

H形柱における溶接を用いない弱軸方向方杖補強接合の開発
その2 実験結果と考察

方杖補強 弱軸方向 無溶接
H形柱 ボルト接合 載荷実験

正会員 ○池沼 良章 * 同 田中 秀宣 *
 阿部 周平 * 同 原口 圭 **
 楠田 健 ** 同 渡辺 恵介 **
 吉田 卓矢 ** 同 佐藤 絢子 ***

本報では、前報(その1)で説明した試験体の実験結果及び考察について報告する。

1. 荷重-変位関係

表1に試験体全5体の実験結果等を示す。溶接接合したNo.1とボルト接合したNo.2の荷重-変位関係を図1に、No.2(H200)の柱材サイズを変えたNo.3(H300)の荷重-変位関係を図2に、No.4(H400)の荷重-変位関係を図3に示す。図1~3の縦軸は荷重 P (kN)、横軸は水平変位 δ (mm)としている。図1より、No.1,2の最大荷重 P_{max} は、どちらも柱の全塑性曲げ耐力の計算値 P_u を超える結果となった。加えて、荷重-変位関係はどちらも柱曲げ降伏型の履歴性状を示しており、接合方法による差異は見られなかった。また、柱材サイズが大きいNo.3,4は、No.2と同様に、最大荷重 P_{max} は柱の全塑性曲げ耐力計算値 P_u を超え、柱曲げ降伏型の履歴性状を示しており、柱材サイズによる差異は見られなかった。

2. 骨格曲線

各試験体の最終変形は、加力装置の能力都合により異なり、柱材サイズがH200のNo.1,2,5は $4\delta_u$ まで、H300のNo.3は $6\delta_u$ まで、H400のNo.4は $8\delta_u$ までの加力となった。図4にNo.1,2,5の無次元化した骨格曲線を示す。無次元化のため、縦軸は荷重 P を前述の P_u で除し、横軸は実験値の水平変位 δ を基準変位値 δ_u で除した。図4より、No.1,2,5の δ/δ_u が同程度であることが確認できた。

表1 各試験体における実験値、計算値、及び余裕度一覧

| 試験体 No. | 実験結果 | | 計算値 P_u (kN) | 余裕度 P/P_u | 破壊モード |
|---------|------|----------------|----------------|-------------|--------|
| | 荷重方向 | P_{max} (kN) | | | |
| 1 | 正 | 41.2 | 34.9 | 1.18 | 柱曲げ降伏型 |
| | 負 | -44.6 | | 1.28 | |
| 2 | 正 | 40.2 | 34.9 | 1.15 | 柱曲げ降伏型 |
| | 負 | -46.6 | | 1.33 | |
| 3 | 正 | 111.3 | 85.9 | 1.30 | 柱曲げ降伏型 |
| | 負 | -99.1 | | 1.15 | |
| 4 | 正 | 287.3 | 221.8 | 1.30 | 柱曲げ降伏型 |
| | 負 | -277.0 | | 1.25 | |
| 5 | 正 | 42.2 | 34.9 | 1.21 | 柱曲げ降伏型 |
| | 負 | -45.6 | | 1.31 | |

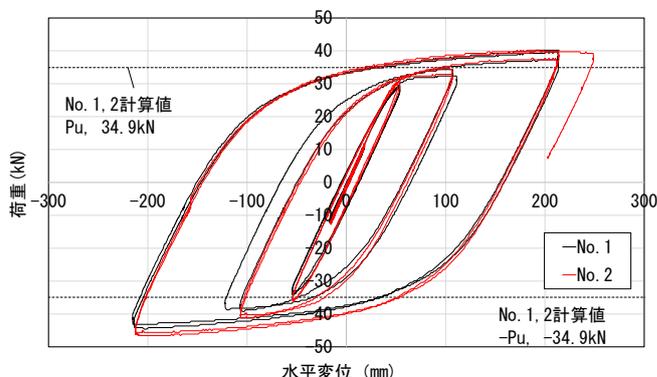


図1 荷重-変位関係 (No. 1 と No. 2 の比較)

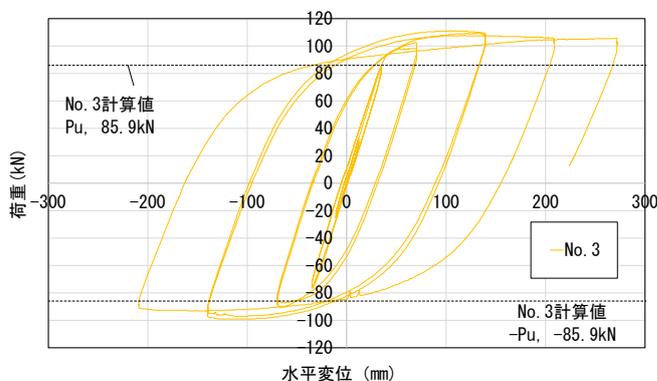


図2 荷重-変位関係 (No. 3)

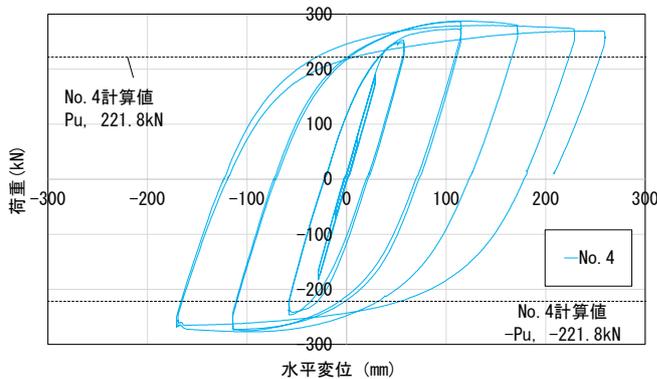
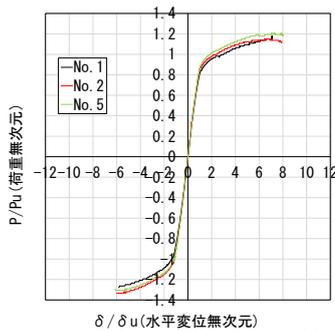


