

III-381 多層系地盤の単杭の水平抵抗に関する実験的研究

国土館大学 工学部 正会員 小野 勇
同 上 正会員 高田 清美

1. まえがき

構造物を支える杭には種々の力が作用する。水平力もその中の1つであり、水平力の作用する杭について、数多くの研究が行われている。しかし、地盤破壊が生じるような水平力が作用した場合の研究は余り行われていないように思われる。本研究は、昨年からの継続実験であり、多層地盤における杭の模型を用いて、地盤破壊に至るまで水平方向の載荷試験を行い、層厚の変化と水平抵抗の関係を検討した。

2. 実験概要

模型地盤には、木節粘土を用い、この土の含水比とセメントの添加量とを調整し地盤の強度を増減した。地盤の強度と含水比及びセメントの添加量の関係は予め平板載加試験を行い把握した。今回の実験では木節粘土4.00kg、セメント0.25kgに対して水量と地盤反力の関係を把握した。この関係から任意の地盤反力係数の添加水量を得た。地盤は3層としたが、地表より60cm以深はかなり硬い地盤とし杭先端を固定する目的で作成した。地表より60cmの間を強度の異なる2層地盤とした。1、2層の層厚の関係は層厚比 η で表し、次式より求めた。

$$\eta = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \times 100 \%$$

ここに、 l_1 ; 1層目の層厚、 l_2 ; 2層目の層厚

今回、 η はNo 4、5、6で各々42、21及び58%の試験を行った。地盤の層状は図-2に示すようにNo 1、2、3は単層地盤とし、No 4、5、6は2層地盤である。地盤反力係数は図に示すようにNo 1、2、3は段階的に変化させ、No 4、5、6については n (地盤反力比)が0.85、0.86、0.90の3ケースとした。実験装置を図-1に示す。土槽は、メタルフォームを用い、長さ30cm、幅20cm、深さ120cmとし、土槽の底には47cmのコンクリート製の台を入れた。杭は、外径0.985cm、内径0.887cm、の円柱で、銅製の物を用い、この杭を70cm土槽に埋設した。また、杭にはワイヤーストレインゲージを図-2に示すように、両面にセットした。ワイヤーストレインゲージのセット位置は、比較的变化が大きいと思われる地表より30cmの間は3cmピッチ、その下40cmは5cmピッチとした。最下部より5cm上部には杭先端での曲げモーメントが0であることを確認するため1点セットした。杭頭の水平変位を2台の変位計を用いて計測した。この変位計は杭の変形を妨げないよう、インダクタンス式変位計を使用した。変位計のセット位置は図-2に示す。上下の変位量から杭地表面のたわみ量、たわみ角を算出する。計測したものは、各荷重段階における杭のひずみ、杭

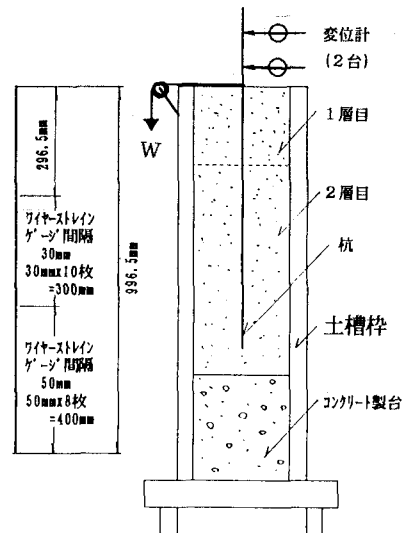


図-1 実験概要図

k ; 地盤反力係数 (kg/cm ²)					
1層 k=5.13	1層 k=3.52	1層 k=1.51	1層目 k=6.21 2層目 k=7.32 $\eta=42\%$	1層目 k=3.77 2層目 k=4.38 $\eta=21\%$	1層目 k=7.25 2層目 k=8.02 $\eta=58\%$
No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6

