

福井河川国道事務所管内における 供用10年経過した機能性SMAについて

井上 拓也¹・江崎 耕太²

¹グリーン・コンサルタント(株) 関西営業所 (〒575-0033大阪府四條畷市美田町5-1)

²(株)NIPPO 関西支店 試験所 (〒575-0033 大阪府四條畷市美田町5-1)。

近年、道路舗装に求められる性能は、耐流動性および耐摩耗性などの耐久性に加え、雨天時の走行安全性の向上や沿道環境改善などの機能性が挙げられる。特に排水性舗装については、多機能を有するニーズの高い舗装の一つであるが、骨材飛散による機能の低下が課題である。

福井河川国道事務所においては、2003年より排水性舗装の代替工法として、機能性碎石マスタック舗装（以下機能性SMA）が検討され、実路において施工が行われてきた。

本報は、当該舗装の中期から長期にあたる供用10年までの機能性および耐久性の検証結果を報告するものである。

キーワード 機能性SMA、積雪寒冷地、長期耐久性、キメ深さ、残留塩分濃度

1. 機能性SMAの特長

機能性SMAとは、図-1および写真-1に示すように、上部は排水性舗装に近いキメを持ち、下部はSMAの緻密な層となっており、SMAの耐久性と排水性舗装の機能を併せ持つ舗装である。

機能性SMAは、表-1に示すようにSMAの特長である粗骨材のかみ合わせ効果と、骨材把握力に優れるサンドマスタックの充填効果により、耐流動性や耐摩耗性、排水性舗装と比較して骨材飛散抵抗性も優れる点が挙げられる。

また、もう一つの特長として、排水性舗装に近似した機能性があり、道路交通騒音の低減、沿道への水はねの低減による沿道環境の改善と、雨天時におけるすべり抵抗性の向上および視認性の向上が期待できる。さらに、積雪寒冷地においては、凍結抑制剤の散布効果の持続性向上につながる。

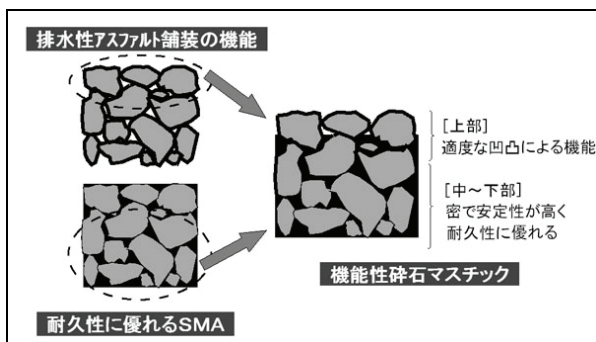


図-1 機能性SMAの概念図



写真-1 機能性SMA施工直後の路面



写真-2 排水性舗装の路面

表-1 機能性SMAの特長

項目	特長
耐久性	①耐流動性 ②耐摩耗性 ③骨材飛散抵抗性
機能性	①沿道環境の保全 ・道路交通騒音の低減 ・沿道への水はねの低減 ②車両の走行安全性の向上
その他	・凍結抑制剤の散布効果の持続性向上

2. 機能性SMAの施工概要

福井河川国道事務所では、国道8号を舗装補修するにあたり、沿道環境改善を考慮して排水性舗装が検討されていた。しかし、積雪寒冷地においては、冬季のチェーン荷重履歴による骨材の飛散や、凍結抑制剤の散布効果が短時間であるという技術的課題が指摘されていたため、耐久性に優れた代替混合物として機能性SMAに着目し、2003年の舗装補修工事に採用した。

機能性SMAの適用箇所は、一般国道8号福井県鯖江市から越前市にかけて、大型車交通量3,000台以上の重交通路線である。

施工は厚さ5cmの切削オーバーレイ工法で行われ、2003年から2007年にかけて施工延長7.7km、施工面積は約10万m²にのぼっている。

機能性SMAの耐久性と機能性の検証のため、表-2に示す工区を対象に、追跡調査が計画された。

表-2 調査工区

工区名	東鯖江工区	葛岡工区	大屋工区
施工場所	鯖江市長泉寺～定次	越前市高木～葛岡	越前市大屋～小野谷
施工面積(m ²)	21,920	38,380	30,100
施工厚さ(cm)	5cm	5cm	5cm
施工年月	2003年10月	2005年8月	2006年8月
調査時供用年数	9年7ヶ月	7年9ヶ月	6年9ヶ月

