

画像処理による 災害監視システムの開発について

No. 146

国土交通省四国地方整備局四国技術事務所長

機械課長

機械調査係長

ふじた
藤田
かまだ
鎌田
いわさき
岩崎

かずひろ
和博
かつみ
勝美
ようじ
洋二

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おり、迂回路が少ないという四国の道路事情から復旧が急がれるのが常である。

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、急傾斜地等の人が立ち入れない場所も多く、監視センサーを十分に設置できない現場では苦渋性の高い監視作業になっている。

そこで本開発は、崩落監視人の補助として崩落のり面の監視精度の向上および復旧作業の安全性の向上を目的として、ITV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、警報を発するシステムを開発したものである。

2. 開発目標

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とおりとした。

- ・崩落のり面を遠方から非接触で監視するものとする。
- ・2次崩落があれば、1秒以内に警報を発するものとする。
- ・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。
- ・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。
- ・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ものとする。
- ・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。

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の安全な場所から）監視する必要から、今回採用する画像処理方式は、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。

表 1 に画像処理方式の比較を示す。

表 1 画像処理方法の比較表

方式とその検出方法		動きベクトル方法	背景差分方式
		2枚の連続する映像から動きベクトルを検出する	あらかじめ保存した基準画像(背景画像)と異なる画素を検出する
違 い		動きの向きと大きさがわかる	動きの有無がわかる
項 目	カメラ固定での検知		
	カメラの揺れ状態での検知		×
	木々の揺れ誤検知	(少ない)	(多い)
	照度の変化に対する誤検知	(少ない)	(多い)

背景差分方式では、あらかじめ保存した基準画像と異なる画素を検出することから、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ことから、監視用カメラを照明車のブームに取り付けて使用する場合には、カメラの揺れが障害となることになる。これに対し、動きベクトル方式では、2枚の連続する映像より動きベクトルを検出することから、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、崩落以外の下方向の動きベクトルを検知しても、崩落でない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. 監視システムの構成

実際に照明車に監視カメラを取り付けた状態を写真 1 に示す。映像を捕らえるためのカメラ、映像データを処理する監視装置本体、操作および表示を行うためのタッチパネルモニタ、崩落を検知した場合に周辺の人に知らせるための外部警報装置より構成されている。

また、照明車に架装するタイプとは別に、監視装置本体およびタッチパネルモニタをコンパクト

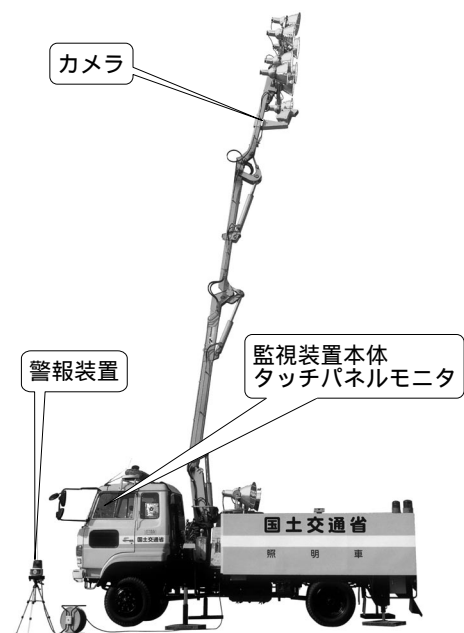


写真 1 照明車への取付状況

にアルミケースに収納した可搬型のものは、重量も17kg と持ち運びが簡単なものとなっている。

4. 監視システムの性能

(1) 各条件での検知確率

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。表 2 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

表 2 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		10cm	15cm	20cm	30cm	40cm
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%	実施せず
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%

