

MARC/MENTAT利用の手引き

山成, 實
熊本大学工学部建築学教室

<https://doi.org/10.15017/1474979>

出版情報：九州大学大型計算機センター広報. 25 (1), pp.1-31, 1992-01-25. 九州大学大型計算機センター
バージョン：
権利関係：



MARC/MENTAT利用の手引き

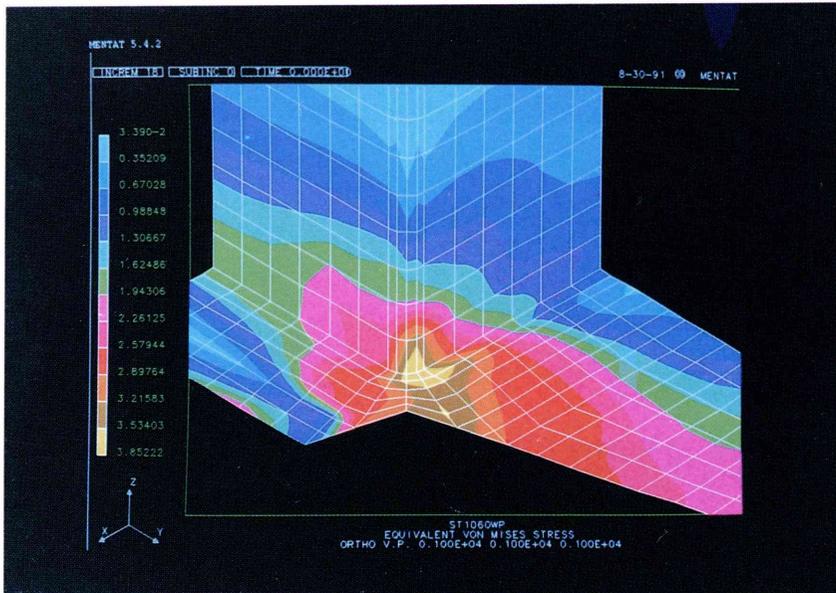
山 成 實*

目 次

1. はじめに	1
2. MENTATについて	1
2.1 プリプロセッサとしての機能	1
2.2 ポストプロセッサとしての機能	2
2.3 MENTATのコマンド	2
2.3.1 入力データの型	3
2.3.2 コマンドの省略形入力と連続入力	3
2.4 MENTATのマニュアル	3
3. MARCについて	4
3.1 MARCプログラムの解析能力	4
3.2 材料ライブラリ	4
3.3 要素ライブラリ	4
3.4 MARCプログラムのマニュアル	5
3.5 入力データの準備	5
3.6 MARCプログラムの利用形態	6
4. MENTATの実行	7
4.1 メッシュデータの作成	8
4.2 メッシュデータの保存と読み込み	15
4.3 ポスト処理	16
4.3.1 線形解析結果のポスト処理	16
4.3.2 非線形解析結果のポスト処理	18
5. MARCの実行	21
5.1 カタログド・プロシジャの使用法	21
5.1.1 MARCプログラムのみの解析	21
5.1.2 ユーザサブルーチンを利用したの解析	21
5.2 解析結果の検索	22
5.3 ポストファイルの生成	22
6. データファイルのワークステーション・大型機間の複写	22
7. 付録	23
7.1 線形解析用入力データ	23
7.2 非線形解析用入力データの作成上の注意点	26
7.3 入力データ作成のフローチャート	29
7.4 解析のフローチャート	30
7.5 ポスト処理のフローチャート	31
参考文献	31

平成3年11月25日受理

* 熊本大学工学部建築学教室



【解析例】 角形鋼管柱・H形鋼梁接合部の非線形応力解析結果のMENTATによるポスト処理画面の一例である。鋼管と梁フランジの会合部付近の von Mises 応力分布を表示したものであり、鋼管コーナー部に応力が集中していることが窺える。(フィルム：ISO400，絞り：F11，露光：1秒)

1. はじめに

MARCプログラムはNASTRANやADINAと同様に今日世界的に広く利用されている商用の汎用有限要素法解析プログラムの一つである^[1]。MARCプログラムは構造解析を初めとして、熱伝導解析、音響解析、静電場解析などの機能をもっており、豊富なライブラリ群から必要なものを選択して自由度の高い解析処理を行うことができる。特に、非線形解析が精度良く行えるところがこのプログラムの特長と言えよう。

MENTATシステムはMARCプログラムのための会話型プリ・ポストプロセッサであり、グラフィック・ディスプレイ上でインタラクティブな入力データの作成・編集および解析結果の表示ができる。従来の利用形態は基本的にカード・イメージ・データに基づくバッチ処理方式であり、解析結果はハードコピー装置にしか出力できなかった。これに対して、MENTATシステムでは会話型処理により解析の準備から結果を得るまでの時間が大幅に短縮される。

MARCプログラムはベクトル計算機に、MENTATシステムはワークステーションにインストールされているので、両機間でのデータの複写（転送）が必要である。

この資料では、MARCプログラムとMENTATシステムの概要を述べ、それらのプログラムあるいはシステムの簡単な使用方法を示し、最後にベクトル計算機とワークステーションとの間のデータ複写について説明する。

2. MENTATについて

ここではMARCプログラムのプリ・ポストプロセッサであるMENTATシステムの機能について述べる。

有限要素法解析には解析対象を多数の要素に分割して解くため、入力データは時として膨大な量になる。従来のようにエディタを用いてカード・イメージで大量のデータを作成していたのでは要素まわりの節点番号、節点座標、境界条件などの誤入力が生じ易く、解析後に入力データのエラーが報告されても何処をどのように訂正すべきかが分かるにはかなりの時間がかかり、使用者の熟練も要求される。

プリプロセスおよびポストプロセスは文字どおりMARCプログラムによる解析の入力データ作成のための前処理および解析結果の後処理を行うものである。ワークステーションのグラフィック・ディスプレイで解析対象の全貌あるいは細部を視覚的に確認しながら作業が進められる。データ修正も容易に行えることは複雑な形状の対象を解析する場合に大いに助かる。MENTATシステムはワークステーションにインストールされており、ワークステーションの利用の知識が少々必要である。

2.1 プリプロセッサとしての機能

MENTATシステムは解析用入力データを作成するための、便利な会話型入力支援システムである。MARCプログラムへの入力データに必要なとされるメッシュデータ（要素分割に関わる幾何学的情報）、材料特性データ、境界条件データおよび外力データなど殆どのデータを作成することができる。しかも、グラフィック・ディスプレイを見ながら編集作業が行うことができ、誤入力データの修正も可能である。

MENTATはMARCプログラムの線形解析用入力データとしてASCIIファイルを生成する。MARCで非線形解析を行うには、MENTATで生成されたデータにエディタで解析条件を追加すればよい。

MENTATで生成されたファイルは再び読込むことができるので、データの編集を区切りながら行える。また、複数の類似の入力データを作成する場合に、最初に生成したファイルを別名

のファイルにコピーしてデータ変更を行うと効率の良いデータ作成ができる。

2.2 ポストプロセッサとしての機能

MARCプログラムによる解析結果をポストファイルに出力しておく、MENTATでグラフィック・ディスプレイに以下のような図を描くことができる。

解析モデル図，変形図，隠線処理図，等高線図，等高帯図，ベクトル表示，グラフ

2.3 MENTATのコマンド

使用者はコマンドをキーボードから入力するか、グラフィック・ディスプレイに表示されるメニューからマウスで選択することにより会話的に処理を進める。MENTATシステムのコマンドは階層構造を持っており、要約すると表2.1のようになる。

階層レベル間の移動は、メニューに表示されるコマンドを選択すれば深い方向に移り、現在のレベルで RETURN を入力すると1つ上のレベルに戻り、EXIT を選べばスーパーコマンドレベルに直接戻るということで実現される。

表2.1 MENTATのコマンド

階層レベル	階層名	表示されるプロンプト
1	スーパーコマンド	SUPER:
2	メタコマンド	スーパーコマンドの初めの4文字 META:
3	コマンド	メタコマンドの初めの4文字 COMMAND:
4	サブコマンド	コマンドの初めの4文字 SUB:

ユニバーサルコマンドは、どのコマンド・レベルからも受けられるコマンドであり、HELPコマンドがその代表である。MENTATの実行中にHELPを入力すると、オンラインのHELP機能に入る。HELP機能はそのコマンド・レベルで使用可能なメニュー項目を表示し、どの項目について知りたいかを尋ねてくる。

以下にその例を示す。

```

SUPER: HELP
      Super-commands:

      apply          clear_core    csg_mesh          device
      duplicate     edit          entity            expand
      input         merge         move              parameter
      periplot      plot          postdata         procedure
      read          select       smooth            span
      subdivide     sweep        symmetry          write
      stop
  
```

Help on:

以下に各スーパーコマンドの概要を記す。

apply	材料特性, 断面寸法, 境界条件荷重条件の定義
clear_core	メモリクリア
csg_mesh	2次元メッシュ作成における面要素生成(領域のブーリアン代数が使用可能)
device	使用するグラフィック装置の設定
duplicate	メッシュデータの並進, 回転による複数コピー
edit	メッシュ内の節点座標などの参照, 変更
entity	点, 線分, 面のような非構造要素の作成
expand	メッシュの次元の拡張(並進, 回転)
input	新しい要素の作成
merge	2個のメッシュの結合
move	メッシュの移動(並進, 回転)
parameter	自動運転に用いる媒介変数の設定
periplot	ニュートラルファイルの構成, チェックなど
plot	図形作図処理
postdata	ポストデータの読み込み
procedure	MENTAT操作の手続きの記録と再生
read	メッシュデータの読み込み
select	使用する要素の指定
smooth	節点をなめらかに配置する
span	2個のエッジ間を3角, 4角要素でメッシュ分割
subdivide	既に作成されている要素を枠として内部を分割
sweep	同一位置にある2個以上の節点を1個の節点に併合する
symmetry	メッシュデータの指定する面に関して対称コピー
write	メッシュデータの保存
stop	MENTATの終了

2.3.1 入力データの型

MENTATシステムではマウスによるコマンドの選択だけでは利用できず、解析モデルの寸法、材料特性値あるいは種類などはキーボードから入力しなければならない。入力データの型は数値と英字からなり、以下のように入力データを数値で要求しているのか英字で要求しているのかが、プロンプトで分かるようになっている。

