ACM センサを利用した橋梁桁内の局部環境観測

松江工業高等専門学校	学生会員	○大田　隼也	松江工業高等専門学校	正会員	大屋　誠
	学生会員	安達　良		正会員	武邊　勝道
西日本旅客鉄道株式会社	非会員	願永　留美子	山口大学大学院	正会員	麻生　稔彦
松江工業高等専門学校	学生会員	北川　直樹	株式会社ウエスコ	正会員	松崎　靖彦
株式会社イズコン	非会員	安食　正太			

1. はじめに

維持管理コストの削減が叫ばれている昨今，橋梁の分野でもミニマムメンテナス橋として耐候性鋼橋梁が多くの地域に架橋されている。これは耐候性鋼材が高い耐食性を持つために無塗装で使用でき，維持管理費を低減できる利点のためである。しかし，耐候性鋼材の耐食性は建設地域の環境によって大きく左右される。例えば付着する塩分が多い場合や乾燥する時間が極端に少ない場合，本来の耐食性を発揮しないことがある。そのため，耐候性鋼橋梁が適用できる環境であるかを事前に十分調査する必要がある。本研究では ACM センサを利用し，鋼材に付着する塩分と温度と湿度に基づき松江市大橋川周辺の腐食環境について議論する。

2. 調査概要

松江第五大橋渡河部の約 10mの櫓上の百葉箱中に設置した架台の上下面，渡河部から西 2.0km 地点にある橋梁桁内のウェブ面及び下フランジ上面に ACM センサを設置した。同地点には温湿度センサと風向・風速計を設置した。計測期間は 2006 年 11 月 11 日 12：00 から 2006 年 11 月 24 日 12：00 である。

3. ACM センサの原理

ACM センサは炭素鋼の上に絶縁ペーストを塗布し，絶縁ペーストを塗布しない箇所を円形状，スリット状に設け，その上に導電ペーストを塗布したものである(写真 1)。乾燥しているときは絶縁ペーストにより電気回路は遮断されているので腐食しないが，ACM センサの表面に雨天時または朝晩の結露によって水滴が付くと炭素鋼の腐食が始まる。

写真 1　ACM センサ

また，海塩が付着するとより腐食しやすい状態になる。このときに生じる腐食電流を記録し，そのデータを解析すると腐食減耗量と海塩付着量を求めることができる。

4. 計測結果

4.1 各地点の温湿度の比較

図 1 と図 2 に渡河部と橋梁桁内の温湿度の時間変化を松江気象台のアメダスデータと重ねて示した。X 軸の目盛り線は計測後 48 時間ごとの 12：00 を表す。

渡河部の気温は気象庁計測における気温に酷似している。湿度は気象庁計測より高く，夜間になると湿度が 90%を超える日が多い。橋梁桁内の温湿度は，計測箇所が橋の中であることを反映して気温が高く，気象庁計測の湿度よりも変化の幅が小さい。

4.2 ACM センサから得られる腐食電流と湿度の関係

温湿度は日変化しており，昼間には温度が上昇して湿度は下がり，夜間には温度が下がり湿度が上がる。平均的な湿度変化を示す10日目12:00から11日目12:00までの渡河部架台上面での腐食電流と湿度の相関図を図 3 に表した。10 日目 12:00 から図 3 中の A(時刻 15:00 頃) までは湿度は下がり，腐食電流も小さくなる。15:00 頃から深夜にかけて次第に湿度が上がり，それに伴って腐食電流も大きくなる。深夜の湿度は 100%程度になり，センサの表面は水滴に覆われていると考えられる。図 3 中の B（時刻 3:00 頃から）にかけては湿度があまり変化していないにも関わらず，電流値が低下しており，海塩付着量が低下していることがわかる。このことは付着した海塩が水滴で洗い流されていることを反映していると考えられる。以上のことから海塩付着量は日変化していることがわかる。

4.3 鋼板のぬれ時間

ACM センサから得られる腐食電流の大きさは降雨時と結露時とで異なるため，結露・乾燥，降雨の各期間を検出できる。そこで各地点の結露時間(T_{dew})，乾燥時間(T_{dry})，降雨時間(T_{rain})を示したのが表 1 である。ぬれ時間(TOW:Time Of Wetness)は結露時間に降雨時間を加えたものである。表 1 から渡河部，橋梁桁内ともに乾燥時間がない。常に鋼材が濡れていることから腐食しやすい環境といえる。

キーワード：耐候性鋼，ACM センサ
連絡先：〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4 TEL0852-36-5182

