

# 中小河川の複雑河道地形における水位流量曲線作成の試み -UAV 空撮に基づく河道模型作成による-

宮崎大学工学部 学生会員 ○坂本和麻  
宮崎大学工学部 正会員 入江光輝

## 1 はじめに

近年、ゲリラ豪雨のような短時間で激しい降雨の発生頻度が増大している。一般的に高強度の降雨は雨域が小さいため、流域面積の小さい中小河川や支流において集中豪雨の及ぼす影響は相対的に大きくなる<sup>1)</sup>。したがって、降雨特性変化に対応した中小河川の整備基準の見直しが急務である。

しかし、中小河川では河川管理コストが限られているため、流量観測が行われていることはまれであり、実測流量に基づく計画策定は行われていない。通常、流出に関わるパラメーターを文献値等から経験的に決定して基本高水が設定される。流量観測がないためパラメーターの精度検証が行われておらず予測精度が低い。

一方、中小河川でも浸水警報の目的で水位が連続観測されている。ただし、これらの水位観測点では流量観測は行われておらず、流量データとはされていない。また、あくまで警報目的であるため水位観測点も湾曲部や複断面など周辺が複雑な地形で一般的な流量観測には不適な地点であることも多い。

そこで本研究では、中小河川を対象に、UAVによる空撮画像のステレオ画像解析によりデジタル標高モデルを構築し、その地形情報に基づいて3Dプリンタで模型を作成し、水理模型実験を行い水位-流量曲線の作成を試みた。

## 2 実験方法

対象河川は加江田川(宮崎県)は幹川流路延長17.5km、流域面積53.8km<sup>2</sup>の二級河川である。同河川では潮位の影響を受けない河口から約5.6km地点の第一竹の内橋付近で行った(図-1)。

同地点の周辺約200mの区間を対象に、UAV(DJI社製Phantom4Pro)による空撮を行い、SfM画像解析ソフトMetashape(Agisoft社製)によるステレオ画像解析によってポイントクラウドデータを作成した。

次にMeshLab(フリーソフト: <http://www.meshlab.net/>)上で、0.5mメッシュのDEMを作成した。その

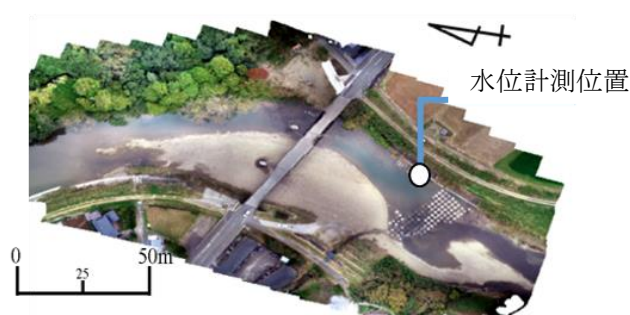


図-1 加江田川第一竹の内橋地点

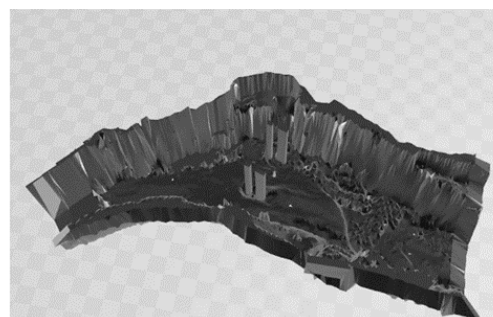


図-2 模型の形状データ(鉛直方向比は実物の4倍)

DEM上で画像解析過程で生じた異常高さのエラー地点を手動で除去し流況に関係のない高さにある橋梁部や河畔林、河川堤防外のデータを除去した。

次にMeshMagic(フリーソフト:<http://www.nchsoftware.com/meshmagic3d/index.html>)を用いて模型サイズに縮小した。このとき、プリンターの1回の造形で作製可能なサイズ約20cmを考慮し縮尺サイズは水平方向に1/800とした。一方、鉛直方向の縮尺を同縮尺とすると、模型上での水深計測の解像度が十分確保できなくなるため、大縮尺の1/200に設定した。したがって模型上の鉛直：水平比は実物の4倍となっている。

しかし、この表面データをTIN形式で保存すると、厚みのない薄い膜のようになり3Dプリンタに読み込むことができなかったためFreeCAD(フリーソフト:[www.freecadweb.org/](http://www.freecadweb.org/))で2つのTINデータを鉛直方向に数mmずらして重ね合わせ、側面に三角メッシュを貼り付け厚みを出した。図-2にそのレリーフを示す。

