

吸水調整材がタイル接着性に与える影響

Influence of Concrete Water Absorption Controlling Material on Adhesion of Setting Tiles

高見 錦一* 木村 建治*

立松 和彦*

要 旨

タイル直張り工法の作業標準を見直すために、下地コンクリートの吸水調整を水湿しによるものと吸水調整材を塗布する場合について、タイル接着試験および吸水調整材塗布の有無による軸ひずみ追従性試験を行った。その結果、水湿しではコンクリート表面含水率を適正な値に保つことが難しいことと、適切に吸水調整材を塗布することで一年を通して安定したタイルの接着性が得られることが分かった。

キーワード：タイル／水湿し／吸水調整材／コンクリート表面含水率／接着力

1. はじめに

タイル工事においては、その下地処理が重要である。特にタイルをコンクリート表面に直張りする場合は、下地となるコンクリートの平滑度、表面粗度および下地の吸水調整を適正に行うことが重要とされている。そして、下地の吸水作用が大きいと、張付けモルタルの硬化に必要な水分が下地に取られ、十分な接着強度が発現できない。しかし、実施工においては、く体コンクリートに吸水量の差があったり、コンクリートへの部分的な下地調整塗材の塗付けによって吸水程度にムラが生じたりすることがある。

以上のことから、適切な水分量をモルタル中に保持するために、吸水調整材が塗布されることが多くなっている。吸水調整材の塗布量と接着強度の関係や、吸水調整能力と接着強度の関係などが報告^{1), 2)}されているが、それらの関係は明確にされていない。また、吸水調整材の皮膜厚さの不均質性などから応力集中が生じたり、疲労破壊をするのではないかと危惧する意見もある。

今回、タイル直張り工法における吸水調整材塗布の是非を検討するために、水湿しと吸水調整材塗布での下地吸水調整が、タイル接着性にどのような影響を与えるかを確認するために実験を行った。

2. 実験概要

2.1 水湿し作業でのコンクリート表面含水率測定

水湿し作業後のコンクリート表面含水率の経時変化を実大のコンクリート壁を用いて、冬季および夏季に測定した。冬季に測定したコンクリート壁は、型枠に普通合板を使用しており、夏季に測定したコンクリート壁は型

枠に塗装合板を使用している。両コンクリート壁ともにサンダー掛けを行った後、通常の洗浄作業と同様にコンクリート壁面に水をかけながらブラッシングを行い湿潤状態にした。その後、静電容量式と電気抵抗式の2種類のコンクリート水分計でコンクリート表面の含水率を測定した。なお、測定に供したコンクリート壁は、ともにコンクリート打設後2ヶ月以上経過していた。

2.2 吸水調整方法の違いによる接着力試験

吸水調整方法の違いが、下地調整塗材およびタイルの接着力にどのような影響を与えるかを調べるために、コンクリート下地面への吸水調整材塗布の有無、および水湿しによるコンクリート表面の含水率をパラメータにして、下地調整塗材およびタイルの接着力試験を行った。試験は、冬季・厳冬季・春季・夏季に行った。実験のパラメータを表-1に、下地調整塗材塗付けおよびタイル張付け作業時の気象条件を表-2に示す。

(1) 下地処理

下地処理方法を表-1に示す。型枠は全て塗装合板とし、全面にサンダー掛けを行った。試験体WM、WL、Pは、タイル張付け前日に洗車ブラシで水洗いを行い、試験体WNは掃除機で埃を除去した。試験体Pは、洗浄後、表層が乾燥した後に吸水調整材（エチレン-酢酸ビニル系ポリマーディスパージョン、EVA、5倍希釈液）を刷毛で塗布した。下地調整材塗付けおよびタイル張り直前にコンクリート表面含水率を試験体WMでは5wet%、試験体WLでは4wet%になるように霧吹きで散水した。また、洗浄前、タイル張り施工当日、および直前にそれぞれ電気抵抗式水分計でコンクリート表面含水率を測定した。

*建築研究グループ

(2) 下地調整塗材およびタイル張り

下地調整塗材は、JIS A 6916（仕上塗材用下地調整塗材）のCM-2に適合する既製調合材を用い、EVA系ポリマーディスページョンを規定量混入した。なお、塗付け厚さは2mmとした。

