

ポリ塩化ビニル系タイルと木材

との接着性試験

Gluing Test of Polyvinyl-asbestos Floor Tile on Plywood.

Tsuneo MATSUMOTO and Kazuomi YANO

松 本 庸 夫⁽¹⁾

矢 野 一 臣⁽²⁾

I ま え が き

ポリ塩化ビニル樹脂に石綿その他の充てん剤を配合したいわゆるビニルタイルは、そのすぐれた特徴とコストの安さから着実な需要の伸びをみせている。この種のタイルをモルタル下地や木質下地に施工するには、アスファルト系接着剤、速乾性の溶剤型接着剤、そして比較的新しいものとして酢ビ系エマルジョン型接着剤が使用されている。このうち、アスファルト系と酢ビ・塩ビ共重合樹脂の溶剤型の2つのタイプの接着剤について、木質下地としてのラワン合板とビニルタイルとの、接着条件と接着力の関係を知るために簡単な試験を行なった。試験にあたっては、接着条件はタイルの施工条件として考えられる範囲内で変化させ、タイルはメーカーの異なる2種をえらび、接着剤も上記の2つのタイプについてそれぞれ2社のものをえらんだ。そして、これらの条件を直交配列表にわりつけて接着試験を行ない、接着力その他を測定して接着性を評価した。

この試験を行なうにあたり、ご指導いただいた岩下陸材質改良研究室長に深く感謝いたします。

II 供 試 材 料

1. ビニルタイル

市販されているメーカーの異なる A₁、A₂ の2種を使用した。その性質は Table 1 のとおりである。

2. 接 着 剤

ビニルタイルと木材との接着用として市販されているもののうち、(1)酢ビ・塩ビ共重合樹脂溶剤型接着

Table 1. 供 試 ビ ニ ル タ イ ル の 性 質

タ イ ル	厚 さ (mm)	20°C 水 浸 漬 24 時 間 後			
		吸 水 量 (%)	寸 法 変 化 (%)		
			厚 さ 方 向	縦 方 向	横 方 向
A ₁	2.00~2.05	0.03~0.08	0.5~2.5	-0.06~0	0~0.04
A ₂	2.05~2.11	0.07~0.08	0~1.0	-0.03~0	0~0.13
測 定 数	16	4	16	4	4

* (一) 符号は収縮

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室

(2) 住友林業株式会社

Table 2. オープンタイムと溶剤揮散量

接 着 剤		塗 付 量 (g/(30cm) ²)	オ ー プ ン タ イ ム (分)							
			5	10	15	20	30	45	60	90
酢 比 系 溶 剤 型	B ₁	26~27	2	3 (指触乾燥) 2.2 (指触乾燥)		4	4			
	B ₂		2			3.1	3.2			
アスファルト系	B' ₁	26~27			0.5	1.0 (表面の粘 性低下) 1.2 (同上)	1.0	1.1	1.8	
	B' ₂			1	1.6		1.9	2.1		

* 酢比・塩ビ共重合樹脂溶剤型接着剤

剤(以後酢比系接着剤と略記する)として B₁, B₂ の2種と, (2) アスファルト系接着剤として B'₁, B'₂ の2種とを用いた。これらの接着剤は, 酢比系はガンツセメント # 165 とタイルメント V C 600, アスファルト系はタイルメント A 700 とミツボシ A (いずれも順不同) である。

これらの接着剤のオープンタイム(オープンアセンブリータイム)の水準を決めるために, 各接着剤を 30×30 cm の合板に後述の専用クシゴテを用いて 26~27g 塗付し, 23°C, 関係湿度約75%の条件下に放置して溶剤の揮散量を測定するとともに, 外観変化を観察した。その結果は Table 2 のごとくである。これらの結果から, オープンタイムの水準は酢比系では 5, 10, 20 および 30分, アスファルト系では 15, 30, 50 および 90分とした。

