

Ⅳ—29

冬期視程障害多発箇所の特徴とその対策

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 福澤 義文
 正会員 加治屋安彦
 日本気象協会 北海道本部 金田 安弘
 丹治 和博

1. はじめに

冬期道路における交通事故は依然として増加傾向を示しているが、その主要な要因の一つは吹雪、雪煙による視程障害である。視程障害の特徴として、視程がきわめて短時間の間に局所的に急変する点にある。比較の見通しの良い中での予期しない急激な視程の低下は、時にドライバーをパニック状態に陥らせるため、近年多発傾向にある多重衝突事故などを引き起こす大きな要因の一つとなっている。この視程の急変に関しては、従来から問題視はされてきたものの、現象の連続性がないことなどから、その正確な実態と多発箇所の特徴把握が非常に困難であった。道路の防雪対策に関しては、防雪柵やシェルターの設置と延長、視線誘導標の設置などが積極的に行われてきているが、吹雪時の交通事故件数の減少傾向がみられないという事実は、道路構造の変化、道路付帯施設の影響、道路周辺の微地形変化など、視程の急変をもたらす視程低下へのきめ細かな防雪対策が不十分であることも、その要因の一つであることを示唆しているように考えられる。

著者らは、ここ数年、各種の気象計器を搭載した視程障害移動観測車を用いて路線上の気象を連続的に測定することにより、冬期道路上の気象特性を把握し、問題点の解明と対策の検討を目的とした調査を行っている。

本論文では、道路気象調査のために開発した視程障害移動観測車を用いて、道路構造の変化、防雪対策施設端部、道路開口部などの、吹雪時における視程障害多発箇所の実態特徴を明らかにするとともに、その対策と効果について述べる。

2. 調査方法

吹雪などによる視程急変箇所を特定する調査は、視程障害移動観測車¹⁾を用いて走行状態で観測を行った。その観測車の概要を図-1に、観測項目と搭載計器の一覧を表-1に示す。

この移動気象観測車は、4WD車に風向風速計、側方散乱方式車載型視程計²⁾、気温計の各気象センサーを搭載し、走行状態で連続データを最大10Hzのサンプリング間隔で収録するものである。観測車には、他にGPS、車速パルス、磁気方位の各センサーも搭載され、車の走行状況(位置、車速、走行距離、走行方向等)が気象データとともに、車内のパソコンに収録される。風向風速に関しては、風向風速計の出力と車速および走行方向の出力からベクトル演算により自然風を求める。

また、ドライバーの視線挙動に関して、運



図-1 視程障害移動観測車

Characteristics of Roads in Winter where Visibility Attenuation occur frequently And Traffic Safety Measures for Them.

By Yoshifumi FUKUZAWA, Yasuhiko KAJIYA, Yasuhiro KANEDA and Kazuhiro TANJI

表-1観測項目と搭載計器の一覧

| 観測項目 | 使用測器 | 観測項目 | 使用測器 |
|------|---------------------------|------|-----------------------------|
| 視程 | 側方散乱式視程計 (明星電気, TZF-4) | 緯経度 | GPS (トリック, Placer) |
| 風向風速 | 風車型風向風速計 (ヤング社) | 気象状況 | CCDビデオカメラ |
| 気温 | 白金抵抗温度計 (自然通風) | 視線挙動 | 角膜反射式アイカメラ (ナック, EMR-7他) |
| 走行方位 | 磁気方位センサ (トキ, TMC-2000) | 収録装置 | パソコン ビデオデッキ×2 |

転者に装着したアイカメラの出力（視点の位置座標）が、同時刻の気象データ（パソコン収録）および視野のビデオ画像（ビデオテープにコード化された視点座標を同時記録）とともに記録されるシステムとなっている³⁾。

これまで、道路上の気象観測は固定点を中心に行われてきたが、この観測では、道路を点の並びで評価せざるを得ないため、視程の急変、強風など、いわゆる視程障害の多発地点の特定が困難であった。これに対して視程障害移動観測車では、道路上の気象を連続的な線として計測することができる。

