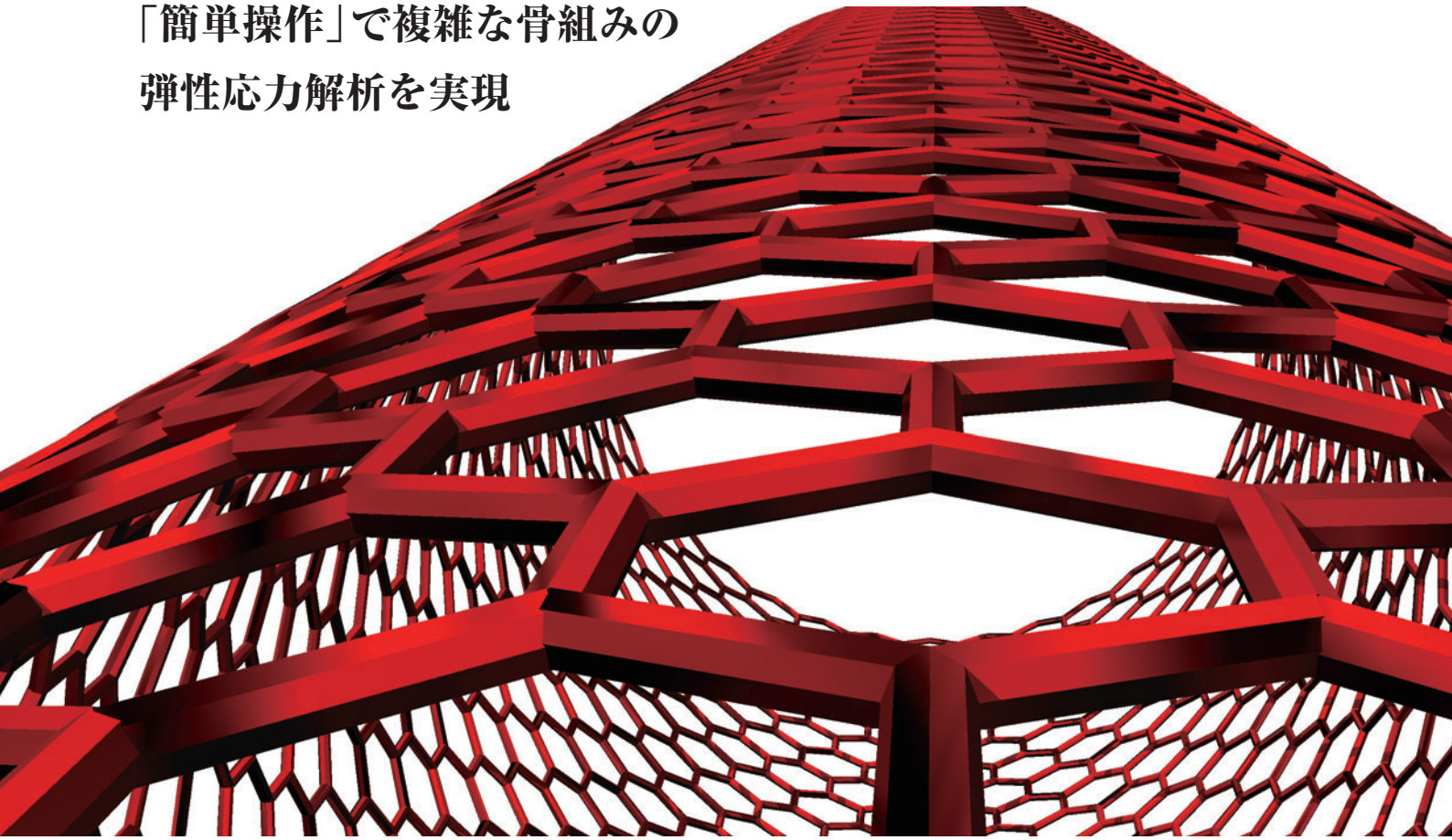
任意形状立体フレームの弾性応力解析

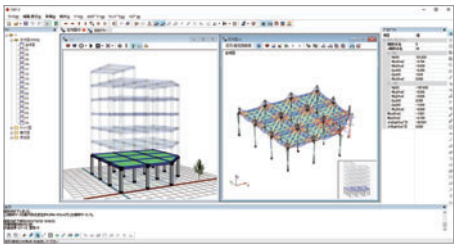
FAP-3

「簡単操作」で複雑な骨組みの弾性応力解析を実現



荷重拾いから弾性応力解析、固有値解析、偏心率・剛性率計算まで

FAP-3は“使いやすさ”を重視し、必要最小限の操作で、正確な入力と計算結果の確認が簡単に行えることを目指して開発されました。入力ミスの修正ガイド機能やほかのプログラムとの連携など、優れた機能を多数搭載し、平面フレームをはじめ、立体フレームや立体トラスなど、線材(部材)と平面板要素で構成された任意形状構造物の弾性応力解析、固有値解析、偏心率・剛性率の計算がスピーディーに行えます。複雑な形状をした構造物の場合にも入力しやすく、力の流れの確認にパワーを発揮します。また、3次元ソリッドモデルで架構形状や解析結果の表示ができるため部材配置の確認や応力状態の確認が容易に行えます。



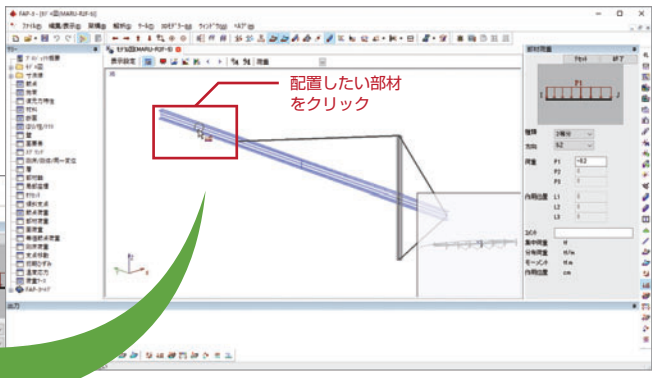
KOZO SYSTEM, INC.

