

野外フィールド試験による吹き止め柵の性能評価手法の提案

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 雪氷チーム ○ 渡邊 崇史
金子 学
松澤 勝

現在、防雪柵の効果の定量的な評価方法は定められておらず、様々なタイプの防雪柵の防雪性能を評価する上で信頼性が十分とは言えない。

そこで、著者らは防雪柵の定量的な性能評価手法を提案するため、吹き止め柵を対象にフィールド実験を行った。その結果から、吹き止め柵の視程障害緩和効果をフィールド実験により評価する際の測定項目や測定条件等を定めた定量的評価法(案)を提案したので報告する。

キーワード：道路吹雪対策、防雪性能評価、視程

1. はじめに

北海道の国道では、吹雪による吹きだまりや視程障害が道路交通に与える影響が大きく、多数の車両が立ち往生などの災害が発生している。このような吹雪災害を防止するため、道路の吹雪対策として、道路管理者による防雪柵の整備が進められてきている。その防雪性能については定量的な評価方法が定められておらず、民間では独自の手法によって、自社が開発した防雪柵の評価を行っており、防雪性能を比較する上で信頼性が十分とは言えない現状にある。このため本研究では、防雪柵の定量的な性能評価手法の提案に向けて、実物柵を野外に設置し、視程、風速等に関するフィールド試験による検討を行った。

2. 文献調査

野外フィールド試験に先立ち、一般的に用いられる観測手法について把握するため、防雪対策施設の評価に関する文献調査を行った。収集した126編の文献の内、フィールドで視程を観測した事例は17件、風速を観測した事例は35件となっていた。これらの文献から、フィールド試験の際に標準的に用いることが適当と考えられる観測項目と条件について検討することとした。

(1) 観測データ抽出条件と評価指標について

既往文献では、ある程度強い吹雪時の観測データを抽出して、防雪柵の影響を受けない地点(基準点)に対する防雪施設風下側の視程や風速の比(各々視程比、風速比

と呼ぶ)により性能を評価した事例が多かった。しかし、性能を評価する際の抽出条件となる基準点の視程については、500mまたは200m以下のデータを用いた事例が多く、この条件を採用することとした。風速と視程のどちらの指標がより適切かについては、文献から明らかとならなかったため、フィールド試験を行い検討することとした。

(2) 測定時間(評価時間)について

吹雪時の視程は、時間的に大きく変動するため、視程比や風速比による評価の際には、こうした短期的な変動を取り除く必要がある。一方、評価時間を長く取りすぎると、変動を適切に評価できない。既往文献の事例でも10分平均値を用いる場合が多く、データの入手しやすさも考え、視程や風速については、10分平均の値を用いることが適切と考えられる。

(3) その他

上記に述べたように、文献調査からは適切な評価指標は明らかとならなかった。また、評価の際の測定位置(柵からの距離)や必要となる防雪柵の延長についても明らかではないため、野外フィールド試験が必要と考えられた。

3. フィールド試験

防雪柵には吹きだめ柵、吹き払い柵、吹き止め柵の3種類がある¹⁾。この内、吹き止め柵は、空隙率を低くし、吹きだめ柵の下部間隙を無くし、柵高を高くすることによって、多車線道路の吹雪対策に用いる目的で開発された²⁾もので、1980年代後半から主に4車線道路の吹雪対

策に用いられている。本研究では、吹き止め柵（写真-1）を対象に、フィールド試験による性能評価手法の検討を行った。



写真-1 吹き止め柵 (石狩吹雪実験場)

