

RB架橋発泡靴底(射出成形)

RB Sponge Sole by Injection Molding

エラストマー事業部 TPE部/高分子研究所 エラストマー開発室

Elastomer Division, TPE Dept./Polymer Research Laboratories, Elastomer Laboratory

1 はじめに

RBは、JSRが独自技術で開発した1,2結合を90%以上含み、平均分子量10数万、結晶化度が17~35%に調節されたシンジオタクチック1,2-ポリブタジエンである。結晶性に富んだ領域と非晶部とのマルチブロックポリマー構造からなっており、結晶相が拘束相となり非晶相がゴム弾性に寄与しているため、熱可塑性エラストマーとしての機能を有している。また、図1に示すように、化学構造がモノマーの繰り返し単位ごとに、アリル位でかつ3級の炭素原子に結合した水素原子と側鎖にビニル基を有した化学反応性の高い構造となっており、架橋用ゴムとしての機能も有している。プラスチックとゴムの性質を持った熱可塑性エラストマーとして、靴底・フィルム・医療用チューブ・自動車部品など多岐にわたる用途において使用されており、特に靴底用途においては、欧州・中南米・アジアなど世界各地で広く使用されている。RBが使用される靴底は、スチレン系熱可塑性エラストマーであるスチレン-ブタジエン

ブロック共重合体とブレンドされた非架橋靴底がほとんどである。スチレン-ブタジエンブロック共重合体の射出成形外觀を改良してゴムライクに出来るという特徴を活かした靴底である。今回は、この非架橋靴底とは異なり、近年、生産方式が変化したことにより、新たに見直されつつあるRB架橋発泡靴底について紹介する。

2 架橋発泡靴底について

2.1 生産方式の変化

架橋発泡靴底の代表的なものとして、天然ゴムや合成ゴム(以下ゴムと記す)からなるゴム系とエチレン-酢酸ビニル共重合体(以下EVAと記す)からなる樹脂系がある。いずれも軽量であり弾性に富むことから、スポーツ、カジュアル、ビジネスシューズなどの靴底として広く使用されている。しかし、図2に示すように、多くの人手を費やした煩雑な製造工程を経て生産されるものであり、さらに、裁断や切削による廃棄部分が多く発生することから、ロス率は高く環境問題にも影響がある。このような問題を解消出来る生産方式として、1990年代にMAIN GROUP社より架橋発泡用の射出成形機が発表された。従来は、混練された材料をプレスにより架橋発泡成形して、さらに裁断または熱成形して靴底製品化していたものを、混練された材料を射出成形により架橋発泡して、その状態のまま靴底製品化するものであり、人手をかけない簡易な生産方式として注目された。2000年代に入り、同様の機能を持つ安価な台湾製の架橋発泡用の射出成形機も複数発売されたこともあり、世界各地において射出成形による架橋発泡靴底の生産方式が定着してきた。また、射出成形により、これまでプレス成形では困難であった深絞りのデザイン靴底や

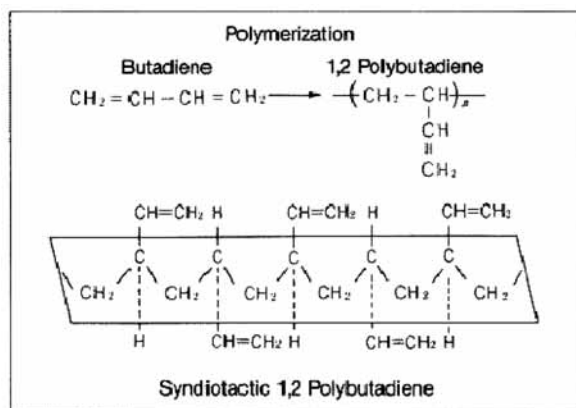


図1 JSR RBの構造

	プレス成形(EVA)	プレス成形(ゴム)	射出成形
生産工程数	多	多	少
生産人員数	多	多	少
生産コスト	高価	高価	安価
作業環境	悪	悪	優
地球環境	悪	悪	優

