

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(道路勘定)

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、新田弘之

【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 19 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品質評価方法の検討を行った。その結果、発生材の品質評価ではアスファルトモルタルによる評価方法の可能性を見だし、特に再生ポラスアスファルトの配合設計で有効であることを確認した。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。

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

アスファルト舗装発生材は 99%以上が再利用されており、現在では繰り返し再生されて劣化が進んでいる舗装発生材が増えてきている。また、舗装の高耐久化、多機能化のニーズに対応してポリマー添加により改質されたアスファルト(以下、ポリマー改質アス)が使用される場面も増えており、同時にこのポリマーを含む舗装発生材も増加しつつある。このように、繰り返し再生の進行およびポリマー改質アスの使用増の結果、アスファルト舗装発生材の針入度が低下してきている。

現在、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 未満のものは劣化が著しいと考えられるため原則使用していない。しかし、上記のように、アスファルト舗装発生材の針入度は低下傾向にあり、今後、再生アスファルト混合物に使用可能な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。

そこで、本課題では、針入度が低下したアスファルト舗装発生材のより高度な利用のために、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 19 年度は、アスファルト舗装発生材の品質評価方法の検討の一つとして、再生ポラスアスファルトのアスファルトモルタルによる配合法の検討、および混合物劣化試験による再生用添加剤の品質評価方法の検討を行った。

2. アスファルト舗装発生材の品質評価方法の検討

2.1 検討の概要

これまでにアスファルトモルタル(以下、アスモル)による試験方法を検討した結果、舗装発生材の評価方法としての適用可能性が認められたため、平成 19 年度も引き続きアスモルによる評価の検討を行った。特に再生ポラスアスファルト混合物(以下、再生ポラス混)の配合設計時にアスモルの試験を適用することが有効と考えられたため、再生ポラス混の再生アスモルを作製し検討を進めた。

2.2 再生ポラス混の配合設計

2.2.1 方法

アスモルの検討を行うのに先立ち、従来までの知見で再生ポラス混を配合することにした。従来までの知見での配合設計方法としては、「舗装再生便覧((社)日本道路協会)」に参考として紹介されているカンタブロ試験を用いて行う配合設計法があり、これを行った。配合設計のフローを図-1 に示す。

新規ポラス混も再生ポラス混も目標空隙率は 20% とし、再生ポラス混は、使用する再生骨材をポラス混由来の再生骨材(以下、ポラス再生骨材)とストリートアスファルト混合物由来再生骨材(以下、ストアス再生骨材)の 2 種類を使用した。新規アスファルトはいずれも共通で、ポリマー改質アスファルト H 型を使用した。

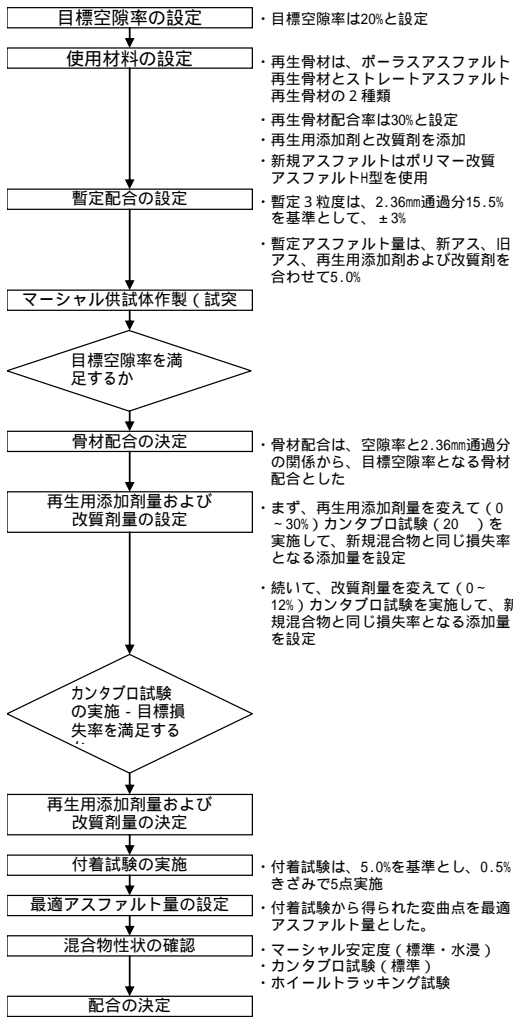


図-1 再生ポラス混の配合設計のフロー

再生用添加剤、改質剤はいずれも市販のものを用い、改質剤はポリマー改質アスファルトH型用として市販されているものを用いた。ポラス再生骨材もストラス再生骨材も13~5mmに粒度調整したものを用いた。

