

土研 新技術ショーケース2021 in 広島

「機能性(北海道型)SMAについて」

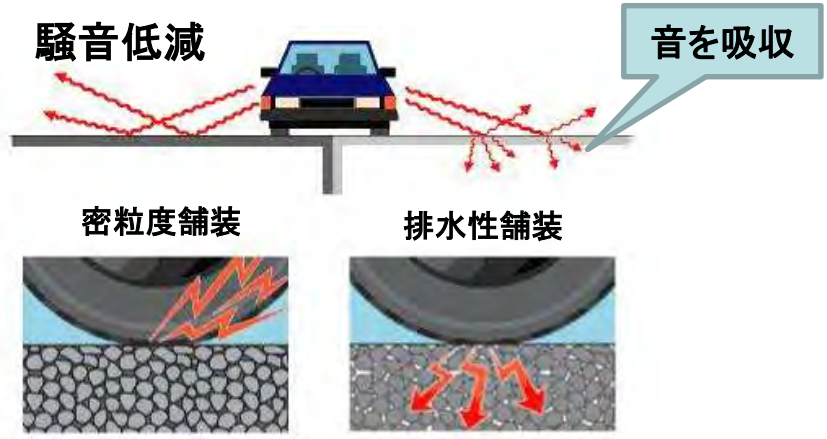
国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム
研究員 田中 俊輔

次第

- 開発の経緯や現状
- 性能, コスト, 使用用途
- 配合設計, 施工
- さらに高耐久化を目指して

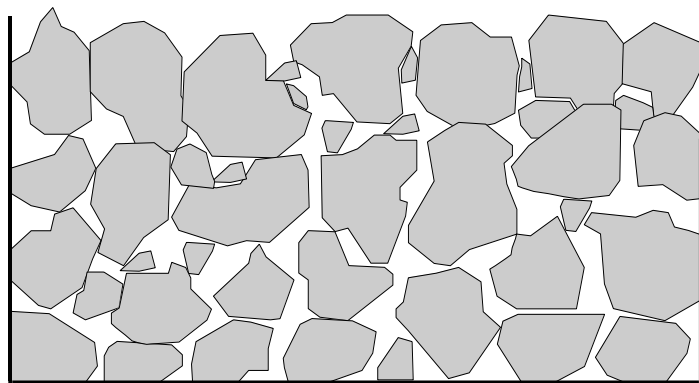
機能性SMA開発の経緯

- 北海道開発局が管理する高規格幹線道路等の表層用混合物として採用されている**排水性舗装**は、雨天時の安全な高速走行の確保や騒音低減等の機能を有する混合物であるが、タイヤ走行部、橋梁ジョイント接続部において、骨材飛散、ひび割れが発生するなど、機能が低下している箇所が多く発生している。
- 排水性能を維持するため、冬期路面管理にすべり止め材を使用できず、凍結防止剤を散布するなど、日常の路面管理費用にも負担が生じている。

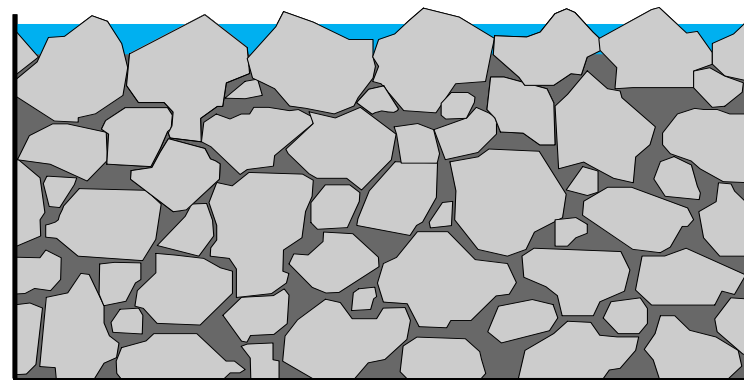


解決策

- ・雨天時などの**走行安全性**を確保するため、排水性舗装に似た**きめ深さを有する構造**
- ・**耐久性**を向上させるため、骨材間隙にフィラーとアスファルトモルタルが満たされた**密実な構造 (SMA)**



