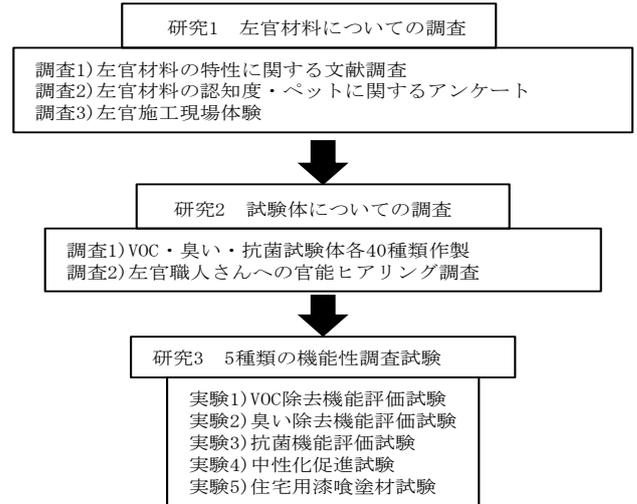


図1 研究のフロー

表1 使用材料

番号	下地材料	下塗り材	仕上げ材料	仕上げ仕様	記号	
1	平ボード	-	-	-	A	
2	ラスボード	-	-	-	B	
3	平ボード	乾燥	-	-	Ab	
4	平ボード	石膏	-	-	Ac	
5	ラスボード	現場	-	-	By	
6	ラスボード	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(粉つのみ)	砂漆喰+漆喰 4mm	Ab3-4	
10			現場調合漆喰(粉つのみ)	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		加水既調合漆喰	砂漆喰+漆喰 4mm	Ab5-4		
14		加水既調合漆喰	漆喰 2mm	Ab5-2		
15		石膏プラスター	薄塗り既調合	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(粉つのみ)	砂漆喰+漆喰 4mm	Ac3-4
18				現場調合漆喰(粉つのみ)	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	加水既調合漆喰		砂漆喰+漆喰 4mm	Ac5-4		
22	加水既調合漆喰		漆喰 2mm	Ac5-2		
23	-		ペイント	ビニールクロス	-	Ap
24				既調合漆喰①2mm	-	Ax
25		既調合漆喰②2mm		-	A1	
26		ビニールクロス		既調合漆喰①2	Ax1	
27		既調合漆喰②2mm		-	A2	
28		ビニールクロス		既調合漆喰②2	Ax2	
29	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	
30			珪藻土 W系	メーカー指定の厚み	By2	
31			現場調合漆喰(粉つのみ)	砂漆喰+漆喰 4mm	By3-4	
32			現場調合漆喰(粉つのみ)	漆喰 2mm	By3-2	
33		現場調合漆喰(たきのり)	砂漆喰+漆喰 4mm	By4-4		
34		現場調合漆喰(たきのり)	漆喰 2mm	By4-2		
35		加水既調合漆喰	砂漆喰+漆喰 4mm	By5-4		
36		加水既調合漆喰	漆喰 2mm	By5-2		
37		石膏プラスター	厚塗り既調合	珪藻土 L系	メーカー指定の厚み	Bd1
38				珪藻土 W系	メーカー指定の厚み	Bd2
39	現場調合漆喰(粉つのみ)			砂漆喰+漆喰 4mm	Bd3-4	
40	現場調合漆喰(粉つのみ)			漆喰 2mm	Bd3-2	
41	現場調合漆喰(たきのり)		砂漆喰+漆喰 4mm	Bd4-4		
42	現場調合漆喰(たきのり)		漆喰 2mm	Bd4-2		
43	加水既調合漆喰		砂漆喰+漆喰 4mm	Bd5-4		
44	加水既調合漆喰		漆喰 2mm	Bd5-2		

3.2 試験体の作製概要

本章では左官材料について VOC 除去・悪臭除去・抗菌の機能試験を行う。この3つの試験に使用する試験体は前文で述べたように44種類である。試験体は裏面及び側面をアルミテープで覆い、吸収・接触面を1面とした。また、吸着有効面の大きさが VOC・臭い除去では 81cm²に、抗菌では 16cm²になるように接触面の周囲もアルミテープでマスクした。

