

## 再生アスファルト混合物の経年劣化の挙動に影響を及ぼす要因の検討

日大生産工(院) ○木下 雄太

日大生産工 秋葉 正一 日大生産工 加納 陽輔

土木研究所 新田 弘之 土木研究所 川島 陽子

## 1. はじめに

近年、アスファルトコンクリート塊の再材料化率は99%に達し、その約6割がアスファルト混合物再生骨材(以下、再生骨材)として循環利用されている。さらに、加熱アスファルト混合物全出荷量の約80%を再生加熱アスファルト混合物(以下、再生混合物)が占め、それらの多くは3回目以降のリサイクルが繰り返されようとする現況にある。

再生混合物は、再生骨材が含有する旧アスファルトの性状を再生用添加剤(以下、添加剤)によって補うよう配合設計されるが、添加剤の構成比は再生骨材配合率の増加や老化の進行とともに増加し、リサイクルの繰返しに伴い累積されつつある。そのため、添加剤の長期的作用が再生混合物の供用性に予期せぬ影響を及ぼす可能性があり、より長期的視点からの品質評価が重要視されている。さらに、再生混合物の供用性には、各種素材の品質と複雑な製造プロセスが関与するため、影響因子と相互作用を明らかにすることが高品質化の手掛かりとなり得る。

そこで本研究では、添加剤の成分と製造プロセスの違いが、再生混合物の長期的な性状変化に及ぼす影響を評価し、各影響度の相対的な比較から再生混合物の高品質化を検討した。

## 2. 本研究の概要

## 2.1 供試体

新規アスファルトには、ストレートアスファルト60/80を使用し、再生骨材は針入度が15のRAP1と、同骨材を85°C・288時間の炉養生によって針入度を10まで促進劣化させたRAP2を用いた。添加剤は、芳香族分を主成分とする添加剤A、飽和分を主成分とする添加剤Bを使用し、各再生アスファルトとも設計針入度を65として最適添加剤量を決定した。表-1に各添加剤の構成成分比率と最適添加剤量を示す。

供試体は、新規の密粒度アスファルト混合物(13)を標準試料Vとして、添加剤Aによる再生混合物RA40、添加剤BによるRB40、再生骨材配合率を60%としたRA60、RAP2によるRA40-10、RAP1の加熱温度を高めたRA40-165、RA40とRB40の貯蔵時間を延長したRA40-8、RB40-8を比較した。供試体の名称と構成を表-2に示すとおりであり、表中に網掛けした各供試体の特徴を名称の末尾に付している。

## 2.2 実験手順

本研究では、再生アスファルトの酸化と揮発、さ

表-1 再生用添加剤の成分および添加量

種類	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	構成成分比率 (%)				最適 添加剤量 (%)
		アスファ ルテン分	レジン分	芳香族分	飽和分	
添加剤A	0.976	0.4	3.3	92.1	4.2	20.7
添加剤B	0.909	1.4	5.6	34.7	58.3	17.0

表-2 供試体の名称および構成

供試体 名称	再生骨材		添加剤 (主成分)	混合温度(°C) (再生-新規骨材)	貯蔵時間 (時間)
	針入度 (1/10mm)	配合率 (%)			
V		0		160	1
RA40	15	40	A (芳香族分)	140-180	1
RB40	15	40	B (飽和分)	140-180	1
RA60	15	60	A (芳香族分)	140-180	1
RA40-10	10	40	A (芳香族分)	140-180	1
RA40-165	15	40	A (芳香族分)	165-160	1
RA40-8	15	40	A (芳香族分)	140-180	8
RB40-8	15	40	B (飽和分)	140-180	8

らに劣化の進行が舗装の深さ方向で異なることに着目し、浅層部を想定した有酸素下(空気)、深層部を想定した無酸素下(窒素置換)における促進劣化前後の性状を評価した。促進劣化によるエージングは110°Cで実施し、2日・4日・6日後の性状を25°Cの圧裂試験により評価した。なお、促進劣化0日(施工直後)と4日後は、0°Cと60°Cでも圧裂試験を実施し、エージングによる感温性の変化を確認した。

## 3. 結果及び考察

ここでは、再生混合物の長期的な性状変化に大きな影響が見られた添加剤成分と貯蔵時間に焦点を絞って結果と考察を述べる。

## 3.1 添加剤成分による影響

RA40とRB40の25°Cにおける圧裂スティフネスを図-1に、0°Cと60°Cの圧裂強度比を図-2示す。

芳香族系添加剤によるRA40は、エージングが進むにつれ有酸素下、無酸素下ともスティフネスが増加した一方、飽和系添加剤によるRB40は、有酸素下と無酸素下で傾向が大きく異なり、特に無酸素下ではエージング4日後まで低下して6日後に増加した。このことから、飽和系添加剤による再生混合物はエージングに伴い酸素との接触度合いが異なる舗装の表面と内部で性状に差異が生じる可能性が考えられる。

圧裂強度比は、RA40が4日後に減少したことから、芳香族系添加剤による再生混合物は供用期間を通じ

Understanding the factors and degree of impact that affect the long-term quality of RHMA

