

# 三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用

電子情報科 専門研究員 小笠原 耕太郎  
工業材料科 科 長 瀧内 直祐  
工業材料科 主任研究員 福田 洋平

三次元デジタル製造技術の業務への応用化に関する実証及び可能性試験を実施し、技術及びノウハウの集積、県内中小企業の業務での有効活用、そして、市場性の高い製品を自社開発する企業への展開を図ることを目的とする。本研究開発の2年度である平成31 / 令和元年度は、三次元デジタル製造技術を生産技術として活用することを目的として、3Dプリンター技術の樹脂利用に関する機械強度試験、そして、鋳造やプレス成形等の生産工程への応用を検討した。

## 1. 緒言

付加製造技術を中心とする三次元デジタル製造技術は、新たな産業の創出や既存産業へ革新をもたらす今後の核となる技術として期待されており、2020年での経済波及効果は20兆円を超えると予想されている。重厚長大産業に特化した企業が大部分を占める本県においては、特に、この状況から脱却し製品開発型中小企業への展開を図る技術として特に重要となる。これら技術の導入は、これまでの設計や生産のやり方の変更が生じ、また全く新しい分野となるため、技術課題やリスクがあり、工業技術センターに実証や可能性試験による先導的役割が求められる。そこで、3Dプリンター技術の樹脂利用に関するデータベースと、リバースエンジニアリング環境の構築及び計測データから3DCADモデル化技術を開発する。また、生産工程等の実部品用途への先導実験を実施する<sup>[1]</sup>。

本研究開発の最終年度である平成31 / 令和元年度は、樹脂の性能評価試験を行い多用途に活用できる基準を得るため、引張、曲げ、圧縮の機械強度試験と、

三次元デジタル製造技術を新たな生産技術として活用するため、鋳造とプレス成形等の生産工程への応用を検討した。

## 2. 実験方法

### 2.1 三次元デジタルエンジニアリング環境

三次元デジタル製造技術は、3Dプリンター技術、三次元スキャニング技術と、三次元形状データを構築、修正するソフトウェア技術であるデジタルエンジニアリング技術からなるが、今回構築した三次元デジタルエンジニアリング環境を図1に示す。

### 2.2 樹脂の性能評価試験

3Dプリンター技術は、コンピュータモデル(CADデータ)から迅速に精密な試作品を造形する三次元造形装置により構成される。当センターの導入機器Stratasys社製Connex350は、インクジェットノズルから紫外線硬化造形材料を紫外線照射により固めながら積層するインクジェット方式である。本装置は多種類の材料が使用できるため、多用途に活用できる基準を得るため、機械強度試験を行った。機械強度試験は、引張、曲げ、圧縮試験の3類で、日本工業規格(JIS)に準じ、引張試験JIS-K7162、曲げ試験JIS-K7171、圧縮試験JIS-K7181により行った。対象とした樹脂は、アクリル硬質/透明樹脂として、VeroWhitePlus/VeroClear、ポリプロピレンライクの樹脂として、RGD450Rigur、ABSライクの樹脂としてデジタルABSである。



図1 三次元デジタルエンジニアリング環境

### 2.3 引け巣防止用冷却治具への応用試験

構築したデジタルエンジニアリング環境(図1)で実現した三次元デジタル製造技術を、鋳造時の密着性を改善した冷金製作に活用してその有効性の確認実験を行った。

鋳造の鑄込み業務において、肉厚差による内部欠落発生防止策として、部分的に急冷させる冷金と呼ばれる金属プレート治具を使用するが、現在は単純形状でその都度製作されるため、曲面形状で構成されるポンプ等においては木型に正確に装着することができ



図2 従来の冷金

ず、的確な冷却効果が得られない、また、製作や外す際に多大な手間がかかるという課題があった(図2)。そこで、木型の三次元デジタイジングにより木型に正確にフィットした冷金を設計し、冷金の3Dプリンター造形による多数取り樹脂型を開発することにより、これら課題の改善を図る。