図-2 地盤条件

頭部のたわみ、およびたわみ角である。実験は、水平方向載加荷重を0.5 kgfずつ載加し、杭が転倒するまで実験を行ったものである。

3、実験結果及び考察

実験で求めたひずみを基に曲げモーメントを計算し、図-3に示す。曲げモーメント図には荷重4.0, 7.0, 10.0, 13.0 kgfの4ケースについてプロットした。正の曲げモーメントが大きく作用している深さを比較すると、No1とNo2はそれぞれの荷重段階において、約5 cmずつ深部へ移っている。しかし、No3ではNo2に比べ約15 cmとかなり深部へ移る割合が大きいことが分かる。これはある程度地盤反力係数が大きい場合においてはさほど深部までは曲げモーメントの作用範囲は移行しないが、地盤反力係数が下がると、ある値から急激に深部まで範囲が広がると思われる。言い替えるならば地盤が単層の場合には地盤反力係数と曲げモーメントの作用範囲の関係は1次的な変化ではなく、地盤反力係数がある値以下になると、急激に曲げモーメントの作用範囲が深部まで作用する。しかし、最大曲げモーメントの値は各荷重段階においてあまり差は見られない。No4、5、6は2層の多層地盤で実験を行った。今回上層の1層目と下層の2層目の地盤反力係数比 n を約0.85~0.90とした。曲げモーメント図を見ると、単層地盤のものとはさほど変化はないことが分かる。これは n の値が1に近い（ $n=1$ は単層）ために顕著な変化が見られなかったと思われる。図-4は杭の地表部でのたわみ量と荷重の関係を示す。No4、5、6は多層地盤ではあるが、他の単層地盤と同様に比較して見ると、No4以外はほぼ地盤反力係数が大きいほど同じ荷重でのたわみ量は小さい。No3では各々の荷重に対する最大曲げモーメントも他に比べ大きく、たわみ量もまた大きくなっている。地盤反力係数がある程度の値までは比較的たわみの増加の割合は小さいが、地盤反力係数が3.5~1.5 kgf/cm³の間に急激にたわみが増加する値があると思われる。また各実験の杭の転倒直前のたわみ量と地盤反力係数の関係に着目すると、地盤反力係数が大きい場合と小さい場合は比較的たわみ量が大きく、その間の地盤反力係数において、最終たわみ量が小さい。

4、まとめ

今回の実験では n の値が1に近く（0.85~0.90）としたので、単層地盤との顕著な差は見られなかった。この事より今後の課題としては n の値を0.5付近、あるいは1.5、2.0付近の実験を行う予定である。

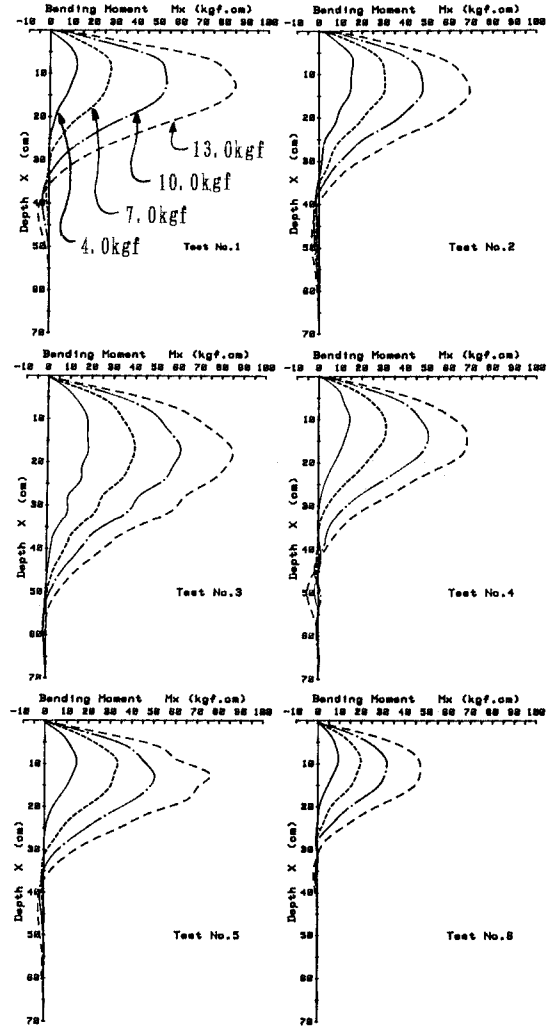


図-3 曲げモーメント図

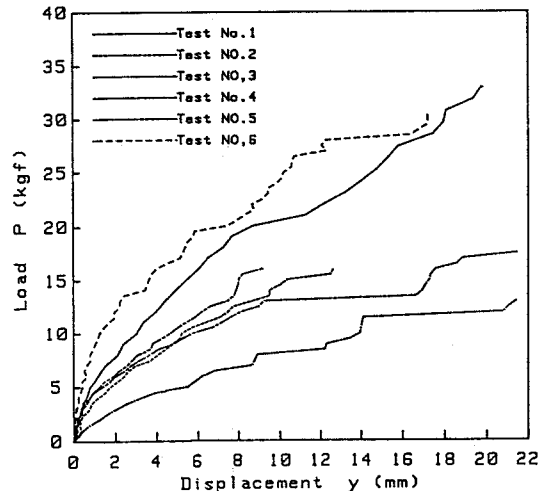


図-4 変位図