

場所打ち鋼管コンクリート杭の曲げ性能に関する実験的研究
(その1: 実験概要と結果)

正会員	○石川 一真* ¹	同	本間 裕介* ¹
同	菅 一雅* ¹	同	片江 拓* ²
同	北山 和宏* ³	同	岸田 慎司* ⁴
同	田島 祐之* ⁵		

場所打ち鋼管コンクリート杭 曲げ性能 一般化累加強度式

1. はじめに

建築物に用いられる場所打ち鋼管コンクリート杭では、杭頭部に鋼管を併用して杭の剛性を高くすることで杭径を細くし、掘削残土や使用するコンクリート量を減らして環境負荷低減に貢献している¹⁾。杭頭部に用いられる鋼管は内面にリブの付いたものや、端部に溶接肉盛りを施したものなど特殊な鋼管が用いられている。

筆者らは杭頭部にリブの無い平鋼管を用い、鋼管下端部には突起リング(平鋼をリング状に加工したもの)を複数段溶接によって取り付けることで、鋼管と内部 RC 構造を一体化させるものの実用化を図った(図1)。

本工法では、鋼管鉄筋コンクリート部(以下 SRC 部)とパイルキャップとの間で応力伝達がなされるように、鋼管内側を通る主筋と鋼管外側に溶接した杭頭定着筋とをパイルキャップに定着する。そのため、本接合仕様における SRC 部の曲げ耐力を確認することが重要となった。そこで、SRC 部の曲げ耐力算定における一般化累加強度式²⁾の適用性、および鋼管内の RC 部のせん断補強筋の効果を確認するために、反力壁を用いた片持ち梁形式の曲げせん断試験を行った。本報では、実験概要と結果を報告する。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

軸力、コンクリート強度、せん断補強筋をパラメータとした4体の試験体を製作した。図2に試験体の形状および配筋、表1に試験体諸元、表2に材料特性を示す。

コンクリートの設計基準強度 F_c は 27 N/mm^2 および 45 N/mm^2 とした。 $F_c=27 \text{ N/mm}^2$ の試験体には 0 kN および 800 kN の軸力を、 $F_c=45 \text{ N/mm}^2$ の試験体には 1500 kN の軸力を導入した。また、 $F_c=27 \text{ N/mm}^2$ で軸力 $=800 \text{ kN}$ の試験体にはせん断補強筋を配したケースも設定した。

杭は実用時と上下反転し、杭頭部を下にしてパイルキャップを模したスタブに定着した。鋼管のスタブへののみ込み深さは 160 mm である。杭の曲げ性能を確認できるように、杭頭定着筋と主筋の先端をスタブ底面の鋼板に溶接し、スタブからの抜け出しを抑制した。図2にお

ける A-A'断面には軸方向にひずみゲージを取り付け、B-B'断面には円周方向にひずみゲージを取り付けた。

なお場所打ちコンクリート杭は、安定液を満たした掘削孔内でコンクリートを打設するため、鋼管内に付着した安定液が鋼管とコンクリートとの一体性を損ねる懸念がある。そこで本研究においては、試験体の製作に先立って鋼管を安定液に浸漬し、実際の施工状況における鋼管内面の状態を模擬した。

