

# 暗渠型砂防えん堤の機能に関する考察

(株)北海道技術コンサルタント

大谷健一 ○斉藤哲也

## 1.はじめに

近年、土砂調節機能の効率性、及び環境への配慮から、スリット形式の砂防えん堤が主流となり、掃流域では、スリットによる洪水の堰上げを利用して土砂調節を行うコンクリートスリットえん堤が多く採用されている。しかし、コンクリートスリットえん堤のスリット幅は、砂防計画上の必要堆砂高と計画洪水流量により一義的に決まるため、中小洪水での土砂堆積に対しては考慮されていないのが現状である。

この問題を解決する方法として、コンクリートスリットえん堤と同様の機能を持つ暗渠型えん堤の採用が考えられるが、暗渠型えん堤の機能については未解明な部分が多い。そこで、本稿では、水理模型実験により判明した暗渠型えん堤の機能と特徴について報告する。

表 1 実験条件

ケース名	暗渠形状 幅×高さ	縮尺	河床勾配	ダム 有効高(m)	水路幅(m)	水路長(m)
ケース1	4.9m×1.4m	1/40	1/20	8.0	2.4	10.0
ケース2			1/15	8.0	0.8	8.0

## 2. 実験概要

実験は、同一溪流において設置位置の異なる 2 基の砂防えん堤を対象とし、表 1 に示す縮尺、模型形状等の条件により行った。流量条件を表 2 に示す。実験は各ケースについて、計画洪水(100 年確率)をベースとし、他に中小洪水を想定した流量 (4 段階) について行った。実験では、平衡給砂により、えん堤近傍の堆砂形状が平衡状態となるまで継続し、平衡状態に達した段階でえん堤地点の水位と堆砂高を計測した。

表 2 流量条件

ケース名	流量(m <sup>3</sup> /s)				
	計画洪水	50年確率	20年確率	5年確率	2年確率
ケース1	70.0	60.0	50.4	36.6	27.1
ケース2	60.0	51.7	43.5	31.9	23.8

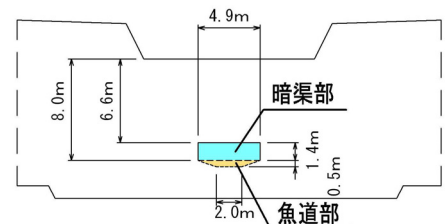


図 1 暗渠型えん堤

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 計算堆砂高 Zs と実験堆砂高 Zs の比較

次項に示す計算式による堆砂高と水理模型実験による堆砂高を図 2, 3 に示す。図から、流量が少ない条件下では、計算値と実験値は高い精度で合致しているが、流量が多くなると、計算値よりも実験値が低くなる傾向が見られた。特にケース 2 の 60m<sup>3</sup>/s の条件下では、計算堆砂高 7.6m に対し実験では 4.8m と極端に異なる結果となった。



写真 1 ケース 2 流量 60m<sup>3</sup>/s

この原因は、実験水路勾配が 1/20, 1/15 と急勾配であったため、えん堤近傍での流れが射流となり、暗渠型えん堤の土砂調節効果の前提となる堰上げが十分に機能しなかったためと考えられる (写真 1)。

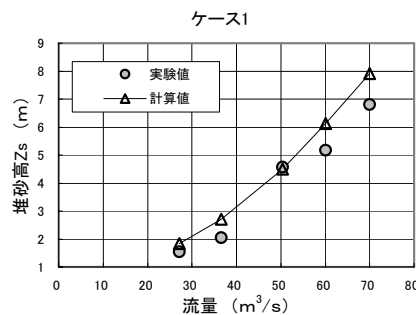


図 2 計算値と実験値の比較(1)

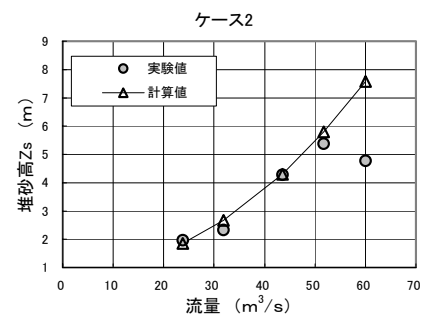


図 3 計算値と実験値の比較(2)

