

## 善福寺川における LiDAR を用いた河道断面データベースの作成

東京都立大学大学院	都市環境科学研究科	学生会員	○村上	遼
東京都立大学大学院	都市環境科学研究科	正会員	天口	英雄
東京都立大学大学院	都市環境科学研究科	正会員	今村	能之

### 1. はじめに

近年、空中写真および LiDAR による 3次元計測の技術革新が進み、これまで高価であった点群データ取得機器も安価に入手できるようになりつつある。ドローンによる空中写真撮影の困難な都市域では、対象物を地上計測することができる、Simultaneous Localization and Mapping (以下、SLAM) という自己位置の推定と地図作成を同時に行う技術による 3次元計測が有効な手法と考えられる。特に河川沿いに管理道路が整備された都市中小河川では、徒歩により 10 分程度で約 0.2Km の計測が可能である。河道データを点群で取得する利点は、任意の地点の断面や断面形状が大きく変わる変化点についても詳細な把握が可能であることに加え、従来の横断測量と比べて労力が大きく削減されることである。そこで本研究では、LiDAR を用いて善福寺川河道全域の点群測量を行い、取得した河道の点群データから河道断面データベースを作成した。



図-1 善福寺川流域図

図-1 に示すように、善福寺池に源を発し、中野区境付近で神田川に合流する延長 10.5km、流域面積 18.3km<sup>2</sup> の中小河川である。本研究で用いた LiDAR は Livox 社の Avia で、機器の性能は距離精度が 2cm、角度精度が 0.05°、最大計測距離は晴れた日の日中で 320m 程度である。また、国土地理院の「LidarSLAM 技術を用いた公共測量マニュアル」<sup>1)</sup>によると、点群計測の精度は、計測時間が 5 分で 5cm、10 分で 10cm 程度の誤差が生じる。点群計測には、SLAM による点群取得システムを Linux 上で起動させ、機器を手に河川沿いを歩いて計測した (図-2)。本研究で用いたシステムでは、計測時の急激な機器の移動時、あるいは 10 分程度の計測時には点群の取得を失敗しやすいことがあることを踏まえ、1 回の計測時間は 8 分間とした。河道の計測に当って特に注意したことは、橋梁では上下流部の計測、護岸の様子を把握できるように湾曲部では外側から計測し、湾曲部が多く片岸からの計測では不十分な場合は、両岸からの計測を行うようにした。計測時期は護岸周辺の植生の少ない 2022 年 4 月に集中的に行い、累計約 12 時間かけて点群データを 57 セット取得した。点群データの妥当性については現地でのコンベックスを用いた計測による実測値と同地点の点群上での計測値を比較して LiDAR の距離精度の範囲内の誤差であったことを確認している。

### 2. 対象河川および計測方法

善福寺川は図-1 に示すように、善福寺池に源を発し、中野区境付近で神田川に合流する延長 10.5km、流域面積 18.3km<sup>2</sup> の中小河川である。本研究で用いた LiDAR は Livox 社の Avia で、機器の性能は距離精度が 2cm、角度精度が 0.05°、最大計測距離は晴れた日の日中で 320m 程度である。また、国土地理院の「LidarSLAM 技術を用いた公共測量マニュアル」<sup>1)</sup>によると、点群計測の精度は、計測時間が 5 分で 5cm、10 分で 10cm 程度の誤差が生じる。点群計測には、SLAM による点群取得システムを Linux 上で起動させ、機器を手に河川沿いを歩いて計測した (図-2)。

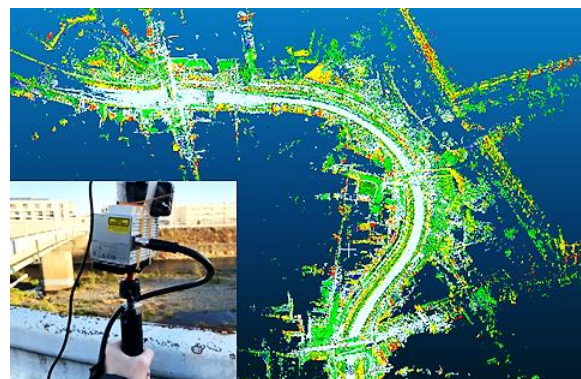


図-2 LiDAR (左)・点群データ (右)

本研究で用いたシステムでは、計測時の急激な機器の移動時、あるいは 10 分程度の計測時には点群の取得を失敗しやすいことがあることを踏まえ、1 回の計測時間は 8 分間とした。河道の計測に当って特に注意したことは、橋梁では上下流部の計測、護岸の様子を把握できるように湾曲部では外側から計測し、湾曲部が多く片岸からの計測では不十分な場合は、両岸からの計測を行うようにした。計測時期は護岸周辺の植生の少ない 2022 年 4 月に集中的に行い、累計約 12 時間かけて点群データを 57 セット取得した。点群データの妥当性については現地でのコンベックスを用いた計測による実測値と同地点の点群上での計測値を比較して LiDAR の距離精度の範囲内の誤差であったことを確認している。

