

支圧効果を考慮した杭頭接合部の曲げ挙動に関する検討

その3 杭頭根入れおよび杭頭定着筋を有する杭頭接合部の曲げせん断実験

正会員 ○郡司 康浩*1 新井 寿昭*1 土佐内 優介*4

同 河野 進*2 小林 勝巳*4 福田 健*3

杭基礎 杭頭接合部 杭頭定着筋 同 小原 拓*2 中野 凌*2 成瀬 俊佑*2
根入れ長 軸力

1. はじめに

既製コンクリート杭（以降、既製杭）の杭頭接合部の設計については、例えば文献¹⁾に杭頭定着筋のみでパイルキャップに定着する方法や、杭体を1D（D：杭径）程度根入れして定着させる方法の記載がある。一方、実務上有用と考えられる杭頭定着筋と根入れを併用して定着する方法については、不明確な点も多い。

筆者らは、既製杭の杭頭接合部の地震時挙動に関する検討を実施しており、文献^{例えば2)}では根入れが短い場合の実験結果について報告を行った。本報では、根入れ長が杭径の2/3倍で、杭頭定着筋も有しているケースについての実験結果に関して報告する。

2. 試験体の概要

試験体の概要を図1および表1に示す。試験体は、杭体を模擬した鋼管（厚さ30mm）と、鉄筋コンクリート造のパイルキャップおよびスタブで構成されている。パイルキャップ内には、縦筋（D16）および横補強筋（D10）を配置している。杭頭部には、杭頭定着筋として8-D10（B14試験体は8-D6、B15試験体は8-D13）を配置し、定着長は30d（d：呼び径）以上確保した。パイルキャップの平面寸法は540mm（2.5D）とし、杭体のパイルキャップへの根入れ長は144mm（2/3×D）とした。

使用した鉄筋の降伏強度は、D6：355.8 N/mm²、D10：341.4 N/mm²、D13：362.1 N/mm²、D16：343.4 N/mm²であった。実験時のパイルキャップコンクリートの圧縮強度とヤング係数は、表1中に併記した。

3. 荷重および計測の概要

計測の概要を図2に、荷重フレームの概要を図3に示す。荷重は、試験体を反力床に固定し、鉛直ジャッキを用いて所定の軸力（圧縮軸力：実大のSC杭で軸力比0.2、0.4、0.6に相当する圧縮力。引張軸力：定着筋降伏荷重の1/4の引張力）を導入した後、水平ジャッキを用いた一方のみ繰り返し荷重（変位制御方式）を行った。制御は、部材角R（荷重点水平変位（絶対変位）/荷重点高さ：430mm）で行い、R=0.125×10⁻²、0.25×10⁻²、0.5×10⁻²、0.75×10⁻²、0.01、0.015、0.02、0.03 rad.を各2サイクル実施し、最後にR=0.05 rad.まで押切荷重を実施した。また、荷重時には面外変形拘束フレームを設置した。

計測は、図2に示すようにパイルキャップ側面や杭頭部に集中的に変位計を配置した。また、図1中に併記したように、ひずみゲージを使った計測も実施した。

4. 荷重-変位関係と最大荷重

実験で得られた杭頭曲げモーメント（以降、杭頭M）と部材角Rの関係を図4に示す。なお、杭頭Mは荷重点水平荷重に荷重点高さ430mmを乗じた値であり、軸力によるP-δ関係（軸力にクレビス芯の水平変位を乗じた値を足し合わせる）も考慮している。

杭頭M-R関係は、本実験の範囲内において急激な曲げモーメントの低下等は生じず、安定した挙動を示した。圧縮軸力を作用させた各試験体の最大杭頭Mは、R=0.03rad.以降と比較的大きい変形領域で生じているが、

表1 試験体の概要

試験体 No	杭径 (mm)	根入れ長 (mm)	軸力(kN) [軸力比]	杭頭 定着筋	横補 強筋	σ _B (N/mm ²)	E (kN/mm ²)
B11	216	144 (2/3×D)	1200[0.6]	8-D10	□-D10	34.8	25.5
B12			400[0.2]			34.1	22.3
B13			800[0.4]	8-D6		34.4	22.4
B14						34.4	24.6
B15			8-D13	33.2		24.3	
B18				-45		8-D10	32.9

