

1 2 . 北海道の道路雪崩の特徴と現場における雪崩対応

1 2 . 1 概要

北海道の国道では最近、地球の温暖化の影響を感じさせるような、これまで経験の無いような雪の降り方積もり方がみられる。温暖化の影響で少雪になったり大雪になったりするといわれているが、(平成 16 年における北見地方の大雪はその影響の可能性がある)雪崩に関していえば、一降りで数十 cm とまとまって降ることが多くなっており、それがこれまで雪崩発生歴が無い急斜面でも多量に積もり、不安定な新雪部分が一気に雪崩となるケースが目立つようになってきた。例えば、13 年 2 月 1 日に国道 453 号支笏湖畔において 4km 区間で 16 箇所同時に発生した雪崩は、樹林密度が高い自然斜面からの乾雪表層雪崩であったが、24 時間降雪は 59cm であった。また、16 年 1 月の全道的な大雪災害時には、陸別ではこれまで雪が着かなかった勾配 45° の急な切土法面から発生した面発生乾雪全層雪崩が道路を埋めたが、30 年以上経験の無い事象であった。この他にも、雪崩予防柵をすり抜けた乾雪表層・全層雪崩が、この 1,2 月に数カ所で観測されている。このようなタイプの雪崩は平成 10 年の国道 236 号天馬街道で観測するまで、北海道の道路では知られていなかったものである。このように温暖化の影響で、最近以降は降る雪の質も変化してきている可能性がある。14 年度、特に 15 年度は面発生乾雪(新雪)雪崩が各地で発生したため、その発生危険箇所を現地調査するとともに現場技術者向けの講習会を開催した。雪崩現地調査・講習会は現場に於ける雪崩管理のために全開発建設部が参加したもので、道路管理技術センター主催開発土木研究所共催で実施した。雪崩調査班は、現場における雪崩リスク管理について調査研究した成果を講習会に反映させた。

また、13 年度には同一路線の切土で数カ所融雪期の湿雪全層雪崩が発生し道路に達した例もあった。このような全層雪崩は規模としては小さく、災害も無い場合は記録として残らない。そのため実態は不明な点が多いが、潜在的な危険は大きいことから対策工法を試験した。

ここでは主として、14,15 年度に発生した新雪雪崩の特徴と現場での雪崩対応について報告する。

1 2 . 2 活動

雪崩調査班では、道路の雪崩防止対策と現場における雪崩対応のために発生前後の雪崩発生危険度評価について、13 - 15 年度は以下に示す 3 項目を目的にした調査を行った。

1. 新雪道路雪崩の特徴把握
2. 道路雪崩災害発生危険度評価の精度向上：現場における雪崩対応
3. 融雪期の全層雪崩を対象とした対策工法

13 - 15 年度において発生した厳冬期と融雪期の 2 種類の雪崩に関して調査し、発生機構、特徴、対策について検討した。特に 15 年度は、全道的に新雪雪崩が多発したことから、現場に於けるリスク管理のために、全開発建設部において開発局の技術者と共に 7 回の現地雪崩調査・講習会（道路管理技術センター主催、開発土木研究所共催）に参加した。

1 2 . 3 北海道で被害をもたらす道路雪崩

H16.1.14 に被害をもたらした道路雪崩は、正式な名称は、面発生乾雪表層雪崩（写真 1 2 - 1）と面発生乾雪全層雪崩であった。新しく積もった雪（新積雪）が一気に崩れて流れ落ちた雪崩で、滑り面が違うため表層と全層と区別されているが現象としては全く同じといえる。滑り面は、表層雪崩は新雪と古い雪の境界、全層雪崩は地山である。斜面の勾配でいえば、1:1.2 以上の急斜面ではもともと地山が露出していたため全層雪崩に 1:1.5 より緩い斜面では雪が積もっていたため表層雪崩になったものが多い。同じ現象であるから区別しないで、厳冬期の新雪道路雪崩或いは上の分類で乾雪を新雪と置き換えた方が分かりやすいので以下は新雪を使う。

融雪期には、切土法面から発生する、面発生湿雪全層雪崩が道路に被害をもたらしている。



写真 1 2 - 1 面発生新雪（乾雪）表層雪崩（一般国道 243 号美幌峠）

斜面の広い範囲で発生しデブリが道路を埋めた新雪雪崩（平成 16 年 1 月 23 日）

最近の新雪雪崩は従来無かったタイプの雪崩で、大量の雪が流動化して斜面を流れ落ちる特徴がある。表 1 2 - 1 に最近切土法面から発生した主な雪崩を示している。

表 1 2 - 1 最近発生した主な道路雪崩

(切土法面で発生した場合や、沢からの規模の大きな雪崩は除いている)

