

高規格幹線道路における排水性舗装の冬期路面管理

- 一般国道 39 号美幌町美幌バイパスにおける調査 -

維持管理研究室 早坂 保則*

1. はじめに

北海道開発局では平成 12 年度より高規格幹線道路に排水性舗装を適用することとした。一般国道で平成 12 年度末まで約 250,000 m²の施工実績を有しているが、高規格幹線道路における実績が無いことから、平成 12 年度に一般国道 39 号美幌町美幌バイパス 1 工区(L=3.2 km)において排水性舗装の試験施工を行い、冬期路面管理等に関する調査を実施した。

一般国道における試験施工結果や各種報告等を報告する。

2. 排水性舗装の性状

美幌バイパスで施工した排水性舗装の配合と物性試験結果を表 - 1 に示す。また、施工直後(平成12年10月)と一冬経過した施工8ヵ月後(平成13年6月)の路面性状調査結果を表 - 2 に示す。

排水性舗装の目標空隙率は17%、このときの低温カウンタプロ損失率は17.1%と規格値の20%を満足した。供用後の路面性状の内、わだち掘れが一般舗装(細粒度ギャップアスコン)に比べ大きかったが、現場透水量、すべり摩擦係数共に良好な結果であった。

このことから、美幌バイパスの排水性舗装は冬期間も良好な状態に保たれていたと判断できる。

3. 排水性舗装の冬期路面状況

美幌バイパスの冬期路面状況及び冬期路面管理について以下に示す。

3.1 冬期路面状態

降雪時の美幌バイパスの排水性舗装と美幌バイパスから約4km北見側の美野峠の一般舗装(細粒度ギャップアスコン)の路面状態の違いを以下に示す。2箇所の位置図を図 - 1 に、路面状況を図 - 2 に示す。美幌バイパスでは凍結防止剤を単独で散布しているが、美野峠では主に凍結防止剤と砂を混合した湿砂を散布している。

表 - 1 配合と物性試験結果

配合 物性試験結果		混合物種別	排水性舗装 (13) 空隙率17%
配 合		砕石6号(13-5)	75.9
		粗砂	14.7
		石粉	4.5
		アスファルト量	4.9
		計	100.0
物 性 試 験 結 果		砕石6号のすりへり減量(%)	12.23
		密度(g/cm ³)	2.161
		安定度(KN)	5.87
		空隙率(%)	17.0
		動的安定度(回/mm)	5,250
		すりへり断面積(cm ²)	0.477
		低温カウンタプロ損失率(%)	17.1

注) 低温カウンタプロ試験とは、アスファルト混合物の骨材飛散抵抗性を評価するために行う試験であり、JHの低温カウンタプロ試験(案)に基づいて行った。その他の物性試験は舗装試験法便覧に基づいて行った。
低温カウンタプロ損失率の規格値：20%以下(道路・河川工事仕様書)

表 - 2 路面性状調査結果

調査結果		調査時期	施工直後 (H12. 10. 18)	施工8ヶ月後 (H13. 6. 12)
現場 透水量 (ml/15sec)	切土		1,111	1,036
	盛土		1,204	1,043
すべり 摩擦係数 (60km/h)	切土		0.36	0.66
	盛土		0.37	0.65
	一般舗装		0.30	0.60
わだち 掘れ量 (mm)	切土		—	8.6
	盛土		—	10.3
	一般舗装		—	5.6

注)現場透水量試験の規格値：900ml/15sec以上(道路・河川工事仕様書)



図 - 1 位置図

11月18日(雪)

美幌バイパスは7:00に凍結防止剤散布後、約3時間経過し、路面が露出していた。

美野峠は8:00に凍結防止剤散布後、約1時間経過し、路面が露出していない。

12月19日(雪)

