

深層崩壊の恐れのある斜面の抽出と比抵抗分布特性

(独) 土木研究所 ○一色弘充 ※・木下篤彦・高原晃宙・石塚忠範
 (※現所属：応用地質株式会社)

1. はじめに

近年、深層崩壊が高頻度で発生しており、発生への恐れのある斜面の抽出とその規模の推定は喫緊の課題である。これまで空中写真判読やレーザープロファイラ地形図を用いた評価手法などが研究されている(横山ら, 2012)。しかし、これらの手法は表層部の地形解析に限られており、深層崩壊の発生に影響があると考えられる地下構造を推定する手法については、研究事例が少ない。本研究では、深度方向の比抵抗データが取得可能な空中電磁探査を用いることで、深層崩壊の発生に影響があると考えられる地下構造を推定し、深層崩壊の発生する恐れのある風化岩盤斜面の抽出や風化土層深度の把握について検討することを目的とした。

2. 研究の概要および調査地の概要

空中電磁探査は、平成 17 年に台風 14 号により深層崩壊が発生した宮崎県鰐塚山、平成 20 年 6 月に岩手・宮城内陸地震により深層崩壊が発生した栗駒山、平成 23 年 9 月に台風 12 号により深層崩壊が多発した奈良県五條市の赤谷・長殿地区周辺、七面山崩れを代表とする深層崩壊の恐れの高い地域である山梨県富士川流域、稗田山崩れを代表とする深層崩壊の恐れの高い地域である長野県姫川水系浦川および大所川流域において行われている。本研究ではこれらの空中電磁探査データを使用し、比抵抗分布と地質とその性状の関係について検討を行った。また、姫川水系浦川および平成 15 年に深層崩壊の発生した熊本県水俣川水系集川において行われた調査ボーリング結果と中性子検層結果より得られた湿潤密度や含水比のデータを用いて、各地質と岩盤状態における比抵抗を試算し、風化岩盤における比抵抗分布特性の検討を行った。

3. 結果

3.1 空中電磁探査による比抵抗分布特性

空中電磁探査結果による全深度の比抵抗値の頻度分布を図-1 のように調査地ごとに取りまとめた結果、以下 4 つのタイプに分かれた。

①極めて低比抵抗域にピークが集中し、 $400\Omega\cdot m$ までに大半が分布する。第三紀の付加体が分布する鰐塚山や富士川、第四紀の自破砕安山岩や凝灰角礫岩が分布する栗駒山がこれにあたり、比較的軟質な岩盤である。

