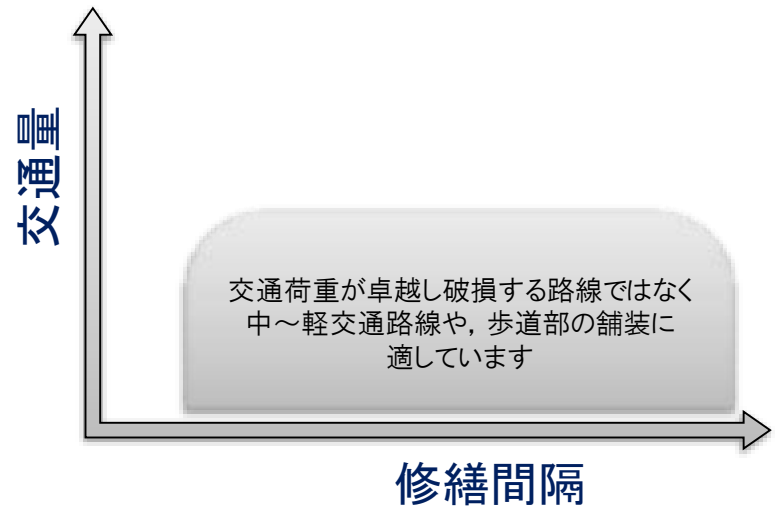


カーボンブラック添加アスファルト

開発経緯と概要の紹介(目次)

- ・ アスファルト舗装の破損と対策
- ・ カーボンブラック(CB)はどのようなもの
- ・ CBによるアスファルト舗装の性能向上
 - アスファルトの補強改質効果
 - **紫外線等による劣化を抑制**
→ 舗装表面の耐久性を向上
- ・ 適用事例と効果
- ・ 利用方法について



アスファルト舗装の特徴と課題

- ・ 長所
安価，施工性，交通開放時間が短い
目地が無く平坦，走行時の快適性
- ・ 短所
ひび割れ，わだち掘れ（塑性変形）
↓
疲労，剥離，低温
(壊れるのは常に接着剤の部分)
↓
許容できる変形に抑える(構造・配合設計)
いつまでも丈夫でしなやかな接着剤



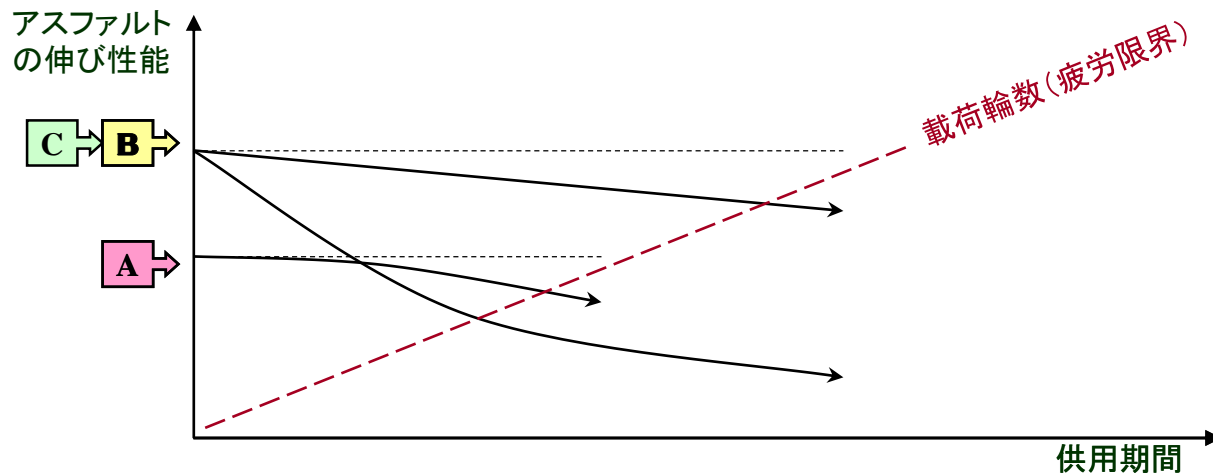
アスファルト舗装の疲労破壊とその要因

・ 疲労ひび割れの要因

- 交通荷重：交通量、載荷位置、接地圧 など
- 舗装構造：層構成、路床支持力 など
- 材料強度：**接着剤の性能**、骨材、空隙構造 など

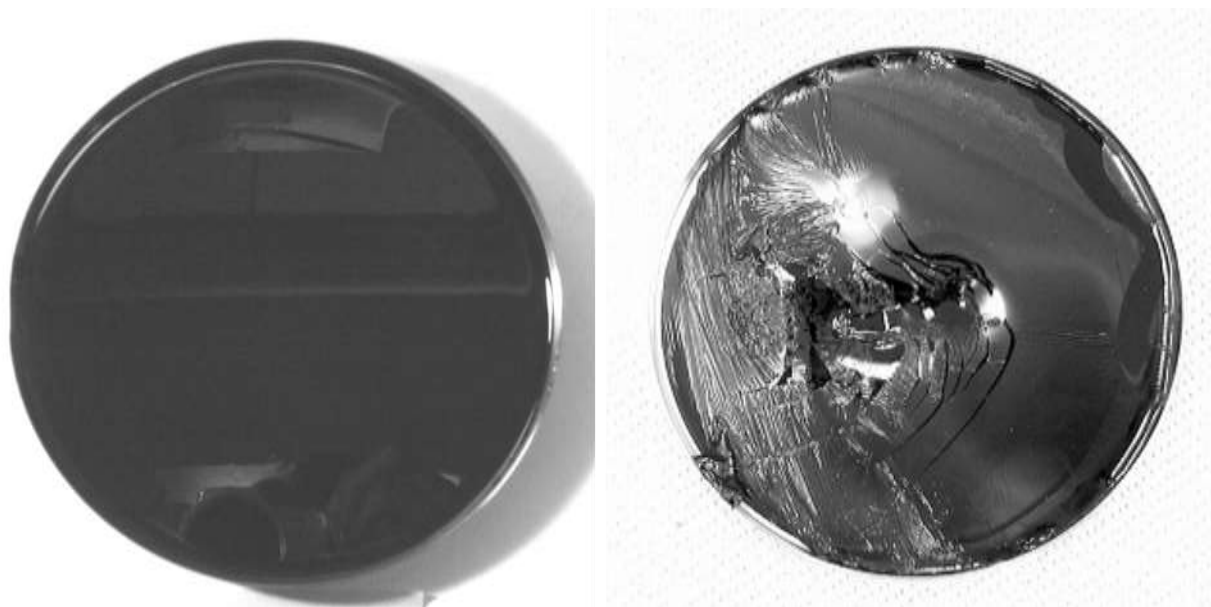
・ バインダ（接着剤）が変形に対応できず破断

- 初期物性の**改良** （改質アスファルト）
- **劣化**による品質変化 （酸化劣化・紫外線劣化）



光(紫外線)によるアスファルトの劣化現象

- ・ アスファルトバインダの劣化因子
 - 熱、酸素、水、光(紫外線)
 - 屋外におけるアスファルト被膜の劣化は紫外線が支配的



Before —————→ **After**

試験皿に入れたアスファルトに紫外線ランプを照射

UV Intensity: 78W/m²

Integrated dose: 120MJ/m²

Black standard temp.: 60°C

アスファルト(接着剤)の劣化試験

- 室内促進劣化試験

- キセノンランプ

- 試験条件

- 照射強度: $700\text{W}/\text{m}^2$
- ブラックパネル: 60°C

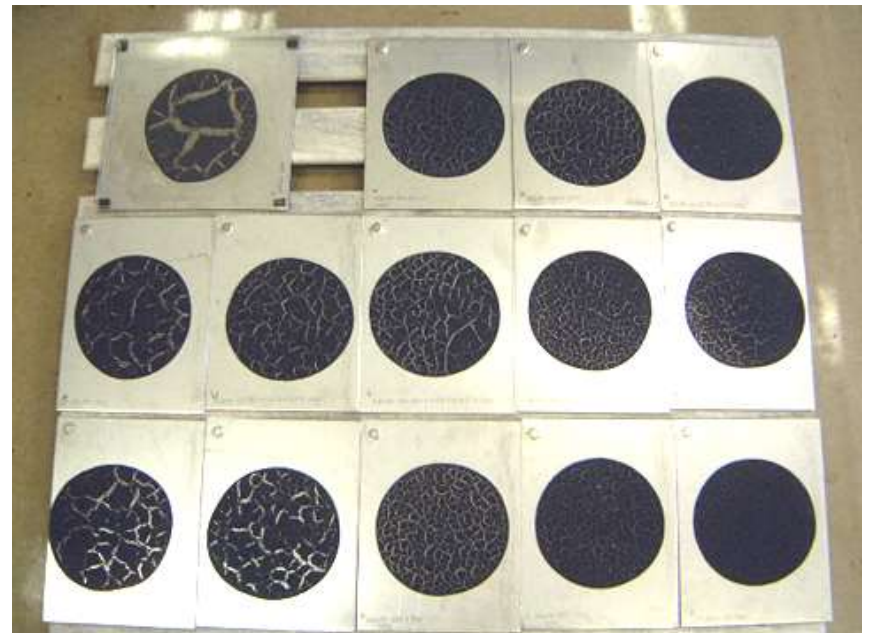


- 屋外暴露期間

- つくば 50, 140
- 朝霧 91
- 沖縄 89 (日)

