降雪期にかかる測量の安全対策について

発注者　新庄河川事務所
請負者　株式会社　建設技術研究所
業務名　角川流域ほか砂防堰堤予備設計業務
発表者　管理技術者　金野　崇史

キーワード「ICT 技術」「UAV 測量」「降雪期」

１．はじめに

降雪期に外業がかかる可能性がある場合、工程・内容・人員・時間等の調整で作業の短期化を図り降雪前完了となるタイトな作業とするか、降雪期にかかることを念頭に降雪後作業を見込んだ資機材・人員投入及び目印等の準備を行うなどの対策が必要です。これらの対策は、作業員への負担増、資機材や人員の増加・集中投入などの安全管理や経営負担の課題となります。

本稿では、降雪期にかかる可能性のあった測量において、UAV を活用した作業期間の短期化への取り組みや予想より早く降雪があったため降雪期に外業を実施した際の安全対策について紹介します。

２．現場の特徴と作業内容

本業務は、角川流域三ツ沢川の下流域を対象に、3 級基準点（3 点）、4 級基準点（26 点）、現地測量（0.177km2）路線測量（1.40km、測点 50m ピッチ、横断 29 本）を実施しました。

対象範囲が広いため、通常では 2 ヶ月程度の作業期間が必要でしたが、着手が 11 月初旬で積雪影響により完了が困難な状況でした。

さらに、河道は水量が多く、側岸は高標高・急斜面で、水場作業や転落等のリスクの可能性があったため UAV を活用した測量（以下、「UAV 測量」）を選択しました（**写真 1**）。

写真 1　現場状況（急斜面、水量多い）

３．UAV 活用効果と工程管理

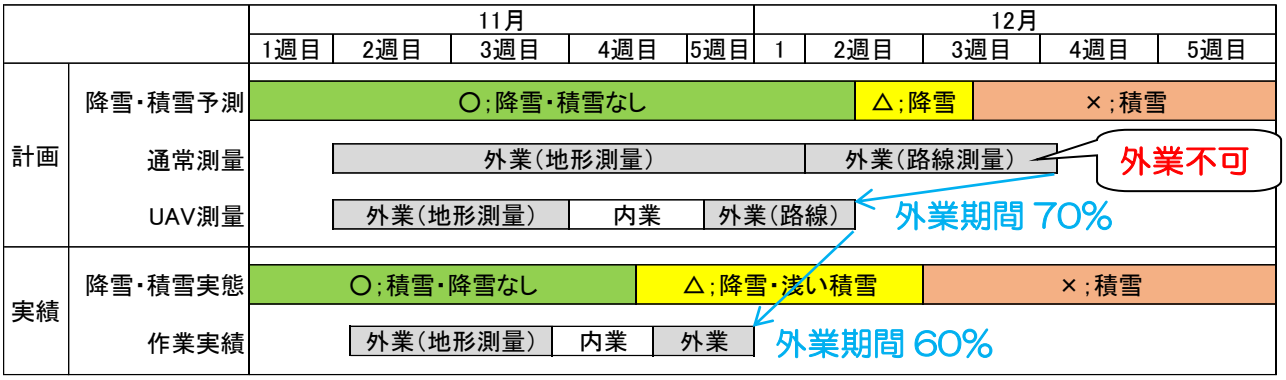
（1）UAV 活用効果

国土地理院では、無人航空機（UAV：Unmanned Aerial Vehicle　通称ドローン）を測量で使用できるように、「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）」及び「公共測量における UAV の使用に関する安全基準（案）」を作成しました（H28.3.30 公表）。これらは、公共測量だけでなく、国土交通省が進める i-Construction に係る測量作業での適用を前提にしており、測量業者が円滑かつ安全に UAV による測量を実施できる環境を整え、また、建設現場における生産性の向上に貢献するものです。

本業務では、積雪までの限られた期間内に外業を完了する必要ありました。事前の計画段階において、通常の測量では予想積雪時期（12 月中旬）までの作業完了が困難でしたが、UAV 測量により外業

期間が約 70%に短期化出来ることから実施が可能と判断しました。なお、UAV 測量では水面下の地形計測が出来ないことから精度確保のため一部区間で路線測量を併用しましたが、条件によっては 50%以下となる短期化も可能です。

