

# 積層造形：産業用3Dプリント部品に向けた基盤づくり

リン・マニング

石油・ガス生産の非常に過酷で要件の厳しい環境において、3Dプリント部品の実地試験が行われている。

石油・ガス生産業者は、部品在庫のリードタイム遅延、コンポーネントの陳腐化、遠隔地での作業といった課題に対する潜在的な解決策として、金属積層造形(3Dプリントとも呼ばれる)をますます積極的に検討するようになってきている。この業界を対象とするOEM企業も、在庫や地理的障害といった継続的な問題に対する、より効率的で費用対効果の高い解決策の実現に向けて、顧客である生産業者とともに進化の中で、積層造形を検討している。

しかし、石油・ガス業界における積層造形の広範な普及を妨げる、いくつかの大きな障害がまだ存在する。

既存のほとんどの金属積層造形技術はまだ、ジオメトリやフィーチャの変化に効率的かつ迅速に適應できる状態にはない。元の設計のまま部品をプリントすることはできず、プリントを可能にするために、部品の大きがかりな再設計が必要になる場合が多い。また、最終部品の品質を評価するために不可欠な、プリント処理全体を通したデータは、得られない場合が多い。

加えて、ある積層造形装置のプリントファイル設定を、ユーザーが介入することなく、別の装置で使用することはできない。同じメーカーの同じモデルであっても、共有できない場合がある。そのため、個々の装置キャリブレーションに基づいて、ファイルが常に変更される可能性がある。これにより、石油・ガ

ス生産業者が既に抱えている、現在の物理的な在庫と類似の課題が、デジタル在庫についても生じることになる。

またつい最近まで、積層造形材料の調達や仕様定義に対する、米国石油協会(American Petroleum Institute: API)によるガイドラインは発行されていなかった。「より高度な産業用積層造形技術を、その速度と品質が有効となる用途に適用したいと考える利用者にとって、これが課題になっていた」と、英IMIクリティカルエンジニアリング社(IMI Critical Engineering)の研究開発(R&D)ディレクターを務めるスティーブ・フレイタス氏(Steve Freitas)は述べている。同社は、新しいプラント設備に対する、カスタマイズされた高度設計のフロー制御ソリューションの設計、製造、設置を手掛け、プラントに対する包括的なライフサイクルサービスサポートを提供している。しかし現在は、API20Sという形でガイドラインが示されている。API20Sは、石油・ガス業界が初めて認可した、金属積層造形に関する仕様規格である。2021年10月19日に公開されたこの規格には、あらゆる種類の石油・ガス設備での使用を目的として製造された、金属積層造形コンポーネントに対する、プロセス、試験、文書、トレーサビリティなどの要件が定められている。

API20Sの草案は、生産業者、OEM、積層造形装置メーカーを含む、数百家

もの企業からの意見を取り入れて、作成されている。完全な成功基準(必須となる機械的または非破壊的試験の合格基準)が詳細に定められているわけではないが、石油・ガス生産におけるさまざまなリスクレベルに応じて、どのような種類の試験と検証が求められるかについて、概要が示されている。

業界では、バルブを3Dプリントするためのさまざまな積層造形システムの検討が数年前から始まっており、IMIクリティカル社も、諸手を挙げてこのガイドラインを歓迎した企業の1社である。「しかし、期待どおりの効果を実際に発揮する高度な積層造形技術を、当社がようやく特定したのは、つい最近のことだ」と、フレイタス氏は述べた。

求めていたレベルの高度な積層造形技術をIMIクリティカル社に提供してくれるのは、積層造形システムメーカーの米ベロ3D社(Velo3D)である。IMIクリティカル社は、APIの委員会メンバーでもある、大手石油・ガス生産業者と提携して、最も高い重要度(Additive Manufacturing Specification Level 3)を満たす、実地業務を対象とした初回コンポーネントビルドの納入を完了している。委託製造業者である米ナスト-ゴッドウィン社(Knust-Godwin)が運用する、ベロ3D社の積層造形システム「Sapphire」によって、部品がプリントされた。これ

らの部品も、API20Sの要件に準拠している。

ベロ3D社は、自動プリビルドシステムキャリブレーションや、エンドツーエンドのビルド品質監視及び報告を含む、フルスタックの積層造形ソリューションで知られている。それらの機能は、API20Sの多くの目標のまさに基準となる種類のデータを提供する。この共同プロジェクトの長期的な目標は、測定フィールドデータの一覧を作成して、積層造形に向けた生産部品の認定作業と、材料属性と試験方法に関するより正確な仕様の将来的な確立を支援することである。

