

II-137

流量変化に伴う混合砂れき河床の変動について

山梨大学大学院 学生員 赤池広康
 東京大学大学院 学生員 佐野良久
 山梨大学工学部 正 員 砂田憲吾

1. はじめに

多くの実際河川で一般的な混合砂れき河床では流砂量とその履歴により鉛直分級が生ずる。これらを考慮した河床変動解析には平野の理論¹⁾がよく用いられ、同理論によればダム下流域などに見られる静的粗粒化も説明される。本稿では、流量を変化させた場合の、流砂量～河床表層粒径分布～河床変動の時間空間的変化について実験的に調べ、粗粒化の過程と理論の適用性について考察した。最近、粗度も活発に移動しているような場合での粗粒化（動的粗粒化）についても注目されているが^{2) 3)}、その点については今回直接対象とせず、いわゆるArmor Coatの形成過程と粒径分布についての結果を報告する。

2. 実験の概要

実験は一様幅（15cm, 30cm）で、水路長10mの水路にあらかじめ粒度分布を測定しておいた砂れきを敷き均し、ダム下流域を想定して上流から給砂をせずに図-1のように流量を変化させて通水した。実験の主な水理条件は表-1のとおりである。RUN1, RUN2は流量を一定とした場合の実験であり、それらを対照しながら、ここではRUN3について、主として考察する。40分間漸次流量を増加させながら通水した後、一旦、止水して、河床高と表層（厚さ10mm）の砂れきを注意深く採取し、粒度分布を測定し、それを埋め戻して再び40分間流量を減少させながら通水した。通水終了後、同じように河床高と粒度分布を測定した。河床材料として用いた砂の粒度分布は図-2に示す。粒径範囲を4つに分け、それぞれの代表粒径を d_1, d_2, d_3, d_4 ($d_1 > d_2 > d_3 > d_4$) とした。なお流量を設定する際に、摩擦速度 U_* が最大粒径の粒径別限界摩擦速度 U_{*ci} よりも常に小さくなるようにした。

3. 平野の理論の適用

平野の理論では、混合砂れき河床の変動が場所的・時間的に計算される。同理論の適用の際粒径別限界掃流力の算定に芦田、道上ら⁴⁾のEgiazaroff式の修正式を用い、流砂量は土研公式で粒径別に計算して求めた。RUN1, RUN2のように流量が一定で定常な場合には、一定時間経過後の河床高などを計算がよく追従することが知られており、今回もそれを確認してある。そこで、流量が漸次変化するRUN3について、流砂量や粒度分布の時間変化を計算した例を示し、それらも考慮にいれながら非定常な場合についての混合砂れき河床の変動について考察してみる。

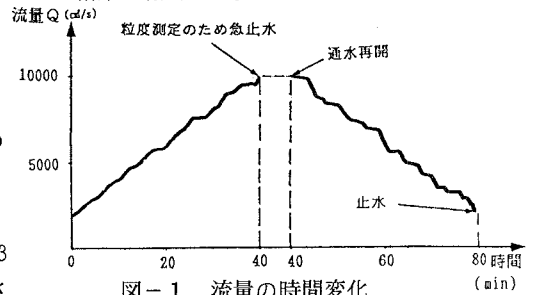


図-1 流量の時間変化

表-1 実験の水理条件

	河床幅(m)	初期河床勾配	粗度係数	流量(cm³/s)
RUN1	0.15	0.0154	0.0190	1910
RUN2	0.15	0.0092	0.0190	958
RUN3	0.30	0.0125	0.0190	2000-10000

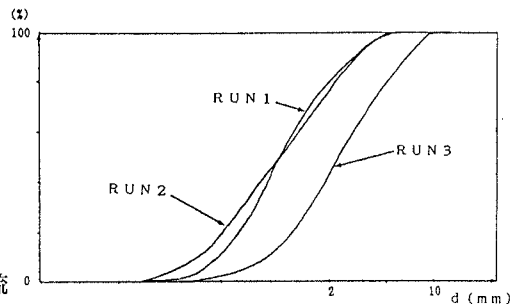


図-2 河床砂の粒径加積曲線

表-2 河床砂の代表粒径

	代表粒径(mm)	粒径範囲(mm)	ib(%)
d_1	7.14	9.52-4.76	20
d_2	3.38	4.76-2.00	38
d_3	1.42	2.00-0.84	30
d_4	0.55	0.84-0.25	12

