

第4編 その他の吹雪対策施設編

第4編 目 次

第1章 総 則	
1. 目 的	4-1-1
2. 適 用 範 囲	4-1-2
第2章 道路構造による吹雪対策	
1. 防雪切土による吹雪対策	4-2-1
2. 盛土による吹雪対策	4-2-5
第3章 視線誘導施設	
1. 吹雪時の視線誘導施設の必要性と機能	4-3-1
2. 視線誘導施設の計画	4-3-12
3. 視線誘導施設の設計	4-3-24
4. 視線誘導施設の維持・管理	4-3-31
参考文献	4-参考-1

第1章 総 則

第 1 章 目 次

第1章 総則

1. 目的	4-1-1
2. 適用範囲	4-1-2

第1章 総 則

1. 目的

本編は、吹雪による吹きだまりおよび視程障害対策としての吹雪対策施設のうち、防雪林および防雪柵を除くその他の吹雪対策施設（道路構造による吹雪対策、視線誘導施設）の一般的技術基準を解説し、施設の計画、設計、施工、維持管理を行うにあたっての設計思想の統一、設計内容の向上、業務の簡素化を図ることを目的としたものである。

本編では吹雪対策施設として選定されたその他の吹雪対策施設（道路構造による吹雪対策、視線誘導施設）の計画、設計、施工、維持管理に対する指針を示す。その他の対策施設を吹雪対策施設として選定する基準、方法については、第1編第3章「吹雪対策計画の手順と吹雪対策調査」を参照されたい。

2. 適用範囲

本編は、北海道開発局が整備する一般的な道路の吹雪対策施設としての「その他の吹雪対策施設」に適用することを意図したものである。

本編は、北海道開発局が整備するその他の吹雪対策施設に適用するものである。ここで扱う「その他の吹雪対策施設」とは、「道路構造による吹雪対策（防雪切土による吹雪対策、盛土による吹雪対策）」と「視線誘導施設」とする。なお、濃霧対策としての視線誘導施設については本基準には含めない。

視線誘導標および固定式視線誘導柱については「北海道開発局道路設計要領 第2集道路付帯施設」（北海道開発局）を、また自発光式視線誘導標については「北海道開発局道路設計要領 第5集電気通信施設（北海道開発局）」を、各施設の景観的な配慮については「北海道の道路景観整備ブック(案)」（平成16年4月北海道開発局）を併せて参照されたい。

また、本マニュアルに示されていない事項については「視線誘導標設置基準・同解説」（昭和59年10月（社）日本道路協会）によるものとする。なお、高速道路や高規格幹線道路では路面の管理水準が異なり、これを前提とした体制としていることから、本マニュアルによらず別途検討する必要がある。

第2章 道路構造による吹雪対策

第2章 目 次

第2章 道路構造による吹雪対策

- | | |
|----------------------|-------|
| 1. 防雪切土による吹雪対策 | 4-2-1 |
| 2. 盛土による吹雪対策 | 4-2-5 |

第2章 道路構造による吹雪対策

1. 防雪切土による吹雪対策

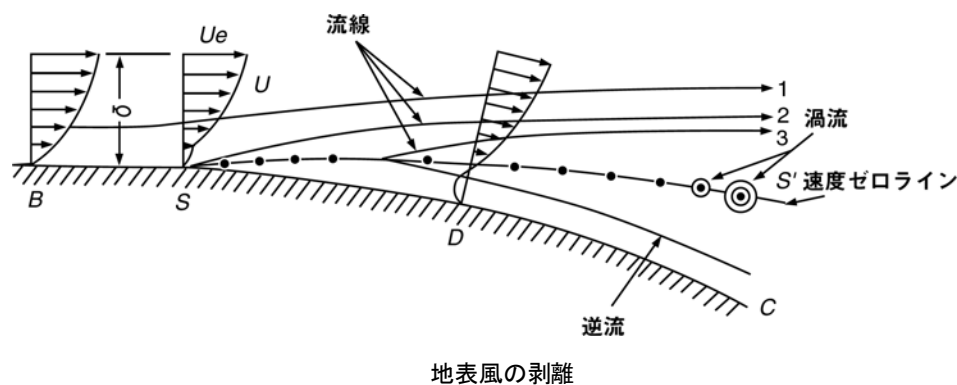
吹雪多発地域の切土区間において、主風向側の法面勾配を1:3.0より緩い勾配とし、さらに路側雪堤の高さを低く抑えられるよう堆雪スペースを設け、切土斜面上に安定した雪庇や吹きだまりを形成させ、道路上の吹きだまりや視程障害を軽減する道路構造を防雪切土という。

(1) 防雪切土の防雪機能

法面の勾配が1:1.5程度の一般的な切土区間では、風上側から運ばれてきた雪は法肩で主流から離れて風上側法面に堆積し、吹きだまりは成長とともに路面にまで進入する。吹きだまりの上部の雪は雪庇状となって風下側に突き出し、崩壊した雪が路面に達する場合もある。

図4-2-1の概念図に示すとおり、切土法面では法肩付近（S点）で風が剥離し、S点より下流側では風速のゼロラインが底面より上になるため、風下側では逆流が発生し斜面に雪が堆積する。斜面形状を改良することで、剥離点より下流に形成される風の乱れの規模を小さくし不安定な雪庇の形成を防ぐことができる。

吹雪時の主風向側の法面勾配を1:3.0程度と緩くするとともに、法肩にラウンドをつけ、十分な堆雪スペースを設けた道路構造を防雪切土と呼んでいる（写真4-2-1）。法肩での風の剥離を最小限にすることで、法面上に安定した吹きだまりを形成させると共に、不安定な雪庇の崩壊を無くし、走行車線に吹きだまりが形成されないようにするのが防雪切土の特徴である。法面勾配を緩やかにすることは、堆雪スペースを増やすことにもなっている。



地形の不連続などで地表風がはく離し渦が生ずると、風のせん断応力が働かなくなり跳躍してきた雪粒子は浮遊に変わり堆積する。

Chang (1976) の図を改変。

図4-2-1 切土法面での気流状況（模式図）¹⁾



写真4-2-1 防雪切土

切土区間における改良前（法面勾配1:1.5）と改良後（防雪切土、法面勾配1:3.0）の吹きだまり状況の比較を図4-2-2に示す。防雪切土では、風上側法面に吹きだまりが形成されており、吹きだまりの先端は道路には達していない。この区間は、改良前は道路上に4m近い吹きだまりが形成され交通障害が頻発していた区間であるが、防雪切土に改良した後は、道路交通に影響を与えるような吹きだまりや雪底の形成はほとんど解消されている。

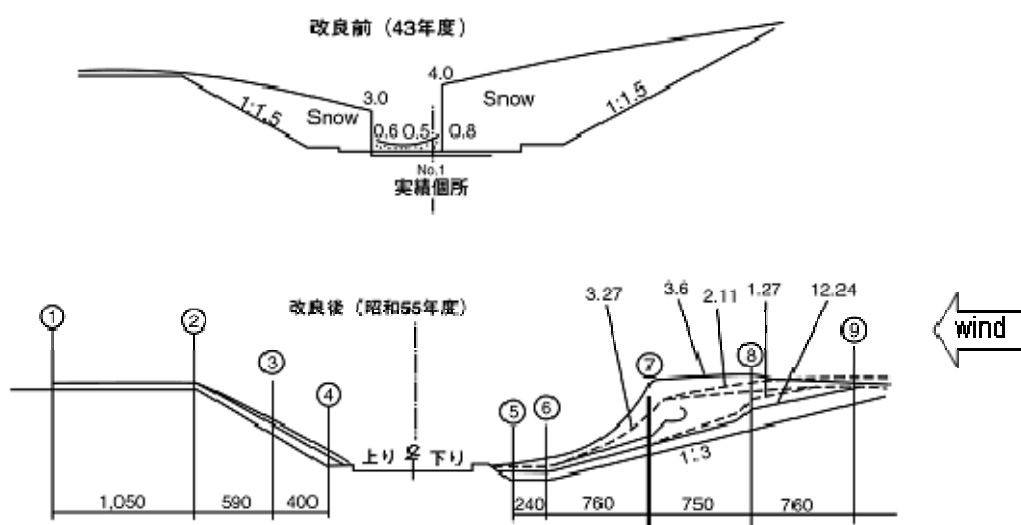


図4-2-2 法面勾配による吹きだまり状況の比較¹⁾

(2) 防雪切土の斜面長

防雪切土に必要な法面の長さは、現地の吹きだまり量及び法面勾配をもとに決定する。

防雪切土の法面上に堆雪できる吹きだまり量、即ち防雪容量は、斜面の長さとは法面勾配から決定される（図4-2-3）。したがって、現地の最大吹きだまり量と、設定した法面勾配（勾配が1:3.0の場合、斜面の角度は約20度）から必要な斜面長が求められる。

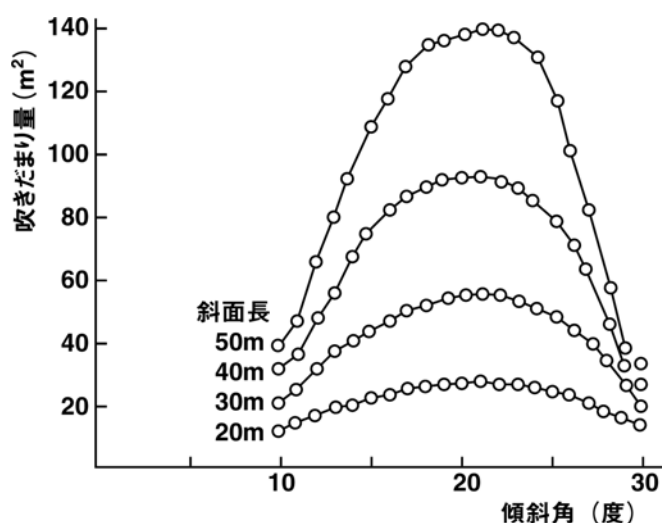


図4-2-3 防雪切土における斜面の防雪容量 ¹⁾

(3) 防雪切土と他の吹雪対策工の併用

防雪切土の斜面長を十分確保できない場合、防雪林や防雪柵を併用する。

地形や用地の制限により、現地の吹きだまり量に見合った法面長を確保できない場合には、吹雪対策として防雪切土だけでは不十分なため、防雪林や防雪柵を併用する必要がある。防雪柵を防雪切土の併用吹雪対策工として用いた事例を写真4-2-2に示す。このとき、防雪柵の高さは、防雪容量を想定した3割勾配の延長線上に位置するように決定する（図4-2-4）。なお、既存林を吹雪対策施設として利用する場合は、斜面の防雪容量に見合う法面長が得られる位置まで、既存林と用地を確保する。