3.3 試験体作製時の官能ヒアリング調査

本研究で試験体作成を行った際に、施工者へ施工官能調査としてヒアリングを行った。ヒアリングの結果を表3に示す。施工者が最も塗りやすいと感じたものは記号 Ab2 (参照表1)であり、作業制がよく、誰でも塗れるという評価であり、実際に一般的に左官で多く採用されているものである。逆に、施工者が最も塗りづらいと感じたものは、記号 By3-2 と By4-2 (参照表1) である。双方には、粉つのみたまたきのみといった繊維質の物質を混ぜあわせて作られている事と、下地塗材の現場調合石膏プラスターに含まれている骨材等が塗りづらくなる原因だと推測する。

4. VOC・臭い除去機能の評価方法

4.1 使用材料

本章では A1・Ax1・A2・Ax2 を除く 40 種の試験体を使用する。

表2 要因と水準

実験項目	実験要因	水準		
研究1	調査1	文献調査	JASS, JISS, AIJES	
	調査2	年齢	10・20・30・40・50・60・70・80以上(代)	
		性別	男性・女性	
		住居形態	戸建住宅・集合住宅	
		ペットの有無	飼っている・飼っていない	
		ペットの種類/数	犬・猫・その他/1匹・2匹・3匹・4匹・5匹以上	
		生活の臭い	気になる・気にならない	
		生活の音	気になる・気にならない	
		生活の汚れ	気になる・気にならない	
		左官の認知度	実際に自宅で使用している・知っている・知らない	
	調湿建材の認知度	よく知っている・名前だけ知っている・興味がある・知らない		
その他	ペットとの生活の中で困っていること			
調査3	社会調査	左官施工現場体験		
研究2	調査1	左官セミナー	左官の今後について・作品	
	調査2	試験体の作製	VOC 100×100mm 1種類(ホルムアルデヒド) 臭い 100×100mm 1種類(アンモニア) 抗菌 50×50mm 1種類(カビ)	
		調査3	塗り厚	施工官能調査
			乾燥時間	
塗りやすさ				
研究3	実験1	VOC 除去試験	AIJES-A0001-2014, 容積: 3L, 吸着有効面積: 81cm ² , 温湿度: 20℃60%, 測定時間: 0・2・12・24, 発生源: ホルマリン, 量: 22×10 ⁻⁵ g, 成分: 合成樹脂等	
	実験2	臭い除去試験	AIJES-A0003-2005・容積: 3L, 吸着有効面積: 81cm ² , 温湿度: 20℃60%, 測定時間: 0・5・15分, 発生源: アンモニア水, 量: 19×10 ⁻⁵ g, 成分: 有機溶剤	
	実験3	抗菌試験	AIJES-A0002-2013, 容器: φ90×15mm, 吸着有効面積: 16cm ² , 温湿度: 25±5℃60%, 測定時間: 0・4・24	
	実験4	中性化促進試験	VOC 除去試験, 臭い除去試験, 抗菌試験 試験体: 50mm×50mm, 二酸化炭素濃度: 5% 養生期間: 1ヶ月~1ヶ月半	
	実験5	住宅用漆喰塗り材試験	VOC 除去試験, 臭い除去試験 試験体: 100mm×100mm, 既調合漆喰 2種類	

4.2 VOC・臭い除去試験の概要

本章では、容積約 3L の密閉容器を用いた簡単な方法で、左官材料の室内汚染物質の除去機能を評価する。ここで検討した化学物質は VOC ではホルムアルデヒドの1種類、臭いではアンモニアの1種類である。

