

III - 309

共同溝の地震時浮上りに関する遠心模型実験及び振動台実験

建設省土木研究所 正会員○古閑潤一 正会員 林 裕士
正会員 松尾 修 正会員 高橋晃浩

1. はじめに

模型地盤に遠心加速度を作用させた状態で加振を行う動的遠心模型実験が近年各所で行われているが、この際に用いられる相似則の適用性を検証した例は少ない¹⁾。ここでは、周辺地盤が液状化した場合の共同溝の浮上りに関する遠心模型実験と振動台実験を、ほぼ同一の条件のもとで実施した結果を報告する。

2. 実験方法

模型断面を計測器の配置とあわせて図1に示す。先に実施した振動台実験と条件を対応させるため、遠心模型実験では土槽内に仕切板を設置して縮尺1/20の模型を作成し、20G（Gは重力加速度）の遠心加速度を作用させた状態で水平加振を行った。

地盤は気乾状態の豊浦砂を用

いて空中落下法により作成し、振動台実験では水を用いて、遠心模型実験ではシリコンオイルを用いて飽和させた。シリコンオイルの粘性は、文献2)に基づいて水の30倍とした。地盤中には、間隙流体に対する見かけの比重が約0.8となるように重量を調整したアクリル製の箱を共同溝模型として埋設した。振動台実験ではスポンジを介して共同溝模型を土槽に密着させたが、遠心模型実験ではこのような処理が困難であったため、仕切板と共同溝模型の間（前後約2mmずつ）に砂を入れた状態で実験を行った。

対応する周波数の正弦波20波を用いて、加速度振幅を徐々に大きくするステップ加振を実施した。ただし、遠心模型実験の4回目加振時には、最終浮上り量以外のデータが計測できなかった。

以上の実験条件をまとめて表1に示す。遠心模型実験では仕切板の外側を相対密度90%程度に締固めた砂層としたため、模型の下が仕切板の金網を介して厚さ約15cmの締固め層に接していた。一方、振動台実験でも模型の下側に締固め層を設けたが、その厚さは約8cmで、遠心模型実験の締固め層厚を重力場に換算した場合（約3m）の1/40程度であった。

3. 実験結果及び考察

以下では、遠心模型実験の結果を重力場に換算したものをを用いて、振動台実験結果と比較する。振動台実験結果の詳細については文献3)を参照されたい。

過剰間隙圧と共同溝模型の浮上り量の経時変化の比較を図2に示す。加振終了後の過剰間隙圧の消散

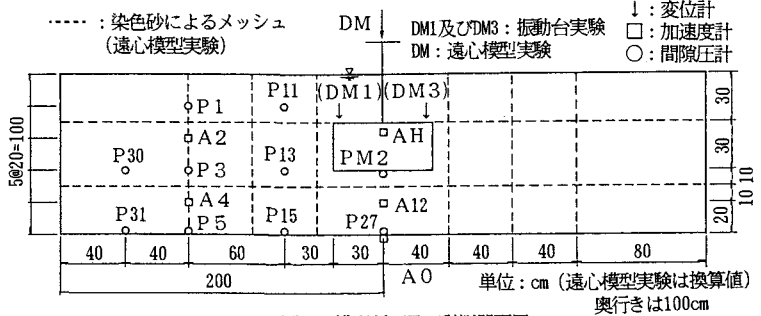


図1 模型断面及び計測器配置

表1 実験条件

	振動台実験	遠心模型実験
砂地盤のDr	40%	37%
共同溝模型の見かけの比重	0.776 (水に対して)	0.807 (シリコンオイルに対して)
加振正弦波形状	5Hz, 20波	100Hz, 20波
加振加速度	90, 120, 136, 167, 218, 270, 383 gal	91, 128, 148, [196], 255, 324, 424 gal

注) 遠心模型実験の4回目の加振加速度は推定値

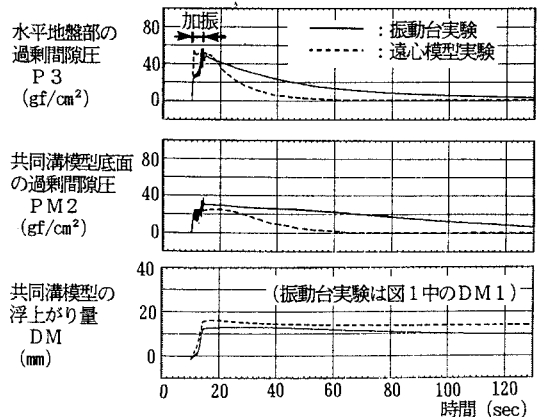


図2 過剰間隙圧と浮上り量の経時変化

は遠心模型実験のほうがはやく進行した。この理由として、前述した締固め層厚の違いにより、遠心模型実験のほうが砂地盤の下面からの過剰間隙圧の消散が生じやすかったことが考えられる。共同溝模型の浮上がりは加振中に進行し、加振終了後は過剰間隙圧の消散とともに若干沈下した点は定性的に一致した。

