

鋼橋塗装の維持管理手法検討

四国技術事務所 維持管理技術課 係長 原田 孝
 四国技術事務所 副所長 武田融昌
 四国技術事務所 技術情報管理官 瀬戸寿和

1 検討目的

近年、高度経済成長期に建設された鋼道路橋の老朽化が進んでおり、限られた予算の中で適切な維持管理を行うには定期点検の結果に基づきライフサイクルコストに配慮した合理的な補修を実施する必要がある。

本業務は、四国地方整備局管内の鋼道路橋において、塗装の維持管理を適切に行うため、橋梁の形式や腐食環境などから塗装の塗替え計画の作成要領とその運用に関する手引き書(案)を作成した。

2 過去の経緯

- (1) 鋼道路橋の防食仕様のうち約 80%を占める一般塗装系に着目し、平成 25 年度より一般塗装の維持管理に関する手引き書の作成に向け、腐食環境地域区分を把握するため暴露試験を開始した。
- (2) 平成 26 年度では、「部分塗替え」採用の方向付けを行うとともに、「一般塗装の維持管理に関する手引き書(案)」を作成し試行してみたところ、「橋梁定期点検」では、塗替え判定に必要な情報が確実に得られる内容になっておらず、塗装補修計画との関連が曖昧であった。また、「塗装補修計画」についても、塗替え判定基準が定性的であったため、判定結果に個人差が生じる可能性がある等、手引き書全体として未だ課題が残されていることが明らかになった。
- (3) 平成 28 年度は、平成 26 年度作成手引き書(案)を実用性の観点から修正し、19 橋の計画作成の試行を経て、「一般塗装の維持管理に関する手引き書(案)」を成案化した。

3 内容

平成 28 年度に作成した「一般塗装の維持管理に関する手引き書(案)」をベースに一般塗装、重防食塗装、耐候性鋼の細目を設け「鋼橋塗装維持管理の手引き書(案)」を令和元年度に作成した。

3.1 腐食環境の地域区分評価(ワッペン試験片回収・分析)

表-1 実橋における暴露試験橋梁

	橋梁名	橋梁所在地 (路線名)	地域	離岸距離 (km)	データの管理機関	備考
本業務で実施対象橋梁	三本松大橋	香川県東かがわ市 (県道122号)	瀬戸内海沿岸	0.0	四国技術事務所	試験片の6年目の回収・分析
	与田川新橋	香川県東かがわ市 (国道11号)	瀬戸内海沿岸	1.2	"	"
	新物部川橋	高知県香南市 (国道55号)	太平洋沿岸	2.9	"	"
	父二峰橋	愛媛県上浮穴郡久万 高原町(国道33号)	内陸山間地	26.4	"	"
	物部川大橋	高知県香南市 (県道14号)	太平洋沿岸	0.6	"	試験片の5年目の回収・分析
データを参考に にした橋梁	川永田第2号橋	愛媛県西予郡伊方町 (国道197号)	太平洋沿岸	0.9	愛媛県	
	前川橋	香川県東かがわ市小機841 (市道)	瀬戸内海沿岸	1.0	東かがわ市	
	深道橋	香川県三豊市財田町 (国道32号)	内陸山間地	15.8	建設省土木研究所、他2機関	3者の共同研究暴露試験データ 注1
	小野川橋	愛媛県松山市 (国道11号)	内陸山間地	11.9	"	
	安田川橋	高知県安芸郡安田町 (国道55号)	太平洋沿岸	0.2	"	
	脇川橋	愛媛県大洲市 (国道56号)	内陸山間地	12.2	"	

注1:建設省土木研究所、(社)鋼材倶楽部、(社)日本橋梁建設協会:「耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XVIII)」, 1993.3

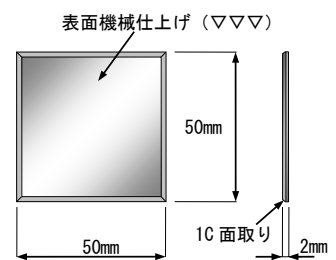


図-2 ワッペン式暴露試験片の形状



写真-1 ワッペン試験片設置状況

腐食環境によって腐食損傷程度が異なることから、管内腐食環境の地域区分を評価することを目的に、平成 25 年度業務でワッペン式試験片を貼付した 5 橋についてワッペン式試験片の 5 年目(又は 6 年

