

# グラベルドレーンを設置した飽和砂地盤の間隙水圧の上昇および消散に関する研究

肥後 陽介\*

\*京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻

## 1. 研究の目的

近年、大変形解析法である粒子法の地盤材料への適用が進んできているが、大変形時の挙動をデモンストレーションとして示すに留まっており、実用化に向けては精度検証が必須の課題となっている。本研究では遠心载荷装置を用いた液状化模型実験を対象に粒子法の一種である Material Point Method (MPM)を用いた再現解析を行った。粒子法は大変形に適した解析手法であるが、実用化にあたって、大変形以前の変形レベルにおける解析精度の検証も重要である。そこで本研究では、MPM 及び有限要素法 (FEM)を用いた再現解析を行い、それぞれの解析結果と模型実験の結果の比較から、MPM の解析精度を検討した。

## 2. 得られた成果

### 1) 有限要素法による再現解析

有限要素法による解析では、液状化解析法 LIQCA2D15<sup>1)</sup>を用い、遠心载荷模型実験 (図 1) の再現解析を一次元条件を仮定して実施した。構成則として、珪砂 3 号は修正 RO モデル、珪砂 7 号は繰返し弾塑性モデルを用いた。解析に用いるパラメータは、繰返し非排水三軸試験および動的変形試験結果のシミュレーションから決定した。過剰間隙水圧比の時刻歴を図 2 に示す。

図 2 を見ると、FEM 解析は過剰間隙水圧が急激に発生しており実験結果と乖離していることが分かる。そこで水圧の上昇過程をより良く再現するために、珪砂 7 号について繰返し非排水三軸試験で決定したパラメータの見直しを行った。具体的には、実験の液状化強度曲線のうち、応力比が大きい領域の液状化強度は実験結果よりも大きく過大評価しているものの、入力動と同程度の応力比レベル (0.1~0.15) の強度を適切に評価できるようにパラメータを再設定した。また、実験では模型地盤が完全に飽和されていなかったとして、水の体積弾性係数の値を小さく見直した。以上の見直しによる解析結果を図 3 に示す。解析結果は比較的良好に模型実験の結果を再現している。

### 2) 粒子法による再現解析

本研究で用いた粒子法は GIMP である。解析法の詳細は参考文献を参照されたい<sup>2)</sup>。解析モデルは 1 つの要素に 2 つの粒子を与え、地盤材料の周りに仮想セルを設置するように作成した。なおパラメータは有限要素解析において見直した値を用いた。

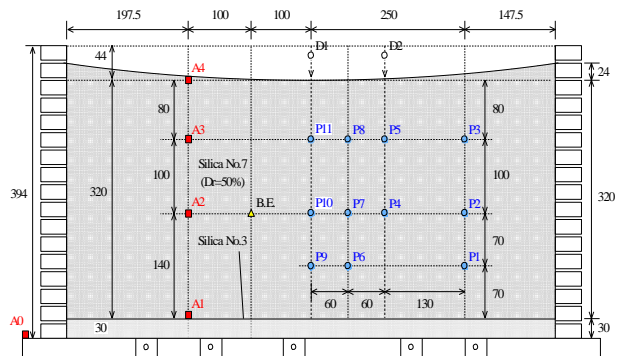


図 1 遠心模型実験の模型地盤

この条件のもと解析を行った結果として過剰間隙水圧比の時刻歴を図4に示す。解析は20秒付近で計算が発散したが、それ以前の解析結果はFEMおよび実験結果と類似した結果を示している。ただし、MPMはFEMよりも大きな水圧比を示しており、これは、MPMにおける粒子-格子間の質量の交換の際に発生する誤差によるものであることが考えられる。

以上より、MPMの解析は定性的に実験結果とFEMの解析結果を再現することを確認したが、過剰間隙水圧の過剰な上昇、さらに計算の発散などの課題が残った。今後は、理論解との比較などを通し、MPMの実用化を目指した精度検証を更に実施していく。

#### 4. 謝辞

本研究は、清水建設株式会社技術研究所からの受託研究として実施した。記して謝意を表す。

#### 発表論文

広田 直哉, 竹内 智昭, 肥後 陽介・ 桐山 貴俊: 液状化解析におけるMPMの精度検証に関する基礎的研究, 第52回地盤工学研究発表会, 名古屋, 2017年7月。

#### 参考文献

- 1) 液状化解析手法LIQCA開発グループ: LIQCA2D15 (2015年公開版)資料, 2015.
- 2) Higo, Y., Nishimura, D. and Oka, F. (2014), Dynamic analysis of unsaturated embankment considering the seepage flow by a GIMP-FDM coupled method, Proceedings of the 14th Int. Conference of International Association for Computer Methods and Recent Advances in Geomechanics, IACMAG 2014, Oka, F., Murakami, A., Uzuoka, R. and Kimoto S. eds., September 22-25 2014, Kyoto, Japan, pp.1761-1766.

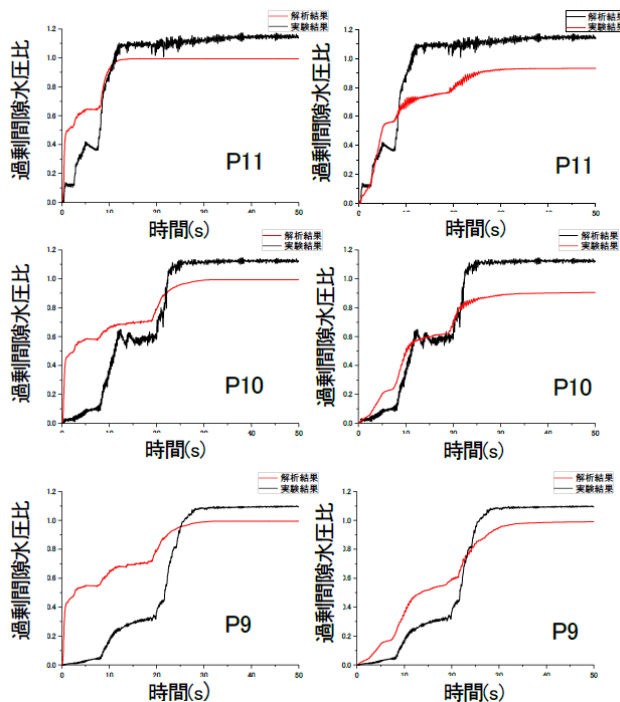


図2 FEMと実験結果の比較  
(パラメータ見直し前)

図3 FEMと実験結果の比較  
(パラメータ見直し後)

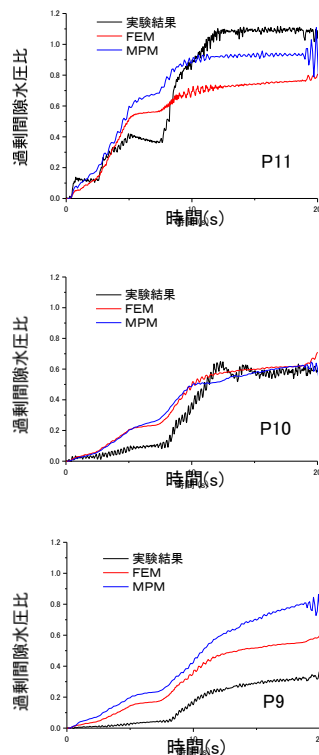


図4 実験及びMPM, FEMによる解析結果の比較