

## III-176

軽量埋設構造物の液状化挙動について  
— 振動台実験と有効応力解析の比較 —

大林組技術研究所 正会員 ○松田 隆  
正会員 伊藤 浩二  
正会員 鳥井原 誠

## 1. はじめに

著者らは多方向入力が可能なる3次元動的有効応力解析法"EFFECT"の開発を行ってきた。今回、この手法の検証を目的に、飽和地盤中の軽量構造物の液状化時浮上り現象に関する振動台加振実験を対象とした動的有効応力解析を実施した。この報告では、地盤の応答加速度・過剰間隙水圧の経時変化や構造物の永久変位量に関して検討した結果を述べる。

## 2. 振動台実験

振動台上の模型地盤は大型せん断土槽に保持されており、その諸特性は表1に示す通りである。軽量埋設構造物の大きさは模型地盤の寸法に比べ充分小さくし、また、その見かけ比重1.4は地盤の飽和重量 $1.9\text{t/m}^3$ の3/4になるよう調整したものである。地下水位と構造物の上面は地表面に設定した。振動台への入力時間は時間軸を1/4に縮小した八戸波（継続時間10.4秒、最大加速度86gal）とした。

## 3. 解析方法

動的有効応力解析法"EFFECT"は3次元空間でのU-u形式によるBiotの釣合式に基づいている。要素分割は貯油槽の動的挙動を的確に表現できるよう、その周辺の地盤要素を細かくした（図1）。境界は側面を繰り返し境界、底面を固定とした。

構成式は松岡モデルを採用している。地盤の諸入力定数（表2）のうち、非線形構成則に関連するものは三軸試験を基に、微小ひずみ領域の特性に関するものは表1に示す微動測定結果から、それぞれ設定している。

## 4. 実験結果と解析結果の比較

図2に遠方地盤の応答加速度と過剰間隙水圧の経時変化を示す。最大加速度に関しては解析の方がやや大きい値を示しているが、解析は実験とほぼ良好に一致している。液状化したと考えられる3.5秒以降加速度は増幅しないが、解析でもその傾向は再現できている。過剰間隙水圧に関しては最大値および最大値に達する時刻など、解析と実験の一致が認められる。しかし、主要動開始直後にみられる過剰間隙水圧の急激な上昇が解析結果では緩やかになっていること、主要動以前では解析の過剰間隙水圧は実験のそれより大きいことなども指摘される。

図3に貯油槽周辺の過剰間隙水圧と浮上量の経

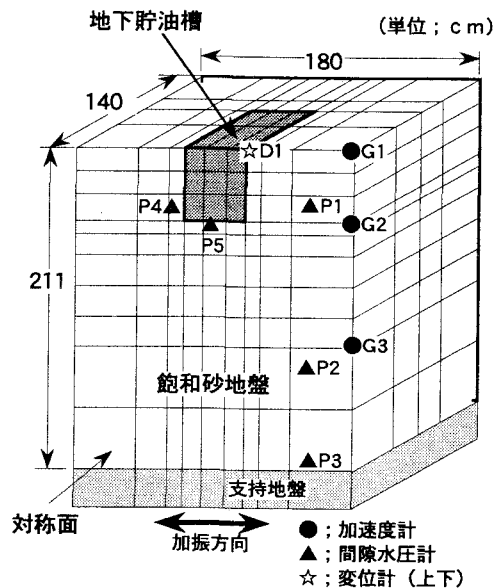


図1 要素分割と主要計測点位置

表1 模型地盤

|            |                   |
|------------|-------------------|
| 土粒子比重      | 2.65              |
| 平均的な単位体積重量 | 18.52             |
|            | kN/m <sup>3</sup> |
| 1次共振振動数    | 7.90Hz            |
| 初期間隙率      | 0.461             |
| 初期間隙比      | 0.851             |
| 均等係数       | 1.36              |
| 平均粒径       | 0.325mm           |
| 地盤領域       | 平面 4.3m×2.3m      |
|            | 深度 2.11m          |

表2 入力定数

|                 |           |                       |
|-----------------|-----------|-----------------------|
| 硬化パラメータ         | $k_a$     | 0.0006                |
| ダイラタシー<br>パラメータ | $\lambda$ | 1.2                   |
|                 | $\mu$     | 0.28                  |
| 圧縮指数            | $C_c$     | 0.022                 |
| 膨張指数            | $C_e$     | 0.011                 |
| 非共軸パラメータ        | $\delta$  | 30°                   |
| 骨格弾性係数          | $E$       | 21000 kPa             |
| ボアソン比           | $\nu$     | 0.33                  |
| 透水係数            | $k$       | $10^{-5}\text{m/sec}$ |
| レリー減衰係数         | $\beta$   | 0.01                  |