3. 木質材料

タイプIIのラワン 3 mm合板で, 含水率13.5%および18~20%に調湿した2種のものを用いた。

III 実 験 方 法

1. 接着時の因子と水準および直交配列表への因子のわりつけ

接着条件のうち, 塗付量は 26~27g/(30cm)² (坪あたり 900~1000g の見当) の一定とし, オープンタイムは前述の予備試験によってきめた4水準, 圧縮圧力および加圧時間は現場施工の条件を考慮し, 圧縮

Table 3. ビニルタイルと合板接着時の因子と水準

因 子 と 記 号		水 準				
		1	2	3	4	
材 料	タイルの品種	A	A ₁	A ₂		
	接着剤の品種	B	B ₁	B ₂		
		アスファルト系	B'	B' ₁	B' ₂	
	合板含水率(%)	C	13.5	18~20		
接着条件	接着剤塗付量	26~27 g/(30cm) ²				
	オープンタイム	D	5	10	20	30
		アスファルト系	D'	15	30	50
	圧縮圧力 (kg/(30cm) ²)	F	5	50		
加 圧 時 間 (分)	G	1	30			

Table 4. L₁₆ (2¹⁵) 型直交配列表への因子のわりつけ

No.	列番 (1,2,3)	1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1					1	1			1	1		
2	1	1					2	2			2	2		
3	1	2					1	1			2	2		
4	1	2					2	2			1	1		
5	2	1					1	1			1	1		
6	2	1					2	2			2	2		
7	2	2					1	1			2	2		
8	2	2					2	2			1	1		
9	3	1					1	2			1	2		
10	3	1					2	1			2	1		
11	3	2					1	2			2	1		
12	3	2					2	1			1	2		
13	4	1					1	2			1	2		
14	4	1					2	1			2	1		
15	4	2					1	2			2	1		
16	4	2					2	1			1	2		
わりつけた要因	D	B	D × B	D × B	D × B	A	C	e	e	F	G	e	e	

圧力は 5 kg/(30cm)² (手で押える程度) および 50 kg/(30cm)² (施工者が乗る程度), 加圧時間は 1分 および 30分とした。これらと供試材料をふくめた 6 因子, 各 2 水準 (オープンタイムのみは 4 水準) を L₁₆ (2¹⁵) 型直交配列表にわりつけた。因子と水準を Table 3 に, わりつけ表を Table 4 に示した。

実験は, (1)酢ビ系接着剤 (B₁, B₂) と, (2)アスファルト系接着剤 (B'₁, B'₂) について 2 系列の試験を行ない, 各系列ごとにランダムな順序で接着した。

2. 試料の大きさと接着剤の塗付

供試タイルおよび合板の大きさは 30×30cm とし, 接着剤を合板に塗付するには専用のクシゴテ, すなわち酢ビ系接着剤には Fig. 1-(a) を, アスファルト系接着剤には Fig. 1-(b) を用いた。

3. その他の接着条件

この種の接着はビニルタイルの剛さなどの関係から, 作業温度の影響が大きい。この試験の接着時の条件は酢ビ系接着剤の場合には気温 28°C, 関係湿度 75%, アスファルト系接着剤の場合にはそれぞれ 27°C, 68%であった。

4. 接着性の評価

30×30cm の接着試料を 3 日間室温 (約 25°C) に放置したのち 15×15cm に 4 等分し, そのうちの 3 枚をそれぞれ以下 i) ~ iii) の試験に供し, 1 枚は予備として保存した。

