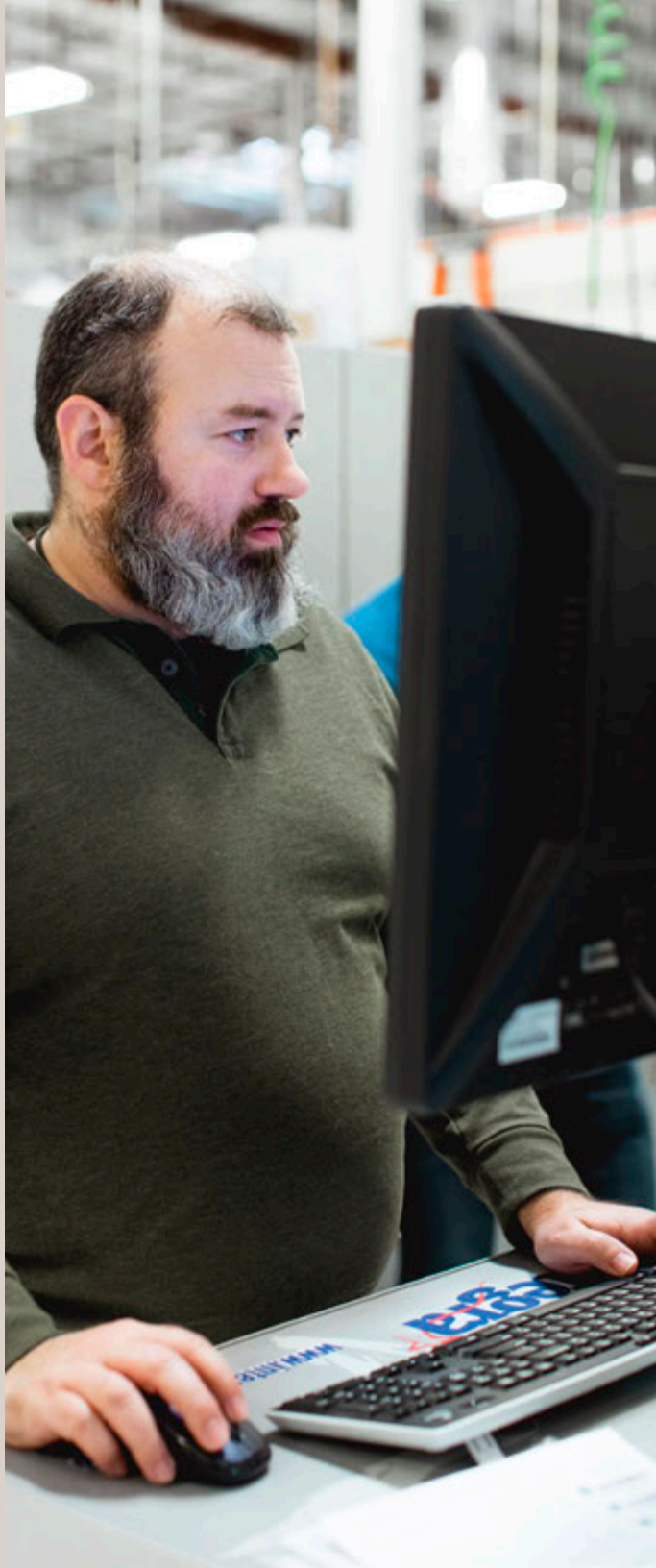


大型 3D プリンティングの 課題を克服する 方法





大型 3D プリンティングの課題を克服する方法。

製造業では、生産し続けるために交換用の工具や固定具が早急に必要になることがよくあります。例えば、開発スケジュールを守るには、実は昨日のうちにプロトタイプをエンジニアリング部門に手渡していなければならなかったなどです。3Dプリンティングの経験がある方なら、3Dプリンティングが従来型の工法よりも高速かつ安価であり、確かな解決策となることをご存知でしょう。ここで唯一問題となるのは、3Dプリンタの大きさが十分でない、または造形する部品サイズに対応できるか信頼できないということです。

3Dプリンティングを活用することでデザインや造形に関する日常的な課題を解決したいと考えているエンジニアや運用管理者にとって、この問題は珍しいことではありません。しかし、大型部品に対応できる3Dプリンタは、予算を超えているか、造形の信頼性が十分でないか、高性能材料を使用する他の部品の造形に使われているというのが現実

