

## 鋼橋塗替塗装における塩分除去と高遮断形下塗塗料適用の検討（その2）

|         |     |        |
|---------|-----|--------|
| 東日本高速道路 | 正会員 | ○飯塚 大起 |
| 横河ブリッジ  | 正会員 | 鈴木 克弥  |
| 大日本塗料   | 非会員 | 和田 公輝  |

### 1. はじめに

メップ川橋は、道央自動車道（登別東 IC～白老 IC 間）の北海道白老郡白老町に位置する全長約 556m の橋梁である。白老町の海岸線から 1km 付近に位置しており、凍結防止剤の散布および飛来塩分による塩害により、鋼部材の腐食が著しい状況であった。本稿では、塗替塗装工事における、「ブラスト工法による塩分除去（報告(その1)）」と「高遮断形下塗塗装（報告(その2)）」の組み合わせによる、耐塩対策の取り組みのうち、高遮断塗料の本工事での適用の可否の検討結果を報告する。具体的には、回収した鋼部材の発錆状態を解析した結果、ならびに同回収鋼部材に対し高遮断形下塗塗料を含む塗装仕様で塗替塗装を行い作製した試験体の耐久性試験の結果について報告する。

### 2. 発錆状態の解析

架設現地より回収した鋼部材に対し、外観上の除錆度が ISO Sa2・1/2 になるまでブラスト工法を適用した後の状態について分析を行った。その結果、幅 200～400 $\mu$ m 程度、深さ 50～100 $\mu$ m の孔が散見された（写真-1）。また、孔内ではさびの残存（図-1）、ならびに塩素（Cl）元素の鋼材近傍への局在化（図-2）を確認した。

以上の分析結果から、本橋梁においては、ブラスト工法を適用した場合においても鋼材の深さ方向に成長したさびの完全な除去が困難であり、さらに残存したさびには Cl 元素が局在化している可能性が高いと推測された。Cl 元素がさび中の鋼材近傍に局在化する現象（塩化物イオンネスト）は既に報告されている<sup>1)</sup>。



写真-1 表面状態の分析結果  
（赤丸；孔部）

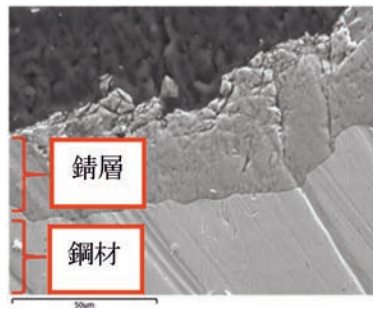


図-1 断面状態の分析結果  
（SEM 像）

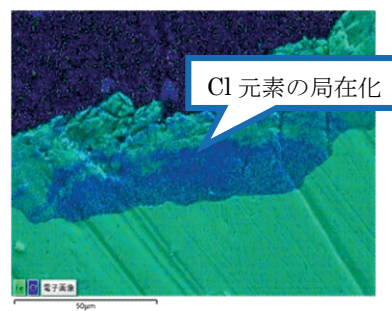


図-2 断面状態の分析結果  
（EDX マッピング結果）

### 3. 着目技術とその狙い

被塗面に塩分が残存した状態で塗替塗装が行われた場合、環境中水分が塗膜下鋼材面まで到達すると塩分を溶解し高濃度の水溶液を形成するため、塗膜上下間で濃度勾配による水分の浸透圧が生じる。その結果、塗膜下鋼材面への水分到達を促進し、塗膜の早期腐食劣化を引き起こすとされている<sup>2)</sup>。

今回用いた高遮断形下塗塗料は、鱗片状アルミニウム顔料を極めて高い精度で並列配向させることで得られる「高遮断効果」と疎水性が高い特殊変性樹脂（エポキシ、アミン）により得られる「拡散抑制効果」によって、環境中水分や酸素を始めとする腐食性成分に対し優れた遮断性を発揮し、環境中水分の塗膜下鋼材面への到達を遅延し、同劣化を防ぐことが期待される。そこで今回は、現地回収鋼部材に対し素地調整後に高遮断形下塗塗料を含む仕様で塗装した試験体の耐久性を評価することで、残存塩分による早期腐食劣化に対する同塗料の有効性を評価した。

### 4. 耐久性評価

2つの回収鋼部材からそれぞれ試験体（試験体 A、B）を切り出し、外観上の除錆度が ISO Sa 2・1/2 になるまでブラスト工法で素地調整を行った。各試験体に対して電導度法を用いた付着塩分量測定の結果、試験体 A では 57.9mg/m<sup>2</sup>、試験体 B では 145.9mg/m<sup>2</sup> の残存塩分を確認した。これら試験体に対し、設計仕様（c3-①）、高遮断形下

キーワード 腐食，塗替塗装，塩分，除去，残存，ブラスト，遮断，耐久性  
連絡先 〒061-1279 北海道北広島市大曲並木 1-1-1 東日本高速道路㈱ 北広島管理事務所

塗塗料を適用した検証仕様（c3-②），ならびに各仕様において遮断機能を担う下塗塗膜を1層まで適用した劣化促進仕様（c3-⑧，c3-⑨）の計4仕様（表1）で塗装を行い，JIS K 5600-7-1に準拠した耐塩水噴霧性試験（試験期間：2160時間）を行った．その結果，劣化促進仕様のなかで，設計仕様（c3-⑧）においては試験体Aで336時間，試験体Bで504時間経過時に塗膜変状（さび，膨れ）が生じ，高遮断形下塗塗料を適用した仕様（c3-⑨）では2160時間経過後においても塗膜変状が生じないことを確認した（図3）．以上の結果から，本条件において検証仕様は設計仕様に対して一定の耐久性を有するといえる．

