

積雪の支持力を生かした低柵高全層雪崩予防柵

竹内 政夫（雪研スノーイーターズ）, 及川 秀一, 武田 光邦（稚内開発事務所）,
西館 幸夫（稚内開発建設部）

1. はじめに

北海道の雪崩予防柵は吊柵が使われる場合が多く、吊柵の柵高は最深積雪深に対応している。全層雪崩であればグライドを防止するだけで十分であるが、短時間の大雪による新雪雪崩や弱層に因る表層雪崩をも予防しようとするためであろう。しかし、吊柵が積雪を突き抜けて頭を出すため、柵上下の積雪がそれまで互いに引っ張り合うことによって持っていた、支持力を失わせることになる。融雪期において道路に最も近い最下段の吊柵の下から積雪が滑り落ちる形の全層雪崩の発生が多いのはこのためである。気象条件等から全層雪崩の危険だけに限定できる箇所では、高い柵よりもグライドを防止できるだけの低い柵のほうが良いことになる。表層雪崩の危険のない豊富バイパスの切土法面で、雪に埋もれる低い柵高の雪崩予防柵が設置され雪崩防止効果が検証された（武田他、2006）。国立公園内などで景観を損ねるために設置が許されないケースもあるが、雪や植生に埋もれるような低い柵であれば景観上も問題ないと考えられる。ここでは、応用範囲が大きくなると考えられる低柵高雪崩予防柵の雪崩防止機能について述べる。

2 豊富バイパスの気象（降雪・積雪）

新雪雪崩の危険があるとされる24時間降雪40cm以上は豊富アメダスでは観測以来3回測定されている（表-1）。

順位	24時間降雪 (cm)	最大風速 (m/s)	平均風速 (m/s)	観測日
1	52	5.1	9	平成12年12月24日
2	48	4.2	7	平成16年2月23日
3	41	4.3	7	昭和60年1月28日

表1 豊富バイパス（アメダス）の24時間降雪の極値（1982年以來）

24時間降雪が2位の48cmを記録した2004年(平成16年)2月23日には斜面勾配が1:1.2の4箇所で大雪時に小規模な表層雪崩の跡が観測されている。しかし、いずれも斜面の途中で止まり道路に達したものはなかった。このように新雪雪崩の発生頻度や危険は非常に小さいと考えられる。積雪については、豊富アメダスで記録された1982年の観測以来最大積雪深の極値は143cmである。しかし、積雪深は大きく切土法面は急なため全層雪

崩に関しては発生する要件は十分ある。

3. 豊富バイパスと低柵高雪崩予防柵

3-1 豊富バイパスの切土法面の小段

新雪雪崩や表層雪崩の危険は小さいので、豊富バイパスでは全層雪崩に絞って対策を検討した。豊富バイパスには勾配が1:1.2, 1:1.5などの大小約100箇所の急な切土法面がありその多くは斜面の雨や融雪による浸食防止のため幅1.5mの小段が設けられている。最大積雪深の8割以上の幅の小段(ステップ)は全層雪崩を防止する階段工法の要件を満たす。このことから、幅1.5mの小段は十分に全層雪崩防止機能を持つと考えた。また、最下段の法面に接する道路は階段工法の小段になぞらえることができる。最下段法面上の積雪を抑える働きは、階段工にならって路面の堆雪幅で表される。しかし、図1の優先順位1.と表した法面のようにぎりぎりまで除雪すると抑えが効かなくなり全層雪崩の危険が大きくなる。

