

場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その2 杭頭接合部の曲げせん断実験

場所打ち杭 杭頭接合部 実験
回転性状 曲げモーメント 軸力

正会員 ○横松竜司*1 同 舟木秀尊*2
正会員 金子 治*3 同 中岡章郎*4
正会員 武内義夫*5 同 小林 仁*6

1. はじめに

その 1¹⁾に続き,その 2 では場所打ち杭用杭頭半固定接合部の構造性能を確認するために実施した曲げせん断実験の結果について報告する。

2. 実験計画

試験体を図 1 に示す。パイルキャップの上に杭体が載る形状としたので,実際の杭頭接合部と上下が逆である。試験体一覧を表 1 に示す。No.0 は杭主筋をパイルキャップに定着した在来の杭頭接合部である。使用材料の試験結果を表 2, 表 3 に示す。実験は表 4 に示す軸力を杭に作用させた状態で, 図 2 に示すように水平力を正負交番漸増繰返し载荷した。No.5 と No.6 は, 同じ試験体に対して軸力を大きくしていく再試験を計 4 回実施した。

表 1 試験体一覧

試験体 No.	杭			絞り部				PCリング			引張定着筋	シース
	径 (mm)	主筋 (SD345)	帯筋 (SBPD1275/1420)	径 (mm)	PCa厚 (mm)	せい (mm)	鋼板リング厚 (mm)	定着筋 (SD390)	配筋	型式		
0	450	12-D16	U9.0-@50	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
1, 2	800	12-D25	U12.6-@100	560	120	200	4.5	18-D16	4-D32 (SD490)	#1055		
3, 4 5, 6	450	12-D16	U9.0-@50	320	90	150	3.0	12-D13	8-D22 (SD345)	なし		

表 2 コンクリート圧縮試験結果

部位	圧縮強度 σ_{cu} (N/mm ²)			弾性係数 E_c ($\times 10^3$ N/mm ²)		
	最大	平均	最小	最大	平均	最小
杭体	33.6	31.1	27.3	30.5	28.7	26.8
PCリング	58.9	52.6	48.0	32.3	30.6	28.7
モルタル	54.9	54.1	53.5	26.5	26.0	25.4
パイルキャップ	38.1	36.1	33.4	32.6	30.1	27.3

表 3 鋼材引張試験結果

部位	呼び名	鋼種	降伏点 σ_y (N/mm ²)	引張強度 σ_u (N/mm ²)	弾性係数 E_s ($\times 10^3$ N/mm ²)	
杭体	D25	SD345	384	574	192.5	
	D16	SD345	394	571	192.5	
杭体	U12.6	SBPD1275/1420	1369	1500	215.4	
	帯筋	U9.0	SBPD1275/1420	1365	1474	204.6
引張	D32	SD490	528	707	198.3	
定着筋	D22	SD345	400	582	192.7	
鋼板	4.5	SS400	330	458	206.5	
	リング	3.0	SS400	380	483	208.1
PCリング	帯筋	U9.0	SBPD1275/1420	1400	1484	206.7
	帯筋	U7.1	SBPD1275/1420	1434	1501	212.4
PCリング	帯筋	D16	SD390	448	624	193.1
	定着筋	D13	SD390	446	620	191.7
パイルキャップ	D25	SD345	382	553	192.8	

3. 実験結果及び考察

No.1~4 の杭頭曲げモーメント M_{PT} と杭頭回転角 θ_{PT} の関係を図 3 に示す。図中には, 杭主筋降伏時, 引張定着筋降伏時, 絞り部コンクリート圧縮応力 $0.85\sigma_B$ 時 (σ_B : コンクリート圧縮強度) 及び最大杭頭曲げモーメントの各点をプロットした。杭頭回転角の計測位置及び計算式は図 4 に示した。ひび割れ及び剥離のパターンを図 5 に示す。No.1, 3 では, 引張軸力や曲げによる杭体の横ひび割れ発生後, モルタルと PCリング間で剥離が生じ, PCリングがひび割れ, 引張定着筋が降伏した後, θ_{PT} が急激に増加した。これに対し, No.2, 4 は圧縮軸力を加力した試験体であるので, モルタルと PCリング間での剥離や PCリングのひび割れが杭体の横ひび割れに先行し, $0.85\sigma_B$ に達している。短期許容軸力に対する比率の高い No.4 では, 引張定着筋の降伏に先行して絞り部コンクリートの圧縮応力が $0.85\sigma_B$ に達し θ_{PT} が増加し始めている。

