

I - B268

ケーソン基礎の遠心模型液状化実験と解析（その2）2次元および3次元解析

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

1. はじめに

著者らは、遠心模型実験や地震被害事例のシミュレーションを通じて2次元および3次元有効応力解析の有効性を検証してきた。本報文では、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。

2. 実験概要

遠心実験では、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）とし遠心加速度50Gで遠心実験を行った。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。模型地盤の作成方法および実験結果の概要は別報²⁾に示した。

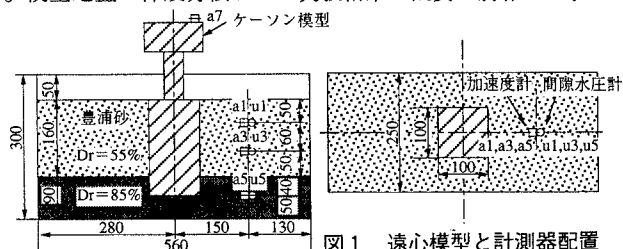
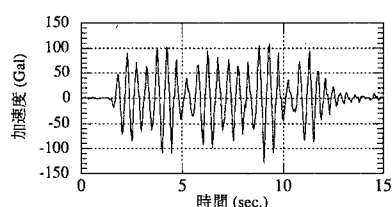


図1 遠心模型と計測器配置

図2 入力加速度時刻歴（ $A_{\max}=130\text{Gal}$ ）

3. 2次元および3次元解析によるシミュレーション

繰り返し弾塑性モデル^{3) 4)}を用いた有効応力法に基づく液状化解析プログラムLIQCA⁵⁾により、Case-2およびCase-3を対象として、それぞれについて2次元解析（474節点、平面ひずみ要素422要素）および3次元解析（1283節点、8節点ブリック要素920要素）を行った。解析条件としては、2次元および3次元解析とも底面は固定、加振方向の側面については等変位境界を設定した。また、初期応力は成層地盤と同様とし、ケーソン下方のみケーソンの重量を考慮して設定した。剥離および滑動は考慮していない。地盤定数は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た²⁾。地盤定数を表1に示す。

表1 各層の地盤定数

層下端の深度 (m)	単位体積重量 (t/m^3)	相対密度 間隙比	せん断波速度 (m/sec)	飽和度
-2.00	1.84	55%	64.5	86%
-4.00			111.7	
-6.00		0.77	126.5	90%
-8.00			137.5	
-10.00	1.90	85%	158.4	
-11.00			167.2	98%
-12.50		0.66	172.2	

解析結果として加速度時刻歴を図3に、過剰間隙水圧時刻歴を図4に、それぞれ原型換算した実験結果とともに示す。図より、加速度時刻歴については、表層における液状化による振幅の減少を2次元解析では模擬できていないが、3次元解析では模擬することができた。これは、2次元解析では側方境界の影響が強くあらわれるのに対し、3次元解析では奥行き方向の自由度が考慮でき、より実際の実験地盤の状態を表現できたためである。ケーソン模型トップにおける初期の振幅は3次元解析のほうが大きい、これは、2次元解析と3次元解析におけるメッシュの大きさの違いが原因である可能性がある。過剰間隙水圧時刻歴については、全体的に3次元解析結果のほうが2次元解析結果と比較してより大きな値を示す傾向がある。これについても3次元解析では奥行き方向の自由度を考慮しているために2次元解析と比較してより拘束度が低いことが原因であると考えられる。表層では実験結果と2次元、3次元解析結果は比較的よく一致した。支持層ではCase-3の場合、実験では液状化しているが、解析ではそれを表現することができなかった。