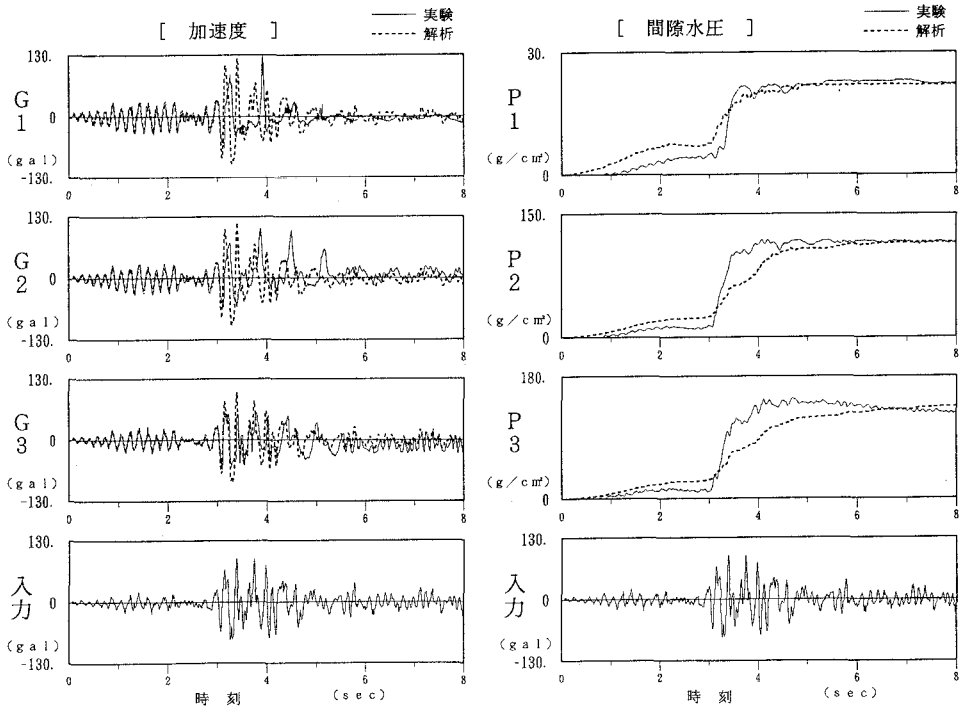


図2 地盤の応答加速度と過剰間隙水圧の経時変化

時変化を示す。貯油槽側面の過剰間隙水圧P4では実験と解析で良好な一致を示しているが、底面の過剰間隙水圧P5は解析のほうが大きくなっている。これは、実験では過剰間隙水圧が急激に上昇する時刻から貯油槽の浮上D1が始まり、その影響で貯油槽底部の過剰間隙水圧が大きく低下し始めることが原因している。この点、解析での貯油槽の浮上量D1は実験値でのほぼ1/3となっており、P5過剰間隙水圧の低下は実験ほど出なかったと考えられる。貯槽の浮上量D1に関しては、実験時の貯油槽と地盤は不連続、すなわち滑っているのに対して、解析モデルはこの部分を連続としており、このことが実験との差を生じさせた原因と考えられる。

##### 5. まとめ

軽量地中構造物～飽和地盤相互作用系の振動台実験を対象としたシミュレーション解析の結果、動的有効応力解析法 EFECTは過剰間隙水圧の経時変化や液状化時の応答加速度の減衰など実験結果を良好に再現できることが確認できた。また、地中構造物の液状化挙動も定性的に表現できることが分かった。

参考文献：伊藤ほか(1992)；3次元応力下の砂の繰返しせん断挙動の解析、第27土質工学研究発表会1101

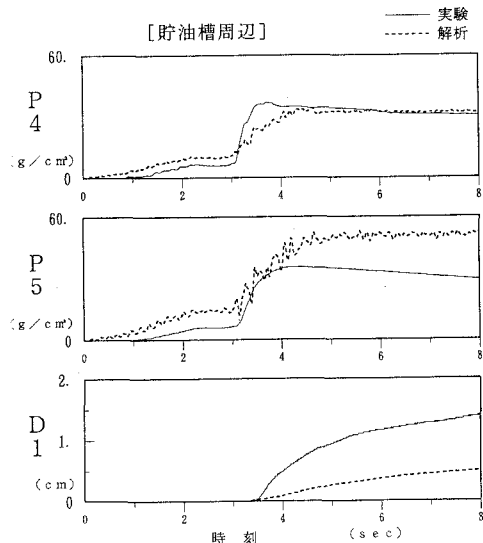


図3 貯槽周辺の挙動