

III - 397

群杭模型の大変形・水平載荷実験
 - 群杭の杭頭荷重分担率について -

建設省土木研究所 ○高木 繁
 同 上 正員 岡原美知夫
 建設省大臣官房 正員 中谷 昌一
 飛島建設㈱ 正員 社森 佳次

1. はじめに

現在、道路橋示方書における杭の軸直角方向力に対する設計は、杭頭変位量を基礎の挙動が弾性的と見なすことのできる許容変位量内に制限し、線形弾性解析により行われている。これは基礎に有害な残留変位を生じさせないという設計思想に基づくものであり、計算の簡便さを考慮すると実設計においては合理性の高いものと考えられる。しかしながら、様々な基準類の設計体系が限界状態設計法に移行する趨勢にあり、道路橋の設計においても移行に向けての研究が進められている現在、杭基礎の設計において照査すべき各種限界状態の定義を明確にすることが必要であり、そのためには弾性限界を超える変位状態の基礎の挙動把握が必要となる。本報告は杭基礎の大変形時（水平方向）の挙動把握を目的として実施した群杭模型の水平方向載荷実験、およびその実験結果の概要について述べるものである。

2. 実験方法

実験は建設省土木研究所内にある深層土槽内において行った。図-1に全体概要を示す。試験杭は外径101.6mm、肉厚11.75mm、長さ5.0mの鋼管を用い、各杭には試験中の杭体ひずみを測定するために、地盤面から1.5mの間に対して100mm、それ以深に対しては200~300mm間隔でひずみゲージを貼付した。各杭の頭部は鋼製フーチングに剛結され、さらにフーチングの回転を拘束するためフーチングはバンタグラフに連結した。載荷は多サイクル荷重制御方式とし、水平載荷槽よりP C鋼棒を介してフーチング中央部を加力した（実験ケースは表-1に示す）。なお、荷重はセンターホール型ロードセルで測定した。

地盤は試験杭を設置し土槽内を満水にした後グラブバケツにて砂（鹿島砂； $G_s=2.67$ ，最大粒径4.76mm，細粒分0%，均等係数2.54）を落下する方法で作成したが、後の土質調査結果よりほぼ均一地盤であることが確認されている（ $\gamma_s=1.68\text{tf/m}^3$ ， $\phi=35^\circ$ ）。

実験は表-1に示す6ケースについて行い、各ケースとも杭の中心間隔は杭径の2.5倍（254mm）とした。

表-1 実験ケース

名 称	配 置 方 法
単 杭	
2本並列杭	載荷直角方向2本
3本並列杭	載荷直角方向3本
2本直列杭	載荷平行方向2本
3本直列杭	載荷平行方向3本
9本組杭	3×3本方形配列

