

III-511 粘土中杭の周面抵抗に及ぼす要因

佐賀大学 正員 三浦 哲彦
応用地質(株) 正員 一瀬 智郎

1. まえがき 沖積平野の地盤沈下地帯においては、軽量構造物の基礎形式として摩擦杭の効用が見直されつつある¹⁾。しかし、摩擦杭の支持機構にわからないところがあり、設計に用いる周面抵抗の評価や安全率のとり方に苦慮しているのが現状であろう。筆者らは、粘土地盤に打設された木杭が γ -カスカバートなどの軽量構造物の基礎として十分に機能している場合が少ないことに注目し、その鉛直支持のメカニズムを実験的に検討してきた²⁾⁻⁴⁾。本報告は土層内に再圧密した粘土を対象に、材質の異なる数種類の模型杭について比較実験を行い粘土中の杭の周面抵抗に及ぼす要因について考察したものである。

2. 実験方法 佐賀市郊外兵庫町の深さ約2mの位置で採取した有明粘土を1.5m×1.5m、深さ1mの土槽に打設し、コンクリートプレートを表面に載せて圧力0.1kgf/cm²で約3カ月間再圧密した。この粘土の物理的性質は、自然含水比126%、液性限界128%、塑性指数73%であった。また、杭の貫入試験の後に粘土の一軸圧縮強度を調べ、これより非排水せん断強度を求めて、 $c_u=0.075-0.1$ kg/cm²という結果を得た。

模型杭の直径は何れも5cmであり、表面の滑らかな木杭、表面の滑らかなコンクリート杭、表面の粗いコンクリート杭(粒径4.76~2.00mmの緑色片岩とモルタルを混ぜて作製)錆の生じていない鋼管杭の4種類を試験に供した。また、水中に保存して湿潤状態にした模型杭と、気乾状態にしたものの2種類について比較検討した。

図-1に示すように、頂部並びに底部から2cmの所にそれぞれロードセルをセットした模型杭を無段変速機を用いて0.8mm/secの速度で貫入し、10秒ごとにロードセルの読みを記録して貫入抵抗を測定した。

3. 実験結果 図-2に湿潤状態及び気乾状態の貫入量と全貫入抵抗の関係を示す。前報⁴⁾では表面の粗い木杭の周面抵抗が他の材料の杭よりかなり高いことを示したが、今回の実験では表面の滑らかな木杭を用いたため他の材料の周面抵抗と顕著な違いは認められなかった。前回と今回の木杭の特性の差は明らかに表面粗度の影響である。図-2(a)(b)を比較して、杭の湿潤状態の影響は木杭においてのみ認められることがわかる。これは、木杭の吸水効果が比較的短い時間で現れた結果であると解釈される(次節参照)。

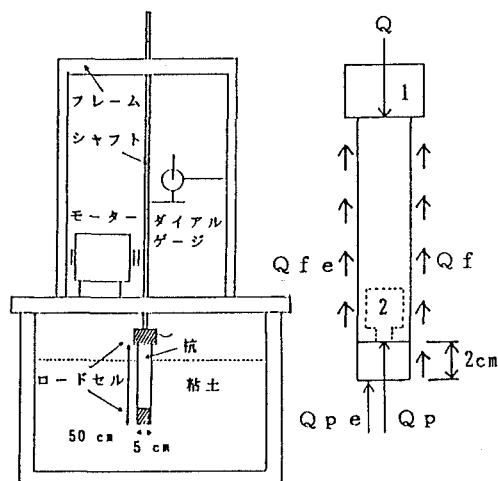


図-1 模型杭の貫入試験装置

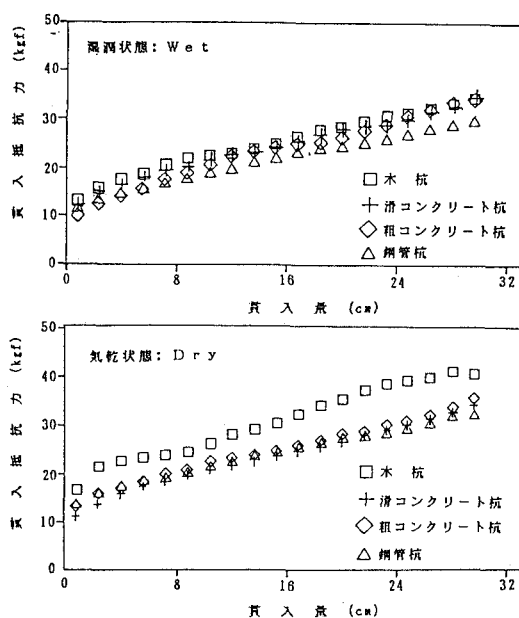


図-2 貫入試験結果

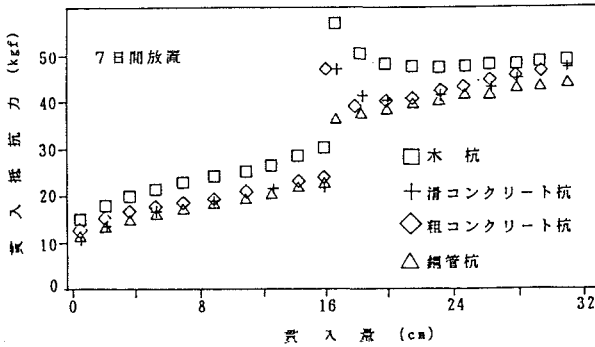


図-3 杭貫入後の放置による効果 (湿潤杭)

