

II-191

ビデオ画像を利用した洪水流量の新計測法

岐阜大学工学部 正 員 藤田 一郎
大阪工業大学 正 員 綾 史郎
岐阜大学工学部 正 員 河村 三郎
岐阜県庁 中島 広樹

1. まえがき

従来、洪水流量の計測には主として浮子投入による方法が用いられているが、著者らは、リモートセンシングデータとしてビデオ画像を利用し、簡便なやり方で河川表面の流速分布を推定する手法について検討してきている¹⁾。この方法の特徴は、河川表面の様々な浮遊物だけではなく、水面に現れている波紋も一種のトレーサとして取扱い、濃淡画像相関法（PIV）を利用して二次元流速分布を得ている点にある。ただ、ビデオ撮影は河岸から斜めに行わざるを得ないため、撮影角度が小さければ画像計測が満足に行われない可能性がある。そこで本研究では撮影角度の影響について検討し、さらに実河川への適用も試みた。

2. 画像計測の手順

処理手順のフローチャートを図-1に示す。ビデオ画像は画像処理装置を用いて256階調の濃淡レベルに量子化し、CRT座標上の各画素（512x512画素分）すべてを物理座標値に変換する。座標変換には二次射影変換を用いるが、その係数は画像に写し込まれた標識点（4点以上）の各座標系における値を用いて決定する。変換後の濃度分布は不等間隔なので等間隔メッシュ上の値への補間処理を行った後、相関法により流速ベクトルを算出する。部分的なトレーサの欠如等のために計算される異常ベクトルに対しては、検出・補正アルゴリズムを適用する²⁾。

3. 実験水路を用いた検討

撮影角度の影響を調べるために、おがくずを散布して可視化した実験水路（幅30cm）の表面流況を図-2に示す5通りのアングルから撮影し、結果の比較を行った。主流方向成分の平均値を図-3に示す。これより、水路中央をのぞむ撮影角度が11度程度であれば（Angle D）、真上か

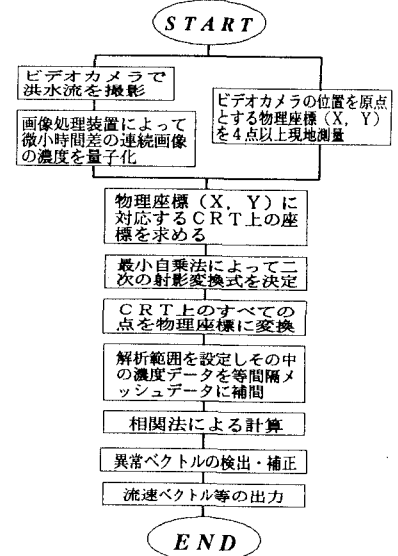


図-1 解析のフローチャート

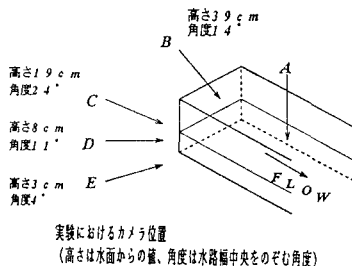


図-2 撮影アングル

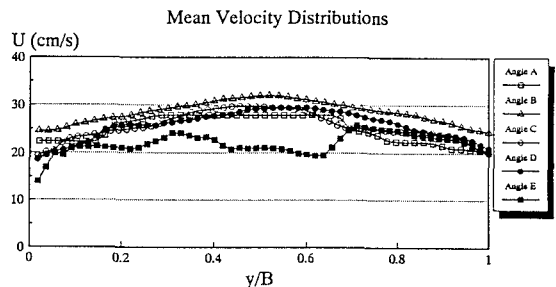


図-3 平均流速の比較

らの画像に匹敵する結果が得られるが、4度程度(Angle E)になると精度が低下していることがわかる。従って、本手法の適用においては、アングルが10度程度以上となる高度からのビデオ撮影が望ましいものと思われる。

