

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解析的研究

大阪市立大学大学院 学 生 員 ○山本 佑大
日本ファブテック 正 会 員 彭 雪

大阪市立大学大学院 正 会 員 山口 隆司
日本ファブテック 正 会 員 奥村 学

1. 研究背景および目的

著者らは、図-1 に示す S8TM20 のトルシア形高力スタッドボルト（以下、スタッドボルトと呼ぶ）を用いた一面摩擦接合継手のすべり試験を行い、すべり係数が平均値で 0.66 となることを確認し、F8T の高力六角ボルトを用いた場合と同等の継手性能を有していることを実験的に示した。しかし、すべり試験中の軸力低下の傾向の違いなど、未解明な点も残っている。そこで、本研究では、FEM 解析により、スタッドボルトと高力ボルトを用いた一面摩擦接合継手の力学的挙動を比較・検討する。

2. FEM 解析

本解析では、図-1 のすべり試験体の形状にに合わせて、図-2 の解析モデルを作成した。解析ソルバーには Abaqus2016 を用いた。解析モデルは 8 節点アイソパラメトリック低減積分要素によりモデル化し、構造の対称性を考慮し 1/4 モデルとした。母板と連結板の要素分割はともに、板厚方向に 13 分割、板幅方向に 20 分割とした。引張荷重は母板のつかみ部の表面に一律な強制変位を与えることで再現した。試験体 S の溶殖部は、母板とスタッドボルトとを節点共有することで再現し、余盛形状は文献 1) の試験体の実測結果を基にモデル化した。また、溶殖による残留応力は考慮していない。導入軸力は、両試験体共に M20 の設計軸力である 133kN とした。接触面の摩擦係数は、母板-連結板間は実験結果の平均値である 0.70、連結板-座金間は 0.01 とした。なお、座金-ライナー間は結合としている。

3. 解析結果

3.1 荷重と相対変位の関係

試験体 S と H の荷重と相対変位の関係を図-3 に示す。なお、解析における相対変位の算出位置は、接合面に最も近い節点とした。荷重と相対変位の関係における試験体 S と H の違いは、外側ボルトにおいて表れ、120kN 程度から相対変位に差が生じた。

3.2 すべり係数

すべり荷重は文献 1) と同様、最大荷重に達したときとした。すべり係数は式(1)により算出した。

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

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)である。

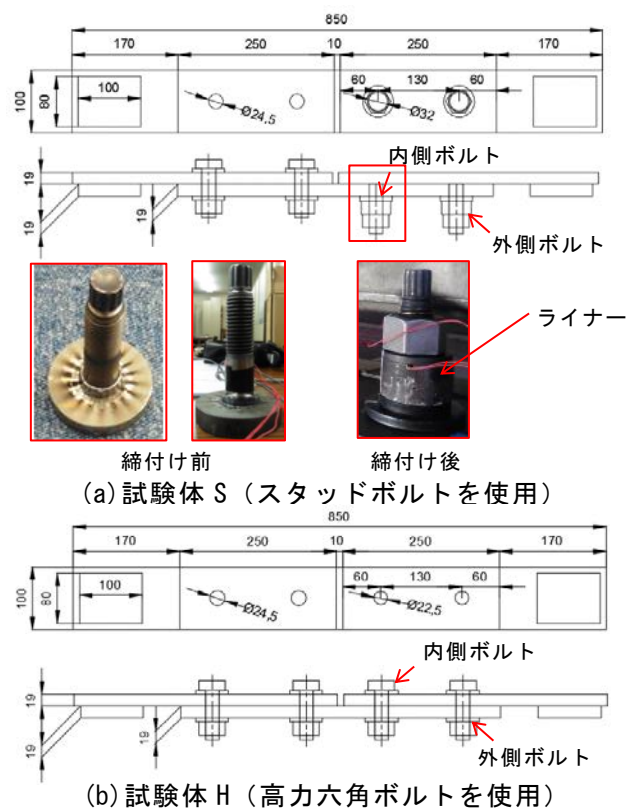


図-1 すべり試験体の形状寸法（単位：mm）

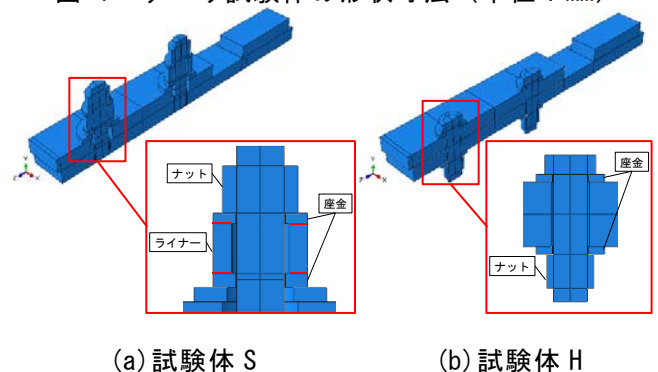


図-2 解析モデル

キーワード トルシア形高力スタッドボルト、一面摩擦接合継手、すべり係数、FEM 解析

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 橋梁工学分野
TEL&FAX 06-6605-2765

試験体 S と H のすべり係数は、それぞれ 0.69, 0.67 と同程度となった。また、文献 1) の 3 体平均のすべり係数はそれぞれ 0.65, 0.68 であり、実験と解析のすべり係数に大きな差はなかった。

3.3 荷重とボルト軸力低下率の関係

試験体 S と H の荷重とボルト軸力低下率の関係を図-4、すべり時の母板と連結板の Mises 応力分布を図-5 および図-6 にそれぞれ示す。図-7 には、母板の接触圧分布を示す。