排水性舗装
表面のきめが深い
内部に連続空隙がある



新たな舗装
(機能性SMA)
表面のきめが深い
内部が密実



機能性SMA



排水性舗装

北海道開発局では、平成29年度より本格的運用を開始。

令和2年度までに、累計施工延長は400km以上。

※北海道開発局では、現場適用の段階で『北海道型SMA』と呼称することになった。

性能, 使用用途

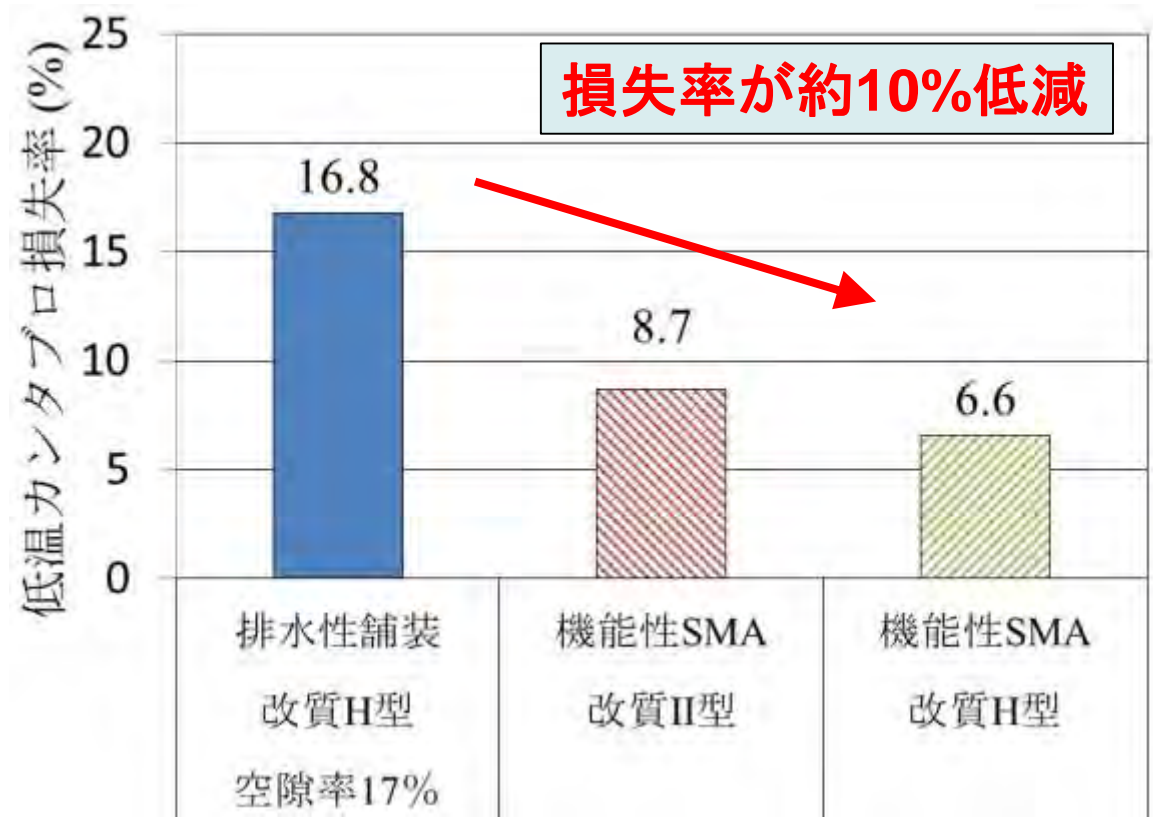
機能性SMAの特徴

① 高い耐久性



ロサンゼルス試験機に供試体を入れ、**-20°C**で**300回転**させる。

試験後の供試体



機能性SMAは、排水性舗装よりも低温カンタブロ損失率が約10%低減し、**骨材飛散抵抗性が高い**舗装となる。

② 雨天・冬期の走行安全性を確保

雨天湿潤路面

- ・水はね, 水けむりの発生を抑制
- ・夜間, 対向車等のヘッドライトによる眩しさを低減
→視認性向上
- ・ハイドロプレーニング現象の発生を抑制.
→高速走行時でも高い走行安全性を確保



走行車の水けむりの比較
(密粒度アスコンと機能性SMA)

