

塗装鋼板の腐食劣化特性に関する実験的研究

名古屋大学 正会員 ○金 仁泰, フェロー 伊藤義人, 学生会員 坪内佐織
横河ブリッジ 正会員 小山明久, 正会員 寺尾圭史, 日本道路公団 忽那幸造

1. はじめに

鋼橋は、設置場所の環境条件により、異なる防食方法が用いられている。鋼道路橋塗装便覧¹⁾に示すマイルド環境では A 塗装系、やや厳しい環境では B 塗装系、厳しい腐食環境では C 塗装系、などの塗装仕様が広く用いられてきており、鋼橋の約 70%以上を占めている。塗装防食の約 70%以上を占めている A 塗装系については、比較的古くから使われてきており、その実績も多く、実鋼橋の劣化データを用いてその劣化寿命をある程度予測することができる。しかし、比較的近年普及してきた重防食 C 塗装系、薄膜型重防食 I 塗装系の場合には、劣化データが少ないため、その劣化寿命を精度よく予測することは困難である。そこで、本研究では鋼橋用塗装系の劣化寿命予測に必要な基礎劣化データを得ることを目的として、A、C、I 塗装鋼板を用いた長期間(400 日間)の塩水噴霧複合サイクル環境促進実験を行った。その結果、光沢度、交流インピーダンス、付着力、変色を含む外観変化、塗膜のふくれ面積、エッジ部からの腐食などに基づいて、塗装鋼材の腐食劣化特性を明らかにした。

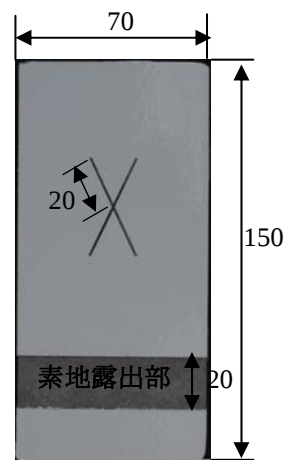


図-1 供試体(単位:mm)

2. 実験方法

本実験は、複合サイクル試験機(CY200S, スガ試験機社製)²⁾を用い、試験槽内の環境条件は JIS K5621 に規定されている S6 サイクル(5%塩水噴霧 0.5 時間, 95%の湿潤試験 1.5 時間, 50℃の熱風乾燥試験 2.0 時間, 30℃の温風乾燥試験 2.0 時間のサイクルを繰り返す)を用いた。実験供試体としては、図-1 に示すように普通鋼(SM490A)を用いて縦 150×横 70×板厚 9mm のウェザロサイズ供試体を製作し、素地調整を行った。その後、供試体の下部幅 20mm 素地露出部を残して A、C、I 塗装を行った。また、塗膜には素地まで達する幅 1mm のクロスカットを設けた。塗装仕様の詳細を表-1 に示す。I 塗装系の場合には、中塗りと上塗り塗料が異なる 3 種類を用いた(I1, I2, I3 塗装系と呼ぶ)。実験供試体は各 9 体ずつで、実験開始後 100 日後、200 日後、400 日後に各 3 体の実験を終了した。それぞれの供試体における光沢度(ミノルタ社製光沢度計 GM-60)、交流インピーダンス((株)日置電機製 3532 LCR ハイテスタ)、塗膜の付着力(アドヒージョンテスター CA-70)、クロスカット部および素地露出部からのさびの広がりにより生じる塗膜のふくれ面積(レーザ深度計³⁾)を測定した。

表 - 1 塗装仕様の詳細

防食法	防食処理	塗料名	供試体数
A-1 塗装	下塗り	鉛系さび止めペイント 1 種 2 回	9
	中塗り	長油系フタル酸樹脂塗料(中塗り)	
	上塗り	長油系フタル酸樹脂塗料(上塗り)	
C-2 塗装	下塗り	無機ジンクリッチペイント	9
	ミストコート	ミストコート	
	下塗り	エポキシ樹脂塗料(下塗り)2 回	
	中塗り	ポリウレタン樹脂塗料(中塗り)	
	上塗り	ポリウレタン樹脂塗料(上塗り)	
I1 薄膜形重防食塗装	下塗り	有機ジンクリッチペイント	9
	中塗り	ポリウレタン樹脂塗料(中塗り)	
	上塗り	ポリウレタン樹脂塗料(上塗り)	
I2 薄膜形重防食塗装	下塗り	有機ジンクリッチペイント	9
	中塗り	シリコン変性アクリル樹脂塗料(中塗り)	
	上塗り	シリコン変性アクリル樹脂塗料(上塗り)	
I3 薄膜形重防食塗装	下塗り	有機ジンクリッチペイント	9
	中塗り	ふっ素樹脂塗料(中塗り)	
	上塗り	ふっ素樹脂塗料(上塗り)	

