

背後に近接構造物を有する重力式護岸構造物の地震時安定性について

九州工業大学 学生員○坂本賢司 松本浩貴
同 上 正 員 廣岡明彦 永瀬英生

1. 研究の目的

兵庫県南部地震では地盤の側方流動現象により多くの重力式護岸構造物が変状をきたすとともに、これに近接する構造物が甚大な被害を受けた¹⁾。近接構造物の被害の原因となる地盤の側方流動現象は背後地盤に発生する液状化に加え護岸構造物の地震時安定性にも大きく影響される。そこで本研究では既往の研究²⁾によりケーソン式岸壁の地震時の安定性に大きな影響を及ぼすと考えられるケーソン直下の置換砂層の厚さに着目して振動台実験を実施し、ケーソン式岸壁並びにその背後の杭基礎構造物の地震時挙動について調べた。

2. 実験条件

実験模型の縮尺は実規模の 1/60 であり、その概要を図-1 に示す。各種模型寸法は井合の相似則³⁾を適用して設定しており表-1 は各物理量の比(模型/実物)を表している。間隙流体には時間の相似則を一致させるために水の粘性の約 22 倍のメトロース溶液を使用した。また、基盤部並びに背後地盤・置換砂層はそれぞれ相対密度 70%, 40% となるように豊浦砂を水中落下させて作製し、マウンドは粒径 4.76mm~9.5mm の丸礫を、地下水位上の非液状化層は粒径 1mm~4.76mm の礫を用いて作製した。想定した実物の基盤部は透水性が低いので、基盤部と液状化層・置換砂層の境界にはビニールシートを設置し、振動中に基盤部への過剰間隙水圧消散の抑制を試みている。ただし、各実験結果におけるビニールシートの影響を軽減するためその敷設法は全てのケースで置換砂層が大きい場合に準じた。模型ケーソンは壁面の摩擦の影響軽減のため 3 分割構造とし、その寸法は 192mm(H)×83mm(W)とし材料にはアルミニウムを使用した。模型杭構造物はアクリル製でありその詳細について別報⁴⁾を参照されたい。層の厚さ D を 0mm, 125mm, 250mm と変化させて剪断土槽内に模型地盤を作製し、これを振動台に搭載し図-2 に示したような加速度振幅約 500gal, 周波数 11 Hz の正弦波を入力して振動実験を実施した。尚、ここでは模型杭構造物と模型ケーソンとの距離を一定 (X=515mm) とした。

3. 実験結果および考察

図-3 はケーソン応答加速度 AC4 の経時変化を示したものであり、また図中に各実験ケースでの入力加速度振幅を A_p として示した。AC4 はどの実験ケースにおいても加振直後に急増し、その最大値は D0, D125, D250 の順に大きく、その後減

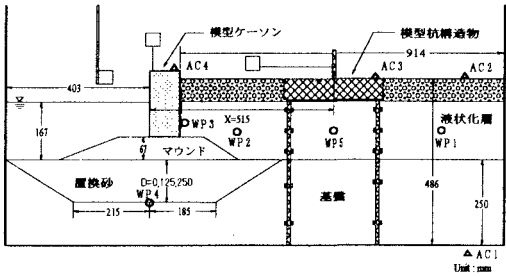


図-1 実験モデル概

表-1 各物理量に対する相似則

長さ	λ
土の透水性	$\lambda^{0.75}$
応力	λ
時間	$\lambda^{0.75}$
加速度	1

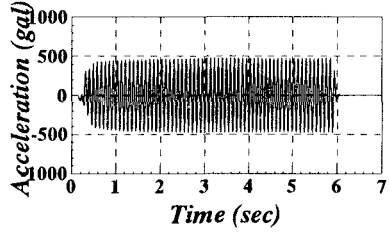


図-2 入力加速度

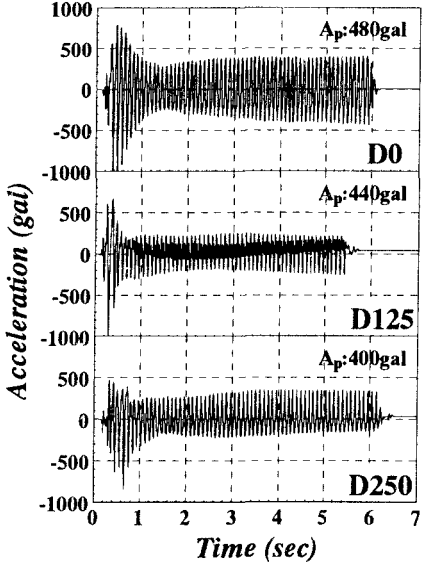


図-3 ケーソン応答加速度の経時変化

衰しほぼ一定となる。この定常状態に至るまでの時間は D125, D250, D0 の順に小さくなり、その振幅は D125 と D250 に対し置換砂層の無い D0 が大きい。これは、置換砂層部は相対密度が小さいので、基盤部のみの場合と比べ振動中のケーソン直下部での剛性低下が顕著であり入力振動が著しく減衰してケーソンに伝播されるためと考えられる。

