

垂直離着陸機(VTOL)を使用した空中写真測量成果の報告

戸田建設株式会社 正会員 ○萩森 大佑
 戸田建設株式会社 正会員 小林 竜太
 青山学院大学 非会員 古橋 大地

1. はじめに

国土交通省は、建設生産システム全体の生産性向上を図る「i-Construction」における施策の一つとして、ICT 土工を推進している。これは建設プロセスの初期段階から 3 次元データを活用するフロントローディングによって建設プロセス全体の最適化を目指す取り組みであり、建設現場においても 3 次元測量を導入する場面が徐々に増えつつある。

本稿では、3 次元測量手法の 1 つである無人航空機 (UAV) による空中写真測量の機材として、垂直離着陸機 (以下、VTOL) を使用した場合の測量精度、測量効率を報告すると同時に、VTOL を建設現場に適用する際の留意点を整理した。

2. 使用機材について

今回は AeroSense 社の「エアロボウイング (AS-VT01)」という VTOL 機材を使用した。機材の諸元一覧を表-1 に示す。

VTOL の大きな特徴として、回転翼を搭載した固定翼ドローンである点が挙げられる。従来の固定翼ドローンには回転翼が搭載されていないためホバリング飛行をすることが出来ず、離着陸のために直線距離として約 50m 程度の平地 (滑走路) が必要であった。VTOL は回転翼を搭載してホバリング飛行が可能であるため、数メートル四方のスペースさえあれば使用可能である。工事ヤード等の関係によりまとまった平坦部分を確保するのが困難である建設現場において、少ないスペースで離着陸が可能な回転翼の長所と、高速飛行により広範囲測量が可能な固定翼の長所を兼ね備えた VTOL は、非常に親和性が高いと考えられる。

3. 測量調査概要

今回の空中写真測量の概要を表-2 に示す。当社が現在施工中の埼玉県所沢市某現場を対象としており、施工範囲は約 8.7ha であるが、当機材の飛行範囲としては周囲最大 500m を含めた約 10ha とした。実際の飛行ルートを図-1 に示す。

4. 測量結果

①測量精度について

今回の空中写真測量によって取得したオルソ画像を図-2 に示す。なお、今回の土量解析は工事施工範囲の一部 (約 2.6ha) を対象とした (図-3)。



写真-1 AS-VT01

表-1 使用機材諸元

機体 本体	機体名称	AS-VT01
	外形寸法	2130×1200×450mm (プロペラ含まず)
	本体重量	9.2kg (バッテリー含む)
	最大使用 可能時間	40 分
	最高速度	100km/h
	飛行可能風速	10m/s
カメラ	カメラ名称	Sony UMC-R10C
	焦点距離	16mm
	センササイズ	23.2mm × 15.4mm
	記録画素数	5456 × 3632 pixel

表-2 測量調査概要

測量調査箇所	埼玉県所沢市某地区
測量調査日	2021年10月20日(水)
天候	晴れ
風速	3~6 m/s
測量範囲	約 10ha
測量方法	空中写真測量
測量時間	17 分 (13時35分~13時52分)

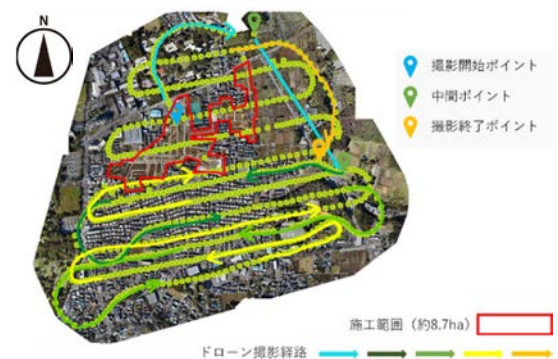


図-1 飛行ルート

キーワード 無人航空機, UAV, VTOL, 空中写真測量, 3次元測量

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設株式会社 土木設計部 TEL (代) 03-3535-1354

解析における土量は4,357.51 m³であったが、実際の施工数量としては約3,500 m³であり、乖離が発生していた。この要因として以下の2点が挙げられる。

1点目は、建築物等の構造物が存在するエリアの読み取り誤差が多い点である。これは空中写真測量に挙げられる特徴の1つであるが、レーザー測量と比較すると測量精度は低下するため、局所的に誤差が発生したことが考えられる。

2点目は標定点の設置数が不足していた点が考えられる。本調査時には解析範囲周辺に標定点を6箇所設置したが、東西で設置数のバラつきがあったため、サーフェス面の生成精度が低下したと考えられる。