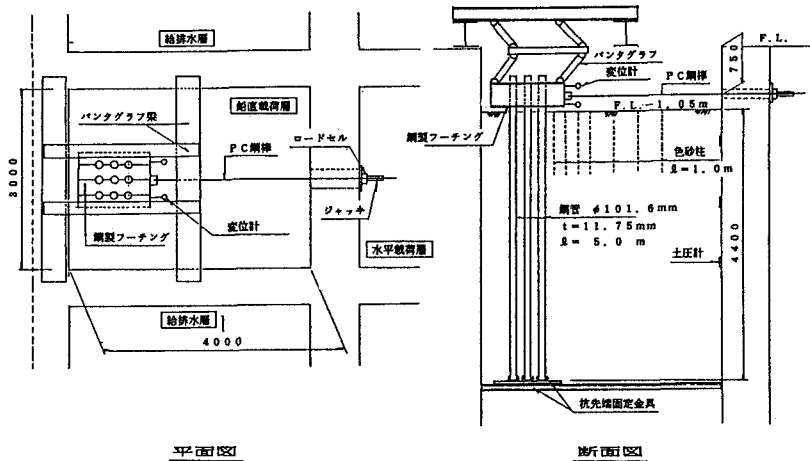


図-1 実験概要図

3. 載荷荷重～フーチング変位曲線

図-2に各実験ケースの処女荷重時における平均載荷荷重(杭1本当たりの平均荷重)～フーチング変位量曲線を示す。図より、変位量が大きい範囲では荷重～変位量曲線はいずれも単杭の曲線の下方にあり、これは杭相互の干渉による影響と考えられる。その影響度合いは9本組杭が一番大きく、次いで3本直列、2本直列、3本並列、2本並列の順となっている。これらより、杭本数が多いほど、また同じ杭本数であっても載荷軸方向の杭本数が多いほど各杭相互の干渉度合いは大きくなるものと考えられる。

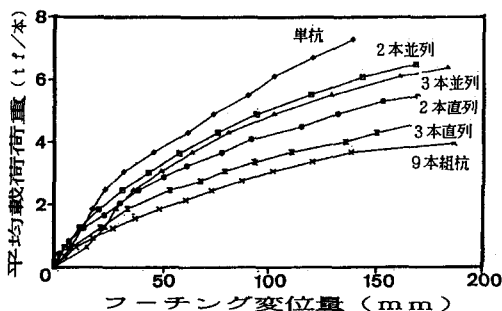


図-2 載荷荷重～フーチング変位量曲線

4. 杭頭分担荷重

図-3～5に3本並列杭、3本直列杭および9本組杭での実験より得られた各杭の杭頭せん断力を示す。ここで、各々の杭頭せん断力は地上部二断面における曲げモーメント差から算出したものであり、各杭が分担している水平力を示している。

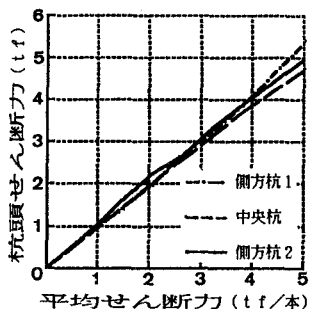


図-3 杭頭分担せん断力 (3本並列杭)

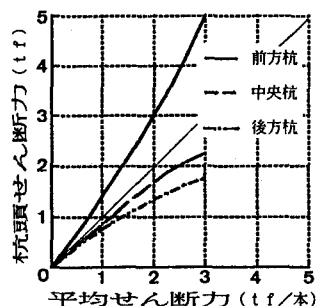


図-4 杭頭分担せん断力 (3本直列杭)

図-3に示す3本並列杭では、側方、中央によらず

各々の杭の杭頭せん断力はほぼ同程度である。これに対し、3本直列杭(図-4)では、前方杭が大きな荷重を分担し、中央杭、後方杭となるのに従って分担荷重が小さくなっている。また、この傾向は荷重が大きくなるにつれて顕著になっている。本実験では、各杭の平均杭頭せん断力が3tf(合計9tf)の時の分担割合として、前方:中央:後方=1:0.5:0.4が得られている。

図-5より、9本組杭の各杭の荷重分担は、上記の3本並列杭および3本直列杭の傾向を合成したものとなっていることが認められる。

5. おわりに

模型群杭の水平載荷実験を行い、大変形時の挙動を測定した。その結果、各杭の荷重分担は、

- ① 載荷直角方向の各杭は側方と中央でほぼ同程度であること
- ② 載荷方向の前方杭の分担割合が大きく、後方になるに従って小さくなること

が認められた。

なお、本実験は鋼管杭協会との共同研究で行ったものであり、多大な協力を頂いた委員の方々に厚く謝意を表します。

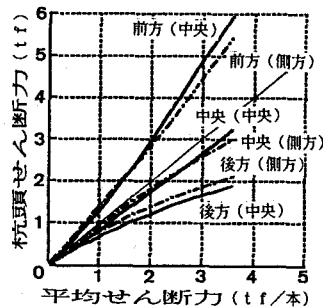


図-5 杭頭分担せん断力 (9本組杭)