(1) フィールド試験の概要

a) 観測器機の概要

石狩吹雪実験場(図-1)に高さ5m、延長102mの吹き止め柵を設置し、図-2に示す位置で視程や風速を測定した。設置した観測器機を表-1に示す。図-2中①～③は吹き止め柵の防雪性能を評価する際の適切な測定位置(防雪柵からの距離)を調査するための測点である。吹き止め柵から6.5mの位置にある①は道路風上側路側、17.0mの位置にある②は二車線道の路風下側路側、27.5mの位置にある③は四車線道路の風下側路側に概ね相当する。また、防雪柵の端部では風の巻き込みにより、視程に変動が生じる現象(エンドエフェクト)が発生するため³⁾、評価の際にはこの影響を除去する必要がある。このエンドエフェクトの除去に必要な防雪柵の延長について調べるため、柵から17.0mの位置および27.5mの位置には柵と並行に計測器機を設置している(②～⑨)。加えて、吹き止め柵の影響を受けない基準点として⑩を設置した。測器の測定の高さは全てドライバーの視点に近い1.5mとした。図-2中、①～③および⑩では視程と風速を、④～⑨では風速のみ測定した。写真-2に観測状況を示す。



図-1 石狩吹雪実験場位置図

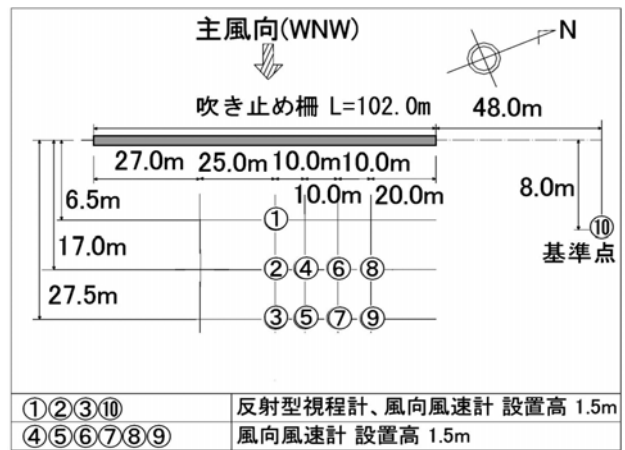


図-2 観測機器配置図

表-1 設置した観測器機

機器名	製造会社	機種名
風向風速計	コーナースステム	KDC-S4
反射型視程計	明星電気	TZE-4



写真-2 観測状況 (設置高 1.5m 以外は未使用)

b) 観測期間と気象状況について

本研究では平成18年12月中旬～平成20年3月上旬の間に得られたデータを解析した。期間中の石狩吹雪実験場内の気象状況を実験場内にある気象観測システムにより取得した風速と気温について図-3、図-4に示す。

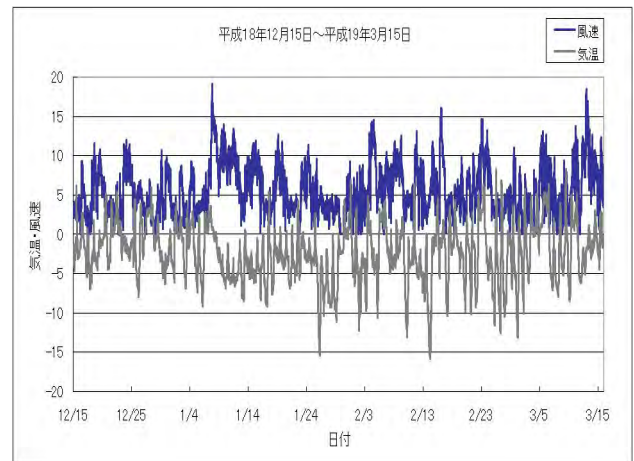


図-3 石狩吹雪実験場内の気象状況 (平成 18 年 12 月 15 日～平成 19 年 3 月 15 日)

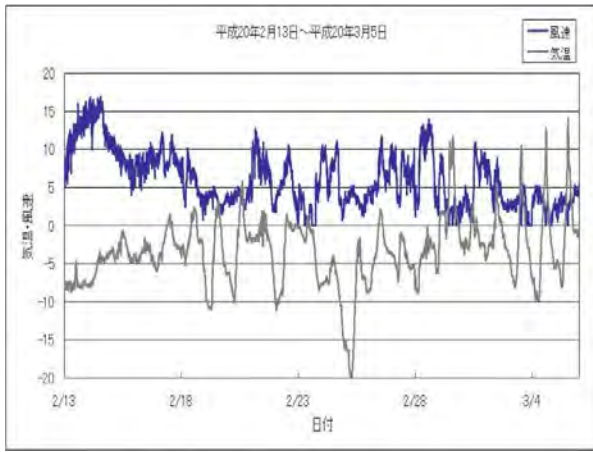


図-4 石狩吹雪実験場内の気象状況
(平成20年2月13日～平成20年3月5日)

