

斜面崩壊危険箇所における調査手法

－非破壊探査、土層強度検査棒および比抵抗モニタリングの適用性について－

○北原哲郎・安藤 伸・小林 剛（応用地質株式会社）・山寺喜成（元信州大学教授）

1. はじめに

近年、0次谷、1次谷といった小規模な集水地形から土砂災害が発生する事例が増加している。長野県の諏訪湖周辺では、平成18年7月17～18日の梅雨前線による豪雨により土石流が多発し、集水面積の小さな0次谷や1次谷の谷頭斜面で斜面崩壊が発生し、崩れた土砂が土石流として流下して、民家を押し潰すという土砂災害が発生した。

こうした災害を防止するためには、崩壊予備軍となる不安定な土層の分布を、迅速に把握するための調査手法の開発が求められている。そこで、谷頭の遷急線付近に分布する表層の土層構造を迅速に調査する手法として、非破壊探査および土層強度検査棒に着目し、平成18年に災害が発生した谷の近傍の沢において、非破壊探査および土層強度検査棒を用いた貫入試験を実施し、崩壊事例を踏まえてその適用性の評価を行った。さらに、遷急線付近に分布する表層土層内の水分変化（降雨時の雨水の浸透状況、浸透水の土中での挙動）を把握することを目的として、連続高速電気探査による比抵抗モニタリングを実施した。

2. 調査地概要

調査地は、長野県辰野町赤羽地区の天竜川左支である沢底川沿いの右岸の尾根にある小さな沢である。今回調査を実施した箇所は、平成18年に災害が発生した沢の北東で、災害の発生していない長さ100mほどの沢である。この沢において、谷頭の遷急線を含むその上下の範囲で調査を実施した（図－1 調査地点位置図参照）。

3. 調査手法

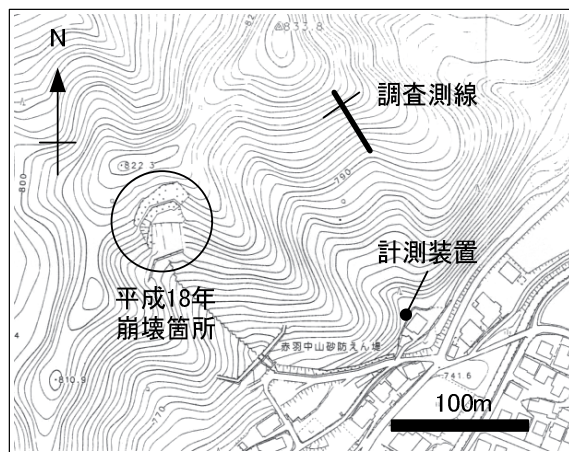
今回、斜面崩壊危険箇所における調査手法として、非破壊探査手法である高精度屈折法探査、高精度表面波探査、電気探査（比抵抗映像法）と、静的貫入試験（土層強度検査棒）および比抵抗モニタリングを実施した。

調査では、調査地の沢沿いに約50mの調査測線を設定し、高精度屈折法探査および高精度表面波探査で1m、電気探査で0.5m、土層強度検査棒で2mの測点間隔とした。比抵抗モニタリングは、調査測線と同一方向に測線長40mの縦断測線と、遷急線の上部の平坦地において調査測線と直交方向に測線長20mの横断測線を設定し、測点間隔は0.5mとした。計測装置は山裾の民家の脇に設置し、連続自動測定（測定間隔：10分）を実施した。

4. 調査結果

4.1 非破壊探査と土層強度検査棒

非破壊探査の探査結果と土層強度検査棒の調査結果の比較図を、図－2に示す。いずれの探査結果も、土層強度検査棒で実施した表土層の調査結果と良く整合していることがわかった。高精度屈折法探査結果ではP波速度で約0.2km/sec 以下の速度層、高精度表面波探査結果ではS波速度で約150m/sec以下の速度層、比抵抗映像法探査結果では、約600ohm・m以上の高比抵抗層が、それぞれ表土に相当しており、調査地の表土は不飽和で比抵抗が高く、ゆるみが生じていることがわかった。また、遷急線上部で貫入抵抗値が5MPa以下の軟らかい表土が、深度1m程度まで分布しているのに対して、遷急線下部では深度0.45m程度で8MPaとなり、遷急線付近で間隙水圧の上昇しやすい形状になっていることがわかった。



図－1 調査地点位置図

4.2 比抵抗モニタリング

比抵抗モニタリングでは、連続高速電気探査で得られた時系列データに対して、基準データを用いて正規化した見かけ比抵抗変化率断面図を作成し、その時間変化を動画として表現した。降水量が100mmを超えた期間の比抵抗モニタリング結果を、図-3に示す。降雨開始から約5時間後では、表土層（不飽和層）が雨水で飽和し、比抵抗が低下する層として捉えられており、6日後では、表土層が乾燥し比抵抗が増加する範囲と、地盤内に浸透水が滞水し比抵抗が低下したままの範囲が存在することがわかった。

