

## 総合有限要素法解析システム

国産の本格的CAEシステムであるFEMLEEGは、モデル作成から解析評価まで行えます。FEMLEEGは、他ソルバーの入力データ/出力データ変換が可能であるためそれらのプリ/ポストとして、公開しているファイル仕様を用いて自社開発のソルバーにもご利用いただけます。基本構成は、FEMIS(プリプロセッサ)、FEMOS(ポストプロセッサ)、LISA(ソルバー)、トランスレーター(外部インタフェース)、LApack(外部インタフェース)です。

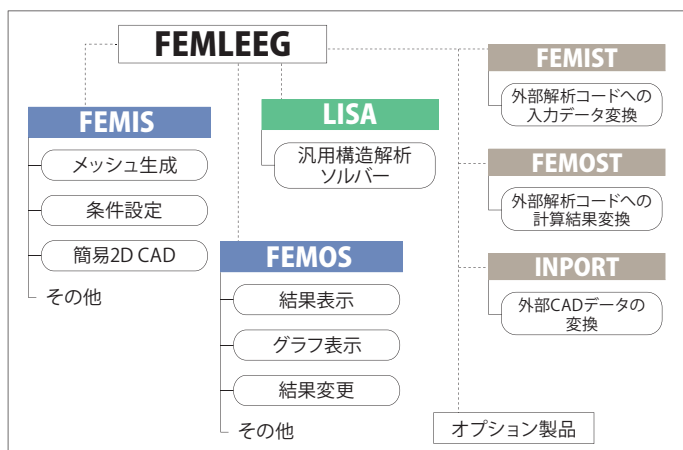
Advanced: ¥1,590,000.  
Standard: ¥1,180,000.  
Lite: ¥550,000.  
LAPack オプション: ¥336,000.  
FEMエンジニア・スイート価格: P52参照  
保守契約・レンタル価格: P.164~165参照

Windows Vista/7/8 対応

### プログラムの機能と特長

#### ●FEMLEEGの基本構成

基本構成は、FEMIS(プリプロセッサ)、FEMOS(ポストプロセッサ)、LISA(ソルバー)、トランスレーター(外部インタフェース)、LApack(外部インタフェース)で構成。



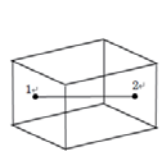
製品名	モジュール					LISA制限	接点数制限
	FEMIS	FEMOS	LISA	CAD IF	他ソルバー IF		
Advanced	○	○	○	○	○	なし	なし
Standard	○	○	○	○	×	あり※	なし
Lite	○	○	○	○	×	あり※	あり(10,000)

※NoTension解析およびCAP解析が使用できません。

#### ●対応要素

次元	要素タイプ	自由度	材料定数	断面/板厚	出力成分
1	トラス	u,v,w	弾性係数, ポアソン比 (質量密度)	断面定数 (断面積)	部材力 (軸力, 軸応力, 歪)
	埋込鉄筋	u,v,w	"	"	"
	ビーム	u,v,w, θx, θy, θz	"	断面定数	部材力 (軸力, モーメント, せん断力)
	スプリング	u,v,w	-	バネ定数	バネ力
	リンク	u,v,w	-	バネ定数	リンク反力
2	平面応力	v,w	弾性係数, ポアソン比 (質量密度)	板厚	応力(σ <sub>x</sub> , σ <sub>y</sub> , τ <sub>yz</sub> ), 歪
	平面歪	v,w	"	-	応力(σ <sub>x</sub> , σ <sub>y</sub> , σ <sub>z</sub> , τ <sub>yz</sub> ), 歪
	軸対象	v,w	"	-	"
	プレート/シェル	u,v,w, θx, θy	"	板厚	応力, 断面力, 歪
3	積層板	u,v,w, θx, θy	"	"	断面力, 歪
	ソリッド	u,v,w	"	-	応力, 歪

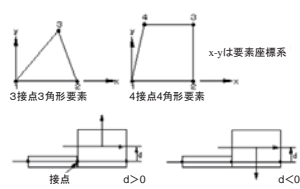
#### ▼埋込鉄筋要素



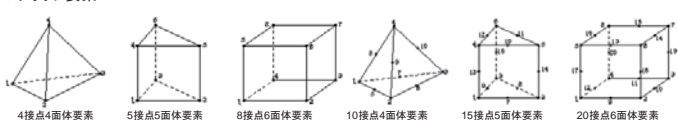
#### ▼平面応力(歪)要素



#### ▼プレート/シェル要素



#### ▼ソリッド要素



#### ●FEMIS(プリプロセッサ)

優れた操作性を備えたメッシュジェネレータ。解析用メッシュデータの作成および荷重・拘束・物性などの条件を設定し、要素と形状を同時に作成できるダイレクトメッシュ分割やCADライクなメッシュ分割など、多彩なアプローチでメッシュ分割が可能。

