

008 底面水抜きスクリーン上での土石流の停止機能に関する検討 (3)

新潟大学農学部
経済産業省
新潟大学農学部
新潟大学農学部

○権田 豊
富田耕司
松崎 健
山本仁志

1. はじめに

土石流対策構造物の一つに底面水抜きスクリーン(以下スクリーンとする)がある。スクリーンはスノコ上のデッキを溪流河床上に設置したもので、流下してきた土石流はスクリーン上で急速に減速し、停止・堆積する。従来、この現象はスクリーン上で土砂と水が分離するために生じると説明されるのみで、その詳細なメカニズムは明らかにされていなかった。

長谷川ら(2001)は、スクリーン上の土石流に、「土石流体から水が分離する現象」と同時に「スクリーン近傍で間隙水圧が減少する現象」が生じていると考察した。両者が土石流の停止距離に与える影響を水理模型実験と数値シミュレーションにより検討した。結果、スクリーン上における土石流の挙動に支配的な作用を及ぼしているのは、スクリーン近傍における土石流の間隙水圧の減少に伴う、底面せん断力の増加であり、数値シミュレーションにおいてスクリーンからの水の流出を過大に評価しても、土石流がスクリーン上を運動する時間は短いため、水の分離が停止距離に与える影響は小さいことを示した。また権田ら(2001)はスクリーン近傍での間隙水圧の減少率をスクリーンの間隔と土石流体中の礫径の単純な関数としてモデル化した。そして粒径の異なる土石流材料を用いて、スクリーン間隔を様々に変えた実験を行い、スクリーン間隔に対する土石流の停止距離の変化の傾向が、モデルから予想される傾向と一致することを示した。

これまでの研究によって、底面水抜きスクリーン上における土石流の挙動についての解明が進み、スクリーン上での土石流の停止距離が予測可能となったが、まだ実用上十分な精度には至っていない。その理由の一つとして、これまでの研究の手法が挙げられる。従来の研究では計測が容易な土石流の停止距離のみに注目し、スクリーン間隔に対する停止距離の変化の傾向が、実測値と数値シミュレーションで同一であることから、間接的にモデルつまりモデルによって記述される土石流の内部メカニズムの妥当性を検討している。しかし、本来モデルの妥当性

を検証する上で重要な、土石流が停止に至る過程でのスクリーンからの水の流出と間隙水圧の変化については、計測が困難なことから直接検討されたことはなかった。

そこで数値シミュレーションによる土石流の停止距離の予測精度を向上させることを最終的な目的とし、本研究では水理模型実験を行い、スクリーン上での土石流が停止・堆積に至る過程のうち、土石流の挙動とスクリーンからの水の流出との関係に重点をおいた検討を行った。

2. 水理模型実験の概要

実験には全長 335cm、幅・高さ共に 20cm、勾配 19° の水路(図.1)を用いた。水路床は粒径 2.00~4.76mm の礫を一樣に貼り付けた固定床とし、その下流端に全長 100cm、幅 20cm のスクリーンを設置した。土石流の挙動とスクリーンからの水の流出状況の関係を知るために、スクリーン下に、内部を 5cm 間隔に仕切った片面がアクリル製の水槽を設置した。水路下流端から 240cm の部分で仕切板を鉛直に設置し、その上流側に 2500cm³ の土石流材料(平均粒径 1.7,2.9,7.2mm)を一定の形状で積み、5500cm³ の水を静かに給水した後、仕切板を引き上げることで土石流を発生させた。スクリーンは間隔が 0,1,2,4,8mm のものを用いた。スクリーン上での土石流の挙動およびスクリーンから水が流出する状況を 3 台のデジタルビデオカメラで撮影した。撮影したビデオをキャプチャーし、1/30 秒ごとの静止画像に変換し、土石流の形状、水槽の水量を読みとることで、解析に必要な情報を得た。

3. 結果と考察

3 つの材料を用いた全ての実験において、スクリーン間隔が広がるほど停止距離が減少し、スクリーン幅が 2mm 以上になると停止距離が一定となった。(図.2)

権田らは、この停止距離の減少を、スクリーン間隔が大きくなるほど、スクリーン近傍の間隙水圧が減少することで底面せん断力が増加するためと説明

した。また、スクリーン間隔が一定間隔より大きくなると、間隙水圧は 0 で一定となり、スクリーン間隔によらず土石流は同一の挙動を示し、その結果、停止距離が一定となると説明した。

本実験におけるスクリーン上での土石流の挙動を解析した結果、以下のことがわかった。

a) スクリーン上で土石流が停止するまでの形状の変化をスクリーン間隔の異なる実験ケースで比較した場合、スクリーン間隔が 0,1,2mm と大きくなるほど、土石流の減速率が大きくなるが、2mm 以上のケースでは減速率だけでなく、土石流の形状の変化も同一と見なせた。これは、スクリーン間隔が 0,1,2mm と大きくなるほど底面せん断力が増大するが、2mm 以上ではスクリーン間隔によらず底面せん断力が一定となっていることを意味する。

b) 図.3 のように、土石流がスクリーンに進入後、しばらくは、スクリーンから水が流出せず、ある程度速度が小さくなり、土石流が停止する寸前に水の流出が始まる。水の流出が始まる以前に減速は始まっており、その減速率には a) で述べた傾向があった。スクリーン上で土石流が減速する過程の大半で

