

デジタルファブ리케이션による伝統工芸品の製造手法の提案（第2報）

3D Proposal of manufacturing method of traditional crafts by digital fabrication(2nd report)

会津若松技術支援センター 産業工芸科 堀内芳明 出羽重遠

本研究は、伝統産業の今後の技術継承に向けて、3Dスキャナ等で測定したデータをもとに、3Dプリンタ等のデジタルファブ리케이션機器と職人の手仕事を組み合わせたデジタル製造技術を提案することを目的としている。今年度は県内2企業の協力を得ながら、製造現場で試作品の製作及び成形実験を行い、量産化に向けての製造方法を確立した。

Key words: 伝統産業、デジタルファブ리케이션機器、3Dモデリング、

1. 緒言

県内の伝統産業界では、職人不足による生産数の減少や後継者不足のため技術の伝承が困難になりつつあるという問題が顕在化している。

本研究では、伝統工芸品を中心に3Dスキャナ等で3次元データを取得し、そのデータをもとに、NC加工機や3Dプリンタ等のデジタルファブ리케이션機器を活用して、職人の手仕事を組み合わせた、伝統産業向けのデジタル製造技術を提案することを目的としている。

また、本研究事業は、これまでデジタル製造技術を活用したことがない県内の伝統産業界に対して、デジタル製造技術の有効性の理解と導入を促進させることもねらいとしている。導入を促進させるためには、研究活動と日々の技術支援等を通して活用事例を増やし、活用範囲の幅を広げ、デジタル製造技術の敷居を下げる必要がある。そのためには、県内の様々な伝統産業の製品を対象とした開発事例作りが重要であると考えられる。

今年度は、量産化に向けて、製造現場での試作と実験を行った。また、開始から2年間で得たノウハウや成果を普及するため、県内の伝統産業界を対象にした、3Dスキャナの基礎知識を解説する講習会と本研究事業の成果中間発表会を開催した。

2. 製造手法

製造手法は、選定した伝統工芸品の製造工程を伺い、デジタル製造技術を導入できる可能性のある工程を協力企業と協議しながら研究を進めた。3DスキャナやX線CTを用いて3次元測定し、取得した3次元データを導入が想定される工程やその後の工程等を考慮してデータの編集を行う。編集したデータをデジタルファブ리케이션機器で試作を行い、協力企業の製造工程への導入を検証する。

データの編集では、精度を余り求めないものや単品で製品になるものは取得した3次元データをそのまま

活用し、精度を求めるものや複数の部品と組み合わせるものは、取得した3次元データを参考に新たに3Dモデルを作成した。

3. 試作と結果

製作するものとして、蓮華座とだるまを選定した。

協力企業と打ち合わせを行いながら、量産化に向けて試作と実験を行った。

3. 1. 蓮華座の試作

3. 1. 1. 試作

位牌の部品の一つである蓮華座は、他の部品と組み合わせるため精度が必要な部品であるため、X線CTを用いて取得した蓮華座の3次元データを参考に3DCADソフトウェアのRobert McNeel & Associates製Rhino 5を使用して、加工用データを作成した。加工用データの作成方法は以下の通りである。蓮華座を上面から見ると上下左右対称の形状をしているため、図1のとおり4分の1の形状を作成し、上下左右の反転複製を行い全体の形状を作成した（図2）。

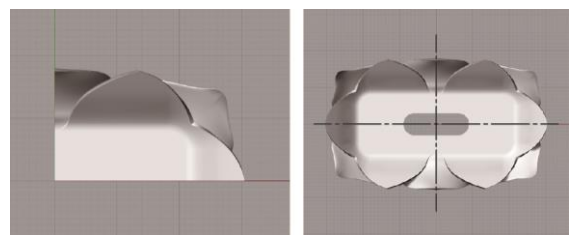


図1 4分の1の形状

図2 全体の形状

各々の花びらの作成は、花びらの中心を通る筋に当たる部分の稜線とその稜線から鉛直方向に伸び、花びらに膨らみを与える稜線、花びらの形状を決める外形線を作成する。その後、作成した線群を元に花びらの形状を作成した。また、線対称の形状をした花びらは片側の形状を作成し、その形状を反転複製することで形状を作成した。作成した加工用データを製造現場のNC加工機で読み込み、製品に使用する木材を用いて試作を行った（図3）。

