

高規格幹線道路における表層混合物に関する検討

Study on Asphalt Paving Mixture of Arterial High-Standard Highway

(独) 土木研究所寒地土木研究所 ○正 員 田中俊輔 (Shunsuke Tanaka)
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 正 員 安倍隆二 (Ryuji Abe)
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 木村孝司 (Takashi Kimura)

1. はじめに

北海道開発局が管理する高規格幹線道路では、高速走行時の安全性を考慮して、排水性舗装が用いられてきた。

排水性舗装は、図-1 に示すように、表面のきめが深く、排水機能を有しており、ハイドロプレーニング現象の発生の抑制、視認性の向上、氷膜路面時などの路面のすべり抵抗の向上といった効果が確認されている^{1),2)}。

しかし、長く供用された排水性舗装区間の一部で、写真-1 のような、タイヤ走行部や橋梁ジョイント接続部などにポットホールやひび割れ、骨材飛散などの破損が多発し、走行性の機能が低下している状況にある。また、補修作業にかかる費用や、透水機能の確保のため冬期路面管理にすべり止め材を使用することができず、凍結防止剤を散布するなどの日常の路面管理費用にも負担が生じており、維持管理費の抑制が必要とされている中、大きな課題となっている。

そのような現状から、北海道の高規格幹線道路等の舗装構成について、品質向上、コスト縮減等の検討を目的として、平成 22 年に「積雪寒冷地における舗装技術検討委員会」（北海道開発局主催）が設立された。その中で、現状で必要とされる、

- ①雨天時の安全な高速走行性能を有し、空隙詰まりなどの経年による性能低下が少ない。
- ②冬期の除雪をはじめとする路面管理による破損などの影響を受けにくい。
- ③十分な耐久性能を有する。

という性能を満足する表層用混合物の検討が行われ、平成 26 年 7 月に「北海道型 SMA の施工の手引き（案）」がとりまとめられ公表された。

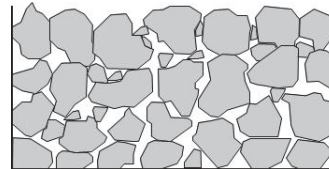
本報告では、北海道型 SMA の機能や耐久性に関する室内試験や試験施工箇所などで実施した屋外調査の結果を報告するものである。

2. 北海道型 SMA が有する機能の室内試験による検討

北海道型 SMA は、図-2 に示すように、表面は排水性舗装に似たテクスチャを有しつつ、内部は骨材間隙にフィラーとアスファルトを多く含むアスファルトモルタルが満たされた密実な構造を有しており、表面機能と耐久性を併せ持った混合物である。

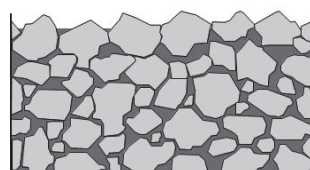
(1) 検討の対象としたアスファルト混合物

北海道型 SMA に用いるアスファルトの種類や添加する植物繊維の有無は、耐久性やコストに大きな影響を与える。



粗骨材のかみ合わせによる
テクスチャを有する

図-1 排水性舗装の断面



[上部]
粗骨材のかみ合わせによる
テクスチャを有する
[中～下部]
緻密で安定性が高く耐久性に
優れる

図-2 北海道型 SMA の断面



写真-1 排水性舗装の破損事例（タイヤ走行部（左）と
橋梁ジョイント部（右）のポットホール）

本検討におけるアスファルトの種類は、耐久性やきめ深さを確保しやすいポリマー改質アスファルトⅡ型（以下、Ⅱ型）、ポリマー改質アスファルトⅢ型（以下、Ⅲ型）を選定した。なお、ストレートアスファルトは過去の試験などから、耐久性やきめの深さの持続性に懸念があることから除外した。