タイル張りは、50二丁モザイクタイルをモザイクタイル張り工法で張付けた。使用した張付けモルタルは、既製調合タイル張付けモルタルにEVA系ポリマーディスページョンを規定量混入した。

なお、練り置き時間は20分以内で、タイル張付け時の塗り置き時間（オープンタイム）は全て5分以内であった。施工中および施工後7日間は、施工面をシート養生し、直射日光や降雨の影響を受けないようにした。

(3) 下地調整塗材およびタイル接着力試験

下地調整塗材塗付けあるいはタイル張付け後28日以降に、下地調整塗材には50×50mmの鋼製アタッチメントを、タイルには45×95mmの鋼製アタッチメントを貼り付けて日本建築仕上学会認定接着力試験機を用いて引張試験を行った。試験片数は、下地調整塗材で4枚、タイルで8枚とした。なお、接着力試験時の下地調整塗材の曲げ強度は約4.0N/mm²、圧縮強度は約25N/mm²、タイル張付けモルタルの曲げ強度は約5.5N/mm²、圧縮強度は約30N/mm²であった。

2.3 軸ひずみ追従性試験

デファレンシャルムーブメントに抵抗する接着力を検討するために軸ひずみ追従性試験を行った。軸ひずみ追従性試験は、図－1に示すように100×100×400mmの角柱コンクリート試験体に50二丁モザイクタイルを張付けた。角柱試験体の長軸方向に2000kNアムスラー型試験機で多段階繰り返し圧縮载荷し³⁾、コンクリートとタイルの表面ひずみをひずみゲージで測定した。下地種類および下地処理は表－3に示すように、型枠種別およびサンダー掛けの有無とした。また、それぞれについて吸水調整材塗布の有無のものを作製した。図－2に示すように同時期のコンクリートひずみとタイルひずみの関係をグラフ上に示し、タイルひずみとコンクリートひずみが直線状の関係を有する上限を比例限界点、タイルひずみ最大時を剥離限界点として評価した。

表－2 試験体作製時気象

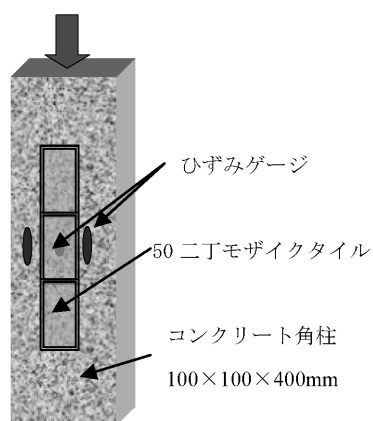
季節	天 候	平均気温 (℃)	相対湿度 (%)	平均風速 (m/s)
冬	曇りのち晴れ	13.2	47	1.8
厳冬	晴れ時々曇り	6.5	45	1.8
春	晴れ時々曇り	20.1	35	1.8
夏	晴 れ	31.5	48	0.6

表－1 引張り接着力実験水準

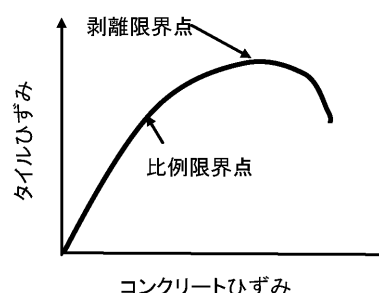
記 号	WM	WL	WN	P
水 準 (目標表面含水率)	水湿し多 5wet%	水湿し少 4wet%	水湿し無し —	吸水調整材塗布 —
使用型枠	塗装合板			
下 地 処 理	目粗し	全面サンダー掛（#16）		
	洗 浄	ブラシにて水洗い	掃除機で埃除去	ブラシにて水洗い
	吸水調整	霧吹きで散水	—	吸水調整材塗布

