

海岸付近に架設された無塗装橋梁の補修結果の検証と今後の維持管理について

JR 西日本(株) 正会員 坂田 鷹起 JR 西日本(株) 正会員 西田 寿生
 JR 西日本(株) 正会員 近藤 拓也 JR 西日本(株) 小林 正樹

1. はじめに

近年 LCC 低減を目的に耐候性鋼材を用いた無塗装橋梁の採用が進んでいる。しかし、架設環境により部分的に保護性さびが生成されず、層状剥離さびが発生した事例が報告されている¹⁾。今回紹介する事例は、海岸線に近く飛来塩分量が 0.05mdd を超える位置に架設され、部材下面に層状剥離さびが発生した橋梁である。本橋梁は腐食劣化した耐候性鋼材の延命化のためプラストによるケレン及び保護塗装を行っており、本論文では補修結果および今後の維持管理について報告する。

2. 調査結果および保護塗装範囲の検討

対象橋梁は、開床式単線下路プレートガ-ダである。本橋梁の諸元を表 - 1 に示す。図 - 1 に平成 17 年に実施した外観調査¹⁾結果と、調査結果を受けて実施した保護塗装範囲を、表 - 2 には外観調査の評価基準を示す。特に下フランジ下面のさび評点が低い、これは本橋梁製作時の設計施工の手引き²⁾では、滞水を防ぐため下フランジに排水勾配を設けており、その結果、この箇所では部材下面に雨水が回り込まず、付着した塩分が洗い流されずに層状剥離さびが生成されていったと考えられる。なお、現在の設計施工の手引きでは下フランジに排水勾配を設けない様に改められている。また、50 年後の推定腐食減耗量 0.3 mm 以下かつ 100 年後で 0.5 mm 以下と設定する方法も提案されている³⁾。表 - 3 は主桁下フランジの板厚減少量、図 - 2 は板厚減少量と経年の関係を示したものである。鉄道橋では腐食により断面の減少した桁の健全度判定には、現有応力比率を用い評価を行っており⁴⁾、表 - 4 に、経年 50 年の板厚減少時の現有応力比率を示す。計算の結果、横桁の引張側で作用応力が保守限応力(鋼鉄道橋で既設構造物を評価する時に用いられる許容応力度)を上回ることとなる。

以上の調査結果から、層状剥離さびが生成している桁下面について、保護塗装を行うこととした。塗装範囲については、図 - 1 左の外観調査結果の評点 1、2 を中心にわずかに広い健全部まで塗り包むこととした。

表 - 1 橋梁諸元

形式	下路プレートガ-ダ(開床式) 鋼直結軌道構造
支間	36.53m × 2連
竣工	平成6年2月(経年15年)
使用鋼材	SMA490、SMA400(W種)
架設環境	海岸線から2km
設計荷重	EA-17
曲線半径	R=540m

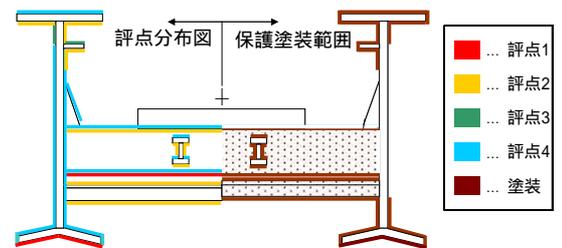


図-1 外観調査結果と保護塗装範囲

表 - 2 外観調査の評価基準

さび評点	さび評価レベル	処置の目安
5	さびの量は少なく、比較的明るい色調を呈する	不要
4	さびの大きさは1mm程度以下で細かく均一である	不要
3	さびの大きさは1~5mm程度で粗い	不要
2	さびの大きさは5~25mm程度のうろこ状である	経過観察要
1	さびは層状の剥離がある	板厚測定

表 - 3 主桁下フランジの板厚の進行量

	測定位置	設計板厚	測定年度		
			平成12年	平成17年	
板厚平均値(mm)	上流側	中央部	14.00	13.85	13.48
		端部	14.00	13.95	13.81
	下流側	中央部	14.00	13.76	13.27
		端部	14.00	13.91	13.84

表 - 4 現有応力比率による耐荷力の評価

		作用応力 (kgf/cm ²)	保守限応力 (kgf/cm ²)	現有応力比率(%)
縦桁	圧縮	448	1297	290
	引張	1591	1680	106
横桁	圧縮	1251	1297	104
	引張	1778	1680	94
主桁	圧縮	1345	2270	169
	引張	2070	2520	122

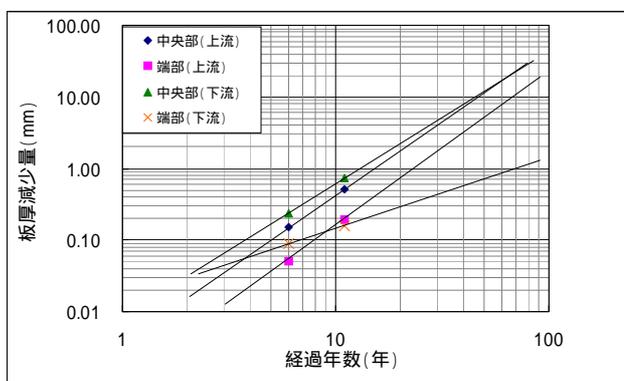


図 - 2 板厚減少量と経年の関係

キーワード 耐候性鋼材, 現有応力比率, 保護塗装, LCC

連絡先 〒620-8504 京都府福知山市天田 118 - 1 T E L (F A X) 0773 23 8670

3. 補修方法の概要と品質管理

本橋梁のように、海岸線に近く保護性さび層が生成されない状況では、厚く堆積したさび層に腐食を進行する塩化物イオンが堆積していることが考えられる。そのため、保護塗装塗膜の十分な耐久性を期待するにはプラストによるケレンが必要となる。品質管理としてプラスト施工後の付着塩分量の測定を行った。これは、塩分を除去せずに塗装をした場合、層間の付着力が確保できず、塗膜の寿命に大きな影響を与えるからである。本橋梁に使用した塗装仕様と塗装時の被塗物の状態の制限⁵⁾を表-5、表-6に示す。プラスト後の付着塩分量測定結果は30mg/m²であり塩分を完全に除去することができなかったが、制限値を満足することができた。

