

UAV とネットワーク RTK, 衛星通信を用いた山間部における高精度な河床変動量把握に向けた取り組み

日本工営株式会社 ○倉上 健, 橋本 憲二, 古木 宏和, 伊藤 隆郭

日本無人航空機免許センター 中村 佳晴, 皆川 正昭, 前田 卓余

1. はじめに

砂防領域では、航空機やUAV（Unmanned Aerial Vehicle）を用いた河床変動量（生産・流出土砂量）の把握を精力的に行っている¹⁾。特に、UAVを用いた観測は、飛行にかかる金銭的成本が低く、年に数回フライト可能であることから、時間方向に密なデータが取得可能である。しかし、飛行範囲に制限があることや取得したデータの位置情報の精度が数mオーダーになる等の課題がある。この課題に対して、いくつかの位置座標を補正する手法が開発され、活用されている²⁾。中でも、ネットワーク型のRTK（RealTime Kinematic）は、現場作業コストを低減できる（図1）。しかし、位置座標を補正する情報の伝達にはモバイル通信を用いるため、携帯電話が不感となる地帯が多い砂防領域では、適用性に課題がある。

近年、低軌道衛星を活用した衛星通信サービスが安価で利用可能になってきている。衛星通信は、上空が開けていれば利用可能である。通信速度は百Mbps程度であり、モバイル通信と同等以上のため、山間部でネットワーク型RTK法を活用する場合、モバイル通信の代替になる可能性がある（図2）。そこで本研究では、山間部における高精度でかつ省力的な河床変動量把握に向けて、衛星通信技術を活用したネットワーク型RTKによるUAVフライトを試行する。なお、本発表では、研究施設内における試行実験結果を報告する。

2. GNSS 単独, 衛星通信, モバイル通信を活用したネットワーク型 RTK による UAV フライト試行実験結果

日本工営株式会社中央研究所敷地内のグラウンドにて、2025年1月8日と14日にUAVを用いた撮影を実施した。衛星通信を活用したネットワーク型のRTK手法とモバイル通信を活用したネットワーク型のRTK手法、RTKを活用しないGNSS単独測位の飛行を比較した。飛行条件は表1のとおりである。解析に使用するデータは、SfM（Structure from Motion）により座標情報を保有した3次元点群・オルソモザイク画像とした。各手法のデータの比較は、RTK-GNSSローバー（衛星捕捉数：14機）を用いて取得した検証点の位置座標を基準とした。加えて、各手法における2時期差分解析も実施した。なお、今回撮影した2時期間で現場状況に大きな変化がないものとする。

表 1 UAV の飛行条件

手法	ネットワーク型RTK (モバイル通信)	ネットワーク型RTK (衛星通信)	GNSS単独測位 (RTKナシ)
使用する機体	DJI社製「Mavic3 Multispectral」		
撮影高度とカメラ方向	40m（鉛直下向き）		
地上解像度と総写真枚数	1cm/pixel, 100枚		
捕捉衛星数	30機程度		
通信速度	30～50Mbps	100～150Mbps	—
必要データ容量	70kbps程度		
スペック上の位置精度	数cm～10cmオーダー	数cm～10cmオーダー	数mオーダー

