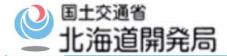
積雪寒冷地における道路舗装の長寿命化と 予防保全に関する検討委員会

【第3回】

令和4年8月2日(火) 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3回】

日時: 令和4年8月2日(火) 15:00 ~

場所: TKP札幌ビジネスセンター赤レンガ前 ホール5C

・・・資料2-1

・・資料2-2・・資料2-3

議 事 次 第

1	日日	\triangle
1.	 	75

- 2. 挨 拶
- 3. 審 議

(1) 過去の検討委員会の議事概要について	・・・資料1
(1)順本の独引を見去り職事例をについて	

- (2) 各委員からの技術提案・情報提供
 - ①3本柱の舗装技術
 - a) 耐久性の高い舗装を設計・施工する技術
 - b) 効果的な舗装補修技術
 - ②新たな提案技術
 - a)「ガラス発泡軽量材」の路盤・凍上抑制層への適用
 - b) 市町村道路の舗装点検DXとマネジメント高度化

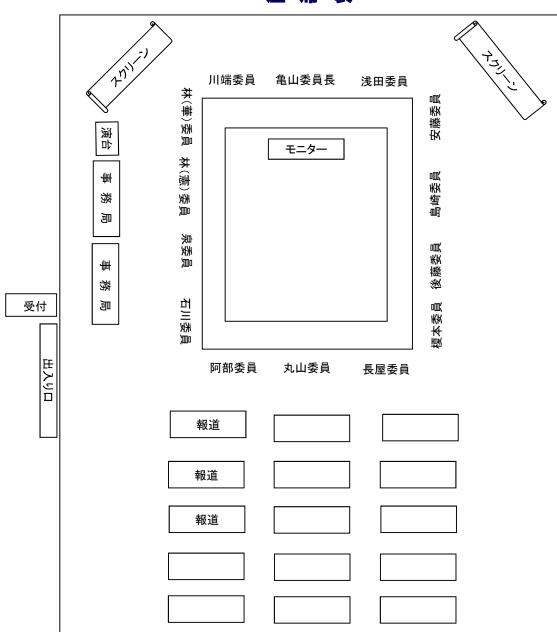
(3) 現場実証(試験施工) について ・・・資料3

(4) A I 活用の舗装点検・診断について ・・・資料 4

(5) 低温ひびわれ詳細調査(案) について・・・資料5

- 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。

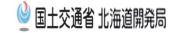
(雑 則)

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	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

名前は、敬称略、五十音順 ◎は委員長

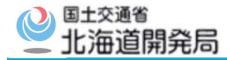
第3条の委員 行政関係機関等

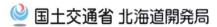
あべ かつよし 阿部 勝義	東日本高速道路(株) 北海道支社 技術部 技術企画課 課長
いしかわ ひでとし 石川 英俊	札幌市 建設局 土木部 道路維持課 課長
いずみ ともお 泉 智夫	北海道 建設部 土木局 道路課 課長
^{はやし かなこ} 林 華 奈子	北海道開発局 建設部 道路建設課 課長
はやし としひろ 林 憲裕	北海道開発局 建設部 道路維持課 課長

名前は、敬称略、五十音順

(1)過去の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3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1回検討会: 令和3年12月7日(火) 15:00~17:00 場所: TKP札幌駅カンファレンスセンター ホール3C

【議事概要】

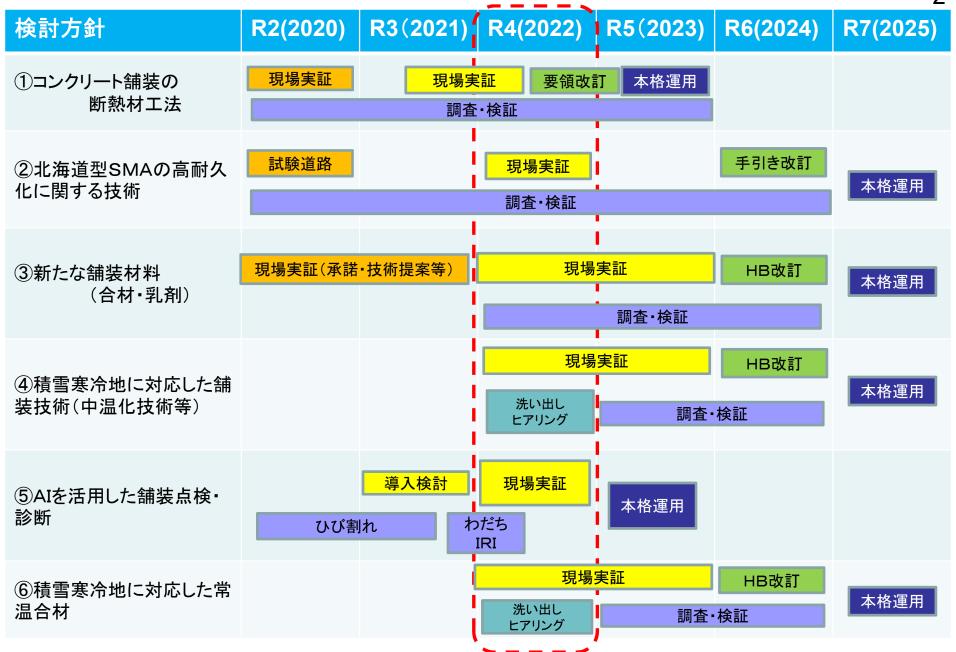
- 1)積雪寒冷地における道路舗装の現状と課題
- 2) 積雪寒冷地における課題に対応した「3本柱」の舗装技術に関する検討
 - 1. 耐久性の高い舗装を設計・施工する技術
 - 2. 効率的な点検・診断技術
 - 3. 効果的な補修技術
- 第2回検討会: 令和4年3月15日(火) 14:00~17:00 場所: TKP札幌駅カンファレンスセンター ホール3C

【議事概要】

- 1) 積雪寒冷地に対応した「3本柱」の舗装技術に関する技術提案・情報提供
 - 1. 耐久性の高い舗装を設計・施工する技術
 - 2. 効率的な点検・診断技術
 - 3. 効果的な補修技術
- 2) 今後のスケジュール、ロードマップの確認(次ページ)

1

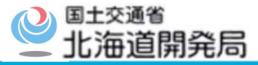
2



資料2-1

- (2)各委員からの技術提案・情報提供
 - ① 3本柱の舗装技術
 - a) 耐久性の高い舗装を設計・施工する技術
 - b) 効果的な舗装補修技術

「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3回 検討委員会】



報告技術

✓ アスファルト舗装

- ① ひび割れ抵抗性・塑性変形抵抗性に優れた特殊改質アスファルト
- ② 中温化技術(粘弾性調整系,フォームドアスファルト)

コンクリート舗装

- ③ 骨材露出工法
- ④ 粗面仕上げ時期の決定方法
- ⑤ 寒冷期の施工性改善材料

補修材料

⑥ 寒冷地用の全天候型の高耐久常温アスファルト混合物(補修材)

①ひび割れ抵抗性・塑性変形抵抗性に優れた特殊改質アスファルト

リラクスファルト リラクスファルトHT

技術概要 リラクスファルト

リラクスファルトとは・・・

アスファルトが持つ応力緩和能力やたわみ性を低温域においても保持し得るよう改良し、

同時に供用高温域における塑性変形抵抗性を有する特殊アスファルト

※リラクスファルトHTは、塑性変形抵抗性を向上

特長

- ①低温域においても優れた応力緩和能力を保持
- ②低温時・高速変形時の破壊ひずみが大きく変形追従性に優れる
- ③脆化点が低く、低温域でも良好なたわみ性を有する
- ④塑性変形抵抗性(流動わだち掘れ抵抗性)に優れる
 - ※塑性変形抵抗性:改質Ⅱ型>リラクスファルト>ストアス
 - ※応力緩和性・変形追従性:リラクスファルト>改質Ⅱ型≒ストアス
- ◎混合物概算単価⇒リラクスファルト:35,600円/t
 - ※密粒度アスコン(13), 100t/日出荷, プラント引き取り札幌単価