②実測効率について

今回の測量は約10haを撮影対象としているが、計測に要した時間は表-2に示すとおり17分であり、1分当りの計測範囲は0.6haであった。当現場において回転翼ドローンによる測量は実施していないため同一現場での比較は不可能であるが、当社の他現場で実施した回転翼ドローンによる測量は28haに対して計測時間は約1時間であり、1分当りの計測範囲は0.47haであった。時間当たりの計測範囲に大きな差は確認できなかったが、これは直線飛行区間が最大でも500m程度しかなかったことから、本機材の強みである飛行速度を十分に活かすことができなかったことが要因である。

5. まとめ

本稿のまとめは以下の通り。

- ・省スペースで離着陸が可能である回転翼の長所と、広範囲測量が可能な固定翼の長所を兼ね備えたVTOLを測量機材として使用した場合の空中写真測量結果として、測量精度と実測効率の2点を報告した。
- ・空中写真測量ならではの特性ではあるが、構造物判定や標定点位置の偏りによって3次元点群データの誤差が発生したこともあり、測量精度としては約80%程度であった。UAVを使用した測量では空中写真測量よりもレーザー測量の方が精度の高い結果を得られるが、現時点において当機材はレーザースキャナーを搭載する仕様になっていないため、現仕様で3次元測量を実施する場合は空中写真測量の特性を加味しながらデータの取得、解析を実施する必要がある。
- ・建設現場で従来使用されている回転翼ドローンによるUAV測量と比較すると、単位時間当たりの計測範囲に大きな違いは確認できなかった。これは今回の測量範囲が10ha程度とさほど広域ではなかったため、最大飛行速度を發揮する区間が短いことが要因であった。このことから、本機材は地方山間部などにおける大規模造成現場においてその特徴を最大限發揮されるものと考えられる。

参考文献

- ・ AeroSense ホームページ : <https://aerosense.co.jp/vtol-as-vt01>

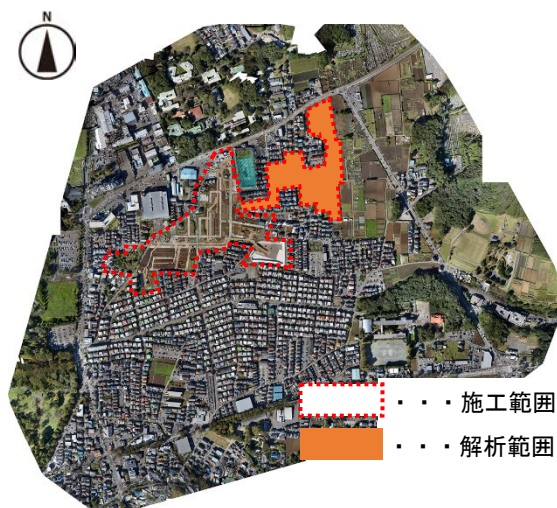


図-2 測量範囲オルソ画像

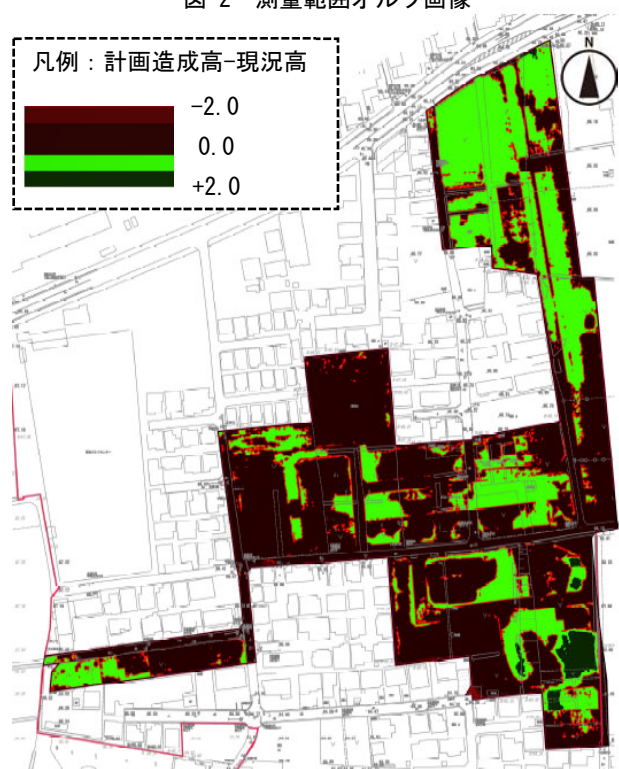


図-3 土量解析結果