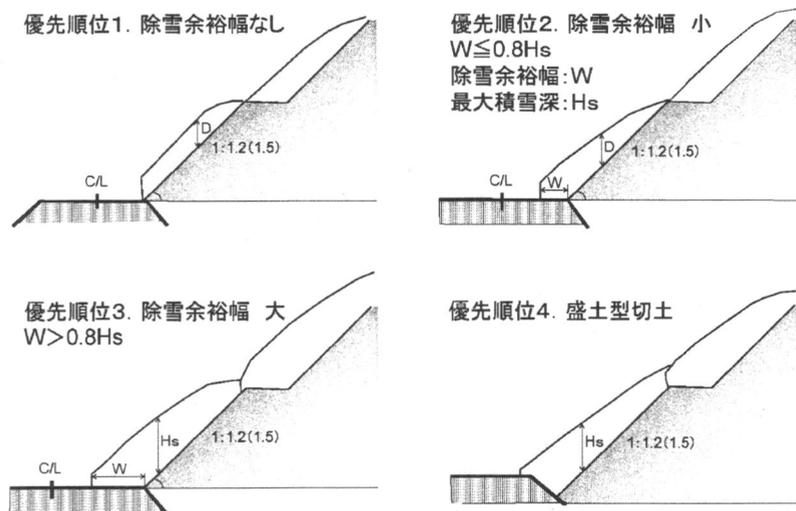


図1 最下段法面の積雪安定性(武田他、2006)

法面に接する道路面は小段と同じように斜面積雪を抑える働きをしている。

3-2 低柵高雪崩予防柵

豊富バイパスにおける99箇所の切土法面において、道路との接点の横断構造から、路側堆雪が狭くて道路面の小段としての機能が期待できない15箇所を選定して柵高1mの雪崩予防柵を設置した。全層雪崩を引き起こす力になる斜面上の積雪のグライドは1mの低い柵でも十分抑えられる。また、写真1のように積雪面から頭を出した柵の下から雪崩が発生する事例が多い。これは、斜面積雪を安定化させる積雪層の結合による力(支持力)を、柵が雪の繋がり切ることによって支持力を無にしているからと考えられる。密度に

もよるが積雪層の引っ張り力は $5 \sim 10 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ のオーダーで大きい(Narita,1983)。



写真1 雪崩予防柵の下から発生した全層雪崩



写真2 雪に埋もれた低柵高雪崩予防柵

積雪の支持力を利用して雪崩を防ぐために、積雪深より低い柵高にしたのが低柵高雪崩予防柵である。写真2は雪に埋もれた雪崩予防柵を調査するために雪掘りしている状況である。雪崩予防柵は二人が居る位置に水平に線状に見える陰の下に埋もれている。

3-3 低柵高雪崩予防柵まわりの積雪

雪崩予防柵の回りの雪質、密度、硬度を測定した。ここでは詳しい測定結果は述べないが、積雪内の雪質は地表面から80cm程度までが一部にザラメ雪が見られるが固く締まったしまり雪でいずれも密度が高く安定していた。柵が雪に埋まるまでに巻き垂れができたための小さな空洞はみられたが、グライド差があればできるような地表面近くのクラッ

クや空洞は観測されなかった。柵上の雪だけでなく柵前後の雪も固く結合していた。



写真3 低柵高雪崩予防柵の回りの雪

以上のことから柵上下の雪の結合が支持力となって、グライドそして全層雪崩を防いでいると考えられる。尚、測定を行った平成16年2月下旬には豊富アメダスの観測史上2位の積雪深135cmを記録した。

4. まとめ

- 1) 積雪内の雪質は地表面から80cm程度までが一部ザラメ雪を含む固いしまり雪、さらにその上のシマリ雪はいずれも密度が高く安定している。
- 2) 柵を挟んだ上下の雪には巻き垂れによる小さな空隙はあったが、グライド差によるクラックは発生していない。

これらのことから、低柵高雪崩予防柵は積雪の結合力を支持力とし、グライドを防止し全層雪崩を防ぐことが積雪調査によって検証された。利点として、経済的で景観を妨げない、雪崩予防柵の下から発生する雪崩対策に利用できることなどが挙げられる。

文献

- 武田 光邦、川村 勝幸、及川 秀一、2006、全層雪崩対策のための低柵高雪崩予防柵採用の試みについて——一般国道40号豊富バイパスにおける事例紹介——
49回北海道開発局技術研究発表会
- Narita,H,1983,An Experimental Study on Tensile Fracture of Snow, Contribution No.2625 from the Institute of Low Temperature Science