i) 常態接着力 引張り型試験片で大きさ 25×75mm, 切込み間隔 25mm のもの 10 枚をとり, 引張

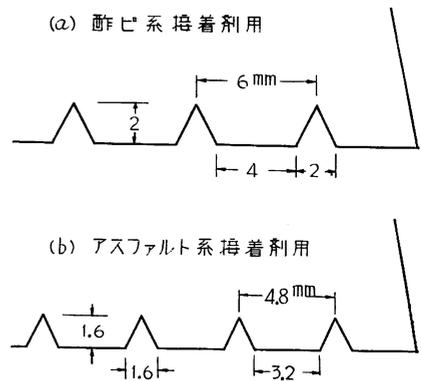


Fig. 1 接着剤塗付用クシゴテの形状

剪断試験を行なった。試験は酢ビ系接着剤の場合には接着後5日目に、アスファルト系接着剤の場合には5日目ではまだ接着剤の固化が不十分のように思われたので、5試験片を接着後7日目に、5試験片を30日目に試験した。

ii) 耐水・耐熱性試験 接着時の端辺を切りとった14×14cm試験片を室温水(約25°C)に2時間浸漬し、その後60°Cにおいて3時間乾燥し、剝離状態(剝離辺の長さ)を観察または測定した。

iii) 合板面からの吸水による耐水性試験 ii)と同様の14×14cm試験片の合板面を、湿潤木綿上に24時間放置し(木綿は毛管現象によって湿潤を保つ)、その後24時間室温で乾燥したのち剝離の有無を調べた。

IV 実験結果と考察

1. 酢ビ系接着剤の場合

i) 常態接着力 接着条件とその常態接着力をTable 5に示した。この結果からみると、接着力0の試験片があり、全接着面が良好な接着を示しているものは少数であった。平均接着力の分散分析表はTable 6-1であり、効果の小さい因子を誤差項にプールした場合の分散分析表はTable 6-2である。この結果、ビニールタイルの種類、オープンタイムは1%危険率で、接着剤の品種(メーカーの違い)と圧縮圧力は5%危険率でそれぞれ有意差があり、合板含水率と加圧時間は、この実験の範囲内では有意差がなかった。有意と判定された因子については各水準の母平均を推定し、グラフ化してFig. 2に示した。

Table 5. 酢ビ系接着剤による接着条件と常態接着力

実験番号	接 着 条 件						接着後5日目に測定した接着力 (kg/(25mm) ²)	
	タイル	接着剤	合板の含水率 (%)	オープンタイム (分)	圧縮圧力 (kg/(30cm) ²)	加圧時間 (分)	平均*	最小~最大
	A (8)	B (4)	C (9)	D (1')	F (12)	G (13)		
1	A ₁	B ₁	13.5	5	5	1	7.7	0~16
2	A ₂	B ₁	18~20	5	50	30	28	25~32
3	A ₁	B ₂	13.5	5	50	30	7.7	0~15.5
4	A ₂	B ₂	18~20	5	5	1	18	0~32.5
5	A ₁	B ₁	13.5	10	5	1	4.4	0~16.5
6	A ₂	B ₁	18~20	10	50	30	24.5	20.5~30.5
7	A ₁	B ₂	13.5	10	50	30	3.7	0~16
8	A ₂	B ₂	18~20	10	5	1	4.5	0~18
9	A ₁	B ₁	18~20	20	5	30	2.8	0~12
10	A ₂	B ₁	13.5	20	50	1	16	0~25
11	A ₁	B ₂	18~20	20	50	1	2.1	0~16
12	A ₂	B ₂	13.5	20	5	30	11.3	0~33
13	A ₁	B ₁	18~20	30	5	30	0	0
14	A ₂	B ₁	13.5	30	50	1	6.3	0~13
15	A ₁	B ₂	18~20	30	50	1	0.6	0~6
16	A ₂	B ₂	13.5	30	5	30	0	0

* 試験片の数: 10片

Table 6-1. 酢ビ系接着剤による常態接着力の分散分析表 (I)

因子	S. S.	ϕ	M. S.	F_0	備考
A	396.4	1	396	27.6**	$F_{\frac{1}{4}}^1(0.01) = 21.20$ $F_{\frac{1}{4}}^1(0.05) = 7.71$ $F_{\frac{3}{4}}^3(0.05) = 6.59$
B	109.2	1	109.2	7.6	
C	34.2	1	34.2	2.4	
D	374.3	3	124.7	8.7*	
F	101.0	1	101	7.0	
G	21.1	1	21.1	1.4	
D×B	38.2	3	12.7	0.9	
e	57.4	4	14.3		

