

高耐久グーラスアスファルト混合物の 規定化および試験施工

阪神高速道路株式会社 技術部技術推進室 吉田龍平

はじめに

阪神高速道路は路線全体の約80%が高架橋であり、高架橋の14%に鋼床版を採用している。

● 鋼床版の特徴

- RC床版と比べて、車両通過時の床版のたわみ量が大きい。
- 横桁やUリブウェブ部において局所的な負曲げ引張の影響を受ける。
- ボルト部では舗装厚確保が難しく、設計厚よりも実際の舗装厚が薄くなる可能性がある。



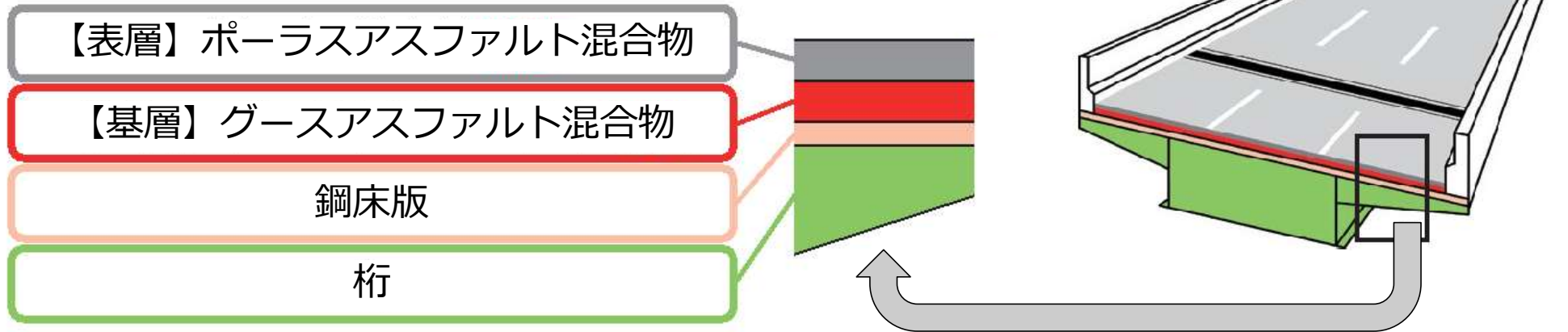
鋼床版上のボルト部



ボルト部舗装断面

はじめに

● 基本的な舗装構成（鋼床版）



● グースアスファルト混合物のメリット・デメリット

メリット

防水性・たわみ追従性に優れる
高カボルトなどの凹凸部に流し込みで施工可能

デメリット

独特の臭気がある ⇒ **周辺環境への影響**
夏季の耐流動性が低い ⇒ **わだち掘れの原因**

はじめに

高耐久グースAs混合物は、これまで各メーカーで開発が進められており、現場適用され始めている。従来グースAs混合物と比べて、耐久性が高いだけでなく、臭気などの環境面でも優れていることが分かった。

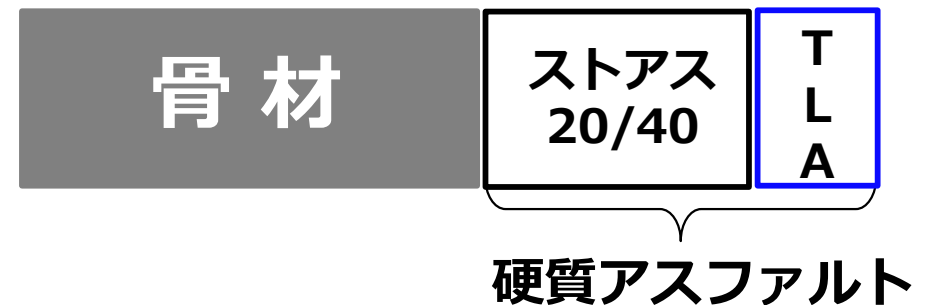
- **高耐久グースAs混合物**

高耐久・低臭気



- **従来グースAs混合物**

耐流動性が低い 臭気強い



はじめに

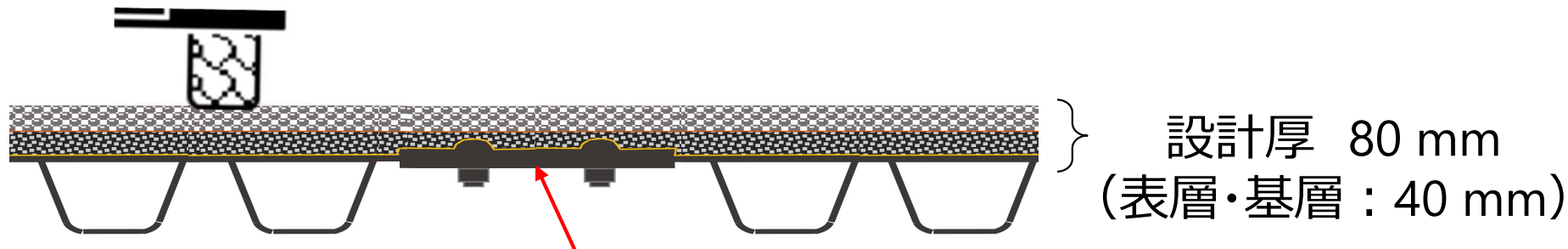
従来グースでは使用する硬質アスファルトの性状を規定化していたが、高耐久グースは各メーカーによって、施工温度の違いにより、アスファルト性状が大きく異なるため、アスファルト性状を規定化することは困難。

