

VI-5 画像処理による災害監視システムの開発

国土交通省 四国技術事務所 機械課 鎌田 勝美 ○元木 真二

1. はじめに

降雨等によるのり面崩落災害は、急峻な山が多い日本では特に多発する災害である。

四国地方整備局管内では、災害対策用機械の出動原因として、車道部のり面の崩落による災害が多くを占めている。また、四国の道路事情から迂回路が少ないこともあり、復旧が急がれる災害でもある。

現在、崩落災害が発生すると、のり面の滑動が停止したことを確認した後、災害現場に伸縮計等の監視センサー等を取り付け、同時に現場の監視を行いながら、2次災害の発生がないと判断された後復旧作業を行っている。作業中は、常に現場を監視し2次災害を防ぐ対策を実施しているが、急傾斜地等の立ち入れない場所も多く、監視センサーを十分に付けられない現場では苦渋性の高い監視作業になることがある。

そこで本開発は、被災現場の監視精度の向上及び復旧作業の安全性の向上を目的として、I T Vカメラからの映像により、災害現場に何ら設置することなく遠隔場所から監視し、2次崩落の発生を検知した場合1秒以内に警報を発するシステムを開発するものである。

2. 開発目標の設定

監視システムの開発に当たり、目標とするシステムを次の通りとした。

- (1) 復旧作業を遠方から非接触で監視するものとする。

『災害が発生する場所が特定できていないので、災害が起こった場所であれば何処でもすぐに監視ができるように非接触型とした。』

- (2) 2次崩落があれば、道路に土砂が崩落するまでの時間より早く警報を発するものとする。

崩落を検知してから警報を発するまでの時間は、1秒以内を目標とする。

『土砂または、石が動くのを装置が検知し警報を出すまで1秒以内でないと、復旧作業員が避難できないと考えた。』

- (3) 発報する警報は、周辺の人に確実に認知できるものとする。

『現場は建設機械が動き、音だけで警報を出しても認識できない場合があるので、音以外の警報を検討する。』

- (4) システム上、風、雨、木々、動物等に影響されずに監視が可能なシステムとする。

『災害現場の状況は想定できないため、崩落以外の現象を排除できるシステムとした。』

- (5) 照明車のブームに取り付けたカメラの映像でも解析が可能であること。

ブームに取り付けたカメラは、風やエンジン振動により常時振動している。

『常に揺れているカメラの揺れを、相殺できるシステムとしないと、可搬式システムとして使いづらい。また、通常使用されているカメラが使用できないと、使い先を限定されてしまうため。』

- (6) 太陽光や照明等の影響を自動で排除できるシステムとすること。

『監視作業は、24時間様々な天候状態で行われるため、天候や昼夜に関わらず監視が続けられるシステムとする。』

開発目標から崩落現場に立ち入らずに（センサーやマーカーを現場に設置せずに）遠方から（安全な場所から）監視する必要から今回採用した画像処理技術は、従来から採用されている背景差分方式と異なり単位画素ごとの動きをベクトルとして捕らえる「動きベクトル方式」で処理することにした。これにより画面の明暗以外にどちらに動いたかが判断できることになる。

背景差分方式では、カメラの揺れにより入力画像が動くと画像全体を動くものとして認識してしまい本当に検出したい物体を検知することができない。カメラは、現地に持ち込むために照明車のブームに取り付けた場合には、カメラの揺れが障害となってしまう事になる。これに対し動きベクトル方式ではカメラの揺れが発生しても画面全体の動きとは異なる動きをする物体があれば検知が可能である。

また、崩落を示す下方向の動きベクトル以外を検知しても、崩落でないと判断し排除することも可能となる。

この技術を使うことにより崩落以外のカメラ自体の揺れ、鳥の飛来、木々の揺れ等の動きを排除することができ、精度の高い検知が可能となる。

3. 監視システムの性能

システム開発後、構内試験や現地試験を繰り返しカメラの揺れや誤検知を少なくするための、アルゴリズムの改良を行った。

下表は、平成13年12月4日に実施した落石実験での結果を検知確率として整理したものである。

検知確率とは、同条件で複数回の落下試験を行い1秒以内に検知できた回数を率で表したものである。

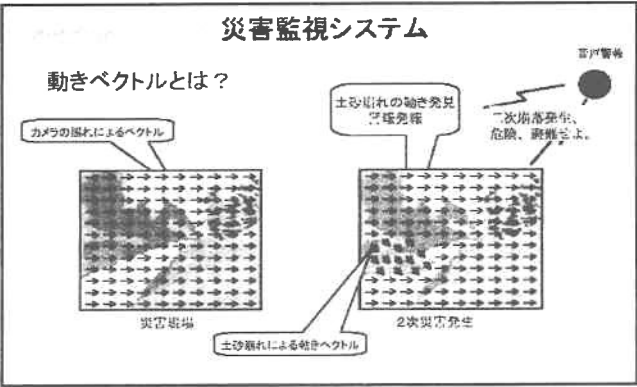
表－1 各条件での検知確率表（1秒以内に検知した確率）

石の大きさ		0. 1m	0. 15m	0. 2m	0. 3m	0. 4m
崖までの距離	ズーム倍率					
50m	1倍	0%	20%	0%	60%	100%
	2倍	60%	20%	80%	100%	100%
	5倍	80%	80%	100%	100%	100%
	10倍	80%	100%	100%	100%	100%
	15倍	100%	100%	100%	100%	100%
100m	1倍				0	0
	2倍		0	0	20%	100%
	5倍	20%	40%	80%	100%	100%
	10倍	60%	80%	100%	100%	100%
	15倍	40%	100%	100%	100%	
100m (夜間)	1倍	0%	0%	0%	0%	20%
	2倍	0%	0%	0%	60%	100%
	5倍	0%	100%	100%	100%	100%
	10倍	80%	100%	100%	100%	100%
	15倍	80%	60%	80%	100%	100%

3. 5 今後の計画

現在、本システムを使いやすい装置とするため、監視モニタ上で広域映像と局所監視映像を合成した画像にして、目標監視位置を把握しやすい画面にしたり、警報がでた時点から最大10分さかのぼって、崩落の映像を記録できる装置を付加して、様々な状況に対応できるよう改良を行ったところである。

今後は、更なる完成度の高いシステムにするために現地試験を数多く実施し、より使い良いシステムに改良していきたい。



動きベクトル説明図



富郷ダムでの落石試験現場