

# 経年劣化による改質バインダおよび改質アスコンの物理性状変化に関する研究

交通工学研究室 芥川 直人

指導教員 高橋 修

## 1. はじめに

自然環境下に長期間曝露されているアスファルト舗装において、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）は時間の経過とともに変化する。この変化は、一般に経年劣化と称され、アスコンの長期供用性や耐久性にかなりの影響を及ぼすことが知られている。そのため、アスファルト舗装の運用においては、経年劣化によるバインダおよびアスコンの物理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。また、わが国のアスファルト材料の現状として、改質アスファルトバインダ（以下、改質バインダ）の使用が年々増加している。しかしながら、改質バインダについては、経年劣化による物理性状の変化やそのストレートアスファルト（以下、ストアス）との違いについてあまり検討されていない状況下にある。

そこで本研究では、経年劣化による改質バインダとストアスの物理性状の変化およびそれらを使用したアスコンの物理性状とその変化を把握し、それぞれの劣化特性や関連性を明確にすることを目的に検討を行った。

## 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型（以下、改質型）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耐久性を評価した。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物理性状とその変化を把握し、これらの関連性について検討した。また、促進

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
劣化期間	0, 2, 4, 8, 12日間

劣化の方法に対して、これまで考慮していなかった酸素の影響についても検討を加えた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 バインダの物理性状の評価

ここでは、DSR試験の結果のみを示す。DSR試験の条件は、制御ひずみは0.5%、プレートは8mmと25mm、試料ギャップは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。各種バインダの変形抵抗性を表す $G^*$ と粘性あるいは弾性の度合いを表す $\tan \delta$ の試験結果を図1, 2に示す。

どちらのバインダも劣化により変形抵抗性は大きくなり、粘性的な性状から弾性的な性状へと移行するが、その変化の程度は、ストアスよりも改質型のほうが小さい。また、ストアスと比較して改質型のほうが、温度依存性および角速度変化による性状変化が小さいことも確認される。

これらのことから、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く、耐久性に優れていると評価される。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。さらに、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疲労ひび割れ抵抗性に優れているという結果が得られた。

### 3.2 アスコンの物理性状の評価

劣化によるアスコンの疲労破壊抵抗性の変化を評価するための繰返し曲げ試験は次の条件で実施した。試験温度は-10, 0, 15の3条件であり、制御ひずみは400 $\mu$ の一水準とした。載荷周波数は5Hzで、供試体寸法は40×40×400mmであった。試験結果の一例として、図3に温度0, 15での劣化期間と破壊回数

関係を示す。

バインダに改質型を使用したアスコン（以下、改質アスコン）は、すべての温度条件において、劣化の程度に関わらず、ストアスを使用したものよりも耐久性が高い、すなわち、疲労ひび割れ抵抗性に優れている結果が得られた。また、この傾向は 15 の温度条件でより顕著に現れ、ストアスとの疲労寿命の差は高温の条件ほど大きいと考えられる。

### 3.3 バインダとアスコンの物理性状の関連性

バインダとアスコンの物理性状がどの程度関連しているのか評価するために、繰返し曲げ試験の破壊回数と、DSR 試験の複素弾性率  $G^*$ 、損失正接  $\tan \delta$ 、 $G^* \sin \delta$  を用いて、それぞれ相関分析を行った。ここでの検討では、相関は線形近似を用い、相関係数が 0.6 をこえるものを相関が高いと評価した。破壊回数と各指標の相関係数をまとめたものを表 2 に示す。

どちらのバインダも 15 の温度条件においては、DSR 試験の指標である  $G^*$  や  $\tan \delta$ 、 $G^* \sin \delta$  から、アスコンの劣化傾向をある程度評価できるものと考えられる。SUPERPAVE では、 $G^* \sin \delta$  が小さいほど疲労ひび割れ抵抗性に優れているとされている。本研究でも、ストアス、改質型ともにこの傾向を確認できており、温度条件によるが、わが国においてもこの指標が、ストアスおよび改質型において、疲労ひび割れ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。

