

高力スタッドボルトを用いた摩擦接合継手のすべり挙動に関する実験的研究

片山ストラテック 正会員 ○彭 雪 奥村 学
 大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司 学生会員 儀賀 大己
 ダイヘンスタッド 非会員 石井 博幸 仲地 健二郎

1. はじめに

著者らは、鋼橋の損傷部位の腐食部や疲労き裂に対する補修・補強技術としては、高力スタッドボルトを用いた片面施工による当て板補強工法が開発中である。本工法の特長は、①橋梁下面からのみ施工できるため、交通規制が低減でき、急速施工が可能となる、②適切なボルト軸力となるよう導入軸力を管理することで、合理的な高力ボルト摩擦接合継手の設計が可能となる、などである。既往研究¹⁾では、HT570 材の Φ19 のスタッドボルト（導入軸力:120kN 程度）を用いた摩擦接合継手の性能を検討した事例がある。本研究では、高力スタッドボルト（F8T, Φ22）を用いた摩擦接合継手（以下、スタッド継手と呼ぶ）の性能を検証するため、2面摩擦および1面摩擦のスタッド継手および高力六角ボルト摩擦接合継手（以下、六角ボルト継手と呼ぶ）を対象としたすべり試験を実施した。

2. 実験概要

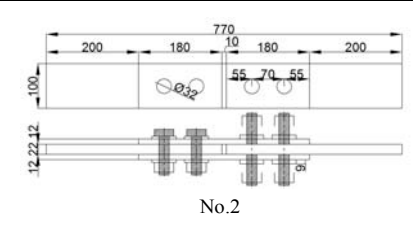
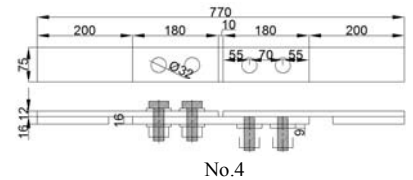
表-1 に示す試験体に対してすべり試験を実施した。試験体の接合面は、母板が無塗装（2種ケレン）とし、連結板に無機ジンクリッチペイント（膜厚：75~110μm）を塗布した。また、試験体 No.1（六角ボルト継手）と No.2（スタッド継手）の場合、母板厚 22mm の2面摩擦とし、すべり/降伏耐力比が 0.6 程度（すべり先行型）、No.3（六角ボルト継手）と No.4（スタッド継手）の場合、母板厚 12mm の1面摩擦とし、すべり/降伏耐力比が 0.85 程度である。ここでは、スタッド溶接部のカラーをかわすため、連結板の孔径を Φ32 拡大孔とした。Φ32 拡大孔用に、厚さ 12mm、外径 Φ64 の厚座金（写真-1）を使用した。試験体の使用鋼材は SM490Y で、ミルシートによると降伏点は $\sigma_y=355\text{MPa}$ である。また、ボルトの締付け軸力は 181.5kN であり、ひずみ値で管理した。各試験体とも3体ずつ実施し、すべり試験には 1,000kN 万能試験機を用いた。

3. 実験結果と考察

すべり試験結果のまとめを表-2 に示す。すべり発生は、明瞭な荷重低下に伴う母板と連結板との相対変位（図-1 に示した内側と外側相対変位）が、大きく増加した時点とした。表より、六角ボルト継手およびスタッド継手のすべり係数（平均値）は、2面摩擦の場合 0.53 および 0.60 となり、1面摩擦の場合 0.50 および 0.51 となり、全てのケースで 0.5 以上となった。2面摩擦の場合、六角ボルト継手と比べ、スタッド継手のすべり係数

表-1 試験体一覧

試験体名		No.1	No.2	No.3	No.4
試験体数		N=3			
ボルト F8T M22	種類	六角ボルト	スタッド	六角ボルト	スタッド
	列数	2			
	本数	4	8	4	4
	呼び径 (mm)	22			
	ボルト孔 (mm)	24.5	32	24.5	32
	標準ボルト軸力 (kN)	181.5			
すべり耐力 ($\mu=0.45$) (kN)	327		163		
SM490Y (355N/m ²)	母板厚 (mm)	22		12	
	連結板厚 (mm)	12(両面)		16(片側)	
	板幅 (mm)	90	100	70	75
すべり/降伏耐力比	0.64	0.62	0.84	0.89	
ボルト間隔 (mm)	70				
縁端距離 (mm)	55				

キーワード 高力スタッドボルト, 摩擦接合継手, すべり挙動, すべり係数, 厚座金

連絡先 〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6丁目 2番 21号 片山ストラテック株式会社 TEL 06-6552-1231

