

セラミック射出成形コンパウンドの流動挙動の試験

著者

Matthias Jährling

Thermo Fisher Scientific, Karlsruhe, Germany

イントロダクション

粉末射出成形 (PIM) は、主に金属射出成形 (MIM) とセラミック射出成形 (CIM) があり、複雑な精密部品のための高度な大量生産の技術です。例えば、自動車業界では、より低燃費な自動車の開発のために、エンジンの熱に関するセラミックタービンブレードの評価が行われています。

CIMの原料は、セラミック粉末とポリマーバインダーの化合物です。ポリマーフィラーに加えて、分子量と分子量分布も最終原料の流動特性に影響を与えます。高精度の最終製品を実現するために、PIMを使用するメーカーは、原料の材料特性を加工前に確認しておく必要があります。

目的

メルトフローインデックス (MFI) テスターとミキサーセンサーを使用して、2つの異なるCIM原料の特性評価を行いました。この特性評価では、2つの原料間に違いは見られませんでした。これら2つの原料から作られた最終部品は、機械的特性に大きな違いを示しました。2つの原料に何らかの違いがあることは明らかでした。

この試験の目的は、適切なハードウェアとソフトウェアのアクセサリを備えたキャピラリーレオメーターを使用して、2つのCIM化合物サンプルを区別することです。エクストルーダーによるキャピラリーレオロジーテストは、2つのサンプル間で何が異なるかを調べられるフローカーブを提供します。

試験装置

以下を含むThermo Scientific™ HAAKE™ PolyLab™ OS キャピラリーレオメーターシステムを使用しました。

- Thermo Scientific™ RheoDrive™ システムおよび Thermo Scientific™ Rheomexシングルスクリュウエクストルーダー19/25
- スクリュー (圧縮比 2:1)
- ロッドキャピラリーダイ (径1.50 mm、長さ30 mm)
- Thermo Scientific™ PolySoft キャピラリーレオロジーソフトウェア
- 冷却水循環装置Thermo Scientific™ SC150-A10 (エクストルーダーのフィードゾーン温調)

キャピラリーレオメーターは、プロセスに依存するせん断速度でのせん断粘度の測定に特に適しています。HAAKE PolyLab OS システムは、センサーと適切なレオロジーキャピラリーダイと組み合わせて使用することで、実際のプロセス条件下でのレオロジー特性を測定できます。さらに、PolySoft OSキャピラリーレオメトリソフトウェアは、テスト手順の事前設定、測定を自動的に実行、必要な修正の実施ができ、流路と金型のモデリングのための回帰分析を可能にします。

試験条件

エクストルーダー温度:

- フィードゾーン: 20 °C
- 1stゾーン: 95 °C
- 2ndゾーン: 110 °C
- 3rdゾーン: 135 °C
- ダイ温度: 135 °C

試験方法

各CIM原料の流動挙動を確認するために、各バッチのサンプルをエクストルーダーで可塑化しました。その後、サンプルはダイを経由してキャピラリーに通されました。エクストルーダーで異なるスクリュウ速度を設定することにより、異なるせん断速度が得られました。

キャピラリー直前の熔融圧力は、圧力変換器を使用して測定しました。接続された天びんにより、押し出された熔融物を自動的に測定します。一定の圧力と熔融スループット値に達した後、レオロジー値計算のためのデータを記録しました。ソフトウェアは、設定されたドライブ速度を自動的に実行します。測定データからせん断速度と粘度を計算し、粘度曲線で表示しました。ソフトウェアは、BagleyとWeissenberg/Rabinowitschのレオロジー補正を自動的に行えます。

