

III-485

遠心模型実験による組杭の水平支持力の研究

攻玉社工科短期大学 正会員 ○ 関 延子
 中央大学 正会員 藤井 斎昭
 常盤工業 桜庭 郁也

1. まえがき

杭の水平抵抗に関する解析手法として弾性床上の梁の方程式を用い、地盤反力バネには非線形性を考慮した弾塑性解析を適用した設計がよく行われている。そこで地盤反力バネの非線形性を如何に定めるかということが問題となり、時には原地盤において実杭による水平載荷試験に基づいて決められることもある。しかし、この場合でもほとんどが単杭による水平載荷試験であって、必ずしも群杭としての水平抵抗の挙動を合理的に説明できるものではない。筆者らはこれまでに単杭の水平抵抗に関して遠心模型実験で相似則の成り立つことを明らかにしてきたが¹⁾、引き続き群杭としての挙動を説明するための遠心模型実験を始めている。ここでは単純な組杭について行った水平載荷試験の結果について報告する。

2. 実験の概要

実験は予め模型杭を土槽の底に設置し、気乾状態の豊浦砂を相対密度が90%となるように空中落下法で詰めた。この実験では砂を所定の高さまで充填後に、細心の注意を払いながらサクシオン式の表面成形具を用いて杭周辺地盤を平らに仕上げた。実験に用いた模型杭は材質が黄銅の矩形断面20mm×10mmで、長さが300mmの角棒である。ここで模型杭としてこのような角棒を用いたのはひずみゲージを貼付することの容易さはもとより、載荷システムや杭頭固定などの面で円管のものよりはるかに有利であったことによる。なお、水平荷重を受ける杭として杭幅と杭の曲げ剛性を合わせておけば、杭の断面形状が円でも矩形でもその挙動の変わらないことは先に確認されている²⁾。この実験で想定した実杭は均一な砂地盤に埋め込まれたφ1000mm、肉厚12mm、杭長15m程の鋼管杭である。そこで上記のモデルは50gの遠心場において、杭頭に水平載荷を行った。ここで報告する実験は載荷方向に対して2本の杭を図-1に示すように並列および直列に並べて載荷したもので、並列の場合は3本のものも含まれる。特に、杭を直列においたものでは2本の杭頭を金属フーチングで緊結したものと(以下、杭頭固定)、2本の杭頭を別々に載荷したものと(以下、杭頭自由)について行い、杭頭の拘束条件による影響を調べた。

なお、杭の中心間隔はすべて1.5B(B:杭幅)であるが、直列杭では杭の表面間隔でみると円形杭の場合より少し広いことになる。

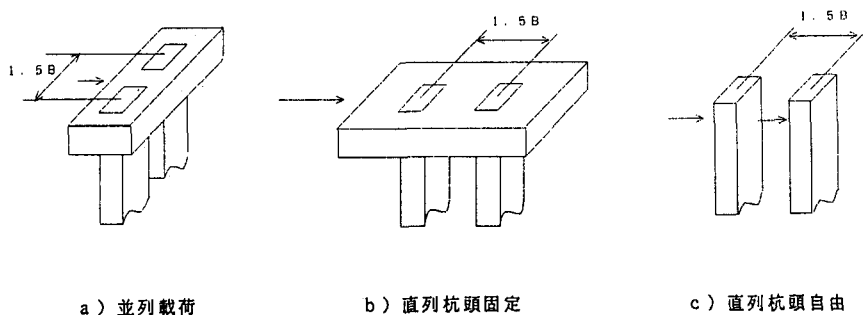


図-1 杭頭条件

3. 実験結果

図-2に水平荷重-杭頭変位曲線(杭1本当たり)を示した。並列載荷試験は2本、3本杭ともに水平変位 $\delta/B = 10\%$ 以下ではその差は認められず、単杭とよく似た挙動を示している。モーメント分布においても2本、3本ともに単杭とほとんど同じ大きさであるが、3本並列の場合は中央杭で10%程度低くなっており、両側に杭がある場合には若干の影響が認められる。地盤反力は中央杭以外では絶対値に大差は見られない。これらのことより、杭間隔が1.5

