

I-134

母材の片側のみにボルトが配置された
高力ボルト引張接合・長締め形式の実験

武蔵工業大学博士課程 学員 黒田充紀

武蔵工業大学 正員 増田陳紀

武蔵工業大学 正員 西脇威夫

株式会社 サクラダ 正員 鈴木康弘

1. はじめに

著者らは数年来、高力ボルト引張接合・長締め形式に関して実験的¹⁾・数値解析的²⁾検討を行ってきた。上記の研究では、母材に対して対称にボルトが配置された接合部を対象としてきた。斜張橋の主塔などの箱型断面を内側から長締め形式で接合するような場合には塔壁(母材)に対してボルト配置は対称ではなくなる。このような場合の接合部の基本的な挙動を把握するために実施した実験的検討の結果を報告する。

2. 実験概要

実験に用いた試験体の形状・寸法をFig. 1に示す。鋼材はSM41を用いた。ボルトはF10Tと同じ材質で軸径20mmの丸鋼の両端にネジ部を設けて製作した。試験体はリブプレート厚が異なる2種類を作成し、10mmのものをCSB-10-89、25mmのものをDSB-20-89と名付けた。接合面は切削加工が施してあり、試験体名中の“-10”などは表面あらさが10 μ mの意味である。ボルト初期軸力 B_0 は143kNで、これはJIS-B-1186に示されるF10Tの最小引張強さの約60%ある。測定項目は、①ボルトの軸ひずみ、②リブプレートおよび母材のひずみ分布、③接合面間の離間量、であり、ひずみゲージおよび離間量測定用クリップゲージの貼付・設置位置はFig. 2に示すとおりである。載荷荷重は静的であり、上限を B_0 の90%とし、下限は-90%とした。

3. ボルト軸力と接合面離間

ボルト初期軸力 B_0 で無次元化した荷重 F とボルト軸力 B の関係をFig. 3に示す。圧縮側ではほとんどボルト軸力の変動は見られないが、引張側では $F/B_0(\%)=30$ 付近より急激な軸力増加が見られる。Fig. 4は無次元化荷重と離間量の関係である。図中の④、⑤、⑥はFig. 2のクリップゲージの位置に対応している。ボルト軸力の増大は、この接合面の離間に伴って生じていることが明らかである。上限引張荷重に達するとボルト軸力は初期軸力の1.5倍以上になるが、離間が生ずる荷重以下での領域での変動量は非常に少なく、この範囲においてはボルト軸力の観点からは非常によい性状を示すと判断できる。

4. 接合部内の応力分布と荷重伝達機構

Fig. 5は母材およびリブプレートのひずみ分布測定値から換算した単位幅当りの軸力分布を示している。ボルト初期軸力導入時の軸力分布は母材に対してボルトが対称に配置された接合部²⁾と異なり、Section3においても一様に分布せず、リブプレート自由端で最大となっている。これは、被締め付け部断面の図心軸とボルト軸が偏心しているために曲げ変形が生じた結果である。続いて載荷される荷重はやはり偏心載荷され、それに対する軸力分布の変動はほとんど母材で生じており、リブプレートの分布の変動は非常に小さい。Fig. 6は外荷重の増加量に対するボルト、リブプレート、母材の負担率を示したものである。負担率は、リブプレート、母材についてはそれぞれの荷重点($F/B_0(\%)=0, 30, 50, 75, 90$)における単位幅当りの軸力分布をスプライン補間してさらに板幅方向に積分した値を求めて、それらの差を対応する外荷重増分で除して求めた。引張領域((a)図)と圧縮領域((b)図)を比較すると、 $F/B_0=\pm 30\%$ まではほぼ同様な荷重伝達様式であることがわかる。圧縮領域の場合にはそれよりも荷重が増大しても負担率の変化はほとんど見られず、ボルト、母材、リブプレートは巨視的に線形的に挙動していることが理解できる。引張領域においては、 $F/B_0(\%)=30$ を越えるとFig. 4に示したような離間にともなって徐々にボルトの荷重負担率が大きくなり、さらに $F/B_0(\%)=50$ を越えるとリブプレートは圧縮力を受けることがわかる。

