

包装業界の効率を高める軽量積層造形

自動化技術における高度な特有グリッパーの迅速かつ簡単な最適化



包装業界は高度に自動化されているため、商品の迅速かつ安全な包装が可能です。製品開発の中核要素として軽量設計が必要です。

グリッパー（把持器具）が軽いほど、このプロセスはより効率的かつ高速になります。MSC Apex Generative Designを使用すると、さまざまなバリエーションの軽量なグリッパーデザインをすばやく簡単に作成できます。

グリップ、搬送、配置、梱包。これらは、高度に自動化された把持および搬送要素を使用して、個々の生産品を安全かつ確実に梱包する包装機の重要なタスクです。製品の重量、サイズ、形状が大きく違うので、一般的にグリッパーは特有で、しばしば非常に複雑になります。さらに、可動部品を可能な限り軽量であると同時に可能な限り高剛性に設計する必要があります。これにより、操作中のエネルギーを節約し、安全な搬送を確保します。そのような個々の複雑なグリップユニットの古典的な設計または最適化は特に費用と時間がかかるため、製品開発に対して、高い要求がありました。

課題

エンドユーザーと市場は、これまで以上に多様なパッケージングを要求しています。同時に、パッケージングと材料は、将来、大幅にサステナブルになるはずで、これらの傾向は短い対応時間を要求しており、製造業者は市場の状況に非常に迅速に対応しなければなりません。これは、柔軟性が高く高性能な包装機と迅速な開発によってのみ達成できます。非常に個性的なパッケージ商品の需要に応え、材料とエネルギーの消費量を削減するには、新しいテクノロジーが必要です。

これらの要件は、このGerhard Schubert GmbHアプリケーションにも適用されます。ドイツのクライルスハイムにある家族経営の会社は、インテリジェントなモジュラー設計と卓越した顧客利益を特徴とする革新的な包装機を提供しています。包装トレイをつかんで搬送するための新しいグリッパーユニットの開発も、この要件を満たす必要があります。従来のアプローチとソフトウェアを使用した最適化では、満足のいく結果が得られず、多大な開発努力が必要でした。グリッパー部品の開発では、ピーク応力と不十分な剛性が発生しました。これらは両方とも、グリッパーの主要要件です。軽量設計を実現するためには、新しいアプローチが必要でした。

ソリューション

ジェネレーティブデザインと積層造形の組み合わせが解決を約束しました。ジェネレーティブデザインを使用すると、複雑で軽量なデザインでもすばやく簡単に作成できます。少労力なため、少量でも高度にカスタマイズされたシンプルおよび複雑なグリッパーを最適化できます。生成された構造は、即時に積層造形で製造できます。非常に軽く、非常に複雑な構造でも簡単に作成できます。

MSC Apex Generative Designは、強力でありながら使いやすいソフトウェアとして使用されました。この事例では、初期形状としてCADモデルがMSC Apex Generative Designに読み込まれています。最適化設計用モデルは、この形状に基づいて設定され、必要な接続領域と定義された設計領域があり、材料としてPA12プラスチックが指定されています。強力な形状編集機能を備えた直感的なユーザーインターフェイスにより、初期形状から1時間以内に最適化解析用モデルに変換することができました。モデル完成後、最適化を開始する前に、境界条件と最適化のターゲットパラメータを追加するためにさらに15分が必要です。

