

旧アスファルトの性状に基づいた再生混合物の疲労破壊抵抗性の推定

長岡技術科学大学 正会員 中村 健

1. はじめに

針入度は、バインダの性状評価指標として広く用いられているが、レオロジー特性の異なるバインダが登場して以降、異なるバインダ種間ではその相互評価が困難となっている。

そこで既往の研究¹⁾では、バインダ種に影響されない評価試験として荷重測定型伸度試験(Force Ductility Test: 以下, FDT)を提案している。試験結果として得られる荷重-変位曲線に対し、タフネス-テナシティ試験に倣いテナシティに相当する領域の面積をFD値と定義し求め評価指標として用いている。FD値は混合物の疲労破壊抵抗性との間に相関性を有し、連続粒度の混合物においては、曲げ疲労試験の結果より算出した総散逸エネルギーとの間に相関性が確認された。

本研究では以上の成果を再生混合物へ適用し、旧アスの性状とその配合割合から再生混合物の疲労破壊抵抗性を推定することを目的としている。新規混合物の疲労破壊抵抗性を推定する場合とは異なり、再生混合物中のバインダには旧アスファルト(以下, 旧アス)および新規投入アスファルト(以下, 新アス)の2種類が含まれている。そこで、再生混合物中におけるバインダの状態を再現するべく、旧アスと新アスを模した2種類のバインダを混合し、そのFD値から再生混合物の疲労破壊抵抗性を評価し、その妥当性について検討を行った。

2. 試験対象

新アスにはストアス(60/80)を使用し、旧アスを模した劣化アスファルトにはポリマー改質アスファルトⅡ型(以下, 改質アス)とストアスを採用し、それぞれ180℃のマントルヒーターを用いた加熱促進劣化を施し劣化程度の異なるバインダを用意した。加熱促進劣化に供した時間は、ストアスが24h, 48h, 72h, 96h, 改質アスが0h, 48h, 96h, 144h, 192hである。再生混合物の作成においては密粒度(13)を採用し、粒度の違いによる影響を抑えるため骨材配合を固定した。

3. 荷重測定型伸度試験(FDT)

FDTは従来の伸度試験機にロードセルを搭載した試験機で、バインダが延伸される際の変位と荷重を測定する試験である。試験は従来の伸度試験法に準拠し実施した。改質アスが劣化した際のグラフ形状の変化について、その一例を図-1に示す。劣化の進行に伴い荷重の最大値が上昇し、変位量が低下する傾向にある。

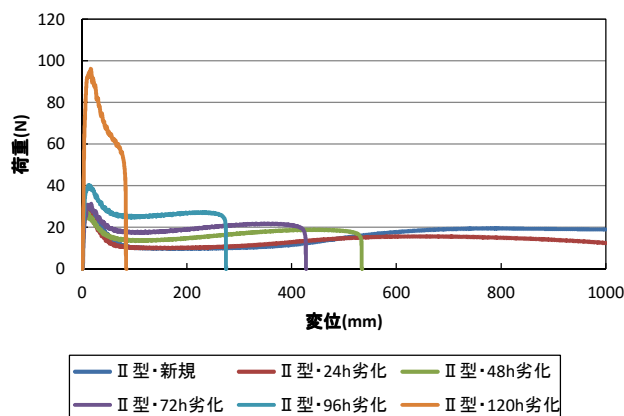


図-1 劣化によるグラフ形状の変化

4. 曲げ疲労試験

曲げ疲労試験に供する再生混合物の作成においては、予めFD値を測定した劣化アスファルトを用いて混合物を作成し、それを解することで再生骨材とした。再生骨材混入率は30%と50%とし、試験結果から後述の総散逸エネルギーを算出する。

5. 混合物総散逸エネルギーについて

物体に動的载荷が加わった場合、1サイクルに単位体積当たりで散逸されるエネルギーが単位散逸エネルギーであり、物体が破壊に至るまでの単位散逸エネルギーの総和が総散逸エネルギーである。総散逸エネルギーは式(1), (2)により算出する。

$$w_0 = \pi \cdot \sigma_0 \cdot \varepsilon_0 \cdot \sin \varphi \quad \dots \dots (1)$$

$$w_t = \sum_{N=1}^{N_f} w_0 \quad \dots \dots (2)$$

ここで、

σ_0 : 応力 (MPa), ε_0 : ひずみ (μ), φ : 位相角 (rad),

キーワード: 針入度, 疲労破壊抵抗性, 再生

連絡先: 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 takecc@vos.nagaokaut.ac.jp

w_0 : 応力 1 周期当たりの単位散逸エネルギー($\times 10^{12} \text{J/m}^3$),
 w_t : 総散逸エネルギー($\times 10^{12} \text{J/m}^3$),
 N_f : 破壊に至るまでの載荷回数 (回), N : 載荷回数 (回)

6. FD 値と総散逸エネルギーの関係

再生混合物の作成に用いた劣化アスファルトと新アスを, 混合物中と同一割合となるよう混合し(以下, 混合バインダ), その FD 値と曲げ疲労試験の結果から算出した再生混合物の総散逸エネルギーを比較する. 比較にあたって, 既往の研究¹⁾にて FD 値の異なるバインダを用いて作成した新規混合物での結果ならびに近似曲線と合わせてプロットしたグラフを図-2 に示す.

