

北海道大学 正員 森吉昭博
北海道大学 正員 菅原照雄

1. まえがき

アスファルト舗装の設計は種々の外気温のもとでいろいろな大きさの車輛を安全に走行させるように配慮している。例えば、Shell 法等はこれに属し、アスファルト混合物が、温度および載荷時間によりその力学的性状が変化することを考慮している。ここでは舗装体にかかる主な外力を車輛としている。これに対し、Haas²⁾らの提案している舗装設計法は主な外力を温度としてとらえ、これによるアスファルト混合物の力学的性状の変化を考慮している。これらの方法は温度およびひずみ速度で論ずると、前者はアスファルト混合物に対し、ひずみ速度(または載荷時間)が温度の影響よりも大きい場合が対象であるのに対し、後者は全くこの逆の場合を対象としている。筆者らはアスファルト混合物がこの両極端な条件においていかなる力学的性状を示すかを論ずるために、先の研究³⁾では前者の結果について報告したので、本報告は後者の場合を想定して、以下のような状態で各種の実験を行った結果について述べる。実験の結果、いずれの場合も、一定温度の一定ひずみ速度試験における力学性状が、これらの結果と極めて密接な関係にあること、またこれより温度とひずみ速度の互換性が各々が変動している場合にも適用可能であることが明らかになった。

2. 使用材料および実験条件

使用混合物：アスファルトコンクリートタイプ(アスファルト量5.8%)

使用バインダー：針入度 87, 軟化点 47.6°C, 針入度指数 -0.4

曲げ試験：両端単支持中央集中荷重方式, 供試体寸法 2.5×2.5×2.5 cm, スパン長 20 cm

温度 -10 ~ 15°C, 温度勾配 ±10, ±30, ±60 °C/R

ひずみ速度 3.2×10^{-5} , 1.3×10^{-3} 1/sec

引張試験：供試体寸法 2.5×2.5×2.5 cm, スパン長 2.5 cm

温度 20°C, 温度勾配 ±10, ±30, ±60 °C/R

ひずみ速度 3.3×10^{-5} , 7.0×10^{-3} , 2.1×10^{-7} , 4.2×10^{-7} 1/sec

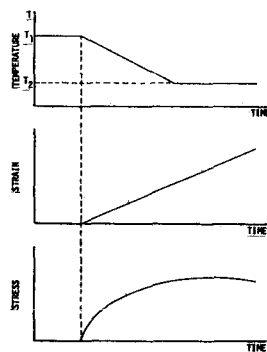


図-1 温度、ひずみおよび応力と時間との関係

3. 実験手法

曲げおよび引張りの一定温度における一定ひずみ速度試験は従来の手法と全く同一であるが、温度変動中の一定ひずみ速度試験は図-1のような状態で行った。このとき一定温度勾配はプログラム調整器、サイリスタレギュレータ等を組み合わせて自動的に制御した。一定温度における温度精度、ならびに一定温度勾配における温度精度は±0.05°C以下に抑えた。また図-1に示すような実験において供試体は実験開始20分前に装置にセットし、水槽温度と供試体温度はほぼ同一となるよう配慮した。引張試験における*印の一定ひずみ速度試験は両端固定で上下面とも自由な状態で温度のみを変化させたときの試験(熱応力試験)のことであり、このときのひずみ速度は両端、上下面ともに自由な状態で測定した線膨張係数($2.51 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)と温度勾配とをかけあわせて推定値であり、温度下降についてのみ検討したのでこの項に列記した。

4. 実験結果および考察

図-2の下部には、一定温度、一定ひずみ速度の曲げ試験の応力・ひずみ曲線を利用し、一定温度勾配における応力・ひずみの関係を水温および供試体中央部の温度から推定した結果を示す。後者の温度から推定した破壊

時のひずみは実測値のそれより若干小さくなる傾向にあるものの、両曲線は比較的良好に一致しているといえよう。

図-3は図-2と同様に温度変動中の引張りの応力・ひずみ曲線を示す。ここでは20°Cを中心としてこれより若干高温および低温から実験を開始している。温度勾配の変化が応力・ひずみ曲線に及ぼす影響は顕著に表われないものの、これらの曲線は一定温度における応力・ひずみ曲線と破壊領域付近において、ほぼ似たものとなった。