は、13%程度高かった。1面摩擦の場合、六角ボルト継手とスタッド継手のすべり係数は同程度の値を示した。

荷重-母板と連結板の相対変位の関係の一例を図-2に示す。図の縦軸は引張荷重(P)をすべり荷重(P_{sl})で除した値であり、横軸は図-1に示した相対変位の各測定位置である。いずれの試験体も、明瞭な主すべりが発生している。1面摩擦の場合、すべり発生までの相対変位量がほぼ一致しているが、2面摩擦の場合、試験体No.2の相対変位量はNo.1より大きくなった。これは、No.2のすべり荷重は大きく、板の伸びも大きいためと考えられる。図-3にすべり時の各試験体のボルトの軸力低下率(ボルト1と2の平均値)を示す。ボルトの軸力低下率とは、すべり時のボルト軸力を試験開始前のボルト軸力で除したものである。試験体No.1とNo.2(2面摩擦)と比べ、No.3とNo.4(1面摩擦)の軸力低下率が大きくなった。これは、1面摩擦のすべり/降伏耐力比が大きく、すべった時点での板の伸びによる生じたひずみが大きかったためと考えられる。一方、2面摩擦と1面摩擦のいずれも、六角ボルト継手と比べ、スタッド継手の軸力低下率が小さくなった。写真-2にすべり後の試験体の接合面を示す。No.3(六角ボルト継手)と比べ、No.4(スタッド継手)の連結板の接触範囲が大きくなっていることが確認された。

表-2 試験結果のまとめ

試験体	軸力(平均値)(kN)			すべり荷重(kN)	すべり係数
	締付後	試験前	すべり時		
No.1	183.7	161.3	155.6	343.3	0.53
No.2	183.5	171.8	168.5	412.0	0.60
No.3	186.1	164.8	140.4	165.3	0.50
No.4	182.2	161.6	149.5	164.5	0.51



写真-1 厚座金

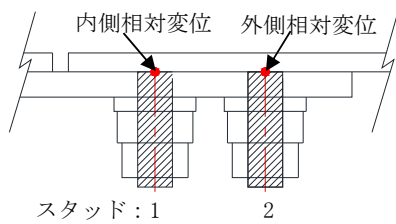


図-1 測定位置

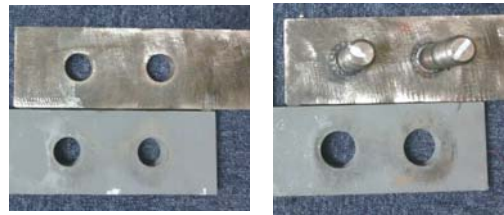
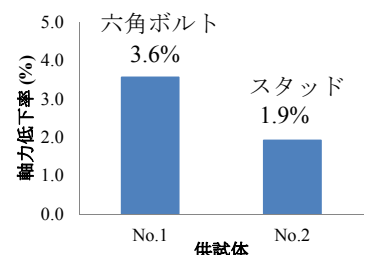
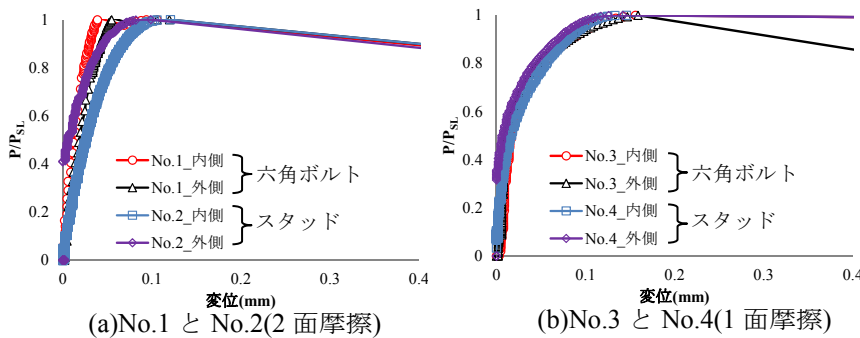


写真-2 すべり後の接合面



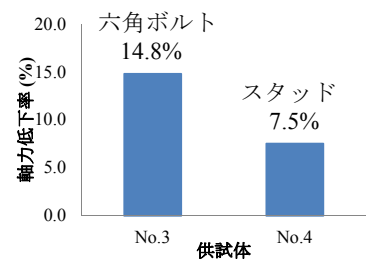
(a) No.1 と No.2(2面摩擦)



(a) No.1 と No.2(2面摩擦)

(b) No.3 と No.4(1面摩擦)

図-2 荷重と相対変位の関係



(b) No.3 と No.4(1面摩擦)

図-3 すべり時の軸力低下率

4. まとめ

高力スタッドボルトを用いた片面施工による当て板補強工法の開発を目的として、母板に無塗装、連結板に無機ジンクリッチペイントを塗布した摩擦接合継手を対象にすべり挙動を検証した。

- すべり係数は、六角ボルト継手とスタッドボルト継手とも、0.5以上となった。2面摩擦継手の場合、六角ボルト継手と比べスタッド継手のすべり係数は13%程度大きくなり、1面摩擦の場合、六角ボルト継手とスタッド継手のすべり係数は同程度の値を示した。
- 六角ボルト継手とスタッド継手のすべり挙動から、六角ボルト継手と比べ、スタッド継手の軸力低下率が小さく、接触範囲が大きくなった。

参考文献: 吉見正頼, 田畑晶子, 山口隆司, 馬場敏, 小野秀一: 上向きに溶接したスタッドボルト摩擦接合のすべり試験, 土木学会第69回年次学術講演会(平成26年9月)