

東京電機大学 学生会員○田中智宏 荒井大介
 東京電機大学 正会員 安田 進 小林利雄
 東京電機大学 田辺哲三

1. はじめに

1995 年阪神・淡路大震災では多くの護岸・岸壁の背後地盤で液状化現象が起こり、激しい地盤流動が生じ、構造物基礎に多大な被害を与えた¹⁾。そこで本研究ではケーソン式護岸に着目し、小型振動台と土槽を用いてケーソン式護岸を再現した。そして、入力加速度の違いによる背後地盤の水圧変化、ケーソン式護岸の変位、構造物基礎の挙動について、比較検討した。

2. 実験方法及び内容

図 1 に示すように、実験には幅 2200mm×高さ 500mm×奥行き 450mm の土槽を用いた。この中に高さ 300mm の模型地盤を作成した。模型地盤の試料は豊浦砂を用い、水中落下法で作成した。ケーソン式護岸模型は幅 57mm×高さ 110mm×奥行き 247mm の鋼製で、単位体積重量を約 2.1tf/m³ と実際のケーソン護岸の値に近いように調節した。杭基礎模型はアクリル製の 4 本で、下端は土槽底部に固定し、上端はアクリル板(フーチング模型)に固定した。液状化発生時の下部非液状化層への過剰間隙水圧の消散を防ぐために、下部非液状化層と液状化層及び置換砂の境界にはビニールシートを敷いた。

加振は 3Hz の正弦波を 10 秒間加えた。そして、その入力加速度を変えて 5 種類の実験を行った。表 1 に実験ケースを示す。

表 1 実験ケース

実験No.	入力加速度
1-1	270gal
1-2	210gal
1-3	190gal
1-4	160gal
1-5	130gal

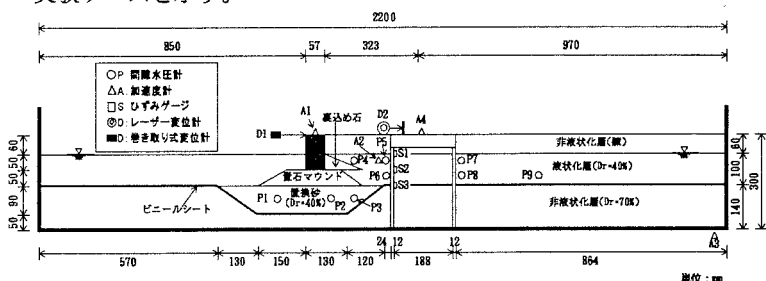
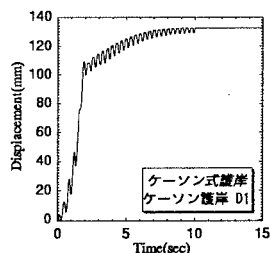


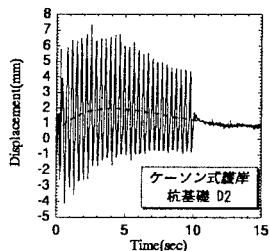
図 1 実験模型概略図

3. 代表的な実験結果

代表的な実験結果として、実験 No.1-2 の過剰間隙水圧比、ケーソン式護岸の変位、杭基礎の変位についてそれぞれの時刻歴を図 2 に示す。ここで、ケーソン式護岸の変位、杭基礎の変位は海側への変位を正にとってある。ケーソン式護岸の変位については図 2(a)より、加振より 4、5 波でほぼ転倒していると見て取れる。杭基礎の変位については図 2(b)より、液状化が発生した 2 波目あたりで大きい変位振幅が出た。その後、地盤の液状化に伴い地盤剛性が低下し、一定の振幅に収束した。また、中心軸を描いてみるとケーソン式護岸の移動に伴い海側に変位し、加振終了後も残留変位が生じた。図 2(c)に見られるように加振後 2 波程度で過剰間隙水圧比がほぼ 1 に達し、液状化しているのが分かる。ただし、置換砂部分、裏込め石背後では過剰間隙水圧比の最大値はそれぞ



(a) 護岸変位の時刻歴



(b) 杭基礎変位の時刻歴

図 2 実験代表例(実験 No.1-2)

キーワード：液状化、振動台実験、地盤流動、ケーソン式護岸

連絡先：〒350-03 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL0492-96-2911(内線 2748) FAX0492-96-6501

