

I - B267 ケーソン基礎の遠心模型液状化実験と解析（その1）実験概要と1次元解析

大成建設 正会員 立石 章 樋口雄一 田口洋輔
同上 正会員 名合牧人 古池章紀

1. はじめに

阪神・淡路大震災において液状化による基礎構造物の被害が多数報告されており、基礎構造物の液状化時の動的相互作用が重要な研究課題となっている。著者らは、ケーソン基礎を対象として遠心模型による液状化実験を実施し、有効応力解析によりシミュレーションしたので報告する。解析では、まず加振直前の模型地盤の初期剛性と飽和度が不確定であることから地盤のみの実験結果を1次元解析によりシミュレーションして設定し、次にケーソン基礎を入れた実験結果を対象に2次元および3次元解析を行って有効応力解析の有効性を調べた。本報告では遠心模型実験の実験概要と1次元解析結果について示す。

2. 実験概要

砂は豊浦砂、間隙流体はシリコンオイルを用い、模型地盤は $Dr=85\%$ の支持層と $Dr=55\%$ の表層の2層地盤とした。ケーソン模型はステンレス製（原型換算総重量1250tf）とした。実験手順は、せん断容器（長さ56cm×奥行き25cm×高さ30cm）にケーソン模型を途中セットしながら砂を空中落下法により詰めた後、間隙流体を浸透させ、予備遠心（遠心加速度50G）を2時間かけた後、振動台により目標加速度で加振した。図1に遠心模型と計測器配置を示す。加振波は図2に示したVELACS Project¹⁾で用いられた波形（原型換算の周波数 $f=2\text{Hz}$ 、波数 $N=25$ ）とした。実験ケースは、地盤のみのケースとして $A_{max}=130\text{Gal}$ のCase-1、ケーソン模型を入れたケースとして $A_{max}=150\text{Gal}$ のCase-2、 $A_{max}=250\text{Gal}$ のCase-3、の計3ケースである。

実験結果として加速度時刻歴および過剰間隙水圧時刻歴を図3～図5に原型換算で示す。図より、 A_{max} の小さいCase-1とCase-2では表層地盤の過剰間隙水圧比は0.6～0.8であり、加速度も振幅の減少は見られないのに対し、 A_{max} の大きいCase-3では表層地盤の過剰間隙水圧比が0.8～1.0となっており、加速度には液状化による振幅の減少が見られる。一方、ケーソン模型の加速度は、Case-3においても振幅の減少は見られない。

3. 1次元解析によるシミュレーション

線返し弾塑性モデル^{2) 3)}を用いた有効応力法に基づく液状化解析プログラムLIQCA⁴⁾によりシミュレーションを試みた。解析は、地盤のみのCase-1を対象とし、模型地盤の初期剛性および飽和度を未知として次の手順によった。まず、実験結果の加速度波形より過剰間隙水圧比の小さい振動初期のピークについて加速度計2点間の波動伝播時間を求めてせん断波速度を計算し、これと2点間の相対変位による平均せん断ひずみとから、豊浦砂の $G/G_0 \sim \gamma$ 関係より初期せん断弾性係数 G_0 を推定する。次に、 G_0 以外の地盤物性値は豊浦砂の標準的な値を用いて要素シミュレーションを行い弾塑性モデルのパラメータを設定する。最後に、地盤の飽和度を変化させて1次元解析を行い、振動初期の過剰間隙水圧時刻歴に着目してシミュレーションする。結果は、 G_0 は豊浦砂の標準的な値の60%となり、飽和度は表層上部86%、表層下部90%、支持層98%となった。

1次元解析によるシミュレーション結果をCase-1の実験結果に併記する。図3より、加速度時刻歴については、位相は実験結果と解析結果でほぼ一致したが、振幅は解析結果の方が大きくなった。過剰間隙水圧時刻歴については、表層上部および支持層では実験結果と解析結果は比較的よく一致したが、表層下部では解析結果の方が振動後期に実験結果より大きくなった。

4. おわりに

ケーソンの遠心模型による液状化実験を実施し、有効応力法に基づく液状化解析によるシミュレーションを試みたが、模型地盤の初期剛性と飽和度は未知数として推定した。遠心模型実験における模型地盤の初期状態の把握が今後の課題である。

最後に、本研究にご助言を賜った岐阜大学岡二三生教授並びに八嶋厚助教授に謝意を表します。

ケーソン基礎、液状化、遠心実験、有効応力解析

〒163-06 東京都新宿区西新宿1-25-1（新宿センタービル） TEL 03-5381-5289 FAX 03-3345-1914

参考文献 1) Arulanandan and Scott(1993):VELACS, Vol.1, Balkema, 1231p. 2) Oka et al.(1992):"A constitutive model for sand based on the non-linear kinematic hardening rule and its application," 10th WCEE, pp.2529-2534 3) Tateishi et al.(1995):"A cyclic elasto-plastic model for sand and its application under various stress condition," IS-TOKYO'95, pp.399-404. 4) Oka et al.(1994):"FEM-FDM coupled liquefaction analysis of a porous soil using an elasto-plastic model," Applied Scientific Research 52, pp.209-245.

