

タイル張りの接着性に及ぼす表面処理の影響

名知 博司 小野 正 久保田 憲一
(技術研究所) (技術研究所) (建築本部 技術部)

The Effect of Concrete Surface Treatment on Tile Adhesion

by Hiroshi Nachi, Tadashi Ono and Kenichi Kubota

Abstract

The effect of concrete surface grinding or polishing on tile adhesion was tested in order to prevent the delamination between adhesive mortar for tiles and concrete at external walls. In the test, four types of treatments, that is, no treatment, grinding, high pressure water polishing, and ultra-high pressure water polishing, were applied. As a result, the concrete surface with no treatment was the smoothest and the roughest were the surfaces after grinding and ultra-high pressure water polishing. The surface after high pressure water polishing was positioned between them. The failure pattern in the adhesive test depended upon the roughness of the treated concrete surface. The ratio of the delaminated area from concrete interface and all surface area should preferably be 30% or less. This percentage could be obtained only by the concrete surface after grinding and ultra-high pressure water polishing. Consequently, these two methods were proposed for the adequate treatment of concrete surface before adhesion of tiles to prevent delamination.

概要

本研究は、外壁タイルの剥離防止を目的にコンクリートの表面の研磨処理が接着性に及ぼす影響について、実験的に検討した。その結果、研磨処理後のコンクリート表面の粗さは、無処理が最も平滑で、サンダー掛けと超高压水処理が同程度で最も粗く、高压水処理は中間の粗さであった。接着試験後の破壊状態は、研磨処理によって異なり、研磨しないものは最もコンクリート界面からの剥離が多く、サンダー掛けと超高压水処理が同程度で最も少なく、高压水処理は中間の量であった。コンクリート界面からの剥離面積の比率は、30%以下が望ましく、この条件を満たすのは、サンダー掛け処理と超高压水処理であった。これらをタイルの剥離を防止する研磨処理として提案した。

§ 1. はじめに

タイル直張り工法で施工された外壁タイルの剥離・剥落は、主としてコンクリート表面と張付モルタルの界面で発生している。これらの剥離・剥落故障事例を調査すると、コンクリートの表面状態の違いによって張付モルタルの接着性に差が生じ、接着状態が良くないものは、経年後にタイル張り層がコンクリート躯体から剥離するケースが多々見られる。すなわち、タイル直張り工法の剥離・剥落防止を図るためには、施工時の適切なコンクリートの表面処理が極めて重要であるといえる。

他方、塗装合板型枠の普及やコンクリートの高強度化に伴い、コンクリート表面は平滑で緻密化した硬い層が形成されるようになり、平滑面への張付モルタルの接着性の確保が難しく、また、緻密化したコンクリート表面の研磨処理は、より手間が掛かる作業に

なっている。

§ 2. コンクリート表面処理の現状と問題点

建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 (鉄筋コンクリート工事)によると、コンクリート打込み用の型枠に用いることができるせき板は、合板、製材、金属製型枠パネルなどの種類がある¹⁾が、タイル張り仕上げの下地となると、合板が圧倒的に多い。さらに、最近では、転用回数を増やす目的で、ポリウレタン塗装を施した合板の使用が増加してきている。近藤ら²⁾は、このような塗装合板をせき板に用いて打込んだコンクリート面に対して各種の表面処理を施し、そこへモルタルを塗り付けた試験体で接着試験を行った。その結果、表面処理を施さない無処理やデッキブラシによる水洗いでは、サンダー掛けや高压水洗浄(吐出圧

50N/mm²)などで表面処理したものと比較して、表面が平滑で、接着強度が劣ることを指摘している。

また、建築工事標準仕様書・同解説JASS 19(陶磁器質タイル張り工事)では、コンクリート面の精度、薄塗り補修および剥離剤の処理に関しては、注意点を挙げているものの、せき板の違いによって生じる表面状態とその処理方法については全く記述がなく、塗装合板型枠を用いて打込んだコンクリート面に目荒しすることなく、タイル張りすることを容認している³⁾。また、建築工事監理指針では、タイル直張り工法は、一般的な工法に採用しておらず、高圧水洗浄法(吐出圧30~70N/mm²)についても、コンクリート面の処理方法として紹介している⁴⁾が、具体的な管理方法などについては述べられていない。

前述したように、これらの仕様書および指針では、塗装合板を用いて打込まれた平滑なコンクリート面にタイルを直張りするタイル工事において、十分な接着性を確保するために必要なコンクリートの表面処理方法が必ずしも標準化されているとは言えない。

このため、本研究では、タイル直張り工法において、コンクリートの強度および表面処理の違いがタイル張り層の接着性に及ぼす影響を実験的に把握し、その結果を基に、タイルの剥離・剥落防止のためのコンクリートの表面処理方法を提案した。

§ 3. 試験計画

3.1 試験概要

供試体のコンクリートの調査は、設計基準強度の異なる3調査(21N/mm²、27N/mm²、33N/mm²)とし、その表面処理方法は、4種類5仕様(無処理、ベルトサンダー処理、超高圧水洗浄、高圧水洗浄2仕様)とした。