新規混合物を対象とした従来の結果と同様, 再生混合物を対象とした場合においても, 混合バインダの FD 値と対象混合物の総散逸エネルギーとの間には高い相関性が確認でき, FD 値から疲労破壊抵抗性を推定可能であることが分かった. また従来の結果では, ストアスおよび改質アスともに, 劣化に伴う FD 値の低下は確認されていたものの, それぞれの FD 値がとりうる範囲には限りがあり, 従来の結果では FD 値が 1000 から 10000 の間に空白の領域が存在していたが, 今回の結果によって補完することができた.

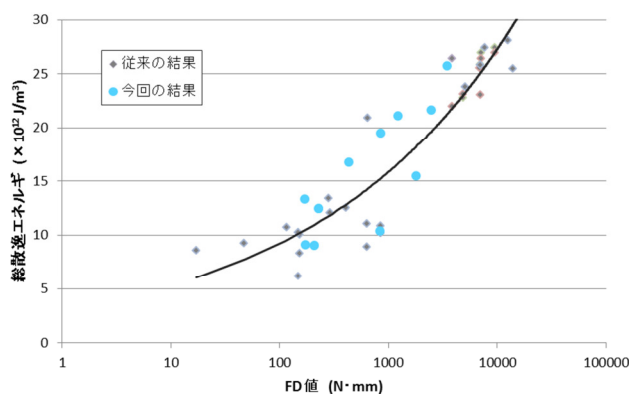


図-2 FD 値と総散逸エネルギーの関係

7. 旧アスの配合率と FD 値の関係

再生混合物の配合設計時における再生骨材混入量と, 旧アスの性状の違いが再生混合物の疲労破壊抵抗性に与える影響を検討するべく, 劣化アスファルトの FD 値と配合割合を変化させ, 混合バインダの FD 値の変動について検討した. 劣化アスファルトにはマントルヒーターを用いた加熱促進劣化を施したバインダを用い, 加熱促進劣化に供した時間は, 改質アスが 0h,

24h, 48h, 96h, 144h, ストアスは 72h とした. 新アスストアス (60/80) を採用し, 劣化アスファルトの配合割合を 30%, 50%, 70%, 100% と変化させた. 劣化アスファルトの FD 値および配合割合を変化させた際の混合バインダの FD 値を図-3 に示す.

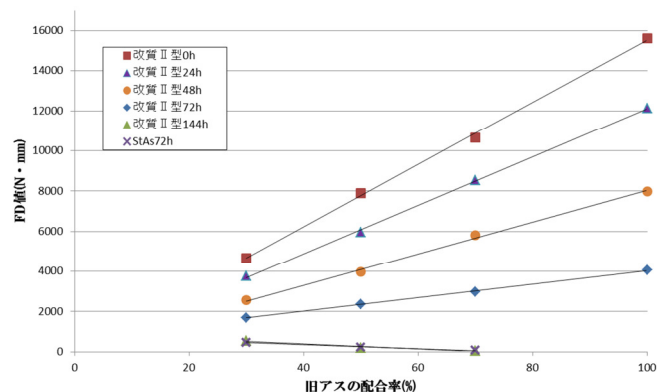


図-3 旧アスと混合バインダの FD 値との関係

図-3 より, 劣化アスファルトの配合割合を変化させることで混合バインダの FD 値は線形に推移することが確認できた. また, それぞれのグラフを外挿すると, 劣化アスファルトの配合割合 0% 時における FD 値が新アスの FD 値と概ね一致することから, 新アスの FD 値と旧アスの FD 値, さらにこれらの配合割合から再生混合物中における状態を模した混合バインダの FD 値を推定可能であることが分かった.

8. まとめ

以下に本研究における知見をまとめる.

- ・種類や劣化程度の異なるバインダを混合した場合でも, それぞれの FD 値と配合割合から混合バインダの FD 値を推定可能である.
- ・新アスの FD 値に対して旧アスの FD 値が高い場合には, 旧アスの配合割合が高くなるほど混合バインダの FD 値増加する傾向にある.
- ・連続粒度という条件下においては, 旧アスおよび新アスの FD 値とその配合割合から混合バインダの FD 値を求め, 再生混合物の疲労破壊抵抗性を推定することが可能である.

参考文献

- 1) 吉田裕・中村健: バインダの引張仕事量を用いた曲げ疲労試験における総散逸エネルギーの評価, 平成 26 年度土木学会 年次学術講演会 V-640