

## Aerial LSPIV の精度と淀川洪水流に対する適用

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○大久保早紀  
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 藤田 一郎

### 1. はじめに

洪水時の流況や流量を広い範囲で把握することは河川管理上、非常に重要なことであるが、従来から行われている浮子法や点計測法あるいは ADCP などの最近の機器を用いても、これを実現することは困難である。唯一可能と思われるのは、木下ら<sup>1)</sup>が最初に行った航空写真の解析による表面流速の計測である。本研究ではこのような空中撮影による画像解析を Aerial LSPIV (Large-Scale Particle Image Velocimetry) と称し、ヘリコプターからの洪水流のハイビジョンビデオ画像の解析を行った。

### 2. Aerial LSPIV について

Aerial LSPIV は以下の①, ②の処理を経て表面流速分布を得る。

- ① 航空映像記録からある時間間隔で多数の画像対を抽出し、全ての画像対で背景移動の除去を行う。
- ② 背景移動の除去を行った一対の画像に、水面模様をトレーサーとして PIV を適用し、表面流速ベクトルを算出する。これを全ての画像対で行い、広範囲の表面流速分布を得る。

トレーサーとなる水面模様には、水面波紋や泡、ゴミ、表面の色の濃淡などがある。

背景移動の除去は、多次元多項式変換式を用いて撮影範囲の変化やカメラレンズなどによる歪みを補正した後、共通部分を切り出して行った。使用する多項式の次数による誤差を比較し、図-1 の結果を得た。これより全体的に最も精度の良い 2 次多項式を用いることとした。しかしながら、最も精度のよいものでも約 1pixel の誤差が生じ得ることがわかる。

PIV は、輝度の相互相関係数を利用してプレート内のパターンの移動量を求める手法である。これの基本的な分解能は 1pixel だが、サブピクセル補間を行うことで 0.1~0.2pixel となる<sup>2)</sup>。したがって、

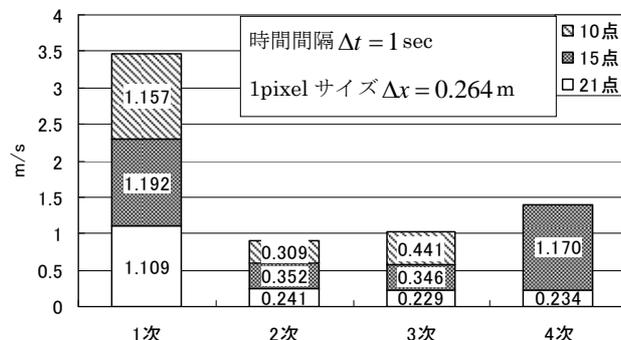


図-1 次数・タイプポイント数の違いによる表面流速の rms 値比較

0.1~0.2pixel 以下の移動量が誤差として生じ得る。

背景移動の除去による誤差と PIV による誤差の総和を考える。背景移動の除去による誤差の最大が 1pixel, PIV による誤差の最大が 0.2pixel であり、それらが同じ方向に生じる最悪の場合、最大誤差 1.2pixel が生じる。1pixel サイズを淀川の解析に用いた  $\Delta x = 0.264\text{m}$ , 流速  $V = 2.0\text{m/s}$  とすると、時間間隔  $\Delta t = 1$  のとき最大誤差は 15.8% となり、 $\Delta t = 1/3$  のときには 47.5% となる。これらの値からわかるように、Aerial LSPIV の適用においては通常の PIV 以上に誤差発生要因が含まれるため、画像間隔の選択が重要になる。

### 3. 実河川洪水流に対する Aerial LSPIV の適用

撮影区間は淀川 26.0km 地点から合流部を経て桂川、宇治川、木津川の順に約 5km 程度であり、いずれの河川も往復で撮影している。日時は 2006 年 7 月 19 日 13 時から 14 時にかけてであり、このとき降雨はなく、洪水ピークが通過中であつたため、洪水時の表面流速計測には理想的な状況であつた。

Aerial LSPIV による表面流速の計測において必要となるパラメータは、時間間隔  $\Delta t$ , テンプレートサイズ  $S_T$ , マッチングの探索範囲  $B_D$  である。各河川

キーワード 洪水流, LSPIV, 画像解析, ヘリ画像

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 藤田一郎 TEL 078-803-6439

でこれらの適値を設定し、表面流速分布を求め、流量の推定を行った。

4. 結果

淀川においては、図-2 のような表面流速分布が得られた。29.8km 地点で流量を推定したところ、 $Q=2100\text{m}^3/\text{s}$  となった。この地点における表面流速と河床高さ・水位を図-3 に示す。同様にして他の河川においても流量の推定を行うと、桂川では  $Q=820\text{m}^3/\text{s}$ 、宇治川では  $Q=770\text{m}^3/\text{s}$ 、木津川では  $Q=480\text{m}^3/\text{s}$  となった。図-4 に桂川・宇治川における表面流速分布を示す。図-5 は各河川における流量である。ここ

