

排水性アスファルト混合物の 再生利用に有効な添加材の検討

村山雅人¹・菅野宏²・姫野賢治³

¹学生会員 中央大学 大学院 理工学研究科 (〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

²非会員 東亜道路工業株式会社 技術研究所(〒300-2622 茨城県つくば市要315-126)

³フェロー会員 工博 中央大学教授 理工学部 土木工学科(〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27)

排水性舗装は高空隙率であるために使用されている高粘度改質アスファルトの劣化が激しく、施工後5～7年で針入度が10(1/10mm)程度にまで劣化している場合が多い。そこで、本研究では高粘度改質アスファルトの劣化に関する検討を行い、劣化した高粘度改質アスファルトを回復させるにはオイル成分と改質材成分の補充が必要であることを明らかにした。次に、排水性アスファルト混合物の再生を目的に実験的検討を行い、SBSエマルジョンが排水性アスファルト混合物発生材への分散性に優れていることを見出した。また、SBSエマルジョンを改良することで劣化した高粘度バインダへの相溶性を向上させることができることを示した。

Key Words : high viscosity modified asphalt, porous asphalt mixture, aging, recycle, SBS-emulsion, dispersiveness, compatibility, oil added SBS

1. はじめに

排水性舗装がわが国に導入されてから十数年が経過し、既に補修の時期を迎えている箇所も増加してきている。排水性アスファルト混合物(以下、排水性混合物)は極端な開粒度であることや使用されているアスファルトが改質材を非常に多く含んでいる高粘度改質アスファルト(以下、高粘度バインダ)であるため既往の再生方法を適用することができず、再生方法の早急な確立が課題となっている。

通常、再生加熱アスファルト混合物を製造する場合、再生骨材の混入率にもよるが針入度調整にオイル系の再生用添加材を添加する場合が多い。このオイル成分の添加は、針入度調整に加えてアスファルト中の劣化により失われたオイル成分を補う意味があり、再生されたアスファルトは舗装用石油アスファルト(以下、ストアス)の品質を満足するものとなる。しかし、改質アスファルトではどうであろうか。改質アスファルトはストアスの他にスチレン・ブタジエン・スチレン・ブロック共重合体(以下、SBS)などの改質材が含まれているため、ストアスの劣化と同時に改質材の劣化も生ずると考えられる。よって、オイル成分と改質材の両方を補わなければ新規の改質アスファルトと同等の性状には回復しないと考えられる。

排水性アスファルト混合物はその高い空隙率のため、使用している高粘度バインダは劣化を受けやすく、供用5～6年程度でプラント再生舗装技術指針¹⁾

の旧アスファルト針入度の下限值である20(1/10mm)を大きく下回り、10前後まで低下することが報告されている²⁾。このように極度に劣化した高粘度バインダを如何に回復させるかが排水性アスファルト混合物の再生方法の確立にとって重要な課題の一つである。課題の解決には、高粘度バインダ中の劣化して効果の失われた改質材成分を如何に補うかが特に重要であり、補足する改質材成分を混合物製造時の短い混合時間内に効率よく分散させ、旧バインダと良く相溶させることが必要となると考えた。

そこで本研究では、劣化した高粘度バインダの再生に必要な添加材成分を明らかにするために、高粘度バインダの劣化に関する検討を行った。また、排水性混合物への良好な分散性を確保するためのSBSの形態について検討した。次に、オイル系再生用添加材と選定したSBSを路上表層再生工法による試験施工に適用し、排水性舗装の再生を試みた。試験施工の結果から劣化バインダへのSBSの相溶性を向上する必要があることが判り、改良を行った。

ここで、プラント再生舗装技術指針¹⁾では再生用添加剤あるいは再生用添加材料という記述を用いているが、改質材は一般に材を用いる。そこで、本文ではすべて材に統一して記述した。

2. 排水性混合物の劣化に関する検討

排水性混合物が劣化すると高粘度バインダの成分

や性状がどのように変化するのか、またバインダの劣化に伴う混合物性状の変化を知ることは再生用添加材の選定にとって重要である。

そこで、現地発生材と室内強制劣化混合物を比較することで排水性混合物の劣化に関して検討した。

(1) 実験

新規排水性混合物をSHRPの劣化方法³⁾を参考に、図-1に示す室内促進劣化方法で劣化して促進劣化バインダと促進劣化混合物を得た。この時、混合物は締固めずほぐした状態とした。また、中央自動車道談合坂S.A付近の本線上から舗設後約6.5年の排水性混合物を採取し、これを現場劣化混合物とした。現場劣化混合物からアブソン法によってバインダを回収し、これを現場劣化バインダとした。

