

防災カルテ点検における 着目すべき落石の大きさの分析

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 防災地質チーム ○坂本 尚弘
川又 基人
倉橋 稔幸

近年顕在化する豪雨により、効率的かつ定期的で精度の高い斜面点検の必要性が提唱されている。効率的かつ定期的で精度の高い斜面点検という条件を満たしうる新たな手法の一つとして、高密度な点群取得技術を用いた地形データの取得が挙げられるが、それらの技術を用いた斜面点検における運用指針等の制定には至っていない。本報告では、カルテ点検項目の「落石・崩壊」に焦点を当て、北海道内の防災カルテを収集し、カルテ点検における「落石・崩壊」の着目箇所の変状の大きさについて分析した。その結果、数値地形図作成レベル500相当の点密度により斜面上にある落石の58%を形状認識できると推定した。

キーワード：防災カルテ点検、高密度三次元点群データ、落石、点密度

1. はじめに

道路斜面の防災カルテ点検は、技術者の目視点検に依存していることに加え、膨大な点検件数が現場の負担となっている。また、今後の人口減少に伴い点検技術者も減少すると見込まれることから、現状の点検精度を維持・向上させていくための新たな対応手法が求められている。その解決策の一つとして、**Light Detection And Ranging** を用いた計測機器（以下、**LiDAR** 機器と略す）等による高密度三次元点群データの取得が挙げられる。高密度三次元点群データは地形・地物の形状を三次元的に把握することに長けており、かつ二時期の地形の差分等やその変動の解析・抽出も可能である。今後は防災カルテ点検を実施する技術者の「目視による観察・計測・記録」の助けになると期待される。

一方で、防災カルテ点検を含む道路防災点検においては、点群データ活用についての有効性とその重要性は説かれているものの¹⁾、出来型管理要領(土工編)²⁾等で示されているような機器運用に関する具体的な指針は定められていない。斜面点検における LiDAR 機器の運用の指針策定においてまず重要なのは、「着目すべき変状」の対象である落石等の大きさや形状を認識する上で、最低限必要な点密度を把握することである。

そこで本報告では、北海道内の道路防災カルテの「落石・崩壊」を収集し焦点をあてた。北海道開発局で管理する国道における、着目すべき落石（以下、落石と略す）の大きさと比高の傾向を分析し、点密度との関連性を含めて考察した。

2 分析方法

(1) 着目すべき落石の大きさと比高について

北海道開発局から提供を受けた国道の防災カルテ点検のうち「落石・崩壊」において R2 年度時点で要対策に判定された約 300 箇所を対象に分析した(図-1)。その内、切土のり面・斜面において、着目すべき落石の大きさが記載され、土砂崩壊や、落石の大きさ及び道路からの比高が不明な箇所を除いた 196 箇所について分析を行った。

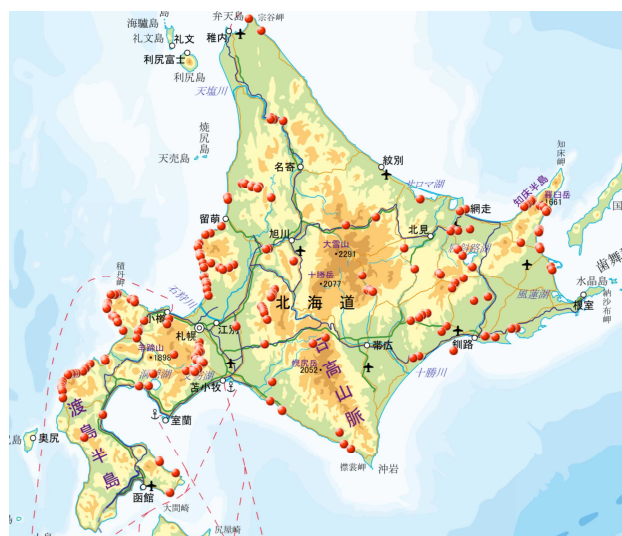


図-1 北海道における防点カルテ点検要対策箇所の分布
(地理院地図より作成)

[illegible]

道路

斜面下の落石

切土のり面・斜面

斜面上の落石

比高

図-4 に対象物の大きさと点密度の違いによる形状認識の例を示す。左右の両図は 1m^2 において、点群を想定した点を乱数により 100 点配置したものである。また赤枠は捕捉したい対象物を想定しており、点群により認識できる形状は、この赤枠の内側に入ったものの外周を結んだ形状と言える。左右の図で点の配置は同じであるが、捕捉したい対象物（赤枠）の大きさが異なる場合、その

対象物	対象物面積 (m ²)	概算点密度 (点/m ²)	備考
0.1m×0.1m	0.01	10,000	
0.2m×0.2m	0.04	2,500	
0.3m×0.3m	0.09	1,200	1,111を繰上
0.4m×0.4m	0.16	625	
0.5m×0.5m	0.25	400	
1m×1m	1	100	
1.5m×1.5m	2.25	44	
2m×2m	4	25	
3m×3m	9	11	
4m×4m	16	7	6.25を繰上
5m×5m	25	4	

