

1%Ni-Ti 高耐候性鋼模擬橋梁試験体による暴露試験

独立行政法人	鉄道建設・運輸施設整備支援機構	正会員	南	邦明*
独立行政法人	鉄道建設・運輸施設整備支援機構	正会員	徳富	恭彦**
株式会社	神戸製鋼所 材料研究所	正会員	○吉田	誠司***
株式会社	神戸製鋼所 材料研究所	正会員	湯瀬	文雄***
株式会社	神戸製鋼所 厚板商品技術部	正会員	松下	政弘****

1. はじめに

耐候性鋼は、大気腐食の進展に伴って鋼材表面に形成される保護性のさび層によって腐食進展が抑制されることを特徴としているが、海水や凍結防止剤由来の塩素イオンが保護性さび生成に影響することが知られている。神戸製鋼では一般に安定性やち密性に劣るとされるさび(β-FeOOH)がチタン(Ti)添加により抑制・微細化されるとの知見を活用し、ニッケルなどの添加元素を低減し、耐塩害性の向上と優れた溶接性・溶断施工性の両立を図っている。

神戸製鋼は図1に示す3橋梁に1%ニッケル高耐候性鋼(以下、1%Ni鋼)を実用化しているが、1%Ni鋼の効果を検証するために、各橋梁の下部で1%Ni鋼とJIS耐候性鋼(以下、JIS鋼)を組み込んだ模擬橋梁試験体および小型試験片の大気暴露試験を行い、実橋の代替として経年変化を観察している。本報告では、暴露試験開始後3年が経過した腐食状況と生成したさびについて調査を行なったので、結果を報告する。

2. 試験概要

熊本県鏡川を渡る九州新幹線の鏡川橋りょう、東北新幹線の青森県奥入瀬川を渡る奥入瀬川橋りょうと駒込川を渡る駒込川橋りょうの3ヶ所において、橋脚下に2008年および2009年から橋梁を模した神戸製鋼の1%Ni鋼製とJIS鋼製の模擬橋梁と小型試験片(図2)を設置し、暴露試験を実施している。模擬橋梁は実際の橋梁のもとに設置しており、模擬橋梁と小型試験片は各々実橋と同仕様のさび安定化補助処理を施したものと裸仕様のものを用いている。

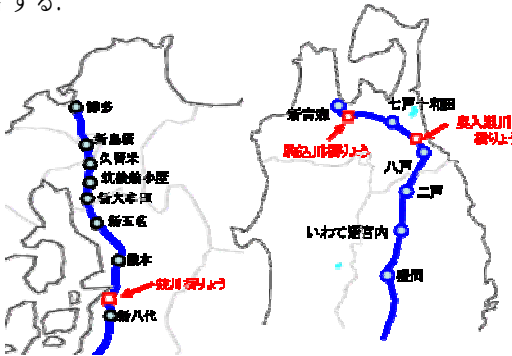


図1 橋梁設置箇所

表1 化学成分 (mass%)

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti	V値
1%Ni鋼	0.05	0.29	1.15	0.009	0.002	0.99	0.99	0.05	0.04	1.29
JIS鋼	0.11	0.31	1.13	0.010	0.005	0.33	0.19	0.48	-	1.01

3. 調査結果

3-1. 飛来塩分量測定結果

JIS Z 2382 に則り、塩分補足用のガーゼを下フランジ下方に設置し、開放条件のもと試験開始後1年間の飛来塩分量を求めた。その結果、八代平野に位置する鏡川橋りょうは海岸からの距離は近いものの天草諸島に囲まれた内海に位置するため、年平均の飛来塩分量は0.253mddで、3橋梁の中では最も飛来塩分量が少なかった。奥入瀬川橋りょうは海岸線からおおよそ7.5km、駒込川橋りょうは7kmであり、飛来塩分量はそれぞれ0.357mdd、0.372mddを記録した。いずれも耐候性鋼の無塗装使用が可能となる0.05mddを大きく上回る環境であった。

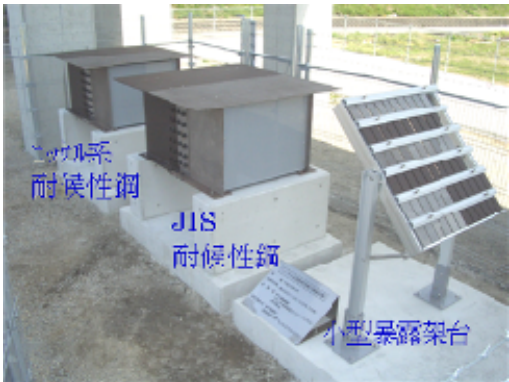


図2 暴露試験状況

キーワード: 橋梁, 耐候性鋼, 1%ニッケル高耐候性鋼, チタン添加

*	〒060-0002 札幌市中央区北二条西一丁目一番地	TEL 011-231-3491	FAX 011-231-3500
**	〒231-8315 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1	TEL 045-222-9082	FAX 045-222-9102
***	〒651-2271 神戸市西区高塚台1丁目5-5	TEL 078-992-5505	FAX 078-992-5512
****	〒541-8536 大阪府大阪市中央区備後町 4-1-3	TEL 06-6206-6612	FAX 06-6206-6602

