

## ダム下流河道仮置土砂の侵食・流送挙動調査に関する基礎的研究

独立行政法人土木研究所 正会員 井上 清敬

独立行政法人土木研究所 正会員 柏井 条介

## 1. はじめに

流域一貫した土砂管理の観点から、ダム貯水池内の土砂を、下流河道に供給することが求められている。その方策の内、下流河道への土砂の仮置き（以下、置土）は、貯水池にたまった土砂を浚渫・掘削し、ダム下流に仮置

きして、洪水時のダムからの放流水により下流へ供給するものであり、ダム直下流に適当な置土設置場所がある場合には、経済的な運用が可能な方法と考えられる。しかし、置土の運用手法は、系統的な検討が充分なされておらず、確立されているとはいえない。そこで、本研究では置土の侵食挙動と土砂の流下挙動を置土上流端から系統的に調査するための基礎的な水理実験を実施した。

## 2. 実験概要・模型

実験模型を図1に示す。実験水路は、幅1m、長さ11m、水路勾配1/100の矩形断面の直線水路であり、上流に給水管・整流水槽、下流に沈砂池・帰還水路がある。水路は塗装を施した木製を基本とし、片側側壁は透明アクリル製である。水路上流端にシルを設置し、水のみの通水時に水路上流端から約1m下流からほぼ等流状態となることを確認している。置土設置区間はこれより下流である。なお、実際のダム直下流の粗粒化を想定し、固定床水路に置土を設置する実験とする。

実験条件を表1に示す。Case1は置土体積一定で平面形状を変化させたケースであり、置土の基本的な侵食・流送挙動の把握を目的とする。Case2は下流に長く続く置土を想定した置土設置方法で行う置土断面形状一定で初期置土長を変化させたケースであり、置土設置区間の流砂量分布の調査を目的とする。置土設置方法を図2に示す。置土は上下流方向に均一断面とし、片側側面を水路側壁に沿わせて設置する。水路側壁に接していない置土側面の法勾配はCase1では1:2、Case2では1:0.5とする。置土の長さとは、Case1では法面の中心で、Case2では置土天端で設定する。Case2では水路下流端まで土砂を設置すると、低下背水により下流側からの侵食が生じるため、水路下流端に木製の置土模型（長さ1.5m、幅0.2m、矩形断面）を設置する。実験砂は平均粒径1.2mmの珪砂を使用する。

実験計測では、置土の上流端から下流端までの長さ（以下、置土長）および形状の変化をビデオ画像の解析により求め、流砂量を水路下流端に設置した可動式の網による流下土砂の捕捉（1回あたり20～60秒間）・計量により求める。網は0.2m幅の5つの網（置土側からNo.1～5）で構成されており、水路全幅に隙間なく配置する。

## 3. 置土の基本的な侵食・流送挙動（Case1）

図3に侵食状況の例として、Case1-2の残留置土と移動床の形状変化を示す。置土の侵食・流送挙動は、平面形状によらず概ね同様である。まず置土上流面の川側の角が侵食され、上流端が先鋭になると後退を始め、その後上流面の後退と幅の減少により侵食が進行する。置土側面の侵食は、流水と接する置土下部が洗掘され、上部がオーバーハングし崩落する過程を繰り返す側岸侵食のメカニズムである。侵食された土砂は、置土沿いまたは置土側側壁近傍で水面下に堆積・移動する層（以下、移動床）を形成しながら流下する。