入力機能

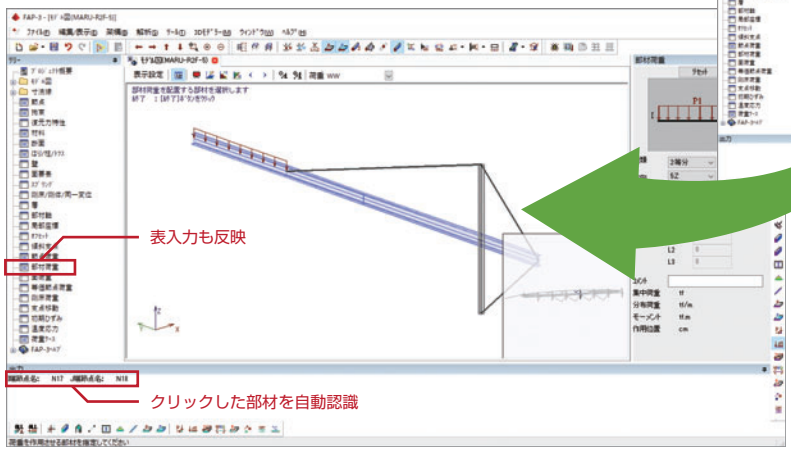
入力後のデータ変更や、ツールヒントを表示し、複雑な架構をスムーズに入力。

CADのようにデータ作成

画面に表示されたモデル図を使って節点番号を意識せずに、CADのような対話形式で荷重や部材配置などのデータ入力やデータの削除・修正を行えます。
また、入力操作の手順が表示されるため、簡単に入力することができます。



対話形式での荷重配置前



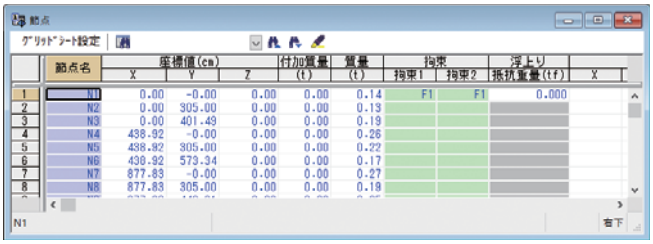
対話形式での荷重配置後

関連データを同時に変更

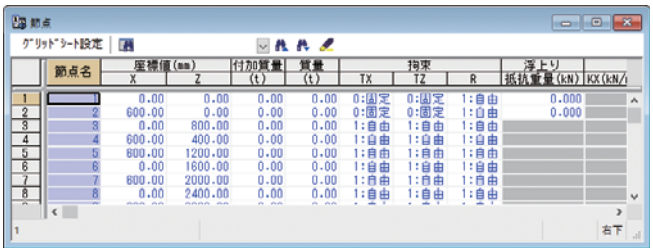
節点、部材などの削除に伴い、関連するデータも同時に削除されるため、データの不整合によるエラーを防ぐことができます。

構造形式に応じた入力画面

平面フレーム、立体フレームなど、構造形式に応じた入力画面が用意されているため、解析モデルの入力が簡単に行えます。



立体フレーム節点入力画面



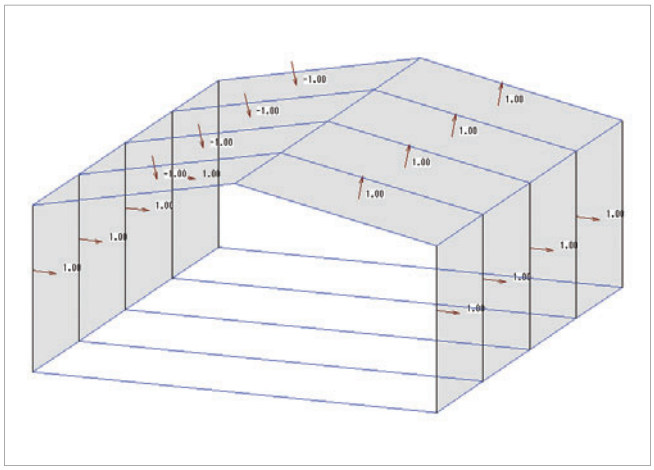
平面フレーム節点入力画面

表計算データを利用した入力

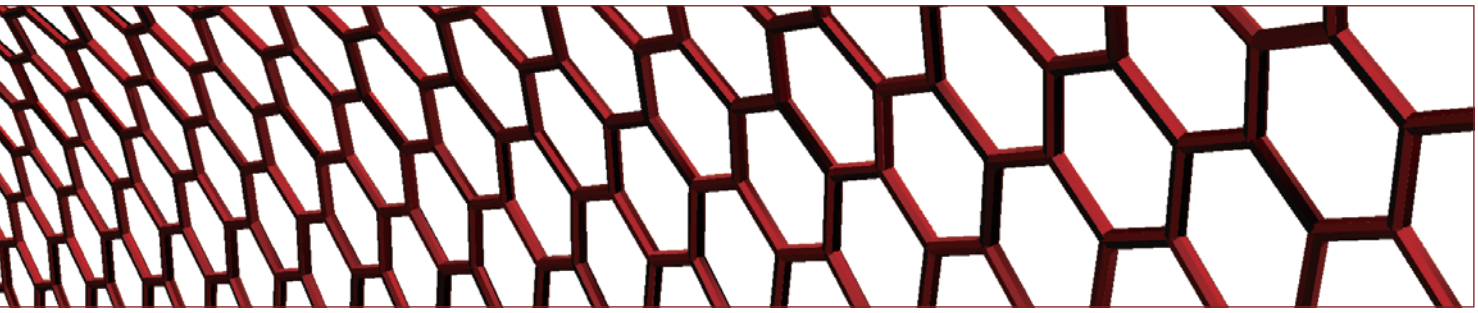
Microsoft Excelなどの表計算ソフトで作成されたデータをクリップボード経由で利用することができるため、入力作業がスピーディーに行えます。

