

北海道工業大学工学部 正員 間山 正一

1. 概説

エポキシ樹脂を舗装材料として使用する動きが、諸外国を中心にして盛んである。しかし、加工実績の積み重ねはあるが、その力学性状について本格的な研究結果を報告している例はきわめて少ない。

筆者はエポキシ材料の力学性状について、一連の研究を計画・実施中であるが、今回はその第1報として、エポキシ樹脂+硬化剤の動的力学性状について報告したい。

2. 試験機

インストロン社(米国)が製作・発売を開始した108型ダイナミックマシンの1号機である。"インストロン"で著名な万能試験機に、液流および動的載荷を可能にしたマシンである。

機能としては

- a. 試験法: 動的-曲げ・引張・圧縮・剪断
静的-曲げ・引張・圧縮・剪断
- b. 制御方式: 歪および応力の双方からの油圧サーボ制御方式
- c. 波形: 正弦波・三角波・矩形波・ランプ
- d. 最大許容荷重: $\pm 5000 \text{ kg}$
- e. 周波数: 正弦波で $0.1 \sim 20 \text{ Hz}$, ランプを利用した静的載荷速度は最大 10 cm/sec. まで可能
- f. 最大変位振幅: $\pm 25 \text{ mm}$

写真-1) はマシンのシステム全体を示し、写真-2) は本研究に使用した動的試験用曲げ載荷部を示す。温度制御は、 $-60^\circ\text{C} \sim +200^\circ\text{C} (\pm 2^\circ\text{C})$ を可能にした空気槽である。載荷部用治具として、試験法(2)で述べた全項目について治具を保有している。

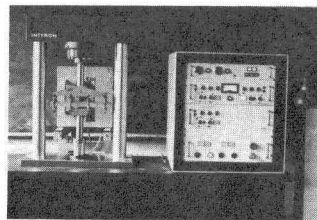


写真-1 マシンの全体図

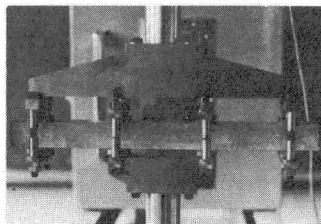


写真-2 曲げ載荷部

3. 試験材料

エポコート 828 エポキシ樹脂と DTA 硬化剤を使用し、主剤: 硬化剤 = 10:1 とした。供試体は $30 \times 30 \times 350 \text{ mm}$ の曲げ試験用流し込み供試体である。

4. 試験条件

- a. 温度条件: $-20, -10, 0, +10, +20, +30^\circ\text{C}$
- b. 載荷周波数: $0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10 \text{ Hz}$
(載荷時間にして $1.592 \sim 0.016 \text{ sec.}$)
- c. 載荷方式: 単梁梁に4点載荷の両振り曲げ載荷(図-1)
波形は歪制御方式のサイン波形で、荷重を検出す

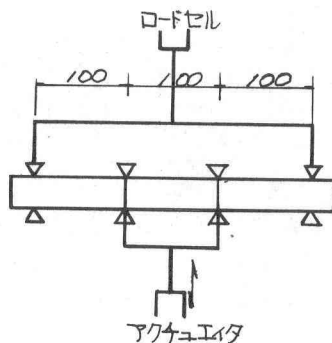


図-1 4点曲げ載荷図

る。写真-3は、入力(変位と出力(荷重)と記録物から写しとったものである。

5. 解析法

本研究における温度履歴と載荷周波数範囲においては、変形量がきわめて小さいことから通常レオロジーの分野で使われる弾性解法によって解析を行なった。供試体中央部での最大応力(σ_{max})、最大歪(ϵ_{max})、複素弾性率($|E^*|$)は次式によって計算される。

$$\sigma_{max} = \frac{6PL_1}{bh^2}$$

$$\epsilon_{max} = \frac{12hd}{3l^2 - 4l_1^2}$$

$$|E^*| = \frac{\sigma_{max}}{\epsilon_{max}}$$

ここで b : 供試体の幅 (cm)

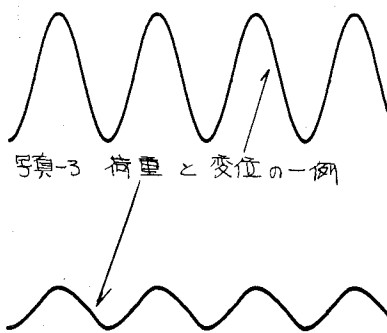
h : 供試体の高さ (cm)

l : スパン (cm)

l_1 : 支床から載荷床までの距離 (cm)

P : 荷重 (kg)

d : 供試体中央部のたわみ量 (cm)



6. 結果と考察

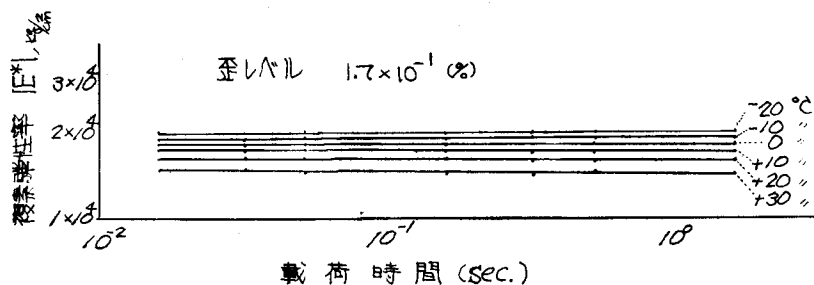


図-2 複素弾性率($|E^*|$)と載荷時間の関係

本研究における実験結果の一例を、複素弾性率と載荷時間の関係として図-2に示す。この結果について、以下に考察する。

- エポキシ樹脂と硬化剤による今回の材料において、 10^4 (kg/cm^2) のオーダーの複素弾性率を得た。
- 弾性率の点から見れば、バインダのみで 10^4 (kg/cm^2) のオーダーを得られたということは、エポキシ樹脂を単独材料として使用する妥当性を示すといえよう。
- 本材料に垂直載荷を行なった場合、 $1.6 \times 10^{-2} \sim 1.6 \times 10^1$ (sec.) の載荷時間範囲内では、材料の時間依存性(複素弾性率の時間依存性)はほとんど見られない。
- 温度依存性は見られ、 10°C あたり 1×10^3 (kg/cm^2) の違いが生じている。
- 以上の考察から、今後続ける実験研究として
 - 硬化剤の種類・主剤に対する割合
 - 砂等の材料と混合した混合物の力学的性状(弾性率・破壊歪・応力レベル等)
 - たわみ性付与剤等の添加によるたわみ性状の改善等
 をすすめていく必要があるまい。