表－3 ひずみ追従性実験水準

因 子	水 準
型 枠	普通合板 塗装合板
目 粗 し	なし サンダー掛け
吸水調整	なし 吸水調整材塗布



図－1 軸ひずみ追従性試験



図－2 ひずみ追従性の概念

3. 実験結果と考察

3.1 コンクリート表面含水率

(1) 水湿しによるコンクリート表面含水率経時変化

測定時の気象条件を表－4に、測定結果を図－3に示す。

電気抵抗式で測定したコンクリート極表層の含水率は、冬の測定では水湿し前4.6wet%、水湿し後5.5wet%となり、その後約40分では水湿し前の含水率に戻った。夏の測定では、水湿し前1.6wet%、水湿し直後6.8wet%となり、その後20分まで直線的に低下してほぼ水湿し前の含水率に戻った。冬の含水率の変化が小さかったのは、相対湿度が高かったために、コンクリート表面と気中との水蒸気圧差が小さかったことによると考えられる。

静電容量式の測定器で計測した深さ0～40mmのコンクリート含水率の平均値は、両季節とも洗浄前で4.6wet%、水湿し直後で4.7wet%であり、水湿し前後での大きな変化はなかった。このことから洗浄作業による水湿しても、コンクリート極表層部の含水率しか変化しないと考える。

(2) タイル張り施工時のコンクリート表面含水率

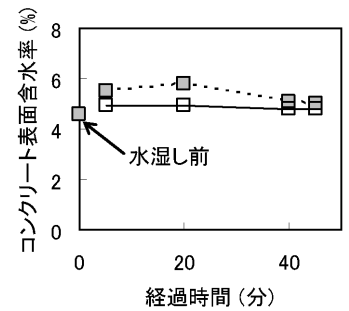
タイル張り施工時に測定したコンクリート表面含水率を表－5に示す。

静電容量式で測定した深さ0～40mmのコンクリート表面含水率は、洗浄前ではいずれの季節でも4.5wet%程度であった。

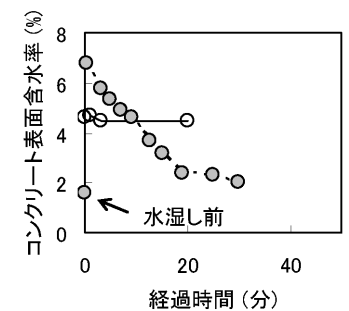
電気抵抗で測定した洗浄前のコンクリート極表層の含水率は、季節によって差異があるが、静電容量で測ったものより小さな値であり、施工時の相対湿度が35%と非常に低かった春では1wet%以下であった。その他の季節は、2～3wet%程度であった。洗浄した翌日（施工当日）には、洗浄前と同等の値となった。

施工直前の霧吹きでの表面含水率調整では、冬においても1時間程度で元の表面含水率まで乾燥した。参考までに、水湿して調整したコンクリート表面状態を写真－1に示す。含水率が5.3wet%のコンクリート表面状態は濃い濡れ色で、4.6wet%では濡れ色がほとんど確認できない状態であり3.7wet%とあまり差異は認められなかった。

以上のことから、水湿しによる吸水調整は、霧吹きな



(a) 冬



(b) 夏

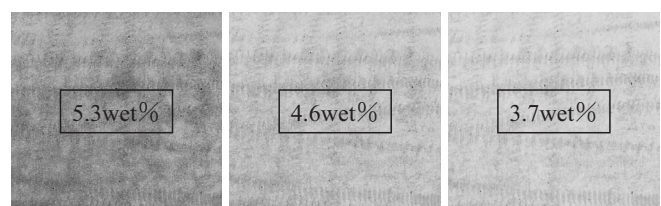
図－3 コンクリート表面含水率の経時変化

表－5 コンクリート表面含水率測定結果

			①	②	③	④
冬	前 日	静電容量	4.3	4.5	4.4	4.5
		電気抵抗	3.3	2.7	3.2	3.1
	施工当日	電気抵抗	3.8	3.5	3.2	3.0
		電気抵抗	5.0	4.4	3.3	2.9
厳冬	前 日	静電容量	4.6	4.5	4.6	4.5
		電気抵抗	3.0	2.0	3.2	2.4
	施工当日	電気抵抗	2.9	2.8	3.0	2.4
		電気抵抗	5.2	4.1	2.7	3.1
春	前 日	静電容量	4.5	4.7	4.6	4.6
		電気抵抗	1以下	1以下	1以下	1以下
	施工当日	電気抵抗	1以下	1.5	1以下	1.6
		電気抵抗	5.1	3.6	1以下	1.5
夏	前 日	静電容量	4.2	4.3	4.0	3.7
		電気抵抗	1.9	1.8	2.4	2.3
	施工当日	電気抵抗	1.9	2.0	2.1	2.0
		電気抵抗	5.0	4.1	2.6	2.6

