

武蔵工業大学 学生会員 山本成昭 武蔵工業大学 フェロー 西脇威夫
武蔵工業大学 フェロー 増田陳紀 武蔵工業大学 正会員 白旗弘実

1. はじめに

橋梁用高力ボルト引張接合設計指針¹⁾では、短締め形式であるT接合においてTウェブから外側に2列以上のボルト配置について規定されていない。その理由としては、2列配置以上では一般には、てこ作用による影響が大きく、外側ボルトの強度を十分に活用できない力学的挙動を有すること、また、実験データが少なく、フランジ厚/ボルト径が1.5~2程度の検討しか行われておらず²⁾、規定化する根拠を与えるだけの系統的検討が十分に行われていないこと等が挙げられる。本研究では、てこ作用による影響が少ない厚いフランジを使用したT接合の2列配置による強度の向上について、数値解析的に検討した結果を報告する。

2. 解析対象と解析方法及びパラメータの設定範囲

解析対象は図-1に示すT部材を突き合わせたT接合形式で、対称性を考慮して1/4部分を2次元モデル化する。図-2に継手部寸法を示す。数値解析には接触要素を用いて境界非線形性を考慮した解析方法³⁾を使用した。使用要素、応力-ひずみ関係は文献³⁾と同様であり、CST要素、バイリニアモデルである。材料定数を表-1に、パラメータを表-2に示す。ねじ部についてはねじ山・谷による影響を考慮した換算値を用いた。フランジ厚 t は文献¹⁾で規定されている最小フランジ厚22mmから施工性を考慮して現時点で上限と考えられる60mmまでの10通り、ボルト中心間隔 p は道路橋示方書で規定されている摩擦接合で用いる値の75mmを規準として、てこ作用による影響の低下を狙いボルト径の3倍まで小さくした66mmの2通り、初期ボルト導入軸力はJIS規格で定められたF10T-M22の破断軸力297kNを規準としてその20%から80%までの5通り、を考慮した。要素分割の例を図-3に示す。ボルト頭部とフランジ間およびフランジ下面に接触要素を配置している。

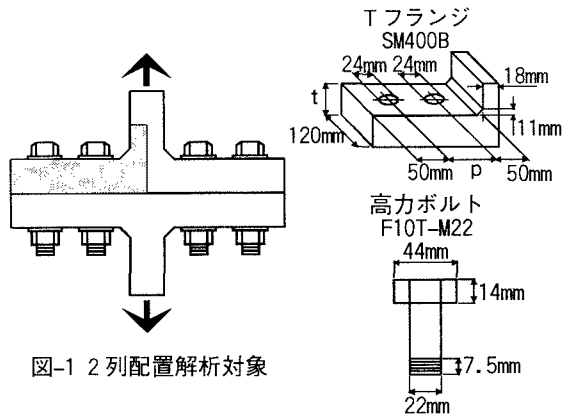


図-1 2列配置解析対象

図-2 2列配置継手部寸法

表-1 材料定数

	ボルト		フランジ
	軸部	ねじ部	
ヤング率(GPa)	206	49.0	206
ポアソン比	0.3	0.3	0.3
降伏応力(MPa)	882	696	235:16mm < t ≤ 40mm 216:40mm ≤ t < 75mm
硬化係数(GPa)	2.94	4.90	2.06

表-2 パラメータ

フランジ厚 t	22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60mm
フランジ厚/ボルト径	1.0~約2.7
ボルト中心間隔 p	75mm, ボルト径3倍の66mm
初期ボルト軸力	297kNを100%として 20, 40, 60, 67.7, 80%

3. 解析結果及び終局継手強度に関する考察

本研究では、継手部の終局状態をボルトの破断で定義する。ボルトの破断は、ボルト軸方向直角断面

キーワード：高力ボルト，引張接合，2列配置，境界非線形性解析

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学構造工学研究室 TEL03-3703-3111FAX03-5707-2224

の節点力の総和で定義される軸力が破断軸力に達した時点をもって判断する。終局継手強度は、継手部に作用する軸方向最大引張荷重により定義する。

図-4 に 1 列配置と 2 列配置の終局継手強度とフランジ厚の関係を示す。終局継手強度は、フランジ厚が厚くなるに従って大きくなる事が分かる。1 列配置では高力ボルトを最大限に活用しても終局継手強度はボルト破断軸力の $297\text{kN} \times 2$ であり、1 列配置では当然これ以上の強度を期待出来ない。しかし、2 列配置でフランジ厚を増し、てこ作用による影響を少なくすると、例えばフランジ厚が 60mm の場合では、終局継手強度が約 $440\text{kN} \times 2$ となり 1 列配置と比べて約 50% 増大する。

