

Maple Flow と Excel の比較

- 工学計算の生産性向上に -

はじめに

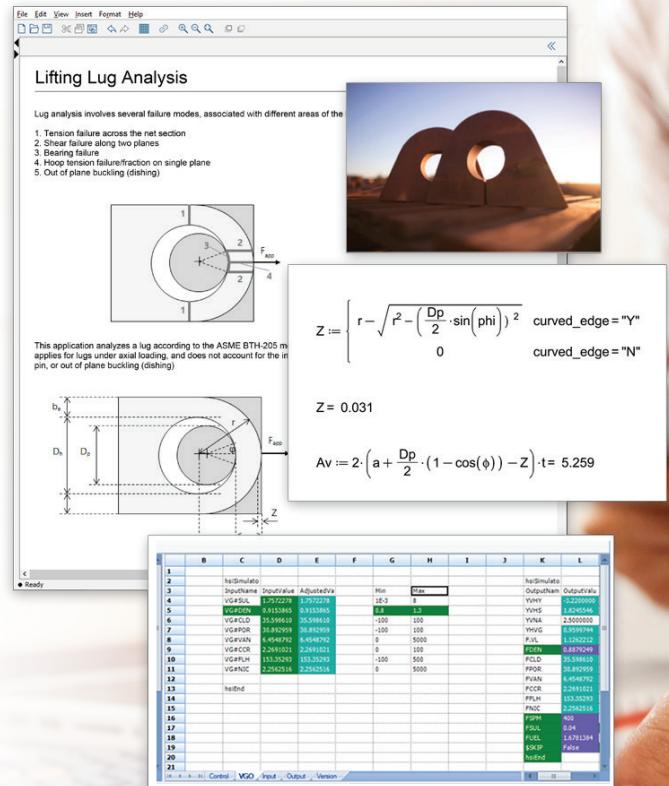
エンジニアなら誰しもが Excel[®] に触れる機会があるでしょう。ワークシートを開き、数値を入力するのはとても簡単です。ここで簡単な計算をし、そこに乗数を加え、新しい情報が得られたので値を変更し、この数値で計算をやり直して結果を確認する... — そして、良さそうな数値が得られたので、プロトタイプの作成に進みます。

一方で、別のチームと共有されたスプレッドシートは、別のユーザーが数行を追加したり、元の値をいくつか変更したりする場合があります。これによって、追跡不可能なエラーが多発することがしばしば起こります。数ヵ月後、誰もその数値の出所を知らないまま、プロジェクトチームは長期に及ぶ設計作業を、この誤った計算結果に基づいて進めてしまうのです。

不可解な数式は、データがどこから来て、どのように方程式を解いているのかが見えないと相まって、望ましくない、あるいは悲惨な結果をもたらすミスの余地を残すことになるのです。

表計算ソフトでは、高確率でミスが発生する

2015年のビジネス・業務用スプレッドシートのエラーリスクに関する調査 では、複雑なスプレッドシート（数式を含むセルが100以上あるもの）の場合、特定のセルにエラーがある確率は平均3.9%ですが、これが複数のタブやページに連鎖して、調査した文書の平均94%に少なくとも1つのミスがあったという結果が出ています。



この報告書では、スプレッドシートを使った時に発生するエラーの種類についても調査しています。ある調査では、平均45%のエラーが、式の使い方の間違いなど、基礎となる数学に関連するものであることがわかりました。一方、23%のエラーは、間違ったセル参照や、間違った場所にコピーペーストするなど、Excelに値を入力する機械的な方法に関連するものでした。これらのミスは、Excelの数式が見えないようになっているために起こりやすくなっています。このことから、質の高い文書を作成するプロセスの一環として、寄与度の高い計算をチェックすることの重要性がわかります。

スプレッドシートに代わる新しい製品

Excelには使い道がありますが、高度な数学計算とそれを裏付ける文書作成には向いていないというのが実情です。エンジニアや科学者は、 $ax^2+bx+c=0$ or $\int_a^{\infty} f(x)dx$ のような標準的な数学表記法を用いて問題を記述する方程式を書き、その方程式を自然な形で操作して問題を解決できるような対話型の数学システムを求めていました。

Maple Flowは、工学計算の開発、文書化、および解法に特化して設計されたインタラクティブな数学システムの1つです。高度なMaple数学エンジンを利用したMaple Flowは、テキスト、計算、画像、グラフなどを1つのドキュメントに統合する技術文書作成環境において、工学数学すべての主要分野をカバーする包括的なソルバーにアクセスすることができます。Maple Flowは、高度な数学計算向けに設計されています。そのため、エンジニアは結果だけでなく設計ワークフローも把握できるため、Excelにはない多くのメリットを享受できます。

