

絶縁仕様を施した異種金属接触継手の実環境における耐久性の検証

(国研)土木研究所 正会員 ○大西 達也, 澤田 守
(一社)日本鋼構造協会 志村 保美 本州四国連絡高速道路(株) 藤城 忠朗

1. はじめに

鋼道路橋では、鋼部材の腐食を防ぐために種々の防食が施される。防食法として用いられることの多い塗装は、一般的な環境での耐久性は十分あるものの、海岸付近等では飛来塩分などの影響により劣化が早く、短期間での塗替が必要となる。また、狭隘部等の部材は、素地調整による塩分等の除去や塗替自体が困難な場合がある。このような課題に対して、条件によっては例えば無塗装でも高い耐食性を有する高耐久性鋼材の活用が極めて有効となる。

このような背景から、耐食性に優れた鋼材であるステンレス鋼（以下、SUS 鋼と称す）の鋼橋への適用に向けた研究を行っている（図-1）。SUS 鋼は、溶接構造用圧延鋼材等の炭素鋼（以下、普通鋼と称す）と比べて高価であり、橋全体に適用するよりも、腐食しやすい部材等に限定して適用する方法が有利であるため、部材単独で更新が可能な対傾構や横構での適用をターゲットとした。一方で、SUS 鋼と普通鋼を組み合わせて使用する場合、接合部において両鋼材の電位差により異種金属接触腐食が生じる懸念がある。そこで、接合部の異種金属接触腐食を防ぐための適切な絶縁仕様の確立のため、絶縁材を使用したボルト継手の性能確認¹⁾をするとともに、促進試験により接合部の耐久性の基礎的検証²⁾を実施した。

本稿では、実環境における接合部の耐久性の検証を目的とした、要素試験体での暴露試験及び、実橋梁への SUS 鋼の試験適用について報告する。

2. 要素試験体での屋外暴露試験

暴露試験は、環境条件の異なる全国 4 カ所を試験場として選定した（表-1）。図-2、表-2 に継手部を模擬した試験体概要及び試験ケースを示す。異種材の接合面に設ける絶縁材は、これまでの研究成果^{1,2)}からエポキシ樹脂板（t=1mm）及びアルミナ溶射（目標膜厚 0.3mm）の 2 種類とし、電気的な短絡を防ぐため、エポキシ樹脂板は接合面から 5mm 程度広くに設置し、アルミナ溶射は板コバ面まで溶射した。また、ボルトの軸部は、テフロンチューブを設置し普通鋼との絶縁を行った。SUS 鋼は無塗装でも高い耐久性を有するものの、接合部においては普通鋼の塗装と併せて塗装する仕様を想定し、試験体全体に塗装（Rc-II）を施した。また、部材接触端部は、均一な施工品質の確保が難しく使用中に割れ等が生じる可能性があるため、鋼材面を露出させた疑似傷を設けた。暴露試験は令和 3 年 11 月から開始し、最長で 10 年間の試験を予定している。

本稿では、暴露後 1 年程度の途中段階ではあるが、腐食環境及び絶縁仕様による違いに着目し、内陸部（茨城県つくば市）及び沿岸部（千葉県鴨川市）における代表ケース（表-2 の 1,4）の状況について報告する（写真-1）。まず、現時点では、いずれの環境やケースにおいても塗装が健全な部位には変状が見られない。また、内陸部では、模擬傷部にわずかな錆

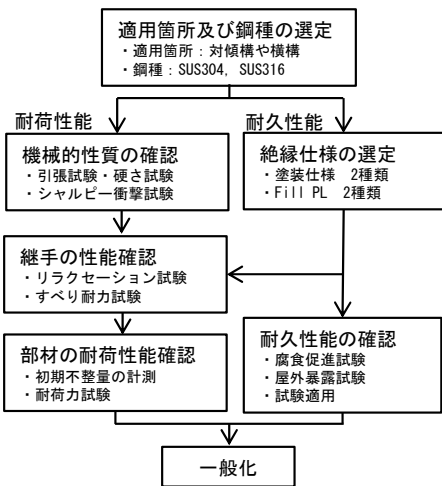


図-1 研究フロー

表-1 暴露試験の環境条件

想定する暴露環境	場所
飛来塩分が少ない環境（内陸部）	直接雨水が当たる 茨城県つくば市
	直接雨水は当たらない 千葉県柏市
飛来塩分が多い環境（沿岸部）	直接雨水が当たる 徳島県鳴門市
	直接雨水は当たらない 千葉県鴨川市

