

大阪市立大学工学部 正員 山口隆司 大阪市立大学工学部 正員 中井 博
 大阪市立大学工学部 正員 北田俊行 大阪市立大学工学部 学生員 ○渋谷昌広

1. まえがき 鋼橋における高力ボルト引張接合は、現在、橋梁用高力ボルト引張接合設計指針¹⁾にもとづいて設計されている。しかし、適用範囲の明確化など、まだ不十分な点が、山積している。そこで、本研究では、引張接合の最も基本的な接合形式であるスプリット・ティー接合を対象にして、板厚、板幅、およびボルト位置をパラメータとした解析ケースを設定し、パラメトリック解析を通じて、橋梁における引張接合の最適なボルト配置や設計指針の適用範囲に関する数値的な検討を行った。

2. 解析モデルと解析手順

(1) 解析モデル 解析モデルは、図 1 に示すように、対称性を考慮して実構造物の 1/4 の部分を取り出している。与えた境界条件を、図 2 に示す。ここで、高力ボルトについては、計算機の演算時間と記憶容量の面から、ネジ部の断面積を軸平行部の断面積に等しいと仮定して、ヤング係数を軸平行部とネジ部で変化させた簡易モデルを設定した。なお、本研究では、板厚、板幅、ボルト位置を変えたものを解析ケースとして設定した。解析ケース名の Case の後に続く最初の数字は板厚を表し、次の数字は表 1 に示すボルト配置のパターンを表す。そして、最後の数字は、フランジ板幅を表す。なお、フランジ板幅は、1 が 45mm、2 が 56.25mm、また 3 が 67.5mm である。

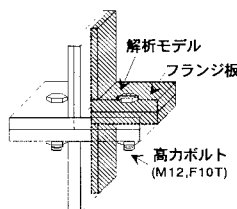


図 1 解析モデル

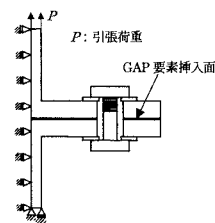


図 2 境界条件

(2) 解析手順 本解析では、まず高力ボルトに軸力を導入し、つぎにティーウェブ上端に引張荷重を載荷するという 2 段階の載荷載荷方法のもとで解析を行った。

(3) 解析モデルの検討 設定した解析モデルの妥当性を検討するために、代表的なケースである Case 19-1-1、および Case 22-1-1 に対して載荷実験結果との比較を、

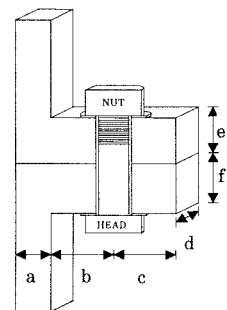


図 3 継手解析モデルの構造諸元

表 1 ボルト配置のパターン

ボルト配置のパターン	図 3 における b 寸法 (mm)	図 3 における c 寸法 (mm)
1	25	25
2	37.5	25
3	31.25	25
4	25	37.5
5	25	31.25

図 4 には荷重-ボルト軸力関係を、また、図 5 には荷重-離間量関係をそれぞれ示す。ここで、図中の bolt1, bolt2, sep2 (ティーウェブ直下の離間量)、および sep4 (ボルト位置での離間量) は実験結果を、また、analysis, sep2 analysis, および sep4 analysis は解析結果を示す。同図によると、実験結果と解析結果は、よく一致している。それゆえ、本解析で設定したモデルによって引張接合継手の解析が、可能であると考えられる。

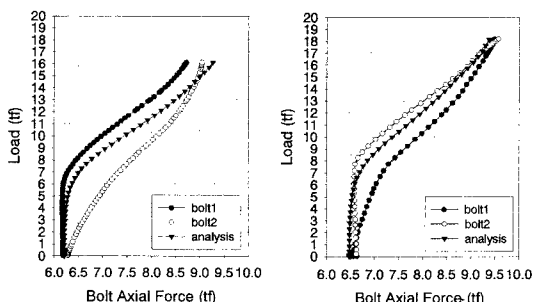


図 4 荷重-ボルト軸力関係

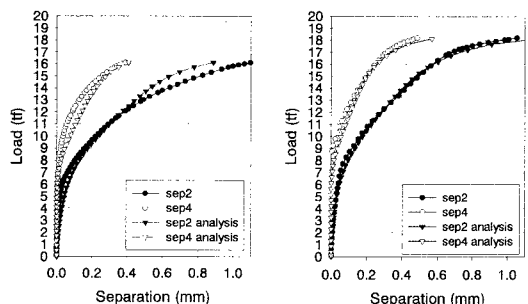


図 5 荷重-離間量関係

Takashi YAMAGUCHI, Hiroshi NAKAI, Toshiyuki KITADA, Masahiro SHIBUTANI

3. 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針の適用性

図 7 は、解析結果による終局強度と設計指針から求められる終局強度を比較したものである。

まず同図によると、2 枚のフランジ板厚が等しい一般的なスプリッター継手については、橋梁用高力ボルト引張接合設計指針にもとづき設計すれば、精度にばらつきがあるものの、安全側の設計が可能であることがわかる。ただし、フランジ板が中間的な厚さの場合（すなわち、その力学的挙動が高力ボルトとフランジ板の双方に支配される様な場合）、フランジ板が比較的厚い場合や、あるいはフランジ板が比較的薄い場合に比べると、精度が、悪くなっている。

