

第I部門

## 維持管理(耐候性鋼)(2)

### [I-12] 腐食が進行した耐候性鋼材の補修方法に関する検討

#### A study on repair painting for corroded weathering steel

○杉山 裕夏<sup>1</sup>、麻生 稔彦<sup>1</sup> (1.山口大学大学院)

○Yuka Sugiyama<sup>1</sup>, Toshihiko Aso<sup>1</sup> (1.Yamaguchi University)

キーワード：耐候性鋼材、腐食、補修、曝露試験

Weathering steel, Corrosion, Repair painting, Exposure test

耐候性鋼材は、鋼材表面に緻密な保護性さびを形成することで腐食速度を低減することができる鋼材である。この特性により、近年橋梁への適用が増加しているが、現在供用されている耐候性鋼橋梁の中には、異常さびが生じ、補修が必要な橋梁も存在する。しかし、耐候性鋼材に対する補修塗装の種類の違いによる効果は解明されていない。そこで本検討では、腐食した耐候性鋼材の補修方法を検討することを目的として曝露試験を実施した。曝露試験の結果から、塩分の影響を受ける地域では、Rc-II、Rc-Iによる補修方法が適切であろう。一方、塩分の影響を受けない場合には、ブラスト処理によりさびを除去することで継続使用も可能であろう。

腐食が進行した耐候性鋼材の補修方法に関する検討

山口大学大学院 学生会員 ○杉山裕夏

山口大学大学院 正 会 員 麻生稔彦

1. はじめに

耐候性鋼材は、鋼材表面に緻密な保護性さびを形成することで腐食速度を低減することができる鋼材である。この特性により LCC の低減が見込めることから、近年橋梁への適用が増加しているが、現在供用されている耐候性鋼橋梁の中には、異常さびが生じ、今後補修が必要な橋梁も存在する。しかし、耐候性鋼材に対する補修塗装の有無や種類の違いによる効果は解明されていない。そこで本検討では、腐食した耐候性鋼材の補修方法を検討することを目的として曝露試験を実施した。

2. 実験概要

本検討では、評点 1 のさびを生成させた JIS-SMA 耐候性鋼材 (150×70×6mm) に各種処理を施し、曝露試験を行う。表-1 に、各鋼材に施した補修方法 (各素地調整, 各塗装) を示す。曝露試験は、2017 年 11 月から沖縄県糸満市、島根県松江市、山口県宇部市の 3 地点で実施し、沖縄と島根では飛来塩分の影響を受ける遮へい曝露、山口では飛来塩分の影響を受けない密閉箱内曝露とした。表-2 に、各地点の曝露環境を示す。各試験片について、さび厚、イオン透過抵抗値の測定と外観評価を実施し、補修効果を評価する。ここで、イオン透過抵抗値とは、腐食程度の評価方法の 1 つで、鋼材に微量の電流を流した時に発生するイオンの移動に対する抵抗値のことである。

3. 外観評価による検討

本検討では、曝露開始 2 年後の塗装鋼材のさび、ふくれを ASTM D174-02, ASTM D610-01 に基づいて評価した。さび、ふくれ評価ともに、10 が健全な状態であり、小さくなるにつれてさび、ふくれが多く存在する。

図-1 に、各鋼材のさび、ふくれ評価の結果を示す。さび安定化処理と有機ジンクリッチペイントは沖縄においてさびが多く発生していることがわかる。一方、変性エポキシ樹脂塗料は全地点でさび、ふくれともに 8 以上を保持しており、現段階ではさび、ふくれの発生はほとんど見られない。Rc-III では沖縄においてさびの発生が見られるが、Rc-II ではほとんど見られない。また、ふくれは Rc-III, Rc-II とともに 2 (約 5mm のふくれ) であるが、Rc-II はふくれの数は”F”と評価されており、大きいふくれが僅かに発生している状態である。図-2 に、曝露開始 2 年目の Rc-III の外観写真を示す。沖縄では全面で腐食が進行、島根では疵部周辺で腐食が進行、山口では全面で腐食の進行は見られない。曝露環境が腐食の進行に大きく影響を及ぼしていることがわかる。

