

高力ボルトによる異形鋼管フランジ継手の耐力および曲げ剛性の評価 その4

曲げ実験・実験結果

フランジ継手	高力ボルト	耐力	正会員	○清水 紀花*	同	深澤 協三**
曲げ剛性	崩壊機構	加力実験	同	笠原 康弘***	同	天野 一弥***
					同	中野 達也****

1. はじめに

その4では、その3に引き続き、接合部を含む杭柱一体構造体の曲げ実験結果について報告する。

2. 履歴特性

2.1. 杭柱一体構造体の $M-R$ 関係

試験体 No.1~No.3 について、接合部を含む杭柱一体構造体の $M-R$ 曲線を図1 (弾性範囲内加力) および図2 (全加力サイクル) に示す。

図1に示す通り、初期剛性は接合部フランジプレート板厚が大きいほど高い剛性を示した。

図2に示す通り、試験体 No.1 では、 $M=80\text{kNm}$ 付近から剛性低下を生じ、その後はほぼ一定の剛性で推移するが、 $R=4\%$ の加力サイクルの途中で高力ボルトの破断で破壊に至る。履歴ループ形状は、比較的面積の小さいバイリニア型である。

試験体 No.2 では、 $M=50\text{kNm}$ 付近から剛性低下を生じ、 $M=150\text{kNm}$ 以降はほぼ一定の剛性を示し、 $R=4\%$ 以降の単調載荷でも耐力低下は生じていない。履歴ループ形状は、比較的面積の大きいバイリニア型である。

試験体 No.3 では、 $M=120\text{kNm}$ 付近から剛性低下を生じ、

変形の増大の伴い徐々に剛性が低下する。 $R=4\%$ の加力サイクルの途中で、高力ボルトの破断により破壊に至る。履歴ループ形状は第2サイクル目でスリップ型の形状を示した。

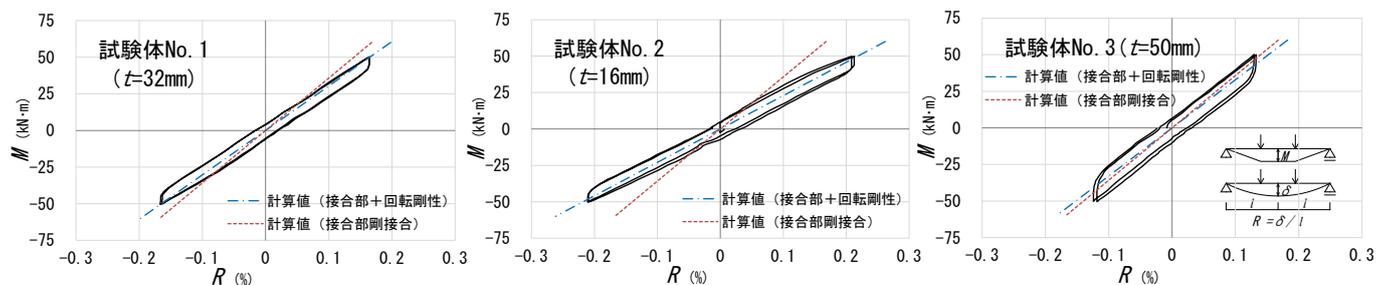
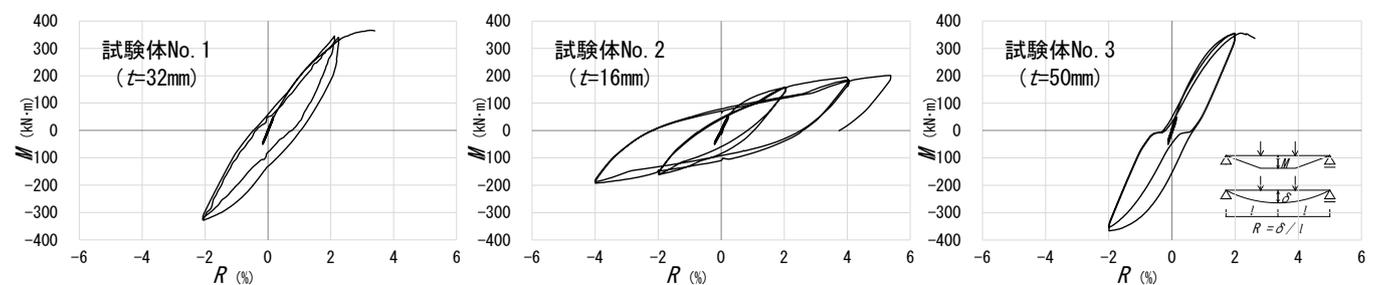
試験体 No.1 と No.4 (偏心の有無) の $M-R$ 曲線の比較を図3 (弾性範囲内加力) および図4 (全加力サイクル) に示す。両試験体の初期剛性はほぼ一致している。また、 $R=4\%$ の加力サイクルの途中で生じる高力ボルトの破断が、試験体 No.1 が正加力側 (試験体下面引張側)、試験体 No.4 が負加力側 (試験体上面引張側) で生じる相違点を除くと、ほぼ同じ履歴特性を示している。

