

有限要素法システムにおける非線形解析用ポストプロセッサについて

名古屋大学 正員 ○二宮公紀

名古屋大学 正員 梶田建夫

1. はじめに

有限要素法の汎用システムにプレ・ポストプロセッサを装備することは当たり前のことになっている。このうちポストプロセッサは計算結果の妥当性を把握するための道具として有用なものである。ポストプロセッサの機能に、いろんな問題に対する解析結果を取扱えるというだけでなく、その結果を如何に評価するかのポイントを指摘できる機能を備えればより有用なものとなるであろう。このようなプロセッサを作成できれば、学生などの有限要素法に対して初心者にも有効なアドバイスができ有限要素法の教育に対して大いなる寄与があるものと思われる。

2. 有限要素法汎用システム

著者らは、図-1に示されるようなメインフレームとパソコンを組み合わせた構造解析のための有限要素法汎用システムの作成に取り組んでいる。そこではメインフレームが主として“解析”を受け持ち、パソコンがそれを“支援”するという構成になっている。メインフレームとパソコンは基本的には通信回線を使用して結合して利用するが、パソコンにも解析部が備っているためパソコン単独でも使用可能である。

このシステムが持っている初心者を対象とした有限要素法の教育部は、パソコンの特徴を生かして次の2点に特に注意が払われている。

I 単に計算のみを行なうだけでなく、有限要素法の基礎を学習できるプログラムを備える。

II データ作成から計算過程、そして計算結果の表示をパソコンの特徴を生かしてできる限り視覚化する。

Iの有限要素法の基礎を学習できる教育的効果を考慮した機能としては、

- ① 教科書的な機能（有限要素法の成立から現在に至るまでのコンピュータ発展を背景とした説明）
- ② データベースと検索機能（数多く発表されている論文・書籍のうち重要と思われるもののデータベース化とその検索）
- ③ 基礎理論の説明機能（差分法、境界要素法との比較も含んだ説明）
- ④ 要素特性の説明機能（はり要素、平面要素、板要素などの特徴と使用に関する注意について説明）
- ⑤ プログラム（有限要素法のポイントとなるとと思われる箇所についての実際のプログラムの表示）

IIに関しては、計算した結果が妥当なものであるかチェックできることが重要であるため、いくつかの工夫が懲らされている。

- ⑥ 比較機能（同一問題を種々の条件で何回も解析し、それらを比較表示）
- ⑦ 練習機能（与えられた問題を解析させそれらの結果の妥当性を表示）

3. 非線形解析用ポストプロセッサ

非線形解析の計算結果のデータ量は動的応答解析の結果同様、静的な弾性解析の結果と比較すると大幅に増加する。これらのデータを能率よく処理するために、ここではランダムファイルを作成し、ラムディスクに格納して使用する方法を採用している。この方法の採用で任意の荷重ステップにおける処理や、

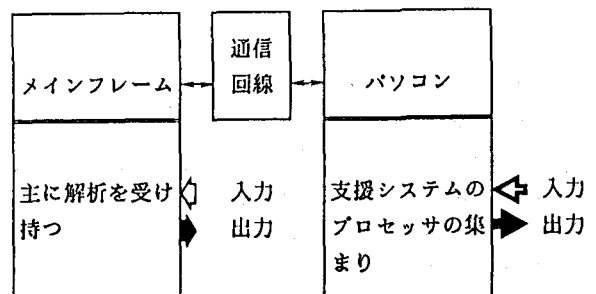


図-1 システムの構成図

任意の自由度の処理に対して短時間で対処できることになる。非線形解析用のポストプロセッサの構成は図-2に示される。以下に同ポストプロセッサの具体的内容について述べることにする。

まず変位に関する表示について述べる。

① 各荷重ステップごとの変位の表示

①-1 全体の表示……1つの荷重ステップを決めるとそのステップの全部の変位データが表示され上下スクロールさせながら表示できる。

①-2 表示点の指定による全荷重ステップの表示……表示させたい自由度を指定すると全荷重ステップにおける変位、変位の増分が表示される。

② 荷重-変位曲線の表示……①-2を図に表示したもの。ここには計算結果に対する簡単なチェック機能がついている。これは変位の増分と荷重ステップの増加の割合が急激に変化した場合について、ユーザーにチェックを行なうようメッセージを出すものである。また、複数の自由度の重ねあわせによる曲線表示も行なえる。

③ 各荷重ステップごとの変形

③-1 ステップごとの変形図の重ね合せ……同一の図に変形していく様子を重ね合わせて表示する。図形描写の際のエディタでは拡大、縮小、移動が自由に行なえるため、いろいろな表示が可能となる。以後の図についても同様である。

③-2 ステップごとの変形図……別個の図に変形していく様子を重ね合わせて表示する。

つぎに応力に関する表示について述べる。

④ 各荷重ステップごとの応力の表示

④-1 全体の表示……①-1と同様の機能を応力の表示に対して持つ。

④-2 表示点の指定による全荷重ステップの表示……①-2と同様の機能を応力の表示に対して持つ。

⑤ 各荷重ステップごとの応力の強度の図形表示……主応力、相当応力の強さを10段階に分け表示する。

⑥ 同一図上の塑性域進展の表示……4角形要素などは便宜のため要素を要素局所座標のx方向、y方向の積分点の個数で分割し、各積分点ごとの表示を行なう。これらは、自由に前進・後退させながら同一の図上に重ね合わせながら表示ができる。

⑦ 別個の図上の塑性域進展の表示……塑性域の進展を複数の別の位置に表示する。

⑧ 使用したデータの表示

⑧-1 数値の表示……解析に用いたデータの表示を行なう。

⑧-2 解析対象体の図形表示……解析対象体の荷重条件、境界条件などを具体的に図形表示する。

4. まとめ

本ポストプロセッサにはユーザーへ妥当な解析範囲を指摘するための手段として変位の変動から注意を促すメッセージを出すチェックが組入れられている。この他、断面のある部分で1つの面から相対する面まで降伏点が貫通した場合、計算を打ち切るようにするなどのチェック機能を備える必要もあると思われる。この点に関しては、エキスパートシステムのようなものを導入すれば、より有用なポストプロセッサが作成できるのではないと思われる。

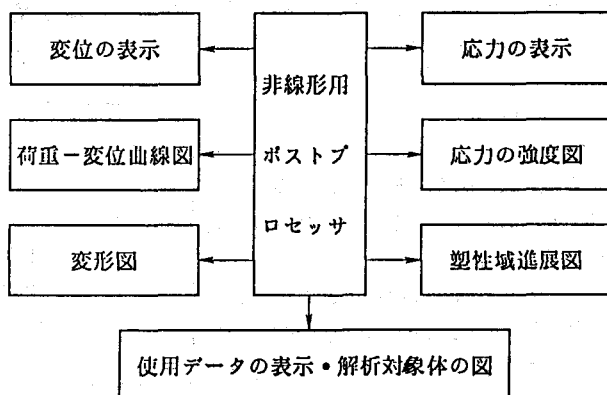


図-2 非線形解析用ポストプロセッサの機能