

ラメラ状マイクロ相分離構造を形成する SBS トリブロック 共重合体にポリブタジエンをブレンドして作成した試料の力学特性

(京工繊大院) ○福根遼哉、(高エネ研) 高木秀彰、
清水伸隆、五十嵐教之、(京工繊大) 櫻井伸一

1. 緒言

近年、無機材料分野において硬軟 2 成分からなる層状結晶構造にリプロケーションを導入することで材料が強化される現象が発見された^[1]。この原理を高分子材料にも応用できるか明らかにすることを目的として、我々は、硬軟 2 成分からなるラメラ状マイクロ相分離構造を形成するブロック共重合体に注目して研究を行なっている。ここで、マイクロ相分離構造とは、互いに非相溶な高分子成分から構成されるブロック共重合体が相分離して自発的に形成する構造である。これまでの先行研究では、スチレン-ブタジエン-スチレントリブロック共重合体 (SBS) 単体にキックを導入する研究が行われたが、本研究では SBS 試料にポリブタジエンホモポリマー (HPB) を少量ブレンドすることによって、Fig. 1 に示したような、リプロケーションの導入ができないかどうかを検討し、さらに、得られたフィルムに対して引張試験を行ない、材料が強靱化されるかどうかを明らかにした。

2. 実験

用いた SBS 試料の S/B 体積比は 56/48 である。また、分子量については $M_n = 6.31 \times 10^4$ 、 $M_w/M_n = 1.15$ (M_n と M_w は各々数平均、重量平均分子量) である。HPB においては $M_n = 3.25 \times 10^4$ 、 $M_w/M_n = 1.04$ である。合計のポリマー濃度が 5 wt% になるように SBS と HPB をトルエンに溶解させた。その後、溶液をシャーレに流し込み、室温で溶媒を蒸発させてフィルム試料を作製した。また、比較として SBS 単体試料も用意した。得られたフィルムを幅 2 mm に切り取り、室温にて、初期チャック間距離 20 mm、引張速度 20 mm/min で引張試験を行った。

3. 結果と考察

本要旨では紙面の都合上、引張試験結果から得られたヤング率、破断応力、タフネスについて詳しく評価する。Fig. 2 に、ヤング率、破断応力、タフネスを HPB 添加量に対してプロットした結果及び、それらの傾向を重ねた図を示す。ヤング率では、HPB 1 wt% 添加で大きく低下したが、それ以降 5 wt% 添加で極大値をとり、その後緩やかに減少した。図には示していないが、19 wt%、42 wt% 添加の場合、マクロ相分離が起こり、ヤング率は両試料とも 40 MPa 程度となった。このことから、多量の HPB を添加すると、著しく力学物性が低下することが明らかである。破断応力は 4 wt% 添加で最大値をとり、タフネスも 5 wt% 添加で最大値を取った。また、傾向だけを重ねたところ、見事に極大を与える HPB 添加量が重なった。ひらがえって、本研究で明らかになった Fig. 2 の結果、2~8 wt% 添加でヤング率が著しく低下しないこと、ヤング率、破断応力、タフネス全ての物性が 4~5 wt% 添加で極大値をとったことから、リプロケーションが導入され、それが変形のエネルギーの吸収機構となることで試料が強靱化した結果、ヤング率の著しい低下が抑えられたものと理解できる。

4. 結論

本研究によって、HPB 添加量 4 wt% から 5 wt% でリプロケーションが導入されている可能性が示唆された。今後の詳細な構造解析によってリプロケーションの存在を明らかにする予定である。

引用文献 [1] Kushima et.al, Nano Lett. 2015, 15, 1302–1308

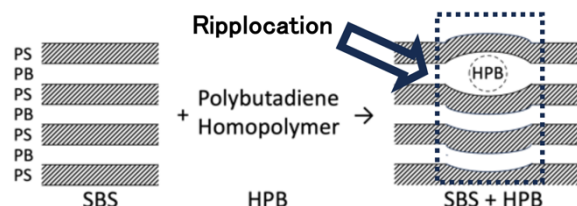


Fig. 1 Schematic illustration of ripplocation which can be obtained by blending SBS triblock copolymer with polybutadiene homopolymer.

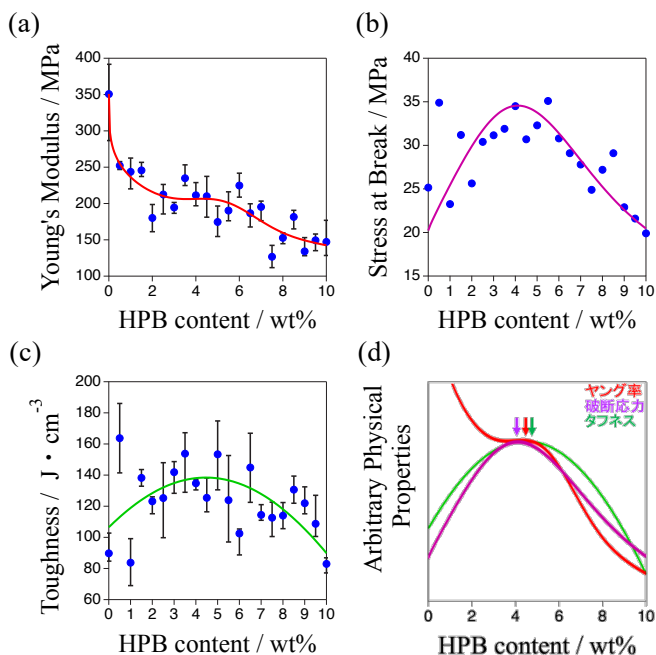


Fig. 2 (a) Plot of Young's modulus vs. HPB content (b) Plot of tensile strength vs. HPB content (c) Plot of toughness vs. HPB content (d) Overlapped plots of approximated curves for three physical properties shown in parts (a) – (c).

Mechanical properties of specimens prepared by blending polybutadiene homopolymer with SBS triblock copolymer that forms a lamellar microdomain structure.
Ryouse Fukune¹, Hideaki Takagi², Nobutaka Shimizu², Noriyuki Igarashi² and Shinichi Sakurai¹, * ¹Department of Biobased Materials Science, Kyoto Institute of Technology, Kyoto 606-8585, Japan, ²High Energy Accelerator Research Organization (KEK), Tsukuba, Ibaraki 305-0801, Japan * Corresponding Author: shin@kit.ac.jp