

杭頭部の半剛結化の載荷実験

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○岩田 秀治, 正会員 鈴木 亨, 正会員 伊藤 太郎
公益財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 西岡 英俊

1. はじめに

合理的な杭基礎構造の一つとして、杭頭部の半剛結化がある。これは杭頭部剛結と比べ、地震時に杭頭部に大きな曲げモーメントを作用させない特徴がある（図 1）。地盤条件にも依るが、その性能が発揮できれば大幅な低コスト化が計られる¹⁾。

今回、高軸応力の条件下で、高性能な杭頭部の半剛結構造の開発を目的として、模型試験体により静的載荷実験を実施した。

結果は、常時・L1 地震時には高い剛性・耐力を有し、L2 地震時では一定耐力で変形性能に富むものであった。

2. 試験体と載荷方法

3 試験体の諸元を表 1 に示す。試験体は、1/3～1/2 スケールを想定しており、微小変形領域では高い耐力を、大変形領域では一定耐力で変形性能を有す既往の研究²⁾のケース 8 を参考とした。

杭頭部φ350 の構造は、密帯鉄筋の外周にシート材を介し、その外側は無筋コンクリートの 75mm かぶりとし、他の部分のφ500 と同径とした。これにより、微小変形領域ではφ500 の断面で、大変形領域ではかぶり部分が杭本体から剥離し塑性ヒンジ化となり、半剛結構造となるものである。

配筋は、せん断破壊を発生させず、より変形性能を向上させるため、既往実験ケースに対し密帯鉄筋量を 2.24 倍にし、計算上では同値と想定される密帯鉄筋の仕様を変化させたもので、試験体 1 は帯鉄筋間に隙間有りのタイプ、試験体 2 は隙間なしタイプ、試験体 3 は帯鉄筋比がほぼ同等の鋼管タイプである。

載荷は、L2 地震時の最大軸力を想定し鉛直方向に軸圧縮力 1500kN を作用させ、水平方向に基準変位 $\delta y=7.5\text{mm}^2$ で正負交番の載荷をさせた。

3. 載荷実験結果

各試験体の損傷状況および荷重－変位関係を図 2～図 4 に示す。

試験体 1 は、曲げひび割れ発生後、縦方向にひび割れが生じ、主鉄筋が降伏、 $3\delta y$ 後に杭頭部のかぶりコンクリートが剥落し荷重が急激に低下するも、その後 $30\delta y$ まで顕著な荷重低下もなく、 $46.6\delta y$ まで押し切るが主鉄筋の顕著な屈曲および破断は生じなかった。試験体 2 は、試験体 1 と比較し、ほぼ同様であったが、かぶりコンクリートの剥落に差が生じ、 $4\delta y\sim6\delta y$ では若干荷重は上回り、その後 $30\delta y$ でフーチング上

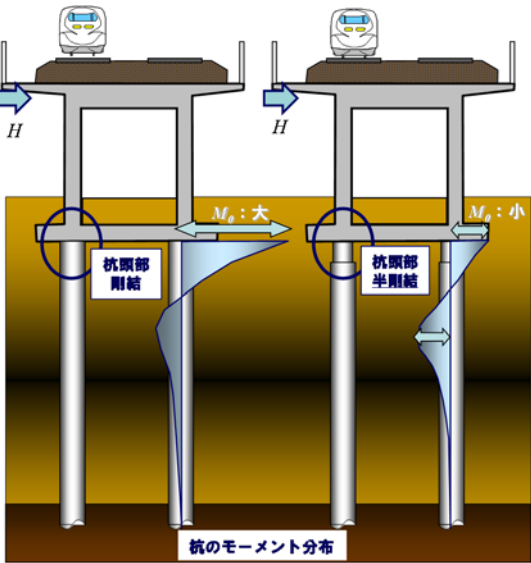


図 1 杭頭半剛結化の特徴

表 1 試験体の諸元

ケース		試験体 1 (ケース 8 の帯鉄筋比変更)	試験体 2 (杭頭部隙間無し密帯筋)	試験体 3 (杭頭部のみ鋼管巻立て)
概要図				
	杭径	φ350	φ350	φ355.6
	他	φ500	φ500	φ500
	f'cd [kN]	27.3	27.3	27.3
	軸力 [kN]	1500	1500	1500
	主鉄筋(SD345)	D16-10	D16-10	D16-10
	帯鉄筋(SD295)	D16@28mm	D10@10mm	t=6.4mm (SS400)
	軸応力比 [%]	57.1	57.1	55.3
	主鉄筋比 [%]	0.38	0.38	0.38
	帯鉄筋比 [%]	2.84	2.85	2.56

