

維持管理から見た鋼製透過型砂防堰堤の部材間隔に関する提案

(財) 砂防・地すべり技術センター ○嶋丈示
京都大学大学院農学研究科 水山高久

1. はじめに

鋼製透過型砂防堰堤は、常時流水により運ばれる流砂を下流に供給する。この機能により、土石流発生まで堰堤上流ポケットを空に保つことができ、土石流時には施設規模の最大容量まで土砂捕捉能力を発揮する。しかし、現実には土石流発生までの洪水や常時流水で運ばれる灌木などにより、開口部が目詰し土砂捕捉容量を減少させている事例も多い。この灌木などの処理は、維持管理として除去されるが、設計時点ではあくまで礫を捕捉対象としていることから、灌木による土砂捕捉能力の低下を考慮していない。そこで、現実的な透過型堰堤の土砂捕捉能力として、土石流中の礫を捕捉できる部材間隔を保ちつつ、灌木で目詰まりしない部材間隔を提案し、そのときの課題について述べるものである。

2. 礫捕捉を目的とした透過型堰堤の部材間隔

2.1 部材間隔の設定方法

図1は、「土石流・流木対策設計技術指針」に示されている部材間隔である（正面図）。ここに、 D_{95} ；最大礫径、 D_d ；土石流水深である。旧指針では、土石流のフロント部を構成する巨礫がアーチ効果により開口部を閉塞するよう柱間隔（縦材）を最大礫径 $D_{95} \times 1.5 \sim 2.0$ 倍としていた。また、横材に関しての規定はなく、構造系を保持するための部材として取り付けられていた。しかし、土石流対策として透過型堰堤が採用されるようになり保全対象直上流にも設置されることから、アーチ効果が確実に発揮されるよう柱間隔を $D_{95} \times 1.0$ とし、かつ、横材も後続流中の礫を捕捉することを目的に $D_{95} \times 1.0$ に配置している。

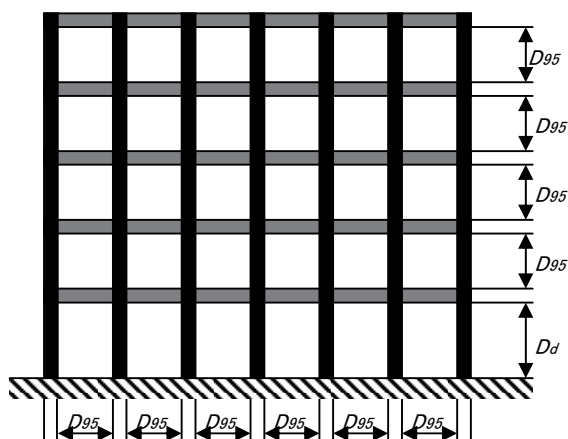


図1 現行タイプの部材間隔

2.2 礫捕捉能力の向上と土砂捕捉容量の低下

このように、部材間隔を狭めると礫捕捉機能は向上するが、一方では礫以外の灌木などにより目詰まりし易くなる（写真1）。この結果、土石流発生まで上流ポケットを維持するという透過型堰堤の機能が

阻害されることにもなる。この目詰まりの理由は、底版近傍の柱部材が狭いからである。このため、除石の目安である堰堤高さの $1/3$ あるいは、土石流水深や洪水時水深が作用する柱部材の間隔を広げること、目詰まりの頻度を低減することができるものとする。



写真1 灌木による部材の目詰まり（平常時）

3. 維持管理を考慮した透過型堰堤の部材間隔

3.1 部材間隔の考え方

図2は、平常時に堰堤に到達する灌木により柱部材が閉塞されないように、現行指針の部材間隔で配置したものから、最下段の柱部材を間引いたものである。残存させる柱部材の間隔は広いほど灌木の目詰まりを抑制することができるが、洪水期の流木捕捉を考慮すると最大流木長 (L_{wm}) の $1/2$ 以下が妥当と考える。この程度に柱間隔を広げると、柱部材でアーチ効果を期待するのは難しい。そこで、土石流中のフロント部の巨礫を捕捉するために、最下段の横材を底版から $D_{95} \times 1.5$ 以下に配置する。このようにすると、土石流水深に比べて巨礫が小さい場合にも、フロント部の巨礫群により最下段以下は閉塞させる

