

# 110 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

筑波大学大学院農学研究科\*

○岸 功規

筑波大学農林工学系

天田高白

筑波大学大学院環境科学研究科

田方 智

筑波大学大学院農学研究科

池島 剛

(財) 砂防・地すべり技術センター

阿部宗平

## 1. はじめに

掃流区域において流水の堰上げ作用により土砂の調節機能を有する砂防ダムにスリットを有する砂防ダム（以下、スリット砂防ダム）や、大きな暗渠を有する砂防ダム（以下、大暗渠砂防ダム）などの透過型砂防ダムがある。ところで、これら透過型砂防ダムを設計する場合や河床変動計算によって透過型砂防ダムの土砂調節効果を説明する場合には、ダム地点での水位と流量の関係、ダム近傍に形成される堆砂肩の位置と高さを正確に求める必要がある。前者は、スリット砂防ダムについてはスリット幅と流量係数の関係が示されているが、大暗渠砂防ダムについては暗渠の形状と流量係数の関係は示されていない。また後者は、スリット砂防ダムについては堆砂肩の高さを推定する式が示されているが、大暗渠砂防ダムについては示されていない。そこで、本研究では、大暗渠砂防ダムの暗渠の形状と流量係数の関係、および堆砂肩の高さについて水理模型実験を行い検討した。

## 2. 実験概要

実験には長さ 5m、幅 0.3m、勾配 1/30 の直線水路を用いた。用いた実験砂は、1.5mm 粒径の一樣砂で A.T.M 式により求められた量を給砂した。ダムモデルは、透過部断面積を一定にした大暗渠砂防ダム 6 ケースである(表-1)。実験の方法は次のようである。

①清水（給砂を行わない）でダム地点の水位を測定した。

流量は 0.45 l/s～2.4 l/s のあいだで 0.3 l/s (0.45 l/s～0.6 l/s は 0.15 l/s) ずつ変化させた。

②次に給水しながら給砂を行い、堆砂肩がダム近傍に形成され暗渠からの土砂の流出が始まったら、ダム地点の水位、堆砂肩高さ、堆砂肩位置、堆砂肩位置での水深を測定した。流量は 0.9 l/s～2.4 l/s のあいだで 0.3 l/s ずつ変化させた。

表-1 ダムモデル (単位:cm)

ケースno.	暗渠高さ	暗渠幅	基数
1	5.6	5.6	1
2	3.9	8	1
3	8	3.9	1
4	3.2	9.6	1
5	4	4	2
6	3.2	3.2	3

備考)ダム高さ15cm、非越流

## 3. 結果および考察

### 3. 1 流量係数

大暗渠砂防ダムの流量とダム地点の水位の関係は、水位が満管以上の場合接近流速を無視すると大オリフィスの公式で求められる。

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2g} \cdot (h_1^{3/2} - h_2^{3/2})$$

ここに、

Q: 流量    μ: 流量係数    b: 暗渠幅  
g: 重力加速度    h<sub>1</sub>: 暗渠下端までの水深  
h<sub>2</sub>: 暗渠上端までの水深

流量とダム地点の水位の関係を上式に当てはめて流量係数を求めたのが図-1である。清水時は

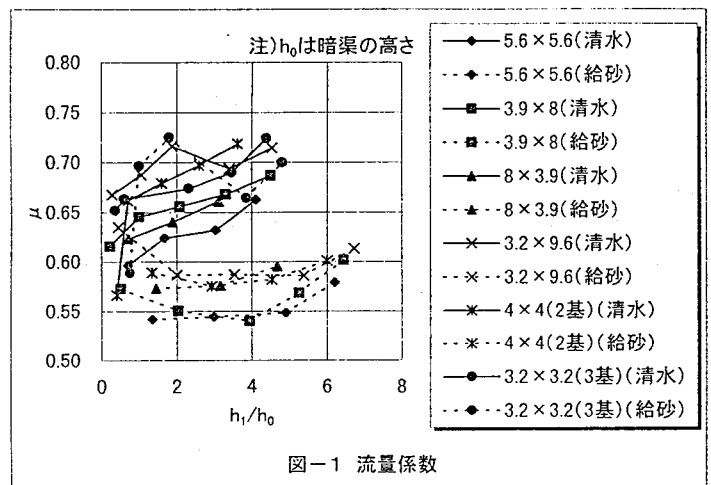


図-1 流量係数

\* 現在、林野庁指導部基盤整備課

流量が増加すると流量係数も大きくなる傾向が見られた。給砂時は流量に関係なくほぼ一定した値となった。また清水時と給砂時を比較すると給砂時のほうが小さい値となった。このように清水時と給砂時で異なる流量係数となるのは、給砂時は堆砂肩が形成されることにより背水範囲が減少し、流水が減勢されないままダム前面に衝突するため跳水現象が起こるからである。よって、清水時に比べ給砂時のほうが水位が上昇するので、流量係数は小さくなる。また形状との関係は、透過部の幅が広がると若干流量係数が大きくなる傾向が見られた。

