

JAERI-M

6 8 6 5

有限要素法を用いた要素コイル・テスト用の
二次元応力解析計算コードとその計算例

1977年1月

西 村 秀 知^{*}・島 本 進

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は、日本原子力研究所が JAERI-M レポートとして、不定期に刊行している研究報告書です。入手、複製などのお問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしください。

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

有限要素法を用いた要素コイル・テスト
用の二次元応力解析計算コードとその計
算例

日本原子力研究所東海研究所
核融合研究部

西村 秀知^{*}・島本 進

(1976年12月13日受理)

超電導トロイダル・コイルの単体をテストする要素コイル・テストにおいて、電磁力によりテスト・モジュール・コイル中に生じる応力分布を求める計算コードを作成した。これは、電磁力計算プログラム、自動メッシュ分割プログラム、および応力計算プログラムの3つの部分から構成されている。ここではその使用法および計算例を示した。その結果コイル上下端で超電導線材中に最大の応力が生じること、外部の補強材は超電導線材中の応力を緩和するのにあまり役に立たないことなどを明らかにした。なおこの計算コードは FACOM 230-70でのテストランで、要素数226の場合、使用容量216 kW, CPU 時間15.2秒であった。

* 外来研究員： 日立製作所

JAERI-M 6865

Two-Dimensional Stress Analysis Computer Code for
Element Coil Test by Finite Element Method

Hidetomo NISHIMURA* and Susumu SHIMAMOTO

Division of Thermonuclear Fusion Research, Tokai, JAERI

(Received December 13, 1976)

In the element coil test examining properties of a superconductive toroidal coil, the computer code estimates the stress distribution based on the electromagnetic force in a test module coil. The code consists of the programs of electromagnetic force calculation, automatic mesh generation and stress calculation respectively. The input procedure is described, with some example calculations. The following were revealed: the stress in superconductive wires is highest at top and bottom of the coil. And, the external reinforcement does not much contribute to reducing the stress. In the case of 226 nodes, the code requires a main memory core of 216 kW and a CPU time of 15.2 sec. in FACOM 230-75.

* On leave from Hitachi Ltd.

目 次

1. はじめに.....	1
2. 計算コードの構成とその内容.....	1
2.1 電磁力計算プログラム.....	2
2.2 自動メッシュ分割プログラム.....	4
2.3 応力計算プログラム.....	4
3. 計算コードの使用方法.....	6
3.1 入力形式およびその内容.....	6
3.2 出力形式およびその内容.....	10
3.3 使用手順.....	13
4. 計算例.....	14
4.1 要素コイルテストの配置と各コイル寸法.....	14
4.2 テストコイル中の応力分布.....	15
4.3 補強材の厚みと導体中の応力との関係.....	18
5. まとめ.....	20
6. 謝 辞.....	20
参考文献.....	20
付 錄.....	21

1. はじめに

将来の核融合炉のトロイダル・コイルの巻線には超電導導体が使用されることがエネルギー・バランスの点から必須である。その開発の初期段階として、仕様の異なる超電導コイル単体をテストする「要素コイル・テスト」が計画されている。このテストでは外部磁界を与えるコイル配置の違いによりクラスター・テスト、エキセントリック・テスト等のテスト方式が考えられているが、これら要素コイル・テストによりトロイダル・コイルの超電導化に伴なう諸問題点を摘出し、その後の開発に対する有意義な知見を得ることができる。

この要素コイル・テストの目的の一つは応力についての探求を行うことである。これはこのテストが実規模トロイダル・コイルの応力分布をどの程度模擬できるかの目安を得るために必要であるし、さらにこのテストは超電導の臨界値に及ぼす線材中の応力の効果および応力の保持の問題からも重要である。

本報告は実際の要素コイル・テストの開始に先立ち、はじめ計算により要素コイル中の応力分布を求める方法およびその結果の一例を示すものである。すなわち電磁力計算プログラムと応力計算プログラムとを組合せた要素コイルテスト用二次元応力解析計算コード「TDSAECT」(Two Dimensional Stress Analysis of Element Coil Test)を作成し、このコードの内容、使用方法および計算例について説明するものである。なお本コードのリストおよび出力例を付録に載せる。

2. 計算コードの構成とその内容

本計算コード「TDSAECT」は2つの電磁力計算プログラム「EFCT」(Electromagnetic Force of Cluster Test)と「EFET」(Electromagnetic Force of Eccentric Test)および2つの自動メッシュ分割プログラム「ANGECT」(Automatic

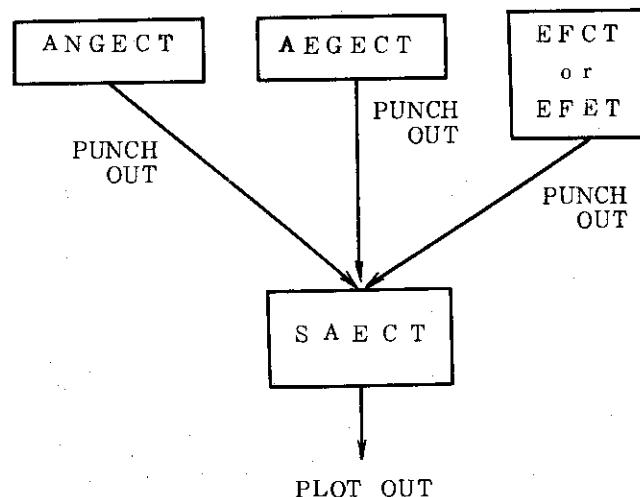


図 1. プログラム TDSAECT の内容

1. はじめに

将来の核融合炉のトロイダル・コイルの巻線には超電導導体が使用されることがエネルギー・バランスの点から必須である。その開発の初期段階として、仕様の異なる超電導コイル単体をテストする「要素コイル・テスト」が計画されている。このテストでは外部磁界を与えるコイル配置の違いによりクラスター・テスト、エキセントリック・テスト等のテスト方式が考えられているが、これら要素コイル・テストによりトロイダル・コイルの超電導化に伴なう諸問題点を摘出し、その後の開発に対する有意義な知見を得ることができる。

この要素コイル・テストの目的の一つは応力についての探求を行うことである。これはこのテストが実規模トロイダル・コイルの応力分布をどの程度模擬できるかの目安を得るために必要であるし、さらにこのテストは超電導の臨界値に及ぼす線材中の応力の効果および応力の保持の問題からも重要である。

本報告は実際の要素コイル・テストの開始に先立ち、はじめ計算により要素コイル中の応力分布を求める方法およびその結果の一例を示すものである。すなわち電磁力計算プログラムと応力計算プログラムとを組合せた要素コイルテスト用二次元応力解析計算コード「TDSAECT」(Two Dimensional Stress Analysis of Element Coil Test)を作成し、このコードの内容、使用方法および計算例について説明するものである。なお本コードのリストおよび出力例を付録に載せる。

2. 計算コードの構成とその内容

本計算コード「TDSAECT」は2つの電磁力計算プログラム「EFCT」(Electromagnetic Force of Cluster Test)と「EFET」(Electromagnetic Force of Eccentric Test) および2つの自動メッシュ分割プログラム「ANGECT」(Automatic

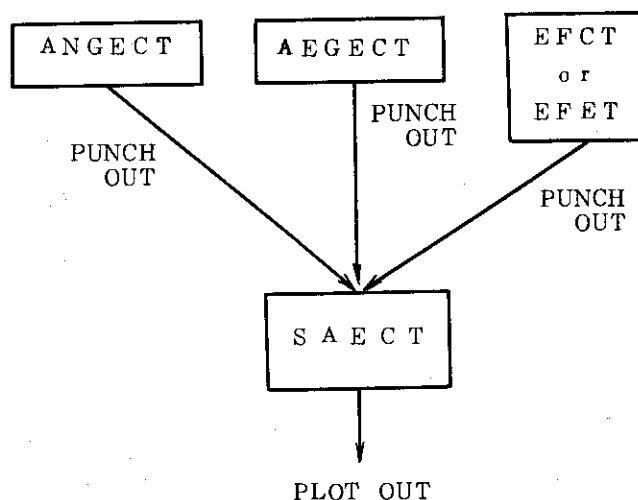


図 1. プログラム TDSAECT の内容

Node Generator of Element Coil Test), 「AEGECT」(Automatic Element Generator of Element Coil Test), さらには応力計算プログラム「SAECT」(Stress Analysis of Element Coil Test)より構成されている。各プログラム間の関係を図1に示す。

2.1 電磁力計算プログラム

空心コイルの磁界は Biot-Savart の法則より導くことができる。

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_V \left[\vec{J} \times \frac{\vec{r}}{r^3} \right] dv \quad (2.1)$$

ここで \vec{B} が求める磁界, μ_0 は真空の透磁率, V は体積, \vec{J} は電流密度, \vec{r} , r は測定点までの距離である。

上式を用いてソレノイドコイルの場合の磁場計算式はすでに以下のように求められている。¹⁾

$$B_Z(r_0, z_0) = -\frac{\mu_0 J}{2\pi} \int_0^\pi F_{RZ}(r, \phi, Z) \left| \begin{array}{c} Z_2 \\ Z_1 \end{array} \right| \frac{r_2}{r_1} d\phi \quad (2.2)$$

$$B_r(r_0, z_0) = -\frac{\mu_0 J}{2\pi} \int_0^\pi F_{RX}(r, \phi, Z) \left| \begin{array}{c} Z_2 \\ Z_1 \end{array} \right| \frac{r_2}{r_1} d\phi \quad (2.3)$$

ただし

$$\begin{aligned} F_{RZ}(r, \phi, Z) = & Z \left\{ \ln \left[(r - r_0 \cos \phi) + \sqrt{Z^2 + r^2 - 2rr_0 \cos \phi + r_0^2} \right] \right. \\ & + \frac{1}{2} \frac{r_0 \cos \phi}{|Z|} \ln \frac{\sqrt{Z^2 + r^2 - 2rr_0 \cos \phi + r_0^2} - |Z|}{\sqrt{Z^2 + r^2 - 2rr_0 \cos \phi + r_0^2} + |Z|} \\ & \left. - \frac{r_0 \sin \phi}{Z} \tan^{-1} \frac{|Z|(r - r_0 \cos \phi)}{r_0 \sin \phi \sqrt{Z^2 + r^2 - 2rr_0 \cos \phi + r_0^2}} \right\} \quad (2.4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{RX}(r, \phi, Z) = & \cos \phi \sqrt{Z^2 + r^2 - 2rr_0 \cos \phi + r_0^2} \\ & + r_0 \cos^2 \phi \ln \left[(r - r_0 \cos \phi) + \sqrt{Z^2 + r^2 - 2rr_0 \cos \phi + r_0^2} \right] \quad (2.5) \end{aligned}$$

