

画像処理を用いた落石検知手法の開発

(株)構研エンジニアリング	○正会員	小林一人
北海道開発局開発土木研究所	正会員	池田憲二
北海道開発局開発土木研究所	正会員	中井健司
株式会社 つうけん		菅原 達
(株)構研エンジニアリング	正会員	嶋倉一路

1. まえがき

平成 8 年に発生した豊浜トンネル崩落事故を契機に、従来地滑り計測などに使用されている傾斜計や伸縮計などにより岩盤斜面の崩落観測が試みられているが、施工の危険性や監視箇所の特定の困難さなどの課題があるのが現状である。本研究では広範囲の急崖斜面の落石を監視する方法として、(株)つうけんが開発したデジタルビデオカメラによる落石検知用の自動映像検知システムを用い、実斜面および人工岩盤斜面での検証試験を行なった内容を報告する。

2. システムの概要

図 1 にシステムの概要を示す。デジタルビデオカメラにより撮影された画像をパソコンにより格子状に分割し、各ブロックごとに色及び明るさ（輝度）の変化を認識することで落石を検知するものである。落石を検知した場合、警告音を発生するとともに、落石を検知した画像とその一つ前の画像は保存され、落石の発生位置、大きさを検証することが可能である。

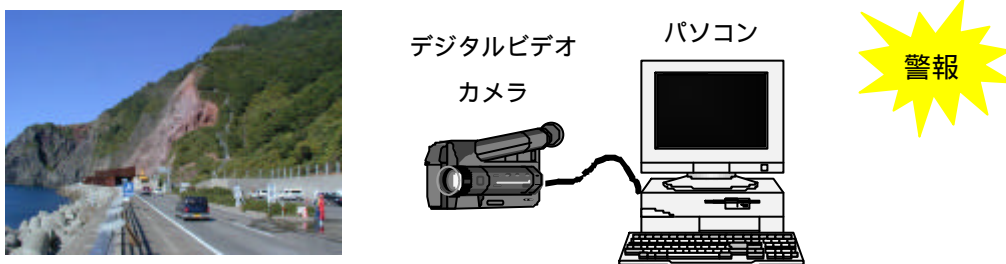


図 1. 落石検知用自動映像検知システム概要

3. 自然斜面での検証試験

落石検知の精度を上げるための適切なブロック分割数、色と輝度のしきい値について検討する為、写真 1 に示す実際の急崖斜面を撮影したサンプル画像を使用し、各設定値を変えて落石の認識数を検証した。撮影斜面までの距離は約 80m、撮影時の天候は雪、時刻は午後 3 時、発生させた落石は 21 個である。ブロック分割数は 8×8 、 16×12 、 32×24 の 3 種類について行ない、それぞれ色と輝度のしきい値を変更して、最適と思われる値で再度落石の検出を試みた²⁾。その結果ブロック分割数を多く



写真 1. 自然斜面のサンプル画像

すると検出精度は向上するが、逆に誤認個数も多くなる結果となり本現場では検出個数が多く誤認個数が少ない 16×12 のブロック分割数が最適であることが分かった。しかし実際の落石 21 個に対して落石検出個数は 12 個であるため次の 2 項目について精度向上の検討を行なった。

1) 地山と落石が同系色である為の未検出の改善案

撮影対象が自然露岩斜面でありまた撮影時の天候が雪であることから、画像フレーム中の代表色¹⁾のヒストグラムを用いて落石検知、デジタルビデオカメラ

トグラムは暗い部分に集中しており、色の变化の度合いを検出するのが困難であった。この改善案としてデジタルビデオカメラから入力される画像に対し、暗色部分の輝度を上げ、代表色のヒストグラム分布を広げることにより、色分布变化の感度をあげることが可能となり精度が向上できると考えられる。

