

デジタルシボ技術を活用した酒器の加飾

Decoration of sake Cup using digital shibo

南相馬技術支援センター 機械加工ロボット科 夏井憲司
応募企業 有限会社トライ金型

デジタルシボ技術を活用して、応募企業の製品である酒器に加飾を行った。意匠部分を切り出して、3D プリンタで出力したモデルを比較することにより、速やかに採用する意匠を決定することができた。また、ボールエンドミルのノーズ R とピックフィードを変更しながら意匠形状を削り出す加工実験を行った。その結果、意匠形状を精細、かつ高効率で加工することができた。

Key words: デジタルシボ、猪口、3Dプリンタ、ボールエンドミル

1. 緒言

応募企業では、切削加工技術を活用して自社製品である“瞬冷猪口 Cool Star”（図1）を製造販売している。今回、猪口の底面に新たな意匠を付け加えたいという相談があった。

そこで、デジタルデータを使用して、表面に木目、岩目、梨地、幾何学模様など様々な形状を付与するデジタルシボの技術を活用し、猪口に加飾を行った。

また、デジタルシボを施した形状を加工する際は、一般に小径ボールエンドミルを使用して、小さいピックフィードで加工する必要があるため、加工時間が延びるという問題がある。そこで、ボールエンドミルのノーズ R とピックフィードを変更しながら加工実験を行い、加工時間短縮のために最適なノーズ R とピックフィードの選定を行った。



図1 瞬冷猪口 Cool Star

とにより、猪口に付け加える意匠を評価することにした。

次に、Illustrator（アドビ（株）製）を使用して、図2のイラストから花の領域のみを切り出して意匠形状を作成した。今回使用したクレイモデラ（Geomagic Freeform Plus 3DSystems 社製）には、グレースケール画像を任意の視点から3Dモデルに投影し、画像の階調情報から凹凸を作成する機能がある。この機能を活用し、底面モデルに図2から切り出した花の領域を形状として付与した。形状を付与した後の底面3Dモデルを図3に示す。



図2 使用した桜のイラスト¹⁾



図3 作成した底面3Dモデル

2. 意匠形状の作成

2. 1. 主題形状の作成

応募企業の要望により、意匠の主題には南相馬市の花である桜を使用することにし、今回の開発支援の題材に図2のイラストを選定した。まず意匠形状の評価を簡略化するために、猪口のCADデータから底面部を切り出した底面モデルを作成し、そこに意匠を施すこ

2. 2. シボ形状の付与

前節で付与した桜の形状に加えて、その周囲に同じ機能を使用してシボ形状を付与した。シボの作成に使用した画像を図4に、シボ形状を付与した底面3Dモデ

ルを図5に示す。このモデルの他にも、底面からの桜の形状の突起量とシボ模様を変更しながら10種類の底面3Dモデルを作成した。

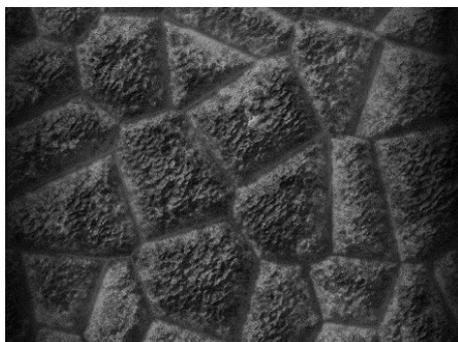


図4 シボ作成に使用した画像



図5 シボを付与した底面3Dモデル

2. 3. 3Dプリンタによる底面モデルの出力

前節で作成した底面3Dモデルを3Dプリンタ（Eden 260V ストラタシス社製）で出力し、出力品の外観、および手触りなどを参考に、実際に採用する意匠の検討を行った。出力品の例を図6に示す。出力したモデルを比較検討した結果、図7に示す意匠形状を採用することとした。



図6 3Dプリンタの出力品



図7 採用した意匠形状

3. 加工条件の選定

3. 1. ボールエンドミルのノーズRの検討

ボールエンドミルのノーズRを変更しながら底面3Dモデルを加工し、どの程度精細に意匠形状を削り出せるかを調べた。工作機は5軸マシニングセンタ（VARIAXIS j-600/5X AM ヤマザキマザック(株)製）、CAMはhyperMill version 2020.2（OPEN MIND Technologies社製）を使用し、3D走査線仕上げ加工により意匠形状を加工した。加工条件を表1に、作成したツールパスの例を図8に、加工したテストピースを図9に示す。

