

急勾配水流の平均流速に関する実験的研究 (Ⅲ)

— 棧 型 粗 度 —

九州大学農学部 岩 元 賢

I. はじめに

砂防工事における流路工として、護岸、水制、床固工等が施工されているが、これら人工構造物周辺の流れに関する詳しい知見に対して、現状では水理模型実験の効用は多大なものである。しかし、一般には、人工粗度は種類が多く、その形式にも一貫したものが無い様に思われる。

ここで、筆者は一般粗面の形態について各種の人工粗度を用いて、その形状、寸法、配置等による流れの抵抗特性を実験的に把握しようとするものである。

II. 実験方法

前報⁽³⁾と同じ鋼製水路を用い、水路床に塩ビ板を張り付け、さらにその上に高さ (K)、幅 (t) とともに等しい 2 種類の正方形断面棒 (4.3×4.3cm, 2.5×2.5cm) を流れの横方向に等間隔 (S) に敷き並べた。その間隔は $S/K = \infty, 8, 4, 2$ の 4 段階である。また勾配は約 1/100~1/10 の 6 段階で、これらに水路の粗度比べて水深があまり大でない条件の一定流量を流し、流れの形態、流速分布および粗度要素の抗力等を測定した。

III. 実験結果と考察

2 種類の棧型粗度の実験により、次の結果を得、若干の考察を行なった。

(1) 流れの形態

足ららの研究⁽¹⁾⁽²⁾により、人工粗面における流れの形態は粗度後流の乱れの発生や拡散により、それぞれ完全干渉流、孤立粗度流および不完全干渉流の 3 つに分類されている。

筆者の実験においても、 $S/K = \infty$ は孤立粗度流、 $S/K = 4, 2$ は完全干渉流、また $S/K = 8$ の一部ではその勾配の程度により不完全干渉流と完全干渉流が発生するようであった。

足ららの実験によると、 $S/K = 8$ がその境界点として指摘されているが、ここでもそのような傾向がみられた。

(2) 平均流速式と粗度係数

本実験における平均流速式 ($U = NR^a I^b$) を最小自乗法で求めると表-1 のようになった。各係数にはバラツキがみられた。これは粗度間隔や勾配、水深の違いによる流れの形態の変化を考慮せずに、これらをすべて同じ方法で計算したためと思われる。

また、従来よく使用されているマニング式により求めた粗度係数 n も表に示した。この値により、これらの粗度水路を抵抗の面からみると、 $S/K = 8$ の時が最も流速の減勢効果があるように思われた。この事は(3)で述べるマサツ抵抗係数でも同様であった。

(3) 抗力係数とマサツ抵抗係数

一樣な速度 U の流れの中にある物体のうける抗力 D は次のように定義されている。

$$D = \rho C_D K U^2 / 2$$

ここに、 C_D : 抗力係数、 ρ : 流体の密度

K : 物体の流れに対する射影高

$K = 4.3, 2.5$ cm のこれらの結果を表-1 に示した。いずれの粗度の場合も $S/K = \infty, 8, 4, 2$ とともに $C_D = 0$ であった。

しかし、従来の実験では $S/K = \infty$ の孤立粗度流の時、 C_D の値は 1.0 以上と報告されているが⁽¹⁾⁽²⁾、本実験ではそのような傾向がみられなかった。これは、粗度の大きさ、勾配あるいは抗力の測定方法等にその原因があると思われるので、今後検討したい。

また、急勾配水流の全水深に対するマサツ抵抗係数 ($C_f = 2\rho g R I / \rho U^2$) を表に示した。これより、 C_f 値は粗度間隔により影響をうけることが判った。これらの傾向は、 Φ モルタル、4.4, 13.5, 22.3, 31.0mm 水路による筆者の実験⁽³⁾と合致するものである。

(4) 抵抗則

粗度の大きさと間隔の相違によって生じた流れの形態により、粗度上の流速分布およびそれに基づく抵抗則は従来の傾向とは異なっていることが判った。すなわち、下層水路床部 (粗度層) の流速分布は上層乱流部の勾配 5.75 の直線部からはずれてくるようである。

また、抵抗則の一例を図-2 に示した。

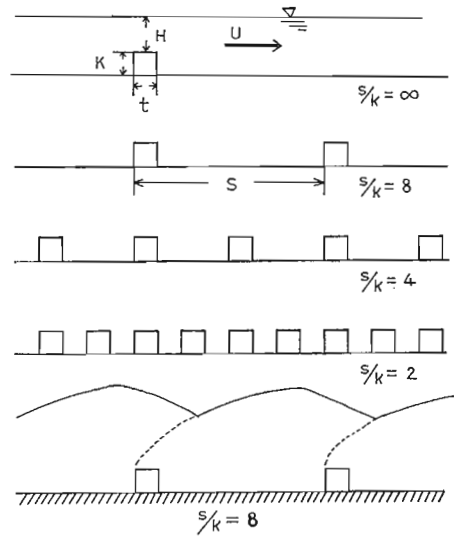
上述の事は、一般河川すなわち、粗度そのものが小さく、かつ水深が大なるところでは無視できるものと思われる。しかし、砂防の流路工においては、粗度が大きく、水深が小なる場合の流れを対象としているので、今後検討していく必要がある。

IV. あとがき

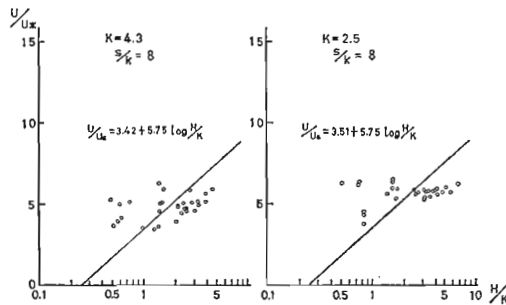
流路工に関する基礎実験として、棧型粗度による流れの特性を形態、係数、流速式等により若干検討した。その結果、粗度高や間隔による効果が判り、ここでは $S/K=8$ がよく減勢効果を発揮するようであった。今後は、各種形状の粗度によりさらに検討を加えていきたい。

引用文献

- (1) 足立昭平：人工粗度の実験的研究 土木学会論文集 149号 1964.
- (2) 山岡 勲：河床の矩形粗度が水路の抵抗に及ぼす効果の研究 北海道開発局 土研報告27号 1962.
- (3) 岩元 賢：急勾配水流に関する基礎的研究 1972年, 砂防学会講演会発表



図一 棧型粗度の配置と流れの形態



図二 棧型粗度の抵抗則の一例

表一 棧型粗度の各種係数

水路の種類		N	α	β	n	C_f	C_D
エンピ板		16.874	0.2462	0.3819	0.0106	0.0063	—
K=4.3	S/K= ∞	43.996	0.7072	0.4294	0.0204	0.0217	0.0017
	8	21.138	0.6910	0.4038	0.0376	0.0746	0.0013
	4	63.002	0.7457	0.5696	0.0251	0.0327	0.0004
	2	43.688	0.5865	0.4593	0.0162	0.0130	0.0003
K=2.5	S/K= ∞	42.371	0.4881	0.5192	0.0144	0.0128	0.0011
	8	25.121	0.6369	0.4421	0.0302	0.0503	0.0007
	4	37.620	0.5792	0.5239	0.0223	0.0266	0.0002
	2	39.190	0.5262	0.4575	0.0144	0.0115	0.0000