⇒高耐久グースについては、混合物性状について入念に**性能規定化**する必要がある。

● 高耐久グースアスファルト混合物の性能規定化の流れ



● 実態：損傷の約77%が **わだち部** に集中 ※鋼床版上の舗装

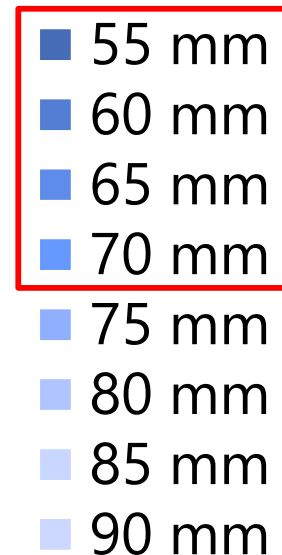
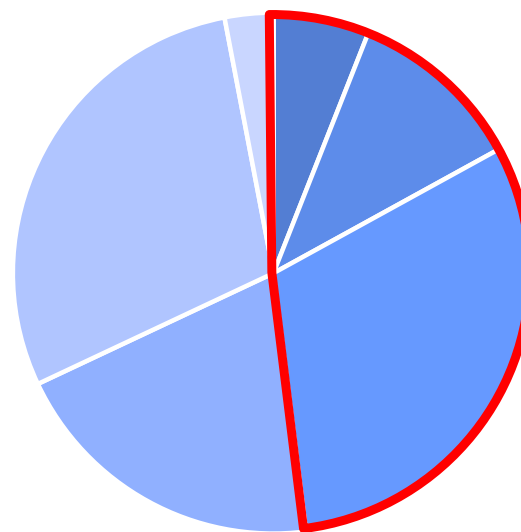
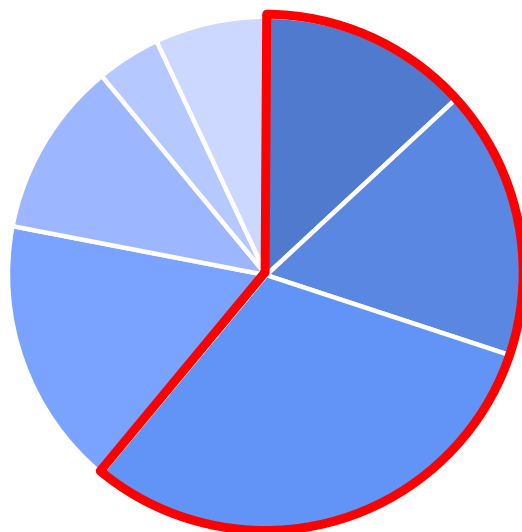
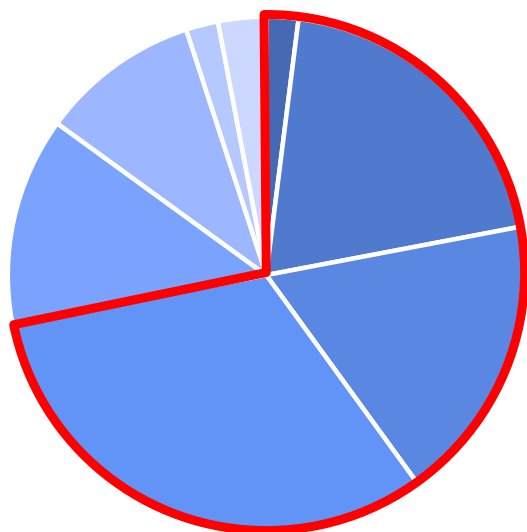


わだち部
(車輪走行位置)

添接板付近

他の箇所

補修箇所の
舗装厚さ



耐流動性が低く、繰返し荷重により**薄層化**（わだち掘れ）が進展
⇒ 多数発生している **ひび割れ・ポットホール** の原因

参考文献：神下竜三、青木康素、松下麗菜：阪神高速道路の鋼床版上舗装に発生する損傷について、土木学会第74回年次学術講演会、V-425、2019.9

● 耐流動性低下に起因する鋼床版舗装の損傷の例

車輪走行部にわだち掘れ
が発生する



舗装厚さが薄くなる



疲労破壊抵抗性が
低下する



ひび割れ・ポットホール
が発生する



鋼床版上舗装の損傷事例

高耐久グースアスファルト混合物には、従来のグースアスファルト混合物に求められた性能に加えて、**高い耐流動性**が求められる。

● 従来グースAs混合物性状に関する規定

評価指標	試験方法	単位	従来グース
動的安定度	WT試験 (60°C)	(回/mm)	500以上
曲げ破断ひずみ	曲げ試験 (-10°C)	($\times 10^{-3}$)	8.0以上
貫入量	貫入試験 (40°C)	(mm)	1 ~ 6
リュエル流動性	リュエル流動性試験 (240°C)	(秒)	3 ~ 20

● 要求性能項目および性能照査試験項目

各メーカーの高耐久グースAs混合物の性能を把握し、性能規定する項目の選定を行う。

要求性能	評価指標	試験方法	試験条件
耐流動性	動的安定度	WT試験	60℃
	貫入量	貫入試験	40℃, 60℃
ひび割れ抵抗性	圧裂強度	圧裂試験	-10℃, 23℃, 60℃
	破壊回数	曲げ疲労試験	-10℃での設定ひずみ：800μ, 600μ, 400μ 0℃での設定ひずみ：900μ
たわみ追従性	曲げ破断ひずみ	曲げ試験	-10℃, 0℃, 10℃, 23℃
はく離抵抗性	はく離面積率	静的はく離試験	温度：80℃
付着性	引張接着強度	引張接着試験	温度：-10℃, 23℃, 載荷速度：60 mm/min
	せん断接着強度	せん断試験	温度：23℃, 載荷速度：1 mm/min
不透水性	透水係数	加圧透水試験	
施工性	流動性	リュエル流動性試験	推奨温度 +10℃ ~ -40℃について10℃毎に実施
	臭気	臭気測定	推奨温度 +10℃ ~ -40℃について10℃毎に実施

● 材料の公募

WEBページにて材料を公募




阪神高速道路株式会社 企業情報サイト
 先進の道路サービスへ

POWERED BY 





 Language ▾

[交通・料金・ドライブ](#)
[企業・採用情報](#)
[お問い合わせ・FAQ](#)

[ホーム](#)
[企業情報](#)
[サステナビリティ情報](#)
[IR情報](#)
[阪神高速の取り組み](#)
[入札契約情報](#)
[阪神高速グループ](#)

ホーム > ニュース・トピックス > 高耐久グースアスファルト混合物用アスファルト材料の募集について

ニュース・トピックス

高耐久グースアスファルト混合物用アスファルト材料の募集について

阪神高速道路株式会社
 2019年6月5日

高耐久グースアスファルト混合物を対象として性能確認試験を行うため、高耐久グースアスファルト材料を募集します。詳細については、下記をご覧ください。

[募集要領\(PDF\)](#)
[別紙1 品質規格\(PDF\)](#)
[別紙2 応募用紙\(Word\)](#)

● ニュース・トピックス

- 2023年 ▶
- 2022年 ▶
- 2021年 ▶
- 2020年 ▶
- 2019年 ▶
- 2018年 ▶
- 2017年 ▶
- 2016年 ▶

混合物（8配合）

(1) As材料で比較

高耐久グース：応募のあった6社5種類（材料A～材料E）

従来グース：St. As. 20/40 + TLA（材料F）

(2) 骨材で比較

阪神高速に出荷実績のあるプラント3社を選定し、骨材性状の違い(★)が混合物性状に与える影響を検討する

配合No.	As	骨材	最適As量 (%)		
(1) As材料で比較	1	材料A	AP1	10.2	★ ← (2) 骨材で比較
	2	材料B	AP1	8.3	
	3	材料C	AP1	8.0	
	4	材料D	AP1	9.0	
	5	材料E	AP1	8.4	
	6	材料F	AP1	8.3	
(2) 骨材で比較	7	材料A	AP2	9.4	★ ←
	8	材料A	AP3	9.4	★ ←

