

早稲田大学 大学院 学生員 萩原義孝

早稲田大学 大学院 学生員 小池裕之

早稲田大学理工学部 正会員 関根正人

早稲田大学理工学部 正会員 吉川秀夫

護岸に対する水理は流れの複雑さから未解明の部分が多く従来護岸の設計は経験的な観点から行われてきた。そこで護岸の設計の手助けとなるように側壁近傍の流れの様子を知ることは意義があると考えられる。本論は粗度として棧粗度を用い、この結果を滑面水路の結果と比較し、また側壁の棧の間隔を変えてることによりその影響を調べた。

実験概要

実験水路は長さ20m、幅60cmの矩形可変勾配水路を用い、断面が台形なものについても調べるために水路内片側に傾斜角45°の壁面をいれた。粗度としては断面1cm×1cmの角柱木製棧粗度を10cm間隔に、水路床、側壁に張り付けた。また側壁の粗度の変化の影響を調べるために粗度の間隔を5cm、3.3cmにしたものも試みた。壁面、底面に作用するせん断力は測定用棧粗度の流れに対して前面と後面に作用する圧力を差圧計を用いて測定した。流速分布の測定はピトー管を用いた。

実験結果

図.5図.7に矩形、台形のそれぞれの壁面近くの流速分布を示した。比較のために富永ら¹⁾が滑面水路で行った結果を(a)に示した。台形断面の場合粗度がついているものの方が側壁近くでの水面付近の流速の低下が大きく滑面のものと比べて大きな二次流が存在していることが考えられる。

図.6に棧粗度の回りの圧力分布を示した。これから前面、後面とも中央の値を代表値として測定してこれに係数を掛けることによりその位置でのせん断力とする。図.1図.3に矩形断面での、図.2図.4に台形断面での隅角部付近でのせん断力の分布を水路床、側壁に関してそれぞれ無次元化したものを示した。図中の破線は沢野ら²⁾が滑面において測定して得られた結果を示したものである。壁面におけるせん断力分布は壁面の平均せん断力

表. 1 実験条件

RUN	流量 l/s	水深 cm	平均流速 cm/sec	Fr	勾配 ×10 ⁻²
1	13.5	7.3	45.7	0.56	1.26
2	28.9	10.7	62.8	0.83	1.12
3	20.3	9.0	54.0	0.55	1.29
4	13.6	7.1	47.6	0.59	1.27
5	23.3	9.1	61.2	0.67	1.27
6	11.7	7.0	41.5	0.52	1.06
7	26.1	11.7	51.1	0.49	0.69
8	12.1	7.0	42.7	0.53	1.26
A	7.6	10.2	18.7	0.19	0.014
B	9.9	9.1	37.3	0.40	0.059
11	26.1	11.7	51.1	0.49	0.69
12	26.1	11.7	51.1	0.49	0.67
13	26.1	11.7	51.1	0.49	0.66
14	26.1	11.7	51.1	0.49	0.54

