

腐食した高力ボルト摩擦接合継手の摩擦面状態とすべり耐力の関係

琉球大学 学生会員○林田 卓也, 琉球大学 正会員 下里 哲弘, 有住 康則

1.はじめに

現在、我が国は高度経済成長期に建設された多くの橋梁の劣化が問題になっており、今後は維持管理が重要である。鋼橋の劣化の原因の一つとして腐食が挙げられる。腐食が進行することで耐力が低下し、破断が引き起こる可能性がある。その補強方法の一つとして、当て板ボルト工法が挙げられる。本研究では、腐食した鋼部材に対する当て板ボルト工法を想定し、腐食の凹凸により摩擦面の異なる凹凸形状を有する試験体を用いてボルト継手の引張試験を行った。

2.試験体

試験体に使用した腐食鋼板は、レーザー計測装置を用いて、表面の凹凸を測定し、平均腐食深さとその標準偏差の関係より腐食の分類を行った。図1に示すように腐食グループ1は平均腐食深さの標準偏差が0以上0.5未満である。腐食グループ2は平均腐食深さの標準偏差が0.5以上1.0未満である。本研究では、腐食グループ1で2体、腐食グループ2で2体ずつ選定し、試験体の作成を行った。

表1に本試験で用いる試験体のパラメータを示す。表中のプラスト+無機ジンの試験片は新材鋼板を用いた。また、SZは金属粉末を融点より低温かつ超音速で衝突させ、圧着させて皮膜層を生成する技術である Cold Spray 技術を用いたものであり、本研究では無機ジンの代わりに適用している。図2にSZパターン①②の試験体作成工程を示す。まずSZパターン①②の試験片は、腐食した橋梁から実腐食鋼板(700mm×100mm)を切り出し、その鋼板の中央から左右へ200mmの範囲に Cold Spray 技術を用いてアルミナと亜鉛を吹き付けた。

SZパターン①は錆のプラスト効果を期待して、アルミナ：亜鉛=30：70を吹き付けたものである。SZパターン②は錆のプラストに加えて亜鉛の防食効果を期待して、アルミナ：亜鉛=30：70+アルミナ：亜鉛=50：50を吹き付けた。

3.試験方法

引張試験には、2000kN 万能試験機を用いた。高力ボルトは、F10T、首下長さ 65mm、M22 を使用し、ボルト導入軸力は標準軸力 226kN とした。

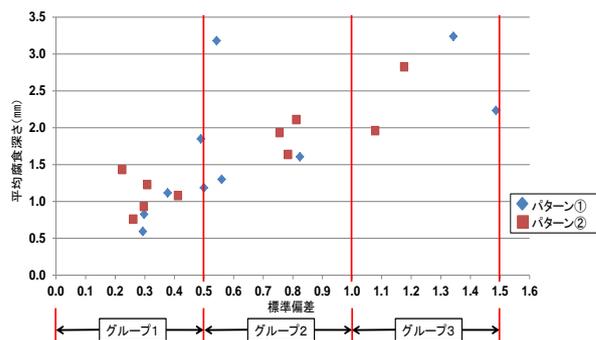


図1：SZ 鋼板の腐食グループ分類

表1：試験体パラメータ

試験体	摩擦面処理	平均腐食深さ(mm)	算術平均粗さ(μ m)	膜厚(μ m)
健全	プラスト+無機ジン	0.0	7.93	124.66
腐食グループ1-1	SZパターン①	0.4	11.55	110.71
腐食グループ1-2	SZパターン②	0.9	10.09	88.96
腐食グループ2-1	SZパターン①	1.0	11.01	102.83
腐食グループ2-2	SZパターン②	1.6	8.49	203.13

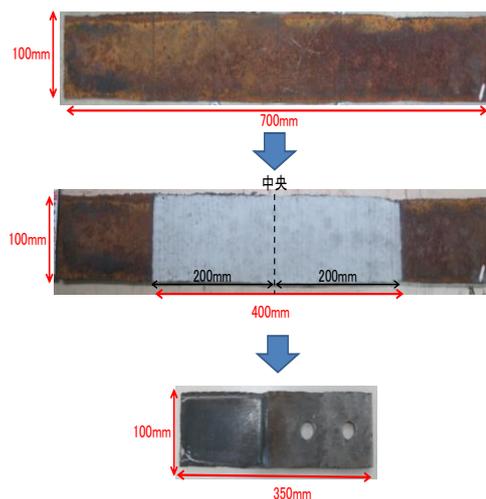


図2：SZ 試験体作成工程

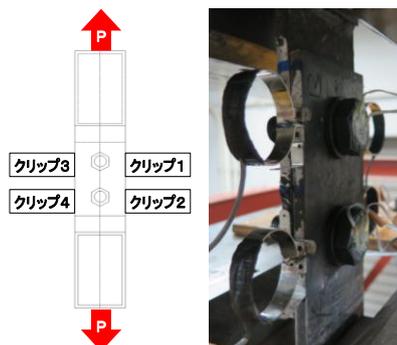


図3：クリップ変位計設置状況

軸力は高力ボルト頭部のひずみを計測しながら導入した¹⁾。また、高力ボルトは軸力導入からすべり試験開始までリラクゼーションの計測を行った。すべり耐力は、試験体の側面に付けたクリップ変位計でずれ発生時の荷重とし、クリップ変位計のすべり量が0.2mmに対応する荷重とした²⁾。図3にクリップ変位計の設置状況を示す。

