

# 多雪地道路法面における階段工の効果

福 地 稔

雪は夏の渇水期に水を供給するなど生活に欠かせない反面、交通障害の原因となったり、家屋や遊具等の倒壊などの被害をもたらす。道路法面に樹木を植栽する場合も例外ではない。従来、道路法面ではイネ科を中心とする導入草本が緑化に用いられてきたが、山間部の法面では周辺環境になじむような樹木による緑化が施工者などから求められている。しかし、このような場所では樹木に対する雪の影響は避けられず、より確実に樹木を定着させる必要がある。そこで多雪地の道路法面で実施した新しい施工例と、施工後の積雪の移動や植栽樹木への影響を調査した結果を紹介する。

## 施工方法の特徴

多雪地の斜面に生育する樹木には、降った雪の重みだけでなく、斜面上部から移動する雪の重みがかかる。これまで、斜面雪圧の面的な抑制法として、斜面に丸太を敷き積雪の移動を抑える丸太枠組み工や、雪崩防止柵等の柵工を併用する方法等が考案されている。また、点的な抑制工法として、斜面に杭を打ち積雪の移動を抑える杭工法などがある。

ここでは、山腹緑化工で使われている階段工を道路法面に応用した施工方法の効果を検討した。階段工とは斜面を短かく区切り、積雪が斜面上を滑る力や動きを分断することを目的としており、雪崩発生防止の予防工として多雪地の山腹などで実施されてきた。検討した施工地の法面勾配は1割5分勾配（高さと水平距離の比が1:1.5, 約34°）である。ここに、図-1に示すように法面上にカラマツ間伐材を使った柵工と切盛り型の階段工を施工し、階段上の敷幅（ステップ）に樹木を植栽した。

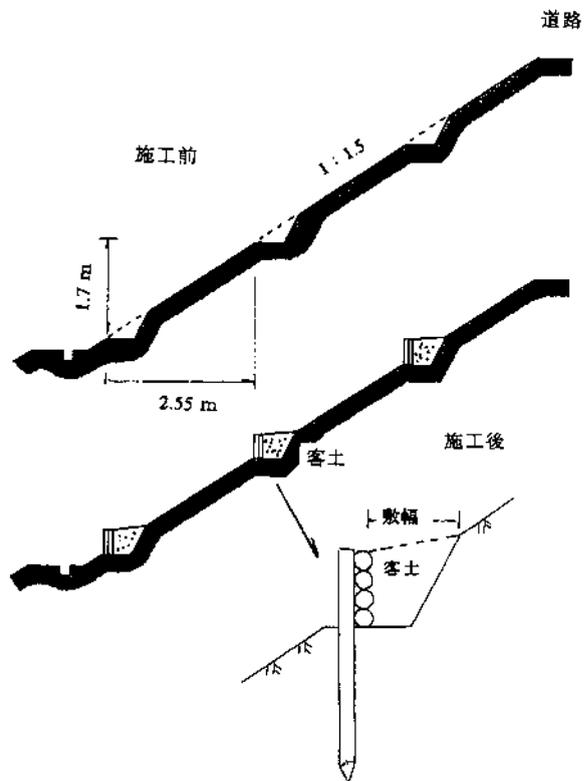


図 - 1 階段工の施工状況

## 階段工による斜面雪圧の軽減

道路法面では積雪の重さ（積雪荷重）を継続して調査することは困難なので、平坦地で積雪深と積雪荷重を調査した。1998年冬から2000年春にかけての2ヶ年にわたり、当別町青山の道路法面付近の平坦地で定期的に積雪を採取し、積雪荷重を測定した。過去の積雪データからすると、この地域では平年でも最大積雪深が200cm近くに達する多雪地である。多雪年であった1999年は2月上旬におよそ250cmの最大積雪深を示したが、平年の2000年は前年の約2/3であった（図-2）。降り積もった雪はそれ自体の沈降と新たに降る雪の重みにより圧縮され密度が高くなる。北海道では積雪深の増加する冬期に

