

アスファルトの応力緩和性状に関する基礎的研究

徳島大学工業短期大学部 正 員 山崎泰三朗

市立鳴門工業高校 村中秀樹

岩国市 安藤 弘

○徳島大学 大学院 学生員 伊藤幸恒

1. まえがき

アスファルトの変形係数（応力とひずみの比）はアスファルト舗装の採用性を支配する重要な要因の一つである。しかしながら、一般にアスファルトのような粘弾性体の変形係数は、温度と載荷時間に影響されるばかりでなく、応力あるいはひずみの加え方にも依存し、それらの加え方により緩和弾性率、クリープ弾性率、複素弾性率などと定義されている。著者らは、既に応力緩和試験により得られたアスファルトの緩和弾性率について報告しているが、⁽¹⁾本研究は、アスファルトの応力緩和性状に及ぼす初期変形速度、ひずみ量の影響およびクリープ試験、定ひずみ速度曲げ試験による変形係数とそれらより求めた緩和弾性率との関係などについて報告するものである。なお、Maxwellモデルによる各弾性率の差異については講演時に発表する。

2. 実験概要

(1)アスファルト：2種のストレート系アスファルトを使用した。

(2)応力緩和試験：初期変形速度、設定変位量を変化させたのみで、実験方法などについては既報告と同一であるので省略する。

(3)クリープ試験：J. Fenigyn らが開発したスライディング・プレート・レオメータを使用した。⁽²⁾供試体はスペーサーを使用して、10mm厚になるようにアスファルトを2枚のプレート（ 2×3 cm）の間に流し込んで作製した。室温で約1時間静置した後、実験温度の恒温水槽に入れ、約1時間経過して一方のプレートを固定し、他のプレートに荷重を加え、その変位を記録する。これからせん断応力とひずみを求め、各載荷時間でのせん断クリープ弾性率を計算する。本研究では、ポアソン比を0.5と考え、3倍則を適用して引張りクリープ弾性率 $E(t)$ に換算している。

(4)定ひずみ速度曲げ試験：インストロン万能試験機を使用して、 254×2.54 mmの断面を持つ、スパン長4.55 cmの単純曲げ試験である。曲げ応力 $\sigma(t)$ 、ひずみ $\epsilon(t)$ は通常の方法で求め、T.L. Smithの Constant-strain-rate modulus $F(t) = \sigma(t)/\epsilon(t)$ を求めた。ここではこの $F(t)$ もスティフネスと呼ぶ。

3. 実験結果

図-1はひずみ0.5%で、初期変形速度を変えた場合の実験初期の応力と時間の関係であり、表-1に5 cm/分も加えて、 $\sigma(t)/\epsilon$ を示す。ひずみは、実験中に0.02~0.05%変化するが、10秒以後はほぼ一定となる。図-2は

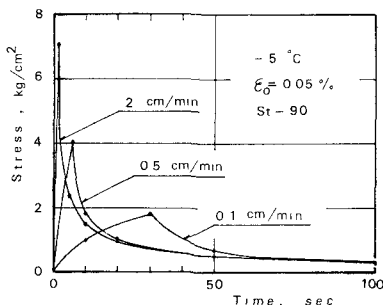


図-1 応力緩和性状に及ぼす初期変形速度の影響

表-1 $\sigma(t)/\epsilon$ に及ぼす変形速度（印加時間）の影響

変形速度 cm/min	印加時間 秒	10 秒	100 秒	500 秒
5.0	0.6	310	63.3	17.2
2.0	1.5	316	62.7	17.3
0.5	6.0	394	65.1	17.8
0.1	30.0		74.3	18.1

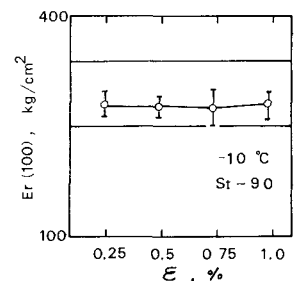


図-2 100秒の緩和弾性率とひずみの関係

初期変形速度を20%とした時の100秒における $E_r(t)$ とひずみとの関係である。5℃では2%まで実験したが、 $E_r(t)$ はひずみに依存せず、線形粘弾性体と考えられる。