れ0.8~0.9、0.1~0.2程度であった。

4. 入力加速度と護岸変位量との関係

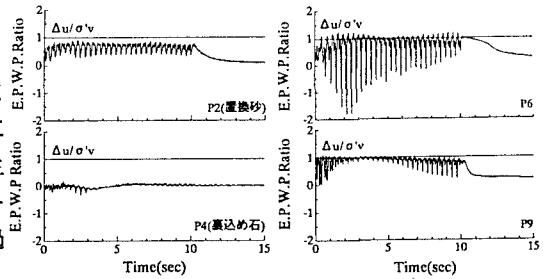
図3に実験 No.1-1の加振開始から3秒間の過剰間隙水圧比とケーソン式護岸変位の時刻歴を示す。加振後に背後地盤で負圧が発生しているのがわかる。液化化発生前の杭基礎変位が地盤の変位に近いものと仮定し、ケーソン式護岸と杭基礎変位の差分を取った相対変位量と過剰間隙水圧比の関係を図4に示す。これに見られるように相対変位量が大きくなっている途中で負圧が発生している。従って、負圧はケーソン式護岸が慣性力で海側に動き、地盤と離れようとした時に発生すると考えられる。なお、入力加速度が大きくなると発生する負圧も大きくなっている。これも入力加速度が大きいとケーソン式護岸に加わる慣性力は大きくなり、地盤から離れやすくなったためであろう。図5に加速度とケーソン式護岸の最大・残留変位量の関係を示す。ここで残留変位としては加振後40秒後の値をとったものである。加速度が270galの時のみ最大変位量と残留変位量が少し異なるが、両方の値はほぼ一致している。そして加速度が小さくなれば最大・残留変位量は小さくなっている。また、加速度190galと160galの時の変位の差が大きいのが見て取れる。これはケーソン式護岸が加速度190galの時はほぼ転倒したのに対し、加速度160galの時は約5°しか傾かなかったことに起因する。

図6に加速度と杭基礎の最大・残留変位量の関係を示す。杭基礎の場合は入力加速度が小さい場合を除いて、最大変位量の方が残留変位量より大きくなった。これは最大変位量には地盤の流動により押されたものに、さらに振動成分が加わっているためである。そこで、加振中の振動成分を取り除いた中心軸から読み取った最大変位量もプロットしてみた。この値は残留変位量より少し大きくなっており、加振中に流動に伴って押されていた杭が、加振後少し戻った事を意味している。なお、これらの変位量は入力加速度が小さくなると小さくなった。

5. まとめ

護岸は液化が発生した時点あたりから急速に動き始め、入力加速度が大きいものは転倒した。残留変位量は入力加速度が大きいと大きくなった。杭基礎については液化化発生時点付近で大きい変位振幅を生じた。中心軸で見た杭基礎の変位量は液化化発生後、護岸の変位と共に大きくなり、加振終了後は一定の残留値になった。この残留変位量は入力加速度が大きくなると大きくなった。

【参考文献】1)Ishihara,K.,Yasuda,S.and Nagase,H:Soil Characteristics and Ground Damage,Soils and Foundations,Special Issue,pp109-118,1996



(c) 過剰間隙水圧比の時刻歴

図2 実験代表例(実験 No.1-2)

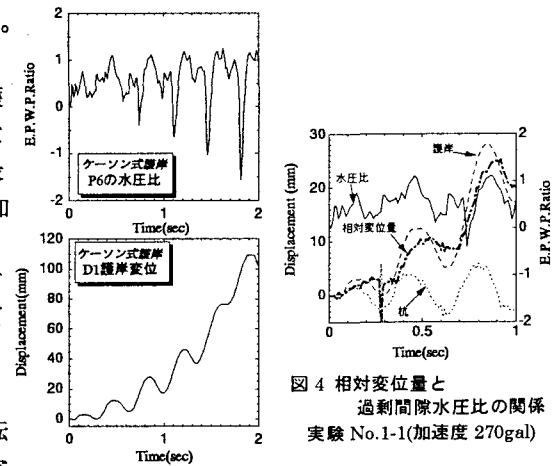


図4 相対変位量と過剰間隙水圧比の関係
実験 No.1-1(加速度 270gal)

図3 水圧比と護岸変位の時刻歴
実験 No.1-1(加速度 270gal)

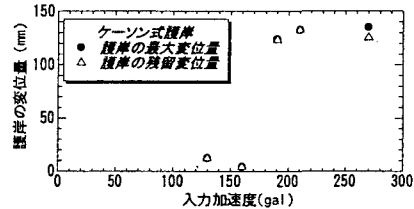


図5 加速度と護岸変位量の関係

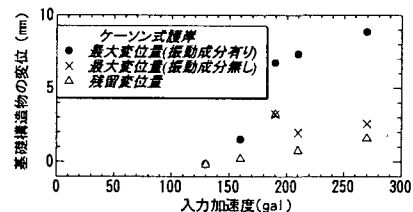


図6 加速度と杭基礎変位量の関係