

パイルキャップの形状が埋込み方式の杭頭接合部耐力に及ぼす影響に関する実験的検討

その 1：実験概要と結果

SC 杭 パイルキャップ 埋込み方式
耐力式 杭頭接合部耐力

正会員 ○小梅 慎平* 正会員 石川 一真*
正会員 岸田 慎司**

1.はじめに

筆者らは SC 杭の杭頭接合部の性能を明らかにすることを目的として、実大スケールの水平加力実験による研究を進めてきた^{1)~3)}。また、既報³⁾では、実験結果に基づく耐力式を提案した。本研究では、既報³⁾で未検討の諸条件について、耐力式の適用可否を検討するため、埋込み方式の試験体を用いて実験を行った。

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 にパイルキャップコンクリートの力学的特性、図-1 に試験体 F-1 の配筋図、図-2 に試験体 G-1 の配筋図を示す。試験体には、パイルキャップ補強筋と称して、主筋、立上げ筋、外横筋、内横筋、帯筋、はかま筋を配筋した。試験体のパラメータは、シアスパン比、基礎梁せい、パイルキャップ幅、SC 杭の鋼管板厚、軸力である。

試験体 A-7、A-10 は、既報¹⁾で実験結果を報告した試験体である。試験体 A-7 に対し、試験体 A-10 は埋込み部に配筋した補強筋の本数は変えずに、径を D19 とした。試験体 F-1 は隅柱や側柱のパイルキャップを模擬するため、基礎梁のせいを小さくして扁平形状にすることで、基礎梁が埋込み部（図-1 の A-A 断面参照）を拘束しないように考慮した。試験体 G-1 は、パイルキャップの幅 B を杭径 D の 2 倍 ($B=2.0D$) とした。また、SC 杭の鋼管板厚 t_s を 19mm ($t_s/D=3.2\%$) とした試験体 A-10 に対し、試験体 SC-1 は t_s を 6mm ($t_s/D=1.0\%$) とした。

2.2 載荷装置概要

図-3 に載荷装置図を示す。実際の杭、パイルキャップおよび基礎梁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。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。

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

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、 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載荷とした。回転角 θ は SC 杭の側面に設置した変

表-1 試験体諸元

試験体		A-7	F-1	G-1	A-10	SC-1
SC 杭	共通事項	杭径 $D=600\text{mm}$, 肉厚 $t=90\text{mm}$, $F_c=105\text{N/mm}^2$, SKK490				
	鋼管板厚 t_s	19mm				6mm
杭の埋込み長 h		600mm				
水平加力点から パイルキャップ下面 までの距離 L^{*1}		1800mm	1000mm	1800mm	1800mm	1000mm
シアスパン比 ($L+h$)/ D		2400/600 =4.0	1600/600 =2.67	2400/600 =4.0	2400/600 =4.0	1600/600 =2.67
パイル キャップ	高さ	1800mm				
	幅 $B \times$ 幅 B	1500mm $\times$ 1500mm	1200mm $\times$ 1200mm	1500mm $\times$ 1500mm		
	コンクリートの設 計基準強度 F_c	21N/mm ²				
	主筋 ^{*2}	8 本-D13 (SD345)		4 本-D13 (SD345)	8 本-D19 (SD345)	
	立上げ筋 ^{*2}	6 組-D13 (SD345)			6 組-D19 (SD345)	
	外横筋	5 段-D13 (SD345)			5 段-D19 (SD345)	
	内横筋	5 段-D13 (SD345)			5 段-D19 (SD345)	
	帯筋	11 段-D13 (SD345)			7 段-D19 (SD345)	
	はかま筋 ^{*2}	14 本-D13 (SD345)		10 本-D13 (SD345)	8 本-D19 (SD345)	
	基礎梁	幅 $\times$ せい	800mm $\times$ 1100mm	1500mm $\times$ 600mm	800mm $\times$ 1100mm	
主筋		6 本		12 本	6 本	
仕様		D32(DS390)				
あばら筋 @100mm		D19 (SD345)	D25 (SD345)	D19 (SD345)		
軸力		0kN	0-5000kN	0kN	0kN	0-5000kN

