

有用微生物資材によるホルムアルデヒドの放散抑制効果

シックハウス、シックビルディング、ベントナイト
有用微生物資材、ホルムアルデヒド正会員○ 奥本秀一¹
正会員 佐藤信幸²
正会員 露木尚光³
正会員 比嘉照夫⁴

1. はじめに

「シックハウス・シックビルディング症候群」の原因物質として問題視されているホルムアルデヒドは、接着剤の主要原料である。しかしながら、ホルムアルデヒドの発生源である接着剤に対し、直接的に働きかけ、それを抑制する方法に関しては、ほとんど開発されていないことから、当分野において研究を進めることは非常に重要である。

前報¹⁾では、ホルムアルデヒド系接着剤に粘土鉱物を添加することにより、ホルムアルデヒドの発生が抑制されることを報告した。その抑制効果は、粘土鉱物の種類によっても異なり、カオリナイトよりベントナイトを添加した方が効果は高かく、また、それらの粘土鉱物の焼成体を添加した場合は、焼成しないものに比べ効果が低かった。

本研究では、前報において最も有効であったベントナイトに着目し、同粘土粉末を添加した塗材におけるホルムアルデヒドの抑制効果について評価した。また、悪臭対策に有効として市販されている有用微生物を添加した場合の抑制効果やpHを変化させたときの影響についても併せて検討した。

2. 実験概要

実験1：ベントナイト添加塗材のHCHO抑制効果

混合石膏プラスター（東京サンホーム社製）に対し、ベントナイト粘土粉末をそれぞれ0、1、3、5、10、20%（w/w）含むよう調合し、蒸留水を定量添加後混合して、下地である石膏ボード（縦×横×高さ：70×20×12mm）の表面に厚さが5mmになるよう塗布し、試験体を作成した。24時間養生後、それぞれの試験体上にホルムアルデヒド（以下、HCHOと記す）の発生源である接着剤（住友ベークライト製UA-126-46、不揮発成分50%、遊離HCHO 1.2%）を滴下し、平金へらで表面に均一になるように塗布した。この際、添加接着剤の重量が丁度0.22gになるよう調整する。この試験体を直ちにHCHO採集装置¹⁾のデシケーター内に設置し、装置を動作させた。HCHOの捕集及び分析方法については、第1報¹⁾に準じて行い、高速液体クロマトグラフ装置を用いて定量した。

実験2：有用微生物資材によるHCHO抑制効果とpH変化による影響

添加水量に対して、有用微生物資材（以下、EMと記す）をそれぞれ0、1、20、100%含むよう調整し、それらを5%ベ

ントナイト含有石膏プラスター粉末に混合後、石膏ボードに塗布し試験体を作成した。また、ベントナイトを含まない石膏プラスターに、EM100%添加した試験体も比較のため準備した。

有用微生物資材EMは、乳酸菌・酵母菌・光合成細菌等を複合培養させた液体で、農業・畜産・環境浄化に現在幅広く利用されている。

また、pH変化による影響評価のため、5%ベントナイト・EM100%添加石膏プラスターに、Ca(OH)₂がそれぞれ0.05、0.5、2.5、5%含まれるよう試験体を作成した。ブランクとして石膏プラスターのみ試験体も準備した。HCHO定量方法については、実験1に準じた。

実験3：表面観察及び空隙特性

無添加石膏プラスター、ベントナイト5%添加石膏プラスター、ベントナイト5%・EM100%添加石膏プラスター、ベントナイト5%・EM100%添加・Ca(OH)₂2.5%添加石膏プラスターの4種類の供試体について、走査型電子顕微鏡(SEM)により表面観察を、水銀圧入試験により空隙特性について検討した。

3. 結果及び考察

石膏プラスターに対するベントナイトの添加率を、0、1、3、5、10及び20%と徐々に上げた場合、5%までは添加率の増加に伴い、HCHO放散量(μg)が徐々に減少した。しかしながら、添加率が5%以上では放散量が横ばいとなり、放散抑制率は20%前後で一定した(図1)。

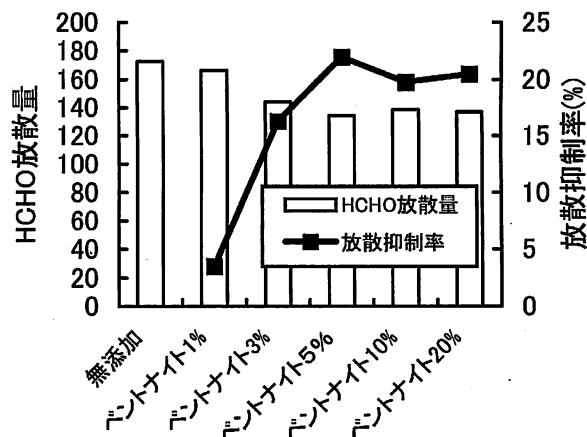


図1. ベントナイト添加によるHCHO放散抑制効果

石膏プラスターにベントナイトを添加することにより、比表面積が増大し HCHO の吸着量が増加、しかしながら、ベントナイト 5% 添加でほぼ最大の表面積をとり、吸着飽和状態にいたったものと推測された。