- 劣化後試料

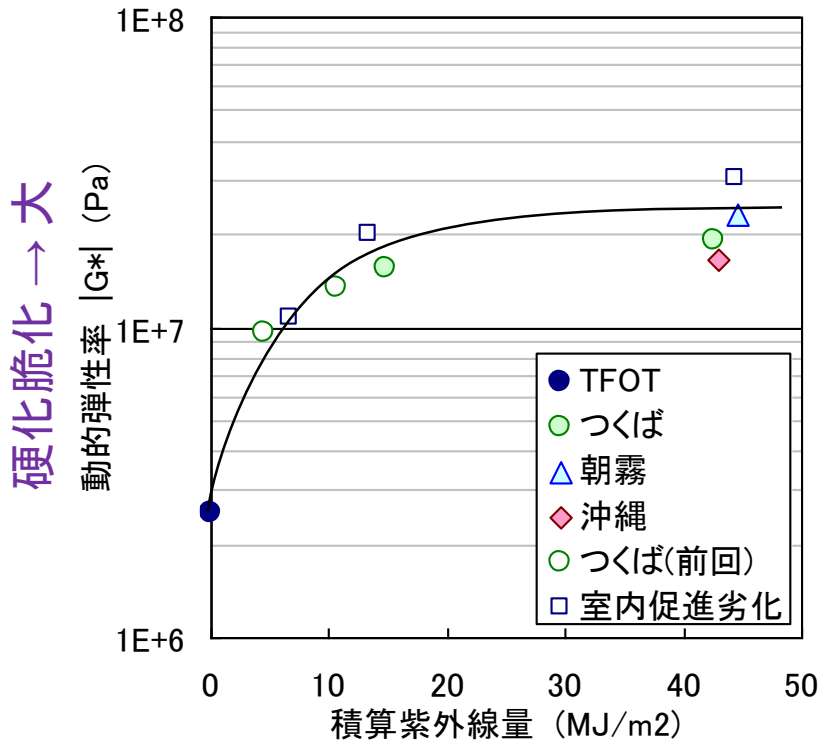
- ひび割れ、粉末化



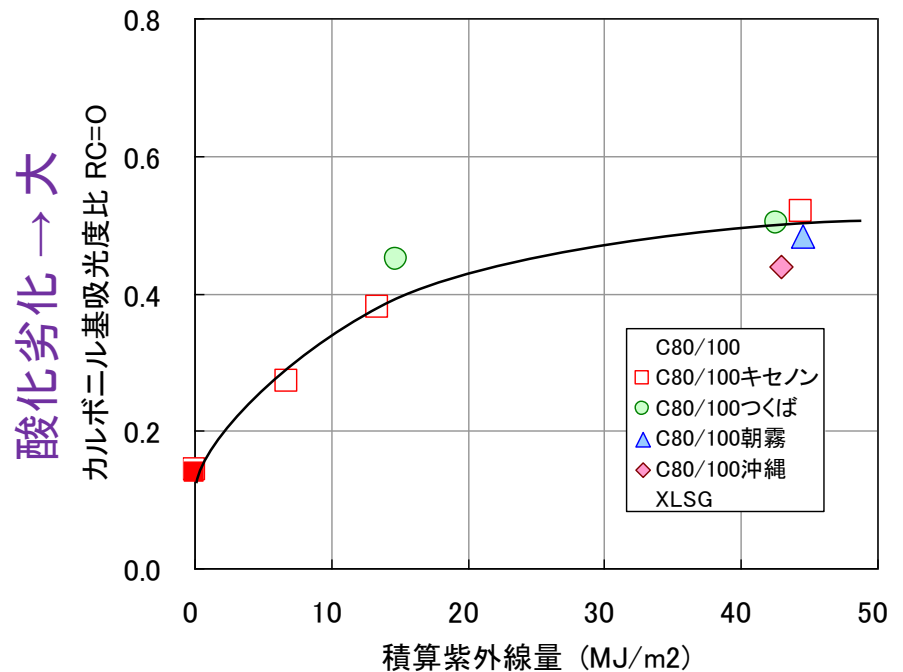
アスファルトは劣化しやすい材料

紫外線の影響が大きい

動的弾性率 $|G^*|$



酸化劣化度(赤外吸光)



[青梅]試験舗装材料を用いた曲げ性状の評価



- ・ コア抜き(2.6年供用後) 201404-201611夏3回
 - BWP、 ϕ 200mm \times 2本 / 工区
- ・ 層分割(表層,基層)し、表層をスライス
 - 0~20mm, 20~40mm, 40mm~
- ・ 小型曲げ供試体へ
 - 舗装施工時の結果と比較

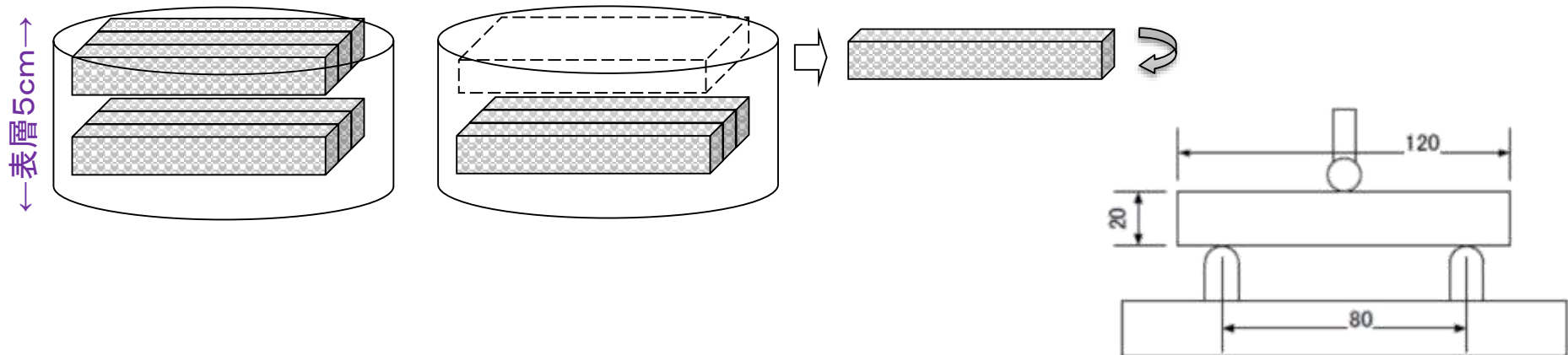
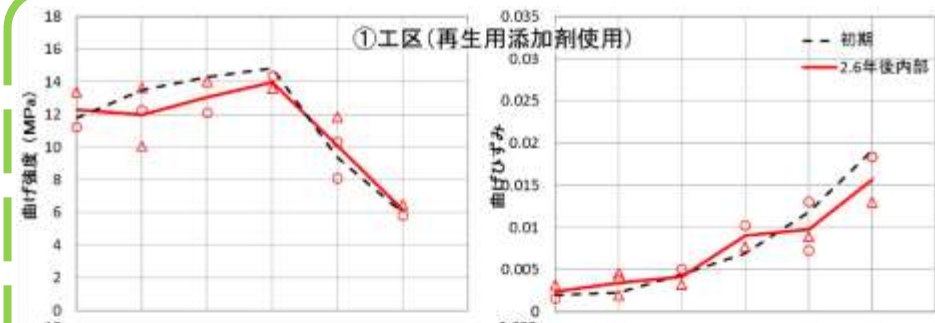
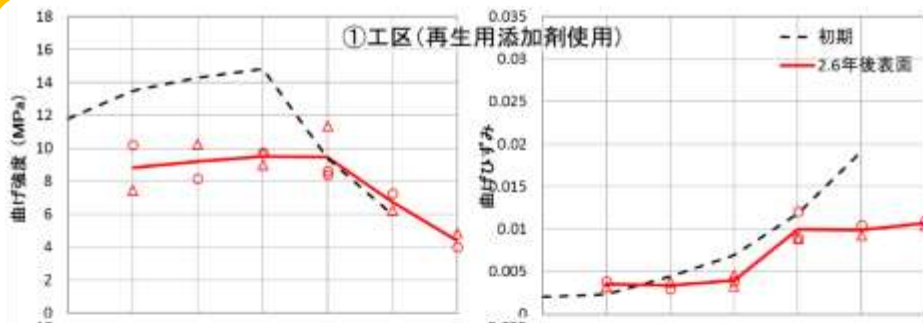


