

1 はじめに

2004 年新潟県中越地震，2003 年宮城県北部地震では，地震後の降雨により斜面崩壊等の土構造物の変形に起因する家屋の倒壊や構造物の変状，鉄道，道路の寸断などの災害が発生している¹⁾²⁾．地震後の降雨で斜面崩壊が引き起こされる原因として，地震により亀裂が入った所に水が進入して弱面が発生する等が原因と考えられているが，その定量的な予測方法は確立されていない状況にある．そのメカニズムを明らかにし，予測法につなげるために，盛土を対象として一連の遠心力载荷実験を行った．本報告では，その内支持地盤の挙動に着目した実験の結果を示す。

2 実験概要

実験は，大林組技術研究所の遠心力载荷装置を使って行った。振動バケットに幅 1.90m，奥行き 0.8m，高さ 0.57m の剛土槽を設置し，その中央に鋼製の中仕入り版を配置し二つの条件の異なる盛土を作成し，30G の遠心力を作用させた後，地震動を入力する。図 1 に模型の模式図を示す。また，表 1 に実験ケースを示す。加振は紙面と平行方向に行い，側面には間隙水圧の消散を促進するための排水柵を設けている。

試験体は，基盤層，支持層および堤体盛土より構成される。基盤層はセメント改良土で，7 号ケイ砂 20kg、水 6kg、セメント 0.6kg の割合で配合し作成した。支持層はケース 1 は堅固な支持地盤，ケース 2 は支持地盤が液状化する事を想定しており，前者はトチクレー 15kg、水 8.96kg、セメント 0.630kg の割合で配合したセメント改良土，後者は 7 号珪砂である。最後に，堤体部（盛土部）はトチクレー 2kg、8 号ケイ砂 8kg の割合で配合した砂質土である。また，支持地盤の挙動の差が堤体の崩壊の違いに与える影響を見ることが本報告の目的である。

図 2 にセンサーの配置を示す。使用するセンサーは加速度計（AC 系）24 台、間隙水圧計（PP 系）18 台、レーザー変位計（D 系）3 台である。なお，ケース 1 の実験では支持層で過剰間隙水圧は発生しない

表 1 実験ケース

実験ケース	ケース 1	ケース 2
支持層	セメント改良粘性土	砂質土
盛土の飽和度	不飽和	不飽和

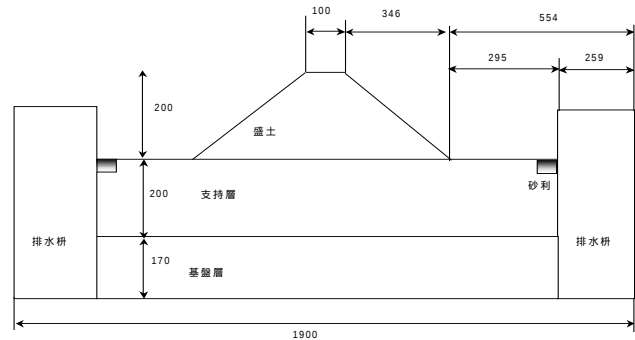


図 1 試験体の模式図 (単位 mm)

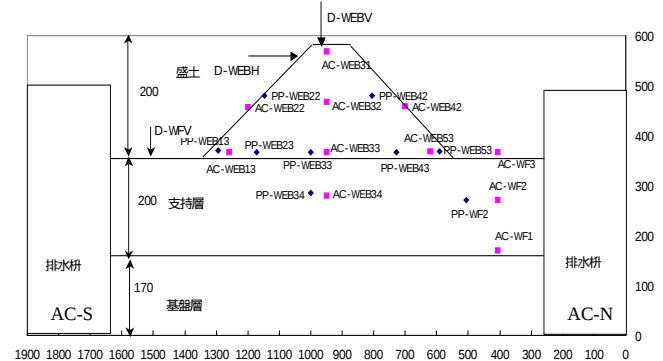


図 2 センサー配置図(ケース 2)

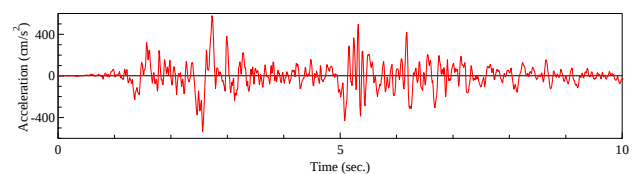


図 3 入力の設定加速度波形

ので間隙水圧計が配置していない事を除けば両者は同じである。また，土層の左右で図に AC-N，AC-S として示されるように土層の加速度を記録している。時刻歴の計測は加振時間の前後を含む 10 秒（プロトタイプで 300 秒）行った。サンプリング間隔は 0.001 秒である。さらに，盛土の変形を追跡するために，盛土の表面に半径 5mm のターゲットピンを 3 列，10cm 間隔で配置した。加えて，盛土中に鉛直にきし麵を設置し，地震後の堤体内部の変形が把握できるようにした。