** 1%危険率で有意差あり。

* 5%危険率で有意差あり。

Table 6-2. 酢ビ系接着剤による常態接着力の分散分析表 (I')

因子	S. S.	ϕ	M. S.	F_0	備考
A (タイル)	396	1	396	23.6**	$F_{\frac{1}{9}}^1(0.01) = 10.56$ $F_{\frac{1}{9}}^1(0.05) = 5.12$ $F_{\frac{3}{9}}^3(0.01) = 6.99$
B (接着剤の品種)	109.2	1	109.2	6.51*	
D (オープンタイム)	374.3	3	124.7	7.43**	
F (圧縮圧力)	101	1	101	6.02*	
e'	150.9	9	16.76		

** , * Table 6-1 に同じ。

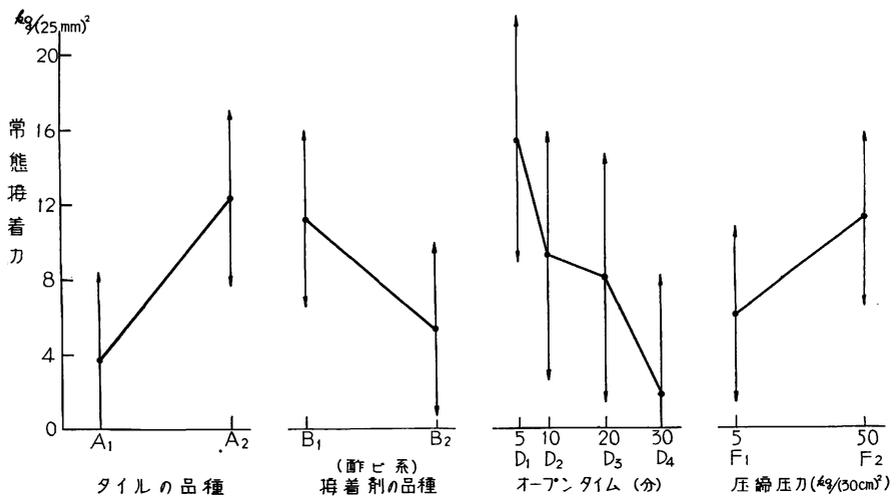


Fig. 2 酢ビ系接着剤による接着力と有意な接着因子の水準との関係

図中、矢印は 1% 危険率での信頼限界である。これらの分散分析の結果からつぎのことが推察できる。

(a) 酢ビ系接着剤を使用した場合、ビニールタイルの品種（メーカーの違い）によって接着力が異なり、タイル A₁ はタイル A₂ に比して接着性が悪い。

(b) オープンタイムは接着力に影響し、このタイプの接着剤はオープンタイムに十分留意する必要がある。この実験条件では 5～10 分が適当であると思われる。

(c) 圧縮圧力は大きい方が接着がよい。

(d) 接着剤の品種によって差があり、接着剤 B₁ は B₂ より接着力が大きい。

ii) 耐水・耐熱性試験および合板面からの吸水による耐水性試験 全面に良く接着した試験片が得られた実験番号 2, 4, 6, 10 (Table 5. 参照, いずれも A₂ タイルの場合にあたる) につき、この 2 種類の試験を行なったところ、両試験とも剝離は全く認められず、接着剤の耐水性および 60° C の耐熱性は良好であった。

2. アスファルト系接着剤の場合

i) 常態接着力 接着条件と接着後 7 日目および 30 日目に測定した接着力を Table 7 に示した。この結果からみると、接着力は大きくはないがバラツキが少ない。接着後 7 日目または 30 日目に試験した平均接着力の分散分析表は Table 8-1 または Table 9-1 であり、効果の小さい因子を誤差項にプールした場合の分散分析表は Table 8-2 または Table 9-2 である。この結果、接着後 7 日目の試験

