

新都市社会技術融合創造研究会 令和6年度 新規プロジェクト

募集研究テーマ：

再生骨材の利用に着目した
中温化アスファルト混合物の性能評価に関する研究

研究プロジェクト：

再生中温化混合物社会実装のための
実大走行試験路での耐久性実証試験を含めた研究

代表者： 京都大学 経営管理大学院
教授 山本 貴士

内容

背景、課題及び目的

検討計画

現状の中温化技術の概要

再生中温化における課題および対策

室内評価と実大走行試験路での評価

微視的による検証

本検討で得られる成果

研究テーマの背景及び課題、目的

- アスファルト混合物の製造温度(アスファルトと骨材の混合温度)を低下させる中温化アスファルト舗装技術(以下、中温化技術)は、CO₂排出量の削減や道路分野におけるカーボンニュートラルの達成への貢献が期待されている。
- 再生アスファルト混合物(以下、再生混合物)は、全アスファルト混合物出荷量の約75%を占め、さらに近畿地方整備局管内における再生混合物中の再生骨材の配合割合は、約52%となっている。
- 新規アスファルト混合物においては、製造温度を30℃程度低下した中温化技術が開発され、材料加熱に伴うCO₂排出量を約14%削減できる可能性が示されている。
- 再生混合物の中温化においては、現状では10℃程度の製造温度低下に留まり、品質確認項目やその基準値、および供用後の耐久性についての追跡調査結果は限定的である。
- 本研究では、再生骨材配合率50%以上で、製造温度を20～30℃程度低下させた再生中温化混合物の社会実装を目的として、適切に製造施工するための品質確認項目と基準値を明確にすることを目的とする。加えて実大走行試験路を活用して耐久性を検証することで、社会実装を確実なものとする。
- 再生中温化混合物の実装化に目途がついた段階で、放射光、X線を用いて、非破壊で微視的計測を別途実施し、耐久性に関わる物性的基礎情報を獲得する予定である。

再生中温化混合物社会実装に向けた検討計画

① 文献調査・
事前調査

② 室内評価・
工場試験練り

④ 実大走行試験路
での評価

⑤ 国道での実証試験

⑥ 社会実装

成果物

■現状技術と目標技術の乖離(ギャップ)を明らかにし、解決すべき社会課題を明確化

■素材品質管理基準、施工品質、施工管理基準の検討・整理

■事前に考慮すべき条件(適用範囲、地域性、施工現場条件等)の検討・整理

■新技術、手順の、環境影響、施工可能性および耐久性を評価し、社会実装可能性を評価

■新技術、手順の、社会実装可能性の最終評価

■再生骨材配合率50%以上で、製造温度を20~30℃程度低下させた再生中温化混合物の社会実装

具体例

■CO2削減効果、施工実績、施工性評価、作業環境への影響等

■適用範囲に関する考察(交通条件、環境条件等)

■現在知られている中温化技術を適用した再生混合物を調製し、有効性、実効性を評価する。

■必要に応じて、耐水性強化等の新技術、手順の考案、適用を行う

■工場製造、施工を考慮した、材料品質、製造条件、施工条件において、留意すべき項目の抽出と、基準値案の検討

■実大規模の促進载荷試験走路を用いて、室内および試験練りで有効と考えられる技術の、施工可能性および耐久性を評価し、社会実装可能性を評価する

■新技術、手順の、環境影響、施工可能性、および追跡調査行い、社会実装可能性を最終評価

■設計・施工マニュアル(案、仮称)

■適用範囲(交通量、環境条件など)、設計手順、材料品質、製造条件、施工条件、留意点、基準値

放射光、X線を用いた微視的計測

(再生混合物の現状把握および新技術の有効性を評価)

現状の中温化技術の概要(1/3)

【中温化技術の種類】

- ①発泡系(専用機械式): 添加剤影響が少なく、運用費用が低い
- ②発泡系(添加剤式): 専用機械が不要
- ③粘弾性調整系(添加剤): 専用機械が不要
- ④滑剤系(添加剤): 専用機械が不要

