

4.3 路線を通した連続的な吹雪の危険度評価技術に関する評価

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地道路研究グループ（雪氷）

研究担当者：松澤勝、金子学、川中敏朗、武知洋太、原田裕介

【要旨】

吹雪障害の発生する危険な道路へは、道路防雪林や防雪柵などの吹雪対策施設の整備が進められている。しかし、公共事業費の縮減に伴い、危険箇所への優先的な吹雪対策施設の整備等によって、路線全体を通してより効率的かつ効果的に吹雪災害を軽減することが重要となっている。

そこで、本研究では路線を通した連続的な吹雪危険度の評価技術の提案に向けて、吹雪危険度評価技術の現状と課題を整理し、改善が必要となる評価項目等について検討した。さらに、吹雪障害の危険要因の解明のため吹雪時に移動気象観測を実施した。

キーワード：吹雪危険度、吹雪障害、移動気象観測、道路吹雪対策、防雪柵、道路防雪林、道路構造

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や吹きだまり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おり^{1) 2)}、北海道内の国道では通行止めの4割が吹雪に起因する（図1）。このため、吹雪障害の発生する危険箇所へは、道路防雪林や防雪柵などの吹雪対策施設の整備が進められている（図2）。



図1 冬期道路の吹雪による視程障害と交通障害



図2 道路防雪林・防雪柵（吹き払い柵）の設置状況

しかし、公共事業費の縮減に伴い、危険箇所への優先的な道路吹雪対策施設の整備等によって、路線全体を通して吹雪災害をより効率的かつ効果的に軽減することが重要となっている。

そこで、本研究では吹雪障害の危険要因の解明のため吹雪時に移動気象観測を実施するとともに、路線を通し

た連続的な吹雪危険度の評価技術の提案に向けて、吹雪危険度評価技術の現状と課題を整理し改善等が必要となる評価項目について検討した。

2. 吹雪に対する危険要因の定量的な影響度の解明

2.1. 試験フィールドとする路線選定

吹雪時の視程障害や吹きだまりの危険度に影響を及ぼすと想定される諸条件（主風向、風上の吹走距離、盛土や切土等の道路構造と切盛境、橋梁などの立体交差部、防雪柵や防雪林などの吹雪対策施設の有無）に着目して、北海道内の国道を調査し、諸条件を網羅するように移動気象観測を実施する5路線を選定した（表1）。

表1 試験フィールドとした路線（移動気象観測対象区間）

路線名	市町村	KP	主な道路構造と周辺環境（吹雪対策施設）
一般国道231号	石狩市	15.0 - 45.0	盛土、橋梁、防雪柵（吹き払い柵）、家屋
一般国道232号	羽幌町 初山別村 遠別町	40.0 - 64.0	盛土・切土、防雪切土、防雪柵（吹き払い柵）、家屋
一般国道238号	猿払村 浜頓別村	22.5 - 25.8	盛土・切土、防雪柵（吹き止め柵・吹きだめ柵）、道路防雪林、家屋
一般国道238号	佐呂間町 湧別町 紋別市	68.0 - 86.0	盛土・切土、防雪柵（吹き払い柵）、道路防雪林、家屋
一般国道243号	弟子屈町	65.0 - 87.0	盛土・切土、防雪柵（吹き払い柵・吹き止め柵）、道路防雪林、家屋

2.2. 移動気象観測車による気象観測

地吹雪の発生が予想された日に、ビデオカメラ、気温計、風向風速計、前方散乱型視程計（明星電気（株）製TZF-4）を搭載した移動気象観測車を用いて吹雪時の気象観測と道路映像の撮影を実施し、連続的な路線全体の地

