

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

(国研) 土木研究所 正会員 ○熊谷慎祐, 櫻庭浩樹, 宮田敦士, 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施され、橋梁の長寿命化に貢献しているが、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て膨れや剥がれが生じる場合がある。表面被覆材がコンクリートと一体性を失う原因の一つは、過酷な施工環境や供用環境に起因する接着力の低下と表面被覆材に作用する水の背面圧である可能性が高いと推察される¹⁾。特に、コンクリートの品質が低下して、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。本研究では、表面被覆材に変状が生じる要因の探索を目的として、施工時および供用時の低温環境、並びに、基材の品質が表面被覆材の接着性に及ぼす影響について、暴露試験体の調査結果から考察している。

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に成形して室内に28d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℃)の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、室温(20～25℃)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 基材を低温、湿潤状態および常温、乾燥状態に設置して基材の温度と含水状態を調整

後、製造業者の仕様に従って塗装して、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。供試体を新潟県糸魚川市市振の暴露場に水平に設置し、9箇月経過した後に調査を行った。

2.2 外観観察

表面被覆材に生じた膨れや浮きの外周部を青色の水性ペンで描き、その分布を記録した。表面被覆材の割れは、赤色の水性ペンで描き、その分布を記録した。

2.3 クロスカット試験

JIS K 5600-5-6：1999 [塗料一般試験方法—第5部：塗膜の機械的性質—第6節：付着性(クロスカット法)]を参考にして、次の要領で、クロスカット試験を行った。幅5mmのクロスカットガイドとカッターナイフを用いて、全9

キーワード 膨れ、クロスカット試験、破壊部位、基材の品質、施工環境

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

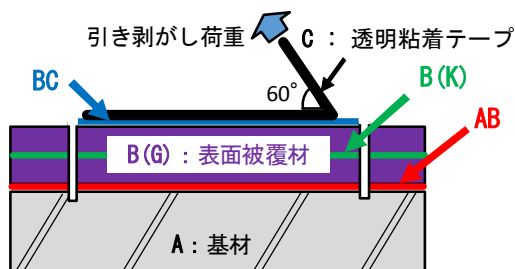
種類	C：S	細骨材の組成 (質量比)	W/C
低品質	1：3	5号：6号：7号＝1：1：2	0.75
標準品質	1：3	4号：7号＝4：1	0.50

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℃)
EP	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	—
UR	プライマー	エポキシ	0.10	1d～7d
	パテ	変性ポリウレア	0.50	16h～5d
	中塗り	変性ポリウレア	0.29	16h～5d
	上塗り	アクリルウレタン	0.12	—
PCM	プライマー	アクリル系エマルジョン	0.20	2h～1d
	パテ	アクリル系ポリマーセメントモルタル	0.50	2h～1d
	中塗り①	アクリル系	0.50	2h～1d
	中塗り②	ポリマーセメント	0.50	2h～1d
	中塗り③	モルタル	0.60	16h～1d
	上塗り	アクリルシリコン系エマルジョン	0.16	—

マスの切込みを入れた後、透明粘着テープを貼りつけて引き剥がし操作を行った。次に、塗膜の破壊部位とマス目の数を記録した。試験の概要と破壊部位を表す記号を図-1に示す。



BC : 粘着テープと表面被覆材の界面破壊
 B(K) : 表面被覆材間の界面破壊
 B(G) : 表面被覆材内の材料破壊
 AB : 基材と表面被覆材の界面破壊
 A : 基材の材料破壊

図-1 試験の概要と破壊部位を表す記号

3. 試験結果および考察

外観観察の結果一覧を表-3に、膨れや割れを生じた供試体の外観を図-2に示す。

表-3 外観観察の結果一覧

種類	低温、湿潤状態		常温、乾燥状態	
	低品質	標準	低品質	標準
EP	××	×	○	○
UR	××	×	○	○
PCM	○	○	△	△
評価	○：異常なし △：平板の一部に膨れ、割れ、浮き ×：平板の全面に膨れ、割れ、浮き ××：平板の全面に大きな膨れ、割れ、浮き			

