

UAV 空中写真測量における新技術活用の効果検証の一事例

西松建設(株) 正会員 ○湊 康裕
西松建設(株) 正会員 田中 勉
西松建設(株) 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

情報化施工における ICT 活用による 3 次元計測手法として、UAV を用いた空中写真測量(以下、「UAV 測量」)、レーザースキャナー(以下、「TLS」)等による効率的な面管理の測量方法がある。しかしながら、UAV 測量は、対空標識(以下、「標識」)の設置を伴うため、その作業が負担になり採用が回避される場合がある。それらを改善する新技術として、「トータルステーション自動追尾 UAV 測量」(以下、「TS 追尾」)、「GNSS 機能搭載の対空標識」(以下、「GNSS 標識」)が実用化されている。それら新技術を、道路土工の切土部(図-1, 2)の測量に試行し、作業性・測量結果について検証を行った。

2. 測量条件および新技術の概要

(1) 測量条件 道路土工の切土区間(延長約 300m、幅約 110m、高低差約 40m、切土量約 220,000m³)の測量を行った。精度±10cm 以内を目標とし、ラップ率は、進行 90%以上、側方 60%とした。地上画素寸法は 2cm/画素以内とした。測量計算は、各システムのソフトを使用した。

表-1 機器仕様・撮影状況等

	UAV	カメラ	高度 (m)	枚数
GNSS 標識	AEROBO AS-MC02	SONY DSC-QX30U	50	約 430
TS 追尾	エンルート QC730-TS	SONY α 6000	50	約 450

(2) GNSS 標識 GNSS(1 周波スタティック測位)機能を搭載した簡単に設置可能な標識を使用することで、現場での測量作業を削減するものである(表-1)。

(3) TS 追尾 自動追尾 TS で直接 UAV 搭載のカメラ位置を計測することにより、カメラ位置の計算および標定点設置を無くし(但し、調整点を使用)、安定した計測精度を得るものである(表-1)。比較のため、TLS(TOPCON GLS-2000)による測量を行った。

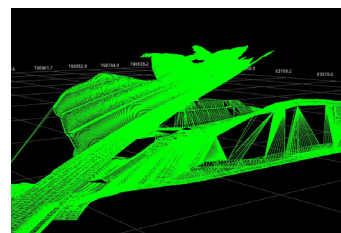


図-1 測量時の状況(切土部)

図-2 計画 3D データ

3. 新技術活用による作業性

TS 追尾、GNSS 標識は、共に 3 人の体制で実施され、実作業から求めた実質総人工(人・日)および 1 人分人工の比較を行った。また、同じ範囲を UAV 測量、TLS(TLS のみ 2 人体制)による場合の想定される作業の実質人工も併記した(図-3)。

GNSS 標識は、ボルトで地盤に固定した固定具を介して固定し、2 回測量(約 1 時間×2 回)後に回収し、標識の記録媒体情報から測位計算を行うものである。

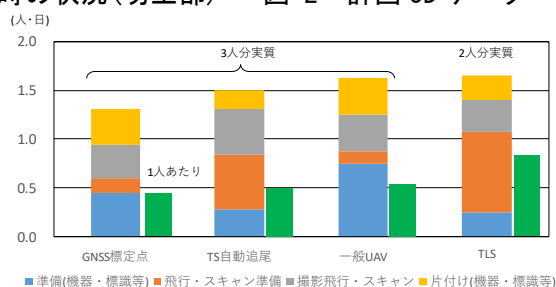


図-3 作業量の比較

TS 追尾は、1 飛行あたり検証点 1~2 点、調整点(標定点の代替) 1~2 点を設置する。地形・形状にもよるが、同一面積の UAV 測量に対して、標識数が 30~40%削減される(図-4)。一方、システムの特長である TS による UAV 追尾状況の確認、撮影飛行後に TS データと撮影写真の対応確認の作業等が必要になる。

実作業から求めた人工は、GNSS 標識による方法が 1.31 と少なく、TS 追尾は 1.5 となった。また、UAV 測量は 1.62、TLS は 1.65 程度と想定され、新技術の採用により、若干の現場作業の短縮が確認された。

4. 測量結果

(1) 標定点・検証点の較差

①GNSS 標識 標定点・検証点の較差を図-5 に示す。x, y, z に対する検証点較差の最大絶対値は、0.014、0.020、0.038m と、目標精度±0.1m 以内であった。

キーワード UAV、空中写真測量、新技術、作業性、精度

連絡先 〒105-0004 東京都港区新橋六丁目 17-21 西松建設(株)TEL 03-3502-0273

②TS 追尾 標定点・検証点の較差を図-6 に示す。x, y, z に対する検証点較差の最大絶対値は、0.045、0.020、0.021m と、目標精度±0.1m 以内であった。

