

点群データを活用した落石斜面検査方法の検討

東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
東日本旅客鉄道株式会社

正会員 ○細井 学
正会員 植村 昌一
正会員 滝澤 彰宏

1. はじめに

JR 東日本では、鉄道沿線斜面からの落石と列車との衝撃を回避するために、地表踏査を基本とした落石に関する斜面検査および防護設備の強化、落石検知装置の整備を実施している。しかし、地表踏査は多大な労力がかかる上に危険な作業である。そこで、ドローンを活用して上空から取得した画像および点群によって地表面の変状や変化を確認する検査手法の検討を進めている（図1）¹⁾。

今回、2時期で比較した点群データにより落石斜面に変化が生じた箇所を地表踏査により確認した。また、落石斜面の変化を適切に捉える方法と斜面にある転石等が線路まで到達するか推定する方法の検証を行った。

2. 落石斜面の検査方法と課題

JR 東日本では具体的な落石検査の実施手順や方法を定めた技術資料を用いて、落石検査を実施している。通常の維持管理で行う検査は主に目視による徒歩巡回や斜面踏査を実施する。具体的には線路脇から斜面を見上げたり、線路脇に設置された防護設備の裏側をのぞいたりして、新たな変状や異常の有無を確認する。これらの検査は技術者が目視を主体として行う検査であるため技術者の踏査箇所や踏査ルートの違いにより変化箇所の見落としや斜面の植生の繁茂状況等により変化箇所を確認できない場合が想定される。そのため現状の落石検査をより高度化した技術が必要であり、最新の技術を活用して定量的に落石斜面の変化箇所を

抽出し、斜面にある転石等が線路まで到達するか推定できる方法が有効であると考える。

3. 点群データを活用した落石検査手法

- 今回検証した点群データを活用した落石検査は以下の手順で行った（図2）。
- ・落石斜面全体の点群データを2時期で取得
 - ・点群データを処理して微地形 3D モデルを作成
※) 微地形 3D モデルとは、地形の凹凸を強調して表現し、地形判読がしやすい地図である。
 - ・1 時期目と 2 時期目の微地形 3D モデルの標高差解析と判読作業により、変化がある箇所を示した変化図を作成
 - ・変化箇所に対して技術者が斜面踏査を実施し、実際に変化が生じているか確認（変化図を使用）
 - ・転石等が線路まで到達する可能性があるか確認（微地形 3D モデルを使用）

4. 落石斜面検査の検証

点群データを活用した落石斜面検査の検証は、鉄道沿線における斜面 A と B の2箇所で行い、いずれも広域で急勾配な斜面であり粘板岩や砂岩を主体としている。斜面 A と B の斜面の諸元を表1、航空写真を図3、に示す。

5. 変化箇所の検証（変化図）

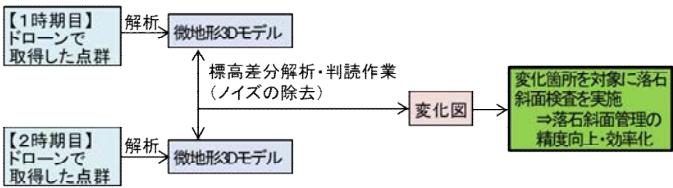


図2 ドローンを活用した落石斜面検査方法

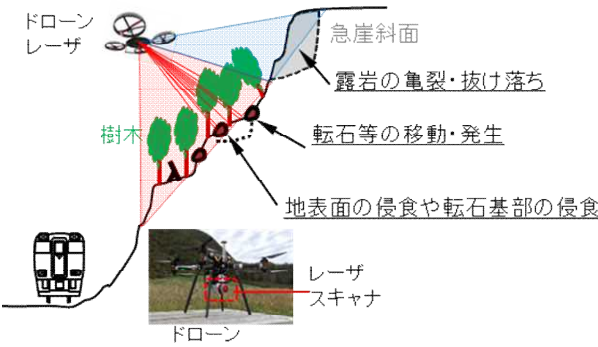


図1 ドローンを活用した落石斜面検査方法

表-1 斜面 A と斜面 B の諸元

	面積	斜長 (最大)	延長	地形的特徴
斜面A	約3.1ha	約180m	約350m	切土のり面が形成される 斜面中位～上位にかけ広く露岩が分布する
斜面B	約1.3ha	約250m	約220m	谷型斜面、中央部になだらかな谷底が形成される 周囲の尾根には露岩地が形成される

