

腐食環境における耐候性鋼材の補修について

JR西日本(株)○正会員 嶋崎 猛
JR西日本(株) 小林正樹

JR西日本(株) 正会員 木村元哉
JR西日本(株) 正会員 近藤拓也

1. はじめに

耐候性鋼は、橋梁等のメンテナンスにかかる負担軽減を目的として用いられている。しかし、耐候性鋼を使用している橋梁の中には、目視による検査を実施し、保護性さびが形成されず異常な腐食(層状剥離等)が発生していることが確認されているものもある¹⁾。

そこで、今回実施したさびの発生状況調査と2000年の調査を比較した結果、および調査結果に基づき実施した補修について報告する。

2. 調査

(1)調査概要

調査対象橋梁の諸元は表-1に示すとおりである。調査項目を表-2に示す。架設環境、外観観察については部材・部位・部材面別に分類して目視により実施した。また、さび厚測定については電磁膜厚計、板厚測定については超音波厚計、マイクロメータにより測定を実施した。さらに、付着塩分量については、塩素イオン検知管法により測定している。これらの測定位置を図-1に示す。

(2)調査結果

①付着塩分量調査

2006年10月に実施した付着塩分量測定結果を表-3に示す。測定値は低い値であるが、これは飛来塩分が多く発生する冬季から時間が経過していること、および大きく成長した塩化ナトリウム結晶が桁下面より分離落下したことにより残留塩分の一部のみを検出したためであると考えられる。

②外観観察結果

図-1は外観観察によりさび評点の評価(表-4)の経時変化を部材毎に示したものである。雨洗を受ける各部材の上面やウェブの中間部ではさび評点3および4であり、前回から進行は無く良好なさび状況であった。また、同一部材について南北別で比較したところ、さび状態に顕著な差異は認められなかった。一方、雨洗を受けないフランジ下面については、追跡調査若しくは補修が必要とされる評点1および2を記録していることが分かる。

表-1 橋梁諸元

形式	下路プレートガーダ(開床式) 鋼直結軌道構造
支間	36.53m×2連
竣工	平成6年2月26日(経年13年)
表面処理	未処理(裸仕様)
架設環境	海岸線から約2km 平野部中規模河川上 桁下水位約3m
軌道半径	R=540m

表-2 調査項目

測定項目	備考
塩分量測定	塩素イオン検知管法
架設環境	直射日光 風通し 雨水当り 水の流れ 結露の有無
外観観察	さび安定度 さび色調 さび色むら さびの粗度
さび評点	(社)鋼材倶楽部と (社)日本橋梁建設協会提案の さび外観評価レベル
さび厚測定	電磁膜厚計(ケット製LE-900)
板厚測定	超音波厚計、マイクロメータ

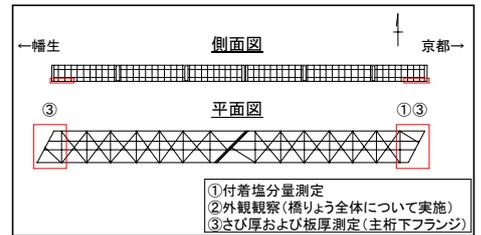


図-1 調査位置図

表-3 付着塩分量測定

	測定部位	測定値
No.1	桁下面	30 mg/m ²
No.2	横桁下面	30 mg/m ²
No.3	横桁下面 表面さび一部除去	10 mg/m ²
No.4	亜鉛メッキ材	20 mg/m ²

表-4 外観調査の評価基準

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

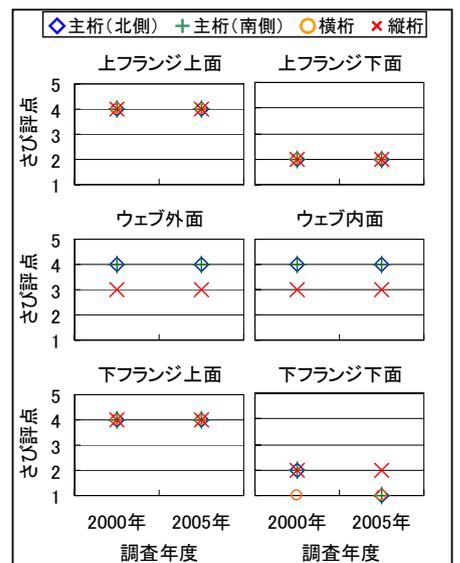


図-2 部材面別におけるさび評点の経時変化

キーワード 耐候性鋼板, 経時変化, さび厚, 板厚, 補修

連絡先 〒620-8504 京都府福知山市天田118-1 TEL (FAX) 0773-23-8670

③さび厚測定

2000年と2005年の調査結果と比較した下フランジにおけるさび厚測定結果を表-5に示す。さび厚については前回測定値に対し中央部(主桁断面において下フランジ端部から80mm)では前回、今回とも800μm以上の異常値を示し、異常な腐食の進行を示唆するものである。また、端部(主桁断面において下フランジ端部から10mm)のさび厚は、前回と今回および南側と北側ではばらつきはあるものの同等程度で推移していると推測できる。

