

1 混合砂床の流砂量は、これまでに種々の論文で議論されているが、実際の現象をそのまま解明しているとは言い難い。著者らは、できるだけ現象に即した観点から混合砂床の流砂量を把握するために、実験解析を行っている。今回はその中間報告であるが、いくつかの問題点が指摘されたので、ここに発表する。

2 流砂量式の問題点について

- (2-1) 混合砂床の流砂量式は、均一砂床で得られたものを拡張して使用するもので、均一砂以上の議論はできないが、流砂量式を $q_{sx} \sim \tau_{xi}$ に関する概念モデルと考えれば、有効掃流力の評価（河床流の評価）が正しい場面でなされるなら、理論的な導入の違いにかかわらず、どの公式も大差ないと言える。
- (2-2) 限界掃流力は混合砂床の場合、粒径別に与えられるが、流砂量式が均一砂のものなので、混合砂特有の現象（混合効果）がすべて、 $\tau_{xi}(d_i/d_m)$ の中に解消せられてしまう。
- (2-3) 現在の流砂量式では τ_{xi} 付近で q_{sx} の 10-100 倍程度の誤差は識別されない。一方、混合砂床の混合効果は τ_{xi} 付近ほど顕著であることから、この問題の不明確さが生じるものと考えられる。

3 混合砂床における流砂現象について

- (3-1) 河床砂の d_m に対する τ_{xm} が 0.1 前後を越えるあたりから、河床砂が全面的に移動して河床と流砂との粒度分布が等しくなると、混合効果がうすれる。 d_i/d_m 毎の q_{sxi} の点はグラフ上で一直線上に並ぶ。
- (3-2) τ_{xi} が減少すると分級作用が生じ、全面移動の場合に比べて粗粒子が移動しにくくなる。（混合効果-1）
- (3-3) 河床面が粗粒化し、 d_m が大になって τ_{xm} が減少すると、表面の凹凸を決めるような粗粒以下の砂粒子は、粗粒化する前に比べて、同一の τ_{xi} でも非常に大きな流砂量を有するようになる。これは粗粒子によって生じるウェイクの効果であろう。（混合効果-2）
- (3-4) 流砂開始時には表面を細粒子がおおうような状態となり、流砂量も多い。（混合効果-3）
- (3-5) 混合効果-2, 3 は河床砂の分散が大きくなるほど顕著に見える。
- (3-6) 従来の混合砂の流砂計算方法は、混合効果-1 のみについて着目していたようで、 $(d_i/d_m) > 1$ に対しては流砂量を極端に小さく評価しているものもある。
- (3-7) 実際のアーミング現象は、混合効果-2 のような現象で説明されるのではないだろうか。

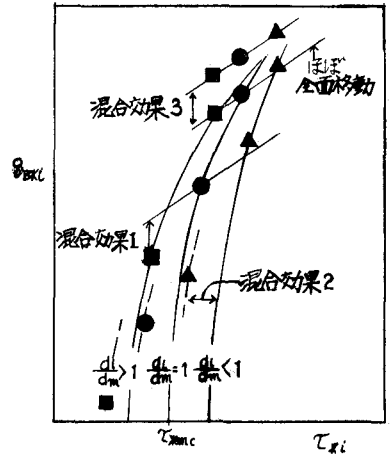


図-1. $q_{sxi} \sim \tau_{xi}$ 模式図

- (3-8) Egiazaroff の粒径別限界掃流式は $\tau_{ci} = 0.1 / (\log_{10} 19 d_i/\bar{d}_{avg})^2$ で与えられるが、 $\bar{d}_{avg}$ の物理的な意味が不明確である。 $\bar{d}_{avg} = d_m$ とした場合、混合効果-2 の影響で、流砂量を過小評価することになる。その点、Egiazaroff が $\bar{d}_{avg}$ を河床砂の平均粒径と流砂の平均粒径との平均値にすると良いと提案していることと結果的に一致する。（ $d_m < 0.4$ で $\tau_{ci} = 0.85 \tau_{cm}$ と修正した場合）
- (3-9) 混合効果-2 を流砂量式に反映させるには、物理的にウェイクの影響を評価する方法と、実用的に $\bar{d}_{avg}$ を現象と合うように修正評価する方法の二つが考えられる。それには河床砂の分散あるいは粒度分布形をパラメータとしてとり入れる必要がある。
- (3-10) 全流砂量の計算も $\tau_{cm} = 0.1 / (\log_{10} 19 d_m/\bar{d}_{avg})^2$ を使って d_m について均一砂として計算すれば、結果的に

