

II-244 直角三角形断面開水路の流れに関する考察

早稲田大学 大学院 学生員 佐藤 岳晴
 早稲田大学 大学院 学生員 長谷部進一
 早稲田大学 理工学部 正 員 吉川 秀夫

1. はじめに

本研究は二つの壁面からの影響を等しく受ける三角形断面の流れを考察し、隅角部の流れを考える上での基礎となることを目的としている。また壁面せん断力から簡易的に流れの状態を再現する計算を試み、渦度による評価を行なった。

2. 実験概要

実験水路は、図1に示すような鉄板製の直角二等辺三角形断面水路で水路長約13m、勾配1/400である。実験は滑面と粗面について行なったが、粗度は高さ8mmの棧粗度を5cmおきに配置したものである。本報では各々の代表的なものを記す（表1.参照）。測定は流速及び乱れエネルギーに関しては2チャンネル熱線流速計を用い x - y 軸、 x - z 軸について測定し、滑面の場合の壁面せん断力測定にはプレストン管とマンオメーターを用いた。また粗面の壁面せん断力は流速分布から求めた。

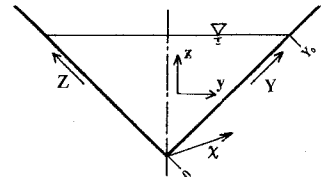


図1. 実験水路

表1. 実験条件

	流量(l/sec)	水深(cm)	平均流速(cm/sec)	$Re=UR/\nu$
滑面	17.1	18.2	51.6	33200
粗面	11.4	18.5	33.3	21800

3. 実験結果とその考察

(1). 壁面せん断力(τ)分布及び主流速(U)分布

図2に壁面せん断力分布図、図3に主流速の等値線図を示す。壁面せん断力分布は滑面の場合、最下部と水面付近を除いてはほぼ一定の値を示しているが $Y/Y_0=0.5$ 付近で小さい値をとるという特徴がある。このことは主流速の等値線が歪んでいることと対応しているが、これはこの付近から Z 軸方向に二次流が存在しているためと思われる。一方粗面では、 $Y/Y_0=0.3$ 付近でピークをとり $Y/Y_0=1$ に向けて減少しているが、 $Y/Y_0=0.5$ 付近で τ が一定になる傾向が見受けられる。これは滑面の場合の減少部に対応するものと思われるがこのことは主流速の等値線図には現われていない。

また図2には滑面他のケース（水深21.2cm, 16, 6cm）も同時に示す。この図より3ケースともほぼ同じ分布形を示しており、水深に関わらず流れの相似性が認められる。

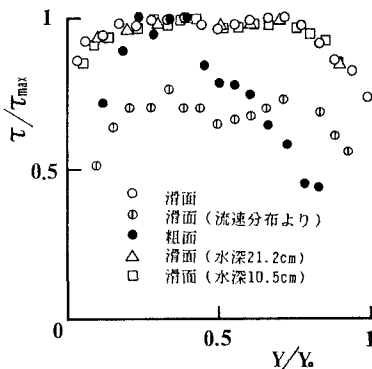


図2. せん断力分布

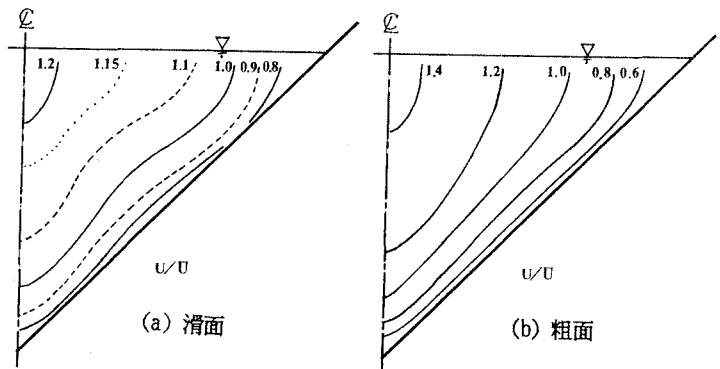


図3. 主流速の等値線

(2). 乱れエネルギー ($(\bar{u}^2 + \bar{v}^2 + \bar{w}^2)/2$)

