

京都大学防災研究所 正 員 村本 嘉雄
京都大学防災研究所 正 員 藤田裕一郎
京都大学 工学部 学生員 ○黒川 悦彦

1. はじめに 流木が河道災害に及ぼす影響を明らかにするために、山間部の急な河道に両岸から取り込まれた流木が、緩勾配の氾濫部に達する場合を対象として、傾斜部分と水平部分とをもつ移動床の実験装置を用いた基礎実験を行い、ついで、2種の形状を有する流木模型を作成し、粗面路床上でその流送実験を行った。それらの結果から河道中における流木の挙動とその影響について考察した。

2. 側岸侵食性流路における基礎実験

2. 1 概要 実験は、図-1のような1/100~1/5の勾配が設定できる流路部と水平な氾濫部を持つ実験装置に、平均粒径 $d_m=1.42\text{mm}$ の砂を敷き詰め、流路部と氾濫部を通じて一本の台形断面の側岸侵食性流路を整形して行った。上流端に給木装置を設置し、同時に既報¹⁾同様に、側岸上に並べ、上流および側岸から流木が供給される状況を模した。実験経過を写真とVTRカメラによって記録するとともに、水位および横断形状を測定し、水力条件を算定した。流木模型は、長さ約20cm、直径約1.2cm、比重約0.92のポリプロピレン製である。流量及び給木量等の実験条件は表-1のとおりである。

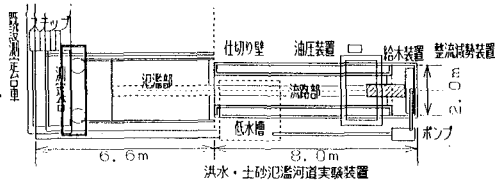


図-1 実験装置

表-1 実験条件

実験番号	水路部勾配	初期断面：台形			流量	停水時間	
		上底	下底	高さ			
		cm	cm	cm	l/s	min	sec
Run K1	1/200	23	10	6.5	2.89	12	00
					3.32	24	00
Run K2	1/200	23	10	6.5	5.96	6	30
					5.88	14	00
Run K3	1/100	23	10	6.5	3.13	7	00
					3.04	15	00
Run K4	1/100	23	15	4	3.34	7	00
Run K5	1/50	23	15	4	2.93	6	00

表-2 水位・流速測定結果

実験番号	平均水深 (cm)		平均流速 (cm/s)	
	流路部	氾濫部	流路部	氾濫部
Run K1	3.13	3.28	43.11	41.76
Run K2	2.95	2.84	59.40	59.76
Run K3	2.17	2.52	58.36	36.48
Run K4	1.99	3.03	64.53	32.40
Run K5	1.73	6.41	65.00	39.64

2. 2 結果及び考察 すべてのRunにおいて、流木模型は上流端の投入地点で堆積することなく、また、側岸から流水に取り込まれた場合でもその場に留まることもなく、速やかに流送されていった。本実験のように、流木模型の比重が1以下で、流路幅が流木模型長よりやや大きく、水深も2~3cmと模型直径よりかなり大きい条件(表-2)では、流送中の流木模型は河道の側岸と接触しても側岸に引っかかることはないようであって、流木の堆積は障害物に接触する以外には起こらないと見られる。したがって、このような条件では流木による側岸侵食への影響は少ないと考えられ、実際、横断形状の測定結果に側岸侵食実験と異なった影響は認められなかった。一方、下流端では、そこに設けた砂止め堰による流木模型のジャム化とそれによる堰上げが観察された。流木模型が流れに対して小さい角度で河道を埋めるように堆積したときは、その付近での流速が低下するのみで、河道の形状は側岸上部を除きほぼ維持された。しかし、流木模型の向きが乱れて様々な方向を向いて堆積したときは、著しく水位が堰上げられ、流木塊の側方が侵食されて、そこでの河道は著しく拡大した。この違いは、砂止め堰による堰上げ条件の相違によるものと考えられるが、どのように異なるかなどの詳細については今後の検討が必要である。

3. 流木流送に関する実験

3. 1 概要 2種の形状を有する流木の流送実験は、幅0.4m、全長15m、高さ0.3mの木製長方形断面水路の勾配を1/100と固定し、上流側5mの区間の路床にホロースケアブロック護床工模型を幅方向に7列敷き並び粗面路床を作成し、一定流量 $4750\text{cm}^3/\text{sec}$ のもとで行った。この条件下で流木模型を上流側に設置したベルトコンベアーから様々な向きと速度で投入し、粗面路床区間でのそれらの挙動を写真とVTRで記録した。

