

4 プラスチック床材の接着に及ぼす

下地水分の影響について

—接着施工に関する研究 1—

丸 一 俊 雄

§1. はじめに

プラスチック床材（以下床材という）の接着施工において、使用条件によって床材および接着剤の選択検討が必要であるが、その出来は下地の条件によって大いに左右される。接着後目地が大きくあいてきたり、目地部分がそりあがってはがれたり、浮きあがってきたりして色々の故障を起こすものである。

本研究の目的はこれらの故障の原因を検討し、床仕上施工における施工時の下地条件・施工方法および床材・接着剤の選択方法を確立しようとしたものである。今、床材の剥れの原因を考察すると次の点があげられる。

1) 床材の変形

a) 湿気の影響

- i) 下地水分（水の蒸発圧をも含む）
- ii) 外部湿気（掃除用水・結露水などによる）

b) 温度の影響（熱膨脹係数差・下地との温度差・温度上昇による可塑剤の揮発）

c) 薬品の影響

- i) 接着剤中の溶剤（水）
- ii) 掃除の際の薬品
- iii) 使用環境からの薬品
- iv) 下地材料のアルカリ

d) 成形による内部応力の緩和

2) 下地の膨脹・収縮に伴う応力

（主として湿潤乾燥による繰返し応力）

3) 接着剤の品質

a) 耐水性、耐薬品性

b) 温度感受性

c) 接着力（特にクリープ接着力・劣化による接着力）

d) 硬化にともなう収縮量

e) 溶剤（水）の揮発時間

f) 硬化時間

g) 貯蔵期間

4) 下地面の汚れ、凹凸、強さ

5) 歩行時の衝撃

注) 下線部分は特に水分に関係する。

以上の因子のうち、現場施工には特に下地水分を中心にした問題を考察しなければならない。

すなわち、下地水分が多いと、接着剤の乾燥硬化時間がおくれ、目的の接着力は得られないし、床材が水分を吸収して変形（主としてそり変形）し、そりあがってはがれたり、また、そのものが乾燥過程において水分吸収の場合と逆な変形を起こして浮きあがってくる。また、同時に目地にすき間を生ずる。これらはすべて接着力の小さい状態で床仕上行なわれた点に欠陥があり、また同時に床材が水分によって変形しやすいのも一つの原因である。

接着前の下地水分の影響は非親水性・溶剤型の接着剤を用いる場合、下地水分が多いと、水の多分子層にさまたげられて分子間引力が働けなくなり、また極端に低含水率のときは、接着剤塗布後圧縮される過程において接着剤が硬化し、内部歪を含んで接着されるために、適当な含水率の状態における接着のものよりやや悪い結果を示すものである。したがって、適当な下地水分の状態で施工することが必要になる。

床材施工時期の水分は、現在ではコンクリート下地で5～6%位が適当であるといわれているが、実際の施工

は、工期の関係でそれ以上の水分の状態で行われているのが普通である。したがってこの報告は、一般的に下地水分によって床材の接着力にどのような影響を与えるかを実験的に確かめ、さらに現場実験を行なって、接着力に関する水分の影響を検討したものである。

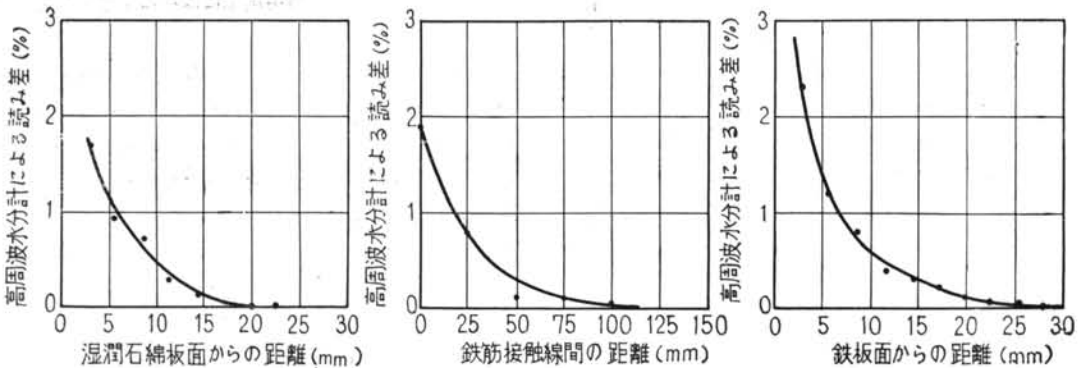
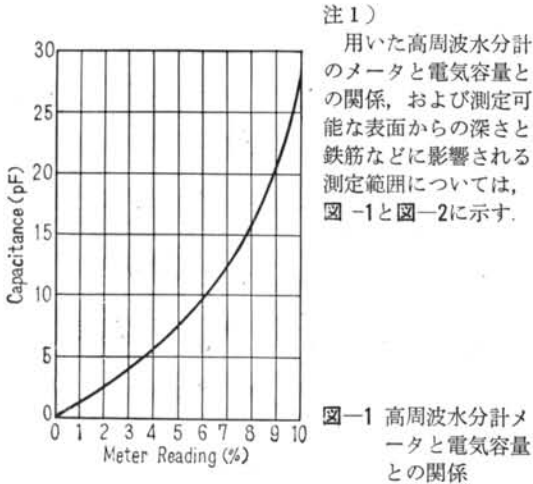
この研究によって、下地水分にほとんど影響されない接着剤をプライマー的に用いることによって、水分に影響される種々の接着剤の接着力を改善することが可能になり、同時に接着後の床材の伸縮を拘束し、目地あきの幅を最小にしたいとめるなど、数々の利点を有することを見出した。

