

新型路側設置型防雪柵の開発について  
 -現地観測による防雪機能調査-

The development of the new type snowfence  
 —Functional investigation by under field condition—

渡邊崇史, 松澤 勝, 小中 隆範 ((国研) 土木研究所 寒地土木研究所)  
 金子学 (北海道開発局 函館開発建設部 江差道路事務所)  
 Takashi Watanabe, Masaru Matsuzawa, Takanori Konaka,  
 Manabu Kaneko

1. はじめに

積雪寒冷地における上下二車線の道路では、吹雪による視程障害対策として路側に設置可能な吹き払い柵(以降、「従来柵」と記す。)が用いられることが多い。しかし、従来柵は風が柵に対して斜めから入射した場合や積雪により下部間隙が狭められた場合に、視程障害緩和効果や道路路面の雪を吹き払う効果(以降、併せて「防雪効果」と記す。)が低下することが明らかとなっている<sup>1)</sup>。そこで筆者らは、従来柵と同様に路側に設置可能で、風が斜めから入射する場合や、柵下部間隙の閉塞時において著しく防雪効果が低下しない路側設置型防雪柵(以降、「新型柵」と記す。)を考案した。新型柵について縮尺模型を用いた風洞実験を行った結果、防雪効果が確認できた<sup>2)</sup>。風洞実験の結果をもとに実物大の柵(図1)を製作し、現地観測により防雪効果を調査した結果を報告する。



図1 路側設置型防雪柵

2. 路側設置型防雪柵の形式

今回開発した新型柵の防雪板は1スパンごとに凹凸状の1枚板で構成され、支柱と離して設置する。1枚板とすることで、下部間隙非閉塞時には従来柵と同様に路面付近の雪粒子を吹き払うが、暴風雪等により下部間隙が閉塞した場合吹き払い効果を維持するのではなく、吹き止め柵のように風上側に雪粒子を多く捕捉し、

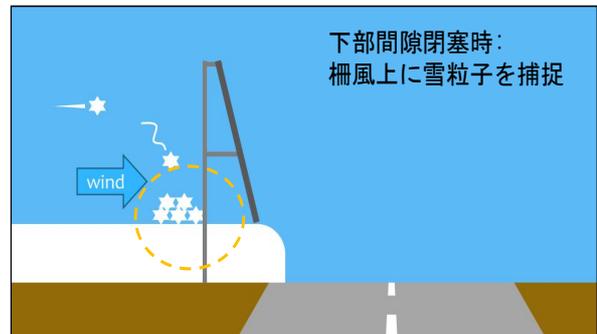
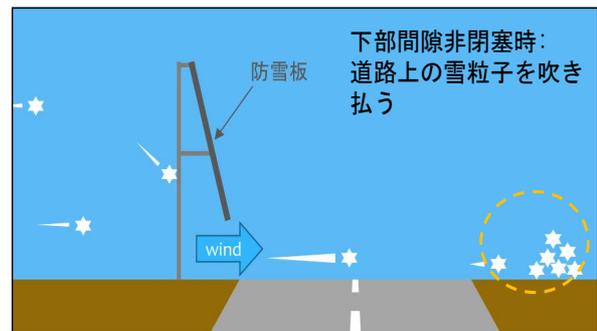


図2 新型柵の下部間隙閉塞前後における防雪効果イメージ

道路上に可能な限り吹きだまりを形成させないことで、粘り強く防雪効果を発揮することを意図している(図2)。また、凹凸状の防雪板により、斜めから入射した風を横に逃がさずに下部間隙へ誘導することを可能とした(図3)。また、支柱と離して防雪板を設置することでサイドウイングによる下部間隙の除雪を可能とした。

