# 砂防堰堤の掃流区間における土砂捕捉機能に関する実験的研究

JFE 建材株式会社　○吉田一雄
京都大学農学研究科　水山高久

## 1. はじめに

掃流区間において土砂をコントロールする場合，大暗渠砂防堰堤やコンクリートスリット砂防堰堤が計画される．しかしながら，洪水ピーク後の減水期には一旦捕捉した土砂が急激に流下する現象や，流木を捕捉しにくい等の課題がある．この課題解決の対策として，下流に流下させても河床上昇等で問題を引き起こさない，むしろ河川環境を保全する観点からは流下させることが望ましい土砂は堆積させることなく流下させ，上流部で新たに崩壊や土石流が発生したり，天然ダムが形成されたりして，その後の土砂流出によって下流に災害が発生すると予想される場合には，その有害な土砂を捕捉するシャッター砂防堰堤が有効であると提案されている[1)2)]．そこで，今回はシャッター砂防堰堤（Class4）の土砂捕捉に関する最適な構造について水理模型実験によって検討した結果を報告する．

## 2. 実験概要

### 2.1.目的

掃流区間に設置するシャッター砂防堰堤の土砂捕捉機能について，水理模型実験により把握することを目的とし，図-1 に示す固定部とシャッター部の適正な配置について検討する．

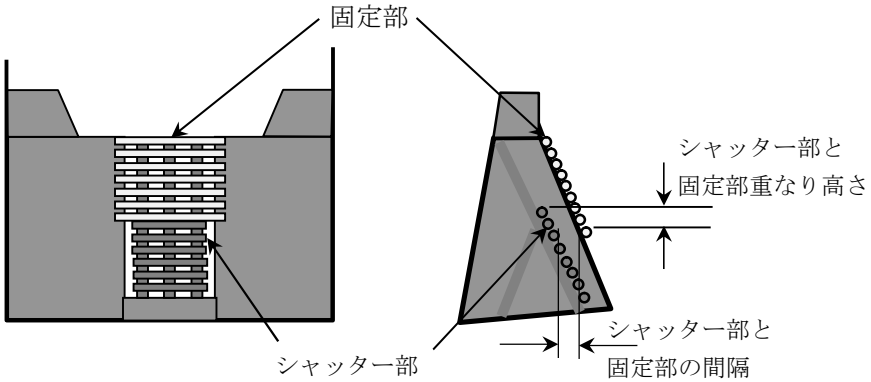


図-1　シャッター砂防堰堤の各部の名称

### 2.2.実験概要

本実験では，流域面積 5km² 程度の流域の掃流区間に設置する砂防堰堤を想定したものである．対象とする堰堤は，既設の砂防堰堤のシャッター化を想定し，堰堤規模は，既設の砂防堰堤に実績の多い有効高さ 12.5m の堰堤をモデルとして用いた．実験は，模型縮尺 1/50，幅 0.5m，長さ 10m，勾配 1/25 の直線水路を用い，シャッター高さ，位置を変化させ，土砂の捕捉機能に着目して実施した．

### 2.3.実験条件

実験条件を表-1 に示す．

表-1　実験条件　　※（　）模型値

| | | | |
|---|---|---|---|
| 流量 | | 54m³/sec（3.1L/sec） | |
| 実験砂 | 平均粒径 | 2.49mm | 混合砂 |
| | D95 | 5.0mm | |
| 給砂量 | | 0.635m³/sec（0.036 L/sec） | 芦田・高橋・水山の緩勾配式 |
| 移動限界粒径 | | 0.32m（6.4mm） | 岩垣式 |
| 初期河床 | | 未満砂 | |

### 2.4.実験条件

実験ケースは下記に示す①～③の 3 つの検討で計 18 ケースを実施した．各検討における実験ケース一覧を表-2～4 に示す．

① シャッター部と固定部の重なりの高さ検討（7 ケース）
② シャッター部と固定部の間隔の検討（4 ケース）
③ シャッター部の高さの検討（7 ケース）

表-2　実験ケース一覧表（①シャッター部と固定部の重なりの高さ検討）

| ケース | シャッターの状態 | 重なり本数 | 給　砂 |
|---|---|---|---|
| 1 | 無し | なし | 平衡給砂 |
| 2 | シャッター閉 | 0 本 | 平衡給砂 |
| 3 | シャッター閉 | 2 本 | 平衡給砂 |
| 4 | シャッター閉 | 3 本 | 平衡給砂 |
| 5 | シャッター閉 | 5 本 | 平衡給砂 |
| 6 | シャッター閉 | 4 本 | 平衡給砂 |
| 11 | シャッター閉 | 2 本 | 平衡給砂・流木 100 本 |

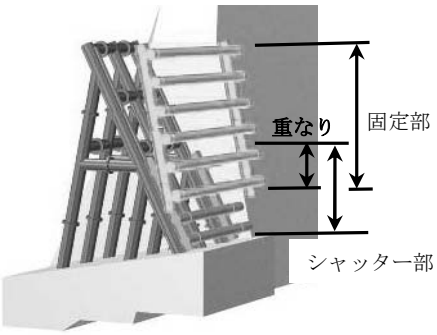


図-2　重なり本数概念図

表-3　実験ケース一覧表
（②シャッター部と固定部の間隔の検討）

| ケース | シャッター部と固定部の間隔 | 給　砂 |
|---|---|---|
| 7 | 0.3m（6mm） | 平衡給砂 |
| 8 | 0.5m（10mm） | 平衡給砂 |
| 9 | 1.0m（20mm） | 平衡給砂 |
| 10 | 1.5m（30mm） | 平衡給砂 |

