

## 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

長岡技術科学大学大学院 正会員 ○馬淵 智仁  
長岡技術科学大学 正会員 高橋 修

東亜道路工業株式会社 技術研究所 前原 弘宣

## 1. はじめに

アスファルトコンクリート(アスコン)中のアスファルトバインダ(バインダ)は、自然環境下に長期間暴露されることにより、時間の経過とともに劣化する。このような経年劣化が進行すると、バインダが硬く、脆くなって、アスコンのひび割れや骨材の剥離などが発生し易くなる。経年劣化はアスコンの長期供用性や耐久性に多大な影響を及ぼすため、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。

一般に舗装体は、交通荷重によるダメージが徐々に蓄積して破壊に至る。これを疲労破壊と称しているが、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。本研究では、経年劣化がアスコンの疲労破壊抵抗性に及ぼす影響を、ストレートアスファルト(ストアス)と改質バインダの違いに着目して評価した。そして、この違いに基づいて、経年劣化を考慮した改質バインダの疲労特性について考察した。

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、試験温度を変化させた繰返し曲げ試験を実施して、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、模擬的な交通条件に対する累積ダメージを求めて上記の評価を行った。さらに、バインダレベルでの評価試験も実施し、アスコンレベルでの疲労破壊抵抗性との関係について検討した。

## 2. 評価試験の概要

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(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。経年劣化を再現するため、アスコンを恒温槽に入れて加熱による促進劣化を施した。そして、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。促進劣化では槽内温度を120℃とし、劣化期間を2, 4, 8, 12日間の4とおりとした。針入度低下率と屋外暴露試験の結果より、劣化期間2日のものは供用年数が約1年、4日は約2年、8日は約4年、12日は約6年にそれぞれ相当する<sup>1)</sup>。

また、繰返し曲げ試験終了後の供試体からバインダを回収し、

そのバインダについて SHRP のダイナミックシェアレオメータ(DSR)試験を実施した。

以上の結果から、経年劣化を考慮したアスコンの疲労破壊抵抗性を評価し、バインダ物性との関連性について検討した。

## 3. 試験結果および考察

## 3.1 劣化アスコンの疲労破壊抵抗性

繰返し曲げ試験は以下の条件で実施した。試験温度は10℃, 15℃, 20℃の3水準とし、制御ひずみは一律400 $\mu$ とした。載荷周波数は5Hzで、供試体寸法は40×40×400mmであった<sup>2)</sup>。

図-1 および図-2に、各種アスコンのそれぞれの劣化日数に対する破壊回数を示す。縦軸のスケールの違いに注意し

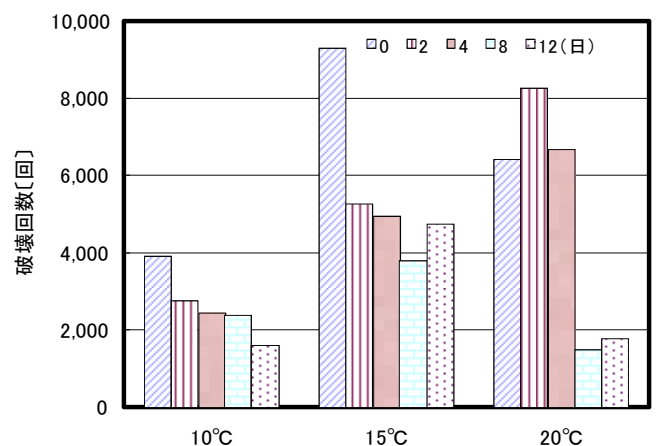


図-1 破壊回数と劣化日数の関係(ストアス)

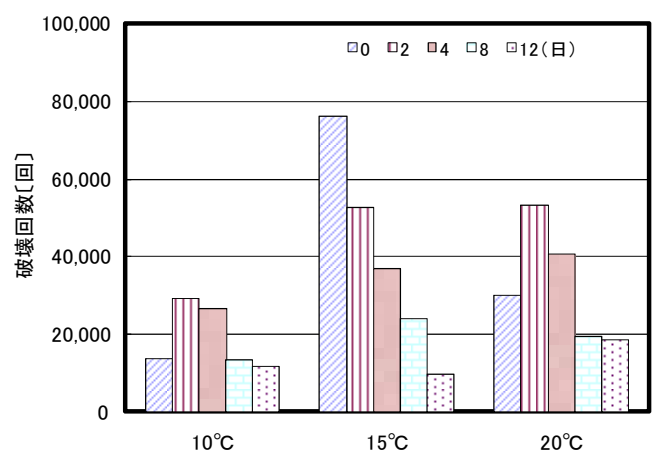


図-2 破壊回数と劣化日数の関係(改質Ⅱ型)

キーワード：経年劣化、改質アスファルト、疲労破壊抵抗性、Miner 則

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 roadman@vos.nagaokaut.ac.jp

て両者を比較すると、すべての条件において改質アスコンがストアスを使用したものよりも破壊回数が大きく上回っている。これは、改質バインダは粘着力や凝集力、付着力が大きいため、劣化が進行してもその弾性的な性状が変化し難いことに起因している。また、両アスコンの 20℃と改質アスコンの 10℃の温度条件において、劣化期間が 2 日の破壊回数が一旦増加し、4 日以降は減少する傾向が見られた。これは、劣化することによってバインダが硬くなり、バインダの付着性能が高くなったことによると考えられる。しかし、他の条件ではこの傾向が認められないことから、今後さらに検討する必要がある。

