

## シミュレーションによる防雪柵等の影響に関する研究

## An Analysis on the Effects of various Snow Fence by Simulation

室蘭工業大学大学院 ○学生員 中山 直洋(Naohiro Nakayama)  
 水谷建設株式会社 非会員 水口 円(Madoka Mizuguchi)  
 北海道工業大学工学部 フェロー 加来 照俊(Terutoshi Kaku)  
 室蘭工業大学工学部 フェロー 斉藤 和夫(Kazuo Saito)

## 1. はじめに

日本の6割もの地域に雪が降り、そこで生活を営む者にとって冬の寒さと雪はごく身近なものである(図1)。積雪寒冷地域の冬期間における交通障害は道路路面の凍結、積雪によるわだちの生成、道路幅員の減少、吹雪による視程障害等がある。一般に冬型の交通事故とは「見えない」か「滑る」のどちらかもしくはその両方が原因となる事が多い。

そこで、本研究は多重衝突事故の原因になりやすい、吹雪による視程障害(写真1)に着目して、既存の防雪柵に関して、簡易風洞実験、積水樹脂仕様二次元防風雪柵流体解析システムを用いてのシミュレートを行い、その他、オリジナルの防雪柵・防雪林を仮定し、風の流れから雪の挙動をシミュレートする事により、走行するドライバーの視界の確保と、交通障害発生の

低減に対する影響に関する検討を行うことを目的としている。

## 2. 防雪柵

防雪柵とは、道路の風上側に設置し、柵によって風速を強め、あるいは弱めて道路上の吹き溜まりの発生および視程障害を防止する施設である。

問題点として、防雪柵と防雪柵が途中に交差車線があるために途切れてしまったときに、その防雪柵の隙間から風が集まりそこに吹き溜まりとして雪が積もってしまうことや、防雪柵が海に近いところに有ると錆びてしまうことが上げられる。

防雪柵を大きく分けると、吹溜式(写真2)と吹払式(写真3)の二通りがある。

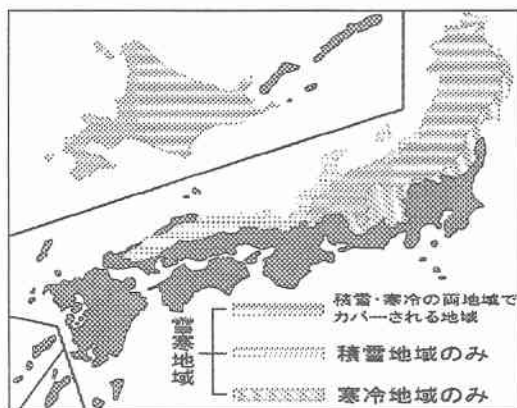


図1 積雪寒冷特別地域略図



写真1 視程障害



写真2 吹溜式

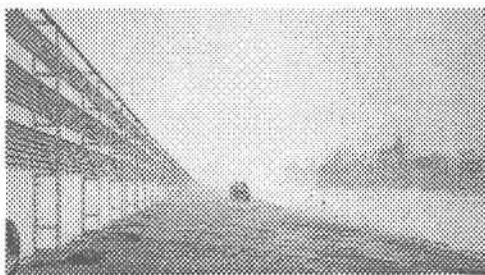


写真3 吹払式

吹溜式防雪柵は、防雪対象物の風上側に設置し、風速を弱め柵の前後に飛雪を堆積させることによって、飛雪の吹き込みを防ぐものであり、吹き溜まり対策に有効である。また、地形条件は、平坦地および丘陵地の低盛土部、広幅員道路に適する。一般的な吹溜式防雪柵の柵高は、積雪深と最大吹き溜まり量から求めた必要柵高

に対して 1.0m 程度加えた値とする。ただし、柵高は 5.0m 以下を標準とする。

吹払式防雪柵は、柵の下と地表との間に 1m ほどの隙間を開けて、道路の路側や路面に強い風を吹き抜けさせるように工夫した柵を風上の路肩近くに設置し、柵の下を通る風速を強め路面の雪を吹き飛ばすものである。地形条件は、盛土構造に適しているが広幅員道路には適さない。

