

主筋定着長さをパラメータとした場所打ち鉄筋コンクリート杭の機械式定着に関する研究

2215024 田中 棕
指導教員 崔 琥

現場打ち鉄筋コンクリート杭 十字型試験体 杭主筋
機械式定着工法 破壊性状 接合部

1. はじめに

中高層建物の杭の安全性検討に伴う主筋量の増加は、パイルキャップ内の配筋を複雑にし、施工を困難にしている。その解決策として、従来型の 180°フック定着から機械式定着工法に代替することがあげられる。

本研究は、この代替可能性を検討するための一連の研究の一環である。既往の研究¹⁾では、杭主筋の定着長さをパイルキャップせい内で可能な限り確保した十字型試験体を用いた静的載荷実験により、従来型 180°フック定着と機械式定着が概ね同程度の定着性能であることを確認した。引き続き本研究では、杭主筋の規定定着長さに短縮した実験を行い、機械式定着への代替を検討する。

2. 実験概要
2.1 試験体概要

本研究の対象とする建物は、文献 2) の「付録 2. 構造設計例」を準用し、各部材の寸法および配筋を定めた。さらに、杭およびパイルキャップの詳細については文献 3) および文献 4) をそれぞれ参照した。

図 1 に試験体の詳細を示す。本試験体は、杭、柱、基礎梁、パイルキャップからなる建物中央部を想定した十字型架構であり、試験体の大きさは実験施設の制約上、実大の 1/2 スケールとした。表 1 に示すとおり試験体の設計では、実大の主筋比、せん断補強筋比およびせん断余裕度が同等となるように配筋を決めた。杭主筋の定着長さは既往研究については、定着長さの十分な確保を目的として $40d$ (d : 鉄筋径) を採用していたが、本研究では文献 5) の規定に則り、コンクリートの設計基準強度 $F_c=30\text{N/mm}^2$ 、異形鉄筋

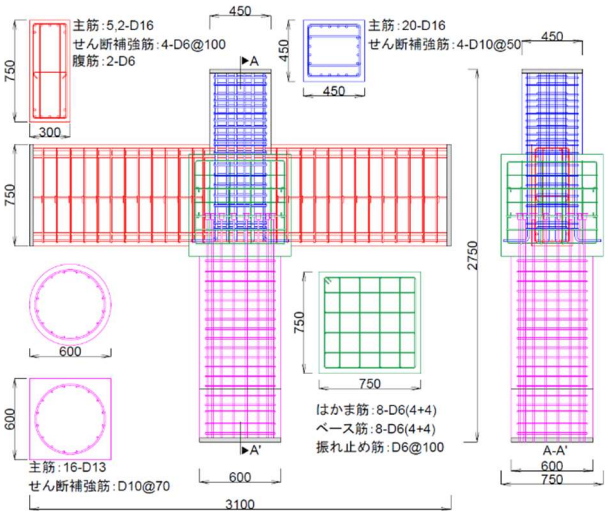


図 1 機械式定着試験体の配筋の詳細

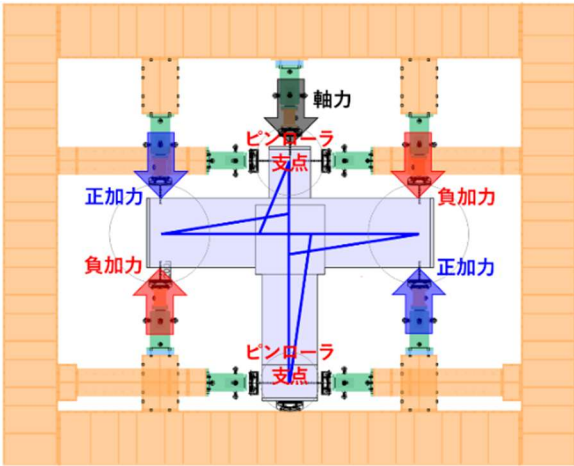


図 2 加力装置 (正面)

表 1 実大および縮小部材の寸法、配筋および強度

部材		寸法 (mm)	内法 長さ (mm)	主筋	主筋比 (%)	せん断 補強筋	補強筋比 (%)	曲げ終局 モーメント M_u (kN・m)	曲げ終局時 せん断力 Q_{mu} (kN)	せん断 終局強度 Q_{su} (kN)	せん断 余裕度 Q_{su}/Q_{mu}
杭	実大	$\phi 1200$	2350	20-D25	0.90	D16@100	0.42	2308.5	982.3	2221.8	2.26
	1/2	$\phi 600$	1175	16-D13	0.90	D10@70	0.43	267.0	227.4	545.9	2.40
基礎梁	実大	600×1500	2050	5.2-D32	1.24	4-D13@200	0.42	2801.3	1366.5	2361.0	1.73
	1/2	300×750	1025	5.2-D16	1.24	4-D6@100	0.42	350.5	341.9	590.9	1.73
柱	実大	900×900	1300	20-D32	1.96	4-D19@100	1.27	2529.4	1945.7	2603.0	1.34
	1/2	450×450	475	20-D16	1.96	4-D10@50	1.27	316.2	790.5	811.5	1.02
パイル キャップ	実大	1500×1500	1500	12-D13(6+6)	0.71	D13@200	0.06	-	-	4001.3	-
	1/2	750×750	750	8-D6(4+4)	0.71	D6@100	0.07	-	-	1047.7	-

※表中のパイルキャップにおいて、主筋ははかま筋とベース筋を、せん断補強筋は振れ止め筋を示す。

A Study on Mechanical Anchorage of Cast-in-Situ Reinforced Concrete Piles with Varying Longitudinal Reinforcement Anchorage Length

