

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

日本大学工学部 正会員○仙頭紀明 海野寿康
学生会員 関 秀一

1 はじめに 2003 年 5 月 26 日の三陸南地震で栗原市築館館下地区の盛土斜面に泥流状の崩壊が生じた。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⁾。この崩壊盛土斜面の約数 10m 西側の盛土斜面が 2008 年 6 月 14 日の岩手・宮城内陸地震においても規模は前回よりも小さいながらも同様の崩壊を起こした。本研究では、2008 年の地震で崩壊を起こした盛土材料の物理特性を調べ、2003 年のそれと比較を行った。また、盛土斜面より不攪乱試料を採取して、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を行い²⁾、盛土斜面の水分状態と流動性の関係性を評価した。

2 実験方法 今回崩壊が生じた地点で、崩壊を免れた盛土部分より不攪乱試料を採取した。採取位置を図-1 に示す。採取方法は内径 10cm・高さ 10cm の塩化ビニール管を土中に挿入し、その後試料ごと管を地中より掘り出した。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、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試料を載せて、テーブルの自由落下による衝撃を試料に与え、その時の変形状態を比較した。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 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。土粒子の密度は軽石を含んでいたため 2.545 と低い値になった。図-3 に粒径加積曲線を示す。図より 2008 年の試料は細粒含有率が若干高いことがわかる。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 IP は 11.6 となった。ま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。一方、33 個の不攪乱試料の湿潤密度は、 $1.296 \sim 1.614 \text{ g/cm}^3$ で平均値は 1.454 g/cm^3 、変動係数は 0.055 であった。含水比は 21.7～27.3% の範囲にあり、平均値は 25.9%，変動係数は 0.046 であった。土柱法による保水性試験結果を図-4 に示す。なお、データを van Genuchten の曲線³⁾で近似した結果についても同図に示した。排水過程と吸水過程の実験結果は、既存の実験と同様にヒステリシス挙動を示し、排水過程のデータが上にプロットされた。

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

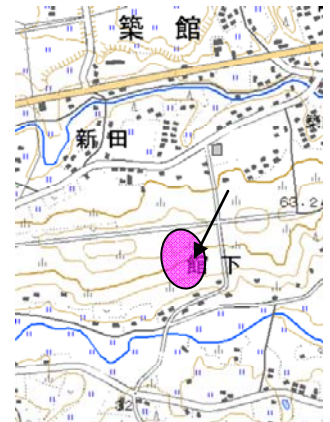


図-1 試料採取地点
(電子国土に加筆)

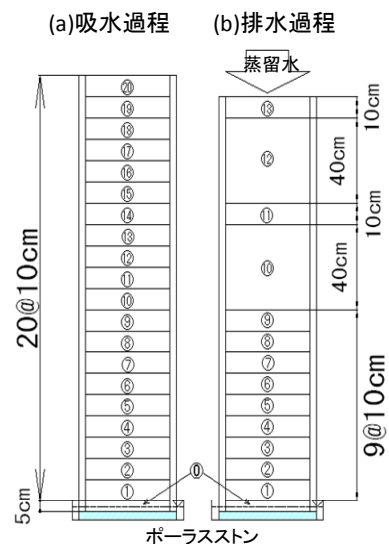


図-2 土柱法供試体

表-1 試料の物理特性

	2003 年	2008 年
自然含水比 w (%)	29.7	26.5
土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	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

キーワード 保水性・流動性・火山灰質砂質土

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部土木工学科

Tel: 024-956-8710, e-mail: nsentoh@civil.ce.nihon-u.ac.jp

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。

流動性の変形モードを示した供試体は、排水⑩・⑪・⑬、吸水⑩・⑪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との関係を図-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⑩・⑪、排水過程⑩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・⑬・⑭供試体）の結果を示した。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、幅が広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、体積含水率の低い試料は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ことと対応している。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 2008 年の築館土について土柱法およびフローテーブル試験を行い、飽和度の異なる試料について振動により流動性の変形挙動を示すかどうか確認した。その結果、体積含水率が約 0.390 以上、飽和度にして 69.0%以上の試料において流動性の変形パターンを示すことがわかった。

謝辞 試料採取および実験にあたり、株式会社テクノ長谷 高橋一雄氏、加藤彰氏、日野友則氏および日本大学工学部 鈴木友士君にご協力をいただいた。記して謝意を示します。

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, pp.450-451. 3)地盤工学会(2004):不飽和地盤の挙動と評価, pp.35-37.

