

促進劣化を施したアスファルトコンクリートの疲労破壊抵抗性に関する研究

交通工学研究室 馬淵 智仁
指導教員 高橋 修

1. はじめに

アスファルト舗装は、自然環境下に長期間暴露されることにより、アスファルトコンクリート(以下、アスコン)中のアスファルトバインダ(以下、バインダ)が大気中の酸素や紫外線などの作用によって時間の経過とともに変化する。これを一般に、経年劣化と称している。経年劣化が進行すると、骨材を結合しているバインダが硬く、脆くなり、これに交通荷重が加わることによってアスコンのひび割れや骨材の剥離などが発生する。このようなことから、経年劣化に対するアスコン物性やバインダ性状の変化を把握し、配合設計や構造設計にその影響を考慮する必要がある。

多くの舗装体は交通荷重の繰返し作用によりダメージが生じ、そのダメージが徐々に蓄積していつて破壊に至る。このような破壊形態を、一般に疲労破壊と称している。そして経年劣化の進行は疲労破壊の発生を早めるものと考えられる。このようなことから、本研究では、経年劣化による影響が大きく、アスコンの長期供用性や耐久性を示す指標である疲労破壊抵抗性に着目し、改質バインダおよび改質アスコンの劣化特性を明確にするとともに、その影響を定量的に評価することを目的とした。検討方法としては、各種バインダを使用した新規アスコンと劣化アスコンの供試体を作製し、試験温度と制御ひずみを変化させた繰返し曲げ試験を実施し、これらの疲労破壊抵抗性を比較した。そして、破壊回数と破壊応力に基づいて累積ダメージについても評価した。さらに、これまでの検討に引き続き、バインダの評価試験も行い、アスコンとバインダの関係について検討した。

2. 研究概要

本研究では、ストアスと一般的な改質バインダである改質アスファルトII型(以下、改質II型)をそれぞれ1種類ずつ使用して、密粒度アスコン(13)を作製した。そして、経年劣化を再現するために、恒温槽による加熱促進劣化を施したアスコンを用意し、繰返し曲げ試験を実施してアスコンの疲労破壊抵抗性を評価した。その後、これらのアスコン供試体からバインダを回収し、

そのバインダについて、一般的なバインダ性状試験とSHRPのダイナミックシェアレオメータ(DSR)試験を実施した。本研究における促進劣化の条件を表-1に示す。

以上の試験結果から、経年劣化による各種バインダの物理的性状の変化をより具体化するとともに、それらのバインダを使用したアスコンの劣化特性とその変化を把握し、これらの関連性について検討した。

表-1 促進劣化条件

劣化方法	恒温槽による加熱促進劣化
槽内温度	120°C
劣化期間	2, 4, 8, 12日間

3. 結果および考察

3.1 アスコンの劣化特性の評価

劣化によるアスコンの疲労破壊抵抗性の影響を評価するため、繰返し曲げ試験を次の条件で実施した。試験温度は10°C、15°C、20°Cの3水準であり、制御ひずみは400 μ の1水準とした。載荷周波数は5Hzで、供試体寸法は40×40×400mmとした。また、昨年度に実施した試験結果も用いて、マイナー則を適用して結果を整理した。そして、ストアスと改質アスコンの疲労破壊抵抗性を定量的に評価した。

図-1に累積ダメージと供用年数の関係を示す。累積ダメージによる評価を行った結果、ストアスが破壊に至っても、改質アスコンは5分の1のダメージしか受けていない状態にあることが判明した。したがって、ストアスを使用したアスコンよりも相対的に5倍程度疲労破壊抵抗性が高いことになる。また、従来の評価法である劣化を考慮しない場合についても同様の評価を行った結果、ストアスと改質アスコンの比率は1:3であった。これらのことから、設計法や評価法に劣化を考慮することの有効性が確認された。

3.2 バインダの劣化特性の評価

ここでは、DSR試験の結果のみを示す。DSR試験は、制御ひずみ0.5%、プレートを ϕ 8mmまたは ϕ 25mm、試料ギャップを1mmとし、温度または角速度を段階

的に変化させてバインダの粘弾性状を測定した。

試験結果の一例として、劣化期間と $G^* \sin \delta$ の関係を図-2に示す。SUPERPAVEでは、 $G^* \sin \delta$ が小さいほど疲労破壊抵抗性に優れているとされている。SUPERPAVEのバインダ規格で評価したところ、改質バインダはストアスよりも塑性流動抵抗性および疲労破壊抵抗性に優れているという結果が得られた。これは、ストアスと比較して改質バインダのほうが劣化の進行および温度変化による性状変化が小さいためである。このことは、一般的なバインダ性状試験の結果からも確認された。

