

2020年度 JEAS 第16回技術交流会 展示発表

タイトル、発表者、所属	技術紹介の要旨（展示内容）
<p>「RTK 法による UAV を用いた写真測量による 河川の河床形態把握の取り組み」</p> <p>発表者（代表者） 鈴木雅人 （株）環境アセスメントセンター</p> <p>発表者（共同研究・共同発表） 美馬純一、元木達也、吾田幸俊 （株）環境アセスメントセンター</p>	<p>天竜川水系三峰川において、河川の河床形態の把握のため、UAV を用いた写真測量を行った。作業は、RTK 法（Real-Time Kinematics：リアルタイム・キネマティック）による高精度測位の GNSS を搭載した UAV で空中写真測量を行い、河原の地形把握を行った。撮影にあたっては、撮影範囲内で 10 箇所程度、トータルステーションによる測量で位置（x, y, z）を確認した対空標識を検証点として設置した。また、複数の撮影設定により作業を行い、作業効率及び写真測量の精度について比較検証を行った。</p>



RTK法によるUAVを用いた写真測量による河川の河床形態把握の取り組み

○鈴木雅人、美馬純一、元木達也、吾田幸俊（株式会社 環境アセスメントセンター）

1 取り組み目的、内容

近年、河川環境の管理をしていくにあたり、出水等による土砂動態や河川形態の変動状況、植生の生育状況等を継続して把握していくことが求められてきている。河川周辺の広域にて、地形や植生分布等を効率的、高精度で状況把握していくためには、UAVの活用が有効と考えられる。

今回、天竜川水系三峰川において、河川の河床形態の把握を目的として、UAVを用いた写真測量を実施した。作業は、RTK法（Real-Time Kinematics：リアルタイム・キネマティック）に対応した高精度測位のGNSSを搭載したUAVを用いて行った。その際、測量精度や作業効率性を確保した作業手順の確認を目的として、複数の撮影設定により作業を行い、比較検証を行った。

【使用機体、使用ソフト】

- ①使用機体
Phantom 4 RTK + D-RTK2（DJI社）
Phantom 4 Pro V2.0（DJI社）
- ②使用ソフト
Metashape Professional（Agisoft社）

■ RTK法の仕組み

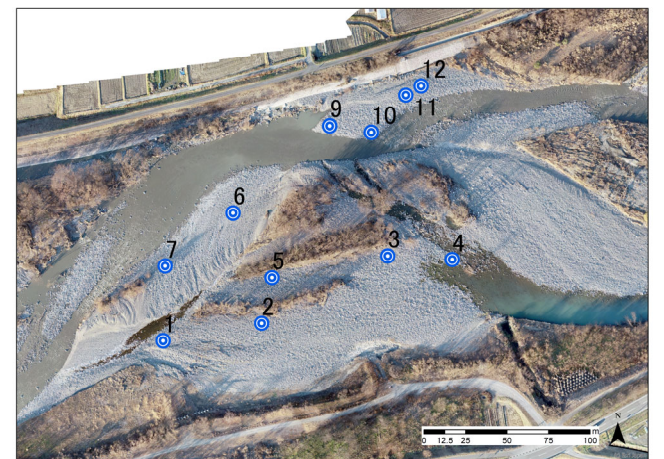


2 検証方法

既設の河川距離標を固定局、UAVを移動局としたRTK-GNSS測位によりカメラ撮影位置精度を高めた写真を使用し、専用ソフト（sfmソフト※）により3次元形状復元を行い、位置と標高の復元精度を検証した。

撮影範囲は長さ700m×幅220m程度とし、機体、飛行高度、RTKの使用有無を変えた4種類の設定にて撮影して、作業効率、位置精度の比較検証を行った。また、検証用に、河川内の大石にマーキングを行いGCP（グラウンドコントロールポイント）を12箇所設置し、河川距離標を基準にトータルステーションを用いて公共座標（X,Y,Z）を設けた。

※sfmソフト：異なる視点からの写真を使って3次元形状を復元し、3次元点群を作成するソフト。



GCPの配置：全12点

3 検証結果

RTK-GNSS測位を用いて地上33mで撮影した画像では、水平位置精度の誤差が平均が3cm、最大でも5cmに収まっていた。これは「UAVを用いた公共測量マニュアル：国土地理院」にも対応した位置精度である。Z誤差については25cmと比較的大きかった。一方、地上100mではZ誤差は16cmと精度がより高かった。これは、地上100mの撮影のほうがオーバーラップ率が高かったことや、地上33mの撮影枚数がソフト処理上の適切な枚数でなかった可能性などが要因として考えられる。

どの撮影でもZ誤差については顕著であるが、地上33m（RTKon）ではどの検証点でもZ誤差は一定のオフセット誤差となっていた。各GCPのZ誤差を平均値でオフセットした場合の標準偏差は2cmであったため、GCPでオフセット数値を決めれば、水平位置精度と同等の精度を得ることが可能と考えられる。



水平位置の誤差 検証点10の例
（左：地上33m P4RTK 右：地上33m ProV2.0）

撮影方法、設定	撮影高度(m)	撮影枚数	およその撮影時間	X誤差(m) ※3	Y誤差(m) ※3	Z誤差(m) ※3	地上画素寸法(cm)
Phantom4 RTK (RTK on) ※1	33m	360枚	23分40秒	0.03	0.02	0.25	1.0
Phantom4 RTK (RTK on) ※2	100m	65枚	3分	0.11	0.13	0.16	2.9
Phantom4 RTK (RTK off: 単独測位) ※1	33m	360枚	23分40秒	0.17	0.14	0.41	1.0
Phantom4 Pro V2.0 ※1	33m	352枚	23分30秒	0.58	0.25	16.66	0.8

※1：撮影のオーバーラップ率_進行方向60%×隣接40%程度 ※2：撮影のオーバーラップ率_進行方向70%×隣接50%程度 ※3：誤差は各GCPの誤差の平均値

4 まとめ

今回の検証結果より、撮影時間、処理を加味して河床の変動を概略的に捉えるためにもっとも効率的であると考えられたのは、RTK-GNSSを測位を用いて地上100mで撮影する方法である。（同じ面積では、撮影時間は地上33mの約8分の1）他事例や研究では、同様の手法にて数cm以内の精度が出ている報告もあり、今回の撮影でもオーバーラップ率や撮影高度の工夫により、さらに高い精度が得られた可能性がある。別の撮影作業では俯瞰画像を追加することにより、さらに精度が向上することを確認している。今後も、携帯電話網を使用した方式（VRS）や後処理キネマティック方式（PPK）などの活用を含め、各種多様な現場条件に対応すべく、最適な撮影方法、ソフトの処理方法の習熟と確立を目指したい。