

## ステンレス鋼と炭素鋼の異材摩擦接合継手に関する実験的研究

土木研究所 正会員 ○澁谷 敦 土木研究所 正会員 村井 啓太  
 日本鋼構造協会 正会員 志村 保美 日本橋梁建設協会 正会員 小林 裕輔  
 早稲田大学 正会員 小野 潔 国土技術政策総合研究所 正会員 玉越 隆史

## 1. はじめに

鋼道路橋において腐食は、橋の耐荷性能を著しく低下させる要因となる。腐食の生じやすい桁端部や、対傾構および横構等に、高い耐食性能を有する鋼材を積極的に用いて鋼部材の耐久性能を確保することは、維持管理コストを削減する効果があると考えられる。この耐食性能を有する鋼材としてステンレス鋼が挙げられるが、鋼道路橋で一般的に使用されている SM 材等の炭素鋼と併用した場合、高力ボルトや溶接による両鋼材の接合箇所において、水濡れの状態が維持される場合、それらの電位差による異種金属接触腐食の発生が懸念される。

本稿では、ステンレス鋼と炭素鋼との異材摩擦接合継手において、異種金属接触腐食に配慮した摩擦接合面の処理方法について実験的研究を行った。

## 2. 試験体および試験方法

すべり係数の評価に用いた試験体の形状は、図-1 に示す荷重の作用方向に2本のボルトを有する2面摩擦接合継手である。本稿では、腐食による損傷が再発する可能性がある部位、点検や塗替え塗装等の維持管理が困難な部位の部材を、ステンレス鋼部材へ交換することを想定している。このため、試験体の一方の母材を SS400、他方の母材を SUS316、これらを連結する連結板を SUS316 とした。試験体の摩擦接合面の処理方法について

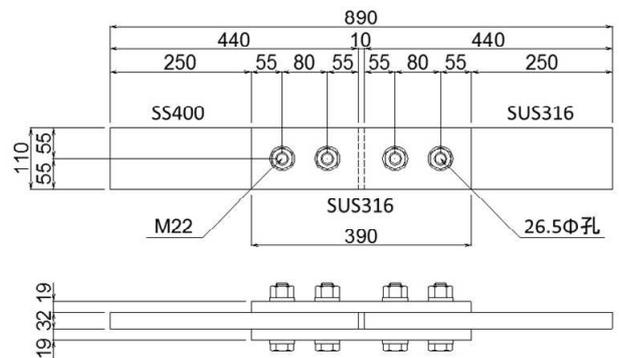


図-1 試験体形状

表-1 試験ケースと摩擦接合面の処理

ケース	母材SS400	母材SUS316	連結板SUS316	Fill PL
W-0	無機ジクリッチペイント 目標膜厚75 $\mu$ m	プラスト処理 Sa2.5	無機ステンレス粉末入塗料 目標膜厚75 $\mu$ m	なし
W-1	動力工具処理 St3	プラスト処理 Sa2.5	アルミナ溶射 目標膜厚300 $\mu$ m	なし
W-2	動力工具処理 St3	プラスト処理 Sa2.5	ガラスフレーク入塗料 目標膜厚175 $\mu$ m	なし
W-3	動力工具処理 St3	プラスト処理 Sa2.5	プラスト処理 Sa2.5	GFRP板 厚さ6mm
W-4	動力工具処理 St3	プラスト処理 Sa2.5	プラスト処理 Sa2.5	エポキシ樹脂板 厚さ1mm

では、表-1 に示す W-1~W-4 を選定し、リラクセーション試験およびすべり耐力試験を行った。試験ケース W-1 と W-2 の摩擦接合面の処理方法を塗装型、試験ケース W-3 と W-4 をフィラープレート型と分類している。W-1 は、耐磨耗部品や電気絶縁部品などに用いられている表面処理方法のアルミナ溶射を連結板の接合面に行った。W-2 は、エポキシ樹脂塗料にガラスフレークを含有させた塗装により、絶縁とすべり係数が確保できることを期待して選定した。W-3 では厚さ 6mm の GFRP 板を、W-4 では厚さ 1mm のエポキシ樹脂板を、絶縁フィラープレートとして母材と連結板の間に配置したものである。W-1~W-4 の母材の摩擦接合面は、既設部材を想定した SS400 の母材ではグラインダーによる動力工具処理とし、新設部材となる SUS316 の母材はプラスト処理とした。なお、W-4 で選定したエポキシ樹脂板は、文献<sup>1)</sup>で検討された材料と同じである。今回、炭素鋼とステンレス鋼との異材摩擦接合継手に対する性能について確認した。また、試験ケース W-0 は、文献<sup>2)</sup>に示されている炭素鋼とステンレス鋼との接合における摩擦接合面の処理方法で、試験ケース W-1~W-4 と比較することを目的に実施した。

試験体に用いた高力ボルトは、日本鋼構造協会規格 SSBS301 に示される構造用ステンレス鋼高力ボルト 10T-SUS(径 M22)で、設計ボルト軸力の 10%増を目標にトルク法により締付けを行った。

