

トピック

ゴムの加硫反応を即時に測定する方法

久留米工業高等専門学校

生ゴムに硫黄等の添加剤を加えて加熱、加圧などにより所要の性能を持ったゴムを作ることを加硫という。加硫することによりゴム分子の網目が鎖のようにつながり、所要の性能を発揮する。加硫条件は、キュラストメータなどで得られた加硫曲線や、種々の条件下で実際に加硫したゴムの引張試験等の物性試験の結果から最適なものが決められている。

しかし、生ゴムと添加剤の混合状態は均一でなく、また、試験機での加硫過程が実用機で再現できるとは限らない。実際の加硫では、加硫されない部分が残るのを恐れて加硫時間を少し長くすることが多く、ゴムの劣化、エネルギーの浪費、生産効率の低下をまねく。

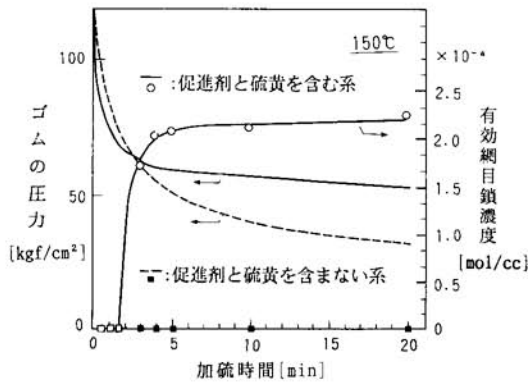
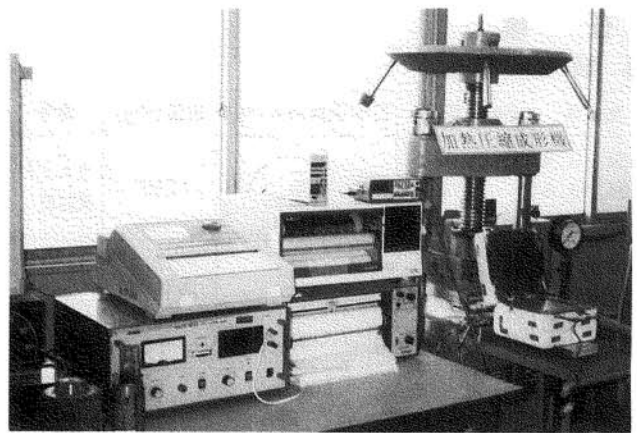
久留米工業高等専門学校工業化学科、藤・森研究室では、ゴム中へ硫黄やカーボンブラックなどを均一分散するために、試作の混練機を用いてトルクや壁面の圧力変化より混合状態をしらべている。また、ゴムの加硫時の反応エネルギーや化学構造の変化が熱や圧力の変化に現れるであろうと考え、加熱圧縮成形機を用いて加硫時のゴムの圧力変化をモニタし、加硫反応の解明および即時に最適加硫条件を見いだす方法の研究を行っている。また、有効網目鎖濃度・誘電正接(tanδ)・電流などの加硫時間変化を測定し、加硫反応のリアルタイムでのモニタリング法の開発を行っている。

圧力でのモニタの可能性をさぐるため、金型に生ゴムをはさみ、そのゴムを加熱圧縮成形機で加圧、加熱して加硫したときの圧力と温度を測定した。圧力測定では圧力変換器(高温対応に仕様を変更したPGM-200KD)を金型の下面中央部に取り付け、金型とゴムの温度を測定するため、2本の熱電対を取り付けた。測定は、初圧約12MPa(120kgf/cm²)、温度130~170°Cで5段階、加硫時間20分間で行った。なお、圧力の測定には、動ひずみ測定器(DPM-700B)とオシログラフィックレコーダ(RDM-100A)を併用した。

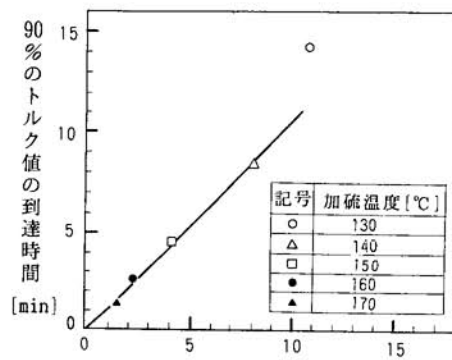
トルクの加硫時間変化は、キュラストメータを使用して測定、また、有効網目鎖濃度は加硫中一定時間ごとに取り出したゴムを使用し、Flory-Rehnerの式を用いて算出した。

加硫剤を入れた場合の測定結果について見てみると、圧力曲線の極大値を示す時間と有効網目鎖濃度曲線が急激に上昇している時間は一致している。トルク-時間曲線でも有効網目鎖濃度曲線と同様な結果が得られた。また、トルク-時間曲線から得られる90%トルク値の到達時間と圧力曲線の極大値の終わる時間(ta)は、図に示すように極めて高い相関関係があることがわかった。

本測定の結果は、新しい研究であるため各方面から評価されており、今後さらに各種センサを用いて、多くの情報を得てゴム練りやゴムの加硫反応の解明が続けられて行くとのこと。



圧力、有効網目鎖濃度-時間曲線



圧力曲線の極大値の終わる時間(ta) [min]

t₉₀(torque)とt_aの相関

