

PC 鋼棒により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

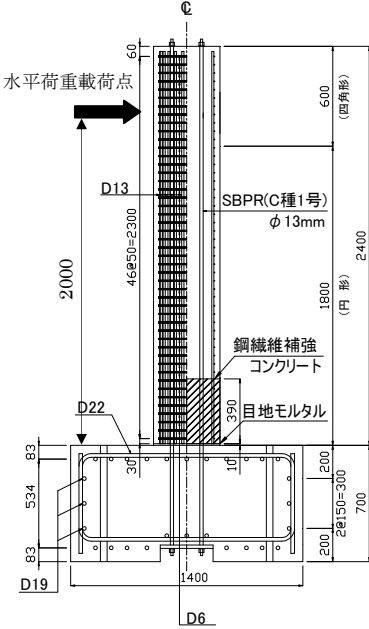
1. はじめに

杭基礎構造物の杭頭接合部は原則として剛接合が用いられている。しかし、杭頭接合部を剛接合とした場合、地震時には杭頭に大きな曲げモーメントが生じ、想定を上回る地震動が作用した場合には杭頭が損傷する要因となる。また、損傷した場合には補修に多大な時間と費用が発生する事が考えられる。そこで、筆者らは杭頭とフーチングを PC 鋼棒により圧着接合する構造により、杭頭接合部を半剛接合とするとともに、残留変位の少ない杭基礎構造物の開発を実施している。これまでの実験では、接合部の回転剛性、損傷の程度および残留変位において良い結果を得るに至ったが、回転に伴い杭頭接合部が圧縮破壊する現象が生じた。そこで、杭頭を補強したモデルを考案し、実証実験を実施したのでその結果を報告する。

2. 実験概要

供試体は、実際の橋脚基礎として用いられた直径 1200mm の場所打ち杭の 1/3 モデルである直径 400mm、高さ 2400mm の杭と 1400mm×1400mm×700mm のフーチングからなり、接合部近傍の杭頭の補強方法の違いによる 2 体とした。両供試体ともフーチングから 1.0D 区間の杭頭接合部を補強したものであるが、1 体は厚さ 2.3mm の鋼板巻き立てにより補強したもの（PC-SJ 供試体）であり、他の 1 体は鋼繊維補強コンクリートを使用したもの（PC-RSF 供試体）である。なお、供試体は、杭とフーチングを別々に作成してφ13mm の 4 本の PC 鋼棒で緊結（有効プレストレスト： $0.65\sigma_{py}$ ）する事で作製した。また、供試体は杭頭部の変形性能と損傷状況の確認を目的としていることから、杭とフーチングを逆転させ、フーチングを反力床に固定した片持ち梁形式の柱部材とした。材料諸元を表－1 に PC-SJ 供試体の概要図を図－1 に示す。

実験は、PC 鋼材の緊張力を除いて 1000kN（軸力比 0.27）の一定軸力を載荷した状態での変位制御による静的正負交番載荷実験とした。この時のせん断スパンは 2000mm、変位制御による δ は 10.0mm (0.005rad) とし、10 δ (0.05rad) まで載荷した。また、本実験の載荷パターンは、土木研究所資料「橋の耐震設計の評価に活用する実験に関するガイドライン(案)」¹⁾ に示されている内陸直下型地震のための載荷パターンとした。



図－1 PC-SJ 供試体概要図

表－1 材料諸元

供試体	コンクリート (N/mm ²)	主鉄筋 種類×本数	帯鉄筋 種類×ピッチ	PC 鋼棒 種類×本数	補強鋼板 (mm)	鋼繊維 (mm)
PC-SJ	30	D13×21 (SD345)	D6×50(通常部) D6×100(補強部)	φ13×4 (SBPR1080/1230)	t=2.3 (SS400)	—
PC-RSF			D6×50		—	φ0.62×30 (混入率 1.0%)

3. 実験結果と考察

3.1 損傷状況

図－2 に損傷状況を示す。PC-SJ 供試体は、鋼板補強より上部の 400mm～1000mm の区間に 100mm 間隔で曲げひび割れが発生するとともに、接合部の目地モルタルの載荷方向端部が削られ、実験終了時には皿状を示していた。また、PC-RSF 供試体では、曲げひび割れは PC-SJ 供試体よりも若干少ないものの接合部のコンクリートが圧壊に至る。しかし、混入した鋼繊維の効果により被りコンクリートは剥落までには至っていない。

キーワード 杭頭接合部、PC 構造

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 TEL03-3376-3117

3.2 水平荷重－水平変位関係

図－3に水平荷重と水平変位の関係を示す。水平荷重は、P－ Δ 効果による付加曲げモーメントを水平荷重に換算して加えたものである。また、図にはひび割れの発生点とPC鋼棒が降伏ひずみに達した点を示した。

PC-SJ 供試体は、1 δ 載荷終了時に補強鋼板より 150mm 程度の高さでひび割れが確認され、2 δ で変局点を示し、その後、荷重は若干の増加を示すがほぼ保持された状態となる。PC鋼棒は、荷重の変局点において降伏ひずみに達する事無く、8 δ 載荷途中で降伏ひずみに達した。また、履歴形状は、原点指向性の強い形状を示し、残留変位は最大変位の 13% 程度と小さな値を示した。しかし、エネルギー吸収能力は小さなものであった。PC-RSF 供試体は、PC-SJ 供試体と比較し最大荷重は幾分小さく、最大荷重以降、ゆるやかな下降勾配を示す。これは、コンクリートの圧縮縁が圧壊した事によると考えられる。しかし、初期ひび割れ、PC鋼棒の降伏等においてはPC-SJ 供試体とほぼ同様な結果となった。

