

道路緑化樹の除雪による影響に関する一考察

A study on the impact of snow removal of the road planted trees

阿部正明, 檜澤肇, 金田安弘 (北海道開発技術センター),
中嶋清晴 (北海道開発局札幌開発建設部)

Masaaki Abe, Hajime Hizawa, Yasuhiro Kaneda and Kiyoharu Nakajima

1. はじめに

一般国道 337 号当別バイパス (石狩市生振～当別町蕨岱間) は多雪地帯に位置する地域高規格道路であり, 冬期の安全かつ円滑な交通確保のためには除雪が必要不可欠な路線である. 本路線には緑地帯が設置され, その端部に吹雪対策のための防雪柵が設置されている. そのため降雪量の多い期間には, 除雪時に歩道と防雪柵の間に位置する緑地帯への投雪を余儀なくされる. この緑地帯において, 道路緑化樹の生育不良が確認された. 要因として生育基盤の問題が考えられたが, 土壌透水性試験及び土壌硬度を計測した結果, 生育不良との関係性が見いだせなかった. また, 過去に試行的に投雪が禁止されていた区間では生育不良が確認されなかった. そのため, 生育不良の要因として除雪による影響が考えられた. 本論では雪堤の性状と樹木の生育状況の関係から, 除雪による樹木に対する影響について考察した.

2. 雪堤の性状把握

2.1 雪堤断面観測

対象路線の雪堤 1 断面において, 目視による雪堤断面観察, 断面に形成された雪層の状態及び密度計測から雪堤の性状を把握した. 雪堤断面観測の手順を以下に示す.

- ①歩道端から防雪柵までの雪堤を横断方向に小型バックホウ及び人力にて掘削
- ②雪堤の横断面の成層状況を観察後, 層を見やすくするために青インクを断面に噴霧し観察
- ③防雪柵から 1 m 間隔で 6 側線を設定し, 側線毎の雪堤高を計測
- ④側線毎に地上面から 50cm 間隔にて密度を測定, 目視にて明らかに雪質の違いが確認された層については 50cm 間隔に依らず密度を計測
- ⑤密度は密度サンプラーにてサンプルを採取し, レタースケールにて重量計測を行い, その場で密度を計算し記録

雪堤の断面観察より, 歩道端から 4.4m までの範囲において黒く変色した層が確認され, 歩道側の断面については層が明確に確認されなかった (図 1). また, 歩道端からの距離が近くなるほど雪堤の平均密度が高く, かつ, 雪質は「ざらめ」の割合が大きかった. 雪堤の平均密度は, 歩道端から 4.4m 地点までの側線において $420\text{kg}/\text{m}^3 \sim 508\text{kg}/\text{m}^3$ と高い値を示した (表 1).

