

# ステンレス鋼と炭素鋼の腐食特性における実験的研究

構造工学研究室 高鍋陽祥

## 1. はじめに

橋梁の長寿命化は現在の日本の課題の一つとなっている。橋梁は様々な損傷事例があるが、腐食による劣化損傷の事例は損傷事例全体のおよそ半分を占める。図 1.1 のように著しい腐食損傷が生じやすい部位の一つで、構造物の安全性にとって大きな問題になっている。

腐食に強い金属材料として、ニッケルとクロムの合金であるステンレス鋼がある。しかしながら、ステンレス鋼ではすき間腐食や、ステンレス鋼と電位差のある鋼材との異種金属接触腐食といった特有の腐食が生じる。それゆえ、図 1.2 に示すように腐食環境が厳しい橋梁桁端部に対して使用することで、橋梁の長寿命化が図れると考えられるが、部材の接合部でこれらの腐食損傷が生じる可能性があり、その適用性を検討する必要がある。異種金属接触腐食・すき間腐食が発生すると考えられる。

そこで、本研究では、ステンレス鋼と炭素鋼の接合部において、すき間腐食や異種金属接触腐食の発生可能性について検討を行った。

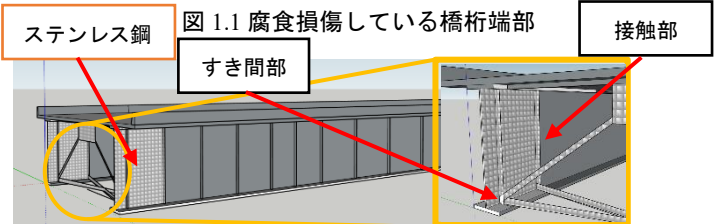


図 1.2 ステンレス適用のイメージ

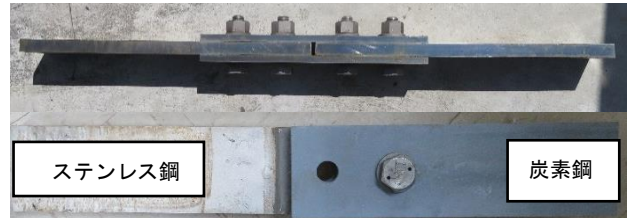


図 2.1 ステンレス鋼-炭素鋼継ぎ手試験体

## 2. 試験条件

試験体には、橋梁のボルト接合をモデルにした、継ぎ手試験体を使用した。図 2.1 にすき間腐食の発生の有無を確認するためのステンレス継ぎ手試験体と、異種金属接触腐食の発生の有無を確認するために、SM490 炭素鋼の母材と SUS304 ステンレス鋼の母材の継ぎ手試験体を示す。図 2.1 の炭素鋼試験体には無機ジंक処理を行った母材を使用した。

試験条件は表 2.1 に示す。曝露試験体の設置方法はそれぞれ図 2.2、2.3 に示す。辺野喜曝露試験は腐食の促進を行うために海水に漬水した。ステンレス試験体だけに、試験体全体を海水に漬水したものと、半分海水に漬水の処理を行った。異種金属試験体は全体を海水に漬水させた。琉大曝露試験体では図 2.3 の中央部にある桁下に試験体を置き、あめがかりなしで条件を付け、腐食促進試験を行った。試験状況を図 2.4 に示す。

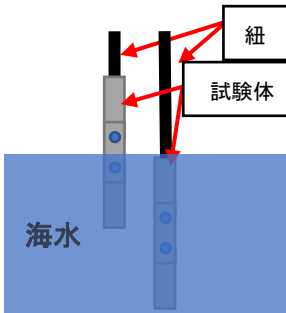


図 2.2 辺野喜曝露状況



図 2.3 試験体設置箇所

## 3. 試験結果

曝露及び促進試験後の継ぎ手接合面の腐食状況を図 3.2~3.10 に示す。なお、曝露時間は琉大曝露試験では 4,080 時間、辺野喜曝露試験ステンレス試

表 2.1 試験条件

試験場	試験方法	試験条件	試験体パラメータ	飛来塩分量(mdd)	平均温度	平均湿度	濡れ時間
琉大曝露場 試験名 A	曝露試験	●定時に3%NaCl ●雨がかりなし	●ステンレス ●異種金属	0.29	25	78	55%
辺野喜曝露場 試験名 B	曝露試験	●海水に漬水 ●半分だけ海水に漬水	●半海水ステンレス ●全海水ステンレス ●異種金属	2.86	26	79	50%
複合サイクル試験 試験名 C	促進試験	●湿潤2時間、乾燥6時間で1サイクル ●1日24時間で3サイクル ●3%NaClの噴射	●ステンレス ●異種金属	×	38.75	60	1.5時間
塩水噴霧試験 試験名 D	促進試験	●JIS規格の規定 ●5%NaClの使用	●ステンレス	×	×	×	×



