

武蔵工業大学 学生員 黒田充紀
 武蔵工業大学 正員 増田陳紀
 桜田機械工業㈱ 正員 鈴木康弘

武蔵工業大学 正員 西脇威夫
 武蔵工業大学 正員 皆川 勝

1. はじめに

長締めボルト引張接合に関して従来いくつかの研究がなされているが、それらのほとんどは採用の対象となった構造の安全性を確認するための研究であり、この形式の接合部の挙動は系統的に研究されているとは言い難い。本報告では、接合面間の応力伝達が完全であり、かつエンドプレートの変形が全く生じない接合部と等価である接合部の挙動について報告する。この挙動を明確に把握することにより種々の接合面の状態での応力伝達を知ることができる。文献[1]で、接合面の接触の状態がボルト軸力の変動量に及ぼす影響が大であることを示したが、さらにそれについても知ることができる。

2. 実験の概要

試験体の寸法・形状をFig. 1に、分類をTable. 1に示す。材質はSS41である。ボルトはF10TM20に相当する機械的性質を持つ丸鋼により製作し、ボルト両端に用いたナット・座金はF10TM20に対応するものを用いた。ボルト軸部のひずみ、試験体各部のひずみを測定した。载荷のパターンは、ボルト初期導入軸力の90%に相当する引張荷重を上限として静的に载荷した。試験機は武蔵工業大学・構造実験棟 ±50ton万能疲労試験機を用いた。

3. 数値解析の概要

3-1. 有限要素解析 文献[2]で誘導された、面内回転変位を節点変位として導入した1節点6自由度計18自由度を持つ3角形板殻要素を基礎とする有限要素立体弾性構造解析システムを用いた。Fig. 1に示した試験体を解析対象とした。ボルト部は伸剛性を合致させた円筒でモデル化し、座金外周位置に配置した。また、対称条件を導入して接合部の1/4を対象とした。

3-2. バネモデル解析 本形式の接合部をバネモデルで表すと、荷重载荷にともなつてボルトに付加される軸力と作用荷重との比 α は次式で与えられる³⁾。

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{K_{RIB}}{K_{BOLT}} + \frac{K_{RIB}}{K_{ANC}}} \quad (1)$$

K_{RIB} : $K_{RIB} = E \cdot A_{RIB} / L_{RIB}$ (被接合部の伸縮剛性) E :ヤング率, A_{RIB} :母材・リブの断面積, L_{RIB} :リブ長

K_{BOLT} : $K_{BOLT} = E \cdot A_{BOLT} / L_{BOLT}$ (ボルトの伸剛性) A_{BOLT} :ボルトの断面積, L_{BOLT} :ボルト有効長

K_{ANC} : $K_{ANC} = P / w$ (アンカープレートのため剛性) P :ボルトから作用する力, w :座金部のたわみ

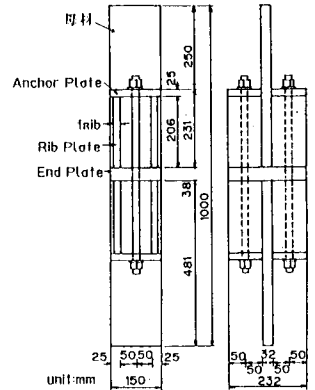
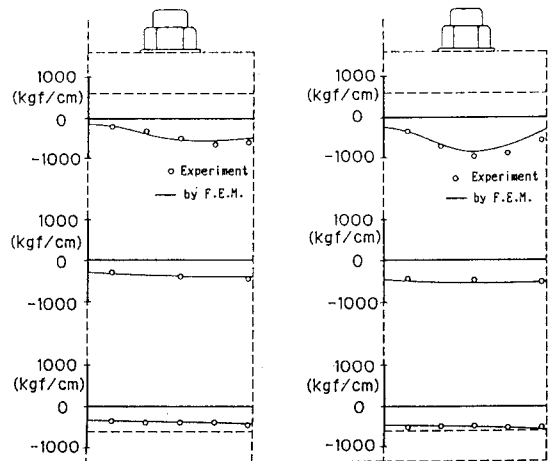


