

II-246

棧型粗度の水理特性に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生員 高松 諭
 科学技術庁 正 員 木村賢二
 早稲田大学理工学部 正 員 吉川秀夫

1. はじめに

粗面上の流れの特性を知ることは重要である。本研究では、粗度要素として棧を側壁に付設し、棧が流れに及ぼす影響について調べた。また、棧に作用する抗力の見積もりについても検討した。

2. 実験方法

実験は、長さ15m、幅93cmの矩形断面開水路の側壁に、図1に示すように3cm四方の棧型粗度を30cm間隔で付設して行った。水路床勾配は1/270、実験条件は表1に示すとおりである。流速は、X型熱線流速計を用いて測定し、底面せん断力はプレストンにより、また抗力は棧表面の圧力分布をマノメータを用いて測定することにより求めた。なお、図に示す流速、乱れ強度などは、棧間中央の断面で測定したものである。

3. 実験結果

図2に二次流ベクトルを、図3に主流速の等値線を示す。 $z/H=0.6$ の上下に2つの渦が形成されており、このうち底面側の渦により水路中央ではかなり強い上昇流が生じている。図3で主流速の等値線が水路中央付近で流速の遅い領域が上方に張り出しているのも、この付近で強い上昇流が存在するためである。このように主流速の等値線が二次流の進む方向に張り出す傾向は $z/H=0.6$ 付近でもみられる。なお側壁付近の流速がかなり減少しているかわりに、最大流速はS1と比較して25%増加している。次に壁面せん断応力を τ_b 、 τ_s で無次元化したものを図4に示す。 τ_b 、 τ_s は底面と側壁のせん断応力の平均値であり、また粗面におけるせん断力は抗力を棧間隔30cmで負担していると考ええる。底面全体が受け持つせん断力の大きさは、RグループとSグループで大きな違いはないが、分布状況については大きく異なっている。Rグループの側壁近傍では、かなり小さく横断方向の変化率は大きい。またR1においては棧のすぐ近くでせん断応力が增大している。このことから棧の根元を洗掘されることが分かる。一方Sグループでは y/H

表1. 実験条件

CASE	側壁	水深 [cm]	流量 [l/s]	Re	i [%]	Fr	n
R-1	粗	32.8	106.2	66800	0.075	0.19	0.026
R-2	粗	27.9	106.2	71100	0.091	0.25	0.023
R-3	粗	22.7	106.2	78500	0.103	0.34	0.018
S-1	滑	32.7	106.2	66800	0.037	0.19	0.018
S-2	滑	27.5	106.2	71500	0.039	0.25	0.015
S-3	滑	22.8	106.2	76400	0.060	0.33	0.014

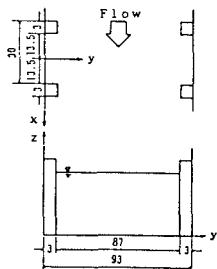


図1. 実験水路 (cm)

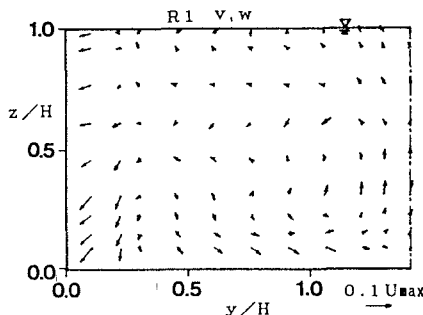


図2. 二次流ベクトル図

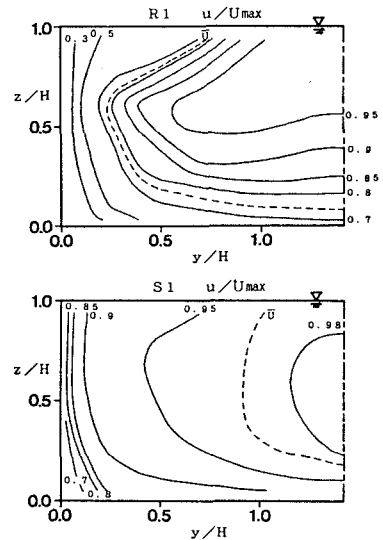


図3. 主流速の等値線

$=0.5$ 以上でほぼ一定値をとる。このように底面のせん断力分布は、主流速とよく対応している。側壁についてはRグループのほうが水面付近での低下が大きく、Sグループでは、底面の分布状況とよく似ている。

