

【3】

ラジヘリ空中写真と3D画像を用いた浮石調査事例

株式会社藤井基礎設計事務所 ○齊藤 龍太
 藤井 俊逸
 ルーチェサーチ株式会社 福田 信行

1. はじめに

島根県隠岐郡の道路法面において浮石調査を実施した。調査地には既設の高エネルギー吸収タイプの落石防護柵があるが、過去に隣接箇所想定を上回る崩壊が発生したため、端部が破損していた。そこで残存部の背後斜面の浮石調査を実施し、既設工の再評価を行った。評価は、既設工の設計値と、背後の浮石の落石エネルギーの比較により行った。

なお、落石防護柵の端部を破損させた崩壊は、特に地質的な弱線にあたり、崩壊の素因を有していた箇所と判断した。そのため、残存部では今後発生する可能性の高い災害として落石に注目し、浮石調査を実施した。

2. 現地状況と調査時の問題

山内ら¹⁾によると調査地周辺は、流紋岩溶岩及び貫入岩、流紋岩・粗面岩火砕岩が分布している。

現地調査では、残存している既設の落石防護柵付近に、背後斜面からはく離れた落石が見られた。防護柵付近で見られた落石のうち、最大は1.4m×1.0m×1.0mであった。

落石源である背後斜面は、植生がなく、亀裂の発達した流紋岩が露頭していた。さらに急勾配であるため、滑りやすく、斜面上位の浮石状況とサイズを踏査によって調査することが困難であった。

3. ラジコンヘリコプター(ラジヘリ)による浮石調査

背後斜面に徒歩で近づくことは困難であるが、植生がなく見通しは良いため、ラジヘリで空中写真を撮影することで、浮石状況とサイズを計測した。

(1) 撮影方法

ラジヘリによる空中写真の撮影は2名で行う。1名がラジヘリを操縦し、1名がデジタルカメラで撮影を行う。撮影中のカメラ映像は、手元モニターで確認することができる。5秒に1回自動で撮影し、急崖部を中心とした周囲を撮影した。連続で写真を撮ることで、撮影時間が短縮され、迅速に調査を行えた。

ラジヘリにはGPSが付属しており、撮影位置の情報を取得できる。指定した座標位置へラジヘリを自動的に移動させることもできるため、事前に計画が立てやすい。

(2) 浮石の判定

浮石の判定は、主に崖面を近接で撮影した空中写真を使用して実施した。踏査時に斜面を下から見上げた状況と、空中写真の状況から、浮石を判断した(写真-1)。既設工の評価が目的であるため、安定性による分類は行わず、写真

上で不安定な形状であると判断した主な浮石を選定した。

選定した浮石は、写真上の読取位置から平面図にプロットして標高を特定し、既設工との位置関係から落下高さと斜面勾配を決定した。

(3) 3D画像の作成

空中写真を合成して3D画像を作成した(図-1)。3D画像の一般的な作成方法の手順は以下の通りである。

- ① 撮影画像の読み込みを行い、画像毎の撮影時の位置・姿勢データ等を入力する。
- ② 使用したカメラのセンサーサイズ、画素数、焦点距離、レンズ歪み情報等のパラメーターを入力する。
- ③ GCP(Grand Control Point)を読み込む。
- ④ 自動空中三角測量とバンドルブロック調整により撮影した画像の正確な位置・姿勢情報等のパラメーターを算出する。計算結果を元に低解像度のオルソモザイクとDSM(Digital Surface Model)、初期3次元点群データを生成する。なお、GCPがある場合はGCP情報を参考にして計算する。
- ⑤ ④で計算した正確な位置・姿勢情報等のパラメーターを使用して、画素単位でのマッチングを行なうことにより数cm単位の3次元点群データを生成する。
- ⑥ ⑤で算出された高密度3次元点群データを元にして、高解像度のオルソモザイクとDSMを算出する。また、高解像度のオルソモザイクを使用して生成された高密度3次元点群データにRGBの色情報を付加する。

(4) 浮石サイズの計測

浮石サイズは、3D画像の座標データから計測した。図-2に落石サイズ作成フローを示す。3D画像内の座標間距離は実測値と異なるため、周辺の構造物を基準にして補正係数を算出した。さらに空中写真時に設置していたポールを基にした見取りサイズと比較し、整合性を確認しながら、浮石サイズを確定した。

4. ラジヘリ調査の有効性

3D画像から計測した浮石サイズと、空中写真から読取りしたサイズは、ほぼ同値であり、妥当な精度を持って計測されていると判断した。落石対策工の評価や設計は、設計落石エネルギーとの比較で行うため、必ずしも全ての浮石に対して厳密にサイズを計測する必要は無い。今回の精度で、明らかに既設工の設計値を上回る浮石を抽出することができ、調査の主目的を達成することができた。なお、設計値を上回る浮石の対策について詳細設計を行う際に

は、再度測量を実施する予定である。

写真合成で3D 画像を作成するため、植生がある箇所や撮影枚数が少ない箇所では一部うまく合成できず座標データが取得できない部分があった。ただし、植生がある箇所の多くは、踏査により直接サイズを計測することが可能であり、合成データがない一部については空中写真からサイズを読取った。

