

東洋大学 大学院 ○学生員 甲山 貴之
 東洋大学 工学部 正会員 福井 吉孝
 東洋大学 工学部 正会員 萩原 国宏
 東洋大学 工学部 正会員 田中 修三

1. はじめに

本研究は矩形断面開水路床に設置された角柱の棧粗度の本数、間隔および高さが流れに与える影響を調べるものである。ここでは棧を、流れに対し直角及び斜めに置いた場合での水理量を求めるとともに、流速の変化について考える。

2. 実験方法およびケース

使用した水路は長さ9（m）、幅30（cm）の亚克力製の矩形断面水路である。水路勾配を $I = 1/1000$ にセットし、一定の流量 $Q = 11.0$ （ l/s ）を与え、水路の下流端を堰上げして等流状態にして測定を行った。正方形断面の角柱棧型粗度の座標系、定義図を図-1に示す。実験ケースは表-1に示す。RUN（1）、RUN（2）では流況を見るとともに、相対棧間隔 L/k と、粗度効果についての関係等の水理量を算出し、RUN（3）では、棧の設置角度 θ を変えたときの流れの変化を調べた。流速計測にはピトー管とX型熱膜流速計を用いた。水深測定にはポイントゲージを用い、剥離域の長さはフロレッセンナトリウムを水路に流し、流況を写真撮影し測定した。

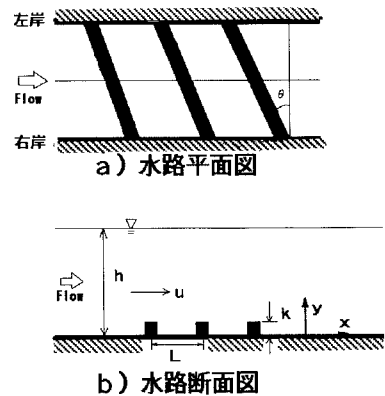


図-1 棧粗度設置および定義図

3. 実験結果

1) 粗度係数 n

図-2は棧の本数と n の関係を示した図である。

- ①棧の本数が増えると n の値は増す。
- ②棧の高さが増すと n の値は大きくなる。
- ③ n の値は L/k によって大きく変わるが $L/k = 10$ の場合に大きな値となる。

2) 流速変化

図-3が流下方向流速 u 、図-4が乱れ u' 、図-5

が横方向の流速 v の水路中央測線上での変化を示している。

- ①底面付近（ $y/h = 0$ 、

表-1 実験ケース

CASE		棧粗度高さ k (cm)	棧の本数	棧の間隔 L (cm)	相対棧間隔 L/k	棧設置角度 θ °
RUN (1)	A-1	1.0	1	∞	∞	0
	A-2	1.0	2	10.0	10	0
	A-3	1.0	3	10.0	10	0
	B-2	1.0	2	5.0	5	0
	B-3	1.0	3	5.0	5	0
	B-3	1.0	3	5.0	5	0
RUN (2)	A-1	0.5	1	∞	∞	0
	A-2	0.5	2	10.0	20	0
	A-3	0.5	3	10.0	20	0
	B-2	0.5	2	5.0	10	0
	B-3	0.5	3	5.0	10	0
	B-3	0.5	3	5.0	10	0
RUN (3)	A-1	1.0	1	∞	∞	15
	A-2	1.0	2	10.0	10	15
	A-3	1.0	3	10.0	10	15
	B-1	1.0	1	∞	∞	45
	B-2	1.0	2	10.0	10	45
	B-3	1.0	3	10.0	10	45

表-2 実験結果

CASE		損失水頭 h_f (cm)	粗度係数 n	$M-L$ 数 Fr	W/L 数 Re	摩擦速度 U_* (cm/s)	相当粗度 k_s (cm)	抗力 M_f (gf)	抵抗係数 C_D
RUN (1)	A-1	0.207	0.0167	0.506	23380	2.375	0.0523	25.68	0.0201
	A-2	0.360	0.0216	0.464	21940	2.372	0.0898	67.03	0.0599
	A-3	0.633	0.0268	0.482	22330	2.359	0.0941	137.27	0.1178
	B-2	0.225	0.0176	0.470	22330	2.375	0.0752	31.85	0.0275
	B-3	0.267	0.0186	0.464	21860	2.371	0.0940	42.39	0.0381
	B-3	0.267	0.0186	0.464	21860	2.371	0.0940	42.39	0.0381
RUN (2)	A-1	0.133	0.0134	0.459	21280	2.360	0.0706	8.41	0.0079
	A-2	0.159	0.0143	0.465	21910	2.370	0.0678	13.26	0.0119
	A-3	0.180	0.0146	0.476	22500	2.373	0.0715	17.97	0.0153
	B-2	0.175	0.0154	0.462	21770	2.371	0.0508	22.11	0.0200
	B-3	0.206	0.0164	0.451	21390	2.375	0.0905	25.66	0.0241
	B-3	0.206	0.0164	0.451	21390	2.375	0.0905	25.66	0.0241