面荷重より床自重や風荷重を入力

面荷重を用いることにより、床自重や風荷重を入力できます。
面の法線方向に荷重を作用させることができるため、風荷重の入力に便利です。



法線方向の面荷重

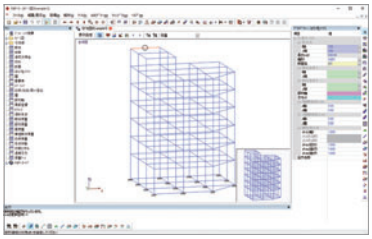


多彩な入力方法と容易なデータ変更

データは、表や図形によるインタラクティブな入力と、テキスト形式による一括入力どちらも可能です。また、従来単位系／SI単位系に対応し、入力途中での単位系の変更や自動変換もできます。
入力したデータは直ちに図形や表に反映され、データの確認や変更が容易に行えます。

属性表示

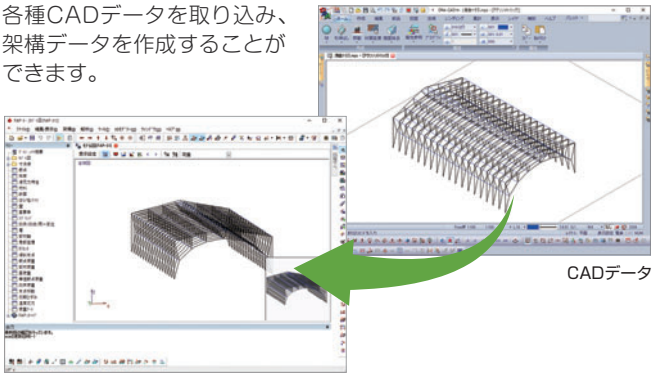
選択した部材の属性をプロパティウィンドウで確認できます。
選択部材の属性をプロパティウィンドウに表示し、モデル図、表入力ではそのまま編集できます。



モデル図

CADデータより架構データ作成

各種CADデータを取り込み、架構データを作成することができます。

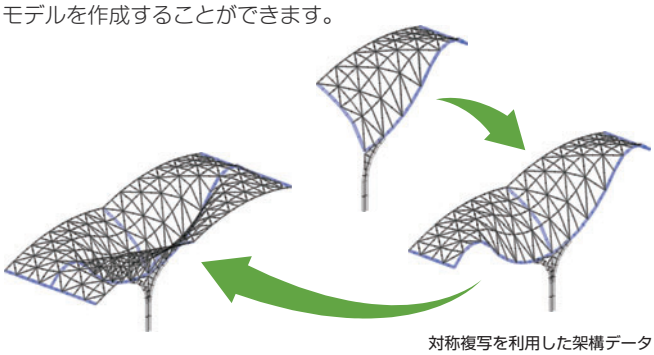


CADデータ

FAP-3 架構モデル

移動／複写機能でデータ入力を効率化

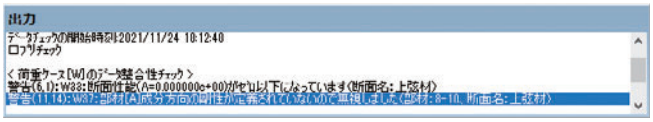
節点・荷重・部材の平行移動／複写、回転移動／複写、対称複写機能によりデータ入力が効率的に行えるため、よりスピーディーに解析モデルを作成することができます。