:	英字データの要求
>	数値データの要求
: >	英字あるいは数値データの要求
?	YESまたはNOの要求

2.3.2 コマンドの省略形入力と連続入力

全てのコマンドはキーボードから入力できるが、コマンドを1文字も違えずに全文字列を入力するのは骨が折れる。MENTATシステムではコマンドの初めの3文字程度を入力すれば認識される。またコマンドを入力するたびに enter キーを入力せずに、複数のコマンドとデータを1個以上の空白で区切りながら1行中に連続して入力することができる。

2.4 MENTATのマニュアル^[2]

MENTATシステムのマニュアルは英文・和文の2種類がある。MENTATユーザーズ・ガイドは初めてMENTATを使う人を対象とした入門編である。コマンドの詳しい説明はME

NTATリファレンス・マニュアルにあるので、それを参照されたい。

3. MARCについて

ここではMARCプログラムの概説を行い、入力データの構造およびプログラムの利用について述べる。詳しい利用法についてはMARCマニュアルの例題を参照するとよい。

MARCプログラムは1972年に最初のバージョンを発表されて以来、現在 K4 バージョンにまで発展し、その解析機能の豊富さと解析精度の良さで多くのユーザーの支持を得てきている。現在の K4 バージョンでは構造解析、熱応力解析、クリープ解析にとどまらず、音響解析、静電場解析、静磁場解析など機能が追加されている。

3.1 MARCプログラムの解析能力

MARCプログラムには数多くの解析ライブラリがあり、大別すると以下ようになる。

- ・静的解析
線形解析, 弾塑性解析, クリープ解析, 粘弾性解析, 座屈解析,
大変形解析, 大ひずみ解析, J積分, クラック解析, 剛塑性解析 など
- ・動的解析
固有振動数解析, 応答解析, スペクトル応答解析, 調和振動解析 など
- ・熱伝導解析
- ・連成解析
応力-熱連成解析, 流体-固体連成解析, 熱-電気連成解析 など
- ・潤滑解析

3.2 材料ライブラリ

豊富な材料ライブラリが準備されており、使用者は問題に応じて適宜選択して用いる。材料ライブラリを大別すると以下ようになる。

- ・線形弾性材料
- ・複合材料
- ・非線形歪弾性材料
- ・エラストマ
- ・時間に依存しない非弾性材料
- ・時間に依存する非弾性材料
- ・時間-温度-変態
- ・低張力材料

これらの材料ライブラリはパラメータを代えることにより構成則を設定することができる。

3.3 要素ライブラリ

MARCプログラムには以下のような要素ライブラリが用意されており、通常の解析で困ることは少ない。

3次元トラス要素, 梁要素, 平面応力・ひずみ要素, 軸対称シェル,
軸対称ソリッド, 膜要素, 平板要素, シェル要素, 3次元ソリッド,
接触・摩擦要素, シアーパネル など

3.4 MARCプログラムのマニュアル^[a]

マニュアルは英文・和文の両方が利用可能である。かなり丁寧な説明と豊富な例題が載せてあるので、辞書のように必要な所だけ参照する使い方をすれば大抵の問題を解決できると思われる。MARCプログラムのマニュアルの構成は以下のようになっている。

- V o l . A User Information Manual (プログラム機能)
 - プログラムの機能説明
 - 採用している理論の概要
 - 使用上の注意
 - 出力の見方
- V o l . B Element Library (要素ライブラリ)
 - 要素の定義と説明
 - 要素の使用法
 - 要素の使用上の注意
- V o l . C Program Input (入力データ)
 - データ入力の説明
 - 解析終了コードの説明
- V o l . D User Subroutines and Special Subroutines (ユーザーサブルーチン)
 - ユーザーサブルーチンの作成方法
- V o l . E Demonstration Problems (例題集)
 - 線形問題
 - 弾塑性問題, 大変形問題
 - 熱伝導問題, 動的問題
 - 接触・潤滑などの特殊な問題
- V o l . F Background Information . . . 英文のみ
 - 理論の詳細

3.5 入力データの準備

MARCの入力データの型はカード・イメージ・データ(レコード長=80)でなければならない。1行中のデータは固定フォーマットと自由フォーマットの両形式をとることができる。前者はデータの入力フィールド内に右寄せ(整数: I5, 実数: F10)で入力しなければならない。後者はデータをコンマで区切って入力する。MENTATシステムが生成する入力データは固定フォーマットで記述される。

入力データの構成は次のようになる。

- パラメータ・カード
 - パラメータ・カードの終了を示す ENDカード
- モデル・デフィニション・カード
 - モデル・デフィニション・カードの終了を示す END OPTIONカード
- 最初の増分ステップ用ヒストリ・デフィニション・カード
 - 増分データの終了を示す CONTINUEカード
- 以下第2, 第3, . . . の増分ステップ用のデータ

パラメータ・カードは解析する問題のタイプや実行領域を定義し、モデル・デフィニション・カードは解析する問題の詳細を定義し、さらにヒストリ・デフィニション・カードは荷重履歴を

定義する。

カード・デッキの構成を図3.1に示す。

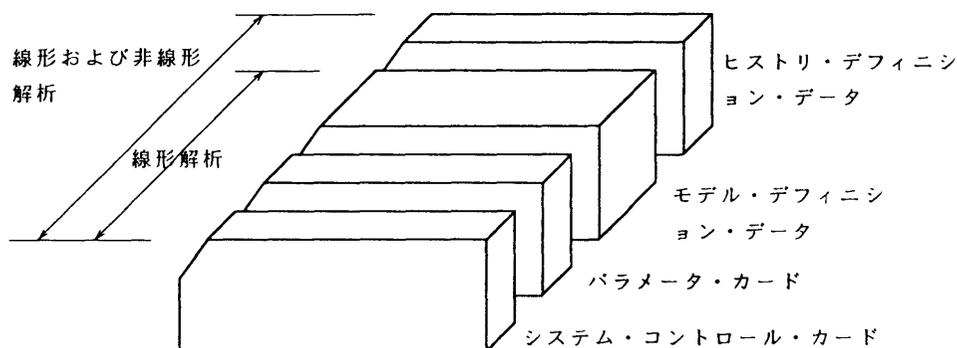


図3.1 入力データ・カード・デッキ

図3.1のように入力データは3つの部分からなり、基本的な入力データは以下ようになる。

① PARAMETER CARDS

TITLE	問題のタイトル・カード，注釈としても使用
SIZING	データコアサイズ，総要素数，総節点数など
END	PARAMETER CARDS の終了を示す

② MODEL DEFINITION CARDS

CONNECTIVITY	要素のタイプと要素の周辺の節点番号
COORDINATES	節点座標
PROPERTY	要素の材料特性（ヤング係数，ポアソン比など）
GEOMETRY	要素の厚さなど
FIXED DISP	拘束自由度と節点番号
CONTROL	インクリメントの上限（既定値3），リサイクル数，収束判定パラメータ
END OPTION	MODEL DEFINITION CARDS の終了を示す

③ LOAD INCREMENTATION CARDS

AUTO INCREMENT	自動増分の制御データ
CONTINUE	次のインクリメントの計算を指示する（LOAD INCREMENTATION CARDSの終了を示す）

3.6 MARCプログラムの利用形態

MARCプログラムはバッチジョブで実行する。用意されているカタログド・プロシジャには通常の解析用としての MARCGO および利用者がユーザ・サブルーチンを利用して解く MARCCLG が用意されている。

これらの実行には多くの補助ファイルを用い、特定のFORTRANユニット番号が、特定の目的のために使用される。表3.1はユニット番号のリストである。

表3.1 ユニット番号

FORTRAN ユニット番号	用途	フォーマット
1	メッシュ作成の入出力	カード・イメージ
2	VECSTO	ノンフォーマット
3	ELSTO	ノンフォーマット
4	プロット出力	ノンフォーマット
5	入力データ・ファイル	カード・イメージ
6	出力ファイル	カード・イメージ
7	ダミー/ログファイル	カード・イメージ
8	リスタート出力ファイル	ノンフォーマット
9	リスタート入力ファイル	ノンフォーマット
10	ダミー	
11	} ファイルを使用したマトリクス処理 }	} ノンフォーマット
12		
13		
14		
15	ファイルを使用したマトリクス処理(Lanczos法)	ノンフォーマット
16	ポスト出力ファイル	ノンフォーマット
17	ポスト入力ファイル	ノンフォーマット
18	バンド幅最適化出力	カード・イメージ
19	ポスト出力ファイル	カード・イメージ
20	ポスト入力ファイル	カード・イメージ
21	ダミー	
22	流体/固体連成(Lanczos法)	ノンフォーマット
23	Lanczos法	ノンフォーマット
24	温度入力	カード・イメージ
25	温度入力	ノンフォーマット
31	サブストラクチャ	ノンフォーマット

解析データが大きく計算時間がジョブクラスのCPUタイムの制限値を超えることがあれば、リスタート機能を用いて計算を区切りながら実行させることもできる。それには表3.1中のユニット番号8, 9および19, 20に特定のデータセットを割当てれば良い。カタログド・プロシジャの使用法の詳細については5章を参照されたい。

4. MENTATの実行

MENTATシステムはセンター2階のオープン端末室に設置してあるSUNワークステーション(Spark Station 2; 社名 qviss)にインストールされており、SUNVIEWと呼ばれるグラフィックス・システムの下で実行する。

```

qviss login: user-name           (ワークステーションのセッションを開く)
Password:                               (パスワードは非表示)
qviss%:sunview                   (SUNVIEW画面を開く)
qviss%:mentat                     (MENTATの起動)
SUPER:apply code marc return     (MARCの入力データの生成を宣言する)
SUPER:device scope phigs
DEVI META:pick mouse locator mouse viewing static return
                                         (マウスを白いテキスト入力枠内に移動させキーボードで入力する)
SUPER:
:
```

(以下データの入力・編集を行う)

```

:
:
SUPER:stop                (MENTATの終了)
Do you really want to stop ? y
SUNVIEWを閉じてテキスト画面に戻した後に、
qviss%: logout          (ワークステーションのセッションを閉じる)
qviss login:
    
```

以下に簡単な問題のMENTATによるMARCプログラムの入力データの作成と保存ならびにポスト処理の例を示す。

4.1 メッシュデータの作成

例題として図4.1のような片持ち梁を扱う。MENTATシステムでの入力データ作成作業を以下に示す。なお、MENTATで作成されるMARC入力データのリストを7.1に載せる。