3. 冬期道路における視程急変の要因

冬期道路において吹雪・雪煙による視程急変の要因⁴⁾を、過去の移動観測などによる調査結果をまとめることとなる。

1) 微地形など道路の周辺環境によるもの

周辺環境要因について考えると、数kmオーダーの区間全体について吹雪の危険度が大きい場合は対策も講じやすいが、特定箇所が問題の場合は、事故等が顕在化して初めて危険地点と認識されるケースが多々ある。

2) 道路構造や防雪柵などの道路付帯施設に起因するもの

道路構造や施設に起因する視程の急変については、たとえば、防雪柵の端部などで風が収束し、風速の増大するケースもあるため、防雪対策施設の設置が逆に吹雪による局所的な視程の急変をもたらす事例も報告されている。

3) 人為的要因としての雪提からの飛雪や追い越し車が引き起こす雪煙によるものなど、大きく分けると3つに分類できる。

人為的要因の一つに挙げた雪提は、その高さによってドライバーの目の高さの視程を遮る飛雪の発生源になる。また、雪煙は条件さえあれば、晴れていても一瞬の内にホワイトアウト状態をもたらすもので、最近ようやくその実態が解明されてきた現象である。

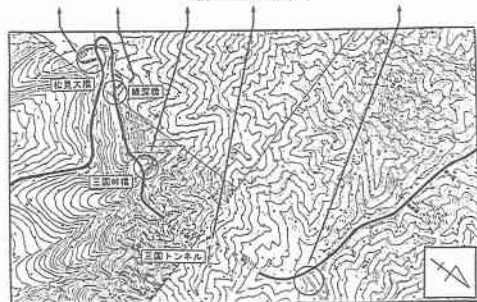
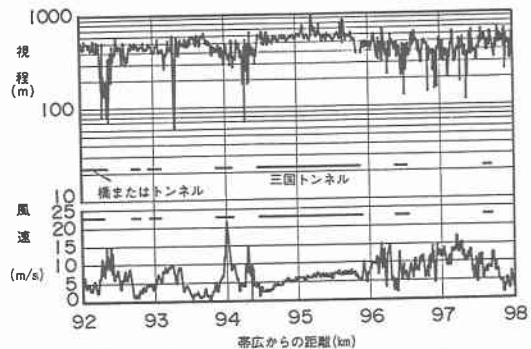


図-2山岳道路の複雑地形を走行する路線での気象調査結果（一般国道273号三国峠付近）

4. 視程障害多発箇所の特徴

4-1 橋梁を含む複雑地形路線区間⁵⁾

図-2は、北海道中央部の山岳道路（国道273号）で実施した移動気象観測の結果である。調査路線は、沢や尾根が入り組んでいるため、急カーブや橋梁が散在する典型的な複雑地形下の路線である。

観測時は、西よりの季節風が強く、顕著な降雪はみられなかったが所々で地吹雪の発生

する状況であった。観測データによると、三国峠をはさむ前後約10kmの区間で、視程が100m以下に急変する地点がいくつかみられる。路線上の風速も、2~3m/sの微風程度の地点もあれば、20m/sを越える突風が観測される地点もあり、数kmの区間内で気象は大きく変化しており、山岳道路での複雑かつ厳しい気象条件が観測結果に明確に現れている。路線上の気象変化を細かくみると、松見大橋(帯広より約92km)付近で、橋を越えた直後に視程が400~500mから70mに急低下している。これは、風速の増大にみられるように、尾根の西側から吹きあがる強風がもたらした地吹雪によるもので、この約100mの区間のみならず際立った視程障害が生じている。

緑深橋の上川側(帯広より約93km)は、急傾斜地を東西に横切る区間であるが、ここでも斜面からの吹き上げによる地吹雪のため、瞬間的に視程は100m以下に低下している。同じ地点の風速は視程低下と対応して3m/s前後と他地点よりも小さくなっていることから、この地点の視程の急変は、風が複雑に巻きこんで渦領域を形成しているためと考えられる。