この共同プロジェクトの対象として、提携した石油・ガス生産業者が選択したのは、一般的に設置されているチョークバルブページである。この部品は従来、ポート用のシンプルなスロット穴を備えるように製造されており、高圧流体を使用する場合に、振動やトリムの腐食による破損という問題が生じる可能性がある。

古くから使われているこの部品が誕生してから現在に至るまでの間に、フロー制御業界は著しい進化を遂げた。その間に生み出されたイノベーションの1つが、IMIクリティカル社の「DRAG」技術である。個別のマルチステージからなる流路のアレイで構成されるDRAGバルブは、流速を適切に制御して、振動やトリム腐食の問題を防ぐ。長年にわたって金属積層造形コンポーネントを製造してきたIMIクリティカル社は、オンデマンドでの部品交換だけでなく、DRAGによる性能改善にも、ビジネス機会があると考えた。次のステップは、インコネル718を使った3Dプリントのための新設計を評価することだった(図1)。「当社のページ設計に対するベロ3D社の初期レ

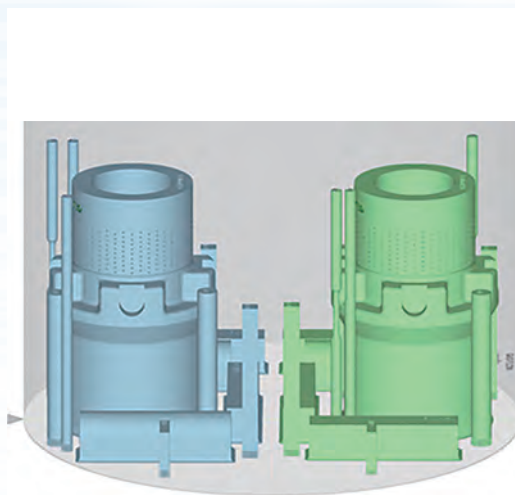


図1 ベロ3D社の「Flow」ソフトウェアビルドファイルに表示された、IMI社のDRAG技術によって最適化された2つのチョークバルブ。

ビューにより、積層造形されたままの状態の部品と後処理加工を経た最終部品の、両方の品質を改善する方法に関する、貴重な助言が得られた」と、フレイタス氏は述べた。

### プリントの前準備

部品のCAD設計が完了すると、積層造形へと作業を進める段階に入る。他の金属積層造形システムとは異なり、ベロ3D社のプリント前準備ソフトウェア「Flow」は、部品のジオメトリに自動的に対応するため、部品固有の複雑なパラメータを用意する必要はない。Flowは、設計のネイティブなCADジオメトリと、重要な表面に関するユーザー定義入力に基づく、汎用的なレシセットを適用することにより、これを行う。これによって設計エンジニアは、他の何よりも所望の最終部品機能に神経を集中することができ、複雑なプリプリントパラメータを操作する必要はない。

設計者は、異なる表面改質サブプロセスを簡単に適用/試用して、最も良いものを選択するためにも、このソフ

トウェアを使用することができる。これによって、プロジェクトの初回製造にすばやく移行できただけでなく、IMIクリティカル社の特定の表面仕上げとフロー特性の要件を満たすように、その後のビルドを設定する作業をさらに容易にする、標準化された枠組みを構築することができた。

「Flowにより、CADからプリントファイルまでの初期設定時間は大幅に短縮される」と、ベロ3D社のエネルギーソリューション担当ディレクターで、IMIクリティカル社との共同プロジェクトに緊密に関わったザック・ウォルトン氏(Zach Walton)は述べた。「これによって設計及び製造エンジニアは、より簡単かつ効率的に金属積層造形を導入することができる。また、当社のシステムは、同じビルドファイルを任意のVelo Sapphire装置で、世界中のどこに装置が設置されていようが、誰が操作しようが、プリントすることが可能で、これは、デジタル在庫と直接部品交換というビジョンを掲げる石油・ガス生産業者にとって、非常に魅力的なものとなっている」(ウォルトン氏)。

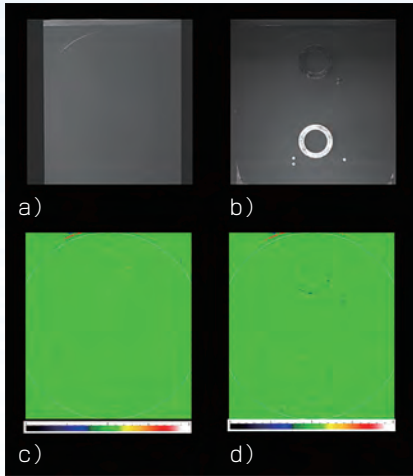


図2 (a)と(b)は、ベロ3D社の金属積層造形システム「Sapphire」内部の実際のレイヤ毎のビルド写真で、(a)はリコーティング後の粉末床、(b)はレーザー照射後の粉末床を示している。(c)と(d)は、個々の層の高さマップを表示するソフトウェアの画像で、リコーティング後の粉末床を示す(c)では、レーザー照射に向けて表面が均一な状態にあることを確認し、レーザー照射後の粉末床を示す(d)では、部品性能を観察するとともに、次のリコーティングに向けて安全な環境が確保されていることを確認することができる。