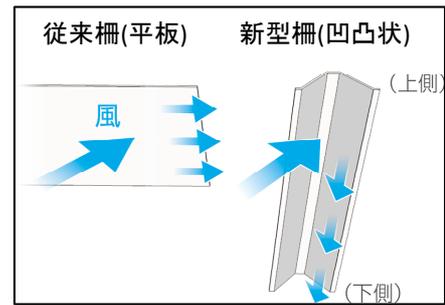


図3 防雪板の効果イメージ

### 3. 観測方法およびデータ解析方法

現地観測は、図4に示す石狩吹雪実験場において、平成26年12月1日から平成27年1月24日まで行った。観測サイトの概要を図5に示す。防雪効果の比較のため新型柵と従来柵を並べて設置し、風向風速計(コーナースystem製 KDC-S4)と視程計(明星電気製 TZE-4)を用いて観測を行った。それぞれの柵の風下1.5m地点において高さ0.5mで風向風速を、高さ1.5m<sup>3</sup>)で風向風速と視程を観測した。ここで、高さ0.5mは柵下部間隙の中心高さであり、高さ1.5mはドライバー目線付近の高さである。また、防雪柵から風上側におよそ40m離れた地点を基準点とし、高さ1.5mで風向風速と視程の観測を行った。



図4 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)

風速は、既往文献<sup>4)</sup>を参考に基準点において吹雪が発生すると考えられる5m/s以上、視程は前条件に加え、気温が0℃以下かつ基準点の視程1000m以下の条件で抽出した。なお、抽出条件として用いた風速は雪面の粗度長を0.00014mと仮定し<sup>5)</sup>、対数則で高さ7mの値に高度補正<sup>1)</sup>した値である。解析には10分平均値を用いた。

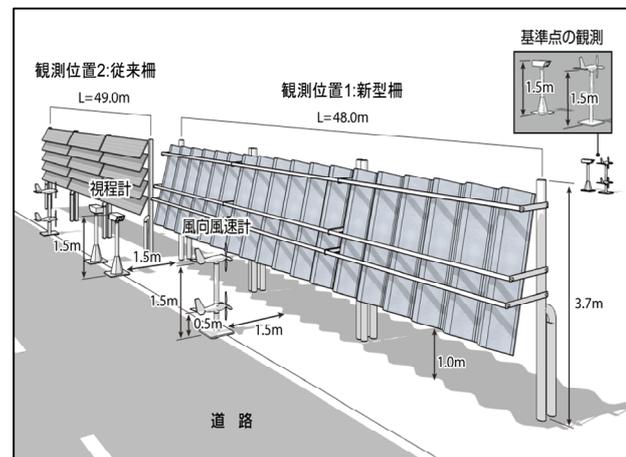


図5 観測サイトの概要

抽出したデータは、両防雪柵の防雪効果について以下で定義する風速比  $RV$ 、視程改善率  $RV_{is}$  を用いて防雪柵に対する風向角ごとに整理した。

図-5で定義した観測位置  $N$ (観測位置1: 新型柵, 観測位置2: 従来柵)において、雪面からの高さ  $h$ [m]で観測した風速[m/s]を  $V(N, h)$ , その観測点での風速比を  $RV(N, h)$  とし、 $RV$  は以下で定義する。

$$RV(N, h) = V(N, h) / V_f \cdots (1)$$

$V_f$  は、 $V(N, h)$  観測時の基準点の風速とする。

また、観測位置  $N$  において観測した視程[m]を  $Vis(N)$ 、その観測点での視程改善率を  $RVis(N)$  とし、 $RVis$  は以下で定義する。

$$RVis(N) = Vis(N) / Vis_f \times 100 (\%) \cdots (2)$$

$Vis_f$  は、 $Vis(N)$  観測時の基準点の視程とする。

#### 4. 調査結果と考察

##### 4. 1 風速比を用いた新型柵の防雪効果検証

防雪効果のうち、吹き払い効果の検証のため  $h=0.5m$  における風速比  $RV$  と風向角 ( $\theta$ ) の関係を図 6 に示す。また、視程障害緩和効果の検証のため  $h=1.5m$  における  $RV$  と  $\theta$  の関係を図 7 に示す。 $\theta$  は 16 方位で整理し、柵に対して直交に入射する西北西の風向を  $\theta=90^\circ$  とした。なお、図中に示すデータ数  $n$  は、 $\theta=90^\circ$  の場合を除き、同じ  $\theta$  となる 2 方向のデータを合計したものである。例えば、 $\theta=67.5^\circ$  の  $RV$  は北西と西のデータを合計した。これは左右対称な防雪柵に対して、 $\theta$  が同じであれば風向が異なっても発揮する防雪効果は同じと考えられるためである。

