

耐候性鋼橋梁桁内の濡れと腐食状況の関係

松江工業高等専門学校専攻科	学生会員	○後藤和也
松江工業高等専門学校	正会員	武邊勝道
松江工業高等専門学校	正会員	大屋 誠
松江工業高等専門学校	正会員	広瀬 望
山口大学大学院	正会員	麻生稔彦
㈱四電技術コンサルタント	正会員	三浦正純

1. はじめに

耐候性鋼橋梁とは、腐食速度を低減させることを特徴とする高い防食性を示す橋梁である。しかし、普通鋼材に比べて緻密なさびが形成されやすい耐候性鋼材であっても、時間の経過とともにさびは確実に進行するので、供用期間中の腐食環境や鋼材の腐食減耗量を維持管理の過程で正しく評価することが重要である¹⁾。腐食の原因の代表的なものは鋼板面に付着した塩分と水分による濡れである²⁾。今回は特にこの濡れに着目した。腐食の進行は場所により異なる可能性があるため、ピアからの距離に着目して橋梁桁鋼板面の濡れの生じる条件と腐食状況について調査した。



図 1 調査地 (Google map より)

2. 計測方法

調査対象は島根県出雲市大津町の出雲バイパスに架設されている耐候性鋼を桁とする橋軸方向が東西の高架橋である (図 2)。計測項目は、鋼板面温度、気温、湿度、ACM センサーおよび濡れ計測器を用いた濡れ、ドライガーゼ法による飛来塩分量、ワッペン曝露試験によるさび厚である。機器の設置場所は桁内のピアに近い場所 (A 地点) と、ピアから約 10m 西へ離れた場所 (B 地点) の 2 か所である。調査は 2011 年 6 月 9 日から始め、現在も進行中である。



図 2 調査橋梁

2.1. 濡れの計測

ACM センサーを北側の桁の桁内側 web 面下部に設置した (図 3)。ACM センサーでは、表面の Ag-Fe 電池の部分で腐食に伴う酸化還元反応が起こると電流が発生する。Ag と Fe は細いスリットで絶縁されているので、腐食電流の発生は両極が水分によって電通したことを意味し、すなわちセンサー面が濡れたと判断される。10 分おきに計測される腐食電流値から ACM センサーの濡れを調査した。このセンサーの濡れは鋼板面の濡れを間接的に表していると考えられる。また、ACM センサーの傍において濡れ計測器の電極を鋼板面に直接設置した (図 3)。鋼板面に濡れ計測器の 2 つの電極を接触させ、電流を流し、電極間の抵抗値を計測した。さびは絶縁体であると考えられるので、電流が流れて抵抗値が下がる場合は、さびが濡

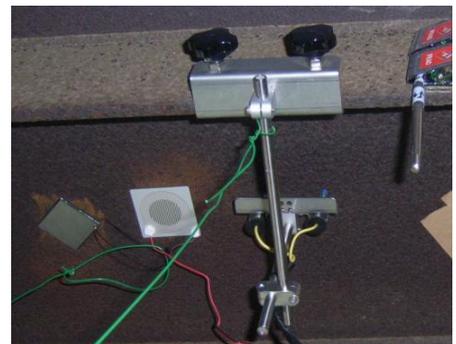


図 3 機器設置の様子

れてさび中の水分によって電通したと判断される。4分おきに計測する抵抗値から、鋼板面が濡れているか否かを直接的に調査した。

2.2. その他の計測

(1) 鋼板面温度、気温、湿度の計測

北側の桁の、A地点のweb面上部及び下部、及びB地点のweb面下部の3か所の鋼板面温度を計測した。また、A、B地点のweb面下部近傍の空気の温度を計測した。加えてピアに近い検査路上で気温、湿度の観測を行った。

(2) 飛来塩分量

ドライガーゼ法で分析した。捕集用のガーゼは橋軸に対し垂直で桁内のものと、橋軸方向に対し平行で桁外のをA、B地点にそれぞれ設置した。

(3) さび厚

曝露試験片(50mm四方のJIS SMA鋼材)をA、B地点にそれぞれ1つつ設置し、電磁膜厚計を用いてさび厚を計測した。

3. 結果

3.1. ACMセンサー

ACMセンサーの腐食電流値は、夏季には変化に乏しく、秋季から冬季には変化に富んでいた。腐食電流値の値は季節や日によって違うものの、一般的には電流値の上昇と下降が交互に繰り返される。また、腐食電流値はA地点の方が高い(図4)。10月中旬から11月中旬を例にとると、腐食電流値は8時前後から15時前後まで下降を続ける。その後電流値は上昇し、以降翌日8時前後まで電流値が高い状態が続く。