である。

ここで座標系は円筒座標を用い, B_Z , B_r はそれぞれソレノイドコイルの軸方向および半径方向の磁界である。座標と記号の関係を図2に示す。この様にして得られた磁界により電磁力 \vec{F} は

$$\vec{F} = \vec{J} \times \vec{B} \quad (2.6)$$

なる関係から求まる。

2.1.1 同心円上にある多数のソレノイドの電磁力プログラム「E F C T」

電磁力計算プログラム「E F C T」は図3に示すように多種多様なソレノイド・コイルが同心円上に配置されている場合に、任意の点での磁界および電磁力を求めるものである。このようなコイル配置の特別な場合として、トロイダル・コイル配置やここで取扱うクラスター・コ

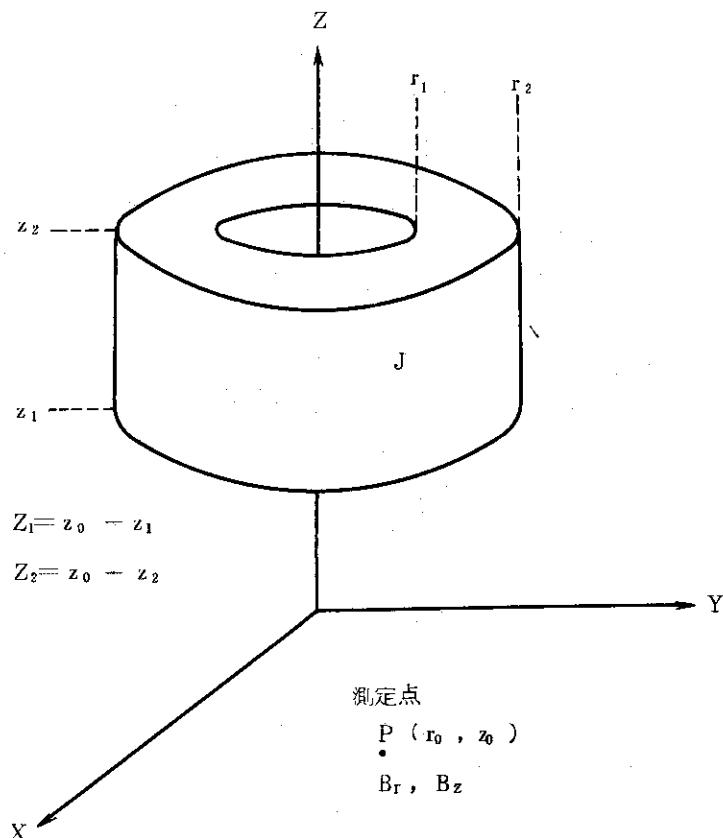


図2 ソレノイドコイルの座標系と記号

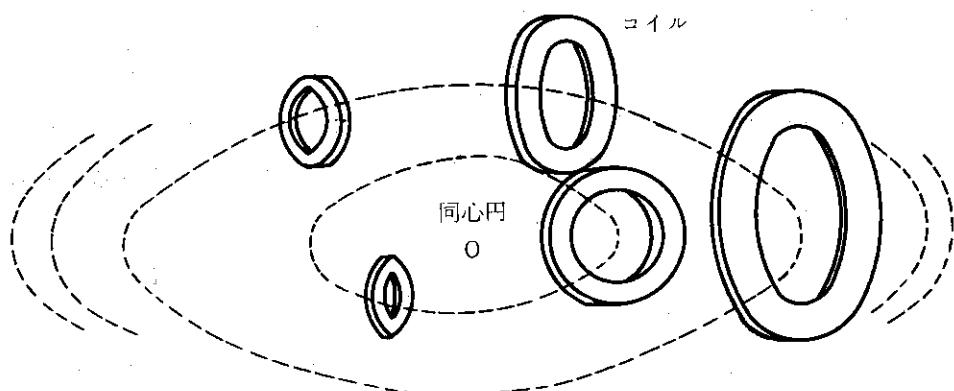


図3 EFCTの取扱えるコイル配置

イル配置がある。

2.1.2 平行軸上にある多数のソレノイドの電磁力プログラム「E F E T」

電磁力計算プログラム「E F E T」は図4に示すように多種多様なソレノイド・コイルが平行直線上に配置されている場合に、任意の点での磁界および電磁力を求めるものである。このようなコイル配置の特別な場合として、ここで取扱うエキセントリック・コイル配置がある。

これら「E F C T」および「E F E T」は一般的に三次元の電磁力を取扱えるが、二次元応

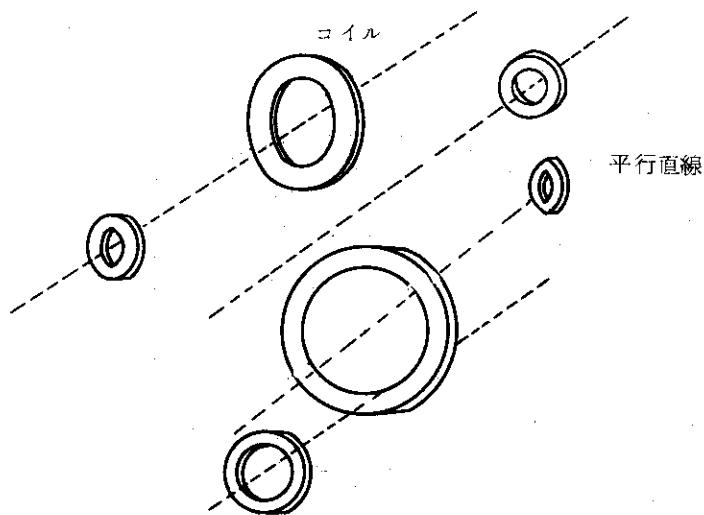


図4 EFETの取扱えるコイル配置

力計算プログラム「SAECT」との結合を考慮する場合には、対称条件すなわち電磁力の三成分の一つが恒等的に零になることが必要である。

2.2 自動メッシュ分割プログラム

有限要素法の欠点として、入力データが複雑多量なことが挙げられる。本計算コード「TDSAECT」ではこの問題を解決する手段として、自動メッシュ分割プログラム「ANGECT」「AEGECT」を作成した。

2.2.1 節点に関するプログラム「ANGECT」

節点の位置座標を定め、節点番号をシーケンスに付けるプログラムである。すなわち、例えばコイル形状が円の場合、節点の位置座標は三角関数を使用して容易に求まる。そのようにして求めた節点に順次番号をつけて区別する。

なおこの手順は形状が円に限らずどのようなものに対しても適用できる。

2.2.2 要素に関するプログラム「AEGECT」

要素を構成する節点を定め、要素番号をシーケンスにつけるプログラムである。すなわち、要素は節点をトポロジカルに指定すれば決まる。したがって、図形分割方式が同じならば、上記「ANGECT」の結果である節点座標がどのように変化しても、このプログラムの結果をそのまま使用できる。これが自動メッシュ分割プログラムをあえて「ANGECT」と「AEGECT」と分けた理由である。

なお、このプログラムにおいて、後述する剛性マトリックスのバンド幅が最小になるように考慮している。

2.3 応力計算プログラム

この計算プログラム「SAECT」は最小ポテンシャル・エネルギー²⁾により節点変位を求めて、応力を計算する汎用の応力解析プログラムであり、トラス要素、ラーメン要素、平

面応力要素、平面歪要素が取扱える。

外力の加わった状態での弾性体の全ポテンシャルエネルギー U は

$$U = \frac{1}{2} u^T K u - u^T f \quad (2.7)$$

で表わされる。右辺第一項は歪エネルギー、第二項は外力がした仕事である。ただし、 u は変位ベクトル、 K は剛性マトリックス、 f は外力ベクトルである。また添字 T は配置マトリックスを意味する。ここで K および f は既知であるから、最小ポテンシャル・エネルギーの原理すなわち U の変分を零にする条件のもとで u を導けばよい。上式を書き換えると

$$U = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij} u_i u_j - \sum_{i=1}^n u_i f_i \quad (2.8)$$

となる。これを u_ℓ で偏微分すると

$$\frac{\partial U}{\partial u_\ell} = \sum_{j=1}^n k_{\ell j} u_j - f_\ell \quad (2.9)$$

となる。ここで $\partial U / \partial u_\ell = 0$ と置き $\ell = 1, 2, \dots, n$ について連立させれば、以下の連立方程式を得る。

$$Ku = f \quad (2.10)$$

上式は結局フックの法則である。従って「SAECT」は、一般的なフックの法則を解く計算プログラムであると言える。

3. 計算コードの使用方法

3.1 入力形式およびその内容

3.1.1 E F C T

カード1 (フリーフォーマット)

M K : コイルの種類 (電磁力を求めるコイルの番号を兼ねる)
 R P : 電磁力を求めるコイルの中心と座標の原点との距離 (mm)
 THETA : 電磁力を求めるコイルが X 軸となす角度 (度)
 R I : 電磁力を求めるコイルの内半径 (mm)
 N R : 電磁力を求めるコイルの半径厚み方向の分割数
 D R : 厚みの増分 —— N R 個のデータが必要 (mm)
 N T : 電磁力を求めるコイルの全周の分割数
 H : 電磁力を求めるコイルの厚み幅 (mm)
 Y : コイル厚み幅内での電磁力を求める位置 (mm) —— コイルのなす円平面に平行
 MTT : コイル一種類当たりのトロイダル・コイル数
 NBB : コイル一種類当たりの同心円コイル数
 A R : コイル一種類当たりのトロイダル大半径 (mm)

カード2 (フリーフォーマット)

以下のデータは各々の NBB の値だけ繰り返す。

ARIO : コイル - 種類当たりの内半径 (mm)
 AREO : コイル - 種類当たりの外半径 (mm)
 AZ1O : コイル - 種類当たりの厚み幅 (mm) —— 座標値, 一端
 AZ2O : コイル - 種類当たりの厚み幅 (mm) —— 座標値, 他端
 ACD : コイル - 種類当たりの電流密度 (kA/cm²)

以下のデータは各々の MTT の値だけ繰り返す。

ATHE : トラスコイルの中心角 (度)

3.1.2 E F E T

カード1 (フリーフォーマット)

N B : 全コイル数

以下のデータは NB の値だけ繰り返す。

O X : コイル中心の X 座標 (mm)
 O Y : コイル中心の Y 座標 (mm)
 O Z : コイル中心の Z 座標 (mm)
 RIO : コイル内半径 (mm)
 REO : コイル外半径 (mm)
 Z1O : コイルの長さ方向の端部の座標値 (mm)
 Z2O : コイルの長さ方向の他端部の座標値 (mm)

