

斜面崩壊の時系列を考慮した土石流流向の検討事例

いであ株式会社 ○上葛 健太・森 克味・木村 啓祐

1. はじめに

砂防堰堤の計画位置は流域全体を包括でき効率的に土砂の捕捉が可能であることから、出来る限り下流に配置することが原則である。しかし、不明瞭な谷地形等、地形・地質条件によって隣接溪流への越流などにより計画堰堤位置まで土石流が流下しない可能性がある。

本検討では近年、土石流発生時の氾濫範囲や災害規模の予測等に使用されている土石流数値シミュレーションや、地すべり性崩壊の被害範囲や発生順序の予測に使用されている地すべり発生運動統合シミュレーションを適用し、隣接溪流への越流等の土石流流下形態を踏まえた、砂防堰堤の計画位置の妥当性について検証した。

2. 対象溪流の流域概要

対象溪流は、流域面積 $A=0.18\text{km}^2$ 、流路長 $L=1.0\text{km}$ 、平均溪床勾配 $I=1/4$ と比較的規模の小さい溪流である。

流域内は常時流水がほとんどないが、谷出口付近で湧水がみられるため、溪流内では伏流しているものと考えられる。下流域においては右岸側の尾根が低く、ボーリング調査の結果、右岸側の尾根は土石流堆積物で構成されている。特に北側に隣接する溪流は急な山腹斜面を抱えており、対象溪流に隣接した箇所では山腹斜面の崩壊跡がみられる。このため、下流域においては右岸側の低い尾根を乗り越えて北側の隣接する溪流へ流下する可能性があり、さらに山腹斜面の崩壊が進み尾根が崩壊することによる隣接溪流への土石流の流下が考えられる。

表-1 溪流諸元一覧表

項目	設定値
流域面積	0.18km ²
現溪床勾配	1/4.0
土砂含有を考慮した流量	7.0m ³ /s
土石流ピーク流量	37.0m ³ /s
計画流出土砂量	5,200m ³
最大礫径 (D95)	0.5m

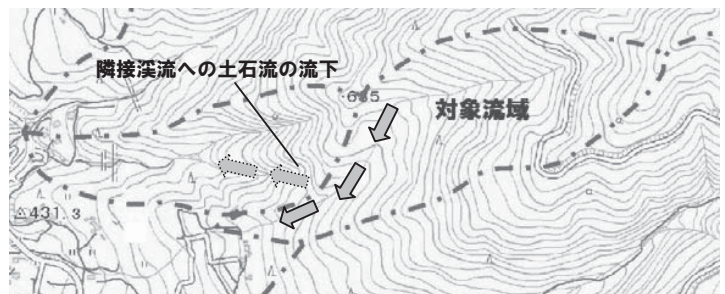


図-1 流域図

3. 土石流数値シミュレーション(Hyper KANAKO)の適用

土石流の隣接溪流への流下を把握する上で、土石流の平面的な広がりや堆積状況の確認が重要となるため、平面2次元による解析が必要である。また、山地の微地形は土石流の堆積状況を変化させ、流況を変化させると考えられる。このため、本検討では、LPデータから山地の微地形を計算メッシュに反映でき、土石流の堆積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 1) を採用した。

土石流2次元氾濫シミュレーションでは右岸側の低い尾根を乗り越えるような土石流の流下の可能性について検討を行った。

この結果、現況の地形条件において右岸側の尾根を乗り越えず、溪流内を土石流が流下し、隣接溪流への流下は発生しない結果となった。

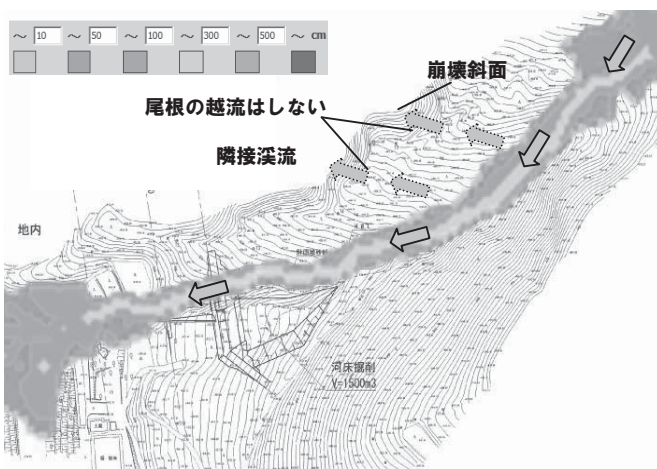


図-2 土石流数値シミュレーション結果 (土石流流動深)

