

鋼管内に根入れ接合したプレキャスト柱の変形性能に関する実験的検討

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○小瀧 郁穂 鈴木 雄大 松本 浩一

1. はじめに

RC 高架橋において柱をプレキャスト化した場合のフーチングとの接合方法について開発を行っている。今回、RC 高架橋の杭・柱の軸方向鉄筋を鋼管内で重ね継手により接合する一柱一杭構造への適用を想定し、プレキャスト柱の接合構造について開発を行った。一般的な一柱一杭構造では、杭と柱の軸方向鉄筋が鋼管内で必要な重ね継手長を確保する構造となっている。本実験では柱の軸方向鉄筋が柱下端から突き出していない形状のプレキャスト柱を製作し、鋼管内に差し込む形で固定する根入れ接合構造とした。プレキャスト柱を鉄筋が突き出していない形状とすることで、運搬や保管時の扱い手間の軽減が期待できる。

今回、一柱一杭構造におけるプレキャスト柱の根入れ接合構造を模擬した試験体で実験的検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

試験体諸元を表 1 に、試験体の柱断面、概要を図 1、図 2 に示す。試験体は、鋼管下部を埋め込んだフーチングにプレキャスト柱を建て込み、鋼管内にコンクリートを打ち込むことで製作した。鋼管内には杭の軸方向鉄筋を配置し、その内側にプレキャスト柱を建て込んだ。柱の根入れ長は杭・柱の軸方向鉄筋の必要な重ね継手長 $25\Phi^*$ (* Φ : 杭, 柱の軸方向鉄筋径)¹⁾ とし、鉄筋先端は直筋定着とした。フーチングは実構造には存在しないが、試験体固定のために設けた。2 試験体の材料強度は同等で断面や配筋も同じとし、柱根入れ部側面の目粗しの有無をパラメータとした。目粗しには凝結遅延剤を型枠に塗布、型枠がない面にはコンクリートに散布し洗い出しを行った。柱の軸力は $1\text{N}/\text{mm}^2$ とし、荷重は柱の軸方向鉄筋が降伏ひずみ (No.1 ; 1918μ , No.2 ; 1886μ) に達した変位を降伏変位 ($1\delta_y$) とし、それ以降はその整数倍ごとに変位を増加させる水平交番荷重とした。軸方向鉄筋ひずみの計測位置を図 3 に示す。

3. 実験結果

各試験体の荷重と変位の関係を図 4 に示す。図では、水平交番荷重で先の荷重方向となる引側の結果を示している。また、荷重-変位曲線を図 5 に、降伏荷重と降伏変位の試験値、計算値の比較を表 2 に示す。降伏荷重はそれぞれ 208 または 219kN 程度で、A4~6 (鋼管上面 0~+150mm) の位置で柱の軸方向鉄筋が初めに降伏し、その荷重は計算値の 1.2 倍以上であった。降伏変位は引側の No.1 で 10.06mm, No.2 で 9.89mm とほぼ同等であったが、押側ではそれぞれ 16.15mm, 10.50mm となり、No.1 では引側よりも約 6mm 大きくなった。計算値と比較すると 1.3 倍以上の変位となり、目粗ししていない No.1 の押側においては計算値の約 2 倍の変位となった。これは柱根入れ部の目粗しをしていないことで鋼管内のコンクリートと柱との付着が弱まり、押側に荷重した際に柱が抜け出した影響と考えられる。

表 1 試験体の諸元

試験体No.	No. 1	No. 2
柱断面 (mm)	450×450	
せん断スパン (mm)	1500	
コンクリート強度 (N/mm ²)	柱	26.6 35.2
	鋼管内	28.4 30.0
柱軸方向鉄筋	材質	SD345
	鉄筋径・本数	D16・7本×7本
	降伏強度 (N/mm ²)	366 357
柱帯筋	降伏ひずみ (μ)	1918 1886
	材質	SD345
	鉄筋径・ピッチ	D13・80mmピッチ
鋼管	降伏強度 (N/mm ²)	353 354
	降伏ひずみ (μ)	1868 1908
	材質	STK400
フーチングへの根入れ長 (mm)	径・厚	$\Phi 1016 \cdot t=9.5$
	降伏強度 (N/mm ²)	313
	降伏ひずみ (μ)	1517
フーチングへの根入れ長 (mm)	400 (25 Φ)	
柱根入れ部の目粗し	なし	あり*