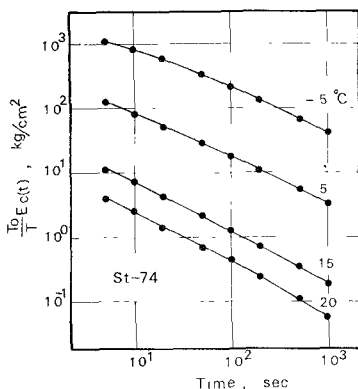


図-3 クリープ試験結果

図-3に各温度における換算した $E_c(t)$

と時間との関係を示し、図-4に $F(t)$ のマスターカーブを示す。この結果のみで断言できないが、アスファルトは曲げ破壊点の近くまで線形性を保っているようである。しかし、載荷時間幅を広げるためにひずみ速度を遅くすると、載荷初期の $F(t)$ が小さくなる。これは供試体と載荷面とが完全に接触しないためと思われる。 $E_r(t)$ については省略する。

図-5に $F(t)$ 、 $S(t)$ 、実験値の $E_r(t)$ と $F(t)$ より次式で求めた $E_r(t)$ のマスターカーブを示す。 $S(t)$ はシェルグラーフのスティフネスであり、ノモグラフ⁽⁴⁾より得られたものである。

$$E_r(t) = F(t) (1 + m), \text{ ただし } m = d \log F(t) / d \log t$$

図-6に $E_c(t)$ 、 $S(t)$ 、実験値の $E_r(t)$ と $E_c(t)$ より求めた $E_r(t)$ のマスターカーブを示す。 $E_r(t)$ と $E_c(t)$ との関係は一般に解けないが、両対数紙上で $E_c(t)$ と t との関係が直線と仮定できる場合には、次式によって求められる。

$$E_r(t) = E_c(t) \sin m\pi / m\pi, \text{ ただし } m = -d \log E_c(t) / d \log t$$

シフトファクターなどについては講演時にスライドで説明する。

4 まとめ

以上のことを要約すると次のようになる。(1)初期変形速度が遅くなり、印加時間が長くなるほど、応力の緩和はゆるやかになるが、その影響も印加時間の3から7倍程度で消失する。(2)アスファルトの応力緩和試験による線形粘弾性 $E_r(t)$ は、特に長時間側で、クリープ弾性率 $E_c(t)$ 、スティフネス $F(t)$ より小さく、1/3程度になる。(3)これらの三方法によるシフトファクターと温度との関係はほぼ一致する。(4) $E_c(t)$ 、 $F(t)$ から求めた $E_r(t)$ は応力緩和試験による $E_r(t)$ よりやや大きい(1.5倍程度)。

終りに、本学森吉満助教授、松島晋氏に謝意を表します。

参考文献

- (1) 村中ら、土木学会年次講演会、第5節昭和52年。
- (2) J. Fenijn ら、C T A A, Vol 15, 1970。
- (3) T. L. Smith, A S T M, S T P, No. 3 25, 1962。
- (4) W. Heukelom ら、A A P T, vol. 33, 1964。

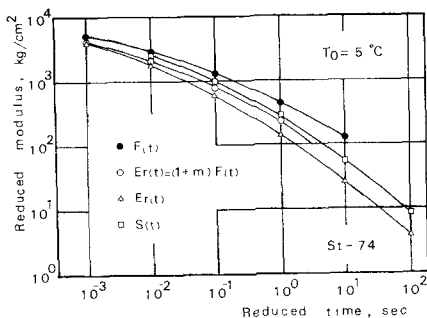


図-5 2種の $E_r(t)$ と $F(t)$ 、 $S(t)$ のマスターカーブ

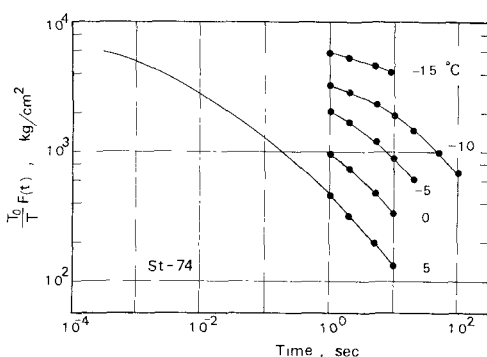


図-4 定ひずみ速度曲げ試験によるスティフネスのマスターカーブ

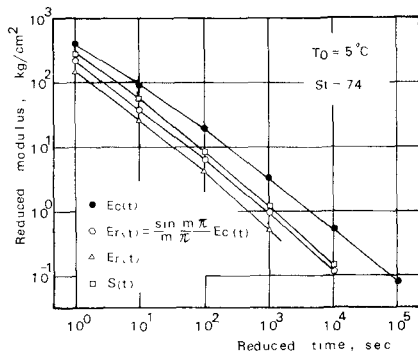


図-6 2種の $E_r(t)$ と $E_c(t)$ 、 $S(t)$ のマスターカーブ