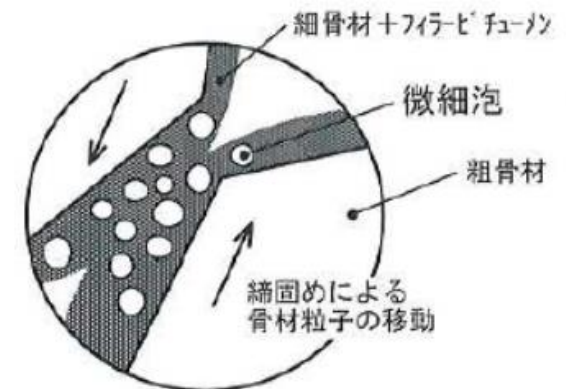
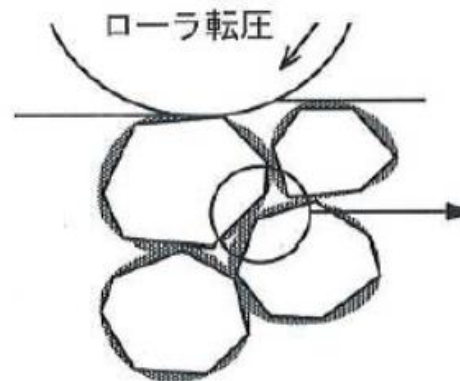
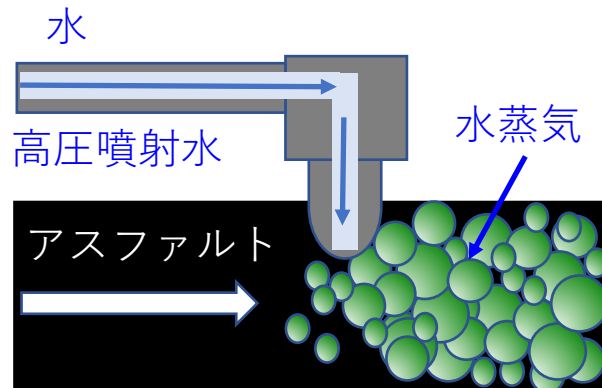
現状の中温化技術の概要(2/3)

発泡系(フォームドアスファルト)

- ・アスファルト中に微細な泡を発生、分散させる技術
- ・泡の働きによって見かけ上のアスファルト容積が増加する
⇒製造時の混合性と施工性が向上する

・アスファルトを発泡させる方法

- ①専用機械を用いて、アスファルト中に水を高圧噴射
- ②特殊添加剤の添加(化学発泡剤など)

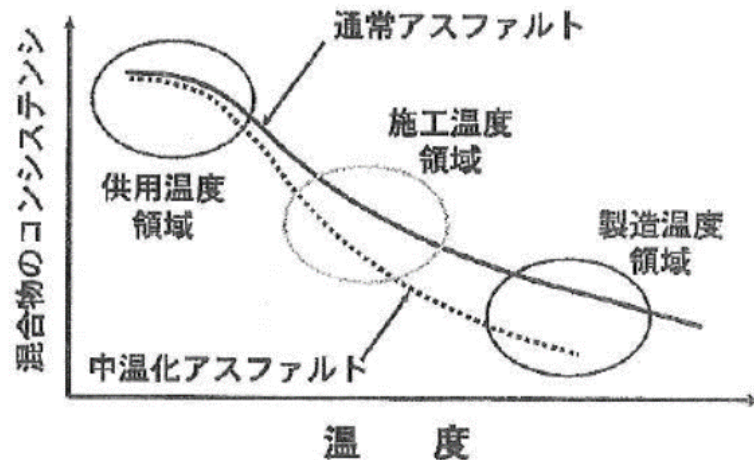


発泡系中温化技術のメカニズム *1

現状の中温化技術の概要(3/3)

③粘弾性調整系

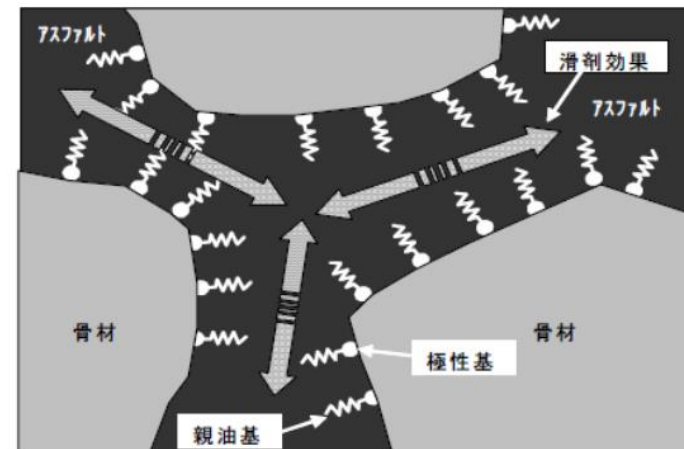
高温時におけるアスファルトの粘弾性を調整することで、製造および施工温度が低減できる



粘弾性調整系技術のメカニズム*1

④滑剤系

アスファルトと骨材の界面の潤滑性を高めることで混合物中の摩擦抵抗を低減させ、施工性が向上する



滑剤系技術のメカニズム*1

*1: (一社)日本道路建設業協会, 中温化(低炭素)アスファルト舗装の手引き, 2012

再生中温化における課題および対応策(1/2)

【課題1】 再生アスファルト混合物の性能低下

- 敷均し温度の低下 → 施工性低下による締固め度不足
⇒耐流動性などの、混合物の性能が低下
- 混合温度が低下 → 混合性が低下 → 混合物が不均質になる
⇒耐流動性や疲労抵抗性などの、混合物の性能の低下が懸念される

【対応策】

(1)混合性・施工性の確保

⇒前述の中温化技術を適用し、効果を確認

(2)再生アスファルト混合物の性能(耐久性向上、劣化抑制)確保

⇒高針入度アスファルトの使用(再生用添加剤の使用量減) *2

*2: (公社)日本道路協会, 舗装再生便覧(令和6年版), 2024

再生中温化における課題および対応策(2/2)

