

第V部門

強アルカリ水供給によるコンクリート補修用表面被覆材の付着劣化に関する検討

神戸大学工学部 学生会員 ○藤崎 陽平
 神戸大学大学院 正会員 森川 英典

神戸大学大学院 学生会員 井場 健太
 神戸大学大学院 正会員 中西 智美
 本州四国連絡高速道路 正会員 楠原 栄樹

1. はじめに：表面被覆工法は、既存工法として多くの実績を有しており、補修に用いられる表面被覆材も日々改良が行われ耐久性のある材料が開発されている。しかし、実構造物において表面被覆材のはく離や膨れが確認される。一方で、加水分解という点では土木分野において表面被覆材の劣化の十分な知見が存在せず、コンクリート背面からの水の供給による表面被覆材の劣化について知見が少ない。また、既往の研究から、供給される水の物性は pH12.5 の強アルカリ水であることが分かっている¹⁾。そこで、本研究では、有機系表面被覆材を対象として、構造物からのアルカリ水の供給に起因した表面被覆材の劣化が付着性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的として実験を行った。

2. 実験概要：本実験では、有機系表面被覆材を塗布したモルタル基板供試体の背面から水の供給を行い、表面被覆材の劣化を促進したうえで JSCE-K531-2013 に規定される付着試験を実施した。また、プライマーの種類による付着性能の違いに着目するため、溶剤形、無溶剤形の 2 種類のプライマーを使用する。実験における供試体の一覧を表-1 に示す。実験要因は模擬ひび割れの有無、表面被覆材の種類（エポキシ樹脂系、アクリルゴム系）、水供給期間（0, 60 日）、プライマーの種類（溶剤形、無溶剤形）、供給水の有無の 5 要因とし、各供試体は 1 ケースにつき 3 体作製した。また、モルタル基板供試体の強度特性の確認のため、円柱供試体（φ50mm×100mm）もあわせて作製した。供試体概要を図-1 に示す。寸法は 150×150×20mm とし、配合は

水セメント比 50%、砂セメント比 3 とした。セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材には標準砂を用いた。また、模擬ひび割れを導入する供試体にはテフロン製のスリット板（厚さ 0.2mm、幅 75mm）を供試体打設時に挿入し、モルタルが硬化する前に引き抜くことで幅 0.2mm の模擬ひび割れを導入した。供試体の打設後、約 27 日間養生した。使用する表面被覆材は、表-2 に示すエポキシ樹脂系およびアクリルゴム系の 2 種類とした。表面被覆材は、約 27 日間の養生終了後にモルタル基板の片面全面に施工した。施工の際は模擬ひび割れに表面被覆材が流れ込まないように防護するとともに、注意してハケまたはヘラを用いて塗布した。不陸がある場合は、150

表-1 実験要因

模擬ひび割れ	被覆材	プライマー	供給水の有無	水供給期間(日)	供試体名
有	エポキシ	溶剤	アルカリ水	0	EP-EP-0C
		無溶剤		60	EP-EP-60C
	アクリルゴム	水系(無溶剤)		0	EP-HG-0C
				60	EP-HG-60C
	エポキシ	溶剤	無	0	AC-0C
		無溶剤		60	AC-60C
	アクリルゴム	水系(無溶剤)		60	EP-EP-60C 水×
				60	EP-HG-60C 水×
無	エポキシ	溶剤	アルカリ水	60	AC-60C 水×
		無溶剤		0	EP-EP-0
	アクリルゴム	水系(無溶剤)		60	EP-EP-60
				0	EP-HG-0
	エポキシ	溶剤	アルカリ水	60	EP-HG-60
		無溶剤		0	AC-0
	アクリルゴム	水系(無溶剤)		60	AC-60
				60	AC-60

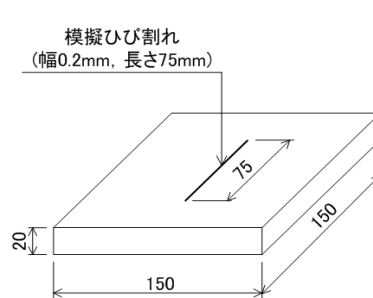


図-1 供試体概要

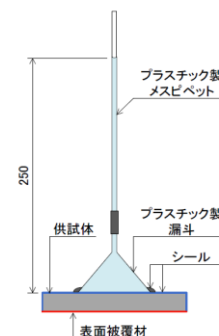


図-2 水供給方法

表-2 表面被覆材一覧

被覆材名	分類	材料	目標膜厚(μm)
EP	エポキシ樹脂系	エポキシ樹脂プライマー(溶剤形, 無溶剤形)	-
		エポキシ樹脂パテ	500
		柔軟型エポキシ樹脂中塗り	160
AC	アクリルゴム系	水系プライマー(無溶剤形)	-
		アクリルゴム中塗り	1600

