

2008年岩手・宮城内陸地震で崩壊した盛土斜面の水分状態と流動性の関係

日本大学工学工学部 学生員 ○関 秀一
 正会員 仙頭 紀明
 学生員 鈴木 友士

1. 初めに

2003年5月26日の三陸南地震で栗原市築館の盛土斜面に泥流状の地すべりが生じた。この盛土材は、火山灰起源の砂質土で、含まれていた礫分は軽石であった¹⁾。この地すべり盛土斜面の約数10m西側の盛土斜面は2008年6月14日の岩手・宮城内陸地震で同様の地すべりを起こした。本研究では、2つの地すべりを起こした盛土材料の物理特性を調べた。また、土柱法による保水性試験とフローテーブルを用いたフロー試験により盛土斜面の水分状態と流動性の関係を評価した。

2. 試験方法

盛土斜面より内径10cm・高さ10cmの塩化ビニール管を用いて円柱状の不攪乱試料を採取した。試料の水分状態を変化させるために、土柱法による保水性試験を行った。図-2に試験の概要を示す。図に示すように円柱供試体を約2mの高さまで積み上げ、底面から水を吸わせる吸水過程(a)、上部より蒸留水を流して排水する排水過程(b)の、2つの過程の試験を行った。定常状態にするために吸水過程は約3週間、排水過程は蒸留水を供給後約1週間放置した。その後、供試体の質量を測定して体積含水率を求め、下部水面から供試体中心までの高さとの関係より水分特性曲線を求めた。その後、試料をJIS R 5201で規定されているフロー試験に用いるフローテーブルに載せて、自由落下させて衝撃による試料の変形状態を比較した²⁾。試験では、1秒に1回テーブルを落下させ、総落下回数は180回とした。試験状況はデジタルビデオカメラで2方向より撮影し、供試体の高さおよび幅を計測した。

3. 実験結果・考察

物理試験結果を表-1に示す。試料の自然含水比は、2008年の方が2003年に比べて若干低くなった。図-3に粒径加積曲線を示す。2008年の試料は細粒含有率が高いことがわかる。これにより、2003年の試料は非塑性であったが2008年の試料の塑性指数 I_p は11.6となった。粒度分布より両試料とも『火山灰質細粒分質砂』に分類される。また、土粒子の密度は一般の砂質土の土粒子密度 $2.6\sim 2.8\text{g/cm}^3$ に対し軽石を含んでいたため低い値になった。土柱法による保水性試験結果³⁾を図-4に示す。既存の実験で示されているように、排水過程と吸水過程でヒステリシスを描き、排水過程のデータが上になった。フロー試験の結果を以下に示す。写真-1は、体積含水率が高かった試料(吸水過程①供試体)の落下回数170回の状況である。一方、写真-2は体積含水率が低い試料(吸水過程②⑩供試体)の落下回数20回の状況である。写真-1の供試体は流動性の変形挙動を示し、写真-2の供試体は形状を保ったまま徐々に側方に移動した。

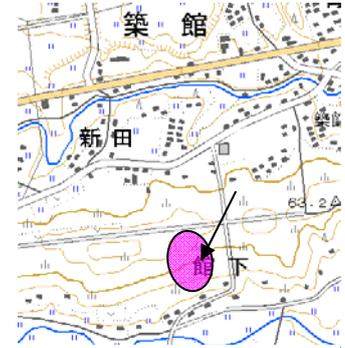


図-1 調査地位置
(電子国土より引用)

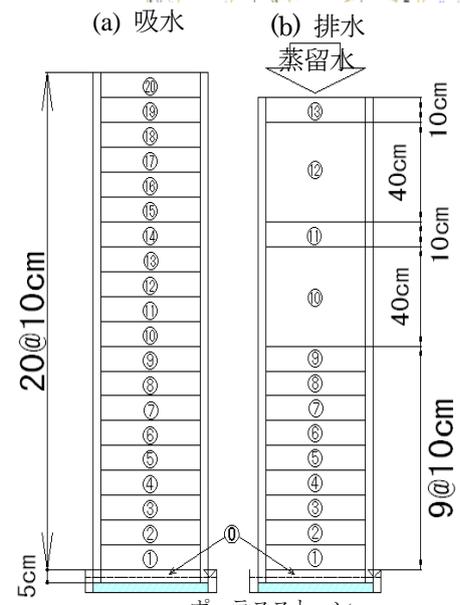


図-2 土柱法モデル
表-1 物理特性値

	2003年	2008年
自然含水比 w %	29.7	26.5
土粒子の密度 ρ_s g/cm^3	2.483	2.545
液性限界 w_L %	—	39.2
塑性限界 w_p %	—	27.6
塑性指数 I_p	NP	11.6