【課題2】 再生混合物への水分の残留

- 混合温度が低下 → 骨材乾燥が不十分 → **混合物中に水分が残留**
⇒ 骨材からアスファルトが剥離しやすくなり、長期的に耐流動性や疲労抵抗性などの、混合物性能の低下が懸念される

【対応策】

混合物の耐水性能の強化

⇒ 水分が残留しても、骨材からのアスファルト剥離を抑制するバインダの適用

再生中温化における課題への対応策 まとめ

【対応策】

- (1) 中温化技術の適用
- (2) 高針入度アスファルトの使用(再生用添加剤の使用量減)
- (3) 水分が残留しても骨材からのアスファルト剥離を抑制する
バインダの適用

室内評価と実大走行試験路での評価計画、評価項目

【室内評価】室内評価項目(案)

- ・耐水性
- ・耐流動性
- ・ひび割れ抵抗性

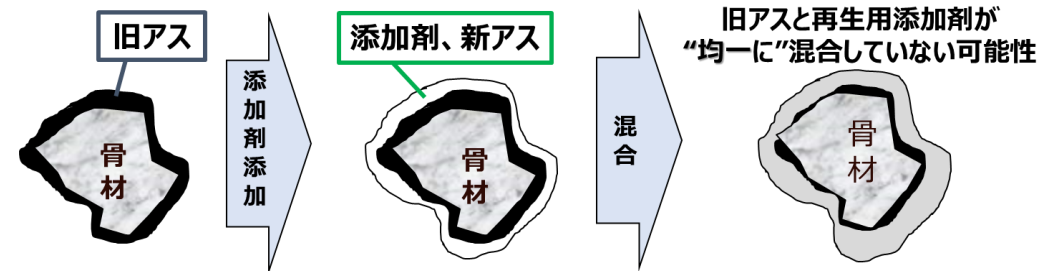
【実大走行試験路での耐久性評価】走行路試験項目(案)

- ・耐水性
- ・耐流動性
- ・ひび割れ抵抗性

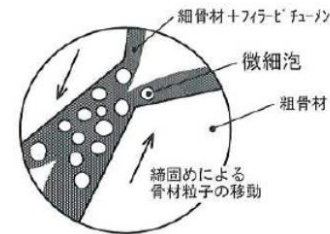
微視的計測による物性的基礎情報の獲得

再生混合物について、放射光やX線を用いて、非破壊で微視的計測を行い、ミクロンオーダー(10^{-6}mm)の情報を得ることで混合部内部の状況を把握し、再生混合物の現状把握と新技術の有効性を評価する。くわえて、耐久性に関わる物性的基礎情報を獲得する

① 再生アスファルトの均一性



② 中温化再生アスファルト中の「フォーム(水蒸気)」の存在の確認

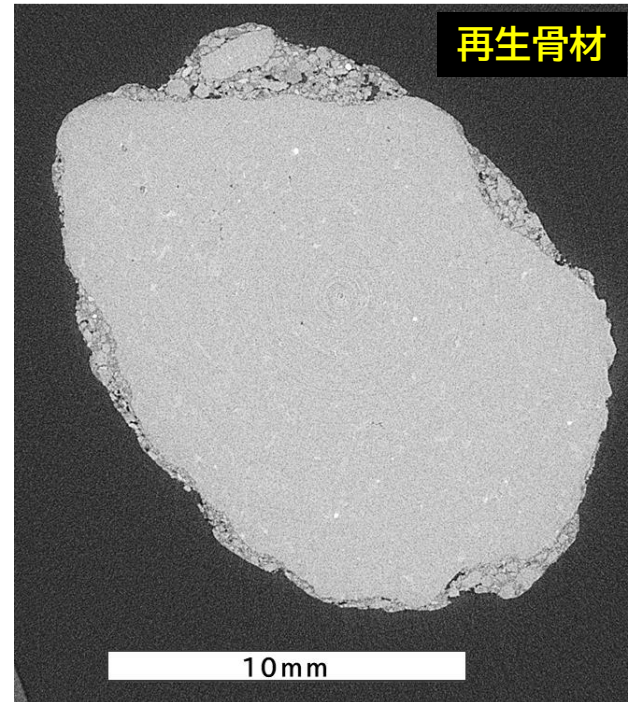


③ 混合物の破壊の形態(起点、進行の様子)の確認

再生骨材の非破壊微視的計測例



可視光画像



X線CT像

再生骨材周囲に、アスファルト
モルタルが付着していることが
確認できる

本検討で得られる成果

- (1) 再生混合物に適用可能な中温化技術の確立によるCO₂排出量の削減、および周辺環境ならびに作業環境の改善
- (2) 再生骨材の利用による資源の有効活用(サーキュラーエコノミーと脱炭素社会実現に貢献)
- (3) 再生中温化混合物を適切に製造、施工するための留意点、手順、品質確認項目と基準値
成果案:「再生中温化アスファルト混合物の設計・施工マニュアル(案、仮称)」
- (4) 再生混合物を非破壊で微視的計測することにより、耐久性に関わる物性的基礎情報を獲得

以上