

現地発生巨礫を活用した鋼製構造床固工“鋼管枠工”の開発(その1)

— コンクリート搬入が困難な土石流危険渓流での設置例(朴木床固工^{ほおのき}の採用経緯) —

国土交通省川辺川ダム砂防事務所 与那嶺 淳, 川崎 裕之, 藤田 祥弘
(株)共同技術コンサルタント ○落合 文登, 甲斐 俊幸, 坂本 修一
JFE 建材(株) 浅井 信秀, 川部 泰弘

1. はじめに

深層崩壊が発生した下流堆積域では、次期出水で移動・拡大が懸念される多量の流木・土砂が残留していることが多く、災害発生ポテンシャルが集中し二次災害発生防止のための砂防事業の緊急性が高い区間でもある。また、深層崩壊は急峻な大起伏山地内で突発的に発生するため、新たな砂防計画の策定や事業計画の転換・修正が必要となる。一方、これらの地点で実際の砂防事業に着手するためには、アクセスとなる工事用道路がないことや急峻な地形条件により資機材運搬方法に制約が多く、施工性・経済性の観点からコンクリートを主体にする砂防構造物の採用が困難となるケースが多い。

本稿では、大規模深層崩壊を引き金として大量の不安定土砂と流木が残留する溪床内の水系砂防事業として、従来の砂防施設に代わり鋼管枠を構造体とし、現地発生巨礫を中詰め材とする“鋼管枠工(新工法)”を採用し、課題となる施工性・経済性を解決した事例を紹介する。

2. 対象地概要と砂防事業の課題

2005 年台風 14 号通過時に、一級河川球磨川水系川辺川流域福根沢(熊本県八代市泉町朴木地区)の流域内では、約 30 万 m^3 の深層崩壊が発生した(図-1)。このときの生産土砂は、生起確率 1/100 年の計画流出量の 93%に相当する土砂量と推定され、土砂発生が 1 単位斜面と局所的であり、当初の想定流出量(流域全体)と大きく異なる分布形態となった。すなわち、緊急性が高く砂防施設効果が早期に発現される区間は、流域内の限定された区間に絞られる(図-2)。

一方、対象地のアクセスは、標高 980m 付近まで林道(県林業公社所有)が構築されているのみである。また、流域内全体が各種法的規制(保安林、国立公園、県立自然公園)にかかる公園内にある。このため、砂防施設構築のためには、既設林道から施設予定地までの比高差(約 300m)・斜面勾配(30~40°)の厳しい地形条件の克服と、自然環境に配慮した砂防事業の展開(林況保存、地形改変のミニマム化、溪床の連続性確保等)が求められた。

対象地が有する厳しい地形条件と環境条件を考慮した場合、工事用道路の新設は極めて困難であり、運搬資材や施工機材・施設材料選定に大きな制約条件が発生する。そのため、仮設方法と併せて採用可能な砂防施設構造を念頭に置きながら、対応する施設構築に必要な施工機材・施設材料の最小化を同時に図る必要があった。この際、限られた工期内で気象条件(安定供給)や施工速度(運搬速度)に左右されることなく、施工の品質が確保できる仮設方法と施設構造体の構築が同時に求められた。

3. 工法採用までの流れ

対象地の砂防計画策定では、当面整備目標として溪床内に異常堆積している崩壊土砂(約 52 千 m^3)の固定化、再流出土砂の早期捕捉、及び崩壊土砂を 1 洪水で川辺川本川まで流出させないことを最重要課題として取り組んだ。施設配置に関する経済比較により、溪床固定・異常侵食防止(短期)、溪床勾配安定化と再移動異常堆積している崩壊土砂の動時の一時捕捉・堆積(長期)を目的とした施設構造体(床固工)の採用について検討した(図-2 及び図-3)。また、対象地外からの資材搬入の総質量を抑制するためには、現地発生材の有効利用は不可欠であり、現地に賦存する材料特性を見極めて土砂整備率向上を図るとともに、関連技術指針^{1),2)}に準拠しながら、対象地区が有する“場の特性”を考慮した発想で構造体の検討を行った。

