

## 3D ものづくり技術の活用に関する報告

松田晋幸\*

### A Report on utilization of 3D manufacturing Technology Nobuyuki Matsuda

#### 1. 緒言

近年は 3D プリンタ、3D スキャナ、3D-CAD など、ものづくりの現場においては 3D ものづくり技術を活用したものづくりの高度化が急速に進んでいる。このような中で、山口県産業技術センターでは県内企業の 3D ものづくり技術の向上・普及を目的とした「やまぐち 3D ものづくり研究会」を立ち上げ、県内企業の 3D ものづくり技術に対するニーズ調査およびニーズを解決する技術の研究開発を行ってきた。

本報告では、県内企業の 3D ものづくり技術を活用した新たな事業分野の創造支援を目的として、ニーズ調査に基づく 3D ものづくり技術の新たな分野での活用事例を紹介する。

#### 2. 取り組みの概要

山口県産業技術センターでは平成 26 年に県内企業の「3D ものづくり技術」の向上・支援・促進を目的に「やまぐち 3D ものづくり研究会」(以下、研究会)を設立した。

研究会の会員は県内企業を中心に 68 社(令和 2 年 3 月 31 日時点)が会員となっている。平成 27 年度より、研究会の会員企業に対して 3D ものづくり技術に関するニーズ調査を行った。提案されたニーズは「3D ものづくり技術が活かせる内容であるか」「成果の公表が可能であるか」などの点を精査した上で選定し、産業技術センターが主体となってニーズの解決に向けた取り組みを実施するという活動を行ってきた。得られた成果(造形物等)については、ニーズ提案企業にて実用性の評価を行い、技術の蓄積を図った。また、取り組みの結果は研究会の会員企業に対して情報提供を行った。

#### 3. 活用事例紹介

##### 3.1 樹脂系 3D プリンタによる鋳造品開発工程の効率化

近年、製造現場で使用する治具・器具等の製作に 3D プリンタを活用する事例が増えている。ここでは県内で鋳造製品の企画・小ロット製造を行っている企業からのニーズ提案で、鋳造品の製品開発工程の効率化に 3D ものづくり技術を活用した事例を紹介する。

鋳物品製造を行っている中小企業の多くは、鋳造品の開発の際に必要な砂型をマッチプレートと呼ばれる器具を使用して造形している。

\* 企業支援部加工技術グループ

今回ニーズ提案をしていただいた企業でのマッチプレートの製作方法は、製品形状の木型を製作し、木型と板を組み合わせて製作する方法や、木型から砂型を成形し、アルミ鋳造でアルミ製のマッチプレートを製作する方法を採用している。図 1 に木製のマッチプレート、図 2 にアルミ製のマッチプレートの例を示す。



図 1 木製マッチプレート 図 2 アルミ製マッチプレート

いずれの方法においても原型の製作やアルミの鋳造などの作業工数やコストがかかり、小ロットの鋳造品製造においては低コスト化や短納期化の阻害要因となっていた。

そこで、本活用事例では小ロット鋳造ではマッチプレートの使用回数が少ないことに着目し、樹脂系の 3D プリンタでマッチプレートを製作することで、コスト削減や作業工程の効率化について検討した。

図 3 は本活用事例で製作した鋳造品の風鈴のアイデアスケッチである。従来は 2 次元図面化したのち、手作業によるモックアップの製作や木製の原型製作を行いデザインの確認を行うが、本事例においては、アイデアスケッチを元に 3D-CAD で 3D データを作成し、コンピュータ上でデザインの確認を行った。図 4 にアイデアスケッチをもとに作成した鋳造品の 3D データ形状を示す。また、通常のマッ プレート作製で行う原型の製作は行わず、3D-CAD により直接マッチプレートの設計を行った。図 5 にマッチプレートの形状を示す。使用する 3D プリンタについてはマッチプレートで造形する砂型の離型性を考慮してインクジェット式光造形機を利用した。

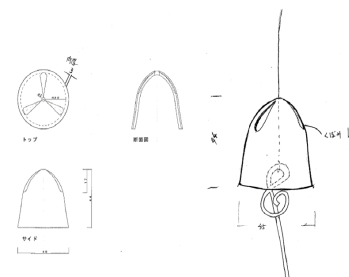


図 3 アイデアスケッチ

図 4 3D データ

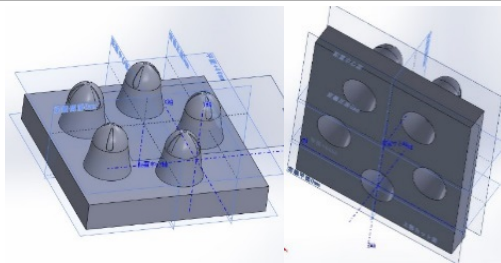


図5 マッチプレート形状

インクジェット式光造形機で使用するアクリル系光硬化樹脂は造形物の表面粗度が小さく離型性が良い反面、強度不足が懸念された。そこで、構造シミュレーションを用いて砂型造形時に想定される圧力(1.0MPa)においても強度が十分であることを確認した。図6に構造解析結果を示す。