中央部と端部でさび厚に差が認められたのは、部材下面ではあるが部材の端部であるため雨水が下面中央部よりも比較的多く流れるためと考えられる。

④板厚測定

図-3に板厚測定の経時変化を示している。②及び③に示しているとおり、桁端部に比べ中央部の板厚減少量が大きいことが分かる。また、この5年間で約0.4~0.5mm板厚が減少しており、今後更なる板厚減少が予測される。そのため、腐食減耗量と経年の関係の提案式 $Y=A \cdot X^B$ (Y:腐食減耗量, X:経年, A・B:定数)⁴⁾を利用し、今後の腐食減耗量を推定すると、主桁下フランジ中央部において今後30年で約10mmの減耗量が推測される。現在の設計の考え方では50年後の推定腐食減耗量0.3mm以下かつ100年後で0.5mm以下と設定する方法が提案⁴⁾されており、この数値と比較しても非常に大きい減耗量で推移していることが理解できる。よって、今回の調査結果により、層状剥離が発生している各部材の下面等について補修を行うこととした。

3. 補修

特に腐食が進行している部位でさらに腐食が進行することを防止することを目的として部分塗装を実施することとした。部分塗装の範囲は評点が1および2と判定された各部材下面とその近傍の部位とした。さびの除去については手ケレン、スクレーパー等では素地の露出は困難であるためブラスト工法を採用し、ブラスト材には素地調整時における作業効率や環境に配慮した粉塵が少なく飛散しても研掃材自体にさび等が発生しない非金属系の材料を使用することとした。塗装仕様は表-6のとおりである。

4. まとめ

今回の調査から、南北別による同一部材でのさび状況はほぼ同等であり特に顕著な差が見られないことが分かった。また、主桁下面中央部では板厚減少が著しく、補修が必要と判断された。外観調査において主桁下面はさび評点1(前回調査時の評点2)と判定されており、さび外観に関する既往の研究が示すとおり、さび評点1すなわち層状剥離さび発生後は速やかな対策が必要であることが実証されたと考える。また、主桁下面の中央部と端部とで板厚減少量に明確な差があり、雨洗効果の板厚減少に与える影響が確認できた。補修の実施工を通じて、横桁端部のような構造上その他の条件によりブラストの施工困難な箇所では長期防食性能が期待できず、これからの課題であると考えられる。

今回はさび発生状況の悪い1橋梁に着目して検討を加えたが、経年20年を超え良好なさび状況で推移している橋梁もある。他の橋梁についても必要に応じて同様の調査を進め、補修が必要と判断したものについては適切な時期に補修を実施し、効果的な維持管理に努めたい。

参考文献

- 1)木村元哉他:耐候性鋼材を使用した無塗装鋼鉄道橋の腐食状況調査, 土木学会第56回年次学術講演会概要集, I-A236, 2001
- 2)財団法人鉄道総合技術研究所:無塗装鋼鉄道橋設計施工の手引き, 1994.3
- 3)市川篤司他:海岸近くに架設された鉄道無塗装トラス橋の調査, 鉄道総研報告 Vol.12, No.9, 1998.9
- 4)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, pp47-50,
- 5)財団法人鉄道総合技術研究所:鋼構造物塗装設計施工指針, 2005

表-5 主桁下フランジのさび厚・板厚

	測定位置	測定年度		進行量	
		2000年	2005年		
さび厚 平均値 (μm)	南側	中央部	814	1500以上	—
		端部	147	183	—
	北側	中央部	801	1500以上	—
		端部	208	140	—
板厚 平均値 (mm)	南側	中央部	13.85	13.48	-0.37
		端部	13.95	13.81	-0.14
	北側	中央部	13.76	13.27	-0.49
		端部	13.91	13.84	-0.07

中央…下フランジ断面において、端部から80mmの位置
端部…下フランジ断面において、端部から10mmの位置

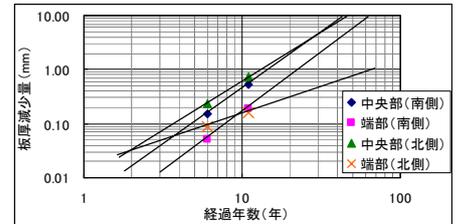


図-3 平均板厚減少量

表-6 塗装仕様

工種・塗装系	工程	塗料名および規格		標準塗布量	備考
鉄桁塗替 支柱・梁塗替	第1層	厚膜型エポキシ樹脂ジンクリッチペイント	SPS 66053-11	300g/㎡	—
	第2層	厚膜型変性エポキシ樹脂	SPS 66099-12	200g/㎡	グレー
WS1-6	第3層	厚膜型変性エポキシ樹脂	SPS 66099-12	200g/㎡	ブラウン
	第4層	厚膜型変性エポキシ樹脂	SPS 66099-12	200g/㎡	グレー
	第5層	厚膜型ポリウレタン系樹脂(上塗)	SPS 66099-21	150g/㎡	茶色