

Point

砂防堰堤の設計では土石流を安全に捕捉できるように、流下状況を想定して位置・向きを設定することが重要です。土石流数値シミュレーションを用いて、湾曲部に配置される砂防堰堤への土石流の影響を把握し、設計の妥当性を検証する手法について紹介します。

砂防堰堤設計への土石流数値シミュレーション適用

建設統括本部 砂防設計センター 木村 啓祐、森 克味、樋田 祥久

※本報告は、「砂防堰堤設計における土石流数値シミュレーション適用事例」平成26年度砂防学会研究発表会概要集（木村啓祐、森克味、樋田祥久）をもとに作成しました。

はじめに

砂防堰堤の設計では、現地調査等を実施し、溪流方向や斜面の向き等の地形を把握したうえで、土石流を安全に捕捉できる位置・向きを設定します。

計画位置は溪流の直線部に配置することが原則ですが、地形条件や支障物の関係からやむを得ず湾曲部に配置する場合があります。湾曲部に砂防堰堤を配置する場合は、洪水や土石流による袖部（洪水や土石流を水通し部以外で越流させないための壁）への影響を考慮し、土石流の流心・流向を想定して砂防堰堤の向きを適切に設定する必要があります。

土石流発生時の氾濫範囲等、災害規模の予測に使用されている土石流数値シミュレーションを適用し、湾曲部に配置された砂防堰堤に対する土石流の影響について検証しました。

現地状況を踏まえた砂防堰堤袖部への影響検討

砂防堰堤の向きは、袖部に洪水や土石流が衝突し、洗掘等による袖抜けが生じないよう、極力流心線に対して直角とすることが基本となります¹⁾。

また、未満砂時と満砂時では土石流の流下が異なるため、袖部への土石流の影響は堆砂状況に応じて想定する必要があります(図1)。

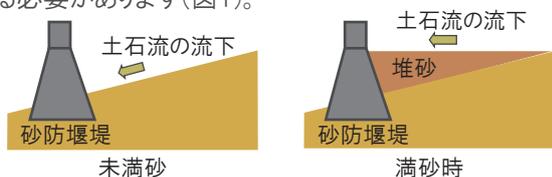


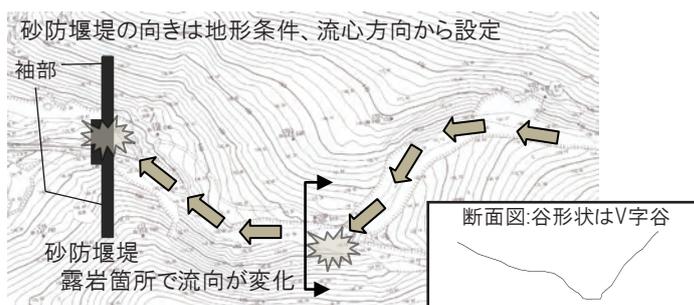
図1 堆砂状況による土石流の流下イメージ

対象とした溪流(表1)の計画堰堤位置は、右岸側に支溪、左岸側に露岩があるV字谷地形で、右岸側支溪からの土砂を捕捉するため、湾曲部の谷出口に堰堤を配置する必要があります。土石流は未満砂時には堰堤中央部に流下すると考えられますが、満砂時には堆砂によって谷幅が広くなり、土石流が左岸側の溪岸地形に沿って流下し左岸側の袖部に直撃する可能性があります(図2)。

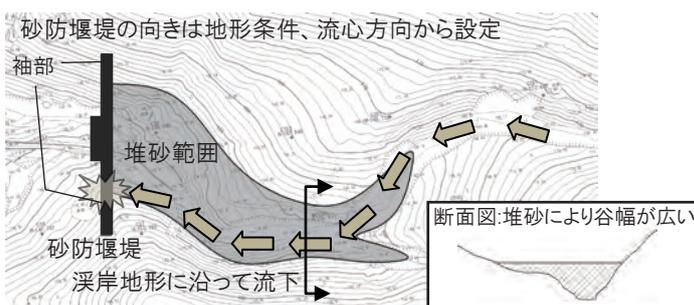
左岸側の袖部への土石流の影響について、土石流数値シミュレーションによる検証を行いました。

表1 溪流諸元一覧

項目	対象溪流
流域面積	0.11km ²
現溪床勾配	1/5.6
土砂含有を考慮した流量	5.3m ³ /s
土石流ピーク流量	62.5m ³ /s
計画流出土砂量	3,100m ³
最大礫径(D95)	0.9m



土石流流下方向(未満砂時)



土石流流下方向(満砂時)

図2 現地条件から想定される土石流流下方向

土石流数値シミュレーションの適用

(1) 土石流数値シミュレーションの概要

計画堰堤袖部への土石流の影響について把握するうえで、土石流の平面的な広がりや堆砂状況の確認が重要となるため、平面2次元の解析が必要です。また、山地の微地形は土石流の堆砂状況を変化させ、流況を変化させると考えられます。

