

# 積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と 予防保全に関する検討委員会

## 【第5回】

令和5年3月23日(木) 15:00 ~

場所 TKP札幌ビジネスセンター赤レンガ前 ホール5C

# 積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と 予防保全に関する検討委員会【第5回】

日時：令和5年3月23日(木) 15:00 ～

場所：TKP札幌ビジネスセンター赤レンガ前 ホール5C

## 議 事 次 第

1. 開 会

2. 挨拶

3. 審 議

(1) 前回の検討委員会の議事概要について

・・・資料1

(2) 各委員からの技術提案・情報提供

1) AI活用の舗装点検・診断について

・・・資料2

2) 現場実証（試験施工）について

・・・資料3

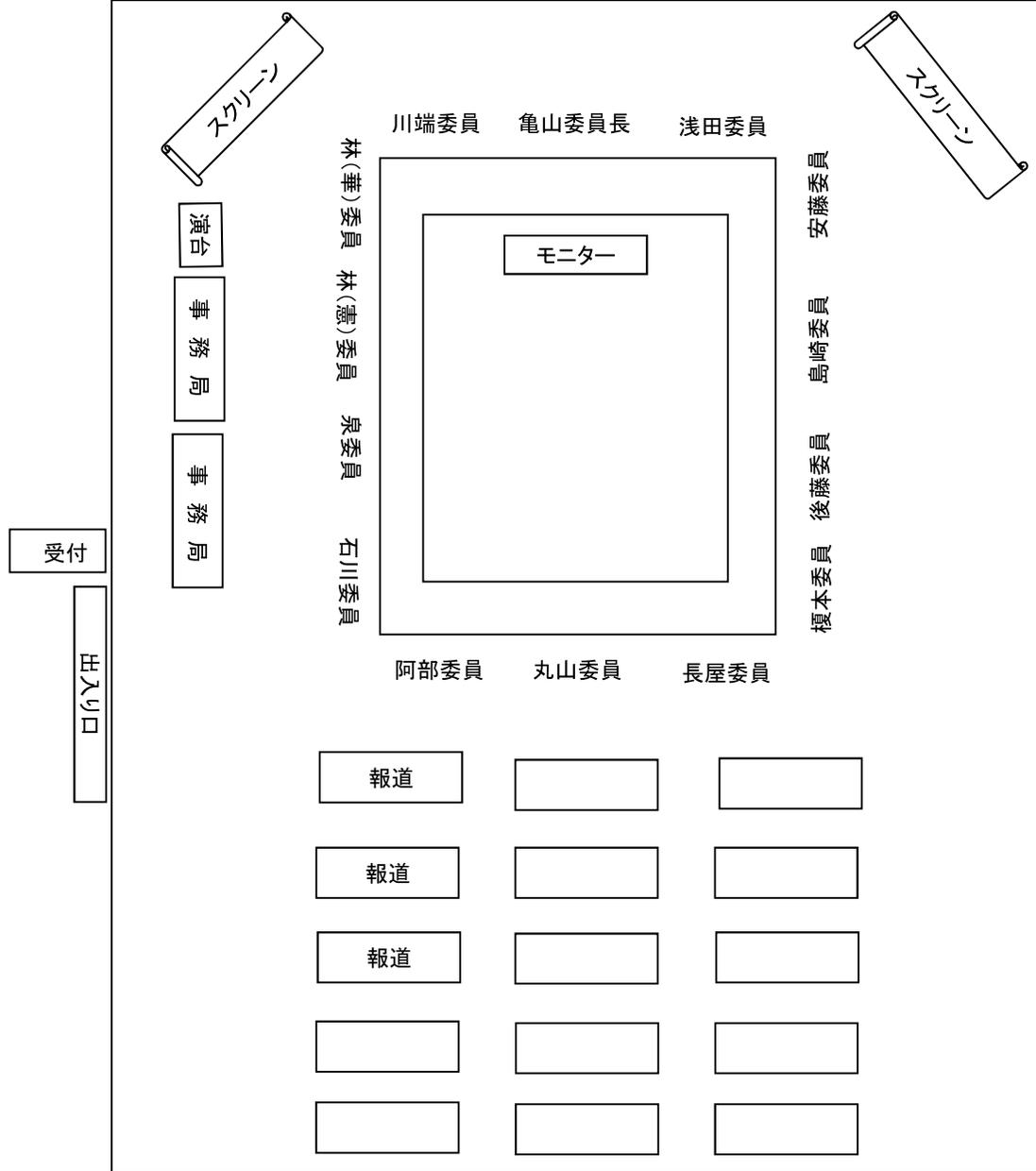
(3) 新たな舗装技術の紹介

・・・資料4（1～8）

4. その他

5. 閉 会

## 座席表



# 「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と 予防保全に関する検討委員会」規約

## (趣 旨)

第1条 本規約は、「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」（以下「委員会」という。）の設置に関する必要な事項を定めるものである。

## (目 的)

第2条 委員会は、積雪寒冷地特有の凍結融解や老朽化による損傷等の現在抱えている舗装に関する問題点に対して、AIによる損傷状況の把握や新たな舗装技術の確立など、より耐久性の高い舗装技術、より効率的な補修方法等について技術的な検討を行うことを目的とする。

## (組 織)

第3条 委員会は、別表に掲げる委員により構成する。

- 2 委員長が必要と認めるときは、新たに委員を加えることができる。
- 3 委員長は、必要に応じて委員以外の出席を求めることができる。

## (委 員 長)

第4条 委員会は委員長を置く。

- 2 委員長は、事務局の推薦により委員の確認によってこれを定める。
- 3 委員長は、委員会の議長となり、議事の進行に当たる。

## (委員会の開催)

第5条 委員会の開催は、委員長が必要と判断した場合は随時開催することができるものとし、事務局が招集する。

2 委員会は原則として公開とする。ただし、特別の理由があるときは非公開とすることができる。会議の概要は事務局から公開する。

## (事 務 局)

第6条 委員会の事務局は、北海道開発局建設部道路建設課、北海道開発局建設部道路維持課、寒地土木研究所寒地道路保全チーム、北海道建設部建設政策局維持管理防災課、北海道建設部土木局道路課、札幌市建設局土木部業務課、北海道舗装事業協会、北海道道路管理技術センター、北海道開発技術センターに置く。

## (雑 則)

第7条 この規約に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員長が委員会に諮ってこれを定める。

## 附 則

### (施行期日)

この規約は、令和3年12月7日から施行する。

一部改訂 令和4年4月27日

別 表  
第3条の委員 学識経験者および民間企業

あさだ たくみ 浅田 拓海	室蘭工業大学大学院 工学研究科 助教
あんどう まさひろ 安藤 政浩	(一社)日本道路建設業協会 技術委員会
えのもと ひでき 榎本 英樹	(一社)北海道アスファルト合材協会 合材技術委員会 委員長
◎ かめやま しゅういち ◎ 亀山 修一	北海道科学大学 工学部 都市環境学科 教授
かわばた しんいちろう 川端 伸一郎	北海道科学大学 工学部 都市環境学科 教授
ごとう あきお 後藤 明雄	(一社)北海道舗装事業協会 舗装技術合同委員会 副委員長
しまざき まさる 島崎 勝	(一社)日本道路建設業協会 技術員会 委員
ながや ひろし 長屋 弘司	北海道土木技術会 舗装研究委員会 委員
まるやま きみお 丸山 記美雄	寒地土木研究所 寒地保全技術研究グループ 寒地道路保全チーム 上席研究員

別 表  
第3条の委員 行政関係機関等

名前は、敬称略、五十音順 ◎は委員長

あべ かつよし 阿部 勝義	東日本高速道路(株) 北海道支社 技術部 技術企画課 課長
いしかわ ひでとし 石川 英俊	札幌市 建設局 土木部 道路維持課 課長
いずみ ともお 泉 智夫	北海道 建設部 土木局 道路課 課長
はやし かなこ 林 華奈子	北海道開発局 建設部 道路建設課 課長
はやし としひろ 林 憲裕	北海道開発局 建設部 道路維持課 課長

名前は、敬称略、五十音順

## (1) 第4回検討委員会の議事概要について

---

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

### 積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会

■ 第4回検討会：令和4年12月22日（木） 15:00～17:00

#### 【議事概要】

各委員より舗装点検・診断に関する情報提供、現場実証（試験施工）、低温ひび割れ詳細調査について報告を行った。

#### ◇舗装点検・診断に関する情報提供

- AIを活用した舗装点検・診断（以降AI舗装点検）を全道15路線、対象区間約695km、車線延長約1,400kmの国道で試行した。
- AI舗装点検は、従来点検と比較してコスト面、労力面ともに7割～8割の削減が見込まれる。
- AI舗装点検は、来年度、開発局で本格運用になり、コストや省力化もわかってくるので、情報を公開し普及に繋げることが重要である。

#### ◇現場実証（試験施工）について

- 耐久性の高い舗装を設計・施工する技術について、全道6箇所現場実証（試験施工）を行った。
- 標準工区と現場実証工区の路面の状況を計測し、追跡調査することが重要であるが、交通量や気温等の気象データとの関係性も把握することで詳細検討に活用できる可能性がある。
- これまで情報提供や現場実証した技術に加え、積雪寒冷地特有の損傷に対応した多くの新しい舗装技術を募集し、現場実証していくことが重要である。

#### ◇低温ひび割れの詳細調査（案）について

- 低温ひび割れは、数メートルごとにひび割れが入っており、シーリングされている箇所からも水が浸透し、劣化が進んでいることがわかった。
- 今後は切取供試体を用いた室内試験を行う予定
- 低温ひび割れのメカニズムについて、素朴な疑問を一つずつ潰していくと新しい発見が生まれることを期待

検討方針	R2(2020)	R3(2021)	R4(2022)	R5(2023)	R6(2024)	R7(2025)
①コンクリート舗装の断熱材工法	現場実証	現場実証	要領改訂	本格運用		
	調査・検証					
②北海道型SMAの高耐久化に関する技術	試験道路		現場実証		手引き改訂	本格運用
	調査・検証					
③新たな舗装材料(合材・乳剤)	現場実証(承諾・技術提案等)		現場実証		HB改訂	本格運用
	調査・検証					
④積雪寒冷地に対応した舗装技術(中温化技術等)			現場実証		HB改訂	本格運用
			洗い出しヒアリング	調査・検証		
⑤AIを活用した舗装点検・診断		導入検討	現場実証	本格運用		
	ひび割れ		わだちIRI			
⑥積雪寒冷地に対応した常温合材			現場実証		HB改訂	本格運用
			洗い出しヒアリング	調査・検証		

# AI活用の舗装点検・診断について

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

- AIを活用した舗装点検技術(以下、AI点検)について判定の3要素のうち、「ひびわれ率」「IRI平坦性」について実用化の目処が立ったことから、令和5年度からのAI活用による舗装点検・診断の本格運用に向け、今年度舗装点検システムHibiMiru(仮称)を全道の各開発建設部で試行
- 本格運用開始に向けた課題を抽出するとともに、残る1要素「わだち掘れ量」のAI評価実用化に向けた精度検証を実施
- また、舗装点検システムの区画線判定機能を活用した、撮影動画の共有による区画線診断の効率化も合わせて検証

## 試行内容

- ①路面の動画撮影・保存
- ②撮影動画によるAI点検(健全性の診断)
- ③撮影動画による区画線診断  
(既設区画線の消失状況及び消失区間の評価)

対象路線: 15路線

対象区間: 約 695km

車線延長: 約1,400km

<参考> 北海道開発局 舗装点検対象延長

点検対象区間延長: 約6,900km

点検対象延べ車線延長: 約15,700km





今回の試行

## 1. 動画撮影

点検対象となる道路の路面を「ウェアラブルカメラ」で撮影・保存

※全道の各開発建設部で実施

## 2. 舗装点検システムによるAI診断

撮影動画を舗装点検システム「HibiMiru」に取り込み自動評価

※全道の各開発建設部で実施

## 3. 舗装点検システムによる区画線診断

撮影動画を「HibiMiru」の区画線判定機能を活用して自動評価

※全道の各開発建設部で実施

## 4. 試行結果の検証

- ・本格運用に向けた課題抽出
- ・わだち掘れ検知機能の精度検証
- ・効果検証(省力化・コスト縮減)

※全道の各開発建設部からの提供資料を基に実施

令和5年度より本格運用

	令和4年度												令和5年度																							
	6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月			4月			5月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
試行対象区間選定	試行区間選定																																			
路面状況動画撮影・保存 (資機材準備期間含む)							資機材準備						動画撮影																							
舗装点検システムによるAI診断													舗装AI診断																							
舗装点検システムによる区画線診断													区画線診断																							
試行結果の検証 (わだち掘れ計測結果収集等)													試行効果検証・わだち掘れ量精度検証																							
本格運用開始(予定)																									AIモデル・ソフト改修を継続		本格運用開始									



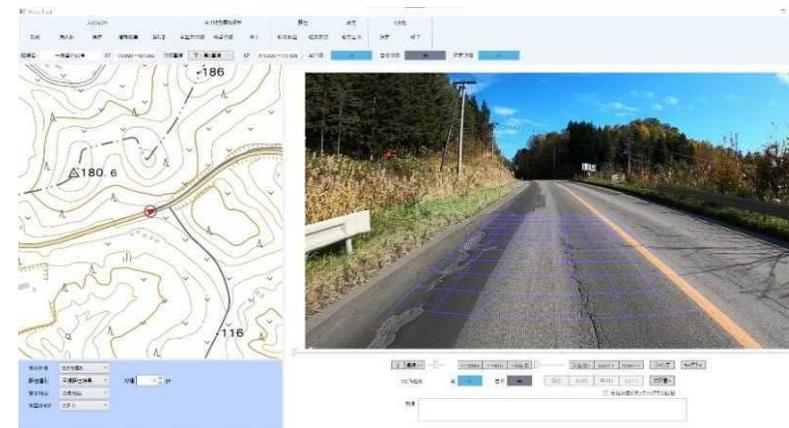
## 試行状況

- ・9月下旬から11月上旬までに試行区間の動画撮影を完了
- ・撮影動画を用いてAIによる舗装点検・区画線診断を12月中旬までに概ね完了
- ・試行にあたって確認された本格運用に向けた課題を整理するとともに、わだち掘れ量のAI評価実用化に向けた精度検証を実施中



## 試行概要

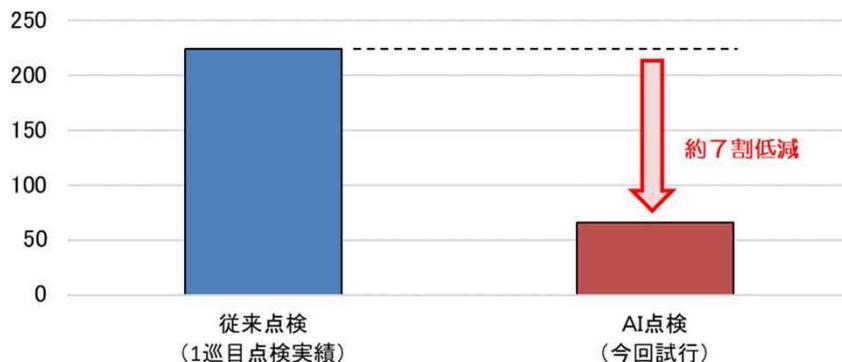
対象路線: 15路線  
 対象区間: 約695km  
 車線延長: 約1,400km



### コスト低減

(万円/100km)

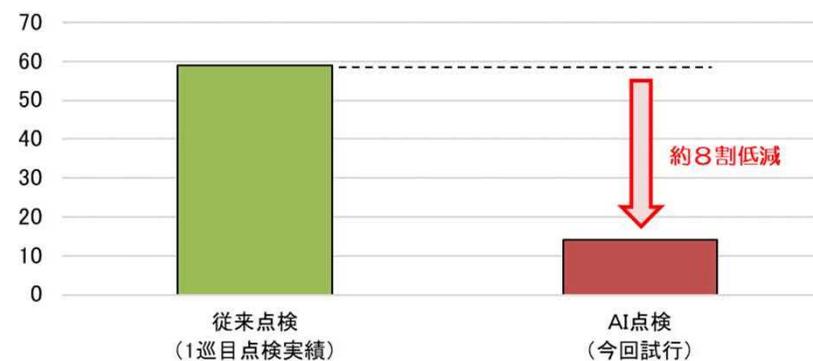
#### 点検費用



### 省力化

(人日/100km)

#### 延べ作業人数

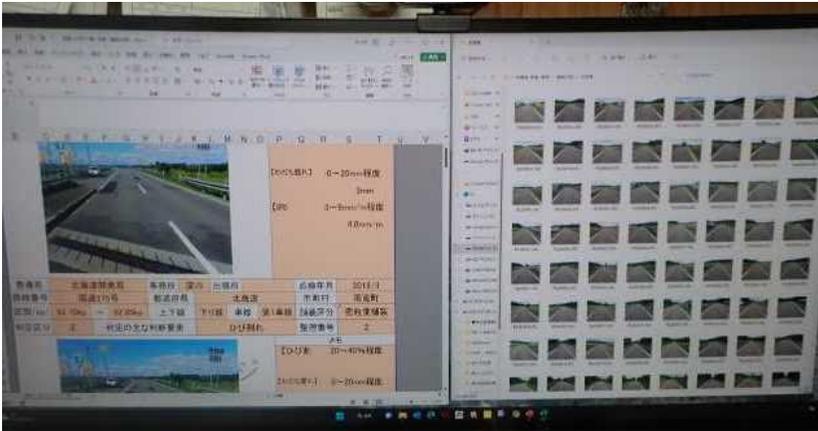
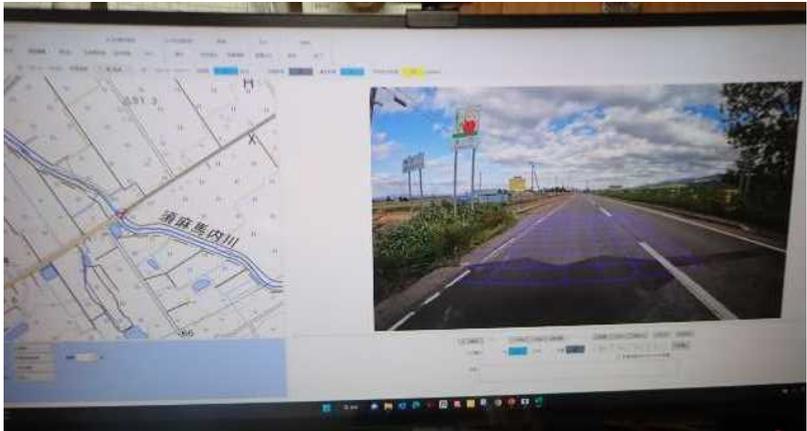


※機械点検、目視点検は1巡目点検(H29~R3)の実績値平均  
 ※AI点検は今回試行箇所の平均値

項目	従来技術	点検支援技術	新技術の具体的な効果や活用にあたっての課題
外業	目視または機械を用いた点検	車載カメラ撮影	<ul style="list-style-type: none"> <li>路上での作業がないため、安全性が高い</li> <li>現地調査作業がないため、外業時間の短縮が可能</li> </ul>
内業	点検資料作成	画像のAI診断	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIによる解析・帳票出力機能により内業時間の短縮が可能</li> <li>パソコンの性能により解析時間に差が出る</li> </ul>

