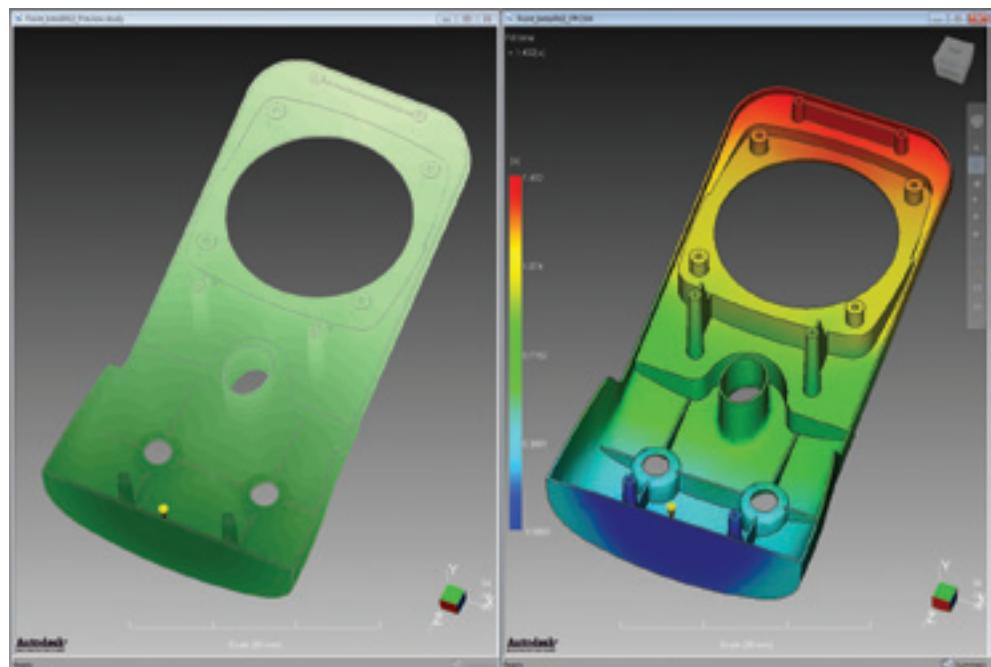


# リアルタイムのプラスチック射出成形 シミュレーション



## 目次

シミュレーションの課題	1
正確なリアルタイム シミュレーション	2
射出圧力予測	2
プラスチック充填パターンの検証	3
新しい設計パラダイム	4
まとめ	4

プラスチック部品の設計・製造に関わる企業は、革新的な製品をより迅速に市場投入しなくてはならないという、日々高まるプレッシャーに直面していますが、先進企業は製品開発プロセスにシミュレーションを導入することでこのニーズに対応し、設計を促進しています。設計プロセスの中核にシミュレーションを活用することで、メーカーはプラスチック部品の設計や、その製造のための射出成形金型設計に関する問題を早期に発見し、設計を最適化するために必要な試作の数を最小限に抑えることができます。そのため、製品開発プロセスがスピードアップするのです。

ところでこのようなメリットは確かに有効なのですが、単にシミュレーションをプロセスに統合するだけでは、自社の競争力を維持するのに十分ではありません。競争力維持のためにはシミュレーションテクノロジーにおける大きな機能向上を活用し、解析主導型設計を導入する必要があります。

オートデスクは、解析主導型設計に革新をもたらし、製品開発中に実施すべきことの認識を変えています。その結果、オートデスクはこれまで不可能とみなされてきた リアルタイム シミュレーションを実現しました。このホワイト ペーパーは、従来のシミュレーションの課題を示し、オートデスクがリアルタイム シミュレーション テクノロジーによってそれらの課題を克服したことを解説しています。

## シミュレーションの課題

設計者がシミュレーション ツールを使用して、長年にわたる設計知識と経験に基づいた推測を検証したとしても、最も経験豊富な設計者でさえ、毎回完璧な推測をすることは困難です。そこでシミュレーション ツールを活用することで、確信を持って意思決定を行い、進行中の設計の調整すべき内容、場所、方法を確認することができます。

設計プロセス全体にわたって決定とその検証のサイクルは、解析主導型設計と呼ばれ、あらゆるメーカーにおいて導入が増えてきています。ハードとソフトの進歩により、シミュレーションにかかる時間は従来の数日から数時間、あるいは数分に短縮されてきており、より多くの設計オプションの検討・検証を短時間でできるようになりました。また、製造に取り掛かる前に製品設計を最適化して問題を見つけることで、ROI が大幅に向上するのです。

