

UAV（無人航空機）を活用した山腹測量の可能性について

九州森林管理局 宮崎森林管理署都城支署 渋谷 昂大
宮崎森林管理署 丸橋 勝寿
(元 宮崎森林管理署都城支署)

1. はじめに

近年、記録的大雨や大規模地震による山地災害が全国各地で発生しています。九州森林管理局管内では、平成 28 年熊本地震及び平成 29 年九州北部豪雨などにより、山腹崩壊等の林地荒廃や、法面・路肩の崩壊等の林道施設の被害が多数発生し、早期の復旧・復興に向けて取り組んでいるところです。

このような大規模な山地災害の調査では、多くの人員と時間を要するほか、急斜面で足下の不安定な場所を調査しなければならないことが多く、危険を伴うとともに、相当な労力が必要になっています。

しかし、近年、UAV 技術が発達し、低空から広範囲の災害現場や、即座に人や車が進入できない場所の高精細な写真を短時間で撮影できるようになり、災害の概況をいち早く把握できるようになりました。UAV で撮影した写真を用いて被害の概況を把握するとともに、視覚的にも分かりやすい情報にするため、山腹崩壊地を 3D モデル化し、さらにそれを用いた測量などができないか検証しました。

2. 検証内容

本検証は、都城支署管内の国有林に発生した山腹崩壊地の中でも、委託調査済みの 3 区域、全 9 カ所の山腹崩壊地において UAV で撮影し、Agisoft 社の Metashape を用いて 3D モデルを作成、委託調査時に実測された測線上に 3D モデル上でポイントを落とし、その座標を CAD に取り込み、計測を行いました。

また、委託調査先で実際に掛かった人工数を聞き込み、UAV を使用した場合との作業時間の比較をしました。

3. 検証手順

(1) UAV 撮影について

自動飛行と手動飛行両方を用いて撮影し、自動飛行は同一コース内の隣接空中写真との重複度が 90%、隣接コースの空中写真との重複度が 80%、対地高度 100~130m 程度になるように飛行計画を設定しました。また、崩壊地の状況に応じて垂直からは撮影しにくい崩壊地内縁の斜め写真を、手動飛行により撮影しました。

(2) 3D モデルの作成

Agisoft 社の Metashape により 3D モデルを作成しました。3D モデルの作成時、各処理段階で品質を設定することになりますが、品質選択のパターンが多くすべてを網羅するのは困難であったため、試験的に各処理段階において、それぞれすべて低・中・高の 3 パターンを作成・比較し、崩壊地の概況を 3D モデル上で解析するのに最低限必要だと思われる中品質として検証しました。

(3) 3D モデル上での計測

作成した 3D モデル上で崩壊地周囲及び委託調査時の縦断・横断測線のライン上にポイントを落とし、座標データを d x f ファイルで出力後、CAD に取り込み平面図・縦断面図・横断面図を作成し、トラン