用いた流木模型は、2. の実験に用いたポリプロピレン棒に塩化ビニールを張り付けた幅約13cmのW型（図-2）と、平べったい装飾用の松の模型を3本組み合わせた長さ約13cm、幅約10cmのG型（図-3）の2種で、どちらも静水中では水に浮くようになっている。実験の設定条件と水理条件は表-3のとおりである。

3. 2 結果と考察 本実験では、水路底面がホロースケアブロック模型で覆われており、比重こそ1よりも小さいが、かなり引っかかり易い流木模型を用いており、水深も表-2のように模型幅の $1/3 \sim 1/2$ と浅かったのにもかかわらず、下流に障害物が存在しない直線水路というこの条件下では、一度流送され始めた流木模型のは停止しにくいようである。それらが停止するのは、その一部が側面と接触して運動が阻害されるか、上流側に何らかの流れを阻害するようなもの（例えば、上流で急激な土砂や流木の堆積）が生じて、その流木模型に働く流れのエネルギーや力が小さくなるが必要とされるようであった。すなわち、一度流送され始めた流木模型は底面の突起から受ける力だけでは停止せず、その移動を停止させるには、さらに何らかの力を受ける必要のあることが判る。また、流木模型が流れに入った時点での堆積は、次の投下された流木模型が、前の流木模型を直接上から押さえつけるか、上述のよう

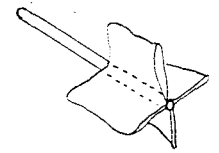


図-2 流木模型 W



図-3 流木模型 G

表-3 流木模型流送実験条件
設定条件

密度があると投下地点での堆積の可能性が高まる。しかしながら、最も流木密度の高いRun 4Wでは、側面との衝突よりもむしろ流木模型相互の衝突によって、速度を非常に低下させながら流下していた。このように、流木の移動速度が低下して、堆積しそうになると、上流側の水位が上昇し、そのために流木の塊に働く力が増加して流送が維持されるものと思われる。この場合でも、側面との接触の影響は存在が、流木同士の相互作用だけで堆積が起こるのかどうかを判断するためには、堆積による流水の堰止め現象とそれによる流体圧力の増加を的確に評価することが不可欠となる。実際の流木も通常比重は1より小さく、流木が問題となる洪水時では、流量に応じて底面との接触状況が異なり、大流量の場合には底面との接触は少なくなるので、流木の挙動に底面が直接与える影響は小さくなく、逆にこのとき、流送される流木が影響を及ぼすのは河道側面に限られることになる。また、河川の直線部で堆積が起こるのは、下流側に障害物（橋梁など）が存在する場合か、水深がかなり小さくそこに新たな流木（下流方向の速度が無い流木）が側方山腹の表層すべり等によって、大量に流れに供給される場合か、本実験のように側面との接触による場合の3にはほぼ限られると思われる。

実験番号	流木モデル	供給速度 本/秒	供給方向	供給列数 列
Run G1Y	ポリエチレン 樹木模型	1	横	1
Run G1T	〃	〃	縦	〃
Run G2Y	〃	2	横	1
Run G2T	〃	〃	縦	〃
Run G4Y	〃	4	横	2
Run G4T	〃	〃	縦	〃
Run W1Y	ポリプロピレン・ 塩ビ-樹木模型	1	横	1
Run W1T	〃	〃	縦	〃
Run W2Y	〃	2	横	2
Run W2T	〃	〃	縦	〃
Run W4Y	〃	4	横	4
Run W4T	〃	〃	縦	〃

		水理条件							
平均水深	補正前 断面積	補正前 断面積	平均流速	フルード 数	エネルギー 平均勾配	摩擦 速度	流速 係数	マニカの 粗度係数	
cm	cm ²	cm ²	cm/s			cm/s			
最小	2.94	117.6	100.6	39.2	0.68	0.010	5.35	6.49	0.016
最大	3.43	137.0	120.0	46.7	0.87		6.64	7.69	0.025

4. おわりに 今後、流木に作用する力を把握してその流下状況を明確にし、河道の流木流送能力を評価するとともに、側岸に作用する力を明らかにして、側岸侵食への影響や護岸に働く力を把握したい。

参考文献：1) 藤田・田中・馬場 京都大学防災研究所年報 み35 B-2, 1992