

国道38号線で実施した 北海道SMA舗装の試験施工について

釧路開発建設部 釧路道路事務所 第3工務課 和田 重則
 釧路開発建設部 釧路道路事務所 第3工務課 ○山本 典隆
 (独)土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 磯田 卓也

北海道開発局釧路開発建設部で整備中の北海道横断自動車道本別釧路間において、高規格幹線道路用表層混合物となる北海道型SMA（以下、SMA混合物）の本線施工に先立ち、SMA混合物を一般国道38号白糠町恋問地区で試験施工を行った。本報告では北海道に適した高規格幹線道路用の表層混合物の適用を検討することを目的とし、試験施工及び追跡調査を行い、各種混合物の施工性、耐久性、品質管理等を調査した結果を報告する。

キーワード：北海道型SMA、高規格幹線道路、耐久性、品質管理

1. はじめに

現在、北海道開発局で管理する高規格幹線道路の表層に用いられているアスファルト混合物は、高速走行時の安全な高速走行を有している排水性舗装がほぼ全路線において適用されている。しかし、現状ではタイヤチェーンや除雪作業などの影響により破損が生じ表層用混合物としては耐久性に課題がある。

このため、試験施工では耐久性に優れ、排水性舗装に似たテクスチャを有する配合の異なるSMA混合物と比較用に排水性舗装及び再生細密粒度ギャップアスコン（13F55）を供用中の一般国道38号白糠町恋問地区において試験舗装を行い、高規格幹線道路用表層混合物の適用性を検討した。

2. 試験施工の概要

(1) 試験施工で用いたアスファルト混合物

試験施工で用いた混合物を表-1に示す。

表-1 試験施工で用いた混合物

番号	混合物名	As種類・繊維有無	施工延長
①	SMA混合物 (タイヤロー未転圧)	H型繊維有り	L=20m
②	SMA混合物	H型繊維有り	L=150m
③	SMA混合物	H型繊維無し	L=150m
④	SMA混合物	II型繊維有り	L=150m
⑤	SMA混合物	II型繊維無し	L=150m
⑥	小粒径SMA	H型	L=150m
⑦	排水性舗装	H型F 空隙率17%	L=150m
⑧	再生細密粒度ギャップ アスコン(13F55)	II型	L=150m

高規格幹線道路用表層として①～⑤のSMA混合物を選定し、⑦排水性舗装はSMA混合物との比較用とし、さらに低騒音舗装用混合物として⑥小粒径SMAを加え、⑦排水性舗装と比較した。⑧再生細密粒度ギャップアスコン（13F55）は当工事区間の標準混合物として選定し、一般的なアスファルト混合物と耐久性を比較するために選定した。

