

カメラ位置を直接計測する手法を用いた空中写真測量に関する検証

日本建設機械施工協会	正会員	○椎葉 祐士
株式会社 トプコン		大谷 仁志
株式会社 トプコン		本田 肇
日本建設機械施工協会		永沢 薫

1. はじめに

国土交通省では、i-Construction⁽¹⁾の取り組みとして、H28年3月に空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(以下、出来形管理要領)が発出されるなど、無人航空機(以下、UAV)を用いた写真測量による3次元座標計測の現場導入が進められている⁽²⁾。また、H29年3月に改訂された出来形管理要領では、三次元形状復元技術 SfM(Structure from Motion)の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法の規定が加わっており、計測やデータ処理の効率化が期待されている。筆者らは、カメラ位置を直接計測する手法を用いた空中写真測量による出来形計測の実験結果に基づき、計測精度、作業時間の変化について報告する。

2. 空中写真測量の課題

UAVを用いた空中写真測量では、SfMと呼ばれる技術を活用し、多数枚重複撮影された写真から自動で対象の三次元モデルを作成する。しかし、出来形管理などの土木測量に応用するとなると、現場の座標系に基づいてカメラの位置を正確に求める必要があり、出来形管理要領では、そのカメラの位置を求めるために、多くの標定点(外側標定点 100m 間隔,内側標定点 200m 間隔)を設置・測量することが規定されている(図-1)。さらに、写真測量ソフトウェアを用いて画像上で標定点を設定する作業も必要であり、殆どがマニュアル作業となるため、計測ミスや誤差が生じる。以上のように、UAVを用いた空中写真測量において、標定点の設置・計測、写真測量ソフトウェアでの設定が課題となっている。

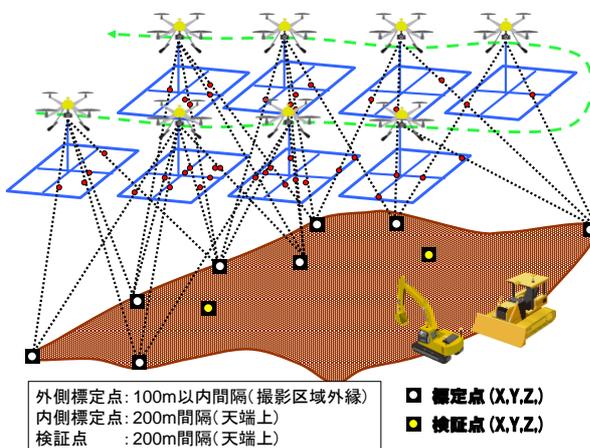


図 - 1 従来の空中写真測量

3. カメラ位置を直接計測する手法を用いた空中写真測量

2章で挙げた空中写真測量の標定点に関する課題を解決するために、カメラ位置を自動追尾型トータルステーション(以下、TS)で高精度に計測し、カメラの姿勢を画像解析で自動的に求めることで、標定点が不要な空中写真測量を実現する手法が開発されている(図-2)。本手法では、UAVは風の影響により傾くことがあることから、カメラの撮影位置を正確に算出するため、常に鉛直方向に制御されるジンバルに設置されたカメラレンズの先端にプリズムを取り付け、カメラの回転に応じて撮影位置を正確に補正している。また、撮影写真と TS で取得した座標を同期させる必要があり、カメラの撮影時刻と TS 追尾の測

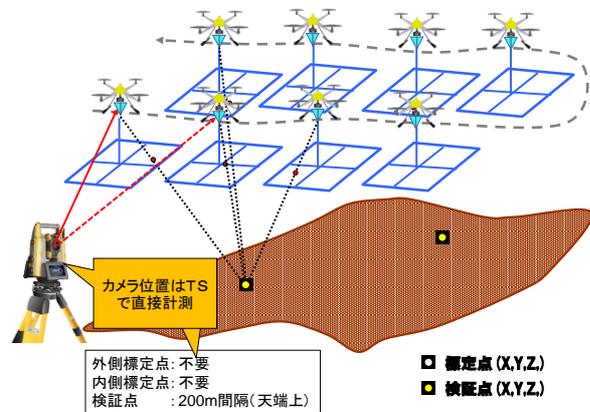


図 - 2 カメラ位置を直接計測する手法

キーワード i-Construction, 空中写真測量, 無人航空機, 出来形管理, 3次元データ
 連絡先 〒417-0801 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

