

亜熱帯地域における飛来塩分防護板を採用した鋼橋の腐食環境調査

新日鉄住金エンジニアリング(株) 正会員○立花周作

新日鉄住金エンジニアリング(株) 正会員 藤川敬人

山口大学大学院 正会員 麻生稔彦

1. はじめに

鋼橋の防食仕様は、建設地域の環境条件を踏まえ種々の事前調査・検討の上で選定されている。しかし建設後に計画通りの防食性能が発揮できていないケースも散見され、その後の対応に苦慮する場合もある。供用後に防食上の問題が生じた場合、補修塗装での対応が一般的であるが、供用期間中における塗装品質の確保には継続的な労力とコストが必要となる。

このような状況を踏まえ、外部からの腐食環境因子（飛来塩分）を遮断し鋼橋の長寿命化とライフサイクルコストの削減を図る目的で、飛来塩分防護板の採用が沿岸部を中心に増えている¹⁾。関東地区では、既にその有効性が検証²⁾されているが、環境が異なる亜熱帯地域では個別の評価が必要である。本研究では沖縄県久米島町の鋼橋に設置された飛来塩分防護板内に試験体を配置し、桁内部の腐食環境を調査してきた。本報では、1年間の調査結果および桁内の温度変化シミュレーションの結果を報告する。

2. 調査対象橋梁と試験概要

対象橋梁は沖縄県久米島の海岸線から約100mに架橋された、橋長39.5m、幅員10m、8本の主桁（高さH=1.1m）からなる単純合成床版橋（パネルブリッジ）である。

本橋は図-1に示す断面図のように桁全体が飛来塩分防護板でカバーされており、飛来塩分防護板下面からHWLまでは、1m以下である。既往の調査によると2012年8月と9月には1.0mdd前後と高い飛来塩分量が観測されている。飛来塩分防護板の裏面パネル（桁下部分）を図-2に示す。裏面パネルは、外皮材が高耐食の金属薄板（チタン）、内皮材がガルバリウム塗装鋼板であり、内外皮材の間にポリイソシアヌレート製の芯材が充填された3層構造である。パネルの単位面積重量は10kgf/m²であり、断熱効果を有している。

この橋梁において、飛来塩分防護板内の腐食環境を調査するために、ワッペン試験片を図-2中のG7-G8間に設置した。ワッペン試験片の設置状況を図-3に示す。ワッペン試験片は、桁端部付近に垂直、水平の各方向に4枚（JIS-SMA2枚、3%ニッケル系2枚）を5組、計40枚配置した。以下では、1年目に回収した4枚のワッペン試験片について述べる。

3. ワッペン試験の評価

曝露開始後1年目に回収したワッペン試験片の評価結果を表-1に示す。また、水平に設置したワッペン

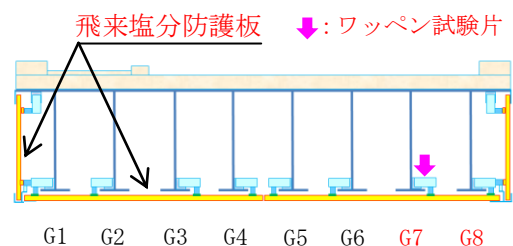


図-1 橋梁断面図

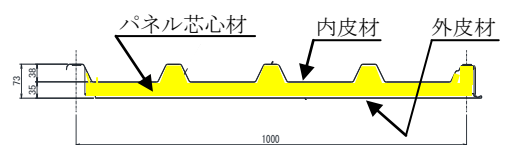


図-2 パネル断面図



図-3 ワッペン試験片配置

キーワード 飛来塩分防護板 防食 腐食 維持管理 ライフサイクルコスト

連絡先 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 新日鉄住金エンジニアリング(株) TEL 06-6223-6361

の状況を図-4 に、垂直に設置したワッペンを状況を図-5 にそれぞれ示す。

水平に設置したワッペンのさび厚は、ワッペン試験片上の9点の平均値で JIS-SMA では $14\mu\text{m}$ と $15\mu\text{m}$ 、3%ニッケル系では $7\mu\text{m}$ と $10\mu\text{m}$ であり、差はほとんどない。一方、垂直に設置した試験片のさび厚は、材質によらずほぼ $0\mu\text{m}$ であった。また重量減より算出した腐食減耗量は水平設置ワッペンで $2 \times 10^{-3}\text{mm}$ 、垂直設置ワッペンで 0mm であり、屋外環境と比較して、飛来塩分防護板に覆われた桁内は、マイルドな環境である³⁾。