目)の回収・分析を実施し、本業務で作成する手引き書(案)の塗替え実施判定の評価手法に反映させた。
また、四国地方にて他機関が保有する既往暴露試験結果(6橋)も併せて取りまとめた。

3. 2 重防食塗装系及び耐候性鋼に関する塗替え管理計画立案要領の作成と試行

(1) 重防食塗装系の塗替え計画の考え方

1) 重防食塗膜の特徴

重防食塗装系は防食性能が従来の A,B 塗装系に比べ格段に高いため、腐食が生じにくく、また生じた場合でも拡がりにくい。その反面、放置すると局部的に深く進行する特性を有する。

2) 塗替え方法

重防食塗装系橋梁の場合は、できるだけ「塗替え」せずに、大事に至る前に早期に発見し、腐食損傷が発生している範囲のみの補修(スポット補修塗装、部分塗替え)を基本とする。また、早期措置として、維持工事等を行うタッチアップ等、特別な技術を要しない簡易補修も行う。そしてこのような簡易補修では対応が困難なほど損傷が著しい場合にのみ全面的な補修塗装を行うこととした。

3) 塗替え要否の判定とフロー図

重防食塗装系は、マクロ腐食環境(地域環境)の影響を受けにくく、桁端部と中間部等の部位による差異は小さい。そのため、「桁端部」、「中間部」の区別なく、全部位とも、現在の腐食程度と腐食進行度により塗替えの必要性を判定することとした。

塗替えの必要性を判定は、橋梁定期点検の対象となる全要素について、「①腐食」の損傷程度の評価結果を用いることとした。

- ①全要素とも損傷が無い(損傷程度 a)か、もしくは軽微な損傷(損傷程度 b, c)に留まっている場合は塗替え不要とする。
- ②塗替え不要と判断したなかで、ローカル腐食環境(現場環境)が厳しいと判断される場合には、「早期措置」としてタッチアップ補修により対応する。
- ③d,eの損傷が全要素の80%以上の場合、橋梁全体の塗替えが必要と判定する。
- ④d,eの損傷が80%未満の場合には、d,e発生部についてのスポット補修、または、部分塗替えが必要と判定する。