4.4 腐食減耗量予測

ACM センサの出力から得られる日平均電気量 Q[C/day]から腐食速さ CR[mm/y]を下記の式より求めることできる。[1]

$$\log CR=0.378\log Q-0.636 \quad (1)$$

本計測結果から各地点の日平均電気量 Q[C/day]を求め，式(1)より腐食速さ CR[mm/y]を計算した。各地点の腐食速さを表 2 に示す。

設計供用期間 100 年に対応する適用環境限界内での片側累積腐食量は 0.5mm とされている[2]ので，渡河部は特に腐食しやすい環境といえる。

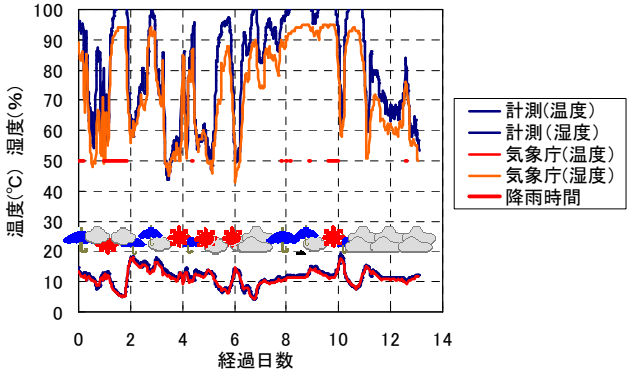

図 1 渡河部の温湿度の時間変化

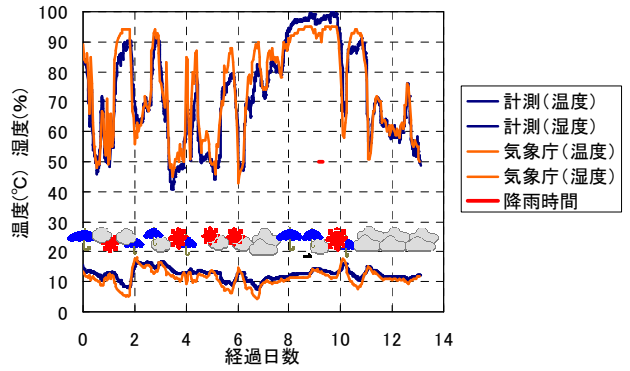

図 2 橋梁桁内の温湿度の時間変化

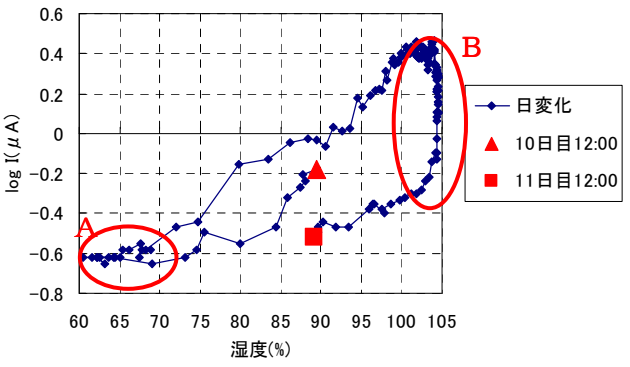

図 3 腐食電流と湿度の関係

しかし，橋梁桁内のウェブ面の腐食環境は渡河部の腐食環境と比較すると穏やかで，渡河部の腐食速さの 30 分の 1 程度である。桁内と桁外では腐食環境が大きく異なると考えられる。ただし，今回示した腐食速さは炭素鋼から求めた値であるため，そのまま耐候性鋼材の腐食速さを意味しない。耐候性鋼材の腐食速さへの換算方法については今後さらに研究を進める必要がある。

5. まとめ

渡河部櫓上の百葉箱中に設置した架台の上下面，橋梁桁内のウェブ面，下フランジ上面に ACM センサと温湿度計とともに風向・風速計を設置して経過観測を行った。

松江市大橋川周辺は夜間に湿度が高く乾燥時間が極めて少ないことから，腐食しやすい環境といえる。しかし，橋梁桁内の腐食環境は湿度が低い点や腐食減耗量予測の点から渡河部と比較すると穏やかであるといえる。また腐食電流と湿度の関係から鋼材に付着する海塩は日変化していることがわかった。

謝辞

本研究は，島根県高規格道路事務所との共同研究の一部として行った。

参考文献

[1] 押川渡ほか:雨がかりのない条件下に暴露された炭素鋼と腐食速度とACMセンサ出力との関係，材料と環境，pp398-403，2002.

[2] (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説，(Ⅰ)共通編，(Ⅱ)鋼橋編，2002.3.

表 1 各地点のぬれ時間

	$T_{dew}+T_{rain}$ 〔h〕	T_{dry} 〔h〕
渡河部 架台上面	315	0
渡河部 架台下面	315	0
橋梁桁内 ウェブ面	315	0
橋梁桁内下ﾌﾗﾝｼﾞ上面	315	0

表 2 各地点の腐食速さ

	CR 〔mm/y〕
渡河部 架台上面	0.0642
渡河部 架台下面	0.0652
橋梁桁内 ウェブ面	0.00198