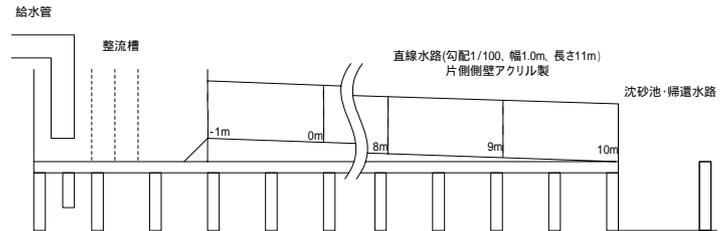


図1 実験模型

表1 実験ケース

Case	置土幅 $B_0$ (m)	置土長 $L_0$ (m)	置土高 $H_0$ (m)	流量Q ( $m^3/s$ )	粒径 $d$ (mm)
1-1	0.1	8	0.1	0.020	1.2
1-2	0.2	4	0.1		
1-3	0.4	2	0.1		
2-1	0.2	8	0.1		
2-2	0.2	6	0.1		
2-3	0.2	4	0.1		
2-4	0.2	2	0.1		
2-5	0.2	1	0.1		

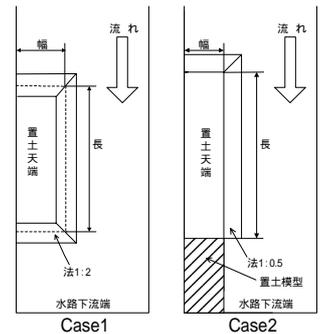


図2 置土設置概要図

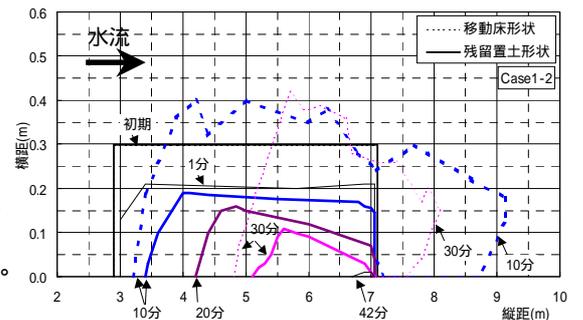


図3 残留置土と移動床形状の推移(Case1-2)

キーワード：土砂管理、堆砂、置土、侵食、流砂量

〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 :029-879-6783 Fax: 029-879-6737

図4にCase1の水路下流端で捕捉した流砂量の推移を示す。流砂量は、侵食直後に急増した後漸減し、水路から土砂がなくなる直前に急増する。最後の流砂量の急増は、初期置土が全て流失し、残留土砂が越流状態で急速に流送される状態に対応している。侵食初期に幅の大きいケースの変化が急である他は、流砂量の推移は平面形状によらず概ね同様の傾向といえる。図5に、No.1～5の捕捉域の流砂量を時間積分して求めた、各捕捉域累積土砂量の全土砂量に占める割合を示す。図より、No.1、2の区間で全土砂量の約95%が流下しており、土砂流下範囲は主に置土側であることが分かる。

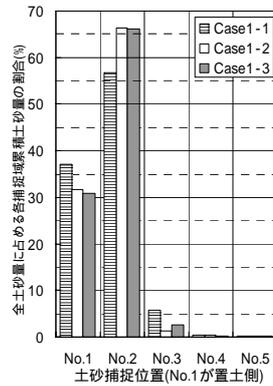


図5 累積土砂量の横断分布



写真2 Case2-3の流況 (通水開始10分)

4. 置土設置区間の流砂量分布 (Case2)

写真2にCase2-3の流況を示す。水路内は射流であり、水脈は置土上流面に衝突して一旦堰上げられ衝撃波を生じながら流下する。置土下流端付近で低下背水等による局所的な侵食は生じておらず、水路末端での流砂量の推移を、下流に長い置土の途中断面のそれとして把握できると考えられる。

図6と図7にCase2の流砂量と水路に残留する置土長の経時変化を示す。流砂量の推移は図4と同様の傾向である。置土長の減少傾向は置土長によらず同様である。これら置土長と流砂量を対応させることで、置土区間の流砂量の縦断分布が示される(図8)。図より、流砂量は置土上流端から0.5m程度の区間で急激に増加し、その下流では一定と増加を繰り返しており、置土上流端と側面で侵食が生じていることが分かる。置土長3～5mの区間で側部の侵食が生じ流砂量が増加しているが、ここは置土上流端で生じた衝撃波の反射波が衝突する箇所に対応しており、流砂量の変化に衝撃波が影響していると思われる。また、各ケースを比較すると、通水初期と置土長3～5m程度の範囲を除くと概ね同様の傾向を示している。このことから、本実験条件程度であれば、初期置土長が長いケースの置土長と流砂量の関係を描くことで、置土設置区間の流砂量分布が把握可能と考えられる。

