

既設道路防雪林の機能向上に向けた取り組み — 天塩町雄信内での補助柵設置による視界不良対策事例 —

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 雪氷チーム
同 上
北海道開発局 函館開発建設部 函館道路事務所(前:雪氷チーム)

○松島 哲郎
西村 敦史
高橋 渉

防雪林とは、道路の風上側、または両側に、冬期でも葉が落ちないアカエゾマツなどの常緑針葉樹を配置することで風速を弱め、吹雪による視界不良を軽減する防雪施設である。

道路防雪林の歴史は古いが、様々な要因で、防雪機能が発揮できない林帯も存在するのが実態である。本論文では、防雪林内部で下枝の枯れ上がりが進行している林帯に対し、補助柵の設置を行い視界不良が軽減された事例を報告する。

キーワード：防雪林、視界不良、枯れ上がり、生育不良

1. はじめに

北海道のなかでも、特に冬期の気象条件が厳しい、道北・道東においては、吹雪などの視界不良による交通障害や通行止めなどが発生する場合がある。

平成28年3月29日に閣議決定された『第8期 北海道総合開発計画』の目標¹⁾のひとつとして『強靱で持続可能な国土の形成』すなわち、『激甚化・多様化する災害への対応』が掲げられている。

これは、国土強靱化に資するストック効果の高い生産基盤、物流・人流などの社会基盤、生活基盤の整備が必要不可欠であると同時に、冬期交通ネットワーク網の強化に資する技術開発が求められている。

本論文は、北海道開発局 留萌開発建設部 羽幌道路事務所にご協力いただき、天塩町 雄信内防雪林(写真-1)の一部で、林帯下枝の枯れ上がりを原因とした防雪機能の低下が危惧される箇所で、補助柵の設置を行った結果、吹雪による視界不良が軽減される可能性が示唆されたため、視界不良対策の一事例として報告する。

2. 雄信内防雪林の概況

雄信内防雪林は、路線番号E5『幌富バイパス』の幌延インターチェンジより、南に約15kmの距離にある、一般国道40号天塩町に位置(図-1)し、昭和56年度から平成16年度にかけて整備された林帯で、樹種構成などを表-1に示す。

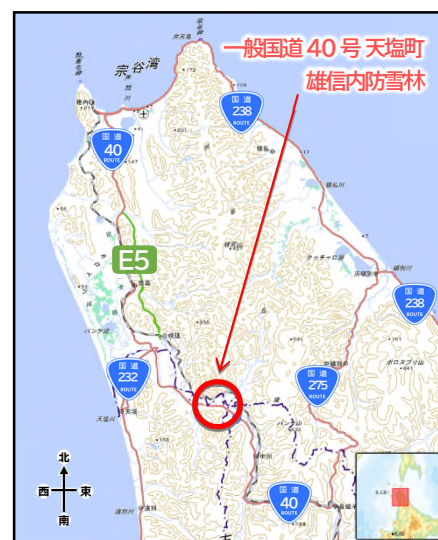


図-1 雄信内防雪林の位置
(国土地理院Web サイトより引用)



写真-1 雄信内防雪林の全景と計測機器設置状況(写真左側電柱に風速計などを設置:令和3年1月撮影)

表-1 雄信内防雪林の概要

路線	一般国道40号
起点	BP=178,226
終点	EP=183,529
路線延長	5,303m
左林帯延長	4,440m
右林帯延長	2,291m
防雪林延長	6,731m
林帯幅員	30m
落葉広葉高木	ドロノキ
	ナナカマド
	ナカバヤナギ
常緑針葉高木	ヤチダモ
	アカエゾマツ
	オウシュウトウヒ
	トドマツ
	バンクシャーマツ



写真-2 視界不良発生状況 1 (令和3年1月撮影)



写真-3 視界不良発生状況 2 (令和3年2月撮影)

平成21年度に維持管理手法の検討²⁾を行っているが、樹木の成長に伴い、一部の区間で、樹木同士の相互干渉による生育不良が生じている箇所が見受けられる³⁾。

悪天候時には、写真-2、3に示すような視界不良が発生し、路面や、他の車両だけでなく、固定式視線誘導柱の矢羽根が視認できない場合がある。これは、視界が200m程度まで低下し⁴⁾、車両の走行に影響が生じている可能性がある⁵⁾。

