

塩ビアスベストタイルの接着強さに及ぼす下地の表面強さの影響

丸 一 俊 雄

§ 1. はじめに

床仕上材の接着施工において適当な接着強さを得るためには下地の水分の多少による影響が大きいことはもちろんであるが、下地が気乾状態のときは下地の表面強さが問題となり、その強弱によって床仕上材の接着強さに大きな影響を示すことが予想される。

張床施工に悪影響を及ぼさない下地表面強さを見出すことは、下地材料の構成および経済性を検討する上に重要なことである。しかし、張床下地の適当な表面強さを決定するには下地に次の3つの条件を満足させねばならない。

- ① 床仕上材の張付けまでに他工事より損傷を受けないこと。
- ② 床仕上材の張付け後使用条件によって剝がれない適当な接着強さを有すること。
- ③ 床仕上材の張付け後集中荷重による甚だしい窪跡を生じないこと。

この条件のうち①と③とは類似する事項であるが、③は使用条件によって大きな相異が生ずるが、歩行時の荷重が140~210kg/cm²であること¹⁾、およびJIS²⁾によるビニルアスベストタイルの残留凹み試験のMc-Burney試験機では約178kg/cm²の荷重を加えるようになってることから、張床下地には、これ以上の圧縮強さを有することが必要であろう。

しかし、本報告は②の事項についてのみ検討を加えたものであって、張床下地としては一般に用いられているセメントモルタルを用い、その調査を変えることによって、表面強さがどのように変化するかを検討し、床仕上材として塩ビアスベストタイルの接着強さへの影響を考察しようとしたものである。

表面強さの測定としては硬度測定によることも考えられるが、接着強さに関係するものとしてエポキシ接着剤を用い、適当な寸法の鉄板を下地面に張付けて剪断試験による表面強さを求めようとした。一般に接着強さは接着面積に左右されるといわれているので、下地の表面強さ測定にもこの点を考慮した。³⁾

§ 2. 下地表面強さの測定および下地の圧縮強さと表面強さとの関係

A. 試験材料の種類

(i) 下地材料として使用したセメント、骨材の諸性質は表-1 および図-1 に示す通りである。

(ii) 接着剤および鉄板

接着剤はショーボンド k.k. のショーボンド202A (主剤:硬化剤=1:3 重量比)を用い、鉄板は軟鋼で厚さ6mm、大きさ30×30mm、60×60mm、90×90mmおよび120×120mmの4種類を用いた。

アサノ 普ボ セメント	比 重	ブレン値 (cm ² /g)	安 定 性	凝 結 (時間-分)		曲 げ 強 さ (kg/cm ²)			圧 縮 強 さ (kg/cm ²)		
				始発	終結	3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
	3.15	3330	良	2-02	3-15	32.6	47.3	72.0	13.1	218	415
骨 材	産 地		最 大 寸 法 (mm)	粗 粒 率	比 重	吸 水 率 (%)	単 位 体 積 重 量 (kg/m ³)	有 機 不 純 物			
	砂	鬼 怒 川							5.0	2.20	2.60

表-1 セメント、骨材の性質

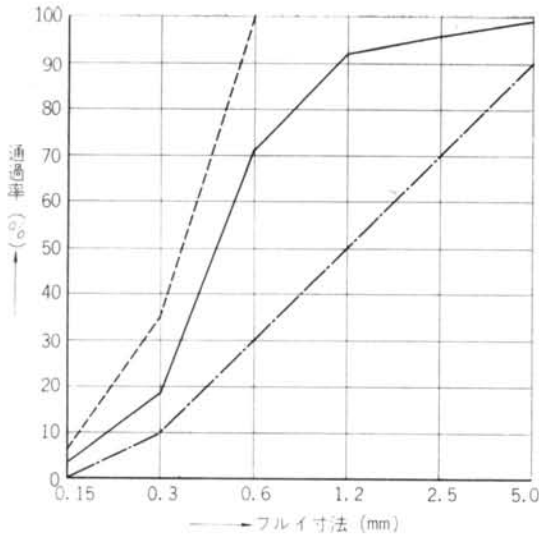


図-1 砂の粒度分布

B. 試験方法

(i) 下地材料の強さ

下地材料の調合は容積比で 1:2, 1:4, および 1:6 の 3 種類のセメントモルタルとし、フロー値を 160~180 になるように調製して、JIS R 5201-1964 セメントの物理試験方法に準じて曲げおよび圧縮強さを求め、更に ASTM C 190-58 T 水硬性セメントモルタルの引張強さ試験方法に準じて引張強さを求める。ただし、養生は水中養生で材令を 1 週と 4 週の 2 種類とする。試験体の個数は各々の調合、強さ試験に対する各材令について 3 個ずつとする。