図 3 に示す入力地震動は，2003 年三陸南地震の際

鳴瀬川周辺で記録されたものである。

3 実験結果と考察

図 4 に盛土天端の加速度時刻歴と変位時刻歴を示す。図 5 にはケース 2 の支持地盤内部の過剰間隙水圧時刻歴を示す。ここで、変位は 1 回の加振での値である。加振後 4.5 秒後にはほぼ液状化している。また、変位の発生し始める時刻は液状化が発生した時刻とほぼ同じである。図 6 には地表ターゲットの移動量を地震前の位置との比較で示す。また、図にはきし麵の位置も記されている。ケース 2 では盛土内部ですべり線が入っていることを想像させるような変位の不連続が見られる。また、沈下量もケース 2 の方が大きい。最期に、図 7 には加振終了後の盛土の崩壊状況を示す。ケース 2 の方が亀裂の大きさも大きく、また、斜面が大きく変形していることがわかる。これらより、ケース 1 では盛土のみが崩壊し、ケース 2 では支持地盤を含む大きな円弧すべりの様なすべり破壊が起こったことがわかる。

図 6 に実験前と実験後のターゲットピンときし麵の変形状態を示す。図 7 は盛土崩壊後の写真である。

4 結論

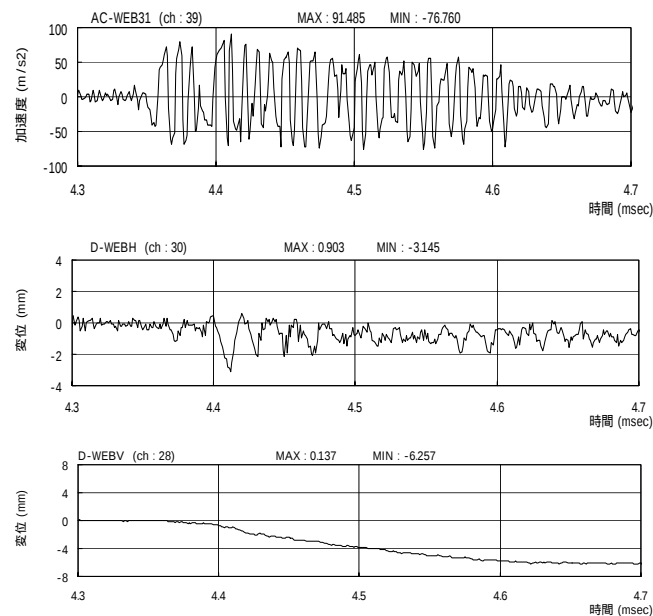


図 4 天端の加速度と変位時刻歴

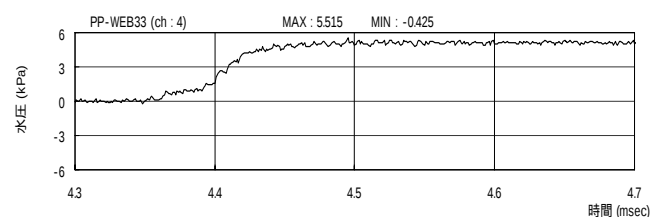


図 5 支持層の過剰間隙水圧時刻歴（ケース 2）

支持地盤の剛性、強度の違いが盛土の変形挙動に行う影響を遠心力載荷実験で求めた。この結果、支持地盤が液状化すると、支持地盤を含む深いすべり破壊が生じ、一方、支持地盤に十分な強度があると、盛土の表層破壊が起こるだけであることがわかった。

本実験は、京都大学、日本大学および東北学院大学共同研究「降雨後の土構造物の地震時変形に起因する 2 次災害の定量的評価手法の構築」の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) 2003 年三陸南地震および宮城県北部地震災害調査委員会（2003）：2003 年三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書，地盤工学会
- 2) 平成 16 年新潟県中越地震被害調査報告書，土木学会新潟県中越地震被害調査特別委員会，2006

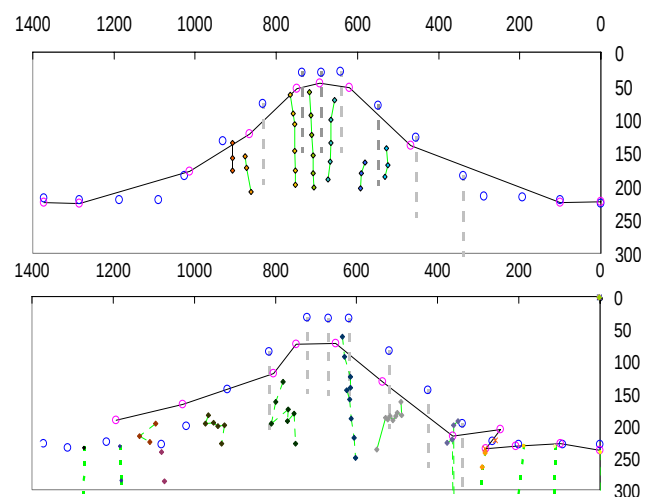


図 6 残留変形（上：ケース 1，下：ケース 2）



図 7 盛土の崩壊状況。上：ケース 1，下：ケース 2