

高力ボルト引張接合と摩擦接合を併用した鋼 I 桁連結構造の力学挙動

ジェコス株式会社 正会員 ○松山積夫
ジェコス株式会社 郡 久人
大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司

ジェコス株式会社 岩崎伸一
宇都宮大学大学院 正会員 鈴木康夫
栃木県庁(研究当時宇都宮大学) 石島萌衣

1. はじめに

著者らは、部材のリユースを前提とした仮設用鋼 I 桁の連結構造の簡略化と高力ボルト引張接合継手(以下、引張接合と記す)の利用範囲の拡大を目的として、図-1に示すような高力ボルト摩擦接合継手と引張継手を併用した鋼 I 桁連結構造を提案している¹⁾。本稿では、引張継手のリブ配置が提案連結構造の力学挙動に与える影響について検討したので、提案連結構造の試設計および実大載荷実験の概要と併せて報告する。

2. 提案連結構造の試設計

本研究では、スパン 30m の I 形断面 4 主桁橋(設計活荷重: B 活荷重²⁾)を想定して試設計を行った。主桁の桁高, フランジ幅, フランジ板厚, およびウェブ板厚は, それぞれ, 1,700mm, 400mm, 19mm, および 12mm であり, 使用材料は SM490 材とした。連結部は, ウェブを高力ボルト摩擦接合, 上下フランジを引張接合としている。ウェブの高力ボルト摩擦接合は, 道路橋示方書²⁾に準拠してボルト本数および連結板厚を決定した。一方, フランジ部の引張接合は, エンドプレートをリブプレートで補剛し, てこ反力が発生しないものとしてボルト本数を決定した。なお, これらのボルト本数は, 主桁の全強の 75%を設計外力として決定し, 摩擦接合および引張接合に使用する高力ボルトの許容力は, それぞれ道路橋示方書²⁾および橋梁用高力ボルト引張接合設計指針³⁾に基づいている。

3. 提案連結構造の実大載荷実験¹⁾

提案連結構造の耐力や剛性などの力学挙動を確認するため, 図-2に示す載荷装置と実大供試体を用いて 4 点曲げ載荷実験を行った。実験結果の一例として, 連結部の作用曲げモーメントとたわみ関係を図-3に示す。図-3中の実線は, 連結部以外の一般断面における理論剛性を表しており, 1 点鎖線 (M_d) は主桁の全強曲げモーメントを表している。また, 参考までに, 主桁フラン

ジのみを有効断面とした際の全強曲げモーメントを破線 (M_a) で示している。

図-3より, 実験で得られた曲げモーメント-たわみ関係は, 主桁の全強曲げモーメント (M_d) 程度までは線形関係を示し, 初期剛性も理論剛性と一致していることから連結部による剛性低下はないことが確認できる。

実験では, 最大曲げモーメント時に下フランジ部の引

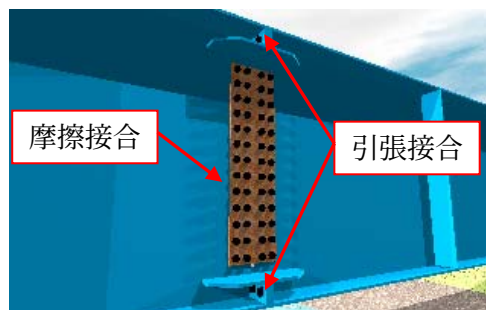


図-1 引張接合と摩擦接合を併用した桁連結構造

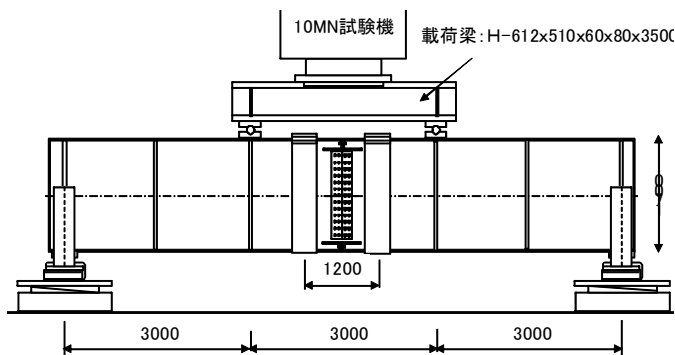


図-2 供試体と載荷装置の概要(単位: mm)

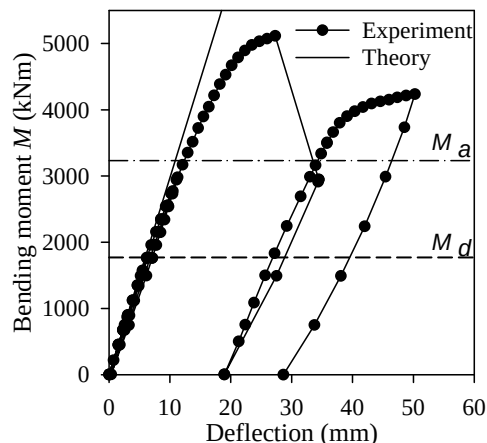
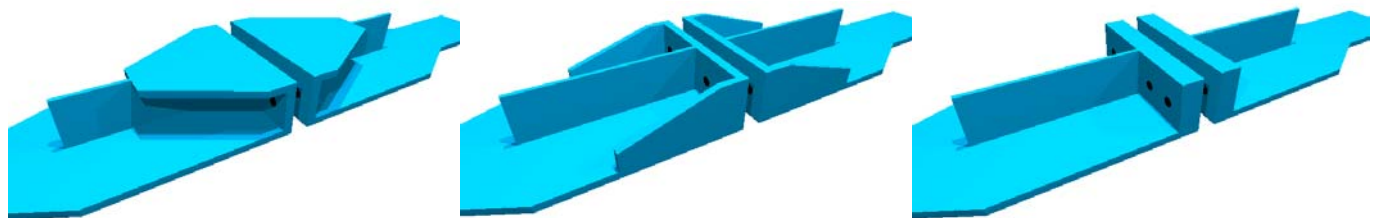


