

過酷な環境で施工した表面被覆材の屋外暴露 1 年後の接着性

(国研) 土木研究所 正会員 ○熊谷慎祐, 櫻庭浩樹, 加藤智丈, 佐々木 巖, 西崎 到

1. 研究の目的と背景

塩害が深刻な海岸部の橋梁では, 表面被覆による塩害対策が行われているが, 一部の橋梁では, 表面被覆材とコンクリートの一体性が部分的に失われ, 膨れや剥がれが生じている. 表面被覆材がコンクリートと一体性を失う一因は, 過酷な施工環境や供用環境に起因する接着力の低下である可能性が高い¹⁾. 劣化したコンクリート構造物では, 補修されるコンクリート母材の水密性が低下していることもあると予想されるが, 供試体レベルでは, 気体や液体を透過しやすくなった基材に表面被覆材を塗布すると, 表面被覆材に膨れや剥がれが生じるリスクが高まることが分かっている²⁾. そこで, 施工時の諸条件が被覆材の耐久性に及ぼす影響を確認するために, 基材の品質や湿潤状態などが過酷な条件を設定して供試体を作製した. 本研究では, 過酷な環境で表面被覆材を施工した表面被覆材の屋外暴露 1 年後の接着性について報告する.

2. 試験方法

2.1 供試体の作製

(1) モルタル基材の作製

モルタル基材の配合を表-1 に示す. モルタル基材は, 品質の異なる 2 種類のセメントモルタルを, 細骨材の組成および水セメント比を変えて調製し, 寸法 30×30×6cm に成形して, 材齢 28d まで室内に静置した. この 2 種類のモルタルを, それぞれ低品質基材および標準品質基材と称した.

(2) 表面被覆材の施工

a) 基材の状態調整 湿潤状態は, 低温(5℃)および高温(40℃)に調整した環境試験室内にバットを設置して水を張り, 基材を平置きで 16h 以上水中浸漬した後, 基材の厚みの半分程度が浸るように水位を調整し, 試験面の水をウェスで除去して 5 分以内の状態とした. 乾燥状態は, 常温(23℃)の室内に 16h 以上静置した状態とした.

b) 表面被覆材の塗装 基材を常温乾燥状態, 低温湿潤状態および高温湿潤状態に設置して基材の温度と含水状態を調整後, 市販のエポキシ樹脂系表面被覆材(EP1, EP2)およびウレタン樹脂系表面被覆材(UT)を, 製造メーカーの仕様に従って塗装し, 各環境下で 7d 養生して供試体とした. なお, 湿潤状態での施工に際しては, 塗装直後にバットを覆蓋して気中の湿度を高めた. 表面被覆材の構成と塗装仕様を表-2 に示す. 製造した供試体は, それぞれを新潟県糸魚川市市振, 沖縄県大宜味村, 茨城県つくば市の暴露場に設置して 1 年経過後, 次の調査を行った.

2.2 引張接着強さ試験

暴露試験体を観察し, 外観上, 変状を生じていない健全部の塗膜を測定箇所として選定し, 引張接着強さ試験を行った. 寸法 40×40mm の鋼製治具をエポキシ樹脂系接着剤を用いて貼付け, その周囲をコンクリートカッターを用いて基材に達するまで切込みを入れた後, プルオフ式接着力試験器を用いて, 引張接着強さを測定した. 試験の概要と破壊部位を表す記号を図-1 に示す.

キーワード 引張接着強さ, 破壊部位, 基材の品質, 施工環境, 表面被覆材, 屋外暴露

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 先端材料資源研究センター TEL 029-879-6763

表-1 モルタル基材の配合

種類	C : S	細骨材の組成 (質量比)	W/C
低品質	1 : 3	5号 : 6号 : 7号 = 1 : 1 : 2	0.75
標準品質	1 : 3	4号 : 7号 = 4 : 1	0.50

C: セメント, S: 細骨材

表-2 表面被覆材の構成と塗装仕様

被覆材の種類	構成材料の名称	主成分	塗布量 (kg/m ²)	標準塗布間隔 (23℃)
EP1	プライマー	エポキシ	0.10	6h~5d
	パテ	エポキシ	0.50	6h~5d
	中塗り	エポキシ	0.20	6h~5d
	上塗り	アクリルウレタン	0.12	—
EP2	プライマー	エポキシ	0.10	1d~7d
	パテ	エポキシ	0.30	16h~5d
	中塗り	エポキシ	0.26	16h~5d
	上塗り	ウレタン	0.12	—
UT	プライマー	エポキシ	0.10	1d~7d
	パテ	エポキシ	0.30	16h~5d
	中塗り	ウレタン	0.26	16h~5d
	上塗り	ウレタン	0.12	—

