

小型無人飛行機を活用した土砂災害対策の一事例について

中電技術コンサルタント株式会社 ○秦 雅之（現所属：国土交通省国土技術政策総合研究所）

荒木義則 田中達也 杉原成満 田川 良

1. はじめに

災害対応（初動）等では、航空機による空中写真撮影や写真測量、航空レーザ測量が行われるのが一般的であるが、航空機による撮影・計測は、気象条件に左右されやすく、安全性の面から、迅速なデータ取得が困難になる場合がある。このような状況の中、近年、小型無人飛行機の高度化により、安定した飛行で高解像度の撮影が可能となってきた。これにより、徒歩でのアクセスが困難な場所であっても、小型無人飛行機を活用することで、空中写真撮影や測量等、災害直後の迅速なデータ取得が可能になるものと考えられる。

本稿では、災害直後の迅速なデータ取得に対する小型無人飛行機の適用性の確認を目的に、平成22年7月豪雨による広島県庄原災害への災害対応を想定した適用事例の検討結果を報告する。

2. 小型無人飛行機の概要

検討に用いた小型無人飛行機の仕様を表-1に示す。「AscTec Falcon 8」は、8枚のローターを有する小型軽量のラジコンヘリであり、最大10m/sまでの風速条件下において低空飛行・空中静止（ホバリング）が可能である。

また、予め飛行ルートと撮影ポイント（緯度・経度・高度・姿勢）をプログラミングすることで、GPS・IMUによる位置制御とジャイロ・磁器コンパスによる姿勢制御により、指定した撮影ポイントへの自律飛行と低空からの空中写真撮影を自動で行うことも可能である。

3. 小型無人飛行機の活用事例

3.1 検討手順

本検討は、航空機による航空写真測量の方法に準拠した手順により行った。検討フローを図-1に示す。本検討では、豪雨後の曇り等で航空機では撮影できない場合、あるいは土石流や流木等により著しく地形変化があった場合において、迅速な状況把握を行うことを目的に、小型無人飛行機を用いて低高度・高解像度で撮影することにより、精度の高い3次元地形モデルの作成を試みた。災害対応では、調査から解析までの処理時間（迅速性）と精度の両面が重要となるが、本検討では、精度面の確認を主に実施した。

表-1 小型無人飛行機の仕様

| | |
|----------|---|
| 機体形式 | AscTec Falcon 8 |
| 駆動方法 | ブラシレスモーター |
| 電源 | リチウムイオンポリマーバッテリー |
| 機体サイズ | 85cm×80cm×15cm |
| 機体重量 | 1.8kg(カメラ、バッテリー含む) |
| 有効積載量 | 350g |
| 飛行可能範囲 | 300m(操縦者の視認可能範囲) |
| 対地飛行高度 | 150m |
| 飛行時間 | 15分/回 |
| 飛行速度 | 最大50km/h |
| 飛行可能風速 | 10m/s |
| 機体操作 | 2.4GHz無線(送受信機) |
| 自動飛行制御 | GPS/IMUによる位置制御とジャイロ/磁気コンパスによる姿勢制御による自律飛行が可能 |
| 機体情報及び設定 | 機体情報の受信及び各パラメータ/飛行コースの送信 |
| 計測機 | デジタルカメラNEX-5(1,420万画素) デジタルビデオHDC-TM30(ハイビジョン) |

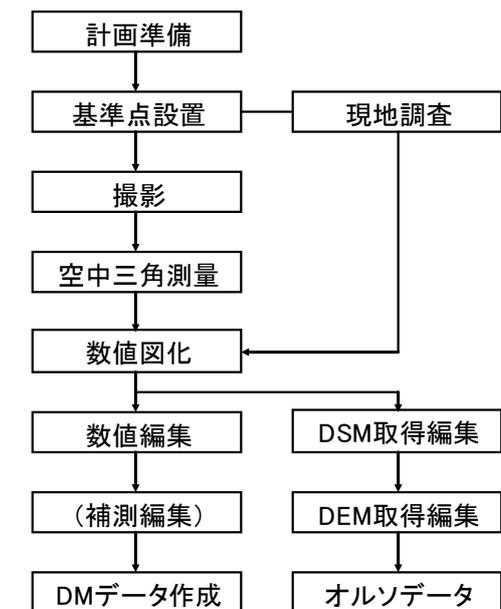


図-1 検討手順（フロー）

3.2 庄原災害への適用事例

計測計画は、空中三角測量のために標定用基準点（対空標識 12 点，刺針 2 点）を設置し，飛行高度 100m，オーバーラップ率 80%，サイドラップ率 60%において 5 コース 47 枚の写真を撮影した。

空中三角測量の一般図を図-2 に示す。基準点における空中三角測量の精度は，標高誤差(DZ)：最大値 0.167m，標準偏差 0.081，水平誤差(DS)：最大値 0.199m，標準偏差 0.127 であった。標準偏差が準則の空中三角測量地図情報レベル 500 の許容値（標高誤差 0.2m 以内，水平誤差 0.15m 以内）を満足する水準である。

写真-1 は，4 コース 40 枚の写真を用いて、縦

150m×横 400m の範囲を地上解像度 5cm にて作成したオルソフォトである。通常の航空写真撮影では，地上解像度 10～20cm 程度が一般的であるのに対して，高解像度となっており，石礫や倒木等の詳細な画像認識が可能となった。また，基準点におけるオルソフォト精度は，標高誤差(DZ)：最大値 0.418m，標準偏差 0.268，水平誤差(DS)：最大 0.281m，標準偏差 0.150 であった。これは，標準偏差が準則の写真地図作成地図情報レベル 500 の許容値（標高誤差 0.5m 以内，水平誤差 0.5m 以内）を満足する水準である。

隣接する 2 枚の撮影写真の立体視によるステレオ面積は，平均 9688.2m² であり，隣接する各モデルの重複部分の誤差検証により，作図有効面積は，ステレオ面積の約 33.6%であった。

次に，これらのデータから図化機により，地形図（1/500）を作成した（図-2）。航空機による航空写真測量では，作成できる地形図の縮尺が概ね 1/2,500～1/1,000 であるのに対して，小型無人飛行機では低高度・高解像度の写真が撮影できることから，詳細な地形図の作成も可能となった。

4. おわりに

小型無人飛行機の活用は，災害直後の状況把握や災害応急対策のための基礎データ取得（石礫・流木の把握，地形図作成），計時的な災害監視（GPS 位置制御による定点監視）等，土石流災害等の災害対応において，有効な手段になると考えられる。

なお，庄原災害の撮影においては，広島県土木局砂防課および広島県北部建設事務所庄原支所のご協力を頂いた。この場を借りて御礼申し上げます。



図-2 空中三角測量実施一般図・地形図(1/500) (19%縮尺)



写真-1 オルソフォト