

側方流動地盤における杭の間隔と作用土圧の関係

運輸省港湾技術研究所研修生(大成基礎設計(株)) 正会員 廣田雅彦
運輸省港湾技術研究所 正会員 菊池喜昭

1. はじめに

液状化等で側方流動を起こした地盤は杭基礎に水平方向の荷重を与え、時には杭を破壊する。しかし、側方流動により杭基礎が破壊するメカニズムについては不明な点が多く、これまでも多くの研究がなされている。本研究では、底板がスライドする土槽を用いて側方流動を静的に模擬した実験を行い、杭の間隔や剛性の差により側方流動地盤中の杭に作用する力にどのような違いが見られるか検討した。

2. 実験方法

図1に実験に用いた土槽図を示す。本土槽の底板は引き抜くことが出来、底板に固定した模型杭を移動させることにより、地盤と杭の相対移動をシミュレートできるようにしてある¹⁾。実験に用いた模型杭(長さ800 mm, 幅30 mm)はアルミニウム製の板杭で、厚さ5 mmの柔な杭と、15 mmの剛な杭の2種類を用いた。杭の所定箇所に剛な杭では土圧計(6深度)を、柔な杭ではひずみゲージ(7深度)を貼付してある。また、比較のために、杭幅300 mm(ここでは模型壁と呼ぶ)の場合についても実験を行った。本実験では、杭間隔を $2.5D \sim 10D$ (D は杭幅)の範囲で変化した(模型壁の場合は $1.5D$ に相当する)。図2に杭間隔が $10D$ と $2.5D$ の場合の杭の配置を示す。実験では、土槽中に乾燥砂地盤(高萩砂, $D_r=40\%$)を作成し、底板を2 cm/hourの速さで引き抜くことにより、杭と地盤の相対移動を再現させた。実験中は、30秒毎に底板の変位量、模型杭頭部の変位、模型杭にかかる土圧、曲げひずみ等を測定した。曲げひずみは検定によりあらかじめ求めておいた較正係数を乗じて曲げモーメントとした。なお、剛な杭はほとんどたわまず、最もたわんだ場合でも地表面と杭下端の間でのたわみは1 mm以下であった。

3. 実験結果および考察

図3に底板変位5, 15, 25 mmにおける、剛な杭の測定土圧の深度分布と柔な杭の地盤反力の深度分布を示す。剛な杭の測定土圧としては杭前面側と背面側で測定された土圧の差を示した。図3 a)は、杭間隔が $10D$ の場合の結果で、b)は杭間隔が $2.5D$ の場合の結果である。柔な杭の地盤反力は測定した曲げモーメントを2回微分して求めたものである。地盤反力は杭の前面と背面にかかる土圧の差に相当する。いずれのケースにおいても測定土圧と地盤反力は、杭間隔にかかわらず深度20 cm付近で最も大きく、それより以深では深くなるにつれて小さくなる傾向にあった。このように、20 cm付近で土圧や地盤反力が最大となるのは、実験条件から、底板付近の地盤と杭の相対変位が小さかったためと考えられる。図3 a)を見ると、柔な杭の場合には

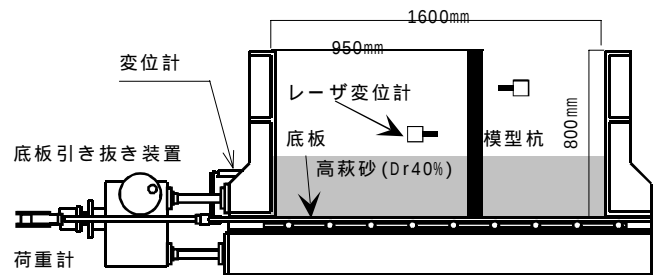


図1 実験装置図(側面図)

