

ビデオ画像解析による河川表面流の計測

岐阜大学工学部 正 員 藤田 一郎
 岐阜大学工学部 正 員 河村 三郎
 岐阜大学工学部 ○中島 広樹

1. まえがき

最近の画像解析技術の進展に伴い、洪水流航空写真の解析手法として、河川表面の濃淡、流木、ゴミ、泡のような表面浮遊物の分布パターンの追跡から表面流況を得る画像相関法が注目されるようになってきている^{1) 2)}。この手法の有効性についてはこれまでも検討を行ってきているが、突発的に発生する洪水時に航空写真撮影を行うことは実際上困難である。洪水流の観測時に河川表面が雲によって遮られ画像解析ができない場合もある。それに定点観測は本質的に不可能である。そこで本研究では機敏性に優れ定点観測が可能なビデオ画像を利用した画像解析システムの構築を試みる。

2. 相関法

相関法を洪水流航空写真に適用する場合は、河川表面の浮遊物や濃度分布のパターンをトレーサと考えて解析を行うが、洪水の規模や観測時点によっては浮遊物等が少なく画像解析が困難な場合がある。そこで河川表面に現われる多種多様な水面波紋に注目してみる。これは流れの乱れに伴う圧力変動が反映された水面変動、あるいは河床付近で生成される湧昇流が水面に到達して生じた水面変動等が一体となって発生するものと考えられる。このような水面波紋は時間経過とともにそのパターンは崩れ変化して行くが、微小時間でみるとほとんどそのパターンを保ったまま移流していることが確認される。そこで本研究では水面波紋の移流速度が河川の表面流速に等しいと考え解析を行う。

3. 画像解析手法

洪水流の撮影には8ミリビデオカメラを使用する。この撮影では航空写真のような真上からの撮影とは異なり、図-1に示すように撮影位置が河岸付近の堤防上か橋上に限られてくる。そのため航空写真と比較すると画像にかなりの歪がみられるのでそれを補正した画像への変換が必要となる。得られた画像はパーソナルコンピュータの画像処理ボードによって512×512画素のモノクロ濃淡画像データに量子化する。

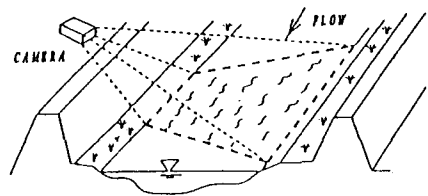


図-1 ビデオ撮影の概略図

画像変換を行うにあたりビデオ画像における水際に沿った数点の座標をカメラ設置位置を中心とする座標系に対応させる必要がある。本研究では河川表面は水平面であるとしビデオ画像の中心を通る軸をY軸、それに直交する水平方向の軸をX軸、鉛直上方をZ軸とする物理座標系を考え、水面で $Z=0$ とする。測量はレーザ測距器等で10点程度行う。測点の座標 (X_i, Y_i) に対応する画面上の座標を (x_i, y_i) とする。画像上の座標系は左上が原点であり単位は画素である。

画像上の座標 (x, y) と物理座標 (X, Y) の両座標間の関係式を知ることができれば各画素の座標に対する物理座標の値が求められ画像の歪補正が可能となる。本研究では画像面と河川表面が平面同士の対応と考え次式に示す二次射影変換によって歪補正を行う³⁾。

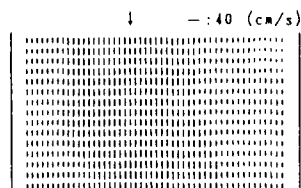
$$X = \frac{b_1 x + b_2 y + b_3}{b_4 x + b_5 y + 1} \quad Y = \frac{b_6 x + b_7 y + b_8}{b_4 x + b_5 y + 1} \quad (1)$$

変換における係数は $b_1 \sim b_8$ の8つで最低4点の両座標系が既知なら確定できるが、ここでは10点とし最小自乗法により係数を決定する。

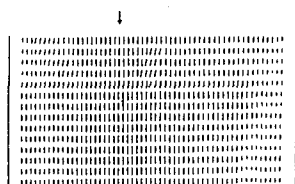
係数 $b_1 \sim b_9$ が決定できれば式 (1) を用いて画像上の座標をすべて物理座標に変換することができる。ここでは各画素に対応する物理座標は不等間隔になっているので濃度分布を等間隔なメッシュ上の値に補間して画像変換が終わる。実際の変換は解析対象領域に対して行い、精度上の問題で画像を3つ程度に分けることも考えている。そして画像変換後の画像に対して相関法を適用する。

4. 実験水路における検討と実河川への適用

水路幅 30 cm の実験水路を用いて実験を行った。この実験ではトレーサとしてオガクズを使用し表面流の可視化を行った。水路上方と水路の横にビデオカメラを設置して同時撮影を行い比較をすることとした。相関法を適用して流速分布を求めた結果を図-2に示す。斜めからの撮影でも上方からの撮影とほぼ同様な一様流が確認され画像変換が良好であることがわかる。



(a) 真上からの撮影



(b) 斜めからの撮影

図-2 実験水路の表面流速

実河川における適用例として、淀川における表面流に対する解析結果を図-3に示す。撮影は1993年7月3日に大阪工業大学屋上から行われたものである。図-4には長良川の藍川橋付近における適用例を示す。撮影は1993年10月1日に右岸堤防上から行われたものである。図-3ではトレーサの分布が一様ではないため部分的に流速欠損が生じているが、数枚から10数枚程度の連続画像の処理を行って数秒間の平均値をとれば、さらに精度は向上するものと思われる。図-4はかなりきびしい斜めからの撮影であったので横断方向は多少なりとも精度が落ちているが流下方向に関しては流速分布を良好に得ることができた。

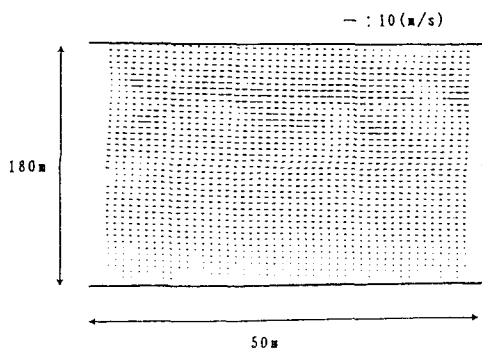


図-3 淀川の表面流速

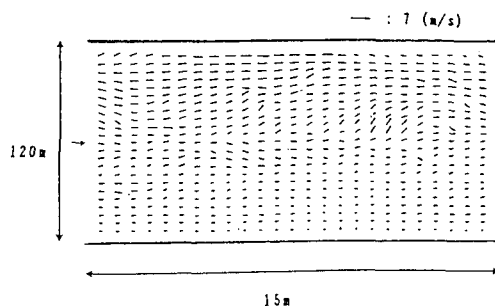


図-4 長良川の表面流速

5. あとがき

河川表面の波紋をトレーサとみなしてビデオ画像の相関法による画像解析を行った。実河川に対する適用結果は比較的良好であり、流速分布を容易にとらえることができるので実用的な手法として期待できる。ただ、ビデオカメラから離れた点の精度はかなり低いので精度向上に関しては今後さらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 藤田一郎・河村三郎・安田眞弘：相関法による洪水流画像解析システム，可視化情報，Vol. 13, Suppl. No. 1, pp. 71-74, 1993.
- 2) 木下良作・宇民正・上野鉄男：画像処理による洪水流航空写真の解析，可視化情報，Vol. 12, Suppl. No. 1, pp. 67-70, 1992.
- 3) 日本写真測量学会編：写真による三次元測定，共立出版，pp. 172-174, 1983.