

タイル直張り工法における接着性について

Adhesion of Directly Adhering Tiles

木村 建治* 高見 錦一*²

立松 和彦* 山崎 順二*

山内 博記*³

要 旨

コンクリート打放し面の精度が向上してきたことから、タイルを直張りするケースが多くなってきた。しかし、タイル直張り工法の歴史は浅くまだ確立された工法といえない面もある。本報告では、各種の施工仕様でタイルを直張り施工し、その接着強度やせん断強度について調査した結果について述べる。今回行った試験の範囲では、既調合の張付けモルタルでもかなり強度の違いが見られることから、張付けモルタルの選定には十分検討が必要なこと、平滑な塗装合板の打放面でも下地処理に吸水調整剤を適切に使用するなどして施工に留意すれば、短期的な接着強度にはほぼ問題ないこと、コンクリート面に凹凸をつけても強度上効果がないことなどが分かった。

キーワード：塗装合板／直張り／タイル／モルタル／接着／せん断

1. はじめに

近年、コンクリート表面の施工精度の向上が図られ、下地モルタルを塗らずにタイル張りを行う、いわゆる直張り工法を採用するケースが多くなってきた。しかし、コンクリート表面の出来栄の向上や転用回数を考慮して、せき板には従来の型枠合板に代わり、多くが塗装合板（型枠合板の表面に樹脂塗装した製品）を使用している。そのため、コンクリート表面はかなり平滑になり、張付けモルタルの接着性からすれば、あまり好ましくないと推察される。事実、直張り工法で施工された外装タイルの剥離は、コンクリートと張付けモルタルの界面で生じているケースが多い。以上のことから、より適切な直張り工法の確立を図るために実施した試験について以下に報告する。

2. 試験概要

試験体は、コンクリートのせき板（型枠）、表面粗度調整、下地処理、張付けモルタル（以下モルタルという）をパラメータとして作製した。試験の項目は、タイルの接着試験・せん断試験及びモルタルのフレッシュ試験・硬化後の物性試験である。なお、試験は主にモルタルとコンクリートの接着性について調査するものであるが、モルタルの塗り厚さが4mmと薄いため、モルタルのみでは初期乾燥が速く、実際の状態と異なることが考えられ、タイルの張付けも行った。

2.1 試験体概要

(1) 接着・せん断試験用試験体

試験体の仕様を表-1に示す。また、写真-1に試験体の一例を示す。

試験体に使用したコンクリートは27-18-20Nである。タイル下地のコンクリート面の大きさは610mm×510mmでコンクリート厚さは100mmである。

せき板には型枠合板（横張り）と塗装合板及び型枠合板表面に凹凸付の塩ビ製シートを張ったものの計3種類を使用した。

コンクリートの表面粗度調整は、型枠合板の打放し状態（以下無処理という）と型枠合板に凹凸付のシート張りの表面が凹凸状のもの（写真-2参照）、塗装合板の無処理と表面を#16ペーパーサンダー掛け、カップサンダー掛け、#16ディスクサンダー掛けをしたものの計6種類とした。

下地処理は水湿しのもととEVA（エチレン酢酸ビニル）系の吸水調整剤の水溶液（5倍希釈：HF5）を塗布したものの2種類とした。水湿しはモルタル塗りの直前にいき、コンクリート表面が乾いた状態でモルタルを塗った。吸水調整剤塗布は、モルタル塗りの1.0～4.5時間前に行った。なお、全試験体とも下地処理の前日に水洗いブラシ掛けの下地清掃を行い、ほこり等を除去した。

モルタルは既調合の3種類（A，B，C）を使用した。使用方法として、モルタルの混練水には、Aについては前記の吸水調整剤の水溶液（5倍希釈：HF5、A1）或いは

*工法・材料研究室 *²東京分室 *³大阪本店建築部

水道水（A2）の2種類、BとCについてはいずれも水道水とした。

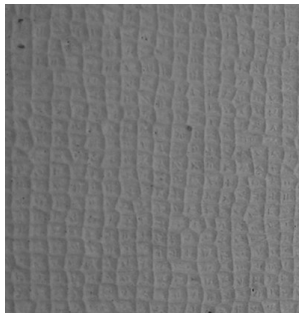
タイル張りは下地のコンクリート打設から40日後に行った。タイルはモルタル塗り直後（オープンタイムはなし）に張付けた。タイルの割付けは、せん断試験の作業性を考慮して相互に40mmの間隔をあけた。また、せん断試験用のタイルについては、試験用のアタッチメントを正しくセットするために、タイルの小口面から外（下）のモルタルを、施工後約2時間程度経過した時点で除去した。なお、タイルにはせり器質の45二丁掛けを使用した。