2) では、流れは棧の直後で減速するが、次の棧を越えるときに加速される。

②しかし、水面近く ($y/h = 0.8$) までは粗度の影響は及んでいない。

③乱れ u' は大きな棧の場合、大きくなる (図-4)。また棧の直上の加速域では流れが一様になって u' も小さくなる。 $y/h = 0.8$ では u' も小さくなっている。

④斜めに棧をおいた場合には、流下方向速度の減衰が大きくなる。水路横断方向の流速は底面付近で大きくなるが、水面近くでは横断方向の流れは生じていない。つまり、斜め粗度の場合でも表面近くでは影響がでない。

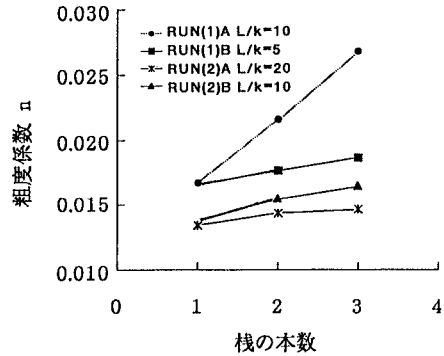


図-2 棧の本数と n の関係

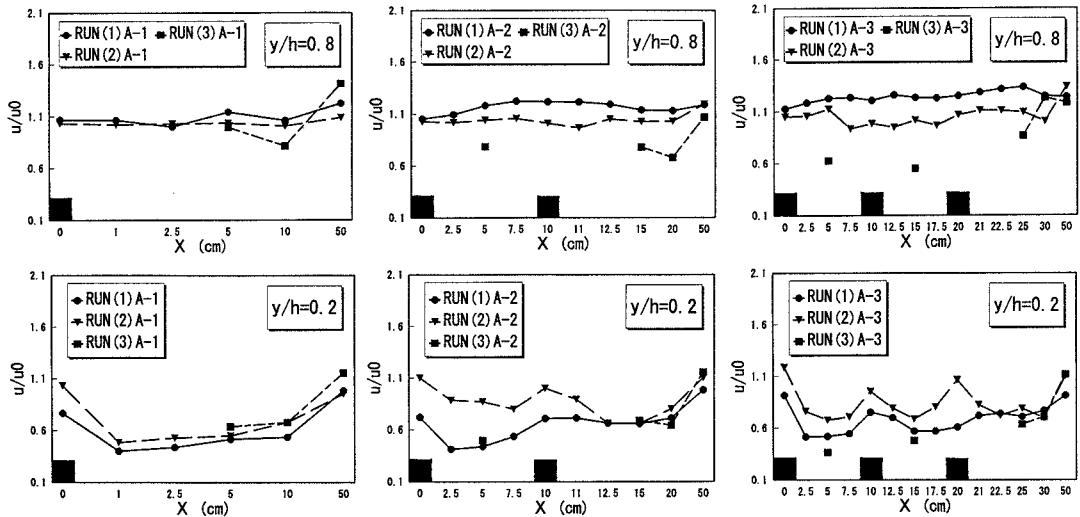


図-3 流下方向流速 u の変化

⑤棧の設置角度 (θ) が大きくなると、底面近くでは横断方向の流れも大きくなるが、表面近くでは影響を受けない。

4. おわりに

今後はレイノルズ応力分布についても検討を加える。また、棧の配置を変えて、流況の可視化も行う予定である。

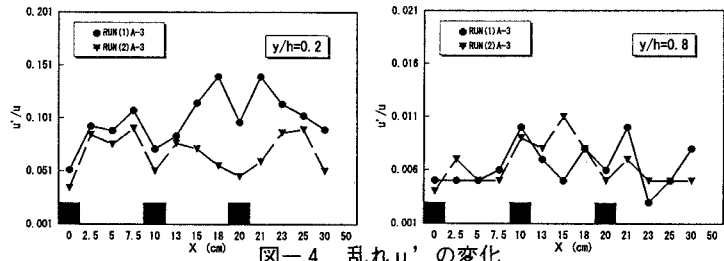


図-4 乱れ u' の変化

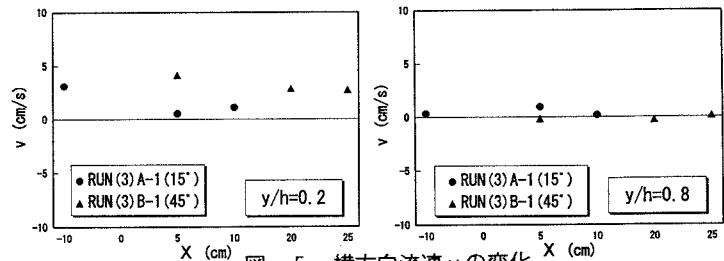


図-5 横断方向流速 v の変化

- 【参考文献】 1). 仲村・高松・福井・吉川：河川護岸の設計に関する基礎的研究、水工学論文集、vol. 37, 1993.
2). 富永、水工学論文集、vol. 36, pp. 163-168, 1992
3). 佐久間、萩原・奥、夏目・山本、東洋大学卒業論文、1993, 1994, 1995.