

土石流シミュレータを用いた土石流発生時の避難経路の検討 Study on evacuation route from debris flow using debris flow simulator

○糸数 哲・中谷加奈・山野井一輝・藤田正治

○Tetsushi ITOKAZU, Kana NAKATANI, Kazuki YAMANOI, Masaharu FUJITA

To prevent losses of human life caused by sediment disaster, the warning and evacuation system have been advanced. To obtain information of the safety evacuation route and shelter from debris flow, we applied debris flow simulator Hyper KANAKO system to a debris flow prone torrent in Kyoto Prefecture. In this study, we set landform data using digital elevation data. We also changed the landform partly to consider the artificial channel depth and building height. We set the supplied hydrograph using assumed rainfall intensity (88.9 mm/h) from Iwai's method. We set recurrence intervals of the assumed rainfall intensity as 100 years. Sediment volume of debris flow was estimated from assumed slope failure area rate (5%) and depth (1.5 m). The simulation results showed that part of the sediment moved down through the channel and sediment overflowed where channel becomes shallow. The results also showed that the flooding flow concentrated in the passageway under railroad which is narrow and located low.

1. 背景と目的

土砂災害の発生による人的被害の防止・軽減を図るため、警戒避難体制等の強化が進められている。その中で、土砂災害発生時の避難所や避難経路の安全度を事前に把握しておくことは、避難行動（垂直避難・水平避難）や避難経路を選択する上での重要事項である。土石流数値シミュレーションは、土石流の氾濫・堆積過程を確認して、より現実的な避難行動の検討を行うために有用なツールである。土石流の流下・堆積は、扇状地の勾配だけでなく流路工や家屋等の構造物にも影響を受けると考えられることから、避難経路等の安全度を検討するためには、構造物の影響も考慮した上で土石流シミュレーションを行う必要がある。本研究では流路工や家屋等を考慮した上で土石流シミュレーションを行い、土砂の堆積範囲や浸水範囲を基に土石流発生時の避難所や避難経路の安全性の検討を行う。

2. 解析対象地および解析方法

京都府内の土石流危険溪流（流域面積：0.13 km²）を対象に解析を行った。解析対象溪流の下流側は土砂災害警戒区域に設定（指定予定）されており、警戒区域内には避難所や要配慮者施設等が存在する。解析対象溪流は流路工に導流されて

おり、流路工沿いには家屋等が存在する。本研究ではHyper KANAKOシステム¹⁾を用いて土石流数値シミュレーションを行い、構造物を考慮した上での土石流の氾濫範囲等から避難所や避難経路の安全度の検討を行った。

流路工の断面については、京都府からのデータをもとに流路工の幅および深さを設定し、家屋の高さは、家屋の階数から設定した。

計算時の供給ハイドログラフは、京都地方気象台の雨量データ（1930～2015）から岩井法を用いて算定した1/100年確率の時間雨量（88.9 mm/h）から作成した。ここでは流出率を70%とし、土石流の継続時間を300秒としてハイドログラフを設定した（図1）。0.01秒間隔で計算を行い、計算時間を600秒とした。砂礫密度を2,650 kg/m³、流体相密度を1,180 kg/m³とし、氾濫域のメッシュサイズは1 m×1 mに設定してシミュレーションを行った。

入力土砂量は、降雨強度と崩壊面積率の関係²⁾を参考に崩壊面積率を5%とし、平均崩壊深を1.5 mと仮定して崩壊土砂量を算定した。算定した崩壊土砂量（6,339 m³）を土石流発生溪流上に堆積させ、上流からの水の供給によって土石流を発生させた。土砂の粒径は、対象溪流の河床礫の大きさを考慮して、5 cmとした。

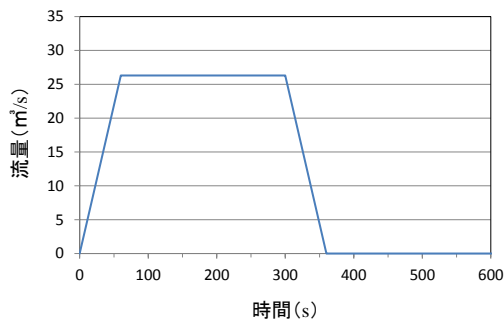


図1 入力ハイドログラフ

3. 結果

図2に、計算開始から600秒後の土砂の堆積厚を示す。流路工を考慮した場合、流出土砂の一部は土石流発生溪流の下流側に氾濫・堆積するが、一部は湾曲した流路に沿って流下方向が変わり、流路工の深さが減じる住宅地(図2中の○印)で土砂が流路工から溢れる可能性があるため、当該地域は流路工からの土砂の氾濫に注意する必要がある。この結果から、斜面崩壊等によって比較的大量の土砂が生産された場合には、土石流発生溪流の下流側に位置しない場所での土砂の堆積に留意する必要があることが分かった。