4.3 VOC・臭い除去試験方法

表4に簡易測定法による VOC・臭い除去性能評価試験の試験条件と概要図を示す。簡易測定法による VOC・臭い除去機能試験は容積約 3.1L の密閉容器内に化学物質発生源と試験体を入れ、密閉し 20℃60% (RH) の環境下で容器内に発生した化学物質を試験体が吸収する量と時間を測定した¹⁾。同時にどの程度の量を試験体が吸収するかを比較するために、化学物質発生源のみを入れたブランクの濃度も測定した。使用した化学物質発生源を表3に示す。化学物質発生源は 2.5cm×0.7cm の紙にホルムアルデヒド液・アンモニア水を1滴垂らして浸し、1mm×1mm の大きさに切り初期発生濃度を VOC は 3ppm²⁾、臭いは 5~14ppm に設定し、作成した測定に使用する検知管は北川式検知管を使用した。

4.4 各試験体による VOC・臭い除去機能評価試験の結果と考察

図3に VOC・アンモニアの最大吸収量を示す。

VOC・アンモニア共に、左官材料を使用した試験体はブランクやペイント・クロス (VOC・アンモニア) 吸収量よりも上回るものが多い結果になり、このことから左官材料には VOC・臭いを除去する機能があるといえる。

5. 抗菌機能の評価方法

5.1 使用材料

本章では A1・Ax1・A2・Ax2 を除く 40 種類試験体を使用する。

5.2 抗菌試験方法

表5に抗菌評価試験の試験条件と概要図を示す。抗菌評価試験は、5mm×50mm の試験体³⁾に 10mm ごとに線を書き滅菌済みシャーレに入れ、培養したカビ 1~2g 程度を精製水 10mL に溶かし、試験体に約 0.4mL 滴下する。滴下直後のカビの大きさを顕微鏡で測定し、その後温度 35±1 度で保存し 24 時間後のカビの大きさも顕微鏡で測定し比較を行った。今回の試験で検討したカビの種類は1種類である。試験体の表面には、手の脂などの汚れが付着していることがあるので、

表3 官能試験結果

下地材料	塗り厚	乾燥時間	塗りやすさ	
乾燥下地塗材	薄い	短い	5	
石膏プラスター	↑	↑	2	
現場調合	↓	↓	1	
既調合	厚い	長い	4	
珪藻土 L系	厚い	長い	4	
珪藻土 W系	薄い	短い	5	
粉つのみた	3	短い	1	
たきのみ	3	短い	1	
真白壁	3	3	4	
5…とても良い	4…良い	3…普通	2…やや悪い	1…悪い

原則として試験体表面全体の汚れを拭き取ってから試験を行う。拭き取り液には、これらの除去が出来るエタノールを使用した。拭き取り後は十分に乾燥を行った。試験体と菌液を覆うフィルムにはポリエチレンを使用したラップを使用する。

5.3 抗菌機能評価試験の考察

図4に各試験体のカビ減少率比較を示す。ペイント・クロスと左官材料を使用した試験体を比べると左官材料を使用した試験体の減少率が大きいものが多い。この結果により左官材料には抗菌機能があると考えられる。

6. 経年劣化試験体による臭い・抗菌機能評価試験

6.1 経年劣化の目的と方法

左官材料には臭い除去・抗菌等の性能があるとされているが機能の効果期間は定かでない。左官材料はアルカリ性であるが、経年劣化により表面から中性化が始まる。中性化後でも機能が発揮できるかを検証する。試験体の中性化は中性化促進試験機にいれて行う。表2に中性化実験における中性化促進試験機の二酸化炭素濃度と養生期間を示す。

6.2 使用材料

今回の試験で使用する試験体を44種類の中から珪藻土4種 漆喰8種の計12種類選び使用する。

6.3 VOC・臭い除去・抗菌機能評価試験の方法と結果の考察

VOC・臭い除去機能試験は3章・抗菌機能試験は4章の試験方法を利用する。

図5に各試験の試験結果を示す。今回は中性化促進試験機に試験体を入れた期間が1ヶ月~1ヶ月半(約10~15年分)という短い期間のため、中性化による著しい機能の低下は各試験において見られなかった。今回行った試験により最低でも10~15年は左官材料の効果が持続する事が分かった。