- アスファルト（高耐久グース5種類・従来グース1種類）
改質Asと特殊添加剤を使用 ⇒ 製造方法・性状が異なる

高耐久グース ※公募

従来グース

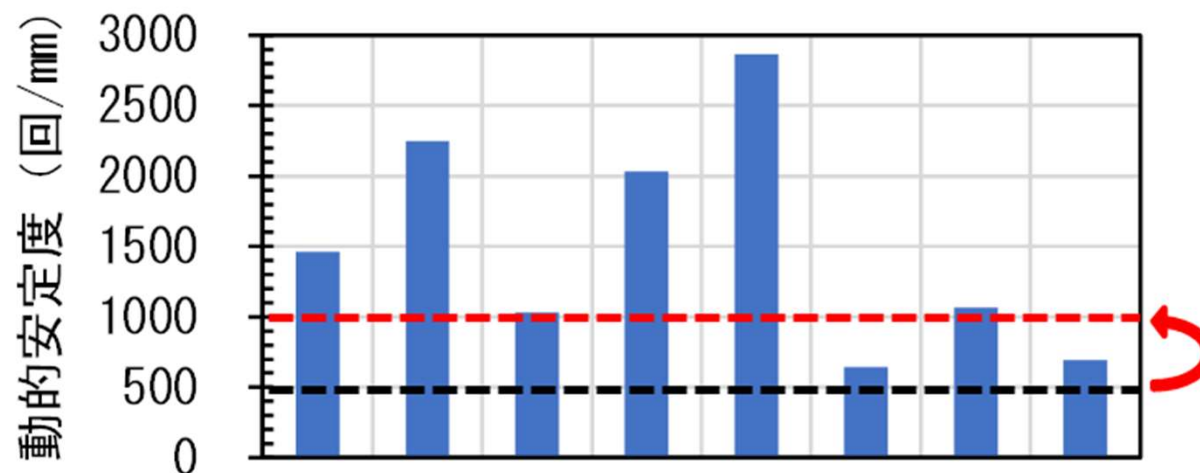
試験項目		材料A プレ ミックス型	材料B プラント ミックス型	材料C プラント ミックス型	材料D プレ ミックス型	材料E プレ ミックス型	材料F St. As. + TLA	試料数
針入度試験 (25°C)	1/10 mm	31	19	38	7	33	24	3体
針入度試験 (60°C)	1/10 mm	193	157	273	57	126	340以上	3体
軟化点試験	°C	104	96.5	90	115.5	107.5	60	2体
伸度試験 (15°C)	cm	70	70	70	2	53	7	3体
引火点試験	°C	326	346	346	344	346	324	2体
密度試験	g/cm ²	1.029	1.036	1.036	1.302	1.02	1.094	2体
曲げ仕事量 (-10°C)	×10 ⁻³ MPa	1813	180	1861	65	1324	57	3体
曲げスティフネス (-10°C)	MPa	47	213	62	654	39	363	3体
DSR試験 (G*/sinδ)	kPa	11.913	20.523	6.575	181.42	54.09	3.08	3体
DSR試験 (G*×sinδ)	kPa	6.16	14.68	4.39	45.35	11.17	3.11	3体

※本データは上記に記載する試料数での試験結果平均値を示す。

● 耐流動性：動的安定度（2倍）

従来グース規定値「500回/mm以上」を踏まえ、「1,000回/mm以上」規定値を1,000回/mm以上としても、全ての高耐久グースの動的安定度の平均値は満足するが、骨材を変更した場合（★）一部の骨材で規定値を下回る