3.3 PC鋼棒のひずみ分布

図－4に PC 鋼棒の高さ方向のひずみ分布を示す。両供試体とも、PC鋼棒のひずみはフーチング内で 2.0 δ 以降、杭頭部で 4 δ 以降平均化する傾向を示した。これは、PC鋼棒の伸び出しの結果と思われる。

3.4 曲率分布

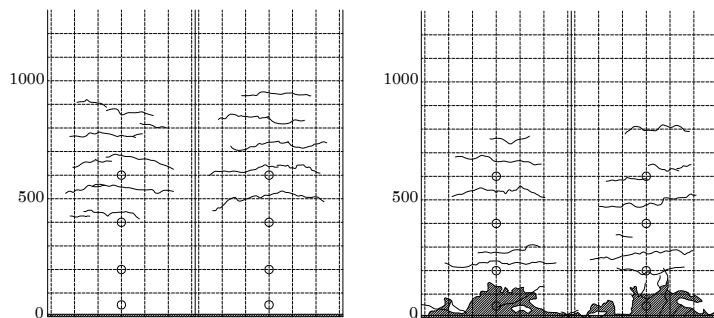
図－5に杭頭部の曲率分布を示す。両供試体とも PC 鋼棒の伸び出しに伴う接合部の曲率が大きな値を示す。また、それ以外の部位においては、PC-RSF 供試体の杭頭接合部近傍において、コンクリート圧縮縁の圧壊の影響で幾分大きな値を示すものの、両供試体ともほとんど曲率が生じていない。また、図－6には接合面～600mm の区間の変形が全体変形に寄与する割合を示す。載荷荷重の増大に伴い、この区間の変形が全体変形に寄与する割合は大きくなる。10 δ 載荷時には、全体変形の 93%～97% に至る。特に PC 鋼棒の伸び出しに伴う変形は PC-SJ 供試体で 86%、PC-RSF 供試体で 71% を示した。

4. おわりに

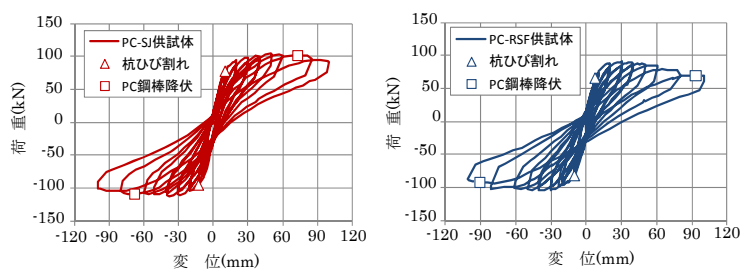
杭頭の 1.0D 区間を補強したモデルは、両モデルとも杭頭の損傷を軽微なものにできる事が確認できた。特に、鋼板補強モデルでは、大部分の変形が杭頭接合部で生じるため、損傷を接合部のモルタルにとどめる事により、耐力の低下を抑え、残留変位も最大変位の 13% 程度に迎えられる事を確認できた。

【参考文献】

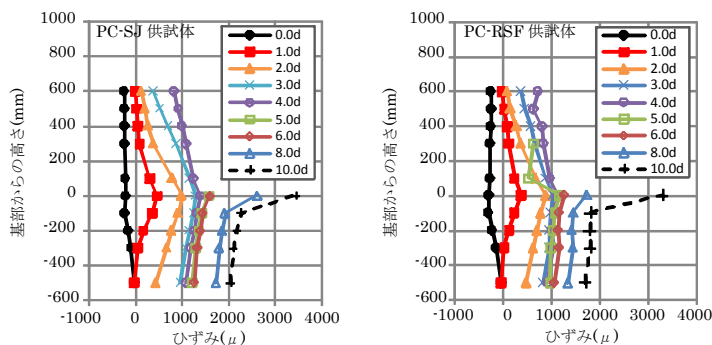
- 1) 独立法人 土木研究所編：土木研究所資料 橋の耐震性能の評価に活用する実験に関するガイドライン(案)，2006.8



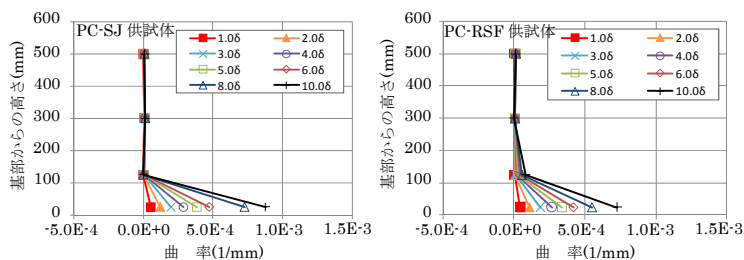
図－2 ひび割れ展開図(10 δ 載荷終了時)



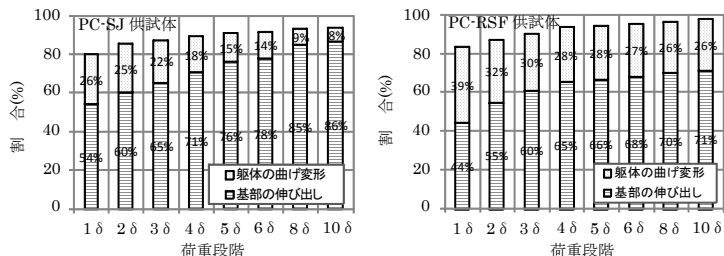
図－3 水平荷重－水平変位関係



図－4 PC鋼棒ひずみ分布図



図－5 曲率分布図



図－6 杭頭(0～600mm)が変形に寄与する割合