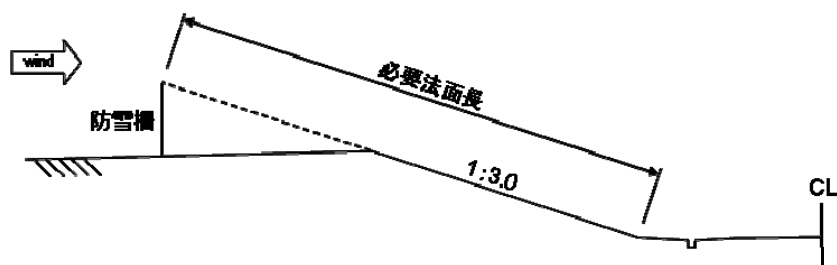


図4-2-4 防雪切土区間における防雪柵の設置事例



写真4-2-2 防雪切土における防雪柵設置例

2. 盛土による吹雪対策

盛土による吹雪対策には、次の2種類がある。

- (1)防雪盛土
- (2)緩勾配盛土

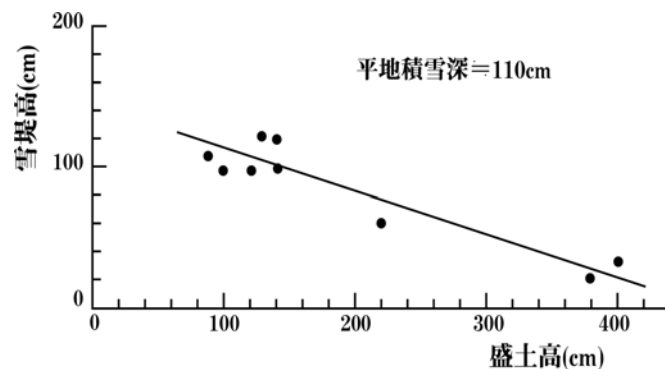
一般に盛土構造の走行路面では、盛土斜面を吹き上がる風の収束により風が強くなる結果、路面における積雪は吹き払われやすい状況となり、吹きだまりが形成しにくくなる。また、ある程度の盛土高があれば、除雪された雪を路外に堆雪させ雪堤の高さを低くできるため、雪堤による視程障害や吹きだまりを軽減することができる。

(1) 防雪盛土

盛土により路面に吹きだまりが形成されにくくし、路側雪堤を低く抑えることにより雪堤からの視程障害を防止することを目的とした道路構造が防雪盛土である。

防雪盛土に必要な盛土高さは、少なくとも現地の最深積雪（30年確率）の1.3倍とし、路側に雪堤が形成される場合にはその雪堤高を加えた高さとする。ただし、広幅員道路では盛土の幅も雪堤の大きさに影響するため、現地の最大積雪深と盛土幅員によって決定する。

盛土構造の道路では、積雪が多くなるにつれて法面の積雪勾配が徐々に小さくなり、自然に風が表面に沿う形状になるが、除雪のため路側に雪堤が形成されると、雪堤から飛び出す飛雪によりドライバーの目線位置での視程障害をもたらすほか、雪堤が風の障害物となり吹きだまりの原因となる。このため、吹きだまり等を防ぐためには、防雪盛土では法面勾配を緩くするよりも盛土高を高くした方が良い。盛土が高いほど除雪された雪を路面より低く堆雪させることができるので、雪堤を低く抑えることができる（図4-2-5）。盛土高と路側雪堤の高さの関係は風速や平地積雪深などの気象条件や、除雪方法によっても異なるが、経験的に、盛土高は最大積雪深の3割程度高くするのが良いとされている。



雪堤をドライバーの目の高さより低くすることができると視程障害防止に効果的である。そのためには盛土高を高くするとよい。

図4-2-5 盛土高と雪堤高 ²⁾

なお、広幅員道路では盛土の幅も雪堤に影響するため、幅員も考慮に入れる必要がある。ロシアの文献によると、吹きだまりによって雪に埋没しない盛土高さ H について、次のように記載されている³⁾ (図4-2-6)。

$$H = H_c + \Delta H$$

H : 望ましい盛土高

H_c : 積雪深 (平年値)

ΔH : 盛土高から積雪深を引いた値

ΔH は積雪深を考慮した盛土の実質的高さであり、路面上の積雪を吹き払う風を確保できる条件として、盛土基底部の幅との関係から次式を導いている。

$$\Delta H / B_h > 0.07$$

B_h : 盛土基底部の幅

したがって、盛土の幅員を考慮した望ましい盛土高さは、次のように与えられる。

$$H = H_c + \Delta H > H_c + 0.07 B_h$$

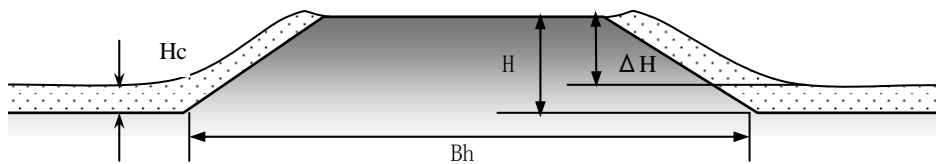


図4-2-6 盛土の幅員を考慮した望ましい盛土高さ

(2) 緩勾配盛土

緩勾配盛土による防雪対策は、盛土の法面勾配を1:4.0程度に緩くすることにより、次の二点を期待する吹雪対策である。

- 1) 法肩での風の剥離を防ぎ吹き上がりを低く抑えることにより、路面上の吹きだまりを防止する。
- 2) 防護柵の設置を必要とせず路側雪堤を低く抑えることにより、雪堤からの飛雪を防止する。

盛土の法面勾配が大きいと風は法面に沿って吹き上がり、この気流より下では渦領域が形成され吹きだまりが生じやすい。法面勾配を緩くすると、風は自然に表面に沿うようになり、路面上を効果的に吹き払うことができるため、吹きだまりは形成されにくくなる（図4-2-7）。

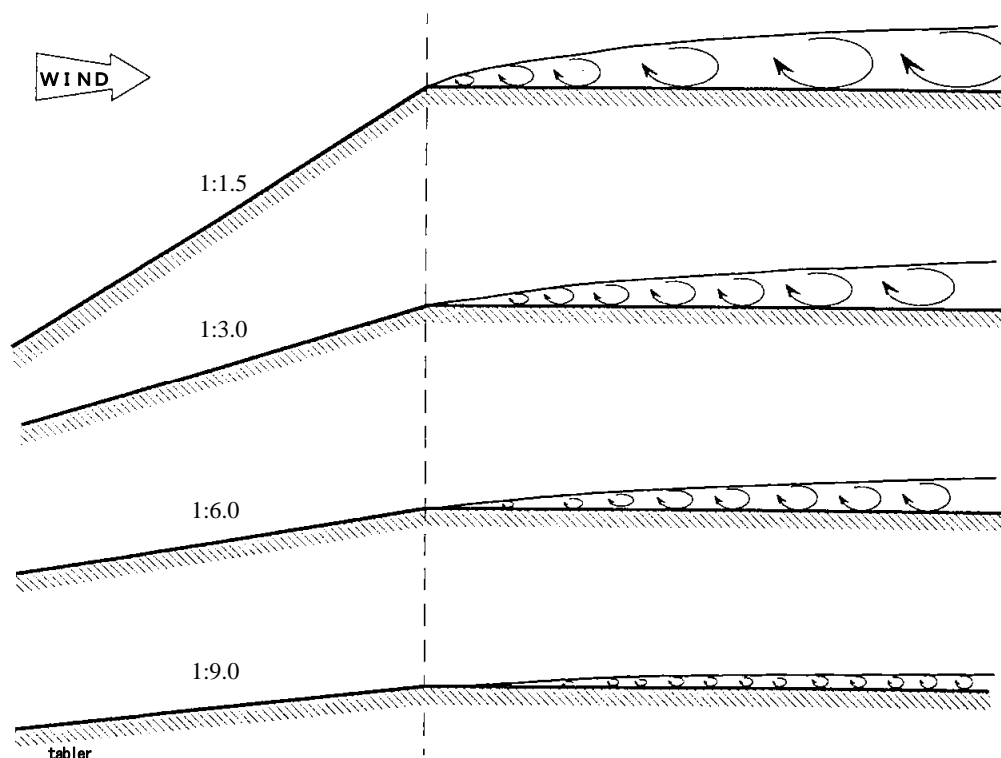


図4-2-7 法勾配による盛土上での風の渦イメージ ⁴⁾

吹雪による視程障害での大きな問題の一つは、雪堤から飛び出す飛雪である。雪堤が大きくなると、ちょうどドライバーの目線位置に飛雪が吹き込むため、周辺の視程以上にドライバーにとって視程障害となる。路側の防護柵（ガードケーブルなど）は、除排雪の障害となるため路側雪堤の要因となりやすい。この防護柵の設置は、道路構造令第31条（交通安全施設）で定められ、「防護柵の設置基準・同解説」⁵⁾に具体的な設置場所が定められている（図4-2-8）。法面が1:4.0の場合には防護柵を必要としないため、路側雪堤はできにくく、結果として雪堤からの飛雪による視程障害の防止を図ることができる。

また、法面が緩斜面な場合、誤って車線をはみ出しても転倒せずに済み、ガードケーブルにはじかれることもなく、より安全な道路になる。

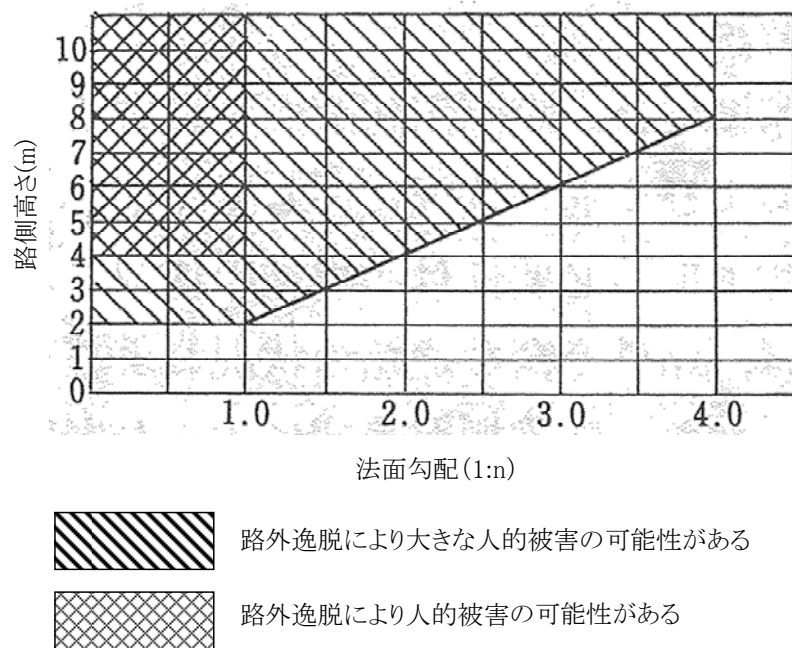


図4-2-8 防護柵が必要な法勾配と盛土高さ
(防護柵の設置基準・同解説⁵⁾より作成)

第 3 章 視線誘導施設

第3章 目 次

第3章 視線誘導施設

1. 吹雪時の視線誘導施設の必要性和機能.....	4-3-1
1-1. 吹雪時の視程障害の実情と対策の必要性	4-3-1
1-2. 吹雪時の視線誘導の考え方	4-3-2
1-3. 視線誘導施設の機能	4-3-4
1-4. 視線誘導施設の種類	4-3-7
2. 視線誘導施設の計画	4-3-12
2-1 視線誘導施設の計画手順	4-3-12
2-2 視線誘導施設の選定方法	4-3-13
2-3 視線誘導施設の基本仕様	4-3-17
3. 視線誘導施設の設計	4-3-24
3-1 視線誘導施設・スノーボールの設計	4-3-24
3-2 固定式視線誘導柱の設計	4-3-26
3-3 視線誘導樹の設計	4-3-28
4. 視線誘導施設の維持・管理	4-3-31
4-1 点検および維持管理	4-3-31
4-2 更新	4-3-32

第3章 視線誘導施設

1. 視線誘導施設の必要性と機能

1-1 吹雪時の視程障害の実情と対策の必要性

積雪寒冷地のドライバーにとって、吹雪時の視程障害は日常的な経験であり、まったく前が見えないと感じることも多い。このとき、ドライバーは、吹雪の程度に応じて道路前方、または進路方向左側の視的目標物を探査しながら、前方の視線誘導施設などを頼りに、走行を続けている状況にある。