しかしそく最近までは、シミュレーション時間が足かせとなり、解析主導型設計の本来の能力を十分に発揮できませんでした。シミュレーションの準備、実行、評価には多くの時間を要することがほとんどです。企業がそれでも進んで受け入れているのは、シミュレーションがその他の方法よりも優れているからです。

理想としては、製造性と品質について、設計プロセスの中で即座にシームレスなフィードバックを得られることです。製品の性能に関するリアルタイムなフィードバックが得られれば、設計者は製造プロセスにおける一つ一つの設計上の判断の影響を即座に理解することができます。

## 正確なリアルタイム シミュレーション

数十年にわたる経験に基づいて、オートデスクは画期的なテクノロジーによってこの目標を達成し、プラスチック射出成形シミュレーションの最大の課題のいくつかを解決してきました。このテクノロジーは、これまで不可能だと考えられていた、正確性とリアルタイム性の両方を備えたシミュレーションの結果をもたらします。

詳細は、次のとおりです。

画期的なテクノロジーによって CAD モデルからメッシュを作成し、部品のジオメトリと少なくとも 1 つのゲート位置に基づいて、可能な充填パターンを特定します。ゲート位置を指定することも、ソフトウェアが自動的に設定するゲート位置を割り当てるもできます。

その後、可能な充填パターンを使用して、部品のジオメトリの簡略化した表示（流動線表示）が作成されます。次にこのテクノロジーは、部品のジオメトリと充填パターンのバリエーションを最も端的に示す流動線を作成します。

最後に、より詳細な充填シミュレーションが流動線を簡略化したモデルで再度実行され、設計の主要特性、製造での不具合などを予測できます。Hele-Shaw 流れの近似の原理（流体力学における問題解決のテクニック）が、樹脂流動のモデリングに使用されているのです。

この Autodesk® Moldflow® の新しいテクノロジーを使用すれば、最も複雑な部品設計でさえ、最初のシミュレーションを数秒で行えます。このリアルタイム シミュレーション テクノロジーによって、以下について正確に知ることができます。

- ・時間の関数としての充填パターン
- ・ウェルド ライン
- ・ヒケ
- ・部品の充填に必要な圧力
- ・部品への圧力分布

では、射出圧力予測およびプラスチック充填パターンの検証ベンチマークの主要データを見ていきましょう。これらのリアルタイム シミュレーション結果の精度を確認することができます。

## 射出圧力予測

3 つの圧力変換機を備えた射出成形金型を使用して、Autodesk Moldflow の射出圧力予測の精度をテストしました（図 1 と 2）。テストは、25% 無機充填剤を含むポリプロピレン（GS Caltex 社の MT62CP）を使用して行われました。プラスチック溶融温度は 220°C (428°F)、射出時間は 1.586 秒です。

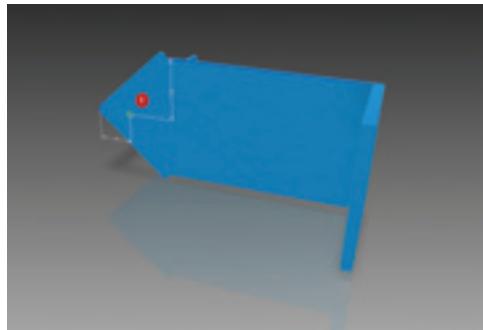


図 1

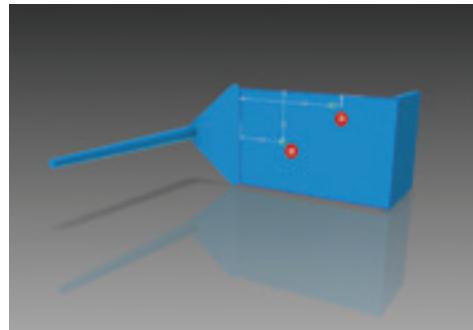


図 2

Autodesk Moldflow のシミュレーション結果(シミュレーションにかかった時間はわずか数秒です)と、部品が完全にプラスチックで充填された時点でトランステューサーに記録された圧力を比較しました。Autodesk Moldflow が予測した圧力は、測定データとほぼ一致しました(図 3)。

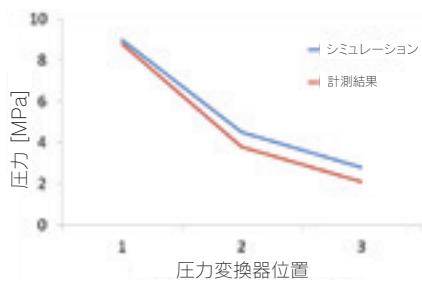


図 3

## プラスチック充填パターンの検証

プラスチック充填パターンのベンチマーク テストも同様に正確でした。部品設計の 4 本のアーム(図 4)の厚みと幅はそれぞれ異なるため、不均一な流量特性を検討するのに理想的なテスト ケースとなっています。テストは、ABS 樹脂を使用して行われました。プラスチック溶融温度は  $235^{\circ}\text{C}$  ( $455^{\circ}\text{F}$ )、射出時間は 2.6 秒です。

