

粘弾性を考慮したアスファルトバインダの性能評価方法に関する検討

交通工学研究室 小林 岳史

1. はじめに

一般的にバインダの性質は劣化が進行するにつれて硬く脆くなる。この性質を利用してバインダにおける性能は針入度、伸度、軟化点などで評価している。しかしこれらの性能評価はバインダのレオロジー特性を十分に考慮していないというのが現状である。

このような問題を踏まえ、既往の研究では従来のバインダ試験にかわる新たな評価方法として Force Ductility Test (以下, FDT) を提案している。この試験はロードセルを搭載した伸度試験機を用いて、バインダの延性と変形に伴う変位と荷重を測定し、そこから得られるグラフの裾野の範囲を数値積分した値である FD 値でバインダの性能評価を行う。また、再生混合物において、性状の低下が懸念される混合物の疲労破壊抵抗性に焦点を置き、混合物評価を行った。その結果、バインダの FD 値と混合物の疲労破壊抵抗性は高い相関を示し、FD 値はバインダ種にとらわれずにバインダ性状から混合物性状へのフィードバックが可能であることが確認できた。これまでの研究の課題として、FDT における FD 値と疲労破壊抵抗性の間に高い相関性がみられたが、実際にはこの FDT が新たに提案する試験であるためバインダのどのような性能を測定しているのかが不明であった。そのため本研究では動的粘弾性状、塑性流動抵抗性、疲労破壊抵抗性を測定できる Dynamic shear Rheometer Test(以下, DSR 試験)との比較を行うことで FD 値のバインダ物性を明らかにする。そして最終的に粘弾性を考慮したバインダの性能評価試験として確立する。

2. Force Ductility Test

バインダの劣化に伴う挙動の変化を把握するために劣化させたバインダに対し FDT を実施した。

2.1 試験条件

試験条件は標準の伸度試験に準拠し、劣化方法としてストアス、改質 II 型バインダを 0~132 時間熱劣化させ 12 時間ピッチでサンプル採取を行った。

2.2 結果および考察

図-1 に劣化に伴う荷重と伸度の変化(改質 II 型)を示す。劣化が進行するにつれて荷重(ピーク値)が増加し、それに伴い変位は減少する。この結果より劣化が進行するにつれバインダは硬く脆くなることが確認できた。

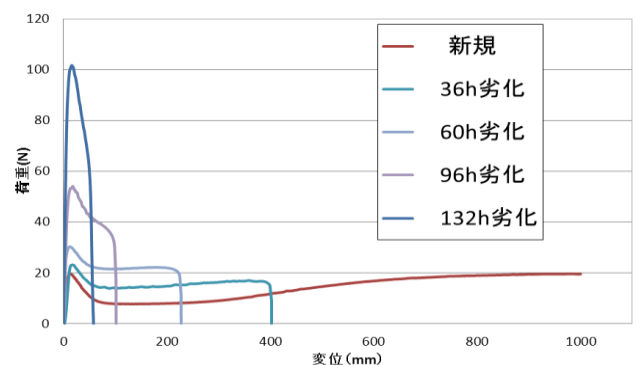


図-1 劣化に伴う荷重と伸度の変化

3. Dynamic Shear Rheometer Test

動的粘弾性状を測定できる DSR 試験を行うことで、バインダの劣化に伴う粘弾性状の変化を確認した。

3.1 試験概要

この試験は 2 枚の円形プレートに試料をセットし左右に任意の角速度で振動させたときのトルクを測定する。そこから得られる応力、ひずみ、位相差によって複素弾性率、位相角を算出し動的粘弾性状を評価する。

3.2 試験条件

試験は試験温度 15°C、使用する治具の大きさは 8mm、供試体サンプルは FDT と同様にストアス、改質 II 型バインダを 0~132 時間劣化させたものを用いた。

3.3 結果および考察

図-2,3に DSR 試験の結果を示す。図-2に劣化時間における G^* (複素弾性率)の推移を示した。

複素弾性率はバインダの見かけ上の硬さを評価する指標であり、値が高いほどバインダは硬い。劣化が進行するにつれて G^* の値は上昇している。そのため劣化によりバインダは徐々に硬くなるのがわかる。

図-3は劣化時間に伴う $\tan\delta$ の関係を示している。 $\tan\delta$ は粘弾性の度合いを示し、この値が大きいほど粘性的、小さいほど弾性的である。グラフを見ると劣化が進行するにつれ値は減少しているため、粘性体から弾性体に移行していることが確認できる。

