

平成26年度

吹き払い柵の防雪機能と下部間隙の 関係性について

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 雪氷チーム

○小中 隆範
渡邊 崇史
松澤 勝

吹雪による視程障害対策として、防雪柵の整備が進められている。道路敷地内に設置可能な吹き払い柵は上下2車線の道路に設置される場合が多いが、その下部間隙が積雪で閉塞されることにより吹き払い効果が低下し、道路上に吹きだまりを作ってしまう。しかし、下部間隙の閉塞と防雪機能の関係性について定量的に明らかにされていないため、下部間隙の閉塞が防雪機能に及ぼす影響を調査したので報告する。

キーワード：吹雪、視程障害、防雪機能、下部間隙

1. はじめに

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪による視程障害や吹きだまりにより多くの交通障害が発生しており、その対策として広く用いられているのが防雪柵である。防雪柵には大きく分けて「吹きだめ式」「吹き止め式」「吹き払い式」(表-1)の3種類があるが、上下2車線の道路においては道路敷地内に設置する事が可能な「吹き払い式」を採用する場合が多い。

吹き払い柵(写真-1)は視程障害対策として用いられる施設で、傾斜した複数の防雪板により風の流れを下向きに変え、ドライバーの目線での飛雪量を減じて視程障害緩和効果を発揮する。同時に高さ1.0m程度の下部間隙から吹き出す強風により、風上からの雪が路面上に溜まらない様に吹き払う。(以降、吹き払い機能と視程障害



写真-1 吹き払い柵



図-2 石狩吹雪実験場位置図

(国土地理院電子国土webシステムを利用)

表-1 防雪目的に応じた防雪柵の型式の適否

| 防雪目的 | 防雪柵の型式 | | | |
|---------|--------|-------|-------|--------------------------------------|
| | 吹きだめ柵 | 吹き止め柵 | 吹き払い柵 | 吹き上げ防止柵 |
| 吹きだまり対策 | ○ | ○ | × | 山地部などで斜面を吹き上げる風による吹きだまりや視程障害を対象に適用する |
| 視程障害対策 | △ | ○ | ○ | |

○：適している △：検討を要する ×：適さない

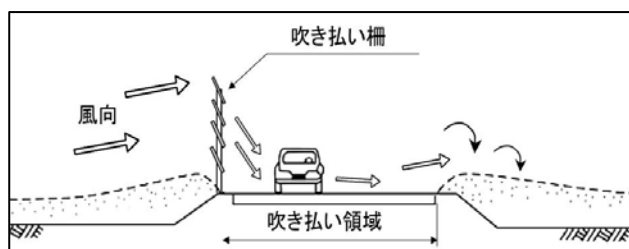


図-1 吹き払い柵の防雪機能イメージ

緩和機能を合わせて「防雪機能」と呼ぶ(図-1))

但し、雪を吹き払う範囲(吹き払い領域)は2車線程度に限られる。また、多雪地域では下部間隙の閉塞によ

り吹き払い効果が低下し、それに伴い道路上に吹きだまりを形成するため、適切な維持管理を行う事が前提とされているが、防雪柵の下部間隙の閉塞と防雪機能との関係性については定量的に明らかになっていない。

本研究では寒地土木研究所石狩吹雪実験場（図-2）内に設置した吹き払い柵において現地観測を行い、下部間隙の閉塞が吹き払い柵の防雪機能に及ぼす影響について調査したので報告する。

2. 調査方法

本調査で利用した吹き払い柵は、柵高 3.3m、下部間隙高 1.0m、防雪板 4枚で構成され、北海道の国道に設置される一般的なものである。また、柵を設置した試験道路は平坦地であり、上下2車線となっている。

平成23年度～25年度までの冬期間（各々12月上旬から3月中旬）に風向・風速を防雪柵の風下の試験用道路周辺と防雪柵の風上遠方（基準点）で観測した。試験用道路周辺に設置した風向風速計の高さは下部間隙の中心の高さ（0.5m）とドライバーの視線高さ（1.5m）である（図-3）。横断位置は平成23～24年度は防雪柵風下0.5mと10.5m、平成25年度は防雪柵風下1.5mと7.5mである。防雪柵の影響を受けないよう、基準点は防雪柵の風上約100mに設け、風向風速計の高さは1.5mとした。

