

小口径短杭の横抵抗に関する実験的研究

豊橋技術科学大学 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
 同 上 正 員 栗林 栄一

1. はじめに

杭の横支持力は、土との相互作用による支持力と杭体の強度の2つの内どちらか小さい方で決まる。本研究で検討する杭は、杭体と土との相互作用により支持力が決定されると思われる。よって、本研究は、実地盤実験から諸物理量と横支持力との関係について検討を行い、小口径短杭の横支持機能について考察したものである。

2. 実験概要

横方向力を受ける杭の挙動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、打ち込みエネルギーである。この項目について3種類の地盤で実験を行った。

(1) 横荷重

載荷方法は一方向載荷とし、ワイヤロープ及びチェーンブロックを用いて人力により引っ張り、横荷重とした。ワイヤロープと杭の接点に荷重計を取付け横荷重を測定した。また載荷高さは75cmとした。

(2) 杭頭変位

地上部分の杭の変位を杭頭部と地表面の2カ所で測定した。

(3) 杭面の曲げモーメント

杭内面に貼付したストレインゲージによって曲げひずみを測定し、曲げモーメントを算定した。試験杭の要目を表-1にゲージの貼付け位置及び地盤のN値を図-1に示す。また先端開放型(open)の杭はゲージ保護のために杭内面にゲージを覆うように平板を溶接した。

(4) 打撃エネルギー

打撃エネルギーを打ち込み荷重と落下高さの積により計算した。

3. 実験結果と考察

3.1 測定値の整理

杭の曲げひずみの測定値から各載荷段階ごとに曲げモーメントの分布曲線を最小2乗法によって4次の曲線に近似した。曲げモーメント分布曲線を微分してせん断力曲線、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。積分の場合の積分定数は変位計の測定結果より定めた。積分は比較的誤差が入りにくい、微分の場合は曲線の引き方等でかなり結果が違ってくることは避けられない。さらに2階微分値である地盤反力分布はチェックできるような実測値がなく、

表-1 試験杭の要目

	杭長 (cm)	杭径 (mm)	肉厚 (mm)	I cm^4
1-1	3000	139.8	4.5	438
1-2		101.6	3.2	120
1-3		165.2	5.0	808
1-4	2000	101.6	3.2	120
1-5		101.6	3.2	120
2-1	3000	165.2	5.0	808
2-2		139.8	4.5	438
2-3		165.2	5.0	808
2-4	2000	139.8	4.5	438
2-5		101.6	3.2	120
2-6	1500	101.6	3.2	120
3-1	3000	165.2	5.0	808
3-2		139.8	4.5	438
3-3		165.2	5.0	808
3-4	2000	139.8	4.5	438
3-5		101.6	3.2	120
3-6	1500	101.6	3.2	120

注)・: 杭頭変位のみ測定
 1: 断面2次モーメント
 ヤング係数(E)= 2.1×10^4 (kgf/cm²)

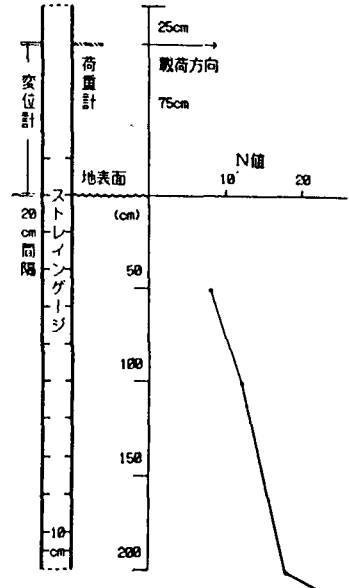


図-1 杭と地盤

かなりの誤差をとまなうことが予想される。

3.2 荷重と変位

図-2は地表面変位と横方向荷重の関係をプロットしたものである。荷重-変位曲線はいずれも直線とはならない。これは横方向力を受ける杭の周面では土の挙動が塑性的であることを示すものである。しかし荷重載荷初期の段階では直線を示しておりこの部分ではまだ弾性的挙動を示している。

