

大梨子沢における鋼製透過型砂防堰堤の施設効果及び損傷状況について

JFE 建材株式会社 ○吉田 一雄, 和田 浩
国土交通省中部地方整備局多治見砂防国道事務所 草野 慎一, 森 敦史
(一財) 砂防・地すべり技術センター 嶋 丈示
政策研究大学院大学 水山 高久

1. はじめに

平成 26 年 7 月 9 日の 17 時 40 分頃、長野県南木曾町を流れる梨子沢において土石流が発生した。9 日は台風 8 号の中心部は正午頃に九州西方沖の海上にあり、南木曾町の天候は朝から安定していたが 16 時過ぎから降り始めた雨はその後 1 時間（17 時～18 時）に、最寄りの雨量観測所（三留野観測所）において 57 mm という強い雨が観測されており、その間に土石流が発生した。¹⁾

本報告は大梨子沢に設置された梨子沢第 2 砂防堰堤（J-スリット）の施設効果と除石後に確認できた部材の損傷状況について報告する。

2. 梨子沢第 2 砂防堰堤（J-スリット）の施設効果について

大梨子沢と小梨子沢の不安定土砂（約 150,000m³）が降雨によって土石流となって流下し、3 基の砂防堰堤で約 3 分の 2（約 85,000m³）を捕捉した。3 基の砂防堰堤の中で最も多くの土砂を捕捉した大梨子沢に設置された梨子沢第 2 砂防堰堤（J-スリット）は、既設コンクリート不透過堰堤の嵩上げによる部分透過型への改良を実施したものであり、本体部分の改良は平成 26 年 3 月に完成したばかりであった。また、鋼製透過型砂防堰堤の最大の特長である空き容量を確保した状態で土石流を捕捉することができ、その土砂量は約 54,000m³ という大量の土砂と、堰堤直上部には重量が 200t を超えるような巨石を捕捉した。

土石流発生前



写真-1 土石流発生前

土石流発生後



写真-2 土石流発生後

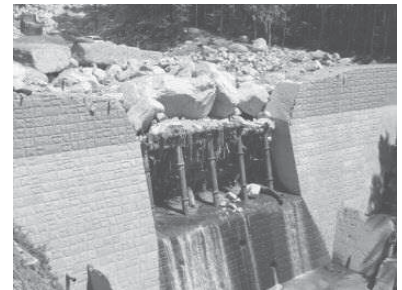


写真-3 J-スリット捕捉状況

3. 捕捉状況と部材損傷原因について

土石流捕捉直後の梨子沢第 2 砂防堰堤（J-スリット）は、有効高さ 6.5m の空き容量分が満砂し、さらに堰堤上部には 7m 程度の巨礫群をも捕捉した。その結果、上部の横材と縦材の頂部が損傷した。損傷した横材は機能部材であることと、縦材の頂部は構造部材であるがその損傷は構造全体が崩壊に至る要因になるレベルではなかった。その理由として、土石流を捕捉するための上流縦部材（構造部材）と、それを下流で支える部材及び横材が 3 方向からの交点箇所で溶接接合しているため、立体構造の中でも強度が高い構造であること。また、J-スリット構造の要である下流で支える部材は、不透過型の下流面で多く採用されている越流した土砂及び礫が衝突しにくい 1:0.2 の勾配であるため、捕捉後の J-スリットの状況からも礫の落下による損傷どころか衝突した形跡さえも見あたらなかった。上記の理由により一部の部材が損傷しても、リダンダンシーの高い立体構造である J-スリットは想定外外力が作用しても全体崩壊には至らず、目的以上の効果を発揮できたと考えられる。



写真-4 下流部材の状況



写真-5 立体構造の交点



写真-6 断面の状況

4. 除石後の部材損傷状況について

土石流を捕捉後に除石計画に基づいて安全に除石作業が進められ、平成27年10月に堰堤箇所の除石が終了した段階でJ-スリットの部材損傷状況について調査を実施した。その結果、巨礫の衝突による過度な損傷は見あたらず、また丁寧な除石作業の結果、重機による部材損傷も見あたらなかった。目視で確認できた凹み箇所を測定した結果、最大で30mmであり鋼管径508mmに対して凹み率は5.9%であった。鋼製砂防構造物設計便覧³⁾では10%未満の場合はレベルI（健全）と評価できる。