番研磨紙を用いて平滑にした。なお、本実験では治具と塗膜間の界面破壊を防止する目的から、上塗り材の施工を省略する。図-2にモルタル基板供試体への水の供給方法を示す。表面被覆材の施工面と反対側の面にφ75mmのプラスチック製漏斗を取り付け、水頭差を250mmとして水を供給する。水の供給は表面被覆材施工後から27日後に開始した。塗膜の塗布面および漏斗設置箇所以外はシール材によりシール処理し、水分の逸散を防止した。なお、水供給期間中は所定の水頭差を保つため、漏斗に水を定期的に補充した。また、供給する水は水酸化カルシウムによりpHを12.5に調整した強アルカリ性の水とした。水供給期間の終了後、各供試体に対してJSCE-K531-2013に準じて付着性能試験を実施した。水供給期間終了後の当日に40×40mmの引張用鋼製アタッチメントをエポキシ樹脂系接着剤により接着し、24h以上室内静置し付着性能試験を行った。

3. 実験結果および考察： 各供試体の試験結果を表-3, 4に示す。EPでは60日で1体だけ基板と塗膜の界面破壊が確認できたが、それ以外は全て基板破壊であり、アルカリ水供給による表面被覆材の付着性能の劣化は確認できなかった。

EPの模擬ひび割れの有無で比較すると、0日、60日ともに模擬ひび割れ有の付着強度の方が小さい値を示したが、ひび割れによる応力集中によるものと考えられる。ひび割れ有で見ると、無溶剤形プライマーよりも溶剤形プライマーの方が付着強度は小さくなっており、0日

で、0.84倍、60日で0.80倍となっている。溶剤形プライマーに含まれる揮発成分の逸脱によって基板強度に影響を及ぼした可能性も考えられる。また、溶剤型プライマーでひび割れ有の60日で、水供給の有無を比較すると、水供給無の方が付着強度は小さくなっている。アルカリ水供給が、溶剤形プライマーの浸透したモルタルの強度特性に影響を及ぼした可能性も考えられるが、今後150日経過後の付着試験、および、化学構造分析の結果も併せて考える予定である。

ACではAC-0C-1,2およびAC-0-2については治具と塗膜の界面破壊が認められたので、平均化するデータからは除外したが、それ以外では全て塗膜内の凝集破壊であった。0日と60日を比較すると0日の付着強度の方が低いが、これは、0日の供試体では実験不備によりデータを平均化することができず、信頼できるデータではなかったことが考えられる。また、60日の水供給の有無で比較すると、水供給有の付着強度の方が小さいことがわかる。これはアルカリ水供給によって表面被覆材が劣化した可能性が考えられる、今後150日経過後の付着試験、および、化学構造分析の結果も併せて考える予定である。

参考文献： 1) 熊谷慎祐，櫻庭浩樹，宮田敦士，佐々木巖，西崎到：表面被覆工および断面修復工による補修を施したコンクリート構造物の再劣化，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，pp.271-276，2014.10.

表-3 EP 試験結果

供試体名	供試体No.	付着強度 (N/mm ²)	破壊性状
EP-EP-00	1	1.68	A
	2	2.73	A
	3	2.27	A
	平均	2.23	-
EP-EP-60C	1	2.23	A
	2	2.07	A
	3	1.75	A
	平均	2.02	-
EP-EP-60C 水×	1	1.75	A
	2	2.18	A
	3	1.60	A
	平均	1.85	-
EP-HG-00	1	2.41	A
	2	2.55	A
	3	2.98	A
	平均	2.65	-
EP-HG-60C	1	1.73	AB
	2	2.95	A
	3	2.91	A
	平均	2.53	-
EP-HG-60C 水×	1	3.57	A
	2	2.19	A
	3	2.35	A
	平均	2.74	-
EP-EP-0	1	3.45	A
	2	4.25	A
	3	4.25	A
	平均	3.99	-
EP-EP-60	1	3.35	A
	2	3.43	A
	3	3.23	A
	平均	3.34	-
EP-HG-0	1	3.12	A
	2	4.73	A
	3	3.82	A
	平均	3.89	-
EP-HG-60	1	2.91	A
	2	3.95	A
	3	3.49	A
	平均	3.45	-

表-4 AC 試験結果

供試体名	供試体No.	付着強度 (N/mm ²)	破壊性状
AC-0C	1	0.47	BC
	2	0.84	BC
	3	1.16	B(G)
	平均	1.16	-
AC-0	1	1.12	B(G)
	2	0.20	BC
	3	0.96	B(G)
	平均	1.04	-
AC-60C	1	1.30	B(G)
	2	1.24	B(G)
	3	1.21	B(G)
	平均	1.21	-
AC-60C 水×	1	1.49	B(G)
	2	1.31	B(G)
	3	1.42	B(G)
	平均	1.42	-
AC-60	1	1.23	B(G)
	2	1.27	B(G)
	3	1.24	B(G)
	平均	1.24	-

A	基板破壊
AB	基板と塗膜の界面破断
B(G)	塗膜内の凝集破断
BC	治具と塗膜の界面破断