

耐候性鋼無塗装橋梁の大気ミクロ腐食環境と錆生成状況に関する調査

長崎大学工学部 正 会 員 中村聖三 長崎大学大学院 学生会員 ○吉竹 亮
長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

1. はじめに

近年、耐候性鋼無塗装橋梁の採用は増加傾向にある¹⁾が、既設橋梁の実態は必ずしも明確ではない。特に、実橋における錆の生成状況と環境条件との相関を詳細に調査した事例は少ない。また、鋼材の暴露試験の結果と実橋の状況との対応についても、現状ではデータが不足している。そこで本研究では、耐候性鋼橋梁の各部材・部位における腐食環境と錆生成状況等の相関関係を把握することを目的として、対象橋梁（耐候性鋼無塗装橋梁）の各部材・部位における大気ミクロ腐食環境の調査を行った。また、このモニタリング位置の近傍に鋼板試験片を設置し、錆厚と鋼板の表面状況の変化を調査した。

2. 調査対象橋梁

調査対象橋梁は、田園地帯に位置している耐候性鋼無塗装橋梁である。本橋は 1989 年に架設され、スパン 33.1m、総幅員 10.5m で 4 主桁を有する裸仕様の単純鋼桁橋（写真 1）である。東西方向に架けられており、桁下空間は約 4m で、離岸距離は約 4.5km である。

3. 調査概要

各主桁の桁端付近に ACM センサ、USB 温湿度データロガー、ワッペン試験片を設置する。各機器の設置状況を図 1 に示す。ワッペン試験片とはアクリル板に、普通鋼および耐候性鋼（以下、普通鋼:C、耐候性鋼:W とする）の試験片（横 60mm、縦 60mm、厚さ 4mm）を両面テープで貼り付けたものである。また、ACM データロガーは市販の小型プレファブ物置に収納し、雨がかりのない橋台上に置く。各ワッペン試験片の表面状況の写真撮影を行うとともに、中央部の錆厚を電磁膜厚計で 11 回測定し、その平均値および標準偏差を算出する。調査期間は 2009 年 6 月からの 24 ヶ月とする。調査期間終了時には試験片を回収し、腐食減耗量を調査する。

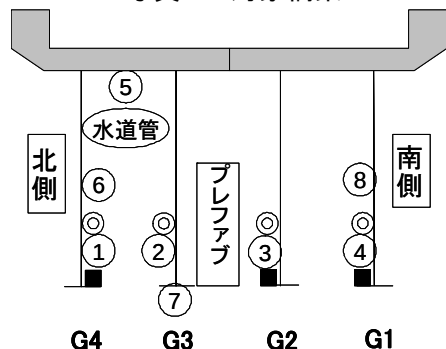
4. 調査結果

4.1 各部位の温度と湿度の比較

表 1 に調査開始から約 18 ヶ月間の各部位における平均温湿度を示す。G1 桁内側、G4 桁内側はいずれも外桁内面であるが、温度は G1 桁内側の方が高く、湿度は G4 桁内側の方が高い。これは、G4 桁は北側に位置しており日当たりが悪いこと、G4・G3 桁間には水道管が通っており管の温度が気温より相対的に低くなった際に結露が発生すること等が原因として考えられる。



写真 1 対象橋梁



◎ : ACM センサ
■ : USB 温湿度データロガー
○ : ワッペン試験片（中の数字は試験片 No.を示す）

図 1 各装置の設置状況

表 1 各部位の平均温湿度

部位	温度 (°C)	湿度 (%)
G4 桁内側 (北側)	18.3	77.9
G3・G2 桁	19.3	76.7
G1 桁内側 (南側)	19.9	73.7

表 2 ACM センサ出力電流と ISO 方式による濡れ時間

部位	ACM センサ出力電流		ISO 規定	
	濡れ時間 (hour)	割合 (%)	濡れ時間 (hour)	割合 (%)
G4 桁内側	417.2	3.57	6325	54.1
G3 桁	294.8	2.52		
G2 桁	590.5	5.05	5476	46.8
G1 桁内側	22.1	0.19	5011	42.8

キーワード：腐食，錆生成，腐食電流値，温湿度，濡れ時間

連絡先：〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 Tel:095-819-2613

4.2 ACM センサ出力電流と ISO 方式による濡れ時間の比較

前節と同様、約 18 ヶ月間における ACM センサ出力電流による濡れ時間²⁾と ISO 規定による濡れ時間を表 2 に示す。G1 桁内側は、両濡れ時間とも他の部位より小さいことが分かる。これは他部位に比べて湿度が低いことにより ACM センサによる出力電流が流れにくくなったためと考えられる。また、G4 桁内側の湿度は他の部位より比較的高かったが、ACM センサにおける濡れ時間は内側に位置している G2 桁より小さい値になっている。

