

高力ボルト引張接合を用いガセットプレートがなくしたトラス橋格点部のFEM解析

神鋼鋼線工業株式会社（研究時，大阪市立大学大学院生） 正会員 ○橋本国太郎

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

近年，我が国では，経済活動の停滞が長期化する中，公共事業のコスト縮減が強く求められている．高速道路の建設に対しても同様であり，コスト縮減を目指して官民学一体となって様々な試みがなされている．こうした背景の中，構造的合理性はもちろんのこと，経済的合理性を追求した構造や新しい橋梁形式の提案が盛んに行われている．本研究では，合理化少数主桁橋の適用支間長に比較して，より長支間に適用可能なトラス橋に注目している．ここでは，その合理化トラス橋の一提案として，図-1に示すような引張接合を用い，ガセットプレートがなくしたトラス橋の格点部を新たに提案し，提案した格点部構造に対して静的荷重実験およびFEM解析を行い，FEM解析の妥当性を検証した上で，その基本的な力学特性をFEM解析によって再現することを目的としている．

2. 静的荷重実験およびFEM解析による検討

静的荷重実験の実験供試体および実験概要を図-2 および図-3に示す．図-2に示すように，格点部と斜材とは溶接接合されており，弦材と格点部とをボルトにより長締め引張接合している．図-3に示すように，荷重は鉛直方向2機（Actuator 2,3）のアクチュエータによって鉛直下向きに荷重を載荷することで，格点部に曲げモーメント $50\text{kN}\cdot\text{m}$ およびせん断力 100kN を作用させた．その後，水平方向1機のアクチュエータ（Actuator 1）によって水平方向に引っ張ることで，弦材，格点部および斜材に軸方向力を，また引張接合面には，せん断力を作用させた．なお，ボルトには初期ボルト軸力を導入後，載荷している．初期ボルト軸力は，文献1)を参考に 43.1kN を目標とし，ひずみの値を管理しながらトルクレンチにより導入した．なお，静的荷重実験の詳細な結果は文献2)に示している．

