鋼製透過型砂防堰堤の流木捕捉性能における開口部幅の影響について

(一財) 砂防・地すべり技術センター 〇山内秀基 嶋 丈示 砂防鋼構造物研究会 飯塚幸司 國領ひろし 築城彰良

防衛大学校 堀口俊行

政策研究大学院大学 水山高久

1. はじめに

土石流・流木対策施設は透過構造を有する施設を原則とすることが「砂防基本計画策定指針」に記述され、透過型砂防堰堤には土石流・流木に対して高い捕捉効果を発揮することが期待されている。一方、「土石流・流木対策設計技術指針」には、土石流や流木を効率的に捕捉できる様に透過型砂防堰堤の開口部幅は透過型の機能を十分生かせるようにできるだけ広くとると記述されている。

これまでに多くの鋼製透過型砂防堰堤が施工され、土 石流や流木に対して高い捕捉効果を発揮しているが、中 には上記の指針に反して開口部幅が谷幅(数 10m)に対 して極端に狭く(4m 程度)設定される事例が見られる。 開口部幅を上流の谷幅に対して狭く設定すると堰上げが 生じ、流水が堰堤天端を越流することが考えられ、この 時に水面に浮く性質のある流木は越流水と一緒に堰堤天 端を越流し下流に流出する恐れがある。

よって本研究では、開口部幅を上流の谷幅(土石流流 下幅)に対して狭く設定すると堰上げが発生することに 着目して、開口部幅の大きさを変化させて水路実験を行 い、堰上げによる越流が鋼製透過型砂防堰堤の流木捕捉 性能にどう影響を及ぼすかを検討するものである。

2. 水路実験

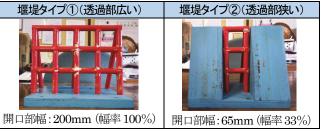
本実験では、長さ3m、幅0.2m、高さ0.3mの矩形水路を用いて、水路勾配15°(土石流状態)と3°(掃流状態)の2種類について実施した。土石流状態を想定し流木混じり土石流を供給する場合は、予め土砂および土砂と流木を混合したものを塞き止めておき、4.0 l/secの水と一緒に一気に流すものとした。流木のみを供給する場合は、水路床に流木をランダムに置いている所に8.4 l/secの水を供給し流すものとした。また、掃流状態の流木を想定する場合は、水を10.9 l/secの一定流量で流し水面の変動が落ち着いた後に、流木を水路の上流端からランダムに投入した。

実験に使用した土砂は、粒径の範囲を 10~30mm として、95%粒径が 28mm (最大礫径: d95) の混合土砂を用いた。また、実験に使用した流木は直径 4mm で長さ 100mm の木製の棒とした。

堰堤のタイプは、表-1 に示す開口部幅が異なる 2 種類の模型を用いた。タイプ①は土石流流下幅と透過部を同じにした場合とタイプ②は土石流流下幅の約 1/3 を透過部とした場合を想定している。模型は全て堤高150mm、透過部の鋼管純間隔は縦横共に35mmであり、

流下する土砂の最大礫径: d95 の 1.25 倍, 流下する流木 長の 1/3 倍とした。

表一1 堰堤タイプ



3. 実験ケース

実験ケースを表-2に示す。下表に示す通り、水路勾配15°の土石流状態で流木混じり土石流を供給した場合と流木のみを供給した場合の2パターンと、水路勾配3°の掃流状態で流木のみを供給した場合の1パターンに対して2種類の堰堤タイプを組み合わせた計6ケースを実施した。また、各ケース3回ずつ実験を実施した。

表-2 実験ケース

ケース名	勾配 (°)	堰堤 タイプ	供給	土砂量 (kg)	流木量 (本)	水量 (I/s)
Case-1	15	1	土砂と	14.12	200	4.0
Case-2		2	流木			
Case-3		1	流木	_		8.4
Case-4		2				
Case-5	3	1			500	10.0
Case-6		2				10.9

4. 実験結果

実験結果を表-3 に、各ケースの流出した流木の本数を図-1 に示す。また、水路実験における土砂および流木の捕捉状況を表-4 に示す。

表一3 実験結果

ケース名	土砂の捕	流木の捕	流出した流木の内訳(本)			
	捉率 (%)	捉率 (%)	越流	すり抜け	合 計	
Case-1	97.9	95.5	0	9	9	
Case-2	99.0	92.0	14	3	17	
Case-3	_	95.5	0	9	9	
Case-4	_	88.5	18	6	24	
Case-5		97.4	0	13	13	
Case-6	_	0	500	0	500	

