

# 視程障害移動観測車による防雪柵開口部の視程急変の実態調査

小中隆範\*1 伊東靖彦\*1 松澤勝\*1

## 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によって、多重衝突事故や車両の立ち往生などの交通障害が多く発生している<sup>1)2)</sup>。吹雪による交通障害対策として防雪柵の整備が進められており、多車線道路においては吹き止め式防雪柵の整備が進んでいる。しかし、防雪柵整備区間であっても柵開口部や端部において、突発的な視程障害により、時としてドライバーが急ブレーキを行い、それが多重衝突事故等を誘発する要因となっている。そこで著者は、視程急変が発生する状況を把握するため、視程障害移動観測車による気象観測を行ったので、ここに報告するものである。

ことがある<sup>4)</sup>。視程急変の特徴を明らかにするためには、視程障害発生時の条件（防雪柵周辺の地形条件、気象条件等）を整理し、把握することが重要である。そこで現道の吹き止め式防雪柵設置区間において、移動気象観測を行った。

## 2. 調査概要

移動気象観測とは、気象計器を搭載した車両を走行させることにより連続的な気象データを取得し、路線上の気象特性を詳細に把握するものである。また、吹雪対策施設前後の気象を比較することにより、吹雪対策施設の効果を直接把握することが可能である<sup>3)</sup>。

防雪柵開口部では、風の収束に伴う飛雪によって局所的な視程障害（以下、エンドエフェクトという）が発生する

視程障害移動観測車のシステム構成

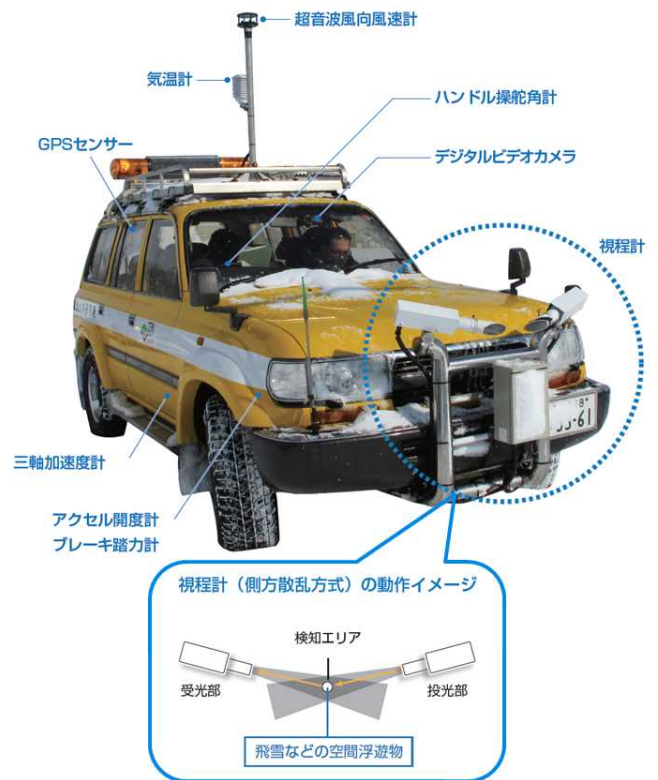


図-2 視程障害移動観測車

表-1 視程障害移動観測車による計測項目

観測要素	走行中の道路映像、気温、風向風速、視程、走行速度、ブレーキ踏力、ハンドル操舵角
記録間隔	0.1秒
観測方法	ビデオカメラ、気温計、風向風速計、視程計、GPSセンサーを搭載した視程障害移動観測車1台を用い観測
観測箇所	図-1 ※同一区間を様々な気象条件で繰り返し観測
観測回数	平成29年1月12日、1月28日、2月1日の三日間で65事例観測



図-1 調査箇所位置図

(国土地理院電子国土Webシステムを利用)

\*1 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

表-2 観測区間の概要

観測区間	路線番号	区間範囲(KP)	地形区分
区間①	R231	22.985 ~ 23.925	山間部・丘陵地
区間②	R231	27.190 ~ 27.690	山間部・丘陵地
区間③	R231	31.840 ~ 32.265	山間部・丘陵地
区間④	R231	33.780 ~ 34.255	海岸部
区間⑤	R231	37.425 ~ 39.090	海岸部
区間⑥	R337	84.625 ~ 85.175	平野部
区間⑦_1	R337	74.730 ~ 77.325	平野部
区間⑦_2	R337	70.785 ~ 74.575	平野部

観測は一般国道231号および一般国道337号の吹き止め式防雪柵が設置されている区間において、2017年1月～2月の吹雪発生時に行った(図-1)。ビデオカメラ、前方散乱型視程計(TZF-31A)、超音波式風向風速計(PGWS-100-3)、GPSセンサー(M12P/10S)等を搭載した視程障害移動観測車(図-2)を用いて、道路上の防雪柵設置部、防雪柵開口部の画像取得と、それらに対応した気象状況等の観測を行った。データ取得間隔は0.1秒である。