はスクリーンからの水の流出がみられない。それにもかかわらずスクリーン間隔を変えると減速率が変化する。これは、スクリーン上での土石流の挙動を支配しているのは、「土石流体から水が分離する現象」ではなく、「スクリーン近傍で間隙水圧が減少する現象」であることを意味する。

従来検討が行われていなかったスクリーン上での土石流の挙動とスクリーンからの水の流出との関係を検討した結果、これまで間接的にしか検証されていなかった長谷川らや、権田らの研究を裏付ける結果が得られた。今後はこれらの成果を数値シミュレーションに組み込み、精度向上に努めたい。

参考文献

権田ら(2001)：底面水抜きスクリーン上での土石流の停止機構に関する検討(2)，平成13年度砂防学会研究発表会概要集,pp86-87

長谷川ら(2001)：底面水抜きスクリーン上における土石流停止機構の解明,新潟大学農学部研究報告,第53巻2号,pp179-pp191

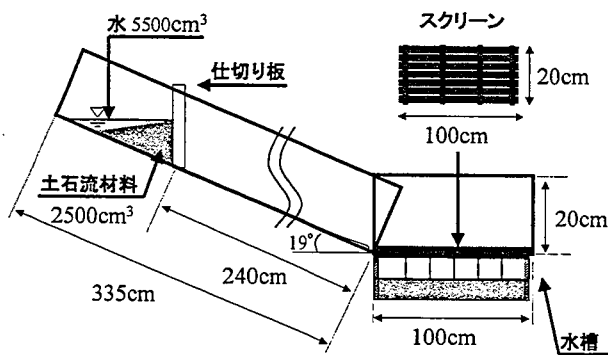


図.1 水路概要

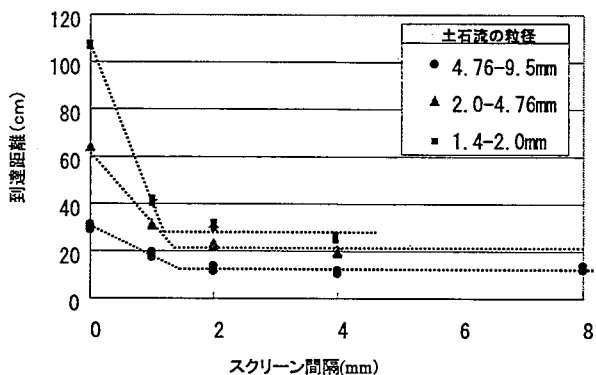


図.2 スクリーン間隔と停止距離の関係

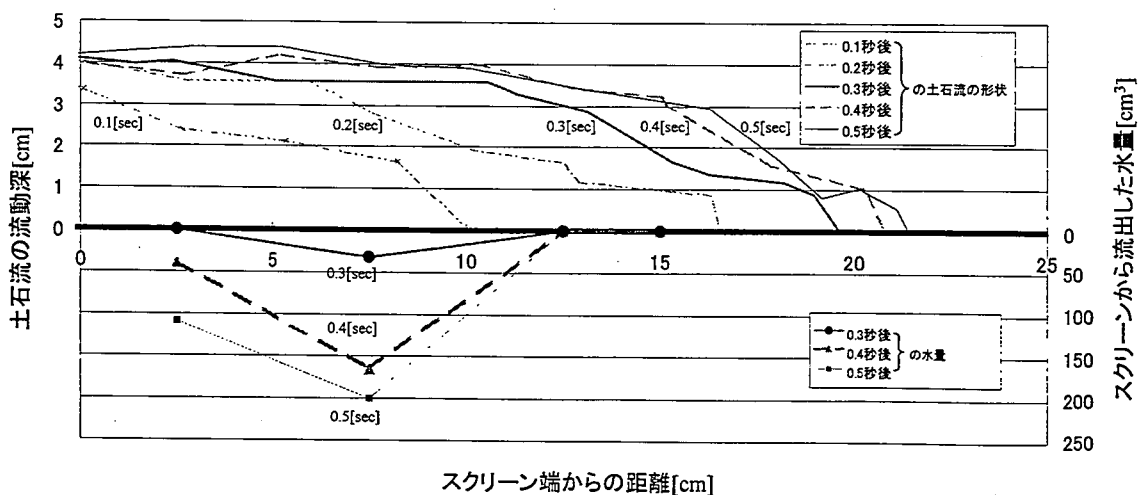


図.3 土石流の挙動とスクリーンから流出する水の関係(1mm 間隔のスクリーン)