

耐候性鋼橋梁の大気マイ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・部位における大気マイ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。ACMセンサにより腐食電流を、USB温湿度データロガーにより温度と湿度を、一定の時間間隔で測定・記録する。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。

4. 調査結果

4.1 ACM出力電流と気象環境との関係

代表例として、G3桁におけるACMセンサ出力値と湿度の経時変化を図2に示す。また、調査地点から最寄りの気象観測所における気象データ²⁾から得られた調査期間の降水量を図3に示す。降水量とG3桁の出力電流と湿度の経時変化を比較してみると、降水量に伴い湿度も増加しており、出力電流は湿度が高い時に大きな値を示していることがわかる。他部位に関しても同様の傾向が認められた。



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

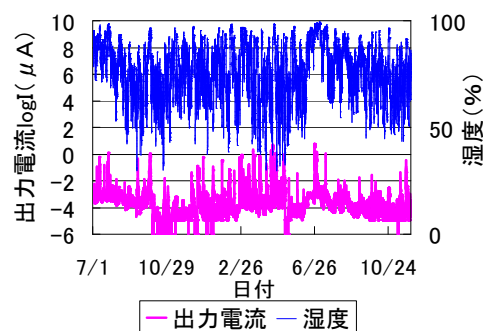


図2 出力電流と湿度の経時変化

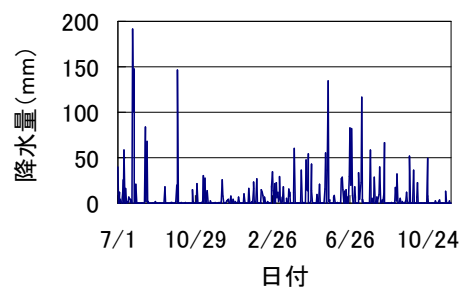


図3 降水量の経時変化

4.2 各部位の温度と湿度の比較

表1に各部位の平均温湿度を示す。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。

4.3 ACM センサ出力電流と ISO 方式による濡れ時間の比較

ACM センサ出力電流による濡れ時間³⁾とISO 規定による濡れ時間を表2に示す。G1桁内側は、どちらの濡れ時間も他の部位と比較して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。

4.4 ACM センサ出力電流と生成された錆厚の関係

各 ACM センサの出力電流より日平均電気量 $Q(\text{C/day})$ を算出⁴⁾した結果を表3に示す。日平均電気量が大きい順に G2 桁、G3 桁、G4 桁内側、G1 桁内側となっているが、これは4.3の ACM センサ出力電流による濡れ時間の順と異なる。また、図4において、湿度が比較的高いが腐食電流が流れにくい G4 桁内側の試験片 No.1 と、湿度が G4 桁内側より低い腐食電流が流れやすい G2 桁の試験片 No.3 における錆厚を比較してみると、普通鋼 C、耐候性鋼 W とともに、G2 桁内側の試験片 No.3 の生成された錆（最後の計測日と最初の計測日の差）の方が、大きくなっていることが確認できる。また、一例として図5に、試験片 No.3 における W の錆厚分布を正規分布と比較して示しているが、概ね正規分布とみなして良いと考えられる。また、今回の調査では、表面に顕著な錆粒子がみられたワッペン試験片はなかった。

5. まとめ

ACM センサ出力における濡れ時間が長い部位は、必ずしも ISO 規定による濡れ時間が長いとは限らないが、ACM センサの出力電流が高いと錆が生成されやすいということ、同じ橋梁でも部位によって温湿度が異なることが確認できた。今後6月まで調査を継続した後、試験片を回収して錆を除去し、重量から腐食減耗量を算定する。そこで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) 国土交通省 気象庁 (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)

3) 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

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1 各部位の平均温湿度

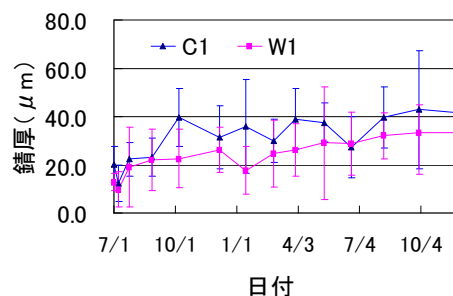
部位	温度 (°C)	湿度 (%)
G4 桁内側	18.3	77.9
G3・G2 桁	19.3	76.7
G1 桁内側	19.9	73.7

表2 ACM センサ出力電流と ISO 方式による濡れ時間

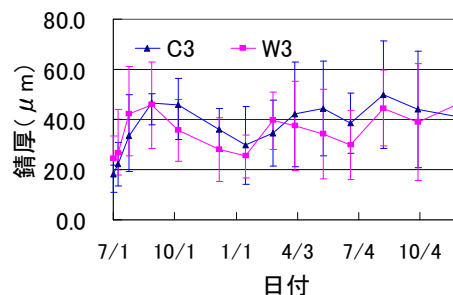
部位	ACM センサ出力電流		ISO 規定	
	濡れ時間 (hour)	割合 (%)	濡れ時間 (hour)	割合 (%)
G4 桁内側	417.2	3.57	6325	54.1
G3 桁	294.8	2.52		
G2 桁	590.5	5.05	5476	46.8
G1 桁内側	22.1	0.19	5011	42.8

表3 各 ACM センサの日平均電気量

部位	日平均電気量 $Q (\text{C/day})$
G4 桁内側	2.46×10^{-4}
G3 桁	6.87×10^{-4}
G2 桁	3.09×10^{-3}
G1 桁内側	4.74×10^{-5}



(a) ワッペン試験片 No. 1



(b) ワッペン試験片 No. 3

図4 錆厚の経時変化

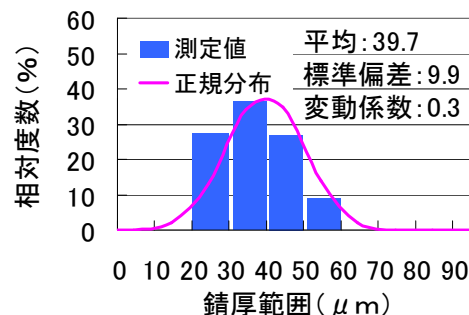


図5 錆厚の相対度数の例