

積雪寒冷条件下にある火山灰質土斜面の現地計測

北海道大学大学院工学院	学生会員	○工藤 明日香
北海道大学大学院工学研究院	フェロー	三浦 清一
北海道大学大学院工学研究院	正会員	横浜 勝司
室蘭工業大学大学院工学研究科	正会員	川村 志麻
室蘭工業大学大学院工学研究科	学生会員	海谷 宣弘
北海道大学大学院工学院	学生会員	松村 聡

1. はじめに

北海道のような積雪寒冷地では、突発的な豪雨や大規模地震による斜面災害のみならず、冬期から春期にかけての気温の急激な変化に起因すると考えられる斜面災害が頻発している。さらに、火山灰質粗粒土を主体とした未固結な地盤が広範囲に分布していることから、各種の気象条件に応じた火山灰質地盤の力学特性を計測・解析することが防災上重要となる。本研究では実大規模の火山灰質土斜面を構築し、斜面崩壊に至るまでの力学挙動を把握することを目的として、一連の実物大模型斜面の現地計測を行っている。

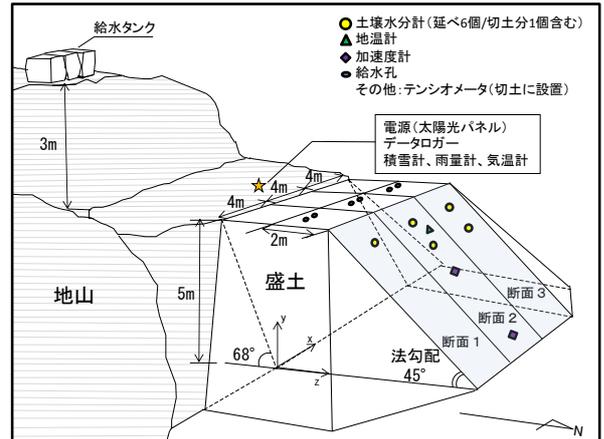


図-1 計測器配置図 (全体図)

2. 実物大模型斜面の概要

本斜面は札幌市南区(北緯42度57分12.79秒, 東経141度21分45.96秒付近)にあり, 方向は北向き, 標高は190mから200mの間にある。本研究では構築した高さ5m, 幅12mの斜面を3つの断面に分け, 計測器を設置した。また, 本盛土斜面の計測データとの比較を行うため, 斜面西側に幅4mの切土斜面を設け, 気象変動にともなう斜面内の力学挙動の変化を追跡している。

3. 斜面構築に用いた試料と構築方法

盛土材料として当該地盤に堆積している支笏火砕流堆積物 (Spfl) を用いた。本試料は非塑性であること, A-c法の締固め試験の結果より最大乾燥密度 ρ_{dmax} が 1.059g/cm^3 , 最適含水比 w_{opt} が40.5%であることを確認した。次に, 構築した実物大模型斜面の手順を示す。

- (1)はじめに水平基盤面および盛土背面の斜面を整形した。背面地山の勾配は68度である。そこに前述の試料を撒きだし(撒きだし厚25cm), ハンドガイド式ローラー(質量600kg)による転圧を4回実施した。なお, 盛土高が1.0m, 2.6mおよび5.0mに達した段階で砂置換法による現場密度試験を実施し, 構築された斜面の密度を測定した。ここでは実物大斜面の平均締固め度が89.0%, 下限値が84.4%であることを確認している。
- (2)高さが5.0mに達した後, 勾配が45度となるように法面を整形した。全幅12mの盛土を幅4mの断面を3つ有する実物大斜面として計測作業を行うこととした(計測器の設置状況は図-1参照)。各断面の名称は図-1に記載したように断面1, 断面2, 断面3としている。
- (3)各断面に天端面から長さ4mの給水管を鉛直に挿入し, 斜面内への給水を可能とした。給水管には10cm千鳥間隔で直径5mmの配水孔をあけている。天端から3m上の位置に設置された3つの給水タンクから天端面に挿入された給水管に内径24mmのホースを接続し, 所定量の給水を行っている。各給水速度は断面1, 2および3において, それぞれ35l/h, 28l/hおよび14l/hとした。このような給水作業は各断面での含水状態を調整し, 崩壊発生時における含水状態の違いの影響を見る目的により実施している。

キーワード 斜面 火山灰質土 凍結融解履歴

連絡先 〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学大学院工学院 TEL:011-706-6203

4. 計測結果

図-2に積雪量の経時変化を示す。2011年11月14日に初雪が観測され、2011年12月3日以降積雪が顕著となっている。図-3に斜面内温度の経時変化を示す。これより積雪が顕著になった2011年12月3日以降法面表層から0.2mの範囲では温度変化が見られない。これは積雪による保温効果と考えられる。そこで本斜面の凍結を促進させるため、断面1、2および3の除雪作業を行った。2012年3月30日現在では、法面表層で0.05℃、深さ0.1mで-0.01℃、深さ0.2mで0.09℃と低温度状態にあることがわかる。

図-4(a)および(b)に法面から深さ0.4mおよび1.5mでの含水比計測結果を示す。(a)図において斜面構築完了時の2011年9月26日からの斜面内給水作業の影響で、10月13日には含水比が50%程度までに達しているが、その後12月3日付近まで含水比が少しずつ低下していることが確認される。このことは、斜面内の下部方向への水分移動挙動を示すものであると考えられる。一方、2011年12月3日から除雪を行った2012年2月8日までは含水比の低下挙動は見られないことから、図-3で示した温度変化に良く対応しているようである。なお、除雪作業後、凍結作用により乾燥化が進んでいることがわかる。