表－4 含水率測定時気象

	天 候	気 温 (℃)	相対湿度 (%)	風 速 (m/s)
冬	曇り（明朝まで雨）	13.8	87.0	4.6
夏	晴れ時々曇り	32.4	58.7	3.3



写真－1 含水率とコンクリート表面状態

どで施工直前に行う必要がある。また、夏のように乾燥しやすい場合は、コンクリート極表層の含水率は短時間で急激に変化し、その含水率を目視で確認することは難しい。

3.2 吸水調整方法の違いによる接着力

(1) 下地調整塗材の接着力

下地調整塗材の接着強度を図-4に、その破断位置割合を図-5に示す。冬の接着強度は、吸水調整材を塗布した試験体P以外では 0.5N/mm^2 程度のかかなり小さな値であった。破断位置は試験体Pでは下地調整塗材内部かコンクリートとの界面であったが、その他はほぼ下地コンクリートとの界面であった。厳冬の接着強度は、すべての試験体で平均 1.5N/mm^2 を超えていた。また、その破断位置は下地調整塗材内部であった。春の接着強度は、いずれの試験体も 2.0N/mm^2 前後であり、試験体による大きな差異は認められなかった。しかし、試験体WNではコンクリートとの界面破断が一部あった。

夏の接着強度は、試験体Pが大きく、バラツキも小さかった。また、破断位置はほぼモルタル内部であった。試験体WM、WLではコンクリートとモルタルの界面で破断したものがあつた。

図-6にt-分布における95%の確率を満足する接着強度を、図-7に変動係数(標準偏差/平均値)を示す。コンクリート含水率の大小による季節間の影響は今回の実験では認められなかった。吸水調整材を塗布した試験体Pでは季節に関係なく安定した接着強度であった。変動係数は、水湿しの少ない試験体WLが大きく、季節に

よる変動も大きかった。吸水調整材を塗布したPの変動係数は小さく季節間の差異も小さかった。

これらのことより、下地調整塗材を施工する際に、吸水調整材を塗布することで環境条件に左右されずに安定した接着強度が得られ、また界面剥離の発生が少なくなることが分かった。

(2) タイルの接着力

タイルの接着強度を図-8に、その破断位置割合を図-9に示す。

タイルの接着力は、全季節とも平均値で 2.0N/mm^2 以上の値であり、同一季節内で水湿しによるコンクリート含水率の大小や吸水調整塗布の有無による接着強度の違いは認められなかった。破断位置は、冬では張付けモルタル内部で、厳冬では張付けモルタル内部と下地コンクリート部分がほとんどであった。春での破断位置は、吸水調整材を塗布した試験体Pと水湿しの多い試験体WMはコンクリート内部であったが、試験体WL、WNでは張付けモルタル内やタイル裏足部での破断が見られた。夏の試験での破断位置は、コンクリート内部もしくはモルタル内部での破断が主であったが、WLではタイル裏足部分での破断が30%程度あり、WNでは15%程度タイル裏足部で破断した。

図-10にt-分布における95%の確率を満足する接着強度を、図-11に変動係数を示す。タイルの接着力95%確率値の全季節平均値はいずれの試験体も 1.7N/mm^2 前後であり、吸水調整方法による違いはなかった。変動係数は水湿しによる試験体WM、WL、WNの方が吸水調整