また、三国峠橋付近の風速をみると、橋の中央で瞬間的に20m/sを越える突風が記録されている。

このように、事例解析的に山岳道路での気象の複雑さ(視程の急変)を明らかにしたが、実際に走行するドライバーにとって、観測結果にみられるような局所的な地吹雪による予期しない視程の急変は、きわめて危険な状況といえる。

4-2 道路構造の変化地点

視程障害も吹き溜まりと同様に地形等の影響を大きくうける。移動観測車へ搭載の側方散乱方式車載型視程計により、ドライバーの目の高さの視程を測定した結果が図-3である。

高速道路での結果であるが視程が極端に悪化している2つの箇所が記録されている。いずれも林を切り開いた切土と盛土の境の盛土部で測定されたものである。一般的に吹きだまりができにくい吹きさらしの盛土部でも吹き上げる飛雪によって視程障害が発生する⁶⁾。この図で切土部で視程が良いのは、切土の風上の林が防雪林の働きをしているからである。吹雪時の視程そのものが、強風時の風向風速が大きく変動するように、激しく変化しているが、このように沿道の地形、植生や土地利用状況の不連続部において視程が急変するために、滑りやすい雪氷路面とあいまって大規模な事故を招く危険性が極めて高くなる。

4-3 防雪対策施設の端部周辺

防雪柵は従来から吹雪対策として多くの箇所で行われているが、その防雪効果を明らかにする目的で移動観測車によって視程・風速変動などの観測を行った。観測対象の防雪柵は吹き止め柵(写真-1)

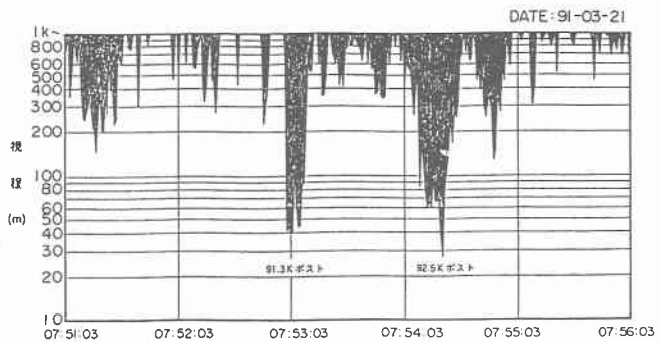


図-3道路構造の変化点(切土と盛土の境)で急減している吹雪時の視程



写真-1吹き止め柵の設置状況

でその観測結果を図-4に示す。無対策区間における視程の悪化傾向から推測できるように強い吹雪時のものである。防雪柵設置区間では視程障害の緩和が明瞭であり、その改善度合いが2～4倍となり緩和効果が極めて大きい。ところが、下り車線上の視程変動記録のA点付近は、防雪柵による効果の及ぶ範囲であるにも係らず、無対策区間の平均的な視程レベルより視程低下が顕著である。これは、防雪柵の端部周辺で風が収束し多少内側へ巻き込みながら、大量の飛雪を伴って路上に吹き出すことによって起こる視程の急変現象で、いわゆる端末効果によるものである。このような視程の急変箇所は吹雪時交通事故の誘因となるため、防雪対策施設端部における適切な対策が重要である。