ホイールトラッキング試験結果



配合No.	1	2	3	4	5	6	7	8
材料種類	A	B	C	D	E	F	A	A
AP種類	1	1	1	1	1	1	2	3



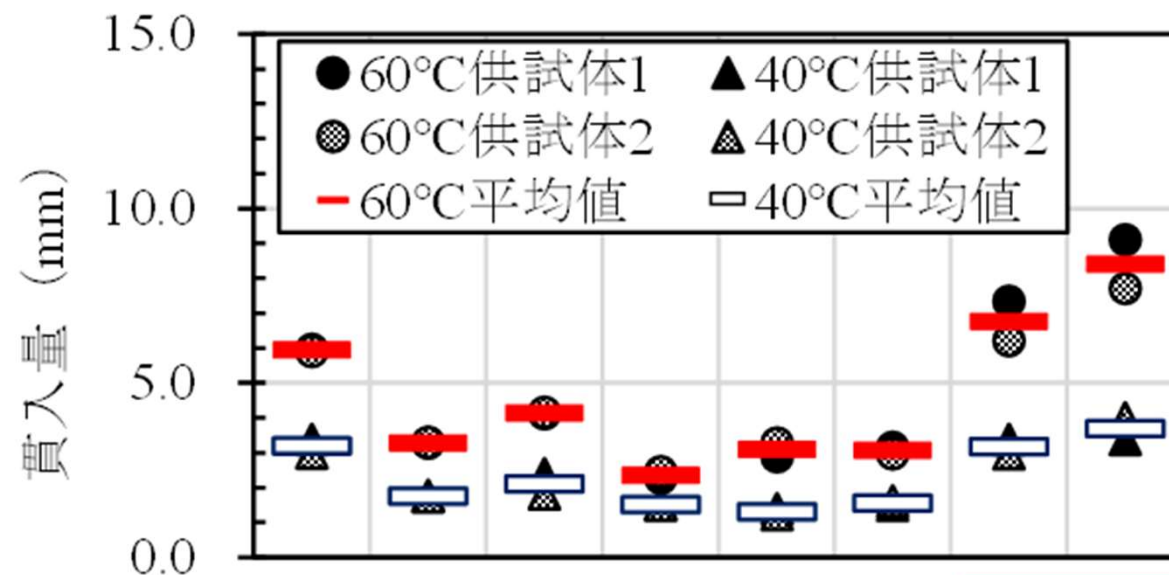
高耐久
グース

従来
グース



● 耐流動性：貫入試験

全ての配合で現行の基準値である貫入量(40℃)「1~6 mm」を満足
 貫入量とWT試験の結果に相関は確認できなかったため、WT試験で耐流動性を規定する。



配合No.	1	2	3	4	5	6	7	8
材料種類	A	B	C	D	E	F	A	A
AP種類	1	1	1	1	1	1	2	3

★ 高耐久
グース

従来★ ★
グース

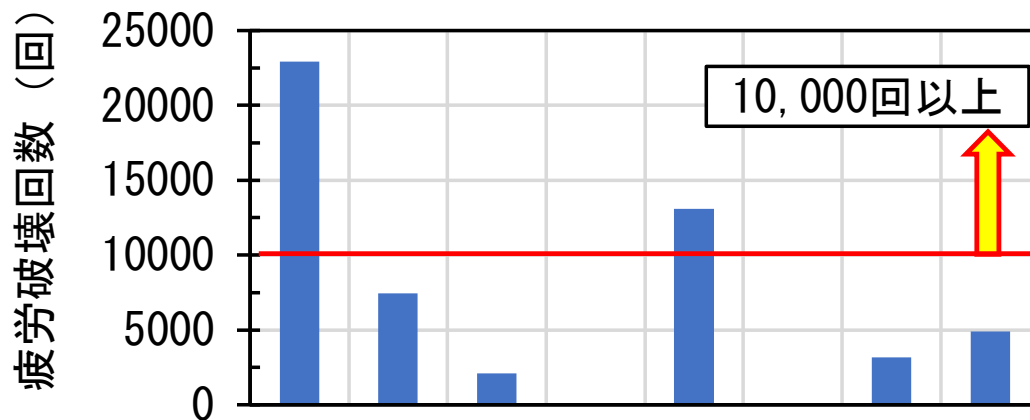
● ひび割れ抵抗性（新規）

曲げ疲労試験：温度条件、設定ひずみごとに4ケース検討
このうち、首都高速道路で定められている、0℃900μでの試験結果を示す。

試験条件

温度	設定ひずみ
0℃	900μ
-10℃	400μ
	600μ
	800μ

曲げ疲労試験結果



配合No.	1	2	3	4	5	6	7	8
材料種類	A	B	C	D	E	F	A	A
AP種類	1	1	1	1	1	1	2	3

★ **高耐久** ★ ★
グース グース

(1) As材料比較 (No.1~No.6)

→ 高耐久グース (材料D以外) でひび割れ抵抗性が向上

(2) 骨材比較 (★)

→ AP1に比べてAP2・AP3のひび割れ抵抗性が小さい

※首都高速道路株式会社：舗装設計施工要領、2021

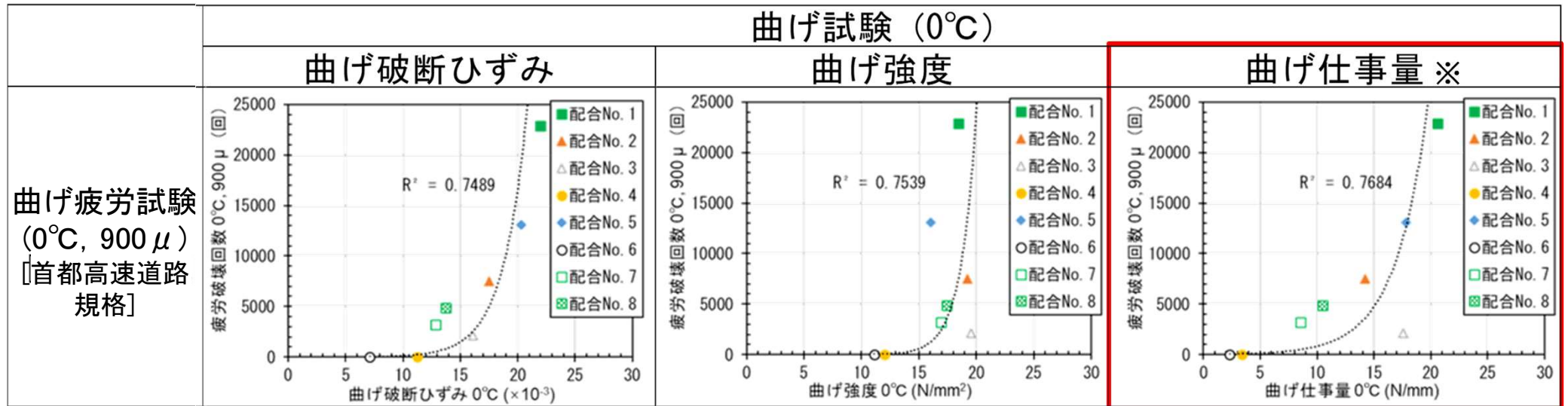
- ・ 労力と時間を要する
- ・ 関西地方にて試験機が広く普及していない⇒通行止め工事への対応が懸念

⇒性能規定化にあたって別試験を検討

● ひび割れ抵抗性（新規）

曲げ疲労試験に代わる評価方法として曲げ試験（0℃）を検討

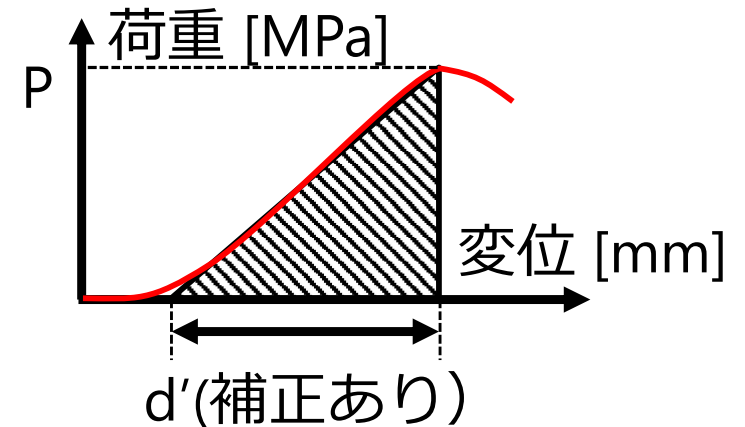
- **【指標の相関性】** 曲げ仕事量と相関性が高い ($R^2=0.7684$)
- 【傾向】** 配合No.1 > 配合No.5 の順