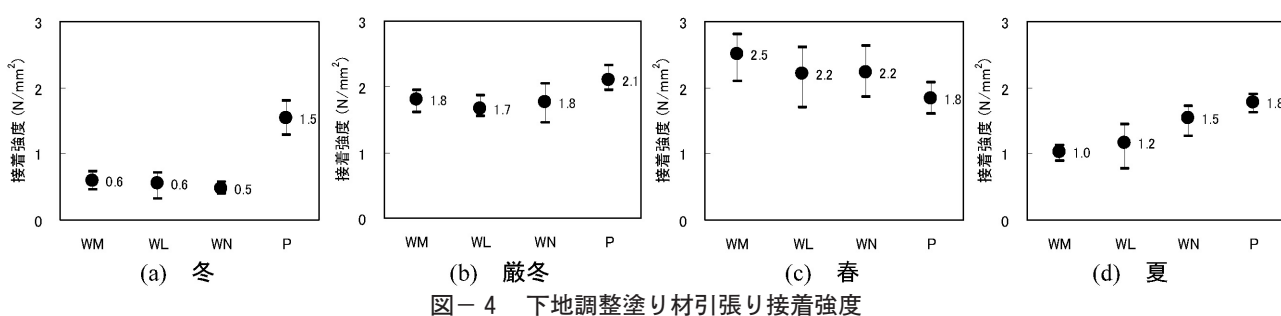


図-4 下地調整塗材引張り接着強度

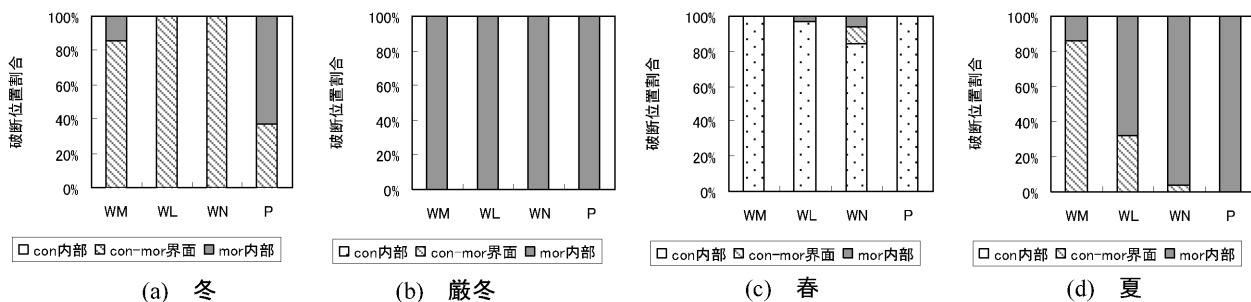
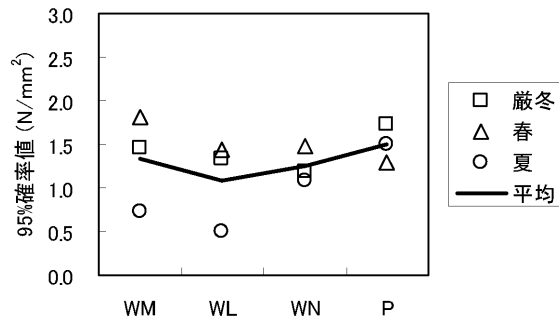


図-5 下地調整塗材破断位置

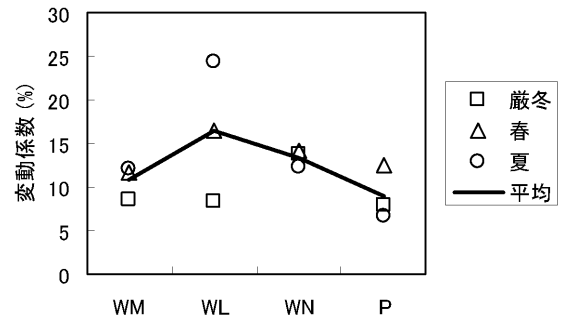
材を塗布した試験体Pより大きく、また季節間の差異も大きかった。

これらのことより、吸水処理方法がタイルの接着強度に与える影響は、下地調整塗材の場合より小さいが、コ

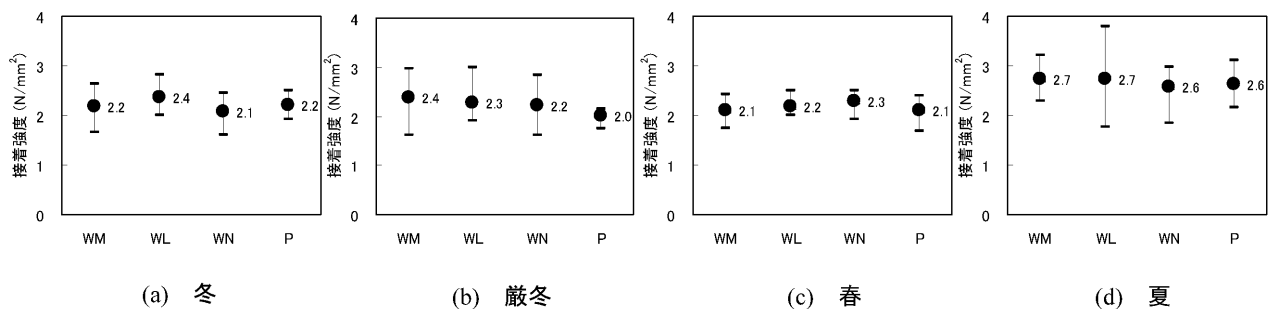
ンクリートと張付けモルタルの界面剥離の発生が少ないことなどを考えると、吸水調整材を塗布したほうが安定した接着性を有すると考える。