促進劣化バインダについては針入度、軟化点およびゲル・パーミエーション・クロマトグラフィーによる分子量分布測定、イアトロスキャンによる四成分分析試験を行った。

表-1に強制劣化に用いた混合物の配合を示す。目標空隙率は20%である。

劣化サンプルは100 乾燥器の劣化期間に対応してそれぞれ7日劣化、14日劣化、28日劣化と記す。

強制劣化ならびに現場劣化混合物については、締固め温度を新規で160 のところ、7日劣化、14日劣化、28日劣化でそれぞれ165、170、175 とすることで空隙率20%程度の供試体を作製した。そして、試験温度-20 の低温カンタブロ試験による損失率を、ホイールトラッキング試験による変形率(RD)をそれぞれ測定した。ここで、本研究を通して、低温カンタブロ試験は舗装試験法便覧別冊⁴⁾に、ホイールトラッキング試験は舗装試験法便覧⁵⁾に準拠して実施した。

(2) 結果と考察

a) 針入度と軟化点の変化

図-2に劣化日数に伴う高粘度バインダの針入度変化を、図-3に劣化日数に伴う高粘度バインダの軟化点変化を示す。

一般にアスファルトは劣化に伴って針入度が低下し、軟化点が上昇するが、高粘度バインダでは針入度、軟化点とも低下することが判る。これは既往の研究結果⁶⁾と一致する結果となった。原因として、針入度はアスファルトの劣化に伴う硬化により低下するが、軟化点はアスファルトの劣化に伴う上昇以上に改質材の低分子化による低下が優勢であるため高い値を保持できずに低下するものと考えられる。

28日劣化でほぼ現場劣化バインダと同程度の針入度と軟化点が得られた。

b) 高粘度バインダ中のSBSの劣化

例として図-4に新規高粘度バインダと現場劣化バインダの分子量分布を示す。図で横軸の左側が高分子

子量、右側が低分子量となる。左側の第1ピークがSBSのピーク、右側の第2ピークがアスファルトのピ

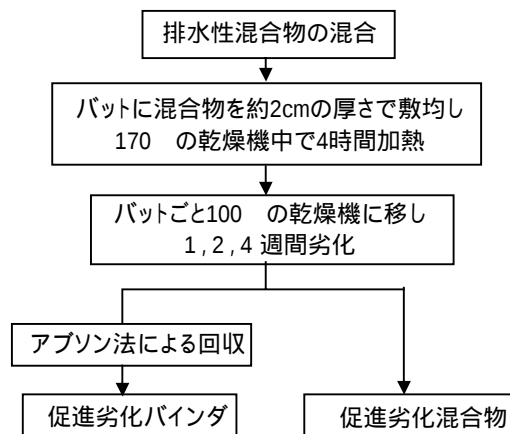


図-1 室内促進劣化方法

表-1 強制劣化に用いた混合物の配合

材料	材質	配合率 (%)
6号碎石	硬質砂岩	84
粗砂	川砂	11
石粉	石灰岩	5
バインダ	高粘度バインダ	5

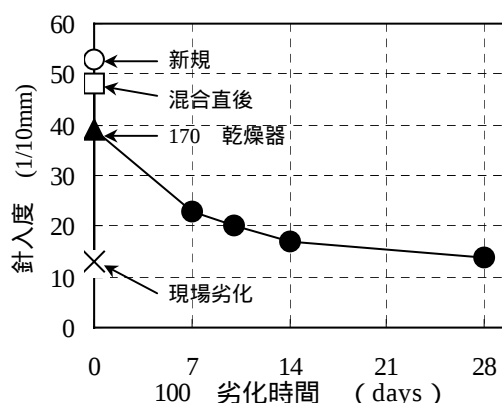


図-2 劣化日数に伴う高粘度バインダの針入度変化

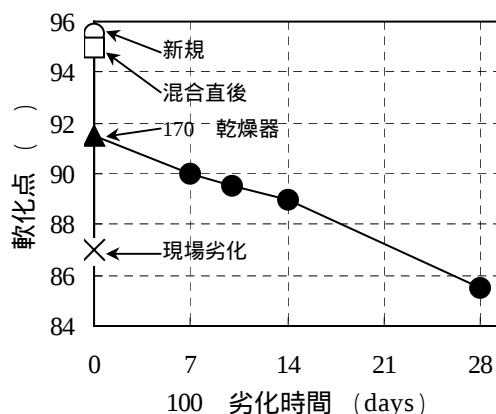


図-3 劣化日数に伴う高粘度バインダの軟化点変化

ークである．現場劣化バイндаでは第1ピークはほとんど見られなくなっている．

図-5に劣化日数に伴う第1ピークの変化を示す．

第1ピークは劣化に伴って低下して行くことから，劣化に伴って高分子であるSBSが分子切断により低分子化することが確認できた．28日劣化ではほぼ現場劣化と同程度の値となった．

