

既設不透過型砂防堰堤に付加する流木対策工に関する一提案

日鐵住金建材株式会社 國領ひろし ○佐々木 司
 国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所 田村圭司 廣井幸治
 (一財) 砂防・地すべり技術センター 嶋丈示

1. はじめに

指針¹⁾の改定により、土石流・流木捕捉を目的とした砂防堰堤は透過型砂防堰堤が基本とされた。一方、近年頻発する流木災害により、最近ではこれまでに整備されてきた不透過型砂防堰堤に流木捕捉機能を付加する堰堤改良が進められている。これまでの既設不透過型砂防堰堤の改良では、主に本堰堤の切り欠き、あるいは嵩上げにより開口部を形成し、その開口部内に鋼管製のフレームを設置する方法が実施されている²⁾。一般に、土石流区間に設置される土石流捕捉を目的とした不透過型砂防堰堤では、除石により捕捉容量を確保することが原則とされているため、上流域の堆砂がなく、堰堤の改良は比較的容易である。しかし、掃流区間や土石流区間であっても山脚固定や溪岸浸食防止等の目的で設置される不透過型砂防堰堤の場合、除石が行われず、満砂状態となっている堰堤も多い。このような堰堤では、従来の手法²⁾による堰堤改良が困難である。

そこで、本稿では満砂状態の既設不透過型砂防堰堤に対し、本堰堤に極力手を加えることなく容易に流木捕捉機能を付加することが可能な新たな方法を提案するものである。

2. 計画地の概要

2.1 流域概要

図-1に計画地の位置図を示す。計画対象地は、群馬県西部に位置する利根川水系烏川流域の長井川で、高崎市倉渕町権田地先の長井川砂防堰堤である。長井川は、流域面積 8.8km^2 、延長 6.7km 、平均河床勾配 $1/11.1$ で土石流危険溪流に指定されている。

2.2 既存施設の概要

既存施設の概要を表-1に示す。長井川砂防堰堤は、昭和51年に土石流対策として建設されたコンクリート製の不透過型砂防堰堤で、規模は堤長 78.6m 、堤高 10.0m 、天端幅 2.0m である。なお、平成29年に堰堤天端幅を増厚(天端幅 3.5m)する改良(補強)工事が実施されている。当堰堤の設置区間は、現溪床勾配 $\theta_o=1/24.0$ であり、建設当時の旧指針では掃流区間に該当する。堰堤改良後の状況は、写真-1に示すとおり上流域は満砂状態となっており、今回、この堆砂敷内に流木対策工(流木捕捉工)を設置するものとした。

3. 施設計画

3.1 流木捕捉工の設置位置

堆砂敷に流木捕捉工を設置する場合、本堰堤までの距離が長くなると捕捉工の側方から流木がすり抜けるおそれがある。そこで、本計画では図-2に示すように最大流木長 L_{max} を基準として、既設堰堤と捕捉工の捕捉面までの距離を掃流区間に設置する流木捕捉工の柱部材純間¹⁾と同等以下と



表-1 長井川砂防堰堤の概要(昭和51年建設)

流域面積 A (km^2)	2.8
現溪床勾配 θ_o	1/24.0
最大礫径 D_{65} (m)	0.3
最大流木長 L_{max} (m)	13.0 (最大流木径 0.5m)
土石流流速 U (m/s)	2.53
越流水深 Δh (m)	2.5
堰高 (m)	10.0
堤長 (m)	78.6
天端幅 (m)	2.0 (平成29年改良: 3.5m)
水通し幅 (m)	10.0



写真-1 施設の現況(上流堆砂域: 着工前)

し、折れ損した流木等の捕捉も考慮した間隔として $L_{max} \times 1/3 \sim 1/2$ 程度に収まるよう配置した。さらに、当地区では L_{max} が 13.0m と長いため、捕捉工の中間部と端部で構造形状を変化させ、堰堤と端部捕捉工の距離を短くすることにより、流木が側方からすり抜けるのを極力防ぐ対策を講じた。

3.2 流木捕捉工の設置幅および部材配置

流木捕捉工の設置幅は、水通し部からの流木の流出を防止し、流木捕捉効果を十分に発揮させるため、できるだけ広くとることが望ましい。そこで、本計画での設置幅は水

通し幅以上とし、水通し底端から左右岸に $L_{max} \times 1/3 \sim 1/2$ 以上の幅を確保するものとした（図-3）。ここで、捕捉工柱部材はより確実な流木の捕捉効果を発揮できるよう水通し幅内（投影）に2本以上、さらに袖小口肩からも2本以上を配置することとした。なお、捕捉工の柱部材間隔は $L_{max} \times 1/3 \sim 1/2$ 以下（柱部材中心間隔4.5m）としている。

3.3 捕捉工高さ

捕捉工（透過部）は、次式を満足する高さを設定した。

$$H_s = D_{h0} + \Delta D_{h0} + \Delta H_s$$

ここに、 H_s ：流木捕捉工高さ（ただし、最低2.0mとしm単位で切り上げ） D_{h0} ：水深（設計流量に対する水通しによる堰上げ水深）、 ΔD_{h0} ：流木捕捉工による堰上げ高さ、 ΔH_s ：余裕高（最大流木径の2倍以上）。

