

UAVを用いた法面計測と処理ソフトウェアの実例

～i-Construction 仕様飛行の考察～

大成建設(株) 技術センター 土木技術開発部 ○正会員 青木 浩章, 正会員 石井 喬之
(株)日立システムズ 金融プラットフォーム事業部 鈴木 裕一郎

1. はじめに

国土交通省が提唱する「i-Construction (以下, i-Con)」に基づき, 工事現場では ICT (情報通信技術) を活用した技術による効率化・省力化等が望まれている. 特に, UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人飛行体 以下 UAV) による計測・処理技術は, i-Con 中枢の技術として発展が期待されている技術である. ICT 技術全般に言える事であるが, この種の技術は工事現場としては非常に興味があり, 利用してみたいと皆が考えるが, 多様な製品や方法の中から何を採択するかを苦慮するだけでなく, 実施後に思い描いていた結果が得られない事も予想されるため, ICT 技術を活用する事に躊躇する担当者も居る事と思われる. 本件は, 実際の現場において i-Con 仕様に見合った飛行方法と処理方法の実例を示すものであり, 採用を検討する現場担当者の一参考として資するものとする.

～使用機器等システム概要～

UAV: エンルート社 QC730 (ソニー製 α 6000 カメラ搭載)

処理ソフト: Photoscan, Pix4D

処理機: Windows7 64bit, CPU:Core-i7-6700(3.4GHz),

メモリ: 32GB, GPU: GeForce GTX 970



写真-1 実施現場全景

2. 実施現場

平成 23 年 9 月に台風 12 号によって深層崩壊が発生し, 新宮河水系熊野川(十津川)支流の栗平川(流域面積約 8.7km²)を閉塞し「天然ダム」を形成した現場の中で, 高低差約 40m の切土法面を含む大規模土工にて UAV による空撮を実施した。

(写真-1, 図-2)

工事件名: 栗平地区砂防堰堤他工事

工事場所: 奈良県吉野郡十津川村内原地先

発注者名: 国土交通省近畿地方整備局

土工内容: 約 25 万 m³ (切土掘削) L=300m, W=100m

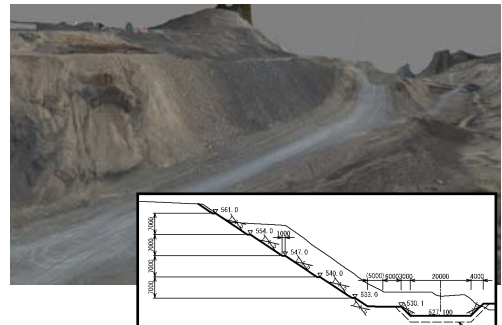
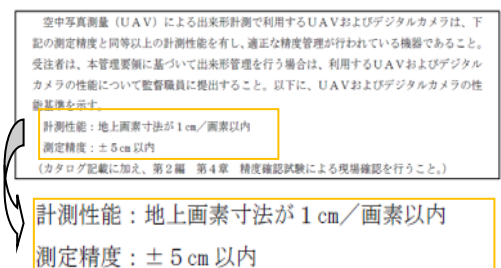


図-2 飛行箇所の概要

3. i-Con 仕様の飛行方法と精度検証

平成 28 年 3 月版の国土交通省「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理要領(土工編)」では, 図-3 のように要求仕様・精度を記している(以下, i-Con 仕様と記)。一見すると, 現行の測量に代わって工事の測量結果に利用するのであれば, この程度の要求は必要かと思えるが, 入手しやすい価格帯の UAV で実際にこれを満たす飛行を行うと, 撮像データが大量化し, 処理に手間と時間が掛かる割には, 撮像範囲を小規模化せざるを得ない結果となる。これでは i-Con の意に合わない



いう思いから、試験飛行を繰返し、飛行方法は一部 i-Con 仕様を満足しないが、相応の規模の現場でも i-Con 仕様を満足する処理結果を得ることが出来た。(満足していないのはラップ率である。基準の解説では進行方向 90%, レーン間 60%, 本方法では進行方向 70%, レーン間 60%程度である) その要点を下記に示す。