No.0 と No.3 の試験終了後の状況を写真 1 に示す。No.0 は激しい杭頭損

表 4 軸力

試験体 No.	軸力	
	短期許容軸力に対する比率	圧縮: + 引張: - (KN)
0	-	-481
1	0.5	-700
2	0.2	1357
3	0.5	-481
4	0.5	1074
5	0.2	-192
	0.4	-385
	0.6	-577
	0.8	-769
6	0.2	429
	0.4	859
	0.6	1288
	0.8	1718

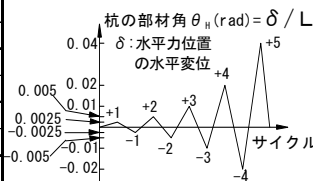


図 2 水平力パターン

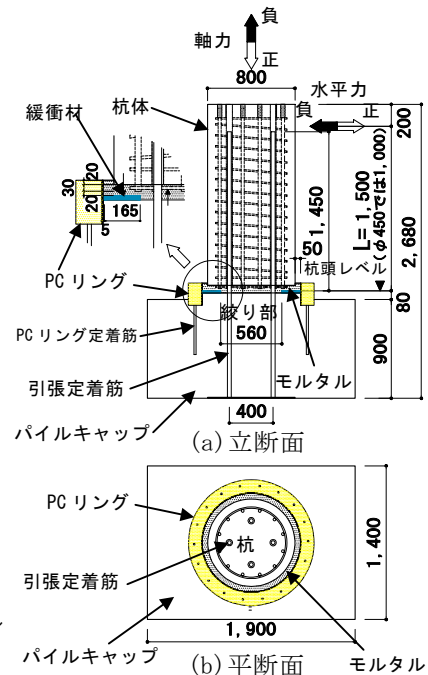


図 1 試験体 (No.1, 2)

傷が見られるが, No.3 では PC リングがひび割れて回転しやすくなったことなどにより杭体の損傷は軽微であった。

杭体主筋及び引張定着筋のひずみ分布を図 6 に示す。杭頭接合部付近では, 杭体主筋のひずみが 500×10^{-6} 程度で小さいが, 引張定着筋のひずみが約 1000×10^{-6} を超えており, 絞り部にある引張定着筋が曲げに抵抗していることが分かる。負側引張定着筋は $\theta_H = 0.01 \text{ rad}$ 時に降伏するが, $\theta_H = 0.04$ 時には正側引張定着筋も降伏した。

No.5, 6 の最大曲げモーメントと杭頭軸力の関係を図 7 に示す。引張軸力下の No.5 は, 最初の加力で引張定着筋が降伏したため, 2 回目の軸力 (-385 k N) を加えたケースで耐力が大きく低下したものの, 以後の耐力低下は軸力増加に対応してわずかである。一方, 圧縮軸力の No.6 は段階的に圧縮軸力を高くしたので, 最大杭頭曲げモーメントの低下がなく, 軸力増加に対応して耐力が若干増加した。

4. おわりに

実験の結果から, 在来の工法より杭体の損傷が少なく, 安定した回転性状を有することが分かった。また, 本工法が有する杭頭接合部の回転性能は, 絞り部や引張定着筋で発揮されることを把握した。

[参考文献]

- 1) 吉松他：場所打ち杭用杭頭半固定工法の開発 その 1 開発概要, 建築学会大会, 構造 I, 2006.9 (投稿中)
- 2) 宮田他：半固定杭頭接合法の開発 その 5, 建築学会大会, 構造 I, pp.635-636, 2003.9