です。また、これまでは学習曲線の傾きが急で、経験値を積みれば積むほど操作がうまくなるというケースがあり、3Dプリンタを稼働させるためだけに専用の人員を用意しなければならないとすると、運用効率が低下します。

これまでは、使いやすく手頃な価格で大型部品を確実に造形できる3Dプリンタがありませんでした。

これからは違います。ただし、新時代の3Dプリンタを紹介する前に、大型部品の3Dプリンティングに関する事実を確認しておきましょう。大型部品を造形することと、それを正しく行うことは分けて考える必要があります。長さが1メートルもある部品を造形する場合、どのような点を考慮すべきでしょうか。どのようにすれば最良の結果が得られるでしょうか。以降のセクションでは、大型部品の3Dプリンティングに関する課題や、適切な3Dプリンタによって実現できるメリットについて説明します。

大型部品造形の現実。

大型部品を造形することは、押出プラスチック 3D プリンティング技術の限界を上げることの意味します。部品のサイズが大きくなると、良い結果を得るために克服しなければならない課題も大きくなります。

長い造形時間

この問題を回避することはできません。たとえば、長さが 115mm 程度で、高さも相応な部品を造形するには時間がかかります。小型 3D プリンタの所要時間に慣れていると、大幅な増加と感じることでしょう。スピードアップする方法はあるのでしょうか。ないとは言えませんが、想定以上のリスクが生じるおそれがあります。この点については、後で詳しく説明します。

材料の増加

大型部品を造形するうえで大量の材料が必要になるのは当然のことです。したがって、十分な材料容量を備えていることが重要になります。ジョブが完了する前に材料が不足すると、造形を一時停止しなければならないになります。これは、準備ができていれば、通常は致命的な問題にはなりません。ただし、準備ができていないと（たとえば、深夜の造形ジョブ中に不足した場合など）、望ましくない結果を招くおそれがあります。この問題を回避するには、造形を一時停止させない十分な材料容量を備えた 3D プリンタが必要となります。

