

NAT 試験により算出したエネルギー量による疲労耐久性評価について

(一財) 阪神高速道路技術センター 正会員 ○神下 竜三
 阪神高速道路株式会社 正会員 青木 康素
 同上 正会員 小瀬 詠理

1. はじめに

阪神高速道路では、長期耐久性が特に望まれる場合、耐流動性やはく離抵抗性を向上させた高耐久型のポリマー改質アスファルト H 型（以下、高耐久 H 型）を使用している。既往の検討より、高耐久 H 型は H 型よりも初期性能では優れるものの、経時変化による疲労耐久性の低下度合が H 型よりも大きいという結果が得られている¹⁾。この結果を踏まえ、疲労によるひび割れ評価を簡易に実施することを目的に NAT (Nottingham Asphalt Tester) を用いた間接引張試験を実施してきた²⁾。本稿では、NAT 試験データよりエネルギー量を算出し、バインダの室内劣化を考慮した H 型と高耐久 H 型の疲労耐久性を評価した。

2. NAT 試験による疲労耐久性評価の概要

経時変化によって高耐久 H 型の疲労耐久性が低下する状況を室内で再現するために表-1 に示す劣化状態を想定したバインダを準備した。本検討で使用したバインダは H 型が 6 社、高耐久 H 型が 5 社の計 11 材料とし、ポーラスアスファルト混合物のアスファルト量はバインダ種類や劣化条件に関係なく 5.0% に統一した。

NAT 試験機の外観を写真-1 に、試験条件を表-2 に示す。NAT 試験では、応力制御のもとで繰返し载荷を実施し、一定の载荷回数時の水平変位を記録している。図-1 に示すように繰返し载荷に伴い、混合物の水平変位が弾性域から塑性域に変化する状況が確認できる。本検討では、この変曲点を水平破壊回数と定義した。

3. エネルギー量算出方法

NAT 試験機より得られた水平変位を供試体直径で除すことで水平方向ひずみを算出し、応力と水平ひずみに囲まれた面積からエネルギーを求めた。この方法で、各载荷回数時における単位エネルギーを算出し、水平破壊回数までのエネルギーの総和をそのアスファルト混合物の破壊エネルギー量とした。単位エネルギーおよび破壊エネルギー量の算出例を図-2 に示す。

表-1 バインダの室内劣化条件

劣化条件	想定している劣化状態	バインダ劣化方法
未劣化	室内作製状態	-
TFOT	アスファルトプラント製造時および舗設時の熱劣化	舗装調査試験法便覧 A046
TFOT後+PAV	TFOTによる劣化に加えて、5～10年供用された状態	舗装調査試験法便覧 A059 (加圧時間は48時間)



表-2 NAT試験条件

項目	設定内容
試験温度	10, 20, 25℃
供試体寸法	直径100mm, 厚さ50mm
荷重載荷時間	120ms (1.33Hz相当)
応力範囲	300kPa - 2.5kPa

写真-1 NAT試験機の外観

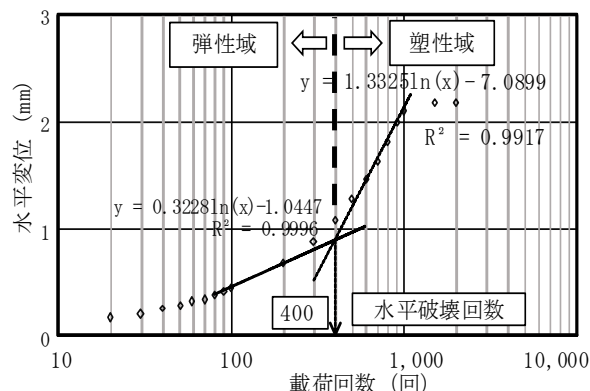


図-1 水平破壊回数の算出例

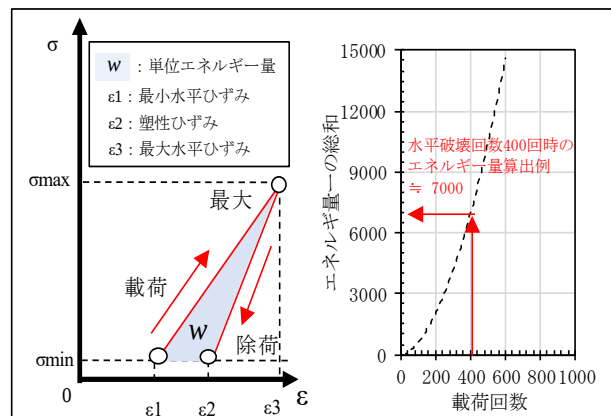


図-2 単位エネルギー量の算出 (左図) と破壊エネルギー量の算出 (右図) の例

キーワード NAT 試験, H 型, 高耐久 H 型, TFOT, PAV, ポーラスアスファルト

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町4丁目5番7号東亜ビル内 TEL 06-6244-6048

4. エネルギー量による評価結果

室内劣化を考慮した H 型と高耐久 H 型の NAT 試験データよりエネルギー量を算出し、水平破壊回数との関係を整理した結果を図-3 に示す。本実験条件は、試験温度に関係なく、応力を一定とした繰返し载荷試験のため、試験温度が高いほど水平破壊回数は少ない。

全体の傾向としては、H 型よりも高耐久 H 型のエネルギー量が大きく、破壊するまでにより多くのエネルギー量が必要となることが確認できた。また、劣化の有無に関係なく、H 型よりも高耐久 H 型のほうが高いエネルギー量を示した。

