

道路雪崩対応に関する 研究の取り組み について

(独)土木研究所 寒地土木研究所
寒地道路研究グループ 雪氷チーム

松澤 勝



1 はじめに

北海道では、道路での雪崩の発生や雪崩発生の恐れのため通行止めが行われることがあります。都市間距離が長く、峠を挟むことも多い北海道においては、雪崩によって国道が寸断することは、地域社会に大きな影響を与えます。このため道路管理者は、タイミング良く通行止めを開始、解除することが求められます。

ところで、大雪の場合は、大雨のように通行規制の判断基準となる連続雨量が決まっていないため、道路管理者は道路状況、気象状況などを考慮して通行止めの開始や解除の判断をしなければなりません。一部の道路事務所では降雪量等に応じた管理対応フローを作成していますが、多くの事務所にはそのようなフローはありません。従って、現在の雪崩発生危険度を知ることは、道路雪崩への対応上、有用と考えられます。そこで、寒地土木研究所では、多量降雪時における雪崩発生危険度判定手法に関する研究を行っています。

2 多量降雪時の雪崩発生危険度判定手法の研究

雪崩には、表層雪崩と全層雪崩があります。表層雪崩は、積雪内部の弱層（せん断強度の弱い層）が破壊して、上部の積雪層が流下する雪崩で、全層雪崩は、地表面上の積雪全体が滑る雪崩で、北海道の国道では、表層雪崩の発生が多い傾向にあります。

図1は、斜度 θ の斜面上の積雪に働く力を模式的に示したものです。図の点線のところに弱層があるとします。灰色の部分の積雪には、滑り落ちようとする力 F （=せん断応力）と、底面で支える力 σ が働いています。ここで、降雪やスキーヤーの侵入等

によって、弱層より上の荷重が増加して、斜面下向きの力 F が底面での支える力 σ を超えると弱層が破壊して、そこが滑り面として表層雪崩が発生します。

このような表層雪崩の発生危険度を判断する指標として、SI（Stability Index）という指数が良く用いられています。カナダのある州では、 $SI < 1.5$ で通行止めにするような基準を持っているところもあるそうです。図1における灰色の部分の積雪層のSIは次式で求められます。

$$SI = \frac{SFI}{W \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta} \cong \frac{\sigma}{F} \dots\dots\dots (1)$$

SFI（Shear Frame Index）は写真1の様にシアーフレームと呼ばれる器具を積雪に埋め込んだ後に、フォースゲージで矢印方向に引っ張り、せん断破壊が起きたときのせん断強度です。

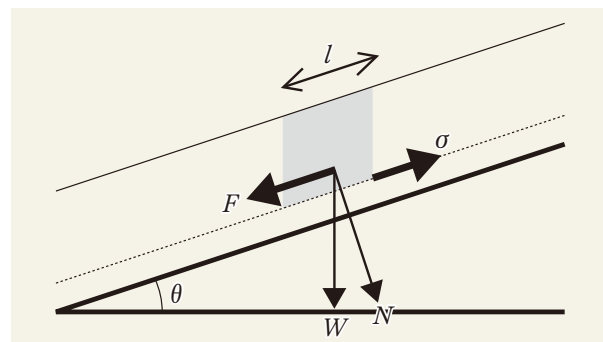


図1 斜面の積雪に働く力



写真1 シアーフレームを使った試験

ところで、強い降雪が続く場合は、明確な弱層が無くても、上載の積雪荷重を支えきれなくなって積雪層が破壊することで雪崩が発生します。過去に北海道の国道で発生した雪崩では、このような事例が多く見られます。

このような、激しい降雪時の雪崩発生危険度については、遠藤(1993)が降雪量から簡易にSIを求める手法を示しています。この手法について詳細は紙面の都合で記載しませんが、その原理は次のようになります。

降雪直後の積雪層は、時間が経つにつれて丈夫になり、せん断強度 σ が増加します。一方、降雪が続くと上載の積雪荷重が増加し、滑り落ちようとする力 F (=せん断応力)が増加します。その両者の値を比べることで危険度を判断します。

2003年1月4日に石北峠で発生した雪崩に対して、近傍の道路気象テレメータの時間降雪量(時間当たりの積雪深差)を用いて、SIを計算した事例を紹介します。この雪崩は、9:30に発生していますが、9:00の時点でSIが、1.5を下回っており、前述のカナダの通行規制基準に良く合っていることがわかります(図2)。

注意しなければならないのは、このモデルでは、全層雪崩や弱層が原因となる表層雪崩には適用できないということです。

ところで、遠藤(1993)の手法で用いている雪の物性値(粘性圧縮率や密度とせん断強度の関係式)は、北陸の雪で求められたものです。このため、北海道の雪質において適用するには、これらの関係を、新たに調査する必要があります。そこで、私たちは、実際に多量降雪直後に積雪の断面観測やせん断強度試験を行っています(写真2)。これらの調査結果を用いることで、北海道の積雪に適した雪崩発生危険度判定モデルの改良を行う予定です。

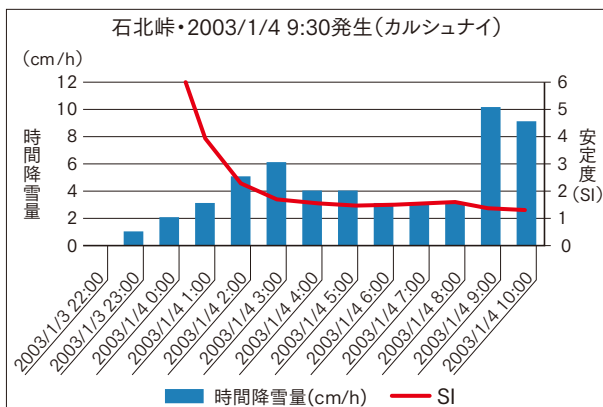


図2 2003年1月4日に石北峠で発生した雪崩事例に対するSIの試算



写真2 積雪の密度測定の様子

3 今後に向けて

寒地土木研究所では、ここで紹介したような雪崩対策に関する研究を行っているほか、随時、技術相談を受付けて、雪氷対策の疑問に答えています。また、本誌「北の交差点」を発行している(財)北海道道路管理技術センターと密接に連携して道路雪氷災害発生時の技術支援・指導等を行っており、平成16年1月の北見豪雪の際には、道内各地で雪崩対策セミナーを共同開催するなど(写真3)しています。



写真3 道内各地で共同開催した雪崩対策セミナー

今後も、引き続き、寒地土木研究所は、北海道開発局や、(財)北海道道路管理技術センターなどの関係機関と協力して、雪氷災害に強い冬期道路の実現に貢献したいと考えています。

参考文献

遠藤八十一(1993): 降雪強度による乾雪表層雪崩の発生予測、雪氷、113-120。