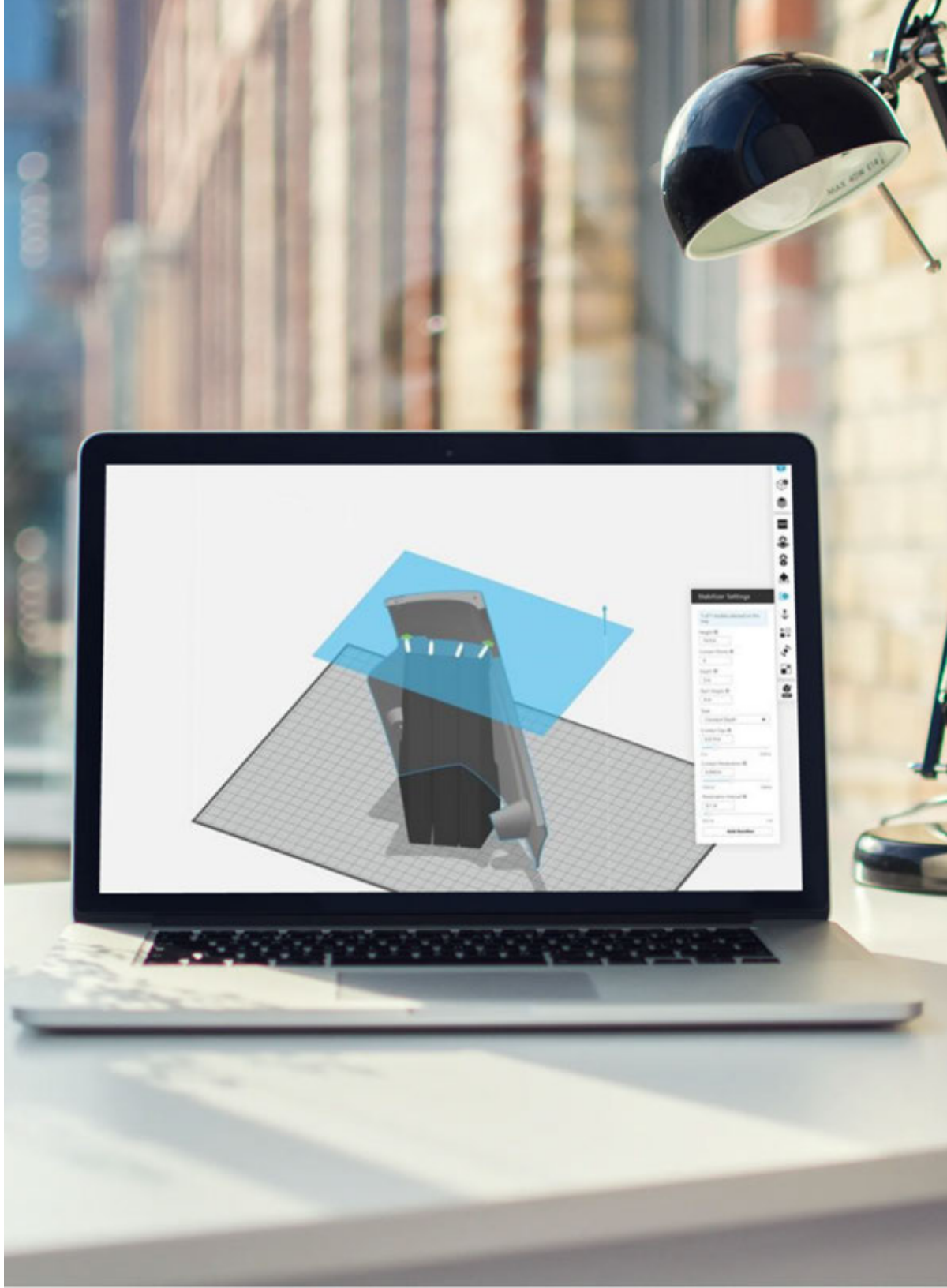
大型部品造形の現実。

必要とされる安定性

大型部品は、背が高くなるほど安定性が求められます。プリンタの自然な振動が部品に伝わり、背の高い領域に影響を与えます。安定性が確保されていないと、対象平面から少しずれて、寸法が不正確になるおそれがあります。

1つの解決策は、部品にスタビライザーウォールを追加する方法です。スタビライザーウォールは、部品に隣接して造形される別個の材料構造であり、部品と断続的に接続することで部品を補強し、適切な位置に維持できます。部品の造形が完了したら、スタビライザーウォールは除去します。

また、追加のサポート材を使用することで、背の高い部品やオーバーハング形状を補強することもできます。この方法の場合、材料と造形時間が増加することになりますが、精度は向上します。サポート構造としてブレイクアウェイサポート材やソリュブルサポート材を使用するプリンタの場合、サポート構造にもモデル材を使用する3Dプリンタに比べて、サポート構造を簡単に取り除くことができます。後者の3Dプリンタの場合は通常、サポート構造を取り除くのが難しくなり、表面に傷が残ることもあります。ソリュブルサポート材は、内部に管のある複雑なデザインを可能にするとともに、溶解バス内でハンズフリーで取り外せるため、最も効果的かつ時間効率に優れたソリューションとなります。





大型部品造形の現実。

カールや反り

造形プロセス中にプラスチック部品がカールする傾向は、大型部品に限ったことではありませんが、サイズが大きくなることで問題が明らかになる場合があります。主な原因は、造形庫内の温度制御が、造形プラットフォーム全体にわたって一貫していないことにあります。

完全加熱造形チャンバーではなく、加熱造形プラットフォームだけを使用する3Dプリンタの場合も、同じ問題が発生する可能性があります。造形中に部品の背が高くなると、新しい材料を上部に付加するたびに加熱プラットフォームから遠く離れていくため、温度差が生じます。この温度勾配により、部品内の場所によって加熱や冷却のスピードに差が生じ、カールが発生することになります。

この問題に関しても、上記で説明したスタビライザーウォールが効果的なツールになります。部品の形状によっては、非常に大きな部品や背の高い部品で反りを防ぐ際、1つの方法としてこの機能が有益です。

それでは、大型部品の造形に関する主な課題を把握したところで、造形結果を最適化するための追加的な手法について見てみましょう。

大型造形を成功させるための追加ヒント。

大型部品の造形に伴う一般的な課題に対処すること以外に、造形結果を最適化するために利用できる手法がほかにもいくつかあります。このような追加ヒントは、高品質の部品を実現し、できる限り早く手に取れるようにするうえで役立ちます。

