

17 底面水抜きスクリーンダム上の土石流の運動に関する研究

建設省土木研究所 ○前田昭浩

石川芳治

草野慎一

建設省九州地方建設局大隅工事事務所

野呂智之

1. はじめに

底面水抜きスクリーンダム（以下スクリーンと呼ぶ）は、流下してくる土石流をスクリーン上で土砂と水に分離し、土石流の流速を減速させて停止、堆積させるものである。スクリーンは室内模型実験によりその土石流捕捉効果が確認され、実施にあたっての設計方法も検討されてきている。建設省九州地方建設局大隅工事事務所管内の野尻川で平成3年2月10日、5月19日に土石流が発生しスクリーン監視のために設置したビデオカメラでその挙動が記録された。そこで土石流のスクリーン上での挙動を解析し、設計法を検討したので報告する。

2. 現地の概要

野尻川のスクリーンの平面図を図-1に示す。このスクリーンは平成2年6月野尻川の河口より2.5km上流に建設された。全長30m、全幅21.65mであり土石流の後続流を安全に流下させるために右岸側に既往最大流量を流下させる断面を確保している。なお、スクリーン長に関しては設計時に157.2m必要であるという結果が出たが、試験施工ということで30mとした。平成3年2月10日9時43分に土石流が発生した。この時の降雨量は連続雨量25mm、発生前1時間雨量19mmであり、総流出土砂量約 $12 \times 10^3 \text{ m}^3$ （推定）と野尻川ではやや小規模の土石流であった。さらに平成3年5月19日17時に土石流が発生した。この時の降雨量は連続雨量135mm、発生前1時間雨量19mmであり、総流出土砂量約 $39 \times 10^3 \text{ m}^3$ （推定）と野尻川では中規模の土石流であった。

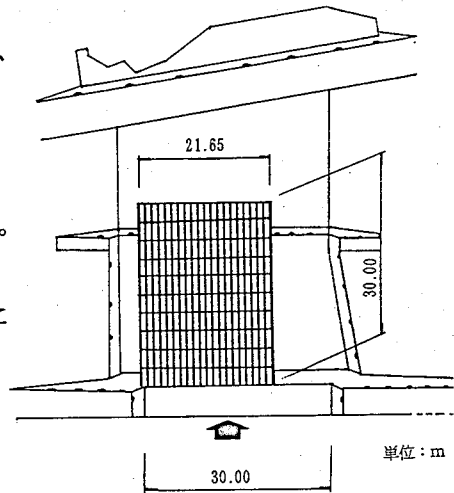


図-1 平面図

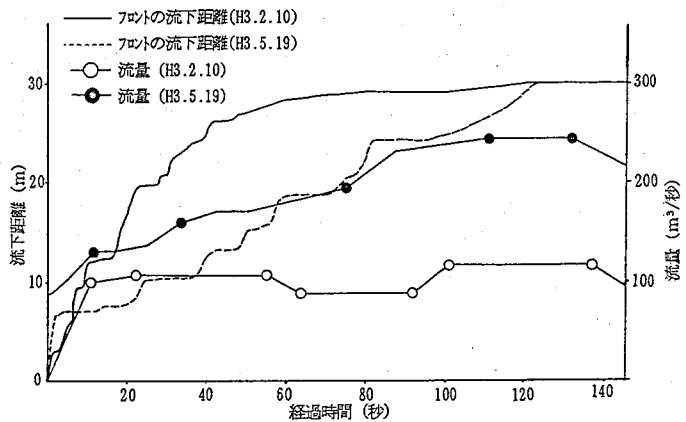


図-2 土石流のフロントの流下距離、及び流量の時間的变化

3. スクリーン上での土石流の挙動

VTRから読みとった土石流フロント部先端の流下距離の時間的変化、及びスクリーン直上流水通し部の流量の時間的変化を図-2に示す。原点はスクリーンの上流端で、土石流がスクリーンに到達した時間を0とする。また、図-3、図-4にスクリーン上の土砂堆積形状の時間的変化を示す。時間間隔は図-3で5秒、図-4で10秒とした。

