

II-201

幅の狭い開水路の乱れ強度

栃木県庁 正会員 ○岩下敦之
 足利工業大学 正会員 新井信一
 足利工業大学 正会員 長尾昌朋
 足利工業大学 正会員 上岡充男

1. はじめに

底面と水面境界に支配される幅の広い開水路の流れと異なり、水路側壁面の影響が無視できない幅の狭い開水路の流れは乱れ強度が大きくなる¹⁾。本研究ではこの現象を更に究明するべく、幅広及び幅狭水路の流れ各々の3方向流速成分を計測し、結果を比較考察した。

2. 実験方法

実験に用いた開水路は総長1105cm、幅15cmで、水路上端から630cmの横断面で流速分布を計測した。座標系はこの断面の水路底面・左側壁を原点とし、主流方向を x 、鉛直方向を y 、幅方向を z とする。流速の測定には2成分アルゴンイオンレーザー流速計を用い、 UV 成分と UW 成分とに分けて計測を行った。なお、サンプリング周波数は100Hzとし、計測時間は1点につき40.96秒である。表-1に主な実験の条件を示す。ここで、レイノルズ数の代表長さとして水深を用いている。また、摩擦速度は、 Re 数が4000以下の場合は粘性低層部分の速度勾配から求め、 Re 数が10000以上の場合は流速の対数分布部分の速度勾配より求めた。

表-1 実験条件

	記号	幅(B)	水深(H)	B/H	流量(Q)	摩擦速度(U_*)	Re
幅狭水路	●	15cm	10.5cm	1.43	700cm ³ /s	0.274cm/s	4000
	○				2580cm ³ /s	0.847cm/s	15000
幅広水路	●	15cm	4.1cm	3.66	700cm ³ /s	0.699cm/s	4000
	○				1720cm ³ /s	1.659cm/s	10000

3. 実験結果と考察

ここでは主に水路断面中央での乱れ強度と水路断面形状との関係について考察する。図-1に乱れ強度の水深方向分布を示す。記号として、乱れ成分には u 、標準偏差には u' 、時間平均には $\bar{}$ を用いている。図中の実線は禰津²⁾の提案式 $u'/U_* = 2.30 \exp(-y/H)$ である。 Re 数が大きい場合には水路断面の形状に関わらず提案式とよく一致しているが、 Re 数が小さくなると提案式に比べ乱れ強度が大きくなり、特に幅狭水路でこの傾向が顕著である。図-2にレイノルズ応力の水深方向分布を示す。図中の実線は直線分布を仮定したせん断力 $-\bar{uv}/U_*^2 = 1 - y/H$ である。乱流の流れではせん断力はレイノルズ応力が支配的であり、幅広水路では底面付近を除いてこのことが当てはまっている。幅狭水路ではレイノルズ応力が水面付近で実線からずれているが、これは2次流によって水面付近の主流流速が減少し、流心が低下するためである。しかし、この場合でも $y/H = 0.1 \sim 0.5$ ではせん断力に対してレイノルズ応力が支配的であると言える。図-3にレイノルズ応力を構成する乱れ成分の相関係数の水深方向分布を示す。図中の実線は禰津²⁾の提案式 $-\bar{uv}/u'v' = 0.342(1 - y/H)/\exp(-2y/H)$ である。 Re 数が大きい場合には提案式に近い値となっている。 Re 数が小さくなると相関係数が低下し、幅狭水路ではこの傾向が著しい。

以上のことから、幅狭水路では乱れの各成分の相関係数が低いため、所定のレイノルズ応力を発生させるためには、乱れ強度が大きくなる必要があると考えられる。幅狭水路で乱れ成分の相関係数が低い理由としては、底面から発生する乱れと側壁から発生する乱れの干渉が挙げられる。しかし、 Re 数が大きくなると乱れが発生する内層が薄くなるため乱れの干渉が小さくなり、幅広水路の状態に近づくため乱れ強度が小さくなると考えられる。

