

長崎県瀬戸中央橋における 10 年間のワッペン式暴露試験（その 2）

（一財）土木研究センター 正会員 ○中島和俊
長崎県土木部 酒井公大
加納橋梁技術事務所 正会員 加納 勇

（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 三浦正純
宮崎大学 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（Ni 鋼と称す）が採用された。橋梁建設時には、長期的な構造安全性を確認することを目的として橋梁本体においてワッペン式暴露試験が開始された。同試験では、暴露開始から 1 年、3 年、6 年、10 年時点でそれぞれ試験片を回収し、腐食量の分析ならびに長期腐食予測が予定され、平成 31 年 1 月に最終 10 年の回収分析が完了した。本報は暴露試験の結果を整理するとともに、暴露期間（暴露水準）が長期腐食予測に及ぼす影響を報告する。

2. ワッペン式暴露試験の結果

2.1 暴露試験結果

本橋では表面保護処理の有無や潮風の影響を考慮し、図 1 に示す位置でワッペン式暴露試験を実施した。使用したワッペン試験片の材質は、橋梁本体と同材質のニッケル系高耐候性鋼、ならびに比較材として JIS 耐候性鋼とした。所定の暴露年が経過した時点で 1 枚ずつ回収し、腐食量を分析した。表 1 および図 2 にニッケル系高耐候性鋼のワッペン式暴露試験結果を示す。主桁下フランジ下面が最も大きな腐食量を示すが、極端な腐食速度の変化は見られず適切な試験が行われたものと推察される。

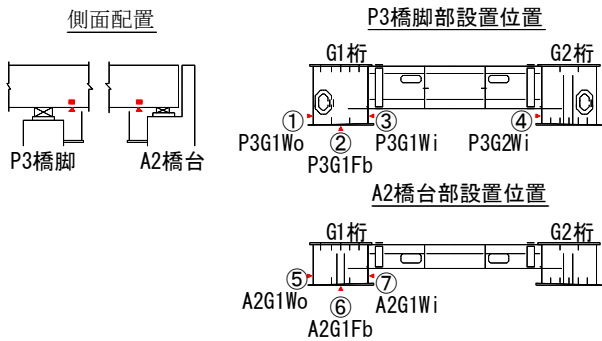


図 1 ワッペン試験片設置位置

表 1 ワッペン式暴露試験結果（Ni 鋼）

	暴露年数毎の腐食減耗量（mm）			
	1 年	3 年	6 年	10 年
①P3G1Wo	0.0127	0.0268	0.0412	0.0554
②P3G1Fb	0.0129	0.0300	0.0459	0.0767
③P3G1Wi	0.0078	0.0166	0.0270	0.0368
④P3G2Wi	0.0129	0.0245	0.0373	0.0528
⑤A2G1Wo	0.0119	0.0275	0.0399	0.0492
⑥A2G1Fb	0.0149	0.0330	0.0609	0.0894
⑦A2G1Wi	0.0068	0.0151	0.0228	0.0285

※比較を容易にするため、以降④P3G2Wi は省略する

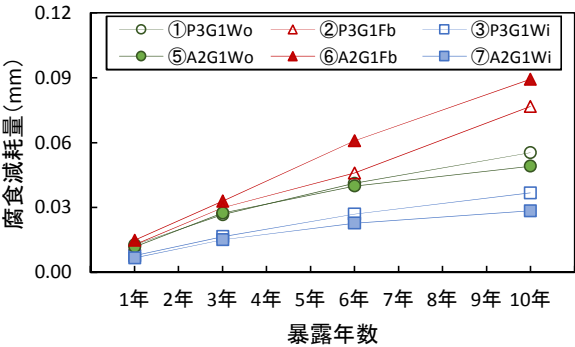


図 2 ワッペン式暴露試験結果（Ni 鋼）

2.2 長期腐食予測

試験片を回収した各時点において、100 年間の長期腐食予測を行った。長期腐食予測は腐食量の経年予測を行う式 $Y=AX^B$ （Y: 腐食量, X: 経年数, A, B: 腐食速度パラメータ）を基に行った。暴露 1 年時点ではパラメータ A を 1 年目腐食量とし、パラメータ B は全国 41 橋暴露試験結果を基にした推定式¹⁾により算出した。同推定式は、桁間の水平暴露（上下面合算）に対する推定式であり、ウェブ面や下フランジ下面のみの本暴露試験への適用性は低いと考えられるが、参考として示した。また、3 水準以上のデータが得られる 6 年目以降では各試験片の経年数に重み付けを行って回帰式を求めた²⁾。これらの要領により求めた腐食速度パラメータ A, B を暴露水準毎に整理して図 3, 4 に示す。

パラメータ A は 1 年・3 年時点ではいずれも 1 年

目の腐食量に相当し一定である．3 水準以上の暴露結果が得られる 6 年および 10 年時点では回帰計算によって僅かに変動が見られ，フランジ下面では 1・3 年目に対して概ね低下する傾向を示し，ウェブ面では横ばいか上昇する傾向を示す．3 水準以上の暴露試験を行うことにより，気候の年変動の影響が評価された結果と推察される．一方，パラメータ B は暴露水準毎に比較的大きな変動が見られるが，傾向として，下フランジ下面は 1・3 年目に対して上昇する傾向を示し，ウェブ面では低下する傾向を示す．

