

UAV（小型無人航空機）を活用した砂防設備点検について

平成 31・32 年度神通川水系砂防事務所管内砂防設備点検業務
建設マネジメント北陸・技建開発設計共同体

平成 31・32 年度神通川水系砂防事務所管内砂防設備点検業務

工期 自：平成 31 年 4 月 16 日 至：平成 33 年 3 月 31 日

設計共同体代表者 (株)建設マネジメント北陸 管理技術者 ○山崎 伸司

構成員 技建開発(株) 担当技術者 武井 傑

キーワード：砂防設備点検、UAV、赤外線



1. はじめに

神通川水系砂防事務所では、神通川右支川高原川新猪谷ダムより上流の流域面積 761 km² に構築された 166 箇所直轄砂防設備を所管している。

本業務は、これら砂防設備の経年的変化、損傷状況ならびに周辺の状態等について巡視点検を行い、砂防設備点検を支援するものである。

今回、作業の効率化と安全性の向上を図るため、新たな取り組みとして「砂防設備点検における UAV 活用の手引き（案）」に基づき、砂防設備の一部について UAV を用いた巡視点検を実施したので、その結果を報告する。

2. 背景と動機

砂防設備の巡視点検にあたっては、「砂防関係施設点検要領(案)」(国土交通省砂防部保全課)や「北陸地方整備局 砂防設備巡視点検要領(案)」により、従来、原則として徒歩による目視点検を行ってきた。しかし、堰堤や山腹工の点検を行うには急峻な斜面の巡視点検路を通行しなければならず、転落・墜落や落石・転倒などの危険性が極めて高くまた、点検路が無く近接目視点検が出来ない施設もあり、UAV を用いるなどの点検の安全性向上の検討が行われている。

そのおり、平成 31 年 2 月に、「砂防関係施設点検要領(案)」が一部改定され、アクセス困難・危険箇所での点検に UAV 等を活用して作業の効率化と安全性の向上を図ることを推奨するとされ、また、「砂防設備点検における UAV 活用の手引き（案）」が同じく平成 31 年 2 月に北陸技術事務所より発行された。



図-1 砂防設備巡視点検流域

そこで、UAVを活用して施設点検を実施することにより、安全性の向上及び効率化を図り、また、UAV点検の有効性や問題点の検証にも取り組むものとした。

3. UAV点検箇所の選定と機器の仕様

従前の砂防設備点検において、立入が困難あるいは山腹工等範囲が広大等のため、目視点検が困難な表-1に示す10箇所を選定し、発注者と協議の上UAVを用いた点検を実施した。

点検に使用したUAV・カメラの仕様諸元を表-2に示す。

表-1 UAV点検選定箇所

(1) 砂防堰堤

現地状況により物理的に接近不可・足場確保困難な箇所がある砂防堰堤

河川名	溪流名	施設名	目視点検困難理由
蒲田川	小鍋谷	小鍋谷第2号砂防堰堤	困難箇所：副堤～本堤 理由：左右岸崖地
		小鍋谷第3号砂防堰堤	困難箇所：本堤下流側 理由：左右岸斜面急峻
	外ヶ谷	外ヶ谷第1号砂防堰堤	困難箇所：副堤天端～本堤 理由：左右岸崖地
		外ヶ谷第2号砂防堰堤	困難箇所：本堤下流側 理由：左右岸斜面急峻
		外ヶ谷第6号砂防堰堤	困難箇所：1副堤天端～2副堤天端 理由：左右岸斜面急峻
		外ヶ谷第7号砂防堰堤	困難箇所：本堤下流～副堤天端 理由：左右岸斜面急峻
平湯川	安房谷	安房谷第1号砂防堰堤	困難箇所：本堤下流側～副堤全部 理由：左岸崖地、右岸マルチ吹付

(2) 山腹工等

急斜面で接近が困難、且つ、点検範囲が広範囲な法面処理工・山腹工

河川名	溪流名	施設名	目視点検困難理由
蒲田川	足洗谷	足洗谷法面処理工	法枠工・アンカー頭部キャップ見通し困難
		足洗谷焼岳対策工	法枠工・アンカー頭部キャップ見通し困難
平湯川	本川	平湯川中流山腹工	高強度硬鋼製ネット工見通し困難

表-2 UAVの仕様・諸元

項目	実機	標準仕様
機体名称	DJI INSPIRE 2	
機体重量	3901kg	
伝送距離(飛行半径)	4000m	
最大耐風速	10m/s	10m/s以上
最大速度	94km/h	
最大飛行時間	約27分	20分以上
カメラ解像度	2080万画素	2000万画素以上

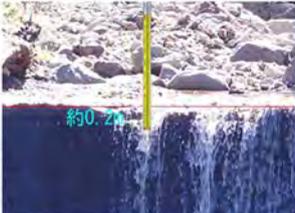
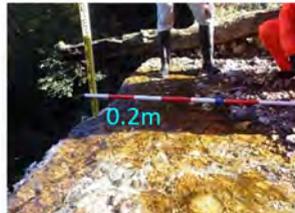
※標準仕様：「砂防設備点検におけるUAV活用の手引き(案)」による

