

低い複断面型治山えん堤における減勢工に関する実験的検討

Experimental investigation on energy dissipaters in low check dam with compound cross-section

日本大学理工学部土木工学科 学生会員 ○及川将司, 正会員 安田陽一
林野庁東北森林管理局治山課 岸 功規, 明治コンサルタント株式会社 有賀 誠

1. はじめに

山脚固定および不安定土砂の流出制御を目的に治山えん堤が設置されている¹⁾。森林率が向上し、不安定土砂の流出量が少なくなった状態では、裸地の比率が高いときに設置された不透過性えん堤の存在によって、えん堤より下流側の溪流および河川への土砂供給量が少なくなるため、アマー化が進み河床低下が発生した箇所が多く見られる。溪流および河川の連続性の確保、河床低下防止としての適切な土砂供給、えん堤直下での局所洗掘防止を行うためには、えん堤の切り下げ複断面化および減勢工の設計指針^{2),3)}の構築が必要である。ここでは、えん堤高さの低い複断面型治山えん堤を対象に、掘り込み型減勢工を提案し、掘り込み深さ、減勢池の長さ、複断面の形状・寸法、流量規模を変化させ、減勢工としての必要な水理条件を提示する。

2. 実験

写真1に示されるように、複断面型えん堤模型(図1)を長方形断面水平路(幅80cm高さ60cm,長さ15m)に設置し、表1に示す実験条件のもとで、えん堤上下流側の流況について検討を行った。本実験では、えん堤直上流の水位が複断面の天端を越えることがない流量規模とした。想定した模型スケールは10分の1であり、フルードの相似則で実験を行った。えん堤上下流側の河床勾配を30分の1とし、1cm~3cm径の玉砂利を混合して用いた。写真2,3に示されるように、えん堤上流部の河床の断面形状を広放物線形断面とした場合(Case A)(堆積厚:3cm前後)と複断面とした場合(Case B)(堆積厚:最大10cm前後,最小3cm前後)の2種類を想定して行った。えん堤複断面内、減勢池内、および掘り込み減勢池直下の流速を計測するため KENEK 製のプロペラ流速計(2cm径)を用いて計測した(採取間隔10ms,採取時間10sec)。

表1 実験条件

b/B	m	hc/D	D/L
0.125	0.5	1.74, 3.34	0.06,0.09,0.116,0.173, 0.347
0.125	1	1.94, 3.74	0.06,0.09,0.116,0.173
0.25	0.5	1.21,1.73,2.34,3.34	0.06, 0.116,0.173
0.25	1	1.75,1.86,1.88,3.36	0.06, 0.116,0.173
0.5	0.5	0.793,1.15,1.72,2.21,3.06	0.06, 0.116
0.5	1	2.19	0.116,0.173

D = 2.7 cm, 5.2 cm, L = 15 cm, 30 cm, 45 cm, B = 80 cm, 玉砂利の(流下方向の)設置範囲: 1.2 m

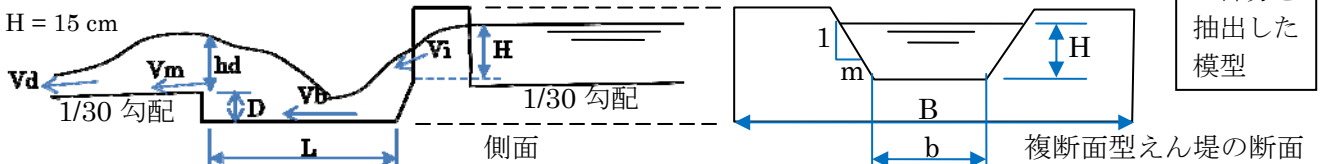


図1 掘り込み型減勢工の定義図



写真1 複断面型えん堤模型



写真2 広放物線形状の河床 Case A



写真3 複断面形状の河床 Case B

キーワード 治山えん堤, 複断面化, 洪水流, 減勢工, 跳水, 洗掘形状, 河床低下

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8, TEL: 03-3259-0409, E-mail: yokyas@civil.cst.nihon-u.ac.jp

3. えん堤直下流の掘り込み部に形成される流況

図1に示される掘り込み部に形成される流況は次元解析的考察より、限界水深と掘り込み深さとの比 hc/D 、急拡大比 b/B 、複断面の側壁勾配 m 、掘り込み深さと減勢池の長さとの比 D/L 、えん堤周辺の河床勾配 i 、およびえん堤上流側の河床形状 (Case A または B) によって変化するものと推論され、(1)式の関係で示される。実験によると、掘り込み部の流況は次の3つに大別される。

$$\text{流況} = f\left(\frac{hc}{D}, \frac{b}{B}, m, \frac{D}{L}, i, \text{えん堤上流側の河床形状}\right) \quad (1)$$

