

3%ニッケル高耐候性鋼小型試験体による海浜地区 11 年目曝露試験(第6報)

北陸新幹線：北陸道架道橋

(財)港湾空港建設技術サービスセンター(当時鉄道・運輸機構)

新日本製鐵㈱ 厚板営業部

新日本製鐵㈱ 鉄鋼研究所

正会員 保坂 鐵矢 *

正会員○田中 陸人 **

正会員 紀平 寛 ***

1. はじめに

3%ニッケル高耐候性鋼は耐塩分性を向上させた耐候性鋼として H10 年に開発製品化(厚板・溶接材料・ボルト)し、北陸新幹線北陸道架道橋(橋脚及び上部工)に世界で初めて採用された。以来、本鋼材の橋梁への適用は累計で約 30 千 ton に及んでいる。

本橋は日本海親不知海岸より約 600m に位置する北陸自動車道・青海高架橋の上を約 15 度で交差する高架橋である(図 1)。高飛来塩分環境下において無塗装使用を積極的に採用した鋼複合橋梁であり、LCC(ライフサイクルコスト)低減を目的として 3%ニッケル高耐候性鋼を適用し、かつ流れさび防止のためさび安定化補助処理を施し、通気性と滞水抑制に配慮した構造が採用されている¹⁾。

本試験は、同橋に隣接した場所で小型試験片と模擬橋梁による大気中曝露を行い、実橋に代わり詳細な経年変化を評価するものである²⁾。

本報告は、前報告³⁾に引き続き曝露期間 11 年目の各種鋼材腐食減耗量などの調査結果について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験概要：試験は本橋の橋脚近傍の曝露試験場に設置したコンクリート床版を有する 2 主桁桁模倣橋梁試験体と、小型試験片(寸法:6*50*150mm)による曝露試験を H13/H11 より同時に実施している²⁾。供試材は、実橋に採用された 3%ニッケル高耐候性鋼に加え、比較材として JIS 耐候性鋼材を用い、各々裸仕様に加え、さび安定化補助処理仕様についても評価している。いずれの鋼材も実炉製造したもので、その化学成分例を表 1 に示す。耐候性能を示す耐候性合金指標 v 値⁴⁾は、3%ニッケル高耐候性鋼で 1.56、JIS 耐候性鋼は 1.01 と、いずれも標準的な材料である。

2.2 曝露場所の腐食環境：本曝露場所は青海川沿いの谷部で海岸からは平坦な扇状地となっており、季節風が強い冬季には海からの北風により塩分の影響を強く受ける。H12 及び H17 年に飛来塩分量を測定した要領と結果を図 2、3 に示す。現在の耐候性鋼橋梁適用基準(0.05mdd 以下)の測定方法⁵⁾に則った、側方遮蔽条件では、各々 0.019mdd、0.036mdd で離岸距離からの推定値に比べ小さい値を得た。側方遮蔽/側方開放の比率は 15% 程度であり、既存の研究⁶⁾で得られた 50%



図 1 北陸道架道橋建設地

表 1 供試材(厚板)化学成分(wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	v 値
3%Ni 高耐候性鋼	0.10	0.20	0.60	0.005	0.001	0.38	3.04	0.02	1.56
JIS 耐候性鋼	0.13	0.45	1.01	0.015	0.005	0.33	0.09	0.47	1.01



図 2 側方遮蔽・開放飛来塩分測定状況(H17年度)

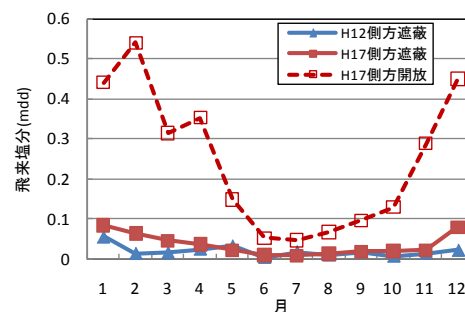
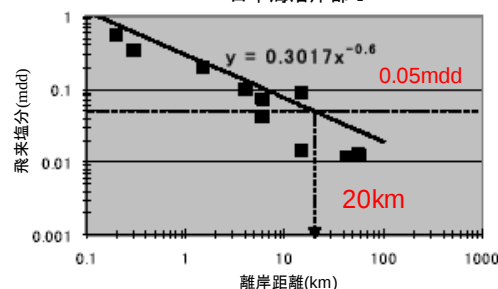
図 3 桁内外飛来塩分測定結果
日本海沿岸部 I

図 4 飛来塩分分布との関係

キーワード：橋梁、耐候性鋼、3%ニッケル高耐候性鋼、さび安定化補助処理、曝露試験

* 〒231-0001 横浜市中区新港 2-2-1 横浜ワールドポーターズ 6 階 Tel 045-640-1391 Fax 045-651-2298

** 〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1

Tel 03-6867-6401 Fax 03-6867-4933

*** 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1

Tel 0439-80-2211 Fax 0439-80-2744

程度に比べ低い数値となっている。既存研究では、側方開放条件が桁下約 1m 程度であるため、橋梁構造の影響を受ける位置での測定であったことが原因と考えられる。このように飛来塩分量の測定は測定方法に十分留意する必要があることを、あらためて確認した。また、H17 年の年間平均測定結果を側方開放条件と合わせ既往の研究データ⁷⁾と共に図 4 に示す。側方開放条件の年間平均飛来塩分量は 0.244mdd であり、離岸距離減衰の既存データに対しほぼ一致することが確認できた。すなわち、現在の離岸距離規定は側方開放条件のデータを元に作成されていることが理解できる。