### 2.4 少量品用プレス加工用樹脂型への応用試験

突起形状の付与された樹脂注型用の型の製作に、3Dプリンター樹脂により製作したプレス型(デジタルモールド)の活用の可能性を探りプレス工程での実用性を検証した。

突起形状の付与された樹脂注型用の型は、突起形状が1mm以内程度の窪みが連続したディンプルと30mm

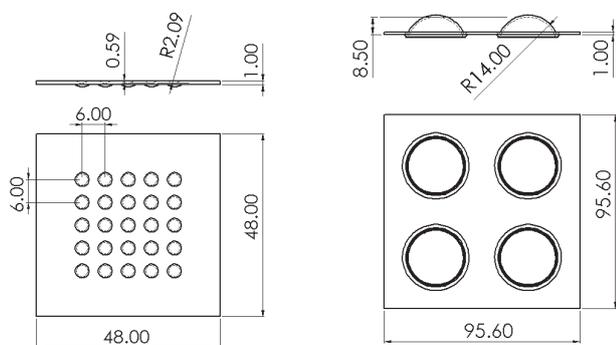


図3 少量品用プレス加工用樹脂型  
(左 ディンプル成形品、右 凹み成形品)

以内程度の凹みの2種で、現在、アルミの厚板の切削加工により製作しているため、アルミ板の板厚が厚くなり、また、製作時間がかかる課題がある。そこで、ディンプルと凹み部分の成形加工を薄板のプレス加工で行い、このプレス加工用型に3Dプリンター樹脂造形物が利用できないか検討した。図3に示す、プレス加工成形品を成形するプレス加工型(上型、下型)を3Dプリンターで造形し、プレス成形試験を行った。プレス成形は、精密万能試験機(株島津製作所製AG-100kNX plus)で行い、成形加工するアルミ板は、JIS-A1050Pの1mm厚を使用した。

### 3. 結果と考察

2. で述べたそれぞれの実験方法に関し、その実験結果と考察を以下に述べる。

#### 3.1 樹脂の性能評価試験

引張、曲げ、圧縮試験結果を以下に示す。圧縮試験は、通常のアクリル樹脂である VeriWhitePlus のみの試験である。

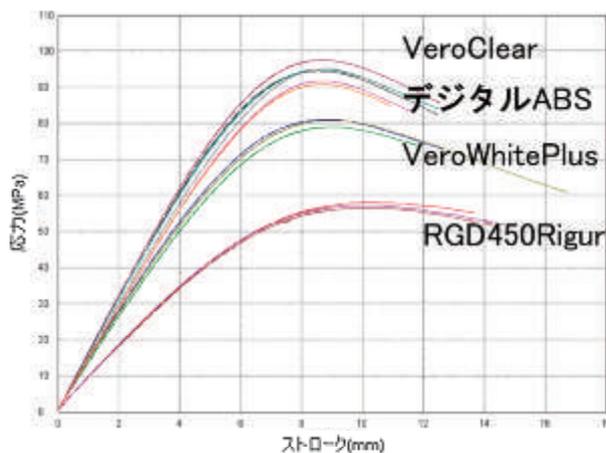
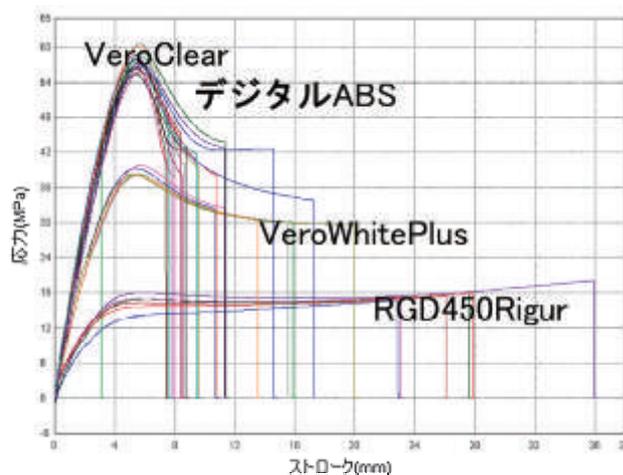


図4 引張試験(上)、曲げ試験(下)