(ii) 下地の表面強さ

図-2 のように (i) と同様のセメントモルタルを打込み、接着面は金ごて押えして下地材を構成させる。ただし、接着面積が 90×90mm 以下の場合には図-2 (a) を用い、120×120mm の場合には図-2 (b) を用いる。

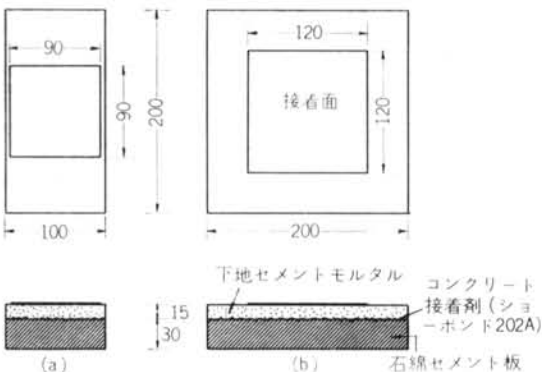


図-2 下地の構成 (単位 mm)

下地材は試験室内に静置し 4 週間養生する。そのときの室内の温湿度は最高 28~最低 23°C, 最高 98~最低 60 %R. H. であった。養生後の下地材はその表面を乾燥した綺麗な布で拭き、清掃し、その上にサンドペーパーであらかじめサビ、汚れを除去した規定の鉄板をエポキシ接着剤で張付け圧着する。張付け後 24 時間してから鉄板の周囲にはみ出した接着剤を除去し、更に 2 日間、上記の条件で試験室内に適当な架台を置いてエポキシ接着剤が十分硬化するまで静置養生する。

鉄板を付着させた試験体は写真-1 のように剪断試験を行ない、最大接着強さを求め、これを下地の表面強さとする。試験機は島津 RH-30 型 30 t 万能試験機を用い、最大目盛は接着強さに応じて適当に決め、荷重速度は、5mm/min で行なった。

試験体の個数は各々調合に対する各接着面積について 10 個ずつとする。

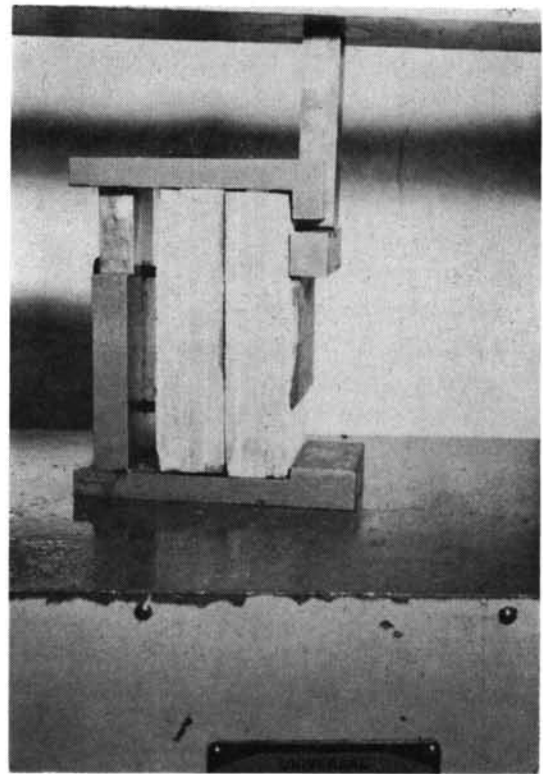


写真-1 下地表面強さ試験

C. 試験結果と考察

(i) 下地材料の強さ

試験結果は表-2 に示す通りであり、材令 4 週の圧縮強さと調合比との関係は図-3 に示す通りである。

調 合 (容積比)	水セメント比 (%)	フロー 値 (mm)	材令 (週)	曲げ強さ (kg/cm ²)	圧縮強さ (kg/cm ²)	引張強さ (kg/cm ²)
1:2	56	171	1	12.0~12.9 (12.4)	282~311 (298)	18.1~28.6 (23.3)
1:4	94	168		4.5~5.1 (4.9)	69~82 (76)	5.8~10.3 (8.3)
1:6	149	171		2.1~2.3 (2.2)	20~25 (23)	1.7~2.8 (2.2)
1:2	56	171	4	73.5~79.0 (76.1)	423~455 (437)	25.6~33.5 (30.6)
1:4	94	168		37.4~44.3 (40.8)	121~156 (142)	12.9~18.8 (16.2)
1:6	149	171		19.5~24.6 (21.2)	45~64 (53)	5.2~8.3 (6.4)

