

## UAV 自律飛行を用いた砂防施設点検と目視による点検の比較・検証

八千代エンジニアリング株式会社 ○篠原雄人、横尾公博、長谷川怜思、石丸元気  
国土交通省 北海道開発局 室蘭開発建設部 苫小牧砂防海岸事務所 竹原隆博、本間雄介、中田拓実

### 1. はじめに

砂防施設は出水や地震等の外的要因による損傷や経年劣化が生じることから、点検により施設状況を把握し、求められる機能・性能を長期に維持する必要がある<sup>1)2)</sup>。砂防関係施設点検要領（案）<sup>1)</sup>によれば、砂防施設の点検の種類は定期点検、臨時点検、詳細点検に区分されている。このうち、砂防施設の機能の低下や性能の劣化等の状況を把握することを目的とした点検として定期点検があげられ、定期点検方法として目視点検または UAV 点検が基本とされている<sup>1)</sup>。近年、UAV 等の新技術を用いた砂防施設点検により効率化、高度化及び安全性の向上が求められているが、目視点検との比較検証はあまり行われていないため、UAV 自律飛行を用いた砂防施設の適用性の検証が必要といえる。

本研究では、樽前山直轄火山砂防事業区域の鋼製砂防堰堤を対象に UAV 自律飛行を用いた砂防施設の点検を実施し、目視による点検結果と比較することで UAV 自律飛行の利点及び課題について言及した。また、抽出した課題の原因を考察し、課題に対する解決策を提示することで、今後、UAV 自律飛行を用いた砂防施設の点検を効率化・高度化することを目的としている。

### 2. UAV を用いた定期点検

#### 2.1 UAV 自律飛行点検対象施設の抽出

樽前山直轄火山砂防事業区域内には、現在 14 基の砂防施設が整備されており、砂防施設の構造形式として鋼製セル型砂防堰堤が比較的多く採用されている。従って、本研究では樽前山直轄区域内において、鋼製セル型砂防堰堤のうち、堤頂長及び堤高が比較的大きい施設である 3 施設（表 1、図 1）を対象に UAV 自律飛行を用いた定期点検を実施した。

表 1 UAV 自律飛行点検対象砂防堰堤

施設名	堰堤長	堰堤高	竣工年度
覚生川 1 号砂防堰堤	342.64m	14.5m	H27
覚生川 2 号砂防堰堤	233.98m	14.5m	H29
熊の沢川 2 号砂防堰堤	244.15m	14.5m	R4

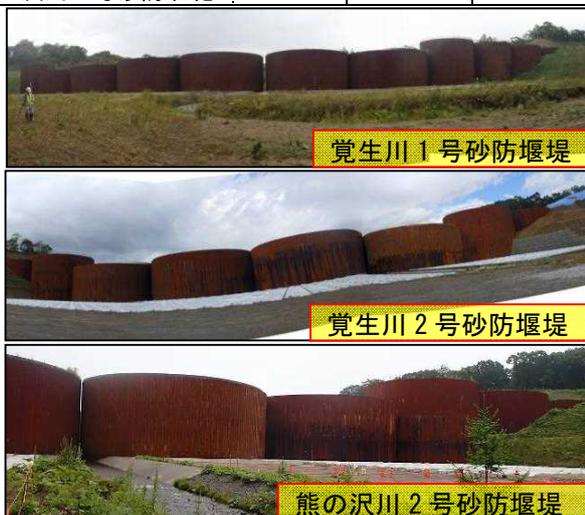


図 1 対象砂防堰堤

### 2.2 飛行ルート

離発着地点は、既存道路及び砂防堰堤の位置を踏まえて、熊の沢川 2 号砂防堰堤左岸側袖部セル天端とした。飛行ルートについては、選定した UAV 機種（Matrice300RTK<sup>※</sup>）の航続可能距離等を踏まえ、熊の沢川 2 号砂防堰堤の左岸袖天端を離発着地点として、覚生川 1 号砂防堰堤、覚生川 2 号砂防堰堤の順序で飛行する約 4.0km のルート（図 2）を設定した。

