

アスファルトバインダ疑似引張試験による アスファルト混合物の流動抵抗性評価に関する研究

交通工学研究室 安田 裕也
指導教員 丸山 暉彦

1. はじめに

アスファルト舗装の耐久性に影響を与えるのはアスファルトバインダの品質である。しかし、舗装の耐久性がアスファルトバインダの品質と、どのような関係にあるのか明確になっていない。よって、舗装の耐久性に関連した評価方法が必要である。

現在、改質アスファルトの使用は一般的となっており、その力学的性質の評価にはタフネス・テナシティ試験が用いられている。この試験はアスファルト中に埋め込んだ鋼製半球を一定速度で引き抜く時のエネルギーを測定することで、骨材とバインダの付着力を測定する試験である。しかし、この試験には以下のような欠点がある。

- ① 試験温度が常温に限られている
- ② 試験中の試料の断面積を一樣にできない
- ③ エネルギーを求める際、接戦の引き方によって、エネルギー値が変動する
- ④ 再現性が悪い

これらによりタフネス・テナシティ試験は改質アスファルトの力学的性質を評価する明確な指標とはなっていない。

舗装試験法便覧には、伸度と耐久性が関連づけられている記述があるが、伸度と耐久性を関係づけるだけでは、軟らかいアスファルトの方が望ましい事となり不十分である。そこで本研究で提案する疑似引張試験では、荷重を測定しながら引張る事で切断に要するエネルギー等の物理的性質を求めることとした。

以下に疑似引張試験の特徴を示す。

- ① 循環する水の温度を変える事で、低温から高温まで幅広い領域での適用が可能
- ② 体積を不変とすることで断面積の変化を一樣にできる
- ③ エネルギー算出に個人差が生じない
- ④ 再現性に問題なし

本研究では、これらの疑似引張試験の特徴を確認し、タフネス・テナシティ試験に代わる再現性の良い試験である事が分かった。

2. 本研究の目的

本研究では疑似引張試験を改質アスファルトの耐久性評価試験に導入する事を最終目的としている。特に、耐久性のなかでも流動抵抗性に特化した評価指標の導入を検討した。

3. 検討概要

本研究で使用する6種類のバインダに対して、バインダの性能を評価するための疑似引張試験を行う。さらに、それらのバインダを使用して混合物を作製し、混合物の流動抵抗性を評価するためのAPA試験を行う。両試験から得られた各物性値を様々なパターンで組み合わせ、相関をとった。これにより、バインダのどの物性値が混合物の耐久性に影響を与えているか検討した。

4. 使用バインダ

本研究ではストレートアスファルト、改質Ⅱ型アスファルト、高粘度アスファルト、ストレートアスファルトにゴム粉を添加するアスファルトラバー(AR)を添加量10%、12.5%、15%の計6種類のバインダを対象とした。

5. 疑似引張試験

表1に疑似引張試験の試験条件を示す。また、図1に疑似引張試験の結果として得られた荷重-変位曲線の一例を示す。

表1 疑似引張試験の試験条件

試験温度	5℃ 15℃ 25℃ 35℃
試験速度	150mm/分
養生時間	90分
試験数	N=3

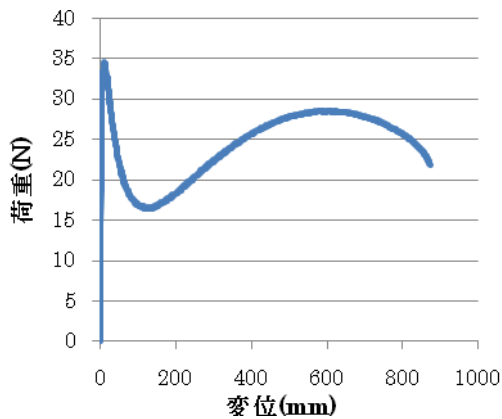


図1 荷重-変位曲線

このように荷重-変位曲線にはピークが2つ現れるものがあつた。これは、第1ピークがバインダの基となるストレートアスファルト、第2ピークが改質材の効果によるものと考えられる。しかし、これではストレートアスファルトよりも改質材による効果が小さい事となる。これは試験中に断面積が減少する事が原因と考え