**暗渠型えん堤 堆砂高算出式**

$$Z_s = h_w - h_0 \quad h_0 = \left( \frac{n \cdot Q}{B \cdot \sqrt{I}} \right)^{0.6}$$

※  $h_w$  はオリフィス式より算出する。

$Z_s$  : 堆砂高さ (m)       $h_w$  : 静水時堰上げ水深 (m)  
 $h_0$  : えん堤上流での等流水深 (m)       $n$  : 粗度係数  
 $Q$  : 流量 ( $m^3/s$ )       $B$  : 流下幅 (m)  
 $I$  : 計画堆砂勾配

**3.2 コンクリートスリットと暗渠型の比較**

コンクリートスリットえん堤のスリット形状は、計画洪水（100年確率）における計算堆砂高が、暗渠型えん堤と等しくなるように下式により算出し、スリット幅を1.5mとした。このスリット形状に対し、実験を行った各流量における堆砂高を算出した。図4、5に各流量における、暗渠型とコンクリートスリットの堆砂高を示す。図から、流量が少ない条件では、暗渠型の堆砂高はコンクリートスリットの堆砂高よりも低くなる傾向がある。このことは、暗渠型えん堤が計算通りの堆砂高を發揮できる条件下であれば、暗渠型えん堤は、コンクリートスリットえん堤よりも中小洪水での土砂堆積が少なく、機能的に優位となる可能性を示している。

**コンクリートスリットえん堤 堆砂高算出式**

$$Z_s = \left\{ \frac{Fr^2}{2} \left( \frac{1}{\sqrt[3]{\gamma^2}} - 1 \right) + \frac{\sqrt[3]{\gamma}}{\gamma} - 1 \right\} \left( \frac{nQ}{B\sqrt{I}} \right)^{0.6} \quad Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_0}} \quad \gamma = \frac{b}{B}$$

$Fr$  : フルード数       $\gamma$  : 流水幅縮小率       $V$  : 流速 ( $m/s$ )  
 $g$  : 重力加速度 ( $=9.8m/s^2$ )       $b$  : スリット総幅 (m)

ケース1

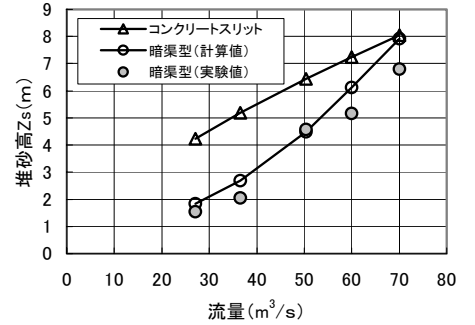


図4 えん堤形式による堆砂高の比較(1)

ケース2

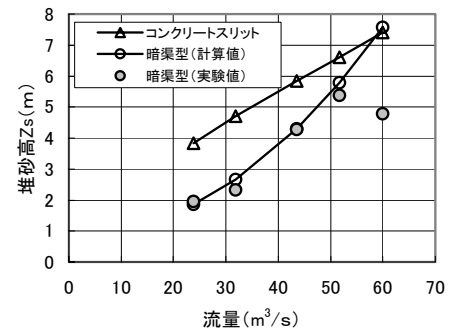


図5 えん堤形式による堆砂高の比較(2)

**4. まとめと今後の課題**

本実験では暗渠型えん堤は、計画洪水時に計算堆砂高よりも低い実験堆砂高に留まり、土砂調節機能上の解明すべき課題が浮き彫りとなった。この原因は、水路勾配に起因すると考えているが、これについては同一条件下でコンクリートスリットえん堤の実験を行い水路勾配に起因するものか、暗渠の特性によるものかを解明する必要がある。また、緩勾配水路での実験を行い、計算式の成立条件を整理する必要がある。

これらの課題を解決することが出来れば、暗渠型えん堤は、中小洪水による土砂堆積低減や溪流の常時流水幅の確保など、砂防計画上の土砂調節機能を確保しつつ、溪流特性に応じた暗渠形状の設定が可能なコンクリートスリットえん堤にない機能を有するえん堤として活用できるものと考えている。

(参考文献)

岸功規・天田高白・田方智・池島剛・阿部宗平 (1999) 大きな暗渠を有する砂防ダムの流量係数と堆砂形状に関する実験的研究 平成11年度砂防学会研究発表概要集 p 222-223