

映像解析手法を用いた土石流検知システムの現地実証試験

財団法人砂防・地すべり技術センター ○本田 健、安養寺信夫、山口恭史
大隅河川国道事務所 木崎原康一、赤星綾香

1. はじめに

桜島では、①工事従事者の安全確保、②土砂災害情報の提供、③土砂災害防止のための調査研究を目的として、土石流の検知・観測を実施している。土石流検知センサーはこれまでに様々なタイプが開発されているが、いずれのタイプも土石流検知能力には一長一短がある（表-1）。また、土石流対策計画検討のためには、土石流検知だけでなく、機器による流量や流速等の定量的なデータの取得も求められている。

一方、近年の技術発展に伴い映像解析手法を用いた動態検知システムが開発され、防犯面や防災面（落石検知等）で実用化されている。

そこで、映像解析による動態検知システムが土石流検知に適用可能かどうかを公平な立場で評価し、実用化に向けた検討を実施することを目的として、平成15年度から映像解析による土石流検知システムの比較、VTR映像による室内試験、現地での実証試験を実施した。

本研究は、映像解析による土石流検知システム（以下、本システムとする）の実用化に向けて実施した現地実証試験の評価と本システム実用化の課題についてまとめたものである。

表-1 代表的な土石流検知センサーとその長所・短所

	原理	センサー名	長所	短所
接触式	土石流がセンサーに直接接触することで土石流を検知	ワイヤーセンサー	・検知の確実性が高い	・土石流を連続的に検知できない。
		ハネルセンサー	・検知の確実性が高い	・点での検知であるため、土石流がセンサー設置地点を通過しないと検知できない。
非接触式	土石流が発する音や振動等をセンサーで捉え、それを解析して土石流を検知	振動センサー	・連続検知が可能	・ノイズによる誤検知の可能性はある。
		音響センサー	・連続検知が可能	・ノイズによる誤検知の可能性はある。
		光センサー	・連続検知が可能	・障害物等による誤検知の可能性はある。

2. 現地実証試験の目標と概要

今回実施した現地実証試験の目的・実施期間、及び、試験システムの概要を示す（図-1）。

試験目的：①土石流検知能力の把握 ②誤検知発生状況の把握

実施期間：平成17年3月18日～10月31日（この期間に土石流は4回発生。中間調整は2回実施。）

3. 現地実証試験の結果と評価

今回実施した現地実証試験の結果を表-2～3に示す。

土石流検知能力については、動画パターン検出方式は4回とも検知しているが、その他の方式については検知漏れが発生している。また、土石流発生時刻とのズレは8～19分であった。今回、土石流発生時刻はワイヤーセンサーの切断記録を用いたが、VTR記録によって偏流による切断が発生しており、必ずしも水位上昇とは一致していないことが確認されてい

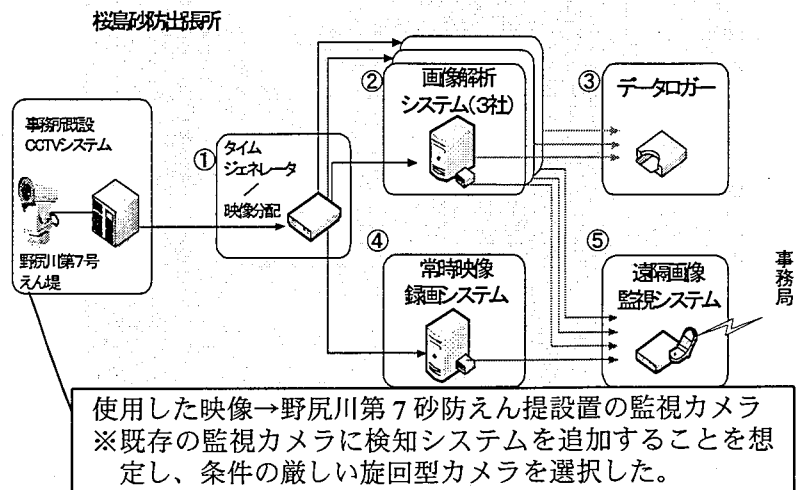


図-1 試験システムの概要

る。

一方、誤検知発生状況については、3方式とも誤検知が多い現象は、カメラ雲台の遊びと風による「カメラの横揺れ」、カメラ操作に伴う「映像画角変更」、「濃霧」であった。

表-2 土石流検知能力の評価

項目	フレーム間輝度差分方式	オプティカルフロー方式	動画パターン検出方式
検知の有無	2回/4回*1	4回/4回	4回/4回
土石流検知	2回/4回	3回/4回*2	4回/4回
発生時刻とのズレ(平均値)	16分	19分	8分

*1 映像途絶によりシステムが停止したため検知できなかった。

*2 4回のうち1回は、台風の風に伴う横揺れで検知した。

4. 実用化に向けた課題

土石流検知能力については、一部の方式で検知できない状況が発生したが、映像の途絶や台風襲来時に絶えず発生した横揺れによるものであるため、各方式のアルゴリズムからみた検知能力には大きな差はないと考えられる。また、発生時刻とのズレについても、土石流到達基準の明確化、さらなるキャリブレーションの実施によって、問題は解消されると考えられる。

一方、誤検知については、単純なカメラの移動だけでなく、雨滴やガラスの滲み、濃霧、逆光等の様々なノイズによって発生していることが確認された。また、これらのノイズによって、正常な土石流の検知が阻害されていることも確認された。

表-3 誤検知発生状況

現象・ノイズ	フレーム間輝度差分方式	オプティカルフロー方式	動画パターン検出方式
ワイパー	○	×	○
カメラの横揺れ	×	×	△
映像途絶・乱れ	○	○	○
映像画角変更	×	×	×
夜間ノイズ	○	○	△
雨滴・ガラスの滲み	×	△	○
雨落下・浮遊軌跡	△	△	○
濃霧	△	△	×
薄霧	○	△	○
逆光	△	△	○
夜間時の稲光	×	△	○
低層雲(光)の移動	○	○	○
野鳥の飛来	○	△	○
虫の飛来	△	△	○

○(誤検知が少ない)←△(誤検知がやや多い)→×(誤検知が多い)

以上のことから、映像解析による土石流検知システムを実用化するためには、今後、耐ノイズ性能を向上させることが必要であると考えられる。

そのためには

- ①ソフトウェア内部処理の追加・見直し。
- ②底やデフロスター等の設置、雲台部分への電磁クラッチ等、カメラ本体、及び、付随設備を含めたハードウェアの改良による、入力信号(映像)の質の向上。
- ③他のセンサーとの併用によるフェールセーフ処理等の運用面の改善。

が必要であると考えら得る。

5. まとめ

現地実証試験によって得られた本システムの検知能力と実用性についてまとめると以下の通りである。

- ①本システムの検知能力向上のためには、様々なノイズを限りなく減少させることが重要である。このため、ソフトウェアそのものの改良も必要であるが、監視カメラ等のハードウェアの改良、及び、土石流検知システムの運用改善による耐ノイズ性能向上が必要である。
- ②現状では誤検知回数が多いため、ソフトウェア・ハードウェアの改良、運用改善が必要である。また、改良結果を評価するため実証試験の継続が必要である。しかしながら、本システムは、現在多く使われているワイヤーセンサーと比較してメンテナンス回数が少なく済むため、ランニングコストの低減が見込まれる。また、既設の監視カメラにシステムを追加することが可能であるため導入コストの低いという利点もある。さらに、土石流検知だけでなく土石流流量等の計測への発展が可能であるため、土石流の運動特性解明に向けて改良・発展していくことが期待される。