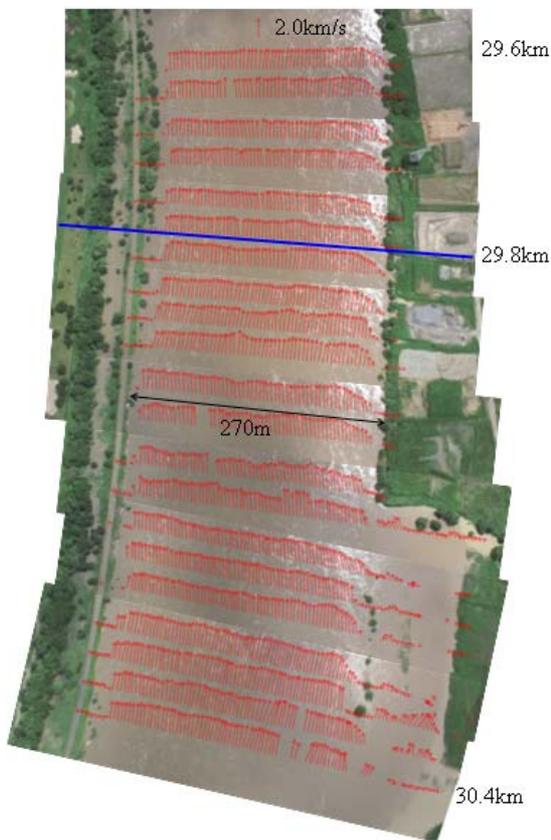


図-2 淀川における表面流速分布

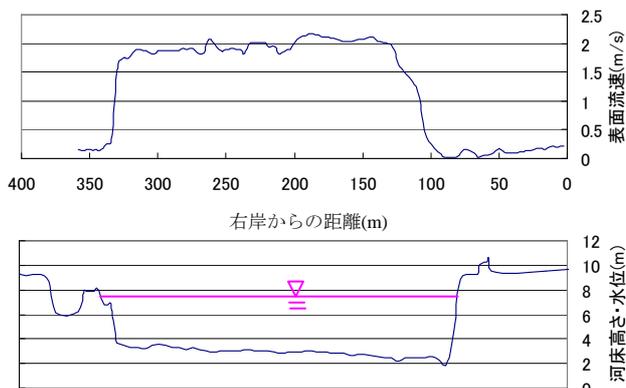


図-3 29.8km における表面流速と河床高さ・水位



図-4 桂川・宇治川における表面流速分布

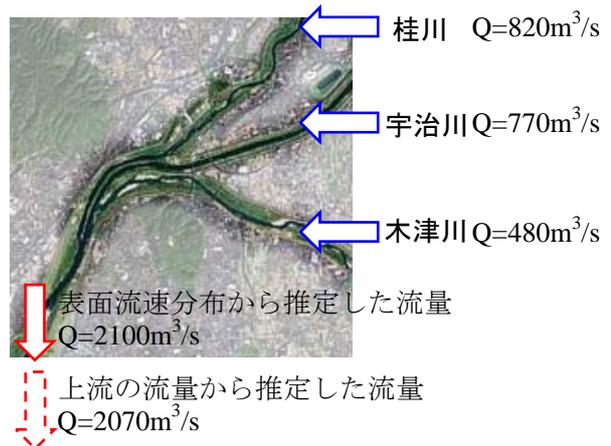


図-5 各河川における流量

で、単純に桂川、宇治川、木津川これら 3 川の流量を足し合わせて合流後の淀川の流量を推定すると、 $Q=2070\text{m}^3/\text{s}$  となる。淀川の推定流量に対する相対誤差は 1.4% であり、両者は非常によく一致していると言える。

5. おわりに

本研究では Aerial LSPIV を淀川洪水流に適用し、流速分布や流量を良好に得られることを示した。今後は二次元シミュレーションとの比較を行い、本手法の有用性について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 宇民正, 上野鉄男, 木下良作: 航空写真の画像処理による洪水流の乱流構造と河床形状に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第 35 号, B-2, 1992
- 2) 藤田一郎: 実河川を対象とした画像計測技術, 水工学に関する夏季研修会講義集, 水位工学シリーズ, 03-A-2, 2003.