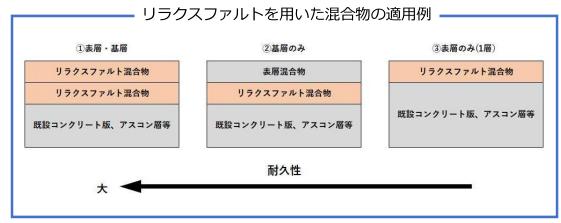


2

技術概要 リラクスファルト

用途

- ①温度ひび割れの発生が予測される積雪寒冷地の舗装
- ②目地やひび割れのあるコンクリート版やアスファルト舗装上のオーバーレイ層 (リフレクションクラック対策)



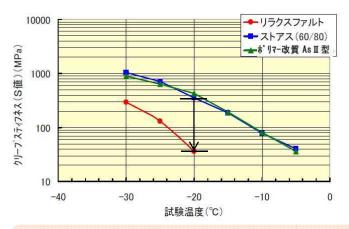
試験項目	1	リラクス ファルト	リラクス ファルトHT	ポリマー改質 A s II型	ストアス60/80
針入度(25℃)	(1/10mm)	174	128	55	66
軟化点	(℃)	71.5	94.5	61.5	49.0
P I (針入度指数)		5.96	9.08	1.57	-0.79
フラース脆化点	(℃)	-28	-38	-11	-12
60℃粘度	(Pa·s)	8,620	9,610	1,475	259
伸度試験(15℃)	(c m)	86	92	86	100+
伸度試験(4℃)	(c m)	69	70	54	7

4

バインダー性状例 リラクスファルト

BBR試験(低温曲げクリープ試験)結果例

※指標 S値:硬さ m値:応力緩和性

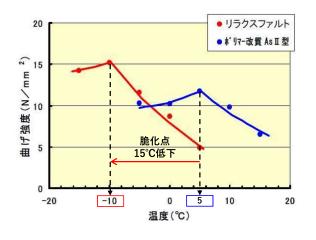


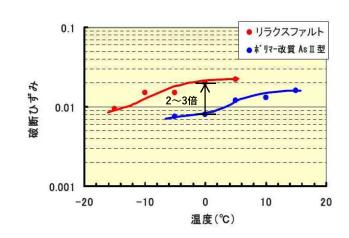
リラクスファルト ストアス (60/80) 本 ポリマー改質 As II 型 0.1 -40 -30 -20 -10 0 試験温度 (°C)

S値: リラクスファルト <改質 II型、ストアス M値: リラクスファルト > 改質 II型、ストアス リラクスファルトは、 低温時のひび割れ抵抗性が高い

混合物性状例 リラクスファルト

曲げ試験結果例 細粒度ギャップアスファルト混合物(13F55)





曲げ強度 : リラクスファルトン 改質Ⅱ型

破断ひずみ:リラクスファルト> 改質Ⅱ型

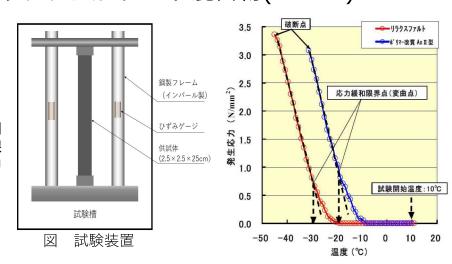
リラクスファルトは、 低温時のたわみ性に優れている

混合物性状例 リラクスファルト

温度応力試験例 細粒度ギャップアスファルト混合物(13F55)

試験概要

- 両端を固定した供試体温度を一定勾配で 低下させ、温度と発生応力の関係から 応力緩和性能を評価。
- アスファルト混合物は応力緩和性を有する 温度領域では発生する内部応力が逐次緩和 されるが、温度低下に伴い引張応力が直線 的となる温度(**応力緩和限界点**)や最終的 に供試体が破断する温度(**破断点**)が低いほ ど応力緩和性に優れている。



応力緩和限界点:リラクスファルト <改質Ⅱ型

破断点:リラクスファルト> 改質Ⅱ型



リラクスファルトは、低温域での 応力緩和能力に優れている

技術概要 リラクスファルトHT

リラクスファルトHTとは・・・

リラクスファルトの**低温域での応力緩和性能やたわみ性を保持しながら** 改質Ⅱ型相当の塑性変形抵抗性(流動わだち掘れ抵抗性)を付与

- ※塑性変形抵抗性:リラクスファルトHT≒改質Ⅱ型>リラクスファルト>ストアス
- ※応力緩和性・変形追従性:リラクスファルト>リラクスファルトHT>改質Ⅱ型≒ストアス
- ◎混合物概算単価⇒リラクスファルトHT:36,300円/t
 - ※密粒度アスコン(13), 100t/日出荷, プラント引き取り札幌単価

用途

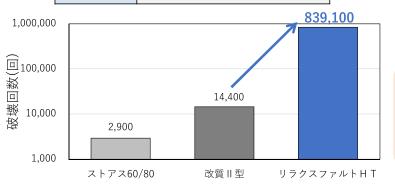
リラクスファルトの適用箇所に加えて、以下の条件にも適用できます

- ひび割れに加え、流動わだち掘れの対策が必要な重交通道路の舗装
- コンテナヤードや物流倉庫内の舗装などのひび割れ・わだちぼれ対策として

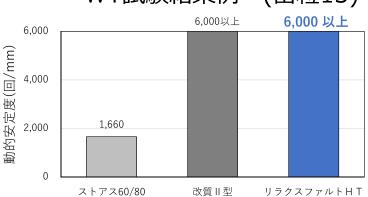
混合物性状例 リラクスファルトHT

曲げ疲労試験結果例 密粒(13)

	試験条件				
載荷方法	両端固定 2 点載荷				
供試体寸法	40×40×400mm (スパン長300mm)				
試験温度	5 ℃				
載荷条件	ひずみ制御 周波数5Hz				
ひずみ	400µ				



WT試験結果例 (密粒13)



リラクスファルトHTは優れた 疲労抵抗性と塑性変形抵抗性を両立

⇒重交通路線の舗装の長寿命化に寄与

適用事例

・工事名:一般国道44号 厚岸町 上尾幌舗装工事

・施工箇所: 25,970 KP ~26,070 KP 片側車線

・施工規模:幅員4.25m×延長100m

・施工方法:切削オーバーレイ(表層:t=4cm)

・施工日:2022年7月22日





適用路線の損傷状況

1

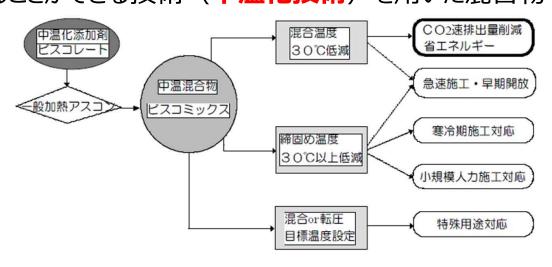
②中温化技術(1)(粘弹性調整系)

ビスコミックス

技術概要

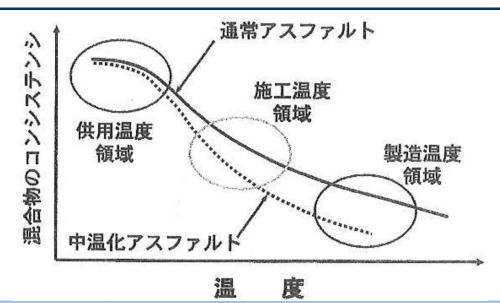
◎ビスコミックスとは

加熱アスファルト混合物の製造・施工温度を30℃低減 させることができる技術(中温化技術)を用いた混合物



12

技術概要



特殊添加剤を添加し、高温域におけるアスファルトのコンシステンシを低下させることで混合性、締固め性を調整(粘弾性調整系の中温化技術)