#### 要素ライブラリー

- 1次元要素: トラス/ビーム要素, 軸対称シェル要素, 熱伝達要素, 剛体棒
- 2次元要素: 平面応力(歪)要素, 軸対称要素, 単層/積層シェル要素, 熱伝達要素
- 3次元要素: 四面体ソリッド, 五面体ソリッド, 六面体ソリッド
- 特殊要素: リンク要素(長さ0の要素)

#### メッシュ分割法

・写像関数法(マッピング法), 移動法(スイープ法), コピー法, 2次元自動分割法, その他(グリッドまたは生成済みの節点を指定して直接, 要素を生成)

変更機能: グループリング, 要素形状のチェック, 要素タイプの変更, リナランピング, 座標値修正, 節点の移動

計算機能: 交線計算, 交点計算, マスプロパティ

物性値設定: 材料定数, 断面性能, 熱定数, 温度依存データ, 複合材, 等方性・断面性能データベース

荷重値設定: 節点荷重, 要素荷重, 梁荷重, 慣性力, 分布関数による荷重設定, 遠心力, 水圧荷重, 省略温度

拘束条件設定: 拘束自由度, バネ定数, 強制変位(初期変位), ズーミング

伝熱解析: 温度拘束, 熱定数, 熱境界条件, 初期温度, 時間関数

#### ELF属性設定

・属性設定: 磁性体要素(6面体要素, 3角柱要素, 薄板・厚板6面体要素, 薄板・厚板3角柱要素, 薄板4辺形要素, 薄板3角形要素, 超伝導4辺形要素, 軸対称4辺形要素, 軸対称3角形要素, 表面細分割要素),

磁石要素(非線形磁石6面体要素, 不変磁化磁石6面体要素, 非線形磁石直方体要素, 非線形磁石3角柱要素, 不変磁化磁石3角柱要素, 軸対称4辺形断面非線形磁石要素, 軸対称4辺形断面不変磁化磁石要素)

電流要素(4辺形断面線分電流要素, 3角形断面線分電流要素, 2節点線分電流要素平行4辺形断面円電流要素, 3角形断面円電流要素),

導体要素, 導体・磁性体要素

・力の設定: 磁性体・電流・任意空間に働く力の設定, トルクの計算の軸の設定。磁性体に働く力が設定可能な要素(8節点要素, 6節点要素, 軸対称4辺形断面要素, 軸対称3角形断面要素, 電流要素に働く力が設定可能な要素(4辺形断面線分電流要素平行4辺形断面円電流要素))

リスト機能: モデル形状(節点座標, 要素構成回り, ブロックに関する情報), 解析条件(設定された荷重/拘束/物性値)などの出力

表示機能: モデル図, 切断図, 番号, 荷重・拘束条件, 物性値, 表示フォント変更

簡易2DCAD機能: 点・線分・円(円弧/全円/接円)・面の生成が可能

梁・トラス・板要素特有の機能設定: 梁要素(ピン結合・オフセット結合・分布バネ・材端バネ・プレテンションを設定), トラス(初期歪・プレテンションを設定), 板要素(オフセット結合を設定)

その他設定: 集中質量, タイピング, UNDO機能, モデルの結合, 表形式データの取り込み

出力: 形状の表示をプリンター・ファイル・メモリ(クリップボード)に出力

#### ●FEMOS(ポストプロセッサ)

表現力豊かな結果評価。解析プログラムの出力結果を、コンター図、ベクトル図、数値図、グラフ図など、さまざまな方法で表示。

#### 要素ライブラリー

- 1次元要素: トラス/ビーム要素, 軸対称シェル要素
- 2次元要素: 平面応力(歪)要素, 軸対称要素, 単層/積層シェル要素
- 3次元要素: 四面体ソリッド, 五面体ソリッド, 六面体ソリッド

#### 取り扱い物理量

・基本成分: 変位, 速度, 加速度, 振動(座屈)モード, 反力, 温度, 応力, 弾性歪, 塑性歪, クリップ歪, 圧力, インテンシティ

・計算成分: 主応力(歪), 平均応力(歪), トレスカ応力(歪), ミーゼス応力(歪), 八面体剪弾応力, 歪エネルギー, 降伏条件に対する安全率, モールの破壊円に対する安全率/滑り角, 合成値

