

道路防雪林における間引きが防雪機能へ与える影響について —風洞実験による調査—

Relationship between thinning and snow control function about a snowbreak woods

—Investigation by wind tunnel experiment—

山崎貴志, 住田則行, 中村隆一 ((独) 土木研究所 寒地土木研究所)

Takashi Yamazaki, Noriyuki Sumita, Ryuichi Nakamura

1. はじめに

道路の吹雪対策施設の一つである道路防雪林には、間引きなどの育成管理が必要であるが、間引きを行った場合一時的に防雪機能は低下する。道路交通環境を維持する上で、防雪機能の低下をできるだけ抑えて間引きを行うことは重要であり、そのためには間引きと防雪機能の関係を把握することが必要であるが、現時点でその関係は明らかになっていない。

そこで、間引きの有無および間引きパターンの違い（千鳥間引きと列間引き）が防雪機能へ与える影響について、模型防雪林を用いた風洞実験において流速を計測することにより調査した。

2. 実験条件

(1) 実験装置

実験には寒地土木研究所の風洞実験装置（図1）を使用した。測定洞内の鉛直方向風速分布は、上空ほど風速が増す自然の風を模擬するため、べき法則（べき指数は田園地帯を想定した $0.15^{1)}$ ）に近似するように、測定洞上流に設置した風速調整装置で調整している。

本実験では、老川ら²⁾が建物近傍を対象とした吹雪風洞実験における相似則で重要としている移動臨界摩擦速度比、安息角、ストークスパラメータについて考慮し、模型雪として活性白土を使用した。模型雪を測定洞上流のノズルから圧縮空気と共に風洞内に供給することにより、人工的な吹雪を発生させている。模型雪の供給量は 230g/min とした。実験風速は、老川ら²⁾による実験で吹きだまりの再現性が高いとされる 4.5m/s 前後（地面からの高さ $H=50\text{mm}$ での風速）を参考に、 $H=400\text{mm}$ での風速を 7m/s とした（このとき前述のべき法則において $H=50\text{mm}$ では 5.1m/s ）。

(2) 防雪林模型

模型縮尺は $1/100$ とした。樹木模型の大きさは、間引きを行うタイミングの目安とされる隣接する樹木の枝がふれ合う程度³⁾を想定し、樹冠直径を後述する苗間 20mm よりも若干大きく設定した（図2）。模型はABS樹脂を用いて3Dプリンターで製作した。

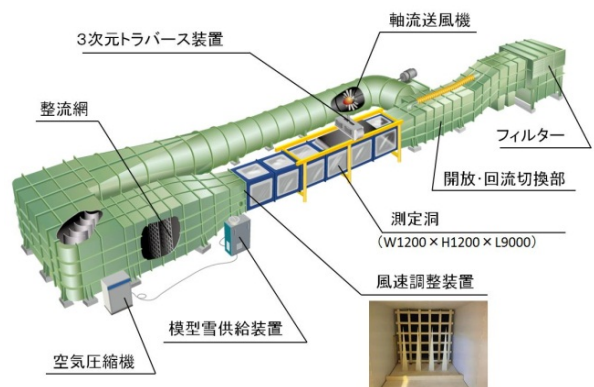


図1 風洞実験装置

植栽配置は、樹木列数 5 列および 3 列とし、それぞれ間引きを行わないもの、列間引きおよび千鳥間引きを行ったものの計 6 パターンとした。列間および苗間については道路吹雪対策マニュアル³⁾における標準林の植栽配置に準じて列間 30mm、苗間 20mm とした (図 3)。風向が防雪林帯に対して直角の場合のほか、16 方位で 1 および 2 方位ずれた場合の防雪機能を調査するため、これらの模型をそれぞれ風向に対して 90° 、 67.5° 、 45° に設置して計測を行った。

また、風向が防雪機能へ与える影響をより詳細に調査するため、樹木列数 3 列の列間引きと千鳥間引きについて、図 4 に示す植栽配置の模型 (列間、苗間は図 3 と同一) を風向に対して 90° 、 82.5° 、 75° 、 60° 、 56.3° 、 45° 、 36.9° 、 30° に設置して計測を行った。なお、 56.3° は千鳥間引きにおいて 3 本の樹木が風向方向に並ぶ風向角、 36.9° は列間引きにおいて 3 本の樹木が風向方向に並ぶ風向角である (図 5)。実験パターンの一覧を表 1 に示す。