そのため、積雪寒冷地の冬期道路では、路面凍結対策や吹雪による吹きだまり対策とならんで、吹雪時の視程障害対策が必要となる。

(吹雪時の走行実態)

積雪寒冷地を走行するドライバーにとって、降雪や吹雪による視程障害は日常的な経験となっている。このような視程障害において、事故の危険を感じることも少なくなく、ドライバーの多くはそのときの視程を「まったく前が見えない」状態と感じ、距離感を失っていることもある¹⁾。そのため、吹雪による視程障害時の安全性・安心感を高めるためには、視線誘導を行うことが必要になる。

(吹雪時のドライバーの視線挙動)

吹雪による視程障害時を走行するドライバーの視線挙動は、その視程障害の程度によって異なってくる。視程障害がそれほど厳しくない状況では、ドライバーの視線は道路延長上に集中し、視界内の範囲内で道路線形を視認している。視程障害が著しくなるにつれ、ドライバーの視線は自車の直前に近くなり、道路左側方への視線も多くなる（表4-3-1）。これは、視程障害が著しくない場合にはこの先の道路線形を確認しているが、視程障害が厳しくなると自分が運転している車両の走行位置や距離を把握するための目標物を確認しているためといえる。

表4-3-1 夜間の吹雪時におけるドライバーの視線挙動²⁾

	実験時の視程200m以下	実験時の視程200～400m
視線の位置 注視点の位置	直線区間では、左下の道路側方にドライバーの視線が向く	直線、カーブに関わらず、ドライバーの視線は前方よりやや左下側方に視線が向く
注視点の移動方向	視的目標物が極端に減少するため、注視点の移動が広範囲に及ぶ	注視点の移動範囲は狭くなり、一点を注視するようになる。
注視点の停留時間 注視点の移動速度	停留時間が短くなり、移動速度は速くなる	停留時間は長くなり、移動速度も遅くなる

1-2 吹雪時の視線誘導の考え方

1-2-1 吹雪時の視線誘導の基本的考え方

吹雪時を考慮した視線誘導施設の導入にあたっては、以下の点も検討した上で総合的に判断する。

- (1) 路面管理による区画線や路面などの視認性向上
- (2) 防雪林（既存林を含む）や防雪柵などによる吹雪防止施設の整備

なお、検討にあたっては施設の整備や維持管理に要するコストや道路景観への配慮なども併せて検討することが必要である。

（吹雪対策施設の種類）

視線誘導施設は、吹雪による視程障害時に道路利用者の安全走行を支援する目的で設置される吹雪対策施設である。

（吹雪対策の優先順位）

視線誘導施設は、吹雪そのものを解消できないので、その導入にあたってはまず次の2つの対策方法を検討する。

- (1) 路面管理による区画線や路面などの視認性向上
- (2) 防雪林や防雪柵などによる吹雪防止施設の整備

道路上を走行するドライバーは、区画線が見える状況であればそこを視認しながら運転している³⁾。吹雪による視程障害時には雪氷路面により路面の識別性が劣り、区画線も見えず、視界だけでなく道路線形が認識しにくくなる。そのため、冬期路面管理により路面や区画線が見えるようにすることも雪の少ない地域などでは効果的である。

また、吹雪対策の実施にあたっては吹雪そのものを防止または緩和する防雪林や防雪柵などの対策を優先的に検討すべきである。視線誘導施設はこれらの吹雪対策施設を補完する対策方法として位置づけられ、以下に示す条件を満たす区間に設置するものとする。

- (1) 吹雪による視程障害が特に厳しく、防雪柵や防雪林、道路構造による吹雪対策に加えて、路側や道路線形の視認性を高める必要がある区間
- (2) 吹雪対策が必要であるが、防雪柵や防雪林、道路構造による吹雪対策が困難な区間、またはその効果が十分に見込めない区間
- (3) 防雪柵や防雪林、道路構造による吹雪対策は特に必要としないが、降雪や吹雪による視程障害が心配される区間
- (4) このほか、道路線形や交通状況により、交通安全上、路側や道路線形の視認性を特に高める必要がある区間

（景観への配慮）

景観に配慮する必要がある区間においては、視線誘導施設が道路景観に与える影響を熟考の上、必要最小限の設置やより景観への影響の小さい視線誘導施設の選定、色彩や形状について十分検討すること。

（コストへの配慮）

道路整備にかかる事業費は年々減少し⁴⁾、視線誘導施設の整備に際してもコスト削減に配慮する必要性が生じているので、当該箇所での設置の必要性や選定する視線誘導施設のタイプなどについてコスト削減を十分考慮すること。

1-2-2 道路の管理水準と視線誘導の考え方

吹雪による視程障害時においては、次を目安に視程に応じた道路管理を行う。

- (1) 視程50m以下の視程障害時では、通行止めも視野に入れた管理を目標とする。
- (2) 視程が50～100m程度となる視程障害時には、視界不良事故の防止を目標とする。
- (3) 視程が100m以上の視程障害時には、円滑な交通の確保を目標とする。

(視界不良時の交通状況)

これまでの調査研究によると、吹雪時の視程障害の程度により交通の流れが異なることが明らかになっている⁵⁾。

視程100～200m程度の吹雪時には、走行環境に応じた安全運転を個々のドライバーが行っていることから、気象や道路状況に応じた交通の流れが保たれている。視程50～100mに低下した場合、速度や視界の差による大型車の追い越しや、追従走行による車群が発生するようになる。さらに視程が50m以下の厳しい視程障害時には、急ブレーキや停止車が発生するようになり円滑な交通の流れは確保できなくなる。

したがって、視程が50m以下となる吹雪時には道路としての機能の確保が困難であり、通行止めも視野に入れた管理とすべき状況である。ただし、通行止めとするに際して、既に走行している車両が安全な場所まで待避できるように配慮すべきである。また、視程50～100mの場合、速度差や車群走行は事故の誘発原因となる可能性があり、事故防止を主眼とした道路管理とするのが適当と考えられる。なお、視程100m以上では交通の流れは確保されているため、その円滑な交通を保持できる道路管理を目標とするのが合理的である。



図4-3-1 視程障害の程度に応じた交通の流れと道路の管理水準の考え方

1-3 視線誘導施設の機能

吹雪時を考慮した視線誘導施設は、次の3つの機能が必要になる。

- (1) 道路線形の誘導
- (2) 視認距離の把握（視程の顕在化）
- (3) 路側位置の把握

このほかに、冬期道路管理のための次の機能も併せ持つ。

- (4) 除雪作業者の作業安全性の確保や作業効率化を支援する機能（除雪作業支援機能）

（視程障害時のドライバー心理から見た視線誘導施設に求められる機能）

道路上を走行しているドライバーは、周囲（特に前方の障害物）や線形に対して安全に回避または走行できるかどうかを、常に判断しながら運転操作を行っている。その判断は、正しい距離感が把握できることを前提に、速度調節などで経験的に対応していると考えられる。しかし、吹雪により視界が奪われると、前方の障害物が見えなくなるだけでなく、距離感も失うようになり、ドライバーは距離が確認できるまで減速して対応するようになる。

吹雪時を走行するドライバーにとって、現在視認できる距離が判別できるかが重要となる。

このようなドライバー心理から考えると、視程障害の程度によって異なる機能が視線誘導施設に求められ、次の3つに分けて考えることができる⁶⁾。

- ① 道路線形誘導：道路線形に応じた視線の誘導
- ② 視認距離の把握（視程の顕在化）：視認できる距離を知らせる機能
- ③ 路側位置の把握：自車の車線位置を把握する機能

（視線誘導施設に求められる機能と視程）

前述のドライバー心理や運転挙動と視線誘導施設の機能の対比から、吹雪時に視線誘導施設の果たすべき機能とその機能が前提する視程を考えると概ね次のように整理できる。

- ①道路線形誘導：視程100m以上の降雪や吹雪
- ②視認距離の把握：視程50m～200mの降雪や吹雪
- ③路側位置の把握：視程が100mを下回るような厳しい吹雪

一方、道路上の視程が概ね100mを下回ると前方車両への追従走行や低速走行車両が発生するようになることから、円滑・安全な交通確保の点では前方100mの道路線形が視認できることが必要と考えられる。

また、吹雪時の視程の変動は極めて大きいことが知られている。0.1秒間隔で記録した吹雪事例を解析すると、10分間平均視程100mの場合、視程の瞬間値は80m以上の場合がほとんどである（図4-3-2）。このことから、吹雪時の平均視程100mを前提に考えると、およそ80m先の目標物があれば吹雪による視程変動から、概ね視認できるものと考えられる。

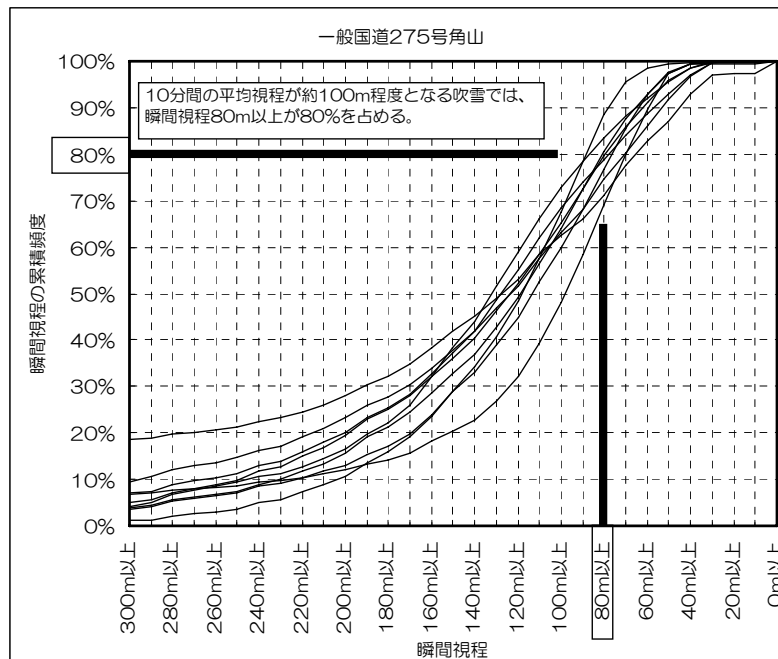


図4-3-2 平均視程が概ね100mのときに瞬間視程の累積頻度を統計した例（一般国道275号角山, 1999～2000年度）

10分間の平均視程が約100m程度となった吹雪時の視程の観測データ9事例について、0.1秒間毎の視程データの累積度数を統計したものである。吹雪時の視程の変動は大きいものの、10分間で平均100mの視程の吹雪であれば、一瞬でも80m以上となる視程が80%を占めることがわかる。

（道路線形の誘導効果）

視線誘導施設は、道路線形に応じてドライバーの視線を適切に促し、車線逸脱などの事故防止と快適な走行を確保する機能を持つ。この道路線形の誘導機能は、視程障害時に限らず通常の視線誘導標としての機能でもある。

非積雪期にドライバーが注視している目標物は、道路上の区画線が多いが、積雪期には区画線への注視が少なくなり、視線誘導施設が頼りにされている。また、固定式視線誘導柱（矢羽根）も通常のデリニエータと同様に機能している⁷⁸⁾。その他、過去の調査例では、吹雪対策として視線誘導樹を植樹することにより、植樹後の交通事故数が減少した⁹⁾。

（視認距離の把握効果）

視線誘導施設は、距離感の目安となる目標物が少ない吹雪時の走行環境において、適切な距離感の把握を促し視程の顕在化に資する機能、これにより適切な車間距離の保持を促す機能を有する。