(2) 室内試験項目および試験結果^{3),4)}

ここでは、北海道開発局が管理する高規格幹線道路である名寄バイパス、深川留萌道、函館新道における平成 24 年度の試験施工を対象とした。室内試験では、同じプラントの材料および配合設計により供試体を作製した。試験項目を表-1 に示す。

a) マーシャル試験

図-3 に、各混合物の最適アスファルト量を示す。Ⅱ型繊維有りとⅡ型繊維無しを比較すると、植物繊維を混入した影響により、アスファルト量はⅡ型繊維有りが 0.1～0.4%高い値となった。Ⅲ型繊維有りとⅡ型繊維有りを比較すると、Ⅲ型繊維有りが 1～0.3%高い値となった。これは、Ⅲ型がⅡ型より、粘度が高い影響と考えられる。

表-1 室内試験の試験項目

試験項目	試験目的	試験方法
マーシャル安定度試験	配合設計の決定	舗装調査・試験法便覧（第3分冊）
ホイールトラッキング試験	耐流動性の評価	舗装調査・試験法便覧（第3分冊） 試験温度 60℃
低温カンタプロ試験	骨材飛散抵抗性の評価	舗装性能評価法 別冊 試験温度-20℃，供試体温度-20℃
ラベリング試験	耐久性の評価	舗装調査・試験法便覧（第3分冊） タイヤ走行模擬試験装置を用い，500，1000，1500，2000回走行後の骨材飛散断面積を計測。 試験温度-10℃
ダレ試験	ダレの発生しやすさの評価	舗装調査・試験法便覧（第3分冊） 試験温度は 185℃で実施

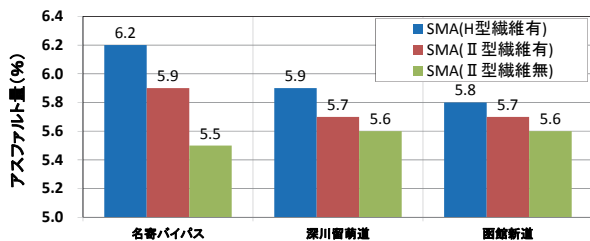


図-3 各混合物の最適アスファルト量

図-4 にマーシャル安定度試験の結果を示す。マーシャル安定度の結果については、アスファルトの種類や植物繊維の有無にかかわらず、II型繊維有り、繊維無し、H型繊維有りとともに、同程度の値を示した。

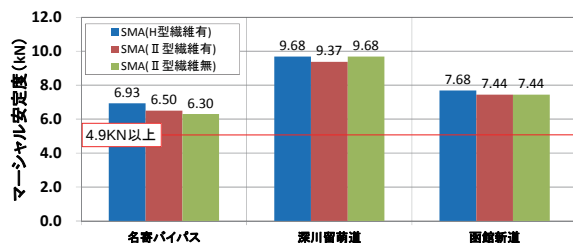


図-4 マーシャル安定度

b) ホイールトラッキング試験

図-5 にホイールトラッキング試験の結果を示す。排水性舗装では、動的安定度の規格値として 3000 回/mm 以上と定められているが、北海道型 SMA は、全ての混合物で 3000 回/mm 以上の値を示したことから、耐流動性に優れていることが確認された。

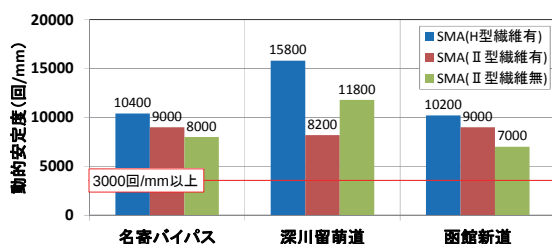


図-5 動的安定度

c) 低温カンタプロ試験

図-6 に低温カンタプロ試験の結果を示す。

排水性舗装では、低温カンタプロ損失率の規格値として 20%以下と定められている。全ての北海道型 SMA は、排水性舗装と比較して、骨材飛散抵抗に優れていることが確認された。

また、北海道型 SMA の骨材飛散抵抗性は、H 型繊維有り、II 型繊維有り、II 型繊維無しの順に優れた結果となった。

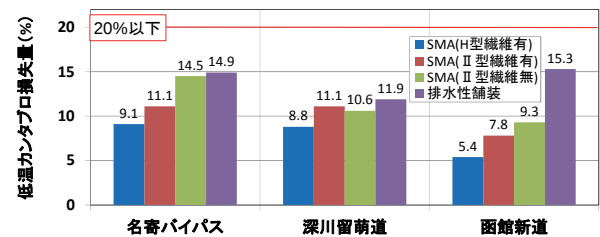


図-6 低温カンタプロ損失率

d) ラベリング試験

図-7 にラベリング試験の結果を示す。この試験は、タイヤ走行模擬試験装置を用いて実施した。走行タイヤにクロスチェーンを装着させ、走行速度 40km/h、輪荷重を 3.19kN で試験を行った。

