回転翼型 UAV を用いた土量管理・施工管理事例

㈱大林組　正会員　○尾内陽介　正会員　平山浩司
㈱大林組　正会員　八巻謙二　正会員　髙橋孝輔
㈱大林組　正会員　梅田悠輔　正会員　杉浦伸哉

１．はじめに

大土工の掘削工事において、掘削量や搬出量はダンプトラックの台数の集計、あるいは、現地測量結果をもとに算出を行っていた。しかしながら、土の変化率等含め、実際の掘削量と搬出量の整合性の精度は低く、広大な面積を有する土工現場においては、測量にも多大な時間を要しているのが現状である。また、昨今の人材不足に伴い、土量管理や施工管理をいかに省力化するかという点は重要な課題である。

そこで、本論文では災害状況の観察や構造物の点検・補修など様々な分野で活用されつつある UAV（無人飛行機：Unmanned Aerial Vehicle）を用いて、撮影される連続写真から 3 次元データ（点群データ）を作成し、詳細な地形データを取得することで、土量管理・施工管理ツールとして利用し、施工管理の迅速化を図った事例を報告する。

２．採用した UAV の特徴と 3 次元データ作成

今回採用した UAV は施工現場への適用性を考慮し、垂直に離着陸が可能であり、搭載できる機器も許容範囲内であれば変更可能である回転翼型の UAV である。次に、3 次元データ作成までのフローを**図-1** に示す。地形データの精度を確保するため、①予め写真のラップ率を 60%以上とした飛行ルートを設定し、②現地にて写真撮影を行う。この際、離陸した UAV は設定されたルートを自動飛行し、再び指定した場所へ戻ってくるため、現地では必ず飛行ルートに支障物が無いか確認した後、飛行を開始する。**表-1** に本論文の運用基準を示す。撮影完了後、③連続写真の解析を行い、④3 次元点群データの作成を行う。また、撮影範囲に既知の座標を持った地上基準点を設置し、これを写し込むことによって点群データの精度を向上させることができる。

表-1　現場運用基準

気象条件	風速8m/s以上は飛行中止
	雨天時は飛行中止
飛行条件	高度150m以下で飛行
	GPSの受信個数が7個以下の場合は自立飛行禁止
操作	原則2人1組で行うこと
	1人はモニター、1人は機体の行方を追う

図-1　3 次元データ作成フロー

キーワード　UAV, 計測技術, 土量管理, 施工管理
連絡先　〒506-0058　岐阜県高山市山田町 1382-10　㈱大林組　高山工事事務所　TEL 0577-62-8118

３．土量管理・施工管理の省力化

前述した方法により取得した地形データを基に土量管理・施工管理を行い、業務の省力化を図った。

土量管理においては、得られた点群データと点群処理システムを用いて即座に土量計算を行う手法を実施した。３次元 CAD は誰もが取扱うのは難しいので、誰でも・すぐ・簡単に利用できるものを採用した。その手順を**図-2** に示す。基準となるデータと比較したいデータをソフトに取り込み、対象範囲を指定し、指定領域にメッシュを作成、基準データと比較データの差分を自動算出して、結果が表示されるという単純なものである。基準となるデータと比較するデータの組み合わせを変えればあらゆるパターンの土量算出が容易に可能となる。

施工管理を行うにあたっては、現地測量を行わずとも、点群データから現況の地形データを精度良く、容易に取得することができ、横断図・縦断図も作成可能となるため、出来形管理も併せて行うことができた。UAV 測量は 10ha 程度で撮影に要する時間が 1 時間程度、解析時間は半日程度（実際に人が作業する時間は、データの取り込みと解析の設定 30 分程度）である。短時間で高い精度の測量結果が得られると同時に、多大な情報量が得られる。

ここで、**表-2** に測量手法による時間・人数および効果を比較した結果を示す。また、その実施例を**図-3** および**図-4** に示す。オルソ画像や点群データを用いることにより短時間で情報を得ることが可能であることから、人員や時間を大幅に削減することができ、土量管理・施工管理における生産性は格段に向上したと言える。

４．まとめ

UAV を用いることにより、短時間で高精度の測量結果と多大な情報量が得られ、さらに点群データの差分から土量を迅速かつ正確に把握できるため、大幅に人員・時間を削減できた。

UAV により撮影されたデータは、土工事では十分な精度を有していることから、現状でも有効に活用できているが、撮影やデータ処理のノウハウを蓄積することで、さらなる精度向上と省力化に寄与することが期待できる。

図-2　土量算出フロー

表-2　測量手法による時間の比較

対象	測量手法	計測		整理・出力		効果
		所要時間	所要人数	所要時間	所要人数	
電柱平面位置	光波による	3時間	2人	1時間	1人	99%減
	UAVデータ	作成済みデータ使用		5分	1人	
張芝法面積	三斜(ヘロン)	3時間	3人	2時間	1人	99%減
	UAVデータ	作成済みデータ使用		5分	1人	
残土仮置場容量（急傾斜地）	光波による	4日	4人	3日	4人	95%減
	UAVデータ	0.5日	2人	0.5日	1人	

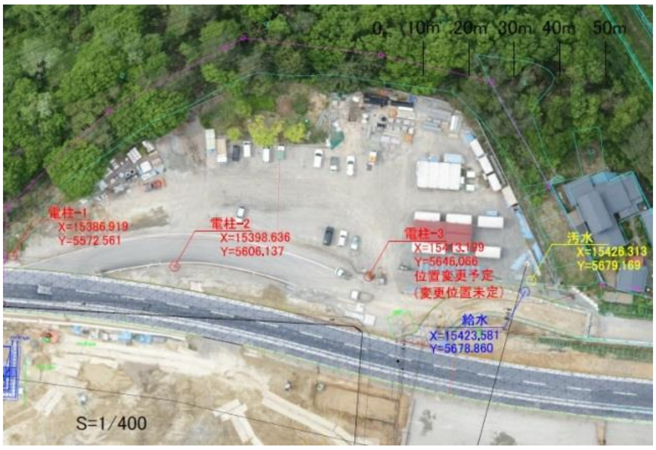

図-3　平面位置の測量例

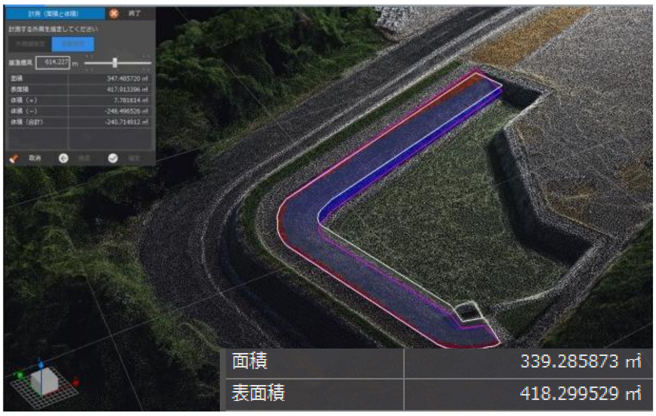

図-4　法面積の測定結果