c) 四成分の変化

図-6に劣化日数に伴う四成分の変化を示す．

劣化日数に伴い芳香族が減少し，レジンが増加する．アスファルテンも若干増加するが飽和分はほとんど変化がない．アスファルテンやレジンはアスファルトの硬さに寄与する成分であり劣化によりバイндаは硬化し脆くなるものと考えられる．同様に現場劣化バイндаも28日劣化よりも若干大きい成分変化が生じており，芳香族が新規バイндаの1/3近くまで減少している．このことから芳香族成分を多く含むオイル系再生用添加材(以下，オイル)がバイнда性状の回復に有効であることが確認できた．

d) 混合物性状の変化

図-7に劣化日数に伴う低温カンタブロ損失率の変化を示す．

損失率は劣化に伴い大きくなっており，脆い混合物になって行くことが確認できた．現場劣化と同程度の損失率に到るには14～28日を要する．

図-8に劣化日数に伴うRDの変化を示す．

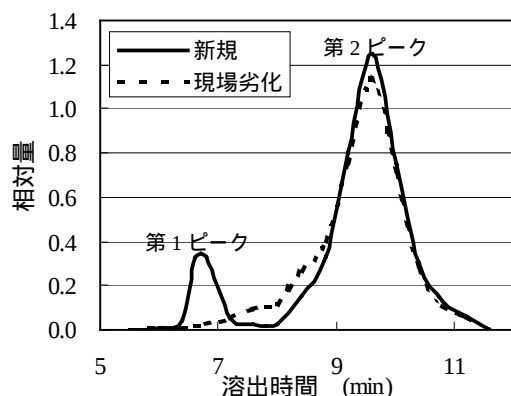


図-4 高粘度バイндаの分子量分布(例)

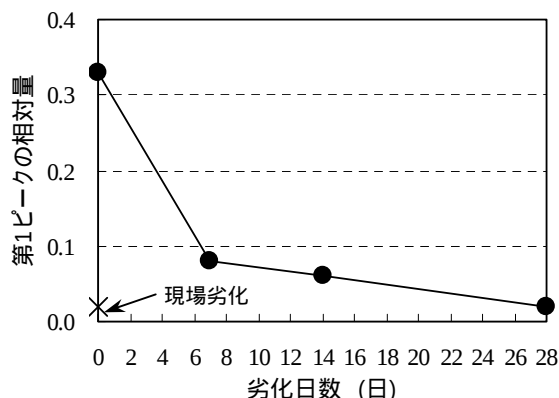


図-5 劣化日数に伴う第1ピークの変化

劣化によりRDは減少し耐流動性は高くなる傾向にあるようである．これは，改質材の劣化よりもアスファルトの劣化による硬質化の影響が強く現れているものと考えられる．現場劣化と同程度のRDに到るには14日程度を要する．

3．SBSの形態が分散・相溶性に及ぼす影響

新規のプレミックス高粘度バイндаは通常，クラムと呼ばれる2～5mmほどの発泡した粒状の改質材を高温のアスファルトに分散，相溶して作られる⁷⁾．また，分散に要する時間は2～3時間であり，その後数時間の養生時間を取ることでアスファルトとSBS

