

ドライアウトによるモルタルの接着強度の低下に関する研究

松田忠広^{*1} 平居孝之^{*2} 佐藤嘉昭^{*3} 大谷俊浩^{*4}

*1 大分大学 大学院工学研究科環境工学専攻 (〒 870-1192 大分県大分市旦野原 700)

*2 日本文理大学 工学部建築デザイン学科 (〒 870-0397 大分県大分市一木 1727)

*3 大分大学 工学部建設工学科 (〒 870-1192 大分県大分市旦野原 700)

*4 大分大学 工学部福祉環境工学科 (〒 870-1192 大分県大分市旦野原 700)

要旨: タイル張り付けを行う際の下地モルタルの養生中に風が当たるとドライアウトが生じ、モルタルの接着強度が低下しタイル剥落の原因となる。しかしながら、風の当たる時期の違いがモルタルの接着強度に及ぼす影響に関する研究は見当たらない。そこで、風がモルタルに当たる時期とモルタルの接着強度の関係について実験的検討を行った。その結果、モルタルに風を当てない場合に比べて、塗り付け後の4日目から風を当てた場合は接着強度に大きな差を生じないが、塗り付け後の3日間に風を当てた場合に接着強度は低下した。また風が当たることによってモルタルの水分は、速やかに蒸発した。これにより、モルタル塗り付け後の数日間のドライアウトが接着強度に大きな影響を及ぼし、接着強度を低下させる要因の一つであると考えられた。

キーワード: 下地モルタル、風、接着強度、ドライアウト

1. はじめに

鉄筋コンクリート建築物の建物自体の老朽化に伴い、外装に広く使われているタイル仕上げの剥離による落下事故が近年問題になっている。このようなタイル仕上げの建築物は市街においても多数存在するが人命にまで危害を及ぼしたという事例まであり、苦慮するところである。このためモルタル下地の接着性に関する多くの研究がなされている。例えば、モルタルに添加して接着性を向上させる混和材、モルタルを塗り付ける下地面に塗布する吸水調整材、モルタルの塗り厚さや砂の種類、オープンタイム、温度と湿度、コンクリート下地面に凹凸を施すことによる接合性の向上、などの研究が報告されている^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12}。この剥落の原因には張り付けモルタル、下地モルタル等外装材の接着強度の不足によるものと思われる。ところが、JASS 15左官工事においては早期に乾燥する恐れのある場合は、通風や日射を避けるようにシート掛けによる養生をすることになっているが、モルタルの養生中に当たる風が接着強度に与える影響についてはほとんど研究報告が見られない。そこで、筆者らは養生中に風が当たることと接着強度との関係を明らかにすることを目的として実験研究を計画し、その結果、これまでの研究^{13,14,15}においては以下に示すことが明らかとなった。

- 1) 外装材として仕上げタイルを張り付けても、接着強度の低下には影響を及ぼさない。
- 2) 下地モルタルの塗り付け時に風が当たることによって表面からドライアウトが生じ、接着強度が低下する。
- 3) ポリマー混入モルタル(以下、ポリマーモルタルと言う)を下地モルタルとして使用する方がプレーンモルタルを使用する場合よりも風による接着強度の低下が少ない。よってポリマーモルタルの使用が接着強度の低下抑止に有効である。
- 4) 風が当たることによるモルタルのドライアウトが接着強度の低下の原因であり、それを防ぐことにより所定の接着強度が得られる。

以上の結果を踏まえ、本報告では、水分蒸発量測定試験を行い、プレーンモルタルとポリマーモルタルの水分蒸発の違いを調べるとともに、市販されているプライマーを下地モルタルの表面養生材として使用した場合の水分蒸発の抑止効果について検討を行った。また、接着強度試験では、下地モルタル養生中の風の当たる時期および風速の違いがモルタルの接着強度に及ぼす影響について検討を行った。