年月日	国道：R	箇所名	種類	特徴（箇所数）
H10.1.19	236	天馬街道（広尾）	面発生乾雪表層雪崩	雪崩柵をすり抜けた(2)
H13.2.1	453	支笏湖湖畔	面発生乾雪表層雪崩	樹林帯を流下・同時多発(16)
H14.3.20	239	霧立峠（苫前）	面発生湿雪全層雪崩	雪崩柵直下から発生(4)
H15.1.4	39,273	層雲峡付近	面発生乾雪表層雪崩	雪崩柵をすり抜けた(8)
H16.1.14	多数	全道各地	面発生乾雪表層 および全層雪崩	記録的大雪、雪崩柵を抜けた ものも多い

1 2 . 3 . 1 北海道の新雪道路雪崩（面発生乾雪表層 & 全層雪崩）

新雪道路雪崩の特徴を以下に箇条で述べるが、気象条件は、急勾配法面に大量の雪を積もらせる比較的暖かい時の降雪である。温暖化の影響か最近この傾向が多くなってきた。支笏湖のように樹林密度の高い自然斜面からも発生する。従来は、急勾配斜面に積もる雪は小規模な点発生表層雪崩（スラフ）となり滑り落ちるため、斜面に大量の雪が着くことはなかった。

厳冬期の新雪道路雪崩の特徴を簡単にまとめると；

- 発生要因：短時間(12-24 時間)に 40～50 c m以上の降雪、高めの気温時（-5～0 ）には雪の着きにくい斜面勾配 1:1.2 の急斜面にも積もる。
- 雪崩の種類：一般的な勾配 1:1.5 の斜面では表層雪崩、1:1.2 では全層雪崩のケースが多い。同時に多発する。
- 流動化現象：大量の新雪が一挙に崩落する時、雪は流動化し、樹木や雪崩防止柵をも抜けて流れ落ちる。
- 面発生表層雪崩：面的に発生し規模が大きくなる。破断面が残ることで分かる。

以上が、最近の新雪道路雪崩の特徴である。従来は大量の降雪は-5 以下の低温時に多く、斜面の雪はスラフとなって滑り落ちることが多かったものと考えられる。

点発生表層雪崩：急な切土では、スラフのような小規模な多数の雪崩が点発生し斜面に大量の雪が積もるのを防ぐ働きをする。

1 2 . 3 . 2 融雪期の全層雪崩の特徴

通行止めになることは少なく記録も少ないが、発生頻度は高いと考えられる。写真 1 2 - 2 のように雪の量が多いと短い斜面からの雪崩も道路に達する。斜面の積雪が 40～50cm 以上で平均気温（最高気温と最低気温の中間としても良い）が 5℃以上で雪崩が発生する危険がある。

（ 1 ）融雪期の全層雪崩の特徴

- 勾配の変わり目、柵との境界から発生する
- クラックが前兆現象になるが、クラックが 1 時間に数cm広がると危険、なだれるかどうかは雪の量による
- 道路に達するか否かは雪の量、勾配、法面長、法面性状（植生など）できまる
- 積雪深 1m の全層雪崩が道路に達した記録がある。積雪深 40cm 以下は安全であるといえる。

道路構造：盛土型切土構造は盛土部が全層雪崩の発生を防ぎ、除雪余裕幅が十分に広いとポケットになりデブリ（雪崩末端の雪の堆積）はその中に捕捉される。



写真 1 2 - 2 融雪期の面発生湿雪全層雪崩（一般国道 239 霧立峠）

1 2 . 4 現場における雪崩対応の提案

道路雪崩の発生とともに道路に到達する危険度は、新雪道路雪崩、融雪期の全層雪崩とも法面の積雪深に大きく依存する。そこで、法面に雪尺を設置しパトロール毎に積雪深を測定・記録することが重要になる。厳冬期には 12 時間及び 24 時間で増加した分の新積雪深が 20cm で警戒、30cm 以上で通行規制を行うものとする。

ここで、雪尺の必要な法面は 1:1.5 以上の急勾配又は雪崩の履歴のある箇所とする。

12.4.1 斜面積雪深（雪尺）による雪崩管理

雪崩要注意箇所には斜面に垂直に雪尺を設置して、法面の 12 または 24 時間新積雪深が 20cm を超えると要警戒、30cm で通行止め等の交通規制を行うこととする。