※供用温度領域では、通常アスファルトと同等となり、品質を確保

13

主な用途

1.中温化技術

製造・施工温度を30℃低減させても所定の品質を確保

- ·CO₂削減(14~15%削減)
- ·早期交通開放

2.施工性改善

通常温度で製造⇒施工温度が30℃低下しても所定の品質を確保

・寒冷期の施工や長距離運搬に適用

1/

混合物性状例

項目		施工温度		混合物性状			
		混合温度	締固め 温度	空隙率	安定度	フロー値	動的安定度
混合物種类	g	$^{\circ}$	°C	%	KN	1/100cm	□/mm
ビスコ	አ ኑፖス 60/80	125	113	3.9	8.3	35	-
ミックス	ポリマ-改質 アスファルトⅡ型	150	130	4.0	9.5	36	4,200
一般	Հ Իፖス 60/80	155	143	4.0	10.8	37	_
混合物	ポリマ-改質 アスファルトⅡ型	180	167	4.0	11.0	36	4,800

◎30℃低減した場合でも、通常の混合物と同等の性能を発揮

◎混合物概算単価→ストアスベース: 16,736円/t 改質Ⅱ型ベース: 19,704円/t

※密粒度アスコン(13), 120t/日出荷, プラント引き取り札幌単価

更なる中温化(-50℃)への試み

◎粘弾性調整系の技術を発展させ、温度低減効果を向上

(複数の特殊添加剤を使用し、粘弾性を調整)

従来技術:通常温度⇒開発品(更なる中温化):50℃低減

= 広域への安定供給化、更なる脱炭素化が期待できる

混合物の種類	使用アスファルト	従来/開発	締固め 温度 (°C)	締固め度 (%)	動的 安定度 (回/mm)
	部装用石油 アスファルト 60/80 スファルト 合物(13) ポリマー改質 アスファルト II 型	従来技術	145	100	1,240
		開発技術	95	99.8	1,060
スクアルド - 混合物(13)		従来技術	165	100	13,650
		開発技術	115	99.5	10,330

◎締固め度99.5%以上を確保

16

②中温化技術(2)

フォームドアスファルト混合物

技術概要

◎フォームドアスファルト混合物とは

加熱アスファルト混合物の製造・施工温度を30℃低減 させることができる技術(中温化技術)を用いた混合物

⇒アスファルトモルタル内に微細な泡を発生・分散させる<mark>発泡系</mark>の技術



フォームド発生装置(プラント)

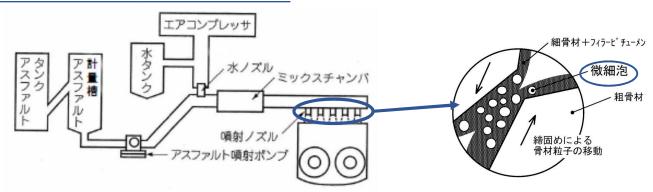


フォームドアスファルト

18

技術概要

◎フォームドアスファルトについて



- ・添加剤を使用せず、高温のアスファルトに少量の水を高圧で噴射し発泡させる技術 ※専用装置が必要なためイニシャルコストはかかるが、ランニングコストは安価となる
- ・発生させた微細泡によって見かけのアスファルト容積が増加 = 粘度が低下することで 混合性、締固め性が向上する

主な用途

1.中温化技術

製造・施工温度を30℃低減させても所定の品質を確保

- ·CO₂削減(14~15%削減)
- ·早期交通開放

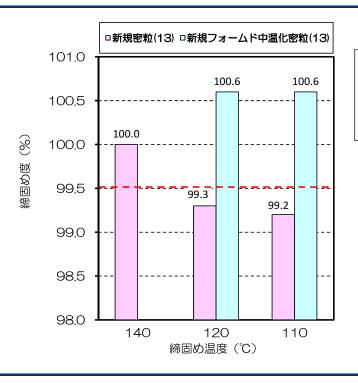
2.施工性改善

通常温度で製造⇒施工温度が30℃低下しても所定の品質を確保

・寒冷期の施工や長距離運搬に適用

20

混合物性状例



通常の温度で締め固めた混合物の密度 を100%として、フォームドアスファルトの性 状を確認



温度30℃低減の状態でも、締固め度100% 以上を確保することが可能

コンクリート舗装

③骨材露出工法

22

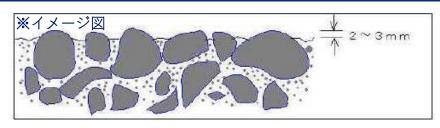
技術概要

コンクリート舗装の表面モルタルを2~3mm程度除去し、

し、 粗骨材の頭部を露出させる 【

- ①すべり抵抗の確保
- ②摩耗による粉塵の低減
- ③走行騒音の低減
- ④積雪やアイスバーン形成の遅延 (凹部に融雪剤が滞留)

技術概要





粗骨材の最大寸法13mm



粗骨材の最大寸法20mm

2

技術概要

◎表面モルタルの除去方法

- ①遅延剤散布機と骨材露出機を用いた削り取り
- ②ショットブラストによる研掃



①骨材露出機による削り取り



②ショットブラスト

※通常のコンクリート舗装の構築費用に加えて、㎡当たり2,000~3,000円程度コストアップする

コンクリート舗装

④最適な粗面仕上げ時期の決定方法

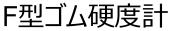
26

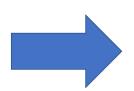
技術概要

◎最適な粗面仕上げのタイミングを、モルタル硬さで判断

⇒数値化することで、経験に頼らず良好な粗面を得ることが可能





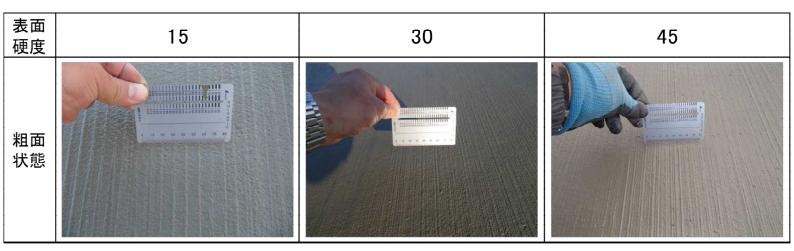




F型ゴム硬度計測定状況

技術概要

表面硬度と粗面状態の関係例



28

期待できる効果

◎最適な粗面のきめ深さや凹凸量が設定できる



- ・すべり抵抗の確保
- ・積雪やアイスバーン形成の遅延 (融雪剤が粗面に滞留)
 - = 積雪寒冷地域での安全性向上に寄与

その他

◎施工費用

施工コストはアップしない

※F型ゴム硬度計の購入価格は100,000円程度

◎課題、留意点

- ・粗面のきめ深さや凹凸量等の設定は、感覚によるところが大きく、 定量的な判断が困難である。
- ・表面モルタル硬さは使用材料や生コンの配合によって異なるため、 試験施工により最適な表面モルタル硬さの範囲を設定する必要 がある。

3(

コンクリート舗装

⑤寒冷期の施工性改善材料

技術概要

舗装用生コンに硬化促進剤を添加することでブリーディングが抑制され、比較的早期にホウキ目仕上げが可能となる。

◎下記工事で適用実績あり

・工事名称:国道8号線柏崎トンネル舗装工事その1工事

•発注者 : 北陸地方整備局 長岡国道事務所

・舗装種別: 普通コンクリート舗装 (t = 28cm)

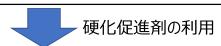
·適用時期:2021年12月22日、23日

・施工面積:約700㎡(坑口付近で適用)

32

期待できる効果

- コンクリート舗装の粗面仕上げ:仕上げ面の水光りの消失後
- →寒冷期はブリーディングの終結が遅いため, 打設から仕上げ作業 開始までに時間を要する



- 敷きならしから粗面仕上げまでの時間を短縮
- 初期養生に浸透型養生剤を用いることで標準期と同程度の時間 で養生マットの敷設まで実施可能
 - = 寒冷期のコンクリート舗装施工の"生産性向上"

