

III-469

## 場所打ち杭の大変形水平挙動に関する実験的研究

阪神高速道路公団 正会員○今井 康行, 幸左 賢二

京都大学工学部 正会員 木村 亮

基礎地盤コンサルタント正会員 森田悠紀雄

(株)建設技術研究所 正会員 伊藤 恒平

## 1. まえがき

杭の水平方向の挙動に関しては、破壊まで試みた実験例は数少ないのが現状である<sup>1), 2), 3)</sup>。本試験は、杭体の終局水平抵抗性状を把握する目的で、岸和田旧港埋立地において、杭径D=1200mmの場所打ち杭を対象として単杭および9本群杭の極限水平載荷試験を実施した。試験杭の基本諸元と杭配置を図-1に示す。

本報告では、9本群杭の試験結果およびその試験結果に着目した考察を報告する。

## 2. 水平載荷試験結果

載荷重～変位関係(図-2)をみると、杭径の30%を超える試験であり、著しい非線形挙動を示していることがわかる。また、主鉄筋のひずみ分布(図-3)をみると、地中部では深さ8m付近で最大値を示した。

地中部におけるひずみの0の位置は、後列杭を除き深さ20.0m付近で載荷重の増大にかかわらずほぼ一定であったが、後列杭は深さ25m付近の深い位置まで引張り側のひずみが発生した。また、前列杭では荷重の増大とともに引張り側、圧縮側ともほぼ一様に増加したのに対し、中間列、後列と至るにしたがって引張り側のみ増加する傾向を示した。これは後列杭に引き抜き力が大きく作用したためと考えられる。

## 3. 試験結果の考察

3-1 鉄筋ひずみデータの整理方法 試験結果の一考察として、各荷重段階での鉄筋ひずみを分析した。杭の各断面の一対の実測鉄筋ひずみから(見かけの)平均ひずみと曲率 $\phi$ を求め、これらより軸方向力Nと曲げモーメントMを算定した。N, Mの評価にあたっては、コンクリート、鉄筋それぞれについて非線形の応力-ひずみ関係を適用して各点の応力を求め、これらを断面内にわたって積分することにより算定した。

3-2 曲げモーメント分布と軸方向力の推移 最大荷重近傍の曲げモーメント分布を図-4に示す。全般的な傾向として、杭頭部曲げモーメント・地中部最大曲げモーメントとも、その絶対値は前列杭>中列杭>後列杭の順になっている。また載荷直交方向でみると、中央の杭と両側方の杭とでは、後者の方がやや大きい。このような曲げモーメント性状より、とくに後列杭における引張軸方向力の発生が考えられる。そこで、各

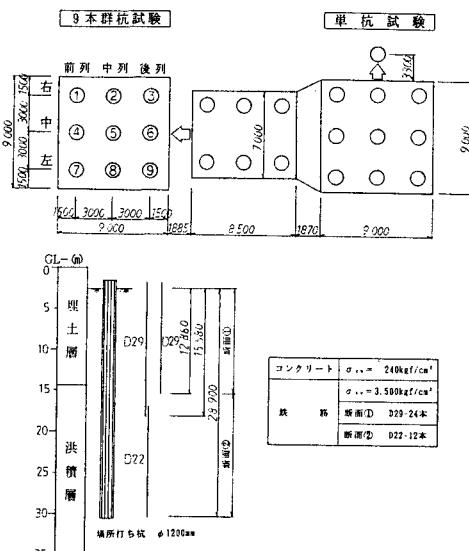


図-1 試験杭の配置

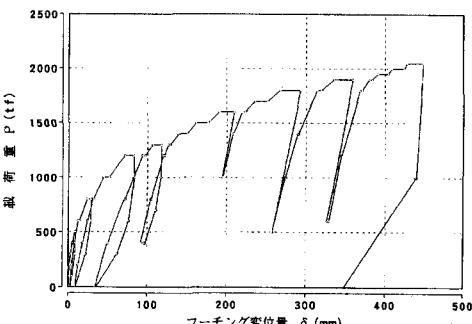


図-2 載荷重～フーチング変位関係

杭の軸方向力について、埋立層の範囲で平均化して評価してみた。全載荷荷重  $P$  と中央杭の軸方向力  $N$  の関係を図-5に示す(引張を正)。この図より、前列杭では荷重増加につれて圧縮軸方向が増加している、後列杭では  $P \approx 800\text{tf}$  まではほとんど  $N$  は発生せず、これ以後引張側に増大していく、中列杭では載荷の初期段階で圧縮軸方向力が生じるが、その後引張側に移行するという傾向が認められる。

