

SC杭を使用した場合のパイルキャップにおける杭頭接合面耐力に関する実験的検討

その1 実験概要と結果

正会員 ○小梅 慎平* 正会員 石川 一真*
正会員 岸田 慎司**

SC杭 パイルキャップ 定着筋方式
杭頭接合面耐力 支圧係数

1. はじめに

既製コンクリート杭の杭頭接合法は、主筋あるいは定着筋をパイルキャップに定着する方法が主流となっている。しかし、杭頭接合部の耐力評価方法は定まっておらず、種々の方法が提案されている。

本研究では、SC杭とパイルキャップとの接合を定着筋方式とし、軸力の有無やパイルキャップコンクリート強度の違いなどが杭頭接合面耐力に与える影響を確認する、実大スケールでの水平加力実験を行った。

なお、杭頭定着筋のフレア溶接部は、かぶり厚さを確保するために、通常はパイルキャップに埋め込まれる。しかし本研究では、杭頭接合面だけの耐力評価を目的としているため、杭頭定着筋のフレア溶接部分も含め、SC杭はパイルキャップに全く埋め込んでいない。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

表-1に試験体諸元、表-2に鉄筋の力学的特性、表-3に試験体コンクリートの力学的特性、図-1に試験体A-1の配筋図を示す。

試験体を製作するにあたって、実際の施工と同じく、パイルキャップが上、杭が下になる向きでコンクリートを打設した。なお、SC杭の中空部はポリスチレンフォーム断熱材で蓋をして、打設したコンクリートが中空部に入らないようにした。

試験体B-1、B-2の杭頭定着筋は、定着長が40d(dは鉄筋の呼び名に用いた数値)を満足していないため、杭頭定着筋の先端に円環状のプレートを取り付けた。試験体A-1、A-2、A-3、A-4の杭頭定着筋は、定着長40dを満足しているが、プレートの影響を確認するため、試験体A-1、A-2にはプレートを取り付けた。

杭頭定着筋のひずみゲージ貼付け位置を図-1に青丸で示す。貼付け位置は、全ての試験体で共通である。

2.2 試験装置概要

図-2に載荷装置図を示す。試験体のコンクリート打設時とは上下を反転させて試験体を載荷装置に設置し、基礎梁を反力床に緊結した。

軸力による付加曲げモーメントを考慮した杭頭接合面の曲げモーメントの計算式を式(1)に示す。

$$M = P \cdot L + N \cdot \delta_H \tag{1}$$

ここに、M: 杭頭接合面の曲げモーメント、P: 水平力、L: 水平加力点から杭頭接合面までの距離(2400mm)、

表-1 試験体諸元

試験体	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2
杭	杭種	SC杭 杭径600mm 肉厚t=90mm F _c =105N/mm ² 鋼管板厚 t _s =19mm SKK490				
	杭頭定着筋	8-D29(SD345)			8-D35(SD390)	
	定着長	1195mm(41d)	1160mm(40d)	なし	1195mm(34d)	
	プレート	あり	なし	なし	あり	
パイルキャップ	幅×幅×高さ	1500mm×1500mm×1200mm				
	はかま筋ベース筋	X方向: 8-D13(SD345), Y方向: 8-D13(SD345)				
	帯筋	6-D13(SD345)				
基礎梁	幅×せい	800mm×1100mm				
	主筋	上端筋、下端筋ともに6-D32(SD390)				
	あばら筋	10-D19(SD345)@100				
軸力(kN)	5000	0	5000	-500 ~5000	5000	0

表-2 鉄筋の力学的特性

使用部材	試験体	鉄筋種類	降伏強度σ _y (N/mm ²)	引張強度σ _u (N/mm ²)	ヤング係数E _s (×10 ⁴ N/mm ²)	降伏ひずみ(μ)
杭頭定着筋	A-1,A-2 A-3,A-4	D29(SD345)	387.8	564.9	19.48	2009
	B-1,B-2	D35(SD390)	434.6	634.2	19.48	2231
	はかま筋 ベース筋 帯筋	D13(SD345)	374.8	586.4	18.92	1981

表-3 試験体コンクリートの力学的特性

試験体	設計基準強度F _c (N/mm ²)	圧縮強度σ _B (N/mm ²)	ヤング係数E _c (×10 ⁴ N/mm ²)	割裂引張強度σ _t (N/mm ²)	圧縮強度時ひずみ(μ)
A-1	21	26.3	2.27	2.20	2431
A-2	21	28.5	2.51	2.57	2207
A-3	21	26.7	2.63	2.48	1929
A-4	21	27.6	2.53	2.17	2103
B-1	30	36.9	2.59	2.68	2310
B-2	30	35.6	2.80	2.51	2145