引張試験、曲げ試験とも、強度的には VeroClear、デジタル ABS が強く、RGD450Rigur はこれらに比べ 6 割程度の強度であるが、プリプロペンライクの樹脂であるため、2 倍以上の伸びがあることが分かった。VeroClear に比べデジタル ABS は 1.3 倍程度伸び強度があるが、VeroWhitePlus と伸びに関する差異はなかった。

曲げ試験は、降伏点の強度が 93 MPa 程度であり、一般的なアクリル樹脂の強度を持っている。

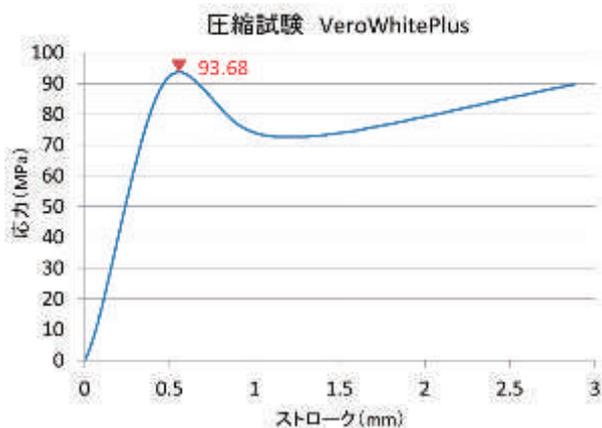


図5 圧縮試験

### 3.2 引け巣防止用冷却治具への応用試験

木型を計測し、計測データから設計した密着した冷金の 3 DCAD データを図 6 に示す。

冷金 CAD データから造形した 3 D プリンター樹脂模型を多数配置した樹脂型を作成し、この樹脂型から冷金を鋳込む砂型を製作する (図 7)。

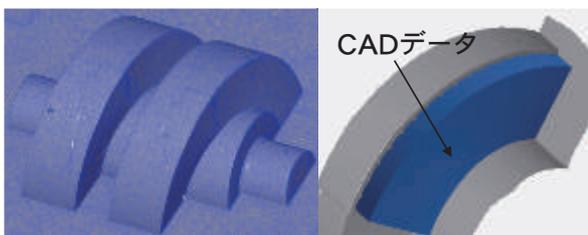


図6 木型計測データ (左)、CAD データ (右)

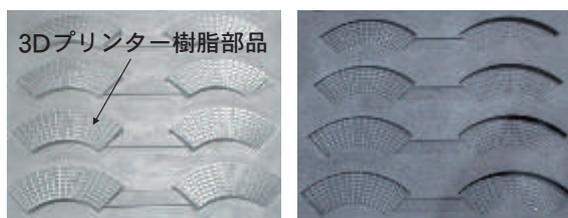


図7 多数取り樹脂型 (左)、砂型 (右)



図8 冷金 - 鋳造品 (左)、木型への冷金装着 (右)

この砂型で鋳込んだ冷金と、木型へ冷金を装着した様子を図 8 に示す。図 8 右より砂型を取り、実際に鋳込んだ鋳造品が図 9 である。

実際の木型の形状に合わせて設計し、高精細な 3 D プリンター樹脂型により製作した冷金は、木型に高い密着性で装着できるため、内部欠落発生防止機能が良好な表面の仕上がりの良い鋳造品が製作できた。また装着性、脱着性もよく作業の効率化が図れた。



図9 鋳造品

### 3.3 少量品用プレス加工用樹脂型への応用試験

図 10 に 3 D プリンターで造形した上下型と、この型でプレス成型したアルミ板をそれぞれ示す。球状凹みの成形は 90 kN、球状ディンプルの成形は 50 kN でそれぞれプレス加工を行った。