### 3.2 累積ダメージに基づくアスコンの疲労破壊抵抗性

繰返し曲げ試験で得られた破壊回数  $N_f$  の逆数に任意の载荷回数(交通量に相当)  $n_i$  を乗じることにより、それまでの载荷によってアスコンが受けるダメージ  $n_i/N_f$  を算出し、これらをそのアスコンの舗装に作用するすべての条件(交通量、温度、劣化)に対して加えたものをその舗装の累積ダメージ  $D$  とした。すなわち、Miner 則によって  $D$  は次式で表わされる。

$$D = \sum \frac{n_i}{N_f} \quad (3.1)$$

ここでは、単純化したケーススタディの条件として、ストアスを使用したアスコンは供用年数 6 年で累積ダメージが 1.0 となり、アスコンの平均温度は 20℃の一定であると仮定して、累積ダメージを求めた。また、従来の評価方法である新規アスコンの結果のみを用いた同様な評価も行い、劣化を考慮した場合としない場合の結果について比較してみた。

図 - 3 および図 - 4 に各種アスコンの累積ダメージと供用年数の関係をそれぞれ示す。劣化を考慮した場合としない場合を比較すると、供用年数 6 年において 2.8 倍と 1.5 倍の差がそれぞれ生じている。極めて限られた条件ではあるが、劣化考慮の有無によって評価が大きく異なることから、設計法や評価法に劣化を考慮することの必要性が確認される。

### 3.3 バインダとアスコンの疲労特性の関連性

バインダとアスコンの疲労特性の関係が明らかとなれば、バインダレベルでアスコンの疲労破壊傾向をある程度推定できることが期待される。そこで、バインダとアスコンの疲労特性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、両者の相関分析を行った。ここでの検討では、相関は線形で近似するものとし、10℃、15℃、20℃のそれぞれの温度条件について評価した。

15℃の場合の破壊回数と  $G^* \sin \delta$  の関係を図 - 5 に示す。15℃の温度条件においては、比較的高い相関を示した。これより、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ものと考えられる。

## 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 劣化を考慮した場合としない場合を比較すると、供用年数 6 年において 1.5～2.8 倍程度の差が生じる。
- ② 15℃の温度条件において、繰返し曲げ試験の破壊回数と DSR 試験の  $G^* \sin \delta$  の間に高い相関が認められた。

## 参考文献

- 1) 芥川直人：ダイナミックシェアレオメータによるアスファルトバインダの劣化特性に関する研究、第 24 回土木学会関東支部新潟会研究、pp.248-251, 2006。
- 2) (社)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧[第 3 分冊], p.166-175, 2007。

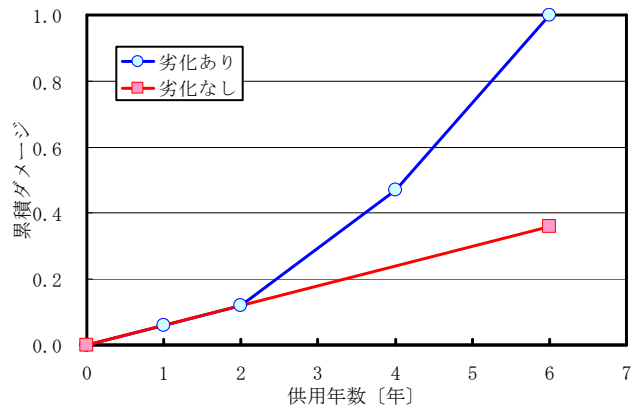


図 - 3 累積ダメージと供用年数の関係(ストアス)

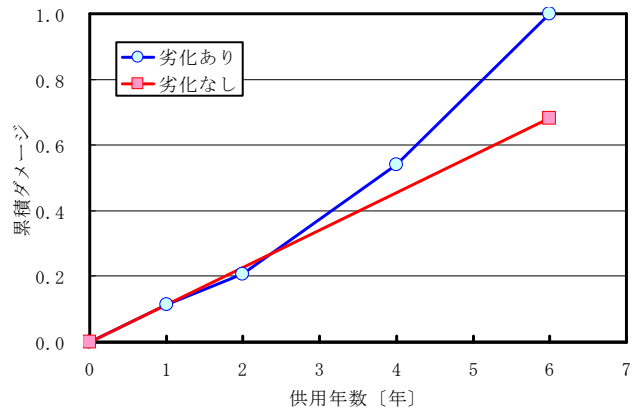


図 - 4 累積ダメージと供用年数の関係(改質Ⅱ型)

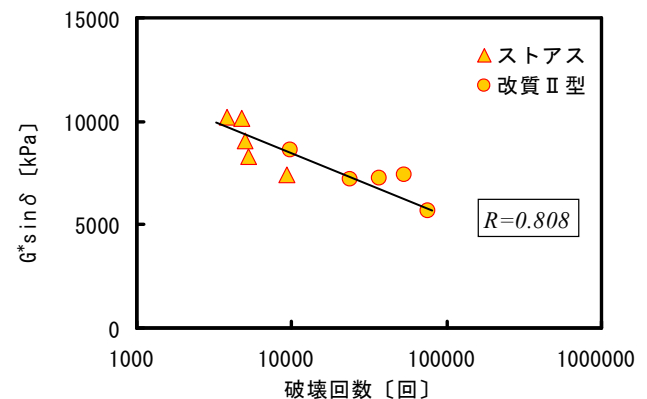


図 - 5 破壊回数と  $G^* \sin \delta$  の関係(15℃)