

無流水溪流対策施設の検討事例

国土交通省 中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 吉田桂治, 岡本明, 福山喜英^{*1}, 室井亮人
 アジア航測株式会社 ○辻原諒, 富田康裕, 本間文徳, 大橋一智, 菊地慎太郎, シャヘイコウ, 中村圭裕
^{*1}: 現 国土交通省 中部地方整備局 河川部

1. はじめに

令和4年3月に「無流水溪流対策に関する技術的留意事項(試行案)¹⁾」(以下, 試行案とする)が示されて以降, 無流水溪流対策施設の調査, 計画, 設計の検討が実施されている。無流水溪流対策施設は, 試行案に示される特徴を有し, 地形等の制約により従来の砂防堰堤の施工が困難な箇所に計画される施設である。現在, 新工法の開発が進められているが, 無流水溪流対策施設は設計事例が少なく, 施設を選定するにあたっての評価指標等の知見が未だに乏しいため, 対策工法の特徴や設計上の留意点の蓄積が重要である。

本検討では, 無流水溪流における土石流・流木対策として, 建設技術審査証明取得済みの工法に加え, 未取得の新工法を含めた計5工種について特徴等を整理し, 無流水溪流対策施設の施設配置や構造形式について検討したため, この概要を報告する。

2. 対象溪流の特徴

対象溪流は, 流域面積が0.016km²と小さく, 溪床勾配が1/5.3 (10.7°)と急勾配な溪流であり, 土石流対策施設は未整備である。また, 溪流内に常時流水は無く, 流下跡は認められないなど試行案に基づく無流水溪流の特徴を有する溪流である(図1)。谷出口直下に保全対象が存在し, 溪流出口の扇状地には多くの人家等の保全対象が分布しており, 土石流・流木対策施設の整備が必要な溪流である。一方で, 谷部の左右岸の地形が急峻で, 通常の砂防堰堤では施設規模が溪流の規模に比べて著しく大きくなってしまいうため, 試行案に基づく無流水溪流対策施設を検討した。

対象溪流の計画流出土砂量は, 簡易貫入試験により溪床不安定土砂の層厚を調査し, それを基に算出した移動可能土砂量750m³ (1,000m³以下)を採用した。



図1 対象溪流の特徴

表1 対象溪流の特徴

流域面積	0.016km ²
常時流水の有無	無
流下跡の有無	無
流末の状況	流路未整備
溪床勾配 1/n (土砂の移動形態)	1/5.3 (10.7°) (土石流流下・堆積区間)
計画流出土砂量	750m ³
計画流出流木量	29m ³
最大礫径 D ₉₅	0.3m

3. 無流水溪流における構造物の選定の流れ

無流水溪流対策に適用する構造物については, 試行案に準拠し, 図2の選定フローに従い透過型(無流水溪流対応)を選定した。対象溪流の最大礫径D₉₅は0.3mであり, 「新編・鋼製砂防構造物設計便覧<令和3年版>」による礫径の閾値0.2mより大きな礫が分布していることから, 透過型の適用が可能であると判断した。なお, 無流水溪流対策施設の最大設置高は, 5.0m程度であり設計条件によっては6.0mまで対応可能となる。

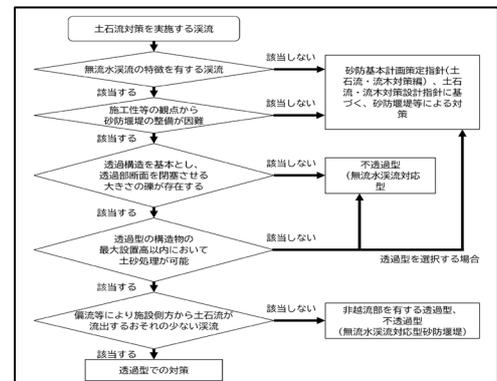


図2 無流水溪流対策施設構造物選定フロー

4. 無流水溪流対策施設の概要

無流水溪流対策施設は, 基礎の型式により直接基礎(コンクリート基礎)(表2)と杭基礎(表3)に大別される。

直接基礎の工法は, ①JD フェンス(建設技術審査証明を取得済), ②スリットバリア(建設技術審査証明を申請中), ③VCCO型(NETIS登録番号:KT-190075-A)の3工法がある。①JD フェンスは鋼管とH型鋼を組み合わせた構造である。②スリットバリアは, 鋼管をボルトにより組み立てた構造である。③VCCO型は, コンクリート充填鋼管柱とそれを支える底版コンクリートからなる片持梁形式の逆T型構造である。

杭基礎の工法は、④アーバンガード（建設技術審査証明を取得済）と⑤サステナブルバリア（建設技術審査証明を申請中）の2工法がある。両者ともに杭基礎構造の支柱とネット等を組み合わせた構造である。

5. 無流水溪流対策施設を検討する際の留意点

5.1. 施設効果量の設定における留意点

直接基礎の無流水溪流対策施設では、計画土石流発生（流出）抑制量を「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説、平成28年4月²⁾」（以下、計画策定指針解説とする）に示されている透過型砂防堰堤と同様に計上するが、杭基礎の場合は試行案や計画策定指針解説に計画土石流発生（流出）抑制量の考え方について明記されていない。そのため杭基礎の場合、底版コンクリートのような面的な基礎構造を有さないことから、溪床の洗堀が抑制できない可能性が高いと考え、計画土石流発生（流出）抑制量を見込まないこととした。その結果、計画土石流発生（流出）抑制量を見込む直接基礎では有効高が2.0m、見込まない杭基礎では有効高が3.0mと施設規模に違いが確認された。

