

LiDARによる河道計測を用いた簡易流量推定法の開発と検証

環境社会基盤工学専攻 水文・気象研究室所属 塩谷 晴
陸 旻皎

1. はじめに

我が国では、気候変動による災害激甚化や、少子高齢化による働き手不足、技術革新など、防災を取り巻く環境は日々流転している。政府は現状への対策として、最新技術を積極的に活用する方向を示している。水文観測においても、これまでは現地で標尺や流速計を用いる接触型での観測が固守されていたが、現在では、画像判別や超音波を用いた流速計といった非接触型での観測が認可されつつある。これより、地上レーザー測量と河道流解析、マニング式を用いた簡易な流量推定法が提案されている¹⁾²⁾。しかしながら、本手法では作成可能な地形データが荒いことや、水面下の取得が不可能な問題がある。

本研究では、これらの各問題に対し、技術革新による低廉化高度化が進行するLiDARを用いて精密な地形の作成手法の開発や、LiDARによる水面下の取得が不可能な特性を利用した非接触での水面勾配の測定可能性について検証を行う。

2. 手法

2.1 現地測定

新潟県三条市の五十嵐川を対象にLiDARを用いて荒沢観測所付近200mの計測を行った(図-1)。

更に、点群へ平面直角座標を付与するため、GPSによる位置情報取得も併せて行った。

また、水面勾配測定可能性検証のため、地表面と水面の境界域である水際を対象とした定点観測も同様に実施した。

2.2 地形データ作成

現地測定点群に対し、図-2に示した回帰直線移動による処理を行い、各 $1\text{m} \times 1\text{m}$ のグリッド代表値を抽出することで、植生によるノイズを平滑化した。

また、GPS測定データを用いて点群に平面直角座標を付与した。また、LiDAR測定不可の水面下は、平成24年度計画断面図を基に水面下補間を行った。図-3に各処理を行った結果となる地形データを示す。



図-1. 五十嵐川荒沢観測所位置図

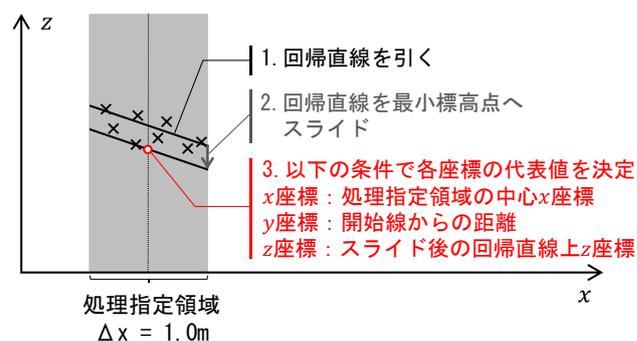


図-2. 回帰直線移動による点群処理プロセス

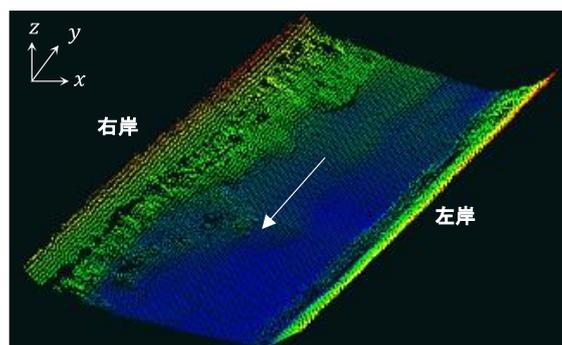


図-3. 各処理適用後の地形データ

2.3 LiDARによる水際点群測定可能性検証

最初に、定点観測により取得された水際点群から水面勾配を算出する手法を開発した。これは、水際点群全体を対象に、回帰直線を描くことで勾配値を算出する手法である。

算出した水面勾配(以下、算出勾配)を対象に、値の正確性検証及び比較を行うため、図-4に示した比較検証処理を実施した。ここでは、第一に、粗度係数が水面勾配から逆算可能な点。第二に、精密な地形デー

タが作成可能となったことから、解析上で水際測定時の河道状況が再現可能な点. 以上二点から、逆算により導いた粗度係数(以下、算出粗度)と、一般的に用いられる粗度係数(以下、一般粗度)を用いて河道状況を再現した定常流解析を実施した. 各解析結果から抽出した勾配値と、算出勾配との比較を行うことで、一般値との比較及び値の正確性検証を行った.

さらに、各解析結果を実測値である低水流量観測値との比較を行うことで、一般粗度と算出粗度の比較を行った.

3. 結果・考察

水際測定から、逆算により得られた算出粗度は $n = 0.104$ となり、一般粗度は $n = 0.033$ とした. これより、各粗度を解析条件として定常流解析を行った.

