

長崎県瀬戸中央橋におけるワッペン式暴露試験結果

(一財) 土木研究センター 正会員 ○安波博道 (一財) 土木研究センター 正会員 中島和俊  
 (一財) 土木研究センター 正会員 加納 勇 長崎県土木部 田崎 智  
 長崎県土木部 田中和幸 長崎大学 正会員 森田千尋

1. はじめに

瀬戸中央橋は大村湾から外海に通じる早岐瀬戸の海水路上に架かる鋼道路橋である。本橋の腐食環境を考慮し、鋼部材には耐塩害性を高めたニッケル系高耐候性鋼材<sup>1)</sup>(Ni 鋼と称す)が採用された。本橋の竣工までの間、Ni 鋼の適用性を確認するため建設地付近に設置した百葉箱の中でワッペン式暴露試験<sup>2)</sup>を行った。また、本橋の竣工前に主桁本体に同試験片を貼付し、6年間の経過観察を行った。暴露試験はNi 鋼とJIS 耐候性鋼材(SMA と称す)の2鋼種とした。本橋建設時の百葉箱の設置状況を写真1に、本橋への暴露試験片の設置状況を写真2に示す。百葉箱での試験は、ローカルな腐食環境を本橋と極力合わせることを考慮し、護岸から水路側に張出した仮設足場の上に設置した。これら一連の暴露試験の結果に基づき、①百葉箱を用いた暴露試験の有効性、②ワッペン試験と本体の腐食減耗の相関、③Ni 鋼と SMA との耐食性の比較等について考察した。



写真1 建設中の橋台と百葉箱

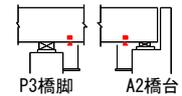


写真2 橋梁とワッペン試験片 側面配置

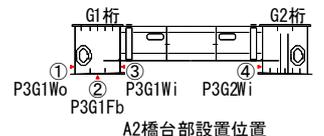
2. ワッペン式暴露試験の概要

ワッペン式暴露試験は1辺が50mm、厚さ約2mmの鋼材試験片を両面テープで鋼部材に貼付し、所定期間の後に試験片を回収・分析<sup>2)</sup>することにより、当該部の腐食減耗量を近似的に求めるものである。

本橋の主桁に貼付した試験片の配置を図1に示す。設置位置は、P3 橋脚と A2 橋台近傍の2断面において、箱桁外面のウェブとフランジの計7箇所(①~⑦)の部位とした。なお、本橋は主桁の外側ウェブおよびフランジ下面に表面処理剤が塗布されている。



P3橋脚部設置位置



A2橋台部設置位置

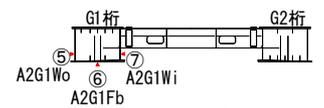


図1 ワッペン試験片設置位置

3. 暴露試験結果

(1)百葉箱の中に設置した試験片の結果：百葉箱内において1年間暴露した後の試験片の腐食減耗量を表1に、外観を写真3に示す。

(2)主桁に設置した試験片の結果：主桁の各部位(①~⑦)における試験片の1年、3年、6年経過後の腐食減耗量を図2に示す。各鋼種の違いより、部位による変動の方が大きい。中でも⑥A2 橋台近傍のフランジ下面の腐食量が他に比べて大きく、主桁と水面の離隔が小さいことが影響しているものと考えられる。

(3)将来の腐食予測：6年間の暴露試験の結果から、各部位におけるNi 鋼の100年間の腐食減耗を予測した結果を図3に示す。予測にあたっては、腐食量の経年予測を行う式、 $Y=AX^B$ (Y：経年腐食量、X：経年数、A,B：腐食速度パラメータ)において各試験片の経年数を考慮した回帰式を求めた。100後の予測においても、⑥のみが僅かではあるが0.5mmを超過している。

表1 1年間の腐食減耗量

鋼種	試験片 No.	設置位置	腐食減耗量 (mm)
Ni 鋼	N056	上面	0.021
	N059	下面	0.014
SMA	M080	上面	0.031
	M083	下面	0.030



写真3 ワッペン試験片外観(1年)