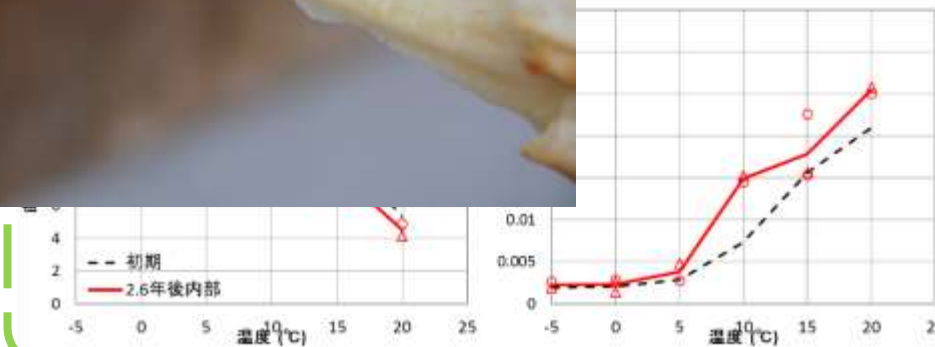
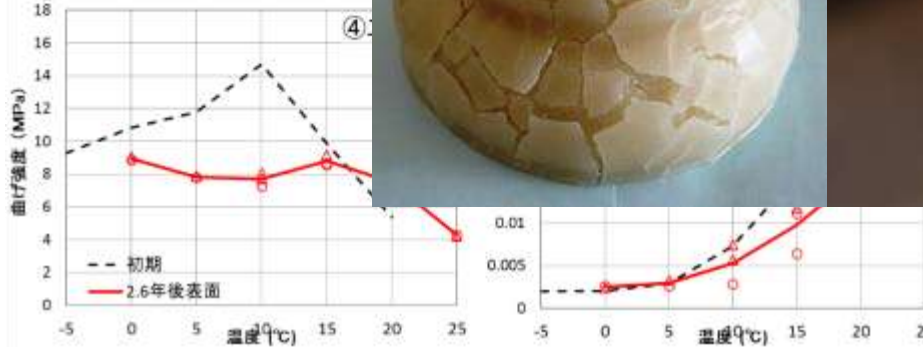
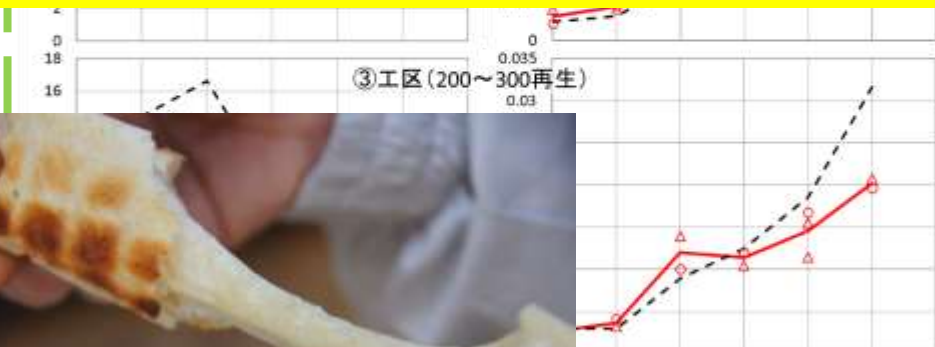
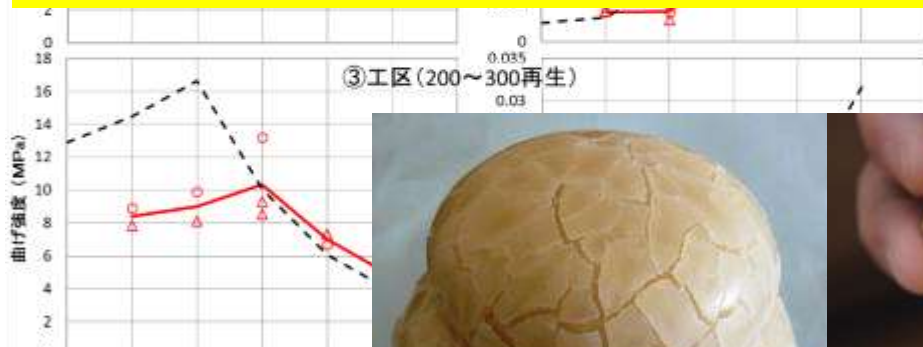
図-1 曲げ試験の概要

- 試験後、As性状評価

<表面> 青梅-試験結果(全一覽) <内部>



- ・アスファルト舗装の材料劣化は表面のみで生じる
工区間の差異は(ありそうだが)明確でない
- ・アスコン層の内部は数年ではほとんど変化しない



カーボンブラックとは

工業的に製造される炭素の微粒子

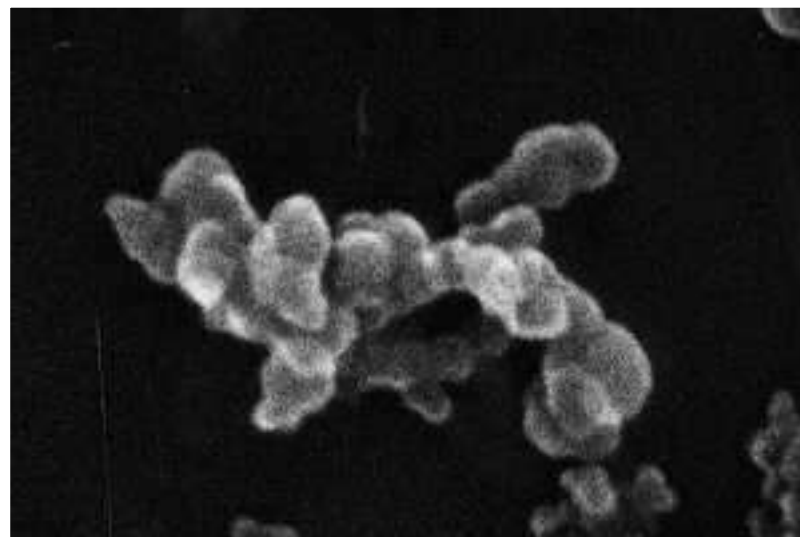
(すすとは少し違う)

用途:

インクの顔料、コピーのトナー

タイヤ等のゴム用の補強材

高分子材料の耐候性改善用の充填材

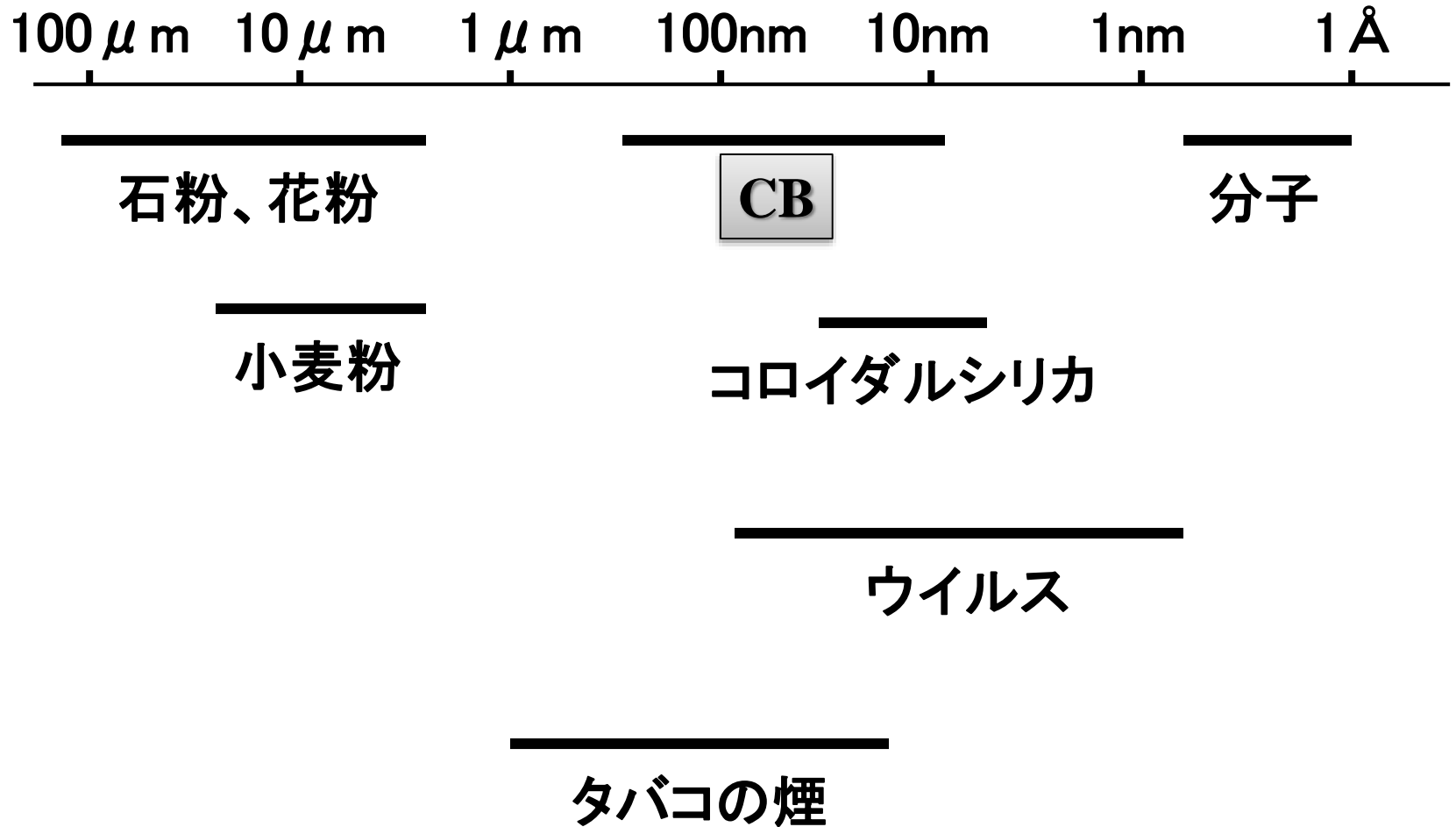


カーボンブラックの電子顕微鏡写真

	炭素分 %	可溶性 有機物 %	表面積 m^2/g	ぶどう状 炭素 %
カーボンブラック	<u>99</u>	0.13	<u>10~300</u>	99
木炭すす	50	15.8	3	0.024
ディーゼルすす	45	51.1	72	51

