

# 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
- CBI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

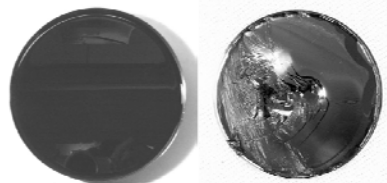
- 長所  
安価, 施工性, 交通開放時間が短い  
目地が無く平坦, 走行時の快適性
- 短所  
ひび割れ, わだち掘れ(塑性変形)  
↓  
疲労, 剥離, 低温  
(壊れるのは常に接着剤の部分)  
↓  
許容できる変形を抑える(構造・配合設計)  
いつまでも丈夫でしなやかな接着剤



3

## 光(紫外線)によるアスファルトの劣化現象

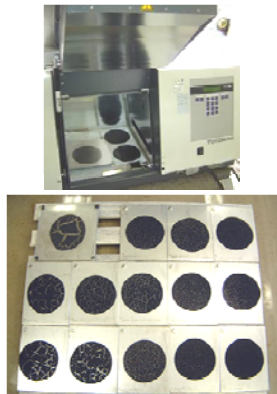
- アスファルトバインダの劣化因子
  - 熱, 酸素, 水, 光(紫外線)
  - 屋外におけるアスファルト被膜の劣化は紫外線が支配的



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/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

- 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
- 屋外暴露期間
  - つくば 50, 140
  - 朝霧 91
  - 沖縄 89 (日)
- 劣化後試料
  - 粉末化、ひび割れ



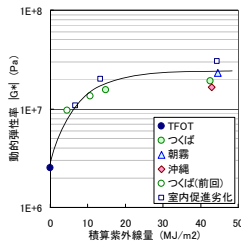
## アスファルト薄膜の屋外暴露試験



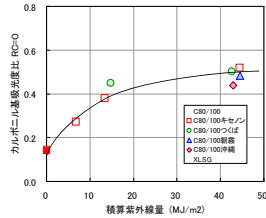
- 供試体設置方法
  - 膜厚100μm, 南向き5°
- 暴露試験場所
  - つくば, 朝霧(富士宮), 沖縄
- 環境観測: 気温、日射、紫外線、ブラックパネル温度等

## 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\*|

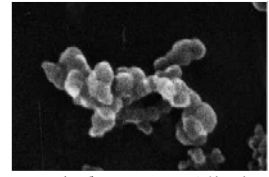


酸化劣化度(赤外吸光)



## カーボンブラックとは —ナノ材料—

工業的に製造される炭素の微粒子  
(すずとは少し違う)

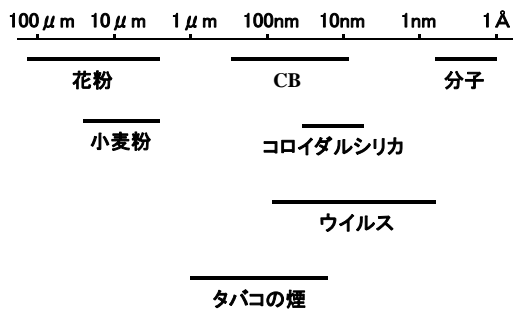


カーボンブラックの電子顕微鏡写真

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

	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
木炭すず	50	15.8	3	0.024
ディーゼルすず	45	51.1	72	51

## カーボンブラックの大きさ —ナノテク材料—

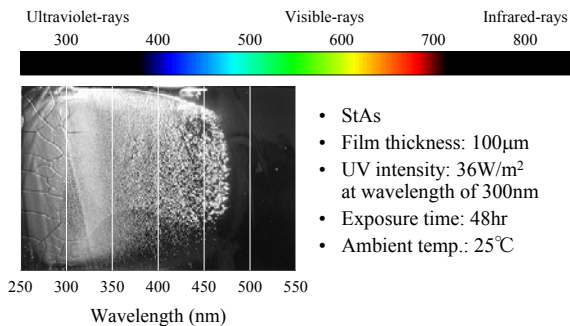


## カーボンブラックの機能と特徴

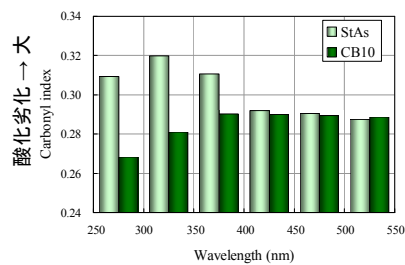
- 紫外線遮蔽性: 高分子材料は紫外線に弱い
  - ポリバケツを屋外に放置すると数年でバリバリ
  - レジ袋は数ヶ月でボロボロ (PE)
- ➔ 紫外線遮蔽材(CB)として劣化抑制
  - 電線被覆等のさまざまな樹脂材料で活用
- 着色性: 黒色顔料
  - ➔ 塗料、トナー、インク
- 補強性: 柔らかいゴム素材を強化(タイヤ等)
  - 純ゴムの強度では実用にならない
- ➔ 補強材(CB)として強度を向上
  - 体積フィラー効果、ゲル生成による架橋



