

山地河川における小流量時の流況に関する基礎的研究

豊橋技術科学大学 学生員 ○井上康宏
同上 正員 中村俊六

1. 緒言 例えばいわゆる「維持流量」をどの程度流せば、その川がどのような流況になるのか？ 水面上に巨礫が露出している状況下で粗度係数をどの程度に見積れば良いのか？ 水面形は？ あるいは、そもそもそんなとき潤辺長や径深はどのように取り扱えば良いのか？ これが本研究の主題である。

こうした、山地河川の流況などに関係した研究が無いわけではない⁽¹⁾が、とりあえずすぐに使えそうなものは極めて少ない。ここでは、その稀なひとつに注目し、現実の河川に適用してみた。

2. Herbach & Shulits の方法⁽²⁾ Herbach & Shulits(1964)は、巨大(立方体)粗度を、規則的あるいは不規則に配置した実験的研究から、以下の算出法を提唱した。

【前提条件】流量 Q 、幅 B 、勾配 S 、水温、粗度の高さと配置は与えられていて、流れは等流とする。

【計算手順】①水深 d を仮定する。単位幅当りの流量 q を求めてこれを q_1 とする。②粗度パラメータ θ を(1)式により計算する。③種々の勾配に対して与えられた θ と d (および q)の関係図(例えば図-1)を用いて、 θ および d から q を求める。④得られた q が(①の) q_1 と異なる場合は d を仮定しなおして、一致するまで、上記の計算を繰り返す。⑤粗度係数 n は(2)式で与えられる。

$\theta = \Sigma A_v / A_n \dots (1)$ $n = R^{2/3} S^{1/2} / (q/d) \dots (2)$ ここに、 ΣA_v : 河床面積 A_n 中にある粗度の、水面下にある部分の鉛直(流れの遮蔽)面積の合計、 R : 巨大粗度を除いて考えた径深、

3. 実河川への適用例 Y川の支川で地形測量及び流量観測等を実施した。図-2~4はその結果得られた平面図、縦・横断面図の一例である。流量 Q は $0.84(\text{m}^3/\text{s})$ であった。

【準備】①(基準とする)河床底の決定・・・縦断面図(図-3)に、各横断面(A~D)の最深部の標高(星印)を記入し、最小自乗法によって直線近似。ふたつの縦断面から2つ得られるが、1-1断面のものを採用。これを基準河床底とした。② S =基準河床底直線の勾配である。③A~D断面ごとに、それぞれ水面幅と平均水深(=巨大粗度(図-4中の塗りつぶされた部分)を除いた断面積/水面幅)の関係を求め、基準点からの水深ごとに各水面幅を算術平均することによって、平均的な「水面幅-平均水深関係」を得る。④全区間(断面A-Dの区間)に50cm間隔の横断面を想定し、すべての想定横断面での粗度はA~D断面における平均的なものと仮定した。その結果、平均水深に対する粗度パラメータ θ の関係図(図-5)を得る。⑤図-1中の q は小さすぎるので、フルードの相似則を用いて大きな q に適用可能なものに換算した「拡張解釈図」を得る。

【計算】⑤平均水深 d を仮定。「水面幅-平均水深関係」から水面幅が求まり、これと Q とから q_1 が得られる。

⑥図-5から θ を得る。⑦「拡張解釈図」から q を得る。これが仮定した q_1 と一致するまで上記の過程を繰り返す。

以上の結果得られた水面形を図-6および図-3に破線で示す。実測水面(実線)と比べかなり良い結果と言えよう。なお、計算結果としての粗度係数は $n=0.081$ であった。

4. 結言 ひとつの手がかりを得た。今後はより複雑な状況下での改良を進めたいと考えている。

【参考文献】(1)例えば、長谷川和義：山地河川の形態と流れ、水工学シリーズ88-A-8、1988、(2)J.B.Herbich & S.Shulits: Large-Scale Roughness in Open-Channel Flow, Proc.ASCE, 90-HY6, 1964

