

低温時での1日施工が可能な鋼橋部分塗装仕様の開発

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○栗林 健一、梶谷 宜弘
 大日本塗料株式会社 山本 基弘
 (公財) 鉄道総合技術研究所 坂本 達朗

1. はじめに

鋼橋においては、塗膜劣化や腐食が橋全体にわたって均等に進捗することはまれである。多くの場合、桁端部などの狭い範囲で進行することが知られている¹⁾。そのため、全体的な塗膜劣化を待って、橋全体の塗装を更新した場合は、進行が早い部分の母材が著しく欠損することも想定される。一方で進行の早い部分にあわせて、全体塗替えを行うことは経済的に合理的でないと考えられる。

このような背景から部分塗替えの実施が検討されてきた^{1) 2)}。

しかし、現行の部分塗替え仕様³⁾は、施工日数が最低でも4日間かかること、低温(5℃以下)での施工に制限があること、鋼材素地への塗布が求められるため対象箇所の塗膜を全て撤去する必要があることなどの課題もあり、当社における実施工例は限定的にとどまっていた。

2. 塗膜劣化の実態調査

2.1 実態調査の概要

部分塗装仕様の開発に先立って、当社管内の鋼橋のうち、78橋りょう(244連)で塗膜劣化に関する実態調査を行った。通常、塗膜劣化度は2年ごとの検査により把握している。検査では目視にて部材ごとの劣化度を把握し、その合計(評点)で塗り替え時期の目安を定義している³⁾。

今回の調査では、上記のスパン全体の劣化度に加え、支点付近およびスパン中央部付近に限定した劣化度調査も行った。また、塗膜劣化に与える影響因子を把握するために、橋りょうの製作年度、周辺環境、桁下環境、塗装塗り替え履歴(前回適用塗装仕様、前回塗装後の経過年数)により分析を行った。

2.2 実態調査の結果

図1に塗膜劣化度の実態調査の全データを示す。バラツキはあるものの桁全体の塗膜健全度は経年に比例して劣化していくことがわかる。

調査桁桁 172連のうち106連では支間中央部と支点部の劣化度が同等であったものの、66連(全数の約4割)ではそれらに差が確認された。図2に示すように、支点部付近の塗膜劣化度と支間中央部付近の差は「9年程度」であることがわかる。

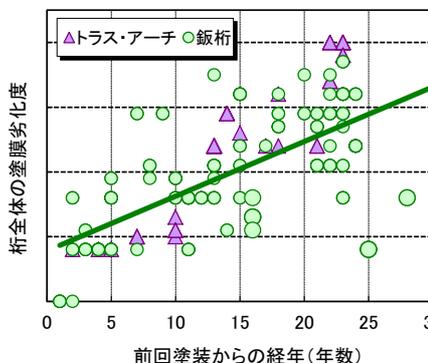


図1. 塗膜劣化度(224連)

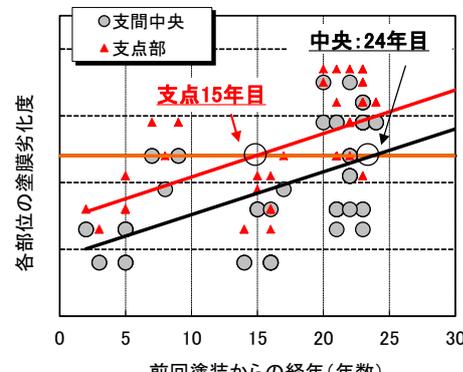


図2. 塗膜劣化度(桁桁 66連*)

* 支間中央と支点部の塗膜劣化度に差が確認された桁

製作年度の古い橋りょうの支点部は、新しい橋りょうのように比べ塗膜の劣化進行は速いことが確認された。この理由としては、錆を十分に落とせない支点付近の作業環境の悪さ、部材点数の多さによるケレン作業の困難性などが影響していると思われる。また、今回の調査では、周辺環境や桁下環境の違いによって、塗装の劣化進行度合いに大きな違いを確認することは出来なかった。