3.3 バインダとアスコンの物理的性状の関連性

バインダとアスコンの物理的性状がどの程度関連しているのか評価するため、繰返し曲げ試験の破壊回数とDSR試験の $G^* \sin \delta$ を用いて、相関分析を行った。昨年度の検討において、常温のみで相関があることが確認されたことから、本研究では10℃、15℃、20℃の3水準について評価した。ここでの検討では、相関は線形近似を用い、相関係数が0.7をこえるものを相関が高いと評価した。

破壊回数と $G^* \sin \delta$ の関係および相関係数をまとめたものを図-2および表-2に示す。10℃および15℃の温度条件においては、バインダのDSR試験の指標である $G^* \sin \delta$ から、アスコンの劣化傾向をある程度評価できると考えられる。しかし、20℃の温度条件においては、相関は認められなかった。これは、温度が高い条件では $G^* \sin \delta$ の値が小さくなることから劣化期間による差異も小さくなり、劣化による影響が不明瞭になったためと考えられる。したがって、わが国においてもこの指標が、ストアスおよび改質II型において、疲労破壊抵抗性の評価に有効であると考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見は、以下のとおりである。

- ① 繰返し曲げ試験の結果より、改質アスコンはストアスを使用したものと比較して約5分の1のダメージしか受けていないことを確認した。よって、改質アスコンはストアスを使用したアスコンよりも疲労破壊抵抗性が優れている。
- ② バインダのDSR試験の評価指標である $G^* \sin \delta$ から、アスコンの劣化傾向をある程度評価できる。わが国においても、 $G^* \sin \delta$ は疲労破壊抵抗性

の評価に有効である。

- ③ 上記の知見より、温度条件によるが、バインダの劣化傾向からアスコンの劣化傾向を推測することが可能である。これは、ストアスおよび改質バインダについて同様に言えることである。

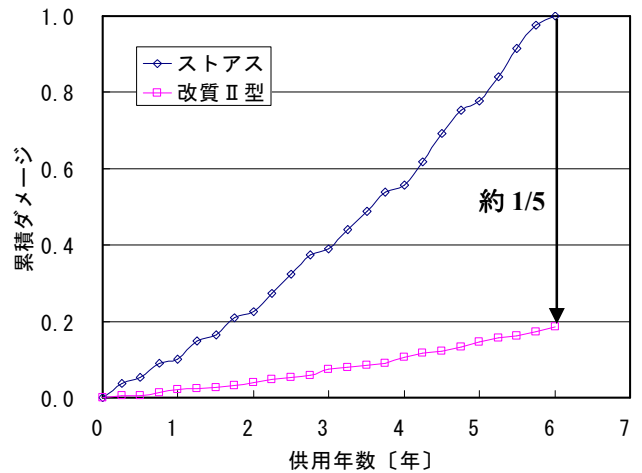


図-1 累積ダメージと供用年数の関係

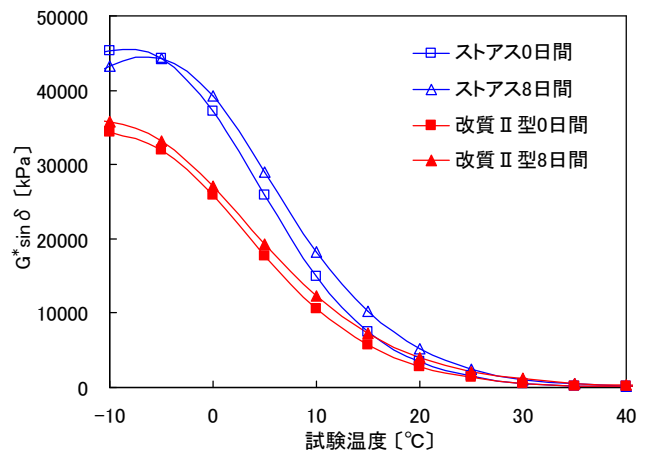


図-2 劣化期間と $G^* \sin \delta$ の関係

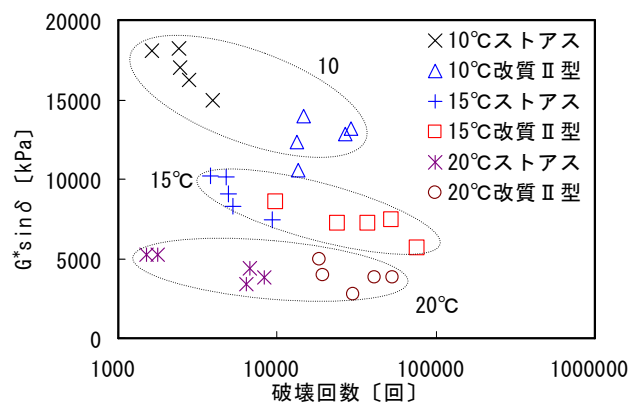


図-3 劣化期間と破壊回数の関係

表-2 破壊回数と $G^* \sin \delta$ の相関係数

温度 [°C]	$G^* \sin \delta$
10	0.715
15	0.808
20	0.465