

汎用有限要素法解析支援システムにおけるユーザインタフェースの操作性向上について

東電ソフトウェア㈱ 正員 ○本多弘治

宮本 顕

1. はじめに

近年、パソコンの高性能・低価格化の進展に伴い、従来は高度な高速演算処理を有する大型計算機やワークステーションで利用されていたFEM解析も業務の効率化のため、パソコン環境下での利用が実現されつつある。

昨年来、FEM解析のプリ・ポストプロセッサを中心にした、パソコン上で稼働する2次元版のWindows版汎用有限要素法解析支援システムを構築してきた。

システム構築にあたっては、複数ソルバーとのインタフェース構築を容易にするため、解析条件設定メニューをカスタマイズすることができるシステム独自のユーザ言語を利用している。ユーザ言語とは、プログラムを変更せずにシステムを制御できるBASICやFORTRAN言語に似た言語である。

一般にFEM解析モデルの作成における解析ステップ・荷重・拘束・物性などの各種条件設定では、複雑な条件入力を要求するケースも少なくない。こうした入力条件をシステムで合わせることは困難である。開発にあたっては、このような課題を克服して汎用性あるシステムとするために、ユーザインタフェースの構築による操作性向上を図る必要がある。

ここでは、構築したシステムの評価に基づき、ユーザ言語を利用した機能拡張による、ユーザインタフェースの操作性向上を目指した事例を報告する。

2. システム概要

図1にシステム構成図を示す。本システムは、FEMモデルを作成するプリプロセッサ、解析結果を表示するポストプロセッサ、およびプリ・ポストプロセッサとソルバーのデータを変換するトランスレータで構成される。

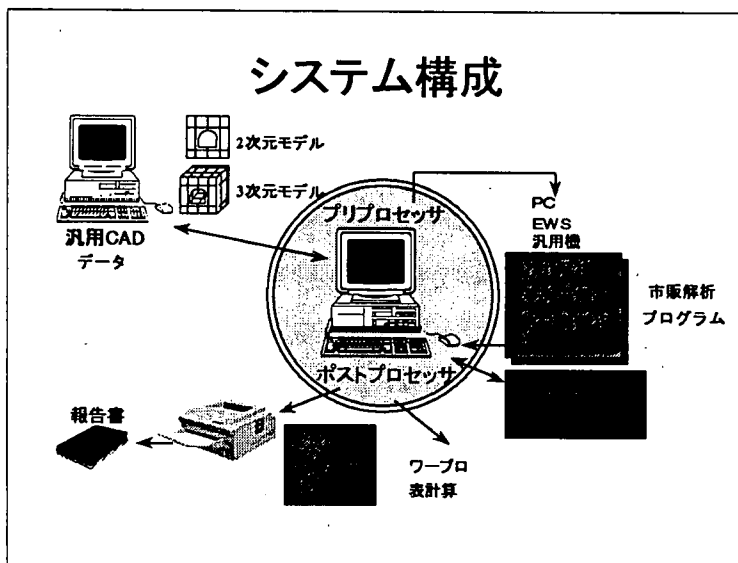


図1 システム構成図

3. ユーザ言語の機能

FEM解析業務での解析モデル作成にあたっては、解析の目的に合わせたソルバーの選択が必要となる。節点や要素の生成についてはジョイント要素など特殊なものを除いては、各ソルバー間であまり差異はない。しかし、解析条件については利用者の選択するソルバーにより、入力する条件(項目)が異なるため、利用するソルバーに合わせたデータ入力を行いたい。

ここでは、条件入力をソルバーや利用者の使い勝手に合わせたユーザインタフェースを構築する、ユーザ言語の機能について説明する。

ユーザ言語には以下の機能がある。

- ①テーブル形式の入力 ②多岐選択
- ③IF文・DO文の設定 ④各種計算機能(四則演算, SIN, COS他)

利用者が作成するユーザ言語のスキプトの例を図2に示す。図2から生成される画面表示例が図3である。メニューの生成にあたっては、システム本体でスキプトを解釈して画面を出力するため、プログラミングは不要となる。

