

アスファルト混合物の循環再生における物性変化

1214115 齋藤 雅揮

1. 背景と目的

近年、地球温暖化防止や循環型社会の構築に向けた対策は、道路事業の分野でも例外なく実施されている。建設リサイクル法によってセメントコンクリート塊、アスファルトコンクリート塊のリサイクルが義務化されており、再資源化及び有効利用が必要である。現在、アスファルト舗装廃材の再資源化は一般化され、再生加熱アスファルト混合物が製造出荷されているが、かつて当研究室で行われた従来の再生用添加剤を用いたアスファルトの再生実験では、品質や内容を考慮すると限られた回数しか循環再生が出来なかった。循環型社会の構築には多回数の循環再生が必須でありその技術が確立されていない。このような現状の中、昭和シェル石油がアスファルト混合物の循環再生用添加剤「リプロファルト 300」を開発した。

この背景から本研究では、経年によるアスファルト混合物供試体の性状変化の継続的調査、「リプロファルト 300」を用いたアスファルト混合物供試体の多回循環再生を試み、その結果を考察した。

なお、今回は循環再生が出来ないと言われている針入度が 20 mm以下の疑似廃材を使用し、実験を行った。

2. 循環再生混合物の製造実験

(1) 概要

一般的な再生用添加剤を用いた舗装再生においては、繰り返し再生を重ねると、再生したアスファルトの性状が新アスファルトと異なってくる。新アスファルトを促進劣化させ繰り返し再生する実験結果から、従来の一般的な再生用添加剤では、針入度は回復しても伸度等が回復していない場合が多いことが分かっている。そのため本実験では、循環再生用添加剤を用いて、多回循環再生を行い針入度試験、伸度試験、最大密度試験、マーシャル安定度試験により性状を確認した。なお今回の多回循環における再生骨材量は 60%とした。

(2) 新規混合物の配合設計と疑似廃材の作製

再生骨材として、As 量 5.0%、5.3%、5.6%の供試体を作製した。その後マーシャル安定度試験を行った結果、5.3%の供試体が As 量、空隙率、安定度、フロー値の基準値を満足したので本実験で使用する新規混合物に決定した。新規混合物の配合設計を表-1 に、マーシャル安定度試験結果の各項目の値とその基準値を表-2 に示す。

表-1 配合設計表 (%)

項目	新規混合物	再生混合物
再生骨材	—	56.76
6号砕石	34.22	15.14
7号砕石	26.64	7.57
粗砂	26.16	9.46
細砂	3.51	3.78
石粉	4.17	1.89
新アスファルト量	5.31	0.47
旧アスファルト量	—	3.18
再生添加剂量	—	1.75
合計	100	100

表-2 マーシャル安定度試験基準値と結果

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	4.9以上	20~40
新規混合物	5.3	2.351	4.03	9.77	24.33
再生骨材用供試体	5.4	2.351	3.4	11.545	31.0

キーワード：循環再生、針入度、最大密度試験、マーシャル試験、カンタブロ試験No.1-43 (村井研究室)

表一3 時間別針入度

疑似廃材を決定するために、新規混合物を 165℃の恒温乾燥機を用いて、その新規混合物を 1～5 時間の加熱処理を行い、アスファルトの抽出を行った。抽出したアスファルトで針入度試験を行った結果が表一3 である。針入度が 20 mm以下の疑似廃材を使用し循環再生を行うので、表一3 の結果から、疑似廃材を 5 時間加熱する事に決定した。作製した供試体でマーシャル安定度試験とカンタプロ試験を行い、残りの疑似廃材を最大密度試験に使用した。これらの作業を各循環繰り返し行った。

針入度 (1/10mm)		
加熱時間	測定値	平均
1時間	41	40.5
	40	
2時間	37	36.5
	36	
3時間	30	28.5
	27	
4時間	22	20.5
	19	
5時間	15	14.5
	14	

(3) 最大密度試験

アスファルト混合物の理論最大密度に相当する密度を測定するものである。容器に 25℃の水を満たしてその質量を測る。次に試料を室温まで放冷して容器に入れて総質量を測定し、正味の質量を測定、25℃の水を入れて試料を十分に浸す。この時に界面活性剤（中性洗剤等）を加えると空気泡を除去しやすくなる。容器を真空ポンプに接続して内容物中の空気を抜き、約 15±2 分間そのまま保つ。

この後、手で約 2 分間隔で数回容器を激しく振りながら内容物をかき混ぜて残った空気を除き、再度質量を量り理論上の密度を求める。また本試験は、再生アスファルト混合物の配合設計や品質管理を行う場合の基本データを得る目的にも利用される。表一4 の 3 回目のデータは実験でのミスがあり、2.524g/cm³の値のみ採用した。どのデータも平均はバラバラだが、ミスがあった 3 回目を除き、それぞれ測定値が 0.2 しか誤差が出ていない事が分かる。

