

(29) 施工管理のための UAV写真測量の解析条件に関する検討

櫻井 淳¹・中村 健二²・田中 成典³

¹学生会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)

E-mail: k400448@kansai-u.ac.jp

³正会員 大阪経済大学准教授 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隈2丁目2番8号)

E-mail: k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

²正会員 関西大学教授 総合情報学部 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)

E-mail: tanaka@res.kutc.kansai-u.ac.jp

UAV写真測量を用いた施工管理を推進するi-Constructionでは、計測成果に求められる精度が定義されており、その精度を満たすために計測条件や解析条件を適切に設定する必要がある。既存研究では、高精度なUAV写真測量を実現するための計測手法が提案されている。しかし、そのために必要となる人的・時間的コストの議論は考慮されておらず、日々の出来高算出や完了検査時の出来形管理などの要求精度が異なる状況下での適した条件が明らかになっていない。そこで、本研究では、UAV写真測量の解析条件の違いによる時間と精度との関係性を明らかにし、施工管理の利用シーンに合わせて適した解析条件を提案する。

Key Words : *unmanned aerial vehicle, point cloud data, structure from motion, i-construction*

1. はじめに

国土交通省が推進するi-Constructionでは、無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)の写真測量を活用した出来高・出来形管理などの施工管理を推進している。

2016年度に発表されたi-Constructionに係る規程¹⁾では、UAV写真測量の要求精度が現在までの試行成果と機器性能に基づき決定された。しかし、測定精度はUAVの計測条件や写真測量ソフトの解析条件に影響する。そのため、著者らは、カメラ設定や飛行ルートなどの計測条件の違いによる影響を調査し、施工管理のための高精度な計測手法を提案²⁾した。しかし、この研究では、高精度な点群データを生成することを目的としており、それに伴う時間的コストが考慮されていない。写真測量では、高精度かつ高品質な解析パラメータの設定や、人手の修正作業などにより精度向上を見込めるが、そのための処理時間と作業時間が増大する。

一方、施工管理において、日々の出来高管理や完了検査時の出来形管理など、利用シーンにおいて要求精度が異なる。そのため、各シーンの要求精度を満たした上で、コストを最小化することができれば、施工管理の効率化を実現できる。そこで、本研究では、UAV写真測量の解析条件の違いによる時間と精度との関係性を明らかにし、施工管理の利用シーンに適した解析方を提案する。

2. UAV写真測量の解析条件の調査実験

(1) 実験概要

本実験では、写真測量ソフトの解析条件を整理する。そして、それらの複数の条件の組み合わせにより、点群生成にかかる時間と精度との関係性を明らかにする。実験場所は、延長が50mで片側斜面に小段を挟んだ凸型形状の道路土工とする。また、計測機器は、UAVにルーチェサーチ社のSPIDERを使用し、ソニー社α 6000のカメラを搭載する。これらの計測設定を表-1に示す。

(2) 解析条件

解析条件は写真測量ソフトによって異なる³⁾が、市販ソフトとして広く普及しているPhotoScan Proを使用する。

調査対象の解析条件とその設定パターンを表-2に示す。ここで、キャリブレーションの「有り(付属)」は付属ソフトのAgisoft Lensで推定した値、「有り(自動)」は写真アライメント時に最高精度で自動推定した値を使用する。FIXキャリブレーション設定ではないため、写真アライメント処理でパラメータを再調整する。

(3) 評価方法と評価対象

本実験では、TS計測値から点群データの再近傍点までの直線距離の平均値を算出し、計測精度を評価する。

また、評価対象は、表-3の2級TSで計測した633点とする。さらに、部位ごとの精度を確認するために、エッジ上の246点（表-3の黒点）、天端上の205点（表-3の薄い黒点）、法面上の182点（表-3の白抜き点）に分類する。