2. 試験方法

2.1 水分蒸発量測定試験

Table 1 に示す材料を用いて、Table 2 による調合(質

量比)によりプレーンモルタルおよびポリマーモルタルを混練、それらを Fig. 1 のようにモルタル塗り下地としてガラス板に 6mm 厚で塗り付けた供試体を作製した。それらに作製直後から風を当てて(風無し、風速 1.5m/s、風速 3.0m/s)1時間毎に供試体の質量を電子式天秤はかりにより測定し、調合比をもとに作製直後のモルタル中の水分を 100% として各時間での測定時の水分量を求めた。また、作製時にプレーンモルタルを塗り付けた供試体については、Table 3 に示す薬剤を施工性が良くなるように水で希釈したものを表面養生剤として用意し、モルタル塗り付けから1時間後にその表面に塗布したものも作製し、他の供試体同様に風を当てて、1時間毎に質量を測定した。なお、実験は秋と冬の2回(平均気温は秋で 23°C、冬で 17°C。湿度は共に 65%)に行い、それぞれ閉め切った室内にて測定を行った。

2.2 接着強度試験

Fig. 2 に示すとおり、道路 U 字側溝の蓋(コンクリート製)に、下塗りモルタル塗り付け前にプライマー(EVA系ポリマーの水3倍希釈液)を 150g/m² 塗布し3時間のオープンタイムをとるか、あるいは水湿しにより十分吸水させ表面の浮き水を除去したものを供試体のモルタル塗り下地として使用した。プレーンモルタルとポリマーモルタルの使用材料および調合は 2.1 と同様である。ただし使用した水は、プレーンモルタルにおいては水道水、ポリマーモルタルにおいては Table 1 のポリマーの水 3 倍希釈液とした。そしてそれぞれのモルタルを JASS15 の要領により、下塗り、中塗り、上塗り各 6mm 厚の 3 回塗りとし、所定のオープンタイムを設けて合計 18mm 厚の供試体を作製した。供試体は、Fig. 3 に示すように、風無し(閉め切った屋内に置いた場合)および扇風機を用いて風を当てた 7 種類の異なる環境下でそれぞれ養生を行い、養生期間の終了後、建研式接着力試験機によりそれぞれの供試体についてモルタルの接着強度を測定し、その平均値を求めた。また、下塗りと上塗りのモルタルの塗り付けから 24、48、72 時間後に表面に水を散布した供試体も作製し、同様の方法により接着強度を測定し、その平均値を求めた。

Table 1 Materials used

Cement	Ordinary Portland cement
Sand	River sand:pit sand=2:1
Admixture	Polymer dispersion(SBR,EVA)
Water	Tap water
Water retaining agent	Methyl cellulose
Primer	EVA polymer dispersion

Table 2 Mixing ratio of mortar

Cement	Sand	Water	Water retaining agent
1	2.5	0.53	0.002

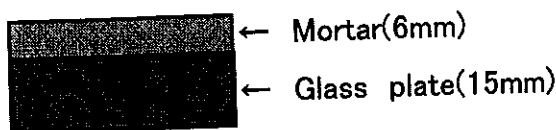


Fig. 1 Model of test piece (Water evaporation test)

Table 3 Kinds of coating agent

- Vinyl acetate-veova
- Acrylic acid butyl styrene
- Poly acrylonitrile-acrylic ester
- Bio polymer
- Chloroprene rubber
- Vinyl acetate-veova acrylic copolymer

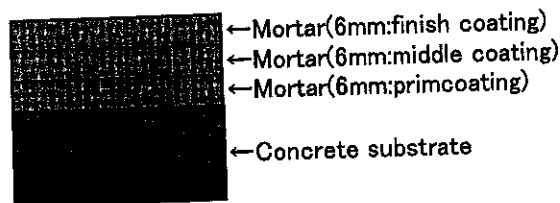


Fig. 2 Model of test piece (Adhesive strength test)

