

1. はじめに

従来、自動車内外装材やパッキン、ホース等に使用されている加硫ゴム（EPDM, SBR）は生産性に課題があり、エネルギーや労力の削減を図るため、熱可塑性樹脂のように射出成形、押出成形が可能なゴム材料の開発が望まれていました。

このようなニーズから生まれたのが熱可塑性エラストマー（以下 TPE と略）であり、1965 年にスチレン系 TPE であるスチレン-ブタジエン-スチレンブロックコポリマー（SBS）が初めて上市されました。当初、射出成形が可能な SBR ゴムの位置付けで登場しましたが、柔らかく伸びやすい特性を活かして、履物や粘接着剤等に多く用いられるようになりました。1990 年代になると各種樹脂の耐衝撃性改良剤としての用途も加わり、現在では重要なゴム素材に成長しています¹⁾。

TPE が他の高分子材料（ゴム、プラスチック）と異なる特性を持つのは、その構造に由来しています。TPE はゴム弾性を示すソフトセグメント、架橋点の役割を果たすハードセグメントから成り、通常、常温ではハードセグメントは集合してドメインを形成します。高温になると、ドメインは溶融し架橋点の働きが出来なくなり、塑性変形が可能となります。所謂、疑似架橋といわれる熱的に可逆な物理架橋の構造です^{1,2)}。

SBS を皮切りに様々な TPE が上市されました。現在、上市されている主な TPE を分類したのが表 1 です。

表 1 TPE の分類¹⁾

分類 (略称)	ハードセグメント	ソフトセグメント	ポリマー構造	合成方法
オレフィン系(TPV)	PP 結晶相 (Tm:165℃)	EPDM, EPR	高分子多相系	動的架橋
ウレタン系(TPU)	ウレタン構造 水素結合&結晶相	ポリエステル ポリエーテル	マルチブロック体	重付加
エステル系(TPEE)	PBT 結晶相 (Tm:225℃)	ポリエステル ポリエーテル	マルチブロック体	重縮合 開環重合
アミド系(PEBA)	ポリアミド 水素結合&結晶相	ポリエステル ポリエーテル	マルチブロック体	重縮合 開環重合
アクリル系	PMMA ガラス相	PBA	トリブロック体	リビングアニオン重合
スチレン系	PS ガラス相	BR, 水添ハイビニル BR IR, 水添 IR	トリブロック体	リビングアニオン重合

各種 TPE の特徴を比較し、表 2 に纏めました。

表 2 各種 TPE の特徴³⁾

分類 (略称)	硬度の範囲	柔軟性	復元性	機械強度	耐屈曲性	耐摩耗性	耐熱性	低温特性	耐油性	軽量性	コスト
オレフィン系(TPV)	40A~95A	○					○			◎	◎
ウレタン系(TPU)	70A~80D	×	◎	◎		◎			◎		
エステル系(TPEE)	90A~70D	×		○	◎		◎		◎		
アミド系(PEBA)	75A~70D	×		○	◎				◎		×
スチレン系	30A~95A	◎	◎					◎	×		

TPE の疑似架橋は、化学架橋のような時間とエネルギーを必要とせず、成形時の高い生産性やリサイクル性など、環境負荷の観点からも望ましい材料と考えられます。一方、欠点としては、化学架橋型のゴム・エラストマーと比較して架橋点の結合力が弱いため、一般に力学特性や残留ひずみ（永久ひずみ）が劣り、耐熱性、耐溶剤性、耐候性なども劣るとされています⁴⁾。

また、TPS を除き、全般に弾性率の高いものも多く、架橋ゴムのように柔軟性と強靭性を併せ持つ材料をすべて代替することは難しいのが現状です。

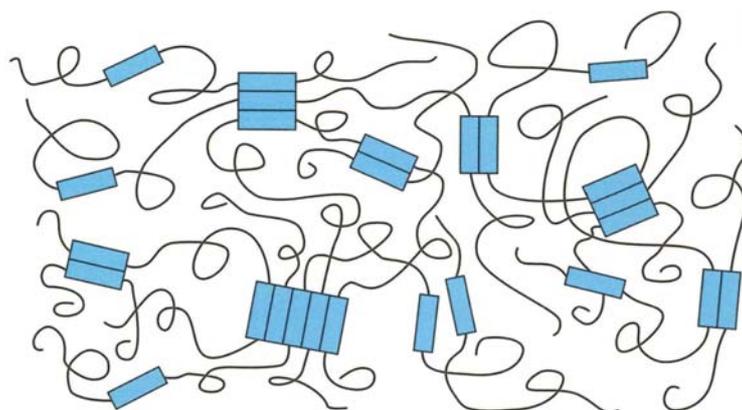


図 1 熱可塑性エラストマーの模式図（青色のハードセグメントが疑似架橋点を形成）⁴⁾

参考文献

- 1) : 日本ゴム協会編：「ゴム技術の基礎（改訂版）」, P.137, 日本ゴム協会(2002)
- 2) : 竹村泰彦, 日本ゴム協会誌, Vol.83 (9), 269-276 (2010)
- 3) : 竹村泰彦, プラスチックエージ, July 2017, p.24-74 (2017)
- 4) : 松下裕秀, 伊藤耕三, 高分子の物性と構造, 講談社サイエンティフィック(2013)