

人工材ドレーンを有する飽和砂地盤の過剰間隙水圧挙動のモデル化

東京理科大学大学院 学生会員 林 俊郎 学生会員 藤原 聡
 西松建設（株） 正会員 萩原 敏行 正会員 佐藤 靖彦
 東京理科大学 正会員 石原 研而 正会員 塚本 良道

1. 背景及び目的

液状化対策工法としてのグラベルドレーンの研究は1970年代後半に始まり、設計法が確立されつつある。その後、現在に至るまで様々なドレーン材が開発されてきた。設計をするに当ってはSeedの図表を用いて設計がなされている。しかし、Seedの理論は締固めを行った密な地盤を更に強固なものにする為にドレーン材を配置する事を考えたものである。緩い地盤に対するドレーン材の効果はまだ解明されていないところが多い。そこで廃プラスチックを原料とした人工材ドレーンによる間隙水圧消散工法の効果を検討することとする。また既往のグラベルドレーンに関するSeed理論と、今回の人工材ドレーンによる水圧の挙動とをパラメータスタディを通して比較し、適応性を評価することを、本研究の目的とする。

2. 実験概要

本研究では、土槽内径1.2m、高さ1.0mの円形せん断土槽を用い重力場の振動台実験を行った¹⁾。図-1に土槽断面図を示す。ドレーン材は廃プラスチックを原料とした人工材ドレーンを用いた。外径55mm、内径20mm、透水係数は1500cm/sである。目詰まりを防止するために表面をナイロンメッシュのフィルターで覆っている。実験ケースとしては、ドレーン材を設置していないもの（無対策）、ドレーン材を単独で設置したもの、正方形配置で4本設置したものをを行った。また、ドレーン材の設置深さは地盤と同じ0.9mで底版とドレーン材との接続は自由端とした。地盤には豊浦砂（ $D_r=60\%$ ）、間隙水は脱気水を用いた。水位は地表面と同じとする。入力地震動は正弦波、周波数は2Hz、加振時間は10秒、最大加速度は100galとした。これらは各実験ケース共通とする。

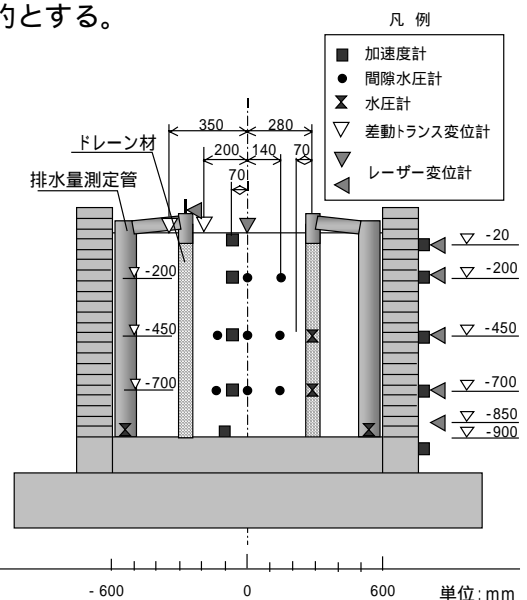


図-1 土槽断面図

3. LARF 解析

本研究では実験結果をとりまとめるとともに、一次元浸透流解析(LARF:Liquefaction Analysis for Radial Flow)を用い、実験で得られた過剰間隙水圧比の挙動を再現する為、パラメータスタディを行った。LARFは、排水材の集水領域を半径として水平方向の浸透のみを考慮した軸対称の基本方程式（一次元対称放射流理論）に過剰間隙水圧の蓄積変化速度の項が追加されたものを基本式とする。このプログラムのパラメータとして、時間係数 T_d が挙げられる。地盤の透水係数 k 、主要動継続時間 t_d 、体積圧縮係数 m_v 、及びドレーン材半径によって決定される。透水係数 k はクレーガーの表を用いて、 D_{20} （20%通過径）から $k=3.8 \times 10^{-3}$ cm/s と決定した。主要動継続時間 t_d とドレーン材半径 a は、実験条件より $t_d=10$ sec, $a=27.5$ mm とした。体積圧縮係数 m_v は、既往の研究より過剰間隙水圧比が上昇するにつれ10倍以上変化することが知られているので²⁾、要素試験から得られる値を基本として可変とした。ドレーン材1本の集水能力を示す影響半径 b は、ドレーン材を複数配列している場合には1本の受け持つ理論集水領域が決定されるので、その値を影響半径 b として用いる。ドレーン材1本の場合の影響半径 b は実験値より $b=280$ mm とした。

キーワード 液状化対策，過剰間隙水圧，人工材ドレーン，体積圧縮係数

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎2641 東京理科大学土質研究室 TEL 04-7124-1501

