

無塗装耐候性鋼橋梁の補修塗装と普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装の施工日数の検討

日鉄防食 正会員 ○今井篤実, 松本洋明, 落部圭史, 石田和生
松江工業高等専門学校 正会員 大屋誠, 武邊勝道, 広瀬望

1. はじめに

無塗装耐候性鋼橋梁の適用可能環境は、飛来塩分量が 0.05mdd を超えない地域、または道示Ⅱ鋼橋編、図一解 5.2.1 に示す地域と飛来塩分による塩害が受けにくい地域に限定されている¹⁾。そのため、無塗装耐候性鋼橋梁の場合は、飛来塩分による塩害より伸縮装置や排水装置からの漏水（凍結防止剤を含む）により異常さびが生じることが多い。この漏水が原因の場合は、異常さびの発生が部分的に生じることから、部分補修がほとんどである。これに対して、塗装橋梁の塗替え塗装の場合は、鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)²⁾で部分塗替えを推奨しても、全面塗り替えとなっているのが実情である。その結果、塗装橋梁の塗替え塗装の積算は、大面積での補修を想定し、構築されている。一方、前記のように無塗装耐候性鋼橋梁では、部分補修が大半を占め、過去の補修実績等から、その面積は 15～250 m²で、特に 100 m²未満が多い。しかしながら、無塗装耐候性鋼橋梁の補修を計画する場合、補修面積にかかわらず、塗装橋梁の塗替え塗装の積算である 1,000m²以上で補修する場合の積算単価³⁾を用いて予算計画されることが一般的である。補修塗装工法一覧の表 1 より、無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)を塗装橋梁の塗替え塗装である Rc-Ⅰ工法で補修した例では、素地調整程度Ⅰ種のブラスト処理を実施しても ISO Sa 2 1/2 に至らないことが多く、そのため早期に膨れ、さび等が発生した事例が報告されており、この工法では、補修塗膜の品質を確保することが困難であることがわかってきた⁴⁾。このため補修塗膜の品質を確保することが可能と考える無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修工法である水洗工法⁵⁾、水洗レス工法⁶⁾が提案されている。しかしながら、水洗工法であれば、素地調整程度Ⅰ種のブラスト処理 ISO Sa 2 1/2 以上、かつ防食下地の有機ジンクリッチペイント塗布前の付着塩分量を 50mg/m²以下とする等、耐候性鋼材特有の厳しい施工条件が課せられている¹⁾にも関わらず、水洗工法⁵⁾や水洗レス工法⁶⁾の耐候性鋼材特有の施工条件や施工手順が積算等に反映されていない。

そこで本報では、このような現状改善の試みとして、補修面積別における無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法⁵⁾、水洗レス工法⁶⁾と普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法である Rc-Ⅰ工法と Rc-Ⅱ工法に対して、橋梁補修塗装の専門業者に依頼し、直接補修塗装工事（清掃・水洗い、素地調整、塗装作業）の施工日数の試算を試みた。これら試算結果を報告する。