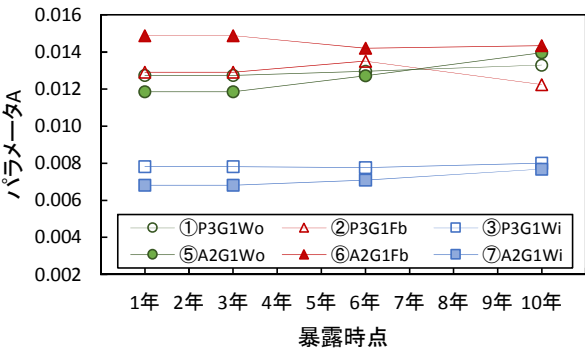


図 3 暴露時点毎のパラメータ A の推移

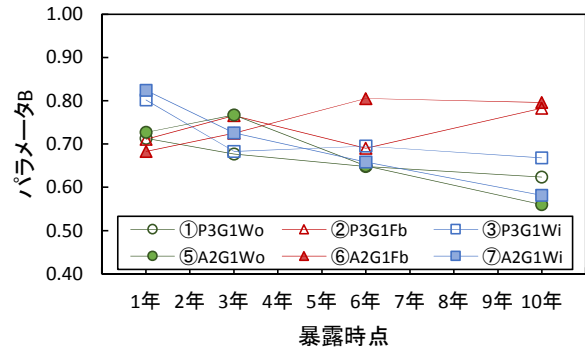


図 4 暴露時点毎のパラメータ B の推移

図 5 に各暴露時点において推定した 100 年後の腐食量の推移を示す．1 年時点ではパラメータ A・B に違いがあっても長期腐食予測量はこの部位もほぼ同じであったが，3 年時点で部位毎に差が生じ始め，6 年時点で概ね収束した結果が得られている．

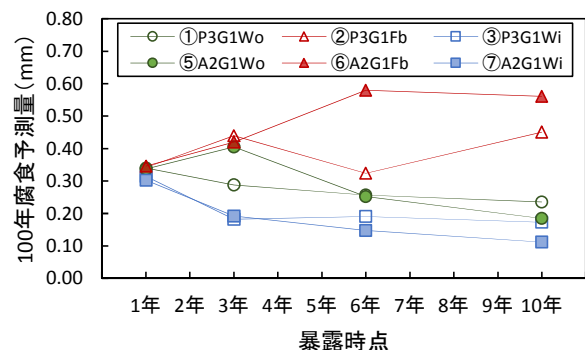


図 5 暴露時点毎の長期腐食予測量

図 6 に 10 年時点で得られた長期腐食予測量と，1・3・6 年時点で得られた長期腐食予測量の関係を示す．また，表 2 に各暴露時点毎の腐食予測量と，10 年暴露に対する他水準暴露の腐食予測量比とその標準偏差を示す．

1 年時点では部位毎の腐食特性が適切に評価されておらず，腐食量のオーダーを参照できるに留まる結果となった．3 年時点，6 年時点と暴露水準が増加する毎に 10 年時点との差が小さくなる傾向を示す．

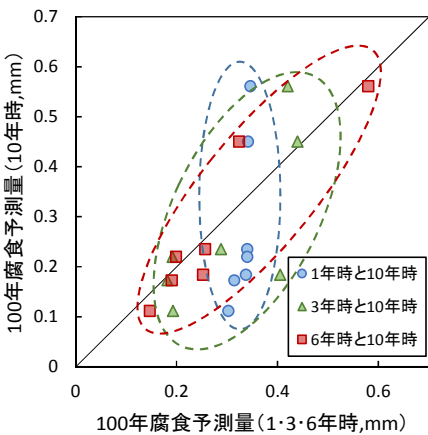


図 6 暴露水準と腐食予測量の関係

表 2 暴露水準毎の腐食予測量と比

	100 年腐食予測量				10 年時予測に対する比		
	1 年	3 年	6 年	10 年	1 年	3 年	6 年
①P3G1Wo	0.3397	0.2876	0.2564	0.2352	0.6923	0.8177	0.9173
②P3G1Fb	0.3413	0.4395	0.3239	0.4505	1.3200	1.0250	1.3909
③P3G1Wi	0.3142	0.1817	0.1904	0.1728	0.5502	0.9512	0.9076
④P3G2Wi	0.3401	0.1916	0.1985	0.2200	0.6468	1.1482	1.1079
⑤A2G1Wo	0.3374	0.4054	0.2524	0.1842	0.5460	0.4543	0.7296
⑥A2G1Fb	0.3459	0.4201	0.5795	0.5608	1.6212	1.3348	0.9676
⑦A2G1Wi	0.3027	0.1925	0.1467	0.1116	0.3688	0.5800	0.7608
	標準偏差				0.4293	0.2870	0.2085

3. まとめ

10 年間のワッペン式暴露試験が完了した橋梁において，各暴露時点で予測した長期腐食量と最終年時点の予測量を整理した．結果を以下に示す．

- (1) 1 年間の暴露試験では，腐食量のオーダーが参照できる結果が得られた．
- (2) 3 水準（本橋では 6 年間）の暴露試験で概ね収束した腐食予測結果が得られた．

参考文献

1) (社)日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術，pp157-166，2006.10
2) 中島和俊ら：長崎県における耐候性鋼橋梁の腐食性状に関する研究，鋼構造論文集，第 25 巻第 98 号，2018.6