視線誘導施設は、吹雪などの視程障害時において車両の路外逸脱事故や車線逸脱、吹雪による視界不良事故を抑制する効果を持つ。このほか車間距離を短く感じさせる効果により、ドライバーが車間距離をより多くとることや早めのブレーキ操作を行うことなど、安全側に働く効果が期待できる¹⁰⁾。

（路側位置の把握効果）

視線誘導施設は、ドライバーの路側感覚を維持し、車線逸脱や路外への逸脱を防止する機能を有する。特に、劣悪な視程障害時には、安全な待避場所までの低速走行を支援する。

視程100m未満となる吹雪時の走行では、前方に目標となる車両が走行していない場合、ドライバーは道路端を確認するため視線誘導施設を注視しながら運転している¹¹⁾。

(除雪作業の支援効果)

上述の機能のほか、視線誘導施設は、除雪作業時の路端位置を示す目標物として機能し、除雪の安全性や効率化に資する機能を持つ。除雪・維持業者を対象に行った視線誘導施設の除雪作業支援機能に関するヒアリング調査(2003年7～9月)では、「夜間や吹雪時の除雪では頼りにしている」「道路幅員ぎりぎりまで除雪する際の目印となる」など、除雪作業時の固定式視線誘導柱の有効性に関する意見をj得ている¹²⁾。

＜参考＞自発光施設の機能について

自発光施設は、主に夜間の吹雪時に以下のような効果が期待できるが¹³⁾。一方、整備にあたってはイニシャルコストが高く、維持管理コストなどのランニングコストが非発光施設に比べ高くなる。また、夜間の晴天時にはドライバーへのまぶしさや不快感を与える事などにも留意し、その導入にあたっては慎重に検討する必要がある。

- 夜間の吹雪時に自発光視線誘導標が設置された区間を走行するドライバーの視線挙動は、自発光式視線誘導標の発光部への注視を通じて、適切にカーブの延長方向に誘導されるようになる¹⁴⁾。
- 固定式視線誘導柱の矢羽根を、反射型から自発光とすることによって、吹雪時の視認性を向上させることができる¹⁰⁾。特に距離が遠くなるほど、反射型と自発光の視認性の差が大きくなる。
- 自発光の視線誘導施設によって、これまで吹雪時に前車のテールライトなどを頼りにしていた追従走行を軽減する効果が期待できる¹⁵⁾。その結果、適正な車間距離の確保や、前方車の停止や減速に伴う追突事故防止に資する。
- 吹雪時に自発光による適切な視線誘導を行うことによって、自車線を逸脱または複数車線をまたいでの走行を低減し、走行車の車線位置の安定化をはかることができる¹⁶⁾。これにより、吹雪時の路外逸脱や車両の錯綜を防止する効果が期待できる。

1-4 視線誘導施設の種類

1-4-1 視線誘導施設の定義と種類

視線誘導施設は、路側や道路線形の視認性を高めることによって、ドライバーの視線誘導や除排雪作業の安全性・効率性を確保するための道路附属施設である。吹雪時を考慮した視線誘導施設としては以下の種類がある。

- (1) 視線誘導標
- (2) スノーポール
- (3) 固定式視線誘導柱
- (4) 視線誘導樹
- (5) その他

なお、特に夜間の視認性の向上を目的に(1)、(2)、(3)を自発光とした視線誘導施設がある。

この他、カーブ区間の視線誘導施設として線形誘導表示板（シェブロンマーカークなど）がある。詳しくは、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾を参照のこと。

1-4-2 視線誘導標及びスノーポール

(1) 視線誘導標

視線誘導標は、車道の側方に沿って連続的に配置することで道路線形を明示し、運転者の視線誘導を行うために設置するものであり、積雪寒冷地の視線誘導を考慮したものとして、以下の3種類（図4-3-3）がある。

(1) 通常の視線誘導標



頭部に反射体を取り付け、ドライバーの視線誘導を行うもの

(2) 伸縮式の視線誘導標



通常の視線誘導標の上部を伸長したもの（視線誘導標の上にスノーポールを添架したものを含む）

(3) 自発光式視線誘導標



反射体付近の頭部を自発光としたもの

図4-3-3 視線誘導標

視線誘導標に関しては、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾に構造諸元、設置基準等が記されており、その設置に関してはこれに準じる。

①通常の視線誘導標

道路端に連続的に設置して道路線形を示し、ドライバーの通常の視線誘導（デリニエータ機能）を行うための道路附属施設である。



写真4-3-1 通常の視線誘導標

②伸縮式の視線誘導標

通常の視線誘導標が持つデリニエータ機能に加え、除雪作業の安全性や効率化のための、除雪作業の目標とするための機能（除雪作業支援機能）を兼ね備えたものである。路側の堆雪状況に応じて上部を伸長してデリニエータ機能と除雪作業支援機能を両立させている。夏期には収納できるので、道路景觀への悪影響が低く、道路景觀に優れる。



写真4-3-2 伸縮式の視線誘導標

(2) スノーポール

スノーポールは、積雪量の多い地域で除雪作業の目標や視線誘導を行うため、車道の側方に沿って設置される施設であり、その種類には以下の3種類（図4-3-4）がある。このうち自発光式のスノーポールは、前述の自発光式視線誘導標と機能的には同等のものである。

(1)通常のスノーポール



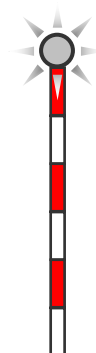
路端位置などを示し、
除雪作業の目標とするた
めのもの

(2)視線誘導標兼用



スノーポールの頭部に
反射体を備えたもの

(3)自発光式のスノーポール



スノーポールの頭部に自
発光施設を備えたもの

図4-3-4 スノーポール

(スノーポールの色彩)

「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾には、積雪地の視線誘導標に添架するスノーポールの色彩として、表面を白地のペイント地に赤色の反射シートまたは赤色塗料を使用したゼブラ模様とすることが記されている。

①通常のスノーポール

除雪作業のために道路端やガードケーブル端などに設置され、除雪作業による施設の破損防止、作業の安全性や効率性の向上を目的とした施設である。



写真4-3-3 標準的なスノーポール

②視線誘導標兼用のスノーポール

除雪作業のための除雪作業支援機能に加え、ドライバーへの視線誘導を行うデリニエータ機能を併せ持ったものである。



写真4-3-4 視線誘導標兼用のスノーポール

1-4-3 固定式視線誘導柱（矢羽根）

固定式視線誘導柱（矢羽根）は、吹雪や降雪時の道路視認性を高めるとともに、除雪管理のための除雪幅を示すために、路側に連続的に配置される施設（図4-3-5）である。

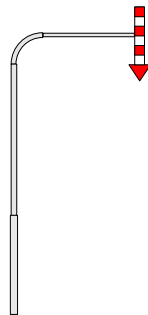


図4-3-5 固定式視線誘導柱（矢羽根）

（固定式視線誘導柱の導入経緯）

固定式視線誘導柱（矢羽根）は、除雪車両の作業の効率化や高速化への対応を目的に導入されてきた。



写真4-3-5 固定式視線誘導柱（矢羽根）

1-4-4 視線誘導樹

視線誘導樹は、吹雪時の視線誘導を目的に道路路側付近に樹木を設置したものである。

道路防雪林が視程障害と吹きだまり防止を目的に林帯幅と植栽密度を持って整備されるのとは異なり、視線誘導樹は適当な植栽間隔で設置することで日中の吹雪時の視認性を向上させるものである。そのため、視線誘導樹は吹雪や視程障害そのものを防止する機能はなく、吹雪時の視線誘導を目的としており、道路防雪林とは異なるものである。



写真4-3-6 視線誘導樹（一般国道337号石狩市）

1-4-5 自発光の視線誘導施設

自発光の視線誘導施設は、特に吹雪時の夜間の視認性向上のために、視線誘導標（スノーポールを含む）や固定式視線誘導柱（矢羽根）などに自発光施設を取り付けたものである。



両面にハロゲンランプを用い、両面が発光し、上下車線の道路線形を表示する。
（一般国道40号豊富町）



視程計と照度計によって発光の有無、発光量を自動調整している。
（道道札幌当別線、札幌市）

写真4-3-7 自発光視線誘導標の設置例

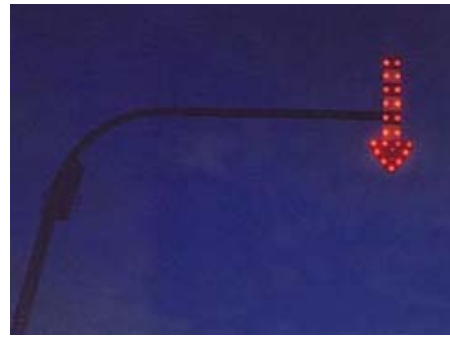


写真4-3-8 自発光式の固定式視線誘導柱（矢羽根）の設置例

1-4-6 その他（道路照明）

道路照明は、市街地の道路における区間全体や、交差点・横断歩道・橋梁・夜間の事故多発箇所などに整備されるものであり、これに加えて降雪や吹雪の視程障害時の視線誘導効果も併せ持つ。吹雪時の夜間における道路線形の視認性は、道路照明を整備することによって向上する¹⁸⁾。また、照明施設に照らされることにより、暗くて視認できない路側の施設や周囲の地物が視認できる効果もある。

2. 視線誘導施設の計画

2-1 視線誘導施設の計画手順

新規道路では、防雪林や防雪柵などの吹雪対策調査の基本調査・解析段階（防雪林や防雪柵の基本設計段階）において、視線誘導施設の基本計画を策定し次の項目を決定する。

- (1) 視線誘導施設の必要性
- (2) 視線誘導施設の整備区間の決定
- (3) 前後区間の視線誘導施設の確認
- (4) 視線誘導施設の概略選定
- (5) 視線誘導施設の概略仕様の決定

基本計画に引き続き、さらに視線誘導施設の実施設計を行う。実施設計では次の項目を決定する。

- (1) 視線誘導施設の選定
- (2) 視線誘導施設の仕様決定
- (3) 配電計画（自発光の場合）

一方、既存道路では、区間の視程障害の発生状況を把握するとともに、前後区間の視線誘導施設を確認のうえ、上記の実施計画を策定する。

新設道路に設置する視線誘導施設は、防雪柵等の基本調査・解析で実施された現地調査結果を踏まえ、他の吹雪対策との整合を図る基本計画から基本・実施設計の手順で進めていく。ここで自発光施設導入の場合には受電設備が必要となるため道路計画との整合を十分に図る。特に視線誘導施設の場合、防雪林や防雪柵のように用地確保が必要になることはなく、道路設計で関係するのは電気設備を必要とする自発光施設のみであり、この検討が重要となる。

また吹雪対策においては、後述するように、視線誘導より吹雪そのものを緩和する防雪施設（防雪林・防雪柵）を優先して検討すべきであり、視線誘導施設の計画はこの防雪施設の設計結果（防雪林や防雪柵、道路構造による対策など）を勘案して決定する必要がある。

既存道路に設置する視線誘導施設は、過去の履歴や聞き取り調査の結果を参考に、後述の施設選定フローに基づき検討を進める。また、吹雪の視程障害頻度を把握した上で、優先すべき他の対策工の検討とあわせて、視線誘導施設導入の必要性について検討する。

2-2 視線誘導施設の選定手法

2-2-1 視線誘導施設の選定

視線誘導施設は、当該区間の積雪条件と除雪作業形態を考慮し、吹雪時を考慮した視線誘導施設の選定フロー（図4-3-6）に基づいて選定する^{※1, 2}。ただし選定フローは標準的な場合を想定したものであり、各区間の諸条件によってはこの限りではない^{※3}。また、これに加えて日中の視線誘導を特に高める必要がある区間では、視線誘導樹を整備することができる。