表 1　測量手法や気象及び工程の計画と実績の比較



記号の説明　○;外業可、△;外業可ではあるが要注意、×;外業不可
※計画における外業の稼働率は60%と想定、実績は80%程度

（2）工程管理

予想より 2 週間程度早く降雪があったため、降雪・積雪中に安全作業を実施するための対策を実施しました。降雪があった時点で、UAV 測量の外業は完了していましたが、残作業として路線測量（外業 10 日間程度）がありました。

当時の降雪状況や長期的な予報から、雪解けなどの一時的な作業環境の回復への期待が薄く作業期間が長くなれば危険が増すと判断し、休日作業を積極的に実施して作業タスクの短期化を図りました。

休日作業は疲労の蓄積や回復不足の原因であることから、天候等により週の作業日数が減った場合で、かつ、1 日の作業時間が比較的短いなど作業員の負担が一時的にも大きくならないよう配慮しました。

この結果、予定より 1 週間程度早く外業が完了し作業期間を通じた外業の稼働率が 80%程度まで向上し、外業期間が通常の測量（計画）の 60%程度に短期化出来ました。

写真 2　降雪期の作業状況（路線測量）

4．安全対策

作業にあたっては、前述のマニュアル（案）の遵守に加えて、協力会社が独自に規定する「飛行マニュアル」を活用して機体の整備、操縦者の熟度、作業体制の確保を実施しました。また、降雪中の作業が発生したことから現場状況に合せた安全対策を追加実施しました。この概要を以下に示します。

（1）UAV の整備

機体の整備では、下記の点検を実施し、点検結果等を記録（表 2）して電子データで管理しました。

①飛行前点検（各機器の取付状況、モーターの異音、プロペラの傷やゆがみ、バッテリーの充電量）

②飛行後点検（ゴミ等の付着、ネジのゆるみ、モーターやバッテリーの異常な発熱）

③10 時間飛行毎点検（部品交換、ネジのゆるみ、プロペラ･フレーム･モーターの傷やゆがみ、異常）

（2）操縦者の熟度

UAV の操縦は、ドローン検定協会や日本マルチコプタ安全推進協会の講習会等を受講し、修了証や認定証を保有した操縦者が実施しました（**図 1**）。操縦者は、講習会だけでなく、フライトシミュレーターによる操縦訓練や GPS 等による飛行安定の無い状態で 10 時間以上の操縦訓練を実施して**表 3** に示す操縦技能を習得するほか、月 1 回以上の実技及びシミュレータの活用による訓練で操縦技能を維持することに努めています。

表 3　UAV 操縦者技能表

項　目	内　容
離着陸	5mの高さまで離陸し、指定の範囲内に着陸することができること。
ホバリング	飛行させる者の目線の高さにおいて、一定時間の間、ホバリングにより指定された範囲内でとどまることができる。
左右方向の移動	指定された離陸地点から、左右方向に5m離れた着陸地点に移動し、着陸することができる。 この飛行を10回、連続 して安定して行うことができる。
前後方向の移動	指定された離陸地点から、前後方向に10m離れた着陸地点に移動し、着陸することができる。 この飛行を10回、連続して安定して行うことができる。
水平面内での飛行	一定の高さを維持したまま、指定された地点を順番に移動することができる

表 2　機体点検・整備記録表

（様式 1）　無人航空機の点検・整備記録

（点検機体名：　　）

点検日	点検者	点検内容			交換部品等
		点検項目		点検結果	
		モーター	外観		
			異音の有無		
			回転の状態		
		プロペラ	外観		
			損傷		
			曲がり		
		フレーム	外観		
			損傷		
			ネジのゆるみ		
		電気系統	コネクタの状態		
			ケーブルの状態		
		送信機	外観		
			スティックの状態		

（特記事項）

図 1　ドローン検定合格証

（3）飛行計画（支障物、障害物対策）

現地には、架空線（送電線）や車両が通行する道路、保全対象があり、UAV がこれらに近接する可能性があったため安全な飛行計画を立案しました。

前述のマニュアル（案）では、UAV は操縦者が視認できる範囲で飛行すること、支障物等から離隔（30m 以上）を確保することとなっています。そこで、現地踏査を実施し、測量範囲及び周辺の支障物や障害物を確認しました。また、樹冠（木の枝葉）など障害物のない UAV の離着陸ポイントやそのポイントからの上空視界・視野範囲を確認し、測量範囲を網羅できる飛行ルートを設定し LP データ等を活用した机上シミュレーションにより飛行高度、計測範囲等の飛行計画を立案しました（**図 2**）。

