

無人航空機 (UAV) を用いた高速道路沿線の溪流調査方法の検討 (その2)

西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 ○小谷 拓弥
 西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 沖 咲良
 高速道路総合技術研究所 正会員 村上 豊和
 西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 柳迫 新吾

1. はじめに

近年、区域外で発生した土石流が高速道路に流れ込む事象（以下、土砂流入災害という）により、通行止め等を生じる事例が発生しており、この際、通行止めを速やかに解除するためには、災害状況を適切且つ迅速に把握し、対応を行うことが重要となる。この様な背景より、無人航空機（以下、UAV (Unmanned Air Vehicle) という）により土砂流入災害の被災状況を動画や静止画を撮影することで、迅速かつ安全な状況把握が可能となり、その有効性の高さを「無人航空機

(UAV) を用いた高速道路沿線の溪流調査方法の検討 (その1)」²⁾ (以下、「その1」という) で報告した。本研究では被災状況の把握において更なる精度向上を目的に、UAV から撮影した動画や静止画を使用し、SfM (Structure from Motion) による3Dモデルを作成することで斜面の侵食幅や礫・流木などの大きさ確認、崩壊位置や土砂移動範囲の特定などに活用可能かを検証した。なお、SfMとは複数枚の静止画から三次元の形状を作成する技術である。

2. 概要

本研究の作業は図-1に示す手順で行った。ここで使用した動画および静止画は、「その1」で撮影したものである。図-1の「③動画から静止画を抽出」においては、3Dモデルの作成精度を高めるため、土砂移動範囲の全長を真上から撮影した約5分間の動画から静止画を218枚抽出し、これらの静止画をSfMソフトにより解析することで3Dモデルを作成した。なお、SfMソフトによる3Dモデルの作成は、通常では位置情報の基準となる標定点を事前に現地へ設置する必要があるが、本研究では被災時の安全な調査を考慮したため、図-2に示す位置に別途撮影した静止画のExif情報（以下、座標情報という）を3Dモデルに与えることで縮尺や回転軸を補正した。また、動画から静止画の抽出はペガシス社の動画編集ソフトを使用し、抽出した静止画から3Dモデルを作成する作業はAgisoft社のMetaShapeを使用した。

3. 検証結果

本研究では、作成した3Dモデルの精度について以下に示す3項目の検証を行い、災害時においても活用可能であるか評価した。

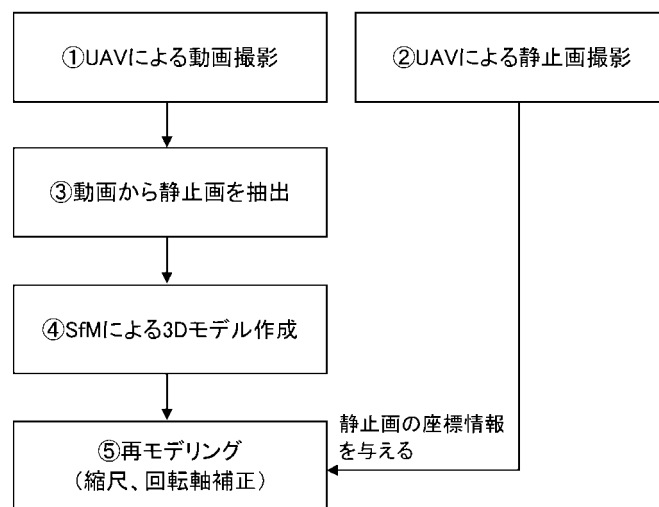


図-1 作業手順



図-2 作成した3Dモデル

キーワード UAV, SfM, 土石流, 溪流調査, 土砂流入災害

〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 TEL : 082-532-1411 FAX : 082-532-8058

3-1. 平面位置の検証

当該箇所は、災害時に別途レーザプロファイラ（以下、LP という）から作成した地形図とオルソ画像より、土砂移動範囲を把握している。平面位置の検証は、図-3 に示す LP 地形図とオルソ画像から把握した土砂移動範囲と、作成した 3D モデルを重ね合せ、位置や延長を比較した。図-3 より土砂移動範囲の位置は概ね整合する結果が得られたが、土砂移動範囲の中腹では平面位置に差が生じた。この原因は、3D モデル作成後の座標付与において point1 と point2 で離隔が大きく、3D モデルの補正精度が低いことが影響したと考えられる。この解決策として、モデル全体に対しバランス良く座標付与を行うため、静止画撮影枚数を増やすことが考えられる。また、土砂移動延長は、図-4 に示す様に LP 地形が 266.1m、3D モデルが 252.3m であり、LP 地形に対し約 95% と概ね精度が確認できた。