共同溝模型の底面と同深度における過剰間隙圧の加振中の最大値と加振加速度の関係を図3に示す。過剰間隙圧の消散速度の違いとは逆に、全般的に遠心模型実験のほうが過剰間隙圧が大きかった。250gal程度の加振加速度で水平地盤部の過剰間隙圧が初期有効上載圧とほぼ等しくなる点、及び水平地盤部よりも共同溝模型底部のほうが過剰間隙圧が小さい点（いずれも振動台実験のP30を除く）が定性的に一致した。

共同溝模型の最終浮上がり量と加振加速度の関係を図4に示す。200～250gal程度の加振加速度における浮上がり量は比較的良く一致した。遠心模型実験のほうが浮上がり量が大きかったが、これは過剰間隙圧の最大値の挙動と対応する。一方、加振加速度が300gal以上になると遠心模型実験では浮上がり量が減少する点が振動台実験とは異なったが、この理由として、前述した共同溝模型の設置方法の違いにより遠心模型実験のほうが共同溝模型の傾斜が生じやすく、さらに遠心模型実験では砂粒子が相対的に大きいために、傾いて浮上った共同溝模型が仕切板の間で引っかかったような状態になったことが考えられる。

加振加速度が250gal程度までの加振ステップについて、共同溝模型に作用する鉛直方向の力の釣合より算定した浮上がり安全率（ただし側面の摩擦抵抗は無視した）の最小値と最終浮上がり量の関係を図5に示す。これらの関係は両実験でほぼ一致し、浮上がり安全率が1.0よりも小

さくなるほど最終浮上がり量が大きくなった。

4. まとめ

1) 共同溝の浮上がり量と周辺地盤の過剰間隙圧の定性的な挙動は、過剰間隙圧の消散速度を除いてほぼ一致し、定量的にもある程度の対応が見られた。

2) 遠心模型実験における締固め層への過剰間隙圧の消散と、共同溝模型の設置方法の影響について検討を継続する必要がある。

参考文献 1) 北ら：遠心力場における地盤振動実験の相似則の適用性に関する実験的検討、第8回日本地震工学シンポジウム、pp.987-992、1990。2) 稲富ら：港湾技術研究所における遠心力載荷模型振動実験、天然資源の開発利用に関する日米会議、耐風・耐震構造専門部会、第21回合同部会、1989。3) 古関ら：共同溝の浮上がりに関する模型振動実験及び有限要素解析、第9回日本地震工学シンポジウム投稿中、1994。

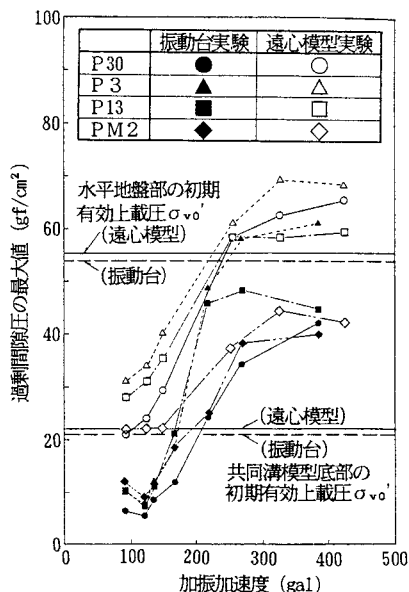


図3 最大過剰間隙圧と加振加速度の関係

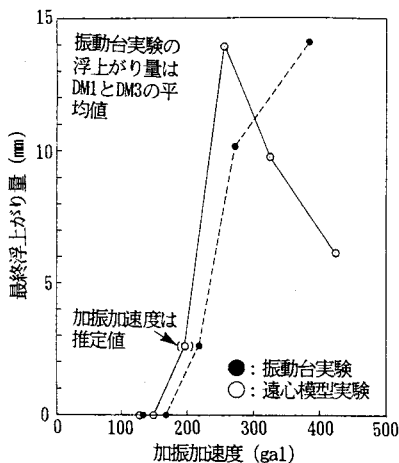


図4 最終浮上がり量と加振加速度の関係

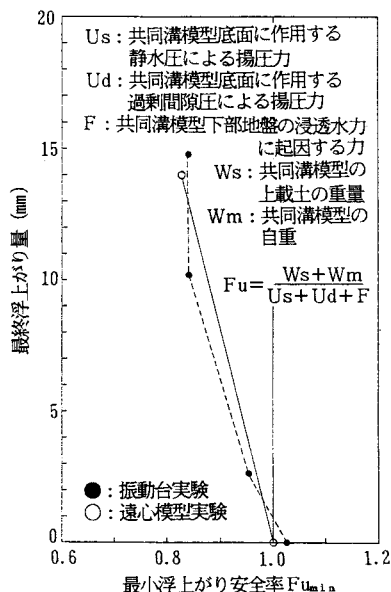


図5 最終浮上がり量と最小浮上がり安全率の関係