

近年の暴風雪頻発地域にみる防雪柵の問題点と課題

金田安弘^{*1}，永田泰浩^{*1}，根本征樹^{*2}，竹内政夫^{*3}

1. はじめに

防雪柵の主な形式には吹きだめ柵、吹き止め柵、吹き払い柵があり、それぞれ開発されてから長い歴史がある。これまでの各種調査・試験研究成果や現道での知見等は、土木研究所寒地土木研究所により道路吹雪対策マニュアル¹⁾の中に取りまとめられ、これを基に、気象や地形条件、また道路構造等に応じて防雪柵が整備されてきた。

近年、北海道では暴風雪が頻発していることから、著者等は、暴風雪が頻発した北海道東部の中標津地域において、道路沿線の防雪柵の吹きだまり状況を観測した。その結果、期待したような防雪効果が発揮できていない事例が多数見つかった。これは、あるレベルまでの吹雪量では目立たなかった防雪柵の問題点が、暴風雪が頻発する環境下で浮かび上がったものと考えられた。

本報告では、暴風雪が頻発し吹雪量がかなり大きい状況下で、防雪柵の防雪機能が阻害されている状況、防雪柵の防雪能力を上回る吹雪量の下での柵周辺の吹きだまり状況など、問題が顕在化した防雪柵の設置事例を紹介し、あらためて防雪が抱える問題点と課題を整理した。

2. 調査年

調査は2012年度冬期から2014年度冬期にかけて実施した。

根室中標津アメダスの気象データ（気温、風速）を基に推算した²⁾ 過去10冬期の吹雪量を図1に示す。なお、図1の吹雪量は、気象データからの推定値であること、気象データ、特に風速は同じ地域でも地点によって大きく異なる場合があるため、吹雪量の絶対値はあくまで参考値としてとらえる必要がある。

調査を実施した3冬期の吹雪量は、過去10冬期の平均を大きく上回り、2012年度冬期は過去10冬期平均の約1.8倍、2014年度冬期は約2.4倍の吹雪量であった。

2013年3月1日から3日にかけては、日本海から進んできた急速に発達した低気圧の影響で北海道の広い範囲で猛吹雪となり、JRの運休、通行止め、航空機の欠航が相次いだほか、中標津町では暴風雪による吹きだまりで死者5名を出すなど、大惨事となった。吹雪対策は防雪対策の充実により、吹きだまり対策から視程障害対策に比重が移っているとされてきた中での吹きだまり起因の事故だったため、社会、住民に大きなインパクトを与えた。

また、2014年度冬期は、毎週のように暴風雪に見舞われ暴風雪警報が発表される中、通行止めや臨時休校が相次ぎ、大きな暴風雪被害が出た。

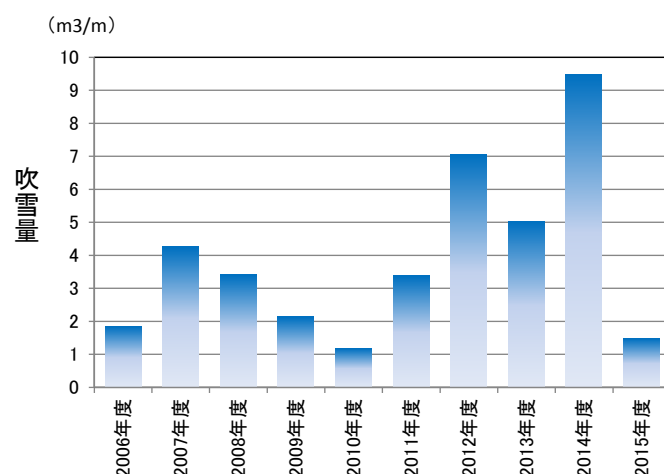


図1 根室中標津アメダスの気象データから推算した吹雪量。

3. 防雪柵の機能が阻害されている事例

以下に、防雪柵が柵周辺の状況によって本来の機能を発揮できていない事例を示す。

写真1は、吹き払い柵の風上側の樹林が吹き払い機能に影響を与えている事例である。風上側に防風林が延びており、



写真1 吹き払い柵の風上側の樹林が吹き払い機能に影響を与えている事例（2015年3月）。

*1 (一社) 北海道開発技術センター、*2 (国研) 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター、*3 NPO法人 雪氷ネットワーク

