

UAV 空中写真測量による河川維持管理業務プロセスの提案

河合悠希・窪田 諭・曾我部由子

Proposal of River Maintenance Work Process

Using Aerial Photogrammetry by UAV

Yuki KAWAI, Satoshi KUBOTA, and Yukiko SOGABE

Abstract: In public works, point cloud data are constructed by aerial photogrammetry using unmanned aerial vehicle(UAV). They are often used in the construction stage. There are a few examples of usage in maintenance and operations stage. In this study, maintenance work process is proposed using point cloud data constructed by aerial photogrammetry of UAV. River maintenance and operation works are based on two-dimensional maps, which are not suitable for grasping river forms. The objective of this study is to grasp the river form and to conduct maintenance work efficiently using three-dimensional models.

Keywords: 河川維持管理 (river maintenance and operation), 点群データ (point cloud data), UAV (unmanned aerial vehicle), 情報システム (information system)

1. はじめに

堤防や護岸などの河川構造物は、豪雨時に河川の氾濫を防ぐ機能を持つ。河川構造物は定期的に点検を行い、その形状を把握する必要がある。しかし、現状の維持管理業務では、2次元地図を用いて河川を表しているため、その形状を把握することが困難である。また、点検の結果などは紙資料に記録されることが多く、適切に管理されていないため、持続的な点検と修繕に課題がある。

構造物などの形状を計測するために、地上設置型レーザースキャナや UAV (Unmanned Aerial Vehicle) などの点群データ計測技術が進展しており、建設施工現場などで点群データが活用されている。国土交通省は、UAV による河川調査・管

理への活用の手引きを作成し、河川維持管理における UAV の活用を推進している（国土交通省、2016）。UAV は高所や急勾配の堤防など、人の立ち入りが困難な箇所を撮影することができる。さらに、短時間で広範囲を撮影できるため、河川維持管理に有効であると考える。災害現場における利用が多く報告されているが、現状では災害時に UAV を飛行しても状況確認のみにとどまっている。そこで、撮影したデータを基に点群データを作成し、河川維持管理に活用することを考える。

本研究では、河川維持管理業務の効率化を目的とし、UAV 空中写真測量によって作成した 3 次元データを用いる河川維持管理業務プロセスを提案する。UAV を災害時の状況確認のみでなく、点群データを作成するため維持管理段階から用いる。

2. 河川維持管理業務における課題

現状の河川維持管理業務では、河川を 2 次元地

河合悠希 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35

関西大学大学院 理工学研究科 環境都市工学専攻

Phone: 06-6368-1121

E-mail: k796482@kansai-u.ac.jp

図上に表現する。河川は日々の流水や降雨により形状が変わる構造物であるため、維持管理業務では河川の形状および変状を把握することを重視する。しかし、2次元地図では河川の変状を表すことが困難であるため、これは河川の表現方法として適切ではないと考える。

一方、河川に関する点検、補修などの情報が紙媒体に記録されており、管理が十分ではないためデータが蓄積されない課題がある。河川構造物に生じた変状・被災の履歴、それらに対する維持修繕などの記録は、管理技術の継承や点検などの基準化、維持管理計画や長寿命化計画の検討にとって極めて重要な基礎資料である（国土交通省、2013）。このことから、河川に関する情報を一元的に管理できる環境が必要である。

3. UAV 空中写真測量による点群データの構築

本章では、UAV 空中写真測量による点群データの構築方法について述べる。計測対象は、大阪府泉佐野市を流域とする樫井川である。そのうち、川幅約 50 メートル、延長約 150 メートルを計測範囲とした。計測には、マルチコプタ型 UAV である DJI 社製の Phantom3 Professional を使用した。本研究では、UAV で撮影した画像を用いて SfM (Structure from Motion) 処理を施し点群データを構築する。SfM は、対象とする物体をカメラの視点を変えながら撮影した複数の画像から対象物の 3 次元点群データを構築する技術である。SfM 処理を行うソフトウェアは Agisoft 社製の PhotoScan Professional edition を用いた。UAV によ



図-2 樫井川の点群データ

る計測は、カメラを下向きにし、河川を真上から見て動画を撮影した。UAV 計測の飛行経路を図-1 に示す。この際、ラップ率を高く保つために、速度はできるだけ一定にし、横方向の移動は 5 メートル程度にとどめた。