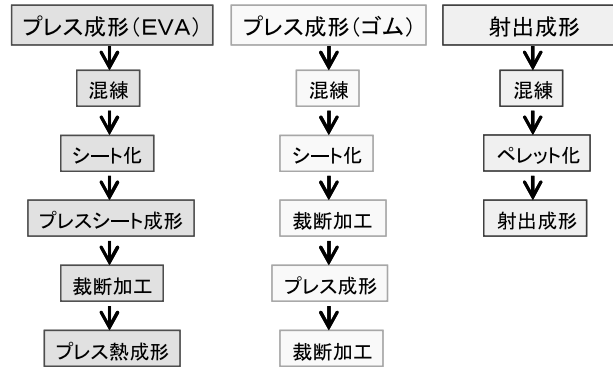


図2 生産工程の比較

アップパーと一体型のサンダルなどの創出にも繋がっている。近年流行している、NIKE、INC.社のNIKEフリーやCROCS、INC.社のCROCSサンダルも射出成形にて生産されたものである。

2.2 射出成形による架橋発泡技術

架橋発泡用の射出成形機は、射出シリンダと複数の金型ステーションから構成されており、射出シリンダが順次スライドして金型内に材料を射出して、金型内に架橋発泡鞋底が成形される。本射出成形機は、EVAの架橋発泡用に設計されたものであり、ゴムだけの架橋発泡成形は出来ない。ゴムは、架橋された状態であっても発泡により伸ばされた分子が元に戻るうとするために、経時による収縮率が大きく、射出成形では安定した寸法の鞋底製品化が難しいからである。EVAは、発泡により伸ばされた分子が結晶により拘束されるために、経時による収縮率が小さく、安定した寸法の鞋底製品化が可能である。RBはEVAと同様に結晶性であり、図3に示すようにEVAと収縮率に差は無く、本射出成形機に対応させることが可能である。また、RBはゴムを複合させてもペレット造粒化が可能であり、本射出成形機への原材料投入においても問題はない。

RBの射出成形による架橋発泡での問題は、RBの架橋剤パーオキサイドに対する反応性の高さから、パーオキサイド量または成形時の温度や時間の僅かな振れにより架橋度変化が起こり、寸法(発泡倍率)がばらつきやすくなることである。そこで、特定の架橋助剤を併用させること及び架橋温度の適正化により、架橋度を安定化させて寸法(発

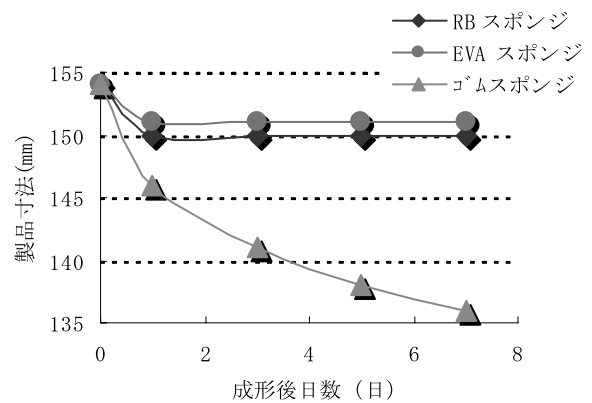


図3 経時収縮の比較

泡倍率)ばらつきをEVA同等に抑える配合確立をした。架橋温度、射出ショット間の寸法バラツキを図4、図5に示す。これにより、射出成形による架橋発泡に対応させることが可能となった。

