

STIV 法による流速推定の精度向上に向けたカメラの設置・撮影方法

九州産業大学建築都市工学部 学生会員 今橋龍洸 九州産業大学建築都市工学部 非会員 吉田昂洋
九州産業大学建築都市工学部 正会員 佐藤辰郎

1. 序論

洪水時の流量観測の一般的な手法としてはこれまで、浮子観測が実施されてきた。しかしながら、観測者の安全確保や観測技術者の減少などの問題があり、観測網の拡大は容易ではない。

このような課題を解決するため、無人の流量観測技術が注目されている。無人での流量自動観測システムが確立すれば安全面や人員確保だけではなく、経済的な課題も解消することができる。これまで河川カメラの動画から流速観測が可能なSTIV法に関する研究が行われてきたが、河川カメラの位置や撮影方法によっては流速測定ができないことも多い。本研究では、実験水路や野外の河川で撮影方法を変えながらSTIV法による流速観測を行い、流速推定の精度向上に向けた撮影・解析方法を検討する。

2. 研究方法

2.1 室内実験

基礎的な撮影条件検討のための室内実験を行なった。動画のfpsが流速推定精度に与える影響を調べるため、30fps（一般的なトレイルカメラの値）と60fpsの2条件で、実験水路を流れる流水の動画を撮影し、STIV法により流速を推定した。水路の斜路部（撮影範囲①）と平坦部（範囲②）で、流速を段階的に変化させて動画撮影を行なった（図-1）。標定点用のシールを貼り付けた上で、iPhone12（Apple社）を水路真上に固定して約8秒間の動画を撮影した。その後、解析時に測線を設ける位置と同じ位置の3点において回転式流速計（ケネック社、VR-301、検定済み）で流速を計測し、3点の平均値を求めた。回転式流速計の計測結果とSTIV法による解析結果を比較した。

2.2 現地観測

現地での撮影方法がSTIV法の推定精度に与える影響を検討するため、2022年11月12日に熊本県芦北町の吉尾川（球磨川水系、勾配1/64）で現地観測を行った（図-2）。天気は曇りで、吉尾川にかかる橋梁（名称不明）の上流と下流で動画の撮影と回転式流

速計による流速観測を行なった。観測地点の水深は上流側と下流側でそれぞれ約8cmと約40cmであった。観測に先立ち、構造物等を標定点として設定し、RTK-GPS（ニコン・トリニブル社、R8s）により座標を求めた。次に、橋の上流側と下流側それぞれで6方向から河川の流れをiPhone12を用いて約20秒60fpsで動画撮影した（図-3）。その後、回転式流速計で測線上の流速を10点で測定した。後日、撮影した動画を解析し、回転式流速計の計測結果とSTIV法による解析結果を比較した。

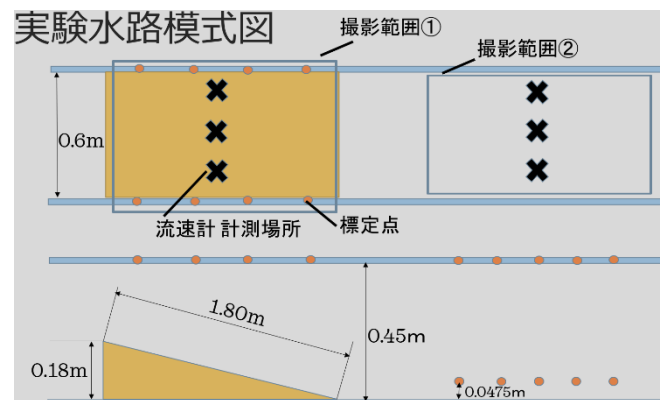


図-1 実験水路の模式図



図-2 観測対象河川的位置（橙色は球磨川流域）

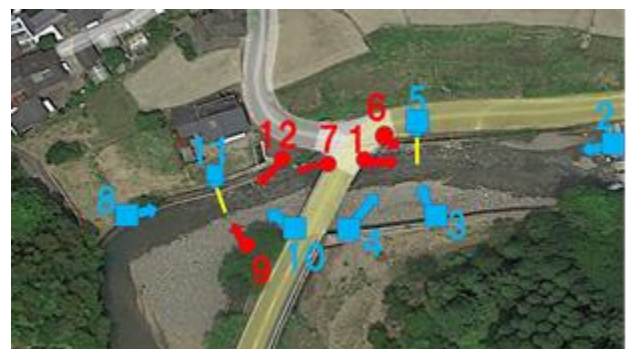


図-3 吉尾川における撮影地点と撮影方向（○は解析可能地点，■は解析ができなかった地点を示す。）

3. 結果と考察

3.1 室内実験

室内実験について、流速が異なる撮影範囲での30fps, 60fpsの解析精度の比較を図-4に示す。30fps, 60fps共に、流速の遅い領域から流速の早い領域まで、回転式流速計で計測した値との差は基本的には小さかった。低流速域では30fpsの方が若干小さめの流速値を示し、60fpsの方が精度が高かった。流速が小さいと水表面の波紋が確認しづらくなるため、流速の小さい領域ではより詳細に、滑らかに波紋を追跡可能な高fpsの動画が必要になるものと考えられる。斜路の部分で撮影を行った撮影範囲①の実験結果については、流速が小さくなるとfps60でも動画の解析が不可能となった。斜路の部分で流速を小さくすると水深が極めて小さくなり、波紋の認識が困難になることが影響しているものと推察された。