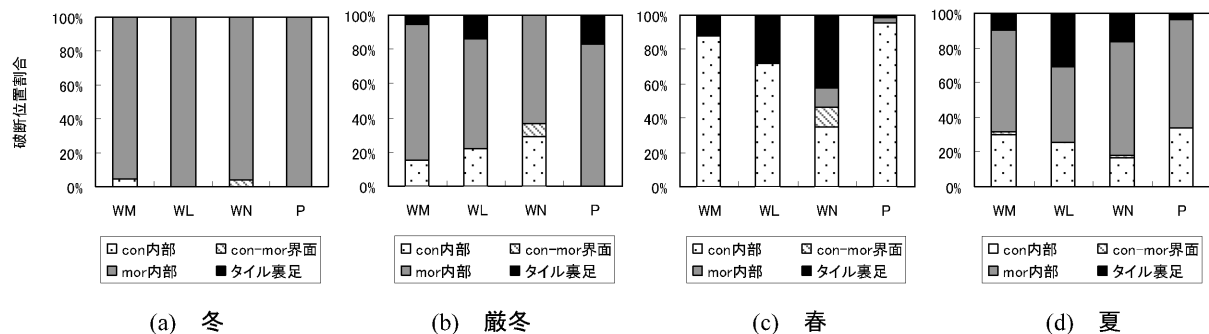
図－6 下地調整塗材接着強度



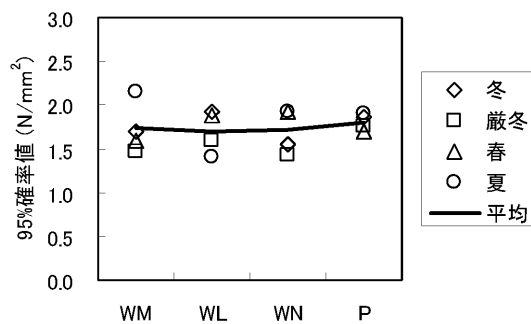
図－7 下地調整塗材接着強度の変動係数



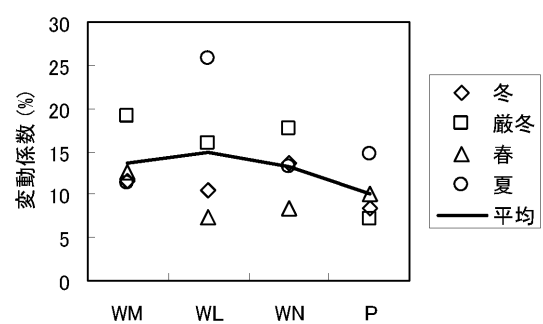
図－8 タイル引張り接着強度



図－9 タイル破断位置



図－10 タイル接着強度



図－11 タイル接着強度の変動係数

3.3 軸ひずみ追従性試験結果

吸水調整材塗布の有無無し試験体の比例限界点のコンクリートひずみとタイルひずみの関係を図-12に、比例限界点のコンクリートひずみとタイルひずみとの差を図-13に、剥離限界点のコンクリートひずみとタイルひずみの関係を図-14に示す。

比例限界点のコンクリートひずみとタイルひずみは右肩上がりの直線関係を示し、比例限界点のコンクリートひずみの最小値は吸水調整材を塗布した試験体では 500×10^{-6} 程度で、無塗布では 400×10^{-6} 程度であった。また、比例限界点のコンクリートひずみとタイルひずみとの差は、吸水調整材を塗布したほうが大きくなる傾向にあった。これは、吸水調整材の塗膜層が緩衝層として機能していると考えられる。

