

SC杭を使用した場合のパイルキャップにおける埋込み部耐力に関する基礎的検討

その1 実験概要と結果

SC杭 パイルキャップ 埋込み長
杭頭接合面耐力 埋込み部耐力 耐力の累加

正会員 〇小梅 慎平* 正会員 石川 一真*
正会員 岸田 慎司**

1.はじめに

既製コンクリート杭の杭頭接合法は、杭の主筋あるいは杭頭定着筋をパイルキャップに定着する方法（以下、定着筋方式）と、杭頭部をパイルキャップに杭径の1倍以上埋め込む方法（以下、埋込み方式）の2種類がある¹⁾。

埋込み部の耐力評価については、鋼管杭を用いた実験から破壊モードや耐力式を提案した研究²⁾や、杭頭接合面耐力と埋込み部耐力の耐力式を提案した研究³⁾などがある。しかし、埋込み部に特殊な配筋を施しているものや、補強筋の効果に検討の余地があるとの指摘⁴⁾があるものなど、規準化されるような耐力式の確立には至っていない。また、杭頭接合面の耐力と埋込み部の耐力の累加について、実験的に示した研究もない。

そこで、本研究では、定着筋方式と埋込み方式、および両方式を併用した場合の杭頭接合部耐力を実験的に確認するため、実大スケールでの水平加力実験を行った。なお、本論文で報告する実験は、埋込み部の基本的な性状を理解するため、軸力をゼロとした。

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(a)に試験体A-2の配筋図、図-1(b)に試験体A-8の配筋図を示す。

試験体は、杭頭定着筋の有無とパイルキャップへの杭の埋込み長 h をパラメータとした。試験体A-2は、杭頭定着筋を取り付け、杭の埋込み長を0mmとしている。

試験体A-6、A-8はそれぞれ試験体A-2に対し、杭の埋込み長を300mm（杭径の0.5倍）、600mm（杭径の1.0倍）に変化させた。試験体A-5、A-7はそれぞれ試験体A-6、A-8から、杭頭定着筋を取り除いた試験体である。

杭頭接合面耐力の耐力評価を目的とした試験体（埋込み長が0mm）は、はかま筋、ベース筋および帯筋を一般的な約200mmピッチで配筋した。埋込み部の耐力評価を目的とした試験体（埋込み長が300mmまたは600mm）は、パイルキャップ補強筋の効果を期待し、はかま筋、帯筋、主筋、立上げ筋、外横筋、内横筋を約100mmピッチで配筋した。ここで、外横筋とは、埋込み部に配筋されている帯筋のことを指す。

2.2 載荷装置概要

図-2に載荷装置図を示す。実際の杭、パイルキャップ

表-1 試験体諸元

試験体	A-2	A-5	A-6	A-7	A-8	
杭	杭種	SC杭 杭径600mm 肉厚 $t=90$ mm $F_c=105\text{N/mm}^2$ 鋼管板厚 $t_s=19$ mm SKK490				
	杭頭定着筋	8本-D29 (SD345)	なし	8本-D29 (SD345)	なし	8本-D29 (SD345)
	定着長	1195mm (41d)	なし	1195mm (41d)	なし	1195mm (41d)
	プレート	あり	なし	あり	なし	あり
杭の埋込み長 h	0mm	300mm		600mm		
水平加力点からパイルキャップ下面までの距離 L^{*1}	2400mm	2100mm		1800mm		
$L+h$	2400mm					
パイルキャップ	高さ	1200mm	1500mm		1800mm	
	幅×幅	1500mm×1500mm				
	はかま筋 ^{*2}	8本-D13 (SD345)	14本-D13 (SD345)			
	ベース筋 ^{*2}	8本-D13 (SD345)	なし			
	帯筋	6段-D13 (SD345)	11段-D13 (SD345)			
	主筋 ^{*2}	なし	8本-D13 (SD345)			
	立上げ筋 ^{*2}	なし	6組-D13 (SD345)			
	外横筋	なし	2段-D13 (SD345)		5段-D13 (SD345)	
内横筋	なし	2段-D13 (SD345)		5段-D13 (SD345)		
基礎梁	幅×せい	800mm×1100mm				
	主筋	上端筋、下端筋ともに6本-D32(SD390)				
	あばら筋	10本-D19(SD345)@100				
軸力	0kN					

※1 図-3参照。

※2 X方向に配筋された鉄筋の本数を示す。Y方向にも同数の鉄筋が配筋されている。

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 ($\times 10^4$ N/mm ²)	降伏ひずみ (μ)
杭頭定着筋	A-2,A-6 A-8	D29 (SD345)	387.8	564.9	19.30	2009
パイルキャップ補強筋	A-2,A-5 A-6	D13 (SD345)	374.8	586.4	18.92	1981
	A-7,A-8	D13 (SD345)	368.0	514.5	18.68	1970

※ここで、はかま筋、ベース筋、帯筋、主筋、立上げ筋、外横筋、内横筋を総称して「パイルキャップ補強筋」とする。

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 ($\times 10^4$ N/mm ²)	割裂引張強度 σ_t (N/mm ²)	圧縮強度時ひずみ (μ)
A-2	21	28.5	2.51	2.57	2207
A-5	21	25.8	2.50	2.07	2018
A-6	21	23.8	2.18	2.19	2145
A-7	21	24.3	2.14	2.27	2042
A-8	21	22.9	2.35	2.07	1856

