

高軸力下における杭頭半剛接合法の構造性能に関する研究
(その1 実験概要)

杭頭接合部 半剛接合 杭基礎
PHC杭 パイルキャップ 耐震設計

正会員 青島一樹*
同 堀井良浩*
同 小林治男**
同 安達俊夫***

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である改良型簡易接合法を考案し、杭頭部の構造性能を実験的に明らかにし、その設計手法を提案している¹⁾。しかしながら、既製コンクリート杭の分野では、従来の2倍以上の支持力を有する工法(以後、高支持力杭と称す)が多数開発され、普及が進んでいる²⁾。今回、高支持力杭に改良型簡易接合法を採用した際の構造性能を把握するために、最大で60N/mm²の軸心力下における静的構造実験を実施した。その1では、構造実験の概要について述べる。

2.改良型簡易接合法の回転機構

図1(a)に改良型簡易接合法の概要を示す。補強鉄筋を用いずに、杭頭をパイルキャップへ100mm程度根入れし、根入れした杭頭の外周部と基礎コンクリートおよび捨てコンクリートとの境界面にテーパ状の空隙を設けたものである。図1(b)に改良型簡易接合法の杭頭部が回転した状態を模式的に示す。引張側の杭端部が浮き上がりを生じると共に、押し込み側の杭端部はパイルキャップにめり込みが生じるものと考えられる。

3.試験体と実験ケース

試験体は、パイルキャップと杭から構成されている。表1にパイルキャップ試験体の諸元を示す。図2にパイルキャップ試験体の形状と配筋の一例を示す。パイルキャップ試験体は、へりあき寸法を変えて3種類(F1~F3)、合計10体作製した。へりあき寸法は、F1<F2<F3の関係にあり、F2(H/D=0.75, H:へりあき寸法, D:杭径)が一般的なパイルキャップ寸法を想定した試験体である。パイルキャップ試験体の中央部には、テーパ状の凹部(テーパ角度:1/10rad, 杭頭部の直径:303mm, 深さ:50mm)を厚さ1.2mmの鋼製の捨て型枠を用いて設けている。実験時に、この凹部に試験杭を鉛直に設置することで、改良型簡易接合法による杭頭接合部を構築した。パイルキャップの配筋は、基礎筋と帯筋ともD13@150mmとし、全ての試験体で共通とした。

表2に杭試験体の諸元を示す。図3に杭試験体の概要を示す。杭試験体は、種別を変えて4種類(P1~P4)、合計8本作製した。いずれの試験体も杭径300mm, 肉厚60mm, 杭長1750mmであり、杭頭から1500mmの位置に加力用のPC鋼棒を設置した。杭頭部に中詰めコンクリートは打設していない。P1は、パイルキャップの損傷限界と終局限界を把握するために作製した加力用のSC杭であり、最大荷重に至っても杭が降伏しない仕様(SN490材, 鋼管厚

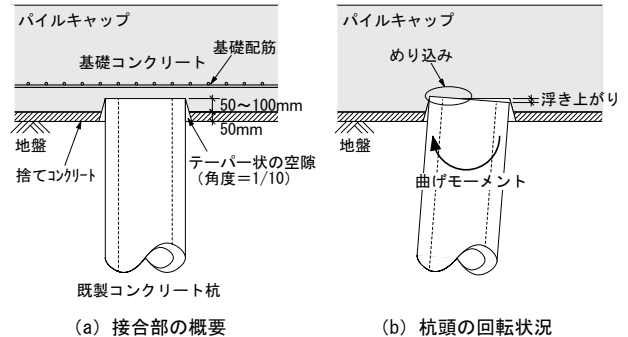


図1 改良型簡易接合法の概要

表1 パイルキャップ試験体の諸元

名称	パイルキャップ寸法 W×B×h(mm)	へりあき H(mm)	H/D	コンクリート強度		ヤング係数 E(N/mm ²)	ポアソン比	数量 体
				σ_c (N/mm ²)	σ_t (N/mm ²)			
F1-1~3	600×600×300	150	0.50	38.5	31,467	0.23	3	
F2-1~3	750×750×350	225	0.75	37.0	30,167	0.23	3	
F3-1~4	900×900×450	300	1.00	37.3	30,100	0.22	4	

