

鋼製透過型砂防えん堤の土石流捕捉状況に関する一考察

砂防鋼構造物研究会 筒井智照 石川信隆
(財)砂防・地すべり技術センター 嶋丈示

1. はじめに

鋼製透過型砂防えん堤は、所定の間隔に鋼管を配置し、礫のアーチアクション（礫同士の噛み合わせにより礫同士の押す力がアーチのように作用する）より土石流を捕捉する構造物であり、開発されてから20年以上が経過しており、施工および捕捉実績の数も全国で数多く報告されている。またその捕捉効果は、水理模型実験においても明らかにされている。¹⁾しかしながら、現在までに報告されている捕捉実績は、礫と流木が混合した状態で閉塞した事例が多く（写真-1）、礫のみで透過部が閉塞した事例は少ないのが現状である。このような背景の中、平成18年10月、北海道利尻島雄忠志内川において、土石流を捕捉した3号砂防えん堤（以下、本えん堤という）は、礫のみで透過部が閉塞しており、全国的に見ても非常に貴重な捕捉状況である。

よって本報告は、本えん堤の捕捉状況および閉塞した礫の状態等について検討を行ったので報告する。



写真-1 礫と流木が混合した状態での捕捉状況
(国土交通省ホームページより)

2. 気象および施設概要

雄忠志内川3号砂防ダムは、平成18年10月寒冷前線に伴う大雨により発生した土石流を捕捉している。表-1に気象および雄忠志内川3号砂防ダムの施設概況を示す。

表-1 気象および施設概要

連続雨量 (mm)	87 (19日10時~24時)
最大時間雨量(mm/hr)	35 (19日17~18時)
土砂捕捉量 (m ³)	2,4000
渓床勾配	1/7.5 (7.6°)
えん堤高 (m)	8.0
えん堤長 (m)	97.0
鋼製高 (m)	6.0
水通し幅 (m)	15.0
最大礫径 (m)	1.0
鉛直純間隔 (m)	1.4
鋼管径 (m)	0.50

3. 本えん堤の土砂捕捉状況

3.1 上下流の土砂堆積状況

本えん堤付近の堆砂勾配は、上流側6~7°程度、下流側7~10°程度であった。写真-2に示すように上流側は、細粒分土砂も堆積しており、不透過型えん堤と同様の捕捉状況であることが確認された。また写真-3に示すように下流側には、1.4m程度の礫が数個点在している程度であり、巨礫の大部分は、本えん堤により捕捉されたものと考えられる。



写真-2 本えん堤の上流堆砂状況



写真-3 本えん堤の下流側堆砂状況

3.2 透過部全体の捕捉概要

写真-4に雄忠志内川3号砂防ダムにおける透過部捕捉状況の全景を示す。

鋼管の鉛直純間隔は1.4mに設定されており、透過部全体にわたって礫が捕捉されている。透過部を閉塞している礫径は、鉛直純間隔1.4m程度の礫が数個確認できる程度であり、大部分は、0.50~1.0m程度の礫が噛合った状態で閉塞し、その上流には、小径の礫および土砂が堆積している状況である。このことより、本えん堤においては、礫のアーチアクションが効果的に発揮していることが確認された。

ユニット内の上部は、礫が堆積しているが、下部は、礫等による堆積が見られず、空洞状態となっている。このことより、上流部材により礫が閉塞し、その後、天端から落下し、上下流方向の梁部材の影響で礫が噛合ってユニットの上部に堆積したものと考えられる。



写真-4 捕捉状況全景

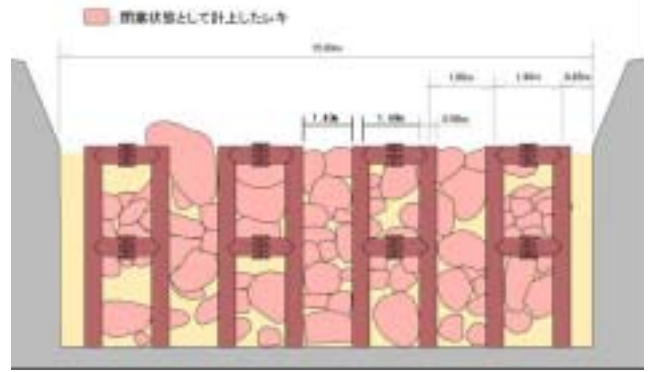


図-1 透過部と閉塞に寄与している礫の状況

3.3 部材の損傷状況

部材の損傷状況を調査した結果、ユニット4の下流柱材において、20mm程度の凹みが確認された(写真-5)。凹み量としては、4%程度であり、健全と判断できる凹み量10%以内³⁾に納まっているため、構造物の機能上、特に支障はないものと判断できる。

