

II-18 砂礫堆上の流れについて

東大生研 正員 〇井口昌平
 〃 〃 鮎川 登

東大大学院 学生員 青木 佑久
 東大工学部 〃 紀陸 富信

砂礫堆が発達している水路に着目し、砂礫堆上の流れの解析を試みた。砂礫堆は図2に示すように3次元的な形状であって、水路を1つの平均断面で置換えるのは適当でない。ここでは、水路の中の流れを、河床の形態に従って、2つの部分に分けて、1つは流量が場所的に増加する流れ、他は流量が場所的に減少する流れとして扱う。

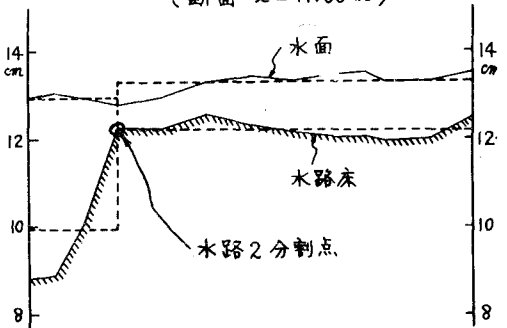
(1) 実験

長さ20m、幅50cm、勾配 $1/55$ の直線水路に、平均粒径2.3mm、比重2.57の砂を敷き、 $3,500 \text{ cm}^3/\text{sec}$ の流量を流し、砂礫堆を形成させた。この状態で流れを停止させ、水路床を塗料によって固定させた。固定した砂礫堆上に再び $3,500 \text{ cm}^3/\text{sec}$ の流量を流し、砂礫堆の一波長間(断面 $x=10.80\text{m} \sim x=14.60\text{m}$)において、水位と流速を測定した。

(2) 水路の中の流れの分割

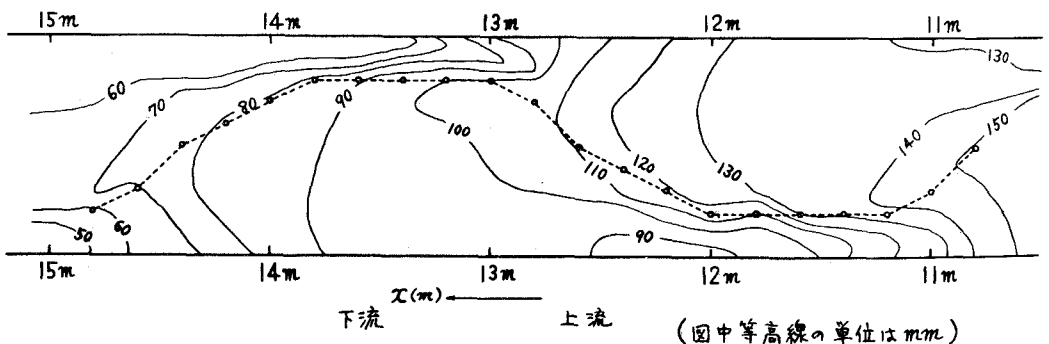
水路床の横断面図により、図1のように、水路を2つの部分に分割した。この水路の2分割点は水路の横断方向の流量累加曲線の変曲点にあっている。水路の2分割線を水路床平面図に示すと図2の点線のようになる。分割された2流路の形状(図1の点線のような矩形断面として考える)と流量を表1に示す。右岸側の流路は断面 $x=11.20\text{m} \sim 12.80\text{m}$ 間は流量が場所的に減少する流れ、断面 $x=10.80\text{m} \sim 11.20\text{m}$ 間および $x=12.80\text{m} \sim 14.60\text{m}$ 間は流量が場所的に増加する流れである。左岸側の流路では逆に

図1 横断面図の一例
(断面 $x=11.60\text{m}$)



なる。水路を1つの矩形断面で置換えた場合の平均河床高と水路を2分割した場合の右岸側の流路の

図2 水路床平面図および水路2分割線



(図中等高線の単位はmm)

平均河床高と平均水面高を図3に示す。

(3) 水面形計算

流量が場所的に変化する流れの運動方程式は次式で与えられる。ただし、単位流路長あたりの流入量を q （流出の場合は $q < 0$ ）とし、流入量は v' の速度で流路の流し方向と θ の角度で流入するものとする。

$$-i + \frac{dh}{dx} + \frac{\alpha v}{g} \frac{dv}{dx} + i_f + \frac{\alpha v q}{gA} - \frac{g v' \cos \theta}{gA} = 0$$