W:幅, B:奥行き, h:高さ, H:へりあき寸法, D:杭径

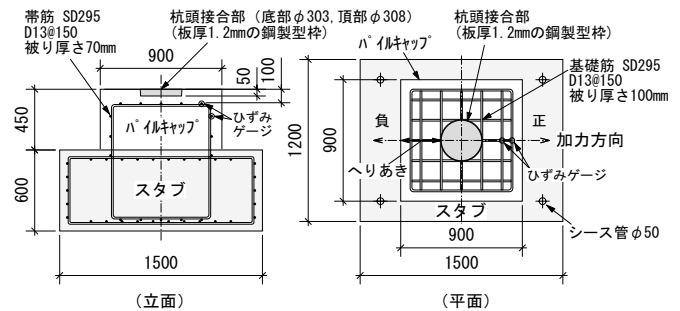


図2 パイルキャップ試験体の形状と配筋(F3試験体)

表2 杭試験体の諸元

名称	種別	杭径 mm	肉厚 mm	補強 バンド	コンクリート強度		ヤング係数 E(N/mm ²)	ポアソン比	数量 本
					σ_c (N/mm ²)	σ_t (N/mm ²)			
P1	SC-t 22-Fc120	300	60	-	0	118.9	37,434	0.21	1
P2-1~4	PHC-C-Fc85	300	60	有り	10	92.1	42,180	0.21	4
P3-1~2	PHC-C-Fc105	300	60	有り	10	118.4	44,492	0.22	2
P4	PHC-C-Fc105	300	60	無し	10	116.7	44,156	0.23	1

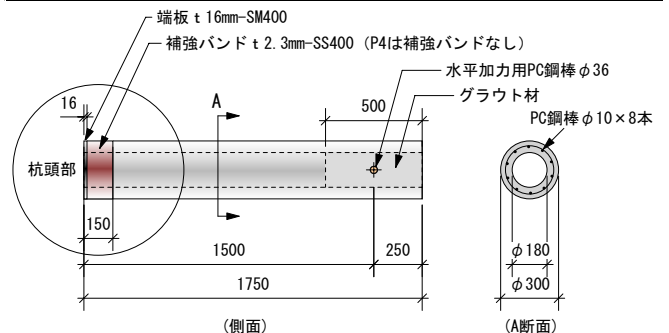


図3 杭試験体の概要(P2~4試験体)

22mm)とした。P2～P4は、杭頭部の損傷限界と終局限界を把握するための試験杭である。P2は、設計基準強度85N/mm²のPHC杭-C種であり、杭頭には端板と補強バンドが存在する。端板の仕様は、材質がSM400、厚さが16mmである。補強バンドは、材質がSS400、厚さ2.3mm、幅150mmの縞鋼板である。P3は設計基準強度105N/mm²のPHC杭-C種であり、端板および補強バンドの仕様は、P2と同様である。P4は、補強バンドの効果を把握するための試験杭であり、補強バンドを設けていない。その他の仕様はP3と同様である。表2には各試験体種別毎に実験当日におけるコンクリートの材料特性の平均値を示した。

表3に実験ケースの一覧を示す。実験はパイルキャップに着目したシリーズ1と杭頭部に着目したシリーズ2を実施した。シリーズ1では、加力用のP1杭を用い、パイルキャップの仕様(F1～F3)と軸応力(5～60N/mm²)をパラメータとして、9ケースの実験を行った。なお、実験No.7では同一のパイルキャップを用い、軸応力を変えて複数回の加力を行った。シリーズ2では、F3パイルキャップを用い、杭の仕様(P2～P4)と軸応力(5～40N/mm²)をパラメータとして、7ケースの実験を行った。実験No.10では、同一の杭を用い、軸応力を変えて複数回の加力を行った。

4. 加力方法と計測項目

図4に加力方法の概要を示す。実験は、パイルキャップ試験体を反力フロアに固定し、杭試験体をパイルキャップに鉛直に設置する。次いで、軸力導入用の油圧ジャッキによって所定の一定軸力を導入し、杭先端部分を2台のアクチュエータで水平に加力した。杭先端の境界条件はピンローラーである。加力サイクルは、杭頭の回転角によって制御し、1ステップ1サイクルの繰り返し加力を基本とした。各試験体のステップ荷重は、予備解析結果に基づき設定し、最大回転角で 50×10^{-3} rad以上の加力を目標とした。図4中に杭の曲げモーメント分布と加力サイクルの概