FEM解析は，汎用解析コードABAQUS³⁾を用

い，面と面との接触部分には，境界非線形性を考慮した接触条件を定義した．解析モデルの概要を図-4に示す．図

キーワード 高力ボルト引張接合，トラス橋，格点部

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工学研究科都市系専攻 TEL06-6605-2765

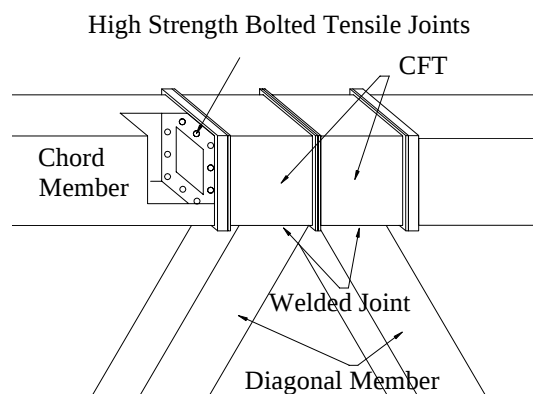


図-1 提案した格点部構造の概要

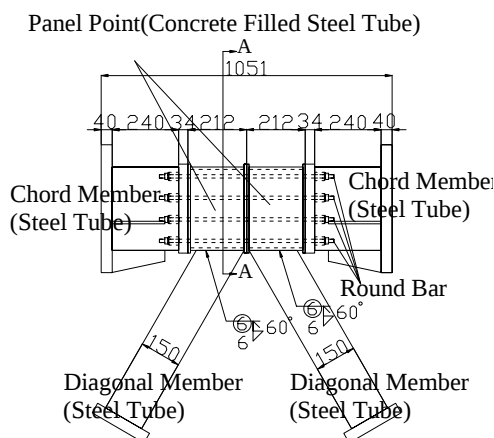


図-2 実験供試体

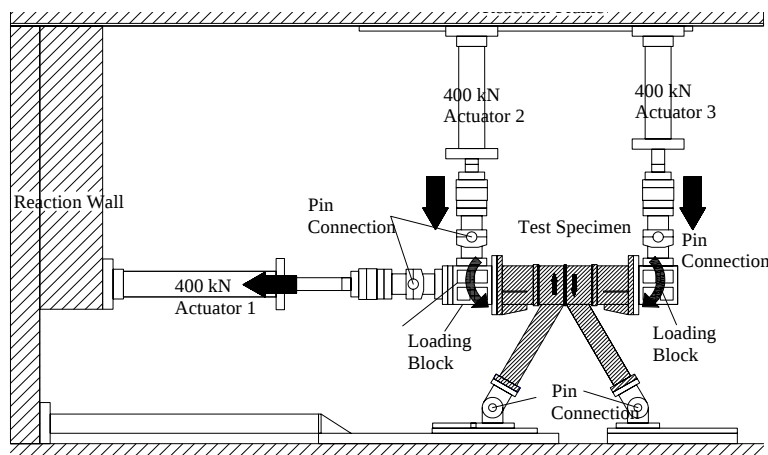


図-3 実験の概要

-4 に示すように、実験と同様に、鉛直方向に荷重制御で荷重を載荷した後、水平方向に変位制御で強制変位を載荷した。

実験結果および解析結果の代表例として、水平荷重-水平変位関係および水平荷重-接合面での相対垂直変位関係を図-5 および図-6 にそれぞれ示す。図-5 より、実験結果と解析結果との軸方向剛性に差異が見られる。これは、実験で測定した水平変位量が供試体だけでなく治具を含めた変位も測定しているため、それにより誤差が生じたと考えられる。実験と解析での軸方向剛性が変化する荷重はほぼ同じ 200kN となっており、ここで引張接合面にずれが生じたことを確認している。ししたがつて、すべりが発生する荷重は、FEM 解析によって実験をほぼ再現できていると考えられる。図-6 では、実験結果と解析結果とはほぼ一致している。そして、ある荷重レベルで垂直変位が増加している。これは、接合面ですべりが発生したためであり、この荷重レベルにおいて、図-5 に示すように、剛性が低下していることがわかる。このことから、引張接合部のすべり現象は、FEM 解析で精度良く再現できていると言える。

3. 結論および今後の課題

本研究で得られた結論および今後の課題を以下に示す。

- 1) 静的載荷実験結果と FEM 解析結果との比較より、水平荷重-水平変位関係はあまり一致しない結果となった。これは実験時の計測治具等の影響であり、供試体自体の変位すなわち垂直変位量は、両者がよく一致した結果となった。また、すべり発生荷重も再現できている。したがって、本研究で用いた FEM 解析モデルにより、接合面でのすべり現象等の実現現象の再現が可能である。
- 2) 今後は、実際のトラス橋断面でのすべりが発生する荷重レベル、すなわち、格点部の限界強度を明確にするため、格点部の試設計およびその試設計した断面での FEM 解析を行う予定である。また、部材の作用断面力を考慮した FEM 解析を行い、その挙動を確認する必要がある。

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，2004.8.
- 2) 山口隆司他：高力ボルト引張接合を用いたトラス橋ガセットレス複合構造格点部の開発に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.50A，pp.1409-1418，2004.3.
- 3) Hibbit, Karlsson & Sorensen, Inc.：ABAQUS / Standard User's Manual Volume - Ver.6.4, 2003.

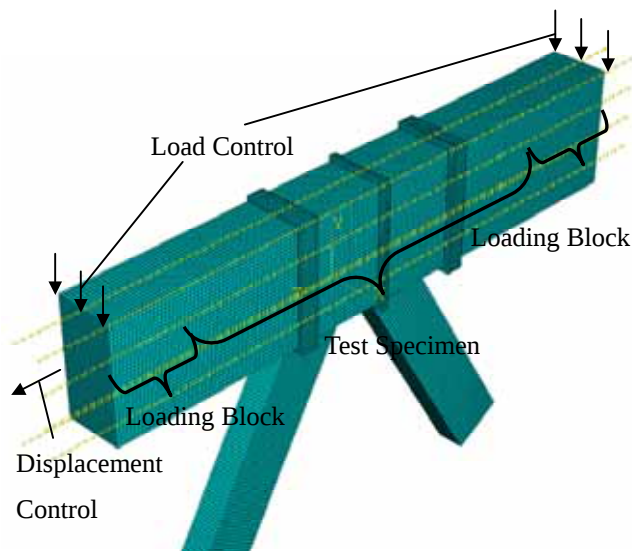


図-4 FEM 解析モデル

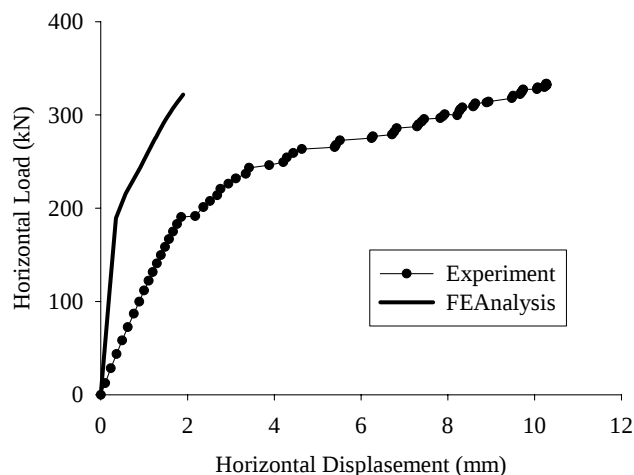


図-5 水平荷重-水平変位関係

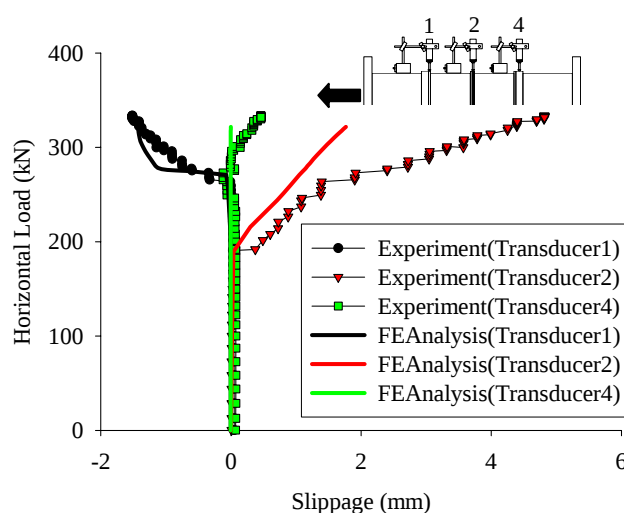


図-6 水平荷重-相対垂直変位関係