ことができる。

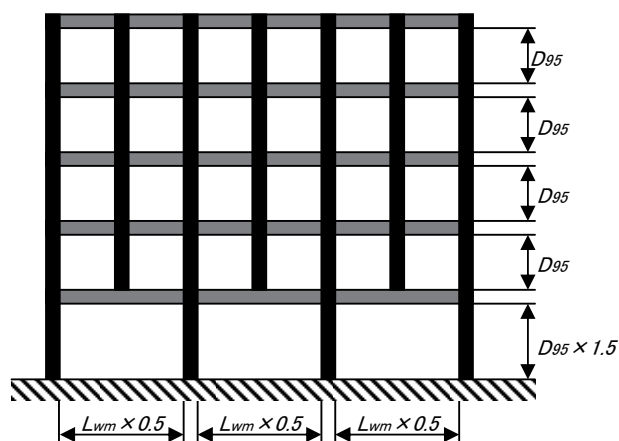


図2 新タイプの部材間隔

3.2 既往の構造物への対応

写真2は最下流タイプとして設置されているものである。このタイプは荷重を受ける立体構造であるが、最上流側には礫捕捉性能を向上させるため、柱部材（構造部材）の中間に柱部材（機能部材）と横材（機能部材）を配置することで指針の部材配置に設定している。このタイプは荷重を受け持つ柱部材が一つ置きにあり、間隔を狭くするために配置した柱部材を取り除いて、図2のように改良しても、安定性には特に問題とはならない。つまり、新たに開発することなく、既往のタイプを工夫することで対応が可能と考える。



写真2 既往の最下流タイプ

4. 最下段の柱部材を取り外した場合の課題

提案タイプは、最下段の上方の部材配置は従来と同じである。つまり、最下段の下方の部材配置を従来タイプか提案タイプか選択することになる。この最下段の部材配置は、最下段の横材の高さ及び柱部材間隔に分けられる。

4.1 柱部材数の削減による安全性の低下

安定計算上、最下流タイプのように機能部材の一部を間引く場合には荷重分担率は同じである。しかし、構造部材と機能部材を兼用している通常タイプの場合には、荷重分担する柱を取り除くことになり、残存する部材の荷重分担率が大きくなり、リダンダンシーの低下につながる。そこで、鋼管部材の余裕しるを柱間隔の倍率に応じて増厚したり、荷重の割増しを行い構造安全率を上げることが考えられる。

4.2 狭窄部での柱部材の配置の困難

河幅が狭い場合、水通し幅に柱部材を収めると既往の構造物では割付けが不均等となり、所定の部材間隔で出来ない可能性がある。ただし、灌木による目詰まりが懸念される透過型堰堤は、常時流水があるなど、河幅も広く扇状地の出口などが対象となることが多いであろうから、場の条件によって維持管理対応にするか、土砂捕捉を優先するかを決める。また、この部材配置が無理な場合には、堰堤上流へのアプローチが容易で除石が比較的容易になるよう工夫が必要である。

4.3 最下段の横材の配置

最下段より下方の土砂捕捉機能は、横材に依存することになる。しかし、これまでの水理模型実験は、縦材、横材、あるいはその組み合わせによる捕捉効果を検証しているが、横材のみで底版からの高さをパラメータとして捕捉機能を発揮することを検証していない。提案タイプは、現行指針とは逆に部材間隔を広げるものであるから、土石流時に確実に礫捕捉機能が発揮される横材高さの限界を調べる必要がある。

5. おわりに

透過型堰堤の現地調査から、灌木などによる目詰まりを目にするが、これを設計段階にフィードバックすることを想定していないため、定量的なデータで目詰まりを検討することが難しい。そこで、設計段階に落とし込めるよう実態を調査（流量、勾配、常時流水の有無、アクセスの容易さ、灌木の流出量と頻度、礫と灌木の割合など）すると同時に、課題解決のための実験や解析を事前の行っておくことが重要と考える。

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部、国土技術政策総合研究所：土石流・流木対策設計技術指針、p. 80、平成 19 年 11 月
- 2) 鋼製砂防構造物委員会編集：鋼製砂防構造物設計便覧、(財)砂防・地すべり技術センター、p. 28、平成 21 年版