

第 I 部門

高力スタッドボルトを用いた一面摩擦接合継手の力学的挙動に関する研究

大阪市立大学大学院 正 会 員 ○山本 佑大 大阪市立大学大学院 正 会 員 山口 隆司
 (株)東京鐵骨橋梁 正 会 員 彭 雪 (株)東京鐵骨橋梁 正 会 員 奥村 学

1. 研究背景および目的

橋梁における狭隘な施工空間の損傷部材の補修・補強において、高力六角ボルト（以下、高力ボルトと呼ぶ）を用いた当て板補強工法を行う場合、孔開けや片面からの施工が困難である場合が想定される。このような状況に対し、片面からのみの施工が望まれ、F8Tの高力スタッドボルト（以下、スタッドボルトと呼ぶ）を用いた当て板補強工法が提案されている。これは、図-1(b)に示すように、鋼板にスタッドボルトを直接溶接することで、片面からのみの施工が可能である。本工法の事例としては、図-1(a)に示す U リブ鋼床版の U リブとデッキプレートへの当て板による補修・補強が挙げられる。F8TM22 のスタッドボルトを用いた一面摩擦接合継手については、高力ボルトを用いた場合と同等の性能が得られることが示されている²⁾。しかし、F8TM20 のトルシア形スタッドボルトを用いた一面摩擦接合継手の例は少なく、F8Tの高力ボルトと同等の軸力を導入した例もないため、データの蓄積が望まれる。そこで、本研究では、F8TM20 の高力ボルト、および F8TM20 高力ボルトと同等の軸力を導入したスタッドボルトを用いた一面摩擦接合継手を製作し、すべり試験を行い、その力学的挙動を比較・検討する。

2. すべり試験体

すべり試験体の形状および寸法を図-2 に示す。スタッドボルトを用いた試験体を試験体 S1、高力ボルトを用いた試験体を試験体 H1 とする。試験体 S1、および H1 は、共に母板厚が 19mm、連結板厚が 19mm の一面摩擦接合継手である。すべり/降伏耐力比は、試験体 S1 が 0.24（連結板で計算した場合、0.35）試験体 H1 が 0.31 であり、共にすべり先行型の試験体である。

すべり試験体の試験パラメータ一覧を表-1 に示す。すべり側には、F8TM20 のトルシア形スタッドボルト、F8TM20 の高力六角ボルトを使用する。

固定側には、F10TM22 の高力六角ボルトを使用す

る。すべり側の接合面の素地調整の程度は 2 種とする。

3. すべり試験結果と考察

(1) 荷重と相対変位の関係

試験体 S1、H1 の荷重と相対変位の関係の一例を図-3 に示す。ここで、相対変位は、すべり側における内側ボルト位置での相対変位としている。図-3 より、試験体 S1 および H1 共に、荷重の増加に伴い相対変位が増加し、最大荷重到達後、荷重の低下が見られた。初期の

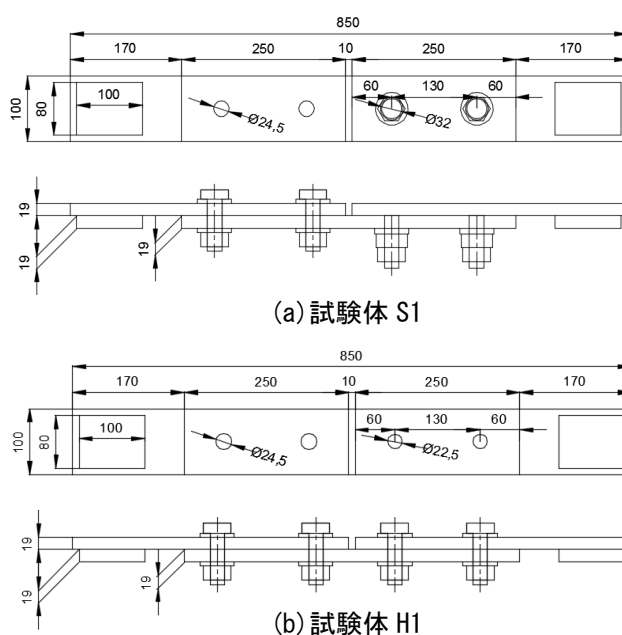
(a) 片面からの当て板補強事例¹⁾

(b) スタッドボルト

図-1 片面からの当て板補強事例とスタッドボルト

表-1 試験パラメータ

試験体No.	使用ボルト	素地調整程度	素地調整範囲
S1	スタッドボルト	2種	全面
H1	高力ボルト		



(a) 試験体 S1

(b) 試験体 H1

図-2 すべり試験体の形状および寸法（単位：mm）

剛性については、試験体 S1 と H1 でわずかに異なる傾向が見られた。しかし、試験体 S1 と H1 の荷重と相対変位の関係に大きな差は見られなかった。

(2) 荷重とボルト軸力の関係

試験体 S1, H1 の荷重とボルト軸力の関係の一例を図-4 に示す。ここで、ボルト軸力は、すべり側の内側および外側ボルトの軸力を示している。図-4 より、試験体 S1 の初期の軸力低下が試験体 H1 のそれに比べ小さいが、試験体 S1 の内側と外側のボルト軸力低下率の差は、試験体 H1 のそれに比べ、大きかった。