2月10日、5月19日の土石流のスクリーン上での挙動は共通して次のようである。土石流はスクリーンダムに到達するとそのフロントは泥水と土砂に分離され急激に減速され停止する。しかし、後続流は一旦堆積した土砂を乗り越えて進み又同じように減速され停止する。このような過程を何回か繰り返し、全長30mのスクリーンの先端まで達した。その後スクリーンの先端から若干の土石流の流出はみられるが、ごく少量であった。

また、この二つの土石流のスクリーンダム上での挙動を比較すると5月19日の方が土石流の堆積土砂の先端がスクリーン上に動かずに停止している時間が長く、スクリーンの先端に達するまでの時間が2月10日の土石流に比べて約2倍ほどかかっている。そして後続流が堆積土砂を乗り越えるときの盛り上がる高さが低い。これは5月19日の方が土砂濃度が低かったためと考えられる。

4. スクリーン上の土砂の堆積状況

スクリーンに実際に堆積した土砂の最終形状を図-5、図-6に示した。また、VTRより得られたデータをもとにスクリーン長、最大堆積厚を計算し、計算結果を表-1に示す。計算では既往の模型実験で提案さ

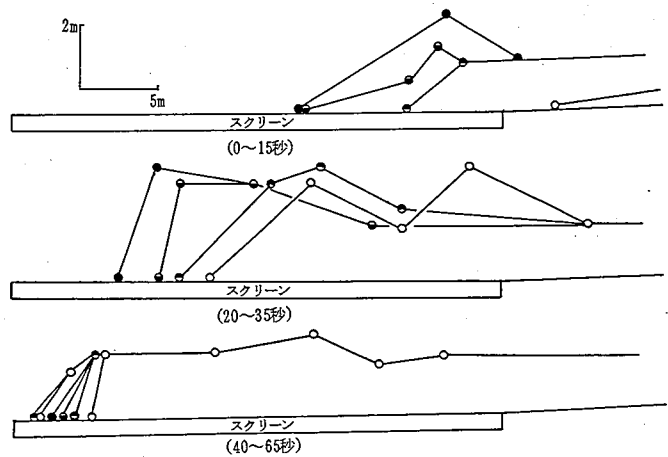


図-3 土砂堆積形状の時間的変化(H3.2.10)

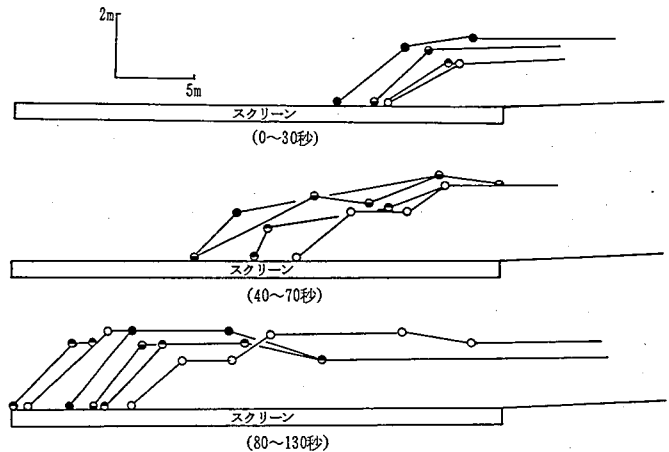


図-4 土砂堆積形状の時間的変化(H3.5.19)

表-1 スクリーン長、及び最大堆積厚の計算結果

	H3.2.10	H3.5.19
U	6.1m/sec	10.1m/sec
ϕ_r	27°	18°
θ	5.6°	5.6°
a	0°	0°
L	41.9m	96.7m
H	20.4m	31.4m

