

90 大断面を有するスリットダムの

土砂調節効果

働砂防・地すべり技術センター ○安養寺信夫
働建設技術研究所 坂東 高
建設省天竜川上流工事事務所 後藤 宏二

1. はじめに

砂防ダムは洪水時の流出土砂を調節して、下流河道への流出土砂量を低減させることを目的に配置される。いっぽう、自然河道の土砂調節機能については、溪床勾配の変化点や谷幅の急縮区間などで生じていることが報告されている¹⁾。砂防施設配置計画では、河道調節量とダム調節量が相殺されないような適地を選定することが重要である。

一般にダム工はオーブントップタイプとクローズドタイプに分類されるが、スリットダムに代表されるオーブントップタイプのダムについては、土石流フロント巨礫の捕捉を目的とした各種の実験的検討がなされ、池谷ら²⁾によるとスリット間隔は最大礫径の1.5～2倍程度が効果的であるとされている。しかし、掃流砂が卓越する河道区間に対する流出土砂捕捉効果や調節効果については検討例が少なく²⁾、スリット幅等の決定手法がなかった。本研究は上記のような条件における人工的な狭窄によるスリット効果について、水理実験と土砂水理解析による検討を行い、大断面を有するスリットダムの計画に関する知見を得たので報告するものである。

なお、本研究に対しては「砂防工法研究会（堀内照夫委員長）」の御指導を仰いだ。記して委員各位に感謝致します。

2. 大断面スリットダムの概念

先に述べたように、大きな出水後の河道をみると、谷幅の変化（拡幅～狭窄）地点において洪水段丘の形成による土砂堆積が生じている。この土砂堆積の原因はいくつかあろうが、狭窄による背水が生じたために上流部で摩擦速度が減少し、流送土砂が堆積して砂堆が形成されるものと考えられる。

したがって、このような狭窄部をさらに狭めるか、河道幅がほぼ一定の区間では兩岸から人工的に狭窄を形成することによって、このような現象を人為的に発生させることができる（図-1）。

大断面スリットダムは、このような人工的狭窄部を形作るものであり、砂防計画では洪水時の流出土砂抑制機能を持ち、スリット部からの土砂流出による調節機能を持つものとして評価できる。

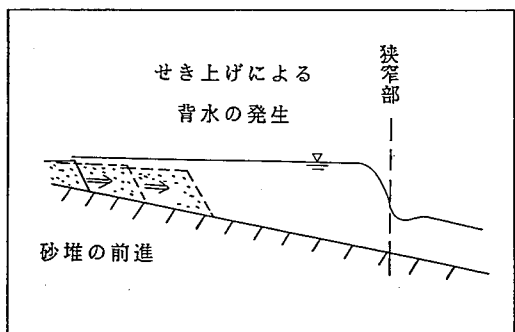


図-1 狭窄部における土砂調節の概念

3. 研究方法

ダム上流堆砂地における堆砂の進行は、洪水時の一時的な湛水によって生じるものとする。せき上げの水位は簡便的にせきの越流により求めるが、そこで用いる流量係数 C を決定する必要があるため、せきの越流に関する実験式を基に水理実験によって流量係数を決定する。

次にせき上げによる堆砂の進行状況を調べるために水理実験を行う。この時、ダム位置までの河道幅の縮流形状も検討する。水理実験は、移動床水路で大断面スリットダムを配置し、川幅 B とスリット幅 B_0 の比と、堆砂量との関係を把握する。さらに、補助的に河床変動計算を行って、土砂捕捉効果の高いスリット幅比を決定する。

4. 実験条件と結果

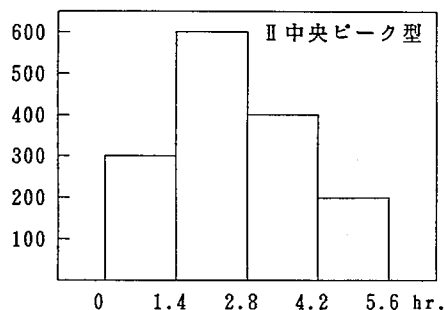
実験ハイドログラフおよび給砂条件等を図-2、表-1に示す。

表-1 実験ケース

ケース	B_0/B	B_1/B	実験内容
0	—	—	施設無し, 平衡給砂
1	0.2	1.0	急縮タイプ, 平衡給砂
1'	0.2	1.0	急縮タイプ, 無給砂, 1に継続
2	0.2	0.4	漸縮タイプ, 平衡給砂
2'	0.2	0.4	漸縮タイプ, 無給砂, 1に継続

粒径 $d_m=95\text{mm}$, 初期河床勾配 $I_0=1/50$

(m^3/s)



