

透水性横工の堆砂模型実験

林業試験場九州支場 真島 征夫
陶山 正憲

1 まえがき

近年、治山・砂防現場で各種のスリットを持つ鋼製ダムが施工される例が多い。一方、既設ダムの多い溪流においては流送砂礫の減少、溪床の低下などの現象もみられる。砂礫生産の場である源流部においては、異常な溪岸・溪床侵食と堆積土砂を抑制し、下流部へは安全な範囲で土砂を供給する必要がある。

スリットダムはその構造上から、流送土砂礫の調節機能をより積極的に発揮するものと考えられる。すなわち、ダムのスリット間隙に応じて、粒径の異なる土砂礫を流下させるという分級作用を有し、土砂礫の調節能力も遮水型ダムに対して大きいことが特徴である。この種の透水性ダムを合理的に治山・砂防計画に採用するためには、構造上の安定解析を行うと共に水理上からも解明すべき点が多い。

今回は桜島におけるボラの安全流下処理法を念頭におき、桜島産ボラを用いて、縦型スリットダムのスリット空隙率が流送ボラの堆砂態様におよぼす影響について水路実験を行ったので報告する。

2 実験装置および実験方法

実験水路は、鋼製の変急勾配水路（幅30cm、深さ28cm、長さ6m、勾配 $0^{\circ}\sim 4.5^{\circ}$ ）で、両側面は透明硬質アクリル板となっている。本実験では、水路勾配を 3° （0.0524）とし、水路長の中央部を用い、幅を15cmに縮小し、砂粒入り塗料で底板に粗度をつけ、スリットダム4種（スリット間隙率6.27、56.0、493.36.0%、一例を図-1に示す）と、水抜孔を有する遮水型ダム1種の計5種を実験に供した。供試溪床材料は、図-2に示す大正ボラの粒径加積曲線に準じて、粒径0.6~25.0mmの範囲を8粒径階に区分して重量配合したボラと、粒径階1.00~15.0mmの単一階のボラであり、これを模型ダム上流55~130cmの間に厚さ7cmに敷きつめた。給水時間は15分間で、その流量はほぼ一定（1.8~2.0l/s）に保持し、水路上流端の止水板を越流・流下させた。止水後、ポイントゲージでボラの堆積深を縦断方向に10cm間隔、横断方向に左岸から1、4、7.5、11、14cmの点で計測した。

その後、模型上流55cmまでの堆積ボラと、それより上流の堆積ボラを取り出して両者の風乾重量を測定した。また、比較のための砂利についても同様に、流量を4.1l/sとして実験した。なおこの実験の様子は、ビデオ装置、8mmカメラ、35mmカメラで集録・撮影し、解析に供した。

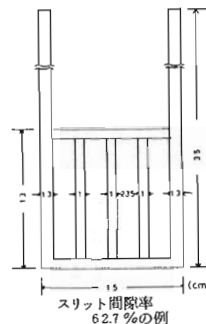


図-1 スリットダムの模型

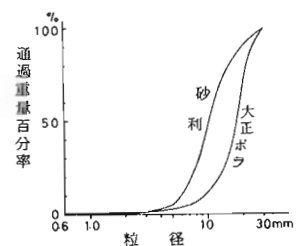


図-2 供試ボラと砂利の粒径加積曲線

3 実験結果と考察

1) ダムの種類によるボラの移動・堆積形態の相違

敷設した混合ボラは、模型の相違により異った流送・堆積形態をとる。その一例を図-3に示す。スクリーンダムと遮水型ダムにおける砂礫の運搬・堆積の経過は、明らかに相違することが知られている¹⁾。本例でも同様に、遮水型では敷設ボラ体を浸透した流水は、

