

冬期路面状況の変化について*

Change of snow and ice on roads*

松沢 勝**, 加治屋 安彦***, 川島 由載****, 内藤 利幸*****

By Masaru MATSUZAWA, Yasuhiko KAJIYA, Yoshinori KAWASHIMA, and Toshiyuki NAITO

1. はじめに

冬期における自動車交通のスタッドレスタイヤ化が進むなか、都市部を中心として非常に滑りやすい路面の出現が大きな問題となっている。このような路面状況が、冬期における道路交通環境の悪化を招き、交通渋滞や交通事故の危険度が増加する要因のひとつとなっている。

現状では、いわゆる滑り試験車の台数が限られているため、様々な地域や管理状況における雪氷路面の滑り摩擦係数を把握することが困難である。

そこで、北海道開発局開発土木研究所では、目視による雪氷路面分類およびポータブルスキッドテスター測定値等を用いて、路面管理水準を把握するための基礎データを得ることを目的として、冬期路面状況調査を行った。

本報告は、この調査結果を基に、近年の冬期道路交通に影響を及ぼしているような路面状況（非常に滑りやすい圧雪、氷板、氷膜）の発生条件、発生機構等を整理、分析したものである。

2. 平成7年度冬期の状況

今季、札幌市や小樽市などでは、記録的な豪雪であったが、室蘭市、帯広市等の太平洋側の各都市では、平年よりも降雪量は少なかった。

* キーワーズ：交通管理、雪氷路面

** 正員、理修、北海道開発局 開発土木研究所 防災雪氷研究室

*** 正員、北海道開発局 開発土木研究所 防災雪氷研究室

(札幌市豊平区平岸1条3丁目、TEL011-841-1111, FAX011-841-9747)

**** 正員、理修、北海道開発コンサルタント(株) 交通施設部

***** 正員、工修、北海道開発コンサルタント(株) 交通施設部

(札幌市豊平区月寒東4条9丁目、TEL011-851-9223, FAX011-857-6604)

気温については、調査対象都市のうち、旭川市、北見市を除いて、真冬日（最高気温0℃以下）よりも、最高気温0℃以上かつ最低気温0℃以下の日数が多かった。

3. 冬期路面状況調査の概要

1) 調査の内容

現地において凍結路面の発生が予測される日に、滑り抵抗値および路面状況等を一定時間経過毎に測定、観測する。調査は、1回につき24時間（12:00p.m.～翌日12:00p.m.）継続調査であり、1交差点について3回（延べ72時間）調査を行った。

調査項目は、以下に示すとおりである。それぞれ、2時間毎に観測、記録した。

・天候：観測地点における天候。

・気温：調査箇所付近の路面上約1.5mで測定。

・路温：温度計を直接雪氷路面に接触させて測定。

・降雪深：前の測定時からの降雪深を測定、記録。

・路面残雪深：車両走行部分の残雪深を縦断方向に3箇所測定。

・圧雪硬度：車両走行部分の圧雪硬度を木下式硬度計によって縦断方向に3箇所測定。

・凍結防止剤種類：該当する薬剤種類の記録。

・凍結防止剤残留濃度：車両走行部分の凍結防止剤残留濃度を塩分濃度計（塩分屈折計）によって、縦断方向に3箇所測定。塩化ナトリウム以外の薬剤を利用している場合は、その他の計器を用いて残留濃度を測定。