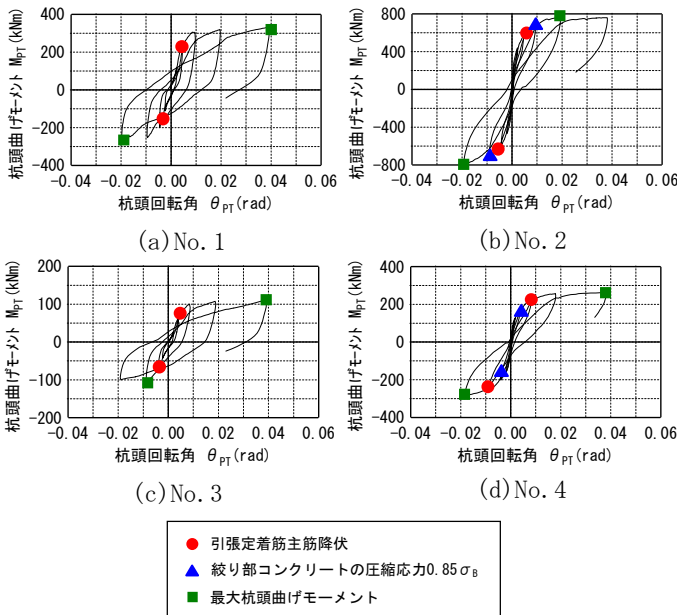


図 3 杭頭曲げモーメントと杭頭回転角の関係

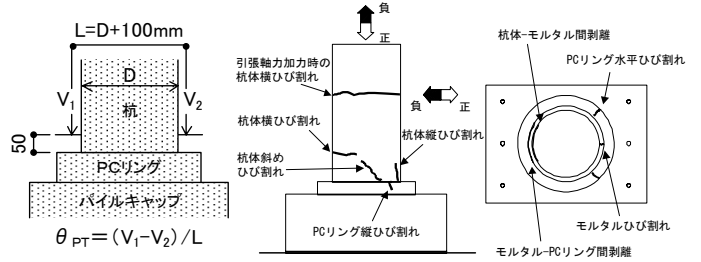


図 4 杭頭回転角の計測位置及び計算式

図 5 ひび割れ及び剥離のパターン



写真 1 損傷状況 (実験終了後)

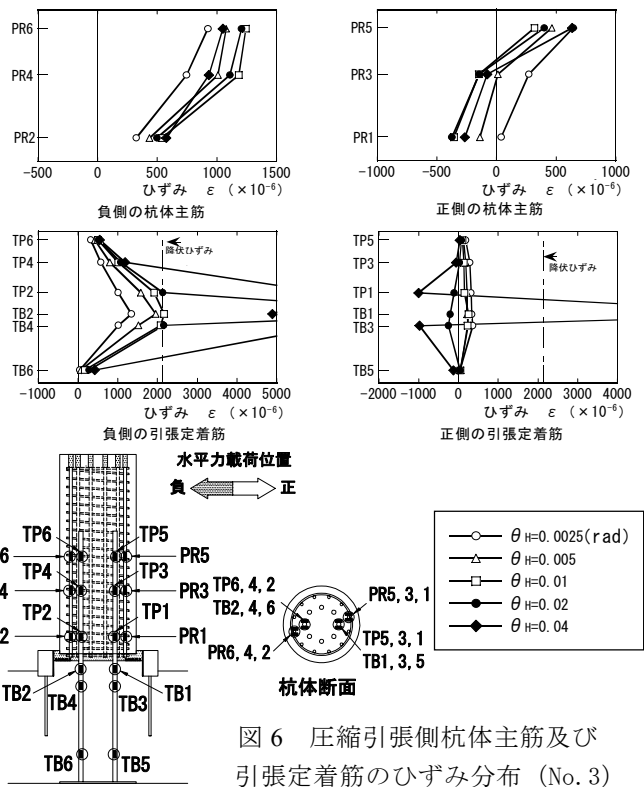


図 6 圧縮引張側杭体主筋及び引張定着筋のひずみ分布 (No. 3)

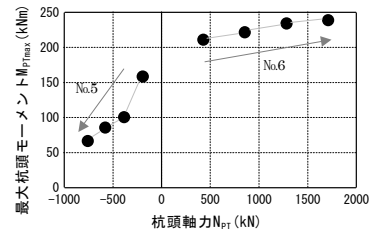


図 7 最大杭頭モーメントと杭頭軸力の関係

*1 鹿島建設 (株) 横浜支店
*2 (株) 奥村組 技術研究所
*3 戸田建設 (株) 技術研究所
*4 (株) 長谷工コーポレーション 技術研究所
*5 西松建設 (株) 技術研究所
*6 松井建設 (株)

*1 Yokohama Branch, Kajima Corporation
*2 Okumura Corporation, Technical Research Institute
*3 Toda Corporation Technical Research Institute
*4 Technical Research Institute, Haseko Corporation
*5 Technical Research Institute, Nishimatsu Construction
*6 Matsui Construction