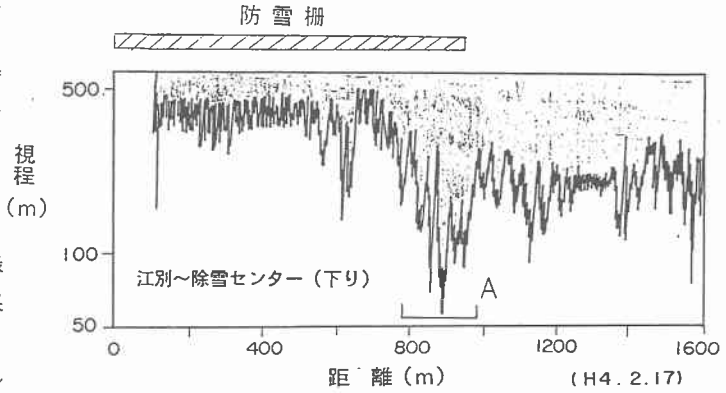


図-4視程障害移動観測車による吹き止め柵
端部周辺の視程変動の測定例

4-4 取付け道路開口部周辺

国道12号江別道路区間では、冬期間気象条件が厳しいため吹きだめ防雪柵によって吹雪対策を行っているが、この防雪柵による効果評価や周辺の視程障害多発箇所を特定するために吹雪時の移動観測を行った（写真-2、図-5）。区間の防雪柵の全延長は700mであるが連続して設置されているのではなく、途中に1箇所、私道の取り付け道路開口部と、柵端部にある河川管理用道路（橋梁近傍）の開口部が存在している。

移動観測による視程、風速の記録を比較すると防雪柵の設置区間では、直近の無対策区間に比べて視程障害の緩和が明瞭であるうえ、対策区間の風速についても大きく減衰している（図-6）。しかし、視程記録のA,B地点は無対策区間の開口部に相当するため、強い視程障害が発生している様子が捕られている。これらの箇所は車両が走行するため対策の非常に難しい箇所であり、ここから収束された強い風によって飛雪が大量に道路上に吹きだし視程の急変箇所を形成している。

