普及型 UAV の建設工事への活用に関する検討

奥村組土木興業㈱　正会員　○梅宮　利之
奥村組土木興業㈱　正会員　　藤森　章記

１．はじめに

無人航空機(UAV)の高性能化と低価格化が加速度的に進展することに伴って，多種多様な分野で UAV の利活用が進んでいる．建設分野においても例外ではなく，UAV を用いた測量・調査技術は，2016 年度から推進されている国土交通省の「i-Construction」の中でも，情報化施工や CIM 等と並んで建設 ICT 技術の中核に位置付けられ，技術の一般化や普及に向けた積極的な取組みがなされている．

UAV を用いた写真測量では，高性能なデジタルカメラを搭載した大型の UAV が使用されることが一般的であるが，運用にあたって専門的な技術や経験が要求されるものも多く，建設現場への積極的な導入をはかるためには，より運用性の高い中・小型機の適用を検討することも必要である．

本稿は，一般に普及している安価な UAV を使用して，道路土工の現場で出来形測定を行った事例を報告するものである．

２．使用機材およびソフトウエア

(1) UAV

本検討では，普及台数や性能等を考慮して，**写真-1** に示す DJI 社の「Inspire1 pro」（以下，Inspire1）を使用した．Inspire1 の主な仕様は**表-1** の通りである．

地上画素寸法は，写真測量に使用するデジタルカメラに求められる重要な性能指標であり，これを縮めるためには，有効画素数が大きいことが必要である. 測定精度を向上させるためには，レンズの性能と相まって歪みの発生を抑制できることから, センササイズが大きいことが有効である. Inspire1 の搭載カメラ「Zenmuse X5」の有効画素数は 1600 万画素であり，センササイズは 17.3×13mm（マイクロフォーサーズ）である．

写真-1　Inspire 1 pro (DJI)

表-1　Inspire 1 pro **の仕様**

機種名	Inspire 1 pro
対角寸法	559mm
重量	3500g
飛行時間	約 15 分（1 バッテリー）
搭載カメラ Zenmuse X5	焦点距離　：15mm センサ　　：マイクロフォーサーズ 有効画素数：1600 万画素数

(2) アプリケーション

撮影した写真画像から 3 次元モデル作成し，3 次元点群データを出力するまでの作業には，Agisoft 製の「Photoscan Professional」を使用した. 点群処理および 3 次元設計データ作成には，建設システム㈱製の「SiTE-Scope」と「SiTECH 3D」を使用し，出来形出力には同社の「デキスパート」を使用した（**表-2 参照**）．

表-2　使用機材の一覧表

使用目的	名称	製造者	規格
写真解析	Photoscan Professional	Agisoft 社	Ver.1.2.4
3次元設計データ	SiTECH 3D	建設システム㈱	
点群処理	SiTE-Scope		
出来形出力	デキスパート		
解析用 PC	HP Z840 Workstation	HP 社	プロセッサ：Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2620 v3@2.40GHz　2.40GHz (2 プロセッサ) メモリ：64.0GB

キーワード　UAV，i-Construction，写真測量，出来形管理，土量計算
連絡先　　〒552-0016　大阪府大阪市港区三先 1-11-18　環境開発本部技術部　TEL 06-6572-5262　FAX 06-6572-0545

３．出来形測定結果

(1) 測定方法

図-1 に示すような関東地方整備局発注の道路建設工事現場で UAV を用いた出来形測定を試行した．測定方法は，「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)」(平成 28 年 3 月，国土交通省)に準じた．本検討における測定条件は**表-3** の通りとした．撮影高度は，地上画素寸法 1cm/画素以下の規格を満たすために，撮影高度を 40m とした．測定精度確認試験結果を**表-4** に示す．

