

積雪寒冷地における鋼橋の洗浄に関する研究

A Study on Washing of Steel Bridges in Snowy-Cold Region

(株)ドーコン 構造部	○正員	次村英毅 (Hideki Tsugimura)
(株)ドーコン 構造部	正員	菅原登志也 (Toshiya Sugawara)
(株)橋梁メンテナンス 工事部	正員	勝俣 盛 (Mori Katsumata)
(独)寒地土木研究所 基礎技術研究グループ	正員	石川博之 (Hiroyuki Isikawa)
(独)寒地土木研究所 基礎技術研究グループ	正員	三田村浩 (Hiroshi Mitamura)

1. まえがき

著者らは、低廉な橋梁の予防保全を目的に、2000 年から橋梁洗浄の基礎データを蓄積してきており、これまでに洗浄方法やその有効性を定性的に明らかにした¹⁾。しかしながら、塗装の経年的な劣化をパラメータとして考慮しておらず、継続的、長期的な見解を得るには至っていない。そこで、2002 年 11 月に、沿岸地域と田園地域の鋼単純 I 桁橋を選定して、塗装仕様が異なる供試体の暴露試験を開始した。この供試体を定期的に洗浄し、その効果を追跡調査することで、長期的な洗浄効果を検証することとした。新設橋梁の初回点検が 5 年目であることから、4 年経過したのを期に、供試体の一部を回収して塗膜劣化度の調査と洗浄試験を実施した。本文は、これらの結果について概要を報告するものである。

2. 洗淨試験

(1) 試験目的

暴露環境の相違による塗装仕様毎の経年的な劣化程度を考慮した、洗浄効果を比較する目的で本試験を実施した。今回は暴露4年経過後の初回試験であるが、定期的に洗浄することで、北海道における塗装の寿命²⁾を追跡調査する計画である。

(2) 暴露環境

暴露場所に、大浜中橋（沿岸地域）と宿内橋（田園地域）を選定した（表-1）。大浜中橋は海岸線からの距離が約 200m であり、海風を遮る障害物などがなく、過去にその飛来性状と付着性状の相関を調査した経緯がある³⁾。一方、宿内橋は田園地帯の丘陵部に位置しており、海岸線からの距離が約 3km であることから、海塩粒子の飛来が乏しく、凍結防止剤の影響が把握できると考えた。なお、供試体は紫外線や風雨などの影響を除くため、外主桁内側の下フランジ上に治具を介して設置した（図-2）。

(3) 供試体

供試体は、JIS G 3101 に規定する SS400 材に、表-2 に示した 3 種の塗装仕様 (A-1, B-1 および C-3) を適用した。裏面の塗装仕様は長ばく形エッチングプライマー、弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料を塗布した。塗装性状の初期値を把握するため、今回新たに供試体を作成して、これを暴露前の基準値とした。既設の供試体と製作時期が異なるため、塗膜厚が若干異なることを付記しておく。

表-1 暴露環境

	大浜中橋	宿内橋
腐食環境	沿岸地域	田園地域
所在地	余市郡余市町大川町	岩内郡共和町前田
最大風速の最多風向	南南西または南西	東または北西
海岸線からの距離	約 200m	約 3km
路 線	一般国道 5 号	一般国道 276 号
橋梁形式	鋼管橋 I 桁	鋼管橋 I 桁
塗装記録	c-1 (2002 年 8 月)	a-1 (2000 年 6 月)
架 梁	1962 年 4 月	1964 年 9 月
橋長(m) × 幅員(m)	21 × 7.5	20 × 12

: 最寄りのアメダス気象データ(2002年11月~2006年11月)による。



図-1 架橋場所



- ・材 質：JIS G 3101 に規定する SS400 材
- ・塗装色：白色（日塗工色見本；P1-1036）
- ・寸 法：70×2.3×150mm

図-2 供試体設置状況（宿内橋：2002 年 11 月撮影）

表-2 供試体の塗装仕様

塗装系	表面仕様	
A-1	・長ばく形エッチングプライマー	15 μm
	・鉛系さび止め 1 種	35 μm
	・鉛系さび止め 1 種	35 μm
	・長油性フルカ酸樹脂塗料中塗	30 μm
	・長油性フルカ酸樹脂塗料上塗	25 μm
B-1	・長ばく形エッチングプライマー	15 μm
	・鉛系さび止め 1 種	35 μm
	・鉛系さび止め 1 種	35 μm
	・フェノール樹脂 MIO 塗料	45 μm
	・塩化エム系塗料中塗	35 μm
	・塩化エム系塗料上塗	30 μm
C-3	・無機シリクリッチプライマー	15 μm
	・無機シリクリッチペイント	75 μm
	・ミストコート	-
	・エポキシ樹脂塗料下塗	60 μm
	・エポキシ樹脂 MIO 塗料	60 μm
	・フッ素樹脂塗料中塗	30 μm
	・フッ素樹脂塗料上塗	25 μm

(4) 洗浄方法

洗浄は、高圧洗浄機（ケルヒャー：K3.70，最大吐出圧 7.5MPa，水温約 14℃）、スチーム洗浄機（オーム電機；OJS-157Y，最大吐出圧 0.03MPa，水温約 95℃）を用いて行った。また、水質の影響を除くため、洗浄水に日本工業規格 A3 クラスの精製水を使用した。

大浜中橋において上記洗浄方法を比較したところ、スチーム洗浄機の吐出圧力が低く、付着物の除去程度が乏しかったため、宿内橋では高圧洗浄のみを実施した。

3. 劣化度調査

(1) 概要

一般的に、塗装の劣化プロセスは、光沢低下、色調変化および白亜化の順に進行する。したがって、これらの変状を、主観なく定量的に評価することが重要である。本研究では、容易に入手可能で、取り扱いが簡単な計測機器にて、塗膜の劣化程度を評価することとした。

