

III-28 流路の安定横断面の解析

名古屋工業大学 准員 土屋義人

自然の流路では、一般に水とともに土砂が輸送され、流水の水理特性と流路の構成砂礫との間に、適当な釣合関係がもたらされて、いわゆる安定断面が形成される。

こうした安定断面のうち、横断面形状ならびに法面の安定に対する基礎的考察として、Carter, Carlsen および Lane は限界掃流力に及ぼす斜面傾斜角の影響を検討して、一つの関係式をえているが、流路の流れに対する考えが導入されていないことから、定性的な考察の域を脱していないようである。また、限界掃流力の力学的機構の解析は、Shields から White, 栗原博士の研究を経て、岩垣博士、岩垣および土屋によつて、砂礫の移動開始の機構を乱流理論を用いて、一応説明できる段階に至っている。

以上のような理由から、著者は流路の床面上のすべての砂礫が掃流限界にあるような横断面形状を、岩垣博士らのように粗面上にのつて球状の砂礫がそれに及ぼす流体抵抗や圧力勾配による抵抗をうけもつて、平衡を保っているという考え方によつて解析し、その一部はすでに一昨年土木学会中部支部学術講演会で報告したが、その後さらに計算を進めるとともに、詳細な実験を行ったので、それらの結果について説明するつもりである。

1. 安定断面の解析 流路の流れは三次元的であるが、その流れの解析がほとんど行われていないことから、砂礫の近傍における流れは局所的に二次元流によつて近似することにし、流速分布に対する座標は Prandtl の運動量輸送理論における混合長の概念にそうために、流路の床面に垂直方向にとることとする。安定断面 $z=f(y)$ 上の任意の点にある砂礫にはたらく力の釣合条件をもとめ、そのうち斜面に垂直方向ならびに斜面方向の圧力勾配による抵抗は一般に流れの方向にはたらく流体抵抗と圧力勾配による抵抗の和 R_T に比較して小さいと考えられるから、これらを省略する。 R_T については、岩垣博士が限界掃流力の解析を行ったと同様にして求め、さらに $u_*^* = \sqrt{gJ(h_k - z)}$ と近似的にあらわすことにすれば、流路の床面上のすべての砂礫が掃流限界にある断面形状を定める次式がえられる。

$$\left(\frac{dS}{d\xi}\right)^2 = \frac{\tan^2 \phi - H^2(1-S)^2}{1 + H^2(1-S)^2} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{3}{4} \frac{u_k^{*2}}{(\sigma/\rho - 1)gd} \epsilon F \\ F &= F\left(\frac{u_k^* d}{\nu}, S\right) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここに、 $S = z/h_k$, $\xi = y/h_k$, h_k :

流路最深部の水深, u_k^* : h_k に対応した摩擦速度, J : 勾配, $\tan \phi$: 砂礫の摩擦係数, d : 砂礫の大きさ, σ/ρ : その比重, g : 重力の加速度, ν : 動粘性係数, ϵ : 遮蔽係数であ

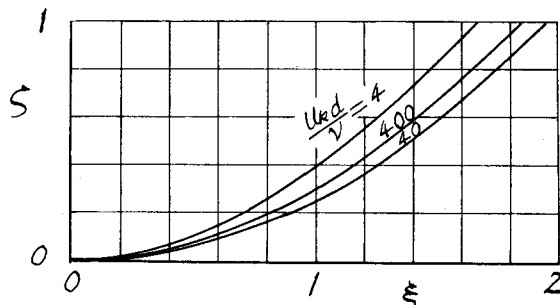


図-1 横断面形状の一例

る。図-1 は(1)式を数値積分してえられた安定横断面形状の一例である。さらにこの断面形の u_*^*d/ν による変化あるいはその水理特性などについても計算を進めることができた。

