

APPLICATION NOTE

DMA 動的粘弾性装置による昇温速度が及ぼす エラストマーのガラス転移温度への影響

(Dr. Sahbi Aloui, Dr. Horst Deckmann)

はじめに

エラストマー材料はその弾力性によりほぼ全ての技術的な分野で使用されています。エラストマー材料の本質的な特長とはひずみエネルギーを蓄え、必要な時にそのエネルギーを返還する能力といえます。このエネルギーを戻す能力は材料により異なりますが、蓄えたエネルギーの 90%もしくはそれ以上を返還します。この貴重な材料特性が発揮される温度は限定され、この温度域がそのまま製品の使用温度になります。この理由によりエラストマー材料の温度特性は最重要な評価項目となります。

いわゆる温度分散測定を行い、昇温速度別にエラストマー材料の温度特性を記録します。

例えば速い昇温速度の 5℃/分と 1℃/分を比べた場合、5℃/分は試験時間が短いため費用対効果が高いと判断されると思います。しかし、昇温速度の異なる場合、それらのデータを一律に評価できるのか疑問が残ります。

本書では高荷重 DMA 動的粘弾性装置 EPLEXOR を使用し、この昇温速度違いによるデータへの影響を調べます。

測定条件

異なる 4 つの昇温速度 1, 2, 3, 5℃/分で -80℃から +20℃の温度分散試験を 4 回行いました。試験サンプルは同一のゴムコンパウンドで、DMA 動的粘弾性装置 EPLEXOR[®]500N (Fig1.) を使用しています。



Fig1. DMA 動的粘弾性装置 EPLEXOR[®]500N

測定結果

エラストマー材料の製品として使用できる下限の温度はガラス転移温度 T_g により決まります。 T_g はエラストマー材料が硬く、脆い物性からゴム弾性を発揮する物性へ変化する温度の指標といえます。実用上 T_g は損失正接の最大値が発生する温度と認識され、Fig2. は昇温速度の違いによる T_g の違いを表しています。

昇温速度が速くなるほど T_g は高い温度にシフトすることが Fig2. のグラフからわかります。昇温速度 1℃/分の温度分散試験で T_g は -42.3℃になるのに対し、5℃/分の昇温速度で T_g は -41.4℃と異なり、その差はおよそ 1℃になります。 $\tan\delta$ ピーク値も各昇温速度で異なり、最大で 0.01 の差が発生します。これはほとんどの高分子材料に特徴的な熱伝導性の悪さを示しており、各材料に特有の転移効果（最大緩和やガラス転移温度など）をシフトさせます。こ

れらの転移効果は昇温速度が高くなるほど高温側にシフトし、冷却速度が（マイナス側に）大きくなるほど低温側にシフトします。昇温速度が高くなるほどサンプルはチャンバーの温度から遅れることとなります。1℃/分の昇温速度はハーネスの温度変化に追従するため、サンプルの適正なガラス転移温度が得ることができます。

概要

動的粘弾性装置 EPLEXOR® チャンバー内の攪拌ファンにより、内部温度は均一に制御され、昇温速度の違いによる T_g 温度や $\tan\delta$ ピーク値の違いは最小限に抑えられています。この結果より 5℃/分のような速い昇温速度を使用し、温度分散測定時間の削減も可能です。ただし、測定する材料 T_g の昇温速度への依存性をあらかじめ把握することが必要です。

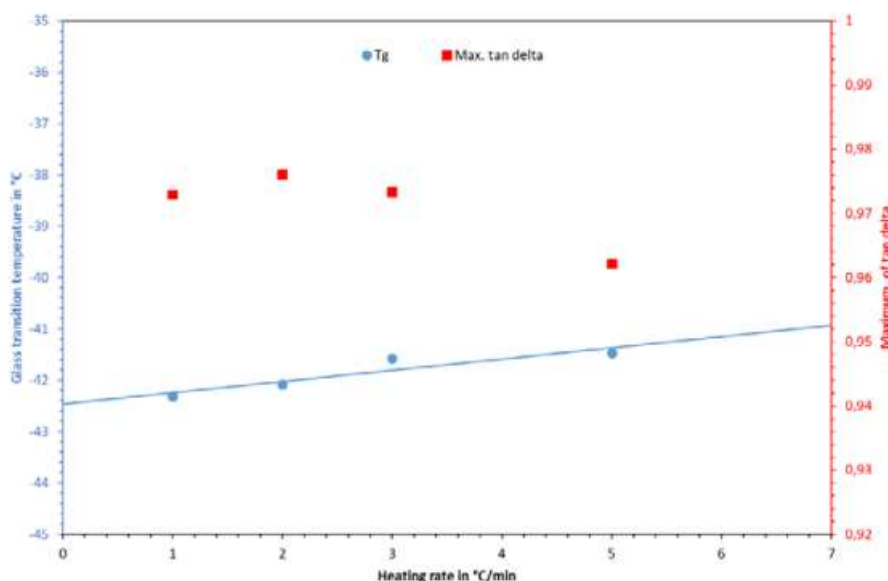


Fig2. ガラス転移温度 T_g の昇温速度依存性