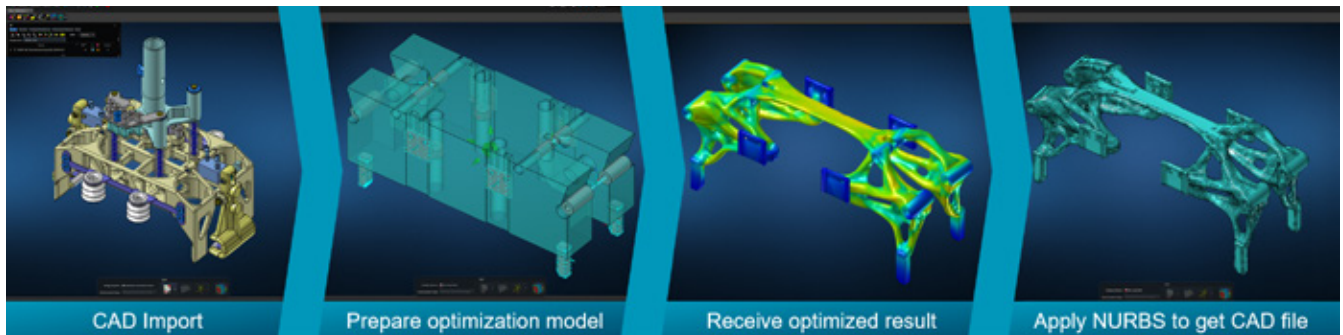


図1：モデルの準備のためのCADインポート、MSC Nastranでの検証のためのCADエクスポート、そして最適化はMSC Apex Generative Designだけで迅速かつ完全に実行できます。

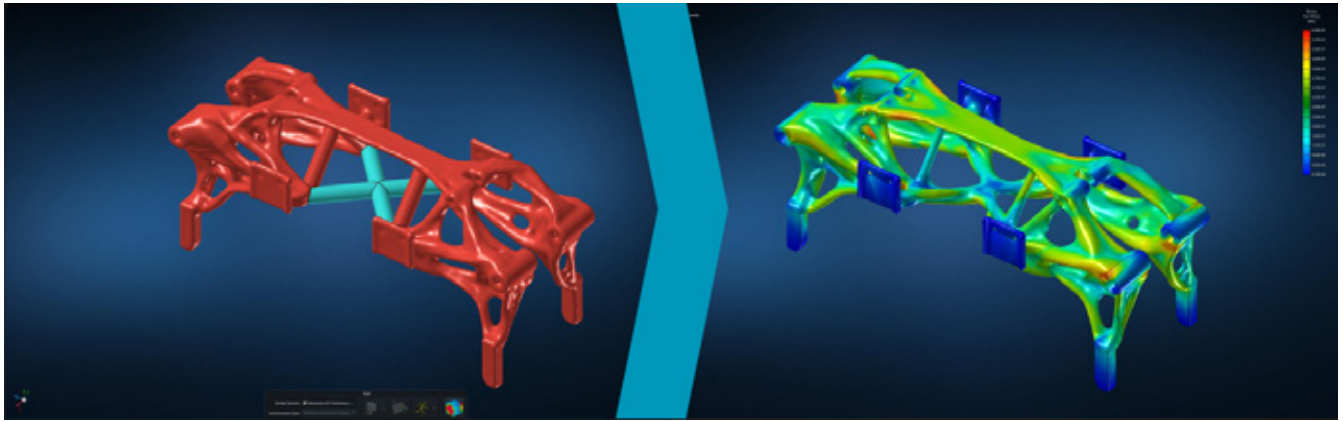


図2：後続の変更は、形状ツールを使用し、簡単に追加できます。その後数回の最適化イタレーションで、クリーンかつ有意義に接続されます。

結果

最適化ソルバーが軽量設計を作成するのに必要な時間はわずか18分でした。この短い計算時間により、最適な設計を選択するために、さまざまなパラメータやバリエーションを問題なく試すことができます。たとえば、あるバリエーションは特に軽量ですが、構造が複雑なため、クリーニングが困難でした。したがって、最初はそれほど複雑でない設計が選択され、それは、わずか150gに軽量化されました。これは、元の部品（PA12）の340 gと比較して、56%の軽量化がはかられています。

