

砂防分野における UAV レーザ測量の活用検討

国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○新子晃生 澤田悦史 北原一平
 (株)計測リサーチコンサルタント 安井伸顕 西村正三

1. はじめに

国交省では近年、建設業の生産性向上のために i-Construction の取り組みが始まっている。この中で、計画・調査・設計の段階から 3 次元モデルを導入し、後工程の施工・維持管理においても一貫して情報を管理することで一連の建設生産システムの効率化・高度化を図る目的で BIM/CIM が推進されている。一方で、近年頻発する土砂災害時にも安全かつ迅速に施設設計に活用できる地形データの取得が求められている。

本報告では、砂防事業における BIM/CIM の導入と効率的な地形取得を目的とした測量機器の選定、選定機器による地形データの特徴及び取得した地形データの施設設計への適用性について報告する。

2. 測量機器の選定

施設設計に利用可能な地形データを取得できる測量機器の選定を行った。選定は、一般的な測量で 사용되는 トータルステーション (TS)、広域にわたり地形取得が可能な砂防 LP、近年利用が高まっている UAV レーザの 3 つの機器を対象とした。評価は、「機能評価」と「付加価値」の観点で実施した。測量機器の選定結果を表-1 に示す。

表-1 測量機器の砂防堰堤の設計における評価

評価軸		砂防 LP	UAV レーザ	TS
機能 評価	効率性			
	広域 (10km ² 以上)	○	×	×
	狭域 (1km ² 以下)	×	○	○
	精度	×	○	○
		1/1,000	1/250~ 1/500	1/500
	樹林下の 地盤取得性	○	○	○
	計測時の 安全性	○	○	×
付加 価値	斜面上部の危険箇所 (浮石等) の計測	△	○	△
	デジタル オルソフォト	○	○	×
合計 (満点 7 点)		4.5	6.0	3.5

【配点】○：1 点、△：0.5 点、×：0 点

※1：詳細形状の把握が困難、※2：斜面上部の計測が危険

上記選定の結果、優位となった UAV レーザにより地形取得を行うこととした。

また、本報告では UAV レーザの他にモバイル 3D スキャナでも地形を取得した。モバイル 3D スキャナは、既往の研究¹⁾で、砂防水路工の形状を安全かつ迅速に取得可能な測量機器であることが確認されている。

3. 現地計測の概要

【地形取得日時と場所】

平成 30 年 10 月 31 日 岩手県岩手郡雫石町

【使用した測量機器の概要】

(1) UAV レーザ

- マルチコプタに小型レーザスキャナを搭載し、上空から地形データを取得する。
- 地形データの取得は、「レーザスキャナ」、「GNSS」、「IMU」の技術を用いる。
- 1 日で最大 24ha 程度の地形の取得が可能である。

(2) モバイル 3D スキャナ

- モバイル 3D スキャナを持ち歩くだけで計測が可能。
- 地形データは SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) の技術を有するモバイル 3D スキャナ (STENCIL) を用いて、3D レーザ (LiDAR)、IMU、カメラのデータを統合処理し、自己位置を推定し自動合成を行っている。
- 計測機器の半径 20m 四方の地形の取得が可能。
- GPS 等を用いないためデータはローカル座標での取得となる。このため、公共座標等へ配置する際には別途測量や真値となるデータが必要となる。

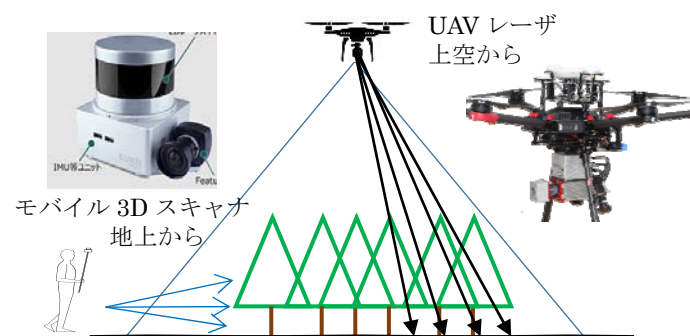


図-1 UAV レーザとモバイル 3D スキャナの計測概要

4. 取得したデータの特徴

(1) UAV レーザ

今回 UAV レーザにより取得した地形データの特徴を以下に示す。

- 取得したオリジナルデータ (図-2) をフィルタリング処理することで、樹木下の地盤状況を示す ground データを作成できる。この ground データからは、土砂の堆積状況や勾配変化点なども判断できる。
- GNSS、IMU を用いるため取得データは公共座標に配置されたデータである。
- レーザデータ取得と同時に画像を撮影するため、カラー点群を取得できる。

