

六条潟大橋におけるシリコーンを用いたボルト接合部の防食技術に関する研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○岡田 美咲
 名古屋工業大学大学院 学生会員 米澤 璃佳
 名古屋工業大学 学生会員 藤本 永香
 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

名古屋工業大学大学院 正会員 永田 和寿
 名古屋工業大学 学生会員 河野 昌輝
 丸大鐵工(株) 長松 孝俊
 土木研究所 正会員 富山 禎仁

1. 研究背景・目的

鋼構造物の一般的な防食方法の一つとして塗装があげられる。ボルト接合部のような凹凸の多い箇所は平滑部に比べ適切な膜厚を確保しづらく、腐食弱点部となっている。これに対し粘性の高い材料の使用が有効であると考え、シリコーンに着目した。先行研究にて防食性能試験が行われ、シリコーンが防食性能を有することが確認された。

本研究では、実施工における作業性を考慮した吹き付け可能なシリコーン材料を用いて実証試験を行った。ボルト接合部の既存塗装にシリコーンを塗布することで防食性能の向上と塗装系全体の長寿命化を図ることが可能であると考え、これを検証した。また、腐食環境調査を行い、この調査結果を用いて本研究の有効性を確認した。

2. 試験概要

2.1 試験場所

愛知県豊橋市神野新田町ユノ割に位置する六条潟大橋にて実証実験を行った。六条潟大橋は2021年1月にRc-III塗装系によりボルト接合部の塗り替えが行われている。本研究では、写真-1の赤枠で示したボルト接合部(ウェブ、下フランジ)を実験対象箇所とした。本論文では発錆の確認されている下フランジ下面のみに着目して結果、考察を示す。

2.2 腐食環境の評価

実証実験開始前(2021年10月)にガーゼふき取り法による付着塩分量調査を行った結果、下フランジ下面には250~400mg/m²程度の塩分が付着していた。海に面しているため、腐食促進要因である飛来塩分は比較的多いと予測される。

また、2022年12月より無塗装鋼板およびシリコーンを塗布した鋼板を用いたワッペン試験を開始した。これにより実験対象箇所におけるシリコーン塗膜単層での防食効果を確認した。鋼板設置後の様子を写真-2に示す。

2.3 試験ケース

シリコーン塗布の有無およびシリコーン塗布前に下層塗膜上に残存する塩分量の差異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3ケースを設定した。CaseAでは塩分除去のため水洗いを行ったうえでシリコーンを塗布し、CaseBでは塩分除去を行わずシリコーンを塗布し、CaseCはシリコーン未塗布の状態とした。

2.4 シリコーン吹き付け

CaseAでは塗膜上の付着物、塩分を除去するため高圧洗浄機を用いた水洗いを実施した。水洗い実施後、ガーゼふき取り法による付着塩分量調査を行い塩分が適切に除去されていることを確認した。



写真-1 六条潟大橋

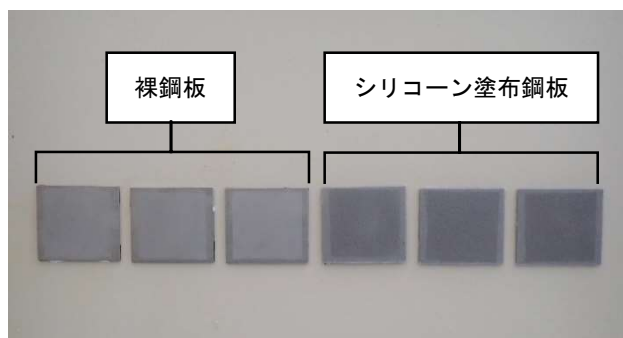


写真-2 鋼板設置後の様子

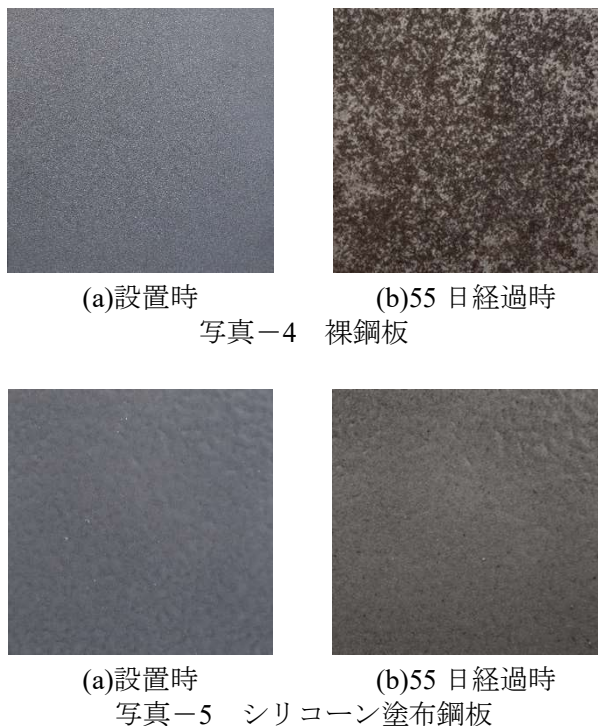
	桁外側						桁内側
CaseA 塩分除去 +シリコーン塗布	○	○	○	○	○	○	○
CaseB シリコーン塗布	○	○	○	○	○	○	○
CaseC シリコーン未塗布	○	○	○	○	○	○	○

