

PII-46 土石流検知センサー最適配置支援システムの構築

独立行政法人産業安全研究所 建設安全研究グループ 堀井 宣幸、豊沢 康男
アジア航測株式会社 ○佐口 治、梅村 裕也、堀部 史郎、北原 一平

1. はじめに

平成8年12月、長野と新潟の県境にある蒲原沢にて大規模な土石流が発生し、流域内で災害復旧工事を行っていた工事関係者が巻き込まれ、死者14名、負傷者8名という重大災害となった。土石流災害が一旦発生した場合には多数の労働者が被災する確率が高く、さらに一作業現場に止まらず近隣住民を巻き込んで広範囲に被害が拡大する場合も多く、社会的影響も甚大である。このような背景から、厚生労働省では労働安全衛生規則の改正に伴って、「土石流による労働災害防止のためのガイドライン」を作成している。このガイドラインによると工事請負事業者は土石流検知センサーを設置することとなっており、その設置場所について、以下の留意点が挙げられている。

- ・ 河川の状況に応じ、支川において発生・流下してくる土石流を監視できること。
- ・ 土石流を検知してから工事場所に到達するまでの間に労働者を避難させることができること。

これらの留意点に対処するには、土石流の発生場所・規模・到達時間・到達範囲等を的確に把握することが不可欠であり、それに基づき効果的に避難が行える警報・避難システムを構築する必要がある。本報では、信頼性の高い土石流検知システムを構築する上で必要な情報を提供するための土石流検知センサー最適配置支援システム（以下、本システム）について述べるものである。

2. 土石流検知センサー最適配置支援手法

土石流検知センサーの配置手法は従来定性的であり、過去の土石流発生状況や地形的特性を考慮して、経験的に配置決定しているのが現状である。そこで本システムでは、対象とする各流域について標高データのデジタル化を図り、GIS技術と融合させることによって土石流の発生場所を定量的に予測し、発生後の動態についても流下区間を1次元、氾濫開始点から下流を2次元のシミュレーション計算によって追跡することとした。これらの予測・解析はすべてGIS上で処理され、土石流検知センサーの配置箇所を画面上で任意に指定することによって、工事サイトまでの土石流の流下状況および到達時間が計算されるようにするものである。

3. 土石流検知センサー最適配置支援システムの概要

本システムのフローを図1に示す。本システムは様々な地域での、より実践的な活用を考慮して、地形データのデジタル化工程についても構築を行った。従って大きく2つの機能（地形図情報デジタル化機能・土石流特性予測解析機能）に分かれている。

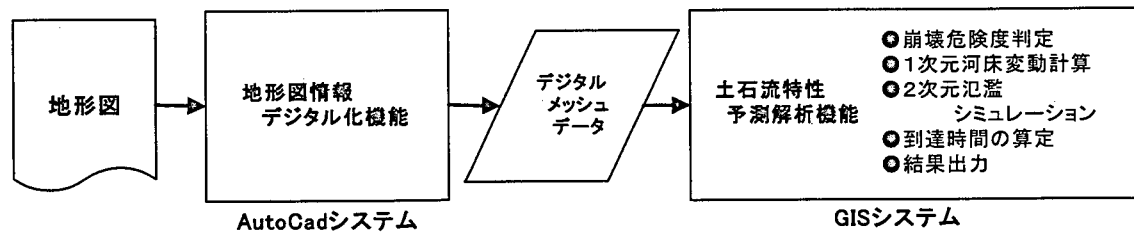


図1. 土石流検知センサー最適配置支援システムフロー

3.1 地形図情報デジタル化機能

既存の地形図をスキャンしたラスタ画像から等高線ベクターデータを作成し、メッシュデータの生成を行う。図2に地形図情報デジタル化機能の流れを示す。

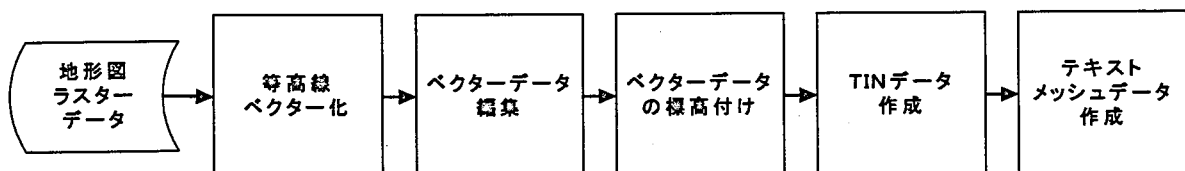


図2. 地形図情報デジタル化機能

これらの機能はAutoCadの各種拡張ツールを組み合わせることで実現している。最終的に出力されるメッシュデータは、地形解析や氾濫シミュレーションで利用するため、精度の高いベクトルデータが必要となる。そこで本機能ではマルチポイントのラスタキャリブレーションを採用して正規化を行っている。正規化されたラスタデー

タを基に等高線ベクターデータを作成する工程では、崩壊地や等高線断線部などラインの切れ目で自動トレースが中断してしまい、手動でのポインティングが必要となるが、概ね4時間で4km² (1/5000 地形図) の図郭を完了させることができた。等高線ベクターデータをメッシュ化するにあたっては中間ファイルとしてTINデータを生成しており、任意の範囲を任意のピッチでメッシュ化することができる。メッシュ精度については出力されるデータサイズや使用する地形図の精度を吟味しなければならないが、以降の解析処理での利用を考慮した場合、2~5m程度のメッシュ区分が必要である。

