

三次元河川管内図について

城 終太郎

関東地方整備局 高崎河川国道事務所 工務第一課 (〒370-0841 群馬県高崎市栄町6-41)

国土交通省では、平成28年からICT活用、BIM/CIM設計等による建設現場の抜本的な生産性向上を目指す「i-Construction」に取り組んできた。一方で、新型コロナウイルス感染症発生に伴う非接触・リモート型の働き方への転換やワークライフバランス等、生活様式が急速に変化している。このような状況を踏まえ、インフラ分野のDXは強力に推し進められており、河川管理の分野では、三次元地形データを蓄積し、活用していくことが求められている。

本稿では、河川管理業務の効率化・高度化を目的として、三次元河川管内図を作成したので、その概要及び活用事例について紹介する。

キーワード ALB, 三次元データ, 水質調査, 補完測量

1. はじめに

令和2年2月に策定された「河川管理用三次元データ活用マニュアル(案)」(以下、「マニュアル」という。)は、主に行政担当者向けに河川管理のための適切な三次元データの必要性及び特性を取りまとめるとともに、河川定期縦横断測量業務等において、航空レーザ測深(Airborne Laser Bathymetry 以下、「ALB」という。)による点群測量の標準的な一連の作業方法や考え方、活用する上でのポイント等をまとめたものである。

また、国土交通省では、「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策(国土強靱化に関する施策を効率的に進めるためのデジタル化等の推進)」の中長期計画で、国管理の109水系全てにおいて今後5か年の内(令和7年度まで)に、三次元河川管内図を整備することとしており、今回、高崎河川国道事務所が管理する河川(烏川・神流川・鍬川・碓氷川)において、現況河道を把握するための基礎資料として、航空レーザ測深機を用いて陸部及び水部の河道内地形を連続的に計測し、三次元河川管内図の整備を行った。

2. ALBについて

(1) 概要

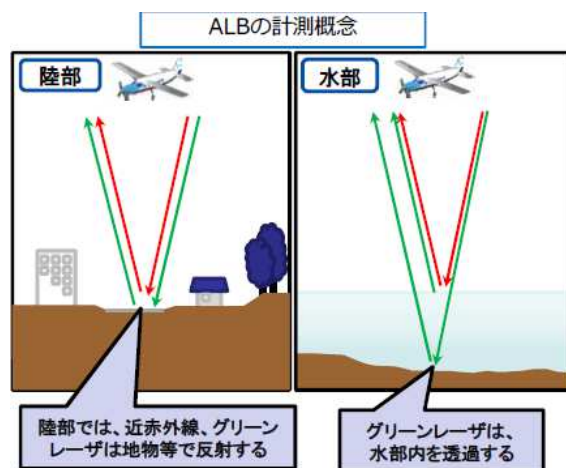


図-1 ALBの計測概念

今回、想定氾濫区域(堤内地)に関する地盤高及び河道内(水面下)のデータを取得するためにALBを採用し、計測は回転翼機により実施した。ALBは図-1に示す計測概念のとおり、近赤外レーザとグリーンレーザを同時に発射することで、陸上部と水中部の連続的な三次元データを面的に効率よく計測できる長所がある。一方で、河川延長が短い場合は費用が割高になり、水深が深いところや水質条件が悪い場合に欠測が生じ、補測に労力がかかるなどの短所もある。そのため、ALBの計測実施判断は、計測機器の特性をよく理解した上で当該河川の特性を踏まえ、総合的に判断する必要がある。

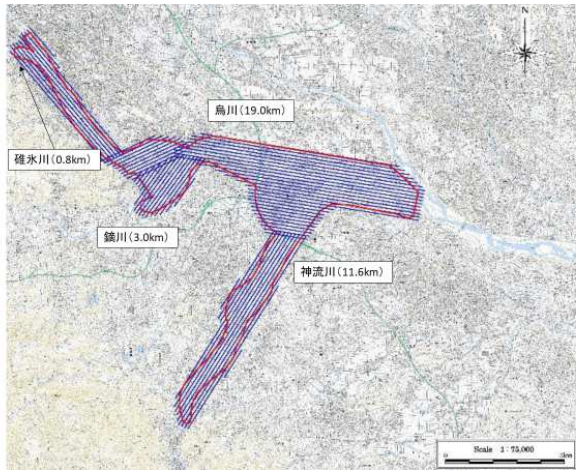


図-2 ALB計測計画図

今回の計測範囲は図-2に示すとおり、烏川19.0km、神流川11.6km、鑄川3.0km、碓氷川0.8kmの合計34.4kmとした。図中の赤線は計測範囲、青線は計測計画線を示している。計測は令和2年8月16日、17日、29日の3日間で実施した。