シート測量をした委託調査の成果物と重ね合わせ比較する（図-1、2）。



図1 3Dモデル上で測線を作成

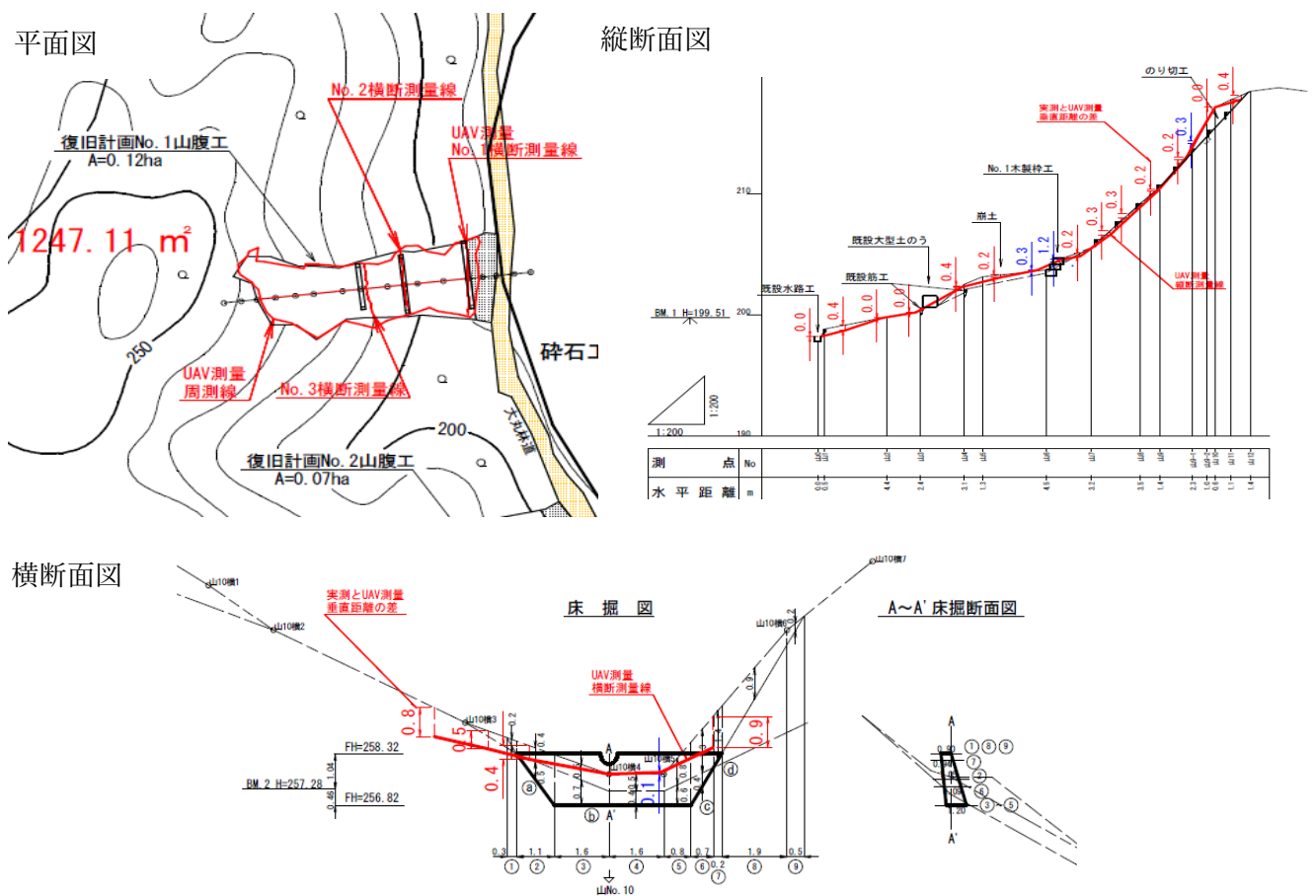


図2 CADで平面・縦断面・横断面図を作成し、委託調査結果と比較

(4) 作業人工数

委託調査で実際に掛かった人工数を聞き取り、本検証で掛かった人工数を比較しました。

4. 検証結果

(1) 平面測量

山腹崩壊箇所の全景がはっきりと撮影できる場所は、±10%程度の誤差になりました。また、崩壊地周囲の樹木等で陰になっている部分は、手動で撮影した斜め写真で3Dモデルを作成し計測できましたが、崩壊地の大部分に樹木等が重なり、斜め写真の撮影が困難な場所は、面積を計測するのが困難でした(図3)。



図3 樹木に重なる崩壊地

(2) 縦断測量

委託調査時の各測点で鉛直方向に誤差が0.1~2.5m程度、平均すると0.5m程度となりました。委託調査の縦断測量線に重なるように3Dモデルで測線を作成しましたが、対空標識を現地に設けなかったため、厳密に重ね合わせる事が困難でした。

そこで、1カ所について対空標識を設けて再測量したところ、誤差が鉛直方向に0.1~0.6m、平均0.35mとなり、一定の誤差に落ち着きました。よって、今回の誤差の要因の1つとして、測線がうまく重ならなかったことが考えられます。

(3) 横断測量

縦断測量同様に比較し、鉛直方向に誤差が0~2.8m、平均が0.5m程度となりました。また、対空標識を設けた1カ所についても同様に再測量しましたが、結果に大きな差が出ませんでした。これは、対空標識と実測線の方向のずれが生じたものと、地表の岩石や丸太の上を計測したため生じた誤差と考えられます。

(4) 作業人工数の比較

従来の方法に比べ、UAVを用いた測量の方が人工数が約84%減という結果になりました(表1)。

また、UAVの内業はMetashapeの解析時間も含んでいますが、解析中は操作の必要がなく、その間は別の作業に従事できるため、実質のUAVの内業時間は、実際はさらに少なくなると考えられます。

表1 作業人工数の比較

	委託調査		UAV	
	外業	内業	外業	内業
人数(人)	6	1	2	1
時間(h)	32	32	1.5	32
人工数(人×h)	192	32	3	32
人工数合計		224		35

※3区域9カ所、全調査面積0.79ha

5. 考察

今回の検証は、国有林職員が山地災害の調査を、安全かつ比較的誰でも簡単にできる手法を目指して取り組みました。

精度等については、足場の悪い崩壊地内に極力立ち入らないようにするため対空標識を設けなかったことから、委託調査の測線と完全に一致せず測線がずれた、測線上に岩石等があった等の理由により、誤差が大きくなったところが確認されました。しかし、こうした背景を加味しても、この誤差により、設置される構造物の設計が大きく変わるというのは考えにくいことから、UAVを用いた山腹測量成果でも十分に活用できると考えています。

また、崩壊地の規模にはよるものの、従来の委託調査では1件あたり200~300万円程度の費用を要するのに対し、UAV測量では有料ソフトのMetashapeやUAVなどが必要になるものの、初期投資は150万円程度で、今回の検証を実現することができれば、治山事業発注業務の省力化・低コスト化を図ることができます。

