

機能性SMA

(砕石マスチックの耐久性と排水性舗装の路面機能を併せ持つ舗装)

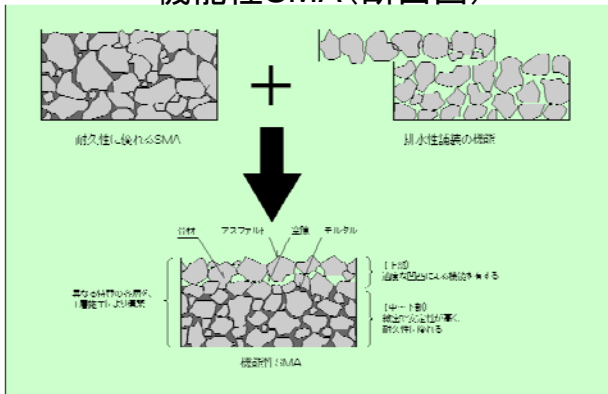
(独)土木研究所 寒地土木研究所
寒地道路保全チーム

機能性SMAの開発目的

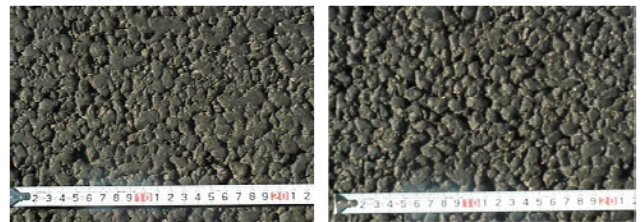
- 舗装の表層は深さ方向に材料的・力学的に均質となるように設計・製造・施工されるのが一般的である。このため、昨今の舗装に対する多様な技術的要請に対応したくとも、単機能層を積層した形の表層を1層施工で構築することは困難であった。この課題を解決するため、**排水性舗装のテクスチャと、極めて耐久性に優れた砕石マスチックの長所を併せ持つ新混合物を設計・製造し、機能傾斜型の1層として構築する技術を開発した。**

- 株式会社NIPPOと共同研究
- 第3回国土技術開発賞

機能性SMA(断面図)



機能性SMAの舗装表面



機能性SMA

排水性舗装

機能性SMAについて

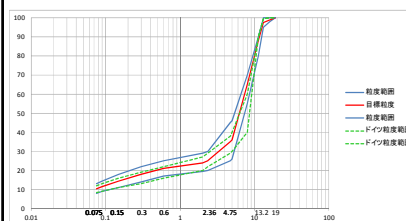
・SMA(ストーンマスチックアスファルト)
SMAとは開粒度舗装の一つであり、粗骨材とフィラーの量が通常の舗装よりも多いアスファルト混合物で、砕石のかみ合わせ効果とアスファルトモルタルの充填効果により、耐久性に優れたアスファルト混合物である。

・機能性SMA

機能性SMAは、舗装表面の骨材の凹凸がある、いわゆるマクロテクスチャの粗いSMAのことで、排水性舗装(きめ深さ1.5mm)に近いきめ深さを有する舗装のことである。
このため、耐久性、すべり抑制効果などの機能を求められる箇所に適したアスファルト混合物と考えられる。

●機能性SMAの配合設計

・キメの深いSMAの配合設計例



・マーシャル試験における目標値

項目	目標値
マーシャル試験回数	50回
マーシャル安定度	5KN以上
フロー値	20~50(1/100cm)
空隙率	3~7%
飽和度	65~85%

・目安値など

項目	目安値
標準基準密度	2.25t/m ³
動的安定度	3000(mm/回)以上
低溫カンタプロ損失量	20%以下
きめ深さ(初期値)	1.0mm以上 CTメータによる測定 (またはサンドパッチ法)

名称	規格	配合割合(%)
アスファルト	H型	6.0
植物繊維		0.3

試験施工に用いる「きめの深いSMA」について

●植物繊維について



綿状タイプの植物繊維



粒状タイプの植物繊維

写真の植物繊維の原料は天然の木材(チップ)を使用したもの

機能性SMAの製造および運搬

①製造

- 通常のアスファルトプラントで製造可能
- 植物繊維を十分に分散するため、混合時間は長くとる。密粒混合物と比較し、製造能力は70%に低下する。(ドライミキシング20秒、ウエットミキシング50秒)

