

加硫ゴムの引っ張り試験

大城 ゆき（指導教官 仲宗根桂子）

○序論

高分子材料といえばプラスチックや繊維があげられるが、その他に特異な性質を示す高分子材料としてゴムがある。天然ゴムの主成分はイソプレン(C_5H_8)の重合によってできるゴム炭化水素(C_5H_8)_nであり、この分子同士を硫黄で架橋することによってはじめて高弾性を示すゴムとなる。このゴムを加硫ゴムという。以下にその最大の特徴をあげる。

- ① 弾性率が小さく金属やガラスの **10 万分の 1** 程度
- ② 加えられた力を除くと直ちに元の長さにもどる

この加硫ゴム特有の弾性力は一般的な固体の弾性力がエネルギー的であるのとは違い、エントロピー的なものである。ゴムは伸ばされたときより自然長の方がより活発に分子の各部分が運動している。よって自然長の方が状態数は多く、エントロピーも大きいことになる。このことから伸ばされると自然長に戻ろうとする力が働くのである。今回の実験の目的は、エントロピー弾性とよばれる性質を調べ熱力学的考察を加えることにある。

○統計力学及び熱力学的理論式

統計力学的に導かれた式

$$\frac{f}{s} = \frac{\rho RT}{\langle M_c \rangle} (\alpha - \alpha^{-2}) \quad ①$$

($\langle M_c \rangle$:架橋点間平均分子量、 f :外力、 α :伸張比、 s :未伸張時の断面積)

ρ :ゴムの密度、 R :気体定数、 T :温度)

熱力学的関係式より導かれた式

$$f = -T \left(\frac{\partial S}{\partial L} \right)_T = T \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right)_L \quad ②$$

(S :エントロピー、 L :ゴムの長さ)

○実験

実験は自作の恒温槽内の試料に荷重し、伸びた長さを前方から読み取り顕微鏡で測定した。

上の①、②式に対応する以下の **2** つの関係です。

①一定温度での $\frac{f}{s}$ と $(\alpha - \alpha^{-2})$ の関係

②一定伸張のときの f と T の関係

○まとめ

①の実験結果は $\frac{f}{s} \sim (\alpha - \alpha^{-2})$ グラフの直線性がよく $\langle M_c \rangle = \mathbf{6867}$ を見積もることができた。

このことからイソプレン分子が約 **101** 個につき架橋点が 1 つあることになる。

②実験結果からゴムの弾性率が温度の上昇に比例し増加するという特徴をとらえる事ができた。