タイル張付け後の供試体の養生方法は、標準養生28日と張付モルタルの強度発現を促進させた温水養生の2条件とした。

これらの養生を経たタイル張り層の接着性は、引張接着試験と軸ひずみ追従性試験によって評価した。

3.2 試験の要因と水準

試験の要因と水準は、表-1に示すとおりである。コンクリートに対する表面処理は総当たりとし、表-2に示す養生と試験の組み合わせで実施した。

3.3 使用材料

コンクリートは、普通ポルトランドセメント、陸砂(浜岡産、 $\rho = 2.59$)、碎石(青梅産、 $\rho = 2.66$)および

2種類の混和剤を用いて、コンクリートの表面強度の影響を検討するために、表-3に示す3調査とした。

張付モルタルは、普通ポルトランドセメント、珪砂5号と6号の混合砂、エチレン酢酸ビニル系ポリマーディスパージョン(PD)およびメチルセルロース(MC)を用いて、表-4に示す調査とした。

タイルは、50mm角モザイクタイル(磁器質、施釉、厚さ7mm)を、吸水調整材は、エチレン酢酸ビニル系ポリマーディスパージョンの6倍希釈液を、目地モルタルは、市販の既製調査目地モルタルを使用した。

要因		水準
変動要因	コンクリート設計基準強度	(1)21N/mm ² (2)27N/mm ² (3)33N/mm ²
	表面処理	(a)無処理(塗装合板打設面)
		(b)ベルトサンダー(研磨紙#40)
(c)超高圧水洗浄(標準仕様)		
(d-1)高圧水洗浄(A仕様) (d-2)高圧水洗浄(B仕様)		
養生方法	(I)標準養生(20℃、65%RH)	
	(II)温水養生(40℃温水浸漬)	
固定要因	型枠	塗装合板
	吸水調整	吸水調整材の6倍液1回塗り
	張付モルタル	ポリマーディスパージョン混入現場調査モルタル
	タイル	50mm角モザイクタイル
	目地モルタル	既製調査モルタル

表-1 試験の要因と水準

試験方法	引張接着試験	軸ひずみ追従性試験
養生		
標準養生	○	○
標準養生→温水養生	-	○

凡例：○実施 - 未実施

表-2 養生と試験の組み合わせ

設計基準強度(N/mm ²)	W / C (%)	S / a (%)	ス ラ ン プ (cm)	単位容積質量(kg/m ³)					
				セ メ ン ト	水	細 骨 材	粗 骨 材	混和剤	
								A (g)	B (g)
21	57.0	50.3	17.0	316	180	882	899	790	948
27	51.0	49.4	17.0	353	180	851	899	883	1059
33	46.0	48.5	17.0	391	180	820	899	978	1173

A: A E減水剤 C: 0.375%、10%溶液で使用
B: 空気量調整剤 C: 1kgに対して1%溶液を3cc

表-3 コンクリートの調査

容積比	水セメント比	保水剤混入比	混和剤混入比	フロー値
C/S (%)	W/C (%)	MC/C (%)	PD/C (%)	(mm)
200	30±5	0.2	5±0.5	165±5

MC: メチルセルロース
PD: ポリマーディスパージョン

表-4 張付モルタルの調査

3.4 供試体の作製

タイル張り供試体の形状・寸法は、図-1に示すとおりであり、その作製方法を手順に沿って以下に示す。

(1) コンクリートの打込み

コンクリートは、コンクリート製造室内において、表-3に示す調合で混練し、10×10×40cmの塗装合板型枠に打込んだ。打込み後は、20℃、95%RHの湿空状態で7日間養生した後に脱型し、ポリエチレンフィルムで封かんして、20℃、65%RH恒温恒湿室内で18日間養生した。その後、ポリエチレンフィルムを剥がし、表面処理に供した。また、圧縮強度測定用の円柱供試体(φ10×20cm)を1調合につき3体ずつ作製し、28日間封かん養生した。

(2) コンクリート表面処理

コンクリート打込み後材齢25日目に、以下に示すコンクリート表面処理を行った。

(i) 表面処理を施さない無処理のものは、ナイロン製ブラシを用いて表面を水洗いした。

(ii) 建設現場で一般的に行われているディスクサンダーによる研磨は、研磨程度を均一にするのが難しい。そこで、40番の研磨紙を用いたベルトサンダー(マキタ製作所)による研磨(以下、ベルトS)を行い、研磨後は削りカスが表面に残らないように、丁寧に水洗いをした。

(iii) 超高压水洗浄は、専門工事業者の標準仕様に基づき、吐出圧150N/mm²にて、コンクリート表面から5cm程度離れた状態で、処理速度0.33m²/minで洗浄した(以下、超高压)。

(iv) 高压水洗浄は、標準的な仕様が確立していないため、専門工事業者の施工実績を参考にして壁からの距離と処理速度を考慮し、2仕様とした。すなわち、吐出圧は40N/mm²に固定し、コンクリート表面から

