

UAV 写真測量データの山腹工継続工事への活用 ～複数年度にわたる治山工事での活用の考察～

岐阜森林管理署 一般職員 ○杉浦 有穂
主任治山技術官 細江 将樹
総括治山技術官 田丸 清彦

要旨

岐阜森林管理署では、令和4・5年度の治山工事において継続して UAV 写真測量を行い、土量計測や地山の変化状況の監視などを行いました。

その結果、UAV 写真測量は山腹工継続工事において数年先の工事内容や工事費を見据えた、より計画的な工事の実行への活用が可能だと考察しました。

はじめに

岐阜森林管理署で令和4年度に実施した山腹工では、機械のり切工の掘削土量の計測が必要でしたが、施工地が広範囲かつ急斜面で起伏が激しい現場であり、人力による土量計測が困難な現場でした。

そこで、UAV 写真測量により土量計測を行ったところ、正確な掘削土量を省力的かつ安全に取得することができました。

また、令和4年度の機械のり切工施工後に斜面中腹にクラックが発生し、土砂移動が確認されたことから、引き続いて実施した令和5年度の山腹工においては、地山の変化状況の監視を目的に UAV 写真測量を行いました。

令和4・5年度と継続して UAV 写真測量を行ったことで、3D点群データを蓄積させることができ、この3D点群データから得られる情報は、山腹工を継続的に実施する場合に土量計測以外にも活用できるのではないかと考え、その有用性を検証しました。

1 本工事の概要

令和4年・5年度に実施した「鹿山（観音滝左岸）復旧治山工事」の概要は以下の通りです（表－1）。

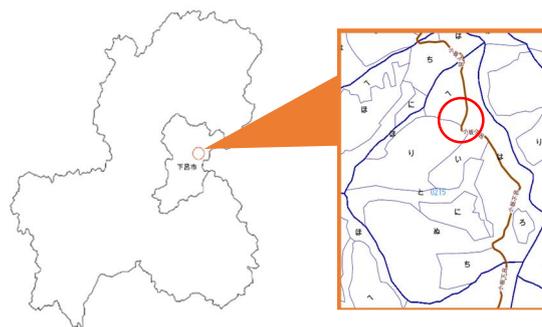
表－1 工事の概要

	令和4年度	令和5年度
工事名	鹿山（観音滝左岸）復旧治山工事	
工期	令和4年5月12日 から 令和5年3月20日 まで	令和5年5月24日 から 令和6年2月8日 まで
請負額	1億3,200万円	9,317万円
請負者	株式会社 熊崎組 (UAV 写真測量 株式会社 ACS)	株式会社 熊崎組 (UAV 写真測量 株式会社 ACS)
工種	溪間工 1基 山腹工 0.63ha (切土量 6,057 m ³) ほか	山腹工 0.63ha

施工地は岐阜県下呂市おさかちょう小坂町に位置する大洞国有林の215林班（図－1）にあり、面積0.63ha、平均傾斜約40度、林道より上部切出し位置までの高低差が100m程度ありました。

また、地山が不安定で崩壊を繰り返している足場の悪い現場でした（写真－1）。

令和4年度の工事では、ロッククライミングマシンを使用した機械のり切工を実施しました（写真－2）。



図－1 施工地の場所



写真－1 現場写真（令和4年度施工前）



写真－2 機械のり切工の様子

2 UAV 写真測量によって得られた成果

（1）安全で省力的な土量計測

従来の土量計測は作業員が現場に立ち入り作業しますが、当該現場は広範囲かつ急斜面で起伏が激しく足元が不安定な現場であるため、従来の土量計測の実施には過大な労力と危険が伴います。

計測に要する期間は2名で3日以上と見込まれました。

一方、UAV 写真測量の場合、計測作業は2名で2時間程度で実施できました（写真－3）。測量範囲が広範囲にわたる当該現場では、従来の手法より大幅な省力化が図られました。

また、現場への立ち入りは、危険度の低い箇所への基準点の設置及び回収作業程度のみで実施することができるため、写真撮影のためのUAV操作は安全な林道付近から実施可能です。

