

航空レーザ点群の造成工事における起工測量への適用性検証

安藤ハザマ 正会員○澤城光二郎 正会員 木付 拓磨

非会員 古川 浩司 非会員 崎井 優仁

朝日航洋 正会員 中野 一也 非会員 大伴 真吾

国土交通省 甲府河川国道事務所 非会員 渡邊 行朗 非会員 朱通 恭章

1. はじめに

航空レーザ測量とは、航空機に搭載したレーザスキャナ(LS)で地上にレーザ光を照射し、上空から地形形状を効率よく計測するシステムである。その中でも固定翼機による計測は、高高度から広範囲を迅速に計測することが可能であり、主に標高地形図の作成、災害発生時の現況把握、森林事業管理などに活用されている。これらの業務で計測された航空レーザの点群データは、G 空間情報センター¹⁾などにアーカイブとして蓄積されており、このアーカイブを有効に活用する方法が求められている。

土木の造成工事では、通常、トータルステーションや地上 LS、UAV レーザを用いて起工測量を実施し現場の地形データを取得するが、この起工測量の地形データとして先に挙げたアーカイブのデータを利用することで、現場ごとに測量を実施する必要がなくなるのではないかと考え、航空レーザ計測が i-Construction における起工測量に適用できる精度を有するか、造成現場を対象に検証を実施した。

2. 実験概要

本実験で計測の対象とした現場は、切土法面の道路造成現場である(図-1)。当該現場は ICT 活用工事となっており、UAV レーザによる起工測量が予定されていたため、航空レーザとの比較データとしてこの UAV レーザのデータを使用した。航空レーザは 12 月 8 日に計測を実施し、図-2 に示す固定翼機にレーザ計測器としてライカジオシステムズ社製 Terrain Mapper を搭載したもので、対地高度 2300m から計測した。計測性能は鉛直精度 18cm²⁾である。UAV レーザによる起工測量は、10 月 22 日に計測を実施しており、機種が DJI 社製 MATRICE600PRO(図-3)、レーザ計測器は Yellow Scan Surveyor を使用し、対地高度 50m から計測した。計測性能は鉛直精度 5cm³⁾となっている。



図-1 検証現場



図-2 航空レーザ搭載固定翼機



図-3 UAV レーザ

3. 検証内容

本実験では、UAV レーザで取得した点群を基準データとし、国土交通省の UAV レーザにおける出来形管理基準⁴⁾と照らし合わせることで航空レーザの起工測量への適用性を検証した。検証項目は①標高精度、②点群密度の2つを設定した。①標高精度についてはエリアを図-4のように3箇所選定し、それぞれのエリアで UAV 点群から作成した TIN と航空レーザ点群の標高較差を計算した。UAV レーザと航空レーザの計測日が約2か月離れているため、各計測間で変状の少ないエリア1, 2, 3を精度検証の対象とした。②点群密度については①において選定したエリア毎の航空レーザ・UAV レーザ点群の密度を計算した。

キーワード 航空レーザ、i-Construction、点群活用、造成工事、起工測量

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ 技術研究所 先端・環境研究部 TEL 029-858-8815

4. 検証結果

検証項目①, ②の結果を以下に示す.

① 標高精度

エリア 1 から 3 までの標高精度の結果を表-1 に示し, 図-5, 6 にエリア 2 における標高較差のヒートマップとデータ分布のヒストグラムを一例として示す. これらの図を見ると, 全体的に UAV レーザ点群に対して航空レーザ点群が標高の高い上側に分布する傾向があることがわかる.

また, 標高較差を見ると, エリア 1, 2, 3 の標高較差の平均がそれぞれ 232mm, 57mm, 101mm, 標準偏差がそれぞれ 164mm, 65mm, 70mm となりエリア 2, 3 については i-Construction における起工測量の測定精度である±100mm 以内といえる結果であったが, エリア 1 については測定精度外となった. これは検証エリアの傾斜がエリア 2, 3 では一様に約 30 度前後であったのに対し, エリア 1 では局所的に約 80 度と非常に急傾斜な地形が存在しており, そのような部分で UAV レーザと航空レーザそれぞれの点群のばらつきが大きくなったことが原因と考えられる.