以下、これらについて記述する。

§ 2. コンクリートの水分と接着力に関する実験室的考察

A. 試験方法

10cm×10cm×20cm のコンクリート・テストピース (スランプ 22cm, 所要強度 180kg/cm², 1 m³ 当りのコンクリート調合, セメント 321kg, 砂 2.5mm 以下843kg, 砂利 25mm 以下 952kg, 水 212kg) を作製し、約 2 か月間打込底面を上にして、極端に半分水中浸漬養生と 20°C, 50%R.H. の部屋で空中養生との 2 種の養生を行ない、その表面の水分は高周波水分計^{注1)}で測定して



左図、右図の2図は、湿潤石綿セメント板および鉄板面と乾燥木板面に一定厚さ(2.8mm)の石綿セメント板を積み重ね、それぞれの高周波水分計に測定されるメータ値の差をプロットしたものである。この差が0となる厚さまで測定できることを示す。

また中図は、石綿セメント板を平行な2本の鉄筋(径9mm)の上におき、その鉄筋間の中央部に高周波水分計を置いて、任意に鉄筋間を移動し、そのメータが変化しなくなった距離が測定に影響な最大距離となる。

次の種類の接着剤で塩ビアスベスト・タイル-1, -2 (半硬質塩ビタイル), およびリノリューム・タイルを貼付, 一週間同じ状態に養生して接着力を測定した。

接着面積は 100cm² で, 接着剤の塗布は現場施工と同様に櫛ゴテを用いた。接着力の試験方法は引張接着力試験(写真-1)と剪断接着力試験(写真-2)を行なった。試験時の荷重速度は 10kg/sec である。

接着剤の種類

- アスファルト接着剤-1, -2
- 酢ビ・エマルジョン型接着剤
- 酢ビ溶剤型接着剤
- エポキシ接着剤

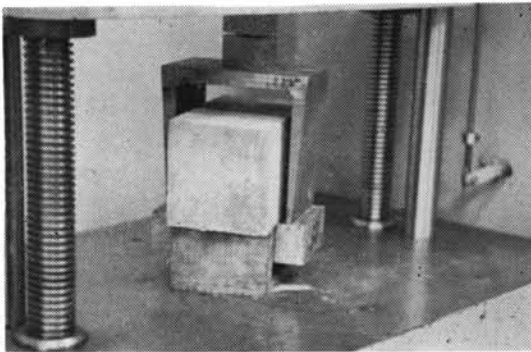


写真-1 引張接着力試験

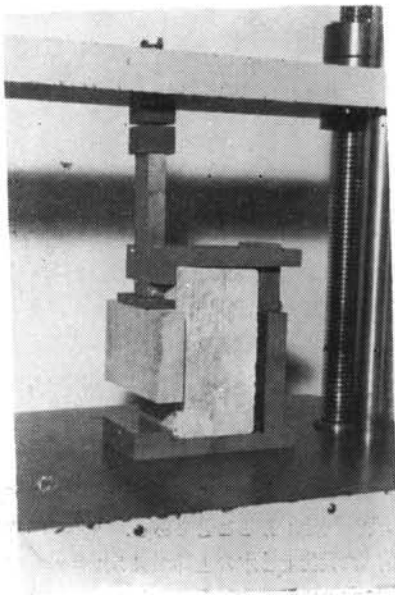


写真-2 剪断接着力試験

B. 結果と考察

床材の貼付後, 半分水中浸漬養生のものでも表乾状態であって, 水分計のメータ値は一定でなく, 平均 8.7 (7.1~9.6)%を示し, また恒温恒湿室内で空中養生したものは, 平均 5.4(4.1~7.3)%を示してやはり一定でなかった。それぞれのメータ値に対する接着力の関係グラフを作成した。

結果は図-3, 図-4に示すとおりであり, 引張接着力と剪断接着力の関係は図-5のとおりである。この結果から下地水分によって接着力は相当に影響をうけ, アスファルト系, 酢ビ系の溶剤型の接着剤は, 水分が多いと