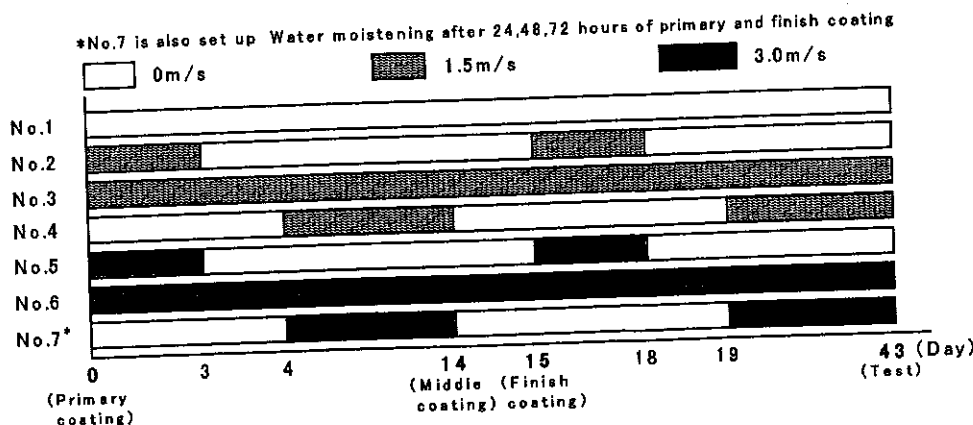


Fig. 3 Curing conditions of adhesive strength test

3. 試験結果と考察

3.1 水分蒸発量測定試験

ガラス板に塗り付けたプレーンモルタルに風を当てた場合におけるモルタル中水分蒸発量の推移を比較したものを Fig. 4 に示す。それぞれの供試体作製直後におけるモルタルの水分量に対する相対比として水分蒸発量を求めて、それらの平均値を求めている。供試体作製1時間後、2時間後、4時間後からそれぞれについて、風無し、風速 1.5m/s の風、3.0m/s の風との3種類の環境下で養生を行った場合の水分蒸発量の推移を示している。これらによると、いずれも風を当てた直後から水分の蒸発が多くなっており、風無しより、1.5m/s、3.0m/s と風速が大きいものほど水分の蒸発の傾向が著しく、3.0m/s の場合で約12時間後、1.5m/s の場合で約24時間後にはほぼ100%の水分蒸発量を示している。

モルタル表面に表面養生材を塗布した場合と表面処理しない場合のモルタルの水分蒸発量を比較したものを Table 4 に示す。表中の数値は、それぞれの表面養生材を塗布した時点でのモルタルの水分の量を100%として、9時間後のそれぞれの供試体における水分蒸発量を表したものである。表面養生材を塗布した場合とモルタル表面に何も処理しない場合とでは、水分の蒸発量に差がほとんどみられない。Table 3 に示す薬剤に関しては、モルタルの養生中に当たる風によるドライアウト抑止の効果を目的としたが、今回の試験においては有効な結果は得られていない。なお、冬より秋の方が水分の蒸発量が多く、風速が小さいものほどその差が顕著であることが分かる。この実験では、ほぼ同一の相対湿度で気温のみが異なる環境下で行われている。そのため気温の高い秋では、空気中の絶対飽和水蒸気量が多いため水分の蒸発量が多くなると考えられる。

プレーンモルタルとポリマーモルタルの水分蒸発量の違いを比較したものを Fig. 5 に示す。風無しの場合ではプレーンモルタル、SBR モルタル、EVA モルタルのいずれの場合でも水分の蒸発量に差はない。しかし風速 1.5m/s、3.0m/s の風が当たる場合、ポリマーモルタルはプレーンモルタルより特に乾燥開始直後から24時間