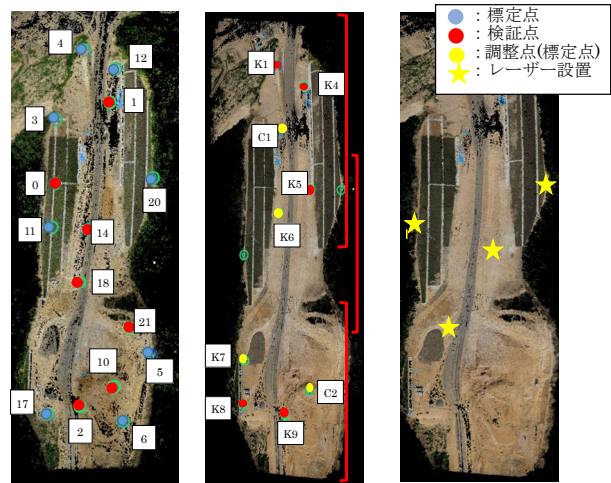


図-4 GNSS 標識、TS 追尾の標識、レーザー位置

(2)断面での比較

高低差の大きい断面 No.264 の、TLS による横断面図(処理奥行 : 0.1m)を図-7(上)に示す。TLS との較差を、レーザー入射角および植生を考慮して、小段部分およびのり面の約 20m 区間を 2 段階で拡大して比較を行った。

TLS(水色)、GNSS 標識(黒)の結果は、小段端部で 0.02~0.03m 程度の差があり、のり面では 0.01m 程度のずれが数箇所あるものの、ほぼ TLS と重なっていた(図-7(中))。TLS(水色)、TS 追尾(黒)の結果は、小段付近で 0.02~0.03m の差が数点、のり面ではほとんどレーザーと重なっていた(図-7(下))。両手法とも、所定の精度は得られた。

(3)計算土量の比較

GNSS 標識および TS 追尾の測量結果から、盛土・切土量を求めた。点群を 6 点/m² 程度にノイズ処理処理後、土量計算を格子サイズ 0.5m、逆距離加重法により行った(表-2)。TS 追尾の計算土量に対する、GNSS 標識、TLS による結果の比率を求めた。1,000m³ 以上の処理量に対する比率の差異は 1%となった。また、1,000m³ 未満については、±6%以内となった。土量計算に関する実用上の差は小さいと考える。

5. まとめ

今回の高低差のある地形での活用検証では、GNSS 標識は、測量値の現地確認ができない点があるが、設置の作業性は良好であった。TS 追尾は、標識数は減るものの、システム特有の TS と UAV の調整等が必要で、総作業時間の著しい削減は無かった。しかし、TS 追尾は平坦地形では標識数をさらに削減でき、作業の効率化が期待できる。測量精度は、標識の測量方法が GNSS および TS、また、カメラ性能の違いがあるものの、両方法とも所定の精度を満たし、断面形状および土量算出も妥当な結果が得られたと考えられる。

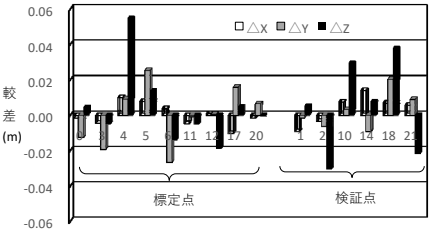


図-5 GNSS 標識の標定点・検証点較差

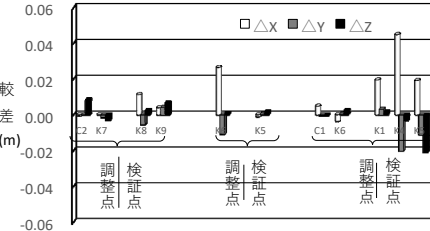


図-6 TS 追尾の標定点・検証点較差

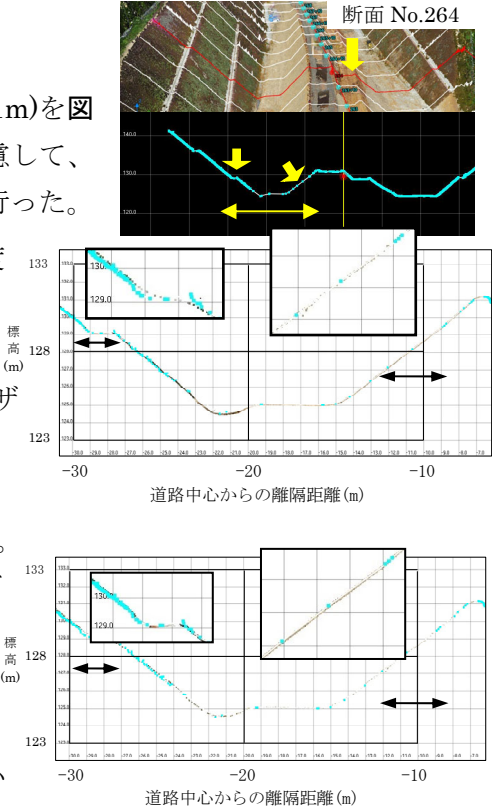


図-7 (上より)断面 No. 264、GNSS 標識、TS 追尾結果

表-2 計画に対する盛土・切土量

工区	盛土・切土	GNSS標定点		TS自動追尾		(m ³) (()内は%)	
						レーザ	
No. 256~260	盛土	338	(98)	346	(基準)	-	-
	切土	130,659	(100)	130,189	(基準)	-	-
No. 260~264	盛土	98	(97)	101	(基準)	107	(106)
	切土	56,075	(101)	55,758	(基準)	55,657	(100)
No. 264~268	盛土	0	-	0	(基準)	0	-
	切土	21,519	(100)	21,521	(基準)	21,618	(100)
No. 268~272	盛土	181	(95)	190	(基準)	-	-
	切土	11,750	(101)	11,672	(基準)	-	-
合計 (A~E工区)	盛土	617	(97)	637	(基準)	-	-
	切土	220,003	(100)	219,140	(基準)	-	-