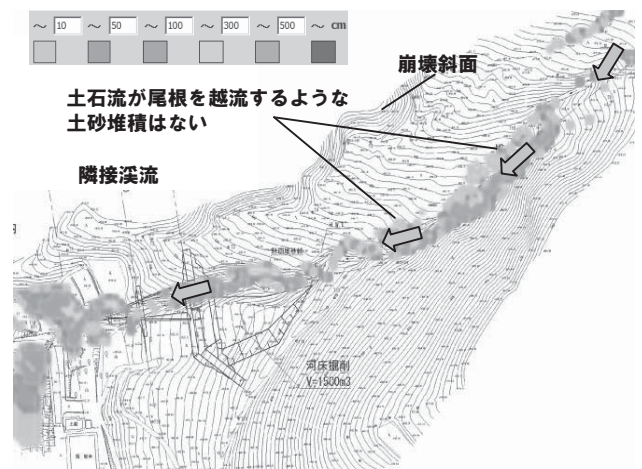


図-3 土石流数値シミュレーション結果 (堆積深)

4. 地すべり発生運動統合シミュレーション(LS-RAPID)の適用

LS-RAPID は、山腹を移動する地すべり土塊が、豪雨時の間隙水圧がかかるとどのように挙動するのか、流域内の斜面でどこが相対的に早く移動するのか、これらの事象を解析・検証できるシミュレーションである。

本検討では、右岸側の低い尾根の崩壊による影響を把握するために、以下の2ケースで検討を行った。

1) CASE-1：対象流域内のみで斜面崩壊条件を設定

- ①本川源頭部と支溪の頂部で斜面崩壊が発生する。
- ②それぞれ崩壊した土砂が下流に流下する。支溪の崩壊土砂は斜面中腹で停止した。
- ③本川から流出した土砂は引き続き流下し、支溪の崩壊土砂と合流後、さらに流下する。
- ④流出土砂は谷出口まで流下した。本川源頭部脇の斜面上部で一部崩壊が発生するが、すぐに停止した。

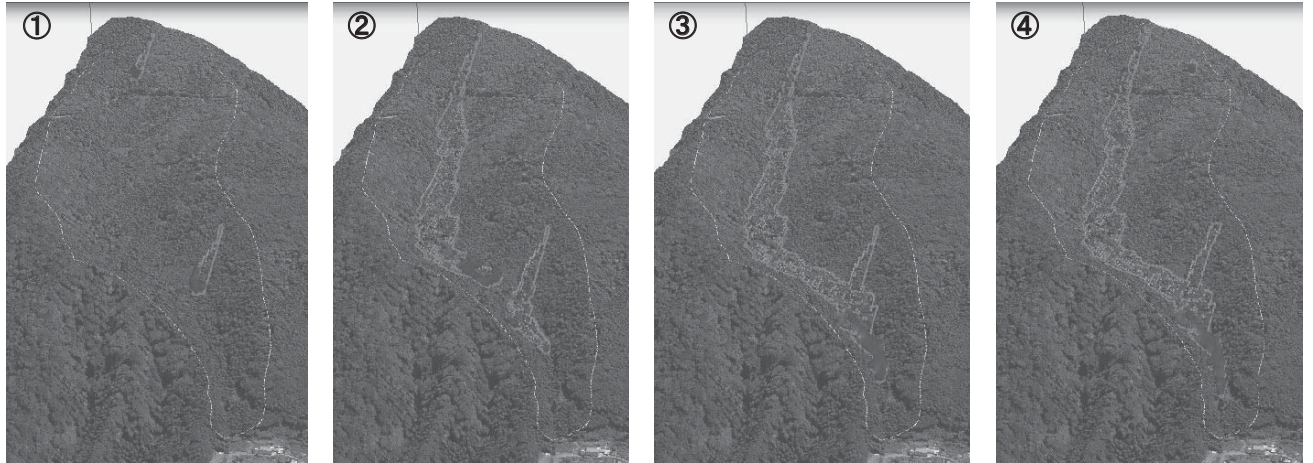


図-4 LS-RAPID 解析結果 (Case-1)

