

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

長岡技術科学大学大学院 非会員 ○ 塩谷 晴
長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎
長岡技術科学大学 正会員 高橋 一義

1. はじめに

近年の局地的豪雨による洪水災害の頻発化・激甚化に伴い、中小河川においても背水現象等による災害危険性が高まっている。これらに対し、河川流下能力を把握するため流況解析は必須である。しかしながら、中小河川では予算的・時間的制約により、流況解析に必要な水文・地形データの整備がまだ遅滞している。これに対し、先行研究では地上レーザー測量と流出解析、マニング式を用いた簡易に流量推定可能な手法を提案している¹⁾²⁾³⁾。

本稿では先行研究にて課題とされた地形測定時の負担軽減及び、流出解析の精度向上を目的とする。地形測定に関しては小型・安価なLiDARを用いることで測定時の負担軽減を図る。流出解析の精度向上に関しては実測の低水流量観測データをナカノアイシステムから提供頂き、解析値との比較を行うことでデータの正確性を検証する。

2. 手法

2.1 現地測定

新潟県三条市の五十嵐川を対象に荒沢観測所付近200mの計測を行った(図-1)。測定には「LIVOX Horizon(以下LiDAR)」を用いた。さらに、点群に対し平面直角座標を付与するため、GPSデータ取得も併せて行った。また、粗度係数算出のため15分間の定点観測を行った。

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³⁾を行い、各1m×1mのセル代表値を抽出、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。

LiDARによる計測が不能な水面下に関しては、平成24年度計画断面図を基に補間データを作成し、結合させることで水面下補間を行った。図-3に処理及び水面下補間を行った地形データを示す。



図-1. 五十嵐川荒沢観測所位置図

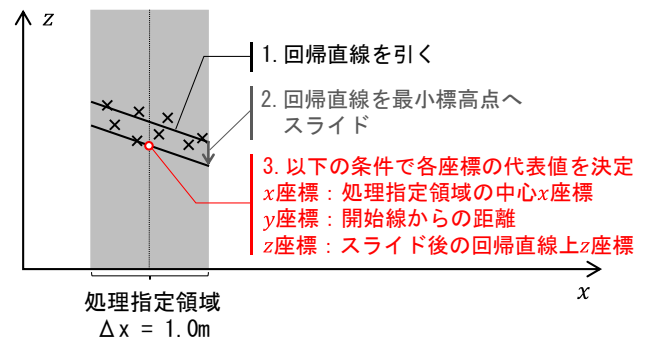


図-2. 回帰直線移動による点群処理プロセス³⁾

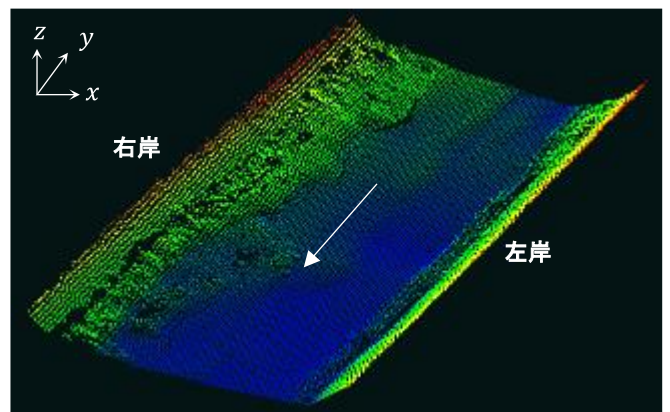


図-3. 各処理適用後の地形データ

2.3 粗度係数算出

粗度算出にはマニング式変形の式(1)を用いた。

$$n = \frac{1}{v} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

ここで、 n ：粗度係数、 v ：流速(m/s)、 R ：径深(mm)、 I ：水面勾配。

式(1)にて、流速 v (m/s)、径深 R (mm)は低水流量観測により実測値が得られている。そこで、粗度係数を算出する際に変数となる水面勾配 I を LiDAR により計測した。LiDAR は水面下測定不能だが、水際点群は測定可能である。測定した水際点群から 2 点抽出し、点間勾配を算出した。定点観測は 15 分行ったため、1 分区切りでデータを抽出し、点間勾配を算出。それらを平均し、水面勾配とした。なお、算出結果は $I = 1/140$, $n = 0.08$ となった。