表-1 実験水準

| 分類    | 鋼材番号 | 補修方法                                           |
|-------|------|------------------------------------------------|
| 無処理   | 1～5  | 評点 5～1                                         |
|       | 6    | 動力工具                                           |
|       | 7    | 動力工具＋水洗                                        |
|       | 8    | ブラスト処理①<br>(付着塩分量 50mg/m <sup>2</sup> 以下)      |
|       | 9    | ブラスト処理②<br>(付着塩分量 100～150mg/m <sup>2</sup> 程度) |
| 簡易塗装  | 10   | ブラスト処理③<br>(付着塩分量 400～500mg/m <sup>2</sup> 程度) |
|       | 11   | ブラスト処理＋さび安定化補助処理                               |
|       | 12   | ブラスト処理＋有機ジンクリッチペイント                            |
| 重防食塗装 | 13   | ブラスト処理＋変性エポキシ樹脂塗料                              |
|       | 14   | Rc-III                                         |
|       | 15   | Rc-II                                          |
|       | 16   | Rc-I                                           |
|       | 17   | Rc-I(水洗工法)                                     |
|       | 18   | Rc-I(水洗レス工法)                                   |

表-2 曝露環境

| 場所     | 試験方法   | 曝露開始日       | 曝露期間<br>平均気温(℃) | 曝露期間<br>平均湿度RH(%) | 曝露期間<br>平均飛来塩分量(mdd) |
|--------|--------|-------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| 沖縄県糸満市 | 遮蔽曝露   | 2017年11月24日 | 23.5            | 76.4              | 0.295                |
| 島根県松江市 | 遮蔽曝露   | 2017年11月30日 | 15.8            | 73.9              | 0.296                |
| 山口県宇部市 | 密閉箱内曝露 | 2017年11月30日 | 18.4            | 69.3              | -                    |

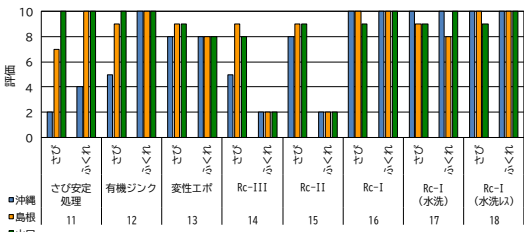


図-1 2年目外観評価

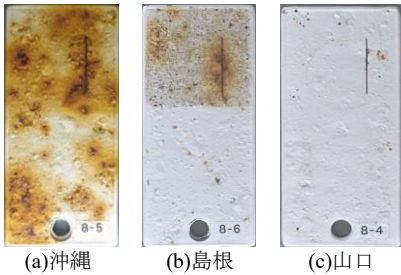


図-2 Rc-III 外観写真

キーワード 耐候性鋼材, 腐食, 補修, 曝露試験

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市 常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9323

4. I 評点による検討

本検討では、前述のさび厚、イオン透過抵抗値より得られる I 評点に着目した。ここで I 評点とは、さび厚とイオン透過抵抗値を照らし合わせることでさび性状を判断する指標で、図-3 に示す分類図より、プロットされた範囲で、対象の鋼材のさび性状を 6 段階で評価する。本検討では、各鋼材について初期値と曝露開始後 1 年目、2 年目の測定値の 3 点をプロットした。

図-4 に、無塗装鋼材の I 評点図を示す。沖縄（記号 O）、島根（記号 S）では動力工具、ブラスト処理ともに腐食が進行しているが、山口（記号 Y）では I-4 の保護性さびに向かっており、腐食の進行は見られない。このことから、飛来塩分の影響を受けない地域では、異常さびを除去することで保護性さびが再形成されることが考えられる。図-5 に、簡易塗装鋼材の I 評点図を示す。沖縄、島根では、さび安定化補助処理と有機ジンクリッチペイントは、イオン透過抵抗値の減少とさび厚の増加が見られ、塗膜劣化、腐食進行が見られる。一方、変性エポキシ樹脂塗料は大きな変化は見られず防食性能を維持していると考えられる。図-6 に、重防食塗装鋼材の I 評点図を示す。沖縄、島根において、Rc-III はイオン透過抵抗値が大幅に減少しており、塗膜が劣化していると考えられる。Rc-II と Rc-I はほとんど変化が見られず防食性能を維持していると考えられる。