方向の最適化

方向は、3Dプリンタ内で部品をどのように（縦置き、横置き、指定角度）造形するのかを示します。方向の選択は、どの点に関して部品を最適化するのか（強度、造形速度、表面仕上げ品質）に応じて変わります。そして、その決定は、部品の機能（コンセプトモデル、機能性プロトタイプ、製造工具、最終製品部品）によって異なります。

究極的には、各方向は相互排他的ではありません。部品の形状に応じて、複数のメリットをミックスして実現できます。しかし、実際には、大型部品や、方向が影響するサイズの部品を造形する場合、制約を考慮したうえで主目的を検討する必要があります。強度を最優先する場合は、その結果が得られるように方向性を決定します。一方、造形スケジュールが一番厳しい制約となっていて、強度や表面仕上げは二次的な目標である場合は、造形速度が最大になるように部品を配置します。

表面品質用の方向

形状に応じてどのように部品を配置するのかによって、部品の表面品質が決まります。押出 3D プリンタを使用して造形した部品は、積層ピッチと部品形状に応じて、多少の視認可能な細かいレイヤーラインが残ります。曲面の場合、このレイヤーラインがさらに目立ち、「階段状」の見た目になります。部品内に曲面や斜めの表面がある場合、その表面がZ軸に対して平行に造形されるように部品の方向を設定すると、表面が滑らかになります。

強度用の方向

表面仕上げと同様に、造形方向は部品や特定形状の強度にも影響を与えます。一般に、**強度や耐久性を必要とする重要な要素を、造形平面に対して平行に、Z軸に対して垂直になるように配置すると、最良の結果を得ることができます。**これは、押出 3D プリンタが造形平面で最大の強度を生み出すためです。

速度用の方向

造形チャンバー内の部品の位置は、造形プロセス中に必要となるサポート材の量に影響し、最終的に全体的な造形時間に影響します。**Z高さを最小にするように部品を配置**することで、必要なサポート材が少なくなり、造形を高速化できます。次のセクションでは、部品の完成までにかかる時間を短縮することで生じる可能性のあるメリットとリスクを踏まえながら、造形速度についてももう一度検討します。



この家電製品土台のプロトタイプは、幅約 600mm、奥行き約 600mm の大きさで、F770 の大型造形能力を証明しています。



大型造形を 成功させる ための 追加ヒント。

部品造形時間の最適化

部品を手取るまでの時間を短縮するには、いくつかの手法があります。ただし、中にはトレードオフやリスクを含むものもあります。このセクションでは、そのような考慮事項について説明します。

使用するインフィルを減らす

最初の手法は、低密度のインフィルを選択することです。押出 3D プリンティングでは、部品の外表面は「輪郭」と呼ばれます。部品の内部は「インフィル」で構成され、低密度（スパーズ）からフル密度まで、さまざまな密度を選択できます。

3D プリントする部品や工具のインフィルを低密度にすればするほど、使用する材料が少なくなるため、造形プロセスが高速になります。ただし、当然ですが、強度を重視する場合は、充填密度を変更する必要があります。最良の解決策は、デザインニーズに合わせて部品の領域ごとに密度を調整する方法です。この機能を備えた 3D プリンタであれば、必要とされる領域ではフル密度のインフィルを使用し、必要のない領域では低密度のインフィルを使用できます。

大型造形を成功させるための追加ヒント。

使用するスライス高を厚くする

2番目の手法は、使用するスライス高を厚くする方法です(スライス高とは、押出レイヤーの厚さを示します)。レイヤーあたりの材料の付加量を増やすことで、造形時間を短縮できます。積層ピッチが大きくなるとレイヤーラインが目立つようになりますが、表面仕上げやディテールが重要でない場合は問題にならないことがあります。

