

3 次元計測装置を用いた耐候性鋼橋梁のさび外観評価手法の一提案

(株)横河ブリッジホールディングス 正会員 ○荒川 淳平, 正会員 前田 諭志
(株)セイコーウェーブ 正会員 新村 稔
神戸大学大学院 正会員 橋本 国太郎
(株)横河ブリッジ 正会員 鈴木 克弥, 中辻 亘

1. はじめに

耐候性鋼橋梁の定期点検では、一般に目視によるさび外観評価が行われる。さび外観に対する評価基準は外観評点 1～5 の 5 段階に区分され、最も重要である外観評点 2 か 3 の判定に関しては、外観評点 2 は「大きい凹凸があり、さび粒子は粗くうろこ状」、外観評点 3 は「やや凹凸があり、さび粒子は粗く不均一」の状態が目安とされる。さらに、調査箇所に対する今後の処置の目安として、外観評点 3～5 は処置不要、外観評点 1～2 は処置を要するとされる。

目視点検は簡便な手法ではある一方、定量的かつ客観的な評価手法とはいえない。それゆえ、点検者の技術力や経験の差によって判定結果にばらつきが生じ、主観的な判断は必ずしも正確な判定を保証し得るものではない。したがって、適切に対応・措置が講じられない恐れや、不必要に対応・措置が講じられる場合が起こり得ることが想定される。

本研究では、さび外観の数値化を可能とする 3 次元計測に着眼した。本稿は、点検業務における補助的ツールの開発を目的として、様々な腐食環境下の耐候性鋼橋梁において各外観評点に相当するさび表面凹凸の 3 次元計測を実施し、耐候性鋼のさび表面凹凸データからさびの状態を定量的かつ客観的に評価する手法の構築を行った成果を報告する。

2. 3 次元計測の概要

さび表面凹凸の 3 次元計測には、(株)セイコーウェーブ製 3DSL-Rhino (図-1) を使用した。計測装置の主な仕様は、計測手法：構造化光法による非接触計測、画素数：30 万画素、最大計測範囲：150×270 mm、有効対物距離：350～470 mm、平面分解能：400 μm、奥行き分解能：50 μm 以下、計測所要時間：80 ms である。計測装置は計測・解析・評価用ソフトウェアを

導入した PC にケーブル接続して使用する。PC 上で計測操作が可能で、計測後直ちに解析・評価結果が出力される。計測時は、内部プログラムにより自動的に複数のランダム面を生成し、その面と計測データの差分平均の最も小さな面が基準面として設定される。計測精度の確保のため、対象面は直射日光を遮るのが望ましい。また、手振れ抑制のため一脚や三脚を用いるのも有効である。

さび表面凹凸の計測対象箇所には窓枠範囲 80×140 mm のマグネットシート計測枠を貼付け、枠内の 3 次元計測を行った (写真-1)。また、さび表面凹凸値との関係性を確認するため、電磁膜厚計を用いて計測枠内 25 点を測定し、25 点平均値を平均さび厚とした。3 次元計測結果の整理では、計測点群における各点の基準面からの距離を「さび表面凹凸値」と定義し、その標準偏差についてまとめた。



図-1 3 次元計測装置



写真-1 3 次元計測状況

キーワード：3 次元計測装置、耐候性鋼橋梁、さび外観評点

連絡先：〒261-0002 千葉県千葉市美浜区新港 88 (株)横河ブリッジホールディングス 総合技術研究所 TEL 043-247-8411

3. 計測結果と評価手法の提案

本研究では、主に近畿地整管内の無塗装仕様耐候性鋼橋梁を対象とした。計測対象のさび表面の一例を写真-2に示す。3次元計測後、PCのソフトウェア画面には、計測面のさび表面凹凸値の標準偏差、ヒストグラム、コンター図が出力される。その一例を図-2に示す。ヒストグラムの階級ピッチは100 μm 、コンター図の点群ピッチは1 mmである。実地計測により収集した計144サンプルのさび表面凹凸値標準偏差と平均さび厚の計測結果を表-1および図-3に示す。各サンプルに対して、熟練技術者の近接目視により、1～5の外観評点判定を行った。