表3 実験ケースの一覧

シリーズ	実験No.	試験体		軸力	軸応力	
		杭	パイルキャップ	N (kN)	σ (N/mm ²)	
1	1	P1	F1	F1-1	900	20
	2			F1-2	1800	40
	3			F1-3	2700	60
	4			F2-1	900	20
	5			F2-2	1800	40
	6			F2-3	2700	60
	7			F3-1	225	5
					450	10
					680	15
8	F3-2	1800	40			
9	F3-3	2700	60			
2	10	P2-1	F3-4	225	5	
				340	8	
				450	10	
				680	15	
	11	P2-3	900	20		
	12	P2-4	1350	30		
	13	P3-1	1350	30		
	14	P3-2	1800	40		
15	P4	1800	40			
16	P2-2	1800	40			

要を示す。主な荷重および変位量の計測項目は、杭頭接合部の回転角と鉛直・水平変位、アクチュエータの荷重と加力点の水平変位、軸力導入用ジャッキの荷重である。杭頭接合部の回転角は、図4中に示すように水平加力軸方向の杭対面2点について鉛直変位(杭の押し込み・引き抜き量)を測定し、この差を測定スパンで除して求めた。主なひずみ量の測定項目は、パイルキャップの基礎筋と帯筋のひずみ(図2参照)と杭頭の補強バンドのひずみ(図4参照)である。また、加力ステップ毎に試験体のひび割れ発生状況の観察とひび割れ幅の測定を行った。

[参考文献]

- 1) 青島一樹, 島田博志, 小室 努: 改良型簡易接合法を採用した既製コンクリート杭杭頭部の力学性状, 日本建築学会構造系論文集 第607号, pp.125-132, 2006.9
- 2) 桑原文夫, 他: 特集: 高支持力杭の現状と課題, 基礎工 Vol.36, No.12, pp.2-92, 総合土木研究所, 2008.12

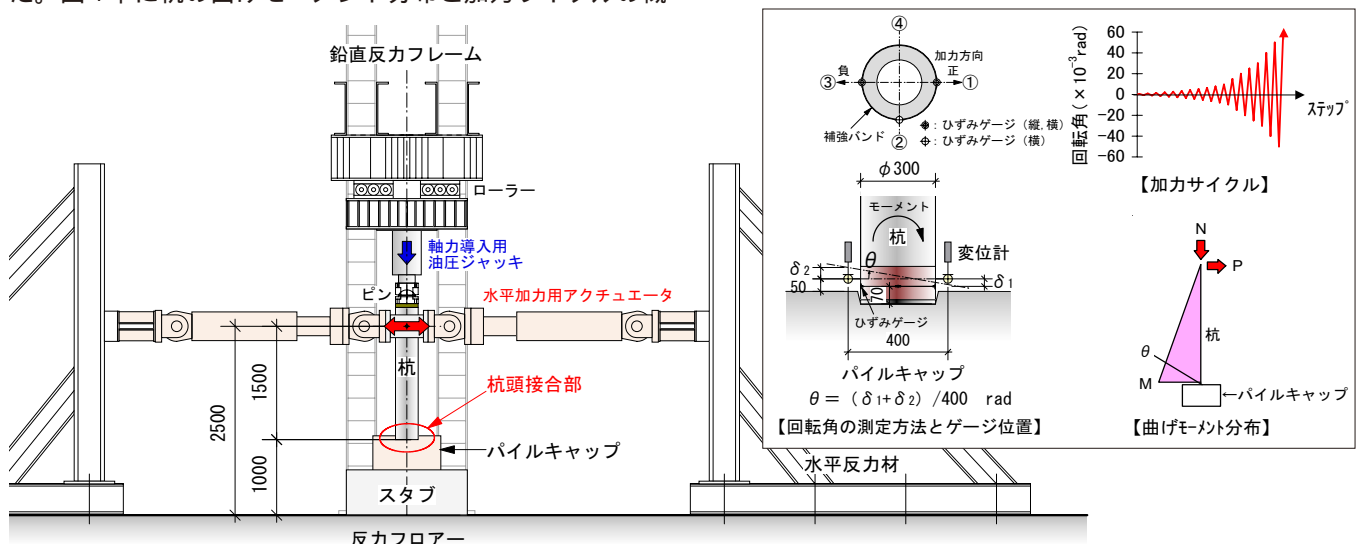


図4 加力方法の概要

* 大成建設 技術センター
 ** 大成建設 設計本部
 *** 日本大学工学部 教授・工博

* Technology Center, Taisei Corporation
 ** Design Division, Taisei Corporation
 *** Prof. College of Science & Technology, Nihon Univ, Dr. Eng