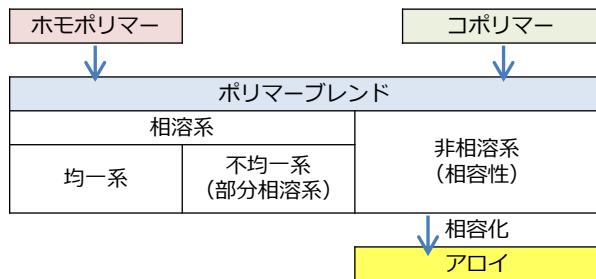


ポリマーの用途が広がり要求性能が高度化し単一のポリマーで全ての要求を満たせないケースが増え、特に耐衝撃性と剛性、耐熱性と成形性など、**相反する特性**をクリアする材料が求められています。そこで、特性が異なる複数の既存ポリマーを混ぜ合わせて、長所を活かしながら短所の改善を図る技術が**ポリマーアロイ**です。一般に、高分子は低分子化合物と異なり構造が近似していても分子レベルで溶け合う例は少なく、何らかの工夫が必要となります。

ポリマーアロイの位置付け



文献：弘中克彦；日本ゴム協会関東支部アドバンテックセミナー2014講演要旨集, p.9 (2014)

アロイの分類と設計ポイント

分類		状態	アロイ化の条件
相溶系	均一系	完全相溶	相溶化 (熱力学的) ・ポリマー選択 ・ランダム共重合体の利用 ・加工条件 (不均一系)
	不均一系	部分相溶	
非相溶系		分散	相容化 (物理・化学的) ・分散制御 (せん断, 相容化剤) ・界面制御 (相容化剤, 分子鎖変性, 反応押出)

ポリマーアロイは通常、バッチ式混練機や二軸スクリュ押出機等を用いた溶融混練法で調製されます。これらの装置内での混合・混練作用については、**分配混合**と**分散混合**に分類して考えることができます。非相溶の液-液系では、マトリックスの流動によるひずみがか加わると分散液滴に引き伸ばし変形が生じて、液-液界面の面積は増大し分配が促進されます。分散液滴は変形が進行すると分裂にいたりますが、このとき表面張力により球状に戻ろうとする力も働きます。これに打ち勝つ応力を作用させて、分散液滴を細分化することが**分散混合**です。非相溶のポリマー2成分を溶融混練させた場合の分散粒子径については下記のような**経験式 (Wuの式)**が提案されています。

【Wuの経験式】

$$R=4(\sigma/\gamma \cdot \eta_m)(\eta_d/\eta_m)^{\pm 0.84}$$

R:分散粒子径

σ :界面張力

γ :せん断速度

η_m :連続相成分の溶融粘度

η_d :分散相成分の溶融粘度

文献：S.Wu, *Polym.Eng.Sci.*, 27,335, (1987)

この式から、分散粒子径を小さくするには…

- ①溶融したポリマー2成分の界面張力を小さくする⇒ **相容化剤の選択**
- ②ポリマーの溶融粘度の差を小さくする⇒ **混練条件・ポリマーの選択**
- ③溶融混練の条件を高せん断とする⇒ **混練条件の最適化**

ポリマーアロイに関する受託業務

卓上小型混練機(Xplore Instruments社MC15-HT)を用いた非相溶系ポリマーアロイの実例

本装置でのテスト概要

- ・ポリマーの熱安定性、劣化、分解、反応性の評価
- ・添加剤/フィラーの分散性評価 (例) ナノ粒子
- ・ポリマーブレンド
- ・リアクティブブレンド
- ・ラボで試作した少量サンプルの混練
- ・各種試験のためのサンプル作製

①TPO/TPUの相溶化剤検討

TPU/TPU相溶化剤検討

E-GMA ※GMA 19%	m-SEBS1	m-SEBS2	m-PO	E-GMA-VA	E-GMA ※GMA 12%	BLANK
○	◎	△	×	△	○	×

二軸混練

TPO:オレフィン系TPV, TPU:アジペートタイプ

組成: TPO/TPU = 50/50, 相溶化剤 ⇒ 5phr

装置: 卓上二軸押出機 MC-15 /Xplore製

混練条件: シリンダー温度⇒200℃, スクリュ回転数⇒500rpm, 混練時間: 3~5min

評価項目

判定: 延伸評価 ◎完全相溶 (引き延ばされない)、○相溶 (若干延ばされる)、×非相溶 (引き延ばされる)

②ポリエステル/ゴム系TPVの調製

二軸混練

1) 組成: 樹脂/ゴム = 20/80,

加硫剤添加量 ⇒ ゴム成分に対して0.5~1.0phr

2) 装置: 卓上二軸押出機 MC-15 /Xplore製

3) 混練条件: シリンダー温度⇒240℃, スクリュ回転数⇒250rpm, 混練時間: 10~15min

評価項目

- 1) 溶融流動性 MFR
- 2) 相分離構造
 - ・透過型X線顕微鏡 シンクロトロン
 - ・ビームライン BL8S2 X線CT

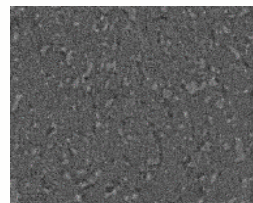
※ご協力: あいち産業科学技術総合センター

- ・走査型プローブ顕微鏡観察
- 装置: SPM-9700HT(島津製作所製)
- 測定: 位相モード

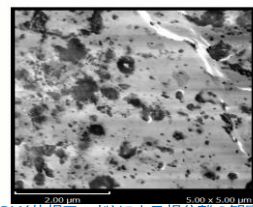


卓上混練機外観

混練部/コニカルスクリュ



X線CTによる相分離の観察



SPM(位相モード)による相分離の観察