表-1 杭の吸水量の測定結果

杭種類	3日水浸	7日水浸	14日水浸	平均値
木杭	0.077	0.115	0.120	0.104
コンクリート杭	0.094	0.081	0.070	0.082
鋼管杭	0.007 (g/cm^2)	0.001 (g/cm^2)	0.001 (g/cm^2)	0.003 (g/cm^2)

4. 実験結果の考察 図-3は湿潤状態の杭について、16cmだけ貫入し、7日間放置した後に再度貫入した結果を示したものである。貫入量16cmまでの4種類の杭の相対的關係は図-2の場合と類似しており、貫入抵抗の大きさは、木、滑らかなコンクリート杭、粗いコンクリート杭、鋼管杭の順であった。粗いコンクリート杭の貫入抵抗が当初の予測と違って小さく出たのは、その表面がかなりの空隙を有する状態に作ったために、杭周面と粘土との実質的な接触面積が小さくなった結果である。

7日間の放置の後に再度貫入した場合の抵抗は、何れの杭も2倍以上の値を示した。鋼管杭を除く他の模型杭では、再貫入直後において高いピークを示すのが認められた。この現象は、一つには放置期間中における木杭とコンクリート杭の吸水効果によるものであり、加えて杭貫入の際に乱された周辺粘土のシフト現象 (強度回復) によるものと推察される。前者については、当初湿潤状態であった杭が放置期間中に粘土表面より上の杭部分から毛管作用により水分が蒸発したことに起因する。杭の吸水作用によって近傍の粘土の水分は数%低下し、杭貫入時に乱されて軟弱化していた粘土は強度回復するとともに、薄い粘土層が付着して杭の見かけの直径は大きくなって高い貫入抵抗を示す。表-1は、3種類の杭材について吸水量を調べた結果である。

鋼管杭の場合は杭材が周辺粘土から吸水することはないから、図-3の放置期間の効果はシフト効果によるものと推察される。図-4は貫入抵抗を杭周面積で除してもとめた単位周面抵抗の経時変化を示したものである。鋼管杭の強度回復の傾向は図-5に示したシフト強度回復特性とよく対応している。同図には、現場で調査した木杭の周面抵抗の強度回復曲線も併せて描いている³⁾。

5. 結論 粘土地盤中の杭の最大単位周面抵抗は $\tau_{\max} = \alpha Cu$ で表される。本報告では、この係数 α に影響を及ぼす因子について実験的に考察し、前報⁴⁾の結果と併せて、杭表面の粗度、杭の吸水性、杭近傍の粘土のシフトによる強度回復、等が関与していることを明らかにした。

文献: 1) 32回土質工学シンポジウム1987, 3. 2) 三浦他: 32回土質工学シンポジウム, 1987, 3. 3) 持田・三浦・中村: 佐賀大学理工学部研究集報, Vol.16, p.127, 1988, 4) 一瀬・三浦: 第24回土質工学研究発表会, 1989.6

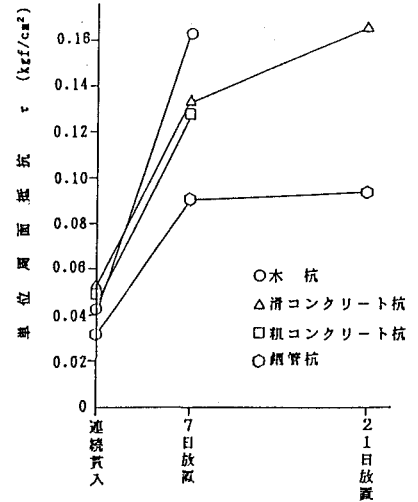


図-4 単位周面抵抗の経時変化

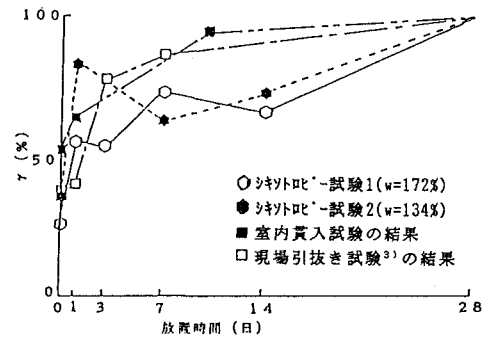


図-5 有明粘土のシフト現象 (γ =回復率)