

1. はじめに

本論は、集落人家に被害をもたらす所謂、集落雪崩に対する対策工法のうち雪崩発生予防工の一工法である予防柵と階段工に関するものである。

雪国の安全の確保に重要な集落保全の雪崩対策として対象とする雪崩の分類は、すべり面の位置により全層雪崩と表層雪崩があり、それぞれ発生機構や運動形態が異なる。ここでは前兆現象が明瞭で危険の予知と回避が比較的容易な全層雪崩を除いて、予知も難しく大災害を起しやすい表層雪崩に対する対策をとりあつかいその概要を述べるものである。

2. 雪崩防止工法の分類

雪崩防止工法を、その機能から分類すれば、雪崩発生区域に設置して雪崩を未然に防止する予防工と、発生した雪崩による危険から保全対象を防護する防護工とに大別される。さらに、予防工は、斜面の積雪がクリープ、グライド現象を開始し、運動エネルギーを持つのを防止する雪底予防工（直接予防）と、雪崩発生の一主要誘因である雪底の形成を防止する発生予防工（間接予防）とに分類される。また防護工は押出してきた雪が保全対象に到達するのをくい止める阻止工、雪崩の勢力を分割したり、その力や量の一部を軽減する減勢工、および雪崩の方向を変える誘導工に分類される。表-1に主要な雪崩防止工法の一覧を示し、特に階段工と予防柵工について詳細すれば次のとおりである。

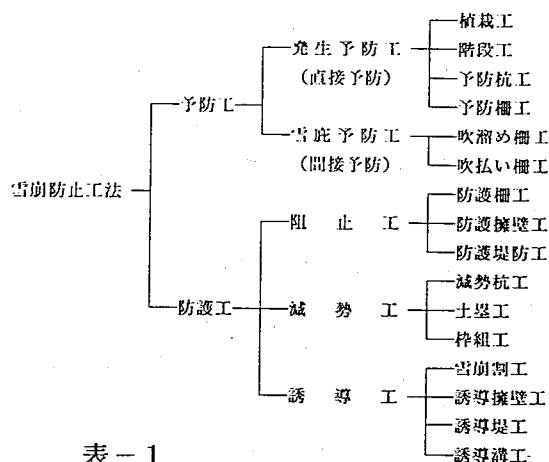


表-1

雪崩防止工法の分類

階段工：従来の工法は山肌に切取り等で階段を設け、斜面積雪の滑動（グライド）する力や動きを小さく区切り、雪崩の発生を予防する工法で全層雪崩が対象であった。これに対し新しい工法は、構造物を設けて発生勾配を緩となし表面の雪面勾配を減じることにより表層雪崩をも対象とするものである。

予防柵工：雪崩を未然に防ぐための柵構造物を雪崩の発生区間に設置して表層雪崩はもとより全層についても効果を発揮するものである。

3. 階段工

3.1. 従来の階段工

3.1.1. 位置及び構造

階段工を計画する位置は雪崩発生区の全面及びその周辺部とする。又その構造は形態により切欠き階段工、切盛階段工その他の切広げ階段工やその複合がある。一般には単に山腹を切取った切欠き階段工が採用されるが地形により、切欠きの長さが長すぎて防止効果が薄れる場合、あるいは切欠き土砂の処理及び

地盤が軟弱で、切欠き階段工の施工が困難な場合には、現地の状況に応じて他の階段工を採用する。

図-1に施工位置図を図-2に切欠き階段工の構造を図-3に切盛階段工構造図を示す。

3.1.2. 効果

斜面の積雪がある程度グライドを起すと、階段面にとどまる

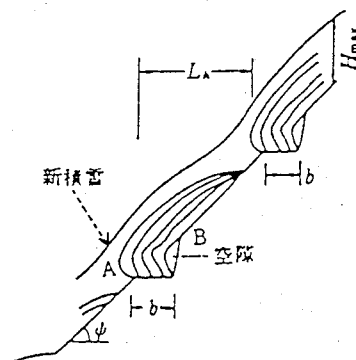
積雪は圧縮されて、せん断応力 図-1, 施工位置 図-2, 切欠き階段工 図-3, 切盛階段工 に対して強い雪となり、この圧

縮された積雪が階段面の土との抵抗で斜面積雪を安定させる。従って図-4の効果模式図のとおり圧縮された積雪面の上に新たに積雪が生じた場合には、その積雪表面勾配は、元の地山斜面勾配(Ψ)と同勾配となり、しかもせん断応力の小さい雪質であり、階段工の効果の及ばない積雪で表層雪崩にはその効果を発揮しない。

3.2 新規の階段棚工

3.2.1 目的.

