

## 岩盤斜面における落石発生機構に関する画像データを用いた検討

大成建設株式会社 正会員 ○宮永隼太郎 谷卓也

### 1. はじめに

落石は山の斜面や崖等において発生する現象で、近接する道路や鉄道といったインフラ施設、通行する車両や人に重大な損傷を与えることがある。落石の発生が多い箇所では、斜面上の転石や亀裂の進展に伴う浮石の除去や、根固めといった予防工や防護柵を設置する防護工が施される。落石による被害を抑えるためには、その地域の落石の運動特性を分析して落石危険度を把握した後に、効率的な予防工・防護工を実施することが重要であるという指摘もある。

筆者らは、山岳トンネルの切羽作業における安全確保を目的として、切羽監視員を補助する落石検知警報装置の開発を行ってきた<sup>2)</sup>。これは、切羽からの吹付けコンクリートの剥離や落石発生時に警報を鳴らし、作業員に退避を促すものであるが、この装置を改良し、山間部の工事現場付近の落石が頻発する岩盤斜面の落石観測、記録に適用した。本稿では落石の観測方法と落石運動の評価方法、記録された落石画像の分析結果の一例を示し、考察する。

### 2. 改良機と観測方法

図-1に落石記録装置の設置状況を、図-2に機器の構成を示す。観測対象の斜面は車道に面しており、直近に河川と橋が存在する。カメラは橋の中央付近に固定し、1秒間に40枚の画像を撮影することで斜面を監視している。斜面とカメラの距離は約80m、監視範囲は幅40m×高さ30m程度、直径20cm程度以上の落石を検知できるように設定している。本体は橋の近傍の電源を取れる位置に設置し、有線LANケーブルを用いてカメラと通信できるようにした。落石検出時には橋と斜面を挟む両端に設置したパトランプが点灯し、車両に落石発生を知らせる。また、落石発生時には、その日時と発生前後の連続画像が画像保存用PCに記録される。斜面の監視は毎日8:00～17:00に実施し、観測地点の近くの気温・気圧・降水量・風速などの気象データも記録している。

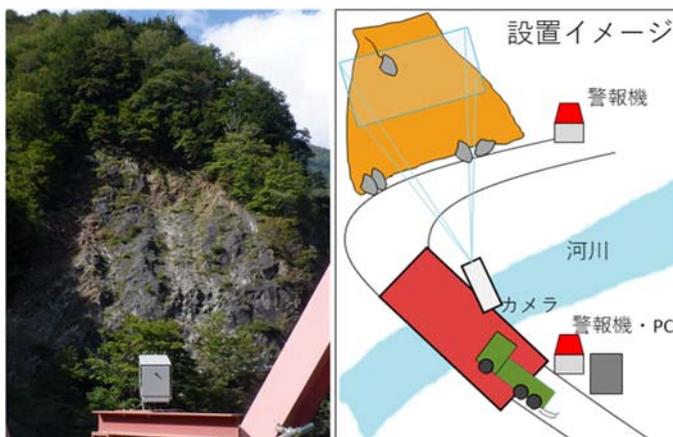


図-1 岩盤斜面監視状況

### 3. 落石運動の評価方法

落石検知警報装置によって得られた落石画像記録とその解析手法について述べる(図-3参照)。図-3aが実際に得られた画像データである。これらの画像データにフレーム差分法を適用する。前後の連続画像同士のフレーム差分を取った結果が図-3bである。フレーム差分とは2枚の画像を重ねて差を取り、一致しない箇所を抽出する処理のことである。これにより、移動物体(落石等)を可視化し、最後に全ての差分画像を合成(図-3c)することにより、落石の運動機構を分析することができる。また、軌跡画像中の白ピクセル(落石)と黒ピクセルの比率と既知である斜面監視面積から落石の体積を推定できる。これら一連の処理により、落石の発生源、運動の特徴、規模の分析が可能である。