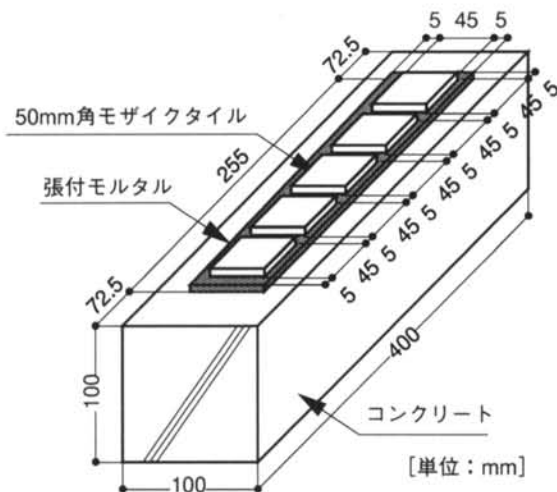


図-1 供試体の形状・寸法

10cm程度離れた状態で処理速度0.33m²/minの仕様(以下、高压10cm)と、コンクリート表面から5cm程度離れた状態で処理速度0.67m²/minの仕様(以下、高压5cm)で洗浄した。

表面処理後のコンクリートは、20℃、65%RHの恒温恒湿室に戻して材齢28日まで養生した。

(3) 表面粗さの測定

倉内らは、光沢度を利用した簡便な表面粗さの測定方法を提案している⁵⁾。これは、コンクリートの凹凸をアルミ箔に転写した場合、その程度によって光沢度が変化する性質を利用した方法である。表面処理を施したコンクリート表面は粗く、不均一な表面状態であり、このような表面状態を定量化する方法としては、従来の表面粗さ計を用いる一次元(線)の測定よりも、光沢度計を用いる二次元(面)の測定の方が的確に粗さを評価でき、データの信頼性が高いと考えられる。

そこで、試験に先立ちさまざまな表面状態のコンクリート表面にアルミ箔を型押しして求めた光沢度と、表面粗さ計(ミットヨ サーフトテスト301)で測定した中心線平均粗さとの関係を図-2に、両者の関係から求めた校正曲線を(1)式に示す。

$$Ra = 23.2 - 8.3 \cdot \log D \quad \dots (1)$$

ここに、 Ra : 中心線平均粗さ (μm)

D : 光沢度

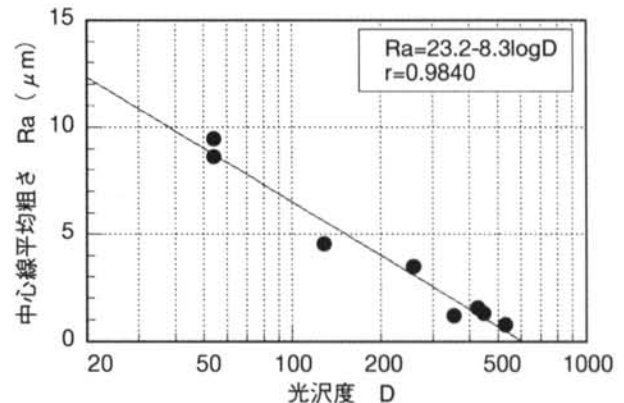


図-2 表面粗さの校正曲線

図-2からわかるように、光沢度の対数と中心線平均粗さとの間には、高い相関関係が成立した。そこで、本研究では、タイル張り前日に各種表面処理後のコンクリート表面の凹凸をアルミ箔に型押しして写し取り、これの光沢度(村上色彩技術研究所 携帯光沢計GMX-202型)を測定し、(1)式により表面粗さ(中心線平均粗さ Ra)に換算した。

(4) タイルの張付け

タイル張付け前日に、張付け面に吸水調整材として、エチレン酢酸ビニル系ポリマーディスパージョン

の6倍希釈液(150g/m²程度)を刷毛で塗布した。

コンクリート打込み後材齢28日で、タイルを張付けた。張付モルタルは、所定の配合・水量で、ミキサーを用いて180秒間攪拌した。コンクリート面にしごき塗り用ゴム杵(厚さ1mm)を敷いて、張付モルタルをしごき塗りし、次いで上塗り用ゴム杵(厚さ5mm)に敷き変えて、張付モルタルを上塗りし、そこに5枚1組のモザイクタイルを振動工具(ヴィブラート)を用いて密着張りした。タイル張付け後は、20℃、95%RHの湿空状態で24時間養生した。なお、軸ひずみ追従性試験用の供試体は、翌日に同一手順で裏面のタイルを張付けた。

(5) 目地詰め

タイル張り翌日に、目地詰めを行った。既製調合目地モルタルをフロー値が180mm程度になるように水量を調整しながら180秒間攪拌した。目地詰め用ゴム杵(厚さ10mm)を設置し、タイル目地部に目地モルタルを塗り込み、タイルの面位置で仕上げた。

3.5 養生方法

引張接着試験用の供試体は、目地詰め後に20℃、65%RHの恒温恒湿室内で28日間の標準養生を行った。また、軸ひずみ追従性試験用の供試体は、張付モルタルの強度発現を促進させるために、標準養生28日後に温水養生(40℃の温水に28日間浸漬)を行った。