工事用道路に代わる資機材運搬方法(モノレール・索道)の場合、コンクリート打設能力(打設時間を含む施工性及びこれに伴う品質確保)、さらにプラント設置による経済性等を総合的に比較判断すると、コンクリートを主体にする砂防構造物の採用は困難であり、コンクリートに代わる施設構造体の検討が必要であることが判明した。また、施工箇所が土石流通過部であるため、耐久性の低い砂防ソイルセメント構造や鋼製枠構造も不適と判断された。さらに、床固工に使用することの多い鋼製枠構造についても、径 1.4m の巨礫を含む土石流の流下が想定され、適用の妥当性は低い。これらの理由により、コンクリートを使用しない鋼製構造の採用について再検討を行った。この場合、従来の鋼製土石流対策施設であれば、L 型スリット構造¹⁾が採用されるが、本構造は有効高 3m を超える施設への適用を前提としており、有効高 2~3m 程度の床固工へ



図-1 被災後の調査地と施工箇所
(①: 2005 年深層崩壊, ②: 堆積域)



図-2 崩壊土砂の異常堆砂
(図-1 の②深層崩壊堆積域)

の適用は経済性において不利となる。一方、鋼製土石流制御工³⁾は流路整正・土石流制御をコンセプトとして開発された工法であり、有効高さの限定(標準2m)と併せて、土石流越流時の安全性・施設効果が担保されていない。すなわち、従来の鋼製構造では、対象地が有する課題を克服することが困難であった。

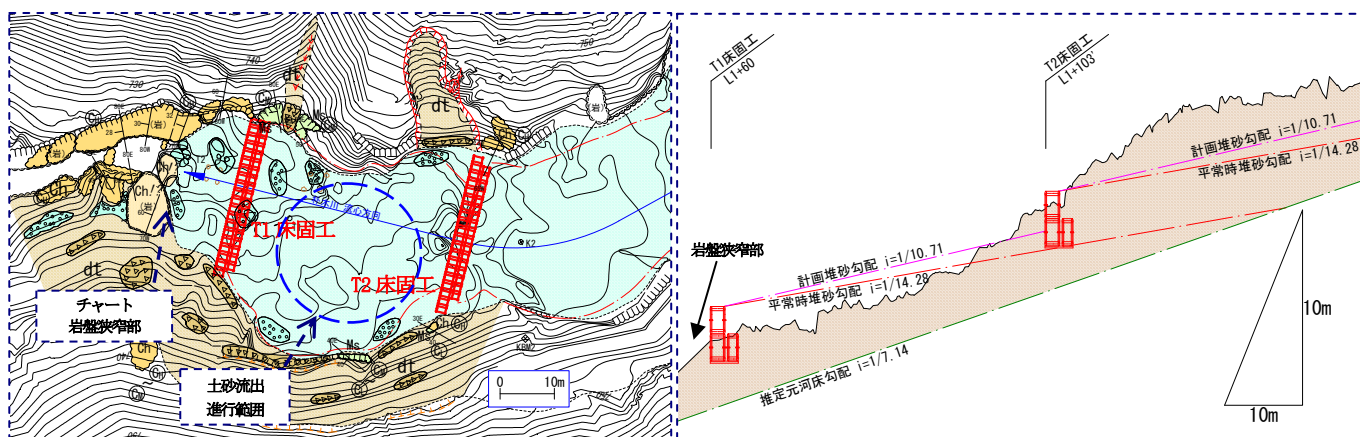


図-3 施設効果を考慮した床固工(T1, T2)施設配置計画平面図及び縦断面図(縦断面図から崩壊土砂の異常堆砂が分かる)

