

UAV を用いた地形測量の適用性の検討

前田建設工業(株)	正会員	○松尾 健二	正会員	清水 英樹
		秤谷 嘉明	正会員	工藤 敏邦

1. はじめに

UAV(Unmanned aerial vehicle)とは無人飛行する航空機のことであり、軍用爆撃機として開発されたが、近年は民間用に小型化し安価に入手可能となった。しかし、利活用のハードルが非常に低くなったことから様々な問題も表面化し、業務・個人利用に係らず規制される動きが出てきている。2015 年 12 月 20 日には改正航空法により、UAV・ドローンが定義され飛行の制限と申請方法が改定された¹⁾。

本報告では、地形測量の手法として固定翼型である UX-5²⁾ を使用し、現地調査から起工測量や出来高管理の測量として幅広く適用した結果から、UAVを用いた地形測量の適用性について検討する。

2. UAV の選定 (表-1 に比較表を示す)

UAV には固定翼型と回転翼型がある。固定翼型には、飛行速度が速く飛行時間が長い特徴があるが、離着陸に広い面積が必要である。一方、回転翼型は構造物に近づくなどの小回りが利くが、飛行時間が短い特徴がある。RMAX は農薬散布用に普及しているが、PHANTOM に代表されるように安価な機械が登場し、一般にも普及している。

表-1 UAV比較表

	固定翼型		回転翼型		
商品名	eBee	UX-5	PHANTOM	ミニサーベイヤ	RMAX
メーカー	senseFly社 (スイス)	Trimble社 (アメリカ)	DJI社 (中国)	千葉大学 (日本)	ヤマハ (日本)
駆動	電動モーター	電動モーター	電動モーター	電動モーター	ガソリンエンジン
飛行時間	45分	50分	10分	15分	60分
					
	※senseFly2HPより	※Trimble2HPより	※DJI2HPより	※千葉大4HPより	※ヤマハ1HPより

今回は大規模土工を対象としていることから固定翼型の UX-5 を選定し、適用を行った。

3. UX-5 を用いた地形測量手順

図-1 は飛行前の UX-5 であり、対象となる範囲を飛行し、上空から図-2 に示す 80%ラップした画像を取得する。この取得された画像から写真測量の原理で 3 次元データを解析する（図-3）。また、画像中に基準点に移りこむようにし、現地の測量結果から座標と高さの補正を行う。補正後に点群データとして地形データを出力し、3 次元 CAD 上で図面化と数量計算を行う。



図-1 UX-5 飛行前

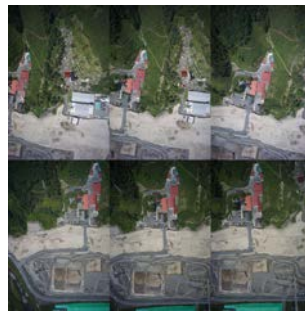


图-2 取得画像例

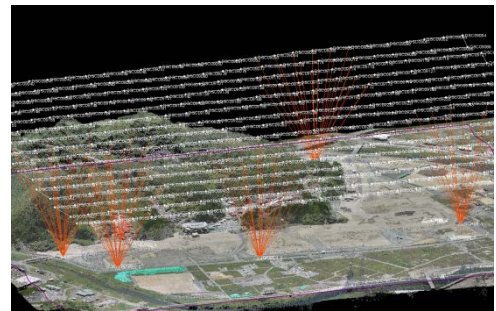


图-3 解析画面

4. UAV測定の適用事例

(1)現地調査 (図-4(1))

近年メガソーラの建設が進み、様々な場所でソーラパネルの施工が行われている。ただし、私有地である場合も多く、現況の地形データが存在しないことがある。そこで、メガソーラ発電の事業化を計画中であるゴルフ場の現地測量に UAV を適用した。

キーワード UAV, 測量, 写真測量, 大規模土工事

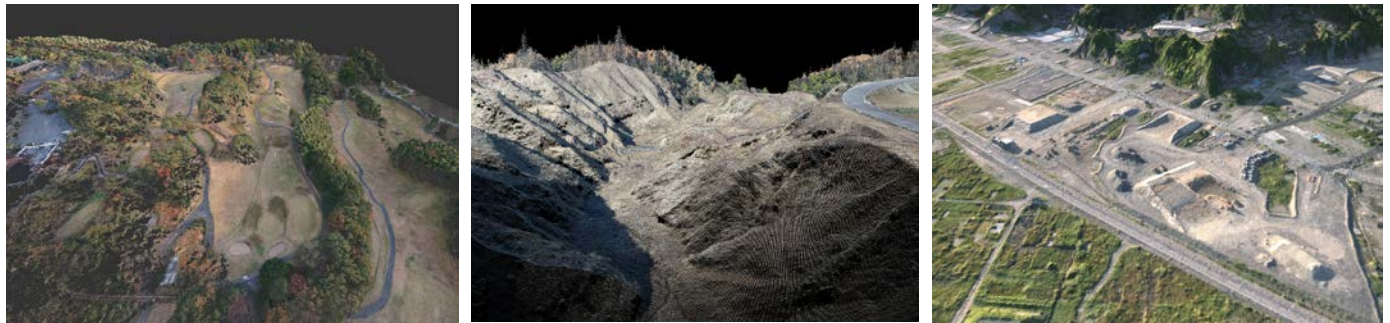
連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見町 2-10-2 TEL : 03-5276-5166

