

利賀ダム建設事業におけるGPS制御付無人航空機の活用に関する一考察

出村 隆能¹・西村 友之¹・河村 陽一¹

¹利賀ダム工事事務所 調査設計課 (〒939-1363 富山県砺波市太郎丸1丁目5番10号)

建設分野でもGPS制御付無人航空機（以下「無人航空機」という。）の活用が大きい期待されるなか、災害現場の調査やICT工事における測量・出来形管理・検査業務で、カメラ付き無人航空機で撮影した映像データを元に3次元データを作成するなど、効率・効果的な業務遂行に資する取り組みが進められている。本投稿では、平地部と異なる急峻で狭隘な利賀ダム建設現場における無人航空機の活用に関する取り組みについて考察する。

キーワード 無人航空機，ドローン，航空法，3次元データ，ダム

1. はじめに

昨今、無人航空機はホビー用から産業用といった幅広い分野で急速に普及しており、新たな産業・サービスの創出や国民生活の利便や質の向上に資することが、世界的に期待されている。

このような期待の高まりには、我が国の人口減少や少子高齢化問題、人件費の高騰による省力化・無人化、低コスト化といった社会的背景によるものと考えられる。建設業界では労働者の高齢化が進む一方、近年、若年者の入職が少なく、今後さらなる労働力不足が予想される。そのため、国土交通省は、建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を深化させ、建設現場の生産性向上を目指し、様々な取り組みを行っているところである。この取り組みのひとつとして、建設業の現場では無人航空機の活用が急激に進んでいる。橋梁点検や災害現場等の人々が踏み入ることが難しい場所での調査、工事施工には着工前後の撮影や出来形管理、その他公共測量などといった様々な用途で無人航空機は活用され、効率・効果的な業務遂行に資する取り組みが進められている。

利賀ダムは、庄川の右支川である利賀川において、河口より約40km、庄川合流点より8kmの位置に建設を計画している多目的ダムである(図-1)。ダムサイトの地形は谷幅が狭く、左右両岸ともに急傾斜のV字谷の様相を呈しており、ダムに適した地形であるものの現場の状況を把握する点では困難な面が多々ある。

このような建設現場における効率・効果的な業務遂行の観点から、現地映像の取得（現場の状況把握）を手始めに、職員自らが無人航空機を活用する取り組みについて考察する。



図-1 利賀ダム位置図

2. 小型無人航空機に係わる関係法令，ルール

小型無人航空機は、主に「航空法(昭和27年法律第231号)」および「重要施設の周辺地域の上空における小型無人機等の飛行の禁止に関する法律(平成28年法律第9号)(以下「小型無人機等飛行禁止法」という。)」の2つの法律によって規制されている。図-2、3に無人航空機に係わる法令およびルールを示す。

図-2の(A)-(C)の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上

の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域においては、飛行禁止とされている。なお、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要がある。

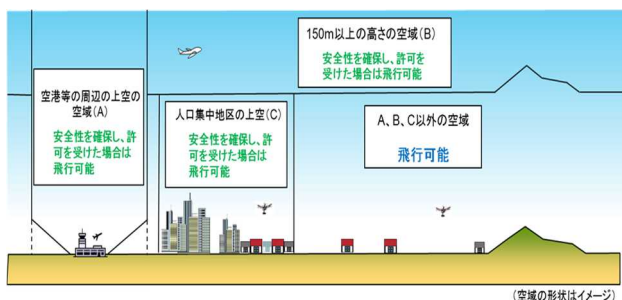


図2 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域

図3の「無人航空機の飛行の方法」については、飛行時の遵守事項となる飛行方法として、①飲酒時の飛行禁止、②飛行前確認、③衝突予防、④危険な飛行のルールがある。また、図2で飛行禁止されている区域に関わらず、⑤夜間飛行、⑥目視外飛行、⑦30m未満の飛行、⑧イベント上空飛行、⑨危険物輸送、⑩物件投下に関連する飛行の場合は、あらかじめ、地方航空局長の承認を受ける必要がある。