写真-3-1 酢ビ・エマルジョン接着剤の毛管水による硬化不良

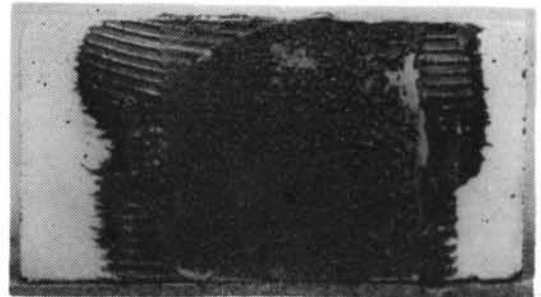


写真-3-2 アスファルト接着剤の下地乾燥不十分による硬化不良

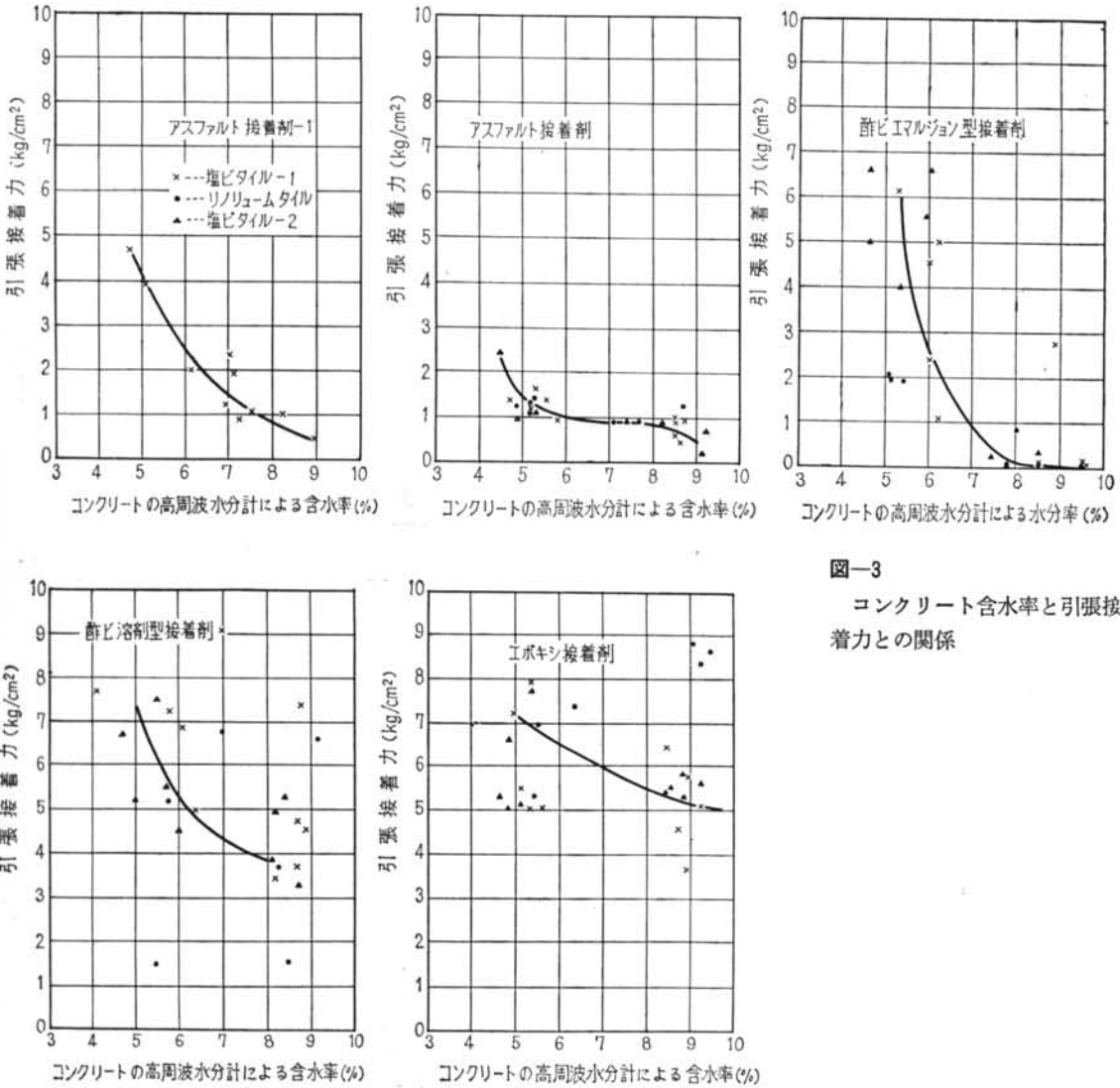


図-3
コンクリート含水率と引張接着力との関係

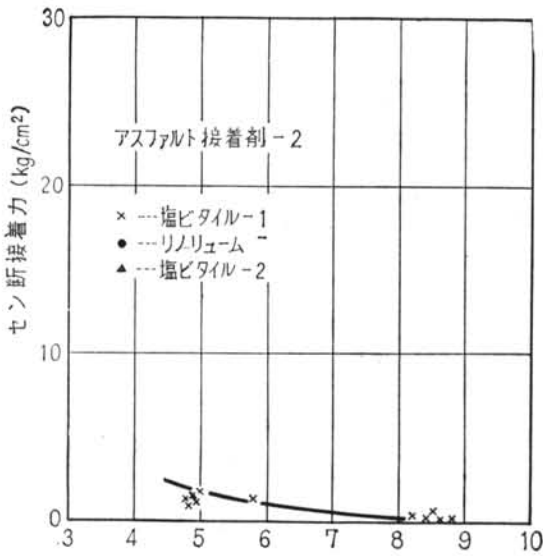
その接着力の低下は急激であった。

また酢ビ・エマルジョン型接着剤は半分水中浸漬養生の場合、下からの毛管水上昇のため乾燥硬化できず、ほとんど剥がれて終った。(写真-3, 参照のこと)このことは非常に重要なことであって、防水層のない土間床面および地下階床版などへの接着は、その乾燥程度に十分注意しなければならないし、この場合は完全な防水層を取るべきであろう。