（１） 道路雪崩危険個所の選定

各路線では H8 年の防災総点検で要注意箇所が選定され、カルテ等で対応されているものと思われる。しかし、前述したように 30 年以上も雪崩を見たことのないような法面でも発生したように、雪の降り（積もり）方によっては急斜面であれば、どのような法面からでも雪崩は発生すると考えるべきである。これまで対象外であった法面でも 1:1.5 以上の勾配で雪崩が道路に達する危険がある斜面長の切土法面は対象になる。また雪崩予防柵があっても対象となる場合がある。

（２） 新積雪深の測定 - 雪尺 -

一般に急な斜面（1:1.2 以上）には雪が着かない。それは、ある程度積もると北海道の雪はさらさらしているので、写真 12 - 3 のようなスラフが頻発するからである。40cm を超える積雪が積もるのは -5 以上のやや湿った雪の場合である。電線や樹木の小枝に冠雪したり道路標識等に着雪するような気象条件と考えてもよい。大まかな目安であるが、斜面に新しく積もる雪の厚さが 30cm までは道路雪崩が発生した記録は無く、観測値の得られる平地で 50cm を超える降雪があった場合に発生していることが多い。この種の雪崩は斜面に積もる新雪の量が雪崩発生の大きな要素になっているので、斜面の雪の深さを測定することによって危険度を評価することができる。そのために斜面に雪尺を立て、パトロール時に雪の深さの絶対値と増加量を測定・記録することが望まれる。



写真 12 - 3 小規模な点発生表層雪崩（スラフ）

小規模な点発生乾雪表層雪崩である。急斜面では頻繁に発生することによって、斜面に大量の雪が積もることを防いでいる。大規模の雪崩を防ぐ安全弁の働きをする。

12.4.2 道路パトロールと交通規制

パトロールに出発前に気象テレメータ及び事務所構内の雪尺で読みとるものとする。実際に雪崩は短い時間（24時間）に40～50cmを超えて積もった場合に発生している。安全を考えると降り始めからの累計降雪深が30cmを超える場合にはパトロール警戒が必要で、その際、斜面の24時間以内の新しい積雪が（当面は事務所構内や道路テレメータの観測地）30～50cmを超えたら通行止め等の規制が必要になる。

< 乾雪表層雪崩への対応 >

（１） 要注意斜面に雪尺を設置する

パトロールの際に斜面の雪の量を測定し、上の基準によって危険度を評価する。

（２） 融雪期の全層雪崩対応

斜面積雪が1.5mを超えるようになると融雪期の全層雪崩に注意する必要がある。国道239号霧立峠の切土では、雪崩予防柵の最下段（道路から約7mの高さ）から1mの積雪が全層雪崩となって滑り落ちデブリが道路を埋めた事例がある。このように、積雪量が多い場合は雪崩柵が設置されている斜面でも安心できない。融雪期の全層雪崩にはクラック（雪の割れ目）や雪しわなどの前兆現象が見られるので、パトロールでは注意が必要である。クラックが出来ても雪の量が少ない場合は雪崩にならないが、雪の多い地域では注意が必要である。

注意事項として以下のことが挙げられる

- 斜面の積雪が50cm以上で平均気温（最高気温と最低気温の間としても良い）が5以上になったら、パトロールを強化する。

- クラックや雪しわの有無や雪庇の状態の変化に注意する。

クラックは、斜面をゆっくり滑る雪のグライド差によってできるが、斜面勾配が不連続な法面では、法頭に多い、緩勾配から急になる境目や雪崩予防柵の下側に出来やすい。雪しわは地山との間に空洞ができていていることを示している。雪庇は、先端がブロック状に壊れて道路に転がり落ちるケースもあるので注意する。

- 降雨に注意

降雨、特に降雪量が多くなると、地山や一部の積雪層に水が停滞しその部分が滑りやすくなり雪崩を発生しやすくなるので、パトロールを強化する。特別な事例であるが、全層雪崩は発生しないとされてきた小段が設けられていた切土法面において、雨量が80mmに達した多量の降雨によって全層雪崩が発生したことがある。

- 維持管理による除雪対応

最近はアームの長いバックホウがあるので、不安定な雪は取り除く。

12.4.3 雪崩発生後の緊急対応

厳冬期の大雪による新雪雪崩は周辺一帯で同時に複数発生する傾向がある。そのため、雪崩が発生しなくても周辺の急勾配法面では危険があるので、雪崩発生危険度を評価する必要がある。そのためには弱層テストなどが有効である。最近は心配な斜面の雪をバックホウなどで取り除くなどの作業を行うことが多い。雪崩は降雪量が多いほど発生危険度が高いので、一箇所でも雪崩が発生すればその周辺でも危険な状態にある。降雪が継続する間はさらに危険度が高まるので、パトロールも注意する必要がある。降雪が終わった後、積雪は安定化に向かうので危険のピークは過ぎたと判断できる。数時間は様子を見るか弱層テストをして安全を確認した後で道路を開通することになる。危険な雪を取り除く、バックホウの作業が可能な状況では除雪作業によって開通を早めることができる。

