

さび安定化促進処理された既設耐候性鋼橋梁のさびの粗さとさび評価

松江高専専攻科	学生会員	○佐野	大樹	豊橋技術科学大学	学生会員	宇津田俊哉
松江高専専攻科	学生会員	吉中	智弘	日特建設(株)	非会員	森脇 由香
神戸大学工学部	非会員	永瀬	禎	松江工業高等専門学校	正会員	武邊 勝道
西日本旅客鉄道(株)	非会員	廣瀬	貴裕	松江工業高等専門学校	正会員	大屋 誠

1. はじめに

耐候性鋼材は、鋼表面に形成される保護性のさびによって腐食の進行を抑制する特性を持ち、ライフサイクルコストを削減できる点から多くの実構造物に適用されている。耐候性鋼材には、JIS 耐候性鋼材 (JIS-SMA) と JIS-SMA 材に比べ耐候性能を向上させた Ni 系高耐候性鋼材が実用化されている。JIS-SMA 材は現在市販されている 7 種ある耐候性鋼材の中で最もコストが低い耐候性鋼材であるが、耐食性能が他の耐候性鋼材に比べて低く、道路橋示方書では、飛来塩分量が 0.05mdd ($\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$) を上回る地域では裸使用すべきでないという基準が定められている¹⁾。Ni 系高耐候性鋼は高い耐候性能を有しているが、レアメタルの高騰により、橋梁建設時の初期コストが高いため、使用が難しい状況となっている。このような面から、飛来塩分量の基準値を超える地域においても JIS-SMA 材を基本とした耐候性鋼橋梁の建設が望まれている。保護性さびの形成が進みにくい腐食環境でも JIS-SMA 材を使用する手段の一つとして「さび安定化促進処理」を利用した方法が提案され、実用化されているが、この技術は約 10 年前に開発されたものであり、施工例が少なく、施工後 10 年経過した橋梁に対して行われる中期点検の調査例がほとんどないのが現状である。地域によっては保護性さびの形成に失敗している例も報告されており、実際の構造物におけるさびの安定化に関する知見が不十分である。

そこで本研究では、約 10 年前に建設されたさび安定化促進処理された橋梁に対して中期点検を実施した。形成されたさびの調査・評価を行うことで、さび安定化促進処理で形成されるさびの有効性を検証すると共に、今後行われる同様な橋梁の中期点検の参考資料となるように結果を整理することを目的とした。また、結果の整理において、さび安定化促進処理が施された表面からさびに置き換わる過程において表面が粗くなることが考えられるため、さび厚の粗さの程度を評価することを試みた。さびの粗さについては、さび厚の相対標準偏差とさび厚の平均値およびイオン透過抵抗値の関係から、その特徴について考察した。

2. さび安定化促進処理

さび安定化を促進するための表面処理剤は、施工時にエアレススプレーによって耐候性鋼材の表面に塗布される。塗布された表面処理剤は保護性さびの形成に悪影響を及ぼす Cl^- が地金に付着するのを防ぎつつ、保護性さびの形成を促進する。このさび安定化促進処理を行うと、保護性さびは通常の裸使用に比べて形成に約 10 年よりも数年早く形成されると言われている。保護性さびが形成される過程で、表面処理剤は風化し、保護性さびに置き換わる。それ以降は裸使用の場合と同じように、形成された保護性さびが腐食の進行を抑制する。表面処理剤の持つ耐塩性によって、飛来塩分量が従来の基準を超えていても 0.4mdd まで JIS-SMA 材の使用が可能であると言われている。

3. 調査概要

図 1 に調査橋梁の位置を示す。調査橋梁は海岸から約 1km の地点にある高速道路で、橋梁から海を目視できる。施工後約 10 年経過しており、中期点検を行う時期として適当な橋梁である。

本研究では、膜厚計により塗膜またはさび厚さの測定と、イオン透過抵抗測定法²⁾ (以下、RST 法と略称) により開発されたさび状態テスターを用いて実橋梁の鋼板面のイオン透過抵抗値を測定した。2 つの測定値を基にして、鋼板の表面状態を I-1 から I-5 までの、I-2'を含む 6 段階で評価判定を行った。



図 1 調査橋梁の位置

4. 測定結果

調査橋梁は 2 主桁橋であり、山側の桁を G1、海側に面する北側を G2 とした。G1 について、桁内・桁外

キーワード 耐候性鋼橋梁, さび安定化促進処理, イオン透過抵抗値

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4 松江工業高等専門学校環境・建設工学科 TEL:0852-36-5268

の下フランジ上面 (FlgU) を合わせて 16 箇所, 下フランジ下面 (FlgL) を 10 箇所, ウェブ面 (Web) を 8 箇所の計 34 箇所測定を行った。調査結果を図 2 に示す。図 2 の横軸は鋼板表面の塗膜あるいはさびの厚さであり, 縦軸はイオン透過抵抗値である。本研究では, 鋼板表面の状態から $100\text{k}\Omega$ を超えるイオン透過抵抗値を示す部位については, 表面処理剤がそのまま残っている部位と判断した。

