

## (II-34) 開水路における乱れエネルギー空間分布の PIV による計測

|           |     |      |
|-----------|-----|------|
| 足利工業大学大学院 | 学生員 | 廣木恵悟 |
| 足利工業大学工学部 | 正会員 | 長尾昌朋 |
| 足利工業大学工学部 | 正会員 | 新井信一 |
| 足利工業大学工学部 | 正会員 | 上岡充男 |

1. はじめに 著者らは、これまでに開水路流れの特性を LDV (レーザー流速計) を用いて調べてきたが、乱れ構造の空間分布を調べる必要を認識し、PIV (粒子画像速度計測法) を用いての計測を試みた<sup>1)2)</sup>。その結果、PIV の計測結果が LDV の計測結果とおおむね対応しており、PIV を用いて乱流計測が可能であることを確認した。そこで本研究では PIV を用いて流速の空間分布を計測し、さらに流れの構造を調べてみた。

2. 実験方法 図 1 に示す矩形断面水路の上流端より 560cm の位置の壁面からフルオレセインナトリウム水溶液が均等にしみ出すようにして、壁面近傍水を着色した。着色水が水路断面中央まで十分に拡散したと思われる区間の縦断面に水路底面よりレーザーシート光を照射し、流れを可視化した。これを水路側壁方向からハイスピードカメラに収録した。流れのレイノルズ数は  $Re=4000$  である。

画像収録の時には、撮影時間間隔を  $1/30s$  とした。また、流速を算出するのに必要な 2 枚の画像の時間間隔は  $4/30s$  とした。PIV により得られた流速を  $100s$  間平均することで、平均流速とした。また、ここに示す瞬間流速は、 $0.8s$  間のデータの平均値である。

3. 実験結果 図 2 は、可視化画像中央の点における画像解析で求めた流速の時系列データである。この時系列をもとに計測時間 ( $t_0$ ) で示した範囲における瞬間の流速および乱れエネルギーの空間分布を調べた。この時には、主流方向の流速が遅くなり、鉛直方向の流速が上昇を示しており、イジェクションが起こっていると考えられる。写真 1、2 は、水路中央縦断面における可視化画像である。図 3、4 はこの時の乱れエネルギーの空間分布と主流方向および鉛直方向の瞬間流速である。乱れエネルギーの空間分布は、乱れエネルギーを摩擦速度で除して無次元化 ( $1/2(\overline{u'u'} + \overline{v'v'})/U_*^2$ ) し、等値線で表した。また、それぞれの瞬間流速は摩擦速度で除して無次元化 ( $u/U_*$ 、 $v/U_*$ ) した。図 3 の乱れエネルギーの空間分布より、乱れエネルギーの強い塊が断面中央にあるのがわかる。しかし、写真 1 ではその位置において輝度分布に特徴はなく、そこから流れの構造を判別することは難しい。このときの主流方向の瞬間流速は平均流速より遅く、鉛直方向の瞬間流速は平均流速より速い分布を示しており、このことからこの乱れエネルギーの強い塊はイジェクションによって運ばれてきた底面付近の低速流体塊であると考えられる。図 4 の乱れエネルギーの空間分布より、時間経過とともに乱れエネルギーの強い塊が主流方向へと流下した。また、主流方向および鉛直方向の瞬間流速は平均流速のほうに収束していった。このとき、可視化画像の左側には輝度むらがあるが、それに関する特徴は乱れエネルギーの空間分布には現れてはいない。このことから、可視化画像の輝度分布から流れの構造を判別するのは難しいといえる。

4. おわりに PIV を用いて流速の乱れ成分の 2 次元空間分布を計測した。一例として、イジェクションが起こったときの乱れエネルギーの空間分布について考察した。流れの構造を可視化画像の輝度分布から判別することが難しいことがわかった。