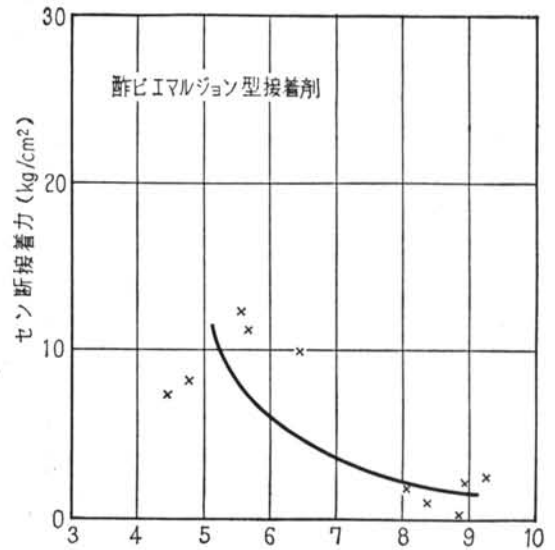
しかし、エポキシ系接着剤は接着時、表乾の状態では下地コンクリート面の乾湿にあまり影響されず、すぐれた接着強さが得られる。この場合、その接着力はコンクリート表面の強さに関係し、空中養生では、半分水中養生

に比してコンクリートの強さが小さいために、コンクリート面から破壊した。このようなことから下地水分の多い場合は、この系の接着剤で貼付けるか、またはプライマー的に用いることによって、接着の目的が違するように考察できる。また、剪断接着力と引張接着力の割合が他の接着剤より大きく、床材の伸縮を拘束する効果も大きいと考えられる。

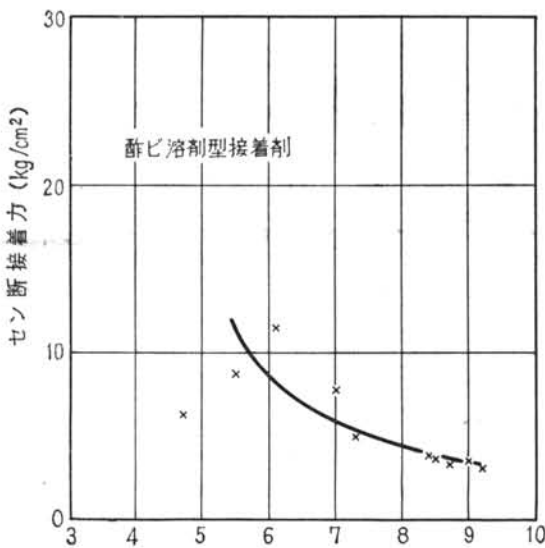
図-3、図-4からも解るように、接着剤には適当な下地水分の量的範囲があることである。下地が経時乾燥を続けるか、乾燥後毛管水の上昇が有るかどうかな等の検討が接着力に大いに影響するものである。一般に下地水分の多い状態が長期に続く場合は、接着剤は乾燥硬化でき



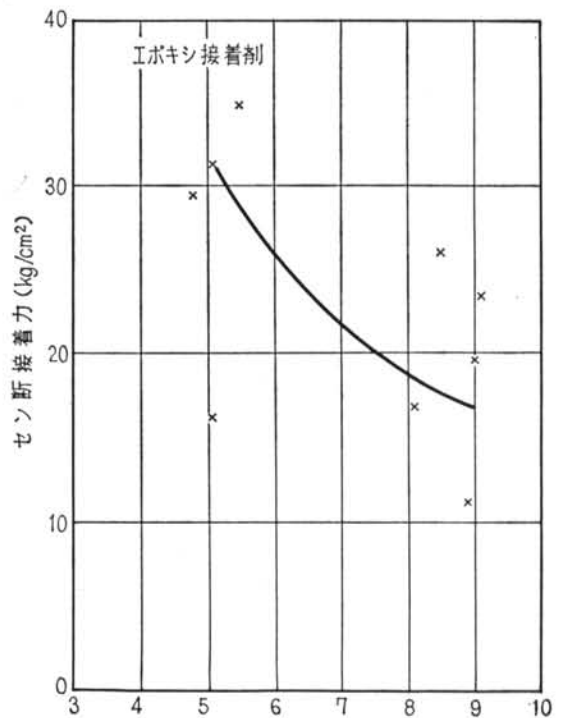
コンクリートの高周波水分計による含水率(%)



コンクリートの高周波水分計による含水率(%)



