

SfM/MVS を用いた崩壊斜面における土砂変動量算出への適用性検討

アジア航測株式会社 ○服部聡子, 織田和夫, 高山陶子

1. はじめに

近年, UAV(Unmanned aerial vehicle)や SfM^{*1}/MVS^{*2} といった三次元復元技術の進化により, 比較的容易に三次元点群や地形モデルを取得することが可能となった。一方, 地形形状を適切に把握するためには基準点を設定する必要がある, 通常基準点座標取得のため, 現地においてトータルステーションや GNSS を用いた測量を実施する。このため複数時期の地形モデルを作成する場合, その都度現地測量を実施しなければならない。

本研究では, SfM/MVS 処理における基準点設定方法について, 現地測量作業量が低減できる手法を提案し, その精度検証を行い, 崩壊斜面における土砂変動量算出への適用性を検討することを目的とする。

2. 手法

2.1 UAV 撮影および基準点測量

UAV 撮影は, 夏期 (2015/7/24) および秋期 (2015/11/24) の 2 回実施した。対象斜面は, 幅 100m×奥行 70m 程度の溪岸崩壊である。周辺は斜面上部から下部までの高低差が大きく, また樹木等の障害物が多い。このため安全管理上, 同高度で飛行する自律飛行を避け, マニュアル飛行を行った。撮影方向は斜め写真が主で, 写真の重複率は 60~80%になるように撮影した。解像度は約 2cm である。使用機材を表 1, 図 1 に示す。

表 1 計測機器

計測項目	計測機器の概要
UAV 撮影	・UAV: DJI S900 ・カメラ: SONY 製 NEX-7 (画素サイズ: 6000×4000pixel)
基準点測量	・トータルステーション: ライカ TS15 ・GNSS: ニコン・トリンブル 5700

*1 : Structure from Motion : 複数視点からの画像を元に, 画像の撮影位置と撮影物の三次元的な関係と形状を復元する方法

*2 : Multi-view Stereo : 得られたカメラ位置などのパラメータから点群を生成する方法



図 1 撮影に使用した UAV

2.2 解析手法

UAV による空中写真から SfM/MVS ソフトウェアを用いて点群および数値標高モデル (DSM) を作成した。解析には, Pix4D 社の Pix4D mapper Pro を使用した。

基準点設定に際し, 第一回撮影時では現地観測座標を使用した。第二回撮影画像については, 下記の 2 ケースを行った。

- ・ケース 1 : 現地観測座標を使用
- ・ケース 2 : 第一回の点群から巨礫や既存標識, 構造物等不動とみなせる地点を抽出し, これら点のモデル座標を基準点として使用

3. 解析結果

作成した点群を図 2 に示す。

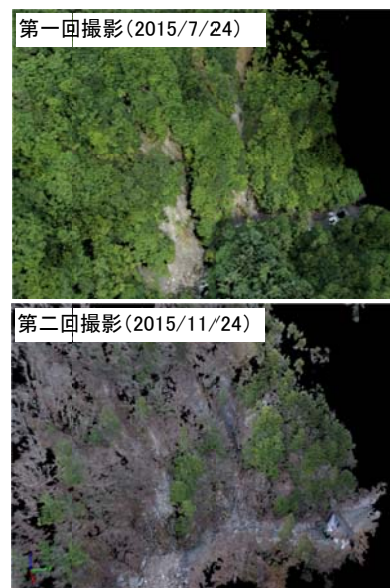


図 2 点群データ

3.1 精度検証

各解析における基準点および検証点の RMS 誤差を図 3 に示す。基準点ではいずれのケースも水平・高さ方向の RMSE は 10mm 以下となった。検証点においては、現地測量座標を使用した場合（第一回撮影、第二回撮影ケース 1）では、水平・高さ方向が 15mm 以下、モデル座標を使用した場合（第二回撮影ケース 2）では、水平方向は 20mm 以下、高さ方向は 30mm 以下となった。

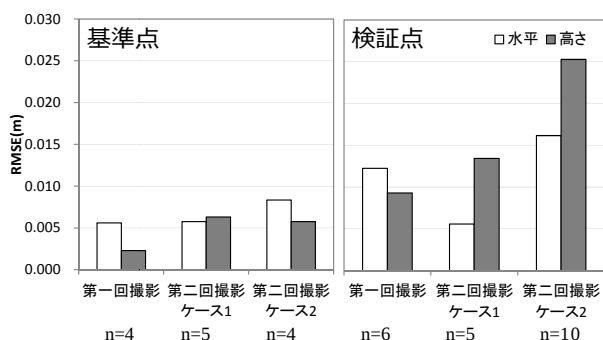


図 3 基準点・検証点における RMS 誤差
(n は基準点数・検証点数を示す)