(2) モルタル

試験体に使用したモルタルの調合を表－2に示す。モ



写真－1 接着・せん断試験体



写真－2 P V Cシート打放し面

ルタルの練混ぜは、混水量を重量比で一定とせず、各々のモルタル別にタイル作業員が作業性がよいと判断した調合により決定した（モルタル毎に粘性が異なり重量比で一定にするのは不合理であるため）。

2.2 試験方法

タイルの張付けから35日～45日後に試験を行った。なお、試験枚数は各仕様とも6枚である。

(1) 接着試験

タイルの外側4周をコンクリート内部までカッティングし、鋼製のアタッチメントを接着剤でタイル表面に張付けた。接着剤の硬化を待って引張り試験を行い、最大荷重から単位面積当りの接着強度を求めた。写真－3に試験時の状況を示す。

(2) せん断試験

タイルとモルタルを同時に、またコンクリート面に平行に引張れる専用のアタッチメントを作製した。接着試験と同様にタイルの下側を除く外側3周（下部の小口は前述のようにタイル施工時に処理済み）をコンクリート内部までカッティングした。タイルとモルタルの下側小口面に急結セメントを塗付け、アタッチメントを密着して取付けて、加力芯がコンクリートとモルタルの界面になるように引張り試験機をセットした。急結セメントの硬化後、引張り試験を行い、最大荷重から単位面積当りのせん断強度を求めた。写真－4に試験の状況を示す。

なお、接着試験及びせん断試験に用いた引張り試験機はRT2000LD（日本仕上学会認定品）である。

(3) モルタルの試験

フレッシュ時のフロー・空気量・単位容積質量及び硬化後の曲げ強度・圧縮強度・ヤング係数について試験を行った。

表－1 接着・せん断試験体仕様

試験体記号	仕 様					
	型 枠	表面（粗度）調整	下地清掃	下地処理	張付けモルタル	タイル
1NWT	型枠合板	無 し	水洗い ブラシ洗浄	水湿し	A1	45 二丁掛
2PHT	塗装合板	#16ペーパーサンダー		HF5	A1	
2NWT	塗装合板	無 し		水湿し	A1	
2NHT	塗装合板	無 し		HF5	A1	
2NHP	塗装合板	無 し		HF5	B	
2NHK	塗装合板	無 し		HF5	C	
2CHT-1	塗装合板	カップサンダー		HF5	A2	
2CHT-2	塗装合板	カップサンダー		HF5	A1	
2DWT	塗装合板	#16ディスクサンダー		水湿し	A1	
2DHT	塗装合板	#16ディスクサンダー		HF5	A1	
3NWT	凹凸P V C シート張り合板	無 し		水湿し	A1	
3NHT	凹凸P V C シート張り合板	無 し		HF5	A1	

3. 試験結果

試験の結果を図－１に示す。また、各条件別に比較した結果を図－２に示す。

3.1 接着試験

図－１の結果をみると、これまでに行った実施工のデータよりも全体的に接着強度は高くなっており、特に問題になるものは見当たらない。しかし、相対的な比較から以下のことが分かる。

- ・ディスクサンダー掛けをして水湿しを行いモルタルにA1を使用したもの（2DWT）が最も接着強度は高い。
- ・型枠合板の無処理で下地を水湿し、モルタルにA1を使用したもの（1NWT）は接着強度が高くばらつきも少ない。しかも塗装合板で同仕様のもの（2NWT）より優れている。
- ・塗装合板の無処理で下地にHF5を塗布したもの（2NHT）は接着強度は高いが、ばらつきが大きい。
- ・型枠別－1から、無処理で下地を水湿しモルタルにA1を使ったものでは、型枠合板が最も接着強度が高い。
- ・型枠別－2では塗装合板の無処理のもの（2NHT）がPVCシートで凹凸をつけた同仕様もの（3NHT）より接着強度は高い。
- ・モルタルの種類別（A1、B、C）では、練混ぜ水にHF5を使用したA1の場合が最も接着強度が高い。また、A1とA2の場合では、練混ぜ水にHF5を使用したA1の場合のほうが接着強度は高く、ばらつきが少ない。
- ・塗装合板の表面粗度調整別では、接着強度はそれほど大きく変わらないが無処理のもの（2NHT）が最も接着強度が高い。
- ・下地処理別では、塗装合板の無処理では水湿しよりもHF5を塗布したほうが接着強度は高い。しかし、PVCシートとディスクサンダー掛けの場合には、水湿しのほうが接着強度は高い。