### 参考文献

- 1) 廣木、新井、長尾、上岡：狭い開水路の縦断面における流れの構造について、26 回関東支部，1999。
- 2) 廣木、長尾、新井、上岡：PIV による開水路乱流の計測，54 回年講，1999。

Key Words：矩形断面開水路，PIV，乱れエネルギー，空間分布

〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 Tel.0284-62-0605 Fax.0284-62-1061

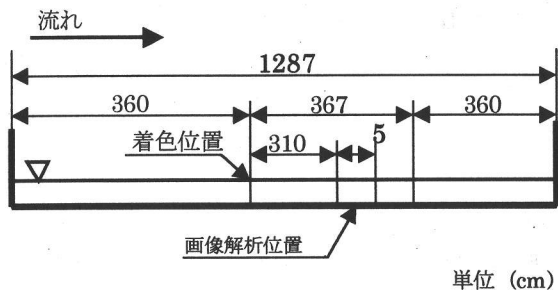


図1 矩形断面水路

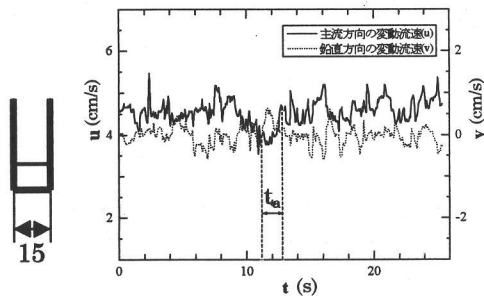
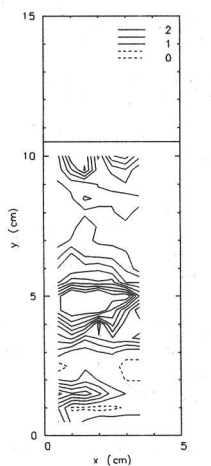


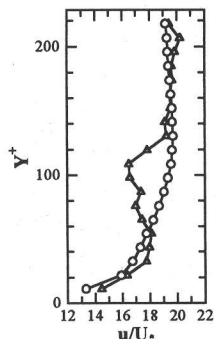
図2 可視化画像中央の点における  
時系列 ( $t_g$ : 計測時間範囲)



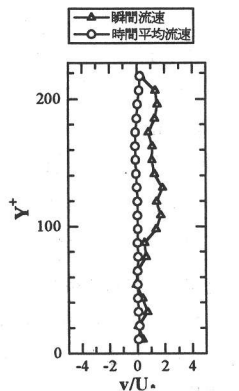
写真1 画像解析開始から  
11.6s 後の画像



a) 乱れエネルギーの  
空間分布



c) 主流方向の瞬間流速

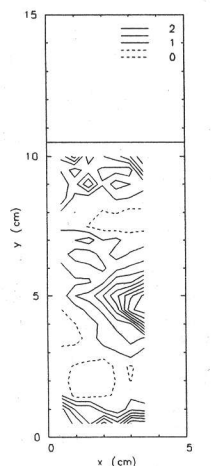


b) 鉛直方向の瞬間流速

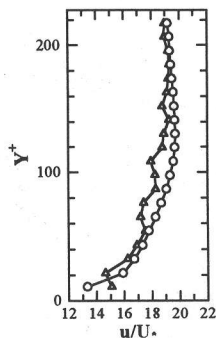
図3 瞬間時における縦断面の流況 (計測時間: 11.2~12.0s)



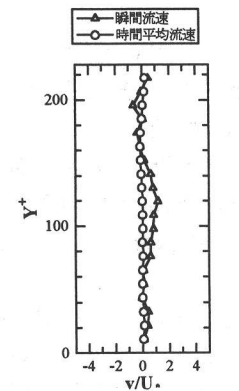
写真2 画像解析開始から  
12.4s 後の画像



a) 乱れエネルギーの  
空間分布



b) 主流方向の瞬間流速



c) 鉛直方向の瞬間流速

図4 瞬間時における縦断面の流況 (計測時間: 12.0~12.8s)