

水平力を受ける群杭の相互作用に関する実験的研究

京都大学工学部 正会員 足立 紀尚, 木村 亮 同大学院 学生会員 ○草薙 秀典

1. はじめに

構造物の支持杭を設計する場合、鉛直支持力ばかりではなく、群杭の水平抵抗に対する考え方が重要なポイントとなるが、はたして杭の水平抵抗に対する低減率をどのように評価すればよいのかは、現在のところ定量的に評価できるまでには至っていない。本報告では、杭と地盤の相互作用をより詳細に検討するために、最も単純な2本群杭の相互作用の問題を取り上げ、各杭に別々に荷重を加えることにより、実験的に群杭の挙動を考察した。また、実験結果を解析する手法として、Randolph解¹⁾を用いた。

2. 実験の概要

模型杭の水平載荷実験は、図-1に示す装置を用いて行った。実験土槽は鋼製円筒形であり、水平力は滑車を介して重りで載荷した。模型杭は長方形断面塩化ビニール杭で、7つのポイントにひずみゲージを貼り、曲げ剛性は予備実験より 2.15×10^2 (kgf/cm²)であった。杭頭条件は杭頭自由、自由長は1.5cm、水平変位測定点は地表面から2.5cmであり非接触型変位計を用いた。地盤材料には乾燥した豊浦標準砂を用い、地盤作成方法は杭を建て込んだのち、多重ふるいを通して所定の高さから自由落下させ、土槽の側面を木づちで打撃することにより締め固めた。ポータブルコーン貫入試験結果によると、深さ方向に比例的に貫入抵抗が増加し、地盤作成の再現性も良好であった。本研究では、単杭実験と群杭実験を行ったが、後者における2本杭の配置は、図-2に示すように杭中心間隔 s および杭中心線と載荷方向のなす角 β をパラメータとし、15ケース実施した。模型杭への水平力は、荷重ステップを50gfずつ加え、200gf、400gfにおいて一旦ゼロにもどして再載荷した。以後、載荷に対して後方にある杭を杭1、前方にある杭を杭2と略称する。以上本実験の特徴は、2本杭に別々に同じ荷重を載荷し、杭中心線と載荷方向のなす角を考慮している点にある。

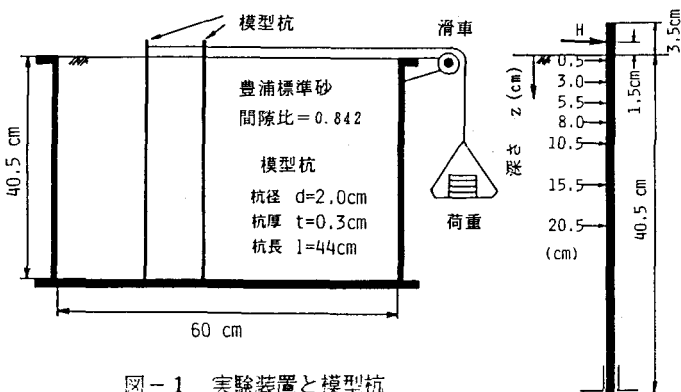


図-1 実験装置と模型杭

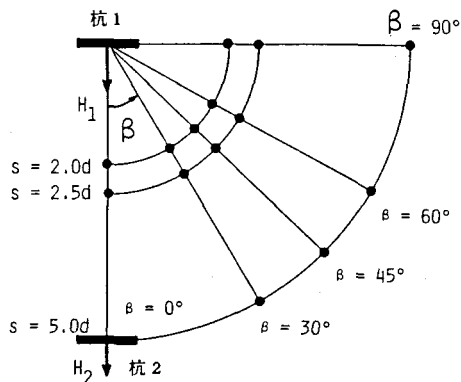


図-2 杭配置と s 、 β

3. 実験結果と考察

2本の杭に別々に同じ水平力を載荷した群杭実験において、 β をパラメータとした杭1、杭2の荷重～変位関

係を図-3に示す($s=2.5d$)。 $\beta=0^\circ$ の場合、 $\beta=45^\circ$ 、 90° と比較して杭1の変形が極端に大きいことが分かる。杭が荷重方向に対して直列状に並んでいる $\beta=0^\circ$ の場合(直列杭)同一荷重に対して後方杭の変形が大きいため、荷重分担率の立場から考えると同一変位を発生させるための荷重が小さく、“後方杭ほど荷重分担が小さい”という従来の実験結果¹⁾と一致する。また β が大きくなるほど、杭1と杭2の変形量の差が減少する。直列杭と荷重方向に並列状に配置した杭では、後者の杭の方が変形が小さいことも知られており妥当な結果といえる。他の杭中心間隔の結果をまとめると、

