

ボルト接合部におけるシリコーンの防食効果に関する実証実験

名古屋工業大学 学生会員 ○富山 駿志 名古屋工業大学大学院 正会員 永田 和寿
 名古屋工業大学大学院 学生会員 岡田 美咲 丸大鐵工株式会社 長松 孝俊
 豊橋市役所建設部道路建設課 浅井 直人 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征
 国立研究開発法人土木研究所 正会員 富山 禎仁

1. 研究の背景と目的

鋼材の防食として塗装は一般に広く用いられているが、ボルト接合部などの凹凸が多い箇所では平滑部に比べ膜厚が確保しづらく、鋼構造物における腐食弱点部になっている。この課題に対し、凹凸箇所に粘性の高い材料を塗布することが有効であると考えた。

先行研究にて粘性に優れたシリコーンを用いた検討が行われ、シリコーンが防食性能を有していることが確認された。しかし、一般にシリコーンは粘性が高く、はけ塗りでは施工性が課題である。

そこで、本研究で吹き付け用に開発されたシリコーン材料である無色透明の fQcoon を橋梁のボルト接合部の塗装上に吹き付け塗布した場合、防食効果を発揮するか検証した。

2. 実験概要

愛知県豊橋市神野新田町ユノ割に位置する、写真-1に示す六条潟大橋のウェブと下フランジに fQcoon を吹き付け塗布した。この写真の赤枠で示した部位が実験対象箇所である。

2.1 試験ケース

シリコーン塗布の有無や、水洗いでの塩分除去の有無による腐食進行度の違いを比較するため、図-1に示すように試験ケースを設定した。Aでは水洗いを行ったうえでシリコーンを塗布し、Bでは水洗いを行わずにシリコーンを塗布し、Cでは水洗いを行わずにシリコーンを塗布しない3ケースを設定した。

2.2 塩分量調査と水洗い

塩分は鋼構造物の腐食を促進する要因になっている。六条潟大橋の飛来塩分量の多さを確認するために、付着塩分量調査を行った。

塩分量が簡易的に測定でき、現地で直ちに結果を確認できる北川式検知管を用いたガーゼふき取り法と、後日サンプルを用いて分析するイオンクロマト分析による2つの手法を用いて、付着塩分量調査を実施した。

試験ケースAの施工箇所においてはシリコーン吹き付け前に塗膜上の付着物、塩分を除去するため、高圧洗浄機による水洗いを実施した。水洗いの様子を写真-2に示す。水洗いにより塩分が除去されたことを確認するため、水洗い前と同様にガーゼふき取り法、イオンクロマト分析による2つの付着塩分量調査を実施した。

塩分量調査の結果を図-2に示す。ガーゼふき取り法とイオンクロマト分析、どちらの結果においても、鋼道路橋防食便覧の新設時における付着塩分量の基準である $50\text{mg}/\text{m}^2$ 以下にすることができた。



写真-1 六条潟大橋

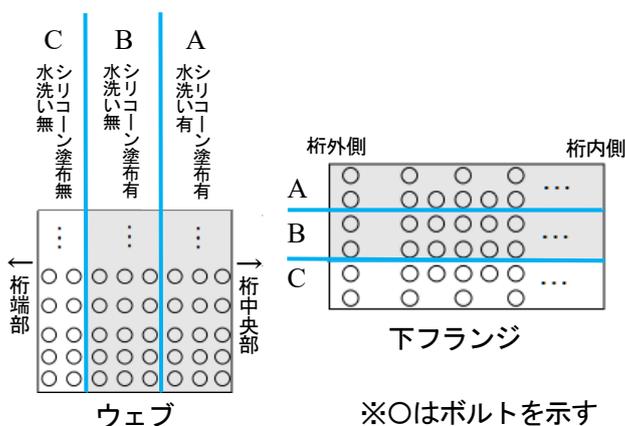


図-1 試験ケースと各ケースの位置関係



写真-2 水洗いによる塩分除去の様子

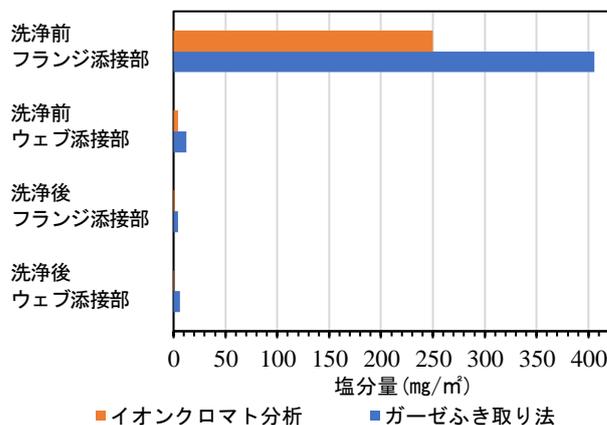


図-2 洗浄前と洗浄後の塩分量

水洗い実施後、fQcoon をエアスプレーにて吹き付け塗布した。塗布の様子を写真-3 に示す。目標膜厚は、これまでの研究で防食効果を発揮すると確認できている 250 μm とした。