図 6 において、新型柵の風速比  $RV$  はいずれの  $\theta$  においても中央値が 1 を上回り、柵風下の路面付近で風が強められていることから、風が斜めから入射した場合でも吹き払い効果を発揮しているといえる。また、図 7 においては両防雪柵とも  $RV$  が 1 を下回り、基準点に比べて風速  $V$  が低下していた。吹雪時の視程  $Vis$  は飛雪流量の増加に伴い低下する。飛雪流量は飛雪空間密度が一定の場合、 $V$  に比例して大きくなる<sup>6)</sup>ため、両防雪柵ともに視程障害緩和効果を発揮しているといえる。

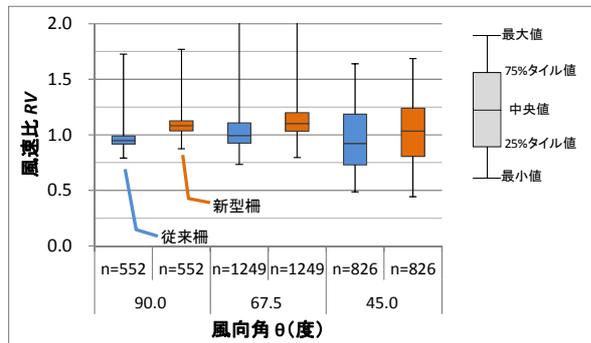


図 6  $\theta$  と  $RV$  の関係 ( $h=0.5m$ )

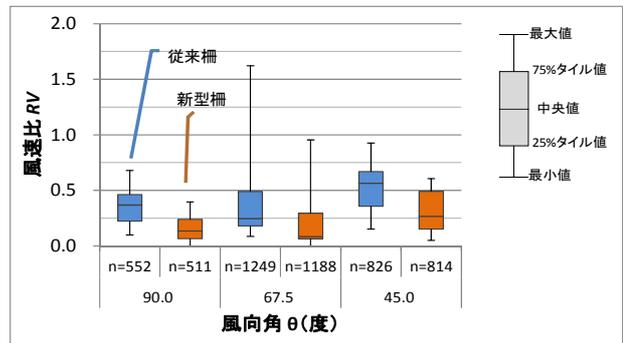


図 7  $\theta$  と  $RV$  の関係 ( $h=1.5m$ )

##### 4. 2 視程改善率を用いた新型柵の防雪効果検証

新型柵と従来柵の視程改善率  $RVis$  について  $\theta=90^\circ$ 、 $\theta=67.5^\circ$ 、 $\theta=45^\circ$  の場合の結果をそれぞれ図 8、図 9、図 10 に示す。4. 1 と同様に同じ  $\theta$  となる 2 方向のデータを併せて解析を行った。図では、 $RVis$  を基準点視程  $Vis_f$  の階級ごとの統計値(最大値、最小

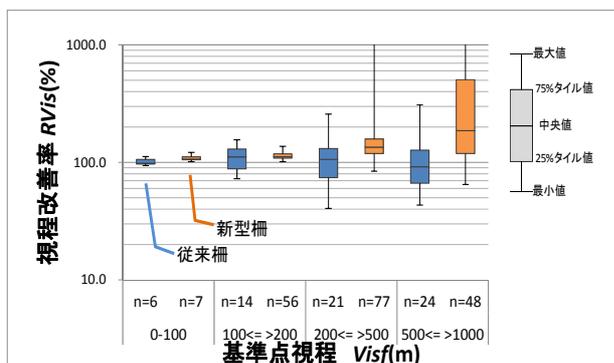


図 8  $Vis_f$  と  $RVis$  の関係 ( $\theta=90^\circ$ )