地形地被を変えることなく自然状態のうえに棚を設けることにより全層及び表層雪崩の発生を予防することを目的として計画された新工法である。



$$L_A = 6 \times b$$

$$b = 0.8 \times H$$

H: 設計積雪深(m)

図-4 効果模式図

計画される地形は勾配約30度以上の劣悪

な作業環境が一般である。従って使用される機械や作業工種も制限される場合が多い。機種も単数で単純な作業が要求される。そのような条件を満たす工法が階段棚工である。

3.2.2 イメージ効果

斜面に人工的に設けた棚と柵により斜面勾配 Ψ を水平に変えることにより雪崩の発生を予防する効果を期待するもので図-5にその効果を模式化する。

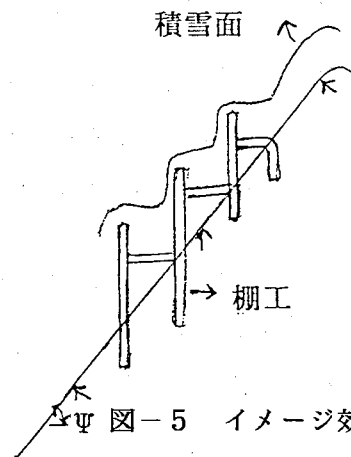


図-5 イメージ効果図

3.2.3 構造

階段棚工を計画する位置は雪崩発生区間で行方向では連続して設けて列方向では階段的に設けられる。

階段棚工の構造は基礎となる杭工と地表から設計積雪深までの高さまでの柵工とその中間に設けられる棚工からなる。

部材の種類は地質が植生に適合して植樹を実施することにより4~50年経過後には密集された森林となることが充分可能な場所の雪崩発生区域では防虫、防腐剤を注入した間伐材を主とする木材を利用することで樹木が成長する間その効果を発揮するもので既に繁殖している樹木を伐採することもなく施工が可能である。地質が植樹に不适当で当分の間植生が期待できない場合には鋼製又はプレキャストコンクリートとする。図-6にイメージ設置図を、又その構造は図-7に示す。