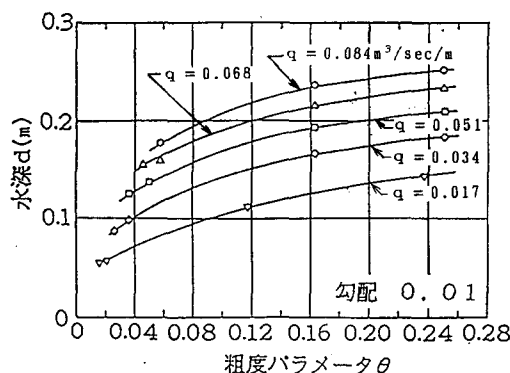


図-1 粗度パラメータ θ と水深 d と q の関係

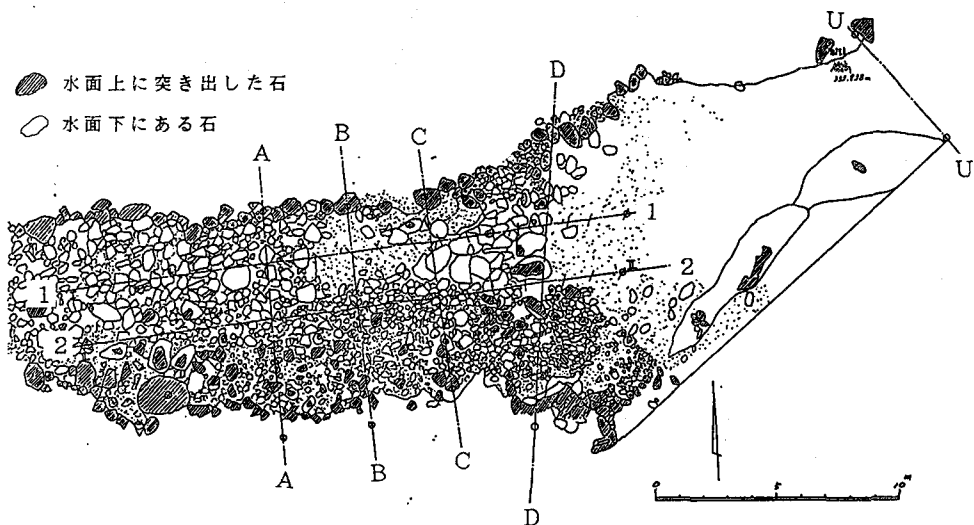


図 - 2 平面図

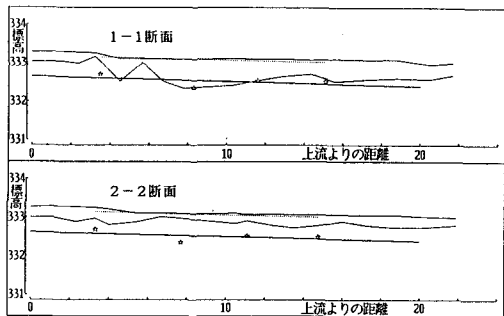


図-3 縦断面図

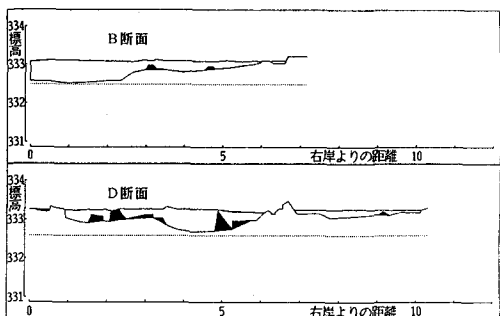


図-4 横断面図

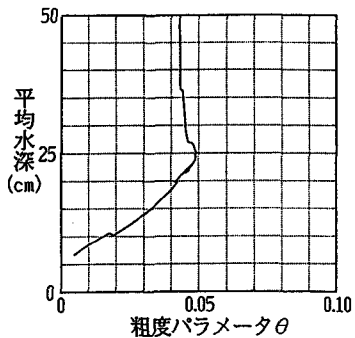


図-5 平均水深に対する粗度パラメータ

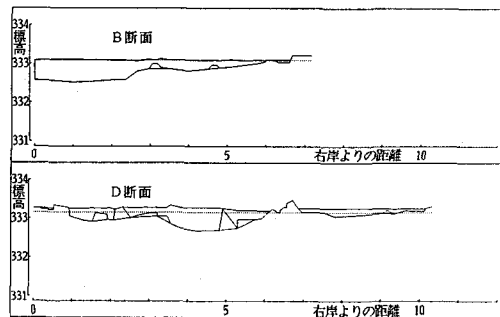


図-6 水面形 (計算結果)