

小口径群杭に関する実験的研究

豊橋技術科学大学 学生員○金子孝雄
同上 学生員 小松広和
日本小型杭基礎工業会 都築富夫
豊橋技術科学大学 正員 新納 格
同上 正員 栗林栄一

1 はじめに

群杭の挙動は荷重の大きさ、方向、土質の性状、杭間隔、杭配置等の因子により支配されるため、不明な点が多い。そこで本研究では模型実験により群杭の行列方向の成分が群杭効果にどのような影響を与えているかを求めた。また、鉛直方向荷重による短い杭の挙動の影響を求める。現在の建築基準に満たないこの小口径群杭の水平抵抗を求める式が確定されれば、小規模な現場において、コンクリートを打つ様な施工現場で、小口径杭だけで充分にその基礎たる役目を果たすことが出来れば将来次のような利点が考えられる。○コンクリート基礎のように土を掘る必要がなくなる。○工期の短縮。及び、人件費の節約など。

2 相似則

実験は、昨年実地盤に打ち込まれた小口径短杭の横方向の载荷試験を、相似則により1/7にスケールダウンした材料を用いた。模型杭に関しては表-1に表す。昨年の現場実験より得られたデータと模型実験により得られたデータを図-1と図-2に表す。相似とするためには $P_i^* (\text{慣性力}) = P_i^* (\text{引張り力})$ とする。

表-1 杭の相似則

$$\frac{E_p E_p A_p}{E_m E_m A_m} = \frac{\rho_p l_p^3 \alpha_p}{\rho_m l_m^3 \alpha_m}$$

σ : 応力 A : 面積 ϵ : ひずみ
 E : 弾性係数 ρ : 比重
 α : 加速度 l : 長さ

	杭径 (mm)	内厚 (mm)	埋め込み長 (杭長)(cm)	弾性係数 kg/cm ²	断面二次 モーメント	引張り力 kg	モーメン トkg·cm	地盤反力 kg/cm
鋼管杭	165.2	5.0	2000(3000)	2.1×10^4	808	2002	1640	3
模型杭	38	4.0	28.6(500)	3.0×10^4	6.26	9.8	99.75	0.37

3 実験概要

横方向を受ける杭の荷重を知るために必要な項目は、杭頭変位、杭の最大曲げモーメント、杭の根入れ部各点の変位量と地盤反力である。これらの項目について実験を行なった。

3.1 荷重¹⁾

単杭においては、杭体にワイヤーを直接掛け、滑車を通してワイヤーの先端に重りを載せ横荷重とし、載荷高さを10.7cmとした。群杭の場合のみフーチングに重りを載せ鉛直荷重をかけた。実験パターンについては、次ページの表-2に示す。

3.2 測定項目

変位測定位置は、単杭においては、荷重点、地表2cmの値を測定し、群杭は、フーチング部分と荷重点(地表10.7cm)の2カ所で行なう。杭の曲げモーメントは杭外面に貼付けしたストレインゲージによって曲げひずみを測定し算定した。

3.3 実験地盤

土槽は、1m×1m×0.5mの箱を用い、上端より30cmの所まで土を投入し締め固め、上層は、10cmおきに地盤が均一になるように踏み固めた。杭間の地盤剛性が重要と考えられるので杭間の地盤作成には細心の注意を払った。模型地盤の間隙比はの含水比と締め固め試験の結果より $e_m = 0.987$ であった。

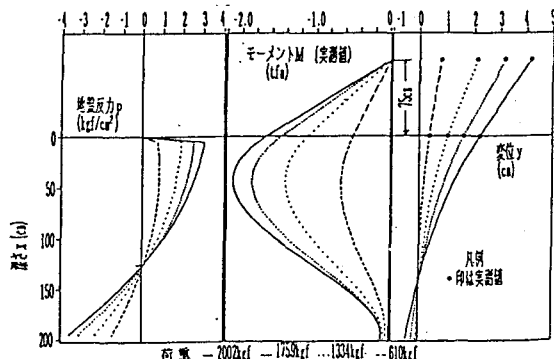


図-1 現場実験結果

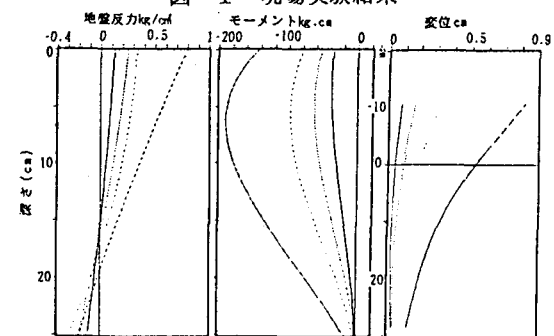


図-2 模型実験結果

4 実験結果^{2), 3)}

4.1 測定値の整理

杭の曲げひずみの測定値から各荷重段階ごとに曲げモーメントの分布曲線を最小二乗法により4次の曲線に近似した。曲げモーメント分布曲線を微分するとせん断力曲線、地盤反力曲線が求められ、また積分によってたわみ角及び変位曲線が求められる。

