

道路雪氷調査への取り組みについて

About efforts for road snow and ice survey

共通事業本部 地質部 近藤 吏司
共通事業本部 地質部 安藤 勸

北海道は、一年の半分近くが雪に覆われる地域が多い為、人々の生活や物流の基盤となる道路交通網の確保は、「雪」との戦いである。風雪害の中でも特に地吹雪は視界の極端な低下を招き、冬期の交通障害の代表格と言える。

このため、道路事業を進める上で吹雪対策は重要な項目であり、供用前の路線については事前に十分な吹雪対策を含めた防雪対策工を実施し、供用中の路線については追加の防雪対策工を検討する必要がある。また、問題となる風雪害は、大局的には発達した低気圧の通過時や強い冬型の気圧配置が強まった際に発生することが多いが、地形条件や道路構造による「局地性」も見逃さないように把握する必要がある。本稿では道路の吹雪対策のマニュアルの紹介と対策工検討の基礎資料となる現地雪況調査や定点気象観測、移動気象観測調査への取り組みについて紹介する。

1 吹雪対策マニュアルについて

1.1 吹雪対策マニュアルの歴史

土木研究所寒地土木研究所で作成・公開されている「道路吹雪対策マニュアル、平成 23 年改訂版」は、調査や計画から施設の設計、維持管理までを網羅した日本で唯一の総合的な吹雪対策に関する基準書として運用されている。

同マニュアルは、平成 2 年（1990 年）に北海道開発局の編纂で初版が発刊された後、研究成果の蓄積と新技術を反映するため、平成 15 年（2003 年）と平成 23 年（2011 年）に寒地土木研究所で改訂、再改定が行われた。マニュアルは技術的な信頼性から全国の防雪事業で用いられる「防雪・除雪ハンドブック（2005）」や各県で作成される防雪関連の手引き等にも多く引用・反映されている。

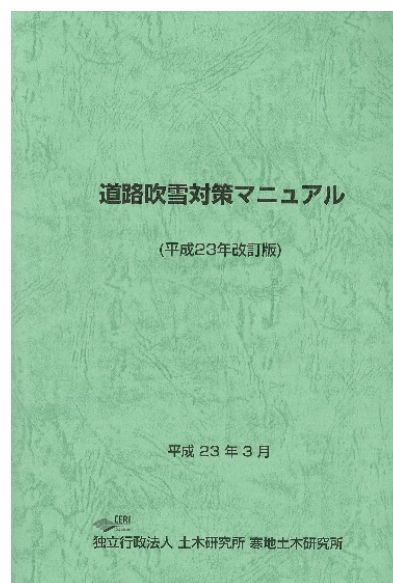


図 1-1 道路吹雪対策マニュアル

寒地土木研究所の HP よりダウンロード可能

URL: https://www2.ceri.go.jp/fubuki_manual/

1.2 吹雪対策マニュアルの構成

道路吹雪対策マニュアルは、四編構成となっており、「第 1 編共通編」で計画・調査・施設の選択、「第 2 編防雪林編」、「第 3 編防雪柵編」、「第 4 編その他対策編」で具体的な対策工の計画から設計、維持管理までを示している。

また、各編末には「資料編」として基礎的な内容や図表類、用語集、設計計算例、参考文献等がまとめられているため、このマニュアル一冊で吹雪対策に関わる事象が網羅できるようになっている（図 1-1）。

2. 基本調査・解析について

2.1 吹雪対策の基本調査の流れ

道路吹雪対策マニュアルでは、図 2-1 に示すフローに従い、基本調査から解析を実施する。

基本調査は新規路線と既存路線でスタートに違いはあるものの、路線近傍の環境条件や気象統計（アメダスや道路テレメータデータの解析）を基に気象や吹雪に関する推定を実施し、具体的な現地調査を行う流れとなっている。

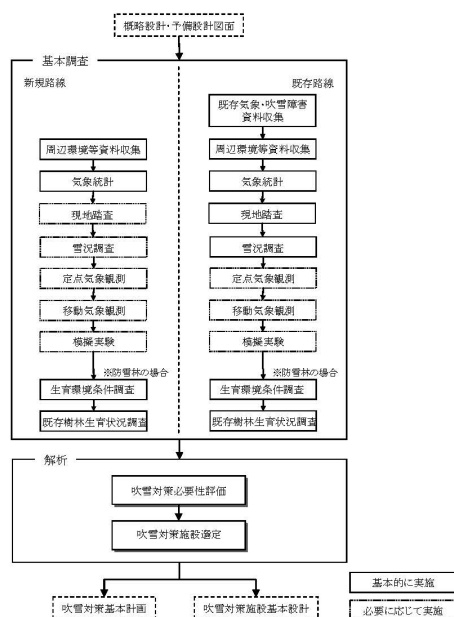


図 2-1 基本調査・解析フロー

道路吹雪対策マニュアル, p. 1-3-12

2.2 現地気象調査方法

現地気象調査は、以下に述べる 3 つの調査に分けられる。いずれの調査も冬期間の気象条件の厳しい中で実施することから、細心の安全対策が求められる。また、現地設置機器は、暴風雪や紫外線等に十分な耐候性を持ち、飛散等による周辺環境に被害を及ぼさないシステムとする必要がある。

