

鋼道路橋の防食ライフサイクルコストに関する一考察

(株) 横河ブリッジ 正会員 ○水口 知樹, 村本 裕樹, 桜井 稚恵
日本製鉄(株) 正会員 高木 優任

1. はじめに 社会経済を支えるインフラ構造物の高齢化の進展に伴い、その長寿命化とライフサイクルコスト(LCC)の低減が求められている。鋼橋の場合、主部材を構成する鋼材の防食機能を維持していくことが長寿命化の重要なポイントであるが、そのぶん防食に必要な維持管理コストがLCCのうちの大きな部分を占める。鋼橋のLCCを低減する方法として耐候性鋼の利用が注目されているが、適用できる環境には制約があり、耐候性鋼を適用できない場合は、塗装の塗替え作業が必須となる。H29の道路橋示方書(H29道示)の改定において、道路橋の設計供用期間を100年とすることが明示された。100年を想定した場合、塗装は定期的な塗替えが不可欠であり、特に厳しい環境である塩害地域では、塗替え周期が短くなる。近年、そのような環境下でも塗替え周期の延長を可能にする新たな耐食鋼材も開発されている。そこで本稿では、具体的な事例を基に、規模や橋梁形式の異なる鋼鈑桁橋に対して、防食方法の違いによるLCCの定量的な評価を行い、比較した結果を報告する。

2. 検討概要 H29道示の設計供用期間100年を想定し、表-1に示す規模や橋梁形式の異なる4橋をモデルに、一般に防食にかかる費用が大きくなる、厳しい環境(塩害地域)を想定した防食LCCの試算を行った。

表-1 検討の対象とした鋼道路橋の諸元

	構造形式	橋長 (m)	総幅員 (m)	鋼重 (t)	塗装面積 (m ²)	塗装面積 ／鋼重(m ² /t)	備考
A橋	9径間連続2主鈑桁	358.93	9.75	576	6137	10.7	少数主桁,規模大
B橋	3径間連続3主鈑桁	124.0	12.66	327	3473	10.6	少数主桁,規模小
C橋	7径間連続4主鈑桁	257.5	8.50	404	7547	18.7	多主桁,規模大
D橋	2径間連続6主鈑桁	99.0	13.523	367	5159	14.1	多主桁,規模小

(1)防食方法 本検討では、塩害地域での鋼道路橋の一般的な防食手法である普通鋼に重防食塗装(C5塗装系)を施したものを基本ケースとし、比較として、塗装塗替え周期を延ばす効果があるとされる耐食性材料の塗装周期延長鋼にC5塗装系を施したケース、塗装塗替えが不要な高耐食の被覆防食法である金属溶射(Al-Mg溶射)にC5塗装系を施したケースを設定した。検討ケースの詳細を表-2に示す。

表-2 検討ケース

ケース	使用鋼材	表面被覆	推定耐久年数	塗替え仕様
①	普通鋼	重防食塗装(C5塗装系)	30年(塩害環境)	重防食塗装(Rc-I塗装系)
②	塗装周期延長鋼	重防食塗装(C5塗装系)	60年(塩害環境)	重防食塗装(Rc-I塗装系)
③	普通鋼	金属溶射(Al-Mg金属溶射) +重防食塗装(C5塗装系)	120年以上 (塩害環境)	—

各ケース供用期間中の防食機能維持のため、推定耐久年数毎に塗替えを行う。推定耐久年数は、文献1)を参考とした。塗装周期延長鋼については、防食機能の異なるものが各鋼材メーカーで開発されているが、ここでは文献2)より塩害環境で普通鋼に比べ塗替え周期を約2倍に延長できる結果が得られているCORSPACE®の使用を想定し、推定耐久年数は普通鋼の2倍とした。塗替え塗装の仕様は一般的な重防食塗装(Rc-I塗装系)としている。

(2)概算工事費 概算工事費は、国土交通省土木工事積算基準(建設物価調査会)、土木工事積算基準マニュアル(建設物価調査会)に基づき算出する。初期建設費としては、実績の実績を基に床版工を除く製作・架設工事費の予定価を見込んでいる。なお、架設工法について送り出しといった初期建設費に大きな影響を与える工法を採用している橋梁はない。また、基本ケースからのエキストラとなる塗装周期延長鋼の鋼材価格は、建設物価を参照し、金属溶射+塗装の費用は、実績をベースに平均的な費用を採用した。また、塗替え費用には足場費用を加味するとともに、物価補正として文献5)より社会的割引率(本稿では1.0%と仮定)を考慮している。

キーワード 鋼橋, 防食, ライフサイクルコスト, 塗装周期延長鋼, 金属溶射, 塩害地域

連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町27 (株)横河ブリッジ TEL047-435-6277

3. 検討結果 防食 LCC の算出結果を図-1 に示す。本検討では、初期建設費に対する割合に着目し、各モデル橋のケース①の初期建設費を 100%とした比率で表示している。また、塗替え費用の中で足場費用が占める割合をグラフ横にそれぞれ括弧書きで示している。