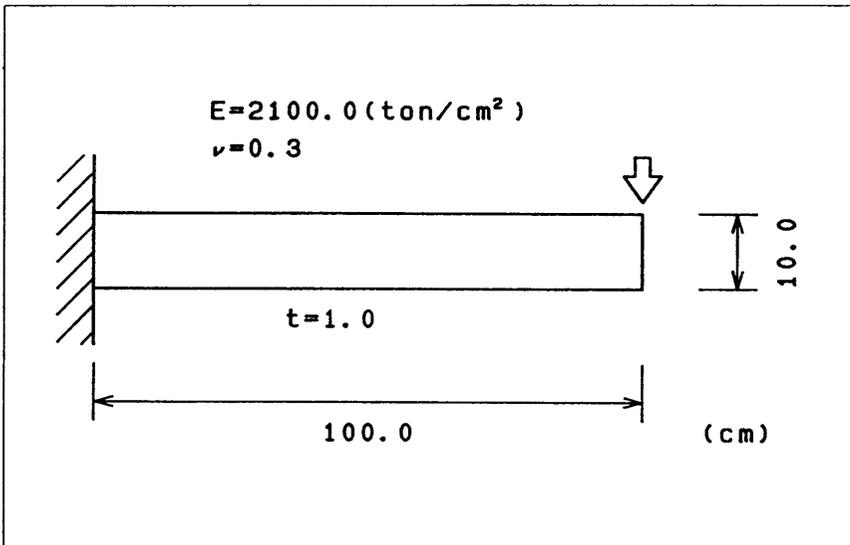


図4.1 解析モデル (例題)

MENTATの起動後、解析モデルのメッシュ・データをまず作成する。スーパー・コマンドからINPUTメタコマンドに入り、解析対象のアウトラインを入力する。

```

SUPER:apply code marc return    MARCプログラムを入力データ生成を宣言する
SUPER:input
--- MESH INPUT PROCESSOR ---
INPU META:element 75           要素タイプを要素ライブラリから選ぶ (マニュアルB)
INPU META:creat
Enter node numbers comprising element > 1 2 3 4
Ready to add element ? y
Node 1 Data :> 0 0 0           4 節点の座標値を入力する
Node 2 Data :> 10 0 0
Node 3 Data :> 10 100 0
Node 4 Data :> 0 100 0
INPU META:disp                 作図すると図4.2のようになる
    
```

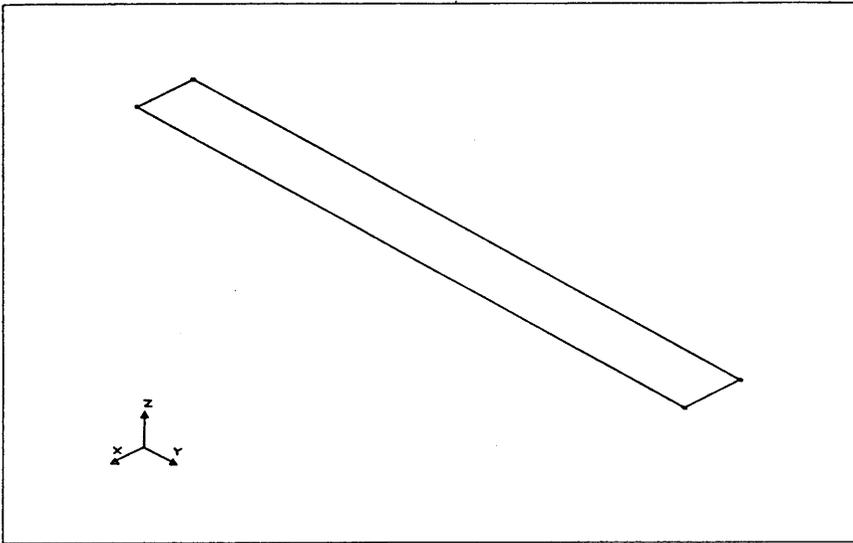


図4.2

Frame option:
 INPU META: disp
 Frame option: label node
 Frame option: label elem

ここで、WINDOWを入力するとズームアップして表示することができます。ただし、VIEWING MODE は STATIC であること
 節点および要素番号を表示する (図4.3)

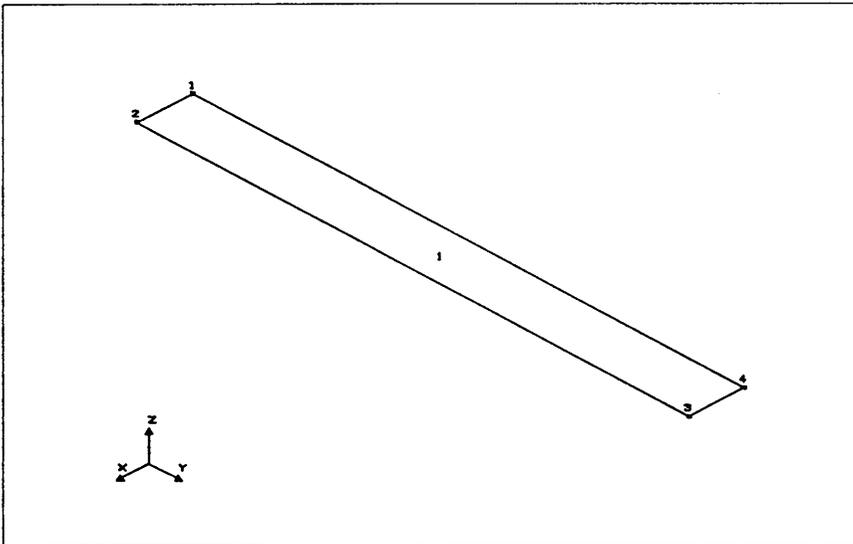


図4.3

Frame option:
 INPU META: ret
 SUPER: subdiv
 --- ELEMENT SUBDIVIDER ---
 SUBD META: elem

要素を細分割する (図4.4)

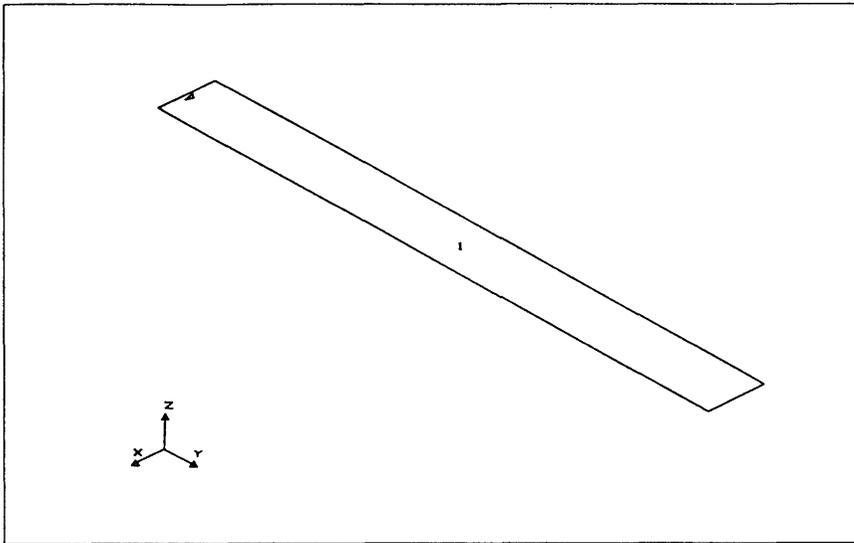


図4.4

```

Frame option:
Enter an element list :> 1
Enter number of divs along 1-2 side of 4nd quad > 3
Enter number of divs along 2-3 side of 4nd quad > 25
    
```

要素には内部節点番号があり、4辺形要素では図4.4中の三角印の矢印の向きに内部節点番号1,2があることを示す

```

Ready to generate ? y
Frame option:
SUBD META:ret
SUPER:plot draw
--- MESH PLOTTER PROCESSOR ---
Frame option::label node
    
```

要素分割後の節点番号を表示する (図4.5)

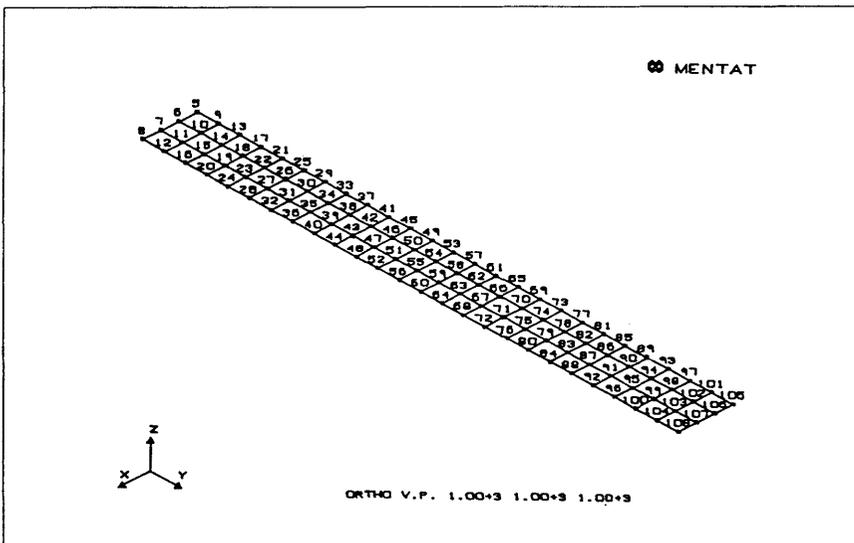


図4.5

```

Frame option:
PLOT META:ret
SUPER:apply
--- LOAD / BOUNDARY CONDITION EDITOR ---
APPL META:const
--- CONSTRAINT APPLICATION SUB-PROCESSOR ---
CONS COMMAND:supp

```

APPLYメタコマンドで境界条件、材料特性、荷重条件を入力する

変位拘束を与える

```

DISPLACEMENT ? y
Enter degree(s) of freedom > 1 to 6
CONS COMMAND:for node
Enter list of nodes :> 5 6 7 8
CONS COMMAND:ret
APPL META:print
--- SHOW APPLICATION SUB-PROCESSOR ---
PRIN COMMAND:cons
Enter list of nodes :> 5 6 7 8

```

プリント・コマンドで節点の拘束情報を確認のために出力してみる

```

NODE      5      (GRID ID  5):
-----
DEGREE OF FREEDOM 1: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 2: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 3: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 4: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 5: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 6: SUPPRESSED

```

```

NODE      6      (GRID ID  6):
-----
DEGREE OF FREEDOM 1: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 2: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 3: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 4: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 5: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 6: SUPPRESSED

```

```

NODE      7      (GRID ID  7):
-----
DEGREE OF FREEDOM 1: SUPPRESSED
More ? y
DEGREE OF FREEDOM 2: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 3: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 4: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 5: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 6: SUPPRESSED

