

UAV による空中写真測量を活用した産業廃棄物処分場土工事の生産性向上

(株)大林組 正会員 ○富家 政大
(株)大林組 正会員 本村 祐二
(株)大林組 非会員 千明 典文

1. はじめに

本工事は、新設処分場を造成するものである。処分場内の盛土を行うため、土量管理が重要となる。盛土量を適切に管理するために、無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)による盛土の測量を行った。本報文では、3次元測量の1つである無人航空機を活用した空中写真測量による事例について述べる。

2. 測量の技術的課題

当現場では、盛土作業が完了するまでに数十回の出来形測量を必要とするため、その測量作業時間の短縮が課題となった。
しかし、トータルステーション(以下、TSと呼ぶ)による測量作業は、1回の盛土ロットにおいて2日ほどの時間を要した。
また、場内は重ダンプなどの大型重機が多く走行するような環境下であり、ダンプの走行路近傍しか測量作業を行えるスペースがなかったため、重機と接触する恐れがあった。そのため、測量作業における安全管理に細心の注意を払う必要があった。

3. 測量方法の比較について

現場における測量作業の安全性向上と盛土による工程を短縮する必要性が生じた。
表-1に示すとおり、UAVによる空中写真測量、TSによる測量及びレーザースキャナーによる測量の3つの比較検討を行った。

面積、精度、コストの3項目で比較検討し、最適な方法を採用することとした。比較表の特徴として、UAVによる空中写真測量は広大な面積の3次元測量を得意とするが、TSやレーザースキャナーによる測量と比較すると精度が劣る。また、表中の測量時間は、現場における作業時間であり、データ集計などの時間は省いている。

表-1 測量方法の比較

方法	UAV (回転翼ドローン)	TS (トータルステーション)	レーザースキャナー
概要	4枚羽の小型ドローン。自律飛行により撮影できる。	光波測距儀とセオドライトとを組み合わせた器械。	スキャナーから照射されたレーザーで、対象の空間情報を測る。
特徴	撮影写真から標定点を利用して、地形の3次元データを算出する。一人でも測量できる。	距離により盛替えが必要となる。範囲が広ければ、かかる時間も増える。最低二人必要。	距離により盛替えが必要となる。範囲が広ければ、かかる時間も増える。最低二人必要。
面積	約1km ² /日	約0.1km ² /日	約0.4km ² /日
精度	cm	mm	mm
測量時間*)	0.04日	2日	1日
コスト	○	○	△
評価	◎	△	○

*) 1回の盛土移動ロットの測量時間

また、UAVによる測量はレーザースキャナーによる測量よりもかかるコストは低く、レーザースキャナーやTSとは異なり、重機や法面近傍を測量する必要がないため、安全性の観点からも優れている。
以上から、明確な工程短縮効果を見込むことができるUAVによる空中写真測量を採用することとした。

4. UAVによる空中写真測量について

UAVによる空中写真測量は、GNSS情報により自動飛行させ、所定のラップ率で撮影した写真を用いて測量計算を行い、盛土の3次元形状を求めて、そこから体積を算出する。盛土算出に必要な精度によって、飛行ルートや標定点の配置計画を行う。主な流れとしては、以下の通りである。作業の流れを以下の表-2に示す。

キーワード: ドローン, 測量, 盛土管理
連絡先: (株)大林組 技術第一部 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 Tel: 03-5769-1322, Fax: 03-5769-1976

表-2 空中写真測量ステップ

No.	作業内容
1	飛行ルート作成,作業計画作成
2	標定点測量・設置
3	空中写真撮影
4	3次元形状復元計算
5	点群編集
6	断面図作成,盛土体積計算

5. UAV 測定の効果について

空中写真測にあたって使用した UAV を以下の図-1, 図-2 及び表-3 に示す。



図-1 UAV

図-2 UAV 使用状況

表-3 UAV・カメラ諸元

カメラ性能	有効画素数	20MP
	連続撮影 可能時間	約 31 分
	バッテリー重量	297g
UAV 性能	機体形式	ヘキサコプター
	重量	905g
	連続撮影 可能時間	約 31 分
	最大飛行速度	1.1m/s

当現場では約0.04km²の敷地内の撮影を行った(図-2). 飛行高度は 80m,ラップ率は 70%とした(表-3).標定点の配置は 20m 間隔を基本とし,座標は TS により測量した. カメラキャリブレーション値を設定し,ソフト内でセルフキャリブレーション計算を行った.

測量計算は,位置情報を持つ写真約 200 枚に対して,ハイスペック PC で約 6 時間を要した.この際に,写真画像や計算条件によって,計算にかかる時間は変わる.

表-4 ソフト 諸元

項目	仕様
オーバーラップ率	70%
地上画素数	3cm/1 画素以上

空中写真測量は, 測量計算に使用する標定点の設置・測量作業が生じるが, 測量面積が大きくなると屋外での作業時間の割合が少なくなる傾向がある.

一方, 空中写真測量は, 3 次元データ (点群) の測量計算, 不用点の削除等の点群処理, CAD による図化および盛土算出等は, 処理に非常に負荷がかかるため, ハイスペックパソコンの活用およびソフト習熟により効率化を図る必要がある. UAV を用いた空中写真測量により, 広範囲にわたる処分場内を効率的に, 出来高計測レベルの測量が行えることを確認した. また,得られた 3 次元点群データから, 任意の位置の断面図作成・盛土計算が容易に行えることを確認した. 盛土算出作業が従来よりも容易になることで,工程短縮に繋がり,生産性向上を達成することが出来た.1 か月間に 2 回出来形測量を実施しているため,年間で算出すると約 24 日,人工では 24 人分のコストダウンに繋がられた.なお UAV は, 無人航空機の飛行ルールに従い安全に使用する必要がある.

UAV による空中写真測量を行う際には,標定点を設置する前段取りが必要となる.TS による測量を行い,座標や角度から標定点を計算し,設置する作業には時間がかかった.また,設置したい標定点の数によって,かかる時間も増えた.

6. 今後の検討課題

今回のような盛土処分場の工事における UAV 測定の優位性が確認できたが,今後の測量作業における課題として,測量にかかる時間を減らすことが挙げられる.ここで挙げた課題を解決することによって,更なる生産性向上に繋げることができる.

参考文献

- 1) 国土交通省：平成 23 年度標準積算基準書 第 1 編 測量業務.