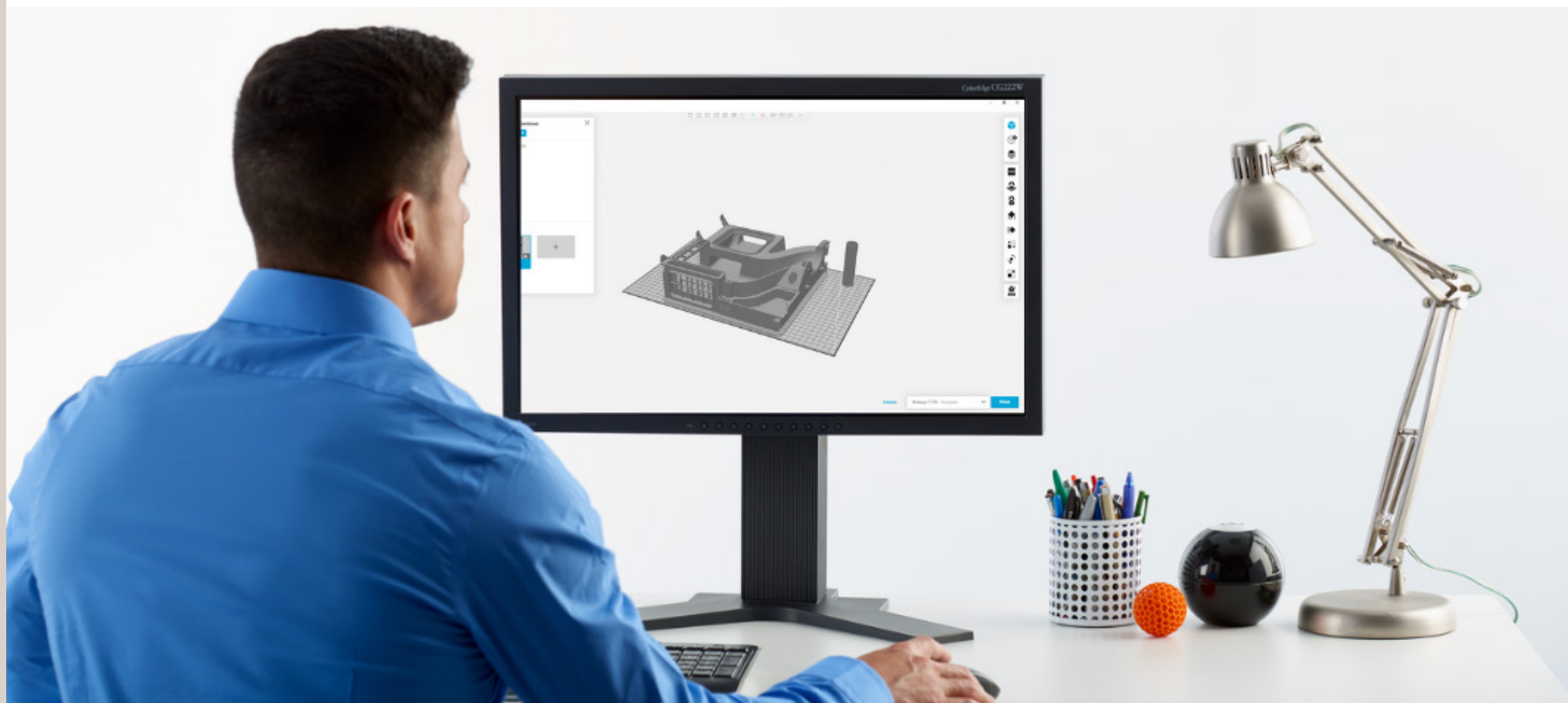
複数のスライス高を使用する(速度と美しさの両立)

また、速度と美しさの両方が重要な場合は、複数のスライス高の組み合わせを使用することで、両方の長所を活かすことができます。この場合、レイヤーラインが最も目立たない垂直表面に対して厚いレイヤーを使用

することで、スループットを高めることができます。傾斜表面の場合や精巧なディテールが必要とされる場合は、薄いスライスを使用することで、階段状の段差を減らし、視覚的な品質を高めることができます。

部品の高さを最小限に抑える

3番目の手法としては、前のセクションで説明したように、部品の方向を調整することで、部品の高さを最小限に抑えたり、サポート構造のない形状やオーバーハング形状の数を減らしたりできます。これにより、このような形状を支えるために必要となるサポート材の量が減り、造形時間が短縮されます。



大型造形を成功させるための追加ヒント。



適切なサポート材除去方法を選択する（手動かタンクか）

ソリュブルサポート材は、3Dプリンタが対応しているのであれば、内部に管のある複雑なデザインを造形可能にする非常に効果的なツールになります。ただし、サポート材全部に届くのであれば、部品を溶解バスに浸すよりも、手動の方がはるかに速く取り外せます。

