

北海道開発局土木試験所 正員 逢坂 秀俊

" 正員 森 康夫

" 木村 誠一

1. ま え が き

軟弱地盤における橋台や擁壁の基礎杭は、偏載荷重による地盤の側方流動の影響を受けて、しばしば過大な変位を生じることがある。しかし、この側方流動の影響を適切に評価することは難しく、特に杭背面に作用する側方流動圧および前面に発生する地盤反力については不明な点が多い。

このため、側方流動地盤に設置した杭の水平挙動に関する室内模型実験を実施したが、ここでは単杭に関する実験結果について述べ、杭を台形分布の流動圧が作用した弾性床土上の梁と考えた場合の適用性について検討を加えた。

2. 実験概要と結果

模型実験は、図-1に示すような規模で実施した。実験地盤は、偏載荷重により側方流動を起す厚さ30cmの軟弱粘土層と、その下の厚さ70cmの粗砂層との2層によって構成されている。軟弱粘土層の室内土質試験結果を表-1にまとめて示したが、試料は現場から採取した粘性土に、水と焼石こうを加えながら攪拌混合して再成したものを使用した。模型杭は、アルミニウムパイプ($\phi 19\text{mm}$ 、 $t=1.9\text{mm}$ 、 $\ell=123\text{cm}$)を用いており、杭と地盤の挙動は、変位計、ひずみゲージ、あるいは圧力センサなどを利用して観測を行った。

なお、実験槽壁面と地盤の摩擦抵抗は、シリコングリスを塗布して低減を計った。観測結果の一部を図-2~6に示したが、図-2は、偏載荷重時における地盤の移動状況を示したもので、沈下(浮き上り)および水平変位の状況をある程度把握できる。図-3は、偏載荷重と杭の水平変位および最大曲げ応力の実測値の関係を示したもので、No.1、2の2列単杭(頭部自由)は、No.4杭に比較して変位、曲げ応力ともに約 $1/2$ 程度の値を示しており顕著な差が表われた。また、図-4はNo.3杭の主働面(背面、載荷側)と受働面(前面)に設置した圧力センサの測定結果を示したものである。軟弱粘土層間では、杭背面から流動圧を受けるが杭前面の地盤反力は発生していない。砂層においては、表面近くの杭前面に反力が発生しているが、背面の作用圧力はほとんどなく、深さ60cm以深でこの傾向は逆転

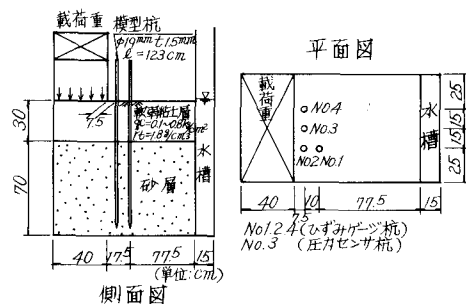


図-1 実験装置の略図

表-1 地盤の特性

	単位	記号	再成試料
含水比	%	W	45~58
比重	GS		2.79
液性限界	% WL		49
塑性限界	% WP		29
塑性指数	IP		20
単位体積重量	γ	Pt	1.77
三軸圧縮力	C		0.015
三軸圧縮力	ϕ		1°
三軸圧縮力	Cc		0.313
三軸圧縮力	Pt		0.19
三軸(UU)			

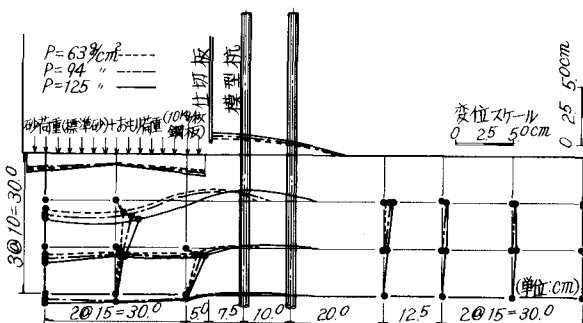


図-2 軟弱層の変位分布

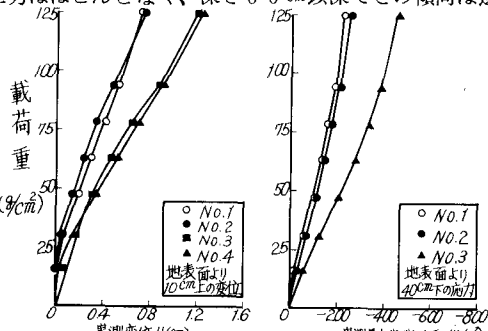


図-3 載荷重と杭の変位および曲げ応力

している。

3. 側方流動圧と反力条件

側方流動圧の大きさ、分布形状などは、多くの要因によって変化し、反力条件にも種々考えられる。現場における調査結果¹⁾によって、

側方流動を起す軟弱粘土層間の杭背面に図-5に示すような台形分布の流動圧を作用させ、土層状態に合せた横方向地盤反力係数 (K_h 値) を設け、弾性床上の梁として考えることにより、杭の