測定結果は、表-3、図-3、に示す。

4.2 群杭効率

群杭の支持力は(単杭支持力)×(群杭本数)とはならず、低減させる係数の事を一般に群杭効率といふ次の式を用いる。結果は表-4に表す。

$$e = \frac{\text{群杭支持力}}{\text{単杭支持力} \times \text{群杭本数}}$$

表-2 載荷パターン

	鉛直荷重 5kg	荷重載荷点 地表(cm)	荷重方向 (行×列)	杭間隔 d=3.8cm
群杭1	無	10.7	3×2	2.5d
2	無	10.7	3×1	2.5d
3	無	10.7	1×3	2.5d
4	有	10.7	3×2	2.5d
5	無	10.7	2×3	2.5d
6	無	10.7	3×1	3.5d
7	有	5.0	2×3	2.5d
8	無	5.0	1×3	3.5d

表-3 測定結果

単位 (0.01mm)	鉛直荷重				載荷点位置				荷重方向				荷重方向				杭間隔 d=3.8mm 2.5d, 3.5d				単杭	
群杭 NO.	1	4	5	7	5	7	1	5	4	7	6	8	2	3	2	6	3	8	1	2		
最大変位	517	230	222	340	222	340	517	222	230	340	303	277	390	340	390	303	340	277	515	451		
塑性変位	387	151	124	205	124	205	387	124	151	205	208	86	280	125	280	208	125	86	250	248		
2mmの荷重	40	60	55	75	60	75	40	55	60	75	42	46	20	27	20	42	27	46	9	10		
最大 モーメント	49	62	99	75	99	92	49	99	62	75	75	147	71	169	71	75	169	147	212	204		
30kgfモーメント	25	22	30	36	30	15	25	30	22	36	40	75	71	169	71	40	169	75				

表-4 群杭効率

群杭効率	群杭(N=6)		群杭(N=3)		山原、宮永先生らの提案式
	鉛直荷重	無	杭間隔	2.5d	
直列方向	群1	群2	群1	群2	
2x3, 1x3	0.702	0.741	0.640	0.668	
並列方向	群5	群3	群5	群3	
3x2, 3x1	0.965	0.947	0.652	0.850	

5 考察

モーメントには 鉛直荷重による影響は、小さいと考えられるが、変位、群杭効率には大きいと考えられる。変位においては、直列杭の方が並列杭より大きくなっている。このことから地盤内応力を介して各杭が相互に干渉する度合は加力方向に並んだ杭配列の方が直角に並んだ杭列よりも大きい。曲げモーメントに関し、図-3に示すように最大曲げモーメント位置が後方杭の方が深くなっていることが分かる。また、並列杭の方が、各杭にかかる曲げモーメントが大きく中心の杭の最大曲げモーメントが外側の杭と異なる位置で現われている。これは、杭間の地盤の締め固め具合、フーチングと模型杭の剛性の違い、載荷点位置による影響があると考えられる。地盤反力においては、地表面で、加力方向に対して前方杭では+の地盤反力を受けているが、後方杭には-の地盤反力を受けている時もある。これはフーチングに働くモーメントの影響により各杭に作用する地盤反力に影響を及ぼしていると考えられる。

参考文献

- 1) 八嶋篤、柴田徹、寺田典生：群杭の水平抵抗に関する模型実験(1)、京大防災年報第26回、p722-723
- 2) 鋼管杭協会：鋼管杭—その設計と施工—、昭和58年3月
- 3) 土質工学会：杭基礎の設計法と解説

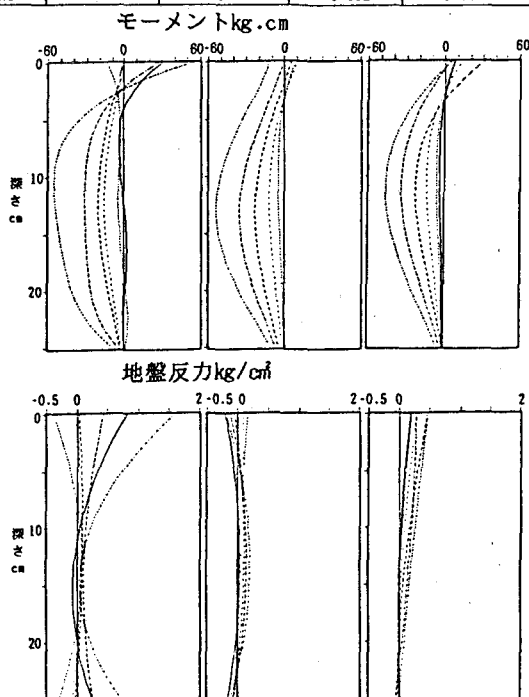


図-3 群杭2実験結果

荷重 - 3500w - 5500w - 10500w - 15500w - 20500w - 30500w