

群杭の動的水平挙動に関する模型実験

熊本大学工学部○学生会員 中島勝弘
 熊本大学工学部 正会員 大谷 順
 熊本大学工学部 学生会員 帆足奈央
 熊本大学工学部 学生会員 椋木俊文

1、はじめに

杭基礎構造物に地震・波浪等の動的水平荷重が作用すると、その杭の挙動は静的問題における地盤の非線形性や群杭としての杭配列の条件に加えて、動的荷重としての周波数及び振幅の影響を強く受ける。よって、杭-地盤間相互作用は静的に比べより複雑になると考えられるが、現行設計法においては、未だこの動的相互作用を定量的に評価されていない現状にある。今後杭基礎の設計法が限界状態設計法に移行する場合、このような挙動の定量的評価は不可欠になると考える。

著者らは、動的水平荷重下での杭基礎の群杭効率を定量的に評価する目的で、昨年動的水平載荷装置を試作した¹⁾。しかし昨年の実験により装置にいくつかの改良点がみられたので今回その改良を行い実験を実施した。本報告では、得られた荷重、変位データをもとに、まず装置の改良点の確認を行い、続いて杭の本数及び配置や載荷重の振幅、周波数を変化させた実験結果に基づき動的群杭効率を評価する。

2、実験装置の概要

図-1に装置の全体像を示す。昨年からの改良点は、実験装置の載荷部分にある。改良前はスライドテーブルに載荷して図-1(a)の点線で囲んだ部分全体を振動させていたため、その質量により大きな摩擦力や慣性力が生じていた。今回の改良では加振機の位置を下げ杭頭のすぐ上のスライドプレートを振動させている。また、模型杭への載荷は杭頭より変位をコントロールするキャップを付して動的水平(変位制御)と静的鉛直(応力制御)の2軸で作用可能である。水平変位の振幅は最大12.5mmまで、周波数は5.0Hzまで調節可能である。模型杭の材料としてはアルミニウムを使用しており、その形状は断面積 $3 \times 20 \text{mm}^2$ 、長さ550mmの直方体である。土槽寸法は(600^W×1300^L×900^Hmm)である。地盤は、炉乾燥した珪砂を用いており、その試料データを表-1に示す。

3、実験ケース

本研究で実施した全ケースにおける杭本数及びその配列を図-2に示す。ケース1は単杭、ケース2以降は群杭である。ケース2及び3は共に2本杭でその配列が載荷方向に対し直列と並列、ケース4はボックス型の4本杭である。実験は変位制御で実施し、表-2に示すようにその条件としての振幅を2.0mmと5.0mm、周波数を0.1Hzと4.0Hzとした。