3.6 試験方法

3.6.1 圧縮試験

500kN万能試験機(島津製作所)を用いて、載荷速度1.5kN/secで円柱供試体を単調圧縮載荷し、コンクリートの圧縮強度を求めた。

3.6.2 引張接着試験

引張接着試験に先立ち、試験の前日までに、目地モルタル部分をコンクリート用カッターでコンクリートに達するまで切り込み(約11mm)を入れ、タイル表面に2成分形エポキシ樹脂を用いて引張接着試験用の鋼製治具を接着した。

写真-1に示すように、供試体を反力用鋼製治具に固定し、50kN精密万能試験機(島津製作所オートグラフAG-B)を用い、載荷速度1mm/minで単調引張載荷し、破壊時の荷重を求め、それを接着面積で除して引張接着強度を算出した。なお、接着面積は、破断面から実測し、併せて、図-3に示す破壊箇所別の面積を求め、接着面積に対する百分率で破壊状態を表示した。

3.6.3 軸ひずみ追従性試験

試験の前日までに、図-4に示す位置にひずみゲージ(タイル:ゲージ長10mm、コンクリート:ゲ-

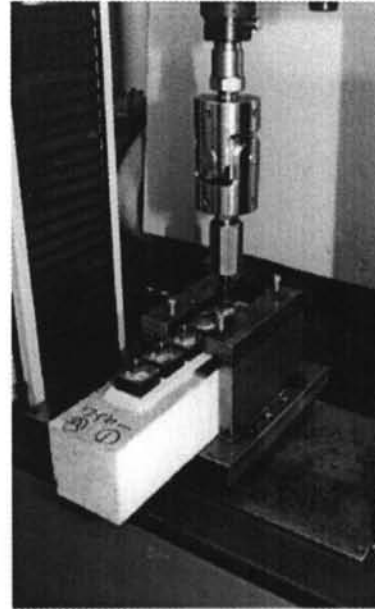


写真-1 引張接着試験の状況

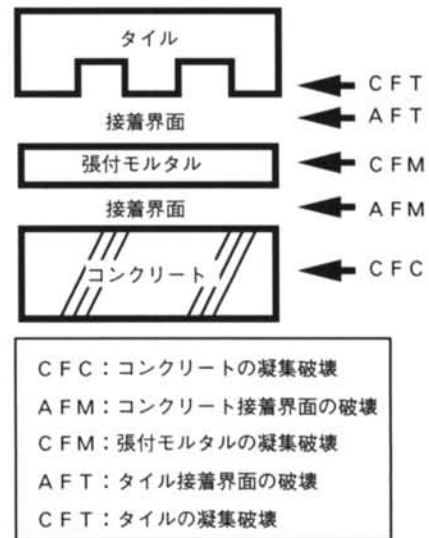


図-3 破壊箇所の表示

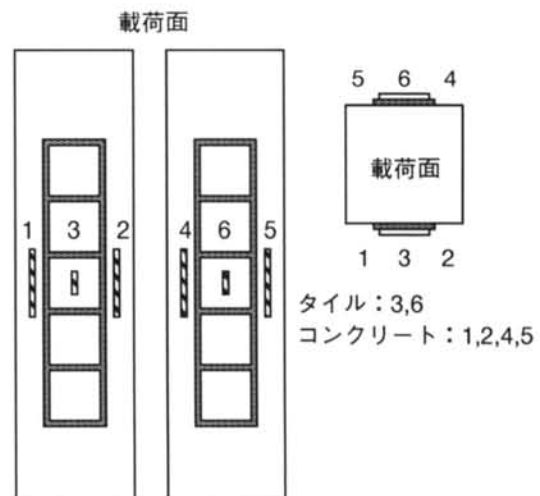


図-4 ひずみゲージの貼り付け位置

ジ長 60mm) を貼り付けた。写真-2 に示すように、2000kN 万能試験機 (東京衡機) を用いて、載荷速度 1.7kN/sec で供試体を単調圧縮載荷し、タイルとコンクリートの表面ひずみを測定して、以下に述べる破壊ポイントと剥落ポイントを求めた。

- (1) 破壊ポイント：タイルに生じる圧縮ひずみが減少し始めた時のコンクリートひずみであり、タイル張り層がコンクリートのひずみに追従できなくなり、破壊することによってひずみが解放され始めた時点である。
- (2) 剥落ポイント：タイルに生じる圧縮ひずみが完全に解放され、0に戻った時のコンクリートひずみであり、タイル張り層が完全に破壊してコンクリートの変形がタイルに伝達されなくなった時点である。



写真-2 軸ひずみ追従性試験の状況

§ 4 . 試験結果および考察

4 . 1 コンクリートの圧縮強度と表面粗さ

コンクリートの圧縮強度の結果を表-5 に示す。圧縮強度は、各調合ともに設計基準強度を満足する十分な強度が得られた。

各種表面処理後の中心平均粗さとコンクリートの圧縮強度の関係を図-5 に示す。

いずれのコンクリートの調合および表面処理にお

設計基準強度	圧縮強度		
	平均 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	変動係数 (%)
21N/mm ²	38.5	0.89	2.3
27N/mm ²	44.2	0.82	1.9
33N/mm ²	49.9	1.29	2.6

