

Ⅱ-41 遠隔監視による斜面崩壊発生検知システムの実用化について

(株)NTTデータ 東 裕俊
Hirotoishi Higashi(株)NTTデータ 菅本 昌克
Masakatsu Sugamoto○ NTT インフラネット(株) 宮倉由紀夫
Yukio Miyakura

抄録 現在、斜面崩壊や地滑りの発生検知には、伸縮計や各種物理探査法が一般的に用いられている。しかし、これらはいずれも崩壊危険地域内に立ち入り、設置しなければならない計測法であり、作業には危険が伴うこととなる。本システムはこうした危険作業を回避し、安全な場所から監視カメラにより常時監視し、映像を分析・解析することにより、当該地域の崩壊現象をリアルタイムで検知・警報を発するシステムである。

キーワード 遠隔監視、斜面崩壊発生検知、オプティカルフロー、動画像処理

1. システム概要

当システムは、斜面崩壊発生予想現場付近に設置する監視カメラ（高感度ITVカメラ）及び画像電送装置と、事務所に設置される映像処理装置（パソコン）、ディスプレイで構成される。（図-1）

なお、画像電送装置と事務所間は一般の電話回線を利用した 128kbit/s 回線、又は高速の光ファイバー伝送路により構成される。また、無線装置による伝送も可能である。

2. 事前検討及びシステム設計

土砂災害に関する研究開発・調査及び治山・治水の保全事業は、人命保護を第一義として行われているが、犠牲者を伴う土砂災害は毎年発生しているのが現状である。

特に我が国は、急峻な山地や崖地が多いため、降雨、融雪、地震により、地滑り、土石流、崖崩れが多数発生している。

平成10年までの20年間では、毎年 約 850件の土砂災害が発生している。土砂災害の内訳では、がけ崩れが最も多い。（図-2）

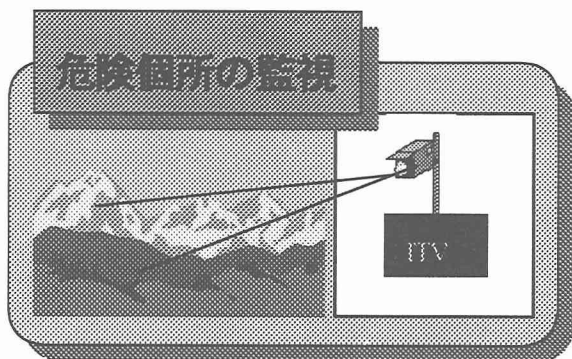


図 - 1 システム構成

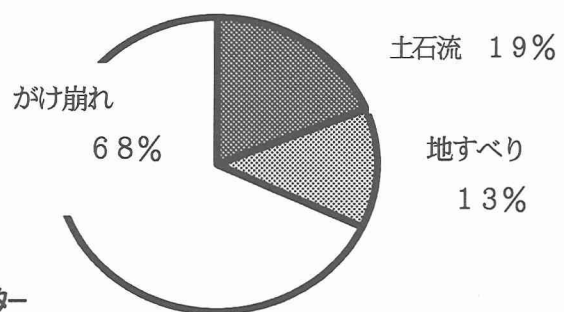


図-2 形態別土砂災害発生件数割合

自然災害による犠牲者のうち、土砂災害による犠牲者の占める割合は、最近では概ね50%を占めている。

こうした中で、現在利用されている監視システムの多くは、検知線(ワイヤーセンサー)を斜面に設置し、土石流により切断される時間差を検出し、土石流の流速を計測している。しかし、この計測法では、危険箇所への立ち入りや設置作業に危険が伴うことになる。(図-3)

当システムは、崩壊危険箇所における監視、測定作業を解消し安全な遠隔地から崩壊現象を1秒以下の検知警報応答性能(リアルタイム性の確保)で検知することを目的に開発した。また、斜面崩壊の発生場所とカメラの