防風林に沿って流れてきた吹雪が吹き払い柵で止められ、柵風下側にピンポイントで大きな吹きだまりを形成させた。

この事例以外にも、吹き払い柵の風上側に落葉樹の灌木がある箇所、柵風下側直近の堆雪量が大きくなっている場所が複数見られた（写真2）。

風上側のわずかな風の抵抗物が風速の低下をもたらし、吹き払い柵の吹き払い機能を低下させ、風下側の道路上に吹きだまりを形成させる。



写真2 吹き払い柵の風上側に灌木のある箇所で、柵風下側の堆雪量が大きくなっている。吹き払い機能が低下し、道路上に吹きだまったことがわかる(2015年3月)。

写真3は、吹き払い柵の風上側の地物が吹き払い機能に影響を与えた事例である。風上に伐採された樹木が野積みされており（写真4）、これが風の障害物となり、柵の風下側に巨大な吹きだまりを形成させた。

吹き払い柵風上側の障害物が、柵の吹き払い機能を低下させ、風下側に大規模な吹きだまりを形成させた事例で、この区間では吹き払い機能が全く機能していなかったものと考えられる。



写真3 吹き払い柵の風上側にある障害物が吹き払い機能に影響を与えた事例。吹き払い柵の風下側に巨大な吹きだまりが形成されていた（2014年2月）。



写真4 吹き払い柵の風上側に放置された伐採樹木。積雪期前に放置されたものと思われる（2014年2月）。

写真5には、風下側路側の雪堤が吹き払い機能に与えた影響事例を示す。雪堤がない場合（写真上）、吹き払い柵設置区間では路上を這うように吹雪が流れ、ドライバーの目線高さでは十分な視界が確保されている。一方、写真奥の柵のない区間の路上には視程障害が発生している。

風下側路側に雪堤がある場合（写真下）、柵側の車線は吹き払われているが、路上を流れてきた吹雪は雪堤に当たって舞い上がり、風下側車線には視程障害が発生している。



写真5 道路風下側路側の雪堤が吹き払い柵の吹き払い機能に与えている影響。上：雪堤がない場合、下：風下側路側に雪堤がある場合。

写真6は吹き払い柵設置区間の風下側に樹林帯が広がっている事例である。樹林が路面上を流れてきた吹雪を止めるため、吹雪は空中に舞い上がり視程障害を発生させる。

以上のように、風上、風下とも、風の障害物になるものは全て、吹き払い柵の吹き払い機能の低下をもたらす。吹雪量あまり多くない場合は見逃されるような機能低下も、吹雪量が大きく、また除雪ができないまま長期間吹雪が継続する場合には、大きな障害となって問題が顕在化する。



写真6 吹き払い柵の風下側の樹林帯が吹き払い機能に影響を与えている事例(2013年3月)。

4. 防雪能力を大きく超えた吹雪量下での吹きだまり状況

写真7は、2014年度冬期の吹き払い柵設置区間の状況である。柵の風上側の積雪深はほぼ柵高に近く、また柵の風下側にも柵高に近い高さの吹きだまりが形成されている。地形形状としては両切土と同じであるため、暴風雪が長く続くと、柵トップと風下側の吹きだまりのトップを結ぶ線の近くまで、路上に吹きだまりが形成されたことが報告されている。この場合の路上の吹きだまり形状は、ほぼ平衡状態になっていたと考えられる。

写真8は、吹き払い柵自体が路上の吹きだまりの原因と考えられた事例である。道路風下側(右側)をみると、吹き払い柵のない区間(写真手前)の風下側はガードケーブルの上部が見えており、顕著な吹きだまりは形成されていない。