3. 防雪林に期待される機能

吹雪は、地表面に近い風ほど雪粒子の量が多く悪影響を及ぼす⁶⁾。下枝が枯れ上がると、強風により雪粒子が舞い上がり、道路まで運ばれることで、視界不良が発生し、車両の通行に支障が出ることがある。

防雪林に求められる機能は多いが、図-2の横断面図に示すとおり、以下の2点に集約⁷⁾される。

- ✓ 防風機能：風を弱め、吹雪の発生を抑止
- ✓ 堆雪機能：雪粒子を林内や周辺に補足、堆雪

4. 雄信内防雪林内の枯れ上がり状況

雄信内防雪林における下枝の枯れ上がりが進行している状況を、写真-4、5に、令和2年度に調査を行ったKP=180, 850の枯れ上がり状況の横断面図を図-3に示す。

林帯中央部分では、高さ6.5mから7.0mまで枯れ上がりが進行し、下部は葉がなく枝のみの疎な状態となっており、風が吹き抜けていることが想定される⁸⁾。

その結果、防雪・防風効果が低下し、道路上で視界不良が発生していることが危惧される。



図-2 標準的な防雪林における堆雪状況横断面図

5. 枯れ上がり対策の検討

原田ら⁹⁾による調査結果からも、風上や林内に防風ネット柵などの補助柵の追加設置、あるいは低木樹を植樹することで、防雪・防風効果が改善される可能性が高いことが示されている。

雄信内防雪林の背後地は、写真-6に示すように、見渡す限り平坦な草原であり、冬期は天候が悪化すると、強風により雪粒子が舞い上がりホワイトアウトが発生する。これらの現地状況も考慮する必要がある。

本対策では、地表近くを吹き抜ける風を弱めることを目的とし安価、かつ簡易な方法により視界不良が改善される可能性を有している、補助柵の設置を選定した。



写真-4 林帯の疎な状況(国道から林に向かい撮影)

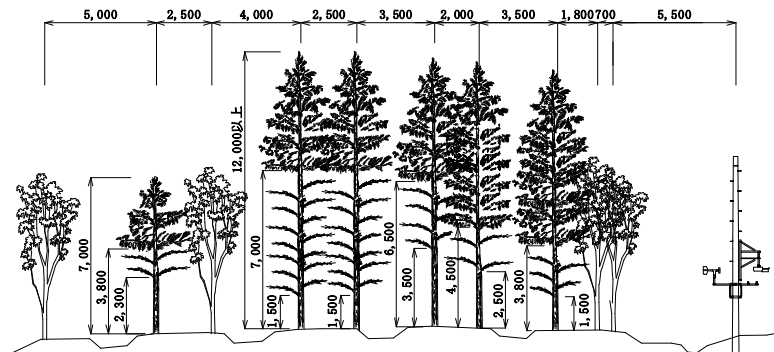


図-3 雄信内防雪林 KP=180, 850 の枯れ上がり状況横断面図



写真-5 林帯内の枯れ上がり状況(国道と平行方向に撮影)



天候
悪化

写真-6 雄信内防雪林の背後地の状況 (左写真：晴天時、右写真：天候が悪化し地吹雪が発生している状況)



写真-7 雄信内防雪林内への設置が完了した防風ネット柵 (左写真：林帯中央部への設置状況、右写真：柵に近接し撮影)

表-2 防風ネット柵の諸元

柵高	3,050mm
スパン	2,000mm
ネットサイズ	1,900* 900mm 1,900*1,800mm
材質	ポリエチレン
規格	ラッセル網
目合	1.8~2.7mm
充実率	50%
ネット色	ブラック
加工	ターボリン補強
縦引張強さ	1,380N
横引張強さ	1,690N
設計風速	30m/s