※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。
※3 上端筋と下端筋のそれぞれの本数を示す。

表-2 鉄筋の力学的特性

試験体	使用部材	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 ($\times 10^4 \text{N/mm}^2$)	降伏ひずみ μ (%)
A-7	パイルキャップ補強筋	D13 (SD345)	368.0	514.5	18.68	1970
F-1			374.8	586.4	18.92	1981
G-1			359.7	533.3	18.67	1927
A-10	主筋,立上げ筋,外横筋,帯筋,はかま筋	D19 (SD345)	402.4	599.8	19.04	2113
	内横筋	D19 (SD345)	369.4	529.0	19.00	1944
SC-1	主筋,立上げ筋,外横筋,帯筋,はかま筋	D19 (SD345)	358.9	522.7	18.90	1899
	内横筋	D19 (SD345)	369.4	529.0	19.00	1944

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

表-3 パイルキャップ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 ($\times 10^4 \text{N/mm}^2$)	割裂引張強度 σ_t (N/mm ²)	圧縮強度時ひずみ μ (%)
A-7	21	24.3	2.14	2.27	2042
F-1	21	23.3	2.36	2.06	2017
G-1	21	23.5	2.53	2.19	1826
A-10	21	27.3	2.51	2.26	2236
SC-1	21	23.5	2.28	2.13	2203

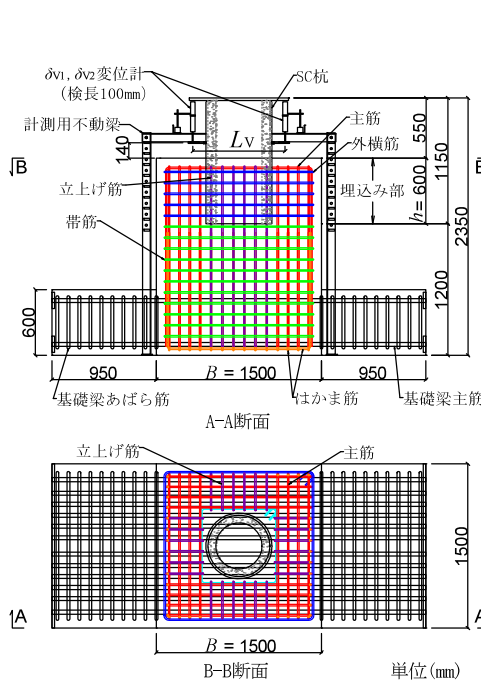


図-1 試験体 F-1 の配筋図

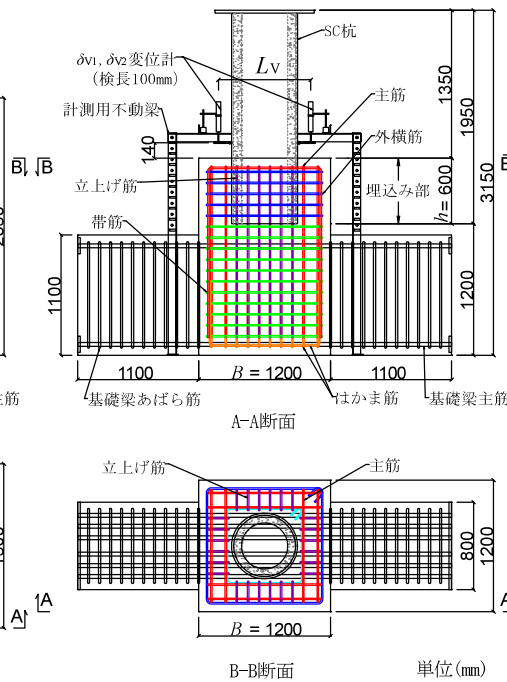


図-2 試験体 G-1 の配筋図

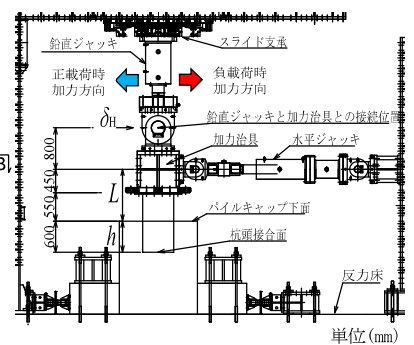


図-3 荷重装置図(試験体 F-1)

