

高力ボルト L 型引張継手の離間挙動に与えるティーウェブ板厚の影響

大阪市立大学大学院 学生会員 鈴木康夫
 大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司
 大阪市立大学大学院 正会員 北田俊行

1. はじめに

橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案）¹⁾（以下、JSSC 指針案と記す）では、ティーウェブ板を挟んで、その両側に高力ボルトを配置する、いわゆる T 型継手のみを対象としている。JSSC 指針案に規定されている T 型継手を対象としたてこ反力算定式において、ティーウェブ板厚による影響は考慮されていない。一方、高力ボルトをティーウェブ板の片側のみに配置する L 型継手では、ティーウェブ板の面外曲げ変形がてこ反力の発生状態に影響を与えると考えられる。したがって、L 型継手を対象とした独自のてこ反力算定式を提案するためには、ティーウェブ板とティーフランジ板との相互作用を確認しておく必要がある。

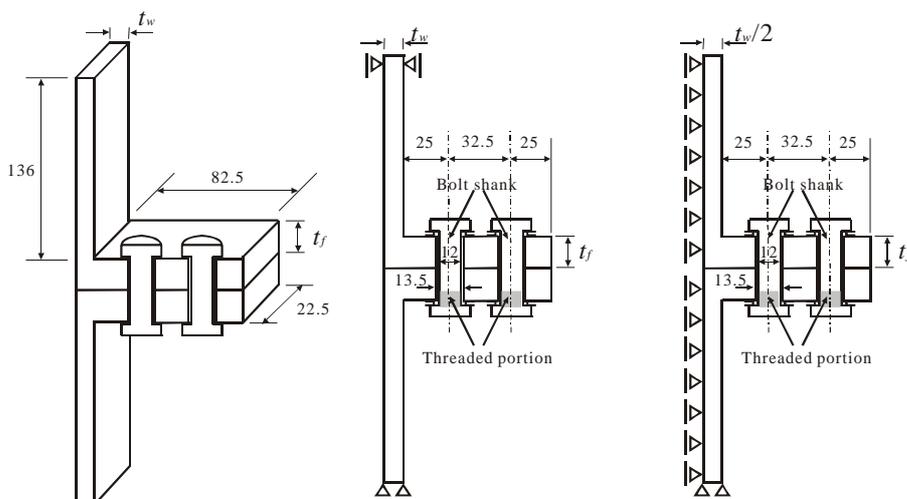
そこで、本研究では、L 型引張継手を対象として 3 次元 FEM 解析を行い、ティーウェブ板厚の違いが継手の離間挙動に与える影響を検討している。

2. 解析モデルと解析方法

解析モデルと境界条件の概要および解析ケースの一覧を、それぞれ図 1 および表 1 に示す。本研究では、文献 2) で用いられた実験供試体をモデル化している。また、比較のため T 型継手の解析ケースも設定した。

解析モデルには、6 節点および 8 節点の 3 次元ソリッド要素を用いた。また、ティーフランジ板間、高力ボルトと座金間、座金とティーフランジ板間、および高力ボルトの軸表面とボルト孔表面間にはそれぞれ接触・非接触を考慮できる接触面を形成し、境界非線形性を考慮した。高力ボルトのモデル化に関しては、ねじ部は軸平行部と等しい断面積を持つ円形断面と仮定し、材料定数をねじ部と軸平行部とで変化させた簡易モデル³⁾を用いた。

解析は、汎用有限要素解析コード ABAQUS を用いて、ボルト初期軸力導入と引張荷重載荷の 2 段階に分けて行った。ボルト初期軸力は、熱応力解析により導入し、引張荷重はティーフランジ板の上端に設けた剛体要素に強制変位を与え、載荷した。なお、高力ボルトの初期導入軸力は、M12 高力ボルトの標準導入軸力である 61.2kN とした。また、本解析における終局状態は、高力ボ



(a) 解析モデルの概要 (b) 境界条件(L型継手) (c) 境界条件(T型継手)

図 1 解析モデルとその境界条件（単位：mm）

表 1 解析ケース一覧

| 解析ケース | 継手形状 | ティーフランジ板厚 t_f (mm) | ティーウェブ板厚 t_w (mm) |
|---------|------|-------------------------|------------------------|
| Lf22w40 | L型 | 22 | 40 |
| Lf34w40 | L型 | 34 | 40 |
| Lf22w9 | L型 | 22 | 9 |
| Lf34w9 | L型 | 34 | 9 |
| Tf22w18 | T型 | 22 | 18 (L型の9mm相当) |
| Tf34w18 | T型 | 34 | 18 (L型の9mm相当) |

キーワード：高力ボルト引張継手，L型継手，ティーウェブ板厚，3D-FEM 解析，境界非線形性

連絡先：〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 橋梁工学研究室 TEL06-6605-2735