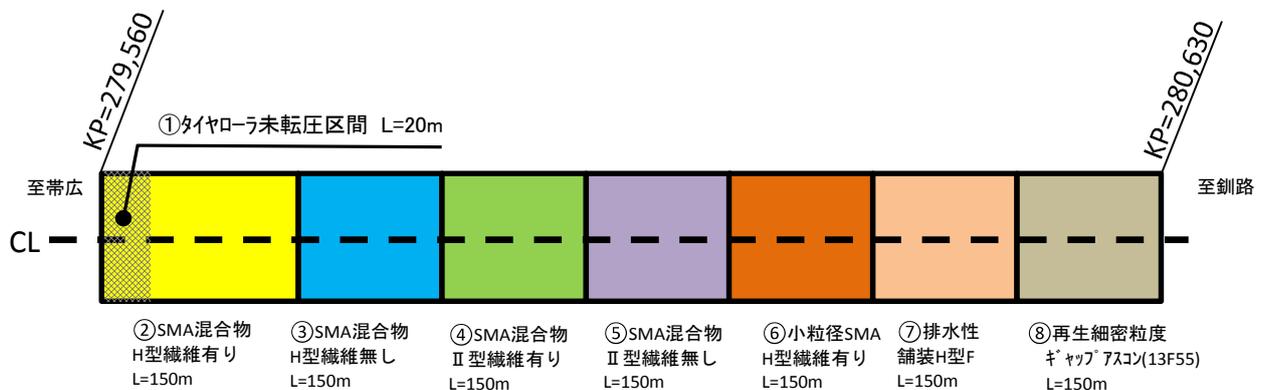


図-1 混合物の配置図

(2) 試験施工箇所

混合物の配置図を図-1に示す。

試験施工箇所の設定は以下の条件を満足するように配慮した。

- ① アスファルト混合物の耐久性や性能を評価するために、同条件の交通状況の中で、同一方向車線上に数種類の断面を施工できる箇所を選定する。
- ② 施工性や供用性を把握するため、一断面あたりの施工延長は150m~200m程度、施工幅は2車線の範囲を行う。
- ③ 橋梁部分、バスレーン、カラー舗装など、他の要因が入らない箇所を選定する
- ④ 高規格幹線道路の調査は1回/年程度しか行えないため、複数/年の調査が可能な一般国道を選定する。
これらの条件より、一般国道38号白糠町恋問地区(平日24時間自動車交通量16,503台、大型車混入率22.3%)を選定した¹⁾。

3. 配合設計

(1) 材料

表-2 使用材料

種類	材料名	産地	使用混合物
アスファルト	ポリマー改質アスファルトH型	-	SMA混合物 H型繊維有り、無し 小粒径SMA H型繊維有り
	ポリマー改質アスファルトII型	-	SMA混合物 II型繊維有り、無し
	ポリマー改質アスファルトH型-F	-	排水性舗装(H型F)
	AFアスファルト	-	再生細密粒度キャップアスコン(13F55)
粗骨材	6号砕石	厚岸町尾幌	
	7号砕石	厚岸町尾幌	
細骨材	砕砂	厚岸町尾幌	
	細砂	白糠町庶路	
石粉	石粉	訓子府町	
植物性繊維	アーボセル	ドイツ	

表-2に使用材料を示す。SMA混合物に使用したアスファルトは、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H型(以下、H型)を用いた。II型はコスト削減、H型は耐久性の向上を目的に使用した。

また、植物性繊維は、最適アスファルト量を多くし、耐久性や施工性を向上させる効果が期待される材料である。粗骨材(6号砕石)については、きめ深

さを確保するため、細長あるいは扁平な石片の含有量(細長比1:3)が10%以下の材料を使用した。

表-3 SMA混合物の粒度範囲及び規格値

項目	混合物	SMA混合物		排水性舗装(H型F)	再生細密粒度キャップアスコン(13F55)	備考
		H型繊維有り、無し	SMA II型繊維有り、無し			
通過質量百分率 %	19.0mm	100	-	100	100	
	13.2mm	95~100	100	92~100	95~100	
	9.5mm	-	-	65~85	-	
	4.75mm	25~45	90~100	14~35	52~72	
	2.36mm	20~30	35~50	14~25	35~55	
	0.60mm	-	-	6~19	32~50	
	0.30mm	-	15~25	5~14	20~40	
	0.15mm	-	-	4~9	10~25	
	0.075mm	8~13	8~13	2~7	8~13	
	7スファルト量(%)	5~7	8.5~9.0	4.5以上	概ね6.0~6.3	
空隙率(%)	3~7	3~7	17程度	3~5		
飽和度(%)	65~85	65~85	-	75~85		
安定度(KN)	4.9以上	4.9以上	3.5以上	7.35以上		
フロー値(1/100cm)	20~50	20~50	20~40	20~40		
動的安定度(回/mm)	3,000以上	3,000以上	3,000以上	1,500以上		
低温カタロ試験損失率(%)	20以下	20以下	20以下	-	※1	
きめ深さ(mm)	1.0以上程度	-	-	-	※2	

※1 現在の規格値は16%以上

※2 現在の規格値は0.9mm以上

表-3にSMA混合物等の粒度範囲及び規格値を示す。SMA混合物の粒度範囲やアスファルト量については「特記仕様書」により決定した。

小粒径SMAについては札幌開発建設部で施工した実績を考慮し配合設計を行った。

(2) 室内試験結果

室内試験では、マーシャル試験、ホイールトラック試験、低温カンタプロ試験、きめ深さ試験を行った。試験結果を以下に示す。

a) マーシャル試験(アスファルト量)

