

傾斜基盤上の土層の地震時挙動に関する実験と解析

日鐵住金建材株式会社 正会員 岩佐 直人
 東京電機大学大学院 学生会員 ○赤羽 馨
 東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進
 東京電機大学理工学部 非会員 飯塚昌弘, 泉澤隆一

1. まえがき

我が国は世界有数の地震多発国であり, 1995 年兵庫県南部地震以降でも 2004 年新潟県中越地震や 2007 年新潟県中越沖地震, 2008 年岩手宮城内陸地震などの地震の際に多くの斜面災害が発生している。自然斜面の場合, 表層に風化層があり, その下に傾斜した基盤層があって, 表層が地震時にすべることが多い。この場合, 基盤層が傾いている影響で, 風化層に水平動のみならず鉛直動も働いているのではないかと考えられる。そこで傾斜基盤上の斜面崩壊における鉛直動の影響を明らかにする事を目的として模型振動台実験および FEM 解析を行った。

2. 振動台実験方法および結果

振動台実験で使用した土槽の形状と寸法を図 1 に示す。この模型のスケールは 1/10 程度である。使用した試料は鹿沼産まさ土(粒径は 2mm ~ 425 μ m)で, あらかじめ含水比を 11.5% に調整した。そして, 土槽を水平にした状態でこの試料を 71% の締固め度で締め固めて斜面地盤を作製した。厚さは 15cm である。その後チェーンブロックにて, 土槽全体を傾斜角 45 度に傾けて固定し底面部分に同じ厚さの地盤を斜面地盤と同じ要領で作製した。また, 計測器としては図 2 に示すように, 天端の移動量を巻き取り式変位計で, また, 加速度を加速度計で測定した。なお, 土と土槽の間に摩擦をもたらすため, のり尻部底面には乾燥した同じ試料砂(2mm ~ 425 μ m) を, 斜面部底面には # 180 の紙やすりを貼り付けた。また, 側面にはグリスを塗布してメンブレンを貼り付け摩擦を少なくした。さらに, 排水させ易いように, 底面地盤の端部に排水用の穴をあけた土留め壁を設けた。

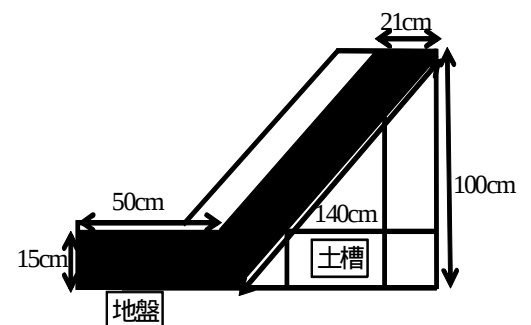


図 1 土槽の寸法と形状

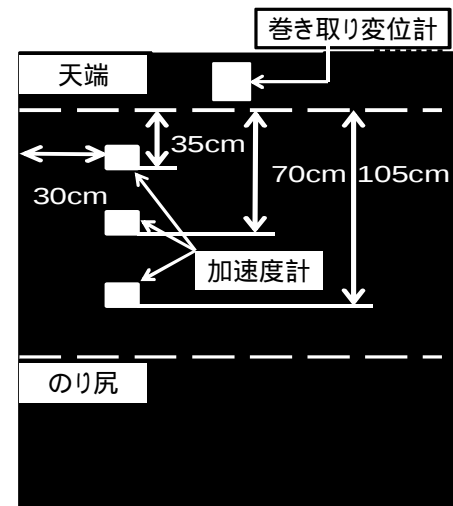


図 2 計測器の設置位置

加振は一方向とし, 周波数 5Hz の正弦波を 50 波与えた。入力加速度レベルは 50gal からスタートさせ, 50gal ずつ増加させていき地盤の大部分が大きく滑った時点(崩壊)まで加振した。

筆者達はこのような模型地盤を作製し, 鉄筋挿入工法の効果を見るため数多く実験を重ねてきている¹⁾。そのうちの補強していない実験結果に関し, 写真 1 に崩壊後の地盤の様子を, 図 3 に各段階の加速度と移動量の関係をそれぞれ示す。写真 1 および図 3 より, 450Gal 加振後まではほとんど変化がないにもかかわらず 500Gal 加振時に斜面全体が一気に滑った事が分かる。

3. 解析方法および結果

次にこのような形状の斜面の地震時の挙動を 2 次元地震応答解析によって検討してみた。用いたソフトは FLUSH である。解析モデルは上述した振動台実験の模型を実物大(10 倍)にしモデル化したものである。図 4

キーワード 斜面崩壊 模型振動台実験 解析

連絡先 〒350-0300 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 東京電機大学 TEL (049)296-0496

