

解析を介した設計： シミュレーション駆動型製品開発に対応 するため、解析担当者に必要な堅牢性、 効率性、柔軟性に優れたツールを提供 ホワイト ペーパー



概要

市場における競争激化により、これまで以上に高品質で革新的な製品を、短期間にコストを抑えながら効率よく開発することが求められています。こうしたニーズに対応するため、製品の開発や製造にスマートな自動化戦略を取り入れる企業が増えています。こうした取り組みは、製品開発に携わるあらゆる人間に影響を与えますが、とりわけ大きな影響を受けるのは解析担当者かもしれません。メーカーでは、製品開発部門や製造部門で技術革新とオートメーションを促し、スループットを高める戦略を推進しています。その結果、解析担当者には、最終的な設計検証や製品性能の評価以外のタスクも課せられ、シミュレーション駆動型製品開発に直接関与することが求められています。

現代では、製品開発を取り巻く環境は常に変化しています。解析担当者は、製品開発の初期段階で数多くの複雑なシミュレーションを実行する必要があり、設計やエンジニアリング、製造といった各部署と頻繁に共同作業を行わなくてはなりません。増える一方の業務を効率的にこなすために解析担当者に必要なのは、効率性と柔軟性に優れた高性能シミュレーション ツールです。このホワイト ペーパーでは、設計解析担当者の役割の変化や彼らが直面する新しい課題について取り上げるとともに、ダッソー・システムのStructural Professional Engineer解析ソフトウェアが、解析担当者の新しい任務に役立つことを説明します。

解析担当者の役割の変化

製品開発や製造技術にオートメーションやデータ共有を取り入れるメーカーが増えています。このトレンドは、しばしば「スマート ファクトリ」あるいは「インダストリ4.0」と呼ばれています。こうした状況を受け、設計解析担当者の役割は変化しています。解析担当者の従来の役割は、有限要素解析 (F E A) 手法を用いて、製品設計の物理的挙動をシミュレーションし予測することでした。製造に入る前に設計性能を検証し、現場で故障が発生しないかどうかを調査することが、主な仕事だったのです。ところが、オートメーション化が進み、シミュレーションがますます必要になっています。エンジニアが解析作業を行うようになり、解析担当者が製品開発の初期段階から参加しなければならないケースが増えています。

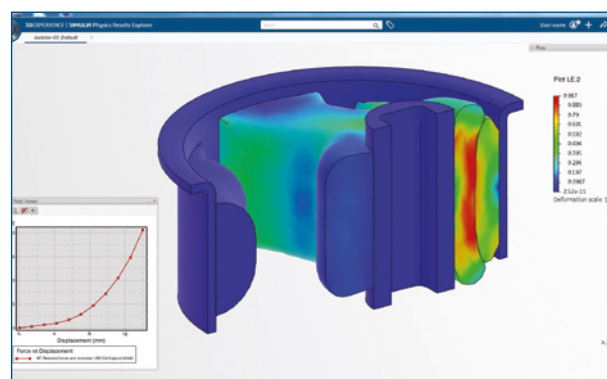
メーカーは、積極的にオートメーション化に取り組んでいます。開発期間の短縮、開発費の削減、製造問題の減少、品質向上、安全な設計、革新的な製品の実現など、競争力を高める多くのメリットがもたらされるからです。新たに登場したこの製品開発・製造パラダイムでは、解析担当者を含め、製品の設計および生産に携わる全員が、よりスマートな仕事の進め方で今まで以上に多くの業務を引き受けなければなりません。

解析担当者は、かつてのように他部署とやり取りすることなく製品設計が完成するのを待ってから、最後に設計を検証したり、故障/保証問題を特定したりするのではなく、多くの役割を担い、製品開発プロセスの早い段階から解析作業を始めなくてはなりません。設計性能や製造のさまざまな問題が、納期や予算、商品化までの期間にマイナスの影響を及ぼす前に問題を解決できるため、解析担当者の専門知識には大きな価値があります。このため、解析担当者が開発の初期段階から深く関与することで、製造の手戻り/手直しを最小化し、必要な試作品の数を減らし、現場での故障をなくすることができるだけでなく、保証請求の削減、製品性能や製造性の問題に伴う費用の削減も可能です。シミュレーション駆動型の製品開発では、開発プロセスの初期段階で設計の忠実性と品質を確保するために、解析担当者がますます大きな役割を果たすようになっていきます。

メーカーは、設計性能、革新性、安全性、費用、商品化までの時間をより重視し、開発の初期段階で解析担当者の専門知識に大幅に頼るようになりました。その結果、解析担当者は、シミュレーションに伴う既存の問題以外にも、多くの課題を抱えることになりました。まずは、製品開発プロセスの早い段階で複雑なシミュレーションを大量に実施し、解析スループットを向上させる方法が必要です (解析担当者の作業負担が増えますが)。それに加え、新しいワークフロー、データ共有、コミュニケーションが必要になり、従来のシングルポイントの有限要素解析 (F E A) ソリューションの機能では対応できない、さまざまな課題が生まれています。

端的に言うと、解析担当者には、より堅牢で効率的で柔軟なシミュレーション ツールが必要です。そうしたツールがあれば、今まで以上に大変な思いをすることなく、スマートに協業しながら仕事を進めることができ、新たに出てくる課題も克服することができます。SOLIDWORKS機械設計システムと連携する、ダッソー・システムズのStructural Professional Engineer解析ソフトウェアのようなクラウドベースの高性能シミュレーション ソリューションを導入すると、ますます要求が高まってきている解析スループットの向上、効果的なコミュニケーション、コラボレーションの強化を実現し、現状を打開できます。

