

九州大学工学部 正員 内田一郎  
九州大学工学部 学員の針見武紀

### まえがき

歴青舗装の弱点の一つとして、交通荷重による塑性変形が考えられる。

これは現今の交通事情を思えば非常に重大な問題である。この塑性変形は主として結合材としての歴青材の粘弾性に原因する。歴青材の粘弾性は、かなり研究されているようであるが、ここでは骨材と混合して成形されたアスファルト混合物に単純圧縮力（一定静荷重）を与えた場合のヒズミ、すなわちクリープがどのようなものであるかを実験的に調べている。

### 実験方法

実験方法は次のようである。  
マーシャル試験に準じた方法で供試体を作製し、24時間室内養生後、クリープ試験を行う。

試験に用いた材料及其の性質を表-1に示す。

供試体は直径5cm、高さ10cmの内筒形である。

骨材は120°Cで乾燥したもの、アスファルトは140°Cに加熱したものを混合しマーシャル試験の圧縮装置を用いて供試体を成形している。

変量としては、骨材100%に対してアスファルト量を、7~15%、全骨材中のフィラー量を、10~50%（図-1参照）供試体成形時における圧縮荷重（静荷重を700~3500kg）、試験温度0~45°Cの4つで、クリープ試験に用いた荷重は、クリープ破壊荷重前後の1.14 kg/cm<sup>2</sup>である。

### 実験結果と考察

i) 一般にクリープ曲線は図-2のようになる。

実験の観察によれば、ある温度以上では瞬間弾性は存在しない。10°C以下になると弱い瞬間弾性が存在するようである。今、瞬間弾性の存在しない25°Cにおけるクリープ曲線を考える。これを不完全バーガス体と考えて、図-3のような三要素模型を考えレオロジー方程式を作れば、

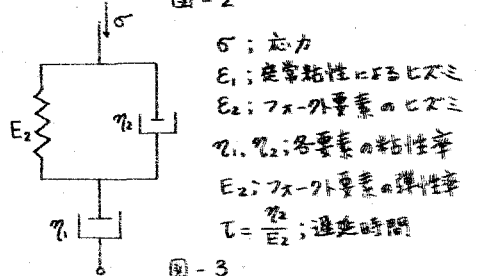
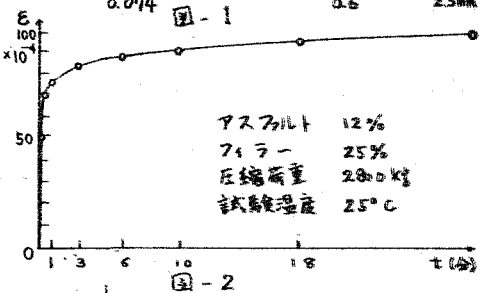
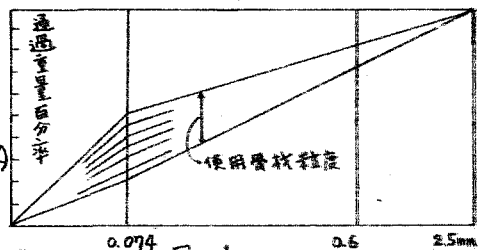
$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \eta_1 \frac{d\epsilon_1}{dt} \\ \sigma &= E_2 \epsilon_2 + \eta_2 \frac{d\epsilon_2}{dt} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

$\sigma = \text{const.}$  とし2式を積分しと合成すれば、

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 = \frac{\sigma}{E_2} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) + \frac{\sigma}{\eta_1} t \dots (2)$$

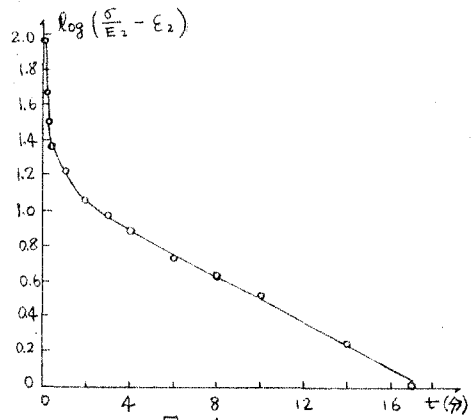
| 材料名                | 比重    | 備考          |
|--------------------|-------|-------------|
| 骨材2.5-0.6mm 九大橋内研  | 2.62  |             |
| 骨材0.6-0.075mm "    | 2.64  |             |
| フィラー、石灰石粉          | 2.72  | $G_s = 4.5$ |
| アスファルト、ストレートアスファルト | 1.018 | 金入産86       |