バックホウ作業で斜面の雪の不安定度（雪崩危険度）が分かる。不安定な順に；

1. バックホウの一掻きで、法面の雪にクラックが入り一部または全面の雪が崩れ落ちる
2. 法面の雪にクラックは入るが崩れない
3. クラックも入らない

降雪が止んでから数時間経つと、斜面の雪は安定するので一般的には峠を越したと考えて良い。しかし、1.の場合は安全のために斜面の雪を全面的に落とす。2.の場合は緊急に落とす必要はないが、弱層テストで判断するのが望ましい。3.は開通だけが目的であれば除雪作業は必要がない。バックホウ作業は上の優先順位によって行えば効率が上がり開通を早めることもできる。

12.5 雪崩災害の記録

新雪雪崩が発生したら、今後の災害防止のために、雪崩の発生時には道路管理技術者用のシートと調査担当コンサル用の2種類の雪崩災害調査シートに基づいて記入する必要がある。

雪崩調査班では事例を収集し、北海道の道路雪崩の特徴把握に努めている。平成15年度の雪崩が地球の温暖化に影響されたものであれば、温暖化が降雪量だけでなく雪の質にも大きな影響をあたえていることが考えられる。その意味でも、長期的な事例の収集・解析は今後ともますます重要になると考えている。

12.6 今後の課題

雪崩調査班の今後の課題として次のことを考えている。

(1) 新雪道路雪崩対応

流動化現象を解明し流動化を防止できる雪崩予防柵の開発。雪尺を設置することにより、斜面の積雪と雪崩の関係のより詳しいデータを得る。現場技術者に雪崩管理に必要な雪崩の知識を講習する機会をつくる。これらが今後の課題で、雪崩管理の精度を向上させ、迅速な災害対応を可能にすることができる。

(2) 融雪期の全層雪崩対応

従来の雪崩予防柵は表層雪崩の防止を兼ねており、大きくドライバーに圧迫感を与えるといわれている。全層雪崩に特化することによって経済的かつ従来設置できなかった道路の脇（法面の下）にも設置を可能にする小型の全層雪崩予防柵を開発する。

(3) 雪崩技術者の育成・資質向上

北海道では雪崩を研究する大学等の教育機関は非常に少ない。また雪崩技術者には雪崩をより多く経験することから学ぶ必要がある。しかし、雪崩を数多く体験・経験することは一個人にとっては容易なことではない。雪崩調査班では、雪崩の経験を共有するために防災ドクターを交えた研究会を開催してきた。今後も、雪崩技術者だけでなく現場技術者を含めた研究会や講習会に積極的に係わるとともに、自らの資質の向上に努めたいと考えている。

12.7 あとがき

平成15年度の異常気象は、全道各地の道路に多くの新雪雪崩の災害をもたらした。このため、本報告書では新雪雪崩に比重を置いたものにした。ここ数年、北海道の道路雪崩が従来の雪崩と異なるタイプになってきたことを感じてきた。しかし、昨冬の状態を見るとこれからは異常とはいえなくなる可能性がある。北海道の道路雪崩の異変にいち早く気が付き対応できたのは、雪崩調査班が置かれ、全道の道路雪崩の調査や情報を集めることを可能にしたのは本委員会があったからでもある。雪崩災害防止には現地技術者の雪崩の経験や知識が重要であるが、一技術者の経験には限度がある。そのため、雪崩の経験・事例を共有する場が必要である。雪崩調査班の活動はそのような場となり、道路防災ドクターと連携し技術者を育てることも重要であると考えて活動してきた。開発局維持課の指導のもとに全道の建設部の協力を得て、道路管理技術センター主催、開発土木研究所共催で行われた計7回の現地調査・講習会は、時宜を得たものとして好評であった。それとともに、

まだ全てについては解析するまでには到っていないが、全道の雪崩の問題が把握できたことはこれからの雪崩調査班の大きな財産になるものと考えている。

最後に、機会を与えた、開発局維持課をはじめ全道の開発建設部の担当技術者および多忙な中現地調査・講習会に参加或いは支援された管理技術センター、開土研、防災ドクター、雪崩技術者の方々に心からの敬意と謝意を表するものである。