

武蔵工業大学 正員 渡辺 隆
 東京工業大学 正員 姫野賢治
 (株)日本舗道 正員 ○桜井康久

1. 緒言

近年わが国の高級舗装では、縦表面ひびわれが顕著に見られるようになり、大きな問題になっている。この発生原因についてはいまだに定説はないが、特に低スティフネス状態において被害が大きい一種の疲労破壊ではないかという推定もなされている[1]。一般に低スティフネス状態における疲労試験の実施は困難であり、高々20℃程度までの温度で行った疲労試験結果を外挿するしか方法がなかったが、かつて筆者らは、アスファルト混合物層底面から発生する曲げ疲労破壊を対象として、アスファルト混合物のスティフネスが小さい場合でも合理的な結果を示す新しい疲労破壊規準を示し、このような状態での曲げ疲労被害は比較的小さいことを明らかにした[2]。しかしながら、舗装表面ははるかに高温になるし、また、車輪との力学的な相互作用も異なるであろう。

本研究は、このような極端な低スティフネス状態でも適用できるように、アスファルト混合物の疲労破壊規準を拡張し、室内実験によるモデル実験によってその妥当性を検証することを目的とした。また、バインダーの性状が異なる場合のアスファルト混合物の疲労破壊特性の違いを検討した。

2. 位相角の測定方法および測定結果

2.1 使用材料

本研究で作成したアスファルト混合物はすべて密粒度アスファルト混合物(13)である。バインダーは、針入度32、77、188の3種類のストレートアスファルトと、エチレン酢酸ビニル共重合体をストレートアスファルト60/80に5.5%添加したポストミックスタイプの改質アスファルトを用いた。なお、最適アスファルト量はいずれも5.7～5.9%でいずれもほぼ同じアスファルト量の混合物とみなしうるものと考えられる。

2.2 ホイールトラッキング試験機を利用した位相角の測定方法

曲げ試験が行えないような超低スティフネス状態では、モールド、底板を特注し、スラブ状のアスファルト混合物に対するホイールトラッキング試験によって位相角を測定した。すなわち、スラブ底面中央部にひずみゲージを貼り、発生する正弦波状のひずみ波形を測定するとともに、車輪がゲージ直上を通過し応力は最大になる瞬間に接点が接触する電気回路を設け、 $x \sim t$ 多ペンレコーダ上にひずみ波形と载荷パルスと同時に出力した。設定周波数は0.1～0.5Hz、試験温度は30～40℃とし、底板はひずみゲージおよび配線が接触しないように深さ約2mmで必要最小面積だけくりぬいた。

2.3 測定結果

Fig.1は、今回新たに測定した超低スティフネス状態における位相角の測定結果を従来からの曲げ試験による位相角の測定結果と重ねて示したものである。こ

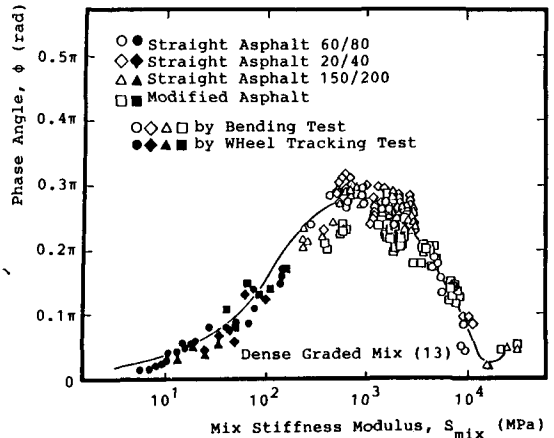


Fig.1 Phase Angle versus Mix Stiffness Modulus (Dense Graded (13))

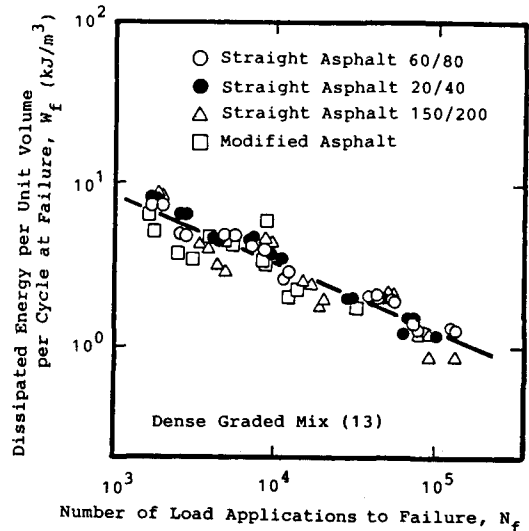


Fig.2 Unit Dissipated Energy at Failure versus Number of Load Applications to Failure (Dense Graded (13))

のように、全体としてスティフネスの変化に対して位相角はなめらかに変化しており、約1 GPa 当りに最大値のあることがわかる。また、実際の供用中の舗装では起きえないような超高スティフネス状態におけるスティフネスを曲げ試験によって測定したところ再び増加する傾向がみられた。

