スリット式砂防堰堤における減勢池内の水理特性

日本大学大学院理工学研究科 学生員 ○ 古明地 悠

h

水叩き

表1 実験条件

図1 模型図

スリット幅 b(cm) 20,16,8,4

スリット底面高さ D(cm) 8,4

副ダム高さ S(cm) 12.2,8.2

垂直壁高さ W(cm) 3.5

水通し幅 B(cm) 42

Ή

減勢池 s

- 日本大学理工学部 正 員 高橋 正行
- 日本大学理工学部 正 員 安田 陽一
- 日本大学理工学部 正 員 大津 岩夫

まえがき

スリット式砂防堰堤については、透過型砂防堰堤技術指針(案)に基づいて設計される¹⁾。スリット式砂防堰 堤の減勢池(堰堤と副ダムとの間¹⁾:図-1)については、土石流や地すべりなどによって流出する巨レキ、流木 によりスリットが閉塞した状況を想定して設計指針により提案されている²⁾。しかしながら、大規模な出水 時にスリットが閉塞されず清水が流出する場合も想定されるため、スリットが閉塞されていない場合の減勢 工の水理特性を明確にする必要がある。本研究では、スリット式砂防堰堤でスリットが閉塞されていない場 合を対象とし、減勢池内の流況を明らかにした。また、現行の設計指針では副ダム下流側で流速が十分減勢 されない流況があることを示し、副ダム下流側の水叩き(副ダムと垂直壁との間¹⁾:図-1)長さについて実験的 検討を加えた。

実験方法

実験は水路幅 80cm、水路長 18m の長方形断面水路に透過型砂防堰 堤技術指針(案)に基づいて製作したスリット式砂防堰堤模型(図 1)を 設置し、表 1 に示す実験条件で行った。流量はスリットから出水す る状態から堰堤の水通しを越流する状態までの範囲を対象とし、ビ デオを用いて減勢池内の流況を観測した。副ダム下流側の水叩き長 さ Lyを検討するにあたり、副ダムからの流れが垂直壁を跳び越え射 流の状態で流下する流況から、水叩き内で跳水が形成されるまで垂 直壁を下流側に移動し、跳水が形成され始めたときの副ダム背面か ら垂直壁までの距離(Ly)を計測した。なお、スリットが閉塞した場合 の流況は、スリットに板を当てることによって形成させた。 流況の説明

表1に示す実験条件のもとで現行の設計指針を満たした模型 (写真1)を設置しスリット下流側の流況を観察した。スリットが閉 塞された状況の場合、本ダム水通し天端から越流し、減勢池内と 水叩き内で常に跳水が形成される流況(写真2)となる。

スリットが閉塞されずスリット内から流出する場合、減勢池内 と水叩き内で跳水が形成される流況(写真 3)ばかりでなく、減勢池 を射流で流下し水叩きを乗り越える流況(写真 4)や減勢池で跳水が 形成されていても水叩き上を射流で流下する流況(写真 5)も存在す る。このことから、スリットが閉塞していない場合における各流 況の形成条件の把握が重要である。

(写真は b/B=0.19,D/B=0.10,W/B=0.08 の場合)



写真1 減勢池



写真2 閉塞した場合の 流況



写真3 跳水が形成され た場合の流況



写真4 減勢池を射流で越 えた場合の流況



H(cm) 40

副ダム

R

D

垂直壁

Ŵ

写真5 副ダム下流を射流で 流下した場合の流況

各流況の形成条件

減勢池内で跳水が形成されるための水理条件を h_c/B=f(b/B,D/B)の関係で表したものを図 2,3 に示す。ここ に、B は水通し幅、b はスリット幅、D はスリット底面高さ、h_c は水通し幅で算定した限界水深である。図 2,3 中実線はスリット直上流側の水位が水通しに到達したばかりの状態を示し、そのときの h_c/B の値は急拡 比 b/B の増加に伴い直線的に増加する。

図2,3 中破線は減勢池内で跳水が形成される流況と射流の状態で減勢池内を通過する流況との境界を示し、 スリット底面の相対高さ D/B および急拡比 b/B によって h_c/B の値が異なる。D/B の値が小さくなると、射流 の状態で減勢池を通過する流況が形成されやすくなる。

