

CS7-5〔Ⅳ〕

ヘリコプターによるビデオ映像を利用した斜面検査手法の研究（第1報）

東日本旅客鉄道（株）安全研究所 正会員 川名英二、小林俊夫
アジア航測（株）防災・地質部 正会員 ○河村和夫、友利方彦

1. はじめに

鉄道路線沿いの斜面や構造物を含む土工等の設備検査は、現在2年に1度地上からの徒歩による目視で行われている。しかし、近年の人手不足、危険な作業環境、斜面上方の状況把握の困難性等の問題が現在、顕在化しつつある。そこで、効率の悪い地上からの目視による検査に代わる手法として、ヘリコプターにより上空から撮影したビデオ映像を用いた検査手法の有効性について検討を行った。

2. 撮影概要

ヘリコプターからのビデオ撮影対象路線はJR東日本管内の仙山線（西仙台ハイランド～面白山トンネル間約15km）より選出したモデル箇所の5斜面および3渓流である。ビデオ撮影は安定した映像を得るためにウエスカム（防振架台）にカメラを取付けて行った。また、ズーム機能を用いて倍率を3段階（ズームなし、ズーム5倍および20倍）に分けて撮影した。さらに、ノンプリズム光波測距儀を搭載し、リアルタイムでビデオ映像上に撮影距離を数値として記録した。なお、ビデオ映像と並行して斜め写真も撮影した。撮影は高性能のハッセルブラッドカメラを使用し、実体視できるようにした。

3. 検査手法の比較検討

ビデオ映像と斜め写真の判読を行い、従来の地上目視検査手法と比較し、これらの有効性について検討した。なお、垂直航空写真判読も参考のため実施した。判読項目は現在JR東日本で実施されている土工等設備検査の項目とした。図1～2に判読結果例を示す。また、判読結果をまとめた総括表を表1に示す。各手法の長短所は以下の通りである。

- ①地上検査……………鉄道路線付近に限られた狭い範囲ならば詳細な検査が可能であるが、斜面上方の状況は到達が容易でないため検査は難しい。また、仮に到達できても自然斜面は一般に検査対象が大きすぎて把握が難しい。
- ②垂直航空写真（縮尺約1/10,000）……………判読技術に熟練を要するので利用できるのは専門家に限られる。規模の大きい異常地形（地すべり、泥アライ等）の把握を最も得意とするが、反面、一般に規模が小さく傾斜の急な切土・盛土斜面や人工構造物等の変状の把握はほとんど不可能である。
- ③斜め写真（縮尺約1/1,000）……………写真が対象斜面に直角に撮影されているので判読が一般的に垂直航空写真よりも容易である。ズーム機能を用いないビデオ映像よりも解像能が高いので斜面全体を少ない枚数で撮影しても判読が可能である。一般的には自然斜面の判読に適しているが、比較的規模の小さい切土・盛土斜面や人工構造物等の変状の把握も写真を拡大すれば可能である。
- ④ビデオ1（ズームなし、縮尺約1/1,500）、ビデオ2（5倍ズーム、縮尺約1/300）、ビデオ3（20倍ズーム、縮尺約1/75）……………テレビ等で日常的に見慣れた動画であるので写真判読技術に熟練しなくとも誰でも利用が可能である。また、映像情報に連続性があるため任意地点の情報が適宜再生可能であり、ハードコピーの作製もできる。さらに、ズームの機能があるので、対象物をかなり拡大して撮影、判読することが可能である。ただし、対象全体をズームで撮影すると情報量が膨大になるので実用的には問題がある。ズーム機能は何らかの形でスポット的に用いることになると考えられるが、その範囲を限定する方法が難しい。一般的には自然斜面よりも切土・盛土斜面や人工構造物等の変状の把握に用いた方が効果的である。なお、ビデオ1は現段階では解像能が低いので検査には使えない。