視程障害移動観測車による計測項目は表-1に示すとおりである。観測区間は表-2に示すとおりで防雪柵設置区間の前後も含めて観測を行った。

### 3. 観測結果

観測結果より、開口部の幅とエンドエフェクトの関係について、代表的な事例を抽出し比較することとした。

また、過年度に視程障害移動観測車により得られたデータを加え、エンドエフェクト発生条件の解析を行った。

#### 3.1 防雪柵開口部の幅とエンドエフェクトの関係

吹雪の視程障害について、福澤ら<sup>5)</sup>は視程200mを下回れば車速のバラツキが大きくなり、低速運転する車両も見られることを指摘している。そこで、ここでは観測時に瞬間視程が200mを下回った事例の中から、エンドエフェクトの影響が見られた開口部の2観測事例について記述する。

観測事例1は区間①の開口部が広い箇所の事例、観測事例2は区間⑤の開口部が狭い箇所の事例である。

##### (1) 観測事例1 (一般国道231号 観測区間①)

観測事例1(観測日2017年1月28日10時45分)(図-3)の観測区間は、丘陵地にある上下2車線道路で風上側に300m以上の平坦地があり、吹走距離が長い箇所である。観測時は降雪があった。図-3は観測した防雪柵開口部の詳細図および視程、風向風速、移動平均視程の観測結果である。移動平均視程とは「観測点の前後5mの範囲における視程の平均値(10m移動平均)」である。詳細図には道路上の吹きだまりおよび積雪範囲も示している。

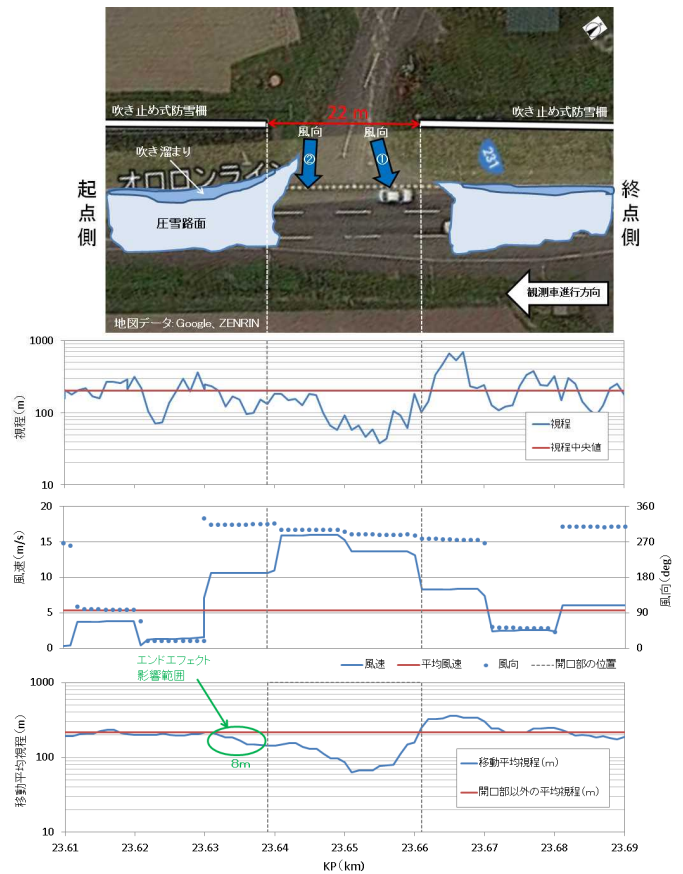


図-3 観測事例1(観測日2017年1月28日10時45分)  
(上:平面図、下:気象観測結果)



図-4 観測時の道路状況(観測事例1)  
(上:開口部手前、中:開口部、下:開口部通過後)



防雪柵開口部（22m）の道路終点側では風速13m/s前後の西風が吹き込み、防雪柵に対して斜風となっているため（青矢印①）、開口部より風下側まで路面上の雪が道路全幅で吹き払われており、舗装面が露出している（図-4）。

防雪柵開口部の道路起点側では風速15m/s前後の北西風が吹き込み、防雪柵に対してほぼ直角であるため（青矢印②）、道路上の雪は開口部とほぼ同じ位置で吹き払われている。移動平均視程が開口部を含まない平均視程を下回っている区間は開口部の前後で最大で8m程度（図-3下の緑丸部分）となっており、そこまでエンドエフェクトの影響が見られる。視程は開口部から離れた区間に比べ悪くなっており、風速も大きくなっている。