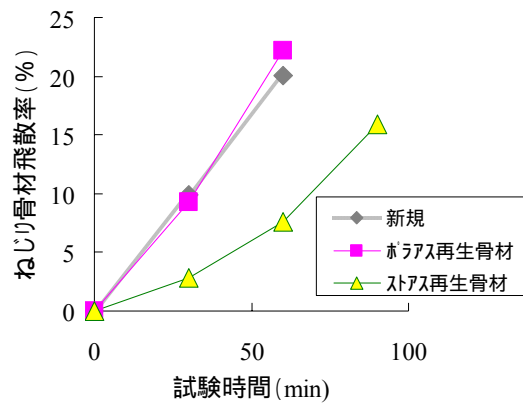
決定した配合については、各種混合物性状(マーシャル試験、カンタプロ試験、圧裂試験、ホイールトラッキング試験)を実施するとともに、ポラスアスファルト混合物の場合、供用時の骨材飛散が問題になる場合もあるので、「舗装性能評価法別冊」(社)日本道路協会)に掲載されている「ねじり骨材飛散抵抗値」の測定方法により、ねじり骨材飛散値も計測した。

2.2.2 結果

上記の配合および新規の配合の混合物性状を表-1に示す。この配合設計法では、カンタプロ損失率を新規混合物に合わせるように配合をしているが、再生ポラス混の決定配合では、新規ポラス混の値より小さくなり、良好な結果を得た。またその他の試験結果も各種目標値

表-1 新規および再生ポラス混の混合物性状一覧

	新規ポラスアスファルト混合物	ポラス再生骨材使用した再生ポラス混	ストラス再生骨材使用した再生ポラス混	基準値および目標値
アスファルト量 (%)	4.90	5.30	5.20	-
理論密度 (g/cm ³)	2.49	2.49	2.47	-
密度 (g/cm ³)	2.00	2.00	2.01	-
空隙率 (%)	19.80	19.10	19.40	20±1
安定度 (kN)	5.41	5.81	5.80	5kN以上
フロー (1/100cm)	36.50	28.30	31.70	20~40
残留安定度 (%)	-	98.60	94.50	75以上
カンタプロ損失率 (%)	11.40	8.40	10.10	15以下
圧裂試験 (20)	強度 (MPa)	0.63	0.85	0.73
	変位量 (cm)	0.25	0.18	0.20
	強度/変位量 (MPa/cm)	2.64	4.66	3.65
動的安定度 (回/mm)	-	6,517	7,269	3,000以上



を満足している。

ねじり骨材飛散試験の結果を図-2に示す。ポラス再生骨材を使用したものと新規ポラスはほぼ同じ曲線を描き、同等の性能を有するものと思われる。また、ストラス再生骨材を用いたものは骨材飛散が小さく新規のものよりもよい性状を示した。これは、決定配合ではストラス再生骨材の改質剤の添加量がポラス再生骨材の2倍となったためと考えられる。しかし、この混合物は粘性が高く、施工性が劣るものと予想された。

ここで得られた決定配合をもとにアスモルの配合を求め、アスモルによる評価法の検討を行った。

2.3 アスファルトモルタルによる評価法の検討

2.3.1 方法

2.2で得られたポラス混の配合を基にアスモルの配合を求め、アスモル部分だけを作製し、各種性状を測定した。再生用添加剤や改質剤の添加量は、図-1で求めた決定配合だけでなく、再生用添加剤量2×改質剤量3の6種類ずつ作製した。アスモル部分の配合設定は、ポラス混の配合の1.18mm通過分の骨材およびアスファルトをアスモルとして行った。なお、再生骨材は13-5mmに調整したものであるから、普通にふるっただけでは1.18mm通過分は得られない。そこで、再生骨材の表面に附着しているアスモル分を粗骨材を磨耗させないように