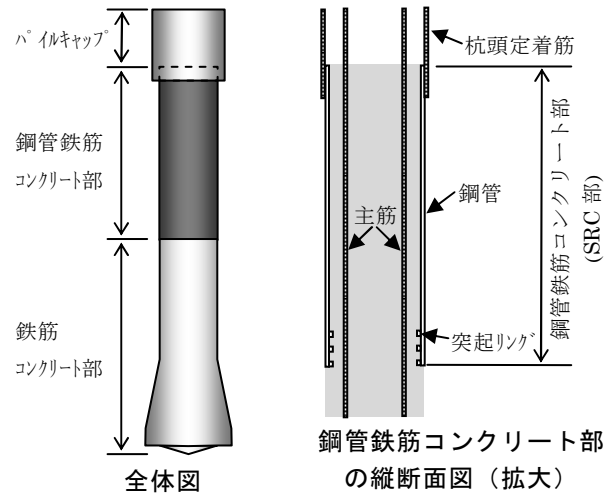


図1 杭概要

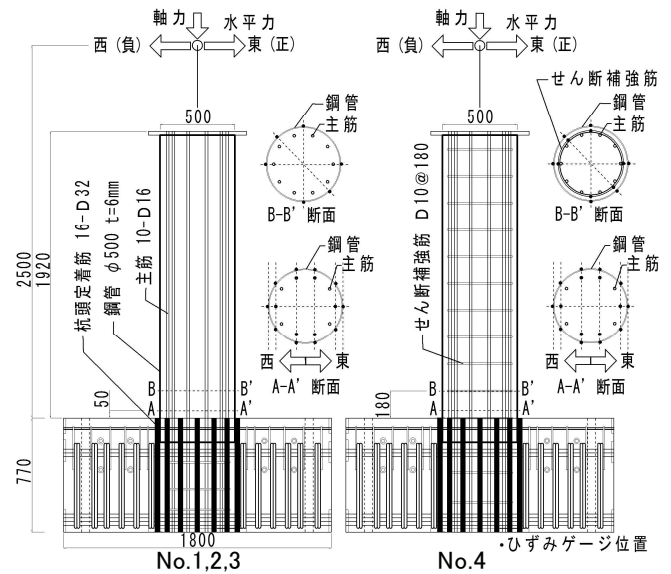


図2 試験体形状と配筋

Experimental Studies on Flexural Performance of Steel and Concrete Composite Pile (Part1. Outline of Experiment and Results)

ISHIKAWA Kazuma, HOMMA Yusuke, SUGA Kazumasa,
KATAE Hiromu, KITAYAMA Kazuhiro, KISHIDA Shinji and TAJIMA Yuji

表 1 試験体諸元

試験体名		No.1	No.2	No.3	No.4
圧縮軸力(kN)		800	0	1500	800
コンクリート設計基準強度(N/mm ²)		27	27	45	27
鋼管	外径-板厚(mm)	500-6			
	材質	SKK490			
主筋	本数-呼び径	10-D16			
	材種	SD345			
	主筋比(%)	1.02			
杭頭定着筋	本数-呼び径	16-D32			
	材種	SD390			
せん断補強筋	呼び径@配筋間隔				D10@180
	材種				SD345
	せん断補強筋比(%)				0.17

表 2 材料特性

鋼材	降伏応力度 または耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	降伏時または 耐力時の ひずみ (%)	破断伸び (%)
鋼管	520.2	588.8	209000	0.45	25.9
主筋	365.2	527.1	184600	0.20	19.7
杭頭定着筋	452.9	643.2	188700	0.25	23.6
せん断補強筋	378.3	588.4	184800	0.24	17.1

コンクリート	設計基準 強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	圧縮強度時 ひずみ (%)	割裂引張 強度 (N/mm ²)
No.1, 2, 4	27	32.3	19590	0.24	2.1
No.3	45	53.7	24800	0.23	3.3

2.2 試験方法

スタブを反力床に固定し、所定の軸力を導入後、東西方向に正負交替繰り返し载荷を行った。加力パターンは、設計終局曲げモーメントに達するまでは荷重制御とし、それ以降は変位制御とした。荷重制御時は杭体の設計短期許容曲げモーメント M_s の 1/2、 M_s 、設計終局曲げモーメント M_u の 3/4、 M_u の順に振幅を大きくし、変位制御時は M_u 時の加力点変位を基準変位 1Δ とし、そこから 2Δ 、 3Δ と振幅を大きくした。測定項目は、水平荷重 P と軸力 N 、加力点の水平変位 δ 、鋼管と鉄筋のひずみである。

3. 試験結果

3.1 曲げモーメント-部材角関係

各試験体の危険断面における曲げモーメント M と回転角 θ との関係を図 3 に示す。 M は P にスタブ表面から加力点までの鉛直距離を乗じ、 N と θ による補正を行ったものである。 θ は加力点の水平変位を前述の鉛直距離で除したものである。すべての試験体において、エネルギー吸収に富んだ紡錘形の履歴ループが得られている。