なお、モルタルにA2及びB、Cを使用した試験体については、全てタイルの裏足部分で剥離した。（写真－5 接着試験後の試験体参照）

3.2 せん断試験

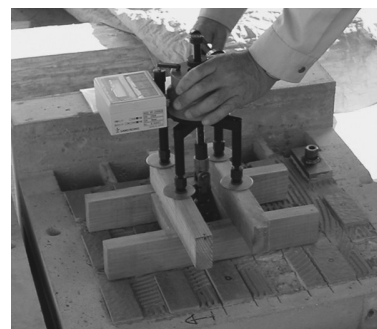
試験の結果から相対的に以下のことが分かる。

- ・型枠合板の無処理で下地処理が水湿し、モルタルにA1を使用したもの（1NWT）は、接着試験とは異なり相対的な強度は低くなりばらつきが大きい。
- ・塗装合板の無処理でHF5を塗布したもの（2NHT）が最も強度が高い。同合板の無処理で水湿しのもの（2NWT）も高い強度を示している。接着面が均一であっ

てもせん断強度は高い。

- ・接着試験の結果と同様にモルタルにA2、B、Cを使用したものは強度が低い。（2CHT-1、2NHP、2NHK）
- ・サンダー掛けをした場合、サンダーの種類（3種）ではそれほど大きな差は見られない。これは前記の接着試験も同様である。ただし、2DWTと2DHTからみて下地は水湿しのほうが強度が高くなっている。