・路面性状¹⁾：路面性状を記録。（図-1）

・滑り抵抗値：車両走行部分の滑り抵抗値をポータブルスキッドテスターによって、車両走行部分の縦

断方向に5箇所測定。記録は、測定値の最大値、最小値を除き、3回分を採用した。

さらに、調査車線の交通量を、小型車、大型車の2車種をタイヤチェーン装着有無別で、1時間毎に記録した。

また、調査実施時間中の雪氷路面対策記録（凍結防止剤散布、砕石散布、除雪作業等）の収集、路面の写真撮影も行った。

2）調査交差点

調査は、図-2のように道内9都市11交差点で行った。日付はすべて平成8年である。

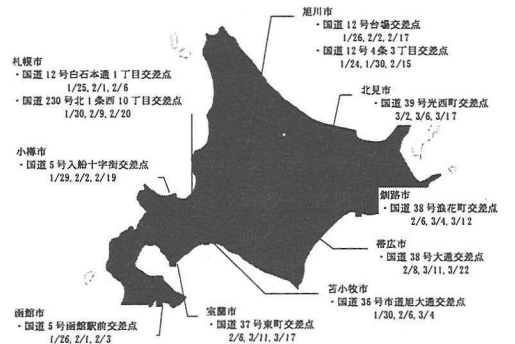


図-2 調査実施交差点

4. 調査結果のまとめ

1）路面性状別平均滑り抵抗値

表-1のように、見た目から判断される滑りやすさの順位と、ポータブルスキッドテスターによって得られた滑り抵抗値の小さ順とは必ずしも一致しない。ポータブルスキッドテスターによって得られた滑り抵抗値のみでは、路面性状を特定することができないと思われる。

2）気温・路温・降雪量のランク別路面性状出現率

気温（図-3）は2.0℃以下、路温（図-4）は0℃以下の場合に「非常に滑りやすい」路面が見られる。それぞれの温度が低いほど、この比率は増加している。降雪量ランク別（図-5）で見ると、降雪量が0～40mmの場合に「非常に滑りやすい」路面が見られる。

比較的強い降雪があった場合についてはデータ数が少ないため断定はできないが、「非常に滑りやすい」

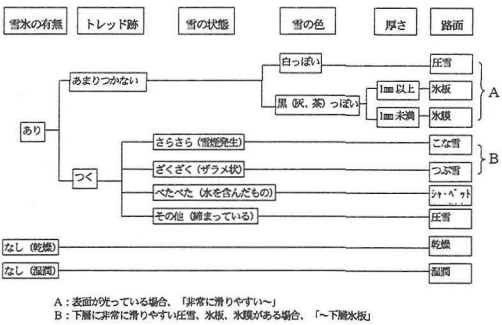


図-1 路面性状の区分

表-1 路面性状別平均滑り抵抗値

路面性状	滑り抵抗値	路面性状
非常に滑りやすい氷膜	27.9	非常に滑りやすい氷膜
氷板	36.9	非常に滑りやすい氷板
こな雪下層氷板	40.6	非常に滑りやすい圧雪
氷膜	40.7	氷膜
非常に滑りやすい圧雪	40.9	氷板
つぶ雪下層氷板	42.1	こな雪下層氷板
非常に滑りやすい氷板	42.6	つぶ雪下層氷板
圧雪	42.8	圧雪
つぶ雪	47.6	こな雪
シャーベット	53.1	つぶ雪
こな雪	56.8	シャーベット
湿潤	66.7	湿潤
乾燥	76.6	乾燥

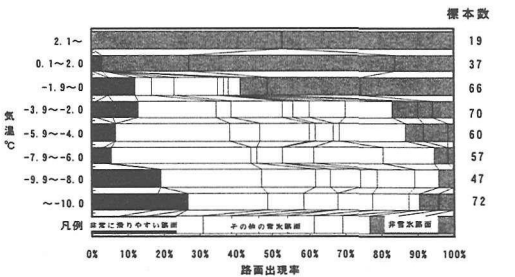


図-3 気温ランク別路面性状構成比

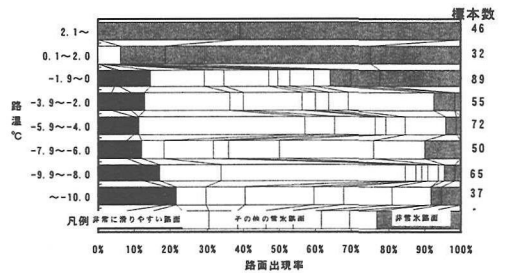


図-4 路温ランク別路面性状構成比

路面が発生することは少ないと考えられる。この場合は、「圧雪」路面を形成する場合が、半数以上を占めているが、気温、路温によっては、「シャーベット」「下層氷板」路面の発生も考えられる。

3) 各路面性状発生時の状況 (表-2)

