

## (2) 混合砂れきの掃流運動

建設省土木研究所

正員 吉川 秀夫

全

○正員

芦田 和男

全

正員

馬場 亨

### 1 はしがき

近年進歩しつつある流砂運動の知識を河道設計や河道の洗掘、滞積の計算のような実際問題に適用するためにはなお多くの研究すべき問題が残されているが、その中に混合砂れきの問題がある。例えばダムに切り欠き部を作り滞積土砂を排出して河床をどの程度低下し得るか推定計算をする場合、実際の河床はいろいろの粒子から構成されており、この中細かい粒子は比較的容易に排出され次第に河床構成の粒子は粗くなることが予想され、実際にも経験されているところであるので、このような影響を考慮する必要がある。この方法として、混合層を考へ、この中の全粒子について各構成粒度ごとに流砂を追跡する方法がある。この方法の可否は別としても混合層の厚さを定める根拠がないのが現状であり、

また粒度ごとに追跡する方法としてEinstein式があるが、その適用性についての検討も必要であろう。

以上の諸点を検討するため、著者らは混合砂れきが一樣粒径の場合と比較して、その砂漣の特性、掃流砂量がどのように変化するか実験的研究を行ないつつあり、現在までに終了したのはそのごく一部であるので、混合砂れき全般の特性を述べるには至っていないが、かなり興味ある結論が得られている。

### 2. 実験の説明

実験水路は幅1.98m 長さ25m 深さ40cmであり、実験用砂は図-1に示すようにA種(細砂)、B種(粗砂)およびA種55%とB種45%の混合粒径である。河床こう配1/300 および1/1000の2種類、ほぼ等流状態において、掃流砂量、砂漣の形状、粗度係数などを測定した。

### 3 砂漣

A種についての砂漣は非常に不規則であり、各種の波長、波高のものが混在するため、その波長 $\lambda$  波高 $H$ を定義することは非常に困難で、それ自体一つの問題点であると考えられるが、ここでは一応平均値として求めた。一方B種については比較的きれいな砂漣となる。A種とB種との顕著な相違は前者が、砂の移動を開始するとともに砂漣は急激に発達し、急峻なものとなるに対して、後者は、砂の移動開始付近ではいまだ小さく、掃流力が増すとともに次第に発達して行く点である。これらの関係は図-2 および図-3に示すように、 $\frac{H}{R} \sim \psi (= \frac{U_*^2}{(\sigma - \rho)g d_m})$  および  $\frac{H}{R} \sim \psi (R: 側壁の影響を補正した径)$  の関係図からわかる。これらの点は橋博士が求めた関係とはほぼ同じである。これに対して混合粒径の場合は同じ $\psi$ の範囲(流砂運動はかなり活発)に対してほとんど砂漣ができない。 $\psi$ を大きく

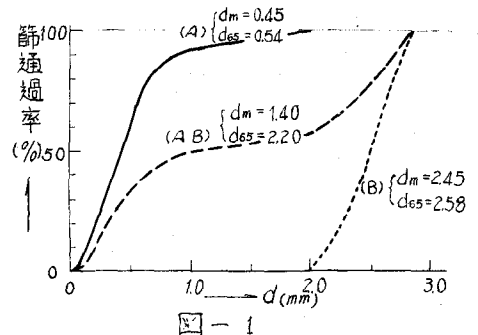


図-1

くすると生じるがその規模は小さい。このように混合砂の場合砂漣が生じにくいことは砂漣の発生機構や混合層の厚さとの関連において興味深い現象であると考えられる。

砂漣ができない場合、河床にごくわずかの凹部ができると、この部分に大きな方の粒

径のものが輸送して滞り、それ以上凹部が発達するのを防ぐ現象がしばしば見られた。また砂漣が生じた場合には粗砂と細砂はかなり分離された。

#### 4 掃流砂量

図-4は Einstein の掃流砂関数と実測値と比較したものであるが両者は非常に異なる。彼は  $U_*$  として砂漣の抵抗を除去した粒径によるものを用い、次式

$$\frac{V}{U_*} = \frac{V}{\sqrt{g R_b \tau_*}} = 5.75 \log_{10} (12.27 R_b \cdot x / d_{es}) \quad (1)$$

