

II-284

山間河道における流木の挙動に関する基礎実験

京都大学防災研究所 正員 藤田裕一郎 京都大学防災研究所 正員 村本 嘉雄
京都大学工学部 学生員 黒川 悦彦 住友信託銀行(株) 馬場 健志

1. はじめに 流木が洪水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おいて、河道周辺の立木や山腹の表層すべりで堆積していた倒木が、河岸侵食とともに流木として取り込まれ、緩勾配区間に流下して氾濫堆積する過程を対象として、傾斜部と水平部とを有する洪水・土砂氾濫河道実験装置を用い、側岸侵食性流路で取り込まれた流木模型が下流氾濫部に堆積する過程の基礎実験^{1,2)}を行って、山間河道における流木の挙動について考察した。

2. 流木の挙動に関する実験の概要 洪水・土砂氾濫河道実験装置は、図1に示したように、長さ8m、幅2m、深さ20cm(そのうち上流1mは深さ40cmの整流部)の河道部を既設の堤防決壊実験装置にヒンジで取り付けたものであって、河道部は油圧シリンダによって1/5の勾配まで設定できる。給水は、回転数をインバータで制御したポンプによって、河道部の下部に置いた貯水槽から上流端に設置したディストリビュータ型減勢・整流装置に送水して行い、流量は河道部の整流部の水位上昇速度から検定する。流出水は既設の承水路を利用した帰還水路を通して貯水槽に戻される。

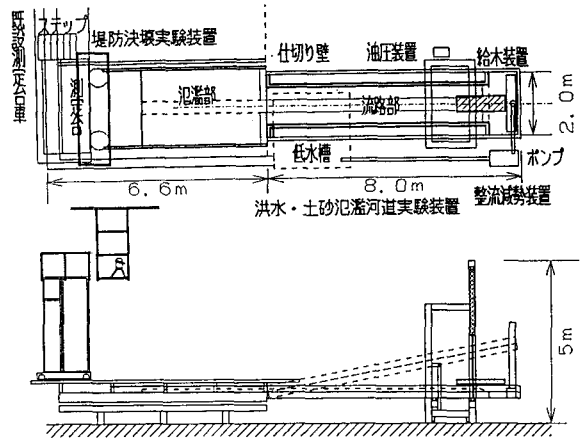


図1 洪水・土砂氾濫河道実験装置の概要

表1 実験の設定条件

実験 番号	河道部 勾配	初期台形断面			流量 l/s	停水 時間 分秒	給水設定		流木 模型
		上底 cm	下底 cm	高さ cm			総量 本	割合 本/秒	
Run B1	1/200	35	23	6.0	4.56	17 00	0	0.0	A*
Run B2	1/200	35	23	6.0	2.52	20 00	0	0.0	A
Run B3	1/200	35	23	6.0	4.05	12 00	0	0.0	A
Run K1	1/200	23	10	6.5	2.89	12 00	220	1.2	P**
Run K2	1/200	23	10	6.5	3.32	24 00	320	1.2	P
					5.96	6 30	220	3.3	P
					5.88	14 00	300	3.3	P
Run K3	1/100	23	10	6.5	3.13	7 00	220	3.4	P
					3.04	15 00	370	4.1	P
Run K4	1/100	23	15	4.0	3.34	7 00	220	3.7	P
Run K5	1/50	23	15	4.0	2.93	6 00	220	3.7	P

*A: 5mm角・20cm長アクリル棒 **P: 12mmφ・20cm長ポリプロピレン棒

本実験では、河道部の7m区間を中心に沿って合板で幅1.2mに仕切り、両側を通路とし、その間に実験砂(平均粒径1.42mm)を10cm厚に敷き、整型板を取り付けた手押し台車で中央に所定の横断面形状の側岸侵食性流路を整型した。下流区間の堤防決壊実験装置上には、前半のRun Bでは、幅2.4m、長さ4m、高さ4cmに実験砂を敷き、既設の電動台車を用いて整型して流送物が堆積する氾濫部とした。一方、後半のRun Kでは、氾濫部の両側にも河道部と同じ高さの側壁を設け、手押し台車で上流河道部から連続した一本の側岸侵食性流路を整型した。

実験では、河道部を所定勾配、下流部を水平とし、流

木模型として、Run Bでは、20cm長、5mm角、比重約1.06の亚克力棒、Run Kでは、長さ20cm、直径12mm、比重約0.92のポリプロピレン棒を用いた。これらを両側岸上に肩から、Run B1では横方向25mm間隔で、その他のRunでは隙間を空けずに横断方向に10列、流れ方向には25cm間隔で25列で配置し、側岸侵食によって流路に供給するようにした。さらに、Run Kでは、上流端に給水装置を設置して、上流からの流木供給を模した。以上の実験条件を表1にまとめた。

実験経過を、河道上・下流区間の上方2点からの平面写真と斜め方向2点からのVTRで記録し、水位をポイントゲージで、河道形状を光学式3次元河床測定システムで測定して、表2のような水理量を算定した。

