

## III-490

## 群杭の水平抵抗と地盤の崩壊形状に関する模型実験（その2）

関西電力株式会社 正会員 中島 寿  
 (株)ニュージェック 正会員 竹澤請一郎  
 (株)建設企画コンサルタント 正会員 上本 秀之

1. はじめに 複数の杭からなる群杭では隣接する杭が互いに干渉し合い群杭効果が現れる。この効果を群杭基礎の設計に取り込むことは杭基礎の耐力を評価する上で非常に重要であるが、群杭周辺の地盤の挙動、各杭の荷重分担率等に依然未解明な部分が多く残っており、基本設計段階では簡略な設計法が確立されているとはいえない。そこで、群杭基礎が図-1に示すように一つの仮想剛体として挙動する（群杭と周辺地盤が一体化し変位する）という観点に立ち、模型実験を行った。

前報<sup>1)</sup>では、水平力を受ける群杭基礎の模型実験から、地盤と杭が一体化して変位する変位域の深さ（前報では崩壊形状と呼ぶ）と水平力との間に、杭の剛性に依らない関係のあることを確認した。本報では、これを受けて模型規模を大きくして杭に作用する曲げひずみを測定し、その最大位置と変位域の深さの関係について調べた。

2. 実験方法 模型実験土槽は図-2に示すように高さ1m、奥行き1m、長さ2mの鋼製で前面は地盤変位を観察できるようにガラス張りとした。水平载荷はスクリュー ジャックにより行った。

模型杭はアルミ製で、肉厚1mm、直径は10mmと20mm、杭間隔は3D（杭径10, 20mm）と5D（杭径20mm）とし、杭の断面力を計測するためひずみゲージを貼付した。また、杭下端を固定とし上端はフーチングに剛結した。模型杭の配置は3列×6本とし、载荷位置は杭頭部のせん断力を計測するために地盤表面より3cm上とした。

模型地盤は杭を立て込んだ後、地盤材料を投入しバイブレータにより数層に分けて $D_r=75\%$ となるように締め固めた。地盤の変位は上面と側面とから多重撮影により捉えたが、これを確実にを行うために、地盤材料には粒子の大きい鹿島3号A（ $G_s=2.65$ ,  $D_{50}=2.25\text{mm}$ ,  $U_c=2.3$ ）を使用した。

3. 実験結果 図-3にフーチングに加えた水平荷重と水平変位との関係を示す。水平変位が10mm程度までは両対数軸上ではほぼ直線関係にある。

図-4に杭径10mm、杭間隔3Dの場合の杭体の曲げひずみ分布を、また、図-5には多重撮影より求めた変位域の大きさを示す。杭の地盤内の部分に生じる最大曲げひずみの位置は、水平荷重の増加とともに深くなる傾向を、前列杭より後列杭の方が若干深くなる傾向を示している。図中の $\varepsilon_y$ は曲げ降伏ひずみを示す。変位域の形状は図-1に示すせん断抵抗面の形状と概ね一致し、水平荷重が大きくなるほど、すなわち水平変位が大きくなるほど変位域は深く、広がっている。他の実験ケースにおいても同様の傾向が見られた。

図-6には地盤の変位域の深さと水平荷重の関係を示す。同図にはひずみゲージを貼付せずに行った実験結果も合わせ示した。実験条件（杭剛性、杭径）の範囲内では水平荷重と地盤内の変位域の深さとは一点

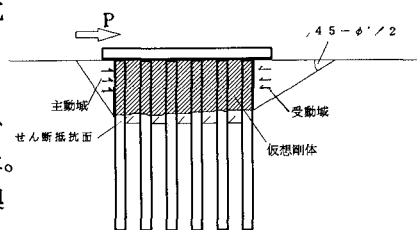
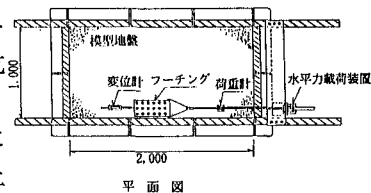
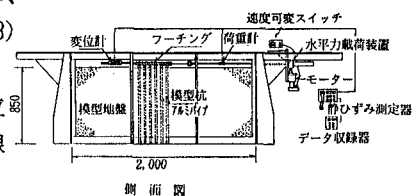


図-1 群杭基礎の変位挙動



平面図



側面図

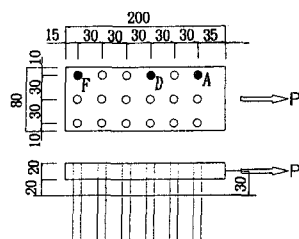


図-2 実験装置

鎖線で示す関係が認められようである。図-4中の矢印は、この図の一点鎖線より読み取ったもので、曲げひずみの水平荷重に応じた変位域の深さを示している。水平荷重の小さな時を除けば、曲げひずみが最大となる位置、すなわち杭体のせん断力がゼロとなる位置と変位域の深さとはほぼ対応するようである。