(2) 観測事例2（一般国道231号 観測区間⑤）

観測事例2（観測日2017年1月28日9時55分）（図-5）の観測区間は、海岸沿いの上下2車線道路で、風上側に100m程度の平坦地があり、比較的吹走距離が短い箇所である。観測時は降雪があった。図-5は観測結果、図-6は観測時の道路状況である。図-5に示すデータ項目と移動平均視程の算出方法は、図-3と同様である。防雪柵開口部（9m）では風速6m/s前後の西北西風が吹き込み、防雪柵に対して斜風となっている（図-5の青矢印）。



図-6 観測時の道路状況（観測事例2）

（上：開口部手前、中：開口部、下：開口部通過後）

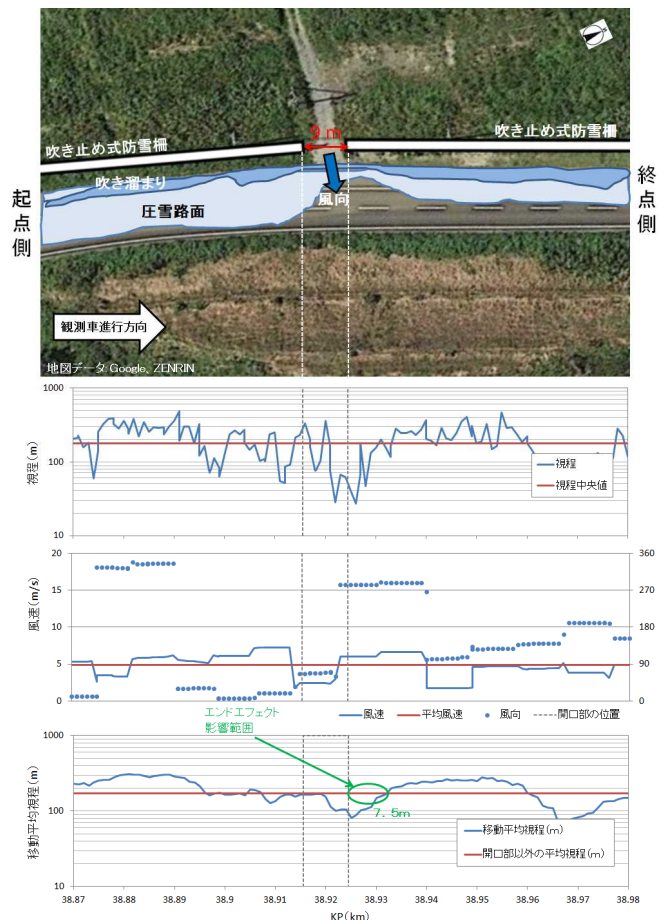


図-5 観測事例2（観測日2017年1月28日10時45分）  
（上：平面図、下：気象観測結果）

また、起点側より終点側の風が強いこともあり、開口部より風下側に位置する道路上の雪が吹き払われて、舗装面が露出している（図-6）。移動平均視程が開口部を含まない平均視程を下回っている区間は開口部の終点側で最大で7.5m程度（図-5下の緑丸部分）となっており、そこまでエンドエフェクトの影響が見られる。この区間では開口部から離れた防雪柵の整備区間と比べ視程の悪化が見られる。

開口部が大きく風が強い観測事例1と、開口部が小さく風が弱い観測事例2の比較をした結果、エンドエフェクトの影響範囲に大きな違いが見られなかった。

3.2 エンドエフェクトの出現頻度

ここでは今回観測したデータに、同区間を別業務で過年度（2012～2015年）観測したデータを加えて検討した。解析にあたって、風の収束で風速が強まり視程が悪化する現象（エンドエフェクト）の影響を評価する指標として、平均風速比および平均視程比を以下で定義し、開口部の幅との関係を整理した。

$$\text{平均風速比} = \text{対象区間の最大風速} / \text{対象区間の平均風速}$$

$$\text{平均視程比} = \text{対象区間の最低視程} / \text{対象区間の視程中央値}$$

ここで言う対象区間とは、防雪柵開口部の前後にある防雪柵、それぞれの中点から中点までを示す（図-7）。

風速への影響について、風速2m以上のデータを解析対象データとして抽出し、これらのデータから平均風速比1.5以上の事例を「エンドエフェクトの影響がある事例」、平均風速比1.5未満の事例を「エンドエフェクトの影響がない事例」として、開口部の幅とエンドエフェクトの出現頻度について比較した(図-8)。グラフ上段の数値が影響のない事例、下段の数値が影響のある事例である。