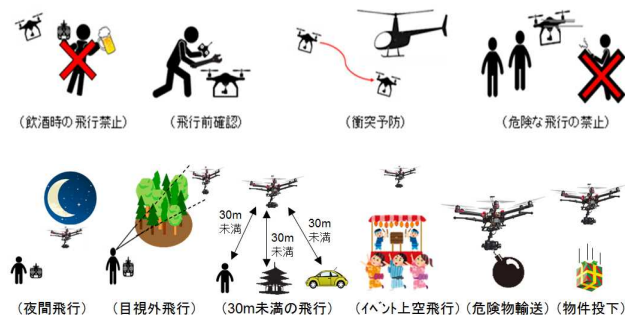


図3 無人航空機の飛行の方法

さらに道路上の飛行時に一般交通に著しく影響を与える場合には道路交通法が適用、河川敷などの飛行は河川法、電波法、個人情報保護法などにも遵守しなければならない場合がある。国が定める法律などとは別に各都道府県や市町村が独自に条例で規制を定めているケースがあるため、飛行にあたっては事前に調査する必要がある。

また、事故や災害時における捜索又は救助を行うために無人航空機を飛行させる場合については、図2、3等のルールは適用されない事となっている(航空法第132条の3)。ただし、安全の担保は常に必要で、運用ガイドラインも定められているため、法令とルールを理解した上で運用していかなければならない。

なお、北陸地方整備局は、令和2年6月に運用規定を策定しており、職員が無人航空機を操縦する場合のみこの運用規定に従って業務の遂行している。飛行実施時の体

制や運行判断のための飛行前KYミーティングの実施、安全チェックリスト、定期的な点検記録について詳細に定めている。

3. 無人航空機活用の課題

無人航空機の活用にはたくさんのメリットがあるが、問題点も少なくない。1つ目に、非GPS環境下の自律制御である。GPSは自分の位置情報を自動的に計算し、常に特定の位置でホバリングを行い、無人航空機の飛行の安全性を高めるが、GPS信号は空から受信しているため、見通しが悪い山の中や谷のような場所、建物の中では受信が難しくなる。特に建設分野では橋やトンネルといった構造物の点検時には特に問題視されるため、GPS信号以外による自律制御の搭載も必要となってくる。

2つ目に、障害物の衝突の危険である。障害物センサーによって障害物の前で静止、回避する機能が搭載される機体は普及してきているが、電線などはセンサーの感知するのが難しい場合がある。また、小型無人航空機を操縦するための免許は存在せず、誰でも飛行することができることから、不慣れな操縦士の誤操作による衝突も懸念される。

3つ目に、同一空域における航空機の飛行情報の把握である。令和元年7月26日より、許可承認を受け無人航空機の飛行を行う場合には「ドローン情報基盤システム」へ飛行計画を登録することにより、事前に飛行情報を共有することが義務化された。しかし、同一空域で飛ばす場合は詳細な位置情報の把握が必要であり、機体間の通信による位置情報の把握や遠隔からの機体識別と飛行位置もリアルタイムで確認することにより、より安全な飛行を可能にすることが望まれる。

4. 利賀ダム建設事業における無人航空機活用の取り組み

(1) 事務所で調達した無人航空機の仕様

無人航空機は風などの気候要素に影響しやすい上、厳しい環境条件下にある利賀ダム建設現場においても安定した飛行、撮影できることを目的に、コンパクトな小型無人航空機の中でも安定性が高く、高画質カメラの搭載、そのほか全方向への障害物センサー等の安全性の機能も有しているものを調達した。仕様は次のとおり。

- 重量:905g
- 寸法(広げた寸法):長さ214×幅91×高さ84mm
- 有効画素数:2,000万画素
- 動画解像度:4K/30fps
- 最高速度:72km/h
- 最大伝送距離:8,000km
- 最大飛行時間:31分
- 障害物システム:全方向障害物検知



写真-1 無人航空機

(2) 無人航空機の取り扱いと訓練

利賀ダム工事事務所では、無人航空機導入後、速やかに現場で活用できるよう、無人航空機を安全に飛行させるための最低限の基礎的な知識と操縦能力を身につけるため、調査設計課の職員2名が講習会に参加した(うち1名は国土交通大学の研修も受講)。また、講習会に参加した職員が中心となって、他の事務所職員に対する無人航空機に関する法令、飛行ルールの説明をはじめ、機体の組み立て、離着陸するまでの一連の操作と撮影方法、日々の機体の点検について適宜講習会を開催し、事務所全職員が無人航空機を手軽に活用できるよう訓練している。