畜産及び汚水処理の悪臭を軽減する効果があることが認められている EM による HCHO 抑制効果実験に関して、ベントナイトのみ添加では、HCHO 放散抑制率は 22.6% であり、EM のみ添加では 19.5% であった。しかしながら、ベントナイトに EM 1% 及び 20% 添加では、それぞれ 24.2% 及び 31.3% であった。更に、EM100% 添加の場合、その抑制率が 34.61% に達し、ベントナイトと EM を混合することにより、抑制効果が相乗的に増加した (図 2)。

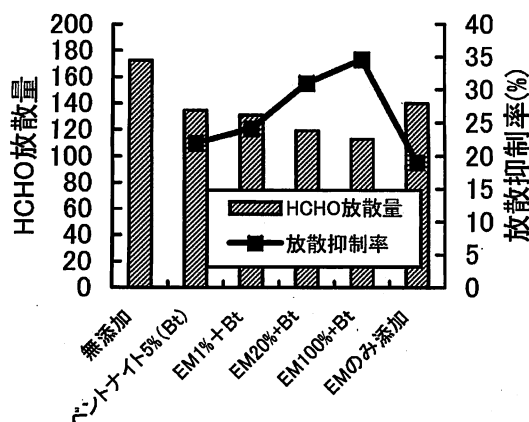


図2. EM及びベントナイト添加による HCHO抑制効果

EM の構成微生物は、乳酸菌、酵母、光合成細菌等であるが、その液体中の主な内容物は、95%の水分の他、有機酸 (乳酸・酢酸)、エタノール、nプロピルアルコール、その他多くにミネラルや生理活性物質を含んでいることが確認されている。本研究における結果も、EMに含まれるミネラル及び有機酸等の存在が HCHO 抑制に影響をおよぼしたものと考えられる。

また、Ca(OH)₂ の 0.5% 及び 2.5% 添加では、抑制率が 40% を超えた。しかしながら、0.05% 及び 5% では、その効果は若干低減している。これは、HCHO の吸着能が pH によって著しく影響を受けることを示している。中性やアルカリ性では、その吸着能が低下するが、pH9~11 の範囲で吸着能が増加することが明らかになった (表 1)。

SEM により、石膏プラスター供試体表面には微細な柱状結晶が観察された。しかし、ベントナイトを添加することにより、結晶を大きく発達させるとともに、細孔径が著しく拡大していることが確認された (表 2)。これが、ベントナイト添加石膏プラスターの HCHO 吸着能を高め、抑制効果の向上につながったものと推測する。

さらに、EM を添加したものは、柱状結晶の更なる微細化が進み、細孔径については大きな変化は見られないが、比表面積が拡大した (表 2)。

Ca(OH)₂ を添加した EM・ベントナイト添加石膏プラスターでは、空気の触れていなかった断面には微細な柱状結晶が、表面には平滑な皮膜状化合物が形成されていた。ピークトップ径は他の試験体に比べ小さな値をとっているが、細孔容積、比表面積、細孔径に関してはブランクと同程度の数値となっている (表 2)。

粘土鉱物の吸着能は、表面積や細孔径に関係していることは良く知られている。しかし、Ca(OH)₂ 添加プラスターが HCHO 抑制に関して最も効果が高かったことから、比表面積や細孔径だけでは、HCHO 抑制が説明できないことを本実験の結果は示している。すなわち、EM に含まれる有機酸等が、石膏プラスターに添加した Ca(OH)₂ と空气中で容易に結合し、プラスター表面を構成したものと考えられる。それが、HCHO の吸着能を高めている可能性がある。

表 1. Ca(OH)₂ 添加が HCHO 放散量に及ぼす影響

試験体	pH	放散量(μg)	抑制率(%)*
無添加(プラスターのみ)	7.5	172.5	
Bt+EM	6.6	112.8	34.6
Bt+EM+0.05%Ca(OH) ₂	7.1	125.9	27.0
Bt+EM+0.5%Ca(OH) ₂	9.4	99.6	42.3
Bt+EM+2.5%Ca(OH) ₂	11.8	100.5	41.7
Bt+EM+5%Ca(OH) ₂	12.2	116.2	32.6

*: 無添加の放散量を基に算出

表 2. 各供試体による細孔径分布

試験体	細孔容積	比表面積	ピーク径	平均細孔径
	Vp(cc/g)	Sp(m ² /g)	D(nm)	Dav(nm)
無添加プラスター	0.547	4.7	3395	4710
Bt 添加	0.436	3.0	3340	7015
EM+Bt	0.461	5.7	3380	3460
Ca(OH) ₂ +EM+Bt	0.433	4.6	1015	3760

Bt: ベントナイト添加石膏プラスター

Vp: 測定細孔の累積細孔容積

Sp: Vp と D より円筒状細孔を仮定して求めた累積比表面積

ピーク径: dVp/dlogD のピークトップ径

平均細孔径: 4 Vp/Sp

4. 参考文献

1) 奥本秀一ほか: 粘土鉱物によるホルムアルデヒドの放散抑制効果、日本建築学会大会学術講演、2001.9

[謝辞]

本研究は、(財)国土技術研究センターの平成 13 年度助成により行いました。ここに深く謝意を表します。また、EM 研究機構の援助に対し厚くお礼申し上げます。

1: 日本大学大学院海洋建築学専攻 博士課程後期
 2: EM 研究機構 理博
 3: 日本大学理工学部 教授・工博
 4: 琉球大学農学部 農博

Postgraduate Course, Nihon University
 EM Research Organization, Dr.Sc.
 Nihon University, Dr.Eng.
 Ryuky University, Dr.Agr.