※○はボルトを示す

図-1 試験ケース(下フランジ)



写真-3 シリコーンの吹き付け塗布の様子



本研究では、丸大鐵工(株)製の吹き付け可能なシリコン材料 fQcoon(Clear)を用いて実証実験を行った。無色半透明の素材であり、塗膜下の腐食進行を目視にて容易に確認することが可能である。CaseA の範囲で水洗いを実施した後、エアスプレーを用いてシリコンを吹き付け塗布した。塗布の様子を写真-3 に示す。目標膜厚は先行研究により効果を発揮すると確認されている 200 μm とした。

2.5 評価手法

目視による経過観察および画像編集ソフト GIMP を用いた画像解析により腐食進行の評価を行った。腐食により変色した箇所を塗膜変状部とし、評価面積内の pixel 数を算出した。その後以下に示す式(1)から塗膜変状率を求めた。

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

シリコン塗布後0日目を基準とし塗膜変状増加率を求め、腐食進行評価の指標とした。

3. 結果と考察

3.1 ワッペン試験の結果と考察

腐食環境調査の一環として実施したワッペン試験の鋼板外観を写真-4, 5 に示す。設置後 55 日経過時点で裸鋼板では面積の 70%程度で腐食が発生した。シリコンを塗布した鋼板では腐食は発生していない。なお、写真-5(b)は撮影時の日照条件により鋼板が変色してみえるが写真-4(b)と比較すると腐食が発生していないことがわかる。このことから実験対象箇所(下フランジ)におけるシリコン塗膜単層での防食効果を確認できた。

3.2 ボルト接合部における実証実験の結果と考察

経過観察開始0日目から466日目の塗膜変状増加

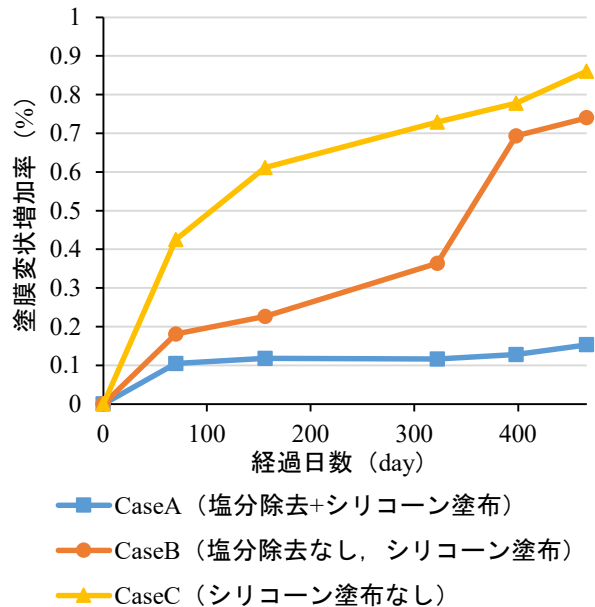


図-2 塗膜変状増加率の推移

率の推移を図-2 に示す。この図より CaseA, B と CaseC の塗膜変状増加率を比較すると、シリコンを塗布した場合、未塗布の場合に比べて塗膜変状増加率が低いことがわかる。よってシリコンを塗布することで腐食を抑制できたと考えられる。ただし、CaseB において経過日数 322 日時点では塗膜が健全であった箇所でも 398 日では塗膜変状が発生したボルトがあり、経過日数 322 日から 398 日までで CaseB における塗膜変状増加率の傾きが大きくなった。466 日時点で CaseB と CaseC の増加率の差は約 0.13% となっており、今後の経過観察で傾向が変わる可能性があるといえる。また、CaseA と CaseB を比較すると、塩分除去を行った場合、未除去の場合に比べて塗膜変状増加率が低いことがわかる。よってシリコンを塗布する前に水洗いによる塩分除去を行うことで腐食の進行を抑制できると考えられる。

以上の結果から、水洗いによる塩分除去を実施後、シリコンを塗布することが腐食弱点部であるボルト接合部における防食に有効であると考えられる。

4. 結論

本研究では吹き付け可能なシリコン材料を既設橋のボルト接合部に塗布することによって得られる防食効果に関する検討を行った。以下に結論を示す。

- ワッペン試験の結果から、実験対象箇所におけるシリコン塗膜の防食効果を確認できた。
- CaseA と CaseC の比較から、既設橋の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ことがわかった。
- CaseA と CaseB の比較から、既存塗装の上からシリコンを塗布する場合、下層塗膜上の塩分を除去することが望ましい。
- 既設橋において、水洗いによる塩分除去を行った後、シリコンを 200 μm 塗布することで、腐食弱点部であるボルト接合部の防食性能を簡便に向上させることができる。