特殊な荷重ケースに耐えるように、補強として、中央部分に十字型の支柱を追加しました。これを行うために、MSC Apex Generative Designの形状編集ツールを使用して、エンジニアが最適化された構造の正しい位置に挿入しました。この新しい構造は、クリーンな接続とスムーズな遷移を作成するために、数回の最適化アルゴリズムの反復で再度処理されました。注目すべき点：支柱を追加したにもかかわらず、重量はほとんど変化せず、最適化アルゴリズムは支柱をきれいに取り付け、他の領域から不要になった材料を除去しました。最適化タスクを解決するために、新しい局所最適化が行えました。ジェネレーティブデザインがこのような問題に対しても最適化できるソリューションであることを示しています。

検証と製造シミュレーション

選択されたバリエーションは、統合されたMesh-to-CAD機能を使用して、マウスを数回クリックするだけでCADに変更できます。NURBSモデルとして、MSC Apexに読み込み、MSC Nastranアルゴリズムで部品を検証することができます。結果は、剛性が4倍に増加し、荷重下の応力も大幅に低下するという劇的な改善を示しています。

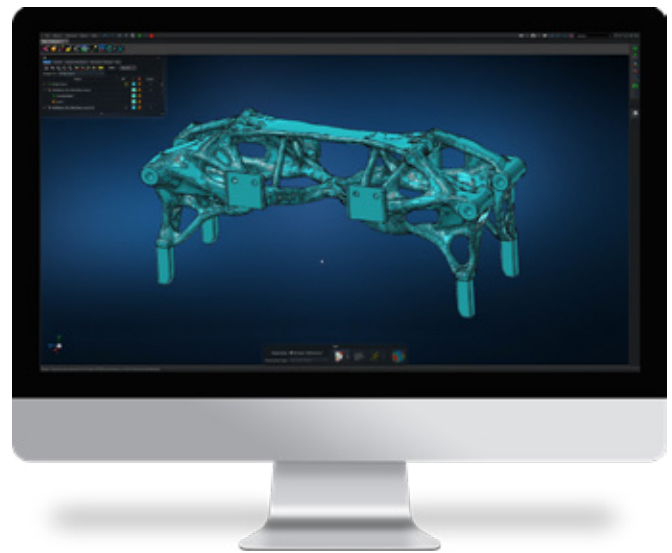


図3：NURBSベースの標準CAD形式への変換は、複雑な構造であっても、数回のクリックで実現できます。

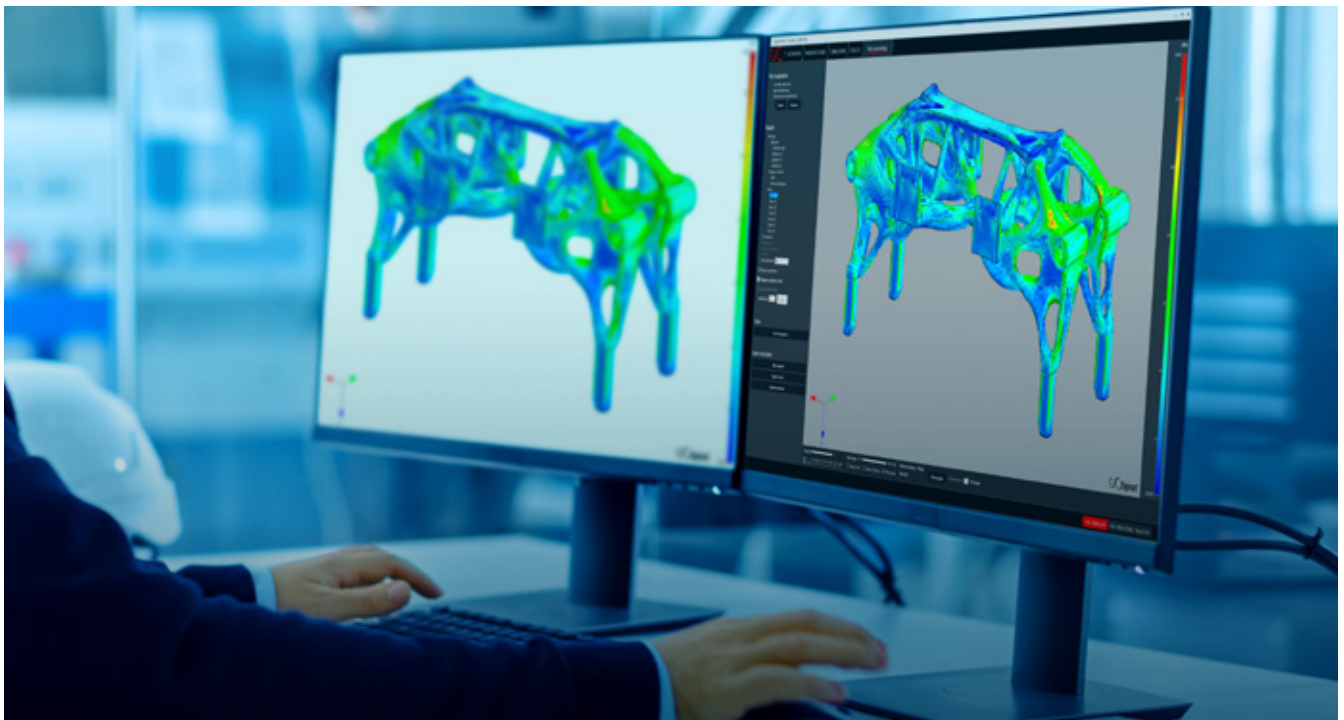


図4：プラスチックプリント部品の製造シミュレーションにより、要求の厳しいグリッパーの使用に必要な最大精度を得るための過度の変形が回避できます。

