

北海道工業大学工学部 正員 ○間山 正一
 北海道大学工学部 正員 佐川 一行
 北海道工業大学工学部 正員 板倉 忠三

1. 概 説

筆者等はエポキシ樹脂バインダー（エポキシ樹脂、硬化剤、添加剤の混合をいう）およびバインダーと骨材との混合であるエポキシ樹脂混合物の各種力学性状について一連の実験研究を行っているが、エポキシ樹脂混合物の動的曲げ載荷試験によって得られる動的性状、定ひずみ速度試験による破壊性状およびこれにクリープ破壊性状を加えた破壊包絡線についてはすでに述べた¹⁾。本論文においてはエポキシ樹脂混合物を道路舗装材料として使う場合に必要とされる基礎的力学性状のうち、クリープ挙動について明らかにしたい。

2. 使用材料と供試体の作製

実験に使用したエポキシ樹脂とその配合を表-1に、骨材の粒度配合と比重を表-2にそれぞれ示す。

表-1 バインダーの配合(重量)

成 分	主 剤	硬化剤
ビスフェノール A 型エポキシ樹脂	80	
ベンジルアルコール	20	
ポリアミド樹脂		45
トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール		5

表-2 骨材の粒度配合と比重

骨材粒度	通過重量百分率	比 重
1.2 mm	100	2.516
0.6	55	2.499
0.3	15	2.467
0.15	0	

熱変形温度 (H. D. T.) は 42 °C

供試体の作製は室温 (18 ~ 22 °C) で予練り混合した材料を型枠 (7.3 × 1.27 × 25 cm) に流し込み 23 °C (±0.5 °C) の空気槽中で 21 日間養生して作製する。バインダー：骨材の比を 1 : 4, 1 : 6, 1 : 8 と変化させ、バインダー量の違いによるクリープ挙動の差も考察する。

3. 試験装置と解析法

写真-1 に示すクリープ試験装置を作製し、+20 °C ~ +70 °C (±0.1 °C) の温度領域で 10 秒毎に曲げクリープ試験を行った。筆者等が製作したクリープ試験装置の諸元は

温度範囲：恒温水槽を接属させること K-30 ~ +100 °C
 (±0.1 °C)

荷重範囲：35 g ~ 30 kg

記録可能時間：1 cm/sec. ~ 無限時間

スパン：6.4, 10, 15, 20, 25 cm

載荷方式：中央集中 3 点載荷方式。アダプターにより 4 点載荷方式も可能。

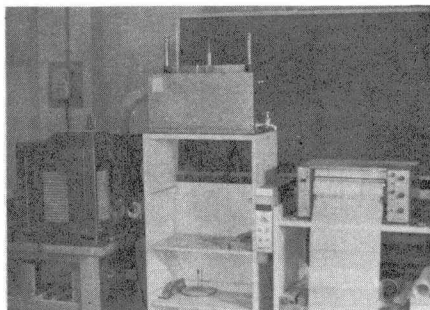


写真-1 クリープ試験装置

解析法はこの種の試験法の解析²⁾に基づいて、以下の式を用いた。

$\epsilon = 6hd / l^2$, $\sigma = 3Pl / 2bh^2$, $\gamma(t) = \epsilon / \sigma$, ここで ϵ : 供試体中央部に生ずる最大ひずみ (cm/cm), σ : 供試体中央部に生ずる最大応力 (kg/cm^2), $\gamma(t)$: 時間と温度の函数として表現されるクリープコンプライアンス (cm^2/kg), h : 供試体の高さ (cm), d : 供試体中央部に生ずる変位 (cm), l : スパン (cm), P : 載荷重 (kg), b : 供試体の幅 (cm)。

4. 結果と考察

エポキシ樹脂混合物にクリープ試験を適用してクリープ曲線(変位-時間曲線)を得た。解析法で述べた手順で計算処理をした結果、図-1に示すような温度をパラメーターにした丁(オ)-時間曲線を描くことができた。図-1には1:6配合だけを示しているが、1:4, 1:8配合についても同様の関係が得られた。この種材料に時間-温度重ね合せの原理を適用してマスターカーブを得られることはすでに確かめてあるので¹⁾、本実験研究にもレオロジー手法の導入を試みた。その結果、図-2に示すマスターカーブと、図-3に示す $\log a_T$ -温度曲線を全配合について得られた。