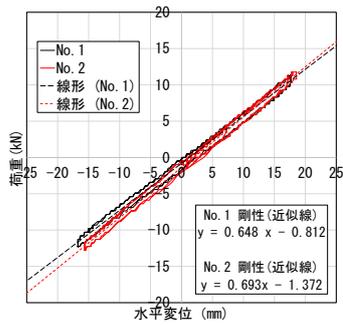
図3 荷重-変位関係 (No. 4)

3. 初期剛性

図5にNo.1,2の初期剛性の比較を示す。初期剛性は、加力開始から柱の降伏曲げ耐力の計算値 P_y の半分に到達したステップまでを範囲として、近似直線から得られた値を採用した。図5より、No.1,2の初期剛性は同程度であることが確認できた。



(No. 1, 2 及び No. 5 の比較)
図 4 骨格曲線



(No. 1 と No. 2 の比較)
図 5 初期剛性

4. 破壊性状

No.2 の破壊性状を図 6 に、No.1 の破壊性状を図 7 に示す。図 6 より、No.2 は柱フランジ部に明瞭な局部座屈が発生しているが、発生位置はワークポイントよりも上側であることが分かる。一方、図 7 より、スチフナが溶接接合された No.1 は、No.2 とは異なり、柱フランジ部等には明瞭な局部座屈の発生は見られなかった。



(全景, 最大変位 246mm 時) (接合部の表面, 加力後)
図 6 破壊性状 (No. 2)



(全景, 最大変位 220mm 時) (接合部の表面, 加力後)
図 7 破壊性状 (No. 1)

5. 荷重－フランジの開き量関係

文献 1 より、H 形鋼のウェブ面を引っ張ると、引張側ではフランジが開き、逆側では狭まることが予想されたため、本実験では柱フランジが狭まることを抑制する目的

でフランジ拘束ボルトを取り付けた。また、柱フランジの開き量を計測する目的で、フランジ拘束ボルトが取り付け位置に変位計を設置した(図 8)。図 9 に、No.2 の荷重－フランジの開き量の関係を示す。ここで、荷重は図 1 で使用した値とした。フランジの開き量は、フランジが開く方向を正、フランジが狭まる方向を負とした。図 9 より、正(+)側に荷重した時、方杖側のフランジの開き量(F13+F23)の絶対値に対し、方杖と逆側のフランジの開き量(F11+F21)の絶対値の方が小さかったことから、フランジ拘束ボルトによりフランジが狭まる方向の変形を抑制出来たと考えられる。また、同図中の接合部裏面の破壊性状を見ても、フランジ拘束ボルトの位置ではフランジの間隔が狭まってないことが分かる。

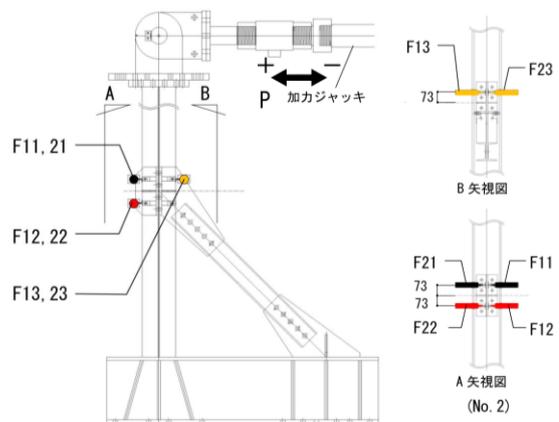


図 8 フランジの開き量計測用の変位計設置位置

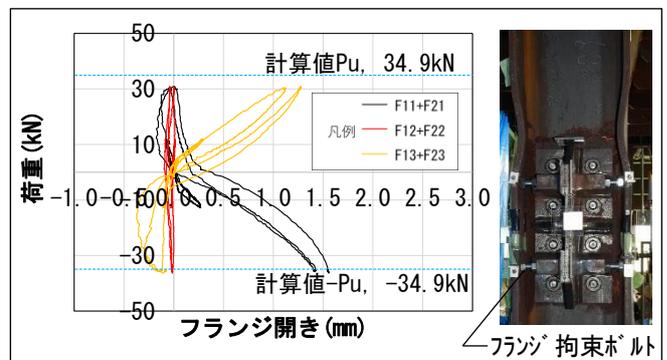


図 9 荷重－フランジの開き量の関係 (No. 2)

6. 結論

本実験では、溶接接合試験体と専用金物を介してボルト接合した試験体を比較した。ボルト接合試験体は、金物に取り付けたフランジ拘束ボルトによりフランジが狭まる方向の変形を抑制出来たことで、溶接接合試験体の荷重－変位関係等の力学的性状との差は見られなかった。

参考文献

1) 阿部周平ほか：ティ金物接合の H 形断面材ウェブ面外耐力の研究, 日本建築学会大会梗概集, 構造III, pp.977-978, 2021.9 (東海)

* センクシア
** 東日本旅客鉄道
*** 東鉄工業

* Senqcia.Co.,Ltd
** East Japan Railway Company
*** Totetsu Kogyo Co.,Ltd