(2) 観測データの解析

風向風速計及び反射型視程計のデータは主に1秒間隔で取得し、文献調査から適切と考えられた10分平均の値に換算し用いることとした。解析では基準点の視程が500m以下で実験場の気温0°C以下のデータを用いることとし、評価指標と測定位置の検討では、さらに吹き止め柵への風の入射角が直角 $\sim 67.5^\circ$ のデータを抽出して用いた。

a) 評価指標について

評価の際に有効な評価指標を明らかにするため、視程比と風速比との関係について分析した。ここでは、地点②のデータに着目する。これは地点②が二車線道路の風下側路側の位置に相当し、かつ吹き止め柵の中心に位置し、柵端部からの影響を受けないと考えられるためである(図-5)。図-5より、視程比と風速比との間には、概ね反比例の関係が見られ、風速比が0.2程度の場合には風速比のわずかな変化により視程比が大きく変化することが判った。文献調査では、防雪施設の性能を評価する際に風速を用いた事例が多く見られたが、評価指標としては風速よりも視程を用いることが望ましいと考えられる。

b) 測定位置について

評価の際に適切な測定位置を明らかにするため、地点①～③における視程比のデータを用い、吹き止め柵からの距離と視程比との関係について調査した(図-6)。

視程比は、6.5mの位置(図-2の①)が大きく、17.0mと27.5mの位置(図-2の②、③)では同程度に減少していた。性能評価は、安全側で行う必要があるため、風下側車線の路側位置(2車線道路の場合、図-2の②に相当する)を測定位置とすることが適切と考えられる。

c) 防雪柵の延長について

防雪柵端部からの距離と風速比について分析した(図-7)。図-7より柵端部から20mまでの範囲で風速比は急激に減少し、30m以上離れた位置ではグラフの傾きが小さくなり、エンドエフェクトの影響を受けづらくなることがわかった。従って、フィールド試験の際には柵両端

部からの影響を避けるため、防雪柵の延長は60m以上必要と考えられる。

なお、防雪柵端部の視程、風速を観測した福澤ら³⁾と吹き止め柵端部の吹きだまりを観測した伊東ら⁴⁾の報告によるとエンドエフェクトの影響範囲は柵端部から20m程度とされており、今回得られた結果を裏付けるものと考えられる。

