

II-175 画像計測による洪水流航空写真の解析

岐阜大学工業短期大学部 正員 藤田一郎

岐阜大学工学部 正員 河村三郎

1. まえがき

画像計測によって流れの速度場を求める手法は、近年のハードウェアの発達とともに著しく発展しており、これまでに種々の手法が開発されてきている。相関法はそのひとつであり、開水路流れに対するいくつかの適用例がある¹⁾²⁾。本研究ではこの手法を洪水時の航空写真に適用し、河川表面の流速分布を求める手法について検討した結果を述べる。

2. 相関法の概要

相関法では、撮影時刻が微小時間だけずれた二枚一組の画像を用いる。初期画像において任意の画素を中心に $m \times m$ 画素からなる参照フレームを想定し、その参照フレーム内の濃度分布のパターンが第二画像上において平均的に移動した位置を、各参照フレーム間の濃度分布に関する相互相関係数を利用して求める¹⁾。第二画像上の参照フレームを探索領域内で移動させ、各点で計算された相関値が最大となる位置と画像間の時間差から流速ベクトルが求められる。探索領域の適切な設定は重要であり、これを不必要に大きくすると計算に時間がかかるだけでなく、不合理な流速ベクトルの生じる可能性が増大する。また、小さすぎると妥当な結果が得られないため、効率良く処理を行うには実際に生じ得る流速の範囲を含むように設定する必要がある。参照フレームの移動は画素単位で行うと精度が著しく低下するので、本研究では画素中心間の濃度を二次元的に補間した。具体的には、画素中心間を12分割して濃度を補間した。

3. 画像入力と補正の方法

画像入力には256x256画素、256階調のパソコン用モノクロ画像入力装置とCCDカメラを用い、実際の相関法の計算は画像データをミニコンピュータ(三菱製MX3000)に転送して行った。画像入力は、二枚の航空写真の地形の部分が重なり合うようにモニタを注視しながら行ったが、航空写真の場合には撮影位置が時刻によって異なるので、地形を完全に一致させることはできない。そのために、本来、静止状態となるべき地上の部分においても、ゼロとは異なる流速ベクトルが計算されてしまう。したがって、本研究では画像入力の際の写真のずれや写真間のわずかな地形のずれは認めることとし、逆に初期画像の地形に第二画像の地形を合わせるように流速ベクトルの補正を行った。

補正はまず、写真の四隅において計算された地上部分のいくつかの流速ベクトルからそれぞれの平均値を求め、次にそれらが平均的にゼロとなるように二次元的に補間した補正ベクトルをすべての流速ベクトルに加えることによって行った。二次元の補間には次式を用いた(図1を参照)。

$$\varepsilon_P = \varepsilon_1(1-dx/DX)(1-dy/DY) + \varepsilon_2 dx/DX \cdot (1-dy/DY) \\ + \varepsilon_3(1-dx/DX) \cdot dy/DY + \varepsilon_4 dx/DX \cdot dy/DY \quad \dots (1)$$

ここに、 $\varepsilon_1 \sim \varepsilon_4$ は四隅における補正ベクトル、 Dx, Dy は補正ベクトル間の距離、 dx, dy は任意の点までの距離、 ε_P は任意の点における補正ベクトルである。

4. 洪水流航空写真への適用例

図2、図3に木曽川と淀川の洪水流写真を画像入力した際の初期画像の例を示す。河川表面には泡やごみが浮遊しており³⁾、それらが相関法におけるトレーサとなっている。ただし、用いた画像入力装置の性能では一画素の大きさが2m程度、参照フレームの大きさが10mのオーダーにもな

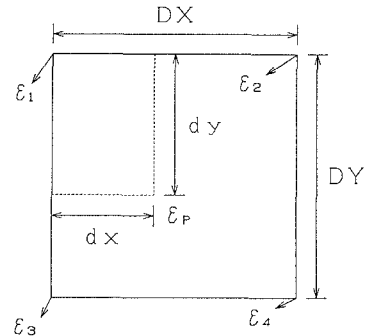


図-1 地形のずれの補正方法

るため、相関法で検出されるのはそのような浮遊物の集合体の平均的な移動距離ということができる。図4、図5には前出の各画像を処理した結果を示す。流下方向の流速ベクトルが良好に得られている。図6、7には図4から求めた等流速線図と断面S-Tにおける洪水後の河床横断形状を示す。これらの図より河床形状に応じた良好な流速分布が得られていることがわかる。