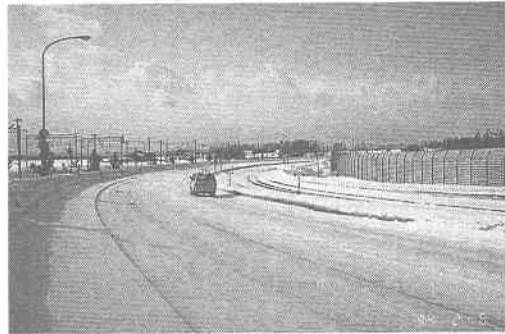


写真-2一般国道12号江別道路調査箇所全景

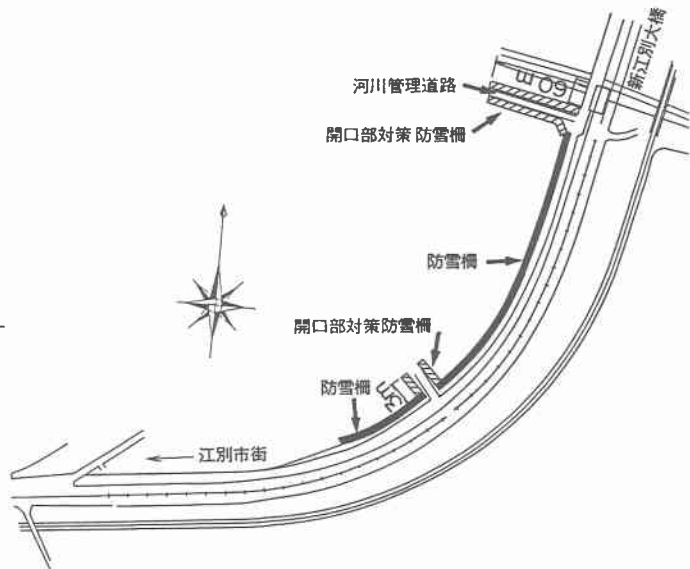


図-5江別道路における防雪柵設置位置と道路開口部

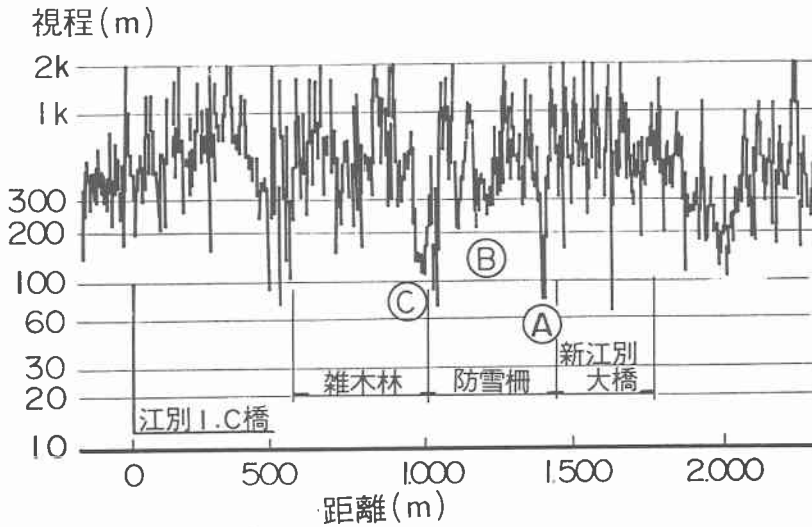


図-6 視程障害移動観測車による吹雪時視程変動の測定例（国道12号江別道路）

5. 視程障害多発箇所の対策

5-1 橋梁部周辺と取付け道路開口部の対策

国道12号江別道路における橋梁部の河川管理道路周辺の防雪対策を検討して、図-5に示すように吹きだめ防雪柵で対策した。対策の防雪柵は河川管理道路に並行する形で道路両側に設置し、柵高を5mとし、柵長は強い吹雪時の風向変動が大きいことを考慮して60mとした。また、私道による開口部周辺は道路用地幅を十分確保できなかったため、柵端部から風上側へ柵長3mの吹き止め柵で対応した。

対策による効果調査は、おもに固定点観測と観測車による移動観測である。河川管理道路開口部対策では、視程100m以下の強い視程障害状況の時の写真（写真-3）の比較で知れるように、視程低下が大幅に改善されている。それに風速の低減効果についても顕著であった。

また、視程障害移動観測車による結果を図-7に示す。これは吹雪時の風向が北～北北西のときのものであるが、この風向は、やや河川敷寄りから私道開口部、河川管理道路を経て国道12号に直接吹き込むパターンとなっている。図の記録は路線上の視程、風速の変化状況である。

私道の開口部周辺での視程にあまり変化は見られないものの10m/s以上の突風が観測され風の吹き込みが予想以上に顕著となっている。このことは防雪柵長が3m程度の小規模対策では道路開口部対策として不十分であることを示唆している。

一方、河川管理道路開口部の対策により、その影響範囲の風速が3m/s程度に大きく減勢されているが、

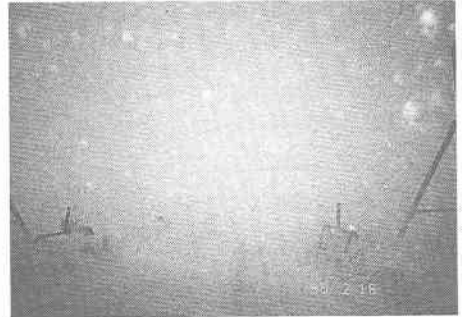
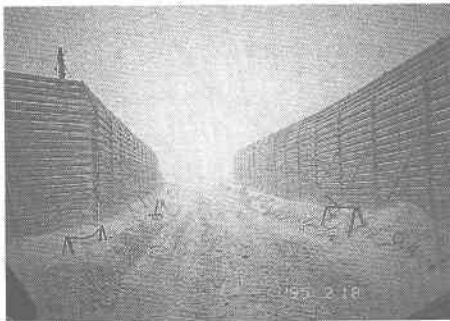


写真-3 吹雪時における道路開口部対策箇所と無対策箇所の視程障害状況の比較

直近の江別新大橋上での記録では、それまで減勢していた風速が10 m/s前後に急激に増大しており、河川管理道路開口部対策によって、極めて高い防雪効果が発揮されていることが明らかである。

