

北海道型SMAの開発と運用

田中俊輔・菅野圭一・丸山記美雄

1. はじめに

我が国は、国土面積の約60%が積雪寒冷地に属しており、世界的な豪雪地帯となっている。例えば、北海道札幌市の人口は200万に近く、年間降雪量は5m近くに達し、それ以上になる年もある(観測史上1位は6.8m)。このような多雪地帯に多くの人口を抱える都市は、世界的にも類を見ない。そのため、このような地域の舗装には、高い耐久性と車両走行における十分な安全性を確保するための性能が求められる。

このような課題の克服に向けて、国土交通省北海道開発局(以下「北海道開発局」という。)主催で産学官のメンバーからなる「積雪寒冷地における舗装技術検討委員会(笠原篤委員長:北海道科学大学名誉教授)」において、より高い性能が求められる高規格幹線道路を主眼に置いた表層用アスファルト混合物の検討が行われ、寒地土木研究所も参画し、技術研究面で中心的な役割を担った。そして、北海道型SMA(Stone Mastic Asphalt)と呼ばれる混合物の導入が提言された。2017年度より北海道開発局において本格的な運用が開始され、普及が進んでいる(図-1)。

本レポートでは、北海道型SMAの基本性状を述べるとともに、開発の経緯、北海道開発局における導入状況等について紹介する。

2. 北海道型SMA開発の経緯

北海道開発局が管理する高規格幹線道路では、これまで排水性舗装(空隙率17%)を施工してきた。排水性舗装は粗いきめと透水機能を有しており、雨天時に限らず、冬期の氷膜(ブラックアイス)路面においても走行安全性の機能を有することが確認されている。しかし近年、排水性舗装は耐久性の面から課題が散見されている(写真-1)²⁾。これは、我が国の積雪寒冷地では、冬期間の除雪作業による摩耗や融解期の融雪水による凍結

融解作用など、過酷な環境に曝されるためである。

そのような現状から、排水性舗装のような走行安全性の機能を保ちつつ、優れた耐久性も併せ持つことをコンセプトに、北海道型SMAを開発した。図-2に示すように、北海道型SMAは、表面は排水性舗装のような粗いきめを有しつつ、内部は耐久性に優れた密実な構造となっている。このような混合物を施工するには、いくつかの留意点があるものの、一般的な混合物の施工に使用する汎用的な機械で作業を行うことができる。

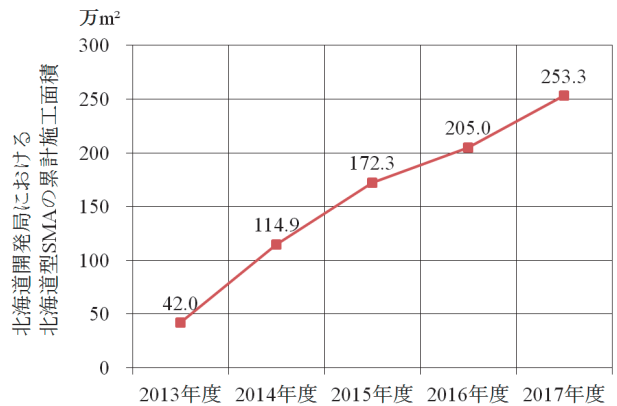


図-1 北海道開発局における北海道型SMAの累計施工面積の推移



写真-1 高規格幹線道路の排水性舗装に発生した破損

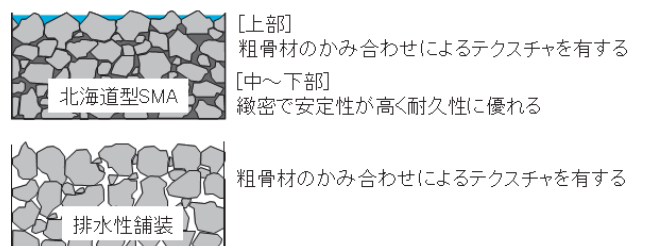


図-2 北海道型SMA (上) と排水性舗装 (下) の構造

3. 北海道型SMAの導入に向けた取り組み

3.1 室内試験による耐久性の検証

北海道開発局では、北海道型SMAの本格的導入にむけて高規格幹線道路を中心に試験施工を実施した。ここでは、2012年に実施した試験施工のうち高規格幹線道路2工区の材料から供試体を作製し、耐久性評価を目的とした室内試験を実施した。試験項目は、低温カンタブロ試験とチェーンラベリング試験とした。なお、両試験施工では比較として排水性舗装も施工しており、本室内試験においても排水性舗装を比較舗装とした。