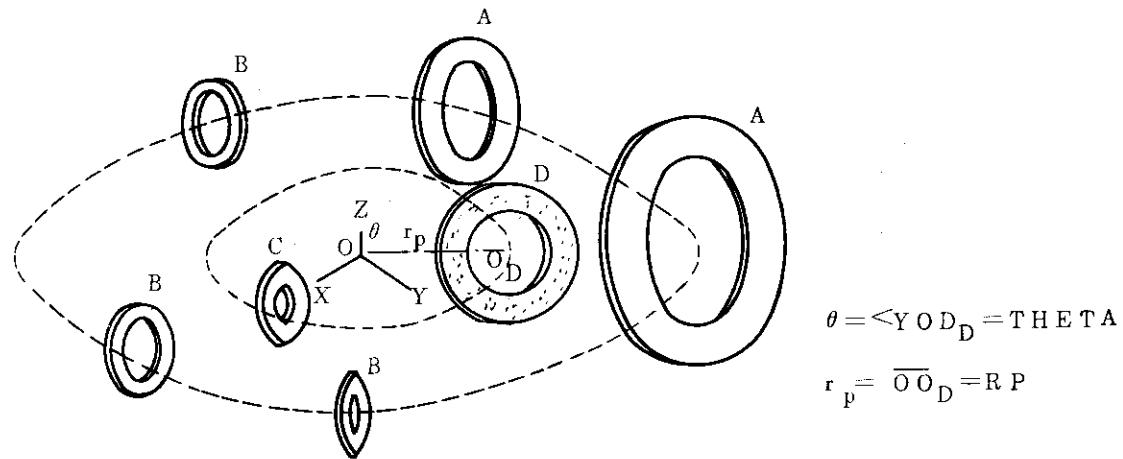


図 5. E F C T のパラメータの説明 (コイルの種類; 例, コイルA
コイルB, コイルC, コイルD, 故に MK=4)

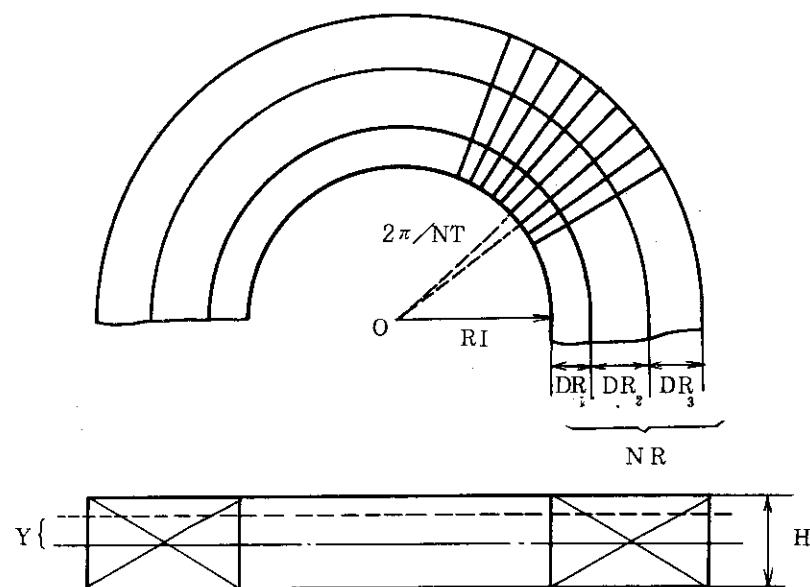


図 6. E F C T のパラメータの説明 (電磁力を求めるコイル)

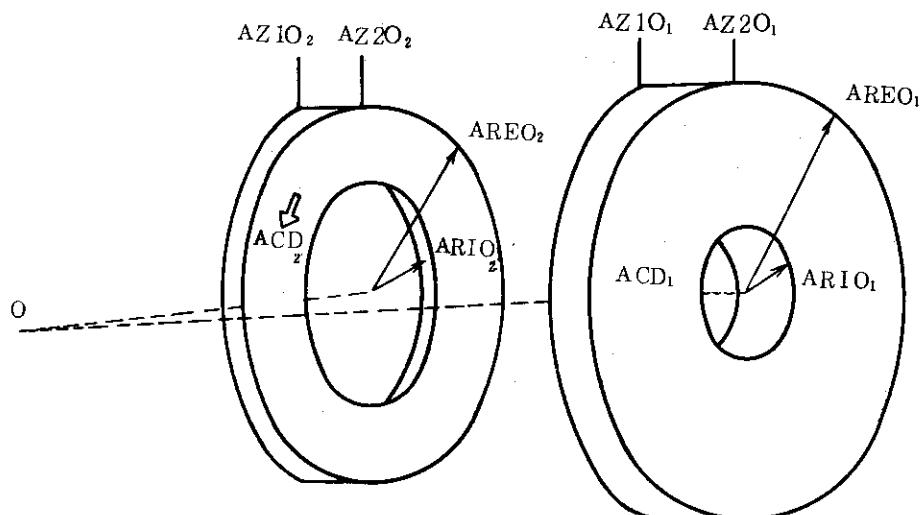


図 7.
E F C T のパラメータ
の説明 (種類当り)

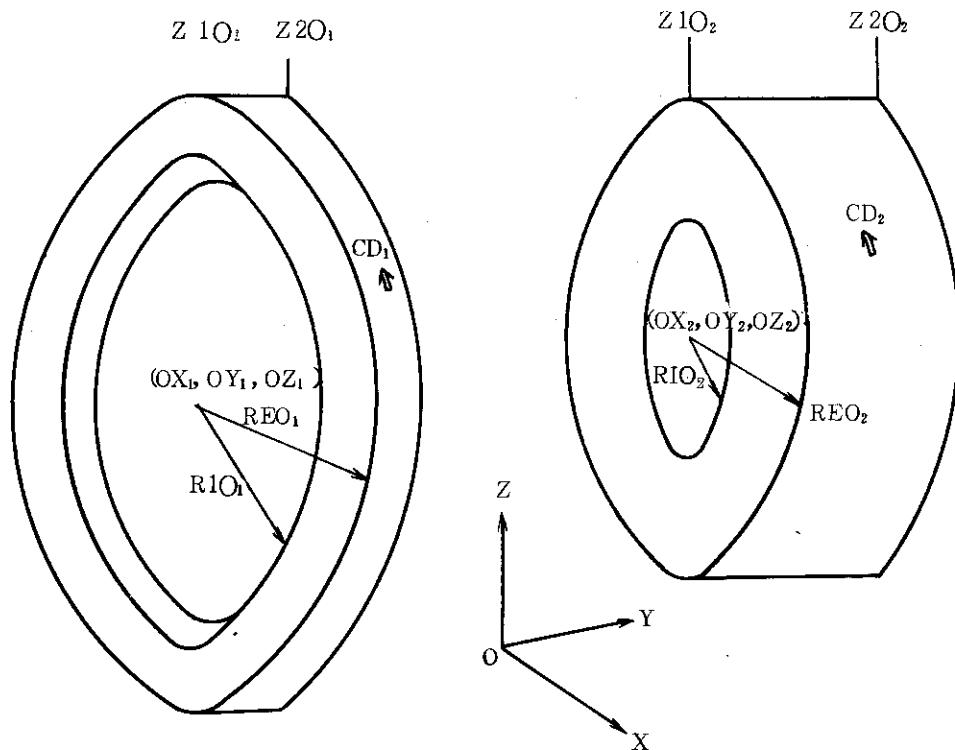


図 8. E F E T のパラメータの説明

C D : 電流密度 (kA/cm^2)

カード2 (フリーフォーマット) —— このカードは必要なだけ、いくらでも繰り返すことができる。

I N Z : 電磁力を求めるコイルの番号

R S : そのコイルの内半径 (mm)

N R : 半径厚み方向の分割数

D R : 厚みの増分 —— N R 個のデータが必要 (mm)

N T : 全周の分割数

THICK : 厚み幅 (mm)

3.1.3 ANGE ST

カード1 (フリーフォーマット) —— このカードは必要なだけ、いくらでも繰り返すことができる。

R I : コイル内半径 (mm)

N R : 半径厚み方向の分割数

D R : 厚みの増分 —— N R 個のデータが必要 (mm)

N T : 全周の分割数

3.1.4 AEGEST

カード1 (フリーフォーマット) —— このカードは必要なだけ、いくらでも繰り返すことができる。

N R : コイル半径厚み方向の分割数

N T : コイル全周の分割数

3.1.5 SAECT

カード1 (A 4, 6 X, I 5)

WHAT : データの種類を表わす。

節点データの場合 —— NODE

要素データの場合 —— ELEMENT

荷重データの場合 —— FORCE

束縛条件の場合 —— BOUNDARY および各データの終りをENDとする。

以上は必須データであるが、その他にもしプロッターによる作図が必要であればPLOTとする。

ところで、このままでは計算は実行されない。単に入力データのチェックだけである。ここをGOとすれば計算が実行される。(初めてのデータはパンチミスなどのエラーが生じている場合が多いので、最初はここをGOとしないで入力データのチェックだけを行なう方が望ましい。)

KUM : 節点、要素、荷重および束縛条件などの各データの個数

カード2 (フリーフォーマット)

L : 節点番号

X X : 節点のX座標 (mm)

Y Y : 節点のY座標 (mm)

カード3 (A 4, 6 X, I 5)

WHICH : 要素の種類を表わす。

トラス要素の場合 —— TRUSS

ラーメン要素の場合 —— RAHMEN

平面応力要素の場合 —— STRESS

平面歪要素の場合 —— STRAIN

とする。

N U : 各要素データの個数

カード4 (4 I 5, 3 F 10.5)

L : 要素番号

I I : 要素を構成する節点番号

J J : 同上

K K : 同上 —— トラス要素およびラーメン要素の場合にはこのデータは不要なのでブランクとする。

E E : ヤング率 (kg/mm²)

P P : 断面積 (mm²) —— トラス要素およびラーメン要素の場合
ポアソン比 —— 平面応力要素および平面歪要素の場合

H H : 慣性モーメント (mm⁴) —— ラーメン要素の場合
厚み (mm) —— 平面応力要素の場合

カード5 (I 5, 3 E 10.5)

L : 荷重の節点番号

F X : 荷重のX成分 (kg)

F Y : 荷重のY成分 (kg)

F Q : 曲げモーメント (kg-mm)

カード6 (4 I 5)

L : 拘束節点番号

I X : X方向束縛条件 —— 自由ならば0, 拘束ならば1とする。

I Y : Y方向束縛条件 —— 自由ならば0, 拘束ならば1とする。

I Q : 回転 —— 自由ならば0, 拘束ならば1とする。なおこのデータはラーメン要素の場合にのみ必要となる。

カード6 (フリー・フォーマット)

P X : 作図上の原点のX座標 —— 通常0と置けばよい。

P Y : 作図上の原点のY座標 —— 通常0と置けばよい。

DLLL : 作図上の最大変位 (プロッタ - 内での寸法 mm)

3.2 出力形式およびその内容

出力形式の例は付録に示してあるので、それとともに参照されたい。

3.2.1 EFCT

「COIL NO SYURUI」から「KAKUDO」までは入力データのチェックである。

B T : 磁束密度のトロイダル成分 (T)

B P : 磁束密度のポロイダル成分のうちの円周成分 (T)