次のステップでは、プラスチックでのデザインの製造をシミュレートして最適化します。これを行うために、Digimat AMにインポートされ、プラットフォーム上に平らに置かれ、最適化のためにメッシュが生成されました。解析では、全体的に部品の歪みが非常に低く、2つの離れた領域だけに過度の歪みがあることが示されました。これらの歪みは、製造が成功した後、正しい構造として存在するように、事前に変形した構造を製造するように、DigimatAMで補正できます。

同社は金属の積層造形設備を持っているため、テスト目的で、また高温での使用をテストするために、金属材料でのバリエーションも製造する必要がありました。この目的のために、アルミニウム合金を使用してさらなる最適化が開始されました。ただし、部品の設置スペースが十分でなかったため、構造を上部ストラットで分割し、フランジを追加しました。フランジは、最適化を何度か繰り返して、適切かつ完全な方法で再接続されました。次に、Simufact Additiveを使用して、2部品構成となった設計の製造をシミュレートしました。部品は、両方がプラットフォームにぴったり合うように配置されます。ソフトウェアは、必要なすべてのサポート構造を計算し、シミュレーション用のメッシュを作成しました。これは、ここでも反りを予想しなければならないことを明らかにしました。ただし、反り補正を使用すると、これを最小限に抑えることができます。

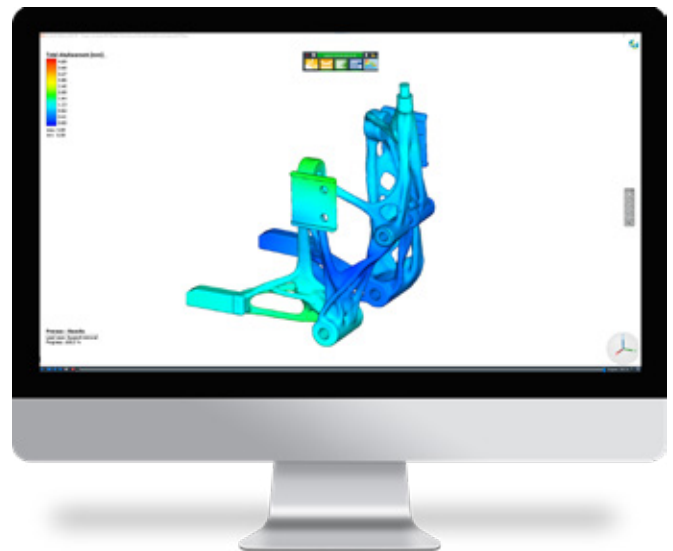


図5：Simufact Additiveを使用すると、金属ベースの製造を事前にシミュレートできます。したがって、位置決め、サポート構造、および製造パラメータを最適化することができます。歪みおよび高い残留応力を回避することができます。