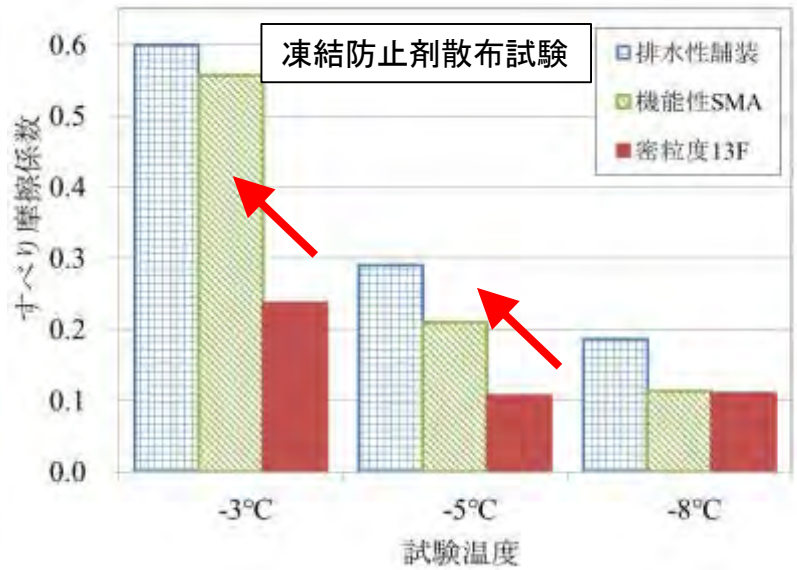
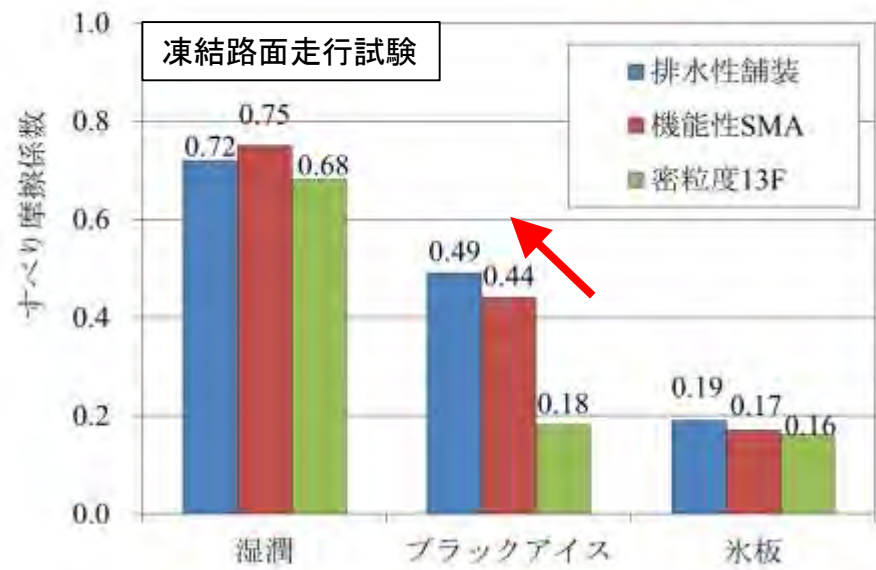


対向車ヘッドライトの路面反射光の比較
(密粒度アスコンと機能性SMA)

② 雨天・冬期の走行安全性を確保

冬期路面

- ・冬期，ブラックアイスバーン路面でも，高いすべり抵抗値を確保（圧雪や厚い氷板になると凍結防止剤散布等が必要）
- ・凍結防止剤や防滑材散布との複合的効果も期待できる