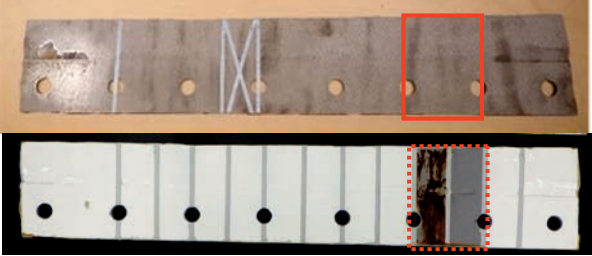
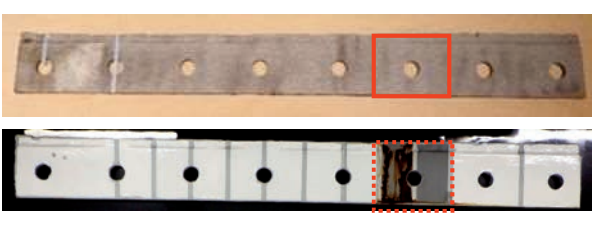
|      | 回収鋼部材と切削部                                                                                | 素地調整後（上）と試験後（下）                                                                    | c3-⑧<br>塗膜変状時                                                                                | 劣化促進仕様の<br>変状(2160時間)                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 試験体A | <br>切削部 |  | <br>336時間 |  |
| 試験体B | <br>切削部 |  | <br>504時間 |  |

図-3 試験体の状態

表 1 塗装仕様

| 仕様No.  | 現場適用仕様           |             |                            |             | 劣化促進仕様           |             |                            |             |
|--------|------------------|-------------|----------------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------|-------------|
|        | 設計仕様<br>c3-①     |             | 検証仕様<br>c3-②               |             | 設計仕様<br>c3-⑧     |             | 検証仕様<br>c3-⑨               |             |
| 仕様概要   | 設計仕様 一般部         |             | c3-①の遮断機能向上                |             | c3-①の劣化促進        |             | c3-②の劣化促進                  |             |
| 項目     | 塗料名              | 膜厚<br>(塗布量) | 塗料名                        | 膜厚<br>(塗布量) | 塗料名              | 膜厚<br>(塗布量) | 塗料名                        | 膜厚<br>(塗布量) |
| 素地調整   | 1種（ブラスト工法）       | —           | 1種（ブラスト工法）                 | —           | 1種（ブラスト工法）       | —           | 1種（ブラスト工法）                 | —           |
| 下塗 第1層 | 有機ジンクリッチ<br>ペイント | 30μm×2回     | 有機ジンクリッチ<br>ペイント           | 30μm×2回     | 有機ジンクリッチ<br>ペイント | 30μm×2回     | 有機ジンクリッチ<br>ペイント           | 30μm×2回     |
| 下塗 第2層 | 変性エポキシ樹脂塗料下塗     | 60μm        | 高遮断形下塗塗料<br>(変性エポキシ樹脂塗料下塗) | 60μm        | 変性エポキシ樹脂塗料下塗     | 60μm        | 高遮断形下塗塗料<br>(変性エポキシ樹脂塗料下塗) | 60μm        |
| 下塗 第3層 | 変性エポキシ樹脂塗料下塗     | 60μm        | 高遮断形下塗塗料<br>(変性エポキシ樹脂塗料下塗) | 60μm        | —                | —           | —                          | —           |
| 中塗     | ふっ素樹脂塗料<br>(中塗)  | 30μm        | ふっ素樹脂塗料<br>(中塗)            | 30μm        | —                | —           | —                          | —           |
| 上塗     | ふっ素樹脂塗料<br>(上塗)  | 25μm        | ふっ素樹脂塗料<br>(上塗)            | 25μm        | —                | —           | —                          | —           |

5. 考察とまとめ

本橋梁から回収した鋼部材に対し，ブラスト工法による完全な除去が困難と予測されるさび（塩化物イオンネスト）が発生していることを確認した．また，このさびが残存した被塗面に対し腐食性成分の遮断性に優れた高遮断下塗塗料を適用した塗装仕様の耐久性について比較検討を行った．その結果，高遮断形下塗塗料を適用した検証仕様は，通常の下塗を適用した仕様と比較して一定の耐久性を示した．これは，下塗の遮断機能によって環境中水分の塗膜下鋼材面への到達を遅延した結果と推測される．以上の検討結果から，塩分が残存した鋼材に対して検証仕様を適用することにより設計仕様と同等の長期耐久性が期待できる．本検討は現場施工における，塗替塗装の仕様を検証したものである．本検証結果を踏まえて，ブラスト処理（1種＋追加30秒）＋高遮断下塗塗料を用いることで所定の防錆機能が得られるとし施工している．今回の検証では時間的な制約で，下塗りのみの比較しか差が出なかったため，今後，本橋梁の追跡調査を行うことにより，実際の塗装系による効果を検証してゆくこととする．

- 1）服部雅史,広瀬剛：塗替塗装における素地調整の最適化に関する検討，防錆管理，Vol. 61. No. 3, 2017
- 2）田中誠：塗膜さび鋼板のさび層構造と塗膜耐久性，防錆管理，Vol. 34, No. 11, pp479-485, 1990