一方、吹き払い柵が設置されている区間では、柵の風上、風下とも大きな吹きだまりが形成されている。吹き払い柵は、見方によっては下部間隙を大きく開けた吹きだめ柵とも言える³⁾。通常、柵で吹き払われた雪は、柵から離れた位置になだらかな形状で吹きだまる。しかし、冬期間のある時期から、風上あるいは風下の堆雪量(吹きだまり量)が多くなると、吹き払い機能がだんだん損なわれ、吹きだめ柵のように機能するため、路上に大きな吹きだまりを形成するようになる。

写真9、10は防雪柵の機能がほぼ完全に失われた事例である。両事例とも、積雪初期には相応の防雪効果を発揮していたものと考えられるが、吹雪量があるレベルを上回ると、柵

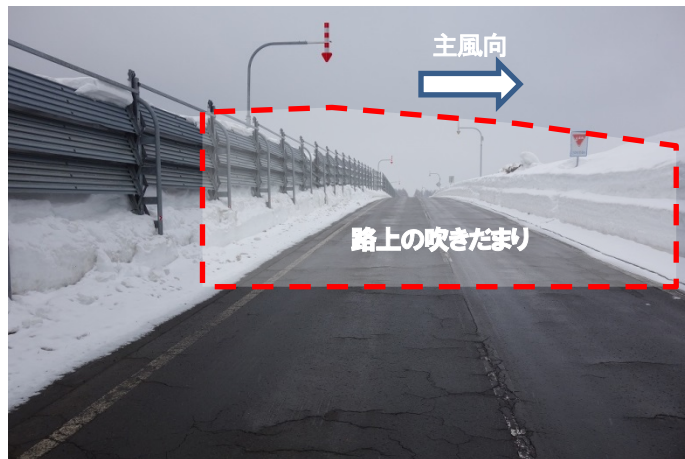


写真7 吹き払い柵の風下側と風下側にはほぼ柵高と同じ高さの吹きだまり(積雪)が形成された結果、道路は両切土のような状態となり、暴風雪が続くたびに、路上に巨大な吹きだまりが形成された(2015年3月)。



写真8 吹き払い柵未設置区間には顕著な吹きだまりは見られないが(写真手前)、吹き払い柵設置区間の風下側には大きな吹きだまりが形成されている(2015年3月)。

の能力を超え、場合によっては柵自体が吹きだまりを形成させる原因になる。



写真9 吹き払い柵。風上側の積雪深も柵高近くに達しており、吹き払い機能は完全に失われている(2015年2月)。



写真10 吹き止め柵。柵の防雪容量を超え、路上にも柵高近くまで、吹きだまりが形成された(2014年2月)。

5. まとめ(防雪柵の問題点と課題)

北海道東部での防雪柵の調査結果から浮かび上がった防雪柵の問題点は、以下の2点に集約される。

- 1)防雪柵(特に、吹き払い柵)の設置環境による機能低下
 - 2)極端に吹雪量が多い気象条件下での防雪柵の機能喪失
- 設置環境による機能低下は、特に吹き払い柵に多く見られた。吹き払い柵の設置条件を図2に整理した。吹き払い柵に必要なとされる広域での条件は、「吹雪発生の臨界風速を越える風速があること」、「風を収束させて路上を吹き払う機能を持った柵の構造を阻害するような吹雪量または降雪量がないこと」の2点である。この2つの条件が満たされないと、吹き払い柵は期待される防雪効果を発揮できない。吹き払い柵は、わずかな風の障害物や小さな地形変化に大きく影響を受けるため、その機能を発揮させるためには、設置環境条件のチェックが不可欠である。

最近、豪雨の増加など、雨の降り方が変化していることに対応した新たな視点での防災への取組みが検討されている⁴⁾。冬においても、例年は暴風雪の発生の少ない北海道東部で暴