試験体 S のすべり時の軸力低下率は、試験体 H のそれに比べ、内側ボルトでは 3% 程度、外側ボルトでは 2% 程度小さかった。これは、図-5 および図-6 において試験体 H のボルト孔周辺で高い応力が発生しているように、試験体 H のほうが試験体 S よりもボルト孔周辺の板厚減少が大きいと考えられる。

内側ボルトと外側ボルトの軸力差は、連結板が拡大孔である試験体 S のほうが小さくなった。

内側ボルトの軸力低下率が外側ボルトのそれより大きいのは、図-7 の接初圧分布に示すように、偏心曲げの影響が外側ボルト位置より内側ボルト位置で大きいと考えられる。

4. 結論

本研究で得られた結果を以下に示す。

1. 実験と解析のすべり係数より、スタッドボルトを用いた一面摩擦接合継手は、高力ボルトを用いた場合と同等の性能であることを確認した。
2. スタッドボルトを用いた場合、孔明けによる断面欠損がないため、軸力低下率は高力ボルトを用いた場合に比べ約 3% 程度小さかった。
3. 試験体 S の連結板の拡大孔の影響により、板厚方向の降伏が試験体 H に比べ進行しているが、軸力低下に及ぼす影響が大きいのは母板の板厚減少によるものと考えられる。

参考文献

- 1) 山本佑大, 山口隆司, 彭雪, 奥村学: 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, 平成 29 年度土木学会関西支部年次学術講演会, 第 I 部門
- 2) 日本建築学会: 鋼構造接合部設計指針, pp.281-283, 2006.3.

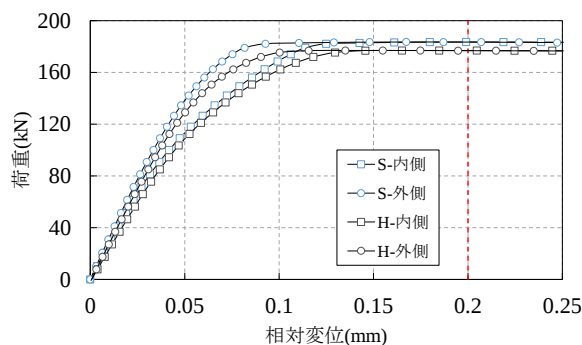


図-3 荷重と相対変位の関係

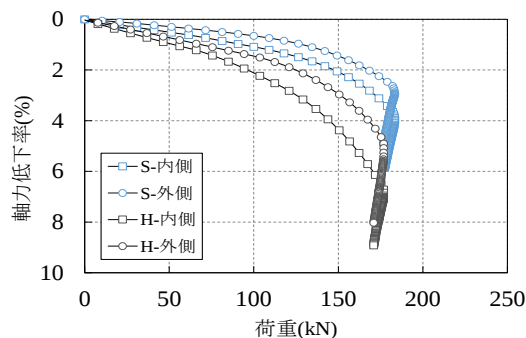


図-4 荷重とボルト軸力低下率の関係

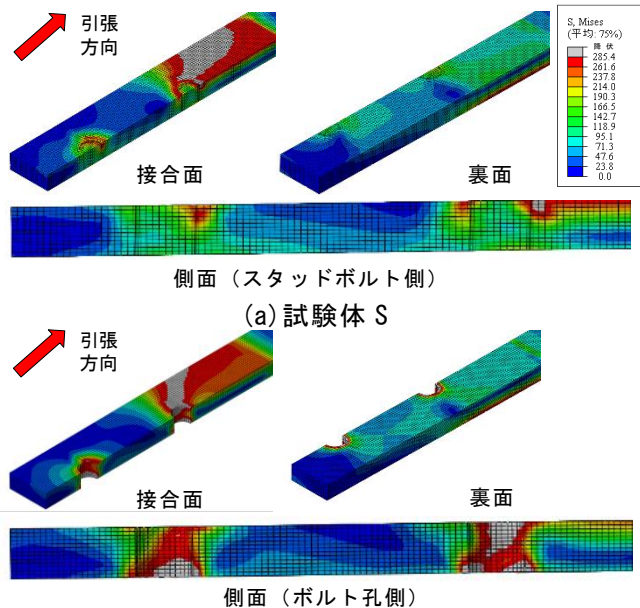


図-5 母板の Mises 応力分布 (N/mm^2)

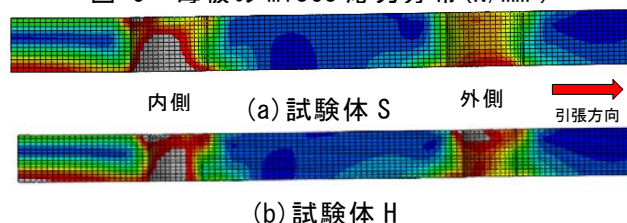


図-6 連結板の Mises 応力分布 (N/mm^2)

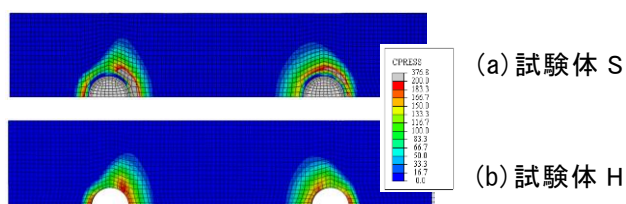


図-7 母板の接触圧分布 (N/mm^2)