

冬期道路管理の国際比較 ～PIARC雪氷データブック2014年版より～

松澤 勝 *1

1. はじめに

積雪寒冷地は、我が国の国土面積の約60%を占める。積雪寒冷地の多くは過疎化という課題を抱えており、自動車交通の分担率が高いという特徴がある。しかし、冬期には、凍結路面や吹雪による視程障害など、車の運転には非常に厳しい環境条件が存在している。このため、積雪寒冷地における社会活動を支えるために、適切な冬期道路管理を行い、安全・確実な冬期道路サービスを提供することが、ますます重要になっている。

著者は、2009年から世界道路協会（PIARC）の冬期サービス委員会の委員を務めている。諸外国でも、我が国と同様に凍結や積雪による冬期の課題を抱えており、海外における冬期道路管理手法の中には、我が国においても参考になるものがあると考えられる。雪氷データブック（Snow and Ice Databook）は、PIARCが発行する世界各国の冬期道路に関するデータを掲載した資料集である¹⁾。田崎²⁾は、雪氷データブック2010年版と、2014年にアンドラ公国で開催された第14回国際冬期道路会議の発表を元に、近年の冬期道路管理の国際動向として、諸外国でも財政的な制約が強まっているという課題があること、効率的・効果的な冬期道路管理の外注のために複数年契約が行われること等を述べている。本報は、その後刊行された、雪氷データブック2014年版に基づき代表的な冬期道路管理目標などについて紹介する。

2. 雪氷データブック2014年版

最初の雪氷データブックは、2002年に札幌で開催されたPIARC(世界道路協会)主催の第11回国際冬期道路会議に合わせて発行された。これ以降、4年に一度、PIARC国際冬期道路会議の際に改訂版が刊行されている。初版では15カ国のデータが掲載されていたが、その後改訂を重ねる毎に掲載国が増加し、2014年版では、27の国と地域（アンドラ、オーストリア、ベルギー、カナダ、カナダ・ケベック、チェコ、デンマーク、エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、アイスランド、イタリア、日本、ラトビア、リトアニア、モロッコ、ニュージーランド、ノルウェー、スロベニア、韓国、スペイン、スウェーデン、スイス、オランダ、イギリス、米国）のデータが掲載されている。また、2014年版からは、従来の英語版、フランス語版に加え、スペイン語版も刊行されている。

雪氷データブックにおける各国の記載部分の章立ては、以下の通り規定されている。しかし詳細な内容については、各国に一任されている。

- 1) 国や道路網の概要
- 2) 気候
- 3) 冬期道路管理
- 4) 現在取り組み中の研究開発

以下では、“3)冬期道路管理”の項目から、代表的な冬期道路管理に関するサービス水準や契約方法について述べる。

3. 冬期道路サービス水準

諸外国では、冬期道路サービスの提供が目的で、冬期道路管理はそのための手段という考えが主流になりつつある。

3.1 道路クラス分類

冬期道路サービス水準を設定するため道路クラス分類が行われている。これは、日本における道路構造を決めるための〇種〇級などの道路水準とは異なる。そのクラス分け方法は、大きく以下の3つに分けられる。

- ① 道路の性格（自専道・国道・地方道など）による分類：カナダ、スイス、オランダなど
- ② 交通量に応じた分類：スウェーデン、フィンランドなど
- ③ 上記の組み合わせによる分類：ノルウェー、オーストリア、カナダ・ケベックなど

3.2 目標とするサービス水準

道路クラスごとに管理目標とするサービス水準が記されている。上位クラスの道路では、“ベア”（路面に雪氷を残さない）を目標とする国が多い。

摩擦係数 μ の水準を定めているのは、フィンランド、スウェーデン、アイスランドのように北欧が多い。フィンランドは、最上位クラスの道路（Is）で $\mu=0.30$ （気温が -6°C 未満の場合は 0.25 ）としている。また、スウェーデンでは最上位クラスの道路では、気温が -6°C 以上では“ベア”、 $-6\sim-12^{\circ}\text{C}$ は、摩擦係数 $\mu>0.35$ などであり、気象条件を付帯している。アイスランドでは、最上位クラスの道路で $\mu>0.25$ 、その次のクラスの道路で $\mu>0.15$ としている。

路面積雪に関する水準を定めているのは、フィンランド、アイスランドなどである。フィンランドの上位クラスの道路

*1 土木研究所 寒地土木研究所 雪氷チーム

(Is, I, Ib) では最大4cm、アイスランドの最上位クラスの道路では最大5cm、その次のクラスの道路では最大12cmとしている。

また、具体的な数値を示していない国や、気象条件に応じて水準を変えている国もある。オーストリアでは強い降雪(10cm/3h以上)や吹きだまり発生時と弱い降雪時に分けたサービス水準を示している。例えば、自専道や主要国道においては、弱い降雪時は全車線の通行を確保し、強い降雪時は一方1車線以上を確保することとしている。

