

I - 493

接触面にフィラーを挿入したT接合部の力学的挙動の検討

武蔵工業大学 ○学生員 前野慎介
 武蔵工業大学 正 員 西脇威夫
 武蔵工業大学 正 員 増田陳紀

1. はじめに

高力ボルト引張接合短締め形式の一種類であるT型部材を用いた接合方式は、一般に、てこ反力と呼ばれる付加接触応力（本論では以下、てこ反力と呼ぶ）が生じる（図-1参照）。これにより接合部の最大耐力が減少する。これを防ぐ方法の一つとして、ウェブ直下位置にフィラーを挿入する方法が挙げられる。しかしながら、フィラーを挿入したT接合部の挙動は未だ明らかにされていないのが現状である。そこで本研究では、フィラーを挿入したT接合部の挙動の数値解析的検討を行った。

2. 解析対象と解析モデル

解析対象を図-2に示す。解析に使用したパラメータは、 a_0 （はしき寸法）が40mm, 50mm, 60mmの3種類、 b_0 （ティーウェブ面からボルト心までの距離）が50mm、 w （フランジの奥行き）が120mm、 t_f （フランジ厚）が19mm~28mmまでの1mm毎とした。ボルトはF10T-M16を使用し、フランジはSM490鋼材を使用した。初期ボルト軸力については道路橋示方書¹⁾の高力ボルト摩擦接合に示される11.7tfとし、ボルトの破断荷重は、JIS規格²⁾に示されるボルト最小引張荷重の15.7tfとした。外荷重はティーウェブ上端に一様に載荷した。

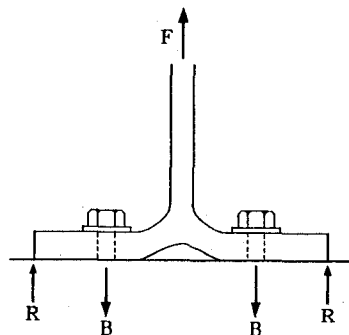
解析モデルはT型部材が突き合わされている形式（TT形式）を用い、対称性を考慮して図-3の斜線部で示すT型部材の左半分を用いた。

3. 解析方法

解析にはE P I C - IV³⁾に改良を施した境界非線形弾塑性平面有限要素解析法⁴⁾を用いて行い、相当応力-相当ひずみ関係には、バイリニア型モデルを用い、履歴特性は移動硬化則に従うものとした。また、ワッシャとフランジの接触部分、及び、フランジ下端部に接触要素⁵⁾を組み込んだ。数値解析上の材料特性値は表-1に示す値を採用した。

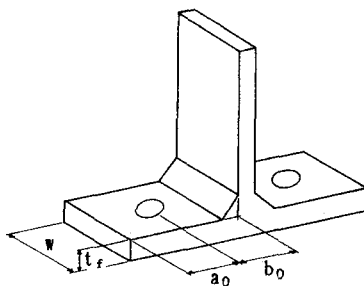
4. 解析結果

（1）フランジ厚の検討：高力ボルト引張接合の場合、フランジよりボルトが先に破断することが望ましい。

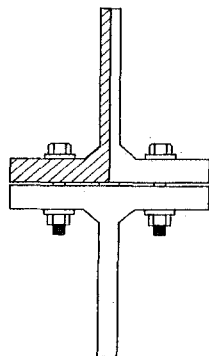


<図-1>

F : 荷重
 B : ボルト軸力
 R : てこ反力



<図-2> T型部材

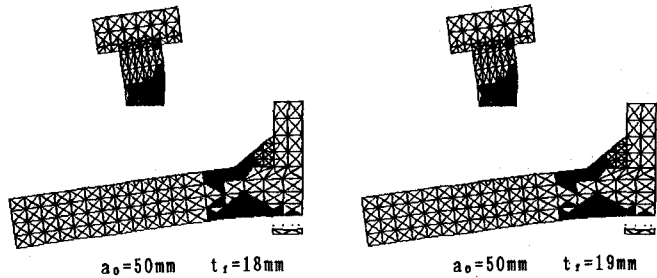


<図-3> フィラーを挿入したT型部材

<表-1> 材料特性一覧

	ヤング係数 (kgf/cm ²)	硬化係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比	降伏応力 (kgf/cm ²)
ボルト軸部 ボルトヘッド	2.1×10^6	3.12×10^4	0.3	10000
ボルトネジ部	0.73×10^6	5.0×10^4	0.3	6962
T部材	2.1×10^6	2.1×10^4	0.3	3605
フィラー	2.1×10^6	2.1×10^4	0.3	10000

