

格子形鋼製砂防えん堤の段階施工の効果事例について

国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所
株式会社神戸製鋼所

藤田幸雄
○佐伯拓也，守山浩史

1. はじめに

透過型鋼製砂防えん堤の施工が複数年度にわたる場合、これまでは初年度に非越流部の施工が行われ、次年度以降に鋼製部の架設を行う方法が一般的に採用されてきた。しかし、非越流部のみが施工された状態で土石流が発生すると、非越流部による縮流効果により、土石流の水深や流速が大きくなってしまい、砂防事業を進めたことにより、かえって下流域の災害の拡大を招く可能性があった。そこで、格子形鋼製砂防えん堤について、初年度に非越流部と鋼製部を一定の高さまで施工（一期施工）し、次年度以降に残りの部分を施工（二期施工）する段階施工による工法が開発された。この工法が実現できたのは、格子形鋼製砂防えん堤の柱部材が直立しており、架設が容易であることと、工場において公差を通常の 1/2 以下として、高い精度で部材を製造できることによるものである¹⁾。この段階施工を実施することで、施工中に土石流が発生しても、その施工高さは土砂の捕捉が可能となり、下流での被害を最小限に抑えることができる（図 1）。これまで、段階施工の計画、実施による検証が行われ²⁾、全国で 12 基の実績がある。しかし、一期施工後の状態のえん堤が計画通り土石流を捕捉し、下流に有害な土砂を流さないかといった機能面、そのえん堤が土石流を捕捉しても健全であるかといった構造面、また土石流捕捉後に、鋼製部の二期施工をスムーズに行うことができるかといった施工面での検証が残っていた。

一方、平成 23 年 7 月に野中沢第 2 号砂防えん堤（北陸地方整備局湯沢砂防事務所管内）が、続いて同年 9 月に西谷川砂防えん堤（愛媛県東予地方局四国中央土木事務所管内）が、一期施工が終了した状態で、土石流の作用を受けた。

本文は、一期施工終了後のえん堤が、初めて土石流の作用を受けたことにより、その機能面、構造面、および施工面について貴重なデータが得られたため、それらについて結果および考察を報告するものである。

2. 段階施工について

段階施工とは、図 2 に示すように、一期施工で鋼製部と底版の一次および二次コンクリートを施工し、次年度以降の二期施工で残りの鋼製部と底版の二次コンクリートの施工を行うものである。

3. 機能面の検討

野中沢第 2 号砂防えん堤の設計諸元は、流域面積=5.91km²、有効降雨強度 $re=40.2\text{mm/hr}$ 、ピーク流量 $Q_{sp}=244.0\text{m}^3/\text{sec}$ 、最大礫径 $d_{95}=1.5\text{m}$ である。同えん堤は、二期施工中、右岸側の鋼製部が天端まで完成し、左岸側の鋼製部を架設する直前の状態で、平成 23 年 7 月新潟・福島豪雨により発生した流木混じりの土石流の作用を受けた。最寄りの五十沢雨量観測所における当日の最大時間雨量は 71mm/hr 、また日雨量は 262mm/日 で、この日雨量をもとに有効降雨強度を算定すると 41.6mm/hr 程度となる。この値は設計諸元の有効降雨強度とほぼ同等であり、発生した土石流は計画規模に相当する大規模なものであったと推定される。