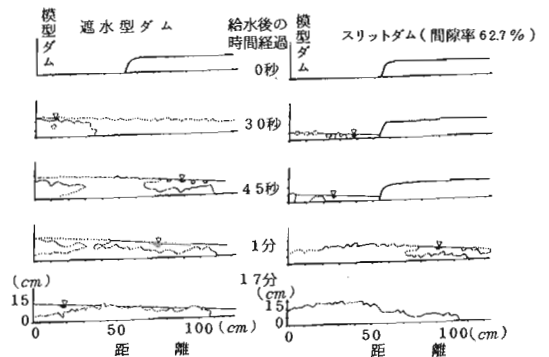


図-3 ダムの種類によるボラの移動・堆積形態の経時変化

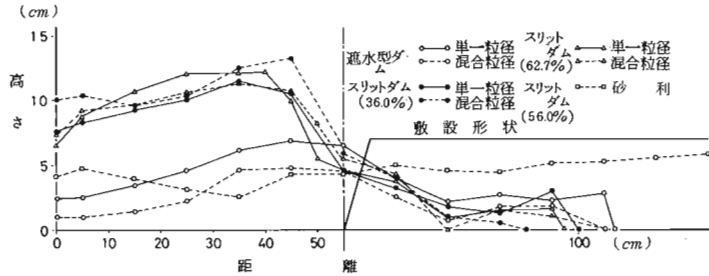


図-4 ボラ、砂利の堆積縦断形状

ダムでせき上げられて貯水域は上流におよび、一部のボラは浮上しダムを越流・流下する。その際水中に没した堆積ボラは、その下流端から徐々に下流へ転動し、その後止水時までにはほぼ一定の形状を保つが、止水後の引き水により微量のボラが下流へ移動する形態を示す。一方スリットダムでは、ボラ体を浸透した流水はスリットを約1分間流過するが、この間ボラ粒が敷設下流端からわずかずつ流送され、それがスリットを閉塞して背水が敷設ボラ下流端までおよぶ。同時に、ボラ体の浸透水位が敷設高まで上昇すると、ボラが集的にダム直背面まで流動し、その最上流では遮水型同様ボラが水面に浮上する。この状態はほぼ止水時まで保持され、止水後の引き水によって浮遊ボラが沈下し、その部分に急な逆勾配の砂堆を形成する。また砂利の場合には、砂利は水面に浮上せず、各個運搬的にダム直背面まで移動・堆積し、その平衡勾配まで砂利の置換現象が継続する。このように、模型ダムの種類によって軽量ボラの移動・侵食・堆積形態が異なる。

2) 堆積ボラの縦断形状

模型ダムの相違による堆積ボラの縦断形状の一例を図-4に示す。すなわち、砂堆の縦断形状は遮水型とスリット型とで大きく異なり、特にボラ敷設下流端よりさらに下流に移動・堆積した部分においてはその差が顕著となり、スリット模型による堆積深は遮水型のそれの2~6倍にもなる。また堆積深のピーク位置が遮水型、スリット型ともにダム上流35~45cmの間に出現することは注目に値する。ス

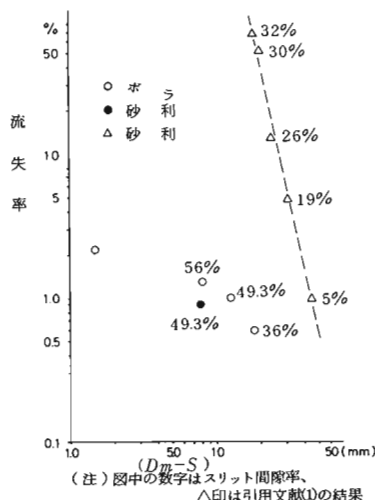


図-5 (Dm - S) と流失率との関係

リット間隙率の相違による堆積形状の差はあまり明瞭ではないが、間隙率が大きいほど砂堆がダムに近づく側向がうかがわれる。一方、砂利の場合には、ダム上流の全面に一樣に堆積する事実が認められる。

3) スリット間隙率とボラの流失率との関係

水路に敷設したボラは、流水とスリット間隙との相対関係により、ダムから流失あるいは残留する。ここで、スリット流失量を配合重量と残留重量との差で表わし、その流失率とスリット間隙率との関係を検討する。スリット間隙率を配合砂礫の最大粒径 D_m (mm) とスリット間隙 S (mm) との差 $(D_m - S)$ で表わすと、既報¹⁾より、流失率 Pr (%) は次式で表わされ、これは両対数紙上で直線関係となる。

$$P = a (D_m - S)^b \quad (b < 0)$$

今回の両者の関係をプロットすると図-5のようになり、上式のような指数型となることが認められた。

図中の破線は既報¹⁾の砂利での結果の一例である。

4) スリット間隙率と堆積ピーク下流面勾配の関係
ダムに貯留・堆積した砂堆の縦断形状を考えた場合、ダムによる砂礫調節機能は、その最急下流面勾配 $\tan(\theta + i)$ に左右されると考えられる。ここではスリット間隙率をスリットの開き S に対する配合砂礫の平均粒径 D_a の比 D_a/S で表わし、 D_a/S と $\tan(\theta + i)$ との関係プロットすると図-6となる。すなわち、スリット間隙率が小さくなると勾配が低下し、その結果砂礫調節機能も減少することがうかがわれる。

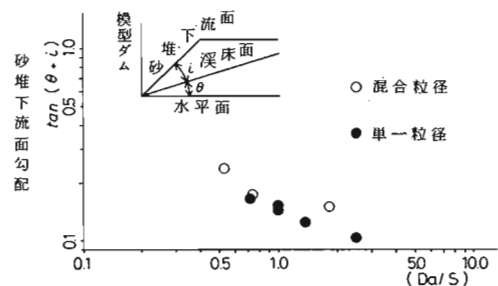


図-6 D_a/S とピーク下流面勾配の関係

引用文献

(1) 菊谷昭雄ら：林土施研報、No.2, 6~31, 1970