

V-124 アスファルト混合物の粘弾性特性について (その2)

東京工業大学 正員 渡辺 隆
東京工業大学 正員 O 渡辺暉彦

1. まえがき

アスファルト混合物に縦振動試験を実施した結果、砂・フィラー・アスファルト混合物の複素弾性率を骨材充填率に関する項と載荷時間に関する項との積の形で表現できることについては前回に報告した¹⁾。本研究はさらに複素弾性率の温度依存性について検討し、これらの結果と時間温度換算則との関連について考察したものである。また砂・フィラー・アスファルト混合物の一軸圧縮強度についてと同様の検討を行った。

2. 使用材料および実験条件

表-1 使用材料

材 料	性 状
ストリートアスファルト	比重 1.026 針入度 90 軟化点 45.5℃
フィラー	CaCO ₃ 粉末 比重 2.70
石少	相模川産 粒径 0.3~0.6mm 比重 2.70

実験に使用した材料を表-1 に示す。

配合; 鉱物粒子中のフィラー量は 0, 20, 40, 60, 80, 100% の 6 種類で、アスファルト量は 20% における一軸圧縮強度を最大にする量とした。

供試体; 径 5cm, 高さ 10cm の円筒形供試体

試験温度; -10, 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60℃ の 8 点

試験周波数; 500~5000 Hz.

3. 試験結果

図-1 は強制角振動数 $\omega = 10^4 \text{ rad/s}$ における複素弾性率の絶対値 $|E^*|$ と骨材充填率 P との関係を示したもので、両者が直線関係にあることがわかる。これらの直線の傾きを m , 横軸切片を P_0 とすると

$$|E^*| = m(P - P_0) \quad (1)$$

が成立し、 m は温度の関数である。強制振動数を変えても同様な結果が得られ、 P_0 は等しく 45.6% であり、これを限界充填率と名付ける。 $\log m$ を絶対温度の逆数 $1/T$ で整理すると図-2 が得られ、10℃以上の温度では ω が変化しても平行な直線が表わされ、 m と T の間に

$$m = Ae^{B/T} \quad (2)$$

$$(T > 283^\circ\text{K})$$

なる関係が成立する。これは Andrade の粘性式と同じ形をしており、バインダーの感温性と密接な関係があると考えられる。定数 B は周波数に依存しないが、 A は周波数の関数であり、図-3 に $\log A$ と $\log \omega$ との関係を示す。これから

$$A = C\omega^\alpha \quad (3)$$

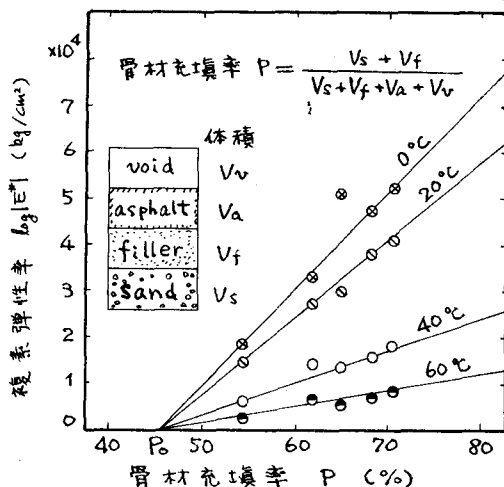


図-1

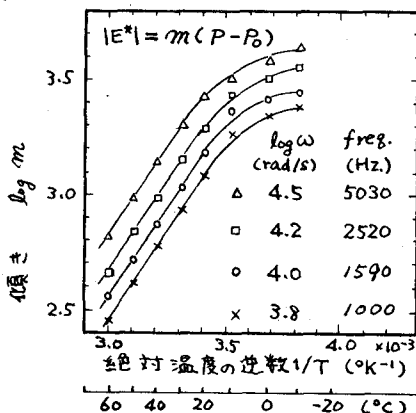


図-2

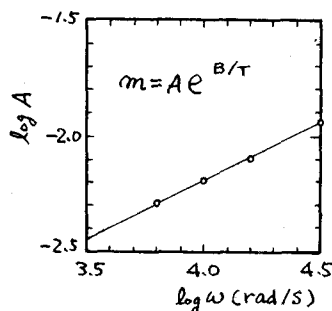


図-3

が得られる。ただし C, α は定数である。式 (1) ~ (3) より

$$|E^*| = C(P - P_0)\omega^\alpha e^{B/T} \quad (T > 283^\circ K) \quad \text{----- (4)}$$

が成立する。一軸圧縮強度についても同様な結果が得られ²⁾、ひずみ速度を $\dot{\epsilon}$ とすれば

$$\sigma_b = C(P - P_0)\dot{\epsilon}^\alpha e^{B/T} \quad (T > 283^\circ K) \quad \text{----- (5)}$$