3. 3 除雪や凍結防止作業の出動基準

積雪深による除雪の出動基準(Trigger)が示されていた国は、スウェーデン、カナダ、チェコである。我が国も路面積雪深を除雪出動の目安に用いている。スウェーデンの上位クラスの道路では、積雪1cm以上が除雪の出動基準である。またカナダでは、高速道路や国道は2cm以上、地方道は8cm以上であり、それぞれ目標値は“ベア”と、滑り止め処理した圧雪である。

スウェーデンは摩擦係数に基づく凍結防止剤・滑り止め材散布の出動基準を有する。例えばスウェーデンの上位クラス(クラス1~3)の道路では、走行車線部分で0.3、路肩で0.25である。ただし、フィンランドのように、出動基準(Trigger)を示していない、すなわち、明確にサービス水準と出動基準を分けていない国も多い。

作業開始までの時間(Call-Out)について、デンマークは幹線道路の塩散布を45分、除雪を60分としている。ただし、目標値を“ベア”としているだけで、積雪深や摩擦係数に基づく出動基準は示していない。

3. 4 サイクルタイム

降雪などが続くと、継続的に作業を行う必要がある。除雪や凍結防止作業を何時間おきに行うか、サイクルタイム(Cycle Time) いて各国の事例を記す。

オーストリアでは、国道や自専道(Highway and Motorway)で3時間、日降雪量5000台以上の地方道(Regional Road)で5時間としている。ノルウェーでは、最も上位クラスの道路のサイクルタイムは除雪、凍結防止作業とも1.5時間以内で、その次のクラスの道路は2時間以内である。エストニアは除雪、凍結防止作業とも、高速道路で最大2時間、幹線道路で最大5時間としている。

3. 5 完了までの時間

目標とするサービス水準に回復するまでの時間目標(完了時間)を定めている。ただし国によってばらつきが多い。ノルウェーの最上位クラスの道路のうち日交通量6000台以上の路線では2時間以内、6000台未満の路線では4時間以内として

いる。カナダでは高速道路で4~12時間、国道で12時間としている。フィンランドでは、最上位のクラスの道路では、除雪は2.5時間、摩擦係数確保は2時間としている。

またベルギーでは全ての道路クラスにおいて、作業開始後4時間以内に完了しなければならないと記している。

なお、この完了時間の起点について、降雪や凍結事象(イベント)発生時と記載している国と、降雪終了時と記載している国がある。ただし、降雪中は作業が繰り返し行われるので、降雪終了後と考えて良いと考えられる。

3. 6. 各国の事例

前節までの紹介と重複する部分があるが、いくつかの代表的な国・地域の例を紹介する。

(1) スウェーデンの例

表-1はスウェーデンの冬期道路管理のための道路クラス分類である。日交通量(AADT)に応じて5段階に分けている(表-1)。

除雪や凍結防止剤散布の出動基準は、管理レベル上位の路線で新雪1cm以上、摩擦係数0.3(車道上)となっている(表-2)。また作業完了までの時間は、最上位のクラス1の道路で降雪後2時間、クラス2の道路で3時間などと、道路クラスに応じた時間を設定している。

さらに、完了時間後(すなわち通常時の)管理目標はクラス1~3の道路の車道では、気温が-6℃以上では“ベア”、-6~-12℃は、摩擦係数 $\mu > 0.35$ などと、気象条件を付帯している(表-3)。

表-1 スウェーデンの冬期サービスの道路クラス分類

日交通量	道路クラス
≥16,000	1
8,000-15,999	2
2,000-7,999	3
500-1,999	4
< 500	5

表-2 スウェーデンの出動基準と完了時間(クラス1~3)

	出動基準		完了時間(h)		
	降雪	降雨	道路クラス		
	積雪深	摩擦係数	1	2	3
車道	1 cm	0.3	2	3	4
路肩	1 cm	0.25	4	6	8

表-3 スウェーデンの摩擦係数の管理目標(クラス1~3)