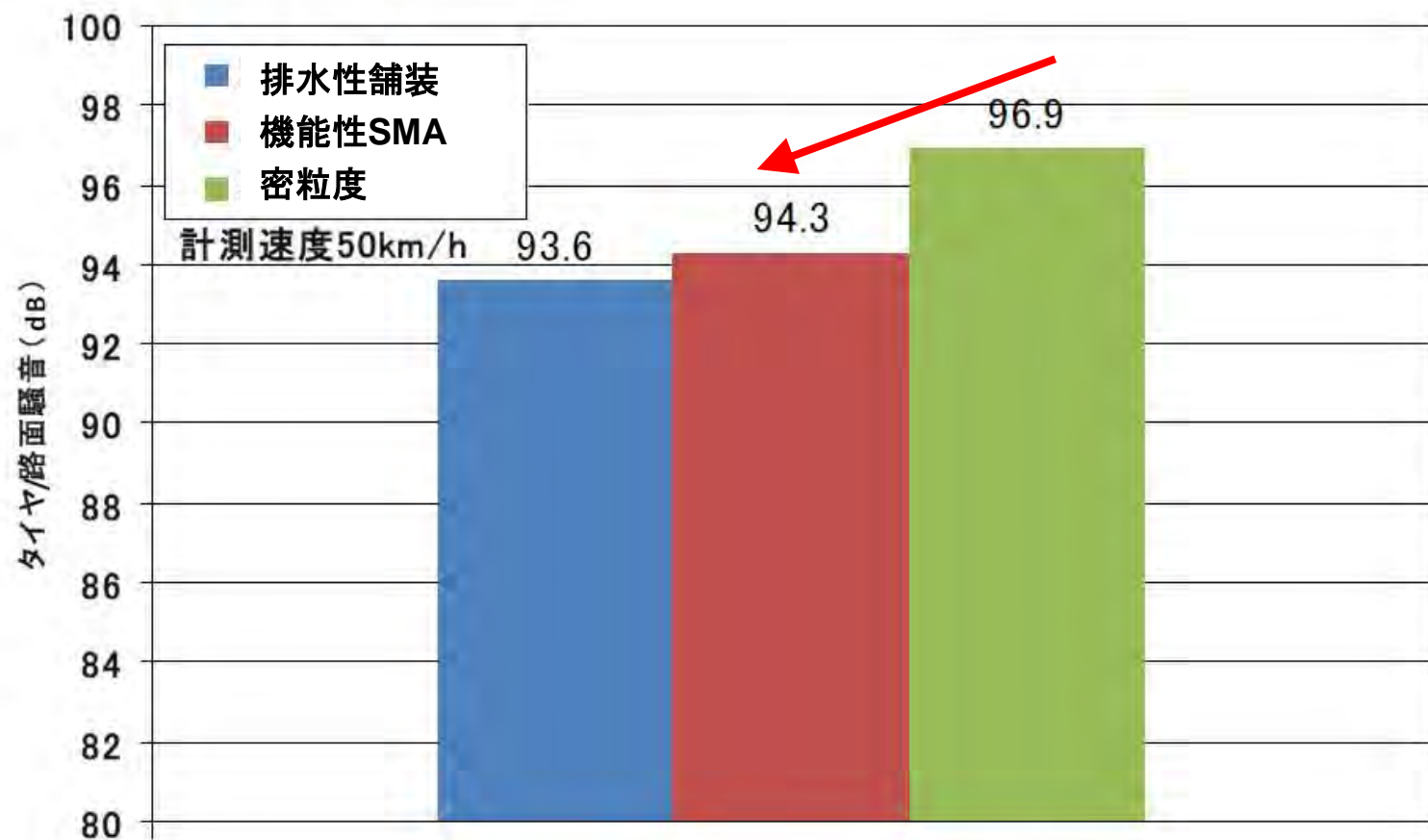


ブラックアイスの時，機能性SMAは密粒度よりすべり抵抗値が高い。

機能性SMAは，密粒度より高い凍結防止剤散布効果が期待できる。

③ 道路沿道環境の改善

・騒音低減



機能性SMAのまとめ(用途など)

期待できる効果

- ・湿潤路面や凍結路面および高速走行時の走行安全性確保
- ・排水性舗装よりも高い耐久性
- ・騒音低減等の沿道環境改善

用途

- ・高速走行時の安全性が求められる区間
⇒ 高規格幹線道路など
- ・車両の減速・停止が要求される場所
⇒ カーブ, 急勾配部, 交差点付近など
- ・路面状況の変化が著しい箇所
⇒ トンネル・スノージェット等の出入り口付近, 橋梁部, 山間部の日陰など
- ・騒音低減など沿道環境の改善が求められる区間

混合物単価

- ・機能性SMAは, 一般的なアスファルト混合物より数千円(tあたり)高くなる.

配合設計・施工

北海道型SMAの施工の手引き(案)

積雪寒冷地における舗装技術検討委員会

平成28年3月改訂版

目次

1. 総則
2. 概要
 2. 1 北海道型SMAとは
 2. 2 北海道型SMAが有する機能
3. 材料
4. 配合設計
 4. 1 配合設計
 4. 2 配合設計における各種試験
5. 製造
6. 運搬
7. 施工
8. 品質管理
9. 出来形管理
10. 工事記録の保存

URL https://www2.ceri.go.jp/jpn/iji/hokkaidogatasma_tebiki/
または、『北海道型SMAの「施工の手引き」』で検索

○機能性SMAは、一般的なアスファルト混合物とそれほど変わらない方法で、配合から施工まで実施できるが、一般的なアスファルト混合物よりも留意点が多いため、手引き(案)を作成し、公表している。

●機能性SMAの配合について

【アスファルト】

ニチレキ社 ポリマー改質アスファルトII型	針入度	軟化点	伸度	蒸発 針比	薄膜 変化	薄膜 針入	可溶分	引火点	密度	粘度(S 混合)	181	160~166	8以上	4以上	-	-	-
規格値	40以上	56.0以上	30以上	-	0.6以下	65以上	-	260以上	報告	-	-	-	-	-	-	-	-
性状値	60	63.5	84	-	0.01	80	-	321	178	163	16.8	11.7	-	-	-	-	-

植物性繊維を添加
添加量は重量比で全体重量
に対して0.3%(外割)を標準

【石 粉】

太平洋セメント株 石灰石粉	300	150	75
規格値	100	90~100	70~100
性状値	100.0	96.0	80.0

ポリマー改質
アスファルトを
使用

【植物性繊維】

株ジャベット スーパーファイバー	真比重	最長繊維 長(μm)	平均繊維 長(μm)	平均繊維 径(μm)	耐酸・アルカリ性
規格値	1.45~1.55	-	-	-	安定
性状値	1.50	約3500	約1200	約45	PH1~11