その他の損傷については、塗装が剥がれている程度であり、ボルト等の破損もなく、構造上機能を損なうような損傷は受けていない。



写真-5 ユニット4の損傷状況

4. 開口面積と閉塞に寄与した礫の関係について

透過部に堆積している礫の中から、閉塞に寄与している礫を抽出し、開口面積と閉塞に寄与している礫面積の関係を検討した。図-1に閉塞に寄与している礫の状況を、表-2に開口面積と閉塞に寄与している礫面積の関係を示す。

閉塞に寄与している礫径は、概ね0.80~1.40m程度で占められており、計画時に設定している最大礫径(1.0m)と同程度の大きさである。このことより、本えん堤における最大礫径の設定が適正であったことが確認された。

本えん堤は、透過部全体が礫により閉塞しているが、開口面積に対して、礫の閉塞面積が占める割合は、70%程度であった。礫が噛み合っているため、70%程度の閉塞率でも透過部全体にわたって礫が捕捉されており、アーチアクションが作用していることが確認された。すなわち、鋼管の純間隔を最大礫径の1.5倍で配置した場合においても十分礫を捕捉することが可能であることも確認された。

5. まとめ

(1) 礫の噛み合わせによるアーチアクションにより、効果的に礫を捕捉することができることを確認した。

表-2 開口面積と閉塞に寄与している礫面積の関係

	ユニット4	ユニット4-3	ユニット3	ユニット3-2	ユニット2	ユニット2-1	ユニット1	
開口面積(m ²)	3.50	4.20	3.50	4.20	3.50	4.20	3.50	
閉塞に寄与している礫個数	上部	7	6	2	9	7	4	10
	下部	5	4	5	5	6	7	5
閉塞に寄与している礫の平均(m)	上部	0.71	1.07	1.22	0.87	0.78	1.28	0.71
	下部	0.66	1.00	0.80	0.80	0.85	0.87	0.97
閉塞礫の面積(m ²)	上部	2.25	3.76	3.36	3.80	2.60	3.51	2.75
	下部	1.68	2.55	1.71	3.54	2.64	2.43	2.44
閉塞割合(%)	上部	64	90	96	90	74	84	79
	下部	48	61	49	84	75	58	70

閉塞割合の平均 = 73%

- (2) 鋼管の純間隔を最大礫径の1.5倍で配置した場合の捕捉効果について確認された。
- (3) 本えん堤は、最大礫径と透過部の設定が適正であり、土石流を効果的に捕捉している。
- (4) 当該流域は、多量の礫および土砂があるため、透過部天端まで閉塞している。

6. 今後の課題

今回、本えん堤サイト付近の捕捉状況について調査し、確認することができたが、さらに下流の状況や流量・土砂濃度についてはデータが不足している。今後モニタリング等により、より正確な流下状況を把握し、捕捉効果について検討を行う必要があるものとする。

本えん堤の捕捉状況から、鉛直純間隔を最大礫径の1.5倍で設定することで、礫のみの流下形態においても捕捉効果は十分期待できることが確認された。土石流対策技術指針(案)の改定により、純間隔は、最大礫径の1.0倍で設定するため、より確実な捕捉効果が期待できるものと考えられる。今後は、開口面積と閉塞に寄与する礫個数との関係や流木条件を考慮した純間隔の設定方法等の確立に資する調査事例の蓄積が必要となるものとする。

【参考文献】

- 1) 水野秀明, 水山高久: 上部の格子間隔が狭い格子型ダムに関する研究, 砂防学会誌(新砂防), vol. 49, No. 4, pp. 3~8, 1996
- 2) 白石博文, 梶田幸秀, 香月智, 石川信隆, 松村和樹, 嶋丈示: 礫衝突による損傷を受けた中空鋼管の残存耐力評価実験 構造工学論文集 vol. 48