5. まとめ

置土の射流域における基本的な侵食・流送挙動と置土設置区間の流砂量分布を調査した。結果を以下にまとめる。

置土の侵食・流送挙動、流砂量の推移は、置土体積一定の場合、平面形状によらず概ね同様の傾向といえる。置土から供給された土砂は置土側に偏って流下する。置土区間の流砂量は、上流端の侵食により0.5m程度の区間で急激に増加し、その下流では側面の侵食により一定と増加を繰り返す。流砂量の変化に衝撃波が影響していると思われる。

今後は置土断面形状や粒径をパラメタに流砂量分布を調査し、置土の系統的な侵食・流送挙動の調査を進めたい。

参考文献 広岡光太郎:「人工堆積台地の侵食特性に関する実験的研究」、平成12年度土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、Vol.28、230-231、2002年

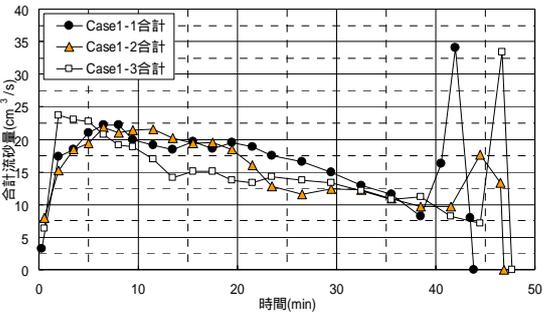


図4 合計流砂量の推移(Case1-1～3)

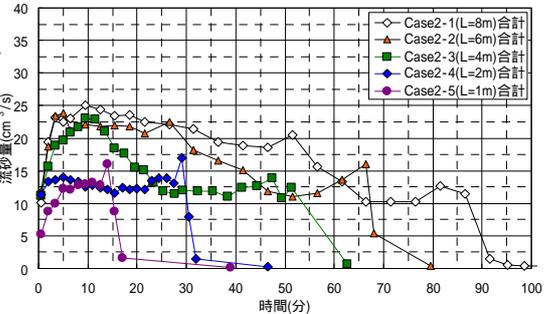


図6 合計流砂量の推移(Case2-1～5)

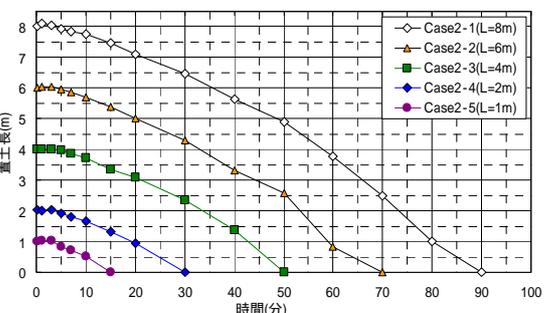


図7 置土長の推移(Case2-1～5)

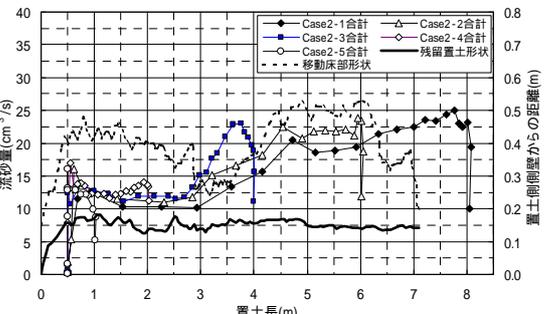


図8 流砂量の縦断分布(Case2-1～5)