実験結果の概要は次のとおりである。

図-2 実験ハイドログラフ

- ① 流砂は湛水末端で砂堆を形成して段丘肩が前進するが、水位のせき上げ部に到達すると砂堆の前進速度は急速に減少する。堆砂過程は、貯水池のそれとほぼ同じである。
- ② 砂堆の段丘肩部はハイドログラフの減水時の200 m^3/s でスリットダム地点に到達し、その後スリットからの土砂流出が始まる。
- ③ ダム下流部では縮流による前庭部の洗掘が著しい。
- ④ 漸縮タイプでは流れがスリット部へ導流されるため、スリットダム付近で流速が増して、ダムからの土砂流出が早い時期に発生する。堆砂形状も、漸縮タイプでは急縮タイプよりスリット直上流で堆砂高が低い。
- ⑥ 給砂量 V_0 、ダムの捕捉土砂量 V_s 、ダムからの流出土砂量 V_d を比較すると、表-2のようになった。急縮タイプでは1洪水で流出土砂のほとんどが捕捉されるのに対し、漸縮タイプではスリット直上流で流れが集中してダム下流への流出土砂量が急縮タイプより13%程度増加する。調節効果は V_s/V_0 で評価され、急縮タイプでは捕捉量の25%が流出し、漸縮タイプでは5%であった。

表-2 流出土砂と捕捉率

ケース	B_0/B	B_1/B	V_d/V_0	V_s/V_0
0	—	—	1.010	-0.01
1	0.2	1.0	0.003	99.7
1'	0.2	1.0	0.251	74.9
2	0.2	0.4	0.133	86.7
2'	0.2	0.4	0.154	82.2

5. 越流水深

流量ごとのスリット部越流水深は図-3のとおりである。図には台形刃形堰 ($C=0.6$)、台形堰 (完全越流ともがり越流)、等流水深 (河床勾配 $1/50, n=0.04$) の水深も記してある。急縮タイプでは台形刃形堰で $C=0.75$ とした場合にほぼ一致している。漸縮タイプは接近流速が速くなるため、水深が若干浅くなっている。

スリット幅 B_0 と河幅 B の比 B_0/B と

流量係数 C の関係を今回の実験および建設省土木研究所²⁾の実験結果より、台形刃形堰の式

$$Q = 7.5 C \sqrt{2g} (3B_1 + 2B_2) h_3^{3/2}$$

に当てはめると、図-4のようになった。

ここに、 Q ; 流量, B_1 ; 底面幅, B_2 ; 越流水面幅, h_3 ; 越流水深である。

6. B_0/B と捕捉土砂量・流出土砂量

B_0/B による上流側堰上げ水深の変化とそれに伴う堆積土砂量の関係を河床変動計算によって検討した。

スリット部の水位計算は、図-4に示す C を用いたが、下流側の水深は限界水深を与えた。また、背水面各断面の水位は不等流計算によった。

流砂量式は緩勾配の芦田・高橋・水山の式を用い、計算初期河床勾配は一定で $1/50, 1/75, 1/100$ の3ケースとし、

B_0/B を $0.2 \sim 1.0$ の間で変化させて上流側の堆砂量と給砂量

の関係を比較した。また、ハイドログラフの流量変化は (Ⅰ) 前方ピーク型、(Ⅱ) 中央ピーク型、(Ⅲ) 後方ピーク型として波形の相違による捕捉土砂量の変化も調べた。なお、実験と同様に計算でも一回目は平衡給砂でそれに同波形のハイドログラフを無給砂で与えて、スリット上流に堆積した土砂の再洗掘・流出状況を計算した。

その結果、一洪水では $B_0/B=0.2$ で堆砂量 V_s と給砂量 V_0 の比 $V_s/V_0=1.0$ となり、全量を捕捉できることが判明した。当然のことながら、 $B_0/B=1.0$ では $V_s/V_0=0$ である。 B_0/B に反比例して V_s/V_0 は減少するが、初期河床勾配によってその変化状況は異なる。各洪水波形ともに河床勾配が $1/100$ の場合は、 $B_0/B=0.8$ で給砂量 $\approx$ 流出土砂量となって無施設と同様となる。一回の洪水のみに関しては、洪水波形に無関係にスリット幅が河幅の2割程度 ($B_0/B=0.2$) でクローズドタイプの砂防ダムと同様な捕捉効果があることがわかった。