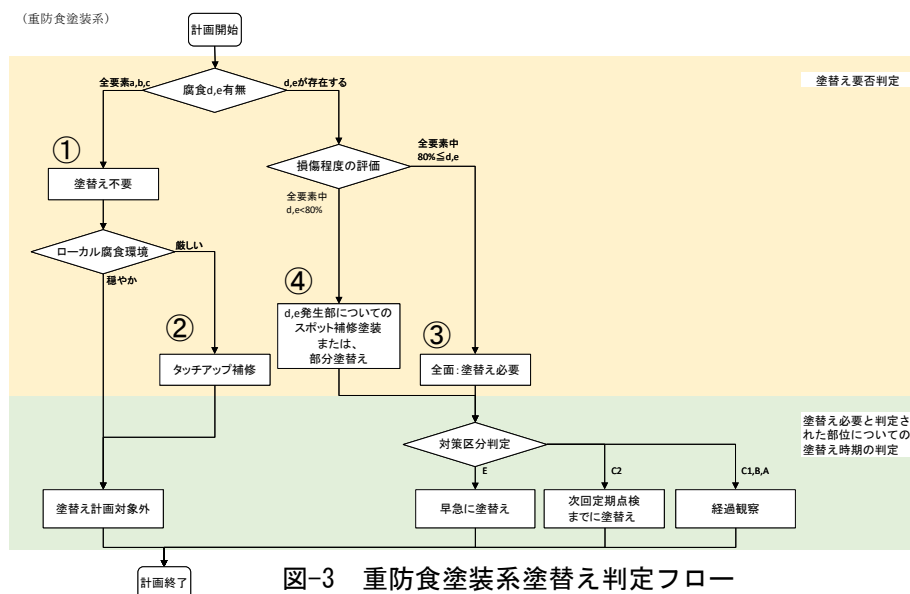


図-3 重防食塗装系塗替え判定フロー

4) 塗替え時期の判定

塗替え時期判定には、橋梁定期点検による「①腐食」についての対策区分判定結果を用い、以下とする。

E判定が1つでも存在する場合 : 早急に塗替え必要と判定

- C2 判定が 1 つでも存在する場合 : 次回定期点検まで(5 年以内程度)に塗替え必要と判定
- 上記のいずれにも該当しない場合 : 経過観察と判定

(2) 耐候性鋼の塗替え計画の考え方

1) 耐候性鋼の腐食の特徴

耐候性鋼材は、適度な乾湿の繰り返しを受けることで鋼材表面に緻密なさび層（保護性さび）が生成され、時間の経過とともに腐食速度は非常に小さなものとなるが、完全にゼロになるわけではない。耐候性鋼材の表面に形成される緻密なさび層は、良好なさび層であっても塗膜のような高い防食性能（環境遮断能力）は持たず、常に腐食が進行し板厚（部材の耐荷力）は漸減する。

耐候性鋼橋梁において腐食速度が速くなる（異常な腐食が発生する）のは、漏水などによる腐食環境の変化が原因であることが多い。また、飛来海塩粒子の影響を受ける環境においては、外桁は雨の洗い流し効果により良好な状態を保つのにに対し、内桁は塩分が蓄積し腐食速度が速くなるという特徴が現れる。

2) 塗替え方法

塗替えは基本的に Rc-I 塗装系を採用するものとする。ただし、耐候性鋼橋梁は被覆防食を行わないことで LCC が抑制されていることから、異常な腐食が発生した要因の排除を優先して実施することとし、塗装（防食被覆）の仕様変更は必要最小限に留める。

3) 塗替え要否の判定とフロー図

橋梁定期点検による「①腐食」の損傷程度の評価結果を用いて行う。ただし、「①腐食」での評価が記載されていない場合には、「⑤防食機能の劣化」の評価結果（e 判定の数）を用いることとする。

- ①d,e 判定の損傷が全要素の 80%以上の場合には、橋梁の架設環境が不適切と判断し、橋梁全体の塗替えと判定する。
- ②d,e 判定の損傷がない場合は、塗替え不要と判定する。
- ③d,e 判定の損傷が存在するが全要素の 80%未満の場合、損傷の発生要因を特定し、その要因排除の可否を判断する。
- ④損傷の発生要因が排除できない場合、あるいは、特定できない場合には補修塗装を行うものとし、損傷範囲に応じて塗装範囲を設定する。
- ⑤損傷の発生要因が排除可能な場合には、要因排除を行うとともに損傷箇所に対しては表面のさびを除去しておく。
- ⑥損傷要因が桁端部での漏水の場合、要因排除を行ったとしても経年により再漏水する可能性が高いため、損傷部位が桁端部の場合は要因排除と同時に補修塗装を行う。