6. まとめと今後の課題

本報告では、山岳道路の一般国道237号、平野部を走る一般国道12号、高速道路などで、おもに視程障害観測車をもちいた移動観測による結果を例に、路線上の視程の急変による視程障害多発箇所の存在を指摘し、その特徴を明らかにした。

このような視程障害多発箇所は、従来の固定点での吹雪観測や現地踏査から、その箇所を特定することは困難な場合が多く、今回実施した移動観測により初めて定量的に評価できて、その特徴を把握できるものである。また、そのような箇所の防雪対策を検討するに際しては、路線全体というマクロな視点からのみではなく、こうした視程障害が多発する箇所の特徴を考慮し、現地の道路周辺環境に即したきめ細かな対策が必要である。

今回、一般国道12号の橋梁部周辺の取り付け道路開口部の対策を行い、移動観測によって極めて高い防雪効果が発揮されていることが確認できた。しかし、道路開口部の道路幅員や吹雪時の風向変動などを考慮すると、現在対策している柵長よりさらに短い小規模防雪柵での対応で十分であると考えられることから、数値計算や風洞実験によって効率の高い対策施設規模の検討が必要である。

7. おわりに

一般国道12号江別道路における橋梁部周辺の河川管理道路開口部と取り付け道路開口部の対策工事は、札幌開発建設部札幌道路事務所が行ったものである。また、これらの対策に関する防雪効果を明らかにする調査には、開発工営社(株)和田房幸氏にご尽力いただいた。ここに記して謝意を表すものである。

参考文献

- 1) 福澤義文・千葉隆広・石本敬志(1995)：視程障害移動観測車の開発について、1995年度日本雪氷学会講演予稿集、P328.
- 2) 福澤義文・竹内政夫(1992)：車載型視程計の開発について、開発土木研究所月報、No.464、12-18.
- 3) 金田安弘・丹治和博・福澤義文・加治屋 安彦(1996)：アイカメラによる冬期道路でのドライバーの視線挙動について、第12回寒地技術シンポジウム、寒地技術論文・報告集、Vol.12.
- 4) 石本敬志・福澤義文・奥谷智博・竹内政 夫(1992)：車の雪煙による視程障害と道路構造、開発土木研究所月報、No.475、pp17.
- 5) 金田安弘、丹治安弘、福澤義文、加治屋安弘：冬期道路での吹雪による視程の急変 について、第12回寒地技術シンポジウム論文・報告集 Vol.12-N0.1、1996-11、 P324-330.
- 6),7) 福澤義文：車の雪煙による視程障害と側方散乱方式車載型視程計の開発、雪氷、55巻1号、1993年3月、P29-P38.

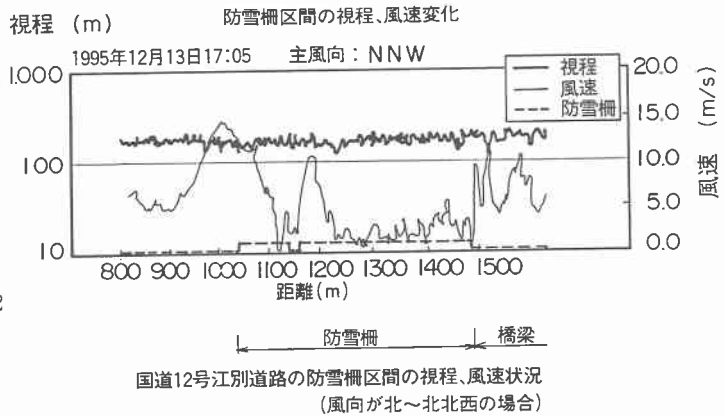


図-7 道路開口部対策後の視程、風向状況の観測例

国道12号江別道路の防雪柵区間の視程、風速状況
(風向が北～北北西の場合)