

ガラス繊維強化発泡石膏建材の防かび化に関する研究

岩波 洋 武井 克丞
竹本 靖

Study on Antifungi Property of Glass Fiber Reinforced Foamed Gypsum

Hiroshi Iwanami Yoshitsugu Takei
Yasushi Takemoto

Abstract

Cases of fungal contamination on the surface of glass fiber reinforced foamed gypsum have increased recently. The authors made microbial investigations at the factory and building sites and carried out various tests of fungus resistance for the selection of the best fungicide so that an effective countermeasure can be considered. The antifungi method adopted is applied in such manner that the surface of gypsum is coated with ZPT (zinc 2-pyridinthiol-1-oxide) which has heatproof fungicide characteristics. This antifungi method is expected to be applied to several other finishing materials including gypsum board.

概要

ガラス繊維強化発泡石膏建材は、耐火材としてホテルやオフィスで、間仕切り壁、防火区画等に広く利用されているが、近年、製造後の工場保管および現場施工段階において建材表面にかびが発生する事例が増加し、大きな問題となってきている。そこで、工場建屋や使用現場の微生物調査、防かび剤選定のための各種かび抵抗性試験等を実施し、対策を立案した。その方法は、ボード原紙製作時に原紙表面にピリチオン系誘導体を塗布するものであり、薬剤の耐熱性が高いためボード製作時の高温乾燥処理においても、かび抵抗性が低下しにくいのが特長である。なお、この防かび方法は、石膏ボード等、他の建材への応用も可能であり、幅広い利用が期待できる。

1. はじめに

ガラス繊維強化発泡石膏建材は、耐火材として、ホテルや事務所ビル等で、間仕切り壁をはじめコアー回り、防火区画等に広く使われている。

しかし、近年、製造後の保管時および現場施工段階において、ボード（ボード原紙）の表面にかびが発生する事例が増加し、大きな問題となってきている。

そこで、防かび対策を講じるため、種々の検討を行なうこととした。

なお、対策としては、「石膏に防かび剤を混入し、ボードそのものに防かび性能を持たせる方法」と、「ボード原紙表面に防かび剤を塗布しボード表面のみに防かび性能を持たせる方法」の2方法が考えられたが、経済性の点と、また実際にかびの発生がボード表面に限定されている場合が多いことなどを考慮して、ボード原紙表面の防かびに限定して検討を行なうこととした。

2. 研究工程

研究は、3年間をかけて実施された。
研究項目とその工程を表-1に示す。

表-1 研究工程

	'87.	'88.									'89.							'90.																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
①-工場																																							
②																																							
③																																							
④																																							
⑤-⑤-																																							
子備試験																																							
本試験																																							
⑥																																							
⑦																																							
⑧																																							
⑧																																							
⑨																																							
⑨																																							
⑩																																							
⑩																																							
研究項目	①かび環境調査（ボードの製造・保管工場および施工現場） ②対策の立案 ③防かび薬剤に要求される条件の明確化 ④候補薬剤の一次選定 ⑤かび抵抗性試験（ボード原紙による室内試験） ⑥薬剤およびその塗布量の絞り込み・決定 ⑦着色、発泡性の検討（室内試験） ⑧作業性（ペイント、クロスの接着性等）の検討（現場試験） ⑨かび抵抗性試験（ボードによる室内試験） ⑩かび抵抗性試験（ボードによる現場試験） ⑪薬剤および塗布量の最終決定																																						

3. かび環境調査

3.1 調査目的

石膏建材の製造・加工および保管工程において、かびの発育を促進させる特殊な要因が存在するの否か、また実際に石膏建材の表面にはどのような種類のかびが発育しているのかを把握するため、以下の調査を実施した。