3.2 一般化累加強度式の適用性

表 3 に全試験体の設計値および計算値と実験値との比較を示す。設計値は鋼材の規格降伏応力度およびコンクリートの設計基準強度を用いて一般化累加強度式によって求めた曲げモーメントであり、計算値は鋼材の実降伏

応力度およびコンクリートの実強度を用いて求めた曲げモーメントである。

すべての試験体において、一般化累加強度式で算出された設計値に対して、十分大きな実験値が得られていることがわかる。また、各材料の実強度を用いて算出した計算値に対しては、No.3 で若干下回るものの、ほぼ同程度の実験値が得られていることが確認できる。

4. まとめ

本報では片持ち梁形式の曲げせん断試験によって、平鋼管を用いた場所打ち鋼管コンクリート杭の SRC 部の曲げ耐力は一般化累加強度式により概ね妥当に評価できることを示した。

No.3 の実験値と計算値との差、およびせん断補強筋による効果については、同名報文(その 2)で報告する。

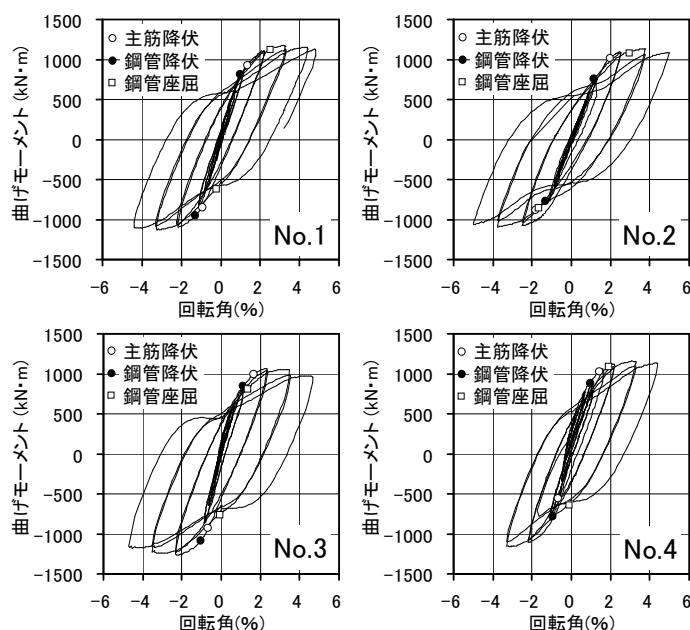


図 3 曲げモーメント-回転角関係

表 3 終局耐力の比較

		終局耐力(kN・m)				
		実験値	設計値	計算値	実験値 設計値	実験値 計算値
No.1	正加力	1174.1	845.2	1128.7	1.39	1.04
	負加力	1132.2			1.34	1.00
No.2	正加力	1130.0	779.6	1064.2	1.45	1.06
	負加力	1095.8			1.41	1.03
No.3	正加力	1164.1	960.3	1255.0	1.21	0.93
	負加力	1165.2			1.21	0.93
No.4	正加力	1157.4	845.2	1128.7	1.37	1.03
	負加力	1157.4			1.37	1.03

【参考文献】

- 1) 青木健三：場所打ち鋼管コンクリート杭，基礎工，Vol.38，No.11，pp.84-89，2010.11
- 2) 日本建築学会編：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説，2001

Japan Pile Corporation, Dr.Eng.
 Graduate School of Tokyo Metropolitan Univ.
 Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.
 Assoc. Prof., Shibaura Institute of Technology, Dr.Eng.
 Assis Corporation, Dr.Eng.

- *1 ジャパンパイル(株) 博士(工学)
- *2 首都大学東京大学院
- *3 首都大学東京 教授・工博
- *4 芝浦工業大学 准教授・博士(工学)
- *5 アシス(株) 博士(工学)