2.4 流出解析

粗度係数を算出した $n = 0.08$ (以下、算出粗度) と一般的に使用される $n = 0.033$ (以下、一般粗度) の 2 パターンで流出解析を行った。計算条件は定常流で入力流量は低水流量観測データとした。下流端水位は自由流出とし、助走時間を 30 分とした。

3. 結果・考察

定常流による流出解析結果にて、水面勾配 I の時系列変化を図-4、平均流速の横断方向変化を図-5 に示す。実データとして図-4 には定点観測により取得した水面勾配、図-5 には低水流量観測による側線平均流速を示す。

図-4 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のに対し、算出粗度では、時間的な安定が確認できる。さらに、算出粗度による値が測定により得られた勾配とほぼ一致している。また、図-5 の流速比較においても、一般粗度では各セル間流速の変動が激しいが、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。

どちらの比較においても算出粗度による計算値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、 Manning 式、連続式により算出された式(2)にて考察を行う。

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

ここで、添字 1 は一般粗度、添字 2 は算出粗度を示す。式(2)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(2)における変数は水深となる。これより、水深の激

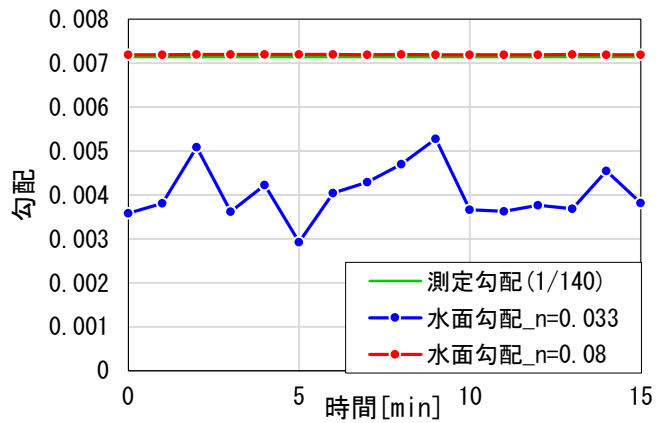


図-4. 水面勾配比較

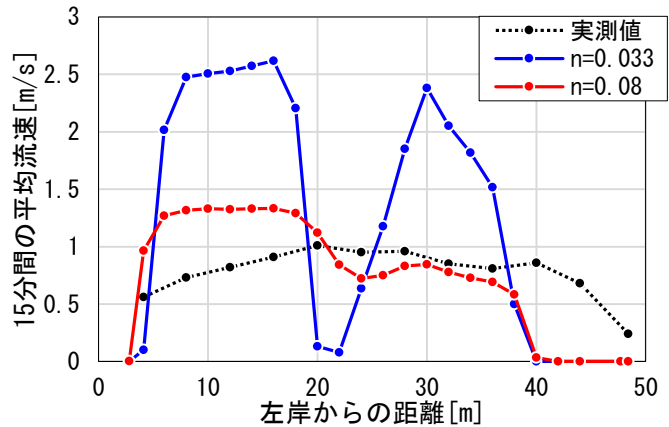


図-5. 流速比較

しい変動により、水面勾配及び流速も同様に变化するため、図-4、図-5 のような実測値との乖離が生じたと考えられる。以上より、算出粗度 $n = 0.08$ が測定地形に適した粗度係数である可能性が考えられる。

4. 展望

今回は流出解析における条件として低水流量観測の実測流量を与えた。今後は、低水のみならず、高水での流出解析を行っていく予定である。

謝辞：本研究を進めるに当たり、ご協力下さった国土交通省北陸地方整備局信濃川下流河川事務所、株式会社ナカノアイシステムの皆様に感謝申し上げます。

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.
- 3) 塩谷晴, 陸旻皎, 高橋一義：LiDAR を用いた簡易流量推定法の開発と検証, 第 39 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, 2021.