

早稲田大学理工学部 学生員 小 池 裕 之
早稲田大学理工学部 学生員 奥 出 英 博
早稲田大学 大学院 学生員 萩 原 義 孝
早稲田大学理工学部 正会員 吉 川 秀 夫

1. はじめに

一般河川においては、しばしば洪水等で、多大な被害を与えることがある。そしてその被害を最小限のものにするためいろいろな研究が行われた。開水路での模型実験もその一つであり、数多くの有益な結果が報告されてきた。しかしその大部分は滑面開水路における実験的研究であり、護岸において大きな影響があると考えられる粗面開水路で行ったものは少ない。そこで本研究では開水路に棧粗度を設け、そのうちの一個の粗度要素についてこれに作用する圧力を直接に測定することにより、粗面開水路に働くせん断力、流速分布等についての検討を行うと共に、滑面開水路の場合との比較についても行った。

2. 実験概要

実験には全長20m、幅60cm、高さ40cmの亚克力製可変勾配開水路を用い、上流端より3mから13m にわたって、11cmの木製棧粗度を10cmごとに図.1の様に設置し、8m付近で測定を行った。流速分布は棧上部においてピトー管により測定し、せん断力の測定は測定用棧粗度(アルミ製11cm)を用い、棧粗度に微小な孔を開けそこに作用する圧力を微小差圧計により測定した。この場合棧周辺部は、図.2の様な圧力分布となるのが測定されたため、上流面、下流面とも面中央において測定し、その差をせん断力とした。実験は矩形断面に関しては、底面が滑面のものをRS1~RS5を示し、またRR1~RR3は底面及び壁面に棧粗度を設置し、粗面としたものである。台形断面の実験は壁面の傾き角度45度とした。底面が滑面のものはRT1~RT3とし図.1のように棧粗度を設置した粗面にしたものをRR4,RR5 と示すことにする。以上13通りの実験条件を表.1に示した。

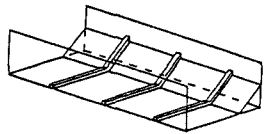


図1 実験水路

表1 実験条件

Case	h (cm)	q (l/s)	U (cm/s)	Fr	i
RS-1	6.0	10.20	111.3	1.45	0.0019
RS-2	6.1	52.21	143.6	1.86	0.0073
RS-3	8.0	30.69	63.6	0.72	0.0018
RS-4	8.2	26.73	54.3	0.61	0.0013
RS-5	11.0	25.32	59.7	0.58	0.0012
RT-1	4.0	8.90	28.0	0.43	0.0030
RT-2	6.0	22.98	86.3	1.16	0.0036
RT-3	6.1	15.67	58.0	0.78	0.0016
RR-1	7.3	12.10	37.0	0.44	0.0126
RR-2	10.7	24.80	49.8	0.49	0.0112
RR-3	9.0	20.78	50.6	0.54	0.0129
RR-4	7.1	12.20	38.5	0.46	0.0127
RR-5	9.1	23.30	48.0	0.51	0.0127

3. 実験結果

(1). 流速分布

流速分布は水深h と断面最大流速U_{max} で無次元化して比較することにした。直壁に関しては滑面を図.3に粗面を図.4に、また斜壁に関しては滑面を図.5に、粗面を図.6に示した。

(2)せん断力分布

矩形断面に関しては、滑面の場合を図.7,図.8に、また粗面の場合を図.9,図.10に、縦軸は平均壁面せん断力τ_wで、横軸は水深h で無次元化したものを記した。両者の壁面でのせん断力分布図である図.7と図.9をみると、

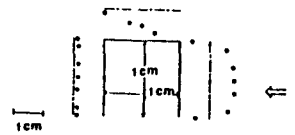


図2 棧周辺のせん断力分布図

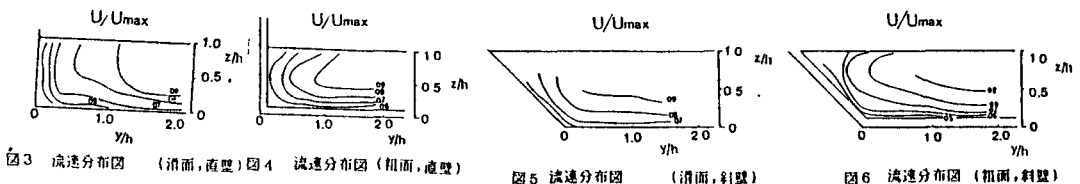


図3 流速分布図 (滑面,直壁) 図4 流速分布図 (粗面,直壁)