## 試行概要

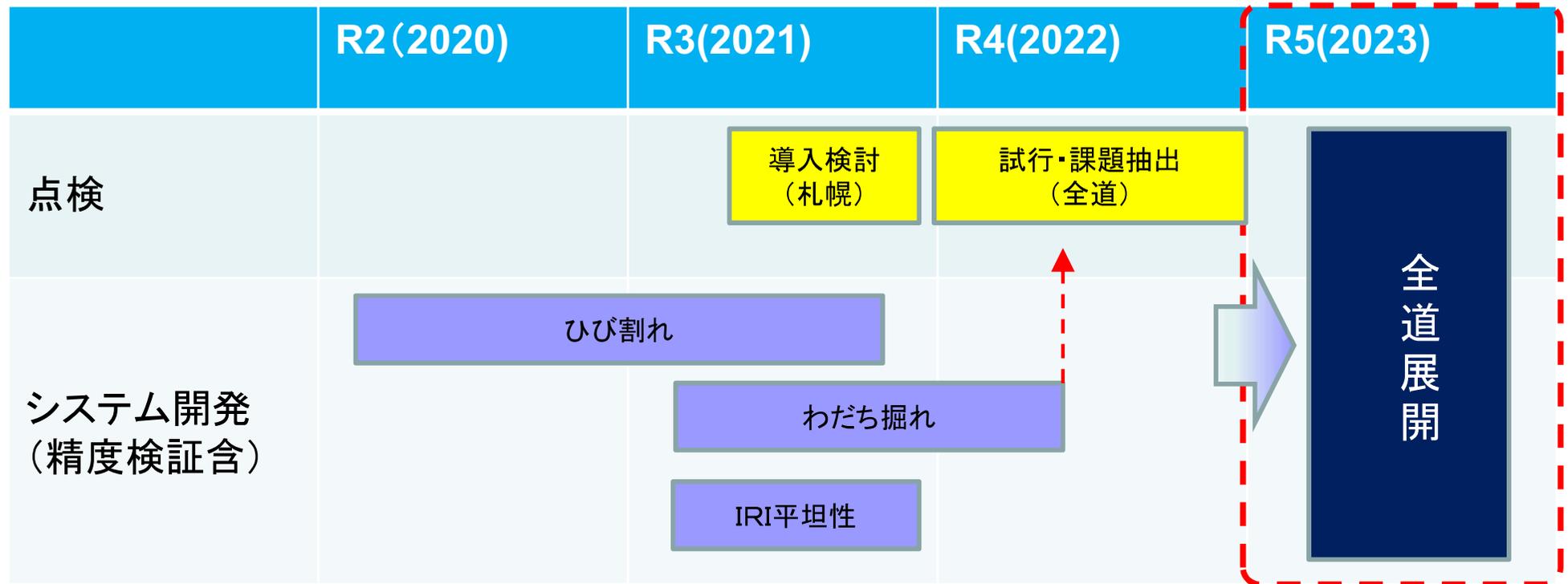
《対象路線》15路線 《対象区間》:695km 《車線延長》:1,400km

項目	従来点検	AI点検
点検状況 (内業)	 <p>撮影した写真を基に点検資料を作成</p>	 <p>撮影動画を基にAIによる解析・帳票自動出力</p>
点検状況 (外業)	 <p>現地調査作業</p>	 <p>車載カメラによる 動画撮影</p>
運用上の 課題	<p>・システムに登録されている路線(KP・緯度経度)情報により判定するため、新規供用区間等がある場合はシステムへの反映が必要となる。</p>	

今回、目視点検と同等以上の精度を有する点検支援技術のうち、AIによる画像解析を用いた点検技術を導入した。

- 点検支援技術にはICTを用いて測定機器により路面を自動計測する技術も存在し、それぞれの技術毎に点検精度や現場条件、検出項目が異なる。道路管理者は技術毎の特徴を理解した上で点検計画を立てる必要がある。
- AIによる画像解析を用いた点検の実施あたっては、各技術が必要とするスペックのPCや動画データ保存に必要な記録媒体、撮影機材等の調達を検討する必要がある。また、技術によっては点検する路線の緯度経度情報を準備する必要がある。

# ロードマップ\_AIによる舗装点検・診断



- 令和4年度に全道の開発建設部で試行
- 試行では本格運用に向けた課題を抽出するとともに、わだち掘れ量検知の精度検証を実施

令和5年度から北海道開発局にて本格運用

## (2) 現場実証(試験施工)について

### ① 北海道型SMAの高耐久化技術

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

## 現場実証の実施報告

## 耐久性の高い舗装技術

### 試行⑥\_北海道型SMA舗装の高耐久化技術

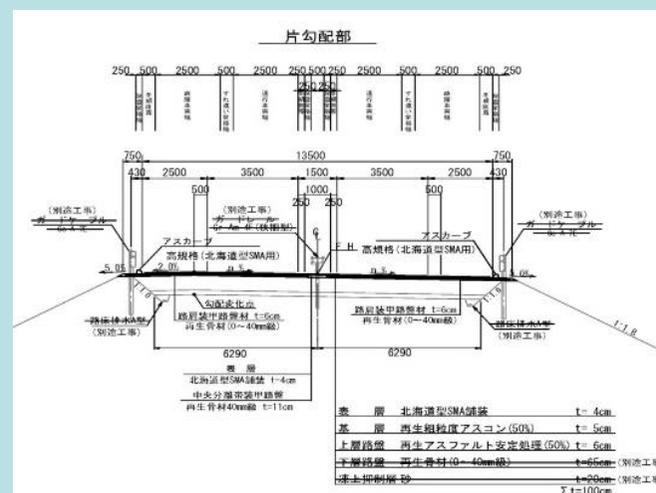
#### 試験施工技術の特徴

- ・骨材粒度を細かくする、及びアスファルト量を多くする
- ・優れた骨材飛散抵抗・遮水性  
⇒ 舗装の耐久性が向上

試験施工箇所: 稚内開発建設部  
試験施工時期: 12月20~21日実施



### 幌富バイパスにて試験施工を実施



・室内配合および性状について

配合基準値

		標準型	高耐久型
百分過 率重 %量	19.0 mm	100	100
	13.2 mm	95~100	95~100
	4.75 mm	25~45	32~42
	2.36 mm	20~30	22~32
	0.075 mm	8~13	8~12
アスファルト量(%)		5.0~7.0	6.0~8.0
空隙率(%)		3~7	2~4
飽和度(%)		65~85	70~90
安定度(kN)		4.9以上	4.9以上
フロー値(1/100 cm)		20~50	20~50
カンタブロ損失率 %		16以下	16以下
動的安定度 回/mm		3,000以上	3,000以上
きめ深さ mm		0.9以上	0.7以上*

\*目標値

基本性状

	標準型	高耐久型
アスファルト量 %	5.9	6.4
理論密度 g/cm <sup>3</sup>	2.517	2.496
密度 g/cm <sup>3</sup>	2.427	2.430
空隙率 %	3.6	2.7
飽和度 %	79.6	85.0
安定度 kN	6.75	6.90
フロー値 1/100cm	38.0	44.0

混合物性状

	標準型	高耐久型
カンタブロ損失率 %	9.9	8.3
きめ深さ mm	1.1	0.82
動的安定度 回/mm	9,000	6,300

- ・配合試験高耐久型SMAは標準型SMAよりアスファルト量を0.5%多い混合物となった。
- ・カンタブロ試験により高耐久型SMAは骨材飛散抵抗性が期待できる結果となった。

・現場施工条件について



	標準型	高耐久型	目標値
到着温度 °C	172~174	170~174	-
敷均し温度 °C	161~168	161~164	165±10
初期転圧温度 °C	154~162	149~151	160±10
初期転圧回数	6回	6回	6回
二次転圧回数	6回	6回	6回
仕上げ転圧回数	4回	4回	4回



初期転圧回数	マカダムローラー (10t)
二次転圧回数	タンDEMローラー(7.1t)
仕上げ転圧回数	タイヤローラー(13t)

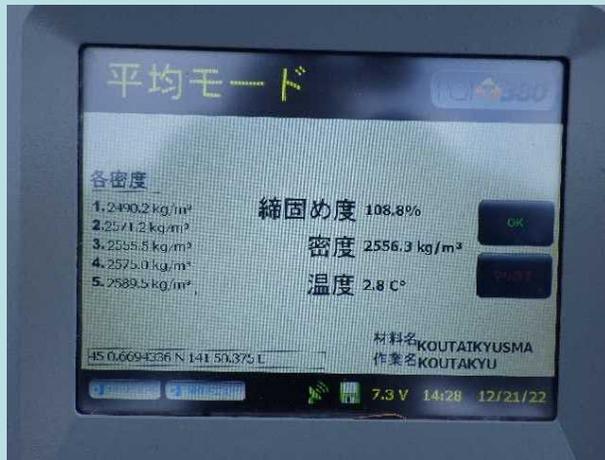
到着温度の測定

- ・到着温度が高い状況で施工が出来た。
- ・二重シートを下までしっかりと固定して温度低下を防ぐ工夫を行った。

## ・測定項目について



凡例	計測項目	計測手法	計測測点	計測位置
▲	締固め度測定	コア採取	—	区画線近傍
○	締固め度測定	PQI	起点側から 20m、30m、40m の位置	IWP
○	きめ深さ	CTメータ		BWP OWP

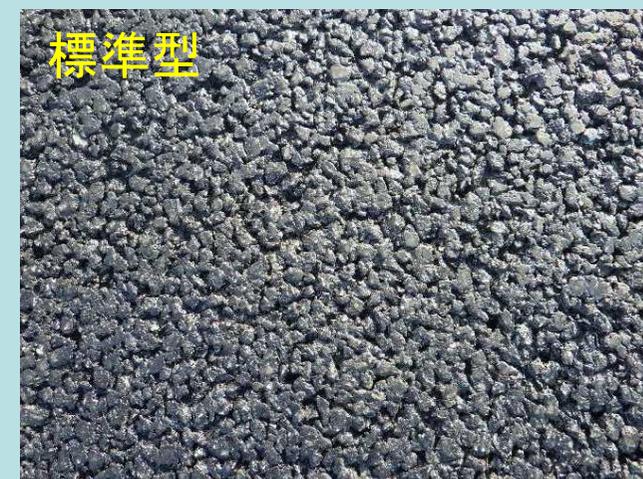
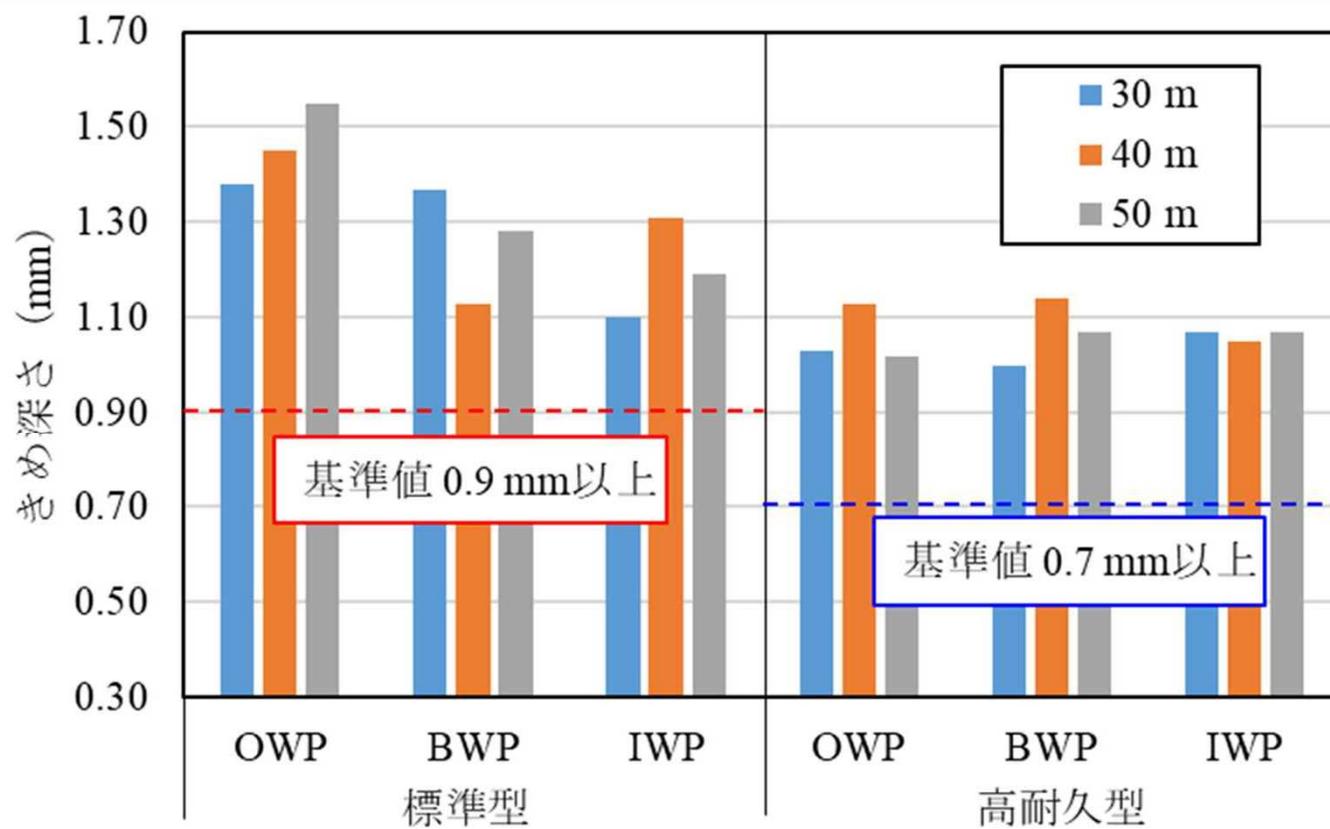


PQIによる密度測定

	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	
走行車線			IWP ● BWP ● OWP ●	● ● ●	● ● ●			車道幅員 W=3.5m
路肩					▲			路肩幅 W=2.5m

・試験施工の延長L=60mに3カ所の測定位置をもうけて調査を行った

・キメ深さの測定



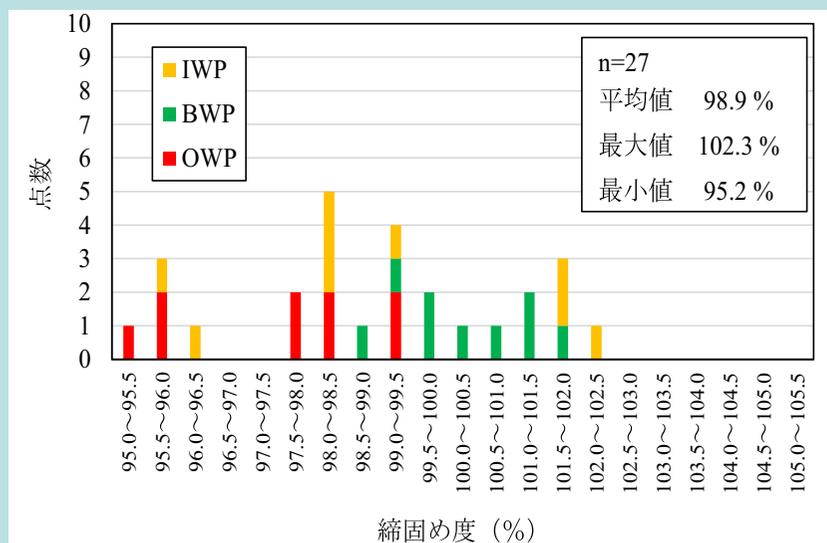
・標準型SMAは基準値の0.9mm以上となった。  
 ・高耐久型SMAは目標値の0.7mm以上となった。(標準型SMAの目標値0.9mmも満足した。)

・密度測定について

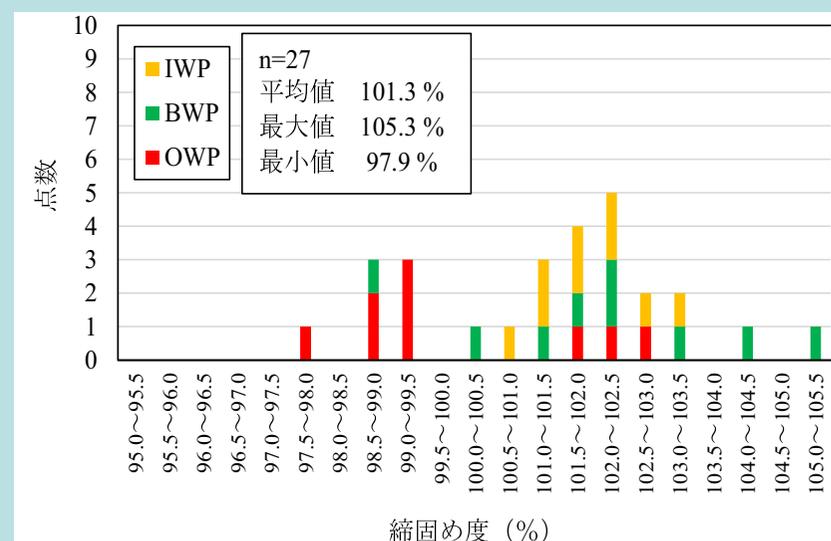
締固め度(コアによる測定)

	標準型	高耐久型
基準密度 $\text{g/cm}^3$	2.426	2.428
コア密度 $\text{g/cm}^3$	2.392	2.399
締固め度 %	98.6	98.8

締固め度(PQIによる測定)標準型



締固め度(PQIによる測定)高耐久型



・コア密度では高耐久型の締固め度は98.8%となり規格値94%を満足する結果となった。  
 ・PQIによる締固め度の測定では標準型SMAより高耐久型SMAが上回る結果となった。

・まとめおよび今後について

高耐久型SMAのまとめ

配合設計について

- ・高耐久型のSMAは標準型に比べ骨材飛散抵抗に優れ耐久性向上が期待される。

試験施工について

- ・締固め度は標準型を上回る値であり、密実なアスファルト混合物と判断できる。
- ・きめ深さは目標値0.7mmを上回り標準型の目標値0.9mmを上回った。
- ・標準型と同一の機械、同一の転圧回数で施工を行い、初期の目標を満足することが確認でき、高耐久型SMAは現場適用可能な混合物と期待できる。

試験施工追跡調査：R5年予定  
追跡調査箇所：幌富バイパス

試験施工予定時期：R5年予定  
試験施工予定箇所：未定

今後の実施計画について

【課題】

北海道型SMA舗装の水密性とキメ向上の両立  
(更なる高耐久化による劣化、損傷の抑制)

水平振動ローラを使用した施工技術の検討

従来の締固め機械

- ・初期転圧：カマダムローラ
- ・2次転圧：タンDEMローラ
- ・仕上げ転圧：タイヤローラ

試験施工：水平振動ローラ



試験施工技術の特徴

- ・自重に加えて水平振動による動荷重を付加
- ・締め固め度がアップ

⇒ 舗装の耐久性が向上

試験施工予定時期：R5年予定  
試験施工予定箇所：未定

## (3) 新たな舗装技術の紹介について

---

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

令和4年12月20日 日本道路建設業協会を通じて技術募集

- 1) 積雪寒冷地特有の道路損傷を抑制することで長寿命化が図られるアスファルト舗装技術
- 2) 積雪寒冷地特有の道路損傷を補修により長寿命化が図られる補修技術



募集期間 令和4年12月21日  
～令和5年1月20日

技術募集の結果 8社 23技術 の応募あり

1) 積雪寒冷地特有の道路損傷を抑制することで  
長寿命化が図られるアスファルト舗装技術

6社 11技術

- ・改質Ⅱ型に対応 : 5技術
- ・密粒度アスコンに対応 : 5技術
- ・北海道型SMAに対応 : 1技術

2) 積雪寒冷地特有の道路損傷を補修により  
長寿命化が図られる補修技術

5社 12技術

- ・常温合材 : 5技術
- ・路上路盤再生 : 2技術
- ・ひび割れ補修 : 1技術
- ・段差補修 : 1技術
- ・ポットホール抑制 : 1技術
- ・新たな乳剤 : 1技術
- ・新たな目地材 : 1技術

## (3) 新たな舗装技術の紹介

### ① クラック抑制舗装

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】



# クラック抑制舗装 CSP (Crack Suppression Pavement)



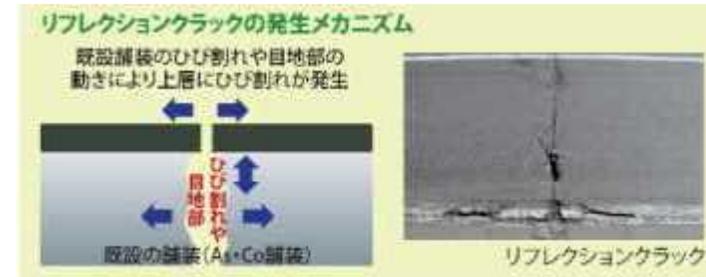
# クラック抑制舗装の特長・効果

## ① 疲労ひび割れ



疲労抵抗性

## ② リフレクションクラック



クラック貫通抵抗性

## ③ わだち掘れ



塑性変形抵抗性

## ④ 骨材飛散(凍結融解)

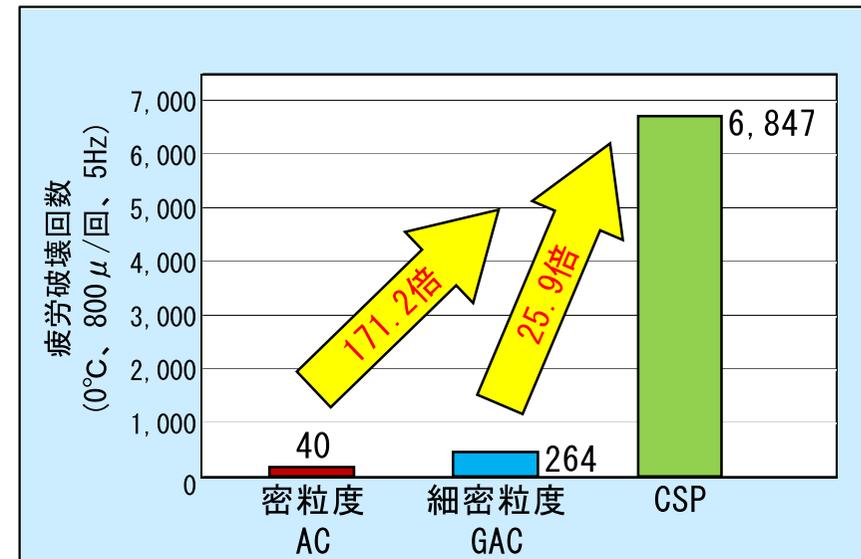


骨材飛散抵抗性

## ■ アスファルト混合物の性状

比較項目		密粒度アスコン (ストレートアスファルト)		細密粒度Gアスコン (改質Ⅱ型)		CSP (ノンクラックファルトD)	
		基準値	試験値	基準値	試験値	社内基準値	試験値
AS 性状 値	針入度(1/10mm)	80~100	90	40以上	58	80以上	101
	軟化点(°C)	42~50	46.0	56以上	65.5	75以上	91.5
	アスファルト量(%)	5.0~7.0	6.0	5.0~7.0	6.0	5.0~7.0	6.0
混 合 物 性 状 値	空隙率(%)	3~5	3.29	3~5	3.48	3~5	3.39
	飽和度(%)	75~85	80.8	75~85	79.9	75~85	80.2
	安定度(kN)	4.9以上	8.04	7.35以上	14.68	7.35以上	16.16
	フロー値(1/100cm)	20~40	31	20~40	31	20~40	35
	残留安定度(%)	-	-	75以上	87.8	75以上	89.7
	すりへり抵抗性(cm <sup>3</sup> )	-	-	1.3以下	0.640	1.3以下	0.448

