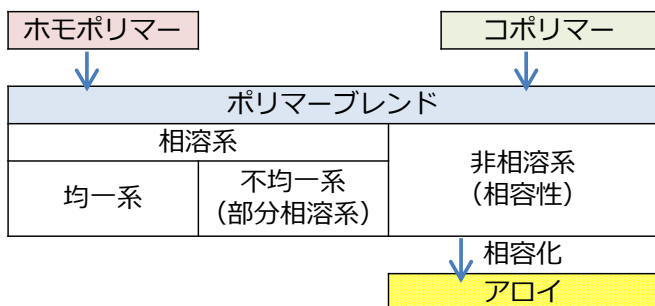


ポリマーアロイ・ブレンド

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か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



参考文献：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	相溶化(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

現在、上市されている代表的アロイとしては…

- 部分相溶系… ①PC/ABS, ②PC/PBT (相容化剤不要)
- 非相溶系… ③PA/PPE, ④PA/ABS, ⑤PA/PO, ⑥PBT/ABS

代表的相容化剤

ポリマー構造	非反応型	反応型
ランダム	・水添SBR ・EVA	・PP-MAH ・PS-Ox
ブロック	・EPR ・SIPS	・PE-MAH ・PE-GMA
グラフト	・SEBS ・PE-g-PS ・PP-g-AS	・SEBS-MAH ・PE-g-AS ・PC-g-P(GMA/AS)

注) MAH…無水マレイン酸変性(共重合) / PP-MAH ⇒ 酸変性PP, PE-MAH ⇒ 酸変性PE, OX…オキサソリン変性(共重合)
PS-Ox ⇒ オキサソリン変性PS, A-g-B…幹Aポリマー/枝Bポリマー

上市されている反応性相容化剤の例

樹脂種・構造	メーカー・グレード名
PP-MAH (無水マレイン酸変性PP, PE)	三井化学製「アドマーQシリーズ」
低分子量PP-MAH (無水マレイン酸変性低分子量PP)	三洋化成製「ユーマックス」
PE-MAH(無水マレイン酸変性エチレン・ブテン共重合体)	三井化学製「タフマーMシリーズ」
PE-GMA (エチレン・GMA共重合体)	住友化学製「ボンドファースト」
SEBS-MAH (無水マレイン酸変性SEBS)	旭化成製「タフテックMシリーズ」
PC-g-P(GMA/AS)(幹PC, 枝P(GMA/AS))	日油製「モディパーC1430G」
PS-Ox (オキサソリン基含有PS)	日本触媒製「エポクロスRPS-1005」

DJKでのポリマーアロイに関する受託業務

- 二軸押出機を用いたポリマーアロイの試作・反応押出
- ポリマーアロイの物性評価・組成分析
- 既存ポリマーアロイの改良

・反応型相容化剤について

反応型相容化剤は、①ポリマーAと相溶もしくは親和性が非常に高い部分と、ポリマーBと反応する官能基を併せ持つポリマー、②ポリマーAとポリマーBの両方に反応する官能基を併せ持つポリマー又は化合物の2つのタイプがあります。官能基の例としては、カルボキシル基、酸無水物基、水酸基、エポキシ基、オキサソリン基などが挙げられます。

・同方向回転2軸押出機について

高トルク化・高速回転化が可能で、セグメント化されたスクリュ構造により様々なスクリュエレメントを目的に応じて組み換えることができるのが最大の特長です。



二軸押出機外観



吐出後のストランド水冷