

液状化に伴う地盤の流動時における杭の挙動に関する振動台実験

東京電機大学 正会員 安田 進 非会員 豊田 航
東京電機大学 学生会員 松本 浩一 学生会員 掛川 智仁

1. はじめに

1964 年の新潟地震, 1995 年兵庫県南部地震における液状化被害の特徴の一つに護岸・岸壁のはらみだしにともなう液状化した背後地盤の水平流動による杭基礎の被害が挙げられる。杭基礎に地盤流動がおよぼす影響については, これまでに地盤流動のメカニズムの解明と併せて, 模型振動実験, 被害事例の逆解析等の検討がなされてきているが, 現在までのところ確立されていない。

そこで本研究では, 可動式の護岸を持つ土槽を用いた振動台実験によって, 流動性状とそれが近傍の杭基礎におよぼす影響に関する検討を行った。

2. 地盤流動時の杭基礎の挙動に関する振動台実験

2.1 実験装置

実験に用いた土槽は, 図 1 に示すように長さ 2200mm × 高さ 500mm × 幅 450mm で土槽内に可動式の模型護岸を取りつけてあるものを用い, 加振中に均一なせん断変形を生じるように護岸には厚さ 20mm のラバーが取り付けられている。

また, 計測器は加速度計, 間隙水圧計, ひずみゲージ, およびレーザー変位計を用い, 図 1 に示すように設置した。杭モデルはポリカーボネート製の中空円筒形断面の部材 ($\phi=13\text{mm}$) を用い, 可動式護岸から 250mm の位置に設置した。試料は, 豊浦砂を用い, 過去の研究より開発された再利用方法によって地盤を作製した。

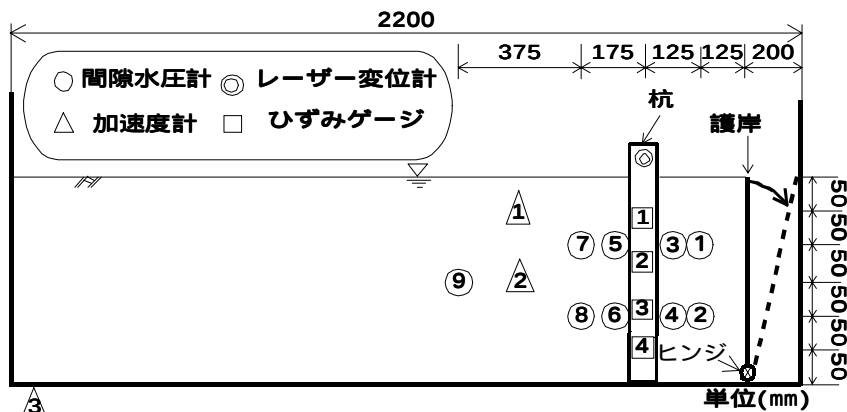


図 1 振動台計測器配置図

表 1 実験ケース

case	護岸の動き	護岸の速度	Dr (%)
1	下ヒンジ	速	50
2			70
3			90
4		中	50
5			70
6			90
7		遅	50
8			70
9			90
10	平行	速	50
11			70
12			90
13		中	50
14			70
15			90
16		遅	50
17			70
18			90

3. 実験結果

3.1 護岸の移動速度による影響

図 2, 図 3 に代表例として実験ケース 1 と実験ケース 7 の杭頭変位, 過剰間隙水圧 No.2 の時刻歴を示す。杭頭変位は加振開始後, 地盤と応答し変位を増幅させた後, 液状化の発生に伴い次第に減衰するように見られる。しかし, 護岸を速く倒した場合には, 一時的に海側にスパイク

キーワード 液状化, 振動台実験, 流動, 杭基礎, 護岸移動速度

状に変位し、陸側に戻された後、残留値に至る。これを過剰間隙水圧でみると、まず加振により、過剰間隙水圧が上昇し、初期有効上載圧 σ'_{v0} に達していることから、液状化が発生したことが確認できる。そして、護岸を倒した後は速度が遅い実験ケース7の場合は過剰間隙水圧が徐々に消散するのに対し、速度が速い実験ケース1では倒した直後にスパイク状の一時的な水圧の低下が見られた。これは、杭頭変位のスパイク状の変位と時刻が一致することから、護岸を倒すことで杭周辺に負圧が発生し杭が引っ張られたと考えられる。