# ① 疲労抵抗性



## 曲げ疲労試験

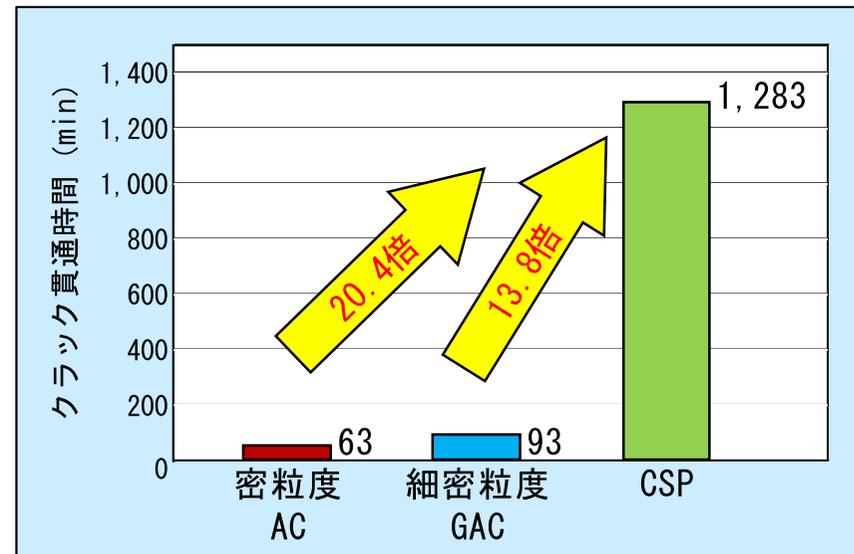
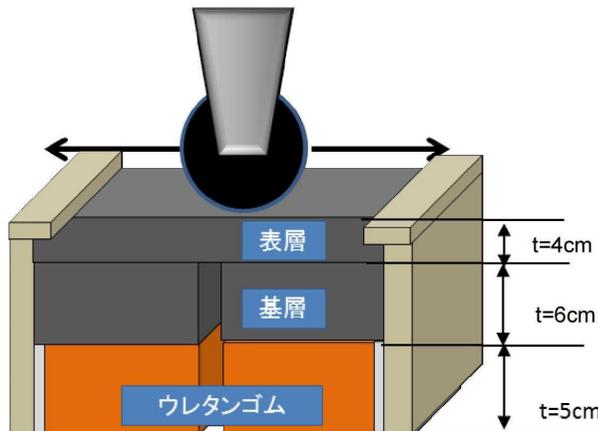
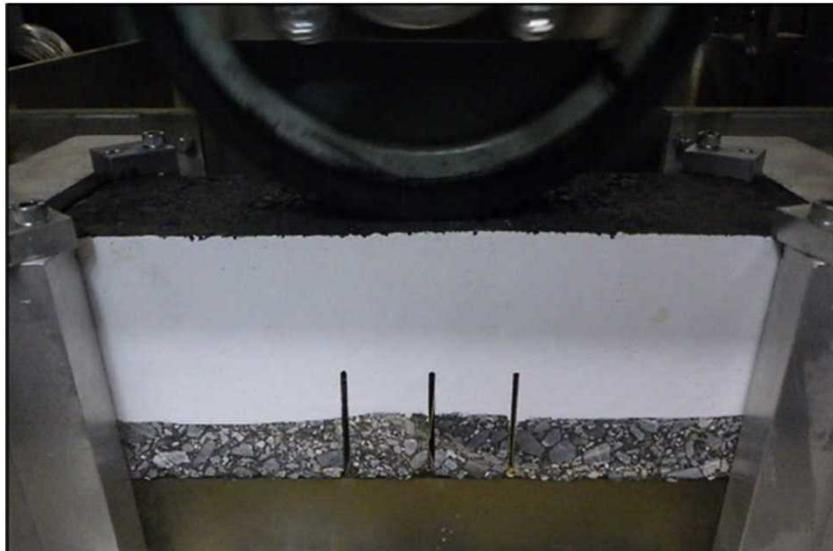
### 【試験条件】

試験温度: 0°C

試験ひずみ: 800 μ / 回

載荷周波数: 5Hz

## ② クラック貫通抵抗性



### クラック貫通試験 (メーカー独自試験)

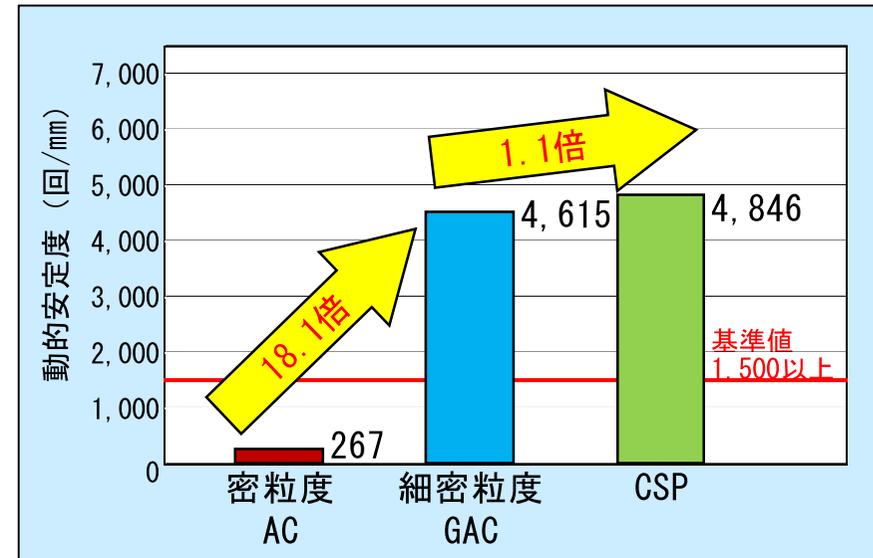
#### 【試験条件】

試験温度: 25°C

試験載荷: 1,078N

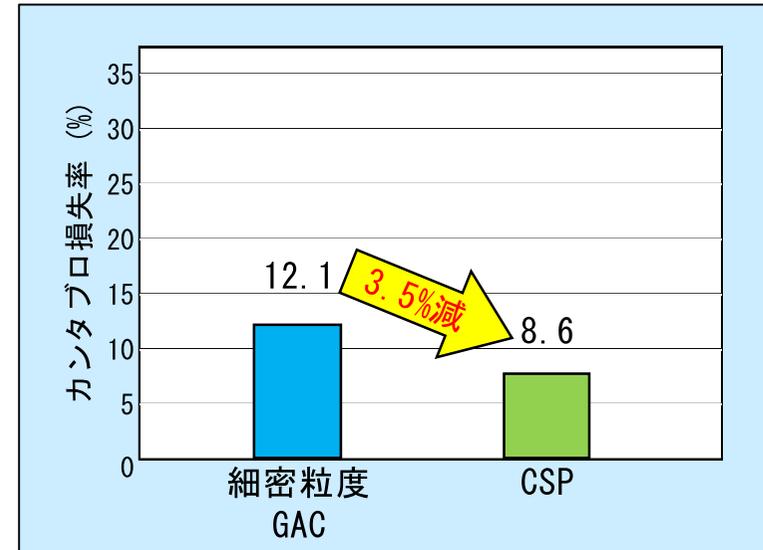
トラッキング速度: 42回/分

### ③ 塑性変形抵抗性



ホイールトラッキング試験  
【試験条件】  
試験温度: 60°C  
試験载荷: 70kgf  
トラッキング速度: 42回/分

## ④ 骨材飛散抵抗性



低温カンタブロ試験  
【試験条件】  
試験温度:  $-20^{\circ}\text{C}$

## (3) 新たな舗装技術の紹介

### ② クラック抑制舗装 他

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

# 積雪寒冷地に対応した アスファルト舗装技術の提案概要

---

---

# 報告内容

---

---

## 1. 積雪寒冷地特有の道路損傷を抑制することで長寿命化が 図られるアスファルト舗装技術

- 1)凍上ひび割れを抑制する技術 ①シナヤカファルト
- 2)低温ひび割れを抑制する技術 ②ハイフレックス工法
- ③スーパータックゾール(PKM-T-Q)
- ④ピタっとL型止水テープ(L型成型目地材)
- 3)凍上を抑制する技術 ⑤スタビセメントRC工法(路上路盤再生工法)

## 2. 積雪寒冷地特有の道路損傷を補修により長寿命化が 図られる技術

- ⑥レスキューパッチ(全天候型 常温合材)
- ⑦スーパーロメンパッチ(段差修正材)
- ⑧ファルコンマット(ポットホール抑制材)

# 1. 積雪寒冷地特有の道路損傷を抑制することで 長寿命化が図られるアスファルト舗装技術

---

---

## 1)凍上ひび割れを抑制する技術

①シナヤカファルト

## 2)低温ひび割れを抑制する技術

②ハイフレックス工法

③スーパータックゾール(PKM-T-Q)

④ピタっとL型止水テープ(L型成型目地材)

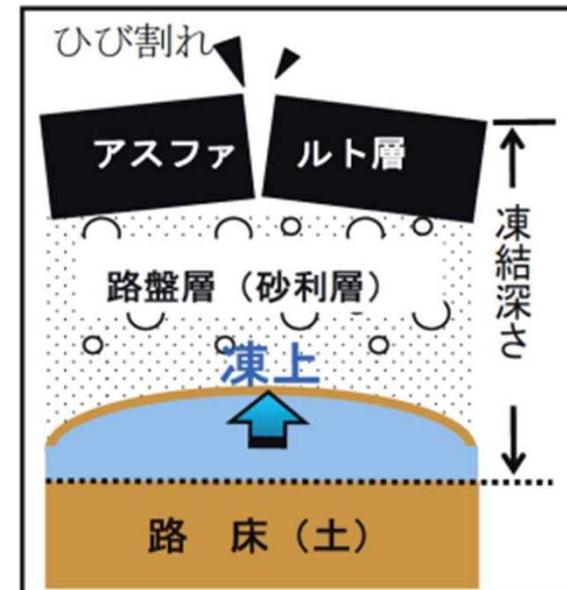
## 3)凍上を抑制する技術

⑤スタビセメントRC工法(路上再生路盤工法)

## 1)凍上ひび割れを抑制する技術

### ①長寿命化改質アスファルト シナヤカファルト

・凍上ひび割れは、凍上性路盤・路床による局所的な舗装の隆起によって発生

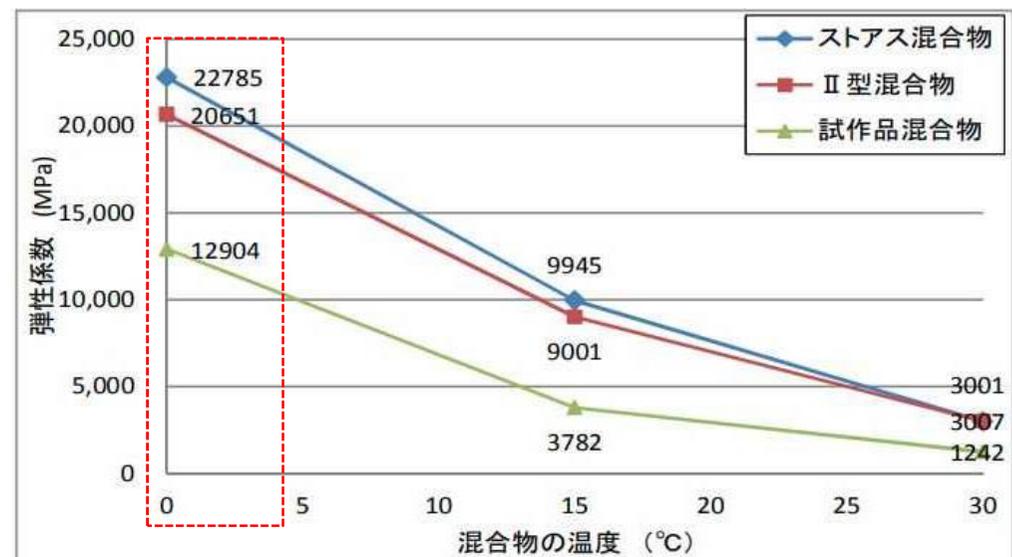


→低温でも柔軟性の高いアスファルト混合物で抑制

# 1)凍上ひび割れを抑制する技術

## シナヤカファルト

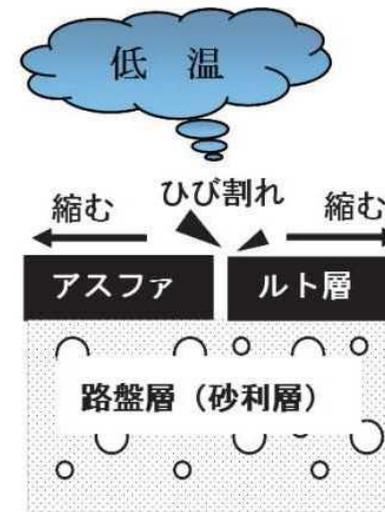
- ・疲労抵抗性に優れる
- ・塑性変形抵抗性は改質Ⅱ型と同等以上
- ・リフレクションひび割れ抵抗性に優れる
- ・低温でも柔軟性を保持→凍上ひび割れを抑制



## 2)低温ひび割れを抑制する技術

### ②ひび割れ抑制オーバーレイ工法 **ハイフレックス工法**

- ・低温ひび割れは舗装の収縮応力により発生
- ・低温ひび割れはアスコン全層に発生することが多い  
→表層のみの補修ではリフレクションクラックが発生



→収縮応力およびリフレクションクラックを抑制

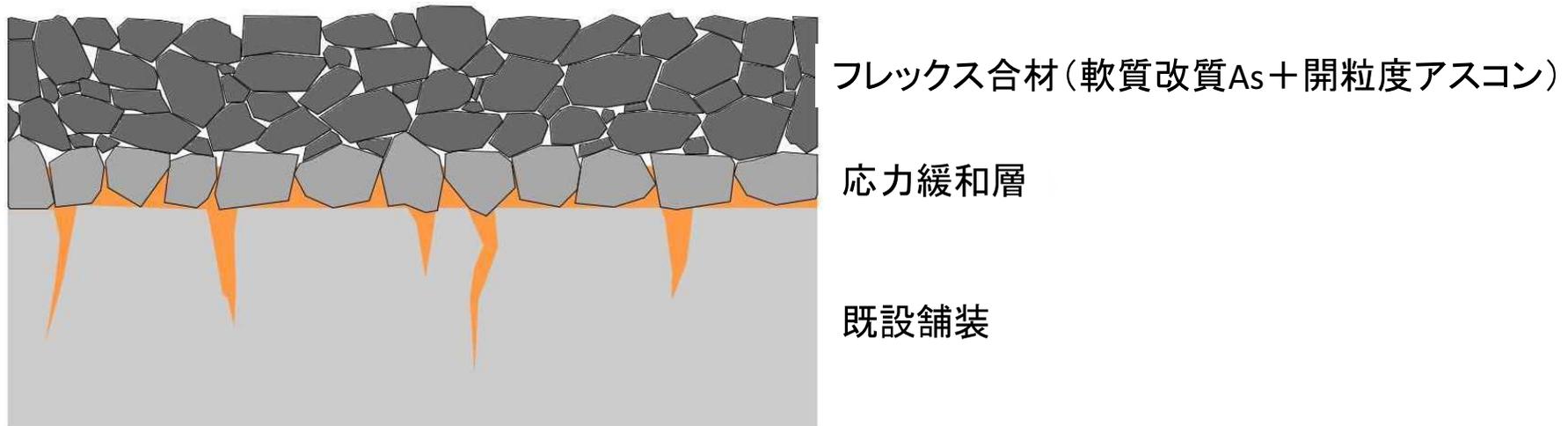
## 2)低温ひび割れを抑制する技術

---

---

### ハイフレックス工法

- ・フレックス合材(軟質改質アスファルトを用いた開粒度アスファルト混合物)を表層に施工。軟質アスと開粒度アスコンを適用により収縮応力を低減
- ・応力緩和層で基層下ひび割れによるリフレクションクラックを抑制

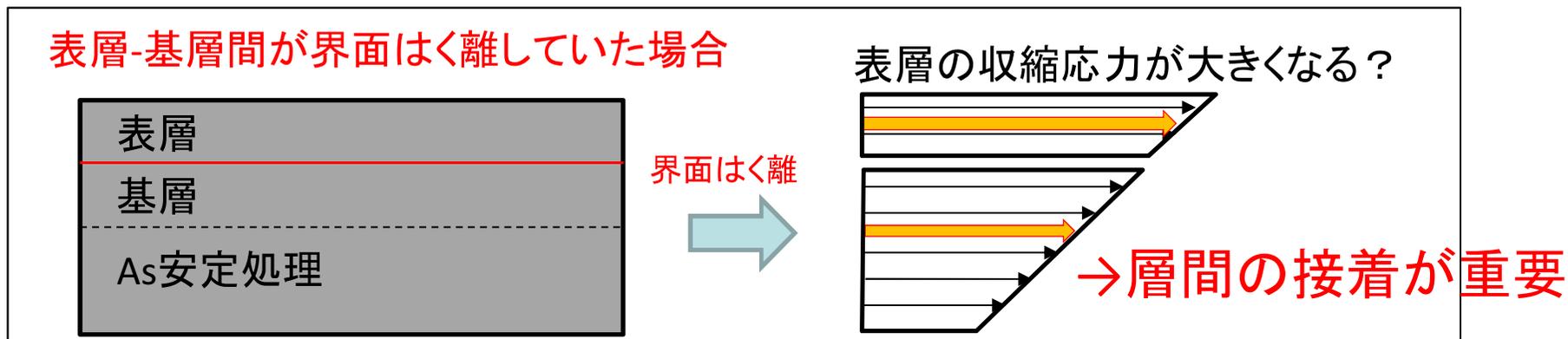
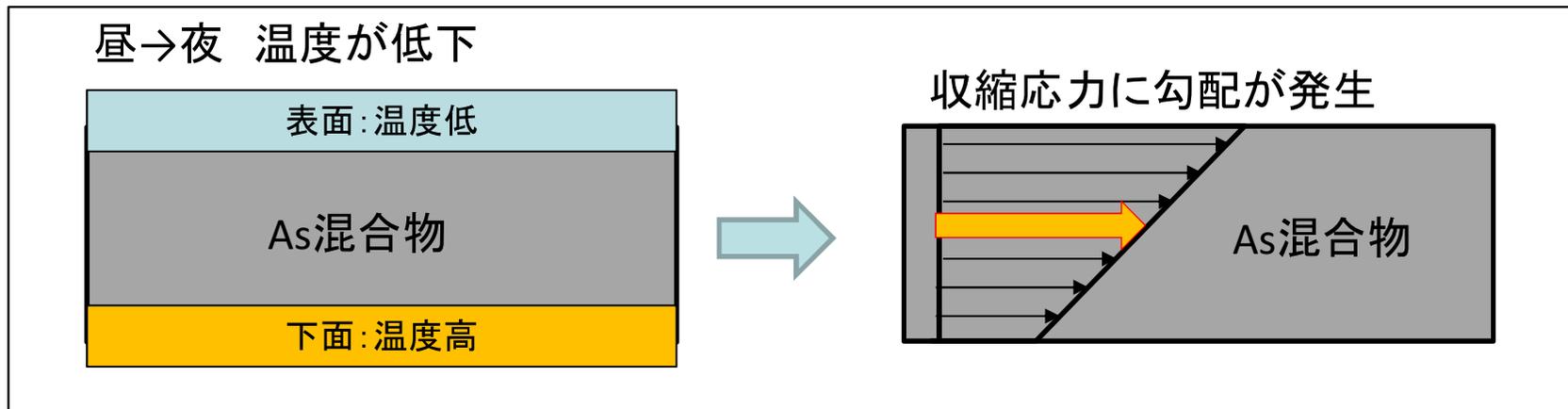