表-5 コンクリートの圧縮強度

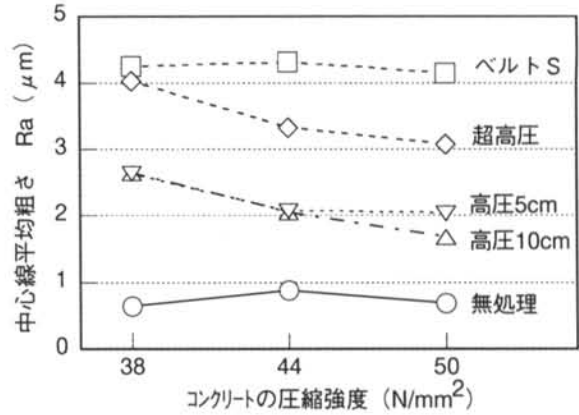


図-5 中心線平均粗さとコンクリートの圧縮強度の関係

いても、無処理に比べ2~6倍程度表面粗さが増加する傾向が認められ、その程度はベルトサンダー掛け>超高圧水洗浄>高圧水洗浄の順で大きかった。

また、超高圧水洗浄と高圧水洗浄は、コンクリートの圧縮強度が大きくなるほど、表面粗さが小さくなった。コンクリートの強度は、表-3 に示したようにセメント水比で決まるため、セメント水比が大きくなるほど表面硬度が大きくなり、超高圧水洗浄と高圧水洗浄の処理効果が低下したものと考えられる。

4 . 2 引張接着試験結果

標準養生 28 日後における引張接着試験の結果を表-6 に示す。コンクリートの圧縮強度、表面処理の種類によらず、引張接着強度は 1.2~1.7N/mm² であり、破壊モードはタイル接着界面の破壊と張付モルタルの凝集破壊との混合破壊であった。この試験からは、表面処理方法の違いによる引張接着強度ならびに破壊モードに明瞭な差は認められなかった。

外部からの水分供給がほとんどない標準養生では、張付モルタルの強度の発現が不十分であり、コンクリート強度や張付モルタルの接着強度よりも弱いた

処理方法	圧縮強度 (N/mm ²)	引張接着強度			破壊モード		
		平均 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	変動係数 (%)	CFT (%)	AFT (%)	CFM (%)
無処理	38	1.21	0.223	18.4	1	54	45
	44	1.36	0.201	14.8	0	55	45
	50	1.29	0.027	2.1	2	53	45
ベルト S	38	1.74	0.227	13.0	0	55	45
	44	1.62	0.276	17.0	1	54	45
	50	1.48	0.080	5.4	0	55	45
超高圧	38	1.31	0.289	22.1	0	55	45
	44	1.32	0.186	14.1	1	54	45
	50	1.22	0.140	11.5	0	55	45
高圧 10cm	38	1.54	0.276	17.9	0	55	45
	44	1.39	0.144	10.4	0	55	45
	50	1.30	0.099	7.6	1	54	45
高圧 5cm	38	1.57	0.105	6.7	1	54	45
	44	1.27	0.185	14.6	0	55	45
	50	1.33	0.197	14.8	2	53	45

(注) CFT：タイルの凝集破壊、AFT：タイル接着界面の破壊、CFM：張付モルタルの凝集破壊

表-6 引張接着試験結果の一覧

め、張付モルタルの凝集破壊が生じやすくなると考えられる。

4.3 軸ひずみ追従性試験の結果

4.3.1 破壊ポイントおよび剥落ポイント

軸ひずみ追従性試験結果の一覧を表-7（標準養生28日後）および表-8（温水養生28日後）に示し、破壊ポイントおよび剥落ポイントの比較を図-6および図-7に示す。

表面処理を施さない無処理の破壊ポイントは、標準養生28日後で750~1400×10⁶であったのに対し、温水養生28日後には890~970×10⁶となった。一方、表面処理を施した試験体は、標準養生28日後で1000~1500×10⁶、温水養生28日後で1028~1316×10⁶であった。

図-6によると、無処理に比べて、各種表面処理を施したタイル張り層の破壊ポイントは、いずれの養生とも大きくなった。しかし、表面処理を施したタイル張り層同士で比較すると、破壊ポイントに有意な差は認められなかった。他方、図-7によると、剥落ポイントは表面処理を施した方が無処理よりも大きくなる傾向を示し、その傾向は温水養生後の方が明瞭に現れた。

4.3.2 破壊モード

破壊モードの一覧を図-8に示す。

図-8によると、標準養生後の無処理のタイル張り層では、コンクリートと張付モルタルの接着界面破壊が40%程度認められるのに対して、表面処理を施したタイル張り層では、張付モルタルの凝集破壊とタイル接着界面の破壊との混合破壊が支配的であった。

