

## せん断と引張を受ける高力ボルト接合部のすべり耐力式改良に関する検討

岩手大学 学生会員 ○加藤 創士  
 岩手大学 正会員 杉本 悠真  
 岩手大学 正会員 大西 弘志

## 1 はじめに

鋼構造物には図 1 のようなせん断と引張が複合的に作用する高力ボルト接合部が多く存在している。国内における本継手構造のすべり耐力式は、接合面に作用するてこ反力の影響を考慮せず、安全側の仮定となっている。言い換えると、てこ反力を考慮したすべり耐力式を新たに開発することで、継手構造をさらにコンパクト化できる可能性がある。

本研究ではせん断と引張が複合する継手にて、てこ反力を考慮したすべり耐力式により、すべり耐力がどの程度向上するのかを試設計により検討した。

## 2 すべり耐力式

本研究で使用しているすべり耐力式は道路橋示方書<sup>1)</sup>、てこ反力の算出式は橋梁用高力ボルト引張接合設計<sup>2)</sup>を参考にしている。てこ反力が考慮されていないすべり耐力  $P_{S1}$  を式(1)で求めた。

$$P_{S1} = \frac{V_{fyd}(nB_0 - N)}{nB_0} \quad (1)$$

てこ反力を考慮したすべり耐力  $P_{S2}$  を式(2)で求めた。 $B_0 < F_N$  のとき

$$P_{S2} = \frac{V_{fyd}nR}{nB_0} \quad (2)$$

$B_0 \geq F_N$  のとき

$$P_{S2} = \frac{V_{fyd}(nB_0 - N + nR)}{nB_0} \quad (3)$$

ここで、

$V_{fyd}$  : ボルト 1 本あたりの摩擦接合としてのすべりに対するせん断力の制限値(kN)

$n$  : 接合部のボルト本数

$B_0$  : ボルトの初期ボルト導入軸力(kN)

$N$  : 引張力(kN)

$R$  : ボルト 1 本あたりのでこ反力(kN)

$F_N$  : ボルト 1 本あたりの引張力(kN)

図 2 にボルト軸力と引張力の関係を示す。図 2 の青

着色部は接触力の大きさを表している。 $nR$  を考慮することで、すべり耐力に寄与する接触力を式(1)よりも大きく見積もることができる。

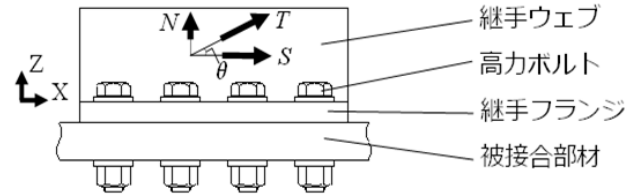


図 1 せん断と引張が複合的に作用する高力ボルト接合部の例

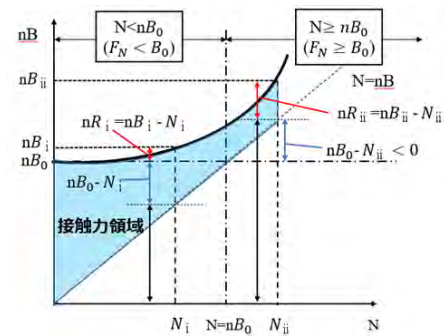


図 2 てこ反力考慮による接触力成分の増加

## 3 試設計の条件

本研究で用いる継手諸元について説明する。ボルト径は道路橋示方書<sup>1)</sup>に規定されている M22 とし、継手長は最大中心間隔の 150mm とした。また、継手フランジ板厚(mm)は 16,19,22,25,28,32,38,40,45,50 の 10 種類を検討する。継手ウェブと高力ボルトの鋼種はそれぞれ SM490Y と F10T で統一し、継手フランジの鋼種は SM400, SM490, SM490Y, SM570, SBHS500, SBHS700 の計 6 種で変化させている。

## 4 結果と考察

図 3 に継手フランジ板厚 16mm のすべり耐荷力曲線を示す。耐荷力曲線は横軸にせん断力、縦軸に引張力を示している。式(1)のすべり耐力式から算出したすべり耐力  $P_{S1}$  を黒線で、式(2),(3)の耐力式から算出

キーワード 高力ボルト, 引張接合, てこ反力, すべり耐力

連絡先 [s0819023@iwate-u.ac.jp](mailto:s0819023@iwate-u.ac.jp)

されたすべり耐力  $P_{S2}$  を赤線で示している。また、継手フランジの降伏耐力を点線で示している。図 3 をみると、てこ反力の考慮によりすべり耐力は上昇することがわかる。また、このすべり耐力の上昇を期待するためには SBHS700 を使用する必要があることもわかった。

