

# 木材を利用した土石流緩衝材の開発とその効果について

八千代エンジニアリング(株) ○佐藤 敏明、福島 淳一、金井 匡、  
永野 博之 下田 義文  
(有) エム工房 道上 宏

## 1. はじめに

土石流対策を目的とした砂防堰堤の袖部は、土石流の流体力や巨礫の衝突による衝撃力により破壊される場合がある。袖部の破壊については「土石流対策技術指針(案)」をもとに転倒およびせん断破壊に対する安全性を確認し、必要に応じて補強が行われている。袖部のせん断破壊については、袖部断面を厚くすることで補強しており、厚みが4m以上となる場合は緩衝材の設置が検討される。筆者らは、巨礫の衝撃力に対する木材の緩衝効果を確認する実験<sup>\*)</sup>の結果をもとに木材を利用した緩衝材を開発し、巨礫の衝突による衝撃力に対する緩衝効果を確認する実験を行った。ここでは、開発した緩衝材の概要と実験の結果について報告する。

## 2. 緩衝材の概要

今回考案した緩衝材は、間伐材や砂防工事に伴って発生する現地発生木材を有効利用すること、簡易に設置できローコストであること、新設・既設を問わずに設置できること等をコンセプトとして開発・設計を行った。図-1および図-2に、開発した緩衝材のイメージ図を示す。

本緩衝材は、間伐材原木や伐採木を3m程度の長さに切ったものを、幅2m程度のユニットとして縦方向に束ねてワイヤーで砂防堰堤の袖部に固定するものである。以下に本緩衝材の特徴を示す。

### 本緩衝材の特徴

- 1) 間伐材原木や伐採木を、現場でのカットのみで使用できる
- 2) 設置のための部品は、ワイヤー、角パイプ等であるため特殊な加工を必要とせず、かつ量的にも非常に少ない
- 3) カットした木材を束ねてワイヤーで固定する方法のため、簡単で安全に短期間で設置ができる
- 4) ワイヤー取付金具は、堤体にアンカーで固定するため堰堤の新設・既設を問わず設置できる
- 5) 使用する材料が少なく、一般的なものであるため、ローコストである
- 6) ユニットで構成するため、土石流による部分破壊後の復旧設置が簡単である

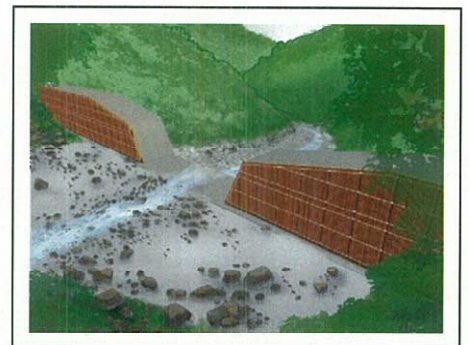


図-1 緩衝材全体イメージ

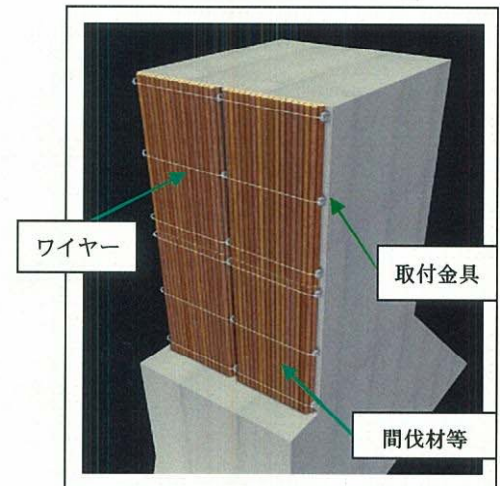


図-2 緩衝材の詳細イメージ

## 3. 緩衝効果の確認実験

### (1) 実験の目的と概要

衝撃力の緩衝効果を確認し、合わせて木材の設置厚さおよび束ね方と緩衝効果の関係を把握することを目的に行った。実験は、防衛大学校が所有する重錘落下装置を使用し、図-3に示すようにロードセル(500KN)の上部にコンクリート製の供試体を置き、緩衝材を付けた場合と緩衝材を付けない場合について重錘を落下させ、コンクリート供試体の破壊状況を確認するとともに供試体下部の伝達荷重を計測した。

