

コントラスト変調小角中性子散乱法を用いたゴム/リサイクルカーボンブラック 充填系におけるゴム吸着層の解明

Structure analyses of recycled carbon black/ rubber system
by CV-SANS

竹中幹人¹⁾ 中西洋平¹⁾ 宮崎司²⁾ 柴田基樹²⁾

Mikihito TAKENAKA Yohei NAKANISHI Tsukasa MIYAZAKI Motoki SHIBATA

¹⁾京都大学化学研究所 ²⁾京都大学産学連携本部

(概要)

本研究では、中性子を用いたコントラスト変調小角中性子散乱 (CV-SANS) 法を用いて、リサイクルカーボンブラックのモデル系としてシリカ充填剤を用いたゴム充填系におけるゴム吸着層を調べた。d-hex/h-hex 中で溶媒膨潤させた SBR 試料の CV-SANS プロファイルから、シリカ粒子自己相関、ポリマー自己相関およびシリカ-ポリマー相互相関に由来するそれぞれの部分散乱関数 $S_{SS}(q)$ $S_{PP}(q)$ および $S_{PS}(q)$ を導出した。一對の球を仮定したモデルで $S_{SS}(q)$ を表現でき、試料中にシリカ粒子の若干の凝集があることがわかった。またシランカップリングを入れていない系では吸着層が存在しないことがわかった。

キーワード：

コントラスト変調小角中性子散乱、ゴム充填系

1. 目的

近年、タイヤの廃棄による環境破壊が問題になってきており、タイヤの長寿命化による廃棄量の削減は喫緊の課題である。タイヤは、天然ゴムやスチレンブタジエンランダム共重合体などのゴムに対して、1) シリカ粒子やカーボンブラック などのゴムの物性を補強する充填剤、2) ゴム分子のネットワークを創成するための硫黄、3) 硫黄のネットワーク生成を加速するための酸化亜鉛、など様々な材料を、バンバリーミキサー等の混合機により混練し、成形後加熱してネットワークを形成させて、製品化する。ゴムの物性を大きく左右する構造は、充填系の形成する階層構造、ゴムの架橋構造、ゴム充填剤とゴム界面の界面におけるゴムの吸着層である。本研究では、中性子を用いたコントラスト変調中性子散乱 (CV-SANS) 法を用いて、リサイクルカーボンブラックのモデル系としてシリカ充填剤を用いたゴム充填系におけるゴム吸着層について明らかにすることにした。

2. 方法

ゴムとしてはスチレンブタジエンランダム共重合体(SBR)を用いた。粒径約 100 nm のシリカ粒子を 12 phr をフィラーとして含有するスチレンブタジエンゴムを試料として用いた。厚み 0.5 mm の SBR 試料について、種々の組成比での重水素化ヘキサン (d-hex) /ヘキサン (h-hex) 混合溶媒に一晩浸すことで膨潤させた。膨潤後の SBR 試料を石英セルに移して SANS 測定を行った。

3. 結果及び考察

d-hex/h-hex 中で溶媒膨潤させた SBR 試料の CV-SANS プロファイルから、シリカ粒子自己相関、ポリマー自己相関およびシリカ-ポリマー相互相関に由来するそれぞれの部分散乱関数 $S_{SS}(q)$ $S_{PP}(q)$ および $S_{PS}(q)$ を導出した。一對の球を仮定したモデルで $S_{SS}(q)$ を表現でき、試料中にシリカ粒子の若干の凝集があることがわかった。またシランカップリングを入れていない系では吸着層が存在しないことがわかった。

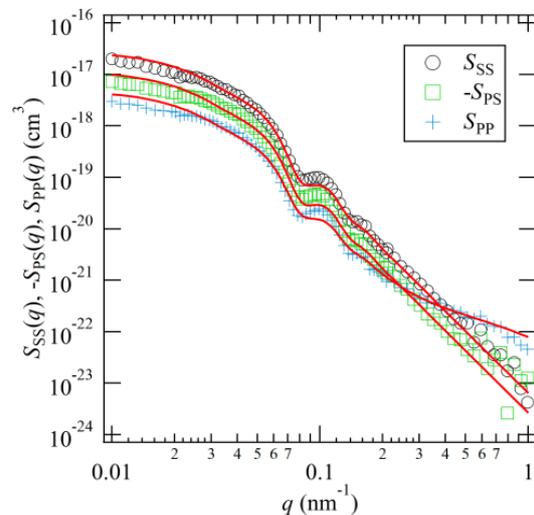


Figure 1. Partial scattering functions for SBR/Si.

4. 引用(参照)文献等

1. Takenaka, M.; Nishitsuji, S.; Watanabe, Y.; Yamaguchi, D.; Koizumi, S. Analyses of hierarchical structures in vulcanized SBR rubber by using contrast-variation USANS and SANS. *J. Appl. Crystallogr.* **2021**, *54* (3), 949-956.
2. Takenaka, M. Analysis of structures of rubber-filler systems with combined scattering methods. *Polym. J.* **2012**, *45* (1), 10–19.