

林業試験場防災部 新田隆三

筆者は十数年前から度々ヨーロッパアルプス諸国の雪崩防止工現地を訪れてきた。雪崩予防柵の設計施工については、1968年版スイス示方書が世に出てから以降、いかに示方書にある予防柵が旧式と化し、現場で用いられなくなってきたかを見てきたことにもなる。

スイス・オーストリアを中心とするアルプス諸国で、近年どのような考えの元に予防柵の設計施工に新しい変化が生じてきたかを、簡単に紹介しておきたい。

表一 雪崩予防工法の効果の相対的評価

評価項目	スノーレーキ	スノーブリッジ	スノーネット
支雪面と積雪の恒常的接触	8	6	10
小表層雪崩のせき止め	10	6	2
積雪各層の動き阻止	10	8	6
大雪時の分散	8	6	6
計 (40点満点)	36	26	24

(Roch et Sommerhalder 1961)

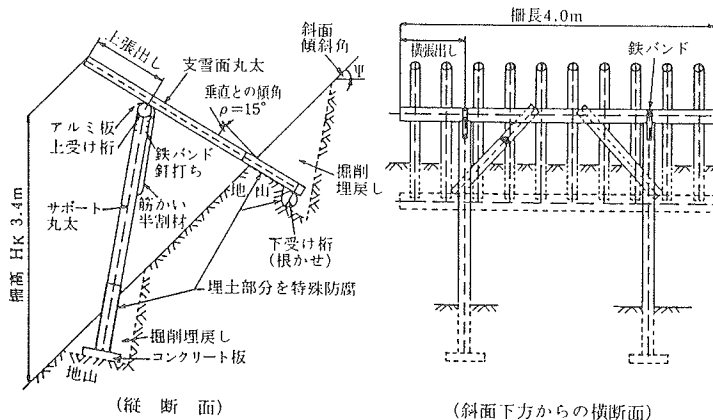
1. スノーレーキの多用

新防雪工学ハンドブック(1977)の予防柵はスノーブリッジ型(横柵)のみを記し、スノーレーキ型予防柵(縦柵)を削除している。こうした日本の傾向とは逆に、アルプスではスノーレーキが高く評価され、多用されている。

彼らは大体次のようにスノーレーキとスノーブリッジとを使い分けている。前者は積雪グライドの大きい場所(森林帯・暖地)に、後者は高標高地にそれぞれ用いる。彼らの基準からすれば日本の大半の雪崩危険地はスノーレーキ施工適地となる。

表1はスイス雪崩研究者の5冬季にわたる予防工比較試験の結果であり、レーキの評価は高い。

スイス林野局の標準型スノーレーキは、図1のように、防腐処置をした丸太を用い、しかも支雪面縦部材(ラフター)の下端を土層中に埋め込んでいる。



図一 スイス林野局の標準型スノーレーキ(防腐処置した丸太を使用、グライド係数1.2、高度係数1.13)。

レーキとブリッジを比較すると、用いる部材の量はほぼ等しい。土工に労力は要するが、重心の低いレーキの方がグライドの大きい暖地で有利である。滞水して腐朽の早い水平部材の使用を最小限に抑え、間伐材を用いて鋼材よりも単価を低くする。水平部材が少ないために、柵の周囲に植栽された樹木が、成長の過程でラフターに接触して雪圧害をうける危険も少ない。そのためレーキは雪崩防止林造成地に適した予防柵と見なされている。

2、発破アンカー

傾斜40度以上の急斜面に、有効高さ4～6mの巨大な鋼構造物であるスノーブリッジをしっかりと固定するのは難事である。気象、足場、土質等悪条件の多い高地で、基礎のために大量の土を掘り、コンクリートを現場で打ち、更に埋め戻すスイス示方書のやり方には無理が多い。

70年代のオーストリアでは、図2のように、メインビーム基礎をアンカーボルト、杭、格子板などで補強し、コンクリート使用を抑えたが、土工量は依然として多かった。

80年代の同国では、チロル州エリスカセス技師の考案に成るせん孔・発破・モルタル注入アンカー工法をメインビームの脚固定のために採用している(図3)。工程は簡略化されたがグライド係数の大きい場所では軸方向からずれた曲げ引っ張りに若干弱いと指摘されている。

オーストリアに刺激された隣国スイスでは、エリスカセス方式よりも力学的に安定した構造のスノーブリッジを開発した。ただし、せん孔発破の数がメインビーム側2孔、サポートビーム側3孔と多く、施工は楽ではない。

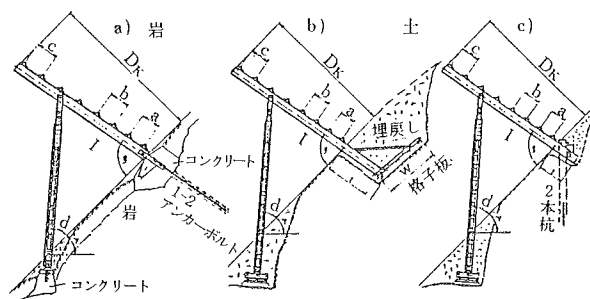
発破アンカー工法の詳細については、治山31巻の技術講座「雪崩防止林」を参照されたい。いずれにせよヨーロッパアルプスのスノーブリッジは発破アンカー工法により工程と経費節減に成功し、これから68年示方書の方式に戻ることはない。