曲げ仕事量の定義

$$1/2 \times \text{曲げ強度} P \times \text{補正変位} d'$$

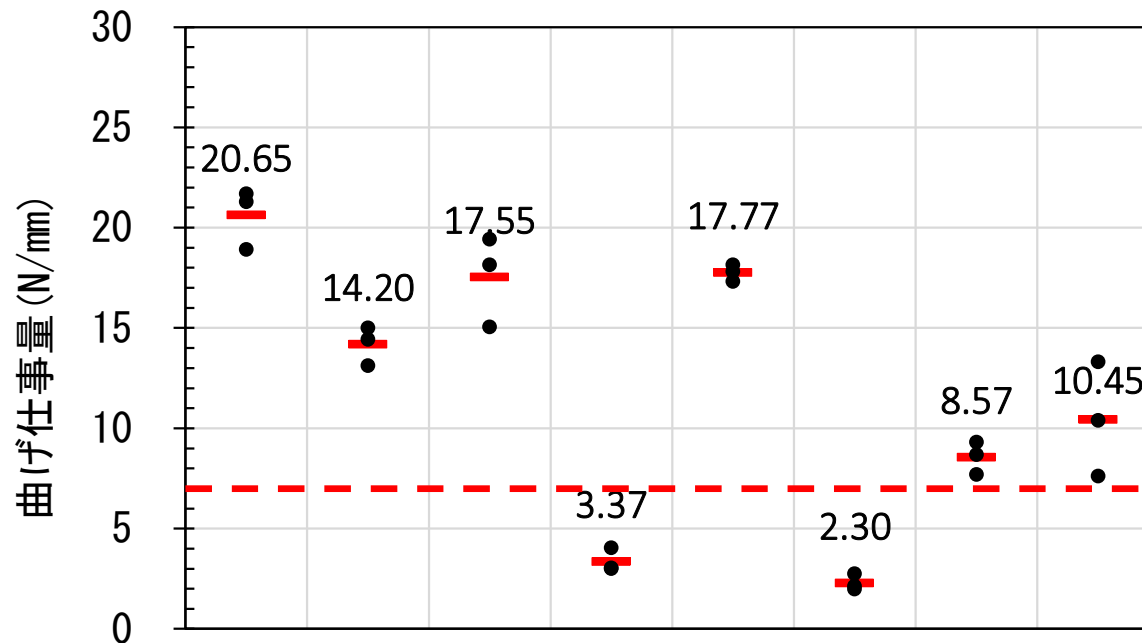
※曲げ試験において記録された荷重—変位量曲線の変位には、試験機が持つ機械的ひずみが含まれており、この機械的ひずみを除いた変位が補正変位d'となる。



● ひび割れ抵抗性（新規）：曲げ仕事量

曲げ疲労試験に代わる評価方法として曲げ試験（0℃）を検討

- ・ 品質規格値案 7.0 N/mm：従来グース（試験値）2.30 N/mm の3倍程度
- ・ 骨材を変更した場合（★）でも規定値を満足



7.0 N/mm

配合No.	1	2	3	4	5	6	7	8
材料種類	A	B	C	D	E	F	A	A
AP種類	1	1	1	1	1	1	2	3

★

高耐久
グース

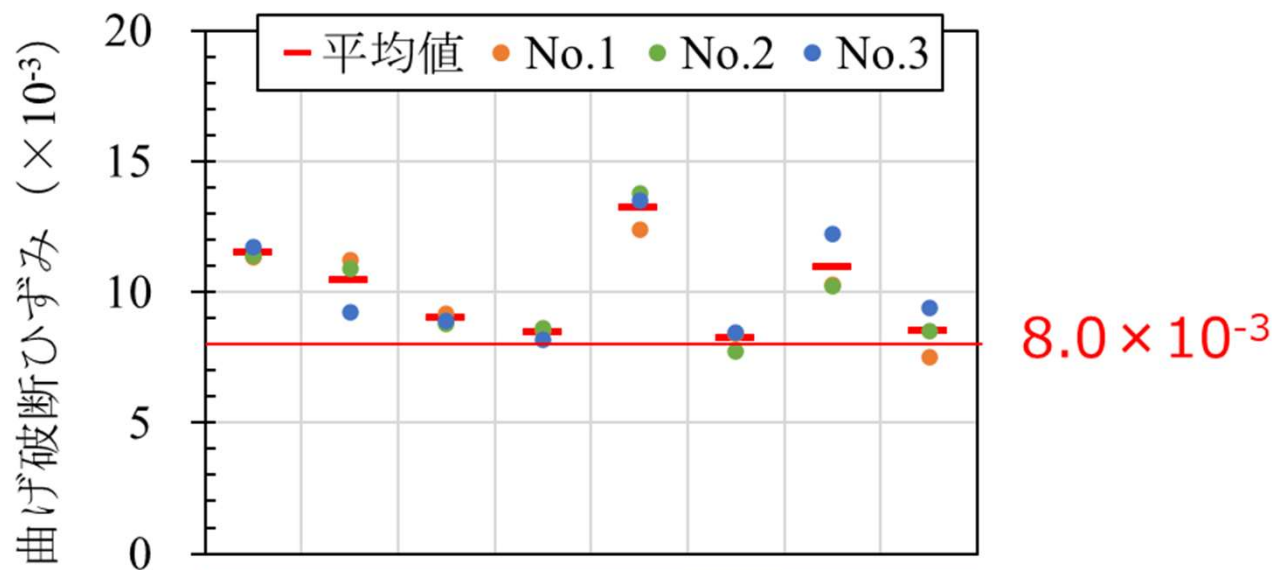
従来
グース

★

★

● たわみ追従性：同等以上

【現在の基準】 曲げ破断ひずみ (-10℃) 8.0×10^{-3} 以上 ※変位補正無
 ⇒ 鋼床版に発生する最大ひずみ*は 0.9×10^{-3} であり, 問題ないと判断
 一部の供試体で基準値を満足しない結果であったが, 平均値は全て
 基準値を満足