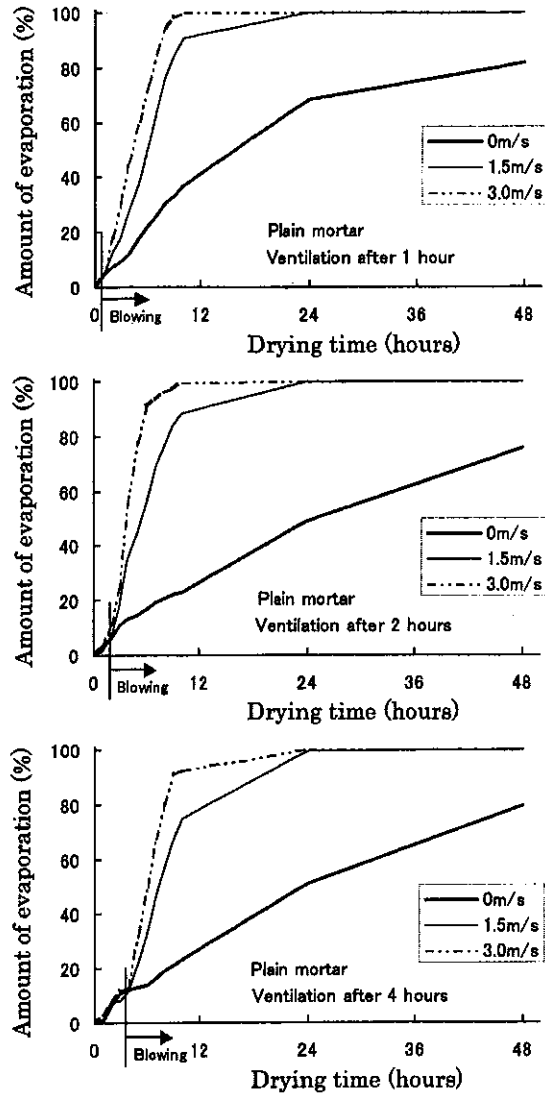


Fig. 4 Results of water evaporation tests (effects of blowing wind)

後まで水分の蒸発量が少なく、乾燥後12時間で約20%、水分の蒸発量が少ないことが分かる。そのため、モルタル養生中に風が当たる場合は、ポリマーモルタルはプレーンモルタルと比べて水分蒸発抑制効果を有していることが分かる。

Table 4 Comparisons of water evaporation by coating agent

	Season	Coating agent	Wind velocity (m/s)		
			0	1.5	3.0
Amount of water evaporation (%)	Fall	Nothing	44.64	77.11	85.17
		Poly acrylonitrile-acrylic styrene	46.17	69.54	82.77
		Chloroprene rubber	42.61	68.22	83.60
		Bio-polymer	47.26	63.60	85.11
	Winter	Nothing	9.22	36.40	70.37
		Water moistening	15.50	39.86	69.83
		Vinyl acetate-veova	13.46	32.42	72.58
		Vinyl acetate-veova acrylic copolymer	12.52	35.40	71.72
		Acrylic acid butylstyrene	13.44	41.49	69.52

3.2 接着強度試験

接着強度試験の結果を Table 5 に示す。コンクリート板の表面処理の違いによる接着強度を比較すると、プライマーを塗布したものの方が、水湿しをしたものよ

り約 2.5 倍の値を示した。ポリマーモルタルとプレーンモルタルの接着強度を比較すると、SBR モルタルで 1.4 倍、EVA モルタルで 1.7 倍、プレーンモルタルよりも大きな値を示した。養生中の風速の違いによる接着強

