

## 迅速な滑走路被害調査における UAV 航測技術の適用

防衛省航空自衛隊 西部航空警戒管制団 西村直之, 山本康孝  
大成建設(株) 先進技術開発部 正会員○石井喬之, 正会員 江田正敏

### はじめに

国土防衛における航空戦力は重要な地位を占める。航空自衛隊にとって、基地は航空戦力発揮の基盤であり、その維持が任務遂行に重大な影響を及ぼす。特に滑走路は航空機を離発着させるために必要不可欠な施設である。

有事の際、滑走路が敵航空機の攻撃により被害を受けた際には、写真-1に示すように、ロッドテープと標尺を用いて人力で調査している。安全性が確保された後に、隊員が現地に入り調査する体制であるが、反復攻撃時の退避に問題を残している。



写真-1 現行の被害調査状況

本論文は、被害復旧訓練の一部で、建設業で測量調査等に活用されている UAV(Unmanned Aerial Vehicle:無人飛行体)を使用して、被害調査を無人で、かつ迅速に被害調査を行ったことの報文である。

### 1. LiDAR について

空中レーザー測量は、LiDAR(Light Detection and Ranging)という技術を搭載している。LiDAR とは、光を用いたリモートセンシング技術の一つである。パルス状に発光するレーザーを物体に照射し、物体表面で反射する散乱光を測定し、遠距離にある対象までの距離やその対象の性質を分析するものである。本件の地形測量は、LiDAR を UAV に搭載して実施したものである。図-1 に示すように、搭載されたレーザースキャナから地上にレーザーを照射し、地上から反射するレーザー光の到達時間により求められる地上までの距離と、GNSS と IMU から得られる機体姿勢データを用いて航空地形図を作成する技術である。

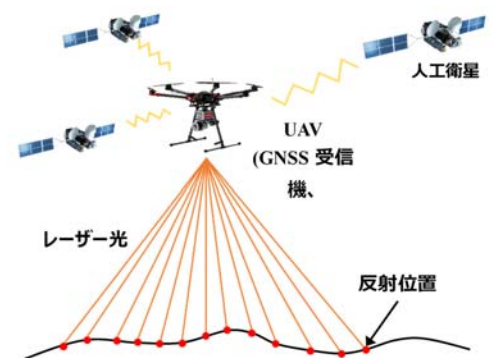


図-1 LiDAR のイメージ

### 2. UAV 写真測量との違い

空中レーザー測量の最大の特徴は、森林部においても地表面を直接計測可能という点である。UAV 写真測量では、樹木で地表面が見えない場合は、樹高を考慮しなければならない等の課題があった。

LiDAR による地形測量は、サーフェスデータのサンプル密度が高く、高精度の測量を行うことが可能である。一方、次のような課題を有している。空中レーザー測量では、近赤外線を用いる場合が殆どであるため、水域では反射率が低く、データの取得が困難である。また、アスファルトやソーラーパネルなど、黒色の物体にはレーザーを吸収する性質があるため、データが欠損する可能性がある。黒色の物体が計測対象として含まれている場合には、低高度で計測をするといった工夫が必要である。



図-2 空中レーザー測量の流れ

キーワード UAV、LiDAR、空中レーザー測量、実爆

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター先進技術開発部 TEL045-814-7247

### 3. 実施概要

本件は、滑走路に被弾した際の爆撃穴を迅速に復旧させることを目的とした訓練の一環で、写真-3に示すような模擬滑走路において、被害状況を迅速に把握するものである。実施項目は空中レーザー測量及び地形図の作成、土量(復旧容積)の算出を実施した。

#### — 概要 —

場所：大分県玖珠郡 陸上自衛隊日出生台演習場

発注者：防衛省航空自衛隊 西部航空警戒管制団

測量内容：3,625m<sup>2</sup> (50m×72.5m)

写真-2に示すような模擬滑走路を含む被害エリアの測量を限られた時間で行った。被害状況の把握は、3Dモデルを使用した数値地形モデルと被爆穴の土量計算により実施した。

### 4. 空中レーザー測量作業について

地形図の作成は、各センサから得られるデータを用いて行うが、水準補正用にGCPを現場に設置した。実爆による紛失の影響を考慮して複数箇所設けた。

訓練における測量作業は、UAVオペレーターは爆撃の被害を受けないよう模擬滑走路から約300m離れた観測壕よりオペレーションを実施した。

使用したシステムは、着陸時以外の飛行を自律飛行で行うものである。予め設定した飛行ルートをUAVが自律航行し、飛行と同時にLiDARによる3Dモデリングを行う。解析データは管理PCに送信され、リアルタイムで確認を行うことが可能である。観測壕から模擬滑走路までは見通しが良く、オペレーターは監視モニターと目視によりUAVの飛行状況の確認を行った。

### 5. 測量結果

LiDAR搭載UAVによる空中レーザー測量を実爆前と実爆後の2回計測を行い、実爆による被害調査を実施した。航空軌跡記録図を図-3に示す。

測量エリアから300m離れた観測壕から離陸し、自律航行にて測量エリアを3レーン飛行する。指定レーンを航行した後、ホームポイントに帰還する。安全確保のため、着陸時のみ手動にて操作を行った。

測量結果として変化量算出図を図-4に示す。基準面(薄緑)を境界として、基準面上の凸部を暖色系、基準面下の凹部を寒色系に着色した段彩図としている。被爆穴を埋め戻すには、基準面から下の深さ方向の体積が必要であるが、本訓練では、周りに飛散している瓦礫等を埋め戻し材料に使用するため、高さ方向と深さ方向のデータを算出した。測量から結果算出までの所要時間は30分であった。

### 6. まとめ

本技術は、無人測量技術を進化させた技術であり、有事における被害状況調査において迅速性の向上だけでなく、安全性を確保することが可能なため、今後の防衛の要素技術としても展開が期待される。



写真-2 測量範囲 (50m × 72.5m)

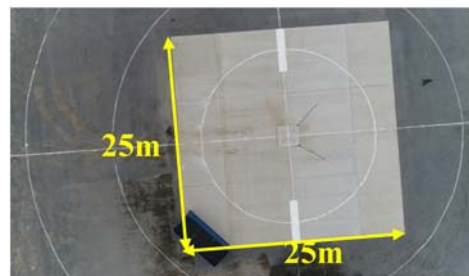


写真-3 模擬滑走路 (25m × 25m)



図-3 飛行軌跡記録図



写真-4 実爆後被害状況

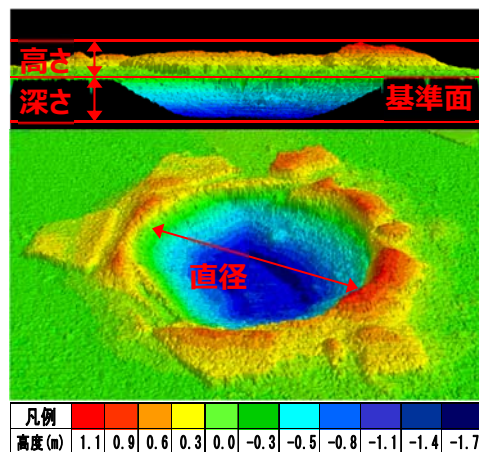


図-4 変化量算出図