

耐候性鋼橋における ACM センサを用いた 1 年間の腐食環境評価

長崎大学工学部 正 会 員 中村聖三 高 田 機 工 (株) 正 会 員 廣門公二
 長崎大学大学院 学生会員 ○田中寿和 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄

1 はじめに

近年、我が国における耐候性鋼無塗装橋梁の採用が増加傾向にあるが、実橋における錆の生成状況と環境条件との相関を定量的に調査した事例は見当たらない。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未解明な点が多く、一般的な耐候性鋼を無塗装で問題なく使用するためのデータが不足しているのが現状である。そこで、部位によって錆の状態が著しく異なっていた橋梁を対象に、部位別の腐食環境を定量的に評価することを目的として、2004 年 6 月から 2005 年 6 月まで約 1 年間計測した。2005 年 3 月までの結果は既に報告している¹⁾が、本文ではそれ以降のデータを加え、考察した結果について述べる。

2 調査対象橋梁

測定対象はスパン 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)ある。東西方向に架けられており、平地の田園地帯に位置している。桁下には河川が流れておりその空間は約 4m である。離岸距離は 4.5km と飛来塩分の影響はないと考えられる。G1 側(南側)は錆の生成状況は良好であるといえるが、A1 橋台 G4 桁の外側下フランジの上面とウェブの立ち上がり部に層状剥離錆が発生している(写真-2)。その原因としては、G4 側の桁端と橋台との角度が鋭角になっており、さらにその周辺に植物が生えており風通しも悪く、湿気がたまりやすくなっていることが考えられる。また、伸縮装置の隙間から流れてきた水が桁を伝って流れた跡が認められ、これも原因の一つと考えられる。



写真-1 調査対象橋梁



写真-2 腐食状況

3 調査概要

今回の調査では、部位により錆の生成状況が異なる G4 桁の A1 橋台側支点近傍に着目し 1 年間の長期計測を行った。部位ごとの腐食環境を調査するため、温湿度センサおよび ACM 型腐食センサ(以下、ACM センサ)を図-1 に示すように設置した。温湿度センサにより温度および湿度を、ACM センサにより腐食電流をそれぞれ 10 分間隔で測定した。

4 調査結果

4.1 腐食電流値と降水量との関係

降雨があった場合、雨は外側のみに降りかかるためここでは桁の外側について着目する。ACM センサで測定された日平均腐食電流値と計測地点から最寄りの気象観測所の気象データより得られた日降水量を用い、降水量が 0mm の日を「降雨なし」、それ以外の日を「降雨あり」と場合分けを行い、それぞれにおける有意な腐食電流値を示した日の割合を表-1 に示す。

外側ウェブ、外側下フランジともに降雨がある場合に有意な腐食電流値が多く計測され、外側ウェブは降雨がない時期に鋼材表面が乾燥している事が考えられる。一方、外側下フランジではどちらの場合でも大きな割合で有意な腐食電流値が計測されている。その原因として降雨があると漏水が流れ込み、天候が回復しても

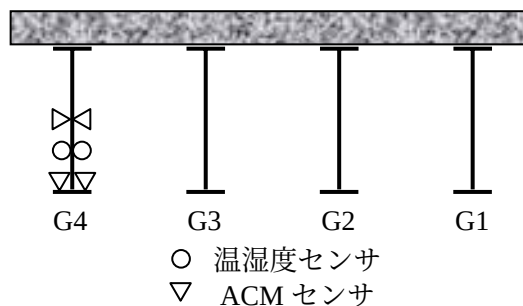


図-1 センサの設置位置

表-1 計測期間に対し有意な腐食電流値を示した日の割合

	外側ウェブ	外側下フランジ
降雨あり	7.1%	95.9%
降雨なし	2.6%	86.3%
全体	4.0%	88.7%

センサが乾かない状態が続く、常に高い電流値を示していると考えられる。このことから、本橋梁に発生している層状剥離錆は降雨による桁端からの漏水や湿気の滞留による水膜の形成が主な原因であると考えられる。また内側ウェブ、内側下フランジにおいても降雨がある場合、有意な腐食電流値の割合が大きくなっていた。これは降雨による湿度の増加によるものと考えられる。

4.2 腐食電流値と相対湿度との関係

ここでは桁の内側について着目し、ACM センサの出力電流と相対湿度の関係を図-2 に示す。図-2 より湿度が高いと腐食電流値も大きな値を示す事が確認できる。また文献 2)において、雨がかりのない恒湿槽中では湿度 30%~40%程度では、海塩粒子がある程度付着しなければ有意な腐食電流を示さないことが確認されており、内側ウェブ、内側下フランジでの腐食電流と湿度との関係から判断して、計測期間中には ACM センサ表面への海塩粒子の付着量は少ないと考えられる。