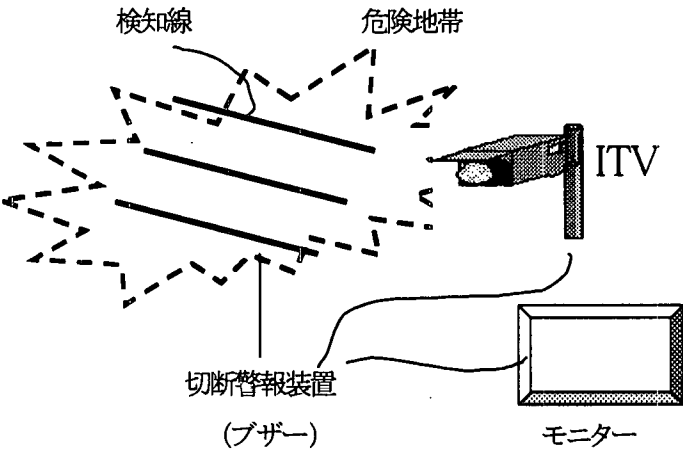


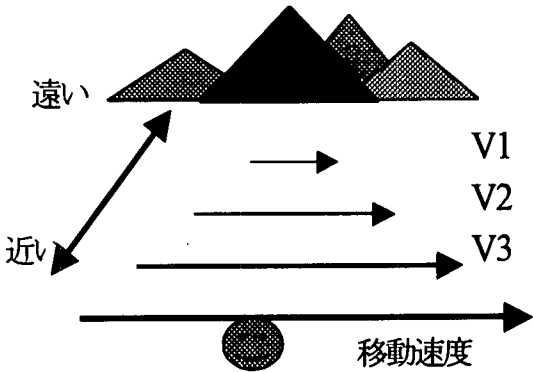
図-3 従来型監視装置

設置位置により分析設定範囲を任意に変化させ、検知精度及び監視範囲が設定でき、崩壊速度 0.03m/sec～20 m/sec の検知を行うとともに太陽光線の変化、立木の揺れ等の雑音排除が可能である等をシステム設計の基本とした。

3. オプティカルフローの検出と分析

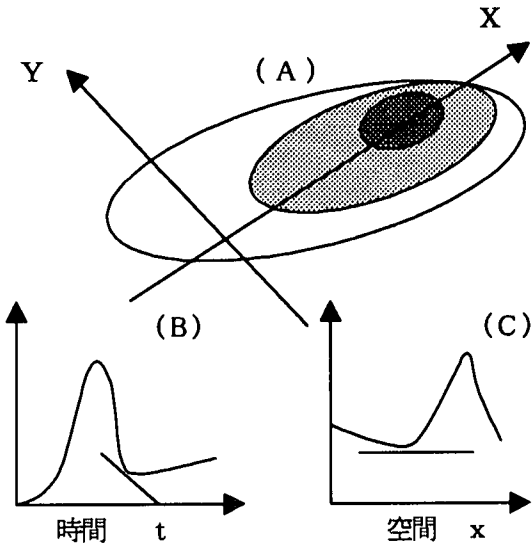
動画像中の運動物体の見かけの速度ベクトル(オプティカルフロー (図-4) 検出は、代表的なグラディエント法 (図-5) を採用している。動画像処理を行うには膨大な計算処理が発生する。従ってリアルタイム性を確保するため、30 フレーム/秒 のうち10 フ

レーム を処理対象とし、更に画像の必要部分の限定や、演算ピクセル間隔の設定等を可能とした。また、流動方向については、動画像上に視覚的なベクトル表示を行うことで監視者の理解を容易とした。本システムでは、斜面崩壊の発生判定を現場状況に合わせ設定でき、警報設定についてもマニュアル設定可能とした。なお、本システムでは夜間及び太陽光線の急激な変化に対応するため赤外線カメラによる設定も可能とした。



- ・ 静止した外界を移動するカメラが撮影した画像は、濃淡パターンの移動方向は同一であり、遠くの物体はゆっくり、近くの物体は速く見える。
- ・ この時の物体の見かけの速度が、奥行きに関する情報となる。この見かけの速度ベクトルをオプティカルフローという。