対称複写を利用した架構データ

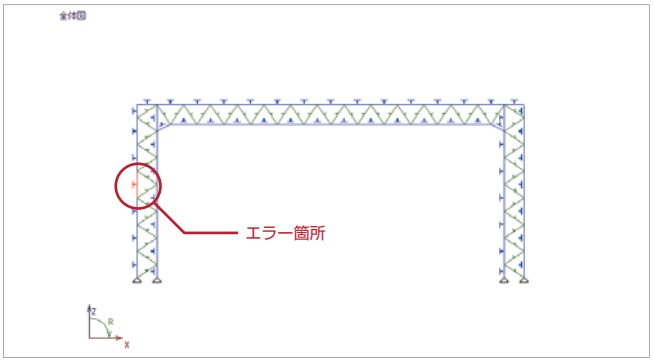
迅速に修正できるエラーメッセージ

入力したデータが間違っていた場合に現れるメッセージウィンドウのエラーメッセージをダブルクリックすると、エラー箇所が表示されるのでデータの修正が迅速に行えます。



メッセージウィンドウ

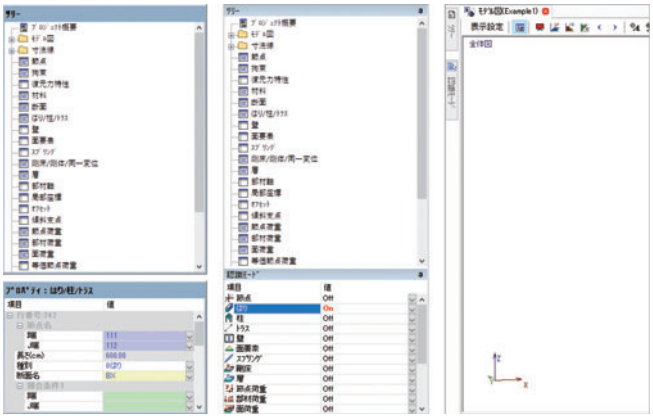
グリッドシートのエラー箇所表示



モデル図のエラー箇所表示

サブウィンドウ設定

ツリーウィンドウなどサブウィンドウの表示方法を設定することにより、モデルウィンドウを大きく使うことや、画面領域を有効に利用できます。



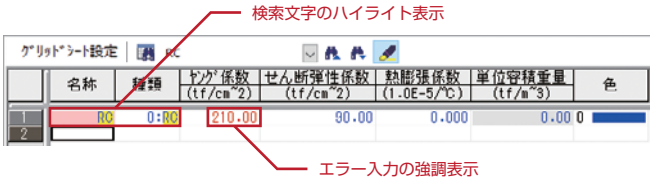
フローティング　ドッキング　自動的に隠す

表示機能

多彩な表示機能で入力データの確認や入力ミスの発見に威力を発揮。

グリッドシート

表入力では、入力不要なセルのグレー表示や、エラー入力の強調表示、検索文字をハイライトで表示することができます。

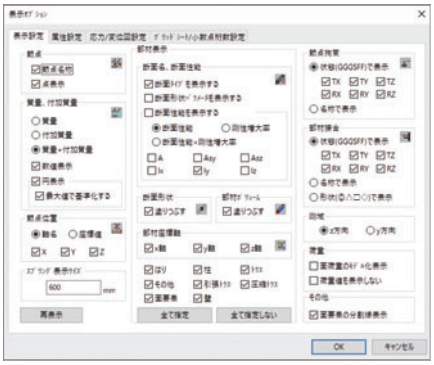


最近使ったファイルの縮小表示

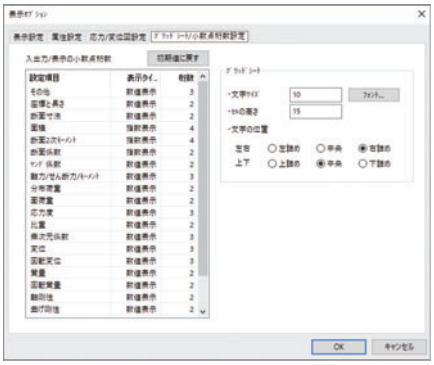
最近使ったファイルを開くときや、ファイルを開くダイアログにモデルが縮小表示されますので、開く前にモデルを確認することができます。

多彩な表示設定

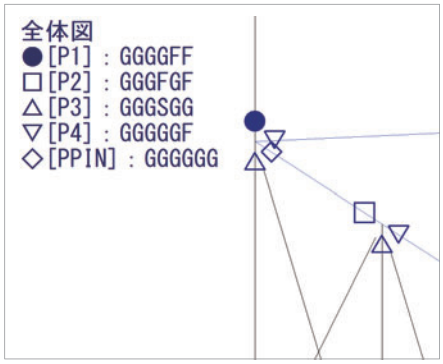
節点位置に質量をスケーリングして表示できるように設定できますので、質点のボリュームを一目で確認することができます。
グリッドシートや数値出力は、小数点以下桁数や指数表示などの表示タイプの設定項目が充実していますので、細かな設定が可能です。
部材端接合条件を指定した形状で表示することができ、指定した形状は、凡例として左上に表示します。



表示設定



グリッドシート／小数点桁数設定

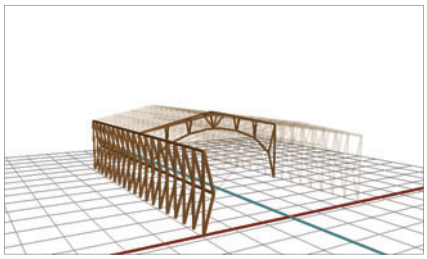


部材端接合条件の形状表示

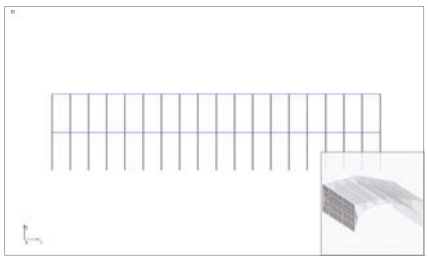
ビューブロック機能

ビューブロック機能により、モデル図や応力図、3Dモデラーで、フレーム別や層別に表示・印刷を行うことができます。
ビューブロックは構面位置や表示範囲、任意の平面上、組み合わせで設定することができ、任意形状でも簡単に指定することができます。