Table 7. アスファルト系接着剤による接着条件と常態接着力

実験 番号	接 着 条 件						接 着 力 (kg/(25mm) ²)			
	タイル A (8)	接着剤 B' (4)	合板の 含水率 C (%) (9)	オープン タイム D' (分) (1')	圧 縮 圧 力 F (kg/(30 cm) ²) (12)	加 時 圧 間 G (分) (13)	接着後測定までの日数			
							7 日		30 日	
							平均*	最小～最大	平均*	最小～最大
1	A ₁	B' ₁	13.5	15	5	1	9.7	8.5～11	11.6	9.5～14.5
2	A ₂	B' ₁	18～20	15	50	30	6.7	4～8.5	7.3	6～8.5
3	A ₁	B' ₂	13.5	15	50	30	7.4	5.5～9	9.6	8.5～10.5
4	A ₂	B' ₂	18～20	15	5	1	8.4	5～11.5	5.3	4～8
5	A ₁	B' ₁	13.5	30	5	1	10.3	7～12.5	8.2	7～9
6	A ₂	B' ₁	18～20	30	50	30	9.3	6.5～10.5	8.2	6.5～9.5
7	A ₁	B' ₂	13.5	30	50	30	7.4	4～10.5	9.1	6～10.5
8	A ₂	B' ₂	13～20	30	5	1	7.5	6.5～9	5.6	4～8.5
9	A ₁	B' ₁	18～20	50	5	30	9.3	7～11	10.8	9～11.5
10	A ₂	B' ₁	13.5	50	50	1	10.8	9.5～12	7.6	7～9
11	A ₁	B' ₂	18～20	50	50	1	8.8	7.5～9.5	11	10.5～11
12	A ₂	B' ₂	13.5	50	5	30	7.7	5.5～8.5	7.9	7～8.5
13	A ₁	B' ₁	18～20	90	5	30	11.3	10.5～12	12.6	11～13.5
14	A ₂	B' ₁	13.5	90	50	1	10.3	8～12	9.9	9～10.5
15	A ₁	B' ₂	18～20	90	50	1	9.2	7～11	9.2	7～12.5
16	A ₂	B' ₂	13.5	90	5	30	8.1	7.5～9	8.2	6～9

* 試験片の数：各 5 片

Table 8—1. アスファルト系接着剤による接着7日後の常態接着力の分散分析表(Ⅱ)

因 子	S. S.	ϕ	M. S.	F_0	備 考
A	1.32	1	1.32	2.54	$F_{\frac{1}{4}}(0.01) = 21.20$ $F_{\frac{1}{4}}(0.05) = 7.71$ $F_{\frac{3}{4}}(0.05) = 6.59$
B	10.85	1	10.85	20.9 **	
C	0.09	1	0.09	0.17	
D	6.25	3	2.08	4.00	
F	0.36	1	0.36	0.69	
G	3.80	1	3.80	7.31	
D×B	2.58	3	0.86	1.65	
e	2.07	4	0.52		

** Table 6—1に同じ。

Table 8—2. アスファルト系接着剤による接着7日後の常態接着力の分散分析表(Ⅱ')

因 子	S. S.	ϕ	M. S.	F_0	備 考
B(接着剤の品種)	10.85	1	10.85	11.13**	$F_{\frac{1}{13}}(0.01) = 9.07$ $F_{\frac{1}{13}}(0.05) = 4.67$
G(加 圧 時 間)	3.80	1	3.8	3.90	
e'	12.67	13	0.975		

** Table 6—1に同じ。

Table 9—1. アスファルト系接着剤による接着30日後の常態接着力の分散分析表(Ⅲ)

