

UAV グリーンレーザの陸域部における計測精度検証

安藤ハザマ 正会員 ○黒台 昌弘 正会員 澤城 光二郎
正会員 荊山 直将 非会員 小松 良光

1. はじめに

UAV グリーンレーザ計測は図-1 に示すように、水面を透過する特徴を持つ緑色の波長帯のレーザ光を使用することにより、従来の UAV レーザ計測（以降では対比のために「UAV 近赤外レーザ」と称する）では行えなかった水底などの計測が可能な計測手法である。同種の技術として調査測量分野においては、グリーンレーザを用いる航空レーザ測深の活用が進んでいる。国土地理院の公共測量マニュアル¹⁾で作業方法や精度管理方法が規定されており、沿岸域における地形調査や生態系調査での実績²⁾がある。

一方で、建設分野では ICT 活用工事において、UAV 近赤外レーザ計測の導入が進んでいるが、湖沼・河川や沿岸部に近接する工事での地形測量は近赤外レーザ計測のみでは対応ができず、水際部での TS 測量や人が立ち入れない水深では深浅測量を併用することが多い。そのため、測量作業の効率化のために、1 台の計測機器で水域と陸域の双方に対応できる計測技術が求められている。

そこで、筆者らは、図-2 に示すような陸域（護岸、護床ブロック、堰本体、干上がった河床、河川敷など）と水域（河道、瀬部、水たまりなど）が混在する広範囲な工事現場での地形測量において、UAV グリーンレーザ計測の適用性について検証した。

2. UAV グリーンレーザ計測に求められること

上記のような環境で本技術を運用するためには、既に ICT 活用工事において要領化されている UAV 近赤外レーザ計測を比較対象として、地形測量のうち起工測量や出来形測量における UAV グリーンレーザの計測可能条件や実測精度など明らかにしておく必要がある。具体的には、①陸域部分においても同等の計測性能を保有していること、②水域部での計測が可能な水深や濁りの程度がわかっていること、③i-Construction の管理基準値³⁾である $\pm 0.1\text{m}$ （起工測量）や $\pm 0.05\text{m}$ （出来形測量）を満足することなどである。本稿では①の陸域部分における UAV グリーンレーザの計測性能の検証結果を報告する。

3. 実験概要

(1) 実験エリアと調整用基準点/検証点配置

本実験では図-3 に示すエリアを検証範囲とし、取得した 3 次元点群を現場の座標に落とし込む調整用基準

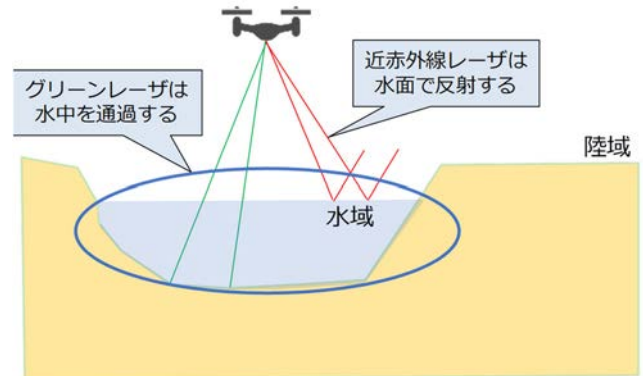


図-1 グリーンレーザ計測の特徴



図-2 実証した現場の UAV 写真

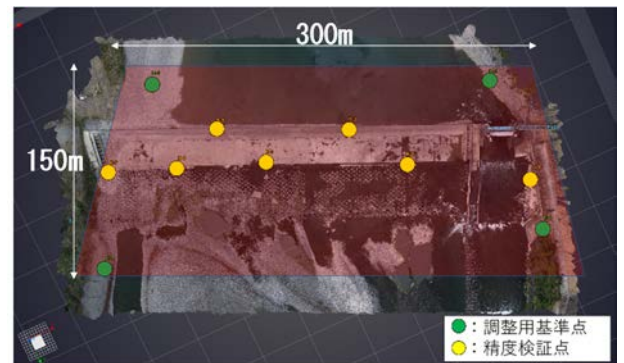


図-3 実験エリアと調整用基準点・検証点配

キーワード UAV グリーンレーザ, i-Construction, 河川工事, 出来形測量, 近赤外線レーザ

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

表-1 使用機器と計測条件

| 使用機器 | | | | 飛行条件 | | |
|-----------------|----------------|------------|-------|------|-------|------|
| 機器 | 型式 | メーカー | 用途 | 飛行高度 | 有効計測角 | 計測時間 |
| UAV | MATRICE 600PRO | DJI | エリア飛行 | | | |
| 近赤外線 レーザスキャナ | Vx-20+ | YellowScan | 点群計測 | 60m | 110度 | 18分 |
| グリーン レーザスキャナ | EDGE LiDAR | ASTRALite | 点群計測 | 30m | 30度 | 45分 |

