

が、それに及ぼす流体抵抗および加速度による抵抗をうけもつて平衡を保つものとした。

2. 栗原博士は乱れによる剛断力の増加分として、流れと直角水平方向の圧力変動および速度変動と、流れの方向の速度変動による力を考えたが、著者は流れの方向と鉛直方向の速度変動のみを取扱った。

3. 乱れの混合距離および最小渦の直径の概念を用いた。

4. 層流底層を考慮し、流速分布として対数法則式を用いた。

以上の取扱い方による解析から、つぎのような結果が得られた。

(1) $u_c^2/(s-1)gd$ と u_c^2d/ν の関係が求められた。ここに s : 砂粒の密度と流体の密度の比 (流体が水の場合は比重), g : 重力加速度である。

(2) $u_c^2d/\nu=20$ 附近で $u_c^2/(s-1)gd$ の値が極小となり, $u_c^2d/\nu>200$ では $u_c^2/(s-1)gd$ はほぼ一定値をとる。

(3) $u_c^2/(s-1)gd$ の値に極小があらわれるのは、時間的平均の流速による砂粒の流体抵抗の効果が支配的であつて、乱れによる影響は少ないためである。

なお限界掃流力に及ぼす自由表面の効果を調べるため、閉水路内の水流に対する限界掃流力の実験を行つた。これについては講演時に述べる。

最後にこの研究に対して終始御指導を賜つた石原教授ならびに実験に助力を頂いた末石富太郎君に感謝するとともに、文部省科学研究費による研究の一部であることを附記して謝意を表する。

(5-16) 掃流砂量理論式の誘導について

准員 京都大学工学部 三 池 亮 次

本文は、流水と掃流砂との間の量的相関を示すいわゆる掃流砂量公式を、水路床構成を考慮に入れて、理論的に誘導したものである。ここでは均一な粒径 d を有する球状砂粒により構成された、平らなかつ緩勾配の平衡状態にある水路床上を、それと同じ粒径形状の流砂が、飛翔 (skipping) の型式によつて流下する場合に限定した。上述の平衡状態とは、水路床面が洗掘ないしは堆積傾向にない、常に同じレベルを保つ状態のことであり、またこの場合はその限界流速があまりに小さいので、飛砂の場合のような跳躍現象はほとんど存在しないであろうと考えられる。

以上のように考えて、分子論的方法を用い積分的概念に基づいて energy 方程式より誘導した掃流砂量 G の理論式はつぎのようである。

$$\sqrt[3]{\frac{Gg}{u_{*b}(\tau_b - nu\tau_c)} \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho_s} \right) \frac{\tau_b}{\rho g d}} = C^{1/3} \left(a - b \log \frac{k_s}{d} \right)$$

ここに、

$$C = 2 \frac{1}{r} \frac{k}{k^{12}} \frac{n_s^2}{(1+\beta)}, \quad r = R/m'gy, \quad \log \frac{k_s}{d} = \log \frac{h}{d} - \frac{1}{5.75} \left(\frac{\bar{u}}{u_{*b}} - 6.0 \right)$$

上式において、 ρ_s, ρ は砂粒及び流水の密度, $\tau_b = \rho g h i$ は底剪断力, τ_c は限界掃流力, $\bar{u}$ は平均流速, $\bar{u}_s$ は平均平衡流砂速度, i は勾配, k_s は粗度, m' は砂粒水中相当質量, g は重力加速度, R は衝突ごとと流砂の失うエネルギー, a, b は常数であり, $u_{*b} = \sqrt{\tau_b/\rho}$, $n_u = u_c/u_b$, $n_s = \bar{u}/u_b$ であつてその他の記号は 図一1, 図一2 に示す通りである。