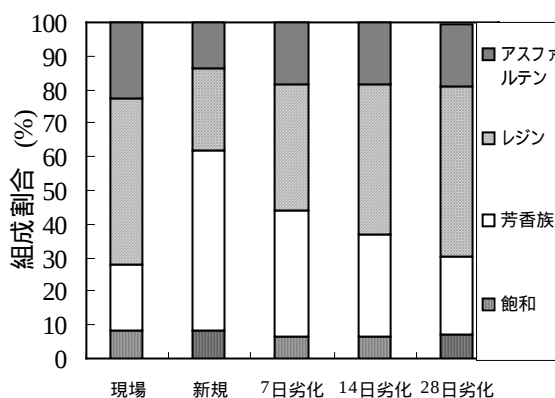


図-6 劣化日数に伴う四成分の変化

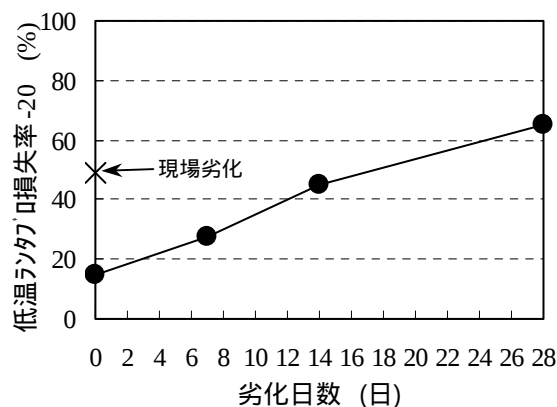


図-7 劣化日数に伴う低温カンタブロ損失率

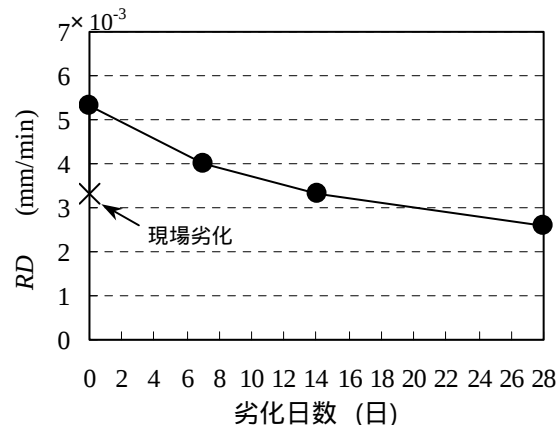


図-8 劣化日数に伴うRDの変化

が十分に相溶した状態に到る。しかし、プラントミックスによる混合物の製造においては、改質材がアスファルトに十分に分散、相溶するための時間が取れないため、パウダーにしたものや水に分散させエマルジョンにした改質材が用いられる。

そこで、ここではSBSの分散性の向上に有効と考えられるパウダーとエマルジョンについてどちらの形態が分散性、相溶性においてより良好であるかについて検討した。

(1) 実験

表-2に実験に用いたSBSの性状を示す。このSBSクラムを粉碎してパウダー状にしたものと、同じSBSをエマルジョン状したものを再生用改質添加材として用いた。

写真-1にこれら形態の異なるSBSの概観を示す。写真には原料であるクラム状のSBSも示した。ここで、クラムは粒子径3mm程度、パウダーは粒子径0.3mm程度、エマルジョン中に分散しているSBS粒子径は数 μm である。

分散性、相溶性の違いは促進劣化混合物を再生した混合物の-20の低温カンタブロ試験によって判断した。これは、分散性および相溶性のどちらか一方が悪くても劣化バインダの回復が不十分となり低温性状が低下するため、低温カンタブロ試験の損失率が大きくなると想定したためである。

劣化排水性混合物は前述の図-1の室内促進劣化方法で劣化させた28日劣化混合物を用いた。針入度調整には表-3に示す性状のオイルを用い、劣化バインダが針入度50(1/10mm)まで回復するオイル添加量を決定した。次に、オイルを添加した劣化バインダに対して軟化点が排水性舗装設計施工指針(案)⁸⁾に示されている高粘度改質アスファルトの標準的性状の下限値である80まで回復するSBSエマルジョン添加量を求めた。SBSパウダー添加量はエマルジョンの固形分と同量にした。カンタブロ供試体作製時の混合温度は150で行った。

(2) 結果と考察

劣化バインダの針入度が50(1/10mm)に回復するオイル添加量は24.0%であった。また、再生バインダの軟化点が80になるSBS固形分量は9.0%であった。

図-9に形態の異なるSBSによる再生混合物の低温カンタブロ損失率を示す。損失率はパウダーと比較しエマルジョンの方が小さく、エマルジョンが分散性、相溶性に優れると考えられる。

一般に改質アスファルトは、アスファルトへの改質材の相溶性が悪いと低温性状が向上せず、混合物への改質材の分散性が悪ければ同様に性状が向上しない。よって、低温カンタブロ損失率はこれら分散性と相溶性の両方が良くなければ改善されないものと考えられる。試験結果からは分散性と相溶性のどちらが優勢であるかは判断難しいが、エマルジョンはSBS

粒子が非常に小さく相溶性の面で有利であること、また混合物の熱で水分が蒸発する時に泡を発生するフォームド効果が期待されるため分散性に有利であると考えられる。よって、図-9の結果は、パウダー状SBSと比較して、エマルジョンのほうが分散性、相溶性の両方が優っていることを示すと判断した。

表-2 実験に用いたSBSの性状

項目	性状
構造	SBS直鎖
比重	0.94
スチレン/ブタジエン比 (wt%)	31/69
MFR ¹⁾ (g/10min)	< 1

1) メルトフローレシオ JIS K 7210

表-3 実験に用いたオイル系再生用添加剤の性状

試 験 項 目		試験結果
密度 (60) (g/cm ²)		1.011
引火点(COC) ()		266
粘度 (60) (cSt)		206
薄膜加熱後の粘度比 (60)		1.21
薄膜加熱質量変化率 (%)		-0.41
組成 (%)	アスファルテン	0.1
	飽和分	50.9
	芳香族分	43.3
	レジン	5.1



