

塗装寿命延長鋼の海浜環境における適用性評価

JFE スチール (株) 正会員 ○三浦 進一, 中村 直人, 塩谷 和彦
正会員 鹿毛 勇, 正会員 加藤 真志
京都大学 正会員 Ruobing Sun, 正会員 杉浦 邦征

1. 緒言

鋼橋では C-5 塗装が施されるが、海上や海岸などの厳しい腐食環境での期待耐用年数は 30 年と言われており¹⁾、鋼橋の供用期間を 100 年とすると 3 回の再塗装が必要である。厳しい腐食環境での塗装の寿命は塗装欠陥部で生じる腐食とそれに伴う塗膜膨れ、剥がれに依存する。そこで、腐食および塗膜膨れの進展を抑制し、再塗装の間隔を長期化しライフサイクルコストを低減させることを目的に、橋梁用塗装寿命延長鋼 EXPAL® (以降、開発鋼と記す) が開発された²⁾。開発鋼は、沖縄での暴露試験と実験室での腐食促進試験結果から、再塗装の間隔が普通鋼に比べ 2 倍を超える約 70 年まで延長することが可能と考えられる²⁾。現在、開発鋼の種々腐食環境における暴露試験を実施しており、本報では、沖縄/南面 45 度暴露と神戸/南面 45 度暴露・覆い付き水平暴露の経過状況を報告する。一方、塗装上塗り色によって日射による試験片の温度上昇挙動が異なることが報告³⁾されており、腐食の進行も影響を受けると考えられる。そこで、塗装上塗り色が塗膜膨れに及ぼす影響も併せて調査したので、報告する。

2. 実験方法

供試鋼は開発鋼と普通鋼(SM400)である。鋼板から厚さ 5 mm、長さ 150 mm、幅 70 mm の試験片を採取し、ショットブラストを行った後、C-5 塗装系の仕様で塗装した。塗装後、プラスチックカッター(エヌティー (株) 製 BM-2P)を用いて地鉄に至る幅 0.7 mm、長さ 80 mm の直線のスクライブを付与した。開発鋼の耐塗膜膨れ性能を評価するため暴露試験を行った。暴露試験は海浜環境として神戸(阪神高速株式会社敷地内)と沖縄を選定した。実橋梁の内桁を模擬した雨による洗い流しのない覆い付き水平暴露試験と、日射および雨による洗い流しのある外桁を模擬した雨掛かりありの南面 45 度暴露試験を実施した。暴露試験後、スクライブ周囲に発生した塗膜膨れを外観写真の画像解析により塗膜膨れ面積を算出し、その面積をスクライブ長さで除することで、片側塗膜膨れ幅を算出した。環境因子として、気温、相対湿度、飛来塩分量を測定した。また、塗装上塗り色が塗膜膨れへ及ぼす影響を評価するため、塗装上塗り色を神戸では青色と茶色、沖縄では白色と茶色とし、試験片の温度を熱電対で測定した。

3. 実験結果

図 1 に神戸における暴露試験 2 年後の試験片外観を示す。南面 45 度暴露試験、覆い付き暴露試験の双方で、スクライブ部分に赤さびが生成し、腐食が開始していた。一方、塗膜膨れなどの塗膜劣化は観察されなかった。また、腐食の状況に塗装上塗り色による違いはみられなかった。一方、沖縄での 2 年間の覆い付き暴露試験²⁾では、普通鋼のスクライブ周囲に片側約 4 mm の膨れが発生していた。神戸と沖縄の腐食環境を比較すると、神戸における暴露開始初年度の年平均気温は 19 °C、年平均相対湿度は 68 %、年平均飛来塩分量は 0.20 mdd(mg・NaCl/dm²/day)であり、沖縄の年平均気温は 24 °C、年平均相対湿度は 81 %、年平均飛来塩分量は 0.95 mdd である。神戸の暴露試験で塗膜膨れが観察されなかったのは、神戸の腐食環境が沖縄よりもマイルドだったことに起因すると考えられる。沖縄の南面 45 度暴露試験の膨れが覆い付き暴露試験よりも小さかったのは、南面 45 度暴露試験は雨掛かりにより試験片表面に付着した塩分が洗い流されたためと考えられる。

図 2 に沖縄における暴露 2 年後の南面 45 度暴露試験片の外観を示す。スクライブ部分に赤さびが生成し、腐食が認められた。また、スクライブに沿って小さな膨れが観察された。図 3 に塗装上塗り色が茶色と白色の暴露試験片の片側塗膜膨れ幅を示す。普通鋼、開発鋼ともに、塗装上塗り色が茶色の試験片よりも、白色の試験片で膨れ幅が大きかった。また、いずれの塗装上塗り色でも、開発鋼の膨れ幅は普通鋼に比べ小さかった。図 4 に沖縄での試