にモデル図を示す。入力波は実地震に近いものとして 500Gal で 2Hz の正弦波を 50 波ほど基盤に水平入力した。斜面地盤の物性値は実験で使ったまさ土の物性を入力した。このため、低拘束圧ねじりせん断試験機で 10kPa の拘束圧で動的変形特性を求めた。図 5 に $G \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ 曲線を示す。図 6 に最大水平加速度および最大鉛直加速度のコンター図を示す。水平加速度では斜面中央より上部で 700Gal 程度と少し増幅していた。鉛直加速度でもこの付近の応答が大きくなった。そして、水平に加振したにも係わらず、800Gal 程度と水平動と同程度の大きさの加速度が発生する結果となった。これは基盤が傾斜しているため、上に載っている斜面地盤が跳ね上がるようになって発生したのではないかと考えられる。したがって、基盤が傾斜していると、場合によってはこのような大きな鉛直動が発生し、斜面崩壊に何らかの影響するのではないかと考えられた。



写真 1 崩壊後の地盤の様子

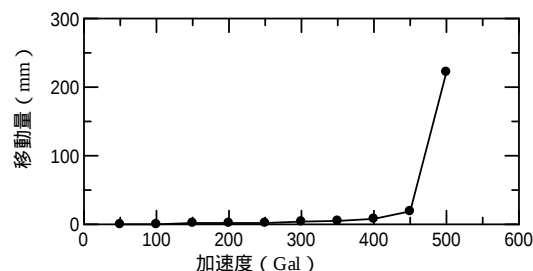


図 3 各段階の加速度と移動量の関係

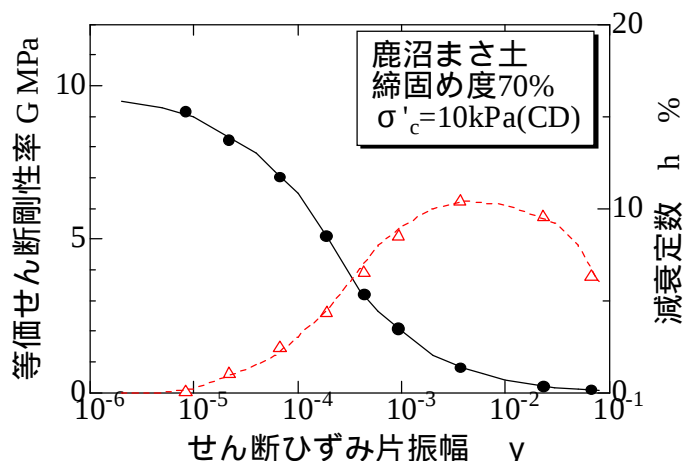


図 5 地震応答解析に用いた動的変形特性

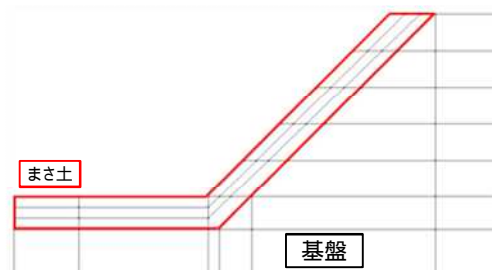


図 4 解析モデル図

4. まとめ

筆者達がこれまで行ってきた基盤が傾斜した模型斜面を対象にし、実物大にしたモデルに対し 2 次元地震応答解析を行ってみた。その結果、水平に加振したにも係わらず、大きな鉛直動が発生することが分かった。このような鉛直動が斜面崩壊に影響を与えと考えられるので今後検討を続けていきたいと考えている。

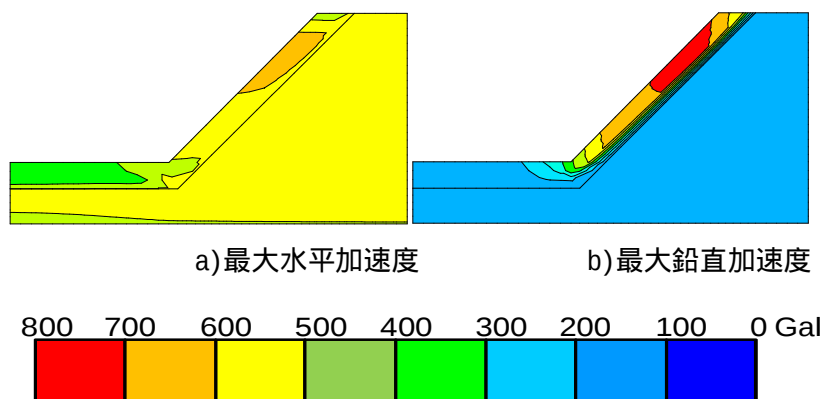


図 6 最大加速度のコンター図

参考文献

- 1) 安田進・石井千明・赤羽馨・渡邊貴之・岩佐直人・Nghiem Minh Quang：降雨時における鉄筋挿入斜面安定効果に関する模型実験，第43 回地盤工学研究発表会，pp.2053-2054, 2008 年7 月
- 2) 安田進・赤羽馨・大塚貴之・山尾直之・岩佐直人・巖明光：降雨時に地震を受ける地山補強土工法の挙動に関する振動台実験，降雨と地震に対する斜面崩壊機構と安定性評価に関するシンポジウム，pp.341-344, 2009年10月