

セラミック AM の商用運用に向けた基礎技術の確立

3D ものづくりセクター／株式会社アスペクト

AM*（3D プリンター）は、試作をはじめとしたものづくりの現場で活用されており、現在、樹脂や金属など、さまざまな素材を造形できる AM 装置が開発されています。都産技研と株式会社アスペクトは、ヨーロッパなどで利用が始まったセラミック AM の商用運用を目指し、共同研究を実施しました。

* Additive Manufacturing

海外で普及が進むセラミック AM

セラミックスを造形材料として用いた AM（セラミック AM）装置が海外メーカーから発表されています。航空宇宙産業をはじめ、医療や宝飾品などの幅広い分野において、従来の加工法では難しかった複雑な形状の造形が可能となる技術として、期待されています。海外で先行して普及が進むセラミック AM ですが、日本でも普及の兆しがみえてきています。

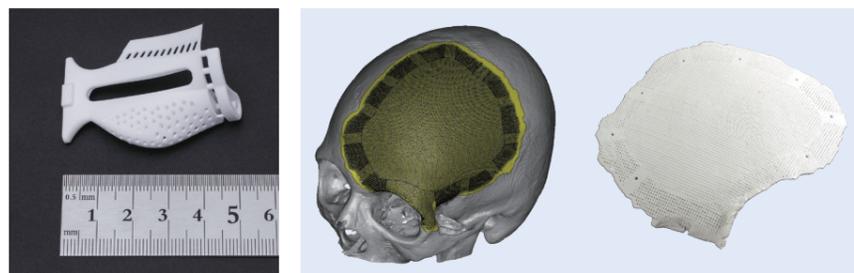
「当社がフランスの 3DCeram 社から導入した『CERAMAKER』（図 1）は、一般的な工程でつくられたセラミック製品と同程度の強度が得られるため、強度の問題はありません。都産技研との共同研究により、セラミック AM を商用運用する上での基礎技術を確認し、日本での普及を目指しています」（株）アスペクト 青山氏

今回の共同研究は、（株）アスペクトがセラミック AM による造形と造形品の提供を担当し、都産技研が寸法・形状評価、強度評価、データ補正などを担当しました。



図 1 セラミック AM 装置

同装置は、（株）アスペクトが入居する多摩テクノプラザの製品開発支援ラボに設置されている



タービンブレード casting 用中子 欠損した頭蓋骨の形状（左）に合わせて造形した人工骨（右）

図 2 セラミック AM による造形例

造形品の変形や収縮に対応した運用条件の確立

共同研究で用いたセラミック AM 装置では、液体の光硬化性樹脂にセラミックスの粉末を分散させたペースト状の造形材料をブレードで薄く伸ばし、UV レーザーで硬化させて造形します（図 3）。その後、樹脂を取り除く「脱脂」と、セラミック粉末を焼き固める「焼成」を行い、造形品が完成します。従来の製造工程においても、脱脂や焼成を用いることがあり、従来の製造工程との親和性も高い技術です。しかし、造形時の変形や脱脂・焼結による収縮によって、造形品の形状精度が低下してしまうという問題があります。

これまで都産技研では、さまざまなタイプの AM 装置を導入しており、評価を行ってきた実績があります。一方、（株）アスペクトは、樹脂 AM 装置メーカーとして長年活動してきた知見があります。お互いが

これまで蓄積したノウハウを持ち寄り、セラミック AM の商用運用に向けた技術開発を行いました。

「特に課題となったのは、造形品の変形を抑制する手法の開発でした。造形時の変形に対しては、造形台への密着性の向上や、サポートを追加することで、変形原因であるカールを抑制することができました。また、焼結で大きな変形が生じた場合には、樹脂 AM で確立したデータ補正による変形抑制手法（特許出願中）を適用することで、変形を許容範囲内に抑えることを可能にしました」（3D ものづくりセクター 小林）

このほかにも、造形材料を伸ばす方向と変形の関係性や、アルミナパウダー上での焼成による変形抑制効果など、さまざまな知見が得られ、セラミック AM の基礎技術と運用条件、製造工程の最適化を実現することができました。

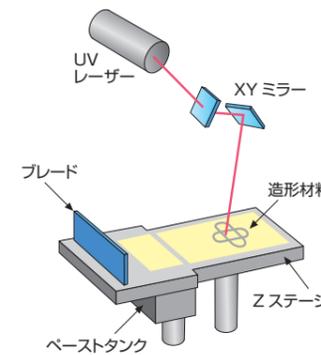


図 3 セラミック AM の造形原理

- ① ブレードを左右に動かし、ペーストタンクから供給された造形材料を Z ステージ上に薄く伸ばす
 - ② XY ミラーを用いて UV レーザーを薄く伸ばした造形材料に照射し、硬化させる
 - ③ Z ステージを下げる
- （①～③を繰り返して造形する）

Key Point

他のセラミック AM にはない強度を実現

（株）アスペクトが導入した装置の最大の特長は、高強度の造形品をつくることのできる点です。3点曲げ試験を行った結果、曲げ強度は約 390 MPa で、一般的なアルミナ製品に相当する強度が得られました。

これは、粘度の高いペースト状の造形材料（図 4）を使用することがポイントです。装置には、セラミックスの粉末にバインダー（接着材）を噴射して造形するバインダー噴射法や、セラミックスの粉末と樹脂の混合粉末をレーザーで固めて造形する粉末積層造形方式などがありますが、焼成後の密度、強度については、今回のようなペースト状の造形材料を用いた方式が優れています。



図 4 セラミック造形材料

実用化に向けた運用条件の最適化

硬化させない部分の造形材料は、再利用することが可能ですが、造形材料の利用回数が増えると、ひび割れが増加することが明らかになりました。試験の結果（図 5）、7 回までの再利用が可能であることがわかり、セラミック AM 装置運用の最適化・品質の安定化に関する有益な知見が得られました。

今回の共同研究では、アルミナについての基礎技術を確認しました。しかし、ジルコニアやハイドロキシアパタイトなど、製造現場で使用されるセラミック材料は多種多様です。そのため、造形品によって造形材料のカスタマイズに対応していくことが、セラミック AM 普及のカギになると予想されます。

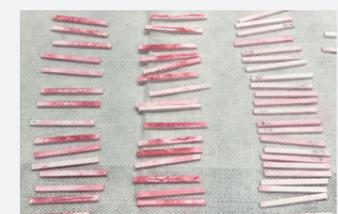


図 5 深傷試験の結果

再利用の回数が増えるるとひび割れが増加する傾向にあることがわかった ※染色によってひび割れを可視化

セラミック AM の商業運用を目指して

「既存の加工法では難しい形状を造形できるセラミック AM に興味を示すメーカーは多く、展示会などでも多くの問い合わせをいただいています。平成 29 年 8 月からは、造形を行うサービスビューロー事業を開始しました。装置の導入を予定されているお客さまもおり、普及に手応えを感じています」と、（株）アスペクトの河内氏は、国内企業の関心の高さを説明します。

日本は世界トップレベルのセラミック製造技術を持っており、新たにセラミック AM 装置が導入されることで、国際競争力がさらに拡大すると期待されています。今後も 3D ものづくりセクターでは、試作・開

発支援から、製品の寸法や形状等の高精度な幾何計測・評価までの製品開発プロセスを総合的に支援することで、中小企業の 3D ものづくりに貢献していきます。



（株）アスペクト 海外業務部長 青山 英史 氏

3D ものづくりセクター 研究員 小林 隆一 氏
（株）アスペクト 営業部 河内 祐樹 氏