

デジタル画像による鋼橋の塗装劣化判定

Paint Deterioration Assessment of Steel Bridge by The Digital Images

㈱エイチ・ティー・エス ○正員 坂井 俊文
 ㈱ドーコン 正員 佐々木 聡
 ㈱ニコシステム 正員 小出 博

1. はじめに

橋梁を効率的にかつ合理的に維持管理して行くためには、橋梁の損傷状況を的確に把握していることが最重要項目である。既設橋梁の約半分を占める鋼橋の代表的な損傷は、床版コンクリートの損傷と塗装の劣化であると考えられるため、鋼橋の適切な塗装塗替え工事は、健全な状態で使用期間を延ばすための必要不可欠なメンテナンス工事である。これまでの塗装劣化判定は、一般的に調査員の目測で行われてきた。このため、塗装劣化判定の定量化と平準化、また経年変化の比較検証性向上に向けて、デジタルカメラで撮影した画像を利用した塗装の劣化判定を試みたのでその結果を報告する。

2. 判定方法

現在の塗装劣化判定は、目視による劣化面積を基にしており、調査員の技術力や主観によって判定結果に個人差が生じることもある。また、数値的な情報が入手困難なため、最適な塗装塗替え時期の判断が難しいこともある。本手法はデジタルカメラを利用することにより、撮影画像から数値的な要素（損傷占有率）を抽出し、定量的な劣化判定を行うことを目的としている。塗装劣化部に画角（分割撮影範囲）を設定しデジタルカメラで撮影する。その後、撮影画像を基に劣化面積や周囲長等の数値データから数量的な劣化判定を行った。

3. デジタル画像による判定の流れ

図-1には塗装劣化判定までの流れを示している。本手法では通常の画像合成や色調整の他に劣化判定を可能に出来る画像処理機能が必要であるため、市販の画像診断支援ソフト（ニコン GS-1 Ver6.0）を使用した。本ソフトは画質調整・あおり補正・収差補正・画像合成が可能で、画角設定によって画像内に座標を持たせることができ、トレースの面積・周囲長・最大高・最大幅の測定が可能である。トレースの表示パターン、ラインの太さや色、文字は詳細設定可能である。まず、撮影された画像データを、補正・加工して画角設定を行う。撮影時には、部材の寸法・画像補正要素（あおり補正用の正四角形）を明確にしておく必要がある。次に、自動選択範囲コマンドと色近似機能を使って塗装劣化部のトレースを行う。色近似機能で画像内の劣化部の色（今回はさびの茶色）を認識させ、自動選択範囲コマンドによってトレースを行う。詳細な設定が可能なので、目視調査では確認しづらい変色・劣化部のトレースも可能である。トレースされた劣化範囲はトレース測定コマンドによって、

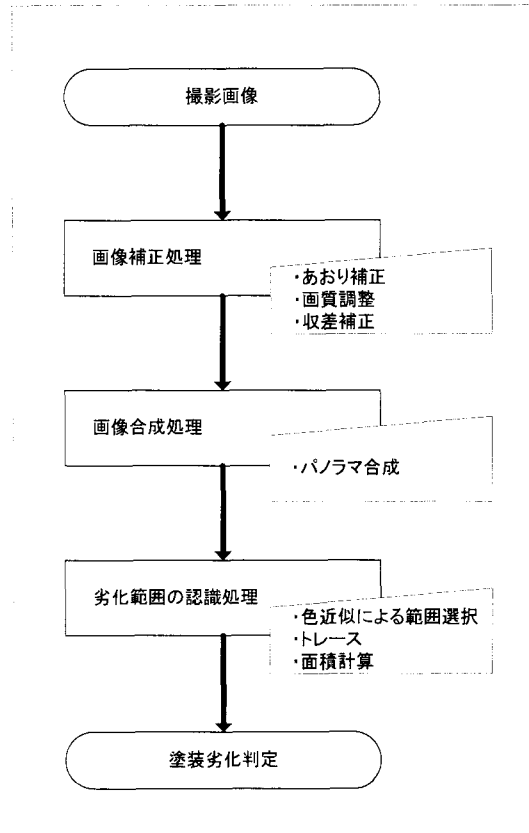


図-1 塗装劣化判定までの流れ

表-1 塗膜の劣化面積と素地調整種別

(1) さびが発生している場合

素地調整種別	さびの状態	発錆面積 (%)	素地調整内容
2種	点錆が進行し、板状錆に近い状態や、こぶ状錆となっている。	30以上	旧塗膜、さびを除去し、鋼材面を露出させる。
3種 A	点錆がかなり点在している。	15~30	活膜は残すが、それ以外の不良部(さび・われ・ふくれ)は除去する。
3種 B	点錆が少し点在している。	5~15	同上
3種 C	点錆がほんの少し点在している。	5以下	同上

(2) 塗膜異常がある場合

素地調整種別	さびの状態	発錆面積 (%)	素地調整内容
3種 C	発錆はないが、われ・ふくれ・はがれの発生が多く認められる。	5以上	活膜は残すが、不良部は除去する。
4種	発錆はないが、われ・ふくれ・はがれの発生が少し認められる場合。白亜化・変退色の著しい場合。	5以下	同上 粉化物・汚れなどを除去する。