この光学式3次元河床測定システムは、モータードライブレザースー

表2 平均水深と平均流速

実験 番号	平均水深(cm)		平均流速(cm/s)	
	上流	下流	上流	下流
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

ドライトと電子セオドライトを用いた三角法による計測システムであって、電子セオドライトに小型CCDカメラを組み込み、視準点をTV画面に表示して作業の効率化を図り、既知点の測角値からセオドライトの位置を逆算し、実験装置上に設定した測線沿い横断形状の変化量に応じたピッチで測定していく制御プログラムを作成した。このシステムは、制御プログラムによって自由な計測が、対象に非接触で一人で可能であり、野外測量へも適用できる。

3. 実験の結果と考察

流量の大きいRun B1では、側岸侵食とともに水流に取り込まれた流木模型の多くは、河床や氾濫部上流にはほとんど堆積せず、Run B3(写真1)と同様に、

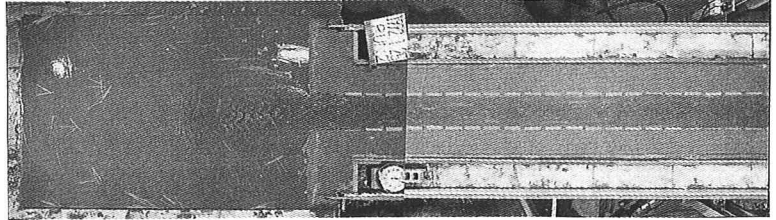


写真1 Run B3 における流路の拡幅と流木の挙動

氾濫部を囲む低流速域まで流送されていき、河道部下流端から形成された円形の流砂堆積部での流送能力が高いことを示している。河道部の河床に堆積した少数の流木模型は、全て軸を流下方向に平行に揃えて流れに対する抗力を減じている。流木模型の比重が1よりも大きかったので、なかには側岸土砂によって埋没しているものも観察されたが、流路変動の状況は通常の側岸侵食実験の場合と大差無かった。小流量のRun B2では、側岸侵食速度が非常に低く、通水後もほとんど初期の台形形状が残っていた。このため、流木模型の配置密度をRun B1の5倍にしたにもかかわらず、取り込まれる流木模型は僅かであった。この状態に流量を増して約20分間通水したRun B3(写真1)では、Run B1と同様の蛇行した水面波が生じたが、側岸の平面形状は直線的でやはり流木流送の影響は明確ではなかった。VTR記録によると、流木模型は、一端が水面下に入ると、速やかに全体が水流内に滑落するが、上流側の先端が先に落ちた場合には回転して迎え角が増大し沈みながらも一気に流送され、下流側が先の場合は、軸を流れに平行にして側岸に沿って流送されてく。

Run Kでは、すべての実験において、流木模型は、上流端の投入地点で堆積することなく、写真2のように大量に流下し、側岸から流水に取り込まれたものも速やかに流送されていた。

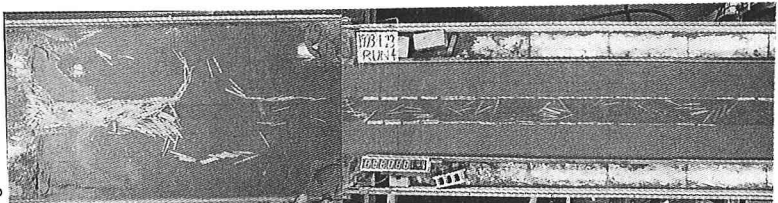


写真2 Run K4 における流路の拡幅と流木の挙動

このように、流木模型の比重が

1以下で、流路幅・水深が流木模型の長さや直径よりも大きい条件の直線流路では、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く、側岸侵食への影響は小さくて横断形状の変化にも側岸侵食実験と異なった結果は認められなかった。このような流路での流木堆積は障害物に遮られる以外には起こらないといえる。一方、下流端の砂止め堰では、流木模型のジャム化とそれによる堰上げが生じた。流木模型が流れと平行になって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、河道侵食は僅かであった。しかし、流木模型の向きが様々な方向に乱れて堆積したときは、水位の堰上げが著しく、砂止め堰に近い流木模型塊の側方から侵食域が広がって河道が大きく拡大した。これは、橋梁等での流木堰止めによる河道災害と類似の現象であるが、その詳細については今後の検討が必要である。

以上の実験から、流木模型が枝条や樹根部の無い棒状であり、その直径や長さよりも幅や水深が大きい直線流路であれば、軽い模型は容易に流送されるために側岸への作用時間が短く、路床に堆積する模型も抗力を減じるように挙動するので、流木模型の無い通常と同様の側岸侵食過程が生じると指摘できる。

4. おわりに 今後、河道における流木の挙動について力学的検討を進め、河道の流木流送能力を評価するとともに、側岸侵食に大きく影響する場合を明らかにして、護岸などに働く力を把握していきたい。

[参考文献] 1) 藤田・田中・馬場：京大防災研年報, 35, 1992. 2) 村本・藤田・黒川：平5 土木学会関西支部年講.