注): ()内は平均値を示す

表-2 下地材料の強さ試験結果

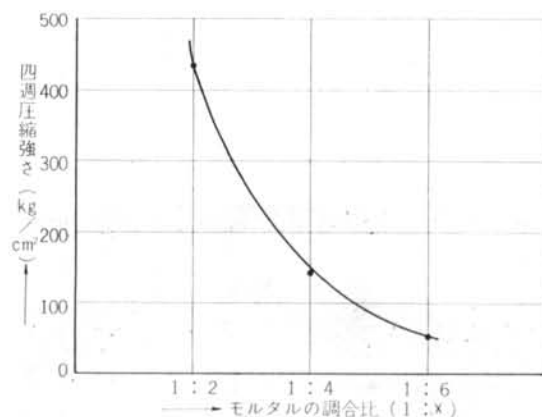


図-3 下地モルタルの調合と4週圧縮強さとの関係

この関係は指数関数的関係にあり、今、モルタルの調合比を $1/x$ (x は骨材セメント比を示す) とし、4週圧縮強さを F_{28} とすると、次の実験式が成立する。ただし、 $2 \leq x \leq 6$ の範囲とする。

$$F_{28} = e^{7.002 - 0.493x}$$

(ii) 下地の表面強さ

試験結果は表-3の通りであり、下地の4週圧縮強さと表面強さとの関係は図-4に示す通りである。

この関係は下地の表面強さを F_s とした場合、次の実験式が成立する。

$$F_s = 0.8087 F_{28}^{0.613} \quad \text{ただし } F_{28} \leq 437$$

また、下地の表面強さと接着面積との関係は図-5に示す通りである。N. A. De Bruyne および R. Houwich³⁾ は実験的に接着強さは接着面積が増すに従い指数関数的

接着面積 (mm×mm)	調 合		
	1:2	1:4	1:6
30×30	27.8~48.0 (35.6±7.6)	8.7~15.3 (11.4±2.6)	7.2~20.1 (11.9±4.3)
60×60	35.6~55.8 (43.6±6.2)	11.3~24.6 (20.1±3.9)	5.6~12.8 (8.2±2.6)
90×90	33.4~52.5 (45.2±7.7)	11.3~21.6 (16.6±3.3)	9.6~16.5 (12.3±2.1)
120×120	17.4~26.4 (21.5±2.8)	10.6~26.4 (14.1±5.1)	4.2~8.5 (5.8±1.4)
総平均値	36.5	15.5	9.6