2.3 RB架橋発泡鞋底の特徴

RBは、競合素材であるEVAに比べると、結晶化度が低く高いビニル構造であることから3つの大きな特徴がある。1つめの特徴は、ゴムライクな成形外観と風合いである。RBは適度な粘着性を有しておりゴムライクであるのに対して、EVAは、ポリオレフィン構造であり樹脂ライクである。2つめの特徴は、耐滑性に優れることである。図6に示すように、DRY面、WET面いずれにおいても、RBはEVAに比べて動摩擦抵抗が大きく、ゴムと同等の耐滑性であることがわかる。EVAは、耐滑性の悪さからミッドソール部分に使用されるのが一般的であり、アウトソール部分

はゴムを貼り合せてある製品が多い。耐滑性に優れるRBであれば、アウトソール部分に使用することも可能であり、EVAに貼り合せているゴムの代替やミッドソール部分とアウトソール部分を一体化したユニットソール化することで製品の軽量化も可能となる。3つめの特徴は、耐ひずみ性に優

れることである。図7に示すように、架橋発泡体のセル形状は、RBはEVAに比べて細かく均一であり、繰り返しにて衝撃を与えてもセルの変形が小さいことがわかる。また、図8に示すように、繰り返しにて衝撃を与えたひずみ率も小さいことがわかる。