図 4 に継手フランジ板厚 25mm のすべり耐力曲線を示す。図 3 では  $P_{S1}$  よりも高い  $P_{S2}$  を得るためには SBHS700 の適用が必要であったが、図 4 をみると SM570 であっても  $P_{S1}$  よりも大きい  $P_{S2}$  を確保できる。これより、継手フランジ板厚を大きくすることで、適用可能な鋼種が多くなることがわかった。

図 5 に継手フランジ板厚 50mm のすべり耐力曲線を示す。引張接合では継手フランジ板厚が大きくなると、フランジの曲げ剛性が大きくなり曲げ変形を生じることなくフランジ端部まで完全に離間するため、てこ反力が発生しない。そのため、すべり耐力  $P_{S1}$  と  $P_{S2}$  に差はみられなかった。このことから、継手フランジ板厚を大きくしすぎると、てこ反力の考慮によるすべり耐力の向上は期待しにくくなる。

またこれらの図で、継手フランジ板厚が小さくなるにつれて、より小さい引張力で  $P_{S1}$  と  $P_{S2}$  に差が生じることがわかる。これは継手フランジ板厚を小さくすることで、てこ反力の発生するタイミングが早くなることによる原因である。

図 6 に作用力の角度（図 1 の  $\theta$ ）とすべり耐力比（ $P_{S2}/P_{S1}$ ）の関係を示す。図 6 で作用力の角度がすべり耐力比に大きく影響することがわかる。特に、作用力角度  $\theta$  が小さい場合は、継手フランジ板厚を小さくすることですべり耐力が向上することがわかる。また、すべり耐力比の最大値は 1.2 となることがわかった。これは、許容ボルト軸力(0.9By By : 降伏ボルト軸力)と初期ボルト軸力(0.75By)の比と一致し、ボルト径や継手長によらず一定値となる。つまり、すべり耐力式でてこ反力を考慮することで、すべり耐力は最大で 1.2 倍向上する。

5 謝辞

本研究は（公財）大畑財団のご支援を頂き実施しました。ここに感謝申し上げます。

6 参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 II 鋼橋・鋼部材編
- 2) 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針

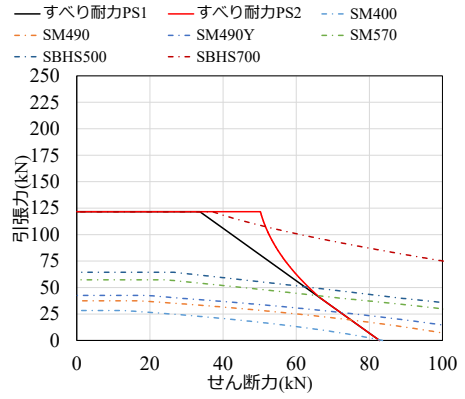


図 3 継手フランジ板厚 16mm のすべり耐力曲線

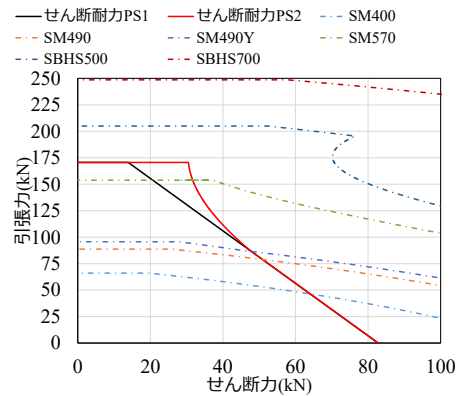


図 4 継手フランジ板厚 25mm のすべり耐力曲線

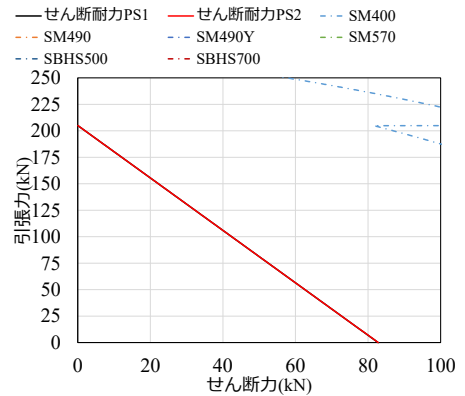


図 5 継手フランジ板厚 50mm のすべり耐力曲線

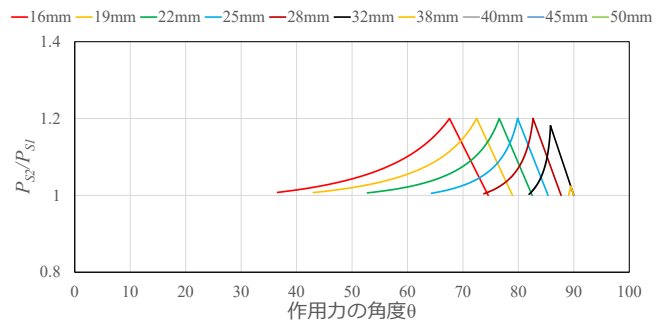


図 6 作用力の角度とすべり耐力比の関係