

橋梁の塗膜劣化診断技術の開発

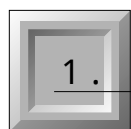
No. 143

国土交通省中部地方整備局中部技術事務所調査試験課

中部技術事務所調査試験課長

中部技術事務所長

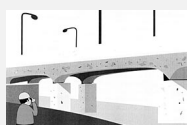
しが
志賀さおり
やまざき たかし
山崎 孝
あべ かずお
安陪 和雄



1. はじめに

現在、塗替え塗装は、おおよそ10年周期で行われているが、塗替えの優先度を実務的に評価する指標がないため、必ずしも塗膜の劣化程度に応じ行われていないのが現状である。

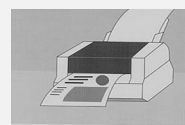
そのため、建設省土木研究所（現、独立行政法人土木研究所）は、塗料や塗装に関する専門の知識や経験のあまりない道路管理者でも容易に塗膜点検ができ、点検データをコンピュータに入力することにより、塗膜の劣化状態を的確に診断して適切な対応ができるようにするための塗膜診断システム(COMS)を開発した。しかしながら、COMS



デジタル写真撮影



塗膜劣化診断



診断結果のアウトプット



早急に塗替え



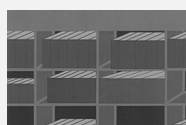
2～3年後塗替え

(塗替え計画)



健全な橋梁

(再診断時期計画)



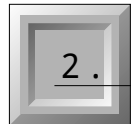
データベースの蓄積により橋梁全体の塗替え計画

図 1 システム完成時のイメージ

システムは目視評価によるシステムであるため一定の経験が必要であり、広く展開するにはさらに簡便なシステムへの改良が必要であった。

本報告では、目視評価からデジタル写真画像を用いる評価にすることで、簡便でかつ塗膜の劣化度を客観的に判定し、合理的な塗替え計画を立案するシステムに改良した内容について報告する。

システム完成時のイメージを図 1 に示す。



2. 画像処理塗膜診断システムの概要

従前の COMS は塗膜の劣化程度を標準写真と対比することによって評価し、そのデータをコンピュータに入力して、塗膜の塗替え時期の判定、塗膜の残存寿命の予測、塗替え塗装仕様の選定を行うもので下記の三つのシステムから構成されている。

- ・ COMS I : 塗膜劣化程度診断システム
- ・ COMS II : 塗膜寿命予測システム
- ・ COMS III : 塗替え塗装仕様選定システム

今回の技術開発は、上記のシステム改良を行い画像処理塗膜診断システムを開発するものである。

本システムは、デジタルカメラにより撮影された画像を入力し、鋼材の腐食により劣化している部分を抽出し、塗膜劣化度を定量的に判断し、塗替え時期の判定、塗替え塗装仕様選定を行うものである。

デジタル写真画像の塗膜劣化部を WinRoof

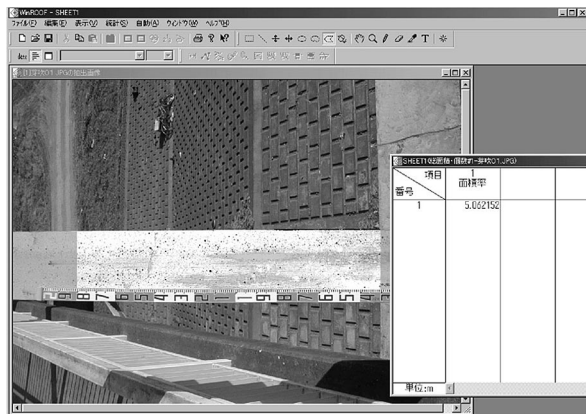


図 2 画像処理画面

塗膜劣化 (%)	評 価
4 以下	良好
4 ~ 6	塗替え時期
6 以上	早急に塗替えが必要

(選定した画像処理ソフト)により指定すると、図 2 のように範囲指定内の劣化抽出部(緑色部分)の面積率が表示される。

塗膜の劣化度評価は抽出部の面積率を塗膜劣化%として評価する。評価の内容については表 1 に示す。

このような診断を各画像(橋梁形式による必要部)にて行い、橋梁全体の評価を行った例を図 3 に示す。

橋梁コードから入力したい橋梁を選択し、調査年月日を入力後、劣化%を入力する。

劣化%を入力後、診断処理ボタンを押すことにより塗膜診断が実施される。さらには A 塗装系の場合は塗膜寿命予測および推奨塗膜仕様の選定へと進む。上記の場合は総合評価で良好であり、塗替え後の経過年数と総合劣化%により、寿命曲線から予測される残塗膜寿命と診断コメントが表示される。塗替え塗装仕様の選定も質問に答えていくだけの簡単な方法で推奨塗装系を示す。塗替え塗装系選定画面を図 4 に示す。

