

要 旨: Einstein-Brown型の掃流流砂量公式と、レジム型の平均流速公式 $V = KR^{0.54}S^{0.27}$ より分類された河床面形態の各群との関係を特に混合流砂の場合について検討するのが本論文の目的である。

掃流流砂量に関しては 実験的にまたは理論的に古来多くの研究が行なわれ、流砂量公式として Einstein-Brown, Meyer-Peter and Müller, Bagnold, Einstein, Colby, 橋, 佐藤, 吉川, 芦田, 橋, 篠原, 岸, 福岡 らのものがある。このうち(1)式に示す Einstein-Brown式は $\Psi = \tau/(\gamma(S_s-1)d) > 0.09$ の範囲に対して 均一粒砂の場合にはよい精度を与え、式の形も簡単に実用的であり、Meyer-Peter, 橋らの式と同一の傾向を示すと考えられている。

$$\frac{q_B}{\sqrt{g(S_s-1)} F d^{3/2}} = 40 \left\{ \frac{\tau}{\gamma(S_s-1)d} \right\}^3 \dots\dots\dots (1)$$

筆者らも上式の原型である q_B/wd (こゝに w は砂の粒径 d に対する 沈降速度) と無次元量 Ψ との関係を Gilbert, 木下らの実験値について検討し、(1)式の代りに(2)式を提案した。⁽²⁾ この際 w を定めるために Einstein は Rubey の式を用いたのであるが(2)式では、ASCE が推奨した方法によることにし、砂粒の形状係数 $S.F.$ を0.7 と仮定して求めている。

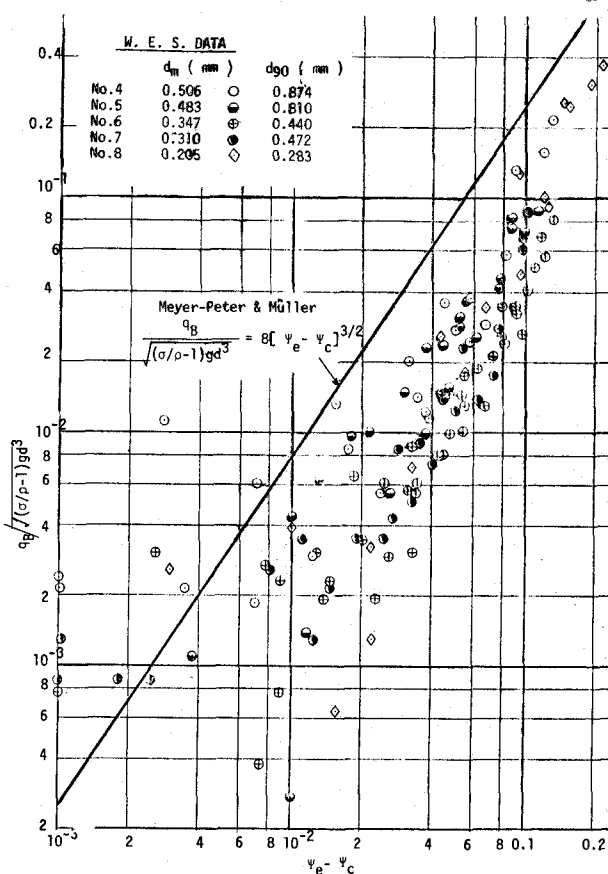
$$\frac{q_B}{w d} = 40 \Psi^{2.7} \dots\dots\dots (2)$$