剥離限界点のコンクリートひずみとタイルひずみの関係は、右肩上がりの比例関係であった。剥離限界点のコンクリートひずみの最小値は吸水調整材を塗布したものでは 800×10^{-6} 程度で、無塗布では 450×10^{-6} 程度であった。比例限界点、剥離限界点とも吸水調整材を塗布していない試験体では広い範囲に分布しているが、吸水調整材を塗布した試験体では、比較的狭い範囲に分布し、最小値も大きかった。

このことから、吸水調整材を塗布することで剥離限界まで比較的安定した接着性が得られやすく、吸水調整材の塗布によって施工品質の安定化が図れると考える。

4. まとめ

今回の実験において、以下のことを確認した。

- (1) 霧吹きなどによる水湿しは、コンクリートの極表面部の含水率を大きくすることができるが、周辺的环境条件によっては短時間の内に蒸発して初期の含水率に戻る。
- (2) 今回の実験範囲では、コンクリート含水率の大小による接着強度の差異は認められなかった。
- (3) 水湿しで吸水調整を行った試験体と吸水調整材を塗布した試験体では、接着強度そのものはあまり差異がないが、吸水調整材を塗布したものは、全季節を通して安定した接着強度であり、界面剥離の発生率も小さい。
- (4) 吸水調整材を塗布したほうが、タイルは下地コンクリートに対して安定した追従性が得られる。

これらのことから、水湿しでは、通年を通してコンクリート表面含水率を適正な値に保つことが難しいことから、タイル張りにおける吸水調整方法としては、吸水調

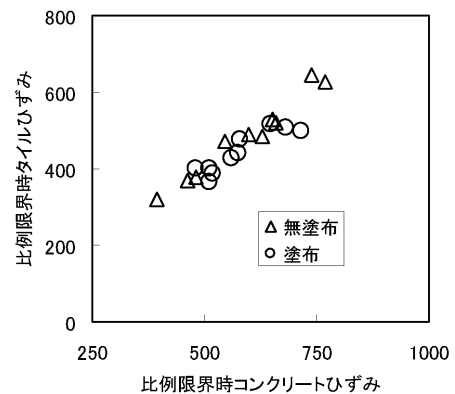


図-12 吸水調整材塗布の有無と比例限界

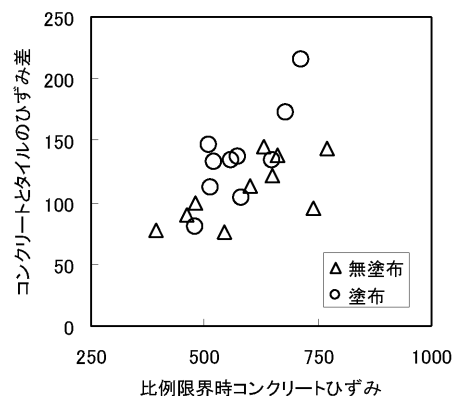


図-13 吸水調整材塗布の有無と比例限界時ひずみ差

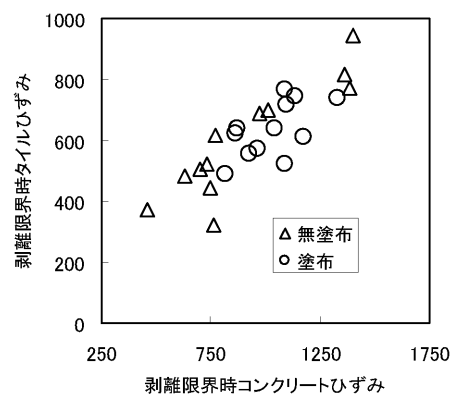


図-14 吸水調整材塗布の有無と剥離限界

整材を適正に塗布する方が、施工品質が安定することが確認された。

[参考文献]

- 1) 沖文雄他、モルタル接着増強剤塗布工法の考察、建築仕上技術 1989年1月 p.58
- 2) 能登谷、セメントモルタル塗り用吸水調整材の性能評価 その1 塗布量の違いによる吸水調整能力と接着強度、日本建築仕上学会大会梗概集、1992年
- 3) 高見、タイル直張り工法におけるひずみ追従性試験 日本建築学会大会梗概集、2004年、A-1、p.753