

Eーディフェンス大型円筒形土槽を用いた地盤-杭-構造物系実験に関する遠心振動実験による再現

防災科学技術研究所 正会員 佐藤 正義
 清水建設技術研究所 正会員 田地 陽一
 防災科学技術研究所 正会員 田端憲太郎

1. 目的

地盤の耐震問題では、ある程度パラメトリックな実験が必要であるが、Eーディフェンスのような大型土槽実験では、数多くの実験ケースを実施することは、そのコスト・実験期間からみて不可能であるため、パラメトリックな実験は遠心振動実験で行うのが良いと考えられる。また、大型土槽実験を実施する場合、遠心振動実験によりその予測を行い、適切な実験条件を決定する必要がある。そのためには、遠心振動実験が大型土槽実験を再現できるかを把握する必要がある。これまで、Eーディフェンスの地盤-杭-構造物系の大型円筒形せん断土槽実験を対象として、縮小率 1/26.7 の遠心振動実験による再現実験¹⁾を実施してEーディフェンス実験結果の予測手法としての再現性を検討したが、本報では異なった縮小率 1/20 の実験について述べる。

2. 実験概要

(1)Eーディフェンス大型円筒形せん断土槽実験²⁾

Eーディフェンス実験に用いた土槽は、円筒形でその内寸法は内径 8.0m×高さ 6.5m である。写真-1 にEーディフェンス大型円筒形せん断土槽の外観を示す。地盤材料は、豊浦砂とよく似た粒度分布のアルパニー珪砂を相対密度約 60%の乾燥状態で用いており、非液状化地盤の実験である。加振実験では、固有周期、地震波の種類と加振加速度を変化させて、パラメトリックな実験を実施している。1 質点系の構造物を重錘(28.0t)およびフーチング(10.0t)とその間の 4 本柱(短周期構造物： $l=1\text{m}$ のパイプ、剛体構造物： $l=0.3\text{m}$ のパイプ、長周期構造物： $l=0.3\text{m}$ の免震ゴム)で構成している。群杭基礎は、本数 9 本(3 行 3 列)、鋼管(外径 $D=152.4\text{mm}$ 、厚さ $t=2\text{mm}$ 、長さ $l=5.8\text{m}$)で、杭の境界条件は杭頭剛結、下端ピン構造である。



写真-1 Eーディフェンス実験における円筒形せん断土槽実験



写真-2 遠心振動実験における円筒形せん断土槽実験

(2)遠心振動実験

遠心振動実験の土槽は、写真-2 に示すようにサイズ：内径 300mm×高さ 357mm であり、Eーディフェンスで実施した円筒形せん断土槽実験の試験体を 1/20 に縮小化したもので、構造物と群杭基礎も相似則に添って縮小した模型を作成している。模型地盤材料はEーディフェンス実験と同一の砂を用い、地盤作成方法も同一の方法である。遠心振動実験の計器配置を図-1 に示す。Eーディフェンスの加振実験では、固有周期、地震波の種類と加振加速度を変化させて、パラメトリックな実験を実施しているが、今回の遠心振動実験による再現の対象としたのは、(1)剛体構造物、兵庫県南部地震 JR 鷹取波の NS 成分、最大加速度 81Gal、1 方向加振および(2)短周期構造物、TAFT 波の NS 成分、最大加速度 76Gal、1 方向加振である。

