

(I - 21) 高力ボルト引張接合に関する軸力の一検討

武蔵工業大学 学生員 渡邊崇志
 武蔵工業大学 正会員 西脇威夫
 武蔵工業大学 正会員 増田陳紀

1 : はじめに

高力ボルト引張接合形式は、施工期間の短縮・景観上の点で適所に用いると有効である事が認められているにもかかわらず、土木構造物には余り積極的には用いられていないのが現状だが、近年、橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)¹⁾(以後、本論では設計指針案と呼ぶ。)が作成され、今後、使用頻度が高くなる事が予想される。

設計指針案では、①設計指針案の作成のよりどころとなる多くの研究が摩擦接合と同じ軸力を導入して研究されている点。②現場での施工の混乱を防ぐ点。等の理由により、摩擦接合と同じ軸力を用いる事を薦めている。しかし、設計指針案の中でも触れているように、引張接合形式は、部材間の接触圧力と外荷重とが釣り合って伝達される接合方式である為、高い軸力の方が有利であるという考え方、あるいは付加軸力などが働くため、導入軸力を低く押さえた方が継手として安全であるという考え方などがあり、その導入軸力の決定は、さらに検討が必要な事項とされている。

そこで、本研究では、高力ボルト引張接合短締め形式に数種類の初期軸力を与え、接合部の破断様式と、初期軸力と継手強度の関係の2つについて検討を行なう。

2 : 解析対象・方法

解析は、図-1に示すような高力ボルト引張接合短締め形式の一つであるTT接合形式を対象とする。T型部材の寸法は、図-1に示すように、フランジ端からボルト中心までの距離を50mmとし、ボルト中心からウェブ面までの距離を50mm。ウェブの厚さは26mm、溶接部の脚長は11mmとし、フランジの接触面は完全に平坦とする。

高力ボルトは、F10T/M22のセットを用い、ワッシャーはF35相当のものを採用する。導入する軸力は、JIS規格²⁾に定められている引張強さを100%とし、その20%・40%・60%・80%と、摩擦接合と同じ値の5種類を導入する。

解析には、弾塑性平面解析システムに境界非線形アルゴリズムを組み込んだシステム³⁾を使用する。解析範囲は対称性を考慮してT部材の1/2を解析する。解析モデルは図-1に示すようにフランジの下部(接触面)と、ワッシャーとフランジの間に接触要素を組み込み、境界非線形を考慮する。また、ボルト及びフランジの応力・ひずみ関係はバイリニア型を用い、数値解析に用いた値を表-1に一覧にする。モデルは337接点597要素に分割し解析を行なう。

表-1 解析に用いた材料特性値

Material Properties	Bolt		T-stub
	Shank	Thread	
Young's modulus (MPa)	211	123	211
Poisson's ratio	0.3	0.3	0.3
Yield strength (MPa)	1079	834	255
Strain hardening coeffi (GPa)	3.92	3.92	2.06

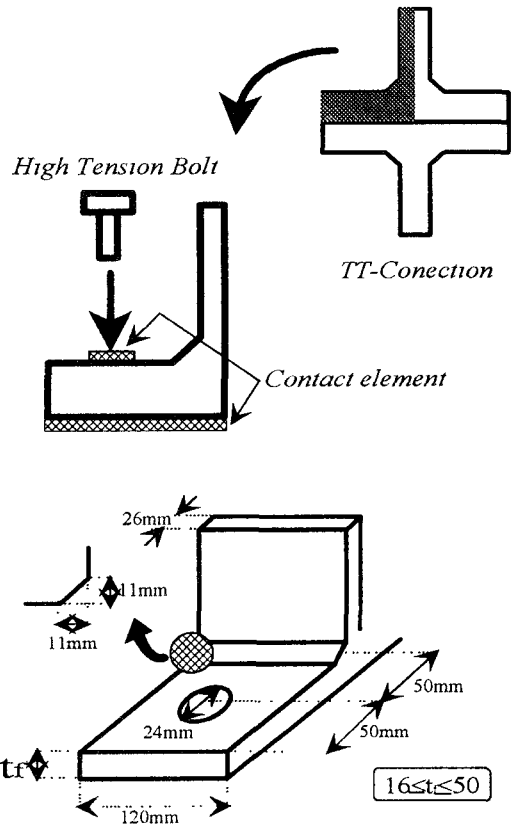


図-1 解析対象

解析の精度を図-2に示す。このグラフは縦軸にボルト軸力を表し、横軸に荷重を示している。黒点は、過去の実験結果³⁾であり、実線が今回の解析モデルである。参考までに、破線で要素分割を更に細かくしたモデルとも比較をしておく。

