# STIV を用いた流速解析結果に対する風影響の室内実験

東京理科大学大学院	学生会員	○鈴木	佑弥
東京理科大学	正会員	二瓶	泰雄

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 柏田 仁

#### 1. 序論

流量観測の標準手法である浮子測法は、計測確実性や精度、観測員の安全性の確保などの課題がある.その ため、無人で精度よく流量を算出する手法が求められており、画像解析法もその一つで無人観測が可能である. 藤田らによる STIV (Space-Time Image Velocimetry)<sup>1</sup>は河川に既設の CCTV カメラを用いることができるため、 新規の装置導入コストを抑えられ、非接触観測が可能であることから超過洪水時にも機器流出の可能性が抑え られる.またソフトウェア (KU-STIV、(株) ビィーシステム製) として市販されており、汎用的手法となっ ている.一方で、水面波紋の移流現象及びその撮影は、周辺環境の影響 (風など)を受けることが考えられる. 台風による洪水時などにおいて、強風が定常的に作用することで吹送流が発生し、水面波紋の移流現象に影響 を与えることが想定されるが、様々な要因が重なる現地データから、風向風速の影響のみを抽出し評価するこ とは容易ではない.そこで本研究では、STIV による解析結果への風の影響を確認するため、風洞実験を行い 風の影響を検討する.

## 2. 実験方法

**図-1**に実験装置を,表-1に実験条件をそれぞれ 示す.本研究では、1/1000 勾配の開水路において、 無風, 順風 (2.6m/s), 逆風 (-2.6m/s, -3.3m/s) の 4 ケースについて実験を行った.計測区間(60cm) の上流・下流に送風機を設置し、それぞれ順風条 件, 逆風条件とし, 水路に蓋をすることで簡易的 な風洞付き水路としている.また,計測区間上流 には水面波の発生を容易にするため、さん粗度を 設置した.風速の計測は水路中心,両岸から10cm の地点において測器の都合上水面から 5cm の高さ において計測し、平均値を用いている.検証値に は水面下のピトー管と浮子による計測値を用いて いる. 浮子は、紙(一般的なコピー用紙)を用い 計測区間における流下状況をビデオカメラで撮影 し, 流下速度を算出した. ピトー管は水面下 1, 3, 5mm の高さで計測を行い、中央値を用いている. 著者らは現地実証試験を福岡県遠賀川において行 っており,本研究は,現地試験の条件と揃えるた め,動画の撮影には CCTV カメラ (FF-200, 三菱 電機エンジニアリング製)を用い, Full-HD, 30fps, 撮影時間 30 秒の設定で撮影を行った.ここで,



(b) 逆風条件

図-1 実験装置概要

表-1 室内実験条件

風向	無風	順風	逆風	
水表面から 5cm 高さの風速	0.0[m/s]	+2.4[m/s]	-2.6[m/s] -3.3[m/s]	
水路幅	0.60 [m]			
解析区間長	0.60 [m]			
平均水深	0.077[m]			
撮影時間	30 [sec]			
撮影解像度	1920×1080 [pixel]			
フレームレート	30 [fps]			

キーワード 画像解析, STIV, 流速, 吹送流, 開水路 連絡先 278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL: 04-7124-1501 (内線 4069) FAX: 04-7123-9766 STIV の解析において,柏田ら<sup>2</sup>に示す分割手法に より STI を時間方向に 6 分割,空間方向に 3 分割 したほか,撮影された動画を 2 倍に引き伸ばし, 実質 15fps,60 秒の動画に調整したうえで解析を行 っている.これにより STI 上の縞パターンの傾き が大きくなるため,わずかな流速の変化を捉える ことができる.また,生成された STI 上の高周波・ 低周波のノイズ除去のため Band Pass Filter (BPF) を用いている.

#### 3. 流速算出結果

各風況時においてピトー管を用いて計測した流 心(両岸から 30cm 地点)の流速鉛直分布を図-2 に示す.これより,表面付近の流速は順風下では 大きく、逆風下では小さくなっており、流れ場に は風向風速の影響が十分に作用していることが確 認できる.表層流速の横断分布を図-3 に示す.図 -3 中には浮子、ピトー管による計測値を合わせて 示す. これより, 検証データ (浮子・ピトー管) を比較すると, 順風・逆風条件と無風条件の風速 差は浮子では±0.02[m/s], ピトー管では±0.03[m/s] である.これらより、風速条件により吹送流が発 生していることが確認できる. 次に STIV による解 析結果に着目する. 無風場における STIV 解析値と 浮子流下速度はおおむね一致し,横断方向平均値 の差 *Δu* は 0.05[m/s]と十分に小さい. 同様に, 順風 と逆風-2.6[m/s]と-3.3[m/s]における *du* についても それぞれ 0.02[m/s], 0.04[m/s], 0.03[m/s]と概ね小さ



く良好な計測精度となっている.これより,STIV による流速解析の計測対象は表層流速であることが確認された.一方で,ピトー管との差分は大きく,STIV 解析結果は吹送流成分を捉えているといえず,今後も広範 な条件で更なる検証が必要である.

## 4. まとめ

本研究では,STIV 解析値の風向風速による影響を確認するため,簡易風洞付き開水路で無風,順風,逆風 条件について室内実験を行った.その結果,STIV 解析値は浮子による計測値と概ね一致した.一方,STIV 解 析値はピトー管による計測値に対し全体的に過大評価となった.これより,風向風速影響に対する補正式の提 案に向け今後も更なる検証が必要である.

**参考文献** 1) Fujita I. et al., International Journal of River Basin Management, Vol.5, No.2, pp.105-114, 2007. 2) 柏田ら,河川技術論文集, Vol.23, pp.I\_835-I\_840, 2017.