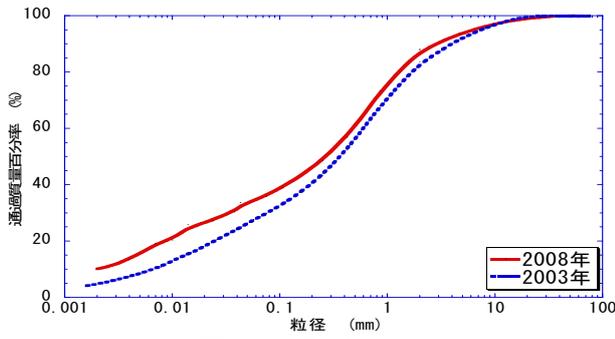


図-3 粒径加積曲線

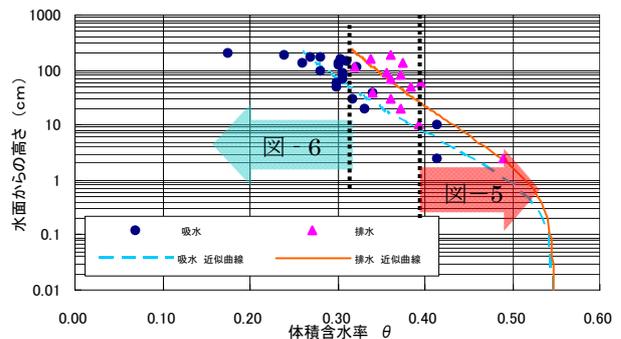


図-4 保水性試験結果



写真-1 吸水 ① 供試体 170 回時

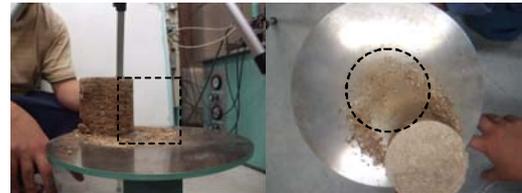


写真-2 吸水 ⑩ 供試体 20 回時

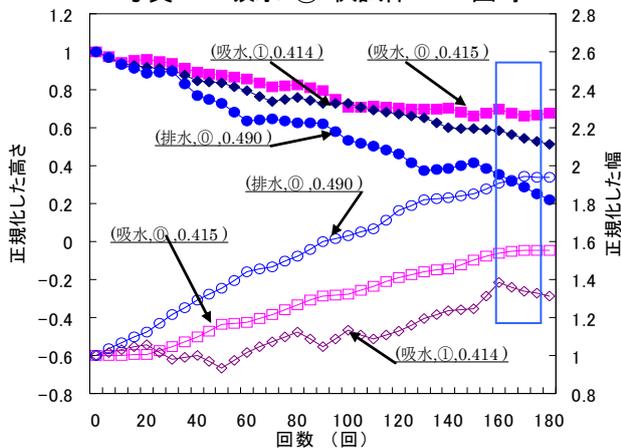


図-5 高体積含水率(0.396~0.490)供試体の変化

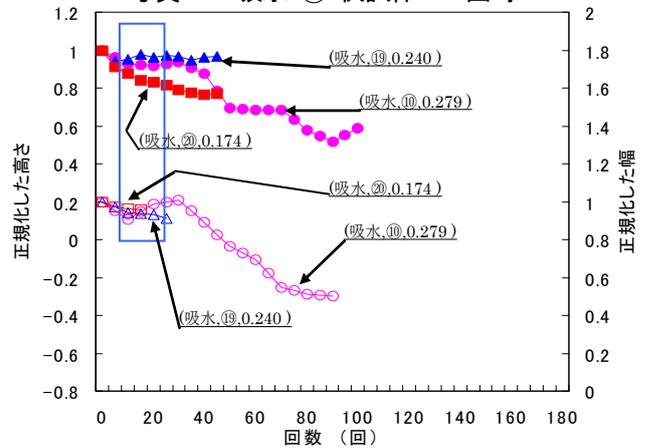


図-6 低体積含水率(0.174~0.279)供試体の変化

供試体が流動性の変形モードを示したものは、排水①・①・⑥、吸水①・①供試体でありその時の体積含水率の下限値は 0.392、飽和度では 69.0%であった。供試体の形状の変化と落下回数関係を図-5, 6 に示す。縦軸の値は、高さおよび幅をそれぞれその初期値で除して正規化した値である。図-5 は体積含水率の値が高かった試料（吸水過程①・①、排水過程①供試体）、図-6 は体積含水率の値が低かった試料（吸水過程⑩・⑩・⑩供試体）の結果を示した。このグラフより体積含水率が高い試料は落下回数の増加とともに高さが減少し、幅がる流動性の変形をしていることがわかり、体積含水率の値が高いほど流動的な挙動を示した。また、図-6 より、正規化した高さおよび幅とも 1 に近い値で推移しており、試料はその形状を保ったまま側方に移動した。実験結果をまとめると、流動性の変形を示した体積含水率の範囲は 0.392~0.490、飽和度では 69.0~92.5%であった。

4. まとめ

今回の試験では、フローテーブル試験を用いることで、飽和度が異なる不攪乱試料の流動性の違いを評価できた。2008 年の築館土は体積含水率が約 0.390 以上（飽和度 69.0%）で流動性の変形パターンを示した。

【参考文献】 1)地盤工学会（2003）：2003 年三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書，pp.19-25.

2)松元・森・梅村(2006)：斜面崩壊地から採取した表層土の水分状態による流動性評価の試み，平成 17 年度東北支部技術研究発表会講演概要，pp450-451.

3)地盤工学会（2004）：不飽和地盤の挙動と評価，pp.35-37.

【謝辞】

試料採取にあたり、株式会社テクノ長谷 高橋一雄氏、加藤彰氏、日野友則氏にご協力を頂きました。心から感謝致します。