

鎖を用いた新たな流木対策工に関する研究

立命館大学大学院理工学研究科 ○浦長瀬大世

立命館大学理工学部 里深好文・藤本将光

1.背景及び目的

土石流対策として砂防堰堤が数多く設置されているが、規模の大きい砂防堰堤ではコストが高くなる場合が多く、施工期間も長くなる。そこで、部材として鎖を採用することで、それらの短所を補うことができるのではないかと考えた。鎖の長所は比較的安価であり、施工性が良く、可搬性も良いことにある。たとえば船舶の錨をつなぐための鎖である錨鎖は生産技術が確立しているため、これを利用できれば小規模溪流や無水溪流など、数多くの土石流危険溪流への適用が期待できる。また、既存の砂防堰堤と併設すれば高い流木捕捉効果を期待できる。

本研究では、鎖を用いた構造物による流木捕捉効果を明らかにすることを目的とし、鎖の形状や配置を種々変えながら水路模型実験を行った。

2.実験模型

実験には、図 1、2 に示している模型 A と模型 B の 2 種類を使用した。模型 A、B とともに 200mm 四方の枠組みに鎖をつなげている。鉛直方向の縦部材に関しては両模型同じ形状であり、模型 B には水平方向の横部材を付している。

流木による衝突エネルギーは極めて大きく、流木の衝突によって構造物が破壊または塑性変形する事例も報告されている。そこで、本実験では塑性変形をある程度許容し衝撃を吸収するために、模型の縦部材に約 20mm、横部材に約 10mm の長さを余分に設定している。

縦部材の間隔は、約 20mm に設定した。その理由として、砂防基本計画策定指針では、部材純間隔は、部材間隔の設定に用いる流木長×1/2 以下とされており、実験では、50mm の流木を使用している

ためである。横部材の高さは、浮遊して流下する流木を捕捉するため水面付近に設定しており、河床面から 15~40mm の高さに設定した。



図 2 模型 A (正面)



図 1 模型 B (正面)

3.実験概要

幅 200mm、高さ 200mm の矩形断面水路を用いて実験を行った。水路上端から水を供給し、対策工の 5m 上流側から流木 200 本を流下させて流木の捕捉率を求め、捕捉状態を観察した。模型 A、B それぞれ実験を 4 回行った。使用した流木は、長さ 50mm、直径 4mm の円柱である。水路勾配は 0.5 度としている。水路上流端からの供給流量は、3.9L/s である。縮尺を 1/50 程度と考えると、流量 3.9 L/s は比較的大きいと考えられるが、本研究では浮遊してきた流木の捕捉を調べようとしているので、水深を確保する必要があった。そのため流量を上記のように設定し、十分な水深を確保した。その結果、約 2.7cm の水深が得ることができた。

ここでは模型 A と模型 B の実験結果を比較することにより水平部材が流木捕捉率へ与える影響について検討する。

4.実験結果と考察

実験結果を表 1 に、捕捉状態を図 3、4 に示す。

模型 A と B の捕捉率の平均に 20% の差が生じた。4 回の実験による捕捉率のばらつきは、模型 A の方が大きく、模型 A は 17%、模型 B は 10% であった。

模型 A のばらつきが大きい理由は、捕捉状態に起因している。縦部材の長さに余裕をもたせているため、流下してきた流木の向きや衝突の影響によって縦部材の間隔が変化する。流木の流下形態によって部材間隔が大きくなっている箇所から流木が回転しながら流下していくため、補足率が低くなる。それに対して縦部材の間隔が保たれている場合には補足率が高くなっていた。

模型 B は、模型 A に水平方向の部材を付け加えたものであるが、捕捉率に大きな差が生じた。模型 B の捕捉率が高い理由は、模型 A と同様に縦部材の間隔が部分的に広がる事象が発生するが、その広がった空間を横部材が補っているからであると考えられる。縦部材の広がりによって発生する流木の回転やすり抜けを横部材と流木が接触することによって抑止し、結果的に流木の捕捉につながっている。また、縦部材の間隔の広がり自体を抑える役割も担っている。

捕捉状態を観察すると、模型 A は模型 B に比べて下流側に突出している流木の数が多く、安定性に欠ける。続けて流れてくる流木や土石流の衝撃によって捕捉されている流木が流下することも考えられる。

これらの結果により、模型 A の縦部材のみでは流木捕捉率にばらつきがあり、安定して流木を捕捉することは困難であると考えられる。一方で横部材を加えた模型 B では結果に大きなばらつきはなく流木捕捉効果は高いと考えられる。

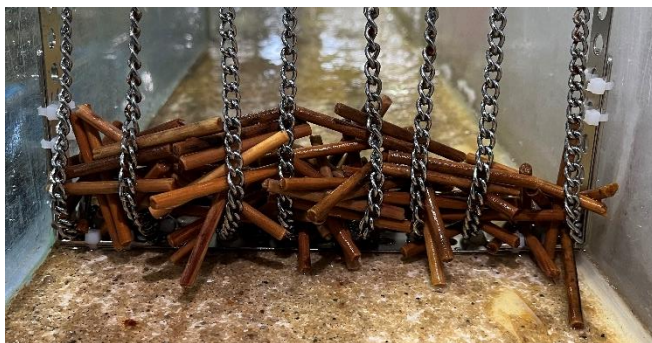


図 3 下流側から見た模型 A の捕捉状態



図 4 下流側から見た模型 B の捕捉状態

表 1 実験結果

捕捉率	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	平均
模型 A	65%	58%	74%	57%	63%
模型 B	81%	81%	90%	80%	83%

5.課題

流木対策は土石流対策と切り離すことができない。通常流木は、石礫と一体となった状態で流下する場合と、石礫と分離して水面を浮遊して流下する場合がある。本研究は、石礫と分離して浮遊して流下する流木を対象にしているが、小規模溪流や無水溪流の土石流対策にも応用したいと考えているため、今後は石礫も加えて研究を進めていく。その場合、構造物の耐久性なども考慮する必要がある。

実験に使用した模型の縦部材、横部材ともに長さに余裕を持たせているが、部材の長さの違いによる捕捉率への影響も検討する必要がある。

模型 B の横部材の高さは、浮遊して流下する流木を捕捉するために水面付近の高さに設定したが、想定される水深に比べて差異が生じた場合の捕捉率への影響を検討する必要がある。また、想定される水深の誤差に対応できる新しい対策工の形状を模索することが今後の課題である。

参考文献

- 1) 一般社団法人砂防・地すべりセンター(2020), 張り出しタイプ流木捕捉工設計の手引き,p17
- 2) 石川芳治ら(1990),流木の衝突による鋼材の変形に関する実験的研究,砂防学会誌,Vol42,No.5,p11-20