B R : 磁束密度のポロイダル成分のうちの半径成分 (T)

B X : 磁束密度のX成分 (T)

B Y : 磁束密度のY成分 (T)

B Z : 磁束密度のZ成分 (T)

B V : 磁束密度の各成分のベクトル和の絶対値 (T)

F X : 単位体積当りの電磁力のX成分 (kg/mm³)F Y : 単位体積当りの電磁力のY成分 (kg/mm³)F Z : 単位体積当りの電磁力のZ成分 (kg/mm³)

FX(NP) : 節点番号NPに加わる電磁力のX成分 (kg)

FZ(NP) : 節点番号NPに加わる電磁力のZ成分 (kg)

以上がプリンター出力である。その他にNP, FX(NP), FZ(NP)が(I 5, 2 G 10.3)のフォーマットでパンチ・アウトされる。

3.2.2 EFET

「RI(MM)」から「CD(×1000/CM2)」までは入力データのチェックである。

R : 測定値の半径 (mm)

T : 測定点の角度 (度)

B Z : 磁束密度のZ成分 (T)
 BZ/BZO : 磁束密度のZ成分の基準値との比
 B R : 磁束密度のr成分 (T)
 B V : 磁束密度の絶対値 (T)
 BV/BVO : 磁束密度の絶対値の基準値との比
 FX(NP) : 節点番号NPに加わる電磁力のX成分 (kg)
 FY(NP) : 節点番号NPに加わる電磁力のY成分 (kg)

以上がプリンタ-出力である。その他にNP, FX(NP), FZ(NP)が(I5, 2G 10.3)のフォーマットでパンチアウトされる。

3.2.3 ANGECT

X(NP) : 節点番号NPのX座標 (mm)
 Y(NP) : 節点番号NPのY座標 (mm)

以上がプリンタ-出力である。その他にNP, X(NP), Y(NP)が(I5, 2F 10.3)のフォーマットでパンチ・アウトされる。

3.2.4 AEGECT

N E : 要素番号
 L : 要素NEを構成する節点番号
 M : 同上
 N : 同上

3.2.5 SAECT

以下は入力データのチェックであるが、多量なので説明を加える。

「POINT DATA」において

NO. : 読み込みカードの順序
 POINT NO. : 節点番号 —— 順序不同でよいが、この最大値がNO. の最大値と一致しなければならない。
 X-COORDINATE : 節点X座標 (mm)
 Y-COORDINATE : 節点Y座標 (mm)

「ELEMENT DATA」において

NO. : 読み込みカードの順序
 ELEMENT NO. : 要素番号 —— 順序不同でよいが、この最大値がNO. の最大値と一致しなければならない。
 POINT NO. : 要素を構成する3個の節点番号
 E : ヤング率 (kg/mm²)
 P : ポアソン比
 A : 断面積 (mm²)
 D : 厚み (mm)
 I : 慣性モーメント (mm⁴)
 STRESS : 平面応力要素

STRAIN : 平面歪要素

TRUSS : トラス要素

RAHMEN : ラーメン要素

「BOUNDARY DATA」において

NO. : 読み込みカードの順序

POINT NO. : 拘束節点番号 —— 順序不同でよい。

X-FIXED : X 方向への束縛条件

Y-FIXED : Y 方向への束縛条件

M-FIXED : 回転の束縛条件

「FORCE DATA」において

NO. : 読み込みカードの順序

POINT NO. : 荷重節点番号 —— 順序不同でよい。

X-DIRECTION : 力の X 成分 (kg)

Y-DIRECTION : 力の Y 成分 (kg)

M-DIRECTION : 力のモーメント (kg-mm)

以下、入力データチェック用プロッター・ルーチンの出力として

X-SCALE : 作図上の原点位置 (X 座標)

Y-SCALE : 作図上の原点位置 (Y 座標)

MAX. DISPLACEMENT : 作図上の最大変位 (mm)

SCALING FACTOR : スケーリング・ファクター

がプリントされる。もちろん作図しない場合にはこれらは表われない。

ILL : マトリックス演算のエラー・チェックである

= 0 正常に解が求まったことを意味する。

≠ 0 行列のピボットが小さすぎることを意味する。この ILL の値は消去回数を表わす。
束縛条件が不適当な場合に生じる。

= 30000 節点数が多過ぎることを意味する。

これ以下のプリントが演算結果の出力である。

「DISPLACEMENT」において

POINT NO. : 節点番号

X-DIRECTION : X 方向の変位 (mm)

Y-DIRECTION : Y 方向の変位 (mm)

T-DIRECTION : 回転角 (度) —— これはラーメン要素の節点あるいはラーメン要素
と他の要素との結合節点にのみ表われる。

SCALING FACTOR : 変位図のスケール・ファクター

STRESS : 平面応力要素

STRAIN : 平面歪要素

TRUSS : トラス要素

RAHMEN : ラーメン要素

L : 節点番号

SIG1, SIG2 : 主応力 —— 平面応力要素, 平面歪要素およびラーメン要素の場合に表われる。

SIGMA : 軸応力 —— トーラス要素の場合に表われる。

TAU1 : 主せん断応力 —— 平面応力要素および平面歪要素の場合に表われる。

THETA : 主方向(度) —— 平面応力要素および平面歪要素の場合に表われる。

SIGX, SIGY : X軸およびY軸方向の応力(kg/mm^2) —— 平面応力要素および平面歪要素の場合に表われる。

TAUXY : XY平面内でのせん断応力(kg/mm^2) —— 平面応力要素および平面歪要素の場合に表われる。

MON : 曲げモーメント($\text{kg} \cdot \text{mm}$) —— ラーメン要素の場合に表われる。

以上がプリンタ出力である。その他にプロッター出力として入力構造図と変位図の2枚が描かれる。

3.3 使用手順

本計算コード「TDSAECT」の使用手順を以下に列記する。

1. 「ANGECT」により節点番号およびその位置座標を求め、カード形式でパンチ・アウトする。
2. 支持部材などの節点データを手でパンチし、上記のカードに加える。
3. 「AEGECT」により要素番号およびそれを構成している節点番号を求め、カード形式でパンチ・アウトする。
4. 支持部材などの要素データを手でパンチし、上記のカードに加える。
5. 束縛条件のデータを手でパンチし、上記のカードに加える。
6. 「E F C T」あるいは「E F E T」で荷重節点番号と電磁力を求め、カード形式でパンチアウトする。
7. その他必要に応じて作図関係などのデータを手でパンチし、上記のカードに加える。

以上の手順で入力データはできあがる。

4. 計 算 例

4.1 要素コイル・テストの配置と各コイル寸法

要素コイル・テストのうち、クラスター・テストのコイル配置と各コイルの寸法を図9に示す。クラスター・テストは扇形に配置されたクラスター・テスト・コイル(以下CTCと略す)の間にテスト・モジュール・コイル(以下TMCと略す)を配置する。CTCもTMCも共に超電導コイルであるが、CTCはTMCにトロイダル磁場と類似の外部磁場を供給するためのものである。TMCは超電導コイル自体を評価するためのもので、各種の超電導線材、支持部材、絶縁物、冷却方式などを検討する。CTCおよびTMCの電流密度は本計算例では $3\text{ kA}/\text{c m}^2$ とした。

一方、エキセントリック・テストのコイル配置を図10に示す。ここで使用するコイルは、クラスター・テストで使用したコイルと同一物である。すなわちコイル配置を換えることにより、クラスター・テストやエキセントリック・テストが行なわれる。

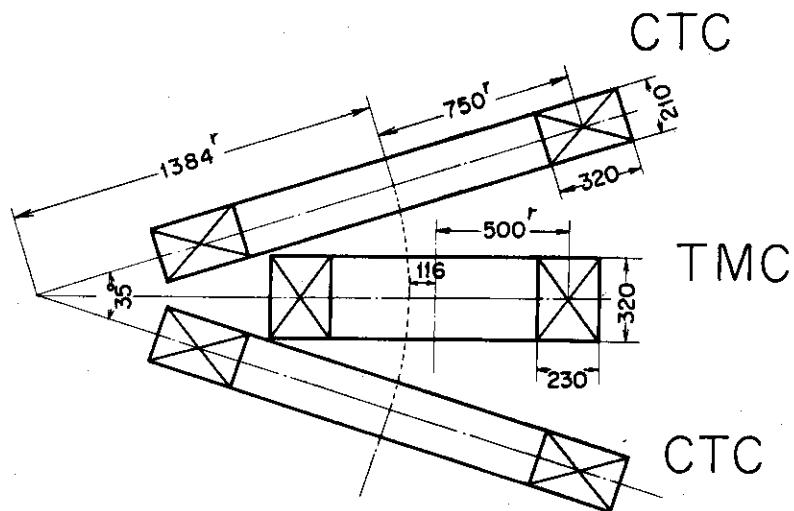


図9 Cluster Test Coil の配置

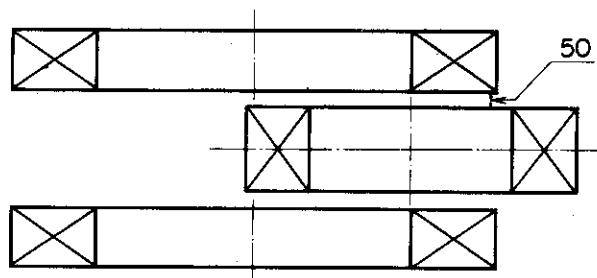


図10 Eccentric Test Coil の配置

(各コイルの寸法は図9と同じ)

4.2 テスト・コイル中の応力分布

4.2.1 クラスター・テスト

クラスター・テストにおいて、TMC各部に生じる応力分布の一例を図11、図12に示す。図11はコイルの外被を構成する厚み5mmのステンレス鋼補強材中の主応力分布である。 σ_1 は補強材のフープ応力と同等であり、最大値で約 7.2 kg/mm^2 となる。一方、中心軸を中心とした回転対称の磁界中の円形コイルのフープ応力の計算式は次のように表わされる。

$$\sigma_f = B \times J \times r \quad (4.1)$$

ここで、 σ_f はフープ応力、Bは磁束密度、Jは電流密度、rはコイル半径である。平均磁束密度として $B = 3\text{ T}$ 、 $J = 3\text{ kA/cm}^2$ 、 $r = 0.5\text{ m}$ を(4.1)式に代入すれば、 $\sigma_f = 4.5\text{ kg/mm}^2$ を得る。従って、ステンレス鋼補強材中には局所的に平均以上の応力が加わることがわかる。

図12は超電導線材における外層および内層での主応力である。これらの主応力を比較すれば、平均して線材の外層よりも内層に大きな応力が加わることがわかる。一方、付録のプロット変位図に示すように、コイル全体の変位分布は曲げビームのそれに極似していることから、コイルと曲げビームとの類推対応ができる。すなわちコイルを補強材、線材外層、線材内層からなる曲げビームとみなせば、線材の外層が応力の最も小さい中立面に相当する。したがって外層よりも内層の応力の方が大きくなる。また、 σ_2 は角度 90° 、すなわちコイル上下端付近で圧縮応力となる。