図-1 不均一粒に対する Meyer-Peter & Müller 式の検討

この際 注意すべきことは、実験に用いた砂が いわゆる Graded Sand でなく大小粒の混合している場合 (たとえば W.E.S. ら) には、同一の Ψ の値に対し(1)または(2)式で算定されたものより はるか小さい掃流流砂量を与えることが認められたが、当時これに関しては何ら法則を得るまでに到らなかった。これは河床に Dune や Ripple が発生すると 河床抵抗が変化し、同時に流砂量法則にも影響を与えることを示す。さて 河床抵抗の変化を考慮にいたした流砂量法則の研究も多く行なわれている。一例として Meyer-Peter & Müller 公式

$$\frac{q_B}{\sqrt{g(S_s-1)}gd^3} = 8 [\Psi_e - \Psi_c]^{3/2} \dots\dots (3)$$

は 河床がなめらか と仮定したときの Manning の粗度係数 n と 現実の粗度係数 n' との比を Ψ_e のなかに導入した。図-1 は試みに W. E. S. 資料の自然砂に対して(3)式の精度を検討したものである。この資料の範囲では(3)式は過大な流砂量を与える傾向がある。しかし 粒径が粗大な、急流河川などではかなり信頼されるところと考えられるので、なお検討中である。



さて筆者らはさきに 河川の平均流速公式をレジム型の

$$V = KR^{0.54}S^{0.27} \dots\dots (4)$$

(cm/s)

で表わし、河床面形態に応じて K の値を 3 種の群に大別し、かつある群から他の群への「移行」現象が存在することがあり、その際河床面形態の変化が予想されることを指摘し、またそれは流れの掃流力と河床材料の粒度分布との相対関係を左右されることなどを明らかにした(図-2)。

さて(2)式で表わされる流砂量-掃流力図の上に不均一粒度をもつ砂を用いて実施された実験結果を描き、かつ(4)式で示される 3 種の河床面形態を考慮しながら描点の分類を試みたものが図-3 である。

図中(a)で示されているのは(4)式の検照により、かなり正確に第1群河床(Ripple)に従うもので、近似的に

$$\frac{q_B}{wd} = 10 \Psi^{4.3} \dots\dots (5)$$

で表わされる。また図中の(c)は(4)式の検照において大体第3群河床 Transition に相当するものが多く、Gilbert 木下らの実験値を満足する。これによると、例えば $\Psi = 0.2$ の場合に (a) は (c) の 40~50 分の一の流砂量をもつに過ぎない。(b)は一般に粒径が粗大で、(4)式の検照においては第2群(Dune)の抵抗を示すものが多い。 Ψ が大になり $\Psi = 0.08 - 0.2$ 付近では分類が困難となり、今後の研究を必要とする。Simons らの 0.93 mm 砂では (b) → (d) → (a) という順序で描点移動した。W. E. S. の No. 4 と No. 5 のみは、Ripple 河床から Dune 河床へ抵抗が変化するとき (e) の曲線につれて流砂量が変動し、完全な Ripple 河床の (a) とは、や、傾向が異なる。恐らくこれは上記砂が不均一粒度ではあるが均等係数 m が大きいためであろうと推定される。 Ψ が 1.0 より大になるとはじめ (a) のカーブに従って変動していた描点は徐々にカーブ (c) に乗り、抵抗法則が変化して河床砂は浮遊しはじめ、それとともに流砂量も急に増大する。この場合の流砂量は(2)式で近似できると考えてよい。

文 献

- (1) 杉尾・佐々木・岡部：移動床抵抗における移行現象、NO. 11、第16回水理講演会、昭和47年2月。
- (2) 杉尾・堀：均一粒砂の掃流流砂量について、第23回年次学術講演会、II~115、昭和43年10月、pp. 313-

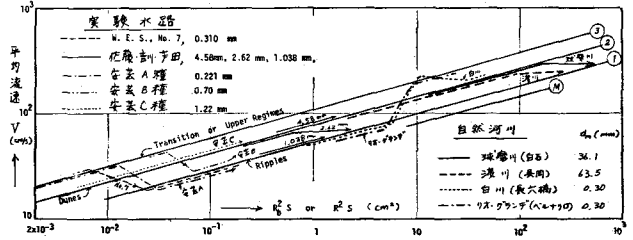


図-3 河床面形態を考慮に入れた掃流流砂量公式

