

砂防事業におけるBIM/CIMに資する 三次元計測の実施事例

UAVレーザを用いた砂防施設設計に向けた取り組み

キーワード：UAVレーザ、三次元計測、地形モデル、CIM、地上レーザ、遊砂土工

中部国土保全コンサルタント技術部 恩藤(湯川) 典子・菊地 慎太郎
東日本空間情報部 渡邊 利光・章 乃佳 国土保全コンサルタント事業部 澤 陽之

はじめに

UAVレーザ計測は、航空レーザ計測と比較すると、航空法（都市部・空港等周辺の飛行）による規制や適用面積（1km²未満）が小さい、連続的な飛行時間（約15分）が短いなどの制約がある一方で、条件を満足すれば、より高密度で地形データを取得できるため、現地測量作業の省力化や後工程の設計・施工段階において活用可能なCIMモデルの作成が可能となります。

ここでは、砂防分野におけるUAVレーザ計測活用の

計測対象箇所・計測方法

計測対象箇所は、遊砂土工計画箇所（図1）および谷出口の堰堤計画箇所（図2）です。河床勾配は1/30～1/180程度と砂防事業地としては比較的緩やかであり、河道付近は植生（人工林・草本）が非常に繁茂している状況でした。

計測は上空からの測量（UAVレーザ計測）と地上測量（地上レーザ計測、トータルステーションによる横断測量）を行いました。

① UAVレーザ計測

レーザ計測器は、最大発射レートが1秒間あたり55万回のレーザ照射が可能な最新の機器を使用しました。

また、予備設計や詳細設計に活用可能な地形データを取得するために、要求点密度を400点/m²と設定し、表1の諸元で計測を実施しました。この性能は、一般的な航空レーザシステムと比較して、点密度でおよそ100倍の値となります。

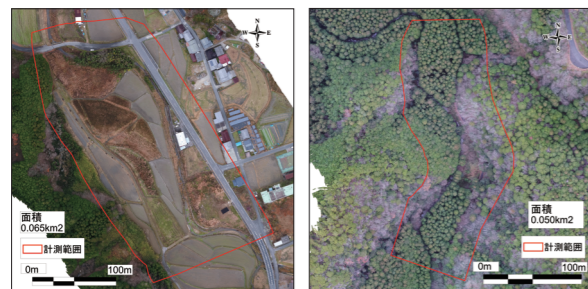


図1 遊砂地計画箇所例

図2 堰堤計画箇所例

先進的事例として、数年以内に砂防施設（遊砂土工・砂防堰堤）を設計・施工する予定の箇所を対象に、UAVレーザ計測を実施し、CIMモデルを作成した事例を紹介いたします。

さらに、取得した地形データと地形補備測量結果（地上レーザ計測・トータルステーションによる横断測量）とを比較し、予備設計や詳細設計への適用性についても検証しています。

② 地形補備測量

UAVレーザで計測が不可能な箇所の地形データ補足、構造物を含む地形データの検証を目的に、地上測量を実施しました。

地形データの補足箇所として、橋梁下については、面的な地形の把握が可能な地上レーザ計測を行いました。

レーザ計測では任意の箇所にレーザ光を照射することができないため、天端肩等の端点が十分に再現できない可能性があります。そこで、構造物の再現状況の検証のために、砂防施設設計上の重要断面となる横断構造物（床固工、取水堰、堰堤等）等が位置する横断測線について、トータルステーションを用いて端点の位置を計測する横断測量を行いました。

表1 レーザ計測諸元比較表

計測手法	UAVレーザ	航空レーザ [※]
使用機体	XF-1 pro	-
レーザ計測器	RIEGL VUX-1	Galaxy-PRIME
点密度	400点/m ²	4点/m ² 以上
対地高度	80m	852m～1,640m
飛行速度	3.5m/s	約30m/s
レーザ発射頻度	550kHz	約300kHz
レーザスキャン角	90°	約50°
コース間重複率	60%	約50%

※比較のための参考値(同地域実施の航空レーザ諸元)

計測結果

① UAVレーザ計測

地形断面図を作成し、植生繁茂箇所における点群データの取得状況を把握しました。スギ人工林のような樹木密生地においてもレーザが地盤に到達し、地形を再現していることを確認しました（図3）。