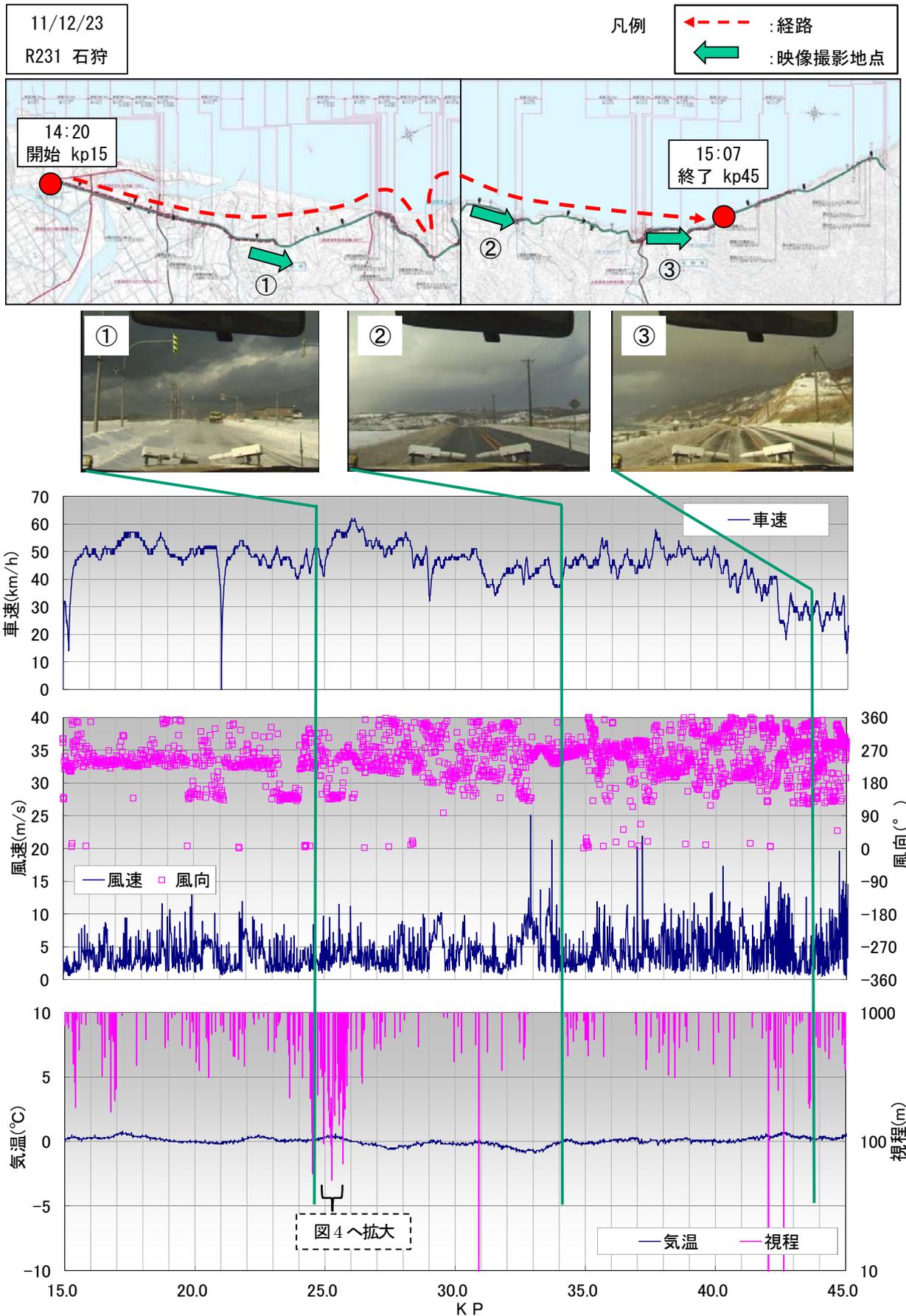


図3 移動気象観測事例 (一般国道231号(石狩市)KP15-KP45)

