

力学熱量効果測定装置の試作

(2) 圧縮とずり変形の熱量効果

ゴムの力学熱量効果は伸縮のみならず、圧縮とずり変形に対しても期待できます。温度変化の正負に関して、気体は断熱膨張によって温度が下がり、断熱圧縮によって温度が上がります。ゴムは伸長によって温度が上がるので、圧縮によって温度が下がるかという点、温度は上がります。正負の変形に対するゴムとガスの応答の相違は、それぞれのエントロピーの増減の対称と反対称に対応します。ずり変形では対称性からどちらに変形しても温度は上がると期待されます。このようなことから、シリコンゴムをベースとするエラストマーについて圧縮とずり変形に対する温度応答を測定しました。

ずり変形の装置として Fig. 1 に示すものを作りました。幅 12 mm、厚さ 3 mm、長さ 40 mm のエラストマー 2 枚を重ねてその間に熱電対を挿入します。上下を金属板で挟み、下の金属板は固定、上の金属板は滑車で試料に圧着しました。上の金属板を水平右方向引くと、試料の上面にずり変形が与えられます。変形の大きさ γ は、変形状態を真横から写真に撮り、試料側面に描いた数本のマーク(鉛直線)の傾きから計算しました。測定の結果、ずり応力 σ とずり変形 γ からずり弾性率 $G = 44 \text{ kPa}$ を得ました。

圧縮の実験も手製の簡単な装置によりしました。なお、圧縮すれば試料は広がろうとしますが、圧縮面は滑らないので、単純一様な圧縮は与えられなかったと思われます。測定は室温で行いました。変形による温度変化を熱電対で測るための電気回路については別稿「ハイドロゲル」で述べます。

測定結果を Fig. 2 に示します。曲線 A は圧縮 ($L/L_0 = 0.587$ まで) による力学熱量効果、B はずり変形 ($\gamma = 0.34$ まで) によるものです。一見して、二つの過程で温度の時間依存性が異なりますが、これは試料からの放熱の相違によるものです。また、ずり変形による温度変化は非常に小さいことがわかります。温度変化の正負については、どちらの変形によっても温度が上昇します。この点に関して、気体からの類推によって誤解されることがありますが、エントロピーと無秩序性の関係を考えてみると納得されます。

(東 信晃, 松尾隆祐)

発表

松尾隆祐, 鈴木 晴, 東 信晃, 片島拓弥, 井上正志, 第 53 回熱測定討論会(福岡), P48 (2017).

