

山口大学工業短期大学部 学員 ○ 藤 户 俊 英 満
" 正員 上 田

人 概 說

アスファルト混合物は弾性体とは異なった変形特性を持っており、この変形特性を決定する因子にはいろいろなものが考えられる。すなわち、大きく影響を与えたと考えられるものにひずみ速度、温度、載荷時間、配合等試験条件によって支配される要因と合材自身の内部構造に起因するものに分けられると思う。そこで本研究は試験条件によってその応力特性がどのように変化するかを検討したものである。試験条件としては、静的なものとの動的な試験とに分け静的な実験から弾性体にはみられないような応力増加現象を、動的な試験からは合材の疲労性状を主に観察することとした。

2. 使用材料および実験条件

使用したアスファルト、および骨材の配合が表-1に示されている。なおこの配合は最大密度を与えるといわれている。Zalbotの式 $P = 100 \times (\alpha / D)^n$ により決定した。ただしこの式の中で P : 加積通過率、

d: 粒径, D: 最大粒径, n: 指数で, 我々の実験の場合 $D = 0.075 \text{ mm}$, $n = 0.25$ として用いた。またアスファルト量は 8% である。供試体は $40 \times 40 \times 55 \text{ mm}$ の棒状で, この供試体より製するにあたってはまず,

Sieve Opening (mm)	% Passing	binder
-----------------------	--------------	--------

Sieve Opening (mm)	% Passing	Binder
10	100	Straight
5	34.1	Asphalt: 80/100
2.5	70.7	Pen. (25°C, 100g, 5sec)
0.6	49.5	: 89
0.3	41.0	Tr&b (°C) : 41.6
0.15	35.0	P.I. : 0.17
0.075	29.3	

20×6×40cmの板状のものを66kg/cm²の圧力で
静的に圧縮したのちに、カフティンゴムシンクで所期の

目的とする形に6面カットを行なった。載荷試験は必ず
み制御式とし、4点曲げ試験でスパン長30cm、載荷

点間隔10cmになるようにセットし、温度制御された 表-1アスファルトの性質及び配合

恒温水槽中において供試体とたわみを与えその応答として荷重を得る方法で実験を行なった。静的なものとしては同一ノド示すように、定みずみ速度で荷重をかけた後に定みずみに保つようにした。この時の定みずみ速度は 6×10^{-5} , 3×10^{-5} , 2×10^{-5} (sec⁻¹) の3種とし、温度をそれぞれ -2°C , 2°C , 10°C , 14°C の5段階に分けて行なった。動的試験としては静的試験との比較の意味をこめて瞬間的に定みずみかけた短時間についてその疲劣性状の検討を行なった。

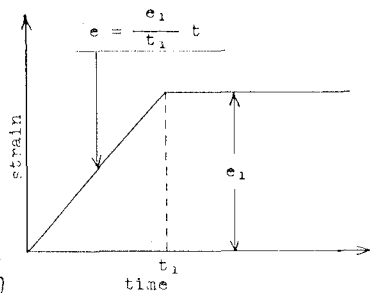
この場合の試験温度は -2°C , 6°C , 14°C の三種類とし同波数と
10/12に保つて実験をこころみた。また合材は波形による影響もうけ
るものと考へ正波形による疲労試験を行なつた。

3. 应力松弛试验结果及求解折法

静的な実験を行なった場合の応力-時間の関係を図-2に示されている。

この図は温度 20°C に於ける各種のいずみ速度による図であつて、左わきの

最大値は $1/\text{mm}$ としてある。この図を見るに必ずみ速度が小さくなるにせ 図/静的試験に於ける必ずみ一時間
たがって勾配がゆるやかになっておりとくに緩衝段階における勾配がゆるやかになり、合材が過去にうけた必ず
みの過程を記憶しているかのように思える、また温度が低くなるにつれて勾配がやはりゆるやかになる。スチ
フネスを $S(t) = \sigma(t)/\epsilon(t)$ と仮定した場合、必ずみ速度一定の間に於けるスチフネス及び、定必ずみ区間
におけるスチフネスが図-3に示されている。この各段階に於けるスチフネスは載荷時間とともによりやがて低
下している。また定必ずみ速度区間と定必ずみ区間でその下がり方は全く同一のようである。粘弾性体に時間
依存する必ずみをかけた場合その応力は式により計算できる。



$$\sigma(t) = \epsilon(t)Y(0) + \int_0^t \epsilon(t') \frac{dY(t-t')}{d(t-t')} dt' \quad \dots \quad (1)$$

但し、 $Y(t)$ は緩和弾性率

粘弾性modelを1つの粘弾項、2つの弾性項を3要素とした場合、緩和弾性率が

$$Y(t) = \frac{g_1}{A} e^{-t/\tau_1} + g_0(1 - e^{-t/\tau_1}) \quad \dots \quad (2)$$