図-7には変位域の境界面が図-1に示すせん断抵抗面に対応すると考えて、模型実験で観察された三次元のせん断抵抗面を考慮し、この位置で曲げひずみがほぼ最大となるので杭体のせん断力がゼロであると考え杭体の抵抗はないものとし、杭基礎前面の受働部の壁面摩擦を $(\phi/2)$ と仮定して、地盤強度 $(c, \phi)$ から求めたせん断抵抗力と水平荷重の関係を示した。せん断抵抗力は水平荷重よりやや大きな値を示しているが、両者はつり合っていると考えても良さそうである。

4. まとめ 実験の条件（杭剛性、杭径、変位置）の範囲内ではあるが、以下のことがわかった。

- ① 群杭に水平荷重を作用させた場合、杭と地盤が一体となって変位する変位域が存在する。また水平荷重と変位域の深さとは杭の剛性に依らない相関が認められる。
- ② 変位域の境界面を水平荷重に抵抗するせん断抵抗面と考えると、その面ではほぼ極限強度に近いせん断抵抗が発揮され、水平荷重とつり合っている。
- ③ 変位域の深さ（せん断抵抗面の深さ）は土中の杭体に生じる曲げひずみの最大位置、すなわち杭体のせん断力第一ゼロ点、にほぼ対応する。

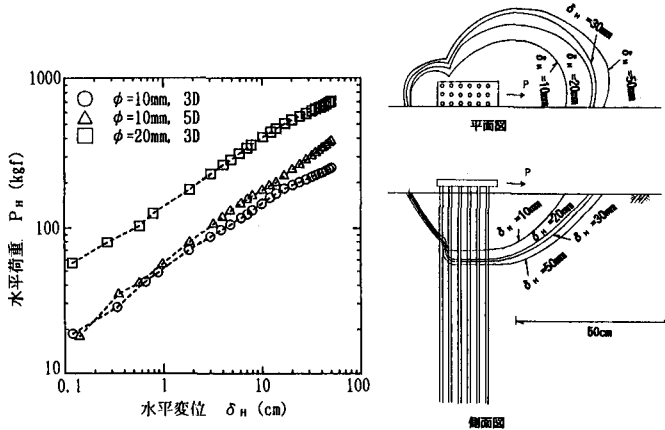


図-3 水平荷重と変位の関係

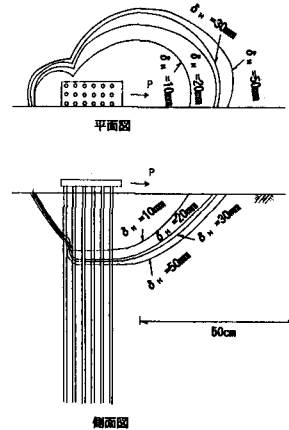


図-5 地盤内の変位域

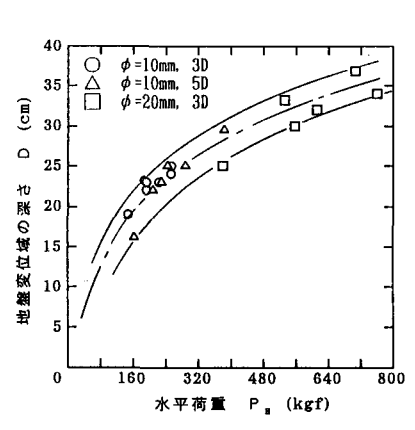


図-6 変位域の深さと水平荷重の関係

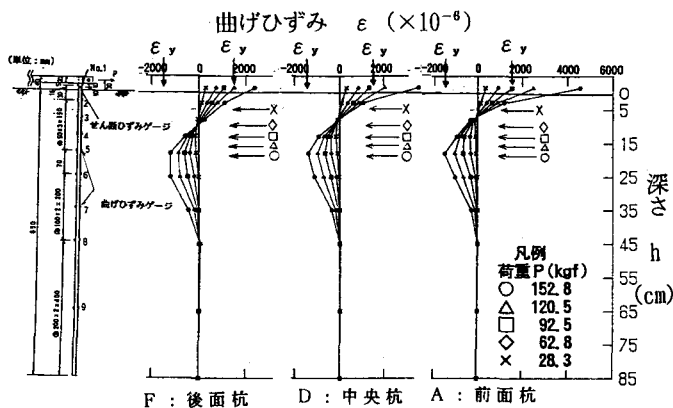


図-4 曲げひずみの分布

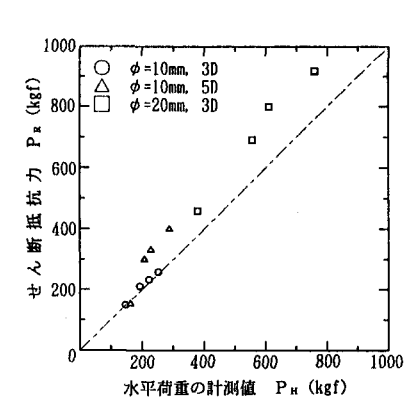


図-7 せん断抵抗力と水平荷重の関係

#### 参考文献

- 1) 白方他：群杭の水平抵抗と地盤の崩壊形状に関する模型実験（その1）：第27回土質工学研究発表会