なお、これらの図において角度 140° 付近から 180° 付近にかけて現れる応力値のピークは、支持部材の影響によるものである。

4.2.2 エキセントリック・テスト

エキセントリック・テストにおいて、TMC各部に生じる応力分布の一例を図13、図14に示す。コイル形状、寸法はクラスター・テストでのそれと同じである。

図13はステンレス鋼補強材中の主応力分布であり、これをクラスター・テストにおける同様の部材中の応力分布を表わす図11と比較すれば、以下のことがわかる。

1. σ_1 すなわちフープ応力の最大値は約 5.6 kg/mm^2 でクラスター・テストでの最大応力値より小さい。
2. 各部分でのフープ応力もクラスター・テストでのそれよりも小さい。すなわちコイル全体に加わる電磁力が小さい。
3. 一方、フープ応力の最大値と最小値との差は約 5.6 kg/mm^2 であるが、クラスター・テストでのそれは約 4.3 kg/mm^2 であり、このエキセントリック・テストでの結果の方が大きい。これはコイル中の不均一性の大きい応力分布を得るには本テストが適していることを意味している。

図14は超電導線材における外層および内層での主応力分布である。この結果をクラスター・テストの結果である図12と比較すれば、内層に生じる圧縮応力が大きく、またその分布範囲も広いことがわかる。これは先に述べたようにエキセントリック・テストでは応力の差すなわち電磁力の差がクラスター・テストでのそれよりも大きいことに起因している。すなわち、クラスター・テストでの電磁力分布はその変化がエキセントリック・テストに比較して緩慢なの

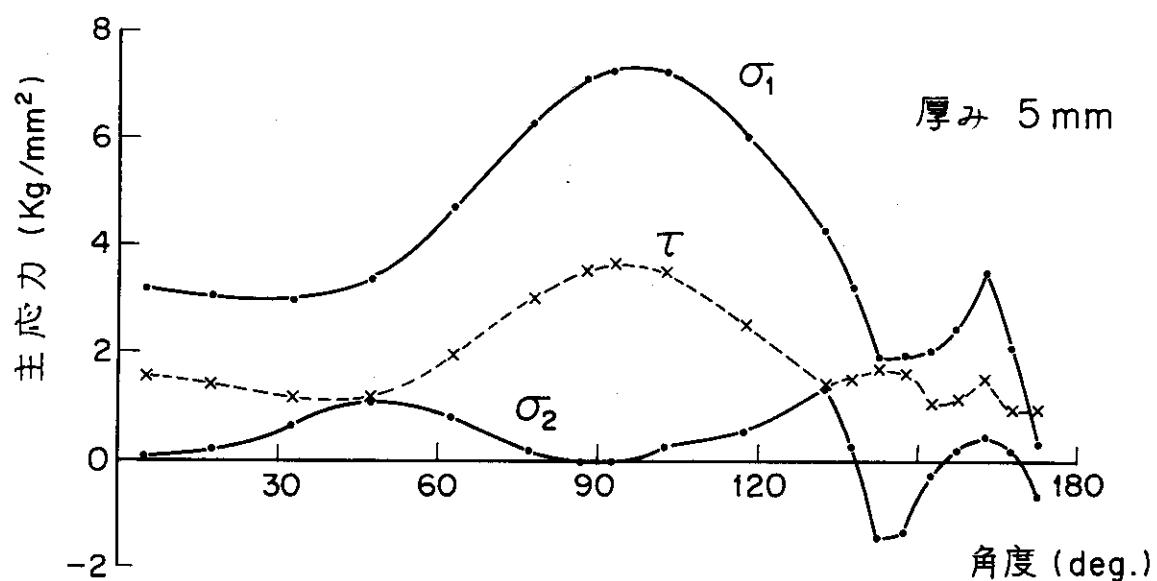


図11 ステンレス鋼補強材の主応力 (Cluster Coil)

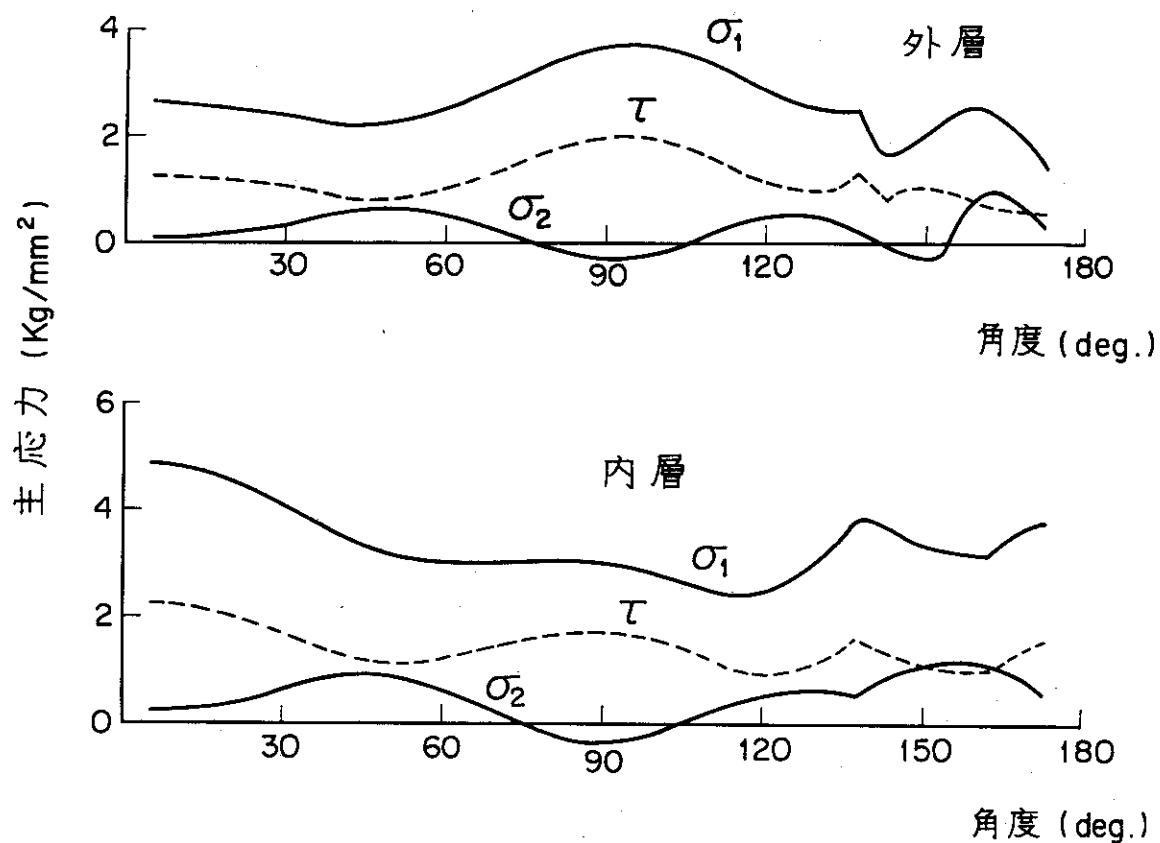


図12 超電導線材の主応力 (Cluster Coil)

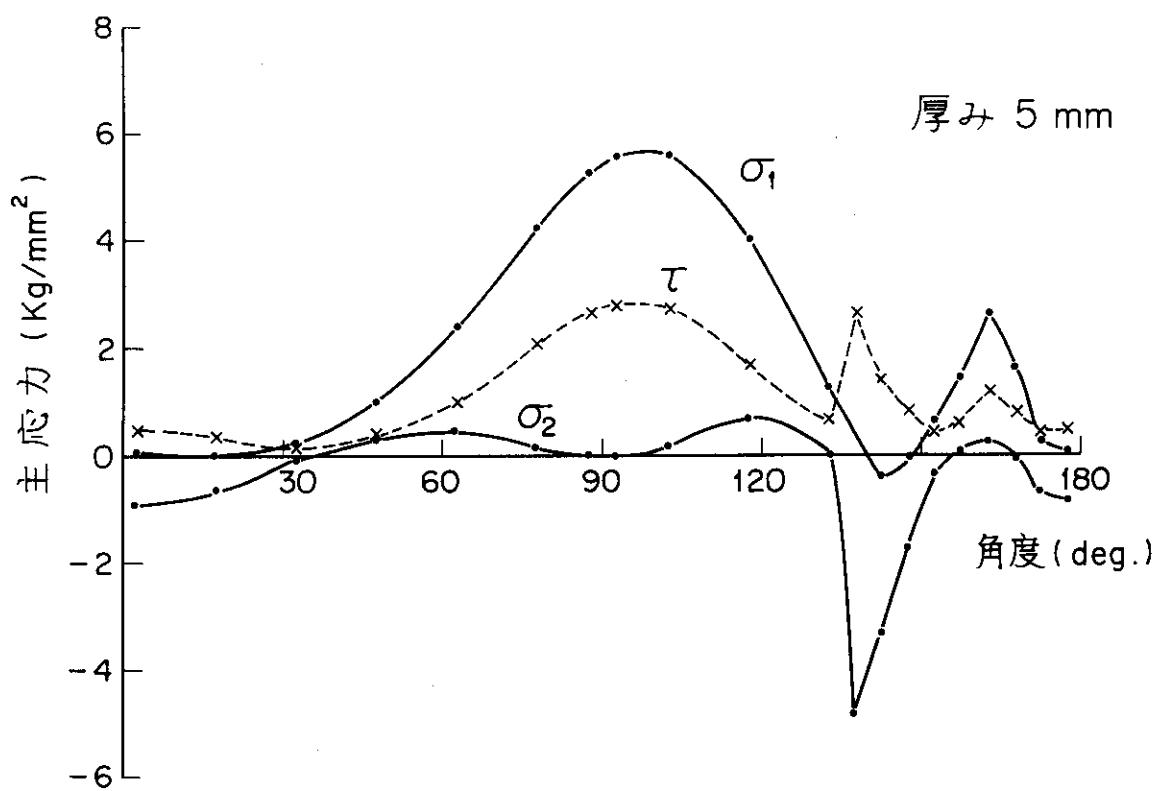


図 13 ステンレス鋼補強材の主応力 (Eccentric Coil)