骨材飛散断面積は、全ての試験施工で、北海道型 SMA が排水性舗装よりも小さくなった。また、走行回数が増加するに伴い、その差が拡大する傾向が見られた。

このことより、北海道型 SMA は、摩耗に関する耐久性に優れていることが確認された。

また、北海道型 SMA の骨材飛散断面積を比較すると、H 型繊維有りが、II 型繊維有りやII 型繊維無しよりも、ほぼ同等か小さくなる傾向が確認された。

e) ダレ試験

図-8 にダレ試験の結果を示す。この試験は、北海道開発局の道路・河川工事仕様書におけるアスファルト混合物の混合温度の上限値である 185℃の温度条件で実施した。

ダレとは、運搬時に、本来は粗骨材の周りに厚く被膜しているべきアスファルトモルタルが、温度が高く粘性

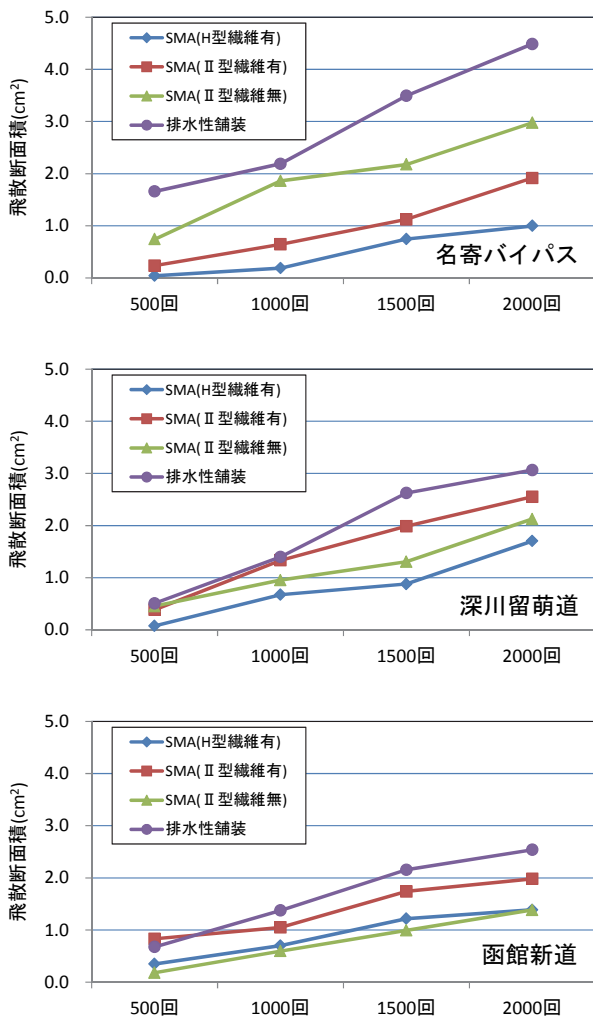


図-7 骨材飛散断面積

が低くなることや運搬時の振動により、骨材の周りに厚く被膜することができずに分離し、下部に溜まる現象のことである。ダレが発生すると、その混合物は不均一な状態になり、十分な性能や耐久性を発揮することができない。

本試験の結果では、植物繊維を混合していない混合物のダレ量が多くなり、一方で植物繊維を混合した混合物と排水性舗装は、ほぼダレが見られなかった。北海道型 SMA では、植物繊維を混合することにより、耐久性などの品質や施工性の確保が容易になると考えられる。