気象条件は特に注意が必要で、積雪深が大きい場合や吹き溜まり量が多い場合には機能を十分発揮できなくなる。また、風向きが一定でない場合、道路上に吹き溜まりが発生する事もある。

吹払い効果は、下部間隙が大きい方が吹き払い領域が大きくなる傾向が見られる。吹き払われる範囲が限られているので、利用できるのは上下 2 車線道路程度である。

さらに、ガードレールや中央分離帯などの遮蔽物があると、吹き溜まりが発生するので適用に当たっては、注意が必要である。

吹払式防雪柵によって道路では、舗装面が露出し風上からの飛雪は路面をほうよう移動するので、視程障害防止効果が期待できる。

設置位置は、建築限界を犯さない範囲でできるだけ車道に近づけた方が良くとされている。また、柵高は 3.0m ～ 5.0m 程度、下部間隙は 90 ～ 120cm を標準とし、柵の堆積能力および風下側堆積可能長(雪丘長)、積雪深を指標として決定する。

### 3. 防雪林

防雪林は、吹きだまりの発生するおそれがある場所の風上に、長く帯状または樹列状に造成されるものであり、森林というよりも、林帯(ベルト)と見なされる。この林帯(生きた樹木の集合帯)がもっている、風力を落とす能力を利用して、林の中に雪飛を捕捉し吹きだまりをつくり、雪を林帯の内部および周辺に堆積させ、風下の道路や線路を吹雪から守るために設けられるものである。堆積状態を模式図で示すと、次の図のようになる(図 2)。

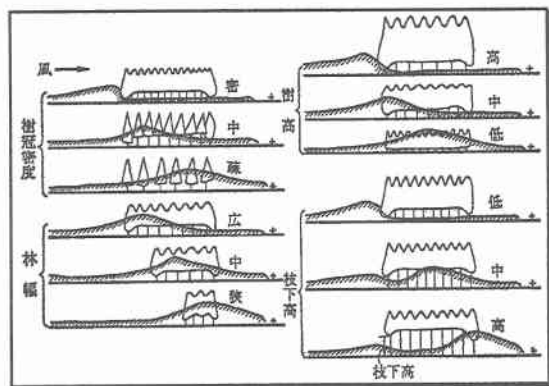


図 2 模式図

防雪林の機能としては、林帯が風速を低下させて、風上から風が運んできた雪を林帯内および林帯周辺に堆積させるものである。特に、積雪寒冷地域においてはこの吹雪防止が機能の大部分を占める。その他の機能として、

視線誘導、景観の維持、環境保全など多機能である。

### 4. 簡易風洞実験

防雪柵のミニチュアを作り様々な形状・条件に対して考え、繰り返し実験することを目的に木材等を使用し室内風洞実験機材を作成した。ここでは、簡易風洞実験を行い、どのように風が動くかを検討した。簡易風洞の内側の摩擦抵抗や防雪柵の歪みなど、様々な不確定要素があるが、より自然界に近い状態になるように、ミニチュア作りには細心の注意が必要であった。本実験は、実際の雪ではなく、煙や粉を使用して行った。

図 3 は、実験結果で上が写真で下がその写真を分析した結果である。これは、忍び返しをつけた防雪柵で、防雪柵付近での風の上昇は大きい、その分後に来る巻き込み渦が大きくなっているのが分かる。