②運搬

- 運搬時は材料分離や温度低下が発生しないように十分な対策を行う。

③舗設

- タンパ・バイブレータ併用式(TV式)で舗設する。締固め(初転圧・2次転圧)はマカダムローラで行う。表面のキメを整えるため、タイヤローラによる仕上げ転圧を行うこともある。
- キメを確保するため、連続施工するとともに過転圧とならないように十分管理する。

●試験施工結果 (転圧機械についての例)

各施工箇所の転圧機械と転圧回数

	初期転圧(回)	二次転圧(回)	仕上げ転圧(回)
一般国道453号札幌市	マカダムローラ(10t) 6	タンデムローラ(4t級) 6	タイヤローラ(8-12t) 2
名寄バイパス	マカダムローラ(10t) 8	タンデムローラ(6t級) 6	タイヤローラ(8-12t) 2
深川留萌自動車道	マカダムローラ(10t) 8	タンデムローラ(6t級) 6	タイヤローラ(8-12t) 2
函館新道	マカダムローラ(10t) 6	タンデムローラ(6t級) 6	タイヤローラ(8-12t) 4

きめの深いSMAを施工する建設機械は、一般的な舗装工事で使用している機械編成により、所定のきめ深さを確保できた。



マカダムローラ



タンデムローラ



タイヤローラ

●施工状況



機能性SMAの特長

1. 耐久性

- ① 耐流動性の向上
- ② 耐摩耗性の向上
- ③ 骨材飛散抵抗性の向上

2. 機能

沿道環境の保全

- ① 道路交通騒音の低減
- ② 沿道への水はねの低減
- ③ 車両走行安全性の向上
 - ・雨天時のすべり抵抗性の向上
 - ・夜間・雨天時の視認性の向上
 - ・路面凍結抑制効果の向上

排水性舗装の破損状況



排水性舗装の補修時期

施工年次	施工箇所数 (工区)	補修時期			
		補修無	5年後	6年後	7年後
H12施工	6工区	2	※一部補修箇所有	4	※一部補修箇所有
H13施工	9工区	3		4	2
H14施工	9工区	4	2	3	
H15施工	8工区	7	1		

排水性舗装の補修サイクルは、概ね5~7年程度

※(北海道開発局札幌開発建設部札幌道路事務所の施工実績より)

経年変化状況

施工場所:一般国道36号 苫小牧市有明
 施工年度:平成14年度
 交通量: 34,145台/24h 大型車混入率57.2%



平成14年に施工した「機能性SMA」の損傷状況を目視によって確認したが、目立った損傷は発生しておらず、供用後10年経過した現在でも健全な状態を保っていることが確認された。

機能性SMAの施工実績例 施工後10年経過現存箇所例(H12-14施工分)

路線名	開発建設部	施工箇所	施工年度	施工延長	合材種類	わだち掘れ量(mm)	ひび割れ率(%)	調査の時期	調査時の経過年数	バッチング率(%)
一般国道5号	小樽	小樽市張種	平成12年	100m	H型・繊維有	14.4	2.4	平成24年	12年	0.0
一般国道38号	帯広	帯広市石狩通り	平成12年	1300m	H型・繊維有	13.5	4.1	平成24年	12年	0.5
一般国道36号	室蘭	苫小牧市元町	平成13年	1800m	H型・繊維有	11.3	4.0	平成23年	10年	0.0
一般国道36号	室蘭	苫小牧市本幸町	平成13年	600m	H型・繊維有	9.3	7.6	平成23年	10年	0.0
一般国道38号	帯広	帯広市石狩通り	平成13年	1000m	H型・繊維有	10.9	6.8	平成24年	11年	0.0
一般国道236号	帯広	帯広市市街	平成13年	200m	H型・繊維有	6.0	2.9	平成20年	7年	0.0
一般国道12号	旭川	旭川市大町	平成14年	1000m	H型・繊維有	9.5	0.2	平成24年	10年	0.0
一般国道12号	旭川	旭川市東広	平成14年	4800m	H型・繊維有	9.5	0.2	平成24年	10年	0.0
一般国道36号	室蘭	苫小牧市日吉町	平成14年	1800m	H型・繊維有	15.0	5.2	平成23年	9年	0.2
一般国道38号	帯広	帯広市依田	平成14年	1100m	H型・繊維有	12.6	8.6	平成24年	10年	0.0

