

厚さの異なるフランジで構成されたT継手の挙動

平設計 正会員 ○山田 稔 武蔵工業大学 フェロー会員 西脇威夫
 武蔵工業大学 フェロー会員 増田陳紀 ショーボンド建設 正会員 竹井将史

1. はじめに

高力ボルト引張接合は、高力ボルトの軸方向に作用する力を伝達する接合方法であり、現在土木分野で多く使われている摩擦接合とは異なり、高力ボルトの配置を工夫することで継手部の景観の改善が可能なことや、施工性が優れているなどの利点を多く有する。しかし、橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)¹⁾にも示されているように検討すべき課題も残されているため鋼構造物の主要部に用いられる例は多いとは言えない。引張接合の設計において重要とされるものは剛性とボルト軸力である。設計指針案策定後も引き続き研究が行われ、継手の挙動に関するデータが蓄積された。しかし、検討の対象とされている引張継手は厚さの同じフランジで構成されているか、もしくは組み合わせるフランジの厚さを考慮していない場合であった。本報告は、厚さの異なるフランジで構成されたT継手と厚さの同じフランジで構成されたT継手の挙動の比較を行った。今まで検討されていない相手材の厚さが異なる場合においても、既往のデータを用いることによりそれを表現しうるか否かの可能性を探った。

2. 試験概要

試験に用いた試験体の諸元を図-1に示す。試験体はフランジ厚さ t を変数として、 $t=15,22,30\text{mm}$ の3種類を設定した。継手は3種類のフランジ厚さをそれぞれ組み合わせた5種類に対して測定を行った。15mm-30mmの組み合わせは省略した。測定項目はボルト軸力とWeb直下離間量、フランジ表面のひずみである。ひずみゲージの貼付位置を図-2に示す。試験体のフランジの寸法、ボルト孔位置、初期ボルト導入軸力はすべての試験体において一定とした。高力ボルトはM16(F10T)を使用し、ボルトの引張強度の40%にあたる62.8kNを導入した。軸力の管理はボルト軸部中心に90度間隔で4枚貼付したゲージの平均値をもとに行った。軸力換算は、あらかじめ試験に使用するボルトに対し予備載荷試験を行い、ひずみとボルト軸力関係のキャリブレーションを行った。離間量の測定はWeb直下に取り付けた高精度変位計を用いて行った。荷重載荷は継手が破壊するまで静的引張載荷を行った。試験体設置の様子を図-3に示す。

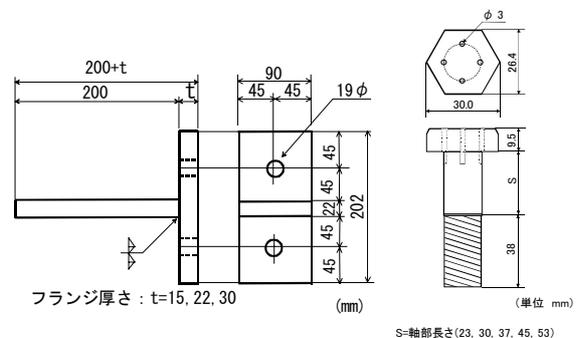


図-1 試験体寸法

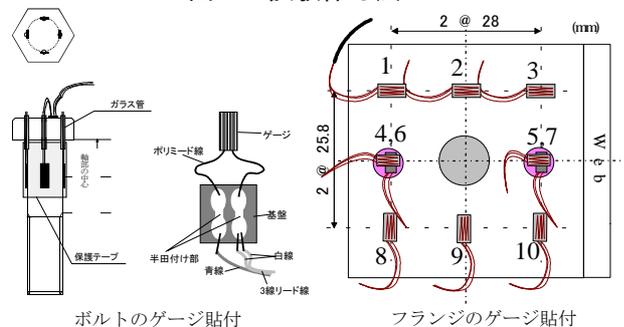


図-2 ゲージ貼付位置



図-3 試験体設置の様子

3. 結果および考察

3-1 引張外力 P-Web 直下離間量 δ 関係

得られたT継手の引張外力 P-Web 直下離間量関係を図-4に示す。フランジが厚いほど初期剛性が広い荷重に対して維持される。フランジが薄い場合、低い外力に対しても離間量が大きく、剛性の低さが表れている。厚さの異なるフランジで構成された継手のWeb直下離間量をそれぞれ δ_{15-22} 、 δ_{22-30} とし、厚さの異なる場合についても同様に表現することとした。組み合わせるフランジの厚さにかかわらず、外力に対するフランジの曲げ剛性は変化しないと

キーワード：引張接合，TT継手，ボルト軸力，離間量

〒158-8557 東京都世田谷区東区上野 3-17-11 コーワビル 2(株)平設計/技術部 tel03-3836-3246 fax03-3833-7467

考えると、以下に示す関係が成り立つと予測できる。

$$\delta_{15-22} = \frac{(\delta_{15-15} + \delta_{22-22})}{2} \tag{式-1}$$

$$\delta_{22-30} = \frac{(\delta_{22-22} + \delta_{30-30})}{2}$$

式-1 と、実験で測定した離間量を比較したものが図-5 である。これを見ると δ_{15-22} と式-1 の値は $P < 70\text{kN}$ ではほぼ一致し、その後は P が増加するに従い δ_{15-22} の方が小さくなる。この傾向は δ_{22-30} もほぼ同じである。Web 直下の離間量は T 継手が荷重を受けた場合の接合面の接触圧を直接表しているとは言い難いが、離間量が大きいことは接触圧が小さいことに無関係ではない。