3.2. 濡れ計測器

抵抗値の値は季節や日によって違うものの、ACMセンサーと逆に値の上昇と下降が交互に繰り返される(図5)。10月中旬から11月中旬を例にとると、抵抗値は9時前後から12時半頃まで上昇する。その後15時前後から抵抗値は下降し、翌日9時前後まで抵抗値が低い状態が続く。

3.3. 温湿度計

計測した温湿度を基に露点温度を算出し、鋼板面温度と比較した(図6, 7, 8)。露点温度と鋼板面温度の差は夜間に小さくなり、明け方になると最も小さくなる傾

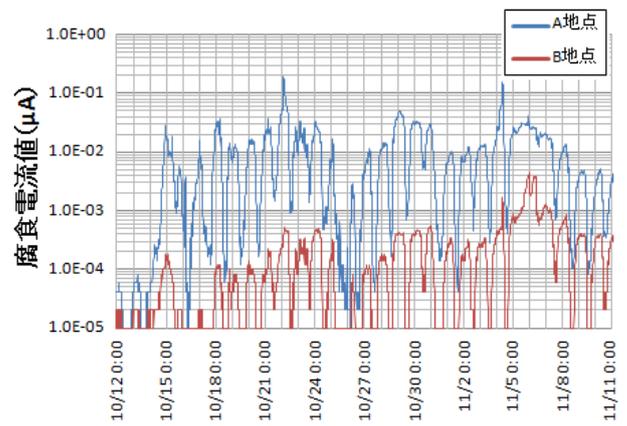


図4 ACMセンサーの腐食電流値

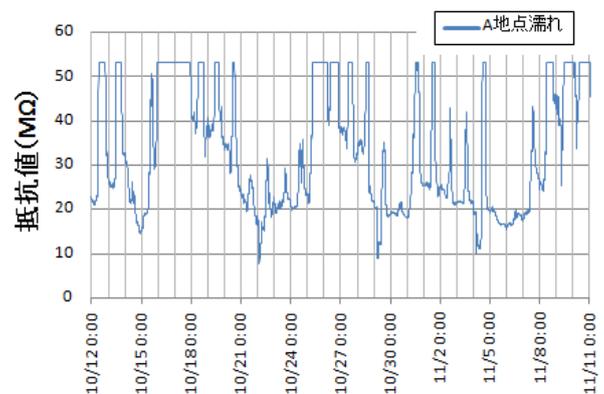


図5 A地点の濡れ計測結果

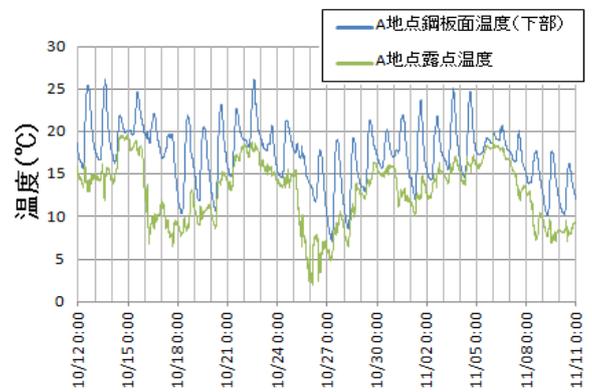


図6 A地点の露点温度と鋼板面温度の比較

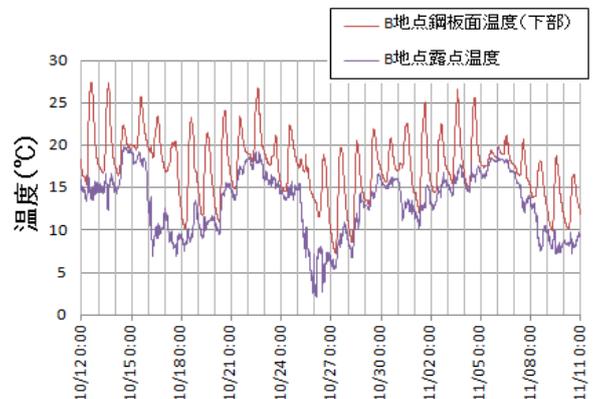


図7 B地点の露点温度と鋼板面温度の比較

向がある。それに対して日中はその差が大きくなる傾向がある。鋼板面温度が露点温度を下回ることが少なく1ヶ月間に数回観測される程度である。

3.4. 飛来塩分量

いずれの月もA地点での飛来塩分量が多い(図9)。また8月から1月に向かってA地点とB地点の飛来塩分量の差がより大きくなる傾向がある。

3.5. さび厚、鋼板面の腐食

9か月後の時点で、試験片の光沢はA地点に設置したものが少なく、平均のさび厚も厚かった。また、鋼板面のさびは、A地点の方がうろこ状のものが多く、以上よりA地点の方が、さびがより進行しやすいことが分かった。