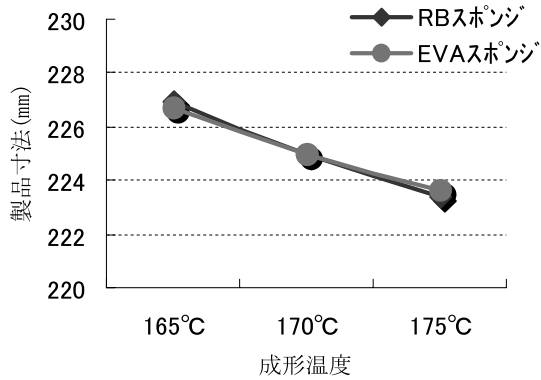


図4 成形温度による寸法ばらつき

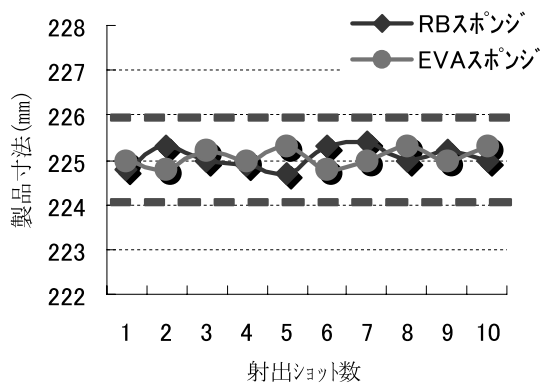


図5 射出ショット間の寸法バラツキ

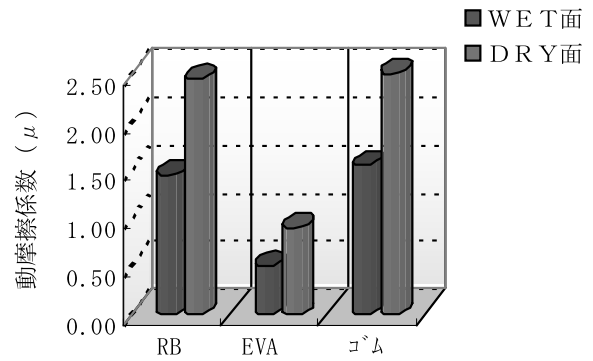


図6 動摩擦係数の比較 RB 架橋発泡体断面

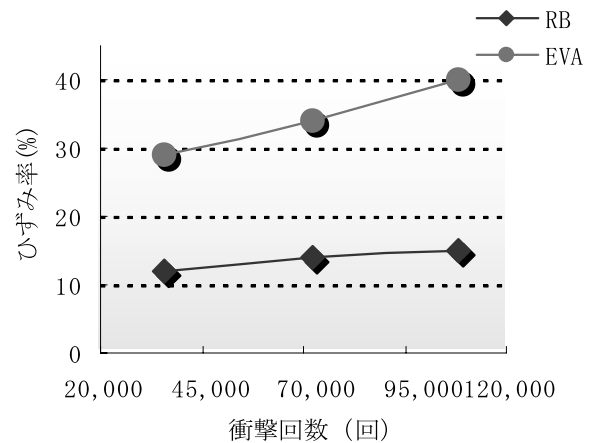


図8 衝撃ひずみの比較

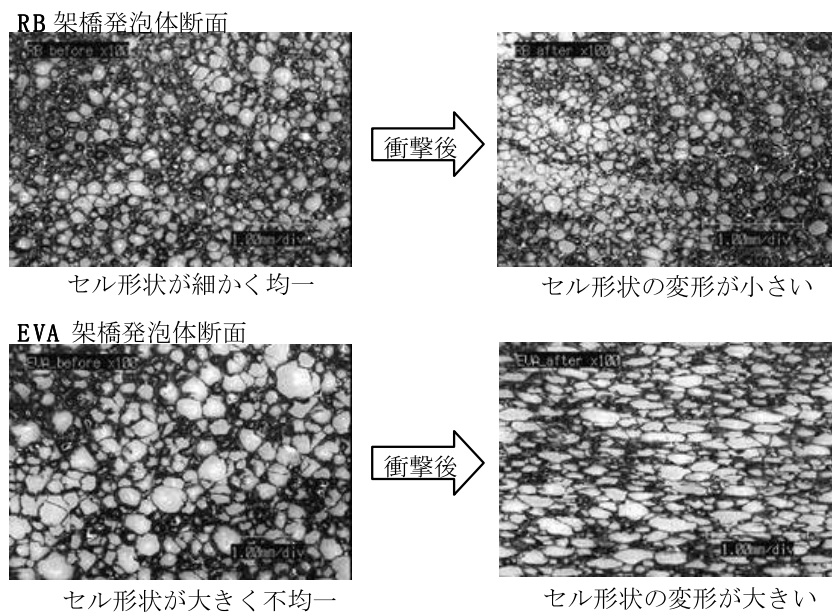


図7 衝撃前後のセル形状比較

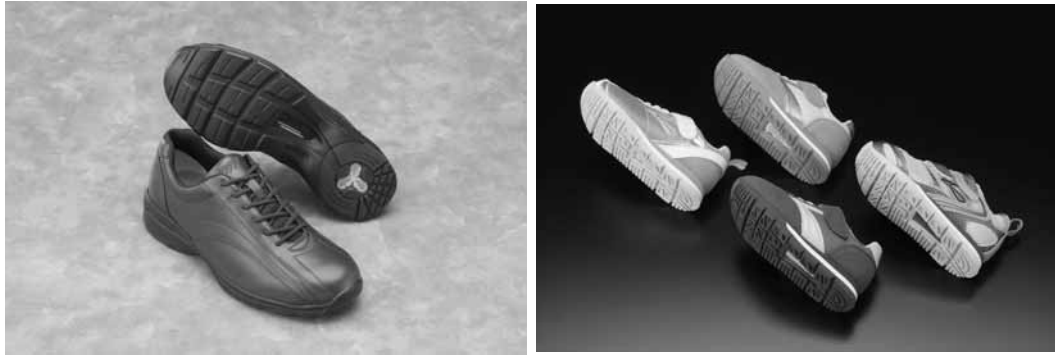


図9 左:ムンスター社ウォーキングシューズ/右:アサヒコーポレーション社ジュニアシューズ

3 終わりに

RBの架橋発泡靴底が高性能であることは古くから知られているが、これまでは生産における問題もあり大きく普及することは無かった。しかし、今回紹介した新しい射出成形による生産方式であれば、これまでの生産における問題

を解消することが可能であり、RBの架橋発泡靴底が見直されていくと考えられる。本年より、本技術を利用したRB架橋発泡靴底の採用が増えつつあり(図9に採用例を示す)、今後より一層拡大していくことを期待している。