注): ()内は平均値と標準偏差を示す

表-3 下地の表面強さ

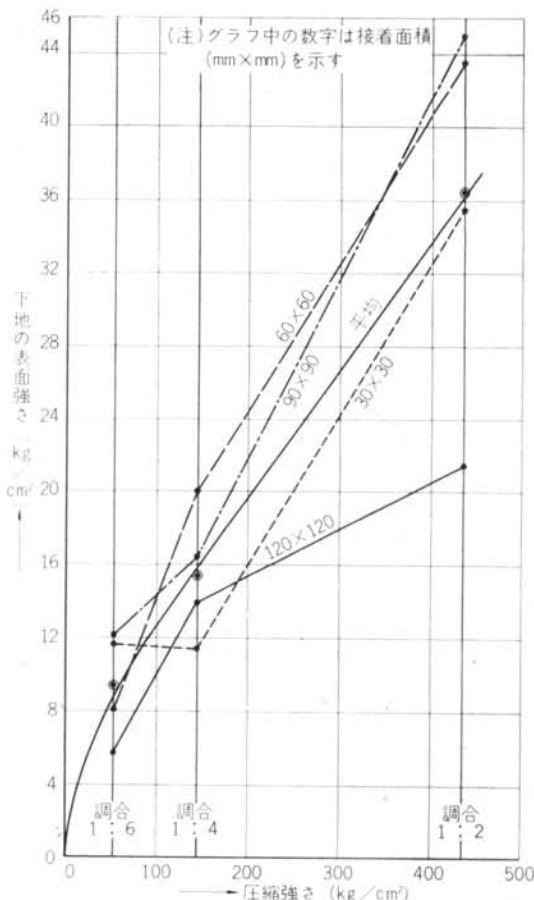


図-4 下地モルタルの4週圧縮強さと表面強さとの関係

に減少することを認めているが、本実験の範囲では、その傾向は明確でなく、接着面積が90×90mmおよび60×60mmのところまで最大値を示す傾向にあって、貧調合の

セメントモルタル下地ではほとんど接着面積に関係なく一定値を示すようである。

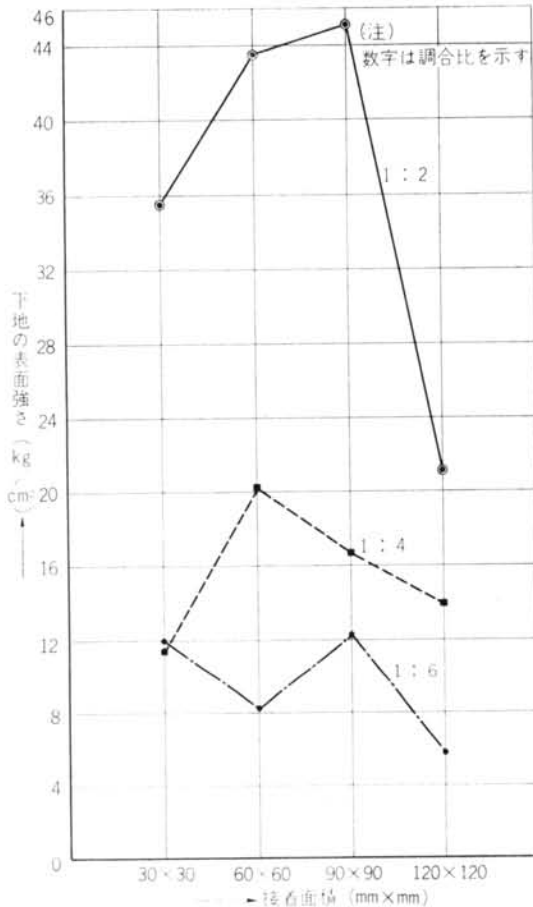


図-5 下地の表面強さと接着面積との関係

§ 3. 床仕上材の接着強さに及ぼす下地表面強さ、接着剤の種類および接着面積の影響

A. 試験材料の種類

(i) 下地材料は § 2. に用いたものと同様であって、その大きさも図-2 に示す通りである。

(ii) 床仕上材および接着剤

床仕上材は世界長k.k. 塩ビアスベストタイル (ケミタイル CM-851), 厚さ2mm 大きさは接着面積に応じた適当なものとし、製造年月日不明のものを使用した。接着剤は日本タイルメント k.k. アスファルト系のタイルメントA-700夏季用, 田島応用化工k.k. 酢ビ溶剤型のセメ

ントVS および日本タイルメントk.k. タールエポキシ系のタイルメント EP-990(主剤:硬化剤:充填材=10:10:9)の3種類を用いた。

B. 試験方法

§ 2. B. (ii) と全く同様の条件下で下地材料を作成し、4週間室内に静置養生したものに乾燥した綺麗な布で表面を拭き、所定の接着剤を図-6 に示すくしごてにて均一な厚さになるように塗付ける。その後接着剤に応じた

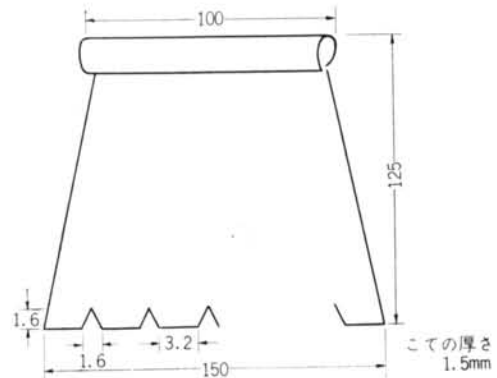


図-6 くしごて (単位 mm)