・工学成分: 部材力, シェル断面力

・電磁場解析: 磁場, 磁界, 磁束密度, 渦電流, スカラーポテンシャル, ベクトルポテンシャル, 磁化ベクトル, 電場, 電界, 電束密度, 電荷, 電流に働く力, 磁性体/任意空間に働く力

・複合材解析: Tsai-Wuの破壊指標, HOFFMANの破壊指標, HILLの破壊指標

・その他: ユーザ成分

構造物の選択: 要素選択, ブロック選択, 材料選択, 層選択, 切断面, 領域選択, スライス面選択, グループ選択

荷重ケースの選択: 番号選択, 最大値選択, 重ね合わせ選択

描画タイプ: 線コンター, 面コンター, ベクトル図(ベクトル量・テンソル量の成分をベクトル図として描画), サークル図, モード図(変位, 速度, 加速度・振動の各モード図を描画), 断面力図, 矢印分布図, 擬似変形図

グラフ図: 分布グラフ, 履歴グラフ, 相関グラフ, 3次元グラフ, 鳥瞰図

表示位置: 位置の指定, ソリッド表面, 切断面, スライス面

表示機能: モデル図, 切断図, 番号, 荷重・拘束条件, 物性条件, 視点移動

リスト機能: 解析結果, 解析履歴, 最大値・最小値, モデル形状, 解析条件(設定された荷重/拘束/物性値などを出力)

CAD機能: 2次元の簡易CADで, グリッドの表示, パーテックスおよび線分, 円弧エッジの作成・修正, CAD面の作成・修正, 接円, 交点の作成可能。

#### 計算機能

- 歪・安全率: 材料データを参照して応力値から歪および安全率を計算。
- スムージング: 応力・歪などを節点で平均化。
- 座標変換: 指定した座標系に関して応力・歪などの座標変換。

アニメーション: 複数荷重ケースに対する解析結果をアニメーション表示

UNDO機能: 直前のコマンド実行をキャンセルして一つ前の状態に戻す

出力: 形状の表示をプリンター・ファイル・メモリ(クリップボード)に出力

#### ●LISA(ソルバー)

汎用構造解析システムLISAは、静解析をはじめとして固有値・熱解析などが容易に可能。一般的なPCでの利用を目的として当初より開発されているため、操作性・軽快性に優れていると同時に、数万メッシュ規模のモデルにも対応。

要素ライブラリー

- 1次元要素:トラス/ビーム要素
- 2次元要素:平面応力(歪)要素、軸対称要素
- 3次元要素:四面体ソリッド、五面体ソリッド、六面体ソリッド
- 特殊要素:リンク要素(長さ0の要素)
- 埋め込み鉄筋要素(コンクリート構造物(ソリッド要素)内鉄筋(トラス)要素)
- ビーム要素:せん断変形を考慮したTimshenko梁、非対称断面時における中立面のずれを考慮可、板表裏面での温度差(温度勾配)の考慮可、FEMISで与えられた水面レベルのみのデータから水圧荷重を算出、リンク要素と併用すればピン結合も可。
- プレート/シェル要素: Kirchhoff(薄板)/Mindlin(厚板)の両要素保有、直交異方性材料(マトリックスの入力も可能)、不等厚要素接合における中立面のずれを考慮可、板表裏面での温度差(温度勾配)の考慮可、FEMISで与えられた水面レベルのみのデータから水圧荷重を算出、リンク要素と併用すればピン結合も可。
- ソリッド要素各種/平面要素: Shear Locking対策、直交異方性材料
- リンク要素/スプリング要素: 不連続節点をバネで接続。リンク要素は長さゼロのバネ要素
- 静弾性解析: 境界条件(斜め支持・バネ支持・強制変位)、荷重条件(節点荷重・要素分布荷重・梁中間荷重・重力荷重(慣性力)・遠心力・温度荷重・水圧荷重、力学条件(複合材における積層から1層を選択。解析手法(直接法・反復法))
- 解析タイプ
  - 線形静弾性解析: 直接法、反復法の2つの解析手法を用意し、大規模モデルにも対応。得意なモデルでは驚異的なスピードで計算。
  - 固有振動解析(フリーボディ解析機能含む)
  - 応答スペクトル解析(最大応答解析): 直接、応答スペクトルを入力するほか、地震波から応答スペクトルも求められます。道路橋設計特有の標準加速度応答スペクトル(示方書改定による地震波タイプI/IIも含む)はあらかじめ準備。入力方向はユーザ指定または刺激ベクトル方向による自動算出。
  - 時刻歴応答解析: 直接積分法(逐次積分法)を使用して、構造物の応答変位・応答速度・応答加速度を算出。
  - 座屈解析: LISAが持つ固有値解析機能を利用して、従来から構造設計分野で弾性安定解析もしくは線形座屈解析と呼称されていた解析を行います。複雑な荷重分布や境界条件あるいは異方性材料からなる平板構造系の不安定解析に有効利用。
  - 定常/非定常/伝熱・熱応力連動解析: 発熱・熱伝導・対流伝達が解析範囲。FEMISで用意した"タイム・ファンクション"データが非定常解析時の煩雑な入力部分をスムーズに処理。要求するタイムステップでの温度分布と連携した熱応力解析が可能。
  - NO TENSION解析: 異種構造物間の接触面に設置した接触バネに引張力が発生したら自動解放する機能。
  - CAP解析: モデルを都合よく分割し、両パーツを独立にメッシュ分割後、再結合して解析。
- 荷重: 節点荷重/辺分布荷重/面分布荷重/梁中間荷重/温度荷重/重力荷重/遠心力

