

3%ニッケル高耐候性鋼模擬橋梁体による海浜地区長期曝露結果(第8報)

(独)鉄道・運輸機構 正会員 藤原 良憲 *
 新日鐵住金(株) 鉄鋼研究所 正会員 ○長澤 慎 **
 新日鐵住金(株) 厚板技術部 正会員 田中 睦人 ***
 正会員 安藤 隆一 ***

1.はじめに

3%ニッケル高耐候性鋼は耐塩害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合計93橋、累計約31千ton(2014年3月末)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度で高差する高架橋である。高飛来塩分環境下において無塗装仕様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(以下、3%Ni鋼と記す。)を適用し、かつ流れさび防止のために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試験体(図1,2)の大气曝露試験を行い、実橋に代わり詳細な経年変化を評価している²⁾。本報告では、前報³⁾の約15年経過した小型曝露試験片の報告に引き続き、模擬橋梁試験体の曝露結果について報告する。

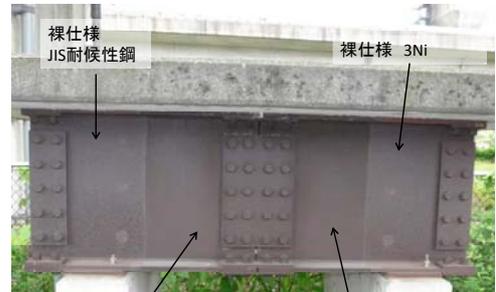


図2 模擬橋梁試験体平面図

2.試験概要

2.1 供試鋼

供試鋼に表1に示す実橋に採用された3%Ni鋼、比較材としてJIS耐候性鋼を用いた。表面仕上げは裸仕様およびさび安定化補助処理仕様の2種類とした。耐候性能を示す耐候性合金指標ν値⁴⁾は、3%Ni鋼:1.56、JIS耐候性鋼:1.01であり、いずれも標準的な材料である。

表1 供試験材の化学成分値(mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	ν値
3%ニッケル高耐候性鋼	0.10	0.20	0.60	0.005	0.001	0.36	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

2.2 曝露試験

曝露場所は本橋橋脚に隣接し、青梅川沿いの谷部で海岸から平坦な扇状地となっている。季節風が強い冬季には海からの北風により飛来塩分の影響を強く受ける。模擬橋梁試験体は降雨に伴う付着塩分の洗い流しが期待できない部位、例えば桁内下フランジ上面などを有したコンクリート床版を有する2主桁桁形状であり、実橋よりも付着塩分量は多く、厳しい腐食環境と想定される。今回、約15年経過後(H11.3~H25.11)の外観観察、イオン透過抵抗測定、板厚測定などを実施した。

3.調査結果

3.1 外観観察および付着塩分測定結果

図3に各部位のさび安定化補助処理表面の付着塩分量を示す。桁外に対し桁内の付着塩分量が著しく高い。特に、桁内下フランジ上面は海側、陸側とも付着塩分量が2000(mg/m²)超と著しい塩分の蓄積が認められた。図4,5にさび安定化補助処理材(【黒字】)、裸材(【赤字】)の鋼材別の外観評点および桁内外の鋼材別の外観写真を示す。さび安定化補助処理仕様は桁内外、3%Ni鋼、JIS耐候性鋼ともに外観評点は「A」~「5-Y」であり、良好な状態であった。また、付着塩分量が高い下フランジ上面、例えば海側桁内では、JIS耐候性鋼「5-X」に対し、3%Ni鋼「A」となり、鋼種による差異が認められた。一方、裸仕様は鋼材による差異は認められず、桁外は外観評点「4」であるが、桁内は下フランジ上面のみ「2」となり、その他の桁内は「4」または「3」であった。

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

* 〒231-8315 横浜市中区本町6-50-1 Tel 045-222-9082
 ** 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 Tel 0439-80-2236
 *** 〒100-8071 東京都千代田区丸の内2-6-1 Tel 03-6867-6401