5. まとめ

土層強度検査棒は、軽量で斜面調査における簡易性、迅速性が高く、その調査結果は非破壊探査の探査結果と良く相関しており、0次谷、1次谷の頭部における崩壊の可能性のある表土の層厚測定に有効であることがわかった。また、非破壊探査は、表土層および基盤岩の分布を把握する上で有効な調査手法であり、複合的な探査を行うことにより、P波速度、S波速度、比抵抗の相関関係から、地質構造だけでなく土壌水分の飽和度や土質力学的な強度など、土質に関する情報を得ることができることがわかった。

また、比抵抗モニタリングの結果、雨水の浸透範囲および浸透水の地盤内の挙動を、比抵抗変化として動的に可視化することができた。現在、明瞭な比抵抗変化が生じている箇所に打ち込み式間隙水圧計を設置し、比抵抗モニタリングとともに連続計測を実施しており、実際の浸透水の挙動と比抵抗変化との相関関係を定量的に把握する予定である。

【謝 辞】

本調査は、緑斜面研究会における総合的な斜面防災の研究の一部として実施したものであり、ここで発表の機会をいただいたことに感謝申し上げます。

【参考文献】

安藤 伸ほか(2011)：斜面崩壊危険箇所を迅速に調査するための非破壊探査および貫入試験の適用性評価 特に土層強度検査棒について、第46回地盤工学研究発表会講演集，pp.1983-1984。

佐々木靖人・柴田光博・福田徹也・片山弘恵(2002)：斜面の土層深とせん断強度の簡易試験法の開発，平成14年度応用地質学会講演論文集，pp.359-362。

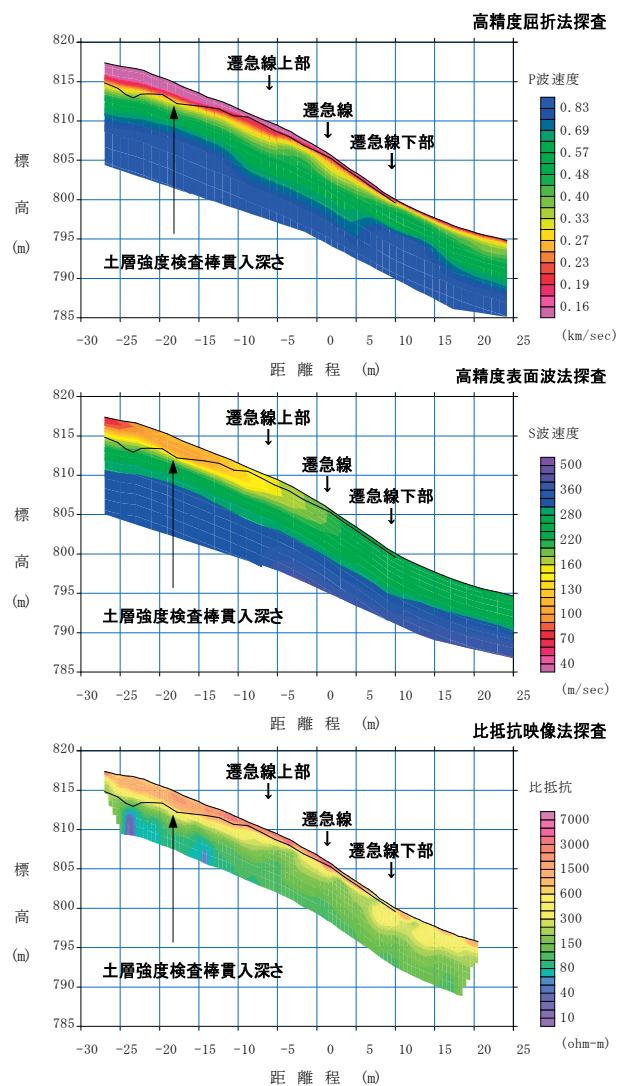


図-2 調査結果比較図

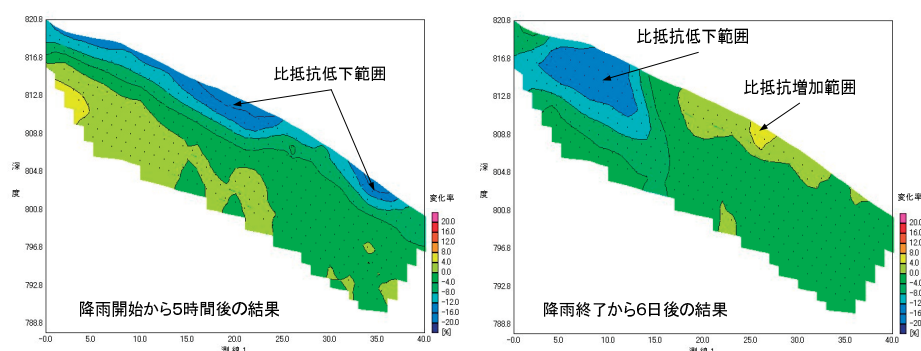


図-3 比抵抗モニタリング結果