② $100\Omega\cdot m$ までにピークがあるが、標準偏

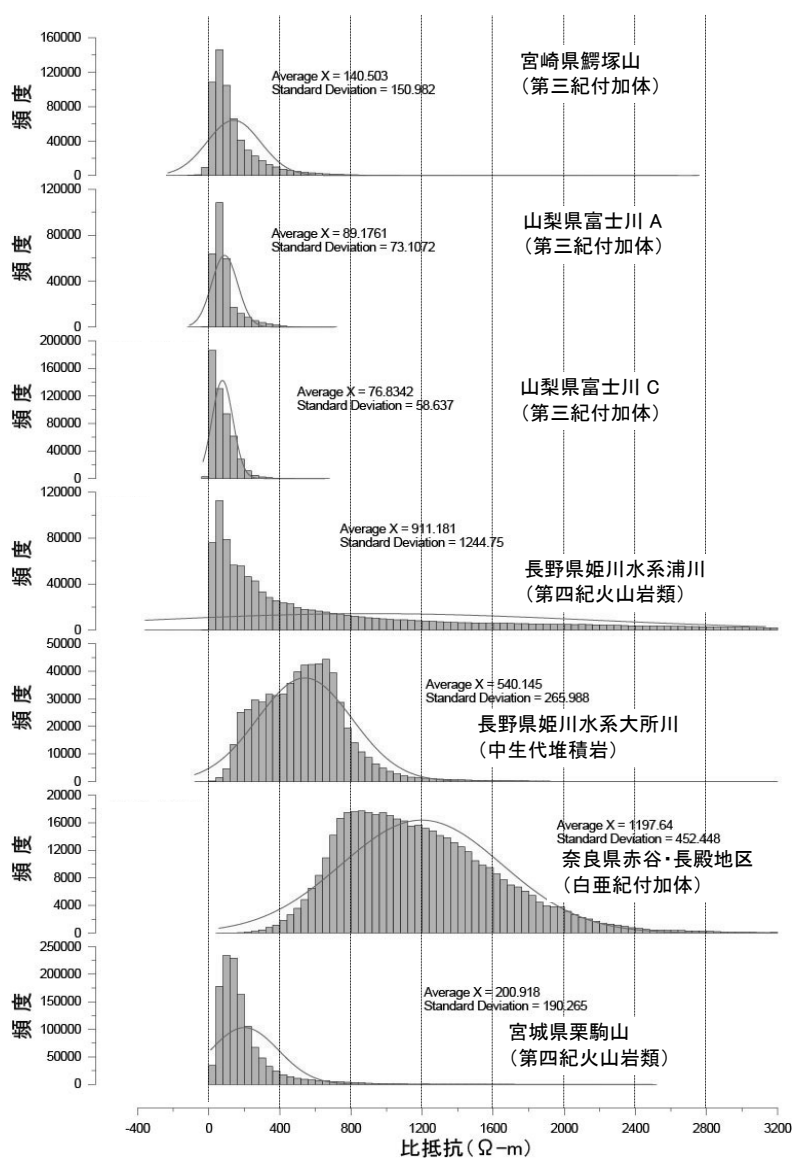


図-1 空中電磁探査による比抵抗頻度分布図

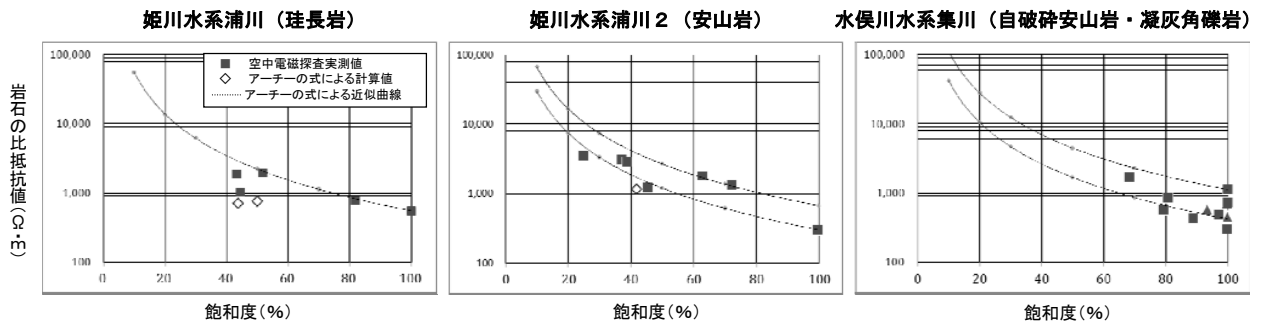


図-2 比抵抗値試算結果と飽和度の関係

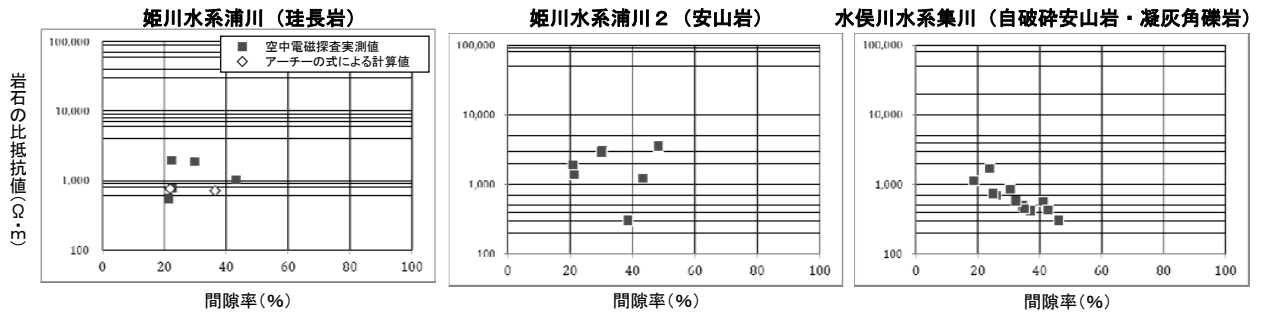


図-3 比抵抗値試算結果と間隙率の関係

差が大きく $3,000\Omega\cdot m$ まで幅広い分布をとる。火山岩や火山砕屑物が分布する姫川水系浦川地区がこれにあたる。
 ③ $200\Omega\cdot m$ と $600\Omega\cdot m$ に 2 つのピークが存在し、全体としては $1,000\Omega\cdot m$ までに分布する。中生代堆積岩が分布する姫川水系大所川がこれにあたり、砂岩泥岩など 2 つ以上の地質が分布すると考えられる。
 ④ $0\sim 2,500\Omega\cdot m$ まで幅広い頻度を持ち、標準偏差が大きい。比抵抗ピークは $800\sim 1,200\Omega\cdot m$ となる。白亜紀の付加体が分布する紀伊山地赤谷・長殿地区がこれにあたり、硬質岩主体の地質と考えられる。

3.2. アーチーの式を用いた比抵抗値の試算

図-2 に浦川と集川の比抵抗の試算結果と飽和度の関係をグラフに示した。この図では、硬質岩に分類される姫川水系浦川の珪長岩や安山岩の風化岩盤では、飽和度が $30\sim 60\%$ のとき、比抵抗は $700\sim 3,000\Omega\cdot m$ を示している。一方で、軟質岩に分類される集川の安山岩や凝灰角礫岩では、飽和度が $80\sim 100\%$ と高く、比抵抗は $300\sim 1,000\Omega\cdot m$ と比較的低い値を示している。