

フーチング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 鈴木 裕隆

1. はじめに

RC 高架橋の施工では、プレキャスト部材を使用することで大きな工期短縮が期待できる。高架橋柱をプレキャスト化する場合のフーチングの接合としては、例えば、下端から継手鉄筋を突き出すように製作したプレキャスト柱をフーチングに設けた空間に差し込む形で固定し、同空間にコンクリートを充填する方式が考えられる¹⁾。同方式を採用する場合、プレキャスト柱から鉄筋が突き出ていることで、運搬や保管時の扱い手間により、更なるコストアップに繋がるような配慮すべき事項が増える。そこで今回、プレキャスト柱下端に設置したプレートに柱の軸方向鉄筋を定着させたプレキャスト柱を、フーチング内に差し込む形で吊り下げ、フーチングコンクリートを打ち込む接合構造を考案し、同構造について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、鉄筋を定着させたアンカープレートを柱底面に設置したプレキャスト柱をフーチング内に差し込む形で吊り下げ、フーチングコンクリートを打ち込むことにより製作した。なお、プレキャスト柱の根入れ長は 0.5D (※D：柱幅) とした。載荷は、柱の軸方向鉄筋が降伏ひずみ (2246 μ) に達した変位を降伏変位 (1 δ) 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載荷とした。柱の軸力は 1N/mm² とした。軸方向鉄筋のひずみ計測位置を図 3 に示す。

3. 実験結果

荷重と変位の関係を図 4 に示す。なお、図では、水平交番載荷の押側と引側を代表して押側の結果を示している。水平荷重 150kN 時に引張側の柱の角から外側に向かってフーチングにひび割れが発生した。その後、水平荷重 213.7kN ($\delta = 15.3$ mm) 時に B4 (フーチング上面の高さ) の位置で軸方向鉄筋が初めに降伏した。2 δ (249.2kN) 以降、柱基部 (フーチング上面付近) のかぶりコンクリートが剥落し、荷重が低下し始め、5 δ (231.1kN) を過ぎると、柱基部の圧縮側軸方向鉄筋の座屈、帯鉄筋の変形による荷重低下が顕著となった。一方、初期段階でフーチングに発生したひび割れは鋼管内に止まり、大きな進展は見られなかった。試験終了後、柱の根入れ部を露出させ確認したところ、0.1 mm 程度のひび割れが発生している程度であり、損傷はほぼ見られなかった。

表 1 試験体の諸元

試験体		今回 (根入れ接合)	既往 (フーチング内鉄筋定着)
柱断面 (mm)		450*450	
せん断スパン (mm)		1500	
鋼管	材質	STK400	
	径	$\phi 1016$ (t=9.5)	
コンクリート強度 (N/mm ²)	柱	26.6	25.1
	フーチング	29.5	29.9
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)	379	
	降伏ひずみ (μ)	2246	
柱帯筋	材質	SD345	
	鉄筋径・ピッチ	D13-1組 (80mmピッチ)	
	降伏強度 (N/mm ²)	356	
	降伏ひずみ (μ)	2276	
鋼管		STK400	
フーチングへの根入れ長 (mm)		225 (0.5D)	

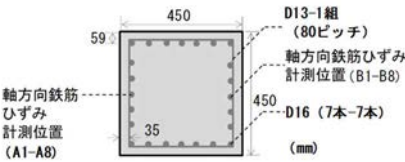


図 1 試験体の柱断面

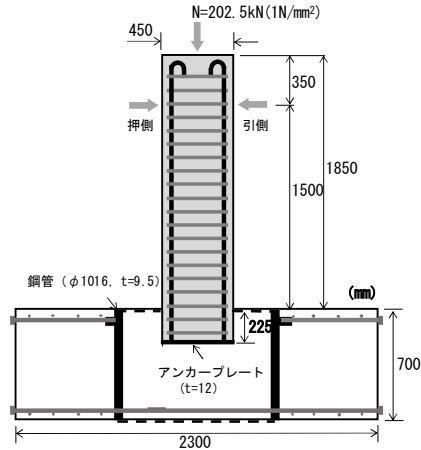


図 2 試験体概要

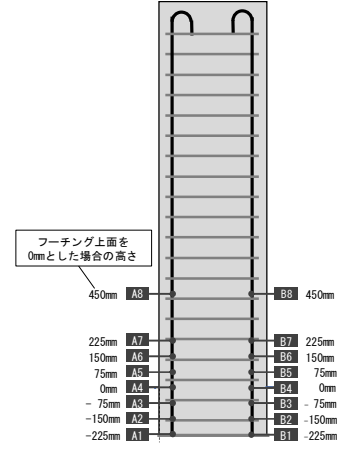


図 3 ひずみ計測位置

降伏時と最大荷重時（ 2δ ）の軸方向鉄筋のひずみ分布を図5に示す。アンカープレート近傍の位置においても降伏ひずみの6～7割程度のひずみが発生しており、アンカープレートがその定着機能を果たしていることが確認できる。最大荷重時（ 2δ ）の写真を図6に示す。プレキャスト柱の軸方向鉄筋をフーチング内に定着する構造の試験を実施した既往の研究¹⁾の試験体（図7参照）の荷重と変位の関係、また、設計計算上²⁾の荷重と変位の関係（安全係数は全て1）を図4に併記した。荷重と変位の関係は既往の試験体と比較してほぼ同様であり、各変位時における荷重の実験値は計算値を上回った。