Yudai KINOSHITA, Shoichi AKIBA, Yosuke KANO,  
Hiroyuki NITTA, Yoko KAWASHIMA

て感温性が変化する可能性が考えられる。

### 3. 2 貯蔵時間による影響

前述の結果で特徴的な性状変化が見られた RB40 に関して、貯蔵時間による圧裂スティフネスの変化を図-3 に、圧裂強度比の変化を図-4 示す。

同日の製造と出荷を想定し、貯蔵時間を 8 時間まで延長した RB40-8 は施工直後の圧裂スティフネスが RB40 および V に比べて大きい。また、有酸素下における変化は V と同傾向であり、無酸素下では RB40 と同様に 2 日後に大きく低下したものの、比較的早期に増加に転じ、6 日後には V を上回る圧裂スティフネスが発現した。

RB40-8 の圧裂強度比は、エージング 0 日で RB40 と概ね同等であるが、4 日後に前述の RA40 と同程度まで低下した。これらのことから、高温を保持したままサイロで長時間貯蔵されることにより、エージングが促進される可能性を確認した。

### 3. 3 添加剤成分と貯蔵時間影による影響度

図-5 は、添加剤成分の異なる RA40, RB40 と、それぞれ貯蔵時間を延長した RA40-8, RB40-8 のエージングに伴う影響度を新規混合物 V の各圧裂スティフネスを基準に相対的に図示したものである。なお、ここではアスファルト混合物層としての全体的な性状を相対的に評価するため、有酸素下と無酸素下による結果を平均している。

再生混合物は、圧裂スティフネスを指標として製造直後の品質が新規混合物と同等となるよう配合設計がなされるが、エージングに伴って圧裂スティフネスは芳香系添加剤による再生混合物で増加し、飽和系添加剤によるものでは減少する可能性がある。これは、添加剤成分によって拡散速度が異なり、旧アスファルトを軟化させる速度が異なることを示唆する。また、貯蔵時間の延長は、再生混合物の圧裂スティフネスが増加させるため、施工直後から設計した性状と差異が生じるが、添加剤成分によっては拡散が促進され、長期的視点からは品質を安定化させる可能性がある。

## 4. 結論

以上の検討から得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 再生混合物は添加剤成分によってエージングに伴う性状変化の挙動が異なる。
- 2) 再生混合物は舗装の表面と内部とでエージングに伴う性状変化の挙動が異なる。
- 3) 再生混合物は貯蔵時間によってエージングが進行して硬化するが、添加剤の拡散が促進されることで品質が安定する可能性がある。

今後も再生混合物の老化メカニズムの解明と高品質化に向けて、多面的な検討を重ねる必要がある。

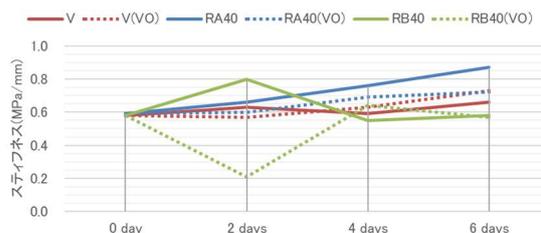


図-1 圧裂スティフネス(添加剤成分による影響)

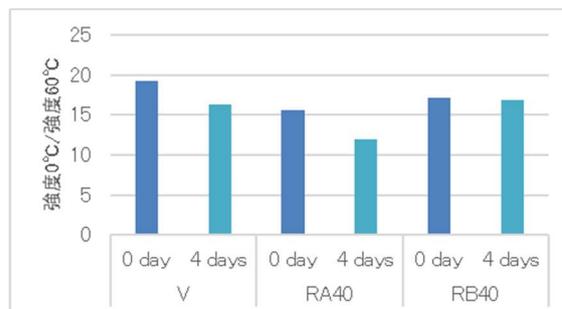


図-2 0°Cと60°Cの圧裂強度比(添加剤成分による影響)



図-3 圧裂スティフネス(貯蔵時間による影響)

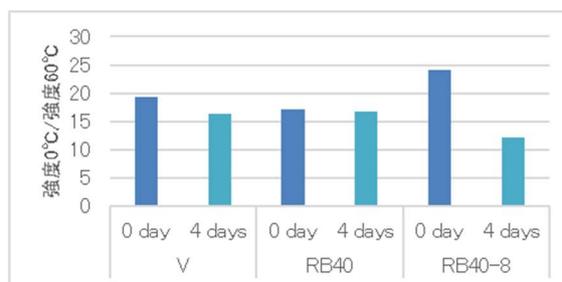


図-4 0°Cと60°Cの圧裂強度比(貯蔵時間による影響)

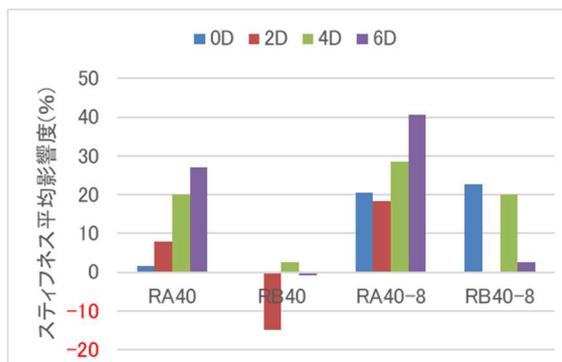


図-5 再生混合物のエージングに伴う影響度