4.3 平均腐食速度の推定

測定された腐食電流から求められる日平均電気量 $Q(\text{C/day})$ と炭素鋼の腐食速度 $CR(\text{mm/year})$ との関係は、次式³⁾で表される。

$$\log CR(\text{mm/year}) = 0.378Q(\text{C/day}) - 0.636 \cdots (1)$$

(1)式の耐候性鋼への適用可能性を検討すること、および腐食環境を部位間で相対比較することを目的として、ここでは(1)式を用いて、計測期間において月別に日平均腐食速度を算出し、各部位におけるその推移を図-3 に示す。

外側下フランジの腐食速度は全ての期間で 0.2mm/year を超えている。他の部位については、 $0.003 \sim 0.04\text{mm/year}$ 程度の値であり、外側下フランジと比較すると極めて小さい。

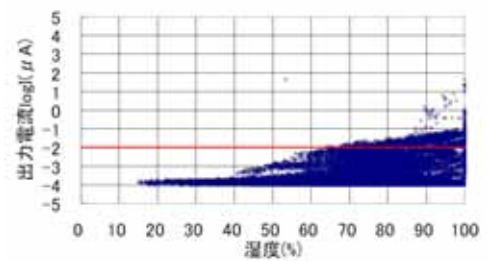
文献 4)において、耐候性鋼が適用可能な環境条件にて起きうる腐食減耗量は 100 年で片側 0.5mm 以内と予測されているが、どの部材もほとんどの期間でこの値を超えている。しかし、耐候性鋼の腐食速度は炭素鋼よりも小さくなると考えられるのに加え、外側下フランジ以外の錆の生成状況は良好であることから、(1)式は耐候性鋼の腐食速度の算出式として妥当とは言い難い。

5 まとめ

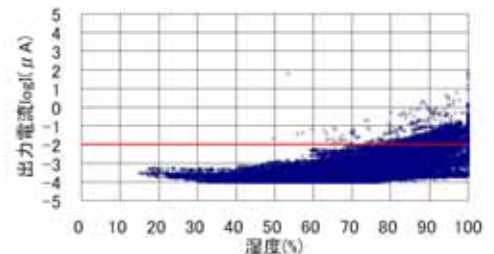
本橋では、外側下フランジでの腐食電流は他の部位よりも高い値を示し、有意な腐食電流が計測された割合も非常に大きいため、腐食が進行しやすい事が定量的に確認された。その主な原因は、降雨に伴う桁端からの漏水や湿気の滞留による水膜の形成であることが確認された。今後の課題として、算定された腐食速度自体は、実際の錆の生成状況と一致していないため、耐候性鋼に対する腐食速度の算出式の確立が望まれる。また、本橋梁における層状剥離錆生成の主原因が明らかになったため、それに対して何らかの対策を施し、その後の腐食環境調査も行いたいと考えている。

参考文献

- 1) 廣門公二, 中村聖三, 高橋和雄: 耐候性鋼橋における大気環境の腐食性評価, 土木学会全国大会, 2004
- 2) 元田慎一, 鈴木揚之助, 篠原正, 兒島洋一, 辻川茂男, 押川渡, 糸村昌祐, 福島敏郎, 出雲茂人: 海洋性大気環境の腐食性評価のための ACM 型腐食センサ, 材料と環境, Vol.43, No.10, pp.550-556, 1994
- 3) 押川渡, 糸村昌祐, 篠原正, 辻川茂男: 雨がかりのない条件下に暴露された炭素鋼の腐食速度と ACM 腐食センサ出力との関係, 材料と環境, Vol.51, No.9, pp.389-403, 2002
- 4) (社)鋼材倶楽部・(社)日本橋梁建設協会: 耐候性鋼の橋梁への適用, 2000.8



(a) 内側ウェブ



(b) 内側下フランジ

図-2 腐食電流と湿度の相関

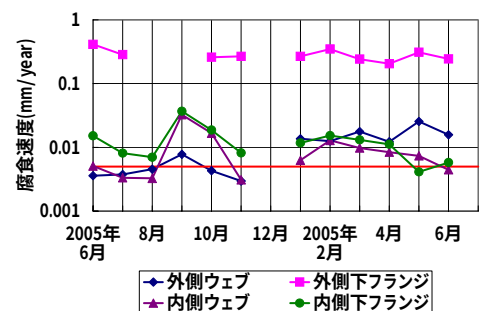


図-3 腐食速度の推移