表-1

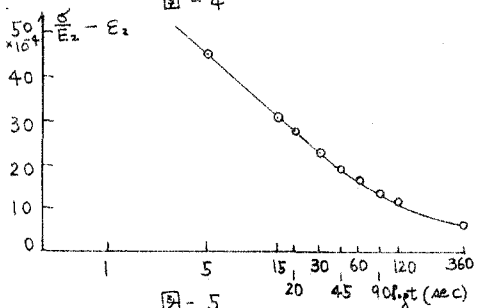


$$\lim_{t \rightarrow \infty} E = \frac{\sigma}{E_2} + \frac{\sigma}{\eta_2} t \dots (3)$$

(3)式は、クリープ曲線の直線部を表し、その傾きより  $\eta_2$  を、 $t=0$  におけるE切片より遅延弾性率  $E_2$  を求め得る。次にフック要素のみをとり出して考えると、  
 $E_2 = \frac{\sigma}{E_2} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ , つまり,  $\frac{\sigma}{E_2} - E_2 = \frac{\sigma}{E_2} e^{-\frac{t}{\tau}}$   
 両辺の常用対数をとれば,  $\log(\frac{\sigma}{E_2} - E_2) = \log \frac{\sigma}{E_2} - \frac{t}{\tau} \log e$   
 ..... (4)



従って(4)式の関係が成立すれば、その傾きを  $\tan \theta$  とし、 $\tan \theta = -\frac{\log e}{\tau}$  より、 $\tau \cdot E_2 = \eta_2 = -\log e \cdot \cot \theta \cdot E_2$  のように  $\eta_2$  が求まる。図-3の関係が成立するとすれば以上のようなのであるが、実際に図-2のクリープ曲線より(4)式の操作を行えば、図-4となる。載荷初期はその傾きが極めて大きいが無きに減少しある時間後は一定となる。逆に  $(\frac{\sigma}{E_2} - E_2)$  を  $\log t$  に対してプロットすれば、図-5のようになり、図-4において傾きの急変する部分が、 $\frac{\sigma}{E_2} - E_2 = -A \log t + \frac{\sigma}{E_2}$ , つまり  $E_2 = A \log t \dots (5)$   
 $A$ : const, なる直線上にある。



ii) (5)式の現象は圧縮中に材質が時間とともに変化しつゝあるニを推察させ、具体的に粘弾性諸係数を求めるのは無理と思われるが、図-2の、直線部より  $\eta_1$ 、図-4の直線部を延長して  $(\frac{\sigma}{E_2} - E_2)$  軸との交点をあらためて  $\frac{\sigma}{E_2}$  として  $\eta_2$ 、 $E_2$  を求めてみるとそのオーダーは  $25^\circ\text{C}$  を標準として、 $\eta_1$ :  $10^8 \sim 10^{12}$  poise,  $\eta_2$ :  $10^8 \sim 10^{10}$  poise,  $E_2$ :  $10^8 \sim 10^9$  dyne/cm<sup>2</sup> である。

iii) 図-6~図-8は各変量による相違を端的に示そうと試みたものである。図-6においてはフィラー量25%、試験温度  $25^\circ\text{C}$ 、図-7においてはアスファルト量12%、試験温度  $25^\circ\text{C}$ 、図-8においてはアスファルト量12%、フィラー量25%、圧縮荷重はすべて2100 Kg である。これによればアスファルト量、フィラー量が少ない方が明白な直線部が、又温度をかえた場合は傾きに相違を生ずることが認められる。

iv) アスファルト量及びフィラー量に関しては、クリープを最小ならしめる最適な混合割合が存在するようである。

v) 供試体成形時の圧縮力もクリープに影響を与えるが2000 Kg 以上加えても、供試体の締まり具合はあまり変りなくなり、その影響も小さくなる。

vi) (5)式の関係は、その初期において空ケキの圧縮排除、及び空ケキへの粒子の転移によるヒズミが支配的であることによると思われる。

Eyringの空孔仮説を応用すればこの現象を巧く説明出来るかもしれない。

