

# カーボンブラック添加アスファルトによる 長寿命化舗装

## 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
  - 紫外線劣化の抑制
  - 改質アスファルトのポリマー補強効果
- ・ 適用事例と効果
- ・ 利用方法について
  - 耐候性向上のための添加材
  - ポリマー改質アスファルトの性能向上

## アスファルト舗装の特徴と課題

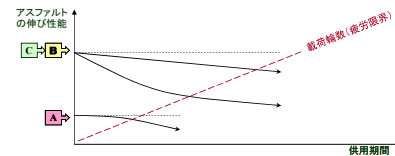
- ・ 長所
    - 安価, 施工性, 交通開放時間が短い
    - 目地が無く平坦, 走行時の快適性
  - ・ 短所
    - ひび割れ, わだち掘れ(塑性変形)
- ↓
- 疲労, 剥離, 低温**  
(壊れるのは常に接着剤の部分)
- ↓
- 許容できる変形を抑える(構造・配合設計)  
いつまでも丈夫でしなやかな接着剤



3

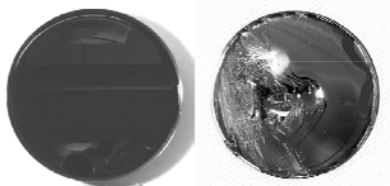
## アスファルト舗装の疲労破壊とその要因

- ・ 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

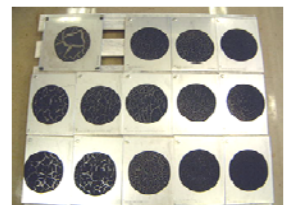
- ・ アスファルトバインダの劣化因子
  - 熱, 酸素, 水, 光(紫外線)
  - 屋外におけるアスファルト被膜の劣化は紫外線が支配的



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/m<sup>2</sup>  
Integrated dose: 120MJ/m<sup>2</sup>  
Black standard temp: 60°C

## アスファルト(接着剤)の劣化試験

- ・ 暴露期間
  - つくば 50, 140
  - 沖縄 89
  - 朝霧 91(日)
- ・ 劣化後試料
  - 粉末化, ひび割れ
- ・ 室内促進劣化試験
  - キセノンランプ
  - 試験条件
    - ・ 照射強度: 700W/m<sup>2</sup>
    - ・ ブラックパネル: 60°C



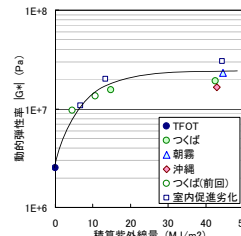
## アスファルト薄膜の屋外暴露試験



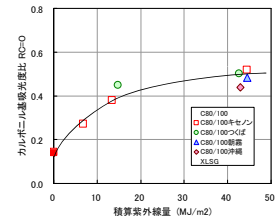
- 供試体設置方法
  - 膜厚100 $\mu$ m、南向き5°
- 暴露試験場所
  - つくば、沖縄、朝霧(富士宮)
- 環境観測: 気温、日射、紫外線、ブラックパネル温度等

## アスファルトは劣化しやすく 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)



## カーボンブラックとは

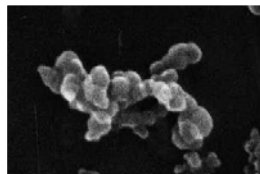
工業的に製造される炭素の微粒子

(すすとは少し違う)

用途:

タイヤ等のゴム用の補強材

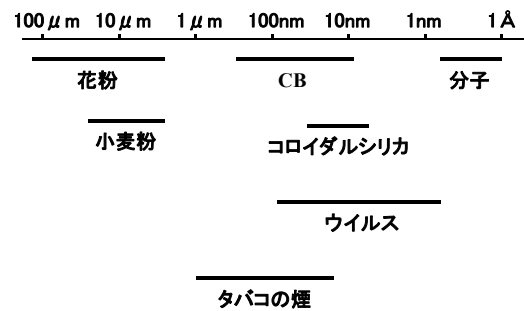
高分子材料の耐候性改善用の充填材



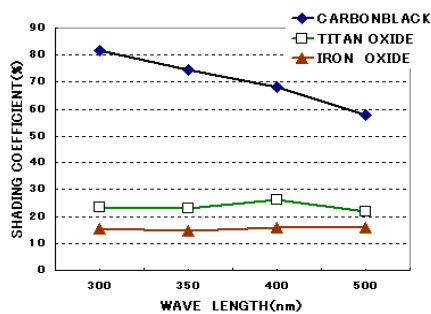
カーボンブラックの電子顕微鏡写真

	炭素分 %	可溶性 有機物 %	表面積 m <sup>2</sup> /g	ぶどう状 炭素 %
カーボンブラック	99	0.13	10~300	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 — ナノ材料 —



