

土佐くろしお鉄道3%ニッケル高耐候性鋼橋梁8年目調査

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 藤原 良憲
 新日本製鐵(株) 厚板営業部 正会員 ○田中 睦人
 (財)SCOPE(前:鉄道運輸機構勤務) フェロー会員 保坂 鐵矢
 新日本製鐵(株) 鉄鋼研究所 原田 佳幸
 (株)アル・シイ・アイ 野村 豊和

1. はじめに

耐塩分性を向上させた耐候性鋼として3%ニッケル(Ni)高耐候性鋼をH10年に開発・製品化し、同年北陸新幹線北陸道架道橋(橋脚及び上部工)に初めて採用された¹⁾。鉄道橋では引き続き日本海沿岸部の北陸新幹線や太平洋沿岸の阿佐線等に用いられ、当該線区の高知県土佐くろしお鉄道の東部沿線においてH11～H12に6橋が建設され、本鋼材の橋梁への適用はH19年度末累計で約25千tonとなっている。

本試験は、当該鉄道橋架設後3年目に引き続き8年目の経年変化の状況を調査したものである。また、橋梁近隣での小型曝露試験に加え²⁾、架設環境評価や維持管理に利用する定量的な腐食減耗量を得るために、新たにワッポン試験³⁾を開始した。

2. 橋梁架設環境

表1 橋梁架設環境

橋梁名	現地架設	経年数	形式	離岸距離	桁下環境	鋼材	表面処理仕様
第2安芸Bⅴ	H11.8	8	トラフガータ	0.9km	道路	3%ニッケル高耐候性鋼	ラスコール N #300
第8安芸Bⅴ							
鎌倉Bⅴ	H11.6		単純合成鋳桁＋鋼製橋脚	0.1km			
西地Bⅴ							
第5田野橋りょう	H12.10-12	7	下路トラス橋	0.6km	河川		裸
奈半利川橋りょう	H12.11-13.2						

土佐くろしお鉄道ごめん・なはり線は高知県中央部の後免から東部の奈半利まで土佐湾岸に沿って約43kmを結ぶ単線の鉄道で平成14年に開業された。沿線は離岸距離1km未満の箇所が大半であり、太平洋沿岸部の鉄道橋におけるJISG3114溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材(以降JIS-SMA鋼)の適用基準である離岸距離10km超に比べ海に近い場合、LCC(ライフサイクルコスト)低減を目的として6橋総重量約1,000tonの3%Ni高耐候性鋼が採用され、H19/12時点で架設後約8年を経過している。(表1, 写真1)



写真1 西地Bv

3. 実橋梁調査内容と結果

実橋梁調査では、全体評価のため目視外観観察により評価付けを行ない、近接可能な箇所については被膜厚・さび厚を膜厚計を用いて定量評価、RST(Rust State Tester)を用いてイオン透過抵抗値を測定し被膜の健全性やさびの保護性を評価した。また、環境評価の参考として付着塩分量も合わせて調査した。

鎌倉Bv・西地Bv・第5田野橋りょうは道路を跨ぐ鉄道橋で、流れさび抑制のためさび安定化補助処理仕様(ラスコールN)とし、概ね外観評点5-x～5-y⁴⁾で良好に推移していることを確認した。西地Bvの箱桁横梁下フランジ下面の一部にさび化の進捗が他部位より早い部分があるが、当該部分が逆テーパー形状となっている事が要因と考えられる。また、雨洗効果のある箱桁横梁のウェブ面は評点Bと塗膜が健全な状態であったが、鎌倉Bvでは海側を除き植生などの影響でサビが生えており、今後除去などの対応が必要と考えられる。全ての橋梁においてさびの発生していない部分の被膜のイオン透過抵抗はカオスターの値を示しており被膜が未だ健全である事が確認された(図1)。尚、エッジ角部は2R加工されているがさび化進展は他部位に比べ早いものの、H15年に比べさびの色調が暗褐色へ変化していることが確認できた。

奈半利川橋りょうは海口から約600mに位置し、途中に遮蔽物もなく厳しい塩分環境と考えられる橋梁であ

キーワード 橋梁, 耐候性鋼, ニッケル系高耐候性鋼, さび安定化補助処理, LCC

連絡先 〒100-8071 東京都千代田区大手町2-6-3 TEL 03-3275-7814

るが、河川上であることから裸仕様を採用した。トラス上弦材や斜材は、H15年調査に比べ色調が暗褐色へ変化し軌道上の流れさびの量も軽減され良好に推移している(写真2)。H形状である斜材で雨洗効果のある面のさび厚は百数十 μ でさび外観評点4を示し、ウェブ地向き面はさび厚350 μ mでさび外観評点3といずれも良好である。また、下弦材ウェブ外面についてはさび外観評点4と良好であるが、雨洗効果の得られない内面ウェブと下フランジ下面では高飛来塩分の影響により薄皮状のさびが形成されさび外観評点2と評価した。イオン透過抵抗値測定により斜材は保護性さびへの変化が確認されたが、下弦材下フランジ下面では要観察状態を示すさびであり(図2)、後述のワッポン試験により腐食減耗量を定量的に調査することとした。表2に評価結果のまとめを示す。

