

III-A 143 地震時の砂地盤の側方流動と構造物の応答が杭基礎に与える影響

東京工業大学 学生員 ○高橋章浩 布川 修  
 九州工業大学 正会員 廣岡明彦  
 東京工業大学 正会員 神田政幸 竹村次朗 桑野二郎

1.はじめに

偏載荷重が作用する飽和砂地盤では、地震時の地盤の液状化により側方流動が生じ、これにより杭基礎を有する構造物が大きな被害を受けることがある。本研究では、遠心模型振動実験を行い、地震時に偏載荷重（裏込め盛土）によって生じる地盤の側方流動と構造物の応答が杭基礎に与える影響について調べた。

2.実験条件と実験方法

ここでは簡単に実験概要について記すが、詳細は前報<sup>[1]</sup>を参考にされたい。模型地盤の作成では、砂層に豊浦砂、砂層表層部及び裏込め盛土には珪砂A8号を試料として用い、まず空中落下法により相対密度約50%の砂層を作成した後、これを水の50倍の粘性抵抗を持つメチルセルローズ水溶液で飽和させた。実験システムを図1に示す。上部構造物に35mm間隔で奥行き方向に4本、杭径10mmの模型杭が一行に剛結され、杭先端は容器底面に固定されている。杭には20mm間隔でひずみゲージが張り付けられており、これにより杭に生じる曲げひずみを測定した。実験条件は表1に示す通りであるが、地盤からの拘束を受けない構造物のみの場合の固有振動数は杭長（層厚）120mmのケースは40Hz、90mmのケースは54Hzである。図1に示した実験システムを構築し、50Gの遠心加速度場にて表1に示した条件で、加速度振幅約7Gの正弦波40波による振動実験を実施した。

表1 実験ケース

Case No.	砂層厚(mm)	入力波周波数 (Hz)
1	120	100
3	90	100
4	120	50

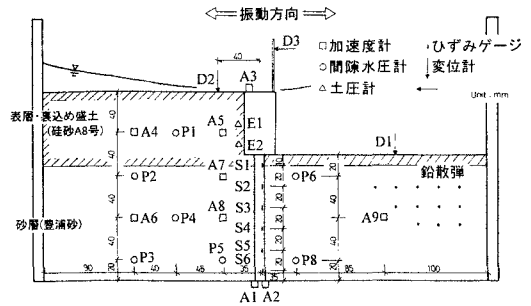


図1 実験システム

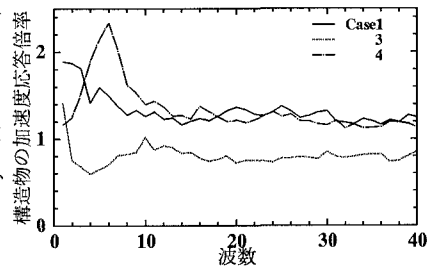


図2 構造物の加速度応答倍率の変化

3.実験結果と考察

各ケースの構造物の加速度振幅を入力加速度振幅で除した構造物の加速度応答倍率の変化を図2に、杭頭から50mmの深さでの杭に生じる曲げひずみの時刻歴を図3に示す。構造物の加速度応答倍率が振動初期において入力波周波数と構造物のみの固有振動数が近いCase4では増加し、その他のケースでは単調に減少するが、いずれのケースでも10波目以降はほぼ一定となっている。Case1,3では入力周波数が高く、構造物-地盤系の固有振動数が低下していく過程で、両者が一致することはないため応答倍率はほぼ単調に減少していくものと思

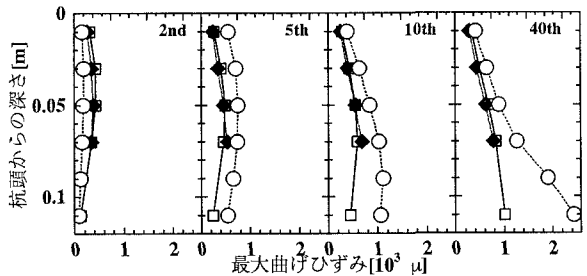


図4 杭の最大曲げひずみの変化

われる。またCase4では振動初期において杭の曲げひずみ振幅も増大し、他のケースと比べ著しく大きな振幅となっている。これは杭周辺地盤の存在によって振動前の構造物の固有振動数は入力波周波数よりも大きくなっていったが、振動によって地盤剛性が低下することによって固有振動数が低下し、6波目付近でほぼ共振状態となったことが原因であると考えられる。

次に杭の最大曲げひずみに着目し、2, 5, 10, 40波目における各測定点での最大曲げひずみを図4に示す。いずれのケースでも振動初期では地盤上部でひずみが最大となっており、その後は波数の増加に伴い、最大曲げひずみの生じる点は杭先端方向に移動していき、振動後半では杭先端付近で最大となる。杭の曲げひずみにおける蓄積成分と振動成分の影響の大きさを比較するため、蓄積曲げひずみを曲げひずみ振幅で除した値の変化を図5に示す。ここで杭の蓄積ひずみ及び曲げひずみ振幅を図3のように定義する。Case4では構造物の応答が大きいいため、他のケースに比べ全体的に値が小さくなっているものの、いずれのケースでも前報<sup>[1]</sup>で報告した過剰間隙水圧の上昇による有効応力の著しい低下が原因となって地盤流動が卓越する地盤上部では曲げひずみ振幅の影響が比較的大きく、杭先端部に向かうに従い蓄積曲げひずみの影響が大きくなるのがわかる。地盤上部では側方流動が卓越しているものの、剛性が著しく低下しているため杭に作用する力がそれほど大きくないのに対し、地盤下部では地盤剛性が上部ほど低下しないことから、地盤によって構造物の振動は抑えられるものの、逆に小さな地盤の側方変位でも杭に大きな力が作用することになる。このように地盤剛性が著しく低下し地盤流動が卓越する浅い領域においては構造物の応答の影響を、深い領域では地盤の側方流動による杭の変位の影響を主に考慮する必要があると考えられる。

参考文献 [1]高橋ら, 裏込め盛土を有する砂地盤上の杭基礎構造物の地震時挙動: 第31回地盤工学研究発表会, 1996(投稿中)

図5 杭の蓄積曲げひずみと曲げひずみ振幅の比の変化

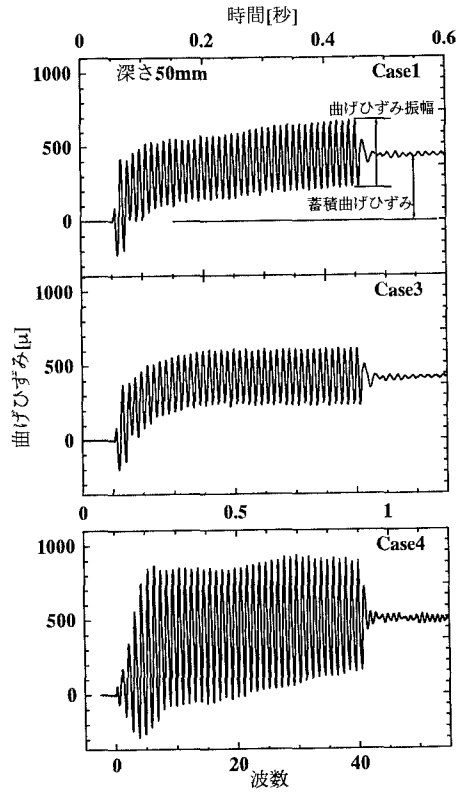


図3 杭に生じる曲げひずみの時刻歴