新しい製品開発・製造パラダイムでは、すべての関係者が、よりスマートな仕事の進め方で今まで以上に多くの業務を引き受けなければなりません。



ラバー ブッシュの複雑な接触問題を伴う大変形解析

開発の初期段階で複雑な解析のシミュレーション スループットを高めなければならない理由とは

解析担当者が、開発サイクルの初期段階で複雑な解析のシミュレーション スループットをなぜ高める必要があるのか。この背景には、製品の複雑化に対応するためや、製品開発に対するコンカレントな自動アプローチをサポートするためなど、さまざまな理由があります。新たなスマート ワークフローの一部として登場したシミュレーション駆動型の製品開発は、短時間で高度な解析を大量に実行しなければならないなど、解析担当者にさまざまな負担をもたらしています。

より複雑な概念を短時間で検証する

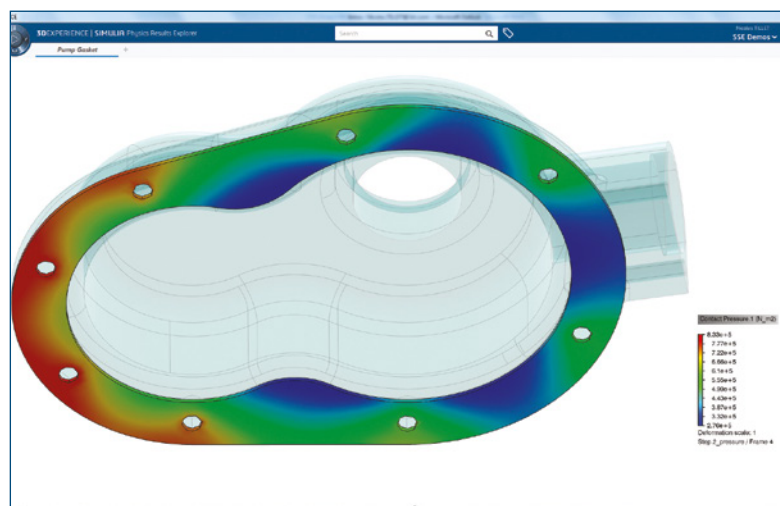
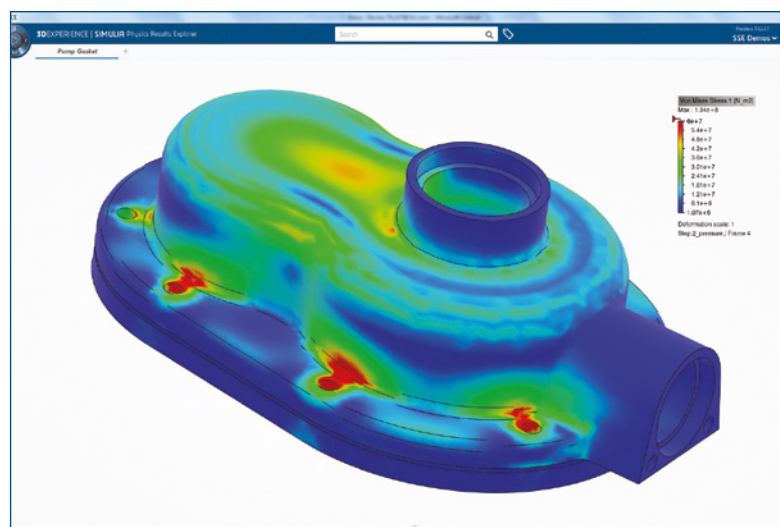
製品が革新的で複雑になるにつれて、設計の挙動と性能を理解することがますます難しくなります。物理的な試作品製作は費用がかさみます。さらに、一部の製品は複雑すぎて、事実上、物理的にテストすることができません。また、正確なシミュレーションを行うには、高度な非線形解析ツールと多くのコンピューティング リソースが必要な製品もあります。製品の複雑さが増すとともに、オートメーションによって製品開発サイクルが短縮された結果、高度な設計の挙動を短期間で頻繁に確認する必要性が出てきました。

エンジニアリング新素材をシミュレーションする

メーカーでは、新製品を開発するだけでなく、積層造形で使用されるものも含め、新しい種類の材料を作り出しています。ガスケットで使用するゴムなどの超弾性材料は、可塑性を備え、荷重状態で永続的な変形を生じる材料と同様、一般的に使用されるようになりました。こうした種類の材料が実際の設計性能に与える影響を理解することが一般的となり、製品の成功をも左右するため、非線形シミュレーション ツールが必要とされています。したがって、複雑な幾何学および構造的な非線形性を処理することに加えて、多様な材料の用途と材料特性を評価しなければならない、必要なシミュレーションの数も増えていきます。

安全性を保証する

ほとんどの解析担当者は、ユーザーが安全に製品を使用できるように、適切な安全率の検証に焦点を当てたシミュレーションに慣れています。しかし、シミュレーション駆動型の製品開発では、このタイプの解析の数は確実に増えていき、複雑さも増していきます。製品が革新的で複雑になるにつれ、安全率解析の頻度と難易度は高まっていきます。さらに、過剰設計によって生じる費用をなくし、安全性を確保するために、高度なシミュレーション機能と多くのコンピューティング リソースを使う必要があります。



高圧でのポンプハウジングの応力と接触圧力の結果。ガスケットの漏れを防ぐためのボルト数と予圧量を解析。

費用を抑える

費用削減には、必要な試作品の数を減らし、複雑なシミュレーションの量、精度、リアリティを高める必要があります。ここで、解析担当者にはリアルなジレンマが生じます。必要な試作品の数を最小化するには、シミュレーションの数を増やし、信頼性の高いツールや手法を使って確実な結果を出す必要があります。しかし、長時間作業をしたり、追加の解析リソースやコンピューティング リソースに投資したりすることなく、短時間で多くの複雑なシミュレーションを実行するには、どうすれば良いのでしょうか？有意義な費用削減を実現するためには、今まで以上にシミュレーションを実行する必要があります（これまでは、そのために多くのお金が必要でした）。シミュレーション ツールを導入すると、物理テストや検証にかかる費用を抑えられるため、高い投資効果（ROI）を期待できます。

