

DX 機器を活用した溪流保全工点検の高度化に向けた試み

岐阜県 県土整備部 砂防課

株式会社三栄コンサルタント：河合 秀隆・下境 敏広・久富 泰弘・高橋 正夫・見付 友範

○片岡 直樹・森 良輔・磯野 泰佑・野村 勇斗・杉浦 悠太

1. はじめに

近年、砂防事業において DX が推進されており、様々な業務においてデジタル技術を活用し安全性および効率性の向上に向けた取り組みを行っている。溪流保全工の点検においては、従来手法である目視点検では人が河道内を踏査して点検を行っているため、安全性及び効率性に劣ることが挙げられる。そこで UAV を用いた空中写真測量等の新技術を適切に組み合わせることにより、これらの課題が解消され従来以上の成果を得ることが可能であると考えられる。岐阜県下における各土木事務所等で DX 推進を目的として同様の点検を行っているが、本稿では溪流保全工の点検において、UAV を用いた空中写真測量と小型 UAV 及びハンディレーザースカナを併用した撮影と、それらを合成して作成した三次元モデル(以下、モデルと称する)を用いた点検の事例を報告する。

2. 点検対象

調査は岐阜県下呂土木事務所管轄の砂防指定地内河川を対象として実施した。対象河川は基本的に山間部の集落内を流下しており、自然河道を整備した二面張り護岸区間が比較的多く、河道内及び周辺に樹木等の支障物が多数確認される。これらの影響により、UAV を用いた空中写真測量による施設情報の取得が困難な区間である。

3. 撮影及び溪流のモデル化

机上及び現地踏査により河道周辺状況を確認し、河道上空及び河道内支障物の状況を把握した上で、調査地全体を表-1 に基づき区分した。

表-1 事前調査結果における撮影手法区分

CASE	条件1	条件2	一次撮影手法	二次撮影手法
CASE1	障害物なし	樹木等障害物少	UAV (Mavic3)	小型UAV (Phantom4)
CASE2	障害物なし	樹木等障害物多	UAV (Mavic3)	レーザースカナ (viDoc RTK rover)
CASE3	河道上空に樹木等の障害物有	樹木等障害物少	小型UAV (Phantom4)	-
CASE4	河道上空に樹木等の障害物有	樹木等障害物多	レーザースカナ (viDoc RTK rover)	-

前述の区分に準じ、図-1 に示す手法にて溪流保全工の写真撮影を行い、撮影区間全体をモデル化した。撮影には DJI 社の UAV である Mavic3 及び Phantom4、PIX4D 社のレーザースカナである viDoc RTK rover 及び同社のキャプチャアプリ

PIX4D mapper を使用した。また、モデルの作成には DJI 社の写真測量ソフトウェアである DJI Terra を使用した。

一次撮影は UAV にて河道上空を飛行しながら撮影し、河道内及び周辺地形の情報を取得した。二次撮影では樹木や橋梁下部等、上空からでは鮮明な施設の撮影が不可能な箇所において、河道内部を小型 UAV による空中撮影またはレーザースカナによる撮影を行った。これにより、植生繁茂等の障害物によるデータ欠損等の影響を低減するとともに、モデルの精度を向上させた。

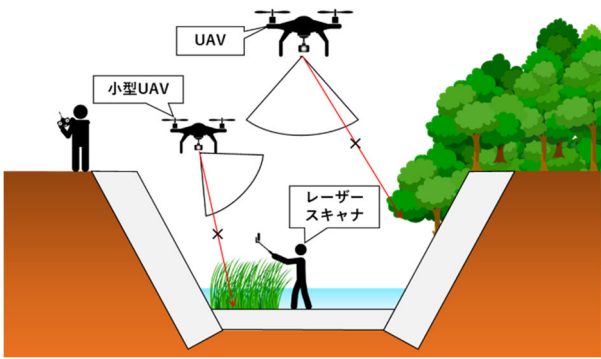


図-1 撮影模式図

4. モデルを利用した点検

一次・二次撮影にて取得したデータを合成して作成したモデルを用い、室内作業にて疑似的な目視点検を実施した。モデルの例を図-2 に示す。モデルの閲覧は作成と同様のソフトを用いて行い、施設の状況及び変状写真はパソコン上より切り出した画像を使用し、これを点検調書の形に取りまとめた。この際、点検対象施設や変状の位置や延長はソフト上での距離計測により算出した。



図-2 橋梁下部モデル(レーザースカナ補間)

5. モデル点検の利点

本手法の利点として、以下の点が挙げられる。

- (1) 場所や時間、天候を問わず点検が可能。
- (2) 広域に渡る変状の検出に優れる。
- (3) 周辺地形状況を加味した総合的な観点での評価が可能。
- (4) 座標による施設や変状の管理が可能。
- (5) 点群データを用いて概略図の作成が可能。

上記(1)について、野外調査が必要となるのは一次・二次撮影時であり、モデル作成後は室内作業のみで点検を行うことができる。また、モデルは繰り返しの閲覧が可能であるため、いかなる状況においても任意施設の状況を確認することができる。



図-3 変状部のモデル(護床工の欠損)

(2)の例としては、広域に渡る土砂堆積が挙げられる。目視点検の場合、このような変状の延長や範囲の計測には時間を要するが、モデルにより計測した場合、正確な値を短時間にて取得することが可能である。

(3)及び(4)について、本手法は一次撮影にて取得した範囲を全てモデル化しているため、溪流保全工のみならず、背後地の状況を同時に取得している。当該情報を利用することにより、変状施設の周辺地形や地目を鑑みた総合的な観点にて施設の健全度評価を行うことが可能である。また、流路の形状や施設の整備状況、護岸擁壁の詳細な構造をモデルより確認することができる。これらはいずれも三次元座標を有しているため、GISを活用すれば、護岸の未整備区間や変状の位置等を座標により正確に管理、図化することが可能である。

(5)について、モデルは三次元点群データに変換することが可能であり、これを用いれば簡易的な平面図及び断面図が作成可能である。これを流用して概略設計を行うことができ、点検実施に併せて施設復旧工法の検討を行うことも可能である。



図-4 河道及び背後地の現況モデル

6. 今後の課題

本手法では一次撮影での空中撮影データを補間するため、二次撮影にて河道内より施設の写真撮影を行い、これを用いてモデルを作成した。しかしながら、植生の極めて密集した箇所や落差部等の激しい流動が生じる箇所では二次撮影による補間後もモデルの精度が低く、室内点検に用いることが困難である。特に二面張り護岸区間の通水部は洗掘等の変状が多く発生していたが、モデルではこれを確認することが困難であった。したがって、これらの点検箇所では水中ドローンや水中カメラを用いた更なる補間データの取得や、人力での目視点検による補足が必要である。



図-5 点検困難箇所のモデル(護岸に洗掘有り)

また、データの取り扱いに関する課題もある。取得したデータは高解像度の三次元データであるため、延長 100m 当り約 1Gb と非常に大容量である。そのため、データ処理に要する時間が増加する。その上、大容量のモデルという特性上、閲覧に使用できるソフトは限られている。これらについては解像度やモデルの作成範囲、データの精度、データ拡張子の規格化による、三次元モデル作成のマニュアル化を推進する必要がある。