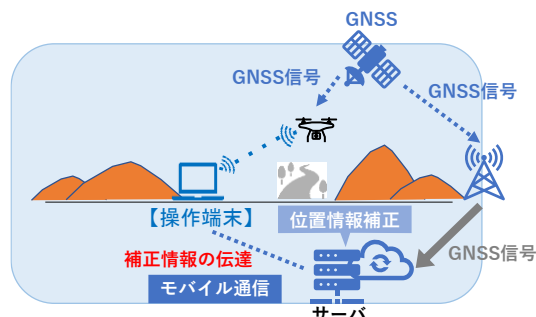


図 1 従来手法（ネットワーク型 RTK）の概念図

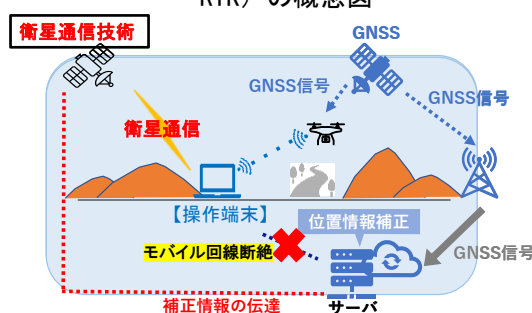


図 2 本検討技術の概念図

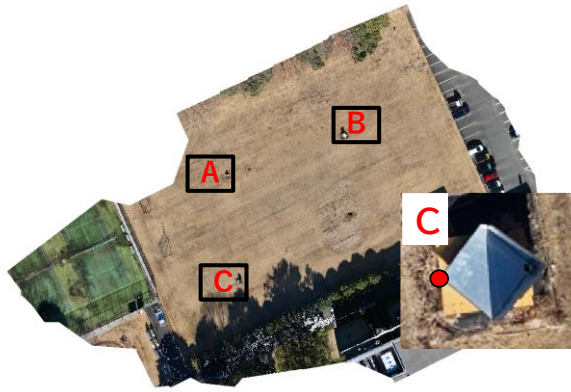


図3 撮影範囲と検証点位置（赤点：検証点例）
ネットワーク型RTK法（モバイル通信） ネットワーク型RTK法（衛星通信）

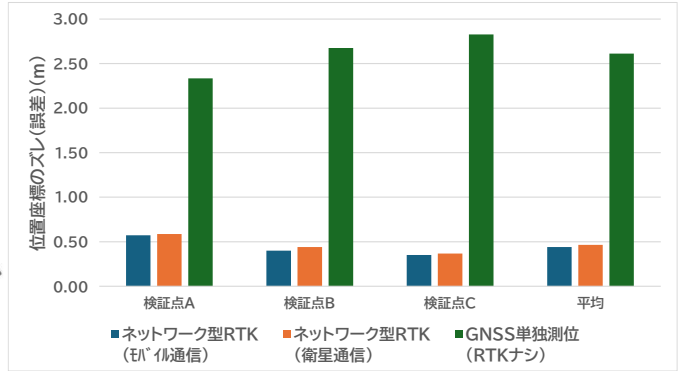


図4 各検証点における位置座標のズレ（誤差）

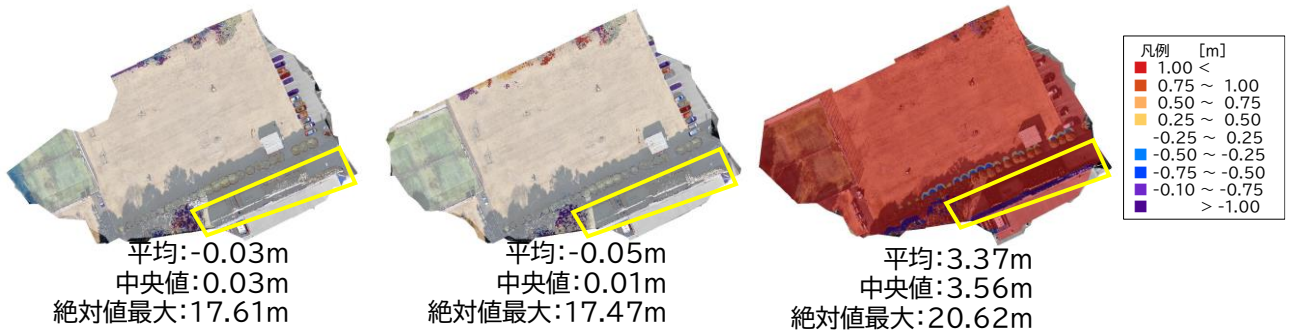


図5 差分解析結果

（オルソモザイク画像に重ねて表示）

試行結果より、衛星通信を活用した手法は、GNSSローバーを基準とした場合、検証点の位置座標の誤差が約50cmであった。また、モバイル通信を活用した手法も同程度の精度であった（図4）。これらは、RTKの精度範囲（10cmオーダー）内ではあるが、GNSS衛星の捕捉数の違い、各手法の測位誤差、検証点位置のズレ等に起因する誤差である可能性が高い。衛星通信を活用した手法の2時期差分解析結果は、差分値の平均値・中央値が10cm以下であった。しかし、図5より、図下部（黄色矩形部）の建物付近で鉛直方向に10m以上の大きなズレが発生している。これは、2時期間で、建物部の座標が、水平方向に微小にずれたことによって発生したと考えられる。

3. まとめと今後の課題

山間部における高精度でかつ省力的な河床変動量把握に向けて、衛星通信技術を活用したネットワーク型RTKによるUAVフライトを試行した。RTK-GNSSローバーで取得したデータを基準とした場合、衛星通信を活用した手法、モバイル通信を活用した手法は、検証点の位置座標の誤差が50cm程度であった。2時期差分解析結果は、差分値の平均値・中央値が10cm以下程度であり、モバイル通信を活用した手法と同程度の精度であった。

以上より、ネットワーク型のRTKの補正情報伝達において、衛星通信がモバイル通信の代替手段として有効であることが確認された。また、同一手法の差分値において、大きなズレは確認されなかったため、河床変動量把握にも適用できると考えられる。一方で、本提案手法は、砂防領域の現場では未検証のため、モバイル通信が利用できる現場において提案手法と従来手法を比較し、本検討結果の妥当性を検証する必要がある。

引用文献

- 1) 小林正直, 岸本優輝 大規模土砂災害における無人航空機を活用した緊急調査の試行的研究, 近畿地方整備局研究発表会論文集 (2023), 2023.
- 2) 木村圭祐, 山下尚, 小塚清 RTK-GNSS 搭載型 UAV を用いた空中写真測量における標定点数削減に関する検討, 建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp31-34, 2020.