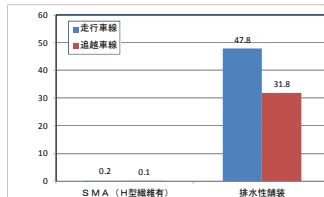
※ 調査は路面性状自動測定車で実施したデータである。

※ バッチング率は平成24年度に実施した目視調査の結果により算出した。

・供用後10年程度、経過したきめの深いSMAは比較的健全である。

【参考】SMA舗装と排水性舗装の耐久性比較について

国道12号札幌市厚別区大谷地で、平成11年に、きめの深いSMAおよび排水性舗装区間を施工し、調査を行った。

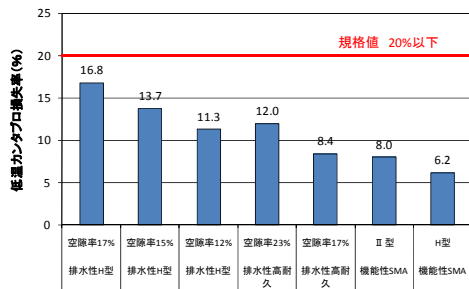


路面補修率の比較

排水性舗装区間の破損状況

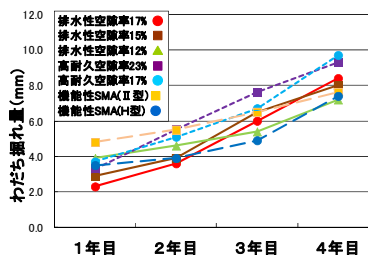
施工後、7年10ヶ月経過後の補修面積率を測定した結果、排水性舗装区間の補修面積率は30%~50%程度であったのに対し、きめの深いSMA区間の補修面積率は0.2%程度であった。

混合物の違いによる低温カンタブロ試験結果

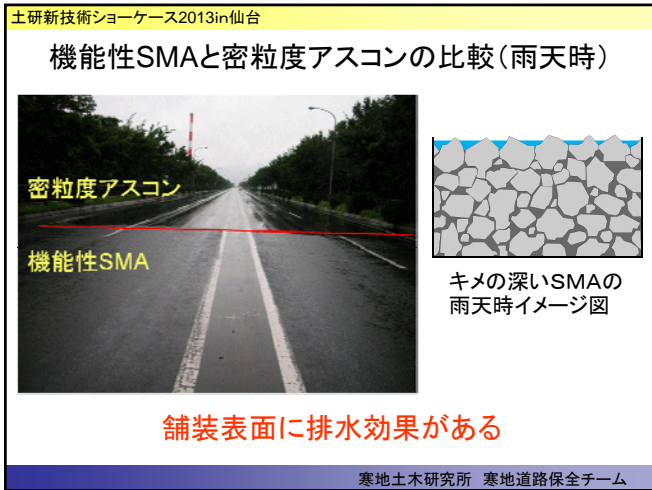
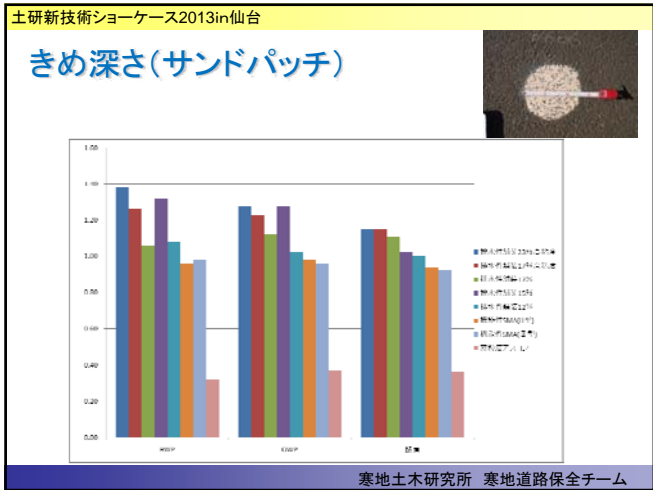
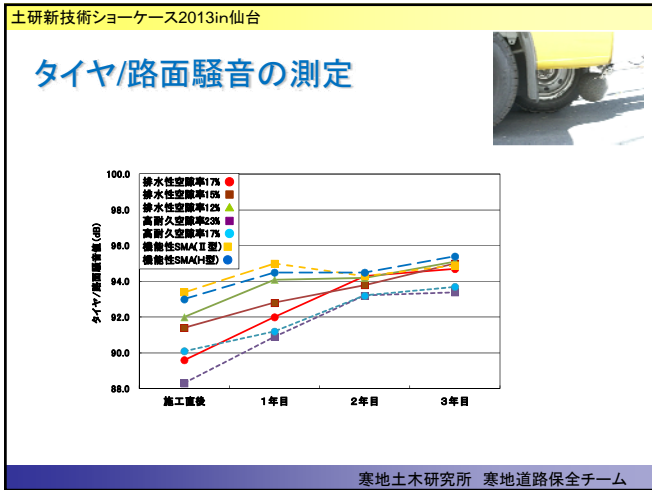


