

UAV測量技術を活用した砂防設備の維持管理への取り組み

国際航業株式会社：○窪田慎一、清水幹輝、朝比奈梨花、佐野聖岳、河戸輝和、澤井啓行
大川愛未、岩田幸泰、澤村朱美、大和田彬、Wang Ya

1. はじめに

近年、土砂災害は気候変動に伴い激甚化・頻発化しており、同時多発型の土石流や土砂・洪水氾濫により多大な被害が発生している。このような被害を最小化するためには、新規施設の整備だけでなく、既存施設の機能・性能の維持や機能向上が必要である。

一方で、近年 UAV（Unmanned Aerial Vehicle：無人航空機）に関する技術開発が著しく発展しており、施設点検等の維持管理や、災害調査での利用検討、土木構造物の 3 次元化等の取り組みが行われている。

そこで本報告では、UAV 測量技術を活用した砂防設備の維持管理への取り組み事例について報告する。

2. UAV 測量技術による維持管理の取り組み事例**2. 1. 砂防堰堤の 3D モデル作成と精度検証****①使用機種**

本調査では、Skydio2 を使用した（図.1 参照）。本機は、機体の上下 6 つの魚眼レンズカメラで常時 360° 周囲を確認し、障害物を自動で回避する障害物回避技術を搭載している（表.1 参照）。



図.1 使用した UAV（Skydio2）

表.1 基本諸元（Skydio2）

項目	諸元
製造会社	Skydio 合同会社
サイズ	L223mm×W273mm×H74mm
重量	775g（バッテリー込）
最高速度	57km/h
最大飛行時間	23分
耐風性能	40m/h
動画解像度	4k撮影時60fps（最大120fps）
静止画解像度	1,230万画素

②現地調査

東北地方の既設砂防堰堤 2 基で Skydio2 を使った 3D モデル作成・精度検証のための現地調査を実施した。

現地調査では、①砂防堰堤の諸元を直接計測、②マニュアル運転で静止画を撮影して砂防堰堤の諸元を計測、③Skydio2 のオプションである、構造物を認識し、自律・自動で撮影しながら飛行することができる飛行支援ソフトウェア「3D scan」を適用し、自律・自動運転で静止画を撮影して砂防堰堤の諸元を計測した（図.2 参照）。現地調査は、目視内飛行で実施し、オペレーター1人、保安員4人を配置した。

②および③については、Pix4D で静止画から 3D モデル化を行い、砂防堰堤の諸元を計測した。



図.2 現地調査状況（Skydio2）

③現地調査結果の解析

UAV で撮影した静止画から Pix4D で 3D モデルを作成（SfM 解析）し（図.3 参照）、砂防堰堤の諸元を把握して、点検時に実測した砂防堰堤の諸元と比較した。

その結果、XY 方向の値は概ね実測値に近い値だったが、Z 方向の値は実測値と異なる結果となった。これは、現地調査時に基準点測量を実施しておらず、UAV が捕捉した GPS 座標のみで 3D モデルを作成したためと考えられる。これらは、基準点測量等で不動点を設定することで精度向上を図ることが可能と考える。

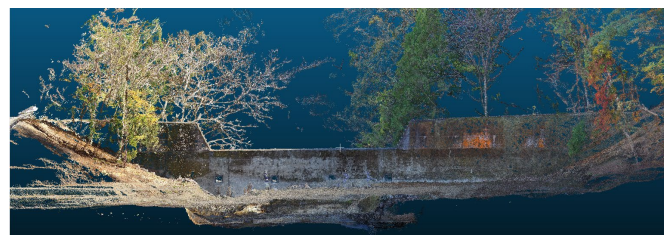


図.3 作成した 3 次元モデル（Skydio2）

現地調査時の基準点測量を考慮した場合、作業時間は、現地調査で2日、3Dモデル作成に1日程度要するが、現地実測による3Dモデル作成より工期短縮に寄与すると考える。

2. 2. 除石管理計画検討のための利用と精度検証

①使用機種

本調査では、Matrice 300 rtkを使用した（図.4 参照）。本機は、最大飛行時間が55分と長く、機体の6側面全てにデュアルビジョンとTOFセンサー（検知範囲0.7～40.0m）を搭載し、飛行中の安全性と機体の安定性を高めている（表.2 参照）。



図.4 使用した UAV (Matrice 300 rtk)

表.2 基本諸元 (Matrice 300 rtk)

項目	諸元
製造会社	DJI
サイズ	L810mm×W670mm×H430mm
重量	約6.3kg（バッテリー込）
最高速度	23m/s
最大飛行時間	55分
耐風性能	15m/s

②現地調査

中部地方の既設砂防堰堤2基でMatrice 300 rtkを使った除石計画検討のための現地調査を実施した。

現地調査では、Matrice 300 rtkによるUAV測量と、植生が繁茂している場所での地上レーザ測量を組み合わせ、地形測量を実施した（図.5 参照）。現地調査範囲は、堆砂敷を含めた対象の砂防堰堤の上下流と、管理用道路の予定箇所を含む範囲とした。

現地調査は、目視内飛行で実施し、オペレーター1人、保安員4人を配置した。



図.5 現地調査状況 (Matrice 300 rtk)

③現地調査結果の解析

UAV 測量および地上レーザ測量の点群データを基に、グラウンドデータを作成し、砂防堰堤や隣接している林道等の構造物、現況堆砂面を3次元データで表現・把握した（図.6 参照）。

また、現況時と除石計画反映時の3次元データを基に、3次元CADソフトによる自動体積計算を実施し、従来の平均断面法による土量（除石量）と比較した。

その結果、平均断面法と3次元データ活用による除石数量の差の比率は約11%であった（表.3 参照）。

また、UAV 測量の作業時間は、10分程度で完了したことから、地形測量の工期短縮に寄与すると考える。

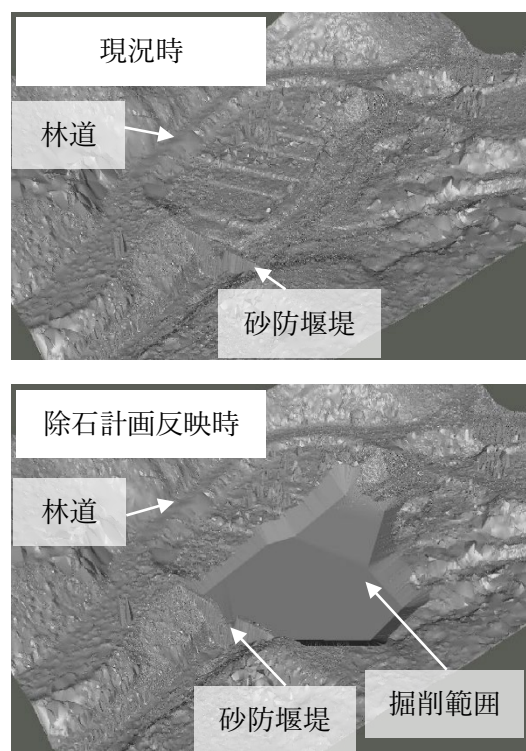


図.6 除石計画反映前後の砂防堰堤

表.3 除石数量の比較結果

除石数量算出方法	単位	除石数量
①平均断面法	m ³	1355.00
②UAV 差分	m ³	1523.97
③=②-①	m ³	168.97
④=(②-①)/②×100	%	11.08

3. 終わりに

山間地ではUAVが捕捉するGPS座標の精度も落ちるため、実測による精度検証や、精度向上のための補正方法の検討に取り組む必要があると考える。