5. あとがき

空間的な分解能や精度の点では若干問題はあるものの、比較的安価な画像処理装置を用いてマクロ的な流速ベクトルが良好に得られること示すことができた。最後に、貴重な河床データや航空写真を提供して頂いた木曽川・淀川両工事事務所の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤田・河村・和田：画像計測による開水路直角合流部の表面流況解析，水工学論文集，Vol. 34, 1990.
- 2) 宇民・上野：画像処理による曲線水路の断層面内流況の乱流構造の測定，水工学論文集，Vol. 34, 1990.
- 3) 木下：洪水流の航空写真，土木学会論文集，No. 345 / II-1, 1984.

- : $U = 2.0 \text{ (m/sec)}$

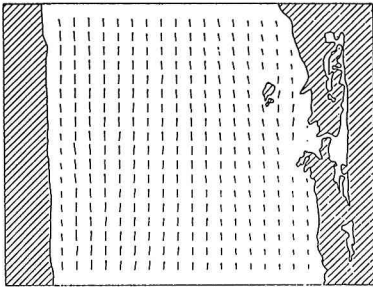


図-4 表面流速ベクトル（木曽川）

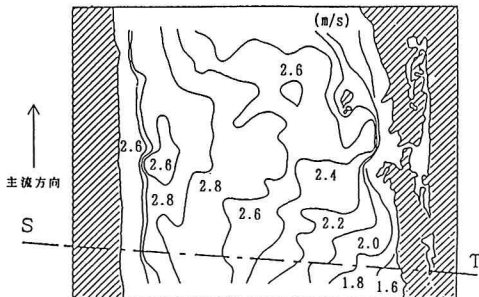


図-6 等流速分布（木曽川）

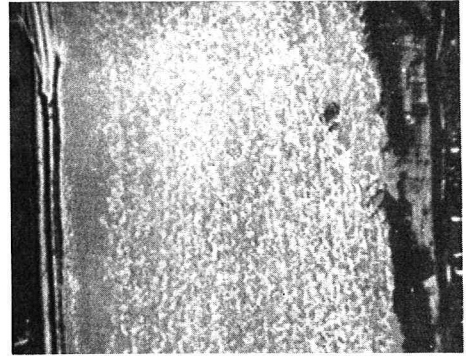


図-2 木曽川の洪水流写真（1964.9.25）

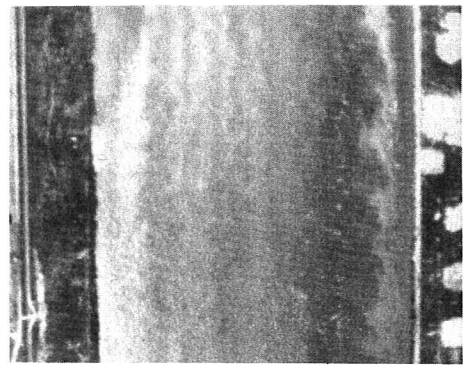


図-3 淀川の洪水流写真（1982.8.2）

- : $U = 3.0 \text{ (m/sec)}$

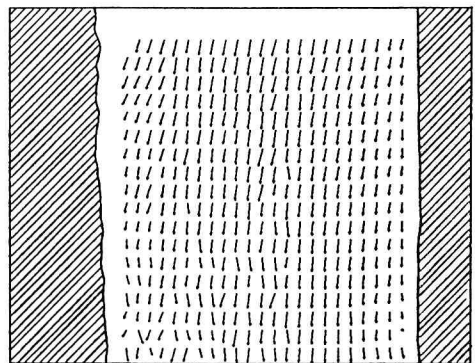


図-5 表面流速ベクトル（淀川）

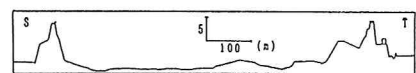


図-7 断面S-Tの河床横断形状