

## 長崎県における耐候性鋼無塗装橋梁の腐食環境調査

長崎大学工学部 学生会員 吉竹 亮 長崎大学工学部 正会員 中村聖三  
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、本研究では実橋における腐食環境の定量化を目的とし、ある耐候性鋼橋梁の各部材・部位における大気ミクロ腐食環境と腐食挙動の相関関係を調査する。本文では2009年7月1日から12月5日までの約5ヶ月間の調査結果について報告する。



写真-1 対象橋梁

### 2. 調査対象橋梁

本研究では、長崎県諫早市の平地の田園地帯に位置している耐候性鋼無塗装橋梁を調査対象とする。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4.5kmである。

### 3. 調査概要

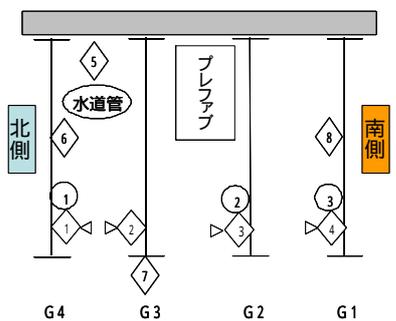
雨がかりのない各主桁の桁端付近にワッペン試験片、ACM センサ、USB 温湿度計を図-1のように設置し計測を行う。ACM センサは試験片1, 2, 3, 4に隣接して設置されている。また、ワッペン試験片とは、縦6cm、横6cm、厚さが約4mmの耐候性鋼、普通鋼の暴露試験片であり、表-1に各試験片の設置位置を示す。データロガーは、市販の小型プレファブ物置内に入れ、G2・G3桁間に置く。ACM センサの寿命に合わせ、2ヶ月程度の間隔でACM センサ、バッテリー等の取替えを行う。その際、各ワッペン試験体の中央部の錆厚を11回電磁膜厚計で測定し、その平均値および標準偏差を算出する。

### 4. 調査結果

#### 4.1 腐食電流と湿度の経時変化

計測期間（7月1日から12月5日まで）におけるACM センサから得られた腐食電流と湿度の経時変化に着目する。計測地点から最寄りの気象観測所の気象データ<sup>1)</sup>から得られた計測期間の降水量を図-2に示す。ここで、G4桁とG1桁、G3桁とG2桁の腐食電流と湿度の挙動は類似しているため、紙面の制約上、G4桁とG3桁の腐食電流と湿度の経時変化のみを図-3に示す。図-2, 3より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確認できる。

10月9日付近で各ACM センサの出力が小さくなっている。これは、この時期に全てのACM センサを交換したことにより、有意なデータを出力するのに時間を要したことが原因だと考えられる。また、図-3より、G4桁の腐食電流値の方が大きく変化している。このことから、G4桁内側の方がG3桁側よりも、乾湿がより行われていることが分かる。



○: USB 温湿度計  
◇: ACM センサ  
◇: ワッペン試験体  
(中の数字は試験体 No.)

図-1 各装置の設置状況

表-1 各試験片の位置(cm)

試験片No.	下フランジ 上面から	桁端から
1	25	110.2
2	2.0	150.0
3	2.0	150.2
4	2.5	183.0
5	184.0	0
6	46.2	405.3
7	-2.0	466.7
8	44.0	531.0

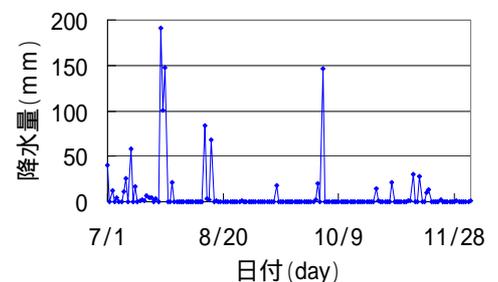


図-2 気象データによる降水量の経時変化 (7/1 ~ 12/5)

4.2 腐食電流の電気量と錆厚の比較

2009年7月1日から12月6日までの期間における各試験片の錆厚の変化と生成された錆厚に着目する(表-2)。ここで、生成された錆厚とは7月1日と12月6日との測定値の差を意味する。表-2より、下フランジ下面に設置されている試験片No.7、G4・G3桁間の端横桁にあるNo.5、G4桁のNo.6におけるそれぞれの試験片の生成された錆厚が比較的大きいことが分かる。一方で、外桁の下部に設置されている試験片No.1、4の生成された錆厚が比較的小さいことが分かる。またACMセンサの腐食電流値の日平均電気量は、大きい順にACM3、2、1、4となっている(表-3)。ここで、ACMセンサ付近の試験片に着目すると、生成された錆厚が大きい順に、普通鋼では試験片3、2、1、4となり、耐候性鋼では試験片2、1、3、4である。ACM4付近の試験片の生成された錆厚は、普通鋼、耐候性鋼ともに最も小さい値を示している。

これは、試験体4が設置されている部位は、他のACMセンサが設置されている3部位に比べて湿度が低いために、腐食電流の出力値も低く、比較的錆が発生しにくい状況であったことが考えられる。