配合No.	1	2	3	4	5	6	7	8
材料種類	A	B	C	D	E	F	A	A
AP種類	1	1	1	1	1	1	2	3

★ 高耐久 グース 従来 グース ★ ★

※財団法人海洋架橋調査会：

昭和55年度本州四国連絡橋公団委託 本州四国連絡橋の橋面舗装に関する調査研究報告書、昭和56年3月

● **はく離抵抗性：静的はく離試験**

全ての材料においてはく離面積率が0%となった。

● **付着性：せん断試験**

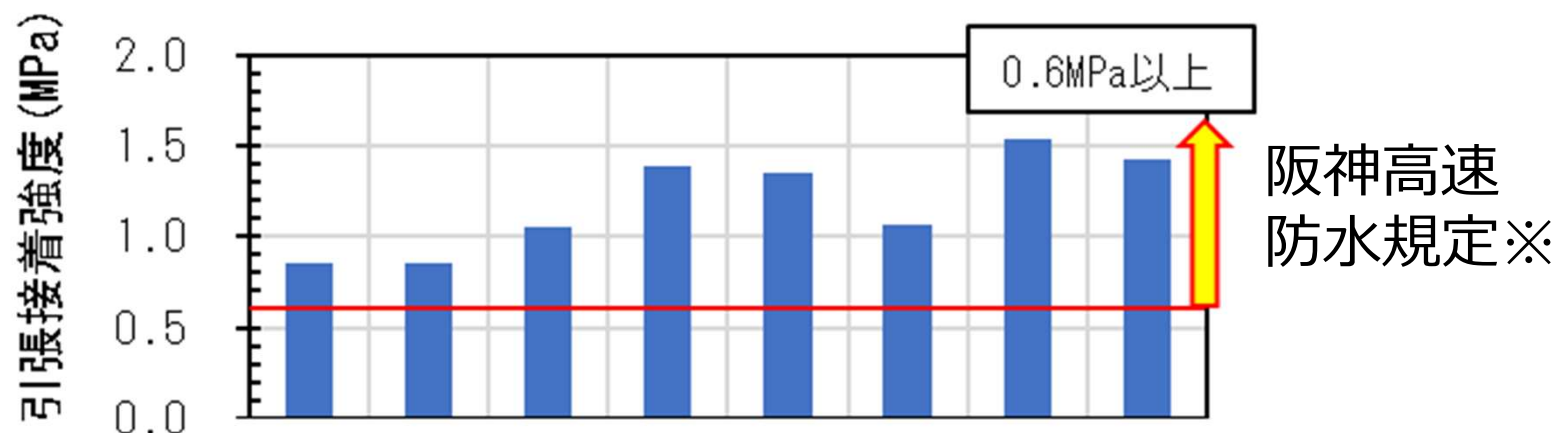
せん断試験の結果、付着性に問題がないことを確認



※阪神高速道路株式会社：既設RC床版を対象とした床版防水マニュアル、2020

● 付着性：引張接着試験

引張接着試験の結果、付着性に問題がないことを確認



配合No.	1	2	3	4	5	6	7	8
材料種類	A	B	C	D	E	F	A	A
AP種類	1	1	1	1	1	1	2	3

※阪神高速道路株式会社：既設RC床版を対象とした床版防水マニュアル、2020

● 不透水性：加圧透水試験

全ての材料において不透水(0mL)となった。

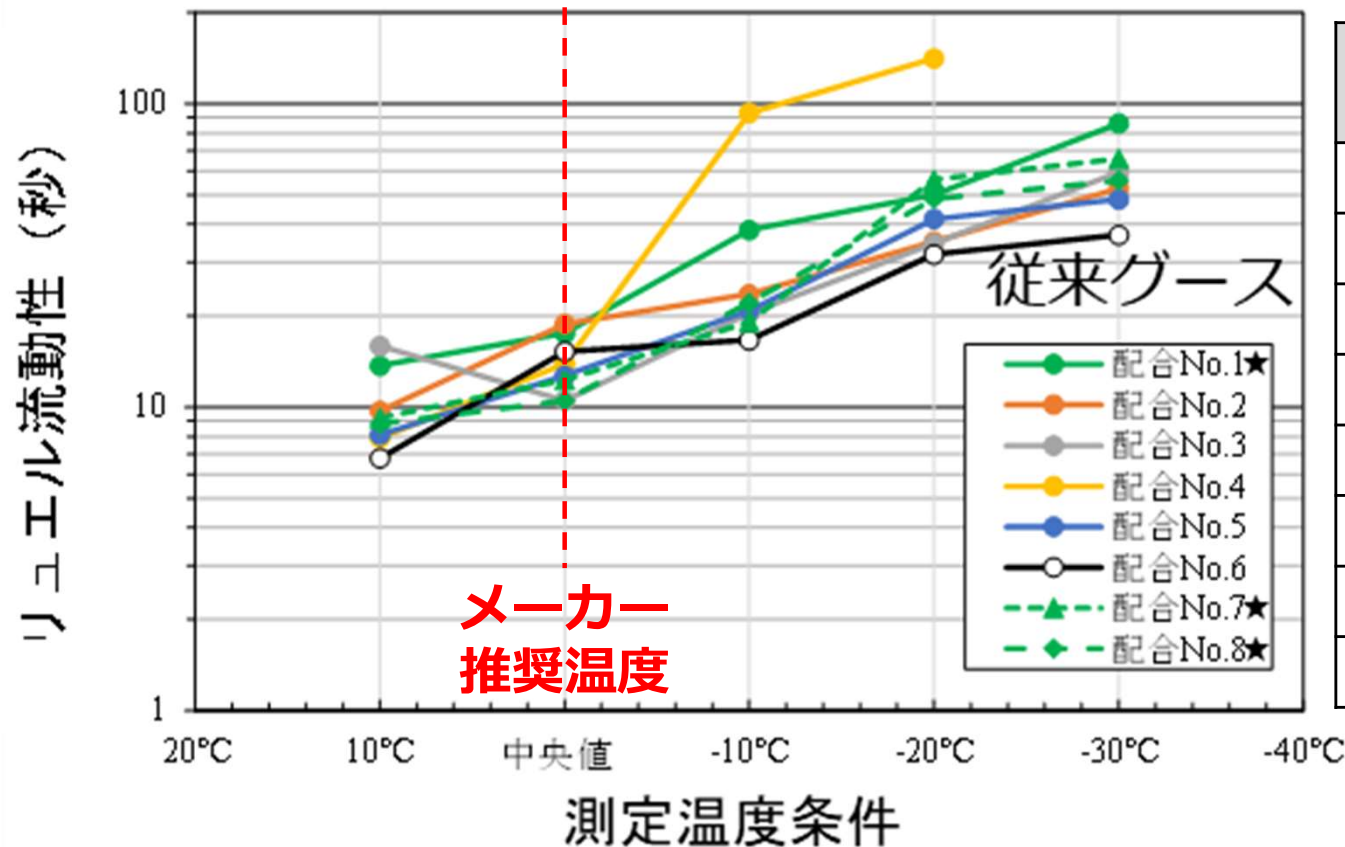
● 施工性：リュエル流動性試験

(1) As材料で比較 (No.1~No.6)

高耐久グースは従来グースに比べて温度低下により流動性が変化しやすい傾向であるがメーカー推奨の施工温度付近では同様の流動性。

(2) 骨材で比較 (★)

差は見られなかった



凡例	材料	メーカー推奨温度 (°C)
●	No.1	180
●	No.2	240
●	No.3	220
●	No.4	240
●	No.5	200
○	No.6	240
▲	No.7	180
◆	No.8	180

● 施工性：臭気測定

(1) As材料で比較 (No.1~No.6)