4、実験結果及び考察

(1) 改良前後の実験結果の比較

図-3は直列2本杭での振幅5.0mm、周波数4.0Hzでの荷重と変位の時間応答曲線であり、(a)が改良前、(b)が改良後のものである。改良前は

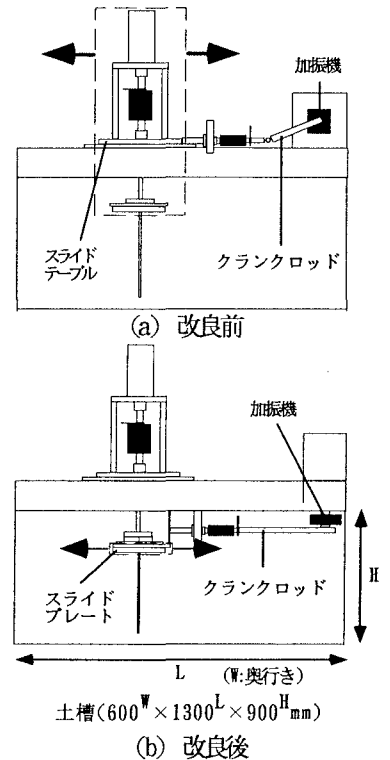


図-1 実験装置全体図

表-1 試料データ

試料名	珪砂
土粒子密度	2.634g/cm ³
砂の最大密度	1.611g/cm ³
最小密度	1.261g/cm ³
相対密度	73.30%

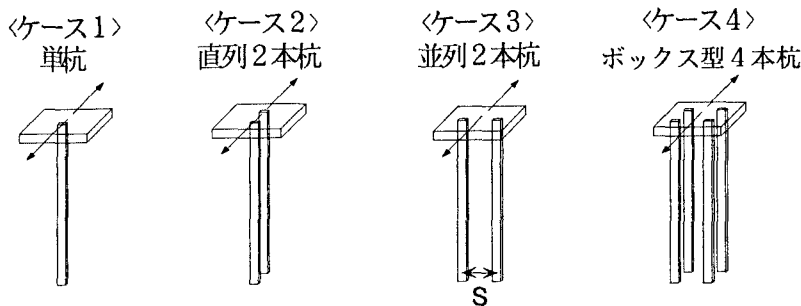


表-2 実験ケース

	振幅	周波数
ケース 1~4	2.0mm	0.1Hz
		4.0Hz
	5.0mm	0.1Hz
		4.0Hz

杭中心間隔 $S=2.5D$ (D : 杭径)

図-2 杭の本数・配置

実験開始直後から荷重と変位に大きな位相差が生じ、また装置の始動時に特に大きな力を必要としていた。これは振動部分の質量による多大な摩擦力や慣性力が原因であると考えられる。しかし図-3(b)で示す通り、今回の改良によりこれらはほぼ解消されたと考える。

(2) 履歴曲線

図-4は振幅 5.0mm、周波数 4.0Hzの杭頭における履歴曲線である。計測した時間は定常期と判断した実験開始3分後から5秒間である。振幅の原点付近のループの乱れは、杭周辺の地盤において杭前方の盛り上がりや杭後方の落ち込みが混在するためと考えられる。また、変位量が最大の点において先端がとがったループになっている。この時点で地盤は非線形性が卓越していると思われる。

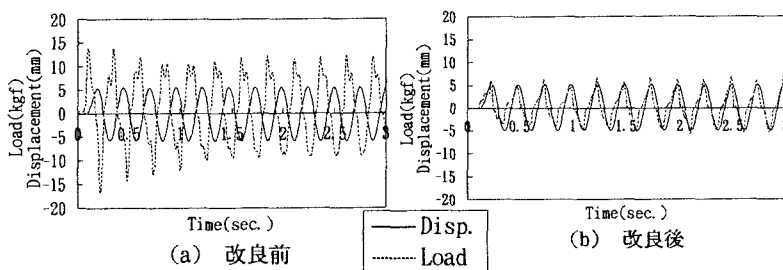


図-3 荷重・変位の時間応答曲線

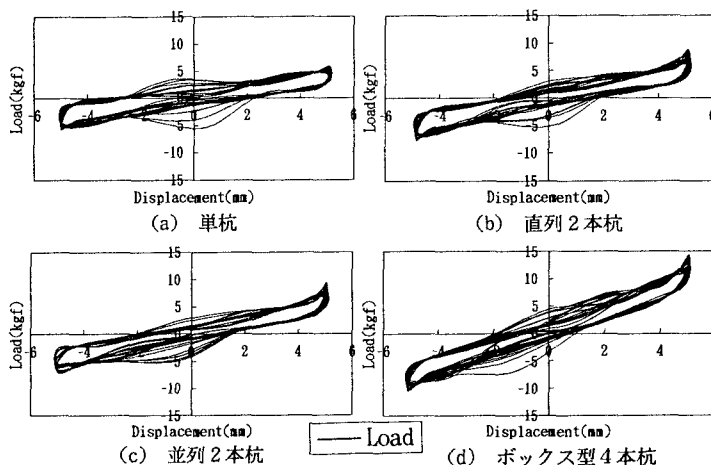


図-4 履歴曲線

静的水平荷重下において群杭効率

$\text{群杭効率} = \text{群杭の支持力} / \{ (\text{単杭の支持力}) \times (\text{群杭本数}) \}$ と定義したとき杭配置に関しては、並列>直列>ボックスの順に群杭効率は小さくなるとされている²⁾。今回の実験では支持力ではなく反力を計測しているが、上式にあてはめた場合、動的水平荷重下においても静的と同様に並列>直列>ボックスの順に群杭効率は小さくなった。

5、おわりに

今回上述した条件下でのすべてのケースの実験を実施し荷重、変位のデータを得た。今後杭本数、配置、振幅、周波数について一項目ずつ比較していき、これらをパラメータとする群杭効率を定量的に評価していく所存である。

[参考文献] 1)帆足奈央：動的水平荷重下における群杭効果に関する模型実験，平成9年度熊本大学卒業論文

2)木村 亮：水平力を受ける群杭の挙動に関する基礎的研究，京都大学学位論文 pp.9-41，1993。