2.4 バインダー性状による疲労破壊特性の違い

同じくFig.1 に各種バインダー性状を用いた場合のアスファルト混合物の位相角とスティフネスの関係を示すが、バインダー性状が位相角に及ぼす影響はほとんどないと言えるであろう。また、Fig.2 は、曲げ疲労試験によって単位散逸エネルギーと破壊回数との関係を示したものであるが、この場合にもバインダーの違いによる疲労破壊特性の違いは認められない。

Fig.3 は、[2] で示したと同様に、一軸的な応力状態における疲労破壊規準を作成し、既往の疲労破壊包絡線と同一の平面に図示したものである。これより、10GPa を超えるような超高スティフネス領域では曲線の凹凸が反転し、性状が急変することがわかる

3. 新疲労破壊規準の縦表面ひびわれへの適用

本研究では、実際の舗装表面のほぼ最高温度に相当する60℃における鋼床上的アスファルト混合物に対して空気式タイヤによるホイールトラッキング試験を実施した。その結果、载荷回数が2500から3000回の時点でタイヤ走行部を中心に表面から微細なひびわれが発生し始め、これが後に成長して、8000~9000回の時点で走行部分全体で連結したひびわれが観測された。したがって、この種のひびわれも一種の疲労破壊であると考えられるが、低級舗装が比較的高スティフネス状態において起すと考えられている曲げ疲労破壊とは異なる破壊モードであると考えられる。

Fig.4 は、ここで実施したホイールトラッキング試験中に変化すると考えられるアスファルト混合物のスティフネス範囲において、いくつかの異なった疲労破壊規準によって推定破壊回数を比較したものである。他の研究者による破壊規準は AASHO道路試験結果から求めたKingham のものを除いてすべて一回以下の寿命を予測しており、低スティフネス状態における表面ひびわれの発生の解析のためには不適當であることがわかる。一方、拡張された新疲労破壊規準による推定ひびわれ発生回数はおよそ7500回程度であり、ほぼ、実験結果の構造的な破壊点に一致していることが認められた。

4. 結言

高温下でのホイールトラッキング試験を実施して、タイヤ走行部におけるアスファルト混合物表面からのひびわれ破壊をシミュレートすることができた。また、疲労破壊規準を拡張してひびわれ発生までの载荷回数を推定したところ、離散的に発生したひびわれが結合し、ほぼ一本の線状のひびわれに成長した時点に対応していることがわかった。

(参考文献)

- [1] 阿部頼政：アスファルト、No.114
- [2] 姫野賢治ほか：土木学会論文集、No.366

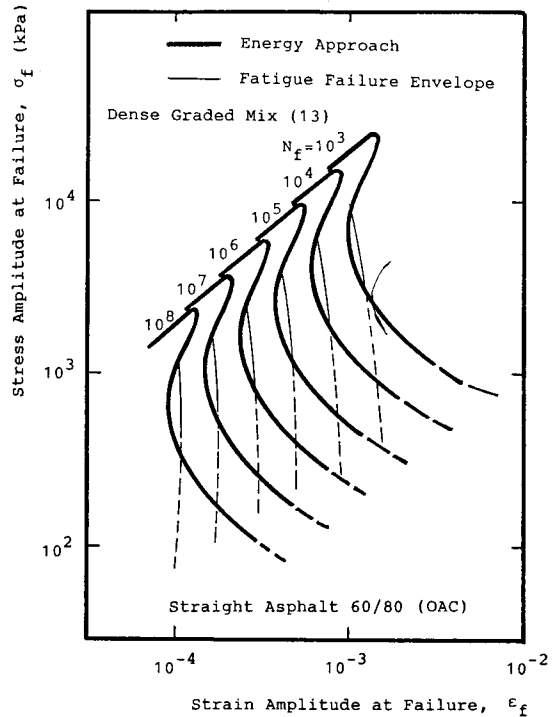


Fig.3 Fatigue Failure Criterion by Energy Approach in Comparison with Fatigue Failure Envelope (Dense Graded (13), Straight Asphalt 60/80)

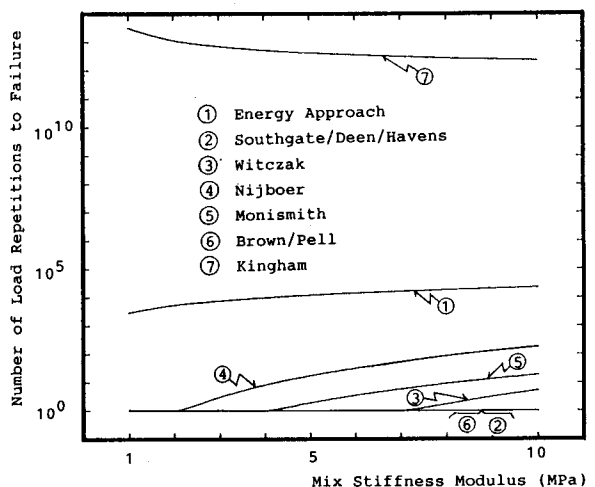


Fig.4 Comparison of Predicted Number of Repetitions to Fatigue Failure at Surface in Wheel Tracking Test for Different Criteria