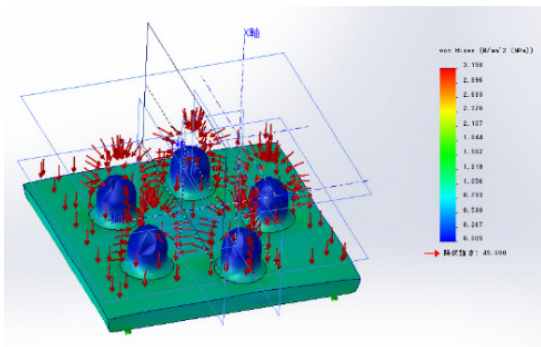


図6 構造解析結果

3Dプリンタによる造形は製品形状に必要な部分のみに限定して造形し、既成の木枠と組み合わせてマッチプレートを完成させることで造形コストを低減した。図7に3Dプリンタで造形したマッチプレート、図8に木枠と組み合わせて完成したマッチプレートと砂型を示す。完成したマッチプレートを使用して提案企業にて砂型の造形および鋳造を実施し、マッチプレートの実用性について評価した。図9は鋳造の様子、図10に完成した鋳造品(風鈴)を示す。

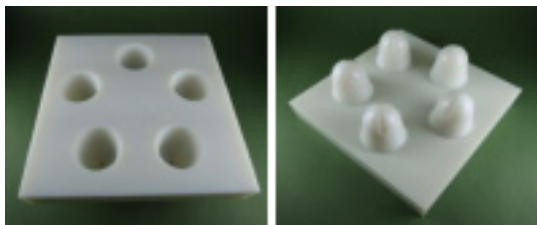


図7 3Dプリンタで造形したマッチプレート

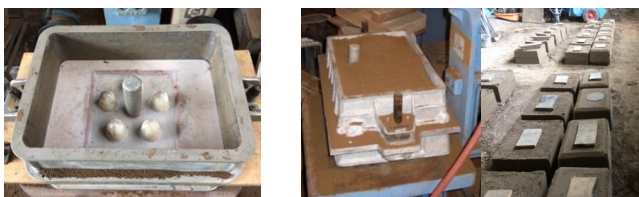


図8 完成したマッチプレートと砂型



図9 鋳造の様子



図10 完成した鋳造品(風鈴)

＜マッチプレートの製作内容＞

使用した3Dプリンタ:Objet24 (Stratasys社製)

使用材料:アクリル系光硬化樹脂

材料物性値:引張強さ:50-65MPa (メーカー公称値)

曲げ強さ:75-110MPa (メーカー公称値)

砂型造形時に発生する最大応力:3.2MPa

使用した解析ソフト:SolidWorks2012 SimulationXpress

造形解像度:X:600,Y:600,Z:600(dpi)

造形サイズ:X:180mm,Y:180mm,Z:70mm

造形時間:25時間

その他作業時間:既成木枠への組み立て等に5時間程度

＜マッチプレートの実用性評価＞

使用回数:50回(製品数:250個)

使用状況:損傷等は見られず。

＜課題点＞

3Dモデルのサポート付着面の表面粗度が粗いため、仕上げ処理が必要であった。

＜成果＞

光硬化樹脂によるマッチプレートにおいても50回の砂型造形では全く問題が無いことが確認できたほか、熟練作業が必要なくなることや、上下の砂型の精度が向上するなどの効果もあった。また、費用や工期については表1のとおりである。小ロットの鋳造においては3Dものづくり技術を活用することで費用・工期ともにメリットがあることが確認できた。

表1 マッチプレートの製作費用と工期

工法	費用	工期
3Dものづくり活用	17万円程度	3日間
従来工法(アルミ製)	20万円程度	5日間

3.2 リバースエンジニアリングを活用した商品開発事例

リバースエンジニアリング(以下RE)とは、物体を3D形状測定し、その測定データをもとに3Dデータを作成する技術である。ここでは、雑貨の企画・製造を行っている企業からのニーズ提案で同社のオリジナルキャラクタの新商品展開にREを活用した事例を紹介する。