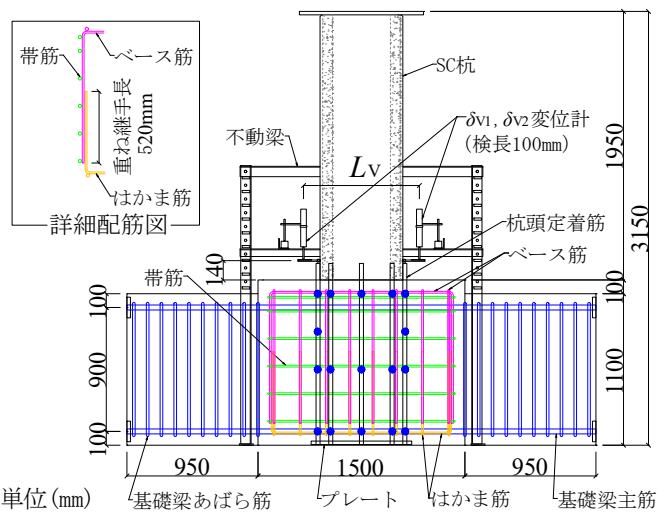


図-1 試験体A-1の配筋図

N : 軸力, δ_H : 鉛直ジャッキと加力治具との接続位置の水平変位とする。

2.3 実験計画

本実験は、回転角 θ にて制御を行う漸増変位正負交番繰返し载荷とした。なお、回転角 θ は SC 杭の側面に設置した変位計を用いて式(2)より求めた。

$$\theta = (\delta_{V1} - \delta_{V2})/L_V \quad (2)$$

ここに、 δ_{V1} , δ_{V2} : 杭頭接合面近傍の SC 杭の鉛直変位, L_V : 変位計の設置間距離 (図-1 参照) とする。

試験体に与えた軸力は、0kN または 5000kN の一定軸力、-500kN~5000kN の変動軸力のいずれかとした。変動軸力を作用させた試験体 A-4 の载荷パスを図-3 に示す。同図に示した黒線は、その 2 に示す方法 B において支圧係数 $\phi_c=2$ と材料規格値 ($\sigma_y=345\text{N/mm}^2$, $E_s=205000\text{ N/mm}^2$, $F_c=21\text{N/mm}^2$, E_c は NewRC 式を用いて算出) を使用して

描いた杭頭接合面耐力である。

3. 実験結果

実験から得られた杭頭接合面の曲げモーメントと回転角との関係を図-4 に示す。本研究では、正载荷時と負载荷時のそれぞれの場合において、杭頭定着筋が圧縮降伏または引張降伏した時点を降伏としている。

図-4 に示した杭頭接合面の曲げモーメント-回転角関係より、以下のことが分かる。パイルキャップのコンクリート強度および杭頭定着筋の仕様を変えた試験体 A-1, A-2 と B-1, B-2 の実験結果を比較すると、試験体 B-1, B-2 の方が大きな杭頭接合面耐力が得られている。

軸力を 0kN とした試験体 A-2, B-2 と軸力を 5000kN とした試験体 A-1, B-1 を比較すると、試験体 A-1, B-1 の方が大きな杭頭接合面耐力が得られ、かつ、大きな回転角まで耐力低下が少なかった。

また、試験体 A-1 の骨格曲線を試験体 A-3 の正载荷と負载荷、試験体 A-4 の正载荷にピンク色の実線で併記した。

これより、定着長が 40d を満足している場合、プレートの有無が最大耐力に与える影響は小さいと考えられる。

4. まとめ

SC 杭がパイルキャップに埋め込まれていない杭頭接合部について、実大スケールの試験体を用いて、試験体仕様や軸力をパラメータとして水平加力実験を行い、杭頭接合面耐力を確認した。