（積雪条件）

視線誘導施設の選択は、当該区間の10年確率最大積雪深（第1編資料編資料3「気象雪氷調査で用いる資料」）を参考とする。

（当該区間の除雪作業形態）

視線誘導標は、除雪の作業方法によっては支障があるので、作業形態に応じて選定することが重要である。

（視線誘導施設の連続性の考慮）

視線誘導施設はドライバーに違和感なく円滑に道路線形を誘導し、適切な視認距離の把握、路側位置の確認をさせる必要がある。そのため、視線誘導施設の選定にあたっては図4-3-6の選定フローに従うが、短い区間ごとに断片的に導入施設を選定することなく、施設の連続性に十分配慮して決定する必要がある。

（視線誘導施設の併用について）

デリニエータ機能を併せ持つことができることから、視線誘導標（又はスノーポール）は原則的に固定式視線誘導柱と併用する必要はない。ただし、中央分離帯があり視線誘導標（又はスノーポール）をそこに設置する場合には、この限りではない。したがって、視線誘導施設（視線誘導標、スノーポール、固定式視線誘導柱、視線誘導樹）の中で他の施設と併用が考えられるのは原則的に視線誘導樹のみである。一方、視線誘導樹がその機能を発揮するのは主に日中の吹雪時であり¹⁹⁾、夜間の視線誘導を前提とすると他の視線誘導施設との併用が必要となる。

（適さない視線誘導施設の組み合わせ）

視線誘導施設それぞれが持つ機能や特徴から、視線誘導効果の競合やコスト面の点で、以下に示すような視線誘導施設、道路照明の組み合わせは適さない。

● 視線誘導標と固定式視線誘導柱

固定式視線誘導柱がデリニエータ機能を併せ持つので、視線誘導標を併用する必要はない。ただし、中央分離帯があり、そこに視線誘導標を設置する必要がある場合を除く。

● 固定式視線誘導柱（自発光）と道路照明（連続照明）

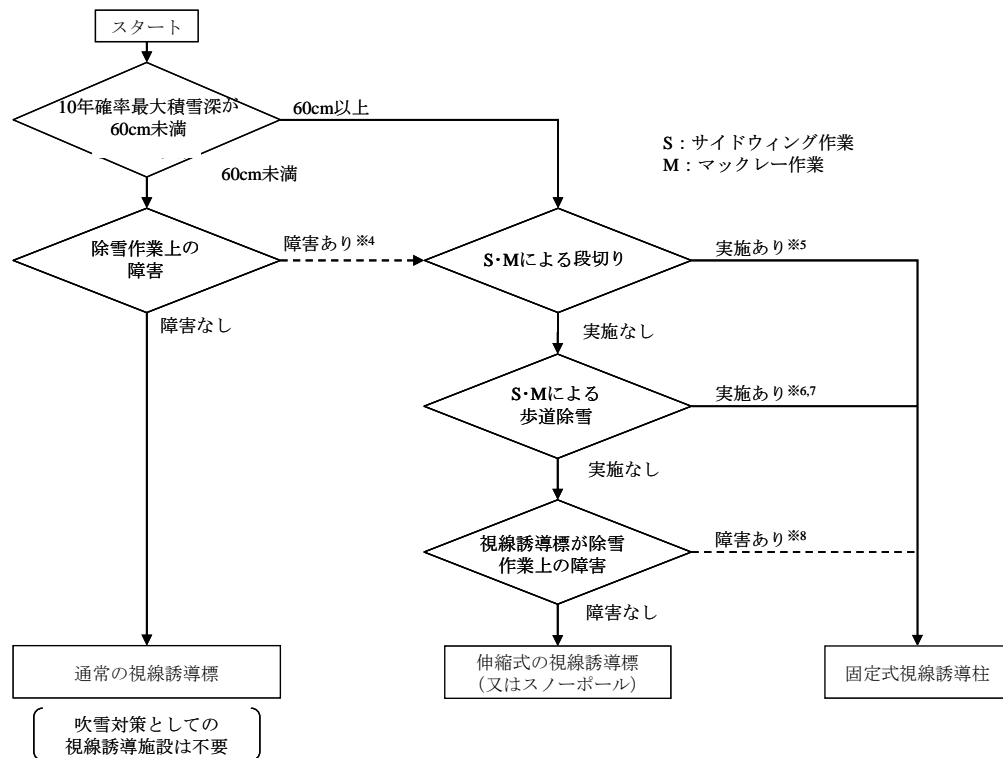
連続照明は、吹雪時の視線誘導としても十分に機能を発揮するので、これを目的にした固定式視線誘導柱を自発光とする必要はない。ただし、局部照明についてはこの限りではない。

● 自発光の視線誘導施設と道路照明（連続照明）

上記と同様に連続照明は吹雪時の視線誘導機能を併せ持つので、自発光視線誘導施設を併用する必要はない。ただし、局部照明についてはこの限りではない。

（高規格幹線道路での適用について）

高速道路や高規格幹線道路では路面の管理水準が異なるため、本マニュアルに因らず別途検討する必要がある。



(第1編資料編3参照)

図4-3-6 吹雪時を考慮した視線誘導施設の選定フロー

- ※1 上記選定の基本的な考え方は、必要性の高い区間により適切な施設を選定することとし、過剰な整備は行わないことを基本としている。従って、各条件判断については、第4編第3章1「1-2-1 吹雪時の視線誘導の基本的考え方」(p4-3-2)や第4編第3章2「2-2-2 吹雪時の視線誘導施設の適用条件」(p4-3-15)をよく理解して条件判断すること。
- ※2 施設の選定はあくまで検討区間毎であって、路線としての選定ではない。
- ※3 既存の施設については、特に支障の無い場合にはそのまま運用し、更新などに併せて本フローを基に再検討すること。
- ※4 「除雪作業上の障害あり」とは視線誘導標などの設置によって、新たに人力作業が発生するなど、将来コストも含め著しい障害となる場合を言う。
- ※5 「S・Mによる段切りの実施」は、日常的に行っている区間を対象とし、希にしか行わない区間については該当しない。
- ※6 歩道部に電柱や標識類が設置されている区間では、サイドウィングによる高速除雪は不可能であるから、「S・Mによる歩道除雪の実施」には該当しない。
- ※7 家屋などが沿道に存在する市街部では、基本的に歩道除雪は小型除雪車によって行われるため、この場合は固定式視線誘導柱(矢羽根)は不要である。
- ※8 日常的に段切りを行わず、且つ歩道が設置されていない区間では、伸縮式の視線誘導標やスノーポールを優先し、これが不可能な箇所のみ固定式視線誘導柱(矢羽根)の選定となる。

2-2-2 吹雪時の視線誘導施設の適用条件

吹雪時を考慮した視線誘導施設を導入する際には、当該道路での吹雪による視程障害発生状況（視程障害の程度や頻度）はもちろんのこと、以下の事項についても把握または検討しておく必要がある。

- (1) 発光方式
- (2) 付帯施設の整備状況
- (3) 気象条件
- (4) 道路幅員
- (5) 環境配慮
- (6) 整備費及び維持管理費

吹雪対策としての視線誘導施設の適用条件を表4-3-2に示す。図4-3-6で選定した視線誘導施設について、現地状況等を勘案しながら最終的な視線誘導施設を決定するものとする。

(1) 発光方式

自発光のものは太陽電池タイプと商用電源タイプに区分される。太陽電池を利用したものはその容量の制約上点滅発光が多い。なお自発光施設は、周辺環境だけでなく、過度の発光が晴天時の夜間にはドライバーの視環境を損ねる恐れがあり、第4編第3章2「2-3-3視線誘導施設の発光方法」(p4-3-20)においてその必要性を十分検討する必要がある。

(2) 付帯施設の整備状況

視線誘導施設はドライバーの視環境に対して効果をもたらすので、他の付帯施設と干渉しやすいという特徴を持つ。そのため、他の付帯施設（防雪柵、信号機、道路照明、標識類）などの設置状況を把握し、互いに干渉しないよう配慮する必要がある。

(3) 気象条件

自発光式のものは強い吹雪時の視認性が高く、発光しないタイプの視認性が劣るのは自明の理である。ドライバーの視野に占める面積の広い視線誘導樹は、吹雪の程度に関わらず日中の視線誘導効果を発揮すると考えられる。

(4) 道路幅員

車線数の増減による施設の差は少ない。自発光視線誘導標の場合、設置位置を路側とするか中央分離帯とするかの選択肢がある。

(5) 環境配慮

効果的に視線誘導を行うためには、その視線誘導施設の誘目性も大きな要因のひとつである。しかし、誘目性の高い施設はドライバーに不快感を与えるなど、道路景観を損ねる恐れがある。道路景観に配慮する必要がある箇所については、視線誘導施設がもたらす景観阻害の影響を考慮する必要がある。

(6) 整備費及び維持管理費

商用電源を利用した自発光施設の場合、配線工事費や電気設備費が必要となり、イニシャルコストが高まる。また、維持管理費として、ハロゲンランプなどではランプの交換費用が必要となる。LEDの場合、発光体に関してはほぼメンテナンスフリーである。

表4-3-2 吹雪時の視線誘導施設の適用条件

対策施設		発光方式		付帯施設			気象条件					道路幅員		整備費及び維持管理費		環境配慮				その他、留意点など		
		自発光	電気設備	吹きだめ柵	吹き止め柵	吹き払い柵	道路照明		吹雪の程度			昼夜		多車線への対応	イニシャルコスト (整備費)	ランニングコスト (維持管理費)	走行環境		景観			
									弱	中	強	昼	夜									
視線誘導施設	固定式視線誘導柱 (矢羽根)		—		○	○	○	・道路照明区間では自発光は基本的に不要	○	△	×	△	△	△	原則として路側表示	基礎工事費 設置費		○		△	眺望景観を阻害しやすい	1) 本来、路肩や車道端を表示し、除雪作業のためのものである 2) ほとんどの路線で標準的に設置されることが多い
	○	太陽電池 商用電源	—	—	—		—	—	○	△	○	電気設備費	補修費 (電気代)			△	晴天時はまぶしく感じさせる	3) 点滅発光より常時点灯の方が同じ輝度でも視認性が高い				
	スノーポール		—		○	—	○	・吹き払い柵自体に視線誘導効果あり ・道路照明区間では自発光は基本的に不要	○	△	×	△	△	△		設置費		○		△		
	○	太陽電池 商用電源	—	—	—		—	—	○	△	○	電気設備費 配線工事費	補修費 (電気代)			△	晴天時はまぶしく感じさせる					
	視線誘導標		—		○	—	○	・吹き払い柵自体に視線誘導効果あり ・道路照明区間では自発光は基本的に不要	○	△	×	△	△	○		設置費		○		△		
	○	太陽電池 商用電源	—	—	—		—	—	○	△	○	電気設備費 配線工事費	補修費 (電気代)			△	晴天時はまぶしく感じさせる					
	視線誘導樹		×		○	×	○	吹き払い柵の前面に植栽することは困難且つ逆効果	○	○	○	○	×	○		植栽施工費	育成管理費	○		○		1) 夜間の視線誘導は困難 2) 常緑樹が原則となる 3) 幼木の場合、十分な視線誘導効果を得るのに年数がかかる 4) 間伐材を利用する場合、毎年の設置費は必要であるが、植栽施工費、育成管理費は不要となる。