低温カンタブロ試験は、我が国において積雪寒冷地に排水性舗装を適用する場合に、骨材飛散抵抗性の評価方法として多く実施されている。北海道開発局道路設計要領によると、供試体内部温度 -20°C で試験を実施し、低温カンタブロ損失率は20%以下と規定されている。本試験も室内温度および供試体温度を -20°C に設定して実施した。

チェーンラベリング試験は耐摩耗性の評価を目的としており、本試験では試験温度 -10°C 、クロスチェーンを使用して実施した。

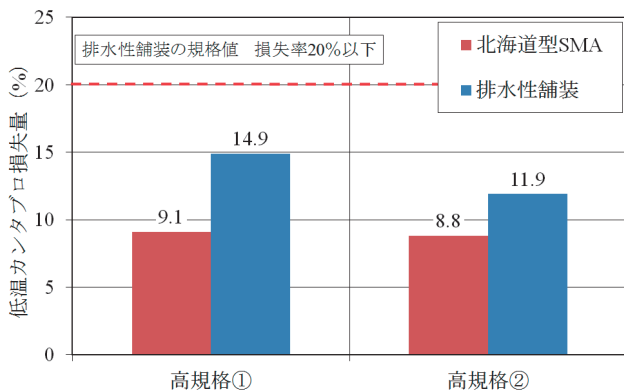


図-3 低温カンタブロ試験の結果

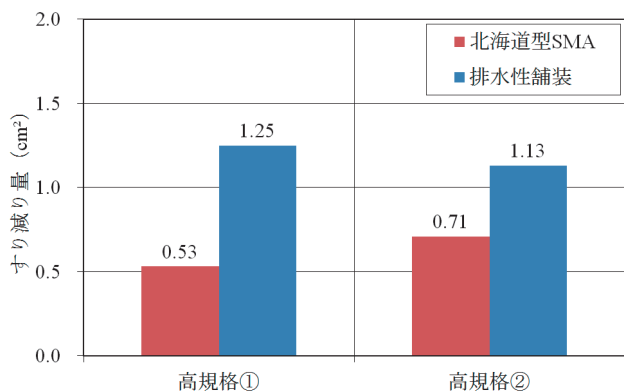


図-4 チェーンラベリング試験の結果

図-3および図-4に試験結果を示す。両試験結果より、北海道型SMAは排水性舗装と比較して骨材飛散抵抗性および耐摩耗性に優れることを確認した。北海道型SMAは内部構造が密実であるため、排水性舗装よりも耐久性の面で優位になったと考えられる。

3.2 屋外試験による走行安全性の検証

排水性舗装は、湿潤路面時および凍結路面時において走行安全性を高める機能を有しており、北海道型SMAも同様の機能が求められる。

ここでは、苫小牧寒地試験道路に施工した北海道型SMA、排水性舗装、密粒度13F舗装において、湿潤路面および凍結路面における走行安全性評価試験を実施し、比較検討した。

3.2.1 湿潤路面時の走行安全性評価³⁾

ここでは、人為的に作製した湿潤路面において試験車両を走行させ、走行車両が進行方向に対して後方に跳ね上げる水分量を計測した。試験車両の後部に計測装置を取り付け、装置の検知領域を通過する水飛沫の粒径と個数から水分量を算出した。散水は散水車を用いて行い、1~3回散水した。なお、1回あたり散水量 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 程度であり、散水回数が多いほど路面上の水分量も多くなる。試験車両の走行速度は、高規格幹線道路を想定して $80\text{km}/\text{h}$ とした。

図-5に試験結果を示す。舗装の種類により水分量に明確な差が見られ、排水性舗装は密粒度13F舗装よりも水分量が少ない。また、北海道型SMAは3回散水になると密粒度13F舗装よりも少ない水分量となった。降雨等により路面上に多くの水分が供給された時、北海道型SMAや排水性舗装は、密粒度13F舗装よりも路面上に残る水が少ないと考えられる。したがって、ハイドロプレーニング現象発生の抑制や、水はねの低減と

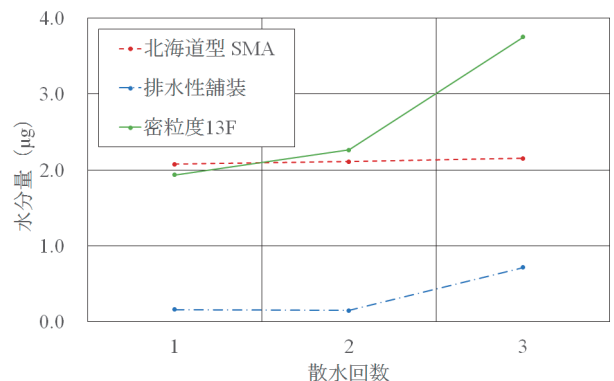


図-5 湿潤路面時の試験結果

いった走行安全性確保に効果的である。

3.2.2 凍結路面時の走行安全性評価

ここでは、人為的に凍結路面を作製し、その時のすべり摩擦係数を測定した。また、凍結防止剤を散布した試験も実施し、凍結防止剤散布と各舗装の複合的効果を明らかにし、北海道型SMAの冬期路面対策として有効性を比較検討した。