試験結果を表-4に示す。SMA混合物の各配合はマーシャル安定度試験、空隙率、飽和度、フロー値の規格値の範囲内で設定した。各SMA混合物に着目すると、最適アスファルト量はSMA混合物(H型繊維有り)6.2%、SMA混合物(H型繊維無し)6.0%を示し、植物性繊維の有無の差により0.2%の差が生じた。同様にSMA混合物(II型繊維有り)6.0%、SMA(II型繊維無し)5.8%を示し、0.2%の差が生じた。

この差は植物性繊維にアスファルトが吸収され、耐久性を向上させるために最適アスファルト量が多くなった結果である。また、小粒径SMAは7.6%を示し、

表-4 配合試験結果

項目	混合物	SMA混合物				小粒径SMA H型	排水性舗装 H型F	再生細密粒度キャップアスコン(13F55) II型
		H型繊維有り	H型繊維無し	II型繊維有り	II型繊維無し			
最適アスファルト量	(%)	6.2	6.0	6.0	5.8	7.6	5.2	5.9
空隙率	(%)	6.5	5.5	6.0	5.0	5.1	16.9	3.4
飽和度	(%)	68.1	71.4	68.4	72.7	76.9	38.3	80.0
マーシャル安定度	(kN)	6.25	6.03	7.27	7.58	8.29	5.59	9.33
フロー値	(1/100cm)	38	37	39	34	43	33	27
動的安定度(室内)	(回/mm)	12950	14700	12250	13650	7292	10500	2395
カンタロ損失率(-20℃)	(%)	13.9	12.8	14.8	14.5	9.8	16.4	-
きめ深さ試験(サンドパッチング法)	(mm)	1.03	1.12	1.08	1.39	0.56	-	-

最適アスファルト量が他のアスファルト混合物と比較し高い混合物となった。

b) ホイールトラッキング試験（動的安定度）

ホイールトラッキング試験は試験温度60℃で実施し、耐流動性の評価を行う試験である。各混合物の動的安定度は規格値を満足し、高い耐流動性を示した。

c) 低温カンタプロ試験（低温カンタプロ損失率）

低温カンタプロ試験は、骨材飛散抵抗性を評価する試験である。試験条件は、試験温度-20℃、供試体温度-20℃で実施した。各SMA混合物は排水性舗装と比較し、低温カンタプロ損失量が少なく、高い骨材飛散抵抗性を示した。

d) きめ深さ試験

きめ深さの計測は、サンドパッチング法により実施した。高規格幹線道路用表層混合物のきめ深さの規格値は「特記仕様書」より1.0mm以上とした。各混合物のきめ深さは1.0mm以上となり、規格値を満足した。小粒径SMAには規格値を設けていないが、0.56mmの値を得た。

4. 試験舗装の結果

試験施工において着目した項目について表-5に示す。施工方法や転圧方法に関する調査、締固め度、きめ深さに関する混合物の現地調査を実施した。

表-5 現地試験項目

現地試験項目	調査項目	規格値
転圧機械の体制・転圧回数	転圧機械の選定や目標とする転圧作業の検討	
締固め度	締固め度の把握	94%以上
きめ深さ(CTメー法)	舗装表面のきめ深さの評価	1.0mm以上

※ 現在のきめ深さの規格値は0.9mm以上

(1) SMA混合物の製造

プラント設定および実施混合物性状を表-6に示す。一般的な混合物はドライミキシング5~10秒、ウェットミキシング30~40秒で設定されている。今回出荷したSMA混合物の内、植物性繊維が入っていない混合物は、一般的な範囲の上限付近である。また、植物性繊維有りのSMA混合物は、ドライミキシング15秒、ウェットミキシング45秒に設定し、各混合時間を植物性繊維無しのSMA混合物と比較し5秒長く設定した。長く設定した理由は、植物性繊維を混入しているため、均一に混合させるために長く設定したものである。

(2) 施工

SMA混合物の敷きならしはアスファルトフィニッシャーを使用し、転圧には、マカダムローラ、タンデムローラ、タイヤローラを使用した。締固めは初期転圧、二次転圧とも鉄輪ローラを用い、初転圧は線圧の大きいマカダムローラにより十分な密度を得るために155±10℃の目標で温度で締固めた。

二次転圧には線圧が低いタンデムローラを使用し目標温度を130±10℃に設定することで、きめ深さを確保し締固め度を高めた。

また、タンデムローラはローラマークを消すことで平坦性を向上させる効果もある。仕上げ転圧にはタイヤローラを使用し目標温度を80±10℃に設定することで舗装表面の骨材飛散防止を図った。

