

天然・植物由来バイндаを用いた混合物のリサイクル適性に関する検討

日本道路（株） 技術研究所 ○青江 悠李
青柳 佳祐，藤井 洋志

1. はじめに

我が国の道路インフラは、1960年代以降にアスファルト舗装を中心に急速に整備されてきた。これは、舗装技術の進歩に加えて、原油やアスファルトの輸入が容易になったことに起因する。しかし、昨今の社会情勢を鑑みると、原油調達の不安定さや石油精製技術の向上によるアスファルトの目的生産物化などの理由から、アスファルトの生産量は年々減少傾向にある。また、我が国が批准するパリ協定などに関する気候変化への対応の観点からも、石油アスファルトに代替可能な新たなバイндаの開発が求められている。このような背景から、筆者らはカシューナッツの殻などを原料にした天然・植物由来のバイнда（以下、BB）について検討し、石油アスファルトの代替材料としての可能性を見出してきたり。他方で、これら新材料を用いた舗装に関する長期的評価については報告が少なく、特に再資源化に関する検討はインフラ整備の持続可能性の観点から必須と考えられる。そこで、本検討では、BBを使用した混合物を用いたリサイクル適性について検討した。

2. 検討方法

混合物のリサイクル適性を検討するに当たり、発生材の調達が必要となるが、BBを用いた混合物の劣化発生材の調達が困難であることや、今後開発される新技術における同様の検討への適用性などを鑑みて、室内強制劣化による検討を試みた。検討フローを図1に示す。

本検討では、既往の研究を参考にアスファルトを100%の割合でBBに代替した新規密粒度混合物（13）を作製し、ほぐした状態で110°Cの熱風循環式乾燥炉内で強制劣化を行った。所定時間加熱養生した混合物（以下、模擬発生材）について、抽出試験によるバイнда量の確認を行うとともに、回収したバイндаの針入度試験を行い、旧バイндаの劣化程度を確認、把握して使用することとした。

模擬発生材を用いた再生密粒度混合物（13）の配合設計は、模擬発生材の混入率を変化した上で、設計針入度を50に設定した。本検討では、基本特性を評価するために、針入度法による設計針入度への調整を行うこととし、再生用添加剤を用いず、新BBにより行った。混合物性状の評価方法は、マーシャル安定度試験、ホイールトラッキング試験（以下、WT試験）および圧裂試験とした。なお、ストレートアスファルト80/100（以下、ストアス）を用いて同様の試験を実施し、一般的な再生アスファルト混合物の性状を参考に検討方法の妥当性などを判断することとした。

3. 検討結果

3-1. 模擬発生材の針入度

模擬発生材は、実際の劣化状態や繰り返し再生などによる影響を考慮したアスファルト再生骨材の品質目標値を参考に、針入度25±5を目標に熱風循環式乾燥炉内で加熱養生して製造した。加熱養生時間を変化して得られた旧バイндаの針入度試験結果を図2に示す。図2の結果より、BBおよびストアスの針入度は、それぞれ養生時間15時間、10時間までに顕著に低下し、その後は30時間まで緩やかに針入度が低下する傾向を示したが、本条件においては、ストアスに比較してBBの方が熱の影響による劣化が顕著に生じる可能性が示唆

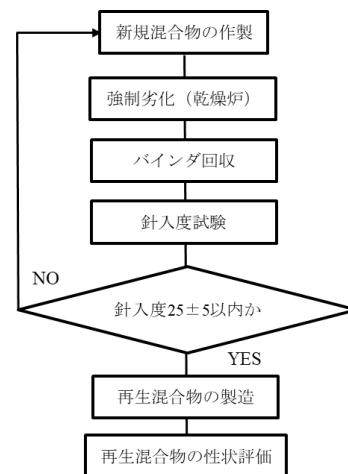


図1 検討フロー

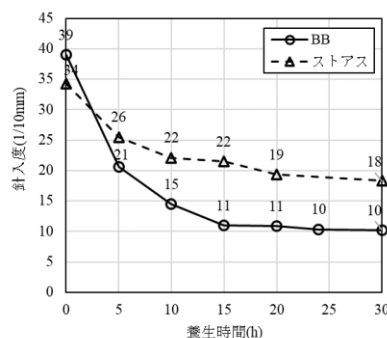


図2 加熱養生後の針入度

された。本検討では、旧バインダの目標値を勘案して、110°Cにおける加熱養生時間を5時間に設定することとした。

3-2. 混合物の配合試験

製造した模擬発生材を使用して、BBとストアスを用いた再生混合物の配合設計を実施した。本検討では、模擬発生材の混入率を30、40、50%に変化して供試体を作製し、各配合における設計バインダ量を求めた。その結果を表1に示す。