2.2. 柱杭接合部の $M-\theta$ 関係

試験体 No.1~No.3 について、柱杭接合部の $M-\theta$ 曲線を図5 (弾性範囲内加力) および図6 (全加力サイクル) に示す。

$M-R$ 曲線と同様に、初期剛性は接合部フランジプレート板厚が大きいほど高い剛性を示している。

図6に示す通り、試験体 No.1 では $M=80\text{kNm}$ 付近から、試験体 No.2 では $M=50\text{kNm}$ 付近から、試験体 No.3 では $M=120\text{kNm}$ 付近から剛性低下を生じており、杭柱一体構

図1 $M-R$ 曲線 (弾性範囲内加力)図2 $M-R$ 曲線 (全加力サイクル)

Evaluation on the strength and bending stiffness of the flange bolted joint between different shape tubes Part4
Bending test and Results

SHIMIZU Yoshika, et al.

造体の剛性低下は、柱杭接合部の剛性低下と対応している。

2.3. 初期剛性

図1中に初期剛性の計算値を示す。この計算値は、図7に示す柱杭接合部位置に回転ばねを設けた単純梁モデルに、実験と同じ2点集中荷重を作用させて求めた値である。柱杭接合部位置に設けた回転ばねの値は、図5に示す各試験体接合部のM-θ曲線の弾性範囲内加力時の割線剛性から求めたものである。図1に示す通り、計算値は実験値とほぼ一致しており、杭柱一体構造体の初期剛性は、柱杭接合部の回転剛性を考慮した単純梁モデルで評価できることがわかる。

図1中に、柱杭接合部を剛接合とした場合の初期剛性の計算値を示す。柱杭接合部の回転剛性を考慮した初期剛性の計算値との比率は、試験体 No.1 が 0.85，試験体 No.2 が 0.64，試験体 No.3 が 0.92 である。表1に、柱杭接合部の初期剛性の実験値と、既報¹⁾に示される計算値「柱杭接合部を剛接合とみなすことのできる回転剛性 K^{req} 」との比較を示す。試験体 No.3 では柱杭接合部の回転剛性の実験値は K^{req} の約 1.8 倍であった。それに対して、試験体 No.3 の柱杭接合部の回転剛性を考慮した初期剛性の計算値の剛接合時の初期剛性の計算値に対する低下率は 8%に留まっており、既報¹⁾で提案した K^{req} は柱杭接合部の剛接合条件を評価できていないことがわかる。

3. まとめ

本報では、接合部を含む杭柱一体構造体の曲げ実験を行い、以下の結論を得た。

- 1) 初期剛性は接合部フランジプレート厚が大きいほど高い剛性を示した。
- 2) 試験体 No.1 および No.4 の履歴特性の比較から、柱と杭の偏心による影響は少ないことが明らかとなった。
- 3) 杭柱一体構造体の初期剛性は、柱杭接合部の回転剛性を考慮した単純梁モデルで評価できる。
- 4) 既報¹⁾に示される「柱杭接合部を剛接合とみなすことのできる回転剛性 K^{req} 」は柱杭接合部の剛接合条件を評価できる。

参考文献

- 1) 笠原康弘, 中野達也, 天野一弥, 磯田充樹, 深澤協三: 高力ボルトによる異形鋼管フランジ継手の耐力および曲げ剛性の評価 (その1~その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, pp. 831-834, 2020. 9