設計者やエンジニアとのコラボレーションを増やす

製造工程に沿って試作品を何度も製作する設計では、解析担当者、設計者、エンジニアの意見が衝突することがあります。これは、検証プロセスの最後に解析が行われた場合によく発生します。この結果、設計者やエンジニアからの賛同を得ることなく彼らの大幅な作業修正を強いることもあるでしょう。また、シミュレーション モデルやレポートを電子メールで共有しても、エラーや遅延が発生する可能性があります。製造プロセス全体で統合されたシミュレーション駆動型の製品設計が実現すれば、解析担当者は設計者やエンジニアと効果的に共同作業ができます（開発サイクルの早い段階で意見交換を円滑に行うことができるツールを使用できます）。そして、解析担当者の貴重な専門知識と知見が、設計性能の改善に活かされるようになります。

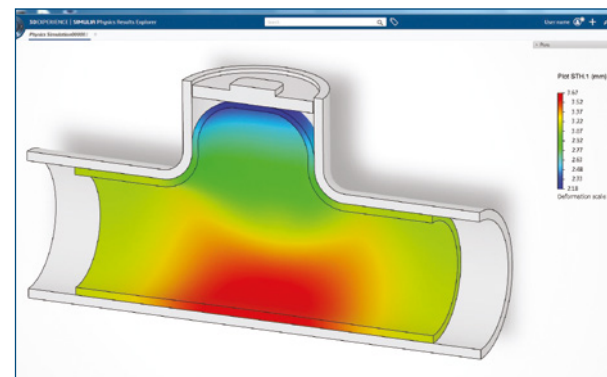
費用削減には、試作品の数を減らし、複雑なシミュレーションの量を増やす必要があります。

初期段階で設計の忠実性を検証する

解析担当者は、プロセスの最後に設計を検証し問題を特定するのではなく、プロジェクト チームの一員として設計者やエンジニアと協力しながら、開発サイクルの初期段階で設計上の問題を解決することが求められています。早い段階で忠実度の高い設計を実現するのは、設計者やエンジニアの責任だけでなく、解析担当者の責任でもあります。解析担当者は、シミュレーションをプロセスの最後にたった1回、または障害発生時に実行するよりも、開発サイクルの初期段階で複数のシミュレーションを実行した方が、その貢献度をさらに価値のあるものにできるでしょう。

製造性を考慮して設計を検証する

製造方法（機械加工、鋳造、射出成形、3Dプリントなど）は、商品化までの時間に大きな影響を与える可能性があります。製造性の問題が製品開発プロセスの後半で発見された場合は特に影響が出ます。積層造形などの新しい製造技術が利用できるようになったことで、必要とされる複雑なシミュレーションが増えただけでなく、製造性への配慮も求められています。新しいスマート ファクトリでは、設計性能だけでなく製造性も検証する必要があります。



ハイドロフォーミング チューブ製造によって生じる材厚設計を予測するための、厚み分布プロットの結果。

統合型のコンカレント アプローチをサポートする

「スマート ファクトリ」または「インダストリ4.0」で使用されるコンカレントな自動ワークフローでは、ビジュアル化、試作品製作、検証、コスト見積、生産計画、データ管理、品質管理、ドキュメント作成、パッケージ開発、マーケティングなど、設計と製造に関わるすべての役割がプロセスの早い段階からマスター製品モデルを使って作業できます。解析担当者には、CAD環境と統合されたシミュレーション ツールが必要です。そうしたツールを活用すると、マスターCADモデルにアクセスして時間を節約し、反復作業の時間を短縮できるだけでなく、設計性能や製造性を早期に検証できます。その他にも、マスター製品モデルに推奨される変更点の情報を他の部署と共有し、商品化までの時間を短縮することも可能です。

解析ニーズが高まるなか、解析担当者を救うクラウドベースの堅牢な統合型シミュレーション ツール

クラウドベースの統合型シミュレーション ソリューションを活用することで、解析担当者は、製品開発サイクルの初期段階で複雑なシミュレーションを大量に実行する際の課題に効率的に対処し、製品開発により貢献できるようになります。こうしたソリューションの一例には、SOLIDWORKSユーザー向けにダッソー・システムズが開発したStructural Professional Engineer解析ソフトウェアがあります。

ハードウェアを追加せずに初期段階での複雑な概念検証が可能に

クラウドベースの堅牢なシミュレーション機能を活用すれば、開発プロセスの初期段階で大量の複雑な解析作業を効率よく進めることができます。残業や増員、コンピューティング ハードウェアの追加購入は不要です。シミュレーション スタディをいくつか設定し、夜間にバッチ アプローチで順次実行するだけで済みます。その際、クラウド コンピューティング リソースを利用して解析を行うため、高価なコンピューティング ハードウェアを追加購入する必要はありません。クラウドベースのシミュレーション アプリケーションを使ってスマートに作業することで、革新的で複雑な製品に伴う難しい動作シミュレーションや性能シミュレーションを、開発初期段階に効率的に実行できます。また、クラウド上で大規模なシミュレーションを実行することで、ローカル ハードウェアのリソースを解放して、他の作業に回すことが可能です。

新設計の材料の性能をシミュレーションする

増え続けるシミュレーションの責務に、新材料のシミュレーションが追加されたとしても、クラウドベースの堅牢なシミュレーション ツールを使用すれば簡単に対応できるでしょう。製品設計はもっと革新的で、もっと複雑になる傾向にあり、製造で使用する新しい材料を開発する必要があります。それに伴い、特定の設計で新材料を使用する際のメリットとデメリットを評価するニーズも生まれています。ここで重要になるのは「堅牢性」です。新設計の材料を使用した場合に挙動や性能に与える影響を評価するには、高度な非線形解析ツールが必要となります。