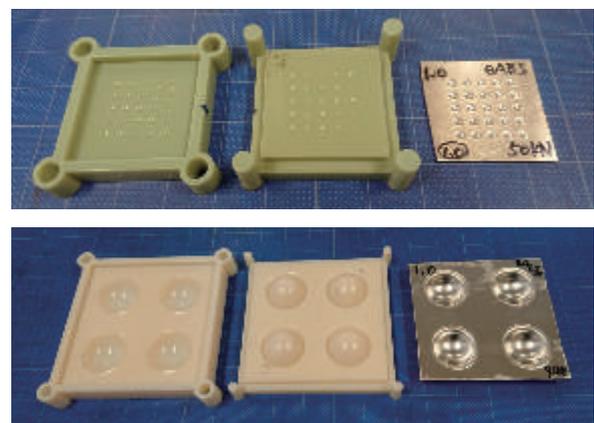


図10 ディンプルプレス型、成形品 (上)  
凹みプレス型、成形品 (下)

成形性を確認するため、プレス加工したアルミ板の上面の計測データと上型のCADデータを同じ位置に配置し、位置座標値の比較を行った偏差マップ作成した。その結果を図11に示す。いずれの場合も、接触ディンプル面位置でのCADデータと成形品の偏差は0.1mm以下に、また、平面箇所の平面度も0.3以下に収まり良好な結果が得られた。

#### 4. 結 言

3Dプリンター技術の樹脂利用に関する性能試験として、機械強度試験、引張、曲げ、圧縮試験を行い、多用途に活用する基準を得た。3Dデジタイザとリバースエンジニアリング環境を構築し、三次元デジタル

製造環境を確立し、この環境を活用して、高精度治具の製作と少量品用プレス加工用樹脂型への実証試験を行い、鋳造とプレス成形等の生産工程への応用の可能性を確認した。これらを基に、今後、三次元デジタル製造技術の普及を図っていく。

#### 参考文献

- [1] 小笠原耕太郎、福田洋平、瀧内直祐：三次元デジタル製造に関する要素技術の確立と実部品への応用、No.48 長崎県工業技術センター研究報告、pp.18-21(2018).

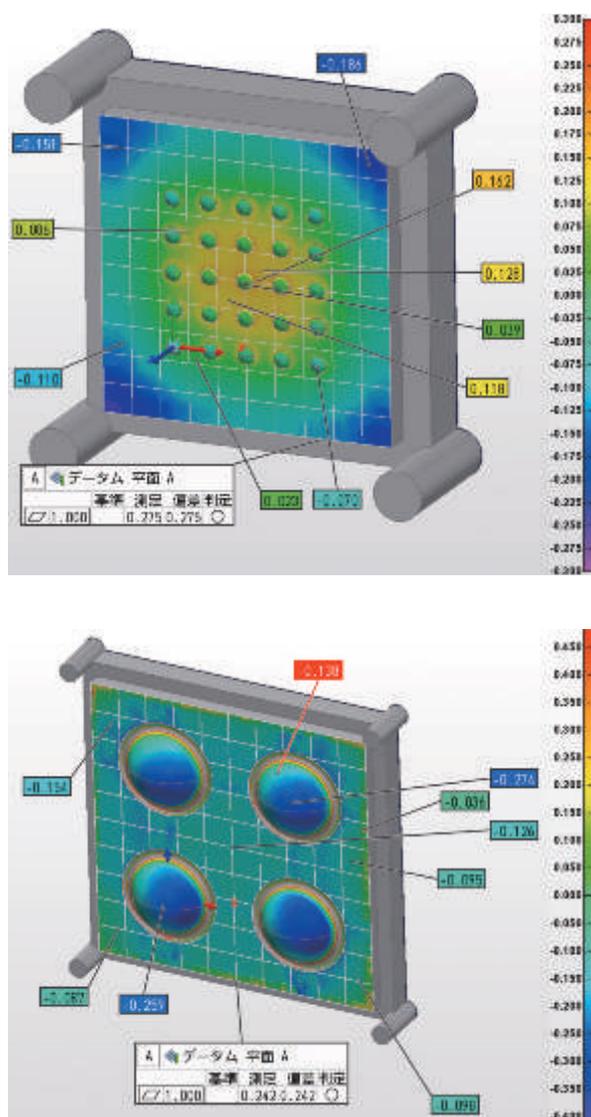


図11 偏差マップ ディンプルプレス型（上）、  
凹みプレス型（下）