カーボンブラックの大きさ

— ナノテク材料 —



カーボンブラックの機能と特徴

➤ 紫外線遮蔽性: 高分子材料は紫外線に弱い

- ポリバケツを屋外に放置すると数年でバリバリ
- レジ袋は数ヶ月でボロボロ (PE)

→ 紫外線遮蔽材(CB)として劣化抑制

- 電線被覆等のさまざまな樹脂材料で活用

➤ 着色性: 黒色顔料

→ 塗料、トナー、インク



➤ 補強性: 柔らかいゴム素材を強化(タイヤ等)

- 純ゴムの強度では実用にならない

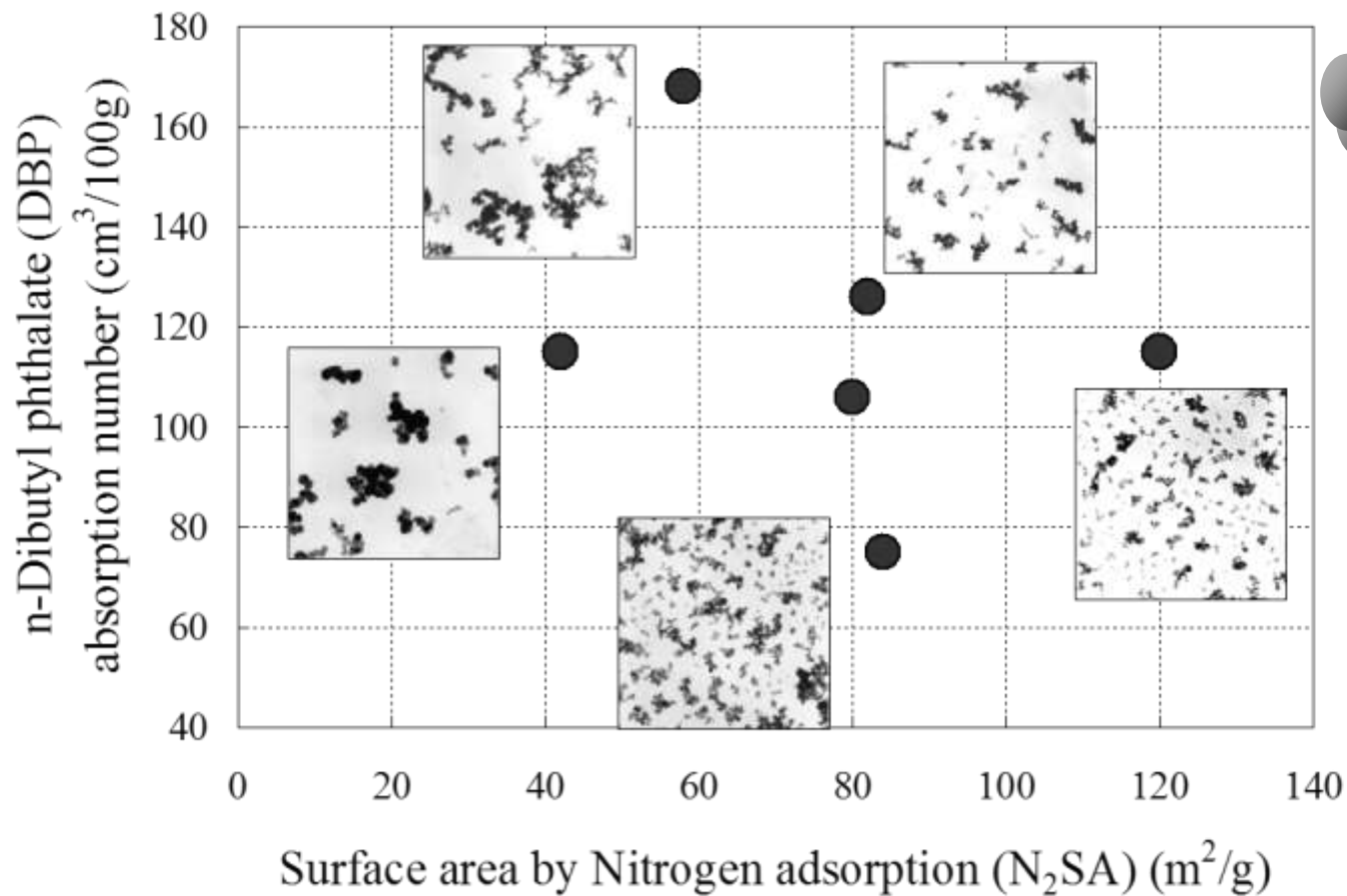
→ 補強材(CB)として強度を向上

- 体積フィラー効果、ゲル生成による架橋



カーボンブラックの性状マップ

ストラクチャー(分岐の程度) → 大

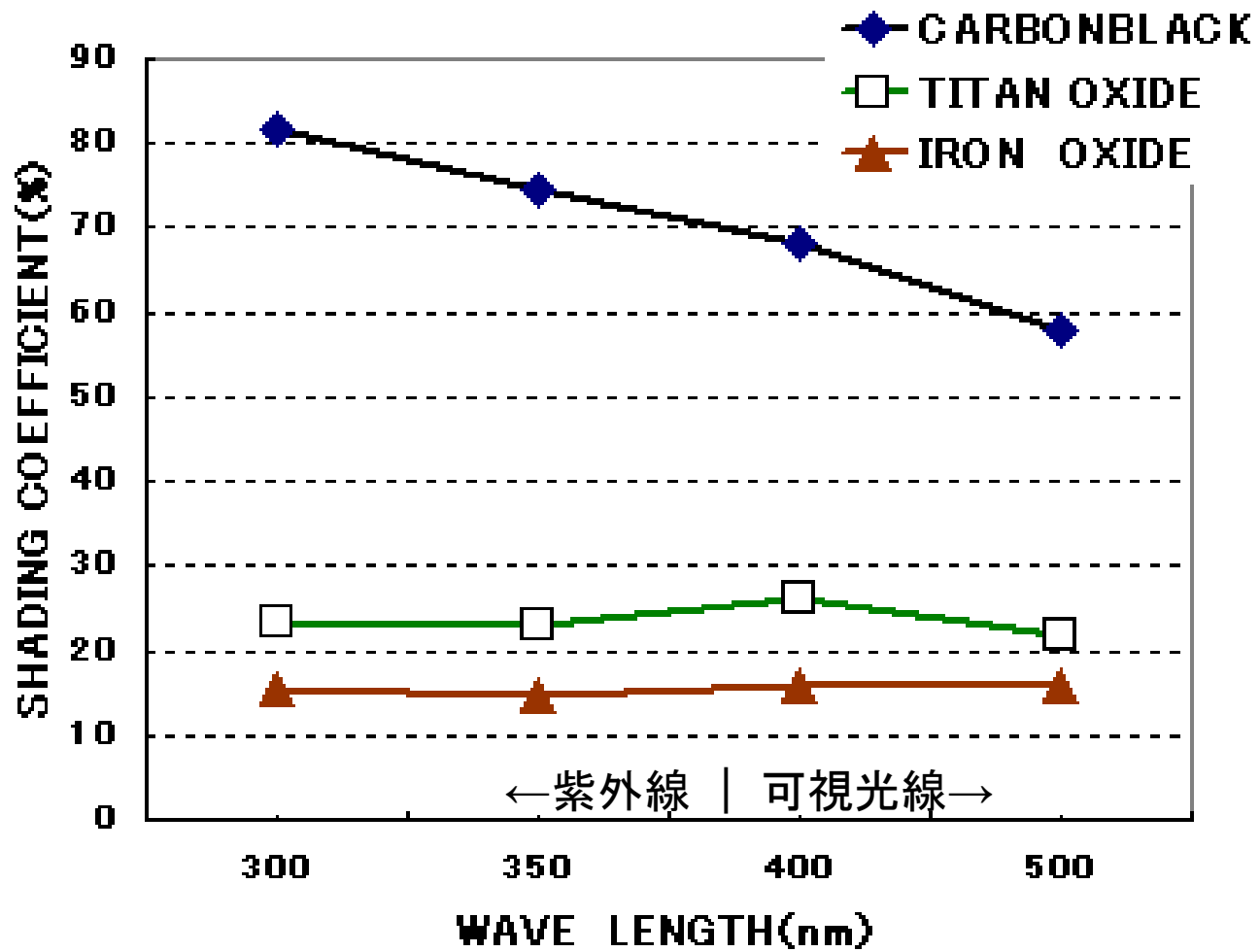


① 基本粒子径

② ストラクチャー
(アグリゲート)

大 ← 基本粒子径 → 小

カーボンブラックの紫外線遮蔽効果



カーボンブラック添加で得られる性能向上

- ・ **アスファルト劣化を抑制することによる長寿命化**
 - 紫外線を遮蔽し、酸化や分解しにくくする
 - 長期間にわたり適切な弾力性を発揮できる
 - ひび割れや骨材飛散の発生を遅らせることができる
- ・ **アスファルト(接着剤)の補強効果**
 - アスファルト混合物の性能(塑性変形・低温脆性)向上
 - ポリマー改質剤の効果を向上(少ない添加量で高い性能)