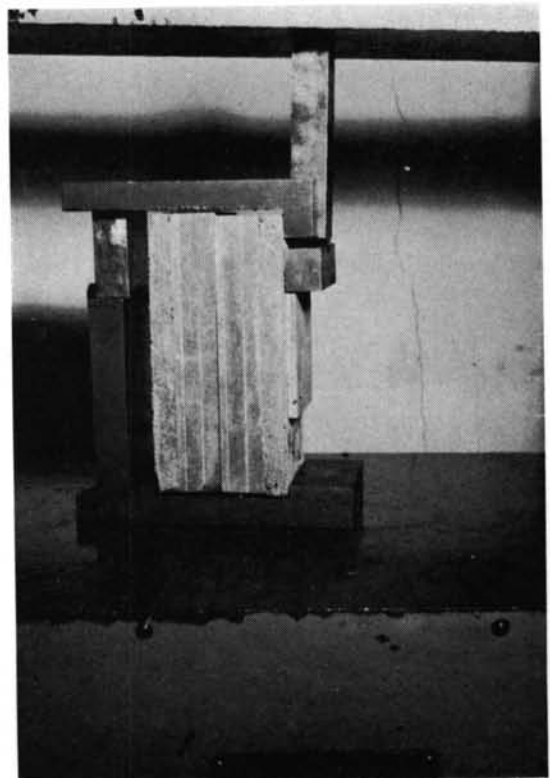


写真-2 塩ビアスベストタイルの接着強さ試験

時間放置して、あらかじめ所定の寸法に切り取った塩ビアスベストタイルを図-2のように下地中央部に張付け圧着する。

接着後約24時間養生してからタイル周りにはみ出した接着剤をナイフにて丁寧に削り取り、あらかじめ用意したタイルと同面積の厚さ6mmの耐水合板にエポキシ接着剤(ショーボンド202A)をはけて塗布し、タイルの上に張付け圧着する。この際、合板からはみ出した接着剤は綺麗に取り去り、タイルの上に合板が正しく張り付くようにする。

タイルを張付けてから10日間室内に静置養生し、§2. B. (ii)と同様な方法で写真-2のように剪断試験を行ない、接着強さを求める。

試験機は島津レバー式2t万能試験機を用い、最大目盛は接着強さに応じて適当に決め、荷重速度は5mm/minで行なった。

試験体の個数は各調査、接着剤に対する各々の接着面積について10個ずつである。

C. 試験結果と考察

試験結果は表-4に示す通りであり、各接着剤について下地材料の種類による接着強さと接着面積との関係は図-7、図-8、および図-9に示す通りである。また、表-4のデータを用いて三元配置法により塩ビアスベストタイルの接着強さに及ぼす各要因を分析すれば、表-5に示すようになる。

この要因分析により塩ビアスベストタイルの接着強さに及ぼす影響は要因、接着剤の種類による場合が一番大きく、接着剤が一定であれば要因、下地の表面強さに影響されることが明確である。このとき、図-7、図-8および図-9からもわかるように要因、接着面積はほとんど関係しないことも明らかである。また、要因、接着剤の種類と要因、下地の表面強さとの交互作用も5%有意で影響することがわかった。

これらを図示すれば図-10、図-11の通りとなる。図-11より下地の表面強さが小さいところでもタールエポキシ接着剤のような化学硬化型の強い接着剤を用いれば比較的大きな接着強さが得られることがわかり、逆にアスファルト接着剤のような流動型の弱い接着剤では下地の表面強さに余り関係なくほぼ一定値をとり小さい。

化学硬化型のタールエポキシ接着剤は、下地に多少滲透し下地の表面強さを増す傾向にあるものと思われる。塩ビアスベストタイルの接着強さ(F_a)と下地の表面強さ(F_s)との関係は、実験式として次のように表示することができる。