4. 結論

- (1) 現在の地上目視検査は現実的な運用の面（人手不足、危険な作業環境、目視の視野の限界、検査項目の複雑性等）で限界があり、何らかの形でリモートセンシングを利用した検査に代替する必要がある。
- (2) 5種類の手法による空からの土工等設備検査では、それぞれ一長一短があり、何か一つの手法ですべての項目の検査を満足するものは存在しない。その中では地上目視検査の代替が可能な手法は斜め写真、ビデオ2および3に絞られた。
- (3) 現段階での結論は斜め写真とビデオ2または3の併用が望ましいと言える。具体的には斜め写真で斜面全体を把握し、ビデオ映像はスポット的（特に注意する箇所あるいは人工構造物だけに限定）に用いる手法である。

5. 問題点と今後の課題

この研究の最終目的は実際の運用を前提とした設備検査マニュアルを作成すること、および検査で得られた情報を効果的に利用するためのパソコンによる情報管理システムを構築することである。しかし、現時点では未だ以下のような様々な問題点が未解決または未整備であり今後の課題となっている。

- (1) 検査手法……斜め写真とビデオ映像の利用手法（組合せと手順）の検討。検査担当者レベルの設定。
- (2) 撮影手法……飛行方法、撮影時期、撮影時間帯、撮影方位の適用範囲の検討。
- (3) 評価手法……基準の設定。手順の検討。
- (4) 管理手法……利用しやすい情報管理システムの構築。
- (5) その他……ハイビジョン、熱センサー利用の可能性の検討。

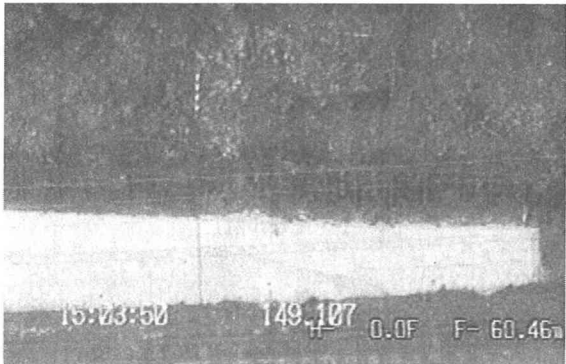


図1 擁壁のきれつ（ビデオ2，5倍ズーム）



図2 図1と同一箇所（ビデオ3，20倍ズーム）

表1 判読結果総括表

斜面形態	検査項目	地上	垂直	斜め	ビ デ オ		
		検査	写真	写真	1倍	5倍	20倍
自然	崩壊地	○	○	◎	○	◎	◎
	崩積地	×	×	◎	×	◎	○
	遷急線	×	◎	○	×	×	×
	遷緩線	×	◎	○	×	×	×
	活断層(リニアメント)	×	◎	○	×	×	×
	スロー・谷頭	×	◎	◎	○	×	×
	スロー	○	×	◎	○	◎	◎
	地すべり(明瞭)	×	◎	○	×	×	×
	地すべり(不明瞭)	×	◎	×	×	×	×
	旧崩壊地	×	○	◎	×	○	○
斜面	露岩地	×	○	◎	○	◎	◎
	基盤のきれつ(節理)	×	×	○	×	○	◎
	浮石・転石	×	×	○	×	○	◎
	急崖	○	◎	○	×	×	×
	崖壁	×	○	◎	×	○	×
	土石流堆	○	◎	◎	○	○	×
	尾根線・谷線(渓流)	○	◎	◎	○	○	×
	人工造成地	◎	◎	◎	○	◎	◎
	きれつ	○	×	○	×	○	◎
	はらみ	○	×	×	×	○	○
人工構造物	雨裂(スロー)	○	×	◎	×	◎	◎
	侵食・崩壊地	○	×	○	×	◎	◎
	露岩地	○	×	○	×	◎	◎
	浮石・転石	○	×	○	×	◎	◎
	じんあい等堆積	○	×	×	×	○	◎
	湧水	○	×	○	×	○	◎
	きれつ	○	×	×	×	○	◎
	はらみ	○	×	×	×	○	◎
	ずれ・傾斜	○	×	×	×	○	◎
	陥没・沈下	○	×	○	×	○	◎
人工構造物	剥離	○	×	×	×	○	◎
	湧水	○	×	○	×	○	◎
	しみだし	○	×	○	×	○	◎

◎：非常に適している
○：適している
×：適さない