点群データの構築手順は次のとおりである。

- 1) UAV を用いて対象河川を動画で撮影する
- 2) 動画編集ソフト VirtualDub を用いて、撮影した動画を画像に分割する
- 3) 手順 2)で得た画像を用いて、PhotoScan による SfM 処理を行う

手順 2)では、約 4 分間の動画を 344 枚の画像に分割した。以上の手順により構築した点群データを図-2 に示す。点群データのファイルサイズは 1.01GB、点数は 2,5248,632 点である。点群データの構築には約 10 時間を要した。

4. 点群データを用いた河川維持管理システムの開発

4.1 システムの目的

2 章で述べた課題を解決するために、河川の 3 次元点群データを基盤とし、3 次元データと点検・補修データとを紐づけて蓄積するシステムを開発する。河川を点群データで 3 次元可視化することにより、視覚的にその形状を把握する。さらに、3 次元空間の任意の位置に点検・補修データを登録し、現場で点検作業をする際に点検位置を特定しやすくする。



図-1 UAV の飛行経路

4.2 システム構成

システムの利用者は河川の管理担当者と点検者とする。システム構成図を図-3に示す。点検者はモバイル端末を用いてPC上の維持管理システムにアクセスし、現場で点検・補修結果を入力・参照する。点検・補修結果を登録する際は、モバイル端末のGNSS機能により、位置情報を含めて登録する。

4.3 システムで扱う河川維持管理に関する情報

大阪府は、河川の効率的な維持管理を行うために、定期点検で実施すべき項目、内容、点検方法について取りまとめた河川的点検要領（大阪府土木部, 2015）を作成した。本研究ではこの点検要領を基に、河川維持管理システムで取り扱うべき情報を整理した（図-4）。点検要領に主な点検対象として記載されている河道、護岸、堤防、樋門・樋管、床止めを点検項目とした。点検要領によると、これらの構造物は異常があった場合、詳細な調査が必要となる。そこで、この5つの構造物に関する詳細な情報として、点検日時、点検位置、異常・変状の内容、点検対象の遠景・近景写真、変状のスケールを扱う。さらに、河川維持管理には河川独自の特性を把握する必要性があることから、河川特性として河床勾配、堤防形態、護岸形状の項目を設けた。

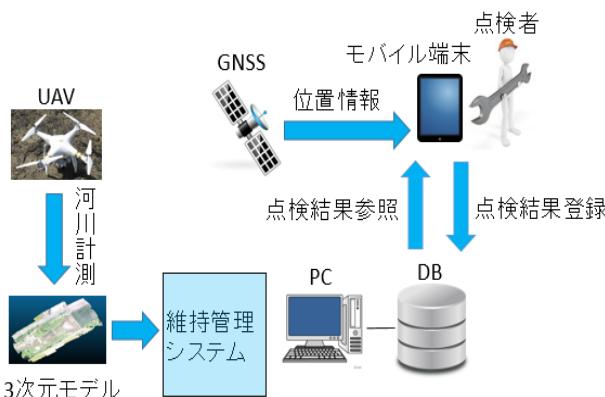


図-3 システム構成図

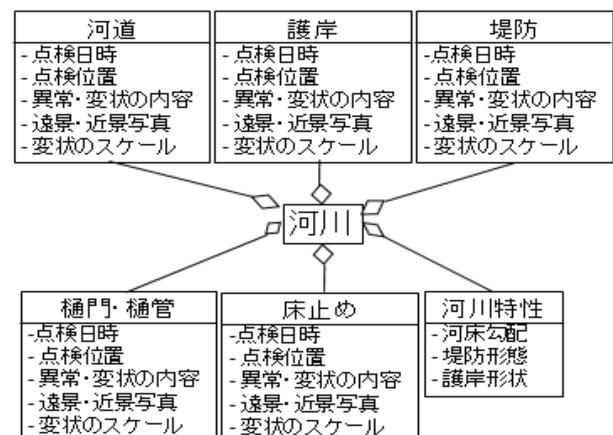


図-4 システムで扱う情報



図-5 マーカの表示

4.4 開発環境

本システムは3次元点群データを基盤とするため、3次元GISソフトウェアのskyline社製のTerra Developerを用いて開発した。Terra Developerは地図上に点群データを読み込むことができる。開発環境はMicrosoft Visual Studio2013、開発言語はC#である。