## 2)低温ひび割れを抑制する技術

### ③タイヤ付着抑制＋速分解型アスファルト乳剤

#### スーパータックゾール(PKM-T-Q)

- ・アスファルト混合物内は深さ方向に温度勾配がある

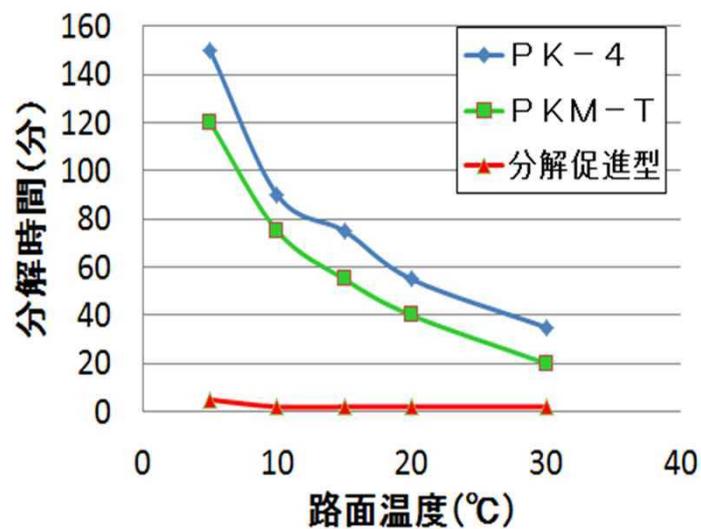


## 2)低温ひび割れを抑制する技術

### スーパータックゾール(PKM-T-Q)

- ・路面温度の影響を受けず散布後すぐに分解
- ・ダンプ・フィニッシャにベタつかない

→剥がれ・持出しリスクを減少、アスコン間の接着を確保



路面温度と分解時間の関係



タックコートのベタつき



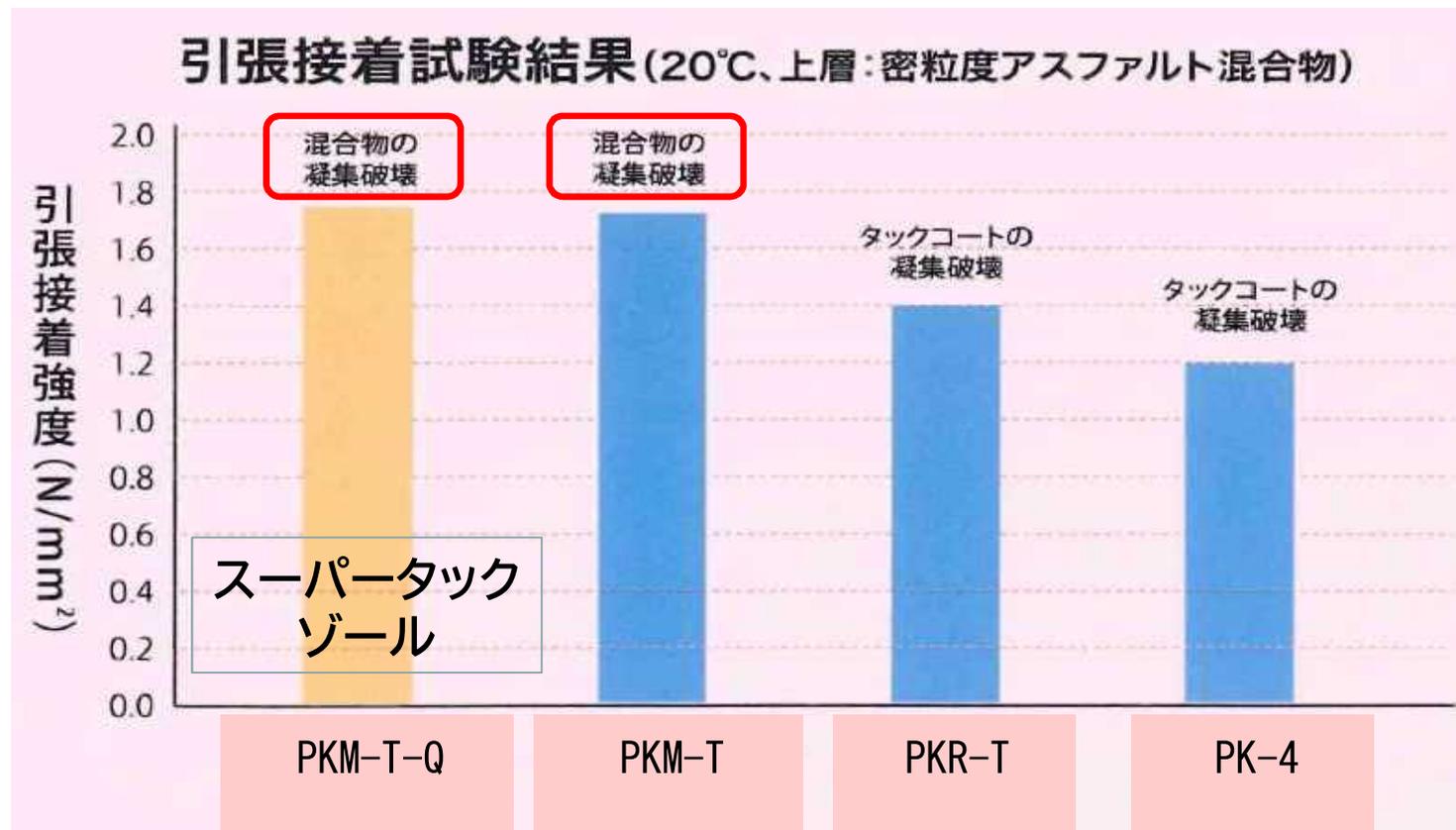
未分解乳剤の持ち出し



乳剤が消失した舗装面

## 2)低温ひび割れを抑制する技術

- PK-4,PKT-Tと比較して接着強度が高い  
→耐久性の向上・長寿命化



## 2)低温ひび割れを抑制する技術

### ④L型成型目地材 ピタっとL型止水テープ

- ・施工打継目は供用とともに広がり、舗装内に水が侵入
- ・凍結融解によって、界面はく離やポットホールを促進



打継目の開き



打継目付近のひび割れ

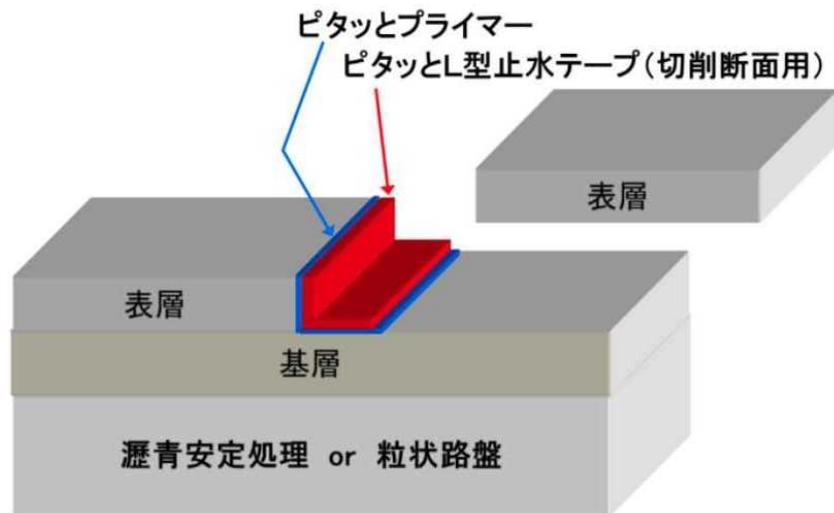


ポットホールの進行

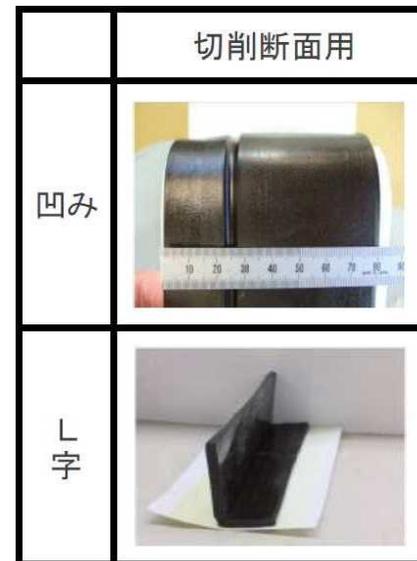
## 2)低温ひび割れを抑制する技術

### ピタッとL型止水テープ

- ・施工ジョイントに貼付け、水の侵入を防止
- ・L型形状で、垂直面に貼り付けても剥がれて倒れない
- ・低温でよく伸び、舗装の収縮に追従



ピタッとL型止水テープの適用例



## 2)低温ひび割れを抑制する技術

---

---

### ピタッとL型止水テープの止水効果



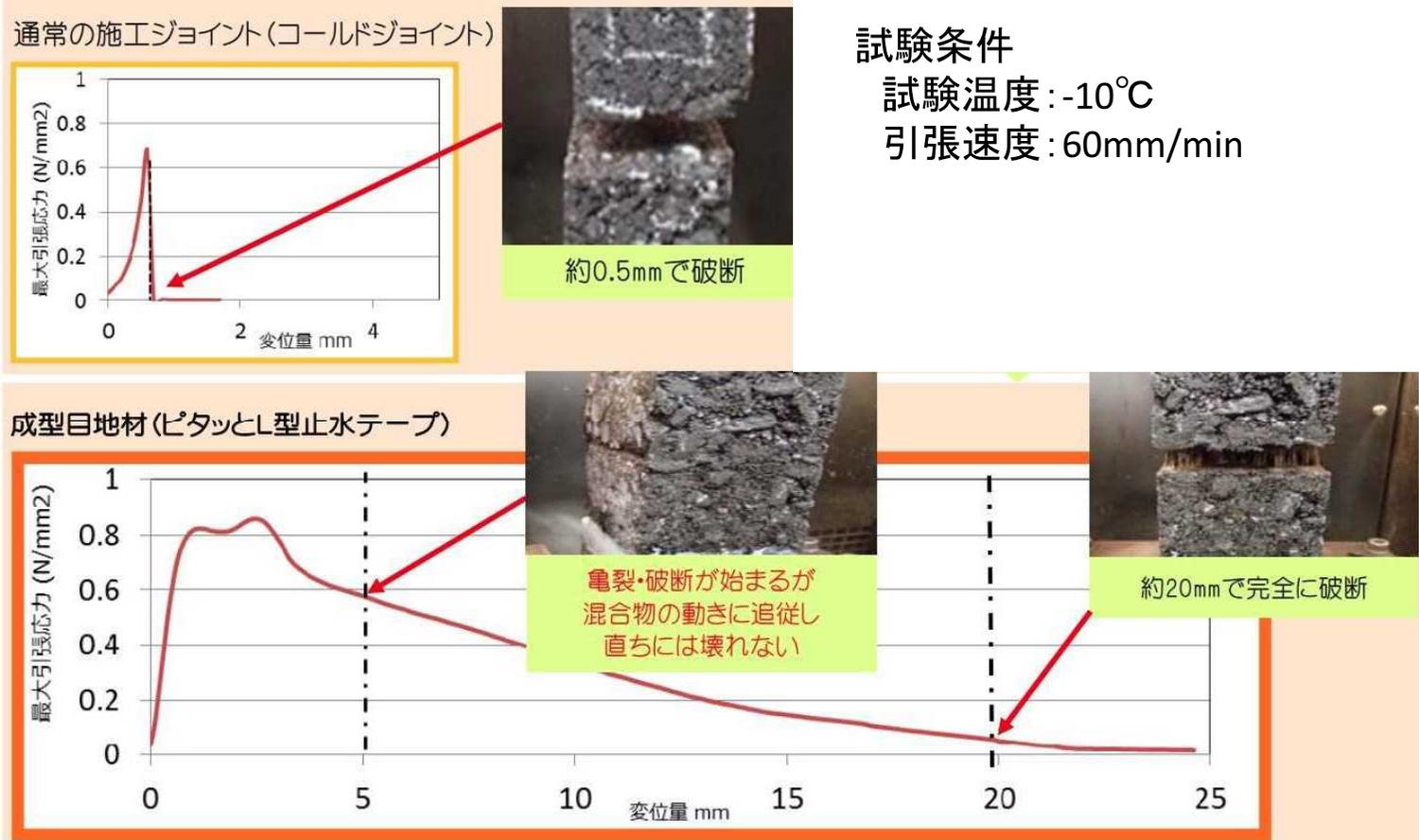
通常の施工継目



ピタッとL型止水テープ

## 2)低温ひび割れを抑制する技術

### ピタッとL型止水テープの低温における追従性(引張試験)

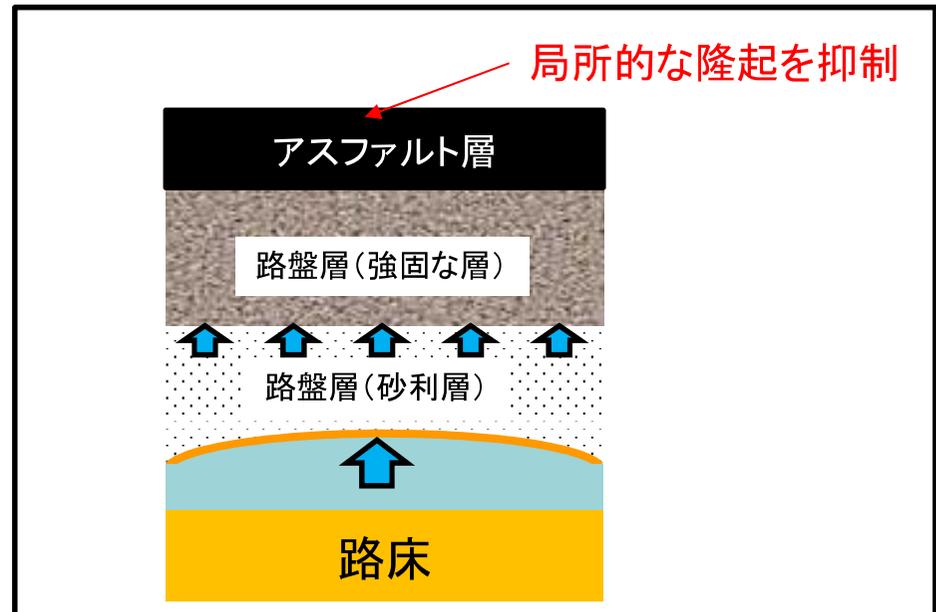
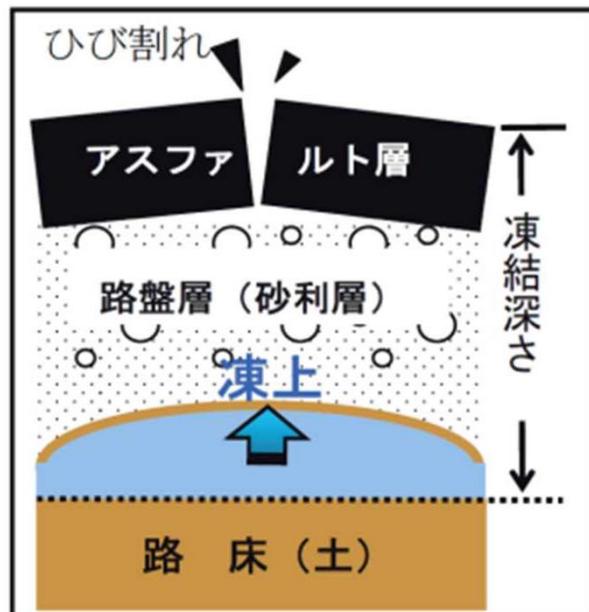


\* 幅員7.5m、温度変化 $20^{\circ}\text{C}$ 、線膨張係数 $2.4 \times 10^{-5}$ の場合、ジョイント付近の変位量は **3.6mm**

### 3) 凍上を抑制する技術

#### ⑤ 路上再生路盤工法 スタビセメントRC工法

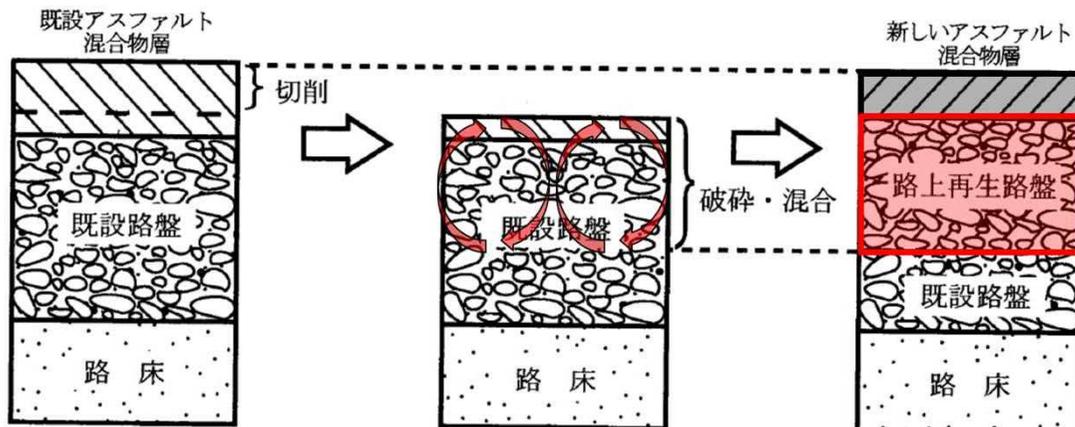
- ・凍上ひび割れは局所的な舗装の隆起によって発生  
→ 路盤層を強固な層とし、版として支えることで  
局所的な隆起を抑制



### 3) 凍上を抑制する技術

#### ⑤ スタビセメントRC工法

- ・原位置で既設アスコンと路盤、As乳剤とセメントを混合し新規路盤を構築する工法
- ・Asのたわみ性とセメントの剛性をもつ強固な路盤を構築（等値換算係数0.65）



路上路盤再生工法の適用例

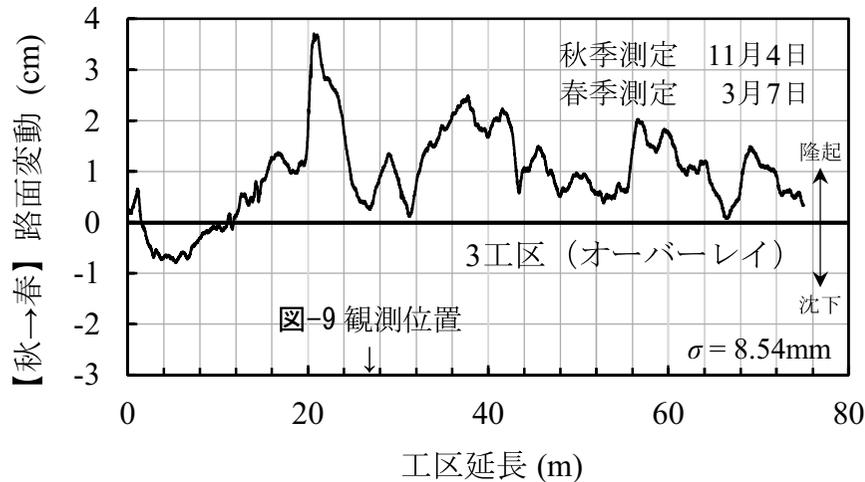


路上路盤再生工法の施工

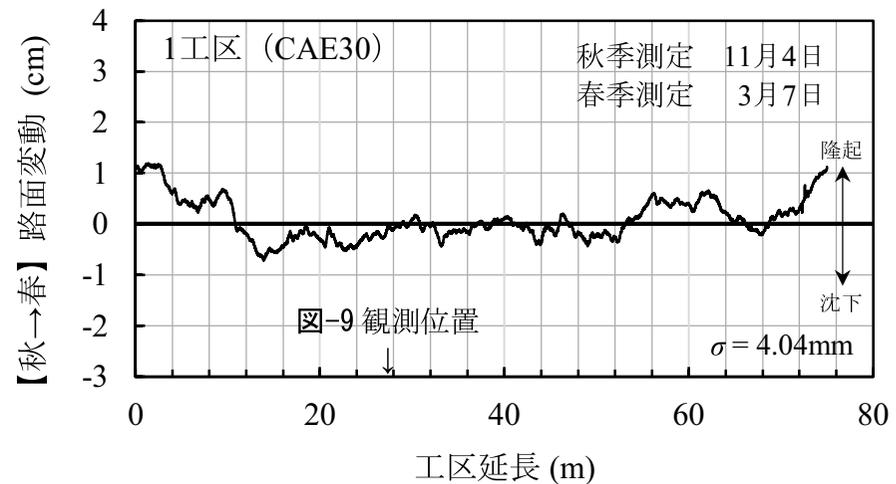
### 3) 凍上を抑制する技術

#### ⑤ 路上再生路盤の効果(縦断プロファイル)

- ・同路線のオーバーレイと路上再生路盤(30cm)施工箇所で11月と3月に縦断プロファイルを測定
- ・11月→3月の路面変動量で、凍結による局所変形の抵抗性を評価