3. 機能性SMAの混合物配合

機能性SMAの混合物配合は表-3に示すとおりである。

ギャップ粒度の骨材配合に、植物性繊維を外割0.3%添加し、耐久性の向上を図っている。

使用したバインダは、冬季のタイヤチェーンによる骨材飛散を考慮して、ポリマー改質H型アスファルトとした。

混合物の特性値のうち、動的安定度は目標値3,000回/mm以上に対して10,000回/mm以上と高い耐流動性能を示した。

表-3 機能性SMAの混合物配合

工区名		東鯖江工区	葛岡工区	大屋工区	目標値
バインダ種		高粘度改質As	高粘度改質As	高粘度改質As	－
配合率(%)	6号砕石	67.8	67.7	65.8	－
	7号砕石	7.5	7.5	8.5	－
	粗砂	9.4	9.4	9.4	－
	石粉	9.4	9.4	10.3	－
	アスファルト	5.9	6.0	6.0	－
植物性繊維（外割）		0.3	0.3	0.3	－
特性値	マーシャル安定度(kN)	11.0	11.0	9.2	5.0以上
	空隙率(%)	6.8	6.7	5.0	4～7
	飽和度(%)	65.8	66.7	73.4	65～85
	フロー値(1/100cm)	40	41	39	20～50
	動的安定度(回/mm)	12950	12600	10500	3000以上
	すり減り減量 (cm ²)	0.70	0.69	0.89	1.5以下
	キメ深さ (mm)	1.92	1.86	1.72	1.5以上
	最大吸音率 (%)	28.5	28.1	21.9	－

4. 調査内容

調査は、一般国道8号（大型車交通量3000台以上/日・方向の4車線道路）で表-2に示す機能性SMA施工区間3工区のそれぞれ100m区間を定点として行った。

評価は表-4に示す機能性SMAに期待される性能を考慮し、積雪寒冷地かつ重交通路線における耐久性と機能の持続性について評価を行った。

表-4 調査内容

項目	特性	調査項目
耐久性	耐流動性	わだち掘れ量測定
	耐摩耗性	路面目視観察測定
	骨材飛散抵抗性	
機能性	道路騒音の低減	環境騒音、タイヤ／路面騒音
	沿道への水はね低減	キメ深さ測定
	すべり抵抗性の向上	すべり抵抗測定
	凍結防止剤の残留遅延効果	残留塩分濃度測定

5. 耐久性の評価

各工区のわだち掘れ量は図-2に示すとおり、施工後10年を経過した東鯖江工区においても10mm程度であり、それ以外の工区でもわだち掘れの進行が小さく、耐流動性に優れる混合物であることがわかる。

また、目視による舗装面の骨材飛散状況を確認すると、東鯖江および葛岡工区で少し舗装面の摩耗が見受けられたが、骨材飛散は見受けられなかった。（写真-1～写真-2参照）また、3工区ともに輪跡部において空隙つぶれが確認された。

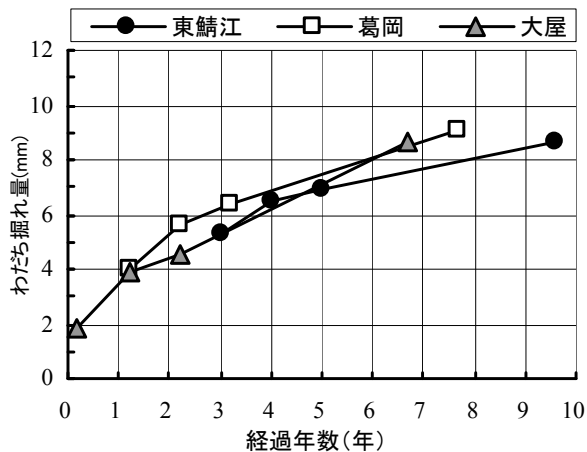


図-2 わだち掘れ量の推移



写真-1 東鯖江工区



写真-2 葛岡工区

6. 機能性の評価

(1) キメ深さ

サンドパッチングによるキメ深さ測定結果を図-3に示す。キメ深さは、供用5～10年においても1.2～1.5mmの間で推移しており、大きな低下はみられない。これは、ホイールトラッキング試験機を用いたトラバース走行試験による検証データ¹⁾とも符合する傾向を示しており、重交通路線においてもキメ深さの低下が小さいことがわかる。

