

離島における耐候性鋼材の腐食環境評価について

長崎大学 工学部 学生会員 ○清崎大貴
長崎大学 工学部 非会員 吉澤史香

長崎大学 大学院 正会員
長崎大学 大学院 学生会員

森田千尋，松田浩
梅崎俊樹

1. はじめに

耐候性鋼材とは，普通鋼に Cu, Cr, Ni などの合金元素を添加した鋼材である．通常使用される普通鋼は，未処理のまま大気中に曝露すると，時間経過とともに鋼材表面に赤さびが生成し腐食が進行する．一方，耐候性鋼材は大気中に曝露すると，時間経過とともに鋼材表面に保護性さびとよばれる緻密なさびを形成し，このさびによって腐食の進行を抑制する特徴がある．また塗装橋に比べ耐候性鋼橋梁は，ライフサイクルコストを低減できるため近年注目を浴びている．しかし，架設環境によって，その緻密なさびが形成されない場合があるため，さびの状態を評価し，耐候性鋼材が腐食の進行を抑制できているか判断する必要がある．また，その架設環境による影響を含めた維持管理を算定するデータが不足している現状である．

そこで本研究では，架設環境によって耐候性鋼材がどのような影響を受けるかを明らかにするため，耐候性鋼橋梁の維持管理計画を算定するためのワッペン式曝露試験を用いて，長崎県内の特に腐食環境が厳しい離島における耐候性鋼材の腐食環境評価を行う．1年目と2年目の腐食量のデータから腐食環境評価を行い，また，全国41橋の曝露試験データを基にした算出式と比較することで，離島における腐食環境を明らかにする．

2. ワッペン式曝露試験

2.1 試験片の設置

図1, 2の壱岐の5橋，五島の39橋のうち壱岐と五島から環境条件の異なる橋を2橋ずつ，計4橋を選出し，写真1に示すワッペン式曝露試験片(耐候性鋼，普通鋼)を貼り付けている．環境条件は，山間部(離岸距離2km以上，飛来塩分の影響を受けない場所¹⁾)と海岸部(離岸距離2km以内)に分けている．これらを半年，1年，2年，3年の4水準にかけて回収し，長期腐食予測を行い，腐食環境評価を行う．試験片はウェブ外側・下フランジ下面・ウェブ内側の橋軸方向に設置している．設置位置については図3，設置状況については写真2に示す．選出した4橋については，写真3～6，表1に示す．

2.2 腐食減耗量

1年目と2年目のワッペン式曝露試験片を回収し，試験片の質量変化から，腐食減耗量を算定した．



図1 壱岐市の橋梁分布

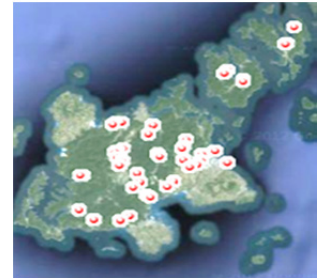


図2 五島市の橋梁分布

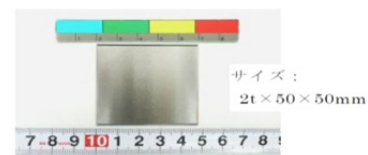


写真1 ワッペン式曝露試験片



図3 設置位置



写真2 設置状況



写真3 A橋(山間部)



写真4 B橋(海岸部)



写真5 C橋(山間部)



写真6 D橋(海岸部)

表1 選出した離島の4橋

	山間部(離岸距離)	海岸部(離岸距離)
壱岐	A橋(2.9km)	B橋(0.1km)
五島	C橋(3.0km)	D橋(0.1km)