2. 実験結果との比較 深さ 8 cm, 幅 20 cm, 長さ 10.5 m の水槽内に理論的に求められた断面 ($d=0.1435$

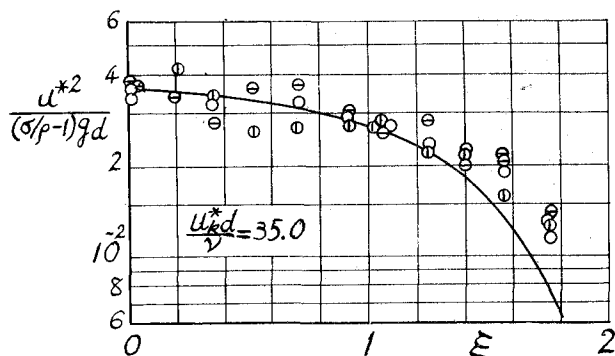


図-3 理論結果との比較の一例 (1)

および 0.0223 cm に対応した二種類) とモルタルでつくり、その床面に一定の大きさの砂粒をニスづけして、定められた勾配および水深で水を流した場合、その床面における摩擦速度とともて理論結果と比較する。

図-2 は流路の床面に垂直方向に測定された流速分布の一例であって、対数法則を仮定することが、他の資料をも参考にして、充分妥当であることを示している。これらの結果から摩擦速度を求め、掃流力について理論結果と比較したものの一例が図-3 であり、また図-4 は床面の粗度をあらわす Reynolds 数 u_*^*d/ν について比較したものである。これらの

結果から、砂礫の近傍の流れを以上のように二次元的に取扱った著者の解析は、かなり実験結果とよく一致することがわかる。最後にこの研究を行うにあたり御指導と賜った京都大学石原教授、同岩垣助教授および名古屋工業大学橋本教授はじめ、実験ならびに計算に熱心な助力をあたえられた国枝正弘君に感謝するとともに、この研究が昭和32年度文部省科学研究費による研究の一部であることを付記して謝意を表する。

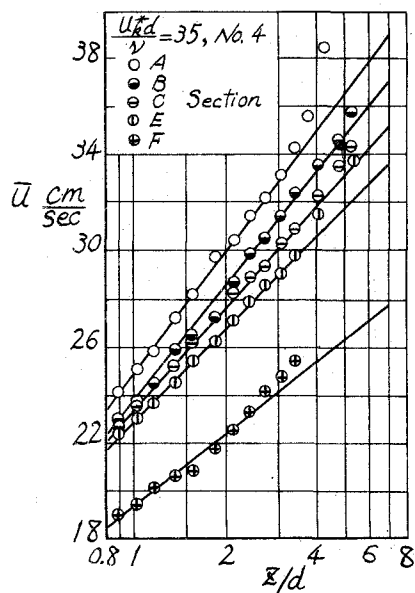


図-2 流速分布の一例

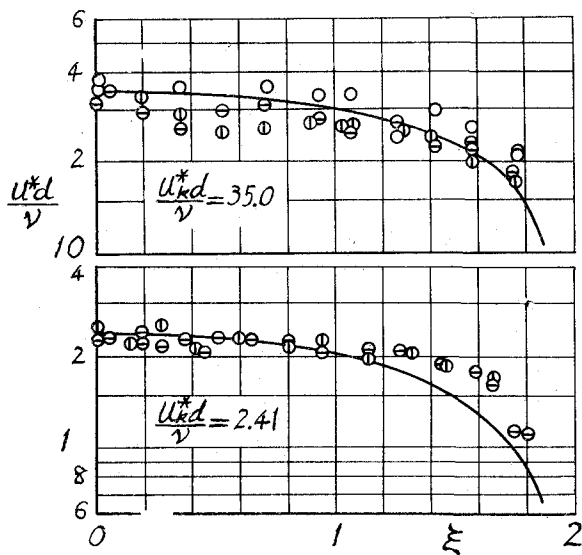


図-4 理論結果との比較 (2)