吹雪の前後に吹き払い柵風下の吹きだまり深さを平成23～25年度までに5事例計測し（写真-2）、平成25年度のみ、約一週間ごとに下部間隙付近の積雪深の計測を行った。（写真-3）

3. 観測データの処理

3.1. 風向風速データの抽出

本調査における風向風速データは10分平均値を用いた。吹き払い柵は、主風向が概ね直交する場合に有効となる防雪柵である¹⁾。このため、本調査で用いた観測データは、基準点における風向が防雪柵に対し概ね直角となる西北西±2方位（北北西から西南西）で、吹雪が生じていると考えられる①または②の条件に限定した²⁾。

①風速5m/s以上かつ気温-5℃以下

②風速6m/s以上かつ気温0～-5℃

なお、風速は粗度長を $1.4 \times 10^{-4} \text{m}$ と仮定し、対数則で地上高7mの値に高度補正し用いた³⁾。

4. 調査結果

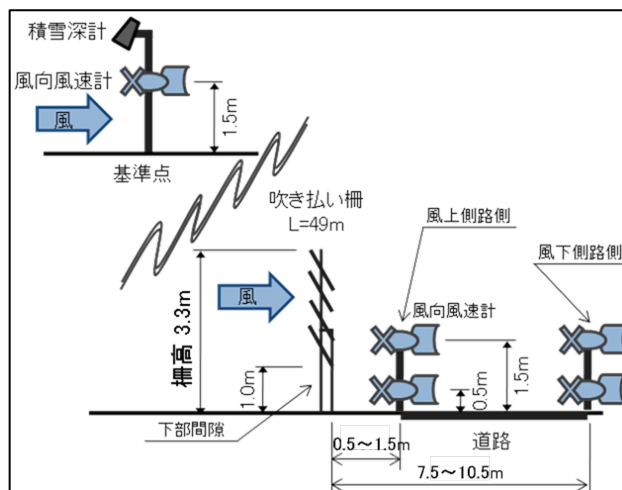


図-3 観測機器配置図



写真-2 吹き払い柵風下の吹きだまり深さ計測



写真-3 下部間隙付近の積雪深の計測

4.1. 下部間隙閉塞率と風速の関係

初めに防雪柵下部間隙の積雪深を下部間隙高さで除する事で下部閉塞率を求めた。（以降、閉塞率と呼ぶ。）

平成25年度に観測した閉塞率の時間変化を図-4に示す。閉塞率は12月下旬以降一気に増加し、1月中旬以降は概ね70%程度で安定的に推移した。下部間隙が完全閉塞した場合の防雪機能の評価を行う必要上、3月10日に人工

的に完全閉塞をさせて閉塞率100%の状況を整備した。
以下では閉塞率を0~20%、20~40%、40~60%、60~80%、80~100%の5階級に振り分けて解析を行う。

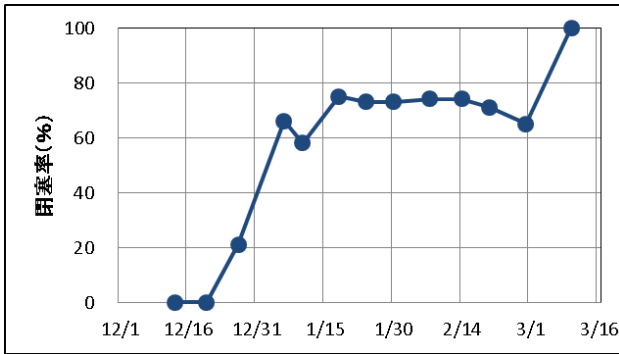


図-4 下部間隙閉塞率の時間変化

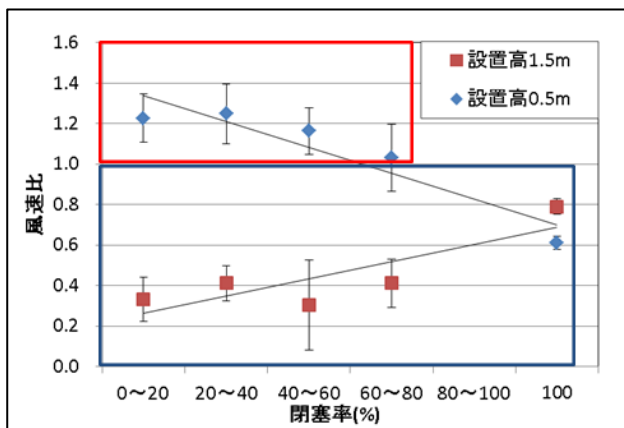


図-5 風速比と下部間隙閉塞率の関係

本調査では風速の増減による影響を除くため、防雪柵風下1.5m地点の風速には基準点風速で除した値を用いた(以降、これを風速比と呼ぶ)。風速比と下部間隙閉塞率の関係を図-5に示す。高さ0.5mにおける風速比は閉塞率が60%~80%以下までの場合に1を越えており、防雪柵の吹き払い効果によって路面付近の風が強められている。また、閉塞率が増加すると共に風速比に低下が見られている。