したがって, 歩道端から 4.4m までの範囲の雪堤は, 道路上の暖められた雪が投雪され



図 1 雪堤断面の状態

たもの、つまり、除雪による雪が堆積した割合が大きいと考えられる。

表 1 側線毎の密度及び雪層の状態

測線1:歩道端から「5.4m」地点 雪堤高(m):2.15			測線4:歩道端から「2.4m」地点 雪堤高(m):2.60		
地面からの距離(m)	密度(kg/m ³)	雪層の状態	地面からの距離(m)	密度(kg/m ³)	雪層の状態
0.50	520	圧縮状態	0.50	570	ざらめ
1.00	420	しまり雪とざらめ混在	1.00	490	ざらめ
1.50	310	しまり雪	1.50	380	しまり雪
2.00	320	ざらめ	2.00	520	ざらめ
平均密度	393		2.50	530	ざらめ
測線2:歩道端から「4.4m」地点 雪堤高(m):2.70			測線5:歩道端から「1.4m」地点 雪堤高(m):2.72		
地面からの距離(m)	密度(kg/m ³)	雪層の状態	地面からの距離(m)	密度(kg/m ³)	雪層の状態
0.50	480	しまり雪	0.50	540	ざらめ
0.90	460	しまり雪	1.00	440	ざらめ
1.05	560	ざらめ	1.50	380	しまり雪
1.50	390	しまり雪	2.00	640	ざらめ
2.00	350	しまり雪	2.50	480	ざらめ
2.50	280	こしまり雪	平均密度	496	
平均密度	420		測線6:歩道端から「0.4m」地点 雪堤高(m):2.20		
地面からの距離(m)	密度(kg/m ³)	雪層の状態	地面からの距離(m)	密度(kg/m ³)	雪層の状態
0.50	500	ざらめ	0.50	530	ざらめ
1.00	530	ざらめ	1.00	490	ざらめ
1.50	550	しまり雪とざらめ混在	1.50	500	ざらめ
2.00	420	しまり雪とざらめ混在	2.00	510	ざらめ
2.18	390	しまり雪とざらめ混在	平均密度	508	
2.50	430	ざらめ			
2.70	310	しまり雪			
2.80	450	ざらめ			
平均密度	448				

2.2 雪堤高の計測

対象路線全体の雪堤高形状を把握するために、測量により雪堤高を計測した。計測は以下の手順にて実施した。

- ①5箇所の計測地点の任意の位置にトータルステーションを設置
- ②決定した横断線上の縁石を基点とし、雪堤高変化点にレーザー反射スタッフを立て、距離、水平角、高度角から各変化点の水平・垂直座標を算出し、線形を測定
- ③5箇所の雪堤形状から平均形状を算出(図2)

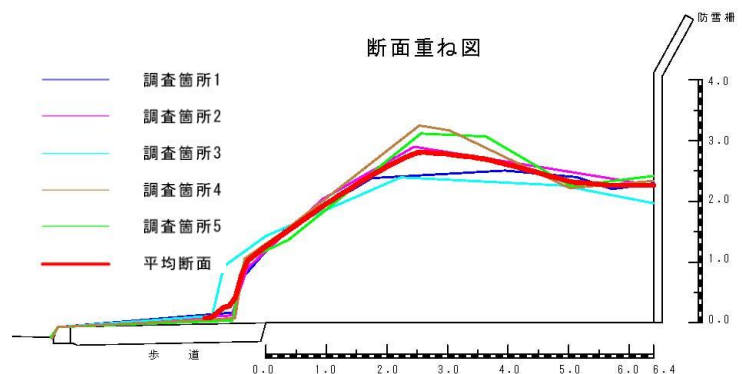


図 2 雪堤高の形状

平均形状の算出結果より、歩道端から 1.1m-6.4m の範囲で雪堤高 2.0m 以上であった。また、歩道端から 1.9m-4.5m の範囲において、雪堤高 2.5m 以上であることが判明した。

2.3 沈降力

道路緑化樹の雪害は、機械的雪害と生理的雪害に分類され、機械的雪害は雪圧害（沈降力、クリープ・グライド、除雪による投雪等）、冠雪害、雪崩害、不良土壌生成等がある。生理的雪害は生育阻害、病害助長等がある。除雪による影響としては、除雪による積雪の沈降力及び投雪による衝撃があげられる。本論では、四手井の研究成果¹⁾から、沈降力に着目し、側線毎に沈降力を算出し、樹木への影響範囲を考慮した。

$$F_s = a \rho (H_s)$$

F_s : 沈降力 (N), ρ : 積雪平均密度 (kg/m^3),
 H_s : 積雪深 (m), a : 沈降力を生ずる受圧面
 を中心とした積雪の面的広がり (m^2)

