

間伐材の有効利用による透過型構造に改良可能な不透過型砂防堰堤の検討

共生機構株式会社 ○渡部昭子, 井上隆太
政策研究大学院大学 水山高久

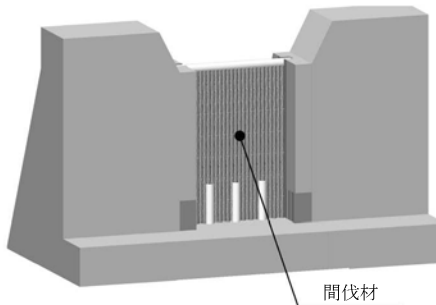
1 はじめに

災害後に計画される砂防堰堤は、河道堆積土砂の流出を抑えるために、不透過型堰堤が採用される傾向にあるが、その後の溪流が安定した段階においては、本来の土石流・流木対策としての機能をもつ透過型堰堤にするべきである。そのような観点から、堰堤設置初期は不透過型堰堤として機能し、その後は透過型堰堤に容易に改良できる堰堤形式が有効であると考えられる。そこで、予め透過型構造を内包しておき、その上流面の開口部に間伐材を配置し、将来、間伐材が腐朽したり、或いは取り外すだけで透過型構造に改良できる形式を検討したものである。

2 提案する砂防堰堤の構造

この砂防堰堤は、災害後の堰堤設置初期においては図-1(a)のように不透過型の構造として機能し、ある経過年が過ぎて溪流が安定した段階において、図-1(b)のように透過型へ容易に改良できる構造形式である。将来の透過型構造は永久構造物として設計し、その開口部全面を閉塞して不透過型構造としておくもので、機能改良するまでの期間が5年～10年程度と短いことや、コスト面、施工性等を考慮し、その閉塞材料に間伐材の利用を考えた。

(a) 災害直後の施工時 (不透過型)



(b) 年数経過後の改良時 (透過型)

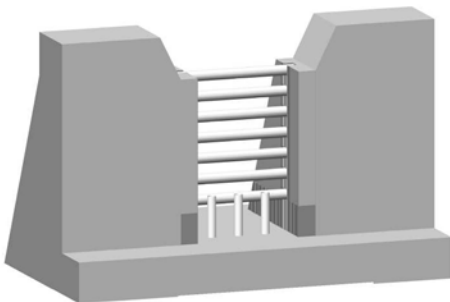


図-1 不透過型から透過型への改良イメージ

3 間伐材の検討

3.1 間伐材の曲げ抵抗と耐朽性

開口部の閉塞に用いる間伐材は、静水圧や堆砂圧などの中で最大となる洪水時の静水圧に対して抵抗するように検討する必要がある。

図-2 は、最大礫径の間隔で配置された鋼管部材を支承とする梁部材としての曲げ抵抗性から、間伐材（腐朽していない場合）の適用水深を示したものである。ここで、適用水深とは、鋼管で単純支持された間伐材が、洪水時の静水圧(間伐材直径分)に対して安定を確保できる最大水深である。

<検討条件>

単純梁モデル： $M = p \cdot L^2/8$ (p :静水圧、 L :スパン)

間伐材の許容曲げ応力度(短期)¹⁾：

$$\sigma_b = 18.0 \times 2/3 = 12.0 \text{ N/mm}^2$$

間伐材の腐朽：考慮しない場合

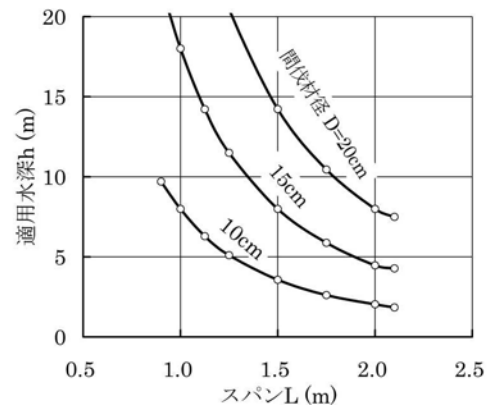
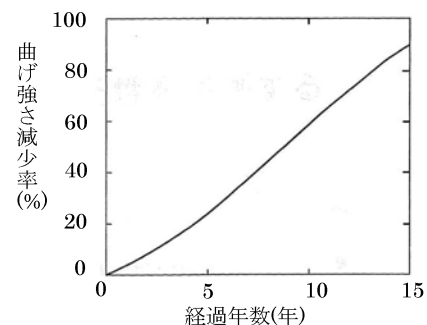


図-2 間伐材径やスパンと適用水深の関係

図-3 は、カラマツ（耐朽性についてはスギも同等）の経過年数と腐朽率の関係を示している。経過年数5年の曲げ強さ減少率は20%程度であり、不透過型での使用期間を5年程度とすれば、間伐材は無処理で使用しても、適用水深への影響は小さいものと考えられる。

図-3 経過年数と曲げ強さ減少率の関係(カラマツ)²⁾

3.2 土石流衝撃力に対する緩衝効果

間伐材には、土石流衝撃力に対する緩衝効果も期待できる。図-4には、従来の間伐材に対する礫衝突の実験結果および衝撃力計算結果を示す。これによると間伐材壁があることによって、礫衝撃力は20～30%程度まで低減するほどの大きな緩衝効果がある。

