

ワッペン式暴露試験による鈹桁橋の部位毎の腐食挙動に関する一考察

(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
宮崎大学 正会員 森田千尋

(一財) 土木研究センター 正会員 安波博道
長崎県土木部 光永将一
長崎県土木部 田中和幸

1. はじめに

長崎県では、県管理の耐候性鋼橋梁の健全性を適切に診断する要領の策定を目的として、平成 23 年度から平成 28 年度に掛けて、県内の 6 橋を対象としてワッペン式暴露試験を実施した^{1) 2)}。対象橋梁は、図 1・表 1 に示すように、表面処理の有無、建設年の新旧、損傷の程度によって選定した。ここで、KO 橋はニッケル系高耐候性鋼を使用し平成 14 年より供用されたものの、建設後数年で層状剥離さびが生じたため、建設後 7 年で塗装橋へ切り替えられた橋梁である。本報告は、これらの橋梁で実施されたワッペン式暴露試験の結果を取りまとめるとともに、鈹桁橋の部位毎の腐食挙動について整理した。

2. ワッペン式暴露試験の概要

ワッペン式暴露試験は、各橋梁の一般部の腐食環境を取得することを目的として、桁端部から一定距離はなれた部位に設置した。ただし、主桁と盛り土が数メートルに亘り近接するなど、特徴的な環境も適宜評価して設置位置を定めている。また、主桁の断面方向の設置位置は、部位毎の腐食傾向が把握できるよう、①主桁ウェブ外側 (Wo)、②主桁フランジ外側上面 (Fo)、③主桁フランジ下面 (Fb)、④主桁フランジ内側上面 (Fi)、⑤主桁ウェブ内側 (Wi) の 5 箇所を基本としている。図 2 に基本的なワッペン試験片の設置位置を示す。暴露期間は、CU 橋、KU 橋、TU 橋、KA 橋、MI 橋が 1 年、3 年、5 年の 3 水準、SE 橋が 1 年、3 年、6 年の 3 水準、KO 橋が 1 年、3 年の 2 水準である。使用鋼種は本体橋と同鋼種を基本とし、本体橋にニッケル系高耐候性鋼が使用されている SE 橋・KO 橋は、同鋼種のほかに通常の耐候性鋼材からなる試験片を併設した。なお、本報告で使用する暴露試験結果は全て通常の耐候性鋼材とした。

3. ワッペン式暴露試験の結果

各橋梁のワッペン式暴露試験結果を図 3 に示す。100 年後の腐食予測量が 0.5mm を超過するものを赤色で示し、橋梁名・部位名とともに () 内にその予測量を示した。KO 橋は耐候性鋼橋梁としての供用が困難な環境であり、他の橋梁と比較して腐食量、腐食速度 (勾配) とともに突出した結果を示している。これらの試験結果から、将来における腐食減耗量を推定した結果のうち、各橋の最大となる部位に着目して暴露試験結果と腐食予測結果を取りまとめて図 4 に示す。腐食予測の推定式は、一般に大気

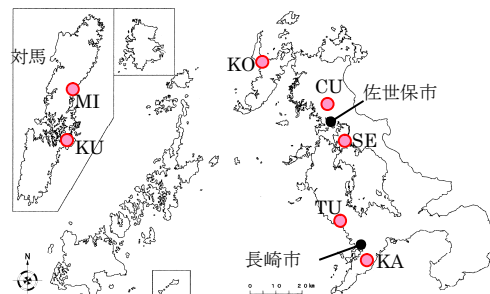


図 1 調査対象橋梁位置

表 1 ワッペン試験対象橋梁

橋名	建設年	表面処理	離岸距離	外観評価	概 要
CU 橋	1994	なし	4 km	2-3	古い橋梁
SE 橋	2009		海上橋	4	新しい橋梁
KU 橋	1997		0.8 km	2-3	離島環境
TU 橋	1978	あり	0.5 km	2-3	古い橋梁
KA 橋	2011		1.4 km	5	新しい橋梁
MI 橋	2001		0.7 km	4	離島環境
KO 橋	2002	なし	0.1km	1	損傷大

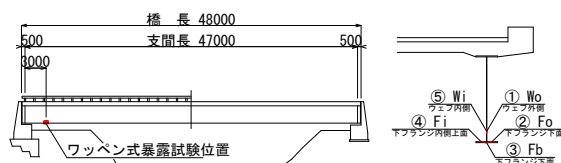


図 2 ワッペン試験片の設置位置

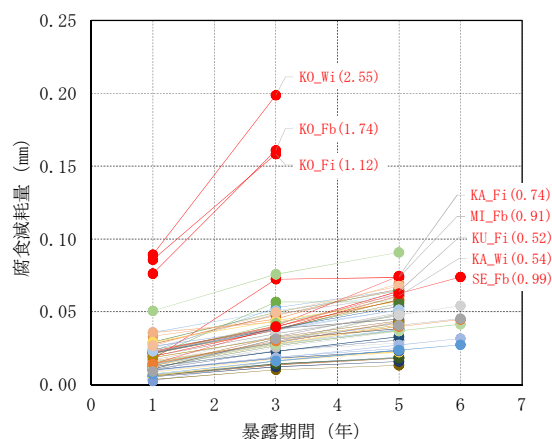


図 3 ワッペン式暴露試験結果

キーワード 耐候性鋼橋梁, 腐食予測, ワッペン式暴露試験, 健全度診断

連絡先 〒110-0016 東京都台東区台東 1-6-4 (一財)土木研究センター 材料・構造研究部 03-3835-3609

腐食環境における鋼材の腐食減耗量の経年変化に用いられる式 ($Y=A \cdot X^B$, Y : 腐食量, X : 年数) について, 暴露試験で得られた腐食減耗量に暴露期間の重み付けを行った母集団に対する最小二乗法により腐食進行パラメータ $A \cdot B$ (いずれも定数) を求めた回帰式である. 100 年後の腐食量として, KO 橋は 3mm 弱に達する一方, 他の橋梁は最大でも 1mm を下回り, 緊急的な補修は不要であることが確認された.

