

暴露環境下の塗装鋼板を対象とした洗浄の実験的研究

(株)ドーコン ○正員 次村英毅 正員 菅原登志也
(株)橋梁メンテナンス 正員 勝俣 盛

1. はじめに

著者らは、かねてより橋梁の長寿命化対策の一つとして、鋼橋塗装の延命を目的に橋梁洗浄を提案してきた¹⁾。米国では道路管理者が仕様書に基づいて定期的の実施しており、追跡調査の結果から費用対効果に優れると判断している。しかし、わが国と米国では国土政策や供用環境などが異なるため、それら仕様書の準拠は適当でない。本研究では、積雪寒冷地を対象に塗装の経年劣化を考慮した洗浄効果を検証する目的で、4年間暴露させた塗装鋼板の洗浄試験を行った²⁾。本文は、このうち化学的な観点から考察した結果について、その概要を報告する。

2. 暴露環境

暴露環境の相違を比較するため、大浜中橋（沿岸地域；海岸から約 200m）と宿内橋（田園地域；海岸から約 3km）に、2002 年 11 月に供試体を設置した（図-1）。供試体は、新設橋梁を定期的、継続的に洗浄することを想定して、図-2 のとおり塗装仕様が異なる 3 種の塗装鋼板（A-1 系、B-1 系、C-3 系を各 6 枚）とした。なお、塗装の紫外線劣化を抑制するため、下流側の外桁の下フランジ内面に治具を介して設置した。これにより、ウェブに付着した海塩粒子などが集積するのを防ぐことができ、供試体に直接付着した物質のみを評価できる。

3. 試験試験

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℃）とスチーム洗浄機（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。供試体から 30cm 程度離して洗浄し、これを 2 回繰り返した。なお、洗浄水は水質の影響を除くために日本工業規格 A3 クラスの精製水を使用した。

4. 化学分析

表面・断面観察および EDS 分析を、エネルギー分散型 X 線分析装置を内蔵した走査電子顕微鏡（SEM）（日本電子；JSM-630A）にて実施した。以下、大浜中橋で暴露した塗装仕様 A-1 系の分析事例について考察する。

(1) 表面組成の定性分析

供試体の外観を図-3 に示す。暴露後の供試体は土壌粒子で全面が覆われた状況であり、SEM 観察から図-4 のとおりであった。一般的に、土壌粒子は Si，Al，Fe，Ca，K，Na，Mg などで構成され，Si，Al



図-1 暴露場所

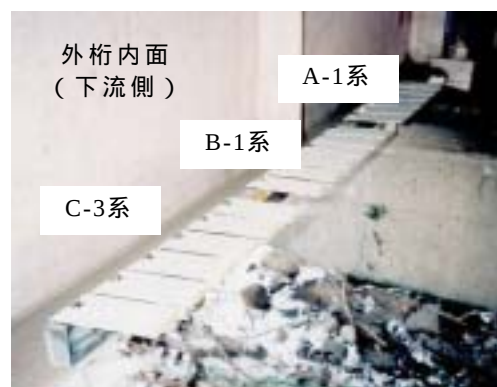


図-2 暴露状況
(宿内橋；2002 年 11 月撮影)

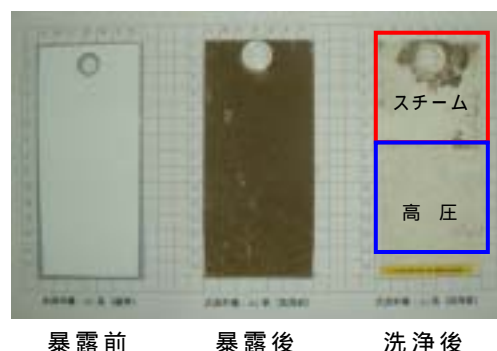


図-3 供試体の外観
(大浜中橋；A-1 系)

キーワード：橋梁洗浄，飛来塩分，暴露試験，塗装鋼板，分析

連絡先：〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央 1 条 5 丁目 4 番 1 号 (株)ドーコン 構造部 TEL 011-801-1540