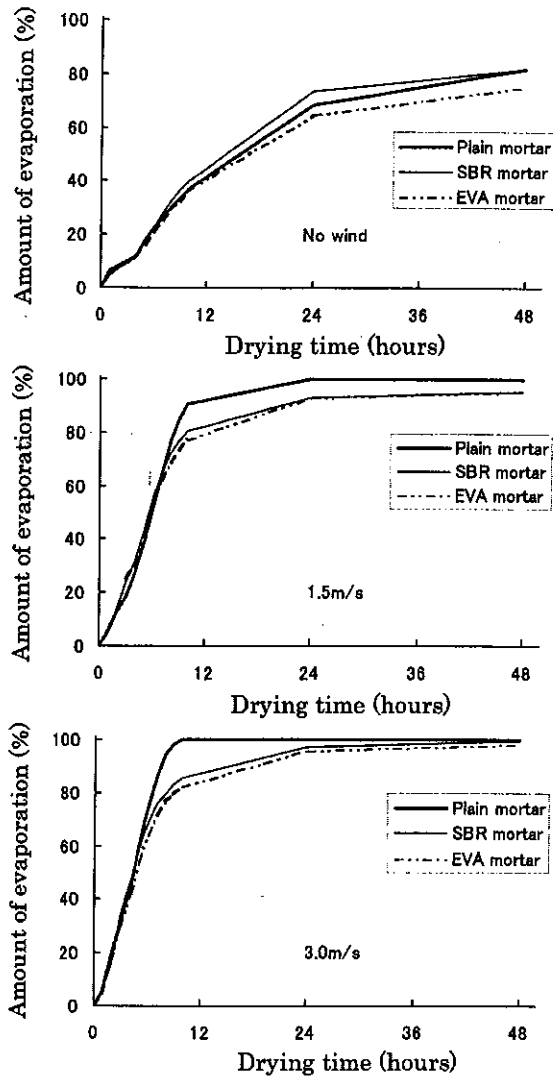


Fig.5 Results of water evaporation tests (various kind of mortar)

Table 5 Results of adhesive strength tests

Item	Condition	Adhesive strength (MPa)
Difference of coating	Primer ^{*1}	0.49
	Water moistening ^{*1}	0.20
Difference of mortar	SBR mortar ^{*2}	0.70
	EVA mortar ^{*2}	0.82
	Plain mortar ^{*2}	0.49
Difference of wind velocity	0m/s ^{*3}	0.97
	1.5m/s ^{*3}	0.70
	3.0m/s ^{*3}	0.49

Other conditions *1:Plain mortar, wind (0m/s)
*2:Primer coating, wind (0m/s)
*3:Plain mortar, primer coating

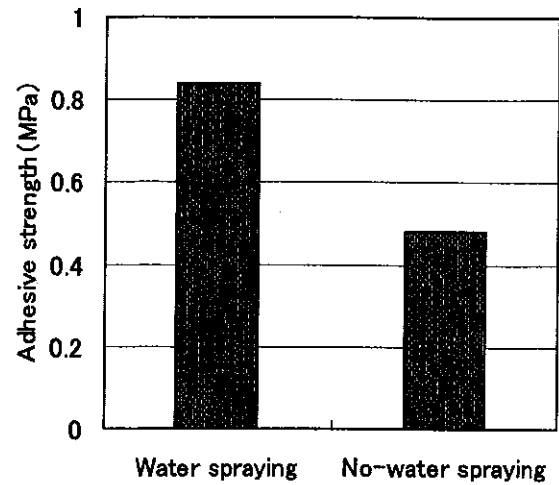


Fig. 6 Results of adhesive strength tests (with water spraying and without water spraying)