これら通常の転圧機械を用い施工することが可能であった。



写真-1 施工状況

表-6 プラントの混合時間及び施工方法

混合物種			SMA混合物				小粒径SMA	排水性舗装	再生細密粒度 キャップアスコン (13F55)	備考	
			H型繊維有り	H型繊維無し	II型繊維有り	II型繊維無し					
現場	混合時間	Dry (sec)	15	10	15	10	15	15	10		
		Wet (sec)	45	40	45	40	45	45	40		
	初期転圧	機種	マカダムローラ								
		形式・規格	10~12t								
		転圧回数(回)	6(往復)				6(往復)		4(往復)		
	二次転圧	機種	タンデムローラ				タイヤローラ		タイヤローラ		
		形式・規格	7t				8~12t		8~12t		
		転圧回数(回)	6(往復)				4(往復)		6(往復)		
		目標温度(℃)	130±10				70℃以下		140~70		
	仕上げ転圧	機種	タイヤローラ								
		形式・規格	8~12t								
		転圧回数(回)	2(往復)								
	目標温度(℃)	80±10									
	基準密度	(g/cm3)	2.302	2.321	2.335	2.346	2.284	2.064	2.388		
	コア密度	(g/cm3)	2.280	2.297	2.314	2.319	2.265	2.040	2.361		
締固め度	(%)	99.0	99.0	99.1	98.8	99.2	98.8	98.9	・規定値 94.0以上		
きめ深さ試験(CTメー法)	(mm)	1.05	1.43	1.02	1.25	0.52	1.31	0.26	・SMA混合物は規定値 1.0以上 ・その他の混合物は規定値は設定しない		

(3) 締固め度

表-6、図-2に各SMA混合物の締固め度を示す。各SMA混合物は、99%程度の締固め度を確保することができ、良好な品質を得ることができた。

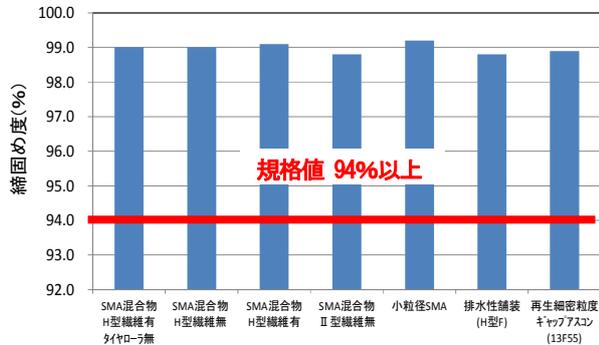


図-2 締固め度

(4) きめ深さ

図-3に試験施工箇所の深さを示す。きめ深さ試験は、CTメータを用い測定した。表層用のSMA混合物のきめ深さは規格値1.0mm確保することができた。小粒径SMAは0.52mm、耐流動対策の標準混合物である再生細密粒度ギャップアスコン (13F55) は0.26mmを示し、SMA混合物と比較し低いきめ深さとなった。SMA混合物は粗