## カーボンブラックの紫外線遮蔽効果



## 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)

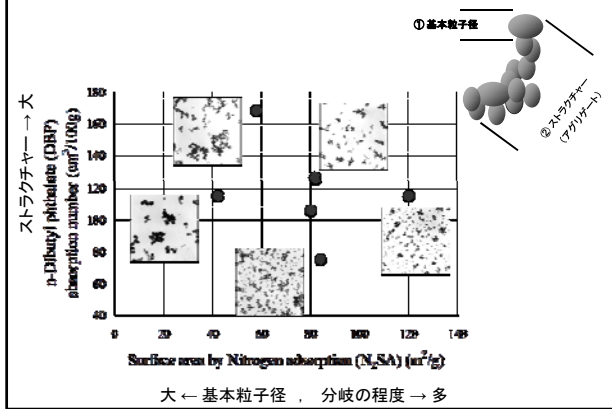
- 純ゴムの強度では実用にならない

→ 補強材 (CB) として強度を向上

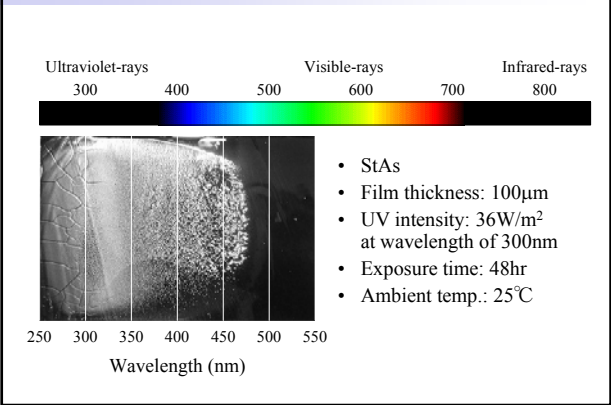
- 体積フィラー効果、ゲル生成による架橋



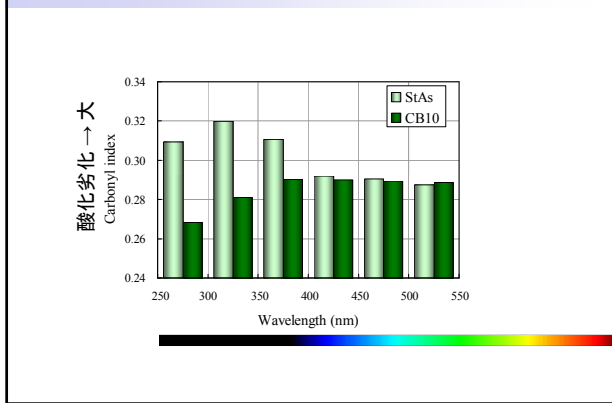
### カーボンブラックの性状マップ



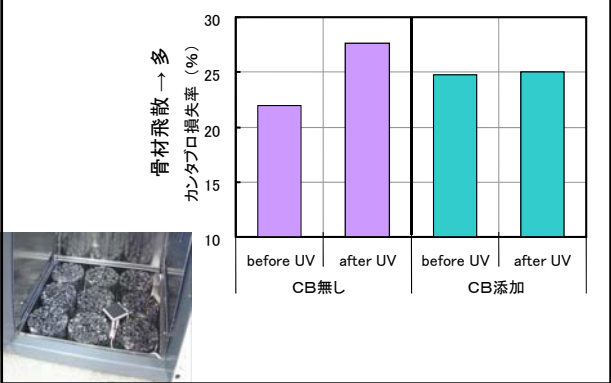
### アスファルトの劣化 光の波長の影響 (分光紫外線促進劣化試験機)