【新骨材】

項 目	産 地	納入者	密度 g/cm ³	表乾 密度 g/cm ³	吸水率 %	安定性 %	ロス 減量 %	粒 度									
								19.0 mm	13.2	9.5	4.75	2.36	600 μm	300	150	75	
粗骨材規格値			-	2.50以上	2.5以下	12以下	20以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6号碎石	七飯町	松田砕石	2.777	2.689	1.89	2.2	16.8	100.0	99.3	-	7.7	0.6	-	-	-	-	-
7号碎石	七飯町	松田砕石	2.792	2.685	2.27	2.7	18.8	-	100.0	-	88.8	10.6	0.7	-	-	-	-
細骨材規格値			-	2.55以上	-	10以下	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
スクリーングス	七飯町	松田砕石	2.771	2.694	1.78	2.2	-	100.0	95.2	50.9	33.8	22.4	15.6	-	-	-	-
細目砂	せたな町	八丈製業	2.666	2.59	1.78	1.9	-	-	100.0	82.9	45.6	8.4	1.0	-	-	-	-

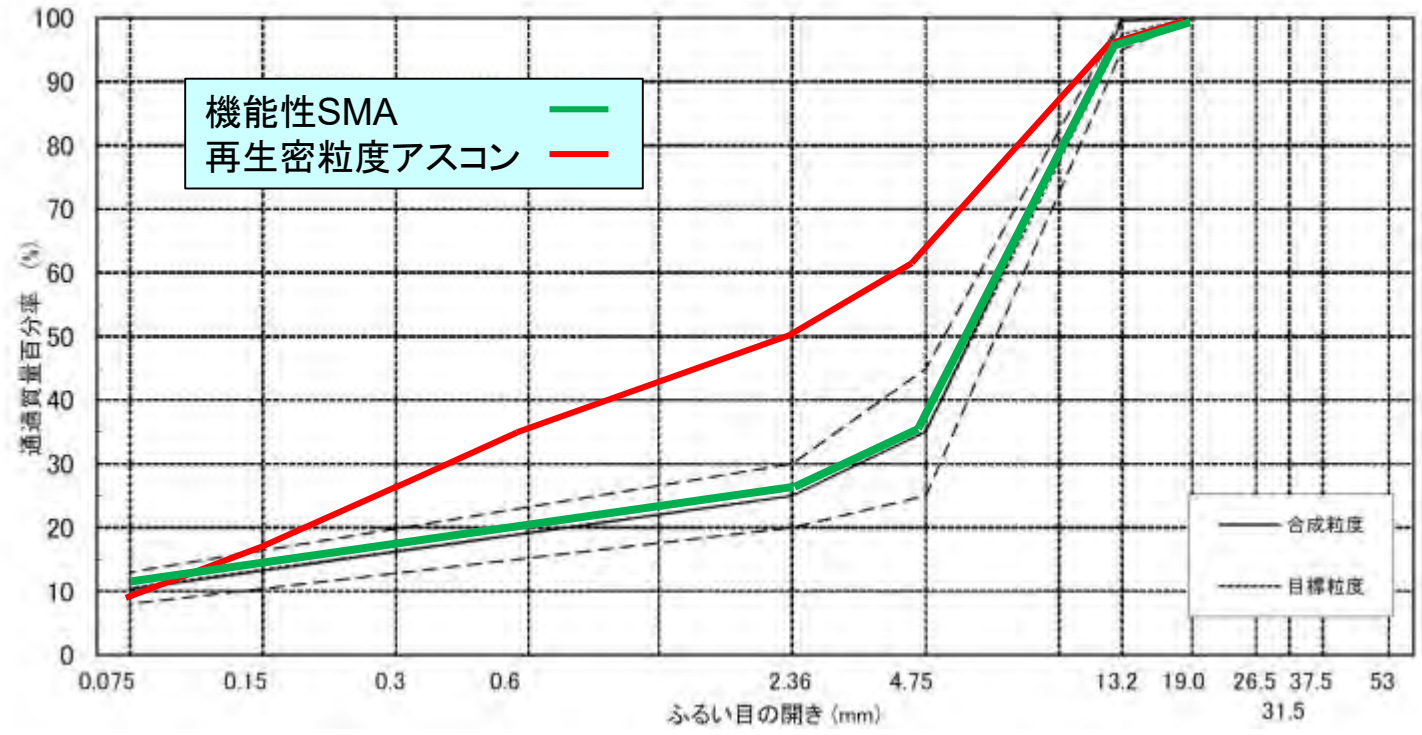
【再生骨材】

項 目	産 地	納入者	旧アス 含有 %	旧アス 針入 1/10mm	最大 密度	洗い 損失 %	粒 度										
							19.0 mm	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6 μm	0.3	0.15	0.075		
規 格 値	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
性 状 値	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