また、ワッペン試験片の表面に付着した塩分量は、水平設置ワッペンで $30 \sim 35\text{mg}/\text{m}^2$ 、垂直設置ワッペンでは $1 \sim 3\text{mg}/\text{m}^2$ であった。本橋では桁中央部においてドライガーゼ法(垂直)により1年間の桁内飛来塩分量を測定したが、全期間を通して桁内への飛来塩分の侵入は認められなかった。同じ桁内環境において設置方向によりワッペンの付着塩分量が異なる理由については、今後の測定を通して検討する必要がある。

4. 桁内温度シミュレーション結果

水平に設置したワッペンと垂直に設置したワッペンでさび厚に差が生じる原因として、何らかの水分供給が考えられる。

密閉された空間であるため、水分の供給は結露によるものと推定され、現地においても上フランジ下面に結露の跡が散見された。そのため、桁内に生じたと考えられる結露の発生を確認するため、桁内温度と上フランジ下面の板温度をもとに熱流体解析ソフト(ANSYS FLUENT 17.1)を使用し飛来塩分防護板内の温度変化シミュレーションを行った。気温 31°C かつ相対湿度 65% の条件下で、降雨等の影響によりアスファルト温度が 35°C から 22°C に低下した場合の温度分布を図-6 に示す。床版と上フランジはアスファルトの温度変化に追随している。一方、桁内の温度は飛来塩分防護板の断熱効果により、 $2 \sim 3^\circ\text{C}$ の低下にとどまっている。この温度差により上フランジ下面に結露現象が起きると推察でき、この現象が水平設置ワッペンと垂直設置ワッペンのさび厚に差が生じている理由の1つと考えられる。

5. まとめ

今回の評価結果より、亜熱帯地域に架設された橋梁でも、飛来塩分防護板の内部ではマイルドな腐食環境が確保されることが確認された。今回対象とした飛来塩分防護板内では、ワッペン試験片に結露によるものと推測されるさびが生成されているものの、1年間でのさび厚は少なく通常の塗装により対応できるものと考えられる。本橋においては引き続き調査を実施し、飛来塩分防護板内の腐食環境を検討する。

- 1) 沖縄総合事務局開発建設部・沖縄県土木建築部監修, 沖縄地区鋼橋塗装マニュアル, 2008.
- 2) 藤川敬人, 野呂直以, 七浦恒康, 石原達也, 野口孝俊, 新しい鋼橋防食法としてのチタンカバープレート工法の性能確認, 橋梁と基礎 Vol. 42 No. 6, pp. 49-54, 2008.
- 3) 所宏祐, 下里哲弘, 沖縄における鋼橋の腐食減耗量と腐食減耗予測式 $Y=AX^B$ に関する研究, 平成 25 年度 沖縄ブロック国土交通研究会, 論文 11, 2013.

表-1 評価結果まとめ

鋼 種	曝露姿勢	試験片No.	さび厚(平均) (μm)	付着塩分量 (mg/m^2)	腐食減耗量 (mm)
JIS-SMA	水平	M2549	15	32	0.002
		M2550	14	30	0.002
	垂直	M2551	1	2	0.000
		M2552	0	1	0.000
3%Ni	水平	N392	10	35	0.002
		N393	7	33	0.002
	垂直	N394	0	3	0.000
		N395	0	2	0.000

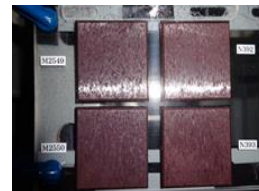


図-4 ワッペン(水平) 図-5 ワッペン(垂直)

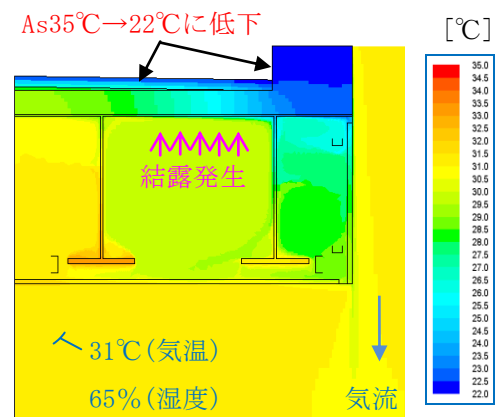


図-6 温度分布図