

北海道大学工学部 正員 ○ 上 島 壯  
 三井建設 正員 筈 木 国 春  
 北海道大学工学部 正員 菅 原 照 雄

1 は し が き

近年舗装用アスファルト混合物の粘弾性の研究が盛んに行われ、微小ひずみ領域ではアスファルトコンクリートは線形粘弾性物質として取扱い得ると考えられるに至っている。しかし圧縮試験など一般に行われる材料試験では、対象となるひずみの大きさは数%程度であり、また0.1%以下の微小ひずみを精密に検出することも困難である。この材料試験的ひずみレベルでは、非線型性が增大することが認識されているのであまり粘弾性学的解析の対象となっておらず、むしろ異った立場から内部摩擦角などによる力学特性の記述が優位となっている。

しかし、さまざまな温度、載荷速度などに対する一軸圧縮試験の力学応答は明らかに粘弾性学的なものであり、本研究では一種類のアスファルトコンクリートの力学応答について、線型モデルとの比較によって粘弾性理論の適用性について検討を行った。

2 解 析 の 方 法

一軸圧縮試験は等速変形形であるから緩和関数系の粘弾性理論が適用される。緩和弾性率は(1)式で定義されるが、一方線型の仮定が成り立てばボルツマンの重ね合せの原理により、試料に生ずる応力  $\sigma(t)$  は緩和弾性率  $E(t)$  の函数として(2)式で表わされる。

$$E(t) = \sigma(t) / \epsilon_0 \quad \dots (1), \quad \sigma(t) = \int_0^t E(t-\theta) \cdot (d\epsilon/d\theta) \cdot d\theta \quad \dots (2)$$

ひずみ速度一定の試験に対しては(2)式より(3)式が導かれ、異ったひずみ速度に対する力学応答を時間の関数として比較することが出来る。

$$\sigma(t) / \epsilon = \int_0^t E(\theta) d\theta \quad \dots (3)$$

本研究では種々の変形速度の応答特性を(3)式の左辺の形に変換し、また同じ温度における応力緩和試験の測定値の数値積分より(3)式の右辺の函数値を得て、二つの異なる試験より得た函数値の比較を行った。

3. 試 料 と 試 験 条 件

試料混合物は骨材最大粒径 13mm の密粒度アスファルトコンクリートで、80/100 ストレートアスファルト(針入度 81, 軟化点 47.3) 5.7% の配合のものである。試料は 30×30×6cm の試料板に室内製作したもものから、120(高)×40×40 mm の角柱状に切出したものである。試験温度は 25, 20, 15, 10, 5, 0℃ で、応力緩和試験は -10, -20℃ についても行った。

変形速度は、50, 20, 10, 5, 2, 1, 0.5 mm/分の7点である。

応力緩和試験(圧縮)のひずみは、変形速度 100mm/分、変形時間約 0.1 秒の条件で設定した。試験法の詳細は資料 1) に報告したものである。

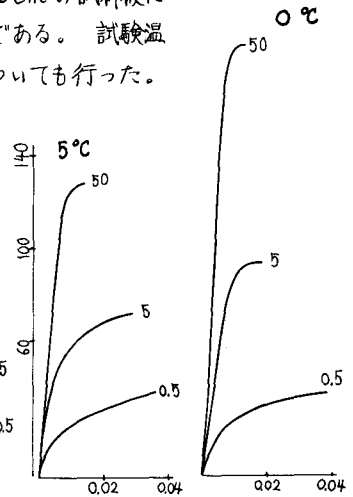
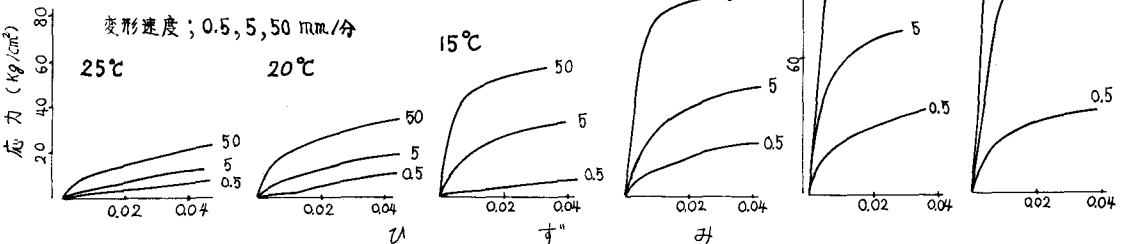
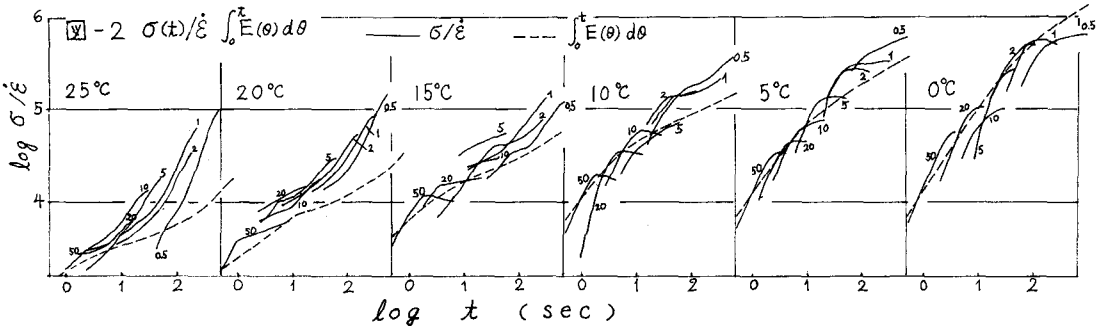