4. ワッポン試験³⁾

ワッポン試験は、耐候性鋼材を2mm程度厚に薄く研削し両面 70° で供試体に貼付して直接曝露する試験法であり、腐食予測技術⁵⁾を用いて初年度腐食量から経年腐食量予測を行ない、また継続曝露により経年変化の様子を直接測定するもので、架設環境評価や維持管理への適用が提案されている³⁾⁴⁾。今回、同様の目的で奈半利川橋りょうの斜材やさび外観評点2と評価した下弦材内面等に複数年評価可能なように貼付した(写真3)。供試鋼材は実橋梁に採用されている3%Ni高耐候性鋼に加え、比較材としてJIS-SMA鋼を用い、1日目腐食減耗量測定及び経年腐食減耗量の予測や測定を行なう。

5. まとめ

土佐湾に沿った土佐くろしお鉄道に採用された3%Ni高耐候性鋼橋梁について、架設後8年目の調査を実施した。その結果、さび安定化補助処理仕様の橋梁は一部さび化が始まっているが防食状態としては良好に推移している。裸仕様の橋梁では雨洗効果の期待される箇所は徐々に保護性さびへ移行し、雨洗効果のない箇所では要観察さびが確認され、今後ワッポン試験により腐食減耗量の詳細調査を実施することとした。

鉄道運輸機構では以上のような経時的・地理的環境を反映した構造選定から、JIS-SMA鋼が適さないといわれている飛来塩分0.05mddを超える環境においても、ニッケル系高耐候性鋼を標準とした無塗装仕様による橋梁を積極的に採用することを原則としている。

【参考文献】

- 1)保坂,楠,加藤:高耐候性鋼の開発と無塗装橋梁への適用,橋梁と基礎,2002-6,P.31-38
- 2)保坂,田中 他:ニッケル(Ni)系高耐候性鋼(3%Ni 海浜耐候性鋼)(第4報),土木学会第59回年次学術講演会Ⅰ-489,P.975
- 3)佐藤,池田,田中,山崎:ワッポン試験法による3%ニッケル高耐候性鋼適用性評価試験,土木学会第61回年次学術講演会Ⅰ-642,P.1281
- 4)日本鋼構造協会:耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術,2006.10,テクニカルレポートNo.73
- 5)紀平,田辺,楠,竹澤,安波,田中,松岡,原田:耐候性鋼の腐食減耗予測モデルに関する研究,土木学会論文集No.780/Ⅰ-70,71-86,2005.1

表2 評価結果まとめ

橋梁名	総合評価	全体まとめ	外観評点	備考
第2安芸Bv	○	スコールN被膜変化も少なく良好	B	市街地で環境良好
第8安芸Bv	○		B	
鎌倉Bv	○	スコールN一部さび化進展しているが良好	5-x	鎌倉Bvに比べさび化進展早い傾向
西地Bv	○		5-y(3-y)	
第5田野橋りょう	○		5-y	
奈半利川橋りょう	○	上弦・斜材	さび厚 $\leq 400\mu$ mで良好	4~3 流れさびも減少
	△	下弦材	桁内側と下フランジ下面で薄皮状さび発生	2 桁外面は良好

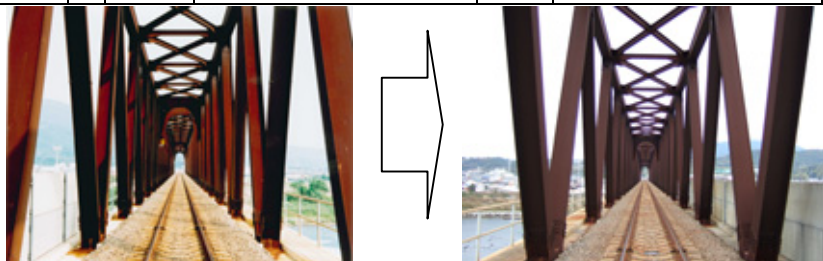


写真2 奈半利川橋梁上弦材経年変化の様子

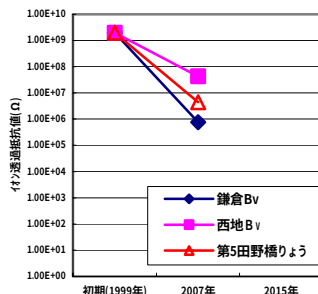


図1 さび安定化補助処理仕様イオン透過抵抗

左(H15年3年目),右(H19年7年目)

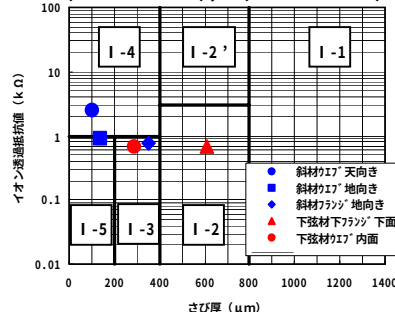


図2 裸仕様イオン透過抵抗

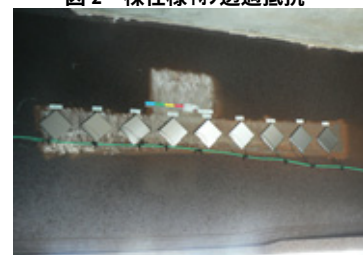


写真3 ワッポン試験