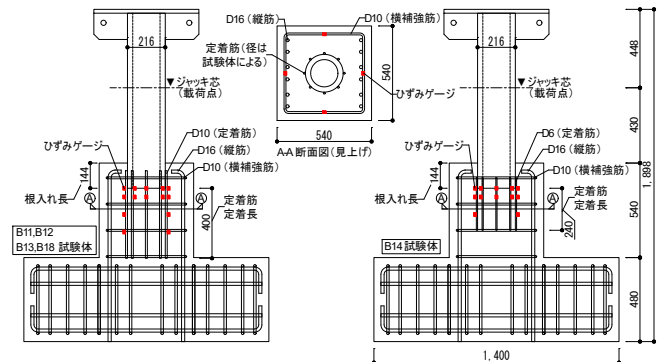


図1 試験体の概要

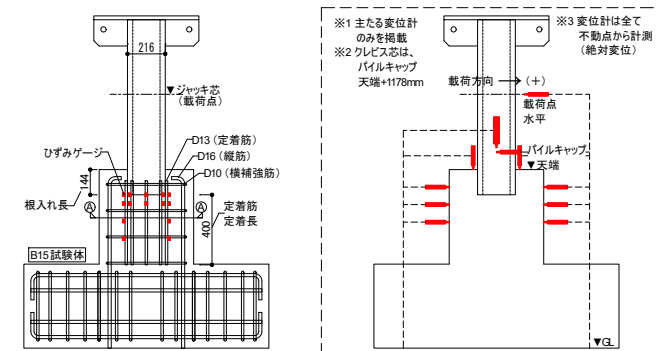


図2 計測の概要

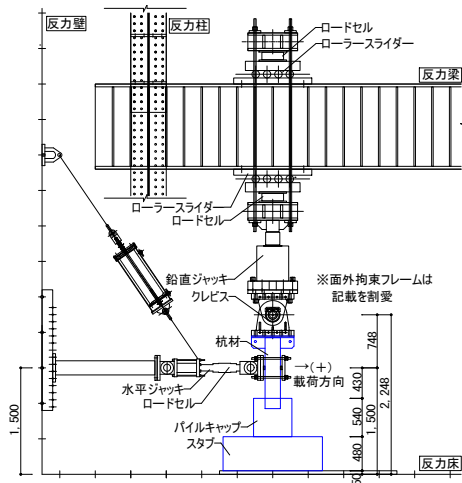


図3 荷重フレームの概要

引張軸力を作用させた B18 試験体の最大杭頭 M は $R=0.5 \times 10^{-2}$ rad. と小さな変形領域で生じており、傾向に違いが見られた。

杭頭定着筋は全ての試験体で引張降伏しているが、圧縮軸力を作用させている各試験体は、杭頭定着筋の引張降伏後も杭頭 M が増加している一方、引張軸力を作用させた B18 試験体は、杭頭定着筋の引張降伏直後で最大杭頭 M に達しており、B18 試験体に関しては杭頭定着筋の引張降伏により最大耐力が決定したと考えられる。

杭頭 M-R 関係の包絡線を図 5 に、各試験体の本実験の範囲内における最大杭頭曲げモーメントを表 2 に示す。作用軸力の違いに着目すると、圧縮軸力が大きい順に、最大杭頭 M が大きくなる結果となった。また、杭頭定着筋の違いに着目すると、鉄筋径が太い順に最大杭頭 M が大きくなる結果となった。B11 および B13 試験体の最終ひび割れ状態を図 6 に示す。ひび割れは、パイルキャップ上面の荷重直交方向および荷重軸上に発生し、側面にも進展する挙動を示した。荷重直交方向の側面 (W・E 面) では、荷重方向側に向かって斜めにひび割れが伸展した。

5. まとめ

杭のパイルキャップへの根入れ長が杭径の 2/3 倍で、杭頭定着筋も有しているケースについて構造実験を行い、杭頭 M-R 関係などの基本的特性について把握した。今後は、杭頭接合部の破壊状況やパイルキャップ内の補強鉄筋の効果等について、詳細な検討を行っていく予定である。

