

土石流危険渓流内における 安全・効率的な工事について

山村 祐太¹

¹奈良県 県土マネジメント部 道路建設課 (〒630-8501奈良県奈良市登大路30)

奈良県五條市大塔町に位置する砂防溪流、鍛冶屋谷にて実施中の砂防事業について、2012年（平成24年）の砂防全体計画策定から6年を経過した2018年度（平成30年度）より、全体計画の見直しを実施した。事業開始時から蓄積された知見ならびに現場環境の変化を踏まえた結果、当初全体計画と比較してより安全・効率的な施工方法を選定することが可能となった。

キーワード 砂防事業，土石流対策，砂防全体計画，安全

1. はじめに

奈良県五條市大塔町辻堂に位置する鍛冶屋谷は、2011年度（平成23年度）の紀伊半島大水害（紀伊半島豪雨）の影響で、斜面の大規模崩壊に起因した土石流が発生したことにより、人家および国道に甚大な被害が生じた土石流危険渓流である（図-1,2）。

鍛冶屋谷は急勾配な溪流であり、なおかつ資機材の運搬手段が仮設索道（ケーブルクレーン）に限られるなど、対策工事を施工する上での制約が非常に大きい現場となっている。

本論文では、鍛冶屋谷における砂防事業の実施状況を基に、土石流危険渓流内での工事を計画・実施するにあたって留意すべき事項を例示し、安全かつ効率的な事業執行を行うための案について述べる。

2. 鍛冶屋谷における砂防事業について

(1) 事業開始の経緯

鍛冶屋谷は、国道168号を横断し新宮川水系熊野川に流入する溪流であり、1889年（明治22年）および2011年（平成23年）に大規模な山腹崩壊を生じた経歴を持つ。2011年（平成23年）の崩壊時には、土石流の発生により人家、道路、ライフライン、公共施設などに甚大な被害が生じ、当時唯一の幹線道路であった国道168号（現在はバイパス整備が完了）は土砂により寸断、通行不能となり集落が孤立するという状況となった。

山腹の大規模崩壊により溪流内には大量の不安定土砂が



図-1 鍛冶屋谷位置図



図-2 鍛冶屋谷遠景(2016年（平成28年）撮影)

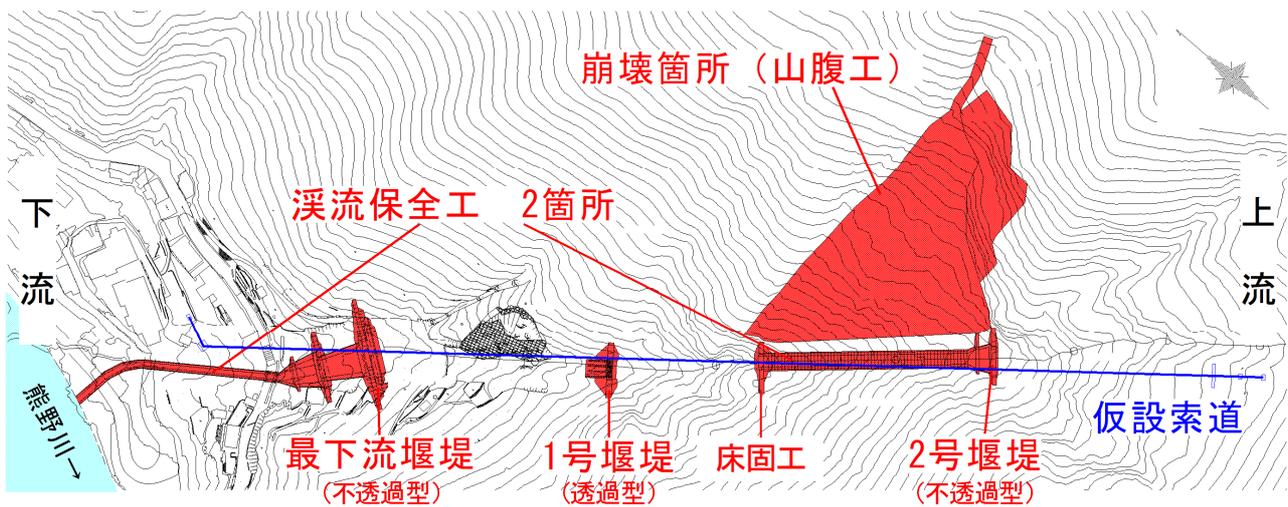


図3 鍛冶屋谷計画平面図



図4 降雨後の流水状況



図5 鍛冶屋谷最下流堰堤

堆積し、大規模な出水を受ければ再度集落に被害が及ぶことが懸念される状況であり、新たな被災を防ぐために鍛冶屋谷における砂防事業が実施されることとなった。

(2) 事業概要

2011年（平成23年）の紀伊半島大水害による被災を受けて策定された鍛冶屋谷における砂防事業の全体計画は、被災時の崩壊箇所より下流側に対策施設を整備することを中期目標としている。整備予定の施設は砂防堰堤3基（透過型堰堤1基、不透過型堰堤2基）、溪流保全工2箇所、および崩壊箇所に対する山腹工である（図-3）。