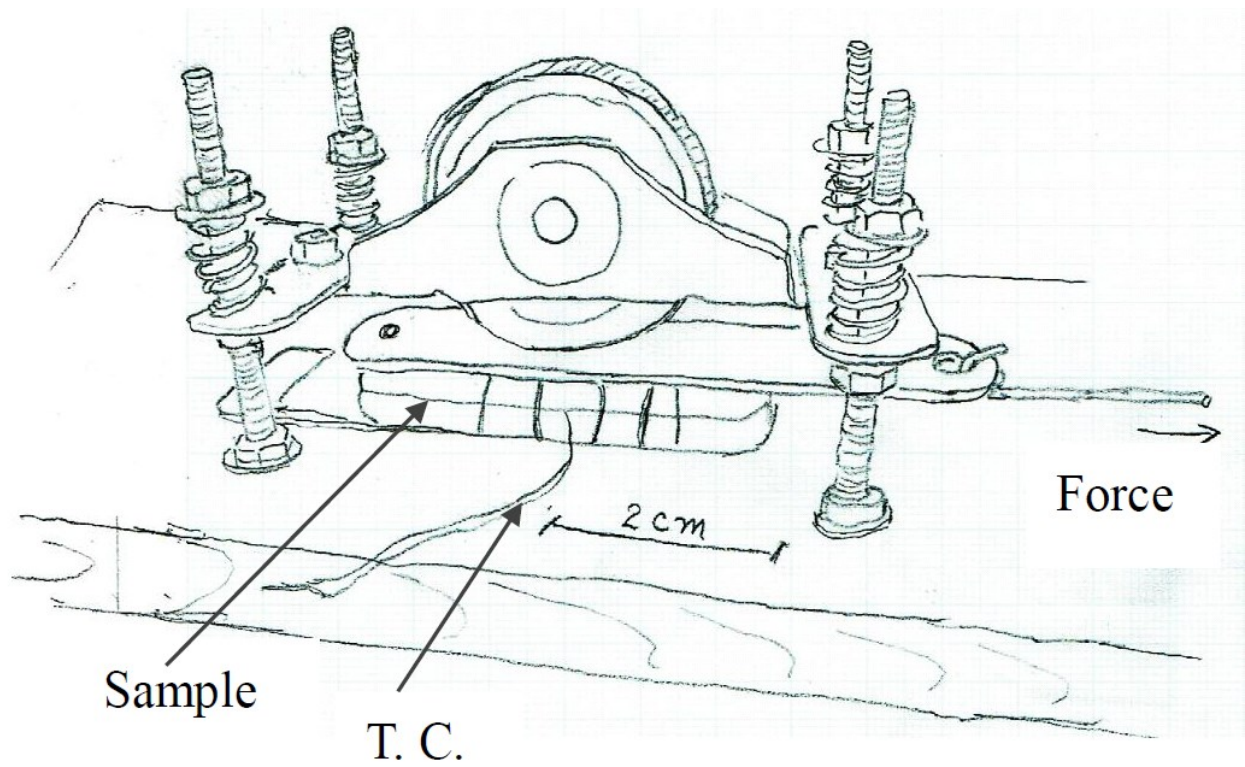


Fig. 1. The sample part of the apparatus for mechanocaloric experiment in the shear mode of deformation of rubber.

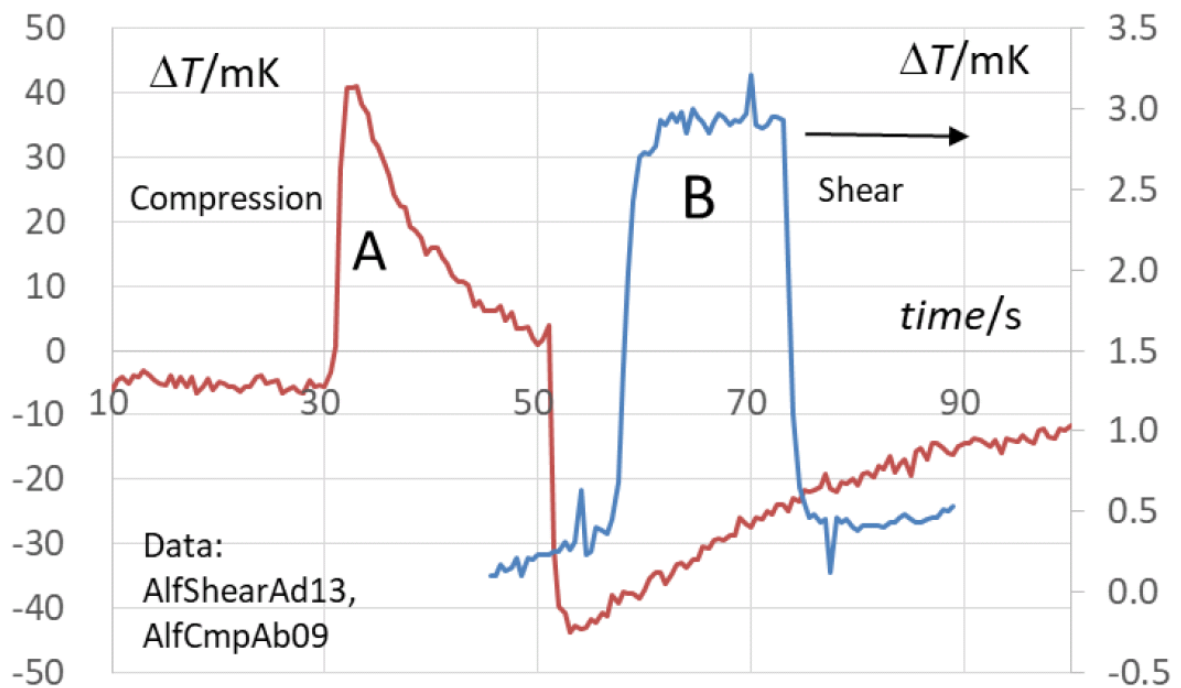


Fig. 2. Mechanocaloric temperature response of a silicone-based elastomer for compression (A) and shear (B). $L/L_0 = 0.587$ for A and $\gamma = 0.34$ for B.