コンクリートの高周波水分計による含水率(%)



コンクリートの高周波水分計による含水率(%)

図-4 コンクリート含水率と剪断接着力との関係

ず十分な接着力が得られないし、毛管水の上昇があると

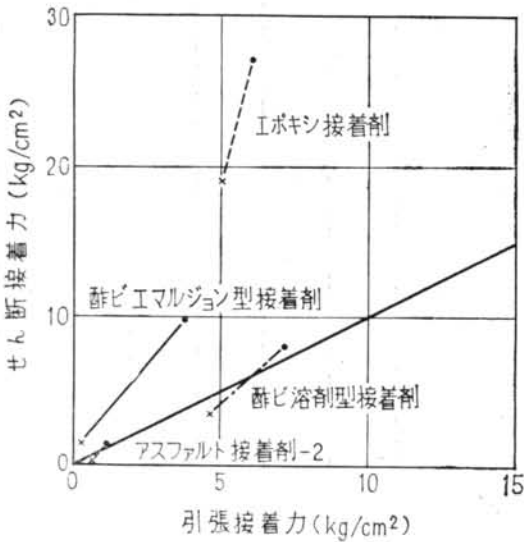


図-5 引張接着力と剪断接着力との関係

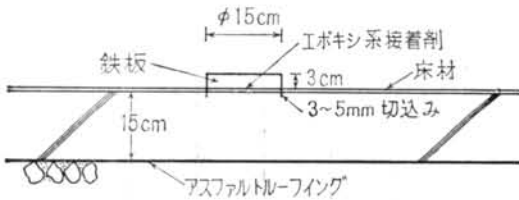


図-6 コンクリート打込断面と試験機鉄板附着断面

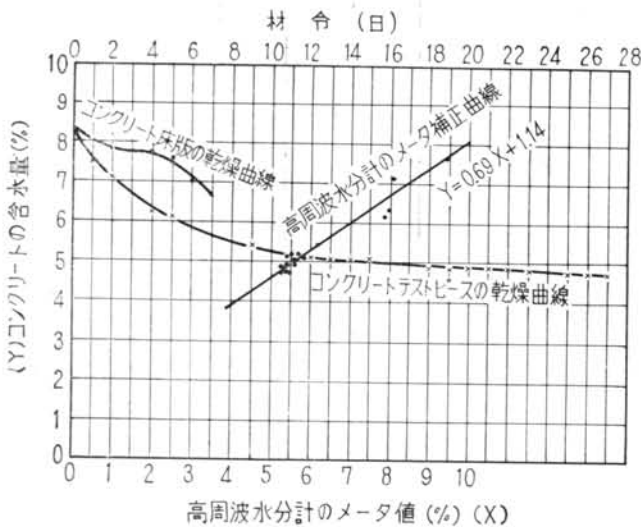


図-7 コンクリート乾燥曲線 (コンクリートの含水率はセメント・骨材の乾燥重量の合計に対する含水量の割合を示す)

きはエマジョン型の初期硬化状態にあるものは、もどり現象を起こして接着力を低下する。(写真-3 参照)この場合、水分やアルカリなどに影響され易い床材では、その変形が甚だしくなって見苦しいものになるであろう。

§3. プラスチック床材の現場接着試験

以上の実験室的結果をもとにして次のような現場施工

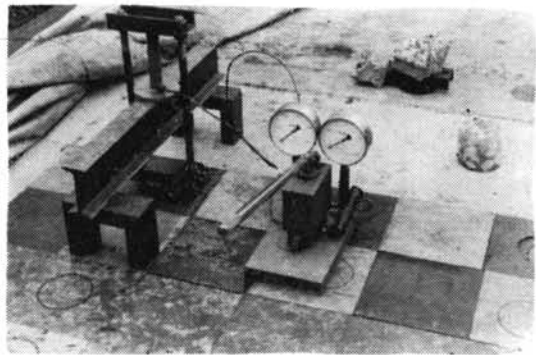
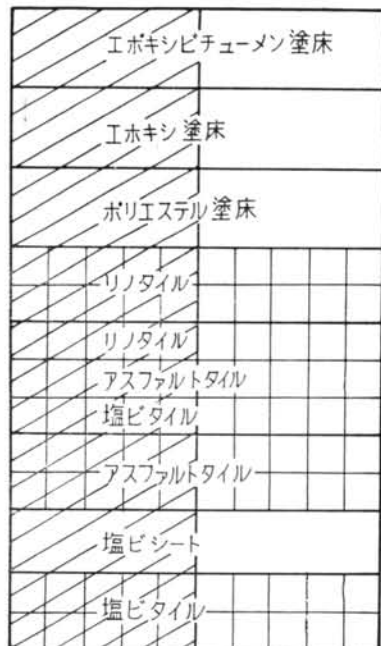


写真-4 現場接着力試験機



斜線部分：湿潤面 プライマー塗布

図-8 床材の施工配置図

し、接着力の測定も現場的に行ない、下からの毛管水上昇がない場合は、比較的表乾状態で接着が可能であることを見出した。

すなわち、5m×3m×0.15mの地下コンクリート床版（スランプ 15cm、所要強度 180kg/cm²、1m³ 当りのコンクリート調合：セメント 285kg、砂 5mm 以下 814kg、砂利 25mm 以下 1,093kg）を打ち込み、その