定常流解析による解析結果から、水面勾配 I の時系列変化を図-5、平均流速 v の断面内変化を図-6に示す. 比較対象として、図-5には定点観測により取得した算出勾配、図-6には低水流量観測による側線平均流速を示す.

図-5の水面勾配比較に着目すると、一般粗度における時間変動が激しい様子が確認できる. これに対し、算出粗度では、時間的安定性が確認できる. さらに、算出粗度による解析勾配が算出勾配と近い値となっている.

図-6の流速比較においても、一般粗度では各グリッド間の流速変動が激しいが、算出粗度ではより実測値に近い値となっていることが確認できる.

以上、図-5、図-6のどちらの比較においても算出粗度による解析結果の方が安定しているといえる. 各粗度での安定性の差を裏付けるため、マンニング式、連続式により算出された式(1)にて考察を行う.

$$\left(\frac{A_1}{A_2}\right)\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^{\frac{2}{3}}\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

ここで、添字1は一般粗度、添字2は算出粗度を表す. 式(1)において粗度係数及び水面勾配は算出済のため、変数となるのは、径深と通水断面積となる. しかし、これらは水深により支配されているため、式(1)における変数は水深となる. これより、水深の激しい変動により、水面勾配及び流速も同様に変化するため、図-5、図-6のような実測値との乖離が生じ

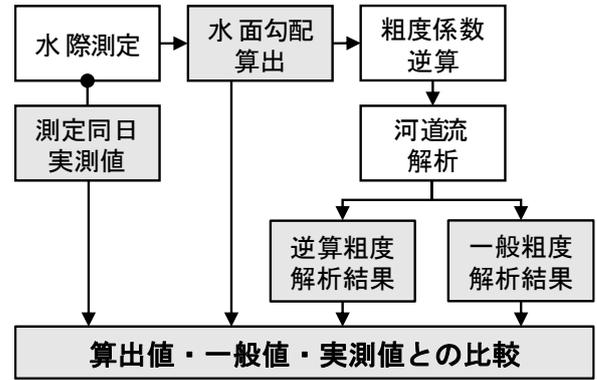


図-4. LiDARによる水面勾配測定可能性検証の流れ

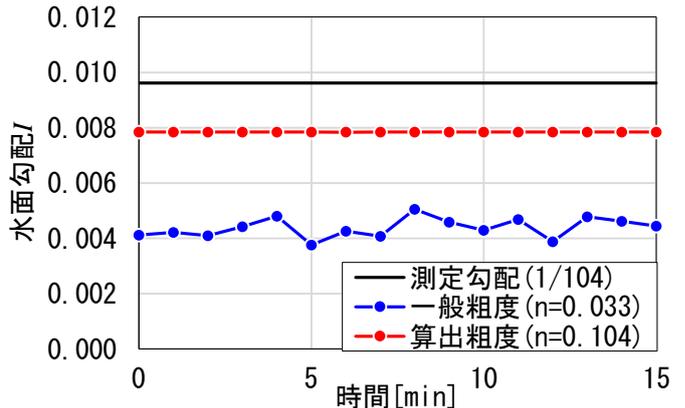


図-5. 水面勾配比較

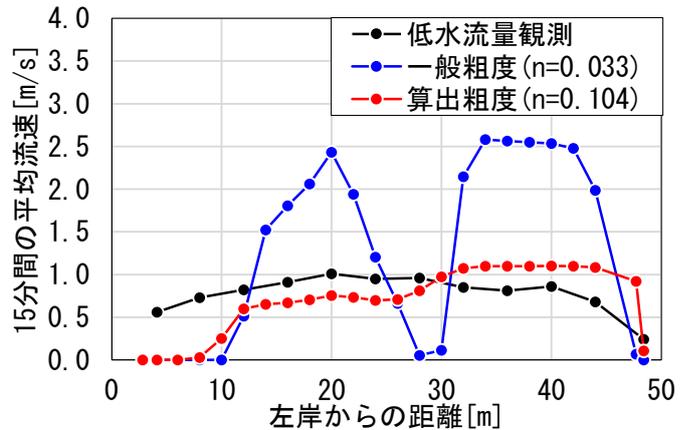


図-6. 流速比較

たと考えられる. 以上より、算出粗度により河道状況を精密に再現可能であること. 解析結果においても、LiDAR測定結果から取得された水面勾配値と、その時の河道状況を再現した解析結果から取得された水面勾配値が一般値よりも近い値となったことから、LiDARによる水面勾配測定可能性が示唆された.

参考文献

- 1) 鎌田幹広：中小河川を対象とした簡易流量推定法の提案,長岡技術科学大学修士論文, 2019.
- 2) 佐藤翔太郎：レーザー測量を用いた簡易流量推定法の開発と検証,長岡技術科学大学修士論文, 2021.