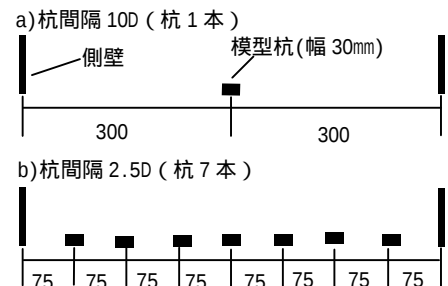


図2 杭の配置図 (単位 mm)

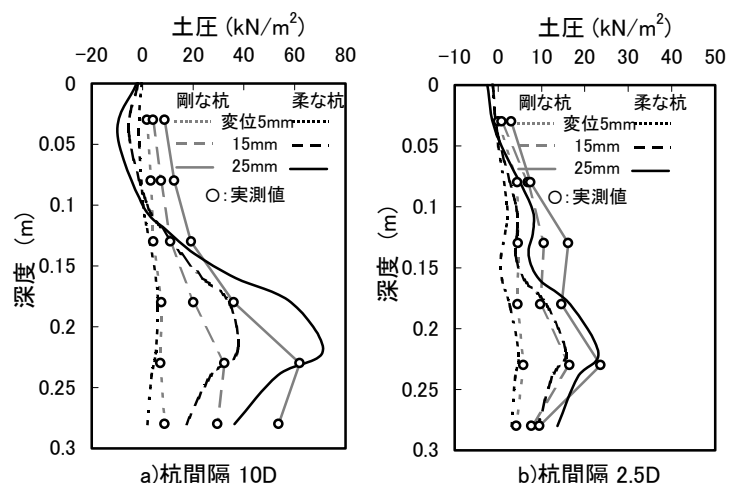


図3 土圧の深度分布

キーワード：側方流動，杭，杭間隔，地盤のすり抜け

連絡先：運輸省港湾技術研究所 〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 TEL. 0468-44-5024 FAX. 0468-44-0618

変位が進むにつれて浅い部分で負の方向に地盤反力を生じており、杭の剛性の違いにより地盤反力の発生仕方が異なることを示している。杭間隔が狭い場合にも浅い部分での土圧が小さくなくなり、杭のたわみやすさの違いにより作用土圧が異なっていることがわかる。図3 a)とb)を比べると、杭間隔の差により発生する土圧の大きさがかなり異なることがわかる。

図4に底板変位5, 15, 25 mmの時の杭に生じた曲げモーメントの深度分布を示す。本図には柔な杭のひずみ測定から求めた曲げモーメントと、剛な杭の土圧を2回積分して求めた曲げモーメントを示す。いずれのケースも曲げモーメントは、杭下端で最大となる。杭下端の曲げモーメントは杭間隔が広い方が狭い場合より大きくなっており、地盤反力結果と呼応している。また、杭の剛性の違いによるたわみやすさの違いから、剛な杭の方が柔な杭よりも杭下端で大きな曲げモーメントを生じた。

図5に底板変位と杭に作用する土圧合力の関係を示す。底板の変位が進むと土圧合力は大きくなるが、ある程度以上の変位になるとほぼ一定の値に収束する傾向が見られた。杭間隔が10Dの場合には、底板変位が小さい間は、杭の剛性の違いによる土圧合力の差はあまりないが、底板変位が大きくなると土圧合力に差が見られた。杭間隔が2.5Dの場合には、柔な杭の底板変位が大きい場合のデータがないが、杭の剛性の違いによる収束土圧合力の違いは殆どなさそうである。一方、杭間隔の違いによる影響は顕著であり、杭間隔が狭い場合には土圧合力の最大値が小さいばかりでなく、最大値に達するまでの底板の変位量にも差が見られた。なお、土圧合力の作用高さは底板の変位によらずほぼ一定であり、剛な杭では約10 cmと杭の高さの3分の1程度であるのに対し、柔な杭ではそれよりも少し低いところにある。