次に先の計算結果を初期河床として無給砂で洪水を重ねた計算を行った結果、スリット部からの流

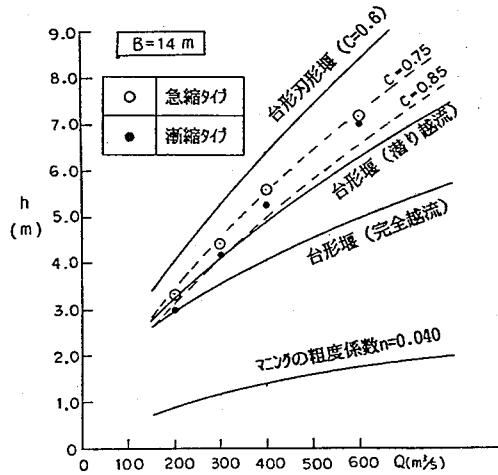


図-3 流量と越流水深

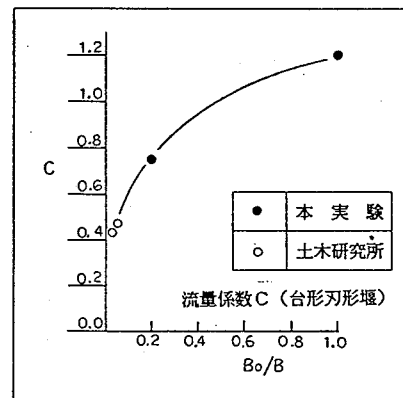
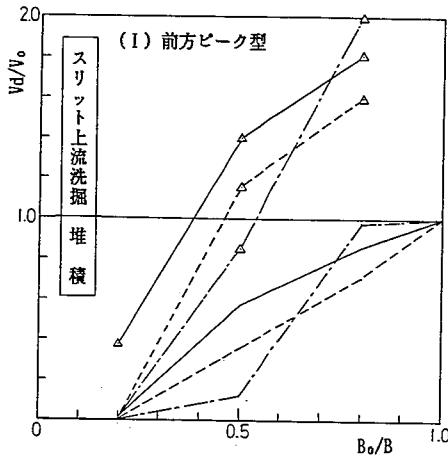


図-4 B_0/B と C の関係

出土砂は $B_o/B=0.2$ の時 $V_d/V_o=0.2\sim0.4$, $B_o/B=0.5$ の時 $V_d/V_o=0.6\sim1.4$, $B_o/B=0.8$ では $V_d/V_o=1.6\sim2.0$ となる。この場合も一回目の洪水に対しては、 $B_o/B=0.2$ が調節効果が大きくなる(図-5)。



計算値	河床勾配	1洪水	2洪水
	1/100	---	---△
	1/75	---	---△
	1/50	---	---△
実験値 $i=1/50$		●	○

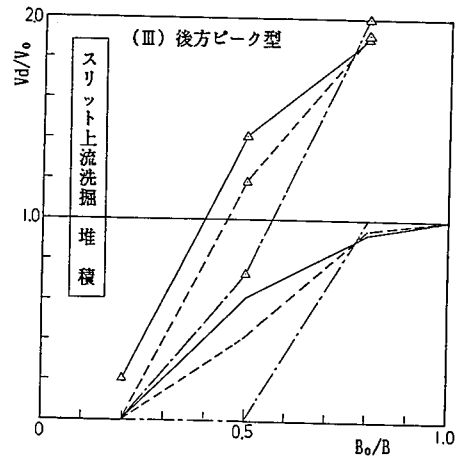
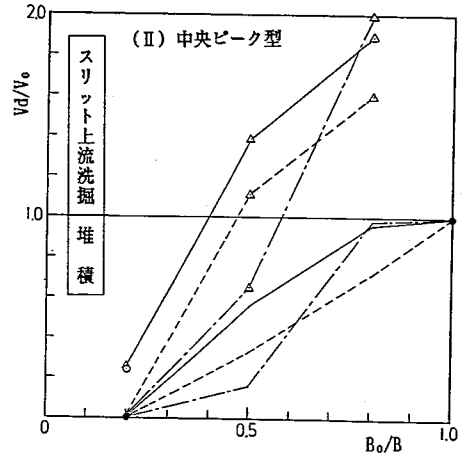


図-5 B_o/B と V_d/V_o の関係

7. まとめと課題

- (1) スリット幅は元河床幅に対して $B_o/B=0.2$ で捕捉効果が大きい。
- (2) 捕捉及び調節効果は洪水波形、河床勾配には余り関係しないが、洪水流出時間と移動礫径に關係することが予測される。

今後は、スリット周辺の水理⁴⁾についても検討を加えるとともに、現地において試験施工を行い、実際河川での効果を見守りたい。

参考文献

- 1) 安養寺 他；黒部川祖母谷における河床変動の実態 (S57 砂防学会研究発表会概要集)
- 2) 建設省土木研究所；日影第1号上流砂防ダム水理模型実験等報告書 (建設省土木研究所資料)
- 3) 池谷・上原；スリット砂防ダムの土砂調節効果に関する実験的研究 (新砂防114), 1980
- 4) 芦田・沢井；ダム堆砂の排除に関する研究(2) — スリットダムの水理機能 (防災研年報22-B2) 1979