その他

◎施工費用

通常のコンクリート舗装の構築費用に加えて 1,500±数百円/m³(材料単価のみ)程度のコストアップ

※単位セメント量350kg/m3と仮定した場合の計算 セメント100kgに対して硬化促進剤0.5L添加が基本

◎留意点

- ・使用する舗装用コンクリートの単位セメント量によってコストが異なる
- •適用可能温度:5℃(環境温度)

34

⑥全天候型高耐久常温アスファルト混合物

TRミックスアクア (寒冷地用)

常温合材製品ラインナップ

- ・TRミックス(一般型常温アスファルト混合物)
- ・TRミックスオールウェザー(全天候型常温アスファルト混合物)
- ・TRミックスアクア(全天候型高耐久常温アスファルト混合物)
- ·TRミックスアクア(寒冷地型)

(全天候型寒冷地用高耐久常温アスファルト混合物) ※2,800円/袋



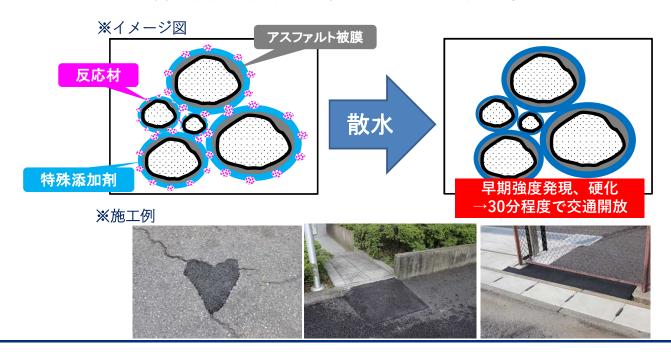




3

技術概要

"水をかけて締め固める高耐久常温アスファルト混合物"



混合物性状例

"低温域の環境下でも、基本的な性能を確保"

試験項目		寒冷地型アクア		通常型 アクア	目標値※
		-5℃	20℃	20℃	日标但
マーシャル	マーシャル安定度 (kN)	6.07	12.02	7.65	5.0以上
安定度試験	フロー(1/100mm)	17.7	28.8	21.0	15~40
低速ホイール	動的安定度 (回/mm)	15,750	63,000	9,000	3,000以 上
トラッキング試験	沈下量(mm)	1.55	0.24	2.21	-
常温 カンタブロ試験	損失率(%)	8.90	4.91	4.50	20以下

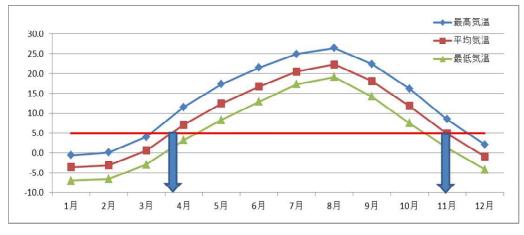
[※]マーシャル試験は社内目標値、低速ホイールトラッキング試験及びカンタブロ試験は 首都高速道路の「緊急補修材料(常温合材)」の品質規格

製造後の長期保存性について

◎製造後袋詰めした混合物を、6か月貯蔵した後に性状試験を実施

⇒各評価項目の目標値を満足⇒ 6か月の長期保存可能

参考:札幌市の月別気温の推移



※5°C以下を冬期として設定

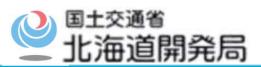
- =11月~3月初旬の5か月が冬期
- =保存可能

38

資料2-2

- (2)各委員からの技術提案・情報提供
 - ② 新たな提案技術
 - a)「ガラス発泡軽量材」の路盤・凍上抑制層への適用

「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3回 検討委員会】





「ガラス発泡軽量材」の 路盤・凍上抑制層への適用

川端 伸一郎



ガラス発泡リサイクル資材(JIS Z 7313:2019)

経済産業省「新市場創造型標準化制度」 提案企業「ガラス発泡資材事業協同組合」 商品名「スーパーソル」

主な登録と認定

官公需適格組合

商標登録

エコマーク

NETIS

北海道リサイクル製品認定制度



ガラス発泡資材事業協同組合 HPより http://www.supersol.jp/supersol

ガラス発泡軽量材の特徴

製造の安全性

原材料のガラスびんを、破砕→粉砕→添加材混合→焼成発泡させて製造します。

製造過程で、キャップやラベル、残留物などの異物は除去され、MAX900℃で高温焼成させているので、無菌状態です。









原材料のガラスびん

粉砕されたガラスカレット

粉砕されたガラスパウダー

焼成発泡された製品スーパーソル

スーパーソルの標準規格

規格	絶乾密度	吸水率	特長	用途
L1 【2種】	0.25~0.5 mg/m³	20%以上	連続気泡 高い保水力 超軽量資材	造園・緑化:軽量土壌・土壌改良材 園芸:土の改良材・鉢底石 農業:土壌改良材・暗渠排水材
L2 【1種】	0.35~0.5 mg/m³	20%未満	独立気泡 高強度・低吸水 超軽量資材	土木:軽量盛土材・擁壁裏込材 軽量混合土・橋台背面盛土 緑化・農業:土壌改良材・排水材 畜産:水質浄化資材
L3	0.5~1.0 mg/m³	10%以下	独立気泡 ほとんど閉気孔 軽量資材	園芸:ハイドロカルチャー資材 水槽:ろ過資材 災害:応急道路段差修正材
L4	1.0~1.6 mg/m³	5%以下	水より重い	土木: 耐震岸壁背面の裏込め資材 水辺の盛土資材 養殖: ろ過資材 畜産: 水質浄化資材

ガラス発泡資材事業協同組合 HPより

http://www.supersol.jp/supersol

ガラス発泡軽量材の使用例

使用例1 軽量盛土材

スーパーソルは、軟弱地盤上の路床・路体部分に、軽量盛土材として沈下対策に使用されています。

地下に埋設管などの構造物がある場合、土圧低減の目的等でスーパーソルを使用します。 施工後も簡単に掘削し繰り返し使用可能なため、埋設管のメンテナンスが容易になります。



ガラス発泡資材事業協同組合 HPより http://www.supersol.jp/supersol

ガラス発泡軽量材の使用例

使用例 3 構造物保護

地中に埋設管やボックスカルバートなどの構造物、地下駐車場などの施設がある場合、 載荷重低減の目的で、軽量なスーパーソルが使用されています。

上下水道施設の耐震化工事などにも有効で、施設上部を緑化する場合、植栽の排水基盤材にもなります。



ガラス発泡資材事業協同組合 HPより http://www.supersol.jp/supersol

寒冷地におけるガラス発泡軽量材の適用性の検討

背景

ガラス発泡軽量材を寒冷地で適用した事例は少ない(過去数例のみ)

主な検討項目

基本的性状(粒子密度と吸水率)

耐凍上性(凍上試験)

凍結融解抵抗性(凍結融解を加えたCBR試験)

ガラス発泡軽量材の基本的性状

表-1 吸水条件の違いによる吸水率

吸水条件	吸水率 <i>Q</i> (%) D _{max} =37.5 mm
24 h 水浸(JIS法)	18.5
24 h 水浸+1h 煮沸	99.4
3 h 脱気 (-95 kPa)	104.0

表-2 異なる条件による土粒子の密度

吸力	水条件	粒子条件	土粒子密度 (g/cm³)
	0 h煮沸	$D_{\text{max}}=2.0 \text{ mm}$	1.893
24 h	1 h煮沸	$D_{\text{max}}=2.0 \text{ mm}$	2.267
水浸	6 h煮沸	$D_{\text{max}}=2.0 \text{ mm}$	2.306
八八文	12 h煮沸	$D_{\text{max}}=2.0 \text{ mm}$	2.320
	12 11:尺、777	0.075 mm未満	2.522



