

鋼橋の塗装LCC低減のための塗り替え手法の提案

住友重機械工業 正会員 坂井田 実 関西大学総合情報学部 正会員 古田 均
 栗本鐵工所 正会員 辻野 洋慶 大阪市建設局 正会員 土井 清樹

1. はじめに

鋼材は構造材料として比較的安価で、成形や加工がしやすく、安定した強度特性を有することから、古くから橋梁や建築物などの社会基盤を構成する材料として広く用いられてきた。鋼材は適切な防食を施すことにより、その強度をほぼ半永久的に維持することができることから、鋼橋のライフサイクルにおいて防食計画は橋梁全体の機能を保持するために非常に重要である。

近年、維持管理の手間や費用を軽減するため、耐候性鋼材の使用や溶融亜鉛めっき、亜鉛アルミ擬合金溶射など、様々な対策が採用されてきているが、既に建設されている鋼橋の大半は塗装仕様であり、また景観への配慮から今後も多くの鋼橋が塗装仕様で建設されると考えられる。塗膜の劣化状況をよりの確に把握して塗り替えコストを削減するための方法の検討^{1),2)}や、高耐久性塗料の開発^{3),4)}などが行われてきている。これらの背景から、従来行われてきた建設当初の塗装系による定期的全面塗り替えを見直し、長期防錆型仕様による部分補修や高耐久性塗装系への仕様変更を活用した塗り替え手法を提案するとともに、そのコストの試算を試みた。本論文では、これらの塗り替え手法の概要と、ある人道橋を例に行ったコスト試算の結果について報告する。

2. 試算に用いた橋梁の概要

試算に用いた橋梁は、1993年3月竣工の橋長31.2m、有効復員4.0mの下路アーチ橋(写真-1)で、外面塗装はポリウレタン樹脂系塗装を用い、外面塗装面積は576m²である。



写真 1 塗装LCCを試算した橋梁の外観

3. 塗り替え手法の提案

従来の外面塗装の塗り替えは、劣化の著しい箇所を基準にその周期を決定し、全面塗り替えを基本に実施されてきた。今回採り上げた橋梁で用いられているポリウレタン樹脂系塗装では、塗り替えに必要な周期は一般的に15年とされている^{5),6)}。しかし、構造部位によって水分の滞留時間や塩分の付着状況、紫外線劣化の程度などが異なることから、15年を経過しても塗膜の健全な部分が多く残っている。このため、長期防錆型の部分補修を効果的に用いることで、塗り替え周期を長く採るとともに素地調整および下塗りを軽減することができ、コストが削減できると考えた。

構造的要因による塗膜劣化の少ない部分では、平板暴露試験および実橋調査の結果^{7),8)}からポリウレタン樹脂系塗装では25年~30年、ふっ素樹脂系塗装では35年~45年程度の期間にわたって健全な防食機能を有すると考えられるため、部分補修を併用した場合の全面塗り替え周期をそれぞれ25年および35年とする。また、部分補修の必要な部分については、当初建設時の塗装や全面塗り替えの後10年程度までに劣化が顕在化すると考えられるため、10年を経過した時点で点検調査を行ってその範囲を特定し、部分補修を施す。構造的に塗膜が劣化しやすい環境にあると考えられるこれらの箇所には、次の全面塗り替えまで防錆効果を持続させるため、下塗り塗料として超厚膜型エポキシ樹脂系下塗り塗料(膜厚1,000 μ m)を施す。部分補修した箇所やその他の箇所の健全性を確認するため、さらに10年ごとに点検調査を行うこととする。

構造的要因による塗膜劣化の少ない部分では、平板暴露試験および実橋調査の結果^{7),8)}からポリウレタン樹脂系塗装では25年~30年、ふっ素樹脂系塗装では35年~45年程度の期間にわたって健全な防食機能を有すると考えられるため、部分補修を併用した場合の全面塗り替え周期をそれぞれ25年および35年とする。また、部分補修の必要な部分については、当初建設時の塗装や全面塗り替えの後10年程度までに劣化が顕在化すると考えられるため、10年を経過した時点で点検調査を行ってその範囲を特定し、部分補修を施す。構造的に塗膜が劣化しやすい環境にあると考えられるこれらの箇所には、次の全面塗り替えまで防錆効果を持続させるため、下塗り塗料として超厚膜型エポキシ樹脂系下塗り塗料(膜厚1,000 μ m)を施す。部分補修した箇所やその他の箇所の健全性を確認するため、さらに10年ごとに点検調査を行うこととする。

キーワード：塗装塗り替え、塗装LCC、ポリウレタン樹脂系塗装、長期防錆型部分補修塗装

連絡先：住友重機械工業(株) 鉄構・機器事業本部 技術部 〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-10-8