3点指定（任意の平面）

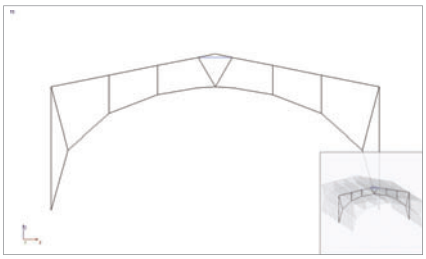


構面位置と表示範囲の組み合わせ（3Dモデラー表示）



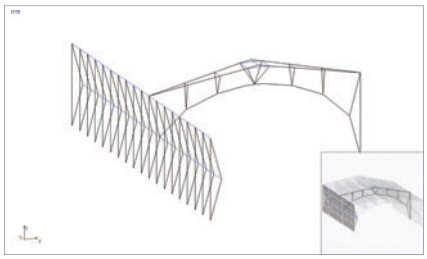
構面位置指定

＋

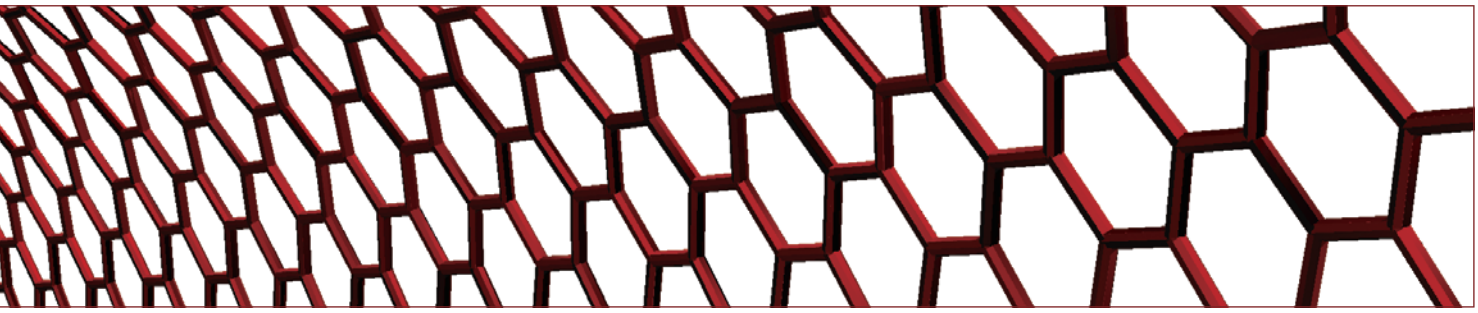


表示範囲指定

▶

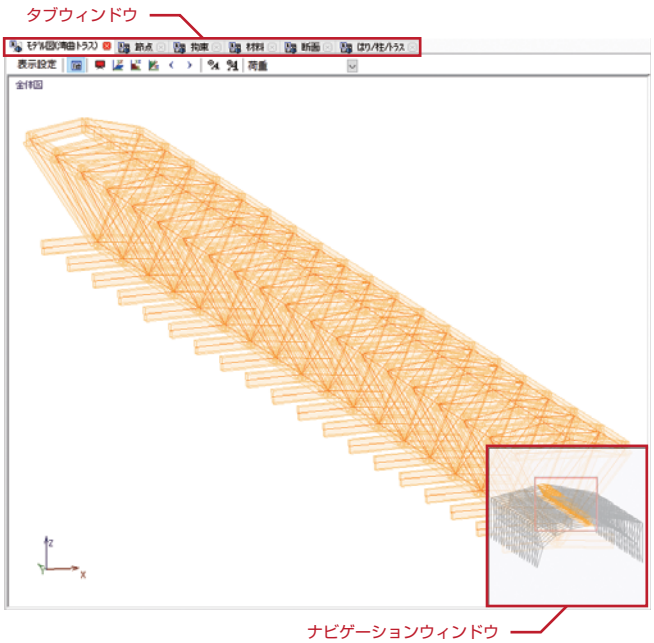


構面位置と表示範囲の組み合わせ



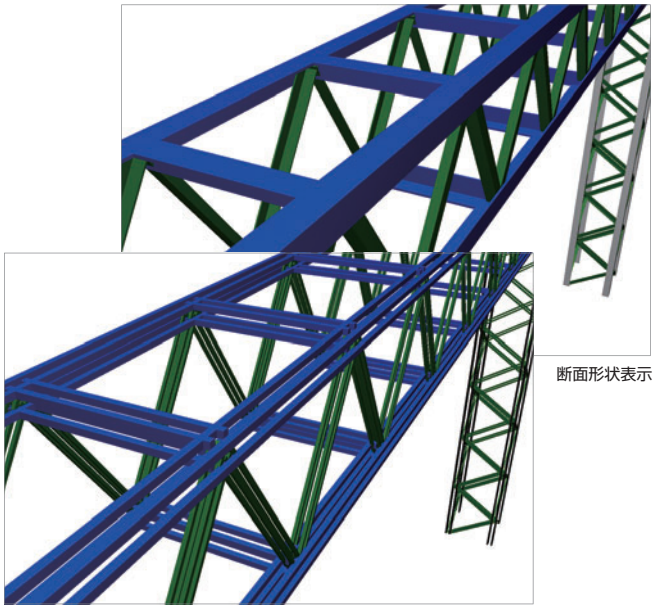
タブウィンドウとナビゲーションウィンドウ

複数のウィンドウを開いてもタブをクリックするだけでウィンドウの切り替えができます。
モデル図、応力図、固有モード図のナビゲーションウィンドウでは、簡易モデルの全体表示を行い、拡大時やビューブロック表示のときに全体を把握することができます。
また、ナビゲーションウィンドウ上でマウスをドラッグすると回転表示を行い、マウス操作で視点を簡単に移動することができます。



3次元ソリッドモデル表示

入力した架構モデルや解析結果を3次元ソリッドモデルで表示することができます。
3次元ソリッドモデルの視点はマウス操作で簡単に移動することができ、ウォークスルー機能が提供されているため、さまざまな視点で架構を確認することができます。
また、剛性増大率を考慮して断面性能から等価な断面を計算して表示することができるため、任意形状断面入力の場合も計算モデルを確認することができ、入力ミスを防ぐことができます。