以上を踏まえ、UAV 写真測量は従来の測量よりも安全で省力的と言えます。



写真－3 UAV 土量計測の様子

（2）広範囲の3D点群データの取得

今回のUAV 写真測量では、以下の3つのアプリケーションを使用して3D点群データを作成し、解析を実施しました（表－2）。

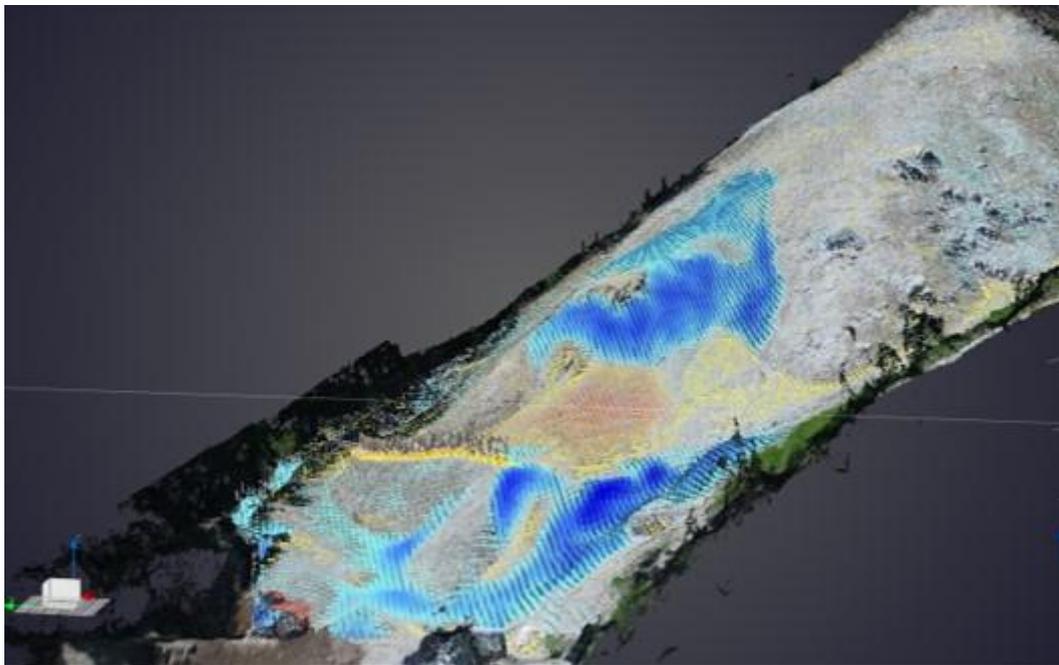
表－２ 解析に使用したアプリケーション

アプリケーション名	説明
Agisoft Metashape	航空写真 3次元地形データ作成ソフト
TREND-POINT	3D点群処理システム
武蔵・TREND-ONE	3次元設計データ作成ソフト

取得した3D点群データにより、施工現場の詳細な変化状況の把握が可能となりました。異なる撮影日の3D点群データを比較することで、切土量・盛土量の計算を行います。

さらに、ヒートマップで表示することで地山の変化を視覚的に把握しやすくなりました(写真－4)。

また、3D点群データは現場全体を360度自由な角度から観察できるため、現場全体の変化状況の把握に貢献しました。



写真－4 ヒートマップ

3 山腹工継続工事への活用

(1) 現場の変化を速やかに反映した工事発注

工事の節目となるタイミングでUAV写真測量を実施し、3D点群データを作成することで現場全体の変化の把握を可能とします。

これにより、現場の変化に対して速やかに適切な工種・工程の検討につなげられるのではないかと考察します。

(2) 高精度な工事費の積算が可能

UAV写真測量では3D点群データにより土量計算を行うため、従来の手法よりも正確な土量の把握が可能となり、高精度な工事費の積算が可能になると考えられます。

当工事の当初設計では、斜面積に平均掘削深(1m)を乗じることで掘削土量の算出を行ってしまし

たが、この計算により工事費を算出した場合と3D点群データによる土量計算で工事費を算出した場合では、約1,000万円の差が出る結果となり、UAV写真測量により土量計算を行ったことで、より適切な工事費の積算を行うことができました。

