

南股第4号砂防えん堤の補修工事

国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所（現新潟県土木部都市局）

今井 一之

北陽建設株式会社 工務部

中村 敏幸

株式会社神戸製鋼所 ○葛西 俊一郎

1. はじめに

平成10年9月の台風7号による出水で、松川上流の南股に設計時の最大礫径（ $d_{95}=1.9\text{m}$ ）をはるかに超える直径約4mの巨礫を含む土石流が発生し、南股第4号砂防えん堤（格子形鋼製砂防えん堤）に作用した¹⁾。同えん堤は土石流を確実に捕捉したが、流出土砂量がえん堤の捕捉量を上回っていたため、後続の巨礫を伴った土砂がえん堤の天端から落下した。その落下により、複数の部材が破損や損傷を受けたが、えん堤自体は、土砂を捕捉した状態で構造・機能を維持しており、経過を観察していたところである。捕捉機能確保の観点から、平成17年、同えん堤の補修に対する見直しが行われ、平成18年に満砂土砂の撤去、平成19年に同えん堤の補修が行われた。本報告は、南股第4号えん堤に対する構造評価、補修の計画および補修工事について述べるものである。

2. 南股第4号えん堤の構造評価

写真1に、部材の破損および損傷状況を示す。捕捉後の観察では、破損した部材は水平梁1本、継梁2本であった。また、別の水平梁は下方向に曲がり、多くの凹み変形がみられた。さらに、上流から2列目の柱には多数の凹み変形が認められた。このように一部の部材が破損、損傷しても、構造全体としての崩壊はなく満砂土砂を8年間も捕捉し続けてきたわけである。

平成19年3月に改定された土石流・流木対策設計指針に、“（1）構造検討として、「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。」”という条件が明記された。南股第4号えん堤はまさに、その構造条件を満たした冗長性の高い構造といえる。土石流の捕捉後に、破損部材を取り除いた骨組み構造体に構造計算を行った結果、各部材は塑性域にまで達していなかったことから、鋼材部の破損の状況を調査し、機能回復のための部分補修を行うことにした²⁾。

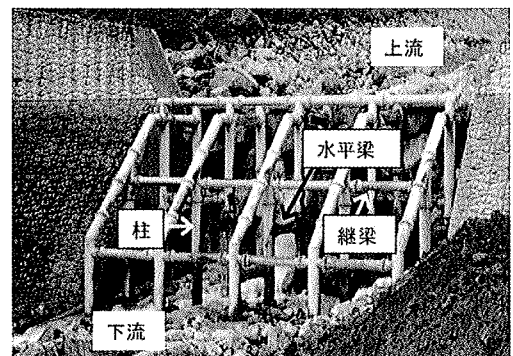


写真1 部材の破損と損傷状況

3. 南股第4号えん堤の補修計画

除石後の現地調査により、3本の継梁、2本の水平梁の破損を観測した。土石流の捕捉直後より、継梁および水平梁の破損数はともに1本ずつ増えていた。各部材の破損や損傷の程度を目視観察により調査し、破損部材や損傷が激しい部材を決定し、図1に示すような補修案を策定した。

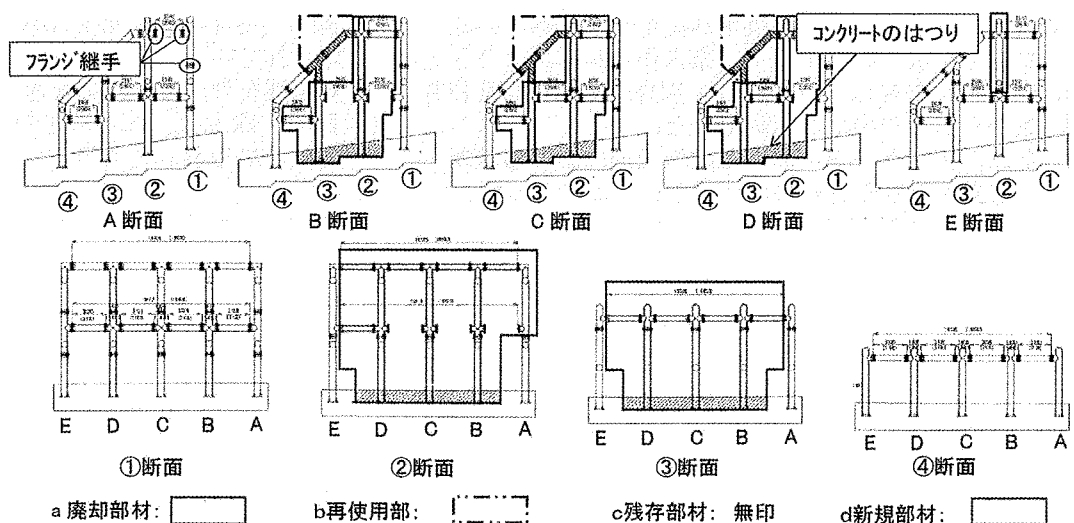
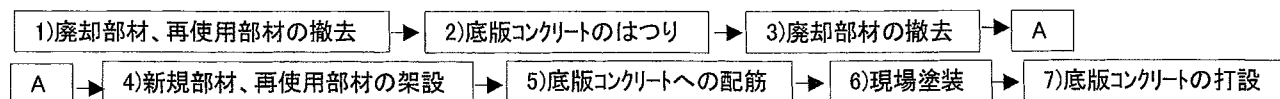