(2) ALBによる計測

ALBは前節の概要で述べたとおり、測深精度が水質に左右されることから、水質調査を実施した後にALBを実施した。図-3にALB計測の作業フローを示す。

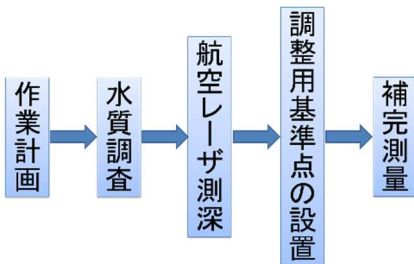


図-3 作業フロー

a) 水質調査

水中に濁り等がある場合、ALBの反射光がノイズか水底からなのか区別できない場合があることや、濁り等の層が厚いため水底までレーザー光が届かず、深くなるにつれて減衰してしまうため、測深精度に水質が与える影響は非常に大きい。そのため、計測時の水質を適切に把握するため、今回の計測においては、上流、中流、下流の11箇所において水質調査を実施した。水質調査項目は透明度、透視度、濁度、水色、水温、EC、pHとした。

b) 使用機器

今回の計測は、航空レーザー測深機器Leica社製ChiropteraIIを搭載した回転翼機で計測を実施した。計測設定値は、陸部10点以上/m²、水部1点以上/m²に設定した。

c) 調整用基準点の設置

三次元計測データの点検及び調整を行うため、調整用基準点を設置した。設置箇所は、計測した三次元データの位置が確認できる平坦な位置としている。本計測では図-4に示すとおり、調整用基準点を7点設置した。

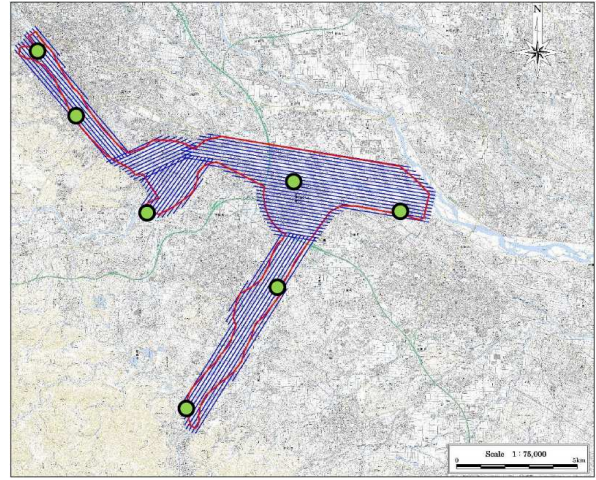


図-4 調整用基準点の設置箇所

d) 補充測量

ALBの計測結果により、横断測線上にある橋梁下などで未測部が確認されたことから、未測部については、別途、河川定期横断測量及び河川深淺測量を実施しデータを取得した。

3. 三次元河川管内図について

(1) 基本的性能

マニュアルの第4章にある三次元管内図を参考に、三次元河川管内図を表示できるシステムを構築した。本システムは、ALBで取得した点群データやオルソ画像を平面的、鳥瞰的に表示が可能であり、任意の位置で断面作成が可能なシステムである。

マニュアルに記載されている三次元管内図に必要なデータは、グリッドデータ、オルソ画像等の測量データ及び地理院地図、河川距離標、行政界等の基礎データがあるが、本システムは河川区域、河川保全区域以外については網羅している。河川区域、河川保全区域については座標化がされていなかったため、反映させることができなかった。また、マニュアルの4.5でシステムに備えていることが望ましいとされる、①三次元点群データ表示、②オーバーレイ表示、③属性検索、④位置座標計測、⑤距離計測、⑥面積計測、⑦体積計測、⑧断面表示、⑨断面データ出力、⑩注記(コメント)作成、⑪データ検索機能も網羅した。