以上より、前・中・後列杭の発生曲げモーメントの違いは、フーチングの回転にともない生じた圧縮、引張軸方向力の影響と判断される。すなわち、前列杭では圧縮軸力方向の増加により曲げ耐力が増大し、逆に後列杭では引張軸力方向の増加により曲げ耐力が相対的に低下してものと考えられる。

3-3 各杭の水平荷重分担 群杭の荷重分担を調べる目的で、曲げモーメント分布より各杭の杭頭せん断力  $S$  を推定してみた。  $M$  から  $S$  への評価に際しては、  $M$  分布をいったん3次spline関数で補間した後、微分操作により杭頭近傍での  $S$  を算定した。水平載荷荷重  $P$  と前・中・後列杭のせん断力の各合計値との関係を図-6のように整理した。これより、杭の荷重分担特性の違いは明らかであり、とくに大変形時においては前列杭の分担割合が高いことが指摘できる。

#### 4.まとめ

本稿で報告したもの以外に、以下のような項目について今後検討を進めていく計画である。

- ①杭頭部に埋設したコンクリートひずみ計から各列の荷重分担を算定する。
- ②フーチング内の鉄筋計から杭頭せん断力を算定し、各杭の荷重分担を算定する。
- ③杭体の鉄筋ひずみをもとに地盤反力度を算定する。
- ④杭頭軸方向力と鉛直変位から杭頭鉛直バネを算定する。

#### 参考文献

- 1)岡原、木村、高木、大堀:群杭の水平載荷試験およびシミュレーション解析、構造工学論文集、Vol.39A、1993年3月
- 2)飯古、五瀬、閔:群杭の挙動に関する実験的研究、第27回土質工学研究発表会、1992年6月
- 3)木村、幸左、伊藤、坂本:揚子打ち杭の大変形水平挙動に関する研究、構造工学論文集、Vol.39A、1993年3月

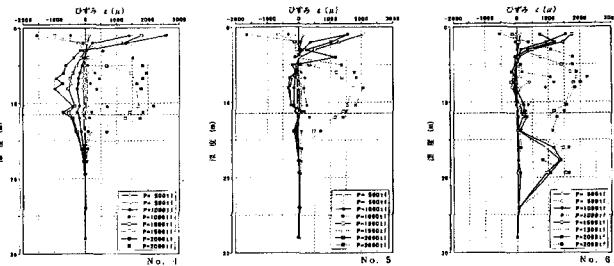


図-3 桁体のひずみ分布

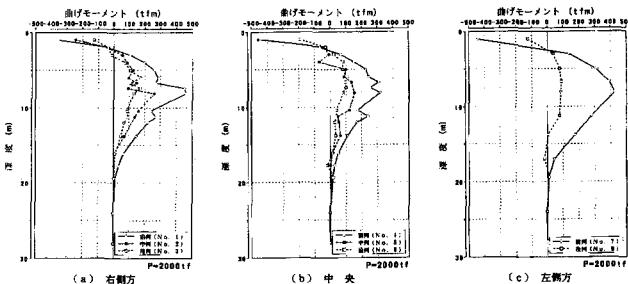


図-4 曲げモーメント分布

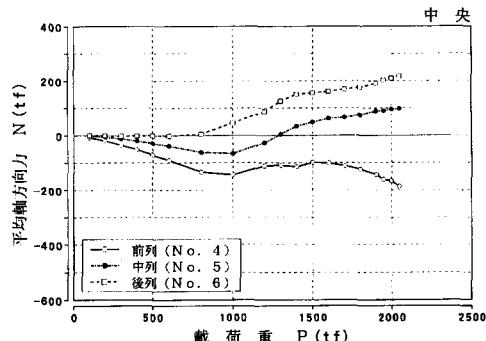


図-5 水平荷重と平均軸方向力の関係

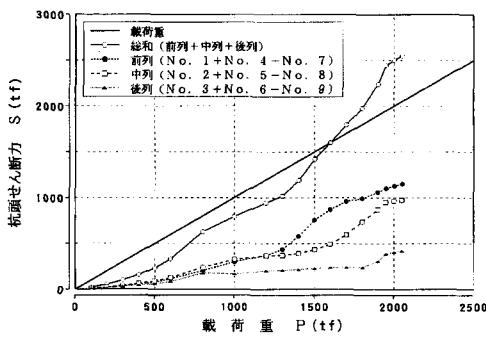


図-6 各列の水平荷重分担