

II-90

山地部礫層河床における流水抵抗に関する検討

愛媛大学工学部 正 員 鈴木幸一
 菱和設計コンサルタント 正 員 渡部誠司

愛媛大学工学部 正 員 門田章宏
 愛媛大学大学院 学生員 森 一庸

1. はじめに

礫床河道において、局所的に平水時には表面流量がなく、流量が増すと表面流が出現するのが特徴であるが、水面が河床より下に存在する場合と上に存在するときの流量の関係は大きな違いが見られる。ここでは、礫層河床での流量と水深の関係を調べ、表面流が発生しない場合には礫層を流れる水の抵抗則、発生する場合には従来のマンニングの粗度係数について計算を行った。

2. 実験方法および条件

実験に使用した河床構成材料は平均粒径 1.48cm のほぼ均一粒径の礫であり、この礫を下流端より上流に向かい約 6m、厚さ 15cm で敷き詰めた。また、河床勾配は 1/50(Run-A)、1/100(Run-B)、1/200(Run-C)の3通りである。流量を段階的に増やし流量制御を行い、各段階で定常流になるように通水し安定したときの水深を測定するとともに、その時点の流量を下流端で測定した(図-1)。

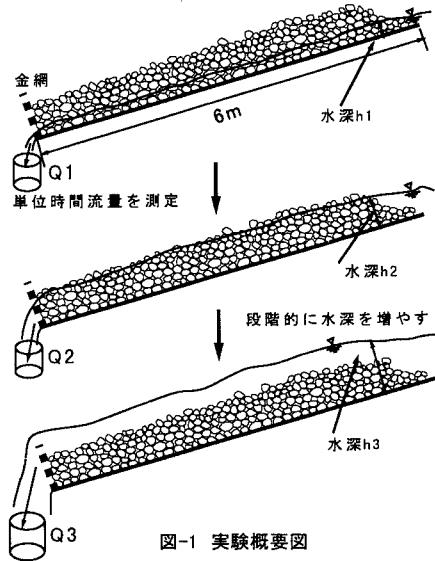


図-1 実験概要図

3. 礫層内を流れる場合の抵抗則

図-2 は実測による流量と水深との関係について示したものである。図中の直線は Stephenson (1979)¹⁾による水面が礫層河床以下の場合の流速推定式であり、 $V = n_p (S_0 g D / K')^{1/2} \dots (1)$, $q_m = V \times d \dots (2)$ で表される。ここに、 V :礫間流速、 n_p :空隙率、 S_0 :水面勾配、 g :重力加速度、 D :平均河床材料粒径、 K' :無次元摩擦係数、 q_m :単位幅当たりの礫間流量、 d :水深である。また、 $K' = K + 800 / R_n$, $R_n = dV / n_p \nu \dots (3)$ であり、 K :係数(=4)、 ν :動粘性係数である。図より、河床勾配によらず各 Run と同様に水深とともに流量が増加する。水深が河床高より下面にある場合、水深に対して流量の増加はごく僅かであるが、河床高を越える場合、流量の増加は顕著である。また、図-3 の礫層間における実測流量との比較より、Stephenson による流速推定値との良好な一致を示し、上式(1)から(3)で表される流速推定式が妥当であるといえる。なお、この流速推定式からの流速値の評価には、水深が場所的に変化するため K' についても各計測地点で補正することによってより両者は妥当な一致を示している。

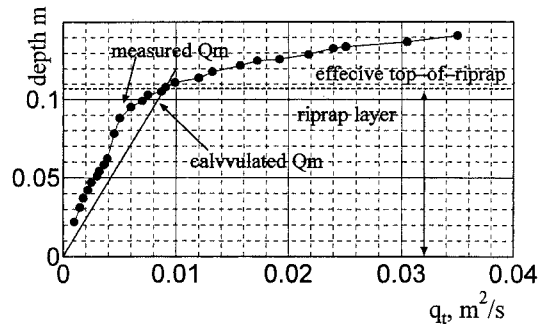


図-2 実測による流量と水深との関係

配によらず各 Run と同様に水深とともに流量が増加する。水深が河床高より下面にある場合、水深に対して流量の増加はごく僅かであるが、河床高を越える場合、流量の増加は顕著である。また、図-3 の礫層間における実測流量との比較より、Stephenson による流速推定値との良好な一致を示し、上式(1)から(3)で表される流速推定式が妥当であるといえる。なお、この流速推定式からの流速値の評価には、水深が場所的に変化するため K' についても各計測地点で補正することによってより両者は妥当な一致を示している。

4. 表面流が存在する場合の抵抗則

キーワード: 礫層河床, 礫層内流れ, 流速推定式, 表面流, マニングの粗度係数

(〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 愛媛大学工学部環境建設工学科 TEL&FAX 089(927)9831)