表 2 最大杭頭曲げモーメントの比較

試験体名	B11	B12	B13	B14	B15	B18
M _{max} (kNm)	82.1	63.2	66.9	51.1	72.3	34.6

謝辞

本研究は、JST 産学共創プラットフォーム共同研究促進プログラム (JPMJOP1723) によるものです。

- * 1 西松建設
- * 2 東京工業大学
- * 3 戸田建設
- * 4 フジタ

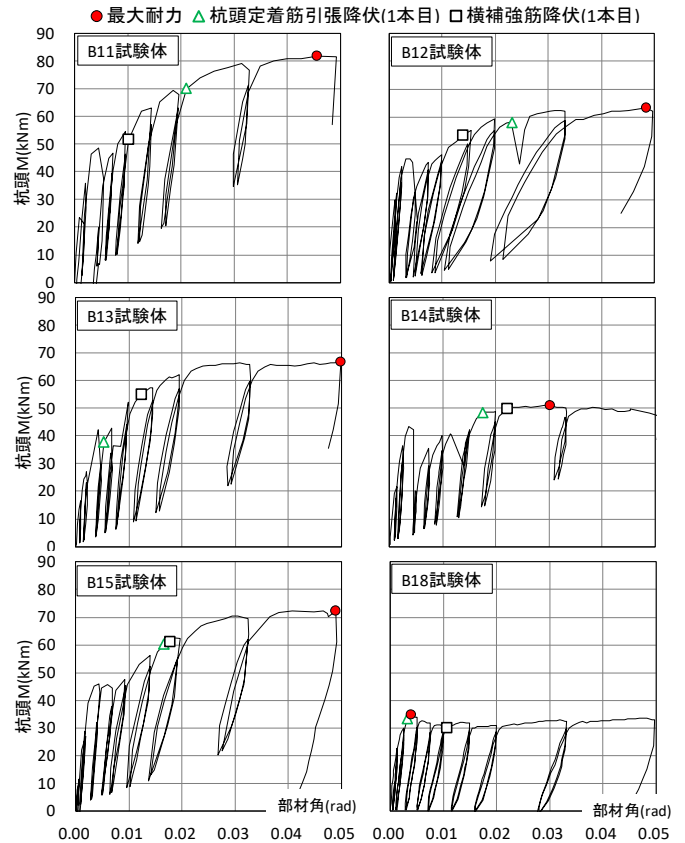


図4 杭頭 M-R 関係

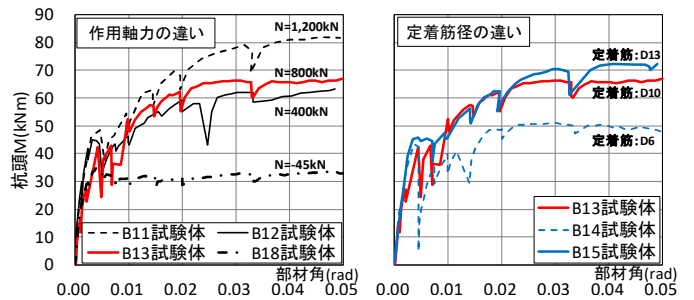


図5 杭頭 M-R 関係 (包絡線)

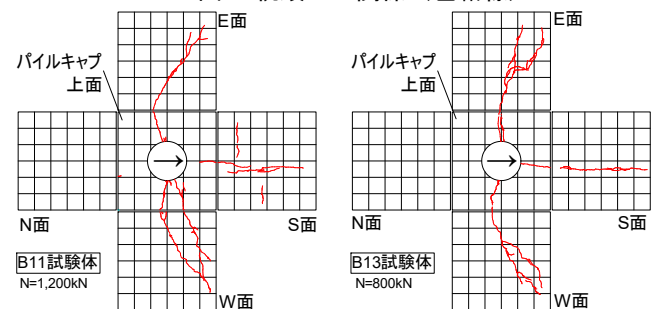


図6 最終ひび割れ図

【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート基礎構造部材の耐震設計指針 (案)・同解説, 2017.3
- 2) 土佐内ほか：杭頭根入れ長さが短い杭を有するパイルキャップのへりあき破壊耐力に関する実験的研究 その 1 実験方法と実験結果の概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), pp.179-180, 2019.9

- * 1 NISHIMATSU Construction Co., Ltd
- * 2 Tokyo Institute of Technology
- * 3 Toda Corporation
- * 4 Fujita Corporation