

II-162

横越流による貯砂ダムの河床変動

舞鶴工業高等専門学校 正員○川合 茂
 京都大学防災研究所 正員 芦田和男
 京都大学防災研究所 正員 江頭進治

1. はじめに

ダム堆砂は種々の障害を引き起こし、社会的な問題となっている。しかし、その排除法は未だ十分でなく、堆砂の防止軽減技術の確立が求められている。本研究は、貯砂ダムに横越流部を設けた場合についての基礎的な実験を行ったもので、横越流幅や流量による堆砂の挙動および越砂特性を調べたものである。

2. 実験概要

実験水路は、図-1に示すように、幅50cm、長さ12mの直線水路である。全流量が横越流するように、水路下流部にダムを設け、その上流に横越流部を設けている。最大横越流幅は50cm、堰高は6cmである。水路床勾配は1/50に設定した。実験は、表-1に示すように、流量と堰幅を変えて6ケース行った。給砂は固定床の状態から開始し、河床勾配が1/100になるように定めた。実験用砂の平均粒径は0.6mmで、ほぼ一様な粒度分布を有するものである。

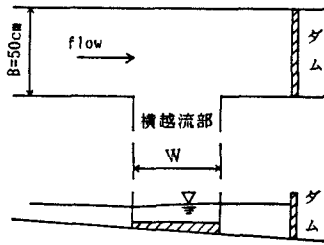


図-1 実験水路概要

表-1 実験条件

Exp.No	流 量 Q (l/s)	横越流幅 W (cm)	給 砂 量 Q _s (kg/min)
A-1	5.0	50	1.4
A-2	6.0	50	1.8
A-3	7.0	50	2.3
A-4	8.0	50	2.7
B-1	5.0	25	1.4
D-1	4.0→8.5 →3.5	25	1.0→2.9 →0.8

堰高は6cmである。水路床勾配は1/50に設定した。実験は、表-1に示すように、流量と堰幅を変えて6ケース行った。給砂は固定床の状態から開始し、河床勾配が1/100になるように定めた。実験用砂の平均粒径は0.6mmで、ほぼ一様な粒度分布を有するものである。

3. 実験結果

(1)河床変動：図-2に河床縦断面形と堰幅の関係を示す。横越流幅が狭いほど河床位は高くなる。こうしたことは、砂防ダムにおける土砂調節機構¹⁾と全く同じである。図-3は堆砂肩の停止位置をスケッチしたものである。流量→大、横越流幅→小ほど堆砂肩の停止位置は上流に移る。これは、流量→大、横越流幅→小ほど堆砂前面における渦の強度が強くなるためと推察される。ダムの位置による堆砂肩の停止位置は、図-3のAとBの場合ではあまり変わらない。

(2)越砂量：堆砂が横越流堰まで前進してくると越砂が始まる。図-4に越砂開始後の越砂量の変化を示す。同図には堆砂肩の位置を示すとともに、越流幅の異なるケースを比べている。図示のように、いずれのケースも、堆砂の前進にともなって越砂量 Q_{B0} は増加し、堆砂段丘が停止して平衡状態に達すると、越砂量は平均値の回りを変動する。これは、横越流堰周辺の局所的河床変動に対応している。ついで、越流幅の影響をみる。その影響は、平衡状態へ至る過程において、越砂量の増加率に現れ、越流幅の狭い方が増加率は小さい。これは、越流幅の狭い方が河床は高くなることから、河床上昇に流砂量が使われるためと思われる。

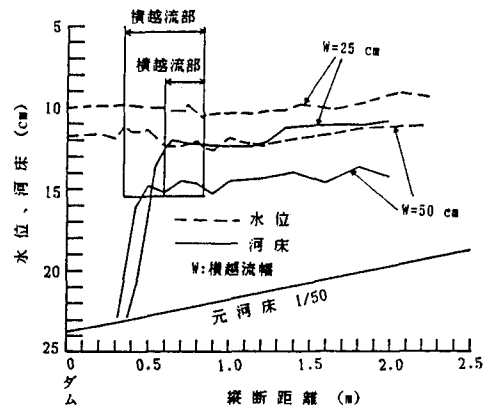


図-2 河床縦断面形 (Q=5.0 l/s)