図 2.4 試験状況

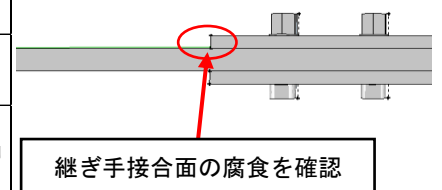


図 3.1 着目部位

験体は 4,320 時間、辺野喜曝露試験異種金属試験体は 2,880 時間、複合サイクル試験では 3,000 時間、塩水噴霧試験ステンレス試験体は 2,040 時間促進試験を行った。それぞれの試験体の腐食状況概要を以下に示す。

結果として

- 図 3.2～図 3.4 より、琉大曝露試験のステンレス鋼では、すき間部より赤さびのようなものが進展し始めた。また、異種金属試験体には溶けた亜鉛が付着した。最終的に、ステンレス試験体にはすき間腐食が発生し、異種金属試験体には異種金属接触腐食が発生した。
- 図 3.5～図 3.7 より、辺野喜曝露試験では、全海水・半海水のステンレス鋼よりも異種金属試験体の方が腐食が促進された。最終的に、ステンレス試験体にはすき間腐食が発生せず、異種金属試験体には異種金属接触腐食が発生した。
- 図 3.8～図 3.10 より、複合サイクル試験では、異種金属試験体よりもステンレス試験体の方が腐食の度合いが高くなった。最終的に、ステンレス試験体ではすき間腐食が発生し、異種金属試験体には異種金属接触腐食が発生した。

琉大曝露場の環境において、腐食が起こった原因として、弱点部に塩水の噴射を行い、雨による塩分の洗浄があまり行われなかった為だと考えられる。辺野喜曝露試験体において、異種金属腐食が発生した理由として、炭素鋼の防食がステンレス鋼から発生する被膜よりも弱かったために、辺野喜曝露場での厳しい腐食環境に耐えられず先に炭素鋼の腐食が行われ、接触していたステンレス鋼も誘発されるように腐食の促進が行われたためだと考えられる。また、異種金属腐食が行われなかった理由として、雨や風による自然条件により洗浄が行われ、すき間腐食が発生する塩分量に達しなかったためだと考えられる。複合サイクル試験では琉大曝露条件よりも温度が高く、塩水での濡れ時間が風などの自然条件を受けにくく一定であったため、異種金属接触腐食・すき間腐食が発生し、試験全体ですき間腐食が一番促進されたと考えられる。

#### 4. まとめ

本研究は、ステンレス鋼のすき間腐食や異種金属接触腐食の発生可能性についての検討を目的に腐食促進実験を用いて行った。本研究で得られた知見を以下に示す。

- 平均湿度 60%以上、平均温度 38°C以上、接触部へ一定の塩水があればすき間腐食が発生する
- 平均湿度 60%以上、平均温度 38°C以上、飛来塩分量 2.86mddがあれば異種金属接触腐食が発生する

#### 参考文献

- (1) 松下裕明, 有住康則, 矢吹哲哉, 下里哲弘: ステンレス橋梁用ハイブリッド構造材の研究, 琉球大学理工学研究科博士発表論文, 2017



図 3.2 琉大曝露試験 ステンレス



図 3.3 琉大曝露試験 異種金属 ステンレス



図 3.4 琉大曝露試験 異種金属 炭素鋼



図 3.5 辺野喜曝露試験 半海水 ステンレス



図 3.6 辺野喜曝露試験 全海水 ステンレス



図 3.7 辺野喜曝露試験 異種金属試験体



図 3.8 複合サイクル試験 ステンレス



図 3.9 複合サイクル試験 異種金属 ステンレス

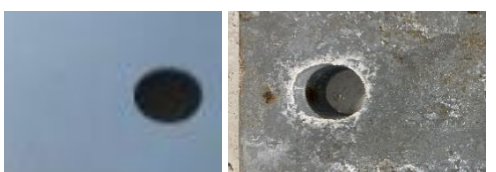


図 3.10 複合サイクル試験 異種金属 炭素鋼