	路面温度		
	-6℃以上	-6 ~ -12℃	-12℃ 未満
車道	”ベア”	0.35	0.25
路肩	0.25	0.25	0.25

(2) カナダ・ケベックの例

表-4は、カナダ・ケベックの例である。スウェーデンと異なり、シンプルな管理目標となっている。

表-4 カナダ・ケベックの管理目標

道路分類	日交通量	サービスレベル
高速道路		完全に”ベア”
国道	>2500台 ≤2500台	完全に”ベア” 一部”ベア”
地方幹線道	>2500台 ≤2500台	完全に”ベア” 一部”ベア”
補助道路	>2500台 500~2500台 ≤500台	”ベア” ”ベア” 圧雪(最大3cm)

(3) オーストリアの例

オーストリアは郊外道路と市街地道路で異なる基準が示されている。表-5は郊外道路の管理目標である。実際はカテゴリD（日交通量1000台未満）までであるが、紙面の都合で略している。なお、激しい吹雪時などの通行止めの基準は示されていない。また国道と高速道路では示されたサービスレベルを24時間提供しているが、地方道では、夜間はこのサービスレベルを保証していない。

また、表-6は市街地の基準である。元の表には歩道や自転車道路を含めて7クラスの分類がされている。そのうち一部を抜粋している。

表-5 オーストリアの管理目標(郊外道路, 抜粋)

道路分類	カテゴリー A	カテゴリー B	カテゴリー C
	国道、高速道路	地方道、日交通量5000台以上	地方道、日交通量1000~5000台
弱い降雪	全車線走行性確保。凍結防止剤で完全に雪氷除去。	全車線走行性確保。凍結防止剤使用を推奨。路面積雪は10cmまで(22~6時を除く)。	全車線走行性確保。凍結防止剤または滑り止め材を使用。路面積雪は10cmまで(20~7時と週末を除く)。
強い降雪(10cm/3h以上)や吹雪	一方向1車線走行性確保。凍結防止剤を使用。完全な雪氷除去を推奨。	一方向1車線走行性確保。凍結防止剤使用を推奨。10cmを超える積雪を許容。	一方向1車線走行性確保。凍結防止剤または滑り止め材を使用。10cmを超える積雪を許容。
激しい吹雪、雪崩、凍雨	走行性を保証しない。通行止めもありうる。警察やメディアを通じて道路利用者に情報提供を行う。		
サービス時間	0-24時	4-22時	5-20時
サイクルタイム	最大3時間	最大5時間	最大5時間

表-6 オーストリアの管理目標(市街地道路, 抜粋)

道路分類	P1	P2	P3
	都市内の主要道路、バス路線、病院や消防署へアクセスする道路	非主要道路。住宅地域や商業地域の支線道路、山岳地域の道路	地方の集落道路
処理	除雪、凍結防止剤	除雪、凍結防止剤を推奨	除雪、滑り止め材、凍結防止剤(必要な場合)
サービス時間	4-22時	5-22時	6-22時
最大の許容積雪	10cm	10cm、夜間はこれ以上	10cm、夜間はこれ以上
サイクルタイム	最大5時間	最大12時間	最大12時間
処理後の路面	乾燥・湿潤	乾燥・湿潤、部分的な凍結を許容	雪氷路面を許容

4. 外注契約

ほとんどの国で冬期道路管理を民間に委託している。契約方法の詳細については、田崎²⁾が『道路』2014年4月号で紹介しているように、フィンランドなど、管理目標を示して性能規定として契約を行っている国が多い。また冬期道路管理を複数年契約している国がいくつか見られる。代表的な国と期間として

ベルギー：1~3年

オーストリア：3~5年

エストニア：5~8年

フィンランド：5~7年

などである。雪氷データブックには載っていないが、田崎²⁾によると第14回国際冬期道路会議アンドラ大会の発表では10年で行っている事例もあるとのことである。

ベルギーは地域によって契約期間や内容が異なる。ブリュッセル都市域では、1年契約であるが、2回更新が可能としている。フランダース地域では3年契約である。これらの契約ではオペレータとダンプトラックを民間が用意し、凍結防止剤散布装置と塩を発注者側が提供する。(なお、入札方法、支払い方法についての記述は無い。)

フィンランドでは、2010年に、フィンランド道路庁が、鉄道庁などと合併し、フィンランド交通省(FTA:Finland Transportation Agency)が発足した。FTAの下に、9の地域部局があり、冬期道路管理の契約を担当している。契約は、価格と品質によるコンペティションによって受注業者を決定し、国内で81のエリアに分けて5~7年の管理契約が結ばれる。各エリアの管理延長は500~2000kmである。フィンランド交通省は毎春に道路利用者の満足度調査を行う。総委託費の0~2%に相当する満足度に応じたボーナスが支払われる。しかし、

