

I - 259

写真撮影に基づいた鋼橋の
塗膜劣化度評価システムに関する研究

○榊サクラダ 正員 山中和明 大阪市建設局 小堀義行
関西大学総合情報学部 正員 古田 均 榊ニチゾウテック 竹下謙一
榊栗本鉄工所 正員 串田守可 榊酒井鉄工所 正員 石崎 茂

1. はじめに

我が国の高度成長期にあたる昭和30年代後半から40年代にかけて建設された多数の鋼道路橋において、近年、老朽化の進行に伴う様々な劣化・損傷事例が報告されている。このような背景から、既設橋の維持管理手法の確立が関係各機関の重点課題となってきた。ここでは、鋼橋の代表的な劣化現象の一つである塗膜の劣化に着目し、画像処理技術を利用した塗膜の劣化度判定システムの構築を最終目的として実施してきた下記に示す調査研究について報告を行うものである。

①関係各機関における現行の塗膜劣化度の評価基準類の調査と比較、②写真撮影による外観調査結果に基づく塗膜劣化度の評価基準案の作成、③実橋を対象とした塗膜劣化度調査に基づく評価基準案の妥当性の確認、④画像処理技術を利用した塗膜劣化度判定システムの構築

なお、本文は、上記研究の内現在までに完了している①～④までの研究成果について報告するものである。

2. 鋼橋の塗膜劣化度評価基準案の作成

関係各機関の塗膜劣化度評価基準の比較検討の結果をふまえて、道路橋、主としてプレートガーダー橋に着目した塗膜劣化度評価基準案を作成した。なお、本基準案は、画像処理技術を利用した塗膜劣化度判定システムの構築を最終目標としているため、写真撮影による外観調査結果に基づいて評価判定を行うことを前提にした。

塗膜劣化の外観による評価項目としては、一般的に「さび」、「はがれ」、「ふくれ」、「われ」、「変退色」の5項目が考えられるが、「ふくれ」と「われ」を写真撮影による外観調査より正確に評価することは困難であり、また、「変退色」は強度劣化という観点からは重要でないと考えられる。従って、本基準案では「さび」と「はがれ」の2つを評価項目として選定した。なお、本基準案の作成に際して特に配慮した点を以下にまとめる。①損傷度を4ランクに区分する。②各損傷ごとの重みを考慮する。③評価は局所的な評価と構造物全体の評価の2段階とする。④局所的な評価は一定限定区域内で行う。⑤全体的な評価は局所的な損傷が全体に占める割合を考慮する。

以上の点を考慮して作成した評価基準案の評価フローを図1に示す。また、「さび」と「はがれ」の損傷ランクと評価ランクの対応を表1に、総合評価ランクと評価点の対応を表2にそれぞれ示す。

3. 本基準案に基づいた実橋塗膜劣化度調査結果の検討

前述の基準案に従って実橋の塗膜劣化度を評価した結果と、専門家による目視調査結果を比較検討することにより、本基準案の妥当性を検討した。また、本基準案に従った評価を専門家と非専門家により実施し、それぞれの結果を比較することにより、本基準案の改善点を抽出すると同時にエキスパートの経験的知識を導入すべき点を明確にしようとした。

