

## Ⅲ-459

## 水平力を受ける鋼管群杭の荷重分担に関する考察

京都大学 工学部 正会員 木村 亮・足立紀尚  
清水建設（株） 正会員 ○小林秀人

## 1. はじめに

筆者らは、水平力を受ける杭の終局状態を把握するために、遠心載荷装置を用いた大変形水平載荷試験を行ってきた<sup>1)2)</sup>。この研究の特徴は、(1)地盤と杭の破壊状況を観察するために、模型杭に半断面杭を用い、土槽の1面を透明ガラス板としている、(2)試験杭としては鋼管杭を想定したアルミ製模型杭とRC杭を想定したモルタル製模型杭の2種類に対して載荷試験を行う、の2点である。本論文ではアルミ製模型杭に対する実験より、群杭中の荷重分担に関して得られた知見を報告する。

## 2. 実験の概要

模型杭の水平載荷試験は、Fig.1に示す実験装置を用いて行った。載荷にはモノキャリヤを用い、変位制御で行う。今回の報告は円形全断面のアルミ管模型杭を用いた実験に関する結果であり、Fig.1に示すように土槽中央に杭を設置して載荷した。杭配置は単杭、直列2本杭および直列3本杭であり、杭頭条件は単杭については自由、群杭はフーチングによる連結である。また、群杭の杭中心間隔は $2.5d$ であり、地表面からの載荷点高さは $3\text{cm}$ である。群杭実験においては、各杭の荷重分担を計測するために、杭頭部にせん断ゲージを貼付してある。想定している鋼管杭、本実験でのプロトタイプ杭、および模型杭の諸元をまとめてTable 1に示す。

模型地盤には豊浦標準砂を用い、気中落下法によって地盤を作成した。地盤の諸元は $\gamma=1.61\text{ gf/cm}^2$ ,  $G_s=2.64$ ,  $e=0.638$ ,  $D_r=0.908$ である。

## 3. 実験結果および考察

Fig.2にプロトタイプ換算した単杭、直列2本杭および直列3本杭の杭頭荷重～変位関係を示す。ここで横軸は杭径で無次元化した変位量を表す。単杭については変位量が杭径の30%となった付近から終局状態に達し、直列2本杭では変位が約40%となるまで荷重は増加し、それ以後は減少する傾向がみられる。また、直列3本杭では変位が25%となったときに明確に荷重の増加がみられなくなっている。

Fig.3にせん断ゲージより計測された、直列2本杭と直列3本杭の荷重分担を示す。いずれもロードセルより計測される荷重～変位関係と、せん断ゲージより求められた各杭に作用するせん断力～変位関係、および各杭のせん断力の総和をあわせて示す。

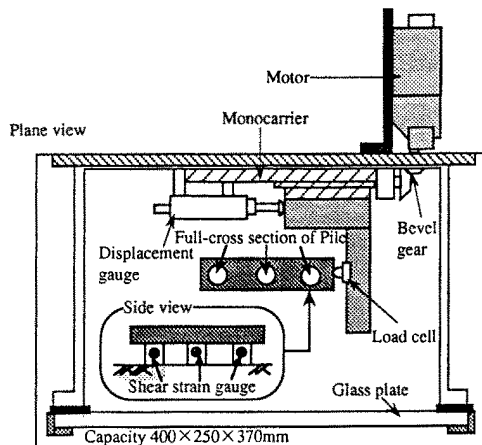


Fig.1 実験装置

Table 1 杭の諸元

|         | 直径(cm)      | 長さ    | EI (kgfcm <sup>2</sup> ) | 遠心  |
|---------|-------------|-------|--------------------------|-----|
| 想定鋼管杭   | 60 (肉厚0.9)  | 15m   | $1.57 \times 10^{11}$    |     |
| プロトタイプ  | 60 (肉厚3.0)  | 13.5m | $1.57 \times 10^{11}$    | 30g |
| アルミ管模型杭 | 2.0 (肉厚0.1) | 45cm  | $1.94 \times 10^5$       |     |