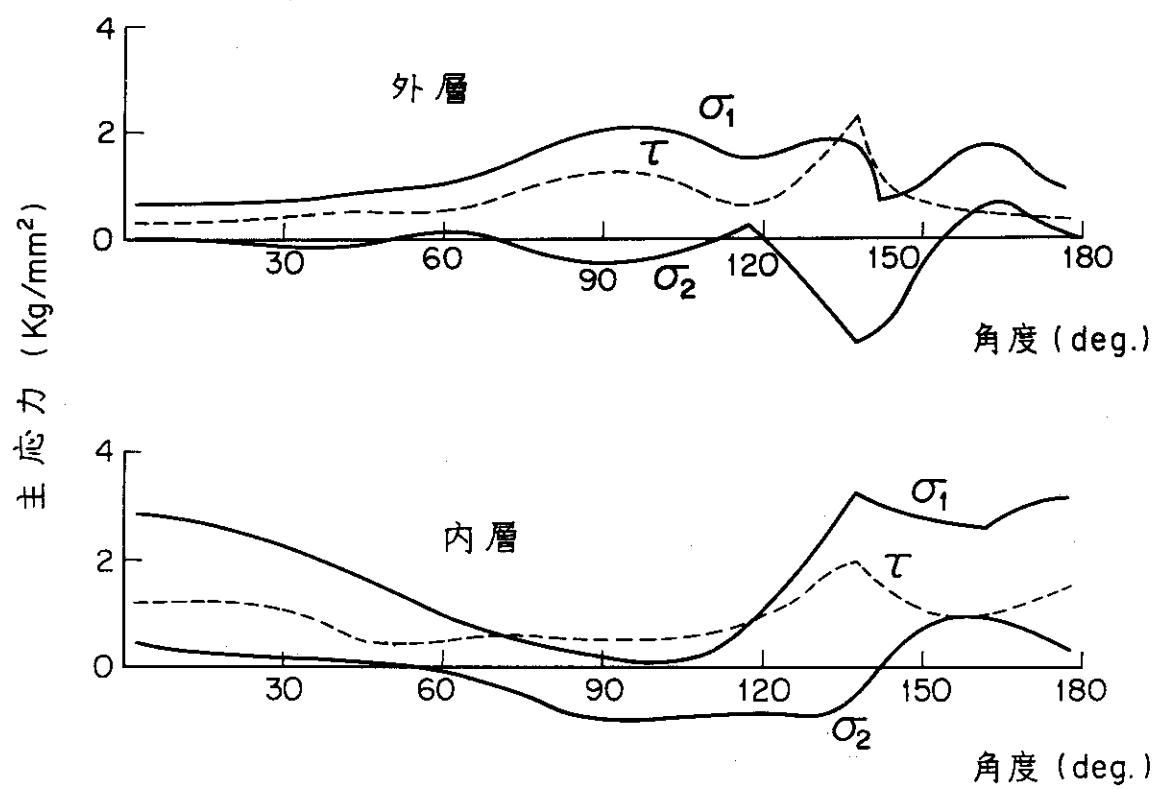


図 14 超電導線材の主応力 (Eccentric Coil)

で全体がフープ力として引張り合っており、一方エキセントリック・テストでは一端の電磁力が他端に比べてかなり大きいために、その電磁力によりコイルは折り曲げられるからである。折り曲げられたビームの内層に圧縮応力が発生することは良く知られているところである。

4.3 補強材の厚みと導体中の応力との関係

コイル導体の外を覆っているステンレス鋼補強材の厚みを変えた場合の導体中に生じる最大応力の変化を図15、図16に示す。図15はクラスター・テストの場合、図16はエキセントリック・テストの場合である。これらの図よりわかる特徴的なことは、外部の補強材の厚みを大幅に変えても、応力が緩和されるのは厚みを増した補強材自身だけであり、線材に加わる応力にはあまり変化がないことである。このことは線材の補強方法として、線材一本単位での補強、例えば補強材の内に埋め込むなどの必要性を示唆している。

この計算例で使用した材料定数は

ステンレス鋼補強材のヤング率 : $2.0 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

超電導線材のヤング率 : $1.12 \times 10^4 \text{ kg/mm}^2$

ステンレス鋼補強材のポアソン比 : 0.3

超電導線材のポアソン比 : 0.3

である。なおプロッタ - 変位図の一例として付録の「SAECT」のアウトプット例を参照されたい。

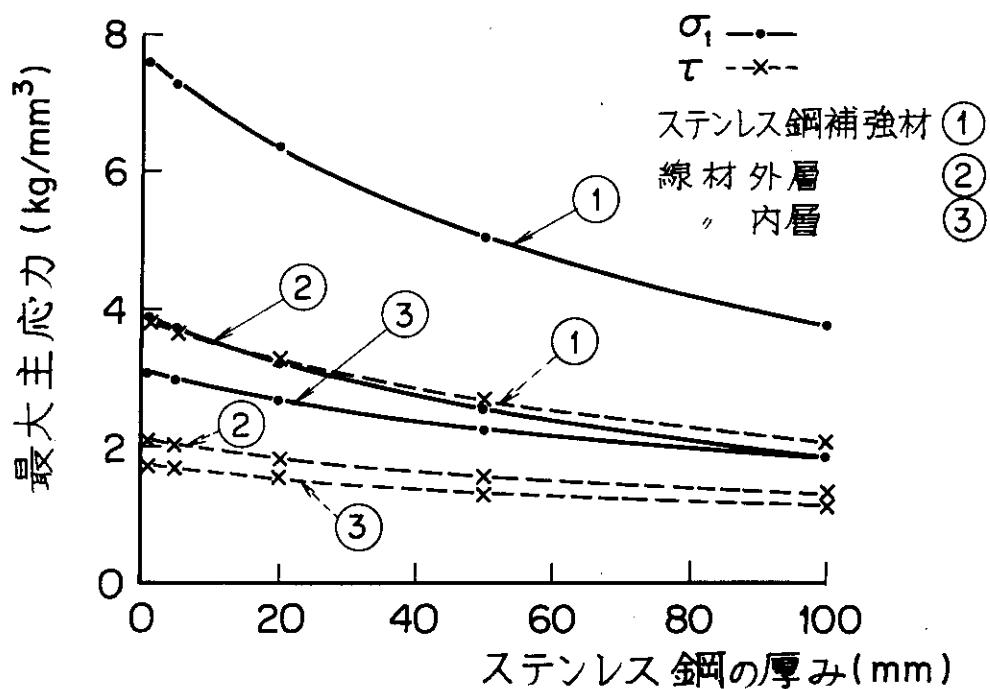


図 15 Cluster Coil 各部の主応力

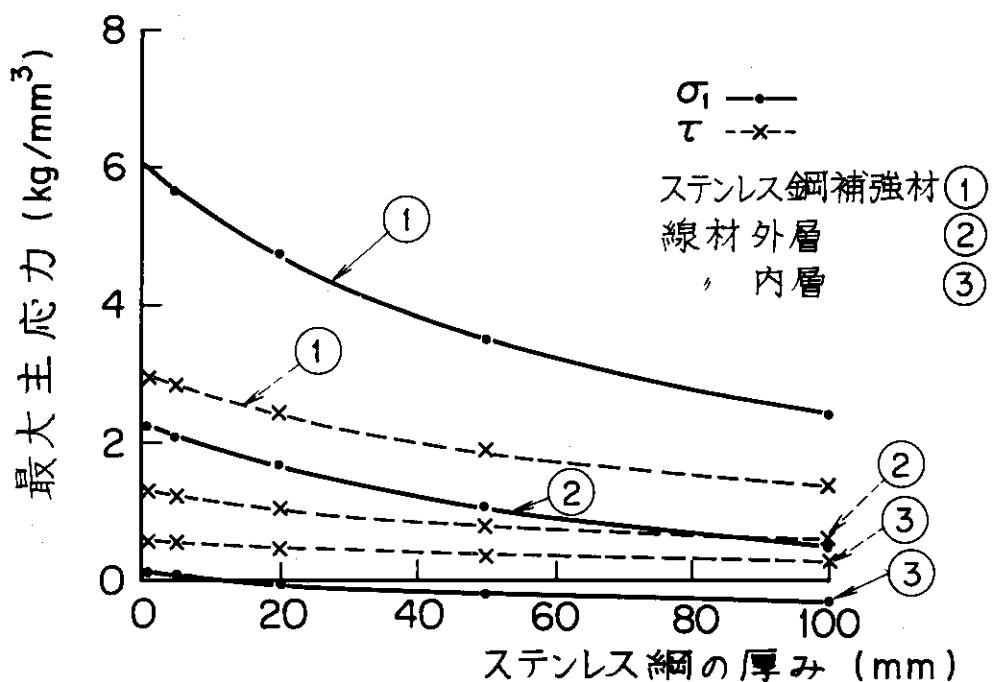


図 16 Eccentric Coil 各部の主応力

5. ま と め

以上述べてきたように、要素コイル・テスト用二次元応力解析計算コード「TDSAECT」を作製した。これは「EFCT」、「EFET」、「ANGECT」、「AEGECT」、「SAEST」の各プログラムより成っている。

次にこの計算コードを用いて、以下のことを確認した。

1. 応力の最大値はコイル上下端付近に生じる。
2. 超電導線材の内層においては、局所的に圧縮圧力の生じる部分がある。
3. 支持部に応力の集中が生じる。
4. 最大応力はクラスター・テストの方がエキセントリック・テストより大きい。
5. コイル全体に加わる電磁力もクラスター・テストの方がエキセントリック・テストより大きい。
6. エキセントリック・テストにおける応力分布はクラスター・テストでのそれに比較して不均一、すなわち最大値と最小値との差が大きい。
7. 外を覆う補強材の厚みの変化は、超電導線材中の応力にあまり影響を与えない。

今後の課題としては、ボロイダル効果などを考慮すれば三次元による解析が是非必要になる。これに関しては現在検討を進めているので後報する。

6. 謝 辞

本計算コードの I/O 関係、サブルーチン「DNOUTP」の提供を始めとしていろいろな相談にのっていただいた J T - 60、電源開発グループの谷啓二氏、また数値積分に関する貴重な御助言をいただいた小幡行雄次長、その他 J T - 60 開発室電源開発グループの各氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 島本 進：「超電導電磁石に関する研究」、電子技術総合研究所研究報告第 722 号
(S 46. 12)
- 2) 戸川隼人：「有限要素法入門」、サイエンス社

5. ま と め

以上述べてきたように、要素コイル・テスト用二次元応力解析計算コード「TDSAECT」を作製した。これは「EFCT」、「EFET」、「ANGECT」、「AEGECT」、「SAEST」の各プログラムより成っている。

次にこの計算コードを用いて、以下のことを確認した。

1. 応力の最大値はコイル上下端付近に生じる。
2. 超電導線材の内層においては、局所的に圧縮圧力の生じる部分がある。
3. 支持部に応力の集中が生じる。
4. 最大応力はクラスター・テストの方がエキセントリック・テストより大きい。
5. コイル全体に加わる電磁力もクラスター・テストの方がエキセントリック・テストより大きい。
6. エキセントリック・テストにおける応力分布はクラスター・テストでのそれに比較して不均一、すなわち最大値と最小値との差が大きい。
7. 外を覆う補強材の厚みの変化は、超電導線材中の応力にあまり影響を与えない。