その結果、開口部が大きくなるほど風速への影響が大きいたことが示された。開口部の幅が10mを越えた時に、風速への影響がより大きい傾向が見られた。

視程への影響については、最低視程200m以下のデータを解析対象データとして抽出し、これらのデータから平均視程比0.3以下の事例を「エンドエフェクトの影響がある事例」、平均視程比0.3を超える事例を「エンドエフェクトの影響がない事例」として、図-8と同様に比較した(図-9)。その結果、風速同様に開口部が大きくなるほど視程への影響が大きいたことが示された。

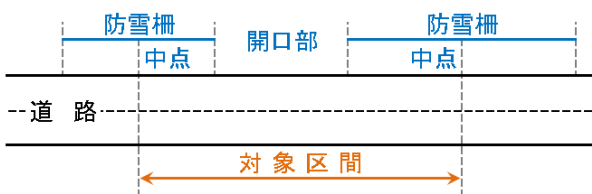


図-7 エンドエフェクトの検証対象区間

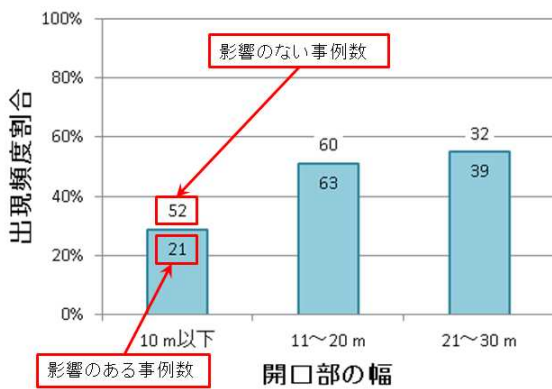


図-8 開口部の幅と風速への影響

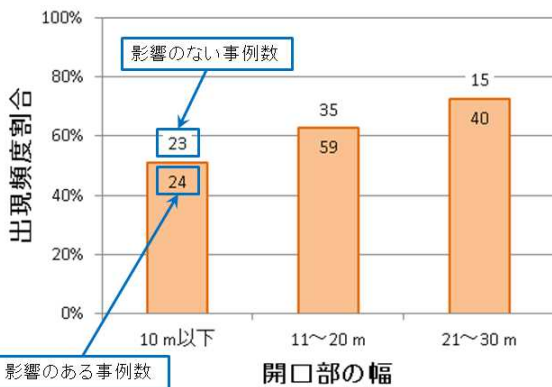


図-9 開口部の幅と視程への影響

#### 4. まとめ

今回の調査では、防雪柵開口部において、斜風の場合、直交風と比べて防雪柵開口部より風下側の道路上の雪が吹き払われる傾向にあった。同様に、斜風の場合に風下側において視程の急変がみられた。また、エンドエフェクトは直交風の場合に、より大きくみられ、その影響範囲は約8mだった。これは、既往研究<sup>6)</sup>とほぼ同じ結果である。また、開口部が大きく風が強い事例と、開口部が小さく風が弱い事例を比較した結果、エンドエフェクトの影響範囲に大きな違いがみられなかった。エンドエフェクトの影響範囲の大きさに、開口部の幅と風速のどちらがより影響を与えているかは明らかにはならなかった。

エンドエフェクトの出現頻度と開口部の幅の関係について、開口部が大きいほど風速に対するエンドエフェクトの影響が多く見られた。視程への影響についても、風速同様に開口部が大きいほど視程に対するエンドエフェクトの影響が多く見られた。特に風速・視程共に、開口部の幅が10mを超えた時に、顕著に見られた。

今回の現地調査では、吹雪が少なかったことから十分なデータを得られなかったため、今後は移動気象観測データの蓄積を行いつつ、定点での気象観測を行い、様々な気象条件下でのデータを解析することにより、視程急変メカニズムの解明を進めていきたい。

#### 参考文献

- 1) 武知洋太ほか：2008年冬期に北海道で発生した吹雪災害状況と課題について(1)～2008年2月・長沼近郊での事例について～、北海道の雪氷、27, p99-102, 日本雪氷学会北海道支部, 2008
- 2) 伊東靖彦ほか：2008年冬期に北海道で発生した吹雪災害状況と課題について(2)～2008年4月・釧路根室地方での事例について～、北海道の雪氷、27, p103-106, 日本雪氷学会北海道支部, 2008
- 3) (独) 土木研究所寒地土木研究所：道路吹雪対策マニュアル(平成23年改訂版), 2011
- 4) 福澤義文ほか：防雪柵端部での吹雪による視程の急変とその対策、～数値シミュレーションによる検討～、北海道の雪氷、16, 41-43, 1997
- 5) 福澤義文ほか：吹雪時における多重衝突事故の発生要因とその対策について(第2報)～平成10年1月7日における札幌圏の事故事例解析から～、寒地技術論文・報告集、14, pp49-56, 1998
- 6) 福澤義文ほか：防雪柵端部付近における視程障害と対策、日本道路会議論文集24号, pp.358-359, 2001