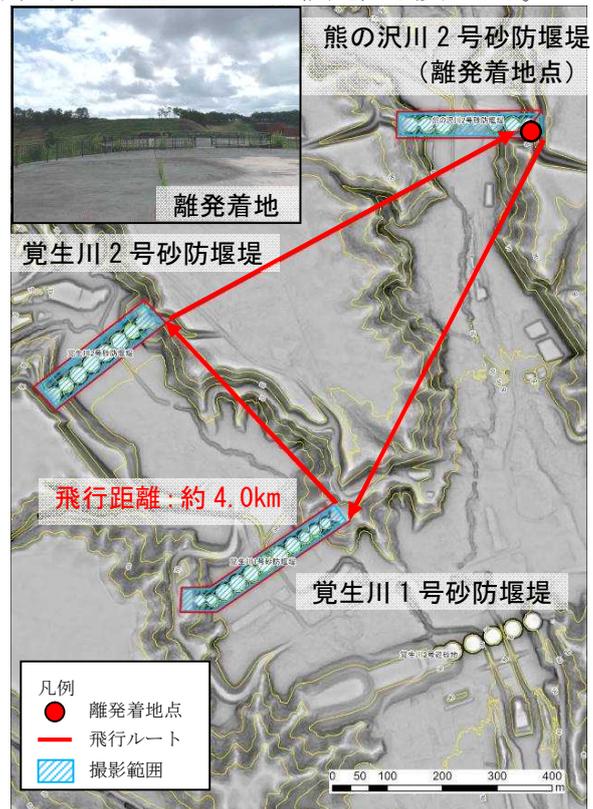


図 2 飛行ルート

### 2.3 UAV 自律飛行による点検

抽出した砂防施設 3 基を対象に UAV 自律飛行を実施した。撮影した画像は、SfM 解析（重複した画像を用いた 3 次元モデル化技術）による 3 次元モデル化を行い、砂防関係施設点検要領（案）<sup>1)</sup>に基づく砂防施設点検個票を作成し目視点検との比較を行った。

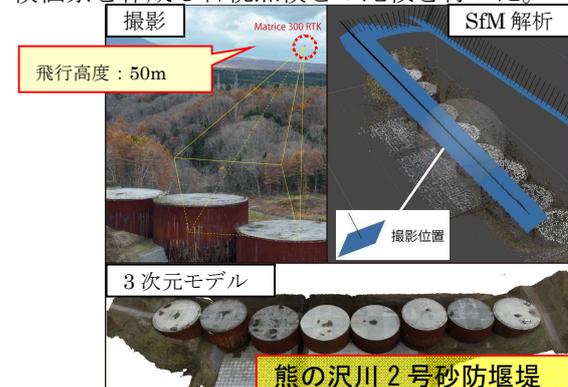


図 3 3次元モデル化<sup>※</sup>（例：熊の沢川 2 号砂防堰堤）

※：別発表論文に詳述

### 3. 目視点検結果との比較

#### 3.1 UAV 自律飛行による点検と目視点検の比較結果

樽前山直轄火山砂防事業では、平成 27 年から目視による点検調査が行われ、点検個票に基づいて変状レベルが設定されている。そこで、UAV 自律飛行による 3 次元モデルから、目視点検個票と同等の画像を抽出し、比較を行った。また、日照条件による影響も評価対象とし、晴天時と曇天時の 2 通りの日照条件で実施した。

比較した結果を表 2 に示す。写真①・②で示したひび割れ及び壁面材の状況に関しては、モデル上で確認が困難であった。また、写真③・④については日照条件や植生によってモデル化できず、安定した画像の精度の確保が困難であった。写真⑤について、段差はモデル上で視認できなかった。一方で、写真⑥・⑦で示した通り、横方向の開きや 2cm 以上の縦方向の計測は、目視点検と同等程度の結果が得られた。