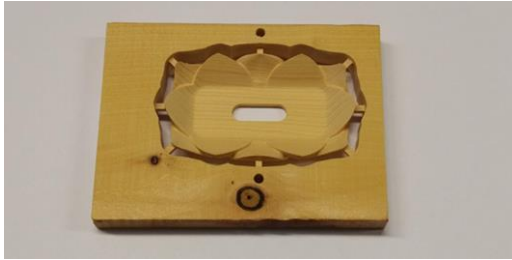


図3 実製品に使用する木材を用いた試作品

3. 1. 2. 改良

試作品の仕上がりを目視で確認したところ、蓮華の花びら6か所に凹みの筋が入っていた。作成した加工用データも併せて確認したところ、同様の凹みを確認した。製品の仕上げ工程を考慮すると、形状が凹んでいるより、膨らませて厚みを持たせた方が良いとのこと、加工用データの修正を行った。当所にて、凹みの原因となった膨らみを与える稜線の角度を外側に向く角度に修正し、形状を作成した(図4)。

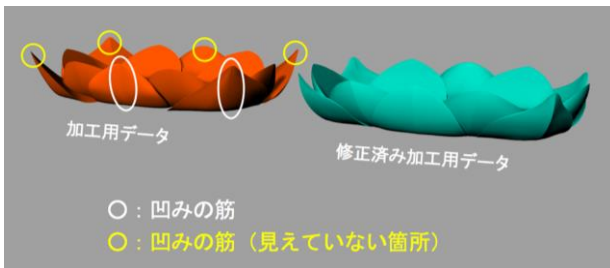


図4 凹みの筋の修正

今後、修正したデータを使用して、協力企業にて実際にNC加工機での試作と試作品に表面加飾を施し、品質の確認をする予定である。

3. 2. だるまの量産用型の製作

初年度は、だるまについて3Dスキャナを用いて3次元測定を行い、取得した3次元データを元に3Dプリンタ(Creality製 CR-10 S4)を使用して、従来の量産用型の再現方法を確認した(図5)。また、量産用型の製造工程を短縮するために水抜き穴を自動で配置するプログラムをRhinoceros 5のプラグインであるGrasshopperで新たに開発した。



図5 量産用型の試作品

3. 2. 1. 改良

協力企業に試作した量産用型の仕上がりや剛性を確認したところ、代替品として利用可能とのことであり、より簡単に量産用型の製作のために、型の厚みを薄くして、金網を張らない量産用型の開発を行った。型の厚みを10[mm]から5[mm]に変更した。水の吸引の減圧に耐えるか実験を行うために、だるまの高さを45[mm]にした量産用型を設計し、3Dプリンタを使用して試作を行った。水抜き穴の直径が小さかったことにより、穴の内側にサポートが成形されなかったが、穴の貫通具合にばらつきがあったので、全ての水抜き穴に千枚通しを通して貫通させた。製造現場で、容易に実験ができるように、専用の木製外枠も設計し、製作を行った(図6)。



図6 改良した量産用型と木製外枠

3. 2. 2. 成形実験

製造現場にて改良した量産用型を使用して、だるまの成形実験を行った。型の厚みを薄くした量産用型でも、水の吸引の減圧に耐え、だるまを成形することができたが、成形されただるまは原材料のパルプが水抜き穴に入り込み、だるま全体に刺状の突起がついた形状になった(図7)。



図7 成形されただるま

3. 2. 3. 水抜き穴の大きさの実験

突起の原因は、水抜き穴の直径が大きいため、原材料が水抜き穴に入り込んだためである。そこで原材料が水抜き穴に入りこまない穴径を検討した。実験用型として、直径0.7[mm]、0.8[mm]、0.9[mm]の水抜き穴を約4mmピッチで配列した各々の型を3Dプリンタで製作し、穴の貫通具合の確認と出力したものに水を入れ、水の通り具合を確認した。3Dプリンタの設定は、水抜き穴の仕上がりの良さから、使用するフィラメン

