

# NAT-ITFT 試験によるアスファルト混合物の疲労抵抗性評価法の一検討

大成ロテック (株) 技術研究所 正会員 ○チャン タン ニヤット  
同上 正会員 中尾 信之

## 1. はじめに

現在、わが国においてアスファルト混合物（以下 アスコン）の疲労抵抗性は、4点支持による曲げ疲労試験<sup>1)</sup>によって評価されることが一般的である。一方、海外では4点支持による曲げ疲労試験の他に、ジャイレトリコンパクタにより作製した供試体や切り取りコアを用いてアスコンの疲労抵抗性を室内で評価できる Nottingham Asphalt Tester を使用した Indirect Tensile Fatigue Test 試験（以下 NAT-ITFT 試験法）が採用されている<sup>2)</sup>。近年ではわが国でも当該試験によるアスコンの疲労耐久性評価結果が報告されている<sup>3)</sup>が、2018年に改定された EN 規格に準拠した評価結果は、あまり見受けられない。そこで筆者らは、NAT-ITFT 試験の適用性を確認することを目的として、3種類のアスファルトバインダを用いて作製した供試体に対して、曲げ疲労試験と NAT-ITFT 試験を実施し、ひずみと破壊回数から求まる疲労寿命直線から両者の相関性について検討した。本文ではその結果を報告する。



写真-1 NAT 試験機

## 2. NAT-ITFT 試験法の概要

NAT-ITFT 試験では、一定の鉛直荷重を繰り返し繰り返し載荷し、破壊に至るまでの回数でアスコンのひび割れ抵抗性を評価する（写真-1 参照）。表-1 に欧州の BS-EN12697 Part24 の試験条件（抜粋）を国内の曲げ疲労試験と対比させて示すが、曲げ疲労試験がひずみ制御であるのに対して、NAT-ITFT 試験は初期引張ひずみが 70~400 $\mu$  になるように応力を制御して繰り返し載荷することが大きな違いのひとつである<sup>4)</sup>。

## 3. 室内試験概要

当該試験には、舗装用石油アスファルト (60/80) (以下、ストアス)、ポリマー改質アスファルト II 型 (以下、改質 II 型) およびひび割れ抵抗性を高めたポリマー改質アスファルト (以下、ひび割れ抑制) を用いた密粒度アスファルト混合物を用いた。表-2 に使用したバインダの性状を示す。試験温度は、アスコンの疲労抵抗性を評価するために実施頻度が多い 10~20 $^{\circ}$ C の範囲<sup>2,3)</sup> の中央値である 15 $^{\circ}$ C とした。表-3 に

曲げ疲労試験と NAT-ITFT 試験の条件を示す。なお、ひび割れ抑制混合物については NAT-ITFT 試験の初期引張ひずみ範囲 (70~400 $\mu$ ) となるように荷重を制御することが困難であったため、1,000 $\mu$  程度までひずみ条件を上げてデータを取得した。曲げ疲労試験結果と NAT-ITFT 試験結果から、3種類のアスコンの疲労寿命直線

キーワード NAT-ITFT 試験法, 繰り返し曲げ疲労試験, アスファルト混合物, 疲労抵抗性, 破壊回数

連絡先 〒365-0027 埼玉県鴻巣市上谷 1456 大成ロテック (株) 技術研究所 TEL 048-541-6511

表-1 曲げ疲労試験と NAT-ITFT 試験の試験条件

試験機	曲げ疲労試験機	NAT-ITFT 試験機
規格	舗装調査・試験法 便覧 B018T	EN 12697-24 : 2018 (E)
供試体	長さ 400mm×幅 40mm×厚さ 40mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>骨材の最大寸法 16mm 以下： 供試体直径 100mm, 厚さ 40mm 以上</li> <li>骨材の最大寸法 16~32mm： 供試体直径 150mm, 厚さ 60mm 以上</li> <li>骨材の最大寸法 32mm 以上： 供試体直径 150mm, 厚さ 90mm 以上</li> </ul>
空隙率	締固め度 100 $\pm$ 1%	締固め度 100 $\pm$ 1%
試験方法	ひずみ制御	応力制御
温度試験	-10 $^{\circ}$ C~20 $^{\circ}$ C	-10 $^{\circ}$ C~30 $^{\circ}$ C
試験結果の整理	破壊回数(回)	破壊回数(回); 基準破壊回数 1,000,000 のひずみ ( $\epsilon_b$ )

表-2 バインダの性状

評価項目	ストアス	改質 II 型	ひび割れ抑制型
針入度 (1/10mm)	63	57	132
軟化点 ( $^{\circ}$ C)	47	68	91

表-3 試験条件の比較

項目	曲げ疲労試験	NAT-ITFT 試験
供試体寸法	400mm×40mm×40mm	マーシャル供試体 (101.6mm×63.5mm)
試験方法	ひずみ制御 (200~1600 $\mu$ )	応力制御 (150kPa~500kPa)
温度試験	15 $^{\circ}$ C	15 $^{\circ}$ C
載荷周波数	5Hz	2Hz (0.1 秒載荷, 0.4 秒休止)