(2) 現在の活用状況

a) 三次元地図表示による現地状況説明

図-5に示すように航空レーザ測量で取得した点群データやオルソ画像を平面的、鳥瞰的に表示が可能である。



図-5 点群表示画面

本システムの点群表示画面を用いることで、対外的な公表用資料、事業説明用の資料及び予算要求資料等にも三次元データを活用できるようになり、臨場感のある説明ができるようになった。

b) 工事発注資料の作成

本システムは任意位置での断面作成が可能であり、また、距離、面積、体積も計測することが可能である。これらの機能を用いることで、樹木伐採、河道掘削量の概算数量の算出が可能となり、工事発注資料の作成に活用することができるようになった。図-6に断面表示画面を示す。

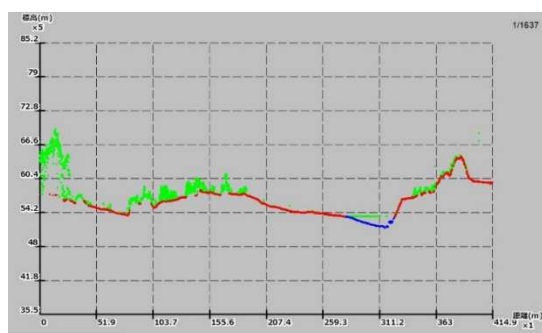


図-6 断面表示画面

(緑：オリジナルデータ 赤：グラウンドデータ 青：水部データ)

c) 業務効率化

これまでバラバラであった平面図、縦横断図、空中写真等のデータが集約されたことにより、個々にバラバラであったものが一元化され、業務効率化にも繋がっている。

(3) 今後の活用方針

三次元点群データを活用した維持管理として、今後は下記の項目についても活用していきたいと考えている。

a) 河道内の地形変化の把握

今後の計測データを重ね合わせることで、河道の

変化や土砂移動の実態、傾向を河床変動段彩図によって把握することができ、堆砂量・侵食量を算出することが可能となる。図-7に河床変動段彩図のイメージを示す。

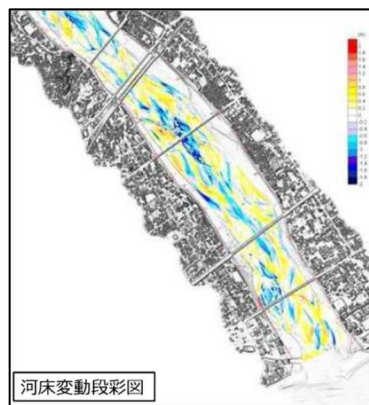


図-7 河床変動段彩図のイメージ

b) 河道内植生の影響把握

DSM（表層標高データ）とDTM（地盤標高データ）の差分により、任意断面における河道内植生の流下能力への影響を簡易評価することが可能である。簡易的ではあるが、定量化することにより植生管理の優先度などの説明がしやすくなると考えられる。図-8に河道内植生の影響把握イメージを示す。

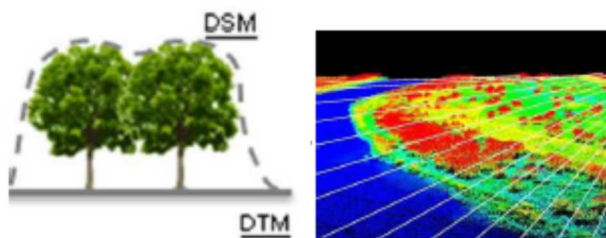


図-8 河道内植生の影響把握イメージ

c) 堤防高の把握

従来把握することができなかった距離標間の詳細な堤防高を把握することができ、堤防の変状箇所の抽出や越水弱点箇所の抽出等が可能となる。図-9にALBによる越水危険箇所の把握イメージを示す。

