

銅山川流域における UAV レベル 3.5 飛行による砂防施設点検の実証試験事例

国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 村上遼、大出宙斗、齋藤仁哉
株式会社建設技術研究所 笹山隆、片嶋啓介、河野元
エアロトヨタ株式会社 ○佐原拓海、藤本拓史、中野陽子、櫻井尚輝、岩佐優一

1. はじめに

砂防関係施設点検では、安全性や効率性向上を主な目的とし UAV の活用が進んでいる。国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所管内の銅山川流域では植生繁茂や地形に阻まれアクセス困難な砂防設備が存在するため、安全性や効率性、点検精度向上のため UAV 施設点検の適用を進めている。本検討では、対象施設数も多いことから、複数基を 1 飛行で効率的に点検する手法を試みた。また、これは令和 7 年に「砂防関係施設点検要領(案)」¹⁾で定義された遠望点検にも適用可能である。

一方で、広域の飛行・撮影は目視外飛行や第三者立ち入りが想定される区間上空を通過する等の可能性が高まり、安全の確保が重要であった。

そこで、本実証試験では、UAV レーザ測量で事前に取得した地形データを活用し、より安全性を高めた飛行計画を立案の上、遠望点検相当の対地高度 100~145 m から、広域な視点からの画像（広域画像）とズーム画像両方の撮影を試みた。本稿では、本手法による安全確保、および広域な視点での顕著な変状とズーム撮影による微細な変状の把握可能性について考察する。

2. 手法

2.1. 対象施設

対象施設には、銅山川左支川「深沢」に設置された深沢床固工群（第 3~第 6）、深沢砂防堰堤、深沢第 2 砂防堰堤、および銅山川上の今小屋野砂防堰堤の計 7 施設を選定した。深沢は深い谷地形に砂防設備が連続しており、効率化を目指した 1 飛行での複数基の点検計画が立てやすい。一方で、植生繁茂は激しく、飛行経路直下には送電線や第三者立ち入り区間もあるため、安全性の高い飛行計画が要求された。

2.2. 安全性を高めた飛行経路計画

本飛行計画はレベル 3.5 飛行での実施とし、機体直下の第三者立ち入りの有無は、補助者が機上カメラ映像より確認した。飛行計画は、国土地理院の航空レーザデータの DEM 等を基にした計画が一般的だが、より安

全性を高めるため、事前（令和 7 年 8 月）に UAV レーザ測量を行い、飛行範囲の詳細な表層モデルを取得した。これを用いて、植生繁茂のため最低対地高度を 100 m とし、樹木や送電線等の点群から 30 m のバッファエリア（以下、危険領域モデルと称す）を発生させ、飛行経路がこの危険領域モデルに抵触しないように計画した。計画した飛行経路を図 1 に示す。



図 1 対象施設位置と飛行経路図

2.3. 使用機体と使用カメラ

機体は DJI 社製 Matrice 300 RTK、カメラは DJI 社製 Zenmuse H20 (Wide : 4,056 pix × 3,040 pix , Zoom : 5,184 pix × 3,888 pix, 焦点距離 : 6.83~119.94 mm) を用いた。当カメラは、広角レンズによる広域撮影とズームレンズによるズーム撮影（最大 23 倍）が同時に可能である。

2.4. 飛行・撮影方法及び試験内容

実証試験は令和 7 年 10 月 9 日に、2 回の飛行を実施した。1 飛行目は定期点検の遠望点検を想定し、対地高度 100~145 m、2 秒間隔のインターバル撮影とし、広域画像とズーム画像の同時撮影を行った。なおカメラ角度は鉛直下向きに固定し、ズームカメラの倍率は、往路では 10 倍、復路では 5 倍とした。2 飛行目は臨時点検を想定し、対地高度 100~145 m から広域・ズーム両方での動画撮影を行った。なお、カメラのジンバル操作・ズーム倍率は操縦者の手動操作で任意とした。各飛行で撮影した画像から撮影範囲や地上解像度を整理し、

高高度ズーム撮影手法の適用性について検討した。

表 1 各飛行の設定条件

条件設定	1 飛行目(定期点検相当)	2 飛行目(臨時点検相当)
撮影方法	インターバル撮影(2s)	動画撮影
飛行高度(m)	100 - 145	100 - 145
移動速度(m/s)	4	4
操作方法及びカメラ角度	自動撮影 垂直下向き	マニュアル操作 任意角度
ズーム倍率	往路: 10 倍 復路: 5 倍	マニュアル操作 任意(最大: 23 倍)
推定地上解像度(cm/pix)	最大: 0.81 最小: 0.28	最大: 3.11 最小: 0.12
飛行時間(min)	18	18