3-2 引張外力 P-ボルト軸力 B 関係

得られた各継手の引張外力 P-ボルト軸力 B の関係を継手の最大耐力まで図-6 に示す。図中の①15-15 は 15mm 同士のフランジで構成されている継手であることを示している。図より、フランジが薄い場合、引張外力が小さな段階からボルト軸力が増加していることがわかる。また、①のみボルトに曲げが大きく生じ、ボルトが局部的に塑性化したため、ひずみのデータより軸力を妥当に換算計算することができなかった。そのため図中には塑性化直前までのデータより仮定した破線で示したデータも参考として記述した。引張外力 $P=120\text{kN}$ 時の各継手の軸力 B を比較すると、①を基準値：1 とした場合、②は 0.93，③は 0.83 となった。同様に③を基準とした場合④は 0.96，⑤は 0.88 という結果を得た。

ボルト軸力は接合面に生じている接触力に依存していることは文献2) で述べた。3-1 で述べたように web 直下の離間量は等厚フランジを用いたものと式-1 の関係にある。そこで、接触力についても同様になると仮定すると、ボルト付加軸力についても同様になると推測される。測定結果の1つを示すと、 δ_{15-22} が 0.5mm の時の荷重値は 87.3 kN，同じ離間量は t 15 で 76.8 kN，t 22 で 98.2 kN となる。そして付加軸力はそれぞれ、 $\Delta B_{15-22} = 32.3\text{ kN}$ ， $\Delta B_{15} = 33.8\text{ kN}$ ， $\Delta B_{22} = 31.8\text{ kN}$ となり、異なる厚さのフランジを用いた継手の付加軸力の推定がある程度は可能である。

4. おわりに

厚さの異なるフランジで構成された T 継手における、外力 P-web 直下離間量 δ 関係は既存のデータを用いて式-1 のように表せることができた。また、その関係はボルト付加軸力についてもほぼ成り立つことが認められた。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)，1994.3
- 2) Takeo Nishiwaki, Nobutoshi Masuda, Shigeaki Yamamoto, Minoru Yamada :Prying force in T-stub joints,4th International Conference on Bridges Across the Danube 2001, 2001.9,pp.129-134

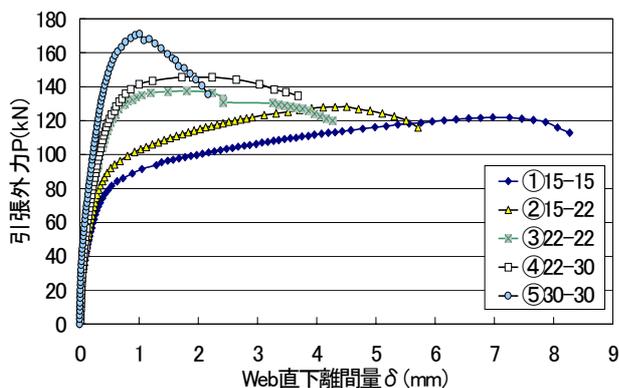


図-4 引張外力 P-Web 直下離間量 δ 関係

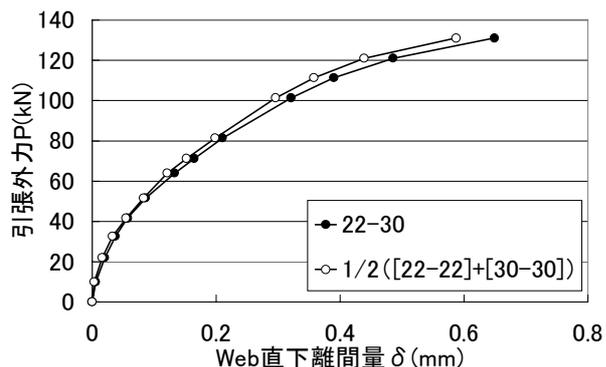
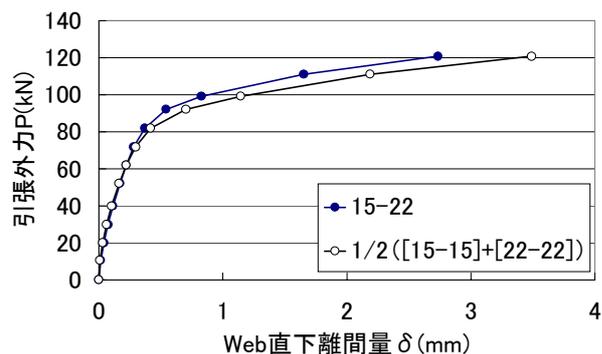


図-5 式-1 と測定値との比較

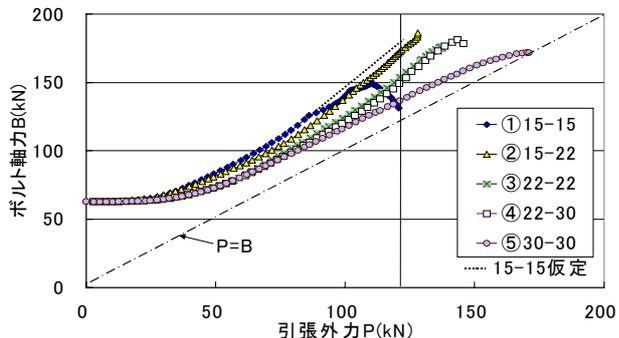


図-6 引張外力 P-ボルト軸力 B 関係