

12.5 劣化アスファルト舗装の再生利用に関する研究(2)

研究予算: 運営交付金

研究期間: 平 18 ~ 平 21

担当チーム: 材料地盤研究グループ(新材料)

研究担当者: 西崎到、佐々木巖

【要旨】

近年、繰り返し再生されたアスファルトやポリマーを含むアスファルトの増加などの理由により、舗装発生材に含まれるアスファルトの針入度が低下傾向にあり、このままでは、再生アスファルト混合物に使用できる舗装発生材が減少するおそれがある。

本研究では、針入度の低い舗装発生材をより高度に利用するために、品質規定の見直しなども含む技術開発を行うことを目的として実施している。平成 20 年度は、舗装発生材の品質評価方法の検討、および再生用添加剤の適用性に関する検討を行った。その結果、圧裂試験により再生骨材中のアスファルトの劣化度を評価できる可能性があることがわかった。また、再生用添加剤では、混合物試験の結果などから繰り返し再生を考慮した評価の必要性などが見いだされた。今後は、再生用添加剤の適用限界の検討を進めるとともに、評価試験方法ならびに利用基準を整備する必要がある。

キーワード: リサイクル、繰り返し再生、再生アスファルト、再生アスファルト混合物、再生用添加剤

1. はじめに

昭和60年頃に本格化した舗装のリサイクルは現在では広く浸透し、アスファルト舗装発生材の99%以上が再利用(H14年以降)されている。このため、修繕工事等で発生するアスファルト塊や路面切削材等の舗装発生材は、繰り返し再生されて劣化が進んでいることが懸念されている。

一方、舗装の高耐久化、多機能化が求められる場面が増え、熱可塑性エラストマ等のポリマーを添加することにより改質されたポリマー改質アスファルトが使用される場面も増えている。これに伴い、このポリマーを含む舗装発生材も増加しつつある。

現在、舗装発生材からの再生アスファルト混合物の製造においては、発生材に含まれるアスファルトの針入度が20未満のものは原則として使用できないこととなっている。しかし、上記のように、繰り返し再生されたアスファルトやポリマーを含むアスファルトが増加したことなどの理由により、この針入度が低下傾向にある。このままでは、再生アスファルト混合物に使用できる舗装発生材が減少し、再生利用率も低下するおそれがある。

本研究では、針入度が低下したアスファルト舗装発生材をより高度に利用するために、品質規定の見直しなども含めた技術開発を行うことを目標に、再生材料の評価法および利用法の実験検討を実施している。劣化アスファルトを再生利用する場合に懸念される、疲労破壊性状を簡便に評価できる新たな品質評価試験方法と配合設計手法の設

定を目的にこれまで試験研究を続けてきている。

平成 20 年度は、再生利用における品質評価方法の検討として、中間処理施設で製造される劣化アスファルトを含む再生骨材への新しい評価方法の適用性の検討、および繰り返し再生利用における再生用添加剤の適用限界の試験評価を行った。

2. 再生骨材中の劣化アスファルトの品質評価方法

2.1 検討の概要

低針入度化したアスファルトを再生しても疲労性状に劣ることが多く、早期にひび割れが発生し損傷する可能性が高い。このため現時点では、原則として混入量等にかかわらず再生骨材の使用可否を定めるための針入度20の下限値が規定されている。

アスファルト舗装発生材の再生利用にあたっては、溶剤によりアスファルトバインダを回収し、針入度により評価しているが、煩雑で手間がかかるほか、ポリマーを含む場合には正確な品質評価が困難な場合がある。そこで、これに代わる簡易に評価法として圧裂試験が期待されている。本研究では、日本アスファルト合材協会との共同研究により、圧裂試験の適用性について実験検討を実施し、これまでに配合設計における目標値や再生用添加剤の添加量決定方法を見いだしている。平成 20 年度には、この検討の継続として、再生骨材中の劣化アスファルトの、針入度にかかわる品質指標としての、圧裂試験の適用性を検討した。

2.2 試験方法

再生資材の品質基準を有効に運用するためには、品質指標として用いる評価法が、再生骨材の粒度やアスファルト量、あるいはアスファルトの種類にかかわらず、アスファルトの劣化度を推定できるものである必要がある。このため、実験室で促進劣化させた試料の圧裂試験(図-1)を実施し、針入度と圧裂性状との関係を把握した。さらに、実際の現場抜き取り試料によりその適用性を確認した。