TEL : 06-6223-7491 , FAX : 06-6223-7495 , E-mail : Mnr_Sakaida@shi.co.jp

表 - 1 長期防錆型部分補修塗装併用の塗り替え方法（ポリウレタン樹脂塗装）

提案型仕様	塗装間隔	10年	15年	10年	15年	10年	15年	10年	15年	……
	劣化しやすい部分 (全体の約10%)	新設 塗装	長期防錆型 部分補修塗装		全面 塗替	長期防錆型 部分補修塗装		全面 塗替	長期防錆型 部分補修塗装	
劣化しにくい部分 (全体の約90%)	△ 点 検 調 査		△ 点 検 調 査	△ 点 検 調 査		△ 点 検 調 査	△ 点 検 調 査		△ 点 検 調 査	△ 点 検 調 査
従来型仕様	劣化しやすい部分 (全体の約10%)	新設 塗装	全面 塗替		全面 塗替	全面 塗替		全面 塗替	全面 塗替	
	劣化しにくい部分 (全体の約90%)		2	2		2	2		2	2
塗装間隔		15年	15年	15年	15年	15年	15年	15年	15年	……

表 - 2 塗り替え用塗装

	全面塗替※2 (従来型)	全面塗替※1 (提案型)	長期防錆型 部分補修
素地調整	3種ケレンB	4種ケレン	3種ケレンC
下塗り	変性エポキシ 樹脂塗料2回	変性エポキシ 樹脂塗料1回	エポキシ樹脂 プライマー 超厚膜型 エポキシ塗料 (1000μ)1回
中塗り	ポリウレタン 樹脂用塗料	ポリウレタン 樹脂用塗料	ポリウレタン 樹脂用塗料
上塗り	ポリウレタン 樹脂塗料	ポリウレタン 樹脂塗料	ポリウレタン 樹脂塗料

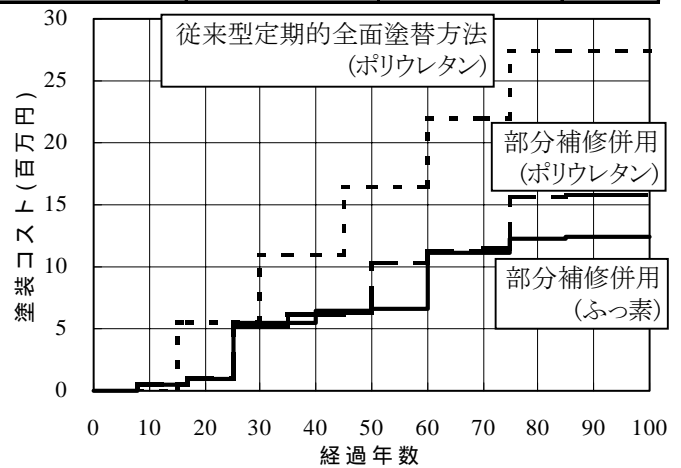


図 - 1 塗り替え手法による塗装コスト比較

4. 塗装コストの比較

本橋の供用年数を 100 年と仮定して供用後の塗装コストを試算した。構造的に劣化しやすい部分補修の必要な面積は、全体の 10%と仮定した。本橋では建設後 7 年を経過した時点で塗膜状況の点検を行ったため、この時点で著しい塗膜の劣化が見られた部分に 8 年経過時に局部補修を施すこととした。これにともない、17 年経過時の部分補修面積は 8 年経過時の補修の分を割り引いて全体の 5%とした。また、90 年経過以降は残存供用期間が短いことから塗り替えを行わないこととした。

コストは、市場単価および公表積算単価を基準として算定した。試算の結果、建設時塗装系と同じポリウレタン樹脂系で塗り替えた場合、従来の方に対して 40%以上、また 25 年経過時点の塗り替えからふっ素樹脂系塗装に変更した場合、50%以上の塗装費用のコスト削減が可能であることがわかった。(図 - 1)

5. まとめ

鋼橋のライフサイクルコストの算出に従来想定されてきた定期的全面塗り替え方法に対し、10%程度の構造的に塗膜が劣化しやすい部分に長期防錆型の部分補修を併用することで、供用後塗装コストが半分近くに低減できることがわかった。また、当初のポリウレタン樹脂系塗装をより長期間の防錆が期待できるふっ素樹脂系塗装に変更することで、さらなる低減が可能であることがわかった。

部分補修塗装は、既設部分との紫外線劣化の度合いにより多少の色むらの問題を有するが、塗料の技術開発が進んでいることから、今後色むらの度合いは小さくなると考えられ、本論文で提案した手法を用いることにより、鋼橋がより経済的により長期間健全な状態で使用されることが期待できる。

本提案は関西道路研究会耐久性小委員会（委員長：谷平勉）第 3 分科会の活動を通じて得られたものであり、共同活動者の浦部匡司、小川久志、串田守可、塩先浩史、竹下謙一、菱川孝博、平井靖男、堀元彦各氏に、この場をお借りして感謝の意を表します。

参考文献：1)関西道路研究会耐久性小委員会：橋を診る・看る，1998.3. 2)柿沼・船山・福井：JSSC 第 23 回鉄構塗装技術討論会発表予稿集 13, 2000. 3)清水・石塚・白井：防錆管理, Vol.40, No.3, 1996. 4)藤原・田原：土木学会論文集, No.570/I-40, pp.129-140, 1997.7. 5)中元：本四技報, Vol.18, No.72, 1994.10. 6)本村：鋼橋塗装, Vol.28, No.3, pp.9-14 7)鋼橋塗装小委員会：JSSC, 1999.10. 8)片脇：鋼橋塗装, Vol.28, No.3, pp.31-44