3.4 流木捕捉工に作用する設計外力

当溪流は土石流危険溪流であるが、堆砂勾配（平常時堆砂勾配 θ_p ）が $1/36.0$ と緩いため、土石流が発生しても土石流形態では堰堤に到達せず、掃流状態で到達する可能性が高い。そこで、設計外力は掃流区間に設置される流木捕捉工に準じる¹⁾ものとした。ここで、越流水深については流木により捕捉工（開口部）が閉塞するものとして、設計流量に対する捕捉工設置幅による堰上げ水深を採用した。ただし、出水時には礫の移動も想定されることから、部材安全性については礫衝突時の照査も実施することとした。

3.5 外的安定性と内的安定性

外的安定性（安定計算）は、鋼製部と基礎部が一体となって外力に抵抗する重力式構造物とみなし、滑動、転倒、地盤支持力に対する照査を行い、安定性が確保できる基礎幅を決定した。内的安定性（構造計算）では、まず鋼製部の形状をモデル化して平面フレーム解析を行い、部材応力照査を許容応力度法により実施した。さらに、礫および流木の衝突に対する検討として、礫または流木の運動エネルギーと鋼管の塑性変形（へこみ変形＋はり変形）による吸収エネルギーの対比により行い、施設の安全性を確保した。

4. 既設砂防堰堤の安定性に与える影響について

施設の設置状況を写真-2に示す。今回実施した堆砂敷を利用した流木対策では、堆砂敷の土砂（例えば $\gamma_s = 18.0 \text{ kN/m}^3$ ）と流木捕捉工の基礎部（例えば $\gamma_c = 22.5 \text{ kN/m}^3$ ）が置き換わったものと考え、自重あるいは堆砂圧の増加分（ $\gamma_c - \gamma_s = 4.5 \text{ kN/m}^3$ ）は少ない。また、流木捕捉工は単独で設置され、それ自体で設計外力に対する安定性が確保されている。したがって、流木捕捉工の設置による既設堰堤の安定性に与える影響は、極めて少ないものとする。

5. おわりに

今回の提案では、満砂状態の既設不透過型砂防堰堤を極力改良せずに流木捕捉機能を付加する方法を示した。堰堤上流域の満砂、未満砂に関わらず、既設堰堤に流木捕捉工を直接設置する場合、本堰堤に作用する設計外力が変化するため、施設全体としての安定性が求められる。結果として腹付け等の堰堤改良が必要となる。よって、本提案での方法は、既設堰堤に対する影響がほとんどなく、流木捕捉機

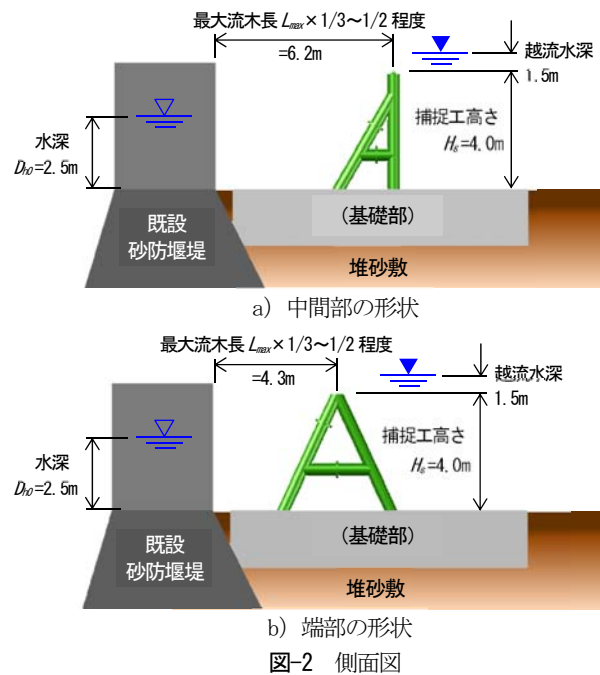


図-2 側面図

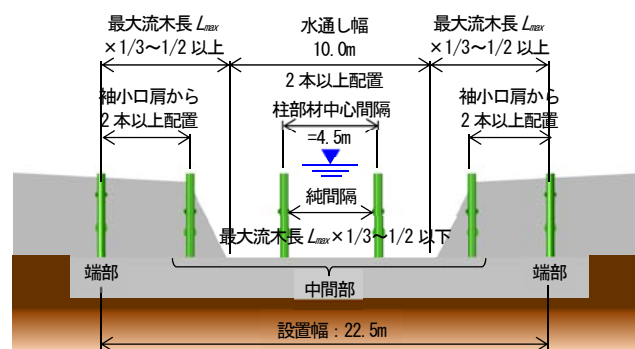


図-3 正面図（上流視）



写真-2 流木捕捉工設置後（上流堆砂敷）

能を付加できる有効な方法であると考え、

謝辞

本報告に際し、追川工業株式会社の関係各位、および株式会社インボックスの関係各位にご協力いただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説、土石流・流木対策設計技術指針解説、2016.4
- 2) 國領ひろし、守山浩史、山口聖勝、榎本昭子、嶋丈示、吉田圭佐、水山高久：不透過型コンクリート砂防堰堤の高機能化に関する一考察、平成26年度砂防学会研究発表会概要集、2014.5