3.2 土石流特性予測解析機能

3.1 で得られたメッシュデータを用いて土石流の発生から流下・氾濫までの一連の予測解析をGIS上で行う。図3に土石流特性予測解析機能の流れを示す。

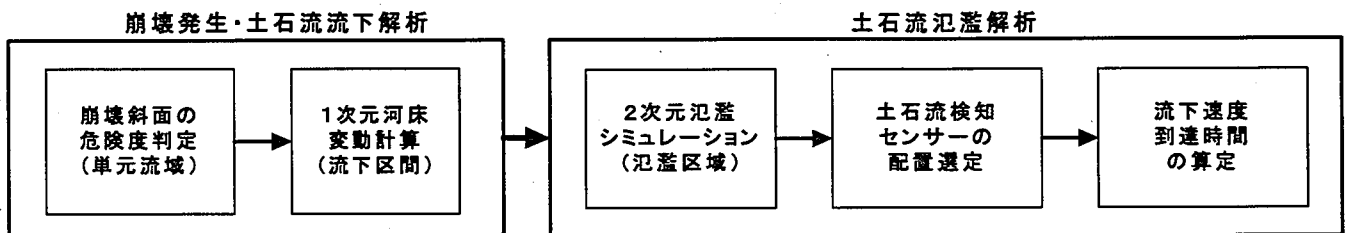


図3. 土石流特性予測解析機能の流れ

本機能はGISエンジンとしてGeoBaseを用いている。扱うデータはメッシュデータその他、谷次数区分された単元流域ポリゴン、流下経路ライン、降雨データ等である。土石流発生地点の判定および流下区間における1次元河床変動計算に関しては別途開発が進められており、現段階では任意地点からの2次元氾濫シミュレーションがGIS上で実現されている。計算結果は画面上にポリゴンデータとして表示することができ、従来のポリゴンデータ・ラインデータと同様にレイヤー管理(重ね合わせ)が可能となっている。(図4)

2次元氾濫シミュレーションの与条件に関しては現在画面入力となっているが、将来的には1次元河床変動計算結果を自動で引き継ぐ予定である。これらが完成すれば、GIS上で崩壊危険度判定→流下区間での1次元計算→氾濫区域での2次元計算が一元的に処理され、土石流の発生から流下・堆積までの流動過程を連続的に把握することができるようになる

であろう。また土石流検知センサー設置箇所から工事サイトまでの土石流到達時間については精度の高い算定手法を検討中であるが、GIS画面上で任意に設置箇所を指定することにより自動計算で解析・表示を行う予定である。

今回のGISシステムでは操作性を考慮してマルチウィンドウを採用しているため、画面上で同時に複数の現場を処理することが可能である。プレゼンテーション性に関しても地形データと各レイヤー(計算結果を含む)を重ね合わせた3次元表示を実現しており、任意の範囲を任意の視点でプレビューすることができる。(図5)

4. 今後の課題

現状の2次元氾濫シミュレーションではその物理モデルの構造上、土石流の到達時間までを予測することは困難であり、本システムを運用する上では新たな計算モデルの構築が不可欠である。また、基盤データとなる地形図については1/2500を基図として考えているが、全国的な運用を考慮した場合、必要となる地域の図面はその都度スムーズに入手されるべきである。従って、全国的な基図データベースを整備することが望まれ、利用者が画面上のインデックスから図面の有無・縮尺・作成年度を確認できるようにするとともに、その速やかな入手までサポートできるようにすることが必要である。

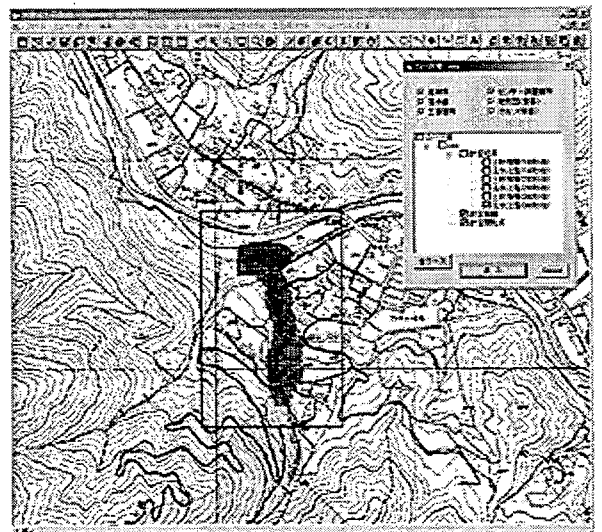


図4. 2次元氾濫シミュレーション結果の表示

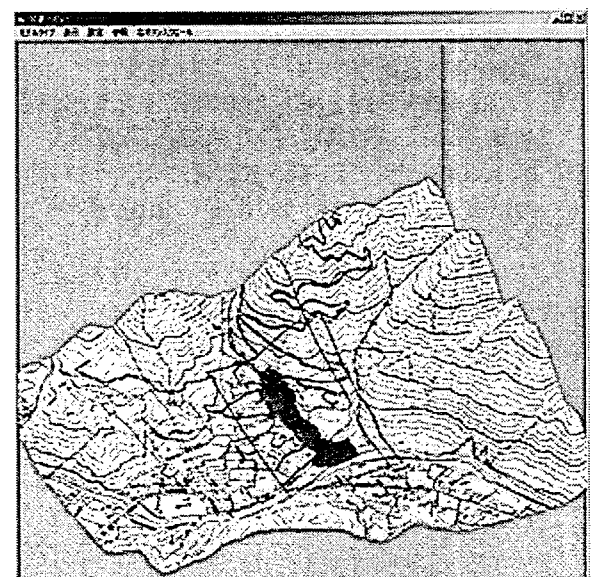


図5. 3次元鳥瞰図の表示