表-1に試験条件を示す。凍結路面試験では、湿潤、氷膜（ブラックアイス）、圧雪路面を作製し、すべり摩擦係数は写真-2のバス型すべり試験車を用いて測定した。凍結防止剤散布試験は氷膜路面上に凍結防止剤として塩化ナトリウムを湿式散布し、実交通を想定した走行模擬車両を走行させながら規定回数走行後にすべり摩擦係数を測定した。

図-6に凍結路面時の試験結果を示す。ブラックアイスのように路面上の氷膜厚が薄い場合、北海道型SMAは排水性舗装とほぼ同等、かつ密粒度13F舗装よりも高いすべり摩擦係数になった。これは、北海道型SMAが有する粗いきめによる

表-1 試験条件

試験舗装	北海道型SMA、排水性舗装、密粒度13F舗装
すべり摩擦係数	バス型すべり試験車で測定
凍結路面試験	
路面状況	湿潤、圧雪、氷膜（ブラックアイス）
試験時温度	-5℃程度
凍結防止剤散布試験	
路面状況	氷膜（ブラックアイス）
試験時温度	開始時：-4.5℃ 終了時：-8.4℃
凍結防止剤	塩化ナトリウム：湿式散布 散布量 20g/m ²
すべり摩擦係数	走行模擬車両0、50、100、150、200、250、300回走行後にバス型すべり試験車で測定



写真-2 バス型すべり試験車

効果である。一方で、氷板のように路面上の雪氷が厚くなるような状況では、舗装の粗いきめのみ効果は期待できないため、除雪や凍結防止剤散布等の対策が必要となる。

次に、図-7に凍結防止剤散布試験の結果を示す。密粒度13F舗装は、凍結防止剤散布後も0.4程度までしか回復しなかったすべり摩擦係数が、北海道型SMAや排水性舗装では、0.6程度と比較的安全な車両走行を確保できる値まで回復した。したがって、北海道型SMAは、凍結防止剤を使用した時の効果も、密粒度13F舗装よりも期待できる。