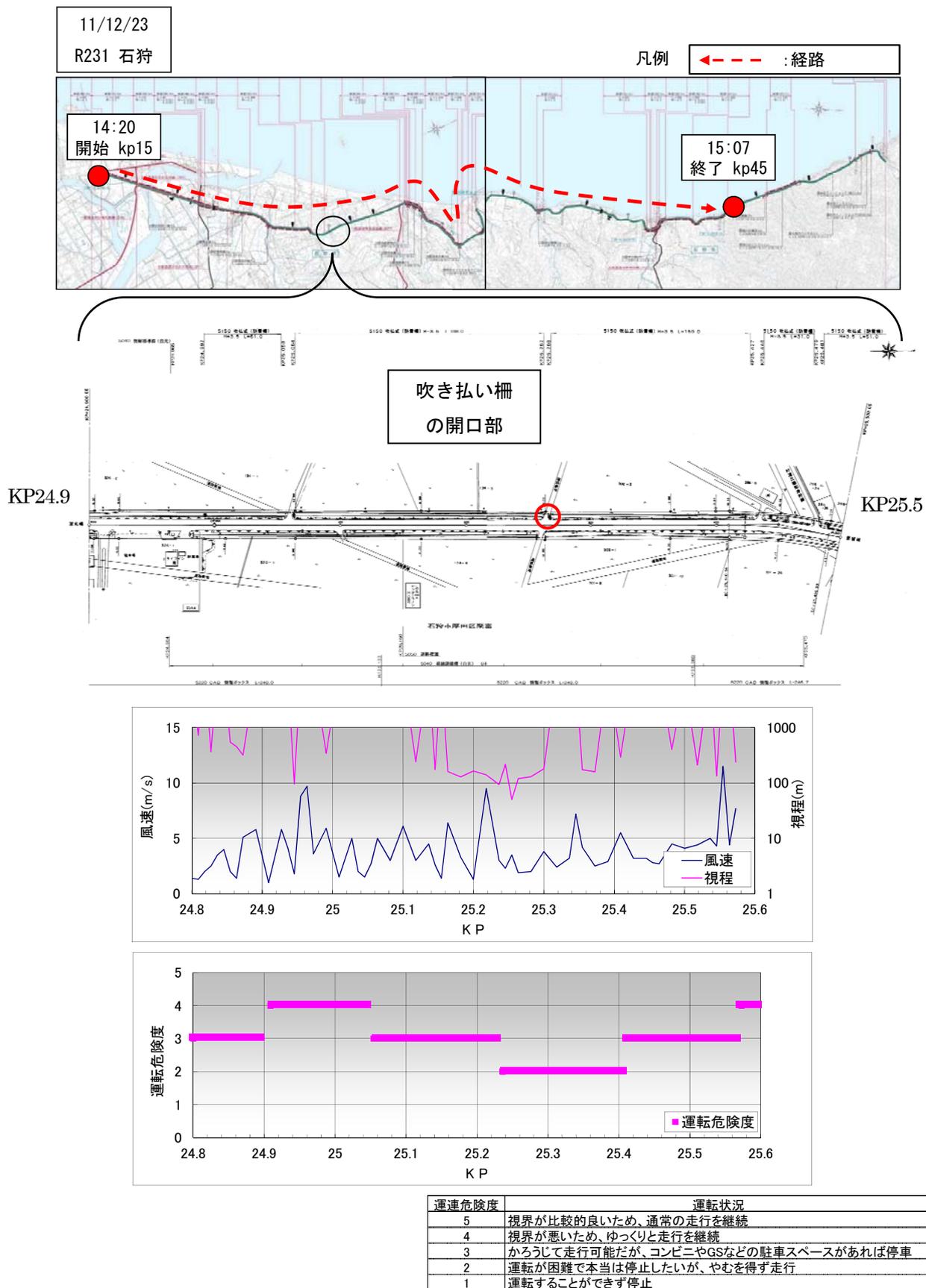


図4 一般国道 R231 号の移動気象観測事例(吹き払い柵の開口部付近(KP24.9-KP25.5)の拡大図)(視程、風速、運転危険度)

表 2 運転危険度

運転危険度	運転状況
5	視界が比較的良好いため、通常の走行を継続
4	視界が悪いため、ゆっくりと走行を継続
3	からうじて走行可能だが、コンビニやGSなどの駐車スペースがあれば停車
2	運転が困難で本当は停止したいが、やむを得ず走行
1	運転することができず停止

吹雪発生状況について調査した。また、観測時には助手席に同乗した調査員に主観的な運転危険度を評価させた(表 2)。

2.3. 移動気象観測車による観測事例

一般国道 231 号(石狩市)の KP15-KP45 での観測結果を図 3 に示す。この観測事例では、断続的な地吹雪が発生しており、KP25 付近で視程の低下がみられた。なお、KP25 付近は吹き払い式の防雪柵が設置されている区間であった。