定時刻の同期が重要となってくるため、カメラのシャッター時刻とTSの追尾時刻はGPS時刻で同期している(図-3)。

4. 現場検証実験

4. 1 検証項目と検証方法

カメラ位置を直接計測する手法による写真測量の計測精度と作業性を確認するために、実現場における検証実験を実施した。図-4に検証現場全体と標定点および検証点の配置状況を示すが、茨城県内の実現場で実施した。検証範囲は、約10,000㎡であり、標定点は8点、検証点は4点設置した。検証は、従来手法とカメラ位置を直接計測する手法の計測精度と作業性を比較して確認した。

計測精度の検証は、出来形管理要領に示される精度確認試験と同様に実施することとし、現場に設置した検証点をTSで計測し、精度検証の真値となる既知点の座標を求め、既知点と空中写真測量から得られた計測点群データとの差を確認した。

作業性の検証は、標定点の設置・計測時間を調査した。

4. 2 検証結果

計測精度について、検証点での既知点との各座標値の較差をみると、全ての検証点において各座標値が±5cm以内の結果となった。これは、出来形管理要領に示される出来形管理に必要な測定精度が各座標値の較差±5cm以内と規定されており、それを満たす結果であった(表-1)。

作業性については、標定点および検証点の設置・計測時間を比較すると、従来手法は90分、カメラ位置を直接計測する手法は、25分と7割程度作業時間が減る結果であった(図-5)。これは、カメラの位置を直接計測することによって、標定点が不要となり、測定精度を確認するための検証点のみの設置・計測となったためと考えられる。

5. おわりに

本論文では、カメラ位置を直接計測する手法を用いた空中写真測量の計測精度や作業性の検証を行った。今後は、引き続き精度検証を実施するとともに、確実に効率的な空中写真測量手法を検討していきたい。

参考文献

(1) i-Construction
http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000028.html
 (2) 空中写真測量を用いた出来形管理要領(案) :
http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000405.html



図-3 機器構成

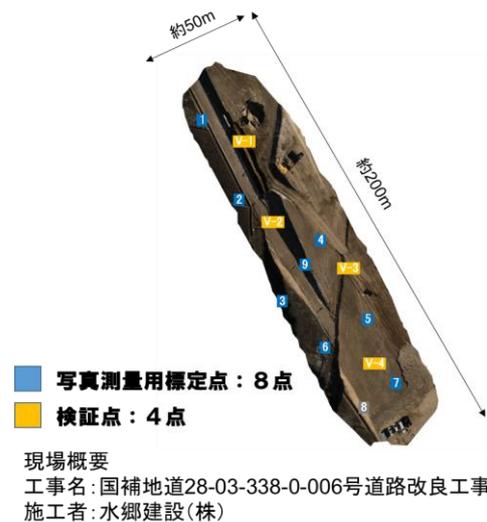


図-4 現場検証条件

表-1 計測精度の比較結果

	従来の写真測量			カメラ位置を直接計測する手法		
	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ
V-1	-0.005	0.015	0.003	-0.024	-0.006	0.019
V-2	0.002	0.007	0.003	-0.019	-0.015	0.034
V-3	0.003	-0.003	0.015	-0.012	-0.027	0.031
V-4	-0.018	0.001	0.029	-0.009	-0.026	0.038

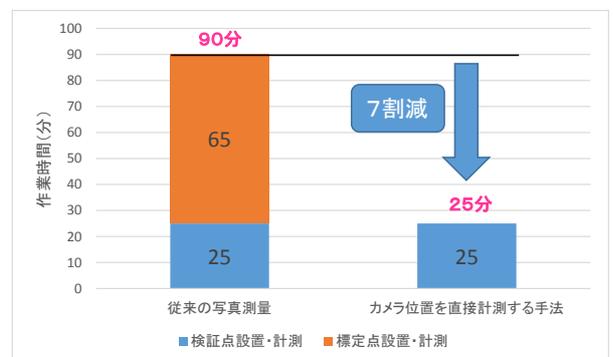


図-5 作業性の比較結果