○：膨れの外周を青色のペンで描画
 —：割れを赤色のペンで描画

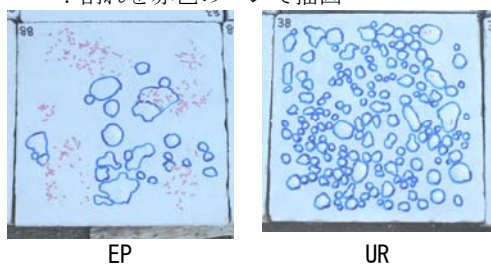


図-2 低温環境下で湿潤状態の低品質基材に表面被覆材を施工して生じた変状の例

4. まとめ

本研究の限りでは、低温環境下で湿潤状態の基材への表面被覆材の施工は、表面被覆材の硬化遅延を招き、膨れ、割れ、浮きの原因となることが確認された。又、低温環境下で、湿潤状態の低品質な基材に表面被覆材を施工すると、膨れ、割れ、浮きの発生と成長が助長されることが確認された。

参考文献 1) 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

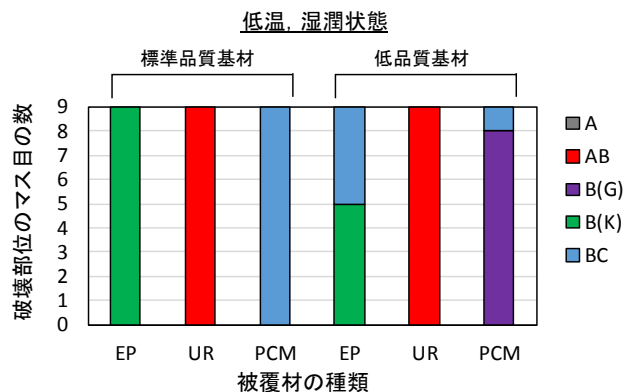


図-3 低温、湿潤状態で施工した表面被覆材の接着性

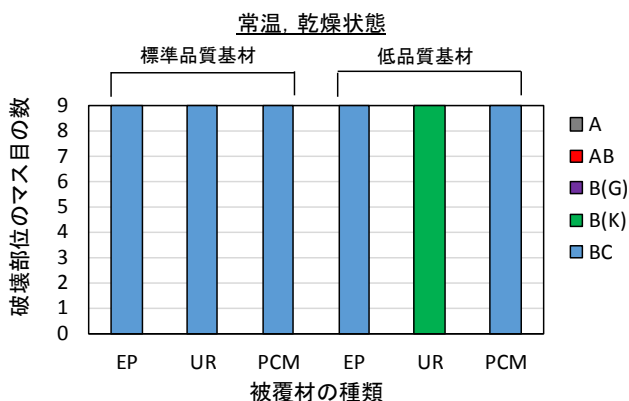


図-4 常温、乾燥状態で施工した表面被覆材の接着性

EPおよびURを常温、乾燥状態で施工した場合、変状は認められなかったが、低温、湿潤状態で施工したものは、膨れ、割れ、浮きが生じた。更に、低温、湿潤状態で低品質基材に表面被覆材を施工した場合、標準品質の基材に施工した場合と比べて、大きく成長した膨れが多数生じた。クロスカット試験による接着性評価の結果を図-3および図-4に示す。表面被覆材の種類に関わらず、常温、乾燥状態で作製した場合、破壊部位 BC(透明粘着テープと表面被覆材の界面破壊)および破壊部位 B(K)(表面被覆材内の界面破壊)となり、表面被覆材は良好な接着性を発現していることを確認した。一方、低温、湿潤状態で施工した場合、破壊部位 AB(基材と表面被覆材の界面破壊)および破壊部位 B(K)(表面被覆材内の界面破壊)が認められ、接着性は著しく低下していた。これは、低温環境下で樹脂の硬化が遅延して強度発現が不十分の時期に水の作用を受け、硬化不良と接着阻害層の形成を招いたためと推察される。