### 3. 断面データの計測

点群データは計測開始時に LiDAR のある地点を原点とし、正面の方向を x 軸正の向き、左側を y 軸正の向き、垂直方向の真上を z 軸として座標系が定まる仕様がある。作業性の向上のためにこれらのデータを共通の座標系にするために、全てのデータにおいて座標系を平面直角座標系の第 9 系に変換した。標高値の変換に際しては、

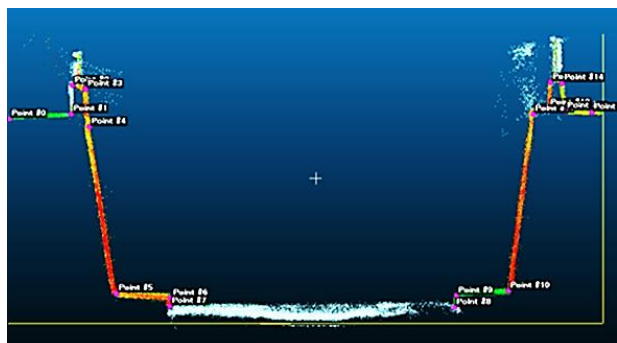


図-3 点群データの河道断面抽出

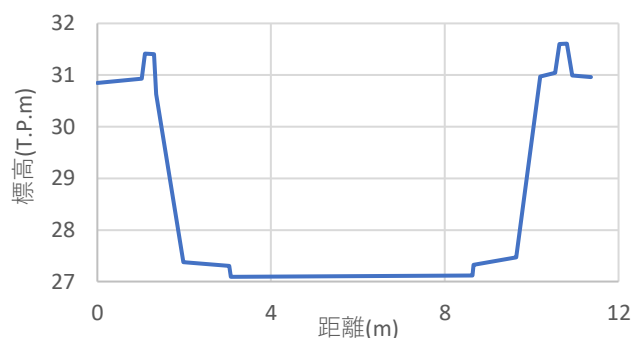


図-4 河道断面データ (No. 100)

しては国土地理院が公開している 5m メッシュ標高データを使用した。QGIS に国土地理院地図とともに表示し、交差点の中央や道路と橋の境界部などの特徴点の座標値と標高値を 1 データにつき最低 3 点取得することで点群データの座標の変換を行った。座標値の変換を行った点群データについて、約 100m 毎に河道断面の計測を行った。河道断面データの作成に際しては、まず点群データから河道断面の特徴点の座標値及び標高値を左岸側から図-3 のように順番にそれぞれ抽出する。なお、点群データの色については反射強度によって色が異なり、赤が強く、水色が弱い。最も左岸側の座標値から右岸側を正として、各点までの距離を算出し、縦軸は標高 (T.P.m) の値とした。河道断面番号 100 の作成例を図-4 に示す。以上の手順を約 100m 毎に行い、河道断面データを作成した。なお、点群データは今回計測に使用した機器では水面下のデータがとれないこと、また計測を行ったのは晴天で非常に低水時であったことから、水面を河床位置とみなしている。また、各断面に上流側から番号をつけ、断面内で最も標高が低い地点をグラフに示した河川縦断面図が図-5 である。

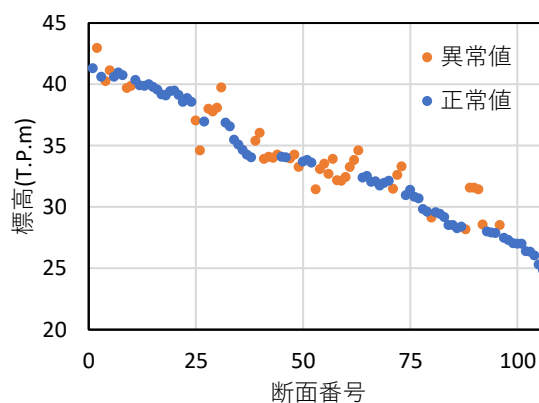


図-5 善福寺川縦断面図

なお、上流側よりも下流側の標高が明らかに高くなってしまった地点については、標高値は、異常値として欠測として扱った。このような異常値が生じる原因として、平面直角座標系の第 9 系に変換する際に目安となる道路・橋や人工物などの特徴点が存在しない緑地内であったことが主要因である。これらの解決策としては、該当箇所についてデータを取り直すほかに、既存のデータにて GNSS 測量等でより正確な標高値を取得して再度座標値を変換し直すことが挙げられる。また、点群取得時の急な方向転換などによりデータがうまくとれなかったケースでは、座標変換の際にデータそのものが傾いてしまったことが原因で、河道断面データも異常値となってしまった。

4. まとめ

LiDAR を用いて善福寺川の 3 次元点群データを取得し、河道断面の計測を行った。河道断面のデータベース作成に関しては、形状そのものの取得に関しては問題なく行えた。一方で、座標変換には 5m メッシュ標高値を用いたことや、座標変換の際に基準とする点の設定数不足などから正確な座標値・標高値が設定されない地点が発生するなどが見られ、今後は座標に GNSS 測量の結果を用いるなどして精度向上が求められる。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院 (令和 4 年 6 月) : LidarSLAM 技術を用いた公共測量マニュアル,  
[https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/lidarslam/doc/lidarslam\\_manual.pdf](https://psgs2.gsi.go.jp/koukyou/public/lidarslam/doc/lidarslam_manual.pdf) (参照:2023-01-10)