3.2 調査方法

調査は、昭和62年11月27日に、表-2の方法で実施した。

3.3 調査結果

落下真菌数、浮遊真菌数、乾球温度、相対湿度の調査結果を表-3に示す。

石膏建材の製造工場および保管庫では、落下真菌数、浮遊真菌数とも、一般環境中¹⁾と同程度であった。乾球温度、相対湿度は外気状態とほぼ同一であった。

また、ボード製造後、数箇月から1年程度の保管期間を経たもので、真菌の発生が認められるものについて付着真菌を採取して、培養・同定を行なった。

この付着真菌および上記の落下、浮遊真菌の優占菌種を表-4に示す。このなかで、ボードの付着真菌では *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Penicillium* が、また、製造工場および保管庫の落下真菌、浮遊真菌では、*Cladosporium* が、特に優占した。

これらは、いずれも一般環境中でよく検出される菌であり、特殊なものではなかった。このことは、温湿度条件さえ整えば、石膏建材はいかなる場所でもかびを発生させる可能性を有するというを示唆している。

また、これらの保管ボードの水分率に着目すると、

① 真菌の発生が認められないものの水分率が5~10%であるのに対し、

② 真菌の発生が認められるボードの水分率は15~20%であった。

このことから、真菌の発生がボードの水分率と関係を有していることが推察された。

4. 防かび薬剤に要求される条件の明確化

今回の場合、防かび薬剤に要求される条件は、石膏建材の製造工程および施工状態等を考慮し、表-5のとおりとした。この中で、熱安定性は、ボード製造時に高温下に暴露されることを考慮し、130°C、24時間の値を設定した。

5. 候補薬剤の選定

市販されている主だった薬剤²⁾のうち、今回の要求条件を満たすことが期待されるものを選定し、候補薬剤とした。候補薬剤は、表-6の20種類である。

6. かび抵抗性試験(ボード原紙による室内試験)

6.1 試験目的

候補薬剤の防かび性能を確認し、その絞り込みを行なうため、以下の試験を実施した。

表-2 調査対象および測定方法

調査対象	測定項目	測定方法
石膏建材の製造工場	落下真菌数 浮遊真菌数 付着真菌の採取 真菌の種類 環境温・湿度 建材の水分率	落下法 ピンホールサンプラー法 ふき取り法および塗布法 コロニーの分離後、形態学的観察による同定 アスマン計 プラスターボード用の水分率計
石膏建材の保管庫(倉庫、下屋等)	落下真菌数 浮遊真菌数 真菌の種類 環境温・湿度	同上
保管石膏建材の表面	付着真菌の採取 真菌の種類	同上

表-3 微生物調査の結果

測定ポイント No.	落下真菌数 (*)	浮遊真菌数 (個/ℓ)	乾球温度 (°C)	相対湿度 (%)
①製造工場	2.0	0.42	12.8	52
② "	1.5	0.35	—	—
③保管庫(下屋)	2.0	0.56	13.0	53
④ "	1.5	—	—	—
⑤保管庫(倉庫)	2.5	0.44	13.5	51
⑥ "	2.0	—	—	—

表-4 優占菌種

・ <i>Aspergillus</i> sp.	(こうじかびの一種)
・ <i>Cladosporium</i> sp.	(クラドスポリウムの一種)
・ <i>Paecilomyces</i> sp.	(パエシロミセスの一種)
・ <i>Penicillium</i> sp.	(あおかびの一種)

表-5 防かび薬剤に要求される条件

薬効	抗菌性 残効性	かびに対する抗菌スペクトルが広い 一般外気中で少なくとも6箇月間効力を有する
安定性	熱安定性 pH 安定性 紫外線安定性	130 °C の環境中に24時間暴露されても安定である 弱酸性環境 (pH 5~6前後) で安定である 紫外線に対して安定である
安全性	急性経口毒性 粘膜刺激性 引火性	LD ₅₀ 1,000 mg/kg以上 (ラット) 皮膚および眼粘膜に対する刺激性が少ない 引火性がない
その他	臭気 腐食性 分散性 変色性 グリップ力 価格	通常時および製品乾燥時に臭気がない 腐食性がない 水中自己分散性を有する 熱や光に対し、製品を変色・劣化させない 紙との結合力が強く、水および摩擦によって薬剤が脱落しにくい 上限は 5,000円/kgとする

