

空中電磁探査の深層崩壊調査への適用について —木曾川上流域を事例として—

国土交通省 中部地方整備局 多治見砂防国道事務所 有澤 俊治^{*1}, 伊藤 敦司^{*2}
 応用地質株式会社 ○北原 哲郎, 結城 洋一, 辻岡 秀樹, 青木 龍一郎
 (*¹現 富士砂防事務所 *²現 中部技術事務所)

1. はじめに

深層崩壊に関する調査は、紀伊山地などにおいてボーリング調査、水文調査、空中電磁探査などの詳細調査が行われているものの、その他の地域においては地形調査を主体とした深層崩壊の恐れのある溪流の抽出にとどまっている場合が多い。多治見砂防国道事務所では平成 20 年度に深層崩壊に係る地形判読調査、平成 24 年度に木曾川上流域、岐阜県／長野県境の木曾山脈周辺において深層崩壊の恐れのある溪流の抽出を行っており、これらの溪流を対象に空中電磁探査を実施し、地形判読結果等との対比を行った。

2. 対象地域・地質分布

- ・岐阜県中津川市 落合川流域（北西部：中生代白亜紀伊奈川花崗岩／南東部：中生代白亜紀濃飛流紋岩類）
- ・長野県木曾郡大桑村 伊奈川流域（中生代白亜紀伊奈川花崗岩）

3. 調査手法

空中電磁探査は周波数ドメイン空中電磁探査（空中送受信型）を用いた。

空中電磁探査とは、空中から異なる複数の電磁を発信し、地下で発生する 2 次磁場（誘導磁場）を空中から測定することにより、大地の比抵抗値（電気の通りにくさ）を知ることが出来る。地上に立ち入らないで、広域エリアの地上から深度 100m 程度までの大地の電氣的性質を短時間で探査が可能である。岩石の比抵抗は、岩石の種類により変わるが、そのほかに孔隙率、飽和度、固結度、粘土含有量、温度、地下水の導電率と定性的な関係を示す（表-2）。地下の 3 次元的比抵抗構造から、地質区分、断層・破碎帯の推定、地下水の賦存状態などを推定することができる。今回の調査においては、図-1 に示す山岳地帯での地下水分布状況と比抵抗分布の概念、および既往のボーリング等の調査結果をもとに、既往調査で抽出された深層崩壊の恐れのある地形についての危険度評価を実施した。

表-1 空中電磁法探査実施数量

調査場所	調査面積	測線距離	測線本数
中津川市 落合川流域	40 km ²	389.62 km 45.29 km	89 本 6 本
大桑村 伊奈川流域	11 km ²	118.74 km 13.60 km	50 本 4 本
計	51 km ²	567.25 km	149 本

表-2 土の状態と比抵抗値の定性的関係

状態	岩石・土の比抵抗の変化		備考	
	低	⇔		高
地下水・間隙水の比抵抗	低	⇔	高	塩分濃度
水飽和度	高	⇔	低	
孔隙率（飽和状態）	大	⇔	小	
粘土分	多	⇔	少	
風化・変質程度	強	⇔	弱	
温度	高	⇔	低	地熱

4. 調査結果

各周波数の見掛け比抵抗平面図を作成後、データの 3 次元化処理（深度方向へのスプライン補間）を行い、等深度比抵抗平面図・断面図を作成した。各箇所での深度 0m、20m、50m の比抵抗鳥瞰図を図-2、図-3 に示す。

対象地の地質は花崗岩・流紋岩類であり、分布地質による比抵抗値の差異はほとんど認められなかった。全体として稜線では高比抵抗、河床部では低比抵抗を示す。既往のボーリング調査における孔内水位と比抵抗分布、現地踏査による湧水状況等を考慮し、比抵抗断面図において 400~500 Ω・m を地下水位の分布境界とした。

地形判読によって深層崩壊跡地として抽出された箇所の比抵抗分布の事例を図-4 に示す。斜面全体が微地形調査において危険箇所として抽出されている箇所であり、尾根中央に深層崩壊跡地が分布する。崩壊が発生した深層崩壊跡地のみ地表部の高比抵抗帯が欠落しており、現地状況と比抵抗断面の解釈結果がよく一致する。深層崩壊跡地の上部斜面は急傾斜の広い尾根地形となっており、不安定な緩み岩塊が残存していることを示している。他の箇所においても検討を行った結果、両地域における比抵抗分布から推定される深層崩壊深は 30~50m 程度のものが多い結果となった。

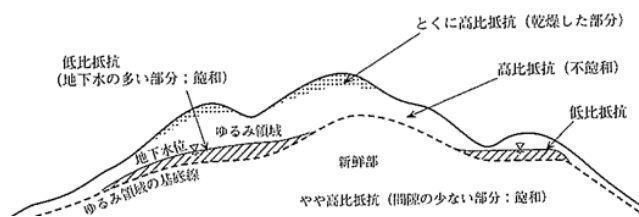


図-1 山岳地帯の地下水状況と比抵抗分布の概念
(島ほか, 1995)

