

RTK-GNSS 方式 UAV 測量を用いた掘削管理

(株) 大林組 正会員 ○大場 健太郎
 (株) 大林組 正会員 松村 照彦
 (株) 大林組 正会員 小俣 光弘
 (独) 水資源機構 松田 鉄平

1. まえがき

わが国の建設業では、生産性向上施策の一環として、ICT 活用工事が増加しており、UAV による 3 次元測量及び 3 次元出来形管理も普及しつつある。本稿では、小規模工事において 3 次元測量に取り組む上での課題とその解決策、及び取得データの出来形管理以外における活用方法について報告する。

2. 本工事の特徴と課題

(1) 本工事の特徴

本工事では、川上ダムの上流 2.2km 地点から取水堰とそのバイパス管を整備する。ICT 活用工事に指定されており、3 次元測量と 3 次元データを活用した掘削出来形管理の実施を仕様で規定されていた。その特徴として、表-1 に示す通り、全体の平均値に加え、個々の計測値に規格値が設けられている。掘削工において、丁張通りに掘削できる場合は、目視判断が可能であるが、本工事のように掘削仕上げ面が中硬岩以上であり、図-2 のように仕上げ面の凹凸が激しくなる場合、丁張があっても規格値に対する可否を目視判断することが難しかった。

(2) 課題

(1) に起因して、従来は掘削仕上げ段階で何度も 3 次元測量を行い、掘削不足箇所を重機オペレーターに伝える必要があった。しかし、作業の進捗に並行して 3 次元測量・解析を行うことが求められていたため、日程調整が必要となる測量業者への外注では対応できなかった。小規模工事であるため、測量業者の常駐は現実的でなく、当社の元請職員で 3 次元測量を行うこととした。よって、いかにして高頻度かつ精度を確保した 3 次元測量を行うかが課題となった。

3. 解決策

従来の UAV 測量では、精度を確保するために、標定点測量や、撮影結果の補正が必要であり、高頻度で実施するには、多大な労力と時間を要することが予想された。そこで、高頻度に精度を確保した測量を元請職員だけで行うために、RTK-GNSS 方式による UAV 測量を導入した。RTK は、リアルタイムキネマティック方式 (Real Time Kinematic) のことで、衛星からの信号を UAV と基準局で受信し、無線通信を利用してリアルタイムに UAV の測位情報を補正する方法である。この手法を用いることにより、従来と比べ、取得する写真の位置情報の精度を高めることができるため、標定点レスでの 3 次元測量を行うことが可能となる。本工事では、当社の既往実績に基づき、標定点 0 点、精度検証に用いる検証点 1 点 (1 ヲ所/200m) で測量を行った。

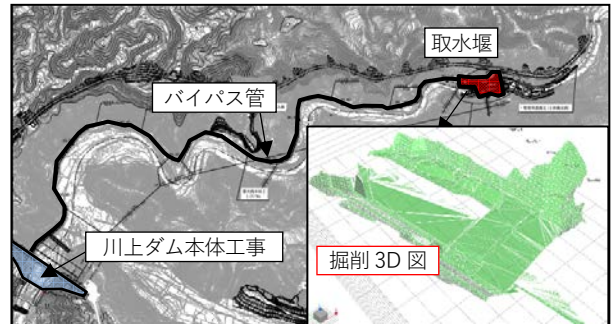


図-1 位置関係図

表-1 3次元出来形管理基準

測定項目		規格値	
		平均値	個々の計測値
平場	標高較差	±50	±150
法面 (小段含む)	水平または 標高較差	±70	±160
法面 (軟岩 I) (小段含む)	水平または 標高較差	±70	±130



図-2 掘削面状況

キーワード RTK, 3次元測量, ICT活用工事, ICT土工, フロントローディング

連絡先 〒518-0205 三重県伊賀市伊勢路赤井谷 758 (株)大林組 川上ダムバイパス工事事務所 TEL0595-41-1015

4. 結果

(1) 3次元測量・出来形管理の効率化

毎作業終了時に UAV にて測量を行い、解析を行うことで、タイムリーに測量結果・出来形評価を現場作業に反映した。計測精度については、図-3 に示す位置の検証点をトータルステーションで測量し、管理基準の±5cm以内に収まっていることを確認した(表-2)。従来手法による3次元測量と比べると、職員の人件費が1/4、所要時間が1/2で測量～解析まで行うことができた。

