

架設環境の異なる耐候性鋼橋梁の劣化環境評価について

長崎大学 大学院 学生会員 ○池田喜輝

長崎大学 工学部 正会員 森田千尋, 松田 浩, 出水 享

長崎大学 工学部 非会員 白濱敏行

1. 研究目的

耐候性鋼材は、大気腐食環境においてさびでさびを保護するという特性を持ち、無塗装で優れた防食性を発揮するため、橋梁に適切に使用すると LCC の低減が可能となる。しかし、耐候性鋼材の有用性は建設環境に大きく左右され、その環境条件とさびの生成状態との相関を詳細に調査した報告はあまりなく、適用環境および維持管理に関するデータも十分でない。

また、相関関係を調査するうえで、一般的に用いられている目視を基本とする外観評価方法では、検査者の立場により評価がばらつくため、客観的に優れた評価法が要求されている。

そこで、本研究では、架設状況、周辺環境の異なる耐候性鋼橋梁に対して腐食環境調査を行い、総合的に評価する。また、さびの生成状況を客観的に確認・判断するための評価方法として三次元写真計測システム¹⁾を使用し、既存の外観評価方法等と比較することで実橋への適用性の検討を行うことを目的としている。

2. 調査対象橋梁

調査対象橋梁は九州内に既設する耐候性鋼橋梁である。図 1 に対象橋梁 A, B の位置と外観写真を示す。橋梁 A は、1999 年 3 月に竣工された単純鋼桁橋で、離岸距離約 12km の山間部に架かり、桁下空間は約 50cm から 3m と非常に狭く、周囲を植物に覆われているため、空気の滞留がみられる箇所がある。橋梁 B は、2009 年 3 月に竣工された 4 径間連続箱桁橋で、離岸距離約 2km の海水流路上に位置し、現在、保護性さびの生成を左右する重要な段階である。

3. 腐食環境評価

3.1 評価方法

腐食環境評価には、ACM 型腐食センサ、温湿度計、表面塩分計を用いる。ACM 型腐食センサとは、降雨や結露により金属表面に形成される薄い水膜が電池となり、流れる腐食電流値を測定するものである。そして、求めた電流値からぬれ時間・電気量・腐食速度²⁾の算

キーワード：耐候性鋼橋梁、腐食環境、ACM センサ、写真計測

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部構造工学科 Tel&Fax095-819-2591



図 1 調査対象橋梁

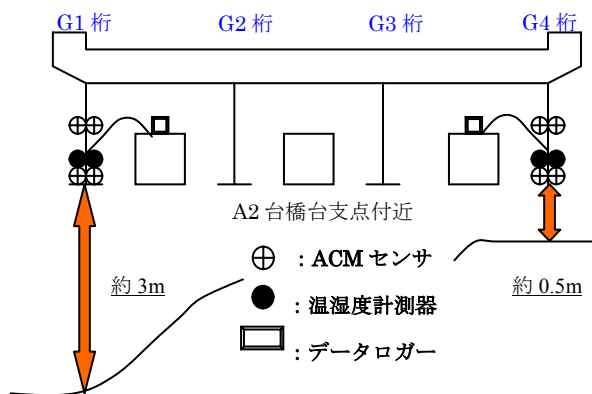


図 2 橋梁 A 計測器設置位置図

表 1 腐食速度の比較

	G1 桁外側	G1 桁内側	G4 桁内側	G4 桁外側
腐食速度	0.0204	0.0036	0.1025	0.1100

単位 (mm/year)

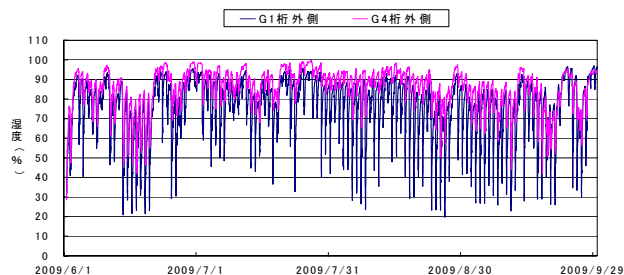


図 3 鋼材表面の湿度状態 (2009 年 6~9 月抜粋)

出ができる。さらに、温湿度計、表面塩分計による計測結果も用いて解析し、腐食環境評価を行う。

3.2 橋梁 A の腐食環境評価

橋梁 A の計測器具の設置箇所を図 2、各箇所における腐食速度の比較を表 1、外桁外側の湿度を図 3 にそれぞれ示す。表 1 より、G1 桁に比べ G4 桁の腐食速度