美幌バイパスは8:10に凍結防止剤散布後、約5時間経過し、路面が露出していない。

美野峠は8:50に凍結防止剤散布後、約4時間経過し、路面が露出していない。

両日の美幌バイパスを比較すると、共に凍結防止剤散布後約4～5時間経過し、11月18日には路面露出したが、12月19日には路面露出していない。この要因として、気温の違い、降雪量の違い等が考えられる。

平成12年12月から平成13年3月まで4ヶ月間の路面状態を比較するためのクロス集計結果を表-3に示す。表中の数値は路面状態の組み合わせが発生した頻度を表し、1日2回(8:00、15:00)の道路巡回時の記録を基に作成している。異なる路面状態が混在している場合は代表するものとした。表の右上側は排水性舗装が一般舗装に比べ“滑りやすい”路面が発生した頻度を示しており、左下は“滑りにくい”路面の発生頻度を示している。また、表の太枠内の数値は、路面状態が同一の頻度を示したものである。なお、この“滑りやすい”、“滑りにくい”とは2箇所の路面状態を比較した際の排水性舗装の相対的な優位さを表したもので、実際のすべり摩擦係数による評価ではない。

また、両箇所の冬期路面管理状況と天候の比較を表-4に示す。朝の平均気温は美幌バイパスが0.8 低く、夕の平均気温は美野峠が0.9 低い。また、各天候の出現頻度も1回程度の差しかなく、両箇所の天候状況には大きな違いは無いと判断できる。

表-3から、同一状態の組み合わせが圧倒的に多い(76%)が、いくつかの特徴的な組み合わせも見られる。朝の路面状態では“滑りやすい”:9件に対し“滑りにくい”:23件、夕の路面状態では“滑りやすい”:8件に対し“滑りにくい”:28件となり、朝夕共に排水性舗装の優位性が示されている。