### (2) 供試体

供試体は、表-1に示す4つのタイプを製作した。Aタイプは、緩衝材を設置しない場合を想定してコンクリート製とし、圧縮強度は砂防堰堤に使用されているコンクリートの設計基準強度を満足するよう製作した。B~Dタイプは、本緩衝材を想定したもので丸太を1から3列に並べてワイヤー(φ6mm)で緩みのないように固定して製作した。また、木材の束ね方による効果への影響をみるため、C、Dタイプについては10cm程度の緩みを持たせてワイヤーで固定した供試体も作成した。緩衝材の供試体は、スギの間伐材を使用し模型縮尺は1/2とした。

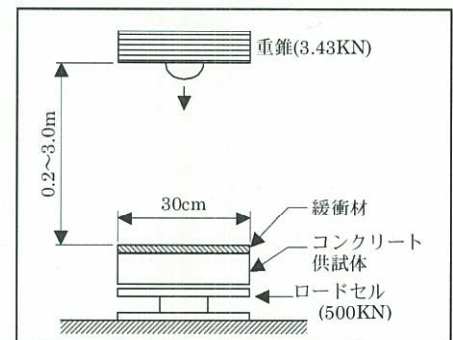


図-3 実験装置の概要

### (3) 実験ケース

袖部に衝突する巨礫について次の条件を想定し、表-2に示す13ケースについて実験を行った。実験では、模型縮尺を1/2としてフルード相似により重錐の重量、衝突速度を設定し、実験のばらつきを考慮して各ケースにつき2回の衝突実験を行った。

袖部に衝突する巨礫の条件	
・ 巨礫の直径 ( $\phi$ ) =	1.0m
・ 巨礫の重量 ( $W_0$ ) =	13.6 kN
・ 巨礫の衝突速度 (m/s) =	1.4, 2.0, 2.8, 5.0, 7.6

表-2 実験ケース

供試体タイプ	衝突速度 (m/s)					ケース数
	1.4	2.0	2.8	5.0	7.6	
A	○	○	○	-	-	3
B	-	-	-	○	○	2
C	-	-	-	○	○	2
C-2	-	-	-	○	○	2
D	-	-	-	○	○	2
D-2	-	-	-	○	○	2

### (4) 実験結果

#### 1) 緩衝材による衝撃力の低減効果

図-4は、各供試体の衝突速度と衝撃荷重の関係を示したものである。緩衝材を設置しないAタイプでは衝突速度約3.0m/sで衝撃荷重は約420kNになるが、緩衝材を設置したBタイプでは約120kN、C・Dタイプでは約50kNと衝撃力が大きく低減している。衝撃力の低減率は、Bタイプで約30%、C・Dタイプで約10%であった。

#### 2) 緩衝材の厚みと衝撃力の低減効果

図-5に、緩衝材の厚みと衝撃力の関係を示す。衝突速度が5.0m/sの場合は、緩衝材厚みの増加に伴う衝撃力の低下は小さい。一方、衝突速度が8.0m/s程度の場合は、緩衝材厚みが6cm（1列束ね）から12cm（2列束ね）に増加したときは衝撃力が大きく低下するが、12cm（2列束ね）から18cm（3列束ね）に増加するときは衝撃力はほとんど低下していない。