キーワード ステンレス鋼, 高力ボルト, 異材接合, すべり係数, リラクセーション

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

### 3. 試験結果

試験体は各試験ケースについて3体製作し、このうち各1体の試験体でリラクゼーションの計測を行った。高力ボルトの締付け直後から71日後におけるボルト軸力の減少量を図-2に示す。今回の計測結果では、連結板の接合面にアルミナ溶射を行ったW-1のボルト軸力の減少量が、今回検討した試験ケースの中で最も小さい。次が、厚さ1mmのエポキシ樹脂板を接合面に配置した試験ケースW-4で、ボルト軸力の減少量は10.4~13.5%であった。最もボルト軸力の減少量が大きいのは、厚さ6mmのGFRP板を接合面に配置した試験ケースW-3で、ボルト軸力の減少量は18%近くあり、接合面に挟んだ樹脂の厚さが影響しているものと考えられる。

すべり耐力試験は、2000kN 万能試験機を使用して引張荷重を単調に載荷した。図-3に各試験ケースから1体の試験体を抽出し、荷重と母材間の変位の関係を示した。W-0およびW-1は、最大荷重に達した後、荷重の低下とともに母材間の変位が増加する。W-0と比較してW-1の荷重の低下は急激である。一方、フィラープレート型のW-3およびW-4は、W-0やW-1と比較してすべり発生荷重は低いが、すべり発生後に荷重の低下はなく、母材間の変位の増加とともに荷重も緩やかに増加する傾向がみられた。なお、連結板の接合面にガラスフレーク塗装を行ったW-2は、全ての試験体において荷重の載荷直後からすべりが生じる結果となった。表-2にW-2を除く各試験ケースの試験体のすべり荷重およびすべり係数を示す。ここで、すべりの定義については、荷重と母材間の変位の関係において、母材間の変位が0.2mmに達したときの荷重、0.2mmまでに最大荷重が生じた場合はその荷重、および母材間の変位が急激に大きくなったときの荷重のうち、最小の値としている。また、すべり係数は、設計ボルト軸力205kNを用いて算出している。W-1のすべり係数は、3体の平均で0.528、最小で0.495であった。フィラープレート型のW-3およびW-4のすべり係数は、3体の平均で0.346および0.335であった。

### 4. まとめ

本稿では、ステンレス鋼と炭素鋼との異材摩擦接合継手において、異種金属接触腐食に配慮した摩擦接合面の処理方法について実験的研究を行った。今回の実験結果の範囲では、接合面にアルミナ溶射を施した試験ケースでは、0.45を超えるすべり係数を有することが確認された。また、GFRP板およびエポキシ樹脂板を絶縁フィラープレートとして用いた試験ケースでは、すべり係数は0.4に満たないが、荷重と母材間の変位の関係において、すべり発生後に急激な荷重低下が生じないことが確認された。

**謝辞：**本研究は、土木研究所、日本鋼構造協会、日本橋梁建設協会、長岡技術科学大学、長岡工業高等専門学校、早稲田大学、本州四国連絡高速道路との共同研究「耐久性向上のための高機能鋼材の道路橋への適用に関する共同研究」の一環として実施されたものである。ここで共同研究者へ謝意を表します。

**【参考文献】**1) 市川篤司, 長嶋文雄, 山田稔, 羽田政浩: 絶縁性能を付与した摩擦接合継手の静的強度および疲労強度試験, 土木学会論文集, No. 546/ I-37, 1996. 10. 2) 日本鋼構造協会: ステンレス鋼土木構造物の設計・施工指針(案), 2015. 11

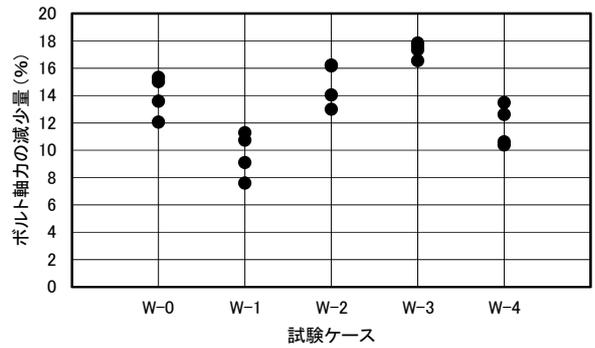


図-2 ボルト軸力の減少量

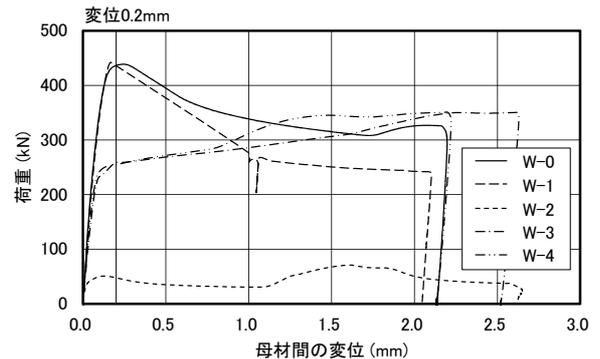


図-3 荷重と母材間の変位の関係

表-2 すべり荷重とすべり係数

ケース	No.	すべり荷重(kN)	すべり係数	平均
W-0	-1	419.8	0.512	0.503
	-2	436.4	0.532	
	-3	381.1	0.465	
W-1	-1	442.0	0.539	0.528
	-2	405.7	0.495	
	-3	451.3	0.550	
W-3	-1	342.7	0.418	0.346
	-2	258.3	0.315	
	-3	250.4	0.305	
W-4	-1	278.5	0.340	0.335
	-2	292.1	0.356	
	-3	252.6	0.308	