

## UAV搭載型レーザによる砂防施設の計測について

国土交通省関東地方整備局 富士川砂防事務所 萬徳 昌昭  
 朝日航洋(株) ○長野 英次・牧谷 雄大・小林 浩・安海 高明  
 松井 宗廣・弓 真由子・前田 明仁・鈴木 英夫

### 1. 目的

近年、砂防施設点検において、立入り困難な場所、危険な場所等の点検に、UAVによる空撮手法が適用され始めている。しかし、砂防施設の多くは樹林が繁茂した谷底に存在するため、上空から見通すことができず、接近した飛行も困難な場合が多いことから、UAVによる手法を十分活用できない場合が少なくない。このため、樹林下の地形をとらえることができるレーザ計測技術に注目が集まっている。そこで、有人機搭載型の航空レーザ計測と比べ小回りが効き多数の点群を得ることができる、UAV搭載型レーザ計測システムの砂防施設等点検への適用性を検証することを目的として、実証実験を行った。



図-1 撮影計測範囲<sup>1)</sup>

### 2. 実証実験方法

実証実験は、山梨県南巨摩郡早川町富士川砂防事務所管内の春木川第一砂防堰堤にて行った(図-1)。テーマを堆砂域や砂防施設上下流の河床における異常堆積の検出とし、以下を検証した。

- 1) UAVによる空撮とUAV搭載型レーザ計測の地形再現性・巨礫等再現性の検証
- 2) UAV搭載レーザ計測による、樹林下における地形や巨礫等の再現性の検証
- 3) 前述の1) 2)より砂防施設点検におけるUAV搭載レーザ計測の有効性を考察

地形の再現性に対しては、検証点における標高値の精度検証と、実測横断・堰堤横断での形状再現性の検証を行った。また、巨礫等の再現性に対しては、巨礫をイメージした3種類の大きさの試験体を作成し、裸地に置いた場合と樹林下に置いた場合とを比較して、再現性を検証した(図-2)。

### 3. 実証実験結果

#### 3.1. 地形の再現性

本実証実験においては、表-1に示す機材を使用した結果、レーザ計測の平均照射点密度は約400点/m<sup>2</sup>であった。検証点5点における、2回の計測での標高値較差は0.9cm～10.6cm、平均6.9cmとほぼ10cm以内であり、一般の航空レーザ測量と同等の成果が出ており良好であった(表-2)。実測横断との比較では、樹林下では点群が少なくなっているが、道路面上・樹林下ともに、レーザ計測による点群は、地盤に近い面を再現している(図-3)。また道路脇のガードレール・検証点(図-4)も点群データから読み取ることができるなど、地形の再現性が高いことが確認された。

表-1 使用機材

種別	UAV(計測機)	LPセンサ	UAV(撮影機)	カメラ
名称	Skymatrix XLS1	VUX-1HA	Zion QC730	SONYα6000
メーカー	Skymatrix	RIEGL	エンルート	SONY
特徴	飛行時間1回10分前後 位置指定により自動航行	測距範囲300m 照射数100万点/s	飛行時間1回15分前後 位置指定により自動航行	設定固定 等間隔連写
外観				



図-2 基準点・検証点・試験体配点位置図<sup>1)</sup>

表-2 各検証点における標高値の較差

点数	回数	較差		最大値(m)	最小値(m)
		平均(m)	RMS(m)		
5	1	-0.057	0.058	0.044	0.074
	2	-0.060	0.061	0.045	0.073