キーワード：杭構造，杭頭半剛結，密帯鉄筋，耐震設計，変形性能

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 JR 東海 技術開発部 TEL 0568-47-5375



図2 試験体1の実験状況と荷重-変位関係

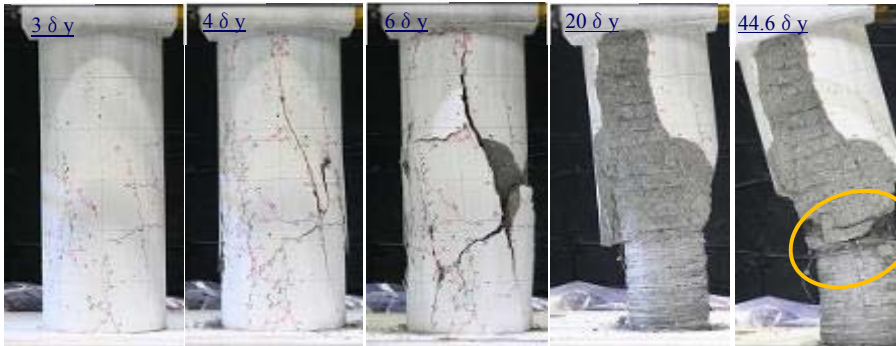


図3 試験体2の実験状況と荷重-変位関係

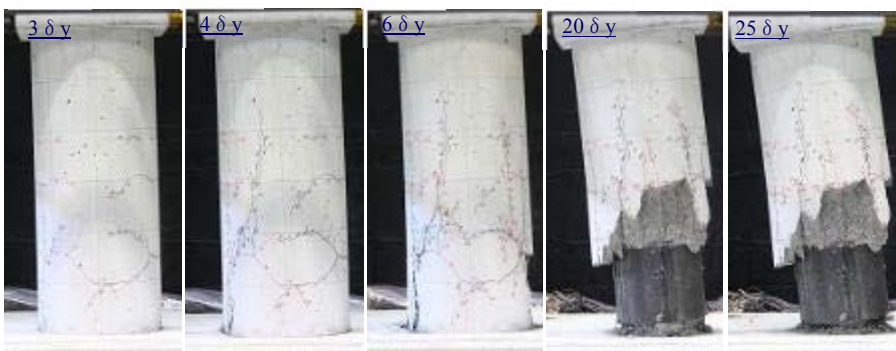


図4 試験体3の実験状況と荷重-変位関係

400mm の位置で主鉄筋の座屈および破断が生じた。試験体3は、試験体2 よりもかぶりコンクリートの剥落に差が生じ、 $4\delta y \sim 10\delta y$ で荷重が上回ったが、 $20\delta y$ で鋼管とフーチング間 50mm の位置で主鉄筋の破断が生じ、 $25\delta y$ で荷重低下となった。鋼管を用いることで若干のコスト増となるものの、かぶりコンクリート剥落による急激な荷重低下を少しでも回避するのであれば効果的であることが確認できた。

4. まとめ

- ・ 実験結果からは、密帯鉄筋の仕様により各載荷時の損傷度や荷重-変位に差が生じるも大差は無く、55%を超える高軸応力比の条件であっても、密帯鉄筋比を 2.5%程度とすることで、その拘束効果により内部のコアコンクリートの損傷を抑え、主鉄筋の座屈・破断を抑制し、変形性能の向上となった。
- ・ 常時・L1 地震時には高い剛性・耐力を有し、それ以降は杭頭部のかぶりコンクリートを積極的に損傷させることで、コアコンクリートおよび主鉄筋の損傷を抑制する構造は、L1 地震時までには揺れにくく、その後、剛性・耐力が低下するものの変形性能に富むもので、各状態での荷重に適応して安全性や使用性の構造性能を確保するスマート構造とも言え、合理的な半剛結化を可能とするものである。

参考文献：1) 伊藤太郎，岩田秀治，鈴木亨，西岡英俊：杭頭部の半剛結化による合理的な杭基礎構造の検討，土木学会第 71 回年次学術講演会，I -463，2016.9.

2) 青木一二三，山東徹生，神田政幸，浜田吉貞：杭頭接合部を改良した場所打ち杭の模型水平載荷実験，土木学会第 60 回年次学術講演会，V -480，2005.9.