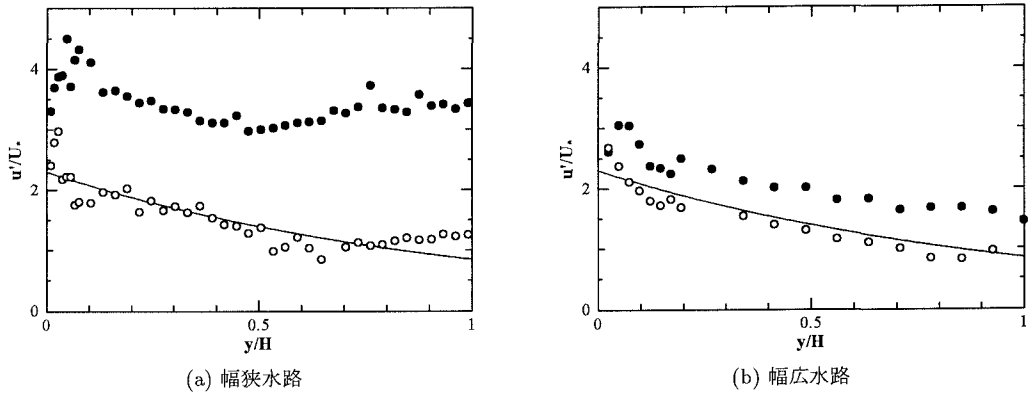


図-1 乱れ強度の水深方向分布

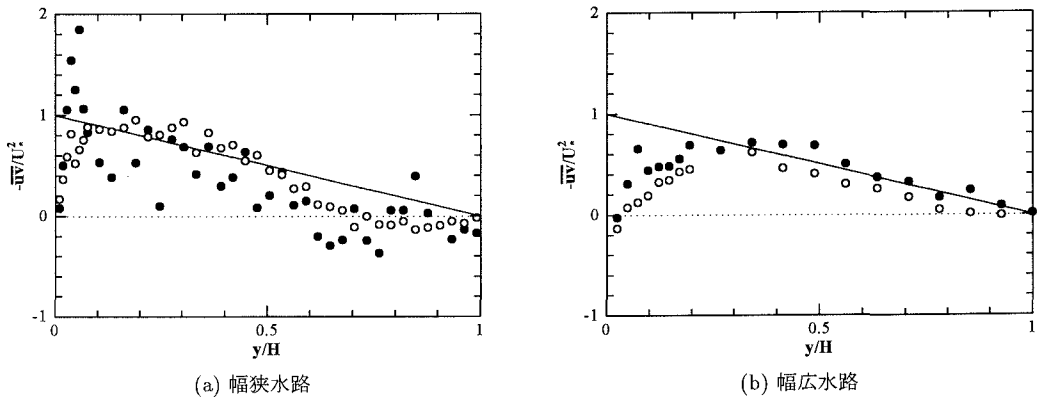


図-2 レイノルズ応力の水深方向分布

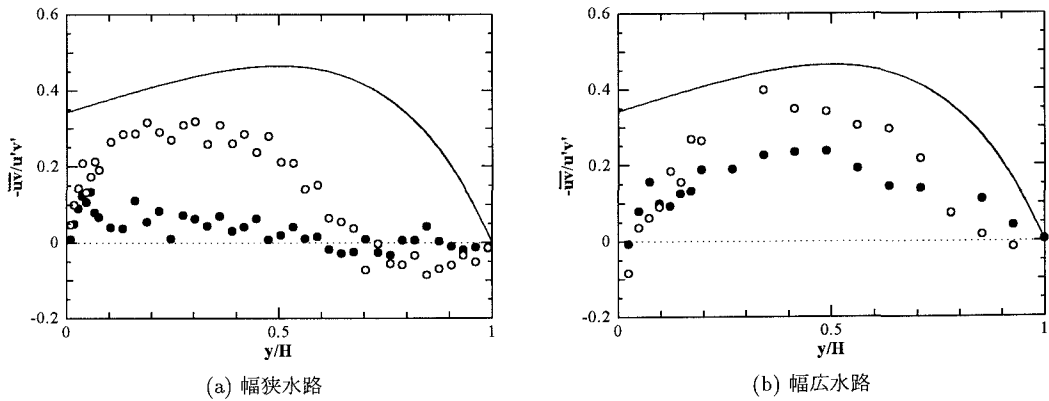


図-3 乱れ成分の相関係数の水深方向分布

参考文献

- 1) 岩下, 新井, 長尾, 上岡: 幅の狭い開水路に発生する内層内縦渦と流速分布, 50 回年講, 1995.
- 2) 棚津: 開水路乱流の乱れ強度に関する研究, 土木学会論文集, 261, pp. 67-76, 1977.