写真-1 形態の異なるSBSの概観

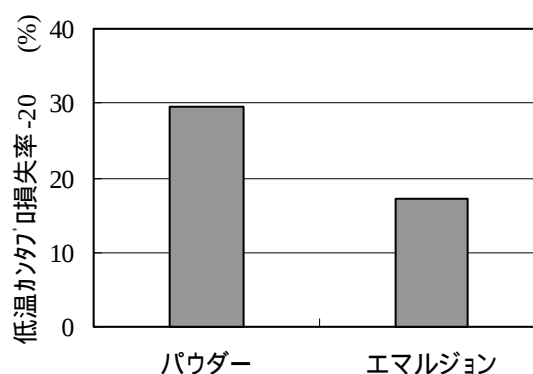


図-9 形態の異なるSBSによる再生混合物のカンタブロ損失率

4．SBSエマルジョンの路上表層再生工法への適用

表層混合物の再生方法には、主にプラント再生と路上表層再生がある。再生工法では新規混合物の場合と比較して混合時の温度に限界があり、添加材の分散、相溶にとって不利な条件となっている。ましてプラント再生と比較して路上表層再生は、ミキサの混合能力が劣ることや既設舗装の加熱に限界があるため混合温度が低くならざるおえないことなど、添加剤の分散性、相溶性にとって大変不利な条件である。この不利な条件では分散性、相溶性に優れるSBSエマルジョンが有効であろうと考え試験施工への適用を実施し、性能の評価を行った。

なお試験施工では、ここで報告する試験結果のほかに多くの試験結果を得ているが⁹⁾、ここでは添加材の分散性、相溶性に着目して抜粋したデータを示す。

(1) 試験施工箇所の概要

試験施工は、中央自動車道 上野原インターチェンジ付近の現在使用されていない廃線上で実施した。この箇所は、表層4cmが排水性アスファルト混合物となっている。

再生後の混合物は、空隙率20%の新規排水性混合物と同等の性能に回復することを目標とした。

表-4に再生排水性混合物の目標性状を示す。

施工した再生混合物は、空隙率20%の新規混合物を50、25、0%混合した、それぞれ1工区、2工区、工区の3種類である(以下それぞれ、R50、R75、R100と記す)。

表-5に新規混合物の性状を、表-6に既設混合物の性状を示す。

(2) 配合設計(添加剤添加量の決定)

図-10に実施した再生混合物の配合設計手順を示す。

既設混合物は、事前に当該路面をから採取したものをを用いた。再生用のオイルは表-3に示した性状のものをを用い、改質添加材としてSBSエマルジョンを用いた。

既設混合物に対するオイルとSBSエマルジョンは決定した添加割合で一定とし、新規混合物を混入して再生混合物R50、R75、R100を作製した。これら混合物について、低温カンタブロ損失率が表-4の目標値20%未満となることを確認した。

(3) 施工方法の概要

処理厚は4cmで行った。摩耗わだちの発生がないことから、路面高さを既設路面に合わせるために新規混合物を混入する工区は事前に新規混合物分の既設材を切削して除去した。

図-11に路上表層再生工法の施工方法を示す。

(4) 切り取りコアの低温カンタブロ試験

各工区について、幅員の端部と中央部からコアカッタを用いて直径10cm、厚さ約4cmのコアを採取し、試験温度-20℃で低温カンタブロ試験を行い損失率を求めた。

(5) 結果と考察

a) 既設混合物の性状

表-6に示したように、既設混合物は針入度が10(1/10mm)まで低下しており、砂状の空隙詰まり物が多く、一般的な空隙率20%の排水性混合物より細かい粒度となっていた。

表-4 再生排水性混合物の目標性状

試験項目	低温カンタブロ損失率 (-20℃, %)	RD (mm/min)	空隙率 (%)
目標性状	20未満	6.7×10^{-3} 以下	20

表-5 新規混合物の性状

項 目		試験値
基準密度	(g/cm ³)	1.991
理論密度	(g/cm ³)	2.497
空隙率	(%)	20.3
低温カンタブロ損失率 -20	(%)	3.9
ふるい通過質量百分率 (%)	19.0mm	100
	13.2mm	96.8
	9.5mm	72.0
	4.75mm	21.0
	2.36mm	14.6
	0.60mm	12.6
	0.30mm	9.3
	0.15mm	5.5
	0.075mm	4.6
バインダ量	(%)	5.0

表-6 既設混合物の性状

項 目		試験値
切り取りコア密度	(g/cm ³)	2.078
最大比重		2.525
空隙率	(%)	17.7
低温カンタブロ損失率 -20	(%)	94.7
ふるい通過質量百分率 (%)	19.0mm	100
	13.2mm	99.4
	9.5mm	81.2
	4.75mm	33.8
	2.36mm	27.8
	0.60mm	20.5
	0.30mm	17.6
	0.15mm	14.6
	0.075mm	12.4
バインダ量	(%)	4.2
回収バインダ針入度	(1/10mm)	10

