

PPK 処理による UAV 写真測量の出来形計測への適用性

大成建設（株） 関東支店 正会員 ○鹿島 雄樹
 大成建設（株） 土木技術部 正会員 新井 博之
 芝本産業（株） 正会員 小林 正幸

1. はじめに

UAV 写真測量による土工事での進捗管理や出来形管理は、現場の生産性向上に大きく寄与できる手法として広く導入されている。筆者らは、GCP レスで通信環境不要とする PPK（Post Processing Kinematics）システムによる UAV 写真測量手法の適用性検証に取り組んでおり¹⁾、最も測量精度が要求される出来形計測でも従来手法と同等以上の精度確保ができれば、さらなる生産性向上が期待できる。そこで、対地高度が大きい撮影条件でも要求される地上画素寸法²⁾が確保できるカメラと PPK ユニットの搭載した UAV による写真測量を実施し、出来形計測への適用性を検証した。

2. 現場試行概要

UAV 機種は、PPK ユニットと焦点距離 35 mm カメラを搭載した Inspire 2 とした(図-1)。使用した KLAU PPK システムは、ドローン機体と独立した 2 周波 GNSS アンテナによる高精度測位データが、カメラのシャッター信号と 1/1000 秒単位で完全同期し、機体の姿勢情報についても後処理解析で使用できるものである。

試行現場は、関東地方のダムサイト造成工事現場と北陸地方のえん堤工事現場の 2 ヶ所とし、合計 9 回の空撮測量を実施した。(図-2)。

PPK ユニット搭載 Inspire2

カメラレンズ交換可能

有効画素数：2400 万画素、焦点距離：35mm



カメラを加工し、シャッター信号を 1/1000 秒単位で補足

高精度 2 周波 GNSS アンテナ



PPK ユニット & バッテリー



図-1 使用機種と PPK システム搭載状況



関東地方 ダムサイト造成工事現場



北陸地方 えん堤造成工事現場

図-2 試行現場の状況

3. 精度検証結果

空撮は、施工範囲の地上画素寸法を 0.5~1.4cm/pix、検証点設置範囲ではすべて 1cm/pix 以下になるような最大対地高度となる飛行プランとした。各回の撮影条件および検証点における座標誤差を表-1 に示す。

測量結果から、国交省の地上画素寸法の基準による測量精度を概ね満足することが確認できる。また全体としては、平面誤差よりも鉛直誤差の方が大きい傾向になっている。一方で、各回の精度にバラツキがあり、出来形計測の要求精度をわずかに満たさない場合も見られた。

キーワード：UAV、写真測量、PPK、出来形管理

連絡先：〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株)土木技術部ダム技術室 TEL 03-5381-5282

PPK システムが示す UAV 位置精度の検証結果を図-3 に示す。PPK の取得データは UAV に搭載した高精度 GNSS アンテナで測位情報を取得後、測位情報を KLAU PPK-J Desktop に入力し、VRS 補正情報によって解析する。UAV に搭載されているカメラと GNSS アンテナ間でのオフセット調整や、機体の IMU 情報を用いた傾き調整なども行われているため、レンズキャリブレーションが行われたカメラセンサー中心の正確な位置情報の推定値を得ることができる。補正後のデータは測位誤差によって判定され、基準値内 (X/Y/Z 方向において ±3cm 精度) の測定誤差であれば緑色表示される。

検証点での座標誤差が 5cm 以上の場合があったが、PPK システムが示す UAV 位置精度について確認すると、全て基準値内であった。このため誤差要因は、写り込む検証点のピント、光量、ホワイトバランス等の撮影パラメータによる撮影画像側に問題があったと考えられる。図-4 は検証点撮像画像例であるが、試行 No.8 に比べて No.9 はピントにズレが生じている。これは撮影時の小雨による水滴影響によるものと考えられ、結果として鉛直方向の最大誤差が 5cm よりも大きくなったと推定できる。

表-1 撮影条件と精度結果

試行 No.	空撮現場	使用機体	空撮月日	オーバーラップ率設定	サイドラップ率設定	地上画素寸法設定	対地高度設定	検証点設置数	精度誤差結果 (cm)	
									水平誤差	鉛直誤差
1	関東	Inspire2	6月26日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	1.3	1.2
									1.7	1.9
2	関東	Inspire2	7月28日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	0.6	3.7
									0.8	5.3
3	関東	Inspire2	9月28日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	2.8	3.6
									4.4	6.5
4	関東	Inspire2	10月26日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	1.2	1.8
									1.3	2.2
5	関東	Inspire2	11月27日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	3.3	3.5
									4.3	5.3
6	関東	Inspire2	12月23日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	3.0	4.4
									4.9	5.6
7	関東	Inspire2	1月27日	90%	80%	0.5-1.4cm	30-130m	5	2.7	1.8
									3.7	4.4
8	北陸	Inspire2	8月27日	90%	70%	0.9-1.1cm	82-100m	4	2.6	2.8
									3.7	4.9
9	北陸	Inspire2	12月10日	90%	70%	0.9-1.1cm	82-100m	4	2.0	4.6
									4.8	6.1

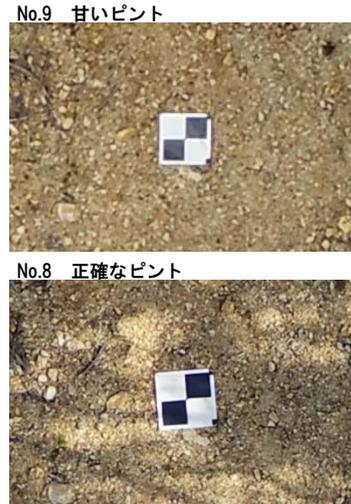


図-4 検証点撮像画像



測位誤差が3cm以内であれば基準値内として緑色で表示される。電波の受信感度や計測精度が悪い場合は、その閾値により黄色・赤色で表示される。

- 高精度位置情報を得るための技術体系
- 1.高精度 GNSS 受信機搭載 (NovAtel 社製)
 - 2.高精度シャッター信号の計測 (1/1000 秒)
 - 3.Klau 社製後処理ソフト (PPK-J Desktop)
 - 4.カメラレンズキャリブレーションの実施

図-3 KLAU PPK-J Desktop PPK の位置精度検証画面

4. まとめ

PPK システムを搭載した UAV 写真測量により、土工事での出来形計測にも GCP レスの UAV 写真測量を活用できる可能性が確認できた。一方で、撮影のコンディションにより測量精度にバラツキが生じる課題があり、出来形計測精度を要求する場合、撮影の際にピント合わせなどカメラの設定を入念に実施する必要があるといえる。どのような状況においても高い精度を出すことが出来るように、カメラの最適な設定や、異なる条件下における検証を今後とも継続し、手法を確立させていきたいと考える。

参考文献

- 1)新井博之,土井康平,濱野伸一郎:山間部土工事での PPK 処理による UAV 写真測量の適用性検証,土木学会第75回年次学術講演会 VI-1116,2020
- 2)国土交通省:空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案),平成30年3月