

II-81

Λ型水路床を有する開水路流れの特性

早稲田大学大学院 学生員 高松 諭
早稲田大学理工学部 正会員 吉川 秀夫

1. はじめに

さまざまな断面形状水路における流れが、多くの実験結果にもかかわらず、複雑であり、法則性を見いだせないでいる。これは複数の壁面の影響が、複数の方向を向いて伝達されるからである。したがって壁面の影響をいかに評価するかが重要な課題である。本報告は、主として凸型部分の流況を明らかにし、台形複断面水路の設計の手助けとなることを目的とする。

2. 実験概要

実験水路として、図-1に示すような頂角120度のΛ型水路床を有する幅40cm、長さ10mの変勾配水路を用いた。斜面となっている底面には高さ6mm、幅5mmの稜粗度を上流端から

表-1 実験条件

	水深H [cm]	流量Q [l/s]	平均流速U [cm/s]	河床勾配 i_b
Case1	27.3	32.7	37.9	0.0019

下流端まで10cm間隔で付設した。なお座標系、水深H等は図-1のようにとるものとする。測定は、流速、レイノルズ応力等に関しては2チャンネル熱線流速計を用い、x-y方向およびx-z方向について行った。また、壁面せん断力は実測された流速分布から対数分布則により求めた。実験条件を表-1に示す。

3. 実験結果とその考察

図-2に主流速分布を、図-3に二次流ベクトルを示す。底面頂角部付近からやや強い上昇流（最大主流速の5～7%程度）が認められ、この影響により等流速線が上方に膨らんでいるものと考えられる。これは角田・富永らの複断面水路における測定結果¹⁾（高水数と低水路斜面との接合部近傍）と同様の結果が得られた。図-4には合レイノルズ応力分布を、図-5にはそのベクトルを示す。ここで合レイノルズ応力ベクトル $\vec{RS}$ は次式で定義される。

$$\vec{RS} = (-\overline{u'v'}, -\overline{u'w'}) \quad , \quad |\vec{RS}| = \sqrt{(-\overline{u'v'})^2 + (-\overline{u'w'})^2}$$

すなわち合レイノルズ応力ベクトルは、せん断面に垂直な方向を示すことになる。この合レイノルズ応力の等値線も底面頂角部付近で上方に膨らんでおり、比較的大きな値を示している。これは底面付近で生じた乱

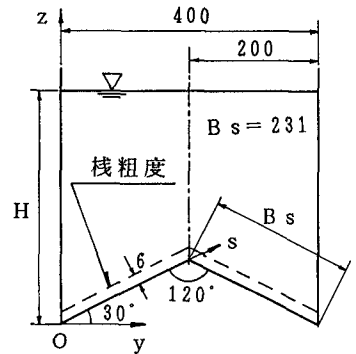


図-1 実験水路（単位:mm）

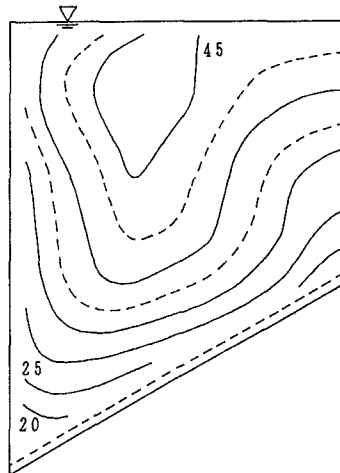


図-2 主流速分布 [cm/s]

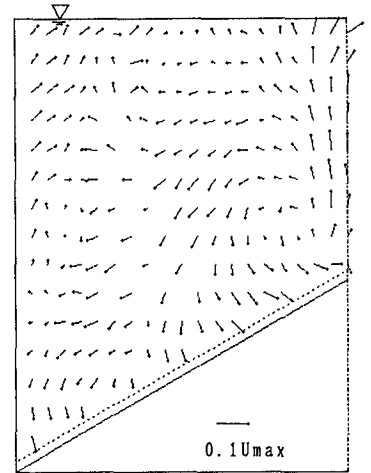


図-3 二次流ベクトル

れが二次流により輸送されているものと考えられる。一方、底面と側壁の接合部付近は比較的レイノルズ応力が小さく、最大主流速付近から小さな乱れが輸送されていると考えられる。このことからレイノルズ応力と二次流とが密接に関係しているといえる。

図-6に壁面せん断力分布を示す。図-6には他のケース（Case2（ $H=29.4\text{cm}$, $U=24.6\text{cm/s}$ ）およびCase3