は低温が続くためほとんど雪が融けないから、積雪荷重は積雪深と積雪密度の増加にともなって増加することになる。多雪年であった1999年の積雪荷重は3月中旬頃に約800 kg/m<sup>2</sup>に達した(図-3)。

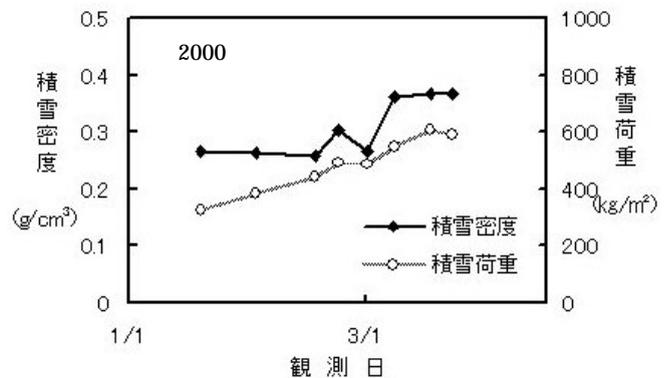
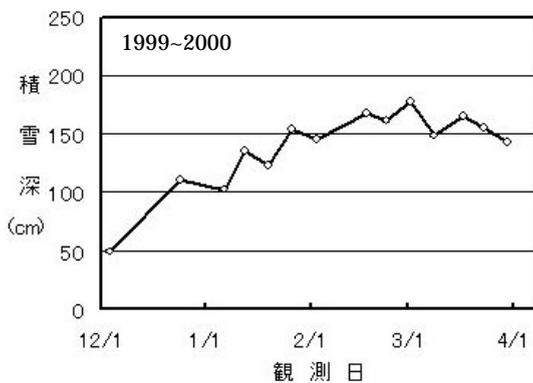
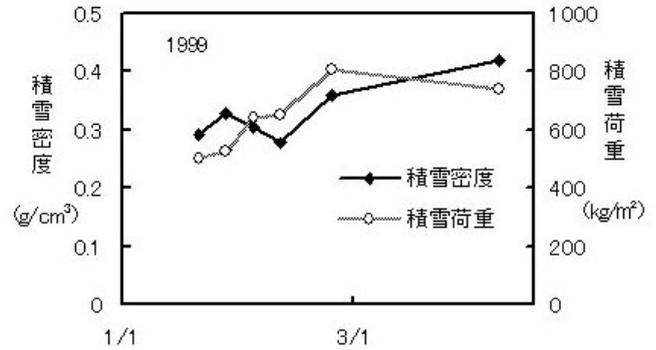
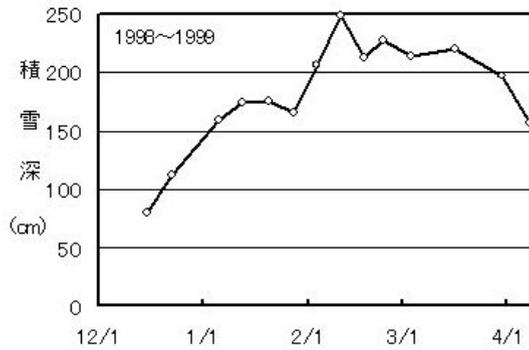


図-2 調査地における積雪深の推移

図-3 積雪密度と積雪荷重の経時変化

平坦な多雪地の樹木では積雪の沈降にともない枝抜けなどの被害が発生するが、倒伏したままでは大きな被害は発生しない。しかし、斜面では上方からの移動圧がかかることによる積雪の移動にともない倒伏した枝が引っ張りを受け、梢端折れや根返りなどの被害が生じる。斜面での雪の移動による雪圧は積雪内部での沈降(クリープ)と、斜面に沿った滑り(グライド)とに区分されるが、樹木に与える影響は斜面に沿った滑りの方が大きいことがわかっている。