接着剤の種類	接着面積(mm×mm)	接着力(kg/cm ²)		
		1:2 モルタル	1:4 モルタル	1:6 モルタル
アスファルト	30×30	2.1~4.5 (3.3±0.9)	2.0~4.1 (2.6±0.3)	1.7~4.0 (2.6±0.8)
	60×60	2.0~3.8 (2.7±0.6)	1.1~2.2 (1.4±0.3)	1.8~3.6 (2.5±0.6)
	90×90	1.8~4.1 (3.2±0.6)	2.3~4.2 (3.2±0.2)	1.4~3.1 (2.0±0.1)
	120×120	1.9~4.4 (3.5±0.5)	2.3~3.7 (3.1±0.4)	1.1~2.1 (1.6±0.3)
酢ビ溶剤型	30×30	7.0~15.6 (11.5±2.9)	4.0~8.9 (5.3±1.4)	2.5~4.9 (3.6±0.7)
	60×60	5.3~19.7 (9.9±4.2)	5.1~8.6 (6.8±1.9)	2.6~5.8 (4.2±1.1)
	90×90	6.3~19.2 (10.8±3.8)	6.1~9.1 (7.3±1.1)	4.9~7.4 (5.9±0.8)
	120×120	6.1~12.5 (9.6±2.3)	3.7~5.5 (4.6±0.2)	1.7~4.9 (3.0±1.0)
タールエポキシ	30×30	5.8~17.8 (12.0±4.8)	6.8~12.4 (9.3±1.7)	6.1~9.2 (7.6±1.2)
	60×60	5.3~12.8 (7.8±1.3)	8.1~25.6 (18.8±4.7)	4.8~10.2 (6.9±1.6)
	90×90	12.5~20.7 (18.3±2.4)	8.6~23.8 (14.8±4.1)	7.6~14.2 (11.4±2.3)
	120×120	9.2~13.4 (11.2±1.3)	8.2~15.1 (11.1±2.7)	2.9~6.7 (4.2±1.2)

注: ()内は平均値と標準偏差を示す

表-4 塩ビアスベストタイルの接着強さ

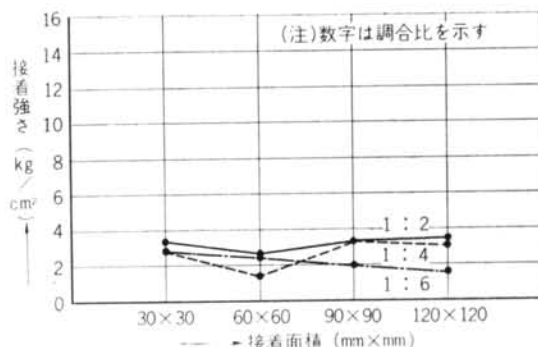


図-7 アスファルト接着剤による接着強さと接着面積との関係

$$(F_a)_{AV} = 0.9505 F_s^{0.717}$$

$$(F_a)_A = 0.9902 F_s^{0.343}$$

$$(F_a)_{AC} = 0.9801 F_s^{0.654}$$

$$(F_a)_{TE} = 0.9551 F_s^{0.949} \text{ (ただし } F_s \leq 15.5 \text{ とする)}$$

ここに (F_a)_{AV} : すべての接着剤についての平均接着強さ

(F_a)_A : アスファルト接着剤の接着強さ

(F_a)_{AC} : 酢ビ溶剤型接着剤の接着強さ

(F_a)_{TE} : タールエポキシ接着剤の接着強さ

このことはタールエポキシ、酢ビ溶剤型、アスファルト接着剤の順に下地の表面強さを測定した最も接着強さの大きいエポキシ接着剤の特性によく近似していることを示すものである。