- トランスレータ(外部インタフェース)  
FEMLEEGと外部ソフトとのデータ交換が可能。FEMISで作成したデータを他ソルバーのデータに変換し、他ソルバーの解析結果をFEMOSの入力ファイルに変換。CADデータ(ワイヤーフレーム)をFEMISの入力ファイルに変換。  
・FEMISトランスレーター 対応解析コード: MSC/NASTRAN(V67仕様・追加カード入力可)、MARC(K4版仕様・追加カード入力可)  
・FEMOSトランスレーター対応解析コード: MSC/NASTRAN(V67仕様)、MARC(K4版仕様)  
・入力対応CADデータファイル形式: DXF(R12J): (点・線分・円・円弧・3次元線分・3次元面・ポリライン・図形挿入、IGES(Ver3.0): (点・線分・円弧・変換行列)

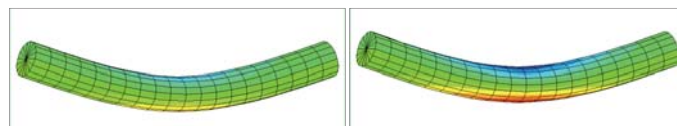
- LApack(外部インタフェース)  
載荷支援プログラム「LoadHelper」と解析結果重ね合わせプログラム「AddCase」がセットとなったオプション製品。  
LoadHelperは、FEM解析において非常に煩わしい荷重設定を強力にサポートし、メッシュに依存することなく、任意の位置に荷重設定が可能。荷重設定後にメッシュ分割のやり直しが発生しても、荷重設定のやり直しは必要ありません。指定された任意の荷重設定領域から荷重要素を自動検出、デルタ関数の積分を利用して、当該要素の構成節点に荷重を分配。サポートしている荷重は11種類。載荷位置に加えて載荷方向の任意指定も可能。  
LApack対応荷重: 要素表面の方向荷重、要素内部の方向荷重、矩形面荷重(円孔なし)、矩形面荷重(円孔あり)、矩形面荷重(全面載荷タイプ)、円形面荷重、線荷重、線モーメント荷重、腹圧荷重(摩擦を考慮する/しない)、らせん荷重

■Ver.5.00.00 改訂内容<2014年 9月25日リリース>

- ・初期応力を考慮した固有振動解析
- ・埋め込み鉄筋要素を円弧状に配置生成
- ・評価面に垂直な面に関するモーメントおよびせん断力の計算
- ・低次PENTA要素の精度向上
- ・FEMOSIにツリービューを追加



▲初期応力を考慮した 固有振動解析

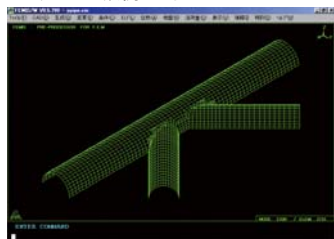


▲低次PENTA要素(左:Ver4.3[応力値1.5843E-04 N/mm<sup>2</sup>],右:Ver5.0[応力値2.578E-04 N/mm<sup>2</sup>])

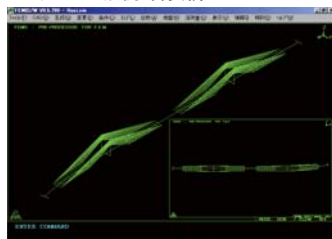
**FEMLEEG解析支援サービス**  
総合有限要素法解析システムFEMLEEGのモデル入力・解析をサポート >> 詳細:P.148