開発プロセスの初期段階で安全性を確保する

ユーザーが安全に製品を使用できるようにする安全率シミュレーションは、製品の高度化と並行して件数も複雑さも増していきます。クラウドベースの堅牢なシステムを使用すれば、殺到するシミュレーションを効果的に処理できます。つまり、勤務時間中に問題を設定し、夜間や週末の時間を使ってシミュレーションを実行できるのです。このタイプのバッチ機能を使用すると、製品開発プロセスの初期段階で製品の安全性を確認でき、過剰設計によって生じる費用もなくすことができます。より正確で現実的なシミュレーションを行うことで、過剰な配慮と設計を招く可能性がある仮定や理想化を排除することができます。

費用削減、最小限の試作品製作、解析の生産性向上

内部のコンピューティング リソースを消費したり、ハードウェアを追加購入する代わりに、クラウドでシミュレーションを実行すると、ハードウェアの調達コストを確実に抑えることができます。開発プロセスの初期段階でより多くの解析を実行すれば、試作品の製作数を減らし、最低限の費用に収めることもできます。また、勤務時間外にシミュレーションをバッチ処理できるため、シミュレーションの実行を待つ必要がありません。そのため、解析担当者の生産性が向上し、解析リソースを最大限に活用しながら費用を削減できます。



「Structural Professional Engineer

により、さまざまな形状や素材のオプションを評価し、テーパ形状の樽型ベアリング設計の最適化を迅速に進めることができました。設計に最適な高強度鋼の選別にも役立っています。その結果、重要な内部構成部品において、掘削で共通した問題、ねじ切り、の主な原因である周期的疲労負荷（曲げ応力）に対する最適化が可能になり、より高いトルク率を確認し製品の耐久性を高めることができました」

Peter Kjellbotn氏

機械エンジニア/シミュレーション スペシャリスト
InFocus Energy Services, Inc.

設計部門との統合で、意見交換やコラボレーションを強化

製品設計データを使用して解析を実行し、シミュレーション結果を設計、エンジニアリング、製造の各部署と早期に共有できると、解析担当者、設計者およびエンジニア間で生産的なやり取りやコラボレーションが実現します。解析担当者は、設計とエンジニアリングに役立つ貴重な専門知識と知見を有しています。同じデータやシミュレーション結果を使って仕事を進めることにより、多くのシミュレーションを実行し、結果を基に円滑な話し合いができるだけでなく、解析担当者が製品設計に大きく貢献し、設計性能を全体的に改善できます。

開発初期に設計の忠実性を高める

より複雑なシミュレーションを短時間でたくさん実行できる、クラウドベースの堅牢なシミュレーション機能により、解析担当者の仕事が問題の発見から問題の解決へと進化します。こうしたシミュレーション ツールは、製品開発の最終段階で設計を検証したり、性能問題を特定したりするためだけでなく、知識を生み出し、コラボレーションを促して開発の初期段階で設計の忠実性を高めるために使われます。

製造性を考慮して設計を検証

解析担当者は、製造性の問題に最終段階で対処する代わりに、クラウドベースの堅牢なシミュレーション機能を活用して、初期段階で製造性を考慮しながら設計を確認できます。さらに、構成部品の効率的な生産方法を提案することも可能です。設計を製品化する最善の方法を分析することで、製造性問題の解決や品質改善、商品化までの期間短縮といったメリットにつながる発見が生まれる可能性があります。設計の解析時に製造性も検証することで、その製品に最も適した製造方法を選択できます。これは、新しい製造技術に頼る今の時代で成功するためには極めて重要なポイントです。

よりスマートなコンカレント開発アプローチをサポート

クラウドベースの堅牢なシミュレーション ツールでは、「スマート ファクトリ」または「インダストリ4.0」で使用されるコンカレントな自動ワークフローに解析作業を組み込むことができます。スマートな製品開発と製造の前提条件は、製品開発工程のできるだけ早い段階でマスター製品モデルを検証することです。そうすることで、ビジュアル化、試作品製作、検証、コスト見積、生産計画、データ管理、品質管理、ドキュメント作成、パッケージ開発、マーケティングなど、設計と製造に関わるすべての役割が、ほかのチームの作業を待たずに同時に仕事を進めることができます。クラウドベースの統合型ツールを活用することで、解析担当者はこのアプローチをサポートし、商品化までの時間を短縮するために必要な多数のシミュレーションに対応できます。



...事例紹介

InFocus Energy Services, Inc.は、石油およびガス業界向けのソリューション駆動型掘削製品の開発に特化した、カナダの革新的な企業です。石油およびガス業界を常にリードするには、堅牢な設計およびエンジニアリング ツールが必要です。そのために、InFocusは統合されたSOLIDWORKS® 3次元製品開発ツールを利用しています。

「SOLIDWORKSとスムーズに連携するソリューションというだけでなく、より多くのシミュレーションを処理できることが必要でした」と、機械エンジニア/シミュレーション スペシャリストのPeter Kjellbotn氏は語ります。「SOLIDWORKSがSIMULIA® Abaqusソルバを組み込んだ新しい3DEXPERIENCE®シミュレーション ソリューションをリリースすると知った私たちは、先行テストプログラムに登録し、新しいStructural Professional Engineerを即座に使用することができました。導入後、すぐにテストを開始し、既知のテスト結果に対するベンチマークを行いました」。

InFocusは、最初に同社のRE|FLEX Premium HP/HT掘削モーターのベアリングでStructural Professional Engineerを使用しました。モーターのベアリングは、3万フィート ポンド (約40675ニュートンメートル) を超えるトルクを効率的に掘削動作に変換するなど、極限の負荷パラメーターの変換用に開発された独自の設計を採用しています。従来のボール ベアリングを使用した駆動システムの初期コンセプト設計では、テスト時に負荷をかけるとベアリングとフェースが破損するという不具合が発生していました。Structural Professional Engineerは不具合を予測し、実際のテスト結果との相関関係も正確で、より優れた革新的な設計の開発に貢献しました。