“滑りにくい”の特徴的なのは、一般舗装で圧雪或いは氷板・氷膜、排水性舗装でシャーベットの組み合わせが14件ある。しかし、“滑りにくい”路面が発生

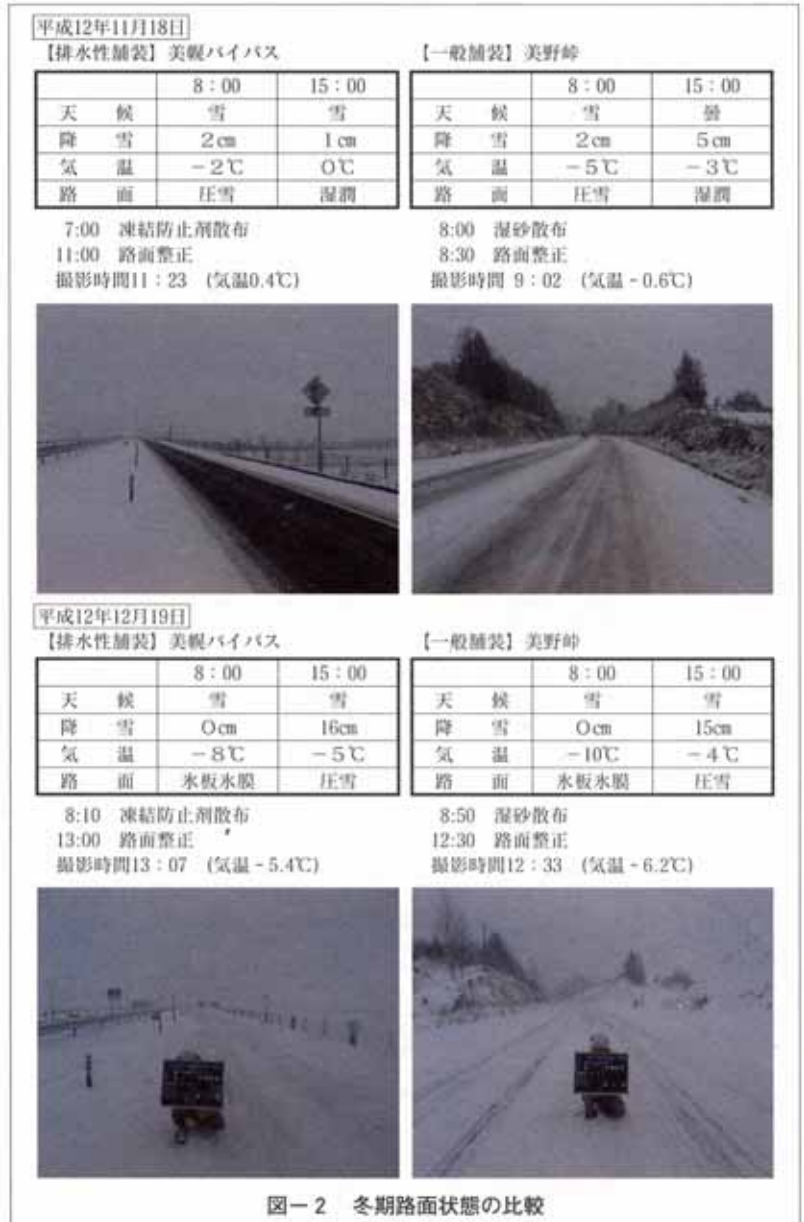


図-2 冬期路面状態の比較

表-3 冬期路面状態クロス集計

		排水性舗装					
		乾燥	湿潤	シャーベット	圧雪	氷板・氷膜	総計
一般舗装	乾燥	62	4			3	69
	湿潤	滑り	1	6		滑りやすい	7
	シャーベット		2				2
	圧雪	に	4	1	9	16	2
	氷板・氷膜	く	3		3		5
	総計	70	13	12	16	10	121
		排水性舗装					
		乾燥	湿潤	シャーベット	圧雪	氷板・氷膜	総計
一般舗装	乾燥	74	8				82
	湿潤	滑り	8	11		滑りやすい	19
	シャーベット						0
	圧雪	に	8		9		17
	氷板・氷膜	く		1	2		3
	総計	90	20	2	9	0	121
		排水性舗装					
		乾燥	湿潤	シャーベット	圧雪	氷板・氷膜	総計
一般舗装	乾燥	136	12			3	151
	湿潤	滑り	9	17		滑りやすい	26
	シャーベット			2			2
	圧雪	に	12	1	9	25	2
	氷板・氷膜	く	3	1	5		5
	総計	160	33	14	25	10	242

表-4 冬期路面管理状況及び天候比較

箇所名 時刻	美野峠(一般舗装)												美幌バイパス(排水性舗装)																			
	朝(8:00)						夕(15:00)						朝(8:00)						夕(15:00)													
	作業内容	除雪車	凍結防止剤散布	路面整正	天候				気温	除雪車	凍結防止剤散布	路面整正	天候				気温	除雪車	凍結防止剤散布	路面整正	天候				気温							
					晴	曇	雪	雨					晴	曇	雪	雨					晴	曇	雪	雨		晴	曇	雪	雨			
平成12年12月	9	16	9	17	8	6	-9.6	6	14	6	18	9	3	1	-4.7	10	10	10	16	7	8	-9.4	4	3	4	18	9	4	-2.9			
平成13年1月	9	13	7	18	5	7	-11.1	4	4	3	19	7	5		-5.7	9	12	8	18	7	6	-13.3	6	0	4	18	8	5	-5.5			
平成13年2月	15	16	11	20	6	2	-13.5	7	6	1	17	7	4		-6.9	10	14	10	20	6	2	-15.3	3	3	2	17	7	4	-6.3			
平成13年3月	6	13	5	12	10	9	-4.9	6	8	4	14	12	5		-1.6	8	9	8	13	10	8	-4.5	3	1	3	14	11	5	-0.6			
計(平均)	39	58	32	67	29	24	1	-9.8	23	32	14	68	35	17	1	-4.7	37	45	36	67	30	24	0	-10.6	16	7	13	67	35	18	0	-3.8