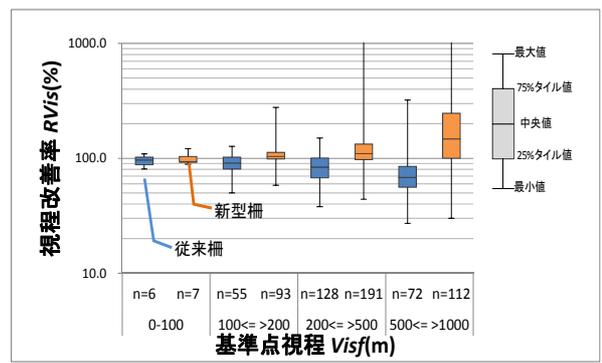


図 9  $Vis_f$  と  $RVis$  の関係 ( $\theta=67.5^\circ$ )

値および四分位数)で示している。

新型柵では  $\theta=90^\circ$  の場合, 車両の走行速度の低下が始まるとされる視程 200m 以下<sup>7)</sup> の範囲で従来柵と同等以上の視程改善率  $RVis$  を示した。また,  $\theta=67.5^\circ, 45^\circ$  の場合でも基準点視程  $Visf$  に関わらず従来柵に比べて高い  $RVis$  を示し, 視程障害緩和効果が確保されていることが確認できた。

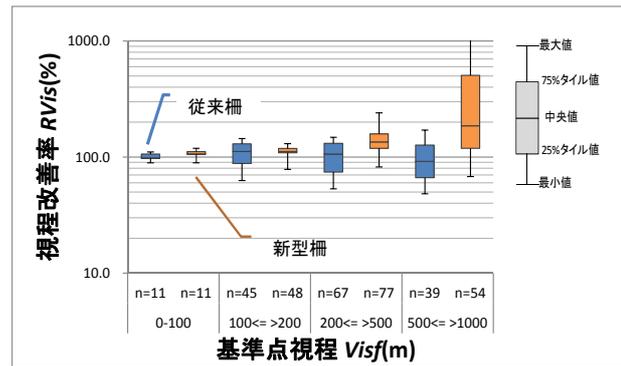


図 10  $Visf$  と  $RVis$  の関係 ( $\theta = 45^\circ$ )

## 5. まとめ

本調査では, 石狩吹雪実験場内に実物大の新型柵を設置し, 風速比・視程改善率を指標に防雪効果を評価した。その結果, 新型柵は従来柵と同等以上の防雪効果を有し, 風が斜めから入射した場合においても著しく効果が低下しないことがわかった。今後は柵下部間隙が閉塞した場合の防雪効果を明らかにしたいと考えている。

### 【参考・引用文献】

- 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), 3-2-14.
- 2) 山崎貴志, 住田則行, 渡邊崇史, 2015: 新しい路側設置型防雪柵の開発に向けての風洞実験による検討, 寒地土木研究所月報, **740**, pp36-40.
- 3) 山田毅, 伊東靖彦, 松澤勝, 加治屋安彦, 2008: 防雪柵を評価するための適切な視程の測定位置の検討, 雪氷研究大会(2008・東京)講演要旨集, p91.
- 4) 日本雪氷学会北海道支部, 1991: 雪氷調査法, 北海道大学図書刊行会, p19.
- 5) 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, p101.
- 6) 竹内政夫, 1980: 吹雪時の視程に関する研究, 土木研究所報告, **74**, pp1-31.
- 7) 武知洋太, 伊東靖彦, 松澤勝, 加治屋安彦, 宗広一徳, 2007: 冬期道路における運転速度に及ぼす走行環境の影響に関する一考察, 第 23 回寒地シンポジウム寒地技術論文報告書, pp81-86.