

## 岩盤クリープ斜面で実施された空中電磁探査による比抵抗構造と弾性波探査及びボーリング結果との比較

国立研究開発法人土木研究所 高原晃宙, 瀬戸秀治<sup>\*1</sup>, 野池耕平, 森加代子, 木下篤彦, 水野秀明  
大日本コンサルタント株式会社 ○河戸克志, 奥村 稔, 影浦亮太, 阿部征輝  
(現所属 <sup>\*</sup>1: 応用地質株式会社)

### 1. はじめに

深層崩壊は、すべり面が表層崩壊よりも深部で発生し、表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的規模の大きな崩壊現象であり、発生頻度は低いが生産土砂量は多く、甚大な被害を引き起こす可能性がある。深層崩壊の発生は、比高や斜面勾配などの地形条件の他に、岩盤の強度や地下水状態など地盤構造特性が関係すると考えられている。現在、広域斜面の地盤構造特性を把握する手法として空中電磁探査の適用性に関わる研究が進められているが、空中電磁探査で得られる比抵抗構造と斜面内部の風化深度や地下水状態との関係を明らかにすることは重要である。

本稿では、空中電磁探査結果と弾性波探査やボーリングによる地質資料を比較分析し、比抵抗構造が風化帯や地下水の分布を反映していることが確認できた事例を報告する。

### 2. 検討斜面と使用した資料

検討斜面は、奈良県吉野郡十津川村長殿地先の新宮川に面した尾根末端斜面である(図-1)。検討には、弾性波探査やボーリング(平成26年12月~平成27年2月)等の地質資料と2時期(平成24年7月と同年11月)の空中電磁探査の計測データを使用した。

### 3. 検討斜面の地形・地質・地下水状況

検討斜面は、滑落崖と緩斜面が明瞭な大規模な崩壊跡地で、斜面中腹の凹状斜面と斜面末端の進行中の表層崩壊で特徴づけられる。基盤地質は、砂岩と泥岩からなる付加体で、流れ盤斜面である。

高標高部の緩斜面で実施された Bor.No.1 では、深度2mから基盤岩が確認されているが深度68m付近まで多亀裂状態で、地下水位は深度65.5mにある。斜面中腹の凹状斜面で実施された Bor.No.2 では崖錐堆積物が厚く、深度25m以深で基盤岩となるが、深度25m~46m間は開口亀裂が発達し、地下水は深度45m付近にある(図-2)。斜面末端の Bor.No.3 では、深度3m以深で亀裂の少ない基盤岩が確認されており、地下水は深度26m付近にある。

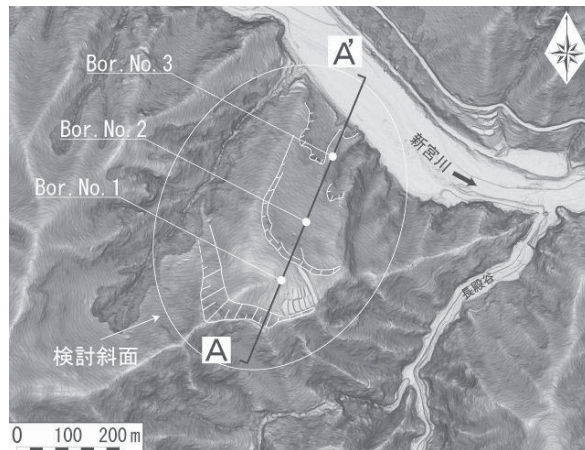


図-1 検討斜面の地形と調査位置図

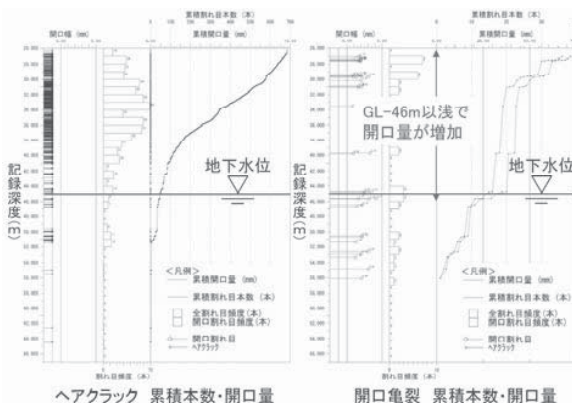


図-2 累積開口量及び亀裂本数曲線 (Bor.No.2)

