

引抜き力を受ける既製コンクリート杭の杭頭半剛接合法に関する研究

その1 実験概要

杭頭接合部 PHC 杭 杭基礎
引抜き力 半剛接合 耐震設計

正会員 青島 一樹* 同 島田 博志**
同 小室 努** 同 小林 治男**
非会員 神澤 富章***

1. はじめに

筆者らは、既製コンクリート杭の杭頭半剛接合法として改良型簡易接合法を提案している¹⁾。改良型簡易接合法は、定着鉄筋等を用いずに、杭頭をパイルキャップに100mm程度根入れし、杭頭外周部にテーパ状の空隙を設ける構造である。一般的な固定型の杭頭接合法に比較して杭頭固定度が低く、杭頭部の曲げモーメントを低減する効果がある。しかし、定着鉄筋を用いないため、引抜き力が作用する箇所には適用できない。そこで、引抜き力が作用する箇所にも適用できる既製コンクリート杭の杭頭半剛接合法を考案し、構造実験による性能確認を行った。本報では、考案した引抜き対応タイプの杭頭半剛接合法と構造実験の概要について報告する。

2. 杭頭接合法の概要

図1に引抜き対応タイプの杭頭半剛接合法の概要を示す。引抜き対応タイプは、複数本の引抜き抵抗用アンカー鋼棒を杭頭部に結合する構造である。アンカー鋼棒の結合には、PHC杭の杭頭端板にあるボルト穴を利用する。本構造において、杭頭接合部の回転性能を向上させるためには、アンカー鋼棒の伸び性能を十分に発揮させることが重要となる。このため引抜き抵抗用鋼棒には付着力が少ない丸鋼をアンカー形式で採用することとした。ただし、通常のネジ付アンカー鋼棒を採用した場合、鋼棒軸部が十分に伸びる前にネジ部破断が生じてしまう。この問題を解決するために、2種類のアンカー鋼棒を採用した。1つは丸鋼端部に転造ネジ加工を施したSNR490アンカー鋼棒である。転造ネジは、切削ネジに比較してネジ部の断面欠損が少ないため、軸部とネジ部の強度差が少ない。このため、ネジ部が降伏応力に達してひずみ硬化が進行する間に軸部が降伏するメカニズムが働く。よって、アンカー鋼棒はネジ部破断が生じるまでに高い伸び性能を発揮することができる。2つめのアンカー鋼棒にはPC鋼棒を採用した。PC鋼棒は、普通鋼棒に比較して高強度であるため、損傷限界時の伸び性能(許容ひずみ)を大きくとれる設計上の利点がある。ただし、PC鋼棒は、SNR鋼棒と異なり、材料特性にひずみ硬化が存在しないので、転造ネジを採用しても軸部の伸び性能を十分に発揮できない。このため、PC鋼棒タイプには、図2と写真1に示すように、ボタンヘッド付のPC鋼棒と接続カブラーを用いて杭頭端板およびアンカー定着版へ結合する方式とした。接続カブラーの強度をPC鋼棒の軸部より大きくすることで、PC鋼棒の伸び性能を十分に発揮することができる。