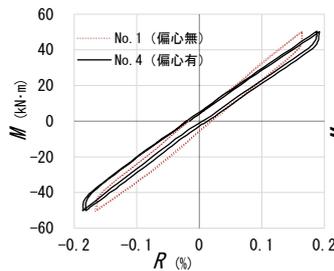


図3 M-R曲線 (弾性範囲内加力)

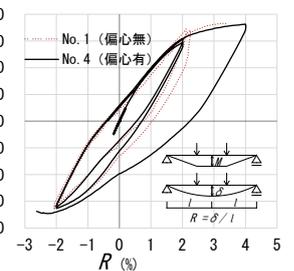


図4 M-R曲線 (全加力サイクル)

表1 回転剛性比較

試験体 No.	実験値 $\times 10^5$ (KN·m/rad)	計算値 $K^{req} \times 10^5$ (KN·m/rad)	実験値 / 計算値
1	0.98	1.74	0.56
2	0.32	3.48	0.09
3	1.99	1.11	1.78

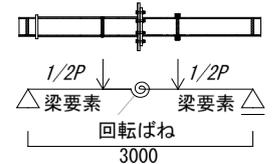


図7 回転ばねモデル

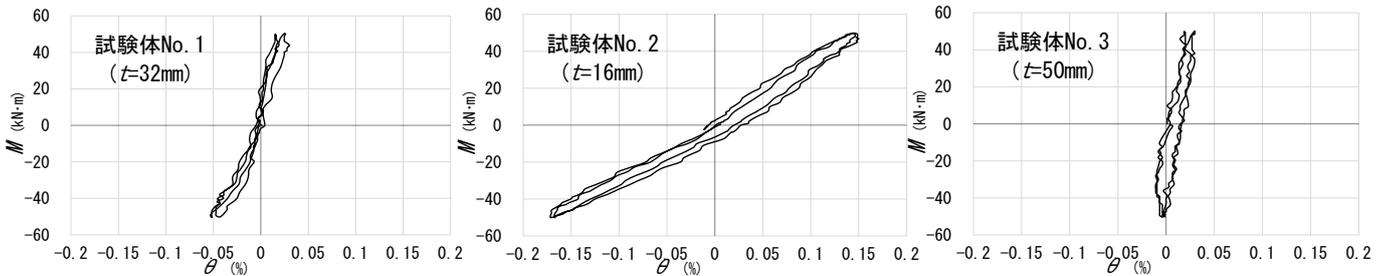


図5 M-θ曲線 (弾性範囲内加力)

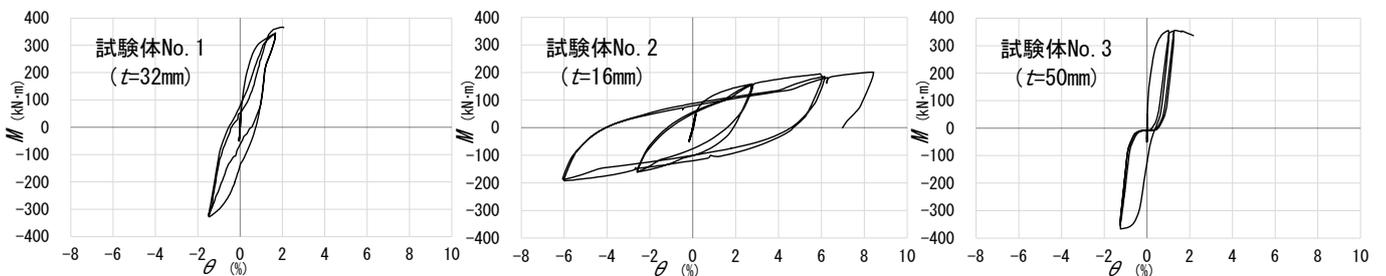


図6 M-θ曲線 (全加力サイクル)

* 東京電機大学大学院
 ** 日本建設業経営協会 中央技術研究所
 *** 株式会社 三誠
 **** 宇都宮大学 准教授 博士 (工学)

* Graduate school of Tokyo Denki University
 ** JARGC Central Research Institute for Construction Technology
 *** SANSEI INC.
 **** Associate Prof, Utsunomiya University, Dr. Eng.