利用者満足度は、受注業者の作業努力よりも気象条件に強く影響されるため、期待していたような効果が見られていないとの記述がされている。なお、フィンランドの冬期道路管理と契約について田崎²⁾や浅野・舟橋³⁾に詳しい。

スウェーデンでは、競争入札 (competitive bidding) によって受注業者が決定される。契約年数については記述は無いが、浅野・舟橋³⁾によると2005年時点では、基本は3カ年契約で2年までの延長が可能とのことである。受注業者は官側から提示された要求仕様を常に保つことが要求される (きわめて厳しい気象状況で規定の完了時間に作業が間に合わない場合を除く)。また、気象条件に基づく単価契約による支払いが行われている。受注業者の努力で散布する塩を節約した場合は、ボーナスが支払われる。この際、ウェザーインデックス (凍結路面や降雪、吹きだまりの発生しやすさを示す指標) とソルトインデックス (推奨散布量と実際の散布量との比較を表す指標) が用いられている。

ノルウェーでも同じ様な冬期指標があるが、「冬期管理委託の支払い補償に用いるには不十分」であると記している。ノルウェーも競争入札 (competitive bidding) で受注業者を決定する。受注業者は冬期道路管理基準の達成に責務を持つだけでなく、冬期管理計画、道路状況調査、適切な対応を行わなければならない。ノルウェー公共道路庁 (NPRA:Norwegian Public Roads Administration) はランダムに道路上の雪氷の厚さ、滑り摩擦係数の計測を行い、受注業者が要求仕様 (基準) を満たす管理を行っているか検査を行う。もし、仕様を満たさない場合は、ペナルティとして支払額が減額される。そのペナルティの大きさは、違反の回数、深刻さ、道路利用者に与える危険性などによって決められる。受注業者のパフォーマンス (ペナルティの数を含む) はNPRAによって年2回評価される。この評価結果は入札時に考慮される。

オーストリアは、250の道路サービスセンターに道路マスター (road master) と呼ばれる管理者が置かれている。道路マスターは夏冬通じた道路管理の判断権限を持つ。冬期道路管理の委託契約は、道路庁が示したリクワイヤメント (要求仕様書) に依る入札 (tender) で業者を決定する。プラウや凍結防止剤散布装置は官貸である。契約期間は3~5年である (発注時の要求仕様に基づく)。

なお、海外では専用の除雪車や凍結防止剤散布車は少なく、一般にダンプトラックにプラウ装置や凍結防止剤散布装置を取り付ける場合が多い。このため、民間が汎用的なダンプトラックを用意し、官が冬期道路管理のための装置を貸与するケースが多い。写真-1は、ポーランドの除雪基地で保管されている、プラウと凍結防止剤散布装置である。



写真-1 保管中のプラウと凍結防止剤散布装置

5 通行止め

通行止めに関する基準は掲載されていない国が多い。また記載されていても、吹きだまり時や雪崩発生時などとされている程度である。

アイスランドは、道路管理を行う ICERA (アイスランド道路庁) の雪崩危険度や洪水などの情報を元に、警察が通行止めを行う。オーストリアは、激しい吹雪や雪崩、凍雨発生時に“走行性 (Trafficability) を保証しない。通行止めがあり得る”とだけ示している。ドイツも同様である。

ノルウェーでは、大型車に対して凍結の恐れがある場合のチェーンの携行を義務づけている。(注: ノルウェーはスパイクタイヤ使用を認めている)。峠は吹雪時は一時的に通行止めを行うことがある。除雪車を先頭と最後尾に配置した隊列走行 (コンボイ走行) により、一般車両を通行させるとしている。いくつかの峠は冬期間を通じて通行止めを行う。雪崩は、北部の海岸道路ではシビアな問題であり、雪崩発生危険性の高い斜面は、火薬で積雪を処理している。

6 おわりに

PIARC雪氷データブック2014年版より、海外における冬期道路管理の基準や契約などについて紹介した。PIARCでは、2018年にポーランド・グダンスク市で第15回国際冬期道路会議を開催する。この会議に向けて、雪氷データブックの改訂が行われる予定である。引き続き、海外事例を調査し国内に還元することで、効果的な冬期道路管理に寄与したいと考えている。

参考文献

- 1) PIARC (2014) : Snow and Ice Databook 2014, 235pp, <http://www.piarc.org/en/order-library/22913-en-Snow%20and%20Ice%20Databook%202014.htm>
- 2) 田崎忠行 (2014) : キーワードは「財政制約」と「複数年契約」道路, 2014年4月号, 85-86.
- 3) 浅野基樹、舟橋誠 (2005) : 冬期道路管理に関する北欧調査, 寒地土木研究所月報, 625, 40-48.