```

テンキーの▲▼で1行ずつテキスト画面をスクロールさせて表示を確認することができる

```

NODE      8      (GRID ID  8):
-----
DEGREE OF FREEDOM 1: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 2: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 3: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 4: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 5: SUPPRESSED
DEGREE OF FREEDOM 6: SUPPRESSED
PRIN COMMAND:ret
APPL META:prop
--- PROPERTY APPLICATION SUB-PROCESSOR ---

```

```

PROP COMMAND:mech
Cross reference number > 1
Young's modulus > 2100.0
Poisson's ratio > 0.3
Mass density > 0.0
Thermal expansion coeff. > 0
Initial temperature > 0
Yield stress > 2.4
10th cycle yield stress > _
PROP COMMAND:for e1
Enter an element list :> 1 to 100

PROP COMMAND:geo
Enter element type > 75
Thickness > 1.0
PROP COMMAND:for e1
Enter an element list :> 1 to 100
PROP COMMAND:ret
APPL META:print
--- SHOW APPLICATION SUB-PROCESSOR ---
PRIN COMMAND:prop
Enter an element list :> 1 to 4

```

材料特性を与える

全ての要素を指定する場合、最終要素番号より大きい数を与えても良い要素の寸法（厚さ）を与える

プリント・コマンドで材料特性を確認のために出力してみる

```

ELEMENT      1      (ELEMENT ID      2):
-----

```

```

PROPERTY NUMBER: 1
THICKNESS                0.100000E+01

```

```

MATERIAL NUMBER: 1
CROSS REFERENCE NUMBER      1
YOUNG'S MODULUS             0.210000E+04
POISSON'S RATIO             0.300000E+00
MASS DENSITY                0.000000E+00
THERMAL EXPANSION COEFF.    0.000000E+00
INITIAL TEMPERATURE         0.000000E+00
YIELD STRESS                0.240000E+01
10TH CYCLE YIELD STRESS    0.000000E+00

```

```

ELEMENT      2      (ELEMENT ID      3):
-----

```

```

PROPERTY NUMBER: 1
THICKNESS                0.100000E+01

```

```

More ? y
MATERIAL NUMBER: 1
CROSS REFERENCE NUMBER      1
YOUNG'S MODULUS             0.210000E+04
POISSON'S RATIO             0.300000E+00
MASS DENSITY                0.000000E+00
THERMAL EXPANSION COEFF.    0.000000E+00
INITIAL TEMPERATURE         0.000000E+00
YIELD STRESS                0.240000E+01
10TH CYCLE YIELD STRESS    0.000000E+00

```

```

ELEMENT      3      (ELEMENT ID      4):
-----

```

PROPERTY NUMBER: 1
 THICKNESS 0.100000E+01

MATERIAL NUMBER: 1
 CROSS REFERENCE NUMBER 1
 YOUNG'S MODULUS 0.210000E+04
 POISSON'S RATIO 0.300000E+00
 MASS DENSITY 0.000000E+00
 THERMAL EXPANSION COEFF. 0.000000E+00

More ? y
 INITIAL TEMPERATURE 0.000000E+00
 YIELD STRESS 0.240000E+01
 10TH CYCLE YIELD STRESS 0.000000E+00

ELEMENT 4 (ELEMENT ID 5):

PROPERTY NUMBER: 1
 THICKNESS 0.100000E+01

MATERIAL NUMBER: 1
 CROSS REFERENCE NUMBER 1
 YOUNG'S MODULUS 0.210000E+04
 POISSON'S RATIO 0.300000E+00
 MASS DENSITY 0.000000E+00
 THERMAL EXPANSION COEFF. 0.000000E+00

INITIAL TEMPERATURE 0.000000E+00
 YIELD STRESS 0.240000E+01
 10TH CYCLE YIELD STRESS 0.000000E+00

PRIN COMMAND:ret

APPL META:disp

--- SHOW APPLICATION SUB-PROCESSOR ---

DISP COMMAND:cons supp

DISP COMMAND:draw

境界条件を図示する (図4.6)

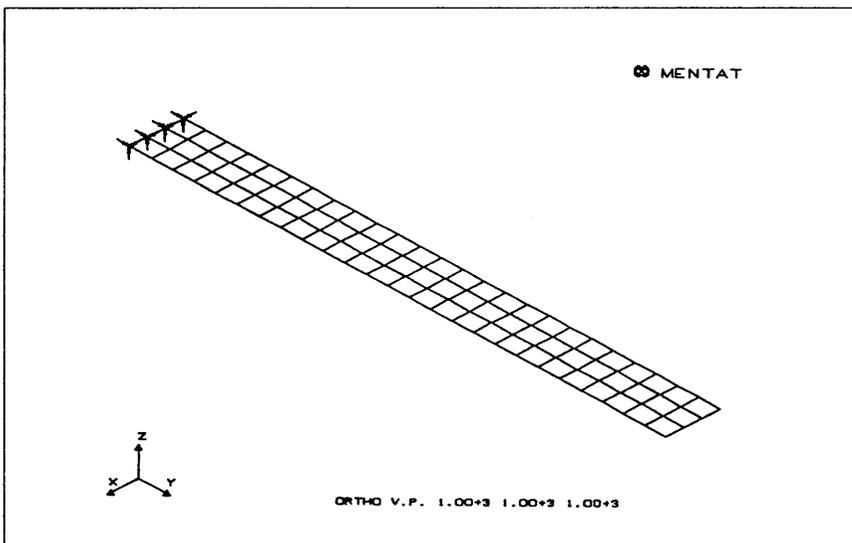


図4.6

```
Frame option:
DISP COMMAND:prop geo
DISP COMMAND:draw
```

材料参照番号を図示する (図4.7)

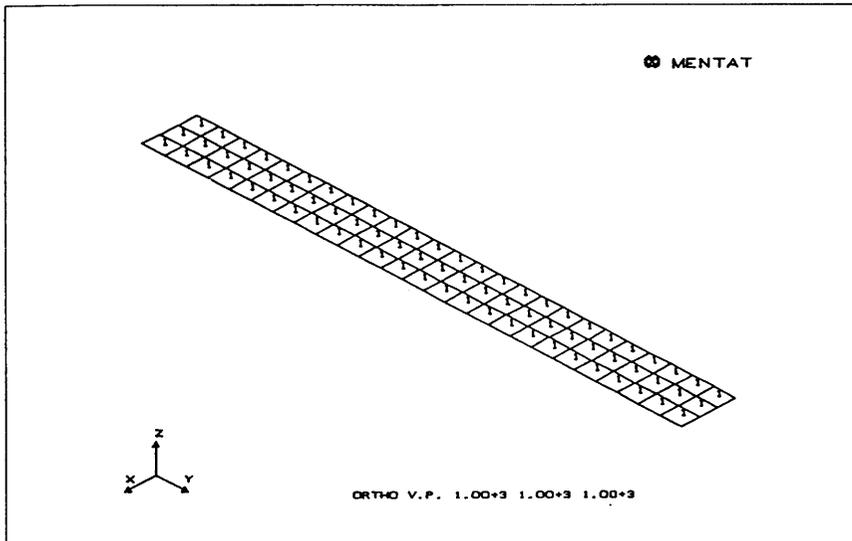


図4.7

```
Frame option:
DISP CMMAND:ret
APPL META:ret
SUPER:plot draw
--- MESH PLOTTER PROCESSOR ---
Frame option:label node
PLOT META:ret
SUPER:apply
--- LOAD / BOUNDARY CONDITION EDITOR ---
APPL META:load
--- LOAD APPLICATION SUB-PROCESSOR ---
LOAD COMMAND:point
Enter point load > 0.5
Enter degree(s) of freedom > 1
LOAD COMMAND:for node
Enter list of nodes :> 105 108
LOAD COMMAND:ret
APPL META:load
--- LOAD APPLICATION SUB-PROCESSOR ---
LOAD COMMAND:point
Enter point load > 1.0
Enter degree(s) of freedom > 1
LOAD COMMAND:for node
Enter list of nodes :> 106 107
LOAD CMMAND:ret
APPL META:disp
--- SHOW APPLICATION SUB-PROCESSOR ---
DISP COMMAND:load
DISTRIBUTED ? n
POINT ? y
DISP COMMAND:draw
```

荷重条件を与える

荷重条件を図示する (図4.8)

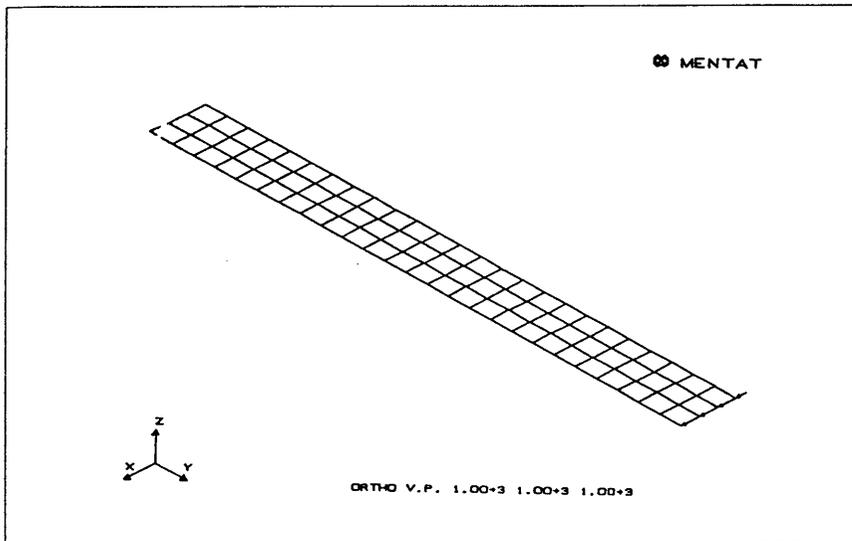


図4.8

```

Frame option:
DISP COMMAND:ret
APPL META:ret
SUPER:write marc demo.data
--- MESH WRITER PROCESSOR ---
SUPER:read marc demo.data
--- MESH READER PROCESSOR ---

```

試しに、今保存したデータを読み込む

```

*** INFORMATION: ELEMENTS READ   =      75
                   NODES READ    =     104
                   COMMON AVAILABLE = 500000
                   COMMON USED    =     1612

```

データの規模が分かる

```

SUPER:stop
Do you really want to stop ? y
*** MENTAT ENDED SUCCESSFULLY ***

```

4.2 メッシュデータの保存と読み込み

メッシュデータの作成が完了するかあるいは作成途中で区切りの良いところで、データを外部記憶装置（ディスク）に保存する。

```
write marc MESHDATA
```