表面はモノリシック仕上げを行なった。なお、地下からの水分上昇を防ぐために簡易にアスファルト・ルーフィングを敷いた。（図-6 参照）

表面水分の測定は高周波水分計によって行なったが、このメータを補正するため、コンクリート床版と同じコンクリートで 15cm×15cm×15cm の標準テスト・ピースを作って、その表面を高周波水分計で測定すると同時

表-1 床材の種類

床材の種類	接着剤の種類	記号
塩ビスタイル 3mm	アスファルト接着剤	P-A
塩ビシート 3mm	酢ビエマルジョン接着剤	R-V
アスファルトタイル 3mm	アスファルト接着剤	A-A
リノタイル、塩ビタイル、アスファルトタイル	エポキシ接着剤	LPA-E2
リノタイル 3mm	酢ビ・エマルジョン接着剤	L-V
ポリエステル塗床 *2mm	ポリエステルガラス繊維補強	PE
エポキシ塗床 *3mm	エポキシケイ砂混入	E ₁
エポキシビチューメン塗床 *3mm	エポキシビチューメンケイ砂混入	E ₂

（備考）*印は塗床、ケイ砂混入量、
 下塗：ケイ砂約 50～60mesh 200～300%
 中塗：ケイ砂約100～120mesh 100～200%
 上塗：ケイ砂約 200mesh 50%以下
 PE：7回塗
 E₁、E₂：3回塗
 エポキシ系湿潤面プライマー

	エポキシ樹脂	硬化剤	溶剤
下塗	100	20	60
上塗	100	20	—

注）図-2のように塗布した。

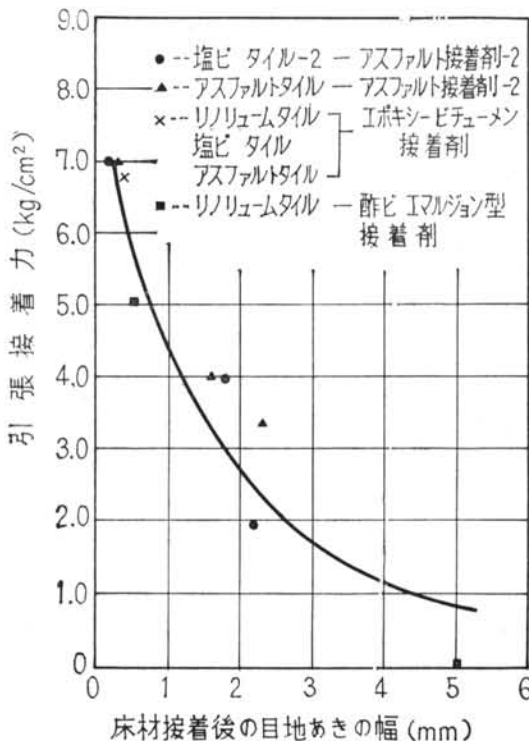


図-9 接着力と目地あきの幅との関係

表-2 接着力測定結果

床材の種類	湿潤面プライマーの有無	接着性	接着力 (kg/cm ²)	接着後の目地あきの幅 (mm)
P-A	有	良好	7.00	0.2
	無	良好	3.95(1.96)	1.8(2.2)
R-V	有	良好	5.30	—
	無	接着するも測定不可能	—	—
A-A	有	良好	7.00	0.3
	無	良好	4.00(3.39)	1.6(2.3)
LPA-E ₂	有	良好	—	0.3
	無	良好	6.80	0.4
L-V	有	良好	5.07	0.5
	無	切込時剝離を生じた	—	5.0
PE	有	良好	7.35(9.61)	—
	無	床材施工時附着不良	—	—
E ₁	有	良好	—	—
	無	良好	7.90	—
E ₂	有	良好	—	—
	無	良好	6.80	—

注 P: 塩ビタイル R: 塩ビシート A: アスファルトタイル L: リノリウムタイル PE: ポリエステル塗床 E₁: エポキシ塗床 E₂: エポキシ・ビチューメン塗床 -A: アスファルト接着剤 -V: 酢ビ・エマルジョン接着剤 -E₂: エポキシ・ビチューメン接着剤

に、重量測定を行ない、その含水率とメータの関係式を求めた。(図-7 参照)

この室内の温度および湿度は $13.0^{\circ}\sim 20.0^{\circ}\text{C}$ 、 $46\sim 86\%$ R.H.であった。床材の施工は、コンクリート打込から1週間で丁度コンクリート表面が白色化した時(表面乾燥内部飽水状態)で、このときのコンクリートの含水率は 6.7% (高周波水分計のメータ値で 8%)であった。このコンクリートの気乾状態の含水率は図-7から 4.4% 位と推定される。床材の施工配置およびその種類は図-8と表-1のとおりである。