(1) 雪況調査

雪況調査は、現地で気象や雪氷状況を確認することを目的としており、得られたデータについて、過去の気象統計値や吹雪障害資料との比較検証を実施する。また、吹雪状況、吹きだまり状況、路線沿いの積雪深の分布を実測し、防雪対策工設計に用いるパラメーターを得る調査でもある。

冬期間の気象や雪氷状況は、年によって異なるため、複数年の調査を継続して実施することが望ましいとされる。

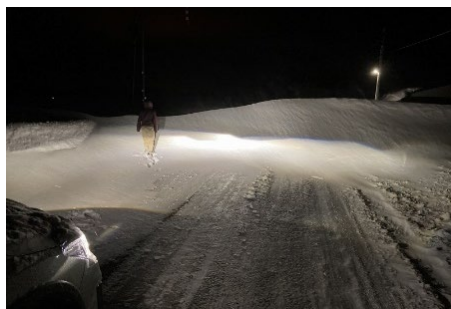


写真 2-1 本線を横断して発達した吹きだまり

(2) 定点気象観測

定点気象観測は、アメダスや道路テレメータ等の対象路線や区間を代表できる気象データが十分でない場合に、気象要素の連続観測を目的として現地に直接気象観測地点を設ける。

新設路線では、道路構造がある程度完成してから実施することが望ましいが、大規模な伐採や土地改変が無い場合は、早期に実施して気象特性を把握する。特に防雪林を検討する場合は、機能発揮まで時間を要するため、樹木の生長を見込み、早期に検討する必要がある。



写真 2-2 気象観測やぐら設置例 (H=10m)

(3) 移動気象観測

移動気象観測は、既存路線の視程や風向・風速の連続データを把握する目的で実施する。ただし、調査対象が新規路線の場合で、近接した平行する既存路線がある場合は、移動観測調査を行う必要がある。

気象計器は車両に搭載し、走行しながら観測するため、実態に即したデータが得られる利点がある。ただし、悪天を予想して観測・運行する必要があるため、測定実施の判断の難しさや天候が荒れすぎると運行自体が不能となる等の課題もある。



写真 2-3 気象観測車 (例: 野外化学株式会社所有)

3. 現地気象調査への取り組み

気象状況や各種データの収集は、防雪対策を実施する上で、対象路線の地域特性把握や対策工設計の重要なパラメーターとなる。このため、確実な観測等が求められる。刻々と変化する気象現象を的確に捉え、できるだけ効率的なデータ収集を行うための弊社における取り組みを以下に紹介する。

3.1 社内気象予報士の配置

現地雪況調査は、吹雪直後の風紋や吹きだまり、雪丘、雪庇の発達状況を迅速に把握し、吹雪の危険度評価に反映させる必要がある。また、移動気象観測調査では、路線沿いの卓越風向を考慮した吹雪現象を捉え、かつ、安全に観測が実施できる状況で観測に向かう必要がある。

これらの現地調査は、悪天が「いつ」「どこで」「いつまで継続して」発生するか最適な調査のタイミングを事前に把握することが効率的な調査を行う上で重要となる。このため、弊社では道内の気象に精通した気象予報士を業務担当に配置し、各種気象データの解析(図 3-1)により最適な調査実施のタイミングを判断している。

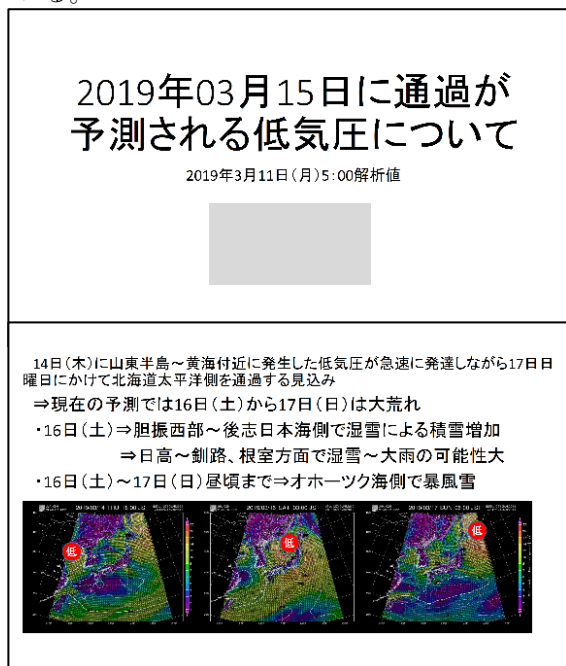


図 3-1 気象解析事例

おおむね 2 週間先までの擾乱について各気象機関から出されるデータを解析し、業務に反映している

3.2 雪氷環境でのレスキュー研修受講者の配置

現地雪況調査において路線の計画初期段階では、山岳地で調査を実施するため、急病やケガが発生した場合、応急処置や搬送の知識が必要となる。また、調査地が基地より遠方の場合、不測の事態に備えたビバーク技術の習得も不可欠である。雪崩の調査対象となる法面や斜面の場合は、雪崩斜面への対処方法や雪崩に遭遇した際の知識が必須となる。このため、現地調査において屋外での傷病者評価や搬送技術、山岳地での活動技能、雪崩レスキューやロープレスキュー技能の習得者を配置し、万全の体制で調査を実施している。