上のように入力データを出力すると、データを大型機に転送した後にエディタで編集できる。

途中まで作成したメッシュデータを保存し、後でデータ編集を継続する場合、既存のファイルを読み込むには以下のように入力する。

```
read marc MESHDATA
```

4.3 ポスト処理

ポスト処理はMARCプログラムが出力するポスト・ファイル(3.6参照)を POSTDATAメタコマンドで読み込み、さらに PLOTメタコマンドで作図する。

```
post open marc formatted POSTFILE
```

POSTFILE は大型機からワークステーションのディスクに複写されたファイルであり、データは通常 ASCIIである。もし、バイナリでポストデータを生成した場合は、formatted の代わりに binary と入力する。

上のコマンドを入力しただけでは、解析データの要素と節点の情報しか読み込まれないので、

```
next
```

を入力し、解析結果を読み込む。非線形解析ではポストデータには各インクリメント毎に結果が書込まれるので、next あるいは skip コマンドで目的のインクリメントまでデータを読み込んで作図する。インクリメントとは増分の段階を意味しインクリメント0から始まる。

```
ret
```

```
plot post deform on con on iso line post 1* ret draw
```

*) 1 は実際にキーボードから入力するのではなく、マウスでメニューから1番目のポストヴァリュウを選ぶことを意味する。

目的のインクリメントまでデータを読み込んだら、スーパーコマンドレベルに戻り plotメタコマンドに入る。上は変形後の解析モデルにポストデータ1(MARCの入力データのポストデータで指定する)を等高線図で表示する入力である。

以下に、4.1の問題の線形解析および非線形解析結果のポスト処理の例を示す。

4.3.1 線形解析結果のポスト処理

線形解析結果のポスト処理を以下に示す。

```
SUPER:post open marc form demo.post          ポストファイルを OPEN する
--- POST PROCESSING DATA READER ---

*** INFORMATION: ELEMENTS READ   =      75
                   NODES READ    =     104
                   COMMON AVAILABLE = 500000
                   COMMON USED    =     1554

POST META:next                                次のポストデータ(ここではイン
--- CURRENT POST DATA ---
                   INCREMENT      0
                   SUBINCREMENT    0
                   TIME = 0.0000E+00
                   EIGENVALUE = 0.0000E+00

POST META:ret
SUPER:plot                                     PLOTメタコマンドに入り変形図を
--- MESH PLOTTER PROCESSOR ---
PLOT META:post deform on ret
PLOT META:draw
```

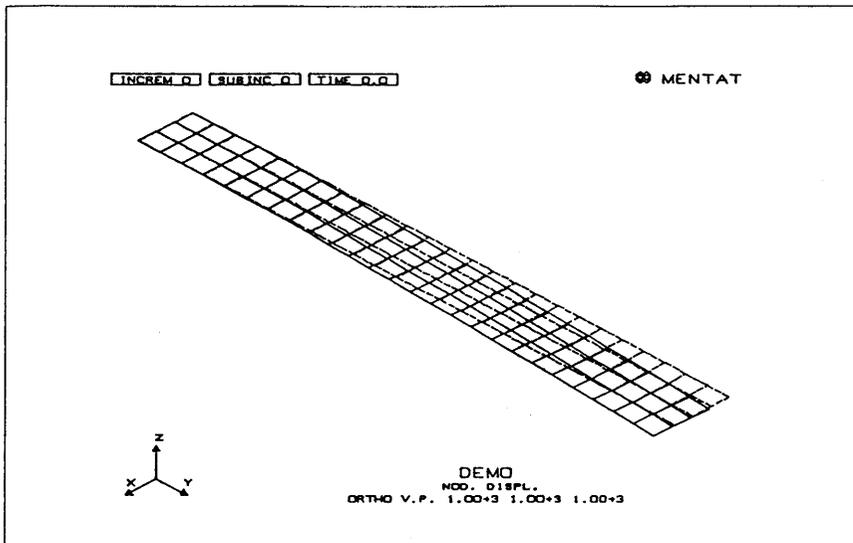


図 4.9

Frame option:

PLOT META:post post

POST COMMAND: (マウスで von Mises 応力を選ぶ)

POST COMMAND:deform off con on iso line ret

等高線で描く (図4.10)

PLOT META:draw

*** INFORMATION: POST VALUE HAS BEEN RESET TO DISPLACEMENTS.

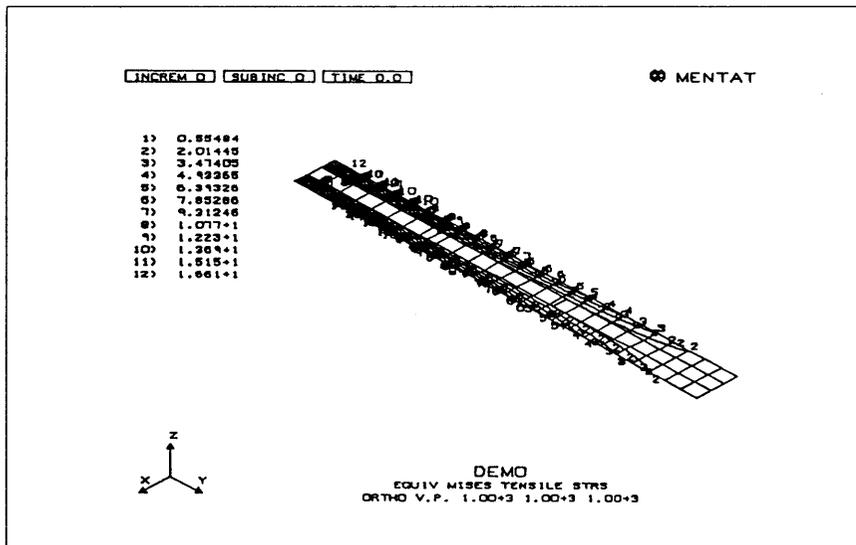


図 4.10

Frame option:

PLOT META:feat view 0 0 1 ret

視点を正のZ軸上に置く

PLOT META:post post

POST COMMAND: (マウスでY方向垂直ひずみを選ぶ)

POST COMMAND:level 6 ret

6階調の等高線で描く (図4.11)

PLOT META:draw

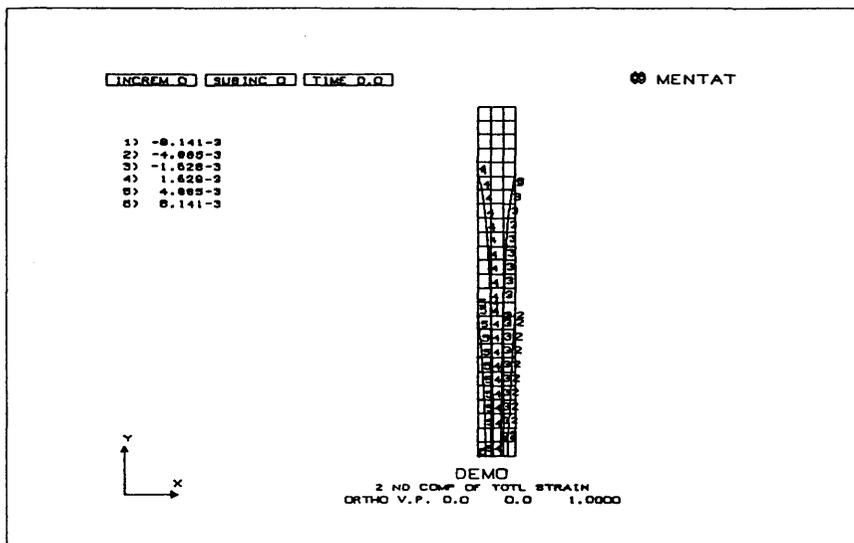


図4.11

Frame option:
 PLOT META:ret
 SUPER:stop
 Do you really want to stop ? y

*** MENTAT ENDED SUCCESSFULLY ***

4.3.2 非線形解析結果のポスト処理

以下に4.1で示した例題の線形解析データ(7.1)を非線形解析のための入力データ(7.2)に書換え、その結果をポスト処理した例を示す。なお、材料の降伏は von Mises の降伏条件(既定値)によるとし、降伏応力度 (σ_y) は 2.4(tonf/cm²)、加工硬化係数 ($H = d\sigma/d\epsilon_p$) は 42.0 (tonf/cm²) とする。

SUPER:post open marc form demop.post
 --- POST PROCESSING DATA READER ---

ポストファイルを OPENする

*** INFORMATION: ELEMENTS READ = 75
 NODES READ = 104
 COMMON AVAILABLE = 500000
 COMMON USED = 1554

POST META:next

非線形解析ではインクリメント0
 通常全てのデータは0

*** INFORMATION: COMMON AVAILABLE = 500000
 COMMON USED = 3218

POST META:next

次のインクリメントのポストデータ
 を読み込む

--- CURRENT POST DATA ---

INCREMENT 1
 SUBINCREMENT 0

```

TIME = 0.0000E+00
EIGENVALUE = 0.0000E+00
POST META:ret
SUPER:plot
    
```

```

--- MESH PLOTTER PROCESSOR ---
PLOT META:post post
POST COMMAND: (マウスで von Mises 応力を選ぶ)
POST COMMAND:con on iso line ret 等高線で
PLOT META:draw 描く (図4.12)
    
```

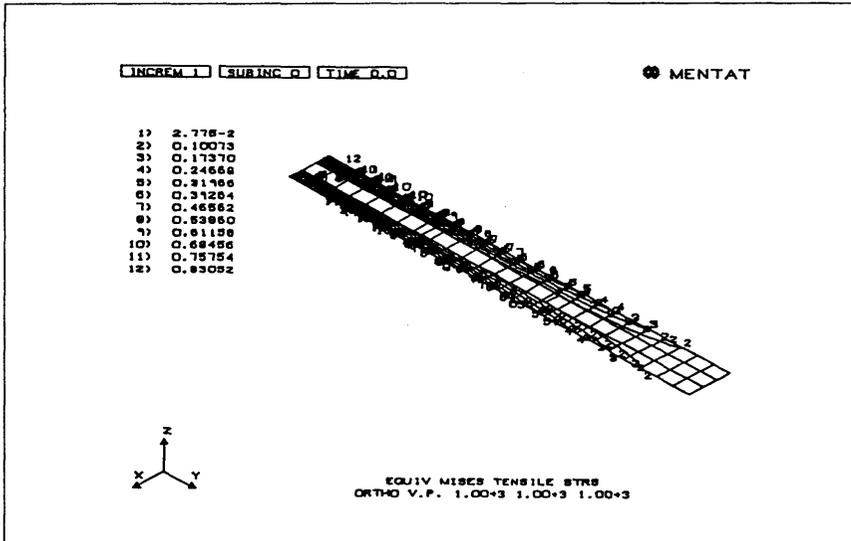


図4.12

```

Frame option:
PLOT META:ret
SUPER:post
    
```

```

--- POST PROCESSING DATA READER ---
    
```

```

POST META:skip 7
*** INFORMATION: INCREMENT 2 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
*** INFORMATION: INCREMENT 3 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
*** INFORMATION: INCREMENT 4 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
*** INFORMATION: INCREMENT 5 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
*** INFORMATION: INCREMENT 6 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
*** INFORMATION: INCREMENT 7 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
*** INFORMATION: INCREMENT 8 SUBINCREMENT 0 SKIPPED.
    
```