4. 実験結果及び LARF 解析結果

図-2,3,4にGL-450mmにおける各実験ケースの過剰間隙水圧比の経時変化を示す。ドレーン材を配置していない(無対策)実験では、過剰間隙水圧比は加振直後から急激に上昇し、加振終了まで1を示したままであった。一方、ドレーン材を配置した実験では、加振直後は一定の過剰間隙水圧比の上昇があるものの、その後ドレーン材に近い地点では加振中から過剰間隙水圧の消散がみられ、ドレーン材から遠い地点でも、加振後の過剰間隙水圧の消散は、ドレーン材を配置していない場合と比べ明らかに早い消散が見られた。またドレーン材1本では、過剰間隙水圧抑制の効果がはっきりとは見てとれなかった地点においても、複数本のドレーン材に囲まれることで過剰間隙水圧消散が促進されている様子がうかがえた。

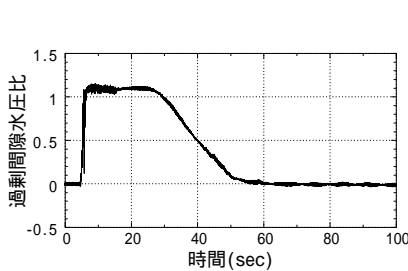


図-2 過剰間隙水圧比の経時変化
(無対策)

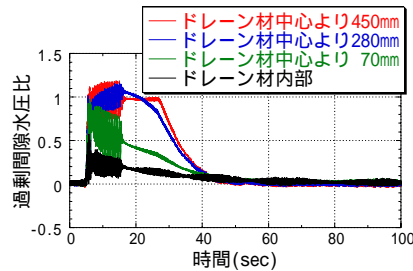


図-3 過剰間隙水圧比の経時変化
(ドレーン材1本)

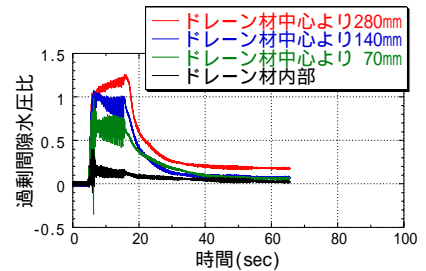


図-4 過剰間隙水圧比の経時変化
(ドレーン材4本)

次に、ドレーン材1本の実験結果と LARF 出力結果を比較したものを図-5 に示す。ドレーン材1本の実験結果を LARF で再現を試みた結果、ドレーン材に近い地点の過剰間隙水圧の挙動は、1つの入力値で再現できた一方、ドレーン材から離れた地点の過剰間隙水圧の挙動は、時間と共に異なる体積圧縮係数を入力した解析結果のカーブを遷移していく様子が見られた。これは、ドレーン材付近の地盤では、過剰間隙水圧の上昇自体が抑制されることや消散が早い事もあって地盤自体が緩む具合も小さい一方、ドレーン材から離れた地盤では加振により一度液状化して緩んだ地盤が、過剰間隙水圧の消散と共に剛性を回復させていると考えられる。また、ドレーン材1本の実験で用いた入力値を用いることにより、ドレーン材4本の挙動も再現する事ができた。プログラム LARF は、入力の際体積圧縮係数を一定としているが、過剰間隙水圧の消散と共に入力値を変化させると一層実験結果の再現性を高めることができるようになると思われる。

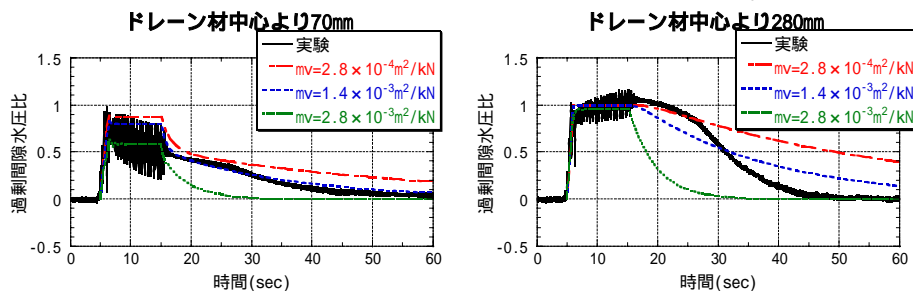


図-5 ドレーン材1本の実験結果と LARF 出力結果の比較

5. 結論

人工材ドレーンを用いたせん断土槽実験と LARF による解析によって得られた知見は以下の通りである。

- (1)人工材ドレーンを有した飽和地盤の過剰間隙水圧の挙動を、上昇から消散まで再現することができた。
- (2)ドレーン材から離れている地盤では、時間と共に体積圧縮係数が変化していると考えられる。
- (3)現在プログラム LARF は、入力の際体積圧縮係数を一定としているが、水圧の消散と共に変化させることにより、一層実験結果の再現性を高めることができるようになると思われる。

【参考文献】1)萩原, 佐藤, 平野, 吉野, 山田, 山田, 山崎: リサイクル人工ドレーン材を用いた液状化対策工法に関する模型実験, 第38回地盤工学研究発表会, 2003. 2)大野, 伊藤, 大北: 砕石ドレーン工法の間隙水圧消散解析に用いる体積圧縮係数について, 第18回土質工学研究発表会, 1983.