

本研究では幅広い分野で使用されているゴム材料(NBR,CR,IIR,EPT)について、劣化が予想される試験(高温油浸漬、紫外線照射、高温保管、低温保管)を行い、ゴム材料の劣化状態を把握することを試みました。その結果、ゴムの構造に関わらず高温油浸漬が弾性率へ大きく影響を与えることが分かりましたが、一部の劣化条件では赤外波長領域でスペクトル変化が捉えられた一方で、テラヘルツ領域のスペクトルからは劣化状態を確認できませんでした。

はじめに

我々の生活の中でゴム材料は様々な場面で使用され、家庭で使われている輪ゴムから自動車用のタイヤまで、その用途や機能は多岐にわたります。その中でも産業機械や自動車で使用されるようなゴムは重要な機能を担っていることが多く、各々の使用環境下での柔軟性・耐久性が求められることから、これに伴い日々改質のための研究開発が行われています。その結果、多種多様なゴム製品が広く利用されることに繋がっていますが、各使用環境における経年劣化は産業的な課題となっています。

ゴムは熱・水・光のほか、電気的あるいは機械的な要因が関与した複雑なメカニズムによって劣化するため、直接の劣化原因を特定することは難しく、経過使用時間とともに原因特定はより複雑になります。また、製造・改質時に使用される添加剤の影響等によりゴムの分析自体が困難なケースもあり、劣化状態を把握することは容易ではないとされています。

そこで、本研究では実環境において想定される劣化促進試験を実施し、当技術センターの所有する分析装置を用いてゴムの劣化が物性に与える影響について検討するとともに、従来にない広い波長領域で分光分析した結果からゴムの劣化状態を把握することを試みました。本稿では、得られた結果の一部についてご紹介します。

実験方法

供試材

代表的に使用されているゴム材料で、改質が容易とされるジエン系ゴムからニトリルゴム(NBR)及びクロロプレンゴム(CR)、改質が困難とされる非ジエン系ゴムからブチルゴム(IIR)及びエチレンプロピレンゴム(EPT)を選定しました。ゴムはそれぞれシート状で用意し、型で打ち抜いて試験片を作成しました。

劣化促進試験

劣化促進試験は、高温油浸漬(100℃)、紫外線照射(キセノンランプ)、高温(100℃)保管、低温(-25℃)保管の4種類を実施しました。各条件につき120、480、960、1200時間経過した時点で試験片を3本取り出し、次項の測定を行いました。

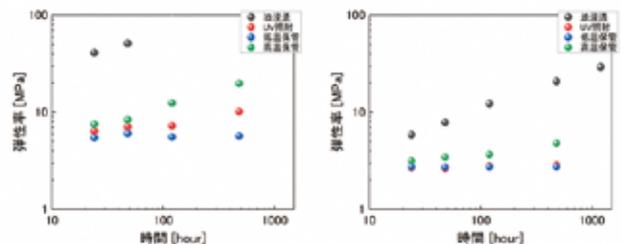
劣化状態の測定

弾性率への影響を評価するため、万能材料試験機(インストロン製68TM-30E2F2型)を用いて引張試験を実施しました。また、分光測定にはテラヘルツ分光・イメージング解析システム(アドバンテスト製TAS7500TS)及びフーリエ変換赤外分光光度計(島津製作所製 IRPrestige-21)を用いました。

結果と考察

引張弾性率に及ぼす影響(高温油浸漬)

NBRとIIRの高温油への浸漬時間と弾性率の関係を図1に示します。まず、ゴムの種類に関わらず高温油への浸漬が弾性率に大きく影響しています。また、ジエン系ゴム(NBR、CR)では紫外線照射・高温保管・高温油浸漬の順で弾性率の増加度合いが高くなる傾向にあるのに対して、非ジエン系ゴム(IIR、EPT)については紫外線照射による弾性率への影響が少ないことが特徴的な違いとなって現れることが分かりました。



高温油への浸漬時間と弾性率の関係(左: NBR 右: IIR)

赤外スペクトルに及ぼす影響(高温油浸漬)

高温油に浸漬したNBR、IIRについて赤外分光(IR)測定を行ったところ、1725 cm⁻¹近傍のカルボニル基(-C(=O)-)に由来するピーク強度が浸漬時間の経過とともに減少することがわかりました。NBR及びIIRはその構造中にカルボニル基を含まないにも関わらず変化が起きたことから、ゴムに添加された可塑剤が浸漬油中に脱離したことで前項に示した弾性率の増加が生じたものと考えました。そこで、試験前後の浸漬油についてIR測定を行ったところ、カルボニル基に由来するピークが生じていることが分かり、このことは高温油への浸漬に伴う弾性率の増加は可塑剤の脱離によって生じたことを裏付けています。

高温油への浸漬がテラヘルツスペクトルに及ぼす影響

高温油に浸漬したNBR、IIRについてテラヘルツスペクトルを測定したところいずれの周波数においても経時的な変化は見られないことが分かりました。テラヘルツ帯では結晶格子の振動を捉えることができるとされていますが、いずれのゴム材料についても結晶構造を持たないことから、テラヘルツスペクトルに劣化状態が反映されなかったものと考えられます。

まとめ

本稿では、紙面の都合により結果の一部についてのご紹介となりましたが、今回の取り組みの詳細については当センターの技報に掲載いたしますのでそちらをご覧ください。