*目粗しには凝結遅延剤を使用

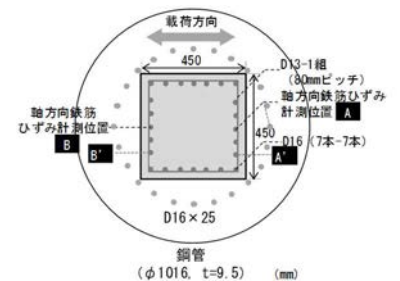


図 1 試験体の柱断面

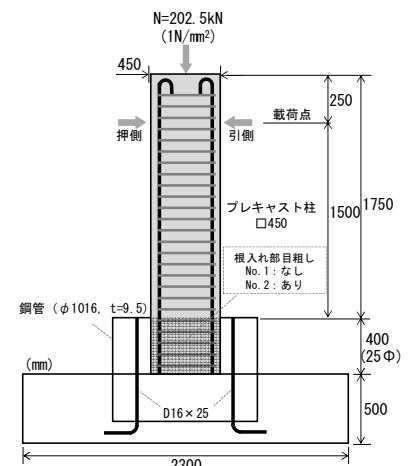


図 2 試験体概要

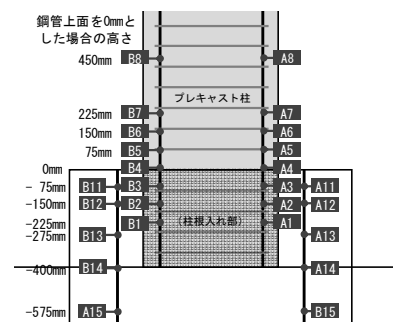


図 3 ひずみ計測位置

キーワード プレキャスト柱, 根入れ接合, 交番荷重試験, 変形性能

連絡先 〒141-0031 東京都品川区西五反田 3-5-8 JR 目黒 MARC ビル 東日本旅客鉄道株式会社 E-mail kotaki@jreast.co.jp

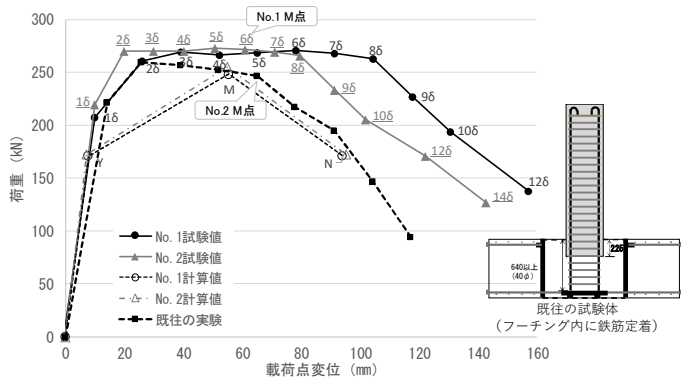


図4 荷重と変位の関係 (引側・包絡線)

最大荷重時の状況を図6に示す。最大荷重はNo.1では270.7kN (6δy), No.2で273.1kN (5δy)に達し、いずれの試験体も2~8δyまでは最大荷重と同等の荷重を維持した。その後、柱基部のかぶりコンクリートが剥落して荷重が低下し始め、柱基部の圧縮側軸方向鉄筋の座屈、帯鉄筋の変形により荷重低下が顕著となった。これは通常の柱の破壊形態と同じであった。

今回の実験と同様の諸元であるプレキャスト柱で柱の軸方向鉄筋をフーチング内に定着させた既往の実験結果²⁾を図4の荷重と変位の関係に重ね合わせた。鉄筋の抜け出しが生じていない既往の実験と同様に、今回の試験体でも急激な荷重低下は生じていない。このことから、今回の両試験体のプレキャスト柱の軸方向鉄筋も抜け出さなかったと推定される。なお、杭の軸方向鉄筋はいずれの試験体でも降伏しなかった。設計計算上³⁾の荷重と変位(安全係数は全て1)を図4に併記したところ、各変位時における荷重の試験値は計算値を上回った。

