

I - 359

鋼橋の塗膜劣化と塗膜下腐食との相関性に関する研究

正会員 JH日本道路公団試験研究所 藤原 博
 正会員 JH日本道路公団試験研究所 三宅 将
 (株) 防蝕エンジニアリング 菅野 照造

1. まえがき

一般に鋼橋塗装の塗替え時期は、塗膜表面に見られる顕在的な劣化度（発錆度）によって判断されているが、顕在的な劣化度とその塗膜下の鋼材の発錆度との関係は明らかではなく、この種の研究もほとんど行われてはいない。しかし、塗膜表面に見られる顕在的な劣化度（「顕在劣化度」という）と、塗膜下の鋼材の発錆度（「塗膜下腐食」という）との相関関係が把握できれば、鋼橋塗装の塗替え時期を適切に判断することが可能となる。そこで本研究では、架設環境の異なる鋼橋（6橋）について、塗膜劣化度数量化システム¹⁾を用いて、顕在劣化度と塗膜下腐食度を測定した。その結果、顕在劣化度と塗膜下腐食度との間には高い相関関係にあることが明らかになったので報告する。

2. 調査対象橋梁の選択

鋼橋塗膜の劣化度は、橋梁の架設環境によって異なることが既に明らかにされている¹⁾ので、田園、交通量の多い都市、海岸地域の3種類の環境の中から、表1に示す6橋を選定した。

表1 調査対象橋梁名

架設環境	道路名	橋梁名	塗装系
田園	東北道	思川橋	鉛系さび止め+7M酸樹脂系
	中央道	甲府南IC第6ラフ橋	" + "
都市※	第三京浜道	市境高架橋	" + "
	横浜横須賀道	日野IC第二橋	" + "
海岸	東関東道	二俣高架橋	ジンクリッチプライマー+塩化ゴム系
	西湘バイパス	萬丈橋	鉛系さび止め+MI0+塩化ゴム系

※ 都市：交通量のかなり多い環境

3. 調査手順及び測定方法

調査手順及び測定方法を表2に示す。

表2 調査手順及び測定方法

4. 調査結果

(1) 塗膜下腐食の腐食深さ

塗膜表面の発錆部分を、塗膜剥離剤を用いて除去し、鋼材の腐食深さを測定した。その代表例を、各架設環境別に表3に示す。これによると、橋梁の架設環境によって塗膜下腐食の形態に差があることが推測される。

(2) 顕在劣化と塗膜下腐食の測定結果

各橋梁毎に10箇所、1箇所当たり80×80mmの実寸法写真から顕在劣化を測定した結果と、その部分の塗膜を剥離し塗膜下腐食を測定した結果を表4に示す。

調査手順及び項目	調査及び測定方法
① 発錆部分の写真撮影	スケールを入れて実寸法の大きさになるように撮影する
② 塗膜剥離	溶剤形剥離剤を対象部分に塗り付け、浮き上がった塗膜をスクレーパとワイヤーブラシで除去する。この操作を素地が露出するまで繰り返す
③ 塗膜剥離後の写真撮影	塗膜下腐食の状態を実寸法になるように撮影する
④ 腐食面のレプリカ作製	シリコン樹脂系形剤を用いて、素地面の凸型を作製する（ここまでは現場作業）
⑤ 石膏による凹型作製	凸型に石膏を流し込んで実橋の腐食部の複製を作製する
⑥ 腐食深さの測定	石膏の平均腐食部を切断し、その断面を光学顕微鏡にて撮影し、その写真から粗さの測定要領に準じて、腐食深さの測定を行う
⑦ 腐食面積率の測定	複製した石膏の腐食面を塗膜劣化度数量化システムを用いて測定する
⑧ 塗膜表面の劣化率測定	①で測定した写真を塗膜劣化度数量化システムを用いて測定する

5. 考 察

(1) 架設環境と塗膜劣化の関係

表4によると、架設環境によって顕在劣化及び塗膜下腐食の傾向に差があることが分かった。また、両者を比較すると、顕在劣化であるさび面積占有率は交通量の多い都市地域に大きく、塗膜下腐食のさび面積占有率は海岸地域に大きいという、腐食機構の差が顕著に現れていた。

(2) 顕在劣化度と塗膜下腐食度の関係
顕在劣化である塗膜表面のさびの状態（粒径、面積）と、塗膜下の腐食深さとの関係について、重相関分析を行った結果を表5に示す。