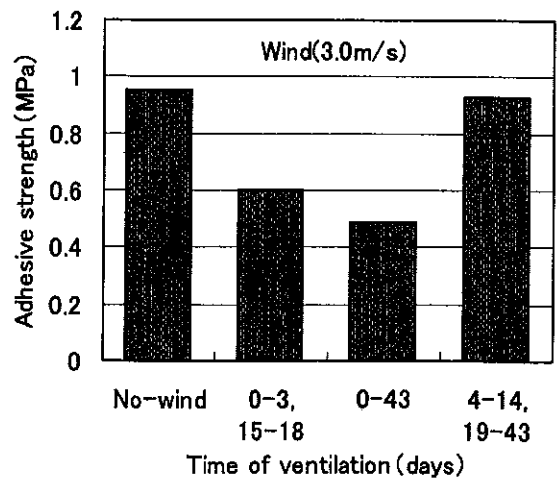
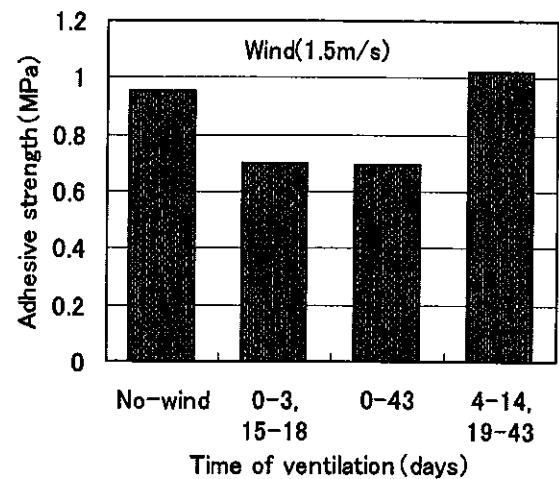


Fig. 7 Results of adhesive strength tests (various time of ventilation)

度を比べた場合、風速が大きいほど接着強度は小さくなり、風無しと比較して、1.5m/sで30%、3.0m/sで50%の減少を示した。Table 5に示す傾向は、これまでの試験結果と同様のものであり、それら結論を追認できたとえる。

モルタルの表面処理の違いによる接着強度を比較したものをFig. 6に示す。モルタル表面に何も処理しない場合の接着強度に比べて、表面に水を散布した場合の接着強度は1.7倍の強度増加を示した。

養生中に風を当てる時期の違いによる接着強度を比較したものをFig. 7に示す。養生中に風速1.5m/s、3.0m/sと風速の異なる2種類の風を当てて養生した場合のいずれの接着強度についても、供試体作製後4日目から風を当てた場合のものについては、風無しの場合のものに比べると大きな差はない。しかし、供試体に0日～3日目(下塗りモルタル塗り付け後から最初の3日間)および、15日～18日目(上塗りモルタル塗り付け後から最初の3日間)まで風を当てた場合は、風を当てていないものよりも40%～50%程度、接着強度が小さくなっている。したがって、モルタル塗り付け後3日までの初期に風が当たる場合に接着強度が低下することがわかった。

4. まとめ

プレーンモルタルおよびポリマーモルタルの水分蒸発量の違いに及ぼす風の影響、また養生中に風が当たる時期の違いがモルタルの接着強を及ぼす影響について実験を行った。

その結果、以下に示す知見を得た。

- (1) モルタル中の水分の蒸発量という点については、風が当たることにより水分の蒸発は速やかに進行する。
- (2) 水分の蒸発を抑えるような表面養生材として有効な薬剤は、今回は見つけることはできなかった。
- (3) 下地モルタルに関しては、養生中に風を当てない場合の接着強度と、下塗り、上塗りモルタル塗り付け後4日目から風を当てた場合の接着強度にはそれほど大きな差はない。
- (4) モルタル塗り付け後から最初の3日間風を当てた場合と、養生中にずっと風を当てた場合の接着強度が低下する。

以上のことより、モルタルの接着強度の低下を招く原因としては、モルタル塗り付け後最初の数日間に当たる風によるモルタル中の水分のドライアウトであると言える。このため現場で施工する際には、塗り付け後早期にモルタルに風が当たらないようにすれば接着強度の低下を抑止するのに有効であると思われる。また、養生中にモルタルに風が当たるような環境下においては、ポリマーモルタルを下地モルタルとして使用することは、プレーンモルタルに比べて水分の蒸発が少なくドライアウトの防止に効果的である。