表-2 検証点の精度確認結果

計測日	TSによる座標計測値			UAVによる座標計測値			差(mm)			判定 ±50mm以内
	x	y	z	x'	y'	z'	x - x'	y - y'	z - z'	
2021/4/5	-150451.493	17642.189	281.889	-150451.526	17642.203	281.878	33	-14	11	○
2021/4/22	-150451.488	17642.181	281.892	-150451.502	17642.198	281.843	14	-17	49	○
2021/6/24	-150451.495	17642.171	281.897	-150451.510	17642.162	281.868	15	9	29	○
2021/6/26	-150451.502	17642.192	281.905	-150451.526	17642.153	281.874	24	39	31	○
2021/6/29	-150451.490	17642.175	281.900	-150451.486	17642.204	281.866	-4	-29	34	○
2021/7/9	-150451.499	17642.182	281.894	-150451.495	17642.176	281.871	-4	6	23	○

(2) 現場進捗状況の見える化

3次元掘削設計モデルに、UAV 測量で取得した現況の点群モデルを重ね合わせ、ヒートマップで表現することで、掘削が不足している箇所を図-4 のように一目で判定できるようにした。そして、解析ソフトで表示されたモデルを重機オペレーターと業務用チャットアプリで共有し、無駄なく不足箇所の掘削を行った。また、掘削形状が複雑な本工事では、掘削面の標高やダンプ搬出数量で進捗を正確に管理することが難しかった。そこで、掘削3次元モデルを躯体のブロック毎に分けて作成し、掘削残土量を日々の UAV 測量で確認(図-5)することで、定量的な進捗確認を可能とした。



図-3 検証点の位置

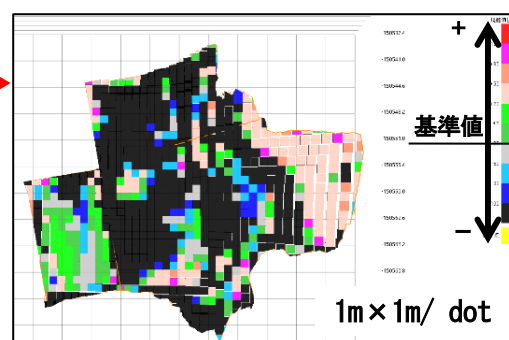


図-4 解析ソフトによるヒートマップ出力結果

(3) 施工計画への活用

点群処理ソフトの断面作成機能を活用すると、任意の線形に対して、横断面図と縦断面図を瞬時に作成(図-6)することができる。この機能を用いれば、従来のようなレベルやトータルステーションを用いた現地測量を行わずとも、現地の正確な状況を反映した仮設工事用道路等の計画を簡単に行うことができる。さらに、作成した断面を構築予定の躯体断面や重機配置と重ね合わせ検証することで、施工のフロントローディングも実施した。

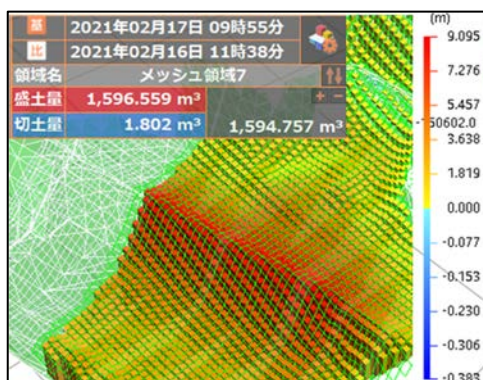


図-5 残土量の把握

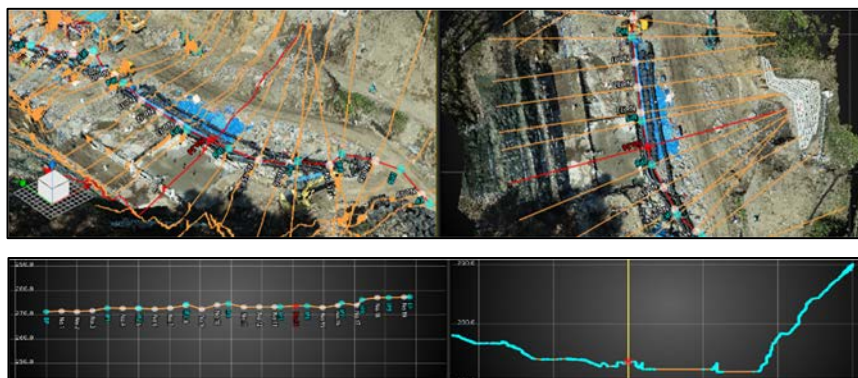


図-6 縦断・横断面図の作成