このホワイトペーパーでは、Excelの代わりにMaple Flowを使用することで、エンジニアの生産性とワークフローを改善できる4つのポイントについて説明します。

1) 総合的な数学能力

エンジニアリングプロジェクトに最適なツールは、幅広い分野の複雑な計算に対応できるものです。

本質的にビジネスツールであるExcelは、ビジネス以外の計算も扱えるように進化してきました。関数ライブラリには多くの数学および工学関数が含まれていますが、微積分のような高度な関数を扱ったり、関数のプロットを直接描画したりすることはできません。関数のグラフを作成したり、プロットされた曲線上の点または勾配を評価したりするには、基となるデータを表に分類し、それを使ってプロットやグラフを作成しなければなりません。ExcelにはVBA(Visual Basic Application)マクロもあり、ユーザーはカスタム関数を作成し、頻繁に実行されるタスクを自動化することができます。しかし、マクロはスプレッドシートを操作することで機能するため、問題解決に取り組むには自然な方法とは言えません。

Maple Flowは、微積分、微分方程式、統計、線形代数、変換など、数学のほぼすべての領域をカバーする5000以上の関数を備えています。数値計算だけでなく、高精度な記号計算もサポートしています。記号計算では、変数に値を代入することなく式を評価することができます。Maple Flowは、大規模な代数・数値計算のためのツールを提供し、Maple計算エンジンの世界最先端のアルゴリズムを用いて、他のソフトウェアシステムでは解決できないような問題を解決します。

Maple Flowには、スクリプト、プログラム、および完全なアプリケーションの作成に使用できる、フル機能のプログラミング言語も含まれています。数学的な計算のために設計され、数学的なデータ構造、演算、数学的なオブジェクトや方程式を操作するための関数が組み込まれており、高度な工学計算に最適です。

2) 自然な数学の表記

エンジニアは、問題を変数、定数、オペランドを使った方程式の形で記述し、その問題を論理的に解決したいと考えています。効果的なツールには、ユーザーが望む作業をサポートする機能が必要です。

Excelは、標準的な数学表記をサポートしていません。 $((B12+2*\$A\$1)/A12)*2.1328$ のような式は、エンジニアが問題を表現する数学表記ではなく、またExcelではエンジニアが方程式を自然な形で操作することもできません。方程式を解く流れがわからず、どこで計算が行われ、その結果がどこで使われているのか、セルからセルへ飛び回らなければなりません。Excelの数式機能は、数式を平面的な形式で表示するため、更新は手作業で行う必要があります。

$$\frac{d^2}{dx^2}y(x) - a \left(\frac{d}{dx}z(x) + \frac{\partial}{\partial t}f(x,y) \right)$$
$$\int_0^1 \frac{1-x}{(x^2+1)\sqrt{-3x^2+1}} dx$$

自然な数学表記は、微分方程式や高度な微積分の表示と求解に役立つ

Maple Flow の自由形式のキャンバスでは、エンジニアは標準的な数学表記法を使用して、直感的で読みやすい方程式や数式を書くことができます。Maple Flow では、すべての解法手順が明確に表示され、文書化された状態で、問題を自然な方法で解くことができます。これは特に、微分方程式の表示や求解、高度な微積分を使用する際に役立ちます。Maple Flowでは、入力値がどこから来て、結果がどこで使われているかを確認できるため、ドキュメント内の数学を簡単に更新したり操作したりすることができます。

Maple Flowは、エンジニアが手作業で解くのと同じように、数学的な問題を解くことができます。

3) 単位のシステム

工学的な計算には、質量、速度、抵抗、密度などの単位を持つ数値が含まれます。工学計算に使用するツールは、正しい計算を行うために、単位を認識し、正しく扱うことができる堅牢さが必要です。

Excelは科学的な計算のために設計されているわけではないので、直感的な方法で単位を扱うことはできません。Excelでは、単位を含む数値の計算を行うことができません。単位の参照は、数値の隣のセルを使って、個別に追加する必要があります。また、セル内の数値をある単位から別の単位に変換するには、=CONVERT(C5, "ft", "m")のような関数呼び出しを使用する必要があります。

Excelでよくある混乱は、正弦、余弦、接線などの三角関数の式をラジアン単位で評価するように設定されていることです。実際に、多くの構造工学プロジェクトでは、角度の測定値を度単位で参照します。

The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The ribbon at the top has the 'Formulas' tab selected. A dropdown menu for the TAN function is open, showing the formula =TAN() in the input field. Below this, the 'Function Arguments' dialog box is displayed, also showing the formula =TAN() and the 'Number' argument. The help text in the dialog box explains that the number should be in radians, with a note that degrees can be converted by multiplying by PI()/180.

