

UAVを活用した火山地域における砂防施設の維持管理

砂防設備巡視・定期点検におけるUAV活用の有効性

キーワード UAV, 砂防設備点検, 維持管理

九州国土保全コンサルタント技術部 菊地 瑛彦・岡野 和行・鳥田 英司

はじめに

長崎県に位置する雲仙普賢岳は、上流に溶岩ドームを抱える炭酸谷を中心に、今なお降雨時には土砂流出が継続しています。溶岩ドーム崩落によって土石流が発生し、下流域への土石流流出の危険性を踏まえて、普賢岳周辺には警戒区域が設定され、立入が制限されています。国土交通省長崎河川国道事務所が管理する砂防設備群の上流域はこの警戒区域に含まれています。従来の砂防設備点検業務では、調査員が区域内に立ち入り、直接目視による施設点検(以下、作業員点検)を実施していました。

国土交通省としては、点検時のリスク低減と作業の効率化・高度化を図るため、警戒区域内に人が立ち入らない手法で点検を速やかに実施する必要があります。

本業務では、警戒区域内の砂防施設を対象とし、無人航空機(以下、UAV)を用いた自律飛行による調査・点検の実用化に向けて、実証試験を実施し解決すべき課題を抽出し、UAVの具体的な飛行方法を検討しました。この検討は令和4年度に実施し、その結果を受けて令和5年度よりUAVによる点検が実施されています。

検討対象地域

長崎県の島原半島中央に位置する雲仙普賢岳山麓の水無川流域の赤松谷川及びおしが谷には、多数の砂防堰堤及び床固工群が設置されています(図1)。雲仙普賢岳の山麓は、火山地域特有の起伏が小さく谷幅が広い地形であり、そこに設置された砂防堰堤は、堤長が100mを超える大規模な施設が多いことが特徴です。また、対象範囲に植生は少なく、上空からの施設への見通しが良いこともこの地域の特徴です。

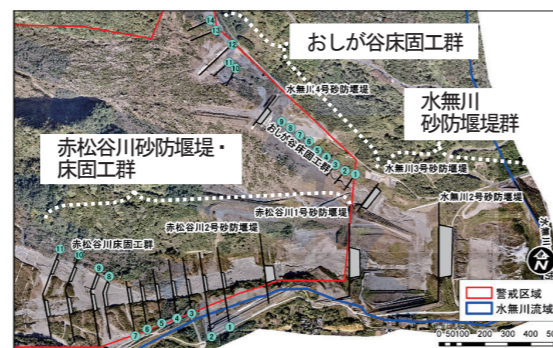


図1 水無川流域図

検討内容

水無川流域では、砂防設備点検計画(令和2年6月、雲仙復興事務所)に基づいて、作業員による巡視・定期点検を実施しています。巡視では砂防設備の顕著な異常有無の確認、定期点検では砂防設備の損傷規模の把握を行い、経年変化を踏まえた健全度評価を行います(表1)。

表1 点検概要(出典:砂防関係施設点検要領(案))

| 種類 | 目的 | 内容 |
|------|--|---|
| 巡視 | 日常的な維持管理行為を為すために砂防関係施設を見回ること | 施設の顕著な異常有無や土砂流木堆積状況の確認。実施頻度は年1~2回。 |
| 定期点検 | 一定の時期や期間毎に砂防関係施設の機能の低下や性能の劣化などの状況を把握するために行う。 | 施設に発生した損傷の規模を計測し、損傷の状況や経年変化から施設健全度を評価。実施頻度は5年に1回。 |

これまで行われてきた作業員点検と、UAV点検の特徴について、作業員点検では、警戒区域内への立入等安全性や効率性の確保が課題である一方で、UAV点検では、スケール感が分かりにくいなど、点検精度の面で課題があります(表2)。

表2 作業員とUAV点検の特徴

| 種類 | 利点 | 欠点 |
|-------|---|--|
| 作業員点検 | <ul style="list-style-type: none"> 微細な変状の把握 損傷規模の計測 | <ul style="list-style-type: none"> 警戒区域内への立入 大型施設ほど全体把握が困難 |
| UAV点検 | <ul style="list-style-type: none"> 警戒区域に人が立入ることなく調査可能 高所の変状把握 漏れなく把握 俯瞰的な状況把握 | <ul style="list-style-type: none"> 変状規模の把握困難 微細な変状把握困難 |

UAV点検では、表2に示した特徴に加え、長大施設の場合、全景写真などで撮影しきれない部位が発生します。その場合、初期の損傷を見落とす可能性があります。点検成果を踏まえた長寿命化計画においては、損傷の経年変化を定量的に把握することが重要であるため、UAV点検においても定量的な損傷の把握ができるかどうかが課題と言えます。

そこで、本業務では、GISとCIMデータ等を活用した精密な飛行計画に基づく近接等距離(等倍)撮影を行い(図2)、一部の画像にスケールを写し込むことで、1画素あたりのサイズを把握し、すべての画像の損傷のサイズや位置を計測する方法を提案しました。スケールは、施設の天端に図3に示すような紅白ポールを3方向に据え置きました。

