

ゴムの熱機械分析について

1. はじめに

ゴムは、柔軟性と復元力を持ち合わせた高分子材料で、変形や屈曲に追従し、漏れや侵入を防いで密閉性を保持できることから、自動車のオイルシール、電子機器の防水パッキン、建築用ガスケットなど、重要な部品に用いられています。過酷な環境下に曝されることも多く、耐熱性、耐候性、耐圧性など目的や使用環境に適した材質を選択する必要があります。特に、氷点下では、収縮に加え、ガラスのように硬く脆い状態になり、締付力によってはゴム自体が割れることもあるため注意が必要です。

本稿では、熱機械分析(TMA)を用いたゴムの膨張・収縮の評価について紹介します。

2. 熱機械分析(TMA)について

TMA(Thermo Mechanical Analysis)は、試料に一定の荷重をかけた状態で温度を変化させ、その際の寸法変化を 0.01 μ m 単位で測定する分析手法です。ゴムに限らず、セラミックや金属でも測定されており、特に、異種材料を接合する基板などは、膨張率の違いによってクラックやはく離が発生する恐れがあるため、予め TMA で膨張率を測定します。

測定前には熱処理をします。成形加工の際の熱履歴を除去するためです。測定温度範囲の最高温度の環境下で一昼夜以上静置し、残留応力を緩和することで、精確な測定ができます。

3. 測定事例

クロロプレンゴム 2 種(CR45 と CR90)とアクリロニトリルブタジエンゴム 1 種(NBR70)の 3 種のゴムについて、厚み方向の膨張率を測定しました。ゴムの略称に添えた数字はデュロメータ硬さのタイプ A の値で、大きいほど硬いことを意味します。測定条件は表のとおりです。

表 TMA 測定条件

試料サイズ	6mm × 6mm × 3mmt
昇温速度	5°C/min
圧縮荷重	20mN
雰囲気	窒素50ml/min

測定結果を図に示します。CR45 と CR90 は-30°C付近で、NBR70 は-15°C付近で、TMA 曲線の傾き(膨張率)が大きく変化しました。各ゴムのガラス転移点は-30°Cと-15°C付近であると考えられます。ガラス転移点より低温ではガラス状態になり、柔軟性が損なわれるため、割れる恐れがあります。今回測定したゴムでは CR の方が NBR よりも低温までゴム弾性を保持していると言えます。

ガラス転移点よりも高温の領域では、CR45 は CR90 に比べて膨張率が高いことから、例えば 50°Cでは密閉が保持されていても、-20°Cでは収縮してシール性が低下する恐れがあります。他方、NBR70 と CR45 では、膨張率は同程度でした。ゴムの種類が違う場合、硬さ以外にも膨張率に関わる要因があることを考慮する必要があります。

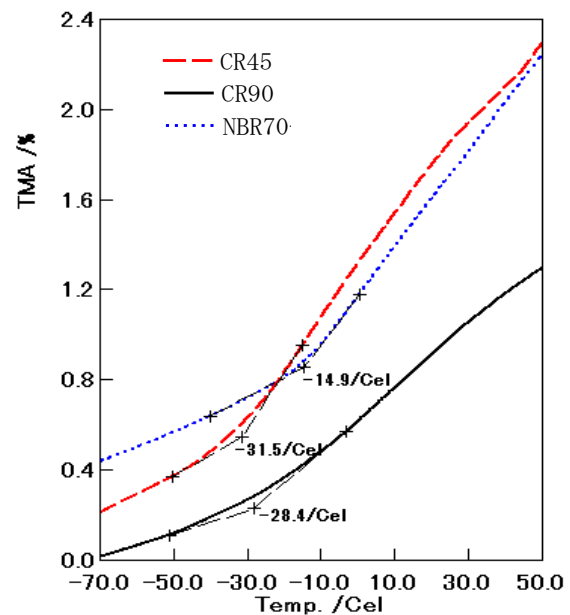


図 TMA 測定結果(オフセット表示)

4. おわりに

TMA測定は「どの温度域で、寸法や状態がどう変化するか」を把握し、液漏れや破損などを未然に回避する製品設計に役立ちます。

産業技術センターでは、TMAを始め総合的な熱分析を実施しています。お気軽にご相談ください。

産業技術センター 化学材料室 岡田光了 (0566-45-5643)

研究テーマ: 廃プラスチック利活用に向けた成形技術開発

担当分野: 高分子材料