処理方法	圧縮強度 (N/mm ²)	破壊ポイント			剥落ポイント (×10 ⁶)
		コクリート (×10 ⁶)	タイル (×10 ⁶)	ひずみ差 (×10 ⁶)	
無処理	38	746	707	39	867
	44	1023	899	124	1318
	50	1399	1073	326	1614
ベルト S	38	1499	1127	372	1729
	44	1339	1061	278	1421
	50	1404	1172	232	1572
超高压	38	1153	1024	129	1338
	44	1437	1038	399	1570
	50	1178	1070	108	1255
高压 10cm	38	1026	1015	12	1173
	44	1199	1061	138	1311
	50	1423	986	438	1511
高压 5cm	38	1358	920	438	1994
	44	1295	1091	205	1397
	50	1158	985	174	1234

表-7 軸ひずみ追従性試験結果（標準28日）

処理方法	圧縮強度 (N/mm ²)	破壊ポイント			剥落ポイント (×10 ⁶)
		コクリート (×10 ⁶)	タイル (×10 ⁶)	ひずみ差 (×10 ⁶)	
無処理	38	889	691	199	1666
	44	974	753	221	1253
	50	903	707	196	1494
ベルト S	38	1149	755	394	1733
	44	1117	862	255	1651
	50	1243	997	246	1513
超高压	38	1254	899	355	1594
	44	1249	976	273	1615
	50	1248	1003	245	1925
高压 10cm	38	1279	949	330	1708
	44	1316	947	369	1958
	50	1296	916	380	1451
高压 5cm	38	1250	986	264	1615
	44	1251	966	286	1724
	50	1028	850	178	2033

表-8 軸ひずみ追従性の試験結果（温水28日）

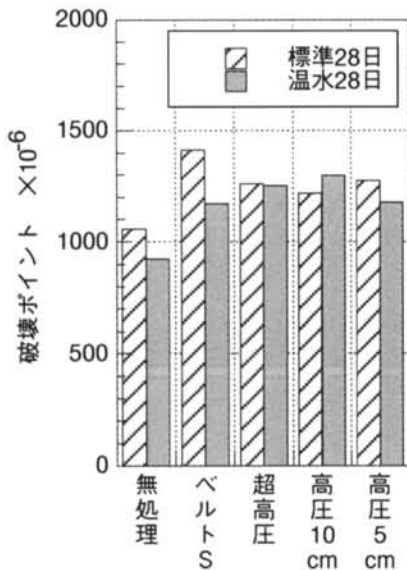


図-6 破壊ポイントの比較

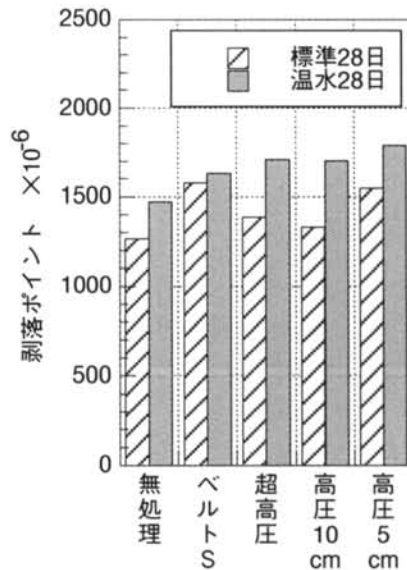


図-7 剥落ポイントの比較

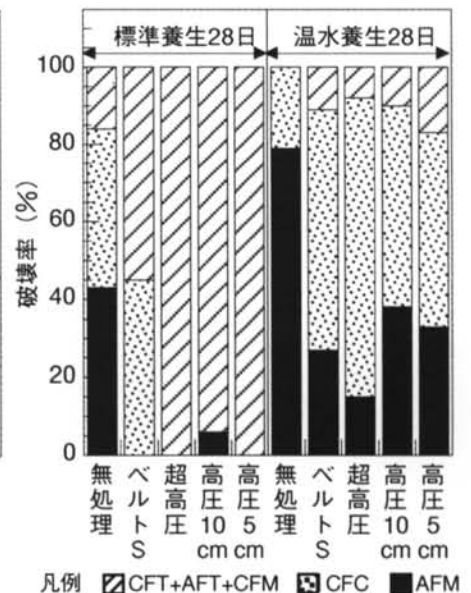


図-8 破壊モードの比較

一方、温水養生後の無処理のタイル張り層では、接着界面破壊が80%近くまで増加し、表面処理を施したタイル張り層では、コンクリートの凝集破壊に破壊モードが移行するとともに、コンクリートと張付モルタルの接着界面破壊が15~40%程度まで増加した。

温水養生した場合、張付モルタルの強度が十分に発現し、接着界面やコンクリートの母材強度を上回る。その結果、無処理のような平滑面にタイルを張り付けた場合には、タイル張り層が軸ひずみを受けるとコンクリート接着界面で破壊しやすくなる。また、所定の表面処理方法で目荒しした場合には、接着性が良く、コンクリート表層で破壊しやすくなり、破壊モードに変化が認められた。これらの結果から、表面処理による目荒しは、接着性の改良効果のあることが確認できた。