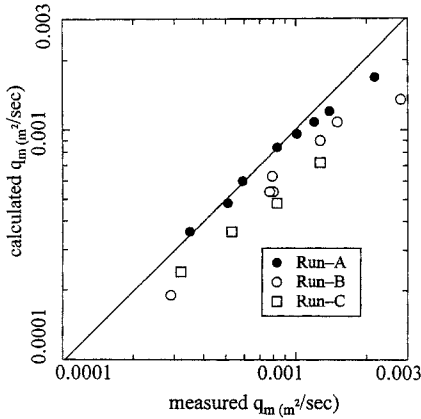


図-3 実測流量と計算流量との比較

河床表層でのマンニングの粗度係数について検討するため、流量を表面流量と礫層流量の二つに分ける(図-4)。礫層内の流量は表面が礫層高と等しい場合の流量で表し一定とする。また、この礫層流量を全体の流量から差し引いたものを表面流量とする。粗度係数 n は、 $n = 1/V \cdot R^{2/3} S^{1/2} = d^{5/3} S_0^{1/2} / q_s \dots (4)$ で与えられる。ここで、 R :径深($\cong d$)、 S :エネルギー勾配、 q_s :表面流に関する単位幅当たりの流量である。これによって評価したマンニングの粗度係数 n の結果が図-5であり、相対水深に対して示されている。水深が 0.01~0.04cm 程度で低い場合は、河床の粗さを受け粗度係数が大きくなるものの、水深が高くなるにつれて粗度係数は 0.02~0.03 の間に収束することが分かる。Ugart and Madrid(1994)²⁾は、様々な山地河川のた粗度係数のデータから、 $n = \{0.183 + \ln[1.7462 S_f^{0.1581} / F_d^{0.2631}]\} (D_{84}^{1/6} / g^{1/2}) \dots (5)$ のように表現した。ここで、 F_d :フルード数、 D_{84} :河床材料の 84%粒径、 S_f :摩擦勾配である。図-6 は式(4)で評価したマンニングの粗度係数と式(5)との比較を行ったものであり、式(4)による粗度係数が若干小さめの値を示しているものの両者は比較的相关性があるものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、礫層内を流れる場合と表面流が発生する場合とに分け、それぞれの抵抗則について検討した。今後、実河川での流速データも計測することによって詳細な検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) Stephenson, D. (1979) : Rockfull in hydraulic engineering. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 2) Ugarte, A. and Madrid, M. (1994) : Roughness coefficient in mountain rivers, Proc. Hydr. Eng., ASCE, pp.652-656

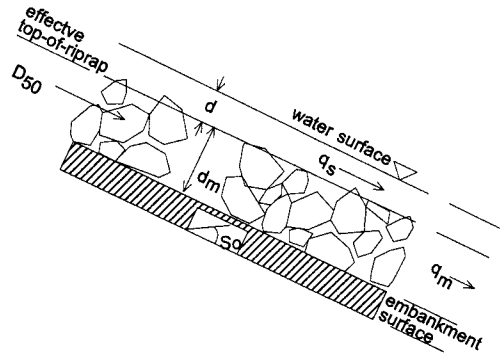


図-4 礫層内流量と表面流量

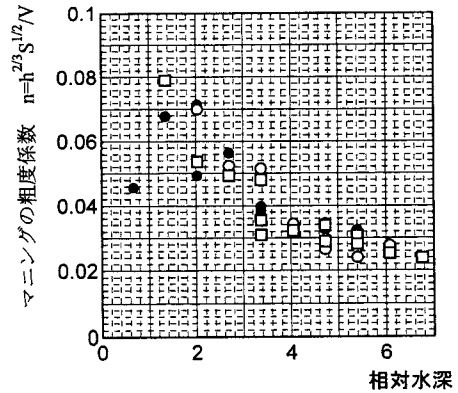


図-5 相対水深に対するマンニングの粗度係数

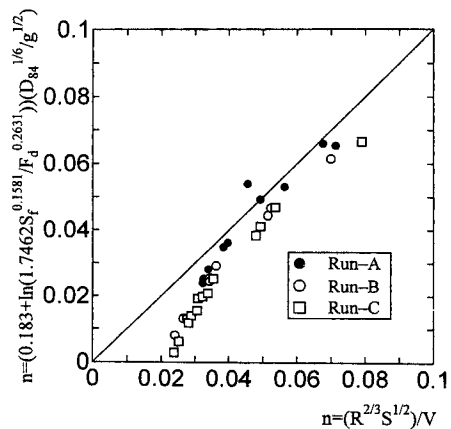


図-6 Ugart and Madrid による粗度係数との比較