表-5 塗装仕様

塗装系	工程	塗料名	標準塗布量
WS1-6	第1層	厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント	300g/m ²
	第2層	厚膜型変性エポキシ樹脂	200g/m ²
	第3層	厚膜型変性エポキシ樹脂	200g/m ²
	第4層	厚膜型変性エポキシ樹脂	200g/m ²
	第5層	厚膜型ポリウレタン系樹脂(上塗)	150g/m ²

表-6 塗装時の被塗物の状態の制限

被塗物の塗膜種	次に塗装する塗料種	付着塩分量(mg/m ²)	処置
エポキシ樹脂 MIO塗膜	ポリウレタン樹脂塗料中塗	測定不要	水洗を行って付着塩分を除去
上記塗膜以外	鉛・鉛フリーさび止めペイント 長油性フタル酸樹脂塗料	50	水洗を行って、表面に付着する塩分を左の数値以下にする
	上記塗料以外	100	

4. 海岸付近に架設される無塗装橋梁の維持管理費比較

本橋梁では今後も部分的な塗装を行っていかねばならないが、計画時まで立ち戻ると、本橋梁のような海岸線に近い架設環境では、高耐候性鋼材を使用することや、保護性さび層の生成が困難な部位には予め部分塗装を行うことが考えられる。そこで今後の計画にも活かすためLCC評価を表-7のとおり行った。なお、初期建設費については、材料費・初期塗装費を考慮し、加工費・架設費は全てのケースで同額とし省略した。100年間のLCC評価結果を図-3に示す。

表-7 LCC検討条件

	条 件	防食方法	周期(年)	塗替面積(m ²)	初期建設費(万円)	維持管理費(万円)	備考
case-A	一般鋼材を用いた場合	G-7 ⁵⁾	15	1198	272	665	
case-B(今回)	部分的な塗装を行っていく場合	WS1-6	15	543.4	223	2,095(348)	()2回目以降の塗替えコスト
case-C	高耐候性鋼材使用	R-2 ⁵⁾	15	41.5	1,806	20	桁端部周辺部分塗装
case-D	耐候性鋼材をあらかじめ部分塗装した場合	G-7 ⁵⁾	15	543.4	424	348	塗装範囲はcase-Bと同じ

5. まとめ

調査の結果、板厚減少量の将来予測から経年50年で一部の部材で保守限応力を上回ることが分かった。また、今回プラストを用いた保護塗装を行ったが、プラストによるケレンを行っても、塩分を完全に除去することは困難であった。なお、LCC検討を行った結果、今回のケースでは長期間での比較を行っても不経済となる事がわかり、耐候性鋼材の長所を十分に活かすことができていないといえる。この知見を今後の無塗装橋梁の計画や維持管理に活かしていきたい。

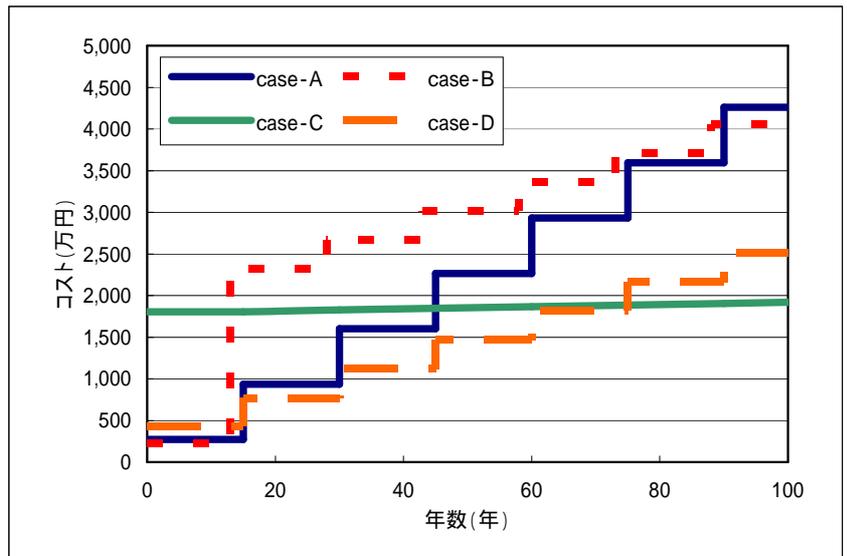


図-3 LCCの比較

参考文献

- 1) 嶋崎猛他: 腐食環境における耐候性鋼材の補修について, 土木学会第62回年次学術講演会, 2007.9.
- 2) 無塗装鋼鉄道橋設計施工の手引き, 日本国有鉄道構造設計事務所, 1987.2
- 3) 三木千壽他: 現在の橋梁工学 - 塗装しない鋼と橋の技術最前線, 数理工学社
- 4) 鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)鋼・合成構造物, 2007.1(財)鉄道総合技術研究所
- 5) 鋼構造物塗装設計施工指針, 2005(財)鉄道総合技術研究所