オーバーレイ工区



路上再生路盤(30cm)工区

**OL工区と比較して局所的な変動を抑制→凍上を抑制**

# 1. 積雪寒冷地特有の道路損傷を補修により 長寿命化が図られるアスファルト舗装技術

---

---

- ⑥レスキューパッチ  
（高耐久性・全天候型常温合材）
- ⑦スーパーロメンパッチ  
（段差修正材）
- ⑧ファルコンマット  
（ポットホール抑制材）

## ⑥レスキューパッチ

- 全天候型の常温混合物(5mmTop)
- 特殊改質アスファルトを使用したポーラスタイプ
- 初期安定性・耐水性に優れる



WT試験結果(20°C)

## ⑥レスキューパッチ

### 北海道での施工例



施工前路面状況



施工後



施工一週間後

## ⑦スーパーロメンパッチ

- 摩耗抵抗性に優れた舗装段差修正材料
- 乳剤と骨材を混合し、コテで敷き均す（機材不要）
- 施工後30分程度で交通開放  
→ 段差による舗装・橋梁ジョイントの破損を防止



荷姿（乳剤パック、骨材、付着防止砂）



骨材と乳剤の混合



金コテによる敷き均し

# ⑦スーパーロメンパッチ

施工継ぎ目の段差修正



マンホール周りの段差修正



橋梁ジョイントの段差修正



小規模補修(段差・面荒れ)



踏切内の舗装の補修



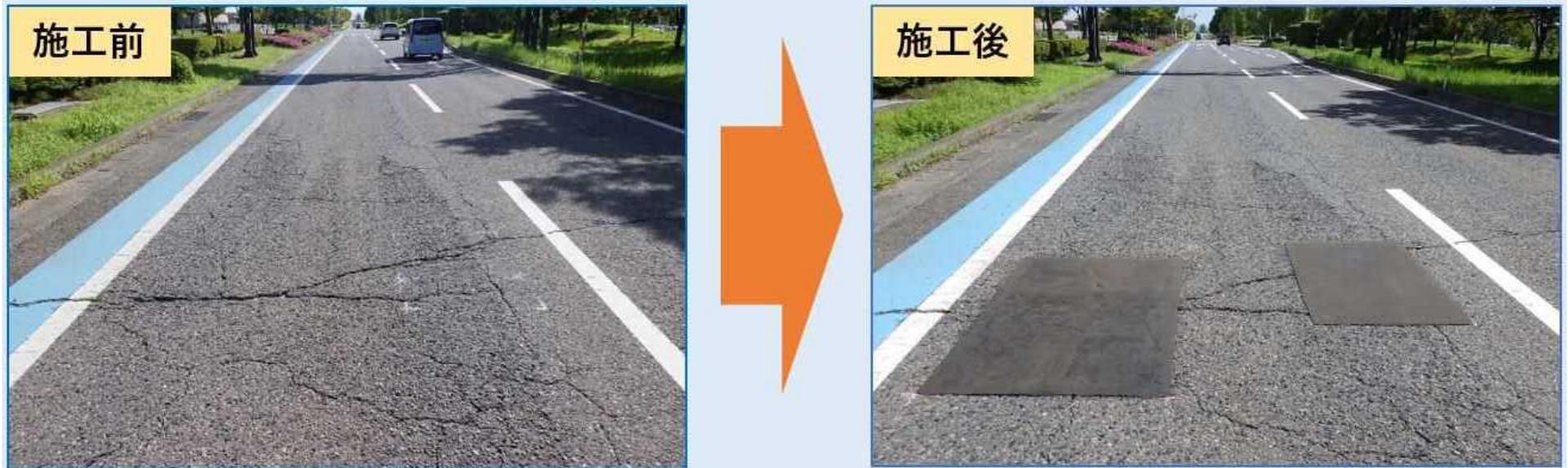
駅構内の段差修正



施工例

## ⑧ファルコンマット

- ・亀甲状クラック上に貼り付ける高粘弾性マット
- ・亀甲状クラックに貼り付けて事前にポットホールを抑制

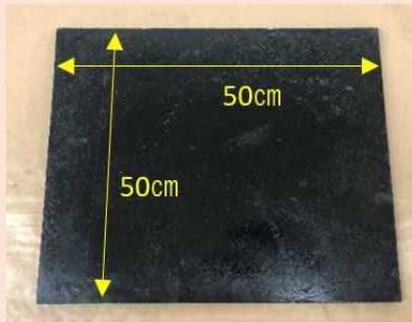


施工例

## ⑧ファルコンマット

### 使用材料

ファルコンマット



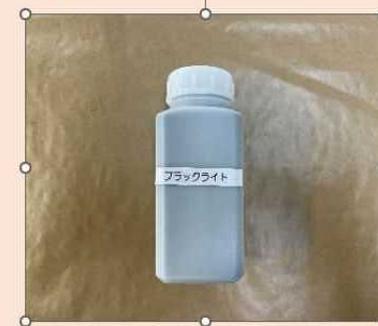
- ・ マット1枚：0.25㎡
- ・ 厚み：5mm

ピタッとプライマー



- ・ マット固定用接着剤
- ・ 使用目安：0.2ml/㎡

ブラックライト



- ・ 珪砂
- ・ 使用目安：0.5kg/㎡

### 施工フロー

清掃・  
プライマー塗布



ファルコン  
マット敷設



ファルコン  
マット加熱



ブラックライト  
散布



完了



---

---

ご清聴ありがとうございました

## (3) 新たな舗装技術の紹介

### ③ リフレクションクラックを抑制する

### 薄層オーバーレイ工法 他

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

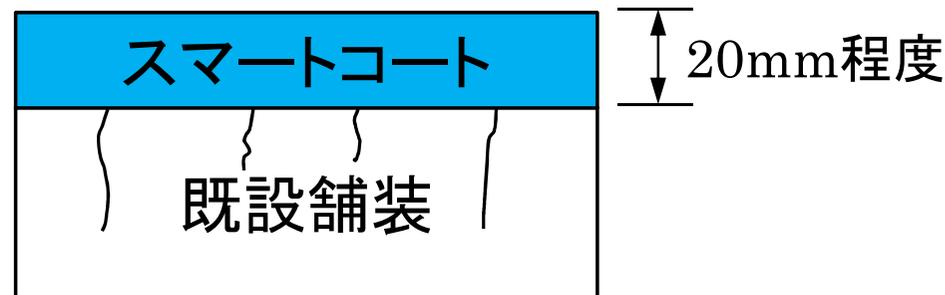
# スマートコート(タイプC)

ーリフレクションクラックを抑制する  
薄層オーバーレイ工法ー

## ◆スマートコート(タイプC)の概要

### 【スマートコート(タイプC)とは】

特殊改質バイнда(ポリマー改質アスファルト+特殊添加剤)を用いた骨材最大粒径5mmの加熱アスファルト混合物を厚さ20mm程度でオーバーレイする維持工法



### 【特長】

- ・交通量区分 $N_6$ 以下に適用可能。
- ・リフレクションクラック抑制効果が高い。
- ・たわみ性および疲労抵抗性に優れている。

## ◆スマートコート(タイプC)の性状例

- ・特殊改質バインダは、針入度が高く、軟化点も高い。
- ・スマートコート(タイプC)は、20℃および-10℃における曲げ破断ひずみが大きく、**たわみ性に優れている**。

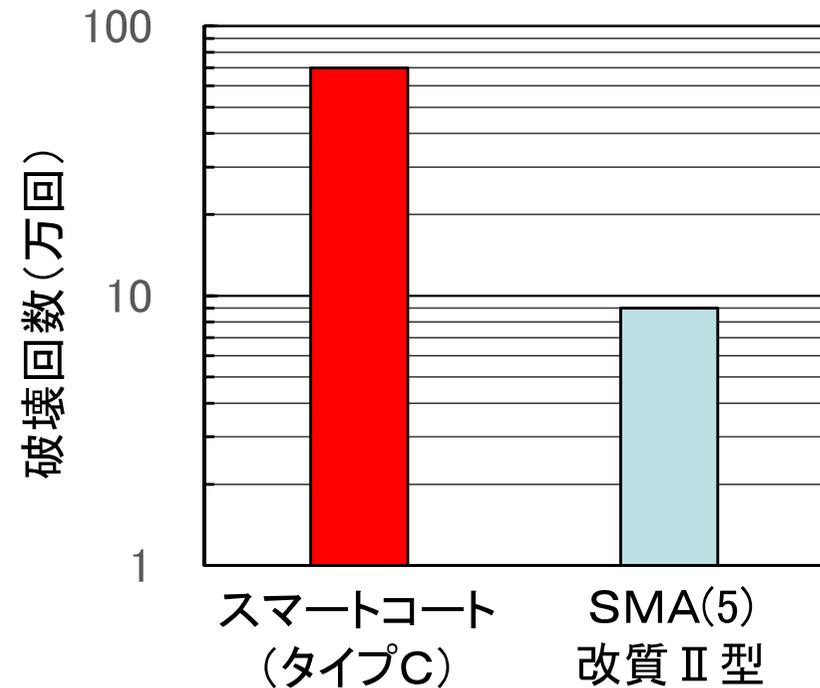
項 目		スマートコート (タイプC)	SMA(5)	
バインダ	種 類	特殊改質バインダ	改質Ⅱ型	
	針入度(1/10mm)	111	50	
	軟化点(℃)	96	59	
混合物	マーシャル安定度(kN)	13.7	13.2	
	動的安定度(回/mm)	2,900	3,500	
	曲げ破断ひずみ ( $\times 10^{-3}$ )	20℃	57.9	37.5
		-10℃	14.7	6.2

## ◆スマートコート(タイプC)の疲労抵抗性

- ・スマートコート(タイプC)は、SMA(5)に比べて、破壊回数が約8倍と大きく、**高い疲労抵抗性**を有している。

### 繰返し曲げ試験条件

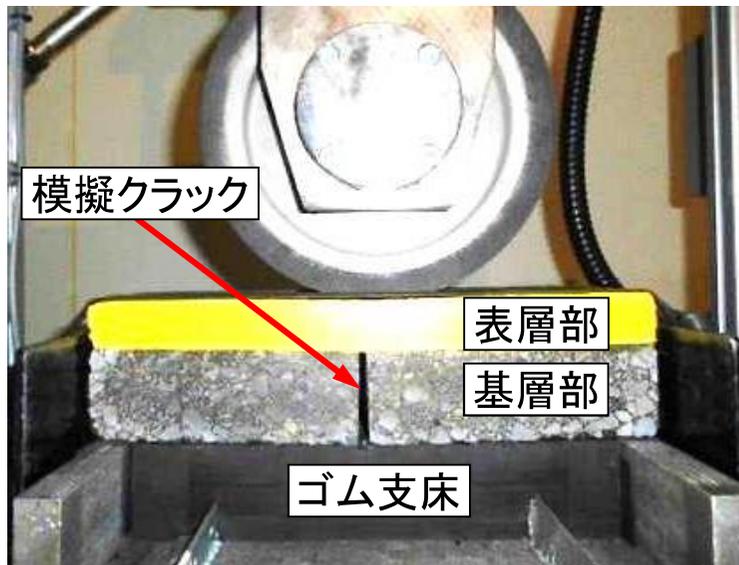
項目	条件
試験温度(°C)	10
供試体寸法(mm)	40×40×400
スパン(mm)	300
载荷ひずみ(μ)	700
载荷周波数(Hz)	5



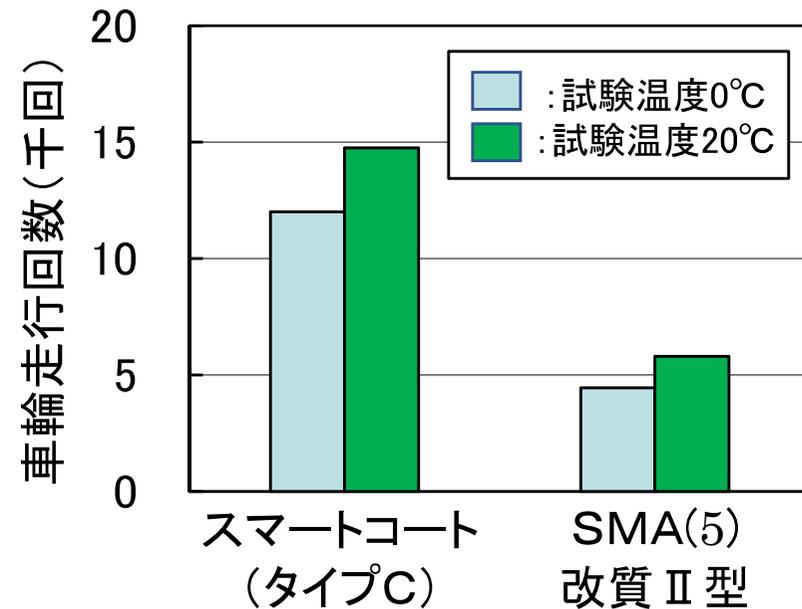
# ◆リフレクションクラック抑制効果

評価試験条件

項目		条件	
試験温度(°C)		0	20
載荷荷重(N)		1,274	980
車輪走行速度(回/分)			
供試体寸法 (mm)	表層部	300×80×25	
	基層部	300×80×50	



・スマートコート(タイプC)は、SMA(5)に比べて、表層部上面にひび割れが発生するまでの車輪走行回数が2倍以上であり、**リフレクションクラック抑制効果が高い**。



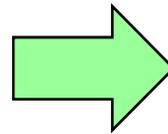
注) 車輪走行回数: 表層部上面にひび割れが発生するまでの車輪走行回数

## ◆ 施工事例とコスト

- 施工場所：東京都町田市 ・施工時期：2017年8月
- 施工厚さ：20mm(薄層オーバーレイ)



施工前の路面状況



施工3年3ヶ月後の路面状況

### 切削オーバーレイとスマートコート(タイプC)の比較例

項目	切削オーバーレイ	スマートコート(タイプC)
施工厚さ(mm)	50	20
1日当り施工面積(m <sup>2</sup> )	910	2,300
直接工事費の比較(%)	100	72

注) 札幌市、昼間施工、施工幅員3.0mの条件で比較

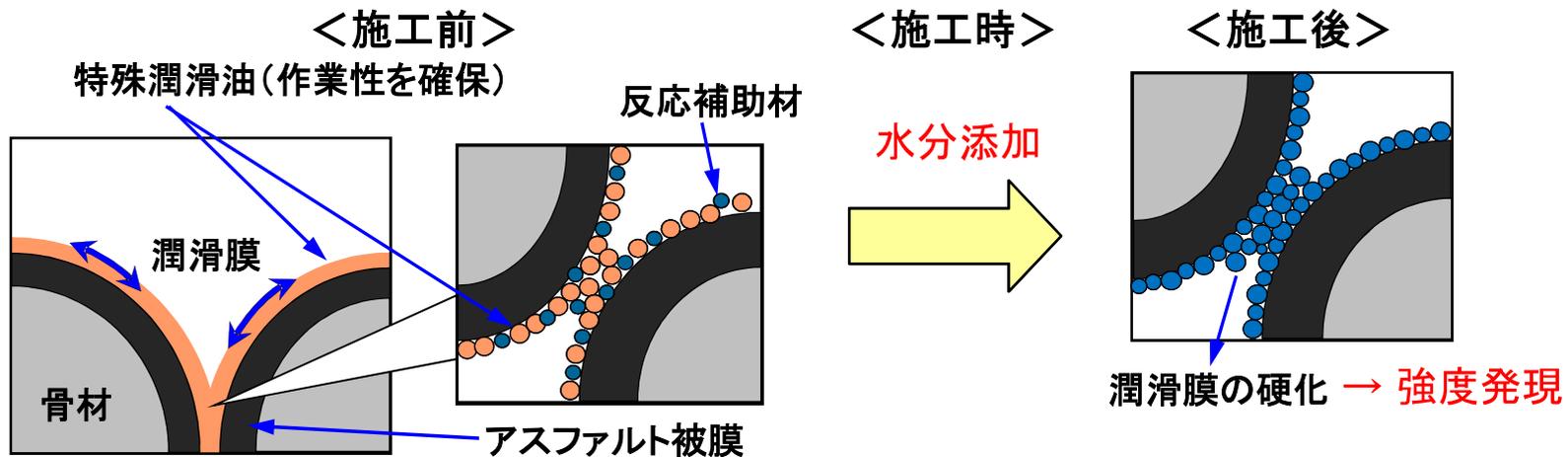
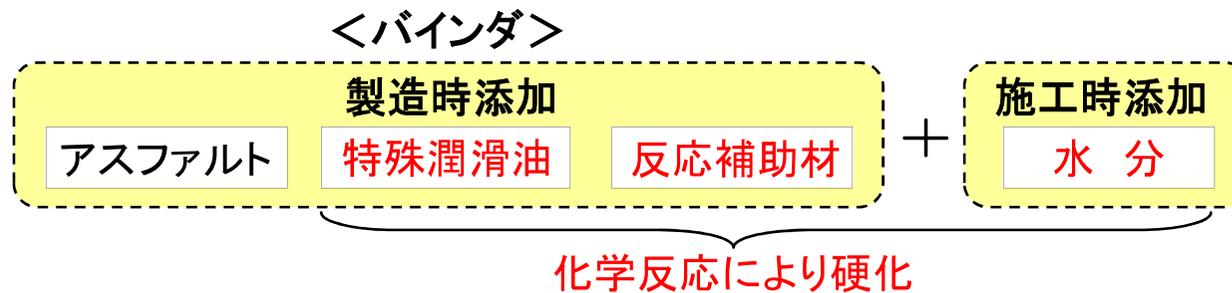
# マイルドパッチ

— 全天候型高耐久常温アスファルト混合物 —



# ◆マイルドパッチの概要

バインダとしてアスファルト、特殊潤滑油、反応補助材を使用し、敷きならし後に水を散布することで化学反応により硬化する袋詰め常温アスファルト混合物



## ◆特長

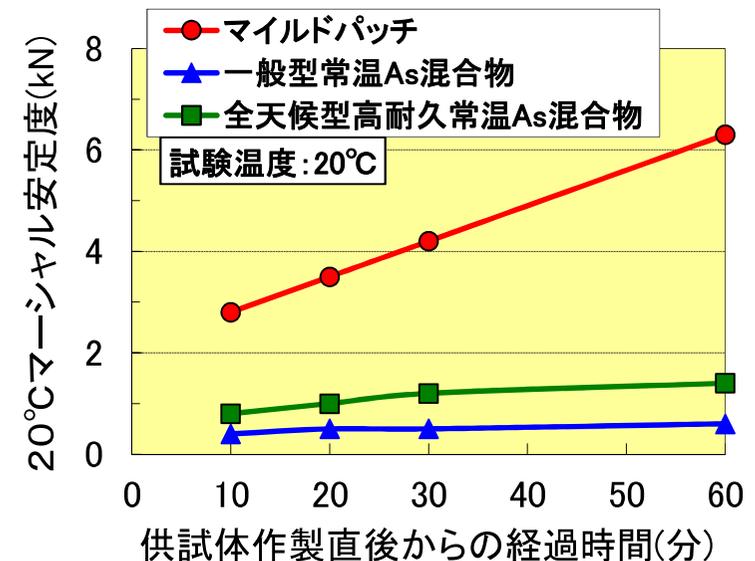
- ・加熱アスファルト混合物と同程度の耐久性を有する。
- ・強度発現が早く、ねじり等が作用しない箇所では、**施工後早期に交通開放**できる。(20℃で養生時間30分程度)
- ・**雨天時**および**水たまり**にも施工可能である。

マイルドパッチの基本性状

評価項目	試験温度	マイルドパッチ	密粒度アスコン(13)
マーシャル安定度(kN)	60℃	9.2	9.8
動的安定度(回/mm)	60℃	6,000	520
ねじり骨材飛散率(%)	50℃	0.8	18.7
すり減り量(cm <sup>2</sup> )	-10℃	0.89	0.84

注)・マイルドパッチは供試体作製後、20℃で7日間養生後に試験を実施。

・密粒度アスコン(13)のアスファルトは、St.60/80を使用。



# ◆ 施工手順 (ポットホール補修例)

＜清掃＞  
異物を除去



＜混合物投入＞  
ポットホールに必要量投入



＜敷きならし＞  
スコップ等で均一に敷きならす



＜散水＞  
散水量の目安は1L/袋程度



＜転圧＞  
足やプレートで十分に転圧



＜完成＞  
施工後直ちに交通開放可能



## ◆ 施工事例とコスト

施工場所: 札幌市内構内道路(重車両の走行有り)

