

建設省土木研究所 ○ 水山高久  
 (株) ライト工業 渋谷 浩  
 群馬大学工学部 江崎一博

## 1. 緒 論

山地河川では一般に最大粒径は数十 cm 以上と大きく、中小出水では最大粒径が移動しない状態で流砂が存在し、河床が緩やかに変動することが多い。とくに、砂防ダムが満砂するまでの間の、ダム下流の河床低下を議論するためには、最大粒径が移動しない状態に対する流砂量式が必要となる。芦田、道上は、粒径別流砂量式として、既往の流砂量式に修正 Egiazaroff 式（混合砂礫の粒径別限界掃流力の式）を代入する方法を提案している。<sup>1)</sup> その方法では、平均粒径の 0.4 倍の粒径の砂礫が移動しなくなると、それ以下の細粒土砂の移動も同時に無くなることになっている。流水が常流で、河床材料の大きさに比べて水渠が十分大きい場合には起りうる現象と考えられるが、射流で相対水深が小さい場合には、大きな礫の間の水の流は速く、後流による遮へいの影響も小さくて、小粒径粒子は、一様砂の状態の場合よりも移動しにくくなるものの、緩勾配の場合よりも移動しやすいのではと考えられる。そこで、急勾配で粒度範囲の広い河床を念頭においた水路実験を行ない、上述の考え方を検討した。

## 2. 実験の概要

実験は、幅 30 cm、長さ 10 m の片面アクリルの木製水路を、1/20 の勾配に傾斜させて実施した。実験材料は図-1 に示すような粒度分布の混合砂礫で、最大粒径 25 mm、最小粒径 0.25 mm、平均粒径 6.43 mm、 $\sqrt{d_{84}/d_{16}} = 5.05$  である。流量を数種類変化させて、水位、河床高さ、水路下流端を通過する流砂の量、粒度分布を調べた。

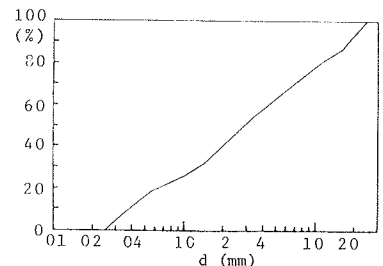


図-1 実験材料の粒度分布

## 3. 粒径別流砂量

粒径を 9 段階に区分して、各区分の平均粒径 ( $d_i$ ) に対する掃流砂量として表わすと、図-2 のようになる。図中に、芦田、高橋、水山の掃流砂量式<sup>2)</sup>の緩勾配に対する式

$$\frac{q_B}{U_* d} = 12 T_* (1 - 0.85 \frac{T_{*c}}{T_*}) (1 - 0.92 \sqrt{\frac{T_{*c}}{T_*}}) \quad \text{----- (1)}$$

で、 $T_{*c}$  を 0.03 から 3.0 の間で種々与えて曲線群を描き、最大粒径が移動していない実験値について各粒径区分に対する限界掃流力を読み取った。式 (1) で、 $q_B$ : 単位幅、単位時間当たりの掃流砂量、 $U_*$ : 摩擦速度、 $d$ : 粒径、 $T_*$ 、 $T_{*c}$ : 掃流力および限界掃流力である。上で求めた粒径別限界掃流力を平均粒径の限界掃流力に対する比として図示すると図-3 のようになる。図-3 の結果は、最大粒径移動限界以上の状態の混合砂流砂量式として、著者の一人が提案した限界掃流力が粒径によって変化しないとした結果に非常に近い。しかし、詳細に見ると、 $d_i/d_m$  が 0.1 から 2.0 については

ほとんど一定で、わずかに  $d_i/d_m$  の増加とともに増加する傾向を示し、 $d_i/d_m$  が 0.1 以下では小粒径になるほど移動しやすくなる傾向を示している。相対水深が小さくなると、平均粒径より小さい粒子の粒径別限界掃流力が、修正 Egiazaroff 式を離れて、むしろ一様粒径の限界掃流力に近づくことは、すでに先の研究で報告しているが<sup>3)</sup>、これに類似した結果となっている。

