

# スプルーランナーロスを再利用してバージン材に混ぜ、射出成型プロセスで使用できるようにするための最適な混練条件を見つけるためのミキサー試験

## 概要

MIM (Metal Injection Molding: 金属粉末射出成型法) のプロセスにおいて小さい部品を作る際にスプルーランナーで消費される材料の無駄は、深刻な課題です。そこに残留した材料をバージン材に混ぜて再利用することで、スプルーランナーでの消費を最小限にすることができます。

しかし、実際には、ある量までしかバージン材に混ぜて使用することはできません。それは、スプルーランナーに残留した材料を混ぜ過ぎると、成形した部品に何らかの問題が生じるからです。少量でバッチ混練ができるミキサー付きトルクレオメーターを使えば、何も混ぜていないバージン材とスプルーランナーの再生材を利用したものの違いを確認できます。

バージン材とスプルーランナーの再生材の配合比率を変え、混合における再利用材の最大使用量を決定するための試験を行いました。

バージン材とスプルーランナーの再生材の流動曲線 (ミキサーのデータ曲線) はまったく違ったものになります。

バージン材とスプルーランナーの再生材を混ぜた材料の流動曲線は、バージン材の曲線からスプルーランナーの再生材の曲線へと、スプルーランナーの再生材を増やしていくことで近づいていきます。

実際のプロセス温度でのミキサー試験は、不良品を作らないための最適な混合比を決定する有効な方法です。

## 粉末とバインダーの混合比率

粉末とバインダーの混合比率は原料の性質に関してもっとも重要な要素になります。

この比率は三つのカテゴリに分類されます。

1. バインダーが過剰な場合 — バインダーを入れ過ぎるとバインダーを取り除く工程で分離してしまい、最終的な成分は崩れを生じて不均一なものになります。
2. 粉末が過剰な場合 — 粉末を過剰に入れ過ぎると空気層 (空気の間) のある材料になり、粘度がとても高くなります。高粘度のものは成形時の材料の充填で負の要因になります。空気層はバインダーを取り除く際にクラックを生じる原因となります。
3. 限界固体含有率 — 粉末粒子が密にしっかりと閉じ込められ、隙間はすべてバインダーで埋められている状態になっています。ほとんどの場合、粉末が使用されます。バインダーの配合比は、製品の品質を保ち成形を容易にするために、限界固体含有量よりも少し少なくします。



図1. Thermo Scientific™ HAAKE™ PolyLab™ OSシステムとミキサー

限界固体含有率を容易に見つけるために、トルクレオメーターにラボ用のミキサーを連結させて使用します (図1)。バインダーの混合物をミキサーへ最初に投入します。トルクが安定したら、試験の間常に一定のミキシング速度を保ちながら最初の固体投入を開始します。

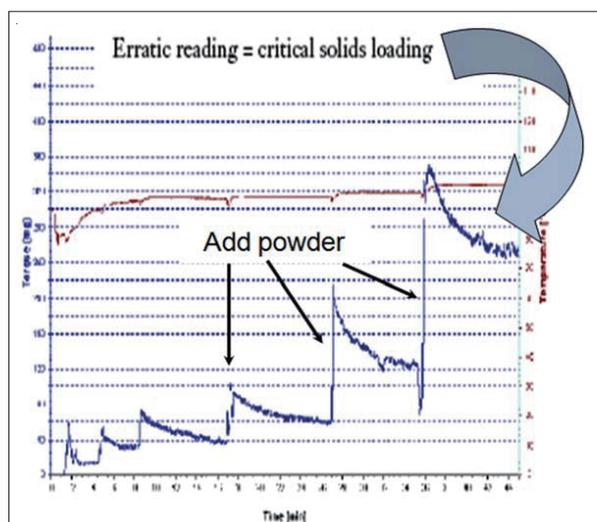


図2. 粉体の限界含有率

十分な金属やセラミックの粉末が加えられ、限界固体含有率までには到達していませんが、それに近い状態で混合が容易に行われます。原料は通常45~75%が固体ですが、もし限界がわからなくてどうしたらよいかわからないときは、固体を最大量にします。トルクがもう一度安定したら、段階を経て少しずつ粉末を追加していきます。

それぞれのステップにおいてトルクが安定しているか注意深く見るようにします。もしトルクが安定していたら次のステップに移ります。トルクが不安定な場合、限界固体含有率に達しています。

このような試験の典型的なグラフを図2に示します。

## バージン材と再生材のサンプルについて

MIMのプロセスにおいては、特に小さい部品ではスプルーランナーで消費される材料量が多くなります。スプルーランナーの材料消費を抑えるために、バージン材にスプルーランナーからの再生材を混ぜます。