写真-1 点検に用いたUAV



4. 調査結果 (R1・UAV点検とH30・徒歩点検との比較)

今回、UAV点検を実施した箇所の一部について、平成30年度徒歩点検との比較写真を以下に示す。徒歩点検ではアプローチできなかった箇所にも、上空から広範囲に撮影できるので、溪流全体の状況や斜面崩壊箇所等を確認することが可能となるなど大きな利点もあるが、樹木が繁茂している箇所では明瞭な撮影ができないなど問題が残った。

	R1 UAV点検		H30 徒歩点検	
外ヶ谷第7号砂防堰堤				
	本・副堰堤 全景	本堰堤 水通し	本・副堰堤 全景	本堰堤 水通し
				
	副堰堤 正面	本堰堤 右岸下流間詰	副堰堤 正面	本堰堤 右岸下流間詰
安房谷第1号砂防堰堤				
	本・副堰堤 全景	本堰堤 下流面	本堰堤 上流面	本堰堤水通し
				
	副堰堤 水通し	本堰堤上流右岸袖嵌入部	副堰堤上流面	本堰堤上流右岸袖嵌入部
				
	堰堤下流左岸斜面崩落 河道まで土砂流出		安房谷第1号砂防堰堤 安房谷第2号砂防堰堤 UAV飛行ルート図	
			離着陸ポイント 国力ギ	

5. UAV赤外線調査について

モルタル吹付法面等のスクリーニングには、赤外線画像調査が有効であるとされており、今回、UAVに赤外線カメラを搭載し、一部の山腹工にて試行した。

右の判別画像は、対象物からの赤外線を撮影したもので、撮影時の対象物の温度を反映した輻射と他の熱源からの赤外線を反射したものの合成である。

熱環境が大きく変化しない悪天候時や気温差の小さい時期・地域（沖縄）で調査を実施しても判別が困難なので注意を要する。



6. UAV点検問題点等

今回、UAV点検を実施した結果、判明した留意事項等について下表に示す。

項目	留意事項・確認できたこと	
事前確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ UAV離発着地点の選定、周辺環境確認、飛行ルート検討のための現地踏査は必須。 ・ 今回、地域の特殊性として温泉施設（露天風呂）近傍のフライトは営業時間外に限定。 	
安全面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 万が一、UAVが落下し損傷した場合に、バッテリーが発火して火災が発生する危険があるので、バッテリー残容量等に十分注意が必要。 ・ 猛禽類が縄張りを荒らされたと勘違いしてUAVを攻撃してくることがあるので要注意。 	
装備面	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現場条件や点検対象物に合わせてレンズの交換が必要で、複数回のフライトを行うことから、複数組のバッテリーが必要で、且つ、作業中も充電できる設備が必要。 	
班編制・点検時間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全を考慮し、操縦者1名、撮影箇所確認者1名、監視員2名（機体の動向・バードストライク監視）の計4名体制での実施を基本とした。 ・ 堰堤等構造物の点検時間は、今まで確認できなかった箇所が確認できるなど撮影箇所が増えるので、増加する場合もある。 山腹工箇所など、広範囲を撮影する場合は、時間の短縮と見落とし防止が図れる。 	
	可能なこと	不可能なこと
撮影	<ul style="list-style-type: none"> ・ 急峻な地形等でアクセスできなかった箇所も、安全且つ鮮明に撮影することが可能。 ・ 動画で撮影しても、鮮明な静止画として画像抽出が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 樹木が点検施設の周りに繁茂している場合、近接しての撮影が困難（画像に写り込まない部分が出てしまう）。 最新技術では、グリーンレーザーによる撮影も行われている。
計測	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水通し部の摩耗の程度や施設の変状は近接撮影ができれば計測は可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基礎部の洗掘状況の計測は、通常のUAV撮影では不可能。 最新技術では、水中撮影が可能な機種も開発されている。

7. まとめ

点検の安全度は、崩落や転落の危険な箇所に行かずに済むUAV撮影によるほうが格段に高いことが明らかとなった。しかし、目視と同等以上の点検品質が確保できるかが課題であった。

本調査でも、立木の繁茂等の支障がなかった箇所は、同等以上の品質で調査できている。

落差部などのロープワークでないと調査できない箇所もUAV撮影による調査が可能であり、従来以上の成果が期待できることが分かった。

樹木が邪魔をしてUAV撮影が困難な箇所も発生したが、手引き（案）で提案されているように、徒歩点検とUAV点検を適宜組み合わせることにより、安全性を確保した上で従来と同等以上の品質が確保できることがわかった。

今回のUAV点検にあたって、調査職員等の方々よりご指導いただき感謝申し上げます。