られる。よって、試験中変化していく断面積を考慮することで図2に示す応力-ひずみ曲線に変換する。

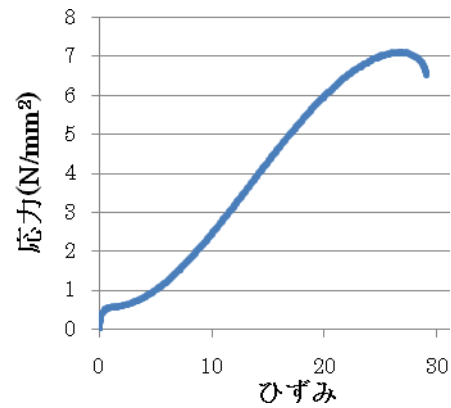


図2 応力-ひずみ曲線

この曲線から最大応力(ピーク時の応力)とピークまでのエネルギー E_p (曲線と横軸の間のピークまでの面積)を物性値として取り上げた。最大応力の温度・バインダごとの結果を図3に示す。同様に E_p を図4に示す。

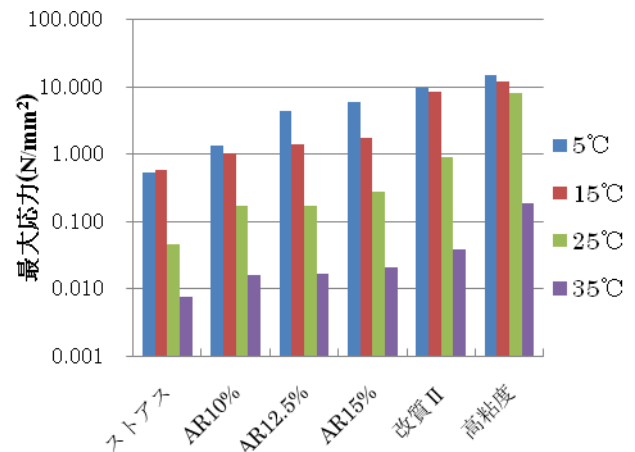


図3 最大応力の比較

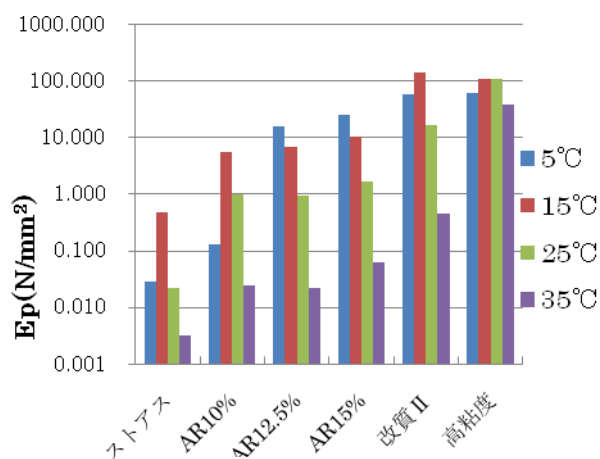


図4 Epの比較

図3をバインダごとで見ると、高温になるに従って最大応力が減少している事が分かる。これはバインダが高温になると軟らかくなり、応力も減少したためだと考えられる。

図4では温度の変化による一様な傾向は見られないが、15°CにおいてEpが最大になるものが多く見られる。つまり、15°Cにおいて改質効果が最も発揮されることが分かる。また、5°CにおけるAR10%とAR12.5%には大きな差が生じている。これはAR添加量が12.5%において低温時の改質効果が大きく発揮された事を示しており、AR添加量ごとの物性値の差を確認できた。疑似引張試験からは「最大応力」と「Ep」を物性値として取り上げた。