2019年度（平成31年度）末時点の進捗状況は、最下流堰堤（不透過型：コンクリート構造）、溪流保全工（下流側：コンクリート構造）、山腹工（植生工等）が施工済みであり、溪流保全工（上流側）を施工中の状態となっている。

(3) 鍛冶屋谷の特性

鍛冶屋谷の特徴としては、その急峻な勾配が挙げられる。計画河床勾配 $i = 1:1.8$ （約 29° ）という急勾配かつ谷地形であることから、対策工の施工箇所へのアクセス手段

として、工事車両の走行が可能な工事用道路を設置することが極めて困難であり、現在は国道168号に隣接した仮設ヤードと施工箇所を結ぶ仮設索道（ケーブルクレーン：吊り上げ荷重3.0t）を利用しながら資機材を運搬し、対策工を施工する状況となっている。

また、降雨後は溪流内の流量が増加して施工を中断せざるを得ない状況となる場合が多く、また流量が減少して作業の再開が可能となるのに要する時間も、長い場合で数日間に至るなど、流水対策が非常に重要な現場である（図-4）。

3. 施工面における課題と対応

2012年度（平成24年度）に策定された鍛冶屋谷における砂防全体計画では、溪流内に配置する砂防堰堤は、透過型鋼製堰堤が1基、および不透過型コンクリート堰堤が2基であり、すべての堰堤において大規模なコンクリート打設が必要となる想定となっていた。国道脇に位置する最下流堰堤（ $H=14.5m$ ）（2012年度（平成24年度）



図-6 鋼製続枠設置状況



図-7 渓流保全工設置状況（遠景）

～2013年度（平成25年度）施工）（図-5）は、建設機械が自走可能な坂路を整備することにより概ね計画通り施工することができたが、溪流の中腹に位置する床固工（H=10.0m）（上流側溪流保全工の下端構造物）（2015年度（平成27年度）～2017年度（平成29年度）施工）は、コンクリート構造を採用し、仮設索道を用いた資機材の運搬およびコンクリートの打設を実施した結果、コンクリート日打設量の上限が10～20m³/日と極めて少ないこと、および掘削に使用できる建設機械が仮設索道で搬入可能な重機（山積み0.28m³級バックホウを分解して運搬）に限られたこと等により工程が長期化し、結果として大規模降雨による斜面崩壊、積雪による施工の停滞など自然災害の影響を受けるリスクが増加することとなった。

しかし、前述の通り鍛冶屋谷はその地形勾配等の条件により、溪流上部への工事用道路の設置が極めて困難であり、大型重機の採用が不可能、かつ資機材の運搬手段については依然として仮設索道に頼らざるを得ない状況となっている。

このような状況下で施工された上流側溪流保全工（2018年度（平成30年度）一部施工）は、前述のコンクリート構造の床固工よりも更に上流にて施工を行うこととなったが、鋼製続枠工法（図-6, 7）を採用することで、水通部の一部を除きコンクリートを使用せずに施工をすることが可能となり、加えて降雨により溪流内の流量が増加した場合でも、鋼製続枠の内部（割栗石詰）が通水性を持つため、施工箇所の湛水が軽微となり、施工の停滞を軽減することができた。

また、鋼製続枠は比較小規模な部材により構成されており、それぞれの部材が人力により運搬・組立が可能であったため、使用できる建設機械の規模に制限のある本現場条件に適した工法であったと考えられる。

4. 全体計画へのフィードバック

これらの現場における施工上の実績を踏まえた上で、将来施工予定の2号堰堤（上流側溪流保全工の上端構造物）、および1号堰堤を施工するに先立ち、鍛冶屋谷における当初砂防全体計画の修正、および構造物の設計見直しを実施した。

鍛冶屋谷では2011年（平成23年）の被災後、対策工の施工を開始した以後も、大規模な降雨が発生するたびに溪流内で小規模な土砂の流出が発生し、数年に一度の頻度で最下流堰堤の堆砂敷が満砂状態となり、その都度堆積土砂の撤去工事を実施している。この際に撤去される土砂量を踏まえると、撤去後の時点における溪流内の堆積土砂量は、当初の全体計画で見込まれていた溪流内の堆積土砂量と比較して減少していると考えることが可能である。この土砂量見直しを行った結果を反映し、溪流内の砂防構造物の規模を縮小するように砂防全体計画の修正を行った（図-8）。

2号堰堤（当初：不透過型コンクリート堰堤、H=5.0m）は、溪流内の土砂量の見直しにより、計画捕捉土砂量が不要となり、溪流保全工の上端構造物としての役割のみを担う構造物として、帯工として整備を行う計画となった。

