

東京工業大学 正員 渡辺 隆
大成建設 内藤誠一郎
東京工業大学 学生員 OI.坂寛己

1. まえがき

アスファルト混合物を粘弾性体としてとらえた場合、その材料特性を把握する手段としては、一般に動的な方法と静的な方法とが考えられる。本研究では、アスファルト混合物の粘弾性特性を系統的(動的・静的)に検討するため、今回の動的試験を開発し、簡単な配合のアスファルト混合物の円筒形試体に縦振動を与え、その応答から線型粘弾性論により粘弾性諸係数を算出した。そして、これらの諸係数の温度、周波数及び骨材配合との関連に着目して、2・3の考察を行なった。

2. 使用材料及び実験条件

実験に使用した材料を表-1に示す。

供試体; 円筒形アスファルトモルタル
直径5cm, 高さ10cm

試験法; 供試体の下端(固定端)に正弦的強制変位(至量 10^{-4} mm程度)を与え、上端(自由端)との振幅比、位相差を測定する。

試験温度; 10, 20, 30, 40, 50, 60℃の6点

試験周波数; 500 ~ 5000 Hz

3. 解析

下端(固定端)の変位が、 $u_0(t) = u_0 \cos \omega t$ であるとき、上端(自由端)の相対変位 $u(t)$ は、

$$u(t) = \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{\sqrt{\left\{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right\}^2 + \left(\frac{E''}{E'}\right)^2}} \frac{\eta u_0}{\pi} \cos(\omega t - \theta)$$

ここで、

$$\tan \theta = \frac{E''/E'}{1 - (\omega/\omega_0)^2}, \quad P = \frac{\pi \eta}{2L} \sqrt{\frac{3E'}{\rho}}$$

ρ : 単位体積重量(% ρ_a)、 L : 供試体高さ(cm)

E' : 動的弾性率(% E')、 E'' : 動的損失(% E'')

ただし、二次以上の振動の影響を無視した。

4. 熱シロジエー的単純性

図-1、図-2は複素弾性率及び動的弾性率と周波数との関係を示したものであり、基準温度を20℃としたときのマスターカーブも示されている。マスターカーブは、各温度での曲線と周波数軸に沿って平行移動することによって得られたものであり、本実験においても熱シロジエー的単純性が成立する。

表-1 使用材料表

使用材料	性	状
ストリートアスファルト Pm. 100	比重 1.03	針度 90 軟化点 45.5℃
フィラー	CaCO ₃ の粉末	比重 2.70
細砂	相模川産細砂	比重 2.70 (粒径 0.3~0.6mm)
		比重 2.68 (粒径 0.6~1.2mm)

図-1

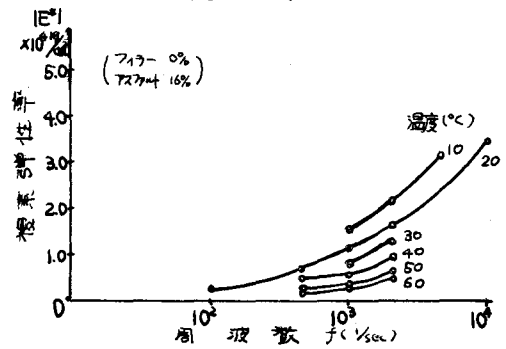
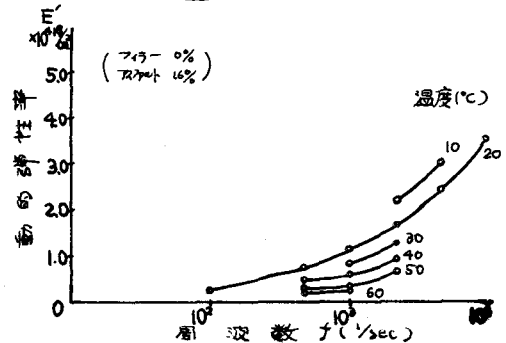
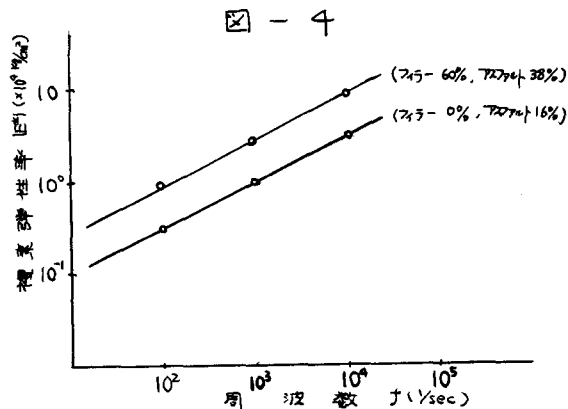
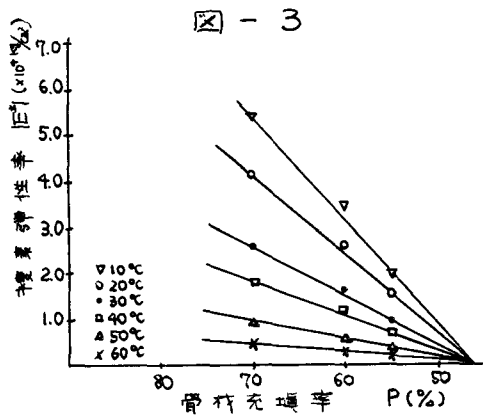


