

鳥取大学工学部 勝見 雅
鳥取大学工学部 藤村 尚
熊谷組広島支店 ○貴谷 暢夫

1. まえがき

現在までに、実物杭を用いたネガティブフリクションの現場観測が行われ、多数の有益な成果が得られている。しかし、地盤の不均一性や長期間にわたる現場観測にともなう困難さのため、その結果に差異が認められ、地盤条件を均一にした模型実験の必要性が認められる。本研究においては、実験土槽内の軟弱粘土中に埋め込んだ模型杭を用いて、地盤に鉛直に打ち込まれた単杭および群杭に作用するネガティブフリクションの発生機構をあきらかにしようとするものである。単杭に関しては杭先端支持条件の違いによるネガティブフリクションの発生状況の相異、また群杭に関しては6本群杭として群杭効果について検討しており、各種算定法による値との比較検討も行っている。

2. 実験の概要

実験に供した試料ならびに実験方法は昨年行ったものと同じ¹⁾であり、今回は各測定器機および地盤収縮条件を一定とするため室温20℃、湿度50%の恒温室内にて行った。単杭用模型杭はすべて外径45mm、群杭用模型杭は外径45mm 5本と、外径52mm 1本の計6本のアクリル製パイプである。図-1にみるように単杭はすべて支持杭で、支持地盤が剛であり杭の支持地盤への貫入を許さない場合を想定し、杭先端を直接ロードセルで受けた杭No.1、杭の支持地盤への貫入がある場合を考慮して、杭先端とロードセルの間にはね定数0.311 kg/mmのコイルばねを介し杭の沈下を許す杭No.2、杭の支持地盤への貫入があり、地盤収縮の過程で支持地盤が極限支持力に達する場合を想定して、杭先端をばね定数0.71 kg/mmのコイルばねで受け、三軸用圧力計に連結した変位装置に接続した杭No.3の計3本で実験した。これに対し群杭の場合の杭先端の支持条件は、単杭の杭No.2と同じくばね定数0.311 kg/mmのコイルばねで支持している。群杭の場合に問題になるのは杭間隔、杭の配列および杭頭拘束条件などであるが、今回の実験においては杭間隔は11.5cmで $L/D=2.47$ (L :杭間隔、 D :杭径)とし、基礎目配置の6本からなる群杭とした。測定項目は杭軸方向および杭周方向のひずみ、杭先端伝達荷重、杭頭沈下量、層別沈下量、群杭内層別沈下量、間引き水圧、鉛直土圧、側方土圧、地盤内温度などである。

3. 単杭に関する実験結果および考察

杭頭沈下量の経時変化は図-2のようである。これと地盤各層の沈下状況を比較すると両者はほぼ同じような傾向を示して増加し、実験当初の沈下は激しく時間の経過とともに増加率は減少し、しだいに一定値に落ちつく。このことから、杭頭沈下量と地盤沈下量が密接な関係にあることがわかる。同図の杭No.3の杭頭沈下量において、矢印を付けた46日目に杭先端地盤が極限支持力に達し、破壊した場合を想定して三軸用圧力計に連結した変位装置を作動させた。杭先端伝達荷重は図-1にみたロードセルとコイルばねによって測定しており、その結果を示したのが図-3である。同図を見ればあきらかなように杭に沈下を許さない場合杭No.1と、許した場合杭No.2あるいは杭No.3では大幅に値が異なっている。たとえば実験終了時、112日目では杭No.1は11.9kgであるのに対し、杭No.2はその約40%に相当する4.6kg、またNo.3の変位装置を作動させた46日目では、杭No.1は9kg、杭No.2はその48%に相当する4.3kg、杭No.3は29%に相当する2.6kgである。このように杭先端地盤の硬軟による杭先端伝

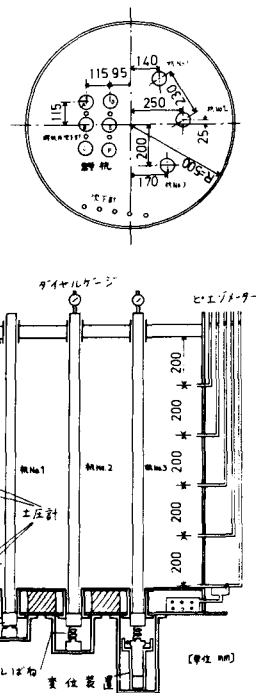


図-1 実験装置配置図

達荷重の差は中立点の発生からくるものであり杭先端地盤が軟らかで杭の沈下が多いほど中立点の位置は上に生じ、杭先端伝達荷重は小さいことがわかる。また相対変位が0となる地点を調べた結果0.98l付近に中立点があり、実験期間中時間が経過するとともに若干の上昇がみられるようであるが、その位置はほとんど変位していない。しかし、この相対変位が0であることを利用した中立点決定法は杭と地盤の間に相対変位が生じて常にと土と杭の付着は切れないという仮定が入っているように考えられる。すなわち、相対変位が δ_{max} を越え杭と地盤の間にすれが生じた場合、相対変位0だけから中立点の位置は説明ができないように思う。いいかえれば、本実験のような場合の中立点は相対変位0からは正確に求めることができず、実際の中立点(周面摩擦応力が負から正に移行する位置)は相対変位0の位置よりもかなり上昇するものと推察される。