軟質岩に比べ硬質岩は比抵抗が高い値をとることが分かる。図-3 に同流域の比抵抗と間隙率の関係を示す。集川のような軟質岩では間隙率が上昇すると比抵抗が下がるが、珪長岩や安山岩など硬質岩では変化しない傾向にある。つまり、硬質岩は風化しても比抵抗が下がりにくいと言える。このことから、安山岩や珪長岩などの硬質岩では風化・不飽和な状態で比抵抗が高く示され、比抵抗分布で識別できると想定される。風化により間隙率が高くなり、かつ飽和度の低い岩盤斜面は、豪雨時に地下水が上昇した場合に不安定化しやすいと考えられるため、深層崩壊のポテンシャルが高いと判断される。

4. まとめと今後の課題

本研究では、地質ごとの比抵抗分布域を把握し、地山の風化状況や含水状況ごとの比抵抗領域を推定した。その結果、硬質岩で間隙率が高く飽和度の低い風化岩盤斜面は深層崩壊のポテンシャルが高いことが分かった。今後は、粘土鉱物や真の含水状況を検討の考慮に入れて比抵抗の試算精度を向上させ、各地質における風化岩盤の比抵抗分布領域の把握が必要である。

<引用文献>

- Archie, G. E. (1942) : The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics, Trans. A. I. M. E., 146, 54-67.
- 横山ら (2012) : レーザー測量データを用いた岩盤クリーブ斜面の表面形状把握, 砂防学会誌, 64(6), 13-24
- 一色ら (2013) : 岩盤の比抵抗値についての基礎的研究 - 空中電磁探査による比抵抗構造と粘土鉱物の含有について -, 平成 25 年度 砂防学会研究発表会概要集, B-232-233
- 高倉 (2009) : 粘土鉱物を含有する岩石の比抵抗-間隙水の塩分濃度と温度が及ぼす影響-, 物理探査, 62 (4), 385-396