- 1) 杭間隔が狭い場合($s=2.0d$ 、 $2.5d$)、杭1の変形は β が 0° に近づくほど、また杭2は β が 90° に近づくほど増加する。
- 2) 1)に対して杭間隔が広い場合($s=5.0d$)、杭の変形に対する β の影響は薄れる。

という結論を得た。曲げモーメントの比較からも、上記と同じ傾向が得られた。

次に、群杭効率に関して考察する。群杭の支持力が、(単杭の支持力) $\times$ (群杭本数) とはならず、低減させる係数のことを一般に群杭効率 e といひ、変位を対象にすると次のように表される。

$$\text{群杭効率} = \frac{\text{一定荷重に対する単杭の変位}}{(\text{一定荷重} \times \text{杭本数}) \text{ に対する単杭の変位}}$$

上式の一定荷重はすべて 400gf とし、再載荷 (0→400gf) 時の変位増分量で以後考察する。図-4は杭1、杭2について各杭の群杭効率 e を計算した結果である。縦軸に群杭効率 e を、横軸には β をとり杭中心間隔 s をパラメータとした。図には Randolph 解による解析結果も合わせて示している。(a)、(b)両図を比較すると、両図とも杭中心間隔が大きくなるほど群杭効率は1に近づくが、前節で考察したように、杭1と杭2の挙動には違いがある。つまり、杭1の場合は β が大きくなるほど群杭効率が1に近づくが、杭2には顕著な β の影響は見られない。

1. おわりに

本報告は、各杭の杭頭がフーチング等で連結されていない杭頭自由の2本群杭において、杭中心間隔、杭配置を種々変化させたとき、これらの要因が杭相互間の荷重分担率および群杭効率にどのような影響を与えるかを実験的に調べたものである。今後地盤作成、載荷方法および計測方法を改善して、さらに高精度の実験を行う予定である。

*参考文献

- 1) Randolph, M.F.: Geotechnique, Vol.31No.2, 1981, pp.247-259
- 2) Shibata, T. et al.: S & F, Vol.29No.1, 1989, pp.113-126

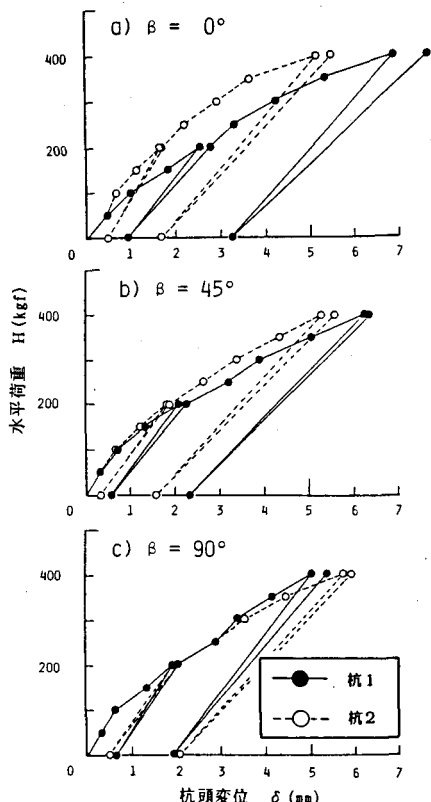


図-3 β をパラメータとした荷重～変位関係 ($s=2.5d$)

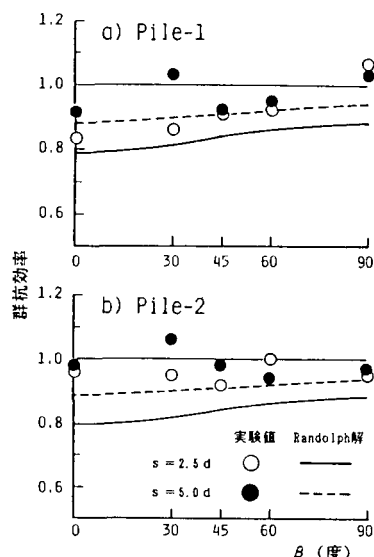


図-4 群杭効率と β の関係