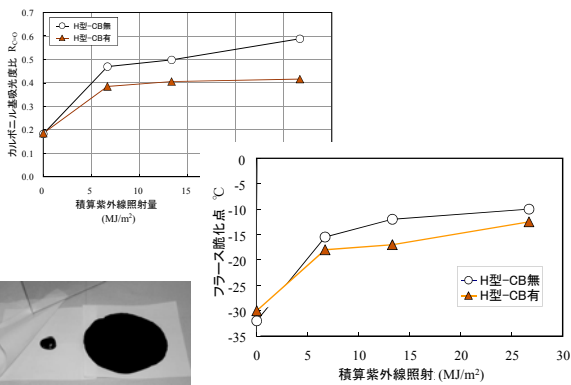
## アスファルトの劣化 光の波長の影響(分光紫外線促進劣化試験機)



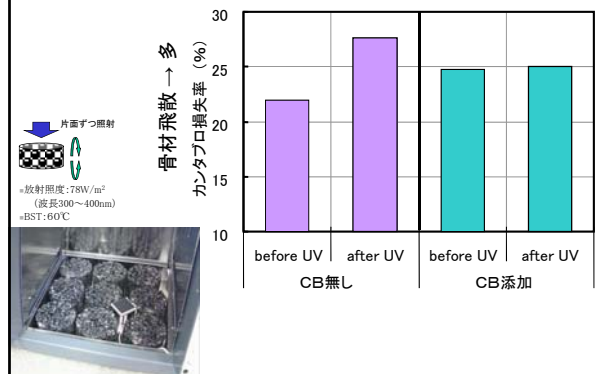
## 分光劣化による酸化指数の変化とCB添加の影響



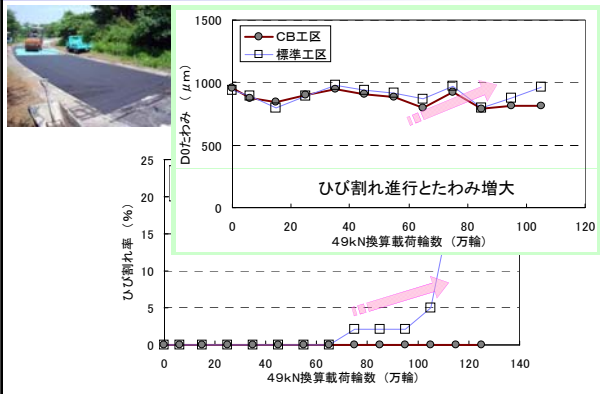
### 紫外線劣化による改質H型の性状変化とCB添加の影響



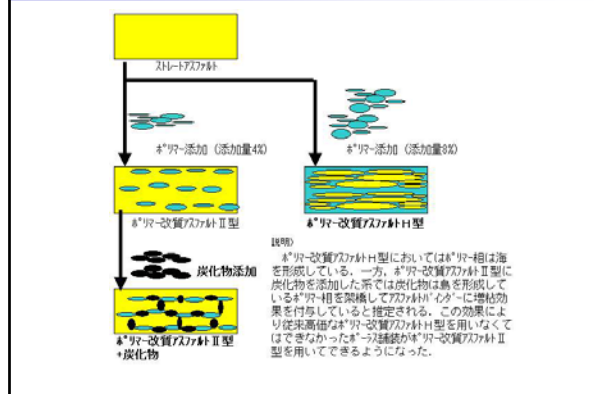
### 紫外線遮蔽材(CB)添加による排水性舗装の骨材飛散抵抗性向上



### 土研舗装走行実験場での試験舗装



### カーボンブラックによるポリマーの架橋効果



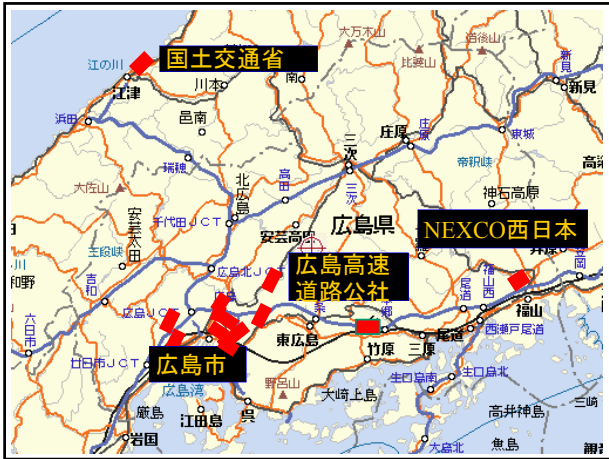
### カーボンブラック添加で得られる性能向上

- 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





### 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
 

(実業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剤
  - 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-高強度(高耐久)	△
	一般部	H型	→ II型で対応可 ○
	軽交通	II型	○
密粒系	重交通	II型、III型	○
	一般部	StAs、II型	○
	軽交通	StAs	○

### 相違点はアスファルト混合所でのCB混入のみ (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

CB: 0%    2%    4%    6%