2.2.1 室内促進劣化試料

アスファルト混合物を実験室内でオープン劣化させることにより針入度の異なる劣化アスファルト混合物を調整した。アスファルトの種類はストレートアスファルト(以下、ストアス)60/80 および改質アスファルト 型の2種類とし、混合物は密粒度アスファルト混合物(13)とし、アスファルト量を 4.0% から6.0%まで0.5%きざみで5段階変化させたものを使用した。アスファルト量ごとに3水準の促進劣化試料を調整し、各劣化水準につき3個の圧裂試験供試体から得られた試験結果から、図-2のように針入度(20, 15, 10)ごとの圧裂スティフネス値を内外挿により求めた。

2.2.2 プラント再生材試料

実際の供用環境で自然劣化した再生材への適用性の確認として、プラントからの抜き取り試料について同様に試験した。日本アスファルト合材協会の全国各地の再生プラントから、劣化アスファルトを含む再生骨材を42試料採取して試験に用いた。

評価対象となる劣化したアスファルト混合物は、採取した再生骨材を165 で両面75回突き固めてマーシャル供試体を作製し、20 で圧裂試験を行った。あわせて、この再生骨材から劣化アスファルトを溶剤抽出し、針入度とアスファルト量を測定した。

2.3 試験結果

2.3.1 室内促進劣化試料

アスファルト量と圧裂スティフネス(図-2の結果から求めた各針入度の値)の関係を、アスファルト種および針入度ごとにプロットしたものが図-3である。この図から、アスファルトが劣化し針入度が低下するほど圧裂スティフネスが大きくなり、その関係はアスファルト量には大きな影響を受けないことがわかる。また、改質アスファルトはストアスに比べると、圧裂スティフネスが同程度でも針入度は小さいが、これは、改質アスファルトは針入度が小さくてもポリマーの効果により性能は保たれているという、これまでの知見と整合している。

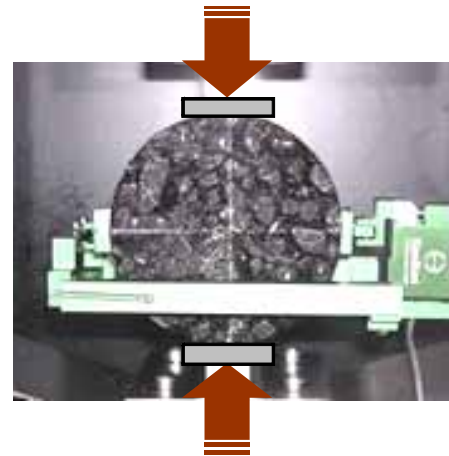


図-1 アスファルト混合物の圧裂試験

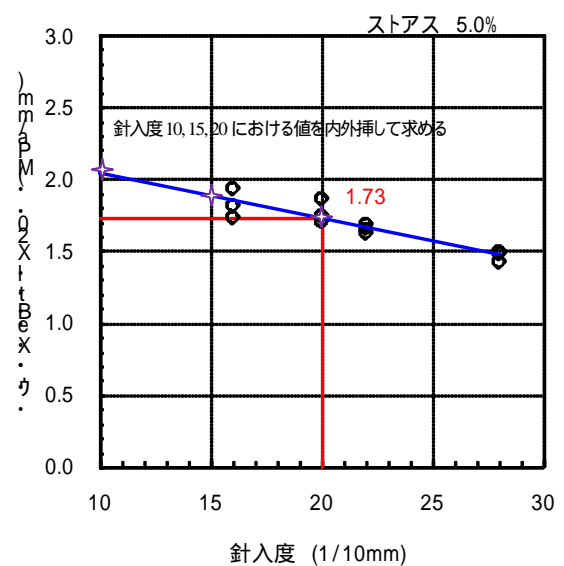


図-2 針入度と圧裂スティフネスの関係の一例(ストアス5%の場合)