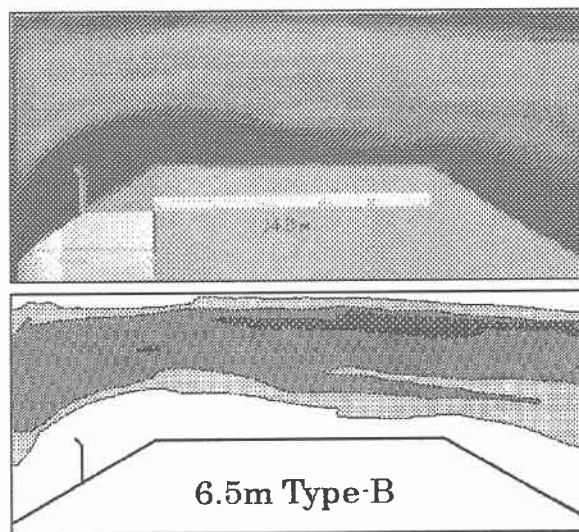


図 3 簡易風洞実験結果分析写真及び図

### 5. 二次元防風雪柵流体解析システム

これは積水樹脂株式会社が使用している流体解析システムで二次元における流れ解析を行うものである。このプログラムは風洞実験で言う長方形測定部を側面から見た二次元平面で、左方から右方へ任意の風速の空気が流れてきたものとして、物体の周りの流れ場を計算し可視化するものである。

図 4 は簡易風洞実験で行った図 3 と同様の防雪柵の条件を二次元防風雪柵流体解析システムにかけた解析結果である。結果としては風洞実験とほぼ同じ結果が出ていることが分かる。

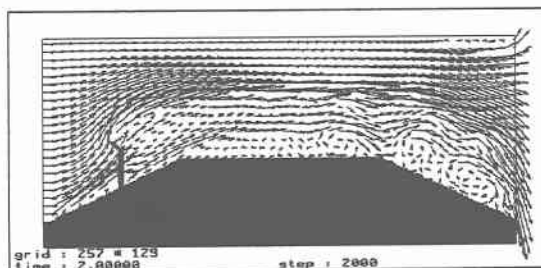


図 4 流体解析システム解析結果

ここで、風洞実験と二次元防風雪柵流体解析システムが、ほぼ同様の結果が得られたため、これ以降は、風洞実験のためのミニチュアを作る必要もなく、低コストで微妙な形状の変化も短時間で結果が得られる二次元防風雪柵流体解析システムを用いて、オリジナル防雪柵、防雪林についてシミュレートする。

## 6. 二次元防風雪柵流体解析システムを用いたオリジナル防雪柵、防雪林の解析

### (1) 防雪柵

#### ① 防雪柵データ

(風が吹き始めてから 2.0 秒後、風速は 20(m/s)、視程高さは 1.4m、盛土勾配 1 : 1.8)

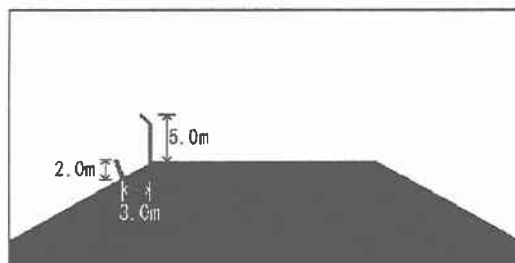


図 5 防雪柵データ

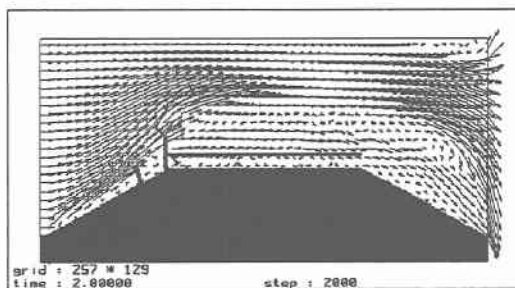


図 6 流速ベクトル図

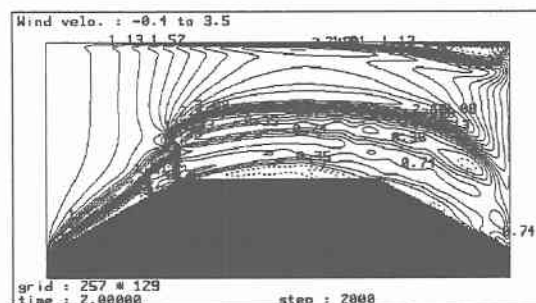


図 7 等速度比線図

#### ②解析結果

図 6、図 7 を見ると、風の強い部分が上方にあり、視程高さにおいては風が弱く、渦が無いのでドライバーの吹雪による視界不良は軽減するには有効であると考えられる。しかし、この防雪柵を実際に設置した場合には、傾斜を持っている柵の強度、また、そこに雪が堆積した場合、問題になることも考えられる。