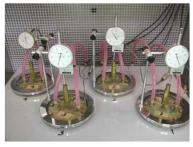
スーパーソル	の標準規格			
規格	絶乾密度	吸水率	特長	用途
L1 【2種】	0.25~0.5 mg/m³	20%以上	連続気泡 高い保水力 超軽量資材	造園・緑化:軽量土壌・土壌改良材 園芸:土の改良材・鉢底石 農業:土壌改良材・暗渠排水材
L2 [1種]	0.35~0.5 mg/m²	20%未満	独立気泡 高強度・低吸水 超軽量資材	土木: 軽量盛土材・擁壁裏込材 軽量混合土・橋台背面盛土 緑化・農業: 土壌改良材・排水材 畜産: 水質浄化資材
L3	0.5~1.0 mg/m³	10%以下	独立気泡 ほとんど閉気孔 軽量資材	園芸:ハイドロカルチャー資材 水槽:ろ過資材 災害:応急道路段差修正材
L4	1.0~1.6 mg/m³	5%以下	独立気泡 水より重い	土木:耐震岸壁背面の裏込め資材 水辺の盛土資材 養殖:ろ過資材 畜産:水質浄化資材

ガラス発泡軽量材の凍上性・凍結融解抵抗性

表-3 NEXCO法の凍上試験結果(37.5mm以下)

試験	乾燥	凍上率		CBR	
含水比	密度	(宋上学	未凍結	凍結	保存率
w_0	$ ho_{ m d}$	ξ		融解後	h1.12
(%)	(g/cm^3)	(%)	(%)	(%)	(%)
0.1	0.459	0.0	35.2	40.4	114.8







- 軽量(締固め密度は0.5以下で砕石の1/4)
- 非凍上性
- ・ 強度低下なし(CBRは30以上で凍結融解による影響なし)

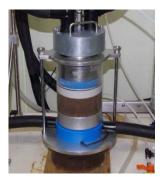
全項目問題なし

表-4 JGS法の凍上試験結果(2.00mm以下)

含水比	乾燥密度	凍結速度	凍上速度
w_0	$ ho_{ m d}$	U	$U_{\mathtt{h}}$
(%)	(g/cm^3)	(mm/h)	(mm/h)
0.1	0.775	1.09	0.00







ガラス発泡軽量材の熱的性質(断熱性の評価)

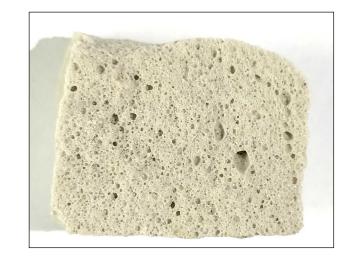


非定常熱線法

熱伝導率 (W/m/K) 0.087



体積熱容量 (MJ/m³/K) 0.115

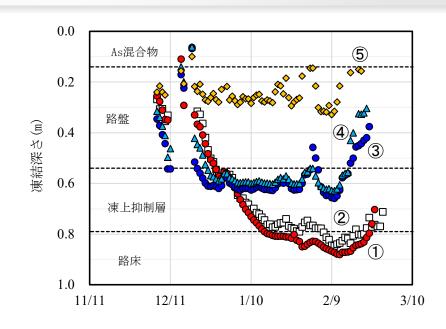


軽量材を舗装に用いた場合(仮想)の熱伝導解析



表-5 熱伝導解析の条件

モデ	ル深度		4 m										
メッシ	ュサイズ	1 辺0.01 mの正方形											
入力	外力	身	実測の表面温度										
			熱定数										
床产品	「構成	熱伝導率	体積	体積									
四月田	17円以	λ	熱容量 $\it Q$	含水率 heta									
		$(W/m \cdot K)$	$(MJ/m^3 \cdot K)$	(m^3/m^3)									
As 混	:合物層	1.448	1.875	0.00									
路	盤	2.192	1.728	0.08									
凍上	切込砕石	2.192	1.728	0.08									
抑制層	軽量材	0.087	0.115	0.00									
路	除	0.751	1.451	0.25									

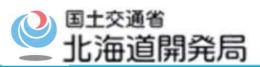


- ①: 実測値
- ②:実測断面の熱伝導解析
- ③: 凍上抑制層の全層25cmを軽量材とした想定(熱伝導解析)
- ④: 凍上抑制層の上層15cmを軽量材とした想定(熱伝導解析)
- ⑤: 下層路盤の全層40cmを軽量材とした想定(熱伝導解析)

資料2-3

- (2)各委員からの技術提案・情報提供
 - ② 新たな提案技術
 - b)市町村道路の舗装点検DXとマネジメント高度化

「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3回 検討委員会】



● 市町村道路の舗装点検DXとマネジメント高度化

市町村における舗装維持管理の課題

- ■膨大な管理延長だが、予算・人員が不足
- ■局所的,主観的な路面把握と分析
- ■住民に対する維持管理効果が不明

AIを用いたひび割れ点検技術の構築1)

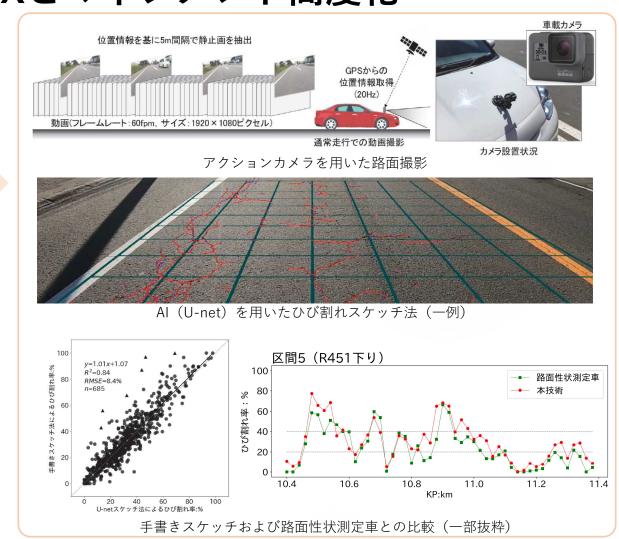
- ■市販カメラを用いた簡易な路面撮影
- ■U-netによるひび割れ率計測
- ■路面性状測定車を正解値とする検証試験

舗装点検データベースの構築

- ■室蘭市との共同研究(2018年)
- ■全管理道路約800kmを半年で調査を完了
- ■上記AI技術を用いて5m単位のひび割れ率を算出

舗装アセットマネジメントへの応用

- ①都市レベルの修繕LCC分析
- ② ひび割れ路面のホットスポット検出
- ③ 沿道環境と交通量を考慮した優先順位付け



① 都市レベルの修繕LCC分析²⁾

舗装点検DBの構築

- ■室蘭市と共同で路面撮影(2018年6~12月)
- ■AIを用いたひび割れ率算出(2018年11~12月)
- ■全管理区間のデータをCSV・KML形式で管理 ※2019年以降も撮影、解析を続けDBを更新中

客観データによる修繕対象の検討

公平な意思決定、説明性の向上



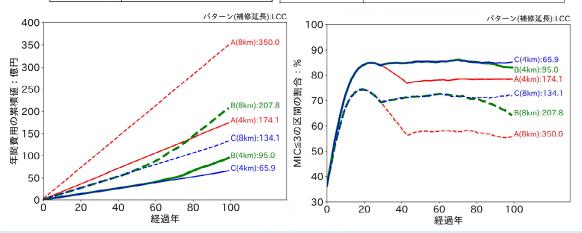
修繕LCCの「算定」

- ■標本データによる「推計」ではなく全データからの「算定」
- ■切削OLを組み合わせることでLCC削減が可能
- ■現状の4km修繕では30年後まで損傷区間が増加していく予想

工法	打換え工法	切削オーバーレイ					
評価区間	100m または	は交差点区切り					
補修幅員	5.5m						
措置基準	MCI=3.0	MCI=5.0					
補修後の	-0.1618/年	-0.2336/年					
MCIの低減係数	-0.1018/牛-	-0.2550/年-					
補修後のMCI		9.1					
単価	8,000 円/m²	3,000 円/m²					
補修間隔	38年	18年					
評価期間	1	00年					
年度内の	4km ‡	たは8km					
補修可能延長	※室蘭市	の実績を参考					

既往研究・室蘭市への ヒヤリングから各種設定

パターンA	打換え→打換え→打換え→打換え
パターンB	OL→打換え→OL→打換え
パターンC	OL→OL→打換え→OL→OL→打換え



2) 浅田, 亀山他:生活道路の舗装点検全数調査データの構築と舗装メンテナンス・マネジメントへの応用, 土木学会論文集D3, 2021.