今後の課題としては、ボロイダル効果などを考慮すれば三次元による解析が是非必要になる。これに関しては現在検討を進めているので後報する。

6. 謝 辞

本計算コードの I/O 関係、サブルーチン「DNOUTP」の提供を始めとしていろいろな相談にのっていただいた J T - 60、電源開発グループの谷啓二氏、また数値積分に関する貴重な御助言をいただいた小幡行雄次長、その他 J T - 60 開発室電源開発グループの各氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 島本 進：「超電導電磁石に関する研究」、電子技術総合研究所研究報告第 722 号
(S 46. 12)
- 2) 戸川隼人：「有限要素法入門」、サイエンス社

5. ま と め

以上述べてきたように、要素コイル・テスト用二次元応力解析計算コード「TDSAECT」を作製した。これは「EFCT」、「EFET」、「ANGECT」、「AEGECT」、「SAEST」の各プログラムより成っている。

次にこの計算コードを用いて、以下のことを確認した。

1. 応力の最大値はコイル上下端付近に生じる。
2. 超電導線材の内層においては、局所的に圧縮圧力の生じる部分がある。
3. 支持部に応力の集中が生じる。
4. 最大応力はクラスター・テストの方がエキセントリック・テストより大きい。
5. コイル全体に加わる電磁力もクラスター・テストの方がエキセントリック・テストより大きい。
6. エキセントリック・テストにおける応力分布はクラスター・テストでのそれに比較して不均一、すなわち最大値と最小値との差が大きい。
7. 外を覆う補強材の厚みの変化は、超電導線材中の応力にあまり影響を与えない。

今後の課題としては、ボロイダル効果などを考慮すれば三次元による解析が是非必要になる。これに関しては現在検討を進めているので後報する。

6. 謝 辞

本計算コードの I/O 関係、サブルーチン「DNOUTP」の提供を始めとしていろいろな相談にのっていただいた J T - 60、電源開発グループの谷啓二氏、また数値積分に関する貴重な御助言をいただいた小幡行雄次長、その他 J T - 60 開発室電源開発グループの各氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 島本 進：「超電導電磁石に関する研究」、電子技術総合研究所研究報告第 722 号
(S 46. 12)
- 2) 戸川隼人：「有限要素法入門」、サイエンス社

* SOURCE STATEMENT *

```

1      OPTION MAP
C ****OPTION MAP*****
C *
C *          ELECTRO-MAGNETIC FORCE OF CLUSTER TEST    --- (EFST)
C *
C *          BY S.SHIMAMOTO AND H.NISHIMURA
C *
C *-----+-----+-----+-----+-----+
C *      VARIABLE I      CONTENT           I   UNIT   *
C *-----+-----+-----+-----+-----+
C *      MK     I      KINDS OF COILS (+ FORCED-COIL NUMBER) |   *
C *      RP     I      DISTANCE FROM CIRCLE-CENTER TO ORIGIN | (MM)   *
C *      THETA  I      ANGLE OF FORCED-COIL AGAINST X-AXIS | (DEG.)  *
C *      RI     I      INNER RADIUS OF FORCED-COIL           | (MM)   *
C *      NR     I      RADIUS DIVISION OF IT                  |   *
C *      DR(I)  I      INCREMENT OF RADIUS                   | (MM)   *
C *      NT     I      CIRCUMFERENCE DIVISION OF IT          |   *
C *      H      I      THICKNESS OF IT                      |   *
C *      Y      I      SEARCHING POINT (PARALLEL TO Y-AXIS) | (MM)   *
C *      MTT(I) I      NUMBER OF TORUS-COILS                |   *
C *      NBB(I) I      NUMBER OF COAXIAL-COILS              |   *
C *      AR(I)  I      LARGE RADIUS                         | (MM)   *
C *
C *-----+-----+-----+-----+-----+
C *      ARI0(I,J) I      INNER RADIUS                     | (MM)   *
C *      ARE0(I,J) I      OUTER RADIUS                     | (MM)   *
C *      AZ10(I,J) I      THICKNESS COORDINATE (ONE EDGE) | (MM)   *
C *      AZ20(I,J) I      THICKNESS COORDINATE (ANOTHER EDGE)| (MM)   *
C *      ACD(I,J)  I      CURRENT DENSITY                 | (KA/CM2) *
C *      ATHE(I,J) I      CENTER ANGLE OF COILS            | (DEG.)  *
C *
C *-----+-----+-----+-----+-----+
C *          ( THIS PROGRAM BELONGS TO JEARI )
C ****OPTION MAP*****
C
C
2      DIMENSION DR(3)
3      DIMENSION ARI0(5,10),ARE0(5,10),AZ10(5,10),AZ20(5,10),ACD(5,10),ATHE(5,10)
4      ,HE(5,10),AR(5),ARM(5),NBB(5),MTT(5),ARD(5),APHR(5)
5      DIMENSION RIO(10),REO(10),ZIO(10),Z20(10),CD(10),THE(10)
6      DIMENSION FXP(300),FPZ(300)
7      PRINT 1
8      1 FORMAT(1X,'PROGRAM OF PUNCH OUT CARD,ELECTRO-MAGNETIC FORCE
9      ,''UNIT KG-MM)'')
10     PRINT 998
11     PI=3.141592653590
12     CON=PI/180.
13     READ(5,*)
14     MK,RP,THETA, RI,NR,(DR(I)),I=1,NR),NT,H,Y
15     ((MTT(I),NBB(I),AR(I)),I=1,MK)
16     PRINT 21,MK,RP,THETA,RI,NR
17     21 FORMAT(20H COIL NO SYURUI ,15/
18     , 20H GENTEN-KAN NO KYORI,G15.5/
19     , 20H ZAHYO NO KATAMUKI ,G15.5/
20     , 20H NAI HANKEI ,G15.5/
21     , 20H HANKEI BUNKATSU-SU ,G15)
22     PRINT 997
23     CALL POUT(DR ,4HZ0HB,4HUN ,7,3,NR)
24     PRINT 997
25     PRINT 23,NT,H,Y
26     23 FORMAT(20H ENSYU BUNKATSU-SU ,15/
27     , 20H ATSUMI ,G15.5/
28     , 20H Y-ZAHYO CHI ,G15.5)
29     PRINT 998
30     CALL QOUT(MTT,NBB,AR,4HTORU,4HS-SU,4HCOIL,4H-SU ,4HDAI ,4HMANK,4HEI ,5,M
31     ,*I ,5,MK)
32     PRINT 998
33     DO 1200 I=1,MK
34     MT=MTT(I)
35     NB=NBB(I)
36     READ(5,*)
37     ((ARI0(I,J),ARE0(I,J),AZ10(I,J),AZ20(I,J),ACD(I,J),
38     J=1,NB),(ATHE(I,J),J=1,MT))
39     PRINT 25,I
40     25 FORMAT(7H SYURUI,I5)
41     CALL ROUT(5,10,I,NB,ARI0,ARE0,AZ10,AZ20,ACD,4HNIAI-,4HKEI ,
42     ,*4HGAI-,4HCEI ,4H-ATS,4HUMI ,4H+ATS,4HUMI ,4HDENR,4HYU )
43     DO 897 J=1,MT
44     897 THE(J)=ATHE(I,J)
45     PRINT 997
46     997 FORMAT( )
47     CALL POUT(THE,4HKAKU,4HDO ,7,10,MT)
48     PRINT 998
49     1200 CONTINUE
50     MR=NR*1
51     IJMMRNT
52     DO 8000 I=1,IJ
53     FXP(I)=0.
54     FPZ(I)=0.
55     8000 CONTINUE
56     DO 77 I=1,MK
57     DO 7  J=1,NB
58     ARI0(I,J)=ARI0(I,J)*0.001
59     ARE0(I,J)=ARE0(I,J)*0.001
60     AZ10(I,J)=AZ10(I,J)*0.001
61     AZ20(I,J)=AZ20(I,J)*0.001
62     7 CONTINUE
63     77 CONTINUE
64     RP=RP*0.001
65     RI=RI*0.001
66     THETA=THETA*PI/180.
67     Y=Y*0.001
68     DT=2.*PI/NT
69     PRINT 110
70     110 FORMAT(5X,2HBT,11X,2HBP,11X,2HBR,11X,2HBX,11X,2HBY,11X,2Hbz,11X,2HIV
71     ,*BV,11X,2HFx,11X,2HFy,11X,2HFz)
72     DO 200 JD=1,NT
73     RI=RI*1000,
74     T=DT*(JD-1)*DT*0.5
75     DO 200 ID=1,NR
76     DRR=DRR(ID)
77     RII=RII+DRR
78     S=0.5*SIN(DT)*DRR*(2.*RII)-DRR
79     O=S*H
80     X=(RII-DRR*0.5)*COS(T)*0.001
81     Z=(RII-DRR*0.5)*SIN(T)*0.001
82     W=Z
83     V=(X+RP)*SIN(THETA)+Y*COS(THETA)
84     U=(X+RP)*COS(THETA)-Y*SIN(THETA)
85     THR=ATAN2(V,U)