3. 実験結果

1) 外観観察 実験中、100 サイクル(25 日)ごとに実験供試体を一時的に取り出して外観観察を行った。1600 サイクル後の外観を図-2 に示す。実験後、下地鋼板が露出しているクロスカット部や素地露出部分からさびが発生し、さび汁によって塗膜表面が汚れた。その後、実験期間の経過とともに、さびがクロスカットおよび素地露出部周辺の塗膜下を侵食し、塗膜のふくれが発生した。A 塗装供試体は、初期状態の白色から薄い黄色に変色した。また、図-2 に示すように供試体のエッジ部からさびが発生し、エッジ部に沿って広がった。これに対して、C、I 塗装供試体の場合には、初期状態の白色のままで塗膜の変色がなく、エッジ部からのさびの発生も見られなかった。3 種類の I 塗装供試体は、A 塗装系と同様に実験期間の経過とともに素地露出部からの塗膜のふくれが大きくなった。外観変化を比較すると、C 塗装供試体において塗膜のふくれ面積やよごれが少なく、A、I 塗装系に比べて高い耐腐食性能が得られた。

2) 光沢度 実験開始後 1600 サイクル(400 日)までの 400 サイクルごとに測定した光沢度から光沢度保持率(測定時

キーワード：鋼橋、塗装、塩水噴霧複合サイクル環境促進実験、腐食劣化

連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町名古屋大学工学研究科 TEL：052-789-2736 FAX：052-789-3734

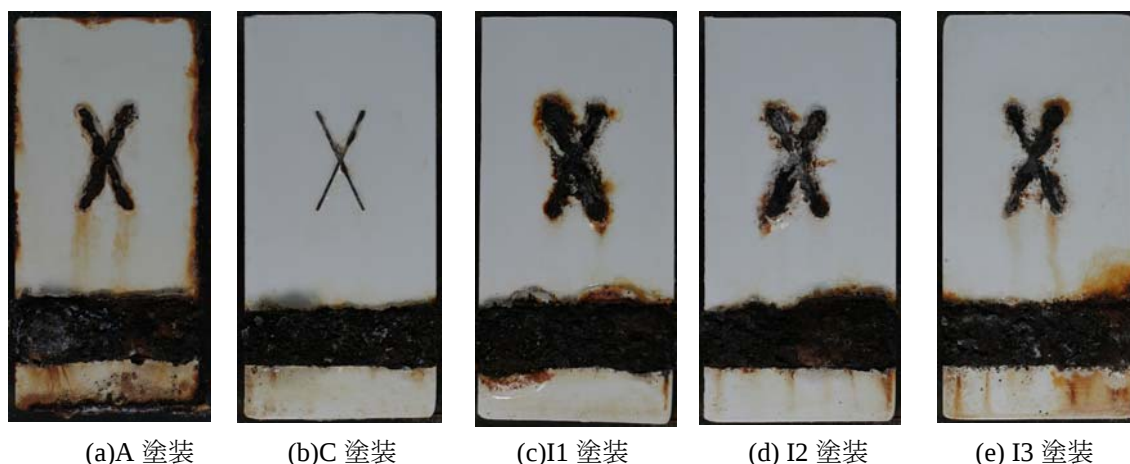


図-2 外観状況（1600 サイクル後）

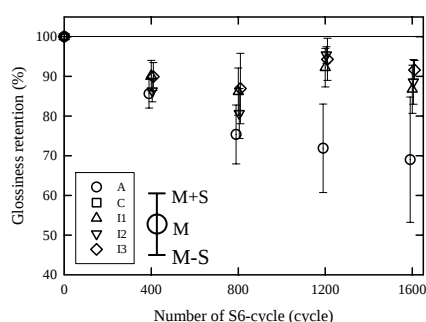


図-3 光沢度の経時変化

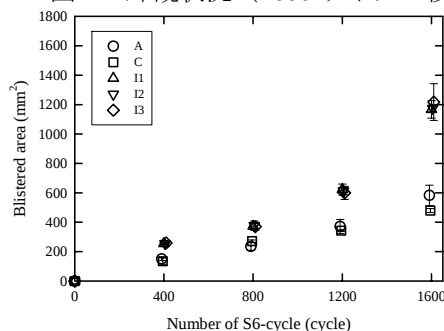


図-4 ふくれ面積(クロスカット)