② ひび割れ路面のホットスポット検出3)

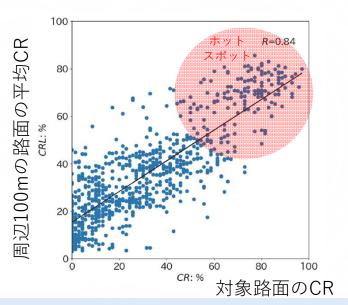
ひび割れ率CRの空間的自己相関の検証

- ■対象路面のCRと周辺路面の平均CR (CRL) の相関係数 1に近いほど、損傷路面が特定の箇所に集中
- ■ほとんどの地区で有意に正の相関

施工履歴や舗装構成などが不明な場合が多いが,

ホットスポットが一定箇所に広がる傾向

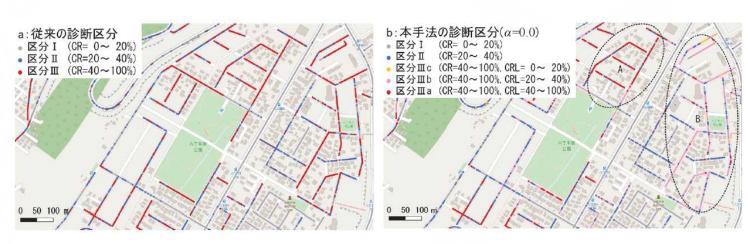
→街区レベルでの修繕計画も有効か



ホットスポットによる面的な舗装診断

- ■既存評価では100m区間毎のCRで修繕要否を判断
- ■提案方法ではCRとCRLがともに40%以上の区間を抽出

損傷路面が広がる箇所を優先的,集中的に修繕することで, 街区レベルでの修繕効果が早期に得られる



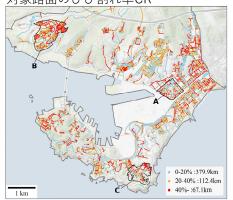
3) 浅田, 亀山他:生活道路の舗装修繕トリアージに向けた舗装劣化箇所の面的抽出手法の構築, 土木学会論文集D3, 2021.

③ 沿道環境と交通量を考慮した修繕優先順位付け4)

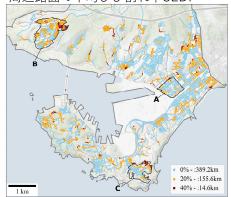
舗装点検、住宅、交通量のデータを空間結合

※分析イメージ図

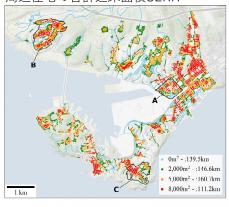
対象路面のひび割れ率CR



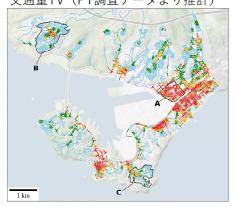
周辺路面の平均ひび割れ率SEDP



周辺住宅の合計延床面積SERH



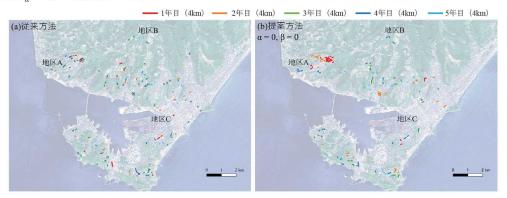
交通量TV(PT調査データより推計)



統合指標による修繕の優先順位付け

重要度RNI40%とSEDP40%で重要路面を抽出 100m区間内の重要路面数で修繕の優先順位付け

 $RNI_{\alpha} = CR \times NSERH^{\alpha} \times NTV^{\beta}$



修繕効果のシナリオ分析

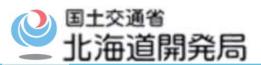
従来方法(CR40%で修繕)よりも、都市全体における沿道住民、 道路利用者に対する修繕効果が大幅に向上

	平均	SEDP(面	前的修繕効	果)	平均	SERH (沿	道住民受益	(量之	平均 TV (道路利用者受益量)						
年	$\alpha=0$ $\beta=0$	$\alpha=1$ $\beta=0$	$\alpha=0$ $\beta=1$	$\alpha=1$ $\beta=1$	$\alpha=0$ $\beta=0$	$\alpha=1$ $\beta=0$	α=0 β=1	$\alpha=1$ $\beta=1$	$\alpha=0$ $\beta=0$	$\alpha=1$ $\beta=0$	$\alpha=0$ $\beta=1$	$\alpha=1$ $\beta=1$			
1	0.96	0.96	0.96	0.96 0.94 0.9		1.06	1.00	1.09	0.77	0.76	0.85	0.93			
2	0.96	0.95	0.97 0.94		1.25	1.41	1.34	1.49	2.16	2.22	2.58	2.95			
3	1.14	1.02	1.08			1.66	1.36	1.66	1.84	2.17	2.21	2.24			
4	1.11	1.13	1.14	1.08	0.71	1.35	0.88	1.46	0.89	2.37	1.26	2.71			
5	1.40	1.28	1.39	1.32	1.67	1.07	1.45	1.14	1.14	0.70	0.92	0.64			
合計	1.11	1.07	1.11	1.06	1.19	1.31	1.21	1.37	1.36	1.64	1.57	1.89			

資料3

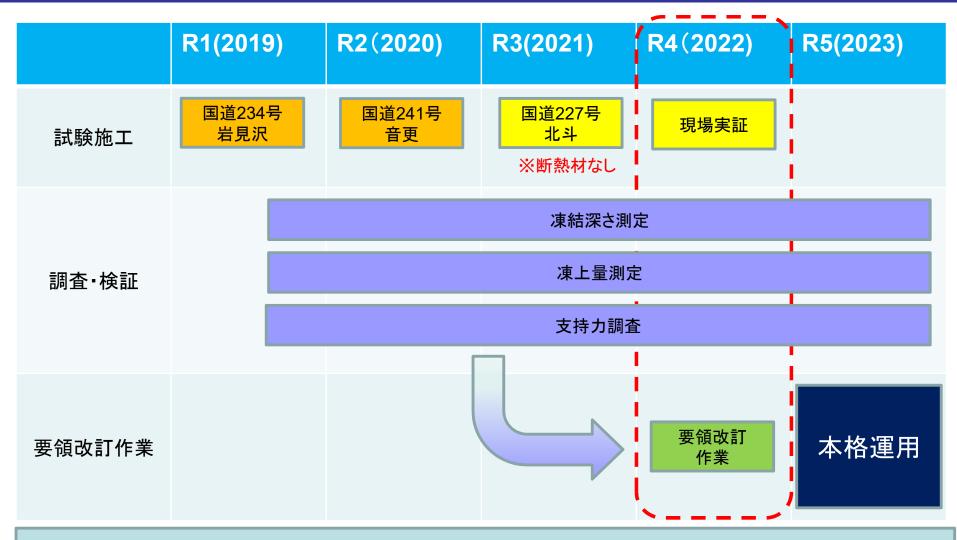
(3)現場実証(試験施工)について

「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3回 検討委員会】





ロードマップ _コンクリート舗装の断熱工法



- コンクリート舗装への断熱材工法の適用性を検討
 - 1)調査結果(国道234号:岩見沢、国道241号:音更)をもとに、実用化に向けた検討
 - 2)R5: 道路設計要領の改訂、本格運用