一方、2 枚のフランジの板厚が異なる場合、薄板側を被接合部材としたとき、設計指針による評価は、危険側となる。それゆえ、設計法における被接合部材の板厚などの制限を再検討する必要がある、と思われる。

つぎに、フランジ板の長さ方向のどこにボルトが存在するのかを表すパラメータ b/c 、ボルト位置までのフランジ板のアスペクト比に相当するパラメータ b/d 、およびフランジ板の幅厚比を表すパラメータ d/e を用いて、設計指針の精度を調べた。ここに、 b ：ティーウェブからボルト軸心までの距離、 c ：ボルト軸心からフランジ縁端までの距離、 d ：フランジ板幅、 e ：フランジ板厚である。一例として、図 8 には、 b/c を一定としたときの b/d - d/e 関係を示す。同図によると、すべての板厚に対して $b/c=1.0$ 、すなわちフランジ板の中央にボルトを配置するような場合、設計指針は、終局荷重を精度よく推定している。しかしながら、フランジ板厚が 19mm の場合は、 b/c が 1.0 より小さくなる、すなわちティーウェブ寄りにボルトを配置すれば、推定誤差が 20% を超える場合もあり得る。この時の b/d はおよそ 0.45、また d/e は 3.0 ぐらいであり、このようにフランジ板の幅が広がると、推定精度が、悪くなっている。これは、設計指針においては、フランジを梁とみなしてモデル化しているためと思われる。

4. 結論 本研究で得られた結論をまとめると以下に示すとおりである。

- フランジの板厚が等しい継手の場合は、設計指針にもとづけば、安全側の設計が可能である。
- しかし、フランジの板厚が中間的、すなわち継手部の力学的挙動が高力ボルトとフランジとの双方に支配されるような場合、その推定精度は、若干、悪くなる傾向にある。
- 主桁と横桁との接合部のようなフランジの板厚が異なる継手の場合は、危険側の評価となり、設計法を再検討する必要があると考えられる。

参考文献

- (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），1993.2.

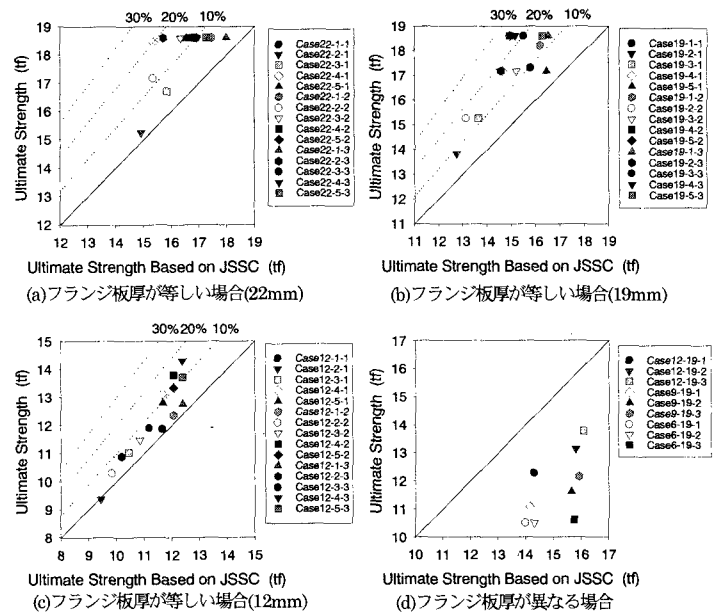


図 7 設計指針との比較

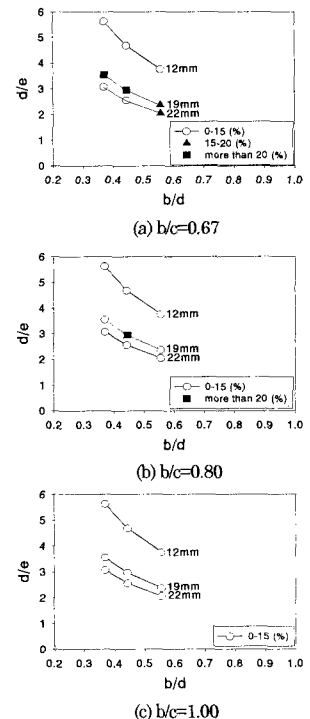


図 8 b/d - d/e 関係