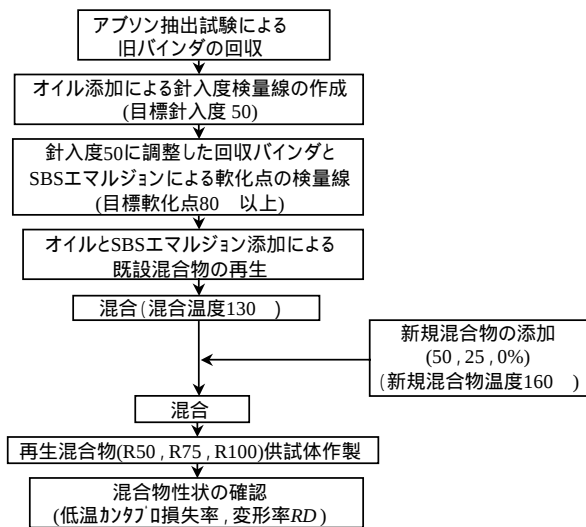


表-10 再生混合物の配合設計手順

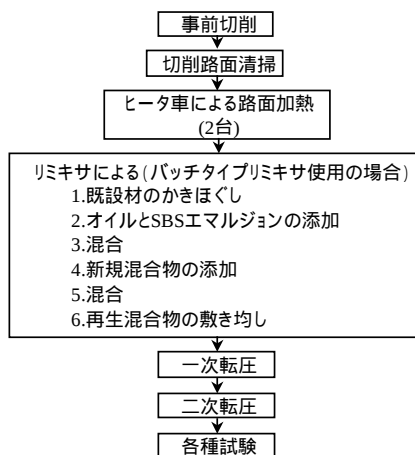


表-11 路上表層再生工法の施工方法

b) 配合設計結果

オイル添加量は21.5%，SBSエマルジョン添加量はオイルを添加したバインダに対しSBS固形分で7.3%となった。

表-7に各混合物の性状試験結果を示す。目標とした低温カンタブロ損失率と変形率RDは満足的であったが空隙率は下回る結果となった。また、新規混合物の混入率が多いほど低温カンタブロ損失率は増大するという結果となった。これは、空隙詰まり物やかきほぐし時の骨材の細粒化により既設混合物の粒度が細粒化しており、新規混合物の粒度のほうが粗いため新規混合物配合量が増加するに伴い空隙率が増加することが主な原因と考えられる。さらに、バインダ量の違いも影響していると考えられる。

c) 施工温度測定結果

施工時の温度測定結果を以下に示す。

混合物混合後温度 : 107 ~ 131
一次転圧温度 : 101 ~ 129
二次転圧温度 : 61 ~ 75

d) 切り取り供試体の低温カンタブロ試験結果

図-12に現場切り取り供試体の空隙率と低温カンタブロ損失率の関係を示す。

空隙率が低いにもかかわらず、低温カンタブロ試験の損失率はほとんどの試料で配合設計時より大きい値となった。これは切り取り供試体の厚さが4cm程度と薄いことが原因と考えられる。

また、空隙率が広範囲にばらついているが、R100は空隙率と損失率に正の相関が見られるのに対しR75とR50には相関が見られない。低温カンタブロ損失率には添加材の混合物への分散性と劣化バインダへの相溶性の両方が影響すると考えられ、分散性が悪い場合はR100にも相関が見られない結果となると考えられる。よって、R75とR50のばらつきは相溶性の不良が主な要因であると考えられる。これは、添加材と劣化バインダの相溶に時間を要するため、相溶が不十分で劣化混合物の表面に残っていた添加材が投入された新規混合物に不均一に取られることが要因の一つであると想定する。改善のためにはSBSエマルジョンの劣化バインダへの相溶性を向上する必要があると考える。

なお、空隙率の低下を改善するには混合物の粒度面および施工機械の検討が必要であるが、バインダに焦点を当てているので本報では取り扱わない。

表-7 各混合物の性状試験結果（配合設計）

種類		R50	R75	R100
再生混合物性状				
基準密度	(g/cm ³)	2.041	2.088	2.088
空隙率	(%)	17.8	16.1	15.2
低温カンタブロ損失率 -20	(%)	19.2	17.9	13.2
変形率RD	× 10 ⁻³ (mm/min)	6.7	6.7	6.0
ふるい通過質量 百分率(%)	19.0mm	100	100	100
	13.2mm	90.2	95.0	99.4
	9.5mm	68.8	75.2	81.2
	4.75mm	24.8	29.5	33.8
	2.36mm	18.6	23.4	27.8
	0.60mm	14.0	17.4	20.5
	0.30mm	13.4	15.5	17.6
	0.15mm	10.0	12.3	14.6
	0.075mm	8.4	10.4	12.4
バインダ量	(%)	5.3	5.4	5.5

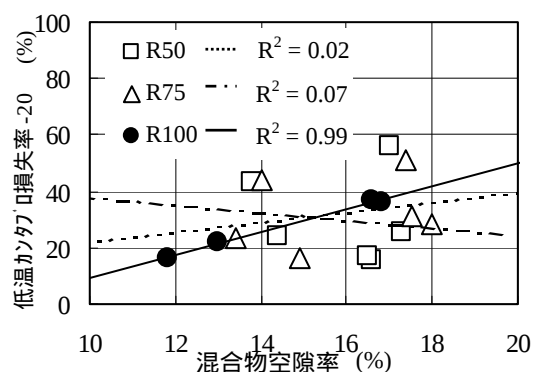


図-12 現場切り取り供試体の空隙率と低温カンタブロ損失率の関係

5. SBSエマルジョンの相溶性の改良

試験施工結果からSBSエマルジョン中のSBSの劣化バインダへの相溶性を向上する必要があることが判り、改良を実施した。

(1) 実験

劣化バインダとの相溶性を高めるためには、SBS自体に劣化バインダとの相溶性が高い成分を混合しておくと考えた。そこで、SBSにオイルを添加した油添SBSをエマルジョン化した油添SBSエマルジョンを試作した。試作した油添SBSエマルジョンは、SBS 100重量部に対してオイルが20部、60部の2種類である。