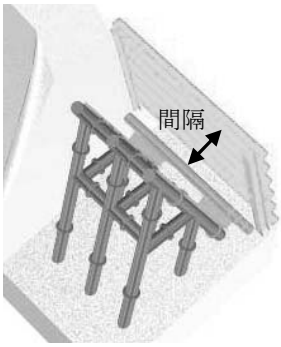

図-3　固定部との間隔概念図

表-4　実験ケース一覧表（③シャッター部の高さの検討）

| ケース | シャッター部と固定部の間隔 | シャッター部上端と本堤水位との水位差 | 給　砂 |
|---|---|---|---|
| 12 | 1.5m（30mm） | 8.3m（16.6cm） | 平衡給砂 |
| 13 | 1.5m（30mm） | 8.9m（17.8cm） | 平衡給砂 |
| 14 | 1.0m（20mm） | 8.9m（17.8cm） | 平衡給砂 |
| 15 | 1.0m（20mm） | 9.5m（19.0cm） | 平衡給砂 |
| 16 | 1.0m（20mm） | 10.1m（20.2cm） | 平衡給砂 |
| 17 | 0.5m（10mm） | 10.1m（20.2cm） | 平衡給砂 |
| 18 | 0.5m（10mm） | 13.1m（26.2cm） | 平衡給砂 |

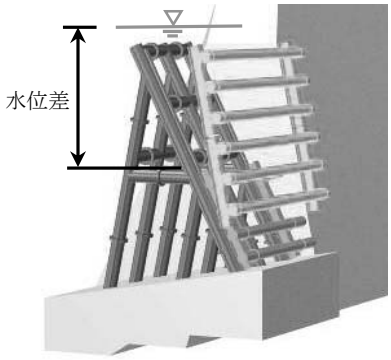

図-4　水位差の概念図

## 3.　実験結果

シャッター上部の固定部とシャッター部の間隔が広く，パイプの重なりの程度が少ないと，上下流の水位差（水圧）によって土砂が流出することがわかった．そこで，その限界を調べた．結果としては，間隔が 1.5m 以下で，かつ重なりが２本以上で安定して土砂が捕捉できることがわかった．これは流木を含まない砂礫のみの実験結果で，流木が含まれるとシャッター部で流木が捕捉されるために，間隔が 2.1m でも堆砂は安定しており，土砂流出は抑えられた．

次に，上下流の水位差が大きくなると土砂流出の可能性が高まると予想されたので，水位差を変化させてその影響を調べた．その結果，固定部とシャッター部の間隔を 0.5m と狭くすれば水位差が堰堤高さ程度まで大きくても土砂は確実に捕捉され，固定部は堰堤高さの 2/3 程度が適当であることがわかった（写真-1）．

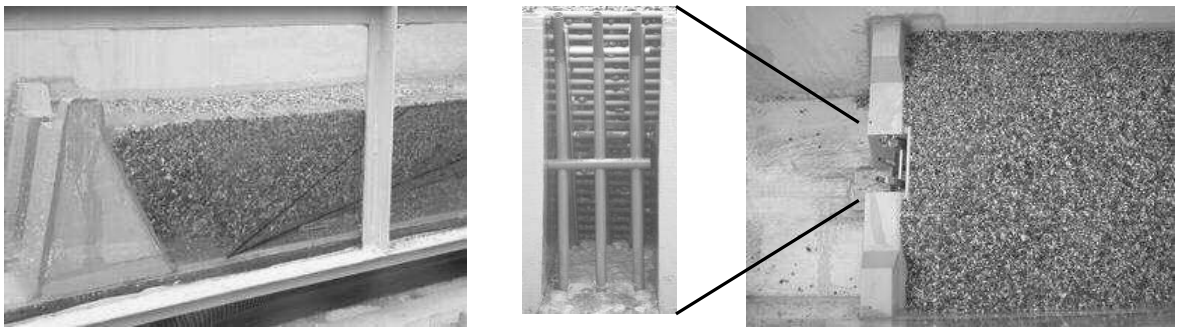
写真-1　実験状況（ケース 12）

## 4.　まとめ

掃流区間では一般の土石流区間とは異なり，多数の礫がシャッターの鋼管製柱部材に衝突し，へこみが蓄積することが考えられる．また平時にはシャッターが安定して固定され，非常時には安定してシャッターを閉じることができる装置も検討する必要がある．今後は，実用に向けてこれらを検討し，具体的な構造体を提案したい．

謝辞：水理模型実験を実施していただいた㈱建設技術研究所の松原氏に感謝致します．

参考文献

1)　水山高久：シャッター付き砂防堰堤と運用のための情報システム，砂防学会誌，Vol.57，No.4，p.66－67，2004
2)　奥山悠木・水山高久：シャッター砂防堰堤の適用条件に関する考察，砂防学会誌，Vol.64，No.2，p.24－26，2011