

建設省土木研究所 正会員 葛西 敏考
正会員 深見 親雄

1. はじめに

著者らは、混合粒径砂の流砂量を把握するため、できるだけ現象に即した観点から実験解析を行い、前報¹⁾において、主な問題点と流砂現象について報告した。本報告では、混合効果に考慮すべき要因として、従来の粒径別(d_i/d_m)に加えて、河床砂の粒度分布形を考慮しなければならないことを提案するものである。

2. 流送現象および問題点の概略

混合砂床の流送現象として、

- 1) 掃流開始時(通水初期)には流砂量が多い。
- 2) 通水中期においては、ほぼ粒径別流砂量で評価できる。
- 3) 粗粒化が進むと $d_i/d_m > 1$ の砂は、粗粒化する前と比較して、同一の τ_{ci} でも多くの流砂量を有するようになる。

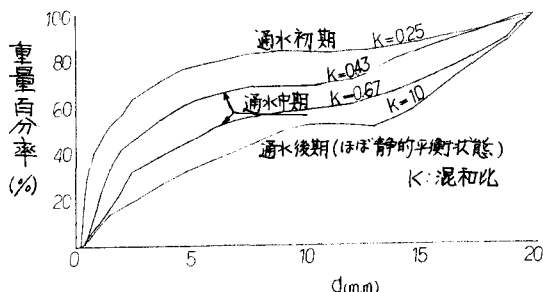


図-1 通水時期と河床状態

以上の主な点が見うけられる。

また、問題点としては、このような現象が河床砂の粒度分布形の変化によるものと考えられるが、それを考慮せずに、混合砂の流砂量を粒径別(d_i/d_m)のみで評価しているという点である。

3. 粒度分布形の変化と粒径別限界掃流力

上流端からの給砂がない場合には、河床砂の粒度分布は、Armor Coat が形成されるまで時々刻々と変化する。その間を通水初期・中期・後期と3分割した試みであるが、ここでは、図-1に示すように、河床砂の粒度分布形を区別した。また、図においてKは、安芸²⁾によって提案された混和比で、河床砂の混合状態を表すものである。

$$K = \frac{\sum_{p=0}^{p=100} d \Delta p}{\sum_{d=d_{min}}^{d=d_{max}} p d} = 1 / \{ (d_{max} - d_{min}) / d_m - 1 \} \quad \text{--- (1)}$$

図-2は、佐藤・吉川・芦田式($\varphi=10$, $\tau_{*cm}=0.05$)を用いて、 τ_{ci} を逆算した図である。

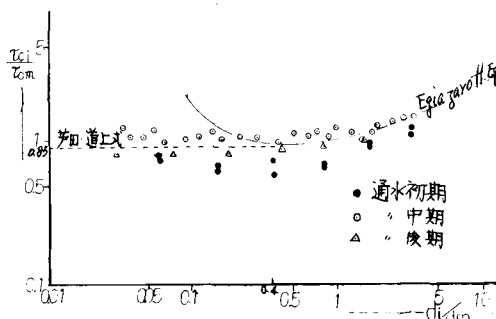
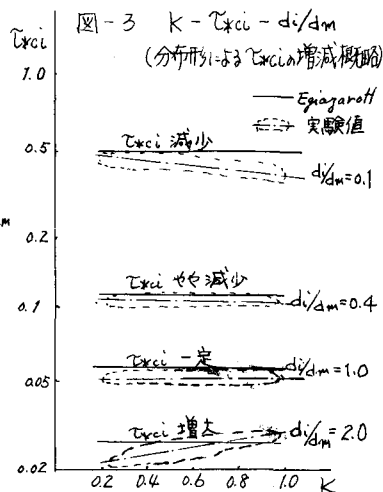


図-2 τ_{ci}/τ_{cm} の逆算 ($\tau_{*cm}=0.05$)

1) 通水初期 ($K=0.25 \sim 0.30$) では、すべての d_i/d_m において、 τ_{ci}/τ_{cm} は Egiazaroff 式よりも小さいが、しかし、 $d_i/d_m > 1$ および $d_i/d_m < 0.1$ では、他の d_i/d_m より τ_{ci}/τ_{cm} は大きく、すべての粒径砂が一樣に掃流されないことがわかる。(図-2の●印)

