

圧着接合した杭頭の正負交番載荷実験

大和小田急建設(株)

正会員 ○小林 孝行

大和小田急建設(株)

正会員 篠崎 哲也

東北大学大学院

フェロー会員

鈴木 基行

1. はじめに

現行設計法においては、一般的に杭基礎構造物の杭頭部とフーチングは剛な接合構造として設計されている。このため、軟弱地盤のように地震時の地盤変形の大きな箇所においては、杭頭部に過大な荷重が作用し損傷に至る。そして、損傷が生じた場合は、地盤中の杭の補修に対し多大な時間と費用が発生する事が考えられる。そこで、杭頭部の損傷を軽微なものとするため、杭径、鉄筋量の規模も大きくする必要が生じる。本研究では、軟弱地盤のような地盤条件においても、杭の規模を大きくすることなく、損傷および残留変位を少なくする事を目的に考案した、杭頭とフーチングをPC鋼棒で圧着接合する杭頭接合方式について、正負交番載荷実験を実施し変形性能および損傷状況を調べた。本報告では、その検証結果について報告する。

2. 目標性能

本杭の目指す目標性能を以下に列挙する。

- ・支持力性能としては、杭部材自体が降伏しない。
- ・変形性能としては、残留変位を回転角 0.02rad 以下¹⁾とする。

3. 実験概要

試験体は、実際の橋脚基礎として用いられた直径 1200 mmの場所打ち杭の 1/3 モデルを想定し、主鉄筋比 (2.1%) および帯鉄筋比 (0.3%) についても忠実に再現した。なお、鉄筋はSD345、コンクリート強度は $f'_{ck}=30$ (N/mm²) とした。実験ケースは、杭頭部を剛結合した一般的な構造 (CASE-1) に加え、主鉄筋をフーチングに貫通させず、主鉄筋の内側に配置した 4 本のPC鋼棒により有効プレストレス力 $0.65\sigma_{py}$ で圧着接合させた構造 (CASE-2、CASE-3) である。CASE-2 は、PC鋼棒をグラウト材により全面定着する構造であるが、CASE-3 はフーチング接合部より 0.5D の区間の杭頭部のPC鋼棒をアンボンドとする構造とした。図-1 に CASE-2 試験体の実験概要図を示し、表-1 に各試験体の諸元を示す。実験はいずれのケースも試験体に軸荷重 1000kN を静的に載荷した状態で実施した。こ

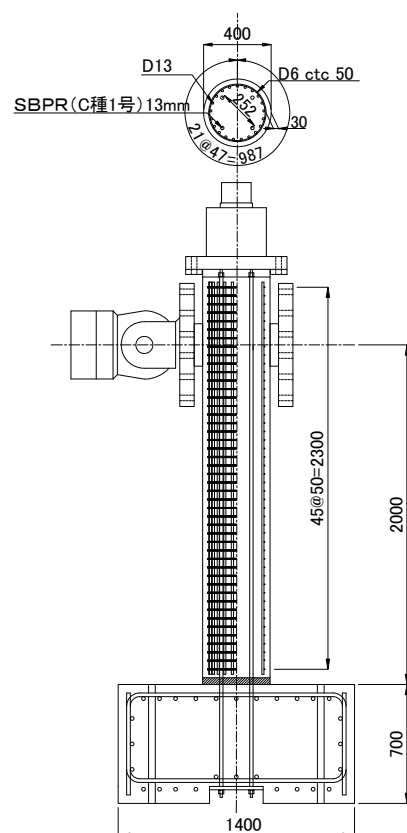


図 - 1 実験概要図

表 - 1 試験体諸元

試験体	断面寸法 (mm)	せん断 スパン (mm)	主鉄筋 種類×寸法	帯鉄筋 種類×ピッチ	PC 鋼棒 種類×本数	軸力 (kN)	有効プレ ストレス (N/mm ²)	接合方法
CASE-1	φ 400	2000	D13×21 (SD345)	D6×50 (SD345)	———	1000	———	剛接合
CASE-2					φ 13×4 (C 種 1 号)		705 (0.65 σ _{py})	圧着接合
CASE-3								圧着接合 (0.5D 区間 アンボンド)

キーワード 杭頭接合部, PC 構造, 残留変位

連絡先 〒160-8377 東京都新宿区西新宿 4-32-22 大和小田急建設(株) 技術開発部 TEL03-3376-3131

の軸荷重は、地震時に杭に作用する最大軸力に相当する。また、杭の静的正負交番載荷実験は、予め計算により δ_y を求め、これを基準として土木研究所のタイプⅡの地震動に対する性能検証のための載荷パターン²⁾で実施した。

4. 実験結果

4.1 損傷の形態

写真-1 に最終荷重載荷時 ($\delta=100$ mm) における各ケースの損傷状況を示す。標準的な杭頭剛接合の CASE-1 は主鉄筋の降伏後、基部より 300 mm 付近を中心にコンクリートの圧縮破壊が進行し、最終荷重載荷時には基部から 1.0D (杭径) の範囲の被りコン