○：適する △：要検討 ×：適さない、不可 —：原則適用しない
※付帯施設のうち吹き払い柵の場合、柵側の車線では“—”であるが、柵と反対側の車線に関しては適用可能である

2-3 視線誘導施設の基本仕様

2-3-1 視線誘導施設の設置間隔

吹雪時の視線誘導を目的とした各種視線誘導施設の設置間隔は、以下を標準とする。

(1) 視線誘導標、スノーポール

設置間隔：40m以下（カーブ区間では曲率半径を考慮する）

ただし、一般のデリニエータ機能を兼ねる場合には、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾に記載される要件を満たす必要がある。

(2) 固定式視線誘導柱

設置間隔：80m以下（カーブ区間では曲率半径を考慮する）

(道路線形誘導の点からの検討)

道路線形の誘導が必要となる吹雪時の視程条件は100～200m以上となる。

一方、各視線誘導施設は点で配置されるため、ドライバーが線形として認識できるためには、少なくとも2～3個以上の視線誘導施設が見える必要がある。視程100mで視線誘導施設が2～3個見える条件を考えると、視線誘導施設の設置間隔は少なくとも50～80m程度が必要になる。

(視認距離の把握の点からの検討)

ドライバーが適切な視認距離の把握を必要とする視程は50～200mとなる。

視認距離を把握するためには、その指標となる視線誘導施設が少なくとも1本が常に見えていなくてはならない。視程50mの条件で1本目の視線誘導施設が視認できる条件は、その設置間隔が50m以下となる。

(路側位置の把握の点からの検討)

視程50m以下では走行が困難になり、安全な場所までの低速走行を支援することが求められる。そのため、交通の確保が困難になり、第3編第3章1「1-2吹雪時の視線誘導の考え方」で述べたように、通行止めも視野に入れて考えるべき状況といえる。また、視程30m未満では殆ど走行不能となることが知られており、視程50m以下では通行止めとする管理の考え方がある²⁰⁾。したがって、走行車が安全な場所まで待避するにあたり、車線逸脱や走行不能とならないために、視程50mの気象条件で常に1本以上の目標物が視認できることが必要となる。

(視線誘導標設置基準との整合性)

「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾では、直線区間での視線誘導施設の設置間隔として40mを定めている。吹雪時の視線誘導施設の設置間隔もこれと同じ40m間隔とすることで、前述の50m以下の条件を満たすことができる。曲線半径が小さいカーブ区間では、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾に示される次式によるものとする。

$$S=1.1\sqrt{(R-15)} \quad (S: \text{標準設置間隔(m)}, R: \text{道路の曲線半径(m)})$$

(固定式視線誘導柱の場合の設置間隔について)

固定式視線誘導柱に用いる矢羽根は、標準的な大きさが1200mm×150mm（最大幅350mm）であり、一般の視線誘導標の反射体（φ=70～100mm）に比較して極めて大きい。

そのため、反射材を貼り付けた矢羽根の視野角は視線誘導標に比較して同等以上となる。また、建築限界以上(5.0m以上)の高さの矢羽根は、視線誘導標の反射体（高さ90cm）のように夏期に隠れる可能性が少ないうえに、地吹雪の層よりも高いため視認しやすい（写真4-3-7）。こうしたことから、固定式視線誘導柱（矢羽根）の設置間隔は80m以下を標準とした。なお、カーブ区間においては固定式視線誘導柱の設置間隔を以下の通りとする。

$$S=2.2\sqrt{R-15} \quad (S: \text{標準設置間隔(m)}, R: \text{道路の曲線半径(m)})$$

また、バス停などの変化点における固定式視線誘導柱などの視線誘導施設の設置は、除雪時の作業上の頼りとなるが、一方、走行車両からは視線誘導の連続性が失われ、吹雪時や夜間では走行しづらくなることもある。従って、変化点への施設の設置については各箇所でのその必要性を十分検討すること。



写真4-3-7 地吹雪による視程障害の様子

2-3-2 視線誘導施設の設置位置

吹雪時の視線誘導を目的とした各種視線誘導施設の設置位置は、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾及び「北海道開発局道路設計要領 第2集道路付帯施設」²¹⁾に従い、以下を標準とする。

(1) 視線誘導標、スノーポール

設置位置：路側（自発光視線誘導標では路側または中央分離帯とする）

(2) 固定式視線誘導柱

設置位置：路側

矢羽根の指示位置：一般部 外側線

縁石部 縁石前面

2-3-3 視線誘導施設の発光方法

視線誘導施設は非発光とすることを原則とする。ただし、当該箇所の気象状況などによっては自発光の適用を検討することができる。

(非発光使用の原則)

固定式視線誘導柱を例に挙げると矢羽根部の単価を比較すると、非発光タイプと自発光タイプのその差には10倍以上の開きがある。また、自発光タイプは維持管理にかかる諸費用も大きく異なる。また、中程度の吹雪では自発光と非発光の視認性に大きな差はない¹⁰⁾。そのため、原則的に自発光を適用しないこととする。

(路線の重要度の考え方)

自発光の視線誘導施設の導入に際しては、当該路線（区間）の重要度を考慮しておく必要がある。自発光の特性が発揮されるのは主に夜間であることから、昼夜を通じた路線（区間）の重要度を念頭においた検討が不可欠である。路線の重要度を評価するための項目は、第1編第2章4「吹雪対策のあり方」を参照のこと。

(例外的に自発光を導入する場合の適用条件)

自発光としないことを原則とするが、例外的に視線誘導施設に自発光施設を用いる場合の必要要件は、次の23つ全てを満たすものとする。ただし、道路照明は夜間の吹雪時にも視線誘導効果を発揮するので、道路照明が整備されている区間において視線誘導施設への自発光の適用は不要である。

(1) 吹雪による視程障害が特に著しい区間

- ・吹雪危険度評価（第1編第3章3「3-3吹雪対策の必要性評価」を参照のこと）が、少なくともAに該当する区間

または

- ・吹雪による視界不良事故（人身事故）が多く発生している区間

(2) 他の対策ができない、または十分な効果が得られない区間

- ・防雪林や防雪柵などの吹雪防止施設の整備ができない区間
- ・防雪林や防雪柵などの吹雪防止施設の効果がみられない区間

2-3-4 視線誘導施設の景観配慮

(1) 景観に配慮すべき路線や区間の考え方

視線誘導施設の計画にあたっては道路景観への影響を熟考のうえ検討を行う。

特に、視線誘導施設の設置において景観に配慮すべき路線は以下のとおりである。

- (1) 地域固有の自然環境特性のある区間
- (2) 地域固有の歴史的資源のある区間
- (3) このほか地域特性等により景観に留意する必要がある区間

(道路景観整備に関する考え方)

国土交通省が2003年7月に発表した「美しい国づくり政策大綱」をはじめ、2005年6月に施行された景観法、さらには2007年1月に施行された観光立国推進法のいずれにおいても、国の良好な景観形成に関する責務が定められている。同時に、この景観法に基づく各地域での景観計画の策定など、景観の重要性が近年増している。北海道ではシーニックバイウエイ北海道が本格的展開し、また全国的には日本風景街道など、道路に関わる景観の保全・向上に対する取り組みも盛んとなっている。

このような背景の中、国土交通省は、「美しい国づくり政策大綱」に基づき、具体的な景観向上施策を進めているが、国土交通省北海道開発局では「北海道の道路景観整備ブック（案）」²²⁾（以下、景観ブック）を発刊した。この景観ブックは、北海道の地域特性を考慮に入れてより具体的に道路景観整備の考え方や手法を紹介することによって、その理念や価値観の共有を目指したものである。視線誘導施設に関してもこの景観ブックに触れられており、特に固定式視線誘導柱（矢羽根）については景観阻害となるため詳細に記述されている。

以上を踏まえ、美しい沿道景観が重要な観光資源ともなっている北海道においては、吹雪時を考慮した視線誘導施設の導入に際しても、この景観ブックと同等に道路景観への配慮を行わなくてはならない。

(2) 吹雪時を考慮した視線誘導施設に対する景観配慮

視線誘導施設の導入・更新における景観配慮については、「北海道の道路景観整備ブック（案）」²²⁾を参照し、設置事例を踏まえた上で決定する。

(3) 景観に配慮した視線誘導施設の設置事例

●矢羽根形状と色彩に関する事例



写真4-3-8 固定式視線誘導柱の標準的な矢羽根と道路景観に配慮した矢羽根の設置例

(一般国道230号 定山溪)

非積雪期の山岳道路での事例であり、標準的な固定式視線誘導柱の赤白矢羽根（左）が際立って目立つことに比較して、黄色と紺色を使用した矩形矢羽根の固定式視線誘導柱は周囲の景観になじみ、良く溶け込んでいる。

●視線誘導施設の収納事例



写真4-3-9 景観に配慮し固定式視線誘導柱を収納式とした事例

(一般国道243号 美幌峠)

国立公園内で特に道路景観に配慮するため、固定式視線誘導柱を収納式とした事例である。左が設置例であり、右は収納時の様子である。

●支柱の色彩と植栽による修景

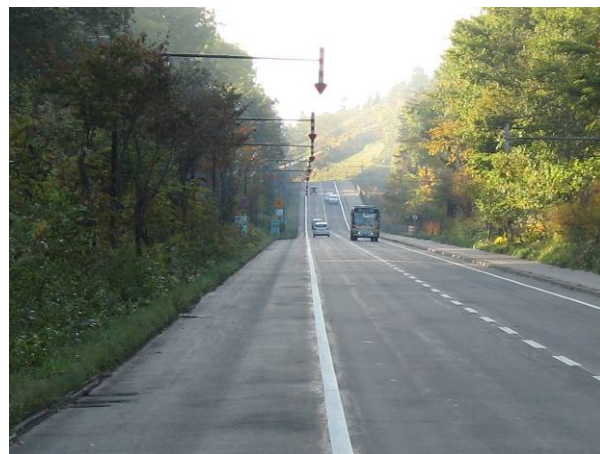


写真4-3-10 標準的な固定式視線誘導柱と支柱の色彩と植樹による修景を行った固定式視線誘導柱の設置例
(一般国道240号 阿寒湖畔)

国立公園内での固定式視線誘導柱の設置例であり、標準的な支柱（左）では金属色が目立つが、こげ茶色に塗装した固定式視線誘導柱の支柱は赤白矢羽根を除き周囲の景観に溶け込んでいる。さらに、植栽により支柱を隠蔽する工夫がされている。

3. 視線誘導施設の設計

3-1 視線誘導標・スノーボールの設計

視線誘導標・スノーボールの設計については、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾に従う。

視線誘導標・スノーボールの設計は「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾に従うものとするが、積雪寒冷地での吹雪時の視線誘導を考慮するにあたり、以下に留意点などを記す。

(1) 着雪対策

視線誘導標・スノーボールの導入区間の立地条件によっては、視線誘導標・スノーボールの反射体や自発光部に降雪や飛雪が着雪しやすい場合があり、その場合には視線誘導標・スノーボールの機能が損なわれるので、難着雪タイプの導入など着雪対策を検討しておく必要がある。

(2) 支柱の伸縮

伸縮式の視線誘導標・スノーボールを用いる場合、視線誘導部の高さが雪堤に隠れないのはもちろんのこと、雪堤の高さからの飛雪にも配慮して、支柱の長さを検討する。

(3) 道路景観

道路景観の保全に配慮する必要がある区間では、景観への影響が小さい伸縮式の視線誘導標を用いることを優先し、支柱（収納部分）は周囲の景観に馴染む色彩を採用する。

＜参考＞自発光視線誘導標

自発光視線誘導標は、吹雪による視界不良時に点灯することにより、視線誘導効果を高める視線誘導施設である。

（自発光視線誘導標の特徴）

自発光視線誘導標は、路側や中央分離帯に連続的に配置し、点灯することによって吹雪による視界不良時および夜間において道路線形や前方の視認性を向上させる効果が期待できる視線誘導施設である。しかし、過剰な発光はドライバーへのまぶしさや不快感を与えることがある。