Excelのデフォルトでは、ラジアンを使って三角関数の式を評価するため、度を入力しようとするユーザーを混乱させる可能性があります。

一方、Maple Flowは、単位を含んだ計算を可能にし、単位変換も容易に行えます。SI単位と帝国単位のメニューがあり、単位の使い分け、互換性のない選択肢のチェック、計算結果に正しい単位を割り当てるための単位操作の処理もサポートされています。例えば、 $F=ma$ という方程式を考えてみましょう。Maple Flowでは、与えられた質量に加速度を掛けることができ、その結果はデフォルトで単位 ニュートンになります。これは Excelでは不可能です。

$$6.5 \text{ [lb]} \cdot 14 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] = 41.28 \text{ [N]}$$

Maple Flowでは、SI単位と帝国単位を組み合わせて計算できる

4) 設計計算のレビュープロセス

工学計算シートは、単なる計算の集合ではありません。特性、仮定、要件を表示し、レビュー担当者の承認を示し、要求された設計結果と設計を結びつけることができます。専門のエンジニアが作成し承認した場合、エンジニアリング計算シートは、ユーロコード、IBC/IRC、JISなどの国際的に認められた規格に準拠していることも伝えることができます。

エンジニアリング会社が成功するためには、社内のレビュープロセスを充実させることが重要です。

| ABC Company | | Job No. H23507 | Rev. NA | Sheet of |
|--|-----------|-------------------------------------|---------|----------------|
| Department of Civil Engineering | | Steel Warehouse Design Calculations | | |
| CALCULATION SHEET | | Load Analysis | | |
| Client: | Supplier: | Model No.: | Date: | Checklist No.: |
| Checklist 5.1.1.1 EN 1994-1-1 2006 | | | | |
| $P_{sh} = \min(P_{sh}\text{limited by studs}, P_{sh}\text{limited by concrete})$ $= 74.259 N$ | | $P_{sh}=74.259 N$ | | |
| Number of shear connectors for full interaction $n_y = \max\left(\frac{R_y}{(K_{sh}A_f + K_{sh}A_s)}, \frac{n_y}{2}\right)$ | | | | |
| Where, $R_y = f_y l_{eff}$ effective length of a shear stud $K_{sh} = 0.56 f_{yf} A_{sf} (b - b_p)$ $A_f = f_f A_f$ $K_r = Reduction Factor$ | | | | |
| Checklist 5.4.1.1 EN 1994-1-1 2006 Table 4.2.2 Table 4.2.3 | | | | |
| Calculation of Reduction factor Ribs are perpendicular to the supporting beam $K_r = \left(\frac{0.7}{\sqrt{f_y}}\right)\left(\frac{b}{b_p}\right)\left(\frac{b_p}{b_r} - 1\right)$ $K_r \leq K_{max}$ $K_{max} = 1$ $K_r = \left(\frac{0.7}{\sqrt{f_y}}\right)\left(\frac{131.5}{50}\right)\left(\frac{100}{50} - 1\right) = 1.84$ $1.84 \geq K_{max}$, so $K_r = K_{max}$ | | | | |

しっかりととしたレビュープロセスを持つことで、前提条件を検証し、企業のリスクを軽減することができます。

これにより、エンジニアは、前提条件を確認し、計算を再現し、結果がどこから来るのかを理解することができます。高度な技術計算には明確さと正確さが不可欠であることを考えると、結果だけを伝える環境は、仕事のごく一部しかしていないことになります。

Excelは、主にビジネス用途で設計されているため、最終結果が優先され、計算は隠されています。スプレッドシートのセルでは、数式やセル参照が見えないため、正確さをチェックするために余分な手順が必要になります。

Excelに組み込まれたエラーチェック機能により、数式構文の不備が強調されることはよくありますが、誤ってセル参照を入力してしまった場合は強調されず、発見と修正に時間のかかるミスが取り残される可能性があります。

| | | |
|-------------------------------------|-------------------|-----------|
| -\$359.60 | \$805.00 | \$127.10 |
| -\$848.60 | -\$976.90 | -\$405.70 |
| \$293.10 | -\$862.80 | -\$876.80 |
| -\$557.70 | + \$465.70 | -\$205.40 |
| =SUM(H29:H55) | | |
| SUM(number1, [number2], ...) | | |
| 119.00% | -.70% | 149.90% |
| -161.40% | 111.00% | 121.30% |
| 114.30% | | |