3：解析結果

(1) 破断様式について

解析において、破断様式を次の2種類に分類する。(a) 高力ボルトが破断する荷重(ボルト部の引張応力の合計が、引張強さと断面積の積より大きい場合)に至る前に、フランジの全断面の応力が降伏点を越える場合を、本論では、フランジ破断モードとする。(b) 高力ボルトが破断する荷重に達してもフランジの全断面の応力が降伏点を越えない場合を、本論ではボルト破断モードと呼ぶ。この2種類に計算結果を分類したものを表-2に示す。今回の解析範囲ではフランジ厚2.2mm以下では、どのような初期軸力を導入しても、フランジ破断モードとなる。

(2) 初期軸力と継手強度の関係

今回の解析では、上記の2種の様式に対する強度を継手強度として、フランジ厚・初期軸力の2種類をパラメータとしてそれらの関係を求めた。その結果が、図-3である。このグラフは、縦軸に継手強度(T_u)をボルト引張強度(B_u)で割った値の百分率を表し、横軸に初期軸力をボルト引張強度で割った値の百分率を示している。今回の解析範囲ではフランジ厚4.5mm以上の場合にはフランジが完全に離間してしまい100%の値となった。

4：おわりに

高力ボルト引張接合形式は、部材間の接触により荷重を伝達する接合方式であり、ボルトの高い強度と変形能が十分に利用できる構造であることが望ましい。これらのことを考慮すると、今回の解析範囲では、フランジ厚が3.6mmより大きく、かつ、T型部材に比較的高い初期軸力を与える構造が望ましいと思われる。

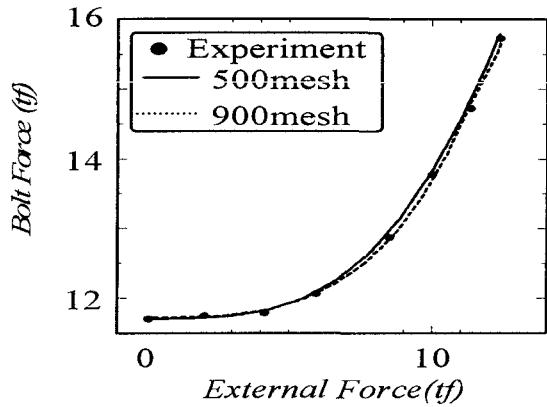


図-2 解析精度の比較

表-2 破断様式

初期軸力 \ フランジ厚	16	19	22	25	28	32	36	40	45	50
20%	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○
40%	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○
60%	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○
67.70%	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○
80%	×	×	×	○	○	○	○	○	○	○

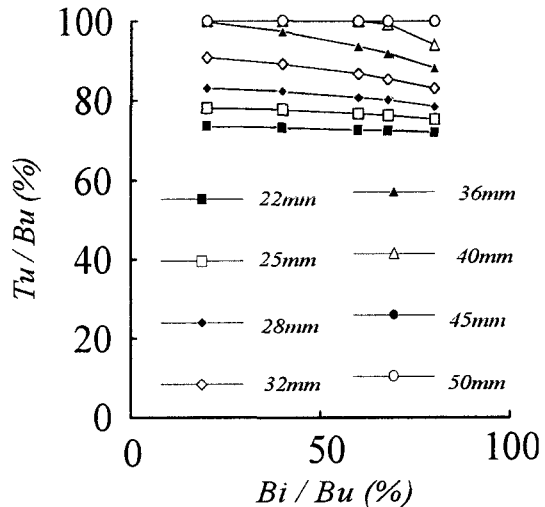


図-3 初期軸力と継手強度

<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），1993-5
- 2) 日本規格協会：JIS B1186「摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット」，1979
- 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 No. 416, PP365, 374, 1990-4.