高耐久グースは従来グースに比べて**低臭気**

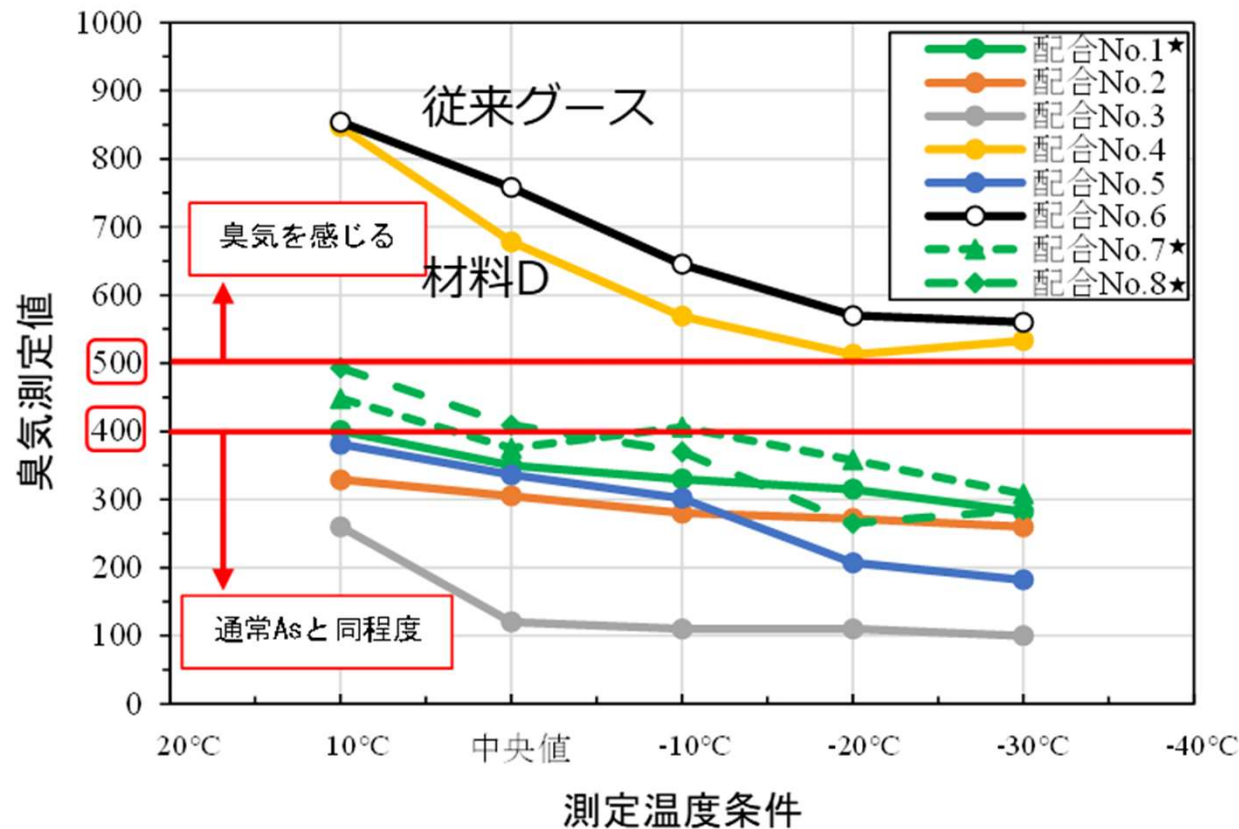
※材料Dは従来グースと同程度の臭気

(2) 骨材で比較 (★)

差は見られなかった



臭気測定器



● 混合物性状

要求性能	試験方法	評価指標	従来グース	高耐久グース
耐流動性	WT試験 (60°C)	動的安定度 (回/mm)	500以上	1,000以上
ひび割れ 抵抗性	曲げ試験 (0°C)	曲げ仕事量 (N/mm)	-	7.0以上 (補正有)
たわみ 追従性	曲げ試験 (-10°C)	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	8.0以上 (補正無)	8.0以上 (補正無)
施工性	リュエル 流動性試験	リュエル流動性 (秒)	3 - 20 (240°C)	3 - 20

● 施工に関する規定（一部）

アスファルト乳剤の散布

阪神高速では、グースAs施工後の表面には通常、タイヤ付着抑制型As乳剤を0.4mL/m²散布する。

他社では、改質グースと表層材料の付着について、**乳剤散布無し**でも問題がないことや、勾配箇所では表面に浸透しない乳剤の液溜りによる分解不足を懸念して使用しない例もある。