となるので図-1に示すようなひずみ履歴の場合の解は次のようになる

$$0 < t < \tau_1 \text{ の時, } \sigma(t) = g_0 \epsilon_0 t - \epsilon_0 (g_0 \tau_1 - g_1) + \epsilon_0 (g_0 - g_1) e^{-\frac{t}{\tau_1}} \quad \dots (3)$$

$$t > \tau_1 \text{ の時, } \sigma(t) = \epsilon_0 t g_0 + \epsilon_1 (g_0 \tau_1 - g_1 X(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})) e^{-\frac{t}{\tau_1}} \quad \dots (4)$$

これらの式を利用し粘弾性定数を求めた結果大体次の値が得られた。

純弾性要素の弾性係数: $E_1 = 1 \times 10^4 \sim 7 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, マークト模型弾性係数: $E_2 = 2 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, マークト模型粘性係数: $\eta = 3 \times 10^5 \sim 5 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{sec} \cdot \text{cm}^{-2}$, マークト模型に於ける粘弾係数は温度とともに低下し最小二乗法によりこの曲線の形を定めると, $\gamma = 10 \frac{m}{E \cdot \alpha}$, $m \approx 600$, $\alpha \approx 90$

4. 動的試験結果

温度を3種に係す。ひずみ量を変化させ矩形波、および正弦波を入力とするひずみ制御方式の疲労試験を行い $E-N$ 関係図を求めたものが図-4である(但しこの図は温度/℃の場合である) ひずみの対数と疲労破壊回数の対数との関係は両波形においてある事示され、各々について最小二乗法により実験式を求めると次のようになる。

$$\text{正弦波: } N_f = 10^{-\frac{77.49}{\epsilon}} \left(\frac{1}{\epsilon}\right)^{6.57}$$

$$\text{矩形波: } N_f = 10^{-\frac{72.83}{\epsilon}} \left(\frac{1}{\epsilon}\right)^{4.78}$$

なおこの場合の相関係数はそれぞれ次の値となる。正弦波の場合-0.94, 矩形波の場合-0.99, この実験式よりわかるように正弦波をかけた場合の破壊回数のほうが多くなり、なめらかな波形の場合にはそれだけ材料は破壊しにくくなることを示している。6×10⁵ひずみの時、正弦波の場合が大体7倍程度の破壊回数になる。また矩形波の場合には応答として得られる波形に応力緩和とみられる現象があらわれる。

5. あとがき

以上の実験結果のようにアスファルト合材は過去にうけたいひずみの過程

に影響されることばかり衝撃的な荷重にはもう性質を持つてゐる。今後アスファルト合材の内部構造に起因する影響について検討していくつもりである。

1) Wilhelm, Flügge, "Viscoelasticity"

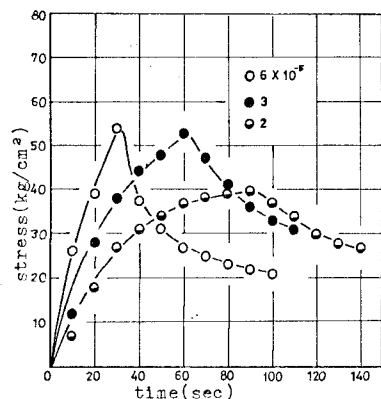


図-2. 応力-時間 関係図

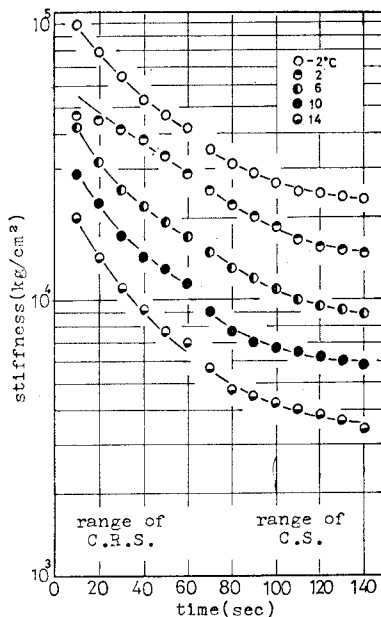


図-3. スティフネス-時間 関係図

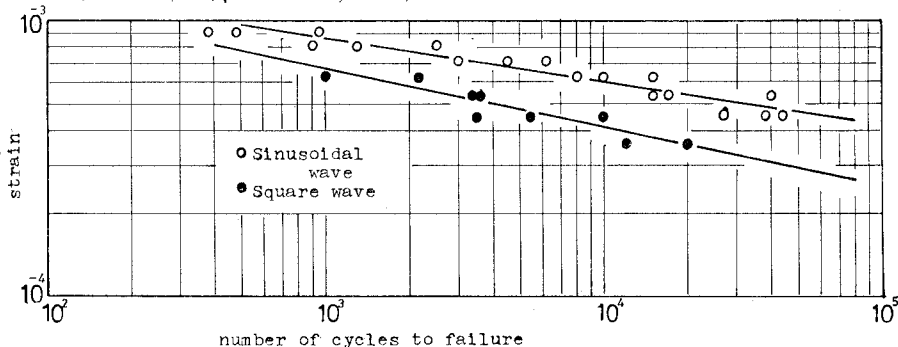


図-4. $E-N$ 関係図, 温度/℃の場合