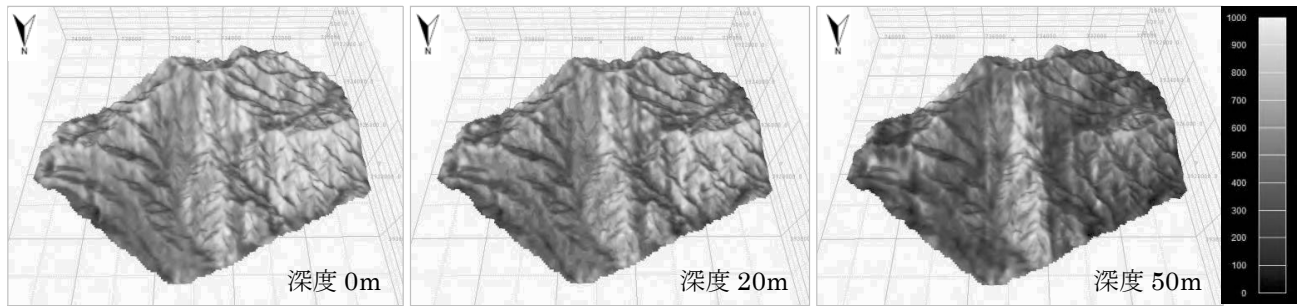


図-2 中津川市落合川流域の等深度比抵抗分布鳥瞰図

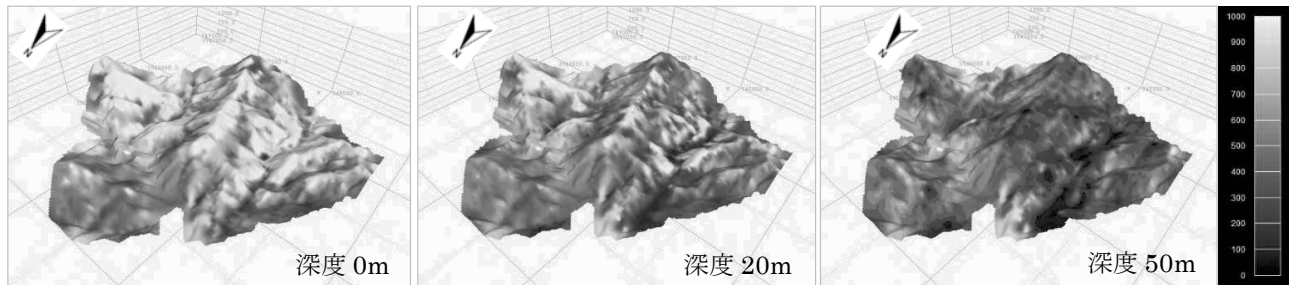


図-3 大桑村伊奈川流域の等深度比抵抗分布鳥瞰図

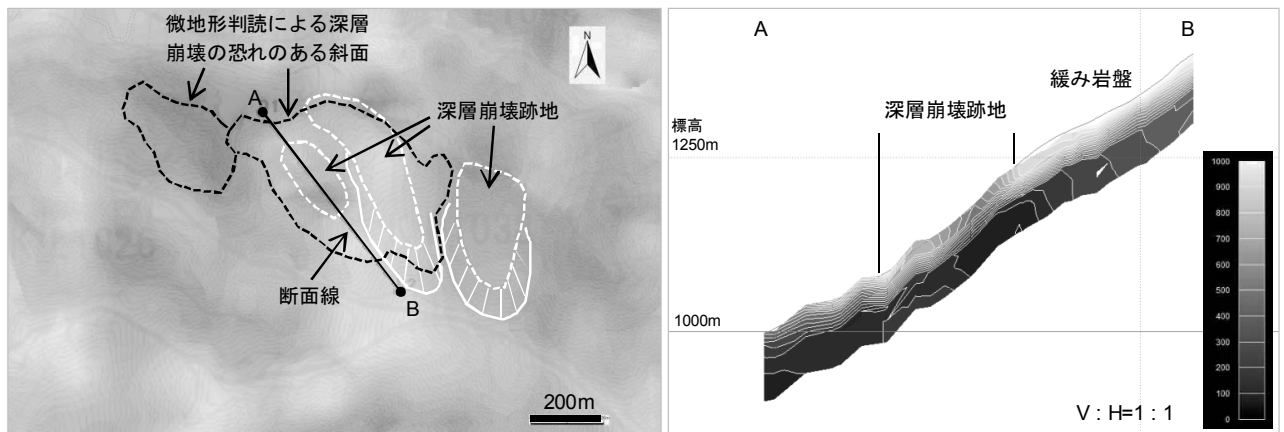


図-4 中津川市落合川流域における深層崩壊跡地と比抵抗分布

5. 考察・課題

比抵抗の解析結果をもとに、微地形判読で抽出された深層崩壊の恐れのある地形との対比を行い、危険度評価を行った。地表部＝高比抵抗と深部＝低比抵抗の組み合わせが見られた箇所、崩壊面となりうる比抵抗境界がある斜面について危険度を高く評価し、深部まで高比抵抗が連続するものについてはランクを落として評価した。

今回の事例は、対象地の分布地質が花崗岩・流紋岩類ということもあり、地質分布による比抵抗の差異がほとんど見られなかったこと、実績としての深層崩壊跡地分布していたことから、地下水分布や緩み領域について比較的解釈しやすい事例となった。

今回の探査実施時期は冬期であり、当該地域では少雨期にあたるため、全体的に地下水位は低かったと考えられる。梅雨期や台風期などの豊水期における現地踏査・水文調査を実施し、深層崩壊の恐れのある斜面の緩み範囲、地下水分布等の詳細を把握していく必要がある。

6. 引用文献

島 裕雅, 神谷 英樹, 梶間 和彦 編(1995), 「比抵抗影像法」, 古今書院