ふるい目に擦って剥ぎ取り 1.18mm 通過分を得ている。ここで得た 1.18mm 通過分の再生骨材は全てがアスモル分となるが、全体のアスファルト量と異なるので、アスファルト量を別途計測した。

このようにして求めたアスモルの配合を表-2 に示す。 ~ が再生アスモルで、 が新材のアスモルである。2.2 の決定配合と同じ成分のアスモルは と となっている。との混合物性状は、表-1 でも分かるように、どの項目でも新材による試験結果と比べて同等かそれ以上の性状を示したものである。

アスモルの試験は、DSR (Dynamic Shear Rheometer) 試験や二重円筒回転粘度計による高温粘度の測定など、アスファルト用の試験を行った。

2.3.2 結果

アスモルの DSR 試験の結果を図-4 に示す。アスモルでの試験値の目標値はないため、全て新規材料の と比較した。今回の再生骨材では特に改質剤を添加していない が と同じような挙動を示しているため、改質剤を添加しなくても目標の性状になる可能性が見られた。また、カンタブロ試験での決定配合となった とはより高い値を示し、60 での性状は新規材料以上である可能性がみられた。

一方、カンタブロ試験による配合では、これまでの経験で現場施工において施工性に劣るものもあった。そこで、施工性をアスモルで評価できるか試みた。アスモルを回転粘度計で計測した結果を図-5 に示す。 においてはの 1.2 倍程度の値を示し、施工性には問題ないと考えられた。しかし、 はの 2 倍近い値を示しており、実施工ではかなりの注意が必要であることが予測された。

以上より、再生アスモルはアスファルト用の試験で適用できるものがあり、60 の性状などが把握できた。また、現在の混合物のみで配合する方法では、特に施工性を考慮することができないことが確認できた。アスモルによる粘度判定を組み合わせることにより、よりよい配合ができる可能性があることが分かった。

骨材種類	添加剤等配合割合	再生骨材 (7%含有)	細目砂	新As (改質H型)	再生用添加剤	改質剤
ポーラスアスファルト発生材由来	再生用添加剤10%, 改質剤0%	63.98	14.16	21.16	0.71	0
	再生用添加剤10%, 改質剤3%設定	63.98	14.16	20.29	0.71	0.87
	再生用添加剤10%, 改質剤6%設定	63.98	14.16	19.42	0.71	1.74
	再生用添加剤5%, 改質剤0%設定	63.98	14.16	21.54	0.33	0
	再生用添加剤5%, 改質剤3%設定	63.98	14.16	20.67	0.33	0.87
	再生用添加剤5%, 改質剤6%設定	63.98	14.16	19.8	0.33	1.74
通常発生材由来 (ストレートアスファルト)	再生用添加剤10%, 改質剤0%	56.05	22.07	21.36	0.53	0
	再生用添加剤10%, 改質剤6%設定	56.05	22.07	19.72	0.53	1.63
	再生用添加剤10%, 改質剤12%設定	56.05	22.07	18.09	0.53	3.27
	再生用添加剤5%, 改質剤0%設定	56.05	22.07	21.62	0.26	0
	再生用添加剤5%, 改質剤6%設定	56.05	22.07	19.99	0.26	1.63
	再生用添加剤5%, 改質剤12%設定	56.05	22.07	18.35	0.26	3.27
新規材料	-	-	49.26 + 石粉25.0	25.74	-	-