は現象と一致する。

4 今後の課題

(4-1) 実河川における土砂収支は粒度分布を考慮した流砂量の把握が必要なので、3に述べた現象の量的表現方法を検討する。

(4-2) 河床液ができた場合これらがどうなるかを検討する。

5 実験結果

表-1

実験条件				
		Case 1	Case 2	
河床の d_m	初	~ 4.5 mm	~ 3.3 mm	
	終	~ 9.2 mm	~ 9.4 mm	
$\sigma = \sqrt{\frac{d_{84}}{d_{16}}}$	初	~ 3.78	~ 5.	
	終	~ 2.74	~ 3.36	
最大粒径		~ 20.0 mm	~ 20.0 mm	
最小粒径		~ 0.149 mm	~ 0.149 mm	
水面勾配	初	RUN 14	0.013	RUN 1 0.013 RUN 4 0.0081
		16	0.013	2 0.011 5 0.011
		17	0.015	3 0.014 6 0.012
	終	RUN 14	0.0056	RUN 1 0.0084 RUN 4 0.0045
		16	0.0051	2 0.0070 5 0.0097
		17	0.0072	3 0.0059 6 0.0028
U_{*2} cm/s ²	初	RUN 14	59.1	RUN 1 35.5 RUN 4 54.7
		16	51.2	2 30.1 5 28.6
		17	87.1	3 47.9 6 67.5
	終	RUN 14	32.0	RUN 1 31.8 RUN 4 28.6
		16	44.7	2 36.7 5 27.7
		17	56.3	3 40.7 6 29.1

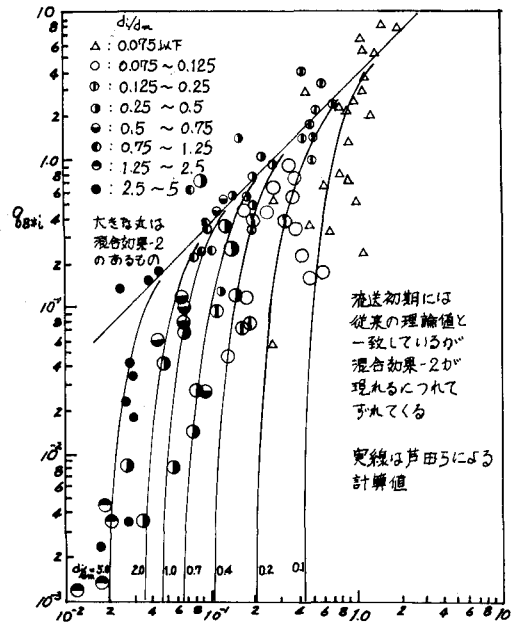


図-2 粒径別流砂量 Case 1

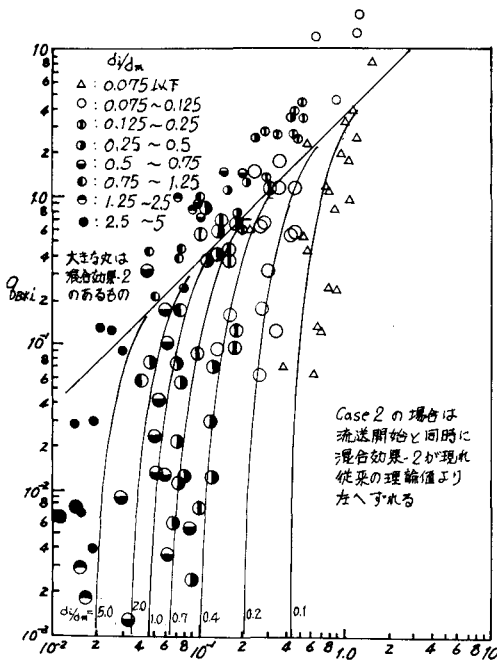


図-3 粒径別流砂量 Case 2

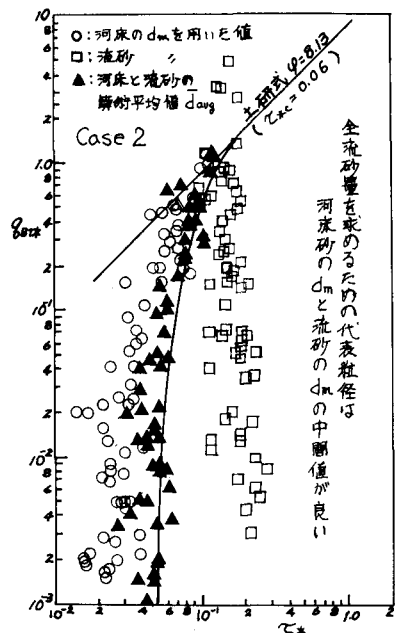


図-4 全流砂量と代表粒径