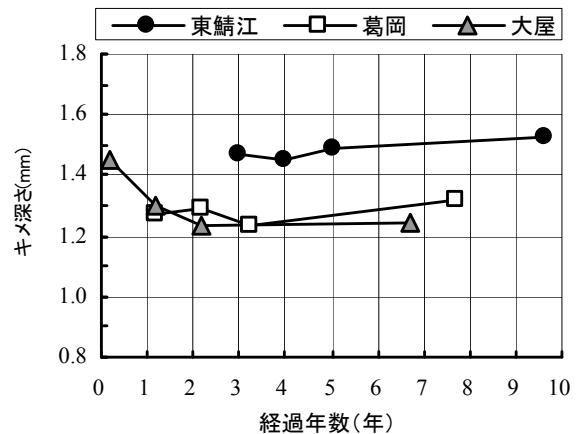


図-3 キメ深さの推移

(2) すべり抵抗

DFテストによるすべり抵抗測定結果を図-4に示す。60km/hにおける動的摩擦係数 μ は、全ての工区で0.5以上であり、良好なすべり抵抗性を有している。

供用初期では供用年数が進むにつれ、すべり抵抗が増加する傾向にあったが、供用3年以降はすべり抵抗に変化が無く推移している。

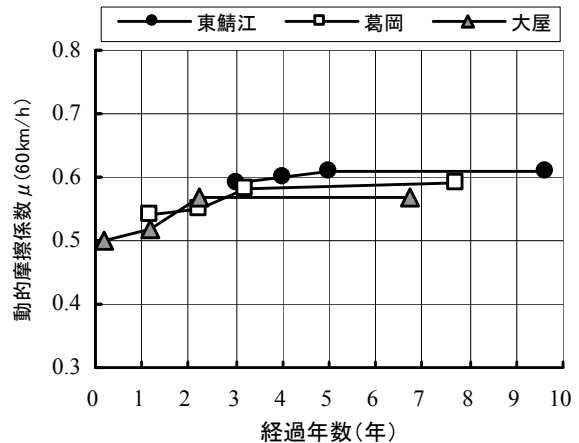


図-4 すべり抵抗の推移

(3) 環境騒音

環境騒音（等価騒音レベル）測定結果より，施工前の密粒舗装と比較した場合の騒音低減値は図-5 に示す。施工前の表層である密粒舗装の測定値と比較すると，施工直後は 4～5dB の低減であったが，次第に低下し，供用 3 年以降は 2～3dB 程度の低減で推移している。

供用 10 年以上経過した現状においても騒音低減効果が維持されている結果となった。

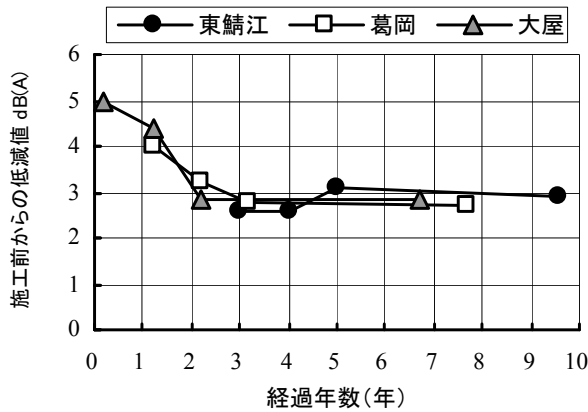


図-5 環境騒音低減値の推移

(4) タイヤ／路面騒音

タイヤ／路面騒音測定²⁾については，機能性 SMA 区間と近隣の排水性舗装および密粒舗装も測定対象とした。

測定結果を図-6 に示す。機能性 SMA のタイヤ／路面騒音は，供用初期では 91dB とポーラス舗装に近似した値であったが，供用 4 年で密粒舗装と同程度の 94～95dB となった。この傾向は排水性舗装も同様であり，供用 4～5 年経過で密粒舗装と同程度になると推察される。

