

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

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

1. はじめに

兵庫県南部地震において、埋立地の水際線では液状化に伴う地盤の側方流動により多くの構造物が甚大な被害を受けた。特に、護岸構造物に近接した杭基礎構造物では地盤の側方流動により基礎スラブ、杭頭が露出したものも多く、杭頭でせん断、曲げ破壊並びに圧壊したものや地中部の杭体に大きな変状を来したものが少なくない¹⁾。側方流動の大きさは通常水際線から離れるに連れて減少し、護岸構造物からの距離が側方流動の規模に加えて杭基礎構造物の地震時安定性に大きく影響すると考えられる。本研究はケーソン岸壁と杭基礎構造物との距離に着目しこれを 390mm, 515mm, 640mm と変えた杭基礎構造物の振動台実験を実施し、これが地震時の杭基礎構造物挙動に与える影響を定量的に調べることを目的としている。

2. 実験条件

基礎・背後地盤を構成する試料として豊浦標準砂を用い、これを水中落下法によりそれぞれの相対密度が約 70%, 約 40%となるように模型地盤を作製した。時間の相似則²⁾を一致させるために間隙流体にはメトロゾ水溶液を使用した。模型の概略並びに主な計測器機の配置は図-1 に示す通りであり、模型地盤側面にはヌードルターゲットを埋設し振動による地盤の変形の測定を試みた。また、実規模では杭径 1.5m の場所打ち杭 22 本からなる杭基礎構造物を想定し、剛性に関する相似則を適用して、10mm×56mm×476mm の 4 本のアクリル杭の上端を 280mm×300mm で厚さ 60mm のアクリル板に、下端を同断面を有する厚さ 16mm の鉄板に剛結し杭基礎構造物模型とした。また、杭模型には図 2 に示したような配置で歪ゲージを貼付し振動時に杭体に発生する歪の測定を行った。尚、振動条件については別報³⁾を参照されたい。

3. 実験結果と考察

図 3 は杭構造物上部の応答加速度 ac_3 の時刻歴を入力加速度振幅 Ap とともに示したものである。他のケースはほぼ設定どおりの加振条件であったのに対し、x64 のみ Ap が振動の極初期で小さく、時刻 1 秒以降設定値より大きくなるという変則的な加振条件であった。 ac_3 は、x39 においては応答

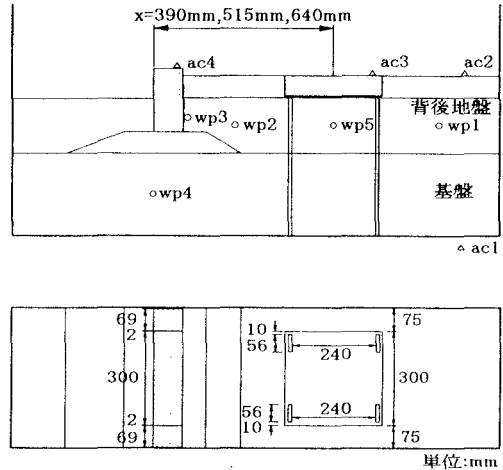


図 1 実験システム

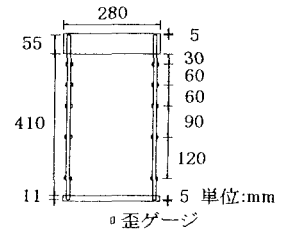


図 2 杭構造物模型

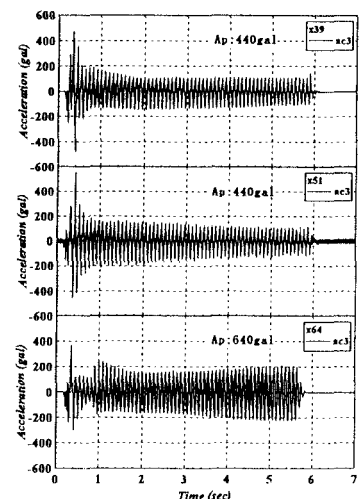


図 3 杭構造物上部の応答加速度

が最大となった後急激にその振幅が減衰しほぼ一定となるのに対して、x51では加振時間中振幅の減衰が引き続き観察され、x64では一度減衰した後に再び増幅するという挙動が観察される。これは x が小さいもののほど側方流動による地盤剛性の低下が杭構造物の応答に顕著に現れたものと考えられる。

振動による地盤の変位ベクトルを図4に示す。ケーソンと杭構造物間の地盤の変形に着目すると、距離が遠いものほど、ケーソン直下の基盤を含めた大きな領域で側方流動が生じている。x39では杭基礎構造物が極めて近くに存在し、杭構造物上部で増幅された振動がケーソンに影響を及ぼすことに加えて、側方流動する地盤領域が杭により制限されたため基盤部には変形が生じず結果としてケーソン模型が著しく前傾したものと考えられる。図5に示した地盤の奥行き方向に設置したヌードルターゲットの変状からも杭が地盤の側方流動を抑制していることは明らかである。

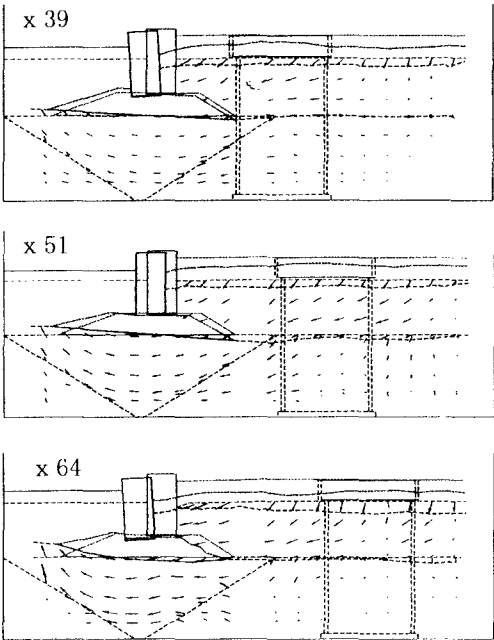


図4 変位ベクトル図

図6に振動後半部において後方の杭で生じた曲げ歪を残留成分(st)と変動成分(amp)に分けて示す。ここで、stはac3が0となる時点での杭の歪、そのサイクルでac3が最大となる時点での歪とstとの差をamp+、最小となる時点での歪とstとの差をamp-と定義した。尚、その符号は海側に凸となる場合を負としている。これらを各実験ケースで比較すると、st、amp+、amp-の絶対値に顕著な違いは認められないが、ケーソンに最も近いx39では他の実験ケースで観察される杭上方でのstの減少傾向が観察されず、amp+とamp-での非対称性が著しいという特徴がある。このことは、ケーソンと杭構造物間の距離の違いにより杭に作用する土圧の分布形状が異なることを示唆している。



図5 杭周辺部での地盤変形

参考文献

1) 時松孝次:地盤および基礎構造物から見た建物被害,土と基礎, Vol.44, No.2, pp.14~pp.18, 1996

2) 井合進:1g場での地盤-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) 坂本賢司ら: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, 平成8年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集

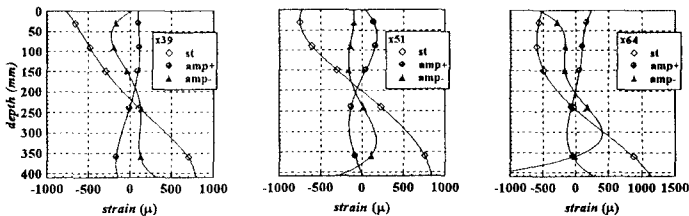


図6 振動後半の曲げ歪