

砂防施設等での UAV 点検の効率性に関する定量的評価と臨時点検マニュアルの作成

国土交通省 東北地方整備局 湯沢河川国道事務所 事務所長 松原 寛
パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○柴野暉崇・澤田悦史・菊池将人

1. 背景と目的

砂防施設の多くは山間部にあり、維持管理設備（例えば、タラップや安全柵）が必ずしも設置されていないことから、施設点検時には安全に十分留意する必要がある。また、地形の高低差などから近接での施設点検が難しいことや砂防施設までのアクセス性を理由に、施設点検に時間を要することが多い。これら目視点検の安全性・効率性の課題から、近年では UAV を活用した施設点検（以下、UAV 点検）の事例が増えている。

砂防関係施設点検要領（案）（令和4年3月、国土交通省砂防部保全課）でも、UAV 点検は効率的に施設点検が実施できると記述しているものの、砂防分野においてこれを定量的に評価した事例は少なく、効率性の可視化が依然できていないことが課題として挙げられる。また、UAV 活用時の留意点や UAV 点検の方法について記載している手引きなどは公開されているものの、実際の点検方法について各施設具体的に記載されたマニュアル等は整備されていないため、点検者による点検精度のバラツキが生じる課題も挙げられる。

以上から、湯沢河川国道事務所管内の砂防施設等の臨時点検を対象に、目視点検と UAV 点検の点検時間を計測し、UAV 点検の効率性について定量的な評価を実施した。さらに、UAV 点検における点検精度のバラツキを解消することを目的に、UAV 点検における臨時点検マニュアルの作成を行ったため、これらを本稿で報告する。

2. UAV 点検効率性の定量化

本検討では、下記のフローで臨時点検における UAV 点検効率性の定量化を行った。

- ① 飛行ルート・離発着地点の机上検討
- ② UAV 点検の実証試験
- ③ 実証試験と目視点検の点検時間を算出、比較

なお、本検討では管内 22 か所（令和6年6月時点）を対象とした。また、管内の点検実施基準は、雨量・気象情報に基づく内容と地震情報に基づく内容があり、地震時は積雪期も想定されることから、本検討では非積雪期と積雪期両方の評価を実施した。

2.1 飛行ルート・離発着地点の机上検討

本検討では、表1に示す前提条件で、離発着地点や飛行ルートを設定した。なお、対象 22 か所は秋田駒ヶ岳周辺に位置しており、近くに温泉施設がある砂防施設も多くある。このため、機動性が高く汎用性が高い小型回転翼 UAV を前提に、飛行ルートや離発着地点を検討

するものとした。

表1 UAV 点検の前提条件

項目	非積雪期 臨時点検	積雪期 臨時点検
点検精度	砂防施設の外觀とその周辺が分かる程度	
機体の選定	汎用的な小型回転翼機で ズーム機能を必要としない飛行計画	積雪のため離発着地が限られ必然的に飛行距離が長くなることから、 ズーム機能を有する 小型回転翼機
除雪区間	積雪状況は無関係	除雪区間を考慮する
目視内の定義	400m 以内の直線距離で、肉眼で UAV を確認できる	
温泉施設への配慮	目視外の定義に基づき温泉宿泊施設周辺より 400m 以内に進入しない	
飛行高度の制限	最大対地高度 500m	
飛行ルート	UAV 点検の効率性を考慮し、1 回の飛行で複数施設点検できる飛行ルートを検討（施設群）	
離発着地の位置	極力、目視内飛行とするように、 砂防施設から 400m の距離に設定。原則公共の土地。	除雪区間内に設定。 原則公共の土地。
飛行可能距離	特定飛行の制約より離発着地から 直線距離 400m	既往検討業務の実績より離発着地から 直線距離 750m
特定飛行の有無	積雪期と比べて、 特定飛行となる場合は少ない	特定飛行となる場合が多い

2.2 UAV 点検効率性の定量化

UAV 点検効率性の定量化の指標として、下表に示す項目で時間を算出し、評価するものとした。

表2 所要時間の算出根拠

項目	内容	備考
林道での移動速度	20km/h	林道 2 級区分に従う
県道・国道での移動速度	60km/h	法定速度に従う
目視点検の所要時間	点検報告書を参考	過年度に実施された臨時点検計 3 回の結果から点検所要時間の平均値を参考にした。 点検実績のない砂防施設については全施設の平均点検時間 11 分を採用した。
UAV 点検時間	—	実証試験結果から各施設群算出
UAV の準備・撤収時間	準備 10 分 撤収 5 分	一般的な UAV やプロボの立ち上げに要する時間

表 2 に示した内容で、非積雪期における各施設の点検時間を整理した結果を下表に示す。また、点検時間の算出概要を図 1 に示す。

表 3 目視点検と UAV 点検の点検時間比較結果

施設群 No	施設名 ※1	目視点検時間(分)	UAV 点検時間(分)	削減率
1	生保内床固工	26	40	-54%
	生保内大暗渠			
2	六枚沢第 2	45	40	11%
	生保内川第 1			
	生保内川第 2			
3	黒沢川第 1	61	34	44%
	北松木内川第 1			
	北松木内川第 2			
4	前郷沢川第 1	41	※2	
	田沢沢川第 1			
5	供養佛沢	9	19	-11%
6	小先達川第 1	14	17	-21%
7	大和田沢	60	38	37%
	水沢第 2			
	水沢第 3			
8	先達川第 1	114	59	48%
	先達川第 2			
	片倉沢第 1			
	赤倉沢第 2			
9	蟹沢第 1	25	18	28%
10	先達川第 3	26	※3	
	先達川第 5			