する要因として、舗装種別の違いだけではなく、散布する材料(凍結防止剤と湿砂)の違いも考えられる。

“滑りやすい”の特徴的なものは、一般舗装で乾燥或いは圧雪、排水性舗装で氷板・氷膜の組み合わせが5件あり、これは何れも朝に発生していた。このような場合もあることを認識し、路面管理する必要があると思われる。

3.2 舗装体温度

初冬期の天候を代表する11月17日～20日の美幌バイパスの排水性舗装(橋梁部、盛土部)と一般舗装(ランプ部)の舗装体温度(表面下1cm)の比較図を図-3に示す。

11月17日(晴)

日の出前には排水性(橋梁)が気温以下に温度低下しているが、日照があると温度上昇し、日没と共に温度低下している。舗装体は日照があると、温度上昇するが、測定箇所により違いが現れ、排水性(盛土)、一般舗装、排水性(橋梁)の順に温度が高かった。

11月18日(雪)

朝から雪が降り、1日の気温は-1.7～-0.9 を推移している。排水性(盛土)、一般舗装は0 以上を推移し、排水性(橋梁)は気温と同様の変化をしている。このことから、排水性(盛土)、一般舗装の路面は湿潤或いはシャーベット、排水性(橋梁)は圧雪状態にあり、同じ排水性舗装でも路面状態が異なっていたと考えられる。

11月19日(曇のち晴)

午前曇、午後晴の天候で、1日を通して気温は0 以下であった。一般舗装では日照があると共に温度が上昇し8.5 まで達しているが、排水性舗装は3.9 までしか上昇していない。この差は排水性舗装内に融けた低温の水分が残留し、日照による路面の乾き方に違いが現れたためだと考えられる。

11月20日(曇)

夜間の気温は-9.0 まで低下し、午前中2時間程度

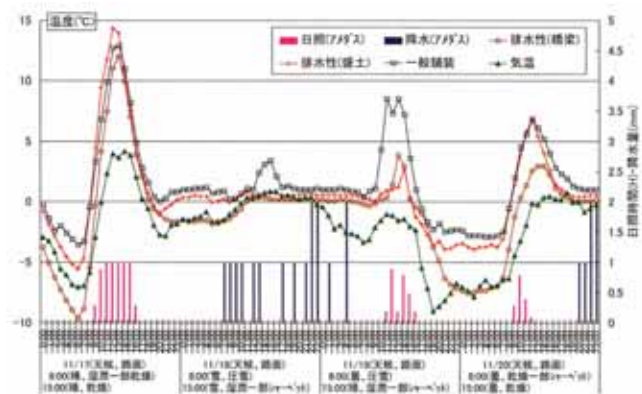


図-3 排水性舗装と一般舗装の舗装体温度比較

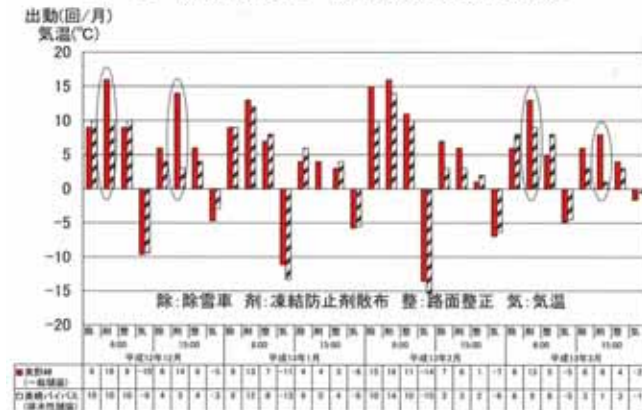


図-4 冬期路面管理状況

の日照があった後、0 前後を推移した。日照があると舗装体温度は上昇し、排水性(盛土)、一般舗装は6.9 に達したが、排水性(橋梁)は3 までしか上昇せず、橋梁部の舗装体温度が低い傾向が現れた。この傾向の要因は舗装ではなく、道路構造(橋梁)にあると考えられる。

