

## 塑性ヒンジ化を許容する場所打ち杭の杭頭接合部の実験

鉄道総合技術研究所 正員 ○濱田 吉貞\* 正員 神田 政幸\*  
 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正員 山東 徹生\*\* 正員 青木一二三\*\*

### 1 はじめに

本研究は、鉄筋コンクリート場所打ち杭の杭頭接合部において、接合部の塑性ヒンジ化を積極的に許容する杭頭接合構造の曲げ変形特性を、交番載荷実験を通して検証したものである。

### 2 実験の概要

実験の概要について図1および表1に示す。試験体は杭径 1000mm の場所打ち杭を想定し、その 1/2 スケールの  $\phi=500\text{mm}$  として設計している。なお鉄筋は SD345、コンクリートは  $f_{ck}=24(\text{N}/\text{mm}^2)$  とした。実験ケースは、鉄道構造物における標準的<sup>1)</sup>な構造(Case1)に加え、杭主鉄筋のフーチング内定着を一部アンボンド<sup>2)</sup>させたもの(Case2)、接合部の断面積を 1/2 程度に小さく<sup>3)</sup>したもの(Case3, Case4)である。Case3 と Case4 はいずれも杭主鉄筋の半数を接合部の小径断面を介通してフーチングに定着させたが、接合部の帯筋筋量は異なっている。実験はいずれのケースも試験体に軸荷重 1500kN を静的に載荷した状態で行ったが、これは杭断面の軸降伏荷重の 30%程度で、設計上ほぼ地震時の作用軸力に相当する。また杭先端部での水平交番載荷は、接合部の杭主鉄筋が降伏した時点での水平変位を  $\delta_y$  とし、制御変位を  $\delta_y$  の整数倍として漸増させながら繰り返し載荷した。<sup>4)</sup>

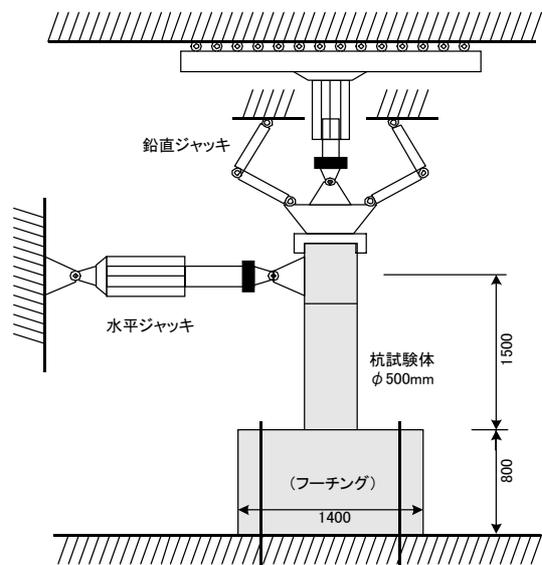


図1 交番載荷実験の概要

表1 各実験ケースにおける試験体の概要

試験体	接合部区間の構造				杭本体の構造			軸力 (kN)	備考
	部材径 (mm)	区間長 (mm)	主筋D16 (本)	帯筋D10 間隔(mm)	部材径 (mm)	主筋D16 (本)	帯筋D10 間隔(mm)		
Case1	杭本体と同じ				500	20	75	1500	標準の接合構造
Case2	500	500	20	37.5					フーチング内主筋アンボンド(接合面~250mm)
Case3	350	350	10	37.5					接合部細径
Case4	350	350	10	20					接合部細径・帯筋最密

### 3 実験の状況

標準的な杭接合構造を模した Case1 では、初期のひび割れ損傷は接合面付近に発生するが、水平変位が増加するにつれて、杭体の杭径 0.5 倍高さ位置を中心にコンクリート剥離など損傷の進行が目立つようになり、終局時はこの位置で主鉄筋が座屈・破断した。(写真1)

杭主筋をアンボンドした Case2 は、接合面の被りコンクリートに 60mm の切り欠き部を設けた。よって外縁コンクリートの圧壊は発生しなかったが、水平変位の増加とともに接合面付近より載荷方向側面の被りコンクリートの大規模な浮き上り、剥離が発生した(写真2)。切り欠きによる断面欠損のためか、Case1 と比べて降伏荷重はやや小さかったが、降伏以降は非常に高い塑性変形性能を発揮した。

Key Words : 杭頭接合部, 場所打ち杭, 交番載荷実験, 変形性能, 塑性ヒンジ

\*〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

Tel.042-573-7261 Fax.042-573-7248

\*\*〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1

横浜アイランドタワー27F Tel.045-222-9083 Fax.045-222-9102



写真1 損傷状況(Case1, 6δy)