7. 住宅用漆喰塗材試験体による VOC・臭い機能評価試験

7.1 住宅用漆喰塗材試験体の作製

本章では、現代の住宅改修対応に向けてホームセンター等で購入が可能な漆喰塗材を2種類使用し、試験体を作製した(A1・Ax1・A2・Ax2)。平ボードとクロス試験体の上にコテ等を使用して漆喰を塗り上げた。

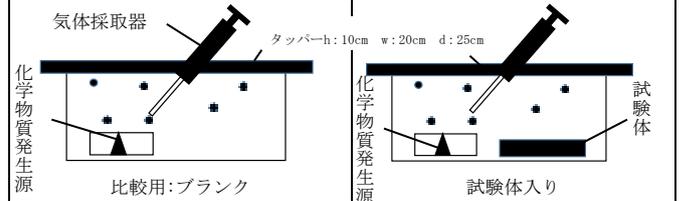
7.2 VOC・臭い除去試験方法と結果の考察

VOC・臭い除去機能試験は4章の試験方法を利用して行う。

図6に住宅用塗材漆喰のホルムアルデヒド・アンモニア吸収濃度のグラフを示す。職人仕上げの漆喰試験体と住宅用漆喰塗材の試験体を比較するとホルムアルデヒド(VOC)では同じ位の機能性を発揮し、アンモニア(悪臭)では住宅用漆喰塗材が多少劣るが、ブランクの吸収量よりもアンモニアを吸収していることが分かる。この結果により住宅用漆喰塗材にVOC(ホルムアルデヒド)と悪臭(アンモニア)の除去機能があると考えられる。

表4 VOC・臭い除去機能評価試験の条件と概要

試験項目	容器容積	吸着有効面積	温湿度	測定時間
VOC除去試験	3.1L	81cm ²	20°C60%(RH)	0.2.12.24時間
臭い除去試験	3.1L	81cm ²	20°C60%(RH)	0.5.15分



名称	ホルムアルデヒド (HCHO) : ppm	アンモニア (NH ₃) : ppm
発生源	ホルムアルデヒド液 (ホルマリン 35~38%)	アンモニア水 (25%アンモニア水)
主な用途	合成樹脂, 有機溶剤, 防錆剤, 顔料	有機溶剤
化学物質質量	22×10 ⁻⁵ g (滴下量) 3ppm (気中濃度)	19×10 ⁻⁵ g (滴下量) 5~14ppm (気中濃度)

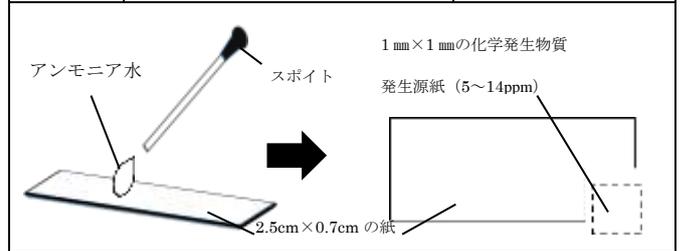
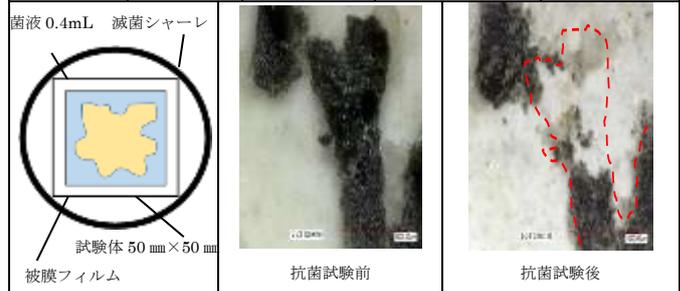
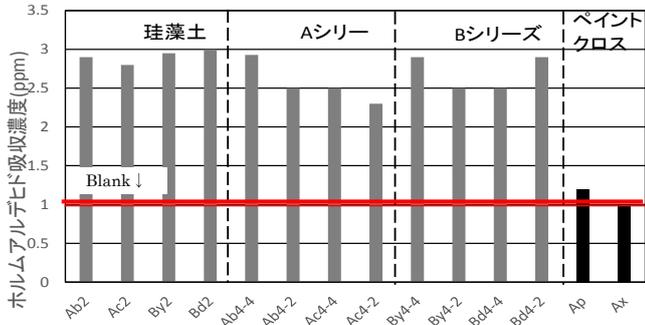


