

南海地震を想定した南海地震を想定した深層崩壊危険箇所抽出手法の開発

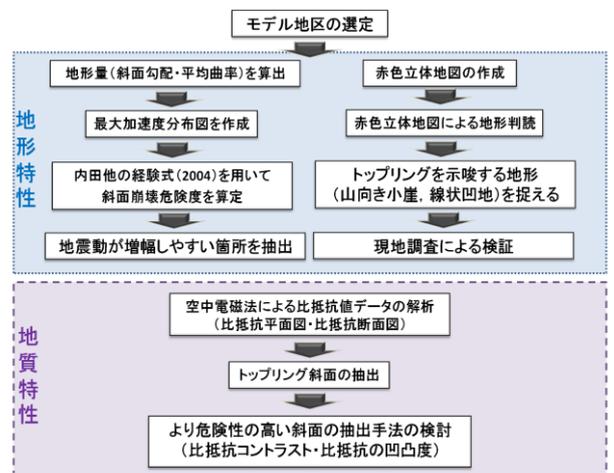
香川大学 正会員 ○野々村 敦子, 香川大学 正会員 長谷川 修一
香川大学 学生会員 佐々木 良

1. はじめに

南海トラフの巨大地震は、数十年の間に高い確率で発生すると予測されている。過去の南海トラフの巨大地震の際、震源域では大谷崩れのような深層崩壊が発生している。このような深層崩壊は、長期にわたり、下流域に甚大な被害を与える可能性があるため、危機管理上、深層崩壊が発生しやすい場所を事前に予測し、対応策を検討することが望ましい。地震による深層崩壊の発生箇所を予測するためには、崩壊を発生させやすい地形・地質構造を明らかにし、さらにそのような斜面を抽出する技術を開発する必要がある。本論文では地震時の深層崩壊危険斜面を抽出するための手法を開発することを目的に、高知県室戸市加奈木の崩え周辺斜面をモデル地区として、図1のフローで研究を実施したので、その結果を報告する。

2. 加奈木の崩え周辺の地形・地質概要

加奈木の崩えは佐喜浜川の最上流部の山頂緩傾斜の縁辺部に位置する。1707年の宝永地震時に岩屑流を引き起こし、その後1746年に土石流が発生したと推定されている。昭和南海地震後には、大規模な崩壊地が残っていたが、大正6年から昭和39年に至る47年間にわたる治山工事によって、斜面は小康状態を保っている。山頂緩斜面に多数の線状凹地、山向き小崖が分布している。これらは、北東-南西方向に延び、深さあるいは比高が数mから10m程度で、最大長さが400mとされている。加奈木の崩え周辺の基盤は古第三系室戸半島層群の砂岩および粘板岩からなっており、斜面上にあるこれらの地層は、北東-南西方向に伸びている。分水嶺の尾根を境に北側は北方へ（南傾斜）、南側は南方へ（北傾斜）転倒し、転倒構造（トップリング）が認められない谷底ではN50~60°Eの走向で、南もしくは北へ高角度に傾斜している。



地震による深層崩壊危険斜面の抽出

図1 研究フロー



図2 研究対象地域

(a) 対象地域の位置

(b) 対象地域の地形。白線は線状凹地を示す。

0 500 m

3. 10mDEMを用いたトッピング斜面の抽出

トッピングが進行した斜面の特徴として、斜面上部において、勾配が緩く線状凹地が分布する傾向があることが明らかにされてきている。そこで本研究では、地震時に大規模崩壊の危険性がある斜面を簡易的に抽出するための手法として、トッピング斜面の抽出方法を、加奈木崩れ周辺をモデル斜面として検討した。使用データは、国土地理院が無償で提供している解像度 10m の DEM である。構築した手法を、静岡県にも適用し、赤崩れ周辺のトッピング斜面の抽出が可能であることを示した。

4. 空中電磁法の活用

4. 1 調査方法

地盤の比抵抗には地盤の電気的な特性が反映されている。地盤を構成している土粒子や岩石の電気的な特性に加え、間隙や岩盤の亀裂に存在する地下水、粘土鉱物、空気などの電気的特性の影響も受けている。従って、岩石の種類は同じでも、間隙率、水飽和度、粘土鉱物含有量などにより比抵抗値は変化するといえる。そこで、岩盤の緩みの程度を間隙率で捉えることができると考え、比抵抗データを用いて岩盤が緩んだ箇所を推定する手法を検討した。

本研究では、140K, 31K, 6.9K, 3.3K, 1.5K, 0.34KHz の 6 周波での測定が可能な送受信コイルを収納した電磁探査装置をヘリコプターで曳航し、広域において地盤の比抵抗値を計測した。周波数が高いほど計測深度が浅く、140kHz では 5-30m の深さの比抵抗値を計測している。岩盤の比抵抗はさまざまな要因で決まると考えられるが、現地調査を通して湧水地点を調査した結果、トッピングが進行している表層付近は地下水面よりも高く、地下水の影響をほとんど受けていないと考えられた。そこで比抵抗値から、「乾燥している状況下で比抵抗値が高い場合、間隙率が高い、すなわちトッピングにより岩盤が緩んでいる」のではないかと、という考えのもと、比抵抗値が周りと比べて高い値を示す箇所を推定し、その地点における岩盤および地形からトッピング程度との関係を調査した。

空中電磁探査は、平成 21 年 2 月 9 日～13 日に実施した。2.2km×2.0km の範囲を測線間隔 50m で計測し、計測結果をもとに水平解像度 10m の比抵抗分布図を作成した。先述のように、空隙が多い箇所には空気の層が形成され、比抵抗が高くなると考え、比抵抗データに、ラプラシアンフィルターと地上・地下開度フィルターを適用し、比抵抗が高い箇所を抽出するための手法を検討した。

4. 2 比抵抗データ解析方法の検討

(1) ラプラシアンフィルター

ラプラシアンフィルターとは、近接するピクセルとの相対的な分布を定量化するためにしばしば用いられる。比抵抗値が周辺に比べて高い場合、低い場合を区別して表示することができる。

(2) 地上・地下開度フィルター

千葉らによって、着目点から見える空の広がり表現しようと考案された地形可視化フィルターである。本研究では、地上開度・地下開度フィルターを用い、尾根谷度を定義した(式 2)。ここで、地上開度は天頂と地形断面の上側接線の角度、地下開度は天底と地形断面の下側接線の角度である。地上開度、地下開度ともに比抵抗 8 方向の平均を用いた。

$$\text{尾根谷度} = (\text{地上開度} - \text{地下開度}) / 2 \cdots (\text{式 2})$$

本研究では、標高のかわりに比抵抗値に対して地上開度と地下開度を算定した。算定した結果を用いて、尾根谷度と同じ考え方で比抵抗値の相対分布を算定した。この値を本研究では凹凸度と呼ぶ。比抵抗値は、周波数 140kHz による 10m メッシュデータを用い、考慮距離を 100m とし、200m×200m の大きなフィルターを使用した。比抵抗の凹凸度はラプラシアンフィルターの結果に比べ、周囲より高比抵抗で緩みが進行している箇所を、より明瞭に抽出することができた。