この見直しにより、堤高の大幅な縮小（H=5.0m→2.0m（溪流保全工と同等の規模））が可能となり、堤体の規模およびそれに伴う土工数量が減少した。なおかつ、構造を上流側溪流保全工と同様の鋼製続枠構造とすることで、仮設索道によるコンクリート日打設量の制限を受けずに施工を行うことが可能となり、工期の短縮、並びに被災リスクの軽減効果が期待されている。

2号堰堤の設計見直しに引き続き、溪流の中腹に位置する1号堰堤（当初：透過型鋼製堰堤）についても施工位置、および規模の見直しを実施し、より施工時の負担を軽減して安全な工事が可能となる施工方法を選定したいと考えている。

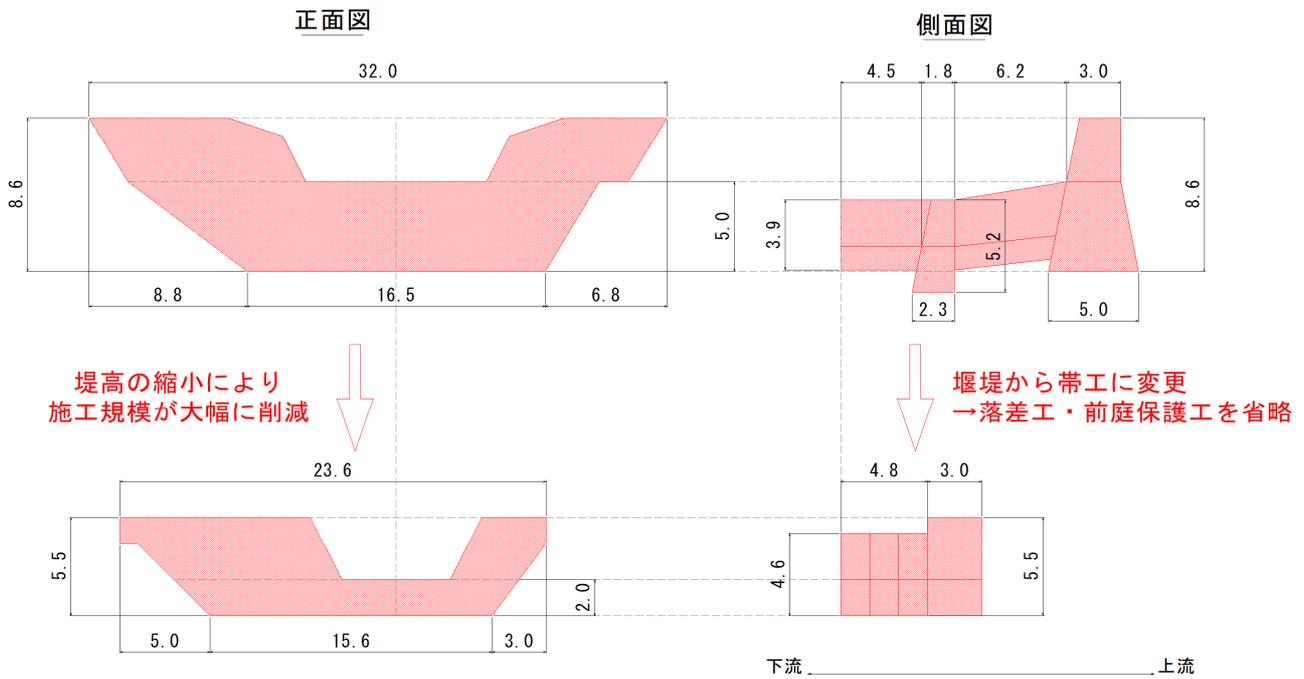


図-8 砂防構造物の規模見直し例（2号堰堤）

5. おわりに

鍛冶屋谷における砂防事業の事例から、事業開始当初に砂防全体計画を策定する際には、最重要事項となると考えられる土砂、流木の捕捉計画に加え、その溪流における地形特性や降雨時の挙動を十分に加味した施工計画を早期に立案することが重要であることが明らかとなった。

また、施工が長期化することの多い砂防事業においては、施工時に発覚した問題点、およびその解決策、そして現地条件の経時的変化を施工内容にフィードバックさせながら、必要に応じて全体計画を見直すなどの抜本的な計画修正を実施することの有効性を示すことができた。

今回の事例のように、厳しい条件の中で住民の安心・安全を守るために施工を行うより多くの現場において、柔軟な計画の見直しを行うことによって、事業に携わる人員の安全確保、並びに作業効率の向上が図られ、以ては事業効果の早期発現が得られる事を期待したい。

※本論文の内容は、筆者の前所属である奈良県県土マネジメント部、五條土木事務所工務第二課における業務に基づくものである

謝辞：最後に、本事業の計画・設計・施工に多大なる尽力を頂いている方々、並びに長年にわたり事業へのご理解・ご協力を頂いている地元の皆様方に、この場を借りて深く御礼申し上げます。