なお、接着試験の結果と同様に、モルタルにA2及びB、Cを使用した試験体については、全てタイルの裏足部分で剥離した。



写真－3 接着試験状況

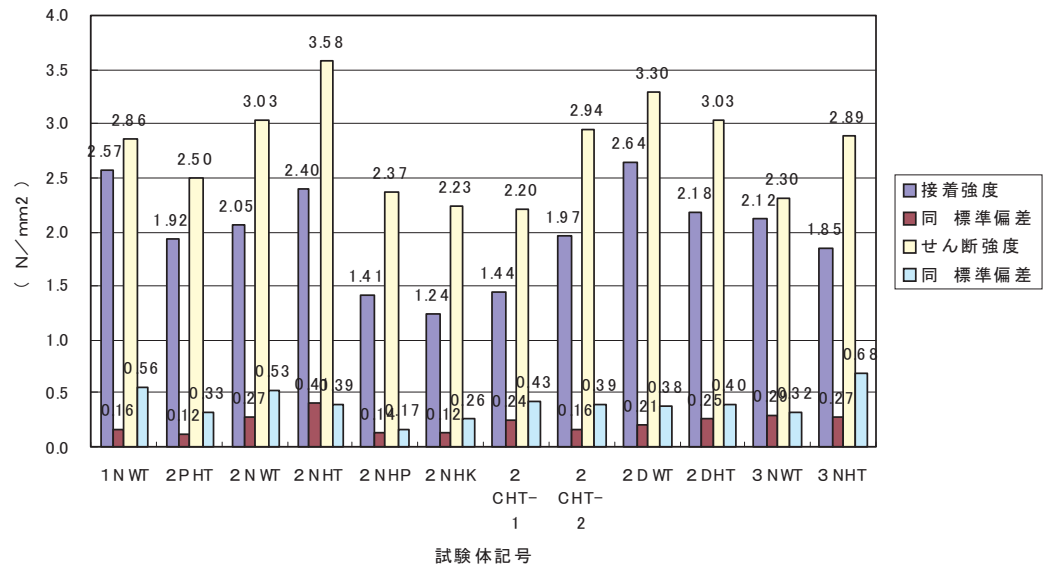


写真－4 せん断試験状況

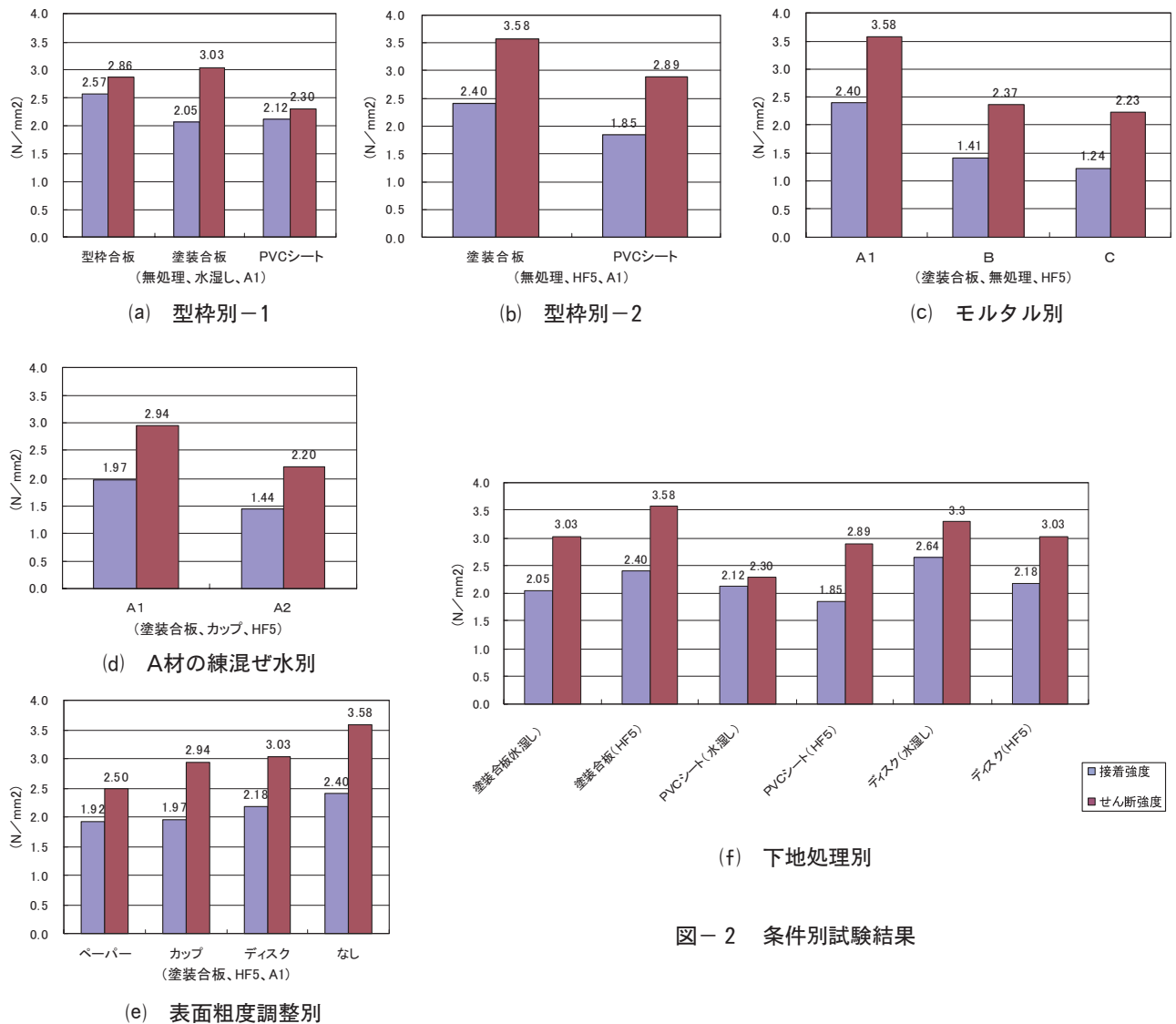
表－2 張付けモルタルの調合

	張付けモルタル (kg)	混練水 (L)	水粉体比 (%)
A1	6	1.43	24
A2	6	1.43※	24
B	6	1.30	22
C	6	1.52	25

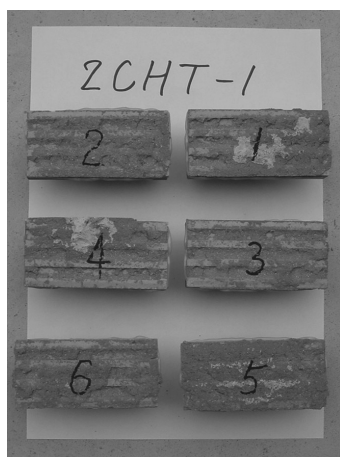
※混練水に吸水調整剤の5倍水溶液を使用、
その他は水道水を使用



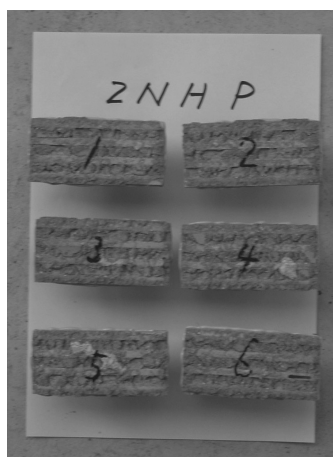
図－１ 接着・せん断試験結果



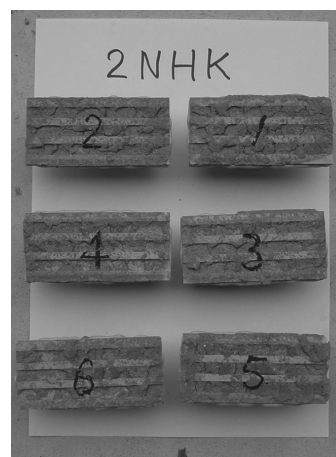
図－２ 条件別試験結果



モルタルA2



モルタルB



モルタルC

写真－5 接着試験後の試験体

表－3 張付けモルタルのフレッシュ試験結果

モルタル 種類	フロー (mm)	空気量 (%)	単位容積質量 (g/cm ³)
A1	155	11.0	1.87
A2	159	13.0	1.88
B	142	11.2	1.87
C	168	8.8	1.96