本システムでは荷重条件、拘束条件、物性値の設定などをこの言語で記述できるようにし、利用者に解放することで、利用者は用途に合わせて修正して利用することを可能としている。こうしたユーザ言語でのカスタマイズ機能は、複数ソルバーへの対応やモデル作成時間の短縮を可能とした。

```
*****
: 線形弾性モデル-等方性材料 材料タイプNo. =11A
*****
start ZZZZ11A
calc ?lsetno = ?lsetno
table 10 J 値を入力して下さい。 E'
?lsetno. J セット番号 E'
?M011ARhenc1 J 重量密度 E'
?M011ARhenc2 J Ko値(静止土圧係数) E'
?M011ARhenc3 J C(粘着力) E'
?M011ARhenc4 J φ(内部摩擦角) E'
?M011ARhenc5 J αx(X方向の膨張係数) E'
?M011ARhenc6 J αy(Y方向の膨張係数) E'
?M011ARhenc7 J αz(Z方向の膨張係数) E'
?M011ARhen1 J E(ヤング率) E'
?M011ARhen2 J ν(ポアソン比) E'
```

図2 ユーザ言語スキプト

値を入力して下さい。

セット番号	1
重量密度	0.000000
K _o 値(静止土圧係数)	0.000000
C(粘着力)	0.000000
φ(内部摩擦角)	0.000000
α _x (X方向の膨張係数)	0.000000
α _y (Y方向の膨張係数)	0.000000
α _z (Z方向の膨張係数)	0.000000
E(ヤング率)	0.000000
ν(ポアソン比)	0.000000

設定

キャンセル

図3 画面表示例

4. ユーザ言語を利用したインタフェース改良

今回はさらに、利用者の要望もあり、このユーザ言語でのユーザインタフェース構築について、次のような課題に取り組んだ。

- (1) 解析条件で入力した値を、次回のデータ入力時に参照できるようにする。また、頻繁に利用するデータは、メニューに登録できるようにしたい。
- (2) 初期値の設定、入力フォームの整備を行う。

(1) 解析条件登録／参照

本システムでは図4に示すような解析条件登録／参照機能を構築した。この機能により利用者は現在設定したデータをメニューに登録を行うことができる。登録しない場合でも、システム終了時まで入力値は保持されるので、作成済みデータを常時参照することが可能となる。

この解析条件登録機能の最大のメリットは、利用者がユーザ言語の構文規則を意識することなく、対話的な操作でデータのメニューへの登録を行える点である。

この機能により利用者は頻繁に使用するデータを、自らメニューに登録／参照するだけでなく、熟練者の作成したデータをノウハウとして蓄積・参照することすることで、解析業務効率の向上を図ることができる。

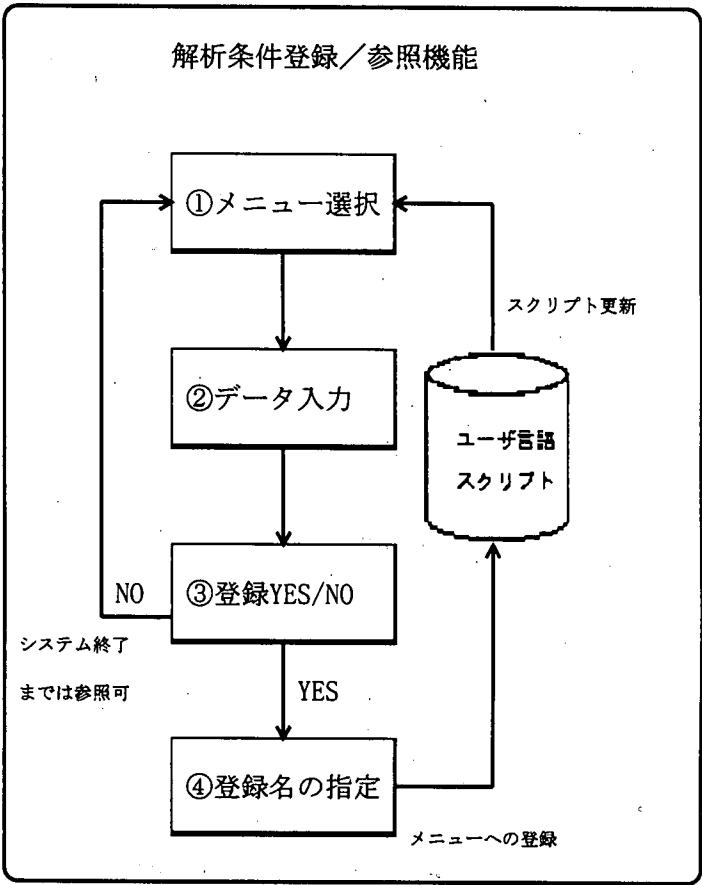


図4 解析条件参照／登録

(2) データの整備

次に、入力インタフェースを改良した例を示す。従来のインタフェース（図5）では、拘束自由度の条件フラグを利用者自身が入力していたが、ユーザ言語のデータ整備により、拘束する方向を直接選択できるように改良した。（図6）