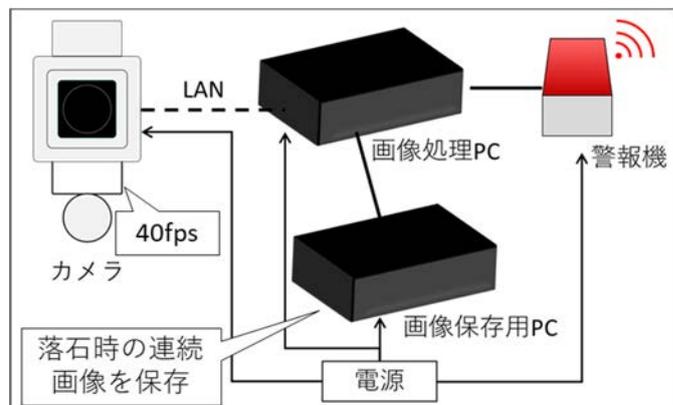


図-2 落石検知警報装置の概要

キーワード 落石, 落石観測, フレーム差分, 危険度評価

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL: 045-814-7221

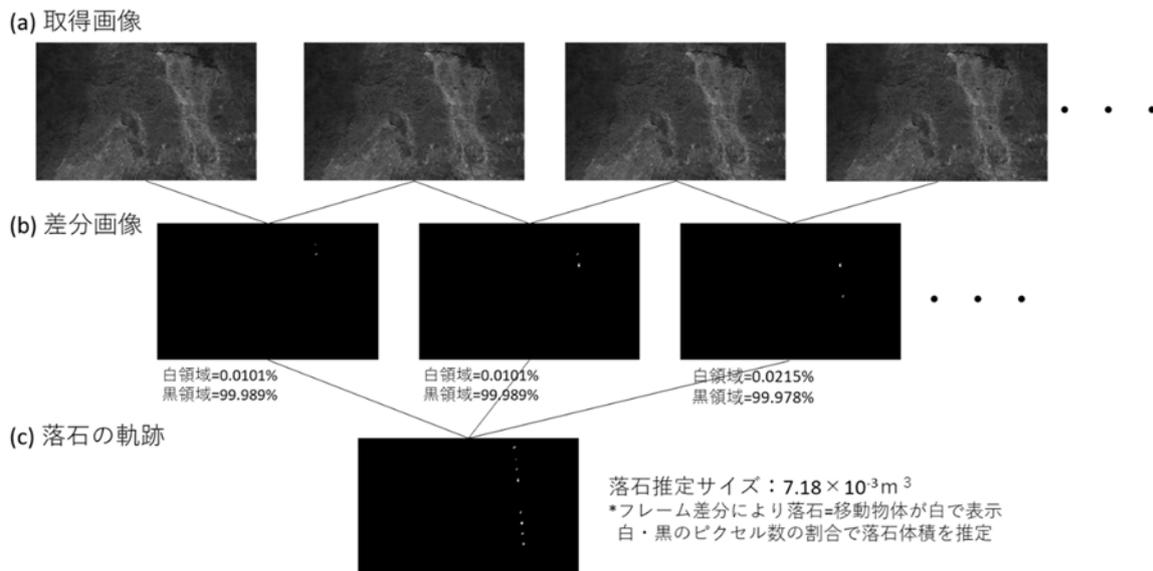


図-3 落石データの画像解析

#### 4. 落石記録

図-4a に実際に得られた落石記録の発生源と日時の一例（2021年1月の記録）を示す。1月3日に1回、13日に3回、18日に2回の計6回の落石が記録された。この3日間のうち2日は複数回発生しており、それぞれ1回目の落石から1時間以内に2回目の落石が発生している。また、図-4b は落石軌跡の軌跡を表しており、同日に斜面の同じ箇所において同様の規模の落石が発生している様子が分かる。現在のところ落石画像のサンプル数は少ないが、一度落石が発生すると短い時間内に同じ箇所でも同規模の落石が発生しやすいことが推察できる。気象データとの関連については今後分析を進めていく。

#### 4. おわりに

落石検知警報装置を岩盤斜面の落石観測に適用と取得データの分析を行った。現在、落石観測は上述の1地点でのみ実施している。落石は地質や斜面形状の影響も強く受けると考えられるが、まずは同一地点の落石記録を蓄積し、落石発生のパターン、気象データとの相関、落石頻度・規模によって落石危険度評価が可能か検討をする。今後は、観測地点を増やすとともに、地質や斜面の形状、地震等も考慮した落石要因の分析も行い、落石予測研究の端緒を得たい。

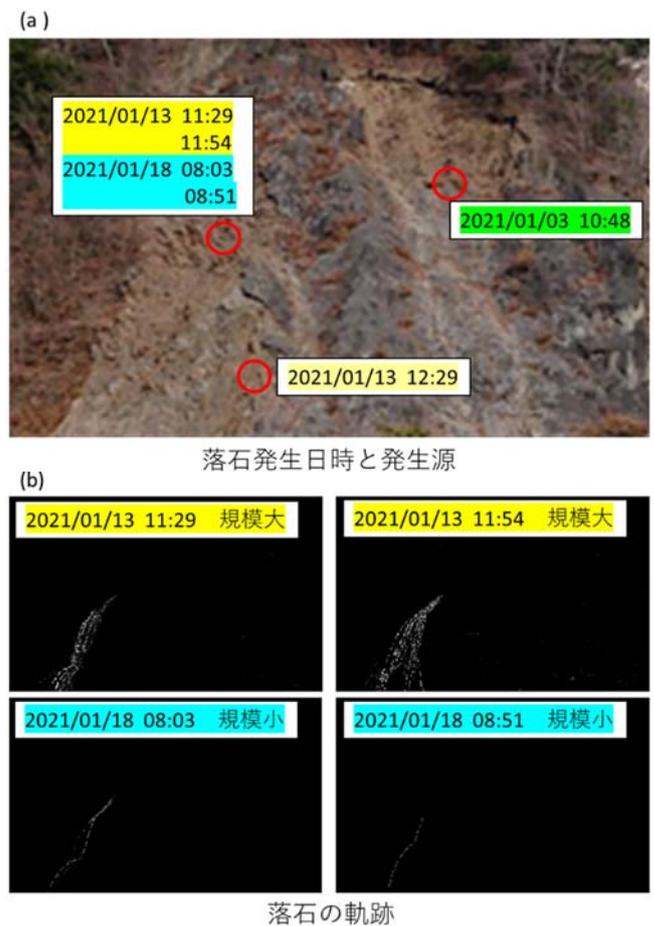


図-4 落石記録と落石運動の分析結果

#### 参考文献

- 1) 菅野蓮華, 森口周二, 高瀬慎介, 寺田賢二郎, 沢田和秀, 児波昌則: 混合ガウスモデルを用いた落石危険度の空間的・確率論的評価, 地盤工学ジャーナル, Vol.12, No.2, pp.211-221, 2017.
- 2) 谷卓也, 古賀快尚, 青木智幸, 高市一馬: 落石を予知・警報する切羽監視システム「T-iAlert Tunnel」の開発, 大成建設技術センター報, No.51, 2018.