となる。式 (4), (5) の各定数の値を表-2 に示す。ただし振動試験と圧縮試験とでは使用した材料が異なり、両者の結果を同一レベルで比較することはできない。

4. シフトファクターの導入

式 (4) の両辺の対数をとると

$$\log |E^*| = \log C(P - P_0) + \frac{B}{T} \log e + \alpha \log \omega \quad \text{----- (6)}$$

となり、 P, T が一定のとき $\log |E^*|$ vs. $\log \omega$ をプロットすれば、傾き α の直線が得られる。温度 T が変化したときの直線と T_0 ときの直線 $\log |E^*|$ 軸に沿って $B \log e (1/T - 1/T_0)$ を付けた平行な直線となる。このことから $\log \omega$ 軸に沿った平行移動量であるシフトファクター $\log a_T$ は

$$\log a_T = \frac{B \log e}{\alpha} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \quad \text{----- (7)}$$

となる。これをさらに変形して

$$\log a_T = \frac{-\frac{B \log e}{\alpha T_0} (T - T_0)}{T_0 + (T - T_0)} \quad \text{----- (8)}$$

とすれば、WLF 式

$$\log a_T = \frac{-C_1(T - T_2)}{C_2 + (T - T_2)} \quad \text{----- (9)}$$

と形の上では同じになる。ただし T_2 はガラス転移温度より約 50℃ 高い基準温度で C_1, C_2 は定数であるが、式 (8) の定数をこれらの値に一致させることはできない。式 (8) で $T_0 = 293^\circ K (20^\circ C)$ としたときの $\log a_T$ と温度の関係を図-4 に示す。これを用いて $\log |E^*|$ および $\log \sigma_b$ の載荷速度に対するマスターカーブを求めたのが図-5、図-6 である。図中に引いた直線は式 (4), (5) から求めたものである。

5. 結論

(i) 骨材が骨格を形成する α に必要な最小限の限界充填率が存在し、 $|E^*|, \sigma_b$ は $P - P_0$ に比例する。(ii) $|E^*|$ も σ_b も $e^{B/T}$ に比例し、これはハイパー影響によるものと考えられる。(iii) $|E^*|$ は ω^α に、 σ_b は $\dot{\epsilon}^\alpha$ に比例する。(iv) $|E^*|, \sigma_b$ を表わす実験式からシフトファクターを導入することができ、WLF 式と同じ形の式で表現できる。

なおこの研究は文部省科学研究費の交付を受けて行なったものである。

1) 土木学会第28回年次学術講演会講演集 V-116

2) 土木学会第29回年次学術講演会講演集 V-121

表-2 実験式中の定数の値

	C	P_0	α	B
$ E^* $	4.79×10^5	45.6	0.233	4964
σ_b	4.01×10^7	47.5	0.533	3638

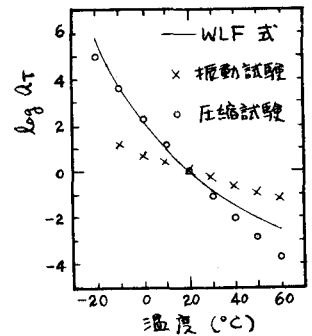


図-4

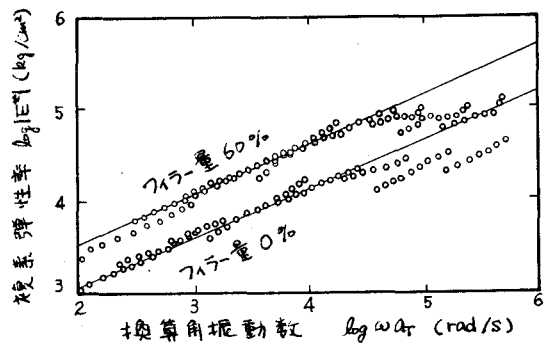


図-5

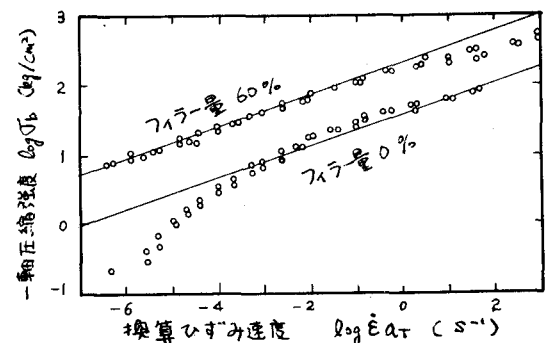


図-6