なお、この調査結果は2011年4月~8月に実施したもので、現在は塗膜劣化度の高いものは塗り替えが終了している。

以上より、経験的に知られていた支点部での腐食の先行劣化の実態を確認することができた。

3. 部分塗り替え塗装仕様の選定

3.1 開発仕様の要求性能

支点付近と中央部塗膜劣化度の差は「9年程度」であったことから、部分塗装に求める耐久性は10年以上とし、劣化促進試験では塗装系 B-7(鉛系さび止め塗料+長油性フタル酸樹脂塗料)と比較した。これは B-7 塗装系の耐久性が10年以上有していることが今回の実態調査でも確認されたことによる。開発部分塗装仕様の要求性能を示す。

- ① 低温時(2℃)でも1日施工(8h)が可能
 - i) 2層構造の仕様(下塗塗料+上塗塗料)
 - ii) 下塗塗料の指触乾燥時間が4時間以内(2℃下)
- ② 旧塗膜との塗り重ね適合性
 - i) 旧塗膜(ポリウレタン樹脂、長油性フタル酸樹脂)との塗り重ねが可能な塗料
- ③ 塗装仕様の耐久性が10年以上
 - i) 塗装系 B-7 より優れた耐久性であること

キーワード 鋼橋, 部分塗装, 低温, 1日施工

連絡先 〒331-8513 さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR 東日本 研究開発センター テクニカルセンター

3.2 開発仕様の選定

下塗り塗料には低温乾燥性の特徴を有する湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料下塗り、上塗り塗料には厚膜塗装が可能な塗料である厚膜型ポリウレタン樹脂塗料上塗りとシリコン変性エポキシ樹脂塗料の2種類を選定した。上塗り塗料の違いにより、塗装系 G1, 塗装系 G2 の2種類を候補塗装系とした。

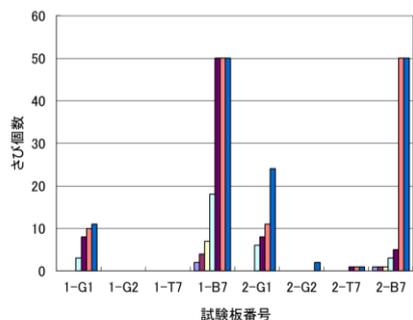


図3. 一般部のさびの個数

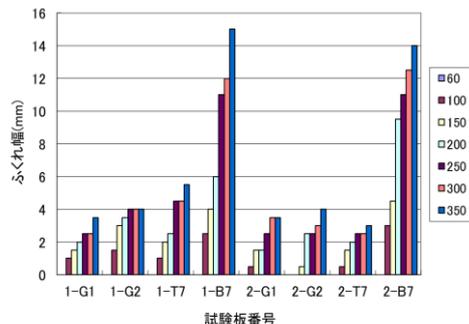


図4. スクラッチからのふくれ幅

4. 部分塗り替え塗装仕様の評価

4.1 促進劣化試験による評価

1) 促進劣化試験の概要

試験片は、さび鋼板を用いて作製した。さび鋼板の作製は、「鋼構造物塗装設計施工指針 2005」³⁾の附属書 C「防食性評価試験方法(複合サイクル試験方法)」(以下、附属書とする)に準じた。

試験方法は、一般的な塗膜劣化評価方法である JIS K5600-7-9 サイクル腐食試験方法に加え、鉄道総研式複合サイクル試験³⁾でも評価を行った。

2) 促進劣化試験の結果

JIS 式劣化促進試験および鉄道総研式複合サイクル試験でも同様の傾向を確認することができた。JIS 式劣化促進試験結果の一例を図3～図4に示す。

- ・一般部において、膨れの発生は見られなかった。さびの発生頻度は、概略で塗装系 B-7 > 塗装系 G1 > 塗装系 G2 ≒ 塗装系 T-7 の順となった。また、剥がれ(割れ)の発生頻度は、概略で塗装系 B-7 > 塗装系 G2 > 塗装系 G1 ≧ 塗装系 T-7 の順となった。
- ・カット部において、膨れ幅は概略で塗装系 B-7 > 塗装系 T-7 > 塗装系 G1 ≒ 塗装系 G2 の順となった。