(2)起工測量 (図-4(2))

大規模土工では現地の地形図は存在しても、樹木などの植生が存在しているため、現況地形を計測するには伐採後に測量を行う必要がある。ただし、急峻な地形の場合や伐採後で地盤が崩れやすい場合には人力測量は危険であり、時間を要する。そこで処分場の起工測量に UAV を適用した。

(3)出来高測量 (図-4(3))

土工量の計測は土工の出来高把握のために重要であるが、大規模土工となると当然施工面積も広く、毎月の出来高把握のための測量作業には多くの人員と時間が必要となる。そこで、大規模土工において毎月の出来高測量の効率化のために UAV を適用した。



(1)現地調査(ゴルフ場)

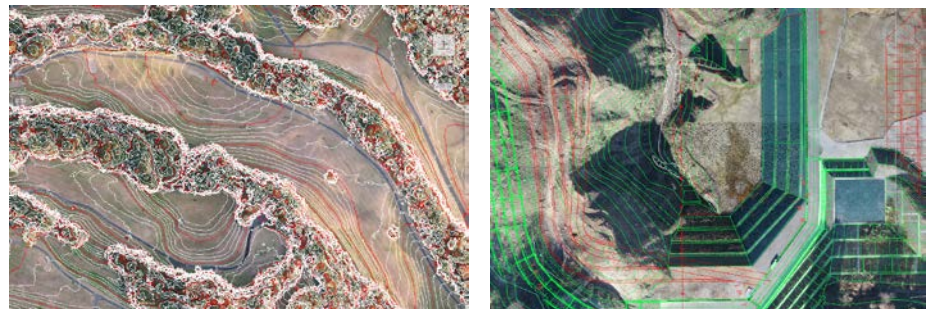
(2)起工測量(処分場)

(3)出来高管理(大規模土工)

図-4 UX-5で取得した点群データ例

5. 適用結果と適用範囲の考察

図-5 に取得したデータの図面化の例を示す。(1)ではゴルフ場内のフェアウェイのコンター図と面積が取得でき、メガソーラの事業企画段階の検討で十分に活用できた。また、(2)では設計図面と比較すると、既設盛土と



(1) ゴルフ場のコンター図

(2) 処分場設計図面との比較

図-5 取得データの図面化

もぴったり重なっていることがわかる。今から施工する地形だけでなく、既設盛土などの位置や状況も一回の測量で把握することができた。

表-1 に大規模土工の一部盛土形状を対象に GNSS 測量との比較を示した。一般に土工事に用いられる GNSS 測量から算出された結果と 2.9%程度の相違であり、出来高測量として十分な精度があることを確認した。また、図-6 にはこの時の光波測距義、レーザスキャナ、GNSS、UAV で測量した場合の測量から土工量算出までの手間を比較した。データ処理には時間を要するが、測量時間を大幅に短縮できることから、出来高測量の効率化が可能であることを確認した。

今回の UAV 測量は 2km²の範囲を測量するのに 30 分程度と短時間で広域な測量が可能であり、メガソーラの計画、土工の起工測量や土量管理などには十分な精度を有していることが確認できた。

UAV は上空を飛行するものであり、今後も規制は厳しくなることが予想される。運用にあたってはルールや計画を綿密に行い、適用範囲の拡大を進める必要がある。

【参考文献】

- 1)国土交通省：無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール(http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html 2016.3 入手)
- 2)Trimble：Trimble UX-5 (<http://uas.trimble.com/ux5> 2016.3 入手)

表-1 土量算出精度比較

測量方法	土量(m ³)	土量比率
GNSS	2490	100.0%
UAV	2417	97.1%

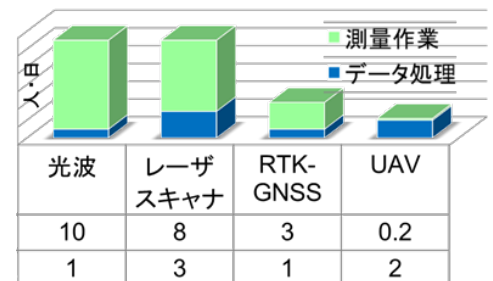


図-6 作業手間の比較