

ニッケル(Ni)系高耐候性鋼(3%Ni海浜耐候性鋼)

模擬橋梁試験体による海浜地区暴露試験(第3報)

—— 北陸新幹線：北陸道架道橋(仮称) ——

レールエンジニアリング(株) (元日本鉄道建設公団) 正会員 保坂 鐵矢*
 新日本製鐵(株) 厚板営業部 正会員 楠 隆**
 新日本製鐵(株) 鉄鋼研究所 正会員 紀平 寛、非会員 原田 佳幸***
 (株)鉄研リサーチ 研究開発部 正会員 田辺 康児****

1. はじめに

ニッケル(Ni)系高耐候性鋼(3%Ni海浜耐候性鋼)は耐塩分性を向上させた耐候性鋼としてH10年に開発製品化され、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⁾。以来、本鋼材の適用は累計で約13千ton(35橋以上)に及んでいる。北陸新幹線北陸道架道橋は日本海親不知海岸より約600m山側に位置する北陸自動車道・青海高架橋の上を約15度で交差する高飛来海塩粒子環境下で無塗装使用を積極的に採用した鋼複合橋梁で、LCC(ライフサイクルコスト)低減を目的としてNi系高耐候性鋼(3%Ni海浜耐候性鋼)を適用し且つ、初期流れさび防止のためさび安定化処理を施している。本試験は実橋に用いたNi系高耐候性鋼とさび安定化表面処理及び比較水準として従来耐候性鋼を組込んだ模擬橋梁試験体と、更に溶接構造用鋼を含めた小型試験片を橋梁建設地に設置した大気中暴露試験で、実橋に近い条件下での当該暴露試験は実橋に替わり各部材位置の経年変化を詳細に観察するものである²⁾。本報告は暴露開始から3年経過した時点の腐食による板厚減少及びさびの生成状況を報告する。尚、Ni系高耐候性鋼の名称は、本鋼材の適用環境として海水飛沫がかかる場合にも適用可能との誤解を与えとの学会ご指摘を踏まえ、鉄鋼連盟にて名称統一を図ったものである。

2. 試験概要

2-1) 試験実施箇所及び試験概要

本試験体は新潟県青海町の北陸自動車道・青海高架橋の下り車線橋脚下の民有地(日本海側から約600m)に平成11年3月に設置した。試験体はコンクリート床版を有する2主桁橋を模擬している(図-1)。模擬橋梁試験体は青海川の川沿い東岸に桁桁ウェブ面を南北(北が海の方)に向けて設置している。また、詳細調査のため小型試験片(寸法:6×50×150mm)による暴露試験も同時に並行して実施している。小型試験片は暴露開始後1,3,5,10年で回収し調査する計画で、暴露開始後3年目の試験片まで回収済みである。

2-2) 暴露試験実施場所の腐食環境

本暴露の実施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、青海川の西側は急峻な斜面となっている。従って、季節風が強い冬季には海から吹き上げる北風により塩分の影響を強く受けるものと思われる。飛来塩分量を平成11年から12年にわたり測定した結果、大きい年で年間平均0.113mddを示した。一方模擬試験体内部で測定した飛来塩分量は0.019mddと低い値である³⁾。

3. 暴露試験板厚減少経年変化

3-1) 板厚変化測定要領

模擬橋梁試験体の板厚変化は超音波板厚計を用い、同一鋼板の隣接する表面処理面の樹脂膜及びさびを除去した裸面の板厚差により求めた。尚、超音波板厚計による測定値はマイクロメータによる測定が可能な位置における測定値により補正を行った。小型試験片による板厚減少量測定は、酸洗によりさびを除去した後重量測定を行い、初期重量との差を板厚に換算したものである。

