

11 スリットダムの調節機能に関する実験的研究

宮崎大学農学部 谷口義信・清水 収
 国土防災技術株式会社 山田洋平

1. はじめに

近年砂防ダムにおいて、土石流のように一気に多量の土砂流出がある場合には一時的にこれを抑制し、平時にはダムの空き容量を維持するため、堆積土砂を意図的に下流に流すことによって溪流の環境を一定状態に維持し、さらに生態系回廊の連続性を保てることのできる透過型砂防ダムへの社会的要求が高くなってきた。このような観点から、本研究においては、スリットダム砂防ダムにおける土砂調節機能に焦点を絞り、土石流が発生した場合の土砂・流木の透過率、土砂の捕捉、調節効果について、①垂直壁型スリットダム、②曲線形スリットダム、③横型スリットダムの3タイプのスリットダムの模型実験を行い、スリット構造と透過率、ダム堆砂地における堆砂法肩部の後退の関係を調べた。

2. 実験方法

スリット砂防ダムの模型は図-1に示すように、構造的に大きくは縦型スリットダムと横型スリットダムに分け、さらに、縦型スリットダムは垂直壁型スリットダムと曲線形スリットダムの二つに分けた。水路は長さ400cm、幅20cm、高さ20cm、勾配20°である。実験は模型水路に軽石材料（平均粒径0.8cm、最大粒径1.2cm）を約50cmにわたって敷き詰め、段波型土石流と掃流状流動型土石流に対する実験を行った。さらに補足後のスリットダムの土砂調節効果を調べるために、清水段波洪水と定常流量型洪水によるダム内堆積土砂の侵食状況の変化をビデオカメラで撮影し、堆砂法肩の後退面積を測定すると同時に、縦5cm間隔で横断方向に2cm間隔で侵食深の測定を行った。すなわち、ダム内の堆積土砂量2L~4Lに対して、一つは1L~4Lの段波状洪水を与えて土石流を発生させ、このときの土石流によるダム堆積土砂の侵食（堆砂法肩の後退）を起こさせる場合（段波型洪水）ともう一つは毎秒0.5Lの一定量の水を供給して浸食を起こさせる場合（定常型洪水）の二通りである。なお、ダム内の土砂の堆積形状についてはダム天端から水平勾配に堆積させたものと、水路底面と平行に堆積させる2種類とした。

表-1 段波型土石流の実験条件

ケース	土砂量 (L)	供給水量 (L)	給水量 (L/sec)
1	1	1	0.2
2	2	2	0.2
3	3	3	0.2
4	4	4	0.2

表-1 掃流状集合流動型土石流の実験条件

ケース	砂量 (L)	給水量 (L/sec)
1	1	0.5
2	2	0.5
3	3	0.5
4	4	0.5

侵食（堆砂法肩の後退）を起こさせる場合（段波型洪水）ともう一つは毎秒0.5Lの一定量の水を供給して浸食を起こさせる場合（定常型洪水）の二通りである。なお、ダム内の土砂の堆積形状についてはダム天端から水平勾配に堆積させたものと、水路底面と平行に堆積させる2種類とした。

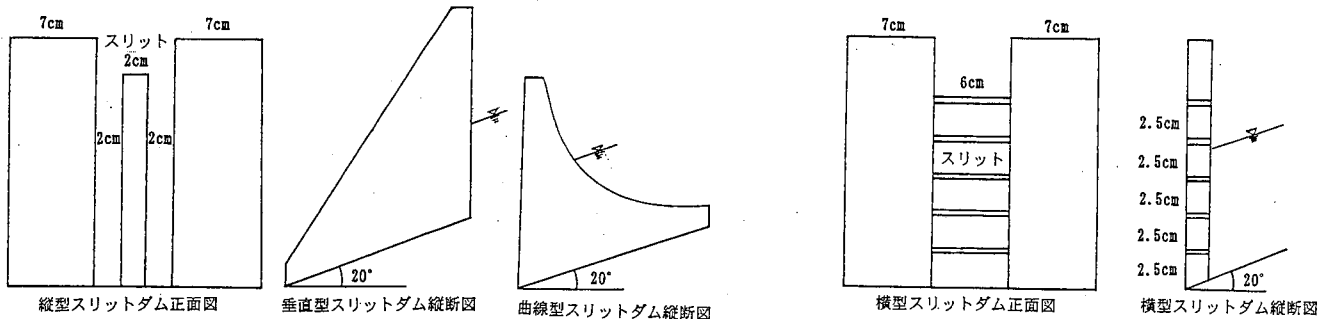


図-1 スリットダム模型図

3. 実験結果

図-2は段波型土石流、図-3は掃流状流動型土石流の場合のスリットダムの砂礫透過率、図-4、図-5はそれぞれの場合の流木の透過率を示したものである。ここに縦軸は透過率、横軸は実験使用土砂量及び流木本数を示す。

