

V - 389

アスファルト混合物の疲労破壊規準について

建設省土木研究所 正会員 桐山 孝晴
建設省土木研究所 正会員 中村 俊行

1. はじめに

アスファルト舗装の構造設計においては、新材料、新工法に柔軟に対応することができるよう、多層弾性理論を用いた理論的設計法の導入が求められている。理論的設計法では舗装体内に生じる応力やひずみの計算を行うが、舗装の破壊は長期にわたる載荷の繰返しによる疲労破壊であるから、理論的設計を行うためにはひずみと破壊に至るまでの載荷回数の関係式である疲労破壊規準を設定する必要がある。

疲労破壊規準については、我国でもこれまでに疲労試験の結果に基づいていくつかの提案がなされているが、それらの試験方法は多様であり、疲労破壊規準はまだ確立されているとはいえない。また、諸外国で使用されている疲労破壊規準を直ちに我国の舗装材料に適用することができるかどうか明かではない。

そこで、疲労試験の試験方法の検討を行うとともに、我国の舗装材料を用いた疲労試験の結果に基づく疲労破壊規準を作成する必要がある。疲労破壊規準には、一般にアスファルト混合物の疲労クラックに対するものと全層圧縮による変形によるものがあるが、ここでは我国で問題となることが多い前者に対応する疲労試験を実施した。

2. 試験方法

試験方法はアスファルト混合物の角柱供試体に対する繰返し曲げ試験とし、既存文献等を参考として以下のように試験条件を設定した。

2.1 供試体

供試体の材料には、ストレートアスファルト(60~80)による密粒度アスファルト混合物を用いた。当混合物の性状は、最大粒径=13mm、最適アスファルト量=5.8%、空隙率=4.2%であった。供試体の作製にあたっては、ラベリング試験用供試体から6面カットで疲労試験用供試体(40×40×380mm)を切出した。

2.2 載荷方法

載荷方法は、載荷位置とクラックが生じる位置とが重ならないよう、図-1に示す2点載荷の試験治具を使用した。供試体は2点支持、スパン長30cmとし、両振れ、ひずみ制御とした。載荷荷重は5Hzの正弦波とした。

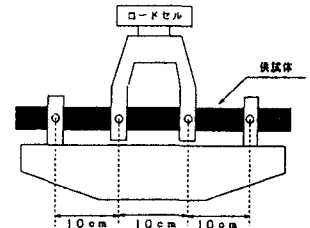


図-1 供試体の設置方法

2.3 設定ひずみおよび温度

設定ひずみ(ϵ)および温度の組合せは表-1に示すとおりである。試験中の温度を一定に保ち、かつ試験中の発熱を防止するため、試験は液体(不凍液)中で行った。なお、同一条件の下で試験は3回ずつ行った。

表-1 設定ひずみと温度

$\epsilon \backslash$ 温度	-10℃	0℃	10℃	20℃
2×10^{-4}	○	○	○	—
4×10^{-4}	○	○	○	○
6×10^{-4}	○	○	○	○

2.4 測定方法

載荷回数 3×10 回、 10^2 回、 3×10^2 回、 10^3 回、……という頻度で、最大荷重と供試体中央部の変位量を測定した。但し、荷重の低下が著しくなった場合は測定頻度を増加させた。

2.5 破壊の判断

測定した最大荷重と変位量を用いて、最大曲げ応力(σ)と最大曲げひずみ(ϵ)を求めることができ、さらに σ と ϵ から複素弾性率($E^* = \sigma / \epsilon$)を求めることができる。 E^* は載荷回数とともに徐々に低下し、ある時点で急速な低下を示すが、この時点の載荷回数を破壊回数とする。

3. 試験結果

3.1 試験状況

載荷回数と複素弾性率の関係を両対数グラフにプロットした例を図-2に示す。試験中の供試体による複素弾性率の差はあまりないが、破壊回数には1.5~2.5倍程度の差がみられた。試験終了後の供試体のクラックは目視で確認できない程度の小さなものであり、数十cmの高さから供試体を落下させてクラックを確認した。

3.2 アスファルト混合物の複素弾性率

試験初期(載荷回数30回時)の複素弾性率を温度別に示した結果を図-3に示す。この結果は、一般に言われるアスファルト混合物の弾性係数とはほぼ同等であり、妥当な結果であると考えられる。