## プリントプロセス全体を通した品質管理

ベロ3D社の社内品質管理ソフトウェア「Assure」が提供する自動機能は、非常に有益だった。「ビルド前のワンクリックでのキャリブレーションに続いて、Assureはそのデータを、ビルドを通してレイヤ毎に収集された膨大な量の情報とともに、編集する。そして、重要な情報を含むビルドレポートを、自動的に生成する」と、ウォルトン氏は述べた。

「未加工データと高さマップ画像(図2)も、将来の生産に向けた部品の重要領域の評価と査定に役立った。これとプリプリントソフトウェアのFlowにより、ベロ3D社の任意のシステムで同じプリントファイルを、誰が操作しようが、世界中のどこに設置されていようが、期待される同じ最終部品品質でプリントすることができる。高度な積

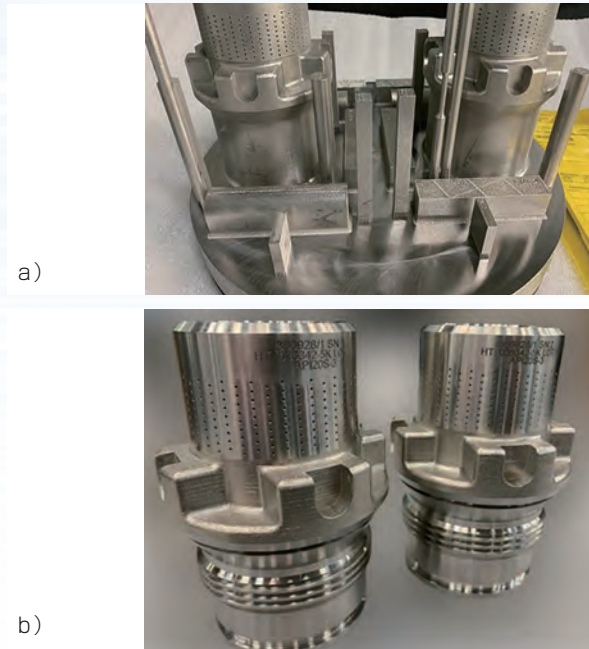


図3 (a)は、3Dプリント後のビルドプレート上の2つのチョークバルブ。(b)は、仕上げ処理後の状態。

層造形のこのような機能によって現在、デジタル倉庫やオンデマンドでの部品交換が実現可能になっている」(ウォルトン氏)。

「当社は現在、顧客の在庫要件を緩和しつつ、重要なプロセス制御コンポーネントの機能的特性と材料の両方を最適化する機会を提供することができる」と、フレイタス氏は述べた。「これによって石油・ガス生産業者は、修理や部品サプライチェーンの問題に神経をとがらせることなく、プラントの信頼性向上とコスト管理に意識を集中することができる」(フレイタス氏)。

初回製造の2つのチョークバルブは、ナスト-ゴッドウィン社の施設において適切にプリントされた(図3a)。バルブはその後、API20S試験サンプルとともにビルドプレートから取り外された。バルブには最後の仕上げ加工が施

され(図3b)、サンプルにはAPI20Sに準拠した試験が行われて、IMIクリティカル社の材料仕様に準拠することが確認された。

バルブはその後、IMIクリティカル社でのフロー試験を経て、石油・ガス生産業者に納入された。石油・ガス生産業者は、実地での試用を予定している。

初期試験と解析が適切に完了し、このバージョンは、石油・ガス生産業者による実地試用に向けて輸送された。初回ビルドで確立された製造計画を活用して、生産ビルドは現在も継続されている。さらなる運用データを収集するための追加の実地試験も行われる予定である。これによって、現行のAPI20S規格に準拠し、生産準備が整ったコンポーネントが製造されて、生産業者のいずれかの現場で実際に試用されることになる。

注記 ..... DRAGは、IMIクリティカルエンジニアリング社の登録商標である。

### 著者紹介

リン・マニング(LYNN MANNIN)は、米パーカー・グループ社(Parker Group)社長。  
e-mail: team@parkergroup.com