撮影は、対象物から等距離・等高度からの静止画撮影とし、図2に示すように河道の縦横断方向に撮影を行い、堤体を網羅的に撮影しました。巡視においても(定期点検でのコースを基本に)堤体および河道に沿って一定高度で動画撮影を行う方法を考案し、河道の縦横断方向に撮影を行い、堤体を網羅的に撮影するようにしました。

撮影前には過去の航空レーザ測量成果から作成した地形表層モデル(DSM)で支障物と飛行ルートの間隔の確認を行い(図4)、正確な自機位置測位が可能なRTK補正機能を持ったUAVで安全なコースを正確に飛行させました。

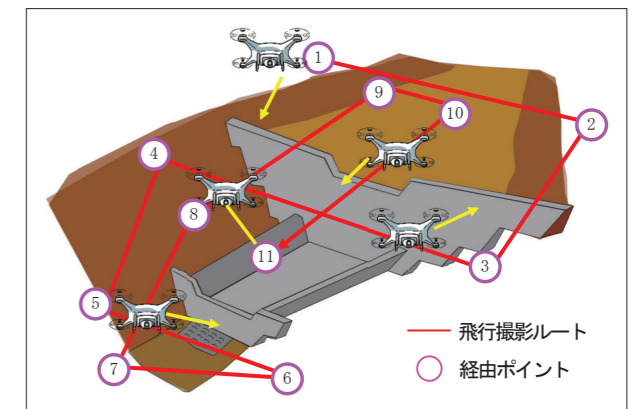


図2 等距離・等高度撮影イメージ図

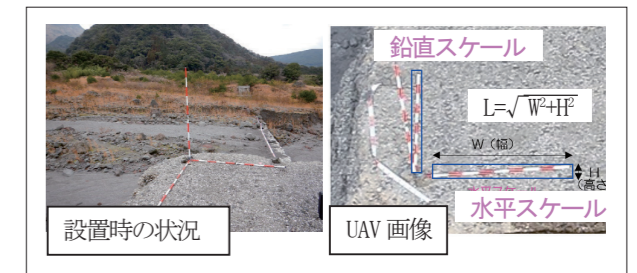


図3 三次元スケール設置状況(天端設置のポール)

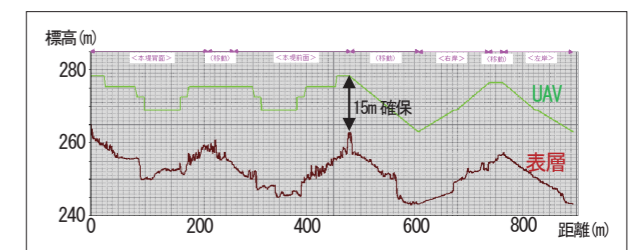


図4 DSMによる飛行ルートの離隔確認図

計測結果

前項の検討で考案した手法で実際に管内の砂防堰堤、床固を対象にUAVによる定期点検を行い、同時並行で実施されていた従来の作業員点検との精度、安全性、効率性の比較を行いました。損傷規模の推定値は近似しており、特に損傷位置はUAVの方が把握しやすい結果となりました(図5)。また警戒区域内に人が立ち入らない点検が実施でき、現地での作業時間が作業員点検に比べ大幅に短くなることを確認しました(表3)。一方、取得画像の整理・分析を含めると作業員点検よりも長くなる傾向となり、これらの時間の短縮が今後の課題です。

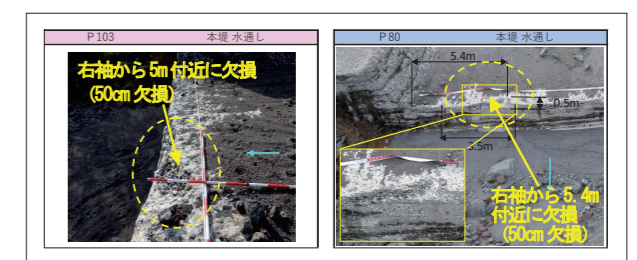


図5 点検結果の比較(左:作業員,右:UAV)

表3 点検対象1施設での現地作業(飛行)時間(分)

| 対象砂防設備 | UAV | | 作業員 | |
|--------|-----|------|-----|------|
| | 巡視 | 定期点検 | 巡視 | 定期点検 |
| 現地作業 | 5.8 | 23.7 | 21 | 82 |
| とりまとめ | 約15 | 約120 | 約10 | 約60 |

おわりに

本業務では、警戒区域が設定されているような地域におけるUAVを活用した施設点検はかなり有効であることが確認できました。水無川では、令和5年度業務より本検討を

取り入れた砂防施設点検が実施されています。今後は本手法の有効性を確認しながら、とりまとめも含めた全体の作業の効率化を進めることが重要です。