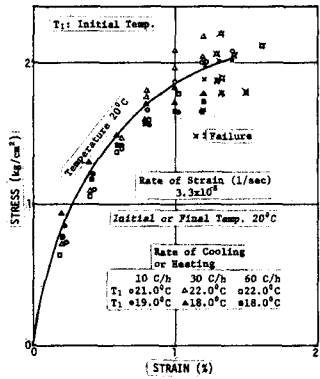


図-3 一定温度および温度変動中の一定ひずみ速度試験(引張)における応力・ひずみ曲線

図-2の上部には一定温度および温度変動中の一定ひずみ速度の曲げ試験の各破壊性状を、破壊包絡線を念して整理した結果を示す。これより、温度差が大きいほど、また温度勾配が小さいほど破壊時のひずみは温度下降の時は一定温度の破壊時のひずみより若干大きく、かつ温度上昇の時は若干小さくなる傾向にあり、温度差が小さく、温度勾配が大きい時は一定温度の破壊時のひずみとほぼ同一の値となる。温度変動中の一定ひずみ速度試験の曲げ強さの大きさは温度勾配や温度差にほとんど関係なく、一定温度の一定ひずみ速度試験のそれとはほぼ同一である。

図-4は一定温度勾配において発生した熱応力の時間変化を示す。熱応力の大きさは温度勾配(すなわちひずみ速度)により変化する。

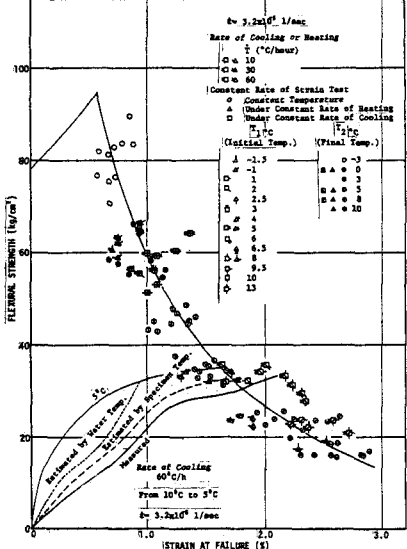


図-2 一定温度および温度変動中の一定ひずみ速度試験の破壊性状および応力・ひずみ曲線、ならびに推定した応力・ひずみ曲線

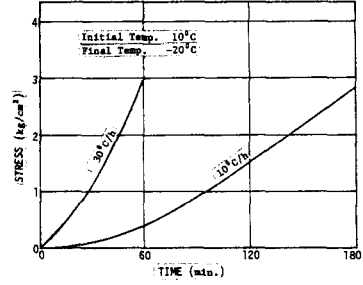


図-4 熱応力と時間との関係

5. 結論

- 1) 温度変動中およびひずみ速度変動時の力学的性状は一定温度、一定ひずみ速度試験の結果から推定可能であると思われる。
- 2) 温度変動中の一定ひずみ速度の破壊強度は温度勾配や温度差には無関係であるが、この破壊時のひずみはこれらの因子に依存し、一定温度、一定ひずみ速度のそれとは若干異なる。
- 3) 以上のことから図-5に示すごとく、温度変化に伴いアスファルト混合物の内部に発生する熱応力の大きさ、破壊温度等は一定ひずみ速度試験の結果から推定可能であると思われる。
- 4) 温度履歴に伴うアスファルト混合物の力学性状はさらに温度差の大きな条件のもとで検討する必要がある。

参考文献:

1. M. Sargious, Pavements and Surfacing for Highways and Airports
2. The Asphalt Institute Research Report, RR-73-1, 1973
3. 森吉, 菅原; 土木学会第32回年次学術講演会講演要集,

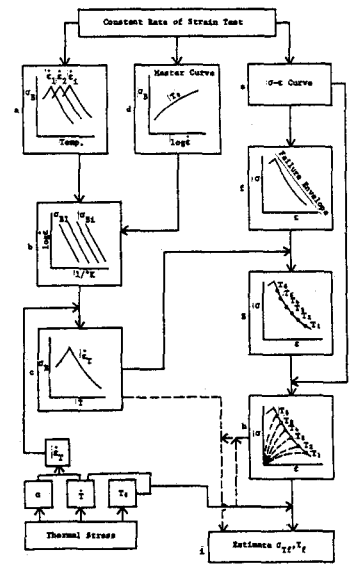


図-5 熱応力による破壊性状を推定するチャート