Excelでは、セルに入力された数式やセル参照は、デフォルトで非表示になっている。

同様に、Excelは、ワークフローにメモやコメントを追加するためのスマートな方法を提供しません。注釈からコメントストを追加するオプションがなければ、読者は入力がどこから来たのか、なぜ特定の値が使用されているのかを判断するのに苦労することになります。Excelでは、セルにコメントを追加できますが、簡単に識別することはできません。セルの隅にある赤い三角マークを探してコメントがあることを確認し、その上にカーソルを置いてコメントを読むことを余儀なくされます。コメント自体は、標準的なキーボードで使用できる文字で構成された、ごく基本的な数式以上を含むことはできません。

これは、プロジェクトの重要な要件や背景情報を伝えるのに適した方法とは言えません。

Maple Flowは計算管理プラットフォームであり、その柔軟なドキュメント形式は、プロジェクトの完全な作業履歴を作成するための環境を提供します。メモ、コメント、可視化、計算結果は、すべて1つのドキュメントに保持されます。レビュー担当者は、入力がどこから来たのか、どのような仮定がなされたのか、なぜ特定のアクションが取られたのかを簡単に理解することができます。これらのドキュメントは「ライブ」であるため、前提条件が変更された場合、パラメータや数式に調整を加えることができ、結果は元のドキュメント内で再計算されます。Maple Flow ドキュメントは、エラーやコストのかかる遅延のリスクを低減するオープンな監査証跡を提供し、すべてのプロジェクト活動の記録として機能します。

Maple Flow プラットフォームは、組織のナレッジ保持にも役立っています。プロジェクト全体のワークフローを文書化することで、プロジェクトの過程で得られた知識が生きた文書として記録され、後日参照することができます。これは、従業員が退職したときや、なぜそのようにしたのかという疑問が生じたときに、会社を守ることになります。

The screenshot shows a Maple Flow application window titled "Simply Supported Beam with Torsional and Lateral Loading". The interface includes a menu bar, toolbars, and a central workspace. The workspace displays a diagram of a beam under load, a photograph of a real-world steel frame structure, and several mathematical equations. The equations include:

$$I_3 := Ix \cos\left(\frac{(90-\delta)}{180}\pi\right)^2 + ly \sin\left(\frac{(90-\delta)}{180}\pi\right)^2 = 103.015 \text{ in}^4$$

$$I_4 := Ix \cos\left(\frac{(90-\delta)}{180}\pi\right)^2 + ly \sin\left(\frac{(90-\delta)}{180}\pi\right)^2 = 103.015 \text{ in}^4$$

Below the equations, there is a table of parameters:

| Parameters | Values |
|--|---------------------------|
| Warping Constant | $C_w = 1.2 \times 10^3$ |
| Torsional moment of inertia | $J_t = 151 \text{ in}^4$ |
| Elastic section modulus about the X-axis | $S_x = 60 \text{ in}^3$ |
| Elastic section modulus about the Y-axis | $S_y = 20.6 \text{ in}^3$ |
| Cross sectional area of member | $A = 15.8 \text{ in}^2$ |
| Plastic section modulus about the x-axis | $Z_p = 68.6 \text{ in}^3$ |
| Moment of inertia about the x-axis | $I_x = 511 \text{ in}^4$ |

Maple Flowは、エンジニアが関連する参考資料と一緒に計算を文書化し、開発することを可能にします。

参考文献

'Panko R.R., "What We Don't Know About Spreadsheet Errors Today: The Facts, Why We Don't Believe Them, and What We Need to Do", Proceedings of the EuSpRIG 2015 Conference: Spreadsheet Risk Management, Shidler College of Business, Hawaii. <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1602/1602.02601.pdf>



結論 :

イノベーションへの意欲が高まるにつれ、企業はより良い製品をより短時間かつ低成本で提供する必要に迫られています。その結果、エンジニアが仕事を正しく遂行するためのツールを最初に使うことが、これまで以上に重要になっています。Excelは大量のデータを扱うプロジェクトには向いていますが、高度なエンジニアリングプロジェクトに必要な数学的な計算を扱うことはできません。しかし、エンジニアリングチームには、設計計算の開発と更新に特化した、堅牢で強力な対話型の数学システムが必要です。

Maple Flow は、エンジニアの設計アプローチに沿った計算ソフトウェアとして傑出しています。Maple Flowを使用することで、思考プロセスを把握し、遅延につながるミスを最小限に抑え、コスト上昇を抑制し、予期せぬ結果を回避することができます。ハサミを持って芝刈りに行かないように、不適切なソフトウェアの使用でエンジニアリングプロジェクトを成功させることはできません。



Maple Flow™

Maple Flow の詳細はこち
<https://www.maplesoft.com/products/MapleFlow/>