施工月: 12月



- 施工時の外気温: 2℃
- ポットホールに水を満たした状態で施工
- 作業性や初期強度の発現は良好



- ひび割れ、わだち掘れ、骨材飛散がなく、良好な状態を保持

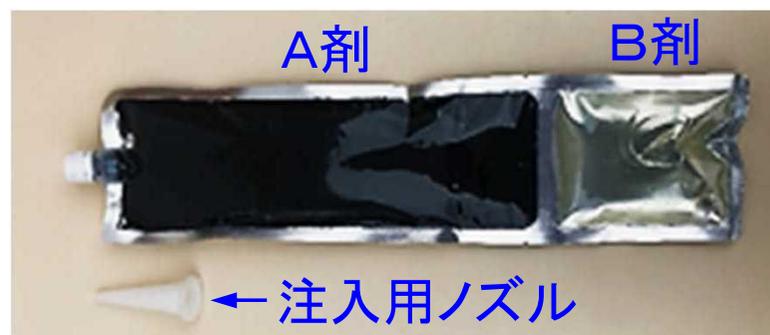
希望販売価格: 3,300円/1袋20kg(税込み・送料別途)

# スーパーMDシール

— 常温硬化型ひび割れ補修材 —

## ◆スーパーMDシールの概要

浸透性に優れ、長期にわたり高い止水性能を維持し、現場での施工が安全かつ容易にできるポリウレタン系ひび割れ補修材



1セット  
A剤：475g  
B剤：125g  
計：600g

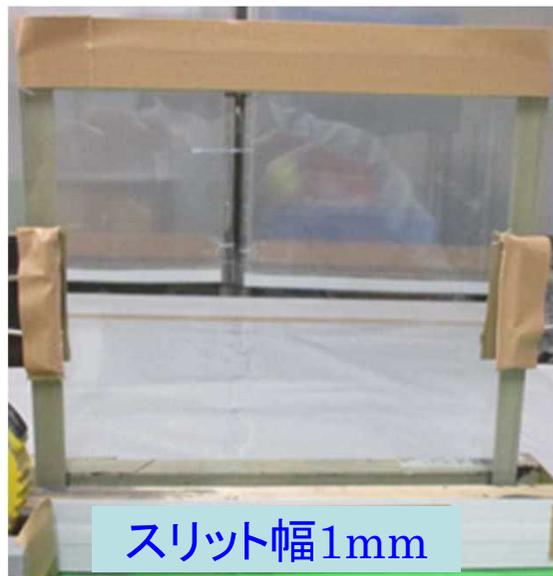
### 【特長】

- ・浸透性に優れ、微細ひび割れの深部まで浸透可能である。
- ・既設舗装との高い接着性を有している。
- ・弾性が高く、ひび割れ部の伸縮に対する高い追従性を有している。
- ・低温時にも柔軟性を有している。
- ・硬化時間は30～60分程度で、施工後早期交通開放が可能である。

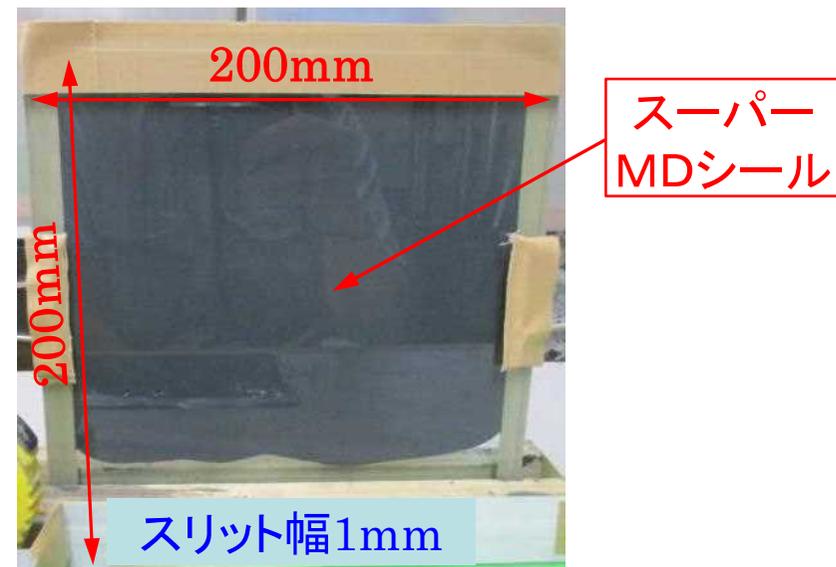
## ◆浸透性

スーパーMDシールは、スリット幅1mmの微小間隙に注入した場合、165mmの深さまで浸透 ⇒ 浸透性に優れる

注入前



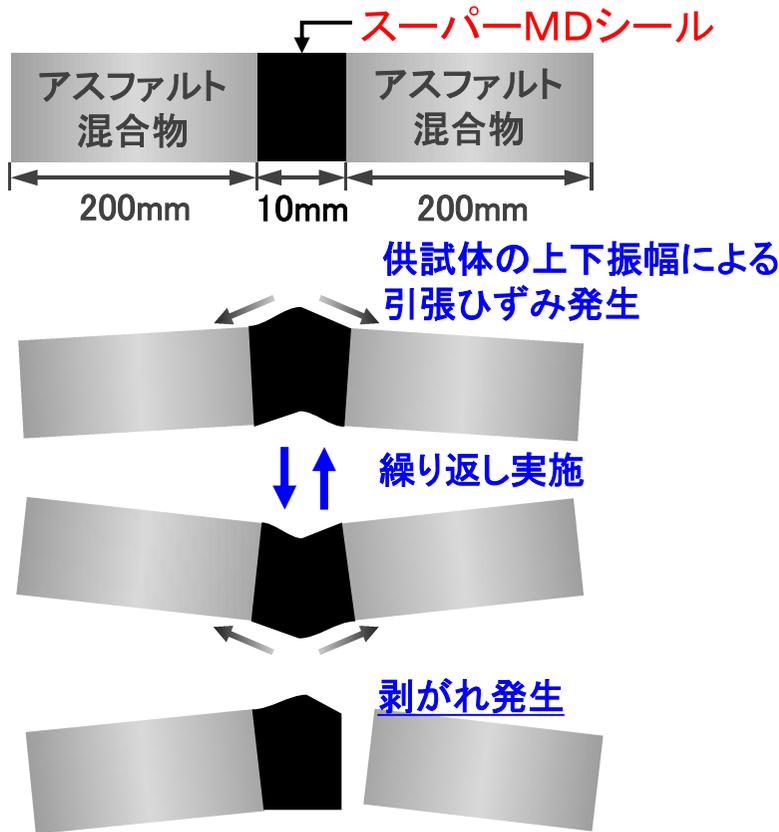
注入後10分経過時



試験温度: 20°C

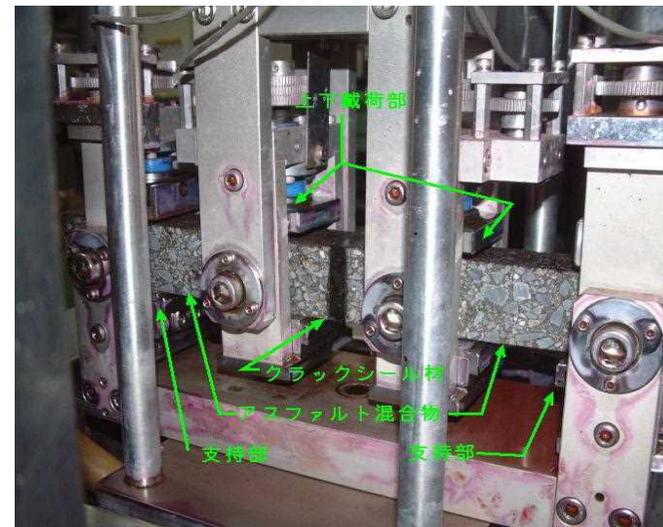
# ◆剥がれ抵抗性

アスファルト混合物とシール材の界面に引張りずみを生じさせ、界面剥離が生じるまでの载荷回数を測定



剥がれ抵抗性試験の概念図

スーパーMDシールはアスファルト混合物との接着性に優れる

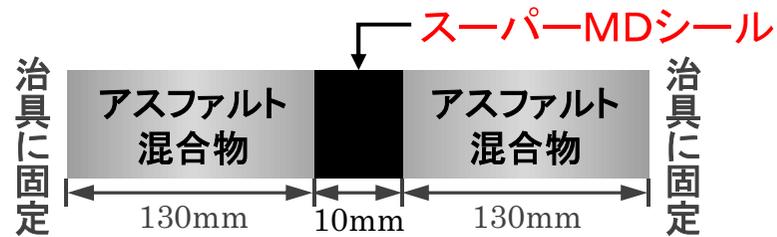


(試験温度5°C、载荷速度5Hz、ひずみ量300  $\mu$ m)

载荷回数10万回で剥がれ発生なし  
ブローンアスファルトの100倍

# ◆ 割れ抵抗性

低温時に発生する収縮応力を緩和できなくなり、割れを生じる温度(応力緩和下限温度)を測定



試験開始(−10°C/hrの温度勾配で冷却)



温度低下による収縮にともなう応力発生



応力緩和下限温度で割れ発生

温度応力による割れ発生メカニズム

スーパーMDシールは温度  
応力緩和性能に優れる



−35°Cでも割れの発生なし

## ◆ 施工事例とコスト



アスファルト舗装のひび割れへの注入



コンクリート舗装の目地部への注入



1箱 10セット入り  
(使用期限: 製造後12カ月)

希望販売価格: 3,500円/セット  
(税抜き・送料別途)

## (3) 新たな舗装技術の紹介

### ④ 多機能型排水性舗装

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

# 多機能型排水性舗装(フル・ファンクション・ペーブ:FFP)の概要

- 混合物一層の施工で表面付近が排水性舗装(空隙率17%)と同等の排水機能を、下部でSMA舗装と同等の防水機能が得られる舗装
- 締固め装置を改造した専用のアスファルトフィニッシャによる施工により、縦溝粗面に仕上がることが特徴
- 北海道型SMAの基準値に適合し、代替え舗装としての適用が可能

混合物は北海道型SMAの基準値に適合

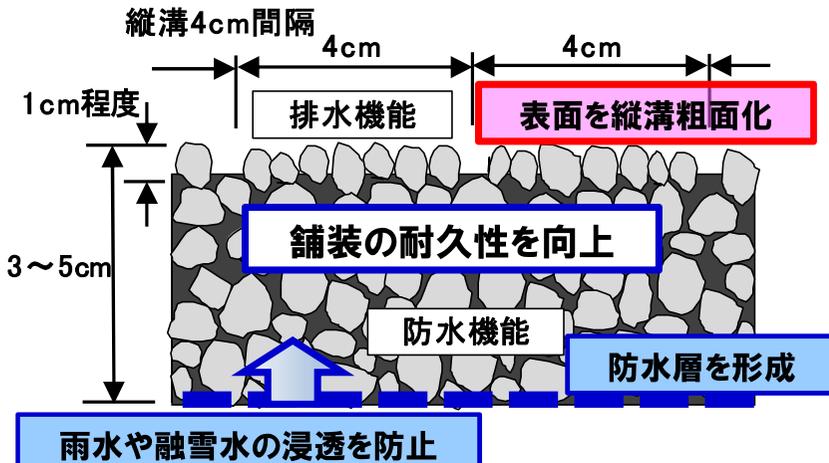


保温性が高いサーマルホッパを装備した専用アスファルトフィニッシャ



一度の施工で縦溝粗面を形成可能

すべり抵抗性の向上等路面の機能性アップ



■標準的な粒度範囲

フルイ目呼び寸法 通過重量百分率	粒度範囲最大粒(13)		重複範囲 (適合範囲)
	北海道型SMA	FFP	
19.0mm	100.00%	100.00%	100.00%
13.2mm	95.0~100.0%	90.0~100.0%	95.0~100.0%
4.75mm	25.0~45.0%	21.0~40.0%	25.0~40.0%
2.36mm	30.0~20.0%	15.5~29.5%	20.0~29.5%
0.075mm	8.0~13.0%	6.5~12.5%	8.0~12.5%

■アスファルト

混合物	北海道型SMA	FFP	重複範囲 (適合範囲)
バインダ	ポリマー改質 Ⅱ型・H型	FFファルト (改質H型ベース)	(適合範囲)
アスファルト量	5.0~7.0%	4.5~6.5%	5.0~6.5%
植物性繊維 の添加量	0.3% (重量比の外割)	必要なし	—

■室内試験の項目と規格値

試験項目	北海道型SMA (基準値)	FFP (社内規格値)	重複範囲 (適合範囲)
空隙率 (かさ密度)	3~7%	6~8% (真空パック法)	6~7%
飽和度	65~85%	57~70%	65~70%
マーシャル安定度	4.9KN以上	5.0KN以上	5.0KN以上
ホイール トラッキング試験 動的安定度(DS)	3,000回/mm以上	6,000回/mm以上	6,000回/mm以上
カンタプロ試験 (-20°C) 骨材損失率	16%以下	12%以下	12%以下
すべり抵抗性 きめ深さ	0.9mm以上	1.2mm以上	1.2mm以上

# 多機能型排水性舗装(フル・ファンクション・ペーブ:FFP)により得られる効果

- 縦溝粗面により浮き水(ブラックアイス)やスリップを抑制することができ、事故対策舗装としての適用が可能。
- 下部の防水機能より凍結防止材が外部へ流出しづらく、塩分残存効果が持続する(凍結抑制効果の向上)。
- 縦溝が日射の正反射を抑制して乱反射することでまぶしさが抑えられ、走行時の視認性が向上する。
- 専用アスファルトフィニッシュと配合およびバインダの組合せにより締固め効果が向上し、骨材飛散が抑制される。



# 多機能型排水性舗装(フル・ファンクション・ペーブ:FFP)の耐久性について

- 北海道内での施工においてもクラックもなく良好な状態を維持して長期供用ができています。

豊平5条線  
(札幌市)



施工直後  
(2013.10)



6年経過時  
(2019.10)

函館上磯線



施工直後  
(2014.10)



6.5年経過時  
(2021.3)

豊頃糠内芽室線



施工直後  
(2013.11)



5年経過時  
(2018.11)

# 多機能型排水性舗装(フル・ファンクション・ペーブ:FFP P)のLCCについて

- 札幌地区における10年間のライフサイクルコスト(LCC)を算出した結果、多機能型排水性舗装は一般舗装や北海道型SMAに比べて優位性があることを確認。
- 多機能型排水性舗装は2011年の初施工より損傷による修繕がないためスパンを10年とし、その他の舗装は10年間に表層のみの修繕時工事を実施する条件でLCCを算出。

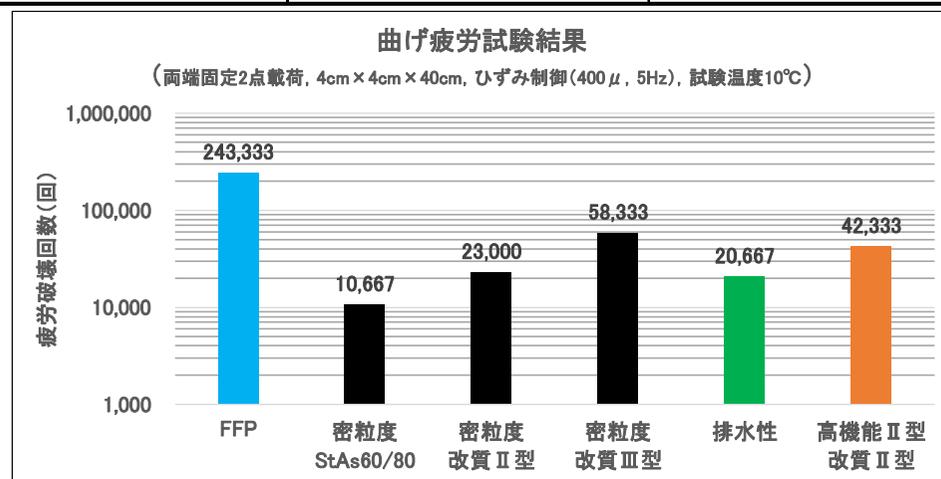
比較項目	分類	凍結抑制舗装			一般舗装		積雪寒冷地における舗装
	名称	FFP (多機能型排水性舗装)	密粒度ギャップアスコン13F	再生密粒度アスコン13F (再生50%)	北海道型SMA		
	特徴	ハイブリッド型	ポリマー改質Ⅱ型	ストレートアスファルト	ポリマー改質Ⅱ型		
	適用箇所	一般道・高規格	一般道	一般道	一般・高規格		
直接工事費	札幌地区における施工単価 t=4cm(2,000m <sup>2</sup> 以上)	3,476円/m <sup>2</sup>	2,255円/m <sup>2</sup>	1,505円/m <sup>2</sup>	2,426円/m <sup>2</sup>		
LCC(10年間)	初期施工費+維持修繕費 <sup>※</sup>	路面切削×1回+舗装×1回 664×1+3,476×1 =4,140円/m <sup>2</sup>	路面切削×2回+舗装×2回 664×2+2,255×2 =5,838円/m <sup>2</sup>	路面切削×2回+舗装×2回 664×2+1,505×2 =4,338円/m <sup>2</sup>	路面切削×2回+舗装×2回 664×2+2,426×2 =6,180円/m <sup>2</sup>		
環境への配慮	廃材のリサイクル (中間処理または管理型産業廃棄物)	○中間処理	○中間処理	○中間処理	○中間処理		

## 【維持修繕費】

- ①路面切削 全面切削6cm以下(4000m<sup>2</sup>以下) : 496円/m<sup>2</sup>
  - ②殻運搬(路面切削) DID区間有り 11km以下 : 1,837円/m<sup>3</sup>  
 切削厚さt=4cmの場合  
 1m<sup>2</sup>当り : 0.04m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> × 1,837円/m<sup>3</sup> = 74円/m<sup>2</sup>
  - ③処分費 1,000円/t(昼間)  
 切削厚さt=4cmの場合  
 1m<sup>2</sup>当り : 0.04m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> × 2.35t/m<sup>3</sup> × 1,000円/t = 94円/m<sup>2</sup>
- ①路面切削+②殻運搬+③処分費=496+74+94=664円/m<sup>2</sup>

## 【積算条件】

- ・ 積算基準日 : 令和5年2月14日
- ・ 冬期補正 : なし
- ・ 週休2日の補正 : なし





## (3) 新たな舗装技術の情報提供

### ⑤ 寒冷地に対応したひび割れ抑制舗装

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

# 寒冷地に対応した ひび割れ抑制舗装

---

「積雪寒冷地に対応したアスファルト舗装技術」に関する技術募集

# はじめに

---

「積雪寒冷地に対応したアスファルト舗装技術」に関する技術募集

①「積雪寒冷地特有の道路損傷(凍上ひび割れ、低温ひび割れ等)を抑制することで長寿命化が図られるアスファルト舗装技術」

募集するのは、一定規模を有する(部分補修、局部補修以外の舗装)新規のアスファルト舗装技術、あるいは表層の打ち換え工事等に用いるアスファルトの材料技術等である。

## 提案技術

名称: 寒冷地に対応したひび割れ抑制舗装

概要: 特殊改質アスファルトを使用した低温における曲げ変形量が大きく、疲労抵抗性に優れるアスファルト混合物

## アスファルトの性状試験 (DSR試験、フラス脆化点試験)

DSR試験の $|G^*| \sin \delta$ ・・・数値が低いほど疲労ひび割れに対する抵抗性が高い  
フラス脆化点・・・試料が脆化する温度。低いほど低温性状に優れる

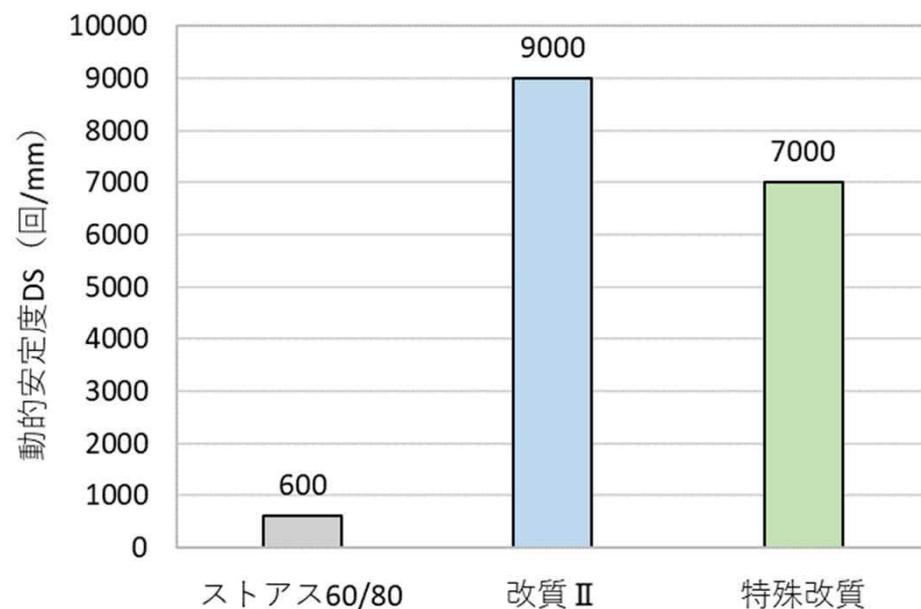
項目	温度	StAs60/80	改質Ⅱ型	特殊改質
DSR試験 $ G^*  \sin \delta$ ( $\times 10^5 \text{Pa}$ )	5°C	188.2	124.1	6.7
	10°C	110.6	82.6	3.7
	15°C	55.9	42.7	2.1
	20°C	24.5	21.8	1.1
	25°C	9.7	10.3	0.7
フラス脆化点		-8°C	-13°C	-36°C