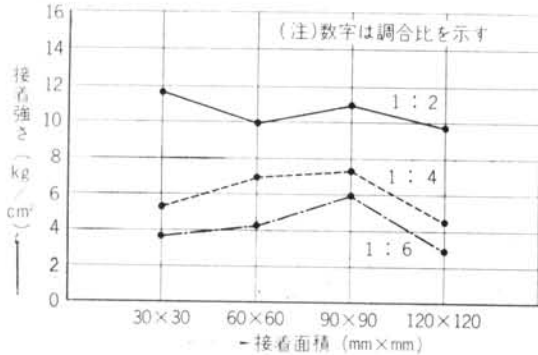


図-8 酢ビ溶剤型接着剤による接着強さと接着面積との関係

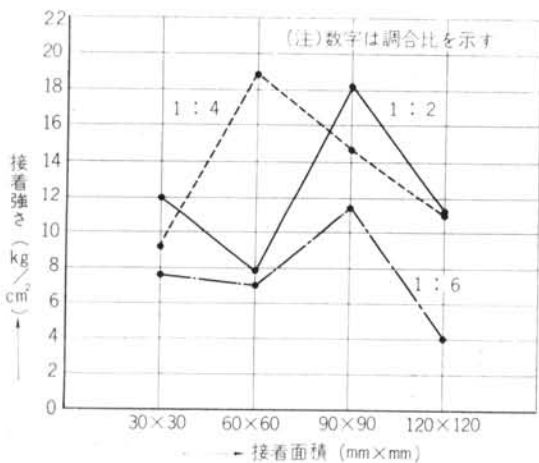


図-9 タールエポキシ接着剤による接着強さと接着面積との関係

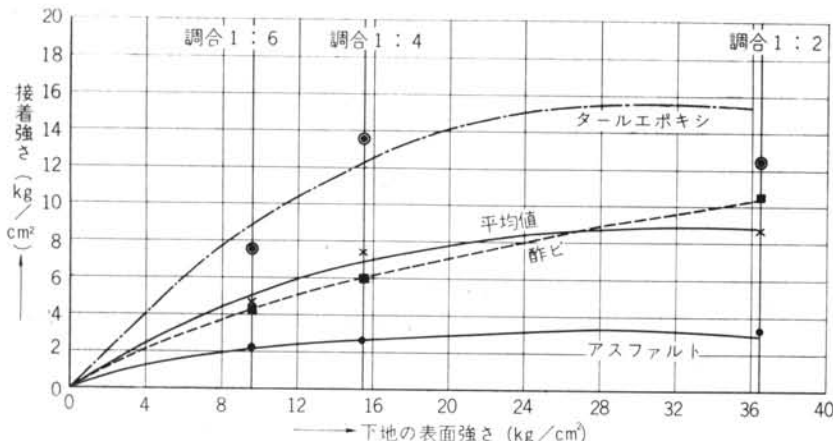


図-11 各種接着剤による接着強さと下地の表面強さとの関係

要因	二乗和 S	自由度 φ	不分散 V	分散比 F ₀ ¹⁾	寄与率 % ρ ²⁾
A. 下地の表面強さ	101.3	2	50.7	10.14**	12.2
B. 接着剤の種類	430.1	2	215.1	43.02**	56.2
C. 接着面積	38.0	3	12.7	2.54	3.07
A×B	65.0	4	16.3	3.26*	6.0
A×C	28.6	6	7.1	1.42	—
B×C	35.0	6	5.8	1.16	0.67
e. 誤差	59.5	12	5.0	—	21.85

注1). ** 1%有意 * 5%有意

注2). $\rho_A = \frac{S_A - \phi_A \times V_c}{S_0}$, $V_e = \frac{S_e}{\phi_e}$
 S_0 = 全二乗和 A: A要因を示す

表-5 要因分析結果

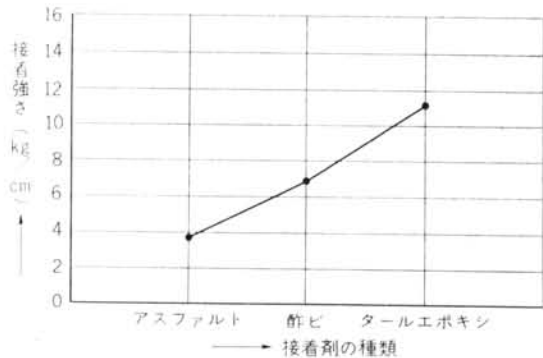


図-10 接着剤の種類と接着強さとの関係

塩ビアスベストタイルは外部条件(太陽熱や水分など)によって変形を起こし、その変形応力は最大 5kg/cm²であるため⁴⁾、塩ビアスベストタイルに変形を生じさせない適当な条件下ではアスファルト接着剤で張付けても事故現象を生じないが、過酷な条件下ではそれ以外の酢ビ溶剤型接着剤およびタールエポキシ接着剤を用いなければ

ばならない。接着剤の種類にもよるが、下地のセメントモルタルの調合が1:5以上の富調合であればよいことが理解できる。このときの下地の圧縮強さは標準養生で81 kg/cm²であろう。

§ 4. 総括

以上の実験結果より総括すると次のことがいえる。

- (i) 塩ビアスベストタイルの接着強さに及ぼす影響は要因、接着剤の種類が一番大きく56.2%の寄与率を示し、要因、下地の表面強さも12.2%の寄与率を示して大きい。しかし要因、接着面積についてはほとんど影響を示さなかった。また、要因、下地の表面強さと要因、接着剤の種類との交互作用も6.0%の寄与率で影響する。
- (ii) 塩ビアスベストタイルの接着強さ(F_a)は下地の表面強さ(F_s)によって左右され、その実験式は接着剤の種類によって異なるが一般に次の式で表わされる。

