鋳鉄床版モジュール接合部に適用した高力ボルト引張接合継手の実験的検討

大阪市立大学大学院	学生員	○廣澤	直人	大阪市立大学大学院	正会員	山口	隆司
日之出水道機器(株)	学生員	飛永	浩伸	日之出水道機器(株)	非会員	村山	稔

1. 研究背景および目的

軽量かつ耐疲労性の高い床版として開発されている 鋳鉄床版¹⁾は,製作上の制約もあり複数のモジュールで 構成される.現状,橋軸方向のモジュール接合部に用い られている摩擦接合では,ボルト本数が多く施工時間 の増加要因となっている.そこで,著者らはボルト本数 削減が可能な高力ボルト引張接合継手に着目し,モジ ュール接合部にそれを適用したエンドプレート接合構 造について,解析的検討を行ってきた²⁾.

本稿では,著者らが検討するエンドプレート接合構 造の実挙動を明らかにするために,縮小要素試験体を 用いた載荷試験を実施した.

2. 試験体形状および試験方法

要素試験体の形状と寸法を図-1 に示す. 引張接合部 に用いる高力ボルトは M16F10T とし,縮尺 16/22 に基 づく縮小試験体を製作した. 材料試験より得られた高 カボルトの機械的性質を表-1 に示す. 鋳鉄床版に用い られている球状黒鉛鋳鉄の降伏点,引張強度は,それぞ れ 350N/mm², 550N/mm²である.

載荷ケースは正曲げと負曲げとし,負曲げでは弾性 範囲内で除荷し,正曲げでは終局まで載荷した.載荷試 験には万能試験機を用い,図-2に示すように試験体を 設置して載荷した.主な計測項目は,載荷荷重,鉛直変 位,ボルト軸力および離間量とした.

3. 感圧紙試験

引張接合では,接合面の接触力を介して荷重を伝達 するため,接触圧分布によって接合部の力学的挙動が 変化する.そこで,載荷試験前に感圧紙(富士フイルム 製,製品番号:高圧用 HS)を接合面に挿入し,ボルト初 期軸力導入後に解体して,接合面の接触圧分布を確認 した.ボルトはトルク法により締付け,設計ボルト軸力 の10%増しの116kNをボルト初期軸力とした.

感圧紙試験の結果を図−3 に示す. 試験体中央のデッ キ近傍に生じた接触圧を除いて,ボルト孔周辺にほぼ 均等な接触圧分布が生じていることが確認できた.



図-1 試験体の形状と寸法(単位:mm)

表-1 高力ボルトの機械的性質



図-2 試験体載荷方法(正曲げ)



キーワード 鋳鉄床版, 引張接合, 高力ボルト

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 TEL&FAX 06-6605-2765

4. 試験結果および考察

(1)終局状態

正曲げ載荷時における試験体の破壊状況を図-4 に示 す.図-4(a)に示すように、引張側の bt-2-1 ボルトが破 断して終局状態に至った.載荷試験終了後の残留変形 については、図-4(b)に示すように、エンドプレート中 央で4.5mm, bt-2-1 ボルト位置で1.9mm 程度であった.

(2) 正曲げ載荷時における接合部の挙動

載荷試験より得られた荷重とエンドプレート先端の 離間量との関係を図-5 に、荷重とボルト軸力との関係 を図-6 に示す. 図中には実験と JSSC 設計指針³⁾を参考 に算出したボルト降伏荷重を併せて示している. また 比較のために、文献 2)を参考に作成した解析モデルを 用いた再現解析の結果も併せて示している.

荷重-離間量関係は、リブ結合位置(C)では初期段階 から増加し、ボルト位置(bt-2-1)ではボルト降伏後に増 加していることが確認できる.最大荷重はボルト降伏 荷重の1.5倍程度となった.軸力増加はbt-2-1ボルトで 大きく、荷重増加に伴いbt-1-1ボルトでも見られる.ま た、JSSC設計指針に基づき算出したボルト降伏荷重は、 載荷試験で得られたボルト降伏荷重より低くなった.

(3) 負曲げ載荷時におけるデッキ上面の離間挙動

荷重とデッキ上面の離間量との関係を図-7 に示す. デッキ上面の離間量は,弾性範囲内であれば最大で 0.2mm 程度であった.再現解析と比較すると,実験の方 が離間量は小さい.この要因として,図-3 の接触圧分 布より,試験体中央のデッキ近傍において生じている 接触圧の影響が考えられる.そこで,文献4)を参考に, 実験と解析で接触圧分布が近づくように,接合面にフ ィラーを挿入した解析を行った結果,載荷試験より得 られた離間挙動に近づくことを確認できた.

5. まとめ

得られた主な結果を以下にまとめる.

- モジュール接合部に適用した引張接合継手は、ボルト破断により終局に至り、ボルト降伏荷重の1.5 倍程度の耐力を有していることを確認した。
- (2) ボルト降伏時の荷重は、JSSC 設計指針に基づき算 出することで、安全側に評価できる.
- (3) 再現解析と載荷試験を比較したところ,接触圧分 布が接合部の挙動に与える影響は大きいと考えら れるが,載荷試験で得られた離間挙動とボルト軸 力の増加を解析で再現することができた.



図-7 荷重-デッキ上面の離間量関係(負曲げ) <参考文献>

- 例えば、飛永浩伸、山口栄輝、村山稔:球状黒鉛鋳鉄を用いた 道路橋床版の塑性変形性能に関する考察、構造工学論文集、 Vol.64A, pp.109-119, 2018.3.
- 廣澤直人、山口隆司,飛永浩伸,村山稔: 鋳鉄床版モジュール 接合部に適用した高力ボルト引張接合継手の力学的挙動に関 する解析的検討,構造工学論文集, Vol.65A, pp.389-398, 2019.3.
 日本鋼構造協会: 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針, 2004.5.
- 4) 杉本悠真,岑山友紀、山口隆司:接合面に初期不陸を有するエンドプレート接合の挙動とその再現解析手法,土木学会第73回 年次学術講演会,I-201, pp.401-402, 2018.8.