キーワード 耐候性鋼橋梁, ワッペン式暴露試験, 健全度診断, 腐食予測, ニッケル系高耐候性鋼

連絡先 〒110-0016 東京都台東区台東1-6-4 一般財団法人土木研究センター 材料・構造研究部 03-3835-3609

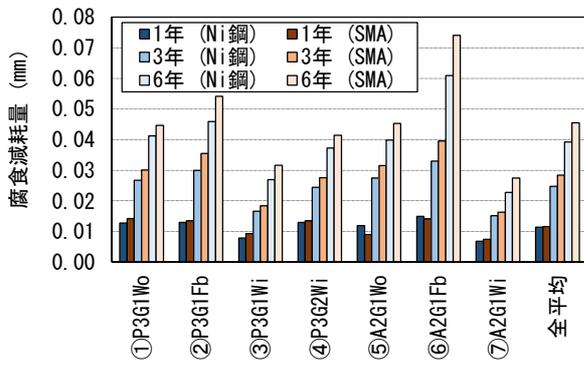


図2 主桁のワッペン試験結果

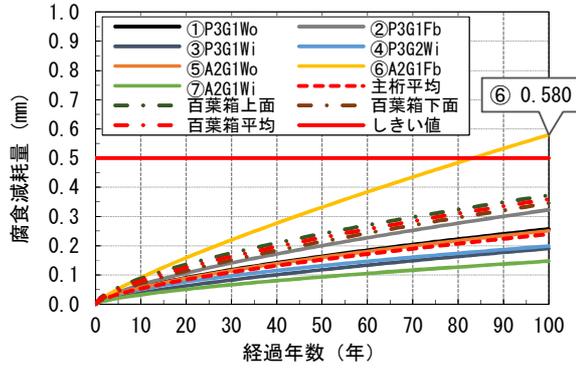


図3 将来予測

4. 分析と評価

(1) 百葉箱による事前予測と実橋での予測の比較

図3には、百葉箱の暴露試験結果から導いた100年間の腐食予測を併記した。図より、最大の⑥を除くと、百葉箱の試験からの予測値は実橋の試験からの予測値とほぼ上限であることがわかる。これにより、ローカルな腐食環境が、想定する橋梁に近似できるように百葉箱を設置すれば、百葉箱の試験は桁暴露試験の再現性が高いものと考えられる。一方、⑥のように桁下の離隔が小さく、水路の影響を受けやすい腐食環境については百葉箱の試験の再現性が低いこともわかった。

(2) ワッペン試験と実橋梁に生じるさびの比較

主桁に表面処理剤を施していない内側ウェブに設置した試験片(③, ④, ⑦)と、試験片周辺の主桁のさび厚さを比較した結果を表2示す。また、試験片設置から6年後の外観を写真4に示す。桁の現地架設と試験片の設置時期に1年ほどの間隔があるものの、経年とともに試験片のさび厚は主桁に近づき、さびの色合いや粒径等の外観も同化しつつあることがわかる。これらより、ワッペン試験片は実橋梁におけるさびの形成をよく再現しているものと考えられる。

表2 ワッペン試験片と主桁のさび厚の推移

	さび厚 (μm)						比率(ワッペン/主桁)		
	1年		3年		6年		1年	3年	6年
	ワッペン	主桁	ワッペン	主桁	ワッペン	主桁			
③P3G1Wi	32	49	55	74	124	121	66%	75%	102%
④P3G2Wi	60	77	72	113	144	165	79%	64%	87%
⑦A2G1Wi	17	24	53	50	114	113	72%	105%	101%

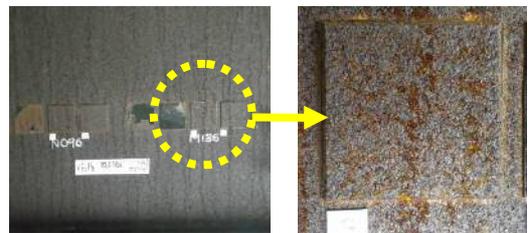


写真4 内側ウェブとワッペン試験片

(3) Ni 鋼と SMA との腐食減耗量の比較

主桁の各部位における Ni 鋼と SMA の試験片について、1, 3, 6 年後の腐食減耗量、ならびに 100 年後の推定値を比較した結果を表3に示す。Ni 鋼の腐食減耗量は、初期の段階では SMA との差は小さいが、経年とともに開きが大きくなる傾向が見られ、100 年後の予測では7箇所の平均で0.72と推定される。これにより、SMA に比べ Ni 鋼の腐食進行速度は経年とともに低下し、本橋の腐食環境下において耐食性能に有意差があるものと評価される。

表3 Ni 鋼と SMA の腐食減耗量

	Ni 鋼				SMA				比率
	試験結果		推定		試験結果		推定		
	1年	3年	6年	100年	1年	3年	6年	100年	
①P3G1Wo	0.013	0.027	0.041	0.257	0.014	0.030	0.045	0.262	0.98
②P3G1Fb	0.013	0.030	0.046	0.323	0.014	0.036	0.054	0.447	0.72
③P3G1Wi	0.008	0.017	0.027	0.190	0.009	0.018	0.032	0.227	0.84
④P3G2Wi	0.013	0.025	0.037	0.199	0.014	0.028	0.042	0.238	0.84
⑤A2G1Wo	0.012	0.028	0.040	0.251	0.009	0.032	0.045	0.485	0.52
⑥A2G1Fb	0.015	0.033	0.061	0.580	0.014	0.040	0.074	0.989	0.59
⑦A2G1Wi	0.007	0.015	0.023	0.147	0.007	0.016	0.028	0.218	0.67
全平均	0.011	0.025	0.039	0.271	0.012	0.028	0.046	0.377	0.72

5. まとめ

一連の暴露試験とその分析結果から、ワッペン式暴露試験の実構造物との対比や、百葉箱を用いた暴露試験の有効性等について考察を行った。しかし、本橋は建設から僅か6年が経ったばかりであり、本橋の暴露試験に関する信頼性を確認するために、引き続き経過観察を行う予定である。

- 【参考文献】 1)耐塩害性を高めた3%ニッケル耐候性鋼, 新日鉄技報, 第377号, 2002,  
 2)耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, (社)日本鋼構造協会, JSSC テクニカルレポート, No.73, 2006.10