途中のデータを読み飛ばしてインクリメント9のポストデータを読み込む

```

--- CURRENT POST DATA ---
INCREMENT 9
SUBINCREMENT 0
TIME = 0.0000E+00
EIGENVALUE = 0.0000E+00
POST META:ret
SUPER:plot
    
```

```

--- MESH PLOTTER PROCESSOR ---
PLOT META:post post
POST COMMAND: (マウスで von Mises 応力を選ぶ)
    
```

POST COMMAND:deform off con on iso line ret
 PLOT META:draw

von Mises応力を等高線で描く(図4.13)
 インクリメント1(図4.12)と比較して
 みると、支持部の降伏による応力再配分
 の様子が窺える

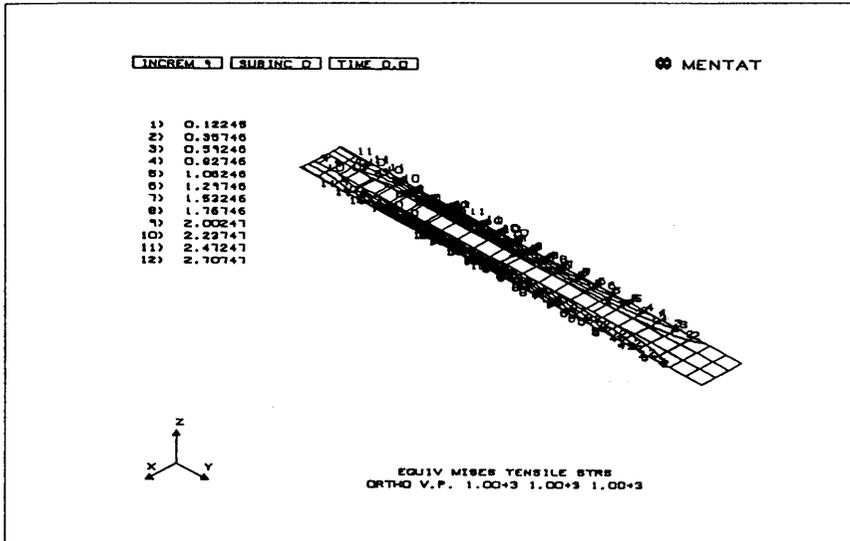


図4.13

Frame option:
 PLOT META:post con off deform on ret
 PLOT META:draw

インクリメント9の変形図
 (図4.14)

*** INFORMATION: POST VALUE HAS BEEN RESET TO
 DISPLACEMENTS.

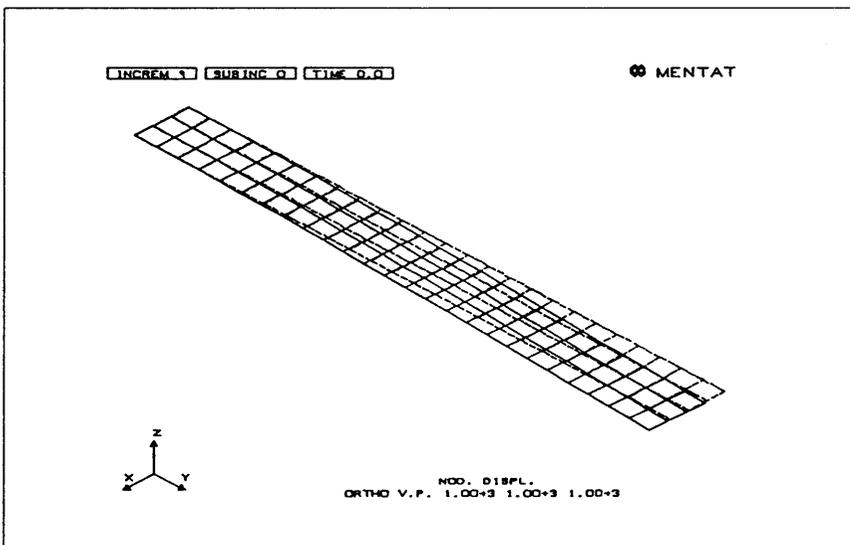


図4.14

Frame option:
 PLOT META:ret

SUPER:stop
Do you really want to stop ? y

*** MENTAT ENDED SUCCESSFULLY ***

5. MARCの実行

5.1 カタログド・プロシジャの使用方法

MARCプログラムの実行に使用するカタログド・プロシジャの形態は以下のとおりである。

5.1.1 MARCプログラムのみの解析

プロシジャ名	記号パラメタ
MARCGO	[, VREGION=' m, n']

記号パラメタの説明

VREGION : VPでの実行時のリージョンサイズを指定する。m, n はそれぞれ基本、拡張リージョンサイズ（単位MB）を示す。省略値は 5, 25 である。基本リージョンサイズの最大値は、8MB であり、各ジョブクラスの制限値を超えるものについては、その制限値内に抑えられる。

使用例

```
//A79999A1 JOB CLASS=A
// EXEC MARCGO, VREGION=' 8, 22'
//FT19F001 DD DSN=A79999A. POST19. DATA, DISP=SHR ..... ポスト出力デ-タセット
//SYSIN DD DSN=A79999A. MARC1. DATA, DISP=SHR ..... 入力デ-タセット
//
```

5.1.2 ユーザサブルーチンを利用したの解析

プロシジャ名	記号パラメタ
MARCCLG	[, VREGION=' m, n']

記号パラメタの説明

VREGION : VPでの実行時のリージョンサイズを指定する。m, n はそれぞれ基本、拡張リージョンサイズ（単位MB）を示す。省略値は 5, 25 である。基本リージョンサイズの最大値は、8MB であり、各ジョブクラスの制限値を超えるものについては、その制限値内に抑えられる。

使用例

```
//A79999A3 JOB CLASS=F
// EXEC MARCCLG, VREGION=' 8, 82'
//FORT.SYSIN DD DSN=A79999A. MARC. FORT, DISP=SHR ..... ユ-ザ-サブ-ルー-チン
```

```
//MARC.SYSIN DD DSN=A79999A.MARC3.DATA,DISP=SHR ..... 入力データセット
//
```

5.2 解析結果の検索

計算が終わるとMARCプログラムの実行結果を OUTLISTコマンドで検索してみる。計算結果の末尾にはMARCプログラムの終了番号 (MARC EXIT NUMBER) が出力されるので、計算が正常であるか異常であるかが分かるようになっている。MARCプログラムは入力データのチェック、計算機で使用するワークスペース等の見積、解析中の処理状況を出力するが、エラーが生じた段階で計算は直ちに中断され終了番号を最後に出力する。

正常終了時では 3001 か 3004 の数値が出力される。なお、終了番号の詳細はMARCマニュアルC^[3]の巻末にある。

5.3 ポストファイルの生成

MENTATシステムによる解析結果のポスト処理を行うには、MARCプログラムの計算でポストファイルの出力をしなければならない。3.6 で述べたファイルユニット番号19 にポストファイルが格納されるので、JCL中に直接データセット名を書込んでおくとよい。ポストデータの指定は、MARCマニュアルCに述べてある POSTカードで行う。

6. データファイルのワークステーション・大型機間の複写

MARCプログラムとMENTATシステムはそれぞれベクトル計算機とワークステーションにインストールされているため、一方の処理が終わると他方の処理を行うために両機間でファイルを複写 (転送) しなければならない。複写はワークステーションから ftp コマンドを入力し行う。その例を以下に示す。

```
qviss login:user-name          (ワークステーションのセッションを開く)
Password:
qviss%:ftp
ftp>open kyu-msp                (センターのデータセットをワークステーションに取込む場合)
ftp>get*
:
:
remote file USERID.FILE.ATTRIBUTE (センターのデータセット名をフルネームで入力)
local file FILEONSUN
:
:
ftp>bye
qviss%:logout                  (ワークステーションのセッションを閉じる)
```

***注意** ワークステーションのファイルをセンターのデータセットに複写する場合は get コマンドの代わりに put コマンドを用いる。センターのデータセットは事前に可変長レコード型 (VB)、レコード長 (RL=255) で生成しておかなければならない。

また、MARCプログラムの入力データは固定長データ (レコード長=80) でなければならないので、ワークステーションから大型機へ複写したデータセットの型をFB形式に変更しなければならない。

```
COPY VARIABLE.DATA FIXED.DATA RECFM(FB) RL(80) BLK(3280) NONUM
```

ただし、VARIABLE.DATA はワークステーションから受信した可変長レコード形式のデータセット、

FIXED. DATAはMARCプログラム入力用固定長レコード形式のデータセットである。

7. 付録

7.1 線形解析用入力データ

以下に 4.1 でMENTATで作成したMARC入力データを示す。リスト中の下線部は、ワークステーションから大型機にファイル転送した後にエディタで付加したものである。

データセット [A79999A. DEMO. DATA]

```

TITLE      DEMO
SIZING      200000   75  104
ELEMENTS    75
END
CONNECTIVITY
75  0  0
1  75  1  2  6  5
2  75  2  3  7  6
3  75  3  4  8  7
4  75  5  6  10  9
5  75  6  7  11  10
6  75  7  8  12  11
7  75  9  10  14  13
8  75  10  11  15  14
9  75  11  12  16  15
10 75  13  14  18  17
11 75  14  15  19  18
12 75  15  16  20  19
13 75  17  18  22  21
14 75  18  19  23  22
15 75  19  20  24  23
16 75  21  22  26  25
17 75  22  23  27  26
18 75  23  24  28  27
19 75  25  26  30  29
20 75  26  27  31  30
21 75  27  28  32  31
22 75  29  30  34  33
23 75  30  31  35  34
24 75  31  32  36  35
25 75  33  34  38  37
26 75  34  35  39  38
27 75  35  36  40  39
28 75  37  38  42  41
29 75  38  39  43  42
30 75  39  40  44  43
31 75  41  42  46  45
32 75  42  43  47  46
33 75  43  44  48  47
34 75  45  46  50  49
35 75  46  47  51  50
36 75  47  48  52  51
37 75  49  50  54  53
38 75  50  51  55  54
39 75  51  52  56  55
40 75  53  54  58  57
41 75  54  55  59  58
42 75  55  56  60  59
43 75  57  58  62  61
44 75  58  59  63  62
45 75  59  60  64  63
46 75  61  62  66  65
47 75  62  63  67  66
48 75  63  64  68  67