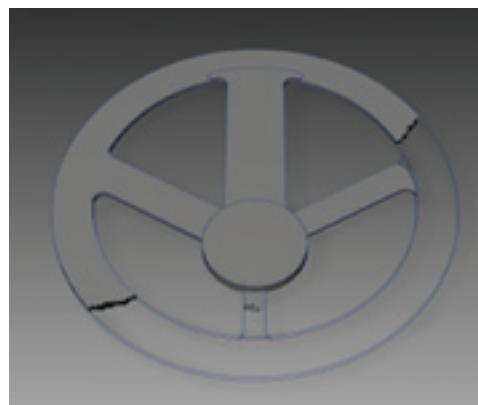


図 4

複数の充填段階で、シミュレーションはプラスチック射出成形機によって作成された充填パターンを正確に反映しました(図 5a と 5b)。Autodesk Moldflow が、細いアームによるヘジテーション効果を正確に予測していることが確認できます。加えて、実際に射出成形された部品と厳密に一致した場所に、ウェルド ラインの位置が示されています。



部品の写真



シミュレーション結果

図 5a

## 部品の写真

## シミュレーション結果



図 5b

## 新しい設計のパラダイム

以上、ご紹介したように、Autodesk Moldflow の新しいシミュレーション テクノロジーを使用することで、正確なシミュレーション結果をリアルタイムに得られるだけでなく、ワークスペースにインジケータが表示され、設計上の判断の影響を受ける製造可能性の重要な側面がハイライト表示されます(図 6)。さらに Autodesk® Inventor® 上では、設計上の判断の影響を常に評価できます：

- ・製造性の検証: 不良の可能性と部品の処理のしやすさ
- ・コスト: 材料、金型、製造コスト
- ・環境への影響: 二酸化炭素排出量、内包エネルギー、リサイクル性

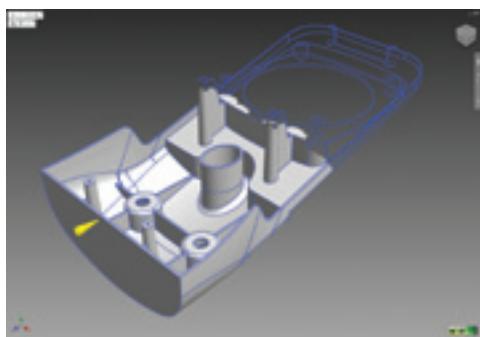


図 6

これらの指標は、シミュレーション テクノロジーの新たな評価や使用方法を示すものです。シミュレーションが設計プロセスの中に組み込まれ、統合されたリアルタイム フィードバックを提供する一連の尺度として表示されるようになりました。これらの尺度は画面の中に表示され、設計変更によって問題が起こると、常に警告を発します。設計者は、充填不足になる設計(ショート ショット)、一様でない厚みによる不均一な流量、不十分または不適切な抜き勾配、アンダーカット、ヒケおよびウェルド ラインの位置に起因するデザイン性および強度上の懸念など、潜在的な製造上の問題があるかどうか、設計しながら常に把握できます。その結果、それぞれのプラスチック部品設計をより短時間で、製造性に非常に強い確信を持って完成させることができます。

## まとめ

設計プロセスを通して、正確なリアルタイム プラスチック射出成形シミュレーションを行うことのメリットは明らかです。Autodesk Moldflow の画期的なテクノロジーにより、シミュレーションの時間を確保する必要がなくなりました。代わりに、設計プロセスを通して設計を検証し最適化できるため、費用のかかる金型の修正および試作回数を低減し、製品から金型のコストを回収することによる遅延を最小限にして、革新的な製品を迅速に市場に送り出すことができます。

# Autodesk®

オートデスク株式会社 [www.autodesk.co.jp](http://www.autodesk.co.jp)

〒104-6024 東京都中央区晴海1-8-10 晴海アイランドトリニティスクエア オフィスタワーX24F

〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-9-36 新大阪トラストタワー3F

TEL: 0570-064-787 (オートデスク インフォメーションセンター)

※Autodesk、Autodesk Inventor、Inventor、Moldflow は、米国および/またはその他の国々における、Autodesk, Inc.、その子会社、関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を保有し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。

© 2011 Autodesk, Inc. All rights reserved.