試行①_コンクリート舗装における断熱工法の適用

【課題】

- ・既設AS舗装をCO舗装へ更新する場合、置換厚が不足(置換率の違い)
- •一般的な置換工法を適用した場合、既設路床を置換するためコストが増大

置換工法から断熱工法を適用

断熱材敷設状況(7/25)



コンクリート舗装供用状況(過去の事例)



試験施工技術の特徴

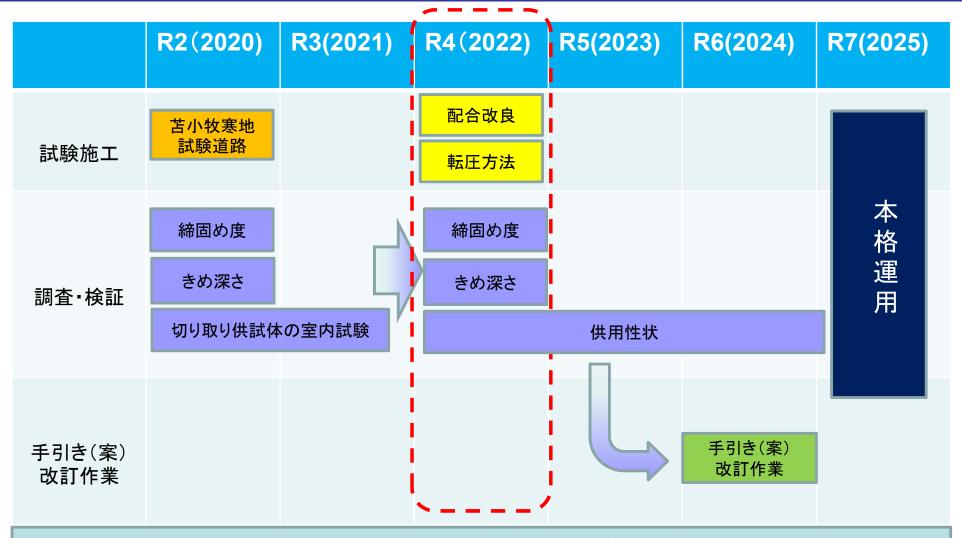
- 断熱工法を採用することで掘削深さを低減する
 - ⇒ コスト縮減、工期の縮減が期待できる。

試験施工予定箇所:函館開発建設部

試験施工予定時期:(断熱材)7月25日

(コンクリート舗装)8月下旬

ロードマップ_北海道型SMAの高耐久化に関する技術



- 1)調査結果をもとに、実用化に向けた検討(R4実道での試験施工)
- 2)R6:北海道型SMAの施工の手引き(案)の改訂作業
- 3)R7: 手引きの改訂、本格運用

試行② 北海道型SMA舗装の高耐久化技術

【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)

植物性繊維からアスファルト改質材への置き換え

植物性繊維









SMA舗装用As改質材

試験施工技術の特徴

- 転圧時にアスモルを下部へ充填することが可能
- ・アスファルトと骨材の吸着効果アップ
 - ⇒ 舗装の耐久性が向上

試験施工予定箇所: 帯広開発建設部 試験施工予定時期:8月下旬

試行③ 北海道型SMA舗装の高耐久化技術

【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)

高耐久型 新配合の検討

試験道路における施工状況



試験道路における路面状況

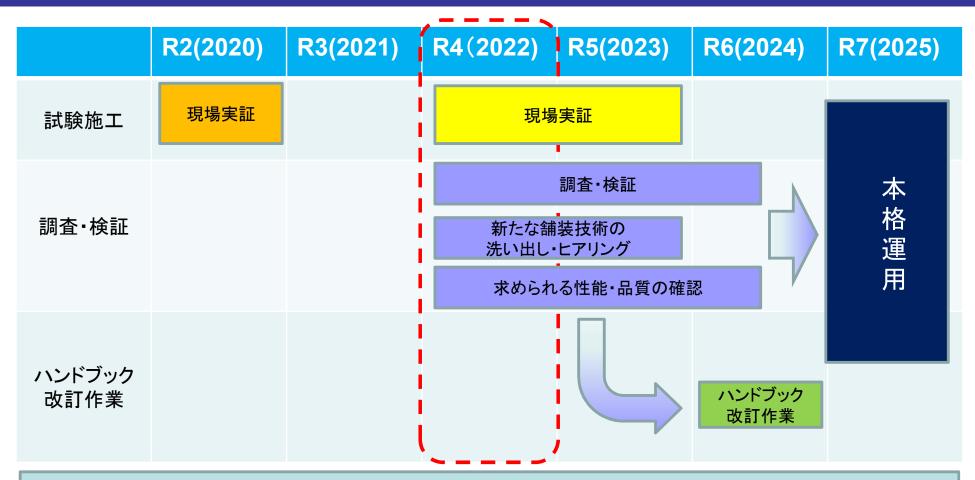


試験施工技術の特徴

- 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

試験施工予定箇所: 稚内開発建設部 試験施工予定時期:8月下旬

ロードマップ_新たな舗装技術



- ▶ 特殊アスファルトを使用したひび割れ対策混合物の効率的な選定
- > 経済的に優れたひび割れ対策薄層舗装の現場への適用事例
- ▶ 特殊ポリマー改質アスファルト
- ▶ 中温化アスファルト混合物(粘弾性調整系)
- ▶ 中温化アスファルト混合物(フォームド)

試行④」高耐久型弾力性アスファルト舗装

【課題】積雪寒冷地特有の劣化、損傷の抑制

凍上ひび割れ

- ・道路の縦断方向のクラックとして確認
- ・冬期間に路床土が凍結し、氷晶が発達し、路面を降起させるために発生する。



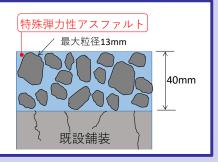
低温ひび割れ

- ・横断方向に、ほぼ一定間隔に発生、経 年的に増える。
- ・急激な温度低下に伴う舗装体の収縮に起因し、極めて寒冷な地域に多く発生。
- ・道東地域で多く見られる。



試験施工技術の特徴

・伸縮性に優れた特殊弾力性 アスファルトにより既設舗装の ひび割れを表面に上げない舗装



試験施工予定箇所:小樽開発建設部 試験施工予定時期:10月頃

試行⑤ 特殊ポリマー改質アスファルト

【課題】積雪寒冷地特有の劣化、損傷の抑制

凍上ひび割れ

- ・道路の縦断方向のクラックとして確認
- ・冬期間に路床土が凍結し、氷晶が発達し、路面を降起させるために発生する。



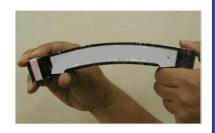
低温ひび割れ

- ・横断方向に、ほぼ一定間隔に発生、経年的に増える。
- ・急激な温度低下に伴う舗装体の収縮に起因し、極めて寒冷な地域に多く発生。
- ・道東地域で多く見られる。



試験施工技術の特徴

- ・低温域において優れた応力 緩和能力及び変形追従性
- ・優れた流動わだち掘れ抵抗性



試験施工予定箇所:釧路開発建設部試験施工時期:7月22日(完了)

試行⑥_粘弾性調整系アスファルト

【課題】積雪寒冷地特有の劣化、損傷の抑制

凍上ひび割れ

- ・道路の縦断方向のクラックとして確認
- ・冬期間に路床土が凍結し、氷晶が発達し、路面を降起させるために発生する。



低温ひび割れ

- ・横断方向に、ほぼ一定間隔に発生、経年的に増える。
- ・急激な温度低下に伴う舗装体の収縮に起因し、極めて寒冷な地域に多く発生。
- 道東地域で多く見られる。