6.2 試験方法

試験は、熱安定性を考慮し、次の方法で実施した。

- ① ボード原紙を150×70 mm 四方に整形する。
- ② ボード原紙に薬剤(20種類の薬剤個々について)を塗布する。
- ③ この試料を恒温器(130±5℃)中に24時間暴露する。
- ④ この試料を40×40 mm 四方(3枚)に切り出す。
- ⑤ この試料について、次のかび抵抗性試験を実施する。
 - ・操作方法 試料を平板培地の培養面の中央に接着するように置き、混合孢子懸濁液を培養面と試料面に均等にまきかけ、その後培養する。
 - ・培養条件 温度28±2℃, 湿度95%以上
 - ・培養期間 4週間
 - ・供試かび 前記のかび環境調査結果およびJISのかび抵抗性試験³⁾を参考に以下の6種を採用する。

- Aspergillus niger* (ATCC 6275)
- Penicillium citrinum* (ATCC 9849)
- Rhizopus nigricans* (S. N. 32)
- Cladosporium herbaum* (IAM. F 517)
- Chaetomium globosum* (ATCC 6206)
- Myrothecium verrucaria* (USDA 1334.2)

・培地組成 以下の培地を使用する。

- 精製水 1,000 ml
- 硝酸アンモニウム 3.0 g
- りん酸一カリウム 1.0 g
- 硫酸マグネシウム 0.5 g
- 塩化カリウム 0.25 g
- 硫酸第一鉄 0.002 g
- 寒天 25 g

6.3 試験結果

試験結果を表-7に示す。

また、培養後の供試体の一部を写真-1, 2に示す。

かび抵抗性試験の結果、以下のことが判明した。

- ① 試験した20種類の防かび剤のうち、4週間経過後もなお菌糸の発育が認められなかったのは、No.13の薬剤のみであった。
- ② No.8, No.12の薬剤は、3週間経過時まで両者とも、菌糸の発育の認められる部分が試験片の全面積の1/3を超えない状態を保った。
- ③ No.8, No.12, No.13以外の薬剤は、1週間経過後にすでに、菌糸の発育の認められる部分が試験片の全面積の1/3を超えた状態になった。
- ④ 試験片に発育したかびは使用薬剤により異なったが、優占菌種は、*Aspergillus*, *Chaetomium*, *Rhizopus* であり、このうち最も多く繁殖したのは、*Chaetomium* であり、続いて *Aspergillus* であった。

表-6 試験に用いた候補薬剤

No.	薬剤の原体種類	No.	薬剤の原体種類
1	ベンズイミダゾール系およびハロゲン化芳香族化合物	11	有機ヨード系化合物
2	ベンズイミダゾール系化合物	12	ピリチオン系ナトリウム誘導体
3	"	13	ピリチオン系亜鉛誘導体
4	"	14	テトラクロロイソフタロニトリル
5	有機窒素系化合物	15	ハロゲン化芳香族化合物
6	"	16	有機環状硫黄系化合物
7	有機窒素ハロゲン系化合物	17	有機ヨウ素カルバメート化合物
8	有機硫黄系化合物	18	有機ヨウ素カルバメートおよびベンズイミダゾール系化合物
9	"	19	ジチオカルバメート化合物
10	有機硫黄系および有機環状窒素系化合物	20	"

表-7 かび抵抗性試験の結果

薬剤 No.	培養期間				検出されたかび
	1週間	2週間	3週間	4週間	
1	111	111	111	111	A*・R
2	111	111	111	111	A*
3	111	111	111	111	A*・R
4	111	111	111	111	A*・R
5	111	111	111	111	A・C・R
6	111	111	111	111	C*・R
7	111	111	111	111	C*・R
8	222	222	222	111	C*・R
9	111	111	111	111	A・C・R
10	111	111	111	111	C*・R
11	111	111	111	111	C*・R
12	222	222	222	111	C*・R
13	333	333	333	333	
14	111	111	111	111	C*
15	111	111	111	111	C*・R
16	111	111	111	111	A・C・R
17	111	111	111	111	A・C*・R
18	111	111	111	111	A・C*・R
19	111	111	111	111	A・C*・R
20	111	111	111	111	C*・R
ブランク	111	111	111	111	C*・R