#### 3) 木材の詰め方による衝撃力の低減効果

図-6に、木材を緩く詰めた場合ときつく詰めた場合の衝撃力を示す。木材の詰め方が違うことによる衝撃力の差はほとんど見られない。

#### 4. 終わりに

砂防堰堤袖部の破壊防止を目的として、木材を利用する緩衝材を開発し、その効果を確認する実験を行なった。実験の結果は以下のとおりである。

- ① 今回開発した緩衝材は、土石流の衝撃力を10~30%に低減しており十分な緩衝効果が期待できる。
- ② 十分な緩衝効果を得るためには、木材を2列以上束ねることが望ましい。ただし、束ねる木材を増やしても衝撃力の低減効果の増加はあまり望めないため、木材の腐朽も考慮して3列程度にすることが良いと考えられる。
- ③ 木材をきつく束ねても緩く束ねても、緩衝効果にはほとんど差は生じない。このため、施工時のワイヤー固定には特殊な管理は必要ないと考えられる。

今後は、実際の砂防堰堤へ設置し施工性、実際の緩衝効果、木材の腐朽に伴う緩衝効果の変化を確認していく予定である。今回開発した緩衝材が、間伐材利用の促進と土石流対策堰堤の安全性向上に寄与することを期待したい。なお、緩衝材の実験にあたり、防衛大学校社会建設工学科 香月智教授、白石氏にご指導をいただいた。合わせて記し、ここに深く感謝の意を表します。

※1: 木材による土石流衝撃力の緩衝効果について、神野、岩田、佐藤、金井、下田、道上、平成16年度砂防学会研究発表会概要集、p130

表-1 供試体のタイプ

タイプ	説明	形状
A	30cm×30cm×10cmの コンクリート版 (設計基準強度21KN/cm <sup>2</sup> ) (緩衝材なし)	
B	Aタイプの供試体上面に 丸太を1列に並べワイヤー (φ6mm)で緩みのない よう束ねたもの (緩衝材厚さ=6cm)	
C	Aタイプの供試体上面に 丸太を2列に並べワイヤー (φ6mm)で緩みのない よう束ねたもの (緩衝材厚さ=12cm)	
D	Aタイプの供試体上面に 丸太を3列に並べワイヤー (φ6mm)で緩みのない よう束ねたもの (緩衝材厚さ=18cm)	

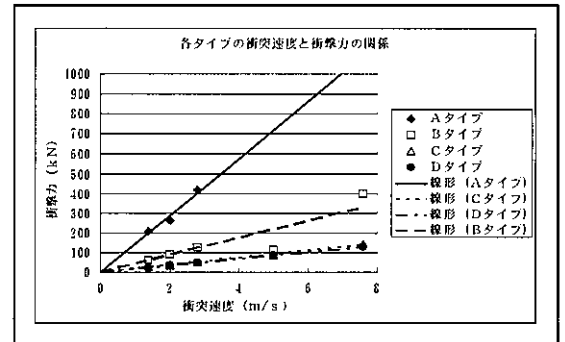


図-4 各供試体の衝突速度と衝撃力の関係

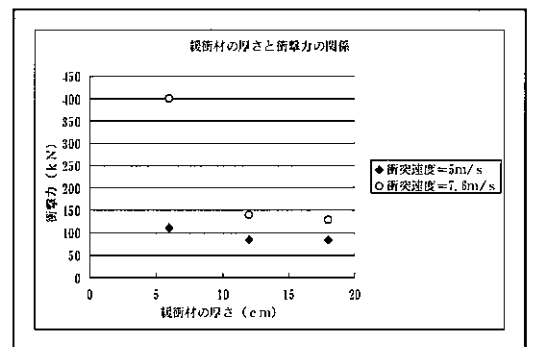


図-5 緩衝材の厚みと衝撃力の関係

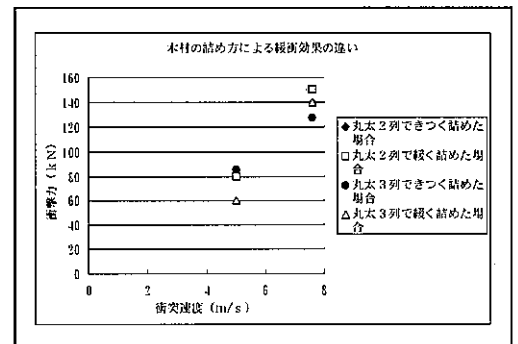


図-6 木材の詰め方と衝撃力の関係