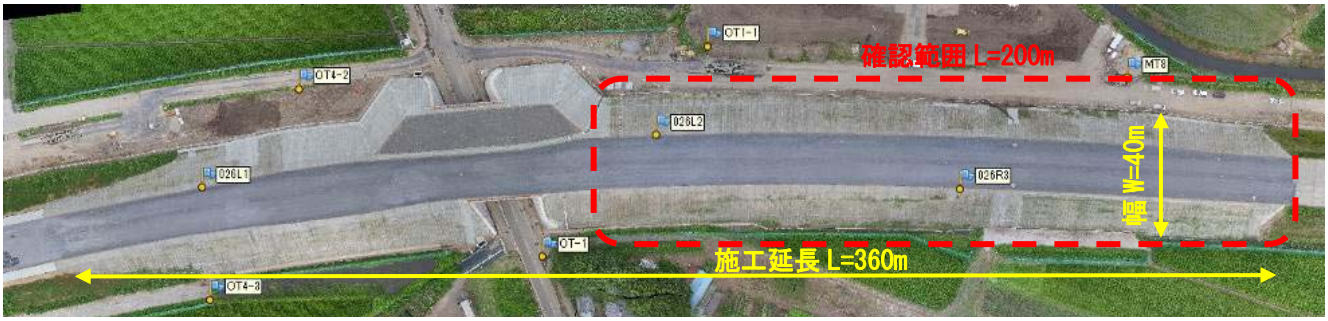

図-1　施工現場オルソ画像

表-3　測定条件

項　目	撮影条件	規　格
撮影高度	40.0m	地上画素寸法 1cm/画素以下
撮影範囲（写真 1 枚あたり）	46.1m×34.7m	
撮影枚数（計算値）	285 枚	オーバーラップ率：90% サイドラップ率　：60%

表-4　測定精度確認試験結果

点名	検証点の座標間較差（mm）			測定精度
	⊿X	⊿Y	⊿Z	
1 点目（026L1）	-9	-12	-14	X 成分（最大）＝- 9mm　基準値 50mm 以内 Y 成分（最大）＝-12mm　基準値 50mm 以内 Z 成分（最大）＝-47mm　基準値 50mm 以内
2 点目（026L2）	-4	-4	-32	
3 点目（026R3）	6	-11	-47	

(2) 測定結果

出来形測定結果を**図-2～図-3** に示す．これより，出来形管理要領の基準値内であることを確認した．法面において棄却点数が多いのは、施工の都合から仮設構造物（仮排水管，仮設階段）が残っているためである．

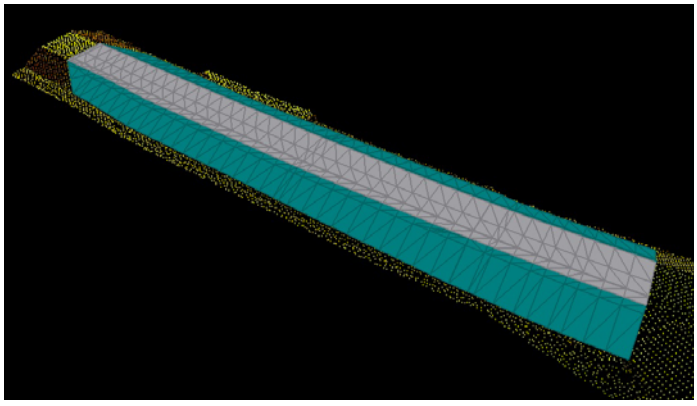

図-2　設計・出来形点群図（SiTE-Scope）

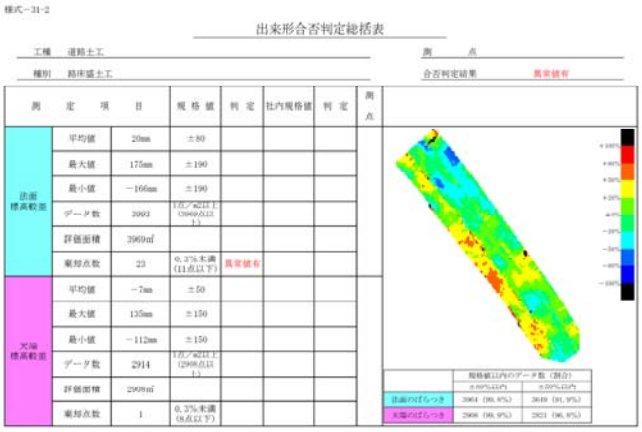

図-3　出来形合否判定総括表

４．まとめ

普及型 UAV を用いて道路土工の出来形測定を行った結果，測定条件を工夫することによって，TS 出来形管理の測定値と比較しても，高さが±5cm 程度以内におさまっていることが確認できた．これにより，普及型 UAV は，計測精度の面においても，小規模な土工事では出来形測定に使用可能であると判断した．