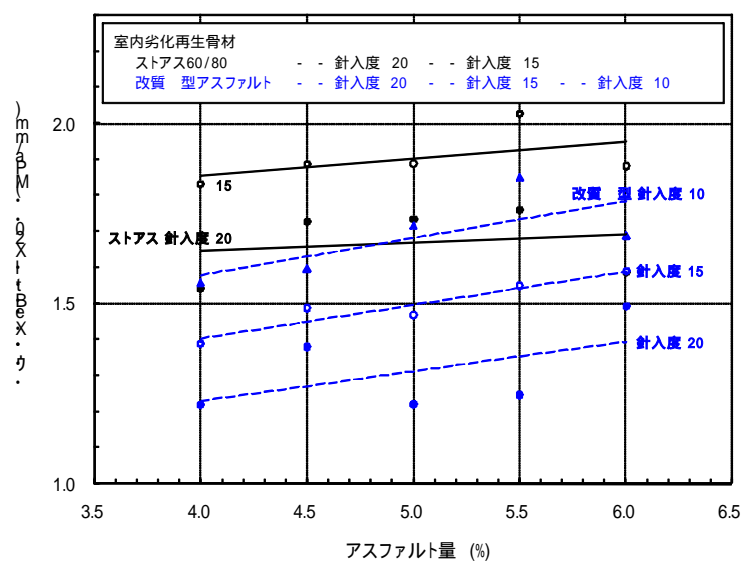


図-3 アスファルトの劣化レベルと圧裂スティフネス

ストアスの針入度20に相当する再生骨材の品質基準を圧裂スティフネスで設定しようとする場合、たとえば1.6MPa/mm付近にしきい値があるものと見られる。この場合、改質アスファルトでは針入度10~15になるとみられ、昨年度実施した疲労試験等による改質アスファルトの耐久性の目安とも一致する。ただし、試験条件や配合条件等による変動も予想されるので、これらを勘案した試験を継続して、より多くのデータをもとに慎重に設定する必要がある。

2.2.2 プラント再生材試料

実道の供用環境で自然劣化した再生材の劣化レベルと圧裂試験性状との関連を、室内劣化試験結果(近似線)とともに図-4に示す。

アスファルト塊から中間処理施設で再生された材料は、アスファルト量は一樣でなく、その劣化度により圧裂スティフネスの値も幅をもっている。針入度と圧裂スティフネスの関係をみると、劣化が進み針入度が20未満に低下したものの(赤丸)は圧裂スティフネスの値が母集団の分布のうち大きい側に集中して測定されることがわかる。さらに、試料によるばらつきはあるものの、室内劣化のストアス針入度20の線が、プラント再生材の針入度20未満の分布付近を通ることがわかる。したがって、針入度20基準に相当する資材評価を、圧裂スティフネスによって規定できそうなことがわかった。今後、試験の有効性、試験条件、誤判定の率などを考慮した検討を進め、実用的な品質規格の提案につなげる必要がある。

3. 再生用添加剤の品質と適用性

3.1 検討の概要

劣化の進んだアスファルトには、通常、軟化剤(若返り材)を混入して再生アスファルト混合物を製造する。これらの軟化剤のうち軽質オイル等の再生用添加剤は、劣化硬化したアスファルトを見かけ上軟化させる効果はあるものの、その品質や添加量が舗装の耐久性等に与える影響については不明な点が多い。過度に劣化したアスファルトに再生用添加剤を多量に添加し、針入度の値のみを確保することは、舗装用アスファルトとしての品質のバランスを欠き、十分な性能と耐久性を確保できなくなる懸念される。

一方、オイル等の再生用添加剤ではなく、新アスファルトを添加することにより再生する手法がある。軟質なアスファルトの添加は、再生アスファルトの品質や成分バランスを著しく乱すことはなく、バインダ性能や耐久性、繰返し再生への適用性に優れるものと考えられる。

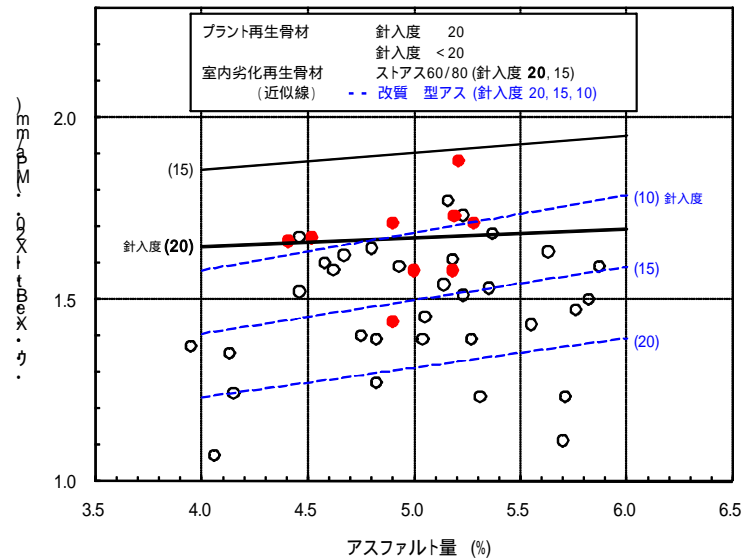


図-4 アスファルトの劣化レベルと圧裂スティフネス

そこで、これらの軟化剤の添加が舗装用バインダとしての品質の変化、特に繰返し再生における再生利用限界に与える影響を把握して適用性の基準を提案するための資料とすべく材料試験を行った。