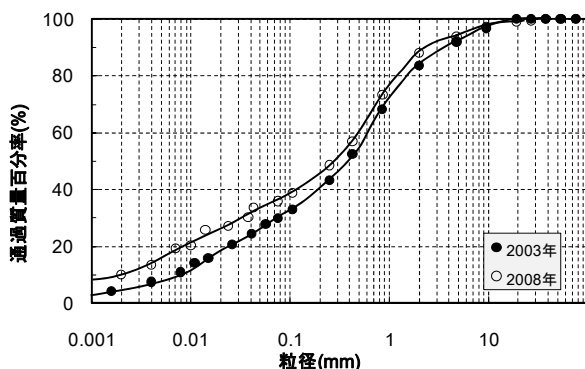


図-3 試料の粒径加積曲線

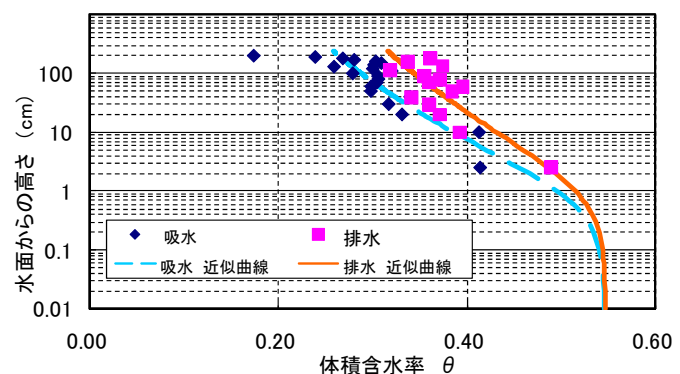


図-4 保水性試験結果

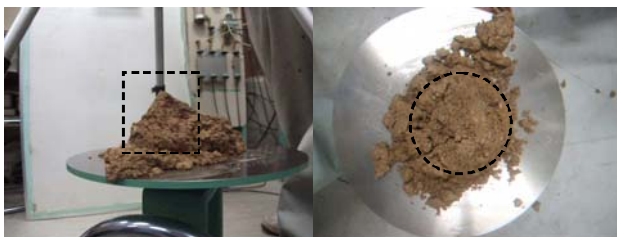


写真-1 吸水⑩供試体 (落下回数 170 回)



写真-2 吸水⑭供試体 (落下回数 20 回)

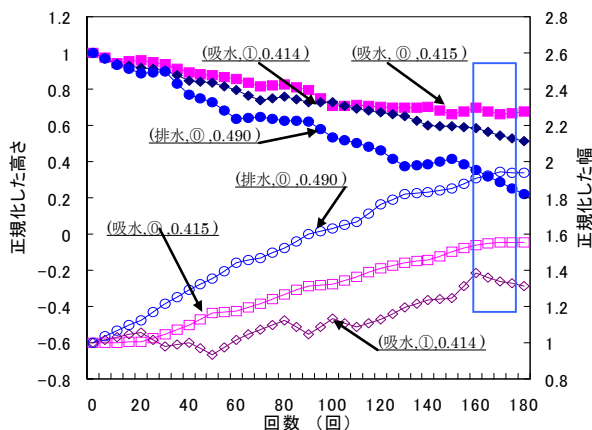


図-5 高体積含水率(0.396~0.490)供試体の変化

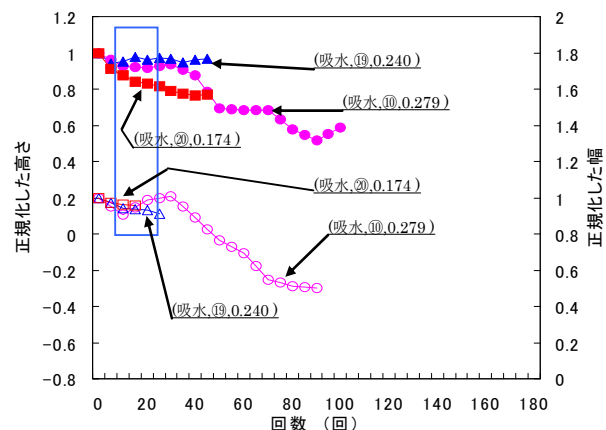


図-6 低体積含水率(0.174~0.279)供試体の変化