

砂礫河床の粗度

長野高専 正員 松岡 保正 学生員○加藤 憲一

1. はじめに

河川の粗度に関する研究は歴史も古く、様々の観点から数多くの研究がなされてきている。近年の、器や解析処理技術の目覚ましい発達、以前は実河川では出来にくかった取り組みかたの幾つかを容易にした。この間、室内実験水路に於ては、乱れの構造や流れの組織的構造等の分野で多くの成果が得られている。室内実験水路に於けるそうした成果を、実河川に於て生かすべく、平均流速分布や乱れの観測例を充実させていくことも、本研究の目的の一つである。

砂礫河床に限らず、河川では同一地点でも水位が変動する。出水時ともなると、場所によっては平常時の数倍以上の水深になると同時に、河床のほうもかなりの厚さで変動しつつ移動しているものと考えられる。更に厄介なことには、一度大規模な出水が起きると、河床の状況が大幅に変わってしまうことが多い。礫床河川における、こうした、境界条件の時間・空間両面での大きな変動は、濁水時から出水時に到るまでの、一貫した流速分布式の適用を難しいものになっている。本研究はそうした一貫した流速分布式推定の可能性を探ることを目標としている。その第一段階として、比較的観測し易い河岸近傍で砂礫河床の粗度評価を行いながら、その際の問題点も同時に明らかにしようとするものである。

2. 現地観測

平均流速分布の測定は、長野市内を流れている、千曲川と犀川に於て行った。観測地点は、図1に示す通りである。ボイルの有無と、その強さから、特徴的な三箇所を選定した。側線は河岸の影響をみるために、河道中央方向に数本設定した。

観測時間については、平均流速の場合は最大乱子が十個程度通過するのに要する時間が一応の目安となるが、今回は少し長めに、一点につき20分とした。

流速測定は二成分電磁流速計を、25mmの鋼管で組んだ取り付け台に固定して行ない、その出力は7チャンネルアナログデータレコーダーに収録した。測定地点における河床等の状況は、A地点では、20cm程度の礫が代表的であり、砂礫の層が厚く、かなり掘れ易い。ボイルに関しては三地点のうちで最も強く、間断無くひしめきあって流下している。B地点の代表的な礫の大きさはA地点と大差無いが、砂礫の層は厚くなくA地点ほど掘れ易くはない。石の表面はA地点のものよりヌルヌルしていて滑り易い。ボイルはA地点のものと比較して、弱く、数も少ない。

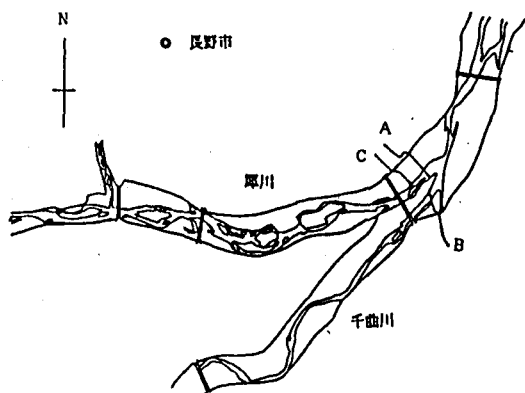


図 1

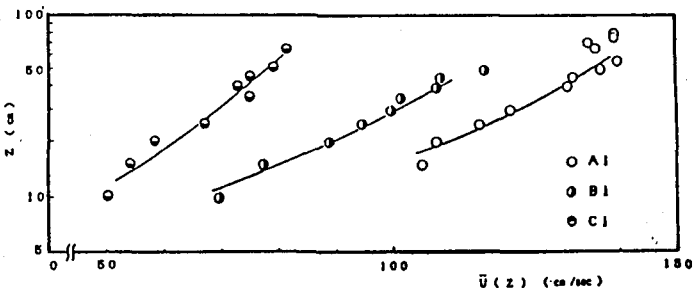


図 2

C地点は、三地点のうちで勾配が最も緩やかであり、疎の代表的な大きさも10cm程度と小さい。ボイルは極めて弱く、注意深く観察しないと良く分らない。

千曲川クラスの川で水面勾配を、手軽に、迅速且つ精度良く求めることは困難なため、今回は観測地点に於ける計画高水時の水面勾配と、現地での上流、下流の流況を参考にして推定した。