●機能性SMAの配合について

【配合設計】

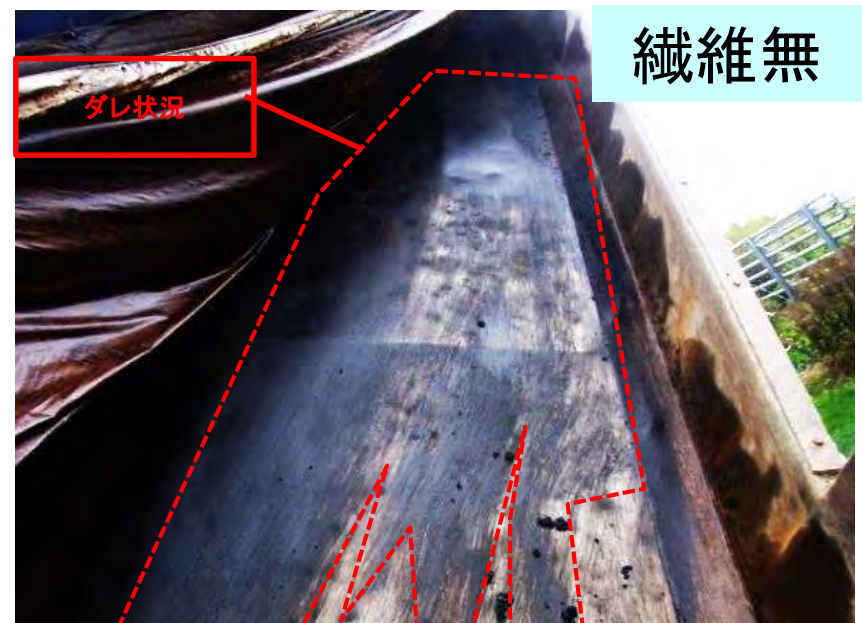
室内配合表	アスファルト		石 粉		粗骨材				細骨材		-		合 計	
	改質Ⅱ型	植物繊維	石灰石粉	-	6号碎石	7号碎石	-	-	-	スクリングス	細目砂	-		-
骨 材 配 合	-	-	11.5	-	69.5	6.3	-	-	-	6.5	6.2	-	-	100.0
全 配 合	6.1	0.3	10.8	-	65.3	5.9	-	-	-	6.1	5.8	-	-	100.30



○機能性SMAは、密粒度系の混合物と比較して、ギャップが大きな粒度曲線になる。

植物性繊維とは天然の木材を原料に、綿状・粒状にしたもの

● 植物性繊維を入れる理由



植物性繊維がないと、運搬時にアスファルトのダレが発生
 ※ダンプトラックの荷台にダレたアスファルトが残存

● 配合設計時の規格値(機能性SMA独自)

試験項目	試験方法	規格値
低温カンタブロ試験	装性能評価法 別冊 試験温度・供試体温度-20℃	16%以下 (コア3個の平均)
きめ深さ	舗装調査・試験法便覧(第3分冊) CTメータまたはMRP(マルチロードプロファイラ)	0.9mm以上 (供試体3枚の平均)

●機能性SMAの施工

転圧機械と転圧回数の一例

ケース①	転圧機械	マカダムローラ(10t) 6回	タンデムローラ(6t級) 6回	タイヤローラ(8-12t) 6回
	目標温度	155±5℃	130±10℃	70±10℃
ケース②	転圧機械	マカダムローラ(10t) 6回	タンデムローラ(6t級) 6回	タイヤローラ(8-12t) 2回
	目標温度	155±10℃	130±10℃	80±10℃
ケース③	転圧機械	マカダムローラ(10t) 6回	タンデムローラ(6t級) 6回	タイヤローラ(8-12t) 4回
	目標温度	155±5℃	130±10℃	70±10℃

機能性SMAの施工は、初期転圧にマカダムローラ、二次転圧にタンデムローラ、仕上げ転圧にタイヤローラを用いる例が最も多くなっている。



マカダムローラ



タンデムローラ



タイヤローラ

●機能性SMAの品質・出来形管理における規格値

締固め度

- ・ 締固め度は規格値以上とするが**目標値は100%**とする。 ※手引き(案)
- ・ 規格値(開発局道路・河川工事仕様書より)

