

熱可塑性エラストマーの圧縮変形における構造解析

ENEOS株式会社 岩崎慶太郎

1. Introduction

熱可塑性エラストマーは、全世界で450万t生産され、2兆円以上の市場規模を有する非常に重要な材料である。熱的に可塑化して射出成形等の短時間・大量の成形が可能であることから、これまでの熱硬化性のゴム（硬化に長時間要する）の生産性向上を目的に置き換えが進んできた。しかしながら、熱可塑性であるがゆえに、耐熱性（特に圧縮永久歪）は満足できるものではない。その1つの理由として、架橋部の構造や均一性が影響を与えていると予測されるが、解明はほとんど進んでいない。

弊社は、新規エラストマーの研究開発を行っており、低圧縮永久歪性の発現は特に重要な研究課題である。一般の熱可塑性エラストマーには圧縮永久歪が高い（圧縮を受けると元に戻らない）という課題が残っており、低硬度、低圧縮性永久歪性を持つ熱可塑性エラストマーの架橋点の均一性、不均一性と圧縮永久歪との関係を解き明かすことが非常に重要である。圧縮力を解放したときに高分子がどれほど復元力を持っているかは、架橋点の均一性、不均一性が大きく影響すると考えられるからである。さらに架橋構造が圧縮変形下でどのように変化するかを実験的に測定することは、高分子鎖のダイナミクスを理解する観点から極めて重要である。産業界として、生産性向上による省エネ問題の解決に貢献出来るのみならず、学术界としても架橋構造と物性相関の解明の一助となる可能性がある。

これまでの研究では、圧縮変形下での弊社が着目する熱可塑性エラストマーの架橋構造の研究は知られていない。そこで弊社では、中性子小角散乱法を採用し、圧縮治具を貫通して高分子の架橋構造を非破壊的に調べる方法を検討する方針を立てた。本研究では異なる原料の円板を準備し、圧縮治具によって圧縮前後において中性子小角散乱測定を BL20 茨城県材料構造解析装置で行い、架橋構造の高分子原料依存性、架橋剤依存性、圧縮依存性を調べる。

2. Experiment

測定には BL20 茨城県材料構造解析装置を使用した。入射ビームスリットの大きさ 10mm×10mm、スリット位置 300mm 上流側、データ取得繰り返し時間 80msec (Double Frame Mode)にて 30 分の測定を実施した。

3. Results

原料および各架橋剤を添加した試料[試料①(原料+架橋剤 A 反応物)、試料②(原料+架橋剤 A+B 反応物)]を作製した。今回は 100°Cの加熱下での圧縮前後および圧縮開放後の小角散乱の測定を行う予定であったが、ヒーターの故障により加熱下での測定が出来なかった。そこで、原料をシート状に成型した[試料③(原料のみ)、および試料④(原料+架橋剤 B 反応物)]について、室温下での圧縮変形測定を行った。散乱プロファイル図 1 および図 2 に示す。試料③、④ともに、圧縮後の散乱プロファイルについては、圧縮によって試料が薄くなるにつれて散乱強度が弱くなる傾向が見られた。架橋剤を添加していない試料③については、圧縮を開放しても散乱プロファイルにほとんど変化が見られず、復元していないと推測される。架橋剤を添加していない試料③については、圧縮を開放しても散乱プロファイルにほとんど変化が見られず、復元していないと推測される。一方で架橋剤 B を入れた試料④については、圧縮解放後に僅かに復元して散乱強度が増加していることが分かった。

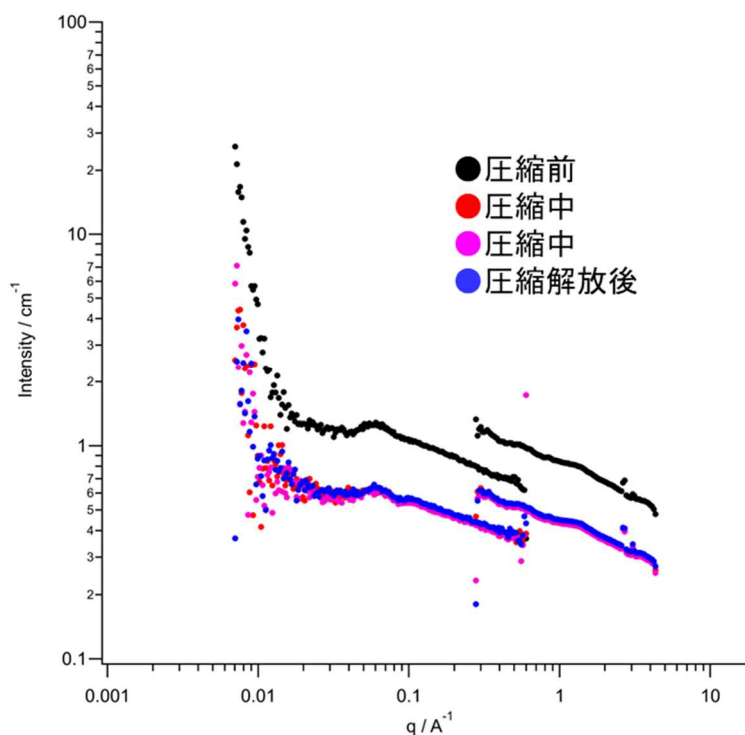


図 1. 試料③の散乱プロファイル

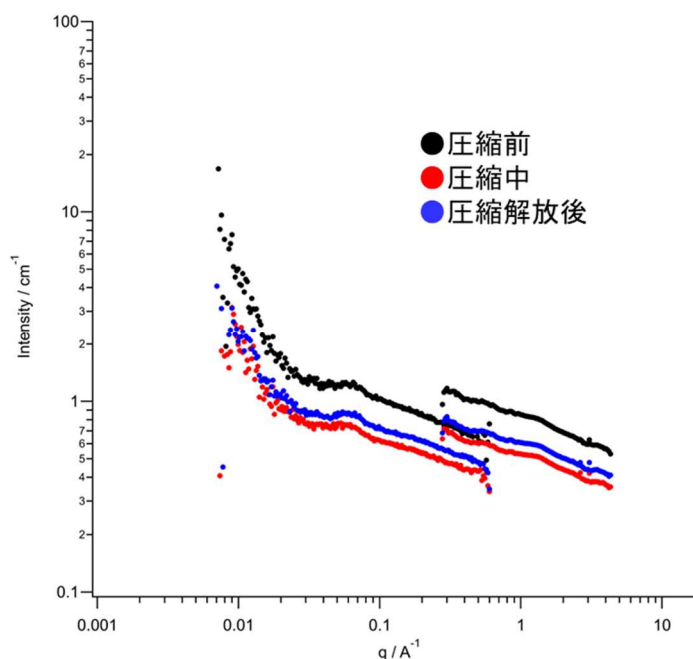


図 2. 試料④の散乱プロファイル

4. Conclusion

加熱下でのエラストマーの圧縮変形の小角散乱による観察を試みたが、ヒーターの不具合により加熱下での実験を行うことが出来なかった。そこで、これまで測定を行っていない原料単体および原料+架橋剤 B 反応物の圧縮過程を室温で観察したところ、試料種の違いによって、圧縮に対する応答や復元性が異なることが、小角散乱プロファイルから確認できた。今後は、ヒーター付圧縮装置を改良の上、様々な原料および添加剤における加熱下での架橋構造の解析を実施する。