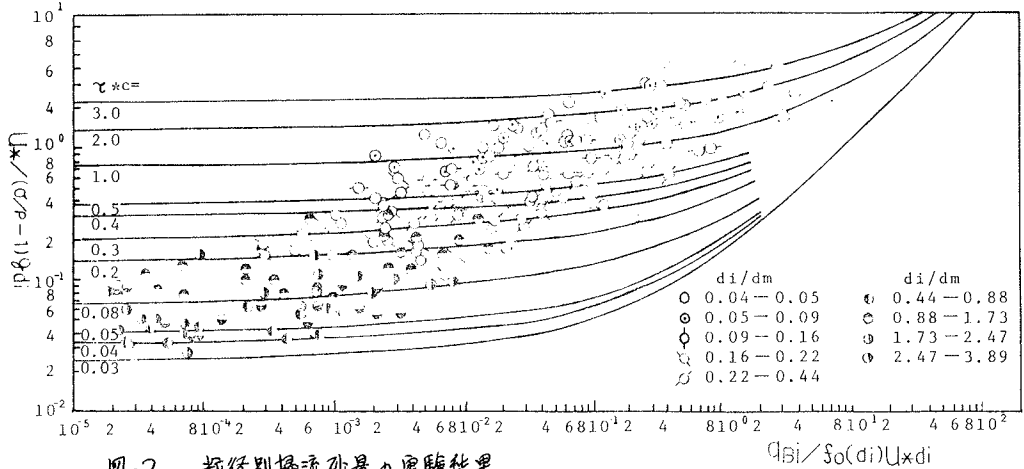


図-2 粒径別掃流砂量の実験結果

この結論を一般的なものとするためには、河床勾配または相対水深によって、粒径別限界掃流力がどのように変化するかを示す図または表を準備する必要がある。図-3を実験式として表わすにはその変化傾向が微妙すぎる。なお、平均粒径の限界掃流力は、粒度分布が広くなるにつかり増加してくるので、これも考慮する必要がある。(図4)

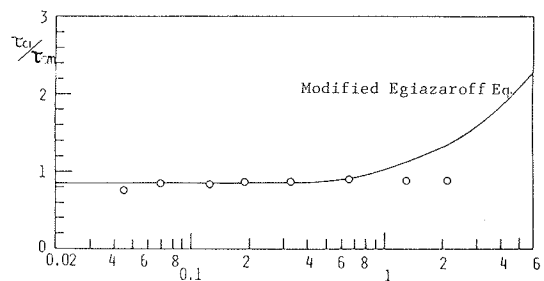


図-3 粒径別限界掃流力

あとがき

1種類の勾配に対する実験のみの結果であり、流砂量の変化が大きく、限界掃流力の読み取りも微妙であるが、一応の傾向を知ることができた。後勾配との差、ささに応じ粒度分布への拡張(実河川では  $\sqrt{d_{84}/d_{16}}$  は 30 程度にもなる)について検討する予定である。最後に、実験、図の整理に協力頂いた砂防研究室 大場章技官に感謝いたします。(参考文献)

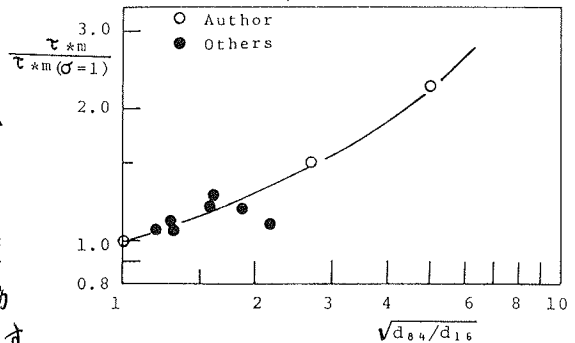


図-4 粒度分布による平均粒径の限界掃流力の変化

- 1) 芦田和男, 道上正規; 混合砂礫の流砂量と河床変動に関する研究, 京大防災研究所年報, 第14号B, 1971
- 2) 芦田和男, 高橋保, 水山高久; 山地河川の掃流砂量に関する研究, 新砂防107, 昭和55年4月
- 3) 芦田和男, 高橋保, 水山高久; 急勾配水路における混合砂礫の移動限界掃流力に関する研究, 新砂防103, 昭和52年5月