### 3. 2 堆砂形状

大暗渠砂防ダムにおける堆砂形状は、スリット砂防ダムと同様の形状となった(図-2)。堆砂肩から下流の堆砂勾配は、掃流力とは無関係にほぼ水中安息角となり、堆砂肩位置は堆砂肩の高さによって決定される。堆砂肩の高さはスリット砂防ダムで示された堆砂肩の高さを推定する式は適用できないので、次の式を示した。

$h_s - h_0 < h$  のとき

$$\begin{aligned} Z_s &= h_w - h_0 \\ &= h_s - h_0 - \delta h \end{aligned}$$

ここで、 $h_0 = \left( \frac{n \cdot Q}{B \cdot \sqrt{I}} \right)^{0.6}$

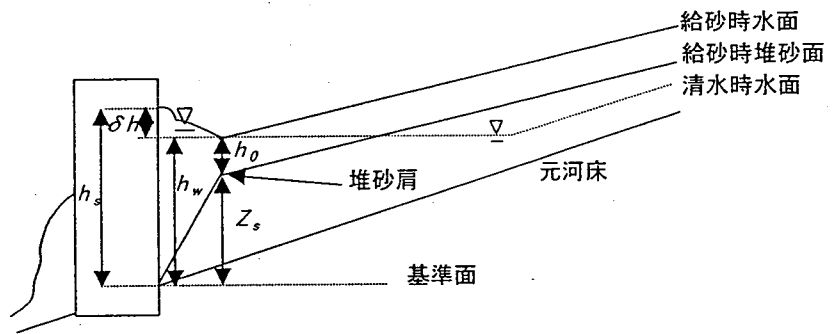


図-2 堆砂形状

$$\delta h = \frac{1}{2} \left( \sqrt{8 \frac{q^2}{gh_0^3} + 1} - 3 \right) h_0 = \frac{1}{2} \left( \sqrt{8F_r^2 + 1} - 3 \right) h_0$$

ここに、 $Z_s$ : 堆砂肩高さ

$h_w$ : 静水時堰上げ水深

$h_s$ : 給砂時堰上げ水深

$\delta h$ : 跳水による水位上昇

(水位が満管以上の場合)

$h_0$ : 等流水深

$q$ : 単位幅当たりの流量

$F_r$ : 射流の位置でのフルード数

$h$ : ダム高さ

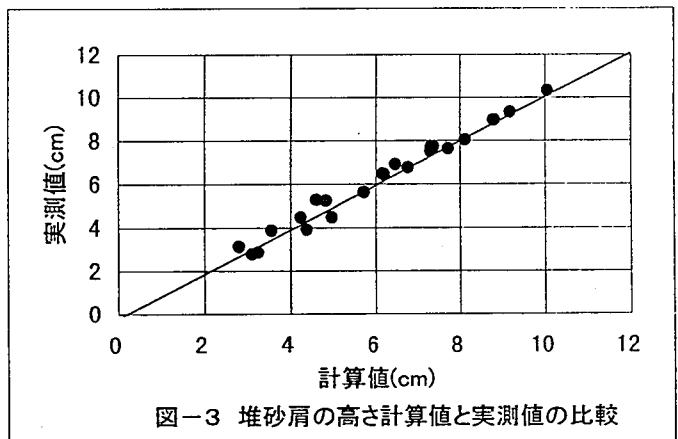


図-3 堆砂肩の高さ計算値と実測値の比較

上式は堆砂肩位置での水深を等流水深と見なし、堰上げ水深から等流水深を引いたものが堆砂肩の高さになると仮定したものである。上式に当てはめた計算値と実測値を比較するとほぼ一致しており、堆砂肩の高さを推定することができる(図-3)。また、この式はスリット砂防ダムにも適用できる。

### 4. おわりに

本研究は、大暗渠砂防ダムの流量係数の測定と堆砂肩の高さを推定する式を示した。今回はダム天端を越流しない条件での結果を示したが、ダム天端を越流する条件のとき堆砂肩がどのように変動するか調べる必要がある。

(参考文献)

水山高久・阿部宗平・矢島重美(1989):スリット砂防ダムの流量係数と堆砂形状 新砂防 42-2 pp.28-30  
 阿部宗平・嶋大尚・金野崇史・斉藤武(1998):透過型砂防ダムの土砂調節機能に関する実験的考察 平成 10 年度砂防学会研究発表会概要集 pp.286-287