「Structural Professional Engineerにより、さまざまな形状や素材のオプションを評価し、テーパ形状の樽型ベアリング設計の最適化を迅速に進めることができました。設計に最適な高強度鋼の選別にも役立っています」と、Kjellbotn氏は説明します。「ソフトウェア内で様々な選択枝を解析できるため、すべての可能性を物理的にテストする必要はありません。Structural Professional Engineerで検証したいいくつかの設計を実際にテストするだけで、シミュレーション結果が正確であることを確認できました。その結果、重要な内部構成部品において、掘削で共通した問題、ねじ切り、の主な原因である周期的疲労負荷（曲げ応力）に対する最適化が可能になり、より高いトルク率を確認し製品の耐久性を高めることができました」

InFocus Energy Servicesの事例の全文はこちら



解析担当者がスマートな製品開発をサポートするためには、クラウドベースの堅牢な構造シミュレーション ツールが必要

解析担当者が、スマートな製品開発の課題を克服するためには、構造シミュレーション ツールが必要です。このツールは、従来のシングルポイントのF E A解析ソリューションとは大きく異なる機能を備えています。複雑で難しくなる一方の解析に対応しながら、シミュレーションのスループットを拡大するには、シミュレーションに柔軟性、拡張性、パワーが求められます。つまり、3か月でも1年以上でもシミュレーション ツールを利用できる柔軟性、特定の種類の物理シミュレーションを実行できる拡張性、そして必要に応じてクラウド上のほかのコンピューティング リソースを利用できるパワーが必要です。スマートな製品開発には、線形解析やトポロジーの最適化から非線形解析や高度な動的特性/振動シミュレーションまで、さまざまなF E A解析機能がクラウド上で使用できる環境が必要です。

線形解析

少なくとも解析担当者は、非線形性が関係しない場合は常に、設計の挙動と性能をシミュレーションできる線形解析ツールを使う必要があります。初歩的解析には線形解析が適しています。製品開発の初期段階では、ほとんどの設計に線形解析で十分対応できます。すべての問題が本質的に非線形というわけではありません。線形解析を実行することで、問題の性質に基づいて最も効率的なシミュレーションを選択できます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

少なくとも、解析担当者は、非線形性が関係しない場合は、常に、設計の挙動と性能をシミュレーションできる線形ツールを使う必要があります。

破損、座屈、変形が生じるか？

線形解析ツールを使用して、荷重や境界条件に応じて設計に破損や座屈、変形（曲げ）が生じるかどうかを判断できます。こうしたタイプのスタディは、特定の設計に適切な安全率の確認や軽量化の効果予測に使用できます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

十分な剛性があるか？

特定の設計の相対的な剛性を確認し、使用目的の要件を満たすかどうか判断するには、たわみ/変位シミュレーションと固有振動数のスタディ機能が必要です。あまり歪まないように非常に硬くする必要のある設計もあれば、ある程度歪みを制御する必要があり、硬すぎないようにしなければならない設計もあります。機械設備は、構造の共振周波数と設備が受ける振動の周波数が一致しないように設計される必要があるでしょう。こうしたシミュレーションをもとに、解析者は設計者やエンジニアと協力して、特定の設計に対する適切なレベルの剛性を特定できます。

いつ疲労してしまうのか？

製品または構成部品が疲労または故障するまでの時間（またはサイクル数）を予測するには、優れた疲労解析機能が必要です。解析担当者は、疲労解析ツールを使用して、解析結果を基に設計者やエンジニアと共同で作業に取り組みます。各担当者と協力しながら、品質や耐久性の向上に努め、保証期間を過ぎても製品運用を続行できるよう製品寿命を延長できます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

機構/キネマティクス

動かない製品や構成部品の挙動をシミュレーションするには、線形静的応力解析ツールで十分対応できますが、メカニズムを伴う多くのアセンブリ部品またはアセンブリ内の個々の部品は多くの場合動きます。解析担当者は、アセンブリやシステムの動作を観察するだけでなく、追加の構造解析をサポートするためにアセンブリ内の全部品について正確な動的荷重情報を得るためにも、機構解析およびキネマティクスシミュレーション を行う必要があります。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

熱伝導シミュレーション ツール

設計に与える構造的荷重の影響をシミュレーションするだけでなく、温度と熱伝達が構造性能に与える影響を把握するため、熱伝導シミュレーション機能が必要になります。この種の解析で、ヒート シンクや冷却システムを入れるべきかどうかを判断する重要な情報を取得できます。また、熱伝導解析ツールを使用して、ヒート シンクや冷却システムが熱を十分に取り除き、最適な性能を発揮できることも確認できます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

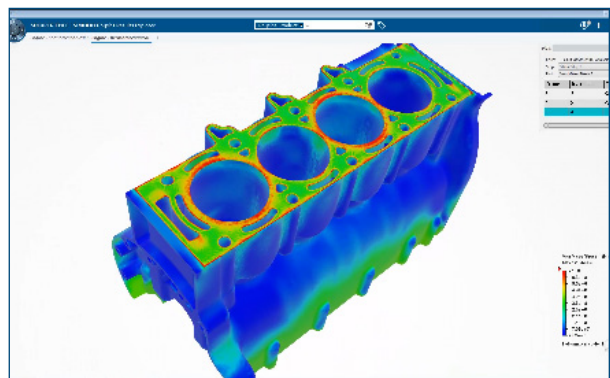
圧力容器スタディ

多くの製品が圧力容器を使用しています。圧力容器は、さまざまな液体、気体、高圧液化ガスを貯蔵するように設計されています。解析担当者は、圧力容器スタディを実施する必要があります。設計者やエンジニアと協力しながら、壁の厚さや材料に関して圧力容器の設計を最適化したり、圧力容器の設計が圧力評価に関連する荷重に対応可能なことを検証するためです。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

