

# 河川測量における LiDAR の活用

長岡技術科学大学 非会員 ○谷口 亮太  
長岡技術科学大学 正会員 陸 旻皎

## 1. はじめに

近年, 気象災害をもたらすような異常気象の頻発化・激甚化に伴い, 全国各地で洪水被害が多発しており, これに対応した治水対策が求められる. ここで, 治水計画のための基本的な資料として河川流量観測がある. 日本では, 観測地点において水位・流量を観測し, それらを基に作成した水位-流量曲線を用いて流量を算出している. しかしながら, 一般に水位-流量曲線は二価性を持つことが知られており, 流量算出において, 無視するべきではない. これ対し, 水面勾配を考慮することでこの二価性を補正することができる<sup>1)</sup>と確認されている.

先行研究<sup>2)</sup>では, LiDAR による水面下の取得が不可能な特性に着目し, 水際点群を取得することで水面勾配の算出について検証を行っている. しかしながら, 本手法では得られる水面勾配の値が流心ではなく, 水際であること, 安定した水面勾配算出のために直線部分を必要とするなどの問題がある. 本研究では, 作成したロープを利用することでより流心に近い部分での水面勾配測定の可能性について検証する.

## 2. 手法

### 2.1 現地測定

新潟県三条市の五十嵐川を対象に LiDAR を用いて荒沢観測所付近での水面勾配測定を行った.

約 5m 感覚でフロートを設置したロープを作成し, 河道中央付近から自然流下させたうえで, LiDAR による観測を実施した.

### 2.2 水面勾配算出

図 2.1 に示す観測結果から, 河道内の水面に浮かぶフロートを良好に認識することができる. 各フロートの点群データを平均し, それぞれフロートの座標とする. 座標をもとに回帰直線を求め, 直線の傾きを流心の水面勾配とする. また, 比較対象として取得した水際点群全体を対象に回帰直線を描くことで水面勾配を算出し, 水際水面勾配を求めた. 表 2.1 には算出した水面勾配を示す. 安芸皎一<sup>3)</sup>は 30cm が水面勾配測定

表 2.1. 水面勾配測定結果\_五十嵐川\_

測定時間	水面勾配	
	流心	水際
1min	1/64	1/102
2min	1/61	1/100
3min	1/63	1/107
4min	1/63	1/111
5min	1/61	1/95
average	1/62	1/103

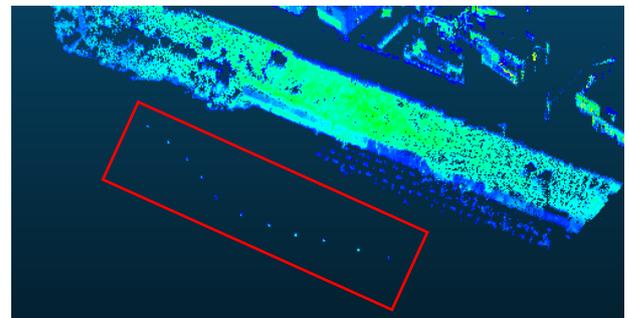


図 2.1. 測定結果

のために必要な最小水位差としているが, 今回の測定結果では, 水面勾配算出に十分な水位差があることを確認することができた.

水面勾配の時間的な変化に着目すると, 水際水面勾配と比較して流心水面勾配では, 測定した 1 分ごとの水面勾配が非常に安定した値を示していることが分かる. また, 水際水面勾配算出のためには, 河道際に堤防などの人工的な直線部分があることが求められる. 対して, 本研究で実施した方法では河道の形状に関わらずロープを流下させることで測定が可能になる利点があると考えられる.

## 3. 定常流解析

算出した水面勾配の正確性を検証するため, 粗度係数算出を行い, 横断測量と LiDAR による測定結果を用いて再現した河道状況での iRIC による定常流解析を実施した. 図 3.1 には解析に使用した地形データを示す. 解析に使用した粗度係数は測定した水面勾配を用いてマンニングの式変形 (1) より求める.