図 3-2 雪氷関連の研修修了者による斜面チェック状況(上)とレスキュー講習受講証明書例(下)

3.3 耐候性資機材の活用

(1) 求められる性能

定点観測機器は、冬期間の厳しい気象条件下であり、特に暴風雪と紫外線に曝されるため、十分な耐候性が求められる。また、駆動電源は、電柱からの引き込みが可能であれば問題となることは無いが、通常はごく低温でも安定した電圧を発揮する高性能の小型バッテリーが求められる。

吹雪状況を画像として記録するインターバルカメラを設置する場合には、距離の目安となる視程旗を設置することがあるが、これについても長期間の風雪と紫外線による劣化を考慮した素材を選定する必要がある。以上のことから、定点観測機器は、厳しい稼働環境下で、安定した機能性と耐候性が求められる。

(2) 採用している観測機器

弊社の業務で用いる機器は、過年度の観測結果を踏まえ、稼働状況が良好である KADEC21 シリーズ（現行は KADEC-R シリーズ）を選定した（表 3-1 参照）。また、道内メーカーであることから、迅速なメンテナンスを受けられることも採用理由の一つである。

表 3-1 定点気象観測機材一覧

要素	使用機器	メーカー
気温	KADEC21-UHTV	ノースワン株式会社
風向風速	KADEC21-KAZE	
積雪深	KADEC21-YUKI	
視程	KADEC21-U	
静止画像	KADEC21-EYE II	

(3) 視程旗について

視程旗は、視程障害状況を画像解析する際、距離間隔の目安とするための重要な観測資材の一つである。距離間隔の目安となる樹林や構造物があれば視程旗が不要となる場合もあるが、地吹雪環境となる平原地では視程旗が必須となる。

一般的な距離の目安は、カメラより 50m, 100m, 150m, 200m であり、記録画像で確認できる大きさとする必要がある。視程板を設置するケースもあるが、暴風雪で破損した際の飛散被害が甚大となる可能性があるため、弊社では不採用としている。



写真 3-3 視程旗の設置例

視程旗は、長期間暴風雪に曝されても機能を保持する十分な強度が必要となるが、高強度の布生地は多種多様で市場にも多く出回っている。その中で、視程旗としての布生地の選定において紫外線に対する耐性が最も重要である。例えば耐靴ベストなどに用いられるアラミド繊維は、通常使用でほぼ破れることは無いが、視程旗としては紫外線に対する耐性が低いため、2 か月も経たないうちに分解・劣化し、機能しなくなるケースがある

ため、紫外線耐性を重要視した選定をする必要がある。また、SDG s に向けた取り組みから、「繰り返し使えて機能が落ちないもの」を製造元と模索している。回収した視程旗は、傷み具合や損傷箇所を気象条件と併せて整理し、製造元と共有することでより良いモノの開発に結びつけている。

表 3-2 使用後の視程旗の傷み具合について

工区	定点番号	写真	KP	コメント	備考
●●●●	定点1		46.3	平均風速1.5m/s 最大風速18.4m/s 損傷具合は一部にほつれがある程度。	H29定点1
	定点2		48.0	平均風速2.4m/s 最大風速21.4m/s 損傷具合は一部にほつれがある程度。	新規箇所
	定点3		49.0	平均風速3.6m/s 最大風速22.3m/s 損傷具合は端部の欠損が著しい。	H29定点2
	定点4		52.7	平均風速4.1m/s 最大風速25.2m/s 損傷具合は端部の欠損が著しい。	H29定点3
××××	定点1		16.030(R)	平均風速1.9m/s 最大風速31.3m/s 損傷具合は端部の欠損が著しい。	H29定点3
	定点2		17.660(L)	平均風速2.5m/s 最大風速25.7m/s 損傷具合は端部の欠損が著しい。	H29定点4

4. おわりに

本稿では、「道路雪氷調査への取り組みについて」についてマニュアルや取り組みを紹介した。冬期の気象は、人々の生活等に様々な影響を与えるため、道路事業において安全安心な交通に少しでも貢献するため、今後も知識や経験を活かした調査とデータ分析及び考察を行い、的確な道路防雪対策に反映できるよう研鑽に励んでいきたい。

【参考文献】

- ・「道路吹雪対策マニュアル(平成23年3月改訂版)」
出典元:土木研究所 寒地土木研究所
- ・「防雪・除雪ハンドブック(2005)」
出典元:(社)日本建設機械化協会 (社)雪センター