表一4 最大密度試験結果

最大密度結果 (g/cm ³)		
	測定値	平均
1循環目	2.476	2.472
	2.468	
2循環目	2.458	2.470
	2.481	
3循環目	—	2.524
	2.524	
4循環目	2.490	2.495
	2.500	
5循環目	2.473	2.594
	2.715	
6循環目	2.479	2.480
	2.481	

(4) マーシャル安定度試験

マーシャル安定度試験はアスファルト混合物の配合を決定するために行う試験で、直径約 10.2cm、高さ約 6.3cm の円筒供試体を使用し、供試体が拘束されている状態で円周側から載荷し、供試体が破壊するまでに示した最大荷重(マーシャル安定度)と、その時の変形量(フロー値)を求める。各循環 3 個の平均値を使用している。ここでは混合物を力学的に評価するために使用している。表一5 の 6 循環目までのマーシャル安定度試験を行った結果、安定度とフロー値は最低基準値を下回ることなく 6 循環目まで作製することができた。しかし、空隙率は 6 回目のみ基準値を下回った。

表—5 マーシャル安定度試験結果

マーシャル安定度試験結果				
	理論密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	安定度 (kN)	フロー値 (1/100cm)
1循環目	2.351	3.4	11.54	31
2循環目	2.354	3.3	9.41	21
3循環目	2.357	3.6	11.33	25
4循環目	2.39	3	13.42	29
5循環目	2.503	4.4	11.82	25
6循環目	2.438	2.4	14.21	29
基準値	—	3~6	4.9以上	20~40

写真—1 マーシャル試験の様子



(5) カンタブロ試験

本試験は、アスファルト混合物の設定した試験温度における骨材飛散抵抗性を評価するためのものである。アスファルト混合物における表層用材料としての妥当性の検証を目的に実施される。また、アスファルト混合物の最少アスファルト量の設定を目的に実施されることもある。

作製したマーシャル供試体の重量を測定し、ロサンゼルス試験機（写真—2）に供試体を入れて300回転させ、回転終了後に供試体の重量を測定する。どれだけ欠けたのかを重量比で損失率を出す。

表—6を見ると、6回目までカンタブロ試験を行った結果、2回目から5回目まで（4回目を除く）数値が5%近辺、もしくは5%以下だった。6回目は数値が跳ね上がり、10%を超えた。

表—6 カンタブロ試験結果

カンタブロ試験結果 (%)		
	損失率	平均
1循環目	1.287	3.661
	4.890	
	4.806	
2循環目	6.796	5.207
	4.659	
	4.167	
3循環目	5.777	5.205
	4.246	
	5.591	
4循環目	4.215	3.578
	2.940	
5循環目	4.500	4.797
	5.094	
6循環目	9.408	11.718
	14.027	

写真-2 ロサンゼルス試験機



(6) 結果と考察

最大密度試験、マーシャル安定度試験、カンタブロ試験の結果を総合的に評価すると、供試体用いた多循環再生は一定の成果を収めたといえる。目標である6循環再生は、6循環目の空隙率のみが基準を下回ったが、伸度試験で126.7 cm、針入度試験で72 mmを記録し、基準を満たしているため6循環再生は可能と判断した。

今回の配合設計では空隙率が6循環目で基準値を下回ったため、6循環が限界であり、7循環以降の再生は今後の課題とする。また、損失率の基準は無いが、6循環目に11.718%を記録しているため、今後循環を重ねるごとに増加していくと思われる。

4. まとめ

今回の多回循環は、再生用添加剤を用いたことにより、目標であった6循環再生できる事が確認された。循環再生の確認ということだけでは昨年度とほぼ変わらないが、昨年度との異なる事は疑似廃材の内容である。昨年は針入度20 mm以上の強制劣化させたアスファルトを使用した。今年では循環再生では「使えない」とされていた針入度20 mm以下の強制劣化させたアスファルトで6循環再生の可能性を確認する事ができた。

実験データを見ると、6循環目の空隙率のみが基準値を唯一下回ってしまったが、最終的には伸度試験、針入度試験共に基準値を満たしたため、当初の目的である6循環の循環再生が可能だと判断できる。しかし、今回の配合設計のままでは6循環が限界である。7循環以上の再生を求めるとすれば、空隙に充填できる骨材を選ぶなど配合設計の変更を行う、加熱混合をする際の温度を変えるなど、方法自体を変える工夫が必要である。

参考文献

- (1) 日本アスファルト合材協会 HP <http://www.jam-a.or.jp/>.
- (2) 国土交通省 HP <http://www.milt.go.jp/road/index.html>.
- (3) 昭和シェル石油株式会社、技術商品部アスファルト課資料。
- (4) 舗装試験法便覧第2分冊、社団法人日本道路協会、2007。
- (5) 舗装試験法便覧第4分冊、社団法人日本道路協会、2007。