

GIS を用いた警戒避難支援システムに関する研究

鳥取大学工学部 フェロー会員 道上正規

筑波大学農林工学系 正員 宮本邦明

DPTC. Min. WR. HMG. Nepal 正員 PRADEEP THAPA

(株) 日建技術コンサルタント 正員 小倉優一

1. はじめに

我が国には、7 万余りもの土石流危険渓流が存在する。その内ハード的な対策により整備されているものは 2 割弱しかない。このようなことから当面は土石流災害から人命を守るためにハードな対策を進めると共に、災害が発生し得る場合には事前に安全な場所に避難するといった警戒避難体制の整備が重要である。本研究では、1996 年に土石流災害が発生した姫川支川の長野県小谷村蒲原沢を例に取り上げ、崩壊が発生する可能性がある地点を選択する。そしてその崩壊を対象として、検知・避難支援システムについて GIS Network Analyst を用いて検討している。

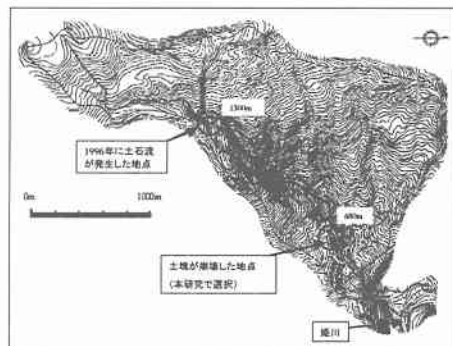


図-1 蒲原沢流域平面図

2. 崩壊土塊の数値解析

警戒避難支援システムを検討するにあたり、対象とする崩壊土塊の挙動に関する数値シミュレーションを行なった。崩壊土塊は図-1 に示す箇所で発生すると仮定している。これは、姫川合流点に形成されている土石流扇状地の扇頂部にある砂防ダム(図-3 に示されている砂防ダム)

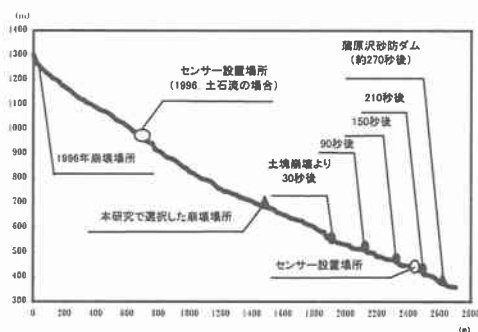
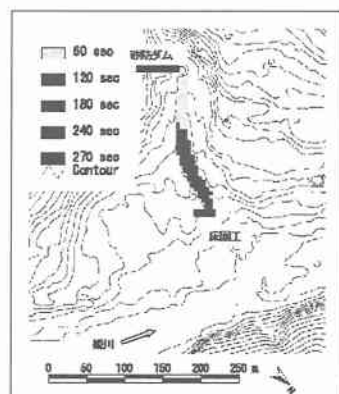
図-2 蒲原沢本川河床縦断面図
(崩壊土塊が発生してから時間と崩壊土塊の距離)

図-3 崩壊土塊氾濫の時間的変化図

より約 860m 上流の地点になる。数値シミュレーションの結果を図-2 と図-3 に示す。図-2 には土塊の到達時刻が、崩壊の発生からの時間で表わされている。図-3 には扇状地における崩壊土塊の時間的変化が示されている。数値解析の結果、崩壊土塊は発生してから約 270 秒後に砂防ダム地点に到達し、砂防ダム通過後は流路工に沿って流れ、砂防ダム到達時刻のさらに約 270 秒後に床固工が施工されている箇所あたりで止まった。なお、砂防ダム地点での土塊先端部の速度は、ほぼ人が歩く速度に等しく、約 1.2m/s である。

3. GIS データベースの構築

本研究では、扇頂部の砂防ダムが工事中であることを想定し、GIS データベースには、工事関係者の位置として砂防ダム地点、避難用経路、避難場所を入力した。なお、参考のため、さらに蒲原沢災害時の工事作業員の配置、作業用道路等を入力している。図-4 に入力データの出力図を示す。



図-4 蒲原沢データ図

4. 避難解析

GIS Network Analyst を用いて避難行動シミュレーションを図-4 上で行い、崩壊土塊の運動に関する数値シミュレーション結果（図-3）と対応付け重ね合わせることで、検知・避難支援システムの検討を行った。避難行動の仮定として、1) 避難者は指定した道路のみを使い避難する 2) 避難者の移動速度は 1.2m/s とする 3) 避難行動は、検知センサーにより崩壊土塊の通過を検知して判断・情報伝達や避難準備等に要する 30 秒の避難準備時間を経て、避難開始とする、を設定し避難の可能性を調べた。結果は、土塊の数値シミュレーション結果からも明らかのように、土塊を避難開始地点（砂防ダム地点）到達の 30 秒以上前に検知できた場合安全に避難することができる。図-5 は検知が砂防ダム到達 30 秒前になされたとして、土塊の砂防ダム到達 80 秒後の避難者の位置と土塊の到達範囲を比較したものである。図-5 に示すように避難行動開始から 80 秒後には、避難者は崩壊土塊から安全に避難することができることが理解される。土塊が砂防ダムに到達する時刻より 30 秒前の土塊先端の位置は、数値シミュレーションによれば、およそ 40m 上流の地点である。したがって、検知センサーをそれより上流の任意の地点に設置すれば、この崩壊による直接的な脅威に対しては、本解析の条件のもとでは安全に避難が可能となる。この検知センサーに関する解析結果を用いて、1996 年に発生した蒲原沢土石流²⁾に対して同様の解析を行う。図-6 は、土石流が砂防ダム地点に到達する 90 秒前に検知された場合の避難行動開始から（検知 30 秒後）110 秒移動した時の避難者の位置と土石流の氾濫範囲の比較を示したものである。図-6 より 1996 蒲原沢土石流の場合、土石流が砂防ダムに到達する約 90 秒前に認知すれば安全な避難を行なうことが出来る。さて、再現計算結果²⁾によると土石流の砂防ダム到達時刻 90 秒前の位置は砂防ダムより約 2000m 上流であって、本研究で仮定した崩壊発生位置よりはるかに上流である。これは、本研究の対象とする崩壊に対しては有効な検知センサーも、1996 年に発生した土石流に対してはほとんど効果を発揮しない可能性が高いことを意味する。

5. おわりに

本研究では、1996 年 12 月 6 日に土石流災害が起こった蒲原沢において、崩壊が起こり得る地点を選択し崩壊が起こったと仮定し土塊の運動に関する数値シミュレーションを行い、その動態を考慮して検知避難支援システムについて、特に検知センサーの配置を対象として検討した。また、得られた検知センサーの配置に関する結果をもとに 1996 年に実際に発生した土石流の再現計算結果を用いてその有効性を評価したところ、効果的でないことが分かった。このように、検知センサーの配置を検討する場合、その流域で発生が懸念される現象に対して代表的なシナリオを必要とされるだけ作成し、それらの動態を数値計算等によって把握し、すべてを包絡するような検知センサーの配置が必要である。また、そのときにはセンサーが複数以上配置されることが予想され、検知情報の解析システムについても検討する必要がある。

参考文献 1) (社) 砂防学会：「12.6 蒲原沢土石流災害調査書」 2) 土木学会蒲原沢土石流災害調査特別委員会：「姫川支川蒲原沢土石流災害と危機管理に関する調査研究」



図-5 時間毎の人の移動範囲と崩壊土塊の氾濫域



図-6 時間毎の人の移動範囲と土石流の氾濫域