### (2)防雪林

#### ①防雪林の生成

防雪林は防雪柵に比べてシミュレータをかける上でいくつかの問題点がある。ひとつ目は、それらの問題を解決するために、次の様な方法を用いて形状を作成した。

- 1) 写真などから樹木をスキャナーで取り込む。
- 2) 1.0m 間隔に分ける
- 3) 吹雪防止効果を高めるために低木林を植え、下部間隙を減少させる。
- 4) 1.0m の帯ごとに樹木のある部分とない部分の割合を出し、スリットをいれる。
- 5) 上部は強風が吹くとしなため、形状に変化を加えて完成

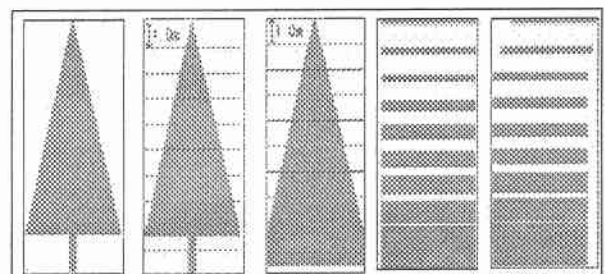


図 8 防雪林の形状の作成

#### ②防雪林データ

(風が吹き始めてから 2.0 秒後、風速は 20(m/s)、視程高さは 1.4m、盛土勾配 1 : 1.8)

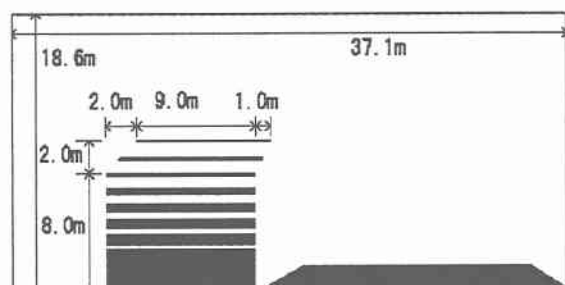


図 9 防雪林データ

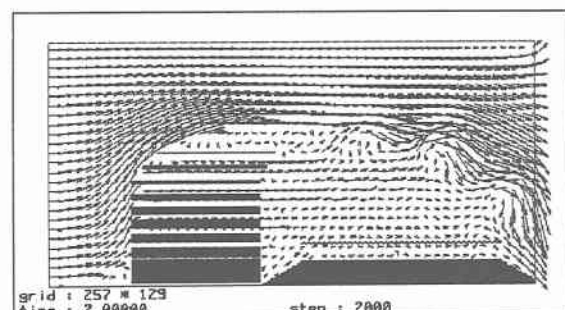


図 10 防雪林の流速ベクトル図

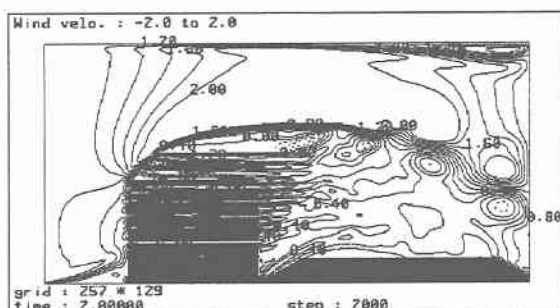


図 11 防雪林の等速度比線図

### ③解析結果

結果として①の防雪柵同様、ドライバーの視界不良が軽減されると考えられるが、防雪林として効果を持つまでに樹木の生長を待たなければならないので、長期間の維持・管理が必要になる。(図 9、図 10、図 11)