特殊改質アスファルト  
が最も優れている

DSR試験 ( $|G^*| \sin \delta$ ) 条件: 平行円盤直径8mm 試料厚1mm ひずみ量1.0% 角速度10rad/s

# アスファルト混合物の性状(ホイールトラッキング試験)

## ○動的安定度DS



動的安定度はわだち掘れに対する抵抗性を示し、値が大きいほどわだち掘れが出来にくい

特殊改質は

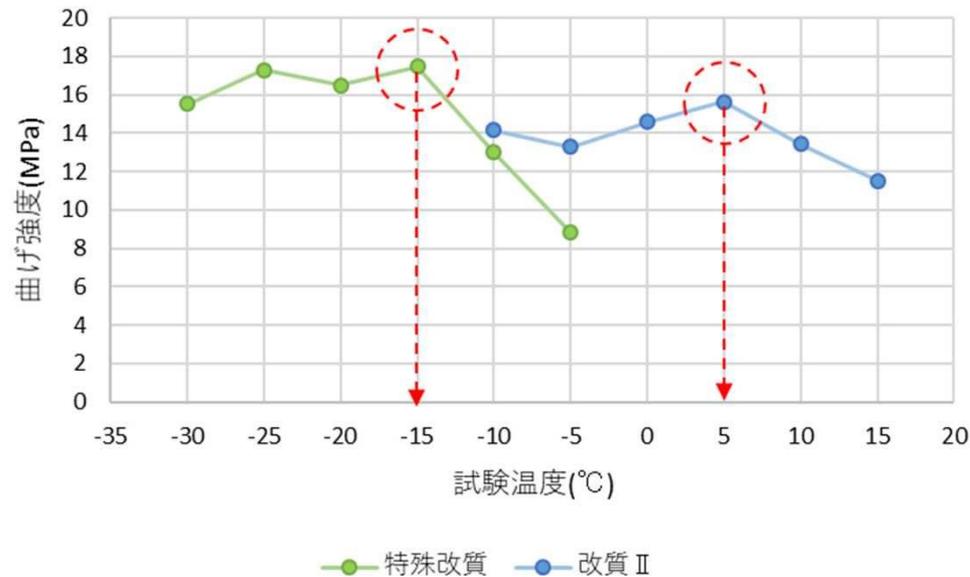
ストレートアスファルトの10倍

改質Ⅱ型と同等

の性能を有している

# アスファルト混合物の性状(単純曲げ試験)

## ○脆化点



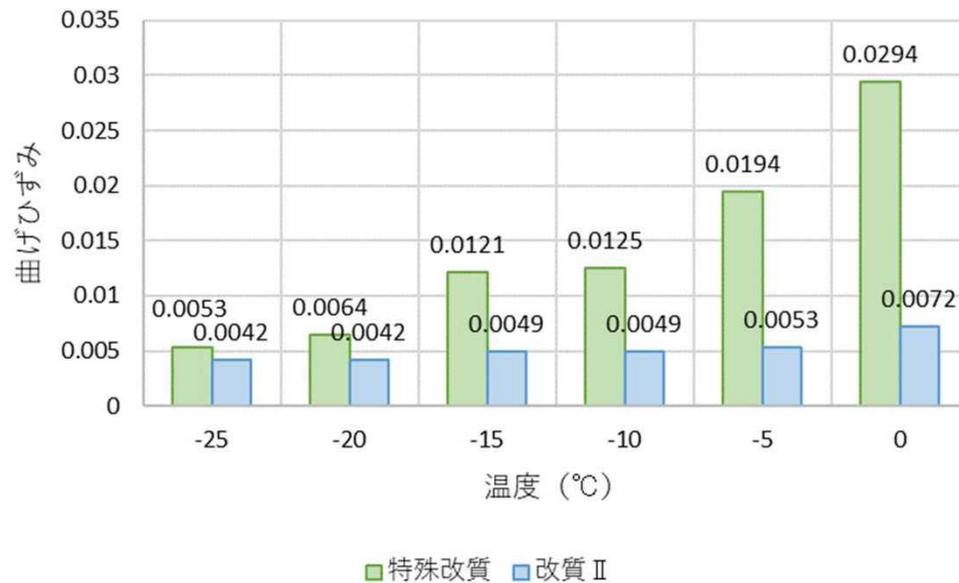
脆化点は温度-曲げ強度曲線の変曲点で示されるアスファルトが脆化する温度で、低い方が低温での性状に優れる

特殊改質(約-15°C) < 改質Ⅱ(約5°C)

であり、特殊改質アスファルトが低温性状に優れている

# アスファルト混合物の性状(単純曲げ試験)

## ○曲げひずみ



曲げひずみは載荷開始から破断までの変形量から算出され、値が大きい程たわみ性に優れ、屈曲時のひび割れが生じにくい

全ての温度で **改質II < 特殊改質**

であり、**特殊改質アスファルト**が変形抵抗性に優れている

# アスファルト混合物の性状(曲げ疲労試験)

バインダ種類	曲げ疲労破壊回数	
StAs60/80	230回	平均:243回
	255回	
改質Ⅱ型	11,866回	平均:11,128回
	10,390回	
特殊改質	250万回以上	破断せず

曲げ疲労試験条件:ひずみ制御 試験温度0°C ひずみ400μm 周波数5Hz

特殊改質アスファルトの  
疲労破壊回数は

StAs60/80の8000倍以上  
改質Ⅱ型の200倍以上

低温域でも十分な曲げ  
疲労抵抗性があり、舗装  
の長寿命化に期待が  
出来る。

# イニシャルコスト試算

## ①アスファルト(社会情勢により変動)

ストレートアスファルト60/80を1とすると

改質Ⅱ型1.5倍

特殊改質8.0倍

## ②施工費(概算)

日施工量500m<sup>2</sup>で試算した場合

ストレートアスファルト60/80で 4,500,000円

改質Ⅱ型で 4,700,000円

特殊改質で 7,100,000円

	ストレートアスファルト	改質Ⅱ型	特殊改質
①アスファルト	1.0倍	1.5倍	8.0倍
②概算施工費	4,500,000円	4,700,000円	7,100,000円
	1.0倍	1.05倍	1.58倍

# 舗装寿命の推定

## ①必要等値換算厚 $T_a$ 値の設定<sup>1)</sup>

改質Ⅱ型の等値換算係数 $A_{改Ⅱ} = 1.05$

類似のアスファルト混合物 ( $|G^*| \sin \delta = 2.5 \times 10^5$ 、曲げ疲労試験値=改質Ⅱ×200倍)の等値換算係数=1.7を参考に

本技術の等値換算係数 $A_{特殊} = 1.5$ とする

## ②疲労破壊輪数 $N$ の算出

(路床の設計CBR=10とした)

$$T_a = 3.84 \times N^{0.16} / CBR^{0.3} \quad (\text{信頼度90\%}) \text{より}$$

$$N = (T_a \times CBR^{0.3} / 3.84)^{1/0.16}$$

## ③改質Ⅱ型の舗装寿命は

丸山らの報告<sup>2)</sup>を参照し

**ストレートアスファルトの1.8倍**とした

舗装構成	舗装厚 (cm)	等値換算係数 $A_i$			
		改質Ⅱ		特殊改質	
	T	$A_{改Ⅱ}$	$T \times A$	$A_{特殊}$	$T \times A$
表層	5	1.05	5.25	1.5	7.5
基層	5	1	5	1	5
上層路盤(As安)	15	0.8	12	0.8	12
下層路盤(粒状)	15	0.25	3.75	0.25	3.75
等値換算厚 $T_{A'}$		26.00		28.25	
疲労破壊輪数 $N$		$11.66 \times 10^6$		$19.58 \times 10^6$	

## 特殊改質の舗装寿命は

疲労破壊輪数の比較から  
 $19.58 \times 10^6 / 11.66 \times 10^6 = 1.68$

**改質Ⅱ型アスファルトの1.68倍**

すなわち、丸山らの報告から

$$1.8 \times 1.68 = 3.0$$

**ストレートアスファルトの3.0倍**

# ライフサイクルコスト(LCC)試算

---

## ①イニシャルコスト

ストレートアスファルトを1とした場合、改質Ⅱ型1.05倍、特殊改質1.58倍

## ②舗装寿命

ストレートアスファルトを1とした場合、改質Ⅱ型1.8倍、特殊改質3.0倍

## ③ライフサイクルコスト(LCC)

ストレートアスファルトを1とした場合、改質Ⅱ型1.7倍、特殊改質1.9倍

	ストレートアスファルト	改質Ⅱ型	特殊改質
①イニシャルコスト	1	1.05	1.58
②舗装寿命	1	1.8	3.0
③LCC (②/①)	1	1.7	1.9

## 再生利用について

本技術で使用する特殊改質アスファルト中の改質ポリマーは既存の改質アスファルトと同類の熱可塑性エラストマーであり、アスファルト混合物の再生利用を妨げない



## まとめ

---

- ◆ 耐久性については、既存の技術と同等以上と言える。特に低温性状及びひび割れ抵抗性については、**本技術が優れている**
- ◆ 経済性について、施工費は1.58倍になるが、舗装寿命が3.2倍となるので、**LCCは2倍優位**となる
- ◆ 再生利用については、**妨げる要素は無く、可能である**
- ◆ 本技術は低温環境下でも**舗装の長寿命化に期待**できる

# 参考文献

---

- 1) 井上智章:長寿命化改質アスファルト「シナヤカファルト」による舗装長寿命化の取り組み  
令和3年度中国地方建設技術開発交流会、鳥取県会場、国土交通省中国地方整備局中国技術事務所  
URL: [http://www.cgr.mlit.go.jp/ctc/pdf-document-years/2021/tottori\\_07.pdf](http://www.cgr.mlit.go.jp/ctc/pdf-document-years/2021/tottori_07.pdf)
- 2) 丸山記美雄・田高淳・金子雅之:ポリマー改質アスファルトⅡ型混合物舗装のLCC評価と適用範囲、  
改質アスファルトNo29、P12、2007

## (3) 新たな舗装技術の情報提供

### ⑥ 積雪寒冷地に対応した

### アスファルト舗装技術

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

# 積雪寒冷地に対応したアスファルト舗装技術

## ① 積雪寒冷地特有の道路損傷を抑制することで長寿命化が図れるアスファルト舗装技術

No.	材料/工法	当社製品名	概要	適用工法	コスト
1	材料 (バインダ)	HRバインダー ECO-W	ポリマー改質アスファルトⅡ型相当の性能に加え、積雪寒冷地特有の損傷を抑制するために、はく離抵抗性や耐水性を高めた改質アスファルト。施工温度域がより広く、寒冷期においても適切な品質が確保できる	オーバーレイ工 表層打換え工 表基層打換え工	¥210,000/t
2	材料 (バインダ)	NSバインダー ECO	橋面舗装の基層などに用いられるポリマー改質アスファルトⅢ型-W相当の性能に加え、施工温度域をより広くすることで、寒冷期においても適切な品質が確保できる改質アスファルト		¥230,000/t
3	材料 (バインダ)	HTバインダー	ポーラスアスファルト混合物に用いられるポリマー改質アスファルトH型相当の改質アスファルト。ポーラスアスファルト混合物のような開粒度混合物に限定することなく、密粒13Fや細密粒度ギャップ13、SMAなどの混合物にも適用が可能		¥260,000/t
4	材料 (バインダ)	FRバインダー	ポリマー改質アスファルトⅡ型やⅢ型と比べ、たわみ追従性能、疲労破壊抵抗性能、温度応力による疲労破壊抵抗性能を大幅に高めた改質アスファルト。凍上ひび割れや低温ひび割れの発生を抑制する		¥280,000/t
5	工法 (応力緩和層)	SD層を適用した じょく層工法	切断面に特殊改質アスファルトとプレコート骨材をほぼ同時に散布し、厚さ1cm程度のじょく層(応力緩和層)を形成させるリフレクションクラック抑制工法。遮水性能や表基層間の層間接着性能が高い。また、じょく層は低温でも脆化しにくいことから、寒冷期でもこれらの効果を発揮する	表層打換え工	施工費(1,500m <sup>2</sup> /日) ¥800/m <sup>2</sup>
6	工法 (上層路盤層)	再生CAEスタビ 工法	路上再生路盤工法のうち、路上再生セメント・アスファルト乳剤安定処理工法に該当する路盤工法であり、舗装の支持力向上はもとより、アスファルト乳剤を配合する利点として、路盤材の凍結融解抵抗性や耐水性が大きく向上する	路上再生 路盤工法	施工費(790m <sup>2</sup> /日、 処理厚30cm) ¥5,000/m <sup>2</sup>

## ② 積雪寒冷地特有の道路損傷を補修により長寿命化が図れる補修技術

7	材料 (緊急補修材)	スイグーミックス	水と接触することで硬化し始め、硬化後は高い強度を発揮する全天候型の高耐久常温補修用混合物。寒冷期、雨天時、雪解け時など、様々な作業環境下におけるポットホールの穴埋めに適用(6か月程度の保存が可能)	パッチング工法	¥3,000/20kg/袋
---	---------------	----------	--	---------	---------------

# No.1～4 各種バイнда(改質アスファルト)

## 各種バイнда(改質アスファルト)の代表的な規格

試験項目		No.4	No.3	参考	No.2	参考		No.1	参考
		FR バイндаー	HT バイндаー	H型	NSバイ ндаーECO	Ⅲ型	Ⅲ型-W	HRバイ ндаーECO- W	Ⅱ型
針入度(25℃)	1/10mm	80以上 100以下	40以上						
軟化点	℃	75.0以上	85.0以上	80.0以上	70.0以上		56.0以上		
タフネス(25℃)	N・m	—	20.0以上		16.0以上		17.0以上	8.0以上	
テナシティ(25℃)	N・m	—					12.0以上	4.0以上	
伸度(15℃)	cm	50以上					30以上		
粗骨材の 剥離面積率	%	5以下		—	5以下	—	5以下		—
フラース脆化点	℃	-25以下	—						

\*粗骨材の剥離面積率から、No.1～No.4のすべてのバイндаは骨材との接着性(剥離抵抗性)に優れている

\*フラース脆化点から、No.4のFRバイндаーは低温性状に優れている



# No.5 SD層を適用したじょく層工法(応力緩和層)

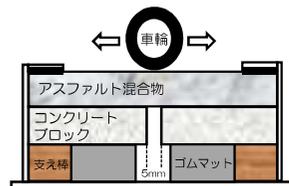
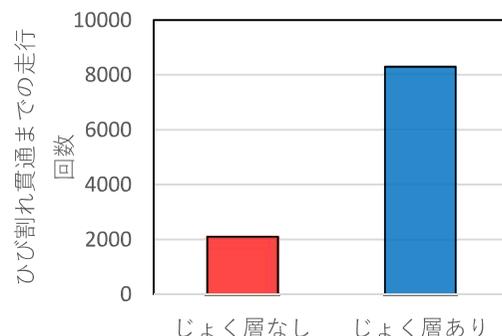
## じょく層工法の特長

- ① リフレクションクラックの発生を抑制する
- ② 特殊改質アスファルト（マックスAR）を $1.2 \ell / m^2$ 程度多量散布することで、高い遮水性能と表基層間の層間接着性能を発揮する
- ③ マックスARのフラス脆化点は $-15^{\circ}\text{C}$ 以下のため、じょく層は低温時でも柔軟性や接着性に富み、優れた応力緩和性能などを発揮する

### マックスARの社内規格

試験項目		社内規格
針入度(25℃)	1/10mm	60以上 100以下
軟化点	℃	50.0~70.0
タフネス(25℃)	N・m	6以上
テナシティ(25℃)	N・m	1以上
フラス脆化点	℃	-15以下

### ひび割れ貫通試験結果の一例



“じょく層なし”と比較すると、“じょく層あり”は4倍以上の**応力緩和性能**を発揮する

### じょく層工法の施工手順

切削と清掃



写真1：マックスAR  
散布（200℃程度）



写真2：プレコート骨  
材散布（100℃程度）



写真3：転圧



写真4：余剰プレ  
コート骨材除去



表層打設

# No.6 再生CAEスタビ工法(路上路盤再生工法)

## 再生CAEスタビ工法の特長

- ① 既設路盤材料のみで安定処理を行う場合、かさ上げすることなく、舗装の構造強化が図れる
- ② アスファルト安定処理用混合物の次に、高い等値換算係数である
- ③ 地震に対する耐力が向上し、これは東日本大震災で実証されている
- ④ 凍結融解抵抗性に優れ、凍上によるひび割れや不陸の発生を抑え、凍上被害を軽減できる
- ⑤ 舗装発生材がほとんどなく、環境負荷を軽減し、再々生も可能

### 代表的な路盤材料の等値換算係数

路盤材料名	等値換算係数
アスファルト安定処理	0.80
再生CAEスタビ工法用混合物 (路上再生セメント・アスファルト 乳剤安定処理用混合物)	0.65
路上再生セメント安定処理用混合物	0.55
粒度調整碎石	0.35
切込碎石(クラッシュラン)	0.25

舗装調査・試験法便覧(平成31年版) pp.107~118  
E014 安定処理混合物の凍結融解試験結果の一例

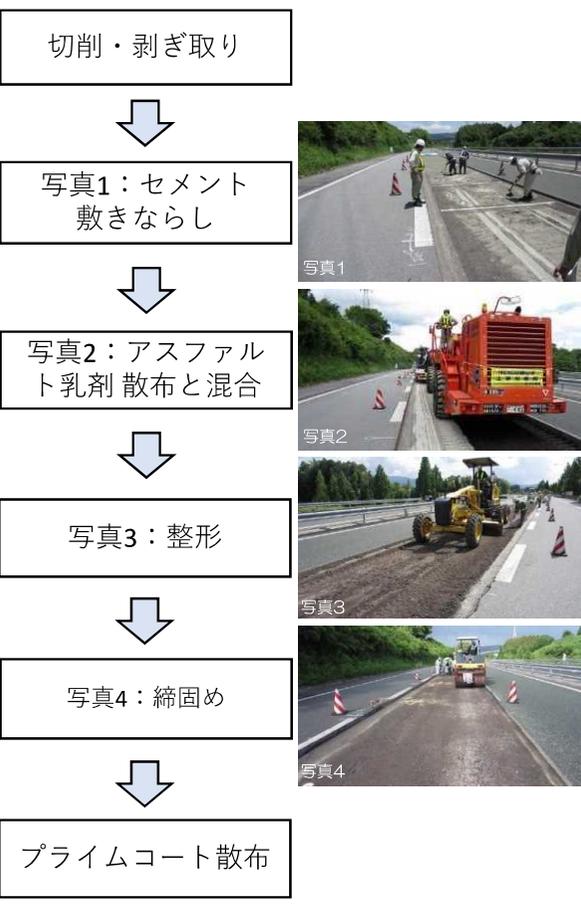


再生CAE  
(質量損失率: 0.5%)

セメント安定  
(質量損失率: 46%)

再生CAEスタビ工法用混合物はセメント安定処理用混合物よりも凍結融解安定性に優れる

### 再生CAEスタビ工法の施工手順 ~西日本高速道路 大分自動車道の施工例~



# No.7 スイグーミックス(緊急補修材)

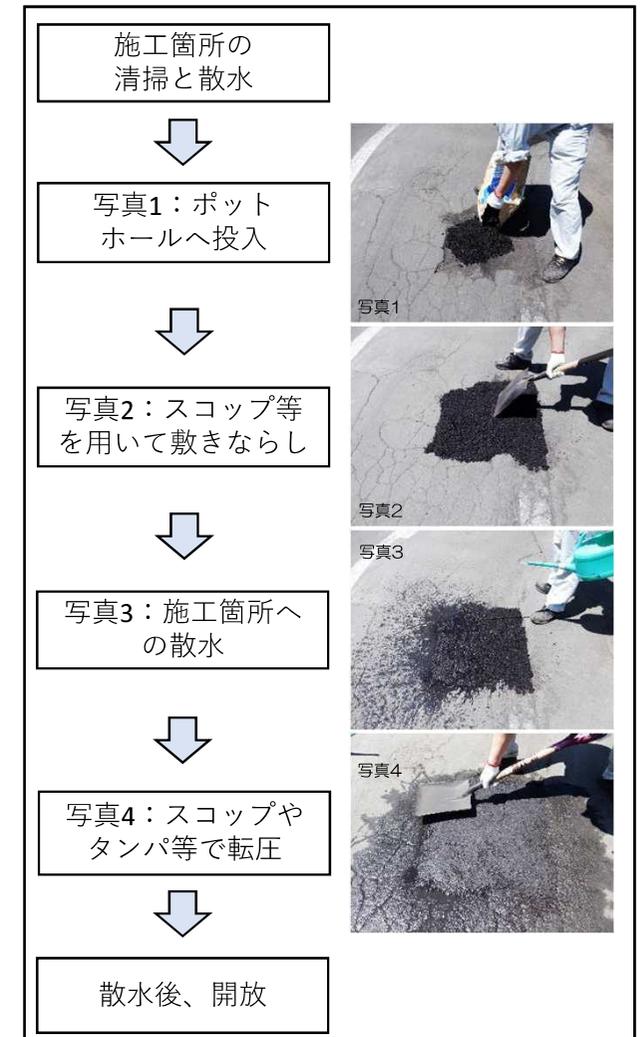
## スイグーミックスの特長

- ① 水と接触することで硬化するため、雨天時や雪解け時にも使用できる
- ② 短時間で硬化し、硬化後の強度は優れているため、施工後直ちに交通開放できる
- ③ 低温作業性にも優れるため、冬季でも扱いやすい
- ④ 低温でも、常温と同程度の骨材飛散抵抗性を発揮する
- ⑤ 6カ月程度の貯蔵が可能

スイグーミックスの混合物性状（供試体作製30分後に各種試験を実施）

試験項目	試験結果	社内目標値	備考	
常温カンタブロ試験	%	10.4	20以下	試験温度20°C、150回転
低温カンタブロ試験	%	10.8	20以下	試験温度-20°C、150回転
常温低速ホイール トラッキング試験	回/mm	320	-	試験温度20°C、走行速度21回/min
常温マーシャル試験	kN	1.4	-	試験温度20°C

## スイグーミックスの使用方法



## (3) 新たな舗装技術の情報提供

### ⑦ 全天候型常温合材

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

# タピストックLL

長期保存型 粘弾接着系常温アスファルト混合物



## 固まらない全天候型常温合材 “タピストックLL”

- 路面が濡れていてもいい!!
- 長期保存が可能!! 開封済みでもいい!!
- 手・衣服・道具を汚さなくていい!!
- 余った材料を捨てなくていい!!
- 補修材は固まらなくてもいい!!

