

## 耐候性鋼橋梁の腐食環境およびさび外観評価に関する研究

長崎大学 大学院 学生会員 ○魚住正春

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

耐候性鋼材はさびでさびを防ぐという特性を持ち、無塗装で優れた耐食性を発揮するため、橋梁に適切に使用すると維持管理コストの低減が可能となる。しかし、耐候性鋼材の有用性は建設地の環境に大きく左右され、その環境条件とさびの生成状況との相関を特定の橋梁に対して詳細に調査した報告はあまりなく、耐候性鋼橋梁の適用環境に関するデータは必ずしも十分ではない。さらに、現在、耐候性鋼材のさびの良し悪しの判断は外観目視を基本とした評価方法が用いられているが、目視がゆえに検査者の立場により評価がばらつく可能性があるため、客観性に優れた評価法が要求されている。

そこで、本研究ではまず、過去にさび生成状況を調査した橋梁<sup>1)</sup>より異常さびの存在する特定の耐候性鋼橋梁を抽出し、長期的に腐食環境とさびの生成状況との相関を評価し、腐食環境因子の検討を行った。また、さびの良し悪しを判断する客観的な評価方法として三次元写真計測システム「Kuraves」<sup>2)</sup>を使用し、様々な計測条件下が考えられる実橋梁でのさび評点の判別精度を向上させるためのデータの蓄積および検討を行った。

## 2. 特定橋梁の腐食環境

## 2.1 腐食環境評価方法

橋梁の腐食環境評価には写真1に示すACM型腐食センサ(左上)、温湿度センサ(右上)、USB型温湿度計(左下)、表面塩分計(右下)を使用する。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。各種計測器から得たデータを解析し、降雨や周囲の植生等を考慮することで、腐食環境因子を検討する。

## 2.2 対象橋梁

今回、調査対象とする耐候性鋼橋梁は写真2に示す九州内に既設する4主桁を有する鋼単純鉋桁である。山間部の南北方向に架かり、離岸距離は約12kmである。



写真1 各種計測器

写真2 調査対象橋梁

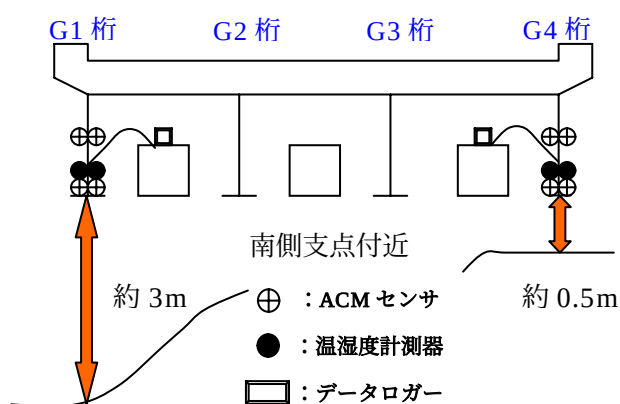


図1 設置箇所

竣工して10年しか経過していないが、異常さびの発生が確認でき、特に南側支点付近の桁内側下端フランジとウェブ立ち上がり部に層状剥離さびが多く見られる。そこで、図1に示すように各計測器を設置した。2007年10月から計測を開始し、現在も計測中である。なお、計測期間中の対象橋梁付近での凍結防止剤の散布は無く、付着塩分量の計測結果も一般塗装橋梁の付着塩分許容量の50mg/m<sup>2</sup>の基準以下であるため、付着塩分が本橋梁の腐食環境に与える影響はないと考えられる。

## 2.3 計測結果

長期に亘る計測のため、計測期間の中から一部の期間を抜粋したデータを記載した。図2にG1、G4桁内側フランジの電流値、湿度のグラフを示す。図2よりG1桁内側では桁下空間が広いいため、雨の吹き込みにより高い電流値を示し、乾燥できずに高湿度状態にあると思われる。また、G4桁内側では桁下空間が狭いため、直接の降雨の影響は無いが、風通しが悪く、湿気の滞