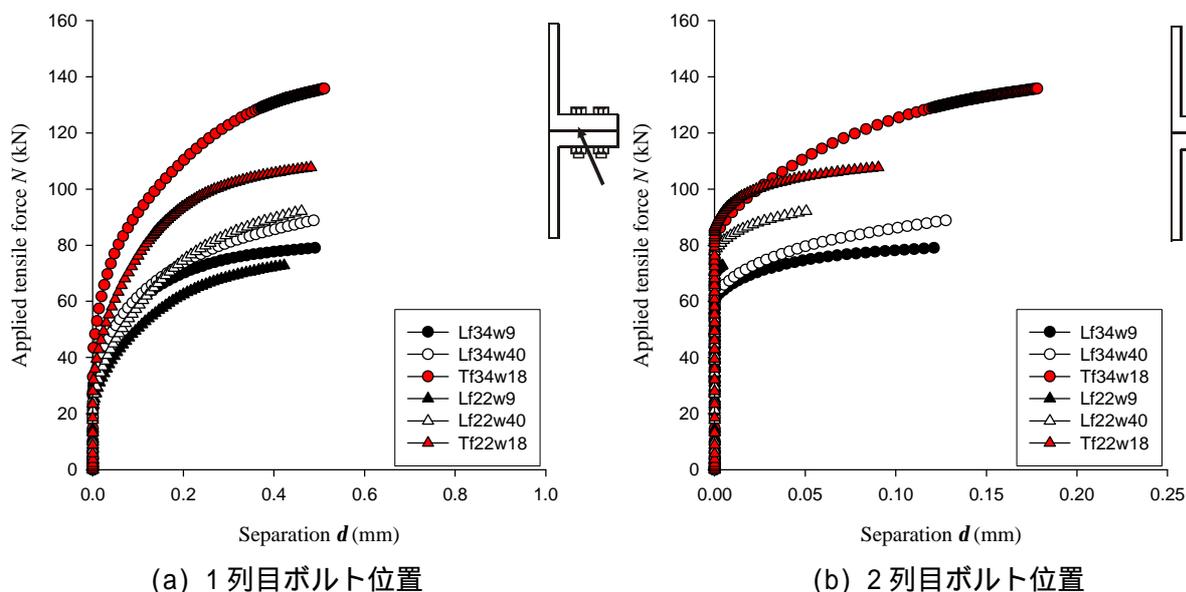


図 2 荷重 離間量関係

ルトのねじ部の最大ひずみが、その破断時ひずみ（4%）に達した時と定義した。

3. 解析結果および考察

載荷荷重(N)と1列目および2列目ボルト位置における継手面間離間量(d)との関係を図2に示す。なお、T型継手における載荷荷重は、実際のモデルの1/2の荷重をプロットしており、ティーウェブを挟んで片側のボルトに分担される荷重に対応している。

図2より、継手形式(L型およびT型)の違いに着目すると、T型継手の方が初期剛性および終局荷重は高く、ボルトをティーウェブ板の両側に配置することで、ボルトに付加される曲げ変形が抑えられるためと思われる。

ティーウェブ板厚の違いに着目すると、1列目および2列目ボルト位置のいずれにおいても、ティーフランジ板厚に関わらず、ティーウェブ板の薄い場合の離間量が、ティーウェブ板の厚いもののそれと比べて大きくなっている。これはティーウェブ板が薄い場合、ティーウェブ板の面外曲げ変形にともなって、ボルトの付加曲げが顕著となるためと考えられる。その結果、ボルトの付加軸力が増大し、ティーフランジ板間の離間に影響を与えたと考えられる。

したがって、このようにL型継手形式では、ティーフランジ板厚のみならず、ティーウェブ板厚の違いも、てこ反力の発生状況に大きく影響を与えたと考えられ、L型継手を対象としたてこ反力算定式を確立する必要がある。

4. まとめ

これまでの高力ボルト引張継手に関する研究の多くは、T型継手を対象としたものが多かった。T型継手では、ティーウェブ板中心面に対して対称な構造であるため、ティーウェブ板厚が継手部離間量およびてこ反力の発生状況に影響を与えることはない。一方、ティーウェブ板中心面に対して非対称な構造を持つL型継手では、ティーウェブ板厚が継手部離間量およびてこ反力の発生状況に、大きく影響を与えることを確認した。

今後は、パラメトリック解析を行って、L型継手を対象としたてこ反力算定式、設計法、およびL型継手をT型継手と見なせるような効果的な補剛法について検討する必要がある。

参考文献

- 1) (社)日本鋼構造協会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針(案)，1994.3.
- 2) 渡邊英一，杉浦邦征，山口隆司，諸岡伸，斉藤浩：多列配置高力ボルト引張継手の力学的挙動，構造工学論文集，Vol.45A，土木学会，pp.51-60，1999.3.
- 3) 藤谷健二，渡邊英一，杉浦邦征，山口隆司：高変形能ボルトの提案とその引張継手への適用，鋼構造年次論文報告集，第5巻，日本鋼構造協会，pp.459-464，1997.11.