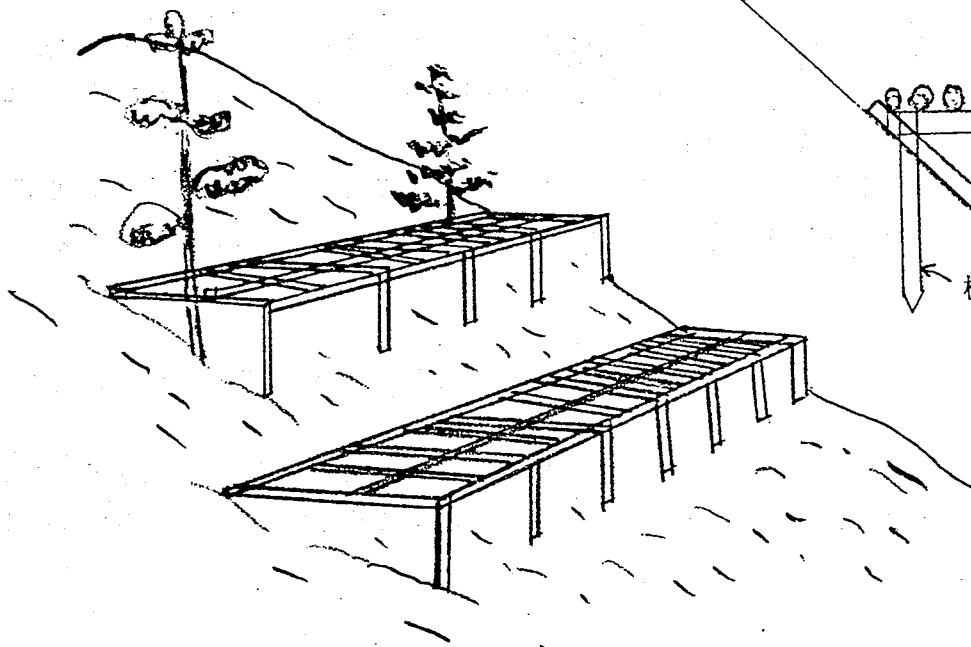


図-6 イメージ設置図

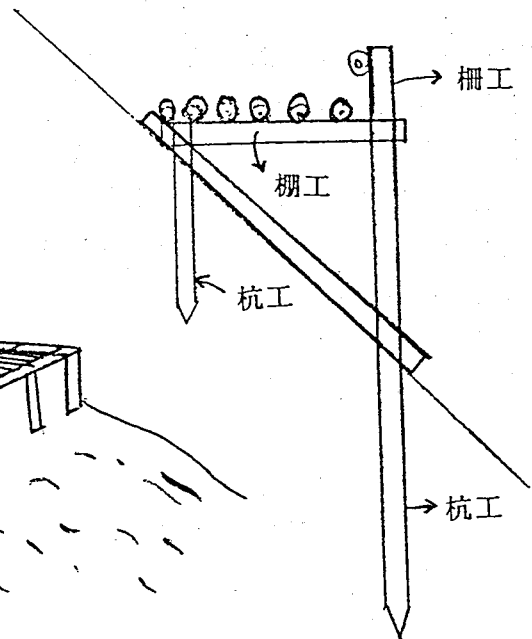


図-7 イメージ構造図

杭工の施工は構造計算上必要とする支持力にみあう位置まで打込むため杭打機又は人力で設ける。又その間隔や杭の断面については雪荷重に耐えかつ必要な安全率をもたせたものとし必要により斜材や中間に補強材を計画する。

棚工の高さは棚工位置からでなく地表から設計積雪深とする。必要により横材を計画し又斜材等で補強する構造とする。

棚工の必要巾は模型実験等で検討する必要があるが一般には棚工の巾は設計積雪深程度を目安とする。

棚工の横材の間隔は雪が溜まらずに地表へ落ちる巾とする。その他植樹が可能な空間をも考慮することも大切である。

棚工の構造は設計積雪深の外力に耐えるものとする。

施工計画としては部材の運搬は1日で終了するようにヘリコプターを計画することにより仮設とする運搬道路が不用となる。

4. 予防柵工

4.1 一般的な予防柵

従来多く計画される予防柵の基礎はコンクリート基礎で図-8のような

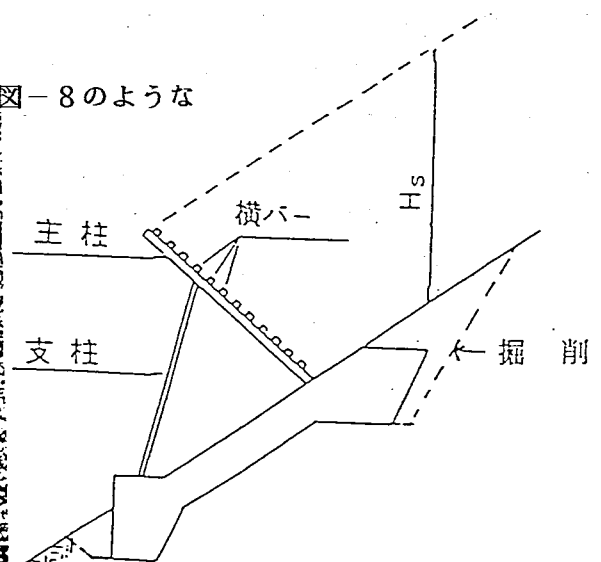
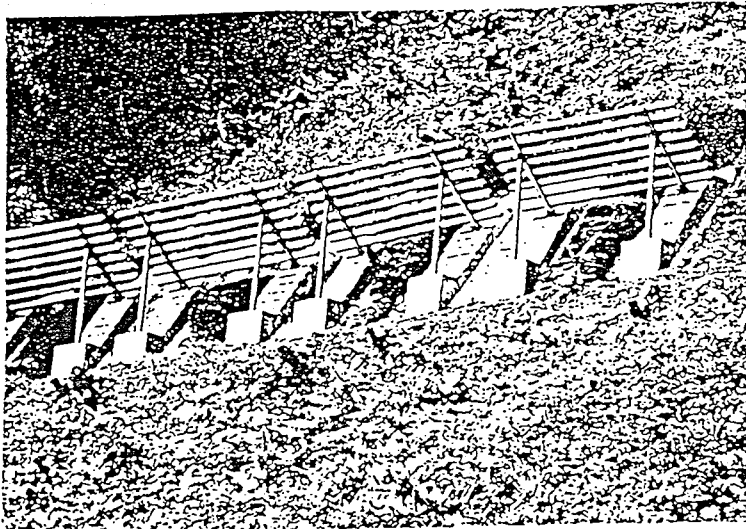


