

S2-5-2 環境負荷低減型鋼構造物用塗替え塗装系の検討

— 鋼鉄道橋への適用 —

○江成 孝文、[土]田中 誠、[土]坂本 達朗 ((財) 鉄道総合技術研究所)

A Study on Environmentally-Friendly Repainting Systems for Steel Structures
— Experimental application on the actual steel railway bridges —

Takafumi Enari, Makoto Tanaka, Member, Tatsuhiro Sakamoto, Member (Railway Technical Research Institute)

We developed repainting systems that enable long-term corrosion prevention more than those of a solvent type coating system. It contributes also to reduction of environmental loads. Since the water-base paint used for intermediate coat and topcoat, the developed coating system has an adverse effect to the weather as applied under outdoor environment. It is therefore important to apply such coating system upon practical use to check the workability and a condition of paint film formation under various weather conditions. As a result, the experimental paint coated on substantial steel railway bridges, the workability was preferable under any environmental conditions. However, as coated under the conditions of 10°C or less than an outside temperature in high-humid environment such as mountainous regions, the abnormalities of a paint film were observed due to the effect of rainfall at night.

キーワード: 鋼構造物、鋼橋、水系塗料、塗替え塗装系、VOCs、環境、

Keyword: Steel structure, Steel bridge, Water-based paint, Repainting coating system, VOCs, Environment

1. はじめに

揮発性有機化合物 (VOCs: Volatile Organic Compounds) に対する削減への要求は益々強くなり、大気汚染防止法の一部が改正され、2006年度内の法律の施行を目指し排出規制の制定作業が進められている。この法律では自主取り組みによる削減が求められる規制対象外施設や現場塗装などの非点源分野からの VOCs 排出量は、全体の 2/3 を占めると想定している。このため、平成 12 年度比で 30% の削減目標達成に対し、自主的取り組みによる削減への期待は大きい。

インフラストラクチャーとして鉄道においても環境負荷低減型の塗装系への移行を進めるべく検討を重ね、鉛・クロムフリーで中・上塗りに水系塗料を用い、VOCs 発生量の削減に寄与する長期防錆型の塗装系を開発した。

この塗装系は従来の溶剤型塗装系と異なる水系塗料を用いているため、実用化に当たっては種々の気象条件や鋼鉄道橋の塗替え塗装の制約下における適用範囲を明確にする必要がある。ここでは、これらの条件における施工性や塗膜形成状態を調査するために実橋梁の塗替え塗装に適用した結果を報告する。

2. 鋼鉄道橋の塗替え塗装

2.1 開発塗装系

塗装系の構成を表 1 に示す。環境負荷低減効果や防食性

能については J-Rail02 で報告したように、従来の溶剤型塗装系 G7 (厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料 補修 1 回、全面 3 回) に比較し、PRTR の指定化学物質で約 70%、VOCs1g から発生するオゾンの g 数で評価した MIR 値で約 80% の低減があり、防食性では鉄道総研式複合サイクル試験の促進劣化試験で同等以上の結果を得ている。

表 1 塗装系の構成

工 程	塗 料
一般環境	第 1 層 厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料 (部分補修)
	第 2 層 厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料 (部分補修)
	第 3 層 水系エポキシ樹脂系塗料 (全面)
	第 4 層 水系上塗塗料 (全面)
腐食環境	第 1 層 厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント (部分補修)
	第 2 層 厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料 (部分補修)
	第 3 層 水系エポキシ樹脂系塗料 (全面)
	第 4 層 水系上塗塗料 (全面)

2.2 実橋塗替え塗装の調査方法

塗替え塗装は表 2 に示す設置環境の異なる 3 橋りょうで、特に外気温の異なる時期を選定して行った。いずれの橋りょう梁も旧装系は B7 (鉛系さび止めペイント + 長油性フタ

表 2 施工対象橋りょうの設置環境と気象条件

環境	面積 (m ²)	実施日	気温℃	湿度 RH%	塗装系	替ℓン
郊外	120	2002/11/11~14	12~17	35~60	一般、腐食	2
市街地	604	2004/ 9/13~16	23~26	33~45	一般、腐食	2, 3
山間	576	2004/11/13 22, 23	10~12 9~15	49~56 83~70	一般	1

注) 替ℓンの数値は概略の素地の露出した補修対象面積で示すと
1:70%以上、2:30~50%、3:15~25% となる。

ル酸樹脂塗料)で発錆程度は少ないが、塗膜われの発生程度により素地調整程度(替-ケレン)が異なる。

塗装は“はけ”およびローラで行い施工性と“たれ”、“すけ”、“はけ目”などの塗膜表面の性状を調査した。塗料は製造会社6社のものを用い、調査結果は総合して平均的な塗装系として評価した。

2.3 調査結果

施工結果概要を従来の厚膜型変性エポキシ樹脂系塗料およびポリウレタン樹脂塗料と比較して表3に示す。

表3 施工結果概要

橋梁	作業性	施工性	乾燥性	仕上がり
郊外	同等	特に問題なし	良好	すけ、塗布量少
市街地	同等	可使時間短	良好	良好、
山間	同等	希釈率調整幅狭 (粘度、乾燥性)	指触乾燥は 良好	指触乾燥後の結露 降雨で塗膜軟化