いきめ深さを有し、排水性舗装のきめに似たようなきめ深さを有していることを確認した。

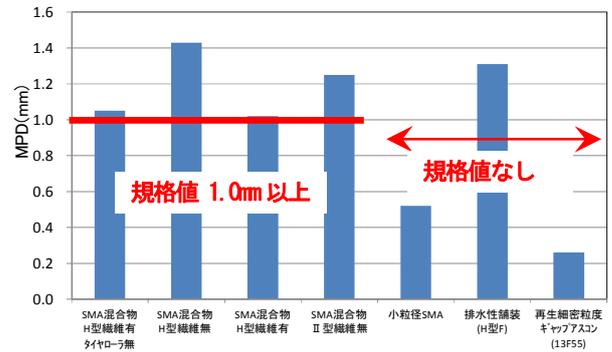


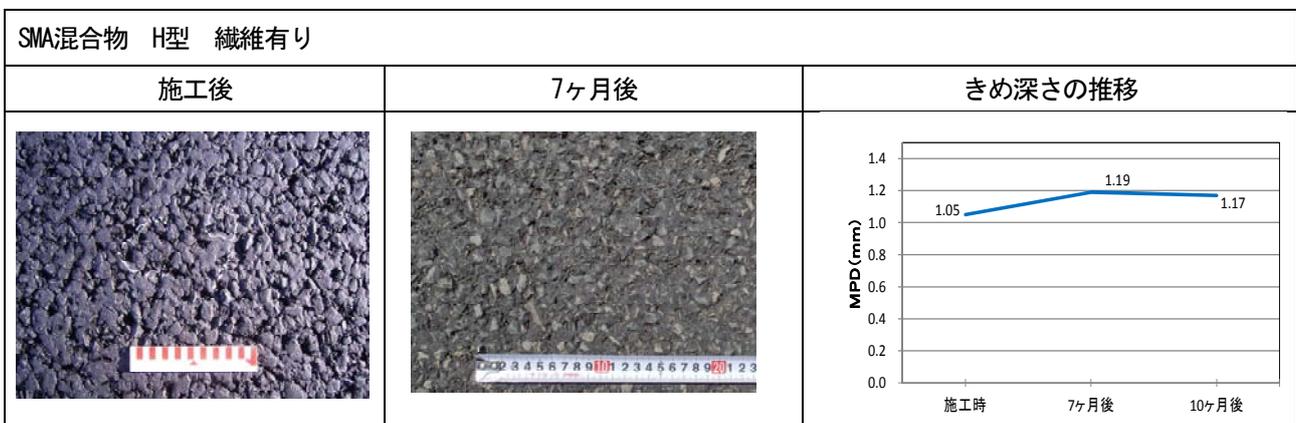
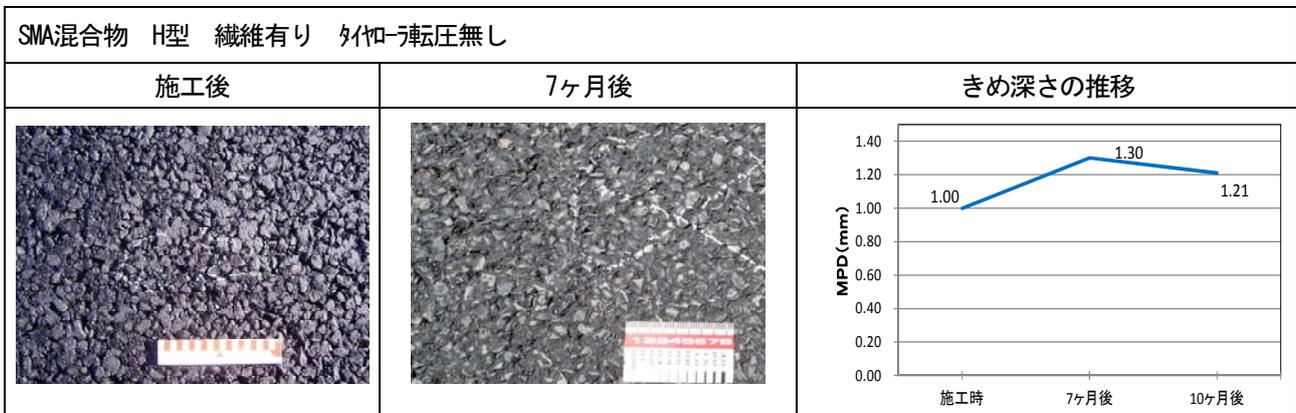
図-3 きめ深さ