なお、D/B=0.10の場合は b/B=0.20 で、D/B=0.19の場合は b/B=0.40 で、流量規模に関わらず減勢池内で常に跳水が形成されるようになる。

図 2,3 中点線は現在の設計指針に基づいて副ダム下流側に設けた水クッション式水叩き内に跳水が形成 キーワード:砂防堰堤、スリット、減勢池、跳水、水クッション

連絡先:〒101-8308 東京都千代田区神田駿可台 1-8;Tel.&Fax:03-3259-0668;E-mail:yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

hc/B

される場合と射流の状態で通過する場合との境界を示す。 図 2,3 に示されるように、h_c/B の値がある一定以上の値 に達したとき射流の状態で副ダム下流側の水クッション 式水叩きを越えることになる。また、急拡比 b/B が大きく なるほど射流の状態で水クッション式水叩きを通過しは じめる h_c/B の値が大きくなる。

副ダム下流側の水叩き長さ

減勢池内で跳水が形成されている状態で副ダム下流側の水叩き内で常に跳水が形成されるために必要な水叩き 長さを検討する。本実験では減勢池内で跳水が形成されている状態で、現在の設計指針によって設計された水叩き内 において跳水が形成されず射流の状態で垂直壁を超える 流況(写真 5)を対象とする。この流況から水叩き下流端 の垂直壁の設置位置を移動させ、水叩き内で跳水が形成さ れ始めた流況となる場合(写真 3)の水叩き長 Ly を評価し た。そこで、水叩き内で跳水が形成されるための水叩き長 さ Ly が跳水によるエネルギー減勢が完了するために必要 な長さに関係するものと解釈し³⁾、次式の関係で整理する。

$$\frac{L_y}{H_L} = f\left(\frac{H_L}{H_c}\right) \tag{1}$$

ここに、 H_L は水叩き内で生じる損失水頭であり、 $H_L=H_c-H_d=1.5h_c+S-(1.5h_c+W)$ で表示される。 H_c は水叩 きの底面を基準面とした副ダム直上の全水頭であり、 H_d は水クッション下流端での全水頭である。したが って、相対エネルギー損失は

(2)

 $\frac{H_L}{H_c} = \frac{S - W}{1.5h_c + S}$

と表示される。(1)の関係に従って相対スリット底面 高さ別にそれぞれ整理すると、図 4,5 に示されるよう に良い相関が得られた。また、実験値より得られた近 似式を(3),(4)に示す。

$$\left(\frac{D}{B} = 0.10\right)$$

$$\log\left(\frac{L_y}{H_L}\right) = -4.2\left(\frac{H_L}{H_c}\right) + \left(-0.72\frac{b}{B} + 2.3\right) \quad (3)$$

$$\left(\frac{D}{B} = 0.19\right)$$

$$\log\left(\frac{L_y}{H_L}\right) = -3.7\left(\frac{H_L}{H_c}\right) + \left(-0.53\frac{b}{B} + 2.3\right) \quad (4)$$

まとめ

スリット式砂防堰堤においてスリットが閉塞され ていないときの減勢池内の流況を明らかにし、減勢 池内で跳水が形成されるための水理条件を示した。 また、減勢池内で跳水が形成され副ダム下流側の水 叩き内で常に跳水が形成されるための水叩き長さの 検討を行った結果、水叩き長さは(1)の関係で表示さ れることを明らかにし、水叩き長さを求める近似式 (3).(4)を提案した。

謝辞

苯研究を行うにあたり日本大学学術助成金(国際総合 研究)を受けた。ここに、記して謝意を申し上げる。 参考文献

- 1) 透過型砂防堰堤技術指針(案)、建設省砂防部砂防 課,pp.1-17,2001.
- 水山高久、阿部宗平:スリットを有する砂防ダムの土砂調節機能に関する検討,土木研究所資料,第 2851号,p.30,1990.
- 2851 号,p.30,1990.
 3) Ohtsu, I.,Yasuda, Y., and Awazu, S.; "Free and Submerged hydraulic jumps in rectangular channels", Report of the Research Institute of Science and Technology, Nihon University, No.35,pp.1-50,1990.



図5 D/B=0.19の時の水叩き長さ