

III-91 杭のネガティブフリクションに関する、3の検討

大阪大学工学部 正員 伊藤 昌雄

同 同 松井 保

同 大学院 専任員 金井 誠

1. まえがき

杭のネガティブフリクションに関して未解決の問題が多く存在する。杭に作用するネガティブフリクションの算定法は現在種々提案されているが、定量的には十分解明されたとはいえない。また群杭に関しては、実際に杭基礎として用いられるのはほとんど群杭であるにもかかわらず、定性的なメカニズムも解明されていない現状である。本報告においては、単杭および群杭のネガティブフリクションに関する模型実験を行ないネガティブフリクションの発生機構を検討するとともに、単杭のネガティブフリクションの解析に有限要素法を適用する方法について検討したので、その結果を報告する。

2. 模型実験による検討

実験方法の既略はすでに報告者¹⁾であるので詳細は省略するが、外径 $D=38\text{mm}$ の模型鋼管杭を用い、初期粘土層厚 40cm 、初期含水比 17% である。群杭は5本の杭からなり、杭中心間隔 (L) を4通りに変化させ、単杭は5本につき測定する。また前回の実験では単杭より群杭の方に大きなネガティブフリクション(以下N.F.と略す)が発生したが、この原因の1つに杭周面からの排水が考えられたので、測定杭の半分は排水層近くの杭周面にグリースを塗布して杭周面からの直接排水を防ぎ、杭周面からの排水効果を検討する。N.F.は杭下端で容量 10Kg のロードセルで測定する。

N.F.の経時変化をFig.1に示す。まず群杭の排水効果については、杭周面からの排水を許した場合(S.P.I, P.G.I, P.G.II, 図中の●印)の単杭と群杭のN.F.を比較すると、約80日までは単杭の方が小さく、それ以後は単杭の方が大となる。一方杭周面からの排水を許さない場合(S.P.II, P.G.III, P.G.IV, 図中の○印)には、単杭および群杭のN.F.が約50日目ではほぼ同様に増加し、以後単杭の方が大となる(か一般に●印が小さい)。以上の現象から判断すれば、杭周面からの排水効果が認められ、杭周面より排水がある場合には杭周地盤の強度増加が促進され、とくに単杭より群杭周辺で顕著である。しかし、最終的には単杭のN.F.が群杭のそれより大きくなる。つぎにS.P.IとS.P.IIのN.F.を比較すると、約95日目ではS.P.IがS.P.IIより大である。これもまた前述の杭周面からの排水効果で説明できる。しかしS.P.IIにおいて95日目以後再度にわたってN.F.が急激に減少しその後漸増している。この現象はP.G.IIIにおいても認められる。この原因としては杭周地盤の局部せん断破壊現象ではないかと考えられ、たとえば微小な振動などがその誘因ではないだろうか。さらにP.G.IIおよびP.G.IVに見られるように一度ピークに達したN.F.が徐々に減少しある値に落ち着くような現象が見られるが、これは応力緩和現象と考えられる。

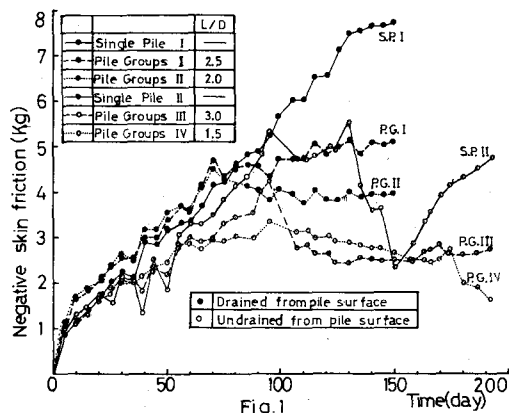


Fig.2は群杭と単杭のN.F.の比入(=N_{pg}/N_{fs})の経時変化を示したものであるが、S.P.IIについては95日以後局部せん断破壊したと考えられるので、それ以後はS.P.Iのデータを代用した。Fig.2より、初期において杭周面排水の場合入>1、杭周面非排水の場合多少変動があるが入≒1となり、杭の周面排水効果による周辺地盤の圧密が促進されていることは明確である。

Fig.3にL/Dをパラメータとして最終状態およびN.F.のピーク時の入の変化を示す。また単杭と群杭の境界は実験値よりL≒16cmと考えられ、Fig.3にはこの値もプロットしてある。したがってL/D=3.0すなわちP.G.IIIの場合は前述のごとく局部せん断破壊を起しているので除外すると、Fig.3の曲線で示されるように杭間隔が小さくなるほど杭1本当たりのN.F.が大幅に減少することが分かる。

3. ネガティブフリクション解析への有限要素法の適用

杭周辺粘土層の圧密終了時単杭に作用するN.F.の算定に有限要素法を適用する際につぎの仮定を設ける。1)杭は剛なものとし、かつ先端沈下を許さない。2)粘土層は等質等方性とし、応力-ひずみ関係はFig.4(a)に示すごとき弾塑性体と仮定する。また圧密終了状態を考慮してK₀≒0.5、すなわちポアソン比をν=1/3とする。4)杭周辺の表面沈下量を既知とする。5)前述の模型実験の単杭を想定してFig.4(b)のごときモデル粘土層をえらび、粘土層底面および杭表面で変位が拘束され、側方端部および地表面では水平変位がないとする。以上の仮定のもとに軸対称問題としてstep by step法で計算を行なったが、その際表面沈下量はFig.4(b)に示すごとき断面模型による実験値を、応力-ひずみ関係は粘土層が軟弱なためベンセン断試験によりせん断強度およびせん断弾性係数を全層の平均値として求め、それぞれC=20g/cm²、G=600g/cm²を用いた。杭に接する要素の鉛直方向のせん断力が杭に作用するN.F.と考え、N.F.分布を図示したのがFig.4(c)の実線である。この結果、ほとんどの部分で最大のフリクションが発生しているが、これは表面沈下量が十分大きいために生じたものと考えられる。試みに表面沈下量を実験値の1/20としてN.F.を計算するとFig.4(c)の破線のごとくなり、より小さなN.F.が生ずるようになる。以上の実線のごとく算定された全N.F.と前述の実験値と比較すると、それぞれ7.17kgと7.75kgとなりほぼ一致している。

以上、計算を簡単にするために種々の仮定を設けたが、今後はこれらの仮定をより現実に近いものにして計算し、さらに検討を加えて行きたい。なおこの計算には京大および阪大の大型計算機を使用したことを付記する。

参考文献 1)伊藤・松井・平井「群杭の初期フリクションに関する実験的研究」第25回土木学会年次講演会概要(1970)
2)O.C.Zienkiewicz, Y.K.Cheung「The Finite Element Method in Structural and Continuum Mechanics」(1967)音訳