トを PETG から PLA に変更し、積層ピッチはこれまでと同様に 0.08[mm] に設定した (図 8)。

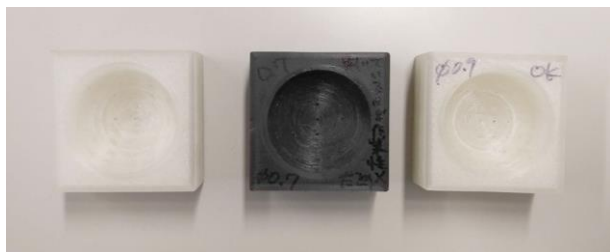


図 8 実験用型

穴の貫通具合は、直径 0.35[mm] の 3D プリント用クリーニングニードルを各穴に通して確認を行った。0.9[mm] の実験用型では、全ての水抜き穴にニードルを通すことができたが、その他の型はニードルが通らない箇所が多々あった。水の通り具合は、凹みに水を入れ水抜き穴からの水の出具合を確認した。0.9[mm] の実験用型では、各穴から水がしみ出した。その他の型では、内側から圧力をかけないと水がしみ出さなかった。今後、水抜き穴径が 0.9[mm] の量産用型を製作し、製造現場でだるまの成形実験を行う。

4. 結言

今年度は、蓮華座では、作成した NC 加工用データを用いて製造現場での試作を行った。試作品に不具合のある箇所があったため加工用データの修正を行った。今後、修正したデータを用いて、協力企業が量産化に向けて製品開発を行う予定である。

だるまの量産用型の製作では、より簡単に量産型を製作するために、金網を不要とする改良を加えた量産用型の試作を行った。3D プリントで出力した試作の量産用型でだるまの成形はできたが、水抜き穴にパルプが入り込み、だるま全体に刺状の突起が付いたことから、パルプが入り込まない水抜き穴を開発するために実験を行い、水がしみ出してくる穴径を検証した。今後、実験結果を元に、水抜き穴の径を変更した量産型の設計及び試作を行い、製造現場での成形実験を行う予定である。

また、デジタル製造技術の普及のために、令和 2 年 2 月 21 日に、平成 29 年度から整備してきたデザイン支援関連機器 (3D CAD 搭載 PC、レーザー式精密加工機、卓上 NC 加工機等) に加え、今年度、新規導入したフルカラー 3D ハンディスキャナの機器利用講習会及び研究成果中間発表を行った。会津地域の企業を中心に 21 名の参加があった。機器利用講習会は、(株) ケイズデザインラボの大関淳也氏を講師に招聘し、3D スキャナの方式や 3 次元データの種類等の基礎的な知識と 3 次元測定後の 3 次元データの編集方法、

伝統工芸分野での 3D スキャナの活用方法を解説いただいた。その後、研究成果中間発表として、県内の伝統産業における手仕事とデジタル製造技術を組み合わせた商品開発の可能性と南相馬技術支援センターで行った X 線 CT を使用した 3 次元測定の実例紹介を行った。

本研究事業に協力いただいた幾つかの県内企業の中には、事業を切っ掛けとして、従来の製造技術に加え、新しい製造技術の確立のために、3D スキャナやデジタルファブリケーション機器を活用したデジタル製造技術の先行開発事業が立ち上がった。今後、事業が進めば、企業独自の製造技術が確立され、様々な製品に活用される可能性がある。本研究事業は、特定の製品の製造技術開発であるが、協力を切っ掛けとして企業内で事業立ち上げまで繋がった。

今回研究している伝統産業へのデジタル製造技術の導入は、製造工程の削減や安定した品質の製品を製造に繋がる。全て手仕事で行っていた製作工程の一部をデジタルファブリケーション機器に任せることにより、手仕事を必要とする仕上げの工程などに、多くの時間をかけることができようになるため、より質の高い製品を製造できる利点がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、様々なご協力をいただきました県内の協力企業の皆様と講演会講師を引き受けていただいた株式会社ケイズデザインラボの大関淳也様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 堀内芳明, 出羽重遠. デジタルファブリケーションによる伝統工芸品の製造手法の提案, 平成 30 年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告書, 2019, p.123-125.