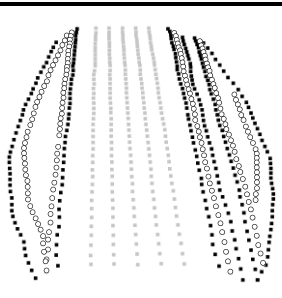
表-1 計測設定

設定項目		設定値
カメラ パラ メータ	焦点距離, シャッタースピード, F 値, ISO 感度	16mm, 1/250, 10, 100
	地上画素寸法	7.2mm/画素
	側線数	直線側線 4 ライン
UAV 飛行 設定	ラップ率	縦横ともに約 80%
	飛行高度	30m
	飛行速度	4m/秒

表-2 解析条件

解析条件	説明	設定パターン
キャリブレーション	カメラレンズの歪み修正の設定	無し, 有り (付属), 有り (自動)
精度	写真アライメント処理の設定 (5段階)	最高, 中, 最低 (1,3,5段階目)
品質	高密度点群生成処理の設定 (5段階)	最高, 中, 最低 (1,3,5段階目)
GCP 修正	写真上の GCP 位置の手動修正作業	修正有り, 修正無し
GCP 個数	GCP の設置個数	3 個, 9 個

表-3 計測データ

点群データ	TS 計測点
	

(4) 結果と考察

表-4の実験結果から、次に示す内容が明らかとなった。

- No.1～3の結果から、精度と品質が中以上の設定で要求精度の±50mm以内⁹⁾を満たす。また、最高の設定では中に比べてエッジの精度が6mm高く、形状を再現できている。ただし、処理時間が膨大なため、日々の出来高管理では中の設定で十分と考えられる。
- No.2とNo.4,5, およびNo.6とNo.7,8の結果から、カメラキャリブレーションの実施有無と精度は関係しないことがわかる。これは、PhotoScanが自動で歪み補正をしているためと考えられる。
- No.2とNo.6の結果から、GCP修正の有無で約10mmの精度差がある。また、No.4とNo.9の結果から、GCP個数の有無で約25mmの精度差がある。よって、GCPは多くの個数を設置し、手動で修正する必要がある。
- 中設定で手動作業有りのNo.2と最高設定で手動作業無しのNo.10を比較すると、No.10の精度が7mm悪いことから、手動作業は精度に寄与するといえる。

3. おわりに

本研究では、UAV写真測量の解析条件の違いによる時間と測定精度を検証した。今後は、土量の出来高算出や現行の要領に則した評価を実施予定である。

参考文献

- 1) 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），2016。
- 2) 櫻井淳，田中成典，中村健二，窪田諭，今井龍一，重高浩一：UAV の空中写真測量による施工管理のための計測手法の提案，土木学会論文集 F3，土木学会，Vol.72, No.2, pp.II_73-II_81, 2016。
- 3) 近津博文，小高明彦，柳秀治，横山大：UAV 写真測量における三次元モデリングソフトウェアの性能評価，写真測量とリモートセンシング，日本写真測量学会，Vol.55, No.2, pp.117-127, 2016。

表-4 評価結果

N O.	解析条件					点群生成時間		評価結果 (mm)			
	キャリブ	精度	品質	GCP 修正	GCP 個数	処理時間	作業時間	全て	エッジ	天端	法面
1	無	最高	最高	有	9 個	30 時間	1 時間	22	24	21	22
2	無	中	中	有	9 個	1 時間	1 時間	26	30	21	25
3	無	最低	最低	有	9 個	3 分	1 時間	67	78	60	61
4	有 (付属)	中	中	有	9 個	1 時間	1 時間	25	29	21	25
5	有 (自動)	中	中	有	9 個	1 時間	1 時間	29	30	29	38
6	無	中	中	無	9 個	1 時間	無し	35	44	23	38
7	有 (付属)	中	中	無	9 個	1 時間	無し	36	44	24	38
8	有 (自動)	中	中	無	9 個	1 時間	無し	35	43	24	28
9	有 (付属)	中	中	有	3 個	1 時間	20 分	51	54	54	45
10	有 (自動)	最高	最高	無	9 個	30 時間	無し	33	41	20	36