1月26日 差し替え版

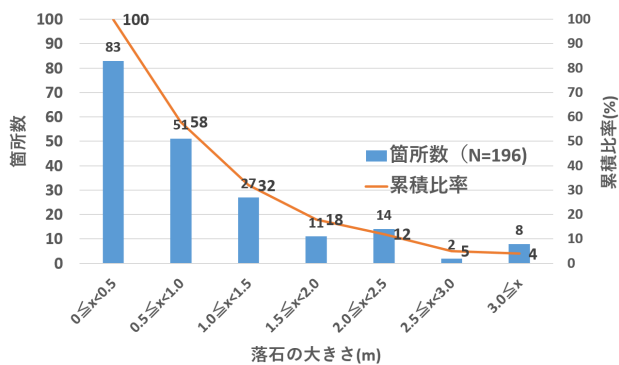


図-5 斜面上の落石の大きさの割合

の、箇所数は右肩下がりとなった。最大の大きさは1 m だった。

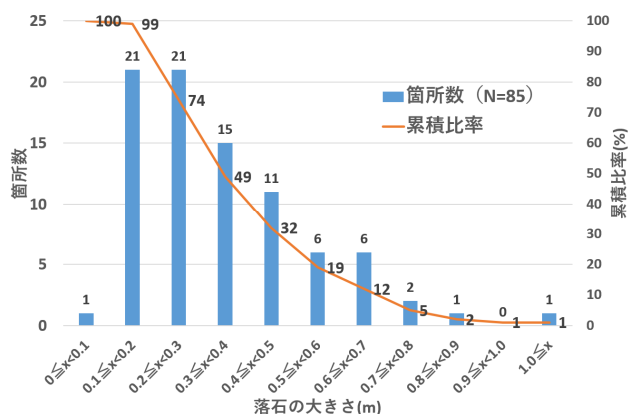


図-7 斜面下の落石の大きさの割合

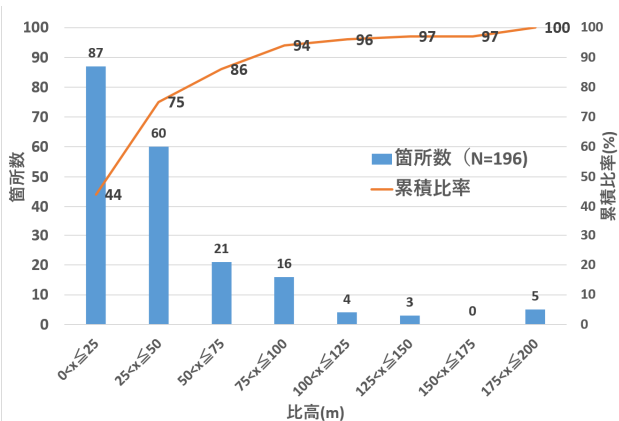


図-6 斜面上に落石が位置する比高の割合

4. 考察

(1) 落石の大きさと比高の関係性

図-8に落石の大きさを横軸に、比高を縦軸に、箇所数の頻度を点の大きさとして表しバブルチャートを作成した。図の上方に表-1から算出した概算点密度及び落石の大きさに応じた全体の比率を記載した。

LidarSLAM技術を用いた公共測量マニュアル⁴⁾によれば、数値地形図作成レベル500の作成は点密度400 点/m²以上とされ、実運用できる点密度である。表-1によれば、この点密度で捉えられるのは対象物が0.5 m×0.5 mとされている。このことから、現状のマニュアルでは0.5 m以上の落石を検知できると考えられる。しかし、それは全箇所の落石のうち58 %に過ぎない (図-8) 。0.5 m未満の小さ