参考文献はその 2 にまとめて示す。

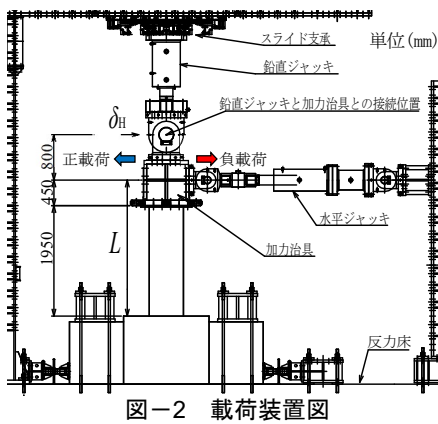


図-2 载荷装置図

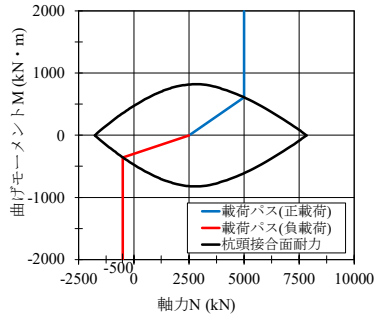
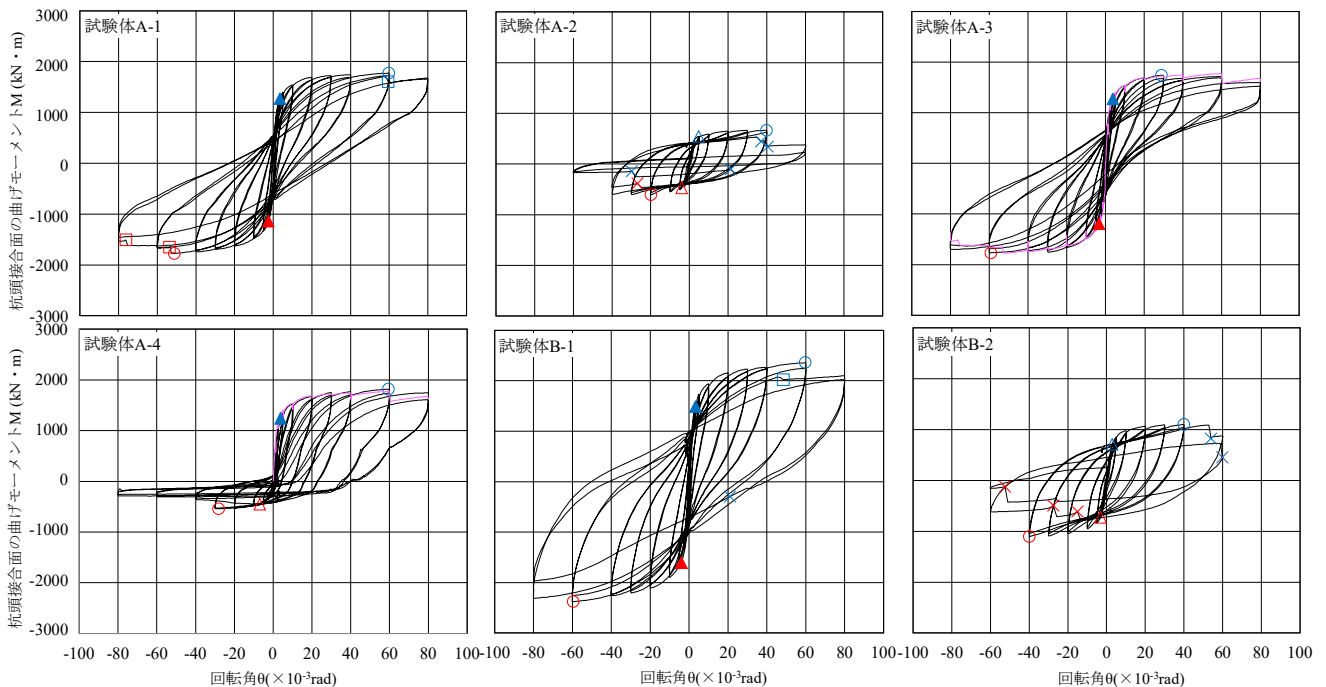


図-3 試験体 A-4 の载荷パス



△: 杭頭定着筋引張降伏 ▲: 杭頭定着筋圧縮降伏 ○: 最大耐力 ×: 杭頭定着筋のプレートからの抜出し (推定) 青色は正载荷時、赤色は負载荷時の挙動を示す。ピンク色の実線は試験体 A-1 の骨格曲線を示す。

図-4 杭頭接合面の曲げモーメント M-回転角 θ 関係

* ジャパンパイル株式会社

* JAPAN PILE Corporation

** 芝浦工業大学

** Shibaura Institute of Technology