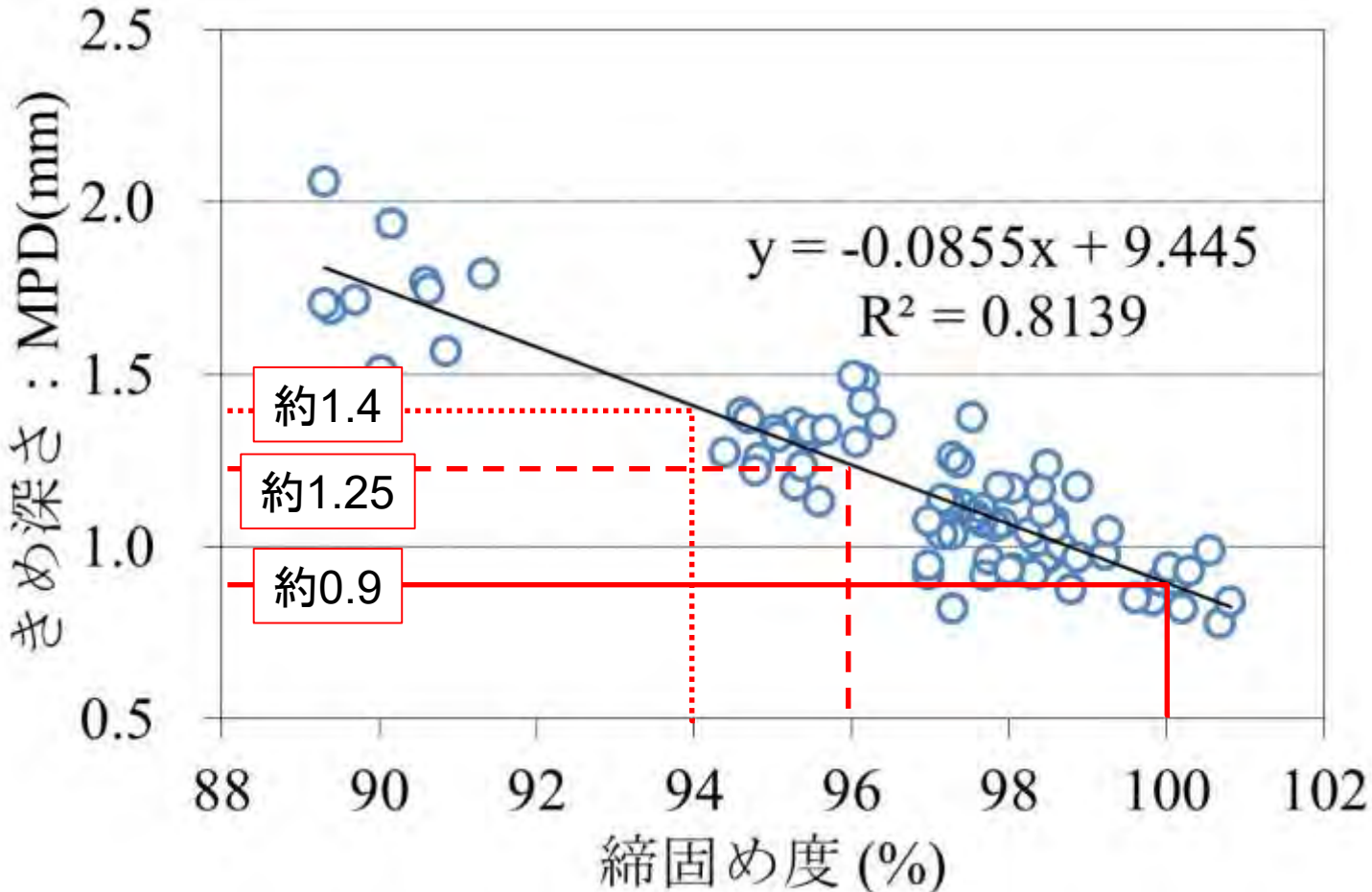
締固め度は個々の測定値が基準密度の**94%以上**を満足するものとし、かつ10個の測定値の平均値が**96%以上**を満足するものとする。