(3) 計測方法

流速の計測方法は PIV とした (図 6)。PIV は、流れに沿って移動するトレーサーを連続撮影した画像の解析により流速を計測する方法であり、面的に流れ場を把握することができる。トレーサーには模型雪の活性白土を利用した。画像の撮影は毎秒 2000 枚で 5 秒間行い、撮影した 10000 枚の画像を用いて解析を行った。画像 2 枚の解析から 1 組得られる流速分布を 5000 組分平均したものを計測結果としている。なお、トレーサーの動きは空気の流れと完全には一致しないので、計測結果は風速ではなくトレーサーの速度としての流速となる。計測面は、実スケールにおいて乗用車の目線の高さ位置に相当する地面からの高さ $H=15\text{mm}$ における水平面とした。なお、PIV はライトシートに照らされたトレーサーを観測するため、ライトシートを横断する方向 (水平面計測の場合には鉛直方向) の流速成分が大きい場合には良好な計測結果を得に

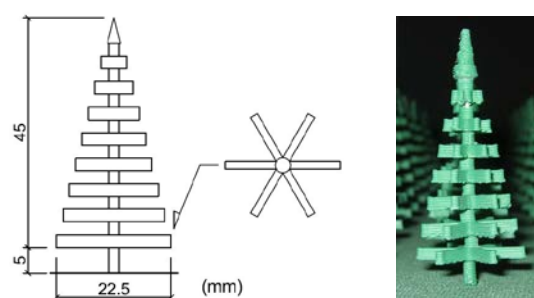


図 2 樹木模型

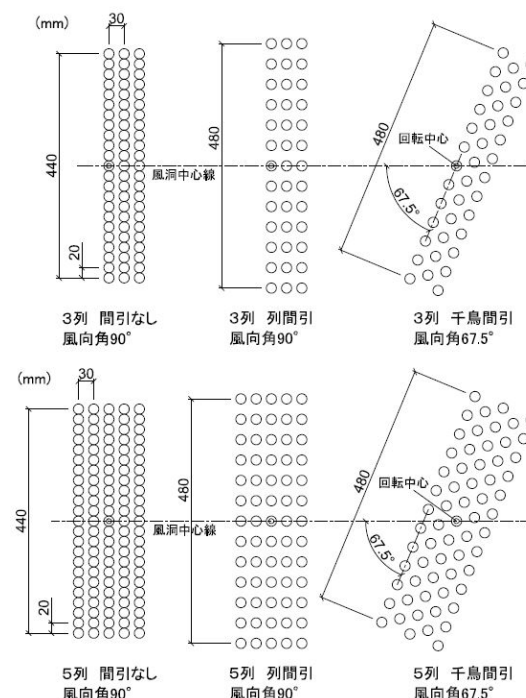


図 3 植栽配置

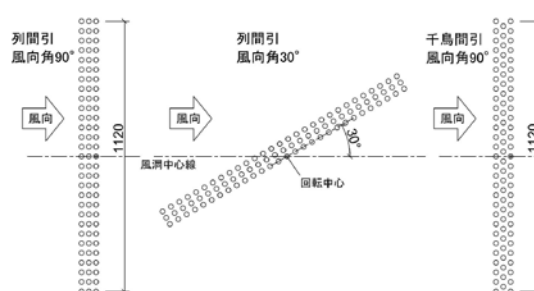


図 4 植栽配置

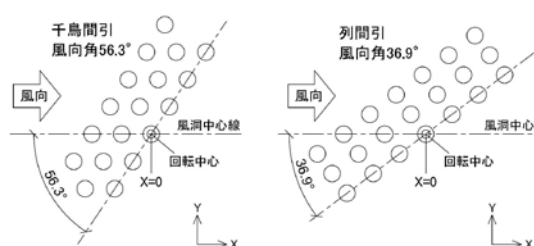


図 5 植栽配置 (詳細)

表 1 実験パターン

くいが、過去に行った実験において防雪林の風下側では流速の鉛直方向成分は小さいことを確認している⁴⁾.