解析担当者には、温度と熱伝達が構造性能に与える影響を把握するため、熱伝導シミュレーション機能が必要です。

非線形解析

構造上の問題タイプによっては線形解析ツールが役立つこともありますが、大半のシミュレーション、特に複雑な製品のシミュレーションは、非線形性を持つ傾向があります。製品が実際に動作する物理的な世界は、与えられた負荷に対して構造的な応答が常に比例するような、平面的で線形な領域ではありません。現実の世界は3次元であり、非線形で動的な世界です。正確なF E Aソリューションを得るためには非線形解析ツールを使用する必要があります。非線形構造解析の問題は一般に、3つに分類されます。それは、材料非線形、幾何非線形および部品間または構造的な非線形性によって生じる非線形接触です。非線形問題によっては、非線形荷重/境界条件や非線形動的/振動といった非線形性と共に、上述の3つの種類をすべて含む場合もあります。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。



エンジン ブロックの熱応力結果

非線形材料

現代の多くの材料、たとえばプラスチック、合成樹脂、金属合金、複合材料などには、荷重に対する複雑な応答を取り込むために非線形材料解析を必要とする独自の特性（あるいは、温度の変化で変わる特性）を持っています。医療用ステントやプラスチック クリップなど、破損することなく変形、伸張するように設計された製品が増加しています。このため、金属の可塑性、与えられた荷重に対して形状の不可逆的变化を受ける材料変形など、非線形材料の動きを理解するための非線形解析ツールが必要になります。ゴム/プラスチックの超弾性、与えられた負荷に対する材料の変形（負荷が取り除かれた後に元の形状に戻る）に加え、クリープ、材料の降伏強度を下回る応力でも時間の経過と共に材料がゆっくりと伸び元には戻らない、といった傾向も把握しなければなりません。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

幾何学的非線形性

特定種類の材料は、荷重に対する応答が比例的または線形ではないのと同じように、複雑な幾何学的形状が、与えられた荷重に対し非線形応答を示すものがあります。特に一般的な幾何学的非線形性は、変位によって構造の剛性が比例せずに変化する場合に見られます。線形解析では、歪みに関係なく剛性が一定であることを前提とします。非線形解析では、変形した形状に基づいて応力が決定されます。解析担当者に必要なのは、幾何学的非線形性だけでなく、材料的非線形、構造的な非線形性、非線形荷重/境界条件、非線形/動的特性/振動がすべて揃った状況も評価できる、高機能の非線形解析ツールです。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

構造的非線形性

製品設計は次第に高度になっているため、より複雑な解析問題が増えています。そうした問題には、材料的非線形性や幾何学的非線形性だけでなく、アセンブリ内のさまざまな部品の相互作用に関連した荷重への非線形応答も含まれます。構造的非線形性は、接触などの部品間の相互作用が本質的に非線形である状況で生じます。そのため、解析担当者には、あらゆる種類の非線形性に対応することや、動作環境で幾何学的非線形性や接触を示す形状で超弾性材料を使って製造される製品など3種類すべての非線形性に対応することが可能な、クラウドベースの堅牢なシミュレーション ツールが必要です。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

非線形荷重と境界条件

「非線形」という用語は主に設計の荷重に対する物理的応答の不均衡性を表すものですが、非線形の応答を引き起こす荷重条件や境界条件も、非線形、または動的な性質を持つ場合があります。適用される荷重が時間関数で表され、材料応答が変位あるいは温度の関数で表される場合、設計の応答は予測が難しくなります。シーケンシャル（履歴的）荷重イベント（マルチステップ解析）とシーケンシャル熱伝導/構造解析を使用して、このような動作の一部はシミュレーションすることができます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

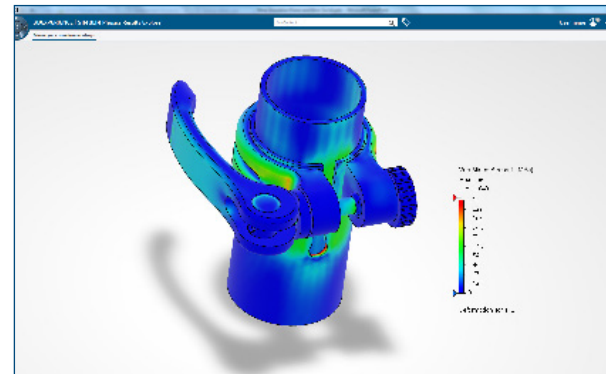
複雑な接触解析

最近の製品の多くは、非線形応答を示しながら相互に接触する部品を含んでいます。ボルト、溶接、接着剤などで部品を接合する場合は、単純な接触問題であり、非線形接触解析の必要はありません。しかし、ギア、カム、レバー、その他のアセンブリが動きながら、さらに、可動部品が互いに接触し、構成部品間の接触エリアが連続荷重の間に变化する場合、この予測できない動作をシミュレーションするためには堅牢な非線形接触解析が必要になります。Structural Professional Engineerソフトウェアに含まれているAbaqusの汎用的な接触シミュレーションは、業界で最も現実的で信頼性の高い接触解析です。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

高度な動解析/振動解析

構造体は与えられた荷重によって変形、座屈、降伏、疲労するだけではありません。振動も考慮すべき現象であり、比較的わかりやすい振動の場合もあれば、まったく予想できない振動もあります。振動は、荷重と慣性力が重なってより大きくなることも、共振により周期的な力で増幅することもあります。高度な動的特性シミュレーション機能により、振動に関するやっかいな問題を、モーダル解析、モーダル時間履歴（時間応答）、調和（周波数応答）、ランダム振動、落下試験解析などを使って解決することができます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

特定種類の材料は、荷重に対する応答が比例的または線形ではないのと同じように、複雑な幾何学的形状が、与えられた荷重に対し非線形応答を示すものがあります。



バイク シートのvon Mises応力
プロット結果（正確な複雑接触
シミュレーションを実施後）

振動モード

振動解析における振動モードは、システムが励振なしで自然に振動しようとするさまざまなパターンを指します。振動周波数とは、構造系のモーダルまたは固有振動数であり、構造系によって作られる個別の形状はモード形状と呼ばれます。構造系はさまざまなパターンで振動しますが、材料特性または構成されるメカニズムによっては、振動時の関連周波数に従って特定の形状に従う傾向があります。可動部品を伴う機構や機械では、振動をコントロールし、スムーズに稼働するように設計するために、特定の部品またはアセンブリの固有振動数とこれらの振動数に関連した振動モードを調べるのが重要です。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