実験には図-1に示した条件で劣化させた混合物とバインダを用いた。

3章のSBSの形態の違いで決定したのと同様に、オイル添加量24.0%、SBS添加量9.0%で行った。油添SBSを用いる場合のオイル添加量は、油添SBSに含まれるオイル分を差し引いた量とした。

a) 劣化混合物の再生試験

4章で考察したように再生混合物は新規混合物の添加量が多い方が添加材の分散性にとって不利な条件であると考えられるため、ここでは新規混合物を50%混入した再生混合物について検討した。

劣化混合物には図-1の方法で作製した28日劣化混合物を用いた。これに、オイルとSBSエマルジョンを添加した後、新規混合物を混合して再生混合物を作製した。そして、低温カンタブロ試験によって相溶性の評価を行い、RDによって耐流動性を確認した。

b) 劣化バインダへの相溶性比較

図-1の方法で作製した28日劣化バインダにオイルと非油添SBSエマルジョンおよび油添20部SBSエマルジョンをそれぞれ添加して再生し、再生バインダの相溶状態を蛍光顕微鏡写真により比較した。

オイルを添加した劣化バインダを150℃に加熱して攪拌しながらエマルジョンを添加し、水蒸気による大きな気泡がほぼ消えるのを確認して攪拌を終了した。その後、微細な気泡を除去するため150℃の乾燥機中に30分間静置した後、試料採取した。

試料をプレパラートに滴下して室温まで冷却し、蛍光顕微鏡を用いて落射法によって観察し、デジタルカメラで撮影して画像を得た。画像は画像解析ソフトを用いて2値化処理を行い、アスファルト部分とSBS部分の面積率を求めた。

(2) 結果と考察

a) 劣化混合物の再生試験結果

図-13に低温カンタブロ損失率を図-14に変形率RDを示す。

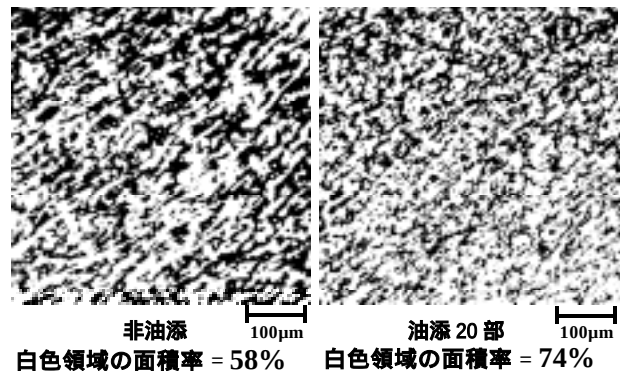
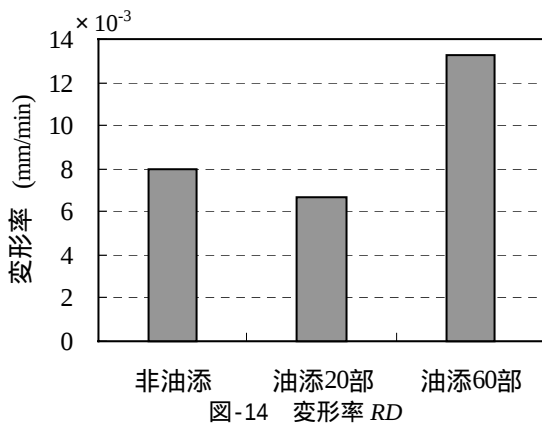
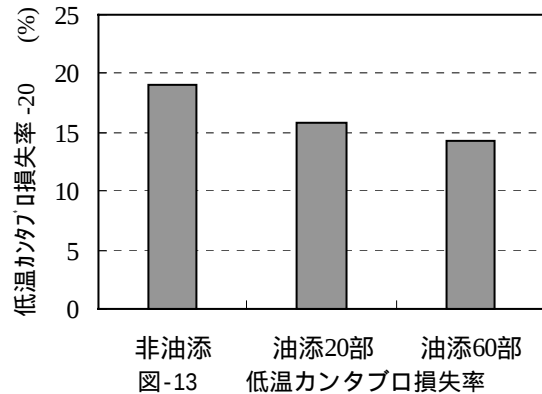