これらの結果から次のような結論が得られよう。

1). クリープ試験装置を製作し、温度を変えた実験をエポキシ樹脂混合物に適用した結果、温度をパラメーターとする丁(オ)-時間曲線が得られた。

2). 載荷時間が長くなるほど、高温になるほど丁(オ)が増加する。

3). 得られたデータに40℃を基準温度にして時間-温度重ね合せの原理を適用した結果、11オーダーにわたるマスターカーブと、なめらかな $\log a_T$ -時間曲線を得た。

4). このことはこの種材料へのレオロジー手法の導入の妥当性を示したものとえよう。

5). マスターカーブはどの配合もS字形を描いているが、バインダー量の多い配合ほど載荷時間依存性が大きい。

5). $\log a_T$ -温度曲線の配合による違いを比較してみると、バインダー量の多い配合ほど曲線が立ちあがっており、載荷時間および温度依存性の大きいことがわかる。

6). 既発表のように、定ひずみ速度試験の結果と合せて破壊包絡線を描くことができた。

最後に本実験研究は筆者等と笹森暁氏が行ったものを筆者等がとりまとめたものであり、またとりまとめに際して道工大の保原英男、山名茂の両君に御助力を願った。ここに厚く謝意を表する。

1) 岡山正一、土木学会論文報告集、76、6月

2) ASTM. D790-71

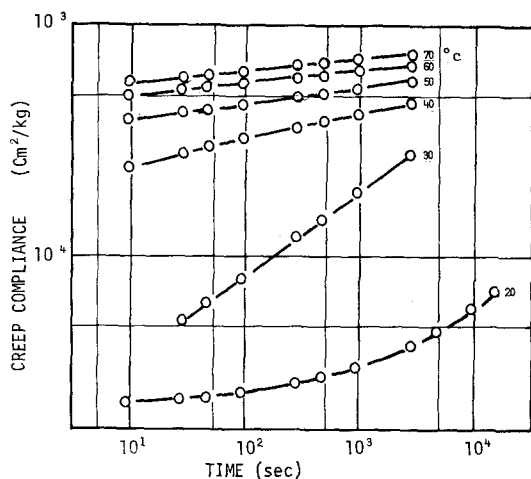


図-1 クリープコンプライアンスと温度の関係

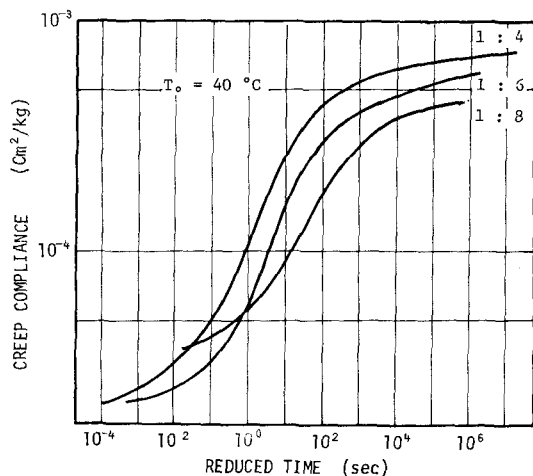


図-2 クリープコンプライアンスのマスターカーブ

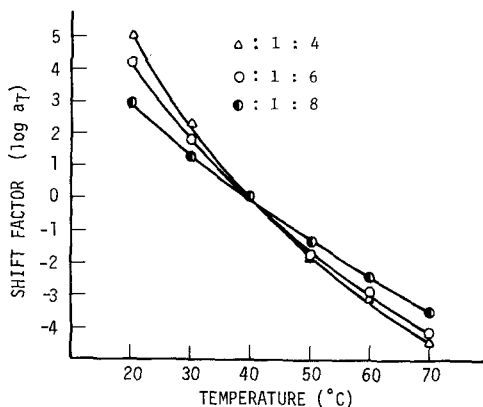


図-3 $\log a_T$ と温度の関係