2) 通水中期 ($K=0.4 \sim 0.7$) では、どの粒径もほぼ同じ τ_{ci}/τ_{cm} である。(図中のプロットが $\tau_{ci}/\tau_{cm} \approx 1$ 付近にあるのは、 $\tau_{*cm}=0.03$ としたためであって、 $\tau_{*cm}=0.06$ とした場合、 τ_{ci}/τ_{cm} のプロットの値が図の5/6 になり Egiazaroff 式に近くなる。図-2の○印)



3) 通水後期 ($K=0.9 \sim 1.0$) では、すべての d_i/d_m において再び τ_{*ci}/τ_{*cm} が小さくなる。

次に、河床の粒度分布形と d_i/d_m ごとの無次元限界掃流力 τ_{*ci} について述べる。(図-3)

4) $d_i/d_m \div 2$ の粒径範囲の砂においては、通水初期の τ_{*ci} は、Egiazaro 式からの τ_{*ci} よりも小さい、また、通水後期 (粗粒化された状態) の τ_{*ci} は、大きい。つまり、 τ_{*ci} が増大する傾向がある。これは、armor coat が形成されると、大粒径砂は安定したものだけが河床に残り移動しにくくなるためと考えられる。

5) $d_i/d_m \div 1$ の粒径範囲の砂は、 $\tau_{*ci} = 0.05 \sim 0.06$ とほぼ一定である。

6) $d_i/d_m \div 0.4$ の粒径範囲の砂は、通水初期の τ_{*ci} と比較して、通水後期の τ_{*ci} は、わずかながら減少する傾向にある。

7) $d_i/d_m \div 0.1$ の粒径範囲の砂は、 $d_i/d_m \div 0.4$ の場合より現象がさらに明確であり、通水初期の τ_{*ci} よりかなり減少する。

{ 通水初期の τ_{*ci} を τ_{*ci0} 、後期を τ_{*ci1} とすると、 $\tau_{*ci1} = (0.5 \sim 0.7) \tau_{*ci0}$ となる。 }

このことは、粗粒化すると大粒子の後流による影響が生じるためと考えられる。

このように、通水時期によって (河床砂の粒度分布形によって)

τ_{*ci}/τ_{*cm} あまりは τ_{*ci} が変化することがわかった訳であるが、具体的な現象^{説明}については、まだ明確ではない。

τ_{*ci} も精度良く求めるためには、ひとつには、相当粒度 R_{cs} の評価が正しくなければならぬ。ここでは、いかなる粒度分布形においても、現在用いられているように、 $R_{cs} = d_m$ で評価してよいかの検討を行った。

図-4 は、通水初期から通水後期までの、種々の河床状態 (粒度分布) における d_m と、水理量から得られる R_{cs} とを比較したものであるが、これからもわかるように、河床砂の粒度分布形にかかわらず $R_{cs} = d_m$ としてよいと考えられる。

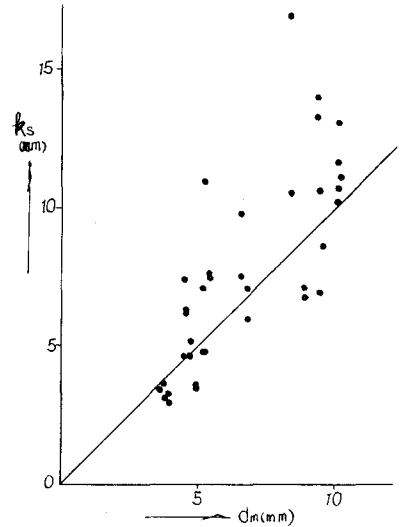


図-4 $d_m - R_{cs}$

4. 結論および今後の検討事項

τ_{*ci}/τ_{*cm} は、粒径別 (d_i/d_m) のみよって変化するのではなく、河床の粒度分布形をも考慮しなければならない。また、 τ_{*ci} を求める際の相当粒度 R_{cs} は、河床の粒度分布形によらず、 $R_{cs} = d_m$ を用いてもよいと考えられる。

今後の検討事項として、 τ_{*ci}/τ_{*cm} がなぜ粒度分布形によって変化するが現象的に明確にしたい。

1) 深見・葛西：混合粒径砂の流砂量 土木学会 第31回年講概要集

2) 河相論