6. APA試験

APA試験は、空気圧調整したゴムホース上を車輪が走行することで、混合物にわだち掘れを生じさせ、流動抵抗性を評価する試験である。

APA試験の試験条件を表2に示す。また、APA試験から得られたわだち掘れ量とサイクル数の関係を図5に示す。

表2 APA試験の試験条件

混合物の種類	密粒アスファルト混合物 (13mm)
試験温度	60°C
サイクル数	8000回
試験数	N=2

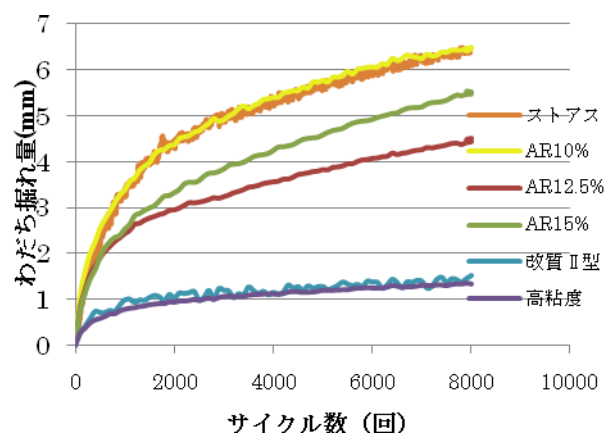


図5 APA試験結果

図5より、APA試験の物性値として変形率を算出する。変形率は曲線の傾きより算出でき、1サイクルに対するわだち掘れ量 (mm/回) の形で得られる。傾きは対象とするデータ範囲の取り方により変わるが、APA試験には範囲の規定がされていない。そこで規定の存在するホイールトラッキング試験との関係を利用する。ホイールトラッキング試験では試験開始から45分と60分間のデータにおいて傾きを取ることとしている。それぞれサイクル数に変換すると1890と2920となる。これと両試験の輪荷重を用いて、輪荷重とサイク

ル数の積が等しくなるようにして、APA 試験の評価指標を算出する。これより算出した変形率を図 6 に示す。また 8000 サイクル終了時のわだち掘れ量を図 7 に示す。

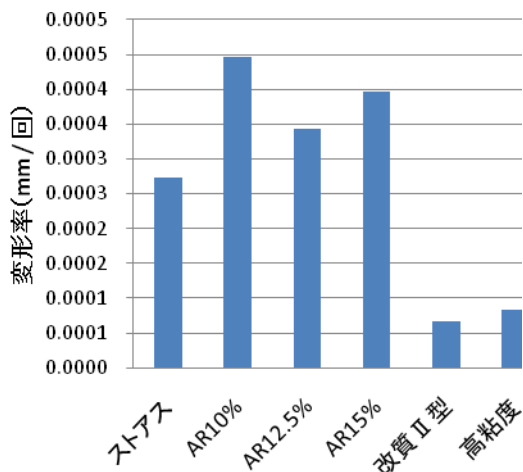


図 6 変形率の比

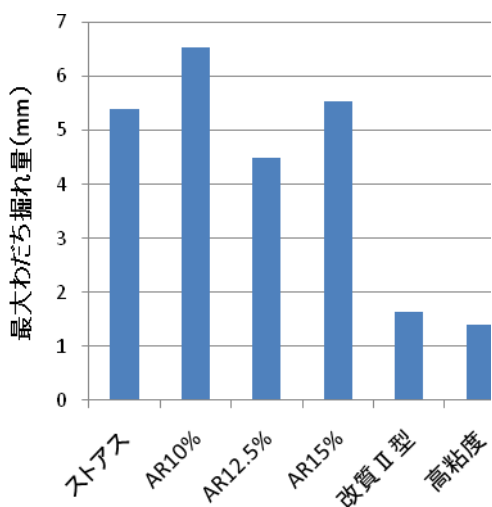


図 7 最大わだち掘れ量

図 6, 7 とともに改質, 高粘度の流動抵抗性が高いことが分かる。また, AR についてみると, 添加量が 12.5% の時に最も流動抵抗性が高く, 改質効果が表れたことが分かる。APA 試験からは「変形率」と「最大わだち掘れ量」を物性値として取り上げた。

7. 関連の検討

疑似引張試験と APA 試験から得られた物性値を全てのパターンで組み合わせ, どの組合せで相関が良いか検討した。検討の方法として, 縦軸に APA 試験の物性値 (変形率, 最大わだち掘れ量), 横軸に疑似引張試験の物性値 (最大応力, E_p) を取り, 相関係数の値を参考に検討した。また, APA 試験のデータが 60°C の 1 種類に対して, 疑似引張試験は 4 種類の温度で行ったため, 温度ごとの相関も同時に検討していく。図 8, 9 に最大わだち掘れ量との関係を示す。