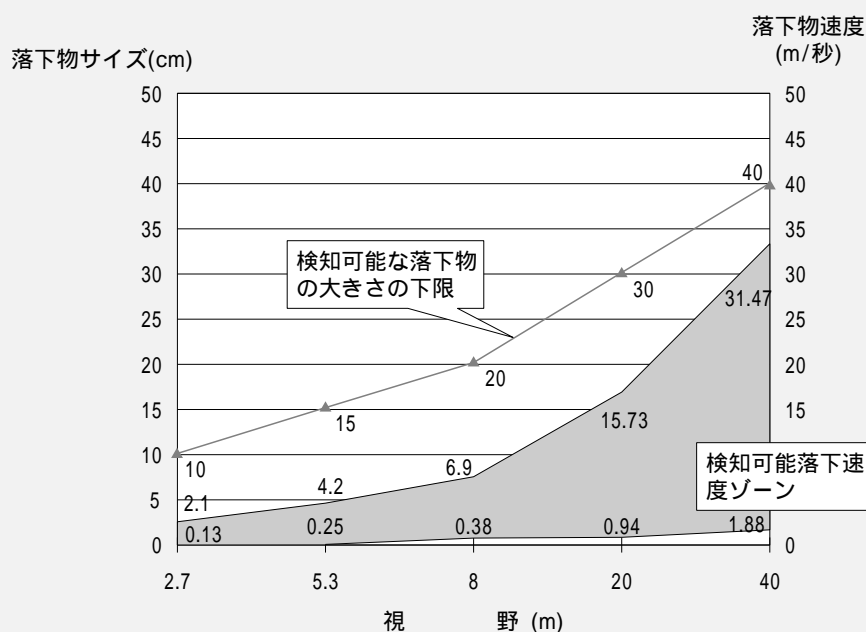


図 1 崩落検知能力グラフ

い、1秒以内に検知できた回数を率で示したものである。その結果、距離50mでは10cm以上のもの、100mでは15cm以上のものが検知できることがわかった。

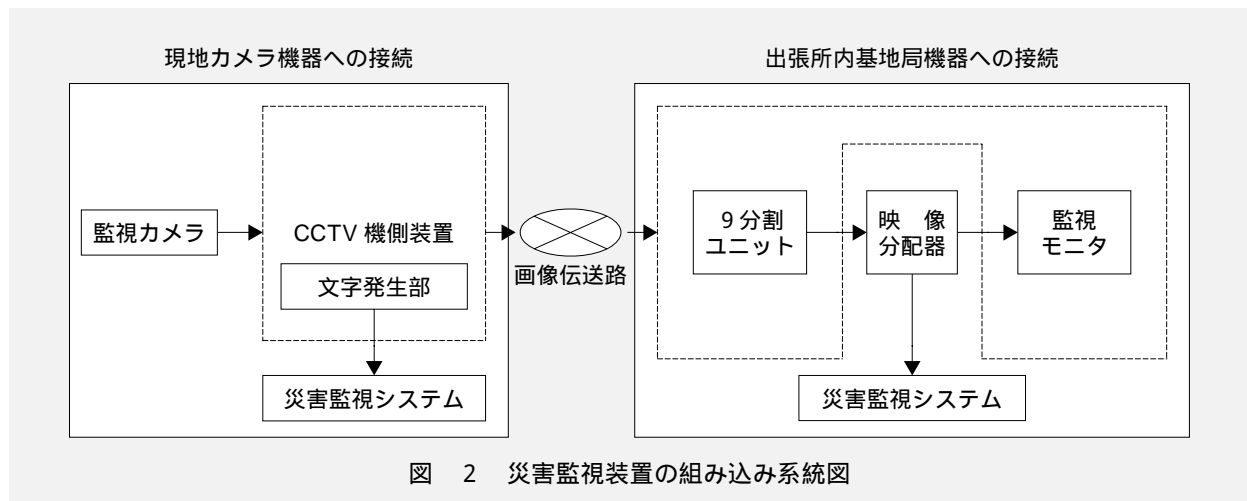
(2) 崩落検知能力

今回行った試験の結果より、崩落検知能力を示

すグラフを図 1 に示す。

距離とレンズ倍率の関係から監視幅（画面で見える幅）を算出し、検知できる崩落の大きさ（ここでは落下物の大きさ）を導き出すグラフとした。

また、崩落を検知できる落下速度（理論値）の



範囲も併せて表示した。

監視する場所によるが、ズーム倍率を調整して監視幅を 8 m とすると、20cm 以上の落下物について検知可能であることがわかる。

また、その時の落下物のスピードは、0.38m/s から 6.9m/s の範囲では検知できることがグラフから読みとることができる。

5. 道路監視用 CCTV への適応性調査

災害監視システムの活用之际し、既存の道路監視用 CCTV システムの映像を活用した災害監視の可能性について現地調査を行った。調査は、一般国道32号猪ノ鼻トンネル入口の現地カメラと善通寺国道維持出張所内基地局の 2 カ所で災害監視システムを接続し、調査を実施した。

その結果、2 カ所とも災害監視システムを支障なく接続でき、既設 CCTV システムにも悪影響を及ぼさないことがわかった。組み込み系統図を図 2 に示す。

網掛け部は、組み込み時に必要な機器である。

図 2 のように接続し、既存システムのカメラ制御機能を使用して設定、監視を行うことができる。

災害監視を行っている際のカメラ操作の制限として、カメラの向きやズーム倍率の変更等を行う時は災害監視を中断し、カメラ操作後、再度監視を開始する必要がある。

6. おわりに

本システムを、より使いやすくするため、監視モニター上で広域映像と局所監視映像を合成した画像にして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するなど、さまざまな状況に対応できるように検討を行ってきた。

今後は、より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、使いやすいシステムに改良していきたい。

なお、本システムは、富士通(株)との共同開発である。