(3) すべり係数

試験体 S1, H1 のすべり係数の比較を表-2 に示す。すべり荷重は、鋼構造接合部設計指針より、すべり側の内側ボルト位置での相対変位が 0.2mm までに最大荷重が生じた場合はその最大荷重、そうでない場合は内側の相対変位が 0.2mm に達したときと定義した。また、すべり係数は、高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)に示された式(1)より算出した。試験体 S1 および H1 のすべり係数は、共に道路橋示方書の規定する 0.4 以上であった。共に、試験体間のすべり係数のばらつきは小さく、すべり係数の平均値は、試験体 S1 が 0.65, H1 が 0.68 となった。

$$\mu = \frac{P_{sl}}{m \cdot n \cdot N} \quad (1)$$

ここで、 μ ：すべり係数、 P_{sl} ：すべり荷重(kN)
 m ：接合面の数(=1)、 n ：ボルト本数(=2)
 N ：試験前ボルト軸力(kN)

(4) すべり試験後の接合面状況

試験体 S1 および H1 共に、無機ジンクの凝集破壊および連結板と無機ジンクの界面破壊が混在して発生していることを確認した。これは、動力工具で素地調整を行っているため、表面粗さにむらがあり、場所によって破壊形態が異なったためと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- 1)F8T の高力ボルトと同等の軸力を導入したスタッドボルトを用いた場合のすべり挙動は、F8T の高力ボルトを用いた場合のそれと同様であり、両者に大きな差異は認められなかった。
- 2)すべり係数も両者による違いは見られず、全ての試験体で 0.6 以上であった。
- 3)今後は、解析により、スタッドボルトを用いた一面摩

擦接合継手について、ボルト周辺の荷重伝達機構に差異がないかなどを詳細に検討する予定である。

参考文献

- 1)阪神高速道路第48回技術研究発表会論文集 Uリブ鋼床版に用いるスタッドボルト摩擦接合の品質向上に関する検討
原田 潤・田畑晶子・石橋照久
- 2)土木学会第70回年次学術講演会(平成27年9月) 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 彭 雪
奥村 学 山口 隆司 儀賀 大己 石井 博幸 仲地 健二郎

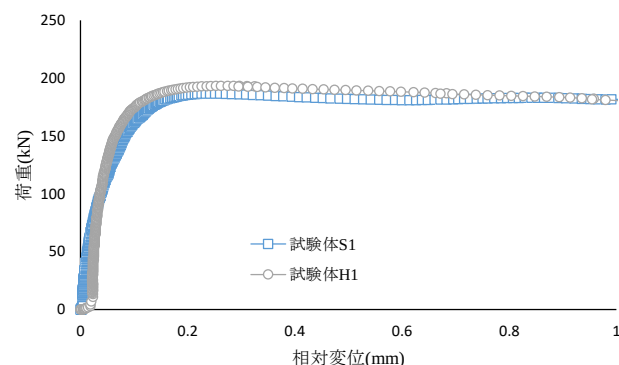


図-3 荷重と相対変位の関係

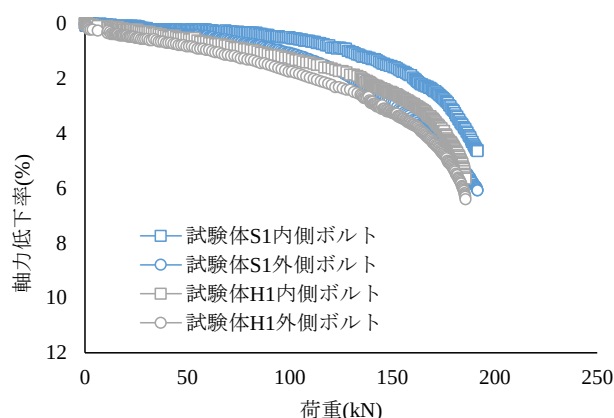
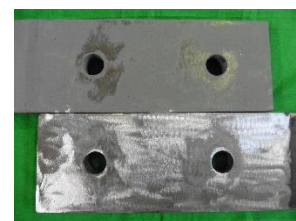
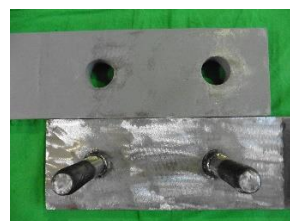


図-4 荷重とボルト軸力低下率の関係

表-2 すべり係数の比較

使用ボルト	試験体	すべり係数 μ
スタッドボルト	S1-1	0.63
	S1-2	0.65
	S1-3	0.69
高力ボルト	H1-1	0.66
	H1-2	0.70
	H1-3	0.67



(a) 試験体 S1

(b) 試験体 H1

写真-1 すべり試験後の接合面状況