KP25 付近の気象データの観測結果と主観的な運転危険度を図 4 に示す。図 4 より、防雪柵の開口部付近では、風速が前後区間に比べ 2 倍程度に大きくなり視程が低下するほか、主観的な運転危険度も高くなることが確認された。

3. 風向を考慮した吹雪危険度の評価

3.1.1. 移動気象観測車(プレマシー)の改良

移動気象観測車(2 台のうちの 1 台)に搭載していた、旧計測システムを更新した。また、今後の研究のため、移動気象観測車に搭載していた前方散乱型視程計(明星電気(株)製 TZF-4)の計測高さを変更したほか、風向風速計の風車型から超音波式への変更や、気温計の応答速度の早いセンサーへの変更などを行った(図 5)。



図 5 移動気象観測車(プレマシー)の改良状況

4. 路線を通した連続的な吹雪危険度評価技術の提案

4.1. 吹雪危険度評価技術の現状と課題

現状では、吹雪危険度評価技術について図 6 に示す道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)(平成 21 年 5 月)³⁾

や道路吹雪対策マニュアル(平成 23 年 3 月)⁴⁾において、吹雪の危険要因、安全要因を基にした評価技術(吹雪危険度や吹雪安定度)や移動気象観測による連続的な評価技術が示されている。

ここでは、これらの技術の現状及び課題を整理し、路線を通した連続的な吹雪危険度評価技術の提案に向けた検討を行った。

【道路防災点検の手引き³⁾】

【道路吹雪対策マニュアル⁴⁾】

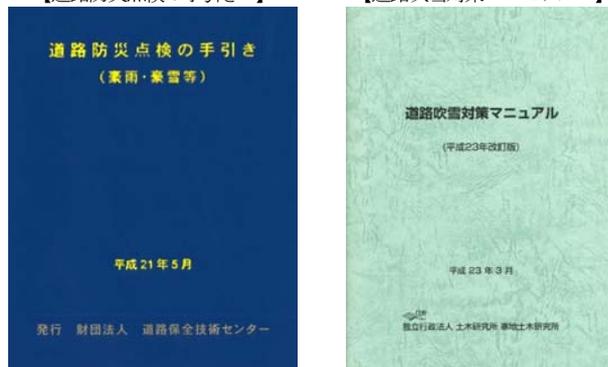


図 6 既存の吹雪危険度評価技術が掲載されたマニュアル類

4.2. 吹雪の危険要因・安全要因を基にした評価技術

評価対象地点での吹雪の危険要因と安全要因に関しては、要因毎に評点が決められており、道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)(平成 21 年 5 月)³⁾や道路吹雪対策マニュアル(平成 23 年 3 月)⁴⁾ではそれぞれ「4.2.1 項」「4.2.2 項」に示す方法で機械的に危険度評価を行うこととしている。

4.2.1. 道路防災点検の手引き

(豪雨・豪雪等)(平成 21 年 5 月)³⁾

道路防災点検の手引きには、気象条件(気温及び風速と積雪深)、地形、土地利用状況、道路構造(盛土、切土の勾配やのり長など)、立体交差点に加えて吹雪対策の効果より、地吹雪の安定度を評点で評価する方法が示されている(図 7)。

4.2.2. 道路吹雪対策マニュアル(平成 23 年 3 月)⁴⁾

道路吹雪対策マニュアルには、吹きだまりの危険要因(吹きだまり量、主風向、最深積雪深、吹走距離、切土法面勾配)及び安全要因(風上の樹林帯や家屋、盛土高さ、堆雪スペース)、視程障害の危険要因(吹雪頻度、降雪量、地形の急変箇所、盛土法面勾配、カーブ区間、トンネル坑口、立体交差点、橋梁端部)と安全要因(風上の樹林帯や家屋、中央分離帯、道路照明)から吹雪危険度を総合的に評価する方法が示されている(図 8)。

4.2.3. 課題

現状の吹雪危険度評価技術を基に、改善が必要と考えられる評価方法等について検討した。以下には、検討結

4.3 路線と通した連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究

【要因】(A)