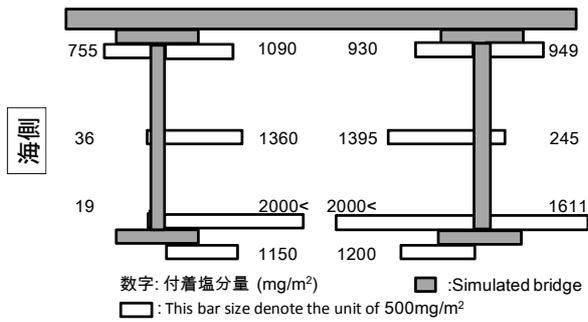


図3 さび安定化補助処理表面の付着塩分量

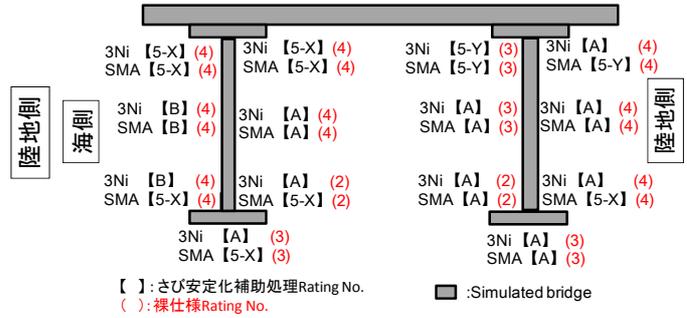
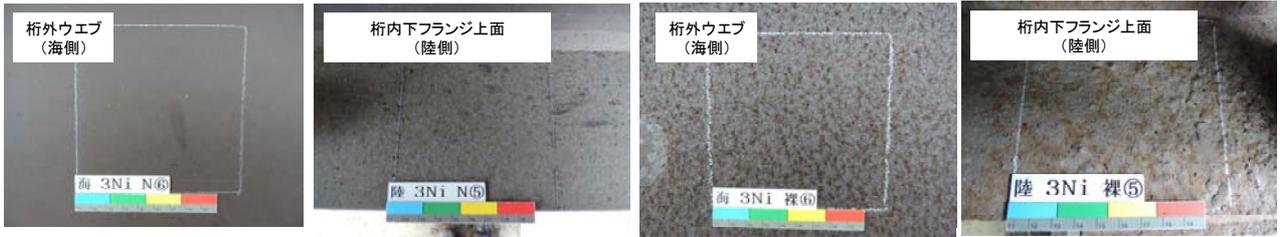


図4 鋼種別部位別の外観評点



(a) 3Ni さび安定化補助処理

(b) 3Ni 裸仕様

図5 3%Ni鋼の各種部位別の外観写真例

3.2 さび厚およびイオン透過抵抗値

さびの安定化度を評価するため、裸仕様のさび厚およびイオン透過抵抗を測定した(図3)。3%Ni鋼では桁内下フランジ上面は「要観察を示すさび領域」、その他の桁内外ウェブ、桁外下フランジ上面、下フランジ下面は「未成長のさび」または「環境遮断性のさびの領域」であった。一方、JIS耐腐性鋼は、桁内下フランジ上面で「異常を示すさび領域」であったが、その他の部位は3Niと同様の領域に位置付けられ、桁内下フランジ上面の腐食が激しいことを定量的に示した。

3.3 腐食減耗量

図6に超音波厚さ計を用い測定した各種表面仕様の3%Ni鋼の腐食減耗量の経年変化を示す。腐食減耗量の経年変化を表す $Y=AX^B$ の関係を用いて長期腐食減耗量を予測した結果、3%Ni鋼で桁外ウェブは0.16mm/50年となり、耐腐食性能レベルIの目標値⁵⁾($\leq 0.30\text{mm}/50\text{年}$)を満足する結果である。一方、桁内ウェブ上側では、0.31mm/50年であった。付着塩分量が多い桁内ウェブ上側は、降雨による付着塩分の洗い流しが期待できず、塩分蓄積によって腐食減耗量が増加したと考えられる。また、さび安定化補助処理仕様では、約15年後も桁内上フランジ下面でも補助処理被膜が残存しており、ほとんど腐食減耗は認められなかった。

4.まとめ

3%Ni鋼を世界で初めて実橋梁に適用した北陸新幹線北陸道架道橋の付近で、模擬橋梁試験体及び小型試験片曝露を約15年間実施中である。模擬橋梁試験体のさび安定化補助処理仕様部は15年経過後も桁内外で良好な外観を示し、腐食減耗もほぼ認められなかった。裸仕様部の桁外ウェブは外観評点「4」、「環境遮断性のさび領域」、推定腐食減耗量0.16mm/50年で、耐腐食性能レベルIを満足する結果を示した。一方、構造的に付着塩分量が高位となる桁内下フランジ上面でさび外観「2」を示し「要観察状態を示すさび領域」であった。本橋ではさび安定化補助処理の適用に加え、付着塩分の蓄積を低減する目的で閉断面桁形状が適用されており、模擬橋の外桁に近い環境であると想定される。

参考文献

- 1) 保坂, 楠, 加藤: 高耐腐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: 海浜耐腐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) 藤原, 田中, 安藤, 長澤: 3%ニッケル高耐腐性鋼日本海沿岸地区15年目曝露試験(第7報), 土木学会第69回年次学術講演会 1-588
- 4) 三木, 市川ら: 無塗装橋梁用鋼材の耐腐性合金指標および耐腐性評価方法の提案, 土木学会論文集 NO. 738/1-64, 271-281, 2003. 1
- 5) 日本鋼構造協会: 耐腐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

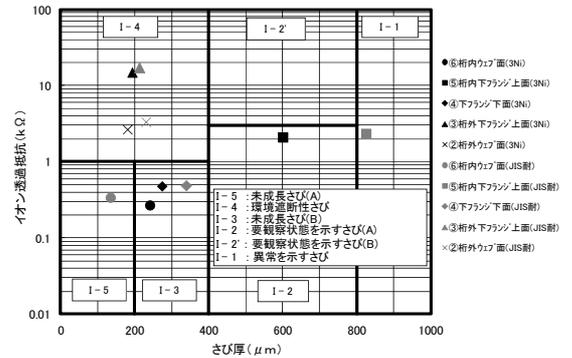


図6 さび層の安定度評価(15年材)

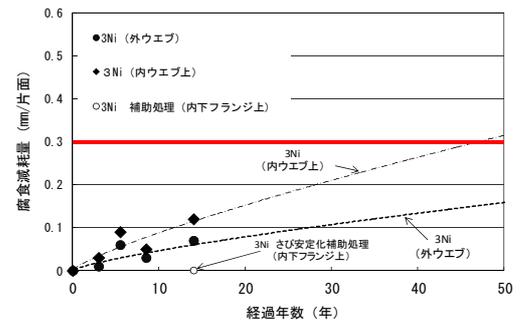


図7 腐食減耗量の経年変化