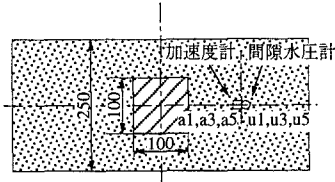
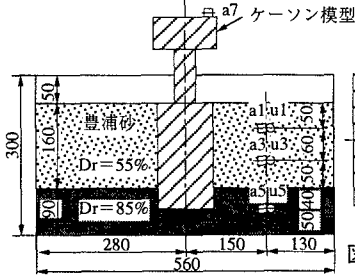


図1 遠心模型と計測器配置

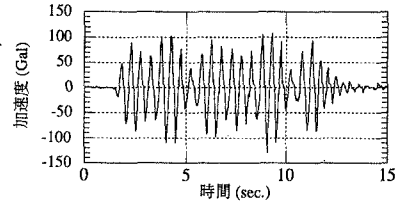


図2 入力加速度時刻歴 (Amax=130Gal)

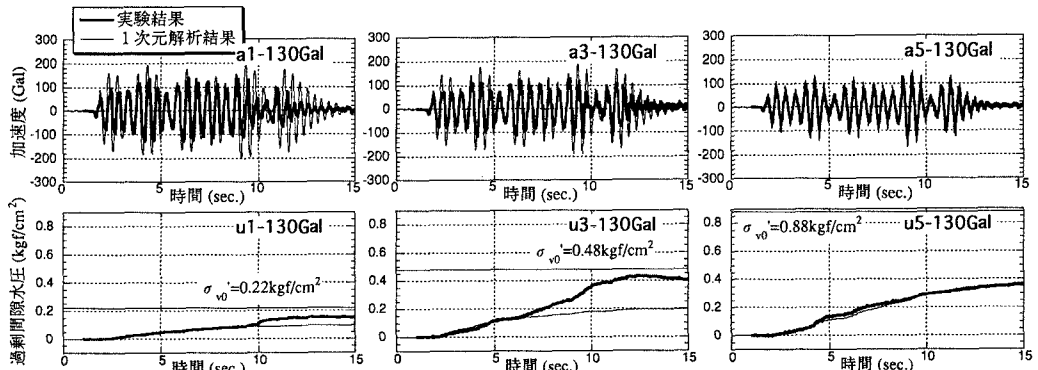


図3 実験結果と1次元解析結果の比較 (Case-1:地盤のみ、Amax=130Gal)

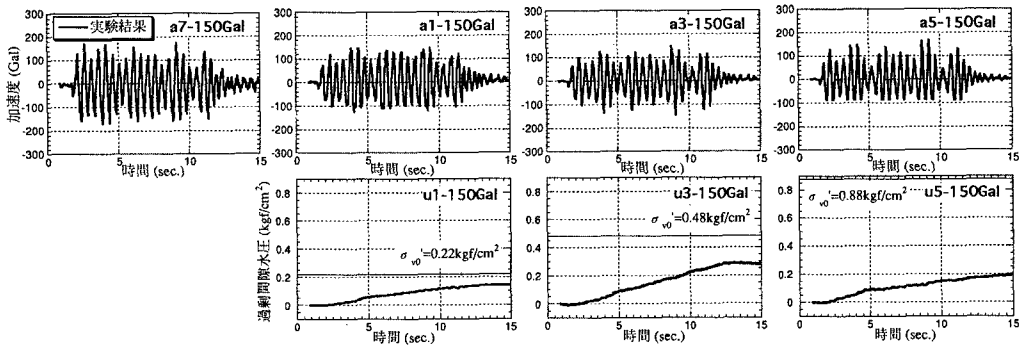


図4 実験結果 (Case-2:ケーソンあり、Amax=150Gal)

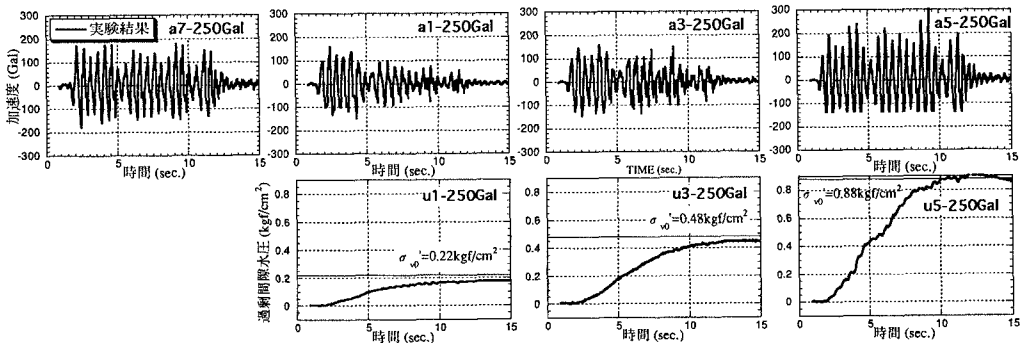


図5 実験結果 (Case-3:ケーソンあり、Amax=250Gal)