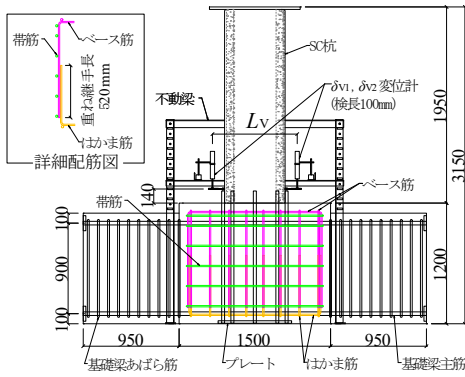


図-1(a) 試験体 A-2 の配筋図

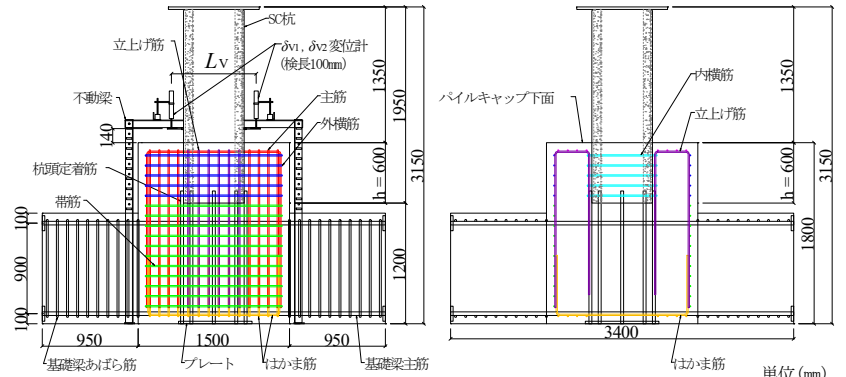


図-1(b) 試験体 A-8 の配筋図

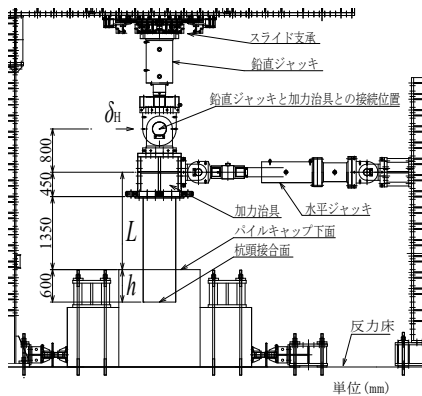


図-2 荷装置置図
(試験体 A-7 設置時)

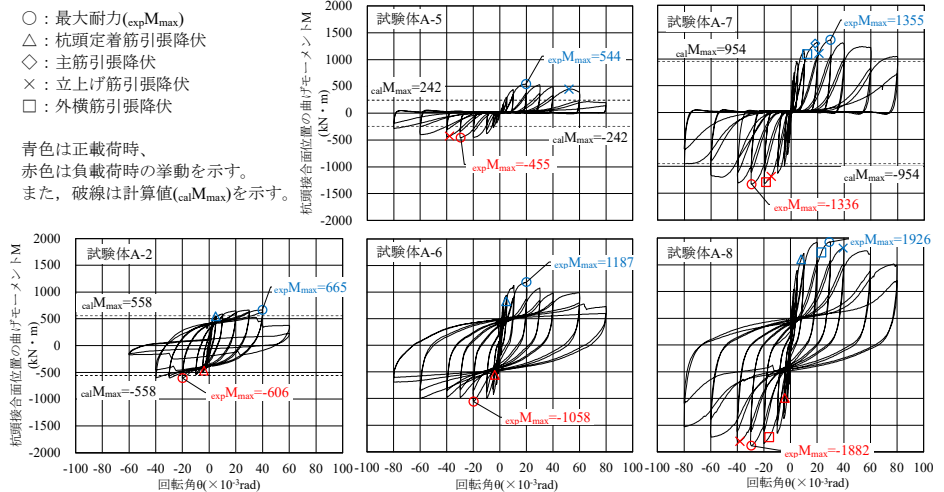


図-3 杭頭接合面位置の曲げモーメント M-回転角 θ 関係

および基礎梁とは上下を反転させて、試験体を荷装置に設置し、基礎梁を反力床に緊結した。そのため、本研究では、杭が埋め込まれている面をパイルキャップ下面と称す。

杭頭接合面位置の曲げモーメントの計算式を式(1)に示す。

$$M = P \cdot (L + h) + N \cdot \delta_H \quad (1)$$

ここに、 M : 杭頭接合面位置の曲げモーメント、 P : 水平力、 L : 水平加力点からパイルキャップ下面までの距離、 h : パイルキャップ下面から杭頭接合面までの距離、 N : 軸力 (本論文の試験体ではゼロ)、 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。なお、本研究における全試験体で $L+h$ の値は共通である。

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荷重とした。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} : パイルキャップ下面近傍の 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。

3. 実験結果

実験から得られた杭頭接合面位置の曲げモーメントと回転角との関係を図-3 に示す。正載荷時と負載荷時のそれぞれの場合における、杭頭定着筋およびパイルキャップ補強筋が引張降伏した時点を同図中に示した。

本実験における $M-\theta$ 関係の履歴ループの形状は、杭頭定着筋を取付け、パイルキャップに杭を埋め込まない試験体は紡錘型となり、杭頭定着筋を取り付けず、パイルキャップに杭を埋め込む試験体はスリップ型となった。さらに、杭頭定着筋を取付け、パイルキャップに杭を埋め込む試験体は紡錘型とスリップ型を足し合わせたような形となった。

また、杭頭定着筋を取付ける、もしくは杭の埋込み長を大きくすると杭頭接合面位置の曲げモーメントが大きくなった。

4. まとめ

杭頭定着筋の有無とパイルキャップへの杭の埋込み長 h をパラメータとして、実大スケールの水平加力実験を行い、杭頭接合部耐力を確認した。参考文献はその2にまとめて示す。

*ジャパンプイル株式会社

**芝浦工業大学

*JAPAN PILE Corporation

**Shibaura Institute of Technology