次に、各アスファルト混合物の水平破壊回数は試験温度と関係していることから、図-3 に示す各近似曲線より水平破壊回数に着目したエネルギー量を算出した。水平破壊回数 5000 回を中心に、1000 回（高温側）と 10000 回（低温側）におけるエネルギー量を図-4 に示すように整理した。

未劣化状態においては破壊回数が多い低温側であるほど、H 型よりも高耐久 H 型のエネルギー量が大きく優位性が確認できる。一方、TFOT+PAV による劣化条件を考慮すると、H 型よりも高耐久 H 型のエネルギー量の低下度合いが大きい。本検討の範囲内では、H 型と高耐久 H 型の優劣が逆転する結果とはならなかったが、高耐久 H 型は H 型よりも劣化作用による疲労耐久性の低下度合いが大きく、これは既往の研究結果と同様の傾向である。

5. 最後に

本検討より、NAT 試験データを用いたエネルギー量から、アスファルト混合物の疲労によるひび割れへの抵抗性を評価できる可能性を示すことができた。舗装のライフサイクルコストを低減するためには、アスファルト混合物の高耐久化が求められるが、そのためにはひび割れ抵抗性以外のアスファルト混合物の性状（耐流動性、はく離抵抗性）についても適切に評価する必要性があり、今後も検討を継続する予定である。

参考文献

- 1) 岡本ほか：供用劣化を受けたポーラスアスファルト混合物の力学特性評価，第 31 回日本道路会議論文集，2015.10.
- 2) 松下ほか：NAT を用いたポリマー改質アスファルト混合物の疲労耐久性評価，土木学会第 73 回年次学術講演会，V-695，2018.8

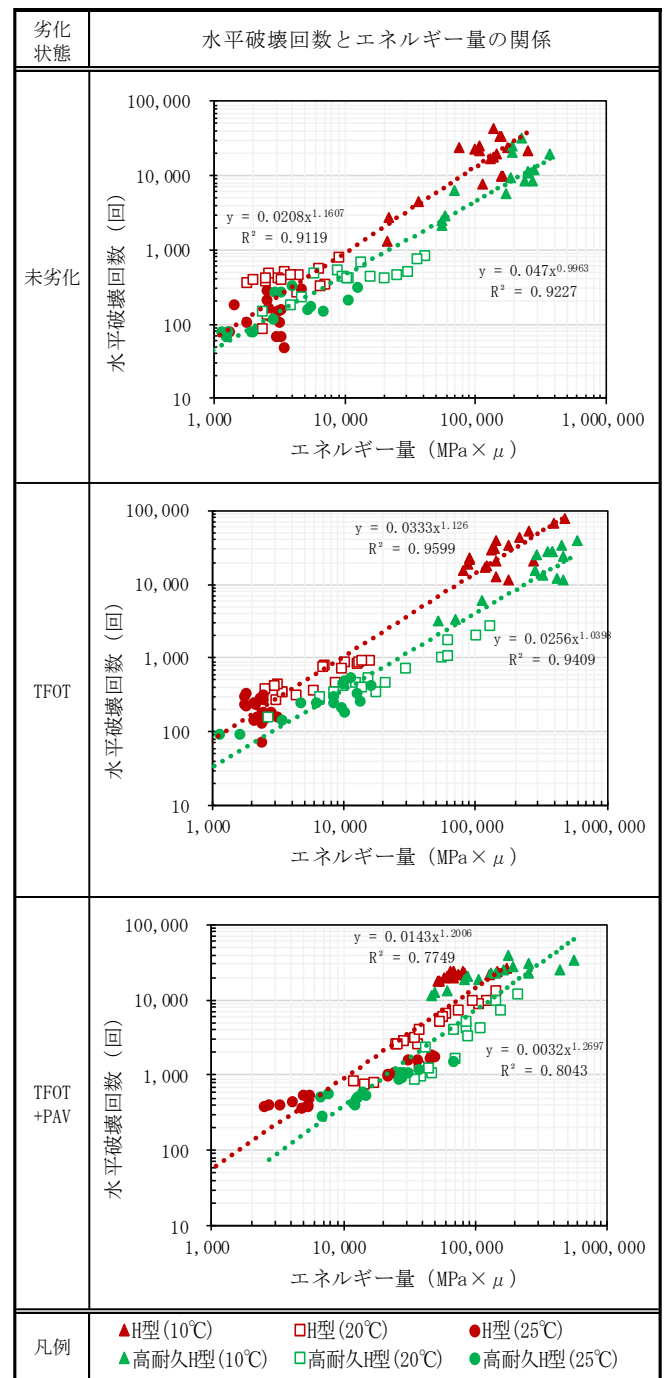


図-3 各劣化条件におけるエネルギー量の比較

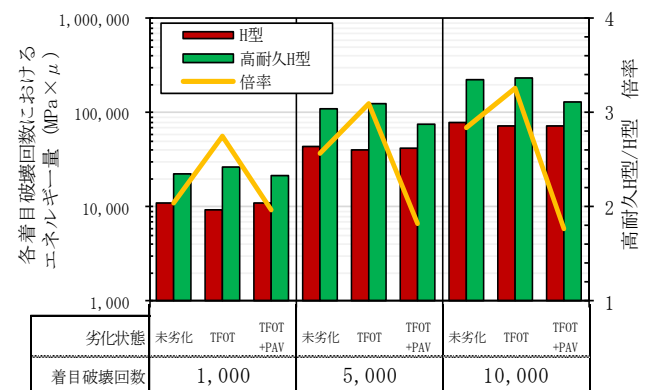


図-4 水平破壊回数に着目したエネルギー量算出結果