写真-2 非油添 SBS エマルジョンと 20 部油添 SBS エマルジョンの蛍光顕微鏡写真

油添SBSは今回の検討では油添20部が最も良く、非油添SBSより低温性状も高温での耐流動性に優れる結果となった。しかし、油添割合が多すぎると耐流動性にとってマイナス要因になることもわかった。

これは、適切な油添量では相溶性が改善されてSBSの改質効果が発揮されるが、油添割合が多すぎるとSBSの相溶性は改善されるものの、SBSの凝集力を損なってしまうため流動変形し易くなるものと考えられる。

b) 劣化バインダへの相溶性比較結果

写真-2に非油添SBSエマルジョンと油添20部SBSエマルジョンによって再生したバインダの2値化画像を示す。画像の黒色領域はアスファルト相で白色領域はアスファルト中のマルテン分を吸収して膨潤

したSBS相である。写真の下には白色領域の面積率も示した。白色領域の面積率が大きいほど相溶性が良いと考えられる。

非油添SBSエマルジョンと比較して油添20部SBSエマルジョンのほうがSBS部分の面積率が大きく、劣化バインダへの相溶性に優れることが確認できた。

6. 結論

排水性バインダの劣化について調査し、室内実験や現場試験施工により劣化した排水性バインダの再生に有効な再生用改質添加材について検討を行った。本検討で得られた知見を以下に示す。

- (1) 高粘度バインダは100 の乾燥器で長期間強制的に劣化することにより、現場劣化と同様に四成分のうち芳香族が減少し、レジンとアスファルテンが増加し、SBSは低分子化する。
- (2) 新規混合物をほぐした状態で100 乾燥器中で28日間劣化すると、6.5年の現場劣化とほぼ同程度のバインダ性状ならびに混合物性状が得られた。
- (3) 再生用改質添加材としてのSBSの形態はエマルジョンとすることで混合物への分散性ならびに相溶性に有利なものとなる。
- (4) SBSエマルジョンを路上表層再生工法に適用した結果、新規混合物を添加した場合低温カンタブロ損失率のばらつきが大きくなった。これは、添加材と劣化バインダの相溶性が不十分であったことが一つの要因であると考えられる。
- (5) 劣化バインダとの相溶性の良いオイルを用いてSBSを油添することで相溶性を向上させることができる。しかし、油添割合が多いと耐流動性が低下する。

7. おわりに

排水性混合物を再生するには、劣化した高粘度バインダに改質材であるSBSを効果的に分散、相溶させること必要である。実際のプラント再生や路上表層再生に用いるには混合物粒度面についても検討する必要があるが、劣化バインダの再生に関してはエマルジョンにしたSBSを用いること、かつ油添したSBSを用いることが有効であることを見出した。

今後は、油添割合に関しする詳細な検討、オイルとSBSの一液化などの課題に取り組み、性能面ならびに使い勝手の面にも留意してより効果的な添加材を開発すべく検討を行って行く所存である。

なお、本報は日本道路公団試験研究所と東亜道路工業(株)の共同研究⁹⁾で実施した内容に補足実験および共同研究後に実施した改良実験等の結果を加えてまとめたものである。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：プラント再生舗装技術指針，pp.15，1992。
- 2) 浜田，荒尾：排水性混合物の経年劣化と再生利用の方向性，第24回日本道路会議一般論文集(C)，pp.410-411，2001。
- 3) C.A.Bell：SHRP-A-384 Aging, *Strategic Highway Research Program*, p.29, 1994。
- 4) (社)日本道路協会：舗装試験法便覧別冊，pp.7-13，1996。
- 5) (社)日本道路協会：舗装試験法便覧，pp.539-567，1988。
- 6) 向後，加藤：排水性アスファルト混合物の再生利用技術に関する検討，第6回舗装工学論文報告集，CD-Rom, pp.94-101，2001,12。
- 7) 日本改質アスファルト協会：講座 舗装材料の作り方 改質アスファルト，舗装，Vol.34，No.7，pp.30-32，1999。
- 8) (社)日本道路協会：排水性舗装設計施工指針(案)，p.14，1996。
- 9) 日本道路公団試験研究所，東亜道路工業株式会社：平成13年度共同研究「高機能舗装の再生に関する研究」報告書，2002,3。

A STUDY OF EFFECTIVE ADDITIVE FOR RECYCLING POROUS ASPHALT MIXTURE

Masato MURAYAMA, Hiroshi KANNO and Kenji HIMENO

Since porous asphalt mixture has large air void, the aging of high viscous modified asphalt in this pavement significantly progresses in short period. It often degrades as 10 (1/10mm) of penetration grade in 5 to 7 years after construction. In this report, the aging of high viscous modified asphalt was studied and It was clarified that refilling of oil/modifier component is necessary to recover. Then, it was find out that SBS emulsion with good dispersion is effective to be used as modifying additive for recycling. Also, modification of SBS emulsion improves compatibility of high viscous modified asphalt.