本システムはこのように個々の画像の診断結果から橋梁全体の劣化度を評価し、調査橋梁の塗装の余寿命を推定することができる。

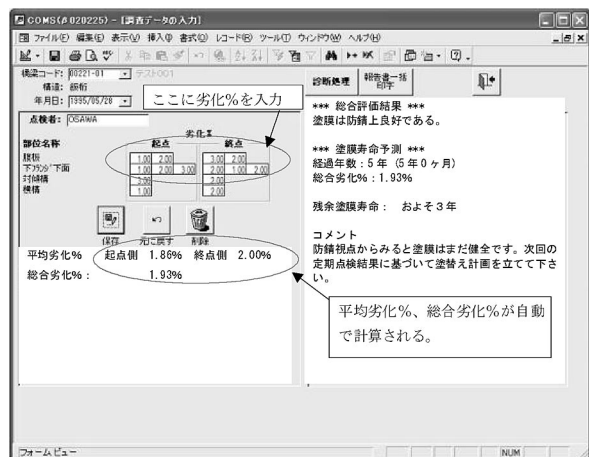


図 3 総合診断画面

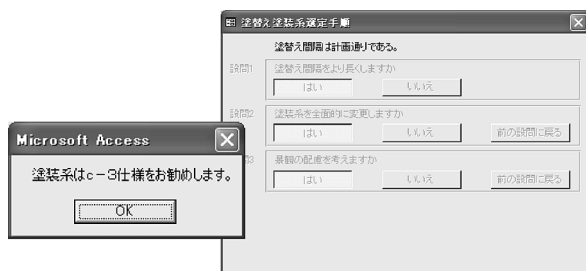


図 4 塗替え塗装系選定画面

3. デジタルカメラ写真撮影要領の作成

デジタルカメラ撮影のための適切な撮影条件を検討するとともに、現場適用性試験を行いデジタル写真撮影マニュアルを作成した。

デジタルカメラの選定、撮影角度、撮影距離、画像処理を行うモニター差等の検証を行い、以下の内容を定めた。

- ① 撮影に用いるデジタルカメラは解像度が高いほど画像処理を容易に行うことができるので、望遠機能（光学ズーム）付きの400万画素以上のものが望ましい。
- ② 撮影距離は10m 以内、撮影角度45°以内が望ましい。
- ③ 撮影対象の部位は橋梁の構造ごとに決められた部位を撮影する。
- ④ 撮影の個所は、対象部位において塗膜劣化の平均的な部分とする。
- ⑤ 画像解析で誤解を生じやすい現場状況（例えば、影や汚れなど）については記録を残す。

4. 現場適用性試験

上記のデジタルカメラを用いた橋梁塗膜調査要領に基づいた調査（主に、塗装後10～15年程度の橋梁60橋を対象として、塗装専門家による目視調査結果のCOMSによる診断、および、写真撮影画像の画像処理ソフトによる診断）を実施し、画像処理劣化%の算出が可能かどうかの検証および従来の調査方法との相関性の検証を行った。その結果を以下に示す。

(1) 従前の目視調査結果のCOMSによる診断
調査橋梁60橋のうち、54橋について調査を行うことができた。塗装の専門家による調査で、1橋梁当たりの調査時間は1径間当たり約10分で終了し、問題はなかった。ただし、調査後に残るのは調査票のみであり、後日疑問が生じた場合現地への再調査が必要となる。また、目視による調査であることから、経験による評価差が出やすいといえる。

(2) デジタル写真撮影および画像処理による診断

調査橋梁60橋のうち、マニュアルに基づいた部位すべてが撮影可能な橋梁は34橋、起点側または終点側が撮影可能な橋梁は8橋、部分的に撮影可能な橋梁は12橋、その他塗替え済み1橋、まったく撮影できなかった橋梁は5橋であった。

この結果からマニュアルどおりすべての個所が撮影可能な橋梁は約50%であった。ただし、部分的に撮影できた橋梁でも、その撮影個所が橋梁の平均的な劣化状況を示しており、塗膜診断上問題はなく、60橋中54橋はデジタルカメラによる塗膜調査が可能であった。なお、調査ができなかった橋梁の理由は「橋梁下環境が線路の場合隣接できなかった」「橋梁下環境が谷間で降りられない」などの理由であった。

(3) デジタル画像処理劣化%の解析

54橋の各部位ごとの劣化%を算出し、その調査部位に対応する専門家の目視評価結果を対比した。その対比データをグラフ化し回帰式の算出および相関係数を算出すると以下の数値を示した。グラフを図 5 に示す。

$$y = 0.3039x + 1$$

y：目視評価点

x：画像処理劣化%

相関係数 = 0.93

画像処理劣化%と目視評価点の解析結果から、相関性は非常に高く、従来のCOMSによる塗膜診断のロジック（塗替え判断、寿命予測など）を適用することも可能であることが分かった。