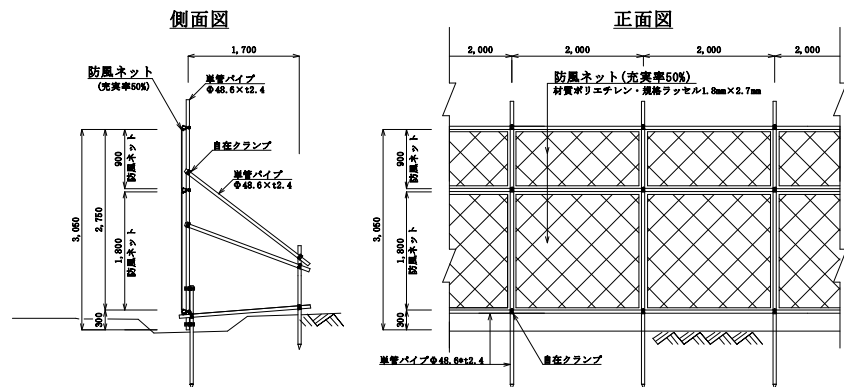


図-4 防風ネット柵の詳細図

6. 補助柵:防風ネット柵の検討・設置

林内は、枝が張り出しており建設機械による施工は困難である。よって、人力で設置可能である、単管パイプを組み合わせた、防風ネット柵を選定した。

防風ネット柵の諸元を表-2、詳細図を図-4に示す。設計風速を検討するため、雄信内の平成27年度から令和元年度まで5年分のテレメーター計測データを確認したところ、最大風速は、平成30年3月28日19時に観測された19.0m/sであった。鋼部材の外力に対する機械的強度の安全率1.5を準拠し¹⁰、設計風速は30.0m/sと設定した。

柵に設置する防風ネットは、入手性や価格などを考慮し、一般的に販売、使用されている、充実率50%の防風ネットとした。

柵の設置位置は、樹木の繁茂状況などを確認し、枝払いが必要最小限、かつ樹木に悪影響がないように、図-5横断面図に示す、林内中央部に設置した(写真-7)。

7. 防雪林内の雪粒子捕捉状況

写真-8は、令和3年2月3日の悪天候時、防風ネット柵の設置により、風速が弱まり柵の前後に吹きだまりが発生し、林内で雪粒子を捕捉・堆積した状況である。

柵近傍の積雪深の調査状況を写真-9に示すが、表面から新雪が11cm、ざらめ雪が51cm、合計積雪深は62cmであった。

写真-10に柵全体の状況を示すが、柵のネットにも広範囲にわたり雪粒子が捕捉され、道路まで到達せずに、視界不良を軽減した可能性がある。

さらに、防風ネット柵だけでなく、樹木にも雪粒子が捕捉されていることから、下枝が枯れ上がってしまった場合でも、防風・防雪機能は完全に喪失していないことが考えられる。