4.3 ISO規定のぬれ時間の算出

USB温湿度計から出力される温度、湿度からISO規定(温度0以上、湿度80%以上)で、各部位のぬれ時間を算出する。計測期間中に温度が0以下を記録したデータが無いことから、USB1のあるG4桁内側は、他のUSBがある2部位に比べて湿度80%以上のデータを多く出力した。この原因として、G4側は北側に位置し比較的日当たりが悪い上に、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いため結露が発生し、湿度が他の2部位と比較して高いことが考えられる。

5. まとめ

計測期間における腐食電流値と錆厚の関係から、出力値が最も小さいACM4付近の試験体4の生成された錆厚は、最も小さいことが確認された。また、ぬれ時間よりG4桁内側、G3・2桁間、G1桁内側の順に湿度が高いことが確認された。今後も計測を継続して行い、環境条件と錆厚との相関関係をより明確にしていきたいと考えている。

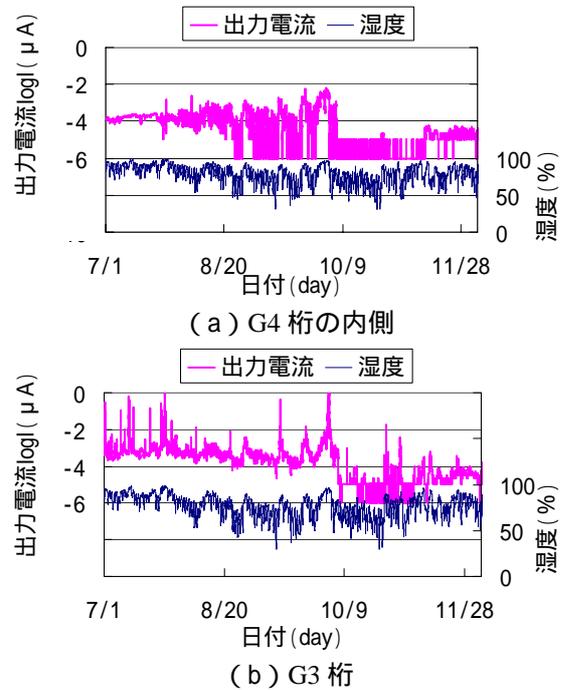


図-3 各ACMセンサの出力と湿度の関係

表-2 各試験片における錆厚の変化(C:普通鋼, W:耐候性鋼)

試験片No.	1		2		3		4	
	C	W	C	W	C	W	C	W
計測日	C	W	C	W	C	W	C	W
7月1日	203	129	18.7	22.0	18.2	24.3	13.4	8.1
7月8日	12.3	9.9	13.2	23.7	22.2	26.4	19.0	15.5
7月24日	22.3	19.1	22.8	53.6	33.4	42.1	32.4	23.1
8月27日	23.1	22.0	37.9	25.7	46.4	45.7	18.7	26.2
10月6日	39.7	22.6	24.2	37.0	45.9	35.7	17.0	11.8
12月6日	31.3	26.2	30.2	37.5	35.9	28.2	18.8	19.8
生成された錆	11.0	13.3	11.6	15.6	17.7	3.8	5.3	11.7

試験片No.	5		6		7		8	
	C	W	C	W	C	W	C	W
計測日	C	W	C	W	C	W	C	W
7月1日	14.0	17.3	11.8	15.7	16.4	28.7	12.7	11.3
7月8日	11.8	19.4	17.9	15.5	26.0	31.0	19.1	16.1
7月24日	29.0	28.5	23.5	21.2	34.5	43.2	24.9	24.5
8月27日	27.9	38.9	25.1	28.0	44.1	41.9	30.9	24.8
10月6日	32.4	26.5	36.8	29.3	44.3	52.6	28.3	27.7
12月6日	33.2	35.5	46.3	31.4	45.5	53.1	29.8	28.2
生成された錆	19.2	18.2	34.5	15.7	29.1	24.4	17.1	16.9

表-3 各ACMセンサの積算電気量と日平均電気量 (7月1日~12月5日)

	ACM1 (G4桁内側)	ACM2 (G3桁)	ACM3 (G2桁)	ACM4 (G1桁内側)
積算電気量(Q)	3.15E-03	2.77E-02	5.12E-01	4.74E-04
日平均電気量(Q/day)	2.00E-05	1.76E-04	3.24E-03	3.00E-06

表-4 ISO規定によるぬれ時間

	USB1 (G4桁内側)	USB2 (G3, 2桁間)	USB3 (G1桁内側)
データ数(個)	4036	3374	3006
ぬれ時間(時間)	2018	1687	1503

[参考文献] 1) 国土交通省 気象庁 (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)  
 2) 廣門公二, 中村聖三, 高橋和雄: 長崎県における耐候性鋼無塗装橋梁の実態調査, 土木学会全国大会, 2006  
 3) 廣門公二, 中村聖三, 高橋和雄: 耐候性鋼梁における大気環境の腐食性評価, 土木学会全国大会, 2004