3.2 試験方法

促進劣化と再生(軟化剤の添加混合)を繰り返してバインダ性状ならびに混合物性状の品質変化を試験した。この繰返し再生試験は、アスファルトバインダのみの劣化試験とアスファルト混合物を用いた劣化試験を実施した。

バインダのみによる劣化試験は、アスファルト試料を薄膜加熱および加圧劣化(PAV)試験により劣化させ、針入度と軟化点の変化を測定した。これに軟化剤を添加して再生し、促進劣化および性状測定を繰り返した。

混合物試験は、アスファルト混合物を加熱オープンにて促進劣化させ、これを再生する操作を繰り返した。各段階で圧裂試験と、抽出回収したアスファルトの針入度と軟化点を測定した。

再生アスファルトの調整に使用した軟化剤は、オイル系再生用添加剤、軟質アスファルトである。バインダ試験、混合物試験には、同じアスファルトおよび軟化剤を使用した。

再生における劣化アスファルトの混入率は、いずれの試験も60%として行った。配合条件は3種類とし、試料Aは再生用添加剤のみを用いて再生、試料Bは再生用添加剤と軟質アスファルト(針入度150/200)を併用、試料Cは軟質アスファルト(針入度400程度)のみを添加して再生したものである。混合物試験はBとCについて実施した。

3.3 試験結果

図-5に、繰り返し再生したアスファルトならびに混合物から抽出回収したアスファルトの性状を示す。バインダ試験と混合物試験の劣化条件が異なることから、劣化後の針入度は、バインダ試験で15~20、混合物試験では20~30となった。再生アスファルトの針入度は、それぞれ40~50、50~60程度であった。再生アスファルトの調整では針入度を指標にするため、軟化剤配合による再生後の針入度には変化は生じないが、劣化後の針入度は僅かに上昇傾向にあるともいえる。

バインダ試験での軟化点の変化(図-6)をみると、再生時に針入度が高くなったにもかかわらず、軟化点も高めに変化してゆく傾向が見られる。針入度が上がると軟化点は下がるのが一般的であることから、このような変動は、過度に劣化した成分の蓄積等により再生されたアスファルトの質が変化し、脆くなっているものと考えられる。特に、オイル系軟化剤のみを使用した試料Aでは繰り返し再生に伴う軟化点の上昇が顕著である。ストアスの試験値として80を超える軟化点は著しく異常であり、繰り返し再生によりアスファルトがかなり硬く変質していることが伺える。

混合物試験での軟化点の変化(図-7)では、バインダ試験ほどの軟化点の上昇はみられないものの、オイル系添加剤を使用した試料Bでは、繰り返し回数が3回を超えると軟化点が上昇の傾向を示している。これは、混合物の劣化条件が比較的緩やか(劣化後針入度で25~30程度)であったことが影響しており、針入度が20を下回るような繰り返し劣化を行った場合には、軟化点の上昇はより顕著になるものと考えられる。

図-8に、繰り返し再生した混合物の圧裂試験結果を示す。繰り返し回数が少ない場合は軟化剤の種類による差異は見られないが、オイル系の軟化剤を使用すると、再生後の圧裂スティフネスの値が漸増することがわかる。前述の通り、圧裂スティフネスの基準値は1.6MPa/mm程度にあるものとみられ、繰り返しによる使用限界を考慮する必要がある。

このように、繰り返し再生により元のアスファルトとは異なる性状に変化する傾向がみられ、アスファルトに比べてかなり軽質で成分構成も異なる再生用添加材を使用すると、その影響が特に顕著であることがわかった。