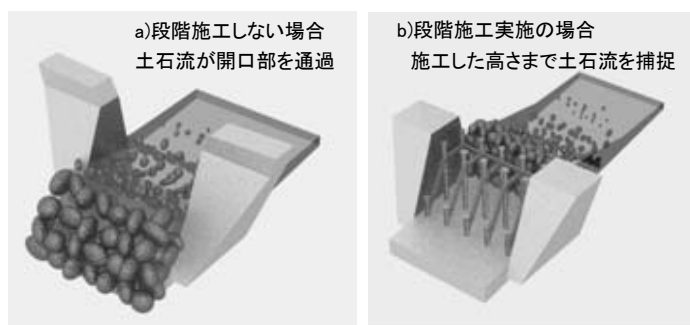


図 1 段階施工の効果例イメージ

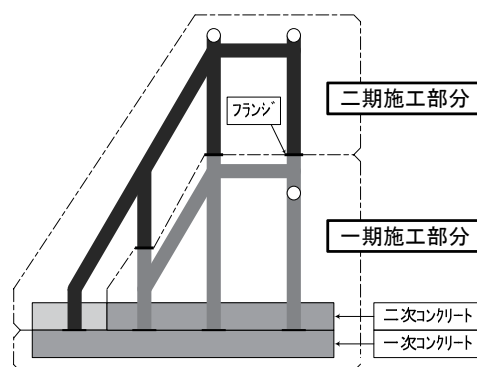


図 2 段階施工の概要図

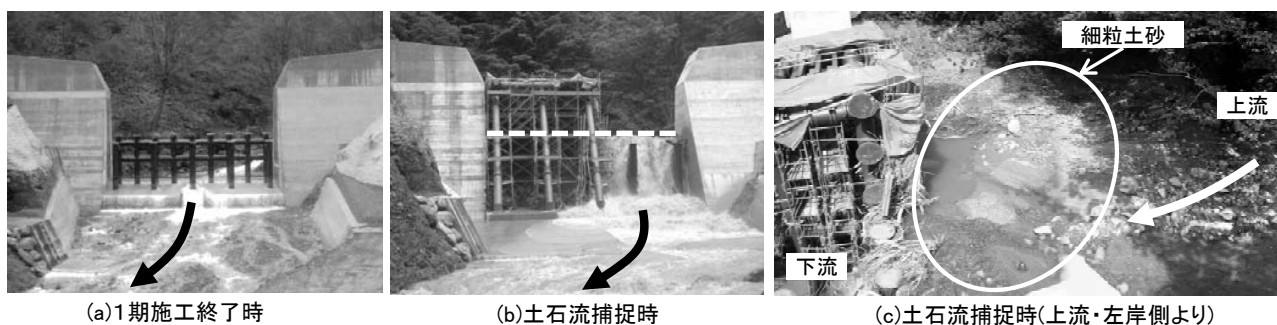


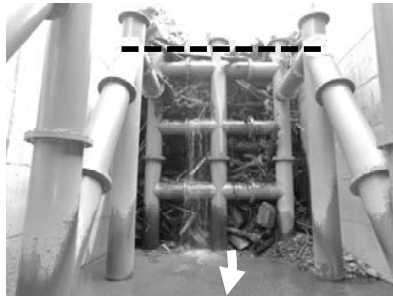
写真 1 野中沢第 2 号砂防えん堤

写真 1(a)に一期施工終了時の状態を、写真 1(b)に土石流捕捉時の状況を、写真 1(c)に土石流捕捉後の上流側の状況を示す。写真 1(b)に破線で示すように、土石流は一期施工の高さまで捕捉されているのがわかる。また、写真 1(c)に示すように、現地調査の結果、上流側に堆積していたのはほとんどが小礫や細粒土砂であった。加えて、写真 2 に示すように、野中沢第 2 号砂防えん堤の約 300m 下流の野中沢砂防えん堤（コンクリートスリットえん堤）においては、土石流が到達した痕跡がなかった。以上より、下流域に被害を及ぼすような巨礫や有害な土砂は、ほぼ完全に野中沢第 2 号砂防えん堤により捕捉されたものと推察される。



写真 2 野中沢砂防えん堤(コンクリートスリットえん堤)

一方、西谷川砂防えん堤においても、一期施工が終了した状態で平成 23 年台風第 12 号により発生した土石流の作用を受けた。写真 3(a)に土石流捕捉時の捕捉面状況を、写真 3(b)に土石流捕捉時の上流側の状況を示す。写真 3(a)中に破線で示すように、発生した土石流は一期施工の高さまで捕捉されており、計画通りの機能を発揮したと考えられる。



(a)土石流捕捉時(捕捉面)



(b)土石流捕捉時(上流・右岸側より)

写真 3 西谷川砂防えん堤

4. 構造面および施工面の検討

土石流捕捉後、それぞれのえん堤に対して調査を行った結果、目立った凹み変形は見られなかった。また、継手部においては、写真 4 に示すように野中沢第 2 号砂防えん堤のフランジの端部に僅かな傷がみられたが、構造には全く影響を及ぼさないものであった。さらに、前述したように野中沢第 2 号砂防えん堤に作用した土石流は、計画規模とほぼ同等のものであったと推測されるため、一期施工終了後の構造体について計画規模の土石流を作用させて構造解析を行った。その結果、最も発生応力度が大きい部材でも、その応力度は許容応力度の 8 割程度に収まっていた。加えて、一期施工終了時の部材には、腐食や摩耗は無い状態であると考えられるので、腐食しろ、余裕しろを考慮しない条件でも構造解析を実施した結果、最大発生応力度は許容応力度の 6 割程度であった。以上より、一期施工終了後の構造体に計画規模の土石流荷重が作用しても、構造的に問題ないことが確認された。

また、野中沢第 2 号砂防えん堤は、その後 2011 年 12 月に無事竣工している（写真 5）。二期施工にあたっては、工期の都合で除石をせずに架設が行われたが、既設部材の出来形は許容公差内に収まっていたため、問題なく施工できた。

なお、今後については、土石流発生時の継手部の損傷対策として、一期施工を終了した後、フランジ径程度の鋼板を、フランジにボルト止めておくなどの養生方法を検討したい。

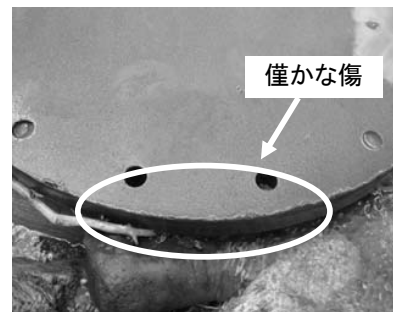


写真 4 土石流捕捉後のフランジの様子
(野中沢第 2 号砂防えん堤)



写真 5 竣工時
(野中沢第 2 号砂防えん堤)

5. あとがき

今回、野中沢第 2 号砂防えん堤および西谷川砂防えん堤が、一期施工が終了した状態で土石流を捕捉し、下流への被害を最小限に抑えた。これにより、段階施工の機能面での有効性を確認することができた。また、一期施工終了後のえん堤が、土石流を捕捉しても構造は健全であることが確かめられ、その後の二期施工もスムーズに行うことができたことから、構造面、施工面についても問題ないことが確認された。

今後、限られた砂防予算の中で、年度毎に費用対効果を発揮できる工法の一つとしてえん堤の段階施工が採用され、土石流による被害の低減に寄与できれば幸いである。

謝辞:今回、西谷川砂防えん堤について貴重なデータを提供して頂いた愛媛県東予地方局四国中央土木事務所の皆様に、感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 加藤光紀・守山浩史・川村崇成：格子形鋼製砂防えん堤の段階施工について、平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集，p.138-139，2009
- 2) 加藤光紀・守山浩史・川村崇成・高野昭彦：新工法：格子形えん堤の段階施工について，砂防学会誌，Vol.63，No.4，p.22-25，2010