

II—5 六脚ブロック上の流れに関する実験的研究

豊橋技術科学大学 学生会員 ○中村 勝男

田中 昌治

正会員 中村 俊六

足立 昭平*

1 緒言 取水ゼミの下流に設置される護床工に六脚ブロックが用いられることが多くなつたが、六脚ブロック上の流れの特性については必ずしも十分解明されていない。本報告は、六脚ブロックを最も密に敷設したときの粗度特性に関する実験結果の概要を報告するものである。

2 実験装置と実験方法 実験に用いた水路は鋼製ペンキ塗装の、幅40cm、深さ20cm、長さ14m（水平部2m、傾斜部12m）の長方形断面直線水路（勾配可変）であり、六脚ブロックは傾斜部始点より1m下流から水路末端まで敷かれている。六脚ブロックの配置法は図-1のようである。この配置の方法は一般には用いられていないが、今回は、いわば最も密に敷き並べた場合として採用した。流速分布の測定は、傾斜部始点より3m以上下流に行なれば、どの断面でもほぼ同様の流速分布が得られるという予備実験の結果から、主として4m、4.5m、5mで行なった。測定にはフロベラ流速計（篠塚製作所）を用いた。

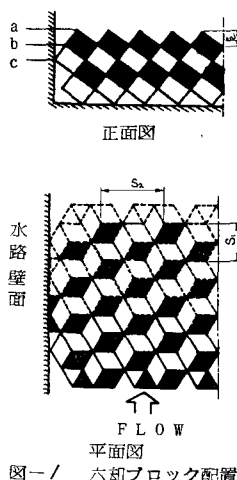


図-1 六脚ブロック配置図

3 実験結果 今回行なつた10 Caseの実験について、実験条件および測定諸量を表-1に示す。同表中、Hは図-1のbの位置から測つた水深であり、A、Bは、流速分布が図-2および3に示すように対数分布をしていることから、各流速分布を次式で近似したものである。ただし γ としてcm単位を用いている。

$$u/u_* = A \log y + B \quad (\text{ここに、} u \text{ は位置} y \text{ における流速であり、} y \text{ 軸は図-1の} b \text{ 点を原点として鉛直上向きにとり、また、} u_* = \sqrt{g H I} \text{ であり、} I \text{ は水路床勾配を用いた。})$$

表-1 実験条件および測定諸量

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iw	1/507					1/224				
Q(l/s)	3.45	4.72	5.66	6.49	7.55	3.65	4.88	5.76	6.51	7.63
H(cm)	4.40	5.12	5.59	6.01	6.49	3.84	4.38	4.69	4.68	5.14
A	7.13	7.62	8.57	7.90	7.65	5.45	6.15	6.81	5.95	6.20
B	4.55	4.58	4.77	4.75	5.20	5.45	5.70	5.46	6.45	6.25
n	0.0314	0.0292	0.0265	0.0268	0.0251	0.0296	0.0272	0.0271	0.0244	0.0245

ただし上式に $\gamma = \delta \sim H$ について積分して得られる断面平均流速とマンニングの式との対応から得られる次式より求めた粗度係数である。（ $\delta = 10^{-8/\gamma}$ ）

*足立昭平先生御存命中に、先生の構想・御指導に従って行なつた研究である。

$$H(\text{cm})^{1/3}/n\sqrt{g} = A \log H(\text{cm}) + B - A/23$$

表-1を見ると粗度係数 n は水路床勾配 α および流量により若干変化するが、平均的には $n=0.027$ 程度である。この値は仮にこれが $1/100$ の模型とあると仮定すれば、現実河川は、 $n=0.058$ に相当する。

4 イボ型粗度における実験式との対応

図-4に示すようなイボ型粗度については足立⁽¹⁾の実験式がある。すなわち突起の高さ h とその幅 w に対して次式が与えられている。

$$H^{1/3}/n\sqrt{g} = 10.6 \log(H/h) + 540 \log(S/F) - 5.47 \quad (\text{ここに、} H \text{ は図-4に示す水深、} S/F \text{ は相対イボ間隔で、イボ粗度要素1個当りの水路支配面積} S = S_1 S_2 / 2 \text{ とイボ粗度要素の流れに対する投影面積} F = h w \text{ から求まる。})$$