3. 観測結果及び考察

現地で収録したアナログデータはパソコンによりAD変換し、解析した。観測地点における平均流速分布の代表例を図2に示す。

片対数でプロットした平均流速分布に、ゼロ面修正を施し、それを基にして求めた粗度諸元を表1に示す。A1はA地点の岸から6mのもの、B1はB地点の岸から9mのもの、C1はC地点の岸から10mのものである。

表中の単位は、 H 、 Z_1 、 Z_0 、 k_s が cm で、 U_* 、 U 、 $\sqrt{gRI}$ が cm/s である。Manning の n は MKS で求めた。

平均流速分布式は $Mn\ n\ n\ -\ O\ b\ k\ h\ o\ v$

タイプのもを適用した。砂粒相当粗度 k_s は摩擦速度を $\sqrt{gRI}$ として、良く知られている完全粗面の式から求めたものである。

ゼロ面修正量 Z_1 についてみると、砂礫河床では、河床の石一つで、10cmと離れていない所でも、本研究で行っている手法だと数 cm 位違ってしまふことが往々にしてある。河床位置の真値を知ることが出来ない以上、余り細かい議論をしても実河川では得るものが少ない。対数則を念頭において乱れの構造を調べる場合には、むしろ U や Z_0 が重要になる。表1では、流れが緩やかになると、 U が小さくなり、 Z_0 が大きくなる傾向を示している。表2はB地点の結果であるが、河床材料や水面勾配に差が無ければ、流れが緩やかになるにつれて U は小さくなり、 Z_0 も小さくなっている。 n の値には余り大きな変化が無いことからすると、 Z_0 の各側線間の差は大き過ぎるようだ。しかし、三地点を通じ、 $30Z_0 = 9 \sim 3$ (cm) となっており、これは砂の間から出ている石の高さのオーダーであるので、値そのものはほぼ妥当なものが得られている。

4. あとがき

今回の観測は、ボイルの有無や強弱、河岸の存在等が、対数則の適用のなかでどの様に反映されているに着目して行った。ボイルの強さや幾何学的スケールの評価については、今後の課題として残った。また、粗度の評価に際しては流速測定の精度、ゼロ面修正量の精度が大きく関係してくるため、測定精度の向上と、対数則の適用範囲の明確化が要求される。更に、粗度は面的な広がりの中で評価されるべき数値であろうから、今後はそうした方向で研究を進めて行きたい。

	H	Z_1	Z_0	U_*	U	I	$\sqrt{gRI}$	k_s	n
A1	93	5	0.1	9.2	115.6	1/700	11.4	1.9	0.031
B1	55	5	0.3	8.9	86.3	1/900	8.2	0.8	0.027
C1	72	5	0.5	7.6	61.0	1/1200	7.7	52	0.038

表 1

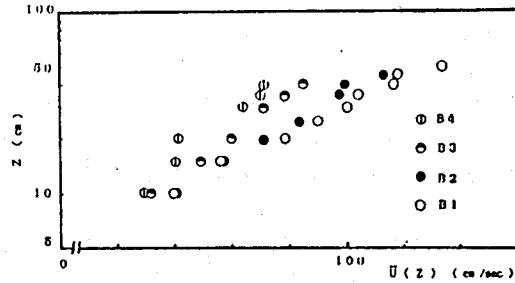


図 3

	H	Z_1	Z_0	U_*	U	n
B1	55	5	0.3	8.9	86.9	0.027
B2	47	5	0.2	7.8	79.7	0.025
B3	44	2	0.2	7.3	71.7	0.027
B4	45	2	0.1	5.6	67.7	0.029

表 2