

Ⅲ - A150

ケーソン岸壁の地震時安定性が近接杭基礎構造物の挙動に及ぼす影響について

九州工業大学大学院 学生会員○坂本賢司
九州工業大学工学部 正会員 廣岡明彦 永瀬英生

1. 研究の目的

兵庫県南部地震では水際線に近接する杭基礎構造物が杭の曲げ破壊や圧壊などの被害を受けた¹⁾。この被害の原因となる地盤の側方流動現象の規模は、液状化の程度や護岸構造物の地震時安定性に大きく影響されると考えられる。そこで、本研究では重力式護岸構造物の地震時安定性に着目し、これに影響を及ぼすと考えられる置換砂層厚をパラメータとして振動台実験を実施し、ケーソン式岸壁並びに周辺地盤の地震時挙動が杭基礎構造物に及ぼす影響について調べることを目的としている。

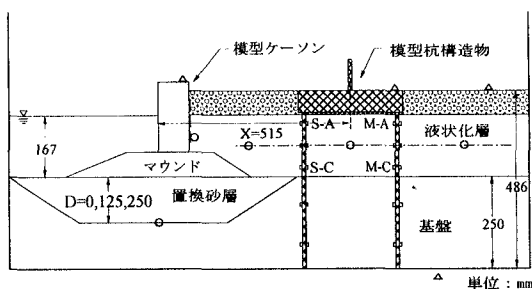


図-1 実験モデル概要

2. 実験条件および実験方法

図-1 に実験モデルの概要を示す。模型の縮尺は実規模の 1/60 であり、基盤並びに背後地盤・置換砂層は各々相対密度が 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、地下水位上の表面非液状化層は粒径 1mm~4.76mm の礫を用いて作製した。各種模型寸法の決定に際しては井合の相似則²⁾を適用し、時間の相似則を一致させるために間隙流体には水の粘性の約 22 倍のメトロース溶液を使用した。また、想定した実物の基盤は透水性が低いので、基盤と液状化層・置換砂層の境界にはビニールシートを敷設し、振動中の基盤への過剰間隙水圧消散の抑制を試みている。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、寸法は 192mm(H)×83mm(W)で材料にはアルミニウムを使用した。模型杭構造物は、実規模で杭径 1.5m のコンクリート杭 22 本分に相等する 475mm(L)×56mm(W)、厚さ 10mm の 4 本のアクリル矩体の杭とこれと剛結されたアクリル板の基礎スラブからなり、杭下端部を土槽底部に固定した。実験方法は各実験毎に置換砂層厚 D を 0mm, 125mm, 250mm (D0, D125, D250) 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加速度振幅約 500gal、周波数 11Hz の正弦波を約 6 秒間入力して振動実験を実施した。

3. 実験結果および考察

緩い置換砂層の厚さが増大すればケーソン構造物直下地盤でより大きな地盤流動が発生し、このためケーソン岸壁の沈下や傾斜も顕著となりケーソン背後の地盤の広範な領域において大きな側方変形が観察された³⁾。図-2 は深さ 90mm の地点(A 点)における海側と山側の杭の曲げ歪 S-A、M-A(図-1 参照)の時刻歴を示したものであり、その符号は杭が海側に凸に変形した場合を負と定義している。この結果から、全ての実験ケースで S-A、M-A の曲げ歪振幅は振動前半で大きく後半で小さくなっており、その絶対値は山側の M-A

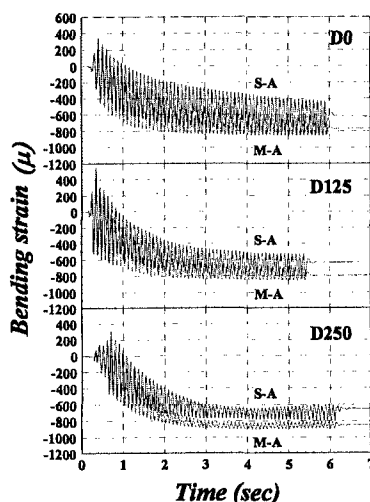


図-2 曲げ歪の時刻歴 (S-A、M-A)