図 - 4 オプティカルフローの原理



- ある点(画素)での輝度の時間勾配と空間勾配と速度の関係に基づくもので、時間パターンと空間パターンを比較し、その勾配の違いをオプティカルフローの速度 v でスケール変換している。

図-5 グラディエント法

4. 画像処理の実際

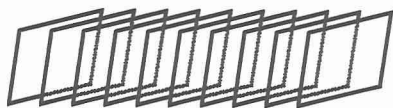
実際の土砂崩れの場合は、監視カメラによる撮影風景に写る流体(水・土砂)の速度成分が突然変動(遷移)する現象を捕らえることとなる。

監視カメラの映像は、一定間隔でサンプリングし、先きに示したオプティカルフロー理論に基づき速度成分の自動計算を行う。

また、濃霧や木の葉の揺れ等による雑音処理、警報発出にいたる判定処理を順次行うこととする。

(I) 監視カメラより画像の取込

- ◎ 1/3 秒間に10枚の画像を取り込む



(II) 流体表面速度演算

- ◎ 監視領域内を勾配法による瞬間オプティカルフロー抽出処理により速度計測を行う
- ◎ 雑音などによる異常値削除
- ◎ 画像位置と実際の物理位置の換算
- ◎ 抽出速度の矢印表示
- ◎ 平均速度等演算処理

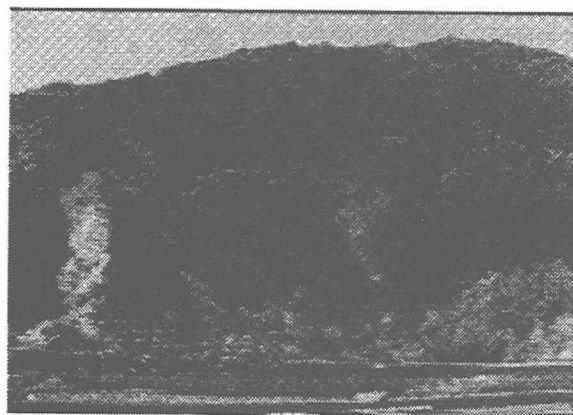
(III) 警報処理・外部制御

- ◎ 判定レベル(兆候通知、中規模通知、大規模通知)の設定処理
- ◎ 各警報判定処理
- ◎ 一斉通報処理
- ◎ 終息判定処理
- ◎ 履歴保存処理

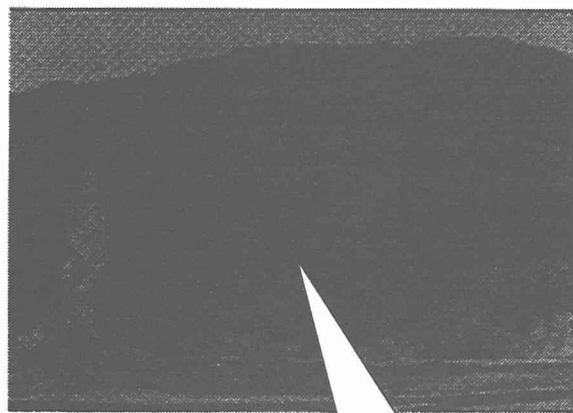
5. シミュレーション結果

本システムは、実際の斜面崩壊現場のビデオ画像(高知県安田町与床地内 1998/6/11 am11:57 発生)によりシミュレーションを行った。その結果、斜面崩壊の発生と同時に警報が発せられ、流動方向表示ベクトル、流速モニタ等の画像表示の有効性が証明された。(図-6)

また、他地域の斜面崩壊の映像によるシミュレーション結果においても有効に動作し危険を検知することができた。なお、警報発出とともに連動する一斉通報装置及び他システム連動性能についても良好な結果が得られた。(図-7)