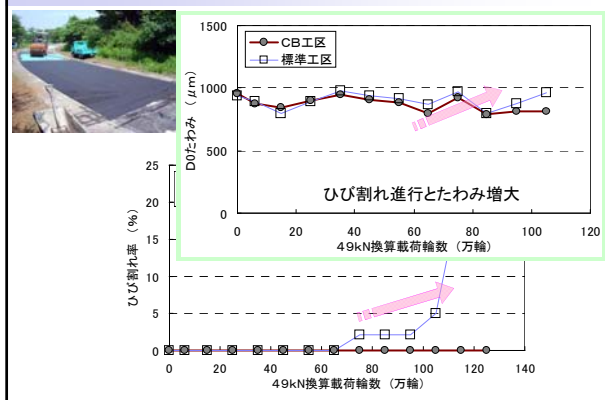
### 分光劣化による酸化指数の変化とCB添加の影響



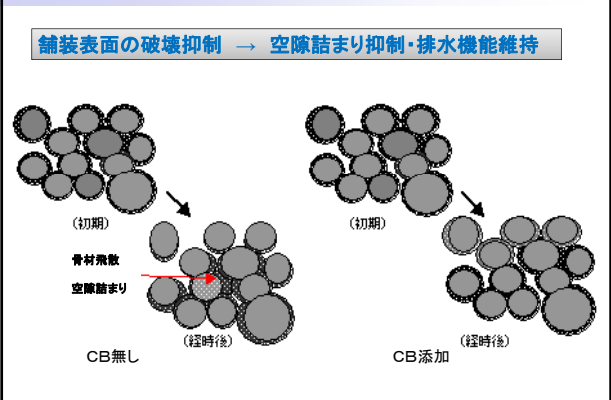
### 紫外線遮蔽材(CB)添加による排水性舗装の骨材飛散抵抗性向上



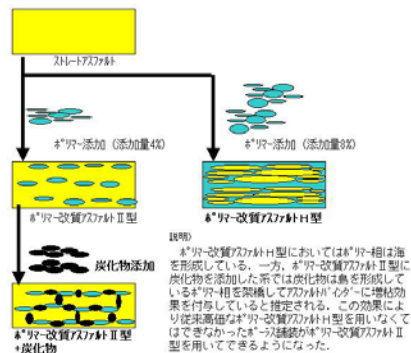
### 土研舗装走行実験場での試験舗装



### アスファルトモルタルの紫外線劣化と対策



### カーボンブラックによるポリマーの架橋効果



### カーボンブラック添加で得られる性能向上

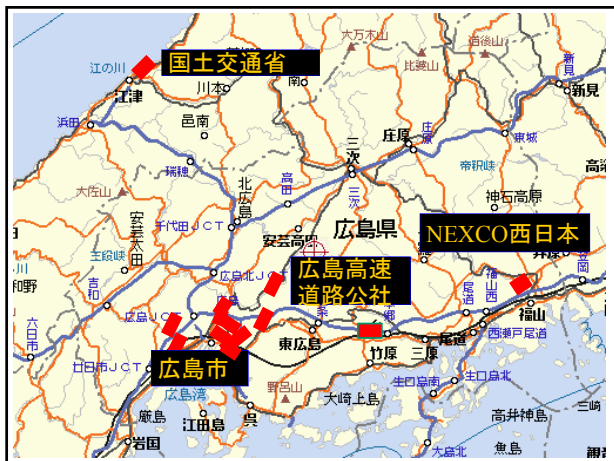
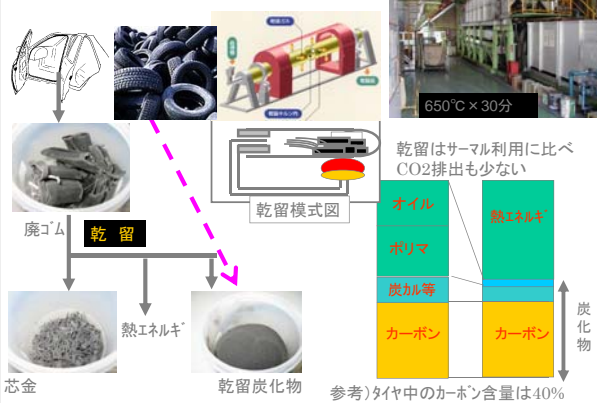
- ・ アスファルト劣化を抑制することによる長寿命化
  - 紫外線を遮蔽し、酸化や分解しにくくする
  - 長期間にわたり適切な弾力性を発揮できる
  - ひび割れや骨材飛散の発生を遅らせることができる
- ・ アスファルト(接着剤)の補強効果
  - アスファルト混合物の性能(塑性変形・低温脆性)向上
  - ポリマー改質剤の効果を向上(少ない添加量で高い性能)

### 事例: 中国地方における再生カーボンブラック(RCB)の利用

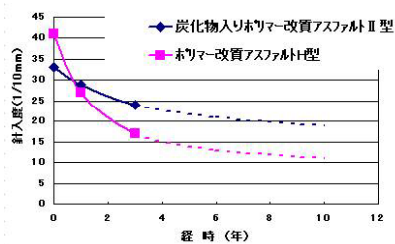
- ・ 広島工業大学(米倉教授ら)
- ・ 道路舗装会社、ゴム会社
- ・ 広島市
- ・ 広島高速道路公社
- ・ 西日本高速道路
- ・ 中国地方整備局



### 廃ゴムを乾留炭化した再生カーボンブラック



### RCBによるアスファルト劣化(針入度低下)の抑制



## 国道9号線での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)



通常の H型改質



RCB添加-II型改質

施工後 48ヶ月 (09.10.12)

施工後 84ヶ月 (12.10.5)

## CB添加舗装の適用性調査

— 中国地整からの受託研究(土木研究所) —

### RCB添加舗装の試験施工4年後の調査

- 耐候性向上効果の確認
- ポリマー補強効果の確認



### 重交通路線への適用

- 耐候性向上による耐久性向上は期待可能
- H型改質への添加効果は期待しにくい

### 中交通路線での機能向上

- 耐候性向上による長寿命化
- II型改質アスによる排水性舗装



### 軽交通路線での耐久性向上

- (要求性能は高くないが維持管理に手をかけられない)
- 耐候性向上による長寿命化

## カーボンブラックの利用方法について

- ・ 耐候性向上のための添加材
  - アスファルト混合所のミキサ上部から投入
    - ・ (着色顔料や剥離防止材等の添加剤手順と同じ)
  - 添加量は合材比0.2wt%程度以下でコスト増は小さい
- ・ ポリマー改質アスファルトの性能向上
  - 改質II型アスファルトで排水性舗装を施工可能
  - ・ 改質アスファルトとの相性を確認しておく必要がある

舗装種類	交通区分	標準的な使用アスファルト (CB無し)	カーボンブラック添加
排水性	重交通	H型-高濃度(高耐久)	△
	一般部	H型	○
	軽交通	II型	○
密結系	重交通	II型、III型	○
	一般部	StAa、II型	○
	軽交通	StAa	○