非定常流では、河床位と堆砂段丘の位置が流量と1:1に対応しないため、越砂量も流量と1:1に対応しない。その遷移過程

を、流量を4.0 l/s→8.5 l/s→3.5 l/sと階段状に変化させて調べた。その結果を図-5に示す。いずれの流量においても、河床が平衡状態になったと思われるまで通水した。図示のように、流量が変化しても、すぐには給砂量≒越砂量とはならない。

これは、つぎのような理由による。すなわち、流量が急激に増加すると堰上げによって河床は上昇し、越砂量は給砂量より少なくなる。一方、流量が急激に減少すると低下背水が助長され、越砂量は給砂量より多くなるからである。

4. 横越流に伴うエネルギー損失

非定常流の条件下において、越砂量を的確に推定するためには、横越流部近傍における河床変動を的確に推定できることが前提となる。そのためには、横越流に伴う局所的なエネルギー損失を知ることが必要である。この損失は、横越流近傍の渦に依存するが、これを直接求めるのは困難である。そこで、次式によって大まかな値を把握しておく。

$$h_1 = (V_u^2 - V_s^2) / 2g + h_u - h_s + \Delta Z, \quad \xi = 2gh_1 / V_s^2 \quad \dots\dots(1)$$

ここに、 h_1 は損失水頭、 ΔZ は上流部における堰高からの河床上昇量、添字sは堰における値、uは上流部の値を示す。

図-6は定常流実験における損失係数 ξ と W/B （ W は越流幅、 B は水路幅）との関係を見たもので、堰部において限界流のエネルギーを与えている。 $W/B=1$ において $\xi=0.7$ 程度の値になっており、損失は越流幅の縮小によるものばかりでなく、流線の曲がりによっても起こっていることがわかる。越流幅が縮小した場合には、 ξ はさらに大きくなっている。

5. おわりに

堆砂段丘の形成プロセスと越砂量との関係および流量変化に伴う越砂量の変化について定性的な特性を明らかにした。今後、こうした現象の解明の上で重要となる横越流堰近傍での流れ、特にエネルギー損失機構をを検討していく必要がある。

（参考文献）1) 芦田・江頭ら：砂防ダムの流出土砂機能に関する研究、京大防災年報、1987。

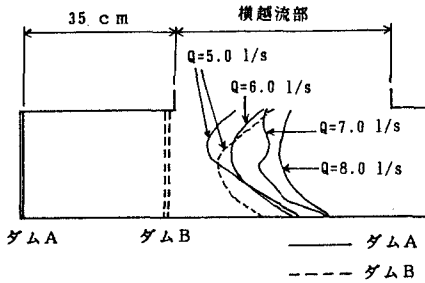


図-3 堆砂肩の停止位置

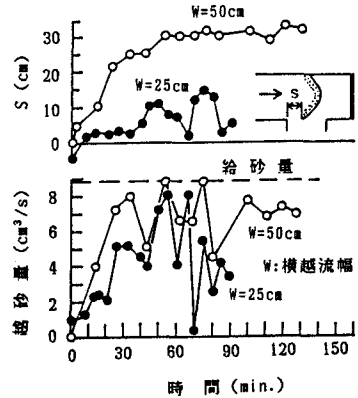


図-4 越砂量の変化

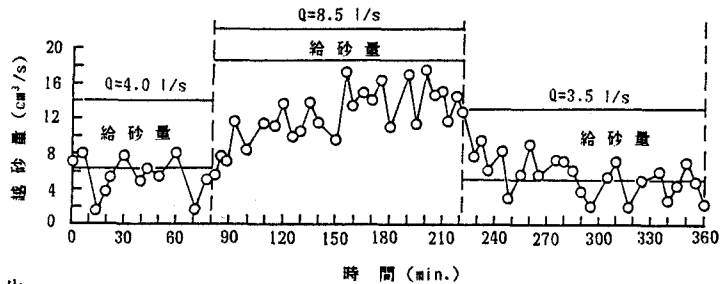


図-5 流量変化に伴う越砂量の変化

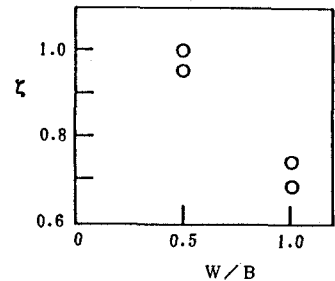


図-6 ξ と W/B の関係