により求めているが、A 種のように砂漣の規模が大きい場合には  $R_b$  は  $R$  に比べて非常に小さくなり、図に見られるように  $1/\psi$  は小さくなりすぎる。これより(1)式による  $U_*$  を用いることは適切でないであろうと考えられる。混合砂の場合の実測された掃流砂の粒度分布は河床砂のそれとほぼ同じであるが、Einstein の計算法に従うと、この場合の細砂についての遮蔽係数( $\xi$ )はかなり大きくなるため曲線からはずれ、いちぢるしく事実と異なる結果を得る。これより混合粒径の掃流土砂量の計算式にも問題があると考えられる。

図-5は佐藤-吉川-芦田公式と実測値と比較したものである。図の  $q_{BX} = \frac{q_a}{U_* d_m}$ ,  $\tau_* = \frac{U_*^2}{(d/\rho - 1)g d_m}$  であり限界掃流力として岩垣式、 $U_*$  に対する径深として  $R'$  を用いた。  $\tau_* = 0.3$  付近まで実測値とよく一致し、 $\tau_*$  がさらに増加すると実測値は  $\tau_*$  の2乗に比例するような傾向を示し、曲線より多少はずれるがこれは浮流によるものが加わったためであろうと解される。またこの場合の混合粒径については平均粒径を用いて計算して十分であることがわかる。

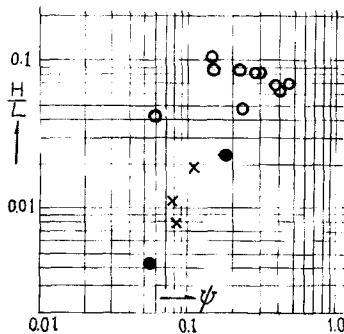


図-2

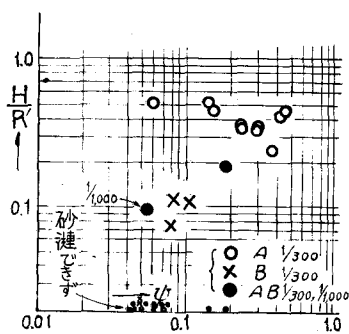


図-3

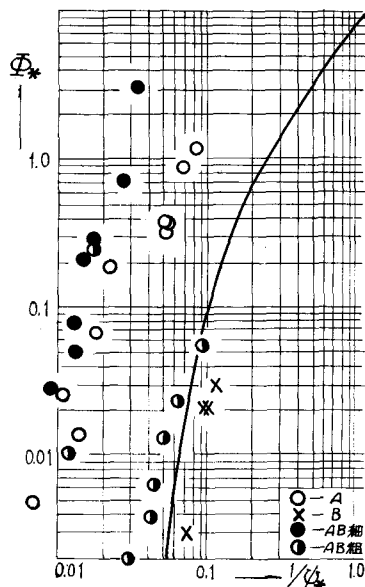


図-4

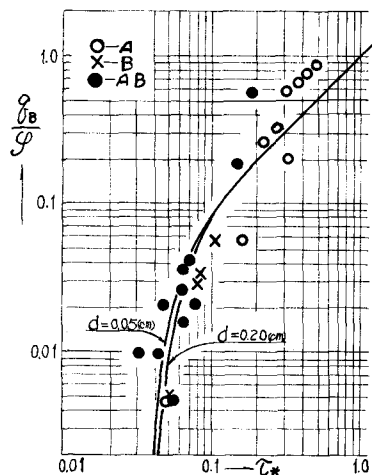


図-5