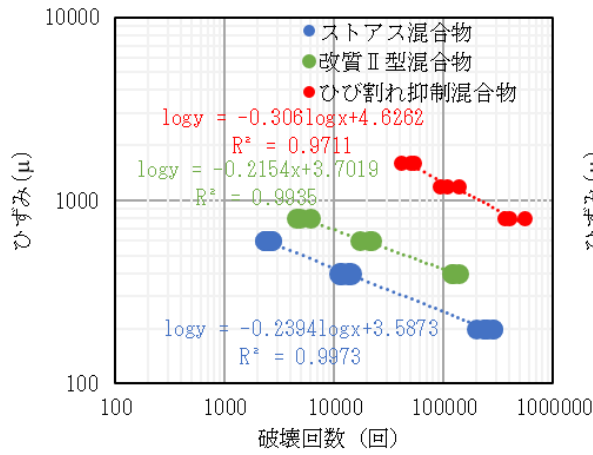


図-1 繰り返し曲げ疲労試験結果

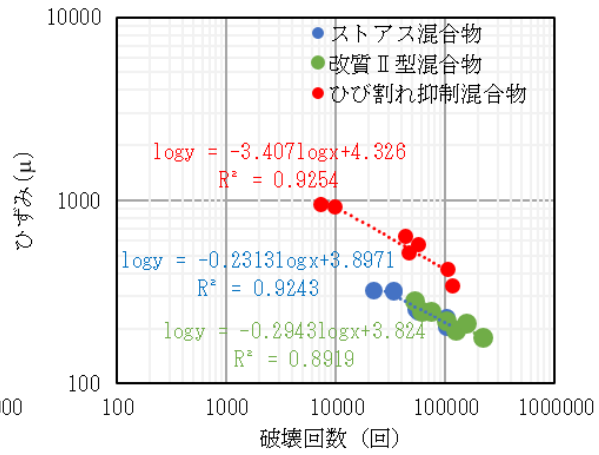


図-2 NAT-ITFT 試験結果

の傾きと切片を共分散分析<sup>5)</sup>によりそれぞれ比較し、相関性を評価した。

#### 4. 試験結果

図-1 と図-2 に 3 種類のアスコンの破壊回数と繰り返し与えたひずみの関係を、表-4 に繰り返し曲げ試験結果と NAT-ITFT 試験結果から求めた共分散分析結果 (有意水準 $\alpha=0.05$ ) を示す。表-4 より、ストアス混合物は、繰り返し曲げ試験と NAT-ITFT 試験ともに疲労寿命直線の傾き、切片が優位水準を下回っており、高い相関性が得られた。一方で、改質 II 型混合物では傾きに相関性が得られたものの切片に相関性は見られなかった。

基準破壊回数 1,000,000 回でのひずみ (以下、 $\epsilon_6$ ) を表-5 に示す。一般に $\epsilon_6$  が大きいほど疲労抵抗性は

高い。繰り返し曲げ試験ではストアス < 改質 II 型 < ひび割れ抑制混合物の順番で疲労抵抗性が高くなる傾向が見られたが、NAT-ITFT 試験ではストアス混合物と改質 II 型混合物の $\epsilon_6$  に明確な差は見られなかった。

以上より、NAT-ITFT により混合物の疲労抵抗性を評価できる可能性はあるが、試験条件などを見直す必要があると考えられる。

#### 5. まとめ

NAT-ITFT 試験により得られた知見を、以下に記す。

- (1) 曲げ疲労試験と NAT-ITFT 試験の疲労寿命直線を比較した結果、ストアス混合物のみ相関が見られた。
- (2) EN 規格に準拠した NAT-ITFT 試験ではストアスと改質 II 型混合物の $\epsilon_6$  に明確な差は見られなかった。

#### 6. おわりに

NAT-ITFT 試験を実施した結果、ストアス混合物については従来の繰り返し曲げ試験と同様な評価が得られる可能性が見られたが、改質 II 型やひび割れ抑制混合物については、今回の条件では疲労抵抗性が評価できていないと考えられる。今後は、NAT-ITFT 試験のひずみや載荷周波数、供試体の厚さなどの試験条件を変化させ、NAT-ITFT 試験の適用性を更に検討していく所存である。

#### 参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会；舗装調査・試験法便覧 [第3分冊]，pp169-179，
- 2) Fatigue performance of bituminous mixtures made with recycled concrete aggregates and waste tire rubber, A.R. Pasandín ほか、Construction and Building Materials 26-33
- 3) 間接引張試験 (NAT) に基づくポーラスファルト混合物の疲労耐久性評価，谷口惺ほか，舗装 53-10
- 4) EN 12697-24 : 2018
- 5) Handbook of biological statistics (3rd ed.) McDonald, J.H. 2014, pp222-230

表-4 繰り返し曲げ試験と NAT-ITFT 試験の共分散分析の結果

混合物書類	傾き	傾き∧切片	結果
ストアス混合物	$p=0.013$ $< \alpha=0.05$	$p=0.025$ $< \alpha=0.05$	傾き、切片ともに同様な傾向を示した
改質 II 型混合物	$p=0.045$ $< \alpha=0.05$	$p=0.497$ $> \alpha=0.05$	傾きは同様だが、切片は異なる。
ひび割れ抑制混合物	$p=0.190$ $> \alpha=0.05$	$p=0.446$ $> \alpha=0.05$	傾き、切片ともに異なる。

表-5 基準破壊回数 (1,000,000 回) のひずみ

混合物種	繰り返し曲げ試験		NAT 試験	
	$\epsilon_6$ ( $\mu$ )	比率	$\epsilon_6$ ( $\mu$ )	比率
ストアス混合物	142	1	105	1
改質 II 型混合物	258	1.81	115	1.10
ひび割れ抑制混合物	617	4.33	191	1.82