現場接着力の試験方法は、コンクリートコア抜きとり機(径 15cm)でコンクリート面から $3\sim 5\text{mm}$ 程度まで切り込みを入れ、その床材表面に $\phi 15\text{cm}\times 3\text{cm}$ の鉄板をエポキシ接着剤で貼付、(図-6 参照)写真-4のような試験機を用いて接着力を測定した。実際、接着力試験を行なうまでの床材の放置期間は約5か月で、このうち、3か月後に建物の都合上取壊しを行なったために床



写真-5 施工1日後のポリエステル塗布の剥れ

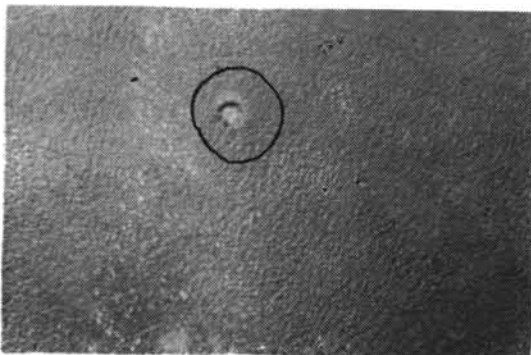


写真-7 エポキシプライマー硬化剤によるポリエステル塗床の不硬化部分

面は約2週間風雨にさらされた。その後、試験が終るまでテントを張って十分養生したために異常は認められなかった。したがって、この接着力は、雨などによって耐水試験をされた後の接着力になる。その結果は表-2および図-9のとおりである。

この結果から解るように、酢ビ・エマルジョン型接着剤とリノリウム・タイルの組合せのように耐水性・耐アルカリ性の悪いものでは、外部からの浸水のあるところでは絶対に使用できない。

また掃除方法についても注意が必要である。ポリエス

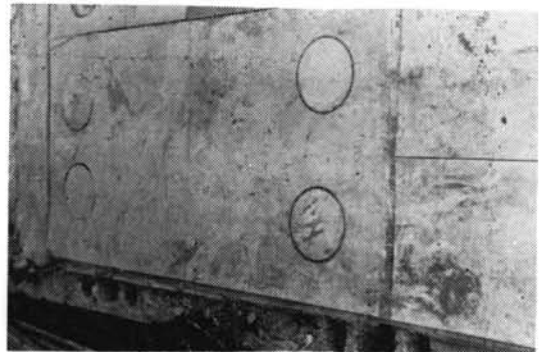
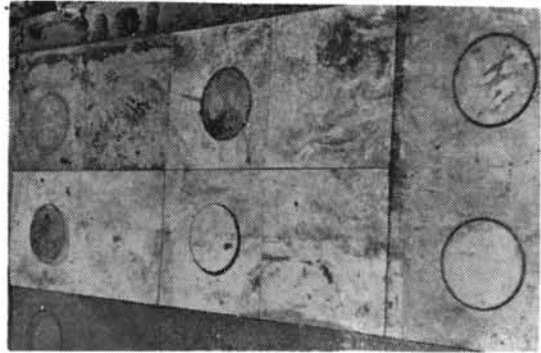


写真-6-1 施工後9か月経過の状態例(塩ビタイル-アスファルト接着剤)

上は塩ビタイルをアスファルト接着剤で貼ったもの、エポキシ系湿潤面プライマーを塗布していない。目地あき幅 2.2mm

下は塩ビタイルをエポキシ系湿潤面プライマーを塗布し、上と同じアスファルト接着剤で貼ったもの。目地あき幅 0.2mm

テル塗床は床材施工時のコンクリート水分に非常に敏感で、この試験では、貼付後1昼夜で写真-5のように剝がれを生じた。

エポキシ系の湿潤面プライマーを塗布したところではすべての接着剤について比較的強い接着力が得られ、雨水などによる床材の伸縮変形を拘束し、みにくい接着後の目地あきの幅を最小に食い止めることができた。(写真-6-1, -2, -3 参照) したがって、比較的下地面の湿潤な所および便所、厨房などの水気の心配される場所には、このような接着剤を用いるべきであると考える。

ただ、エポキシ系の接着剤をプライマーに用い、ポリエステル塗仕上を行なった場合は、エポキシ接着剤の硬化期間を2, 3日間おくことが必要であろう。これは写真-7に示すように、エポキシ接着剤の硬化剤が残っていると、仕上塗のポリエステルの硬化剤と反応して不硬化部分を生じ剝がれを生ずるためである。これはそれぞれの硬化剤の選択を誤ったのかも知れない。