（自発光視線誘導施設の仕様について）

高規格幹線道路以外では自発光視線誘導標の設置事例は少なく、現状では一定の仕様を定めるに至っていない。現時点までの設置事例や調査事例を参考に仕様をまとめると以下のとおりである。

- (1)高さ：1.5m以上（積雪や雪堤の高さを考慮する）
- (2)発光色：橙色
- (3)発光方法：常灯

(1)高さ

視線誘導部の高さの異なる視線誘導標の視認性を比較した調査研究例では、高さ1.5mと2.0mの評価が高いという結果を得ている²³⁾。これを参考にすると、少なくとも1.5m以上を確保した上で、道路除雪による雪堤からの飛雪の高さや積雪を考慮した高さとするのが望ましい。

(2)発光色

視線誘導部のLEDの発光色は、災害防止および緊急体制に関する施設表示の色彩規定（「安全色彩使用通則（JIS9101）」）²⁴⁾に従い、危険および安全施設を意味する「橙色（黄赤）」とすることが良い。

(3)発光方法

視線誘導標を自発光とする場合、発光方法は可能な限り常灯が望ましい。

＜備考＞発光輝度について

自発光視線誘導標の発光輝度は、発光輝度が高いほど、吹雪時の視線誘導効果が期待できる一方で、夜間には逆にまぶしすぎて運転の障害になることが懸念される。吹雪時の視線誘導標の最適発光輝度は環境条件（背景輝度）に応じて定まる²⁵⁾。そのため、自発光視線誘導標の発光輝度は、まぶしすぎずかつ視認性効果の高い発光輝度とし、環境条件（背景輝度）に応じた輝度可変タイプとする方法もある。

＜備考＞発光方式の違いによる視認性評価

自発光視線誘導標（自発光デリニエータ）のモニターによる視認性実験によると、常灯の方が点滅よりも視認性評価が高い傾向にある²⁵⁾。

3-2 固定式視線誘導柱の設計

3-2-1 構造

固定式視線誘導柱の構造および各部材の名称については「北海道開発局道路設計要領 第6集標準設計図集」²⁶⁾を参照すること。

3-2-2 矢羽根の形状と色彩

固定式視線誘導柱の矢羽根の形状は矢印型、色彩は赤白を標準とする。

(矢羽根部の色彩)

標準的な矢羽根の形状及び色彩は「北海道開発局道路設計要領 第6集標準設計図集」²⁶⁾に、矢羽根に用いる反射材は「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾に準拠する。

なお、視線誘導施設に関する色彩は赤白が多いが、これは昭和21年に北海道内で初めて使用された色付き視線誘導標（スノーポール）の模様が赤白色²⁸⁾であり、その色が矢羽根にも引き継がれたためである。また、「視線誘導標設置基準・同解説」¹⁷⁾では、積雪地の視線誘導標に添架するスノーポールの色彩として赤白のゼブラ模様とすることを記載している。このような歴史的経緯などから、固定式視線誘導柱の矢羽根の色彩は赤白を標準とする。ただし、道路景観に配慮する必要がある区間においてはこの限りではない。

(道路景観に配慮した矢羽根の色彩・デザイン)

道路景観の保全に配慮する必要がある区間では、以下の点に留意して固定式視線誘導柱の矢羽根の形状やデザインを検討する。その場合、標準的な矢羽根の仕様には特にこだわらない。ただし、積雪期における標準の赤白の色彩と同等以上の視認性が確保できることを前提とする。

- ・形状： 外側線または路肩の位置を示すポインターを下端に有するほかは、できるだけシンプルでドライバーに違和感とならない形状とする。
- ・色彩： 周囲の景観に馴染みやすい色彩を選択する（支柱についても同様とする）。
- ・その他の留意事項：
 - 蛍光色の色彩の使用、奇抜なデザイン形状の使用を避ける。
 - 原則として自発光の矢羽根を用いない。
 - 背面の色彩についても配慮する。

<参考>固定式視線誘導柱の自発光矢羽根

(1)発光方法

固定式視線誘導柱の矢羽根を自発光とする場合、発光方法は可能な限り常灯が望ましい。

(発光方法)

日中の吹雪時の視認性は、点滅方式に比べ常灯方式の方が見え方のバラツキは小さく、視認性（平均評価点）は高い²⁹⁾。吹雪による気象条件が厳しい区間では、発光に必要な電源を極力確保し、発光方法を常灯とし、矢羽根の表面のみを発光させることが良い。

(常灯とすることが困難な場合の対応)

電源確保の面などから常灯とすることが困難な場合には太陽電池などにより点滅方式とすることができる。なお、点滅においては消灯している時間より点灯している時間の割合が高いほど視認性が高くなる³⁰⁾。

固定式視線誘導柱の矢羽根をやむを得ず点滅させる場合には、その点滅回数を1秒当たり1回程度としたうえで、1回の点灯時間を0.5秒程度とする。

(2)発光色

吹雪による気象条件が厳しい場合、自発光の色彩による視認性は背景条件、気象条件の相違によってやや異なるが、ほぼ一致した傾向として赤色が最も視認性が高く、点光源（目を感じる明るさ）についても短波長（青）あるいは中程度の波長（黄）に比べて、長波長（赤）の感度が高くなる。

また、物体色の誘目性（目立ちやすさ）では、背景が白の場合の順位は、赤色、黄赤色、黄色の順になり、背景が中灰の場合は、黄色、黄赤色、赤色の順になるが、どのような背景色の中でも赤は全般的に誘目性が高い²⁹⁾。従って、矢羽根のLED発光色は、赤色とすることが望ましい。

(3)発光光度

発光光度は吹雪の激しい時を想定すれば、明るいほうが見やすいことになるが、そのままの光量で晴天時の夜間などに発光するとまぶしさを感じさせることになる。

石狩吹雪実験場で寒地土木研究所が行った調査によると、自発光矢羽根の吹雪時夜間の視認性は、累計光度160cd以上でほぼ同程度の効果が発揮し³¹⁾、晴天時の夜間では累計光度600cdでまぶしさを感じていた。また、LED 1個の発光光度が小さい矢羽根の方が視認性に優れていた³¹⁾。これらから、自発光矢羽根のLED 1個の発光光度を8～16cd程度、矢羽根の累計光度を160cd程度とするのが一つの目安と考えられる。

（注）累計光度：矢羽根の前面に取り付けられたLEDの光度の合計値

3-3 視線誘導樹の設計

3-3-1 視線誘導樹の設置の考え方

視線誘導樹は、道路周辺が明るい日中の吹雪時を対象に、周囲とのコントラスト差を利用することで、視線誘導効果を期待する視線誘導施設である。

(視線誘導樹の特徴)

視線誘導樹は全体的に黒っぽいため、道路周辺が白一色になる日中の吹雪時に、背景との輝度差が大きくなることを利用し、道路線形の認識性を向上させる効果が期待できる。また、他の視線誘導施設が人工物であることに対して、樹木を利用した視線誘導樹は道路および周辺環境を合わせた風致美観の向上、景観調和などの二次機能も有する。なお、視線誘導樹は主として昼間の視線誘導効果を期待するものであり、夜間の視線誘導を必要とする場合は他の視線誘導施設と併用するなど、地域事情に応じた工夫が必要である³²⁾。

3-3-2 視線誘導樹の仕様

視線誘導樹は、以下の仕様を満たしていることが必要である。

- (1)樹種：視線誘導樹として採用する樹木は常緑樹とする。
- (2)樹高：完成形で雪堤高さ+1.5m以上とする。

(樹種)

視線誘導樹の適用樹種は、求められる機能・性格から常緑樹とし、各樹種の生育環境に対する特性を把握し、適切に選定する必要がある。適用樹種は自生種とすることが望ましい。具体的な樹種選定に際しては第2編第4章3「植栽樹種と規格」を参考に決定する。

(樹高)

道路上の目標物の視認性は、視野に占めるその目標物の見かけ上の面積が大きければ大きいほど優れる。一般的に、樹木は高さに応じて樹幅も大きくなるので、樹木の規模を樹高に置き換えて考えても良い。

吹雪時に視線誘導樹の樹高と視認性を比較すると、樹高が高い方が視認性に優れるが、80m先までの視線誘導樹の視認性に大きな差はない³³⁾。植栽時の規格は、市場性とコストを考慮して半完成木（3m未満）とする。

3-3-3 配置

吹雪時の視線誘導を目的とした視線誘導樹の配置は、以下を標準とする。

(1)植栽間隔：40m以下とする

(2)横断方向の植栽位置：除雪、草刈、維持管理に支障ない範囲で道路に近づけて設置する

(植栽間隔)

周囲の明るさとのコントラスト差を利用した視線誘導樹が、その効果を発揮するのは主に日中である。日中の視線誘導効果では、植栽間隔25mと50mには大きな差がない³³⁾。さらにコスト面での有利性を考えると、視線誘導樹の植栽間隔を50mとするのが妥当と考えられる。

一方、視線誘導樹の植栽間隔を25mとした場合、狭くしすぎると道路の見通しがむしろ損なわれる可能性がある³⁴⁾。視線誘導樹は主として昼間の視線誘導効果を期待するものであり、夜間の視線誘導を必要とする場合は他の視線誘導施設との併用が必要となる。このほかの視線誘導施設の併用を前提にすると、植栽間隔を狭くした場合に他の視線誘導施設との干渉しあうことが懸念されるため、視線誘導樹の植栽間隔は40m以下を基本とする。

(植栽位置)

視線誘導樹を植栽する道路横断方向の位置は路側に近いほどよいが、車道に接近しすぎると枝葉の繁茂により通行の支障となる。除雪作業や非積雪期の草刈り車の作業に支障となることも懸念される。

固定式視線誘導柱は、草刈車のブレード幅1.3mを考慮して、原則路肩より1.5m離れて設置される（「北海道開発局道路設計要領 第2集道路付帯施設」参照のこと）。これに雪圧防止杭の設置スペース(0.5m)を考慮して、視線誘導樹の植栽位置は路肩端から2.0m離して設置することを原則とする。ただし、草刈車を用いない区間等は、将来の維持計画も考慮の上、別途検討する。

3-3-4 植栽方法

(1) 植栽方法

視線誘導樹の植栽方法については、第2編「防雪林編」を参照のこと。

(2) 雪圧防止対策

斜面に視線誘導樹を植栽する場合、雪圧防止杭（図4-3-7参照）による植栽木の保護を行う必要がある³⁵⁾。

なお、防護柵が設置される区間では、視線誘導樹に対するグライドは少なく雪圧防止杭を要しない。斜面の雪圧対策の詳細については第2編第4章4「道路防雪林の基本設計」を参照されたい。

<参考>間引き木を利用した視線誘導樹

道央自動車道に整備された防雪林の密度管理によって除伐した樹木(高さ2.5m～4.0m)を利用しガードレールに添架することにより、視線誘導樹として再利用した事例がある。



写真4-3-11 間引き木による視線誘導樹 (設置間隔25m)