表-2 検証点精度の結果

| (m) | グリーンレーザ1回目 | | | グリーンレーザ2回目 | | |
|------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 平均 | 0.011 | 0.007 | 0.032 | 0.015 | 0.031 | 0.010 |
| 標準偏差 | 0.010 | 0.005 | 0.019 | 0.011 | 0.017 | 0.011 |
| (m) | グリーンレーザ3回目 | | | 近赤外線LS | | |
| | X | Y | Z | X | Y | Z |
| 平均 | 0.010 | 0.014 | 0.032 | 0.018 | 0.007 | 0.013 |
| 標準偏差 | 0.009 | 0.010 | 0.011 | 0.014 | 0.007 | 0.012 |

点を4点、座標精度を確認するための検証点を7点設置した。各点の配置は i-Construction の管理基準³⁾に準拠し、実験エリアの面積に対して必要な数を設置している。

(2) 使用レーザ機器と飛行条件

本実験で使用した UAV グリーンレーザ、近赤外線レーザの機器およびその飛行条件を表-1に示す。近赤外線レーザに比べてグリーンレーザは、フットプリントが大きく有効計測角が小さい性質があるため、同等の点密度のデータを取得するためには飛行高度を低くし、計測ライン間隔を狭くする必要がある。そのため本検証での計測時間は近赤外線レーザに対して2.5倍を要している。

4. 実験結果

グリーンレーザ計測を3回、近赤外線レーザ計測を1回実施し、それぞれのデータから陸域での計測精度を検証した。

① 検証点の座標精度

GNSS 計測で取得した各検証点の座標値を基準データとし、各レーザ計測の3次元点群から求めた検証点座標との差分を算出した結果を表-2に示す。

グリーンレーザの座標精度は近赤外線レーザと同様に出来形管理基準($\pm 0.05\text{m}$)を満足することを確認した。

② 任意面の標高精度

図-4, 5に示すように、実験エリア内の堰本体、水の干上がった川岸に長方形の検証面を設定し、5 cmメッシュごとに近赤外線レーザに対するグリーンレーザの標高精度を算出した。

各メッシュの標高較差の平均値の結果は表-3に示す通りであり、堰本体のようなコンクリートで被覆された面と、川岸の砂利で不陸がある面のいずれも出来形管理基準($\pm 0.05\text{m}$)を満足することが確認できた。

5. まとめ

UAV グリーンレーザ計測で取得した陸域の点群データは、砂利のような不陸のある場所であっても近赤外線レーザと同様に i-Construction の出来形測量に適用可能な精度を有することを確認した。今後は、本稿で示した実験と並行して実施している水域における計測精度検証の結果と合わせることで、この計測手法が河川工事の出来形管理に適用可能なものであることを示し、ICT 活用工事における UAV グリーンレーザ計測の導入をさらに進めていきたい。

参考文献

- 1) 国土地理院：航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル(案) H 31.3
- 2) 中村圭吾, 福岡浩史, 小川善史, 山本一浩：グリーンレーザ(ALB)による河川測量とその活用, RIVER FRONT Vol.84, pp.16-19, 2017.3
- 3) 国土交通省：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) R3.3

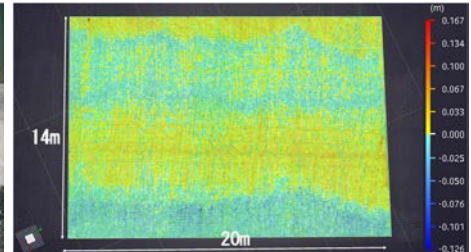


図-4 標高差分の検証面とヒートマップ(堰本体)

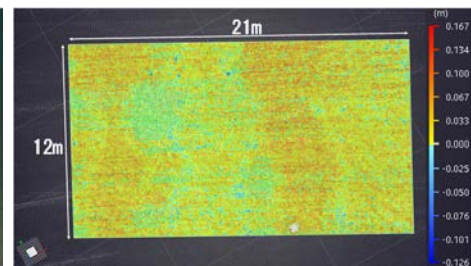
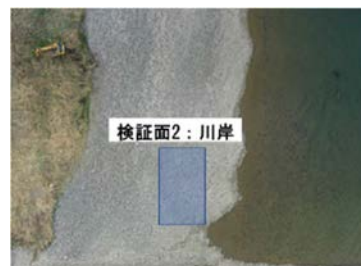


図-5 標高差分の検証面とヒートマップ(川岸)

表-3 任意面の標高精度

| (m) | 堰本体1回目 | 堰本体2回目 | 堰本体3回目 |
|------|--------|--------|--------|
| 平均 | -0.001 | 0.023 | 0.047 |
| 標準偏差 | 0.024 | 0.012 | 0.015 |
| 最大 | 0.167 | 0.187 | 0.113 |
| 最小 | -0.126 | -0.040 | -0.019 |
| (m) | 川岸1回目 | 川岸2回目 | 川岸3回目 |
| 平均 | 0.020 | 0.01 | -0.02 |
| 標準偏差 | 0.014 | 0.02 | 0.02 |
| 最大 | 0.078 | 0.14 | 0.05 |
| 最小 | -0.062 | -0.09 | -0.15 |