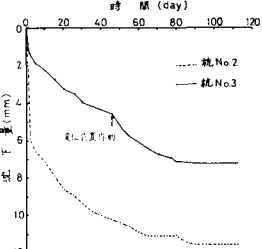


図-2 杭頭変位経時変化

4. 群杭に関する実験結果および考察

群杭内地盤の低減率=(群杭内地盤の沈下量)/(普通地盤の沈下量)と定義し、この値を求めた結果を図-4に示した。同図によれば、実験開始後10日目ぐらいまで低減率は急激に上昇し、それ以後はほぼ一定値に落ちつくようである。そして地盤下層部ほど低減率は低い結果となっている。これは深い層ほど群杭効果の影響が強いことを示している。つぎに杭先端伝達荷重の低減率=(群杭の杭先端伝達荷重)/(単杭の杭先端伝達荷重)と考え、杭No.2の群杭に対する比を求め、それらの結果を示したのが図-5である。同図によると地盤の低減率同様比較的初期から低減率は一定になっており、その値は0.6~0.95の範囲である。またこのうち隅角杭である4本が約0.8付近であることから低減率は群杭の位置に関係していることが想像できる。さらに鋼ゲイ委員会の提案式による検討を加える。建築鋼ゲイ設計施工規

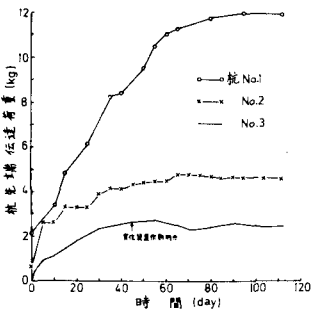


図-3 単杭の杭先端伝達荷重

準・同解説の場合同様 γ の値に空中単位体積重量をとった場合と有効単位体積重量をとった場合の結果は大きく異なる。本実験の群杭配置に対して等価重量負担半径 γ を円を描いた場合、その円の重なりは異なり、 γ に有効単位体積重量をとった場合の低減率の推移は図-6のようになる。図-5の実測の低減率と比較すると γ に空中単位体積重量をとって計算し、別に描いた図と図-6の有効単位体積重量をとった値の中間に実測の低減率は位置しており、また α, β ($\alpha = k \tan \phi$, $\beta = \rho_a / \rho$) の値も単杭の場合と同様検討の余地があることから判断すると、 γ に有効単位体積重量をとり α, β の値を正確に把握するならば鋼ゲイ委員会の提案式は実際の値に近い計算値を示すのではないかと判断できる。なお各種算定法による値との比較検討などの詳細については講演時に述べる。

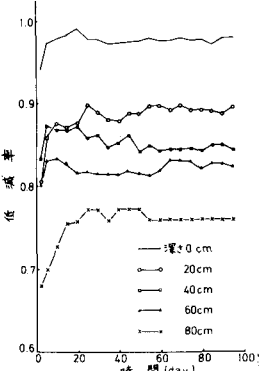


図-4 群杭内地盤の低減率

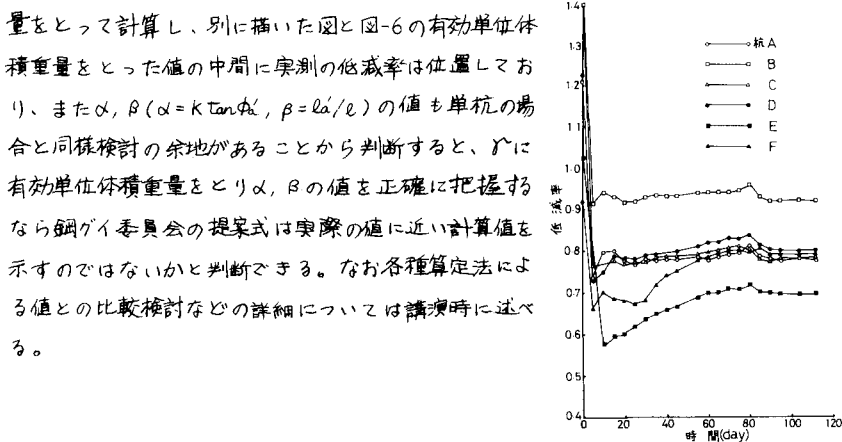


図-5 群杭先端伝達荷重の低減率

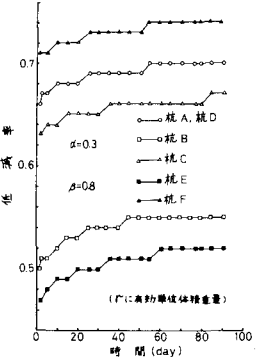


図-6 等価重量負担半径 γ による低減率

参考文献

- 1) 貴谷 夫・勝見 雅・岩成 敬介：単杭のネガティブフリクションに関する模型実験について，第33回土木学会年次学術講演会，Ⅱ-278，pp.523~524
- 2) 土質工学会編：鋼ゲイ・鋼ゲイ研究委員会報告一，土質基礎工学ライブラリー-6，BB44.9，pp.257~315