

## プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト名:「再生骨材を利用した中温化アスファルト混合物の社会実装に向けた、現状課題の抽出から対応策の検討、実大載荷試験に舗装の耐久性評価に至るまでの総合研究」

プロジェクトリーダー

- ・氏名(ふりがな): 山本 貴士 (やまもと たかし)
- ・所属, 役職: 京都大学経営管理大学院教授
- ・(併任)大学院工学研究科社会基盤工学専攻

研究期間: 令和6年8月～令和9年3月

プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)

京都大学, 金沢工業大学, (公財)高輝度光科学研究センター, 大成ロテック(株), 前田道路(株), 出光興産(株)

プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景, 目標等)

本研究は, 舗装事業における循環型社会ならびに脱炭素社会の実現に向けて, 再生骨材配合率 50%以上かつ製造温度を 20～30℃程度低下させて製造した再生中温化アスファルト混合物の社会実装を目的とする。研究の特徴として, 適切に製造施工し必要性能を有する舗装を得るための適用条件の明確化, 品質確認項目と基準値の明確化, 実大試験路を活用した耐久性検証, SPring-8 の放射光による微視的計測を行うことで, 社会実装を確実なものとする。

プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)

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実現するため, 既往中温化技術の検証に加え, 次の3点を含む研究を行い成果を得ることを目指す。

1. 中温化効果の増大, 再生中温化混合物の耐久性の向上, および混合物全体に新規アスファルト等を均一に混合させるため, 高針入度アスファルトを用いた配合, ならびにフォームド技術の適用を検討する。くわえて, 中温化に伴う水分量の増加による損傷を抑制するため, 骨材とアスファルトの結合を高め, 剥離抵抗性を向上させるアスファルト改質剤の適用も併せて検討をおこない, 再生混合物の耐久性向上を図る。

2. 中温化再生混合物の実現可能性を高めるため, 実大規模の実験走路(図 1)にて荷重車走行を行う。ここでの促進載荷による耐久性評価をとおして, 国道での実証試験に耐え得る技術の完成をめざす。

3. 本研究プロジェクトにおける再生中温化混合物の実装化に目途がついた段階で, 大型放射光施設 SPring-8 の放射光を用いた混合物の微視的計測を別途実施し, 新技術の効果確認を行うとともに, 再生中温化混合物の耐久性に関わる物性的基礎情報を獲得する予定である。なお図 2 に SPring-8 を用いた微視的計測の例として, 新規混合物の可視光画像とその線 CT 像を示す。

これらの研究により, 必要性能を有する再生中温化舗装を得るための適用条件の明確化, 製造, 施工時の品質確認項目と基準値の明確化を行い「設計・施工マニュアル(案, 仮称)」をまとめ, 中温化再生混合物の普及促進ならびに, 舗装再生便覧の次期改訂に備える。



図 1 次世代舗装実験走路  
(大成ロテック提供)

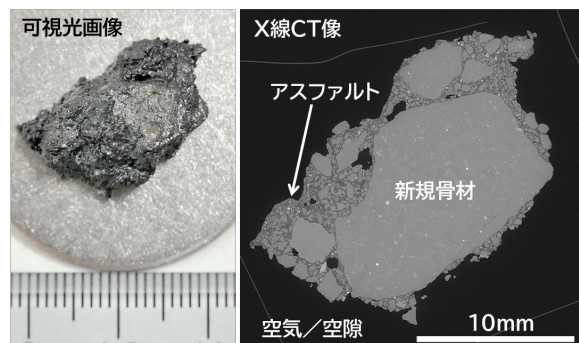


図 2 新規混合物 X 線 CT 像(断層像)

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

今年度は当初計画において、実大試験路を活用した耐久性検証を開始することを目的としたが、試験路の供用開始時期が遅れたことから、主に X 線、放射光を用いて非破壊でアスファルト混合物内部の微視的計測を行い、次年度に行う実大試験路を活用した耐久性検証に供する混合物の選定を行った。

1.令和 6 年度施工箇所の微視的計測

福知山河川国道事務所のご協力のもと、国道 9 号に令和 7 年 1 月 14 日に再生骨材配合率 50%の再生混合物を通常混合温度で試験施工した。施工直後の試験工区および同日施工した隣接する工区(改質再生)のコアサンプルを採取し、SPring-8 において微視的計測を行い、供試体の一定体積中に存在する空隙個数および体積を抽出する解析を行った。試験工区と比較工区では、空隙体積および個数の分布が異なり、比較工区の方が多くの空隙があることが分かった(図 3)。供用後の供試体の評価に適用できると考える。