これは、ある量までしかうまく行きません。スプルーランナーの再生材が多くなり過ぎると、成形した部品に問題が生じるからです。

バージン材と再生材について、ミキサー試験は射出成形の際の温度である185℃で行いました。この際にはローラーローターを使用しました。速度はすべての試験で40 rpmです。図3に再生材の流動曲線を表しています。ミキサー試験は、同じ製造ロットの新しい材料でそれぞれ2回ずつ行いました。トルクと温度曲線から、再現性があることがわかります。

次に、二つの製造ロットの異なるバージン材について、同じ条件下で試験を行いました(図4)。

二つのサンプルは違うものですが、試験を続けていく限りにおいては、同じ粘度を有する同じレベルのものになっています。バージン材と再生材は図5で比較できます。この比較により、再生材はトルク、つまり粘度が明確に低くなるのがわかります。

## 結論

簡単なミキサー試験で、原料の違いを確実に評価できます。さらには、バージン材に再生材をどの程度の量まで加えても使用可能な状態の部品が作れるかを、正確に判断することができます。

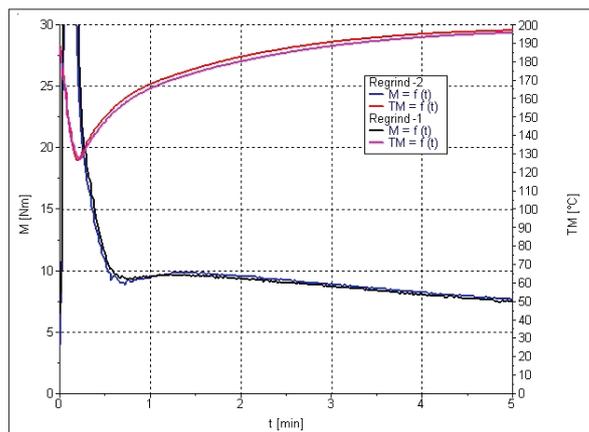


図3. 再生材の再現性

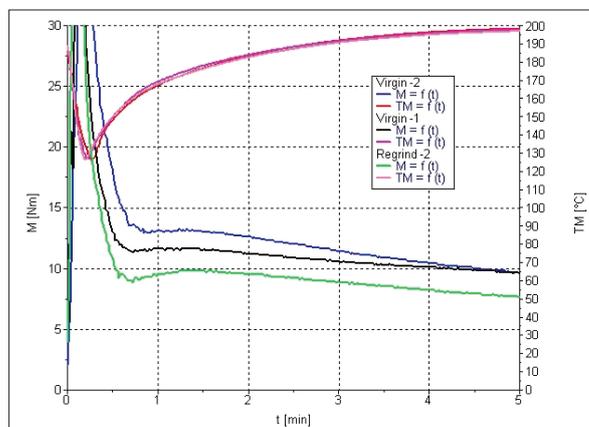


図4. 2種類の異なる製造バッチのバージン材の比較

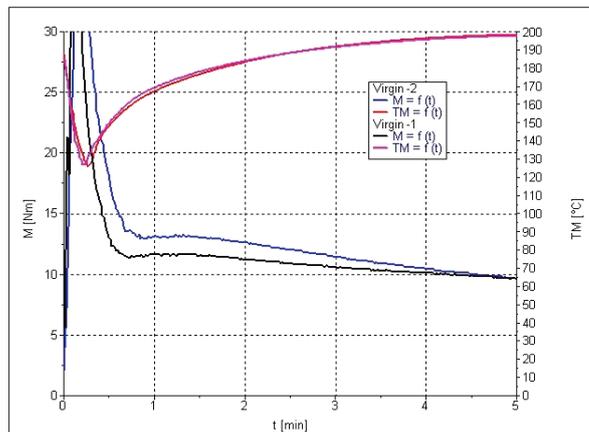


図5. 二つのバージン材と一つの再生材の比較

© 2020 Thermo Fisher Scientific Inc. 無断複写・転載を禁じます。 MC047-A2008OB  
ここに記載の会社名、製品名は各社の商標または登録商標です。  
また、記載されている製品は研究用機器であり、診断目的およびその手続き上での使用はできません。  
記載の価格は 2020 年 8 月現在のメーカー希望小売価格です。消費税は含まれておりません。  
価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。  
実際の販売価格は、当社販売代理店までお問い合わせください。

## サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

thermofisher.com