

# 航空レーザ計測データを用いた岩盤崩壊発生の可能性がある斜面の抽出方法について

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○大島 竜二  
ジェイアール東日本コンサルタンツ(株) 正会員 森島 啓行

東日本旅客鉄道(株) 外狩 麻子  
応用地質(株) 原 弘

## 1. はじめに

岩盤崩壊は、鉄道が被る自然災害の一つである。岩盤崩壊による被害発生を未然に回避する手段としては、発生の可能性がある箇所を抽出し、ハード対策及びソフト対策を実施することが考えられる。岩盤崩壊は発生規模が大きかったり、広く分布したりすることがあるため、発生可能性のある斜面の抽出は、広範囲を対象に実施する必要がある。また、岩盤崩壊は、地形的要素といった素因情報が発生可能性の中で支配的な要素となる。これまで航空写真といった広域なデータから得られる地形情報を基に、岩盤崩壊発生の可能性のある斜面を抽出する方法が採られてきた。広域に地形情報を得る有効な手段として航空レーザ計測データが挙げられ、近年では、データを容易に得ることが可能となりつつある。そこで、本研究では、岩盤崩壊斜面に対する管理体系に航空レーザ計測技術を活用することを目指して、航空レーザ計測データを基に、地形的要素を抽出項目として、発生レベル別に斜面を抽出し、検証を行ったので報告をする。

## 2. 研究概要

本研究の手順を図1と以下に示す。

- ①斜面抽出の実施：抽出に必要な地形的要素を整理し、計測データを基に抽出項目の明瞭さから判断して、岩盤崩壊発生の可能性のレベルに応じて斜面を抽出する。
  - ②現地確認：現地確認を実施し、現地状況から判断して、岩盤崩壊の発生可能性をレベル別に評価する。
  - ③比較検証：斜面抽出の実施結果と現地確認結果を比較し、現地状況と抽出方法の適合性を検証する。
  - ④結果分析：抽出項目に配点して、抽出された斜面を点数化し、抽出結果の傾向の分析を行う。
- なお、検証には、航空レーザ計測から得られるデータを基にした、1m等高線地形図、解析図(傾斜区分図・平均曲率分布図等)を使用した。

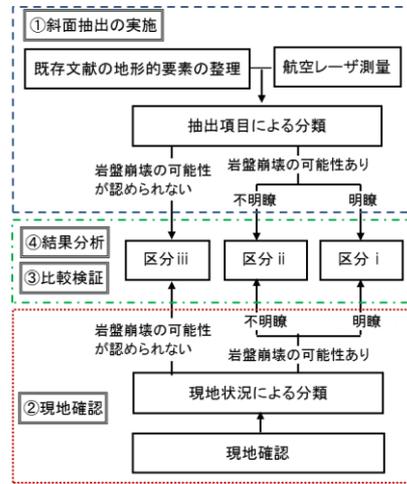


図1. 岩盤崩壊発生の可能性のある斜面の抽出と検証フロー

## 3. 斜面抽出時の抽出項目の整理

斜面抽出に際しては、道路・鉄道分野における既往文献<sup>1),2),3)</sup>を基に、抽出項目に用いる地形的要素の整理を行った。整理結果を表1に示す。

表1. 既往文献に記載のある対象要素の比較表

対象要素区分	落石対策マニュアル (鉄道総研)	点検要領 (国土交通省道路局)	道路防災総点検防災 カルテ作成・運用要領 (建設省道路局)	本研究
①攻撃斜面			○	○
②侵食前線 としての遷急線				○
③崩壊地形	○			○
④受け盤・ 流れ盤		○		○
⑤小尾根地形	○		○	○
⑥遷急線・遷緩線 の繰り返し		○	○	○
⑦オーバーハング 地形	○	○	○	○
⑧斜面高さ	○	○		○

既往文献に見られる地形的要素に、侵食地形を示す項目を加えて、①攻撃斜面、②侵食前線としての遷急線、③崩壊地形、④受け盤・流れ盤、⑤小尾根地形、⑥遷急線・遷緩線の繰り返し、⑦オーバーハング地形、⑧15m以上の切土のり面の8つの地形的要素の有無を抽出項目として用いることとした。

航空レーザ計測データを基に、上記の抽出項目の分布状況及び明瞭さから判断し、岩盤崩壊の発生可能性を、区分i；明瞭、区分ii；不明瞭、区分iii；認められないという3段階のレベルに分けて斜面を抽出する。

キーワード 岩盤崩壊, 航空レーザ計測, 地形的要素  
連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センター防災研究所 TEL 048-651-2693

#### 4. 斜面抽出実施結果と現地確認結果の比較検証

東北地方に位置する山間部斜面(延長=約90km)を対象とした航空レーザ計測データを基に、3段階の区分に応じて斜面抽出を実施した。また、別途、現地確認を実施し、対象斜面を3段階に区分した。各々の結果を基に比較検証を行った結果を表2に示す。