図5 流速分布図 (滑面,斜壁)

図6 流速分布図 (粗面,斜壁)

底面近傍での値が不十分ではあるが、同様の傾向がみられるのに対して、図.10 をみると無次元化したにも関わらず滑面で散らばりが少ないのに比べ、値が安定しにくく、また、RR1, RR2, RR3 とはつきり差がでている。これは側壁のせん断力と底面のせん断力の比が水深とともにへんかしているためであり、水深の小さなものは底面のせん断力が大きくなっている。従って底面せん断力の最大値で無次元化したものを図.11 に示した。これにすると値は一本の曲線にのりかつ値の安定する位置もその他の図と似てきている。そして図.8 と比較して値が大きいのは流速分布から分かるように粗度のために壁近くでは流速が減速され、 τ_b/τ_w の値が大きくなっていると考えられる。台形断面に関しては壁面では潤道長 h' を用いて無次元化し滑面を図.13, 粗面を図.14, 15に示し、また参考のためにGhosh の測定値を図.16 に併記した。TGはGhosh の測定値を示す。図.13と図.14の壁面せん断力分布図を見ると同様の傾向が得られた。従って壁面においては、斜壁、直壁両者ともにせん断力の分布形状に対する粗度の影響はないものと考えられるが、底面においては斜壁に比べ直壁の粗度の影響はかなり大きいものと考えられる。また壁面のせん断力の分布に注目してみると直壁と比べて斜壁のものは水面に近づくにしたがい大きく低下していく、これは側壁の近くでの流速の低下が直壁のものよりも斜壁のものの方がより顕著に現れていることによるものであろう。

4. おわりに

今回は護岸の水利を解明するための手助けとして、壁面の傾斜の変化と粗面、滑面とをからませて単純に比較検討してみた。壁面に関してはあまり変化が見られないが、直壁の底面については顕著に変化がみられた。今後は粗度の変化に対する流れの変化についての検討を加えたいと思う。

(注. 図.12, 16の略字は以下の通りである。

- P.M. ; Preston's Tube Mesurement
- V.D. ; Verosity Distribution
- D.M. ; Direct Mesurement

5. 参考文献

1) 沢野・吉川ら:第31回水理講演会論文集,1987. 2) 津津・中川:第29回水理講演会論文集,1985. 3) Ghosh, S.N, and Roy, N.:Proc. ASCE, Vol. 96, HY4, 1970. 足立:土木学会論文集第104号, 1964.

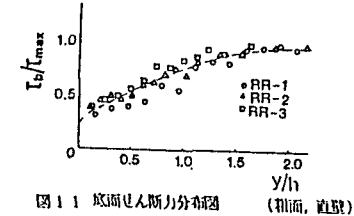


図 11 底面せん断力分布図 (粗面, 直壁)

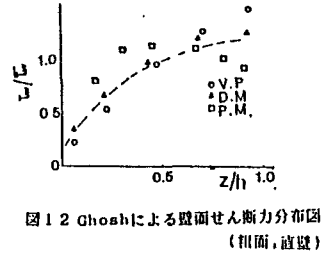


図 12 Ghoshによる壁面せん断力分布図 (粗面, 直壁)

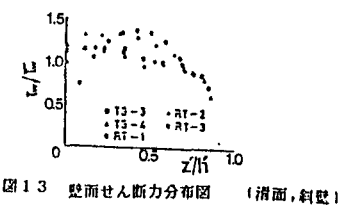


図 13 壁面せん断力分布図 (滑面, 斜壁)

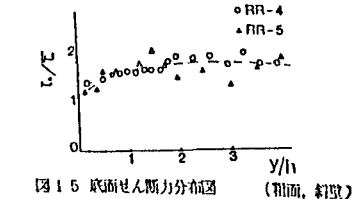


図 15 底面せん断力分布図 (粗面, 斜壁)

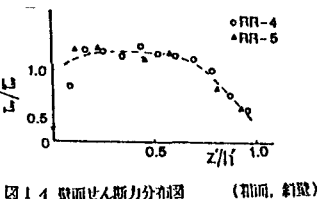


図 14 壁面せん断力分布図 (粗面, 斜壁)

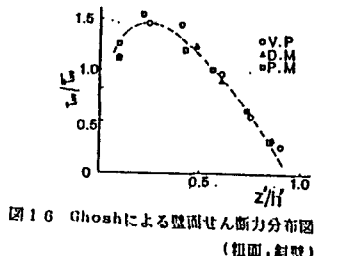


図 16 Ghoshによる壁面せん断力分布図 (粗面, 斜壁)