これによれば、二俣高架橋を除いた他の橋梁は、重相関係数が0.7以上と高い相関を示していることが分かった。特に甲府南IC橋の場合は、重相関係数が0.951と強度の相関関係にあることが示された。なお、二俣高架橋の相関係数が小さくなった理由は、局部腐食が多いためであると考えられる。

以上の結果から、塗膜表面のさび粒径と面積占有率が測定されれば、その塗膜下における鋼材の腐食深さが推測できることが明らかになった。

6. あとがき

本研究では、塗膜表面に発生しているさびの粒径と占有面積率から、回帰式を用いることによって、塗膜下に生じている腐食深さ（腐食度）を推定することが可能であることを示した。このことは、従来から行われている顕在的な劣化度のみで鋼橋の塗替え時期を判断してきた方法に対して、鋼材の腐食度を考慮した判断が可能となることによって、より合理的な塗替え時期の判断が可能となったことを示す。なお本研究成果は、JHで開発した塗膜劣化度診断システム¹⁾に組み込まれている。

表3 塗膜下腐食深さの測定結果の代表例

環 境	記 号	腐 食 深 さ の 測 定 値 (mm)	0.2mm
田 園	思川1	0.002 -0.022 -0.044 0.040 -0.022 -0.022 -0.022 -0.007 -0.013 -0.022 -0.016 -0.044 -0.078 0.004 0.000 0.000 0.000 0.011 0.053 0.046	腐 食 深 : 0.078 腐 食 度 : 0.000 腐 食 率 : 0.026 腐 食 係数 : 0.019
都 市	市境1	0.000 0.000 0.047 0.067 0.046 0.113 0.111 0.111 0.156 0.130 0.144 0.189 0.218 0.167 0.111 0.111 0.135 0.071 0.022 0.000 0.000 0.007 0.011	腐 食 深 : 0.218 腐 食 度 : 0.000 腐 食 率 : 0.104 腐 食 係数 : 0.058
海 岸	萬丈6	0.027 0.044 0.111 0.189 0.234 0.311 0.311 0.333 0.333 0.318 0.267 0.233 0.222 0.200 0.178 0.156 0.109 0.071 0.044 0.044 0.027 0.000	腐 食 深 : 0.333 腐 食 度 : 0.000 腐 食 率 : 0.180 腐 食 係数 : 0.105

表4 顕在劣化度と塗膜下腐食度の測定結果

環 境	橋 梁 名	測 定 値		塗膜表面のさび		塗膜下のさび	
		個 数	占有面積率 %	個 数	占有面積率 %	個 数	占有面積率 %
田 園	思川橋	2 2 1	1. 2 2	4 5 6	1. 6 1		
	甲府南IC第6ランプ橋	1 6 5	2. 1 0	8 4	0. 4 9		
都 市	市境高架橋	4 1	2. 1 0	3 2 0	0. 4 9		
	日野IC第二橋	3 8 6	6. 1 2	1 9 6	3. 2 2		
海 岸	二俣高架橋	1 1 1	2. 8 3	4 5 1	4. 7 0		
	萬丈橋	1 7 6	4. 0 6	5 1 3	4. 0 2		

表5 さびの各粒径別面積率と塗膜下腐食深さとの関係

橋 梁 名	重 回 帰 式	重相関係数
思川橋	$Y=0.0672+0.0463X1+(-0.0473X2)+(-0.1517X3)$	0.728
甲府南IC第6ランプ橋	$Y=0.02476+0.0816X1+0.0442X2+(-0.1223X3)+0.0216X4$	0.951
市境高架橋	$Y=0.072+0.105X1+(-0.073X2)+0.157X3+(-0.007X4)+(-0.008X5)$	0.786
日野IC橋	$Y=0.0714+0.0088X1+(-0.0066X2)+0.0647X3+0.0011X4+(-0.0016X5)$	0.848
二俣高架橋	$Y=0.0865+0.0094X1+(-0.008X2)+0.0171X3+(-0.0112X4)$	0.386
萬丈橋	$Y=0.0765+(-0.0126X1)+0.0636X2+(-0.1395X3)+0.0702X4+0.0032X5$	0.743

Y: 腐食深さ (mm), X1: さび粒径 0 ~ 0.1 mm の面積率 (%)
 X2: " 0.1 ~ 0.3 mm の " (%)
 X3: " 0.3 ~ 0.5 mm の " (%)
 X4: " 0.5 ~ 1.0 mm の " (%)
 X5: " > 1.0 mm の " (%)