破壊時の複素弾性率は、初期と比べて 10^4 kgf/cm^2 程度低下した。

3.3 ひずみと破壊回数

ひずみと破壊回数の関係を温度ごとに図-4に示す。(プロットは3個の平均値、回帰式は全データを使用)両者の間には両対数グラフ上で直線の関係があり、 -10°C を除く3本の直線はほぼ平行となった。

図中の回帰式を N (破壊回数)について解くと、以下のようなになる。

$$-10^\circ\text{C} \quad N = \varepsilon^{-7.85} \times 10^{-22.87} \quad (\text{式-1})$$

$$0^\circ\text{C} \quad N = \varepsilon^{-4.21} \times 10^{-10.28} \quad (\text{式-2})$$

$$10^\circ\text{C} \quad N = \varepsilon^{-3.65} \times 10^{-8.38} \quad (\text{式-3})$$

$$20^\circ\text{C} \quad N = \varepsilon^{-3.39} \times 10^{-6.74} \quad (\text{式-4})$$

ここで式-2~4の ε の係数に着目すると、A Iの破壊規準式の ε の係数が-3.291であること、荷重の4乗則を考えるとほぼ妥当な数値であると考えられる。

3.4 A Iの破壊規準式との比較

A Iの破壊規準式に各供試体のデータ(As量=5.8%、空隙率=4.2%は共通)を代入して破壊回数の推定値を求め、それと今回の試験で得られた破壊回数の実測値を比較した結果を図-5に示す。相関係数はある程度高いものの、絶対値には大きな違いがあった。空隙率に個々の供試体の空隙率(6面カットのため2.0%程度)を用いると、この差はさらに大きくなる。

4. まとめ

アスファルト混合物の疲労試験を行い、温度別にひずみと破壊回数の関係を求めた。今回の試験は疲労破壊規準の作成に向けての第一歩に過ぎず、今後も様々な試験条件の下で疲労試験を行い、データを蓄積していく必要がある。

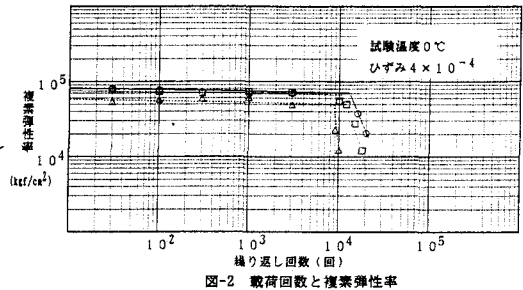


図-2 載荷回数と複素弾性率

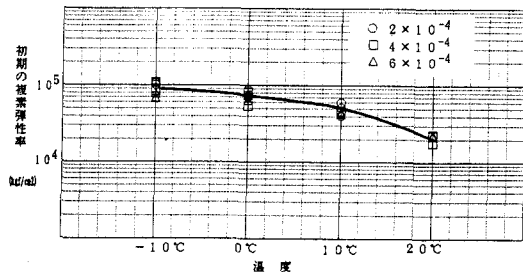


図-3 温度と複素弾性率

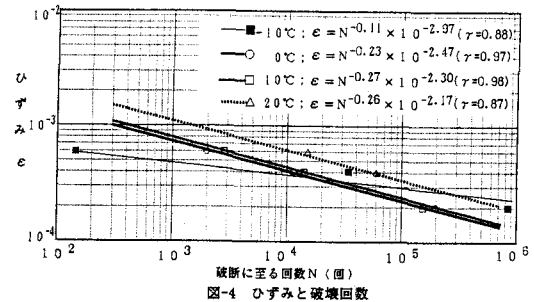


図-4 ひずみと破壊回数

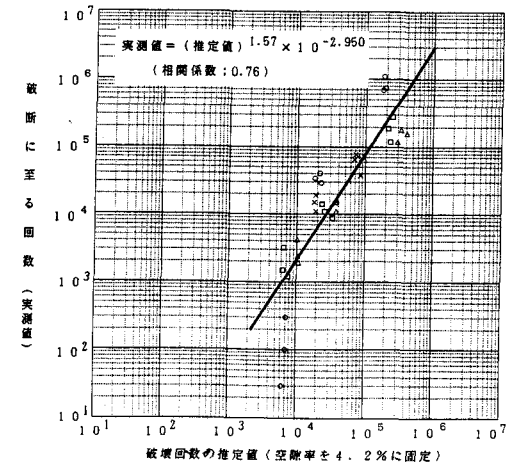


図-5 破壊回数の推定値と実測値