

第VI部門 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 川上ダム建設所 松田 鉄平

1. まえがき

わが国における建設業では、生産性向上の必要性が叫ばれてから既に久しい。その施策の一環として、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。

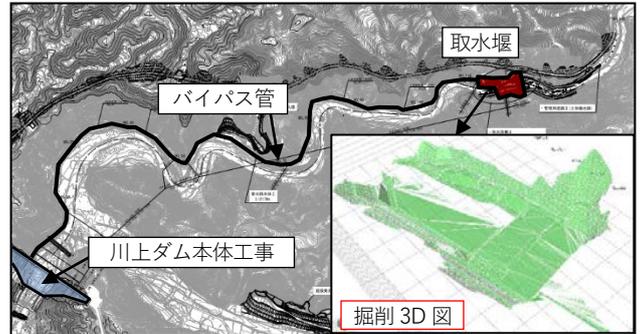


図-1 位置関係図

2. 本工事の特徴と課題

(1) 本工事の特徴

本工事は、川上ダム完成後の下流河川の自然環境への影響軽減のため、流入水バイパスを本ダムの上流 2.2km 地点から整備する工事であり、取水堰建設と、そこでせき止めた水をダム下流に放流するためのバイパス管の敷設からなる。発注者から 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が義務付けられていた。3 次元出来形管理の特徴として、全体の平均値と個々の計測値の双方が規格値（表-1）となる。掘削工において、土質が柔らかく丁張通りに掘削できる場合は、目視による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、仕上げ面の凹凸が激しくなる場合（図-2）、目視で規格値（表-1）に対する可否を判断することが難しかった。

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

(2) 課題

(1) に起因して、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。すなわち、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。一方で、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。



図-2 掘削面状況

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（図-3）



図-3 標定点測量の様子

や、撮影結果の補正が必要であり、多大な労力と時間を要することが予想された。そこで、高頻度かつ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。建設現場で用いられる測位技術の1つとして、RTK、リアルタイムキネマティック方式 (Real Time Kinematic) がある。これは図-4 に示すように、衛星からの信号を UAV と基準局で受信し、通信環境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、従来手法と比べて、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 UAV 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、検証点1点 (1カ所/200m) で測量を行った。

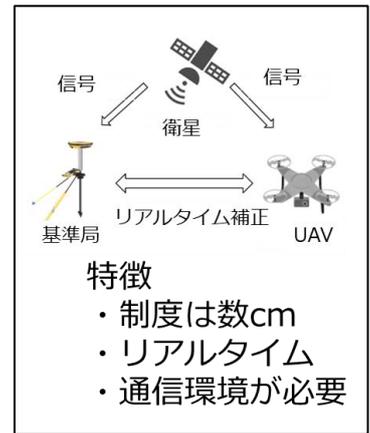


図-4 RTK方式の概要

4. 結果

(1) 3次元測量・出来形管理の効率化

施工の進捗に合わせてタイムリーに3次元測量・出来形評価を行った。作業終了時に測量を行い、解析を行うことで、翌朝には解析結果を現場作業に反映することができた。計測精度については、図-5 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。

(2) 現場状況の見える化

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ることで、掘削が不足している箇所を一目で判定できる (図-6)。とくに、有筋構造物を施工する場所では、掘削の出来形管理基準値を満足するだけでなく、鉄筋のかぶりを確保するために、設計値以上に掘削を行う必要がある。ところが、本工事では、掘削対象が中硬岩以上であり、やみくもに余掘りを大きくすることは、施工効率の確保上好ましくない。そこで、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、ピンポイントで、不足箇所の掘削を行った。

また、本工事では、掘削形状が複雑であるため、掘削面のエレベーションやダンプの搬出数量による管理では、現状を正確に反映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、ブロック毎の掘削残土量を日々のUAV測量で確認することで、定量的な進捗確認を可能とした。

表-2 測量結果の確認

計測日	TSによる座標計測値			UAVによる座標計測値			差			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	0.033	-0.014	0.011	○
2021/4/22	-150451.488	17642.181	281.892	-150451.502	17642.198	281.843	0.014	-0.017	0.049	○
2021/6/24	-150451.495	17642.171	281.897	-150451.510	17642.162	281.868	0.015	0.009	0.029	○
2021/6/26	-150451.502	17642.192	281.905	-150451.526	17642.153	281.874	0.024	0.039	0.031	○
2021/6/29	-150451.490	17642.175	281.900	-150451.486	17642.204	281.866	-0.004	-0.029	0.034	○
2021/7/9	-150451.499	17642.182	281.894	-150451.495	17642.176	281.871	-0.004	0.006	0.023	○



図-5 検証点の位置

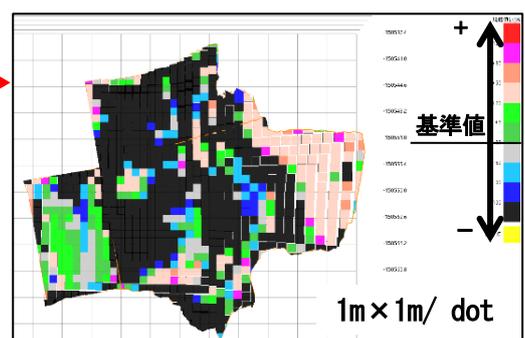


図-6 解析ソフトによる3次元出来形評価