写真2 損傷状況(Case2, 8δy)



写真3 損傷状況(Case4, 8δy)

接合部の断面積を杭体の1/2に縮小したCase3およびCase4は、Case1と比べて降伏荷重は1/2以下と相当小さかったが、Case1の終局時変位まで水平載荷しても接合部の被りコンクリート剥落の他に目立った損傷は見られず（写真3）、軸力による圧縮沈下もみられなかった。Case3とCase4では接合部の帯鉄筋量が異なるが、実験の結果からこの2ケースを比べても特に違いは確認できなかった。

#### 4 荷重－変位関係の比較

各ケースにおける水平荷重－先端変位の関係を図2に示す。Case1と比べてCase2～4は、最大曲げ荷重発揮後の荷重低下が緩やかであり、降伏以降の塑性領域において非常に高い変形性能を発揮していることが確認できた。

#### 5 降伏時の杭主鉄筋ひずみ

Case1は鉄筋の引張ひずみ、Case2～4は圧縮ひずみが2000 $\mu$ に達した時点で降伏点を決定した。各ケースにおける降伏点決定時の杭主鉄筋のひずみ分布を図3に示す。Case1では接合面から杭側に広くひずみ分布しており、Case2ではアンボンド区間にほぼ均等にひずみが伝達している。また、Case3、Case4では細径の区間にひずみが集中する傾向が見られた。

#### 6 まとめ

以上の実験結果より次の知見を得た。

- ・主鉄筋をアンボンドした接合構造は、鉄筋のひずみ降伏領域を拡大させることによって、降伏耐力をある程度保ちながらより高い塑性変形性能を発揮させる効果がある。
- ・接合部断面を細径にすることによって、構造上弱点となる接合部に局所的に変形、損傷が集中し杭本体やフーチングの損傷を軽減させることができる。また降伏耐力は小さくなるが、帯鉄筋を密に設けることによって、高いヒンジ効果が期待できる。

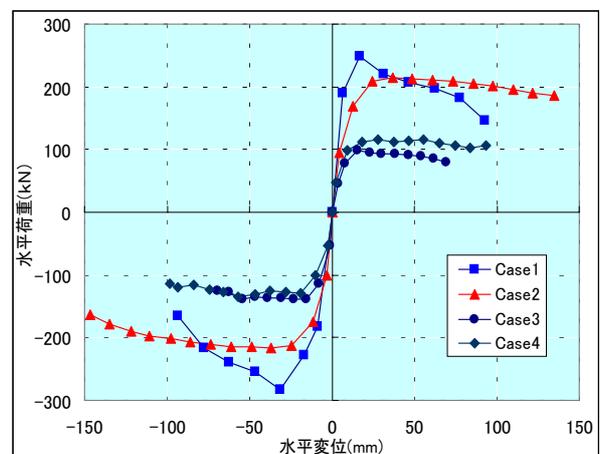
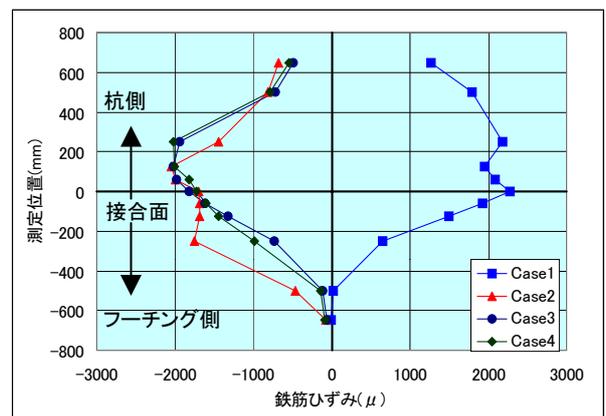
図2 荷重－変位関係曲線(P- $\delta$ 補正後)

図3 降伏時鉄筋ひずみ分布

#### 【参考文献】

- 1) 鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物／丸善, 2000.6
- 2) 川島他：塑性ヒンジ区間で主鉄筋をアンボンドした鉄筋コンクリート橋脚の履歴特性／土木学会論文集 No.689/I-57, pp45-64, 2001.10
- 3) 小林他：場所打ち杭-基礎梁部分架構における杭頭半剛接合の力学的特性に関する研究／日本建築学会構造系論文集 No.533, pp107-114, 2000.7
- 4) 神田他：既製杭杭頭構造の模型水平載荷実験－PHC杭, SC杭－／土木学会第59回年次学術講演会, 2004(投稿中)