```

解 説

49	75	65	66	70	69
50	75	66	67	71	70
51	75	67	68	72	71
52	75	69	70	74	73
53	75	70	71	75	74
54	75	71	72	76	75
55	75	73	74	78	77
56	75	74	75	79	78
57	75	75	76	80	79
58	75	77	78	82	81
59	75	78	79	83	82
60	75	79	80	84	83
61	75	81	82	86	85
62	75	82	83	87	86
63	75	83	84	88	87
64	75	85	86	90	89
65	75	86	87	91	90
66	75	87	88	92	91
67	75	89	90	94	93
68	75	90	91	95	94
69	75	91	92	96	95
70	75	93	94	98	97
71	75	94	95	99	98
72	75	95	96	100	99
73	75	97	98	102	101
74	75	98	99	103	102
75	75	99	100	104	103

COORDINATES

3	104	0	0		
1	0.0	0.0	0.0		
2	3.3333349	0.0	0.0		
3	6.6666707	0.0	0.0		
4	1.00000+1	0.0	0.0		
5	0.0	4.0000019	0.0		
6	3.3333330	3.9999990	0.0		
7	6.6666660	4.0000000	0.0		
8	1.00000+1	4.0000019	0.0		
9	0.0	8.0000047	0.0		
10	3.3333330	8.0000009	0.0		
11	6.6666660	8.0000009	0.0		
12	1.00000+1	8.0000047	0.0		
13	0.0	1.19999+1	0.0		
14	3.3333330	1.19999+1	0.0		
15	6.6666660	1.19999+1	0.0		
16	1.00000+1	1.19999+1	0.0		
17	0.0	1.59999+1	0.0		
18	3.3333330	1.59999+1	0.0		
19	6.6666660	1.59999+1	0.0		
20	1.00000+1	1.59999+1	0.0		
21	0.0	2.00000+1	0.0		
22	3.3333330	2.00000+1	0.0		
23	6.6666660	2.00000+1	0.0		
24	1.00000+1	2.00000+1	0.0		
25	0.0	2.39999+1	0.0		
26	3.3333330	2.39999+1	0.0		
27	6.6666660	2.39999+1	0.0		
28	1.00000+1	2.39999+1	0.0		
29	0.0	2.79999+1	0.0		
30	3.3333339	2.79999+1	0.0		
31	6.6666660	2.79999+1	0.0		
32	1.00000+1	2.79999+1	0.0		
33	0.0	3.19999+1	0.0		
34	3.3333339	3.19999+1	0.0		
35	6.6666660	3.19999+1	0.0		
36	1.00000+1	3.19999+1	0.0		

37	0.0	3.60000+1	0.0
38	3.3333339	3.59999+1	0.0
39	6.6666669	3.59999+1	0.0
40	1.00000+1	3.60000+1	0.0
41	0.0	4.00000+1	0.0
42	3.3333339	3.99999+1	0.0
43	6.6666660	3.99999+1	0.0
44	1.00000+1	4.00000+1	0.0
45	0.0	4.39999+1	0.0
46	3.3333339	4.39999+1	0.0
47	6.6666660	4.39999+1	0.0
48	1.00000+1	4.39999+1	0.0
49	0.0	4.79999+1	0.0
50	3.3333339	4.79999+1	0.0
51	6.6666660	4.79999+1	0.0
52	1.00000+1	4.79999+1	0.0
53	0.0	5.19999+1	0.0
54	3.3333330	5.19999+1	0.0
55	6.6666650	5.19999+1	0.0
56	1.00000+1	5.19999+1	0.0
57	0.0	5.59999+1	0.0
58	3.3333330	5.59999+1	0.0
59	6.6666650	5.59999+1	0.0
60	1.00000+1	5.59999+1	0.0
61	0.0	5.99999+1	0.0
62	3.3333330	5.99999+1	0.0
63	6.6666650	5.99999+1	0.0
64	1.00000+1	5.99999+1	0.0
65	0.0	6.40000+1	0.0
66	3.3333349	6.39999+1	0.0
67	6.6666679	6.39999+1	0.0
68	1.00000+1	6.40000+1	0.0
69	0.0	6.80000+1	0.0
70	3.3333349	6.79999+1	0.0
71	6.6666679	6.79999+1	0.0
72	1.00000+1	6.80000+1	0.0
73	0.0	7.20000+1	0.0
74	3.3333349	7.19999+1	0.0
75	6.6666669	7.19999+1	0.0
76	1.00000+1	7.20000+1	0.0
77	0.0	7.60000+1	0.0
78	3.3333339	7.59999+1	0.0
79	6.6666669	7.59999+1	0.0
80	1.00000+1	7.60000+1	0.0
81	0.0	8.00000+1	0.0
82	3.3333330	7.99999+1	0.0
83	6.6666669	7.99999+1	0.0
84	1.00000+1	8.00000+1	0.0
85	0.0	8.40000+1	0.0
86	3.3333339	8.39999+1	0.0
87	6.6666669	8.39999+1	0.0
88	1.00000+1	8.40000+1	0.0
89	0.0	8.80000+1	0.0
90	3.3333330	8.79999+1	0.0
91	6.6666669	8.79999+1	0.0
92	1.00000+1	8.80000+1	0.0
93	0.0	9.20000+1	0.0
94	3.3333330	9.19999+1	0.0
95	6.6666669	9.19999+1	0.0
96	1.00000+1	9.20000+1	0.0
97	0.0	9.60000+1	0.0
98	3.3333330	9.59999+1	0.0
99	6.6666669	9.59999+1	0.0
100	1.00000+1	9.60000+1	0.0
101	0.0	1.00000+2	0.0

解 説

102 3.3333349 1.00000+2 0.0
 103 6.6666707 1.00000+2 0.0
 104 1.00000+1 1.00000+2 0.0

GEOMETRY

1.0000009 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

1 TO 75
 ISOTROPIC

1
 2.10000+3 0.3000002 0.0 0.0 2.4000015 0.0
 1 TO 75

POINT LOAD

0.5000005 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

101

0.5000005 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

104

1.0000009 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

102

1.0000009 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

103

FIXED DISP

0.0

1

1 TO 4

0.0

2

1 TO 4

0.0

3

1 TO 4

0.0

4

1 TO 4

0.0

5

1 TO 4

0.0

6

1 TO 4

OPTIMIZE 2

\$

The 2 is for cuthill-mckee.

5

CONTROL

100 3 0 0 0 1 0 0

0.10 0.0

RESTART

1 1

POST

7 16 17 1 1

1

2

3

11

12

13

17

END OPTION

7.2 非線形解析用入力データの作成上の注意点

4.2 では非線形解析結果のポスト処理の例を示したが、ここではそのMARC入力データを線形解析用入力データ(7.1)から作成する時の注意点を示す。

下線部は線形解析データと異なる部分である。

データセット [A79999A.DEMOP.DATA]

```

TITLE      INPUT DATA FOR INELASTIC ANALYSIS
TITLE      DEMO(INELASTIC)
SIZING     200000 75 104
ELEMENTS   75
SHELL SECT, 7,
LARGE DISP
ALL POINTS
UPDATE
PRINT, 3,
END
CONNECTIVITY
  75  0  0
  1  75  1  2  6  5
  2  75  2  3  7  6
  :
  :
  :
  73  75  97  98 102 101
  74  75  98  99 103 102
  75  75  99 100 104 103
COORDINATES
  3 104  0  0
  1 0.0  0.0  0.0
  2 3.3333349 0.0  0.0
  3 6.6666707 0.0  0.0
  4 1.00000+1 0.0  0.0
  :
  :
  :
 101 0.0  1.00000+2 0.0
 102 3.3333349 1.00000+2 0.0
 103 6.6666707 1.00000+2 0.0
 104 1.00000+1 1.00000+2 0.0
GEOMETRY
  1.0000009 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
  1 TO 75
ISOTROPIC
  1
  2.10000+3 0.3000002 0.0  0.0  2.4000015 0.0
  1 TO 75
WORK HARD
  1,
  42.0,
FIXED DISP
  0.0
  1
  1 TO 4
  0.0
  2
  1 TO 4
  0.0
  3
    
```

タイトルを書換える
 (複数のタイトル行を書込むことができ、コメント行として用いることができる。ただし、MENTATで有効なのは最後の行である。)

硬化係数を追加する

解 説

```

1 TO 4
0.0
4
1 TO 4
0.0
5
1 TO 4
0.0
6
1 TO 4
PRINT ELEMENT

```

すべての要素と節点の解析結果を出力しようとすると、出力制限値を超えてしまうので、必要とする要素と節点を指定する

```

STRAIN, STRESS,
1, 2, 3,
1, 2, 3, 4,
1, 7,
PRINT NODE

```

```

TOTA, REAC,
1, 2, 3, 4,
OPTIMIZE 2
$

```

The 2 is for cuthill-mckee.

```

5
CONTROL
10 10 0 0 0 1 0 0
0.05 0.005

```

計算の制御情報を書換える
(最終インクリメント, リサイクル数など)

```

RESTART
1 1
POST
7, ., 1, 1,
1,
2,
3,
11,
12,
13,
17,
END OPTION
POINT LOAD