試験終了時の状況を図7に示す。鋼管内のコンクリートは、いずれの試験体も降伏時までには柱隅角部から外側に向かってひび割れが生じた。その後、No.1では2δyで圧縮側の鋼管から柱に向かって数本のひび割れが生じたが、4δyで引張側の柱の浮き上がり量5mmを確認して以降、伸展や新たなひび割れは確認されなかった。柱の浮き上がり量は最大20mmに達した。一方、No.2では2δy以降、柱の前背面にもひび割れが発生し鋼管内の柱周りのコンクリートが柱とともに上方向に浮き上がるようなひび割れが生じた。柱根入れ部を目粗しすることで、柱の浮き上がりを抑えるとともに、柱とフーチングそれぞれの表面の付着力により柱根入れ部と鋼管コンクリートが一体となって挙動した。

4. まとめ

一柱一杭構造において根入れ接合したプレキャスト柱について、本実験で得られた結果を以下に示す。

- ・破壊形態は通常の柱と同様に柱基部で大きな損傷が見られ、杭の主鉄筋や鋼管の降伏は確認されなかった。
- ・柱根入れ部を目粗しをすることで柱の浮き上がりを抑えるとともに、付着力により柱根入れ部と鋼管コンクリートが一体となり、柱だけが浮き上がるような現象は生じなかった。
- ・柱の根入れ長は、コンクリート強度に対する必要な重ね継手長を確保すれば、柱の軸方向鉄筋の定着機能を果たすことを確認した。

参考文献

- 1) 山内俊幸・野澤伸一郎・渡部太一郎・田中大・高津徹：鉄筋の定着部および鉄筋重ね継手部の鋼板巻き補強について，東日本旅客鉄道株式会社 SED 第16号，2001.5.31
- 2) 高山広太郎・鈴木雄大・鈴木裕隆：フーチング内に根入れ定着したプレキャスト柱の変形性能に関する実験的検討，土木学会関東支部，2021
- 3) 国土交通省鉄道局 監修 (財) 鉄道総合技術研究所 編：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004。

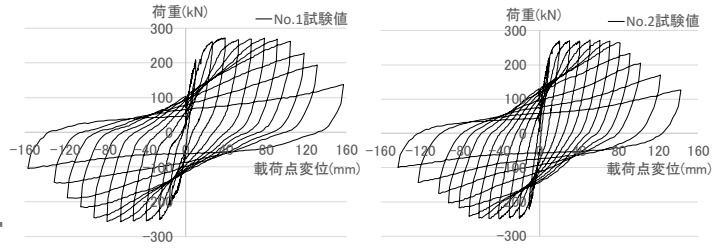


図5 荷重-変位曲線

表2 降伏荷重と降伏変位の試験値，計算値の比較

		No.1試験体		No.2試験体	
		+(引側)	-(押側)	+(引側)	-(押側)
降伏荷重 Py (kN)	試験値	207.7	-208.6	219.8	-219.2
	計算値	170.7	-170.7	172.5	-172.5
降伏変位 δy (mm)	試験値/計算値	1.22	1.22	1.27	1.27
	試験値	10.06	-16.15	9.89	-10.5
	計算値	7.85	-7.85	7.26	-7.26
	試験値/計算値	1.28	2.06	1.36	1.45

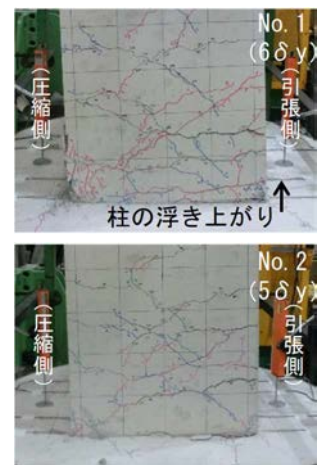


図6 最大荷重時

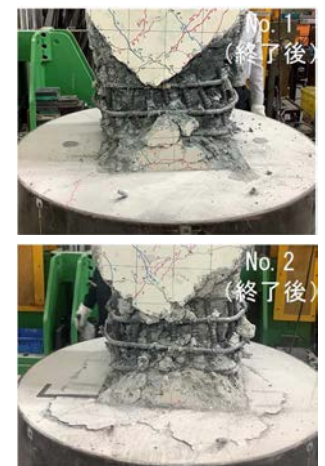


図7 試験終了時