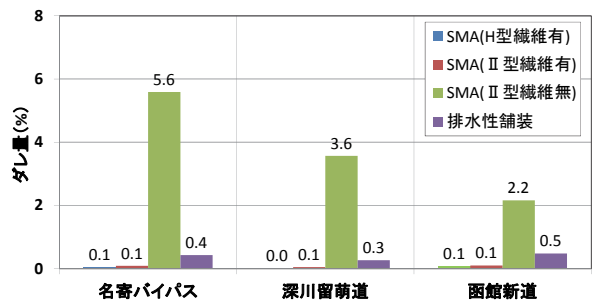


図-8 ダレ量

3. 北海道型 SMA が有する機能の屋外調査による検証

北海道型 SMA は、ハイドロプレーニング、ウォータースプレー（水けむり）、グレア（まぶしさ）の低減、すべり抵抗の向上といった走行時の安全性を向上させる機能を有すると共に、室内試験の結果より耐久性にも優れていると考えられる。それらの機能について、屋外調査および試験施工を行い確認した。

(1) 耐久性の評価

図-9 に試験施工箇所のかきめ深さの経年変化状況、図-10 に試験施工箇所のわだち掘れ量の経年変化を示す。この結果は、平成 24 年度に舗設された、名寄バイパスの施工直後と、供用 10 ヶ月後に測定したものである。なお、試験施工区間の平成 22 年度道路交通センサス一般交通量調査⁵⁾によると、24 時間交通量で 5751 台/日、うち大型車は 1053 台/日であった。

かきめ深さは、いずれの混合物も大きな変化がなく、初期のかきめの状態を維持していることが確認された。

わだち掘れ量は、排水性舗装では 2.0mm のわだち掘れの進行が確認されたが、北海道型 SMA ではほぼ見られず、耐久性に優れた状況が確認された。

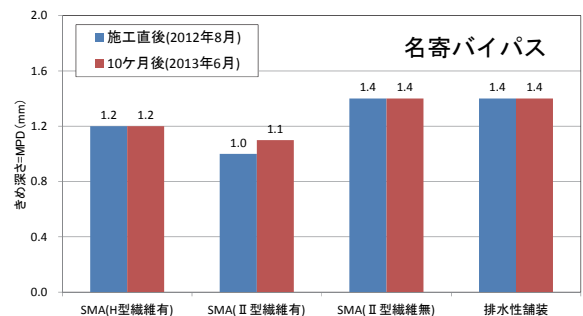


図-9 かきめ深さの経年変化

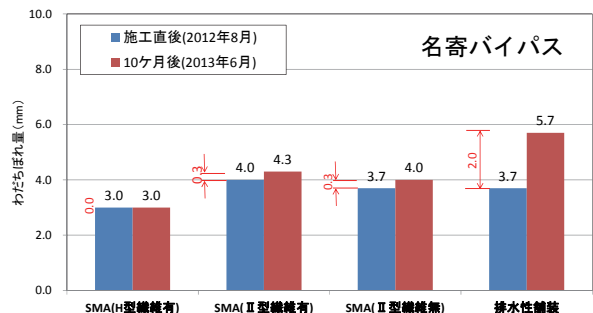


図-10 わだち掘れ量の経年変化

(2) 視認性の評価

写真-2 に、函館新道における雨天時の路面状態を示す。北海道型 SMA は密粒度アスコン（13F）と比較して、ウォータースプレー（水けむり）が少ないことが確認された。なお、調査時の降雨量は 5mm/h 程度であったが、より降雨量が多い場合は、北海道型 SMA は透水機能を有していないことから、排水性舗装と比較して、性能が低下する場合も考えられる。

写真-3 に、苫小牧寒地試験道路における夜間雨天時

の路面状況を示す。対向車のライト点灯時におけるグレア（まぶしさ）と対向車のライト消灯時の自車のライトによる視認性を確認した。図-11 と図-12 に、それぞれの輝度計による湿潤路面における反射測定の結果を示す。

北海道型 SMA と排水性舗装は、ほぼ同程度の明るさであり、密粒度アスコン（13F）と比較した場合、反射する量が小さく、グレアが少ないことが確認された。また、対向車のライト消灯時における自車のライトによる路面の明るさについても、密粒度アスコン（13F）と比較して明るく、視認性がよいことが確認された。