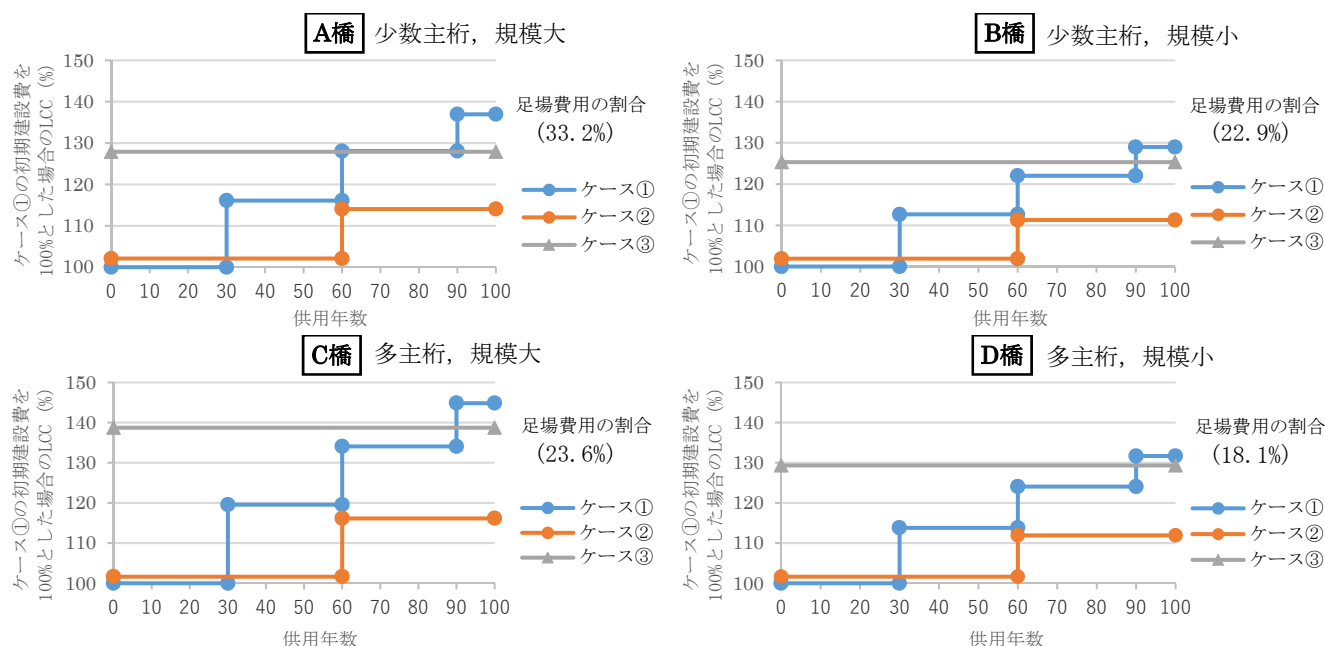


図-1 厳しい環境(塩害地域)を想定したモデル橋の防食 LCC の比較

100 年間での比較では、いずれのモデル橋においても、塗替え回数が他の防食仕様と比較して多くなるケース①が一番高価となった。これに対しケース②は、鋼材エキストラのぶん初期建設費が約 2%増加するものの、塗替え回数がケース①の 3 回から 1 回に削減できるため、防食 LCC を縮減できた。また、初期建設費からの増加率のばらつきが他ケースに比較して小さかった。ケース③については、供用期間内の塗替えは発生しないものの、初期建設費が約 25~39%増加するため、ケース①と同程度の防食 LCC となった。また、防食 LCC を同規模の橋梁毎に比較した場合、少数主桁に比べ、多主桁の方が大きくなっている。これは単純に鋼重当たりの塗装面積による影響であり、構造の合理化は防食 LCC の低減へも寄与することがわかる。一方、4 橋の防食 LCC を比較した場合、初期建設費からの増加率は、鋼重当たりの塗装面積が大きい C 橋が最大となったが、次に多い D 橋は増加率としては A 橋より小さくなり、単純に鋼重当たりの塗装面積の大小が影響しているわけではないことがわかる。これは、塗替え費用に含まれる足場費用が塗装面積ではなく橋面積に比例するためであり、塗装面積の少ない少数主桁または、橋面積の大きい橋梁である方が足場費用の占める割合が大きく、これらの要因が影響していることがわかる。

4. まとめ 検討結果より、塗替え回数及び橋梁形式の防食 LCC への影響は大きく、今回の検討結果においては、いずれのモデルにおいても、塗装周期延長鋼の使用が防食 LCC 低減への寄与度が高い結果となった。また、塗替え回数の削減は、環境負荷の軽減も期待することができる。桁端部等の特に腐食劣化の影響を受けやすい部位に限定して塗装周期延長鋼を適用し、初期建設費を抑えつつ防食 LCC の向上をはかるといった策も防食法選定時の選択肢の 1 つとして考えることができる。一方、架橋環境や構造、社会情勢で各仕様のコストにばらつきは生じるため、条件を適切にとらえ多角的な視点での防食法の選定をすることが重要である。

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会：技術短信 No. 10, 令和 2 年 9 月改
- 2) 阪神高速道路, 日本製鉄：高耐久性鋼材/Sn 添加鋼(塗装周期延長鋼 CORSPACE®)の防食性能評価に関する共同研究概要および鋼橋設計における材料の留意点, 令和 2 年 3 月
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編, II 鋼橋・鋼部材編, 平成 29 年 11 月
- 4) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧, 平成 26 年 3 月
- 5) 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針, 平成 21 年 6 月