表2. 斜面抽出実施時と現地確認実施時の判断結果の比較表

斜面抽出実施時の判断結果	全対象数量に占める割合	現地確認実施時の判断結果	全対象数量に占める割合
区分 i	20%	区分 i	20%
		区分 ii	0%
		区分 iii	0%
区分 ii	45%	区分 i	0%
		区分 ii	43%
		区分 iii	2%
区分 iii	35%	区分 i	0%
		区分 ii	7%
		区分 iii	28%

対象全数量を100%とし、各々の判断結果を比較すると、区分 i では斜面抽出時と現地確認時の判断結果が一致した。斜面抽出時に区分 ii と判断された箇所の中で、現地確認時に区分 iii と判断される箇所が全体の2%程度の割合で存在した。また、斜面抽出時に区分 iii と判断された箇所の中で、現地確認時に区分 ii と判断される箇所が全体の7%程度の割合で存在した。

以上より、今回用いた手法により、岩盤崩壊の発生可能性が明瞭な箇所(区分 i)が、現地踏査と同等のレベルで抽出できることが確認できた。ただし、斜面抽出時に岩盤崩壊の発生可能性が認められないと判断した箇所(区分 iii)が、現地確認では、発生可能性が不明瞭(区分 ii)と判断されたことから、岩盤崩壊の発生可能性が不明瞭な箇所の中には、本手法では抽出が困難なものもあるということがわかった。これは、航空レーザ計測データでは読み取れない地質的要素の風化やゆるみ及び対策工の有無によるものであったため、本手法を適用する際の留意点であるといえる。

#### 5. 斜面抽出結果の分析

抽出された斜面の傾向を確認するため、斜面調査時の抽出項目ごとの明瞭さに応じて、(1)特に明瞭;5点、(2)明瞭;3点、(3)不明瞭;1点、(4)ない;0点と配点し、抽出結果の点数化を行った。なお、「④受け盤・流れ盤」は状況のみを示す項目のため、分析対象から除外した。区分ごとに算出した合計点の平均値を表3に示す。合計点の平均値の大きさは区分 i, ii, iiiの順となり。岩盤崩壊発生の可能性が明瞭であるほど、合計点数の平均値が高くなった。要素が明瞭である抽

出項目が多いほど、合計点の平均点が高くなる傾向にあるため、その傾向が斜面抽出結果の岩盤崩壊発生の可能性の明瞭さにも表れていることが確認できた。

表3. 斜面抽出結果の区分ごとの合計点の平均値

斜面抽出実施時の判断結果	区分 i	区分 ii	区分 iii
抽出項目による合計点の平均値	10.5点	5.0点	1.5点

斜面抽出結果について、支配的となる抽出項目があるかどうかを確認するため、それぞれの抽出項目の配点が合計点の平均値の中に占める割合を区分ごとに整理し、表4で示す。

表4. 各抽出項目の配点が合計点の平均値に占める割合

		抽出項目							
		①	②	③	⑤	⑥	⑦	⑧	
区分	i	9%	18%	22%	20%	11%	13%	7%	
	ii	16%	22%	20%	16%	6%	4%	16%	
	iii	20%	7%	13%	7%	0%	0%	53%	

岩盤崩壊発生の可能性が明瞭あるいは不明瞭な箇所では、抽出項目②、③、⑤が占める割合が他と比較して大きくなっている。そのため、岩盤崩壊発生の可能性を捉える上では、これら3つの項目は重要なものであると考えられる。

#### 6. おわりに

今回のレーザ計測データを基にした抽出方法で一定の成果が得られたことより、この手法により岩盤崩壊の発生可能性のある斜面の事前抽出を行い、抽出結果の区分に応じて、図2で示すように踏査レベルに重み付けをした現地調査を行うといった実用方法を検討した上で、岩盤崩壊の発生可能性のある斜面の管理体系へ取り入れていく予定である。

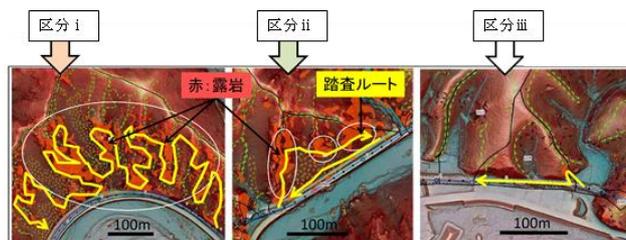


図2. 斜面の現地調査・点検時の踏査ルート例

#### 参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所, 1999, 落石対策技術マニュアル, P. 39
- 2) 国土交通省道路局, 2006, 事務連絡「道路における災害危険個所の再確認」(参考資料) 点検要領, P. 62-67
- 3) 建設省道路局, 1996, 道路防災総点検防災カルテ作成・運用要領(案), P. 51