2.3 画像解析

本研究では、画像解析ソフト Photoshop CC を用いて腐食の定量的な評価を行った。撮影した写真から画像解析を行った。図-3(a)のように評価面積内における腐食により変色した箇所を塗膜変状部とし、図-3(b)のように塗膜変状部の明度を変更した。その後、塗膜変状部の総ピクセル数を算出し、式(1)から塗膜変状率を求めた。

$$\frac{\text{塗膜変状部面積(pixel)}}{\text{評価面積(pixel)}} \times 100 = \text{塗膜変状率(\%)} \quad (1)$$

現時点で外観観察からではウェブの塗膜上には腐食による変状がほとんどみられないため、下フランジ部分のみ画像解析を行った。写真-4 のように A, B, C の領域について画像解析を行い、式(1)より塗膜変状率を算出した。さらに、塗膜変状率から塗布開始 0 日目を基準とした塗膜変状増加率を求めた。

3. 結果と考察

経過観察 0 日目、108 日目における試験ケース A と試験ケース C の一例を写真-5, 6 に示す。これらの写真より、試験ケース A では塗膜の変状にほとんど変化がないのに対して試験ケース C では塗膜の変状が進行していることが確認できる。

塗布開始 0 日目から 108 日目までの塗膜変状増加率の推移を図-4 に示す。この図より、試験ケース A と C を比較すると、シリコンを塗布することで、シリコンを塗布しなかった場合に比べて塗膜変状増加率が抑制できていることがわかる。

また、試験ケース A と B を比較すると、塩分除去を行うことで、塩分が残存している場合に比べて塗膜変状増加率が抑制できていることがわかる。

以上のことから、塩分を除去しシリコンを塗布することでボルト接合部の腐食を抑制できると考えられる。

4. 結論と今後の予定

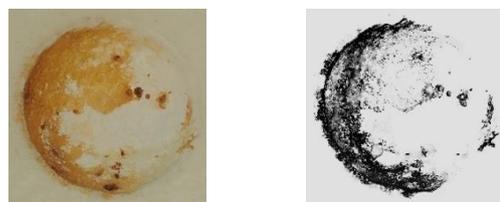
本実証実験の結果から、ボルト接合部にシリコンを吹き付け塗布することで、腐食の進行を抑制できると考えられる。また、シリコンを塗布する際には、水洗いによる塩分除去を行うことが望ましい。

本研究で開発した防食技術を用いることでボルト接合部における防食性能が向上し、鋼構造物の長寿命化に貢献できると考えられる。

今後も経過観察を行い、防食効果を確認する予定である。



写真-3 シリコンの吹き付け塗布の様子



(a)腐食したボルト (b)変状部の選択

図-3 画像解析における明度変更

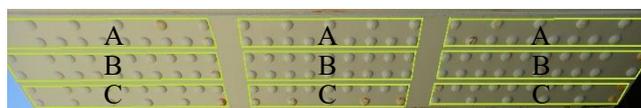


写真-4 評価部分 (下フランジ)



(a)0day (b)108day
写真-5 変状の様子 (試験ケース A)



(a)0day (b)108day
写真-6 変状の様子 (試験ケース C)

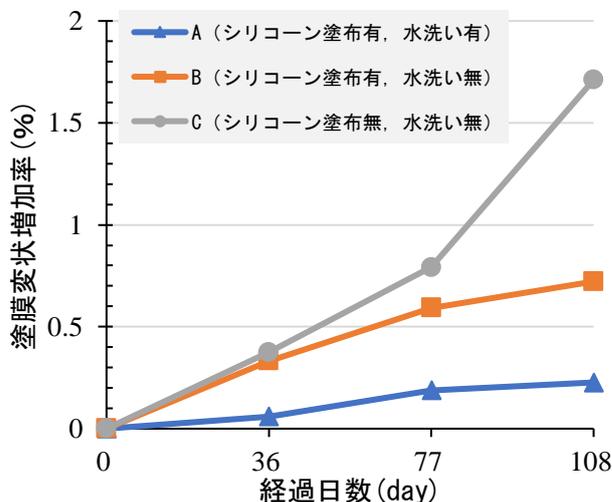


図-4 塗膜変状増加率の推移