「非常に滑りやすい」路面に着目すると、「非常に滑りやすい圧雪」と「非常に滑りやすい氷板」は、気温、路温、残雪深は同条件であるが、降雪深の多少によって区分される。また、「非常に滑りやすい氷膜」と「乾燥、湿潤」は、気温、降雪深、残雪深は同条件であるが、路温が0℃以下であれば、「非常に滑りやすい氷膜」となっている。安全な路面（乾燥、湿潤）と非常に滑りやすい路面（氷膜）が表裏一体の関係であることが明らかとなった。

4) 路面状況の変化 (図-6)

「非常に滑りやすい」路面の発生について着目すると、概ね以下のことが考えられる。

- ・「非常に滑りやすい圧雪、氷板、氷膜」はそれぞれ、「圧雪、氷板、氷膜」から遷移することが多い。
- ・このときの降雪量は、「減少する」、「変化がない」という場合がほとんどである。
- ・「圧雪」が「非常に滑りやすい圧雪」に変化する場合は、気温、路温ともに上昇している。これは、雪氷路面表面の融解、凍結の繰り返しによるものと考えられる。
- ・「氷板」、「氷膜」が「非常に滑りやすい」路面に変化する場合は、気温、路温の低下、降雪なしという条件で見受けられる。これは、車両の走行によって路面が磨かれていく状況を示すものと考えられる。

5) 路面状況の時系列的変化 (図-7)

地区別の測定値の時間変化から、以下のような傾向が見受けられた。

- ・一般に、路温は気温よりも高いが、降雪があった場合、その差が大きくなる。
- ・雪の降り始め、あるいは急に降雪が強くなった場合は、圧雪硬度が低くなる。
- ・しかし、断続的な降雪の場合は、低下した圧雪硬度が再び上昇する。特に、瞬間的に比較的強い降雪の後、降雪が弱まった場合はこの傾向が顕著である。

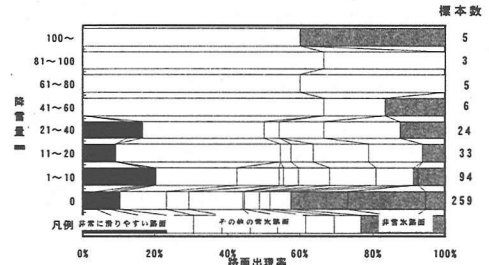


図-5 降雪量ランク別路面性状構成比

表-2 各路面性状発生時の状況

気温	路温	降雪深	残雪深	凍結指標	圧雪硬度 g/cm ²	路面性状
-7℃以下	-6℃以下	10mm以上	8mm以上	40.63	63708	こな雪下層氷板
		5mm以上	8mm以上	40.91	64649	非常に滑りやすい圧雪
		5mm未満	8mm以上	42.58	41633	非常に滑りやすい氷板
		5mm以上	5mm未満	36.93	175596	氷板
-5℃以下	-6℃以下	5mm未満	5mm未満	47.60	79913	つぶ雪
		5mm以上	5mm未満	56.76	95008	こな雪
		10mm以上	8mm以上	42.82	69657	圧雪
		5mm以上	8mm以上	42.10	68194	つぶ雪下層氷板
-0℃以下	-0℃以下	5mm未満	5mm未満	40.68	146432	氷膜
		10mm以上	5mm未満	53.13	50291	シャーベット
		5mm未満	5mm未満	27.44	—	非常に滑りやすい氷膜
	0℃以上	5mm未満	5mm未満	71.35	—	乾燥、湿潤

変化前路面性状	気温	路温	降雪	凍結	交通量	変化後路面性状
圧雪	●	●	?	×	?	非常に滑りやすい 圧雪
	●	●	●	×	●	
こな雪下層氷板	?	●	●	●	?	非常に滑りやすい 氷板
氷板	●	●	×	×	●	
つぶ雪下層氷板	●	●	?	●	?	非常に滑りやすい 氷膜
氷膜	?	●	×	●	●	
非常に滑りやすい 圧雪	●	●	●	●	?	氷板
非常に滑りやすい 氷板	●	●	×	×	●	
	?	●	●	●	?	こな雪下層氷板