3. 試験結果および考察

図-2には、屋外暴露1年後の引張接着強さを示す。図-3には、引張接着強さ試験後の破壊部位と面積率を示す。常温乾燥状態で施工した場合、基材と表面被覆材の種類に関わらず、屋外暴露1年後の引張接着強さは、いずれも1.5MPa以上の十分な引張接着強さを発現している[図-2 a)。低品質基材にEP2を塗布したものを除き、破壊部位とその面積率は、A(基材の材料破壊)が100%であり、暴露1年後の接着性は良好であるといえる[図-3 a)。低温湿潤状態で施工した場合、基材の品質および被覆材の種類にかかわらず、屋外暴露1年後の引張接着強さは、常温乾燥状態で施工したものとは比べて低下している[図-2 b)。低品質基材にEP2を塗布したものを除き、破壊部位とその面積率は、Aが100%であり、暴露1年後の接着性は良好であるといえる[図-3 b)。EP2は、AB(基材と表面被覆材の界面破壊)が50%認められ、暴露1年後の接着性は、常温乾燥状態で施工した場合と比べて低下している。高温湿潤環境で施工した場合、基材と表面被覆材の種類に関わらず、屋外暴露1年後の引張接着強さは、常温乾燥状態で施工したものとは比べて低下している[図-2 c)。EP2およびUTは、高温湿潤環境で施工した場合に破壊部位がAB、B(K)となる部位が認められ、常温乾燥環境で施工した場合と比べて、その接着性は低下している[図-3 c)。

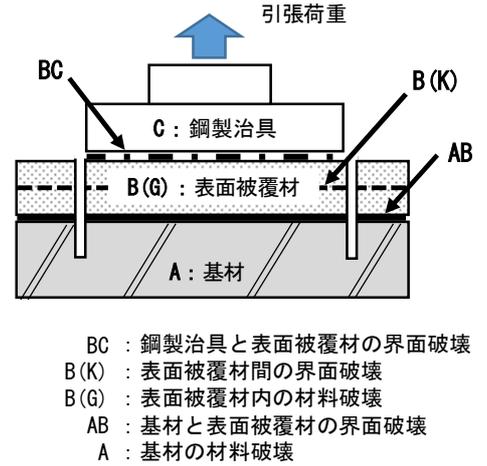


図-1 試験の概要と破壊部位を表す記号

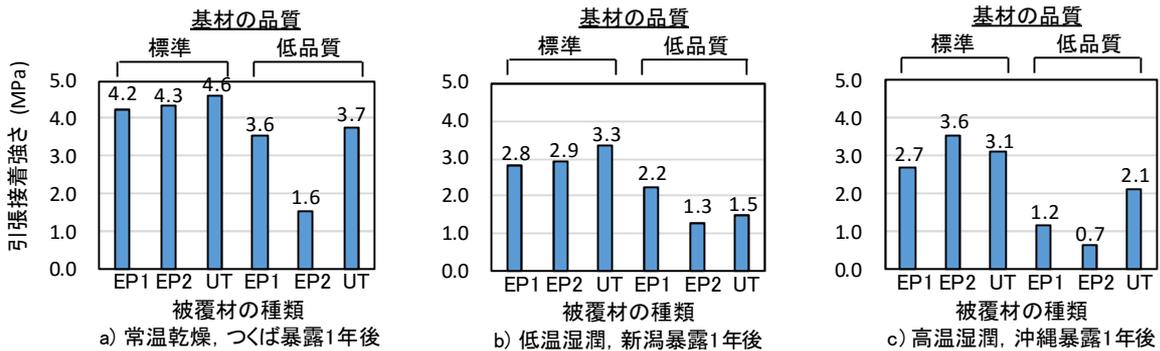


図-2 屋外暴露1年後の表面被覆材の引張接着強さ

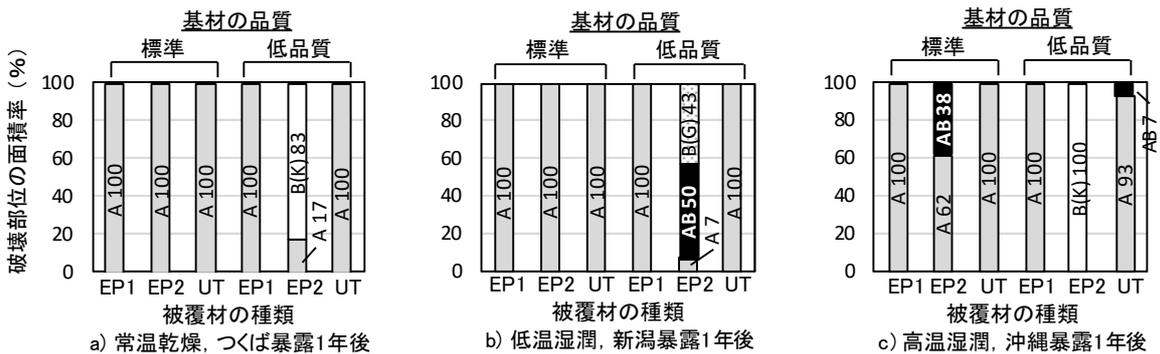


図-3 引張接着強さ試験後の破壊部位と面積率

4. まとめ

本研究の結果では、低温湿潤環境および高温湿潤環境のような過酷な環境で施工した表面被覆材の屋外暴露1年後の接着性は、基材の品質と表面被覆材の種類によっては、低下することが確認された。表面被覆材の施工後の不具合を避けるためには、補修材施工時の環境調整への配慮や供用環境を考慮した補修材の選定が重要である。

参考文献

- 熊谷慎祐ほか：表面被覆工および断面修復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，第14巻，pp.271-276，2014.10
- 熊谷慎祐ほか：低温環境と基材の品質が表面被覆材の膨れと接着性に及ぼす影響，土木学会全国大会第70回年次学術講演会，V-606，pp.1211-1212，2015.9.