キーワード：耐候性鋼橋梁、腐食環境、ACMセンサ、写真計測、さび、定量化

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

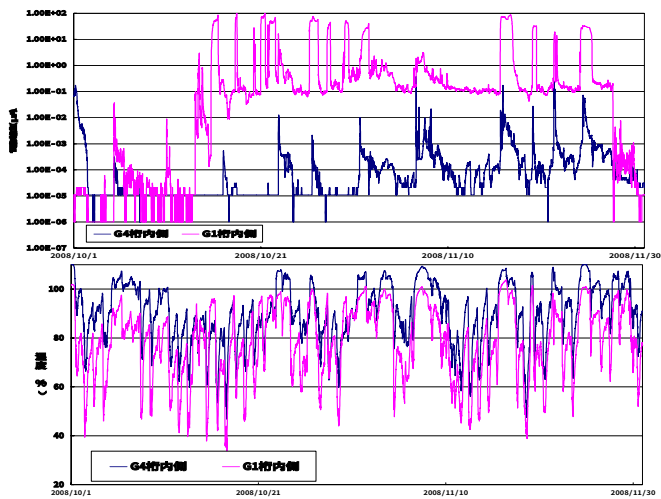


図 2 電流値グラフおよび湿度グラフ

留により高湿度状態が持続していると考えられる。中でも G1 桁内側フランジの腐食速度は他の計測箇所 비해、非常に高い値を示した。

3. さびの外観評価

3.1 写真計測方法

本研究に用いる Kuraves は三角測量を基本とするステレオ法により、撮影対象の三次元座標を算出することが可能である。図 3 に示すようにデジタルカメラを用いて撮影した 3 枚の画像データより計測範囲内の計測点を三次元座標化し、JISB0601-1994 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、さびの凹凸を数値化することで客観的にさびの外観評価を行う。

3.2 供試体を用いた計測

供試体には「さびサンプル携帯版」<sup>3)</sup> を使用し、計測範囲 30mm×30mm に約 10000 点の計測点を設定し計測を行った。精度の確認には触針試験と等高線表示を行った。接写写真とそれを等高線表示したものの一例を図 4 に示す。図 4 より、両者の凹凸の特徴はほぼ一致しており、写真計測によって得られた三次元座標が信頼できることが確認できた。また、撮影照度、方向、距離などを変化させ、現在までに得られた様々な撮影条件での蓄積データを図 5 に示す。図 5 より最も重要と考えられる評点 2 と 3 の判別は約 0.60mm 付近で区別

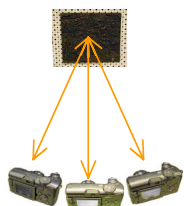


図 3 撮影概要

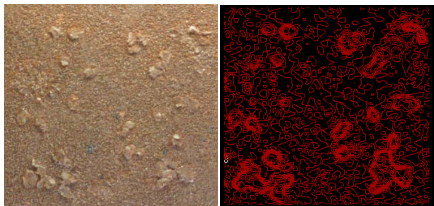


図 4 接写写真および等高線

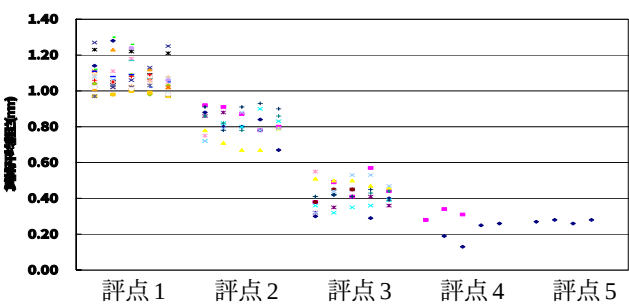


図 5 蓄積データ

表 1 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 | さび厚計測  |
|------|------------|----------|--------|
| A    | 評点 2(0.81) | 評点 1～2   | 評点 2   |
| B    | 評点 4(0.23) | 評点 3     | 評点 3～4 |
| C    | 評点 1(1.55) | 評点 1～2   | 評点 1   |
| D    | 評点 2(0.67) | 評点 1～2   | 評点 2   |
| E    | 評点 3(0.46) | 評点 3     | 評点 3～4 |
| F    | 評点 5(0.14) | 評点 4     | 評点 5   |

できるものと考えられる。

3.3 実橋梁への適用

これまでの計測で得られた結果を基に三次元写真計測を実橋梁に適用した。九州内に既設する 3 橋梁を対象とし、各 2 箇所ずつ、計 6 箇所の算術平均粗さとその精度確認として、セロファンテープ試験およびさび厚計測の結果を表 1 に示す。なお、写真計測は自然光のみで十分な照度の下、計測箇所 F のみ撮影距離 3m、その他は 30cm で行った。表 1 より全ての計測箇所において、写真計測の結果とセロファンテープ試験・さび厚計測の結果がほぼ同様となり、適切な結果が得られることが確認できた。

4. まとめ

腐食環境評価においては、桁内側では保護性さびの形成に必要な乾湿の繰り返しが十分に行えておらず、常に高湿度状態が持続していることが腐食の一因となっていることが確認できた。今後は他の橋梁に対しても計測を行う予定である。外観評価においては、供試体による計測で得られた評点判別基準値を実橋梁に適用した結果、ほぼ適切な結果が得ることができた。今後は遠距離撮影によるデータの蓄積を重点的に行い、精度の向上を行う予定である。

参考文献

1)山口栄輝他：九州・山口地区における耐候性鋼橋梁の実態調査，土木学会論文集 A，Vol.62, No2, pp.243-254, 2006  
2)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  
3)（社）日本橋梁建設協会無塗装部会