ここに、 hc は複断面内で定義した限界流の条件 $((2mhc+b) \times Q^2/[g \times \{hc(mhc+b)\}^3]=1)$ から算定したものである。

- ・複断面からの流れが潜り込んだ状態で跳水が形成される流況 (潜り跳水)
- ・掘り込み部上流部で射流が形成され、その後跳水が形成される流況 (自由跳水)
- ・掘り込み部で跳水が形成されず複断面からの流れが射流の状態掘り込み部を通過する流況 (射流)

4. 掘り込み部直下流部の流速変化

えん堤のない様な計画河床勾配から推定される等流の流速 V_0 と比較し、掘り込み部直下流部の流速 V_d と V_0 との比 V_d/V_0 が相対限界水深 hc/D および掘り込み深さと掘り込み部の長さとの比 D/L によってどのように変化するのか、様々な b/B に対して実験値を整理した。なお、等流の流速 V_0 はマンニングの式を用いて等流水深 h_0 を求めることによって推定している。ただし、粗度係数を原型規模で $n=0.030$ (溪流の礫床河川の粗度係数) としている。

$$V_0 = \frac{Q}{Bh_0} = \frac{1}{n} \left(\frac{Bh_0}{B+2h_0} \right)^{2/3} i^{1/2}$$

$V_d/V_0=1.2$ (許容限界の流速) となるための D/L と hc/D との関係を図2に示す。えん堤上流部の河床形状が Case A の状態より Case B の状態の方が複断面を通過する流れが中央部に集中するため減勢されにくく、同一の D/L に対して $V_d/V_0=1.2$ となる hc/D が小さくなる。その変化傾向を(2)式で近似する。

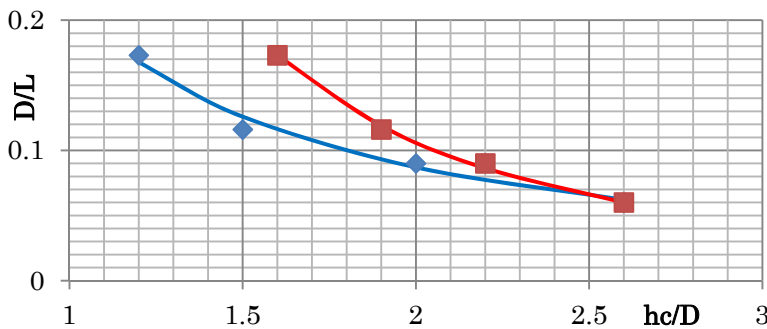


図2 $V_d/V_0=1.2$ となるための D/L と hc/D との関係
■ : Case A
◆ : Case B

$$\frac{D}{L} = 0.482 \left(\frac{hc}{D} \right)^{-2.18} \quad R^2 = 0.997 \quad \text{for Case A}, \quad \frac{D}{L} = 0.212 \left(\frac{hc}{D} \right)^{-1.285} \quad R^2 = 0.981 \quad \text{for Case B} \quad (2)$$

治山えん堤に設ける複断面の形状・寸法を知ることによって、えん堤上流部の水位が複断面の天端に到達する流量を限界流の条件から推定することが可能であり、掘り込み深さ D を設定することによって(2)式を用いて、減勢池の長さ L を算定することが可能となる(適用範囲は $1.2 \leq hc/D \leq 2.6$ である)。

5. まとめ

複断面型治山えん堤に必要な減勢工を確立するために、掘り込み型減勢工を提案し、その詳細を説明した。えん堤模型を用いて表1に示す実験条件のもとで検討を行った結果、掘り込み部に形成される流況を明らかにした。また、えん堤下流側の河床低下防止を考慮して、掘り込み部直下流部の流速 V_d がえん堤のない様な計画河床勾配から推定される等流の流速 V_0 の1.2倍以下となる水理条件を明らかにし、Case A および Case B において $V_d/V_0=1.2$ となる hc/D と D/L との関係近似式を提案した。本実験では $1.2 \leq hc/D \leq 2.6$ (えん堤高さ 1.5m 相当) を対象に検討したものである。複断面型治山えん堤の減勢工を確立するために、えん堤高さが大きい場合(3~4m 相当)について、さらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) (社)日本治山治水教会(2009)「治山技術基準解説 総則・山地治山編」
- 2) 建設省河川局監修(1999), 改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[II], 技法堂出版.
- 3) 北海道土木協会(2006), 北海道砂防技術指針(案), 北海道建設部土木局砂防災害課監修, 104 pages.

付記 この研究は平成23年度治山技術高度化調査委員会による検討事項として行ったものである。

謝辞 実験実施において環境水理研究室3年ゼミナール生の協力を得た。ここに記して謝辞を申し上げる。