上の理論式の誘導方法は、具体的に説明するとつぎのような考え方に基づいている。

1. すべての流砂速度は平衡状態にあるとし、統計平均的模型の状態を想定して、(1) 平均平衡流砂速度 $\bar{u}_s$ 及び衝突直前の流砂速度は常にそしてすべて等しい。(2) すべての流砂は、同じ飛翔様式をとつて流下していき、(3) 底砂は一樣な平均間隙中 βd をもつて分布すると考える。

2. 流砂の衝突ごとに失うエネルギーは $u_b \times \tau_b$ によつて表わされるが、流砂はこれを常に流水より補給されつつその運動を続けていくとする。

3. $r = R/m'gy$ として R を potential energy に関係づける。

4. 上底面流速 u_u が限界状態に保たれて常に u_c に等しいとする。

5. 飛翔間に掃流砂のうける乱れの影響を無視する。

図-3 $\sqrt{\frac{Gg}{u_{*b}(\tau_b - n_u \tau_c)}} / \frac{\tau_b}{\rho g d}$ と $\log \frac{k_s}{d}$ との関係

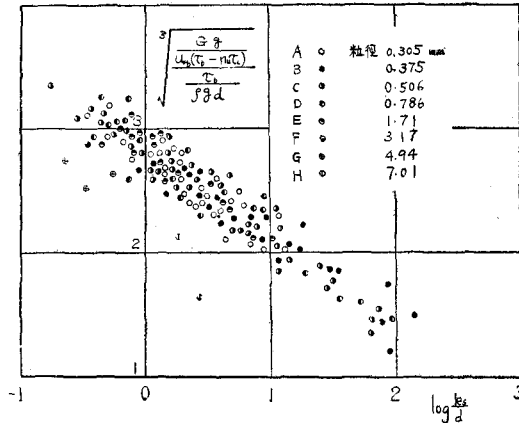


図-1 流速分布と水路床構成

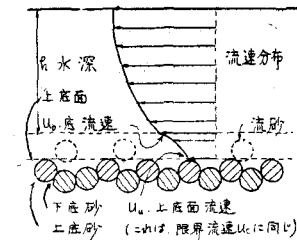


図-2 砂の移動機構

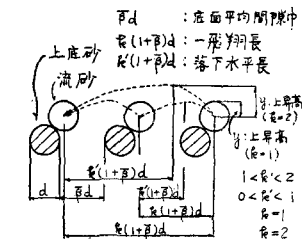


図-3は本公式が均一粒径砂で砂漣発生をとまなう Gilbert の実験データを、どの程度に満足するかを示したものである。なお本公式において、

$$C' = C \left(a - b \log \frac{k_s}{d} \right)^3 \frac{\rho_s}{\rho} \tau_b \gg n_u \tau_c$$

とすると、広く用いられているつぎのような Kalinske 型掃流砂量公式を得る。

$$G / \rho_s u_{*b} d = C' [\tau_b / (\rho_s - \rho) g d]^2$$

本研究にあたり御懇篤な御指導を頂いた石原教授、岩垣助教授、末石氏に感謝の意を表する。

(5-17) 管内における浮游流砂の流砂量について

正員 山口大学工学部 小 川 元

1. 緒 言

開水路2次元流における浮游砂の問題は、多くの人々によつて理論的開明が行われてきた。しかし3次元流あるいは管路に対しては、まだほとんど理論的研究が行われていない。現在実地に多く用いられている管による砂輸送の問題は、理論的研究からは遊離した状態である。よつて開水路において得られている理論的ならびに実験的成果を、管路に適用して理論的に砂輸送量を求める方法を考察したものである。

2. 式の誘導

実用的に計算し得る形を導くため、いくつかの仮定及び近似を行つて、次の如くした。

O'Brien の砂粒分布に関する基礎式

$$wC + \varepsilon \frac{dC}{dy} = 0$$

において、もし $\varepsilon = \text{const}$ であれば濃度分布は次の如くなる。

$$\frac{C}{C_a} = e^{-t} \dots \dots \dots (1)$$

$$i = \frac{w}{\varepsilon} (y - a)$$

図-1 円管内における ε の分布