このため本検証では、航測レーザプロファイラ計測データ(LPデータ)から山地の微地形を計算メッシュに反映し土石流の堆砂と流況を確認できる土石流2次元氾濫シミュレーション(Hyper KANAKOシステム²⁾)を採用しました。

解析では、谷の上流端より三角形ハイドログラフかつ一定濃度の土石流を流下させ、土石流の堆砂状況を踏まえた流下特性を把握しました。

なお、土砂濃度は上流端の現況河床勾配の平衡土砂濃度に基づいて設定しました。

(2)土石流数値シミュレーション結果

土石流数値シミュレーションは未満砂時・満砂時の2ケースで実施しました。土石流の流下状況は、時間ごとに出力される堆砂深の下流端を土石流の先端と考え、土石流の流向を想定しました。

①未満砂時(図3左)

谷地形がV字谷であるため、土石流は溪流内を通過し、計画堰堤中央部に流下する結果となりました。

②満砂時(図3右)

満砂後では溪流内の広い範囲で堆砂しますが、左岸側への堆砂があまり見られなかったため、土石流が計画堰堤の袖部に衝突する現象はみられず、計画堰堤中央部に流下する結果となりました。

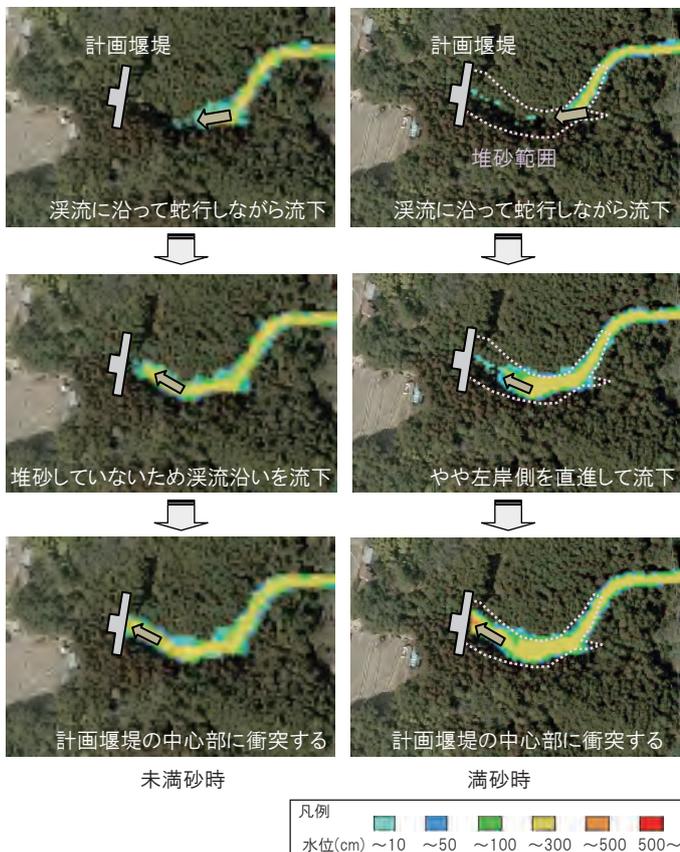


図3 土石流数値シミュレーション解析結果

(3) 計画砂防堰堤の位置・向き の妥当性

土石流数値シミュレーションを実施した結果、現地条件から想定した左岸側袖部への土石流の直撃は発生しない結果となりました。

このため、計画した砂防堰堤の位置・向きについては、想定した条件下においては安全に土石流を捕捉すると判断しました。

(4) 今後の課題

計画堰堤への土石流の影響については土石流の動態から概ね把握することができましたが、下記の課題が挙げられます。

①土石流フロント部や流向について

土石流の水深、堆砂深で解析結果を出力することによって土石流の流下方向をある程度想定できましたが、正確な判断のためには、土石流フロント部の位置や土石流の流向も表現する必要があります。

②地形条件について

浸食を考慮しない固定床を地形条件として解析を行いました。不安定土砂の堆砂や露岩等、固定床と移動床が混在している地形条件では、土石流による渓床・溪岸浸食が生じるため、これらの地形変化状況が土石流の堆砂深や流向等に反映されることが必要です。

おわりに

今後は上記の課題に対し、流向ベクトル図等により流向を明確に表現することや現況の地形変化を反映すること等を行い、砂防堰堤に対する土石流の流下状況を明確に把握できるよう改善してまいります。

また、砂防堰堤設計に妥当性の検証方法として土石流数値シミュレーションを積極的に活用し、安全性の高い砂防堰堤が整備できるよう、システム改良を提案してまいります。

〔出典〕

- 1)建設省(1988), 砂防施設の設計・施工に関する研究, 第42回建設省技術研究会報告(昭和63年度), pp.21-23
- 2)堀内ほか(2012), LPデータを活用した土石流シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発, 砂防学会誌, Vol.64, No.6, pp.25-31