4. 部位毎の腐食傾向

100 年後の腐食量が 0.5mm を超過する部位が多い Fb, および Fi に着目し, 長期腐食予測で求めた腐食進行パラメータ $A \cdot B$ を部位毎に整理した結果を図 5 に示す. 図中の線形近似線は, KO 橋と他の橋梁の中間を示すデータが不足するため, KO 橋を除いた結果から求めている.

Fb は地山や水面 (海面) との離隔が様々であり, $A \cdot B$ 間に相関が見られない大きなバラツキを示している. 一方, Fi は下フランジ下面に比べて相関が見られる. このほか, 部位毎の腐食傾向として以下の事項が確認された.

- ・Wo, Fo は全ての長期腐食予測結果が 0.5mm/100 年を下回り, 雨水による洗い流し効果を受けた結果が窺える.
- ・Wi は, 全ての暴露期間を通じて同位置の Fi の腐食量を下回る結果となった.

5. ワッペン式暴露試験の温度変化

ワッペン式暴露試験の温度変化への追従性について, サーマルカメラを用いてその傾向を調査した. 写真 1, 2 は下フランジ外側上面に設置したワッペン試験片の暴露中の状態を示し, 写真 3, 4 は精製水で試験片と周囲を濡らしてから約 6 分が経過し, 表面が乾燥しつつある状態を示す. 写真 1, 2 では, ワッペン試験片の表面温度が周囲より約 1.1 度高温となっている. これは, 本体橋は表面処理されているため, 色合いが異なることに起因すると考えられる. 一方, 写真 3, 4 では, ワッペン試験片の表面温度が周囲より約 1.3 度低温となっている. 試験片の熱容量が本体橋と比べて遥かに小さいため, 表面の水分の気化に伴い試験片温度が低下したことを示すと考えられる. なお, 内桁側の試験片は日光に直接曝されないため, このような傾向は確認できなかった.

6. まとめ

長崎県内において, 耐候性鋼橋梁の健全度診断を目的としてワッペン式暴露試験を複数の橋梁で実施した. この結果から, フランジ内側上面, フランジ下面の腐食量の腐食量が卓越すること, 特に下フランジ下面の腐食量は短期間での予測が困難なことが判明した. また, ワッペン試験片の温度変化をサーマルカメラにより追跡した結果, フランジ外側上面では橋梁本体とは異なる温度変化を示すことが明らかとなった.

参考文献

- 1) 中村昌文, 田崎 智, 中島和俊, 加納 勇, 安波博道, 森田千尋: 長崎県における耐候性鋼橋梁の健全度診断, 土木学会第 69 回年次学術講演会, I-074, pp.147-148, 2014.9
- 2) 中野正則, 安波博道, 加納 勇, 中島和俊: ワッペン式暴露試験結果を用いた腐食予測の試算例, 土木技術資料, 57-8, pp54-57, 2015.8

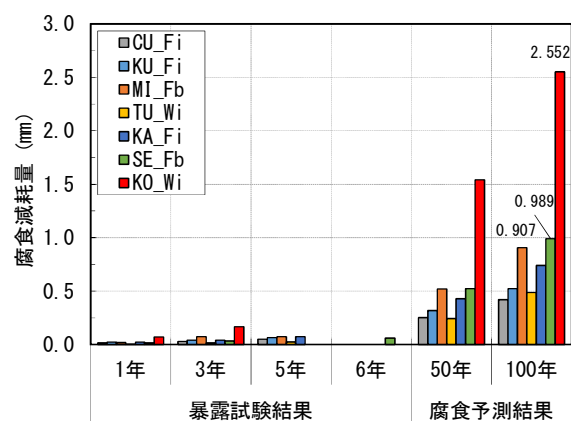


図 4 長期腐食予測結果

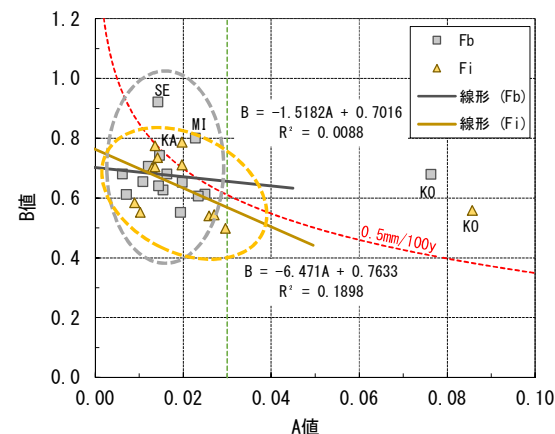


図 5 A・B 相関 (Fb, Fi)



写真 1 光学画像

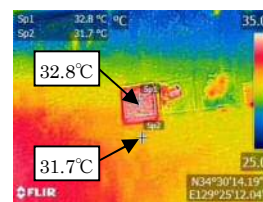


写真 2 赤外線画像



写真 3 光学画像

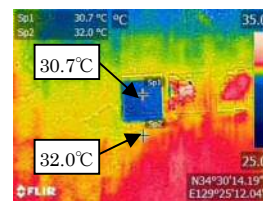


写真 4 赤外線画像