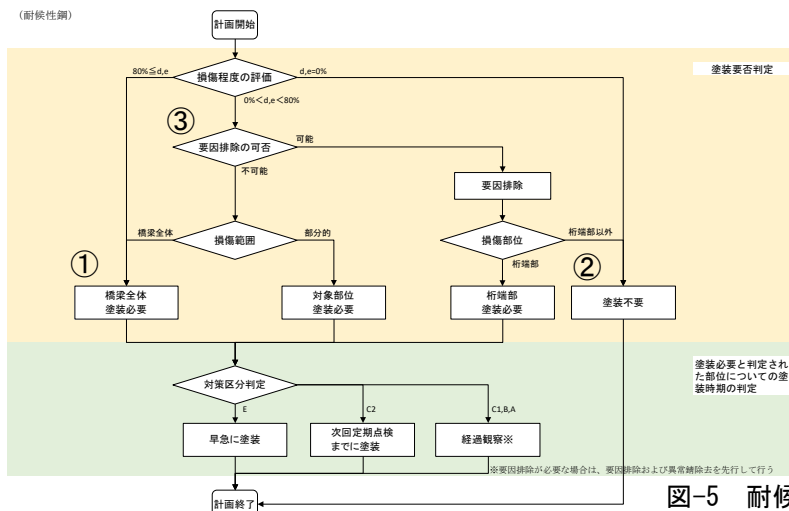


図-5 耐候性鋼の塗替え判定フロー図

4) 塗替え区分

4-1) 橋梁全体の塗替え

耐候性鋼橋梁全体が厳しい腐食環境に置かれた場合（飛来海塩濃度が高い環境や、湿潤環境など）には、防食仕様の変更（塗替え）が必要となる。

4-2) 桁端部の塗替え

桁端部は風の流れが悪く湿潤環境となりやすく、一般に支間部に比べて腐食速度が速くなる傾向にある。また、漏水のリスクは非常に高いことから、中間部とは区分して塗替える。

4-3) 中間部の塗替え

橋梁中間部で部分的に腐食速度の速い箇所（異常な腐食が認められる箇所）がある場合、漏水などの要因によって発生していることから、その原因を解明し除去することを基本とする。原因を除去できる場合には、異常なさびを除去するのみで塗装までは行わない。原因が除去できない場合、あるいは、不明な場合は、異常なさび発生部分を塗替える。

5) 塗替え時期の判定

橋梁定期点検による「①腐食」についての対策区分判定結果を用い、以下とする。

E判定が1つでも存在する場合 : 早急に塗替え必要と判定

C2判定が1つでも存在する場合 : 次回定期点検まで(5年以内程度)に塗替え必要と判定

B判定、C1判定が存在する場合 : 経過観察と判定

(3) 塗替え計画の試行

作成した塗替え管理計画立案要領に基づいて、令和元年度に受注者及び道路管理者による塗替え計画の試行を実施し、要領の修正ならびに実用性の確認を行った。重防食塗装橋梁および耐候性鋼橋梁を試行対象として選定した考え方を以下に示す。

1) 重防食塗装系

- ① 海塩粒子の影響を考慮し、沿岸部と内陸部に区分して選定する。
- ② 海岸に面する(0.3km以内)橋梁を、特に厳しい環境として選択する。
- ③ 凍結防止剤が散布されるものも選択する。
- ④ 塗装後の経過年数が長いものを中心に、ある程度ばらつくように選定する。
- ⑤ 新設と塗替え塗装を区分して選択する。
- ⑥ 塗膜劣化程度が異なるものを選択する（尾崎橋と入木橋では塗膜劣化状態が異なる）。

2) 耐候性鋼橋梁

架設後10年以上経過している耐候性鋼橋梁の中から、以下に示す考え方で試行橋梁を選定した。

- ① 管理事務所毎に2橋 : 事務所毎にマクロ腐食環境が異なると判断
- ② 架設年が古い : 経過年数が短いと劣化症状があまり発生しないため試行に適さない。
- ③ 安定化处理の有無 : 両者を選択。
- ④ 橋梁点検結果 : 何らかの異常が指摘されている橋梁のほうが試行には適している。

4 まとめ

試行に伴う意見も踏まえ、防食仕様毎に作成した塗替え計画作成の要領を取りまとめ「鋼橋塗装維持管理の手引き書(案)」を作成した。成案化に当たっては、腐食環境の地域区分評価(ワッペン試験片回収・分析)を取り入れ、四国地整管内の地域特性に適切に配慮した。

今後の課題として、作成した「鋼橋塗装維持管理の手引き書(案)」では、塗替えが必要な橋梁に対して具体的な施工方法については定めていない。例えば、塗替え塗装仕様は Rc-I 塗装系の適用が基本となっているが、その施工が容易ではない場合も多い。よって、社会情勢、周辺環境、現場条件に応じた鋼橋塗装の施工における留意点・対策等を調査・検討し、施工に関する手引きを作成することが必要である。