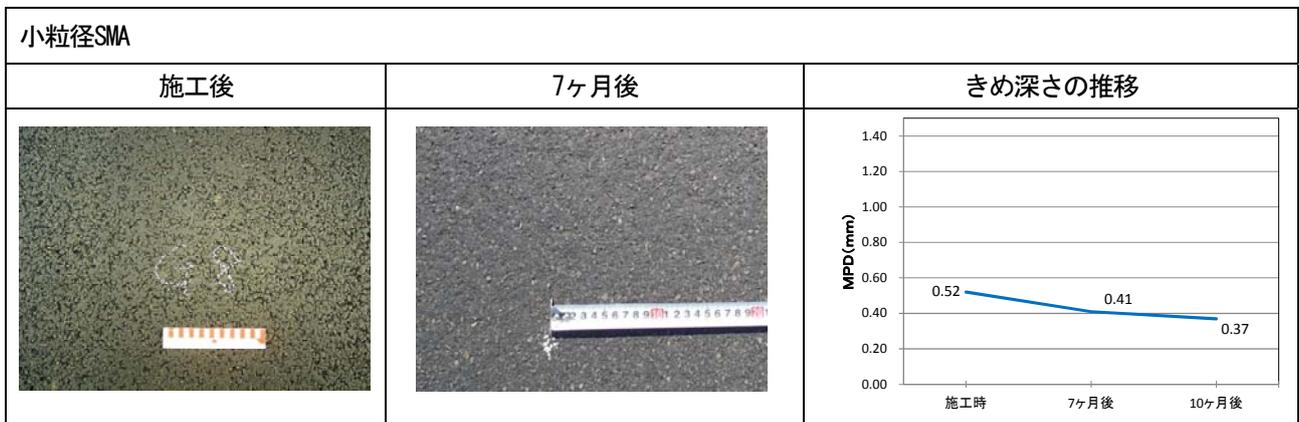
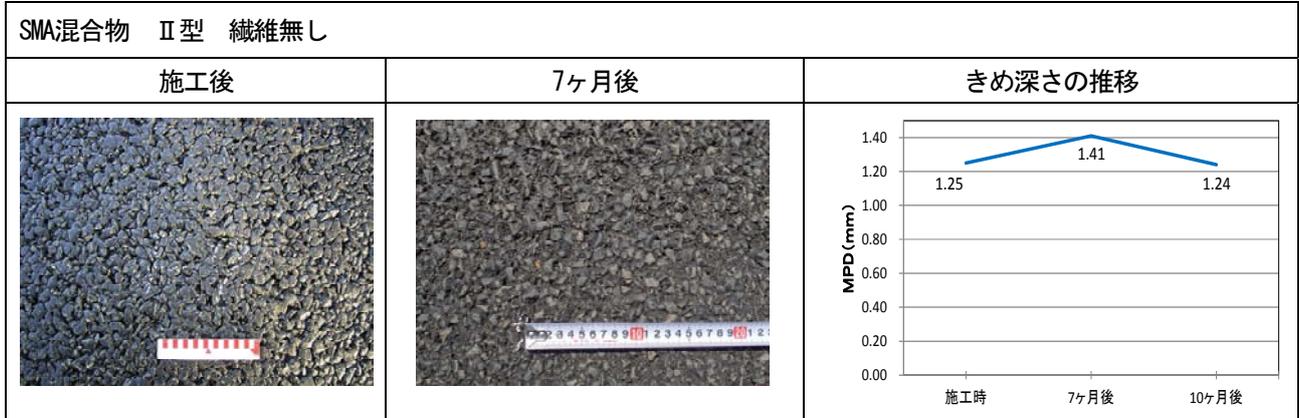