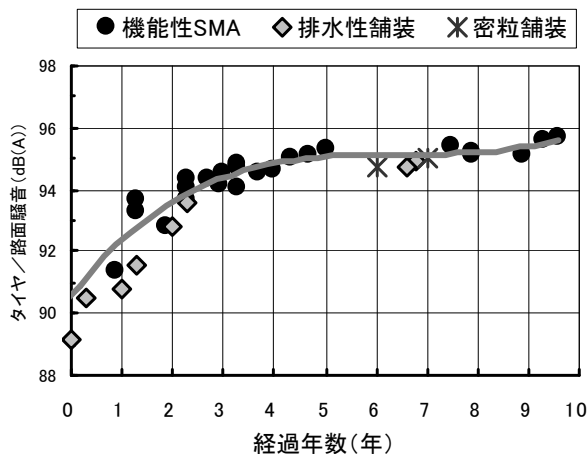


図-6 タイヤ路面騒音の推移

(5) 残留塩分濃度

機能性SMAは，表面が独立した適度な凹凸を有し，中下層は密であることから，凍結防止剤が流出しにくく，凍結防止剤の効果の持続が期待できる。

凍結防止剤の残留遅延効果の検証として，散布直後から30分毎に路面の表面水の塩分濃度測定を行った。

散布直後の塩分濃度に対して，各経過時間の塩分濃度を百分率で表したものを表-5および図-7に示す。

散布後150分の塩分残留率が，密粒区間が10%程度であるのに対し，機能性SMA施工区間は20～30%の範囲にあり，供用10年においても，密粒舗装と比較して優れた残留遅延効果が確認された。

表-5 残留塩分濃度測定結果

単位: (%)

工区名	東鯖江工区	葛岡工区	大屋工区	比較工区
調査時供用年数	10年3ヶ月	8年5ヶ月	7年5ヶ月	密粒区間
経過時間 (min)	0	100.0	100.0	100.0
60	76.1	69.8	60.7	42.6
90	52.2	51.2	41.1	25.9
120	37.0	30.2	26.8	14.8
150	28.3	25.6	21.4	9.3

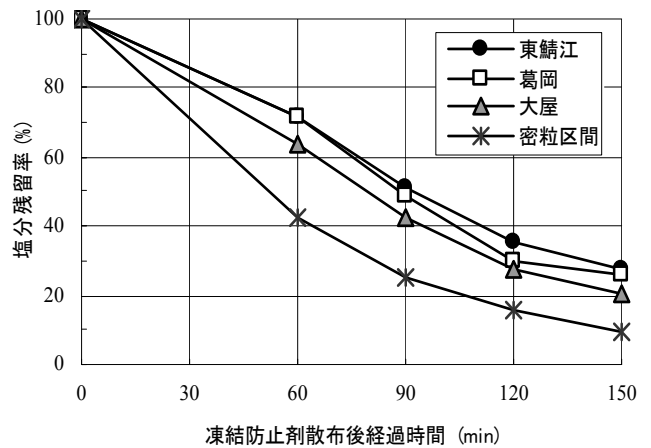


図-7 残留塩分濃度測定結果

7.まとめ

追跡調査結果をまとめると、以下のとおりである。

- ・わだち掘れ量は、供用10年において10mm以下であり、高い耐流動性を確認できた。
- ・路面状況は、タイヤチェーンによる骨材飛散も無く良好な路面を維持している。
- ・すべり抵抗は、供用経過による低下は見られず、良好なすべり抵抗性を有している。
- ・キメ深さは上部の多孔質層を維持している。
- ・環境騒音は、施工前の密粒舗装と比較して2～3dBの低減を維持している。
- ・タイヤ騒音は初期ではポーラス舗装と近似しているが、供用4年経過で密粒舗装と同水準となる。
- ・凍結防止剤残留効果は、密粒舗装の2～3倍であり、供用中～長期でも効果を維持している。

以上の結果から、供用10年後までの機能性SMAは、耐久性に優れ、適度な機能性を有し、積雪寒冷地域の表層材料として有効であることが確認できた。

排水性舗装と比較すると、初期の機能性では及ばないものの、耐久性で優位であることと、長期にわたり機能を維持することも確認できた。

8.あとがき

排水性舗装を積雪寒冷地に適用する場合、タイヤチェーン等による摩耗やその粉塵による空隙詰まり、凍結融解作用による混合物の耐久性、凍結防止剤の効果等による冬季の路面管理方法等が課題として挙げられる。

排水性舗装のこれらの課題に対して、本報で紹介した機能性SMAは、積雪寒冷地かつ重交通路線の過酷な供用条件に耐え、排水性舗装の様々な機能性を維持していることが確認された。

今後は、積雪寒冷地域における排水性舗装の代替工法または環境改善工法として、活用されることを期待する。

今後の追跡調査では、当該舗装の中長期の供用性を継続して調査し、ライフサイクルコストによる評価や、機能性SMAの更なる改良に取り組む所存である。

本調査に先立って、ご協力をいただきました福井河川国道事務所福井国道維持出張所の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 市原ほか：積雪寒冷地の排水性舗装に代わる機能性 SMA の検証，舗装 Vol. 37 No. 8，2002 年
- 2) 井原ほか：アスファルト舗装の空隙特性とタイヤ／路面騒音に関する検討，第 25 回日本道路会議論文 No. 09148，2003 年