項目	要因		配点	評点
	気温	風速		
気象条件	-0.9°C ~ -1.9°C	9m/S以上	20	●●●●●
	-1.9°C ~ -3.9°C	7m/S以上		
	-3.9°C ~ -0.9°C	5m/S以上		
	-0.9°C ~ -1.9°C	4m/S以上		
	-1.9°C ~ -3.9°C	9m/S未満		
	-0.9°C ~ -1.9°C	7m/S未満		
条件	-3.9°C ~ -1.0°C	5m/S未満	15	●●●●●
	-1.0°C ~ 1.0°C	4m/S未満		
	1.0°C ~ 1.0°C	10m/S以上		
	150cm以上	20		
	100cm~150cm	15		
	50cm~100cm	10		
地形	平地300m以上	15	●●●●●	(20)
	平地300m未満	5		
	斜面の中間	15		
	山間部で沢や谷に沿っている場合	5		
	該当せず	0		
	該当せず	0		
土地利用状況	家屋・樹林なし	20	●●●●●	(15)
	風上に家屋なし	10		
	風上に樹林なし	10		
	家屋・樹林あり	0		
	該当せず	0		
	該当せず	0		
道路構造	盛土の勾配(1m未満の低盛土は除外)	1:2未満	10	●●●●●
	1:2以上	5		
	1:4以上	0		
	20m未満	5		
	20m以上	0		
	切土の勾配	1:3未満	10	
	1:3以上	0		
	路側の堆積スペース	堆積スペースが確保されていない	5	
	切り土の面が堆積可能である	0		
	トンネル坑口、立体交差部等	該当なし	10	
合計 (100点)			0	(A)

【対策工】(B)=(A)+α

対策工効果の程度	点数(α)	評点
吹雪対策の効果はあるが万全ではない	-10点	●●●●●
吹雪対策はしてあるが効果は低い	-5点	●●●●●
対策工がない	±0点	●●●●●

【履歴】(C)

有無と程度	発生頻度	配点	評点
通行禁止等の著しい交通障害が起きている。	年に数回以上	100	●●●●●
	年に1回程度	70	●●●●●
	数年に1回程度	40	●●●●●
走行速度の低下、小規模吹溜り等の交通障害が起きている。	年に数回以上	80	●●●●●
	年に1回以上	50	●●●●●
	数年に1回程度	30	●●●●●
過去に発生履歴なし		0	●●●●●

(D)=MAX(B, C)

要因からの評点	(B)	0	点
要因からの評点	(B)	0	点
履歴からの評点	(C)	0	点
(B)と(C)のうち、大きい方	(D)=MAX(B, C)	0	点

図7 吹雪安定度の評点表³⁾

果から得られた現状の評価技術の課題について記述した。

- ・視程障害と吹きだまりでは対策が異なるが、両者を区別した評価が行われておらず、個別に評価した場合でも最終的に総合的な評価となる。
- ・冬期の主風向が複数ある場合、風向別の評価方法が明示されていない。
- ・防雪柵などの対策施設の整備による対策効果が明確に反映されない。
- ・吹雪の危険要因や安全要因と、要因毎に設定された評点が定量的に決定されていない。
- ・切盛境や防雪柵端部など、沿道環境の変化が大きい箇所での気象条件の急変や、それによる危険性が定量化されていない。