アスファルトの劣化

光の波長の影響 (分光紫外線促進劣化試験機)

Ultraviolet-rays

Visible-rays

Infrared-rays

300

400

500

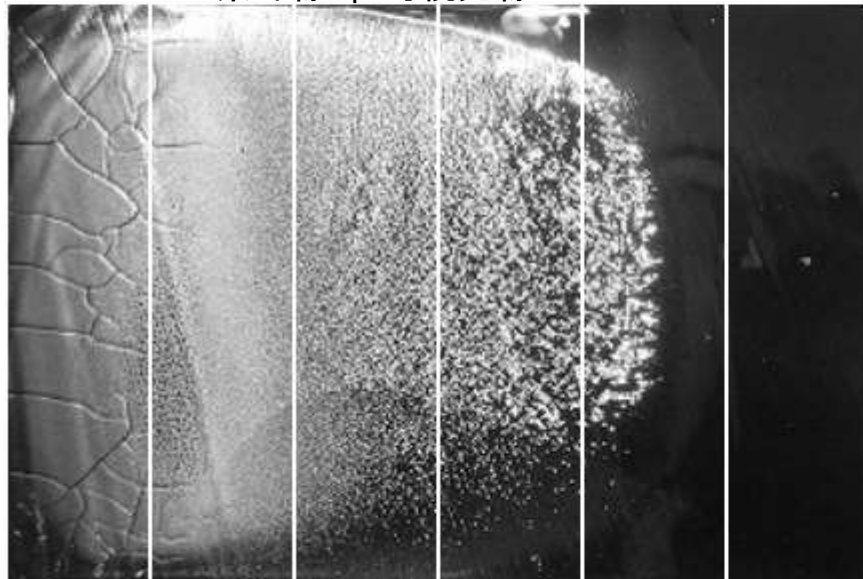
600

700

800



← 紫外線 | 可視光線 →



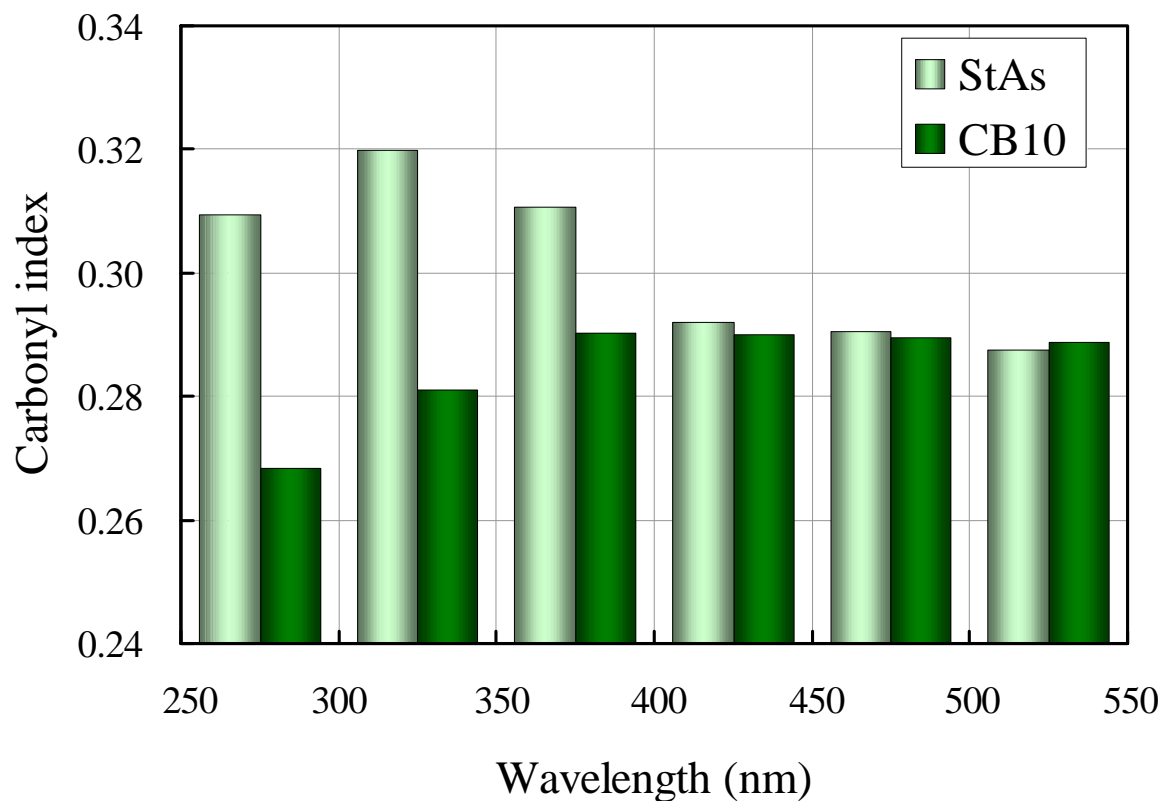
250 300 350 400 450 500 550

Wavelength (nm)

- StAs
- Film thickness: 100 μ m
- UV intensity: 36W/m² at wavelength of 300nm
- Exposure time: 48hr
- Ambient temp.: 25°C

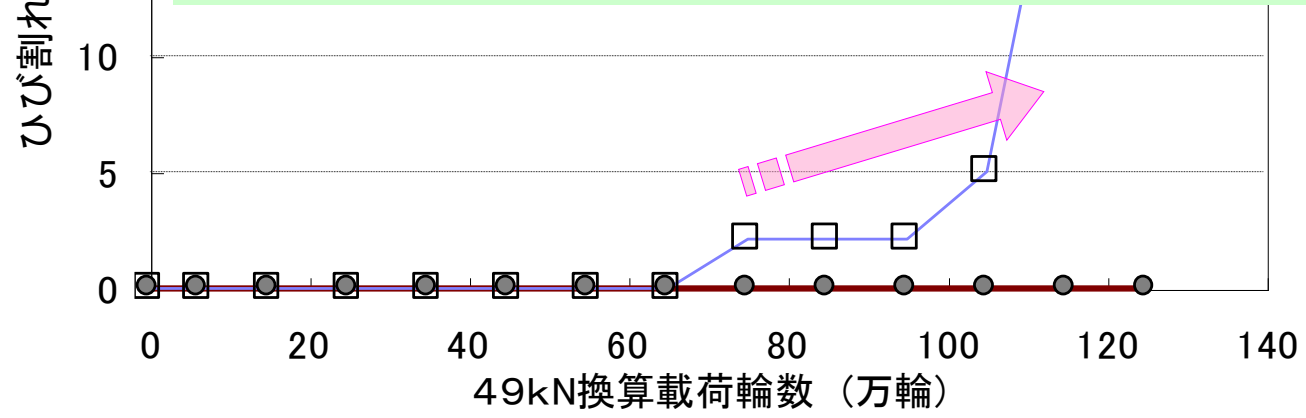
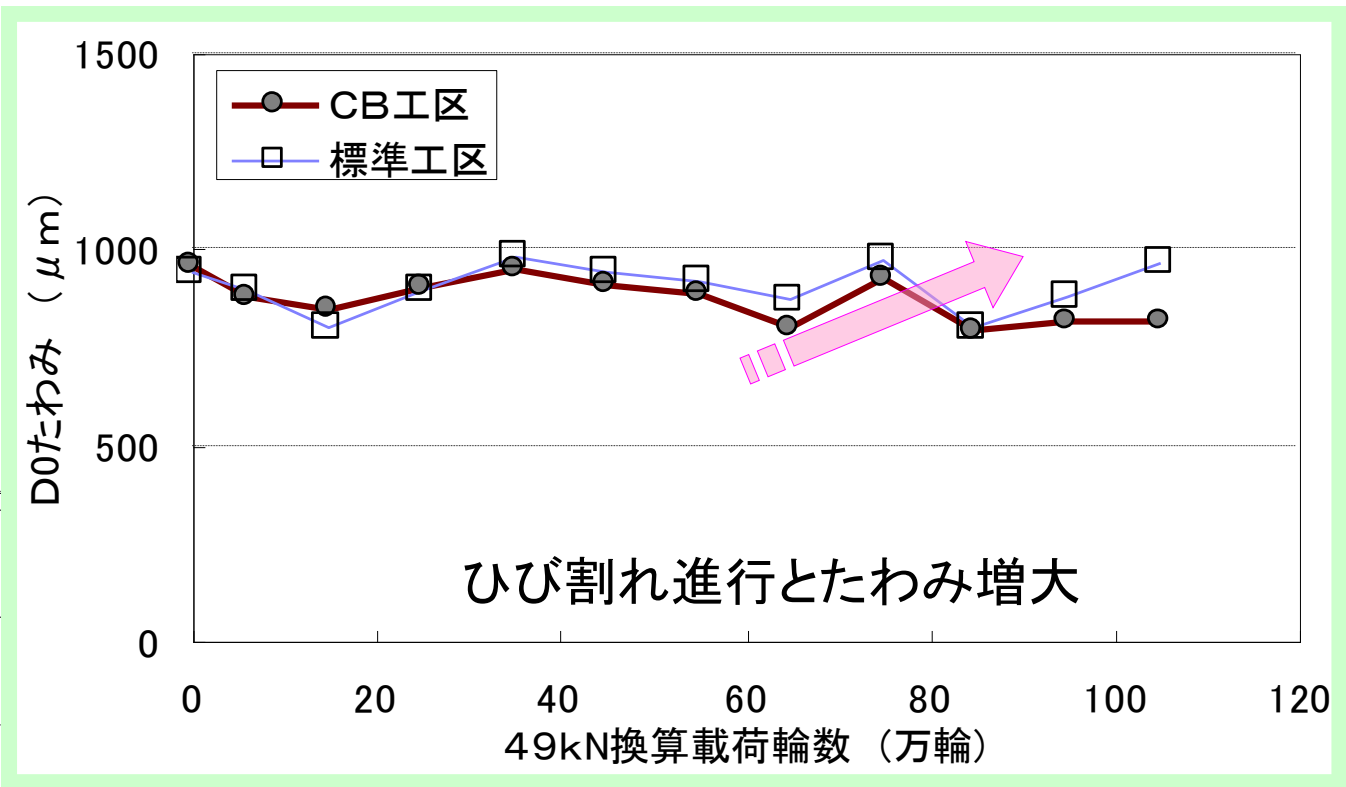
分光劣化による酸化指数の変化とCB添加の影響

