

小口径短杭の水平挙動に関する研究

豊橋技術科学大学大学院 学生員 小松広和
 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
 豊橋技術科学大学 正員 栗林栄一

1. はじめに

杭の水平抵抗は、杭構造物にとって重要な要素である。この水平抵抗には多くの考え方があるが、この研究の対象とする杭は、外径20cm未満、全長3m以下の鋼管を用いた杭であるためどの考え方が適用できるかが疑問となる。そこで、このような杭の水平挙動を解明するために、水平載荷試験を行った。その結果に、地盤の非線形性を考慮した港研方式¹⁾を利用し解析した。

2. 実験概要

実地盤においては単杭の現場試験を行い、室内における模型試験では、現場試験で用いた杭と幾何学的に相似となる模型杭で単杭と群杭について実験を行った。各実験で用いた杭の概要は、表-1に示した。

表-1 試験杭の概要

	FIELD TEST			MODEL TEST
B	16.52	13.98	10.16	3.8
t	0.5	0.45	0.32	0.4
EI	1.697	0.920	0.252 ($\times 10^6$)	1.878×10^5
L	200	100	50	28.6
H		75		10.7

B: Width of pile (cm)
 t: Thickness of pipe pile (cm)
 EI: Rigidity of pile (cm⁴)
 L: Embedded length of pile (cm)
 H: Height of load application (cm)

現場試験

杭は、地盤に打撃によって打ち込む打込み鋼管杭とし、杭径、杭根入れ長および地盤を変化させ、載荷高を75cmに統一した。載荷方法は、引っ張り力による一方向繰返し載荷とした。

模型試験

模型地盤は、土槽内に模型杭を立て込んだ後、土を均一に踏み固めて作成した。載荷方法は、滑車を通った鋼製ワイヤーの先端に重錘によって重量を繰返し加えるものとした。この模型実験では、単杭については、現場試験との相似関係の確認を、群杭については、模型より実大の群杭の挙動予測を目的とし行った。

測定項目

両試験とも、各荷重段階ごとに水平荷重、杭頭変位、地表面変位および杭体の曲げひずみを測定した。

3. 実験結果と考察²⁾

まず、模型杭の相似関係の確認のために単杭について比較した。

杭変位、曲げモーメントと地盤反力の関係

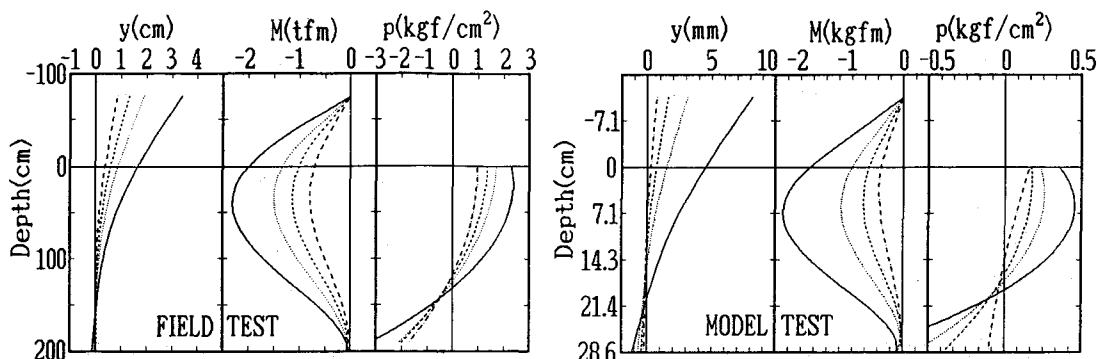


図-1 杭変位、曲げモーメントおよび地盤反力の分布

杭の水平抵抗の基本式によると、杭体の変位と地盤反力は、測定した杭体の曲げひずみより求められる曲げモーメントを数値積分と数値的に微分することによって求められる。しかし、曲げひずみの測定間隔が広いと計算結果の誤差が大きくなると思われるので曲げモーメントを最小二乗法によって近似して計算を行った。杭変位、曲げモーメントおよび地盤反力の分布を図-1に示す。