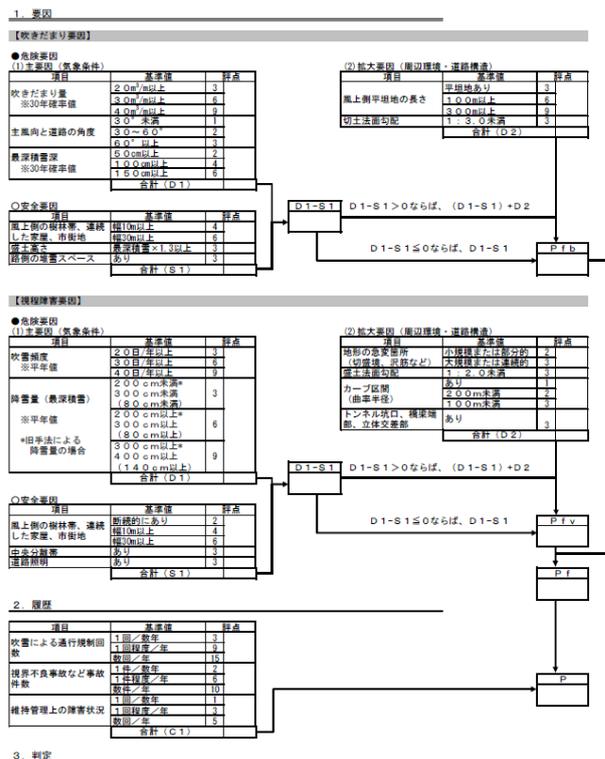


図8 吹雪危険度の評価フロー⁴⁾

これらのことから、吹雪危険度評価技術の提案に向けては、以下に示す事項について検討することが必要であることがわかった。

- ・移動気象観測等により、視程障害と吹きだまりの各々の危険要因を把握し、危険度の定量化
- ・複数の主風向がある区間について、異なる風向条件での移動観測を行ない、風向別の評価方法の明示
- ・吹雪対策施設の効果を移動気象観測により調査し、安全要因の把握、危険度の改善効果を定量的な評価
- ・沿道環境急変箇所の危険度について、危険要因特定と、危険度の定量化

4.3. 移動気象観測車による連続的な評価技術

気象観測機器を搭載した観測車で対象とする区間を連続的に走行し、気象状況を連続的に観測することによって、吹雪による危険箇所を相対的に把握することが可能である。しかし、現状の評価方法では、以下に示す課題が考えられる。

- ・観測結果に時間や空間的な気象条件の変化による影響を伴うため、延長の長い区間での評価方法が未確立。
- ・観測時の風向などの気象条件により、同じ沿道環境条件 (観測区間) でも調査結果や把握される危険度が異

なることが想定される。

このため今後、路線を通じた延長の長い区間での評価技術の確立に向けては、「移動気象観測の際の観測条件や、必要な観測回数、データ量などの明示」が必要と考えられる。

5. まとめ

研究の初年度として、吹雪の危険要因や安全要因を解明のため吹雪時に移動気象観測を実施するとともに、路線を通じた連続的な吹雪危険度の評価技術の提案に向け、吹雪危険度技術の現状や課題について整理し、改善が必要となる評価項目等について検討した。

参考文献

- 1) 武知洋太, 伊東靖彦, 松下拓樹, 山田毅, 松澤勝, 加治屋安彦: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, 日本雪氷学会北海道支部, No.27, p99-102, 2008
- 2) 伊東靖彦, 武知洋太, 松下拓樹, 山田毅, 松澤勝, 加治屋安彦: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, 日本雪氷学会北海道支部, No.27, p103-106, 2008
- 3) 道路防災点検の手引き編集委員会: 道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪)(平成 21 年 5 月), p170-178, 道路保全技術センター, 2009
- 4) 寒地土木研究所: 道路吹雪対策マニュアル(平成 23 年 3 月), p1-3-17～29, p1-4-45, 寒地土木研究所, 2011

RESEARCH ON THE TECHNOLOGY FOR RISK ASSESSMENT OF SNOWSTORMS ALONG CONTINUOUS ROUTES

Budget : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Cold-Region Road Engineering Research Group
(Snow and Ice Research Team)

Author : MATSUZAWA Masaru

KANEKO Manabu

KAWANAKA Toshiro

TAKECHI Hirotaka

HARADA Yuusuke

Abstract : Along roads at risk of snowstorm-related damage, countermeasures such as snowbreak woods and snow fences are implemented. However, a reduction in public works spending has given rise to the need for more efficient and effective snowstorm damage mitigation along entire routes based on the preferential provision of countermeasure facilities in at-risk locations.

The purposes of this study were to review the current status of snowstorm risk assessment technology and related problems and to identify areas for improvement in order to support the proposal of a technology for risk assessment of snowstorms along continuous routes. Moving weather observation was also conducted during snowstorms to clarify related damage risk factors.

Key words : risk of snowstorms, snowstorm-related damage, moving weather observation , snowstorm countermeasure, snow fences, snowbreak woods, road structure