2) 降雪を落石と誤認識する事に対する改善案

降雪を落石と誤認識することの改善案として、降雪による映像の変化は時系列的にほぼ一定である点に着目した。図2に示すように落石が発生したフレームで明るさの平均と分散が大きく変化している事から、これらを時系列で追跡することにより、降雪と落石を識別することが可能である事が分かった。

4. 人工斜面での擬似落石試験

落石の大きさおよび個数を変えた場合の最適な設定条件について検討を行うため、大きさおよび数を変えた人工落石を人工斜面に生じさせ測定を行った結果φ10cm以上の落石であれば検出は可能であった。写真2に実験状況を示す。また本システムでは比較されるフレーム間隔が最短で0.5秒であるためこの時間内に通り抜けた落石は未検出となる問題点が認められた。

5. 自動映像検知システムの構築

各種測定結果から図3に示す簡易に操作可能な落石検知用の自動映像検知システムを構築した。対象とする落石の規模が既知であればモード選択で簡易な設定が可能である。規模が未知の場合でも手動により任意のしきい値および画面分割数を設定ができるため、現場毎の最適な設定が可能である。

6. まとめ

広範囲の急崖斜面の落石を監視する方法として、デジタルビデオカメラを用いた落石検知用の自動映像検知システムを開発し、人工岩盤斜面および実斜面での検証試験を行った。その結果を以下にまとめる。

1) 地山と落石が同系色の場合であっても、暗色の輝度を調整し色分布变化の感度を向上させることにより、落石の検出が可能である。

2) 降雪などのノイズは各フレームの輝度の平均と分散を現場毎に適切に設定することにより落石と分離可能である。

3) φ10cm程度の小石まで識別可能である。

4) 今後、検出スピードの高速化、落石検知専用のアルゴリズムの開発が必要である。

参考文献

- 1) “フレーム毎の新色変化度による自動カット検出” 橋本、湊、電気関係学会北海道支部連合大会、P.P.352、1995
- 2) “えいぞう弁慶サンプル映像による落石検出しきい値(モード)検証報告書”、(株)つうけん、1999
- 3) “映像による落石検出検証報告書” 株式会社つうけんシステム研究開発センタ報告、1999

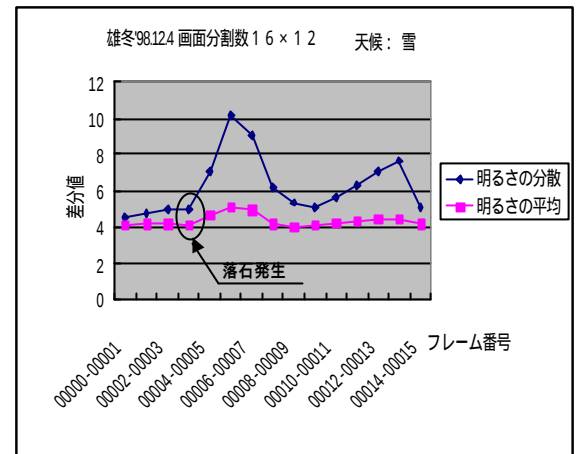


図2. 輝度の分散と平均の時系列グラフ



写真2. 実験状況写真

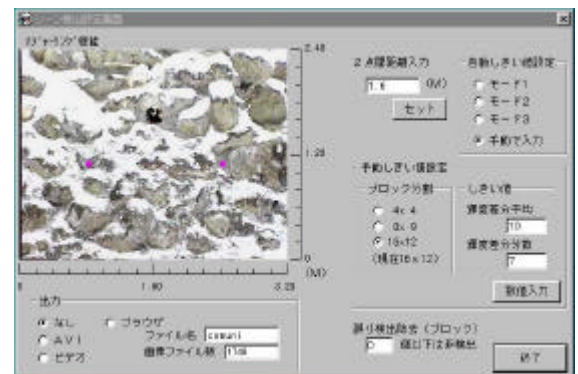


図3. 落石検知システムの設定画面