4. 洪水流量の推定式

表面流速 $U_s(y)$ と水深平均流速 $U_m(y)$ の関係は、対数則を用いると次式のように得られる。

$$U_m(y) = U_s(y) - u_* / \kappa \quad (1)$$

ここに、 $u_* = (gRI_s)^{1/2}$: 摩擦速度, κ : カルマン定数, y : 河川横断方向の座標。画像撮影時の水位および横断測量図より水深の横断分布 $h(y)$ がわかれば流量 Q は次式より推定できる。

$$Q = \sum U_m(y) h(y) \Delta y \quad (2)$$

5. 淀川の洪水流に対する適用結果

対象としたのは淀川の1993年7月5日13時30分における洪水流で、

左岸13Kmに位置する大阪工業大学6号館屋上(高さ約65m)から撮影したビデオ画像を解析した。解析結果の一例を図-4に示す。画像変換後の画素サイズは流下方向:dx=10cm, 横断方向:dy=40cm, 画像間隔:dt=2/3秒とした。流速分解能は流下方向:du=5cm/s, 横断方向:dv=20cm/s程度である。図-4には連続する10画像を処理した約6秒間の平均流速が示されている。この場合、水面幅に対する

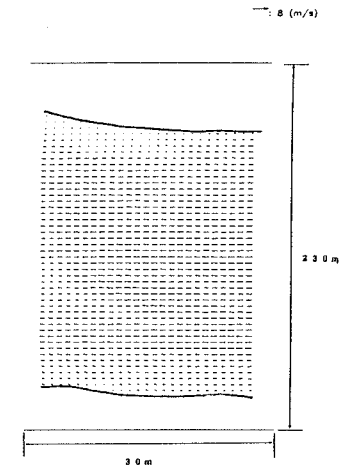


図-4 表面流速分布(淀川)

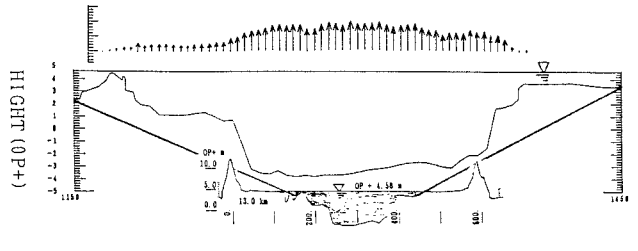


図-5 淀川13.0Km地点の流速ベクトルと断面形

る撮影アングルは9~16度の範囲にあり、前述の検討結果からみて精度的にも良好な結果が得られたものと推定できる。ただし、用いた画像は実際には中心軸が測量線とは多少傾いていたので、13.0Kmの測量線に垂直な流速ベクトル成分を求め、そのうち測量線に最も近いものを流量計算に用いた。その流速分布と測量断面形状とを比較したのが図-5である。流速は水深の大きい流心部分で大きく、側岸部の浅い部分で小さくなっており、水深と良好に対応していることがわかる。このとき最大流速は3.5m/s程度であった。

一方、流量の推定には流速分布だけではなくこの断面における径深 R や水面勾配 I_s が必要となるが、この測量断面の水位は計測されていなかったため、ここでは便宜的に9.8Km地点の毛馬水位(O.P.+3.600m)と26.0Km地点の枚方水位(O.P.+8.568m)を用いて水位をO.P.+4.59mと推定した。これより $R=5.30m$, $I_s=0.0003$ が求まり、式(2)を用いると推定流量は2890m³/sとなった。この値は枚方地点の水位-流量曲線から算定した流量3440m³/sと比較すると約16%小さな値であった。ちなみに、表面流速 U_s が水深平均流速 U_m に等しいと仮定して求めた流量は3290m³/sとなった。

6. あとがき

本手法の実河川への適用結果は、径深等の推定誤差を考えると良好なものであったと考えられる。今後は、十分な準備を整えた上で、一洪水波の各レベルにおける画像流量計測を試みる予定である。なお、建設省近畿地方建設局淀川工事事務所からは貴重な資料の提供を頂いた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 藤田・河村: ビデオ画像解析による河川表面流計測の試み, 水工学論文集, Vol. 38, pp. 733-738, 1994.
- 2) 藤田・河村: 相関法における異常ベクトルの検出と流速補正の新手法, 可視化情報, Vol. 12, Suppl. No. 1, pp. 43-46, 1992.