

II-107 流下にならう開水路乱流の 発達について

足利工業大学 正 会 員 上岡充男
足利工業大学 正 会 員 新井信一
足利工業大学 名誉会員 岩崎敏夫

1. まえがき

開水路流れの乱れの機構を調べる予備実験として、断面内主流速度を調べてみると、側壁部の速度低下以外にも低速部が見いだされた¹⁾ので、整流直後からの流下にならう流れおよび乱れの発達の状況を、レーザー流速計により調べてみた。

2. 実験装置および実験方法

実験に用いた水路は長さ18m、幅0.6m、深さ0.6mの可変勾配開水路で、側壁はガラスであり水底は塗装された鋼板である。絞り込んだ水路の上流端より0.5m、4m、8mの3断面について、図1の点線で囲まれた範囲内を、水深方向（Y）9本、幅方向（Z）7本について、3mmあるいは6mm間隔でトラバースした。計測は、焦点距離300mmの2次元FLVプローブにより側壁から、各点につき10.24秒間ずつ行った。Re数は、水深方向幅方向長さに水深をとって 2.5×10^4 を目標に行ったが、 $2.3 \sim 2.5 \times 10^4$ の範囲となった。

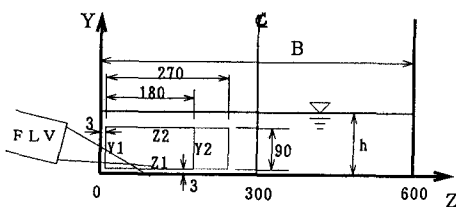


図1 流速計測断面（単位mm）

3. 実験結果

図2は上流端下流0.5mの断面の、中央よりの水深方向測線Y2と水面に近い幅方向測線Z2での平均流速と標準偏差である。約0.8 cm/sのバックグラウンドノイズとして標準偏差があるが、水路上流端の絞り込みでよく整流されているといえる。

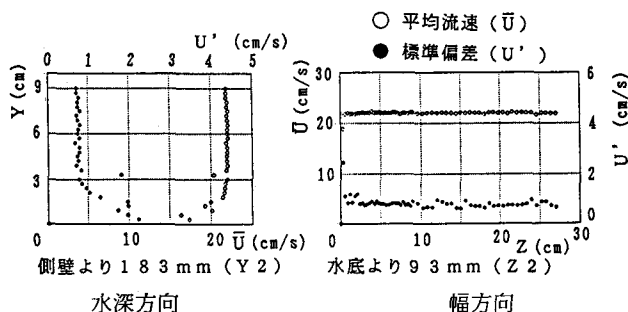


図2 上流端より0.5m断面の $\bar{U}$ と U'

図3には3断面について、水深方向の流速分布の対数則から求めた底面に関する摩擦速度を示す。やや水路幅方向に波打っているが、側壁近傍をのぞけば概略一定であるといえよう。図4と図5は、4mと8mにおける断面のそれぞれ5箇所の水深方向平均流速分布である。それぞれの測線の摩擦速度で無次元化している。見やすいように原点をずらしている点に注意願いたい。比較のため示した図中の対数則の係数は $\kappa = 0.412$ 、 $As = 5.29^{23)}$ である。対数則に一致度が十分でない測線もあるが、4m断面では乱流は壁法則がほぼ成立するまで発達しているといえる。ちなみに、 $y^+ = 100$ 以下のいわゆる内層内の縦渦が発生すると言われている層は10~12mmで、水深の10%以下である。

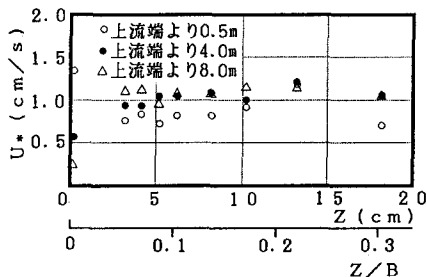


図3 摩擦速度分布

図6と図7には4mと8m断面の乱れ強度分布を示す。図中の実線は瀬津²⁾によって提案された分布曲線である。実験値は分布幅がやや大きいものの勾配は全体としてこの曲線に一致しており、乱れ強度も4m断面では定常に達していると見て良い。

さて、図8は3断面の幅方向平均流速分布を示したものである。流下するに連れ水路中央部が加速され、側壁側の流速低下が徐々に中央に進んでいく様が見れている。その時、0.5 m断面で側壁から100mm付近の底面近傍には低速部が出現しており、これが4 m断面では中央へ、また上層へと移動している。 $Y^+ = 100$ は $Y/h \approx 0.1$ であるので、内層で発生した低速部が外層へ伝播していく様子としてみる事ができるが、バースティングとみるには規模が大きすぎるようである。この図からみるところ、この現象が幅方向の流速分布形状に大きな影響を与えているといえよう。