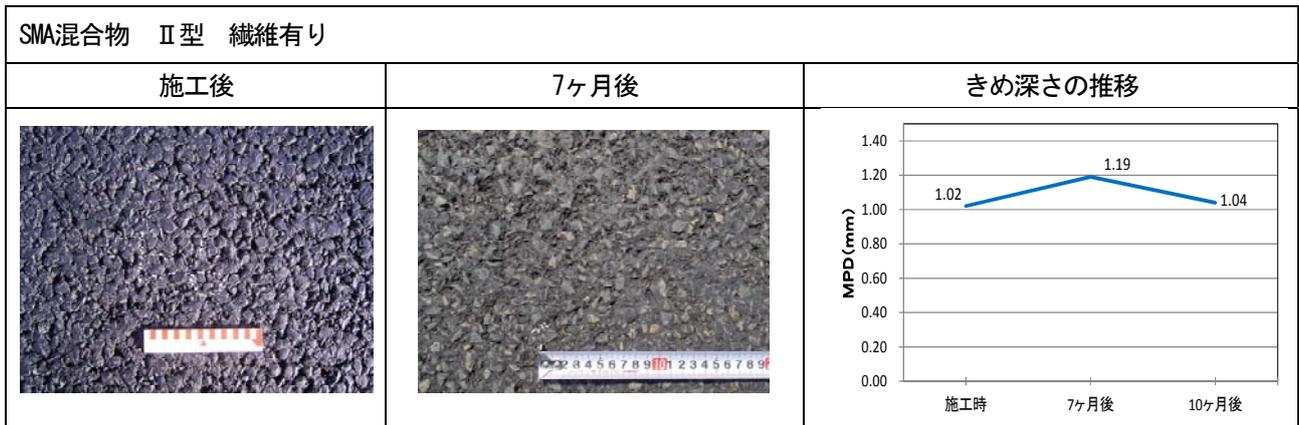
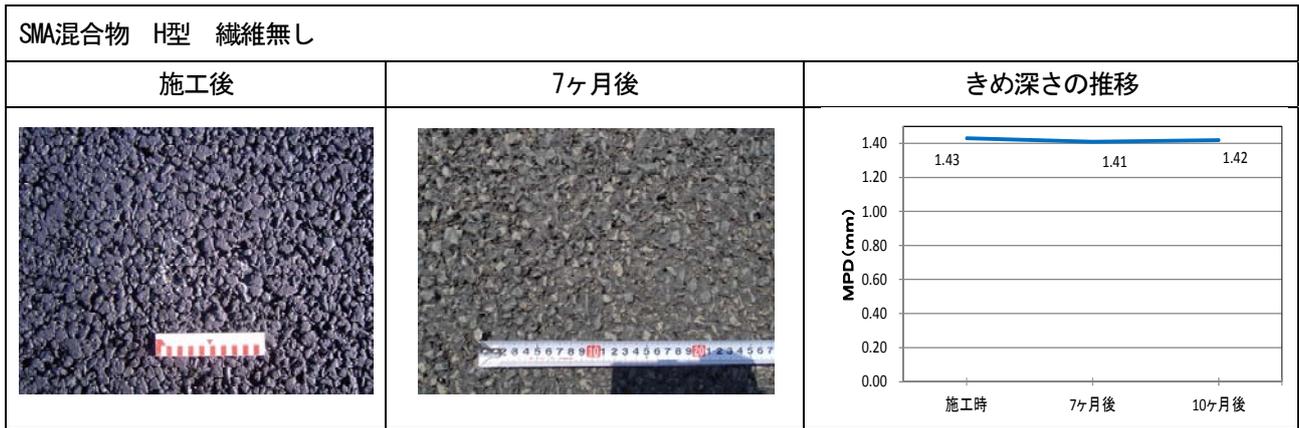
5. 追跡調査の結果