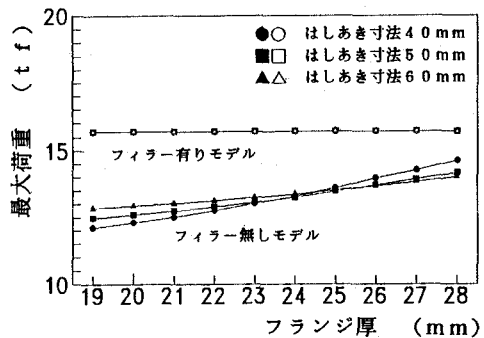
そこでフランジ全断面が塑性域に達した時をフランジが破断したと仮定して検討を行った結果、はしあき寸法が40mm, 50mm, 60mmの3種類ともフランジ厚が19mm以上であれば、ボルト破断より先にフランジが破断する現象は起こらなかった。（図-4参照： $a_0=50\text{mm}$ の場合）そこでフランジ厚が19mm以上の場合、ボルトが破断する時に継手は最大耐力に到達したとみなした。



* 黒く塗りつぶされているところが塑性域に達したことを示す。

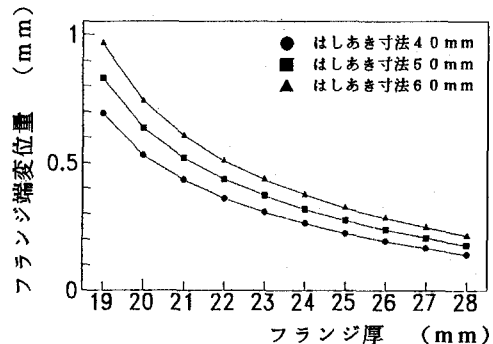
<図-4>終局荷重時の塑性域図

(2) 最大耐力の比較：フィラーを挿入したモデルと挿入しないモデルとの最大耐力を比較したのが図-5である。グラフは縦軸に最大荷重、横軸にフランジ厚をとった。これにより本研究の解析範囲内では、フィラーを挿入すると最大荷重はボルトの引張強さで決まるので、フランジ厚が19mm以上であれば最大荷重はフランジ厚の影響は受けない。フィラーがない場合は、てこ反力のため最大荷重はフィラーがある場合より7~23%小さくなってしまふ。



<図-5>最大耐力の比較

(3) フィラーに必要な厚さの検討：てこ反力が生じることを防ぐためのフィラー厚はフランジ先端の変位量よりも大きいことが必要である。図-6は縦軸にフランジ端の最大荷重時の下向き変位量を取り、横軸にフランジ厚をとってフランジ先端の変位量を示したものである。これよりフランジの接触面が完全に平坦⁹⁾であるとすれば、本研究の解析範囲内ではT型接合形式（ST形式）でのフィラーは1.0mm以上、TT形式でのフィラーは2.0mm以上の厚さがあれば最大荷重時に達しても先端は接触せず、てこ反力は生じない。



<図-6>フランジ端下向き変位量

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成2年 2月
- 2) 日本工業規格：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年B1186
- 3) 山田嘉昭・横内康人：有限要素法による弾塑性解析プログラミング-EPICIV解説-1981
- 4) 黒田充紀・増田陳紀・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1990年 4月
- 5) 渡邊崇志・黒田充紀・西脇威夫：T形部材を用いた高力ボルト引張接合に対する各種設計式の特性とその改良，第47回年次学術講演会概要集1992年
- 6) 日本工業規格：熱間圧延形鋼の形状，寸法，重量及びその許容差：1977年G3192