酸化劣化 → 大



←紫外線 | 可視光線→

土研舗装走行実験場での試験舗装



国道50号下館BPでの試験舗装

紫外線での劣化を抑制 ポンプラック 技術の普及推進へ



当日は、下りランプの延長190mを舗装した

国土交通省中部地方整備局川口国道事務所は、熊本の国道50号下館バイパスの廃止地を舗装する中で、関東地方初となるポンプラック（ポンプ加アスファルト）を採用し、最後の区画となる延長約400mの舗装が行われた。今後は非重宝化に効果的な効果、紫外線による劣化抑制などの有効性を確認していく方針。

ポンプラックは、舗装作業の効率を向上させるため、従来の現場拌和方式からポンプ車による混合方式へと変化した。舗装の効率化を図ることで、試験的に実施された。

下館地区は、熊本の国道50号下館バイパスの廃止地を舗装する中で、関東地方初となるポンプラック（ポンプ加アスファルト）を採用し、最後の区画となる延長約400mの舗装が行われた。今後は非重宝化に効果的な効果、紫外線による劣化抑制などの有効性を確認していく方針。

国土交通省中部地方整備局川口国道事務所は、熊本の国道50号下館バイパスの廃止地を舗装する中で、関東地方初となるポンプラック（ポンプ加アスファルト）を採用し、最後の区画となる延長約400mの舗装が行われた。今後は非重宝化に効果的な効果、紫外線による劣化抑制などの有効性を確認していく方針。



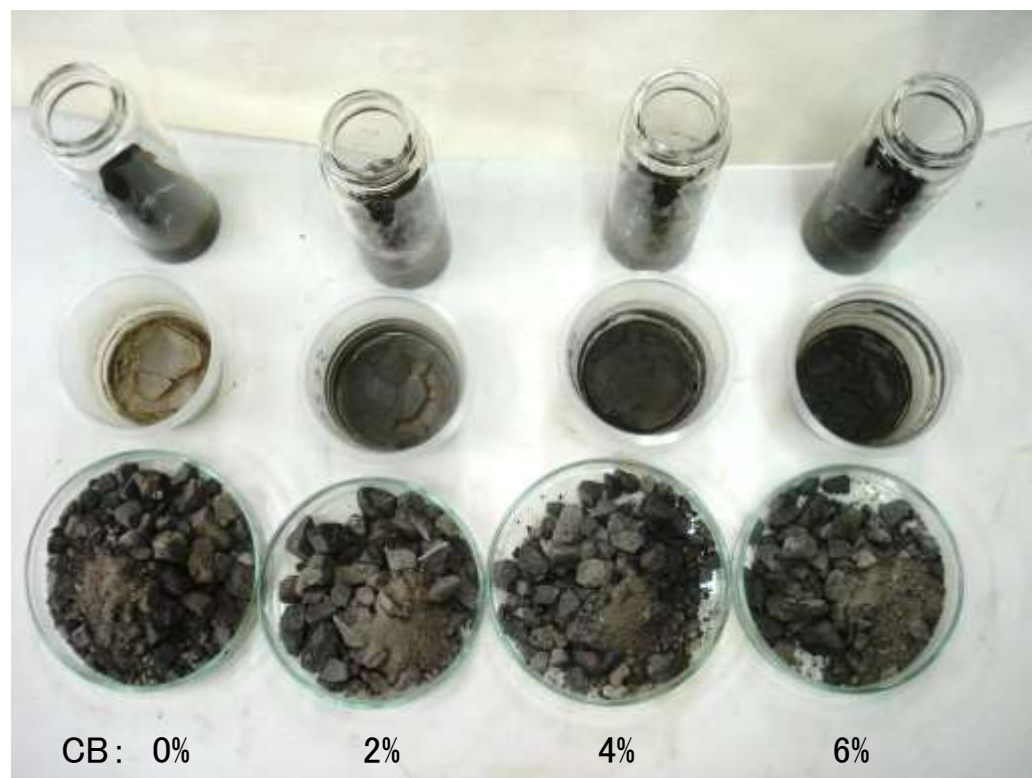
2014年～

施工の相違点はアスファルト混合所でのCB混入のみ
アスファルトに対し約3%添加（合材1tonあたり1.5kg程度）
（合材出荷後の施工は通常の舗装工事と同じ）

ミキサへのCBの投入



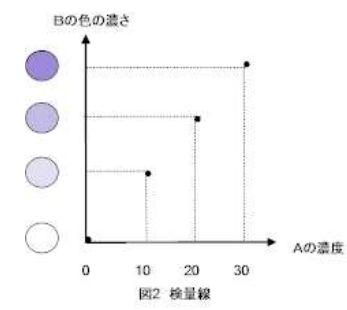
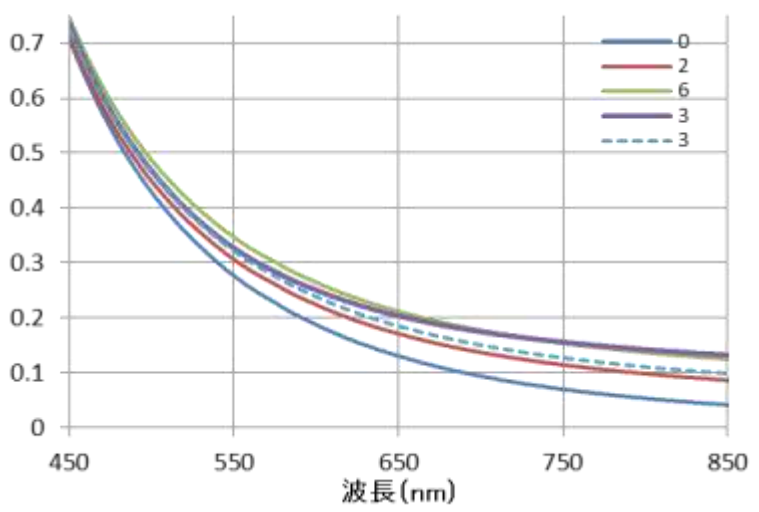
抽出によるCBの確認



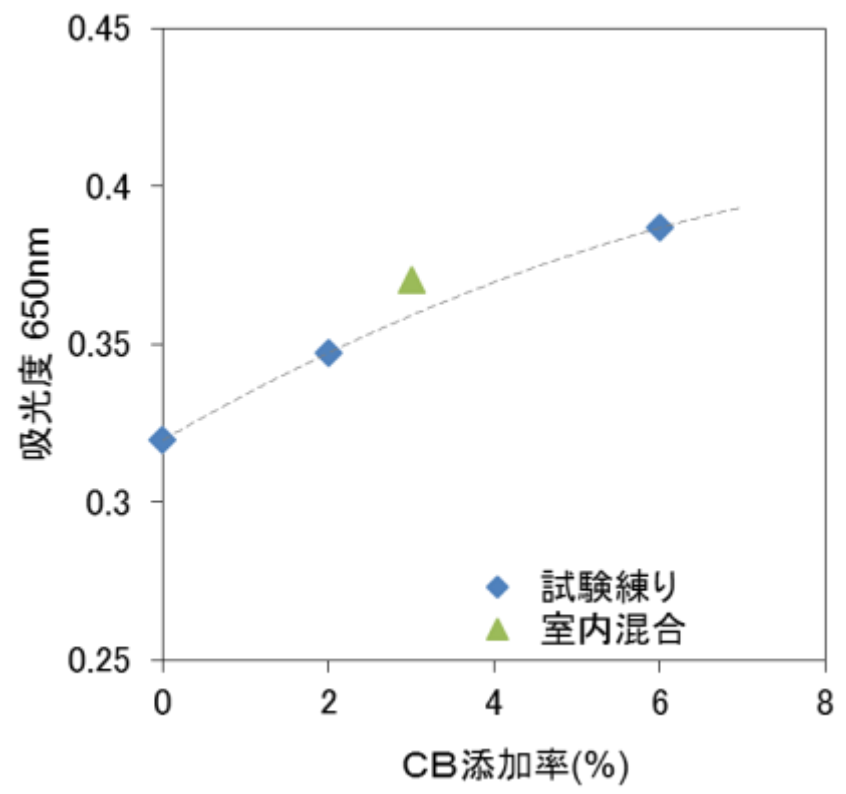
試験練合材におけるCB添加率

吸光度変化(比色分析)