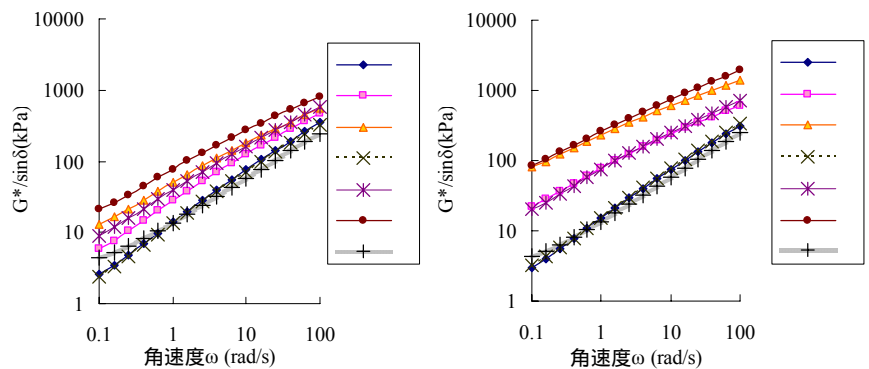


図-4 再生アスモルの DSR 試験結果

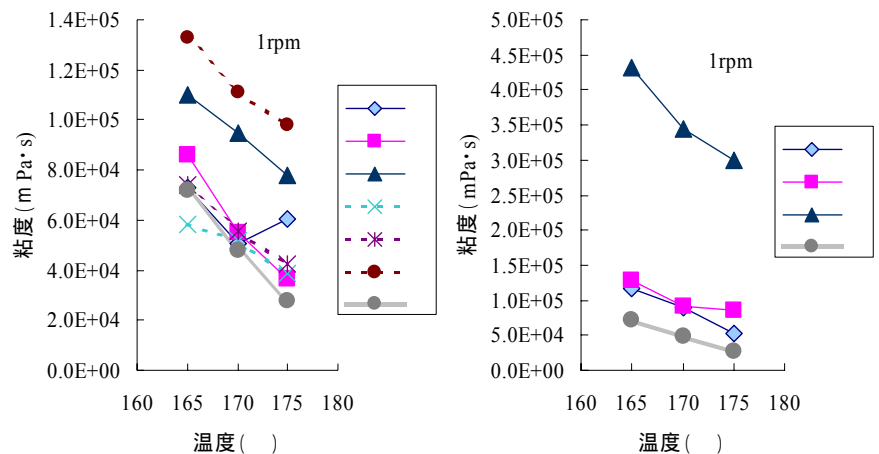


図-5 再生アスモルの高温粘度測定結果

3. 再生用添加剤の品質評価方法の検討

3.1 検討の概要

現在、再生用添加剤の品質は、「舗装設計施工指針」(社)日本道路協会)に示されているが、規格値が定められている項目は少ない。現在、再生舗装が主流になっており、繰返し再生も行われていることから、これを考慮して再生用添加剤の品質を定める必要がある。

これまでのアスファルトによる検討で、再生用添加剤の品質は繰返し再生を考慮する必要があると考えられたため、平成19年度は混合物を繰返し再生した場合の性状への影響を調べた。

3.2 方法

試験は図-6に示す手順で劣化と再生を繰り返した。劣化1は施工までに受ける劣化を再現する操作であり、劣化2は供用中に受ける劣化を再現するものである。劣化2の試験条件は、事前に劣化時間を変えて試験を行い、得られた劣化-時間の関係から、アスファルトの針入度が20になる試験条件として、劣化時間を51hとした。アスファルトはストレートアスファルト60/80で、再生用添加剤は2種類使用した。また、再生する場合の再生骨材の配合率は60%とした。評価試験は圧裂試験と水浸圧裂試験、抽出アスファルトの試験などを行った。

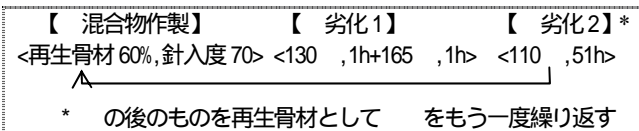


図-6 アスファルト混合物の繰返し再生試験方法

3.3 結果

図-7に繰返し再生した混合物の圧裂試験結果を示す。ここで、新規とは全ての材料が新材のもの、劣化は図-6のと劣化を施したもの、再生1回目、2回目は劣化後に再生したものである。圧裂強度は再生のものも新規と大きな違いがないが、破壊時の変位量(圧裂変位量)は新規のものより小さくなる傾向が見られる。その傾向は再生用添加剤の種類や回数によって異なっており、再生1回目より再生2回目、AよりもBが小さい。これは再生の場合、変位に対して追従できなくなっていく傾向を示しているものと考えられ、再生性状の評価としてこれに関する項目が今後必要と考えられた。

