

3Dプリンタによるブロー成形試作樹脂型の製作

機械電子研究所 機械システム課 副主幹研究員 鍋澤 浩文

1. はじめに

ブロー成形は、薄肉で内型を持たないことから、シミュレーションによる仕上がり予測が難しく、試作金属型による成形を繰り返した後、量産型の製作を行っています。試作金属型に要するコスト低減や期間短縮が課題となっており、CADデータから直接3D構造を造形できる3Dプリンタによる試作型の製作が検討されています。本研究では樹脂3Dプリンタによる試作樹脂型（以下樹脂型）をダイレクトブロー成形とインジェクションブロー成形の生産実機に用い、試作型としての適用可能性を調査しました。

2. 実験方法

樹脂型は粉末床熔融結合方式のFormiga P100 (EOS) で造形し、樹脂は機械強度と耐熱性に優れたファインナイロン (polyamide12) を用いました。型の基本構造は、金属ベース型に造形した樹脂型を嵌入する入子方式を採用しています。これにより、樹脂型の厚肉箇所への反り、及び造形材料と造形時間の低減を図ることが可能になります。

2.1 ダイレクトブロー成形

成形対象に、ネジ付きの低密度ポリエチレンチューブ ($\phi 19\text{mm} \times \text{H}120\text{mm}$) を選定しました。ダイレクトブロー成形は、パリソン温度が樹脂型の融点に近いので、樹脂型の変形と成形品の離型不良や熱収縮が懸念されました。そのため、樹脂型に水路を設け、樹脂型を水冷しながら成形を行いました。また、3Dプリンタで造形した樹脂型表面の表面粗さは粗いため、耐水ペーパーで研磨処理 (Ra : 数 μm 程度) を行いました。成形ショット数、底面からのネジ部付け根高さまでの寸法、表面粗さ、光透過率について量産金属型の成形品と比較評価を行いました。

2.2 インジェクションブロー成形

微細で複雑な形状の転写性を確認するため、ダイヤモンドの小型PETボトル ($\phi 23\text{mm} \times \text{H}60\text{mm}$) を成形対象に選定しました。ブロー工程のプリフォーム温度が $60^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 程度であるため、樹脂型に水路は設けませんでした。成形ショット数、表面粗さ、光透過率を測定し、形状が類似した量産品との参考比較を行いました。

3. 実験結果

3.1 ダイレクトブロー成形

樹脂型と量産金属型の成形品評価結果を表1に示します。水路の効果で試作品評価に必要な100本の連続成形が可能でした。流路のない樹脂型は離型不良が頻発していることを確認しており、中空の3次元構造を容易に形成できる3Dプリンタの特長を活かすことができました。底面からネジ部までの寸法計測結果より、熱収縮は樹脂型で進行しやすいことを確認しましたが、成形品毎のばらつきが少ないため、樹脂型の寸法変更に対応できる範囲です。一方、成形品の表面粗さと光透過率は金属型より劣っていますが、これらは型の表面粗さに起因しており、表面粗さの改善が今後の課題になります。

表1 成形品評価結果

評価項目	樹脂型	量産金属型
連続成形ショット数 (本)	100	(量産)
底面からネジ部付け根の寸法 (mm) ※	108.5	109.5
表面粗さ Ra (μm)	2.34	0.44
透過率@550nm (%)	51.4	66.6

※成形品ねらい値：109.5mm

3.2 インジェクションブロー成形

ダイレクトブロー成形の約10倍の成形圧力を用いるために型締圧力が大きく、樹脂型の変形や破損が懸念されましたが、10ショット以上の連続成形が可能でした。ダイヤモンド形状は樹脂型を忠実に転写しており、3Dプリンタの樹脂型が機械加工では煩雑な複雑形状に適していることを確認しました。一方、樹脂型の表面性状に起因して表面粗さと光透過率は量産品より劣る結果となりました。

4. おわりに

今回製作した成形品は、手触り、内容物の吐出感、キャップの嵌合について、試作金属型との差異はありませんでした。3Dプリンタで造形した樹脂型は、成形法とプリンタの特長を考慮することにより、試作型として十分活用できるものと考えられます。

【謝辞】本研究は、若い研究者を育てる会との共同研究の成果です。