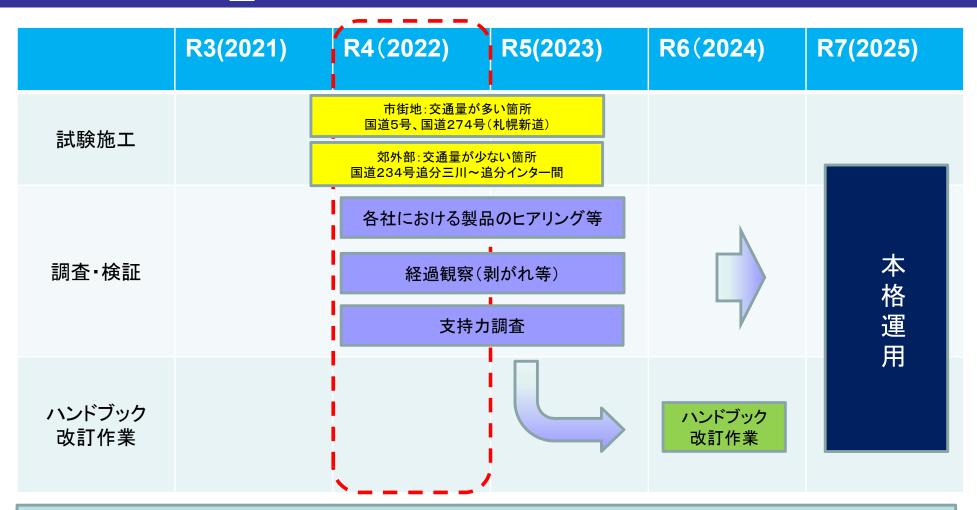


試験施工技術の特徴

- 特殊添加剤には劣化を抑制する成分をAS舗装より多く含有
 - ⇒ 耐久性が向上
- ・施工時の中温域では粘度が低くワーカビリティが高い
 - ⇒ 広い施工温度領域で高い施工性 ⇒ 耐久性が向上

試験施工予定箇所:留萌開発建設部 試験施工予定時期:8月下旬

ロードマップ _ 積雪寒冷地に対応した常温合材



積雪寒冷地に対応した常温合材の材料品質を検証

- 1) 過年度の実績及び調査結果(市街地:国道5号(札幌市内)、郊外部:国道234号(三川~ 追分))をもとに、実用化に向けた検討
- 2) R7: ハンドブック改訂、本格運用

試行⑦_耐久性の高い舗装補修技術(常温合材)

【課題】

- ・従来技術(常温合材)であれば、凍結融解の影響により、数日で飛散している箇所が過去から見受けられる
- 常温合材の耐久性及び耐飛散性を向上させたい!

【現場実証の計画】

- ■現場実証箇所
- ①札幌開発建設部 国道274号(札幌新道):市街地部
- ②札幌開発建設部 国道234号(追分三川~追分インター間):郊外部
- ■現場実証時期
- ①試験施工予定時期:初冬期(12月頃)~凍結融解を繰り返し受ける状況の確認。越冬の状況を確認
- ②試験施工予定時期:融雪期(2~3月頃)~凍結融解を繰り返し受ける状況の確認



【調査】

- ・耐久性に関する調査(調査計画書の立案)
- ・調査期間を検討(調査工程の立案)
- ・施工業者へのヒアリング(施工性など)
- •材料費の確認
- ・AIを活用した舗装損傷状況の確認



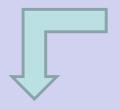
- ・耐久性に優れている(車両走行により凹まない)
- ・耐飛散性に優れている(飛散しない)
- ・施工性に優れている(水があっても施工可能) など



•ハンドブック改訂

初春期(4月下旬)における比較検討







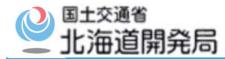






(4)AI活用の舗装点検・診断について

「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3回 検討委員会】



AI活用による舗装点検・区画線診断の試行

- ➤ 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

1. 試行対象箇所

令和4年度のアスファルト舗装点検実施予定箇所のうち、任意の区間(下記条件に合致する箇所を優先)

- ①わだち掘れ量の大きい区間
- ②令和4年度に舗装修繕工事を予定していない区間

2. 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)

1

2



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 を基に本局で実施



令和5年度より本格運用(予定)

	令和4年度																令和5年度															
	6月			7月		月 8月			9月			10月		11月		1	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1	旬 中	旬 下旬] 上作	中旬	丁 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	「旬」	L旬	中旬	下旬	上旬	中旬 下
試行対象区間選定		I		7	>																											
各面状況動画撮影・保存														_																		
資機材準備期間含む)														7																		
舗装点検システムによるAI診断														•																		•
捕装点検システムによる区画線診断																																
式行結果の検証																																
わだち掘れ計測結果収集等)																																
本格運用開始(予定) 「本格運用開始(予定)																																

■試行対象延長

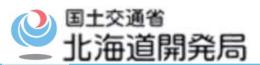
区間延長:約620km

※車線延長:約1,370km

資料5

(5)低温ひび割れ詳細調査(案)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3回 検討委員会】



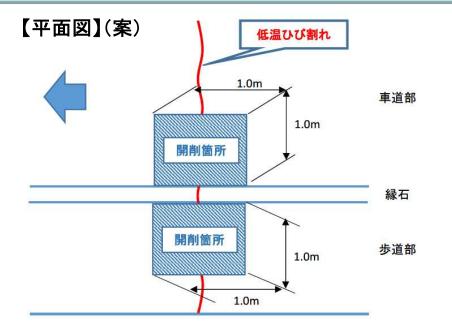
低温ひび割れ

損傷形態

- ・横断方向に、ほぼ一定間隔に発生、経年的に増える。
- ・急激な温度低下に伴う舗装体の収縮に起因し、極めて寒冷な地域に多く発生

調査目的

- ・第1回の検討委員会で積雪寒冷地特有の舗装損傷として紹介
- ・これまで、低温ひび割れ箇所を開削し、詳細調査を実施した事例が無いことから、メカニズム等を把握し、耐久性の高い舗装技術または耐久性の高い補修技術にフィードバック出来る調査となることを目的として、本委員会に提案





【開削状況】(例)



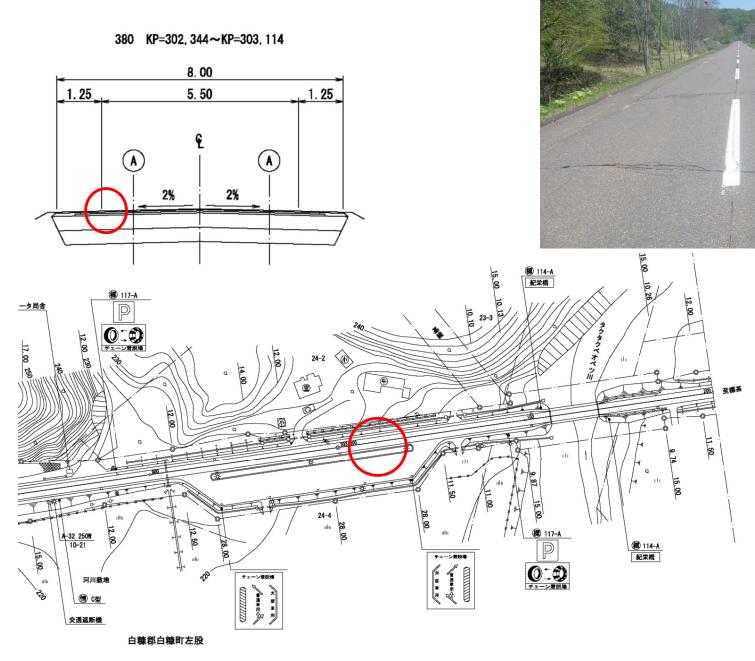


【低温ひび割れ詳細調査】(案)

- ・調査実施地域:道東(釧路・帯広・網走)
- ・調査実施箇所:2~3カ所(縦1.0m×横1.0m×舗装厚)
- •調査時期:9月~11月
- ・調査項目:FWD調査、コア抜き、開削目視

1





【帯広】一般国道336号 豊頃町長節 KP=134,880