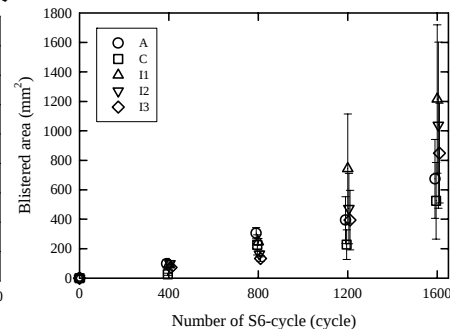


図-5 ふくれ面積(素地露出部)

光沢度/初期光沢度 $\times 100(\%)$)を求めて図-3 にその平均値(M)と標準偏差(S)を示す. A 塗装系の場合には, 実験期間の経過とともに光沢保持率が減少し, 1600 サイクルでは 70%に低下した. これに対して, C, I 塗装系は 800 サイクルまでは約 85%までに減少したが, 1200 サイクルでは 90%以上に回復して, その後さらに小さくなった. A, C, I 塗装系の光沢保持率を比較すると, C, I 塗装系がほぼ同じで, A 塗装系が最も小さかった.

3) 交流インピーダンス, 付着力 実験前, 100 日後, 200 日後, 300 日後の供試体について, 塗膜の交流インピーダンスおよび付着力を測定した. すべての塗装系において実験前と実験後のインピーダンスの差はほとんどなく, これらによる塗膜劣化は確認できなかった. また, 付着力テストでは, A 塗装供試体の実験前と実験後の付着力は 3.0~5.8MPa 内で分布し, 実験前後および実験期間による付着力の差は見られなかった. C および I 塗装供試体においては, 付着力は 7MPa 以上と高い値を示し, 本実験で用いた測定機の測定範囲を超えたため, 付着力の違いは確認できなかった.

4) ふくれ面積 レーザ深度計を用いて実験開始 100 日後, 200 日後, 300 日後のクロスカットおよび素地露出部周辺の塗膜のふくれ面積を測定しその平均値と標準偏差を図-4,5 に示す. まず, クロスカット部からのふくれ面積は, C 塗装供試体が A 塗装供試体より若干小さいが, 顕著な違いは見られず, 実験期間とともにほぼ線形的に増加した. I 塗装供試体の場合には, 中塗りと上塗り塗料の違いによらず, ほぼ同じで 1200 サイクルまでは線形的に, その後急に増加した. 塗装供試体下部に設けた幅 20mm の素地露出上・下部のふくれ面積の平均値とその標準偏差は, 実験期間の経過とともに 2 次関数的に増加する傾向が見られた. また, 実験期間の経過とともに, その差が大きくなった. 例えば, 1200 と 1600 サイクルのふくれ面積を比較すると, C, A, I3, I2, I1 の順に大きくなった. 以上の実験結果に基づいて, A, C, I 塗装系を比較すると C 塗装系から最も高い耐腐食性能が得られた.

4. まとめ

本研究では, 鋼橋に用いられる塗装系の劣化データを得るために, 3 種類の塗装仕様(A, C 塗装系および 3 種類の I 塗装系)を用いた長期間(400 日間)の複合サイクル腐食促進実験を行った. その結果, 光沢度, 交流インピーダンス, 付着力, 変色を含む外観変化, 塗膜のふくれ面積, エッジ部からの腐食の基礎劣化データを提供した. 今後, これらのデータを用いて鋼橋用塗装の劣化寿命予測を行う必要がある.

参考文献 1)(社団法人)日本道路協会: 鋼道路橋塗装便覧, 平成 2 年. 2)伊藤義人, 岩田厚司, 貝沼重信: 鋼材の腐食耐久性評価のための環境促進実験とその促進倍率に関する基礎的研究, 構造工学論文集, Vol.48A, pp.1021-1029, 2002. 3) 金仁泰, 伊藤義人: 円形素地露出部を持つ防食鋼板の腐食劣化評価に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.51A, pp.1069-1079, 2005.