写真-2 雨天時の路面状況（函館新道）



写真-3 夜間雨天時の対向車によるグレアと視認性

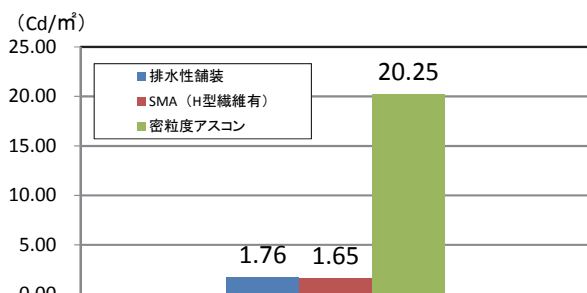


図-11 対向車ライト点灯時の反射測定結果

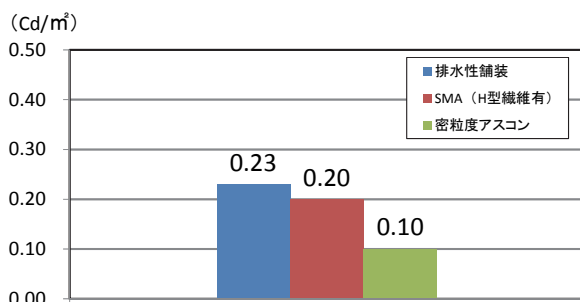


図-12 対向車ライト消灯時の反射測定結果

(3) すべり抵抗値の評価

図-13 に、湿潤、ブラックアイス（氷膜）および氷板路面時のすべり摩擦係数の測定結果を示す。本試験は、苫小牧寒地試験道路において、人為的に散水して、湿潤、ブラックアイス、氷板路面を作製し、バス型すべり試験車によって測定した。

初冬期に多く見られる、ブラックアイス状態の路面においては、北海道型 SMA は排水性舗装とほぼ同等の機能を有することが確認できた。また、湿潤、氷板の路面状態において、北海道型 SMA は、排水性舗装、密粒度アスコン（13F）とほぼ同様な結果であった。したがって、北海道型 SMA は、排水性舗装と同様に、凍結路面対策としての効果も有していることが確認された。

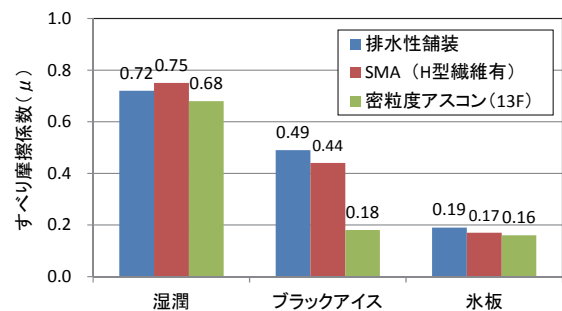


図-13 路面状況別のすべり抵抗値

5. おわりに

本研究の結果から、北海道型 SMA は排水性舗装と比較し排水機能は無いものの、視認性の向上やすべり抵抗の向上といった性能は、ほぼ同等の機能を有し、耐久性に優れるなど、高規格幹線道路の表層混合物として適していることが確認された。

今後、新規および継続する試験施工箇所の長期耐久性を検証するため、破損状況、わだち掘れなどの継続した調査を行うとともに、配合やアスファルトの種類を替えた北海道型 SMA の比較試験を行い、大規模施工時の施工性やコスト、除雪、凍結防止剤・すべり止め材の散布などの冬期路面管理による影響の検証を行っていきたい。

なお、「北海道型 SMA の施工の手引き（案）」は、寒地土木研究所ホームページ内、技術資料のページ（<http://www.ceri.go.jp/contents/center/center07.html>）からダウンロード可能である。

参考文献

- 1) 安倍隆二，丸山記美雄，岳本秀人：積雪寒冷地におけるアスファルト舗装の性能評価指標値の検討，北海道開発土木研究所月報，No.621，2005。
- 2) 千葉学，田高淳，安倍隆二：開粒度舗装の雪氷路面におけるすべり抵抗に関する一検討，寒地技術論文・報告集，Vol.22，pp.209-213，2006。
- 3) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧（第3分冊），丸善出版，2007。
- 4) 日本道路協会：舗装性能評価法 別冊，丸善出版，2008。
- 5) 交通工学研究会：平成22年度道路交通センサス 一般交通量調査，丸善出版，2012。