5. まとめ

母材の片側のみにボルトが配置された長締め形式の基本的な力学的挙動を実験的に検討した。基本的挙動をさらに検討するとともに、より具体的な構造部分に適用された場合のこの形式の問題点を明らかにし、それらに対する対策を検討すること、また接合部を適切にモデル化して力学的性状の推定方法を確立すること、などが今後の課題である。

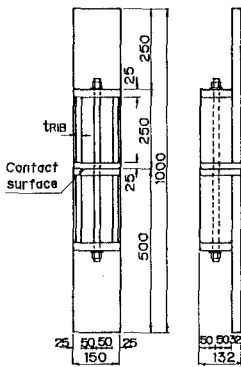


Fig.1 Test specimen.

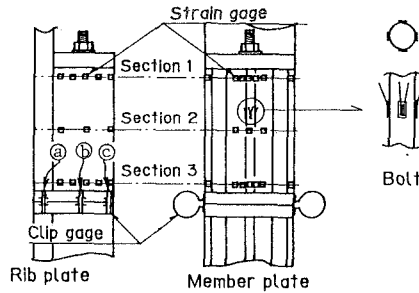


Fig.2 Arrangement of gages.

NOTATION - Symbols
F: External load
Bo: Initial bolt axial force
B: bolt axial force

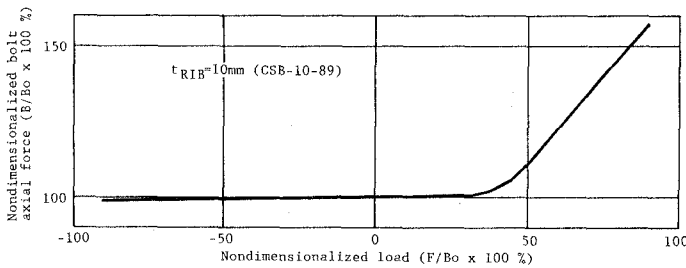


Fig.3 Relationship between external load and bolt axial force.

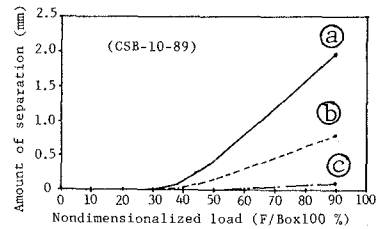


Fig.4 Relationships between external load and amount of separation.

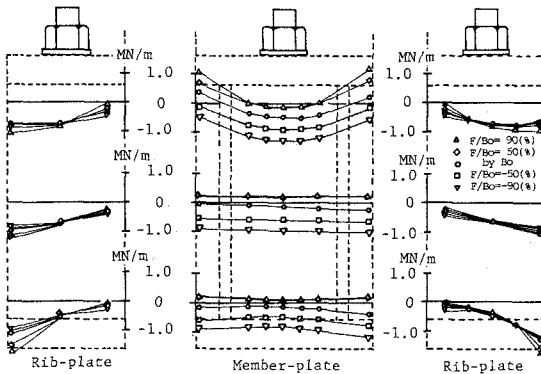


Fig.5 Axial force per unit width in Rib-plates and Member-plate.

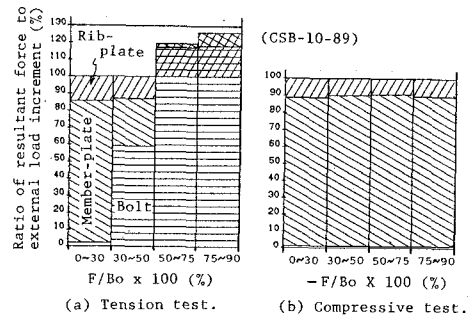


Fig.6 Ratio of resultant force in Bolt, Rib-plate, and Member-plate to external force increment.

参考文献

- 1) 西脇威夫・増田陳紀・皆川 勝・黒田充紀・鈴木康弘: 長締めボルト引張接合のボルト軸力, 構造工学論文集, Vol. 35A, pp. 991~999, 1989.3.
- 2) 西脇威夫・黒田充紀・増田陳紀・鈴木康弘: 高力ボルト引張接合・長締め形式におけるパネモデルによるボルト付加軸力, 土木学会論文集, (1989.12.13投稿, 搭載決定)