3) 劣促進劣化試験のまとめ

各試験結果から各塗装系の耐久性を相対評価した結果、塗膜の変状形態によって順序が前後することがあるが、塗装系 G1, 塗装系 G2 の耐久性は概ね塗装系 B-7 より優れ、かつ塗装系 T-7 以下であり、開発した塗装系の要求性能である「塗装系 B-7 より優れた耐久性」を有する可能性が高いことが分かった。

4.2 試験施工による評価

鉄道用地内に設置されている鋼桁で試験を行った。本鋼桁は、上路鋼桁のリベット橋で支間 9.661m であり、前回の塗装年月は 1998 年 3 月である。

施工試験は、塗装系 B-7 より優れた耐久性を有し、かつ塗装系 G2 より経済性(第2層)に優れた塗装系 G1 を用いて実施することとした。また、試験時期は低温時での施工性を確認するために 1 月中旬に実施した。試験施工時の最低気温は平均 1.6℃、湿度 69%であった。

はけ塗り塗装のし易さと仕上がり性について、T-7 仕様用塗料と比較し、塗装工の意見を踏まえ評価した。また、次工程(2層目)塗装が可能な塗装間隔

について、指触と目視観察により評価した。開発仕様の作業性などについて以下に示す。

- ・開発仕様は下塗り上塗りとも 15 分/m²程度であった。上塗りには T-7 仕様でも使用されている塗料であり、作業効率からはほぼ同等の作業性である。
- ・硬化乾燥については、3℃～1.8℃の施工環境で平板面は 1.5 時間程度で指触乾燥に至り、2.5 時間後には半硬化状態に達し、硬化乾燥性は良好である。
- ・指触乾燥状態で上塗りの塗装は可能であったが、下フランジ上面と腹板の L 部など、塗料溜まりが生じやすい箇所では乾燥が遅く、この箇所が指触乾燥に至った 3.5 時間後に全体の上塗り塗装を行った。しかし、このような箇所でも上塗り塗装後の状態確認で、メーカー規格書に規定の最小塗装間隔 4 時間(1℃)以内でも特に問題はなかった。
- ・施工後 1 年経過した状態を確認したところ、塗膜劣化や錆は確認されなかった。

5. おわりに

以上より、開発した塗装系(湿気硬化形ポリウレタン樹脂塗料+厚膜型ポリウレタン樹脂塗料上塗り)は 3.1 に記載した仕様を満足する塗装系だと考えられる。表 1 に標準仕様(案)を示す。

今後、開発した部分塗装等を組み合わせた場合の塗装 LCC 最適化に関する検討を行う予定である。

表 1 部分塗装標準仕様(案)

工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	塗装間隔 (20℃)
第 1 層	湿気硬化形ポリウレタン樹脂下塗り塗料	はけ・ローラー 150	4 時間～ 1 ヶ月
第 2 層	厚膜型ポリウレタン樹脂塗料上塗り	はけ・ローラー 150	

※ 気温：2℃以上、相対湿度：85%未満

【参考文献】

- 1) 橋梁と基礎：玉越隆史，赤川正一，佐藤和徳，藤原久，中野正則，安波博道：鋼橋の部分塗り替えの取り組みと試験施工，2011-5
- 2) 伊藤大輔，高原剛士，白柏秀章，栗林健一：ライフサイクルコストの最小化を目的とした鋼橋の清掃・塗装周期について，土木学会年次講演会，2009-9
- 3) 財団法人鉄道総合技術研究所：鋼構造物塗装設計施工指針 2005