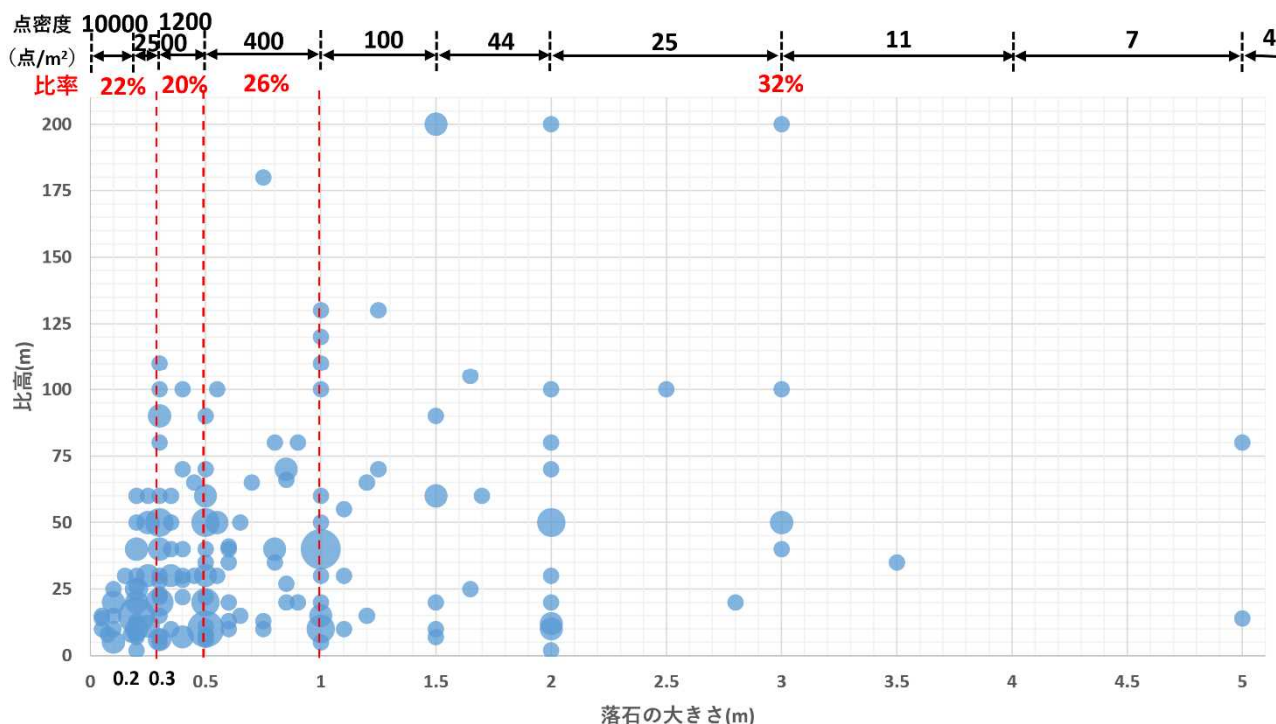


図-8 斜面上の落石の大きさと比高のバブルチャート

な落石を検知するには400 点/㎡よりも密な点密度を必要とする。

本報告では、机上検討により落石の大きさごとに抽出可能な概算点密度を示した。ただし、ここで示したのは形状認識できる点密度である。形状認識により新たな落石の出現や移動量は把握できると考えられる。ところで、落石の移動量を読み取るには、ある程度の形状がわかれば良いと考えられ、形状認識するよりも点密度が減り、より小さな落石を捉えられる可能性がある。そのため、必ずしも表-1に示す点密度を必要とする訳ではない。今後は有意な変状の大きさと点密度との関係を分析することが必要であり、現地実験等により明らかにしたい。一方で、点群による形状認識だけでは変状抽出が困難な項目があると考えられる。例えば、「開口幅の拡大」の把握は困難と予想され、点密度は万能ではなく、適用できる変状の種類を整理する必要がある。

落石の大きさ0.5m未満は全体の42%を占めるが、密な点密度の確保が課題である。具体的には点群取得機器から落石にレーザが到達するまでに草木等が障害になり点密度の減少が懸念される。斜面下であれば据え置き型レーザースキャナを法尻に設置すれば落石までの距離は数m程度となる。近接した状態で点群取得できることから、斜面上よりも密な点密度を得る条件になりやすくなり、前述した点密度400 点/㎡以上の取得が期待できると考えられ検証を進めていきたい。

今回概算した点密度は対象物の真上から点群取得したケースを想定しているが、落石は立体であることから複数方向からの点群取得が有効と考えられる。そのため、複数の点群取得機器を組み合わせた効果的な点群データの取得方法は検証が必要である。

4. まとめと今後の課題

本報告の結果は、以下のようにまとめられる。

- ・196 箇所の防災カルテ点検結果を使い、落石の大きさと比高をとりまとめた。落石の大きさ及び比高は値が小さいほど箇所数が多く、値が大きくなると箇所数は減少した。
- ・数値地形図作成レベル 500 に相当する点密度 400 点/㎡から形状認識できる落石の大きさは 0.5 m 以上である。このことから「着目すべき落石」のうち要対策箇所の 58%を捕捉できる可能性がある。
- ・今後は、点密度 400 点/㎡を用いて、形状認識だけではなく移動量等の変状に適用した場合の点密度との関係を分析する。変状には捉えられるものとそうでない変状があるので、現地実験等で検証する必要がある。

謝辞：国土交通省北海道開発局建設部道路維持課には、資料提供に快く協力していただいた。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 一般社団法人全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)〔改訂版〕 -DX 時代に向けたチャレンジ、145p.、2022.
- 2) 国土交通省：レーザースキャナーを用いた出来型管理要領(土工編)(案)、24p.、2018.
- 3) 川又基人、坂本尚弘、日外勝仁、山崎秀策、倉橋稔幸：道路斜面の点検における点群データの必要密度の検討、日本応用地質学会研究発表会、2023.
- 4) 国土交通省国土地理院：LidarSLAM 技術を用いた公共測量マニュアル、45p.、2023.