図-2





5. 複素弾性率と骨材充填率及び周波数の相関に関する考察

図-3、図-4は、それぞれ複素弾性率に対する骨材充填率及び周波数の関係を示したものであり、図-5は各供試体のシフトファクターが同一であるとして、図-3の各直線の傾き α を、温度20°Cのもとで周波数に対してプロットしたものである。図-3、図-5の結果から

$$|E^*| = \alpha (P - \beta) \quad \alpha = C_2 f^{\alpha}$$

が高い精度で成立し、

$$|E^*| = C_2 f^{\alpha} (P - \beta) \quad (C_1, C_2, \beta \text{ は定数})$$

なる関係式が導かれる。さらに図-4から明らかに

$$|E^*| = X f^{\beta/2} \quad X \text{ は定数} \quad \text{となるから、結局 } |E^*| = C_2 f^{\alpha/2} (P - \beta) \text{ が成立する。}$$

ここで、 β の値を測定データから計算すると $\beta = 45.4\%$ となり、フィラーや細砂を用いた水中及び油中での最終充填率0.45~0.46に一致する。したがって、骨材充填率45.4%を切り変わり点としてそれまでは骨材は骨格形成に使われ、45.4%をこえると、 $(P - 45.4)$ なる割合で有効にロックしはじめ、 $|E^*|$ (外部力)に対して周波数と直交関係にあって影響するものと考えられる。

6. 緩和スペクトル及びシフトファクターの感温性

本研究は、アスファルト混合物の動的特性と静的特性を総合的に検討することを目的として行なったものであり、試みにAlfreyの近似式 $H(\omega) \approx [\omega(E_1 \omega)]_{\omega=0}^{\infty}$ を用いて緩和スペクトルを計算してみたが、シフトファクターの感温性の場合と同様に、測定領域の狭さと測定値のバラツキのため、十分に任意性が残っており、緩和の式を導くことができなかった。

7. 結論及び今後の展望

アスファルト混合物の粘弾性特性を説明する一環として、今回は通常の配合に対して動的試験を行ない、熱レオロジー的単軸性の成立と複素弾性率に対しては骨材充填率及び周波数(温度)とが直交関係にあって影響することを示した。今後の展望としては、同じ大きさでも現実の配合を用いた供試体の動的特性と静的特性、例えば、複素弾性率と応力緩和試験(定速・軸試験(圧縮・引張り))から求めた緩和弾性率とを比較し、配合によって一時的に定まる骨材充填率等をあわせて考えることにより、アスファルト混合物の粘弾性特性に影響する各種要因(試験条件、歪量、温度、時間)を説明することが可能であると思われる。これらについては、次回に詳しい報告をする予定である。