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

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

流心水面勾配から算出した粗度係数（以下、流心粗度）と比較するために、水際水面勾配から算出した粗度係数（以下、水際粗度）、自然河川での一般的な粗度係数<sup>4)</sup>（以下、一般粗度）での解析を行う。解析に用いた粗度係数はそれぞれ、流心粗度：0.135、水際粗度：0.106、一般粗度：0.033 とする。

#### 4. 結果・考察

各粗度係数を用いた定常流解析結果と観測地点周辺の低水流量観測値との比較を行うことで、算出した粗度の正確性を検証する。

図 4.1 には iRIC による定常流解析から得られた水面勾配を示す。なお、水面勾配は河道内に上流断面・下流断面を設定し、その水位差から算出している。図 4.3 には低水流量観測断面と同位置での平均流速を示す。真値として、低水流量観測での側線平均流速を示す。

図 4.1 に着目すると、一般粗度は、流心粗度、水際粗度と比較して小さな値となっている。また、流心粗度、水際粗度での水面勾配は時間的に安定しているのに対して、一般粗度では乱れがみられる。これは、図 4.2 に示すように、水位を取得する断面で、フルード数が 1 を超過しており、射流が発生することで水面が一時的に乱れた水位を取得しているためだと考えられる。

図 4.3 に着目すると、一般粗度では、低水流量観測の結果と比較して明らかに流速が大きく、乖離していることが分かる。これは、流速の計算において一般粗度が過小に評価されているためだと考える。対して、流心粗度、水際粗度は、実測データと比較的に近い傾向にある。しかし、主に左岸側の部分では実測データとの差異が生じていることが確認できる。これは、粗度係数は断面全体の平均流速から算出しているためであり、断面平均流速と側線平均流速に違いのある部分で差異が生じていると考えられる。

流心粗度と水際粗度を比較すると、右岸側で流速の過大評価がみられる水際粗度に対して、流心粗度では実測データに非常に近い値を示している。これより、流心粗度が河道状況を再現するのに最も適していると考えられる。

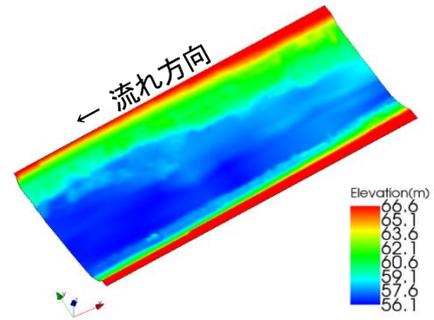


図 3.1. 作成地形データ

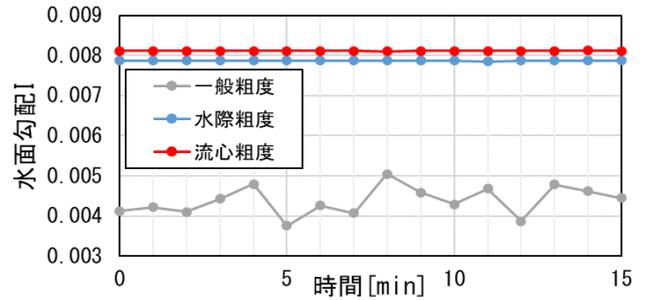


図 4.1. 水面勾配の比較

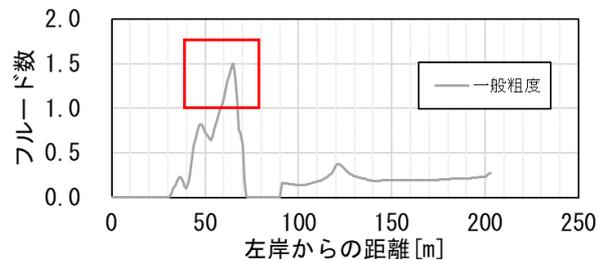


図 4.2. 上流断面でのフルード数

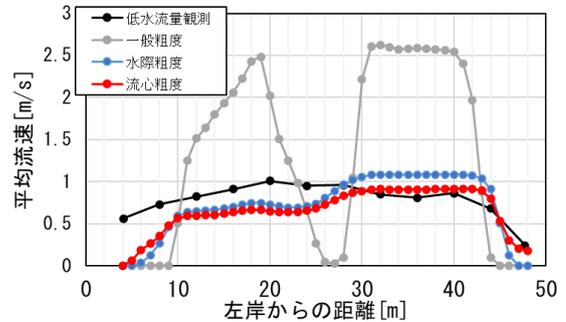


図 4.3. 平均流速の比較

#### 参考文献

- 1) 大原憲明・志村光一・松木浩志・山田正：水面勾配を考慮することによる水位-流量曲線の二価性の補正について，土木学会年次学術講演会講演概要集第2部，54巻，pp.618-619，1999.
- 2) 塩谷晴：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，長岡技術科学大学修士論文，2023.
- 3) 安芸皎一：流量測定法，森北出版，p.172，1954.
- 4) 水工学委員会：水理公式集，土木学会，p.199，1985.