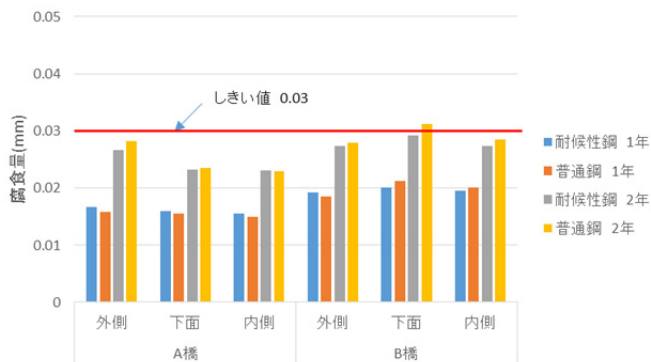


図 4 壱岐のワッペン式曝露試験結果

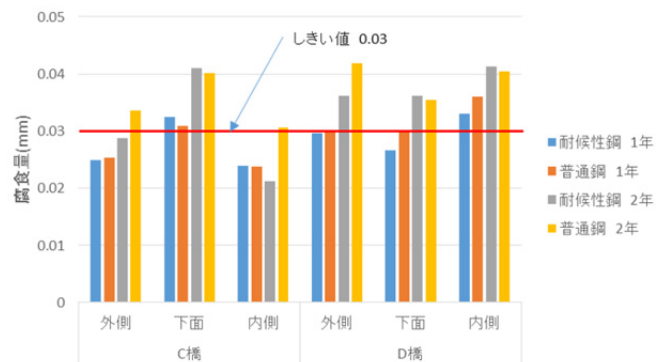


図 5 五島のワッペン式曝露試験結果

図 4, 5 に各橋梁の部位別、鋼材別の腐食減耗量を示す。まず、鋼材別では、耐候性鋼、普通鋼では明らかな違いは見られなかった。また、部位別においても明らかな差異は見られない。さらに、山間部と海岸部でも大きな差異は見られなかった。壱岐の橋梁において、1 年間の腐食量は、しきい値 0.03mm を越えるものではなく、長崎本土²⁾ とほぼ同等の値であった。しかしながら、五島の橋梁は、1 年間の腐食量のしきい値 0.03mm を越えるものもあり、長崎本土や壱岐と比べると厳しい環境である。

3. 腐食量予測式

耐候性鋼の腐食量は、経年の関数として、

$$Y = AX^B \quad (1)$$

が良く一致することが知られている。ここで X は経過年数を示し、 Y は X 年後の腐食減耗量を示す。 A および B は腐食速度パラメーターである。

下フランジ下面における 1 年目と 2 年目の耐候性鋼材の腐食減耗量から、各橋梁の係数 A 、 B の値を算出し、100 年後の腐食減耗量とともに表 2 に示す。いずれの橋梁においても 100 年後の腐食減耗量は 0.5mm 以下であり、特に問題ないと言える。

次に、従来、係数 A 、 B は、曝露試験データに基づく回帰によって決定されているが、直ちに腐食量を予測する方法として、全国 41 橋の曝露試験データから得られた(2)式が提案されている³⁾。

$$B = -4611.3A^3 + 769.19A^2 - 32.421A + 1.0109 \quad (2)$$

ここでは、今回得られた曝露試験データと(2)式を比較した。

図 6 には、今回離島の曝露試験データから得られた値とともに、過去に行った長崎市内の橋梁の曝露試験データの値も示している。長崎市内と壱岐の橋梁は(2)式に近い結果が得られているが、五島の橋梁のデータは(2)式と大きくずれており、 A 値も大きな値となっている傾向にあり、特異な環境であることが考えられる。

表 2 ワッペン試験および長期腐食予測結果(単位 ; mm)

	A橋	B橋	C橋	D橋
1年腐食量	0.016	0.020	0.033	0.027
2年腐食量	0.023	0.029	0.041	0.036
A値	0.016	0.020	0.033	0.027
B値	0.541	0.543	0.333	0.444
100年予測	0.193	0.244	0.151	0.205

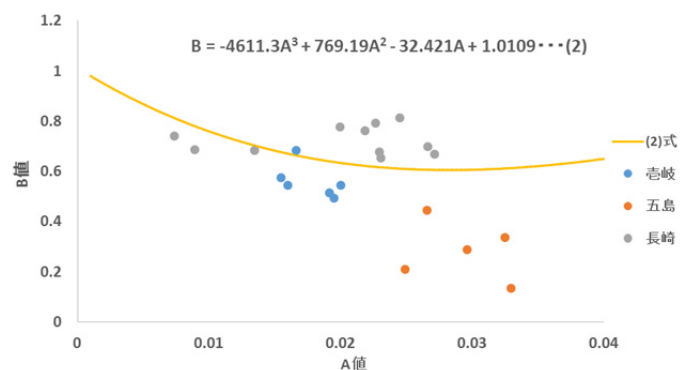


図 6 耐候性鋼における $Y = AX^B$ の係数 A と B の関係

4. まとめ

本研究では、ワッペン式曝露試験を用いて、腐食環境が厳しいと考えられる離島における耐候性鋼材の腐食環境を明らかにした。1 年目および 2 年目の曝露試験データより、壱岐の橋梁においては、長崎市内と同程度の腐食量であったが、五島においては若干腐食量が多い結果が得られた。しかしながら、100 年後の腐食減耗量は 0.5mm 以下であり、特に問題のない腐食環境であると考えられる。また、腐食量予測式の係数 B と比較した結果、壱岐のデータにおいてはほぼ全国のデータと一致していたが、五島のデータは大きくずれており、特異な環境であることが考えられる。今後は、3 年目の曝露試験データを用いて、より精度の高い腐食減耗量を算出し、腐食環境評価を行っていく予定である。

参考文献

- 公益社団法人日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，2014
- 中村昌文他：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，2014
- 鹿毛勇他：耐候性鋼の腐食予測技術，JFE 技法，No.18，2007