因 子	S. S.	ϕ	M. S.	F_0	備 考
A	31.64	1	31.64	22.4 **	$F_{\frac{1}{4}}(0.01) = 21.2$ $F_{\frac{1}{4}}(0.05) = 7.71$ $F_{\frac{3}{4}}(0.05) = 6.59$
B	7.15	1	7.15	5.07	
C	0.27	1	0.27	0.19	
D	10.61	3	3.53	2.50	
F	0.18	1	0.18	0.13	
G	1.50	1	1.50	1.06	
D×B	5.05	3	1.68	1.19	
e	5.66	4	1.41		

** Table 6—1に同じ。

Table 9—2. アスファルト系接着剤による接着30日後の常態接着力の分散分析表(Ⅲ')

因 子	S. S.	ϕ	M. S.	F_0	備 考
A(タ イ ル)	31.64	1	31.64	17.7 **	$F_{\frac{1}{13}}(0.01) = 9.07$ $F_{\frac{1}{13}}(0.05) = 4.64$
B(接着剤の品種)	7.15	1	7.15	4.00	
e'	23.27	13	1.79		

** Table 6—1に同じ。

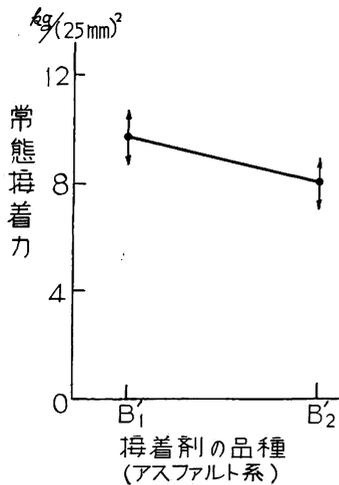


Fig. 3 アスファルト系接着剤による接着後7日目の接着力と有意な接着因子の水準との関係

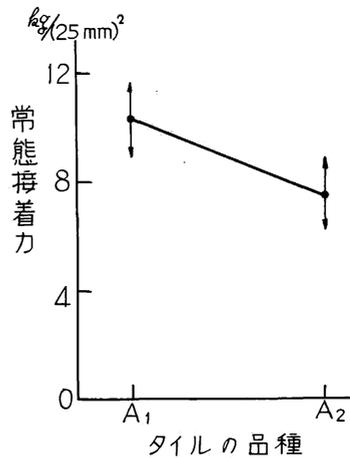


Fig. 4 アスファルト系接着剤による接着後30日目の接着力と有意な接着因子の水準との関係

値では接着剤の品種に1%危険率で有意差があり、また30日目の試験値ではタイルの品種に1%危険率で有意差があり、他の因子については有意差はなかった。有意と判定された因子については各水準の母平均を推定し、グラフ化して Fig. 3, 4 に示した。図中、矢印は1%危険率での信頼限界である。これらの分散分析の結果からつぎのことが推察できる。

(a) アスファルト系接着剤の初期接着力（接着後7日目の接着力）は接着剤の品種によって差があり、接着剤 B₁ の方が B₂ より大きい (Fig. 3 参照)。

(b) 1か月経過した時の接着力はタイルの品種により差があり、タイル A₁ の方が A₂ より大きい (Fig. 4 参照)。

(c) オープンタイム、圧縮圧力、加圧時間、合板の含水率などによる差はこの実験の範囲内では見られず、酢ビ系接着剤に比しこのアスファルト系接着剤は使用しやすいことがうかがわれる。

ii) 耐水・耐熱性試験および合板面からの吸水による耐水性試験 水浸漬の過程では変化はないが、60°C 乾燥の過程で接着剤が軟化した。しかし冷却すればもとの状態になり外観上の変化はみとめられなかった。したがって、アスファルト系接着剤の場合耐熱性はよくないが、もとの状態に冷却されると接着力にはほとんど影響しないものと考えられる。

合板面から吸水させた場合の、外観上の変化はみとめられなかった。

3. タイル A₁ の酢ビ系接着剤による接着不良の原因について

1項でみられたごとく、酢ビ系接着剤を用いた場合、タイル A₁ は A₂ に比し接着性がよくなかった。この原因の手がかりをうるため、タイル A₁ の被接着面をつぎのように処理して接着試験を行なった。

