

# 河川監視カメラを用いた河川水理状況モニタリング手法の検討

東北大学工学部 学生員 ○落合雄太  
東北大学大学院工学研究科 正会員 梅田 信  
国土交通省北上川下流河川事務所 齋藤茂則

## 1. はじめに

一級河川の多くで河川管理を目的に CCTV カメラが設置されている。利用目的は、不法行為の監視、河川環境の状況把握、洪水時の河川および河岸状況の監視などが挙げられる。これに加えて、カメラ映像から流動構造のような定量的な河川情報を引き出すことが可能になれば、河川管理における監視カメラの有用性が高まる。特に洪水時に多地点の流れを遠隔地から把握することができれば、大きな利点となる。

そこで本研究では、既設の CCTV カメラ映像を用いて、洪水時の河川の表面流速を PIV 法(粒子画像流速計測法)を用いて計測した。また解析より得られた表面流速分布について、妥当性を考察するため、流量の算出を試みた。

## 2. 解析対象の概要

本研究の対象領域は宮城県の鳴瀬川とした。鳴瀬川水系には、CCTV カメラが数km ごとに計 23 地点に設置されている。この中から解析対象として、図-1 に示す野田橋地点(河口から 24.6km)を選定した。PIV 解析の基準点を得るために河川の両岸が明確に映っていることや、流量観測等が実施されていることを考慮したためである。

本研究では、2009 年 10 月の台風 18 号により発生した洪水流を対象期間とした。対象地付近の最大雨量は 8 日の 12 時に記録された 28mm/h であり、最高水位は 21 時に記録された 4.61m(氾濫注意水位 4.50m を超過)であった。PIV では、流

速が大きい方が解析精度が高くなるとされている。しかしながら撮影した画像が暗いと解析が行えない。そこで本研究では、水位上昇中の時間帯である 2009 年 10 月 8 日 12 時 30 分から 17 時までの時間帯を対象に解析を行った。

## 3. 画像解析

### 3. 1 解析方法

図-2 に本研究で用いた一般的な PIV による解析方法の流れ<sup>1)</sup>を示す。PIV は画像の輝度情報から相互相関法により流速を算出するため、河川表面の浮遊物だけでなく、水面に現れている波紋や気泡も一種のトレーサーとして取り扱うことができる。また通常 CCTV カメラは堤防上に設置されているため、河川を斜めから撮影することになる。このような斜めから撮影した画像であっても、画像の射影変換を行い、水平投影画像に変換することにより解析を行うことができる。しかしながら、撮影位置から遠方に位置する場所の画像は、射影変換を行う際、画質が低下してしまうことがある<sup>2)</sup>ため、カメラと河川がなるべく近いことが望まれる。本研究では、射影変換のための基準点 4 点の設定を台風通過時とは別の日に行い、図-3 に白線で示す領域(79m×72m の長方形)の映像に対して、射影変換を施し、PIV による解析を行った。

### 3. 2 解析結果と考察

12:30 から 1 時間ごとに解析を行った結果を図-4(a)~(e)に示す。

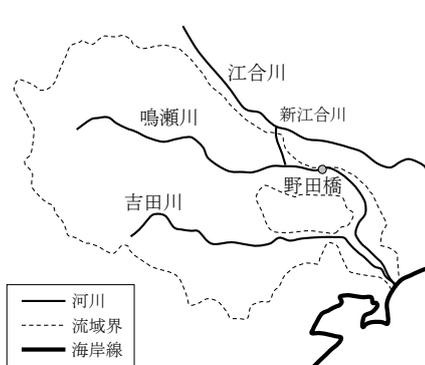


図-1 鳴瀬川と野田橋

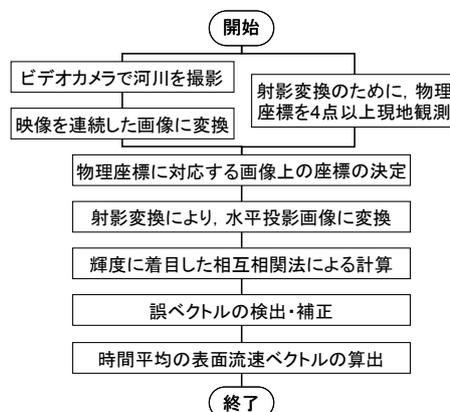


図-2 PIVによる解析の流れ<sup>1)</sup>

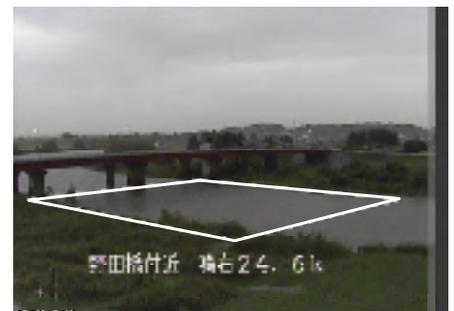


図-3 野田橋カメラ画像

キーワード：CCTV カメラ、PIV、画像解析、洪水流、表面流速計測

連絡先：〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 環境水理学研究室 Tel 022-795-7453 Fax 022-795-7453

