

PPK 測位技術を応用した UAV 計測による生産性向上への試行について

株式会社大林組 正会員 ○田島 僚
芝本産業株式会社 小林 正幸

1. はじめに

本報告では、高精度な GNSS 計測と同等の精度で測位情報を計測できる UAV システム（以下、GCP レス UAV）を用いることで、従来、UAV 写真測量における約 3 割（5ha の場合）の作業時間を占めていた標定点（GCP）の設置・計測作業を不要にし、かつ起工測量や出来形測量に必要な計測精度を確保することで生産性の向上を図るとともに、UAV による計測作業のさらなる効率化を達成することで、建設現場での UAV の活用の拡大を図ることを目的とした。なお、本試行の取組み内容については、2019 年度国土交通省の「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」の委託業務の一環として試行した内容の一部である。

2. UAV 計測における課題について

表-1 は空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）に従い、出来形管理を実施した場合の作業時間を算出したものである。対象面積が大きくなるにつれて飛行時間が長くなるが、それとともに標定点も増加することがわかる。UAV の出来形管理基準においては、外側標定点として撮影区域外縁に 100 m 以内に 1 箇所、内側標定点として天端上に 200m に 1 箇所を目安に設置することとされている。表からもわかるとおり、実際の計測に関わる飛行時間に比べ、標定点・検証点の計測にかかる時間が約 3 倍程度必要となる。

表-1 空中写真測量（無人航空機）を用いた場合の作業時間

面積	飛行高度	飛行時間	標定点	検証点	計測時間
5ha	40m	20 分	12 箇所	3 箇所	75 分
10ha	40m	50 分	25 箇所	5 箇所	150 分
20ha	40m	150 分	50 箇所	10 箇所	300 分

3. 検証内容について

今回の検証にあたっては SkyLink 社が国内で展開する後処理方式高精度測位システム（KLAUPPK）による UAV システムを検討した。このシステムの特徴は、後処理キネマティックにより標定点がなくとも精度よく撮影写真の位置を推定できる仕組みのほか、UAV 機体とは別のシステムで構築されており、任意の機体に取り付けることが可能な点である（写真-1）。また図-1 は PPK を用いた SfM 解析の流れを示している。通常の写真測量と同様に空撮を実施する。飛行後、事前に記録した GPS 情報を元に後処理し、ネットワーク型 RTK 級の精度を持ったジオタグ付き写真を構築する。最後に、この写真を元に SfM 解析を行うことで、標定点の登録無しに高精度な 3 次元形状の復元を行うことが可能となっている。

今回の検証では範囲約 9,000m² の範囲での撮影計測を行った。検証点として GNSS ローバーで現地地形を 7 箇所設置・計測し、計測精度を確認した。



写真-1 KLAUPPK システム

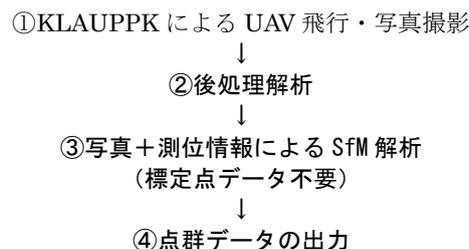


図-1 PPK による SfM 解析の流れ

4. 検証結果

4.1 PPK 測位視すエムについて

KLAUPPK システムでは、専用のアンテナで受信した衛星の測位情報をネットワーク経由で PPK 処理を行うことができる。処理後は推定される誤差を表示することが可能で、通常精度が確保されていると 3cm 以内で収まる (図-2)。このようにして取得した測位情報を元に撮影した写真に更新することで、高精度な測位情報を有する写真データを得ることができる。

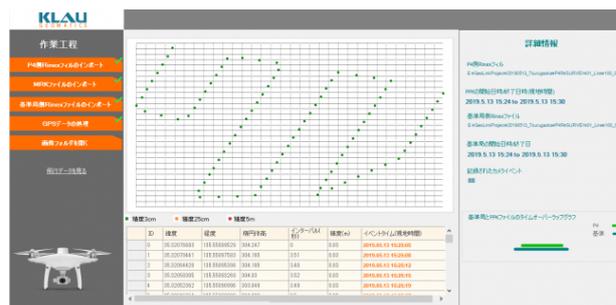


図-2 KLAUPPK による測位精度の確認

4.2 計測精度の検証について

精度の検証方法については、UAV の出来形管理要領に定められている方法で行った。具体的には、現場内に検証点を設置し、その地点での座標値を GNSS ローバーで計測する。一方で、SfM 解析から得られる点群データから得られる検証点での座標値を取得し、両者の差分を取り、 $\pm 5\text{cm}$ 以内であれば OK とした。この $\pm 5\text{cm}$ の計測精度は UAV を用いた出来形管理を行う際に必要な計測精度を示す。検証結果をまとめたものが表-2 である。すべての検証点において、出来形管理に必要とされる計測精度を満足することを確認した。

表-2 地上画素寸法による精度検証の比較

測点	地上画素寸法 1 c m			判定	地上画素寸法 2 c m			判定
	d x	d y	d z		d x	d y	d z	
T1	-0.028	0.014	0.043	○	-0.025	0.002	0.033	○
T2	-0.025	-0.003	0.045	○	-0.021	-0.007	0.044	○
T3	-0.026	0.006	-0.004	○	-0.023	-0.006	-0.018	○
T4	-0.012	-0.003	0.026	○	-0.006	-0.020	0.021	○
T5	-0.008	-0.007	0.015	○	-0.009	-0.02	-0.001	○
T6	-0.010	-0.002	0.026	○	-0.008	-0.016	0.012	○
T7	0.001	0.018	0.017	○	-0.003	0.002	0	○

※既知点座標は GNSS ローバーにて計測した

5. 結論と今後の課題

高精度な測位技術を用いた GCP レス UAV により、従来必要とされてきた GCP の設置・計測という UAV での計測に必須な作業を不要もしくは最小限で実施することができた。また GCP を使用せずとも UAV の出来形管理基準で求められる計測精度である $\pm 50\text{mm}$ 以内という計測精度を確保することができた。これにより生産性は平均で 27% 向上し、より効率的に UAV を用いた計測を行えることとなった。生産性向上が求められている昨今、試行技術の段階的な展開と本施工への適用ができるようさらに取組みを進めていく次第である。

キーワード ICT 活用工事, 出来形管理, 省力化

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 株式会社大林組生産技術本部 TEL03-5769-1253