### 施工方法

#### ホットホールの補修準備



鬆くアスコン塊、  
古い骨材、土砂等  
を取り除く  
高さが高ければ  
も施工可能

#### タピストックLL投入



転圧すると1/2に  
減ります。全量  
投入してください

#### プレート、靴、タイヤで転圧



プレートなど  
で転圧してください  
深さの多い場合は  
奥から転圧

#### 転圧直後から交通開放



プレート等道具を  
使用すると転圧直  
後から高い安定性  
が得られます

※深い穴の場合は2回に分けて施工してください

### 精 元

- ホットホール補修の決定版!!
- 雨天・水没箇所 施工可能!!
- 開封しても水にぬれても固まりません!!

商 標

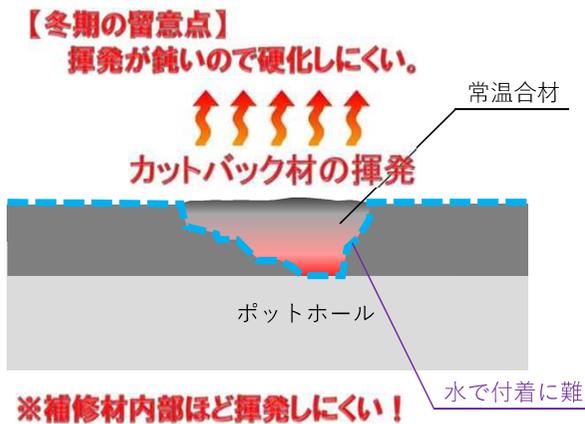
20kg/PE 袋

### 取 扱 要 領

- 施工直前に開封してください
- 開封後は、なるべく早く施工してください
- 30cm以上の深さの場合は2回に分けて施工してください
- プレート転圧を行うことで路面とのなじみが良くなります
- 足のみの転圧でも交通開放できますが、この場合はタイヤ走行によって転圧が進みます
- タイヤでぬじる箇所では、補修材が飛散する場合があります
- 車道の繰り返し通行によって、さらに転圧が進みます
- 直射日光を避け、冷蔵所で保管して下さい
- 凍は、十分にほくしてからお使ください
- 季節、気温、開封問わず、性状がほぼ変わらないため、長期保存（3年以上）できます

# どんな常温合材がよいのでしょうか

## ① カットバック系統



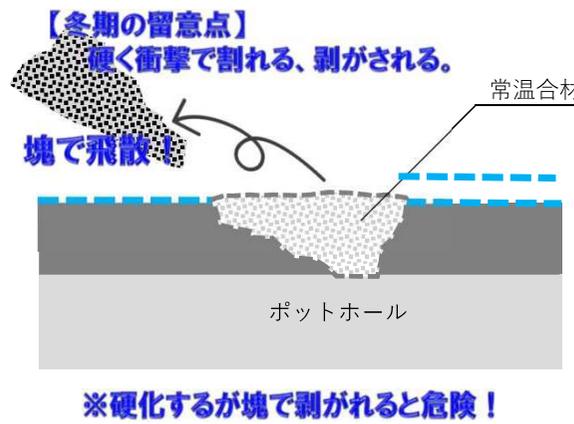
### ○ メリット

- ① ベースアスファルトとカットバック材の組み合わせでバリエーションが豊富。
- ② 比較的廉価。
- ③ どのメーカーでも扱っており、どこでも入手可能。

### × デメリット

- ① 夏用、冬用、標準期など季節によって使い分けが必要なものが多い。
- ② 路面が濡れていると使えないものが多い。
- ③ 深い場合には内部が固まりにくい。
- ④ 油分が溶け出し環境を汚染する場合がある。
- ⑤ 耐久性が比較的低い。

## ② 水硬化系統



### ○ メリット

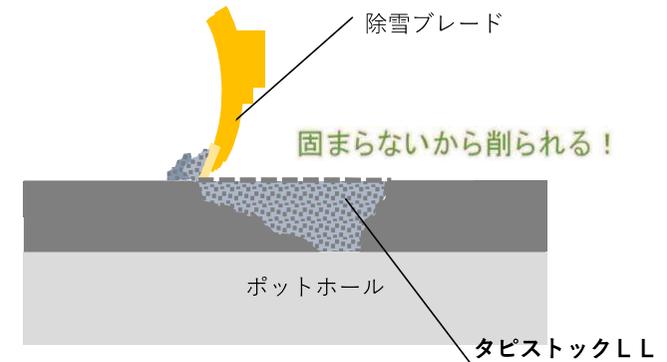
- ① 水没化でも使用できる。
- ② 冬場でも硬化する。
- ③ 高強度。重交通路線にも対応。
- ④ 小分けタイプ、投げ込みタイプなど荷姿に工夫されたラインナップ商品が多い。

### × デメリット

- ① 価格が高め。
- ② 硬い故、再破損しやすい。
- ③ 硬化物による二次災害が発生。
- ④ 消費期限3~12カ月、余ったものは廃棄。(メリット④はデメリット④の対策とも言える)
- ⑤ 道具や衣服が著しく汚れる。

今回ご紹介するのはこちらです。

## ③ 固まらない“タピストックLL”



これまでの常温合材の  
デメリットから生まれた発想の商品です！

### ○ メリット

- ① 水没化でも使用できる。冬場でも安定。
- ② オールシーズンで重交通路線にも対応。
- ③ 封を切っても固まらない。※実績5年半!!
- ④ 衣服・道具が汚れない。
- ⑤ 交通災害を最小限に！



### × デメリット

- ① ゼロすり付けが出来ない。
- ② 3cm厚以上で施工。
- ③ 価格が高い



長期保存が可能な穴補修に特化した常温合材！

# 冬場を想定したタピストックLLの性能評価

## ◆ 衝撃緩和力の評価

チェーン、ブレードによる打撃や衝撃を想定した試験

※首都高速道路 常温合材評価試験法に準拠



常温カンタプロ試験後の供試体



※力が加わると丸くなる！  
→ 衝撃力を吸する！

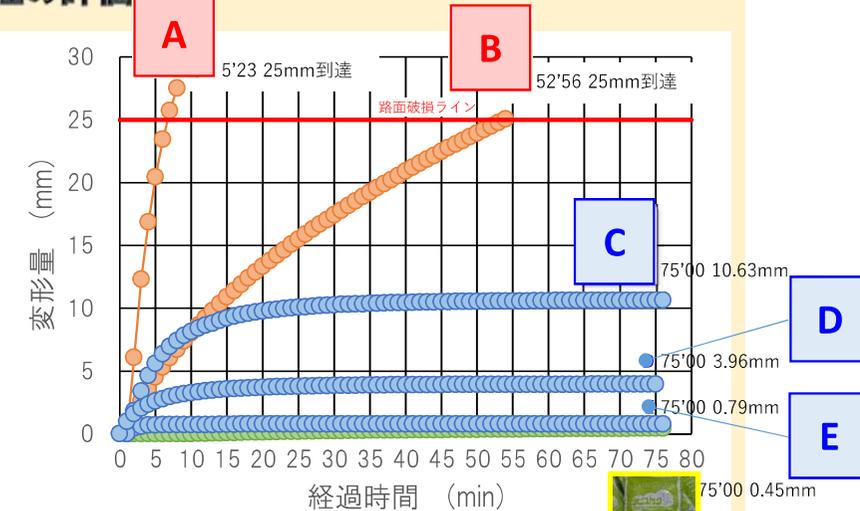
タピストックLLの試験後供試体アップ

## ◆ 低温時の硬化性・安定性の評価

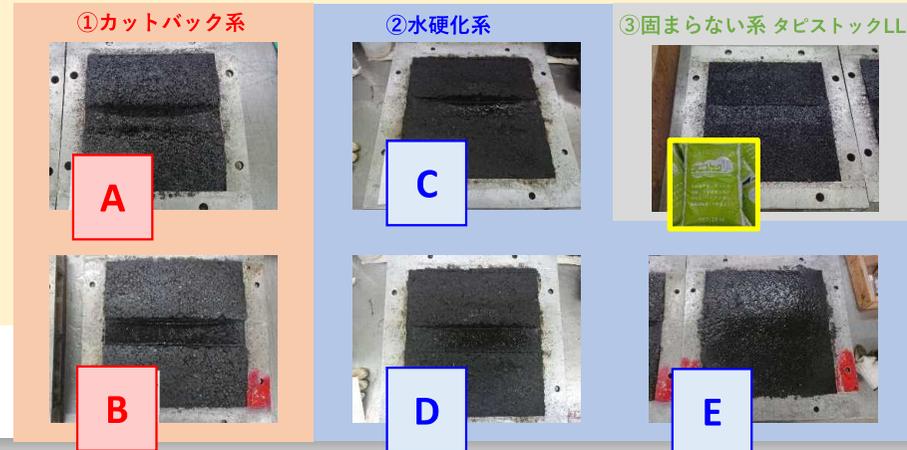
### 低温低速WT試験状況



- ◆ 庫内温度: 0°C ± 1°C
- ◆ 水槽水温: 0°C ± 1°C
- ◆ 水浸深さ: 供試体上1cm



### 低温低速WT試験後の供試体状況



× カットバック系は固まらない！  
→ 冬場には向かない材料。

△ 水硬化系は固まるがメーカーにより硬化速度が異なる！  
→ 硬化までのタイムラグで流動破損に至るケースが再現！

○ タピストックLLは固まらないにもかかわらず、一番反応の早い水硬化系材料と同等の変形量。

→ 冬期でも高い安定性！

# 冬場を想定したタピストックLLの性能評価

## ◆ 実車を用いた供試体踏み付け試験

“固まる”系



1～2m程度後方に弾き飛ばされる

“固まらない”系



その場で踏みつぶされる

- ① 時速10kmで走行
- ② 供試体にタイヤで乗り上げる
- ③ その後の挙動を観察

**タピストックLLは、変形して細かく砕けることで被害を最小限に留める！**

**※実際の車道速度を想定すると固まる系統材料は注意が必要です！！**

# 固まらない全天候型常温合材 “タピストックLL”



長期保存型 粘弾接着系常温アスファルト混合物



- 路面が濡れていてもいい!!!
- 長期保存が可能!! 開封済みでもいい!!!
- 手・衣服・道具を汚さなくていい!!!
- 余った材料を捨てなくていい!!!
- 補修材は固まらなくていい!!!

### 施工方法

#### ポットホールの補修準備



動くアスコン塊、浮いた骨材、土砂等を取り除く。路面が濡れていても施工可能。

#### タピストックLL投入



転圧すると1/2に締まります。余盛り量は、埋める穴の厚みと同程度としてください。

#### プレート、靴、タイヤで転圧



プレートなどで転圧してください。交通量の多い箇所では足で転圧して交通開放もできます。

#### 転圧直後から交通開放



プレート等道具を使用すると転圧直後から高い安定性を得られます。

※深い穴の場合は2回に分けて施工してください。

### 諸元

- ポットホール補修の決定版!!
- 雨天・水没箇所 施工可能!!
- 開封しても水にぬれても固まりません!!

荷姿  
20kg/PE袋

### 取扱留意

- ポットホール等、深い穴で施工してください。
- 水をかけると、より早く締まります。
- 3cm以上の深さの場合は2回に分けて施工するときれいに仕上げられます。
- プレート転圧を行うことで路面とのなじみが良くなります。
- 足のみの転圧でも交通開放できますが、この場合はタイヤ走行によって転圧が進みます。
- タイヤでねじる箇所では、補修材が飛散する場合があります。
- 車両の繰り返し通行によって、さらに転圧が進みます。
- 直射日光を避け、冷暗所で保管して下さい。
- 塊は、十分にほくしてからお使いください。
- 季節、気温、開封間わず、性状がほぼ変わらないため、長期間保存（3年以上）できます。

・・・是非、ご検討ください。

(3) 新たな舗装技術の情報提供  
⑧ 積雪寒冷地に適した高耐久性  
常温アスファルト混合物

「積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と予防保全に関する検討委員会」  
【第5回 検討委員会】

積雪寒冷地に適した高耐久性常温アスファルト混合物

# αミックス

技術資料



# αミックス 技術概要

- 常温アスファルト混合物（以下、常温合材）は表-1に示すように、主に舗装の維持修繕の中で、舗装の機能的な維持を目的とするパッチングやポットホールの穴埋め等に用いられている。常温合材は施工が容易なため、特に緊急の一時的な補修に用いられることが多い。

表-1 常温アスファルト混合物の種類と特徴

種類	一般	全天候型	
		一般型	水分硬化型
特徴	安価 硬化が遅い	雨天時も施工可能 比較的硬化が速い	雨天時も施工可能 硬化が非常に速い
主な適用箇所	一般道・歩道等	重交通路線等	重交通路線等
主な軟化剤	石油系燃料等	酸化重合型油脂等	不飽和脂肪酸等

- しかしながら、湿潤路面では硬化不良を起こし、重交通路線では早期の飛散等が発生することから、近年、全天候型の高耐久性常温合材を用いることが多くなっている。
- 特に、積雪時や融雪水があっても使用できる水分硬化型の常温合材は冬季路面の一時補修等に有効であるが、積雪寒冷地域では脂肪酸の融点を超えて気温が低下するため、作業性が著しく低下する。
- αミックスは、バインダの融点を低下させることによって、冬期の常温合材の課題である作業性を改善するとともに、重交通路線の維持管理に適用できる耐久性を有した常温合材である。

# αミックス 室内検討

- 従来技術よりも融点の低い新たなバインダ配合（図-1）により、低温時においても粘度が低く良好な作業性を得ることができた（図-2）。なお、作業性については、写真-1に示す実際の舗装用レーキを用いた作業性評価試験機を用い評価した。低温時の耐久性については、骨材飛散抵抗性の評価試験である低温カンタブロ試験により行った。その結果、従来技術よりも損失率が低く、耐久性が向上していることを確認した。（図-3）

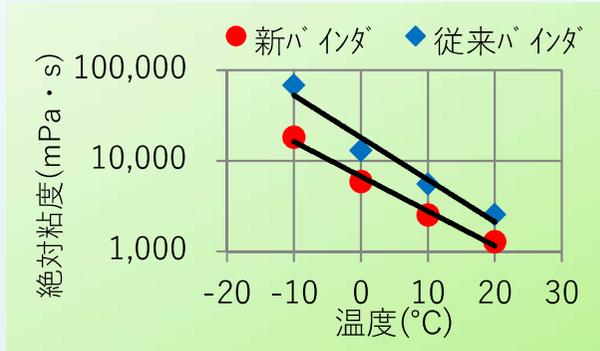


図-1 バインダの粘度

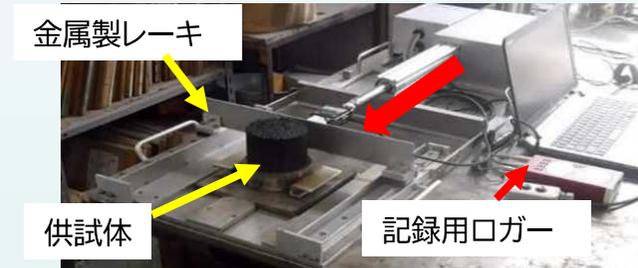


写真-1 作業性評価試験

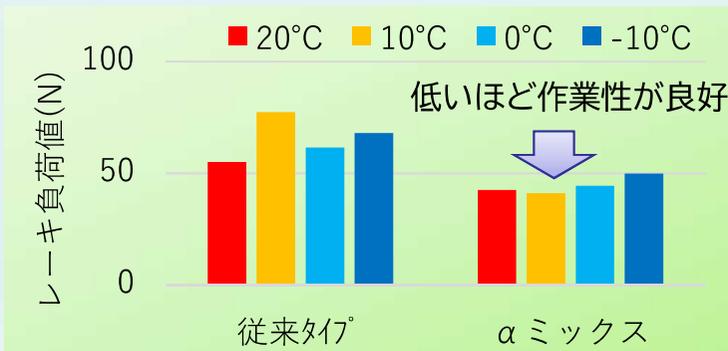


図-2 作業性評価試験結果

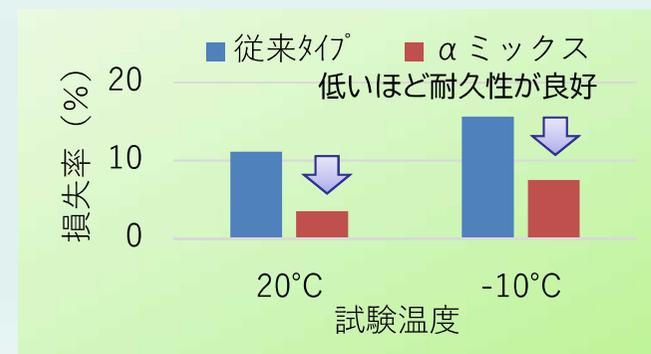


図-3 カンタブロ試験結果

## αミックス

# 実道における試験施工(重交通路線)

- αミックスにより、2019年7月に福島県内の国道（N7交通）において試験施工を実施した。
- 既設のポットホールおよびわだち掘れ箇所に適用したところ、一般的な全天候型常温アスファルト混合物に対して再補修まで約3倍程度（図-4）の日数であったことから、補修頻度の低減などが期待できる。



写真-2 充填状況



写真-3 散水状況



写真-4 転圧状況



写真-5 施工完了



一般的な全天候型常温合材が  
約3週間で破損

写真-6 破損状況(一般)

αミックスは約2か月で部分的に破損



写真-7 破損状況(αミックス)

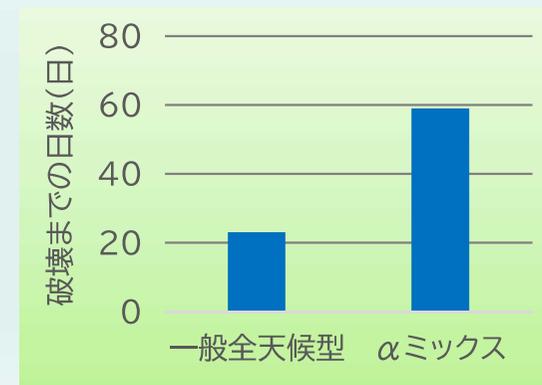


図-4 再補修までの日数

## αミックス

# 実道における試験施工(北海道・冬期)

- αミックスを用い、2019年2月に北海道札幌市内の数か所において、実道における試験施工を実施した。その内、札幌市手稲区の比較的交通量の多い交差点での施工2か月後の状況を写真-8に示す。
- 札幌市内は除雪作業が頻繁に行われるため、既設舗装面よりやや低めに均したが、骨材飛散等発生せず、健全な状態を維持していることを確認した。
- 実道での施工当日は、外気温度が氷点下近く、補修箇所のがほとんどが融雪水により満水状態となっており、そのままの状態ですぐに常温合材の敷均しを行った。常温合材に塊等はなく、さらさらとしており作業性が非常に良かった。



写真-8 施工2か月後の状況(札幌市手稲区)

## まとめ

- バインダの配合調整により、冬期の積雪寒冷地においても一定の作業性を確保し、重交通路線の一時補修にも適用できることを確認した。
- 北海道における道路舗装の維持管理の効率化においても有効な技術である。