5. 各部位のさび評価

下フランジ上面は, ほぼ全ての測点で高い抵抗値が見られたが, ウェブのすぐそばの測点や, 桁内のほぼ全ての面で高いさび厚が測定された。

下フランジ下面の大部分は, さび厚は薄く, 抵抗値は高い値を示し, 保護性さびがうまく形成されていた。ただし, 下フランジ上面において I-1, I-2 と評価された測点の裏側のみ I-2 と評価された。図 2 において, 2 点のイオン透過抵抗値が $100\text{k}\Omega$ を超えている測点があるが, これは塗装処理されているためである。

ウェブ面では, 外側のイオン透過抵抗値が $100\text{k}\Omega$ を超えている。これは, 表面処理材の塗膜としての機能を有している箇所が多く残っている状態であり, さびの成長が未熟である。

6. 膜厚の相対標準偏差からみたさびの粗さ

図 3 に塗膜またはさび厚相対標準偏差とさび厚平均値の関係を示す。また, 図 4 に塗膜またはさび厚の相対標準偏差とイオン透過抵抗値の関係を示す。測定箇所ごとによる測定値の差を考慮して, 通常の標準偏差の代わりに相対標準偏差を採用した。その結果, 膜厚の平均値と相対標準偏差について, 平均値 $400\sim 800\mu\text{m}$ の範囲で相対標準偏差に収束が見られた。 $400\mu\text{m}$ までの範囲では, 相対標準偏差のばらつきが多く, それ以降には規則性が見られる。図 4 の相対標準偏差とイオン透過抵抗値に関係性が見られないことから, $400\sim 800\mu\text{m}$ の範囲で, 表面に残っていた表面処理剤が完全に保護性さびへ置き換わるものと考えられる。

7. まとめ

建設後約 10 年経過したさび安定化促進処理が施された橋梁において膜厚計と RST 法によるさび評価を行った。調査の結果, ほとんどの測定箇所が高い抵抗値を示し, 概ね問題なく保護性さびが形成されていることがわかった。しかしながら, 保護性さびがうまく形成されておらず, 今後, 塗装による補修を検討する必

要がある部分もいくつか判明した。コンクリートが真上にある部分や日光・風が当たりくい測点では裸使用時には見られない I-2' 評価のさびがいくつも見られた。この箇所に関しては, このまま保護性さびとして機能し続けるか継続的に計測を続け, さびの成長過程を調べる必要があると思われる。

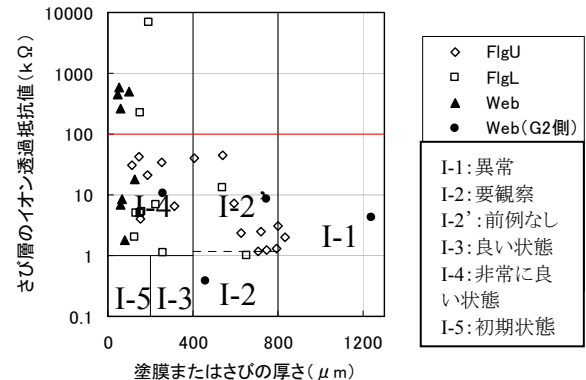


図 2 RST 法による耐候性鋼上に生成した錆の分類

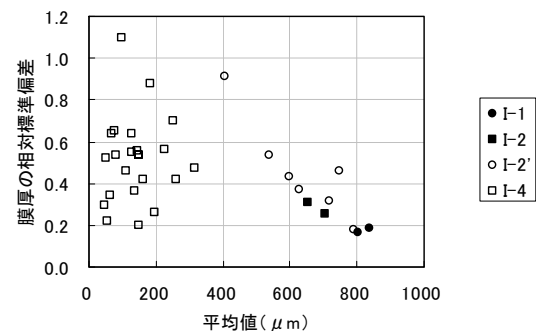


図 3 膜厚の相対標準偏差とさび厚平均値の関係

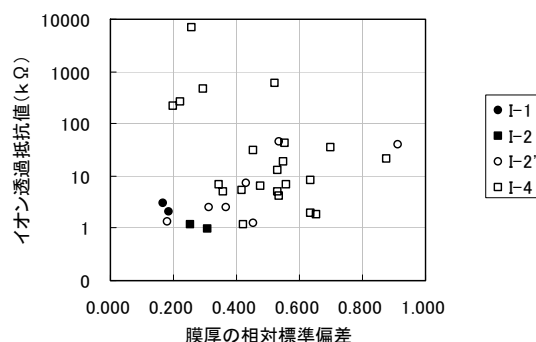


図 4 膜厚の相対標準偏差とイオン透過抵抗値の関係

謝辞: 今回の研究成果は, 国土交通省倉吉河川国土事務所からの受託研究「山陰地方における耐候性鋼橋梁の適用評価に関する調査・研究」の成果の一部をまとめたものである。

参考文献: 1) (社) 日本道路協会, 道路橋示方書・同解説書, 2002 年 3 月, 2) (社) 日本鋼構造協会, 耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防保全, JSSC テクニカルレポート No. 86, 2009 年 9 月。