松江地区の既設耐候性鋼橋梁の桁内腐食環境調査

松江工業高等専門学校　学生会員　○古川正志，後藤和也，大野滉貴，長谷川弘興
松江工業高等専門学校　正会員　　大屋　誠，武邊勝道，広瀬　望

１．はじめに

耐候性鋼材は表面に緻密な保護性さびを形成し，腐食の進行を抑制するため，塗装による維持管理費を縮減できる．そのため，ライフサイクルコストの低減が望まれている橋梁において，近年，耐候性鋼橋梁の建設が増加している．しかし，塩分が多く飛来する環境や湿潤状態が継続する環境では，優れた防食性能を発揮できない．したがって，耐候性鋼橋梁は，架橋地点における腐食環境を明らかにした上で，その環境に適合した鋼材および防食法を選定しなければならない．

架橋地点の腐食環境を評価する方法[1)]としては，（1）曝露試験片により評価する方法，（2）飛来塩分量より間接的に腐食環境を評価する方法，（3）環境因子データから評価式を用い評価する方法が提案されている．

本研究では平成 24 年 3 月に供用開始し，橋梁建設前に上記の方法により環境評価した朝酌川橋梁（縁結び大橋）において，建設後の桁内の実際の腐食環境をワッペン式曝露試験により評価することを試みた．平成 22 年に 1 年目の腐食減耗量の測定を行っており，今回 3 年目の腐食減耗量の測定を行い，1 年目と 3 年目の腐食減耗量の測定結果と外観目視評価[2)]より 100 年後の腐食減耗量の予測とワッペン式曝露試験による環境評価の課題を整理する．

２．ワッペン式曝露試験による評価の概要

ワッペン式曝露試験は，試験片（50mm×50mm×2mm/t）を両面テープで桁の鋼板に直接貼り付け，曝露試験を行う方法で，部位毎の腐食環境を評価可能な方法である．写真 1 に朝酌川橋梁の P4 での曝露試験状況を示す．試験片は JIS 耐候性鋼材と Ni 系高耐候性鋼材（1%, 3%）を部位毎に 2 枚ずつ，1・3・5 年の曝露試験期間用の試験片を 2009 年 8 月 31 日に設置した．

２．１　試験片の状態評価と腐食減耗量測定方法

回収した曝露試験片は，状態評価として，外観評価，さび厚とイオン透過抵抗値測定，付着塩分量測定を行う．曝露試験片の腐食減耗量の測定は，鉄連法によるさび除去を行い，電子天秤を用いて試験後の質量を秤量する．腐食減耗量は，試験片の試験前後の質量差から算出される．

写真１　朝酌川橋梁の曝露試験概要

２．２　耐候性鋼材の腐食減耗量予測方法

鋼材の経年腐食減耗量 Y（mm）は，以下の式[1)]で示されることが知られている．

$$Y = AX^{B} \tag{1}$$

ここで，X は曝露年数（年），A, B は腐食パラメータで，A は初年度の腐食減耗量に相当する．B はさびの保護性の上昇に伴う腐食速度低減の度合いの逆数に相当する値（1/B は保護性さび形成効果指数と呼ばれている）である．JIS 耐候性鋼材の B は，全国 41 橋曝露試験で得られた曝露試験データを基に，A と B の関係が定式化[2)]されており，A から B を推定することができる．Ni 系高耐候性鋼材は，A と B の関係が定式化されておらず，図 1 に示す手順により B を推定する．これには耐候性合金指標 V 値を用いて，JIS 耐候性鋼の値に換算し，Ni 系高耐候性鋼の B を推定する．

$$A_s / A_{SMA} = -0.144 + 4.95V^{-1} - 13.37V^{-2} + 15.03V^{-3} - 5.45V^{-4} \tag{2}$$

$$B_s / B_{SMA} = 0.5545 + 0.45V^{-1} \tag{3}$$

キーワード　耐候性鋼材，大気曝露試験，腐食環境
連絡先　　〒690-8518　島根県松江市西生馬町 14-4　松江工業高等専門学校　TEL 0852-36-5168

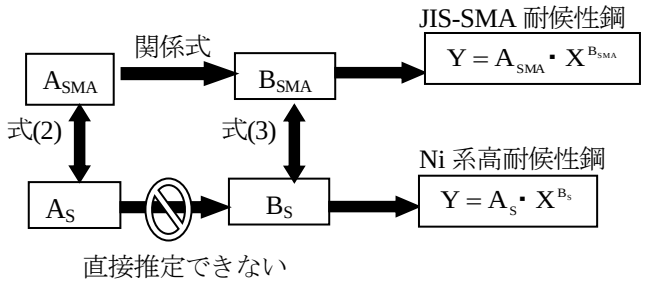

図1　腐食減耗量の推定手順

３. 外観目視評価による検討

評価結果を表 1 に示す．表 1 より，Web 面は試験片取付け位置ごとに違いは見られなかった．下 Flg.上面は奥側（Web 面に近い位置）に設置したワッペンがすべての鋼種で悪い状態であった．下 Flg.下面は Ni 系高耐候性鋼に比べ，JIS-SMA 材は悪い状態であった．また，Ni 系高耐候性鋼同士を比較した結果，全体的に 3%より 1%の方が悪い状態となった.