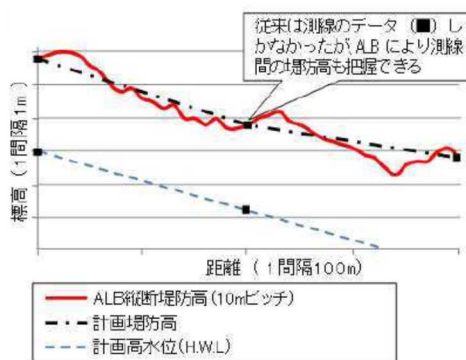


図-9 越水危険箇所の把握イメージ

4. 活用上の課題

本手法は新しい技術であるため、測量時、データ整備後においても多くの課題がみられる

具体的には、以下の通りである。

- (1) 測量時、上空からの計測のため、橋梁等支障物の下は補完測量が必要となる。
- (2) 天気や水質、水深により精度が左右される。
- (3) 植生が繁茂していれば正確な地盤高が計測できなくなることも考えられる。図-10に検証測量の実施例を示す。烏川17.4kの横断面図（赤：航空レーザ測量 青：検証測量）とオルソ写真を載せ、地盤の状況の異なる箇所ごとに比較すると以下のとおりである。

① 広場

広場にあるグラウンドやコンクリート上では約8cmの差であった。裸地ではほとんど差が見られない。

② 川沿いの植生部

植生が繁茂している影響か実測ほど形状が再現できていない。

③ 水部

差が20cmほど見られた。

以上のことから、航空レーザ測量は裸地では実測と同等の精度でデータ取得が可能であるが、植生の繁茂状況次第では、形状が再現できないエリアが生じる。水部では約20cmの差が見られたが、「航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル（案）」の許容値30cm以内であることから、許容範囲内であった。

- (4) データ整備後においては、大量のデータを一元的に管理するため、サーバが圧迫される。
- (5) 三次元データは座標情報の集合体であり、情報を付与しなければ職員による活用は難しい。

（改修法線や河川区域には実態として座標がない）

- (6) データのリバースについて、システム作成者しかできないおそれがある。
- (7) 河川占有データを載せる場合には、占有者に座標化してもらう必要がある。
- (8) 三次元河川管内図を使いこなせるように職員の研修等の仕組みが必要である。図-11に示すように、「航空レーザ測量のしくみ」及び「三次元データの利活用」について勉強会を開催したが、今後も継続して実施していく必要があると考える。

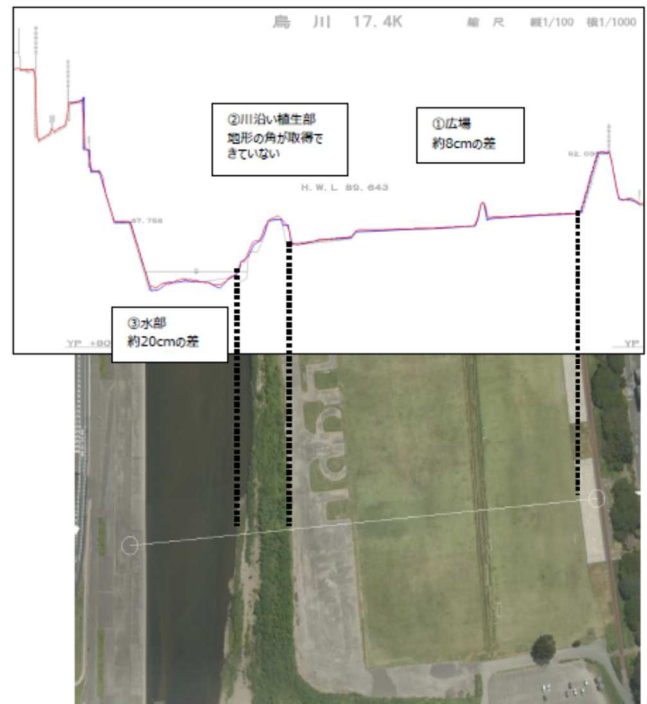


図-10 検証測量の実施例（烏川17.4K）



図-11 勉強会の開催状況

5. まとめ

本業務では、ALBという技術を用いた測量によって、三次元河川管内図を整備した。ALBによる測量及び三次元でのデータ管理は、より効果的な河川管理を目指す上では、必須となるものであり、データが集約されることにより、個々にバラバラであったものを一元化して業務に活用できれば業務効率化にもつながる。技術の進歩はととても早い。データの使い手側も三次元に慣れていくことが大切だと考える。