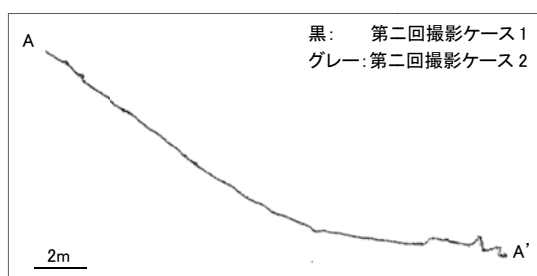


図 4 断面図(ケース 1/2 比較)

さらに第二回撮影のケース 1 およびケース 2 の点群の断面図を比較したところ、ずれや歪みが見られず (図 4)、現地測量座標を使用しないケース 2 においても地形形状を把握可能と言える。

3.2 土砂移動量の算出

作成された DSM から、崖錐部における二時期の差分図を作成した。二時期の期間中、崩壊イベントなど目立った地形変化はなかったが、崖錐部の一部で堆積傾向を示した。明瞭な堆積傾向を示した箇所において土砂変動量を算出した結果 (図 5 点線内)、ケース 1 は 3.7m^3 、ケース 2 では 2.9m^3 で、ケース 1 に対しケース 2 は約 2 割少ない量となった。なお堆積深は最大約 0.3m である (図 6)。

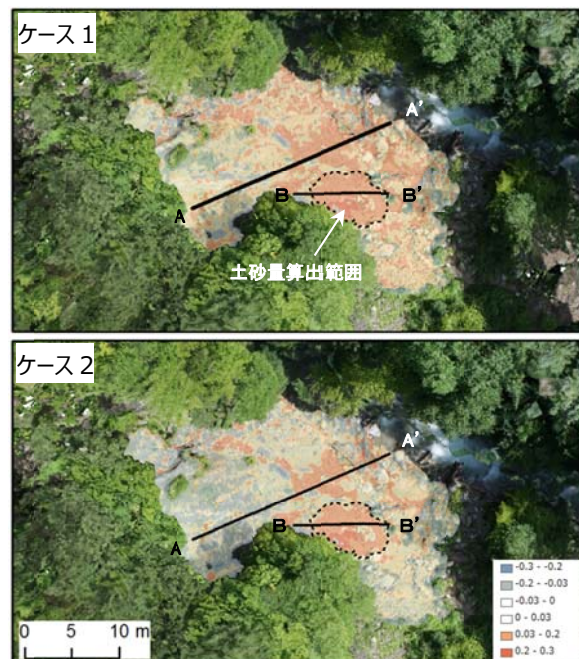


図 5 二時期の土砂変動量

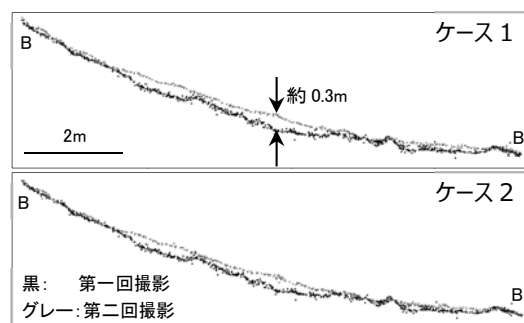


図 6 土砂移動箇所における断面図

4. まとめ

本研究では、現地測量作業量を低減するため、SfM/MVS 処理における基準点設定方法について、一時期目の不動点を使用する手法を提案し、その精度検証を行い土砂変動量を算出した。その結果、検証点における位置精度は、現地測量座標を用いるケースより若干精度は劣るものの、地形形状の把握には大きく影響しないことが示された。また崖錐の一部で土砂量を算出した結果、ケース 2 は約 2 割少ない土砂量を示した。この差異は算出土砂量が極めて小さいことが主な原因と考えられるため、今後は評価可能なスケールの検討を行う必要がある。

謝辞：本研究は、国土交通省公募案件「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発（参加方式 B）」における成果の一部を使用しています。記して感謝いたします。