(3) 掘削の検討に活用

3D点群データの取得により、任意箇所縦断面の作成が可能となります(図-2)。

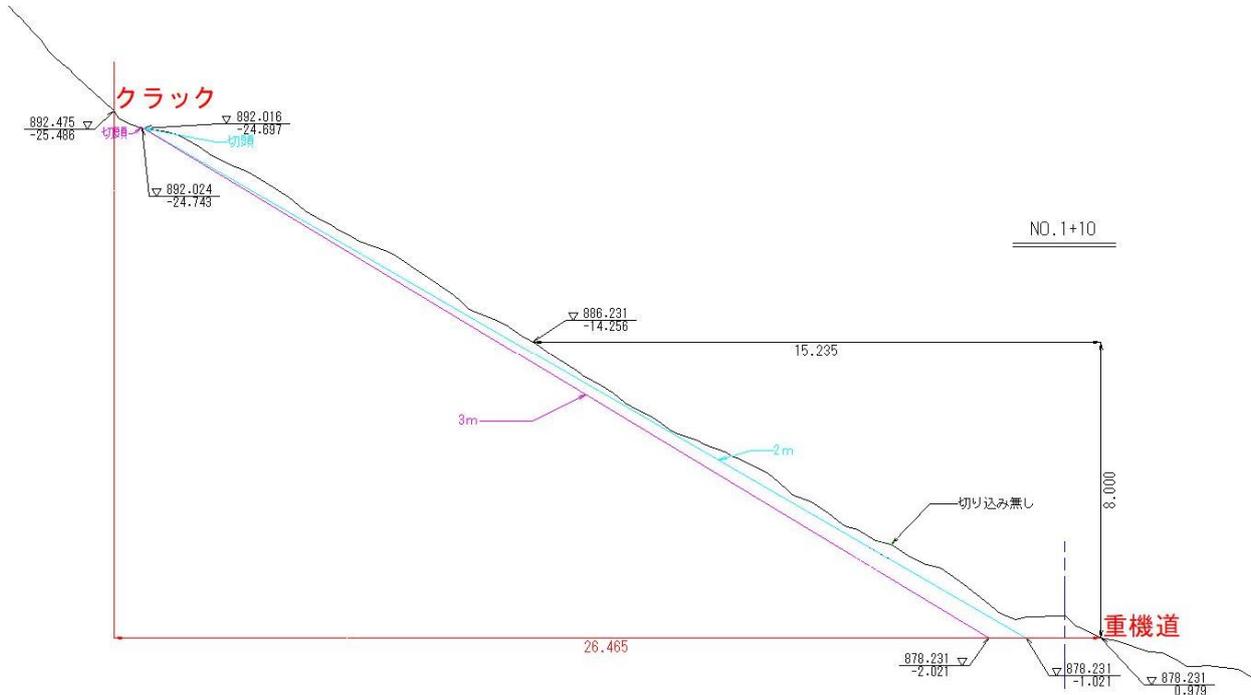
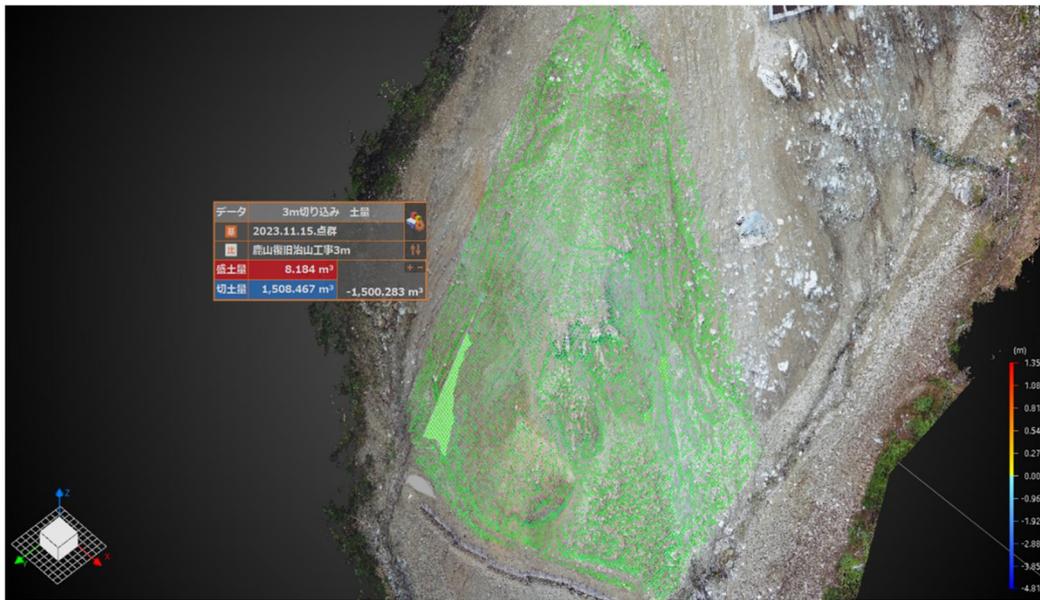


図-2 3D点群データから作成した縦断面

従来では、縦断面の作成には断面ごとに現地に立ち入り計測する必要がありましたが、UAV写真測量により3D点群データを取得している場合、これにより任意の箇所を指定して縦断面を作成することが可能となります。

また、任意の区域を指定して掘削土量の計算が行えるため、掘削量の予測も立てやすくなると考えられます(写真-5)。

このように、継続的に工事を行う場合には、前回の工事で取得した3D点群データを次の工事設計に活用しやすい点が有用であると考えられます。



写真－5 掘削土量計算

(4) 広範囲の地山状況を安全かつ省力的に監視

先述の通り、UAV 写真測量は高精度な広範囲の3D点群データを安全かつ省力的に取得可能です。当該現場のように広範囲かつ、立ち入りに危険を伴う箇所でも複数回の測量が見込まれる山腹工においては、特に UAV 写真測量の安全性と省力性が効果を発揮すると考えられます。

おわりに

当初、岐阜森林管理署では掘削土量の把握のため UAV 写真測量を採用しましたが、取得した3D点群データの活用について工事を進める中で検証を行ったところ、土量計測以外にも活用が可能でした。

現場状況の変化を速やかに反映した工事発注、高精度な積算、掘削の検討及び安全かつ省力的に広範囲の地山状況の監視を可能とする点において、複数年度にわたり同施工地で継続的に実施する山腹工では UAV 写真測量を採用することで数年先の工事内容や工事費を見据えた、より計画的な工事の実行につながれると考察しました。

謝辞

本研究に際して多大なご協力を頂きました株式会社 ACS 職員の皆様はこの場を借りて厚く御礼申し上げます。