3-2. 模擬橋梁調査結果

裸仕様材については部位による多少の差異はあるものの鋼材によらず外観評価点は3年目においても4であり、良好に推移している。しかし最も飛来塩分量が高い駒込川橋りょうにおいては、フランジ下面を想定した裸材の天板下面に結露水の滞留が原因と推定される明るい色調のうろこ状のさびが縁から約50～100mmの範囲に渡って認められた(図3)。1%Ni鋼ではうろこ状のさびの形成がみられなかったが、JIS鋼では既に剥離さび形成の初期段階と見られる様相を呈しており、局所的な腐食が進行し、性能差が認められた。

3-3. 小型試験片調査結果

小型試験片も外観評価点は3～4であり、良好に推移している。しかし、さび安定化補助処理を施したものではJIS鋼においては点状の色ムラの発生が認められた。

また、図4に示すように、まだ3年目の初期段階ではあるが、腐食消耗量から算出した裸仕様材の板厚減少量は3橋梁ともJIS鋼に比べて1%Ni鋼のほうが抑えられており、期待した性能差が現れてきている。今後、保護性さびによる環境遮断効果がさらに差を拡げていくものと思われる。

3-4. さびのXRD分析結果

前節において脱錆したさびのうち、同じ青森県で同時期に試験を開始した駒込川橋りょうと奥入瀬川橋りょうの2橋梁の3年目について粉末XRD分析を実施した。

さびに含まれる成分比を図5に示す。JIS鋼と1%Ni鋼ともに奥入瀬川橋りょうに比べて駒込川橋りょうのほうが、塩化物イオン(Cl⁻)により形成が促されるβ-FeOOHの存在比が大きいことがわかる。駒込川橋りょうの年平均の飛来塩分量が最も多いことも一因とみられる。

また、Scherrerの式を用いて、XRD分析により得られたスペクトルから求めた結晶子サイズを図6に示す。場所に関わらずα-FeOOH、β-FeOOH、Fe₃O₄の結晶子サイズはJIS鋼に比べて1%Ni鋼のほうが明らかに縮小しており、さびの微細化による腐食環境遮断効果が期待される。さらに、飛来塩分量のより大きい駒込川橋りょうにおいてβ-FeOOHの結晶子サイズは25%以上微細化されており、1%Ni鋼に含まれるTiによるβ-FeOOH微細化効果が有効に機能していると考えられる。

4. まとめ

鏡川、奥入瀬川、駒込川を渡る3橋梁について模擬橋梁と小型試験片による暴露試験を3年間実施した結果、結露水が滞留するような厳しい環境下において1%Ni鋼の効果が発揮されつつあることが認められた。さびのXRD測定によっても1%Ni鋼の添加成分(Tiなど)の効果が現れており、引き続き、経過観察を実施していく。

参考文献

- 1) 三木ら:土木学会論文集, Vol. 2003 (2003) No. 738 P 271-281
- 2) 中山ら:R&D 神戸製鋼技報, Vol.51, No.1 (2001), p.29.

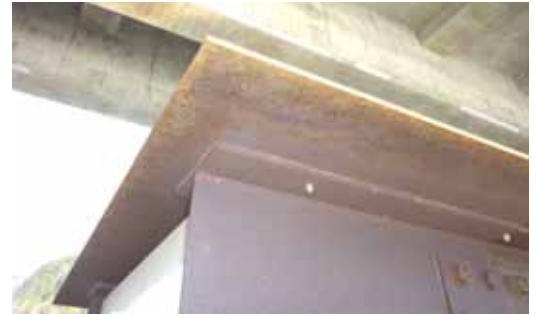


図3 模擬橋梁天板下面

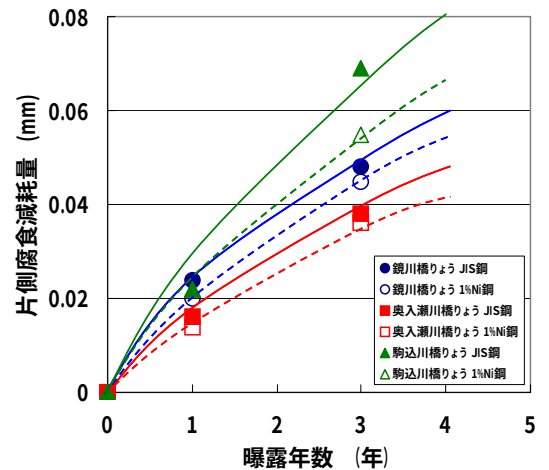


図4 小型試験片の腐食消耗量

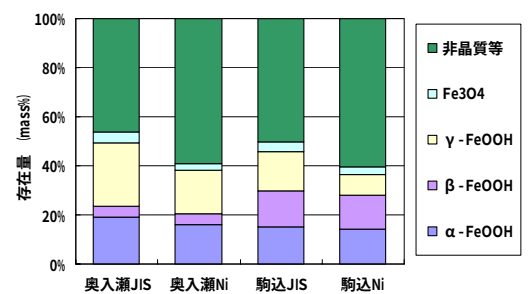


図5 さび成分の存在量比

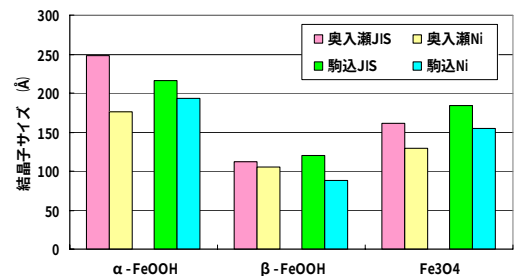


図6 結晶子サイズ