また、このプロセスは、穿孔層（サポート材のセクション間に追加されるモデル材のレイヤー）を追加することで、さらに加速できます。穿孔層は通常、ブレークアウェイ方式（非ソリュブル方式）のサポート材を使用する3Dプリンティングの場合に、サポート材の除去を容易にするために使用されます。ソリュブルサポート材を使用する場合でも、穿孔層を使用することは可能であり、通常は、大きなブロックのサポート材を使用する際にその除去時間を短縮できます。このプロセスは造形プロセスを加速するものではありませんが、部品を手にするまでの総時間を短縮できます。

大型造形を成功させるための追加ヒント。

デフォルト設定を変更する（リスクとメリットのバランスを取る）

大半の3Dプリンタは、一般的なアプリケーション向けに許容できる結果が得られるように設計されたデフォルト設定が用意されています。しかし、3Dプリンタの構成によっては、デフォルト設定を変更できます。たとえば、ツールパスの幅や、標準輪郭の数、サポートスタイル、スライス高などを調整できます。適切な設定に調整することで、造形プロセスの時間を短縮できます。ただし、このメリットには潜在的なデメリットもあります。

たとえば、大型部品の造形にはかなりの時間がかかる可能性があり、3Dプリンタの信頼性によっては、造形時間とともに問題発生リスクも高まります。また、ストラタシスのエンジニアの調査により、大型部品の造形する際に造形パラメータを調整しても、平均して総造形時間のわずか5%しか節約できないことが判明しています。設定を変更する場合は、メリットがリスクに値するかどうかを十分に検討する必要があります。造形時間が80時間の場合に4時間を節約することは、リスクを負うだけの価値があるでしょうか。もちろん、その価値があることもあるでしょう。しかし、75時間目にトラブルが発生した場合、3日間の造形時間が失われることになり、造形期限を過ぎてしまうおそれがあります。スケジュールの柔軟性を考慮することが重要です。

対照的に、大型部品を複数造形することが必要となる本生産造形の場合、設定を調整するメリットが大きくなります。時間をかけてファイル設定を調整したうえで、テスト造形を実行して成功かどうかを検証する、という方法が十分な価値を持つことがあります。1回の造形あたりの節約時間がわずかであったとしても、造形を複数実行するケースであれば、効果が累積し、非常に大きなメリットになる可能性があります。

ここで重要なのは、「大型造形は実行可能であるが、自分たちがどのような問題に直面しているのかを把握する必要がある」ということです。誰も物理学を変えることはできないため、部品を造形するには、高温の熱可塑性プラスチックを押し出す際の現実に対処する必要があります。それは簡単な場合も難しい場合もあります。適切な3Dプリンタを使用すれば、対処が簡単になるだけでなく、造形部品のサイズと品質の両方で最良の結果を得ることができます。それでは、このようなタスクに最適な3Dプリンタをご紹介します。



F770 による大型造形のメリット。

信頼できるスケールで大型部品を 3D プリントすることは、もはやハイエンドのプレミアムシステムが独占する領域ではありません。Stratasys F770™ 3D プリンタは、372,000cm³ を超える造形容量と、最大 1,171mm の長さの部品を造形する機能を備えています。ただし、メリットはサイズ面だけではありません。さまざまな機能を備えており、これまでに説明した課題に対処するうえで大きなメリットをもたらします。

F770 による大型造形の メリット。

豊富な造形容量

フル容量で材料をセットすれば、もう材料不足を心配する必要はありません。F770の材料カートンは、 $3,277\text{cm}^3$ の材料を備えており、最大140時間の連続造形時間を実現します。

ソリュブルサポート材

効果的なソリュブルサポート材により、必要に応じて精巧かつ複雑な大型部品を造形することができます。必要な部品を好きなように造形でき、3Dプリンタの能力不足のために造形できる部品が制限されることはありません。

GrabCAD Print™およびInsight™ソフトウェア

優れたソフトウェアは、望ましい結果を得るために必要なツールを提供します。積層ピッチを自動的に調整する適応型スライスを使用してスルーカットと見た目を最適化し、速度と美しさを効果的にミックスした大型部品を造形することができます。必要な場所に適切な量のインフィルを使用するよう調節することで、部品強度、造形時間、材料使用量のバランスを取ることができます。簡単にスタビライザーウォールを造形でき、正確な部品を造形できます。サポート構造内に穿孔層を組み込むことで、手動による除去や部品の造形にかかる時間を短縮できます。

