

プラスチック／フィラーのコンパウンド技術

キーワード：プラスチック材料、フィラー、マスターバッチ、コンパウンディング

はじめに

最近、プラスチック成形品は日用品をはじめとして、工業部品や機能部品など様々な用途で目にすることができます。それに伴い、プラスチック材料自体も単一材料から複数材料の組合せや様々な添加剤（材）による改質が盛んに行われています。

当研究所では、プラスチック材料のコンパウンディング用装置として、小型ミキサおよび二軸押出機を設置しています。ここでは、これらの機器を用いたプラスチック材料のコンパウンド技術について紹介します。

プラスチック材料のコンパウンド技術

目的とする機能や性能を得るためにベースのプラスチック材料に異種のプラスチックあるいはフィラー（強化材、充てん剤）や添加剤を混合・分散させる操作をコンパウンディングといいます。プラスチック材料のコンパウンディングを行う際には、フィラーや添加剤を凝集することなく適度に分散させること、機械的特性の面では強化材をできるだけ壊さずに混ぜることが求められます。

少量材料でのコンパウンディング

プラスチック材料のコンパウンディングには2本ロール、ニーダー、バンバリーミキサ、押出機など様々な装置が使用されます。コンパウンディングプロセスの最初に使用される装置としてはニーダーが一般的です。1回のテストで使用する材料が少なくすむため、混練条件の探索に最適であるといえます。

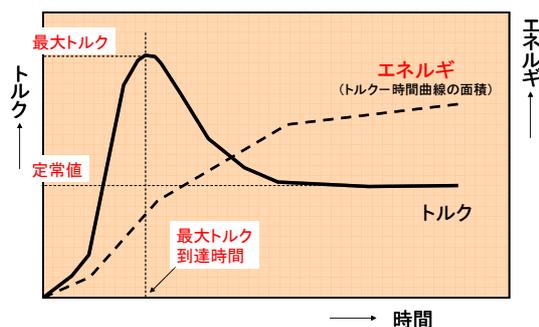
当所に設置されているニーダー（混練試験装置）の仕様を表1に示します。図1(a)に示すようにミキサに充填された材料中をロータと呼ばれる三角形の部品が回転することに

表1 混練試験装置の仕様

| | |
|--------|-----------------|
| 最高使用温度 | 約 350℃ |
| ミキサ容量 | 60cc (約 50g) |
| ロータ回転数 | 最大 150rpm |
| ロータ形状 | 低・中・高せん断力用を標準装備 |
| 計測データ | 樹脂温度、混練トルクが計測可能 |



a) 装置外観



b) 試験画面 (イメージ)

図1 混練試験の概要

より、材料に練りが加わります。その際に材料から受ける抵抗値がトルクとして表され、時間の経過とともに図1(b)のように変化していきます。トルク-時間曲線の面積の積算値はエネルギーとして表されます。エネルギーはトルクとともに分散度合を知る目安となります。フィラーを樹脂に分散させる際、分散が

しやすい（樹脂との濡れ性が良い）場合は、最大トルクの値は低く、エネルギーの上昇が緩やかになります。

ニーダーの活用方法の一つとしてフィラーや添加剤を高濃度配合した樹脂（マスターバッチ）の作製があげられます。この装置は添加物を樹脂中に均一に分散させる力はそれほど強くはないですが、高濃度の添加物を樹脂に練り込むことは可能です。得られた塊状の複合樹脂を粉碎すればマスターバッチとして後工程である射出成形や押出成形で利用することができます。

押出機でのコンパウンディング

前述のニーダーは少量での試作には有効ですが、ある程度まとまった量の材料を作製する際には、同じ作業を何度も繰り返し行う煩雑さが生じます。そのような場合には押出機を使用することになります。

押出機でのコンパウンディングには様々な方法があります。プラスチック材料とフィラーを予め混合（ドライブレンド）しておいてから押出機に供給する方法は最も簡単ですが、樹脂ペレットと添加剤のサイズの違いによる供給ムラが避けられません。そのような場合には、最初にプラスチック材料だけを供給し、押出機の途中からフィラーを別途供給するというやり方が一般的です。

しかしながら、カーボンナノチューブ（CNT）に代表されるようなフィラー同士の凝集力が非常に強いフィラーを押出機を通すだけでプラスチック材料中に均一に分散させることは非常に困難です。現状、分散が難しいフィラーについては樹脂溶液や溶剤にフィラーを添加した後、かく拌や超音波照射による分散処理や何らかの表面処理によるフィラー表面への官能基の導入などが行われていると推測されます。または、高濃度の添加物をプラスチック材料に練りこんだ材料（マスターバッチ）を上述のニーダー等であらかじめ作製しておいて、元のプラスチック材料とマスターバッチを混合したものを押出機に供給する方法もあります。

当所に設置されている二軸押出機を図2に示します。あわせて、表2に機器仕様を示します。



図2 二軸押出機

表2 二軸押出機の仕様

| | |
|---------|--------------------------|
| スクリュウ形状 | セグメントタイプ φ26mm、L/D=25 |
| 最大許容トルク | 15kg・m (150N・m) |
| 最高使用温度 | 約 350℃ |
| 付属品 | 定量フィーダ、ストランドダイ (φ3mmx3) |
| ペレタイザ | 水冷・空冷とも使用可 |

セグメントタイプの押出機（ベントなし）であり、混練作用を高めるニーディングゾーンが2ヶ所設けられています。ニーディングゾーンをなくすことや配置換えも可能です。あわせて押出機の途中から別材料を供給するためのサイドフィーダも使用できます。使用条件によりますが、時間あたり数kg程度のコンパウンド材料の試作が可能です。

おわりに

プラスチック材料とフィラーの複合化に関する技術的な相談および今回ご説明しました加工機器については、機器開放にて企業のご利用が可能です。下記担当者までお気軽にお問い合わせ下さい。