監視カメラ映像

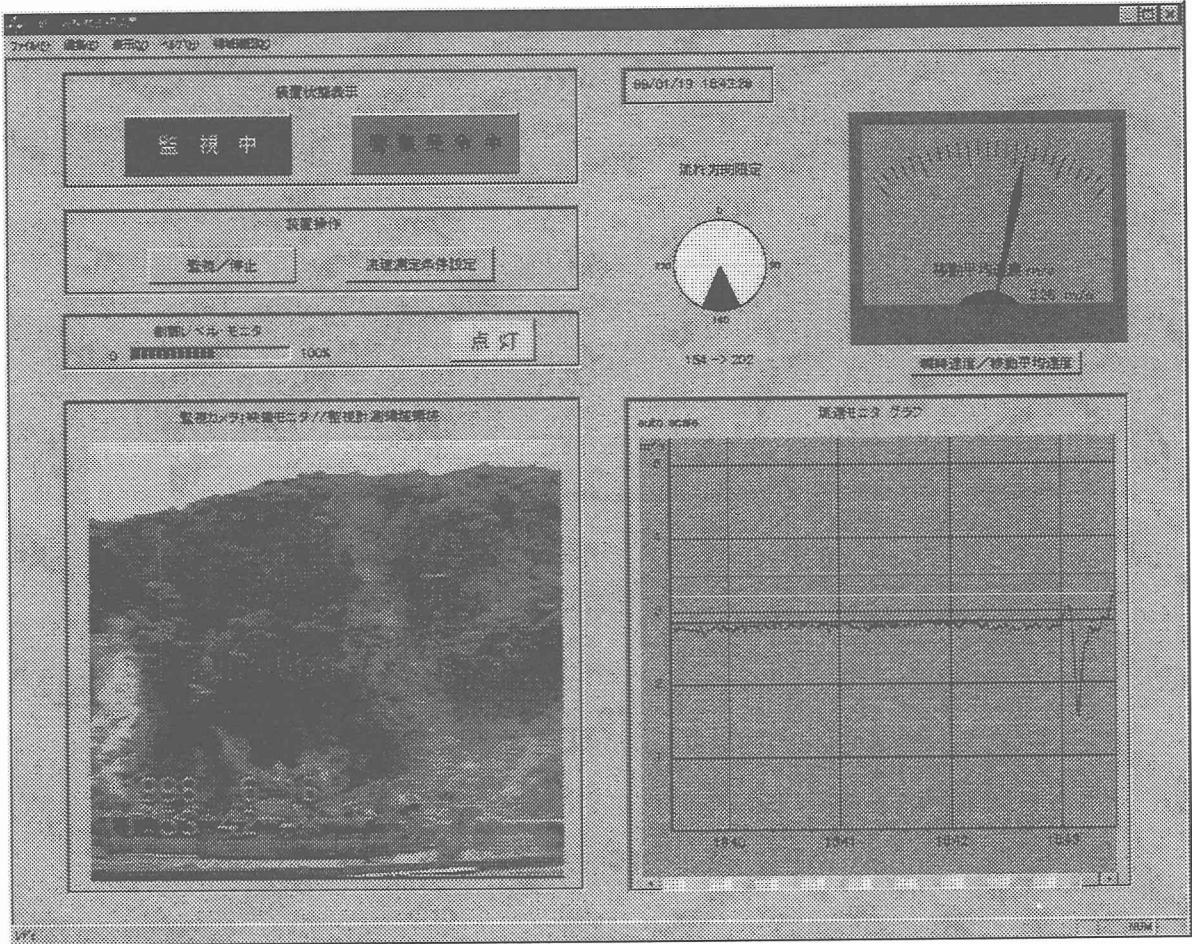


画像処理結果

移動距離・方向の検出

木々の動きと土砂崩れの識別が可能

図-6 シミュレーション結果



警報発出の設定が画面上から可能
土砂崩壊の速度と方向が画面上に表示される
右のグラフは土砂流出速度を表示している

図-7 システム運用中の画面

6. 結び

今後は、地盤及び各種自然条件の変化に対応するシステムへ、開発を行った(株)NTTデータとともにシステム改善を行い、安全な国土保全事業に寄与していきたい。

参考文献

- ・ パソコンによる動画像処理 森北出版
三池 秀敏、古賀 和利 編著
- ・ 防災白書 国土庁編 平成11年度版
- ・ 土石流災害調査法 山海堂 池谷 浩 著