

Eーディフェンスによる非液状化地盤中の杭基礎の震動実験 (異なる固有周期を有する杭基礎構造物の挙動)

防災科学技術研究所 正会員 〇田端憲太郎
防災科学技術研究所 正会員 佐藤 正義

1. はじめに

筆者らは、地震時における地盤変形と構造物慣性力が杭基礎に及ぼす影響の把握を目的として、防災科学技術研究所・実大三次元震動破壊実験施設(Eーディフェンス)の震動台を用いた実験を大型地盤模型試験体に対して実施した。本文では、固有周期が異なる3種類の杭基礎構造物を有する試験体への水平2方向振動下における挙動について報告する。

2. 実験条件

試験体は、円筒形せん断土槽内に作製された、杭基礎構造物を有する非液状化地盤である(図1)。地盤は直径8m、高さ6.4mであり、アルバニー珪砂を相対密度約70%に締固めて作製された。構造物は上部構造物(質量28t)、フーチング(同10t)、杭基礎、および上部構造物の支持柱4本(高さ30cm)で構成される。杭基礎は鋼管杭(長さ5.7m、直径152mm、肉厚2mm)3×3=9本で構成され、杭端と土槽底部はピン結合、杭頭とフーチングは剛結合である。構造物の固有周期は支持柱の種類により異なり、次の3種類の構造物を有する試験体に対して加振を行った：ケース1＝短周期構造物(支持柱が鋼製柱)、ケース2＝長周期構造物(支持柱が免震ゴム柱)、ケース3＝上部構造物がなく杭基礎とフーチングのみの構造物。なお、短周期構造物と長周期構造物は質量と形状が等しく、固有周期のみが異なる。なお、実験全体では5種類の杭基礎構造物を有する試験体に対して周期特性の異なる3種類の地震時加速度記録に基づく目標波を震動台へ入力する1～3方向加振を行った。これらの加振うち本文のケースは、1995年・兵庫県南部地震において鷹取駅で観測された加速度記録を最大加速度が 0.8m/s^2 (80gal)になるよう調整した目標波の水平2方向(x・y方向)加振である。図2に示すケース1～3における震動台で実際に計測された加速度の時刻歴波形がほぼ同じであることから、試験体への入力加速度に関して各ケースは同一条件であると言える。

3. 実験結果

構造物のフーチングと上部構造物の挙動について、ケース1・2におけるy方向変位を図3に示す。ケース1の短周期構造物では上部構造物がフーチングより多少大きな変位を生じているが、両者ともほぼ同じ位相で挙動している。ケース2の長周期構造物では上部構

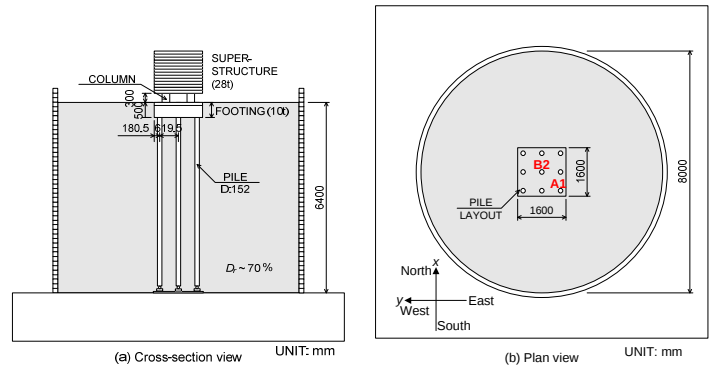


図1 試験体の概略

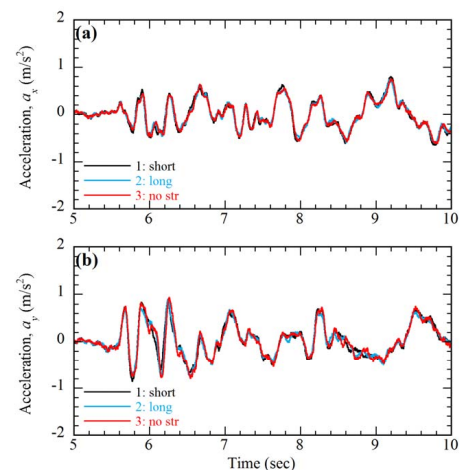


図2 震動台で計測された加速度の時刻歴：(a)x方向、(b)y方向

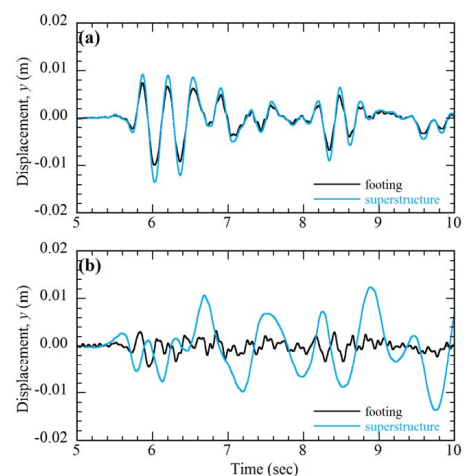


図3 フーチングと上部構造物のy方向変位：(a)短周期構造物、(b)長周期構造物

キーワード 動的相互作用, 杭, 砂質土, 振動台実験, 模型実験

連絡先 〒673-0515 兵庫県三木市志染町三津田西亀屋1501-21 (独)防災科学技術研究所 (0794)85-8211

造物がフーチングより大きな変位を生じており、その変化の周期もフーチングや短周期構造物に比べて長い。次にフーチングの変位について、ケース1～3における y 方向の比較を図4に示す。長周期構造物のフーチングはケース3の上部構造物なしの構造物とほぼ同じ傾向で変位を生じている一方、短周期構造物の変位は他より大きく、変化の周期も長い。