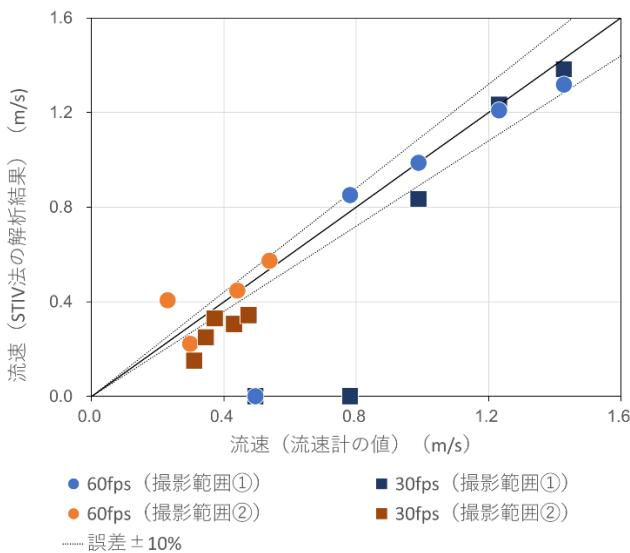


図-4 室内実験の結果

3.2 現地観測

橋梁上流側(図-5)の現地観測結果と動画解析結果の比較を図-6に示す。上流側でSTIV法の解析が可能であったのは、6方向のうち2方向であった。橋梁下流側(図-7)の現地観測結果と動画解析結果の比較を図-8に示す。下流側でSTIV法の解析が可能であったのは、6方向のうち3方向であった。解析できなかった動画の共通点として、画面内に映っている河川の面積が小さいことや、水面に対して撮影の角度が小さいことが挙げられる。また、解析が可能であった方向の動画についても、水深が小さく、河床の礫の影響を受ける場所や水際の流れが複雑な場所で精度が悪いことが分かった。

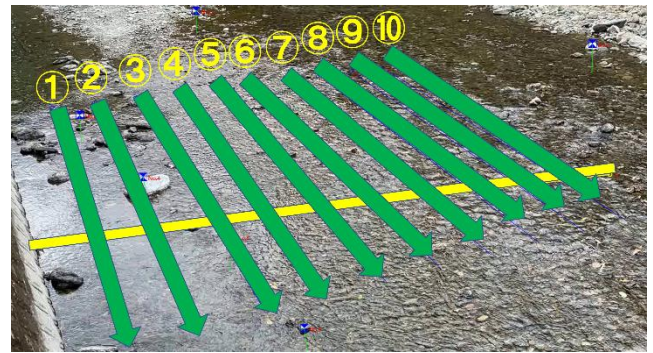


図-5 上流側撮影状況 (矢印は検査線, 黄線は測線)

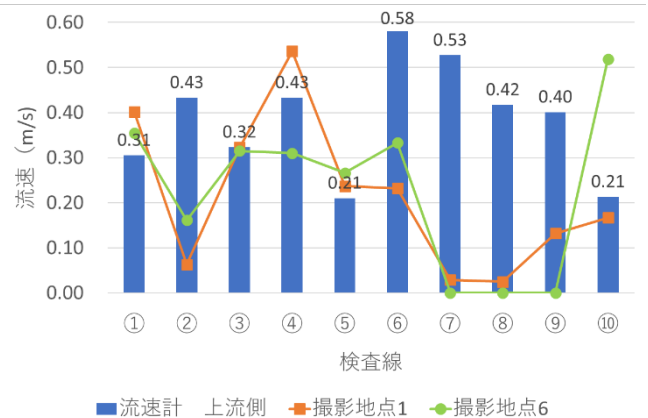


図-6 橋上流側の流量観測結果と解析結果

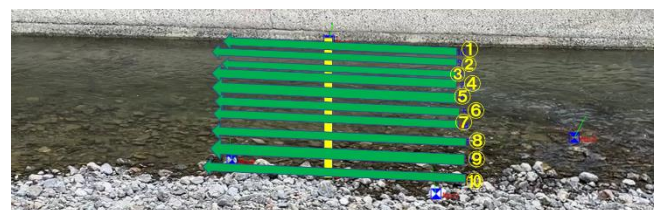


図-7 下流側観測地点 (矢印は検査線, 黄線は測線)

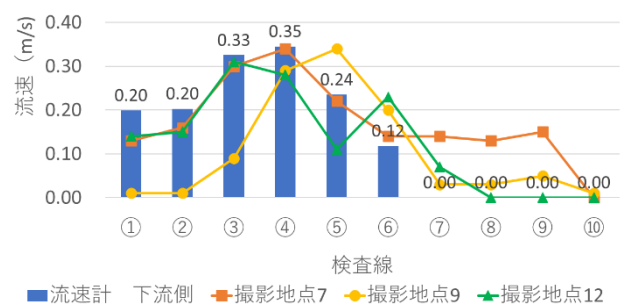


図-8 橋下流側の流量観測結果と解析結果

4. 結論

本研究の結果、30fps程度の動画でも流速の推定が可能であるが、低流速域では精度が落ちることが分かった。また現地撮影では水面が大きく映り、ある程度の水深が低水時にも確認できる方向に設置することが精度の高い解析に必要であることが明らかになった。