3. 調査結果と考察

3. 1 腐食減耗量評価結果：小型試験片による腐食減耗量評価は、酸洗法による重量減少から換算したものである。腐食減耗量の多い水平曝露試験結果を図 5 に示す。3%ニッケル高耐候性鋼の腐食減耗量は、JIS 耐候性鋼の約 2/3 程度と低い値を示している。また、本橋と同様のさび安定化補助処理を施した試験片では、外観や重量変化も認められず、11 年目まで腐食減耗量はゼロであった。これらの結果から、腐食減耗量の経年変化を表す $Y=AX^B$ の関係から長期腐食減耗量を予測した結果、3%ニッケル高耐候性鋼の裸仕様で 0.12mm/100 年となり、耐腐食性能レベル I の目標レベル ($\leq 0.50\text{mm}/100$ 年)⁶⁾を満足する長期耐食性能を有することが、現時点において確認することができた。

さびの安定化度を評価するために、イオン透過抵抗を測定した結果を、図 6 に示す。経年に伴い抵抗値が上昇し、いずれの鋼材についても、保護性さびの領域に達してきていることが判った。

3. 2 溶接試験片調査結果：3%ニッケル高耐候性鋼については鋼材と同時に溶接材料・ボルトについても開発し、実橋にも使用している。小型試験においても同材料を使用し、JIS-SMA と同時に溶接継手の曝露も実施している。両球面マイクロメーターによる評価結果を図 7 に示す。いずれの鋼材においても、母材との接合部及び溶接金属部共に異常腐食はなく、腐食減耗量についても母材と同等程度であることが確認できた。

4. まとめ

3%ニッケル高耐候性鋼を実橋梁に初適用した、新潟県北陸新幹線北陸道架道橋の橋脚付近で、小型試験片による 11 年間の曝露試験を実施した。裸材においては異常さびの発生は無く、良好に保護性さび生成が推移している。また、実橋の仕様であるさび安定化補助処理材については、退色程度の変化のみであり、さび発生は無く、腐食減耗量もゼロと良好に推移している。溶接材料についても、異常な腐食は確認されず、良好に推移していることが確認できた。

実炉製造鋼板として最長期間曝露である、小型試験体片及び模擬橋梁試験体について、今後も引き続き曝露を継続し、適宜実橋調査⁸⁾も実施していく予定である。

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
- 2) 保坂, 楠 他：海浜耐候性鋼模擬橋梁試験体による海浜地区暴露試験, 土木学会第 55 回年次学術講演会 1-A190
- 3) 保坂, 藤井, 田中：3%ニッケル高耐候性鋼模擬橋梁試験体による海浜地区暴露試験(第 5 報), 土木学会第 61 回年次学術講演会 1-641
- 4) 三木, 市川ら：無塗装橋梁用鋼材の耐候性合金指標および耐候性評価方法の提案, 土木学会論文集 NO. 738/I-64, 271-281, 2003. 1
- 5) 建設省土木研究所, (社) 鋼材倶楽部, (社) 日本橋梁建設協会：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究報告書 (I)
- 6) 日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, テクニカルレポート No. 73, 2006. 10
- 7) 建設省土木研究所・鋼材倶楽部・日本橋梁建設協会：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XX), 1993. 3
- 8) 保坂, 西部, 田中, 藤井：さび安定化補助処理を施した耐候性鋼橋梁の追跡調査について, 土木学会第 61 回年次学術講演会 5-262

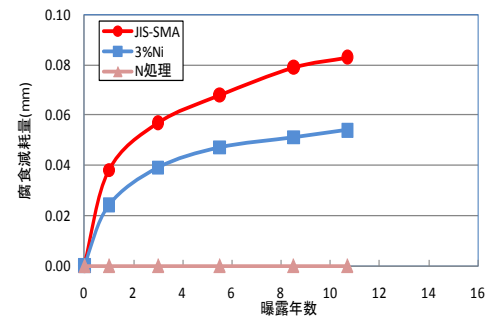


図 5 腐食減耗量経年変化

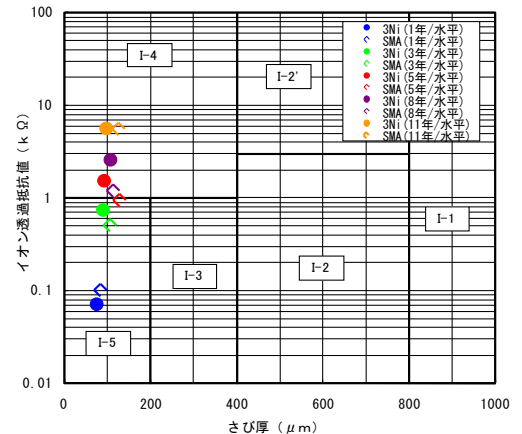


図 6 イオン透過抵抗経年変化

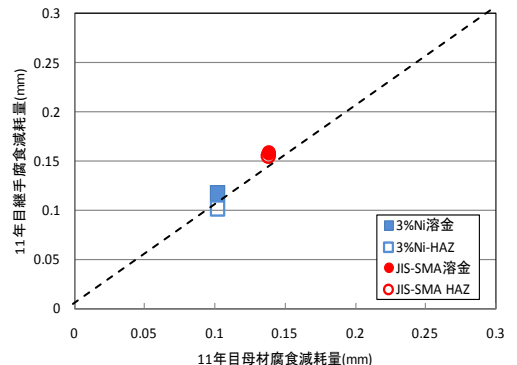


図 7 腐食減耗量経年変化