

すべての処理が統合された工場フロアの構築

フィリップ・コナー

完全な積層造形ソリューションを構成する4つの主要要素は、ハードウェア、材料、ソフトウェア、そして下流プロセスである。

3Dプリント技術は、プロトタイプングの範囲を超えて、真に生産グレードの積層造形(Additive Manufacturing: AM)への成熟を続ける中で、この技術の能力を活用したいと考えるメーカーに対して、疑問を投げかけている。AMは、複雑で機能重視の部品を、かつてないほど高い費用対効果で製造することを可能にして、軽量化によってシステム効率を高めたり、組み立て処理の軽減によって品質と信頼性を高めたり、少量生産やオンデマンドでの部品製造を可能にすることによってサプライチェーン管理と在庫管理を改善したりといった、劇的な影響をもたらす。AMの最も効果的な使用事例を定義するためのリソースは多く存在する一方で、それを既存のワークフローに適切に統合する方法に関する情報はあまり提供されていない。

AMの導入は、完全な移行を意味するわけではないことを、はっきりさせておくことが重要である。ほとんどのケースにおいて、AMの最も適切な実装は、より広範なツールボックスの中の1つの特殊ツールとして、積層造形を既存のワークフローに組み込むことである。AMは、製造手段としては比較的新しいが、完全なAMソリューションを構成する要素や、それを生産環境に組み込む方法は、十分に直感的である。その4つの主要構成要素は、ハードウェア、材料、ソフトウェア、そ



図 3Dシステムズ社が提供する、耐久性に優れた一連のSLS用熱可塑性ナイロン材料は、ASTM規格に基づく試験で、バランスのとれた長期的な機械的性能と環境的安定性を、屋外で1.5年間、屋内で8年間維持することが確認されている。(提供:3Dシステムズ社)

して下流プロセスである。

産業スケールの 3Dプリントハードウェア

AMを生産に活用するには、生産を念頭に3Dプリントハードウェアと材料を設計する必要がある。これは、スループットと再現性の高いシステムを構築し、費用対効果が最大限になるように、運用効率をできるだけ高くすることを意味する。また、生産グレードの材料と生産志向の材料供給機構がなければ、生産グレードの装置を語るのは難しい。3Dプリント技術は、種類によって仕組みが異なるが、いずれも、生産仕様を満たす材料と整合して高速に動作するように、最適化することができる。

実際の仕組みが概念的に理解できるように、3Dプリンター「SLS 380」の

アーキテクチャとワークフローについて説明しよう。選択的レーザ焼結方式(SLS方式)のプリンターであるSLS 380は、高出力レーザを使って材料層を最終部品に溶融結合する、粉末ベースのシステムである。1つの層をスキャンするとプリントプラットフォームが引き下げられて、次の層の前準備として粉末が再度塗布される。これは、すべてのSLS装置に共通する動作だが、SLS 380には、高い部品品質と一貫性を達成して、生産レベルの再現性を実現するための追加機能が搭載されている。

SLS 380は、造形プロセス全体の熱データを収集して、リアルタイムの状態に基づいて、部品の個々のビルド層の温度均衡を維持するように調整可能である。水冷式レーザと、個別にキャリブレーションされた8つのヒーターを

管理する独自開発のアルゴリズムを使用して、ビルドチャンバ内の温度均一性をリアルタイムにモニタリングして制御することにより、これを行う。これに加えて、ビルドチャンバ内から毎秒10万以上の熱データサンプルを取得する高解像度の赤外線 (IR) カメラが内蔵されており、焼結済みの領域と乾いた粉末を区別することができる。部品と機械の全体にわたって一貫した温度均一性を得ることが、再現性を実現するための重要な要素であるため、これは、生産環境において重要な機能である。SLS 380を使用することでメーカーは、一般的なSLSソリューションと比べて、人的介入を減らしつつ、高い機械的性能と寸法的安定性を備えた部品を、高い歩留まりで生産し、全体的な運用コストを抑えることができる。