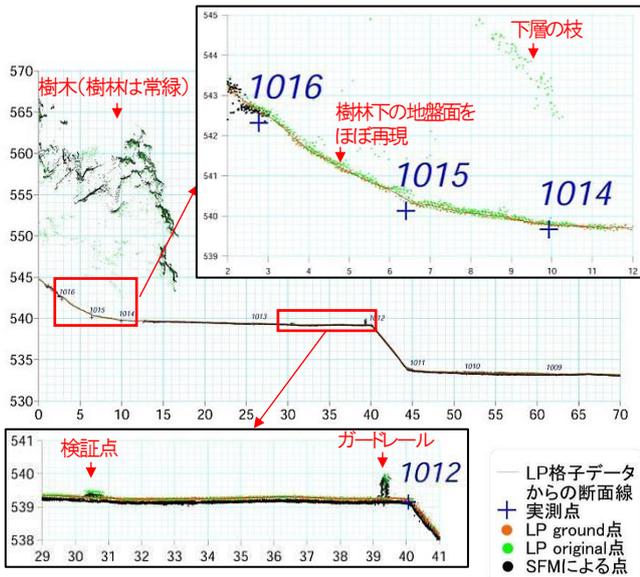


図-3 点群投影断面図



図-4 LP点群で見られたガードレール及び検証点

### 3.2. 巨礫等の再現性

試験体の検証結果を表-3に示す。裸地においては、実測値と点群の較差のうち高さ方向が1.0cm～5.1cm、横方向（横断面より目視）が2cm～7cmと、各方向に対して10.0cm以下であった。特に高さ方向に対しては、ほぼ5.0cm未満の較差であり、形状だけでなく寸法の再現性も良好といえる。

一方、樹林下の計測では、高さ方向の較差が0.8cm～3.1cmと、10cm以下の較差で概ね良好であった。しかし、一番小さい試験体は、反射点数が少なすぎ、識別が困難であった。また、50cm程度以上の試験体は、高さの計測は概ね良好であったが、側面の点群を得ることが困難であり、全体の形状の再現性は十分とは言えないことが明らかになった。つまり、樹林下では50cm程度以上の大きさの物体については、識別並びに概ねの高さの計測は可能であるが、50cm程度未満の大きさの物体は把握が困難であることが明らかとなった。

また、堰堤近くの巨礫（裸地）についても同様の検証を行った。その結果、図-5に示すように点群データに特徴的な突出部が見られ、再現性が良好であるといえる。しかし、上部よりレーザを照射しているため、巨礫下部の構造は再現性が低いことに注意が必要である。

### 4. 考察

UAV搭載レーザ計測技術を砂防施設等点検<sup>2)</sup>に適用した場合、流域や溪床・堆砂域の変動など異常堆積を捉え

表-3 試験体検証結果（凡例は図-3同様）

写真	横断面(裸地)	横断面(樹林下)
 L × W × H 0.46m × 0.32m × 0.30m	 0.25m 0.310m	 ※計測不能
 L × W × H 0.92m × 0.65m × 0.63m	 0.60m 0.642m	 0.622m
 L × W × H 1.55m × 1.22m × 1.26m	 1.20m 1.209m	 1.229m

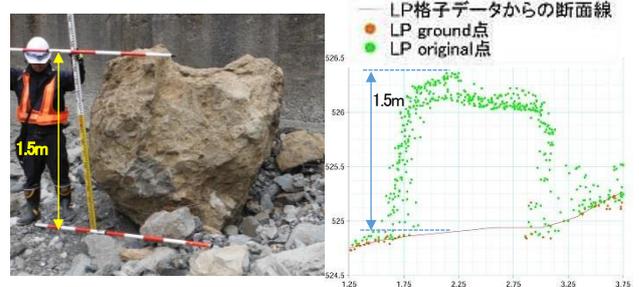


図-5 巨礫の例及びその点群投影断面

ることは、樹林下においても十分可能と考えられる。しかし、巨礫の礫径計測や詳細な分布の把握を目的とした場合は、樹林下では0.5m程度以上の径の礫等に限られる可能性が高い。なお、1m程度以上の礫径であれば、十分識別し計測することができると考えられる。

以上より、UAV搭載型レーザ計測システムは、砂防施設等点検において、砂防施設周辺状況の把握には十分適用可能である。ただし、樹林下での礫径計測や個々の礫の分布等の把握は、0.5m程度以上の礫径に限られる可能性がある。今後、樹種や繁茂状況の異なるケースなど事例を蓄積し、継続的に検証してゆきたい。

### 5. 謝辞

山梨県峡南林務環境事務所には、県有林上空のUAV飛行についてご理解いただいた。この場をお借りして感謝します。

### 6. 参考文献

- 1) 国土地理院：地理院地図タイル（標準地図・全国最新写真(シームレス)）。
- 2) 国土交通省砂防部保全課（2014）：砂防関係施設点検要領（案），平成26年9月24日。