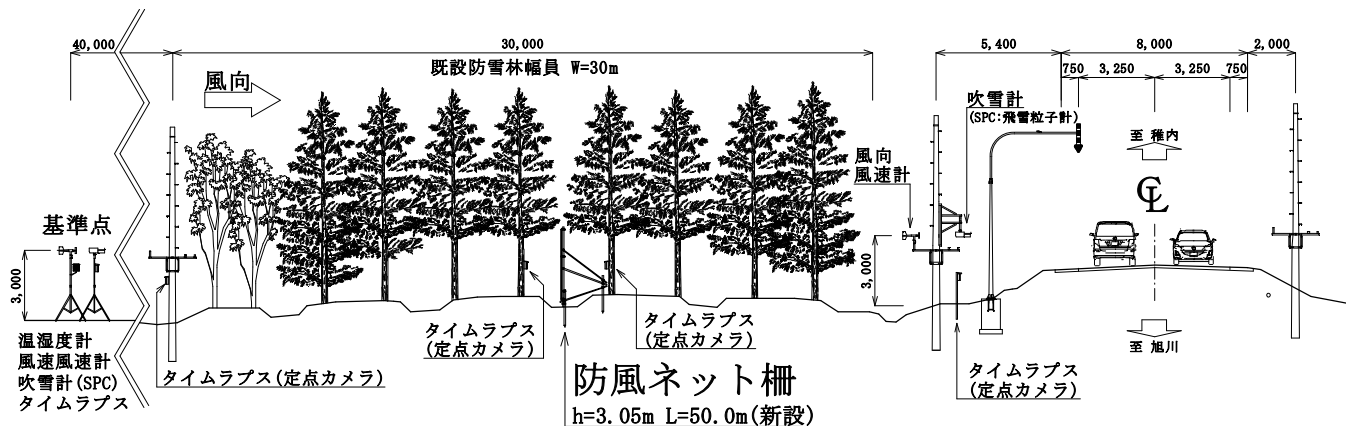


図-5 防風ネット柵の設置位置、および計測機器の位置を示した横断面図



写真-8 柵前後吹きだまりの状況



写真-9 積雪深などの調査状況



写真-10 雪粒子が捕捉された状況

8. 視界不良事例(1)令和3年2月17日:効果なし

令和3年2月16日から17日にかけて、二つの低気圧が日本海側と太平洋側から発達しながら北海道に接近し、札幌管区气象台より『数年に一度の猛吹雪となる見込み』と発表され、全道的に荒れた天候となった。

タイムラプス定点カメラにて撮影した画像のうち、未対策箇所を写真-11、補助柵設置箇所を写真-12に示す。

両写真は、午前9時0分、同時刻に撮影されたものであり、補助柵の有無による視界不良の差異を比較した。

視界不良が発生し、カメラより距離が遠い箇所は、電柱・電線、固定式視線誘導柱の矢羽根などが見えないが、明確な差異を導くのは困難と言わざるを得ない。

今後、気象計測結果の解析を行うが、状況により補助柵設置による防雪・防風効果が表れない場合もある。

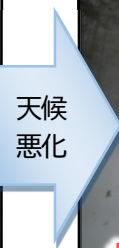


写真-11 【補助柵なし】吹雪による視界不良発生状況 (左写真: 視界良好時、右写真: 吹雪発生時)

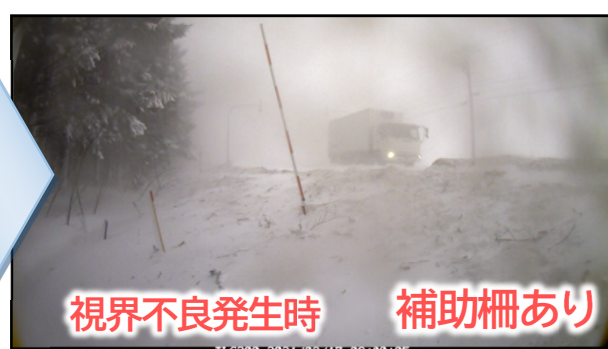
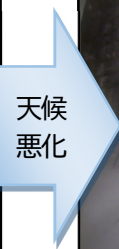


写真-12 【補助柵あり】吹雪による視界不良発生状況 (左写真: 視界良好時、右写真: 吹雪発生時)

9. 視界不良事例(2)令和3年2月3日:効果あり

令和3年2月2日から冬型の気圧配置となり、低気圧は北海道を通過したものの、気温が低く、西からの強風に見舞われ、日本海側全域に視界不良の発生が予測された。

令和3年2月3日は、視程障害移動観測車(写真-13)を走行させ、気象データの取得、および動画撮影を行った。

写真-14、15は、視界不良が発生している状況を、令和3年2月3日 午前7時53分頃、一般国道40号を稚内方向へ走行しつつ撮影したものである。

未対策箇所を写真-14、補助柵設置箇所を写真-15に示す。電柱が50m間隔で設置されているため、これを一定の指標とし、電柱や電線の見え方で視界不良が軽減できたか否かを判断した。

橙色点線で示している場所に、電柱が設置されているが、補助柵を設置していない写真-14は、電柱は視認できない。しかし、補助柵が設置されている写真-15では、若干ではあるが、電柱の存在が視認できる。

同様に、水色点線で示した電線4本も、写真-14、15では見え方が異なっている。

10. まとめと今後に向けて

補助柵の防雪効果を検証する手法のひとつとして、本報では、簡易に視界不良の差異がわかる、写真による判別を試みた。これは、武知ら¹¹⁾による調査で、道路画像でも、ドライバーの感じている『視程障害度』が評価できるためである。