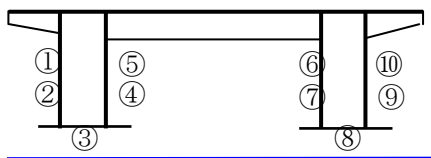


図4 橋梁B付着塩分量計測箇所の概略断面図

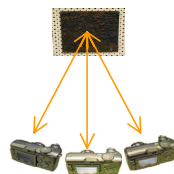


図5 撮影概要

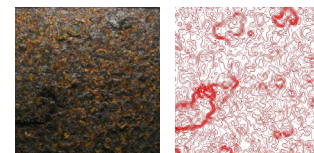


図6 接写写真および等高線

表2 付着塩分量の計測結果 (mg/m²)

		①	②	③	④	⑤
平均値		53.4	73.6	75.1	67.1	47.3
2009年 11月	定点	13.6	82.0	84.2	61.0	38.4
	別点1	14.1	107.2	354.0	95.4	30.1
	別点2	13.8	112.7	436.0	99.7	52.7

が速いことが確認できる。図3から、G1桁は湿度の高低差が大きく、乾湿の繰り返しが十分であり、G4桁では、湿度の高低差が少なく、湿度が常に高く、乾湿の繰り返しが不十分であるといえる。よって、橋梁Aにおいて、周囲の環境と計測結果との相関性が確認出来たのではないかと考える。

3.3 橋梁Bの腐食環境評価

橋梁Bは、離岸距離が2kmで海水流路上にあることを考慮し、付着塩分量の計測を約1ヶ月毎に行った。計測位置を図4に示し、2009年11月の測定結果を表2にそれぞれ示す。また、表2において、定点では計測後に洗浄を行っているが、別点では洗浄を行っていない。ウェブ(①, ⑤)は定点とほぼ同じであるのに対し、下フランジ上面(②, ④)および下フランジ下面(③)では、定点よりも非常に高い値を示しており、初期状態に望まれる付着塩分許容量100mg/m²を越す結果となっており、付着塩分が蓄積されていることが考えられる。橋梁Bに関しては、計測期間も短いため引き続き計測を行いデータを蓄積して行く予定である。

4. 実橋におけるさび状態の確認

4.1 三次元写真計測

さびの外観評価に用いる三次元写真計測システムは撮影対象の三次元座標を算出することが可能であり、さびの凹凸を数値として表し、客観的に評価する。図5で示すようにデジタルカメラを用い、3枚の異なる方向の画像データより得られた三次元座標からJIS B0601-1994に定義されている表面粗さを表すパラメータである算術平均粗さ(Ra)を算出し、過去に室内で行った結果³⁾と照らし合わせ、さび外観評価を行う。

4.2 実橋への適用

三次元写真計測を用いて、橋梁A,Bのさび状態の

表3 実橋梁の計測結果

計測箇所		写真計測(mm)	セロファンテープ	さび厚
橋梁A	1	評点5(0.15)	評点3	評点5
	2	評点2(0.77)	評点2	評点3~4
	3	評点2(0.78)	評点2	評点3~4
橋梁B	4	評点5(0.14)	評点4~5	評点5
	5	評点3(0.39)	評点3	評点5

確認および本計測の実用性の検討を行った。また、実橋における写真計測結果の精度照査には、セロファンテープ試験およびさび厚計測による評価を用いた。橋梁AにおいてはG1桁外側、G4桁外側および内側のウェブ立ち上がり部(1, 2, 3)を撮影距離0.3mで行い、橋梁Bは桁内側のウェブおよび下フランジ上面(4, 5)を撮影距離0.3mで十分な照度の下計測を行った。計測箇所3の接写写真と等高線を図6に示し、計測結果を表3に示す。表3より、三次元写真計測による評価結果と既存の評価方法による評価結果はほぼ一致し、三次元写真計測が既存の外観評価方法と同等の評価が可能であることが確認できた。

5. まとめ

腐食環境評価では、周囲の環境と計測器具を用いた計測結果との相関性の確認をすることが出来た。さらに、外観評価では、三次元写真計測が既存の外観評価法とほぼ同等の評価が可能であることが確認できた。今後は、腐食環境評価と外観評価との相関関係について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 倉敷紡績(株)エレクトロニクス事業部: Kuraves オペレーションマニュアル
- 2) 押川渡 他: 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センサ出力との関係, 材料と環境, Vol.51, No.9, pp.398-403, 2002
- 3) 森田千尋他: 写真計測による耐候性鋼橋梁の外観評価に関する研究, 鋼構造年次論文報告集, 第15巻, pp.591-596, 2007