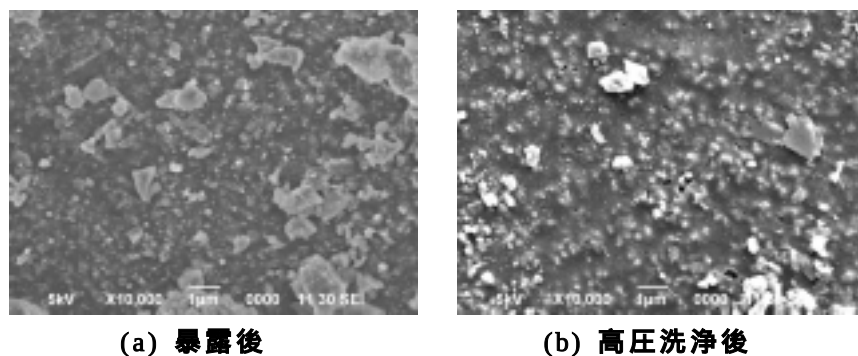


図-4 SEM 観察

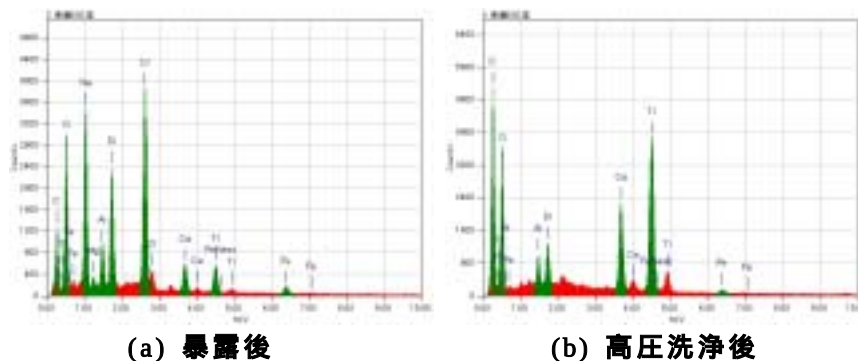


図-5 分析チャート

を多量に含むエアロゾルは土壌粒子以外に存在しない。図-5(a)より、これら成分とともに、海塩粒子（主成分；Na，K，Mg，Ca，Cl， SO_4 ）由来の Na，Cl が検出されたことがわかる。表-1 に示すように、洗浄後では、これらが減少もしくは検出不能であるが、Ti が増加していた。これは白色顔料の TiO_2 が、塗料の経年劣化にともない露出したものと考えられる。また、洗浄後に残留する金属イオンも土壌粒子に由来すると考えられ、これらが、塗膜の光沢度を低下させる主因と考えられる。

暴露後の Cl をマッピングすると、土壌粒子の隙間に凝集していることがわかり、洗浄に際してはある程度水圧を上げて土壌粒子を除去することが望ましいことがわかった（図-6,7）。

(2) 断面組成の定性分析

断面分析は、塗膜表面から $50\mu\text{m}$ ピッチで厚さ方向に 3 断面の分析を行った。表面から深さ $50\mu\text{m}$ までの結果を表-2 に示す。これより、暴露後に Na，Cl が検知されないことから、これらは浸透していないことがわかる。また、SEM 観察の結果から、明確なチョーキング、き裂および割れなどは認められなかった。

5. おわりに

沿岸地域と田園地域において 4 年間暴露させた供試体を対象に洗浄試験を実施した結果から、以下の知見を得た。

- ・ 表面組成の分析結果から、表面光沢度の低下要因は主に土壌由来成分の残留である。
- ・ 断面組成の分析結果から、塗装系、暴露環境にかかわらず、付着物の浸透は認められない。

参考文献

- 1) 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．
- 2) 次村，菅原，勝俣，石川，三田村：積雪寒冷地における鋼橋の洗浄に関する研究，土木学会北海道支部，平成 18 年度年次技術研究発表会，A-7，2007.2．

表-1 表面組成の比較

元素	暴露前	暴露後	洗浄後	
			高压	スチーム
C K	42.24	32.23	34.52	35.51
O K	37.33	33.44	41.50	40.55
Na K	-	11.10	-	-
Mg K	-	0.55	-	-
Al K	0.53	1.95	1.26	0.92
Si K	0.37	5.04	1.60	1.12
Cl K	-	9.74	-	-
Ca K	5.10	1.80	5.22	5.56
Ti K	14.43	2.74	15.28	15.97
Fe K	-	1.42	0.62	-
Zn K	-	-	-	0.31
合計	100.00	100.01	100.00	99.94

単位：質量%

表-2 断面組成の比較

元素	暴露前	暴露後	洗浄後	
			高压	スチーム
C K	47.06	39.75	48.56	47.09
O K	33.07	34.47	32.67	33.20
Mg K	0.93	0.92	1.09	0.87
Al K	0.52	1.13	0.53	0.49
Si K	0.94	2.09	0.72	0.97
Ca K	7.08	9.32	6.69	7.64
Ti K	10.39	11.08	9.74	9.73
Fe K	-	1.23	-	-
合計	99.99	99.99	100.00	99.99

単位：質量%

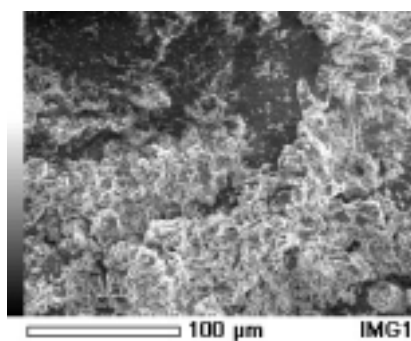


図-6 SEM 観察

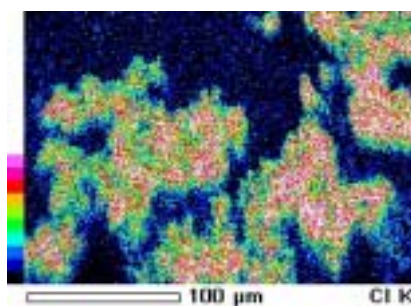


図-7 Cl のマッピング