- ① カメラ撮像設定 (AUTO モードとし、図-4 と下記 3 点参照)
 - ・シャッタースピード (1/1000 以下)
 - ・F 値 (4.0 を基準に現場によって調整)
 - ・ISO 感度 (400 以下)
- ② 法面に合った飛行方法 (高度一定→高度変化)
- ③ 地上標定点 (Ground Control Point 以下, GCP) の大型化 (100cm 程度)
- ④ 処理対象画像の選択方法と使用処理ソフト

上記①～③の要点は () 記載の通りである。④について、処理に使用するソフトウェアは目下、多用されている Photoscan と Pix4D Mapper を使用し、同じデータで結果がどの程度乖離するか等を確認した。処理は、図-5 に示す GCP (赤○印) を用いて、未知点 (緑□印) を求めた。

処理ソフトでは、3次元データへの絶対座標の入力や精度向上・検証を目的として GCP を設定する。GCP は、処理ソフトの機能で同一の GCP を最低 2 枚の画像に設定し、残りの画像は自動設定する機能がある。これは便利な機能であるが、時間を掛けて全撮像を確認しながら手動設定した方が精度が向上する事を確認している。(表-6、上段 Pix4D にて検証)

また、精度を向上させるためには 3次元データ作成に利用する画像の取捨選択も、下記の 2 点は特に精度に影響が出る事を確認しており、処理の素材に含まない方が良いと思われる。

- ① GCP が画像端部に位置するもの
- ② 離陸地点から撮影点迄の移動画像 (図-7)

Photoscan と Pix4D の結果は、表-6 下段に示すよう xyz 全方向について Pix4D が真値との差が少なく、高精度であることが確認できる。

4. まとめ

本文では測定箇所の殆どが横断方向だけでなく進行方向にも勾配を有する法面であるため、対地高度の変化が大きく、撮像による UAV 測量としては比較的高度な部類に入るものと思われたが、i-Con 仕様を満たす測定精度を得ることが出来た。ただし、結果としては手間が掛かる手動作業が良い結果を出しているため、自動でも手動作業並みの結果が得られる解析精度の高いソフトウェアの開発が望まれる。

また、UAV 測量で一番現場側のメリットが感じられるのは、人力測量に比べ効率が大幅に向上することではないかと思われる。UAV により有人作業を減らせたことは、現場で最も優先する安全確保の観点からも有効な方法と思われる。現行の i-Con 仕様については、機体側で正確な設定速度と正確な時間計測の元で撮像できる機能を持たないと、ラップ率の確保や後の検証が困難であると思われる。

プロパティ	値
カメラ	
カメラの製造元	SONY
カメラのモデル	ILCE-6000
絞り値	f/4
露出時間	1/1250 秒
ISO 速度	ISO-100
露出補正	0 ステップ
焦点距離	20 mm
最大絞り	2.96875
測光モード	パターン
対象の距離	
フラッシュ モード	フラッシュなし(強制)
フラッシュ エネルギー	
35mm 焦点距離	30

図-4 カメラ設定の例

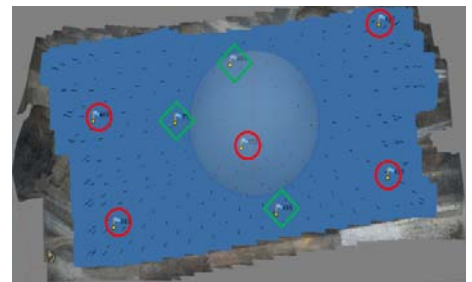


図-5 GCP の配置

表-6 処理結果 (真値との差)

1) GCP 設定の自動・手動の差

	X	Y	Z
手動作業	10	7	12
自動作業	14	15	13

2) 処理ソフトの違いによる差

	X	Y	Z
Photoscan	14	20	14
Pix4D	10	7	12

単位(mm)

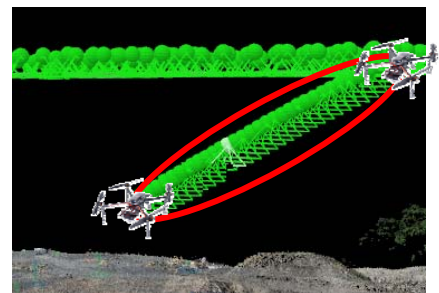


図-7 不要画像の撤去