きめ深さ

- ・ きめ深さは、測定箇所における測定の**平均値が0.9mm以上**を満足するものとする。

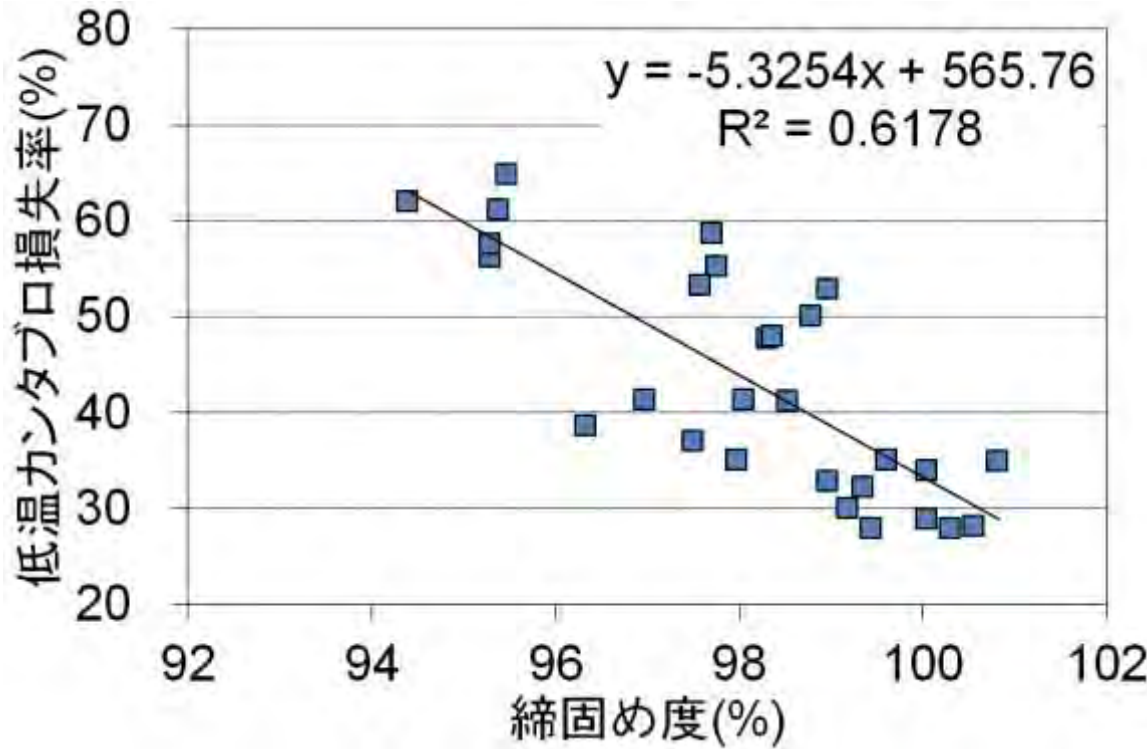
・機能性SMAにおいて、締固め度およびきめ深さの規格値を満足するためには、**施工方法や管理など、十分に検討・留意する必要がある。**

●機能性SMAの締固め度ときめ深さの関係



・機能性SMAは、締固め度が低下するときめ深さは大きくなるが、**耐久性が低下する懸念がある。**

●機能性SMAの締固め度と耐久性の関係



- 締固め度100%と、94%を比較すると、低温カンタブロ損失率は、**2倍**も増加する。
- **機能性SMAの締固め度は、耐久性に大きく影響を与える。**

• **きめ深さを満足しようとするために、転圧回数を少なくするなどの対応は行わないこと。 ※手引き(案)**

●締固め不足の例



- 交差点手前50m程度の施工
- 施工後約3年で骨材飛散が目立つ
- 締固め不足の影響と考えられる.

さらなる高耐久化を目指して

●使用するアスファルトの選定(改質アスファルトⅡ型とH型)
 ⇒改質H型よりも高耐久のアスファルトを使用した例

・アスファルトメーカー各社は、改質H型よりも、チェーンによる衝撃骨材飛散等、積雪寒冷地特有の破損に対して高い抵抗性を有する改質H-F型を開発している。

改質H-F型を使用した例(交通量の多いのトンネル)

・これまで、排水性舗装で4年、機能性SMA(明色)で8年で補修。2016年8月、改質H-F型を使用した機能性SMAでオーバーレイ。



日刊 建設新聞

●更なる耐久向上を目指した様々なSMA(一般国道で試験施工)



高耐久型SMA



小粒径SMA

- 高耐久型SMAは、機能性SMAよりアスファルト量や細骨材量が多い。
- 欧州で一般的なSMAに似た配合。
- きめ深さは機能性SMAよりも若干小さい(試験施工で0.7~0.9mm程度)。

- 小粒径SMAの最大粒径は5mm。
- 機能性SMAよりもアスファルト量が多い。
- きめ深さは、機能性SMAよりも小さい(試験施工で0.4mm程度)。

近年の社会的ニーズに応える長寿命化・高耐久化混合物の開発を目指す。

●更なる耐久向上を目指した様々なSMA(一般国道で試験施工)



北海道建設新聞

ご清聴ありがとうございました！



『北海道型SMAの施工の手引き(案)』公開中
http://www2.ceri.go.jp/jpn/iji/hokkaidogatasma_tebiki/

(国研)土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム
Tel:011-841-1747 Fax:011-841-9747