（ $H=22.5\text{cm}$, $U=38.0\text{cm/s}$ ）の2ケース）も示しておく。側壁については水面付近でせん断力が低下し、底面では斜面中央部で急激に増大、頂角部付近で急激に低下するという傾向がどのケースにおいても認められ、ほぼ相似形であると言える。また、佐藤ら²⁾の実験結果と比較すると、滑面側、粗面側共に側壁と底面との接合部からのせん断力の増大の割合が直角の場合よりも緩やかになっていることが分かる。

図-7には合渦度³⁾分布を示す。合渦度 ω は次式で定義される。

$$\omega = \sqrt{\omega_y^2 + \omega_z^2}$$

合渦度分布と合レイノルズ分布とは比較的似た形状を示しており、速度勾配とレイノルズ応力とが関連性を持つと思われる。また合渦度に関しても二次流による移流の状況がよく現れている。

4. おわりに

A型水路床を台形複断面水路の低水路斜面と高水敷との接合部とみなして実験を行ったが、ほぼ複断面水路と同様の結果が得られた。今後は、この部分の流速分布を簡単に求めることができないか検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 角田・富永・江崎: 台形低水路を有する複断面開水路の乱流構造, 第45回年次学術講演会概要集, pp. 368-369. 2) 佐藤・吉川: 粗度の異なる壁面を持つ水路の流れに関する考察, 第46回年次学術講演会概要集, pp. 540-541. 3) 佐藤・長谷部・吉川: 直角三角形断面開水路の流れに関する考察, 第45回年次学術講演会概要集, pp. 540-541.

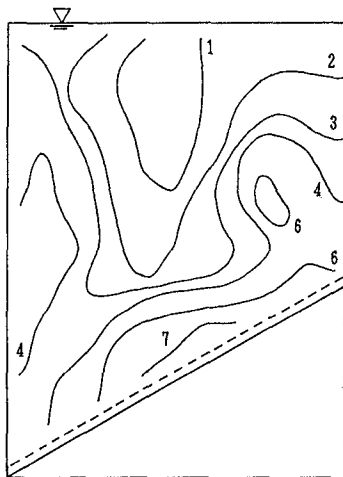


図-4 合レイノルズ応力 [cm^2/s^2]

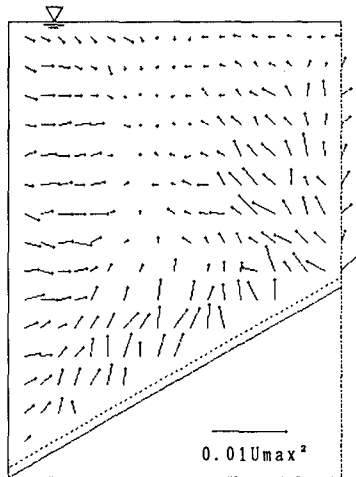


図-5 合レイノルズ応力ベクトル

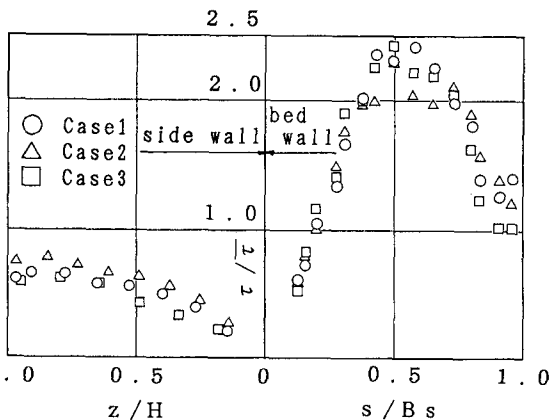


図-6 壁面せん断力分布

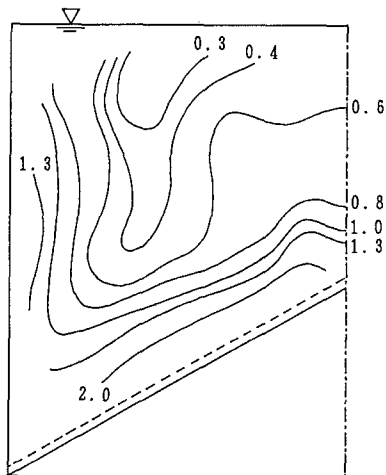


図-7 合渦度 [$1/\text{s}$]