3、グライド防止工

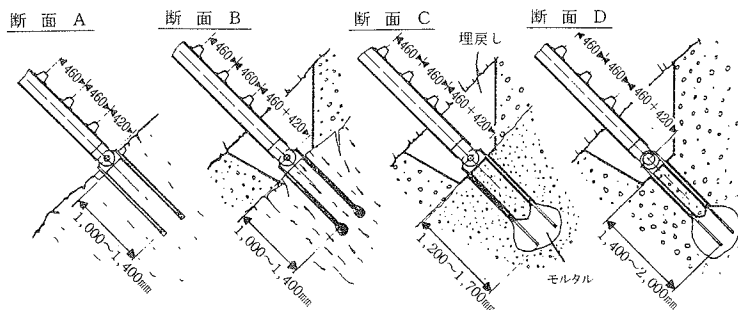
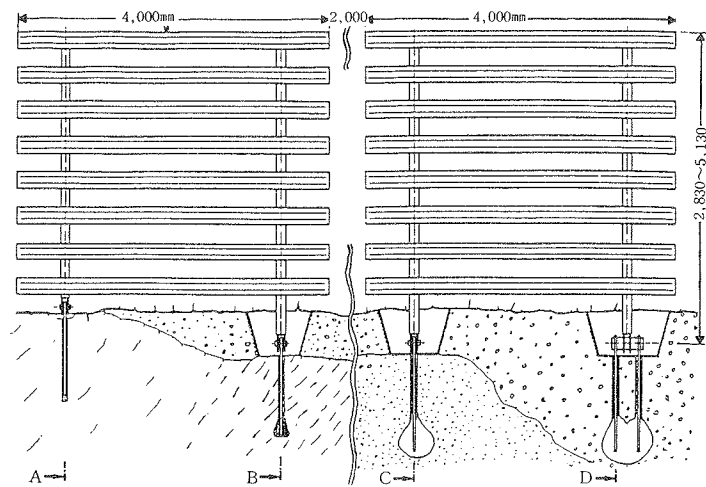
雪崩予防柵は雪崩発生を止めるには有効であっても、樹木を積雪グライドから守るには有効ではない。例えば1シーズンのグライド量が4m以下の斜面で全層雪崩は出にくいですが、樹木がまともに育つにはグライド量1m以下が望ましい。

グライドを軽減するには降雪直前に草丈を小さく下刈りするのが第一である。グライド軽減工種としては、昔から群杭工や階段工が知られる。ただし日本の階段工の多くは下刈り不足のためグライド軽減に成功していない。

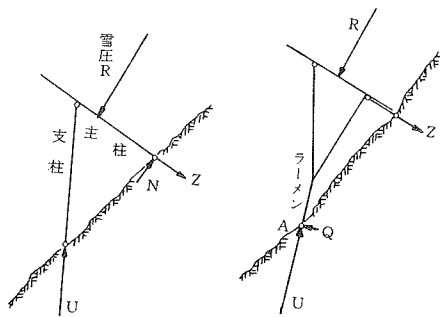
アルプスでは上下の予防柵の間の斜面に、更に背の低い鋼柵や破線階段、群杭などを配し、植栽木をグライドから守っている。



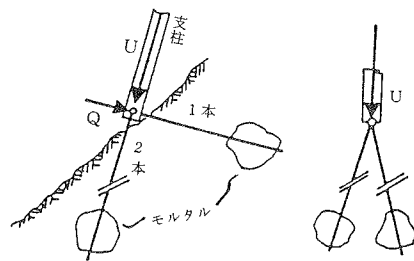
図一2 オーストリア VOEST-ALPINE 型スノーブリッジ。



図一3 様々の基礎土質に応じたエリスカセス型スノーブリッジ支柱の基礎工。
(Hanausek, 1984)



図一4 従来型(左)とスイス・フロム社型スノーブリッジ(右)の基本構造と基礎の応力。(EISLF, 1981)



図一5 スイス・フロム社スノーブリッジの支柱の3脚アンカー。左は縦断面, 右は平面図。(EISLF, 1981)

これらグライド防止工の豊富な種類については、既に1973年に紹介した（若林：84回日林講、——：日林北支講22号）が、最近では防腐処置を施した丸太を等高線方向に横に置き発破アンカーで斜面に固定する方法も開発されている。

全体として積雪地帯の造林補助工としてグライド防止工は大きな位置を占めている。



図 - 6 3本1組の群杭工（グライド防止工）により成林（スイス）。

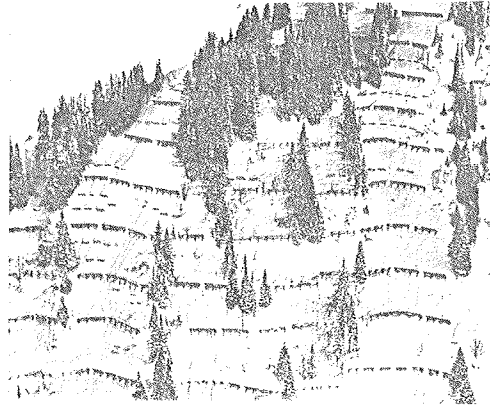


図 - 7 スノーブリッジ群の間に埋雪しかかった低柵（グライド防止工）が散見される（オーストリア）。