この際に、支障物からの離隔は 30m 以上ですが、送電線の場合は電波障害で操縦不能となる可能性があることから水平 100m を確保しました。

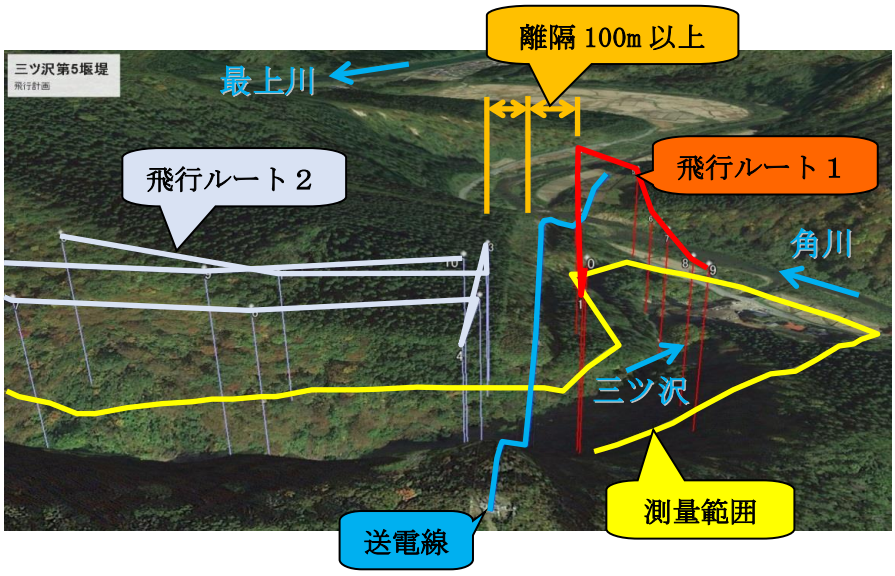


図 2　UAV 飛行計画図（一部抜粋；送電線影響回避状況）

（４）作業体制

飛行の際には、操縦者以外に補助者１名以上、監視員１名以上を配置し、飛行状況及び周辺の気象状況の変化等の確認、飛行経路の直下及びその周辺に第三者が立ち入らないように注意喚起を行える体制を整えました

補助者は、飛行状況及び周辺の気象状況の変化等の確認、飛行経路の直下及びその周辺に第三者が立ち入らないように注意喚起を行う役割とし、不測の事態が発生した際には、第三者の避難誘導等を行うものとしました。

写真３　UAV 飛行時作業体制

監視員は、飛行経路全体を見渡せる位置において、無人航空機の飛行状況及び周囲の気象状況の変化等を常に監視し、操縦者が安全に飛行させることができるよう必要な助言を行いました。

（５）降雪・積雪時の安全対策

予想より２週間早く降雪があったため、追加で安全対策を講じました。なお、降雪前に UAV 測量は完了していたことから、路線測量の作業を対象に実施しました。

まず、作業者に対し、車両の雪対策（冬タイヤ）、移動の際の安全運転の徹底、気候に合わせた服装（防寒対策）、単独行動の禁止、気象情報を常に把握し、悪天候（吹雪等）の際は作業を中止する、等の基本的な安全対策を再確認しました。また、作業開始前に危険箇所を確認してＫＹ活動を実施し、作業時には転倒、滑落に十分注意するなどの安全対策目標を確認しました。さらに、積雪状況、気温を確認したうえで、凍結などによるスベリ・滑落や雪崩発生の可能性などの安全確認を実施したうえで、作業着手を判断しました。

（６）会社としての取り組み

事故ゼロの取り組みの一環として、社内規定に基づいて作成した安全管理計画書をもとに、社内で送り出し教育」や「安全パトロール」を実施しました。

「送り出し教育」では、現場経験豊富な専任技術者（安全管理マネージャ）により、安全管理計画に不備がないか、リスクの見落としがないかの確認、社内の他分野の業務との情報共有などを行いました。

写真４　安全教育実施状況

４．おわりに

本業務では、上記の工夫や安全対策により、積雪前の 11 月下旬に全ての現地作業を無事故で終了することができました。ご指導いただいた新庄河川事務所、砂防出張所の皆様に感謝申し上げます。

今後は ICT 技術の導入により現場における一層の生産性向上が図られていくことになります。その一方で、これまでになかった多様なリスクに直面することになるので、安全対策のさらなる工夫をしていきます。この紹介が、今後の現場作業の安全に寄与できることを祈念して結びとします。　以上