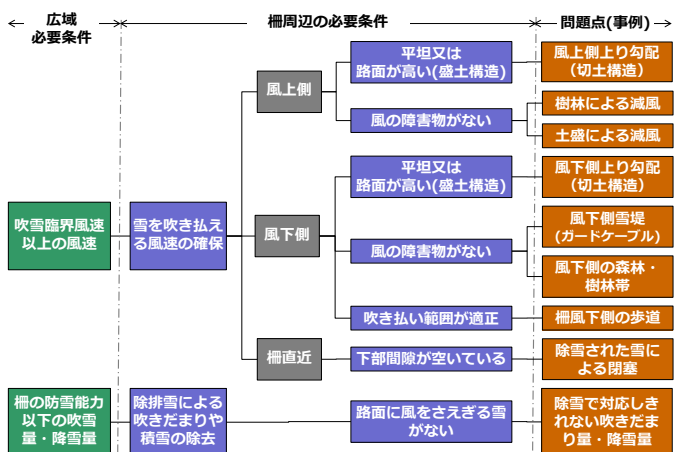


図2 吹き払い柵の設置条件と付随する問題点

風雪が頻発するなど、暴風雪の様相も従来とは変わってきた可能性がある。

通常であれば、柵高5mの吹き止め柵の防雪容量を吹きだまりが上回することは少ないが、2013・2014年度冬期の観測では吹き止め柵の防雪容量を超えたと推定される箇所が複数確認された(写真10)。

吹き払い柵、吹き止め柵とも、防雪能力を超えると、柵の風上および道路の風下に大きな堆雪(積雪・吹きだまり)が形成されるため、この状態で暴風雪が継続すると、柵自体が風の障害物となり、路上に大規模な吹きだまりを形成させる。

暴風雪の頻発により極端な吹雪量に見舞われる地域では、柵の設置の可否も含めて、路側の防雪柵が本来の効果を発揮し得ているかどうかを改めて検証する必要がある。

柵の能力を超える吹雪量に対応させるためには、柵を風上側に複数列設置して、何段階かで吹雪量をコントロールするのも1つの方法である。3種類の防雪柵には、それぞれ活用する上での制限がある(図3)。吹きだめ柵は、かつては広く使われていたが、用地の制限から設置は少なくなっている現状にある。暴風雪が頻発する地域では、例えば、吹きだめ柵で一旦吹雪を止め、吹きだめ柵が埋まった後は路側の吹き止め柵で止めるなど、タイプの異なる柵を併用して、トータルとして吹雪量をコントロールするような防雪対策を、今後、検討すべきと考える。

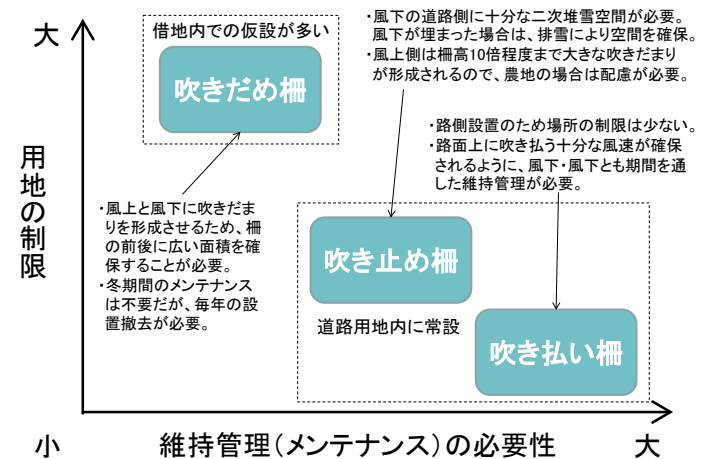


図3 防雪柵の種類と活用上の制限

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)。
- 2) 日本雪氷学会北海道支部編(1991): 雪氷調査法, 244pp.
- 3) 竹内政夫(2003): 吹雪とその対策(3), 防雪柵の技術史, 雪氷, 65, 271-278.
- 4) 国土交通省HP(2015): 新たなステージに対応した防災・減災のあり方。