4.5 システムの機能

本研究では、PCで利用する次の機能を実装した。

・点検結果入力機能

点群データ上の任意の位置で点検結果を入力する機能である。点群データ上の任意の箇所をクリックすると、点検結果を入力することができる。この機能により、点群データと紐づけて点検結果を蓄積することが可能となる。

・点検結果参照

点検結果を入力すると、図-5 のように当該箇所にマーカが表示される。そのマーカをクリックすると、当該箇所の点検結果が表示される。

5. 河川維持管理業務プロセスの提案

河川維持管理において UAV および点群データを活用することは業務の効率化に有効であると考えられる。しかし、現状の業務では 2 次元地図が基盤となっており、UAV は災害時の状況確認でしか活用されていない。そこで、河川維持管理における UAV 計測と点群データの活用、さらにシステムの利用シーンを明確にするために、UAV および点群データを用いた新たな河川維持管理業務のプロセスを提案する。災害の発生を考慮して、業務を平常期、発災期、復旧期、復興期に分ける。提案する UAV 空中写真測量による点群データを用いた維持管理業務のプロセスを図-6 に示す。

平常時には巡回点検と UAV による計測を行い、点群データを生成する。巡回点検では徒歩による目視を基本とし、異常・変状があった箇所の点検・補修を行う。点検・補修結果はモバイル端末を用いて現地で河川維持管理システムに登録する。点群データは、測地座標を付与して蓄積する。システムにデータを登録する際、点検日時や点群データの作成日を登録することにより、今後業務を行う際に過去の記録を参照し、時系列で河川構造物の変化を把握することができる。発災時には UAV を飛行し、災害現場の状況を確認する。さらに、計測したデータから点群データを生成する。災害後に計測して作成した点群データと災害発生前の点群データを比較し、土砂の変化量など差分を算出することにより河川の変状を迅速に把握し、後の復旧作業を効率化することができる。

復旧期には、復旧作業時に UAV 計測を行い、作成した点群データを確認することにより、復旧作業の進捗状況を確認する。復興期には、維持管理システムに蓄積されたデータを基に維持管理

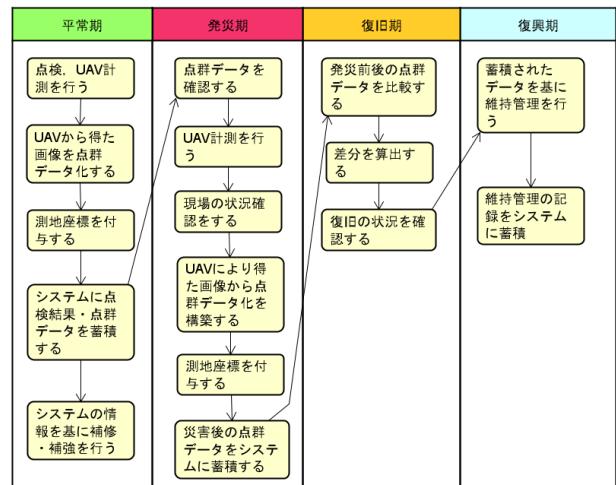


図-6 河川維持管理業務の提案プロセス

を行う。さらにそこで得られた点検・補修結果などを蓄積し、今後の維持管理の検討、点検の基準化、維持管理計画や長寿命化計画などに活用する。

6. おわりに

本研究では、河川維持管理業務の効率化を目的に、UAV 空中写真測量による点群データを用いた新たな維持管理業務プロセスを提案した。河川維持管理業務においては河川の形状および変状を重要視するため、河川を 3 次元の点群データで表すことにより、視覚的にそれらの情報を把握することを目指した。さらに、3 次元空間上の任意の位置で点検結果を登録・参照できるシステムを開発することにより、現場で点検する際に当該箇所を特定しやすくした。今後の課題は、点群データの精度検証およびモバイル端末機能の実装である。そして、河川管理者の協力のもと、システムの評価実験を行う。

参考文献

- 国土交通省(2013)：「安全を持続的に確保するための今後の河川管理のあり方について」.
- 国土交通省 東北地方整備局(2016)：「UAV による河川調査・管理への活用の手引き」.
- 大阪府土木部(2015)：「河川定期点検要領」.