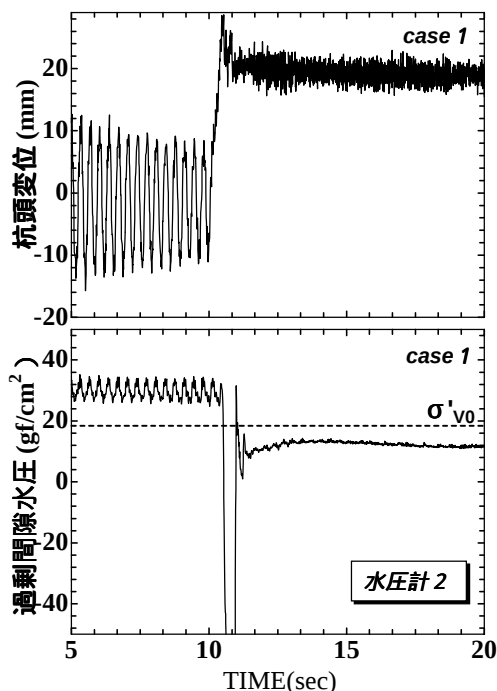


図2 $Dr=50\%$, 速い, 杭頭変位—過剰間隙水圧時刻歴

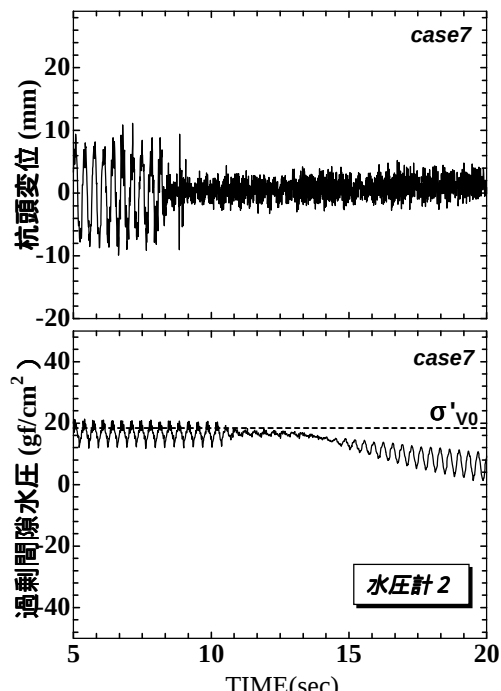


図3 $Dr=50\%$, 遅い, 杭頭変位—過剰間隙水圧時刻歴

3.2 地盤の密度による影響

図4に相対密度と杭頭変位のピーク値と残留値のグラフを示す。ここでピーク値とは護岸を倒したときの杭頭の最大変位の値を表し、残留値とは実験終了時の杭頭の変位の事を表している。ここでは実験ケース1,2,3を代表例として示す。図に見られるように90%の場合ピーク値と残留値がほとんど変わらないので杭頭があまり変化しない。しかし、50%と70%ではピーク値と残留値に差があり一度杭が護岸側に引き寄せられまた少し戻っていることを表している。また、70%の場合には一度引き寄せられてから2cm近くも戻されていて50%の場合よりも戻されていることがわかる。このように地盤の相対密度によっても大きな影響があると思われる。

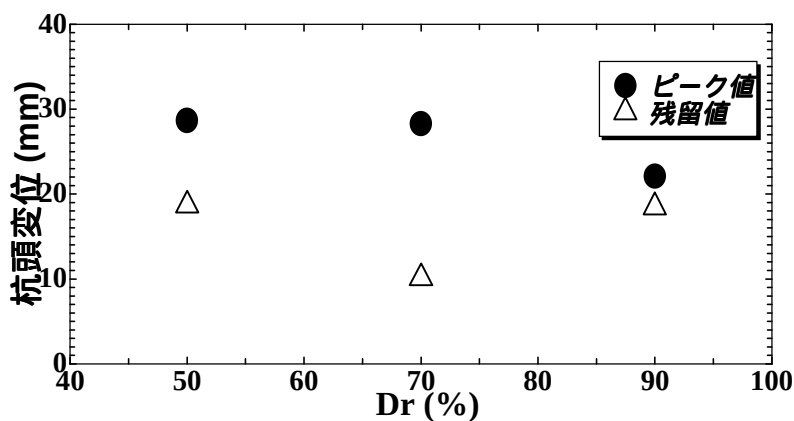


図4 Dr - 杭頭変位の関係

4. まとめ

本実験では、可動式の護岸を持つ土槽を用いた振動台実験によって、流動性状とそれが近傍の杭基礎におよぼす影響に関する検討を行った。模型護岸の移動速度によって杭頭変位や過剰間隙水圧に大きな影響を与え、下ヒンジ、平行に限らず移動速度が速い場合には、中、遅いに比べて大きな負圧が生じた。杭頭変位も速い場合には負圧によって護岸側に大きく引き寄せられ杭が戻されたと考えられる。

参考文献

- 1) (社)地盤工学会 地震時の地盤・土構造物の流動性と永久変形に関するシンポジウム発表論文集 No.109 pp439-444, 1998.