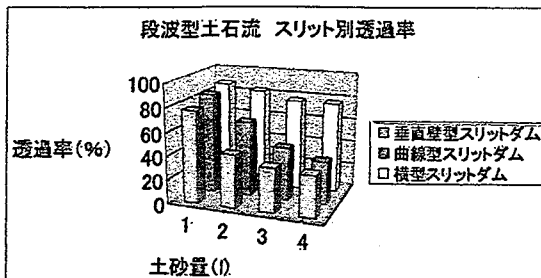


図-2 段波型土石流の場合の透過率

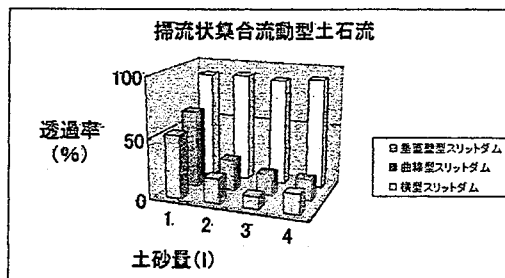
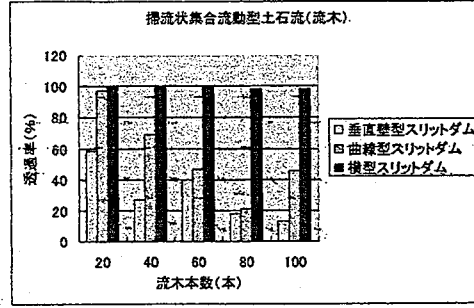
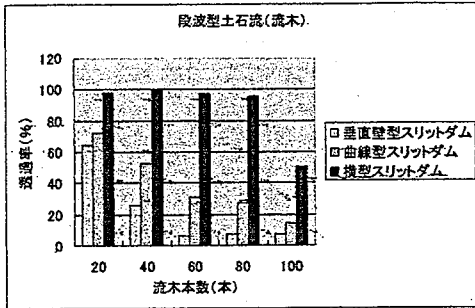


図-3 掃流状流動型土石流の場合の透過率

図-2と図-3について透過率をみた場合、縦型スリットダムに比べて横型スリットダムの方が高いことがわかる。縦型スリットダムについて見た場合、曲線型スリットダムの方が垂直壁型スリットダムより透過率が高い。これは放水路部に取り付けられた背割状のスリット曲線部による土石流の運動方向の乱れによって砂礫のかみ合い効果が薄れ、スリット部での疎通がよくなったものと思われる。次に土石流形態との関連でみると、縦型スリットダムでは段波型土石流の方が掃流状流動型土石流よりも透過率は高く、横型スリットダムでは掃流状流動型土石流の方が段波型土石流よりも透過率が高い。これは多量の砂礫が一気に流れてくる段波型土石流フロント部では底面方向の速度成分が卓越するため、

水路底面付近で礫の集中が起こり、スリット部で閉塞が起こって多くの砂礫を詰まったためと考えられる。

図-4、図-5の流木の透過率についてみた場合、横型スリットダムの透過率が圧倒的に高いことがわかる。また、



縦型スリットダムの中ではここでも曲線型スリットダムの方が垂直壁型スリットダムより透過率が高い。これも基本的には砂礫の場合と同じで、背割状の曲線部によって流木の速度と運動方向の不等化が起こり流木の絡み合い効果が低下したため、疎通がよくなったものと考えられる。ただ、横型スリットダムにおいて段波型土石流がきた場合、

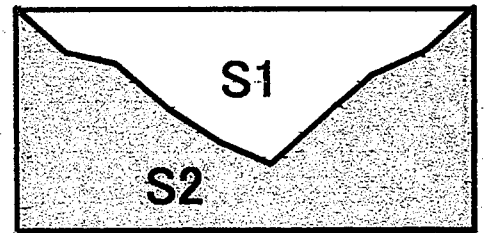
流木実験本数が100本になると、約50%に透過率が落ちるのがみられる。これも砂礫の場合と同じ原因で、フロント部では底面方向の速度成分によって流木が集中するためと考えられる。