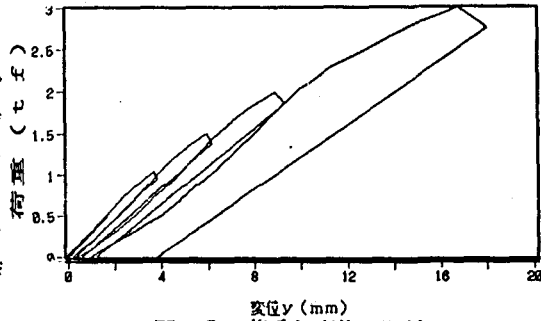


図-2 荷重と変位の関係

3.3 モーメント、地盤反力及び変位の分布

杭の地盤反力、曲げモーメント及び変位の分布曲線を図-3に示す。

3.4 地盤反力と変位

地盤反力は $p = K(x)y^n$ で与えられると仮定すると $K(x)$ は一定ではなく深さ x の関数と考えられる。そこで、図-4に各深さにおける p/x (kgf/cm³) と y との関係を対数目盛上に示した。この図で傾き0.6 が与えられ $p = k \times y^{0.6}$ が求められる。この時の k は $y=1\text{cm}$ の p/x の値で $k=0.15(\text{kgf/cm}^3 \cdot \text{cm}^{0.6})$ となる。

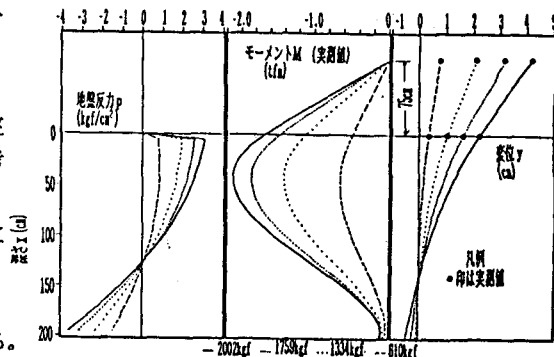


図-3 M, p, y の分布

3.5 打撃エネルギー

打撃エネルギーは地盤別に杭径に比例することがわかった。これは表層部分での打撃エネルギーを指しているため杭長とは関係がない。

3.6 諸物理量による影響

杭体の変位を杭長、杭径、打撃エネルギー、杭内の土の侵入土量及び荷重との重回帰分析を行った結果変位の予測は次式で与えられる。またその結果を杭長3000mm、杭径139.8mmについて図-5に示す。

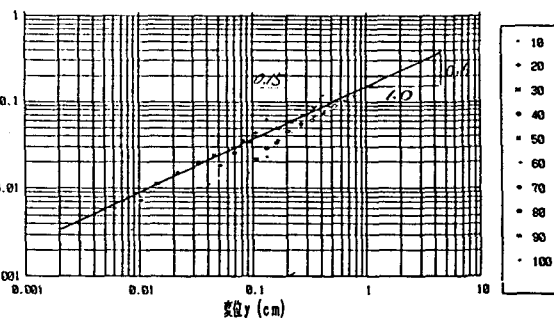


図-4 地盤反力と変位の関係

$$\begin{aligned} \text{変位 } y(\text{mm}) &= 26.840 + (0.0102) \text{ 荷重 } (\text{kgf}) \\ &\quad + (-5.566) \text{ 杭長 } (\text{m}) \\ &\quad + (-82.446) \text{ 杭径 } (\text{m}) \\ &\quad + (-0.00071) \text{ 打撃エネルギー } (\text{kgfm}) \end{aligned}$$

この結果より変位は土の侵入土量には何等関係しないことがわかり、また打撃エネルギーよりも杭長との相関が高いことがわかる。

参考文献

- 1) 横山幸満：杭構造物の計算法と計算例、山海堂、1985
- 2) 久保浩一：短杭の横抵抗、港湾技術研究所報告、Vol115, No.13

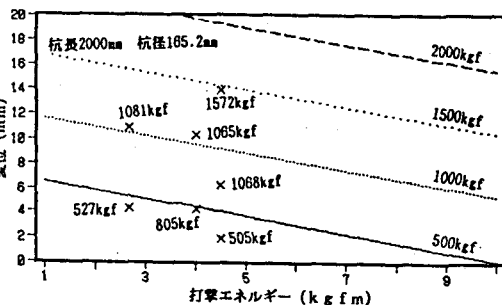


図-5 変位の予測