

乾燥砂地盤と湿潤砂地盤での杭基礎の水平載荷実験

武蔵工業大学 正 田中 剛

(独)港湾空港技術研究所 正 菅野 高弘、正 小濱 英司

(株)竹中工務店 正 濱田 純次

(株)東京ソイルリサーチ 正会員 正 安 浩輝

1.はじめに

大地震時に発生する杭基礎の被害原因として地盤の液状化および側方流動が挙げられ、液状化地盤中における杭の挙動や地盤反力係数に関する実験がこれまで数多く行われてきた。これらの実験では、歪ゲージを杭体に取り付けることにより杭の変形から地盤反力を逆算しているものが多いが、本報告では地盤反力を直接計測することを目的として、杭前面と背面に作用する外力を計測することが可能な模型杭¹⁾を用いた検討を行った。著者らはこれまで実験土槽に取り付けられたボーリング発生装置²⁾を用いて過剰間隙水圧比をコントロールした実験を行ってきたが、本報告においては乾燥砂を用いた実験について整理し、飽和時との比較検討を行う。

2. 実験概要

図-1に実験の概要を示す。土槽の大きさは内寸2.5m×2.5m×深さ8m(今回の実験では深さ4m程度まで使用)である。模型杭は、杭頭とフーチングをピン接合し、杭先端も土槽に固定されたフレームとピン結合されている。模型地盤には、珪砂6号($D_{50}=0.31\text{mm}$, $\rho_s=2.64$, $e_{\max}=0.84$, $e_{\min}=0.50$)を用いて、相対密度が約60%となるように気中落下法により作製した。載荷実験は、建物慣性力を模擬した水平力を与える杭頭載荷実験であり、変位制御による一定振幅の交番載荷で行った。図-2に実験で用いた波形を示す。実験の順序は、乾燥砂での杭頭載荷実験(case-1)終了後、給水配管より静かに地盤内に注水し、湿潤砂での杭頭載荷実験(case-2)を行った。

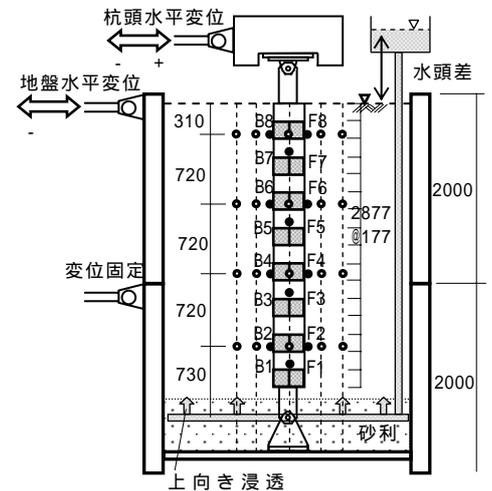


図-1 実験概要

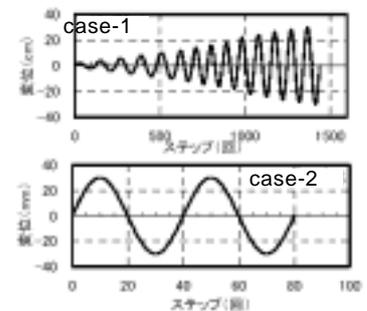


図-2 杭頭変位の波形

3. 実験結果

図-3に杭頭部ロードセルにより計測された杭頭水平荷重(計測値)と模型杭のロードセル(F1~F8, B1~B8)により計測された水平荷重から算定した杭頭水平荷重(算定値)の関係を示す。水平荷重(算定値)は、模型杭を杭頭と杭先端を支点とする、分布加重(土圧)を受ける単純ばりの杭頭の支点反力として求めた。模型杭は、図-1に示されるように、ロードセルにより地盤反力を計測できる受圧板部と計測できないダミー部があるため、

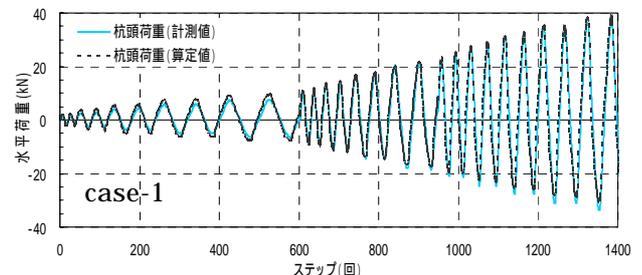


図-3 杭頭水平荷重

ダミー部の荷重はその上下ロードセル測定値の平均値とした。図より、ロードセルにより計測された杭頭水平荷重(計測値)と算定した杭頭水平荷重(算定値)は良く一致し、ロードセルによる杭の前背面の地盤反力計測の精度の良さを示唆する結果となった。同図に示す計測値は、実験開始前を0としている。