また、草本が繁茂した箇所においても、地形に加え護岸の天端肩も再現できていることを確認しました（図4）。

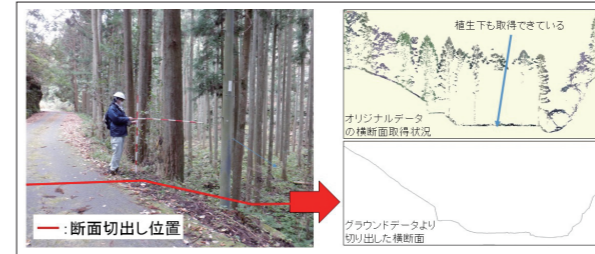


図3 樹木繁茂箇所における点群データ取得状況

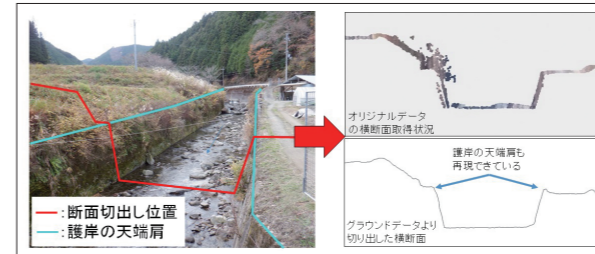


図4 草本繁茂箇所における点群データ取得状況

② 地形補備測量

橋梁下の地形は、地上レーザ計測データで補足し、面的に連続な河道の地形データを取得しました（図5）。

また、UAVレーザ計測成果とトータルステーションによる横断測量成果を重ね合わせ、護岸の天端高を含む重要な横断面において、両データが一致することを確認しました（図6）。

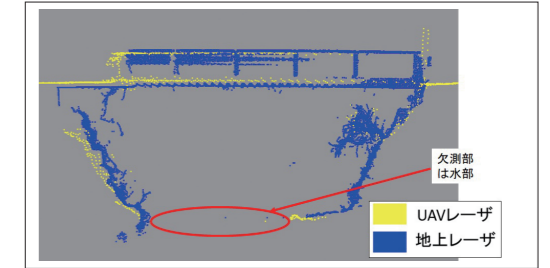


図5 UAVレーザと地上レーザの重ね合わせ図

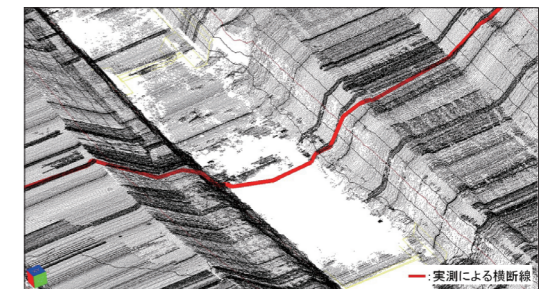


図6 UAVレーザ点群と実測横断線の重ね合わせ図

CIMモデルの作成

CIM導入ガイドラインに基づき、各種計測データからCIMモデルとして現況地形モデルを作成しました（図7）。

今回、全国的にも施工事例が少ない遊砂土工を検討していたため、後工程において、構造物の規模や配置を複数案試行する可能性が高く、本データは任意の横断面の切り出しや施設効果量の算定などに有益なデータとなりました。

砂防施設の計画箇所は、山深く急峻な地形に設定されることも多いですが、本計測対象箇所は、勾配が緩やかで、集落付近が対象であったため、近隣にUAVの離発着場を確保することができ、UAVレーザ計測に適した箇所であったといえます。

おわりに

今後、UAVレーザ計測の品質向上・計測範囲の拡大によって、砂防分野における適用可能性が拡大していくことが期待されています。各建設生産プロセスにおいて三次元データの利活用を図っていくためには、測量段階での計測範囲や精度が後工程にどのような影響を与えるのかを把握している必要があります。アジア航測では、

また、レーザ計測器を低高度かつ低速で運航することで、点密度を確保し、予備設計および詳細設計に適用可能な計測データを取得することができました。ただし、詳細設計においては、護岸等の縦断的に連続する既設構造物が存在する場合、路線測量等により構造物の端点位置や形状を計測することが望まれます。

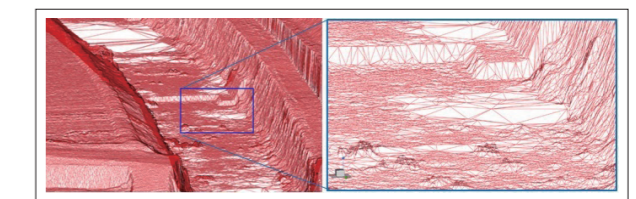


図7 作成したCIMモデル

今後も最新の技術を用いて、目的に応じた実用的で質の高いデータを提供してまいります。本内容は、国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所から受託した業務成果の一部を記載したものです。改めて御礼申し上げます。