そこで、1999年12月上旬に、施工地と無施工地が隣接する法面に垂直に支柱を立てて圧力計を設置し、積雪の移動圧を測定した。図-4に、施工地と無施工地で調査した雪圧の推移を示した。積雪深の増加する1月から3月にかけての施工地の雪圧は無施工地の半分以下であり、雪圧の増加のしかたも緩やかであった。3月上旬までの雪圧の緩やかな上昇は積雪の沈降によるものである。また、それ以降の雪圧の上昇は積雪荷重の増加と、気温の上昇にともない積雪の沈降が促進されたことによると考え

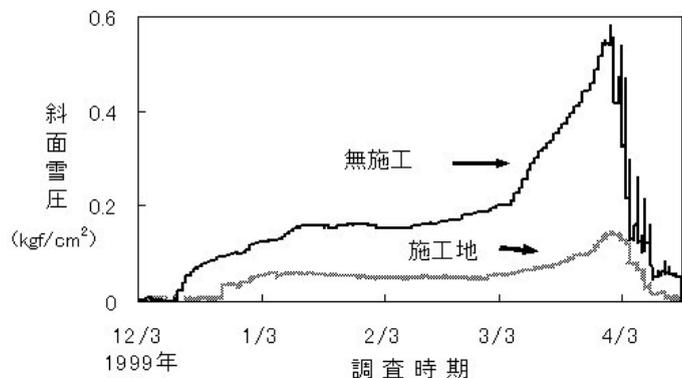


図-4 施工による斜面積圧の違い

られる。したがってこの時点では法面での積雪層の滑りはまだ起きていないと考えられた。3月下旬以降日中の気温がプラス10以上となる日が続く、4月始めに施工区、無施工区とも雪圧はピークを示した。とくに、無施工区では急激に上昇して高い値を示していることから、法面での積雪の移動がおきたものと考えられた。一方、施工地のピーク時の値は、無施工地で雪圧の安定していた時期の値以下であったことから、施工地では法面での移動が抑制され、雪圧が大幅に軽減されたものと考えられた。

階段工法の特徴は斜面に刻みをつけることにより斜面を区切り、グライドを抑制することにある。これは単に斜面の凹凸が雪の移動を抑制するだけでなく、階段のステップ上の雪が圧縮されてずれに対し強くなり、この雪がステップ上の土との抵抗で斜面下部への滑りを抑え積雪を安定させると言われている。このことから、施工地ではステップ上に法面上部の雪が溜まり下部の積雪層と分断されるため、法面での積雪の移動が抑制されたと考えられた。

### 施工による積雪の移動抑制

図-5に、施工地と無施工地における積雪層の法面方向の移動量を示した。1月上旬からほぼ1週間おきに雪面に木片を置き、3月下旬に断面観察を行って設置場所からの移動距離を測定した。3月下旬の調査時には法面に沿った積雪層の滑りは起きていないから、移動量は積雪の沈降にともなう法面方向の歪みをあらわしている。無施工地では設置後5週間(2月17日設置)で法面方向への沈降(クリープ)により約40cm、10週間(1月12日設置)で約60cm移動していた。

一方、施工地の下部の積雪層は法面に沿った移動がほとんどなく、上部の積雪層でわずかに認められた。これは調査地が平坦なステップであり、下部の積雪層は同じ位置で沈降する。積雪深が増加し気温が上昇してくる時期になると上部の積雪層はクリープをおこすため、上部の層だけが法面方向に移動するものと考えられた。しかし法面と接する古い積雪層は法面下部への移動(グライド)がほとんど起きないことを示している。