また、床材の種類にもよるが、目地あきの幅が5mmにも達したリノリウム・タイルでは、この伸縮によって完全に剝がれてしまっていた。また、図-9から解る

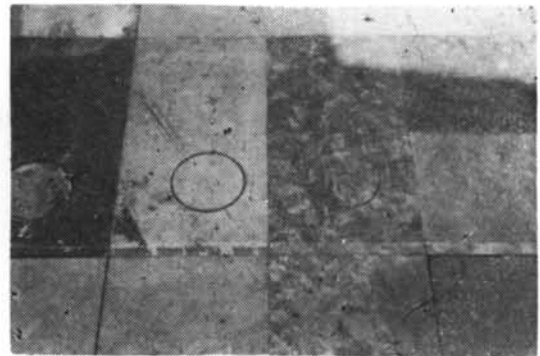
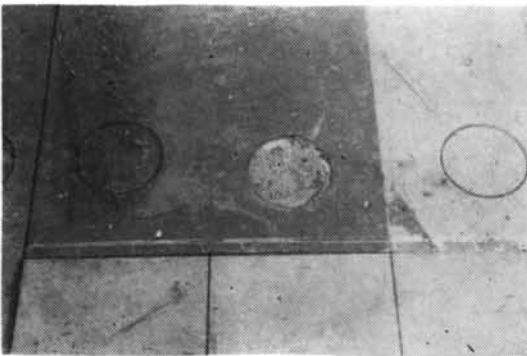
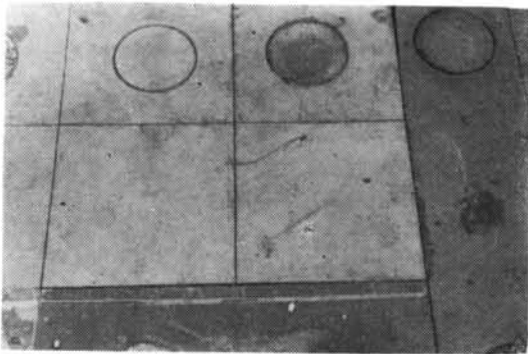


写真-6-2 施工後9か月経過の状態例

(アスファルトタイル-アスファルト接着剤)

上はアスファルトタイルをアスファルト接着剤で貼ったもの。エポキシ系湿潤面プライマーを塗布していない
目地あき幅 2.3mm

下はアスファルトタイルをエポキシ系湿潤面プライマーを塗布し、上と同じアスファルト接着剤で貼ったもの
目地あき幅 0.3mm

写真-6-3 施工後9ヶ月経過の状態例

(リノタイル・塩ビタイル・アスファルトタイル-

エポキシ・ビチューメン接着剤)

上はリノタイル・塩ビタイル・アスファルトタイルをエポキシ・ビチューメン接着剤で貼ったもの、エポキシ系湿潤面プライマーを塗布していない
目地あき幅 0.4mm

下はリノタイル・塩ビタイル・アスファルトタイルをエポキシ系湿潤面プライマーを塗布し、上と同じエポキシ・ビチューメン接着剤で貼ったもの
目地あき幅 0.3mm

ように、接着後の目地あきの幅を0.3~0.5mm程度にくい止めておくためには、少なくとも 5 kg/cm^2 以上の接着力を必要とするであろう。このことは、図-3 および図-4 において下地水分に影響される接着剤では、気乾状態の下地に施工する以外、目的を達することができないことが理解できる。

§ 4. む す び

以上の実験的研究から次の点が総括できる。

① 床材の接着力は、下地水分の量に反比例して低下する。しかし、親水基をもったエポキシ接着剤では接着時、下地が表乾の場合はほとんどその影響を受けない。したがってエポキシ湿潤面用プライマーを塗布することは非常に有効である。

② 長期下地水分の多い状態におかれるときは、溶剤型接着剤では十分乾燥硬化できず、接着力低下を起こす。特に毛管水上昇のある場合は、酢ビ・エマルジョン型接着剤ではもどり現象によって接着力低下を起こし、リノリューム・タイルはアルカリによって侵される。一般にプラスチック床材の接着には、コンクリート床版に下からの毛管水上昇を防止するだけの十分な防水層をとる必要がある。

③ 接着後の床材の伸縮（水分・温度・下地の乾燥収縮などによる）を拘束するだけの接着力は、大体引張接

着力で 5 kg/cm^2 以上必要であって、このような接着力を得るためには、下地が十分乾燥していること、または下地に密着し強力な接着力が得られる接着剤を用いるかまたは同系のプライマーを塗布すること以外にない。このとき剪断接着力と引張接着力との割合が大きいこと（エポキシ接着剤のような）が床材の伸縮を拘束する一つの理由にもなる。

④ 下地水分の影響に関する接着力の試験は、気乾状態のコンクリート面と半分水中浸漬のコンクリート面とへ接着し、写真-1, 2の方法によって引張接着力と剪断接着力を求めることができる。図-5 より一般に接着剤は剪断接着力が引張接着力より大きいことから、引張接着力だけを求めてもよい。また床材としての接着力限界を 5 kg/cm^2 と考えれば、これによって接着剤の選択も可能になる。さらに現場的には写真-3 の方法を用いることによって実際の接着力を求めることができる。

参 考 文 献

- ① 丸一：接着剤の施工法における諸問題 建築材料 Vol 1 No 1 (1961) p 40
- ② 丸一：建築現場施工を中心とした接着剤選択の問題 プラスチックエイジ 6, 1961 p 51

(附記)

床材の下地水分による変形および接着後の変形については、次報告にその詳細を記述し、下地水分による床材の剥がれ原因を追求するつもりである。