キーワード 塗装, 腐食, 塗膜膨れ, 日射, 塗装上塗り, 試験片温度

連絡先 〒712-8511 岡山県倉敷市水島川崎通 1 丁目 JFE スチール株式会社 TEL086-447-3976

試験片温度の時刻変化を示す。試験片温度は夜間に下降、日中に上昇し、同様の温度変化を毎日繰り返した。試験片温度と大気温度の関係は天候に依存し、晴れの場合は夜間は大気に対して試験片の温度が若干低く、日中は逆に試験片の方が高い傾向を示した。一方、雨や曇りの場合は、試験片と大気温度に大きな差はみられなかった。以上より、試験片温度は日射により著しく上昇することを確認した。また、茶色の方が白色よりも日射による温度上昇が大きかった。よって、茶色の試験片は、白色の試験片に比べ温度が高いために、スクライプ部分の乾燥が促進され、塗膜膨れが抑制されたと考えられる。

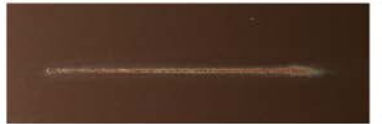
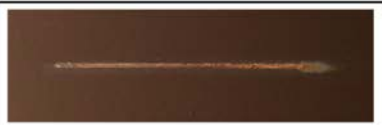
鋼種	南面45度暴露試験		覆い付き水平暴露試験
	上塗り色：青（マンセル値：10BG6/4）	上塗り色：茶（マンセル値：10R2/1）	上塗り色：茶（マンセル値：10BG6/4）
普通鋼			
開発鋼			

図1 神戸における暴露試験2年後の試験片外観

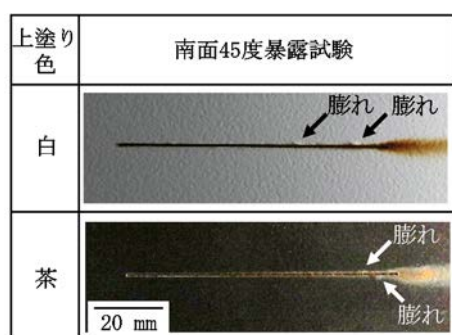


図2 沖縄における南面45度暴露試験2年後の試験片外観

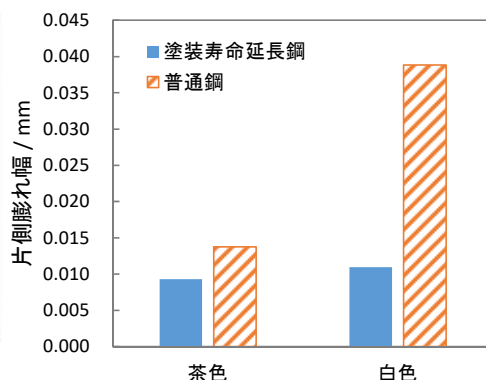


図3 塗装上塗り色の塗膜膨れ幅に及ぼす影響（沖縄、南面45度暴露試験、2年後）

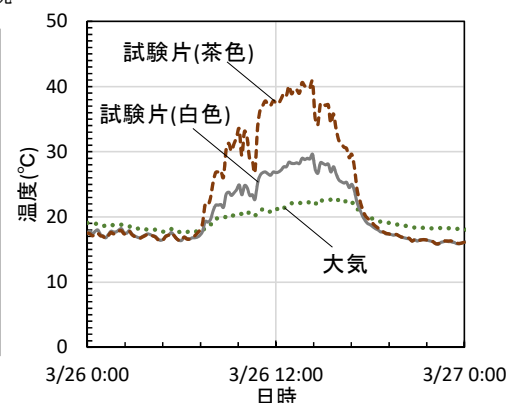


図4 沖縄暴露試験場での試験片温度の変化

4. 結言

- 1) 神戸での2年間の南面45度暴露および覆い付き水平暴露において塗膜膨れは観察されず、沖縄での2年間の南面45度暴露では小さな膨れ塗膜膨れが観察された。
- 2) 1)のいずれについても、既報²⁾の2年間の沖縄での覆い付き水平暴露に対して、塗膜膨れは抑制されていた。その理由は、神戸の腐食環境が沖縄に比べマイルドであったこと、南面45度は覆い付きに対し雨掛かりによる付着塩分の洗い流し効果があったためと考えられる。
- 3) 塗装上塗り色の違いにより試験片温度に差が生じた。日射による試験片温度の上昇が大きい上塗り色では、小さいものに比べ乾燥しやすく塗膜膨れが抑制された。

謝辞

本研究の神戸地区における暴露試験の実施にあたっては、暴露試験場の提供などにおいて、阪神高速道路株式会社の方々のご協力を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会: JSSC テクニカルレポート No.55 鋼橋塗装のLCC低減のために, 東京, 2002, p. 22.
- 2) 三浦進一、中村直人、塩谷和彦、鹿毛勇、加藤真志. 塗装寿命を延長する橋梁用新耐食鋼の開発. 土木学会第73回年次学術講演会講演概要集. 2018, V-365, pp. 729-730.
- 3) R. Sun, Y. Suzuki, T. Tomiyama, Y. Kitane, K.C. Chang, K. Sugiura: Temperature Variation of Different Colored Steel Plates Caused by Solar Radiation, Journal of Structural Engineering, JSCE, Vol.67A, 2021.(in print)