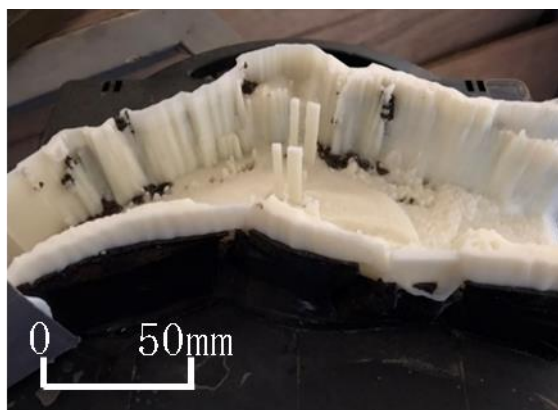


図-3 加江田川模型

以上の過程経たデータを 3D プリンター(uPrint)にアップロードし、造形を行った。プリンターで造形すると支持材も吹き付けられる。支持材は残したままにし、通水時の重さによる模型の変形を避けた。

水理実験では上流側に一定ヘッドを保てる水槽を配置し、バルブで流量を調節した。そして模型から流れ出る流量と、水位観測点のある位置にポイントゲージを設置し水位の観測を行った。

また、実験で得た水位-流量関係を検証するために現地にて出水時の通減期に橋上より ADCP(Teledyne 社製 River Ray)を用いて 3 回の流量計測を行った。

### 3 実験結果、考察

#### (1)完成模型概要

完成した模型を図-3 に示す。本報告ではプリンターが 1 回で造形できる大きさに限定したため、非常に小さな模型となった。しかし、橋脚や下流側の根固めブロックの凹凸など概ね再現できている。

また図-1 の航空写真を見てもわかるように、本対象河川は平常時の水位が非常に低く、河川水の透明度が低い場合に撮影によって捉えられない深部が少ない。中小河川では出水時と平常時の水位の差が大きく、平常時には低床の大部分が撮影可能であることが多い。こうした点についても本手法は中小河川に対する適合性が高いと考えられる。

#### (2)水位-流量関係

水理模型実験で得られた水位-流量関係に基づいて、実スケールでの関係に換算したものを図-4 に示す。フルードの相似則から模型の流量を 2,262,742 倍、水位を 200 倍している。湾曲部で内側に土砂の堆積があり複断面となっているが、水位上昇に伴う

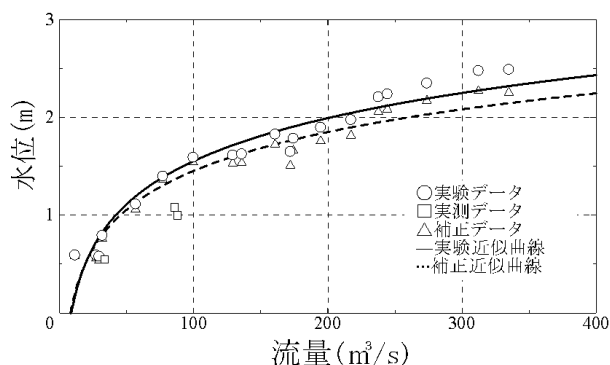


図-4 実スケールの水位-流量関係および実測流量

水位流量関係の大きな変化は見られない。ただし、現地での実測流量を比較すると同じ水位に対してやや小さめの流量を示している。

この一因として、模型では鉛直方向の縮尺が水平方向に対して大縮尺なので、模型のほうが湾曲部の遠心力がより大きく、湾曲外側の水位観測点で水位が大きいと考えられる。本研究で作製した模型はフルードの相似則に基づき作製しているが、遠心力による水面形の変化は当然考慮されていない。

そこで、現地の河道軌跡から湾曲部の曲率半径を 150m として湾曲により左岸側で生じ得る水面上昇について模型実験と現地での水面上昇の差を各流量ケースについて求め、補正を行った。結果を図-4 に△で示す。やや実測に近づいたが補正量はそれほど大きくなく、十分に一致するまでには至らなかった。

### 4 最後に

本研究では中小河川を対象にマイクロスケールの水理模型を作成し、水位流量関係の同定を試みて概ね実測流量と一致した。しかし、水平と鉛直の縮尺比を変えたため、湾曲部の遠心力による水位上昇の影響が懸念された。発表会においては本稿で示した縮尺比とは異なる模型による実験結果を示し、その議論を進める予定である。

### 参考文献

- 1) 国土交通省河川局:地球温暖化に伴う局地的集中豪雨による被害の軽減に向けた検討について, 2008.8