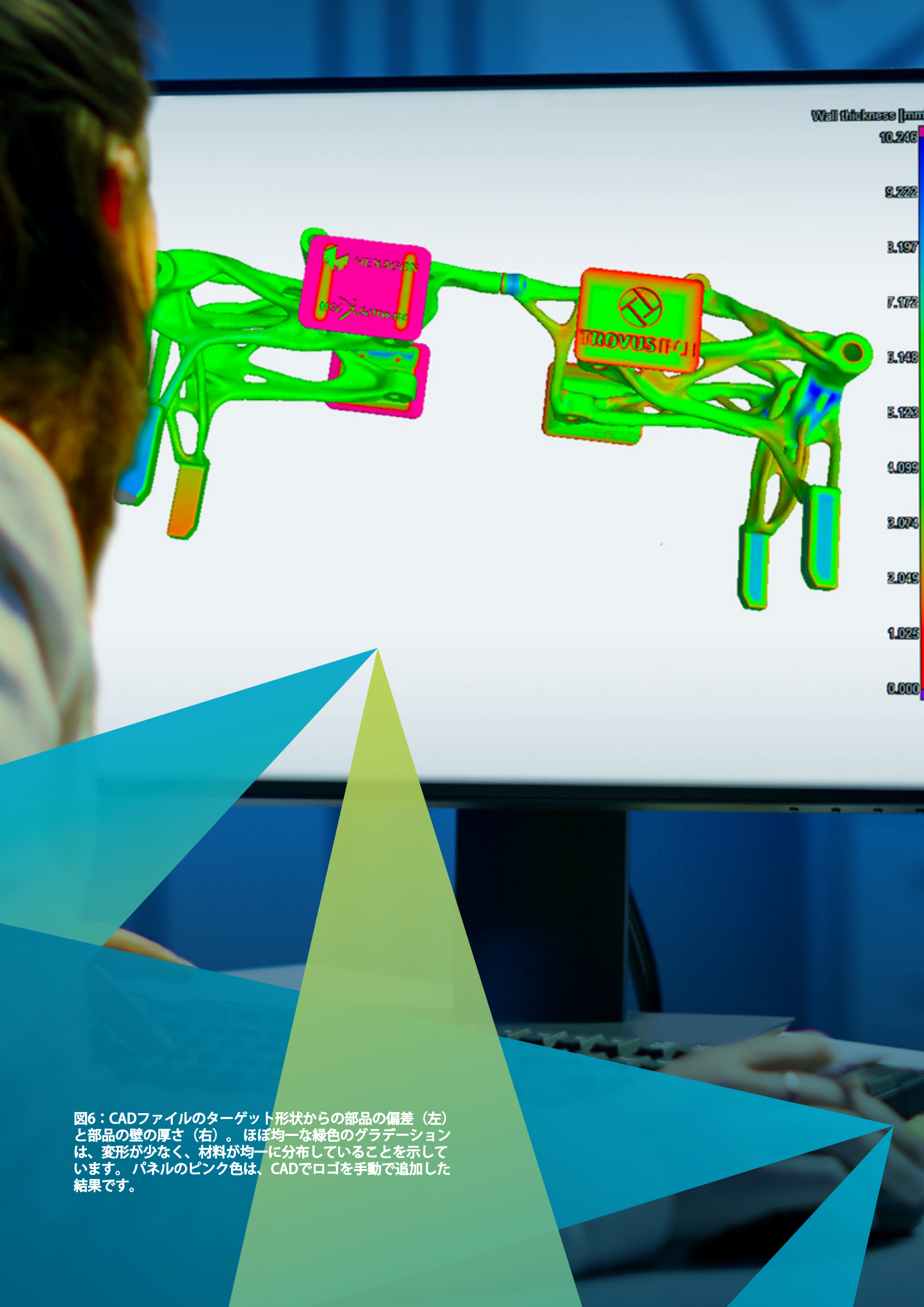


図6：CADファイルのターゲット形状からの部品の偏差（左）と部品の壁の厚さ（右）。ほぼ均一な緑色のグラデーションは、変形が少なく、材料が均一に分布していることを示しています。パネルのピンク色は、CADでロゴを手動で追加した結果です。



図7：部品の脚の1つにいくつかの細孔があります。ただし、VGSTUDIO MAXによる分析では、負荷がかかっている場合でもアプリケーションに影響はありません。

CTスキャンデータを使用した部品の分析

次に、金属バージョンはアルミニウムで製造され、製造後に非破壊CTスキャンで検査されました。得られたCTデータの分析にはVGSTUDIOMAXソフトウェアを使用しました。詳細なデジタル画像をソフトウェアで元のCADデータと比較して、偏差を明確に確認することができます。写真（図6）に見られるように、製造された部品の脚にわずかな偏差が見られます。スキャンでは、いくつかの細孔（図7）も見られます（説明のために拡大）。偏差と材料の厚さの分析（図6）は、部品が全体的にきれいで均一な色をしていることを示しています。大きいずれは、その後の手動で挿入されたロゴによるものです。外側へのずれは問題なくフライス加工できます。肉厚のほぼ連続的な緑色は、積層造形を成功させるために必要な優れた均一な材料分布を示しています。

まとめ

全体として、MSC Apex GenerativeDesignおよびその他のMSCツールのパフォーマンスの全範囲をここで示すことができました。最適化モデルへのシンプルで直接的なパスを提供する強力なCADインポート機能に加えて、さまざまな設計を非常に迅速に生成できます。追加の支柱やフランジ加工などのその後の調整も最適に統合することができ、マウスを数回クリックするだけでNURBSベースのCAD形状が作成できます。