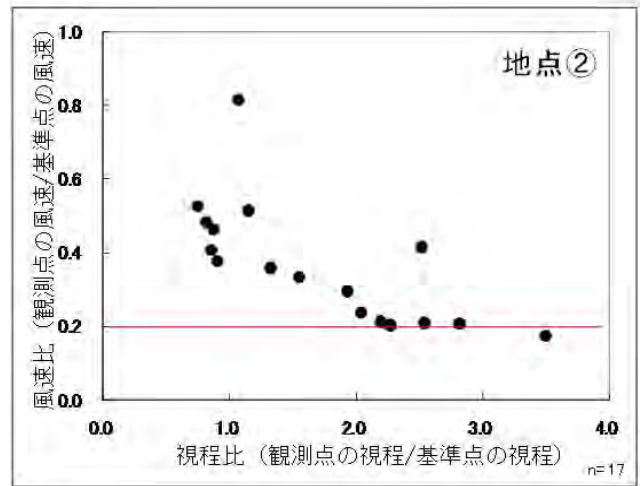


図-5 視程比と風速比との関係

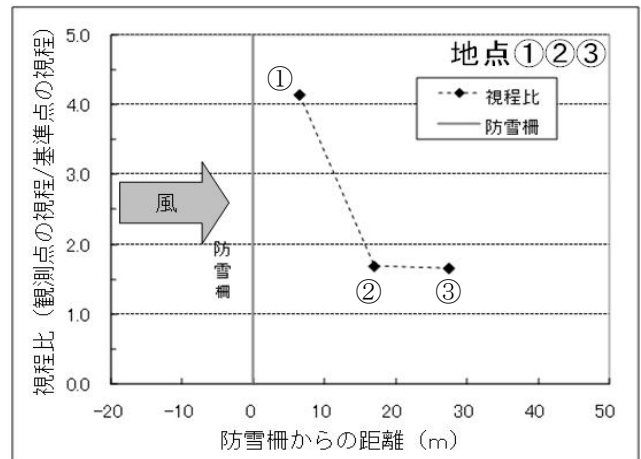


図-6 防雪柵からの距離と視程比

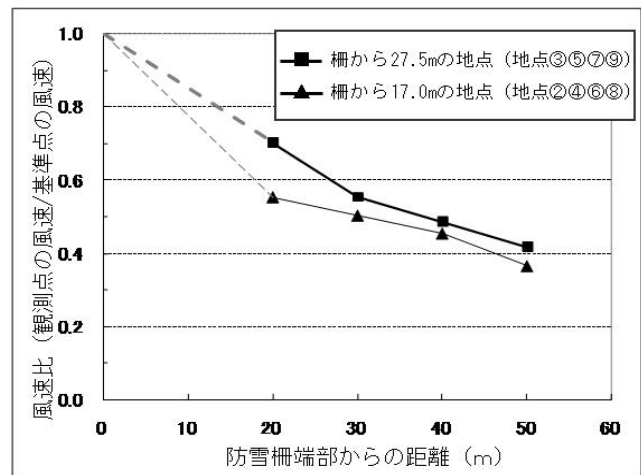


図-7 エンドエフェクトの影響範囲

4. 視程障害緩和効果の評価法の提案

以上の検討結果から、吹き止め柵の視程障害緩和効果を現地観測により評価する際の定量的評価法(案)を整理し、表-2に示す。今までは多様な条件で吹き止め柵の防雪性能を評価していたが、表に示すように観測条件や方法を概ね統一することによって、今後は吹き止め柵の防雪性能の相互比較が可能となるものと考えられる。

表-2 吹き止め柵の定量的評価法(案)

項目	内容	備考
評価指標	防雪柵未設置区間の視程に対する柵風下側の視程の比(視程比)を用いる	フィールド試験より風速比が小さい場合、風速比のわずかな変化により視程比が大きく変動するため、視程比を基本とした
測定時間(評価時間)	10分平均視程を用いる	文献調査により妥当性を確認
データ抽出条件	風上側基準点視程 500m(または200m)以下	文献調査により妥当性を確認
測定位置	路面高 1.5m 柵の風下路側(二車線道路の場合)	フィールド試験により妥当性を確認
防雪柵の延長	60m以上	フィールド試験におけるエンドエフェクト範囲から決定
周辺環境	十分に開けた平坦地(風上に 200m以上の凹凸のない空間があることが望ましい)	除雪・防雪ハンドブック ⁵⁾ より

5. おわりに

本研究では、防雪柵の防雪性能の定量的な評価手法を提案するため、文献調査、フィールド試験を行った。その結果、フィールド試験による吹き止め柵の視程障害緩和効果の評価における計測項目・計測条件を提案した。今後は、本研究で提案した吹き止め柵の定量的評価法(案)の妥当性について確認するため、フィールド試験を継続して行う予定である。

参考文献

- 1) (独)土木研究所 寒地土木研究所：道路吹雪対策マニュアル，2011
- 2) 藤田英郎、倉橋良雄、山口守之、長岡佳美、竹内政夫：多車線道路における防雪柵の計画，第30回北海道開発局技術研究発表会論文集，pp91-96，(財)北海道開発協会，1988
- 3) 福澤義文、加治屋安彦、畠山拓司：防雪柵端部付近における視程障害と対策，第24回日本道路会議一般論文集(A)，pp358-359，2001
- 4) 伊東靖彦、松澤勝、福澤義文、加治屋安彦：吹き止め柵の吹きだまり形状に関する考察，2002年度日本雪氷学会全国大会講演概要集，p135，2002
- 5) (社)日本建設機械化協会、(社)雪センター：2005 除雪・防雪ハンドブック(防雪編)，p81，2005