

Ⅱ-216 混合砂礫を用いた勾配 1/40 移動床水路における河床形態と流砂量について

水資源開発公団試験研究所 正会員 森 高信
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 藤田 豊彦
 北海道大学大学院工学研究科 正会員 長谷川和義
 水資源開発公団試験研究所 正会員 竜澤 宏昌
 水資源開発公団試験研究所 正会員 林 日出喜

はじめに

従来からダムの貯水池内への流入土砂が問題となっているが、最近、ダム貯水池の上流端付近に流入土砂の調節を目的とした貯砂ダムが設けられるようになってきた。この貯砂ダムは、完全に土砂を止めるクローズド型が一般的となっている。しかし、著者らは、周辺環境への影響や堆積土砂の有効利用等の観点から、オープン型の貯砂ダムの可能性を検討している。その中で、貯砂ダムが立地する付近の河道を対象にその河床形態や流砂量等の把握を目的とした移動床実験を行った。本論では、この実験から得られた二、三の知見を報告する。

1. 実験方法

建設または調査段階にある 12 ダムを対象に貯水池上流端付近の河床勾配を調査した。その結果、2, 3 のダムを除いて、概ね 1/50～1/30 の勾配であることがわかった。そこで、勾配 1/40（幅 60cm、長さ 20m）の片面アクリルの木製水路を用い、表-1 に示す条件下での実験を行った。まず、図-1 に示す 2

表-1 実験条件

Case No.	流量 (cm³/s)	河床勾配 i	通水時間 (分)	砂礫径 (cm)		
				d_{50}	d_{84}	d_{94}
C砂礫	CaseC-1	1500	120	0.091	0.221	0.414
	CaseC-2	4980	60			
	CaseC-3	14900	70			
B砂礫	CaseB-1	1130	100	0.094	0.300	0.747
	CaseB-2	3870	60			
	CaseB-3	12140	30			

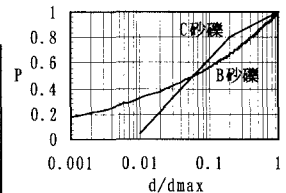


図-1 実験砂礫の粒度分布

種類の粒度分布の砂礫（最大粒径 15mm）をよく混合して水路底より 30cm の高さまで敷詰め、無給砂の条件で通水を行い、水路の下流端で流砂量を測定するとともに、河床変動の様子を観察した。また通水後には、河床高の計測と、河床表層数 cm の砂礫をいくつか採取しそれらの粒度分布を調べた。

2. 実験結果と考察 通水中には、水路の左右交互に砂州（砂礫堆）が発達するケースと、全く発生せず 2 次元の流れのまま河床表層の分級が進むケースが観察された。図-2(a) は、砂礫堆の発達が認められた CaseC-2 において計測された初期河床を基準とする通水後の河床高である。また図-2(b) は、同じく、砂礫堆の発達が認められなかった CaseB-2 の結果である。両ケースは、いずれも、黒木・岸の中規模河床形態の実用的領域区分図¹⁾に示される単列砂州発生領域内 ($7 < BI^{0.2}/h \leq 30$) にあり、後述の式(1)に示す流れの抵抗則に従うものとすれば、両ケースの $BI^{0.2}/h$ 値はほぼ等しい。フルード数は異なるものの、砂礫材料の違いにより、このような全く異なった現象が観察されたことは興味深い。なお、この原因としては、以下に見るように CaseB-2 の分級が 30 分程度で終了し、粗粒化が起って流砂量が急激に減少したためと推察される。図-3 は、砂礫堆が認められた CaseC-2 で、通水後の河床において採取した砂礫の粒度分布を示したものである。図-3 によると、砂礫堆部の粒度分布はいずれも片対数紙上でほぼ直線的な分布形であり、初期分布とあまり変わらない。この傾向は、竜澤ら²⁾が行った移動床実験と同様の結果である。次に、山地河川における流れの抵抗則として、式(1)に示す Hey 式の適合性がよいことが指摘されている。

ここに、R: 径深, a : 11.16 (矩形)～13.46 である。図-4 は、通水直後に計測した水深の最大値と最小値を用いて、 h/d_{84} および f 値との関係で式(1)と比較照合したものである。これによると、Hey 式の適合性がよいことがわかる。図-5 は流砂量の経時変化であり、図-6 は通水中の流出土砂の粒度分布である。

$$\frac{u}{u_*} = 5.75 \log \left(\frac{aR}{3.5d_{84}} \right) \quad (1)$$

図-6 より、砂礫堆が発生した CaseC-2 では、通水開始から終了まで流出土砂の粒度分布はほぼ元河床の粒度分布に等しく、砂礫堆が見られなかった CaseB-2 では、時間の経過とともに元河床の粒度よりも細かい礫が多く流出している。CaseB-2 と同じような傾向が見られたのは複数の砂礫堆が形成された CaseC-1 と CaseB-1 であった。図-7 および図-8 は、それぞれ芦田・道上の流砂量式と、通水直後の流出土砂の粒度分布および流砂量との比較を行ったものである。図-7 および図-8 より、粒径別粒砂量の重量比は必ずしも芦田・道上の式に合致する結果ではなかったが、全流砂量については、ほぼ合致することがわかった。