次に、計算開始から600秒後の痕跡(堆積厚+流動深の最大値)を図3に示す。土砂の堆積範囲(図2)に重複しない範囲は浸水範囲を示している。この結果から、土石流発生溪流の下流側に氾濫した流れが道路等に沿って流下し、線路下の通路(図3中の○印)に集中する可能性があることが分かった。流れの集中が予想される通路は幅員が狭く、流れの水深が大きくなる可能性があるため、避難経路として通行する際には特に注意が必要である。

本研究を行うにあたり、京都府砂防課より貴重なデータの提供を受けた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 堀内ら(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, p.25-31.
- 松村ら(2015): 2014年8月の豪雨による兵庫県丹波市で発生した土石流災害, 砂防学会誌, Vol.68, No.1, p.60-67.

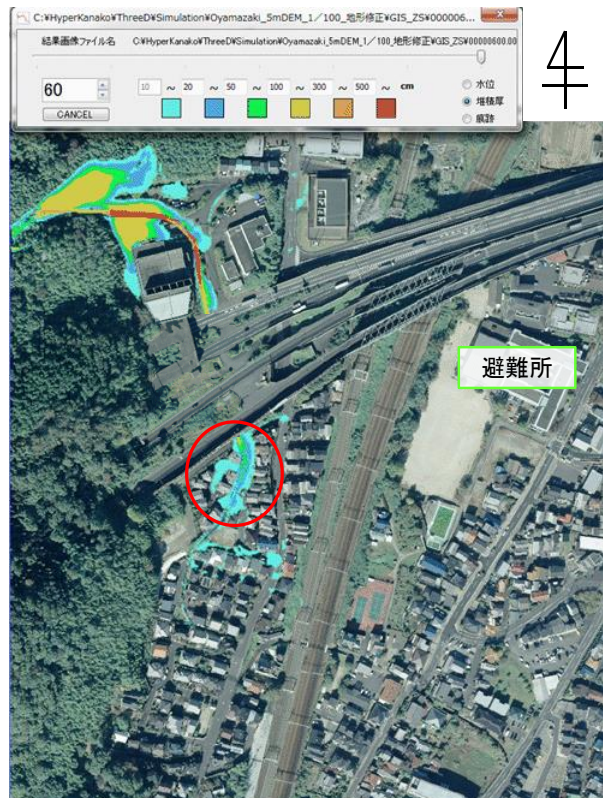


図2 シミュレーション結果(堆積厚)

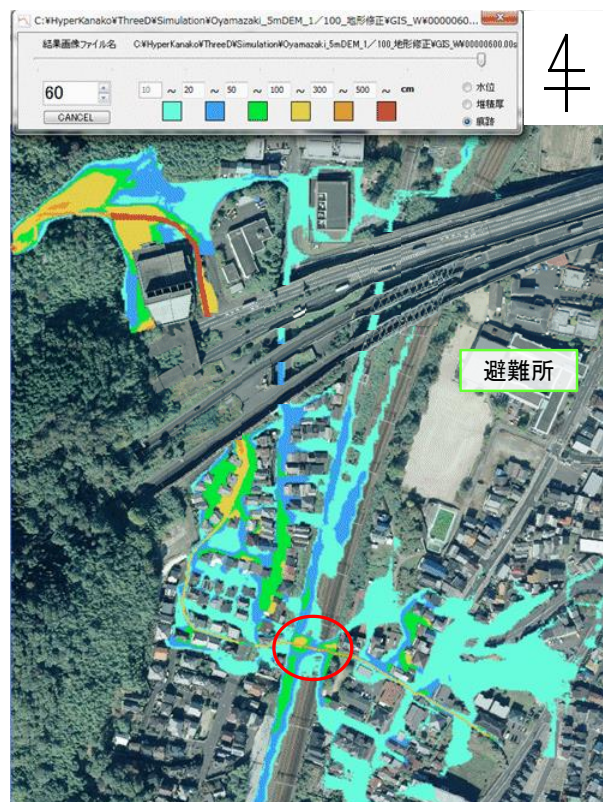


図3 シミュレーション結果(痕跡)