表1 流路形状と流量

断面	左岸側流路					右岸側流路				
	流路幅	水面高	河床高	底勾配	流量	流路幅	水面高	河床高	底勾配	流量
	cm	cm	cm		cm ² /sec	cm	cm	cm		cm ² /sec
10.80	25.0	14.56	13.71	0.078	964	25.0	14.77	12.74	0.0015	2556
11.00	15.0	14.02	12.15	0.041	917	35.0	14.31	12.77	0.003	2603
.20	10.0	13.51	11.33	0.0435	876	40.0	13.94	12.71	0.0115	2644
.40	10.0	13.26	10.46	0.025	1178	40.0	13.62	12.48	0.014	2342
.60	10.0	12.95	9.96	0.031	1210	40.0	13.29	12.20	0.015	2310
.80	10.0	12.92	9.34	0.024	1334	40.0	13.09	11.90	0.010	2186
12.00	10.0	12.33	8.86	0.0115	1606	40.0	12.72	11.70	0.021	1914
.20	15.0	12.09	9.09	0.001	2166	35.0	12.11	11.28	0.022	1354
.40	20.0	11.57	9.07	0.002	2487	30.0	11.64	10.84	0.040	1033
.60	25.0	11.17	9.03	0.0115	2769	25.0	10.78	10.04	0.0495	751
.80	35.0	10.83	9.26	0.0085	2820	15.0	10.46	9.05	0.0505	700
13.00	40.0	10.47	9.09	0.001	2746	10.0	10.17	8.04	0.0445	774
.20	40.0	10.17	8.87	0.0095	2618	10.0	9.85	7.15	0.030	902
.40	40.0	9.83	8.68	0.0145	2278	10.0	9.72	6.55	0.033	1242
.60	40.0	9.56	8.37	0.0155	2144	10.0	9.35	5.89	0.0185	1376
.80	40.0	9.18	8.06	0.006	1898	10.0	9.17	5.52	0.011	1622
14.00	35.0	8.85	7.94	0.021	1418	15.0	8.73	5.74	0.0025	2102
.20	30.0	8.24	7.52	0.0385	926	20.0	8.09	5.69	0.0075	2594
.40	25.0	7.63	6.75	0.045	779	25.0	7.71	5.54	0.003	2741
.60	15.0	7.06	5.83		698	35.0	7.25	5.60		2822

上式により水面形を計算する。 v' としては、流量が減少する場合は $v' = v$ とし、流量が増加する場合は同一断面の流量が減少する流路の流速に等しいとした。 θ は流線の観測により $\theta = 30^\circ$ 、 α は流速の測定結果により $\alpha = 1$ とした。摩擦勾配 i_f はManningの公式により $i_f = \frac{n^2 v^2}{R^{4/3}}$ 、 n はStricklerの公式 $n = 0.015 d^{1/2}$ により $n = 0.017$ とした。なお、 q としては、ここでは、測定結果をそのまま用いたが、今後、更に実験を行い、 q を2流路向の水位差、河床高の差などの関数として決定できるようにする積りである。水路を2分割した場合の右岸側の流路についての水面形の計算結果を図3に示す。

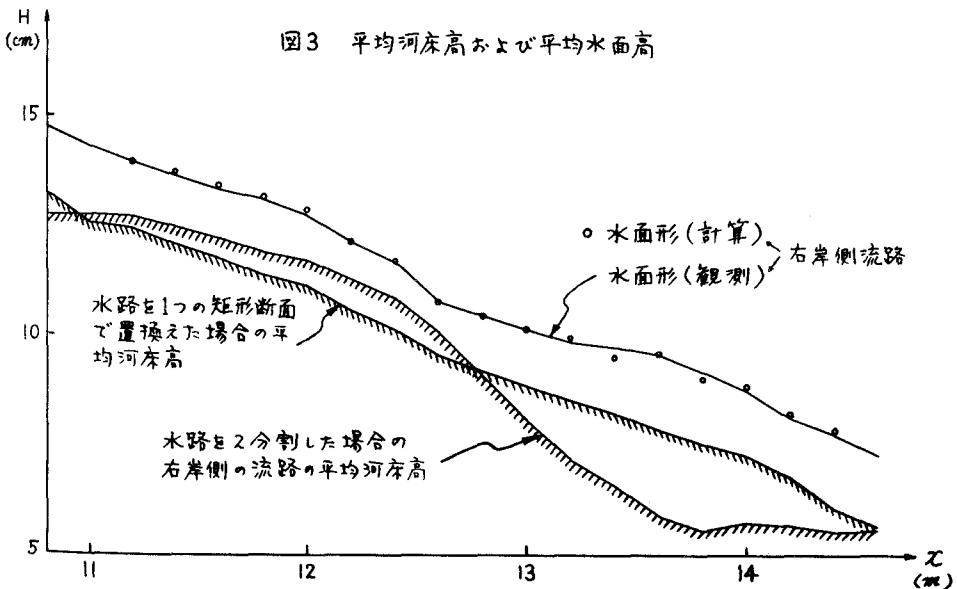


図3 平均河床高および平均水面高