再生再生用添加剤を用いた再生アスファルト混合物の物性比較試験

東北工業大学　正会員　○竹内　健二
東北工業大学　正会員　村井　貞規
(株) イーデー　草野　征夫

１．目的

近年では，CO2 排出量削減の一環としても地産地消の概念が広まりつつある．アスファルト舗装事業においても，地域から発生するアスファルト舗装廃材の混入率を増加させ含有アスファルトをより多く利活用することで，新アスファルトの製造および運搬のための環境コストを削減することができる．一方では，再生加熱アスファルト混合物の製造に必要な再生用添加剤が増量することになる．再生用添加剤は潤滑油と同系であり，製油所においての製造および運搬が増加することにつながる．そこで，地域から排出されている廃潤滑油を主要構成材料とし，地産地消を目指した再生再生用添加剤の製造が試みられている．

本研究は，再生再生用添加剤を用いた再生加熱アスファルト混合物の供試体と，従来の再生用添加剤および新規加熱アスファルト混合物の供試体を作製しその物性を比較することにより，当該再生再生用添加剤の使用の可能性を考察した．

２．アスファルト混合物の比較試験

2.1 試験概要

廃潤滑油から再生した再生再生用添加剤を用いた再生加熱アスファルト混合物と，既存 2 種類の再生用添加剤を用いた再生加熱アスファルト混合物および新規混合物により供試体を作成し，マーシャル安定度試験，ホイールトラッキング試験，カンタブロ試験，粘弾特性測定試験を行った．

2.2 混合物の配合

表-1 に，比較した加熱密粒度アスファルト混合物（13）の配合設計を示す．ストレートアスファルト（60-80）を用いた新規混合物を〔V〕，既存の再生用添加剤 2 種類を〔R1〕，〔R2〕，廃潤滑油から再生した再生再生用添加剤を〔RR〕とする．再生用添加剤の添加量は，針入度 60-80（1/10mm）を設計針入度として，針入度 24（1/10mm）の旧アスファルトへの添加量を決定した．なお再生用添加剤の品質は，プラント再生舗装技術指針に適合するものとした（**表**-2）．設計バインダー量は，舗装試験法便覧に準拠したマーシャル安定度試験で最適アスファルト量を決定した．

表-1 混合物の配合

項　　目		V	R1	R2	RR
再生骨材	%	―	63		
6 号砕石	%	33	24		
7 号砕石	%	26	8		
粗砂	%	29	5		
細砂	%	6	―		
石粉	%	6	―		
設計ﾊﾞｲﾝﾀﾞｰ量	%	5.8	5.8	5.4	5.6
外割ﾊﾞｲﾝﾀﾞｰ量	%	6.16	6.16	5.71	5.93
旧ｱｽﾌｧﾙﾄ量	%	―	3.81		
再生用添加剤	%	―	0.69	0.61	0.38
外割新 As 量	%	―	1.66	1.29	2.08
設計針入度（1/10mm）		60-80			

2.3 試験結果と考察

2.3.1 マーシャル安定度試験

標準マーシャル安定度試験の結果を**表**-3 に示す．V,R1,RR はマーシャル安定度基準値に適合した．R2 は空隙率が 7.5%と 3～6%の基準値上限を超える結果となった．

R2 は，骨材配合が同じである R1，RR と比較して密度が低く，結果として空隙率が基準値上限を超えた．

表-2 再生用添加剤の品質

項　　目	標準的性状
動粘度(60℃) cSt (mm^2/s)	80～1,000 (80～1,000)
引火点　℃	230 以上
薄膜加熱後の粘度比(60℃)	2 以下
薄膜加熱質量変化率%	±3 以下

R2 再生用添加剤は，加熱混合時の揮発が多く旧アスファルトの流動性が回復に至らず，混合物としての流動性が劣ったために密度が低いと考えられる．また R1 と RR は，全ての結果が近似値であり，R1 の再生用添加剤と RR の再生用添加剤は類似効果であると考えられる．

表-3 マーシャル安定度試験結果

項目	As 量	密度	空隙率	安定度	フロー値
単位	%	g/cm^3	%	kN	1/100cm
基準値	5〜7	—	3〜6	4.90 以上	20〜40
V	5.8	2.285	3.9	13.78	29
R1	5.8	2.349	3.4	15.73	39
R2	5.4	2.281	7.5	10.53	35
RR	5.6	2.352	3.8	16.87	38