<参考>雪圧防止杭の設置

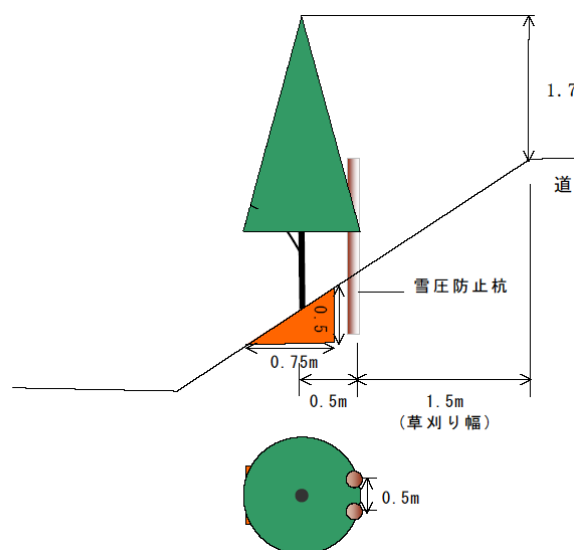


図4-3-7 雪圧防止杭の設置状況³⁵⁾

4. 視線誘導施設の維持・管理

4-1 点検および維持管理

視線誘導施設については、道路巡回において施設の状況を確認し、異状があれば改修等を行う。

道路巡回において視線誘導施設の異状の有無を確認するほか、必要に応じて「反射体（材）・支柱の固定状況」、「破損の有無」、「汚れの程度」、「支柱の傾き」、「支柱、反射部の傾き」、「雑草などによる視認性の阻害」などの項目について点検を実施する。また、視線誘導施設は連続的に設置されることで、視線誘導効果を発揮するので、その並び方についても点検を行っておく。

視線誘導標は、吹雪時および夜間における視線誘導を目的としているために、夜間巡回においても視認性確認が必要となる。

道路巡回の結果、破損度合いが著しく、現場で補修し難い場合は、必要性を判断し、撤去や施設の変更、更新を行う。

（自発光の視線誘導施設の点検・維持管理）

自発光の視線誘導施設では、「自発光部の発光状況（発光光度、点滅の場合は点灯間隔）」、「受電設備または太陽電池パネル」など、以下の項目の点検が必要である。

- ・ 自発光部（LED 発光部など）
- ・ 受電設備または太陽電池パネルの破損の有無
- ・ 点滅発光の場合は、自発光部（LED 発光部など）の点灯間隔

4-2 更新

(1) 更新時の留意点

視線誘導施設の施設更新時にあたっては、以下の点に留意して施設の必要性、自発光施設の適用の妥当性を見直す必要がある。

- (1) 吹雪対策の実施状況（防雪林や防雪柵などの整備状況、及びその防雪効果）
- (2) 沿道環境の変化（家屋の連担や植樹の成長）
- (3) 附属施設の整備状況（防護柵の整備、道路照明の整備など）
- (4) 除排雪の作業形態の変更
- (5) 周辺環境や道路景観
- (6) 施設整備や維持管理にかかるコスト

(施設更新時の検討事項)

(1) 吹雪対策の実施状況

防雪林や防雪柵の整備は吹雪による視程障害そのものを緩和する防雪対策であるから、その整備によって当該区間の視程障害は緩和されるので、視線誘導施設の適用、特に自発光が不要となる場合がある。その検討には、防雪対策の実施状況のみならず、その防雪効果を勘案し決定する。

(2) 沿道環境の変化

沿道の市街地化が進み家屋が連担するようになった区間や、植樹が十分に成長した区間などでは、吹雪による視程障害の程度が緩和されている場合があり、視線誘導施設の適用や自発光施設の必要性を再度検討する。

(3) 道路附属物の整備状況

防雪対策のほか防護柵や道路照明の整備によって、視線誘導標（スノーポール）や固定式視線誘導柱（矢羽根）が不要、または変更の必要性が生じる場合があるので、更新時にはこの点に留意する。

(4) 除排雪形態の変更

除雪の作業形態の変更や運搬排雪の実施により、視線誘導標（スノーポール）や固定式視線誘導柱（矢羽根）を変更する必要性が生じたり、不要となったりする場合があるので、更新時にはこの点に留意する。

(5) 周辺環境や道路景観

視線誘導施設が道路景観に与える影響を熟考の上、設置の有無やより景観への影響の小さい視線誘導施設の選定、色彩や形状などについて十分検討する。特に景観阻害の大きい固定式視線誘導柱（矢羽根）や伸縮式でないスノーポールについては、上記(1)～(4)の状況も考慮しつつ伸縮式スノーポールへの変更や撤去も検討する。

(6) 施設整備や維持管理にかかるコスト

道路整備費や維持管理費は年々減少し、視線誘導施設の整備に際してもコスト縮減に十分配慮する必要性が生じているので、当該箇所での設置の必要性や選定する視線誘導施設のタイプなどコスト縮減を十分考慮する。

参考文献

第2章 道路施設による吹雪対策

- 1) 石本敬志・竹内政夫・野原他喜男・福澤義文, 1985: 切土区間の道路の防雪容量. 寒地技術シンポジウム講演論文集, 533-538.
- 2) 竹内政夫・野原他喜男・福澤義文, 1973: 吹雪による視程障害について. 土木試験所月報, 245, 9-15.
- 3) 日本軽金属(株), 1966: 自動車道路の冬季保守, 39.
- 4) Ronald D. Tabler, 2002: Design Guidelines for the Control of Blowing and Drifting Snow. National Cooperative Highway Research Program, 251.
- 5) (社)日本道路協会, 2008: 防護柵の設置基準・同解説, 丸善(株), 158 pp.

第3章 視線誘導施設

- 1) 金子学・加治屋安彦・福澤義文, 1997: 冬期道路の安全走行支援システムに対する利用者ニーズ(第1報)ー冬道でのヒヤリ体験に関するアンケート調査からー. 第41回北海道開発局技術研究発表会発表概要集, 163-168.
- 2) 丹治和博・金田安弘・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. 寒地技術論文・報告集, 12, 331-337.
- 3) 伊東靖彦・武知洋太・松沢勝・加治屋安彦, 2005: 冬道における視線誘導施設の効果について. 第17回ふゆトピア研究発表会発表論文集(CD-ROM).
- 4) 北海道開発局建設部道路計画課, 1996～2004: 北海道の道路ポケットブック.
- 5) 菅野誠・加治屋安彦・松沢勝, 2005: 冬期道路における安全走行支援システムについてー路側情報提供サービスの実働実験ー. 第48回北海道開発局技術研究発表会発表概要集(CD-ROM).
- 6) 加治屋安彦・松沢勝・鈴木武彦・丹治和博・永田泰浩, 2004: 降雪・吹雪による視程障害条件下のドライバーの運転挙動に関する一考察. 寒地技術論文・報告集, 20, 325-331.
- 7) 伊東靖彦・鈴木武彦・加治屋安彦・武知洋太・松沢勝, 2004: アイマークカメラを用いた視線誘導施設の注視特性調査. 第59回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 703-704.
- 8) 伊東靖彦・武知洋太・松沢勝・加治屋安彦, 2005: アイマークカメラを用いた冬期走行における注視特性調査. 第60回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 593-594.
- 9) 加藤智彦・関谷勉・後藤秀昭, 1960: 視線誘導植栽の交通事故防止効果について. 第24回北海道開発局技術研究発表会論文集, 412-419.
- 10) 北海道開発局土木研究所・(株)シー・イー・サービス, 2003: 視線誘導効果調査検討業務報告書, 437.
- 11) 松沢勝・加治屋安彦・鈴木武彦, 2005: 視線誘導施設の整備の経緯と効果についてー冬期道路におけるヒューマンファクターの視点からー. 第47回北海道開発局技術研究発表会発表概要集(CD-ROM).
- 12) 伊東靖彦・鈴木武彦・松沢勝・加治屋安彦, 2004: 固定式視線誘導標(矢羽根)の経緯とその効果. 日本雪工学会誌, 20, 4, 129-130.
- 13) 草間祥吾・館山孝利, 2005: 冬道交通に伴った視線誘導樹の道路緑化事例について. 第17回ふゆトピア研究発表会論文集(CD-ROM).
- 14) 福澤義文・加治屋安彦・金田安弘・丹治和博, 1996: 吹雪時における自発光視線誘導標による誘導効果について. 1996年度日本雪氷学会全国大会予稿集, 105.
- 15) 北海道開発局開発土木研究所・(財)日本気象協会北海道支社, 1994: 視程障害観測解析業務第Ⅲ部一般国道38号幾寅幹線試験道路調査, 95.
- 16) 北海道開発局開発土木研究所・(財)日本気象協会北海道支社, 1995: 視程障害観測解析業務に関わる車線位置

解析結果, 41.

- 17) (社)日本道路協会, 1984: 視線誘導標設置基準・同解説, 丸善(株), 74pp.
- 18) 北海道開発局留萌開発建設部, 2002: 一般国道232号遠別町啓明地区道路照明整備効果検討調査, 4-15-17.
- 19) 武知洋太・伊東靖彦・松澤勝・加治屋安彦, 2007: 吹雪対策としての視線誘導施設に関する技術資料の検討. ゆきみらい研究発表会論文集.
- 20) 竹内政夫, 1990: 吹雪と道路交通―道路を吹雪から守るためどんな研究をしてきたか―. 第3回開発土木研究所講演会特集号, 42-64.
- 21) 北海道開発局, 2010: 北海道開発局道路設計要領 第2集道路付帯施設.
- 22) 国土交通省北海道開発局, 2004: 北海道の道路景観整備ブック, 11-14.
- 23) 松澤勝・金子学・加治屋安彦, 2002: 寒地AHSユーザ受容性にかかる基礎的検討(第1報). 北海道開発土木研究所月報第585号, 9-18.
- 24) (財)日本色彩研究所, 1993: 色彩ワンポイント 9 安全に役立つ色彩, 日本規格協会, 20-23.
- 25) 萩原亨・Roberto A.Tokunaga・加賀屋誠一, 1998: 吹雪時における視線誘導灯の視認性評価モデル. 寒地技術論文・報告集, 14, 63-67.
- 26) 北海道開発局, 2010: 北海道開発局道路設計要領 第6集標準設計図集.
- 27) 福澤義文・加治屋安彦・廣瀬哲司・今津隆二・湯浅雅也・丹治和博, 1999: 吹雪時の効果的な視線誘導システムと供用道路における検証実験. 寒地技術論文・報告集, 15, 43-49.
- 28) 森田養育, 1988: 真駒内清談(3), (財)北海道河川防災研究センター, 165.
- 29) 武知洋太・伊東靖彦・松澤勝・加治屋安彦, 2006: 吹雪環境下での固定式視線誘導柱(矢羽根)の視認性に関する研究. 寒地土木研究所月報, 636, 12-22.
- 30) 北海道開発土木研究所・(財)日本気象協会北海道支社, 1999: 降雪・吹雪時における多重衝突事故防止対策調査・解析業務, 454.
- 31) 神作博, 1980: 視界と運転・操縦者. 人間工学, 16, 5, 221-228.
- 32) 武知洋太・伊東靖彦・松澤勝・加治屋安彦, 2007: 吹雪対策としての視線誘導施設に関する技術資料の検討. ゆきみらい研究発表会論文集.
- 33) 武知洋太・伊東靖彦・松澤勝・加治屋安彦, 2005: 視線誘導樹の視認性とドライバーの視線誘導樹の注視特性調査. 北海道の雪氷, 24, 42-45.
- 34) 北海道開発局旭川開発建設部・(財)日本気象協会北海道支社, 2001: 旭川紋別自動車道上川町上越白滝道路冬期調査業務, 120.
- 35) 伊東靖彦・松澤勝・齋藤佳彦, 2005: 雪圧防止杭や支柱の設置と路傍植栽の損傷との関係. 2005年度日本雪氷学会全国大会予稿集, 127.