れている次の式¹⁾を用いた。

$$L = 1.4 U^2 \sin(\phi_r - \theta) / \sin(\phi_r + a) \quad \text{--- ①}$$

ここに L : スクリーン長 (m) θ : 河床勾配 (°)
 U : 土石流流速 (m/sec) a : スクリーン勾配 (°)
 ϕ_r : 土石流材料の安息角 (°) H : 最大堆積厚 (m)

$$H = 1.4 U^2 \tan(\phi_r - \theta) \quad \text{--- ②}$$

ここで ϕ_r の値は現地のスクリーン上の土砂の先端の停止勾配、 U はVTRより読んだスクリーン直上流でのフロント部の流速を用いた。

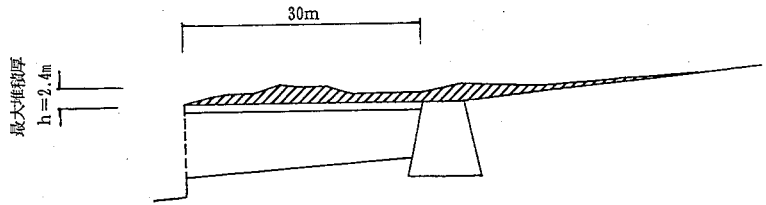


図-5 堆積土砂の最終形状(H3.2.10)

表-1の計算により求められた必要スクリーン長と実際の土石流の堆積長である図-5、図-6を比較すると明らかなように計算値と実際の値には大きなひらきがある。これは提案式が

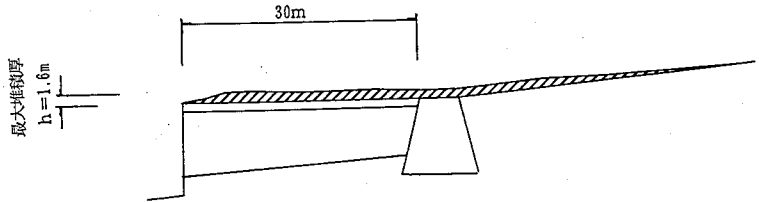


図-6 堆積土砂の最終形状(H3.5.19)

直線水路の全幅にわたってスクリーンを設置した場合の実験データを用いて提案されたのに対して現場では左右岸に土石流がこぼれることができるため、横方向への土砂の移動が自由であるという条件の違いが大きいものと思われる。また、図-7に示すとおりスクリーンの遡上区間に堆積した土砂の粒度分布と過去に行われた実験の粒度分布を比較すると今回の土石流は泥流型に近かったと考えられる。過去の実験でも砂礫型と泥流型と分けて実験を行ってはいるが計算式①、②は砂礫型のデータを基に作られている。今回の土石流でも見られるように泥流型の場合は土石流材料の安息角が小さいためフロントの停止時の高さが低く、かつスクリーンからの脱水が急速に行われ難いので後続の土石流は流動性を持ったままで停止したフロント部を乗り越えていき、堆積厚さは増加しないで堆積土砂の先端が前進していくと考えられる。

5. スクリーンの効果

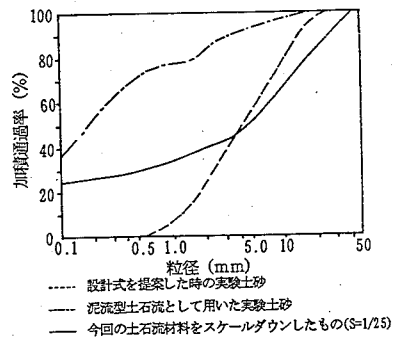


図-7 土石流材料の粒度分布の比較

表-2 スクリーンによる土砂捕捉率

	H3.2.10	H3.5.19
堆積土砂量(m ³)	1060	929
総流出土砂量(m ³)	12390	39500
捕捉率(%)	7.8	2.3

$$\text{捕捉率} = \frac{\text{堆積土砂量 (スクリーン上+スクリーン上流)}}{\text{総流出土砂量+堆積土砂量 (スクリーン上+スクリーン上流)}}$$

