超音波による溶融ポリマー中の微細粒子モデル凝集体の分散挙動

(第18巻11号掲載)

末次 義幸*・佐藤 淳*

フィラーの微細化動向に加えて最近では種々のナノサイズ粒子の開発が活発化しており、ポリマーとこれらフィラーの複合化技術、混練・分散技術は益々重要になっている。粒子は微細化されるほど凝集しやすくなり、また凝集体を破壊するのに必要な応力も大きくなるため、完全に分散することが難しく凝集体が残留しやすくなる。

我々は従来から超音波の成形加工技術への応用を検討してきたが、新たに超音波による微細フィラーの分散について検討を行った。

加工技術への応用展開で蓄積した技術やノウハウをもとに、フィラーの分散を目的とする超音波装置を設計・作製し、二軸押出機に装着した。はじめに通常の混練実験のように、ポリマーとフィラーを押出機のフィーダーから投入し条件を変えながら物性や分散状態を評価し、その向上度合いから因子を推定し条件を最適化する方法で検討を行った。しかし、当初は超音波の効果を発揮する条件や支配因子が把握されておらず、また装置も不完全であった。このために物性や構造の変化が小さく、最適条件を見出すことが困難であっただけでなく、超音波によって粘度が高い溶融ポリマー中でフィラーの凝集体が破壊・分散されるのか、明確な答を得ることができなかった。

そこで可視化窓を取付けた超音波ダイスを作製し(写真)、現象の直接観察を試みることにした。これによって現象がはじめて理解され、支配因子や時間スケールの把握ができ、条件や装置設計へのフィードバックも可能になった。

溶融ポリマー中の凝集体は、超音波と同じ周期(52.6 μ 秒)の膨張・収縮運動を繰り返しながら、径を増大させ

可視化用超音波ダイス

(1/10秒オーダー)、0.5秒以下の短時間でばらばらに破壊・分散されることが明確になった。また、加圧して作製した強固な凝集体まで分散可能であることがわかった。

超音波による圧力振動の伝播により、凝集体内の細い空隙チャンネル中の気体が激しく膨張・収縮することで凝集構造が極めて短時間に破壊されるものと推定される。

本技術は、押出機高シエアゾーンでのせん断応力による分散とは異なり、基本的にショートパスがないこと、押出機の混練条件を特にシビアに設定する必要がなくポリマーを劣化させずに高度な分散が可能であること、超音波装置は通常の押出機に装着可能であること、などが特徴である。

圧力振動による微細粒子の分散という、新しい技術の可能性が示されたと考えている。

* 出光興産(株)中央研究所第二解析技術室
材料設計・加工技術チーム

*Suetsugu, Yoshiyuki

*Sato, Atsushi