4. 鋼管枠工の開発コンセプトと具体的設計

最終的に、対象地であるT1及びT2施設における鋼製構造として、施工性・経済性に優れる**鋼管枠工**(新工法)を設計・採用した。**鋼管枠工**の構造と施工イメージを、図-4に示す。本構造は、組立などの施工性が高く、現地に散在する巨礫と組み合わせ安定性の向上を図れることから、小規模構造物においては適用性が高い。安全性能の評価は、鋼製枠工(不透過構造)に準拠して実施し、活発な土石

流が懸念される区間であるため、部材を大きく・強くしたという位置づけとした。開発コンセプトからは、次のような施設効果を期待できる。

①材料強度が大きく靱性に富む鋼管を採用したことにより、局所的な損傷に対する抵抗性が確保され土石流区間での採用が可能。

②鋼管枠背面は有効高さまで巨礫により保護・埋め戻し、床固工としての安定性を満足する構造とする。

ただし、鋼管枠表面は、土石・流水の通過による摩耗と多少の変形を許容した柔構造とする。隣接する鋼管枠間に重なるように巨礫を配置し噛み合わせ効果を高めるとともに、各構造を連結させて単体での移動・流出を抑制している(設計計算上は連結効果を考慮しない)。

③鋼製枠工では、現地発生材として径の小さい砂礫・礫・粗石への適用が限定されるが、鋼管枠工ではより大きな巨礫まで適用範囲が広い。構造的・機能的特徴から、根入りを確保する必要性が低い。中詰め材は空隙が多く流水の透過性が高く、将来的には植生生長が期待でき景観対策として優位である。

④運搬資材量が少なく施工が容易となるため、急峻な山間部での工事に適する。巨礫まで活用できるため、材料採取が容易である。また、径の小さい礫等の土砂は、巨礫の間詰めや背面の盛土にも活用できる。鋼材の使用量が比較的少ないことと、中詰め材を現地調達できることから経済的にも有利となる。

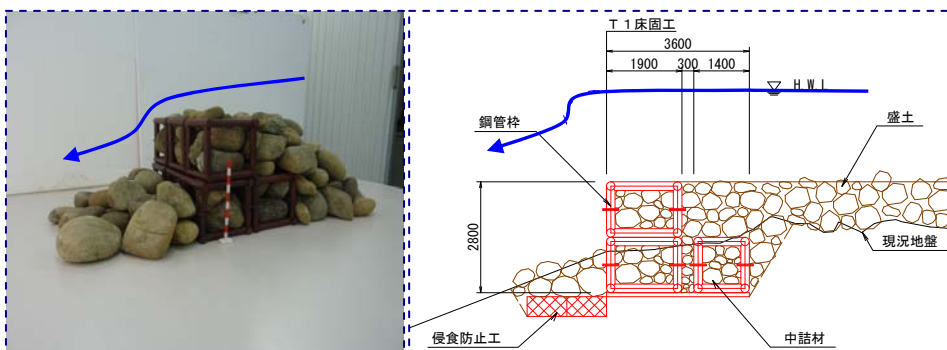


図-4 鋼管枠工施工イメージ(左:模型)とT1設計断面図(右)

5. おわりに

4に記載した設計方針により、2011年2月には、図-3に示したT2床固工の本体施工(鋼管枠54基:掘削～設置～埋戻し)を約1ヶ月で終了することができ、さらに下流の2期施工(T1床固工)に順次着手する予定である(図-5)。細部の設計・施工の詳細については、本稿と同時投稿している(その2)に記載・報告する。

【参考文献】～1)(財)砂防・地すべり技術センター(2010):鋼製砂防構造物設計便覧,pp.1-254.

2)国土交通省国土技術政策総合研究所(2007):砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)及び同解説,pp.1-139.

3)渡正昭ほか(2009):鋼製土石流制御工の開発,砂防学会誌,Vol.61,No.5,pp.42-45.



図-5 鋼管枠工施工後(2011年2月)