４．100 年後の腐食減耗量の推定結果と課題

耐候性鋼材の適用可否を検討するにあたって，設計供用期間中に予測される腐食減耗量が許容される腐食減耗量以下（耐腐食性能レベル I[1)] ：設計供用期間 100 年の片面許容腐食減耗量 0.5 ㎜以下に相当）であることが基本的な判定基準とされている．ワッペン試験片の測定結果より腐食パラメータ A と B を推定し，その結果より 100 年後の腐食減耗量を推定した結果を表 1 に示す.

上限値の値より検討を行うと，全体的に 0.5mm 以下を満足しない結果となった．しかし，1 年目と 3 年目の腐食減耗量より A と B を計算し 100 年後を予測した結果，下限値を下回る結果が多くあった．したがって，1 年目の曝露試験時の環境が予測式を用いて 100 年後の腐食減耗量を算定する際に大きく影響することが確認された．今後は腐食環境の評価精度を向上させるため，長期の気象変動を考慮し曝露試験などの環境測定を行った時期を評価することが必要であると思われる.

５．まとめ

(1) 推定モデルの精度向上のために，1 年と 3 年の曝露試験の結果だけでなく，今後もデータの蓄積を行う必要がある.

(2) 同一断面でも，部位において取り付け位置が少し変わるだけで腐食減耗量が異なることが確認された.

(3) 曝露試験による腐食環境評価の精度向上のために，気象変動を考慮した評価手法の確立が必要である.

参考文献

1) （社）日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防安全，2009.

2) （社）日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術 2006.

表 1　外観目視評価と 100 年後腐食減耗量の推定結果

試験片設置位置	鋼種	取付位置	さび外観評価 1年目	さび外観評価 3年目	腐食減耗量Y[mm]		A=Y_1 ①	B			100年後腐食減耗量推定値[mm]		
					1年目 (Y_1)	3年目 (Y_3)		B = f(Y_1, Y_3) ②	B^{Upper} ③	B^{Lower} ④	Y_1, Y_3による推定値 (①, ②より)	上限値 (①, ③より)	下限値 (①, ④より)
Web面	3%Ni	上	5	3	0.027	0.049	0.027	0.55	0.63	0.49	0.338	0.496	0.257
		下	5	3	0.028	0.043	0.028	0.40	0.64	0.50	0.174	0.540	0.278
	1%Ni	上	5	3	0.035	0.057	0.035	0.44	0.69	0.53	0.264	0.831	0.406
		下	5	3	0.032	0.052	0.032	0.45	0.66	0.51	0.250	0.669	0.332
	JIS-SMA	上	5	3	0.036	0.062	0.036	0.50	0.66	0.50	0.363	0.754	0.365
		下	5	3	0.036	0.051	0.036	0.33	0.66	0.50	0.161	0.754	0.365
下Flg.上面	3%Ni	奥	5	1	0.041	0.085	0.041	0.67	0.75	0.59	0.884	1.296	0.628
		手前	5	3	0.026	0.064	0.026	0.82	0.62	0.48	1.142	0.455	0.237
	1%Ni	奥	3	1	0.062	0.118	0.062	0.58	0.86	0.69	0.910	3.318	1.463
		手前	5	2	0.040	0.067	0.040	0.47	0.73	0.57	0.353	1.148	0.547
	JIS-SMA	奥	3	1	0.074	0.111	0.074	0.37	0.90	0.71	0.409	4.668	1.969
		手前	5	3	0.049	0.067	0.049	0.29	0.76	0.59	0.184	1.645	0.751
下Flg.下面	3%Ni	手前	5	3	0.044	0.060	0.044	0.29	0.77	0.61	0.166	1.525	0.730
		奥	5	3	0.027	0.036	0.027	0.27	0.63	0.49	0.095	0.496	0.257
	1%Ni	手前	5	3	0.055	0.081	0.055	0.35	0.83	0.65	0.280	2.482	1.118
		奥	5	2	0.035	0.058	0.035	0.46	0.69	0.53	0.287	0.831	0.406
	JIS-SMA	手前	3	1	0.071	0.099	0.071	0.31	0.89	0.70	0.291	4.204	1.787
		奥	5	1	0.034	0.070	0.034	0.66	0.64	0.49	0.708	0.653	0.319