3種の積層ピッチ

積層ピッチの選択肢が複数用意されており、速度優先やディテール優先など、大型部品の造形を柔軟に調整できます。また、適応型スライス機能により、速度とディテールを最適な形でミックスすることもできます。

完全加熱造形チャンバー

密閉型の造形オープンと優れた実績を誇るFDM®テクノロジーにより、造形容量全体で均一的な温度プロファイルが保証されます。反りやカールのない大型部品を造形することが可能であり、CAD内でモデル化したものがそのままプリンタから出力されます。

F770 による大型造形のメリット。

F770 は、自動車、航空宇宙、重工業、農業など、さまざまな産業のアプリケーションに対応します。自動車やRV車の典型的なユースケースの一例としては、ボディパネルのプロトタイプ作成が挙げられます。同様に、航空機のキャビンやシートなどのコンポーネントのモックアップも、従来のプロトタイプ作成方法よりも効率的に造形できます。また、浄水装置や各種家電製品を製造するような消費財メーカーの場合、製品サイズに応じて大型 3D プリントの容量のメリットを享受できます。

上記のような産業の多くで、とくにメリットが大きいのが工具造形アプリケーションです。工具は通常、大きく重くなりますが、適切な設定で金属をプラスチックに置き換えることで軽量化できます。また、3D プリント版の工具は簡単にカスタマイズ可能であるため、エルゴノミクス性を改善して作業者の快適さや安全性を高めることができます。

小型の 3D プリントでこのような目的を達成できないわけではありません。3D プリントの精度が優れていれば、部品をセクションごとに造形し、後で結合する方法でも同等の結果を実現できます。しかし、この方法の場合、事前のデザインと造形後の処理にかかる時間が長くなります。ほとんどのメーカーが、このような貴重な時間を確保するのに苦労しています。

F770 は、このような時間と労力を回避するチャンスをもたらします。これにより、大型のプロトタイプや工具/固定具を機械加工したり、小型のプリントで造形した部品を結合したりといった従来型の遅く高価な方法にとどまる必要がなくなります。大型の工具やコンポーネントを扱うメーカーであれば、ほとんどの場合、F770 の機能のメリットを享受できます。



この塗装済みの 3D プリント版自動車用フェンダーは、F770 が対応するさまざまな大型部品アプリケーションの一例です。

大いなる 決断のとき。

信頼性に優れた3Dプリンティングを経験したことがあれば、造形スケジュールや予算に与えるプラスの影響についてすでに実感していることでしょう。そのような方は、「現在造形しているものよりもはるかに大きな部品を3Dプリントできるとしたら、どのようなメリットがあるだろうか」と考えてみてください。

3Dプリンティングをまだ採用していない方の場合、大きな工具やプロトタイプを現在の半分以下の時間で、低コストで造形できることに価値があるかどうかを判断するだけです。既存の造形手法に対し、時間とコストを節約する補的手段としての3Dプリンティングの価値を示す証拠は豊富にあり、入手も容易です。現在の大型3Dプリンタの価格が原因で、アディティブ・マニュファクチャリングの採用を躊躇している場合は、F770をご検討ください。



大いなる決断のとき。

信頼性に優れた大型 3Dプリンティングを提供することが、F770 の第一の使命です。F770 はそのために設計されており、ほとんど誰でも造形ジョブを開始できます。そして、開始後は、すぐに自分の仕事に戻ることができます。F770 は、手頃な価格で信頼性に優れた大型 3Dプリンティングを可能にし、簡単操作で時間とコストを節約します。

F770 がどのように 3Dプリンティングをスケールアップするのかご確認ください。詳細については、今すぐ[ストラタシスにお問い合わせ](mailto:info@stratasys.co.jp)いただくか、Stratasys.co.jpのF770 プリンタのページをご覧ください。



株式会社 ストラタシス・ジャパン 東京本社 / ショールーム

〒104-0033
東京都中央区新川 1-16-3
住友不動産茅場町ビル 3F
TEL. 03-5542-0042
FAX. 03-5566-6360

www.stratasys.co.jp
ISO 9001:2015 認証取得済

大阪支店 / ショールーム

〒540-6319
大阪府大阪市中央区城見 1-3-7
松下IMPビル 19F
TEL. 06-6943-7090
FAX. 06-6943-7091