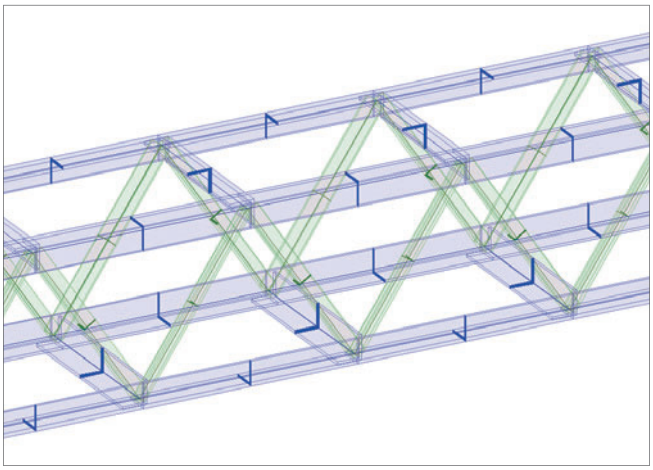


断面形状表示

断面性能表示

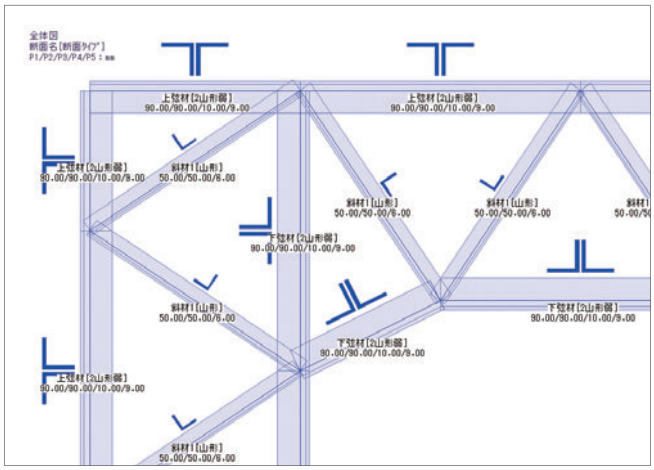
断面ボリューム表示

断面ボリューム表示により、モデル図上で断面の形を容易に確認することができます。



断面のパラメーター表示

断面形状やパラメーター、断面性能をモデル図上に表示し、寸法などの値を確認することができます。

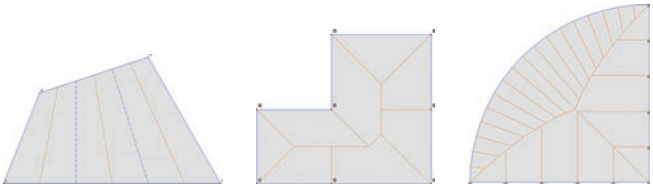


計算機能

節点と線材、面材でモデル化できれば形状の制限はなく、
荷重種類、断面形状が豊富で応力解析が充実。

面荷重

床荷重、風荷重などを、はり・柱で凹凸に囲まれた多角形に面荷重として入力します。
荷重の伝達方法は「亀の甲」に加え、凸四角形では「X方向」、「Y方向」を指定でき、小ばりの配置もできます。
境界節点は30個まで指定することができ、複雑な形状の荷重を扱うことができます。



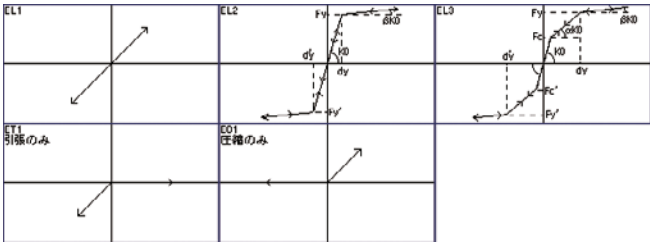
X方向伝達＋Y方向小ばり2本　　凹多角形　　複雑な形状

同時に複数のモデル解析が可能

同時に複数モデルの解析が可能で、計算条件を変えたモデルの解析結果を画面に並べて表示し、最適な設計へのシミュレーションを行うことができます。

復元力特性

剛性の変化を設定できる復元力特性を設定できます。
復元力特性は部材端拘束、支点拘束、スプリングに設定でき、ベースプレート、地盤、木造の金物など、より柔軟なモデル化を行うことができます。



たくさん扱える荷重ケース

荷重ケースは100個まで扱うことができます。
節点数や部材数に制限はありません。

豊富な部材断面形状

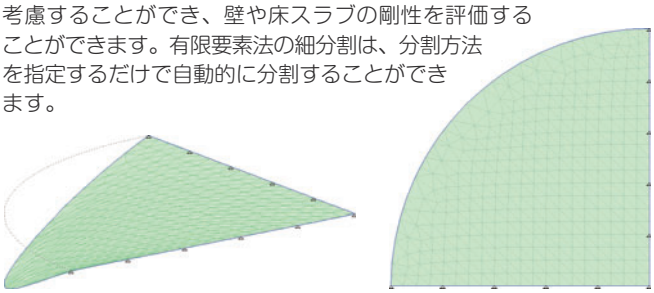
部材形状は矩形やH型、山形、みぞ形など15種類から選ぶことができます。
また、断面性能での直接入力、データベースから鋼材の寸法や断面性能を入力することができます。

自由度を細かく指定

支点には6つの自由度を設定でき、それぞれに自由、固定、半固定を指定できるほか、支点が傾斜しているモデルの解析もできます。

面要素

面要素では、面内応力、面外応力を有限要素法の平面板要素として考慮することができ、壁や床スラブの剛性を評価することができます。有限要素法の細分割は、分割方法を指定するだけで自動的に分割することができます。



面外応力の変位図　　面要素の自動分割

壁エレメントやトラス、スプリングも解析

はり、柱部材のほか、壁エレメントやスプリング、トラス材の入力も可能です。
トラスは指定により圧縮型トラス(引張力を負担しないトラス)、引張型トラス(圧縮力を負担しないトラス)として解析できます。
スプリングは、軸、せん断、曲げ剛性を直接指定でき、復元力特性も設定できます。