今回解析した二つの土石流が流下したときのスクリーンの土砂の捕捉率を算出し、結果を表-2に示す。また、図-8、図-9にスクリーン上、及びスクリーン上流堆積区間に堆積した土砂の粒度分布を示した。

スクリーンによる土砂の捕捉量は全体の流出土砂量に比較すると小さな値を示している。一方、スクリーン上の土砂の方がスクリーン上流の土砂に比べて粒径が大きい。スクリーン上流の土砂の粒度分布は2つの土石流ともに野尻川の平均的な河床堆積土砂とほぼ同じであり、土石流が運搬した土砂の粒度分布と考えると良い。つまりスクリーンには土石流の巨礫を捕捉する効果があるといえる。

6. スクリーン部材の損耗状況

スクリーン部材の損耗の状況を図-10に示した。土石流の後続流はスクリーン上に土砂が堆積してくると側方を流下するため土砂が衝突する側方部分の損傷が激しい。また、土石流の先端が最初に達するスクリーンの上流端の損傷の度合いも比較的大きい。

7. まとめ

現地で記録されたスクリーン上を通過する土石流のビデオ映像を解析した結果、スクリーン上での土石流の挙動がある程度明らかになった。特に土石流のスクリーン上での停止距離については現場ではスクリーンの両側岸に後続流が回り込むことと、泥石流型の土石流に近かったため従来の計算式で出される値よりもかなり小さい値となった。また、スクリーンの捕捉効果としては土石流の捕捉量は小さいが巨礫は捕捉できることが確認できた。このような結果を踏まえて、より合理的な設計法の研究とスクリーンの現地適用手法についての検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 矢澤昭夫、水山高久、森田昭宏：土石流ブレイカー（底面水抜きスクリーングラム）に関する実験的研究、建設省土木研究所資料第2374

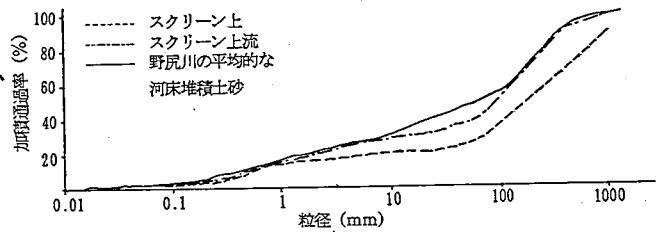


図-8 堆積土砂の粒度分布(H3.2.10)

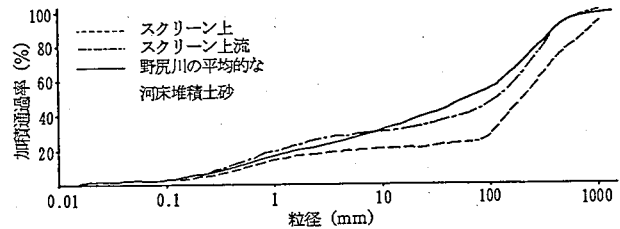


図-9 堆積土砂の粒度分布(H3.5.19)

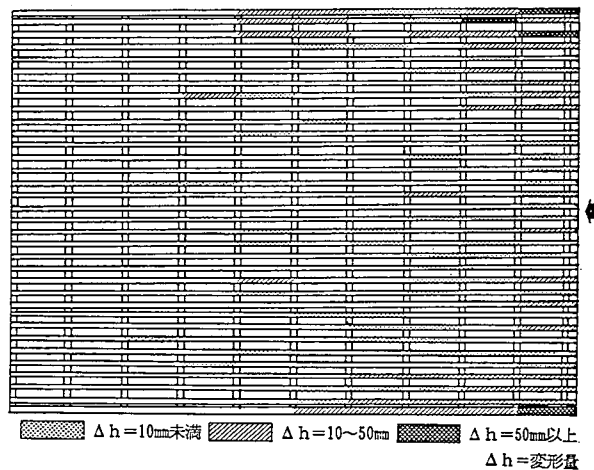


図-10 スクリーン部材の損耗状況