凡例	気温	路温	降雪深	残雪深	交通量
●	-5℃以上	-5℃以上	10mm以上	500g以上	
○	-5℃以上	-5℃以上	5mm以上	500g以上	
×	-5℃以上	-5℃以上	5mm未満	500g以上	
●	-5℃以上	-5℃以上	10mm以上	500g未満	
○	-5℃以上	-5℃以上	5mm以上	500g未満	
×	-5℃以上	-5℃以上	5mm未満	500g未満	

矢印	ほとんど変化なし	増加 上昇	減少 低下	微増	微減
凡例	→	↗	↘	↗	↘

図-6 路面性状の変化

- ・雪の降り始め、あるいは急に降雪が強くなった場合は、滑り抵抗値が大きくなる。
- ・しかし、断続的な降雪の場合は、滑り抵抗値が再び減少する。特に、瞬間的に比較的強い降雪の後、降雪が弱まった場合はこの傾向が顕著である。
- ・凍結防止剤残留濃度が低い、路温が低い、交通量が比較的多い、という条件の下では、圧雪硬度が上昇する傾向がある。
- ・凍結防止剤残留濃度の増減と、滑り抵抗値の増減は同じような傾向である。

5. おわりに

本調査の結果から、「非常に滑りやすい」路面の発生条件、路面性状変化の外的要因等について、その傾向を明らかにした。

また、路面に凹凸がある場合に、ポータブルスキッドテスターの測定値にばらつきが多いこと、および、路面残雪深の少ない場合に木下式硬度計の測定には限界があることから、滑り抵抗値や、圧雪硬度の分析を行うことができなかった。今後、路上観測用の適切な試験器の開発が必要と考えられる。

いずれにせよ、今後、適切な路面管理を行う上で、本調査を通じて得た知見は大きく、北海道開発局開発土木研究所で主催する「札幌圏における降雪・凍結予測情報を活用した冬期道路管理手法連絡会」などを通じて、解析結果の道路管理への活用を考えていく予定である。

参考文献

1) 松沢・加治屋、冬期路面に関する調査研究の動向、雪と対策 95'~96', pp. 前文 38~45

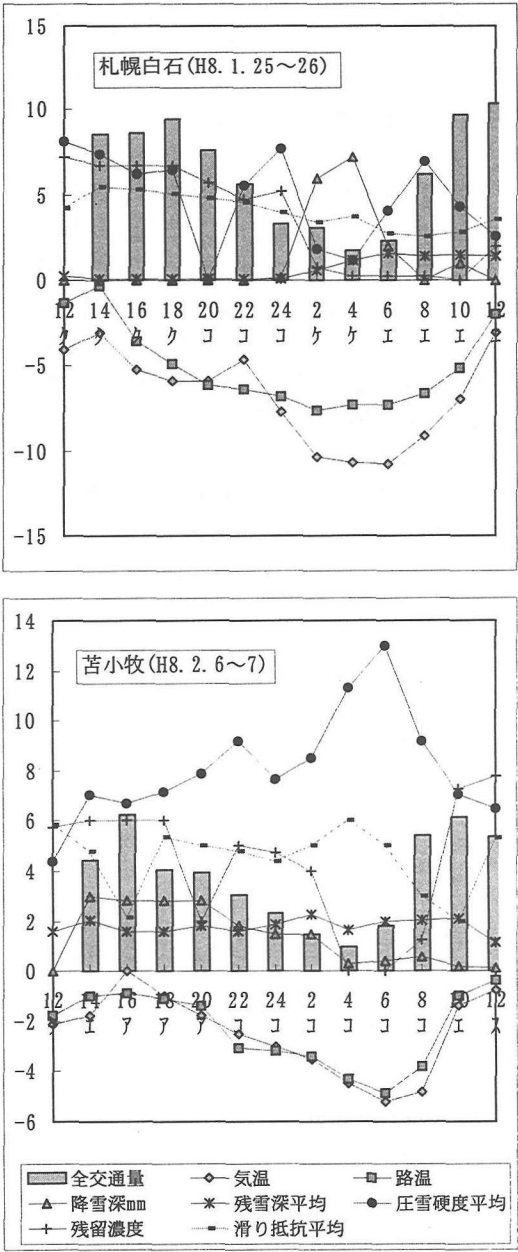


図-7 路面状況の時系列的変化の例