図 6 PIV 計測

図7 計測平面図（千鳥間引）

図 8 流速比 (3 列, 間引なし, P1)

の風向角と流速比の関係を図11 に示す.
 $L=150\text{mm}$ は, 道路吹雪対策マニュアル³⁾ の標準林における基本林の道路側樹木列から道路中心線 (片側 1 車線道路を想定) までの距離約 15m を想定している. 流速比は風向角が $90^\circ \sim 70^\circ$ 程度の範囲では千鳥間引きの方が低く, 風向角が $65^\circ \sim 40^\circ$ 程度の範囲では列間引きの方が低くなっている. 千鳥間引きでは風向角 56.3° で 3 本の樹木が風向方向に並び, 流速比のピークが現れているが, 列間引きでは 3 本の樹木が風向方向に並ぶ風向角 36.9° においても明確なピークは現れていない. また, 風向角が 40° 程度以下では流速比に明確な差はみられない.

4. まとめ

道路防雪林について, 間引きの有無および間引きパターンの違いが防雪機能へ与える影響を把握することを目的に, 模型防雪林を用いた風洞実験を行った. その結果, 間引きにより防雪機能が低下することや間引きパターンの違いにより風向変化に対する防雪機能の変動の傾向に違いがあることがわかった. 列間引きでは風向の変化に伴う防雪機能の変動が比較的大きく, 風向角 90° 付近での防雪機能は低いが, 風向角が減少するに従い防雪機能は高くなった. 一方, 千鳥間引きでは, 風向の変化に対して防雪機能は比較的安定しており, 列間引きのような風向角 90° 付近での防雪機能の低下はないが, 風向角 $65^\circ \sim 40^\circ$ 程度の範囲では列間引きよりも防雪機能は低くなった.

【参考・引用文献】

- 1) 財団法人日本建築センター, 2008: 実務者のための建築物風洞実験ガイドブック.
- 2) 老川進, 苔米地司, 石原孟, 2007: 建物近傍の雪吹きだまりの風洞相似則に関する考察, 日本雪工学会誌, 23, 2, 13-32.
- 3) 独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所, 2011: 道路吹雪対策マニュアル (平成 23 年改訂版) 第 2 編 防雪林編.
- 4) 山崎貴志, 住田則行, 石川真大, 2013: 風洞実験による道路防雪林の防雪・防風機能調査, 国土交通省北海道開発局第 56 回(平成 24 年度)北海道開発技術研究発表会.

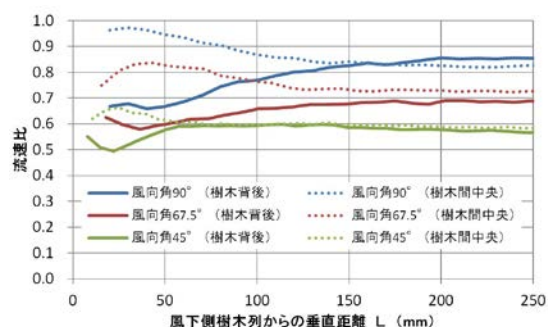


図 9 流速比 (3 列, 列間引, P2)

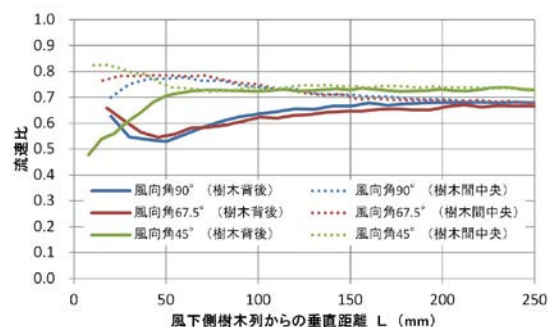


図 10 流速比 (3 列, 千鳥間引, P3)

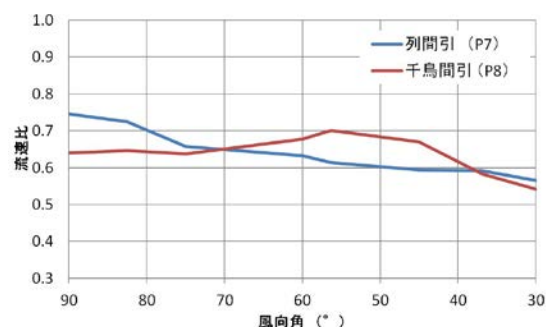


図 11 流速比 (P7, P8) ($L=150\text{mm}$)