図-1 応力-ひずみ線図





#### 4 試験の結果

ピックアップした応力-ひずみ線図を図-1に示した。供試体の変形量はクロスヘッドの移動量より換算したが、下記の問題点があり、可能な項目については補正を施した。1) クロスヘッドも含め載荷装置の変形、ロ) 載荷開始時の試料端面と載荷部間のガタ、ハ) 供試体内部のひずみの分布状態とその時間的変化、などである。

図-2は(3)式の $\sigma/\dot{\epsilon}$ に変換した一軸圧縮応力と、応力緩和試験より得た $E(t)$ の数値積分曲線の比較である。線型物質では各温度における全ての曲線は重り合うはずであるが、一軸圧縮の $\sigma/\dot{\epsilon}$ の概略の傾向として、変形速度の大きい場合の線図は上側へずれる。すなわち、同じ時間ではひずみの大きいものの $\sigma/\dot{\epsilon}$ の値が大きい。一軸圧縮と応力緩和のデータは概ね2~3倍程度の変動中に含まれているが、 $\sigma/\dot{\epsilon}$ の曲線群は $\int E(t)$ に対して高温側ほど上方にずれる傾向をもつ。高温側ではひずみ硬化の方向で非線型性が顕著になると言える。

#### 5 シフトファクターの適用

(3)式を緩和スペクトル $H(t)$ により表現すれば(4)式となる。

$$\sigma/\dot{\epsilon} = \int_0^{\infty} T H(t) (1 - \exp(-\epsilon/\epsilon_0 t)) dt \quad (4)$$

これにシフトファクター $a_T$ を導入したSmith<sup>2)</sup>の方法を適用すれば、異った温度におけるデータも換算ひずみ $\epsilon/\dot{\epsilon} a_T$ に対する換算応力 $\sigma T_0/\dot{\epsilon} T a_T$ により一つのグラフに表現出来る。図-3は応力緩和のデータより得たシフトファクター $a_T$ であり、 $T_0 = 283^\circ K (10^\circ C)$ として一軸圧縮試験に適用し、図-4(a)が得られた。図-4(b)は応力緩和の $\int E(t)$ についても $a_T$ により変換し、一軸圧縮 $\sigma/\dot{\epsilon}$ の曲線群の特定のひずみレベルの点の分布状態を対比させたものである。

(b)図より得られる若弾性関数は、一軸圧縮と応力緩和とは若干の傾向の違いがあると思われるが、特に低温側のデータでは、大きなひずみレベルまで良く一致していると言えよう。高温側のデータでは、やはりひずみレベルが大きい程、非線型性が顕著になることが示されている。

- 1) 上島, 笹木 "種々の載荷条件におけるアスファルト合材の圧縮特性について" 土木学会 北海道支部 研究発表論文集 昭和47年度
- 2) T. L. Smith, J. Polymer Sci., 20, 89 (1956)

図-3 シフトファクター  $\log a_T$

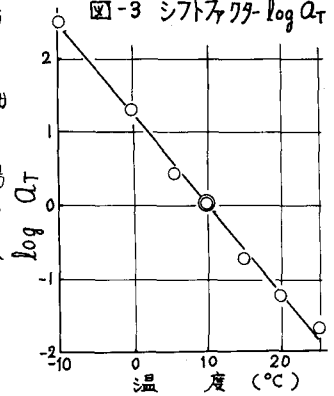


図-4 換算応力-換算ひずみ線図