$F_a = AF_s^B$ ただし、 A および B は接着剤の種類によって決まる定数。

実験に用いた接着剤の定数 A , B は表-6の通りである。

接着剤の種類	A	B
アスファルト	0.9902	0.343
酢ビ溶剤型	0.9801	0.654
タールエポキシ	0.9551	0.949

表-6 定数A, Bの値

また、下地の表面強さ(F_s)、下地の圧縮強さ(F_{28})およびモルタルの調合比(1/x)の間には、それぞれ関係式が成立するため、塩ビアスベストタイルの接着強さ(F_a)は骨材セメント比(x)の関数として次のように表示することができる。

$$(F_a)_A = 0.9211 e^{1.4733 - 0.1036x}$$

$$(F_a)_{AC} = 0.8537 e^{2.8091 - 0.1976x}$$

$$(F_a)_{TE} = 0.7816 e^{4.0762 - 0.2868x}$$

(ただし、 $(F_a)_{TE}$ のみ $x=4$ 以上とする)

ただし、

$(F_a)_A$: アスファルト接着剤の接着強さ

$(F_a)_{AC}$: 酢ビ溶剤型接着剤の接着強さ

$(F_a)_{TE}$: タールエポキシ接着剤の接着強さ

なお、これらの関係を図示すれば図-12に示す通りである。

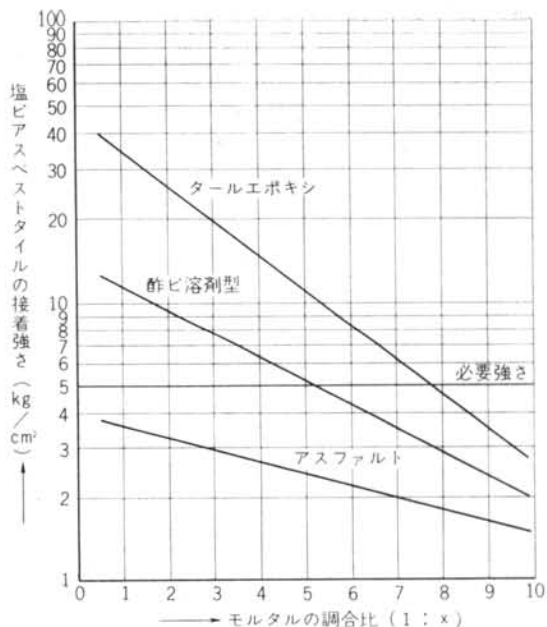


図-12 塩ビアスベストタイルの接着強さに及ぼす下地モルタルの調合比

- (iii) 下地の表面強さの測定は接着面積を60×60mmまたは90×90mm程度の大きさにして、厚さ6mmの鉄板をエポキシ接着剤で張付け、剪断試験にて接着に関する表面強さを求めることができる。

下地モルタルの圧縮強さ(F_{28})と表面強さ(F_s)との実験による関係式は次の通りである。

$$F_s = 0.8087 F_{28}^{0.613}$$

- (iv) タールエポキシ接着剤のような接着強さの大きい接着剤で、下地に多少の滲透性のあるものは下地の表面強さが比較的弱くても接着強さが大きい。また、アスファルト接着剤では下地の表面強さにほとんど関係なく小さい接着強さを示す。したがって、アスファルト接着剤を用いる場合には塩ビアスベストタイルが変形を起こさない条件(太陽熱および水分等の影響を受けないこと)にて使用することが必要である。塩ビアスベストタイルの変形が予想される場合には下地の表面強さが大きいことはもちろんのこと、接着剤としてタールエポキシおよび酢ビ溶剤型接着剤が良好であることが理解できる。このとき下地セメントモルタルの圧縮強さは81kg/cm²以上であることが必要であろう。

おわりに、この研究は昭和40年度日大卒業論文、遠藤信氏の指導として行なったものであり、また、種々実験に協力して下さった清水建設研究所員、菅原正尚氏に対し、本報告をかりて感謝いたします。

〈参考文献〉

- 1) H. J. Thonburn: *Material Research & Standards*, 9, 734(1962)
- 2) JIS A5703-1966 床用ビニルタイル
- 3) N. A. De Bruyne & R. Houwich: *Adhesion and Adhesives* 94 (1951)
- 4) 丸一俊雄: 建築学会論文報告集, 74. 1 (1962)