図11は提案企業のオリジナルキャラクタ(きつねの石像)の原型像である。同社ではオリジナルキャラクタの形状を生かした陶磁器製品(盃)の開発を検討中であるが、手作業ではキャラクタの形状を正確に開発製品の形状へ反映させることが難しい。



図 11 オリジナルキャラクターの石像

そこで、先ずオリジナルキャラクターの石像を 3D スキャナを用いて点群データとして形状測定を行い、RE 専用のソフトウェアを用いて 3D データを生成した。

図 12 に 3D スキャナによる測定状況、図 13 に RE ソフトウェアにより生成した 3D データを示す。

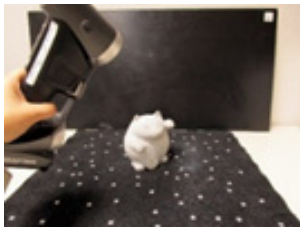


図 12 形状測定状況

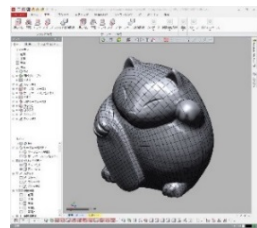


図 13 生成した 3D データ

生成した 3D データを元に 3D-CAD を用いて製品形状(盃)を設計した。設計した製品形状データを 3D プリンタでモックアップを造形し、デザインの確認を行った。

図 14 に製品形状(盃)の 3D データ、図 15 は 3D プリンタで作成した盃のモックアップを示す。

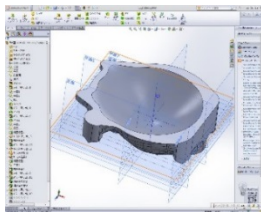


図 14 盃の 3D データ



図 15 モックアップ

次に、製品形状を元に陶器を製造するための石膏型(押し型)を 3D-CAD を用いて設計した。石膏型の 3D データを元に切削式三次元モデリング装置によって石膏型の切削加工を行った。図 16 に石膏型の 3D データ、図 17 に石膏型の加工状況を示す。

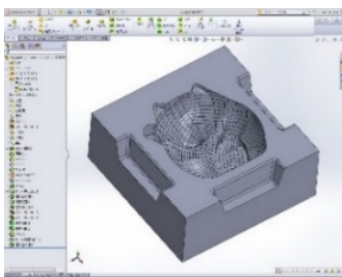


図 16 石膏型の 3D データ

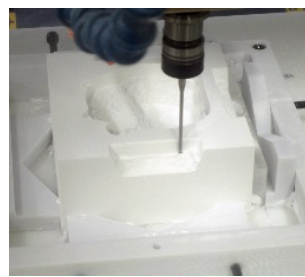


図 17 石膏型の加工状況

完成した石膏型を用いて粘土を造形したのち、素焼き、施釉、焼成工程を経て試作品を完成させた。図 18 に石膏型による粘土の成型状況、図 19 に完成した製品(盃)を示す。

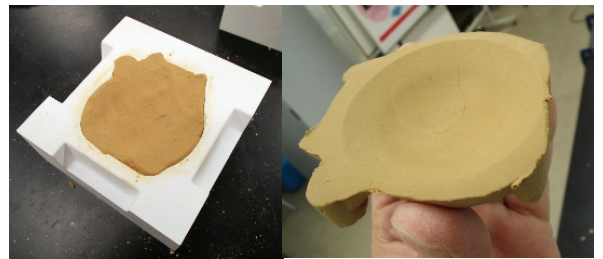


図 18 石膏型による粘土の成型



図 19 完成した製品(盃)とオリジナル石像

#### <使用した機器>

3D スキャナ：HandyScan700 (CreaForm 社製)

RE ソフトウェア：GeomagicDesignX (3D -Systems 社製)

3D プリンタ：Objet24 (Stratasys 社製)

切削式三次元モデリング装置：MDX-540 (Roland 社製)

#### <成果>

リバースエンジニアリングの技術を活用する事で、基本となるキャラクターの特徴を損なうことなく、新商品の開発が可能であることが確認できた。

## 4. 結 言

今回の取り組みでは、鑄造に使用する「型」製作に 3D ものづくり技術を適用し、作業工程の効率化に効果があることを確認した。特に樹脂系 3D プリンタによる小ロット用の型製作については、鑄造だけでなく、「射出成型」、「真空注型」、「プレス型」、「食品成型用型」など、様々な分野の小ロット生産用の「型」への応用展開が期待できる。

また、リバースエンジニアリングの活用事例については、既存の製品形状を 3D データ化しておくことで、新商品展開が効率的に実施できることが分かった。

このように、3D ものづくり技術は今後も様々な用途への活用が想定されるため、今回の取り組みを県内企業による 3D ものづくり技術の活用のために役立てたい。