図5に乱れ強度 u' 、 v' の等値線を、図6にレイノルズ応力 $-u'v'$ を示す。 v' については側壁近傍の方が底面付近よりも小さくなっているが、この点を除けばいずれも主流速とほぼ同様な分布形状をしており、底面付近および水面付近で大きくなっていることが特徴としてあげられる。次に、これらの値の横断方向の分布をS1とともに図7に示す。R1では側壁近傍、特に $y/H=0.1\sim0.2$ で際だって大きくなっている。 $-u'v'$ が $y=3.5\text{ cm}$ で最大となっている点から、これより内側が死水域であると考えられる。またS1と比較すると $y/H=0.4$ 前後から内側においてSグループの流れに似ているものと考えられる。

表4には抗力と抗力係数の関係を示す。ここでCase C1～C3は棧を水路中央に設置して抗力を測定したものである。表4からは、流速として平均流速をとっても最大流速をとっても棧の設置状況が同じ時はほぼ一定の抗力係数をとることがわかる。したがって、抗力係数が分かれば抗力を算定できるということがいえる。

4. おわりに

以上、粗度の影響による流れの特性について調べてきたが、今後は、棧の間全体の流れの特性を検討する必要がある。また、抗力係数と粗度の大きさの関係についても検討していきたいと思う。

- 【参考文献】** 1) 富永晃宏：直線開水路の三次元構造に関する研究
 2) H.Schlichting：Boundary-layer Theory，McGraw-Hill

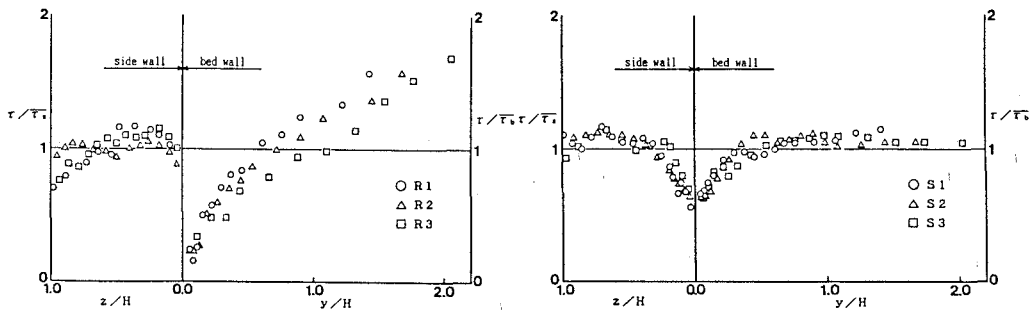


図4. 壁面せん断応力分布

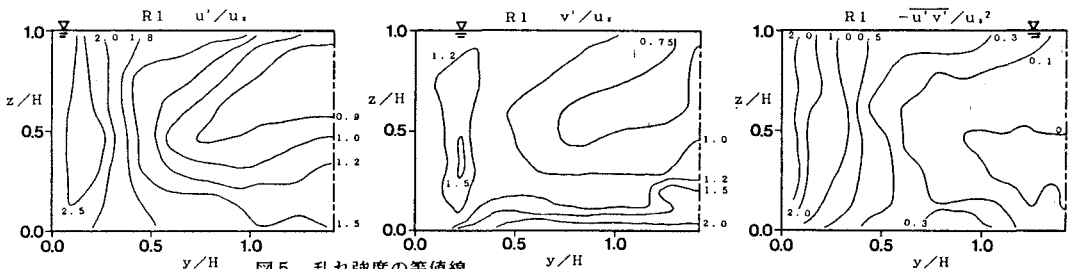


図5. 乱れ強度の等値線

図6. レイノルズ応力の等値線

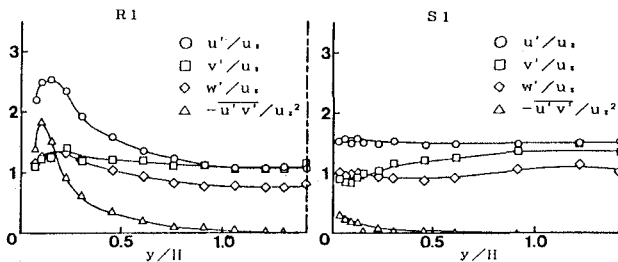


図7. 乱れ強度およびレイノルズ応力の横断方向分布

表2. 抗力と抗力係数

CASE	抗力 [gf]	最大流速 [cm/s]	平均流速 [cm/s]	C_{d1}	C_{d2}
R1	28.6	48.1	34.6	0.25	0.48
R2	28.1	53.5	40.7	0.23	0.40
R3	34.7	69.7	50.0	0.21	0.40
C1	163.3	54.7	34.6	1.09	2.72
C2	192.5	65.1	40.7	1.07	2.73
C3	248.5	82.3	50.0	1.06	2.86

C_{d1} は最大流速から求めた抗力係数

C_{d2} は平均流速から求めた抗力係数