B程度であっても並列载荷では顕著な群杭の影響は認めにくい、基本的には中央杭より脇杭の方が多少大きな水平抵抗を示しているといえる。直列方向载荷ではまず、2本の杭を杭頭固定せず、前杭、後杭を同時に別々载荷した。水平荷重-杭頭変位曲線では前後杭の差は認められない。しかし、モーメント分布では δ が小さいときには前杭が2倍以上も大きく(図-3)、また、 M_{max} 発生深さも浅いが、前面地盤の塑性化が進むにつれて、後杭とモーメントの大きさは漸近し、 M_{max} 発生深さも徐々に深くなる傾向が見られた。後杭では M_{max} 発生深さはほぼ一定で、単杭のモーメント挙動とよく似ている。杭頭の固定条件の相違では図-2から明らかなように杭頭自由は杭頭固定に比べ約20%の強度低下がみられ、フーチング荷重と杭頭の拘束力が影響していることが分かる。杭頭固定条件では明らかに前後杭の挙動に差が見られ、モーメント分布(図-4)は常に前杭が大きく、変位が進むにつれてその差は広がり $\delta/B=1\%$ では20%強となっている。また、 M_{max} 発生深さは前杭の方が若干浅いが、両杭とも変位が増すにつれてその深さも深くなっている。これより杭頭固定では杭頭自由に比べ水平抵抗力は前杭に依存度が高いことが分かる。 $\delta/B=5\%$ と10%の地盤反力を図-5、6に示す。杭頭自由では水平変位が大きくなるにつれて地盤反力は前杭より後杭の方が大きくなっていく。杭頭固定では前杭は単杭の地盤反力とほぼ等しいが、後杭では低く変位が進むにつれて前杭との差が広がり、 $\delta=100\text{mm}$ では30%以上も低下する。このことから固定前杭の荷重分担量が大きいことが分かる。

4. 終わりに

これらの実験結果より以下のことが明らかになった。1)組杭の並列方向载荷では群杭効果による影響は少なく、脇杭と中央杭のモーメントに若干の差が認められた程度である。2)杭頭自由直列载荷では変位が小さいときは前杭の負担が大きいが、地盤の塑性化が進むとその差はほとんどない。3)固定杭では常に前杭の荷重分担量が大きく、変位が進めばその差も広がる。今後は杭頭の拘束条件をさらに厳密に管理して、群杭の水平抵抗を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 関、藤井:「遠心模型実験によるModeling of Models(杭の水平抵抗の場合)」第29回土質工学研究発表講演集
- 2) 関、藤井:「遠心模型実験による単杭の水平支持力機構に関する研究」第28回土質工学研究発表講演集

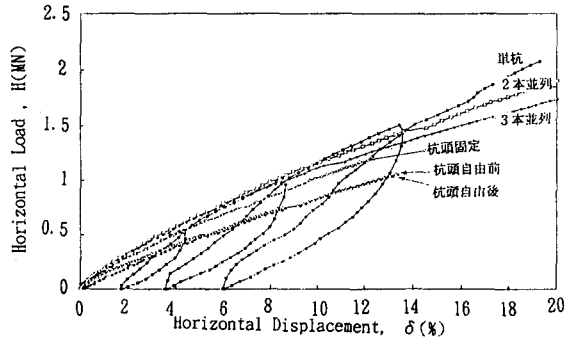


図-2 水平荷重-杭頭水平変位

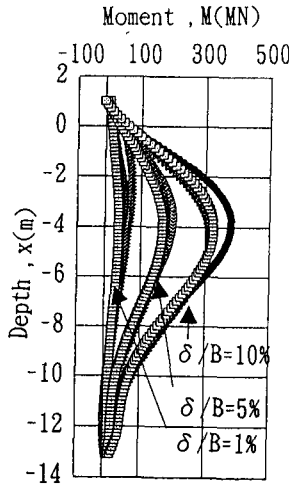


図-3 杭頭自由

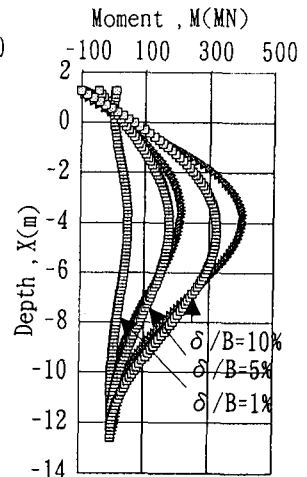


図-4 杭頭固定

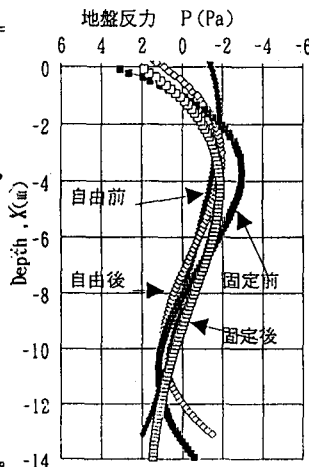


図-5 地盤反力 $\delta/B=5\%$

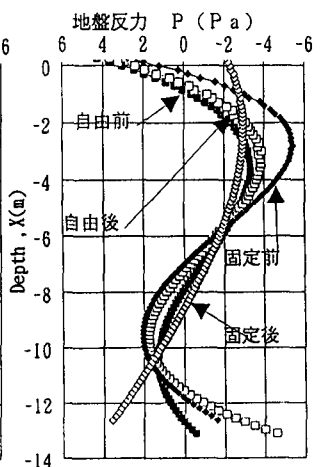


図-6 地盤反力 $\delta/B=10\%$