●機能性SMAは現状の排水性舗装に比べて骨材飛散抵抗性が高いと推測される。

混合物の違いによるわだち掘れ量試験結果



●機能性SMAは現状の排水性舗装に比べてわだち掘れ量は低くなった。



土研新技術ショーケース2013in仙台

【参考】雨天時の視認性の検証
輝度計による湿潤路面反射測定状況

撮影: 苫小牧寒地試験道路 平成25年8月

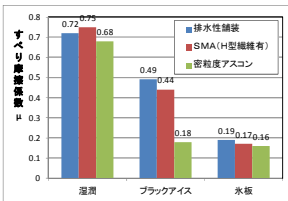
	密粒度アスコン (きめ厚さ0.6mm)	SMA(H型繊維有) (きめ厚さ1.0mm)	排水性舗装 (きめ厚さ1.8mm)
対向車ライト点灯時			
対向車ライト消灯時			

施工年度:平成11年度
きめ厚さ測定年度:平成24年度

寒地土木研究所 寒地道路保全チーム



●路面状況別すべり抵抗値の比較



すべり抵抗値の比較

※試験条件
 ・観測年月：平成24年2月
 ・観測箇所：宮小牧寒地試験道路
 ・測定はすべり試験車を使用
 ・路面の湿潤条件は、放水車により厚さ0.5~1.0mmの範囲の水膜を作成して測定

- ・初冬期に見られる、ブラックアイス状態の路面においては、機能性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。
- ・湿潤、氷板の路面状態においては、機能性SMA、排水性舗装、密粒度アスコンとも変わらない結果であった。

●今後について

機能性SMAは排水性舗装と比較し、ほぼ同等の機能を有し、耐久性に優れている。
 積雪寒冷地である北海道では、除雪が行われるため、舗装にかかる負荷が大きく、耐久性に優れることは、補修費の抑制につながるものである。
 また、機能性SMAは排水性舗装では散布ができなかった防滑材の散布が可能な混合物であることから、冬期路面管理上において、有効なアスファルト混合物である。

今後、試験施工箇所の長期耐久性を検証するため、破損状況、わだち掘れ等の継続した調査を行うとともに、あわせて大規模施工時の施工性や冬期路面管理(除雪、凍結防止材・防滑材の散布)による影響の検証を行う。

機能性SMA適用箇所

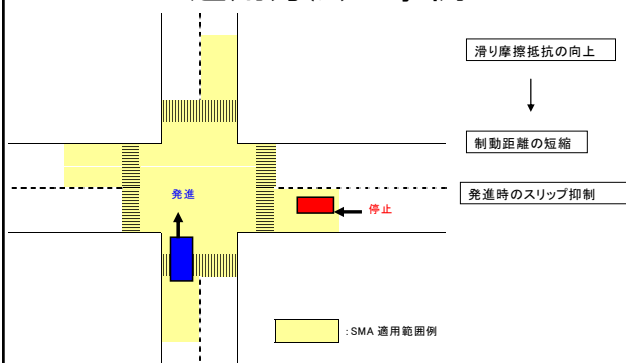
- ・冬期路面対策
 - ①坂道冬期路面対策
 - ②坂道冬期路面対策(ロードヒーティング中止箇所)
 - ③市街地の交差点部
 - ④トンネル入り口
- ・トンネル内の修繕工事
 - ①トンネル内舗装
 - ②トンネル入り口
- ・低騒音舗装
 過去に実績はあるが、最近では少ない。騒音効果の持続性の確保が課題

全国の施工実績(2010.3現在)
 1,028,625m²

施工事例
 冬期路面対策(坂道)



適用方法の事例



施工事例
 トンネル内の明色機能性SMA



特徴・利点

- 明色性が確保できる(既設照明をそのまま活用できる)
- 即日開放が可能で、交通に与える影響が小さい
- すべり抵抗性の改善が期待できる
- 平坦性が良好で走行性が良い
- 維持管理が通常のアスファルト舗装と同様で容易