さらに、今回の手法は、UAV・Metashapeの操作がともに簡単であることや、直接足下の悪い崩壊地内に入ることがないため安全に調査を実行することができること、3Dモデルを写真や動画で見せることで災害状況を視覚的に伝えやすい(図4)、Metashape上でも簡易的に面積や距離の計測(図5)ができる等、様々なメリットがあります。

以上のことから、本検証は山腹測量に非常に有効な手段であると考えているので、実証を進めるほか、マニュアル整備等による使用方法の普及を図り導入の実現を目指したいと考えています。

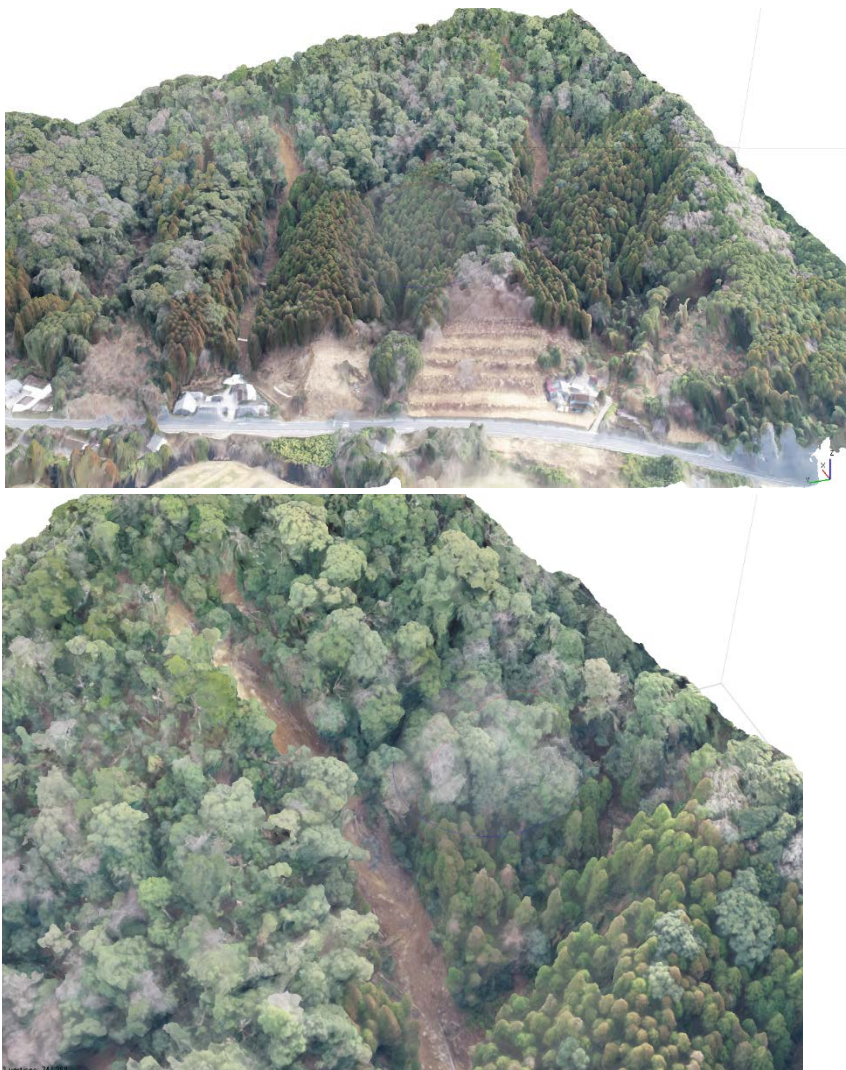


図4 視覚的に分かりやすい3Dモデル

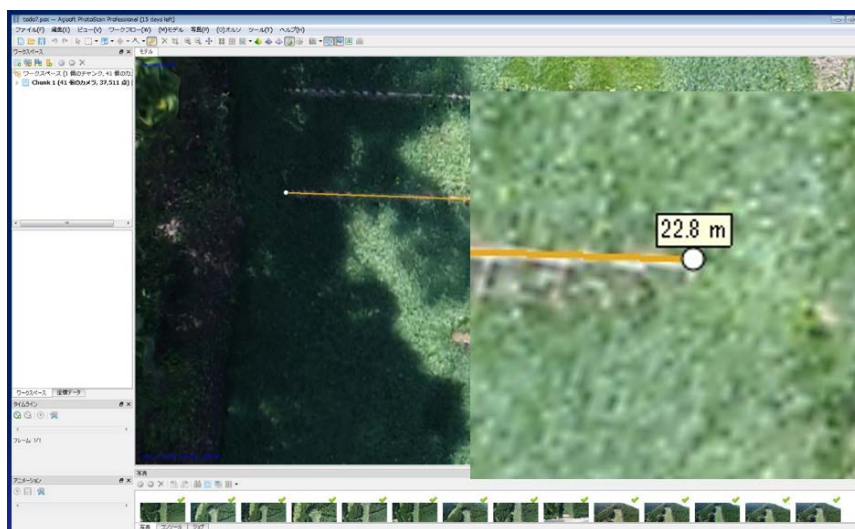


図5 Metashape 上で簡易計測