凡例

- 1; 菌糸の発育の認められる部分は試験片の全面積の1/3を超える
- 2; 菌糸の発育の認められる部分は試験片の全面積の1/3を超えない
- 3; 菌糸の発育が認められない
- A; *Aspergillus niger*
- C; *Chaetomium globosum*
- R; *Rhizopus nigricans*
- *; 優占種

この結果から、本試験条件においては、供試した20種の防かび剤のうち、No.13(ピリチオン系亜鉛誘導体)の薬剤のみが強いかび抵抗性を示した。

他の候補薬剤が防かび効力を失った原因は種々考えられるが、その主因は、塗布薬剤の熱安定性の不十分さと思われる。

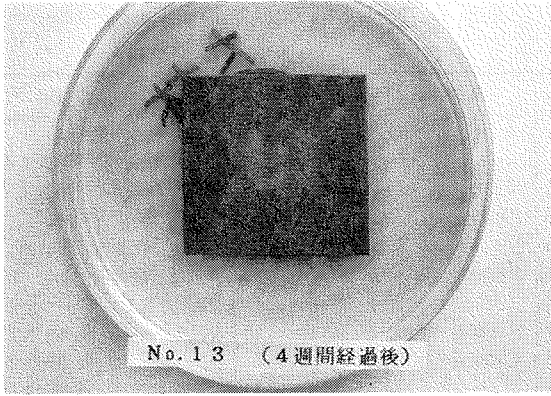


写真-1 かび抵抗性試験の供試体の一例
(薬剤 No. 13 塗布の場合)

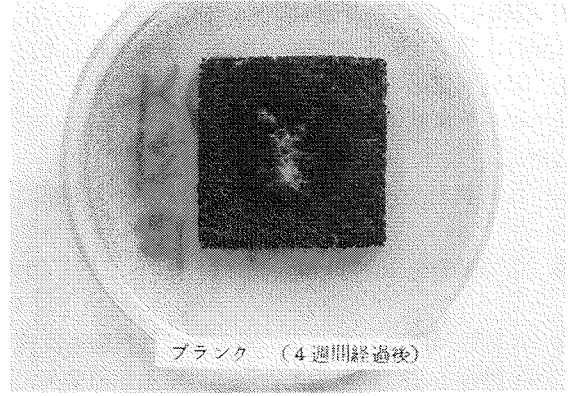


写真-2 かび抵抗性試験の供試体の一例
(ブランク (薬剤非塗布) の場合)

7. その他の各種試験

前記のかび抵抗性試験（ボード原紙による室内試験）において最も成績の優れていた薬剤 No. 13 について、採用上表-5 に示すような他の問題がないか確認するために、以下の各種試験を表-1 の工程により実施した。

- ① 着色性試験を実施し、色落ち、変色等のないことを確認した。
- ② 発泡性試験を実施し、塗布むらの生じないことを確認した。
- ③ サンシャインウェザーメーターによる暴露処理を行なった供試体（ボード原紙）についてかび抵抗性試験を実施し、紫外線による劣化や水、摩擦等による脱落が生じにくいことを確認した。
- ④ 薬剤 No. 13 を塗布した原紙を用いて製作したボードについてかび抵抗性試験を実施し、優れた防かび性を有していることを確認した。
- ⑤ 現場において、ペイント類のハケ延びやクロスの接着性等を検討し、作業性上問題のないことを確認した。

⑥ 原紙の製作から現場での建て込みまで実プラントを用いて総合的な試験を実施し、採用上問題がないことを確認した。

8. おわりに

以上、石膏建材の防かび化について検討を行ない、当初の目標を達成した。開発した防かび処理方法による石膏建材の製造も1990年8月より開始された。

また、この防かび方法は、石膏ボード等他の類似の建材への応用も可能であり、幅広い利用が期待できる。

なお、本報告は内外木材工業(株)との共同研究の一部を取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 最新食品微生物制御システムデータ集, (株)サイエンスフォーラム, (1983)
- 2) 防菌防黴剤事典, 日本防菌防黴学会, (1986)
- 3) JIS Z 2911, (1981), かび抵抗性試験方法