② 点群密度

エリア 1 から 3 それぞれの 0.25 m²あたりの点群密度は表-2 に示すように平均 5.8 点となった. 国土省の基準では 0.25 m²(50 cm×50 cm)に 1 点以上となっており, 全エリアにおいてこの基準を満たすことが確認できた. 一方, UAV レーザと比較すると単位当たりの点数は 15 分の 1 程度と点群密度が小さかったことから, 地形や地物の再現性が低く, さらなる精度向上のために飛行高度を下げることやレーザラップ率を上げるなどの方法で点群密度を大きくすることが望まれる.

5. まとめ

航空レーザの i-Construction における起工測量への適用において, 点群密度は国土交通省の基準を満たすことが確認できた. 標高較差については, 傾斜角約 80 度のような非常に急傾斜な部分を除き基準を満たすことが確認できた.

今後の課題として水平精度の検証が挙げられる. 今回使用した航空レーザは高度 1000m において水平精度 13cm²の機器性能となっているが, 今回の計測では点群から判読可能な地物が少なく, 水平精度を満足に検証できなかった. 追加の検証を実施し, 地物から面を生成して交差をとるなどの方法で水平精度の検証を進めていきたい. そして, これらの結果をまとめ起工測量への点群アーカイブの有効活用へと繋げていきたい.

参考文献

1) G 空間情報センターIP : < <https://www.geospatial.jp/> > (2020.3.20 入手)
2) ライカジオシステム社IP : < <https://leica-geosystems.com/> > (2020.3.20 入手)
3) YellowScan 社IP : < <https://www.yellowscan-lidar.com/ja/> > (2020.3.20 入手)
4) 国土交通省 : 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領 (土工編) (案) H30.3

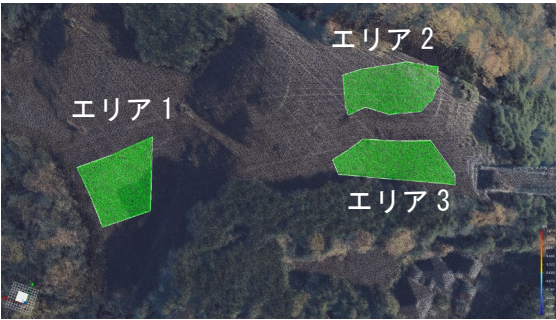


図-4 検証エリア

表-1 標高精度結果

		エリア1	エリア2	エリア3	合計口
標高較差 (mm)	平均	232	57	101	130
	標準偏差	164	65	70	100
	最大値	1611	555	859	
	最小値	-367	-852	-632	

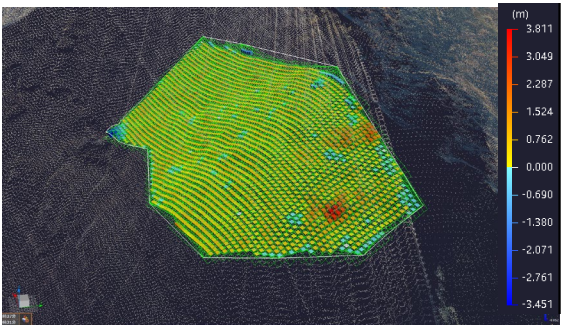


図-5 標高較差ヒートマップ(エリア 2)

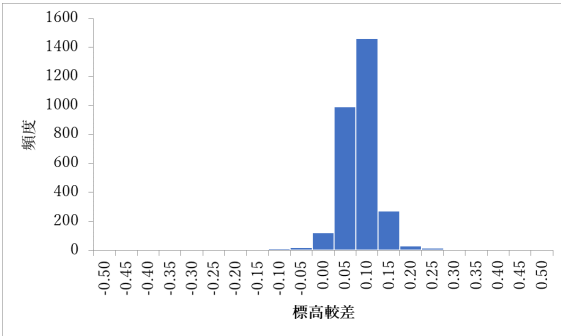


図-6 標高較差ヒストグラム(エリア 2)

表-2 点群密度結果

		UAVレーザ	航空レーザ
点群数 (点/0.25m ²)	エリア1	110.4	3.7
	エリア2	110.4	9.0
	エリア3	84.5	4.7
	平均	101.8	5.8