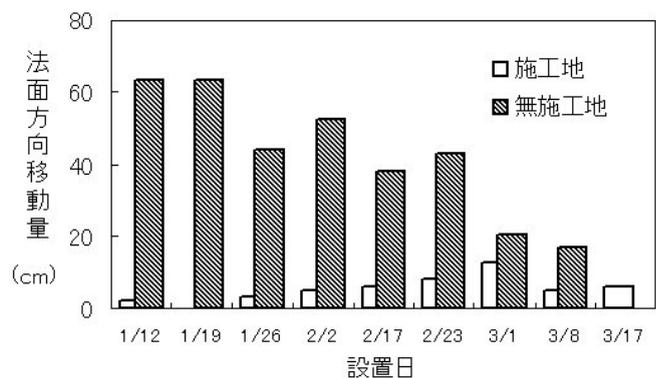


図-5 法面における積雪層の移動  
3月23日調査

### 樹木の成長に及ぼす施工効果

樹木の成長への影響を施工地と無施工地で比較した。図-6に植栽3年後のケヤマハンノキの当年成長量の頻度分布を示した。平均成長量は施工地の約105cmに対し、無施工地では約60cmであった。ケヤマハンノキは初期成長が旺盛な樹種であり、根系の発達する空間が確保できれば高い成長量を示す。施工地ではほとんどが50cm以上の成長量を示し、1m以上成長したものが70%を占めたのに対し、無施工地では成長量50cm以下のもの

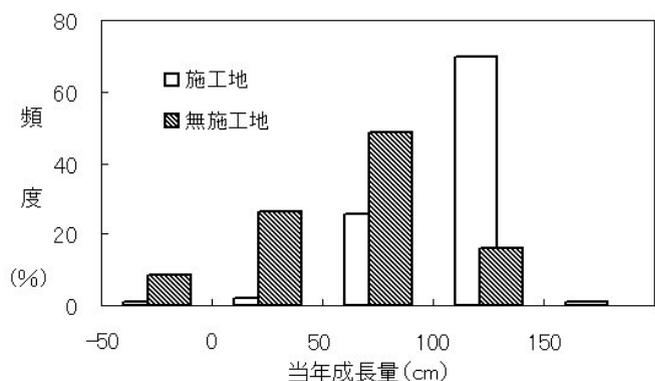


図-6 法面におけるケヤマハンノキの樹高成長

が調査本数の 1/3 以上を占めた。また、根返りによる梢端の枯れ下がりや、幹折れにより樹高成長が低下したのも 10%程度存在した。無施工地で何らかの被害を受けた樹木の平均樹高成長量は、健全木の成長量の 40%以下と有意に異なった。

施工地では成長に影響する損傷はほとんど発生していないのに対し、無施工地では調査本数の約 30%に先折れ、幹折れなどの被害が確認された。

階段工は積雪層を分断し積雪の移動を抑えるため、植栽木の枝抜けや根返りなどの被害を軽減できる。根系の損傷や枝折れなどの被害がなければ生育への影響は少ないが、繰り返し雪害を受けると幹が立ち上がりにくい。施工地でも融雪直後は植栽木の倒伏が確認されたが速やかに回復し、根元曲がりもほとんど見られなかった。一方、無施工地の樹木は樹高にかかわらずすべて根元曲がりをおこしていた。したがって、積雪の移動を抑制する工法は樹木の成長や被害軽減の面から効果的といえる。

### 施工による影響と今後の課題

階段工を施工することにより法面での積雪の動きを抑制することができるため、植栽木に及ぼす雪圧の影響を軽減することができる。このため、植栽木の成長を促進するとともに、雪害の軽減につながるものと考えられた。しかし、階段工では法面と接するステップ部の積雪深が大きくなるため、法面近くに植栽すると積雪の沈降の影響を受けやすい。また、樹木が小さい間は、雪の多い場所ではステップからの雪庇状の張り出しにともなう樹木の倒伏は避けられない。このため、ステップ部を幅広く確保し、荷重の最もかかる法面との境界部への植栽を避けるなどの工夫が必要である。

この工法は客土による植栽木の生育基盤確保と、柵工施工時のカラマツ間伐材の土木的利用も考慮している。植え柵の設置により盛土法面の堅い基盤よりも樹木の生育にとっては有利となろう。

なお、施工は緑進建設株式会社が行った。また、調査に際し、札幌土木現業所当別出張所のご協力を得た。記して感謝申し上げます。

( 森林保護部 )