

再生アスファルト混合物の新たな評価方法に関する研究

(株)NIPPON 総合技術部 技術研究所 ○末原 俊史
 (国研)土木研究所 舗装チーム 川上 篤史
 北海道科学大学 工学部 都市環境学科 亀山 修一

1. はじめに

道路資本ストックが増大するわが国において、舗装の効率的な維持管理は重要な課題であり、アスファルト舗装のリサイクルはその一方策として重要な役割を担っている。しかしながら、繰り返されるリサイクルにより再生骨材の低針入度化が進行し、今後は持続的な再生利用が困難になるおそれがある。再生骨材の低針入度化は再生アスファルト混合物（以下、再生混合物）の品質に影響を及ぼすことが考えられるが、これらの影響を適切に評価した報告は少なく、試験法も確立されていない。このため、本研究は再生骨材の劣化程度や配合率が再生混合物の力学性状に及ぼす影響について検証した。本報は、海外の試験法を参考に再生骨材の影響を再生混合物のひび割れ抵抗性と疲労抵抗性に着目し、評価した結果を述べるものである。

2. 再生混合物の新たな評価方法の検討

2-1 検討材料および配合

本研究に用いた再生骨材は品質変動を極力小さくするため、室内で混合物を促進劣化させる方法で作製した。その際、加熱時間を変えることで表-1に示す劣化程度が異なる3種の再生骨材を作製した。また、本研究では改質由来の再生骨材が増加していることを加味し、改質II型アスファルトを用いた混合物を促進劣化させた。再生混合物の配合は密粒度(13)の中央粒度を目標とし、前述の再生骨材を用いて配合率を30%・50%・70%と変化させた。なお、新規アスファルトはストアス 60/80を使用し、再生用添加剤の性状は表-2に示すとおりである。

表-1 再生骨材の作製方法と性状

アスファルト種類	目標針入度 (1/10mm)	促進劣化 (時間)	回収As 針入度 (1/10mm)	再生用添加剤量* (%)
改質II型	25~30程度	48	27	10.6
	20前後	96	20	12.7
	10~15程度	288	14	23.3
再生骨材 作製方法	密粒度(13)改質II型混合物を製造 → 7.5kgを36cm×24cmの金属製バットに敷く → 110℃の乾燥炉で加熱			

* 再生用添加剤量 目標針入度:70の添加量

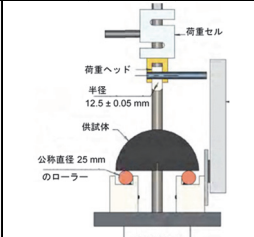
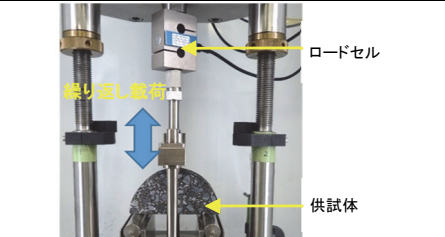
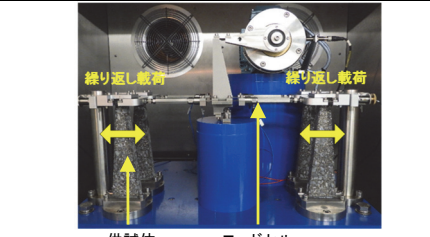
表-2 再生用添加剤の性状

項目	性状値	項目	性状値
動粘度 (60℃) mm ² /s	82.71	飽和分 mass%	83.2
引火点 ℃	260	芳香族分 mass%	13.5
薄膜加熱後の粘度比	1.05	レジン分 mass%	1.6
薄膜加熱質量変化率 %	-1.37	アスファルテン分 mass%	0.0
密度 (15℃) g/cm ³	0.925		

2-2 評価方法

混合物性状は、表-3に示す試験方法によって検証した。常温域 (25℃) の評価は、米国イリノイ州でひび割れ抵抗性の指標として実績¹⁾がある SCB 試験で評価した。また、再生混合物の温度による影響を加味し、温度条件を変えて疲労抵抗性を評価した。ここで、一般的な曲げ疲労試験 (舗装調査・試験法便覧 B018T) では、低温域で再生骨材の影響を適切に評価できない場合がある。また、高温域では治具拘束による供試体破損があるため試験が困難である。そこで、低温域の疲労試験は Nottingham Asphalt Tester を用いて SCB 試験

表-3 評価試験方法

評価項目	ひび割れ抵抗性			低温域の疲労抵抗性					高温域の疲労抵抗性				
	試験略称	試験名称	試験方法	試験温度	載荷速度	制御方法	ひずみ量	波形	試験温度	載荷速度	制御方法	ひずみ量	波形
	SCB試験	Semi-circular bending beam test	AASHTO TP 124-18	10℃	2Hz	荷重	1.6kN	ハーバーサイン	40℃	25Hz	ひずみ	500μ	正弦波
試験概要													

を荷重制御で繰り返し載荷する試験法(以下, NAT-SCB 試験)を新たに考案した. また, 高温域はフランスで実績が多く, 治具拘束による供試体破損が少ない 2 点繰り返し曲げ試験により 40°Cの疲労抵抗性を評価した.