参考文献：

- 1) 金完基、大濱嘉彦、出村克宜：再乳化形粉末樹脂混入ポリマーセメントモルタルの接着性、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.425-426 (1994)
- 2) 吉川一三、鈴木修：タイル直張り工法の研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.393-394 (1986)
- 3) 近藤敏ほか：ポリマーセメントモルタルによる左官用モルタルのモルタル下地に対する接着性の改善、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.241-242 (1992)
- 4) 澤田英二、横山良：軽量モルタルの付着性に及ぼす吸水調整剤の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.927-928 (1993)
- 5) 近藤照夫ほか：セメントモルタル塗り用吸水調整材の性能評価その3.1年間の屋外暴露におけるモルタルの経時変化、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.37-38 (1991)
- 6) 加藤一馬ほか：軽量セメントモルタルのタイル張りについての検討その1軽量セメントモルタルの物性と浮き・剥離の発生状況(180日経過)、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.923-924 (1993)
- 7) 山崎健一ほか：コンクリート表面形状とモルタルの付着性に関する研究その3. 外装仕上げ方法と剥離抑制効果一屋外暴露1年間の結果、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.235-236 (1992)
- 8) 難波蓮太郎ほか：補修用・仕上用厚塗りセメントモルタルの特性、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.1205-1206 (1992)
- 9) 久米国幹：シーラーを用いたRC造外壁下塗りモルタルの接着強度に関する検討、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.243-244 (1992)
- 10) 大濱嘉彦、荻隆行、出村克宜：ポリマーセメントモルタルの接着耐久性試験方法の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.67-68 (1987)
- 11) 三枝一仁、久保田浩：凹凸面に施されたタイルの接着性能試験、日本建築学会大会学術講演梗概集 A、pp.23-24 (1991)
- 12) 山本俊彦、大谷博、大岡督尚：外装タイルの剥離防止に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 <構造系>、pp.429-430 (1984)
- 13) 平居孝之：モルタルの接着強度に及ぼす風の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.667-668 (1995)
- 14) 松田忠広、平居孝之：外装タイルの接着強度に及ぼす風の影響、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、pp.693-694 (1995)
- 15) 平居孝之ほか：モルタルの接着強度に及ぼす風の影響に関する基礎的研究、日本建築学会構造系論文集、第479号、pp.7-12 (1996)

STUDY ON THE DECREASE IN ADHESIVE STRENGTH OF BASE COAT MORTAR DUE TO DRY OUT IN THE BLOWING WIND

Tadahiro MATSUDA *¹, Takayuki HIRAI *², Yoshiaki SATO *³ and Toshihiro OTANI *⁴

- *1 OITA UNIVERSITY, Doctor's Course of Environmental Engineering
(700, Dannoharu, Oita-shi, Oita 870-1192, Japan)
- *2 NIPPON-BUNRI UNIVERSITY, Department of Architectural
Designs, Faculty of Engineering (1727, Ichiki, Oita-shi, Oita 870-0397, Japan)
- *3 OITA UNIVERSITY, Department of Architectural Engineering,
Faculty of Engineering (700, Dannoharu, Oita-shi, Oita 870-1192, Japan)
- *4 OITA UNIVERSITY, Department of Human Welfare Engineering,
Faculty of Engineering (700, Dannoharu, Oita-shi, Oita 870-1192, Japan)

ABSTRACT: It is well known that the adhesive strength of base coat mortar decreases when being exposed to the blowing wind during curing, and this drying called dryout lead to the peeling of tile. However, the effects of the period in the blowing wind after trowelling the base mortar on its adhesive strength have not been investigated sufficiently. In this paper, the experiments on the relationship between the adhesive strength of mortar and the drying time during curing were carried out. It was found that when the base coat mortar was exposed to the blowing wind at 4 days after trowelling, there was no difference in the adhesive strength compared to the mortar without wind, while the adhesive strength decreased when the mortar was exposed to dry for 3 days after trowelling. From these experimental results, it was assumed that the dryout for several days just after trowelling has significantly influenced the decrease in the adhesive strength, and this was one of the cause for the peeling of tile.

KEY WORDS: Base coat mortar, Wind, Adhesive strength, Dryout