杭間隔が広いほど土圧合力が大きくなる傾向については図3からも推測されるが、杭間隔と土圧合力の関係を詳しく見るために、図6に杭間隔比と土圧合力の関係を示した。本図では、底板の変位が小さく、土圧が極限値に達する前(底板変位5mm)と土圧がほぼ極限値に達したと考えられる場合(底板変位25mm)の二つの変位における土圧合力を示した。この結果によると底板変位が小さい場合には杭間隔による土圧の違いは少ないが、底板変位が大きくなると杭間隔が広くなるにつれて土圧が大きくなっていることが分かる。地表面における地盤変位の様子を観察したところ、剛な杭の場合には、底板の変位が大きくなるにつれて前面の地盤が盛り上がり前面に押される傾向が顕著であった。特に、杭間隔が広い場合には杭の前面と側面とで地盤変位が異なることが観察されており、杭間隔比が広い場合には顕著な地盤のすり抜けが起きているようである。地盤のすり抜けと杭間隔比による土圧の増加の関係については今後更に検討を進めて行くつもりである。

【参考文献】

1) 菊池喜昭, 廣瀬栄樹(1998): 中間弱層の存在により側方移動する地盤中の杭の挙動, 港湾技研資料 No.917.

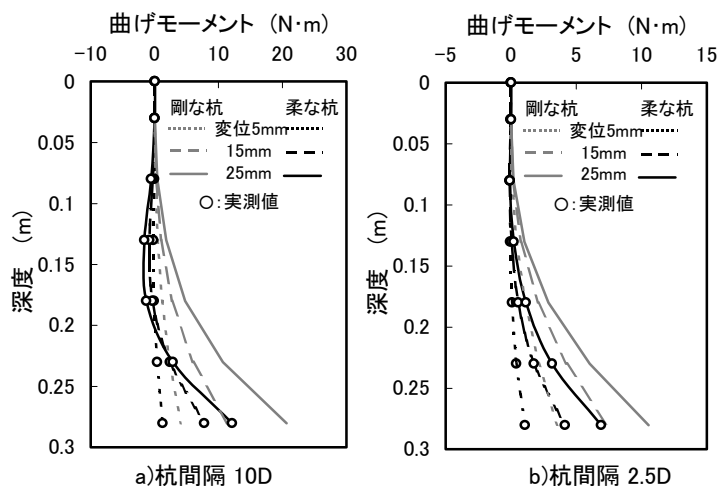


図4 地盤反力の深度分布

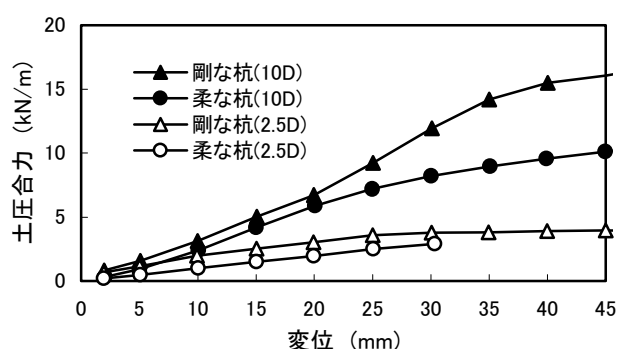


図5 底板変位と土圧合力の関係

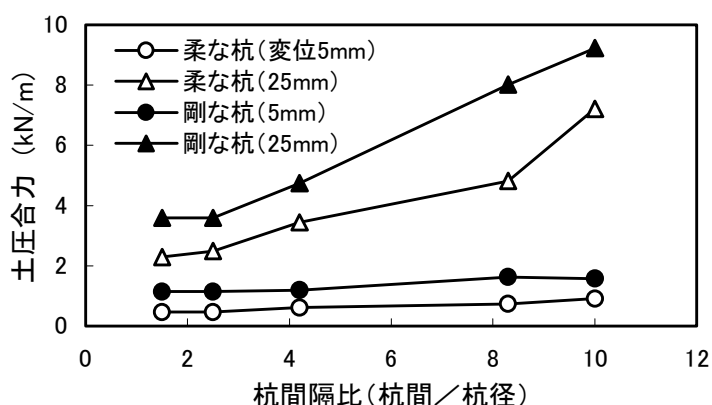


図6 杭間隔比と土圧合力