表 2 点検手法による比較

定期点検(目視) 令和4年実施結果		UAV点検(Matrice 300 RTK) R4.9.16 日照時間: 0.2h R4.11.4 日照時間: 0.0h	
写真①		取付流路(スリット)	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ×	評価(UAV) ×
		ひび割れ確認不可	ひび割れ確認不可
写真②		壁面材の変形(上流面)	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ×	評価(UAV) △
		文字確認困難	文字確認可能
写真③		袖部セルの段差	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ×	評価(UAV) △
		植生により計測不可	影でモデル化不可
写真④		河道状況	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ×	評価(UAV) ×
		認識不可	認識不可
写真⑤		袖天端コンクリートの段差	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ×	評価(UAV) ×
		段差不明瞭	段差不明瞭
写真⑥		袖天端コンクリートの目地の開き	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ○	評価(UAV) ○
		2cm	1.71cm
写真⑦		袖の沈下	
変状レベル(目視)	a	評価(UAV) ○	評価(UAV) ○
		16.5cm	16.8cm

#### 3.2 比較結果の考察と解決策の提案

本研究では、天端コンクリート上の 1cm の横方向の変状を確認できる程度の距離(袖天端を基準に対地高度 50m)で点検を行ったため、天端コンクリートの開きや 2cm 程度からの段差は、高精度で把握できることがわかった。一方で、UAV 自律飛行を用いた定期点検を行う上での課題も見つかった。そこで、今回抽出した課題について考察し、解決策について述べる(表 3)。

表 3 UAV 自律飛行における課題と解決策

比較結果	課題	解決策
写真①・⑤	課題 1: ひび割れ及び 2cm 未満の段差	○砂防施設に近接した撮影 ○UAV 及び目視点検の併用
写真②	課題 2: 壁面材の状況	
写真③・④	課題 3: 植生及び日照条件	○植生を考慮した撮影時期 ○光度別の撮影

**課題 1 の原因:** SfM 解析の特性上、3 次元モデルの精度は写真の解像度に依存するため、今回の撮影方法では認識できない変状が存在すると考えられる。

**課題 2 の原因:** 飛行角度により壁面材の鉛直方向の精度が確保できなかったことが挙げられ、日照条件によっても壁面材の画像の明度が異なるためである。

**課題 1、2 の解決策:** 砂防施設により近接して撮影を実施することが考えられるが、効率性は低下することとなる。そこで、UAV 自律飛行による 3 次元モデルから施設の概況を把握し、変状及び不明瞭な箇所については目視の点検を実施するなど、UAV と目視点検を適切に併用することが望ましいと考えられる。

**課題 3 の原因:** UAV 撮影(可視光)によるモデル作成のため、植生で覆われた部分や影で見えない部分のモデル化は困難であったことが考えられる。また、スリット部のような常時影となる部分は可視光による画像が得られず、モデル化は困難であると考えられる。

**課題 3 の解決策:** 植生の影響を軽減するために植生の落葉期～積雪期前に撮影を実施することが考えられる。また、砂防施設の堤長が長く一度の撮影でモデル化する際には一定の光度を保つことは困難であるため、効率性に留意しつつ光度別に撮影を分けることや対地高度を下げて撮影することも考えられる。

#### 4. おわりに

本研究では、鋼製セル型砂防堰堤において UAV 自律飛行における目視点検との比較を実施し、UAV 自律飛行の課題と解決策について述べた。UAV 自律飛行を実施することによる効率化が図れる一方で、モデル化や画像データに関して一定の精度が担保されない課題も見つかった。従って、目視による点検と UAV 自律飛行による点検手法の選択が重要であると考えられる。

また、今回は鋼製セル型砂防堰堤 3 基を対象としたが、樽前山直轄火山砂防事業区域内には他の構造形式の砂防施設も整備されている。今後、他の構造形式の砂防施設においても UAV 自律飛行を実施することで、構造形式ごとの点検手法を確立し、合理的かつ高度な点検を実施することが必要である。

参考文献

- 国土交通省砂防部保全課(2022.3月),砂防関係施設点検要領(案)
- 国土交通省砂防部保全課(2022.3月),砂防関係施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)