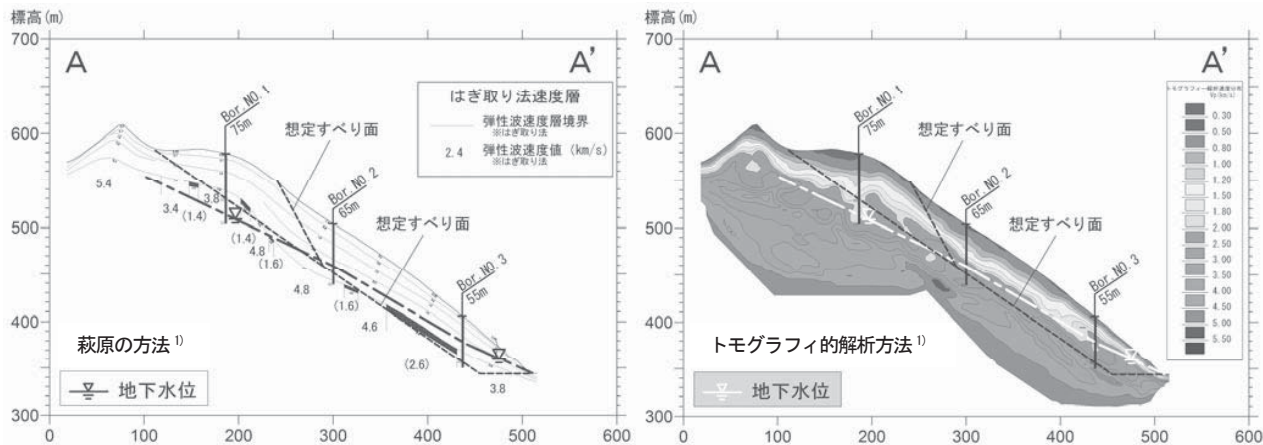


図-3 弾性波探査速度断面図

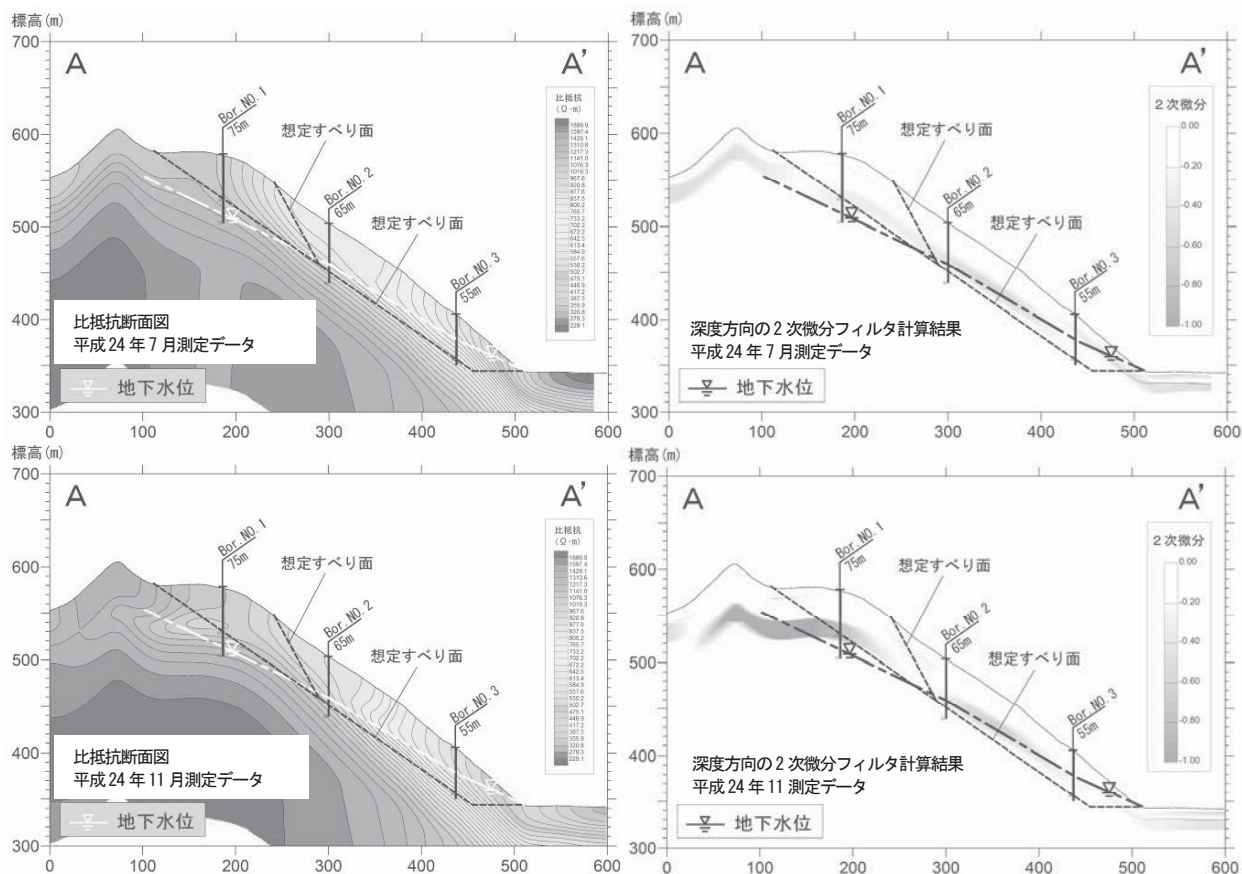


図-4 比抵抗断面図と比抵抗急変深度表現図

検討斜面における弾性波探査の速度断面とボーリングで確認された地下水位線を図-3に示す。図-3左は萩原の方法<sup>1)</sup>による速度断面で、3.4~5.4km/sを基盤速度層とし、高標高部の一部や斜面中腹から末端に低速度帯が確認されている。図-3右はトモグラフィ的解析<sup>1)</sup>による速度断面で、ボーリングで確認された基盤岩の亀裂状態と一致している。

地質資料では、これらの調査結果に基づいて基盤岩中の破碎部をすべり面と想定している(図-3)。

#### 4. 検討斜面の空中電磁探査による比抵抗構造と斜面内部構造との関係

弾性波探査の測線位置で空中電磁探査による比抵抗断面図を作成した(図-4左列)。また、比抵抗断面図を用いて深度方向に比抵抗が急変する深度を深度方向の2次微分フィルタを用いて計算した結果を図-4右列に示す。これは、空中電磁探査で取得する比抵抗( $\Omega \cdot m$ )が粘土の含有量と体積含水率(=間隙率 $\times$ 飽和度)を反映していることから、比抵抗急変深度が地質状態や地下水状態の急変深度に対応するとの仮説を基に作成したものである。なお、図-4上段は平成24年7月の計測データを、図-4下段は平成24年11月の計測データである。