キーワード：貯砂ダム, 混合砂礫, 河床変動, 流砂量, 移動床実験

連絡先：水資源開発公団試験研究所（〒338-0812 浦和市大字神田 936 番地 TEL048-853-1785, FAX048-855-8099）

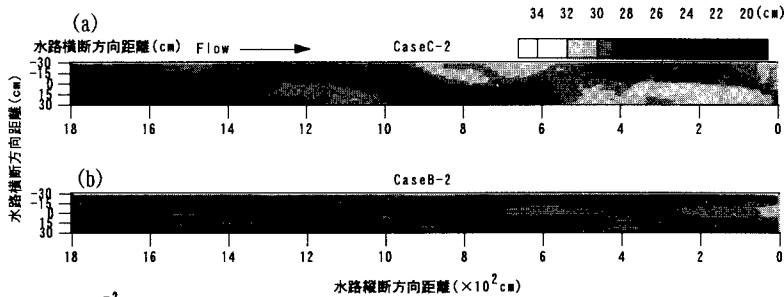


図-2 通水後の河床高(平均勾配差引)

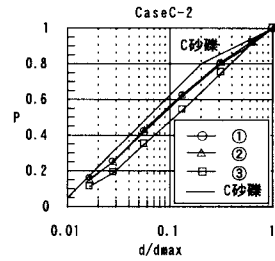


図-3 通水後の砂礫堆の
粒度分布

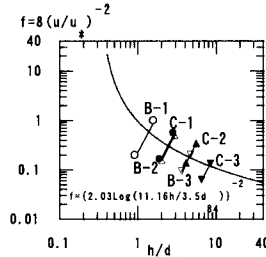


図-4 通水直後における Hey 式の適合性

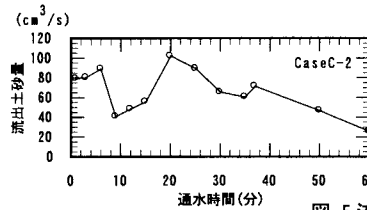


図-5 流砂量の経時変化

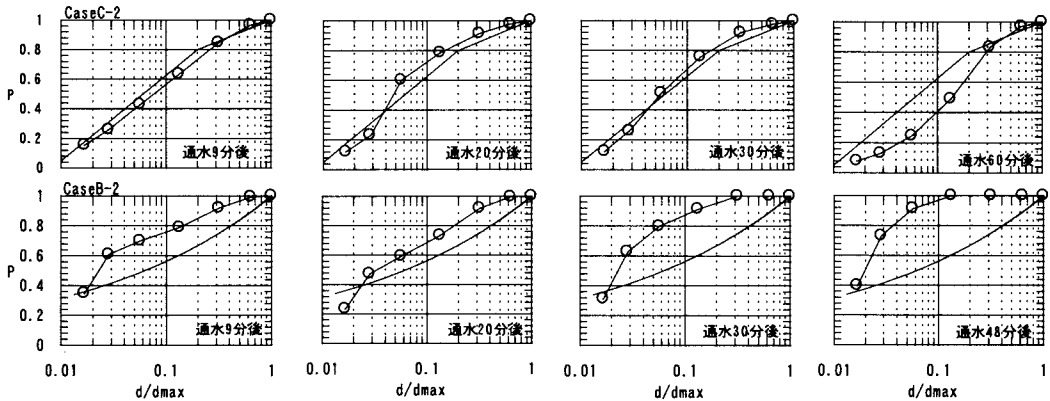
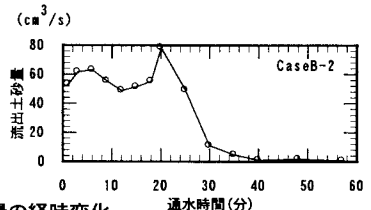


図-6 通水中における流出土砂の粒度分布

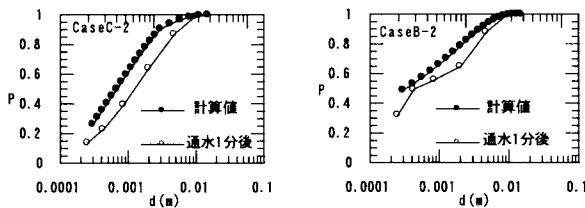


図-7 粒径別粒砂量の重量比

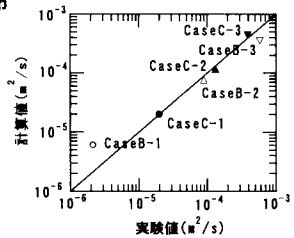


図-8 流砂量の適合性

おわりに

今後も、貯砂ダム設計に資するため、より詳細な河道データの収集に努めるつもりである。

参考文献

- 1) 黒木, 岸 : 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文集報告集, No. 342, 1984.
- 2) 竜澤, 林, 森, 長谷川, 藤田 : 広水理条件下における小規模河床波(礫列・礫段)の形成と形状特性, 水工学論文集, 第 43 巻, pp. 731-736, 1999.