写真-2 事務所職員による訓練状況

(3) 無人航空機の活用実績・評価

a) 利賀川河床の撮影

利賀ダムのダムサイト地形は谷幅が狭く、左右両岸ともに急傾斜のV字谷の様相を呈している。写真-3のようにダムサイト周辺からでは河床の撮影は不可能であり、河床状況を把握するためには人が河床へ降りるか、ヘリコプターによる撮影が必要であったため容易ではなかった。今回、無人航空機を導入したことにより、近景から遠景、垂直写真から斜め写真といった様々な視点の撮影(写真-4)を、効率、効果的に実施することが出来た。

しかし、活用課題でも述べたが谷地形では電波の信号が遮断される場合があるため、離陸場所と飛行ルートに

注意しなければならないことが確認出来た。さらに、河床近景の撮影には木々の枝による墜落の恐れがあり、地形や立木の状況等を把握した上での操縦技術も必要であることが確認出来た。



写真-3 デジカメによるダムサイト周辺からの撮影写真



写真-4 無人航空機による撮影写真

b) 貯水池周辺斜面の撮影

ダム貯水池周辺では湛水に伴い地すべりが発生すると、ダム本体の安全性や貯水池の機能等に影響を及ぼす可能性があることから、湛水前に適切な調査を行うとともに、所要の対策を講じることが重要である。対策工の検討にあたって専門家や学識経験者からアドバイスを頂くため、説明資料の一部として無人航空機で撮影した写真を用いた。

広範囲にわたる貯水池周辺斜面の把握するには空中撮影が有効である。また、落葉する冬期は、貯水池周辺斜面を撮影するのに適している反面、気候に影響されやすい航空機が冬期に空中撮影を行うのは難しい場合が多い。しかし、短い飛行時間で作業できる無人航空機は、その短時間の気候が良好であれば撮影可能であり、ヘリコプター等の様に飛行計画上の運航時間が数時間単位のものに比べると撮影できる可能性が高いと言える。また、今回目視外飛行での撮影を行ったため、地方航空局長の承認申請が必要であるが、操縦者はあらかじめ利賀ダム周辺における目視外飛行は承認済みであったため、このような手続き面においても容易であることが確認出来た。



写真-5 貯水池斜面の撮影写真

思われるため、今後の活用実績について機会ある毎に報告して参りたい。

参考文献

- 1)国土交通省 航空局：無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール
- 2)国土交通省 北陸地方整備局：北陸地方整備局 無人航空機 運用規定
- 3)DJI：Mavic 2 Pro/Zoom ユーザーマニュアル
- 4)野波 健蔵，株式会社自律制御システム研究所：ドローン技術の現状と課題およびビジネス最前線

c)見学イベントでの活用

建設業界では担い手確保やイメージアップのために、各現場の見学イベントが開催されており、近年では、ICT建機等の施工実演などICT技術をPRするのを多く見かける。

利賀ダム工事事務所においてもICT技術の情報発信として無人航空機を使用し、ダムサイト展望台等から見学者の視点からでは見えない所を無人航空機で撮影し、その現場映像をリアルタイムで見学者に披露する様に取り組んでいる。また、見学者の集合写真には橋梁などの主要な構造物を背景に空撮で行っており、見学イベントの多くの場面で活用している。



写真-5 無人航空機による記念撮影

5. おわりに

利賀ダム建設により利賀川の風景は今後変化していくことから利賀地域の財産としてその映像記録を残していくため、昨年、無人航空機によりダムサイトから貯水池上流端までの現河道区間の記録映像の撮影を行った。今後も利賀ダム建設事業の記録として映像記録を残す必要がある。そこで、座標値を持てる無人航空機を使って定点撮影を行い、様々な視点からダム本体等の大規模な工事の進捗をアニメーションのように記録していくことを予定している。

今後も無人航空機の活用できる場面は多岐にわたると