液状化、裏込め、杭、模型実験、岸壁

〒804 北九州市戸畑区仙水町 1-1 TEL 093-884-3111 FAX 093-884-3100

で大きい。また、実験ケースごとに比較すると置換砂層厚が増加するにつれ、振動後半においてS-A、M-Aの曲げ歪振幅がより減少していることがわかる。これに対し、図-3に示した深さ210mmの地点(C点)における海側と山側の杭の曲げ歪S-C、M-Cの時刻歴はS-A、M-Aの挙動と異なり、その絶対値は海側のS-Cでより大きくなり、その振幅は振動前半よりも後半でより大きくなることが観察された。また、置換砂層厚の増加に伴いS-C、M-Cの曲げ歪の絶対値の差が大きくなっていることがわかる。全ての実験ケースで、杭基礎構造物上部での応答加速度が振動初期に増幅した後減衰することから、A点での曲げ歪振幅が振動後半にかけて徐々に減少するのは、構造物上部の慣性力による影響が大きいと考えられる。これに対してC点では曲げ歪振幅は徐々に増加しており、このことから杭の曲げ歪振幅に及ぼす構造物上部の慣性力の影響は杭の上部に限られ、地盤変形の影響が杭の比較的深い部分では卓越することが推測される。また曲げ歪の蓄積量がA点では海側より山側で大きくC点でその反対となるのは、地盤が流動する方向に海側の杭では地盤剛性の低下が著しい領域が、山側の杭では杭に囲まれた比較的剛性の高い領域が存在するので、海側の杭においてその変形は側方流動圧の影響を大きく受けるのに対して、山側の杭では基礎スラブを介して杭上部に伝達される水平力の影響が大きく現れるためと考えられる。また、地盤のより広範な領域で側方流動が生じたD250でM-C、S-Cの差が顕著となることもこのことを示唆している。

図-4は、入力波10波目、30波目、50波目において、A点の曲げ歪が極大・極小となる時点での山側の杭(M)に発生した曲げ歪の深さ方向の分布を示したものである。ここでA点での曲げ歪が極小の時点を一、極大の時点をもとし、深さは基礎スラブ底面を0としている。これによれば、緩い置換砂層が無いD0に対しD250では10波~30波間で急激に曲げ歪振幅が減少する一方で曲げ歪が急激に蓄積し、その絶対値はD0の50波目の値とほぼ等しくなっていることが確認される。これは、緩い置換砂層が無い場合には、振動によってケーソン直下部の地盤は徐々に剛性が低下し、ケーソン背後の地盤の変形並びに杭に発生する曲げ歪の蓄積も徐々に進行し、これに対して緩い置換砂層を有する場合においては振動前半で急激な置換砂層での剛性低下による地盤流動が進行しその影響を受けたケーソン背後の地盤も側方変形量が急増するため、杭に急激に大きな曲げ歪が蓄積されるものと考えられる。

参考文献

- 1) 時松：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) 井合進：1g場での地盤一構造物一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
- 3) 坂本ら：重力式護岸構造物の地震時挙動が背後地盤並びに近接構造物に及ぼす影響について、第32回地盤工学研究発表会 投稿中

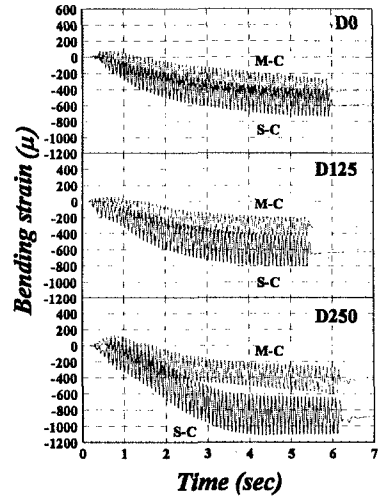


図-3 曲げ歪の時刻歴 (S-C、M-C)

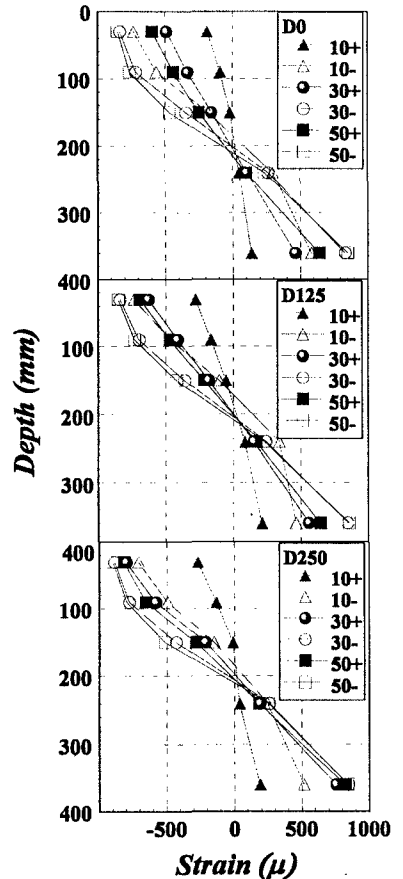


図-4 曲げ歪の分布