これらの結果より、北海道型SMAは冬期路面対策としても有効な舗装であるといえる。

3.3 追跡調査による検証

2012年に実施した高規格幹線道における試験施工2工区（高規格①、高規格②とする）で追跡調査を行い、路面性状の経年変化を確認した。

調査項目は、路面のきめ深さとわだち掘れ量とした。なお、2018年10月現在まで両工区ともポットホール等の目立った破損は発生していない。

図-8にきめ深さ（平均プロファイル深さ：MPD）⁴⁾、図-9にわだち掘れ量の測定結果を示す。

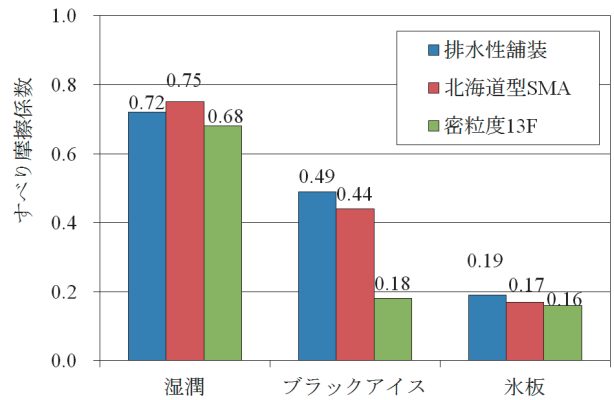


図-6 凍結路面試験の結果

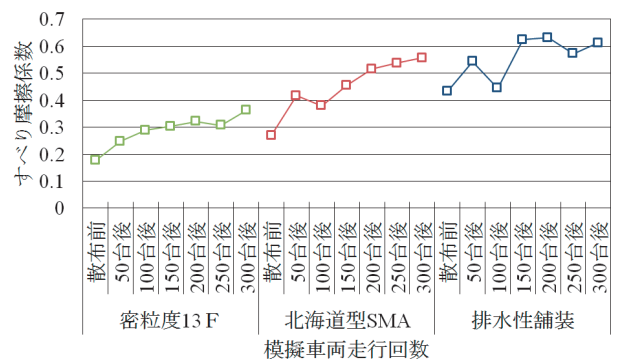


図-7 凍結防止剤散布試験の結果

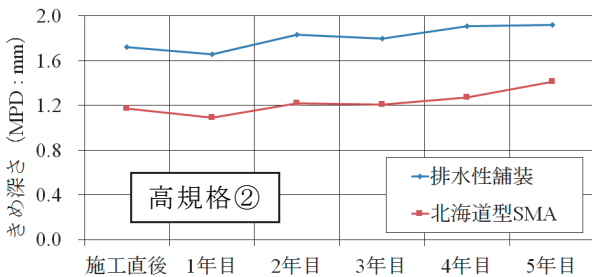
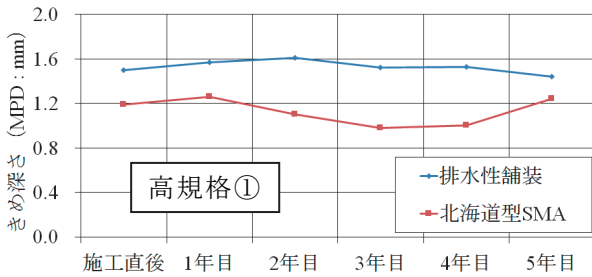


図-8 きめ深さの経年変化

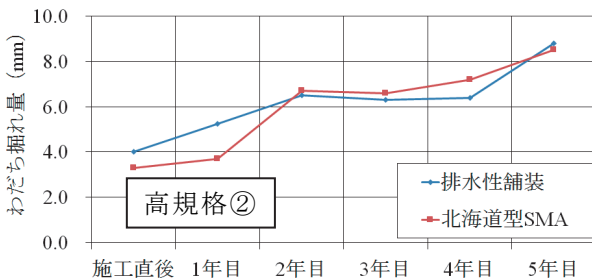
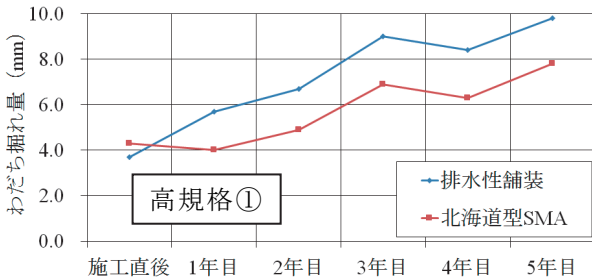


図-9 わだち掘れ量の経年変化

きめ深さは両区間の北海道型SMAおよび排水性舗装ともに、施工直後のきめ深さに近い値を示しており、良好な状態を維持している。

わだち掘れ量は、高規格①の北海道型SMAが

排水性舗装よりも2mm程度小さくなっているものの、全ての舗装で10mm以下となっている。舗装点検要領において、直轄国道におけるわだち掘れの管理基準は40mmであり、供用に問題の無い程度の値で推移していることがわかる。

したがって、現段階において、北海道型SMA、排水性舗装ともに車両走行に問題は無い状況であるが、今後も追跡調査を継続し、両舗装の長期耐久性を比較検討していく予定である。

4. まとめ

北海道型SMAは、積雪寒冷地の高規格幹線道路に適した表層用混合物であることが確認され、2017年より排水性舗装に替わる高規格幹線道路の混合物として、北海道開発局で本格的な運用が開始された。また、北海道開発局では、交通安全対策等を目的とした一般国道への導入も検討しており、今後、北海道型SMAはさらに普及していくことが予想される。

交通安全だけでなく、近年は高耐久化・長寿命化等、舗装に対する社会のニーズは多様になっているが、そのような現状に対応するべく、道路サービスの提供およびさらなる技術開発を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 札幌市建設局雪対策室：わたしたちのくらしと雪、<http://www.city.sapporo.jp/kensetsu/yuki/kids/index.html>
- 2) 熊谷政行、安倍隆二、布施浩司：積雪寒冷地における排水性舗装に関する一検討、第12回北陸道路会議、D-15、2012
- 3) 田中俊輔、武市靖、丸山記美雄：走行車両の水けむりが後続車両の視認性に与える影響に関する基礎的研究、土木学会第73回年次学術講演会、2018
- 4) ISO 13473-1:1997. Characterization of pavement texture by use of surface profiles - Part 1: Determination of Mean Profile Depth.

田中俊輔



土木研究所寒地土木研究所寒地
保全技術研究グループ寒地道路
保全チーム 研究員、博士(工学)
Dr. Shunsuke TANAKA

菅野圭一



国土交通省北海道開発局建設部
道路建設課舗装係長
Keiichi SUGANO

丸山記美雄



土木研究所寒地土木研究所寒地
保全技術研究グループ寒地道路
保全チーム 上席研究員、博士
(工学)
Dr. Kimio MARUYAMA