4.3 ACM センサによる濡れ時間と気象条件との関係

図 2 に、代表例として G2 桁の ACM センサによる濡れ時間と平均湿度の経時変化を示し、図 3 に調査地点から最寄りの気象観測所における気象データ³⁾から得られた調査期間の降水量を示す。降水量、濡れ時間、平均湿度の経時変化を比較してみると、降水量に伴い平均湿度は概ね増加しており、濡れ時間は平均湿度に伴い増減しているといえる。また、濡れ時間に関して、夏季と冬季を比較してみると、夏季のほうがより大きな値を示していることがわかる。これは冬季に比べ夏季は、降水量が多いことが原因であると考えられる。

4.4 試験片の表面状況

今回の調査で生成された錆が最大となった試験片 No.7 (C : 37.5 μ m, W : 23.2 μ m) の表面状況を写真 2 に示す。写真からも明らかに分かるように、試験片 No.7 において顕著な錆粒子は見られなかった。他の試験片に関しても、表面に顕著な錆粒子がみられたものは存在しなかった。

5. まとめ

これまでの調査で、対象橋梁の各部位で温湿度が異なることが確認でき、ACM センサ出力電流による濡れ時間と ISO 規定による濡れ時間とは差が見られ、夏季と冬季では ACM センサの濡れ時間に変化があることが明らかになった。3. に記したように、今後、試験片を回収して腐食減耗量を算定し、錆厚測定結果との整合性を確かめるとともに、環境条件と錆生成状況との相関関係をより明確化していきたい。

[参考文献]

- 1) (社) 日本橋梁建設協会：耐候性鋼橋梁の実績，2007
- 2) 元田ら：海洋性大気環境の腐食性評価のための ACM 型腐食センサ，Vol.43, No.10, pp.550-556, 1994
- 3) 国土交通省 気象庁 (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- 4) 押川ら：雨がかりがない条件下に暴露された炭素鋼の腐食速度と ACM センサ出力との関係，Vol.51, No.9, pp.389-403, 2002

表 3 各 ACM センサの日平均電気量

部位	日平均電気量 Q (C/day)
G4 桁内側	2.46×10^{-4}
G3 桁	6.87×10^{-4}
G2 桁	30.9×10^{-4}
G1 桁内側	0.47×10^{-4}

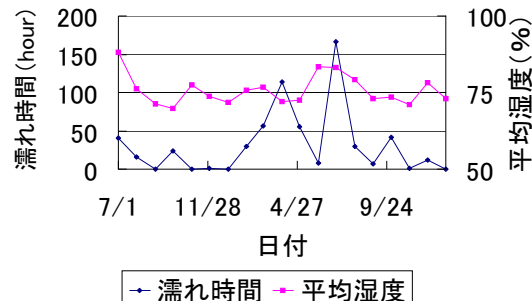


図 2 濡れ時間と平均湿度の経時変化

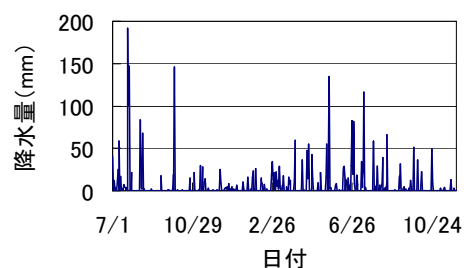
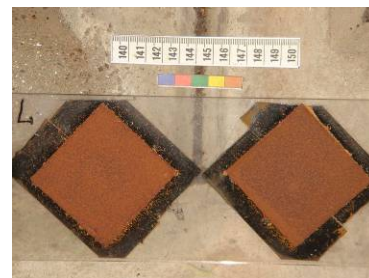


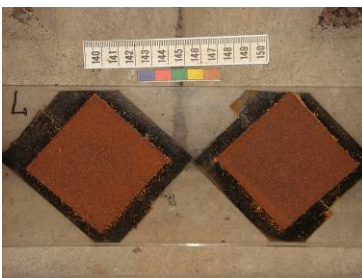
図 3 降水量の経時変化



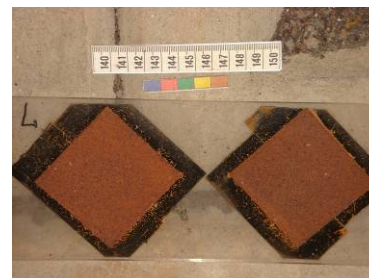
(a) 調査開始日



(b) 6 ヶ月目



(c) 12 ヶ月目



(d) 18 ヶ月目

(左 : W, 右 : C)

写真 2 試験片 No. 7 の表面状況