図-8に繰返し再生した混合物から抽出回収したアスファルトの性状を示す。針入度は新規アスファルトが61であったのに対し、再生時は70(60/80等級の中央値)を目標に配合したので、新規と再生で異なっている。軟化点をみると、針入度が再生時に高くなったにもかかわらず、軟化点も

高くなっている。針入度が上がると軟化点は下がる傾向が見られるのが一般的であることから、図のような変動は、再生されたアスファルトの質が変化していることを示している。さらに劣化すると軟化点は上昇するが、劣化前後で新規のものでは変化が大きいのに対し、再生では新規のものほど変化していない。再生ではこのように元のアスファルトとは異なる傾向がみられた。

以上より、アスファルト混合物は繰返し再生を行うことで、アスファルトの性質が変化しており、その変化には再生用添加剤の種類の影響も見られるため、今後再生を考慮した評価が必要と考えられた。

4. まとめ

平成19年度の研究成果として、以下のことが分かった。

- ・ 舗装発生材の性状評価ではアスファルトモルタルでの性状評価が可能で、特にポーラスアスファルトの配合設計においては、様々な温度域での評価が可能であることから、混合物試験だけによるものよりも施工性の評価が可能になるなど、有効であることが確認された。
- ・ 混合物での繰返し再生試験を行ったところ、繰返し再生により変位への追従性が低下する可能性がみられ、繰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。

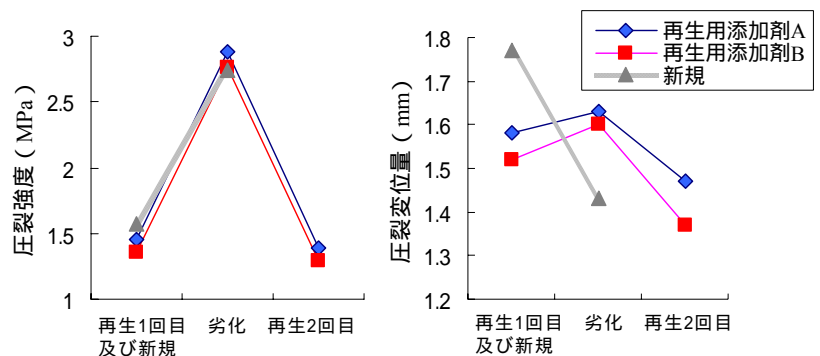


図-7 繰返し再生した混合物の圧裂試験結果

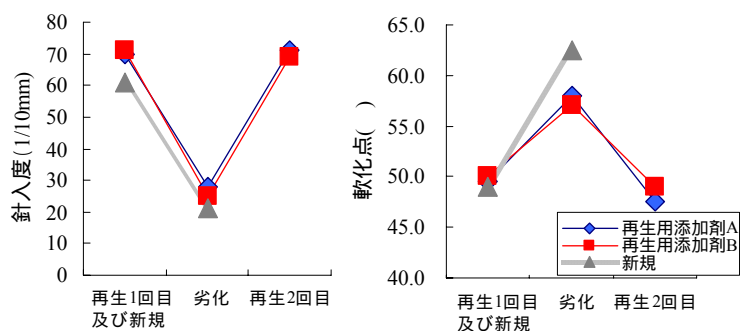


図-8 繰返し再生した混合物から抽出したアスファルトの性状

A STUDY ON AGED ASPHALT PAVEMENT RECYCLING

Abstract : Recently, the penetration of the asphalt concrete waste has decreased because the amount of the use of modified asphalt and repeatedly used asphalt increased. The way things are going, the asphalt concrete waste 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 2007, the evaluating method of the asphalt pavement waste and the evaluating method of the rejuvenator for the recycle were examined. As a result, the possibility of the evaluation method with the asphalt mortar was found in the quality evaluation of the asphalt waste in one study, especially, it was confirmed that it was useful in the mixing design of the recycled porous asphalt. And the necessity of the evaluation method of the rejuvenator that considered recycling was found from repeated recycling mixture test results.

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