

各種表面被覆材の長期内陸・海洋暴露による耐久性能

大日本塗料(株) 正会員 ○宮下 剛 西松建設(株) 正会員 椎名 貴快
 BASFポゾリス(株) 正会員 元売 正美 電気化学工業(株) 正会員 荒木 昭俊
 東京大学生産技術研究所 正会員 岸 利治

1. はじめに

コンクリートの表面被覆材は数多くの材料が市販されているが、暴露に伴う経年的な品質・性能の変化について長期暴露試験を通じて比較検討した報告例は少ない。そこで、有機系・無機系9種類の表面被覆材を対象に、最長9年間に渡る内陸・海洋環境下での長期暴露試験を実施し、表面被覆材の耐久性(接着強度、色差、光沢、表面変状)について実験データを収集した。本稿では、暴露試験によって得られた試験結果について報告する。

2. 試験概要

2.1. 表面被覆材料と暴露試験

(1) 使用材料

表1に本試験で用いた有機系・無機系の表面被覆材、全9種類(仕様No.0~8)の材料系統を示す。

(2) 基材と施工方法

接着強度試験の基材は、寸法400×600×60mmのJIS A 5372(プレキャスト鉄筋コンクリート製品)附属書5に規定された上蓋式U形側溝(蓋)の1種呼び名300、または寸法150×150×530mmのコンクリート供試体(W/C=65%)を用いた。また、色差と光沢の試験基材は、20×70×150mmのモルタル板である。

表面被覆方法は、各材料の施工仕様(塗装方法、工程等)に準じておこない、各材料とも標準塗布量の±10%の範囲で塗布した。

(3) 暴露試験

表面被覆材を施した試験体は暴露面が水平となるように固定し、内陸(千葉県内陸部)と海洋(静岡県伊豆半島東海岸の波打ち際)に最長で9年間の暴露試験に供した。経年で各種データを収集し、その耐久性を調べた。

2.2. 試験項目

(1) 接着強度: 表面被覆材が基材と一体化しているか否かを判断する指標であり、腐食因子等の影響を受けず経年で一定の接着強度が確保されていることが望まれる。試験は建研式接着剤試験器を用い、40×40mmの垂直引張強度を1試験体当たり5箇所測定し、平均値を測定結果とした。一般に健全である指標としてコンクリートの基材破壊、あるいは表面被覆材の凝集破壊が理想的であり、1.0N/mm²以上¹⁾の強度が期待される。

(2) 色変化: 屋外大気に曝された結果、着色顔料の劣化や光沢低下、塵埃等の影響を受け、経年で色相が変化する状況を色差で追跡した。データは色差計にてL(明度)、a(色相(+方向は赤み、-方向は緑み))、b(色相(+方向は黄色み、-方向は青み))を各々1試験体当たり3箇所測定して平均値を求め、初期値との色差(ΔE)を求めた。

(3) 光沢変化: 屋外大気に曝された結果、酸素、水、紫外線等の影響を受け、主に樹脂が劣化する状況を光沢値で追跡した。データは光沢度計にて60°光沢値を1試験体当たり5回測定し、最大値と最小値を除いて平均値を求め、初期値からの光沢変化を追跡した。

(4) 外観変化: 長期間暴露される過程において環境の温度変化、日射、雨風等の影響を受け、表面被覆材自身が劣化し、割れ、はがれ、ふくれ等の変状を来すかを追跡した。