5. 実験の考察

①流木混じり土石流の実験を行うと、開口部が広い方は堰上げを生じることがなく、流木と土砂は混合した状態で捕捉されたが、9本の流木は透過部からすり抜けて流出した。開口部幅が狭い方は堰上げが生じ土砂と流木が分離し、水面に浮いた流木は堰堤天端からの越流水によって14本が越流して流出した。この時に、3本の流木

は透過部からすり抜けて流出した。どちらのケースでもすり抜けによって流出する流木が存在するが、これらは透過部面積に比例すると考えられ、開口部幅が広い Case-1 が最大値である。一方、開口部幅が狭く越流によって流出する流木は越流水深に比例すると考えられ、越流水深が高くなればなる程多くの流木が流出すると思われる。土砂は流木による土砂捕捉効果もあり、高い捕捉率を示した。

②土石流状態で流木のみの実験を行うと、開口部幅が 広い方は堰上げを生じることなく流木が捕捉されたが、 9本の流木は透過部からすり抜けて流出した。開口部幅 が狭い方は堰上げが生じ、水面に浮いた流木は堰堤天端 からの越流水によって 18本が越流して流出した。この 時に6本の流木は透過部からすり抜けて流出した。これ らは流木混じり土石流のケースの流木の場合と傾向は同 じであるが、流木のみの本ケースの方が越流・すり抜け によって流出した流木の本数が多い。これは、流木のみ 場合の方は越流水深が高いために越流する流木が増えた のと、土砂がなく透過部面積が広いためにすり抜ける流 木が増えたものと考えられる。

③掃流状態で流木のみの実験を行うと、開口部幅が広い方は透過部と流木が捕捉された影響で堰上げが生じたが越流は発生しなかった。流木は越流せずに透過部で捕捉されたが、13本の流木は透過部からすり抜けて流出した。開口部幅が狭い方は堰上げが生じ、水面に浮いた流木は堰堤天端からの越流水によって全てが越流して流出した。流木捕捉には水面の位置が重要であり、水面が越流によって透過部よりも高くなれば流木も越流するため捕捉することが一切出来なくなることがわかった。

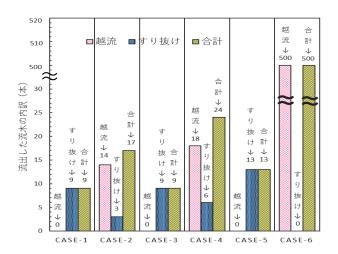
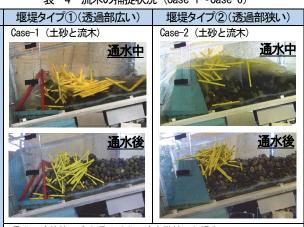


図-1 各ケースの流出した流木の内訳 (Case-1~Case-6) 6. おわりに

開口部幅が狭く堰上げによる越流水が発生した場合は、その越流水によって流木が一緒に越流し下流に流出するが、これらは堰堤をすり抜ける流木よりも多く、流木の捕捉性能を低下させる大きな原因であることがわかった。従って、透過部で水を透過させ土砂や流木を捕捉

する透過型砂防堰堤は, 開口部幅を上流の谷幅程度に広く設定し, 洪水時や土石流時に堰上げによる越流水を発生させないことが非常に重要であると考えられる。

表-4 流木の捕捉状況 (Case-1~Case-6)



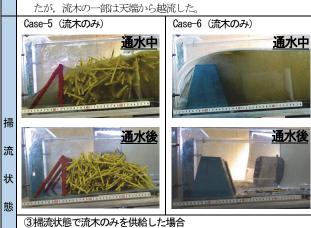
①土石流状態で流木混じり土石流を供給した場合

- Case-1 は堰上げを生じることなく、流木は先頭部に集中し土砂と流木は混合した状態で捕捉された。
- Case-2 は堰上げを生じ堰堤天端から水が越流した。流木と土砂が 上下に分離した状態で捕捉され、流木の一部が天端から越流した。



②土石流状態で流木のみを供給した場合

- ・Case・3 は堰上げを生じることなく、流下してきた流木は透過部を 通過する流水と一緒に捕捉された。
- Case-4 は堰上げを生じ堰堤天端から水が越流した。流下してきた流木は透過部を通過する流水と一緒に吸い込まれる様に捕捉されたが、流木の一部は天端から越流した。



- ・Case-5 は堰上げを生じたが、堰堤天端から水が越流しなかった。 水面を流下してきた流木は透過部を通過する流水と一緒にほぼ全 てが捕捉された。
- ・Case・6 は堰上げを生じ堰堤天端から水が越流した。流木が水面に 浮いたまま越流水によって透過部の上を通過したため、流木は全 て下流に流出した。