図4に乱れエネルギーの等値線（平均値で基準化）を示す。壁面近傍においては滑面では、ずれはあるが壁面せん断力の低下しているあたりが乱れエネルギーの小さい箇所に対応している。粗面では最下部（頂角）付近と水面付近で乱れエネルギーが小さいことが特徴としてみられる。また滑面では等値線が $Y/Y_0=0.5$ 付近において大きく膨らんでいるが、粗面では比較的壁面に対し平行であり流れが均一になっていることがわかる。

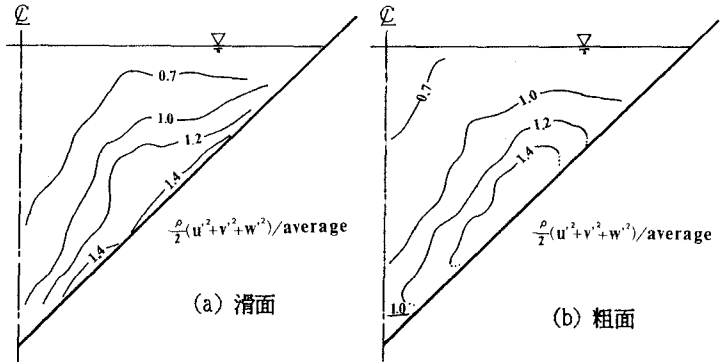


図4. 乱れエネルギーの等値線

(3). 壁面せん断力からの渦度計算

壁面せん断力から渦度を算出し流れの平均状態を簡易的に再現することを試みた。壁面せん断力は滑面の実験値を用い、実測された合渦度と比較した。計算にあたっては等流状態と考え、また二次流による移流や水面の影響は無視した。計算方法はある点 $(Y1, Z1)$ の渦度を求めるために $(Y1, 0)$, $(0, Z1)$ の壁面せん断力 τ_{y1} , τ_{z1} を求め、つぎに対数分布則に従いその点における ω_y , ω_z を算出し、合渦度 ω を求める。すなわち、

$$\begin{aligned}\omega_y &= dU/dZ = 2.5 \times U_{*y}/Z1 & (U_{*1} = \sqrt{\tau_{y1}/\rho}) \\ \omega_z &= -(dU/dY) = 2.5 \times U_{*z}/Y1 & (U_{*2} = \sqrt{\tau_{z1}/\rho}) \\ \omega &= \sqrt{\omega_y^2 + \omega_z^2}\end{aligned}$$

である。この計算結果を図5に示す。↑は合渦度のベクトルである。ただし、方向は合渦度軸に対して垂直にしてある。また大きさの等値線図を重ねて示した。図の通り、渦度の方向は二次流や水面の影響を無視したため実測との相違が大きいがおよそその傾向は得られたようである。大きさについては、実測の方が減衰が大きく混合距離などに関する検討が必要であろう。

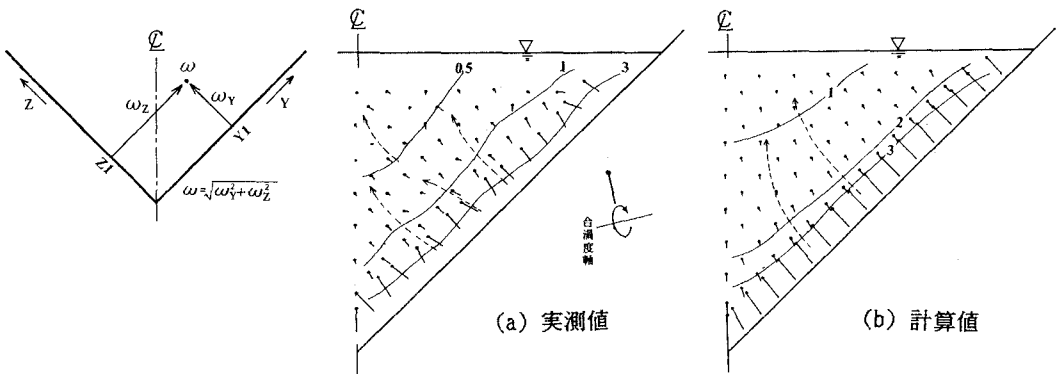


図5. 合渦度計算結果

3. おわりに

以上、左右対称の三角形断面における流れの特性、滑面と粗面の相違を明らかにしたが、今後左右非対称の場合（粗度の違い等）についての検討が望まれる。また計算については、無視した要因の影響や混合距離について検討を加え精度をあげた上で、様々な断面への応用を考えたい。