タイル張り層に引張応力が生じる引張接着試験では、コンクリートや張付モルタルは、自身の圧縮強度の1/10程度の引張応力で破壊する。一方、タイル張り層にせん断応力が生じる軸ひずみ追従性試験では、コンクリートや張付モルタルは、自身の圧縮強度の1/4程度のせん断応力で破壊する。このため、軸ひずみ追従性試験の方が接着界面での破壊が生じやすく、界面の接着状態をより明瞭に評価できると推察される。

§ 5. 表面処理が軸ひずみ追従性に及ぼす影響

5.1 表面処理と表面粗さ

塗合板型枠を用いて打込まれたコンクリート表面は、緻密で平滑な表層であり、光沢度から換算した表面粗さは0.6~0.9 μm と極めて平滑な状態であった。この面に表面処理を施すと、表面粗さは1.6~4.3 μm まで増加した。ここでは、この表面処理が軸ひずみ追従性に及ぼす影響について考察する。

建設現場では、圧縮強度 50N/mm² 程度の普通コンクリートが適用されることがあるが、圧縮強度に応じて表面処理仕様を選定・変更することは現実的には難しい。したがって、圧縮強度 50N/mm² 程度のコンクリートに対しても、表面処理の効果が期待できることを目荒しの目標値として取り扱うことにした。

そこで、表面処理後の表面粗さと無処理の表面粗さ(圧縮強度 50N/mm²)との比を取り、表面処理の効果を表す指標として表-9に示す表面粗さ比を算出した。ベルトサンダー掛けの表面粗さ比は、コンクリートの圧縮強度に関係なく、約6であった。一方、超高压水洗浄法や高压水洗浄法では、圧縮強度が増加すると、表面粗さ比が減少した。また、高压水洗浄法の表

処理方法	コンクリートの圧縮強度		
	38N/mm ²	44N/mm ²	50N/mm ²
無処理	0.9	1.3	1.0
ベルトサンダー	6.2	6.3	6.1
超高压水洗浄	5.9	4.9	4.5
高压水洗浄10cm	3.9	3.0	2.5
高压水洗浄5cm	3.9	3.0	3.0

表-9 表面粗さ比

面粗さ比は2.3~3.6で、ベルトサンダー掛けや超高压水洗浄法と比較しても、目荒しの程度が劣っていることがわかる。以上のことから、目荒らしの期待値は、ベルトサンダー掛けで無処理の約6倍、超高压水洗浄法で約4.5倍、高压水洗浄法で約2.5~3倍となる。

5.2 表面粗さと軸ひずみ追従性

温水養生後の軸ひずみ追従性試験の破壊ポイントと表面粗さ比の関係を図-9に、張付モルタルとコンクリートの接着界面破壊率と表面粗さ比の関係を図-10に示す。

図-9によると、無処理を除き表面処理を施したタイル張り層の破壊ポイントには有意な差はなく、軸ひずみ追従性はほぼ同等といえる。他方、図-10によると、接着界面破壊率と表面粗さ比には高い相関関係が認められ、表面粗さ比が小さくなるに伴い、接着界面破壊率が増加していることがわかる。この結果から、接着界面破壊率は目荒しの程度に依存しており、剥離故障が張付モルタルとコンクリートとの接着界面で発生していることを考慮すると、接着界面破壊率が大きいタイル張り層は、接着界面破壊率の小さいタイル張り層と比較して、破壊ポイントや剥落ポイントに差がなくても、潜在的な剥離・剥落の危険性が高いと考えられる。

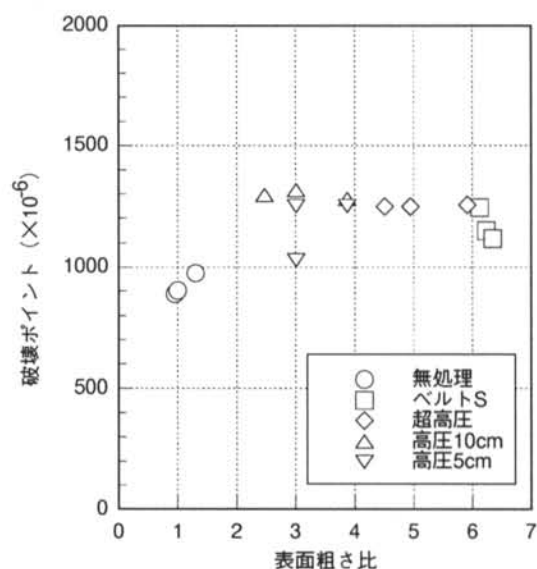
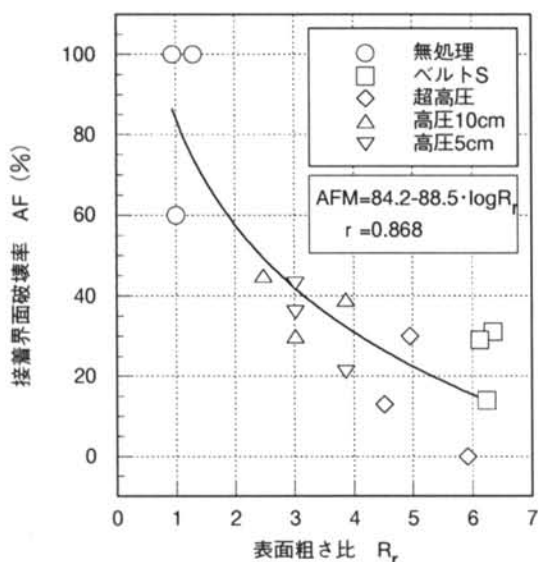