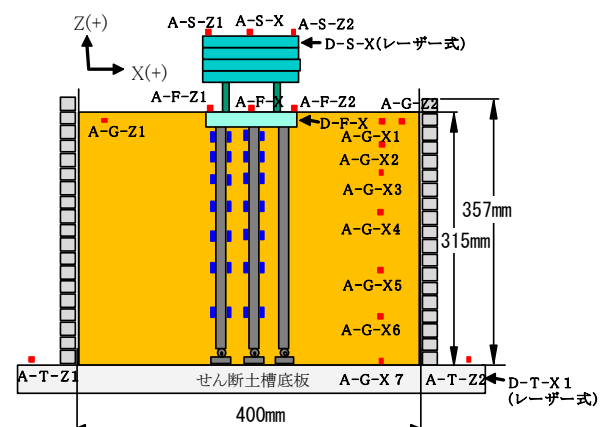


図-1 遠心振動実験における円筒形せん断土槽実験の計器配置

キーワード 非液状化、群杭基礎、大型円筒形せん断土槽実験、遠心振動実験

連絡先 〒305-0006 つくば市天王台 3-1 独立行政法人 防災科学技術研究所 防災システム研究センター

Tel. 029-863-7562、E-mail: m.sato@bosai.go.jp

3. Eーディフェンス大型土槽実験と遠心振動実験の結果の比較検討

図-2 に地盤加速度の応答に関する遠心振動実験と Eーディフェンス実験結果の比較(剛体構造物, J R 鷹取波加振), 同様に図-3 に構造物, フーチング, 杭ひずみの応答を示す. なお, 杭ひずみ(杭頭より-900mm)は後に行った破壊加振実験で杭が折損した位置のものを選択して示した. 図-2 の(c)は振動台入力加速度の比較であるが, 両者の一致度は比較的良好だが, やや Eーディフェンスの大型実験のほうが大きいという傾向が見られる. (a)は地表加速度, (b)は地中加速度であるが, やはり大型実験のほうがやや大きい. 図-3 の(a)構造物, (b)フーチング, (c)杭ひずみの応答もやや大型実験のほうが大きいという傾向を示しているが, 概ね再現性は良い. 図-2 と図-3 で一般的に Eーディフェンス大型実験のほうが大きいのは, 入力加速度がやや大きいためと考えられる. 図-4 に地盤加速度の応答に関する遠心振動実験と Eーディフェンス実験結果の比較(短周期構造物, TAFT 波加振), 同様に図-5 に構造物, フーチング, 杭ひずみの応答を示す. 図-4 の(c)は振動台入力加速度の比較であるが, 両者の波形の一致度は振幅も位相も一部を除いて比較的良好. (a)の地表加速度と(b)の地中加速度も, 概ね一致していると言える. 図-5 の(a)構造物において位相はよく一致しているが振幅は大型実験のほうが大きい. (b)のフーチングに関しては比較的良好に一致しているが, (c)の杭ひずみは大型実験のほうが大きい. これは, 構造物の加速度が大型実験のほうが大きいためと考えられる.

4. まとめ

遠心振動実験における加速度の再現性は比較的良好く, Eーディフェンス実験結果の予測手法として, ある程度有用な手段としての可能性を確認できた. しかし, ここでは変位に関する波形比較を割愛したが, 遠心装置の振動台変位のストロークが小さいため, 振動台変位の再現性は悪く, 構造物・フーチングの変位応答の再現性も悪かった. 今後の課題である.

引用文献:

- 1) 佐藤正義・内田 明彦, 2008, 遠心振動実験による Eーディフェンス大型土槽の杭-地盤系の実験の再現, 第 43 回地盤工学研究発表会 CD-Rom, 1653-1654.
- 2) 田端憲太郎・佐藤正義・時松孝次, 2007, Eーディフェンスによる非液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), 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2007 年 8 月, 635-636.

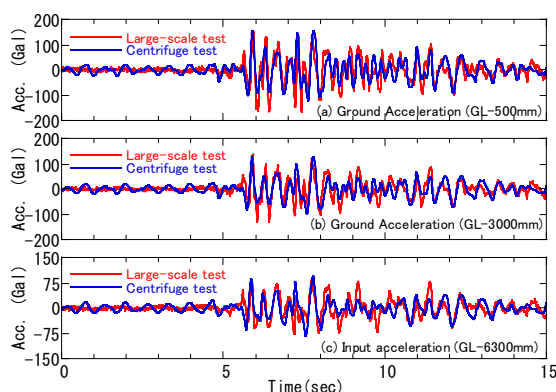


図-2 地盤加速度の応答に関する
遠心振動実験と Eーディフェンス実験結果の比較
(剛体構造物, JR鷹取波加振)

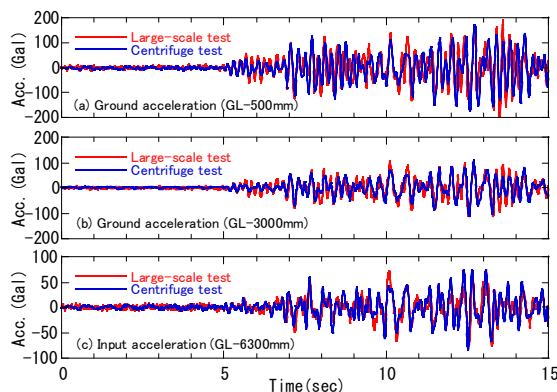


図-4 地盤加速度の応答に関する
遠心振動実験と Eーディフェンス実験結果の比較
(短周期構造物, TAFT 波加振)

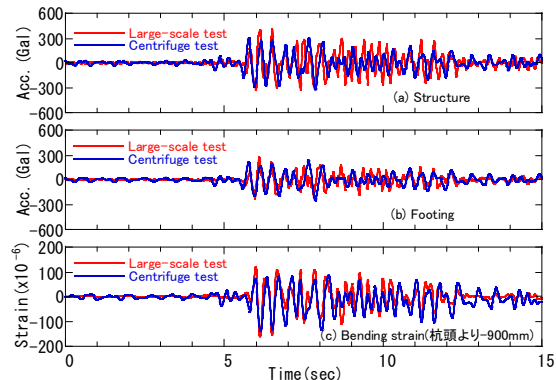


図-3 構造物とフーチング, 杭ひずみの応答に関する
遠心振動実験と Eーディフェンス実験結果の比較
(剛体構造物, JR鷹取波加振)

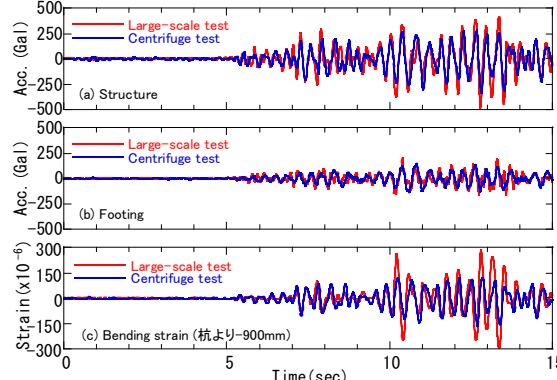


図-5 地盤加速度の応答に関する
遠心振動実験と Eーディフェンス実験結果の比較
(短周期構造物, TAFT 波加振)