地盤反力と杭変位の関係

杭の水平抵抗の基本式によると、地盤反力は、杭の変位の関数となる。図-2は、地盤反力と杭変位の関係を示したものである。この図より、地盤反力は杭変位の $\frac{1}{2}$ 乗に比例することがわかる。これより、C型地盤に適用される林一宮島による式($p=k_c y^{0.5}$)と同じとなる。 k_c は地盤

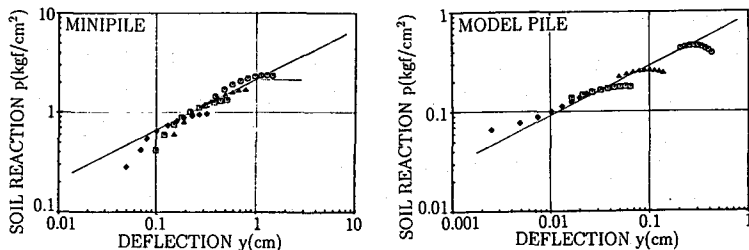


図-2 地盤反力と杭変位の関係

常数であり、杭径が小さいので杭径に反比例しており、杭径が小さくなると大きくなる。以上の実験結果より、単杭の挙動は、図-4で示すような関係にあることがわかった。この図は、杭の曲げ応力を考慮しており、 k 値がわかることによって杭の曲げ応力が降伏するときの地表面変位を求める。

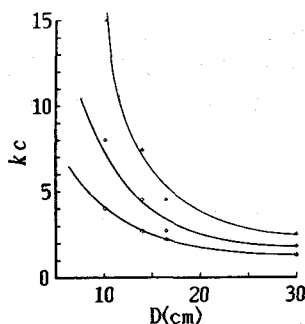


図-3 k と杭径の関係

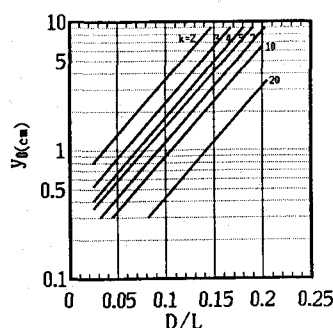


図-4 杭の違いによる
地表面変位の予測

4. 群杭への適用

模型の単杭と実大の単杭の関係より、実大の群杭の挙動を予測することを考える。

荷重分担率

各杭の地上部分のせん断力の和をとると載荷した水平力にほぼ等しかった。図-5に各杭に作用する荷重分担率を示す。

群杭効果

変位を対象とした群杭効果 e は、次式で求められる。

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

これによって、群杭効果を求めてみると、ほとんど効果がない結果となった。これは、杭頭の結合条件が違うためではないかと考えられる。

5. おわりに

杭頭の結合条件の影響については、まだ考慮する点があるが、模型杭での群杭の挙動が荷重分担率については求められたのでこの結果を相似則によって実大の群杭の挙動が求められる。

参考文献

- 1) 横山幸満: くい構造物の計算法と計算例, 山海堂, 1985
- 2) 小松広和, 金子孝雄, 都築富夫, 新納格, 栗林栄一: 小口径短杭の水平抵抗に関する研究, 第8回地震工学シンポジウム論文集, 日本学術会議地震工学研究連絡委員会, 1990.12

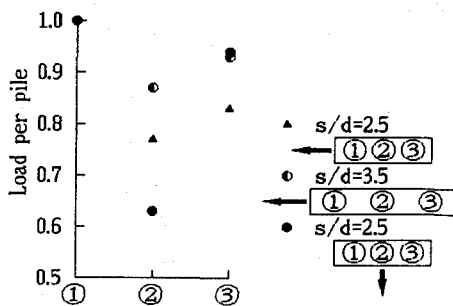


図-5 荷重分担率