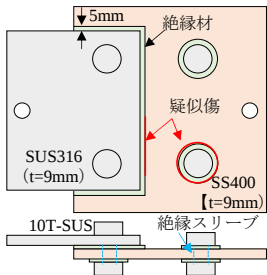


図-2 試験体概要

表-2 試験ケース

ケース	絶縁材	鋼種			塗装系	設置方向
		母材	添接板	高力ボルト		
1	エポキシ樹脂板	SS400	SUS316	10T-SUS	Rc-II	水平
2	エポキシ樹脂板	SS400	SUS316	10T-SUS	Rc-II	垂直
3	アルミナ溶射	SS400	SUS316	10T-SUS	Rc-II	水平
4	なし	SS400	SUS316	10T-SUS	Rc-II	水平
5	なし	SS400	SS400	F10T	Rc-II	水平

が確認できる程度で、現時点では絶縁材の有無や種類による明確な違いは見られない。一方、環境が厳しい沿岸部で降雨の影響を受けない場合、絶縁材を設けていないケース 4 が他と比べ明らかに錆が進行している。このように、環境による効果の違いはあるが、絶縁材による絶縁効果が実環境でも発揮されている可能性があることがわかる。

今後は、継続して状況を確認し、暴露試験後はマイクロスコープ等を使用して環境や絶縁材の種類による効果の違い等を詳細に分析する予定である。

3. 道路橋での試験適用

対象橋梁の概要を写真-2 に示す。本橋は、千葉県鴨川市の海岸部に位置する道路橋（千葉県管轄）で供用後約 43 年が経過している。厳しい腐食環境下に置かれ、飛来塩分の影響により橋梁全体に腐食が発生しているが、中でも特に腐食が進行している横構の部材更新が計画され、その一部に SUS 鋼を使用した。普通鋼での更新と比較できるように、横構 24 本中 8 本を SUS 鋼で更新し、橋梁の複数個所で比較検証ができるように配置した（図-3）。SUS 鋼は、腐食環境が厳しいことから耐久性に優れた SUS316 を使用し、断面形状・寸法は既設（T-118×178×10×8×約 3300）と同様とした。ガセットプレートは、腐食による断面減少が限定的であったため既設（SS400）をそのまま使用した。SUS316 と SS400 の接合部は、表-2 のケース 1 と同様の絶縁仕様とした。

更新状況を写真-3 に示す。腐食により SUS 鋼接合面に隙間が生じてしまう場合は、隙間腐食を防止するためパテ材等で凹凸を補修することが望ましいが、本現場では接合面に凹凸はほとんどなく、素地調整を実施したのみとした。部材設置後、橋梁全面にブラストを実施するが、ブラスト材が鉄系素材の場合、SUS 鋼にブラスト材が当たり食い込むことでもらい錆が生じる懸念がある。その為、SUS 部材及び SUS 製高力ボルトをシートまたはボルトキャップで養生したうえでブラストを行った。

今後は、継続的なデータ取得により耐久性を評価するとともに試験適用による実例を踏まえて設計や施工の留意点を整理する予定である。

5. おわりに

高耐久性鋼材である SUS 鋼の鋼道路橋での適用を目的に、実環境での継手部の耐久性の検証を実施した。今後は、継続的なデータの取得により実環境における耐久性の評価を行い、橋梁分野での SUS 鋼の標準的な設計施工法の確立に向けて検討を進めていく予定である。

本研究は土木研究所、（一社）日本鋼構造協会、（一社）日本橋梁建設協会、早稲田大学、長岡工業高等専門学校、本州四国連絡高速道路（株）による共同研究の一環として実施した。また、千葉県よりフィールド提供いただき試験適用を実施した。ここに記して関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1). 大西孝典, 村井啓太, 澁谷敦, 上仙靖, 玉越隆史: 異種金属間に絶縁材を配置した摩擦接合継手のすべり耐力, 土木技術資料, 第 61 巻, 第 12 号, pp.52~55, 2019
- 2). 宮崎靖大, 星野由, 大西孝典, 志村保美, 小林裕輔, 澁谷敦: 炭素鋼板をステンレス鋼高力ボルトで接合した供試体の絶縁方法の違いが腐食性状に及ぼす影響, 鋼構造論文集, 第 28 巻, 第 111 号, pp.27~38, 2021

