

II-139 実河川水制群における大規模循環流の LSPIV による画像計測

岐阜大学 正会員 藤田一郎
 岐阜大学 学生員 中島丈晴
 安部工業所 今村正憲

はじめに

実河川の流速計測法には、従来よりプロペラ流速計や浮子法、航空写真による平面計測¹⁾などが用いられている。本研究では Fujita, Muste²⁾らが提案したより簡便で経済的な LSPIV³⁾を現地河川(長良川)の複雑な流れ場である水制間周辺の表面流に適用した。本研究では斜め撮影されたビデオ画像の解析手法の高精度化を試みるとともに、その有効性に関する検討を行った。高精度化は画像変換において三次元座標を効率的に考慮することで可能となり、水制間流れに適用した結果、良好な計測を行うことができた。

計測方法

長良川河口より 51.2km 付近では以前から対岸に砂州が形成されており洪水時には直線的に流れるが、平常時は砂州の影響で湾曲して流れる。対象とした水制群は河岸の局所洗掘防止を目的として設置されたものである。ビデオ撮影は、水制間および水制周辺の流れを詳細に解析するためと俯角を 10 度以上にするため高水敷から行った。さらに、画像変換量や各撮影画像の位置関係を知るため、カメラ位置および標定点の座標を精度良く 3 次元測量した。標定点は水制上や堤防上、対岸の砂州に 1 区間につき約 10 点設置した。また水面の高さは標尺を用いて計測した。

LSPIV の原理

ビデオによる撮影位置は河岸近辺もしくは橋上に限られ、斜めから撮影されるため得られる画像はかなり歪んだものとなる。そのため画像解析を行う際、ビデオ画像の無歪画像への変換が必要となる。以下に手順を示す。第一にビデオ画像内にある基準点(標

定点)を写し込み、その画像内での基準点の座標(CRT 座標系)と実際の座標(物理座標系)を対応させる。基準点の物理座標(X_i, Y_i, Z_i)に対応する CRT 画面上の座標を左上を原点とし(x_i, y_i)とする。これまでの研究では水平面を仮定した物理平面から CRT 平面への変換を行っていたが、本研究では水面の方程式を用いることによって変換の一般化を図った。即ち、CRT 座標と物理座標は対になっているので、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。画像変換には、物理座標(X_i, Y_i, Z_i)と CRT 座標(x_i, y_i)の関係として次に示す変換式(1)を用いた。

$$\begin{aligned} x_i &= \frac{A_1 X_i + A_2 Y_i + A_3 Z_i + A_4}{C_1 X_i + C_2 Y_i + C_3 Z_i + 1} \\ y_i &= \frac{B_1 X_i + B_2 Y_i + B_3 Z_i + B_4}{C_1 X_i + C_2 Y_i + C_3 Z_i + 1} \end{aligned} \quad (1)$$

変換に必要な係数は $A_1 \sim C_3$ で 11 個なので少なくとも、6 点の標定点の物理座標(X_i, Y_i, Z_i)が既知であれば最小自乗法により係数を確定できる。また河川表面は平面として定義することにする。平面の方程式は次式で表すことができる。

$$Z_i = aX_i + bY_i + c \quad (2)$$

必要となる係数は $a \sim c$ の 3 個であるから少なくとも 3 点の水面上の点(標定点からの距離を計測することができた点)の物理座標(X_i, Y_i, Z_i)が既知であれば係数を確定することができ河川表面の方程式を決定することができる。最後に変換式(1)及び(2)を用いて撮影したビデオ画像の無歪画像への 3 次元画像変換及び PIV 解析を行う。

キーワード：水制群、循環渦、LSPIV、画像解析

連絡先(住所・電話・FAX)：岐阜大学工学部 TEL (058)293-2433 FAX (058)230-1891

結果と考察

図-1 に環境に配慮したトレーサを用いて流れの可視化を行い、得られた連続画像に多重合成法³⁾を適用して求めた第4, 5水制間の表面流跡図を示す。計測前の洪水により砂州全体が下流側に移動したため昨年度と同程度の流量（ $100\text{m}^3/\text{s}$ 程度）であったにもかかわらず、表面流の状況が大きく変化していることがわかった。即ち、主流の対岸への水衝部が第1水制から第3水制に移動したため最下流の区間においても大規模な循環流が認められた。図-2 には水制間の平均流速分布を示す。水衝部における循環流速が他の区間よりも増大している状況が良好に捉えられている。なお、ベクトルに欠落部分があるのは、トレーサが存在するテンプレートに対してのみLSPIV解析を行ったためである。今後は洪水時におけるトレーサ投入方法等を改善する必要がある。