抽出アスファルト0.2g/L-CHCl3



CB添加量の確認(可視吸光)



追跡調査/試料採取(供用1年後、3年後)

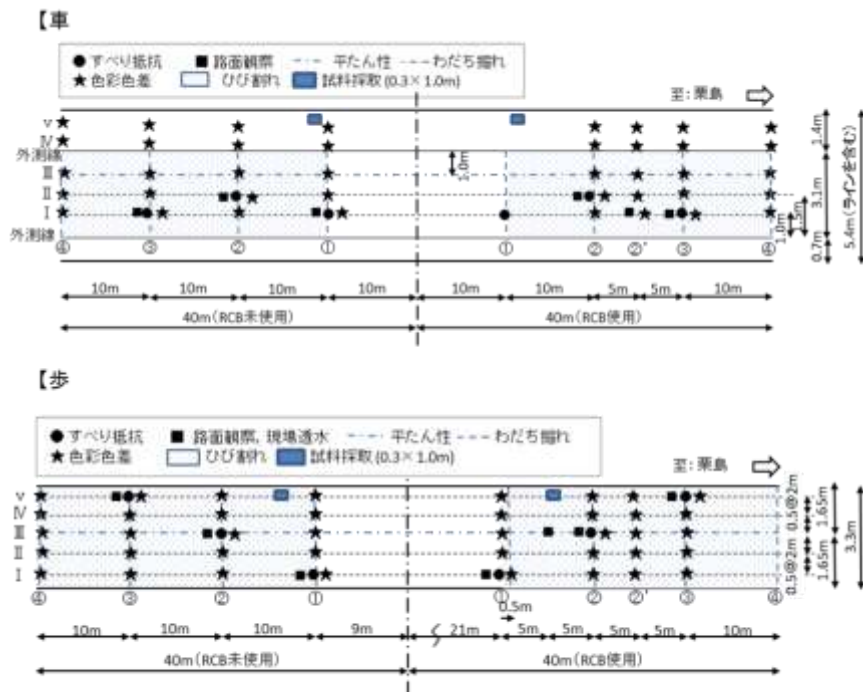


図-3 調査位置図(上:車道, 下:歩道)

・路面性状に大きな相違や変状はなかった。

<3年後>

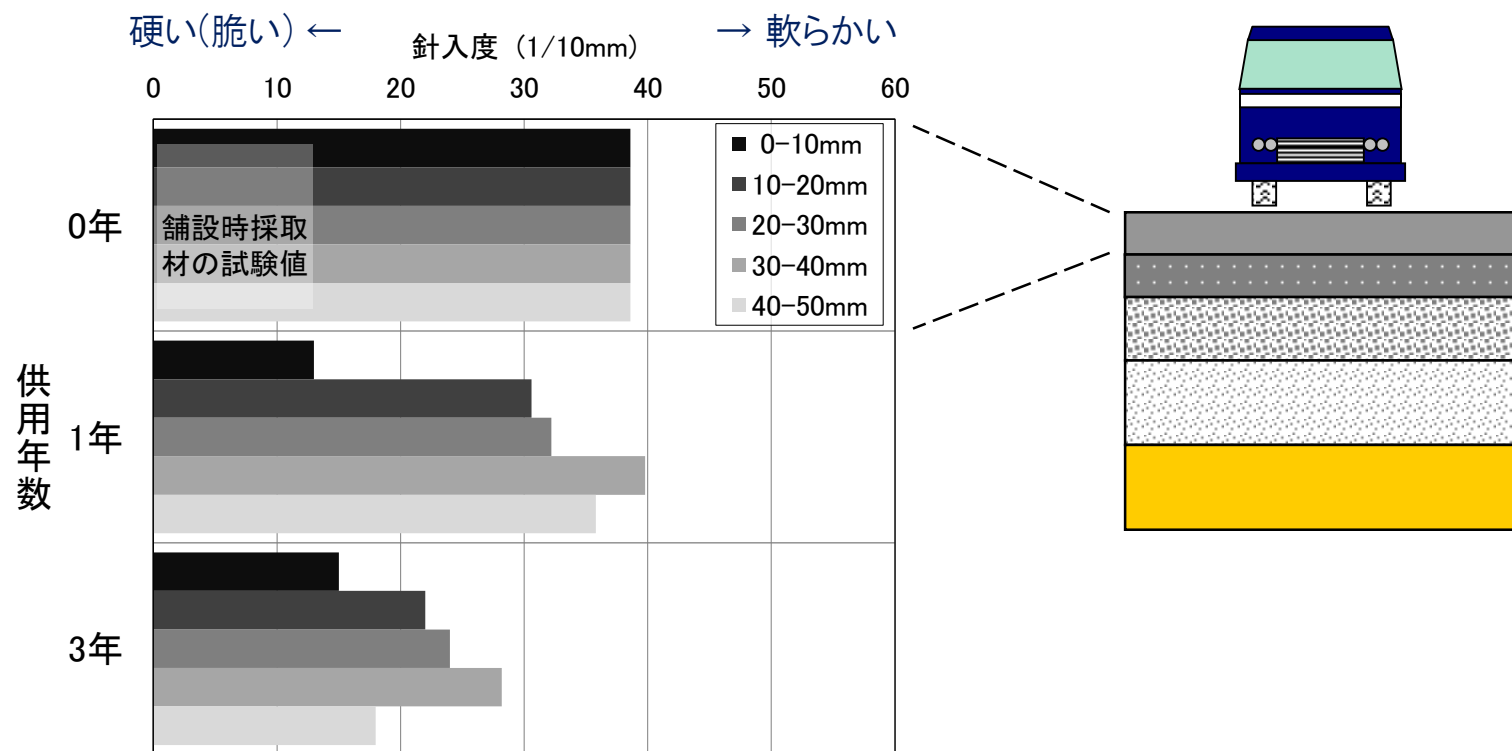
- 路面明度:歩道CBありL=24.2、CBなしL=25.8
- 現場透水:CBあり1,300mL、なし1,080mL/15s
- すべり:CBありの方が車道歩道ともBPN値で+3

・表層試料の採取

→表面から1cmごとにスライスしアスファルト試験

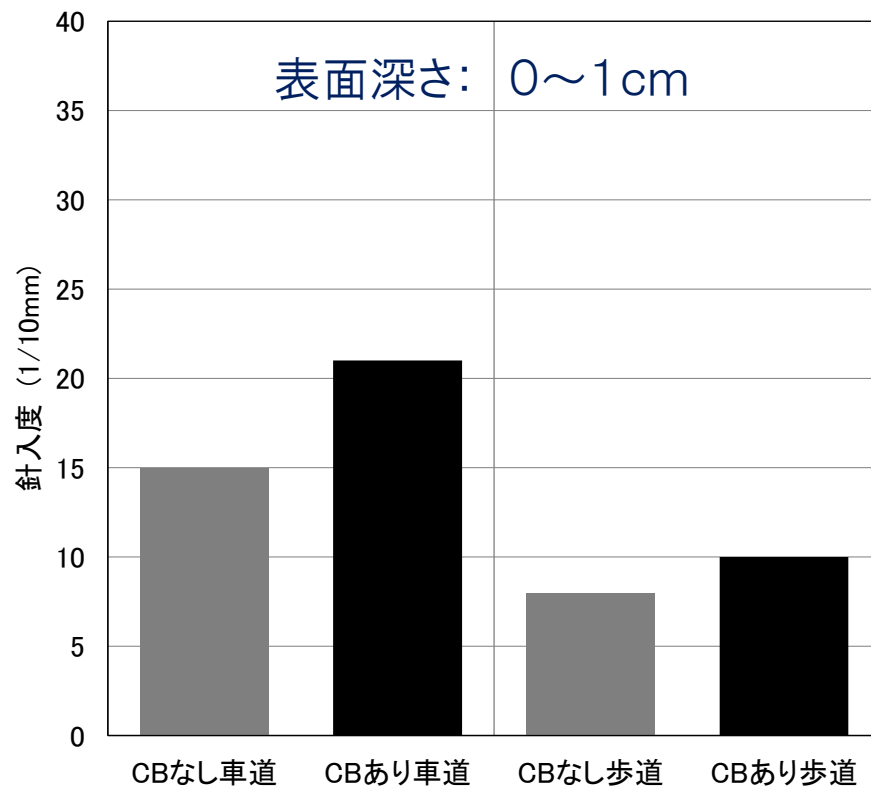


表面深さ方向のアスファルトの劣化状態



- ・ 表面から1cm部分の劣化が顕著
 - 表面部の針入度は10に近いが、内部では20以上
 - 軟化点もほぼ同じ変化、伸度ではその傾向がさらに明確
 - 酸化劣化等の化学性状も同様に変化