図-9 破壊ポイントと表面粗さ比の関係



図一10 接着界面破壊率と表面粗さ比の関係

5.3 表面処理方法の提案

日本建築仕上学会規格（吸水調整材の品質基準 M-101）では、接着耐久性の判定基準として、促進劣化養生後の引張接着試験で接着界面破壊率が50%以下としている⁶⁾。軸ひずみ追従性試験では、3.3.2節で述べたように、引張接着試験よりも接着界面破壊が生じやすい傾向にあるので、接着状態の評価能力に優れると考えられる。また、本試験で採用した温水養生は、張付モルタルの硬化促進が目的であり、実外壁の接着界面に作用するひずみ差のくり返し作用による劣化を再現したのではなく、本研究の結果から接着状態の良否を判断する場合には、接着界面破壊率を低く設定する配慮が必要と考える。以上述べたような事情から、本研究の結果と日本建築仕上学会規格の判定基準は、直接比較できないものの、本研究の結果が実外壁のタイル張り層の接着状態を適切に評価していると考えられることから、コンクリートの表面処理方法について、以下のように考える。

すなわち、塗装合板型枠を用いて打込んだコンクリートにタイルを直張りする場合には、長期的に剥離・剥落を防止する性能保証の観点から、接着界面破壊を極力生じないように、コンクリート表面処理を施す必要がある。

日本建築仕上学会規格の経年劣化後における接着界面破壊率50%を満足させるには、経年劣化による接着界面破壊率の増加分として3割程度を見込むと、本研究の経年劣化前の接着界面破壊率は、30%以下にしておく必要がある。ここでは、この接着界面破壊率30%以下を初期接着品質の合格判定値として取り扱う

ことにした。

そこで、図一10に示した接着界面破壊率と表面粗さ比の関係は、(2)式で示され、接着界面破壊率が30%の時の表面粗さ比の閾値は3.8となり、この閾値を上回る表面処理が必要である。

$$AFM = 84.2 - 88.5 \cdot \log R_r \quad \dots (2)$$

ここに、AFM：接着界面破壊率 (%)

R_r ：表面粗さ比

表一9に示した表面粗さ比と(2)式から求めた閾値3.8を比較し、閾値を上回る表面処理としては、サンダー掛け(40番程度の研磨紙)と超高压水洗浄法(吐出圧150N/mm²、処理速度0.33m²/min)が挙げられる。ただし、サンダー掛けは、均一な目荒し状態の管理と水洗いを確実に実施しないと、本研究のような効果が得られないので、注意が必要である。

また、超高压水洗浄法(吐出圧40N/mm²程度)は、本研究の施工仕様では、処理効果が若干不足していたので、ノズルの運行速度や壁からの距離などを現場の実情に合わせて改善するなどの、処理効果を高める配慮が必要である。

§6. まとめ

本研究では、圧縮強度を異にする3種類の下地コンクリートを作製し、建設現場で実施されている表面処理を行い、その効果の定量化を図った。さらに、その表面処理面にタイルを直張りし、一般的な接着試験を行うとともに、軸ひずみ追従性試験を実施して、コンクリートひずみへのタイル張り層の追従性を定量的に評価した。

その結果、タイル張り層の接着性能の良否は、表面処理と密接に関係し、超高压水洗浄とサンダー掛けが接着性能(接着界面破壊率30%以下)を満足する処理方法であり、剥離・剥落を防止する有効な表面処理方法として提案した。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、(株)JSE中野雅臣氏、(株)アシレ森謙一氏には、試験体作製の際に多大なる協力を頂いた。また、(株)INAX小笠原和博氏には光沢度の測定方法に関して貴重なご助言を頂いた。ここに付記し、深甚なる謝意を表す。

<参考文献>

- 1) 日本建築学会編：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5（鉄筋コンクリート工事），1997年1月
- 2) 近藤照夫，小笠原和博，楡木堯，本橋健司：日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.775-776，1997年9月
- 3) 日本建築学会編：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 19（陶磁器質タイル張り工事），1996年10月
- 4) 公共建築協会編：建築工事監理指針（下巻），1998年3月
- 5) 倉内晴久，藤井銛純，伊藤哲也，山崎健一，小笠原和博：日本建築学会大会学術講演梗概集（東海），pp.1331-1332，1994年9月
- 6) 日本建築仕上学会編：M-101（セメントモルタル塗り用吸水調整材の品質基準），1994年3月