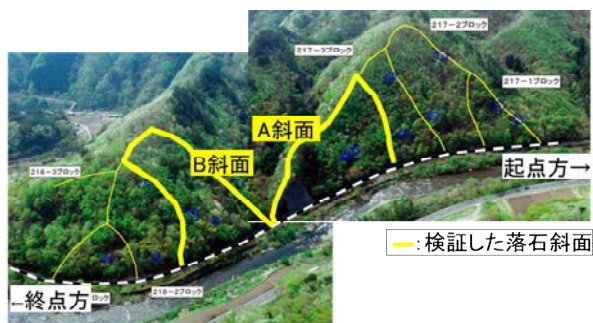


図3 斜面AとBの航空写真

図4は斜面AとBにおける2時期の変化箇所を変化図に記載したものである。変化箇所での変化内容はa) 小規模崩壊, b) 転石の移動, c) 柵裏の堆積変化である。

a) 小規模崩壊の内容(図5)は、線路近傍の斜面から土砂が線路側に移動し、その下方の柵周辺に土砂堆積が発生した変化である。変化図からは赤青の標高差分が一对で発生し、断面図からは斜面上部から下部に向かって標高差分が生じていることがわかる。現場では、上方の変化箇所において崩壊跡地頭部から深さ20cm程度、線路方向1.0m×線路直角方向3.0m程度の小規模崩壊が発生し、その下方の変化箇所において柵の下端に土砂と転石が堆積していることを確認した。b) 転石の移動, c) 柵裏の堆積変化についても同様に現地で変化が生じていたことを確認した。

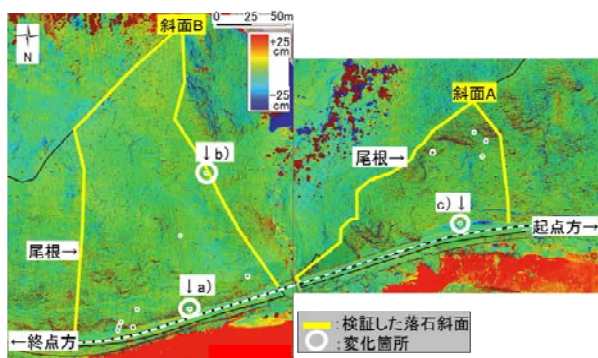


図4 斜面A(右)と斜面B(左)の変化図

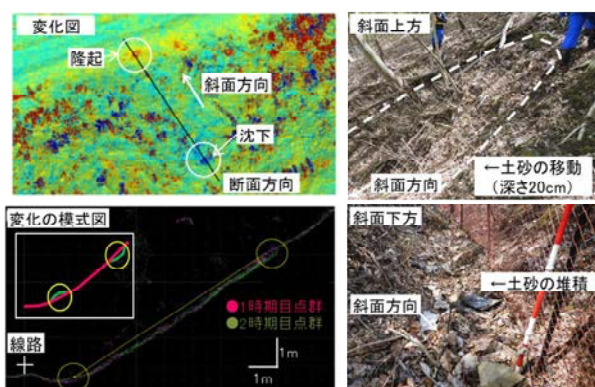


図5 小規模崩壊の現地状況(右)と変化図(左)



図6 斜面Aの微地形3Dモデル(左)と転石①②(右)

6. 転石等の線路への到達の検証(微地形3Dモデル)

図6に斜面Aにおける微地形3Dモデルと転石が存在する箇所を示す。図中に凸型で標記されているものが転石と判断できる。微地形3Dモデルを活用することで以下の落石斜面の地形的特徴を把握しやすくなる。

- ・ 沢と尾根の位置関係
- ・ 斜面勾配が急な箇所と緩い箇所
- ・ 落石止め柵のような連続した防護設備の有無
- ・ 露岩、倒木箇所、崩壊跡地が存在する箇所

上記の地形的特徴を把握したうえで斜面Aに複数存在する転石の中から転石①②の線路への到達の可能性の有無について現地で検証を行った。なお、転石①②は2時期の差分比較では変化が生じていない箇所である。

転石①は、尾根沿いに比較的大きく露出した転石であるが根入れはあり現在安定している。落下経路は尾根から沢の方向であり、沢で停止するか崖錐に到達すると思われる。落下しても線路への影響は少ないと推定できる。

転石②は、斜面中腹に存在する露岩の落ち残りの転石であり検査で変位量を監視している箇所である。現在は変化がなく安定している転石である。落下経路は線路方向であり、線路平行方向にある柵に到達すると推定される。落下する転石の大きさにより線路付近まで到達する可能性があるとは推定できる。

7. まとめ

今回活用した変化図により落石斜面の変化箇所を把握することができた。また微地形3Dモデルにより転石等の線路へ到達する可能性が判定しやすくなることがわかった。

参考文献

- 1) 神谷ら：ドローンを活用した斜面検査手法の開発(点群処理手法の検討)，第77回土木学会年次講演会