5. 補修効果の整理

本検討の結果から各鋼材の補修効果を“○”，“△”，“×”で判定した。表-3 に、各鋼材の補修効果を示す。飛来塩分の影響を受けない山口ではすべての鋼材で再腐食は見られない。飛来塩分の影響を受けない地域では、腐食要因を排除できた場合、無塗装での継続使用も可能であると考えられる。一方、沖縄、島根では Rc-II, Rc-I に加えて、変性エポキシ樹脂塗料も腐食の進行はほとんど見られなかったが、変性エポキシ樹脂塗料のみでは長期耐久性が期待できないため、応急的延命措置として使用可能であろう。

6. まとめ

本検討では、曝露試験の結果から各補修方法の効果を検討した。飛来塩分の影響を受ける地域では、Rc-II, Rc-Iによる補修方法が適切であろう。一方、塩分の影響を受けない場合には、ブラスト処理によりさびを除去することで継続使用も可能であろう。

なお、本検討は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「耐候性鋼橋梁の診断・補修技術の高度化についての研究開発」で行われたものである。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会，耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術，JSSC テクニカルレポート No73，2006。

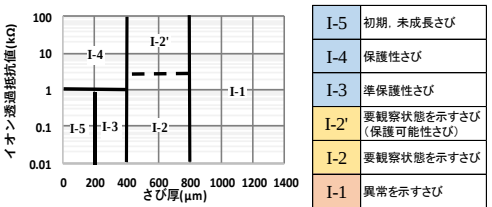


図-3 I 評点分類図

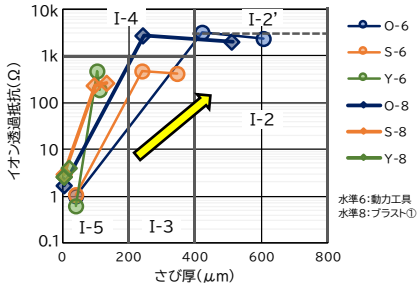


図-4 無塗装鋼材の I 評点図

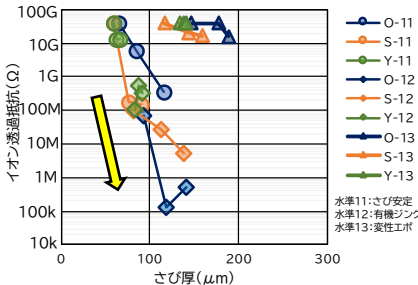


図-5 簡易塗装鋼材の I 評点図

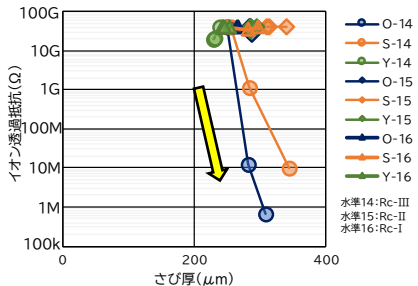


図-6 重防食塗装鋼材の I 評点図

表-3 補修効果まとめ

| 分類    | 鋼材番号 | 補修方法                                           | 沖縄 | 島根 | 山口 |
|-------|------|------------------------------------------------|----|----|----|
| 無塗装   | 6    | 動力工具                                           | ×  | ×  | ○  |
|       | 7    | 動力工具＋水洗                                        | ×  | △  | ○  |
|       | 8    | ブラスト処理①<br>(付着塩分量 50mg/m <sup>2</sup> 以下)      | ×  | △  | ○  |
|       | 9    | ブラスト処理②<br>(付着塩分量 100～150mg/m <sup>2</sup> 程度) | ×  | △  | ○  |
|       | 10   | ブラスト処理③<br>(付着塩分量 400～500mg/m <sup>2</sup> 程度) | ×  | △  | ○  |
| 簡易塗装  | 11   | ブラスト処理＋さび安定化補助処理                               | ×  | ×  | ○  |
|       | 12   | ブラスト処理＋有機ジンク                                   | ×  | △  | ○  |
|       | 13   | ブラスト処理＋変性エポキシ                                  | ○  | △  | ○  |
| 重防食塗装 | 14   | Rc-III                                         | ×  | ×  | ○  |
|       | 15   | Rc-II                                          | ○  | ○  | ○  |
|       | 16   | Rc-I                                           | ○  | ○  | ○  |
|       | 17   | Rc-I(水洗工法)                                     | ○  | ○  | ○  |
|       | 18   | Rc-I(水洗レス工法)                                   | ○  | ○  | ○  |