一方、高さ1.5mにおける風速比は閉塞率の増加に伴い増加する傾向が見られるものの、全ての閉塞率階級において1以下であり、基準点に比べて風速が低下している事がわかる。吹雪時の視程は空間を流れる雪粒子の量(以降、飛雪流量と呼ぶ)の増加に伴い低下し、飛雪流量は風速に比例して大きくなる⁴⁾事から、吹き払い柵は風速の抑制による視程障害緩和効果を発揮していると考えられる。しかし、閉塞率が100%時の風速比は閉塞率60~80%時に比べおよそ1/2であり、閉塞率の増加に伴う視程障害緩和効果の低下が認められる。

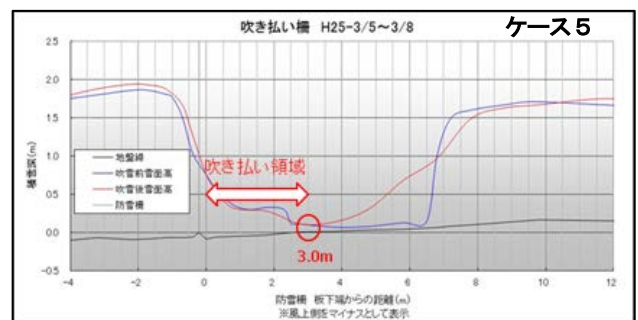
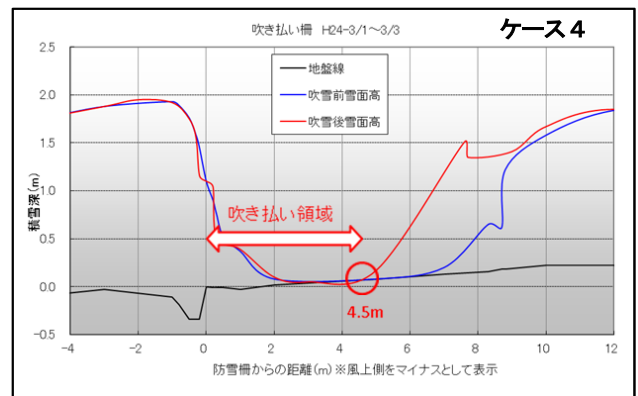
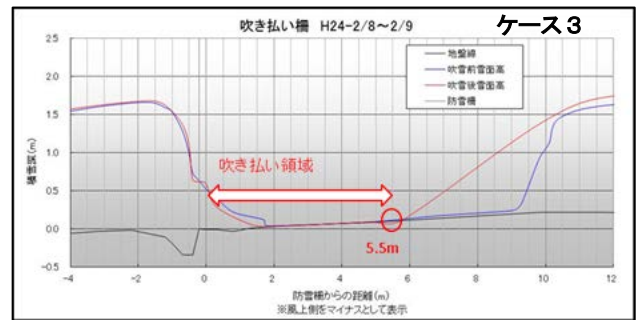
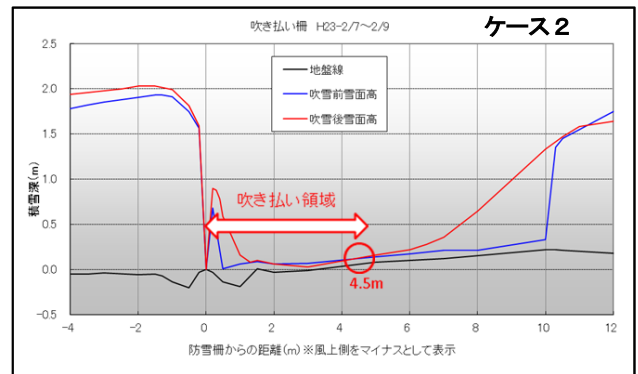
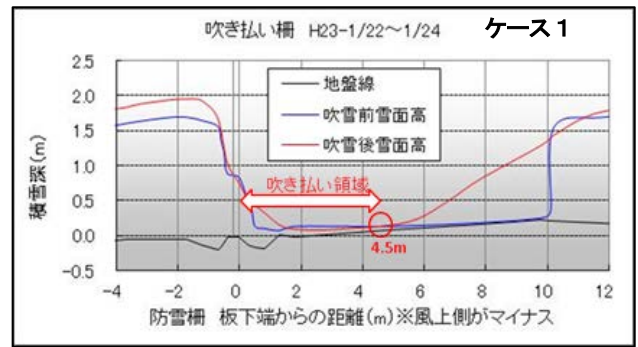


