

無人航空機を用いた現地調査と今後の活用について

株式会社 復建技術コンサルタント ○山本 佳和
小田島 悠弥

1. はじめに

地すべりやがけ崩れなど災害現場における調査写真の撮影は危険を伴い、地上から対象物の全景を捉えることは難しい。また、設計業務の現地踏査においても、対象地域が広範囲にわたり、全体の状況を把握するのが困難な場合が多い。

そのため、これらの地域における被災状況把握、調査を効率的に実施可能なツールとして、無人航空機（UAV: Unmanned Aerial Vehicle）の利用に関心が高まっている。

平成 21 年に国土交通省の委員会で、「大規模自然災害時の立ち入り困難な危険地域において、空中から効率的に詳細な状況を把握するため、無人航空機（UAV）が有効である」と提言されるなど、業界をあげた取り組みが始まっている。

当社では、災害やインフラ整備に迅速かつ効率的に対応するため、平成 23 年に UAV を導入した。本稿では、UAV の機能や特徴を整理し、現地調査に利用した事例を紹介する。

2. 一般的な撮影の手法

災害現場や設計対象現場の現地調査は基本的に地上からの撮影となる。そのため、対象となる地物の一側面しか視界に入らず、周囲の状況や環境が判断できないことが多い。

現地状況把握のための一般的な写真撮影手法としては航空機やラジコンヘリを用いた方法がある。しかし、航空機は航空法の最低安全高度の規定により高度 300m 以上からの撮影となり、ラジコンヘリを用いた撮影は飛行中のホバリングや安定性確保に熟練を要することから、現地状況把握のための容易な方法とはいえないものである（写真-1）。

当社では、従来の撮影方法の問題に対応するためのツールとして UAV を導入し、災害現場や設計対象現場などでの活用を進めている。なお、導入した UAV を写真-2 に示す。



写真-1 ラジコンヘリ



写真-2 無人航空機 (UAV)

3. 無人航空機の概要および特徴

(1) UAVの概要

当社で導入したUAVの仕様を表-1に示す。UAVは隣り合うプロペラがそれぞれ反対向きに回転するため、一般的なラジコンヘリに比べ飛行中の安定性は高い。飛行可能な範囲は、プロポと呼ばれる操縦機から半径約500m、高度は航空法により高度250m以下である。また、連続飛行可能時間は約10分であるが、現地での風量やペイロード（カメラなどの搭載物）の重量によりその時間は前後する。

表-1 UAVの仕様

機種名：MKコプター（MK-8）	
機体重量	1,530g
サイズ	70cm×70cm×35cm
搭載重量（ペイロード）	1.5kg（カメラ：約500g）
飛行可能時間	約10分（条件：500g載荷、無風）
	※風や搭載重量により変化する
飛行時の気象条件	風速10m/sec以下（目安地上で4m/s）
	雨、雪不可（モーター、基板が露出しているため）

(2) UAVを用いた撮影手法

撮影手法は、オート法とマニュアル法の2通りの方法がある（表-2）。オート法は、離着陸を手動で行い、ウェイポイントと呼ばれる飛行経路の情報（座標・高度など）をあらかじめ設定し自動撮影を行う方法である。マニュアル法は、離陸～撮影～着陸までを全て手動で行う方法である。この方法では、機体に搭載したカメラで撮影中の映像を手元のパソコンで確認でき、その上でプロポを操作して写真を撮影することが可能である。なお、カメラの向きや角度も操作可能なため、比較的簡単にイメージした写真を撮影することができる。

オート法は道路や堤防などの線状構造物の撮影に適しており、マニュアル法は斜面・法面やパース用鳥瞰写真などの撮影に適している。

表-2 撮影手法の特徴

		オート法	マニュアル法
操作	離陸	手動	手動
	経路移動	自動（位置情報入力）	手動
	撮影	自動	手動（プロポで操作）
	着陸	手動	手動
特徴		・複数地点を効率的に撮影可能 ・位置情報が入力できるため定点観測に適用可能	・飛行中の映像をPCで確認できる ・プロポで遠隔シャッターが可能
適応箇所		道路など線状構造物	のり面、斜面など