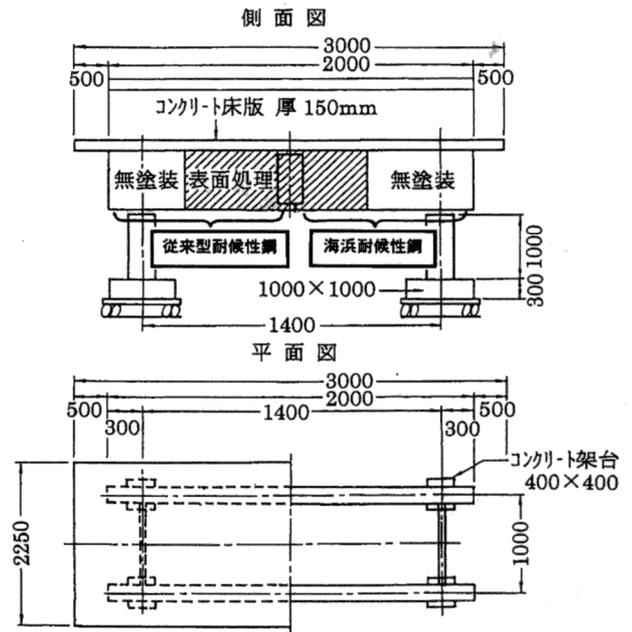


図-1 模擬橋梁試験体概要図

キーワード：橋梁、Ni系高耐候性鋼、海浜耐候性鋼、大気中暴露試験、さび安定化表面処理、LCC(ライフサイクルコスト)

* 〒231-8315 横浜市中区本町6-50-1(横浜71ランドタワー) 日本鉄道建設公団 設計技術室内
 Tel 045-222-9083 Fax 045-222-9102
 ** 〒100-8071 東京都千代田区大手町2-6-3 Tel 03-3275-7814 Fax 03-3275-5638
 *** 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 Tel 0439-80-2211 Fax 0439-80-2744
 **** 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 Tel 0439-80-2249 Fax 0439-80-2744

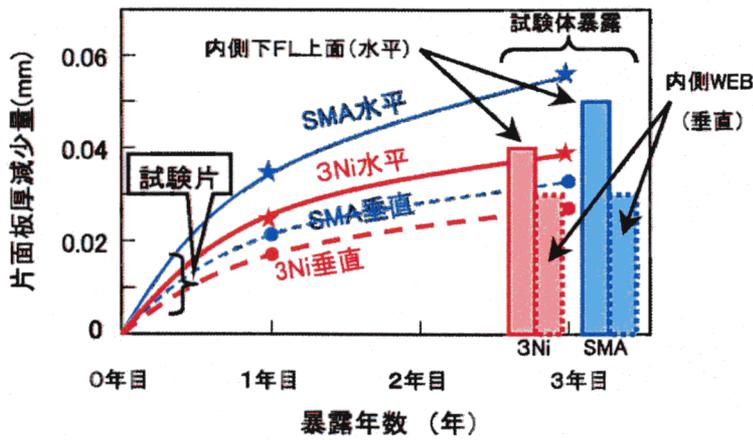


図-2 板厚減少量の経年変化

表-1 小型試験片・模擬橋梁試験体の暴露試験における片面板厚減少量(単位: mm)

小型試験片			模擬橋梁試験体	
鋼種・姿勢	1年目	3年目	鋼種・位置	3年目
3Ni水平	0.026	0.039	3Ni桁内下FL上面	0.04
3Ni垂直	0.017	0.027	3Ni桁内下WEB面	0.03
SMA水平	0.038	0.057	SMA桁内下FL上面	0.05
SMA垂直	0.021	0.030	SMA桁内下WEB面	0.03

4. 緻密な保護性さびの生成状況

4-1) 小型試験片のさび断面観察

暴露開始後3年を経過した小型試験片(裸)のさび層を含む断面を偏光顕微鏡にて観察した。さび層はいずれの試験片も外側に明るく見える層(外層)と内側に暗く見える(内層)消光層が重なった2層構造を呈している(写真-1)。