3. 結果

3.1. 事前レーザ点群を用いた飛行経路計画

図 2 に取得した表層モデルと机上で作成した飛行経路を示す。表層モデルには送電線も含まれていた。危険領域モデルの使用により、送電線を含む構造物および自然地形、樹木から安全な離隔距離を取ったうえで、対地高度 100~145 m での飛行経路計画を実現した。

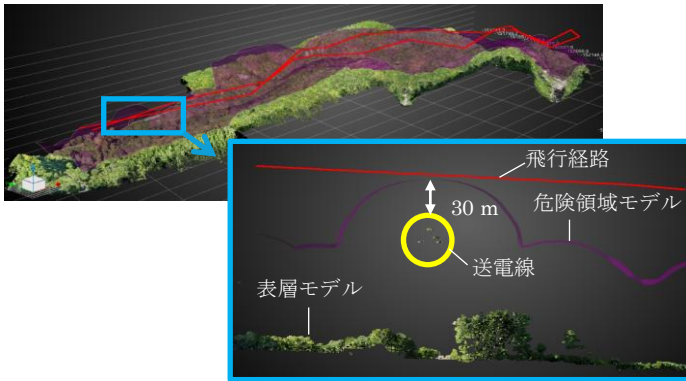


図 2 安全度を高めた飛行経路の計画図

3.2. 各飛行での撮影範囲と撮影枚数・時間

本試験では、1 飛行目ではインターバル撮影、2 飛行目では動画撮影にて、広域撮影とズーム撮影を同時に行った。対象とした 7 基の施設の堤長は床固工で約 30 m、砂防堰堤は 50~90 m 程度である。広域撮影では、最小撮影範囲は概算 150×100 m であり、施設および周辺状況を含む撮影ができた。ズーム撮影時の撮影範囲は、施設が撮影された画像で算出すると、倍率 5 倍で約 30×23 m、10 倍で約 15×11 m、動画撮影の約 20 倍ズーム時は 3.0×1.7 m ほどであった。5 倍撮影時は、床固工の両袖までの範囲、砂防堰堤では片袖分の範囲が写り、10 倍以上の撮影では施設片袖分より狭い範囲が撮影された。またズーム撮影での各施設の撮影枚数は、5 倍で約 8 枚、10 倍で約 2 枚であった。また 10 倍撮影では、飛行経路及び撮影中心のずれにより 1 枚も

撮影できなかった施設が 2 基存在した。一方、動画撮影では操縦者の技術力により、1 施設に対し往復で約 50 秒の撮影ができ、カメラ角度を任意操作にしたことで、施設上部に加え、正面や上流側の袖部も撮影できた。

3.3. 撮影手法・ズーム倍率別の微細な変状把握

表 2 に、深沢第 6 床固工右岸袖上部の亀裂（目視確認で長さ 15 cm、幅 1 mm 未満）を、広角、ズーム倍率 5 倍、10 倍、約 20 倍（動画切り出し）で撮影した結果を例に示す。施設天端の微細な亀裂は、ズーム倍率 10 倍（地上解像度 0.3 cm）以上で抽出できた。

表 2 ズーム倍率・撮影手法別の取得画像比較

撮影手法	撮影範囲	撮影画像	撮影画像の切り抜き
広角レンズ	150×100 m		
ズームレンズ (倍率: 5 倍)	30×23 m		
ズームレンズ (倍率: 10 倍)	15×11 m		
動画切り出し (倍率: 20 倍)	3.0×1.7 m		

4. まとめと今後の課題

本実証試験では、以下のことが分かった。

- ・事前取得した表層モデルと危険領域モデルの活用により、安全な離隔距離を確保した計画が可能である。
- ・複数基を 1 飛行で効率的に点検する手法により、短時間で 7 施設の点検が実施できた。
- ・広角カメラでの撮影やズーム倍率 5 倍での撮影は、施設および施設周辺状況が撮影できたため、遠望点検への適用性が高いと考えられる。
- ・対地高度 100~145 m からズーム倍率 10 倍以上での撮影で、施設天端の微細な変状が抽出できた。
- ・本試験はレベル 3.5 飛行を実施したが、現段階では申請許可に 1 ヶ月程度と期間を要するため即時対応が必要な臨時点検には適用しづらい。

ズーム撮影では、機体の位置や撮影範囲の僅かなずれが撮影結果に影響するため、飛行計画段階で撮影中心を点検対象に対し精密に定める技術は重要であり、技術開発を継続していく。

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部保全課：砂防関係施設点検要領(案),2025.4