

亜熱帯島嶼環境下で長期間曝された耐候性鋼橋の腐食特性評価

構造研究室 035346K 玉城 義樹

1. 目的

無塗装耐候性鋼橋は、LCC に優れた橋梁の1つである。しかし、耐候性鋼は飛来塩分量 0.05mdd 以下で適用可とされている¹⁾。また、沖縄は海塩粒子が多く飛来するため耐候性鋼の適用が困難な地域である。しかし、供用から長期間経過した無塗装仕様の耐候性鋼橋が実存している。そこで本研究では、約 30 年経過した県内の無塗装仕様耐候性鋼橋を対象に、架橋地点の腐食環境因子および橋梁構造別の腐食状況を調査し、合理的な耐候性鋼橋の適用法を探求することを目的とする。

2. 調査概要

調査を行う橋梁は、**写真 1** のたまた橋（金武町、竣工：1988 年、経過 21 年、山間部、4 主桁塗装仕様、東シナ海から約 2km、太平洋から約 1km）、**写真 2** の富祖橋（うるま市、竣工：1984 年、経過 25 年、河川部、3 主桁、東シナ海約 2.5km、太平洋から約 1.8km）、**写真 3** の松川高架橋（那覇市、竣工 1980 年、経過 29 年、市街地、5 主桁、東シナ海から約 2.5km、太平洋から約 5.7km）の 3 橋である。調査は、たまた橋が 2009 年 6 月から、富祖橋が 2009 年 7 月から、松川高架橋が 2009 年 9 月から、それぞれ行っており、現在も継続中である。

2.1 飛来塩分捕集

飛来塩分は、ドライガーゼ法(JIS Z 2382)により捕集を行った。100×100mm の暴露面をもつ 2 枚重ねで木枠にはめられたガーゼを桁の下フランジ上部、下フランジ下部にぶら下げて、桁のウェブ部と水平向きに設置した。暴露したガーゼは約 1 ヶ月ごとに回収し、硝酸銀滴定試験により飛来塩分量を算出した。

2.2 耐候性鋼センサー

センサーの寸法は、縦 50mm、横 50mm、板厚 2mm で、表面に研磨、面取りありの SMA 鋼を使用し、橋梁の桁のウェブ面に水平に設置した。また、約 1 ヶ月ごとに電磁膜厚計で錆厚を計測した。電磁膜厚計の測定範囲は、0~2000 μm で、測定精度は、50 μm 未満で 0.1 μm、50 μm 以上 1000 μm 未満で ±2% である。

2.3 実橋錆状態

実橋の発錆状況に対して、目視外観観察法とさび厚測定法による評価基準²⁾に従った。錆厚測定は耐候性鋼センサー同様、電磁膜厚計で測定した。

3. 調査結果

3.1 飛来塩分量

図 4 に、飛来塩分量[mdd]を示す。図より、松川高架橋以外の橋梁で耐候性鋼の適用基準である 0.05mdd を超えていることがわかった。

3.2 耐候性鋼センサー錆厚結果

図 5 に、たまた橋が暴露期間 7 ヶ月目、富祖橋暴露期間 6 ヶ月目、松川高架橋 4 ヶ月目での耐候性鋼センサーの錆厚値を示した。図より、飛来塩分量の多いたまた橋橋脚部と富祖橋の錆厚が高いということがわかる。



たまた橋
写真 1

富祖橋
写真 2

松川高架橋
写真 3



写真 4 設置したガーゼ

写真 5 錆厚測定状況

表 1 目視外観観察法とさび厚測定法による評価付け基準

状態	評点	目視外観	さび厚
正常	5	腐食が進まず、さびも薄い	200 μm 程度未満
	4	平均外観粒径 1mm 程度以下で均一なさび	400 μm 程度未満
	3	平均外観粒径 1~5mm 程度のさび	
要観察	2	外観粒径 5~25mm 程度のうろこ状剥離があるさび	400 μm 程度以上 800 μm 程度未満
異常	1	層状剥離がおきているさび	800 μm 程度以上