さび表面凹凸値標準偏差と平均さび厚は相関する傾向を示した。外観評点3～5の間では大きな差はないが、外観評点が低くなるにつれて各計測値が大きくなる傾向を示した。さび表面凹凸値標準偏差に着目すると、例外はあるが、外観評点3～5は概ね200 μm 未満、外観評点1～2は概ね200 μm 以上の分布となった。すなわち、3次元計測結果は目視判定の目安りとの妥当性があることを示唆する。一方、平均さび厚では明確な判定基準は設定できない結果となった。これより、3次元計測により得られるさび表面凹凸値標準偏差200 μm を、調査箇所に対する今後の処置の要否判断の基準となる外観評点2と3の閾値として提案する。なお、当該指標に基づく外観評点判定プログラムはソフトウェアに実装済みである。



写真-2 さび表面の一例

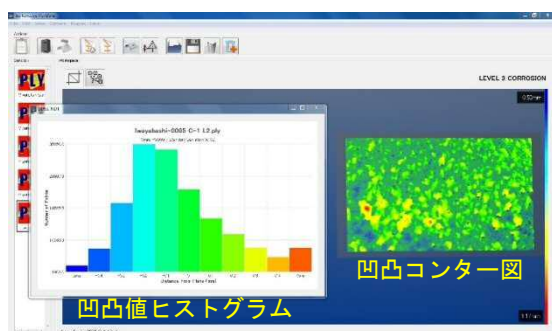


図-2 ソフトウェア画面の一例

表-1 計測データまとめ

外観 評点	サンプル 数	さび表面凹凸値 標準偏差 (μm)	平均さび厚 (μm)
5	74	20～154	35～166
4	11	25～200	57～369
3	30	46～398	95～761
2	17	231～515	194～788
1	12	183～2241	229～993

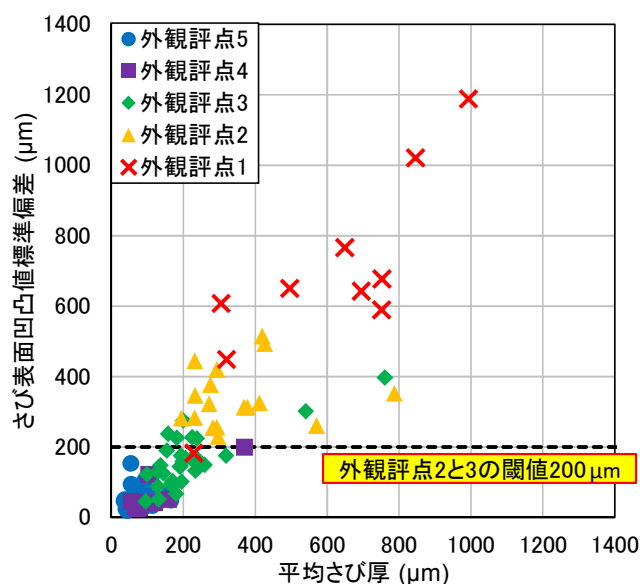


図-3 計測データの分布

4. まとめ

様々な腐食環境下の無塗装仕様耐候性鋼橋梁において、各外観評点に相当するさび表面凹凸の3次元計測を実施した。その結果、さび表面凹凸値標準偏差200 μm を外観評点2と3の閾値として設定できる可能性があることを確認した。

3次元計測装置を用いた本計測手法は定量的かつ客観的であり、実地計測から得られた外観評点2と3の閾値200 μm は、点検業務における補助的ツールのための指標として位置付けることができると考える。当該指標に基づく評価により、点検者の技術力や経験の差に関係なく適正な判断が可能となり、効率的な維持管理に繋がる。

なお、本研究は国土交通省 近畿地方整備局 新都市社会技術融合創造研究会による研究助成の一部によって行われた。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会：テクニカルレポート No.73, 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, 2006.10