

シリカ充てんタイヤ用ゴムの架橋構造に関する研究

Studies on vulcanized structure of silica-filled rubber

網野直也¹⁾ 石川泰弘¹⁾ 竹中幹人²⁾ 西辻祥太郎²⁾ 山口大輔³⁾

Naoya AMINO, Yasuhiro ISHIKAWA, Mikihiro TAKENAKA, Shotaro NISHITSUJI, Daisuke YAMAGUCHI

¹⁾横浜ゴム株式会社 ²⁾京都大学大学院 ³⁾日本原子力研究開発機構

硫黄で架橋したスチレン-ブタジエン共重合体ゴムをヘキサン/重水素化ヘキサン混合溶媒で膨潤させ小角中性子散乱を測定した。その結果、サブミクロンスケールの不均一性に伴う過剰散乱が小角側に観測された。

キーワード：小角中性子散乱、スチレン-ブタジエン共重合体ゴム、架橋

1. 目的

タイヤ用のゴムは、カーボンブラックやシリカなどを補強剤として充てんし、硫黄によって架橋された充てんゴムである。タイヤの変形量や発生する力をナノオーダーの構造制御によって設計可能となれば、タイヤの大幅な高性能化や高機能化が期待される。ゴム中のカーボンブラックやシリカに関しては、TEMなどの顕微鏡によって観測可能であるし、小角 X 線散乱(SAXS)によっても分散状態に関する情報を取得することが可能である。しかし、ゴム分子鎖の架橋構造に関しては、TEM や SAXS ではコントラストが得られず、解析を行うことはできない。一方、小角中性子散乱(SANS)では、水素の一部を重水素化することによって、分子鎖の情報を得ることが可能である。

本研究では、重水素化ヘキサン(d-hex)/ヘキサン(h-hex)混合溶媒で膨潤させた架橋ゴムの SANS 測定を実施し、架橋ゴムの構造を定量化する手法の開発を検討した。

2. 方法

サンプルは、SBR/硫黄/ ZnO / stearic Acid / Accelerator(CBS) = 100/X/3/1/1.5 (X=1.5, 3.0, 6.0)で混合し、厚さ 1mm のシート状に加硫して測定に用いた。作成したサンプルを、重水素化ヘキサン(d-hex)/ヘキサン(h-hex)を様々な比率で交した溶媒に半日浸す事により平行な膨潤状態に達成させた後、石英セルに溶媒と一緒に装填され、小角中性子散乱の測定を行った。小角中性子散乱は日本原子力研究所の JRR-3M にて実施した。用いた波長は 6.5 Å であり、さらに、より小角側の散乱を測定するために、f-SANS 測定も行った。測定時間は、2m、10m および f-SANS でそれぞれ 3600s および 7200s であった。測定は室温で行った。測定されたデータは透過率補正、空セルの散乱の補正などを行い、ルポレンを標準サンプルとして絶対強度に補正した。補正されたデータに対して円環平均を行い、解析を行った

3. 研究成果

硫黄含量の異なるサンプル散乱の結果を Fig.1 に示した。散乱光強度は硫黄含量が増えるに従って減少し、硫黄の増加に伴いネットワークの架橋密度の増加が見いだされた。小角側にどのサンプルにおいても立ち上がりが見られ、大きな不均一構造が観測された。

4. 結論・考察

この不均一性の可能性として、1) 硫黄自体の不均一分散、2) ネットワークの不均一性が考えられる。今後コントラスト変調法を用いてこの不均一性の原因を明らかにする予定である。

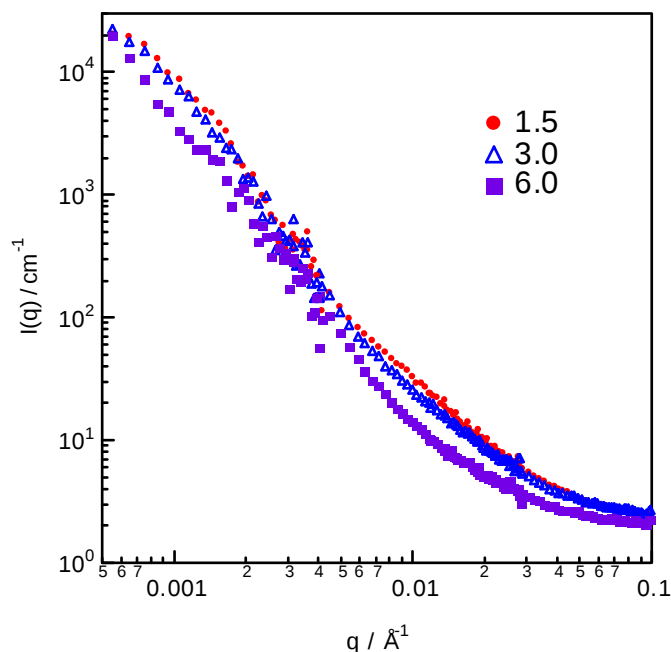


Fig.1 SANS profiles of swollen SBR rubber