さまざまな荷重に対応

荷重は部材や節点に作用する外力、モーメントのほかに支点移動による強制変位、熱や初期ひずみおよび自重(部材断面から自動計算)による応力を扱うことができます。

固有値解析

固有値解析が可能で、固有モードを図として表示します。

偏心率と剛性率

剛床が成り立つ立体フレームでは、X・Y方向の水平荷重による応力解析の結果を用いて、各階の偏心率・剛性率を求めることができます。

部材主軸

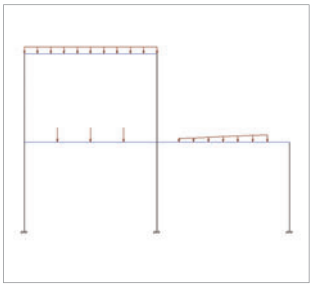
部材主軸の傾斜を指定できます。

解析結果

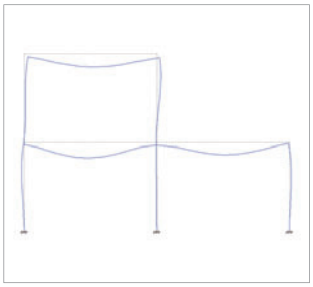
応力状態や力の流れを半透明表示や2軸表示などで容易に確認。

正確な表示

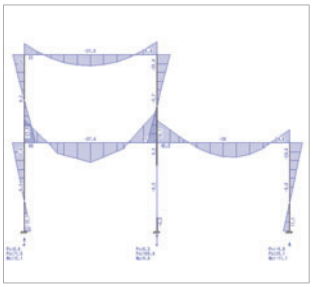
入力した荷重の形に応じて、応力図、変位図、モーメント図、せん断力図、変位図を正確に表示します。



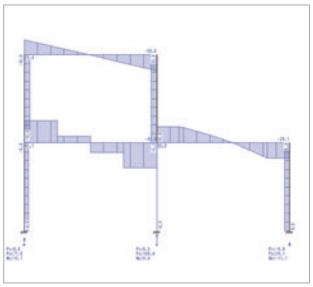
作用荷重



詳細変位図



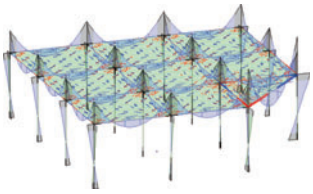
詳細モーメント図



詳細せん断力図

応力線の2軸表示

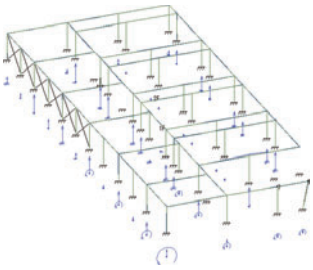
応力線を2軸で表示することができ、半透明で塗りつぶすので、重なった部分も確認することができます。
剛域部分の応力は違う色で塗りつぶし、節点位置だけでなく、剛域端で数値表示を行うことができます。



2軸表示

反力を図で確認

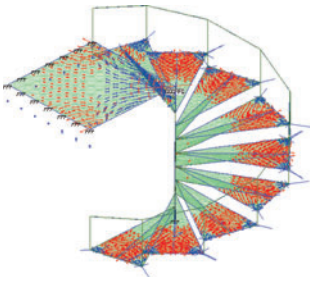
支点反力をスケーリングして矢印で表示し、反力を図で確認することができます。



支点反力図

面要素

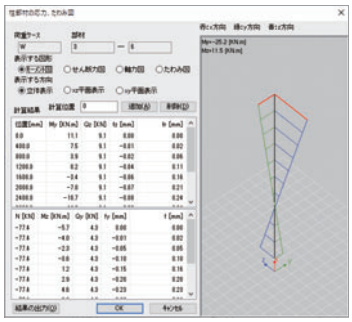
面要素は、すべての分割要素の主応力度を矢印で表示しますので、応力の流れを確認することができます。



面要素

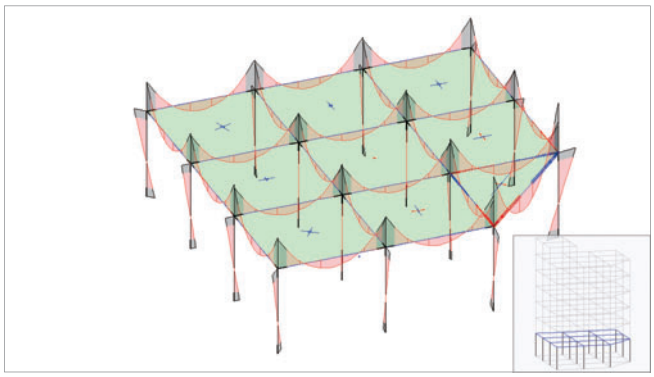
応力とたわみ量

詳細応力図、変位図の表示で指定した部材上に集中荷重などがある場合は、作用点も含めて最大20カ所までの応力値、たわみ量を表示することができます。



応力図の表示

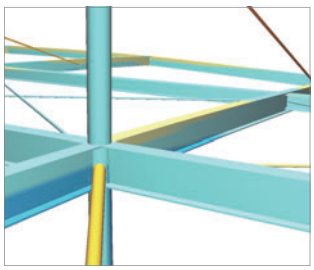
応力図は曲げモーメント、せん断力、軸力を同時または個別に表示できます。また、フレーム全体表示のほか、ビューブロックで登録したフレーム別や層別の表示が可能で、ツリーウィンドウで表示の切り替えが瞬時に行えます。
2軸での応力を考慮し、合力として表示することができます。ねじりを円弧で表示し、3次元のモーメントの釣り合いを簡単に確認することができます。



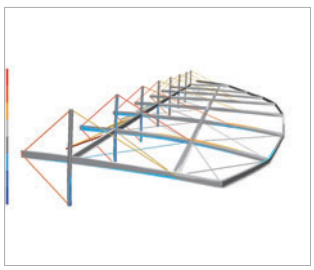
層別合力+ねじり表示

3次元ソリッドモデルで確認

応力解析結果を3次元ソリッドモデルで表示することができます。表示は断面を複数に分割することや、材長方向に複数に分割し、それぞれの部分の応力度の大きさで色分け表示することで行います。
また、変位の表示を同時に行うことができるため、応力分布の確認が容易にできます。