4. 試験結果

4.1 ボルトリラクゼーション

ボルトリラクゼーションの計測は、高力ボルト軸力導入からすべり試験開始まで計測し、その結果を図4に示す。健全の試験体のひずみ値は軸力導入時より、1.7%低下し、試験体で最も減少率が小さい結果であった。腐食グループ1-1では3.5%低下し、腐食グループ1-2では、2.8%低下した。腐食グループ2-1は2.3%低下し、腐食グループ2-2は、4.0%低下し試験体で最も減少率が大きい結果であった。

4.2 引張試験

表3に各試験体のすべり耐力と健全のすべり耐力に対する減少率を示す。また、図5に荷重-ずれ量、図6に健全のすべり耐力に対する減少率と平均腐食深さの関係を示す。図6より健全のすべり耐力に対する減少率と平均腐食深さの相関係数は0.6程度であり、一定の相関を示した。腐食グループ2-2での健全のすべり耐力に対する減少率は22.3%低下し、試験体で最も大きい減少率であった。

5. まとめと今後の課題

本試験でのまとめを以下に示す。

- 1) 腐食鋼板試験体の方が、新材鋼板を用いた試験体より、高力ボルトのリラクゼーションの減少率が大きい傾向を示した。
- 2) 本研究でグループ分けした腐食グループ1（平均腐食深さの標準偏差が0以上0.5未満）と腐食グループ2（平均腐食深さの標準偏差が0.5以上1.0未満）で、すべり耐力の差異は見られなかったが、新材鋼板を用いた試験体よりすべり耐力は下回った。

今後は、腐食グループ1・2に対して不陸の整形を行い、すべり試験を実施し、摩擦面処理状態がすべり耐力に及ぼす影響を調べる。

参考文献

- 1) 土木学会：高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針（案）2007
- 2) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針 2001

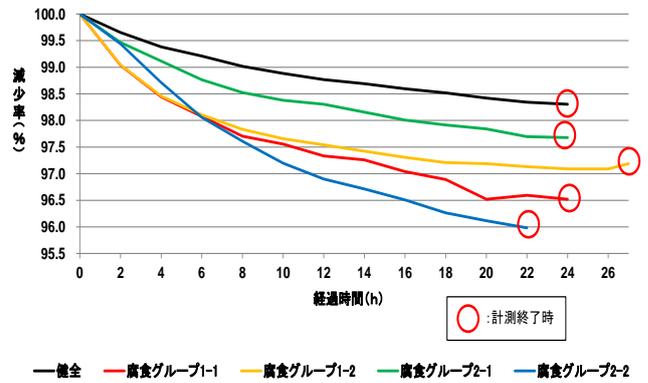


図4：ボルト軸力リラクゼーション結果

表3：すべり試験結果

試験体	すべり耐力 (kN)	健全のすべり耐力に対する減少率 (%)
健全	134.93	100
腐食グループ1-1	123.58	91.6
腐食グループ1-2	109.38	81.1
腐食グループ2-1	130.90	97.0
腐食グループ2-2	104.89	77.7

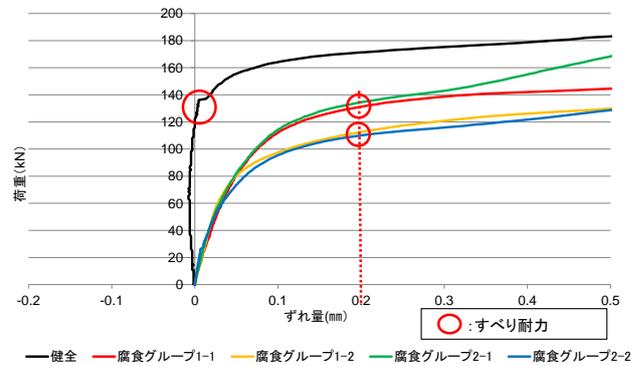


図5：荷重-ずれ量

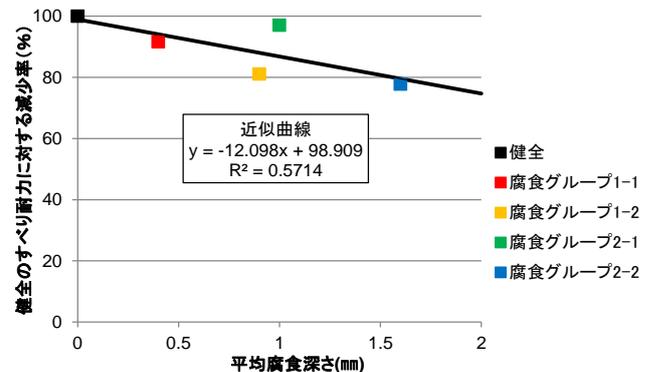


図6：健全のすべり耐力に対する減少率と平均腐食深さの関係