(1) 塗膜劣化度現地調査方法

現地調査に先立って実施した事前調査より、比較的塗膜の劣化が進展していると判断された4橋を現地調査対象橋梁と

各調査箇所の損傷程度のランク区分
損傷ランク：A（健全）～D（損傷大）

各調査箇所の評価点
損傷ランク毎の評価点

各調査箇所の個別評価
評価ランク：I～IV …表1参照

全体の評価点

$$A = \sum (v_i \times a_i)$$

$$v_i: \text{個別評価ランク} i \text{の持ち点}$$

$$a_i: \text{個別評価ランク} i \text{の割合}(\%)$$

全体の評価点に基づく総合評価
総合評価ランク：[I]～[IV] …表2参照

図1 塗膜劣化度評価フロー

して選定した。選定された4橋は塗装後15～24年間経過しており、塗膜の劣化が相当進行しているものと推定された。塗膜劣化度の現地調査は、対象橋梁の全てが河川を跨ぐものであり、また足場設置は実質的に不可能であることから、大阪市所有の維持管理用船舶に乗船し、河川上より調査を実施することとした。調査箇所および部位は①端支点部、中間支点部、中間支間の支間中央部、②上記箇所における外桁（ウェブ面、下フランジ下面）、内桁（ウェブ面、下フランジ下面）、③上記以外で局部的損傷が進行している箇所、とした。

(2) 実橋における塗膜劣化度調査結果

今回の調査より得られた、塗膜劣化度の総合評価結果を表3に示し、検討結果を以下にまとめる。

①総合評価ランク評価点においては、専門家が橋梁間の相対的な劣化度の差異を顕著に示している(625点～1390点)のに比べて、非専門家が下した評価の差異は小さい(750点～1053点)。これは相対的な劣化度の差異を確信しうる専門知識の量の差に起因するものと考えられる。②全般的な評価結果の傾向は専門家と非専門家の間で概ね一致しているが、D橋とJ橋の評価が逆転している。目視調査の結果より、塗膜の劣化という観点からはD橋の方が劣化が進行しており、専門家の評価は妥当なものであると考えられる。しかしながら、J橋においては、局部的な孔食が見受けられ、構造部材の欠損にまで至る可能性のある箇所があった。非専門家はこの点をかなりの重みで評価を下す際に考慮にいったと考えられる。③調査後の討議の結果、専門家は塗膜のはがれや錆の発生パターンを評価を下す際の有効な資料として利用していることが明らかになった。

表3 塗膜劣化度評価基準案に基づく塗膜劣化度の評価結果

	総合評価ランク評価点		評価結果	
	専門家の評価	非専門家の評価	専門家の評価	非専門家の評価
D 橋	1390点	910点	「劣化が著しい、早急に塗替え」	「かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要」
F 橋	625点	750点	「かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要」	「かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要」
G 橋	630点	759点	「かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要」	「かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要」
J 橋	984点	1053点	「かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要」	「劣化が著しい、早急に塗替え」

4. あとがき

今回実施した塗膜劣化度調査によって、作成した塗膜劣化度評価基準案の妥当性がある程度確認できたと考えられる。今後は、本基準案を用いた塗膜劣化度判定システムを構築し、現場で何度も実際に使用することにより、さらに実用的なものとするのが望まれる。さらに、本研究の最終目標である画像処理技術を用いた塗膜劣化度判定システムを構築し、判定基準案と併用して互いに補間する形で用いることにより、判定結果の信頼度を高めると共に塗膜劣化評価に要する労力を軽減することが必要であると考えられる。

最後に、本研究は関西道路研究会道路橋調査研究委員会における耐久性小委員会報告書(中間報告)の内容を反映したものである。委員長はじめ各委員の方々に深く謝意を表する。

表1 「さび」と「はがれ」の損傷ランクと評価ランク

さび \ はがれ	A (0)	B (1)	C (3)	D (5)
A (0)	I [0]	II [1]	II [3]	III [5]
B (2)	II [2]	II [3]	III [5]	III [7]
C (6)	III [6]	III [7]	III [9]	IV [11]
D (10)	IV [10]	IV [11]	IV [13]	IV [15]

注：()内は各損傷ランクの評価点、[]内は個別合計評価点(「さび」の評価点と「はがれ」の評価点の合計)

表2 総合評価ランクの評価点

総合評価ランク	全体の評価点A	劣化の状況
[IV]	$A \geq 1000$	劣化が著しい、早急に塗替え
[III]	$1000 > A \geq 500$	かなり劣化、塗替え計画および重点監視必要
[II]	$500 > A \geq 200$	わずかに劣化、通常管理
[I]	$200 > A$	ほぼ健全