図-4左列に示すように、斜面中腹から末端にかけては、測定時期が異なるにも関わらず、浅部は低比抵抗で深部は高比抵抗となる2層構造を示しており、この2層構造の境界付近にある比抵抗コンターの屈曲点を連ねたラインが地下水位線と一致している。一方、Bor.No.1周辺では測定時期による比抵抗構造に違いがあるが、比抵抗コンターの形状と地下水位線との間に明瞭な関係は見いだせなかった。一方、図-4右列に示すように、深度方向に比抵抗が急変する深度を表示した断面では、比抵抗がマイナス方向に急変するゾーンは地下水位線の深度とよく対応している。ボーリングコアには比抵抗に影響を与える粘土が少ないことから、この比抵抗のマイナス方向の急変部は、地下水に飽和した多亀裂岩盤を反映していると考えられる。また、地質資料の想定すべり面はマイナス方向の比抵抗急変深度の下位に位置するが、これは基盤岩中の開口亀裂の減少(=間隙率の減少)を反映したものと考えられる。なお、比抵抗のマイナス方向の急変部の分布は、測定時期では異なる箇所があり、その要因は今後の課題である。

#### 5. まとめと今後の展望

本稿では、地質資料との対比検討に基づいて、空中電磁探査の比抵抗構造が地下水分布や岩盤の亀裂状態(風化帯)を示し得ることを報告した。今後、地質資料がある斜面を対象に分析を進め、広域斜面の地盤構造特性を把握する手法として空中電磁探査の適用性を検討する予定である。

#### 謝辞

検討資料をご提供頂いた奈良国道事務所と国土技術政策総合研究所に深く感謝いたします。

#### 参考文献

1) 社団法人物理探査学会：新版 物理探査適用の手引き(土木物理探査マニュアル2008) 屈折法地震探査(弾性波探査), p.38-51, 2008