改質バインダは、劣化の進行および温度変化が生じてても、それらに対する粘弾性状、およびその他物理性状の変化がストアスよりも小さく、疲労ひび割れに対する抵抗性に優れている。

DSR 試験の評価指標である、バインダの複素弾性率  $G^*$  や損失正接  $\tan \delta$ 、 $G^* \sin \delta$  から、アスコンの劣化傾向をある程度評価でき、特に、 $G^* \sin \delta$  は疲労ひび割れ抵抗性の評価に有効であると考えられる。促進劣化方法については、バインダレベルおよびアスコンレベルのどちらにおいても、酸素の影響を特に考慮する必要はないといえる。

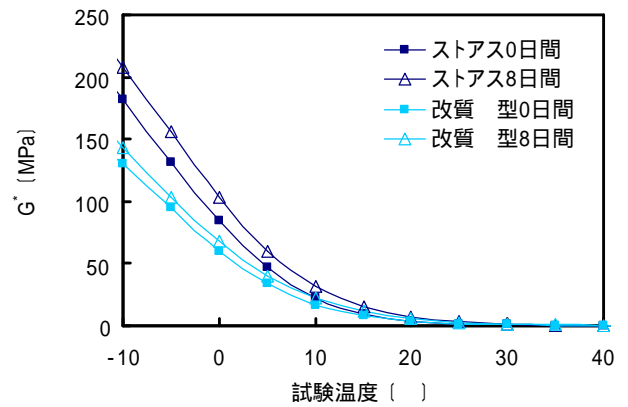


図 1 劣化期間と複素弾性率  $G^*$  の関係

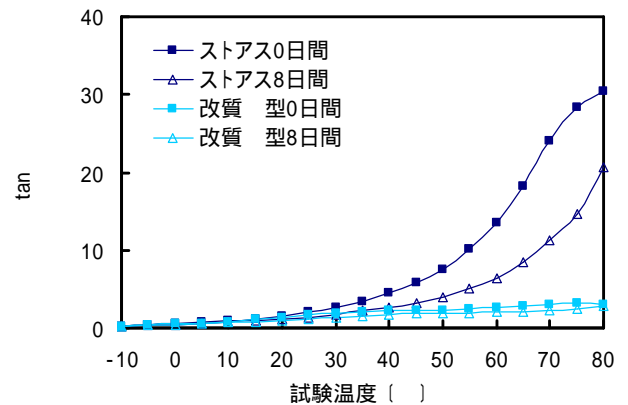


図 2 劣化期間と損失正接  $\tan \delta$  の関係

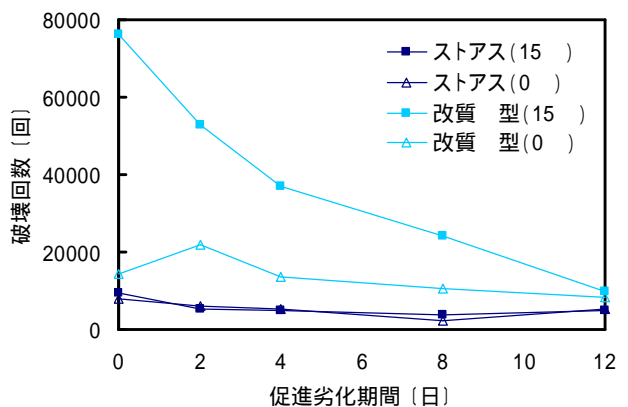


図 3 劣化期間と破壊回数の関係

表 2 破壊回数と各種指標の相関係数

バインダ	温度	$G^*$	$\tan \delta$	$G^* \sin \delta$
ストアス	15	0.626	0.638	0.664
	0	0.727	0.815	0.219
	-10	0.003	0.249	0.245
改質型	15	0.853	0.961	0.827
	0	0.033	0.336	0.155
	-10	0.304	0.096	0.371