CBによるアスファルト劣化抑制：供用3年後



- ・ 表面部分のアスファルト劣化がかなり抑制されている
 - ・ 軟化点や伸度ではその傾向がさらに明確
- ひび割れや骨材飛散の発生抑制が期待できる

事例：中国地方における再生カーボンブラック(RCB)の利用

- ・ 米倉先生
- ・ 道路舗装会社、ゴム会社
- ・ 広島市
- ・ 広島高速道路公社
- ・ 西日本高速道路
- ・ 中国地方整備局



国道9号



広島高速1号線



福山SA

国道9号(江津)でのRCB添加排水性舗装



施工後 6ヶ月 ('06.4.19)



施工後 13ヶ月 ('06.11.6)



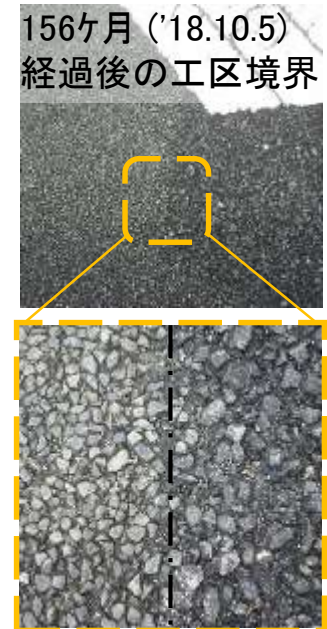
施工後 48ヶ月 ('09.10.12)



施工後 96ヶ月 ('13.10.2)



施工後 156ヶ月 ('18.10.5)



国道9号(江津)でのRCB添加排水性舗装

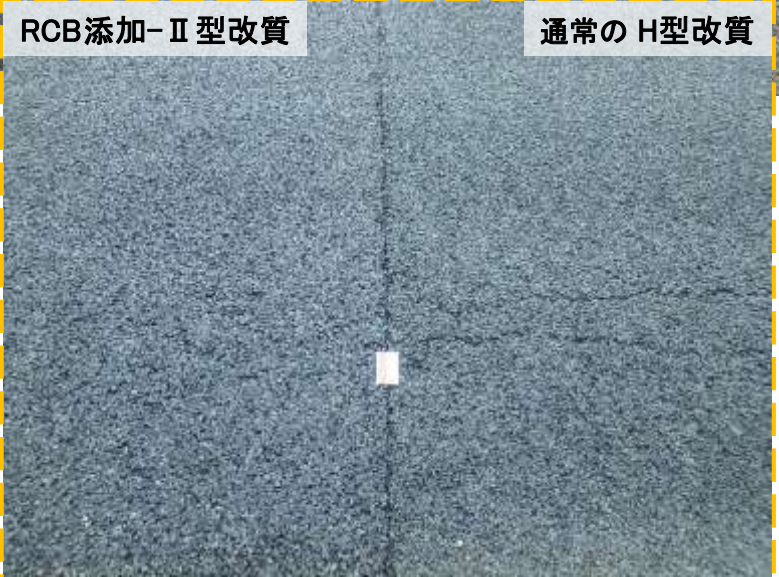
148ヶ月 ('18.2.23)経過後の工区境界



表層材の違いのみで、ひび割れに明確な相違

RCB添加-Ⅱ型改質

通常のH型改質



48ヶ月 ('09.10.12)



反対側
(上り車線)

通常のH型改質

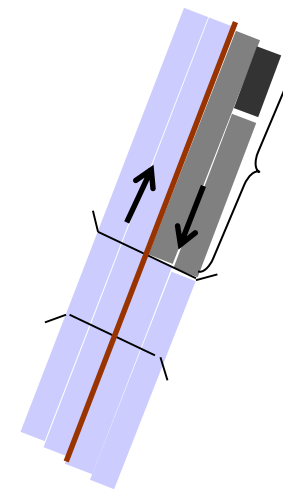
RCB添加-Ⅱ型改質



路面ひび割れ(通常H型表層-手前側)

施工事例： 国道2号（下関小月BP）での舗装施工

R2小月BP下り、D交通
2011年9月施工
L=250m, 2,500m²



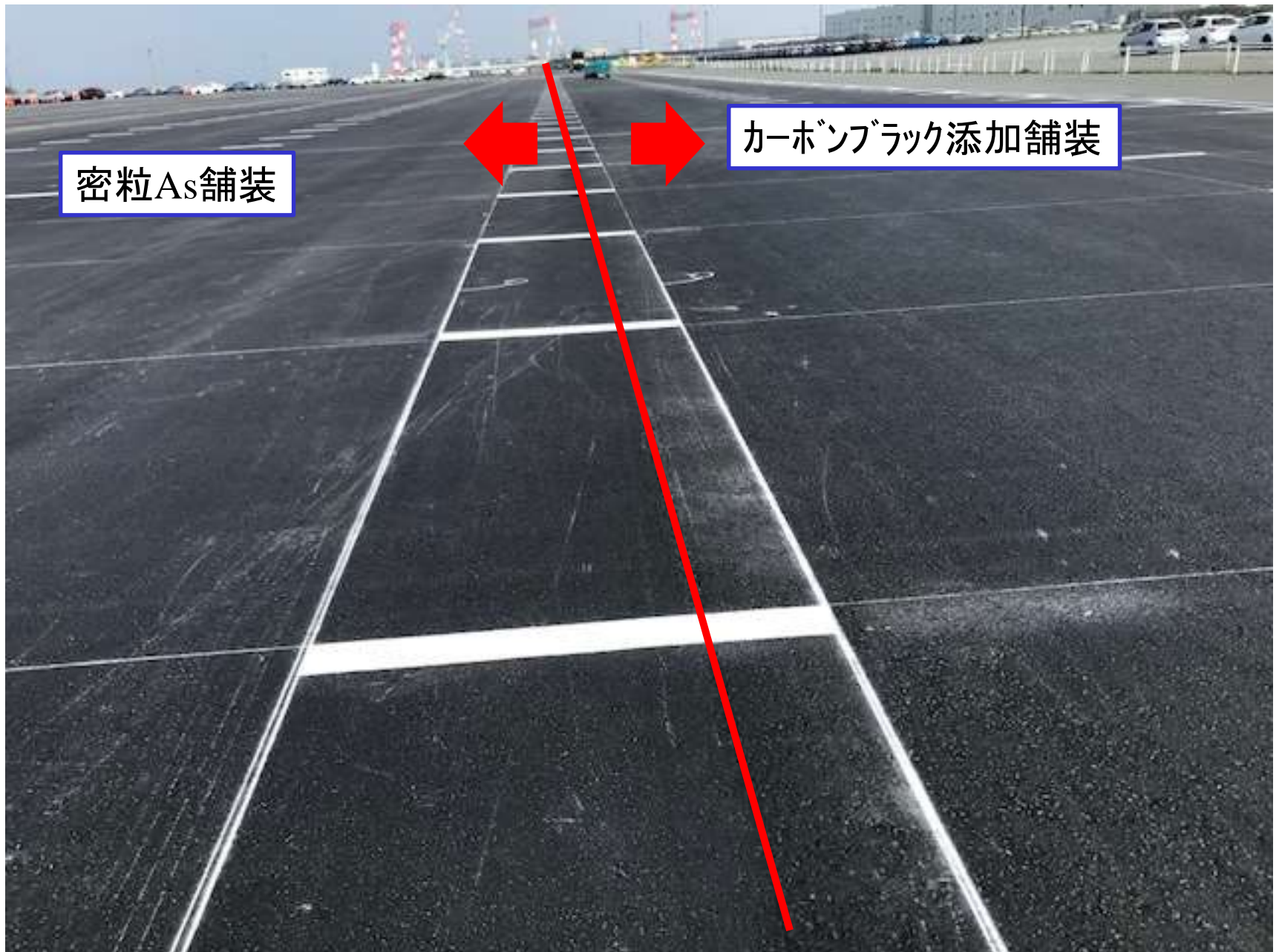
施工後 7年 ('18.9.25)



路側(非走行部)の舗装表面では、アスファルト被膜の残存状況に明確な差がある

2019年～

施工事例： 愛知県-工場ヤード



どんな現場でどのように役立つか

- アスファルト混合物層のオーバーレイ、切削オーバーレイ、打換えまたは新設等を計画している現場
- 表面部分の材料劣化による縦ひび割れ(わだち割れ、トップダウンクラッキング)や骨材飛散などの損傷を抑制
- 紫外線をはじめとした耐候性を向上させることにより、修繕サイクルの延長及びLCC低減が期待されます

留意事項

- ・ 本技術は表面の耐候性を向上させる技術であり、交通荷重による疲労や流動で破損する路線ではなく、中～軽交通路線や歩道部の舗装に適しています。
- ・ 路盤の支持力や舗装厚の不足による亀甲状のひび割れ箇所では、表面の耐候性改善によりある程度の耐久性向上は期待できませんが、車道部については本質的な対策にはなりません。この場合、補修の構造設計による支持力(舗装断面)の確保が前提となります。

活用が期待される現場の条件

- わだち割れ(縦ひび割れ)といった表面部分の劣化損傷が目立つ密粒度舗装
- 骨材飛散を抑制したい排水性舗装(中程度までの交通量)
- 維持管理に手をかけにくい軽交通道路の舗装全般
- 歩道舗装(特に、開粒度アスファルト混合物を用いた区間)
- ランプ路や路側帯など、交通量の少ない箇所の舗装