2.3.2 ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験の結果を**表-4** に示す．V の動的安定度は，基準値の 3,000（回/mm）以下であり，RR の動的安定度が 5,053（回/mm）と最高値であった．

RR は，動的安定度が高いことから，他よりも耐流動性の高い混合物といえる．

表-4 ホイールトラッキング試験結果

項目	密度	圧密変形量	動的安定度
単位	g/cm^3	mm	DS (回/mm)
基準値	—	—	3,000 以上
V	2.203	2.30	1,673
R1	2.254	1.71	3,088
R2	2.288	1.51	3,259
RR	2.263	1.48	5,053

2.3.3 カンタブロ試験

カンタブロ試験の結果を**表-5** に示す．R2 が 10.1%と最大の損失量であり，Vが 5.8%で最小の損失量であった．V，R1，RR の損失量差は 1%の範囲内であった．

V，R1，RR は，バインダーの骨材把握力および接合力が同程度と考えられる．

表-5 カンタブロ試験結果

項目	損失率
単位	%
V	5.8
R1	6.1
R2	10.1
RR	6.7

2.3.4 粘弾特性測定試験

周波数制御に使われる振動子で，周波数を変化させて試料の最小抵抗を測定し，粘弾性との相関関係を応用して粘弾特性を算出する装置を用い，V，R1，R2，RR の供試体から抽出回収したバインダーの粘弾性の特性測定を試みた．抽出回収後バインダーの針入度（1/10mm）を**表-6** に，粘弾特性測定試験の結果を**図-1** に示す．

表-6 回収後の針入度

項目	針入度
単位	1/10mm
V	29
R1	47
R2	29
RR	33

比較基準として，ストレートアスファルト（stAs）60-80 を測定し，stAs とのインピーダンス（粘度）を比較した．V は，20℃程度まで高く，以降は同等となった． R1 は，20℃まで同等であり，40℃付近で高くなり，60℃で同等となった．R2 は，30℃付近まで高く，45℃程度で同等になった．RR は，20℃程度まで高く以降は同等となり，V と同等曲線になった．

粘度では，R2 は旧アスファルトの回復に至っておらず，R1 は回復に近いと考えられる．RR も，V と同等の特性を示し回復に近いと推定できる．

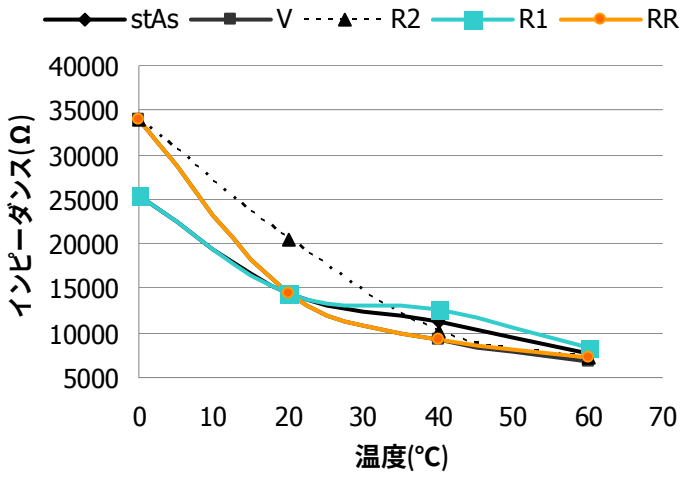

図-1 粘弾特性測定試験結果

2.4 まとめ

再生再生用添加剤（RR）混合物は，マーシャル安定度およびカンタブロ損質率において，V 混合物および R1 混合物と遜色ない結果が得られた．ホイールトラッキング試験においても，対流動性がは高まる良好な結果が得られた．また，回収バインダーの粘弾特性は V と同等の結果となった．従って、混合物としては使用可能な領域にあると判断できる。最終的には、旧アスファルトに再生再生用添加剤を添加した再生アスファルトとして、JIS 規格を満足するか組成分析等での問題はないかを確認する必要がある．