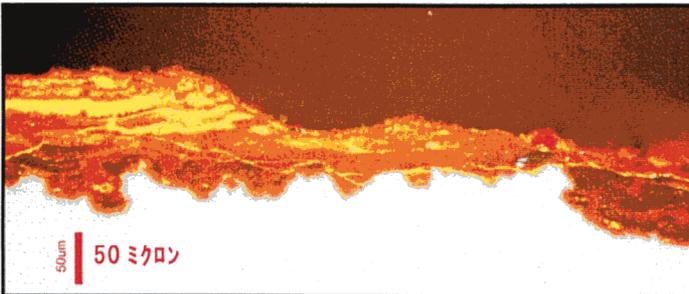


写真-1 小型試験片3年間水平暴露材のさび断面

偏光顕微鏡で観察される消光層は、緻密でX線回折法では分析できないX線の非晶質層と言われる微細な構造を呈しており、暴露開始後3年経過し既に厚さ数 μ ~数十 μ の消光層が形成されている。特にさびと地鉄界面の凹凸の凹となる部分には優先的に消光層が形成されつつ有り、良好なさび層が形成されつつ有る事が判る。尚、裸部の外観は安定した焦げ茶色を呈し、流れさびは従来耐候性鋼に比べ鋼にNi系高耐候性鋼の流れさびが少なく極軽微である。また、表面処理部(N処理)につい

ては変化及び流れさびも殆ど認められなかった。一方、さび安定化表面処理を施した小型試験片については、外観の変化は殆ど認められず、重量変化も認められず、従って板厚減少量も今のところ無いものと考えられる。

5. まとめ

3%Ni 海浜耐候性を実橋梁に初適用した新潟県青海町の北陸新幹線北陸道架道橋の橋脚付近で模擬橋梁試験体、小型試験片による暴露試験を実施し、3年を経過したが塩分の影響による異常さびの発生もなく非常に良好に推移している。今後、試験体に加え実橋調査との対比も加え、継続してフォローする予定である。

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 P.31-38
- 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 I-A190, P.381
- 3) 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(第2報)、土木学会第57回年次学術講演会 I-673, P.1345
- 4) 紀平：半永久耐候性橋梁設計への腐蝕減耗予測ソフトウェア開発 新日本製鐵技報 No377 P.12-14

3-2) 板厚変化測定結果

模擬橋梁試験体と小型試験片による板厚減少量の経年変化の測定結果を表-1と図-2に示す。これまでの経年変化では小型試験片と模擬橋梁試験体桁内部の板厚減少量は、ほぼ同レベルであり、Ni系高耐候性鋼の板厚減少量は腐食減量の比較的多い水平暴露上面で従来耐候性鋼(SMA鋼)の80%程度、腐食減量が比較的小さい垂直暴露面では同程度であった。また、当社開発の腐食量予測ソフト(yosoku)⁴⁾による予測範囲内となっている事が確認できた(図-3参照)。

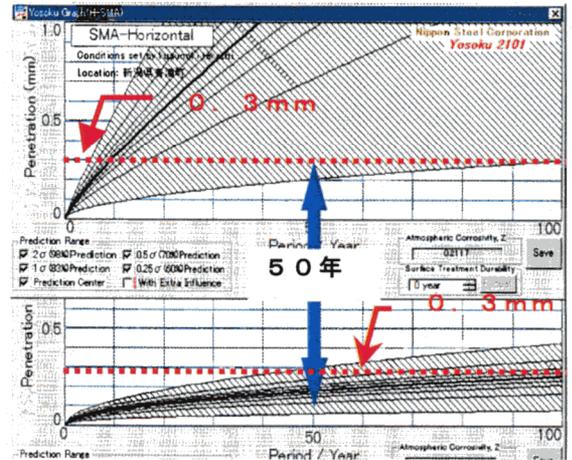


図-3 試験片板厚減少予測曲線