降雪後の排水性舗装は空隙内に残った水分の乾燥に時間を要することから、舗装体温度が一般舗装に比べ低い傾向を示すと考えられる。また、橋梁部は床版部下面が開放されている影響から、舗装体温度が低いと考えられる。

3.3 冬期路面管理(除雪・凍結防止剤散布)

平成12年12月から平成13年3月までの4ヶ月間、美幌バイパス(排水性舗装)と一般国道39号美幌町美野峠(一般舗装)における除雪作業、凍結防止剤散布、路面整正作業等の冬期路面管理状況を図-4に示す。

図-4より、除雪と路面整正の出動回数の差はごく僅かだが、凍結防止剤散布回数は排水性舗装が少ない。この傾向は図中の 囲みで示したように、初冬期(12月)や融雪期(3月)に多く現れている。表-4より、2箇所の気象条件はほぼ同じと考えられるが、凍結防止剤の使用量が違うことから一概には言えないが、排水性舗装の方が凍結防止剤散布回数は少なくなる傾向にあると考えられる。

平成12年度冬期間の凍結防止剤等使用実態を表-5に示す。表より、一般舗装である国道3路線(延長111.1km)では液状凍結防止剤約190t、砂約753m³、塩化ナトリウム約3.3t、粉碎塩約1.2tであるのに対し、美幌バイパス(延長3.2km)では液状凍結防止剤約200tを使用した。単位面積当たりの液状凍結防止剤の使用量は、一般舗装である国道が平均0.26kg/m³であるのに対し、美幌バイパスでは約34倍の平均8.87kg/m³であった。美幌バイパスは高規格幹線道路の排水性舗装では初めての冬期路面管理であり、交通安全面を重視した結果、使用量が多くなったと考えられる。使用する凍結抑制剤の種類を含め、今後の検討課題だと考えられる。

3.4 凍結防止剤散布試験

平成13年2月6日に美幌バイパスにおいて、排水性舗装における凍結防止剤散布後の残留塩分濃度試験を実施した。試験は標準散布量(粒状42g/m²、液状50ml/m²)1区間と標準散布量に対し増減した2区間の計3区間に対し、それぞれ2種類の凍結防止剤を用いて実施した。測定は外側のタイヤ走行位置において散布作業前から散布後240分まで10回行った。このときの残留塩分濃度を図-5に示す。ここで使用した粒状凍結防止剤の成分は塩化ナトリウム60%以下・塩化マグネシウム混合物40%以上、液状凍結防止剤の成分は塩化カルシウム約30%である。

今回の試験では、粒状凍結防止剤の効果発現に20~30分要した。また、散布量32~66g/m²の中では残留塩分濃度に差は見られなかった。

液状凍結防止剤は散布直後に塩分濃度10~12%を示した。20分後、散布量30ml/m²の塩分濃度が6%に低下している。同様に6%まで濃度が低下する時間は散布量50ml/m²は60分、散布量70ml/m²は90分を要した。塩

表-5 凍結防止剤等使用実態

	美幌BP L=3.2km A=22,400m ²	国道39号、240号、243号 L=111.1km A=722,150m ²			
	液状凍結防止剤 (t)	液状凍結防止剤 (t)	砂 (m ³)	粉碎塩 (t)	塩化ナトリウム (t)
11月	37.7	22.75	90.1	0.375	0
12月	49.01	56.68	199.4	0.85	0.3
1月	39.697	55.263	212.3	0	0.275
2月	48.612	30.021	133	0	1.525
3月	23.759	25.02	118.6	0	1.175
計	198.778	189.734	753.4	1.225	3.275
1m ² 当たり散布量	8.87 (kg/m ²)	0.26 (kg/m ²)	0.001 (kg/m ²)	-	-