今の場合、敷設された六脚ブロックの状態は、一見図-4に示したイボ型粗度の場合とはかけ離れているが、仮にイボ型粗度と同様に見れば、図-1より突起1個当りの支配面積 $S = 364 \text{ cm}^2$ 、投影面積 $F = 0.75 \text{ cm}^2$ となり、水深 H と共に用いることにより、上式から粗度係数 n を求めることができる。図-5、6、7は上記の方法により求めた粗度係数 n_A と、前述の流速分布式から求めた粗度係数 n とを併記したものである。図-5は勾配 $1/507$ で流量を変えたもの、図-6は勾配 $1/224$ で流量を変えたものである。なお、図-7については流量 $Q = 5.91 \text{ l/s}$ で勾配を変えたものであるが、これには表-1に示されていない実験の結果も含まれている。図-5と7を見ると、一般にイボ型粗度の実験式を用いた値(n_A)の方が流速分布から求めた値(n)よりも若干大さめであるが、勾配の違いや流量の違いにもとづく粗度係数の変動のしかたから考えれば、その違いは十分小さく見做し得よう。また、イボ粗度の実験式を求める際に使用した水路床勾配($1/500$)と大きく異なる $1/224$ の勾配については、両者の違いが無視しえようである。

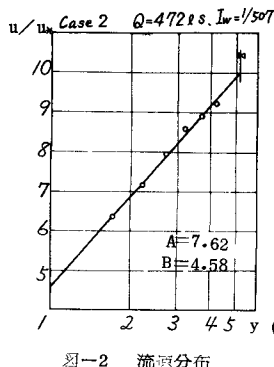


図-2 流速分布

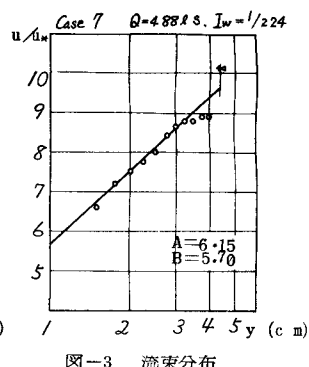


図-3 流速分布

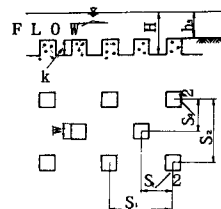


図-4 イボ型粗度配置図

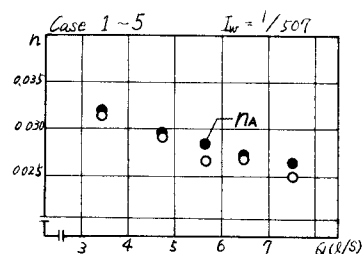


図-5

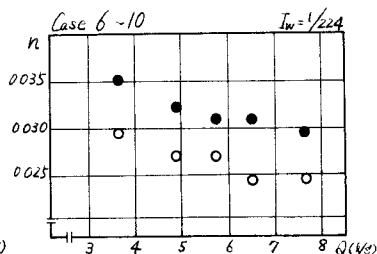


図-6

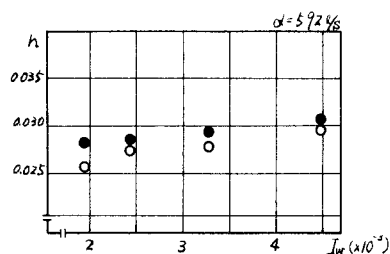


図-7

5. 結言 以上、六脚ブロックを最も密に敷設した場合の粗度特性に関する実験結果を示した。今後、他の敷設方法における粗度特性についても更に検討を進めると共に、六脚ブロック上の流れの特性を究明し、護床工の合理的な設計法について考察を進める所存である。

〔参考文献〕 ①足立昭平：人工粗度の実験的研究、土木学会論文集 第104号、昭394、pp33~44