図-8 一般的なコンクリート基礎予防柵

構造が一般である。地表の勾配が30度以上の急斜面に設けられるコンクリート基礎は掘削用の重機が必要となりその運搬のための仮設道路や掘削土砂の搬出用の仮設工事が必要となる。又利用する材料においてもコンクリートや型枠等多種にわたる。

基礎の施工にあたっては植生を伐採し、困難な掘削作業を実施することによる地山のゆるみや施工後の法面保護が必要となり、施工性からも環境面からも又景観上からも、かならずしも斜面上に適した基礎の設計とはいいがたい。

4.2 基礎工の検討

単純な作業で機種も単品で仮設道路も不用な基礎の形式として杭工又は杭工とアンカー工を併用した基礎工を検討した。

急斜面を解体運搬可能なボーリングマシンのみで基礎を計画することにより樹木の伐採も不用でしかも掘削をとめない工法を採用することが可能となる。しかも基礎の地質や地盤支持力に左右されることが少なくなる。

設計積雪深の荷重を上部構造で受けもちその荷重を下部(A)及び上部(B)の基礎に伝えるものである。

下部(A)基礎は圧縮部となるため必要杭深さはボーリング調査等で許容応力部までとする。上部(B)基礎は引張部となるため杭工のみでは不足の場合にはアンカー基礎を計画する必要がある。

杭工とアンカー工を基礎とすることで次のような点が改善される。

- ①基礎掘削が不用となり樹木の伐採や地山の緩みがなくなる。
- ②施工が容易で工期の短縮や冬場の施工も可能となる。
- ③仮設もボーリング足場のみで運搬手段も簡便となる。

5. おわりに

ここ数年少雪のため雪崩の発生特に集落雪崩は少なくなっているが雪崩防止工法は必要である。反面雪崩防止工法に関して景観上又は環境上充分な配慮も必要となってきた。

新しい階段柵についてはまだイメージのみで計画論的に巾や柵の間隔や配列に決めてにける。しかしながら構造的には単純な応力計算で検討することができしかも植樹も可能となるので試験施工を行って現場観測を行いその適正を確認することが大切であろう。

予防柵の基礎については既に杭工もアンカー工も施工実績が多くあるので家の近くであるとか見とおしのよい地点での施工には景観上又は環境上を充分配慮する必要がある場合が多いので伐採掘削の不要な杭工又はアンカー工が適しているのではなかろうか。

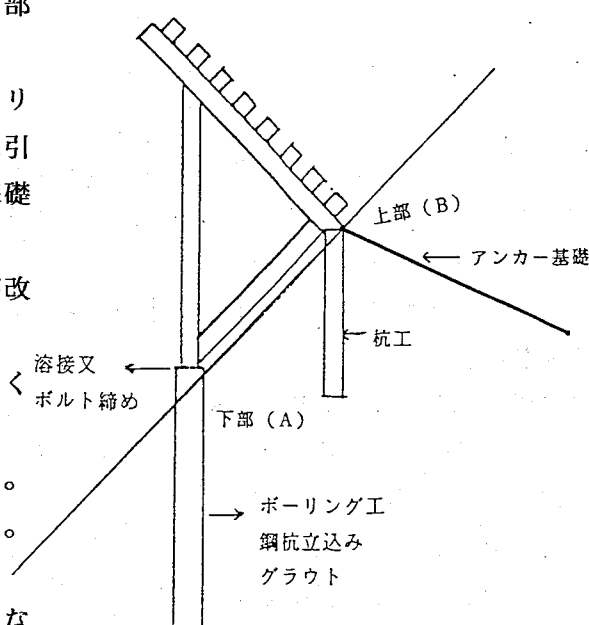


図-9 杭工又はアンカー基礎の予防柵