応力分布(拡大図)



応力分布(全体図)

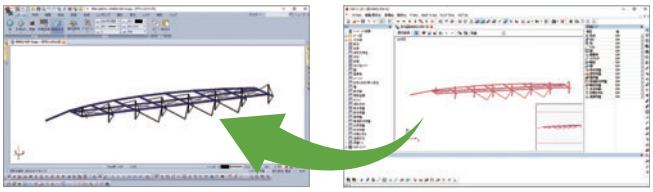
多彩な出力機能

多様な計算結果出力

計算結果の出力は、現在表示しているページや項目の印刷機能により、印刷時にページ数を直接指定する必要がありません。
出力ウィンドウ上の値は、カンマ区切りのテキストファイル(CSV形式)に出力、クリップボードにコピーができ、Microsoft Excelなどの表計算ソフトやメモ帳などのテキストエディタなどに読み込み、貼り付けて活用することができます。

CADデータ出力

モデル図、応力／変位図、3Dモデラーは、CADデータとして出力することができます。



CADデータ　　FAP-3のモデル図

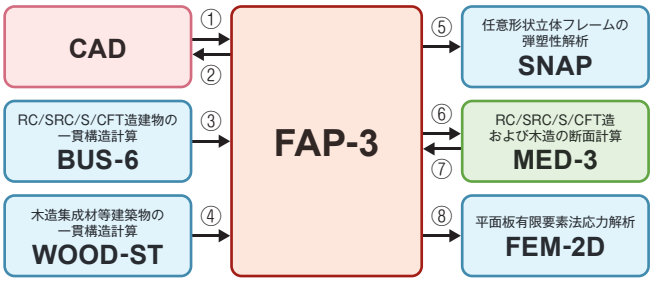
モジュール化

起動する引数を指定することで、指定したFAP-3の入力ファイルを計算、出力、終了を行い、FAP-3を計算モジュールとして利用できます。バッチファイル(.bat)や、Windows 11に標準搭載されている業務自動化ツールのPower Automate Desktopが利用できるため、繰り返し命令や、条件分岐命令も利用できます。
計算結果は加工が行いやすいように、プログラムで読むことを前提としたカンマ区切りのテキストファイル(CSV形式)で出力されます。

部材名称別出力

部材ごとに出力名称を指定し、出力名称で集計して表を出力ができます。同一部材の最大値のみを確認することが容易にできます。

他のプログラムとの連携



①CADファイル[※1]を読み込み、架構データを作成できます。
②モデル図、応力／変位図、3DモデラーをCADファイル[※2]として出力できます。
③BUS-6のデータを利用でき、BUS-6の適用範囲を超えた、より詳細な検討が行えます。
④WOOD-STの解析モデル(節点・部材剛性・荷重)を転送し、応力状態の確認や、部分的に詳細な検討を行えます。
⑤SNAPに構造物のデータを渡し、静的増分解析や動的解析を行えます。部材強度や履歴特性はSNAP側で入力します。
⑥MED-3に部材断面と解析結果の応力に関するデータを渡し、断面計算ができます。(MED-3 Ver.3以前には対応していません。)
⑦MED-3で入力したデータはFAP-3ファイル内部に保存されます。
⑧FEM-2Dに平面板要素、部材データと解析結果の節点変位を渡し、細部の変位や応力度分布を詳細に表示できます。

※1 対応形式：mps、mpz、mpx、mpw、mpp、dwg、dxf、jwc、jww、sfc、p21
※2 対応形式：mps、mpz、mpx、dwg、dxf、jwc、jww、sfc、p21
3Dモデルは、jwc、jwwで保存できません。

MED-3 Ver.4とダイレクト連携

FAP-3からダイレクトにMED-3を起動し、FAP-3で開いているデータの断面計算ができます。MED-3終了後、FAP-3に戻りMED-3で変更した内容が反映されます。FAP-3と連動したMED-3データは、FAP-3のデータに保存されるため、一元管理することができます。

動作環境

対応OS	64bit Windows 11[※1]/10[※2]
メモリー	8GB
ディスク空き容量	1GBのディスク空き容量
ディスプレイ	1280×768
グラフィックス	OpenGLの機能をサポートできるビデオカードとドライバー
ライセンス認証	ネット認証[※3]
インターネット接続	ネット認証時はインターネット接続が必要[※4]
その他	CD-ROMドライブ

※1 Windows 11 Sは除きます。 ※2 Windows 10 Mobile/Windows 10 Sは除きます。
※3 ネット認証は仮想化環境では利用できません。
※4 インターネット接続できない場合は、販売店または下記営業までお問い合わせください。

・32bit Windowsでは動作しません。

価格

FAP-3 Ver.6　528,000円(税込)

※ 教育版は下記営業までお問い合わせください。

MED-3

関連製品

RC/SRC/S/CFT造および木造の断面計算

建築実務で一般的に使用される諸基準に準拠して、RC/SRC/S/CFT造ならびに木造の断面計算が行えます。
許容応力度設計に基づく断面計算から、S造はり部材の詳細な応力分布状態を想定した断面計算まで、任意形状の構造物の断面計算に対応できる機能を備えています。
価格：396,000円(税込)

株式会社構造システム
www.kozo.co.jp
本社営業　〒112-0014 東京都文京区関口2-3-3 目白坂STビル　TEL 03-6821-1311
大阪 TEL 06-6203-2430　札幌 TEL 011-218-6628　名古屋 TEL 052-583-0350　福岡 TEL 092-716-9311

●「FAP-3」は、株式会社構造システムの著作物であり、著作権およびその他の権利は株式会社構造システムに帰属します。
●本カタログに記載された内容は予告なく変更されることがありますが、ご了承ください。●本カタログに記載された商品名は、各社の商標または登録商標です。

2025.1