図-4 に各実験ケースの変位ベクトル図を示す。これによれば、ケーソン直下において置換砂層の厚い D250 では海側への隆起が著しく置換砂層で非常に大きな地盤流動現象が生じており、D125 では置換砂層の部分においてのみ地盤流動が卓越している。これに対して、緩い置換砂層の無い D0 においては側方変位は生じているものの D125, D250 と比較すると明らかに小さい。また、ケーソン変位とケーソン近辺の背後地盤の変形について比較すると、D250 では置換砂層部に向かって斜め下方へと地盤が変形し、ケーソンが後傾しているのに対して、D0 では地盤の変位ベクトルの水平成分が卓越しケーソン方向へと地盤が変形し、ケーソンがほぼ水平に移動していることが観察される。一方、ケーソン鉛直変位は置換砂層の厚さが増加するに従い増大しており、ケーソン鉛直変位はケーソン直下地盤の剛性の減少による支持力値の低下が主な要因であると推察できる。また、図-5 はケーソンに設置した WP3 とケーソンと杭構造物の中央に設置した WP2 で測定した過剰間隙水圧比の時刻歴であり、D0 では WP3 にて負圧、WP2 にて正圧であるのに対し、D250 では反対に WP2 にて負圧が WP3 にて正圧が観察されている。このことから、今回設定した実験条件においては、ケーソン直下地盤の剛性が振動により顕著に減少しない場合 (D0)、ケーソン変位は主にケーソン自体の滑動により発生し鉛直変位より水平変位が卓越すると考えられ、ケーソン直下地盤の剛性が振動により著しく低下する場合 (D250, D125) では、ケーソン変位は、支持力値の減少による沈下と置換砂部を含めたより広範囲な地盤の側方流動により発生し、このため水平方向から鉛直方向へ移行するものと考えられる。

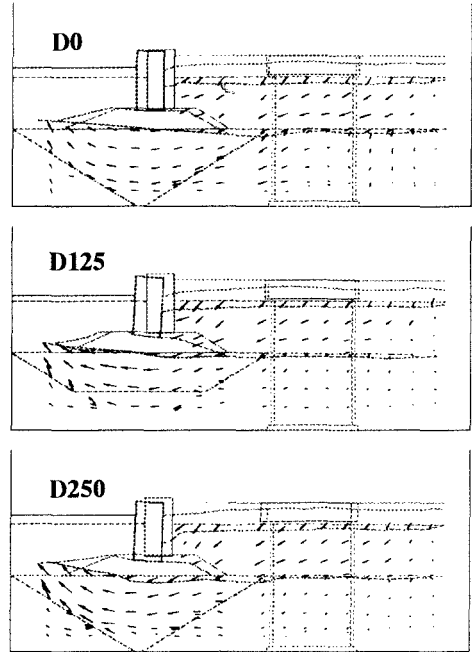


図-4 変位ベクトル図

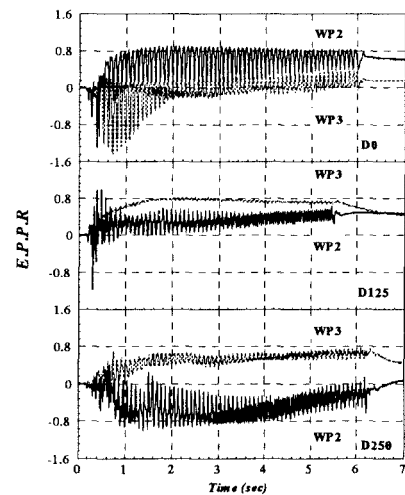


図-5 過剰間隙水圧比の経時変化

4.今後の課題

今後は置換砂層の厚さが杭構造物の地震時安定性に及ぼす影響について検討する予定である。

- 参考文献** 1) 時松孝次：地盤および基礎構造から見た建物被害，土と基礎，Vol.44, No.2, pp.14～pp.18, 1996
 2) 上部達生ら：神戸港における岸壁の設計震度と地震被害の関係，土と基礎，Vol.44, No.2, pp.70～pp.72, 1996
 3) 井合進：1g 場での地盤－構造物－流体系の模型振動実験の相似則，港湾技術研究所報告，第 27 巻，第 3 号
 4) 廣岡明彦ら：護岸構造物に近接した杭基礎構造物の地震時挙動について，平成 8 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集