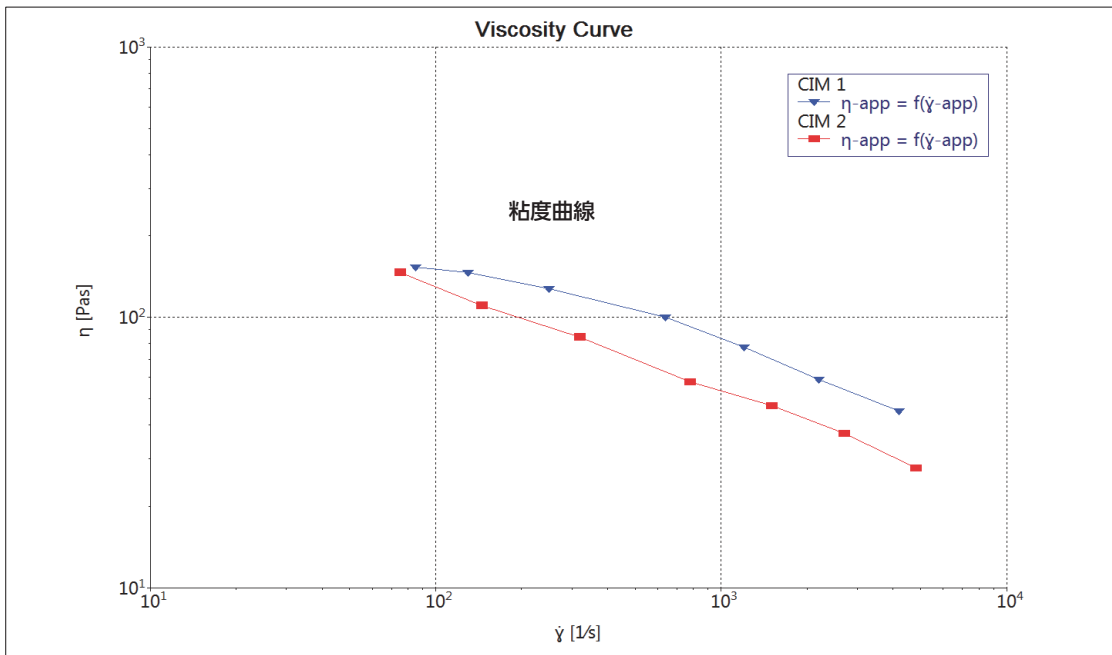


図1. 2つの異なるCIM原料の粘度曲線 (CIM1およびCIM2)

試験結果

粘度曲線 (図1) は、2つのCIM原料の粘度測定値を示しています。グラフには、せん断応力 τ と、せん断速度 $\dot{\gamma}$ より導かれた粘度 η を表示しています。2つの熱可塑性セラミック原料のバインダーはポリオレフィンをベースとしていたため、粘度曲線はポリマーに典型的なせん断減粘、つまりせん断速度の増加による粘度の低下を示しています。原料2 (CIM2) は、原料1 (CIM1) よりもせん断減粘が大きくなっています。せん断速度 100 s^{-1} では測定値は非常によく似ていますが、より高いせん断速度では異なります。例えば、原料1の 1000 s^{-1} での粘度値は、原料2よりも42%高くなっています。

結論

粘度測定の結果は、MFIテスターとミキサーセンサーでは両方の原料を区別できなかった理由を説明しています。これらの試験でのせん断速度設定は、通常 100 s^{-1} 未満で、この条件での両方の原料の粘度は類似しています。エクストルーダーによるキャピラリーレオロジー試験では、より高いせん断速度での測定が可能のため、押出プロセスまたは射出成形中の実際の条件とより

近い比較が可能です。この結果は、原料1で金型が完全に充填されない問題や、原料2で (粘度が低すぎるため) 必要な形状安定性を達成できない可能性があることを示しています。

複雑で精密な部品を大量生産するためには、材料特性を適切に評価することが必要です。エクストルーダーキャピラリーレオロジーシステムはそのための最適なデータを提供できます。

まとめ

キャピラリーレオロジー測定オプションを備えたHAAKE PolyLab OSシステムは、製造時と同様の条件下でセラミック原料の流動特性を迅速かつ信頼性の高い試験で提供します。この試験では、単純なMFIテストでは見えなかった重要な材料特性を見られました。HAAKE PolyLab OSシステムにより標準化された自動テストルーチンを確立することで、製造の時間を節約し、品質を確保できます。PolySoftキャピラリーレオロジーソフトウェアは、さまざまなアプリケーションに適したテストプログラムを実行するようにカスタマイズもできます。

詳細はこちらをご覧ください thermofisher.com/extruders

研究用のみ使用できます。診断用には使用いただけません。

© 2024 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.

All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.

実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。

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。

標準販売条件はこちらをご覧ください。 thermofisher.com/jp-tc MC071-A24030B

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

thermofisher.com

thermo scientific