※散布対象道路面積(A):美幌バイパスの幅員を7.0m、国道39号、240号、243号の幅員を6.5mとして算出した。

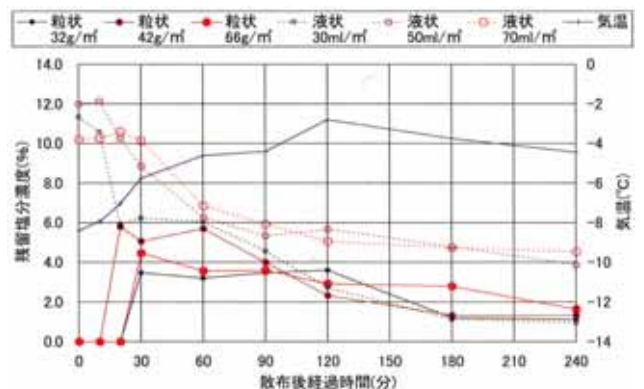


図-5 凍結防止剤の効果持続性

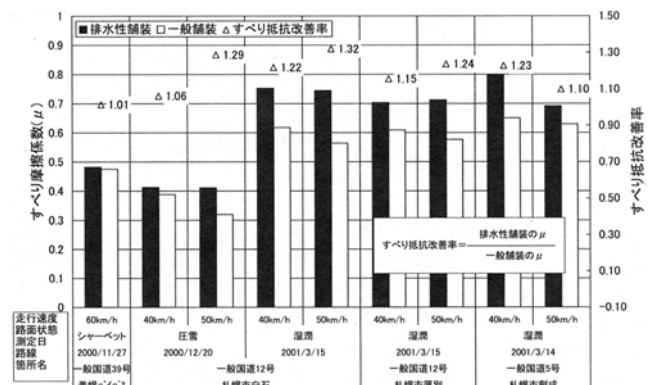


図-6 排水性舗装のスベリ摩擦抵抗

分濃度が4%まで低下する時間は散布量30ml/m²は90分後、散布量50ml/m²、70ml/m²共に240分であった。

今回の試験では、液状凍結防止剤の散布量の大小は、残留塩分濃度の差として現れ、散布量50ml/m²・70ml/m²と散布量30ml/m²には明らかな差が生じていた。しかし、散布量50ml/m²と70ml/m²の差はごく僅かであった。

今後、実際の凍結抑制効果を現地で確認しながら、適正な散布量を決定する必要がある。

3.5 すべり摩擦抵抗

排水性舗装と一般舗装のスベリ摩擦抵抗の比較を行

うため、すべり試験車によるすべり抵抗測定を実施した。美幌バイパスでは路面がシャーベットの場合だけであったことから、他の路面状態の測定結果として一般国道の排水性舗装の測定結果を合わせ、図 - 6 に示す。

図 - 6 から、路面がシャーベット状態の場合、一般舗装と同等のすべり摩擦係数0.48(速度60km/h)を示した。湿潤状態のすべり摩擦係数は、一般舗装に比べ10%~32%(平均21%)大きかった。したがって、凍結防止剤が効果的に機能し、早期に路面が湿潤状態となることで、排水性舗装のすべり路面改善効果も大きくなると考えられる。一般に圧雪路面では舗装種別による差はないと考えられるが、降雪直後の薄い圧雪であったことから舗装種別の差が現れ、一般舗装に比べ若干大きなすべり摩擦係数を示したと考えられる。

4. 他機関の考え方(文献等から)

排水性舗装(高機能舗装)の冬期路面管理に関して、他の機関においても調査研究が行われており、その概要を以下に示すので参考とされたい。

4.1 北陸地方整備局¹⁾

排水性舗装上の圧雪は早く発生し、継続しており、一般舗装と排水性舗装との境界で突然圧雪状態となるため、ドライバーが驚き、急ブレーキをかける等の要因から、この圧雪が渋滞の原因になっている。