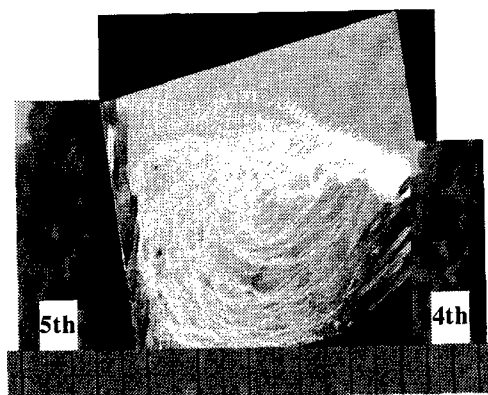


図-1 多重合成法による流跡

参考文献

- 1) 木下良作：航空写真による洪水流の解析，写真測量，Vol. 6, No. 1, pp1-17, 1967.
- 2) Fujita I, et al.: Large-scale image velocimetry for flow analysis in hydraulic engineering applications, Journal of Hydraulic Research, 36, 397-414, 1998.
- 3) 藤田一郎，原基樹，森本貴生：多重合成法による現地河川流の可視化画像解析，応用力学論文集，Vol. 1, pp729-736, 1998.

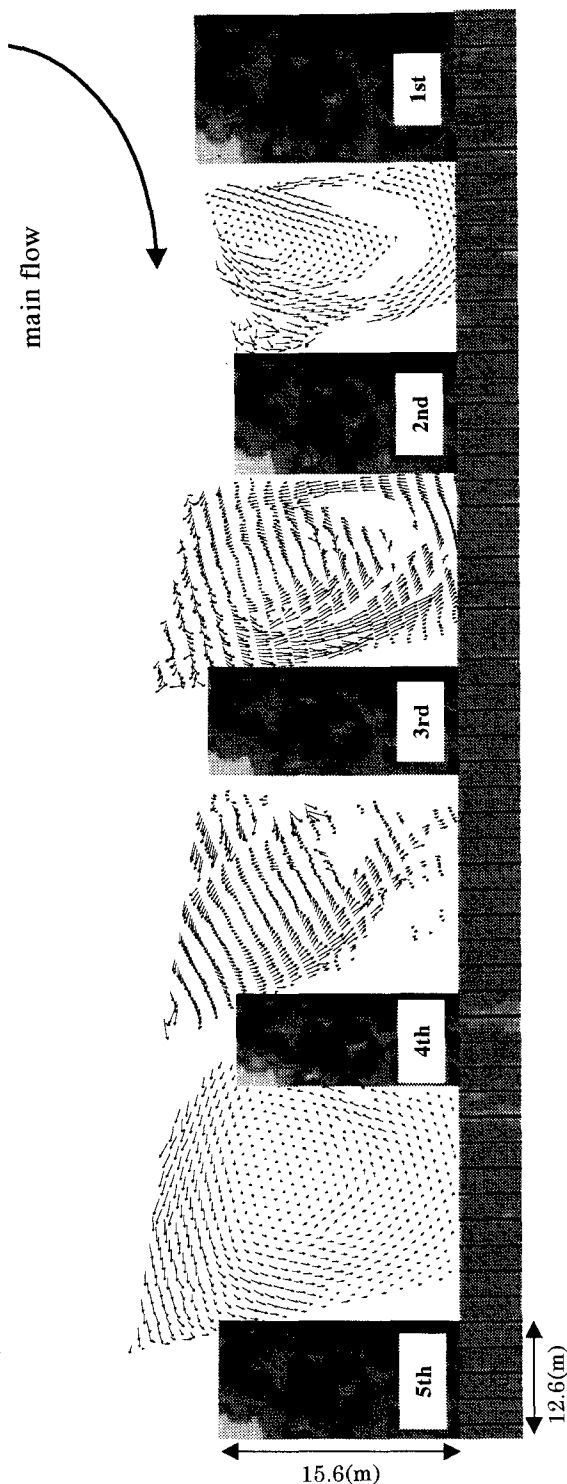


図-2 平均流速分布