キーワード 無人航空機、現地調査、効率化

連絡先 株式会社 復建技術コンサルタント 〒980-0012 宮城県仙台市青葉区錦町 1-7-25 Tel:022-217-2045

4. UAVを用いた撮影例

現地調査にUAVを用いた例をあげる。東日本大震災の被災状況調査をはじめ、設計業務などに活用している。

事例1：H23 東日本大震災被災地域（港湾施設）

東日本大震災で甚大な被害を受けた宮城県名取市、亶理町の港湾施設の復旧設計のため、被災状況調査を実施したものである（写真-3および4）。撮影時期は震災から約2年後の平成25年6月である。撮影高度約130mからの鳥瞰写真により、港湾施設および周辺の被災状況を確認することができた。なお、当機の導入は東日本大震災発生から半年後であったため、震災直後の撮影はできなかった。



写真-3 名取市A地区



写真-4 亶理町B地区

また、当該地区では関係機関との協議資料用として、地上に対して垂直撮影した写真に計画を重ね合わせた資料を作成した（図-1）。重ね図はこれまで衛星写真等を使用していたが、より低コストで作成することが可能となった。



図-1 計画重ね図

事例2：上北地区（電力施設計画地）

青森県上北地区において、電力施設計画に伴う環境アセスメント資料の一環として、計画地周辺の土地利用状況を把握するため高度200mより鳥瞰写真を撮影した（写真-5および6）。これまで状況把握は地上での踏査や衛星写真により実施していたが、UAVでは地上踏査よりも広範囲に、かつ衛星写真よりも詳細に現地状況を把握することができた。



写真-5 上北地区-1



写真-6 上北地区-2

事例3：石巻橋梁パース

老朽化のため架け替えとなる国道45号宮城県石巻市C橋梁の計画パースを作成するためのパース写真を撮影したものである。マニュアル法でカメラアングルを確認しながら撮影を実施したことにより短時間で撮影でき、これまでのパース作成方法に比べ低コストでリアリティのあるパースを作成することができた（図-2および3）。



図-2 石巻橋梁パース-1



図-3 石巻橋梁パース-2

5. 今後の活用について

UAVの使用にあたり、現地状況や飛行中の動作など作業上の留意事項をまとめる（表-3）。このうち、機体のキャリブレーションを怠ると思わぬ事故発生の危険性が高くなるため、磁気校正は特に慎重に実施する必要がある。

表-3 作業上の留意事項

①強風の中での飛行
・約10m/secではバッテリーが5分程しか持たない（カメラ搭載時）
・無風では約10分飛行可能である
・離陸後、衛星を捕捉するまでの間に強風に流されて墜落する可能性がある
②キャリブレーション（磁気の校正）
・機体が磁気の影響を受けやすいため、それを校正するために行う
・正確に行わないと離陸ができない場合がある
・磁気が乱れているため離陸しても直後に墜落する可能性がある
③機体の動作
・プロポでの操作は瞬時に反映されるが、上空での動作には慣性が伴うため急な方向転換や上下移動は不可能である
・プロポと機体の間に遮蔽物があると、通信が遮断され操縦不能になる
・樹木など周囲に支障物があるような現場の場合、衝突する可能性がある

これまであげたUAVの特徴を踏まえた上で、表-4に今後の活用方法をあげる。3次元モデルへの展開では、VRへの利用なども考えられ、調査写真の効率的な活用が期待できる。

表-4 UAVの活用について

①定点観測
・オート法で撮影地点の座標や高度を設定できるため、工事前や工事中など時期をずらした観測、撮影に利用する
②デジタルカメラ以外での撮影、測定
・デジタルカメラを搭載している機体のマウントにサーモグラフィカメラを搭載し構造物の診断（壁面温度調査、空洞調査）に利用する
③3次元モデルへの展開
・複数の撮影データから3次元モデルを作成し、それらのモデルを簡易的な数量計算に利用する

6. おわりに

UAVの活用にあたっては、撮影時の気象条件や操作の熟練といった課題があるものの、それらを考慮してもこれまで以上に効率的な広範囲の現地状況把握が可能である点から利用価値が高いといえる。今後、様々な現場で広く利用し、震災からの復旧・復興やインフラ整備に貢献していきたい。

参考文献 国土交通省：大規模自然災害時の初動対応における装備・システムのあり方検討委員会，大規模自然災害時の初動対応における装備・システムのあり方（提言），2009