2) CASE-2：隣接流域も含めた全体で斜面崩壊条件を設定

- ①隣接溪流との境界尾根地点の山腹で斜面崩壊が発生する。
- ②崩壊した土砂が隣接溪流の谷出口まで流下する。その後、本川源頭部と支溪の頂部で斜面崩壊が発生する。
- ③それぞれ崩壊した土砂が下流に流下する。支溪の崩壊土砂は、CASE-1と同様に斜面中腹で停止した。
- ④本川から流出した土砂は、崩壊した隣接溪流との境界尾根を乗り越えて隣接溪流側に流入・流下した。

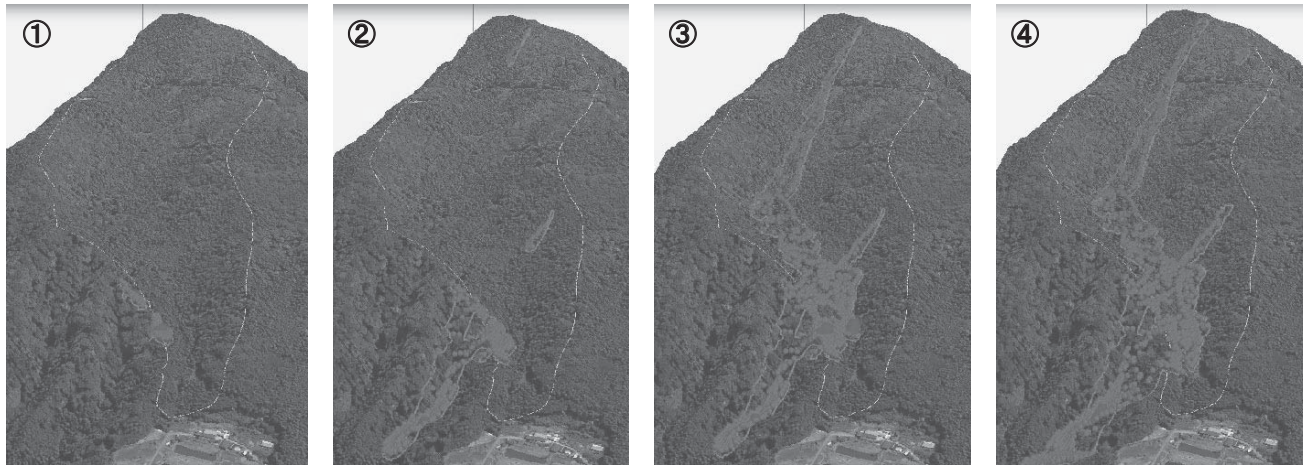


図-5 LS-RAPID 解析結果 (Case-2)

この結果、CASE-1 では Hyper KANAKO と同様に、尾根を乗り越えずに溪流内を流下する結果となったが、CASE-2 では尾根を乗り越えた流向に変化する可能性が示された。そこで、砂防堰堤の計画位置は、谷出口付近ではなく、この尾根よりも上流で補足できる斜面中腹での配置が妥当であると判断した。

6. 今後の展望

近年、土石流氾濫や斜面崩壊等の数値シミュレーション技術が進歩し、技術者が比較的簡単に活用することが可能となってきている。一方、それらの技術を有効に活用する技術を高めていくことも重要になってきている。

本稿では、土石流数値シミュレーション「Hyper KANAKO」と、地すべり性崩壊の被害範囲や発生順序の予測に使用されている地すべり発生運動統合シミュレーション「LS-RAPID」の両シミュレーションを行い、そのシミュレーションの特性や計算結果の違いを把握した。今後は、これらの技術の更なる向上と、砂防計画や設計等の実務に積極的に活用し、防災、減災事業の一助となることを期待する。

参考文献 1)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, p.25-31,2012

2)木村啓祐, 森克味他 砂防堰堤設計における土石流数値シミュレーションの適用事例, 平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集(B)