2-3 評価結果

(1) 常温域の評価 (SCB 試験)

SCB 試験は, ①式を用いて柔軟性指数 (Flexibility Index: 以下, FI) と算出過程で得られる破壊エネルギー (Fracture Energy: 以下, FE) によって評価した. FE は曲げと引張仕事を併せた力学特性であるため, FE でもひび割れ抵抗性を評価できるものと考えた. 再生骨材配合率と FI の関係を図-1 に示す. 再生骨材の針入度低下や配合率増加に伴い FI は低下し, ひび割れ抵抗性が低下する傾向が認められた. また, 再生骨材配合率と FE の関係は図-2 示すとおりであり, FI と同様に再生骨材の針入度低下や配合率増加に伴い低下する傾向が確認された. さらに, 汎用的な評価方法として圧裂試験からも FE の算出を試みた. その結果は図-3 に示すとおりであり,

$$\text{柔軟性指数 (FI)} = \frac{\text{破壊エネルギー}^{\ast}}{\text{最大荷重後の傾き}} \dots \text{①式}$$

\ast 破壊エネルギー (FE): 破壊仕事量 / 破断面積

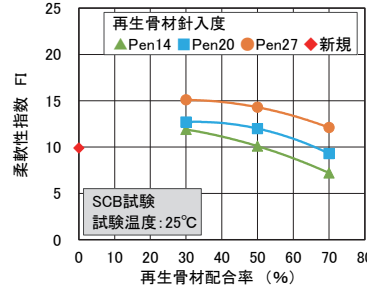


図-1 再生配合率と FI の関係

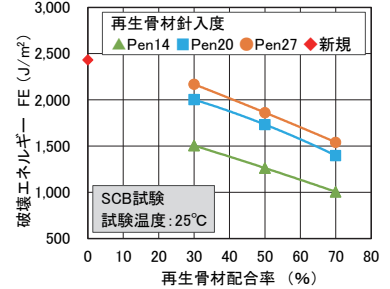


図-2 再生配合率と FE の関係

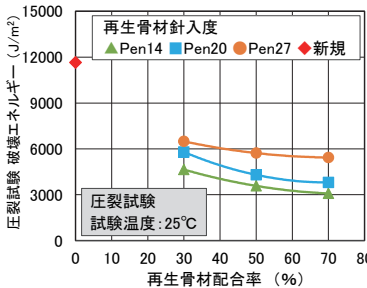


図-3 圧裂試験による FE の傾向

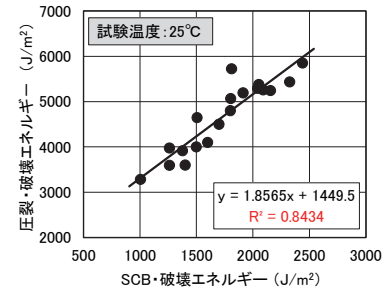


図-4 SCB と圧裂の相関

SCB 試験と同様に再生骨材の針入度低下や配合率増加に伴い一様に低下する傾向が確認された. また, SCB 試験と圧裂試験による FE の関係は図-4 に示すとおり高い相関があり, 圧裂試験を用いても FE を算出することで, ひび割れ抵抗性の評価が可能と思慮する. なお, 上述の試験はストアス 60/80 ベースの再生骨材でも実施し, 改質 II 型ベースと同様の傾向が得られた.

(2) 低温域の評価 (NAT-SCB 試験)

再生骨材配合率と NAT-SCB 試験による疲労破壊回数の関係を図-5 に示す. 再生骨材配合率増加に伴い, 一様に疲労破壊回数が低下する傾向が確認された. その傾向は再生骨材の針入度が 20 から 14 に低下することで疲労破壊回数が半減することがわかった.

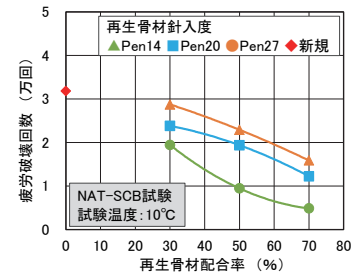


図-5 低温域の疲労抵抗性

(3) 高温域の評価 (2 点繰り返し曲げ試験)

再生骨材配合率と 2 点繰り返し曲げ試験結果による疲労破壊回数の関係を図-6 に示す. 再生骨材の針入度低下や配合率増加に伴い疲労破壊回数が低下する傾向が確認された. これは, 針入度の調整により 25°Cの温度域では硬さが調整されているものの, 40°Cの温度域ではアスファルトの硬質化は改善されず疲労抵抗性が低下したものと推察される. 本研究では再生骨材の針入度が 20 から 14 に低下することで疲労抵抗性が 15~20%程度低下することがわかった.

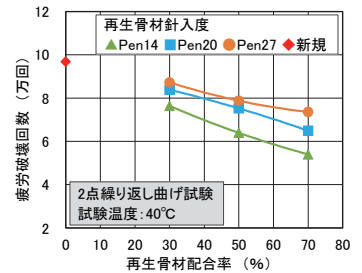


図-6 高温域の疲労抵抗性

3. おわりに

わが国におけるアスファルト混合物の再生事業は半世紀を過ぎて再生骨材の低針入度化が進行し, 変革の時期にあるといえる. 維持修繕ストックが増大する中, 今後も再生事業を継続するには低針入度再生骨材の活用は不可欠であるが, 活用には再生混合物の品質評価方法の確立と品質規格の設定が必要であり, 本研究で得られた知見が低針入度再生骨材を活用する一助になることを期待する. 今後は, 実際の再生骨材を用いた再生混合物の評価や実道における耐久性などを検証し, 再生混合物の評価方法を確立したい.

【参考文献】

- 1) Impact of High Recycled Mixes on HMA Overlay Crack Development Rate, Road Materials and Pavement Design 2017
- 2) 田湯文将, 新田弘之他: 混合物の疲労破壊抵抗性に関する評価方法の検討, 日本道路会議, 2019.11