## 7. 車の巻き上げについてのシミュレーション

積水樹脂仕様二次元防風雪柵流体解析システムを用いて自動車後方の雪の巻き上げについて検討し、追後走行時のドライバーの視界状態を把握することを目的としている。

### (1) 設定条件

- ・ 相対速度を用いるため、無風状態と仮定。
- ・ 風速 0(m/s)としたときの自動車の走行速度は 72(km/h)
- ・ 一定速度で車は走行するものとする。

### (2) 計算結果 (記録を取り始めてから 2.0 秒後)

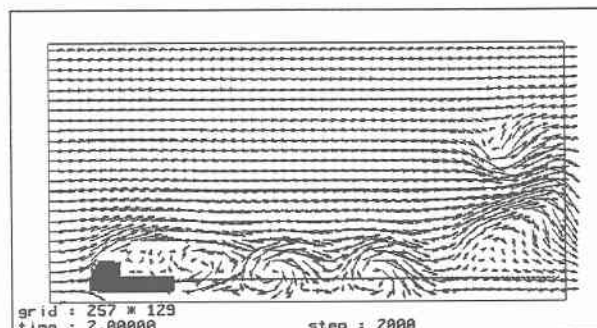


図 12 流速ベクトル図

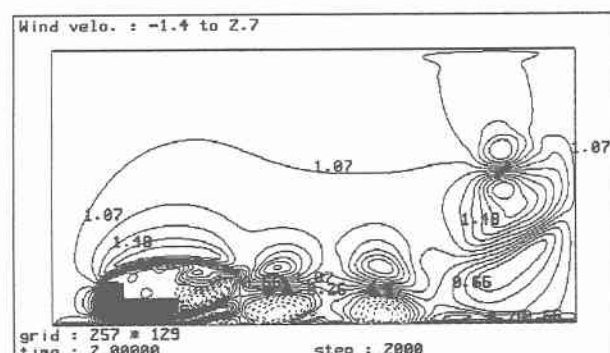


図 13 等速度比線図

11車種についてシミュレートしたうちのダンプトラックである。(図 12、図 13) 巻き上げた渦がダンプの後方約 14 m と長く、その後風が急激に上昇した後下降してくるために、後ろを走るドライバーの視界が急に悪くなり、ホワイトアウトになる可能性がある。

## 8. 結果のまとめ

防雪柵類の効果として軽減できるものは、視界不良と降雪の軽減があげられるが、降雪はその土地その土地によってかなりの違いがあるために、その場所に適した防雪柵類を設置する必要がある。視界不良は盛土切土や路幅等の道路形状を考え防雪柵類の形を変えるだけで、ある程度効果が見られることが分かった。

盛土に設置する防雪柵は吹溜式防雪柵が効果的で、さらに、二次元流体解析システムの結果のように 2 枚の柵を設置することによってより良い効果が期待できる。

防雪林を二次元防風雪柵流体解析システムで計算する場合では、防雪林の間隙を考えずに一つのブロックとして考えると巻き込む風の量が膨大になってしまい良い結果は見られなかった。しかし、スリットを入れることによって、風が安定しよい結果が見られるようになった。また、防雪林では低木帯などを使用して下から通ってくる風を十分に防ぐ事でもある。

## 9. おわりに

積水樹脂仕様二次元防風雪柵流体解析システムと風洞実験がほぼ同様な結果が得られたため、この解析プログラムは短時間で解析するのに有効なシステムだといえる。

オリジナル防雪柵、防雪林の解析については、よい結果が得られたと考えられる。しかし、防雪林の fort の作成については、様々な考え方があるので、さらに解析する必要があると考えられる。

積雪寒冷地における冬期間の交通障害対策は、重要なものであり、現在よりさらに効率の良い防雪柵等を研究する必要があると考えられる。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり御指導、ご協力いただいた積水樹脂株式会社に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 社団法人 日本建設機械化協会；新編防雪工学ハンドブック、森北出版、1998
- 2) 阿部 昌平 (2000) 防雪柵効果の研究、北海道工業大学、平成 12 年度修士論文
- 3) 財団法人 高速道路技術センター：北海道の高速道路における冬期視程障害対策検討