図-3 曲げモーメント-たわみ関係

キーワード 高力ボルト引張接合, 高力ボルト摩擦接合, 併用継手, I 桁, 応急復旧橋梁, 仮設橋
連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科 TEL028-689-6210



(a)横リブモデル (25HR19)

(b)縦リブモデル (25VR12)

(c)リブ無しモデル (25NR)

図-4 検討対象とした部分要素モデルのリブ配置

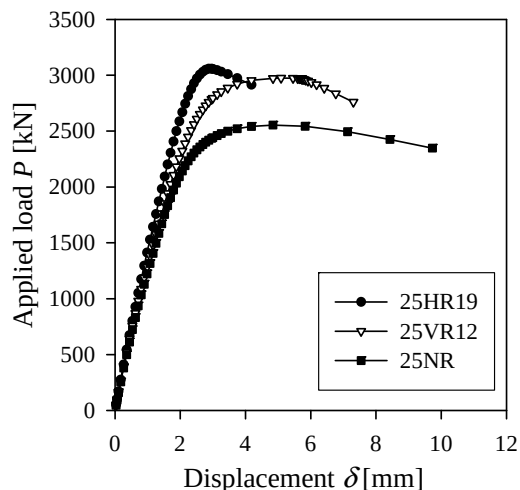


図-5 荷重-変位量関係(エンドプレート厚 25mm)

張接合用ボルトが破断して終局状態に至った。その際、同時にウェブ部の摩擦接合に主すべりが生じ、作用曲げモーメントが低下するとともに支圧状態に至った。

4. 引張接合におけるリブ配置の最適化に関する検討

前章で述べたように、提案連結構造では、下フランジの引張接合用ボルトの破断とウェブの摩擦接合の主すべりがほぼ同時に生じ、支圧状態に以降する間に連結部の作用力の低下が認められた。また、紙面の都合上示していないが、引張接合用のボルトは、その配置場所により軸力の増加傾向に差異が見られ、全てのボルトが均等に作用力を伝達していないことがわかった。そこで、引張接合部の構造詳細が提案構造の力学挙動に与える影響を検討するために、図-4に示す部分要素モデルを対象として、FEM 解析を行った。解析結果の一例として、部分モデルの荷重-変位関係を図-5に示す。

図-5より、リブ無しモデル (25NR) の最大荷重は、提案連結構造に用いたようにリブをフランジに平行に配置した横リブモデル (25HR19) の最大荷重に比べて大幅に低下しており、リブプレートによるエンドプレートの補剛効果は大きいことがわかる。一方、現行モデル (25HR19) とリブをフランジに垂直に配置した縦リブモデル (25VR12) を比較すると、縦リブモデル (25VR12) の最大荷重は、現行モデル (25HR19) に比べて 3%程度

低くなっているものの、最大荷重時の変位量が大きい変形性能に優れた継手であることがわかる。これより、摩擦接合との併用継手に最大荷重時の変位量が大きい縦リブモデル (25VR12) を引張接合として用いると、ウェブの摩擦接合がより早期に支圧状態に移行し、現行の横リブモデル (25HR19) と比べてボルト破断後の荷重低下も抑えられると考えられるが、詳細な検討については今後の課題である。

このように、引張接合を用いた主桁連結構造では、リブ配置やエンドプレート厚などの構造詳細により変形性能が大きく異なり、要求性能に応じた連結構造とすることが可能と考えられる。

5. おわりに

本研究では、仮設用鋼 I 桁の連結構造の簡略化と高力ボルト引張接合継手の利用範囲の拡大を目的として、高力ボルト摩擦接合継手と引張継手を併用した鋼 I 桁連結構造を提案し、その力学挙動について検討した。研究で得られた主な成果と今後の課題を以下にまとめる。

- (1) 提案した連結構造の曲げモーメント-変位関係は、主桁の全強程度まで線形関係を示し、引張接合を用いることによる剛性低下は認められなかった。
- (2) 引張接合部のリブプレートを主桁フランジに直角に配置することにより、主桁フランジに平行に配置した場合と比べて最大耐力の低下もほとんど認められず、変形性能に優れた継手となることがわかった。
- (3) 引張接合と摩擦接合を併用した場合、リブ配置などの構造詳細の違いにより連結部の終局状態に差異が見られ、様々な要求性能に応じた連結構造とすることが可能と考えられる。

参考文献

- 1) 岩崎ら：仮設鋼 I 桁橋の引張ボルト接合主桁連結構造に関する実大曲げ載荷実験, 土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集, Vol.65, pp.951-952. 2010.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編, 丸善, 2002.
- 3) 日本鋼構造協会：橋梁用高力ボルト引張接合設計指針, 2004.