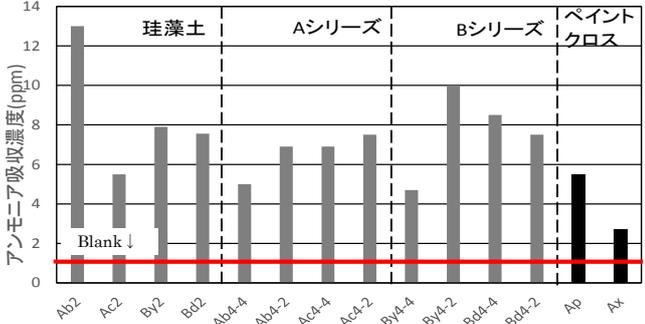
表5 抗菌試験の条件と概要

試験項目	容器容積	接触有効面積	温湿度	測定時間
抗菌試験	φ90×15mm	16cm ²	35±1°C90%(RH)	0.4.24時間

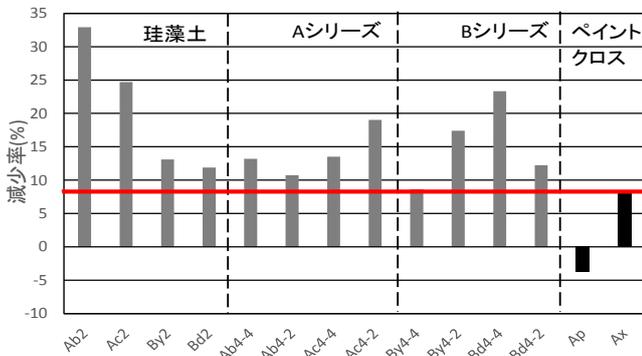




a) VOC (ホルムアルデヒド) 吸収濃度



b) 悪臭 (アンモニア) 吸収濃度



c) カビの減少率

図3 各試験体における機能性評価結果

8. まとめ

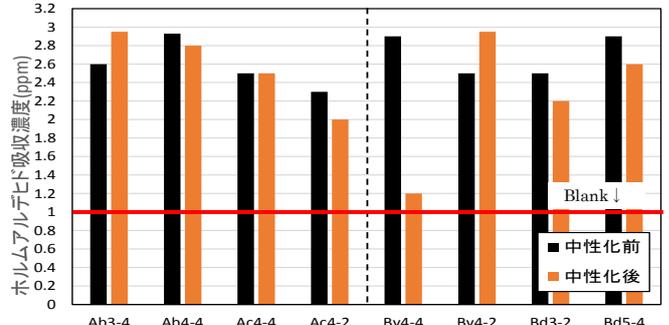
- VOCの吸収濃度はブランクの量に対し、左官材料を使用した試験体は最大2.93倍～最小1倍、ペイント・クロスの吸収濃度に対し最大2.66倍～最小0.9倍を吸収した。
- アンモニアの吸収濃度はブランクの濃度に対し、左官材料を使用した試験体は最大18.8倍～最小4.7倍、クロス・ペイントの吸収濃度に対し、最大2.74倍～最小0.68倍を吸収した。
- 左官材料壁仕上げによる抗菌機能評価試験を行った結果、最大で51.6%減少し抗菌機能を把握できた。
- 経年劣化試験体による臭い・抗菌機能試験を行った結果、10～15年では左官材料の機能は低下しない事が把握できた。
- 住宅用漆喰塗材試験体によるVOC・臭い除去試験を行った結果、VOC・臭い除去特性を把握できた。