災害直後は、上流部に堆積した不安定な最大礫が洪水時に流下することが考えられるが、間伐材による緩衝効果によりそうした最大礫による鋼管部材の損傷が大幅に軽減される。また、塑性変形によるエネルギー吸収を見込んでいる鋼管部材は変形の程度により取替が必要となるが、その取替頻度の軽減にもつながる効果も期待できる。

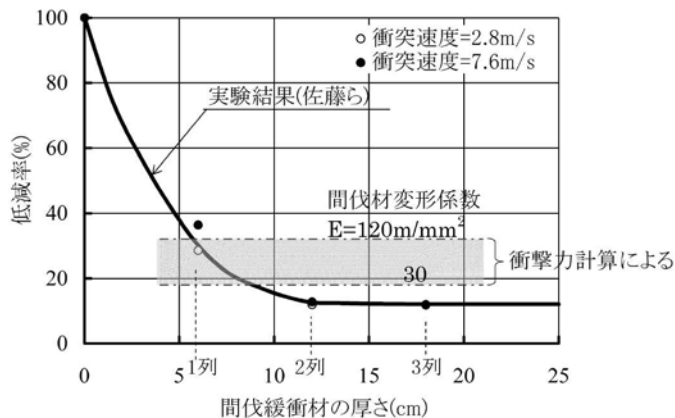


図-4 間伐材の厚さと衝撃力低減率の関係 ³⁾に加筆

3.3 間伐材の配置と設置方法

間伐材の配置方法には、透過型堰堤の最上流鋼管部材の配置次第に応じて、①縦置き (図-1 参照)、および②横置きがある。間伐材の鋼管部材への取付けは、③1本ずつ個別および④パネル状にして取付ける方法が考えられる。間伐材を個別に取付ける場合、縦置き配置であれば、鋼管部材とは別に水平に配した形鋼にコーチスクリューなどで間伐材を取付けるか、あるいは横置き配置であれば形鋼に落とし込むなどの方法がある。間伐材をパネル状にして取付ける場合でも、鋼管部材とは別に形鋼を水平に配置して、それにパネルを接合することになる。

3.4 経済性

越流部の間伐材の概算直接工事費は、約 0.8 万円/m²である。内包した透過型堰堤の 1m²あたりの概算直接工事費が約 18 万円/m²であるので、不透過型堰堤としたときのコスト増は 5%程度で済むことになる。

4. 結論

災害直後は不透過型堰堤として機能し、将来透過型堰堤に改良可能な堰堤に間伐材を利用することは十分

可能であると考えられる。間伐材は透過型の開口部を閉塞するための梁材として水圧等に抵抗し、礫の衝突に対しては緩衝工の役目を果たし、また、設置についてもこれまでの間伐材残存型枠としての方法がそのまま利用でき、さらに経済的にも機能付加効果のわりには、そのコスト増は小さいものにとどまるなど有用性に富む材料である。

5. 補遺

堤高の低い堰堤であれば、鋼管を 1 列に縦列配置とした逆 T 型の堰堤も構造として考えられる。図-5に示すように、間伐材あるいはスラブプレートなど不透過型にするための部材を用いなくても、鋼管部材だけで不透過型から透過型へ変身させることが可能である。透過型にするときには、鋼管を 1 本おきに所要の間隔をあけて上流側にずらし、いわゆるジグザグ(Zigzag)形にあらかじめ設置しておいた基礎孔にさし込んで配置するものである(ZP 形砂防堰堤)。この構造システムで特長は、透過純間隔を必要なだけ狭くするなど自在に変えることができること、また、純間隔が 1.0m 以上の場合に不透過時のままの本数でも透過時には 3 列配置とリダンダンシーの高い構造になること、さらに着脱容易で除石も、万一の取替えも容易であることなどである。なお、透過部 1m²あたりの概算直接工事費は約 12 万円/m²で済む。

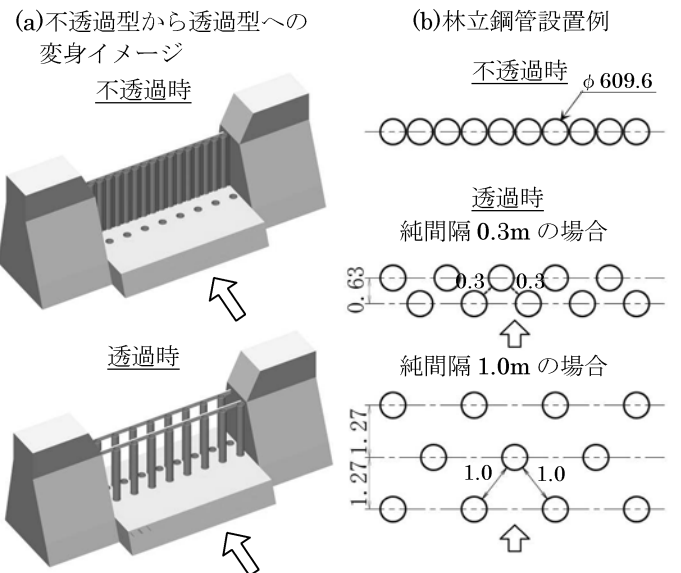


図-5 ZP 形砂防堰堤の変身システム

参考文献

- 1) 木材の基準強度(平 12 建告 1452)
- 2) 森 満範：木製土木構造物の耐朽性を予測する，林産試だより 2002 年 5 月号
- 3) 佐藤敏明：間伐材を利用した土石流緩衝材の開発とその効果について，平成 18 年度砂防学会研究発表会概要集，pp.450-451, 2006