5.2. 施設設計における留意点

杭基礎は、支柱を基礎地盤まで貫入し支持力を確保するため、杭長を長くすることで安定性を確保することが可能である。一方で、直接基礎で地盤支持力が不足する場合は、地盤改良が必要となるため、基礎地盤の地質状況に応じた工法を選定する必要がある。

対象溪流は、GL-5m程度までN値が10未満の軟弱な地盤であり、許容地盤支持力が30kN/m²程度と想定されたため、直接基礎の工法では支持力不足であると判断した。一方で、杭基礎工法が安定条件を満足する

ためには、8.0mの根入れが必要であることを確認した。

5.3. 施工計画における留意点

特に杭基礎の無流水溪流対策施設の施工では、基礎地盤が悪く支柱が長くなる場合、その支柱長に応じて搬入に必要な車両が大型となるため、資機材搬入経路の検討及び現道の通行可否を確認する必要がある。資機材搬入経路が確保できない場合は、地盤改良及び直接基礎で対応するなど、現地の施工条件にあわせた工法を選定する必要がある。

対象溪流までの資機材搬入経路については、現道幅員等を計測するとともに、軌跡旋回図を用いて杭基礎の工法の資機材が搬入可能であることを確認した。

6. おわりに

試行案に基づき建設技術審査証明取得済みの工法に加え、未取得工法を含めた計5工種の無流水溪流対策施設の特徴や対策に係る調査・設計上の留意点等を把握し、設計検討を行った。対象溪流の設計では、軟弱な基礎地盤において工法を選定する際の留意事項や、資材搬入時の留意事項を把握することができた。無流水溪流の特徴をふまえ、効果的・効率的な対策を推進していく必要があるため、今後も無流水溪流対策施設の検討事例が蓄積され、試行案の改定の基礎資料となることが期待される。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局砂防部（令和4年3月）：無流水溪流対策に係る技術的留意事項（試行案）
- 2) 国土交通省 国土技術政策総合研究所（平成28年4月）：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説

表2 無流水溪流対策施設の対策工法（直接基礎）

製品名称	JDフェンス【FE建材(株)】	スリットバリア【日鉄建材(株)】	VCCO【(株)共生】
認 証	建設技術審査証明（技術証第1802号）【平成30年10月取得】 一般財団法人 砂防地すべり技術センター	建設技術審査証明 申請中（令和6年9月時点）	-
工 法 イ メ ージ			
技 術 概 要	小規模溪流に設置する土石流および流木の捕捉を目的とした鋼製透過型土石流・流木捕捉工である。 ・土石流・流木を捕捉するために構材(鋼管)を密に配置し、柱間に隙が直撃しない合理的な構造となっている。 ・柱と杭を一体化した杭基礎（回転鋼管杭タイプ）も開発されている。	・現場条件・状況に応じて部材間隔を設定できることから、小径礫を含む後流流対策など土砂捕捉効果の向上が図れる。 ・ユニット構造としていることから、一般的な直線的な施設配置のほか、「施設端部からの礫などの回り込みを防止するような配置」や「等高線に沿って保全対象を囲うような配置」も可能である。	・コンクリート充填鋼管柱（CFT）とそれを支える底版コンクリートからなる透過型の土石流・流木対策工である。 ・底版コンクリートの基礎鋼管構造によってCFT柱の崩壊が可能となるため、除石や除木が容易である。
主 な 使 用 材 料	H鋼、鋼管、熱間圧延鋼板	単柱構造	支柱（角型CFT柱）、基礎鋼管、アンカー鉄筋
適 用 範 囲	スリット高：2.0～5.0m	スリット高：2.0～5.0m	スリット高：2.0～5.0m

表3 無流水溪流対策施設の対策工法（杭基礎）

製品名称	アーバンガード【(株)プロテックエンジニアリング】	サステナブルバリア【東亜グラウト工業(株)】
認 証	建設技術審査証明（技術証第2001号）【令和2年2月取得】 一般財団法人 砂防地すべり技術センター	建設技術審査証明 申請中（令和6年9月時点）
工 法 イ メ ージ		
技 術 概 要	小規模深流に適用できる透過型砂防堰堤（閉塞タイプ）と同等の機能を有する土石流・流木捕捉工である。 ・弾性範囲内の設計のため、除石をすることで繰り返し土石流・流木の捕捉が可能である。	・無流水溪流対策に係る技術的留意事項（令和4年3月）に準拠した土石流・流木捕捉工である。 ・着脱式支柱構造の採用により、支柱が変形した場合でも交換が可能であるため、施工性および維持管理が容易である。
主 な 使 用 材 料	支柱（LST鋼管）、ワイローブネット、ワイヤネット	支柱（鋼管（STK490材））、ローブ、リングネット
適 用 範 囲	支柱間隔：2.0～5.0m、欄高：2.0～6.0m程度（支柱耐力）	支柱間隔：2.0～8.0m、欄高：2.5～5.5m程度