表 1 補修塗装工法の一覧

工法		水洗工法	水洗レス工法
概要		【無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法】 ●ダイヤモンド工具による固着さびの除去。 ●水洗と素地調整程度をⅠ種のブラスト処理(ISO Sa 2 1/2)により防食下地塗布前の素地面の付着(残存)塩分量を 50mg/m ² 以下とする。 ※ブラスト処理が3回、水洗処理2回とした。 ※ブラスト処理時の研削材使用量＝120kg/m ² とした。	【無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法】 ●ダイヤモンド工具による固着さびの除去。 ●腐食抑制剤でさび中の塩分を捕捉、捕捉した塩分ごとブラスト処理で除去。 ●素地調整程度をⅠ種のブラスト処理(ISO Sa 2 1/2)を行い、この素地面の付着(残存)塩分を特殊有機ジンクリッチペイントで無害化する。 ※ブラスト処理時の研削材使用量＝60kg/m ² とした。
	長所	●耐久性期待できる(現時点で約9年の実績あり)。 ※外観補修塗膜に損傷(膨れ、さび等)は見えず、補修塗膜のイオン透過抵抗を測定してもその抵抗値が1GΩ以上(塗膜が健全な状態)と約9年経過した時点で、当該補修塗膜や補修塗装端部(境界)も良好な状態を維持していることを確認した。	●3年の試験施工実績あり。 ※外観補修塗膜に損傷(膨れ、さび等)は見えず、補修塗膜のイオン透過抵抗を測定してもその抵抗値が1GΩ以上と3年経過した時点で、当該補修塗膜が良好な状態を維持していることを確認した。
特徴	短所	●水洗および素地調整程度をⅠ種のブラスト処理回数が実施しないと決まらないため、積算が困難。 ●水洗水回収が困難。 (水洗水等の環境負荷の心配がある)	●水洗工法と比較して実績が少ない。
工法		Rc-Ⅰ工法	Rc-Ⅱ工法
概要		【普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法】 ●素地調整程度をⅠ種のブラスト処理(ISO Sa 2 1/2)とするが、ブラスト処理(ISO Sa 2 1/2)後の素地面の付着(残存)塩分量は、規定されていない。 ※ブラスト処理時の研削材使用量＝30kg/m ² とした。	【普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法】 ●素地調整程度をⅡ種の動力工具処理(ISO St 3)とするが、動力工具処理(ISO St 3)後の素地面の付着(残存)塩分量は、規定されていない。
	長所	●普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装実績がある工法になりつつある。	●普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装で過去に、多くの実績がある工法である。
特徴	短所	●近年、有害物質を含有している既設塗膜が多く存在し、塗膜剥離剤やIII法等の塗膜剥離処理とブラスト処理を併用する 경우가多(ブラスト処理単独では困難)になった。 無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装に適用した場合 ●素地調整程度をⅠ種のブラスト処理を実施しても除錆度がISO Sa 2 1/2に達しないケースが多い。 ●早期にさびが発生した事例が報告されている。	●Rc-Ⅰ工法と比較して、補修塗膜の防食機能が劣る。 ●素地調整程度をⅡ種の動力工具処理を実施しても除錆度がISO Sa 3に達しない。

表 2 Rc-Ⅰ工法の 1,000m²を1とした時の補修塗装工法別施工日数とその比率

補修面積 (m ²)	無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法				普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法			
	水洗工法		水洗レス工法		Rc-Ⅰ工法		Rc-Ⅱ工法	
	施工日数	(比率)	施工日数	(比率)	施工日数	(比率)	施工日数	(比率)
25	20	0.6	17	0.5	13	0.4	11	0.3
50	24	0.7	19	0.6	14	0.4	12	0.4
100	29	0.9	26	0.8	16	0.5	12	0.4
250	45	1.4	38	1.2	22	0.7	13	0.4
500	57	1.7	49	1.5	24	0.7	20	0.6
1,000	80	2.4	63	1.9	33	1.0	27	0.8
3,000	153	4.6	118	3.6	63	1.9	45	1.4

キーワード 無塗装耐候性鋼橋梁, 普通鋼塗装橋梁, 補修塗装, 素地調整, 施工日数, 積算単価

連絡先 〒299-1141 千葉県君津市君津1番地 (日本製鉄株式会社東日本製鉄所君津地区)

日鉄防食(株) エンジニアリング事業部 ENG 技術開発グループ TEL 0439-57-0985

2. 補修塗装工法

無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法⁵⁾は、ダイヤモンド工具で異常さびを可能な限り除去し、その後、ブラスト処理と水洗処理を繰り返し実施することで、さびと塩分の除去を行い、防食下地である有機ジンクリッチペイント塗布前の付着塩分量を 50mg/m^2 以下とする工法である。また、水洗レス工法⁶⁾は、ダイヤモンド工具で異常さびを可能な限り除去し、腐食抑制剤でさび中の塩分を捕捉する。腐食抑制剤は捕捉した塩分ごとブラスト処理で除去し、この素地面の付着(残存)塩分を特殊有機ジンクリッチペイントで無害化する工法(表1)である。この工法については、実橋梁での試験施工3年目で補修塗膜が良好な状態を維持していることを確認している⁶⁾。普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法である Rc-I 工法はブラスト処理を、Rc-II 工法は動力工具処理を実施した後、防食下地である有機ジンクリッチペイントを塗布するもので、近年、多く用いられている工法である。