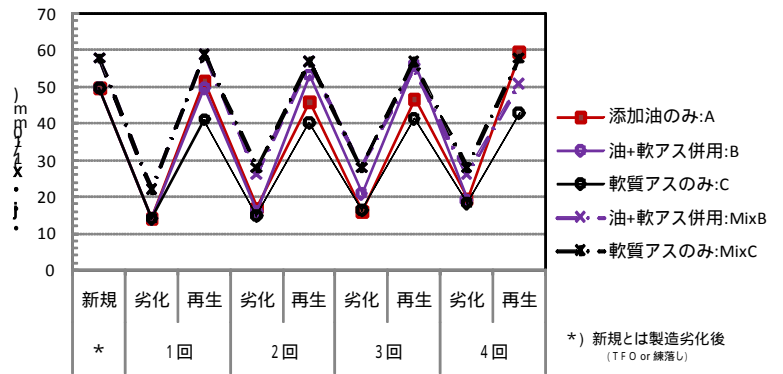


図-5 繰り返し再生による針入度の変化

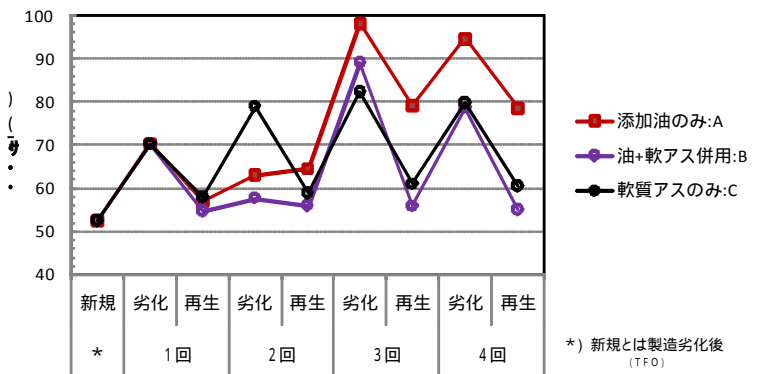


図-6 繰り返し再生による軟化点の変化(バインダ劣化)

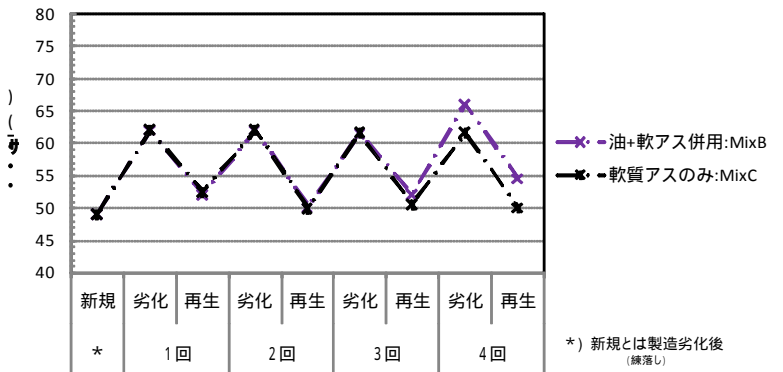


図-7 繰り返し再生による軟化点の変化(混合物劣化)

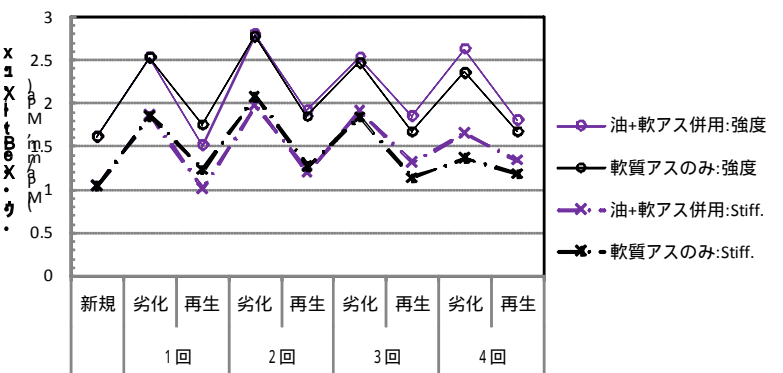


図-8 繰り返し再生による圧裂スティフネスの変化

4. まとめ

平成20年度の研究成果から次のことがわかった。

- ・圧裂試験により、再生骨材中のアスファルトの劣化度を混合物試験で簡易に評価できる可能性があることがわかった。

- ・繰り返し再生によりアスファルトの性質が変化し、再生用添加剤の種類の影響も見られるため、繰り返し再生を考慮した再生用添加剤の評価の必要性が示された。

今後、再生回数や劣化度を考慮した評価方法と利用基準が必要と考えられる。

A STUDY ON AGED ASPHALT PAVEMENT RECYCLING

Abstract : Recently, the penetration of asphalt concrete waste has been declining due to increase of the amount of repeatedly used asphalt and modified asphalt. It is concerned that asphalt concrete waste with favorable high penetration that can be used for the recycled asphalt will decrease in the future. In this research, the asphalt concrete recycling technology is developed including the revision of the material standard for more advanced reuse of low penetration asphalt concrete. In fiscal year 2008, the evaluation methods of aged asphalt pavement waste and rejuvenate additives for the recycle were examined. As a result, the possibility of the evaluation method using indirect tensile testing was found in the quality evaluation of the asphalt waste. It is necessary that evaluation methods for rejuvenate additives in order to establish a sustainable asphalt recycling system.

Key words: recycle, repeated recycling, recycled asphalt mixture, recycled asphalt, rejuvenator