

アスファルト混合物層の塑性破壊

東北大学工学部 学生員 ○松井 幹雄
同 正会員 福田 正
同 正会員 村井 貞現

1. はじめに

アスファルト混合物の配合設計を行なう際に用いる複雑な力学試験のうち、現在最も汎用されているマーシャル安定度試験から得られる測定値の意味を考へるため、本研究では一軸圧縮試験の結果と比較しながら調べることにした。また、アスファルト混合物が層として働くとき非線形挙動を示すが、これはアスファルト混合物の力学特性が幾ばあるいは塑性的であることによる。そこで本研究ではアスファルト混合物層の即時的応答を調へるため、温度および下層材料の条件を変化させて実験を行ない、それに基本的な試験から得る力学特性値を用いて時間と考へない弾塑性解析を行なって実験結果と比較し、塑性変形による破壊について考察しにものである。

2 マーシャル試験と一軸圧縮試験

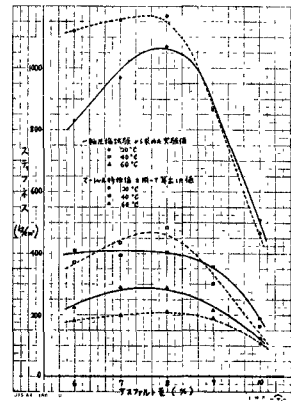
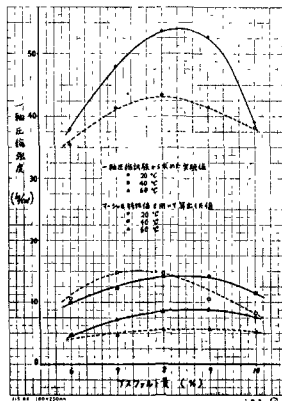
本研究ではマーシャル試験の測定の内容と一軸圧縮試験の結果と比較して調べることにしたため、特殊な条件下で試験を行なった。すなわち、きつめて細粒度の混合物を用い、温度も60°Cに限らず変化させ、その時、供試体を防水して水槽中に静置し、また、載荷速度も半減させた。これらの条件は両試験において同一とし、また、容度もほぼ等しくした。供試体の寸法及び締固め回数も規定とありとし、一軸圧縮試験の場合は締固め回数と2倍にした。荷重及び変形量の測定には、それぞれロードセル及び電気式ダイヤルゲージを使用し、動変位測定器により、オートグラフに記録させた。

さらにMcLeodとGeotzが一般的舗装用アスファルト混合物について行なった実験により、安定度 S とフロー値 F から一軸圧縮強度 σ_{max} 及び弾性係数 E と推定する以下の式を提案している。(単位はpsi)

$$\sigma_{max} = \frac{S}{100} \times 18 - \frac{1}{2} \left(\frac{30-F}{10} \right)^2$$

$$E = 40 \times \frac{S}{F}$$

これらの式を用いて σ_{max} および E を算出し、一軸圧縮試験から求めたものと比較した。



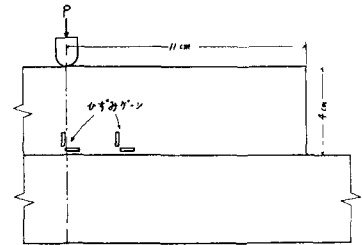
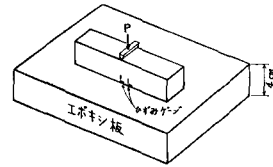
以上の結果から、両試験における最大荷重とそれに対する変形量は、温度およびアスファルト量に関して密接に関連性のあることが確かめられた。McLeodらの提案した式は、一般的舗装用アスファルト混合物について規定のマーシャル安定度試験を行なった場合に対して算出したものであるが、本実験で採用しようとする特殊な場合にも当てはまるといえる。

3. アスファルト混合物層の塑性変形による破壊

塑性的挙動とは、きりませ、測定のパラツキを少なくし、さらに計算の簡便さをはかり、ため、本実験で用いた混合物はきつめて細粒度のものと、均質性、等方性を高めた。供試体は4×4×22 cmの角柱状供試体とし、

下に厚さ4 cmのエポキシ板(2種類)を敷き、その上に試体を載せ、ほぼ平面部(端と1/3の中央部)に一定変位速度(2 mm/min)で線荷重をのせた。さらに、温度およびエポキシ板を変化させて同一の実験を行った。

このときの荷重および図のような位置でのひずみをオシログラフに記録させた。またこれとは別に基本的な試験を行って、アスファルト混合物とエポキシ板の初期弾性係数および応力-ひずみ関係式を求め、これを用いて数値解析した。解析には軸対称問題としての有限要素法を用い、節点数は0要素数227に分割したモデルについて行った。計算結果と実測値と比較してみると、柔らかいエポキシ板を用いた場合は水平方向ひずみと載荷点位置が実測値と比較的大きく異なり、したがって、これはエポキシ板の力学的特性値を求めた時の試験方法に支障があると思われる。全般的にみて、計算結果と実測値とはほぼほぼ一致し、応力値となる。また上のモデルについて、塑性域の発達過程を数値解析により調べたが、塑性域の拡がり方は温度および下層板の力学的特性値により大きく影響を受けることがわかった。すなわち、温度の高い方が塑性域の拡がり方が速く、また下層板がアスファルト混合物よりも硬い時は載荷点付近から塑性域が発達していくのに対し、下層板の方が柔らかい時の初め載荷点付近から拡がり、ある荷重段階になると載荷点直下後からも塑性域が拡がり、行く。



4. おわりに

本研究では、簡単な2層、2次元モデルについて塑性変形による破壊を調べ、実験の結果にはバラツキがやや存在し、また、実験から求めた初期弾性係数および応力-ひずみ関係式も仮定したものであるため、これを用いて行った数値解析は、近似計算の域を脱はらず、有限要素法による弾塑性解析の有効性が高いといえ、正確な応力-ひずみ曲線を得られれば、複雑な条件でもきわめて実際に近い結果を求めることができると信じる。

