

建土研 鹿島試験所 正員 〇山口 高志

高橋 隆

前回の報告に引き続き行った実験結果について報告する。その後行った実験は、砂州崩壊二次元実験も数種の河床材料について行ったのと、三次元的な模型により側方浸食実験を行ったものがあるがここでは前者で流砂量実験式について多少興味ある結果を得たので報告する。後者については、まだうまく整理できていない。

1. 実験方法

片面ガラス張り二次元水路(高さ80cm 巾60cm 長さ約30m)のほぼ中央に長さ約7m 高さ約50cmの砂州を設定し(すなわち河口砂州を河川縦断方向に切った形を想定)。これに上流より定流量を流下、砂州を崩壊させ、その過程をガラス面より測定する。測定は、等間隔に設置された測線($\Delta x = 25\text{cm}$ または 33cm)にて水位と河床高を定時間間隔($\Delta t = 15\text{sec}$ または 20sec)に測定し、断面通過流量は、上流水位を用いて貯溜計算により算出した。使用した河床材料粒径は、 $d_m = 1.8, 0.95, 0.45$ および 0.25mm の四種および石炭粉 $d_m = 0.25\text{mm}$ の計五種であり、砂については偶然ながらほぼ順に倍ずつ増加している($Q = 20 \sim 100\%$)。

2. 整理

流砂量は、上流よりの補給がないことから流砂の連続式を用いて、

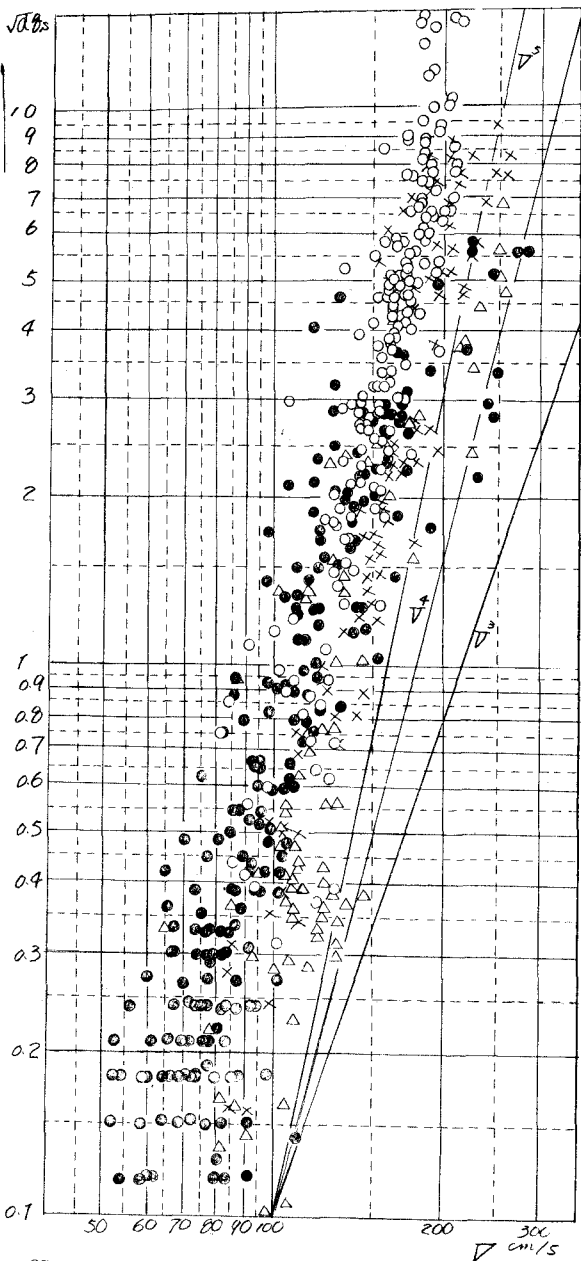
$$\Delta Z(n\Delta t) = Z\{(n+1)\Delta t\} - Z\{(n-1)\Delta t\}$$

$$q_s = \frac{(1-\lambda)\Delta x}{2\Delta t} \sum_{i=1}^n \{\Delta Z(k\Delta x, n\Delta t) + \Delta Z\{(k-1)\Delta x, n\Delta t\}\}$$

を算出した。またこれと対応する水量としては、前回同よう $V (= g/h)$ を採んだ。

3. 結果

上記 q_s と V について両対数紙にプロットしたところまず q_s と V の関係としてはほぼ $q_s \propto V^n$ ($n = 3.5 \sim 4.5$) が認められた。次に砂相



互については、当然のことながら粒径によつて相異がでたので、 $\gamma_s \propto V^n/d$ の関係を想定してプロットすると図-1に示すように、ほぼ同一線上に並ぶという結果を得た。

次に石炭粉($\rho_c=1.5$)については、砂の水中密度との比が3.3 ($=(\rho_s/\rho-1)/(\rho_c/\rho-1)=\rho_s/\rho_c$)であることから $\gamma_s \propto V^m/d \rho_s^m$ を想定してプロットしたところ $m=1.5$ (図-2)を得た。ただし図-2は、図-1と縦軸を合せるために、 $\sqrt{d} \gamma_s / (\rho_s/\rho_c)^{1/5}$ にしてある。

4. 考 察

以上の結果より、河床材料粒径および密度の効果を含めた流砂量実験式形として ($Fr=1\sim3$)、

$$\gamma_s \propto V^m/d^{1/2} \cdot \rho_s^{n/2} \quad (n=0.5\sim4.0)$$

を得た。なお γ_s の内容としては、掃流、浮遊を含めた全流砂量である。とくに石炭粉の場合などは、水深方向に上から下までまっくろであった。

上式の d および ρ_s の指数について考察してみよう。浮遊砂はほぼ掃流砂に支配されるという考え方から、掃流機構について考えればよいであろう。掃流砂についてはアインシュタイン的に考えれば、

河床面からとび上る砂量 $\propto$ 移動距離

であり、他は一般に、

粒子密度 $\times$ 移動速度

の形をとっている。いずれも第1項は、揚圧力またはそれに類したものに比例するとしてゐるから、まず $\gamma_s \propto S^{-1}$ が予想される。

次に移動距離を考えると、沈降速度が小さいほど大きいことが予想される ($\gamma_s \propto W_0^{-1}$)。

$W_0 \propto S^{1/2} d^{1/2}$ であるから、これらをあわせると、 $\gamma_s \propto S^{-1} d^{-1/2}$ となり、これは上記の実験結果と一致する。参考までに $\gamma_s \propto d^{-1/2}$ は藤茅氏の式と一致している。

なお限界掃流力の効果については、あまり影響のないところと思われたので、とくには検討しなかった。

蛇足ながら、このあと $dm=0.1^{mm}$ 砂について確かめたのち、本式を用いて相似を考え、ある川の河口砂州崩壊模型実験を予定している。