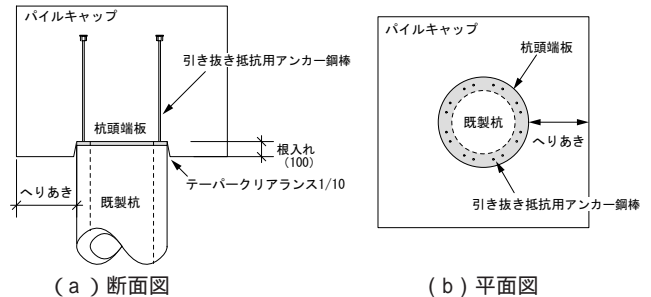


図1 引抜き対応タイプの杭頭半剛接合法の概要

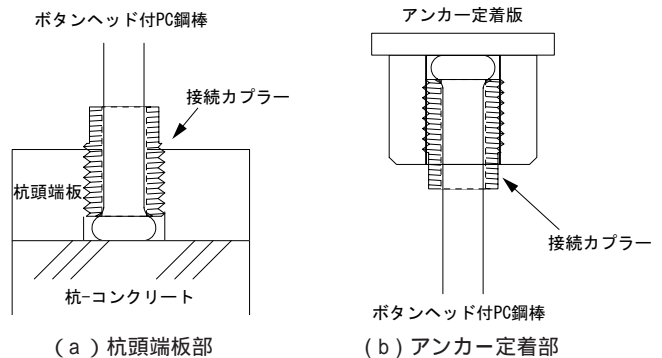


図2 PC鋼棒タイプの接続部の詳細

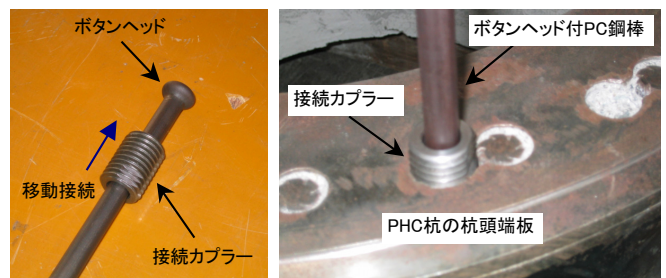


写真1 PC鋼棒タイプの接続部の状況

3. 試験体

試験体は、杭径600mmのPHC杭と鉄筋コンクリート製のパイルキャップ(へりあき200mm)で構成されており、杭頭接合部の仕様を変えて4体作製した。引抜き抵抗用の鋼棒にSNR490-14.55mm×16本が2体、PC鋼棒A種2号-11mm×16本を採用したものが2体である。表1に引抜き抵抗用鋼棒の諸元を示す。パイルキャップへの杭頭の根入れについては、PC鋼棒タイプの1体には、改良型簡易接合法¹⁾と同様にテーパークリアランス加工を施して100mm根入れしたが、その他の試験体では根入れを行っていない。また、SNR鋼棒を採用した試験体のうち1体は、鋼棒に付着を切るためのアンボンド処理を施し

た．試験体に使用した杭は，600-PHC 杭 -C 種 (Fc85) であり，加力スパンが約 2.0 m になるように杭長を調整した．パイルキャップに使用したコンクリート強度は，実験日で 28.9 ~ 31.5 (N/mm²) の範囲であった．なお，試験体の作製時には，実際の杭頭接合部の施工状況を模擬して，杭頭を上にした状態でパイルキャップのコンクリートを打設した．

4. 実験ケース

表 2 に実験ケース一覧を示す．実験は，軸力をパラメータに実施しており，同一の試験体に対して初めに杭頭接合部の曲げモーメント M と回転角 θ の関係の精査 (曲げ実験) を行い，その後せん断耐力の精査 (せん断実験) を行った．また，曲げ実験では，初めに引き抜き抵抗用鋼棒が弾性範囲内における M - θ 関係を各軸力レベル (-600 ~ 2500kN の範囲で 10 段階) で精査し (損傷限界実験と称す)，その後，鋼棒が弾性域を超える M - θ 関係を一定軸力もしくは変動軸力で精査した (終局限界実験と称す)．

5. 加力方法と計測項目

加力方法には，曲げ実験では片持ち梁形式を，せん断実験では 1 次不静定形式を採用した．図 3 に加力方法の概要を示す．曲げ実験では，パイルキャップを反力フロアに固定し，杭先端部分を上部アクチュエータを用いて水平加力する．杭先端の上部に取り付けた 2 台の軸力導入用ジャッキによって正負の軸力を制御する．せん断実験では，下部アクチュエータを取り付け，上部アクチュエータの水平変位をゼロ保持した状態で下部アクチュエータにより水平加力を行う．曲げ損傷限界実験では，弾性限界回転角に達するまでの水平力を 1 ステップ 2 サイクルで与えた．曲げ終局限界実験では，水平力を部材角で制御し，最大 10 ステップ (部材角: 33.5 × 10⁻³rad) まで加力した．せん断実験では，水平力を杭頭せん断力により制御し，1 ステップ 1 サイクルで与えた．軸力は，徐々に引抜き力を

増し，最終的に最小軸力で杭頭接合部を破壊させる計画とした (表 2，図 3 参照)．

主な計測項目は，杭頭接合部の回転角と水平変位，アクチュエータの水平荷重と水平変位，軸力導入ジャッキの荷重，および引き抜き抵抗用鋼棒のひずみである．

表 1 引き抜き抵抗用鋼棒の諸元

鋼棒種別	有効長さ	有効径	断面積	弾性係数	降伏耐力	引張耐力
	(mm)	(mm)	(mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
SNR490	610	14.55	157.0	210,000	330	492
PC鋼棒-A種2号 (SBPR 785/1030)	680	11.00	95.0	210,000	785	1030