4. 解析的検討

根入れ部の状況を推察するため、有限要素法による解析的検討を行った。コンクリートのひび割れ、圧壊、鉄筋の降伏などの非線形現象を有限要素法により解析可能な鉄筋コンクリートの静的非線形解析専用プログラムATENA（Cervenka Consulting）を使用し、根入れ部の柱側面～フーチング間とアンカープレート下面～フーチング間の界面に発生する圧着力および摩擦力を再現できるインターフェイス要素を配置した。解析結果の荷重と変位の関係を図4に併記し、最大荷重時におけるひび割れの発生図を図8に示す。図4より、荷重と変位の関係を概ね妥当に評価できていることがわかる。図8のひび割れの発生状況から、根入れ部の引張側はアンカープレート下面とフーチングの間に浮き上がりが生じたものの周囲のフーチングを斜め上部方向へ押し抜いての破壊までに至らなかったことが推定できる。一方、根入れ部の圧縮側は、柱とフーチングのコンクリート強度がほぼ同じであり、柱がフーチングを押し抜く程の力は作用しなかったために、柱側面周辺のフーチングはほとんど損傷しなかったことが推定できる。

5. まとめ

フーチング内に根入れ接合したプレキャスト柱について、本実験の範囲内で得られた結果を以下に示す。

- ・柱基部（フーチング上面）付近が通常のRC柱と同様に損傷し、根入れ接合部（根入れ長： $0.5D$ ）はその接合構造としての機能を果たした。
- ・アンカープレートで軸方向鉄筋を固定させることにより、柱基部（フーチング上面）付近の断面の軸方向鉄筋を降伏させるまでの定着性能を確保できた。また、プレキャスト柱周辺のフーチングコンクリートの大きな損傷は見られなかった。
- ・本接合構造の根入れ部が破壊に至る際は、引張側のアンカープレート部が浮き上がりを伴いながら周辺のコンクリート部を押し上げる力が支配的になることが推定できる。

参考文献

- 1) 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
- 2) 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.

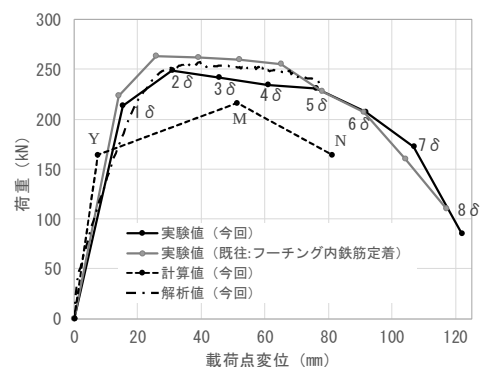


図4 荷重と変位の関係（包絡線）

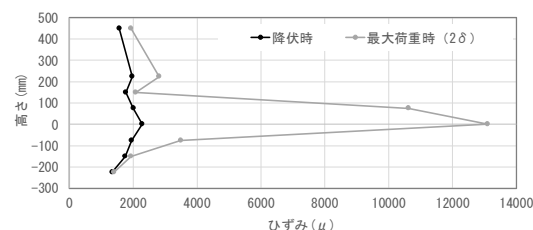


図5 軸方向鉄筋のひずみ分布（引張側）

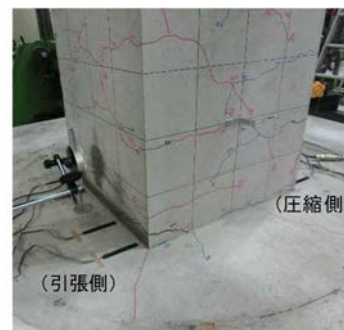


図6 最大荷重時（ 2δ ）

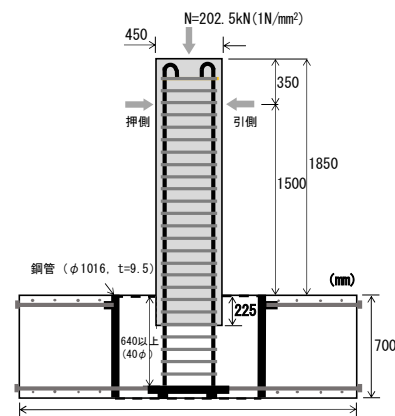


図7 既往の試験体概要（フーチング内に鉄筋定着）

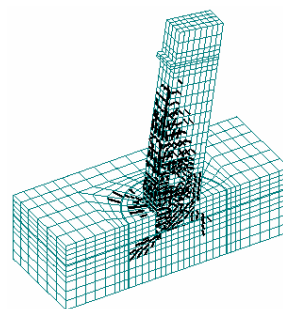


図8 最大荷重時でのひび割れ・変形図（変位倍率5倍）