なお、本件においては、 a が一定と仮定するため考慮しない。

沈降力は、歩道から 1.4m, 2.4m, 3.4m の側線において大きかったため、この範囲において樹木に対する沈降力の影響が大きいと考えられる (図 3)。

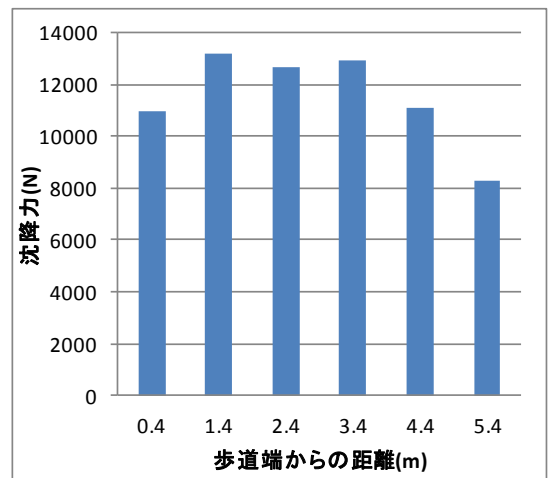


図 3 側線毎の沈降力

3. 樹木の生育状況

樹木の毎木調査より、408 本（緑化樹全体 4,227 本の 9.7%）に生育不良が確認された。生育不良木の内容としては、枯損が 27.0%と最も多く、次いで主幹枯れが 19.9%、幹折れが 17.6%の順であった。生育不良木のうち、幹折れ、幹曲がり及び倒木などの外部からの圧力によるものが生育不良木全体の 32.5%を占め、これらについては、除雪による影響が大きいと考えられる。そのため、以後は、この除雪による影響と考えられる生育不良木を対象に分析を行った。

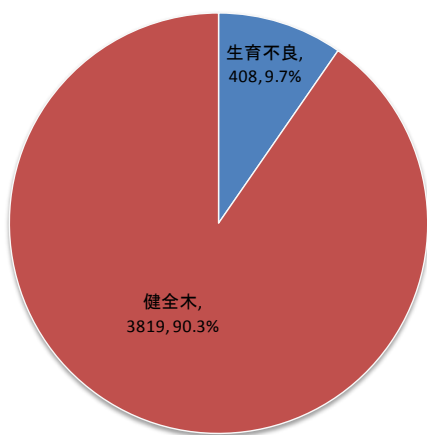


図 4 生育不良の割合

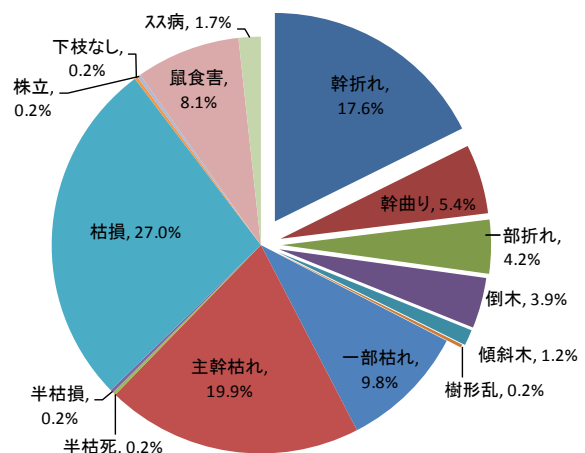


図 5 生育不良の内容

3.1 生育不良木と歩道からの距離の関係

生育不良木の歩道からの離れについてみると、歩道端から 3m-4m離れた位置において、生育不良木の約 4 割を占めた。この位置は、雪の沈降力が大きく、雪堤が高い箇所であった。一方、沈降力が小さい歩道端から 5m以上の位置で約 3 割の生育不良が確

認められ、沈降力が大きい歩道端からの離れが 1 m-3mの位置での生育不良は約 2 割と少なかった (図 6)．この要因として、樹種と樹木の大きさが関係していると考えられる．対象路線の緑化樹を針葉樹と広葉樹に区分して歩道端からの位置関係をみると、主に、歩道端から 4.5mの範囲において広葉樹が植栽され、歩道端から 4.5m以上の位置において針葉樹が植栽されていた．また、広葉樹の平均樹高が 262cm、平均胸高直径が 3.9cmであったのに対し、針葉樹の平均樹高が 134cm、胸高直径が 1.9cmであり、広葉樹に比べて針葉樹は小さな個体であった．したがって、道路側には雪害に強く、大きな広葉樹が植栽されていたため雪害の影響が小さく、歩道端から離れた位置では雪害に弱く、小さな針葉樹が植栽されていたため、雪害の影響が大きかったものと考えられる．