(2) 目視観察

暴露前後の供試体を図-3 に示す。2003 年版の塗料用標準色見本帳で評価すると、マンセル値は大浜中橋の洗浄前が 5YR4/2、高圧洗浄後が 10YR8.5/1、スチーム洗浄後が 5YR8/0.5 であった。同様に、宿内橋では洗浄前が 7.5YR7/2、高圧洗浄後が 10YR9/0.5 であった。

(3) 表面塩分

表面塩分計（サンコウ電子研究所；SNA-2000）を用いて洗浄前後の付着塩分量を計測した。大浜中橋はいずれの供試体とも洗浄前は計測値上限 2,000mg/m² を上回っていた。しかし、洗浄後は平均 25.8mg/m² に低減し、洗浄方法・塗装仕様による相違がなかった。同様に、宿内橋では洗浄前が平均 1,221mg/m²、洗浄後が平均 1.2mg/m² であった。

(4) 光沢度

光沢計（コニカミノルタ；GM-268）にて入反射角度 60° の光沢度を計測した。その結果を図-4 に示す。これより、宿内橋/各塗装系および大浜中橋/C-3 塗装系は同程度であることがわかった。

(5) 色差

色彩色差計（コニカミノルタ；CR-300）にて、暴露前と洗浄後の色彩を計測した。その色差 ΔE^*ab を図-5 に示す。米国標準局（NBS 単位）に準拠すると、宿内橋/C-3 塗装系が“感知し得る色差（noticeable）”、大浜中橋/C-3 塗装系が“目立つほどの色差（appreciable）”に分類できる。

4. まとめ

沿岸地域と田園地域において、4 年暴露させた供試体を対象に洗浄試験を実施した。これより、いずれの環境においても、塗装仕様に関わらず表面塩分を大幅に除去できることを明らかにした。しかし、光沢度、色差の結果から、沿岸地域では付着物の除去効果が乏しい状況であった。これが塗膜表面の劣化に起因するか、現在、化学的な分析を進めている途上である。今後は、上記計測結果と分析結果を相関付けることで、塩分の塗膜浸透程度などや塗膜表面の性状を評価する予定である。

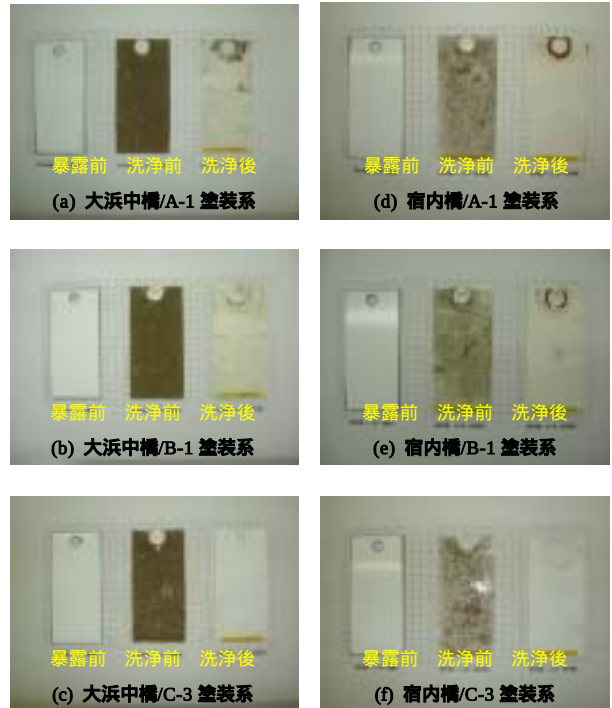


図-3 供試体の外観（2006 年 11 月撮影）

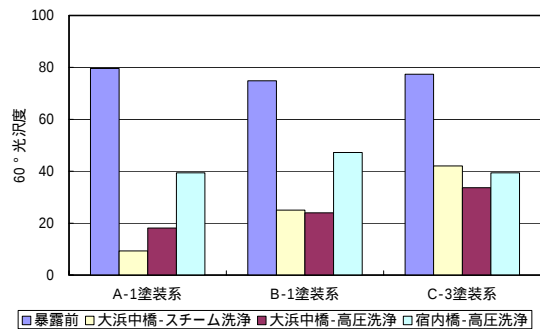


図-4 測定角 60° の光沢度

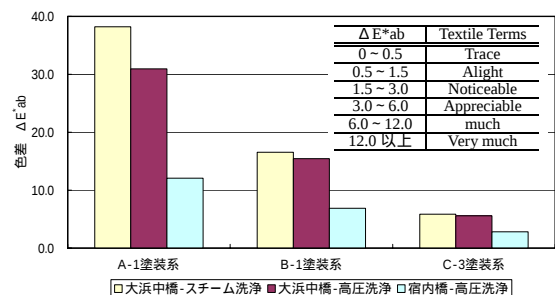


図-5 暴露前と洗浄後の色差

参考文献

- 磯，勝俣，安江，三田村，池田，藤野：橋梁洗浄に関する北海道での取り組みと米国における実態調査，橋梁と基礎，Vol.38，No.9，pp.29-33，2004.9．
- 林田，田口，嶋田：鋼橋塗装の耐用年数及びライフサイクルコストに関する研究，北海道開発土木研究所月報，No.629，pp.18-26，2005.10．
- 三田村，佐々木，勝俣，枝元，磯，小松：海岸沿いの橋梁における飛来海塩粒子の付着性状，土木学会第 56 回年次学術講演会概要集，2001.9．