

北大工学部 学生員 ○ 笠原 篤
" " 岡田 和夫
" 正員 上島 壮
五洋建設 " 寺島 一彦

1. 概説

本研究は車輛走行時の舗装体のレスポンスを応力緩和の手法を用いて、変形ならびにその復元の角度から眺め、解析資料とすることを目的とするものである。アスファルト合材は、骨材とバインダーからなる複合材料であり、合材の力学性状はバインダーの性状に大きく依存する。本研究ではバインダーおよび合材の粘弾性状を緩和特性という見地から解析しようとするものである。この緩和特性を解析するには、応力緩和試験が基礎となるものであるが、一般的試験法である歪速度制御による曲げ試験における、荷重-時間曲線より短時間領域の緩和弾性率および緩和スペクトルを求め、バインダーとマスタックアスファルト型合材の緩和特性を検討した。

2. 供試体および試験条件

供試体としてはアスファルト4種(P.I.: -1.4 ~ +4.0, Pen.: 67 ~ 84, R. & B.: 45.1 ~ 67.9 °C)とマスタックアスファルト型合材4種(0.3mm篩通過の豊浦標準砂(重量百分率50%) + 0.074mm篩通過のフィラー(25%) + アスファルト(25%))である。その寸法は2.5cm × 2.5cm × 2.5cmである。歪速度は36, 3.6, 0.35, 0.12, 0.042 (×10⁻²/sec)の6点、温度は-10, 0, +10, +20 (°C)の4点で供試体のスパンを20cmとし、曲げ試験を行なった。上記の歪速度とは供試体下面の歪速度であり供試体の高さをb, スパンをl, タフミ速度を $\dot{\epsilon}$ としたとき、 $\dot{\epsilon} = 6bd/l^2$ で表わされる。

3. 解析方法

(a) 理論式: 変形のない状態から、歪(ϵ)が一定歪速度($\dot{\epsilon}$)で増加すると、時間(t)における歪は $\epsilon = \dot{\epsilon}t$ となり、セン断応力(σ)はその時間(t)までに一連の部分的に緩和した応力の重ね合わせられたものと考えられ、一般に次式が成立する。

$$\sigma = \dot{\epsilon} \int_0^{\infty} H e^{-\frac{\epsilon}{\tau}} d \ln \tau d u + E_0 \dot{\epsilon} t$$

ここで σ : セン断応力, ϵ : セン断歪, $\dot{\epsilon}$: セン断歪速度, u : 時間, E_0 : 時間 u が無限大のときの緩和弾性率, H : 緩和スペクトル, τ : 緩和時間

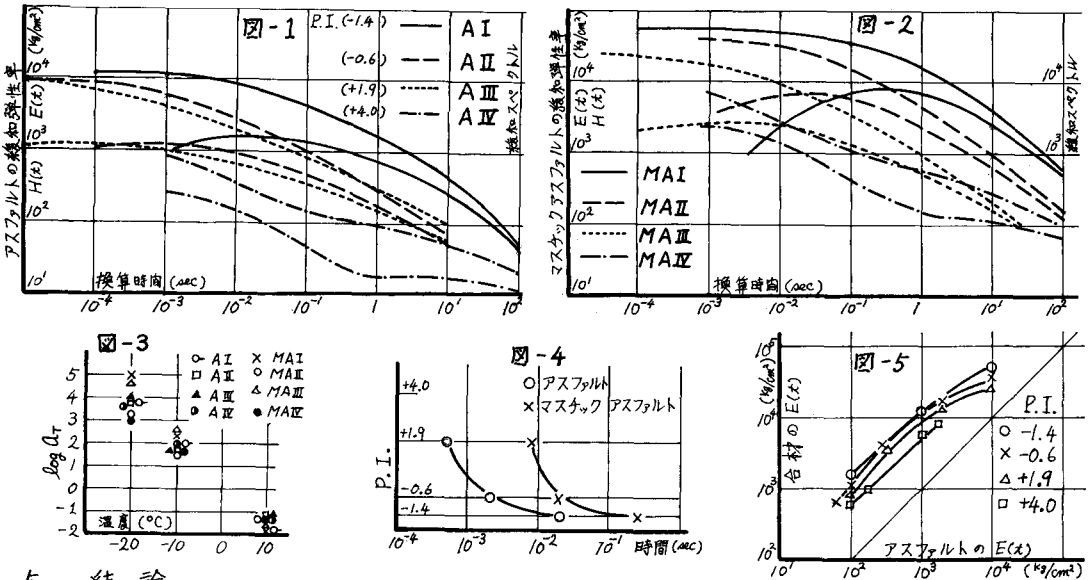
応力を歪(ϵ)で微分することにより、緩和弾性率 $E(t)$ を得る。

$$E(t) = \frac{d\sigma}{d\epsilon} = \frac{1}{\dot{\epsilon}} \frac{d\sigma}{dt} = \int_0^{\infty} H e^{-\frac{\epsilon}{\tau}} \ln \tau + E_0$$

(b) 計算法： 実験から得られた応力-時間曲線を再現するに十分な測定点を取り各時間における応力を求め、不等間隔におけるラグランジェの3点補間公式により応力-時間曲線の微係数を求める。至0.01以内を線形であると仮定し、至0.01以内における緩和弾性率-時間曲線のマスターカーブを作成し、これに最小自乗法を適用し実験式を得る。この微係数を求め緩和スペクトルを得る。

4. 結果

アスファルトおよびマスタックアスファルト型合材の緩和弾性率-時間曲線のマスターカーブ(基準温度0°C)と緩和スペクトルを図-1, 図-2に示す。緩和弾性率のマスターカーブを作成したときのシフトファクター($\log a_T$)を図-3に示す。アスファルト3種のP.I.と緩和スペクトルのピーク時間(緩和時間分布が最大)の関係を図-4に示す。アスファルトの $E(t)$ と合材の $E(t)$ の関係を図-5に示す。



5. 結論

- 一般的な試験法である曲げ試験によっても、緩和弾性率および緩和スペクトルを求められた。
- 図-1, 2よりP.I.の低いアスファルトおよびその合材ほど $E(t)$ が減少し始める時間は長い。アスファルト(AIV)およびその合材(MAIV)は他の3種とは緩和特性を異にしているようであり同一に論ずることはできない。AI, AII, AIIIの緩和弾性率の上限値(これは短時間領域のステイフネスと同一である)は、ほぼ $1.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ であり、その合材の上限値は $3.0 \sim 5.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。
- 図-4より、緩和スペクトルのピーク時間はP.I.が小さいほど短かく、P.I.と密接な関係にあるようにみられる。
- 図-5より、骨材の入ったマスタックアスファルト型合材の緩和弾性率は、アスファルトの緩和弾性率の約10倍となり、P.I.によってその増大の程度は異なっている。この増大の程度は各種合材について更に検討する必要がある。