画面サンプル

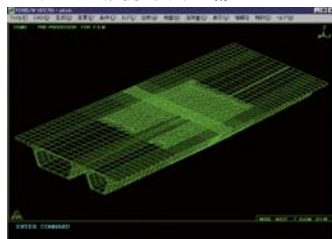
▼メッシュ生成例:パイプ



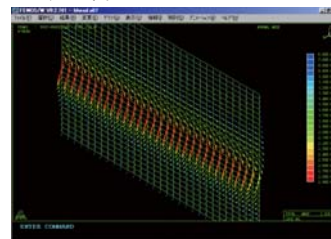
▼メッシュ生成例:斜長橋



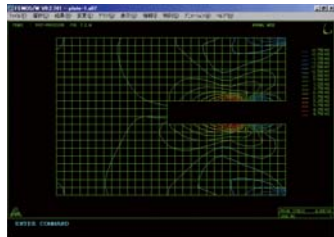
▼メッシュ生成例:ボックス桁



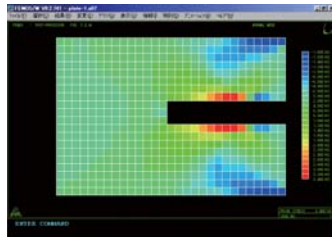
▼ベクトル図



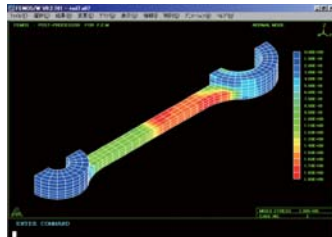
▼コンター図



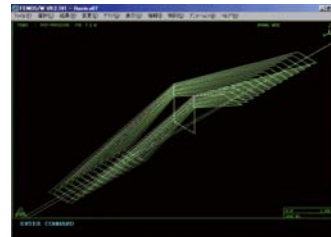
▼要素色分け図



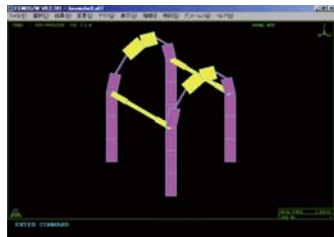
▼濃淡図



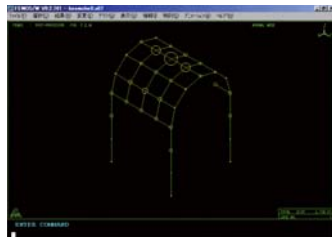
▼モード図



▼部材力図



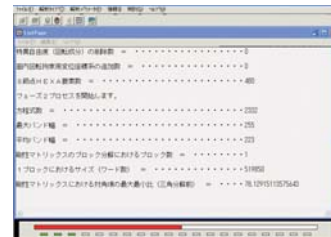
▼サークル図



▼数値図



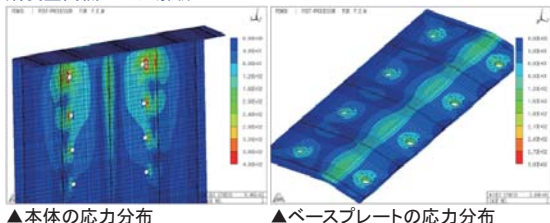
▼LISA 解析実行画面



解析事例

本構造は本体と床版の他、背面の柱取付もボルトによる接合となっている。通常のFEM解析では正しいボルト軸力やプレート応力は得られないため、No Tension解析を実施。実挙動に近い結果を得た。ベースはコンクリートとし、無収縮モルタル20mmの上に本体を設置。ボルト、ナットもモデル化。荷重は、衝突荷重・風荷重、積荷荷重の3種類を検討。

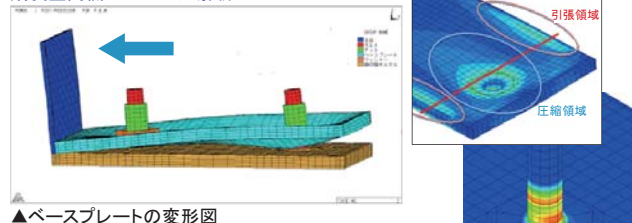
鋼製壁高欄の応力解析



▲本体の応力分布

▲ベースプレートの応力分布

鋼製壁高欄セルの応力解析



▲ベースプレートの変形図

応力分布図:ベースプレート(上) アンカーボルト(下)

引張領域  
圧縮領域