面積・周囲長等が測定可能である。さらに個々の測定データの合計値を計算することが出来る。以上のような画像処理によって劣化範囲の数値データが得られ、損傷占有率を算出することができる。

4. 適用判定基準

現在、鋼橋の塗装劣化判定は、一般に鋼道路橋塗装便覧の「塗膜の劣化面積と素地調整種別」(社)日本道路協会 平成2年6月(表-1)を使用している。この規定は塗装範囲に対する劣化面積の比率により、素地調整(ケレン)の種別を決定するものである。素地調整は作業内容により1~4種の4種類に区分されており、(1)さびが発生している場合に4種別、(2)塗膜異常(さびがなくわれ・ふくれ・はがれ・白亜化・変退色)が見られる場合は2種別に区分されている。本手法では、劣化範囲の面積計算が可能であるため、上記の規定を利用して、数値的な劣化判定が可能になる。

5. 判定橋梁の諸元

試験調査対象橋梁は昭和42年9月に架設された、3連の単純鋼板桁橋で、断面構成は図-2に示す。撮影箇所は主桁、下フランジ、端対傾構を対象とした。画像補正効率を考慮して、補剛材の設置箇所(G4内側)を対象とした。撮影画角は実測により、主桁ウェブ(水平・垂直補剛材間)1070mm×1040mm、下フランジ230mm×1070mm、端対傾構1075mm×950mmとした。



図-2 撮影対象橋梁の全景

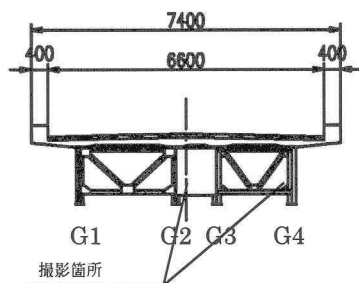


図-3 デジタル判定画像撮影箇所

6. 判定結果

本手法で補正・数値計算を行ったデジタル画像データを図-4に示す。劣化範囲(さび)トレースオブジェクトは、輪郭を青、塗潰しを赤の斜線で表した。表-2に、発錆面積・画角面積・損傷占有率・判定結果を示す。表

2より、今までの目視調査ではらつきがあった損傷の劣化判定が、デジタル画像を利用することによって数値的になる。また、比較画像データとして損傷の程度を明確に残すことができた。この画像を橋梁毎にデータベース化することで、塗装の経年変化の追跡が容易になり、塗装塗替え時期決定の基礎資料にすることも可能である。本試験調査では、さびに着目して劣化判定を行ったが、色近似の設定を変えることによって、はがれ・われ・ふくれ・変退色・光沢・白亜化等の劣化範囲を詳細にトレースできる。これにより、塗膜異常部と発錆部の数値的な比較や、さび・ふくれ・われ等の劣化種別割合の算出も可能である。デジタルカメラを利用した今回の試験調査において、現場作業時間は目視調査と大きな差はないが、取得データの定量性は大きく違いが現れた。

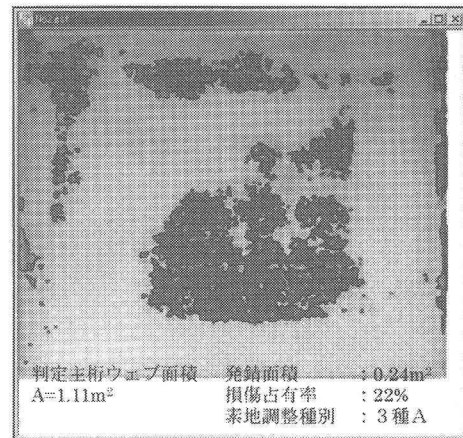


図-4 主桁ウェブのデジタル判定画像

表-2 判定結果一覧表

判定部材	発錆面積 (m ²)	撮影画角 (m ²)	損傷占有率 (%)	判定結果 (素地調整種別)
主桁ウェブ NO.1	0.11	1.11	10	3種B
主桁ウェブ NO.2	0.24	1.11	22	3種A
主桁下フランジ	0.12	0.25	48	2種
対傾構	0.20	1.02	20	3種A

7. まとめ

これまで、鋼橋の全体的な塗装劣化判定は調査員の目視判定に依存するところが大きかった。今回、デジタルカメラで撮影された塗装状況の画像を、市販の画像処理ソフトを利用して塗装の劣化判定を試みた結果、次のような改善効果が期待できると考えられる。

- (1) 詳細な計測データが取得できるため調査精度の高度化が図れる
- (2) 劣化判定の定量化と平準化により調査の信頼度が向上する
- (3) 定点画像の重ね合わせにより経年変化の検証が容易になる
- (4) 劣化程度と範囲の数値データにより限定補修や全体補修の判別がし易くなる

今後は、より多くの検証事例を行い劣化判定の精度と信頼性を確立するとともに、現場作業に適した利便性のある手法の検討を図って行きたい。

参考文献

- 1) 鋼道路橋塗装便覧：日本道路協会 平成2年6月