4. 結果・考察

図-3,図-4は粒度分布の時間変化を、図-5,図-6は粒径別流砂量の時間変化を、それぞれ上流、中流（それぞれ下流端から9m,5m）の各地点に置いて計算したものである。

粒度分布の変化に注目すると、時間が経過するに連れて、先行する上流部に続き、全体的に粗粒化が進み、Armor Coatが形成されていることが分かる。このことについては計算値ほど明瞭ではないが実測値もほぼ同じ傾向を示している。

図-4と図-6に注目してみると、 q_{b3} 、 q_{b4} がピークを迎えると同時に、 ib_1 、 ib_2 が増加しはじめ、 q_{b2} がピークになると、 ib_2 が減少し始めることが分かる。これは、ある粒径の流砂量が相対的に増加すると、その粒径が全体に占める割合が減少して行くことを示している。それに関連して、粒径別流砂量のバランスによって、河床の粒度の構成は、単調に増加するものと、減少するものに単純に2分されるものではなく、増加の後、減少するものがあり、実験（図-3,図-4）によっても確認された。

図-7は40分間通水後と、80分間通水後の各地点での河床高の実測値と計算値を比較したものである。どちらの場合も計算値が現象をよく再現しており流量が単調に増加し、減少するような非定常の場合にも平野の理論によって大略妥当な計算結果を示すことが分かる。

【参考文献】

- 1) 平野宗夫：Armoringをともしう河床低下について
土木学会論文報告集第195号 pp.55-65 1971 11月
- 2) Gary Parker: ON ARMORING 土木学会論文報告集第375号 II-6
1986 11月
- 3) 道上正規、鈴木幸一：混合砂れき河床における増水・減水時の平衡流砂量 土木学会論文集第399号 II-10
1988 11月
- 4) 芦田和男、道上正規：移動床流れの抵抗と掃流砂量に関する基礎的研究 土木学会論文報告集 第206号
PP.59-69 昭和47年

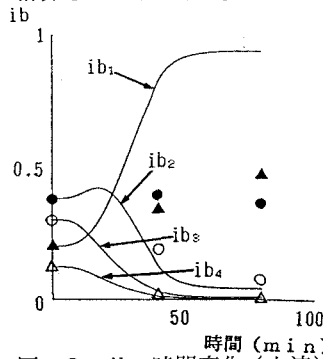


図-3 ib の時間変化（上流）

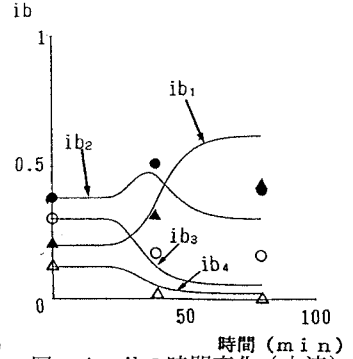


図-4 ib の時間変化（中流）

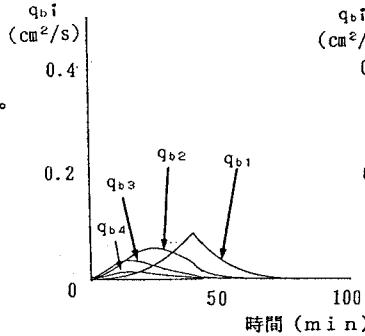


図-5 qb_i の時間変化（上流）

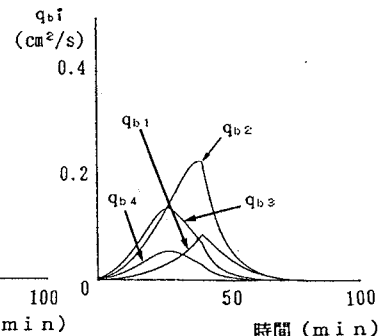


図-6 qb_i の時間変化（中流）

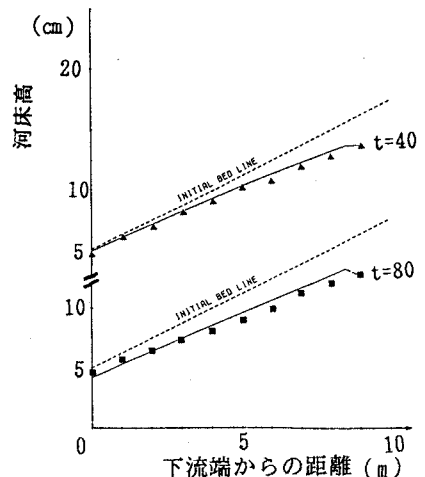


図-7 河床高の変化