4. 考察

ACMセンサーの腐食電流値の上昇と鋼板面の抵抗値の低下は、ほぼ同時刻に起こっていることから、共に鋼板面の濡れを表していると考えられる。湿度の上昇は空気及び鋼板面温度の低下と伴っており、その際に濡れが生じている。これは温度が低下することで、飽和水蒸気量の減少とともに湿度が上昇し、鋼板面が結露しやすくなったことを反映していると考えられる。逆に湿度の低下は、空気及び鋼板面温度の上昇と伴っており、その際に鋼板面が乾燥し始める。これは温度が上昇することで、飽和水蒸気量の増加とともに湿度が低下し、鋼板面が結露しにくくなったためと考えられる。

湿度の上昇は鋼板面の濡れを伴っているが、鋼板面温度は露点温度以下にほとんどなっていないため、空気の露点温度と鋼板面温度の差のみが原因で結露が生じたとは考えにくい。付着塩分(NaCl)の存在下では、相対湿度約80%を超えると急激に結露が進行することが知られている³⁾。よって湿度の上昇に加えて塩分の潮解性が原因で鋼板面の濡れは発生したと考えられる。

A地点とB地点を比較すると、鋼板面温度と露点温度の差には明確な違いがないにも関わらず(図6, 7)、A地点の方が濡れていることが分かる(図4)。これは飛来塩分量の値がA地点の方が大きく、付着塩分の潮解性の影響が、B地点より大きいためと考えられる。そのことを反映して、A地点のワッペン曝露試験片および鋼板面の腐食がより進行したものと考えられる。

5. まとめ

島根県出雲市大津町の出雲バイパスに架設されている耐候性鋼橋梁について、桁内鋼板面の濡れの生じる条件と腐食状況について調査を行った。調査方法はACMセンサーと濡れ計測機を用いた桁鋼板の濡れの計測、温度と湿度の計測、ワッペン曝露試験である。その結果、濡れには湿度と飛来塩分量が大きく関係しており、またそれらは腐食にも影響していることが分かった。

参考文献

- 1) (社)JSCC テクニカルレポート No.86, P.159, (2009)
- 2) 藤井哲雄：初歩から学ぶ防錆の科学(工業調査会), P.203, (2001)
- 3) 大城戸忍, 石川雄一：材料と環境, 47, 173, (1998)

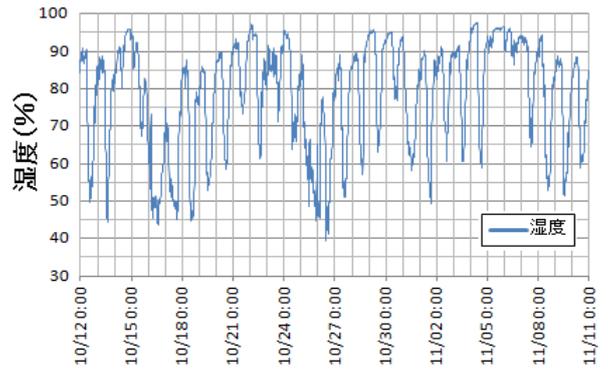


図8 ピアよりの検査路湿度

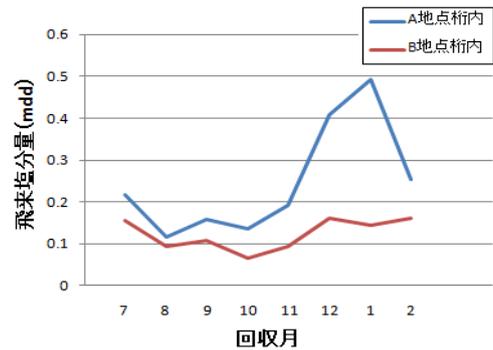


図9 飛来塩分量(桁内)