構造物上部(上部構造物、フーチング)に作用する慣性力とフーチングの変位について、ケース1・2における y 方向の比較を図5に示す。短周期構造物では慣性力とほぼ同じ位相でフーチングの変位が変化していることから、構造物上部の挙動に慣性力が及ぼす影響が優位であると言える。長周期構造物では、慣性力と変位の傾向が類似とはいえず、構造物上部の挙動への地盤変形による影響が小さくないと考えられる。

隅杭A1・中央杭B2の杭頭から15cmの位置の曲げひずみの変化について、ケース1～3における y 方向の比較を図6に示す。短周期構造物では、フーチングの変位と同様、他の構造物より大きな曲げひずみを生じており、隅杭より中央杭の方がより大きなひずみを生じている。長周期構造物では、曲げひずみは上部構造物なしの構造物と同様の傾向を示しており、隅杭と中央杭での違いも小さい。次に隅杭A1・中央杭B2の任意時刻における曲げひずみの深度分布について、ケース1～3における y 方向の比較を図7に示す。長周期構造物と上部構造物なしの構造物の深度分布はほぼ同様の傾向であると共に、隅杭と中央杭の差違も小さくなく、曲げひずみは杭頭付近が最大で深くなるほど小さくなり、約1.5m以深でほとんど生じていない。短周期構造物では杭頭から約2m以浅において他の構造物より大きな曲げひずみを生じており、杭頭から1m前後の位置で杭頭付近と逆の曲げひずみが見られる。中央杭では杭頭付近の曲げひずみが最も大きい、隅杭では約70cm付近が最大となっており、構造物上部の回転を伴う挙動の影響によるものと考えられる。

4. まとめ

異なる固有周期を有する杭基礎構造物の非液状化地盤中の挙動の把握を目的としたEーディフェンスによる震動実験から、地盤一杭一構造物系の動的相互作用として、長周期構造物では構造物上部の慣性力の影響は小さいが、短周期構造物では構造物上部の慣性力の影響が優位であり、長周期構造物に比べて大きな影響があることがわかった。

謝辞 本実験は、文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」の一環として実施されました。また震動台入力波として、PEERのデータベースに収録された加速度記録を利用いたしました。これらのご協力いただいた方々に対し、ここに記して謝意を表します。

参考文献 田端, 佐藤, 時松, 鈴木: Eーディフェンスによる非液状化地盤中の杭基礎の震動実験(その1: 大型せん断土槽を用いた水平地盤実験の概要)。2007年度日本建築学会大会学術講演梗概集, 635-636, 2007。

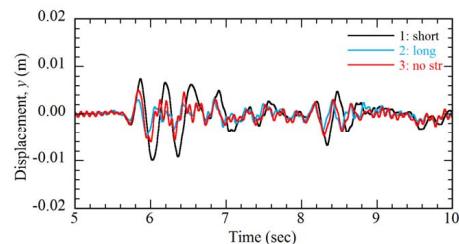


図4 フーチングの y 方向変位の比較

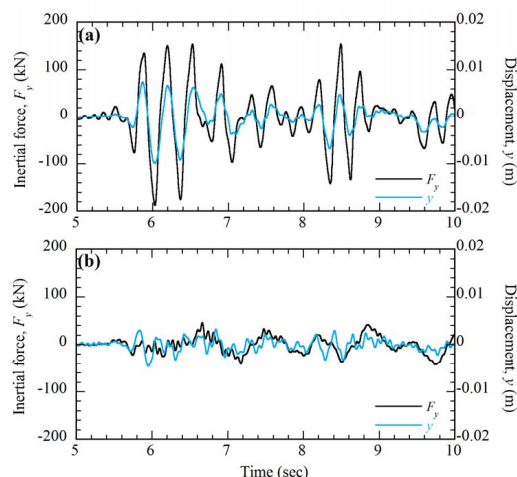


図5 上部構造物・フーチングの慣性力とフーチングの変位の y 方向の比較: (a) 短周期構造物, (b) 長周期構造物

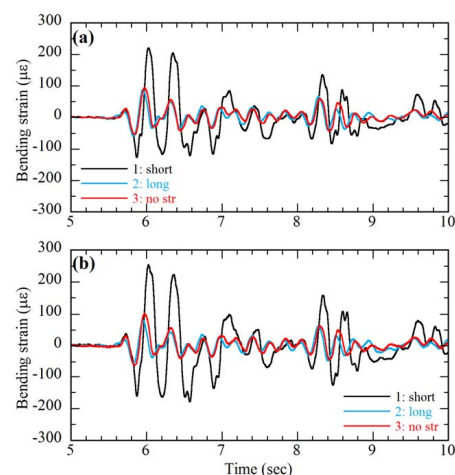


図6 杭頭から15cmの位置の y 方向曲げひずみの変化: (a) 隅杭A1, (b) 中央杭B2

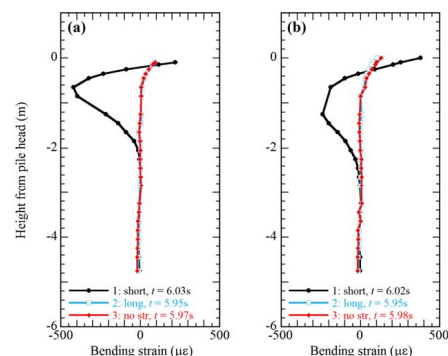


図7 任意時刻における y 方向曲げひずみの深度分布: (a) 隅杭A1, (b) 中央杭B2