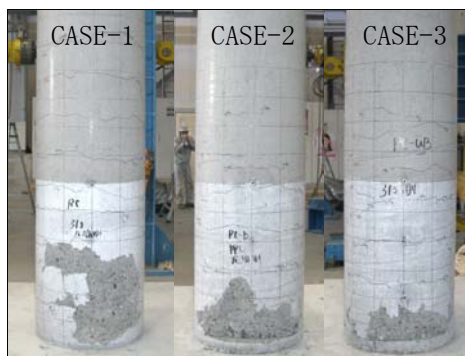


写真 - 1 損傷状況



写真 - 2 PC 鋼棒拔出し状況

リートが剥落した。また、杭とフーチングを PC 鋼棒で圧着接合した CASE-2 と CASE-3 は、PC 鋼棒の拔出しによる変形に伴い、基部よりコンクリートの圧縮破壊が進行し、最終荷重載荷時には基部より 0.5D の範囲で被りコンクリートの剥落が生じた。CASE-1 と比較し CASE-2 および CASE-3 は、変形が PC 鋼棒の拔出しに起因する為、損傷が少なくかつ PC 鋼棒の降伏が生じていない。図-2 に最終荷重載荷時の基部付近の曲率分布を示し、図-3 に 3 δ_y 時の鉄筋および PC 鋼材のひずみ分布を示す。また、CASE-2 と CASE-3 はほぼ同様な傾向を示した。

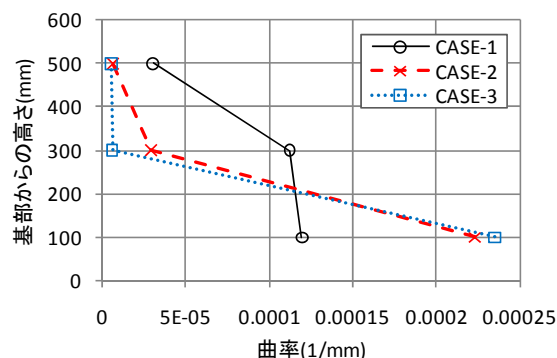


図 - 2 曲率の分布図

4.2 荷重-変位関係

図-4 に CASE-1~CASE-3 の「荷重-変位」関係を示す。CASE-1 は紡錘形を示し、十分なエネルギー吸収能力を示しているが、残留変位の大きなものとなっている。これに対し、CASE-2 と CASE-3 は、エネルギー吸収能力は低いものの、原点指向性の強い履歴特性を示す。残留変位は最終荷重載荷時においても 0.013rad 程度であった。

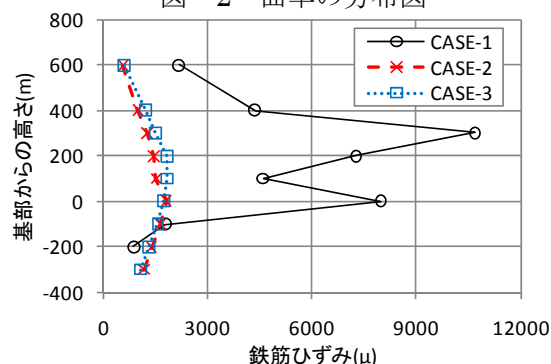


図 - 3 ひずみ分布図

5. おわりに

以下に本実験より得られた知見を列挙する。

- ① 杭頭をフーチングと圧着接合した杭の挙動は、PC 鋼棒の拔出しに起因する原点指向性の強い履歴特性を示し、残留変位の少ない挙動となり、目標性能を満足したものとなった。
- ② 圧着接合した杭の損傷は、杭頭部の 0.5D 程度の範囲の被りコンクリートの圧縮破壊に止まるとともに、ひび割れも従来の杭と比較して少ない。

以上より、杭頭を補強する事により被りコンクリートの剥落も抑える事ができ、経済的かつメンテナンスフリーの杭基礎の開発が期待できると考える。

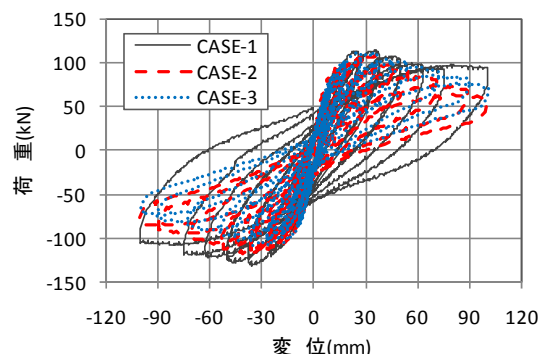


図 - 4 「荷重 - 変位」曲線

【参考文献】

- 1) 社団法人 日本道路協会編：杭基礎設計便覧，2007.1
- 2) 独立法人 土木研究所編：土木研究所資料 橋の耐震性能の評価に活用する実験に関するガイドライン(案)，2006.8