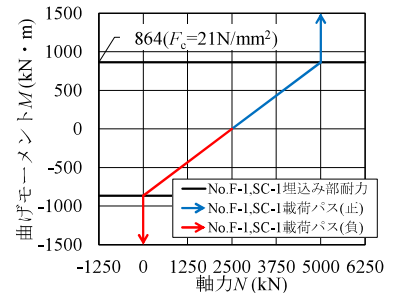


図-4 変動軸力の荷重パス

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-1,2 の A-A 断面参照）とする。

変動軸力を作用させた試験体 F-1、SC-1 の荷重パスを図-4 に示す。軸力一定領域で試験体の最大耐力が発揮されるように、荷重パスの折れ点の曲げモーメントを定めた。

3.実験結果（M-θ 関係）

実験から得られた杭頭接合面位置の曲げモーメント M と回転角 θ との関係を図-5 に示す。同図中には、パイルキャップ補強筋が引張降伏した時点を併せて示す。

軸力を 0kN とし、埋込み部耐力のみが測定される負荷荷時において、基礎梁せいを小さくした試験体 F-1 の最大耐力は、試験体 A-7 の最大耐力に対して 8%程度減少した。そのため、基礎梁の有無は、埋込部耐力に多少なりとも影響を及ぼすと考えられる。なお、試験体 A-7 と試験体 F-1 でシアスパン比が異なるが、既報²⁾で示した通り、シアスパン比が最大耐力に及ぼす影響は小さいことが分かっている。

$B=2.0D$ とした試験体 G-1 の最大耐力は、 $B=2.5D$ とした試験体 A-7 の最大耐力の半分程度であることから、パイルキャップ幅の大きさは、埋込部耐力に大きな影響を及ぼすと考えられる。SC 杭の鋼管板厚 t_s を 6mm とした試験体 SC-1 の最大耐力は、 t_s を 19mm とした試験体 A-10 の最大耐力に対して、負荷荷時に 13%程度減少した。この原因については、破壊状況を確認し、その 2 で詳述する。

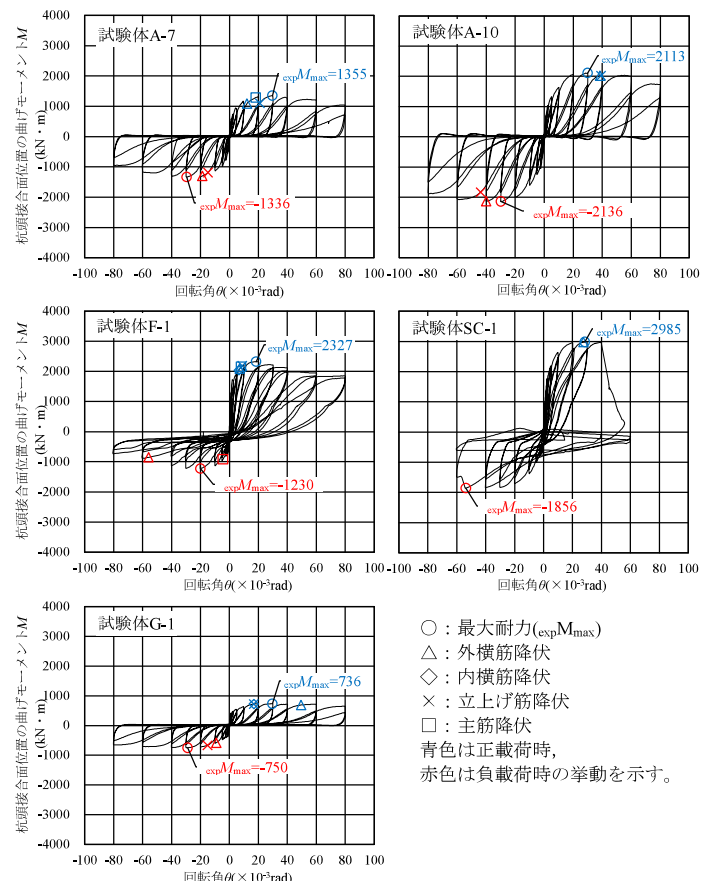


図-5 杭頭接合面位置の曲げモーメント M —回転角 θ 関係

4.まとめ

基礎梁せいやパイルキャップ幅など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。

*ジャパンパイル株式会社

**芝浦工業大学

*JAPAN PILE Corporation

**Shibaura Institute of Technology