図-5 に 2 列配置の終局継手強度と 1 列目と 2 列目のボルト中心間隔の関係を示す。フランジ厚が 60mm の場合では、てこ作用による影響を少なくするためにボルト中心間隔を 75mm からボルト径の 3 倍の 66mm に小さくすると終局継手強度が 3% 程度増大する。次に、図-6 に 2 列配置の終局継手強度と初期ボルト軸力との関係を示す。初期ボルト軸力によっても終局継手強度は 3% 程度変化することが分かる。

4. おわりに

T ウェブから外側にボルトを 1 列増した 2 列配置では、一般にはてこ作用の影響が大きくなりボルト 1 本あたりの継手効率は低下するが、終局継手強度自体は、フランジ厚／ボルト径を約 2.7 まで増せば、1 列配置の約 1.5 倍に増大することを明らかにした。初期ボルト軸力と 2 列配置のボルト中心間隔が終局継手強度に及ぼす影響については、それぞれ高々 3% 程度と小さいことが明らかになった。

【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，1994.3
- 2) 日本鋼構造協会：鋼構造接合資料集成，技報堂，pp.565-568，1977.
- 3) 黒田充紀，増田陳紀，皆川勝，西脇威夫：接触面平坦度を考慮したスプリット・ティー接合部挙動の解析的検討，土木学会論文集 第 416 号 / I-13，pp.365-374，1990.4

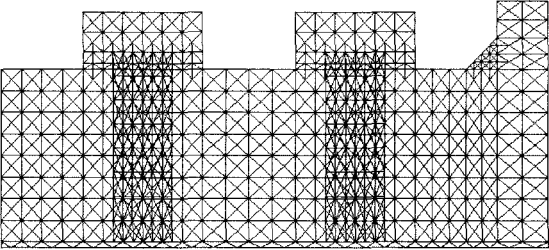


図-3 フランジ厚 60mm ボルト中心間隔 75mm の要素分割図

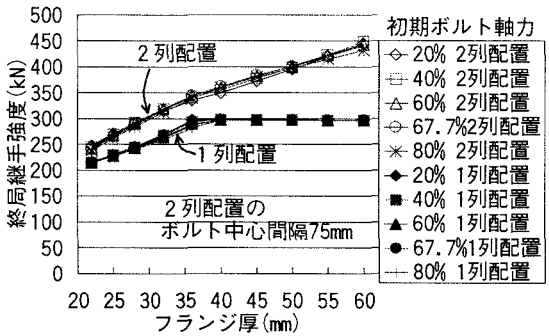


図-4 終局継手強度とフランジ厚の関係図

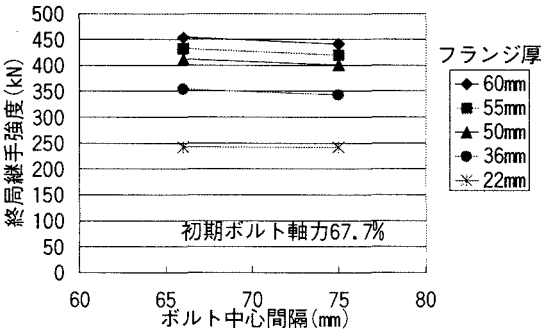


図-5 終局継手強度とボルト中心間隔の関係図

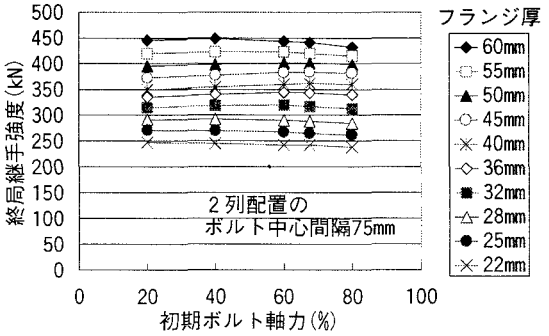


図-6 終局継手強度と初期ボルト軸力との関係図