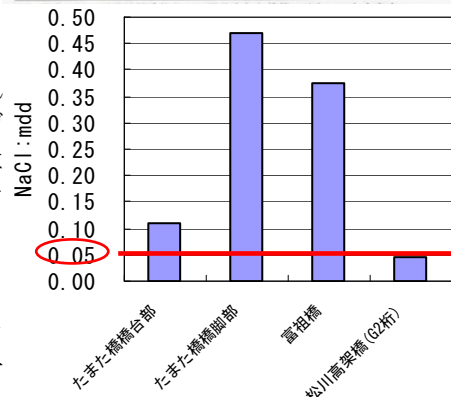


図 4 飛来塩分量

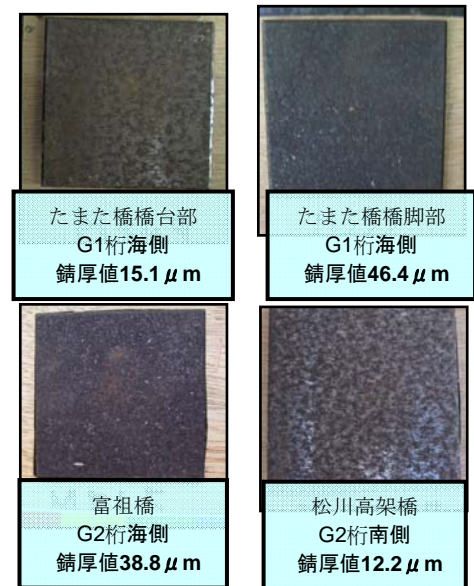


図 5 鋼材センサー錆厚

3.3 橋梁各部の調査結果

図6に、桁下フランジ上面とウェブ面の外観写真と評点の一例を示す。図より、松川高架橋のウェブ部、下フランジ上部ともに腐食はほとんど見られず、錆厚値は $200\mu\text{m}$ 以下、外観評点4、5であった。富祖橋は、ウェブ部の錆厚は $250\mu\text{m}$ 以下、腐食は多少見られ外観評点3、4であり、また下フランジ上部の錆厚は最大で $539\mu\text{m}$ であり、剥離など腐食がかなり進行しており、外観評点2~3であった。

3.4 飛来塩分量と橋梁各部調査結果との関係

図7に、各桁内から捕集した飛来塩分量と各構造部位の錆厚との関係、図8に、飛来塩分量と外観評点との関係を示す。図の①より、桁内の飛来塩分量が基準値 0.05mdd 以下の場合、ウェブ部、下フランジ上部ともに評点4、5と正常であった。また、図の②より、桁内の飛来塩分量が 0.05mdd 以上の場合、ウェブ部は評点3~5だったのに対し、下フランジ上部は腐食が進行しており、要観察の評点2であった。

3.5 実際のウェブ部錆厚値からの予測錆厚

耐候性鋼センサーの錆厚値から求めた錆厚予測曲線の傾きを利用して、実測のウェブ部錆厚を用いて、50年後、100年後の予測錆厚を求めた。予測錆厚と飛来塩分量との関係を図9に示す。また、近似曲線関数 $Y=AX^B$ は最小二乗法により算出した。図から、飛来塩分量 0.05mdd 以下では100年後も錆厚 $200\mu\text{m}$ 以下であり、評点5と正常であると予測される。一方、飛来塩分量 0.05mdd 以上では、100年後も錆厚 $400\mu\text{m}$ 以下と正常な範囲である場合と、50年後には要観察の評点2、100年後には異常の評点1になると予測した。