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

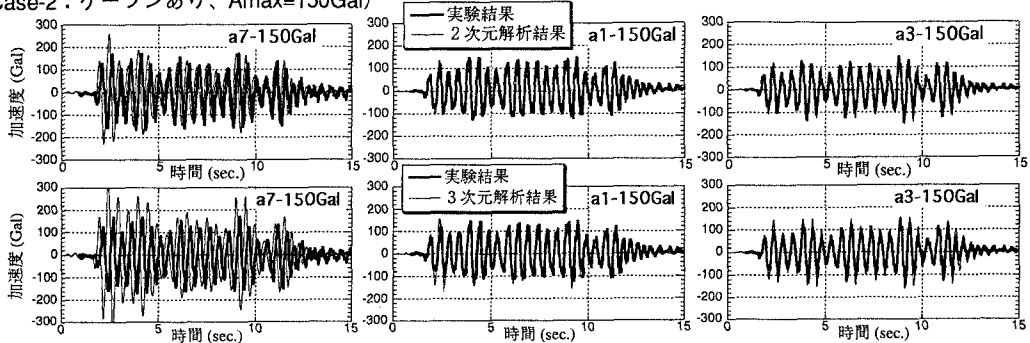
4. おわりに

ケーソンの遠心模型による液状化実験を対象として、有効応力法に基づく2次元および3次元の液状化解析によるシミュレーションを試みた。地盤の応答については、3次元解析により実験結果を概ね模擬することができた。しかしケーソンの応答については、振幅など模擬できていない部分があり、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。

参考文献 1) Arulanandan and Scott(1993):VELACS, Vol.1, Balkema, 1231p. 2) 立石、樋口、田口、名合、古池(1997):“ケーソン基礎の遠心模型実験と解析—実験概要と1次元解析,”土木学会第52回年次学術講演会(投稿中) 3) 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 4) Tateishi et al.(1995):“A cyclic elasto-plastic model for sand and its application under various stress condition,” IS-TOKYO'95, pp.399-404. 5) 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.

(Case-2: ケーソンあり, Amax=150Gal)



(Case-3: ケーソンあり, Amax=250Gal)

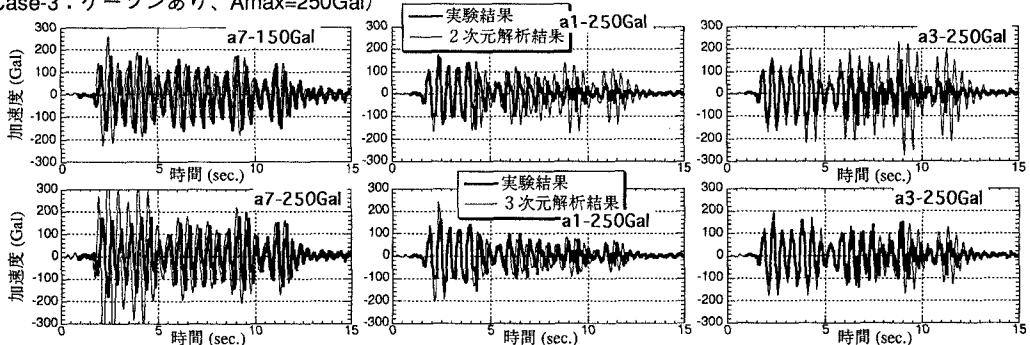
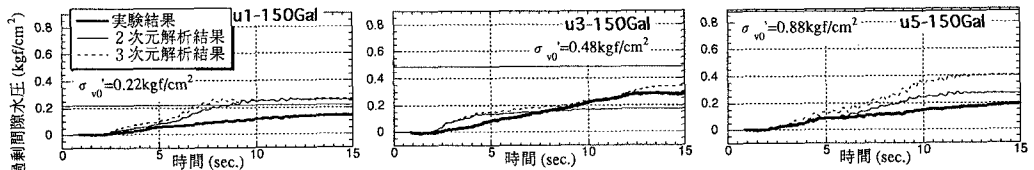


図3 実験結果と2次元、3次元解析加速度時刻歴の比較 (Case-2,3)

(Case-2: ケーソンあり, Amax=150Gal)



(Case-3: ケーソンあり, Amax=250Gal)

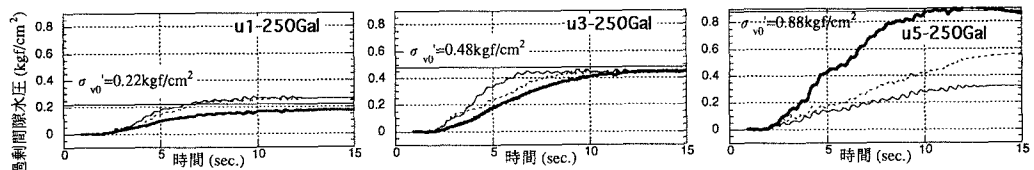


図4 実験結果と2次元、3次元解析過剰間隙水圧時刻歴の比較 (Case-2,3)