参考文献

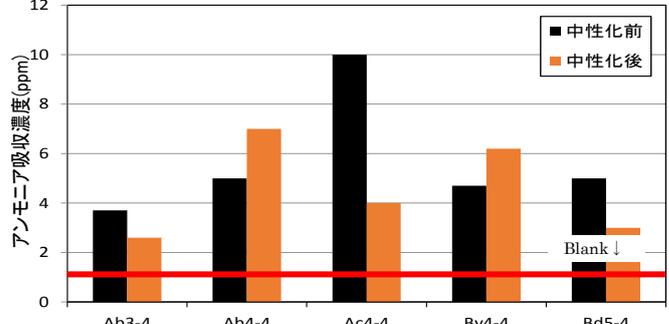
- 車園子：建築内装仕上げ材料による室内空気汚染物質の低減効果に関する研究・日本建築学会技術講演梗概集 A-1 材料施工 2005 巻 P933-934
- 日本建築学会環境基準 AIJES-A0001-2014：ホルムアルデヒドによる室内空気汚染に関する設計・施工等・同解説
- JIS Z 2801：抗菌加工製品-抗菌試験方法・抗菌効果

謝辞

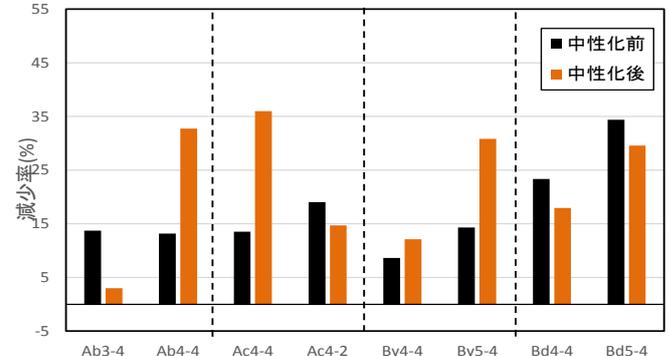
本研究は工学院大学と東京都左官職組合連合会の共同研究成果の一部である。工学院大学施設課を始め、千代田ねこまつり関係者、日本漆喰協会関係者各位、本学院生・金巻とも子氏より助力を賜った。



a) VOC (ホルムアルデヒド) 吸収濃度

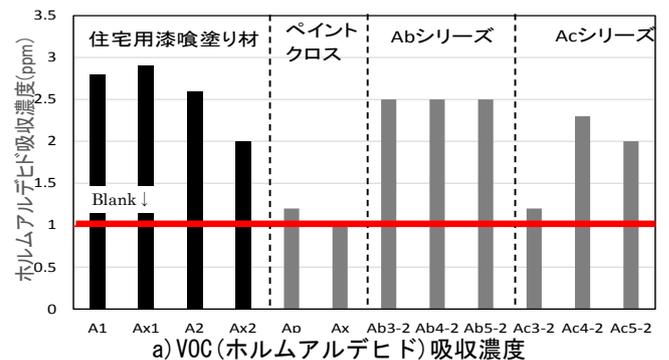


b) 臭い (アンモニア) 吸収濃度

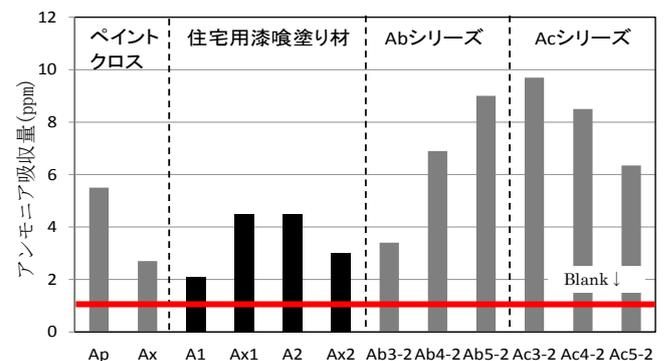


c) カビ減少率

図4 各試験の中性化前後の機能性評価結果



a) VOC (ホルムアルデヒド) 吸収濃度



b) 悪臭 (アンモニア) 吸収濃度

図5 住宅用漆喰塗材の機能性評価結果