```

荷重データを増分データとして END OPTION の後に置く

```

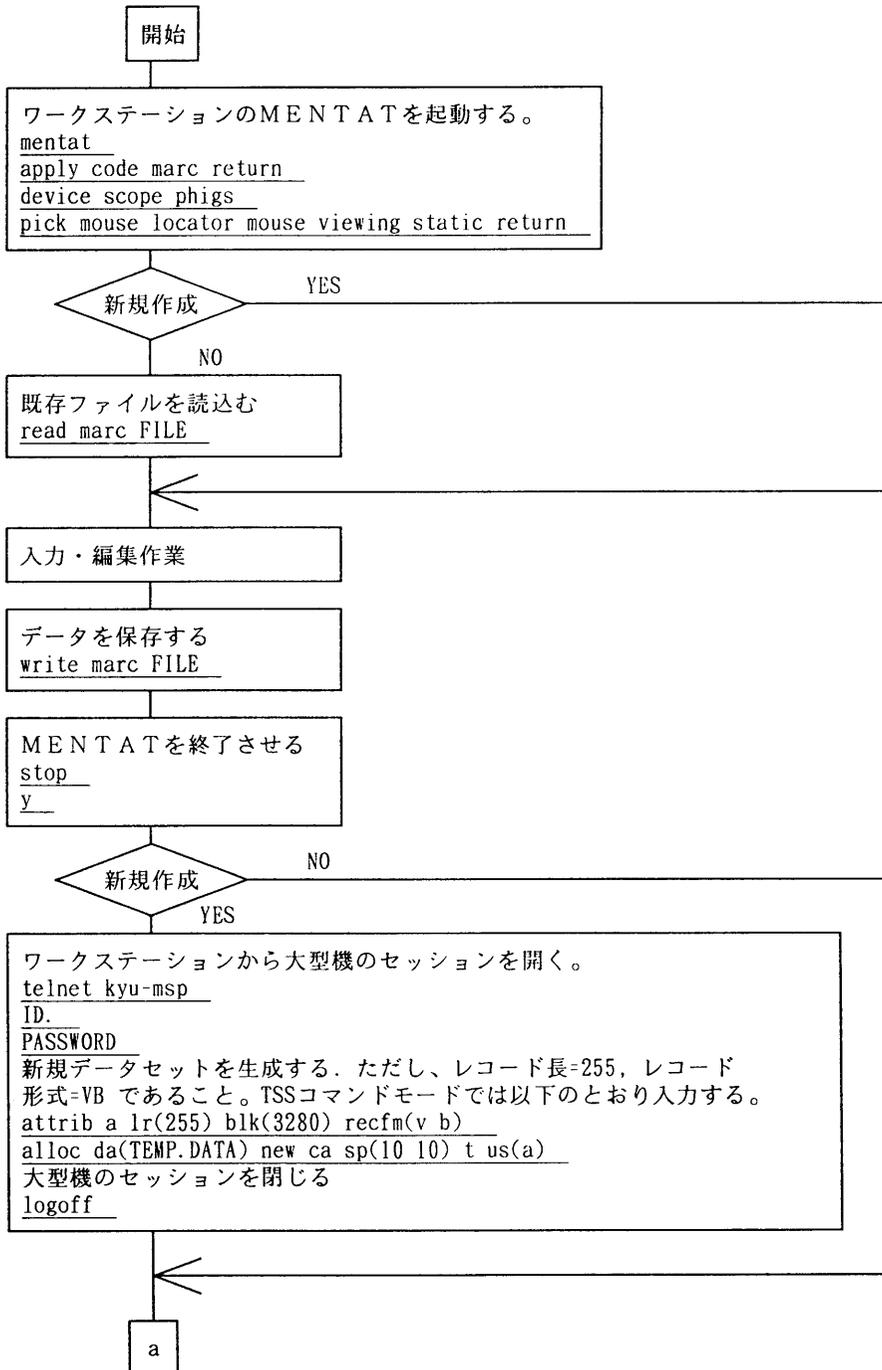
-0.5000005 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
101
0.5000005 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
104
1.0000009 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
102
1.0000009 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
103
AUTO INCREMENT
0.05, 20, 2, 0.20,
CONTINUE

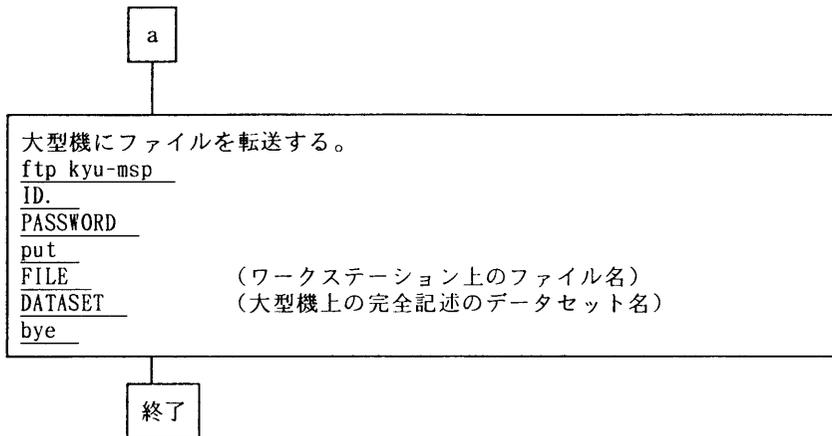
```

自動増分の情報を追加する
CONTINUE カードを末尾に追加する

7.3 入力データ作成のフローチャート

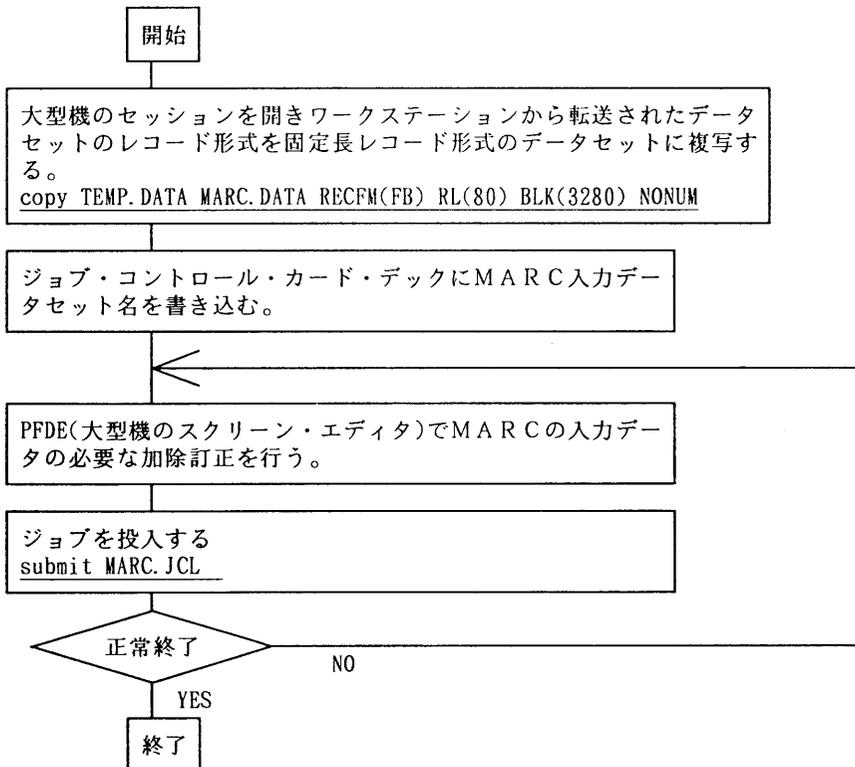
新規のメッシュ・データを作成する場合は予め新規のデータセットを大型計算機のディスクにカタログしておくこと。





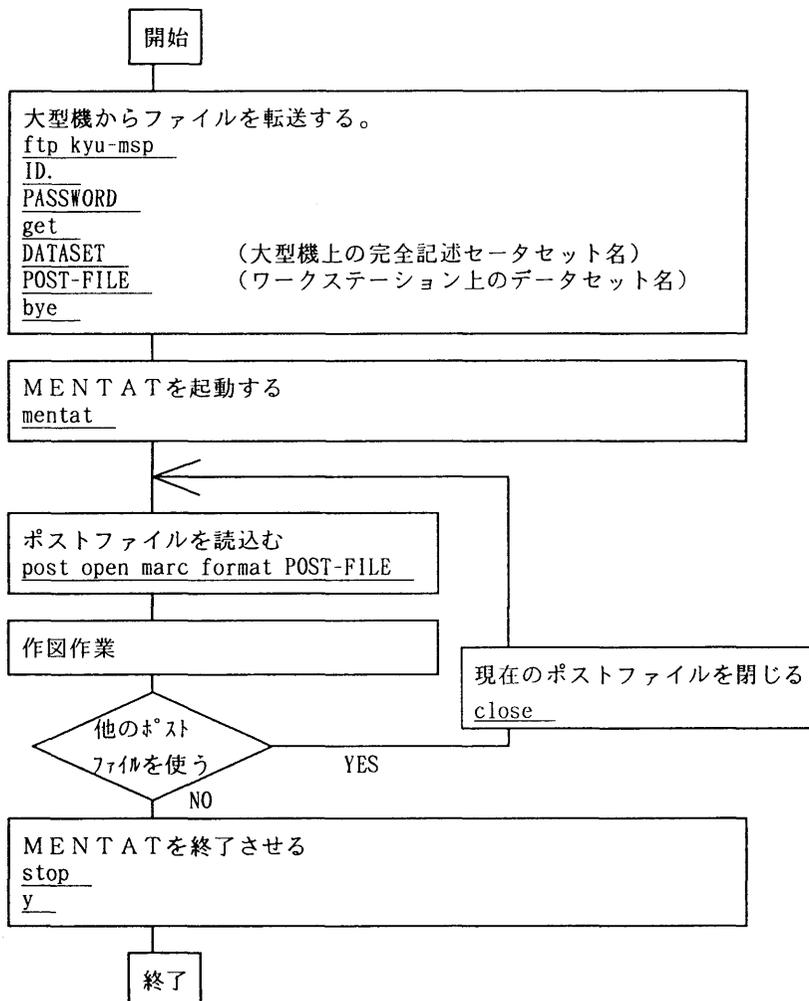
7.4 解析のフローチャート

ワークステーションから大型機に転送されたデータは可変長レコードのデータである。MARCプログラムの入力データはカード・イメージ・データであるから、一旦データセットを固定長レコードのデータに変換しなければならない。



7.5 ポスト処理のフローチャート

MARCの計算が終わったら、MENTATで解析結果の作図（各種応力度・ひずみ度分布、変形図）が容易にできる。MARCのポストファイルを参照するので、MARCの入力データにPOSTカードを挿入しておくこと。



参考文献

- [1] S.S.Rao, The Finite Element Method in Engineering 2nd Edition, Pergamon Press, 1989
- [2] 日本マーク, MENTATプログラム ユーザーズ・ガイド(日本語), リファレンス・マニュアル(日本語), 1990 (ただし、現時点ではバージョン5.4の日本語のマニュアルは未発行)
- [3] 日本マーク, MARCプログラム ユーザー・マニュアル(日本語), A編-プログラム機能, B編-要素ライブラリ, C編-入力データ, D編-ユーザ・サブルーチン, 1990 (ただし、現時点ではK4バージョンの日本語のマニュアルは未発行)