表－4 張付けモルタルの物性試験結果

モルタル 種類	曲げ強度 (4W) (N/mm ²)	圧縮強度 (4W) (N/mm ²)	ヤング係数 (×10 ⁴ N/mm ²)
A1	4.47	32.6	1.31
A2	5.06	37.6	1.53
B	2.86	36.6	1.46
C	4.87	37.3	1.62

3.3 張付けモルタルの試験

(1) フレッシュ時の試験

試験結果を表－3に示す。

フローは142～168mmの範囲にある。A1、A2と比べるとBが若干小さくCが若干大きい値を示した。材料の特性と考えるが、Bのフローが小さくなったのは他のものより混練水の量が少なかったためとも考えられ、同様にCについては水量が多かったためとも考えられる。水粉体比の違いやモルタルの材料は不明であるが、文献¹⁾における既調合モルタル（7種類）のフロー（145～162mm）とはほぼ同様の結果を示している。Cは他の材料と比べて単位容積質量が最も大きく、空気量が最も低かった。なお、上記文献では既調合モルタルの空気量は14.5～18%と報告されているが、当試験結果よりかなり高くなっている。

(2) 物性試験

表－4に試験結果を示す。

曲げ強度についてはBは他の材料よりもかなり低い。前記の接着試験及びせん断試験の結果においてBの強度が低くタイルの裏足面で破断しているのは、この曲げ強度が低いことに起因すると考えられる。圧縮強度についてはA1が他よりも少し低い。ヤング係数についてはA1

が少し低くCが最も高い。しかし、接着及びせん断試験の結果では、A1が最も良好な結果であった。文献²⁾によるとタイルの剥離の大きな原因とされるディファレンシャルムーブメントに対する応力緩和には、低ヤング係数の材料が有利とされていることからしても、A1が最も優れていることになる。

4. 結論

模型試験という特別な条件下で施工しているため、全ての試験体においてこれまでの実施工の場合の試験結果よりかなり良好であった。そのため試験の結果はあくまでも仕様別の相対的な比較にとどめておくのが妥当と考える。今回の試験から以下のことがいえる。

- ・既調合のモルタルでもかなり強度に差がみられ、選定には十分検討が必要である。
- ・塗装合板の打放し面には下地に吸水調整剤を塗布して施工したほうがよい。ただし、塗布量については留意する必要がある（文献³⁾参照）。
- ・型枠合板の打放し面では、水洗いブラシ洗浄の上、水湿しで下地処理を行えばほぼ良好な結果が得られる。
- ・コンクリート表面に凹凸（1mm程度）をつけてもあまり強度の増加にはつながらない。

- ・コンクリート表面にサンダー掛けをした場合は、水洗いブラシ洗浄を行いほこり等を除去すれば、下地処理は水湿しでもよい。

以上から、塗装合板を使ったためにコンクリート表面が平滑になり、そのことが原因で接着強度やせん断強度が低下することにはつながらない。施工の良否その他の要因が大きく影響することが考えられる。

5. おわりに

タイルの接着強度やせん断強度は、コンクリート表面（下地）の状態、下地処理、モルタル塗りのコテ圧、モルタルのオープンタイム、タイルの張付け強さ、施工時の気象条件、施工後の環境条件、躯体のムーブメントなどいろいろな要因が微妙に影響する。より品質の向上を図るためには、長期暴露や温冷繰り返し、追従性試験など各種の試験結果から総合的に判断して結論を引き出す必要がある。今後、さらに各種の試験や解析、検討を行い、より品質の向上が図れる施工法を確立して行きたいと考えている。

〔参考文献〕

- 1) 高松、渡邊：外装張付けモルタルの性能評価に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、A1-1、pp167～168、2000.8
- 2) 高田栄治ほか：日本仕上学会学術講演会研究発表論文集、pp15～18、1992.6
- 3) 恩村、谷澤、山内：タイル剥離原因の究明に関する実験、浅沼組技術研究所報No.9、pp113～120、1997