図-6 吹雪前後の雪丘横断面図と吹き払い領域

表-2 吹きだまり深さの計測期間と吹き払い領域

| ケース | 期間 | | 吹き払い領域 (m) | 閉塞率 (%) | 風速 (m/s) |
|-----|-----------------|-----------------|---------------|------------|-------------|
| | 開始 | 終了 | | | |
| 1 | 2012/1/22 10:10 | 2012/1/24 10:50 | 4.5 | 74 | 4.0 |
| 2 | 2012/2/7 10:10 | 2012/2/9 11:20 | 4.5 | 75 | 3.7 |
| 3 | 2013/2/8 11:20 | 2013/2/9 12:30 | 5.5 | 53 | 3.6 |
| 4 | 2013/3/1 9:50 | 2013/3/3 10:50 | 4.5 | 92 | 4.0 |
| 5 | 2014/3/5 10:20 | 2014/3/8 9:20 | 3.0 | 72 | 4.6 |

4.2. 下部間隙閉塞率と吹き払い効果

吹き払い柵の吹き払い効果が及ぶ範囲を推定するため、吹きだまり深さの計測結果から、吹雪前後における雪丘横断面を作成した。吹き払い領域を「吹雪後の防雪柵風下側において、吹きだまりの積雪深が吹雪前と比べて同等以下となっている領域」と定義し、この範囲を決定した。決定に用いた雪丘横断面を図-6に、計測した吹き払い領域の一覧を表-2に示す。なお、表-2の風速は吹き払い領域の推定風速である。

図-6と表-2より閉塞率が53%のケース3で、吹き払い領域が5.5mと最も大きかった。また、閉塞率が70%を超えるケース1、2、4では吹き払い領域が4.5mとなっており、閉塞率が大きくなる事で吹き払い領域が小さくなる傾向が示された。なお、ケース5は吹き払い領域が3mと最も小さかった。これは、他のケースに比べ風速がやや大きかった（即ち、吹雪が強い）こと、及び、吹雪前の幅員が6.5m程しか確保されていなかった影響があったと考えられる。

5. まとめ

本研究では、吹き払い柵の下部間隙が防雪機能に及ぼ

す影響について調査するため、石狩吹雪実験場に設置した吹き払い柵により、1冬期における下部間隙閉塞率の変化と風向風速、吹雪前後での吹きだまりの積雪深の計測を行った。

その結果、吹き払い柵は下部間隙の閉塞率が小さい場合には、下部間隙を通過する強風により吹き払い効果を発揮するものの、下部間隙の閉塞率が大きくなると共に吹き払い効果が低下する傾向が見られた。

今後は、吹き払い柵の下部間隙閉塞に加え、石狩吹雪実験場での観測時には考慮されていなかった道路除雪による堆雪の影響や道路構造（道路付属物や歩道・中央分離帯）による影響についても考慮した上で、周辺の状況が吹き払い柵の防雪機能に及ぼす影響について明らかにしたい。

参考文献

- 1) (独) 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) (http://www2.ceri.go.jp/fubuki_manual/)
- 2) 日本雪氷学会北海道支部編, 1991 : 雪氷調査法, p. 19.
- 3) 近藤純正, 1998 : 水環境の気象学-地表面の水収支・熱収支-. 朝倉書店, p. 101
- 4) 竹内政夫, 1980 : 吹雪時の視程に関する研究. 74, 1-31.
- 5) 佐藤威, 望月重人, 根本征樹, 2004 : 吹き払い式防雪柵の防雪性能に関する風洞実験. 東北の雪と生活. pp75-78, (社) 日本雪氷学会東北支部.