時間依存荷重

固有振動数と振動モードを理解することが重要であると同時に、時間によって変化する荷重が1つまたは複数の構成部品の応答を左右する強制振動特性について調べることも重要です。そのため、時間によって変化する荷重および他の関連する荷重効果、たとえば交互に作用する荷重によって引き起こされる減衰や慣性力、瞬時に作用する衝撃荷重、断続的に与えられる荷重などの影響を予測するために、高度な動解析機能が求められます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

周波数依存荷重

荷重が、時間関数ではなく振動関数の場合は、動解析問題となる場合があります。分かりやすい例は振動台テーブルです。振動台テーブルは、地震のシミュレーションで構造を検証したり、共振を実証したりするためのプラットフォームです。解析担当者は、さまざまな種類の設計や機構、特に回転部品を使用するものについて、調和解析として知られる周波数応答シミュレーションを実行する必要があります。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

不規則振動

荷重が決定的ではなく不規則な変動の影響を受ける設計では、荷重の定義に確率論的アプローチを取る不規則振動解析を実行する必要があります。不規則振動とは、時間や周波数の関数ではない荷重を伴う動きであり、将来の荷重変化を正確に予測することはできません。不規則性は、モード形状や固有振動数ではなく、励起または入力の特徴です。地震で発生した荷重による振動が建物に与える影響のシミュレーションは、不規則振動解析の良い例です。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

固有振動数と振動モードを理解することが重要であると同時に、時間によって変化する荷重が1つまたは複数の構成部品の応答を左右する強制振動特性について調べることも重要です。

落下試験

手で持って使用する電子機器やスマート ガジェットが普及している現代では、落下試験シミュレーションを行う必要があります。このタイプの解析を実施することにより、試作品を何度も落下させる必要がなくなります。さまざまな高さから落下させた場合、荷重の違いによって製品にどのようなことが起きるかを予測でき、短期間での商品化が可能になります。ただし、落下試験は、手で持って使う製品だけが対象ではありません。多くの交換部品メーカーは、取り付け前の部品を誰かが落とした場合に何が起きるかを調べたいと考えています。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

トポロジー最適化

解析担当者が設計者やエンジニアと密接に連携する際に特に役立つシミュレーション アプリケーションは、トポロジー最適化です。トポロジー スタディは、構成部品ジオメトリの設計の繰り返しを確認し、(使用された製造プロセスによるものを含む) 特定の荷重や幾何学的制約に基づいて、剛性対重量比のバランスをとったり、最大変位を最小化したりするといった所定の最適化ゴールを達成するものです。トポロジー最適化は、革新的な設計概念の創出、設計チームの出発点の確立、既存設計を改良するアイデアの創出を支援する有益なツールです。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

ハードウェアの制約を受けないクラウドベースのシミュレーション

クラウドベースのシミュレーション ソリューションと従来のシングル ポイントの FEA 解析ツールの大きな違いは、クラウドでの解析はハードウェアに全く依存しないことです。今までのように、独自のハードウェアでシミュレーションをバッチ処理していくことはできるかもしれませんが、計算上の負荷が大きい複雑なシミュレーションが増え、それに対応するために、より速くより高価な新しいコンピュータに投資し続ける必要があります。クラウドベースの解析システムを使用すれば、独自のハードウェアを使用した場合と同じレベルのコンピューティングと計算パフォーマンスを実現できるだけでなく、大規模で高速のコンピューティング リソースを求めて投資し続ける必要がなくなります。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

トポロジー最適化は、革新的な設計概念の創出、設計チームの出発点の確立、既存設計を改良するアイデアの創出を支援する有益なツールです。

STRUCTURAL PROFESSIONAL ENGINEERでシミュレーション駆動型の製品開発を支援

スマートな製品開発のワークフロー、データ共有、スループットに関するさまざまな課題に効果的に対処し、シミュレーション駆動型の製品開発アプローチに対応できます。詳細については、各販売代理店にお問い合わせください。

3DEXPERIENCEプラットフォーム上で実行するAbaqus非線形ソルバ

3DEXPERIENCE®プラットフォーム上で実行する業界屈指のAbaqus Realistic Simulation非線形解析ソルバを搭載したStructural Professional Engineerソフトウェアは、アセンブリと個々の部品の構造静解析（線形解析、非線形解析）、固有値解析、座屈解析、調和応答、モーダル動的応答、熱伝導構造シミュレーションを実施するための大規模な環境を提供します。クラウドベースのこうした機能を利用して、シミュレーションのスループットを向上させたり、設計者やエンジニアと効果的にコラボレーションしたりできるほか、革新的な製品開発を促進できます。

線形解析と高度な非線形解析

Structural Professional Engineerソフトウェアは、線形および高度な非線形の静構造解析ツールを含み、精度の高いシミュレーション結果を生成します。製品開発チームは、こうした解析結果を利用して、急速に進歩する現代の製造環境を生き抜くことができます。装備されている解析機能は次のとおりです。

材料非線形

- ・ 塑性
- ・ 超弾性
- ・ クリープ

幾何学的非線形性

非線形荷重と境界条件

- ・ シーケンシャル（履歴的）荷重イベント（マルチステップ解析）
- ・ シーケンシャル熱伝導/構造解析|

熱伝導解析

複雑な接触解析

- ・ 部品とアセンブリ間の変形を伴う連続的接触問題
- ・ サーフェスの組み合わせ
- ・ 自動(接触部分)検出
- ・ 一般接触
- ・ 初期化

ファスナーやメカニズムをシミュレーションする各種の結合/コネクタオプション

動的応答解析

- ・ 固有値解析
- ・ モーダル非定常解析
- ・ モーダル調和解析

スマートな製品開発のワークフロー、データ共有、スループットに関するさまざまな課題に効果的に対処し、シミュレーション駆動型の製品開発アプローチに対応できます。

堅牢なメッシュ作成ツール

Structural Professional Engineerソフトウェアの堅牢なメッシュ作成ツールを使用すると、柔軟性を備えたメッシュを作成し、コントロールすることができます。こうした機能には、ルールベースのメッシュ作成や1D/2D/3Dの要素を利用した自動メッシュ作成などがあります。また、幅広い要素タイプ（四面体、六面体、連続体シェルなど）も使用できます。

