

スーパー暗渠砂防堰堤の流木捕捉効果に関する実験的考察

奈良県五條土木事務所 ○谷口房一
 京都府立大学 水原邦夫
 アジア航測株式会社 小川恒一
 アジア航測株式会社 上杉大輔

1. はじめに

スーパー暗渠砂防堰堤は、中小洪水時には災害を発生させない程度の土砂を通過させ、下流の改修状況に見合った規模以上の土砂流出のみを抑制する機能を有している。堰堤に設けた大暗渠により計画洪水流量までの流量は堰堤の天端を越流することなく流下する。また増水時に発生する堰上げ流量中の流木・土砂は一時的に堰堤上流に貯留される。そこで、本研究では、スーパー暗渠砂防堰堤の堰上げ効果による流木捕捉効果と、流木自体の浮力による流木捕捉効果について、直線水路を用いた実験によって検証した。

2. 実験概要

実験は川幅15m程度の溪流を想定し、縮尺1/50のフルードの相似法則を適用した全長15mの循環式直線水路を用いた。水路断面は、30cm×30cmの矩形断面で、水路勾配を1/13.5に設定し、現地渓床の礫をスケールダウンしたφ=2.00~4.76mmの礫を植礫した粗度板を固定床として用いた。(表-1, 図-1)

堰堤模型は、硬質アクリル製の立体型(高さ14cm、横30cm、暗渠半径5cm、天端幅10cm)と同じく硬質アクリル製の平面型(高さ30cm、横30cm、幅1cm)の2つを用いた。また、流木は直径6mm長さ15cmのスギ材を使用し、その供給には、単位時間あたり一定量の流木を供給できるモーター駆動によるベルトコンベア式流木供給装置を上流に設置した。なお、流木の流下・捕捉状況の観察には水路側面にモータードライブカメラ、流木の表面の鉛直方向にデジタルビデオカメラを設置した。

実験は表-2に示すように、流木捕捉効果を模型の形状別に検証した。実験に用いた供給流量は3.96l/s(計画洪水流量:100年確率の模型値流量)、5.61l/s(計画堰上げ流量:計画堰上げ高さ12.8cmを実現する模型値流量)の2ケース、また、流木は各流量に対する単位時間当たりの流木供給量で設定した0.7, 1.4, 2.1l/sの3ケースを用いた。なお、これらの流量は別途の現地模型水路実験(1/50)に用いた流量と同じである。

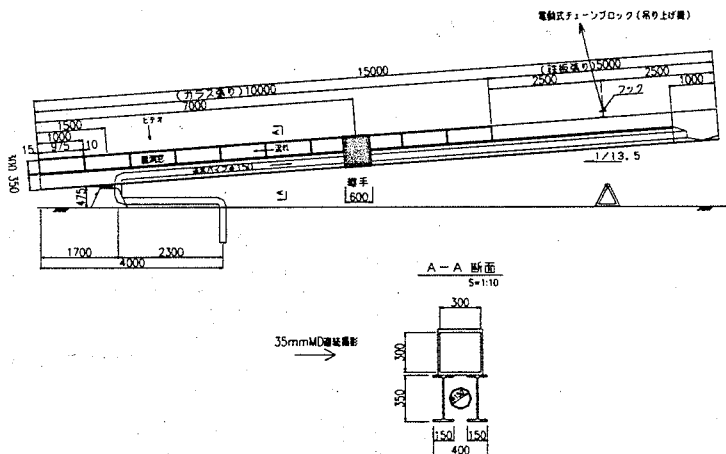


図-1 実験水路図

表-1 実験の相似則

	流域現象	模型現象
流量	70m ³ /s	3.96リットル/s
流木	平均径30cm 長さ7.5m	φ=6mm, L=15cm
溪床礫	平均φ23cm	φ=2.00~4.76mm

表-2 実験条件一覧表(直線水路実験)

実験名	実験目的	堰堤模型区分	供給流量 (l/s)	流木供給量 (l/s)	流木混入率 (%)
実験-I	無施設時の流木流下挙動観測	未設置	3.96 / 5.61	浮子, 0.7	0, 12, 18 (3区分)
実験-II	平面型の流木捕捉効果	平面型	3.96 / 5.61	浮子, 0.7 1.40, 2.10	0, 12, 18 25, 35, 37 53 (7区分)
実験-III	立体型の流木捕捉効果	立体型	3.96 / 5.61	浮子, 0.7 1.40, 2.10	0, 12, 18 25, 35, 37 53 (7区分)

3. 結果および考察

3.1 流木捕捉効果の判定

流木捕捉効果の判定は、堰堤模型の直上流で捕捉した流木の流木供給量に対する割合(流木捕捉率)で行った。実験の結果は表-2に示すように供給流量、流木混入率の堰堤模型の形状による大きな差異は見られず、いずれのケースでも95%以上の流木捕捉率であった。なお、RUN-17、RUN-18の場合は、流木供給量が多く且つ流木投下時のタイミングで流木同士が絡み合い水路途中で閉塞してしまったもので、この場合の流木捕捉率はその後の流量供給によって生じた段波による捕捉である。