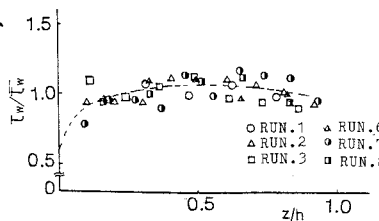


図.1 矩形断面壁面せん断力

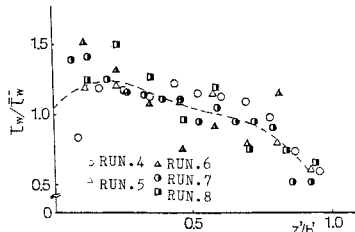


図.2 台形断面壁面せん断力

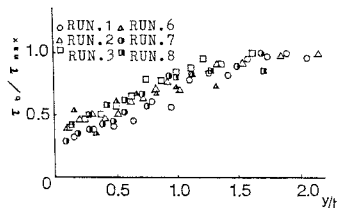


図.3 矩形断面底面せん断力

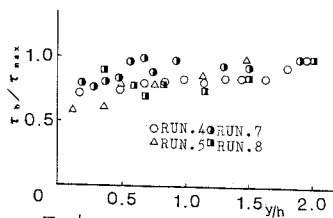


図.4 台形断面底面せん断力

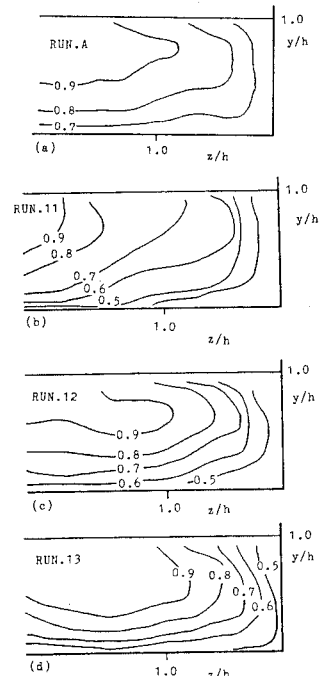


図.5 流速分布

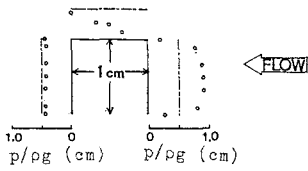


図. 6 棧周囲の圧力分布

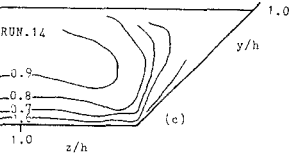
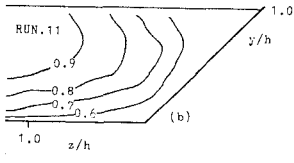
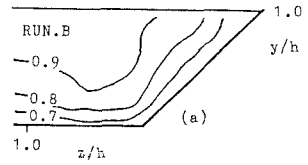


図. 7 流速分布

で無次元化により滑面と同様な分布形状をなすことが分かる。

次に側壁の粗度の変化が流

れに与える影響について調べた。実験ケースとしては他の条件を同じにして直壁に関しては棧粗度の間隔を10cm, 5cm, 3.3cmにしたもの、斜壁に関しては間隔を10cm, 5cmにしたものについて実験した。表.2に各RUNの棧の状態を示した。粗度の高さと粗度の間隔の比 c/k が10程度の時が最も粗度係数が大きくなることが報告されているので間隔を小さくすることにより粗さも小さくなると考えられる。図.8に各ケースの棧の前後の圧力分布を示した。黒く塗りつぶしたものが棧の前面の圧力、白抜きのものが後面の圧力を示す。どのケースについても水路中程に行くにしたがい前面の圧力は大きくなり後面の圧力は小さくなる傾向がある。このことと二次流との関係は興味のあることで検討の余地がある。図.5図.7から壁面の棧の間隔が変わることにより流速分布の様子は大きく変化することがわかるがそれに比べて底面のせん断力の分布には大きな変化はなく斜面の近傍においては差がない。図.11図.12は側壁の部分の棧前面と後面の圧力差であるがRUN.11以外は底面の棧の位置との関係で場所によって異なっていると考えられる。

まとめ

棧粗度に働く圧力を測定することにより粗な水路におけるせん断力を測定することができ、粗度が断面に一樣な場合には無次元化することにより分布が滑面と同様に一樣になることが分かった。また底面の粗度が大きい場合には側壁の粗度の変化の流れに対する影響は水面に近いほど大きく、底面のせん断力の分布に対しては小さく、その傾向は台形断面の方が強い。

なお、本研究は河上記念財団工学助成金の補助を受けた。

参考文献

- 1) 富永・江崎・柁津:土木学会論文集第381号, 1987.
- 2) 沢野・吉川ら:第31回水理講演会論文集, 1987.
- 3) 小池・萩原ら:第15回関東支部技術研究発表会概要集, 1988

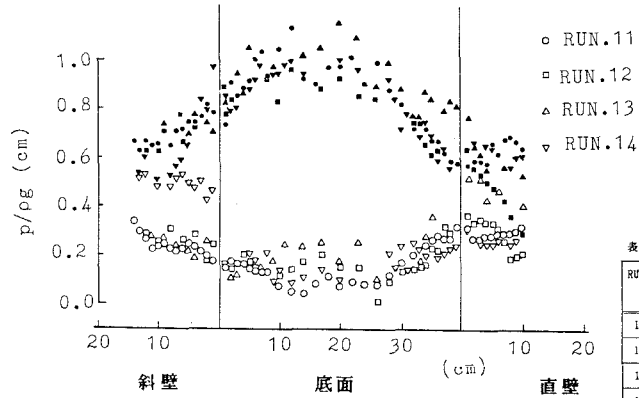


図. 8 棧の前面と後面の圧力分布

表. 2 棧の間隔

RUN	斜壁	底面	直壁
11	10	10	10
12	10	10	5
13	10	10	3.3
14	5	10	10

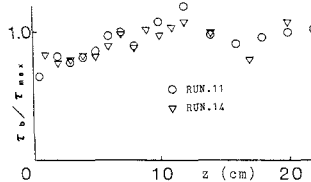


図. 9 斜壁近くの底面せん断力

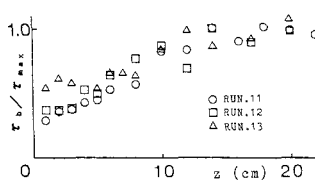


図. 10 直壁近くの底面せん断力

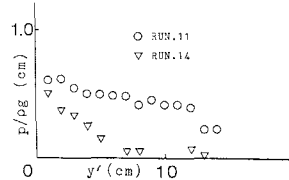


図. 11 斜壁の棧の前後面の圧力差

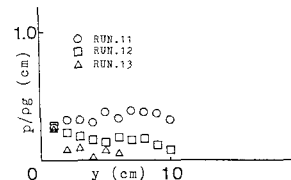


図. 12 直壁の棧の前後面の圧力差