排水性舗装は凍結防止剤(塩化ナトリウム)を路上に散布しても、路上水分が排除され、溶液生成が困難又は不利な状況にある。同様に、凍結融解のために散布した場合、散布剤周囲は融雪水が路上から排除されて凍結融解は広がらず散布効果が低下する。このような塩化ナトリウムの散布効果の発現状況は、排水機能の経時的低下状況と気温や降雪により一様ではない。

4.2 日本道路公団²⁾

路面状態については、ポーラス部に残る残雪により、若干白く見えることがあり、視覚的に滑りやすいような感覚を与えるが、すべり摩擦係数は高機能舗装(排水性舗装)の方が高く、凍結防止剤の残留濃度の滞留時間についても密粒度舗装と差は無い。よって、これまでの管理手法を大幅に変える必要が無く、冬期路面に対しての有効性が確認できた。

5. まとめ

平成12年度の冬期間における美幌バイパスの冬期路面に関する調査結果のまとめを以下に示す。

冬期路面状態

- ・ 凍結防止剤の散布量の違いはあるが、朝夕共に排水性舗装の優位な場合が多かった。排水性舗装の優位な事例として、一般舗装が圧雪または氷板・氷膜、排水性舗装がシャーベットの場合があった。
- ・ 排水性舗装の劣った事例として、一般舗装が乾燥または圧雪、排水性舗装が氷板・氷膜の場合があった。このような場合もあることを認識し、路面管理する必要があると考えられる。

冬期の舗装体温度

- ・ 降雪後の排水性舗装は水分の乾燥に時間を要すると考えられ、舗装体温度が一般舗装に比べ低い傾向を示す。

冬期路面管理

- ・ 初冬期や融雪期には、排水性舗装の凍結防止剤散布回数が少なくなる傾向にある。
- ・ 排水性舗装の冬期路面管理に液状凍結防止剤を使用した場合、11月~3月で、8.87kg/m²を使用した。

凍結防止剤散布

- ・ 粒状凍結防止剤の効果発現に20~30分要した。また、散布量32~66g/m²の中では残留塩分濃度に差は見られなかった。
- ・ 液状凍結防止剤の散布量の大小は、残留塩分濃度の差として現れ、散布量50m³/m²・70m³/m²と散布量30m³/m²には明らかな差が生じていた。しかし、散布量50m³/m²と70m³/m²の差はごく僅かであった。
- ・ 今後、実際の凍結抑制効果を現地で確認しながら、適正な散布量を決定する必要がある。

冬期路面のすべり摩擦抵抗

- ・ シャーベットでは一般舗装と同等なすべり摩擦係数を示すと考えられる。
- ・ 湿潤状態のすべり摩擦係数は、一般舗装に比べ10%~32%(平均21%)大きかった。したがって、凍結防止剤が効果的に機能し、早期に路面が湿潤状態となることで、排水性舗装のすべり路面改善効果も大きくなると考えられる。
- ・ 薄い圧雪状態では一般舗装に比べ、大きなすべり摩擦係数を示すと考えられる。

6. おわりに

排水性舗装は、雨天時の走行安全性の向上に効果を発揮することが確認されているが、冬期の高規格幹線道路における路面状態や路面管理手法には不明な点が多い。今回の高規格幹線道路における排水性舗装の冬期路面調査から、次のような課題が明らかとなった。

- ・ 冬期の路面管理水準と管理手法
 - ・ 凍結防止剤の種類(液状、粒状)及び散布量
- 今後、苫小牧寒地試験道路や美幌バイパス等において追跡調査を行い、これらの課題に対する検討を行う予定である。
- また、今回の報告は一冬の美幌バイパスの調査結果であるが、高規格幹線道路における排水性舗装の冬期路面管理の参考としていただきたい。

【参考文献】

- 1) 北陸地方建設局北陸技術事務所：「排水性舗装冬期路面管理方法(案)」1999年11月
- 2) 日本道路公団保全交通部：「高速道路の冬期道路管理における取り組み」道路行政セミナー 2000年12月



早坂 保則*

Yasunori HAYASAKA
北海道開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
主任研究員