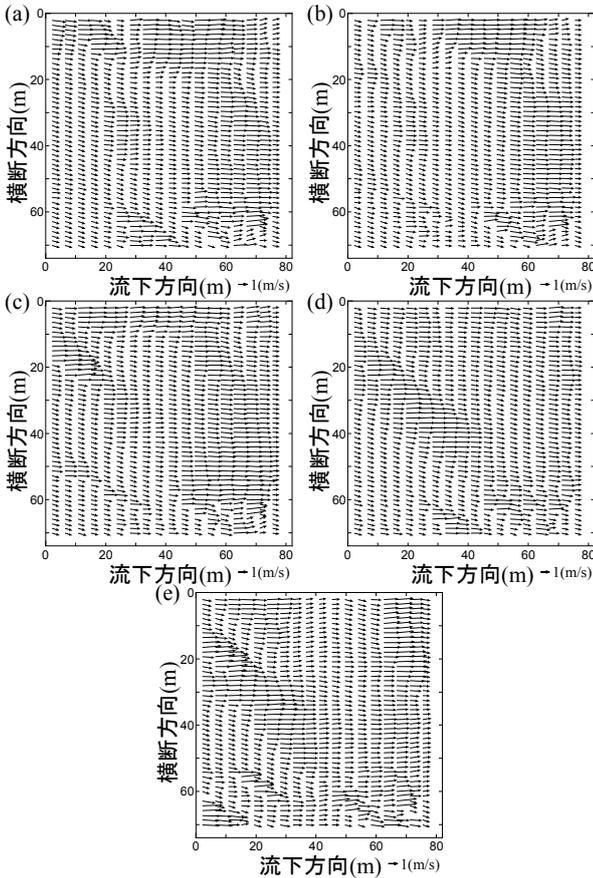


図-4 1分間の平均表面流速ベクトル

(a) 12:30 (b) 13:30 (c) 14:30 (d) 15:30 (e) 16:30

河川の流下状況から考え、表面流速ベクトルの向きは概ねうまく計測できたと推測される。図-4(a)~(c)より、時間が経過するごとに全体的に流速が大きくなっていき、流速分布が類似していることがわかる。しかしながら、さらに流速が大きくなると推測される図-4(d)において、流速が全体的に小さくなってしまっている。これは雨粒がカメラのレンズに付着したため、画像が不鮮明になってしまったためではないかと考えられる。また、図-4(e)においても流速が全体的に小さく、他の時間帯とは多少異なった流速分布になっている。これは既に日没時刻に近く、画像が暗いため、十分な輝度が得られなかったためだと考えられる。

#### 4. 流量推定

流量推定は、横断測量から得られた河床地形と、測量横断における流速分布を用いて算出することができる。今回は、野田橋から約75m下流の横断面と水深平均流速を用いた。なお、水深平均流速 $U$ は、計測した表面流速 $V$ から対数則を用いて、(1)式より推定した。

$$U = V - u_* / \kappa \quad (1)$$

ここに、 $u_*$ : 摩擦速度、 $\kappa$ : カルマン定数である。なお $u_*$

表-1 H-Q式と推定流量の比較

時刻	水位(m)	H-Q式からの流量( $m^3/s$ )	推定流量( $m^3/s$ )	HQ式との差(%)
12:30	1.22	92.60	91.34	-1.4
13:30	1.51	138.14	134.48	-2.6
14:30	1.89	211.54	219.62	3.8
15:30	2.34	317.32	213.87	-32.6
16:30	2.82	455.37	359.88	-21.0

は以下の式で得られる。

$$u_* = \sqrt{gRI_e} \quad (2)$$

ここに、 $R$ : 径深、 $I_e$ : エネルギー勾配である。なお、今回は $\kappa=0.4$ 、 $I_e$ は河床勾配と仮定し、 $I_e=0.0033$ として計算した。

推定した流量と、以下に示すH-Q式より求めた流量を比較した結果を表-1に示す。

$$Q = 53.96(H + 0.09)^2 \quad (0.28 \leq H \leq 3.78) \quad (3)$$

ここに、 $Q$ : 流量、 $H$ : 水位である。

12:30~14:30において、H-Q式からの流量と推定流量との差は小さく、概ね良好な結果が得られたと考えられる。しかしながら16:30と17:30において、H-Q式からの流量に比べ、推定流量は小さくなった。これは、第3章で述べたように、得られた画像の条件が良くなったため、流速が過小評価されたためではないかと考えられる。

#### 5. おわりに

本研究では、CCTVカメラの有用性を高めるために、カメラ画像からPIVにより洪水時の河川における表面流速の計測と流量の算出をすることを提案した。結果は概ね良好であり、本研究よりカメラの活用方法の可能性を広げたとと言える。

しかしながら課題点として、周囲が暗かったり、雨粒がレンズに付着したりする悪条件の画像や、射影変換の際の画質低下等により、解析精度が低下してしまうことが挙げられる。その結果、撮影条件が限定されてしまうことも確認した。

**謝辞**: 本研究は、河川整備基金の助成を受けて実施された。記して謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) 綾史郎, 藤田一郎, 柳生光彦: 画像解析を用いた河川の洪水時の流れの観測, 水工学論文集, 第39巻, pp.447-452, 1995
- 2) 藤田一郎, 河村三郎: ビデオ画像解析による河川表面流速計測の試み, 水工学論文集, 第38巻, pp.733-738, 1994