4. 考察

スリット砂防ダムの大きな目的の一つは、土石流などの大規模な土砂流出を抑止し、その後の中小の洪水でダムに溜まった土砂を下流流してやることである。ここでダムに溜まった土砂が再び移動を始めるときの要因の一つが堆積

土砂の法肩の大きさであるといわれている（池谷等, 1980、水山等, 1989、水山等, 1990、石川, 砂防講座）。

スリットによるダムの土砂調節効果を評価するため、水路の土砂堆積横断面において流出断面積、すなわち図-6に示す空間部分 (S1) に対する残留面積 (S2) の比 (S1/S2) をここで土砂調節率と定義する。図-7および図-8は



S1 : 流出土砂断面積

S2 : 土砂残留面積

段波型洪水（段波型土石流）と定常型洪水（掃流状流動型土石流）の場合の縦断面各点の断面におけるスリット構造別の (S1/S2) を示したものである。

図-6 水路断面模式図

図-7、図-8から明らかなように段波型洪水、定常型洪水とも横型スリットダムの方が縦型スリットダムよりも土砂調節率の高いことがわかる。縦型スリットダムでは曲線型スリットダムの方が垂直壁型スリットダムより土砂調節効果が大い。しかし、両図から明らかなようにスリット部からある程度遠くなると (S1/S2) の低下はほとんどみられなくなり、スリットによる土砂調節効果の影響はなくなるようである。すなわち、(S1/S2) の低下がなくなる距離までの範囲がスリットによるダム内の土砂調節範囲といえよう。

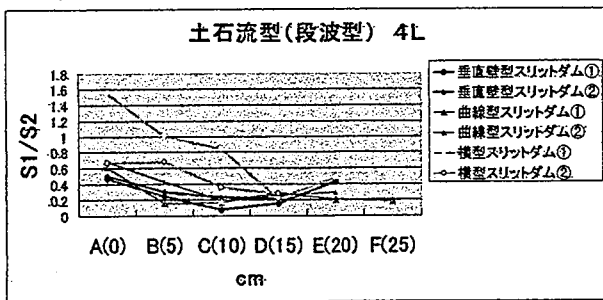


図-6 段波型洪水の場合の土砂調節率

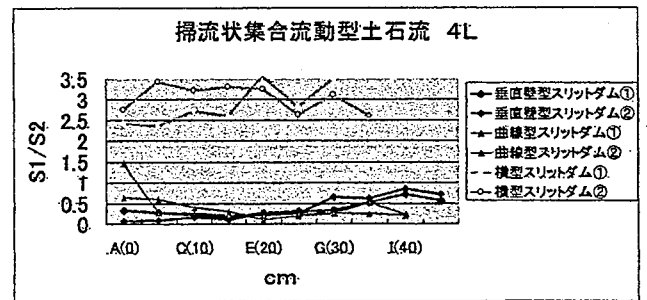


図-7 定常型洪水の場合の土砂調節率

5. まとめ

構造別にスリット砂防ダムの土砂調節効果をみたとき、縦型スリットダムに比べて横型スリットダムの方が高いことがわかる。縦型スリットダムについて見た場合、曲線型スリットダムの方が垂直壁型スリットダムより透過率が高い。流木の透過率についてみた場合、横型スリットダムの透過率が圧倒的に高い。ただ、流木実験本数が非常に多くなると、約50%に透過率が落ちるのがみられる。段波型洪水、定常型洪水とも横型スリットダムの方が縦型スリットダムよりも土砂調節率 (S1/S2) は大きい。しかしスリット部からある程度遠くなると (S1/S2) の低下はほとんどみられなくなり、スリットによるダム内の土砂調節効果はなくなるようである。

引用文献

- 池谷 浩・上原信司 (1980) :スリット砂防ダムの土砂調節効果に関する実験的研究、砂防学会誌Vol. 32(3)
- 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、砂防学会誌Vol. 42(4)
- 水山高久・阿部宗平・矢島重美・井戸清雄 (1990) :2次元仮称変動計算のスリット砂防ダムへの適用例、砂防学会誌Vol. 42(5)
- 石川芳治 (1993) :スリット砂防ダムの計画および設計、砂防講座5、山海堂