

大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄

大阪大学工学部 正員 松井 保

大阪大学大学院 学生員 石川 達彦

(I) まえがき

軟弱地盤中に打込まれた支持杭には、圧密等による地盤沈下の結果、通常杭周面に下向きの摩擦力、すなわちネガティブフリクションを生じ、先端の支持力に大きな影響をおよぼすことがある。しかし現状ではネガティブフリクションのメカニズム、およびその算定法については十分に説明されているとはいえない。そこで本実験では模型の軟弱地盤中に杭を埋設し、支持層の弾性変位によるネガティブフリクションへの影響を実験的に検討し、第3回土質工学研究発表会において提案した杭の先端支持状態とネガティブフリクションの減少の関係について考察を加えた結果を報告する。

(2) 実験装置および方法

図-1に示すような $50 \times 50 \times 65$ cmの木製箱をビニール張りして粘土試料と箱の壁面との摩擦を除き、この箱に10本の $\phi 16 \times 710$ mmの鋼管杭(先端は一点支持するためボールベアリングを溶接し、表面は十分摩擦力を発生させるためにさびさせてある。)を図-2のごとく配置した。これらの模型杭はいずれも箱の底面を貫いて、その内5本は容量5 Kgのロードセル(1 Kgの荷重を受けた時のたわみ量が 0.03 mm)で受け、他の5本はそれぞれ4種類の剛性の異なる鋼製キャンティレバー式荷重計で受けて直接ネガティブフリクションを測定するようになっている。つぎに含水比約115%のこね返した試料(LL 72%, PL 31%, 土粒子比重2.65, シルトA3%)と砂を互層に詰めて、厚さ20 cmで上下に厚さ5 cmの砂層を持つ2層の粘性土層をつくり、自重圧密させて杭にネガティブフリクションを発生させた。ただし杭と砂層の接触部には杭より径の大きいパイプを挿入して摩擦を切り、箱の側面には排水孔を設けた。 a, b, c, d , 4種のキャンティレバー式荷重計は、図-3に示すように、長さとお厚が一定で幅 W だけを変えてそれぞれ6, 10, 13, 20 mm(1 Kgの荷重に対するたわみ量がそれぞれ1, 0.7, 0.55, 0.35 mm)とし、箱の底部に取り付けて杭先端を支持しダイヤルゲージでそのたわみを測定した。また表面沈下量は中央付近の4点で測定した。

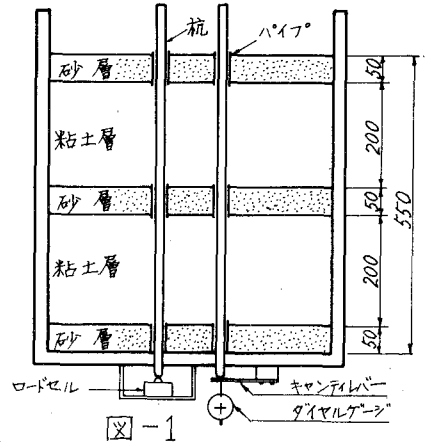


図-1

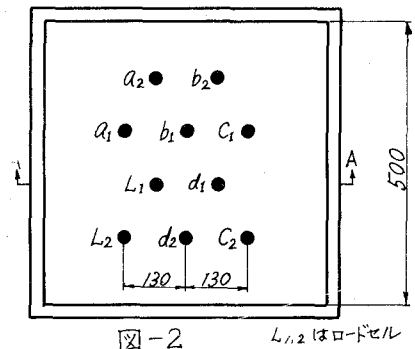


図-2

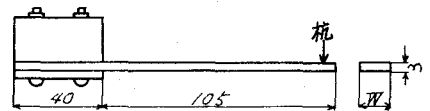


図-3

[3] 実験結果および考察

これまでの一連の実験より、ネガティブフリクションと地盤の表面沈下量の経時変化はほぼ同じ傾向を示し、両者に密接な関係があることがわかった。また、杭下端が支持層に完全に支持されて沈下が生じない場合には、ほぼ土の粘着力に等しい最大ネガティブフリクションが発生しているものとみなされ、杭下端が弾性支持され沈下を生じた場合には、杭と地盤との相対沈下量が減少するために、ネガティブフリクションの値も減少することが認められた。そこで支持層の地盤係数と杭のネガティブフリクションの関係を求めるために、ロードセルおよびa, b, c, d, 4種の剛性の異なるキャンティレバー式荷重計を用いてる周間後のネガティブフリクション(N.F.)の測定結果をまとめると表-1のようになる。ここにKは単位荷重を載荷した時、この荷重をたわみ量と杭の断面積の積で割ったもので、地盤係数に相当するものである。したがってロードセルによる測定は、Kが非常に大きい場合に相当し、キャンティレバー式荷重計による測定では、Kの値が前者に比較して小さい場合に相当している。表-1より明らかなように、ネガティブフリクション

荷重計	先端沈下量 (mm)	地盤係数(ネガティブフリクション) K (kg/cm)	N.F. (g)	$\beta = \frac{N.F.}{N.F_{max}}$
a	0.91	4	765	0.48
b	0.73	7	1022	0.64
c	0.68	9	1210	0.76
d	0.55	10	1430	0.90
ロードセル	0	∞	1590	1.00

表-1

の値は、Kが大なるほど、つまり支持層が剛なほど大きいことがわかる。つぎに前述のようにロードセルを用いた測定では、杭が十分に剛性支持されており、この場合のKは無量大で、発生しているネガティブフリクションが最大値(N.F_{max})であるとし、おのおのの測定値について $\beta = N.F./N.F_{max}$ なる値を求めると表中の値が得られた。この β とKの関係をグラフに表示したものが図-4である。このグラフにおいて、実際の支持層のKの値はほぼ5(kg/cm)以上である²⁾ことから、Kと β の関係は $4 \leq K < \infty$ の範囲に対して $K = \infty$ で $\beta = 1$ すなわちN.F_{max}に漸近するような曲線になると思われる。なお比較的Kの小なるキャンティレバー式荷重計の場合については、杭下端の沈下量が0.5~1.0mmであるのに対して周辺地盤の表面沈下量は約6cmとはるかに大きく、杭と周辺地盤の相対沈下が十分あるにもかかわらずネガティブフリ

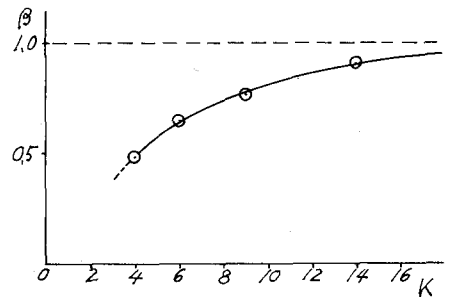


図-4

クションは、その最大値より3~5割も減少している。この現象は発生したネガティブフリクションが蓄積されて行く過程において、わずかの杭沈下が生じて、ネガティブフリクションの減少に通常考えるより大きな影響を与えるものと思われる。以上のことを要約すると、支持層の地盤係数が比較的小さい場合に発生するネガティブフリクションは、最大ネガティブフリクションの1/2程度にまで減少することがあると考えられる。

参考文献

- 1) 伊藤、松井「杭のネガティブフリクションの計算法について」第3回土質工学研究発表会講演集
- 2) 土木工学ハンドブック
- 3) 建築鋼杭設計施工規程