3-2. 溪流縦断の検証

溪流縦断は、図-4 に示す LP から作成した断面形状と 3D モデルを重ね合わせて検証を行った。重ね合わせた溪流縦断を比較すると、断面形状に大きな違いはないが、滑落崖に近づくにつれ溪床勾配に 8° の差が生じた。この原因は、静止画を斜め方向から撮影したため、point3 の位置設定に問題があったと考えられる。

3-3. 礫径の検証

作成した 3D モデルから、礫や流木の大きさ、溪床幅などを計測することが可能である。本研究では 3D モデルで計測した礫径と実際の礫径について比較検証を行った。写真-1 および写真-2 より、実際の礫径が 2.40m に対し、3D モデルで計測した礫径は 2.28m であり、その差は 0.12m であった。このことから、礫径の差については実物に対し約 95% であり概ね精度が確認できたといえる。

4. まとめ

本研究では、災害時に UAV による被災状況の動画撮影に加え静止画を撮影することで、SfM による 3D モデル作成時に座標情報を与えることができ、簡易的に崩壊発生位置や土砂移動範囲等の把握が可能であることを確認した。なお、今回撮影した静止画は斜め方向から撮影したため、静止画による位置合わせ時に誤差が生じた。これらは、静止画撮影時において撮影対象位置の真上から撮影することで誤差を小さくできると考えられる。今後の展望として、災害前の LP データを入手することができれば、静止画の座標情報から LP データと位置合わせし、標高データを取得することが可能である。これにより、被災前と被災後の地形データを使用し、流出土砂量の算出および土砂の堆積箇所や侵食箇所の把握が可能と考えられるため、引き続き検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 村上豊和, 久田裕史, 柳迫新吾, 下野宗彦: 地盤工学会中国支部論文報告集「地盤と建設」, Vol.39, No.1, pp.103~112, 2021
- 2) 村上豊和, 中村淳, 前川哲志: 無人航空機 (UAV) を用いた高速道路沿線の溪流調査方法の検討 (その 1), 令和 4 年度土木学会全国大会 (投稿中)

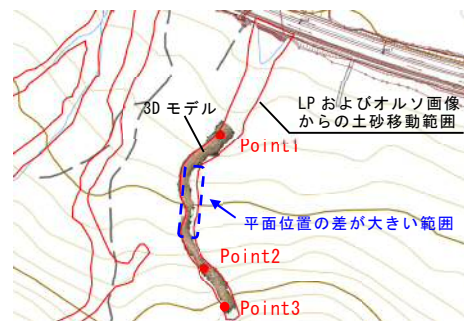


図-3 平面位置の合成

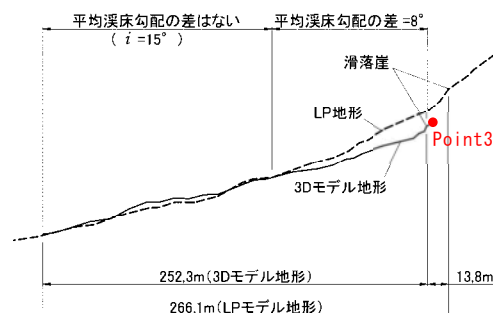


図-4 縦断位置の合成



写真-1 3Dモデル礫径計測値

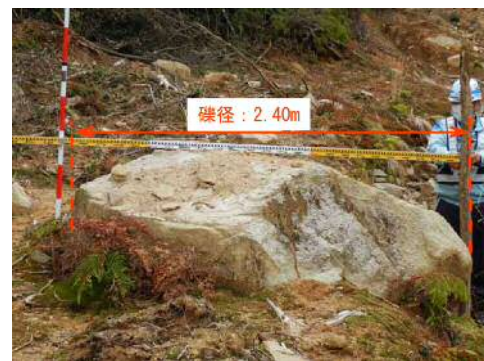


写真-2 現地での礫径計測値