図1 補修案

部材を a 廃却部材（破損した部材、損傷が激しくて再使用が無理な部材）、b 再使用部材（一時的に撤去し再使用する部材）、c 残存部材（そのまま使用する部材）、d 新規部材（新しく工場で製作する部材）に分けることにした。結局、廃却部材は新規部材で置換えられることになる。南股のような常時水量が多い場所で補修作業を行うには、現場での架設期間の短縮と安全性の確保が重要となることから、部材の現場切断や溶接をなくすことにした。このため、フランジ継手単位で部材の取替えを行い、高力ボルト接合のみで組み上がるように計画された。ただし、底版コンクリートに埋め込まれた柱部材の取替えには、底版を部分的にはつる必要がある。

4. 施工

施工フローの概要を示す。以下に、各項目（1）～7）の内容を記述する。



1)廃却部材、再使用部材の撤去

部材の取外しは、部材をクレーンで吊った状態で高力ボルトをガス切断することにより行った。ボルト切断作業は長尺クローラ型高所作業車を使用し安全に行われた。また、左岸側 E 断面の①～②通り間の水平梁を取り除いたとき、最上流の柱部材が枠内に 60mm 程度移動し柱間が狭まることになった。新規部材が狭まった柱間に入るかどうかの懸念が生じた（この対策は 4）参照）。

2)底版コンクリートのはつり

底版コンクリートのはつりは、取壊し部以外のコンクリートに悪影響を与えないように、クローラ型ロータリーパーカッションドリルにより計画はつり面まで削孔したのちに大型ブレーカーで行われた（写真 2）。

3)残りの撤去後廃却部材の撤去

上記の 1)、2) で除去できなかった柱脚部がコンクリートの中に入っていた部材を取除いた。

4)新規部材、撤去後再使用部材の架設

一例として撤去後再使用部材の架設状況を写真 3 に示す。部材の架設時に、柱間隔が挿入部材長より狭い場合、部材の挿入は難しい。これに対処するため 50 t のセンターホールジャッキを用いて柱間を広げることににより部材を挿入するという工夫を行った。

5)、6)底版コンクリートへの配筋および現場塗装

コンクリートをはつった面に“あと施工アンカー”を打設して主筋および配筋筋を定着する。また、足場の撤去前に全ての部材に対し現地塗装をおこなった。作業を行うにあたって、足場全体をビニールシートおよびネットシートにて全面を覆い、雨、夜露、落葉の付着による悪影響を受けないように仮設養生を行った。

7)底版コンクリートの打設

はつった箇所にコンクリートを打設する。写真 4 に完成写真を示す。えん堤の天端および下流の傾斜部材の上部に H 形鋼をセットしているが、これらは格子枠内への礫の落下防止である。

5. まとめ

一連の補修工事において以下のことがいえると思われる。

- 1)不確定要素が大きく、甚大な災害を与える土石流に対応するえん堤は、一部の部材の破損が砂防えん堤全体の崩壊に影響しないよう、冗長性の高い構造にする必要がある。
- 2)南股のように礫が大きく、水量が多く、しかも、中小出水時の土砂流出が年に数回あるという厳しい環境条件、さらに、コンクリートをはつって部材を取り替えるという施工条件においても、部材の取替えが可能であることが始めて実証された。特に、厳しい現場では、現場溶接を少なくすることで短期施工が可能なることから土石流の発生に対する現場の安全向上に資する。本工事でも出水時期を避け、安全性を確保した上で施工を行った。本工事の全般に渡って、植野利康事務所長をはじめとする国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所および姫川出張所の方々に適切なご指導を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤一幸・上原信司・水山高久・葛西俊一郎：鋼製透過型ダムによる石礫型土石流の捕捉状況と構造応答，砂防学会誌，Vol. 53, No. 6, p. 61-65, 2001
- 2) 中村敏幸・竹内賢司・葛西俊一郎：南股第 4 号砂防えん堤の補修工事，第 10 回工事安全対策研究発表論文集，p. 83-86, 2008



写真2 底版コンクリートのはつり状況

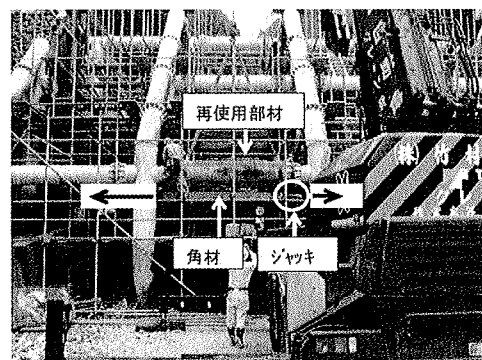


写真3 再使用部材の架設状況

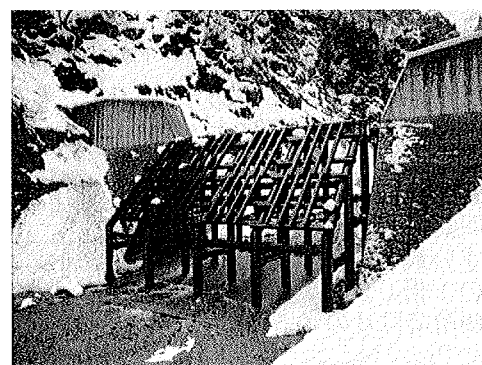


写真4 完成写真