- 砂防 LP (高度 1000m 程度) よりも低空 (高度 100m 前後) で詳細 (1/250~1/500 程度) な地形データを取得することができる (図-3)。



図-2 UAV レーザで取得した点群データ



図-3 UAV レーザで取得した地形横断

(2) モバイル 3D スキャナ

今回モバイル 3D スキャナにより取得した地形データの特徴を以下に示す。

- 地上からの計測となるため、上空の UAV レーザでは取得できなかった樹木の幹が比較的明瞭に取得できることが分かる (図-4)。
- 徒歩で計測するため、意図した部分に関して 1/500 程度の精度の地形データを取得することが可能である (図-5)。



図-4 モバイル 3D スキャナで取得した点群データ

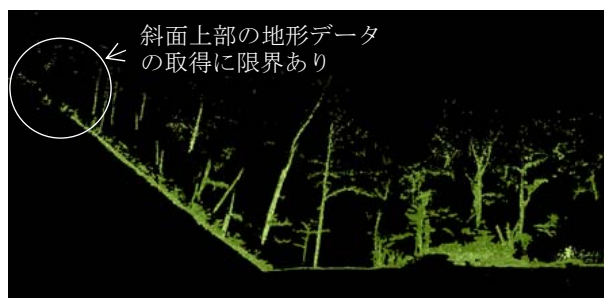


図-5 モバイル 3D スキャナで取得した地形断面

5. 砂防堰堤の施設設計への適用性

取得した地形データによる砂防施設設計の適用性を検証するために断面形状の比較を行った。比較は①既往の LP 地形図、②UAV レーザ、③モバイル 3D スキャナとした (図-6)。また、3 次元モデルによる設計を図-7 に示す。

(1) UAV レーザ

UAV レーザにより取得したデータは勾配変化点が明確に出ているのに対し、LP データは勾配変化点の間隔が大きい地形になっている。また、飛行した範囲の地形は確実に取得できているため UAV レーザによる砂防堰堤設計は可能であると判断される。

(2) モバイル 3D スキャナ

モバイル 3D スキャナにより取得した地形は UAV レーザと同様に勾配変化点が明確に確認できる。しかし、地上から側方に向かって計測するため、草木がある場合、レーザが側面にあたり部分的に地表面に到達しにくいことが分かった (図-6 の UAV レーザとモバイル 3D スキャナの横断地形相違の原因)。また、河床の歩行のみでは両岸の地形取得 (特に尾根部) が困難である。このため、尾根部まで移動して地形を取得する必要があるが、立木や地形条件により地形取得の限界がある。

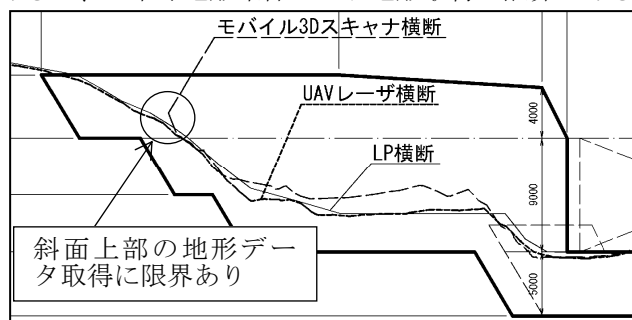


図-6 地形モデル (横断) 比較



図-7 3 次元モデルによる設計

6. まとめ・今後の展開

今回の実証試験の結果、UAV レーザによる地形データの精度は施設設計においても適用が可能であることを確認できた。また、計測時の安全性、迅速性を加味した場合の地形取得手法として有用であることも確認できた。さらに、UAV レーザにより取得した地形データから立木状況が確認できたため、流域内の流木量算出の樹林計測にも活用できると考えられる。

【参考文献】1) 畠山ら (2018) : モバイル 3D スキャナを活用した砂防施設の点検・診断, 平成 30 年度砂防学会研究発表会概要集, V-095