次に、2012年3月8日からの挙動を考察する。断面3下部に設置している含水比が増加している。これは日最高気温が5℃を上回る日数が増えたことで融雪が進み、その融雪水が斜面内に流れていると推測される。(b)図より、断面1の含水比が他の結果に比べて高いことが確認できる。これは斜面構築後に実施した給水により断面毎に含水状態が異なるためと考えられる。さらに、凍結作用による含水比変化の影響が見られていない。以上より、土中水分量は気温および給水量の変化に敏感に反応しているといえる。また、本斜面は冬期間では深さ20cm付近までの範囲で凍結融解作用を受けていることが確認された。今後は、この実物大斜面の崩壊実験を行い、凍結融解履歴の影響を受けた斜面の崩壊時の含水比等、力学情報の取得を試みる予定である。

謝辞：本研究を実施するにあたり、科学研究費補助金基盤研究A(代表 三浦清一)より研究の補助が与えられた。末筆ながら、感謝の意を表します。

参考文献：1)工藤ら、火山灰質粗粒土によって構築した実大盛土斜面の力学挙動計測，地盤工学会北海道支部技術報告集，Vol.52，pp.193-198，2012。

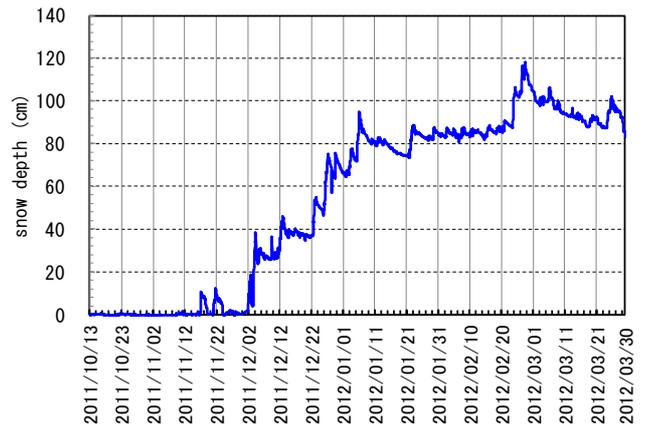


図-2 積雪量の変化 (1時間平均値)

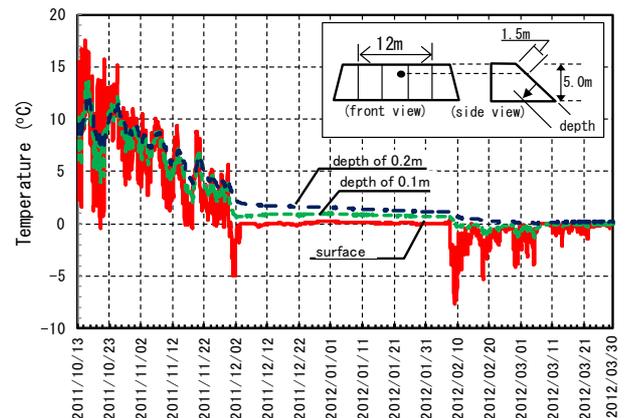


図-3 斜面内温度 (深さ0m~0.2m)

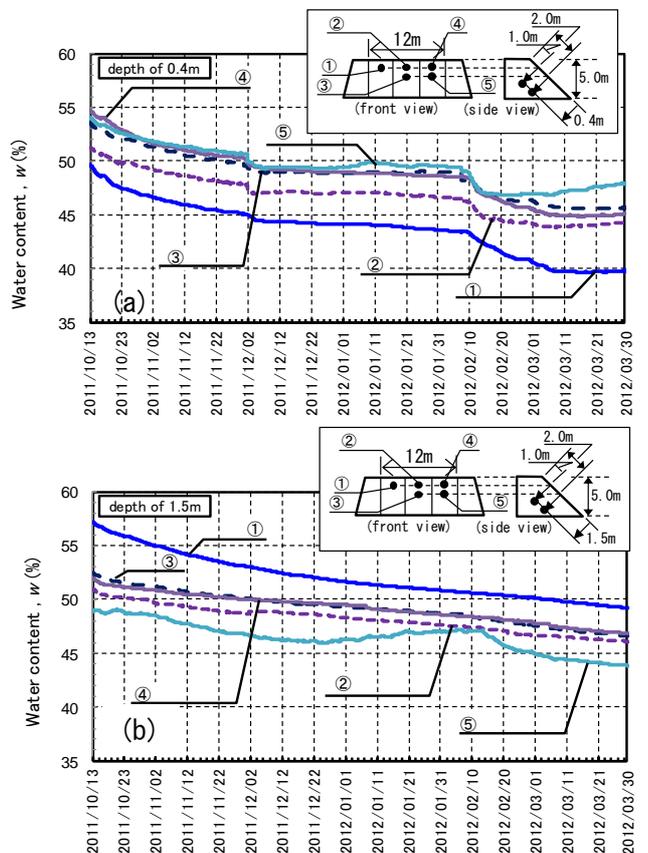


図-4 含水比変化：(a) 深さ0.4m (b) 深さ1.5m