長期使用に対応する 生産グレードの材料

3Dプリント材料の性能は、AMを生産環境に移行する場合の主要な懸念事項である。これまで、3Dプリント材料の性能と寿命の制約を理由に、この技術はプロトタイプングにしか利用されていなかった。しかし、材料特性と材料の供給及び管理方法に関する新たな進歩によって、状況は変わりつつある。結局、3Dプリントを工場フロアで利用するには、手作業に頼って材料交換を行うわけにはいかない。また、部品が長期にわたって機能を維持しなければ、生産は成功したとは言えない(図参照)。

高性能な熱可塑性ナイロン材料を使用することにより、市場の他の製品よりも優れた表面仕上げと高い等方性強度を備えた部品が、プリンターから出力される。さまざまな業界に対してさらなる耐久性と多用途性を提供するた

めに、複合材料や繊維強化材料も選択できる。

材料の供給と取り扱いも、AMを生産環境に移行するための重要な要素であり、生産対応の完全なワークフローを確立するために、考察しなければならない項目である。

下流工程の自動化機会

積層造形を工場で利用するには、プリント以降の工程を統合する必要がある。そのためには、材料が従来の後処理手法に対応していなければならない。また、粉末除去や化学的表面処理を含む、後処理工程の自動化が重要になる。

そのようなワークフローを用意することで、メーカーは、部品の洗浄や表面処理を一括で行うことによって、部品品質と機械的性能を最適化しつつ、リード時間を短縮し、製造コストを削減し、工場のスケーラビリティを確保することができる。産業スケールのAM生産において、後処理工程の統合は、必要なスループット、一貫性、性能を達成するための重要な要素である。

プロセスの間をつなぐ ソフトウェア

ソリューションの最後の要素であり、最初の要素とも言えるのが、ソフトウェアである。ソフトウェアは、プリンターを駆動するだけでなく、ワークフローを接続して、部品とプロセスの両方で高品質の結果を保証するために必要である。SLS 380で採用されているのは、米オクトン社 (Oqton, 2021年に3Dシステムズ社が買収)が開発した、ファイルの準備、編集、プリント、管理を単一のインターフェースで実現する、高度なソフトウェア「3D Sprint」である。3D Sprintは、生産環境向けに開発されており、時間を節約するワークフロ

ーによって、サードパーティーのソフトウェアを追加する必要なく、プリンターの能力と造形サイズを最大限に活用する。スマートなジオメトリ処理や強力なスライス技術といった機能により、ジオメトリ処理のアーチファクトを除去する。また、プリント時間を正確に予測し、プリント処理の前と最中の両方で、材料のレベルと使用方法を最適化することができる。

オクトン社のAIを活用するアグノスティックな「Manufacturing OS」などのツールにアクセスすることが可能で、遠隔モニタリングや、洞察に満ちた情報をライブ表示するダッシュボードによって、生産フロア全体とそれ以外の範囲にわたる、追加のワークフローを接続することができる。オクトン社のManufacturing OSは、AIに機械学習を組み合わせることにより、機械、材料、生産注文をユーザーが管理できるようにすることで、機械が効率的に利用されるように最適化を行う。適切なソフトウェアソリューションを利用すれば、CADに完全に一致する部品を確実に生産するとともに、ワークフローを効率化して、最適化されたデータ管理によって効率と効果を高めることができる。

完全なAMソリューションの構築に必要な要素を把握することは、最初のステップにすぎない。その次に必要なのは、その作業を実際に成功させた実績を持ち、そこで学んだ知識を活かしてあなたの試行錯誤を軽減してくれる、豊富な経験と知識を持つ企業を見つけることである。

著者紹介

フィリップ・コナー (Phillip Conner) は、米3Dシステムズ社 (3D Systems) のSLSプラットフォームマネージャー。
e-mail: phillip.conner@3dsystems.com
URL: www.3dsystems.com

LFWJ