ラジヘリ空中写真と、その写真合成で作成した3D 画像による浮石調査の有用性は高い。データの不足する場合も、従来法と併用することで克服可能である。特に、今回のような直接近づけない危険な急崖で、かつ広範囲の調査では非常に有効であった。ラジヘリであれば様々な角度から浮石の撮影が可能であり情報量も増えるため、今後の浮石調査への活用が期待される。

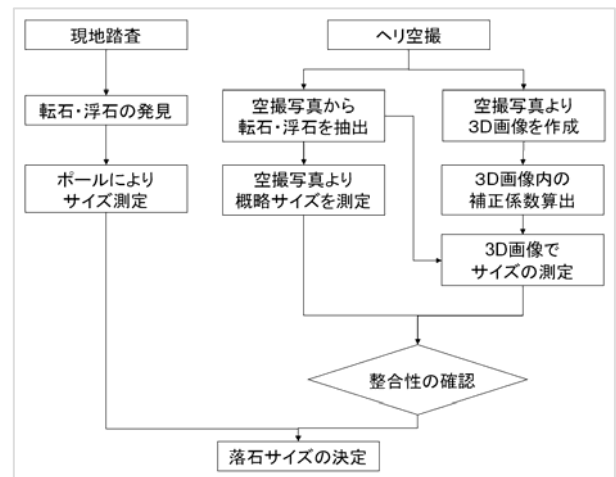


図-2 落石サイズ計測フロー

《引用・参考文献》

- 1) 産総研地質調査センター：西郷地域の地質，2009.

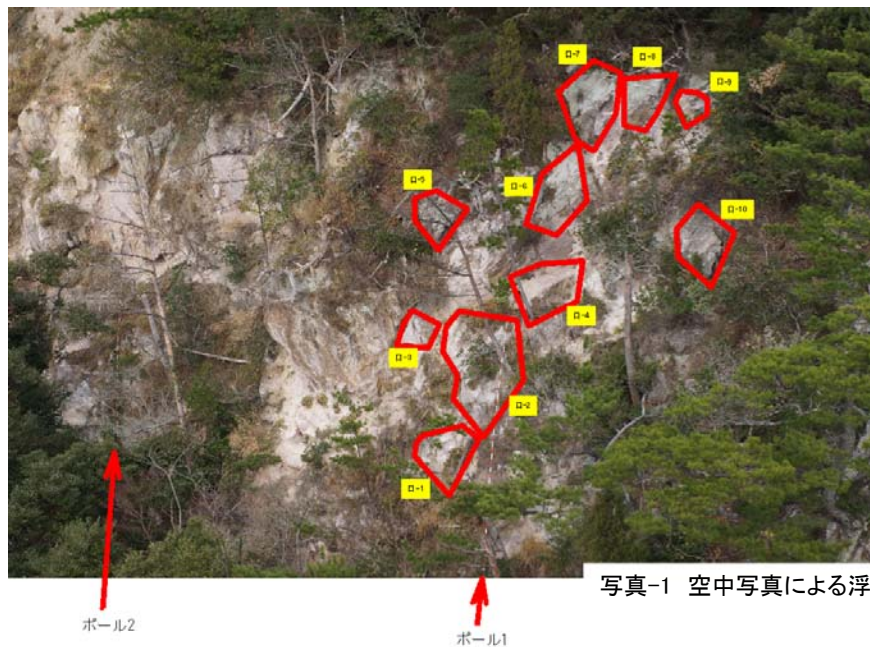


写真-1 空中写真による浮石判定

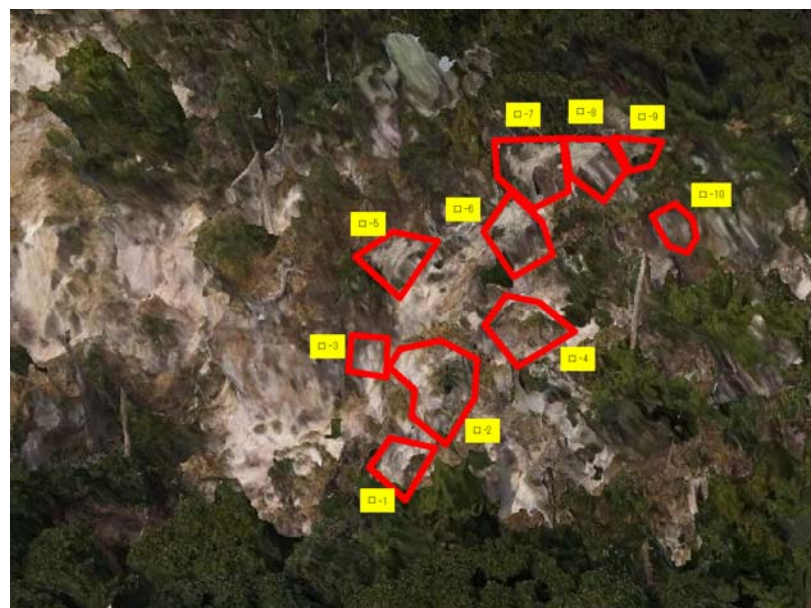


図-1 3D 画像(写真-1と同位置)