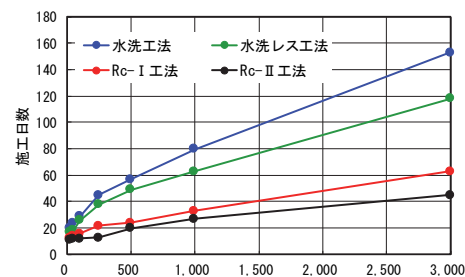


図1 補修塗装工法別の補修面積と施工日数

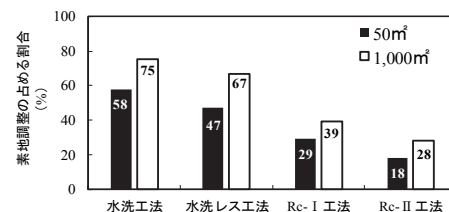


図2 補修塗装工法別の50, 1,000m²における素地調整日数の占める割合

3. 補修塗装対象橋梁と補修塗装施工日数試算

無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)および普通鋼塗装橋梁の補修面積は、25, 50, 100, 250, 500, 1,000 および 3,000 m²として前記のような補修塗装施工日数試算を実施した。ここで、普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法である Rc-I 工法の1,000m²を1とした時の補修塗装工法別施工日数とその比率を表2に、補修塗装工法別の補修面積と試算施工日数を図1に示す。表2と図1より、補修塗装工法別の1,000 m²で全施工日数とその比率を比較すると、施工日数が掛かる順に、水洗工法(80日, 2.4倍)>水洗レス工法(63日, 1.9倍)>Rc-I 工法(33日, 1.0倍)>Rc-II 工法(27日, 0.8倍)となった。無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法、水洗レス工法ともに、普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法である Rc-I 工法、Rc-II 工法より、施工日数を要することがわかる。また、表2と図1より補修面積が1,000 m²以下の場合、補修面積が小さくなる方が、面積比率に比べ施工日数を要することもわかる。

補修塗装工法別の50 m², 1,000 m²における素地調整日数の占める割合を図2に示す。図2より、無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法や水洗レス工法は、普通鋼塗装橋梁の塗替え塗装工法である Rc-I 工法と比較して、補修面積が50m², 1,000m²で約1.5~2倍の素地調整の施工日数が掛かることがわかる。無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法や水洗レス工法の素地調整に占める割合が多い要因としては、無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)特有のさび除去のしにくさにあると考えている。無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修を行う際には、この影響を積算に適切に考慮する必要がある。

4. まとめ

無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法や水洗レス工法を用いると、施工日数の増加につながるが、補修塗装の品質を確保、補修後の耐久性を考える上では、これらの工法が適用されることが必要であると考えられる。今後は、無塗装耐候性鋼橋梁(裸材)の補修塗装工法である水洗工法や水洗レス工法の施工日数の増加の影響を積算単価等に反映されていくことが望ましいと考えている。

参考文献

- (公社)日本道路協会：鋼道路橋塗装防食便覧，2014。
- 国土交通省国土技術政策総合研究所：鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)，国土技術政策総合研究所資料，No.684，2012。
- (一財)経済調査会：土木施工単価，2015。
- (独)土木研究所：鋼橋防食工の補修方法に関する共同研究報告，第414号，2010。
- 今井篤実，山本哲也，麻生稔彦：耐候性鋼橋梁の防食補修塗装法の実施に関する一考察，土木学会論文集A1，2012。
- 落部圭史ら：島根県内耐候性鋼橋梁における水洗レス工法試験施工3年経過調査，土木学会74回年次学術講演会，2019。