※1: 要旨の都合で施設名は省略している

※2: 臨時点検精度が確保できなかったため未計上

※3: 周辺に温泉施設があり UAV 点検できないため未計上

※4: 全体で 3 割程度点検時間を短縮することを確認

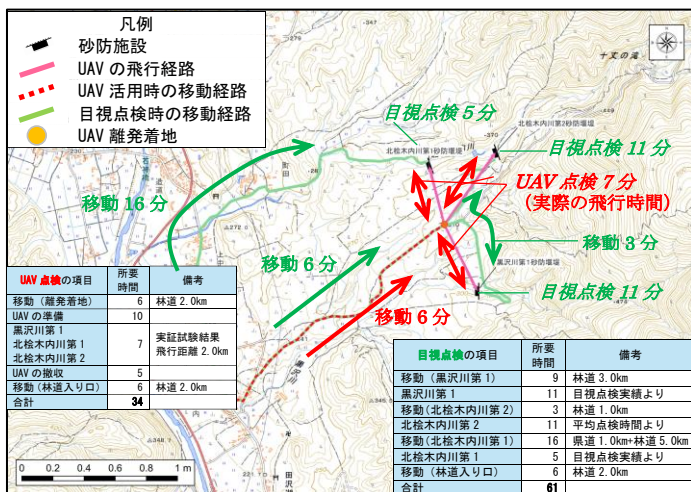


図 1 点検時間算出概要図

表 3 に示すように、管内の非積雪期における臨時点検では、目視点検と比較し UAV 点検は 3 割程度点検時間を短縮できることが確認できた。短縮できた要因の一つとして、図 1 に示すように、移動時間の削減が考えられる。従来目視点検では各施設までアクセスし施設点検を行っていたが、UAV 点検では 1 つの離発着地点から複数箇所 (複数溪流) の施設点検が可能になり、図 1 に示す施設群では 44% の削減率を確認することが

できた。しかし、全ての対象箇所において UAV 点検の点検時間は削減できなかった。この理由として、例えば生保内川床固工・大暗渠のように、主要道路と近接する施設の場合、車両で施設に近づき目視点検する時間の方が、UAV を準備・飛行する時間よりも短かったためである。

3. UAV を活用した臨時 (巡視) 点検マニュアル (案)

本検討の実証試験を踏まえ、「現地に来たことがない点検者でも UAV 点検ができるようにする」ことをコンセプトに、図 2 に示すように、特定申請の方法や全施設を対象とした各施設の UAV 点検方法などを整理した「UAV を活用した臨時 (巡視) 点検マニュアル (案) (以下、本マニュアル)」を作成した。また、本検討では本マニュアルの試行と臨時点検における UAV 飛行の課題について共有、意見交換するために、発注者・受注者に加え点検業者を含めた合同現地調査を実施し、本マニュアルの練り上げを行っている。

目次	内容
1. 総説	本マニュアルの説明
1.1 目的	本マニュアルの目的
1.2 対象施設	対象施設
1.3 参考とした資料・基準・ガイドライン	マニュアル作成に使用した資料一覧
1.4 用語の定義	マニュアルに使用する用語
1.5 対象範囲	臨時 (巡視) 点検において本マニュアルが対象とする範囲
1.6 運用フロー・チェックリスト	本マニュアルを使用した場合の運用フロー 特定飛行、土地利用許可等の申請チェックリスト
2. 無人航空機の飛行に係る留意事項	法規制、安全管理等の留意事項
2.1 砂防関係施設点検のマニュアル	本マニュアルが準拠する点検要領・精度の紹介
2.2 UAV 点検時の制約条件	UAV 飛行時に留意する航空法等の法規制
2.3 使用する機体	推奨する機体の説明
2.4 安全管理	UAV 飛行時の安全管理
3. 事前準備	臨時 (巡視) 点検時に点検業者が行うべき事前準備
3.1 点検計画の確認	特定飛行申請前に行う点検計画の確認 ・非積雪期臨時 (巡視) 点検 ・積雪期臨時 (巡視) 点検
3.2 特定飛行の申請	DIP32.0 での特定飛行の申請方法
3.3 関係機関との調整	離発着地として活用する土地の使用申請方法
3.4 事前練習の実施	事前準備の推奨
4. UAV 点検の機材	臨時 (巡視) 点検時に必要な機材一覧
5. 非積雪期 (巡視) 点検の実施	非積雪期臨時 (巡視) 点検時に参照する点検計画
5.1 点検順序	推奨する点検順序
5.2 非積雪期 (巡視) 点検計画と想定される点検結果	非積雪期臨時 (巡視) 点検の調査カルテと想定点検写真
6. 積雪期 (巡視) 点検の実施	積雪期臨時 (巡視) 点検時に参照する点検計画
6.1 点検順序	推奨する点検順序
6.2 積雪期 (巡視) 点検計画と想定される点検結果	積雪期臨時 (巡視) 点検の調査カルテと想定点検写真
7. 点検結果の取りまとめ	点検結果の紹介

図 2 本マニュアルの目次

4. 今後の展望

本検討では臨時点検を対象に、UAV 点検の効率性について定量的に評価を行い、本対象地域における UAV 点検で 3 割程度の効率性向上が期待できることを確認した。なお、今回は点検時間 (外業) のみ評価を行っており、点検のとりまとめ (内業) については今回評価していない。今後は内業も含めた効率性の定量化を行っていくことが望ましいと考える。また、内業については現在のとりまとめ方法だけではなく、「SMART SABO」や AI などのデジタル技術を取り入れた定量的な評価を行っていくことが重要だと考える。

また、本マニュアルについては、合同現地調査で試行をしたことに留まっている。今後実際の点検時に使用され、本マニュアルの課題や不足点などを抽出し、よりユーザビリティが向上したマニュアルに改定されていくことを望む。