キーワード：杭基礎，模型実験，地盤反力

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 武蔵工業大学 TEL, FAX03-5707-2202

図-4に深度-1.0m(F6-B6)および-1.7m(F4-B4)における土圧～水平変位の履歴曲線を示す．ここでの水平変位は，杭先端のピン結合部の変位を0とした，受圧板部の水平変位で示している．図より，深度や乾燥砂，飽和砂に依らず，杭の背面側（主働側）の水平荷重は，前面側（受働側）に比べ非常に小さい．前面側と背面側の履歴曲線を足し合わせると(F4-B4)ほぼ左右対称の履歴曲線が描ける．また，深度が増すことにより，水平剛性（ループの傾き）が大きくなっている．乾燥砂地盤（case-1）と飽和砂地盤（case-2）を比較すると，深度にかかわらず飽和砂での地盤反力が小さい．これは，飽和砂での有効拘束圧は乾燥砂よりも小さいためであると考えられる．

図-5に水平変位5mm時の地盤反力係数の深度分布を示す．両ケースとも深度が増すことによって，地盤反力係数は大きくなる．case-1の乾燥砂の場合，深度-1.0mの時には0.38kN/mmの地盤反力係数に対し，-1.35mにおいては約1.6倍の0.61kN/mm，-1.7mでは約1.9倍の0.72kN/mmであった．case-2の飽和砂の場合は，深度-1.0mの時には0.19kN/mmの地盤反力係数に対し，-1.35mにおいては約2.3倍の0.45kN/mm，-1.7mでは約3.0倍の0.56kN/mmであった．case-1とcase-2の比較から，乾燥砂の地盤反力係数は飽和砂に対して，深度-1.0m，-1.35m，-1.7mにおいてそれぞれ約2倍，1.4倍，1.4倍となった．

4. まとめ

杭前面と背面に作用する外力を直接計測することが出来る計測杭を開発し，杭頭静的交番荷重を行った．その結果，杭の前背面における荷重の深度分布が計測でき，乾燥地盤と湿潤地盤の違いによる地盤反力の違いが確認された．

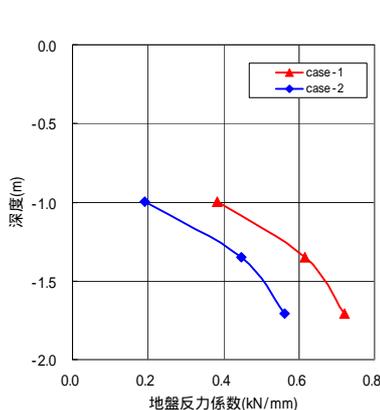


図-5 地盤反力係数

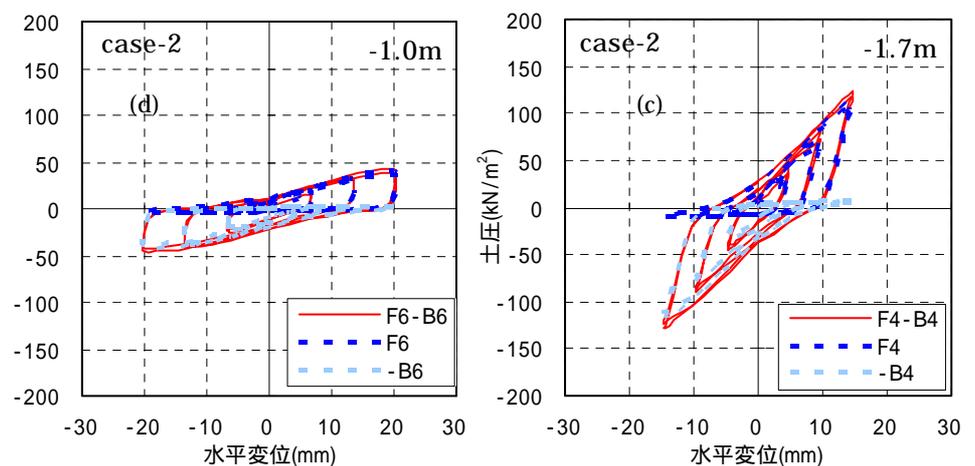


図-4 杭の変位～杭に作用する水平荷重

謝辞：この研究は，大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として行った．ここに記して，関係者の方々に謝意を表します．

参考文献

- 1) 安浩輝ら：液状化時の地盤反力を直接計測可能な模型杭の水平荷重実験（その1 実験概要），第39回地盤工学研究発表会
- 2) 内田明彦、濱田純次、土屋富男：液状化地盤における模型杭の水平荷重実験、第11回日本地震工学シンポジウム、