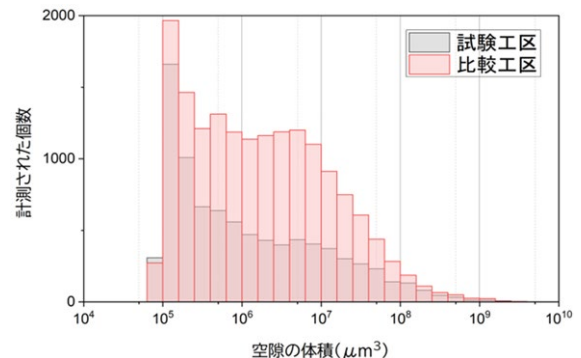


図 3 試験工区と比較工区の空隙体積と個数分布

2.再生混合物の均一性の検証

新規および再生混合物について室内作製供試体に対して曲げ疲労試験を行い、それぞれの供試体内部の空隙の形状等を SPring-8 を用いて計測、解析し、ひび割れ発生要因を考察した。その結果、再生混合物と新規混合物とでは、ひび割れ発生要因およびその進展メカニズムが異なることが示唆された(図 4)。新規混合物においては、骨材からのアスファルト剥離がひび割れの主要因と考えられ、再生混合物においては、剥離も起点となるが、モルタル内部もしくはその周囲で凝集破壊が発生し、面状に破壊が拡大することが剥離の起点と考えられる。また凝集破壊は再生骨材表面の旧アスファルト等と、新アスファルトあるいは再生用添加剤の接触界面で発生していると考えられるため、繰り返し载荷により弾性率変化の大きい界面に応力集中し面状の破壊が発生したと考えられる。

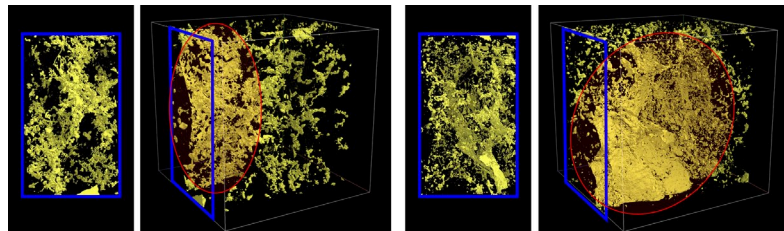


図 4 新規および再生混合物の 3D 空隙分布

3. 実大走行路での耐久性評価に向けた配合検討

実大走行路での耐久性評価に向けた配合検討として、出荷プラントで使用する素材を用いて再生骨材配合率 50%の再生混合物を作製し、载荷応力を一定とした曲げ疲労試験を 5°Cで行った。評価混合物として、圧裂係数による配合設計を行った再生混合物 1、また微視的計測の知見をもとに考案した作製プロセスである、再生用添加剤を使用せず共有結合による剥離抑制を施したストアスのみを用いて作製した再生混合物 2、を評価した(図 5)。なお再生混合物 2 は、アスファルト量を変化させた際のマーシャル特性値の共通範囲の中央値を最適アスファルト量とし、作製においては再生骨材に新アスを予混合した後に、新骨材を混合するプロセスを採用した。

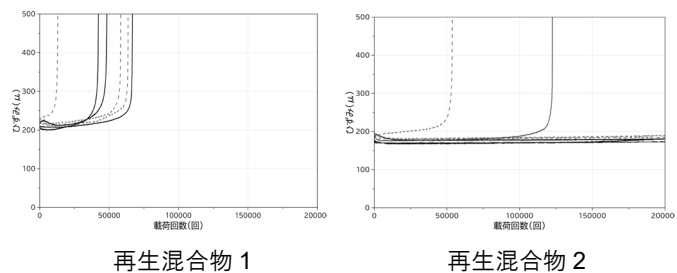


図 5 载荷回数とひずみの関係(応力一定評価)

その結果、再生混合物 2 は再生混合物 1 と比較し、有意な曲げ疲労抵抗性の向上が確認できた。すなわち再生混合物の作製プロセス、素材として、再生用添加剤を独立して別に投入せず、他のアスファルト等と混合して添加することで、再生混合物内部の均一性を向上させ、さらに共有結合による剥離抑制を施すことで曲げ疲労抵抗性を向上させることが可能なことが示唆された。

これらの知見をもとに混合物の最適化を行い、次年度に実大走行路での施工、性能評価を行う。