その結果、定性的、かつ主観も含まれる判断であるが、補助柵の設置により、防雪林内で雪粒子を捕捉し、道路上の視界不良を軽減できた可能性が高いことが明らかとなった。

今後は、過年度からの気象計測結果の解析など、工学的アプローチを行うことで、定量的な効果の把握、補助柵の設置基準などの検討を進めたい。

また、想定した風向とは違う向きに着雪する事例(写真-16)もあり、さらなる調査検証が必要である。

なお、2月3日のタイムラプス定点カメラは、レンズ部分にも雪が付着してしまい、吹雪発生時の画像は取得できなかった(写真-17)。これらの着雪対策も、今後の課題としたい。

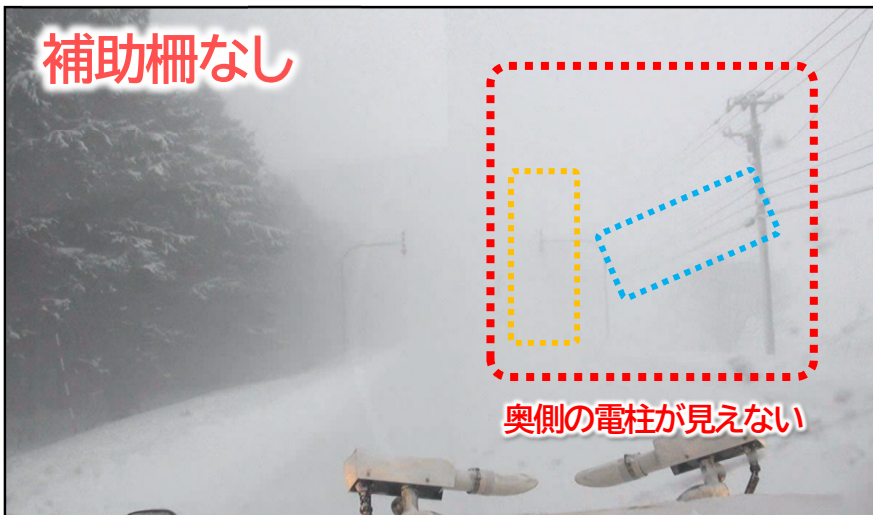


写真-14 【補助柵なし】 視界不良が発生し、電柱2本が視認できない状況

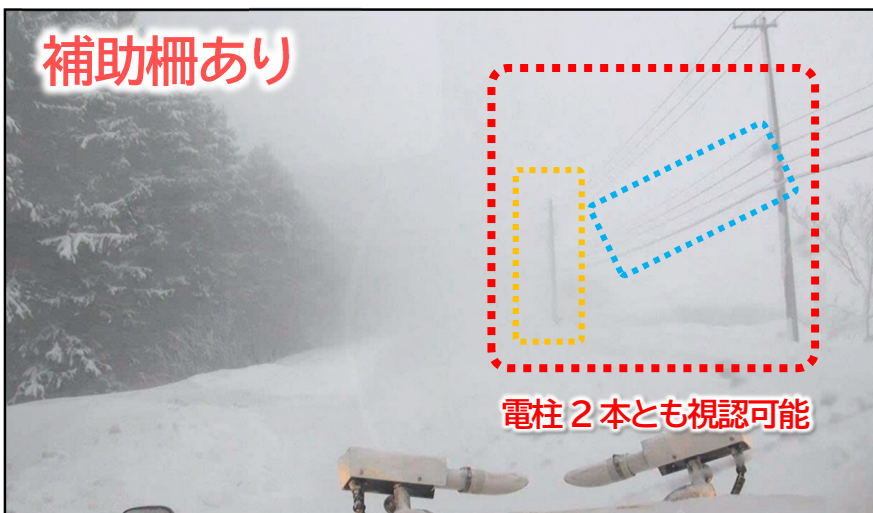


写真-15 【補助柵あり】 視界不良が発生しても、電柱2本が視認可能な状況



写真-13 視程障害移動観測車での計測



写真-16 柵の国道側に着雪した事例



写真-17 雪が付着した定点カメラ

11. おわりに

本報で報告した雄信内防雪林では、国土交通省が進める『ボランティア・サポート・プログラム(VSP)』の実施団体『てしお森遊会』が、平成16年度から現在に至るまで、防雪林帯への植樹や、除草などを定期的に行っている¹²⁾ (写真-18、19)。

また『てしお森遊会』は、長年にわたる活動が、道路の清掃、美化に顕著な功績があったと認められ『平成28年度 道路功労者』として表彰¹³⁾されていることから、それら活動の重要性が伺える。