なお、金属加工メーカーが難削材や高価な材料を加工する前に安価で被削性の良いアルミ合金やケミカルウッドなどでテストカットする慣例に倣い、この実験の被削材にはアルミ合金（A5052）を使用した。ピックフィードはスキヤロップ高さが一定になるように調整した。

表1 加工条件

	ノーズR [mm]	回転数 [rpm]	送り速度 [mm/min]	ピックフィード [mm]
1	0.50	12000	800	0.041
2	0.75			0.050
3	1.00			0.058
4	1.50		1000	0.071

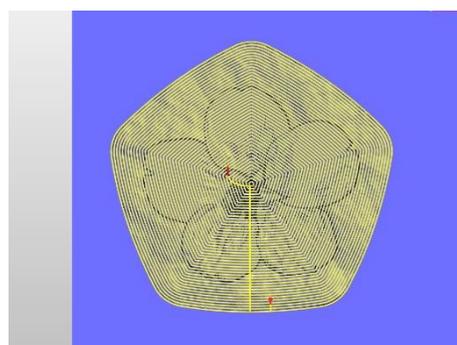


図8 作成したツールパス例

り込みや送り速度を上げられず加工効率が悪い
ため、輪郭が比較的シャープだったノーズ R1.0 mmのボール
エンドミルを採用することとした。



(a) ノーズ R 0.5mm



(b) ノーズ R 0.75mm



(c) ノーズ R 1.0mm



(d) ノーズ R 1.5mm

図9 テストピースの外観

ノーズ R を変更してもシボ形状に差はなかったが、
桜の形状ではノーズ R が小さいほど輪郭がシャープに
なった。しかし、ノーズ R が小さいエンドミルでは切



(a) ピックフィード 0.087mm



(b) ピックフィード 0.116mm



(c) ピックフィード 0.145mm



(d) ピックフィード 0.174mm

図10 テストピースの観察画像

3. 2. ピックフィードの検討

ノーズ R1.0 mmのボールエンドミルを使用して、ピックフィードを変更しながら、底面 3D モデルを加工した。その後、加工品の意匠形状をデジタルマイクロスコープ (VHX-7000 (株) キーエンス製) で観察した。観察画像を図 1 0 に示す。

ピックフィードが 0.145 mm までは外観に差はほとんど感じられなかったが、ピックフィードを 0.174 mm にした加工品では輪郭線にギザギザとした筋がはっきり見えるようになった。そのため、ピックフィードは 0.145 mm を採用することとした。

4. 製品モデルの作製

4. 1. 立体モデルの作成

実際に製品を加工するために、底面にフィレット部と飲み口を加えた立体モデルを作成した。フィレット部では傾斜が大きくなるにつれてシボが薄くなるようにシボ形状を付与した。作成した立体モデルを図 1 1 に示す。



図 1 1 立体モデル

4. 2. 製品の加工

立体モデルを CAM に読み込んで、ツールパスを作成した。工具と加工条件は前章で採用したものをを使用した。被削材は製品と同じステンレス鋼 (SUS316) を使用した。完成した試作品を図 1 2 に示す。

被削材をステンレス鋼に変更しても選定した加工条件にて、精細な桜とシボ形状を持った試作品を作製することができた。また現行の意匠形状のない平面部を加工するために必要な時間が 15 分 30 秒に対し、意匠形状を付与した場合でも 17 分 30 秒で加工することができ、加工時間を 1.1 倍程度に抑えることができた。



図 1 2 試作品

5. 結言

デジタルシボ技術を活用して、応募企業の製品である酒器に加飾を行った。意匠部分を切り出して、3D プリンタで出力したモデルを比較することにより、採用する意匠を速やかに決定することができた。

また、ボールエンドミルのノーズ R とピックフィードを変更しながら意匠形状を削り出す加工実験を行った。その結果、ノーズ R1.0 mm のボールエンドミルを使用し、ピックフィード 0.145 mm で加工すれば今回作成した意匠形状を精細、かつ高能率で加工できることが分かった。

参考文献

- 1) “リアル綺麗な桜の枝イラスト 1 輪の花と咲きそうな蕾飾り背景なし”. 素材 Good. <https://sozai-good.com/illustration/nature/flower/sakura/petal/83450>, (参照 2022-1-19).