表1 表面被覆材一覧

仕様 No.	工程	材料系統
0	プライマー～中塗り 上塗り	エポキシ樹脂系～柔軟形エポキシ樹脂系 柔軟形ポリウレタン樹脂系
	プライマー～中塗り 上塗り(2回)	アクリル樹脂系 ウレタン樹脂系
2	下地処理～中塗り 上塗り(2回)	ポリマーセメントペースト(SBR系・防錆剤添加) ～柔軟形ポリマーセメントモルタル(アクリル系) 柔軟形ポリウレタン樹脂系
	プライマー～中塗り 上塗り(2回)	エポキシ樹脂系～ウレタン樹脂系 ウレタン樹脂系
4	プライマー～中塗り 上塗り	エポキシ樹脂系～柔軟形エポキシ樹脂系 柔軟形アクリルウレタン樹脂系
	プライマー～中塗り 上塗り	エポキシ樹脂系～柔軟形エポキシ樹脂系 ふっ素樹脂系
6	プライマー～中塗り 上塗り(2回)	変性アクリル樹脂系 ～柔軟形ポリマーセメント(アクリル系) 柔軟形アクリル樹脂系
	不陸調整 ～繊維補強 ～中塗り 上塗り(2回)	ポリマーセメントペースト(SBR系) ～ビロン繊維織布 ～クロロブレンゴム系 ハイバロンゴム系
8	下塗り～中塗り 上塗り(2回)	ポリマーセメントモルタル(アクリル系) 柔軟形アクリルウレタン樹脂系

キーワード コンクリート、暴露、表面被覆、耐久性、接着、色差光沢

連絡先 〒324-0036 栃木県大田原市下石上 1382-12 大日本塗料(株)構造物塗料事業部 TEL.0287-29-1917

3. 試験結果と考察

(1)接着強度：内陸暴露試験体(U形側溝蓋)における接着強度の経年測定結果を図1に示す。図中のBLANKとは表面被覆材を施工していないコンクリート自体の値であり、CとIFは暴露8年後の破壊形態を示し、Cはコンクリートの基材破壊、IFは接着材の界面剥離を示す。

試験の結果、使用材料の違いによるばらつきがあるものの、接着強度はほとんどの材料で $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ を上回っており、破壊形態はC(コンクリートの基材破壊)で健全な状態であった。なお、経年とともに接着強度はわずかに増加傾向を示した。

内陸・海洋暴露3年後の接着強度の比較結果を図2に示す。全体の傾向として、海洋暴露の方が内陸暴露より小さい傾向にあった。

(2)色変化：色変化を初期との色差で示した結果を図3に示す。被覆材の種類によっては初期より大きい色差を示す材料があった。これは紫外線による経年劣化の影響、および光沢が低いことによる汚れの影響と考える。なお、一部のウレタン樹脂系(No.0,3,4)やふっ素樹脂系(No.5)は色差が安定して小さい傾向を示した。

(3)光沢変化： 60° 光沢値の経年変化を図4に示す。表面被覆材の種類により初期光沢が高いものと低いものが確認された。初期光沢の高いウレタン樹脂系(No.0,4)およびふっ素樹脂系(No.5)は前述した色変化が小さい傾向を示した。

(4)外観変化：8年暴露した表面被覆材の外観は大きな変状はなく、何れも膨れ、割れ、はがれ等の異状は認められなかった。また、色・光沢の変化はあるが、中塗りが露呈する状況は認められず、保護機能は十分機能していると推定される。

4. まとめ

(1)各種表面被覆材の接着強度は概ね良好であり、長期暴露においても規準を満足する接着耐久性を保持していた。また、海洋暴露の方が内陸暴露よりも小さい傾向にあった。

(2)色変化や光沢変化は、表面被覆材の種類によって違いがあったが、比較的变化の小さい上塗り材料として、ウレタン樹脂系やふっ素樹脂系の材料が挙げられる。また、初期より光沢値の低い材料は経年で汚れ等の影響もあり、比較的色彩変化は大きい傾向にあった。

(3)表面の色・光沢は変化しているが接着強度は十分高く、表面被覆材としてのコンクリート保護機能は内陸・海洋を問わず健全であったと考える。今般の結果では、特にふっ素樹脂系上塗りをを用いた仕様の性能が優れていた。