クラウドで動作

Structural Professional Engineerソフトウェアは、内部のコンピューティング リソースを利用しながらローカルで実行することも、クラウドで実行してコンピューティング能力を補強することもできます。こうした柔軟性を活かして、ソリューションの実行中にローカル コンピューティング リソースを解放したり、利用できるCPUを増やして大規模かつ複雑な問題の計算時間を短縮したりできます。

シーケンシャル バッチ処理をサポート

Structural Professional Engineerの連続処理機能を活用して、シミュレーションのスループットを簡単に増やすことができます。夜間あるいは週末にクラウド上で連続してシミュレーションを実行できるため、長時間仕事をしなくても生産性を高めることが可能です。

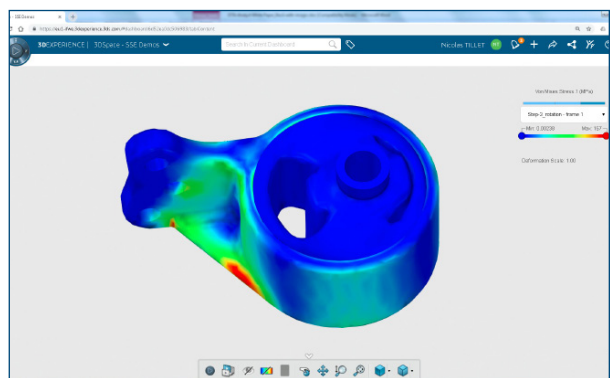
軽量なWebアプリで結果を共有

Structural Professional Engineerソフトウェアは、特に大規模なモデルに対して、結果を分かりやすく視覚化します。さらに、テーブルやスマートフォンを使って軽量のシミュレーションの結果を共有できるWebアプリを提供します。また、リモート マシンを使用してレンダリングと可視化の計算を行い、大規模シミュレーション データを後処理することもできます。

CAD/CAEの統合

SOLIDWORKS®およびCATIA® 3D設計システムと密接に連携するStructural Professional Engineerソフトウェアを使用して、製品設計のジオメトリを直接編集できます。設計の変更後でも、シミュレーション結果とCAD設計データは緊密なリンクを維持したまま、同期します。

Structural Professional Engineerソフトウェアは、内部のコンピューティング リソースを利用しながらローカルで実行することも、クラウドで実行してコンピューティング能力を補強することもできます。



大変形、複雑な接触問題、シーケンシャル（履歴的）荷重について、ラバー ブッシュの von Mises応力の結果をWebブラウザで表示

STRUCTURAL PROFESSIONAL ENGINEERで革新的な製品を開発初期に検証

メーカーが今日のグローバル市場で勝ち抜くためには、「スマート ファクトリ」、つまり「インダストリー4.0」への移行の一環として、技術革新やオートメーションを促し、スループットを向上させる必要があります。スマートな製品開発と製造には、オートメーションを定着させ、設計者、エンジニアおよび製造担当者間でデータを共有し、さまざまなテクノロジーを導入する必要があります。こうした傾向を背景に、解析担当者の役割と責任が変化しつつあります。解析担当者を含め、製品の設計および生産に携わる全員が、よりスマートな仕事の進め方で今まで以上に多くの業務を引き受けなければなりません。特に解析担当者には、多くのことが求められています。たとえば、シミュレーションのスループットを向上させたり、より複雑なシミュレーションを実行したり、シミュレーション駆動型の製品開発に直接参加して設計者やエンジニアと効果的にコラボレーションしたりすることなどです。

シミュレーションのスループットを大幅に向上させ、解析結果を効果的に周知させ、関係者により直接的に協力しながら作業を行わなければならないという現状は、解析担当者に新たな課題をもたらします。このような課題を解決するには、堅牢性、効率性、柔軟性に優れたシミュレーションソリューションが必要です。ダッソー・システムズのStructural Professional Engineer解析ソフトウェアのようなクラウドベースの高性能シミュレーションソリューションを導入すれば、高度な非線形解析ツール（超弾性解析や複雑接触解析など）でより多くのリアルなシミュレーションを迅速に実行し、シミュレーションのスループットを向上させることができます。高価なハードウェアに投資したり、CPUクラスタの設定や保守のためにITコストを増額したりする必要はありません。Structural Professional Engineerソフトウェアを使用することで、解析担当者は役割の変化を受け入れ、製品開発への貢献度をより明確に示すことが可能になります。

Structural Professional Engineerソフトウェアが、シミュレーション駆動型の製品開発を通じて設計、エンジニアリング、製造の各プロセスをどのように改善するかについては、www.solidworks.com/jaをご覧ください。

ダッソー・システムズの3Dエクスペリエンス・プラットフォームでは、11の業界を対象に各ブランド製品を強力に統合し、各業界で必要とされるさまざまなインダストリー・ソリューション・エクスペリエンスを提供しています。

ダッソー・システムズは、3Dエクスペリエンス企業として、企業や個人にバーチャル・ユニバースを提供することで、持続可能なイノベーションを提唱します。世界をリードするダッソー・システムズのソリューション群は製品設計、生産、保守に変革をもたらしています。ダッソー・システムズのコラボレーティブ・ソリューションはソーシャル・イノベーションを促進し、現実世界をより良いものとするためにバーチャル世界の可能性を押し広げています。ダッソー・システムズ・グループは140カ国以上、あらゆる規模、業種の約25万社のお客様に価値を提供しています。より詳細な情報は、www.3ds.com（英語）、www.3ds.com/ja（日本語）をご参照ください。