(1) きめ深さ

きめ深さについてH26年7月(7ヶ月後)、10月(10ヶ月後)に追跡調査を行った結果を図-4に示す。施工後と7ヶ月後の写真を比較すると表面のアスファルト分が供用に伴い剥がれているのが確認できる。

しかしながら、きめ深さの変化はあまり見られず、きめ深さが低下していないことが確認できた。





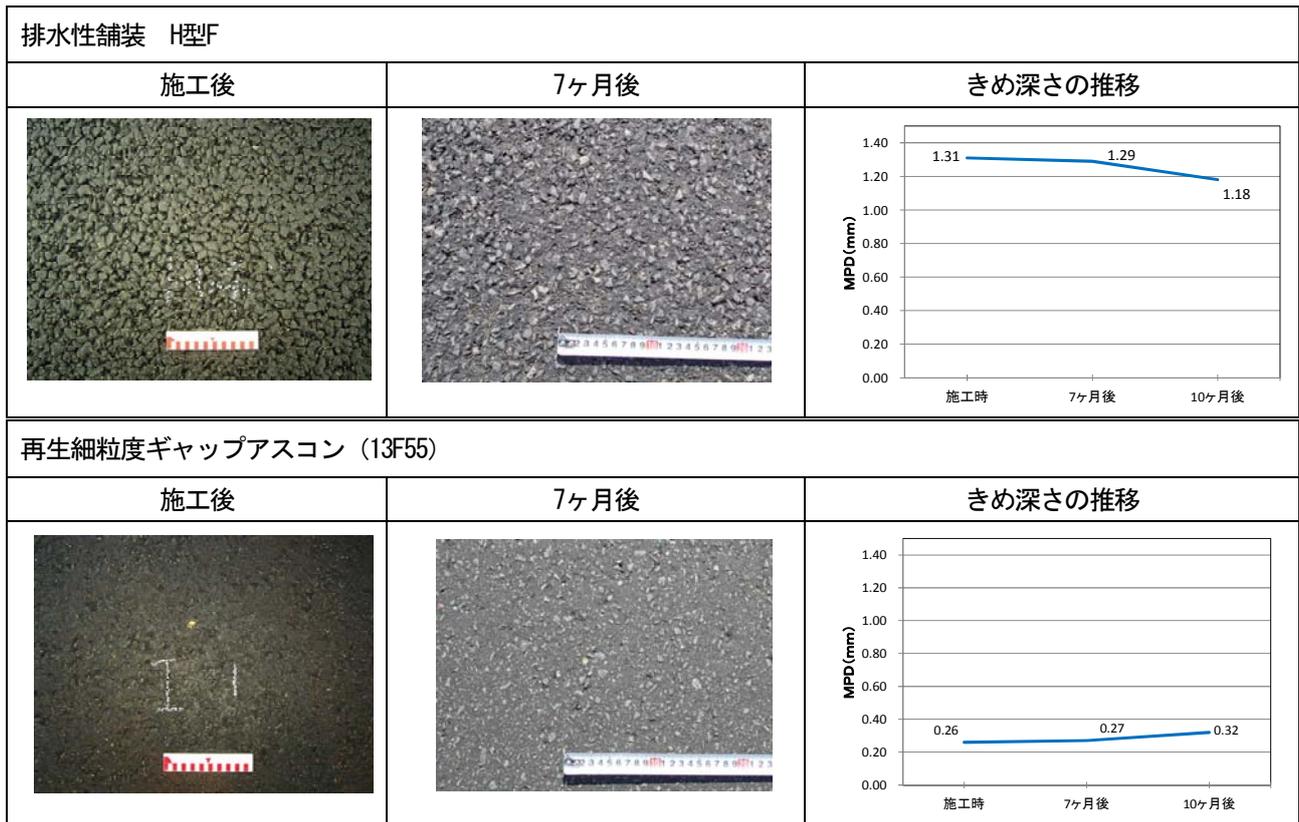


図-4 きめ深さの経年変化

(2) 横断凹凸量

横断凹凸量についてH26年7月(7ヶ月後)、10月(10ヶ月後)に追跡調査を行った結果を図-5に示す。

供用後、10ヶ月の時点では、各アスファルト混合物のわだち掘れ量の差はあまり見られない結果となった。

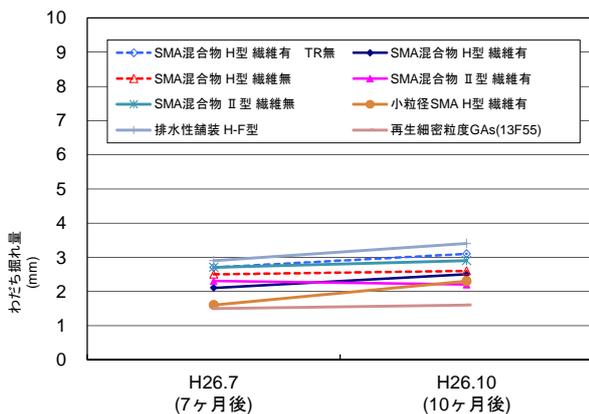


図-5 横断凹凸量

(3) 破損状況

H26年7月(7ヶ月後)、10月(10ヶ月後)に調査を行った結果では骨材飛散等は見受けられなかった。

6. まとめ

1) 室内試験の結果、植物繊維や高耐久のアスファルトを使用することで、排水性舗装と比較して骨材飛散抵抗

性が向上した。

2) SMA混合物施工は、マカダムローラ、タンデムローラ、タイヤローラなどの一般的な施工機械での施工が可能である。

3) 所定の品質を確保するにあたっては、温度管理が重要である。

4) 施工10ヶ月後の供用性調査では、SMA混合物のきめ深さは施工時のきめ深さを維持している。

7. 今後の予定

試験施工の結果から、SMA混合物は通常の施工機械で施工が可能であることや、温度管理が重要であることが確認された。SMA混合物の耐久性を評価するためには追跡調査が必要である。

積雪寒冷地である北海道では除雪作業が行われ、舗装に与える影響は大きい。耐久性が向上するSMA混合物はコスト削減につながる混合物として期待されている。

今後は、長期耐久性を検証するため、追跡調査を継続し、破損状況、わだち掘れ量、きめ深さの推移を調査していく予定である。

参考文献

1) 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