本年度調査した橋梁54橋分について目視判定結

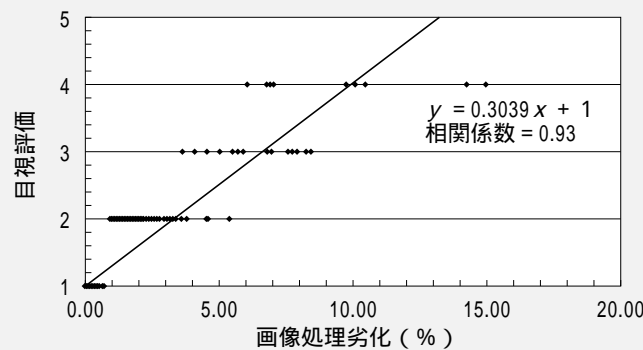


図 5 画像処理劣化%と目視評価点の相関性

果（1～5の5段階評価）と橋梁塗膜調査要領に従って処理された塗膜劣化%は、相関性が良いことが確認された。そこで、画像処理した劣化%をそのまま使用して塗膜診断しても問題はないと判断した。

5.

鋼道路橋塗膜データベースの作成

今回の技術開発の中で鋼道路橋塗膜診断データベースを構築している。一覧画面を図 6 に示す。

中部地方整備局内の鋼道路橋データ（橋長15m以上）を塗膜寿命予測に必要な項目に整理し、診断システムに内蔵されているデータベースに入力してデータベースの作成を行った。また、各項目ごとに検索が容易にできるよう改善を行った。なお、検索項目は、橋梁名称、塗装後年数および管理事務所とした。

6.

まとめ

本システムは鋼橋塗装の調査および塗替えの判断をデジタルカメラによる撮影と画像処理により行い、調査結果から個人差をなくし、定量化するシステムである。

今年度引き続き、現場適用性試験を行い調査結果の蓄積により信頼度の高いシステムを構築していきたい。

さいごに、本システム開発にあたりご指導・ご協力をいただいている独立行政法人土木研究所新材料チーム守谷主任研究員および財団法人土木研究センターの関係各位に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 塗膜診断技術に関する共同研究報告書（Ⅰ）1990.7、（Ⅱ）1991.3、建設省土木研究所

KYORONAME	CODE1	KYORONAMEK	ROSEN	KANKATU1	CODE3	KANKATU2	CODE4	KANKATU
吹戸川橋	00010-52	吹戸川橋(下)	国道23号	中部	85	名古屋国道	52	岡崎国道維持
ナガエイバシ	00010-60	長栄橋	国道1号	中部	85	三重	60	四日市国道維持
カバヤマコカセン	00010-63	亀山線橋(上)	国道25号	中部	85	北勢国道	63	上野維持
シンリョウタンバシ	00010-64	新南濃橋	国道42号	中部	85	北勢国道	64	大台維持
シシナバシ	00011-71	新築橋	国道19号	中部	85	飯田国道	71	未曾維持
イセオバシ	00020-60	伊勢大橋	国道1号	中部	85	三重	60	四日市国道維持
カバヤマコカセン	00020-63	亀山線橋(下)	国道25号	中部	85	北勢国道	63	上野維持
タキコウカキョウ	00020-64	多気高架橋	国道42号	中部	85	北勢国道	64	大台維持
ウズダガバシ	00030-52	權田川橋	国道23号	中部	85	名古屋国道	52	岡崎国道維持
マナバシ	00030-60	町屋橋	国道1号	中部	85	三重	60	四日市国道維持
カバヤマコカセン	00030-63	亀山線橋(上)	国道25号	中部	85	北勢国道	63	上野維持
タキコウカキョウ	00030-64	多気高架橋	国道42号	中部	85	北勢国道	64	大台維持
イヤマハシ	00031-71	陸奥橋(下)	国道19号	中部	85	飯田国道	71	未曾維持
イヤマハシ	00032-71	陸奥橋(上)	国道19号	中部	85	飯田国道	71	未曾維持
アサガバシ	00040-60	朝明橋	国道1号	中部	85	三重	60	四日市国道維持
カバヤマコカセン	00040-63	亀山線橋(下)	国道25号	中部	85	北勢国道	63	上野維持
タキコウカキョウ	00040-64	多気高架橋	国道42号	中部	85	北勢国道	64	大台維持
ヤマダチコウ	00040-71	山口2号橋	国道19号	中部	85	飯田国道	71	未曾維持
トミタコウ	00050-60	富田高架橋	国道1号	中部	85	三重	60	四日市国道維持
ヤマダチコウ	00050-63	山下1号橋	国道25号	中部	85	北勢国道	63	上野維持
ヤマダチコウ	00050-71	山口3号橋	国道19号	中部	85	飯田国道	71	未曾維持
ヤマダチコウ	00060-63	山下1号橋	国道25号	中部	85	北勢国道	63	上野維持
ヤマダチコウ	00060-71	山口4号橋	国道19号	中部	85	飯田国道	71	未曾維持
ウズクラバシ	00070-60	海草橋	国道1号	中部	85	三重	60	四日市国道維持

図 6 データベース一覧画面