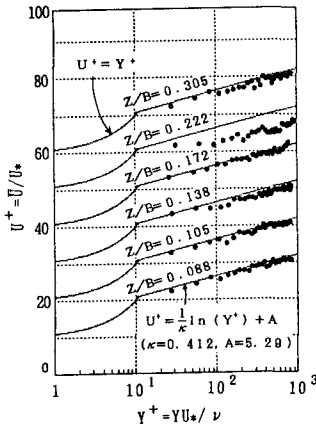


図4 水深方向平均流速分布（上流端より4 m断面）

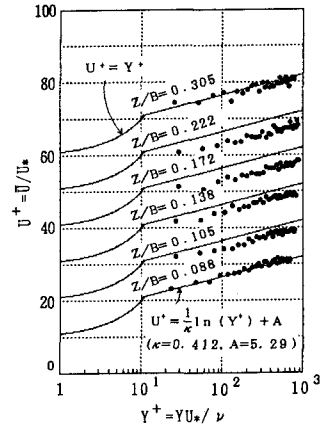


図5 水深方向平均流速分布（上流端より8 m断面）

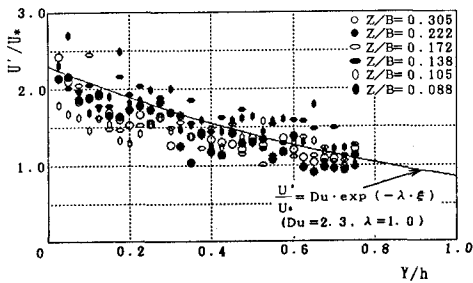


図6 乱れ強度分布（上流端より4 m断面）

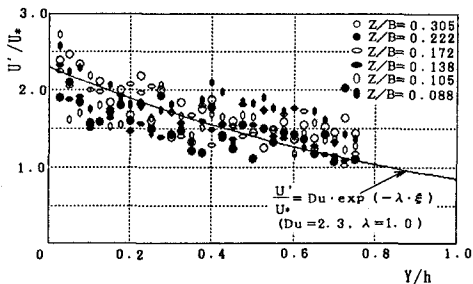


図7 乱れ強度分布（上流端より8 m断面）

4. あとがき

わずか3断面ではあるが、流下にとまなう乱れの性質の一部をみる事ができた。今後、幅方向の速度低下部の構造を可視化も試みて明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 上岡、新井、岩崎：レーザーによる開水路流れの計測、第18回関東支部講演概要集、pp. 80～81、1991
- 2) 福津：開水路乱流の乱れ強度に関する研究、土木学会論文報告集、第261号、pp. 67～76、1977

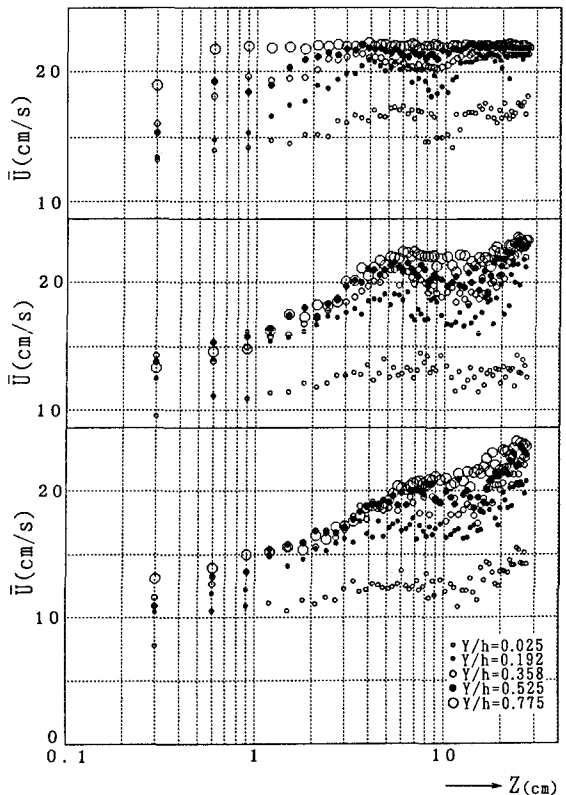


図8 幅方向平均流速分布