15×15cm のタイル A₁ と合板との接着面として、(1)タイル裏面を無処理のまま、(2)タイル裏面を網目が消失するまでサンディング、(3)タイル裏面を石油ベンジンで拭う、(4)タイル表面を無処理のまま、(5)タイル表面を石油ベンジンで拭う、の5種に変え、接着剤 B₁ (酢ビ系溶剤型)、塗付量は合板面に 26~27 g/(30cm)²、オープンタイム5分、圧縮圧力 50kg/(30cm)²、加圧時間1分でラワン 3mm 合板と接着

Table 10. タイル接着面の前処理と酢ビ系接着剤による接着力

接 着 面	タ イ ル の 裏 面			タ イ ル の 表 面	
	(1) 無 処 理	(2) サンディング	(3) 石油ベンジン で拭う	(4) 無 処 理	(5) 石油ベンジン で拭う
接 着 力 (kg/(25mm) ²)	18	36	35	20.5	26.5
	18.5	37(タイル破断)	30	17	23
	25.5	39.5 (")	37	19.5	26
	18	39.5 (")			
	19	37			
平 均	19.8	37.8	34	19	25.2

し、4日後にⅢ-4-i)の試験片をとり接着力を測定した。その結果は Table 10のごとくであり、被接着面としてタイルの裏面を用いたものも表面を用いたものもいずれも、サンディングまたは石油ベンジン処理によって接着力はいちじるしく向上した。破断面の観察結果は前記の処理(1)~(5)についてつぎのようであった。

- (1) タイルと接着剤の間で破断し、硬化した接着剤面にはタイル裏面の網目の跡が観察できる。
- (2) 大部分がタイル破断。一部は部分的な木部破断または接着剤層での破断。
- (3) タイル、木部または接着剤層での破断で(2)の場合と傾向が似ている。
- (4) (1)の場合とほぼ等しく、タイルと接着剤の間で破断。
- (5) (3)の場合とほぼ等しい。

以上のことから接着不良の原因として

(a) タイルの表面にこの種の接着剤での接着を阻害する物質が付着している。これは石油ベンジンに可溶の物質である。

(b) タイルの構成物質の中で、接着に悪影響をおよぼす成分が成型後表面に移行してきた。

などが考えられるが、これらはいずれもさらにくわしい試験によらなければ確定できない。

しかしこのタイル A₁ もアスファルト系接着剤ではタイル A₂ と同等またはそれ以上の接着力を示した (Fig. 4 参照)。

V 摘 要

ポリ塩化ビニル系床タイル (ビニルタイル) を木質下地に施工する時に使用される、酢ビ系溶剤型接着剤とアスファルト系接着剤について、接着条件と接着力の関係を知ることを目的とし、接着条件を L₁₆ (2¹⁶) 型直交配列表にわりつけて試験を行ない、つぎの知見を得た。

(1) 酢ビ・塩ビ共重合樹脂溶剤型接着剤は耐熱性にすぐれ、接着条件が適正であれば接着力も大きい。オープンタイムを確実に規制する必要がある。圧縮圧力も大きい方がよい結果を示す。接着剤の品種 (メーカーの違い) により接着力に差がある。

(2) アスファルト系接着剤は耐熱性、接着力の点で(1)の酢ビ系接着剤にやや劣るが、作業条件の許容範囲が大きく、その点では使いやすく、圧縮圧力も低くてよい。接着剤の品種 (メーカーの違い) によって

初期接着力（接着後 7 日目の接着力）に差がある。

(3) タイル A₁ は酢ビ系接着剤で接着不良を起こしたが、これはタイルの接着面にこの種の接着剤での接着を阻害する物質が存在するためと思われる。しかし、このタイルもアスファルト系接着剤では他のタイルと同等またはそれ以上の接着力を示し、施工には支障はないものと思われる。