表-2 直線水路による施設別流木捕捉効果表

実験名	実験番号	施設	流量水準	インバータ目盛り	流木量 (l/s)	流木混入率 (%)	総流木量			流木の捕捉と暗渠からの抜け		越流本数 (本)	備考	
							本数/区画	区画数	総本数(本)	捕捉(本)	抜け(本)			捕捉率(%)
実験 I	Run-0	無施設	計画洪水流量	28.7	浮子	0								
	Run-1'		計画洪水流量		0.70	18								
	Run-2		堰上げ洪水流量		30.8	0.70	12							
実験 II	Run-3	平面型	計画洪水流量	28.7	浮子	0								
	Run-4				0.70	18	40	10	400	391	9	97.8		
	Run-5				1.40	35	80	10	800	782	18	97.8		
	Run-6				2.10	53	120	8	960	941	19	98.0		
	Run-7				浮子	0								
	Run-8				0.70	12	40	10	400	380	20	95.0		
	Run-9	1.40	25	80	10	800	796	4	99.5					
	Run-10	2.10	37	120	8	960	957	3	99.7					
	実験 III	Run-11	立体型	計画堰上げ流量	30.8	浮子	0							
		Run-12				0.70	12	40	10	400	390	10	97.5	
Run-13		1.40				25	80	10	800	798	2	99.8		
Run-14		2.10				37	120	8	960	956	4	99.6		
Run-15		浮子	0											
Run-16		計画洪水流量	28.7	0.70	18	40	10	400	400	0	100.0			
Run-17				1.40	35	80	10	800	787	13	98.4			
Run-18				2.10	53	120	8	960	939	21	97.8			
											5 段波による			
										2 段波による				

注) 計画洪水流量:100年確率の模型値流量3.96l/s
 計画堰上げ流量:計画堰上げ高を実現する流量5.61l/s
 浮子:流線、流況観察のためのφ=5mmの球形発泡スチロール製
 流木量:供給した単位時間あたりの流木量(l/s)
 流木率:供給した水の流量に対する流木量(%)

3.2 流木の流下・捕捉形態の観察

実験における流木の捕捉状況は次のとおりであった。
 ①堰堤模型が流木を捕捉すると、堰上げによって生じたプールの動水が沈静化し、流木が動きにくくなる。
 ②捕捉された流木に後続の流木が捕捉されていく。
 ③重なり合った流木は徐々にプールを静め、捕捉効果を上げる。
 ④絡まった状態の流木は吸い出し効果によっても流出しにくい。
 ⑤ほぼプール立積分の流木を捕捉する。
 ⑥流木の捕捉による越流水はほとんど見られなかった。

堰堤模型の形状による流木捕捉率の大きな差異は見られなかったが、暗渠孔に対して十分な堰上げ高さが確保できている場合(水深が深い場合)と、暗渠孔の直上程度しか堰上げ高さが無い場合(水深が浅い場合)とでは、流木の捕捉形態に違いが生じた。前者の場合は浮遊した状態で捕捉しており(写真-1)、後者の場合は暗渠孔口に流木が詰まって後続の流木が絡みながら河床に堆積した状態で捕捉している(写真-2)。これらの現象は図-2のイメージ図に示すように、堰上げ高さによって生じる流木の浮力と暗渠孔の吸込み現象の影響による作用であり、流木捕捉効果を高める要因になっていると思われる。

4. おわりに

本研究は、スーパー暗渠砂防堰堤の堰上げ効果による流木捕捉効果、ならびにその時の流木の流下・捕捉形態を観察の上考察したものである。今回は直線水路を用いたが、現地模型水路による実験とあわせた検証を今後も進めていく必要がある。

(参考文献)

小田晃、渡部文人、柳沢今朝次郎、中谷守、水山高久、阿部彦七(2001):スーパー暗渠砂防堰堤の機能に関する水理模型実験 新砂防Vol. 53, No5 pp. 52-56
 阿部宗平、嶋大尚、金野崇史、斉藤武(1998):透過型砂防ダムの土砂調節機能に関する実験的考察 平成10年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 286-287

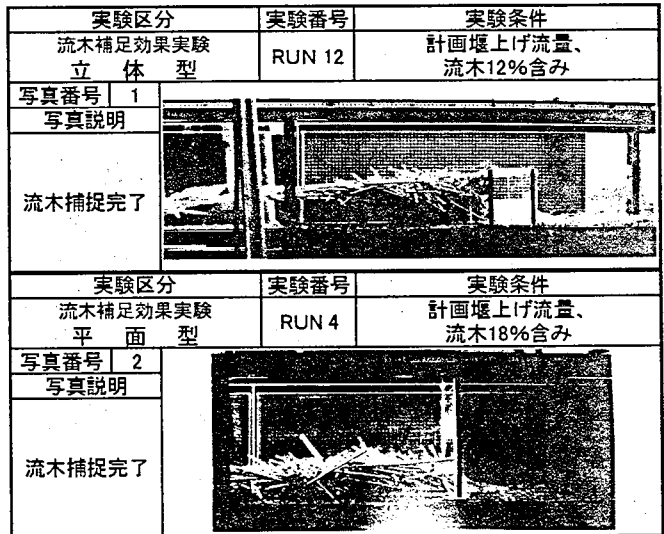


写真-1・2 直線水路実験における流木等の流下状況写真

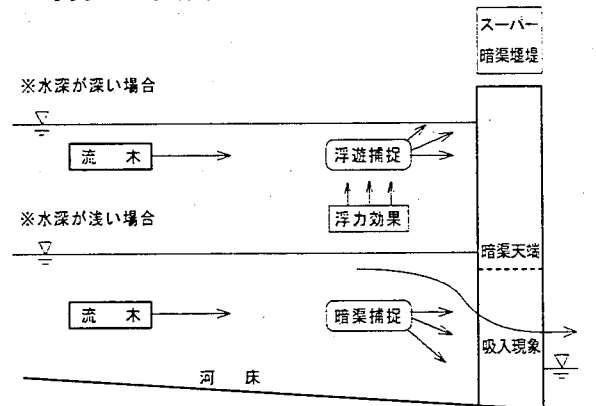


図-2 スーパー暗渠堰堤による流木捕捉イメージ