模擬発生材の混入率に対する旧バインダ量と設計バインダ量の変化の傾向は、BBとストアスによる違いはなく、混入率の増加に対応して旧バインダ量は増加し、これに対し設計バインダ量は、0.1~0.2%増加することを確認した。

3-3. 基本性状

設計バインダ量で作製した再生混合物のマーシャル安定度試験とWT試験の結果を表2に示す。

表2の結果より、BB、ストアスともに再生混合物のマーシャル安定度試験に関する基準値をすべて満足することが確認された。また、WT試験の結果からBBの動的安定度（以下、DS）は2,400~5,700回/mm程度の値を示したのに対して、ストアスのDSは600回/mm程度であり、顕著に低い値を示した。これは、新規混合物においてBBを用いた場合、ストアスを用いた混合物よりDSが高くなることを確認しており、その結果と一致する。BBの混入率50%のDSが40%より低くなったことについては、40%の条件で締固め性が高いこと、バインダ量が多いことに起因すると考えられるが、再現性を含めて詳細な検討の余地があると考えられる。

3-4. 圧裂係数

上記の結果に基づき、各配合の混合物の圧裂係数の確認を行った。なお、設計針入度に対応する設計圧裂係数である1.10~0.80（一般地域）を目標値とした。圧裂試験の結果を図3に示す。

BB、ストアスともに圧裂係数はすべての発生材混入率で目標値の範囲を下回る結果を示した。この結果については、混合物のバインダ量が多いことが原因と推察されるが、設計針入度に対する実際の針入度の確認などを行い、原因の把握を試みる。これらの結果から、詳細について検討の余地はあるものの、概ねストアスの再生混合物における適用可能性が示され、検討方法については一定程度の妥当性があるものと考えられる。

4. まとめ

石油アスファルトの代替材料として期待される天然・植物由来バインダを用いた混合物のリサイクル適性およびその評価方法の妥当性について評価した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 室内で得られた模擬発生材を使用して製造した再生混合物は、従来の再生加熱アスファルト混合物の配合設計手法が適用可能である
- 2) 模擬発生材の混入率が30~50%の範囲で再生混合物の基準を満足する
- 3) BBを用いた再生混合物の性状は問題なく、リサイクル適性がある可能性が示された

本研究では、今後、実際に生じる発生材を用いて実環境におけるリサイクル適性を確認するとともに、室内における評価方法の改善を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 濱野悠弥ほか、環境改善に寄与する石油代替バインダを用いた加熱混合物、第35回日本道路会議論文集、3155(2023)

表1 配合試験結果

項目	BB			ストアス		
模擬発生材混入率 (%)	30	40	50	30	40	50
旧バインダ針入度	21			26		
設計針入度	50					
旧バインダ量 (%)	1.7	2.3	2.9	1.8	2.4	2.9
設計バインダ量 (%)	5.6	5.7	5.8	5.6	5.6	5.7

表2 混合物性状試験結果

項目	BB			ストアス		
模擬発生材混入率 (%)	30	40	50	30	40	50
密度 (g/cm ³)	2.388	2.399	2.389	2.399	2.402	2.395
空隙率 (%)	3.5	3.1	3.4	3.1	3.1	3.5
飽和度 (%)	78.8	81.2	79.8	80.7	81.1	79.0
マーシャル安定度 (kN)	9.1	10.4	8.8	9.0	9.7	9.7
フロー値 (1/10mm)	30	33	36	36	30	30
動的安定度 (回/mm)	3,000	5,725	2,425	450	625	610
最終変形量 (mm)	2.8	1.8	2.9	6.9	6.0	6.4

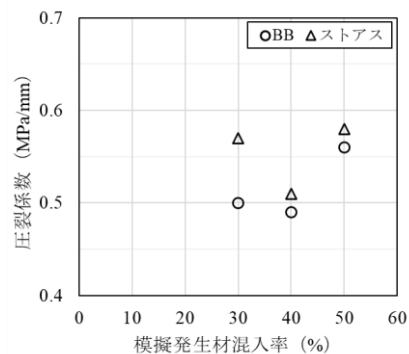


図3 圧裂試験結果