改良フォームは図6に示すように、選択された自由度の拘束フラグを入力値として設定するようなスクリプトがユーザ言語で内部が記述されている。

テーブル形式入力

拘束自由度条件データを入力して下さい。

1. セット番号 1

2. 拘束フラグ 100000

設定 キャンセル

図5 従来の拘束条件入力フォーム
(2. 拘束自由度6桁の数値を直接入力)

拘束する自由度を選択して下さい。

☒ X方向

☐ Y方向

☐ Z方向

☐ X回転

☐ Y回転

☐ Z回転

☐ X, Y方向

☐ Y, Z方向

☐ Z, X方向

☐ X方向, XYZ回転

1 / 2

設定 キャンセル

図6 改良フォーム

(3) データ入力方式の改良

さらに応用例として、下図6に示すように、梁材料に対する断面係数等の入力を、断面形状による入力方式に変更することも可能である。実際にいくつかのソルバーではこのような入力方式も採用しているものもある。各種ソルバーでの入力方式に対応させる場合にも、このような直感的ユーザインタフェースの構築により、利用者の操作性向上を図ることができると考えられる。

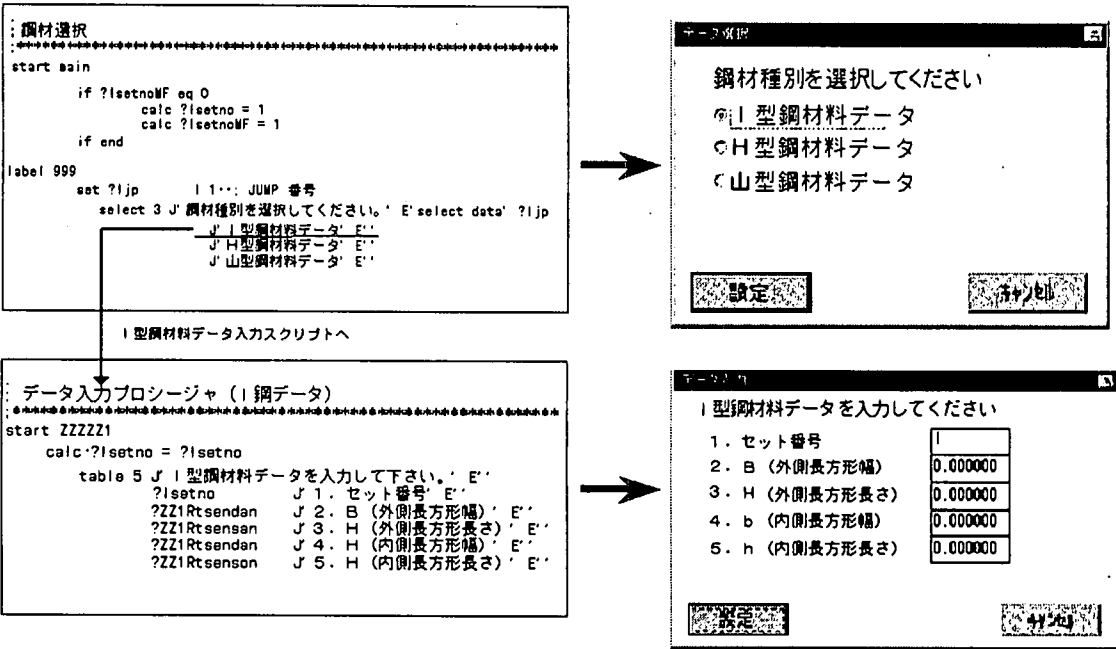


図6 条件入力メニュー応用例

5. まとめ

FEM解析でのプリ・ポストプロセッサを中心にした、解析業務のツールとなるシステムを目指して、本システムは開発・改良してきた。今回、独自のユーザ言語を利用したカスタマイズ機能の拡張を行い、本システムのユーザインタフェースの操作性向上の可能性を示すことができた。当初は2次元解析を対象としていたが、現在では3次元要素を扱うようになり、さらに多くの利用者に使っていただけるよう汎用性を向上させている。

今後は、さらに他の解析プログラムのプリポストとなるよう、インターフェイス拡張を行いたい。また、解析結果のアニメーション表示など、利用者のニーズを採り入れ機能追加を実施し、FEM利用環境のさらなる向上を目指したい。