表 2 実験ケース一覧

No.	試験体名	鋼棒の種別	へりあき (mm)	根入れ (mm)	加力モード	軸力 (kN)	軸力パターン
1	SNR16-N0-B	SNR490 14.55 × 16本	200	0	曲げ損傷限界	-600 ~ 2500	10段階
						1000	一定軸力
					曲げ終局限界	-500 ~ 2500 -700 ~ 2500 2500 ~ -1000	変動軸力
					せん断	0 -400 -800	一定軸力
					曲げ損傷限界	-600 ~ 2500	10段階
					曲げ終局限界	-500 ~ 1500 -1000 ~ 2000	変動軸力
		PC鋼棒-A種 11 × 16本	200	0	せん断	0 -200 -400 -600 -800 -1000	一定軸力
					曲げ損傷限界	-600 ~ 2500	10段階
					曲げ終局限界	-500 ~ 1500 -1000 ~ 2000	変動軸力
3	SNR16-N0-A	SNR490 14.55 × 16本 アポイント処理	200	0	曲げ損傷限界	-600 ~ 2500	10段階
						1000	一定軸力
					曲げ終局限界	-460 ~ 1500	変動軸力
					せん断	0 -200 -400 -600 -700	一定軸力
					曲げ損傷限界	-600 ~ 2500	10段階
					曲げ終局限界	-460 ~ 1500	変動軸力
4	PC16-N100	PC鋼棒-A種 11 × 16本	200	100	せん断	0 -200 -400 -600 -800 -1000	一定軸力
					曲げ損傷限界	-600 ~ 2500	10段階
					曲げ終局限界	-460 ~ 1500	変動軸力

【参考文献】

- 1) 青島一樹, 佐藤啓治, 新田隆雄, 島田博志, 小室 努: 既製コンクリート杭の杭頭半剛接合の適用例, 建築技術, pp163-163, 2005.9

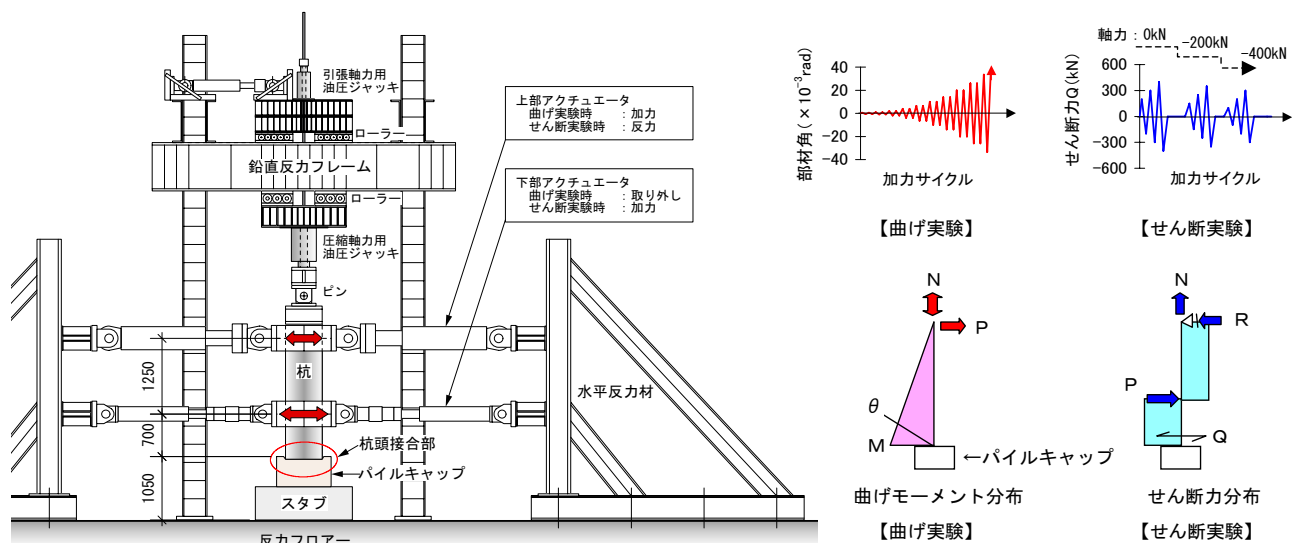


図 3 加力方法の概要

* 大成建設(株) 技術センター
 ** 大成建設(株) 設計本部署
 *** 高周波熱錬(株) 製品事業部

* Technology Center, Taisei Corporation
 ** Design Division, Taisei Corporation
 *** Product Division, Neturen Corporation