3.2 生育不良木と雪堤高の関係

生育不良と雪堤高の関係をみると、生育不良は雪堤高 2m以上で発生し、全体の 55%が 2.5 m以上の位置で発生していた (図 7)．

4. まとめ

- ・雪堤断面観測より、歩道端から 4.4mの範囲で、黒く変色した層を多く確認され、この範囲の平均密度は $420\text{kg/m}^3 \sim 508\text{kg/m}^3$ と高く、「ざらめ」の割合が大きかった．これは道路上の暖められた雪が投雪された (=除雪) 割合が大きいと考えられる．
- ・生育不良の 32.5%が、折れ、曲がり等の外力による影響であった．これは除雪による影響と考えられる．
- ・沈降力 (Fs) は歩道端から 1.4m、2.4m、3.4mの側線において大きかった．
- ・雪堤は歩道端から 1.9m-4.4mの範囲で高さ 2.5m以上であった．
- ・生育不良は雪堤高 2.0m以上で発生し、2.5m以上で 55%を占めた．
- ・除雪による影響と考えられる生育不良の 4 割は、雪堤が高く、沈降力の大きい歩道端から 3m-4mの位置であった．一方、沈降力が大きい道路側から 1m-3mの生育不良の割合は 2 割程度であった．これは歩道側には針葉樹に比べて雪害に強く、萌芽力がある大きな個体の広葉樹が植栽されていたため影響が小さかったと考えられる．以上の結果から、歩道端から 1.4m-4.4m範囲における低木の針葉樹は、除雪による雪害を受けやすいと考えられる．

【参考・引用文献】

- 1) 四手井綱英, 1954: 雪圧による林木の雪害, 林業試験場研究報告, 第 73 号, 1-64.

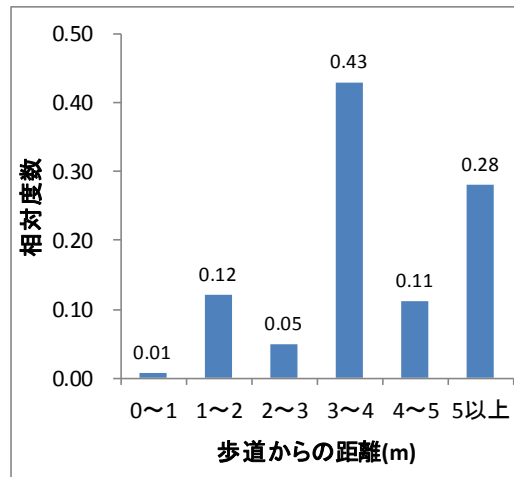


図 6 生育不良木と歩道からの距離

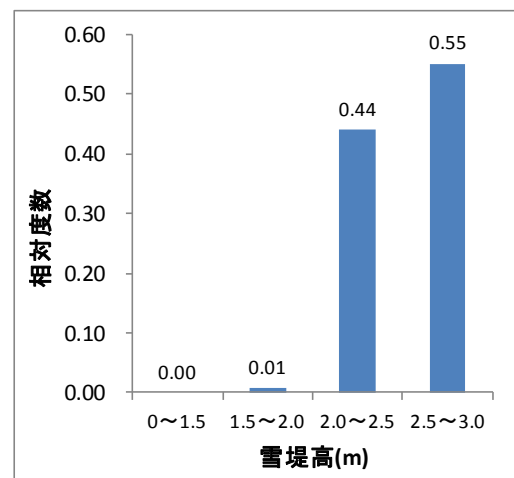


図 7 生育不良木と雪堤高