相溶も視野に入る相容化

The Recent Aspects of Compatibilization Based on the Miscibility

伊澤 槇一 旭化成工業(株)
Shinichi IZAWA

異なるポリマーは、ホモポリマーもコポリマーも非相溶 (Immiscible) であり混ぜて使う上では極めて不自由である。これを解決するために界面の張力を下げ、相互浸入する界面厚みを向上させる働きを期待しているのが、コンパティビライザー (Compatibilizer 相容化剤) である。

ブロックコポリマーは、成分である高分子鎖がミクロ相分離していながら透明性を有する相容系の一つの典型である。高分子間を化学結合でつなぐことによって、可視光線の波長よりも微細な相分離を達成している。透明になるというのは、相溶性の一つの簡便な物差しとして使用されているものであり、かなり相溶に近づいた相容系が得られていることになる。

ランダムコポリマーの成分として相互反発性のモノマーを組み合わせると、第三のポリマーをその間に相溶化することは良く知られており一相系と二相系との区切りとなる臨界曲線を持つ相図が得られるケースが多い。モノマーの間を化学結合でつなぐことで相溶化を達成している方法である。相溶による均一化と相分離とは昇温、降温によって可逆的であるのが特徴であり、確認には透明になるか否かが用いられている。この系で、学問的レポートが多い割には実用例が少ないのは加工時も実用時も一相系となるほど、臨界温度が充分に高くなる例が得難いことも響いているのかも知れない。

グラフトコポリマーによって、界面が相容化されているゴム補強樹脂 (HIPS, ABS など) はポリマーアロイとしての歴史も長く、現在の使用量も大変に多い。ゴムの存在下に PS や AS の重合を実施して、化学結合を形成するこの方法は、相容化の基礎的な例であり、研究も広く深く行われている。

エンジニアリング樹脂など結晶性ポリマーについてもゴム補強を行う方法や弱点をカバーするために

異種のポリマーを組み合わせるアロイ化が急速に進展してきている。基本的な技術としては、枝となるポリマーを化学的に結合させるグラフトコポリマーを相容化剤とする設計がなされている。

非相溶な組み合わせであるにもかかわらず、混合時に相容化剤を用いない PC/ABS や PBT/PC などのエンブラ系ポリマーアロイが、実使用量で万トン/年以上に達していることを不思議に思う人は少なかった。仮説としては、半相溶系 (物理的意味不明) とか、混練時にメカノケミカル反応で相容化剤が生成しているためとか、いろいろあげられてはいた。近年になって、これらの系が物理的相溶化である可能性が示された。

相図を持つ (臨界曲線が測定温度領域で観測される) 二成分系ポリマーアロイを高いせん断速度で混合すると、臨界曲線が一相領域を広げる方向へ移動する現象が観測されるようになった。しかもその移動幅は、押出機や射出成形機の中でのせん断速度付近では 100℃ 以上は確実にあり、相溶域が実加工温度に広がっていると推定できる。非相溶な組み合わせのポリマーが加工の時に相溶状態を経由して、好ましい分散状態に達する相容化を実現しているとも見える。

成形加工では、メルトのポリマーが冷却固化するという工程が必ず存在する。物理的相溶の意味するものは、その冷却時の条件を最適に選ぶことによって相容状態がコントロールできるようになることである。

PC/ABS 系などの実用ポリマーでは、かなり広い範囲の相容状態が許容されて、大量の用途展開を可能にしていたと考えられる。

化学的相容化も物理的相容化も、限りなく相溶に近づき、あるいは、相溶を経由して実現されていくようになることが、見え始めている。

旭化成工業(株)石化樹脂技術開発総部 (210 川崎市川崎区夜光 1-3-1) 部長, 工博

〈略歴〉1959 年東京工業大学理工学部化学工学課程卒, 1964 年大学院理工学研究科博士課程修了, 1960 年旭化成入社, 1968~82 年旭ダウ(株) 出向, 1982 年帰任, 現在に至る。専門はポリマーの複合化による機能材料の開発。