Fig. 1 Test specimen

Table.1 Designations of test specimens

Specimen	C-NS-87	D-NS-87
$t_{RIB}(mm)$	10	25



(a) C-NS-87

(b) D-NS-87

Fig.2 Axial force per unit length in Rib plate

4. ボルト初期軸力導入時の応力状態

Fig. 2はC-NS-87及びD-NS-87試験体のボルト初期軸力導入時にリブ内に生じた単位幅当りの軸力である。実験値と有限要素解析結果はほぼ良好な一致をしている。アンカープレート付近ではボルト締付けの影響が顕著である。2体の試験体の結果を比較すると、この部分の応力分布の傾向はリブ厚によって異なることがわかる。エンドプレート付近では、2試験体ともほぼ一様に軸力が生じており、接合部全断面が有効にボルト締付けによるボルト軸力を負担している。

5. ボルト軸力の変動

Fig. 3はC-NS-87及びD-NS-87試験体の荷重－ボルト軸力関係を数値解析結果とあわせて示したものである。縦軸・横軸ともボルト初期導入軸力で無次元化し、それを百分率で示した。同関係は完全に線形でその勾配は(1)式で示される α である。実験値と有限要素解析結果とは良好な一致を見せている。バネモデルは、(1)式中の K_{ANC} を求めるための w の計算方法を2種類とり、それらをSpring-model①とSpring-model②とした。

6. 荷重載荷による応力の変動

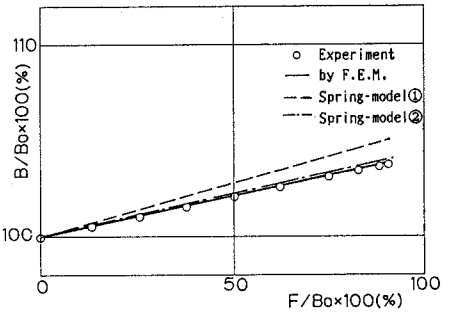
Fig. 4はC-NS-87及びD-NS-87試験体の引張荷重載荷によりリブ内に生じた単位幅当りの軸力を有限要素解析結果とあわせて示したものである。実験値と有限要素解析結果は良好な一致を見せている。アンカープレート付近では荷重が母材に載荷されているために、リブの自由端にはほとんど荷重が伝達されない。一方、エンドプレート付近ではほぼ一様に軸力が生じており、接合部全断面が有効に作用外力を負担している。

7. おわりに

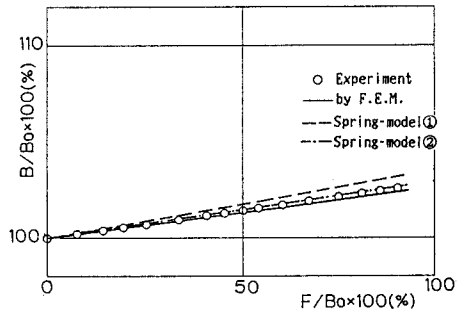
接合面が及びエンドプレートが理想的な場合の挙動をほぼ把握することができた。現在は、実際の接合面の加工の程度と応力伝達の実験的に検討中である。

◆参考文献◆

- [1] 西脇・増田他：高力ボルト引張接合・長締め形式に関する研究，第17回道路会議論文集，1987.10
- [2] 吉田・雨宮・増田：立体構造解析のための薄板有限要素，土木学会論文集，第211号，1973.3
- [3] 高力ボルトの引張接合について，JSSC, Vol. 3, No. 24, 1967.12

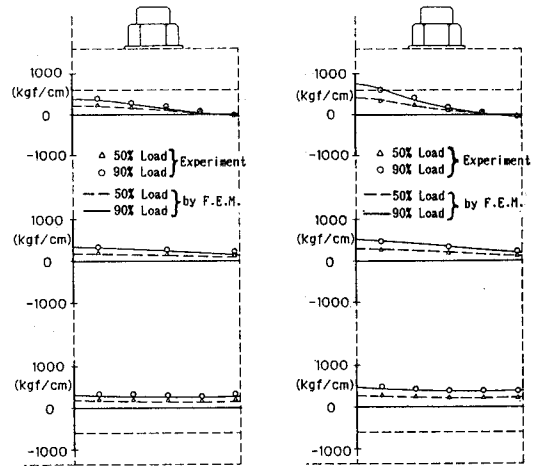


(a) C-NS-87



(b) D-NS-87

Fig.3 Relation between external force and bolt axial force



(a) C-NS-87

(b) D-NS-87

Fig.4 Change in axial force per unit length in Rib plate