II－25

河川の粗度とゼロ面修正量

長野高専　正員　松岡保正

１．はじめに

河川における平均流速については古くから研究がなされており、数々の公式が提案されてきている。周知のとおり、一般的にはＭａｎｎｉｎｇの公式が良く用いられ、粗度係数ｎについても、河道の材料や潤辺の状態により細かく分類され、その値の概略値が与えられている。近年では対数則も用いられる様になり相当粗度 k_sの評価がポイントとなっている。その場合、山地急流河川のような水深の割に底面の粗度要素が大きな流れに適用するにあたっては、水理学的な底面（ゼロ面）を修正して適用するか河床砂れきの平均粒径 d_mよりもかなり大きな k_sを用いなければならない。

本文では、山地急流河川における鉛直流速分布の観測結果に対数分布則を適用し、粗度とゼロ面修正量を評価する際の、考え方と得られた結果を報告する。

２．対数分布則と現地でのイメージ

平均流分布速公式としては、次に示すＭｏｎｉｎ－Ｏｂｕｋｈｏｖ式を使う。

$$\overline{U}(Z)=\frac{U_*}{k}\ln\frac{Z-Z_1}{Z_0}\quad(1)$$

ここにＵ（Ｚ）は高さＺにおける時間平均流速、U_*は底面の摩擦速度、ｋはカルマン定数、Z_1はゼロ面修正量、Z_0は粗度を表わす

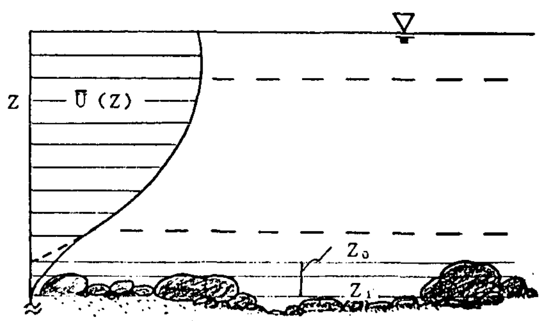

図１　流速分布模式図

山地急流河川においては、河床の凹凸や大小様々な大きさの石が存在し、余り河床に近いところで流速を計っても、そうした個々の粗度要素の効果が強調されてしまう。そこで、適用にあたっては図１に示したように、それらの効果が個々の粗度要素からの距離に関わらず一様とみなせる高さから、最大流速点辺りまでとする。

３．現地観測

鉛直流速分布の現地観測は、長野市内の千曲川と犀川の合流点付近で行った。顕著なボイルの通過が観察されない河岸近く（図４参照）より中側に、鋼管製の据え付け台を設置し、４台の電磁流速計を据えた。それは、図１に示した様な流速分布の形成には馬蹄形渦が大きく関与して

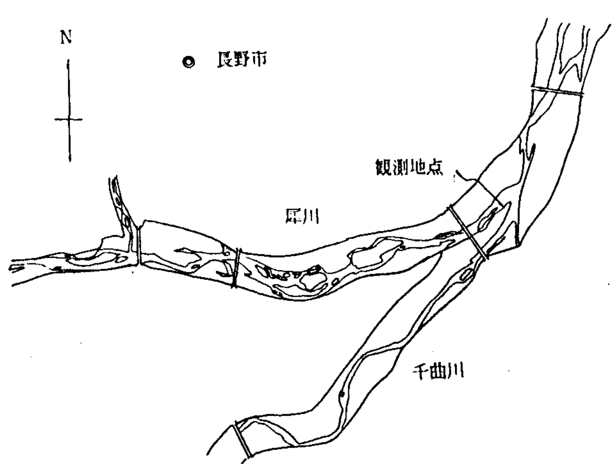

図２　観測地点

おり、馬蹄形渦には河床の状態が反映されていると考えられる事による。

4．結果

得られた結果のうち、犀川で行った、水深 87 cm 、岸からの距離 5m のものを図3に示す。 印の側線と 印の側線は 20cm 弱離れいる。Z＝0の点は鋼管の下端とした。

三点に滑らかな曲線をあてはめ、それが直線とみなせるまでゼロ面修正を行う。 印では、$Z_i=10$cm で直線になる。（1）式をこの直線にあてはめると、$Z_0=3.2$cm、$U_*=12.6$cm/secとなる。同様にして、 印では $Z_0=2.9$cm、$U_*=12.3$cm/sec となる。参考までに$U＊= gRIで求めると 10.5cm/sec となる。また、Manningの粗度係数nを求めると、それぞれ 0.051 $0.050 となり自然河川のうち、蛇行線形、石れき床、水深が小さいものの場合の 0.04 ～ 0.06 の中間の値となった。この様にして Z_i、Z_0 を評価する場合、面的な広がりの中で、それらを平均値として評価することが必要であるが、それについては講演時に報告する。

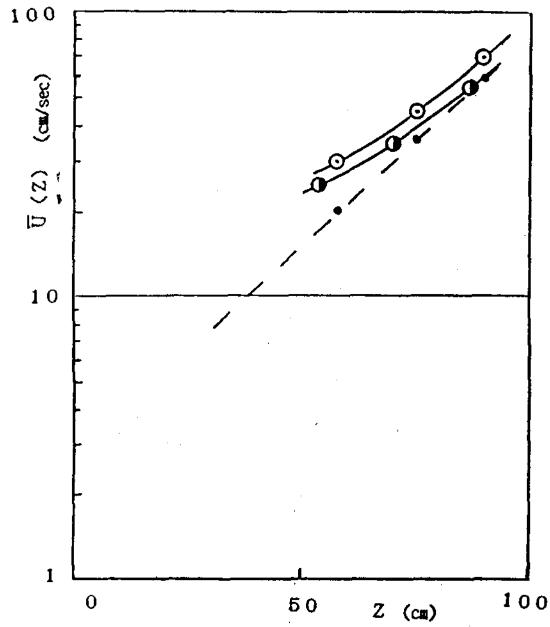

図3　流速分布とゼロ面修正

5．おわりに

山地急流河川の粗度の評価に対数則を用いる場合、水深の割に石れきの径が大きい事や、出水時の河床の状況が把握しにくい事が有って、基準面等を正確に評価するのが難しい。出水時に限らず、現地観測では河床形態や平均粒径等を手軽に把握出来にくい事を痛感する。

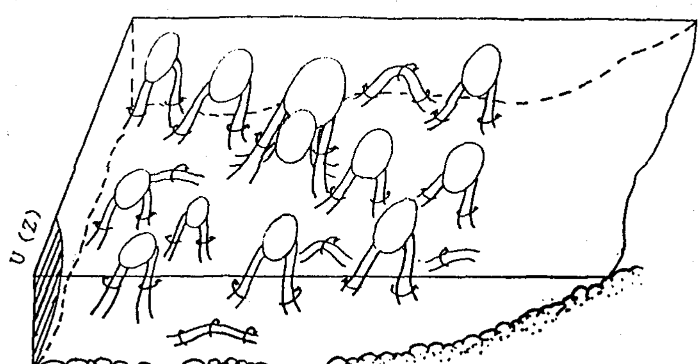

図4　ボイル列と馬蹄形渦

本研究は、山地急流河川で良く観察されるボイルが、そうした河床の状態を平均的に反映しているものと考え、図4に示したような馬蹄形渦との関わりの中で粗度の評価を考えようとするものである。今後は、粗度の評価と並行して、渦管やボイルの観測も行っていく予定である。