乳剤の液だまり（※）

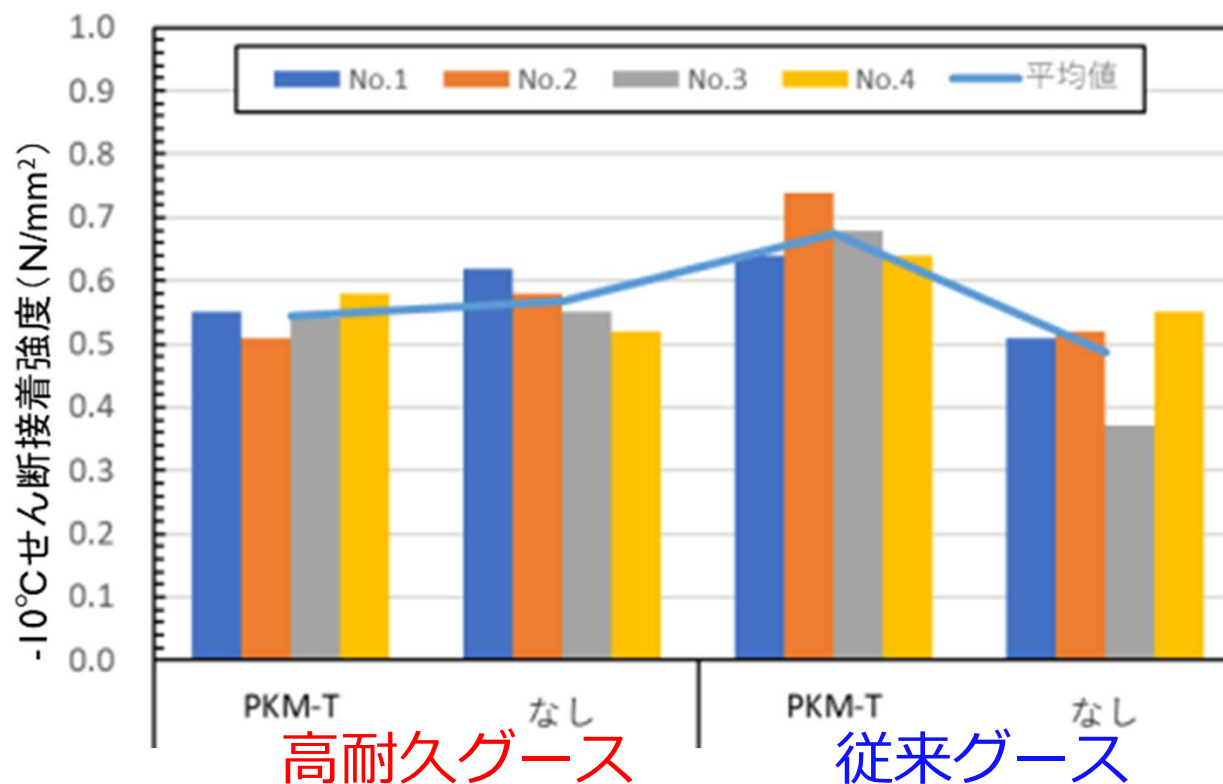


乳剤塗布時の状況（過年度試験時）

※引用先：遠藤皓介、三上尚人、吉田泰嵩：NEXCO東日本における小粒径ポーラスアスファルト混合物への取組み、舗装、2022.7

● 施工に関する規定（一部）

アスファルト乳剤散布の有無による付着性への影響について、複合供試体を用いてせん断試験を実施。



乳剤散布の有無による付着性の比較

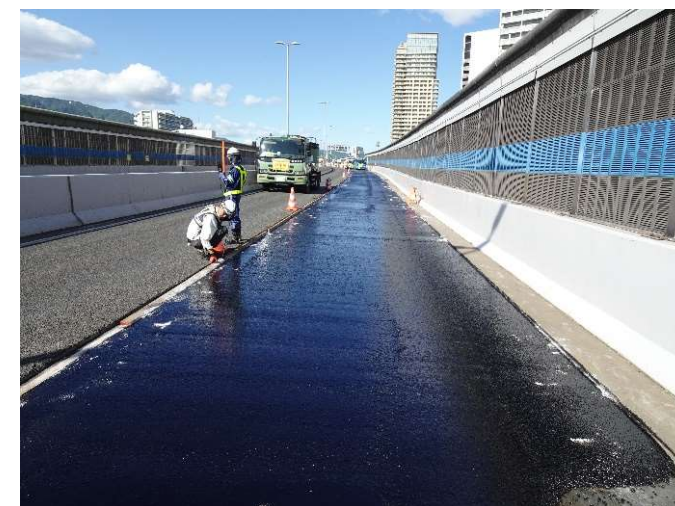
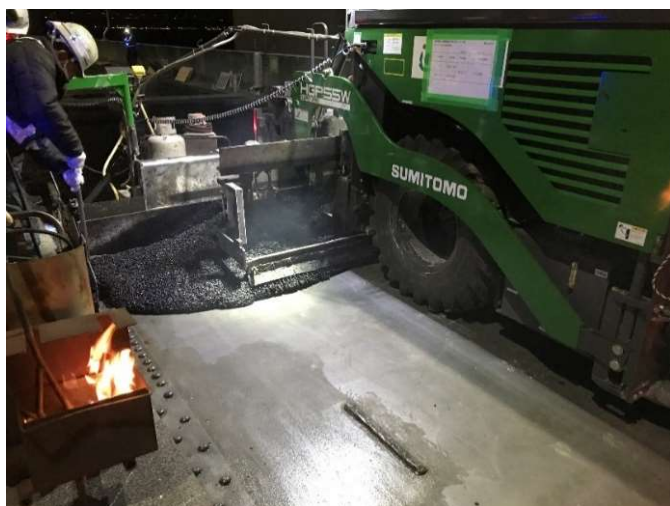
試験の結果、乳剤の有無により付着性能に差が見られないことを確認した。せん断接着強度確保のために乳剤散布を行うこととするが、今後不具合が生じた場合は必要に応じて見直すことも想定している。

本線上での試験施工	① (材料E)	② (材料A)
場所	4号湾岸線	3号神戸線
時期	2022年11月	2023年5月
面積	約 4,400 m ²	約 1,500 m ²
敷均し温度	約 190℃	約 210℃

確認項目 【試験練り】 実機練り混合物の性状と**廃棄限界**

【施工】 従来グースとの作業性比較

⇒ **品質規格値を満たしながら、問題なく施工できることを確認した**



試験練りにおける廃棄限界の確認

クッカー車に想定積載量の混合物を投入、定期的に混合物を採取・試験実施5時間まで性状を確認したところ、いずれも規格値を満たす結果となった。

⇒通常の施工時間内であれば廃棄限界の制限を受けない。

	混練時間	混合物温度 (℃)	リュエル 流動性 (秒)	動的安定度 (回/mm)	曲げ仕事量 (N/mm)	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)
試験施工 ①	規格値	200±15	3~20	1,000以上	7.0以上	8.0以上
	配合設計	199	15.0	2,333	14.79	9.91
	30分	199	17.6	2,625	試験せず	
	1時間	206	13.0	4,500		
	3時間	196	17.2	2,864		
	5時間	203	12.0	3,000		
規格値	190±10	3~20	1,000以上	7.0以上		
試験施工 ②	配合設計	190	16.9	1,090	13.7	11.5
	30分	191	19.5	1,260	11.9	9.3
	1時間	189	15.6	1,150	10.8	12.0
	3時間	193	16.3	1,260	13.4	10.1
	5時間	190	16.2	1,170	13.0	10.4

● **混合物性状**：品質規格値として規定

要求性能	試験方法	評価指標	従来グース	高耐久グース
耐流動性	WT試験 (60°C)	動的安定度 (回/mm)	500以上	1,000以上
ひび割れ抵抗性	曲げ試験 (0°C)	曲げ仕事量 (N/mm)	-	7.0以上 (補正有)
たわみ追従性	曲げ試験 (-10°C)	曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	8.0以上 (補正無)	8.0以上 (補正無)
施工性	リュエル流動性試験	リュエル流動性 (秒)	3 - 20 (240°C)	3 - 20 (メーカー推奨温度)

阪神高速道路株式会社：土木工事共通仕様書 2023年7月

● **アスファルト性状**：参考値として設定

- ▷理由① メーカーごとに異なる (改質アスファルトと特殊添加剤を使用)
- ▷理由② 混合物性状の規定を優先

項目	試験方法	単位	従来グース (品質規格値)	高耐久グース (参考値)
針入度 (25°C)	針入度試験	1/10mm	15~30	15~40
針入度 (60°C)	針入度試験	1/10mm	-	100~320
軟化点	軟化点試験	°C	58~68以上	80以上
伸度	伸度試験	cm	10以上	30以上
蒸発質量変化率	蒸発残留変化率試験	%	0.5以下	-
トルエン可溶分	トルエン可溶分試験	%	86.0~91.0	-
引火点	引火点試験	°C	240以上	240以上
密度 (15°C)	密度試験	g/cm ³	1.07~1.13	1.00~1.30

阪神高速道路株式会社：土木工事共通仕様書 2023年7月

まとめ

▶成果

鋼床版上舗装の長寿命化を目指し、高耐久グースAs混合物の適用を目的として、要求性能および性能照査試験結果に基づき品質規格値、製造から施工に関する規定を整理するとともに試験施工を実施した。

高耐久グースアスファルト混合物に対して、一連の検討により

- ・ 耐流動性 2倍
 - ・ ひび割れ抵抗性 3倍
- となる品質規格値を規定した。

▶今後の予定・課題

標準化を目指した、積極的な採用を行う。

定期点検に基づく追跡調査を実施する。

品質規格値の妥当性検証・見直しを行う。

(必要に応じて) アスファルト性状の規定を行う。