最初に施工した郊外の橋りょうでは“はけすじ”に沿って一部に“すけ”が見られたり、図1に示すように全体的に塗着率がやや少ない傾向にあった。はけ捌きや作業時間等の施工性については従来の塗料と変わらなかった。図2に溶剤型塗料と比較した作業時間を示す。

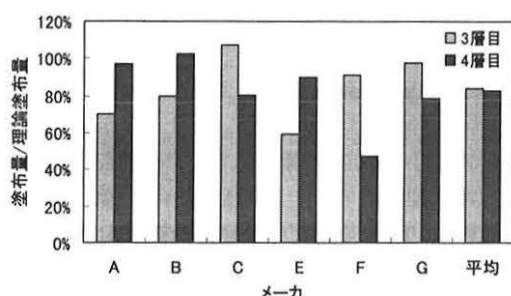


図1 塗着率

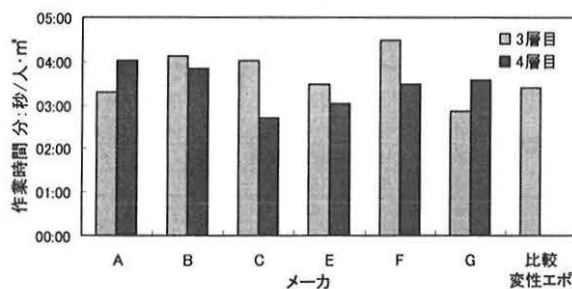


図2 作業時間

“すけ”や塗着率については塗料の粘性調整や希釈率の見直し、ローラ塗りの併用などの改善を行いその後の対象橋りょうの施工では、溶剤型塗料と同等の性能を得た。

比較的高い気温のときに施工した市街地橋りょうでは可使時間が短くなる傾向にあったが、施工性や塗膜仕上がりは良好であった。

低温時の山間部橋りょうでの施工では粘度調整のために希釈率を加えると乾燥が遅くなるため、溶剤型塗料より希釈率の調整に配慮が必要であった。また、指触乾燥までは

溶剤型塗料と変わりはないが、塗装数時間後に日暮れとともに急激な気温低下による降露と、これにつづいて夜間に降雨があり、上フランジ上面など水の溜まりやすいところで塗膜にふくれや一部軟化が見られた。

3. まとめ

開発した塗装系の実橋施工の結果、低温・高湿度時の施工に課題は残るが、塗装工事の大部分を占める通常環境での施工では実用レベルにあることがわかった。そこで、この試験結果から得られた以下に示す留意事項を盛り込み、今年度改定した鋼構造物塗装設計施工指針 2005 において塗替え塗装系として採用した。

(a) 塗膜の乾燥に大きく関与する水分の蒸発は溶剤の揮発に比べ気温と湿度に大きく影響される。特に低温時には塗装後に指触乾燥程度の表面状態になっていても、塗膜中には多くの水分が残っており、このときに降雨や結露を受けると塗膜の軟化や場合により塗料が流れ出す可能性がある。塗装後に結露や降雨がない場合、塗装時の制限気温は 5℃以下になるが、施工不具合を避けるために余裕をもった施工を考えると、現状の技術レベルでは夜間など塗膜表面が水で濡れる可能性がある場合には、気温 10℃以下で、かつ降雨や結露が塗装後 3 時間以内に予想される状況での作業は避けた方がよい。

(b) 水系塗料ではゲル化するなどの性状変化が確認できず塗装作業が可能なものもあるので、時間管理が必要である。また、可使時間はエポキシ樹脂系塗料などの溶剤型塗料に比較し短い。

(c) 溶剤型塗料に使用した塗装用具を直接水系塗料に使用できない。

(d) “はけ”に付着した塗料の硬化が進むため、作業中断時には“はけ”洗い作業が必要になる。

(e) 洗浄液や廃塗料は多量の水を含んでいるため従来の処理方法とは異なるので、事前に適用可能な方法を検討しておく必要がある。

従来の塗装系に比べ、施工面で課題があるが、現在の汎用塗装系がかつてそうであったように、使用されることで改善が進むと考えられる。環境負荷低減の塗装系として今後の展開に期待するところである。

最後に塗装系開発および実橋施工、その後の調査等に全面的な協力を頂いた下記の関係諸氏に深謝致します。

JR 東日本設備部 大宮支社 東京支社 新潟支社 各支社土木技術センター、長期防錆対策研究会 建設塗装工業(株) ㈱トウペ ㈱日本ペイント販売(株) 大日本塗料(株) 関西ペイント販売(株) 神東塗料(株) 中国塗料(株) ジャパンカーボライン(株) カナエ塗料(株)

参考文献

鉄道総合技術研究所編：鋼構造物塗装設計施工指 2005, 研友社