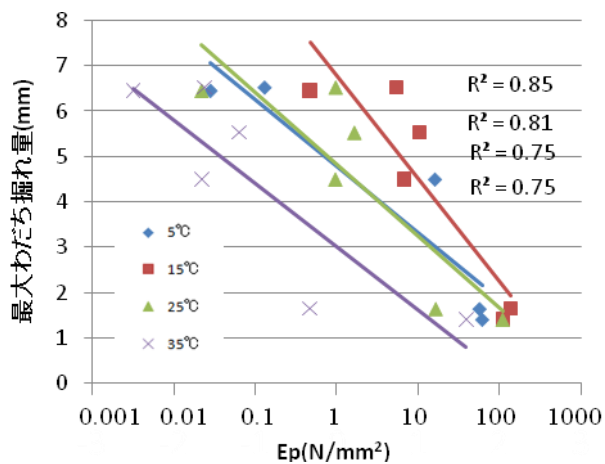


図 8 最大わだち掘れ量と E_p の関

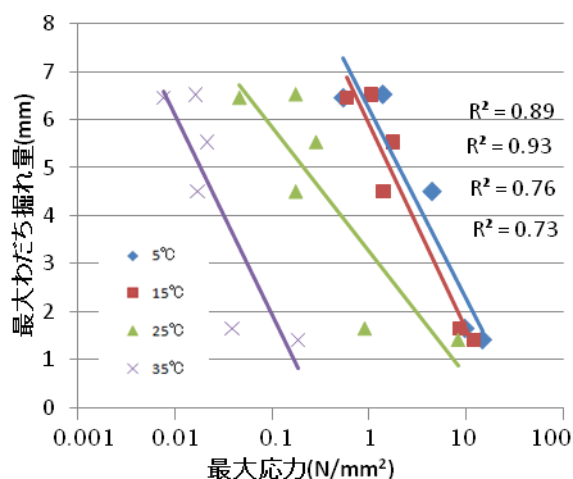


図 9 最大わだち掘れ量と最大応

図8,9より,最大わだち掘れ量との比較は,どちらも幅広い温度で相関が良い結果となった.一方,変形率との比較は相関が取れない結果となった.これはAPA試験の評価指標の算出において規定した範囲では曲線の立ち上がり部分を考慮できていない事が影響していると考えられる.そのため,評価指標の導入には使用しないこととした.評価指標の導入には,様々な種類のバイндаを平等に評価することができ,相関も確認できた最大わだち掘れ量と E_p の関係を用いることとし,疑似引張試験の結果から流動抵抗性を評価できる指標を定める.方法としては,まず図8において E_p を仮に1と仮定する.そのとき,4種類の直線に $E_p=1$ を代入すると,それぞれの温度とわだち掘れ量の関係が求められる.これをいくつかの E_p を代入してまとめたものを図10に示す.

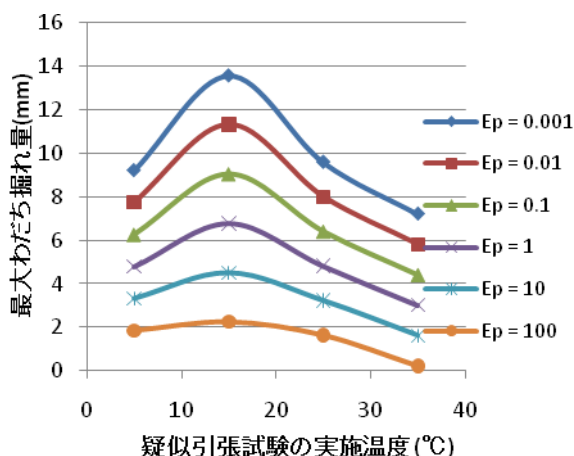


図10 最大わだち掘れ量と疑似引張試験の実施温度の関係

この関係を用いることで,疑似引張試験の結果よりわだち掘れ量を評価できる.方法としては,まず疑似引張試験を5°Cから35°Cの範囲で行い, E_p を算出する.次に,求められた E_p に相当する曲線を内挿して求める.この曲線に疑似引張試験の実施温度を与えることで,最大わだち掘れ量が評価できる.

8. 結論

疑似引張試験を改質アスファルの流動抵抗性評価試験に導入できる.

9. 今後の課題

- ① 他の評価試験と併せて,ひび割れ抵抗性,対劣化性といった多様な観点から混合物の耐久性を評価する
- ② APA試験において使用材料,混合物の種類を変えた場合の評価指標の検討