これら、地域の方々の多大なご尽力¹⁴⁾により、防雪林として適切に育成・成長し続けていられると同時に、地域の方々に認知・受容されて、初めて地域貢献に資する付加価値を持ち、本来の機能を発揮できると同時に、地域の魅力度向上にも寄与するものである。

よって、本報で報告した雄信内防雪林は『防雪効果を最大限に発揮させる』という機能面の充実だけではなく、地域の豊かさの醸成に結びついていることが期待される。

今後も、地域の方々と良好な関係性を保ちつつ、官民一体となった様々な活動や地道な取り組みが、末永く継続し、やがて大きな実を結ぶことを切に願う。

これら多くの方々のご尽力に重ねてお礼申し上げる次第であり、この場を借りて深く感謝の意を表す。

謝辞:

本調査・対策は、以下の機関の方々にご尽力いただいた次第である。この場を借りて、お礼申し上げますと同時に、深く感謝の意を表す。

- ✓ 現場提供、防風ネット柵設置、除雪協力：
北海道開発局 留萌開発建設部 羽幌道路事務所
- ✓ 防風ネット柵設置作業、除雪作業：
(株)鹿児島建設 (本社：天塩郡天塩町)
- ✓ 気象計測機器設置、計測：
(株)雪研スノーイーターズ (本社：札幌市)
- ✓ 防風ネット柵資材調達、現場搬入：
(株)ノースプラン (本社：札幌市)



写真-18 雄信内防雪林のVSP植樹活動の状況

参考文献:

- 1) 国土交通省：北海道総合開発計画についてWebサイト、2016。(令和4年1月閲覧)
- 2) 大地誠・鈴木正行・酒井亮司：地域との協働による道路防雪林の維持管理検討について～一般国道40号天塩町雄信内防雪林での取り組み、第54回(平成22年度)北海道開発局技術研究発表会、2010.
- 3) 阿部正明・檜澤肇・北村有樹士・斎藤新一郎：成林しつつある道路防雪林の維持管理手法について～一般国道40号天塩町雄信内防雪林の事例より、北海道の雪氷No29、2010.
- 4) 寒地土木研究所：北の道ナビ・冬道運転ガイド『降雪・視界・路面の基礎知識』Webサイト(令和4年1月閲覧)
- 5) 武知洋太・松澤勝・中村浩・金子学・川中敏朗：冬期道路の視界と路面状況による走行速度への影響について、寒地土木研究所月報No691、2010.
- 6) 竹内政夫・石本敬志・野原他喜男：吹雪量と飛雪量垂直分布、雪氷37巻3号、pp.114-121、1975.
- 7) 寒地土木研究所：道路吹雪対策マニュアル(平成23年度改定版)第2編 防雪林編、2011.
- 8) 齋藤勉・植野英睦・菅原彰人：風洞実験による防雪林の枯れ上がりへの影響把握について、寒地土木研究所月報 No. 812、2020.
- 9) 原田裕介・高橋渉・櫻井俊光：補助工法が導入された道路防雪林の効果検証に向けた現地観測、第64回(令和2年度)北海道開発技術研究発表会論文、2020.
- 10) 公益社団法人 土木学会 鋼構造委員会：鋼構造物設計指針 PART A、第6章 荷重の組合せと安全率、p.51、1987
- 11) 武知洋太・松澤勝・中村浩・金子学・川中敏朗：冬期道路の吹雪時における視程障害度の評価に関する研究、寒地土木研究所月報 No. 706、2012.
- 12) 北海道開発局 留萌開発建設部：地域や企業の皆さんによる国道の美化活動を行いますWebサイト、2015。(令和4年1月閲覧)
- 13) 北海道開発局 留萌開発建設部：平成28年度『道路功労者表彰』伝達式を開催～てしお森遊会が受賞Webサイト、2016。(令和4年1月閲覧)
- 14) 菊地智宏・鈴木哲・小山田輝美：リサイクルポットを用いた雄信内防雪林整備について～市民参加型の植樹会を開催して、第47回(平成15年度)北海道開発局技術研究発表会、2003.



写真-19 『てしお森遊会』VSP活動後の記念撮影