水通し部のコンクリートの削られた状況は、満砂した堰堤上部に堆積した巨礫群を越流した痕跡であることが確認できたので、J-スリットの柱頂部の損傷と機能部材である横材（頂部）の損傷の原因であることが推察される。



写真-7 凹み測定状況



写真-8 捕捉面の状況



写真-9 フランジの状況



写真-10 袖部の摩耗状況

5. 梨子沢第2砂防堰堤の設計値と土石流発生後の試算結果による構造物の耐力の比較

梨子沢第2砂防堰堤の設計値と土石流発生後の土石流の諸元²⁾の違いを表-1に示す。なお、鋼製透過型砂防堰堤の構造照査における設計荷重は、平常時（満砂）、土石流時（満砂）、土石流時（未満砂）の3ケースについて実施するが、本報告では土石流の諸元の違いによる耐力の比較であることから、土石流時（満砂）について比較することとする。

設計値及び発生後の試算結果を表-2に示す。合成応力度が高い値になる部材は、下流で支える部材EL-2に対して設計値0.6、試算値0.9であった。実際の鋼管STK490の許容応力度185N/mm²を降伏応力度315N/mm²までとした許容応力の割増を1.7倍にした結果、EL-2に対して0.8となり、実際には2割の余裕が残っていることがわかる。

表-1 土石流諸元^{※)}

土石流水深(m)	
設計時	2.26
試算値	2.80(1.2倍)
土石流流速(m/s)	
設計時	6.01
試算値	7.90(1.3倍)
流体力(kN/m)	
設計時	132.5
試算値	283.7(2.1倍)

表-2 部材耐力の照査結果

ケース	部材番号	軸方向応力度 (N/mm ²)		曲げ応力度 (N/mm ²)		せん断応力度 (N/mm ²)		合成応力度	
		σ_t	σ_{ta}	σ_b	σ_{bca}	τ	τ_a	照査1判定	照査2判定
		σ_c	σ_{ca}			τ / τ_a			
設計時 (割増1.5倍)	EL-2	---	---	87.3	277.5	20.5	157.5	0.614	0.582
		69.6	248.9		261.1	0.13		○	○
試算値 (割増1.5倍)	EL-2	---	---	116.8	277.5	28.7	157.5	0.944	0.881
		118.5	248.9		249.6	0.182		○	○
設計時 (割増1.7倍)	EL-2	---	---	116.8	314.5	28.7	178.5	0.833	0.774
		118.5	282.1		282.9	0.161		○	○

※) 設計時；梨子沢第2砂防堰堤，試算値；梨子沢砂防堰堤（県）下流約80m

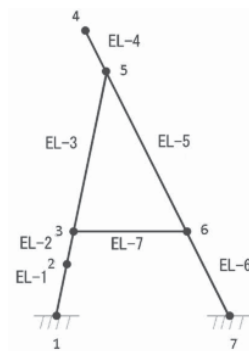


図-1 モデル図

6. まとめ

本堰堤は、不透過型から部分透過型への嵩上げ改良を実施したもので、設計外力を超過する巨礫が衝突したとき、一部の部材が損傷したにもかかわらず、土石流の捕捉効果を発揮した事例である。この結果から、土石流対策技術指針に示されているように「透過部の部材は、設計外力に対し安全でなければならない。一部の部材が破損したとしても砂防えん堤全体が崩壊につながらないように、フェールセーフの観点から、できるだけ冗長性（リダンダンシー）の高い構造とする。」を証明することとなった。梨子沢第2砂防堰堤（J-スリット）の設計値と土石流発生後の試算値を比較した結果は、鋼製透過型砂防堰堤の耐力がどの程度までなのかをイメージできた良い捕捉事例のひとつであったと考える。なお、現在は損傷した部材の補修計画を立案中であり、簡易な補修作業によって原形復旧が図れる見込みである。

参考文献

- 1) 草野慎一・檜野誠・水野利香：長野県南木曾町梨子沢における土石流災害，砂防と治水，Vol.47.No.4，p.45-49，2014
- 2) 平松晋也他：平成26年7月9日長野県南木曾町で発生した土石流災害，砂防学会誌，Vol.67，No.4，p.38-48，2014
- 3) 鋼製砂防構造物設計便覧 平成21年版，財団法人砂防・地すべり技術センター，p.148