4. まとめ

- 1) 飛来塩分量が 0.05mdd 以下の構造部位では腐食がほとんど見られず、評点4、5であった。一方、飛来塩分量 0.05mdd 以上の構造部位ではウェブ部は評点3~5であったが、下フランジ上部のほとんどが要観察の評点2であった。
 - 2) 耐候性鋼センサーの錆厚から算出した実橋のウェブ部予測錆厚は、飛来塩分量 0.05mdd 以下は100年後も予測錆厚 $200\mu\text{m}$ 以下であり、評点5であった。また、飛来塩分量 0.05mdd 以上は50年後、100年後ともに錆厚が $400\mu\text{m}$ 以下、評点3~5である場合と、50年後には錆厚約 $750\mu\text{m}$ 、100年後には錆厚約 $1600\mu\text{m}$ となり、要観察、異常の評点2、1である場合とそれぞれなった。
- 以上のことより、耐候性鋼の合理的な適用法を下記に示す。
- 飛来塩分量 0.15mdd 程度以内の場合、ウェブ部は無塗装耐候性鋼を適用し、下フランジ上部は塗装を施す。
 - なお、上記は桁中間部の場合であり、桁端部の検証は今後の課題とする。

参考文献

- 1) 道路橋示方書：平成14年3月
- 2) 紀平寛：耐候性向上の安定さび形成状況評価と診断、材料と環境、Vol.48、

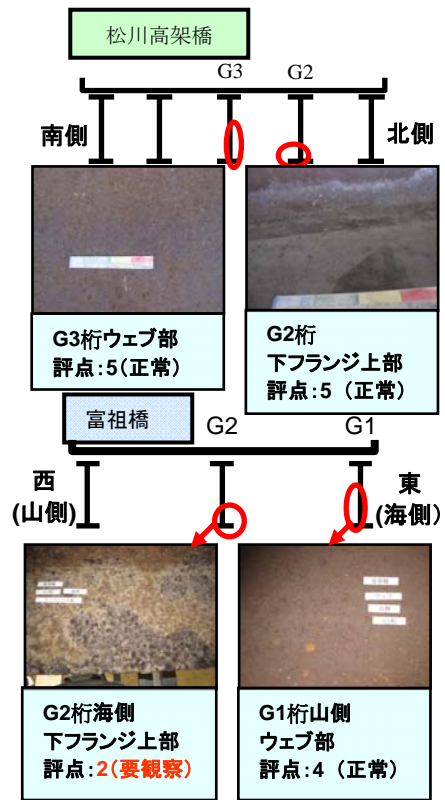


図6 構造部の外観写真と評点

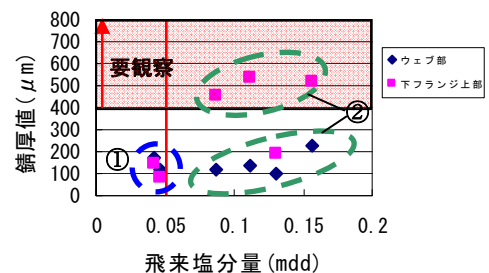


図7 飛来塩分量と各構造部の錆厚との関係

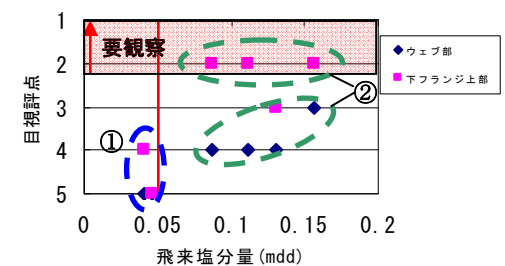


図8 飛来塩分量と各構造部の外観評点との関係

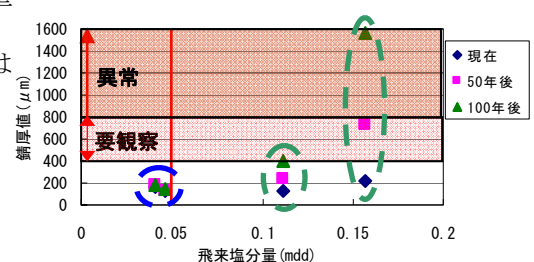


図9 飛来塩分量とウェブ部予測錆厚との関係