そして、MSCNastranで直接検証できます。その後、Digimat AMとSimufact Additiveを使用して、製造をシミュレートおよび最適化できるため、優れた最終結果が保証されます。さらに、CTスキャンを使用して実際の部品をチェックしました。VGSTUDIO MAXを使用したデータ分析は、全体的に良好な結果を示しています。これは、MSCソフトウェアのデジタル設計および製造シミュレーションでの製造および使用のための最適な確認方法です。



Hexagon はセンサーとソフトウェア、自動化ソリューションのグローバルリーダーです。産業、製造、インフラ、安全、モビリティの業界において、効率性、生産性、品質の向上を担っています。当社のテクノロジーは、都市と生産のエコシステムを形成し、連携と自動化を加速させ、スケーラブルで持続可能な未来を実現します。

Hexagon Manufacturing Intelligence事業部に属するMSC Softwareは、オリジナルソフトウェア開発を行う上位10社の1つで、エンジニアリングプロセスに革新をもたらすシミュレーションソフトウェアとサービスを製造業の客様に提供する、エンジニアリングシミュレーションのリーディングカンパニーです。MSC Softwareは、信頼できるパートナーとして、製品の設計と試験に関連する品質の向上、時間とコストの削減を支援します。学術機関、研究者、学生は、MSCのテクノロジーを使って知見を深め、シミュレーションの領域を広げています。e-Xstream engineering は Hexagon のグループ会社であり、統合型材料開発エンジニアリング(ICME)ソリューションを提供し、正しい材料を正しいプロセスにより正しく適用することによって、製品のパフォーマンスを最適にイノベーションさせます。