TANAKA Ryo

の規格降伏点強度 SD345 の場合の定着長さである $20d$ を採用した。

試験体は、杭主筋の従来型 180° フック定着工法と機械式定着工法の計 2 体である。機械式定着具には大谷製鉄株式会社の OT ナットを使用した。

2.2 加力計画

本実験の荷重システムの立面図を図 2 に示す。軸力は柱軸力比 0.1 となるように 697kN の一定軸力を与えた。パイルキャップの回転を含む両梁平均部材角を $1/1000$ から $1/25$ まで 2 回ずつ静的正負交番繰返載荷を行う。

3. 実験結果

3.1 破壊経過

両試験体の最終破壊状況を図 3 に示す。両試験体とも、部材角 $1/1000$ で曲げひび割れ発生に始まり、部材角 $1/150$ で杭の危険断面の主筋が降伏、部材角 $1/100$ でコンクリートが圧壊、部材角 $1/50$ で杭主筋の座屈を経て、最終的に杭主筋の破断に至るといってほぼ同様の破壊経過を示した。主筋破断時の部材角は従来型が部材角 $1/33$ 、機械式が部材角 $1/25$ の加力途中、部材角 $1/50$ 付近であった。

いずれの試験体もパイルキャップへの顕著な損傷はなく、計算通り杭頭曲げ降伏先行型の破壊を示し、他の部材よりも杭の損傷が著しく進展していることが確認された。

3.2 荷重—変形関係

両試験体の杭における荷重—変形関係をせん断力の計算値とともに図 4 に示す。

従来型定着試験体は、部材角 $1/100$ で梁の最大耐力 282.6kN、杭・柱の最大耐力 329.6kN を記録した。部材角 $1/50$ まで顕著な耐力低下は見られなかったが、部材角 $1/33$ の正方向加力の 2 回目のサイクルで杭主筋が破断し、耐力が最大時の約 60% まで低下したため実験を終了した。

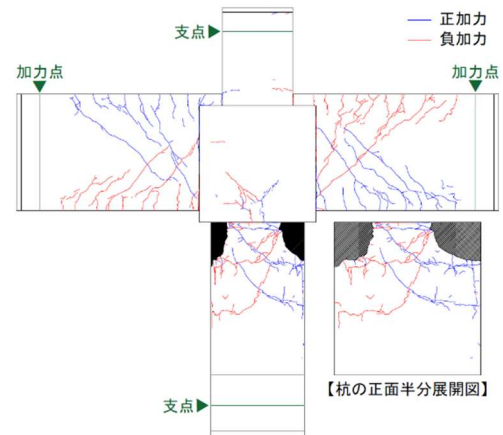
機械式定着試験体は、部材角 $1/100$ で梁の最大耐力 297.6kN、杭・柱の最大耐力 347.2kN を記録し、従来型と同様、部材角 $1/50$ まで著しい耐力低下は見られなかった。その後、部材角 $1/25$ の正方向加力の 1 回目サイクルの途中、部材角 $1/50$ 付近で杭主筋が破断したため、部材角 $1/33$ まで加力し実験を終了した。

図 4 に示すように、両試験体の荷重—変形関係は概ね一致していることがわかる。以上の結果から、定着長さを $20d$ とした場合においても、機械式定着工法は従来型と同等の付着性能が発揮できることが実証された。

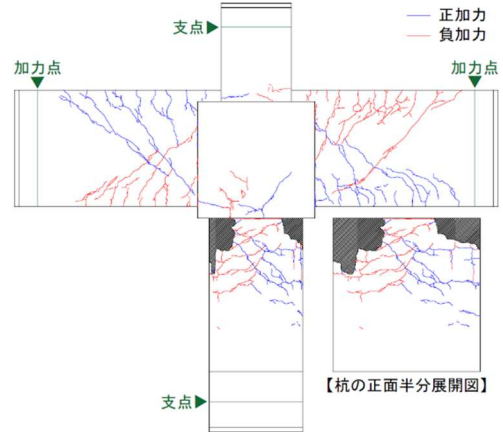
4. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- (1) 両試験体の各部材の荷重—変形関係が概ね一致したことから、規定定着長さ ($20d$) とした場合においても機械式定着は従来型定着と同等の性能を発揮し、代替可能であることを確認した。



(a) 従来型定着試験体



(b) 機械式定着試験体

図 3 最終破壊状況

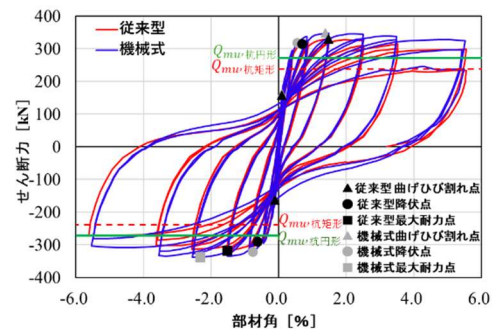


図 4 杭の荷重—変形関係

- (2) 部材の降伏は、計算値および実験結果ともに杭頭降伏先行型となった。これにより、本実験の対象とした十字型部分架構試験体において、設計通りの破壊メカニズムが形成されることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 大石健介ほか：場所打ち鉄筋コンクリート杭の機械式定着工法の性能検証に関する研究（その 1～2）、日本建築学会大会論文集、構造IV、pp.43-46、2025
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2018
- 3) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、2019
- 4) 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
- 5) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造配筋指針・同解説、2021