水平挙動をよく説明できる結果を得た。今回の場合、地表面での流動圧強度 P_a は、 $P_a = \alpha \cdot P \cdot D$ (P : 偏載荷重 kg/cm^2 、 D : くい径 cm 、 α : 係数) として、単 ($N_a 3, 4$) 杭で $\alpha = 3.0$ 、2列単 ($N_a 1, 2$) 杭で $\alpha = 1.5$ とする。また、 K_h 値は単杭の水平載荷試験で得られた実測の杭変位と傾斜角から、地盤の移動量に見合う K_h 値を求め、変位に関係なく一定値として与え、粘土層と砂層の2層系地盤として扱うこととする。図-5、6は、全単杭についてこのような仮定にもとづき求めた変位と曲げ応力を実測値と対比して示したものである。図には、三角形分布の流動圧を作用させた場合についても示してあるが、 K_h 値一定としたため荷重の大小によって合致しない部分もあり、最大曲げ応力の発生点も異なっている。しかし、台形分布の計算値が、変位、曲げモーメントの大きさにおいて実測値と比較的合致している。図-7は、流動圧と地盤反力について計算値と実測値を対比して示したものである。図-2に示したように軟弱粘土層間の実測地盤反力は、ほぼ零に近いのに対し計算地盤反力は、図-7に示すようにある程度発生することとなる。また、台形分布の流動圧も実測値の大きさと分布形状において異なったものとなっている。

このため、当初の仮定と異なった考え方にもとづく解析が

必要となるが、いま台形分布と計算地盤反力との差をとり実測流動圧と比較すると、図-5に示した曲げモーメント分布と同様に計算値は多少大きめの値となるが、ある程度近似した結果を得ることができた。

4. あとがき

今回は、側方流動が単杭の水平挙動に与える影響について検討を加えたが、実設計に反映させるためには、さらに地盤の土質特性、杭の剛性、あるいは荷重規模など多くの要因についても検討を進める必要があり、今後とも現場調査、室内実験を通じて明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 森康夫外3名：側方流動と構造物および基礎杭の挙動、土と基礎 Vol.13.0、No.5、1982、PP41~46
- 2) 建設省土木研究所資料：橋台の側方移動に関する研究、第1804号、1981.12、PP127~135

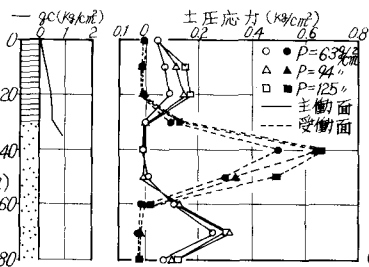


図-4 流動圧と地盤反力の実測値

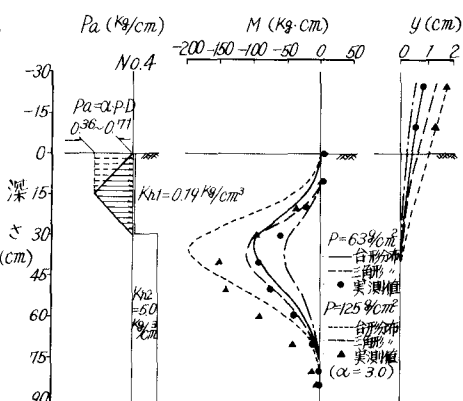


図-5 単杭の曲げモーメントと変位

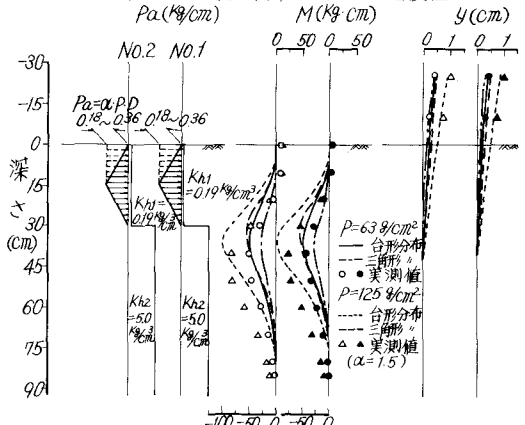


図-6 2列杭の曲げモーメントと変位

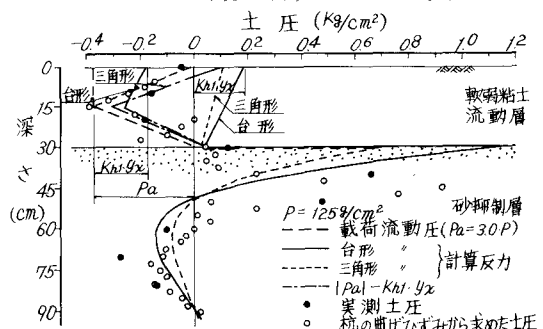


図-7 側方流動圧と地盤反力分布