本研究は、東京大学生産技術研究所と以下の産学19団体との共同研究として行ったものである。芝浦工業大学、(株)IHI、BASFポゾリス(株)、オリエンタル白石(株)、(株)熊谷組、佐藤工業(株)、ショーボンド建設(株)、住友大阪セメント(株)、太平洋マテリアル(株)、大日本塗料(株)、電気化学工業(株)、東急建設(株)、飛鳥建設(株)、西松建設(株)、日本化成(株)、(株)ブリヂストン、前田建設工業(株)、ニチエー吉田(株)、コニシ(株)

参考文献

1)例えば、東・中・西日本高速道路(株)：構造物施工管理要領、(株)高速道路総合技術研究所、平成23年7月、pp3-34

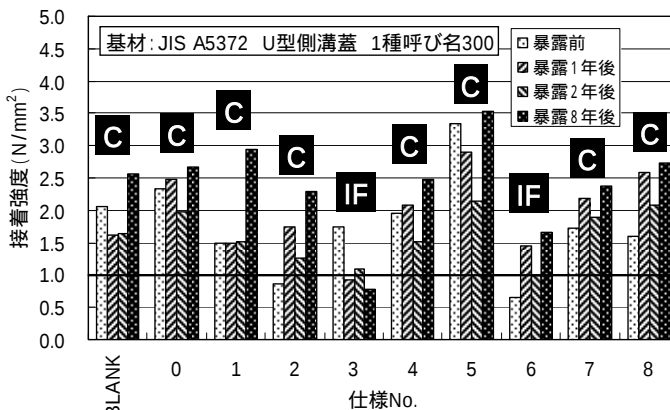


図1 各仕様の内陸暴露の経年接着性

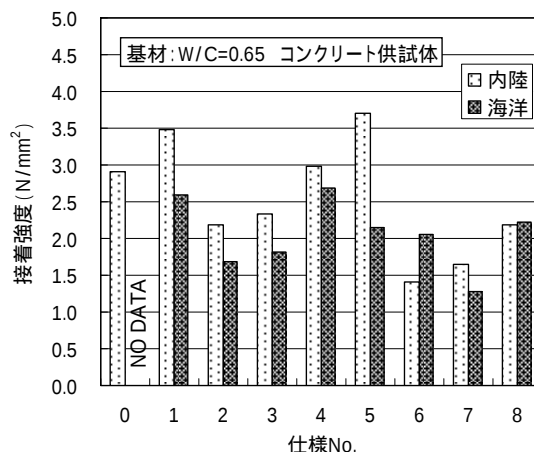


図2 各仕様の内陸暴露と海洋暴露3年後の接着性比較

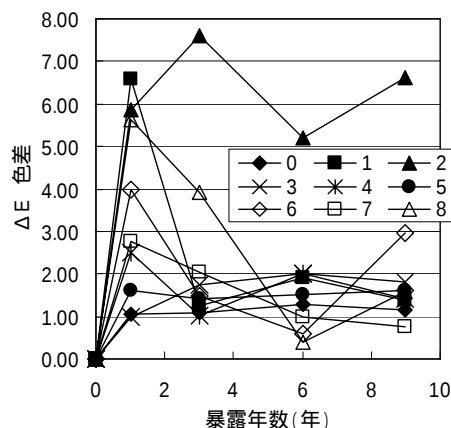


図3 各仕様の色変化

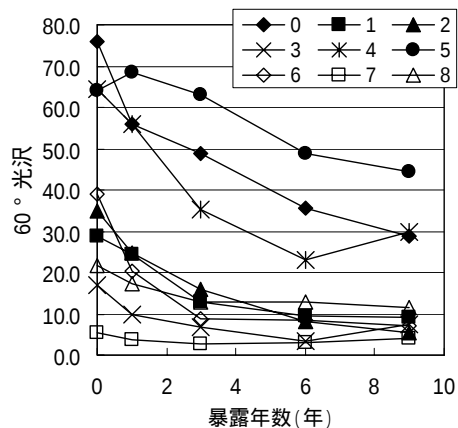


図4 各仕様の光沢変化