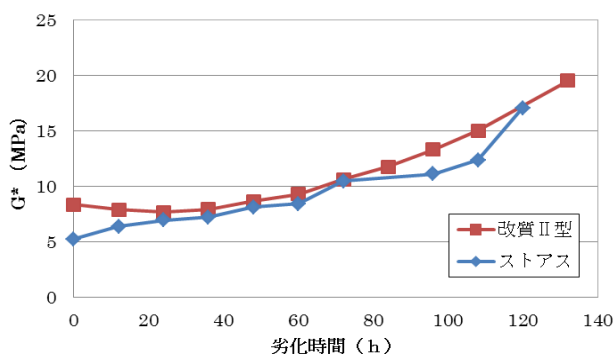


図-2 G^* と劣化時間の関係

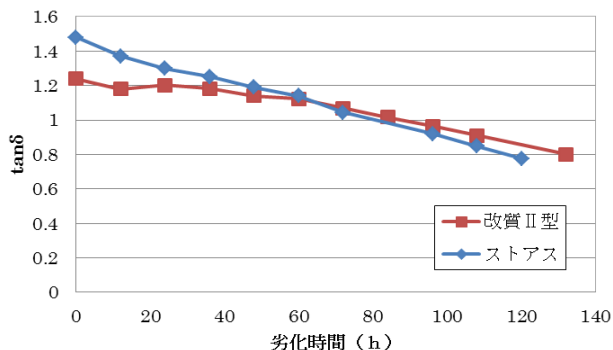


図-3 $\tan\delta$ と劣化時間の関係

4. FDT と DSR 試験の比較

FDT と DSR 試験の試験結果を用いて比較を行うことでFDTの試験結果がバインダのどのような性能を示しているのかを明らかにする。

4.1 比較対象

比較する対象としてFDTから得られる荷重-変位のグラフを4つの要素に分けた値に対し、DSR試験から得られる G^* 、 $\tan\delta$ との相関をとる。

4.2 結果および考察

図-4,5に比較結果の一例を示す。図-4はFDTにおけるピーク値とDSR試験における G^* との関係を示

した。バインダ種によらず劣化に伴いピーク値、 G^* は上昇し、バインダ単体では高い相関を示すことがわかる。しかし、同一バインダとみならず場合、ピーク値から G^* を推測することは困難であると考えられる。

図-5にFD値と $\tan\delta$ との比較結果を示す。バインダ種の違いにより劣化傾向に差はみられるが、劣化するにつれ $\tan\delta$ は約0.8付近に収束していくことが確認できた。

図-5の結果を受けて $\tan\delta$ を粘性成分を示す損失弾性率、弾性成分を示す貯蔵弾性率に分け、劣化による各成分の変化を確認した。その結果劣化の進行により粘性成分が小さく弾性成分が大きくなることが確認できた。また、過去の文献にて損失弾性率から求められる散逸エネルギーと疲労破壊回数との相関が高いこと。また既往の研究よりFD値と疲労破壊回数との相関が高いことから、FD値と散逸エネルギーに関係性があると考えられる。FD値=総散逸エネルギーと仮定した場合、関係式より破壊回数を算出しFD値との比較を行った。その結果を図-6に示す。これらは一直線の関係にあることが確認できた。これはFD値が総散逸エネルギーと高い相関にあると言える。

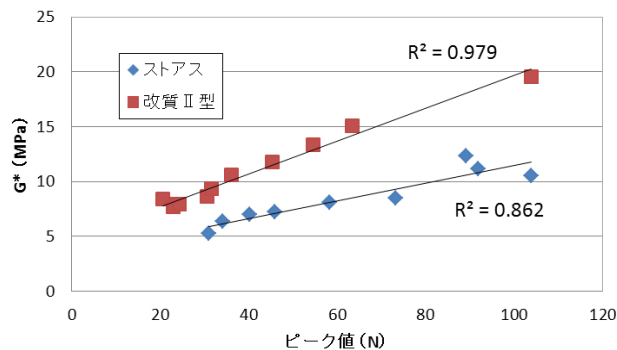


図-4 ピーク値と G^* の関係

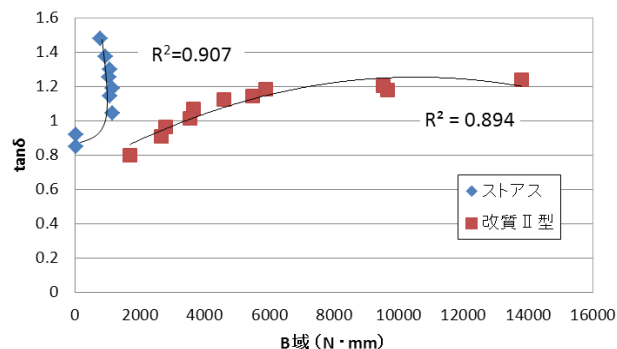


図-5 B域と $\tan\delta$ の関係

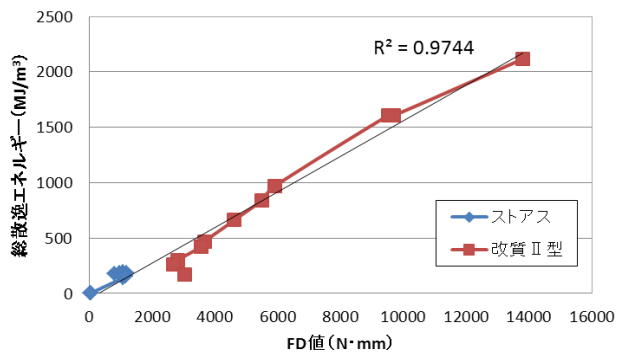


図-6 FD値と総散逸エネルギーの関係

5. まとめ

FDTより得られるFD値は、バインダのもつ総散逸エネルギーと高い相関関係にあるといえる。つまり、FD値が大きいほど粘性が強く、バインダ性能は高いため疲労破壊しにくいといえる。

6. 参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：舗装試験法便覧
- 2) 西澤辰男：鋼床版舗装における散逸エネルギー理論に基づいた疲労解析と実際のひび割れの関係