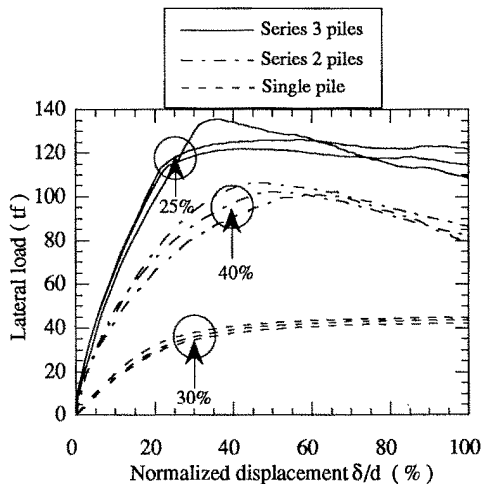


Fig.2 杭頭荷重～変位関係

各杭に生じるせん断力の総和とロードセルで計測される荷重を比較すると、ロードセルで計測された値

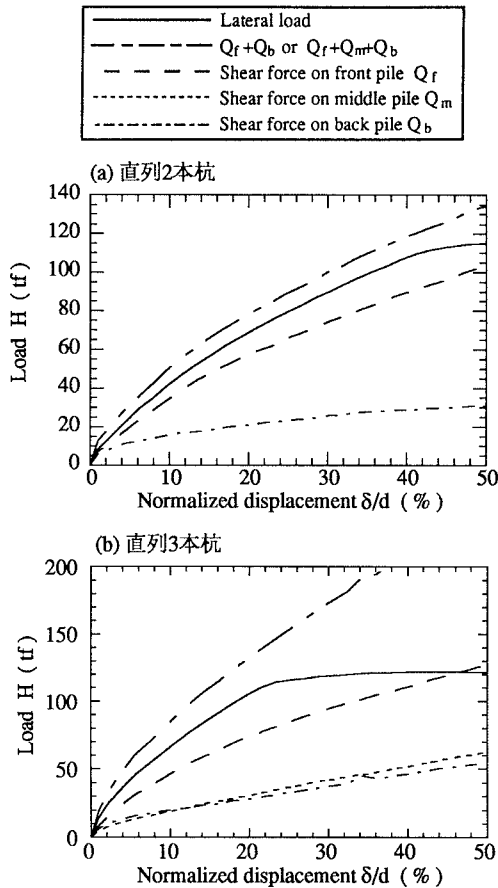


Fig.3 セン断力～変位関係

の方が小さく、載荷が進むとその差は大きくなっていく。これは杭体の塑性化によって、せん断弾性係数 $G$ が減少することが原因である。

Fig.3において前方杭の荷重を1として、各変位量における中央杭および後方杭の荷重分担率をプロットしたものが、Fig.4(a),(b)である。上記した原因より変位量が大きくなると、せん断ゲージのデータの信頼性が低下するため、Fig.4ではせん断力の総和と杭頭荷重との差が比較的小さいと見られる変位量の範囲で示した。Fig.4とFig.2の杭頭荷重～変位曲線より以下のことが考察できる。

- 1) 直列2本杭においては、変位が進むに従って、後方杭の荷重分担率が小さくなり、変位が15%となった付近で、荷重分担は一定になる。最終的には前方杭と後方杭の荷重分担比は10:3となる。
- 2) 直列3本杭においては、載荷の初期段階では後方杭の方が中央杭よりも大きな荷重を分担し、変位が進むに従って、中央杭と後方杭の荷重分担は減少する。そして変位が15%となった付近から荷重

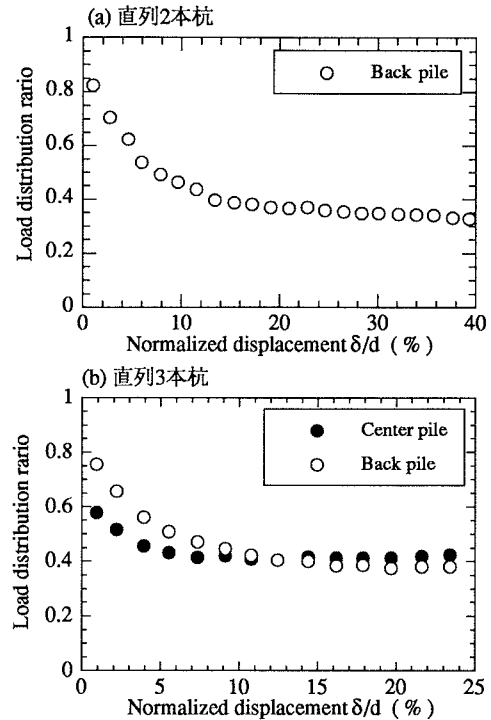


Fig.4 荷重分担率～変位関係

分担は一定になり、最終的な荷重分担比は前方杭：中央杭：後方杭で10:4:4となる。

- 3) 荷重変位曲線より、直列2本杭は変位が40%となったときに最大荷重約90tfに達するので、この時の各杭に働く荷重は前方杭、後方杭の順で約69tf, 21tfと考えられる。
- 4) 同様に直列3本杭では終局時で各杭に作用する荷重は前方杭、中央杭、後方杭の順に、67tf, 27tf, 27tfと考えられる。
- 5) 3),4)より、本実験で用いた群杭の杭頭固定条件では群杭中の前方杭の終局支持力は約68tfと考えられる。また、前方杭以外の杭が受け持つ荷重についても約25tfとほぼ同一なことから、終局に至る段階で群杭中の各杭に作用する荷重は一定値となると想像できる。この挙動を明らかにするためには、杭本数を増やした群杭に対する載荷試験と、杭頭を固定した単杭に対する載荷試験を行う必要がある。

#### \*参考文献

- 1) 足立紀尚, 木村 亮, 小林秀人：  
地盤の破壊とひずみの局所化に関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，pp.89-96，1994。
- 2) 足立紀尚, 木村 亮, 小林秀人：  
第30回土質工学会講演集，（投稿中），1995。