```

* SOURCE STATEMENT (FTMAIN) *

```

71      RL=SQRT(U**2+V**2)
72      DO 70 I=1,MK
73      R=AR(I)*0.001
74      RM=R
75      RR=RL*R
76      PHR=ATAN2(W,RR)
77      RO=SQRT(RR**2+W**2)
78      APHR(I)=PHR
79      ARO(I)=RO
80      ARM(I)=RM
81      70 CONTINUE
82      BX=0.
83      BY=0.
84      BZ=0.
85      BR=0.
86      BT=0.
87      BP=0.
88      DO 90 I=1,MK
89      MT=MTC(I)
90      NB=NBB(I)
91      R=AR(I)*0.001
92      RM=ARM(I)
93      PHR=APHR(I)
94      RO=ARO(I)
95      DO 8 J=1,NB
96      RI(J)=ARIO(I,J)
97      REO(J)=AREO(I,J)
98      Z1O(J)=AZ1O(I,J)
99      Z2O(J)=AZ2O(I,J)
100     CD(J)=ACD(I,J)
101     8 CONTINUE
102     DO 10 J=1,MT
103     THE(J)=ATHE(I,J)
104     10 CONTINUE
105     CALL MFTOCR(X,Y,Z,BXX,BYY,BZZ,RM,NB,RIU,REO,Z1O,Z2O,CD,MT,THE,R,
106     ,THETA,PHR,RO,BTT,BPT,BRT,BVT)
107     BX=BX+BXX
108     BY=BY+BYY
109     BZ=BZ+BZZ
110     90 CONTINUE
111     CALL FORCE(BX,BY,BZ,U,V,W,FX,FY,FZ,ARIO,AREO,AZ1O,AZ2O,ATHE,ACD,
112     ,AR,APHR,MT,NBB,MK)
113     BT=BY*COS(THR)-BX*SIN(THR)
114     BB=BY*SIN(THR)+BX*COS(THR)
115     BR=BB*COS(PHR)+BZ*SIN(PHR)
116     BP=BZ*COS(PHR)+BB*SIN(PHR)
117     BV=SQRT(BX**2+BY**2+BZ**2)
118     PRINT 111,BT,BP,BR,BX,BY,BZ,BV,FX,FY,FZ
119     111 FORMAT(10(3X,G10,3))
120     G1=FX*0.0+25
121     G2=FZ*0.0+25
122     N1=ID+(JD-1)*MR
123     N2=N1+1
124     N3=N2+MR
125     IF(JD,EQ,NT) N3=ID+1
126     N4=N3-1
127     FXP(N1)=FXP(N1)+G1
128     FXP(N2)=FXP(N2)+G2
129     FXP(N3)=FXP(N3)+G2
130     FXP(N4)=FXP(N4)+G2
131     FZP(N1)=FZP(N1)+G2
132     FZP(N2)=FZP(N2)+G2
133     FZP(N3)=FZP(N3)+G2
134     FZP(N4)=FZP(N4)+G2
135     200 CONTINUE
136     DO 8001 I=1,1J
137     AFX=ABS(FXP(I))
138     AFZ=ABS(FZP(I))
139     7000 FORMAT(15*2G10,3)
140     8001 CONTINUE
141     PRINT 812
142     812 FORMAT(1H1,//5X,'** FORCE **/5X,'** X-DIRECTION')
143     CALL DNOUTP(FXP,300,IJ,5,4H FX,5,5,3,11,3,0)
144     PRINT 813
145     813 FORMAT(1H //5X,'** Z=DIRECTION')
146     CALL DNOUTP(FZP,300,IJ,5,4H FZ,5,5,3,11,3,0)
147     STOP
148     998 FORMAT(1H0/)
149     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE ROUT (K,L,I,NB,A,B,C,D,E,I,A,I,B,J,A,J,B,K,A,B,L,A,M,B)
2      DIMENSION A(K,L),B(K,L),C(K,L),D(K,L),E(K,L),IV(25)
3      IV(1)=4H(9X)
4      IV(2)=JA
5      IV(3)=IB
6      IV(4)=4H(G15
7      IV(5)=4H.5/
8      IV(6)=4H 9X+
9      IV(7)=JA
10     IV(8)=JB
11     IV(9)=IV(4)
12     IV(10)=IV(5)
13     IV(11)=IV(6)
14     IV(12)=KA
15     IV(13)=KB
16     IV(14)=IV(4)
17     IV(15)=IV(5)
18     IV(16)=IV(6)
19     IV(17)=LA
20     IV(18)=LB
21     IV(19)=IV(4)
22     IV(20)=IV(5)
23     IV(21)=IV(6)
24     IV(22)=MA
25     IV(23)=MB
26     IV(24)=IV(4)
27     IV(25)=4H.5)
28     DO 100 M=1,NB
29     100 WRITE(6,IV) A(I,M),B(I,M),C(I,M),D(I,M),E(I,M)
30     RETURN
31     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE DNQUTP_(X,MAX,JILL,NMAX,LMET,I1,I2,I3,I4,I5,I6).
2      DIMENSION XMAX)
3      DIMENSION IVOT(150)
4      SUBCHK(1) *
5      MAX=JILL
6      LINT=1
7      DO 10 J=1,102
8      IVOT(J)=4H
9      10 CONTINUE
10     IF(16,EQ,0) WRITE(6+1000)
11     IF(16,EQ,0) IVOT(1)=4H1H
12     IF(16,EQ,1) IVOT(1)=4H1H0
13     IVOT(2)=4H,
14     IVOT(3)=IBTOD(I1)
15     IVOT(4)=4H X,
16     IVOT(5)=IBTOD(I2)
17     IVOT(6)=4H X,
18     IVOT(7)=LMFT
19     IVOT(8)=4H,
20     IVOT(9)=4H C,
21     IVOT(10)=IBTOD(I3)
22     IVOT(11)=4H ,
23     IVOT(12)=4H =
24     IVOT(13)=4H1PE
25     IVOT(14)=IBTOD(I4)
26     IVOT(15)=4H ,
27     IVOT(16)=IBTOD(I5)
28     IVOT(17)=4H
29     IF(NMAX,EQ,1) GO TO 200
30     IF(MAX,LE,NMAX) GO TO 220
31     DO 100 J=2,NMAX
32     JINT=A+13*(J-1)
33     DO 50 I=1,13
34     JJ=JINT+I
35     II=I+4
36     IVOT(JJ)=IVOT(II)
37     50 CONTINUE
38     100 CONTINUE
39     200 CONTINUE
40     JMAX=5+13*NMAX
41     IVOT(JMAX)=4H
42     MMAX=MAX/NMAX*NMAX
43     IF(MMAX,EQ,MAX) LMAX=MAX-NMAX
44     IF(CMMAX,NE,MAX) LMAX=MMAX
45     WRITE(6,IVOT) (J,X(J),J=1,LMAX)
46     LINT=LMAX+1
47     KMAX=MAX-LMAX
48     GO TO 230
49     220 CONTINUE
50     KMAX=MAX
51     230 CONTINUE
52     IF(KMAX,EQ,1) GO TO 400
53     DO 300 J=2,KMAX
54     JINT=A+13*(J-1)
55     DO 250 I=1,13
56     JJ=JINT+I
57     II=I+4
58     IVOT(JJ)=IVOT(II)
59     250 CONTINUE
60     300 CONTINUE
61     400 CONTINUE
62     JMAX=5+13*KMAX
63     IVOT(JMAX)=4H
64     JMAX1=JMAX+1
65     DO 500 J=JMAX1,102
66     IVOT(J)=4H
67     500 CONTINUE
68     WRITE(6,IVOT) (J,X(J),J=LINT,MAX)
69     RETURN
70     1000 FORMAT( )
71     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE POUT(X,IPRT1,IPRT2,IOUT,IMAX,JILL)
2      DIMENSION X(IMAX),IVOT(9)
3      IMAX=JILL
4      IVOT(1)=4H1H+
5      IVOT(2)=4H;
6      IVOT(3)=4H,
7      IVOT(4)=4H+,
8      IVOT(5)=IPRT1
9      IVOT(6)=IPRT2
10     IVOT(7)=4H1; G
11     IVOT(8)=4H11.4
12     IVOT(9)=4H
13     DO 100 I=1,IMAX
14     J=(I-1)/IOUT
15     JO=J*IOUT
16     IOWJO=1
17     IF(I,EQ,10) WRITE(6+1000)
18     JJ=(I-JO)*13+13
19     IVOT(J)=IBTOD(JJ)
20     WRITE(6,IVOT) X(I)
21     100 CONTINUE
22     RETURN
23     1000 FORMAT( )
24     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE QOUT(I,J,Z,I1A,I2A,JA,JB,KA,KB,KC,I,JZ,JILL)
2      DIMENSION I(JZ),J(JZ),Z(JZ),IV(16)
3      IV(1)=4H1H
4      IV(2)=4H;
5      IV(3)=4H5X+
6      IV(4)=4A
7      IV(5)=1B
8      IV(6)=4H15;
9      IV(7)=4H5X-
10     IV(8)=JA
11     IV(9)=JB
12     IV(10)=4H15;
13     IV(11)=4H5X+
14     IV(12)=KA
15     IV(13)=KB
16     IV(14)=KC
17     IV(15)=4H1G10
18     IV(16)=4H13
19     DO 100 K=1,111
20     100 WRITE(6,IV ) I(K)+J(K)+Z(K)
21     RETURN
22     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE FORCE(BX,BY,BZ,U,V,W,FX,FY,FZ,AR10,AREO,AZ10,AZ20,
2      ,ATHE,ACD,AR ,APHR,MTT,NBB,NK)
3      DIMENSION AR10(5,10),AREO(5,10),AZ10(5,10),AZ20(5,10),ACD(5,10),
4      ,ATHE(5,10),APHR(5),AR (5),MTT(5),NBB(5)
5      DO 40 I=1,MK
6      NI=I
7      MT=MTT(I)
8      NB=NBB(I)
9      R =AR (I)           *0.001
10     DO 10 J=1,MT
11     T=ATHE(I,J)*3.1415926/180.
12     X=U*COS(T)+V*SIN(T)-R
13     Y=-U*SIN(T)+V*COS(T)
14     G=SQRT(X**2+Y**2)
15     ZZ=ABS(Y)
16     DO 10 K=1,NB
17     NK=K
18     R10=AR10(I,K)
19     REO=AREO(I,K)
20     Z1=AZ10(I,K)
21     Z2=AZ20(I,K)
22     IF(Z2.GT.ABS(Z1),OR,ZZ.GT.ABS(ZZ)) GO TO 10
23     IF(G,GE,R10,AND,G,LE,REO) GO TO 100
24     CONTINUE
25     FX=0,
26     FY=0,
27     FZ=0,
28     RETURN
29     100 CONTINUE
30     C=ACD(NI,NK)
31     THR=ATAN2(V,U)
32     PHR=APHR(NI)
33     CDZ=C *COS(PHR)
34     CDY=C *SIN(PHR)
35     CDX=CD0*COS(THR)
36     FX=(CDY*BZ-CDZ*BY)/980.
37     FY=(CDZ*BZ-CDX*BY)/980.
38     FZ=(CDX*BY-CDY*BZ)/980.
39     RETURN
40     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE MFTOCR(X,Y,Z,BX,BY,BZ,RM,NB,RIO,REO,Z10,Z20,CD,MT,THE,R)
2      ,+THET,A,PHR,RO,BTT,BPT,BRT,BVT)
3      C      PROGRAM MFTOCR(INPUT,OUTPUT,TAPE5=INPUT,TAPE6=OUTPUT)
4      DIMENSION RIO(10),REO(10),Z10(10),Z20(10),CD(10),THE(10)
5      COMMON/SOL/ RI,RE,Z1,Z2+C
6      PI=3.14159263590
7      RXY=RH+RD*COS(PHR)
8      BTT=0,
9      BPT=0,
10     BRT=0,
11     DO 20 M=1,MT
12     TRR=PI*THE(M)/180,
13     TT=TRR-THR
14     ZOD=RXY*SIN(TT)
15     XOD=RXY*COS(TT)-RM
16     YOD=RO*SIN(PHR)
17     IF (YOD) 90,91,92
18     90 IF (XOD) 60,61,62
19     60 PHD=PI+ATAN(YOD/XOD)
20     GO TO 80
21     61 PHD=(3.+PI)/2,
22     GO TO 80
23     62 PHD=2.*PI+ATAN(YOD/XOD)
24     GO TO 80
25     91 IF (XOD) 65,66,66
26     65 PHD=PI
27     GO TO 80
28     66 PHD=0,
29     GO TO 80
30     92 IF (XOD) 70,71,72
31     70 PHD=PI+ATAN(YOD/XOD)
32     GO TO 80
33     71 PHD=PI/2,
34     GO TO 80
35     72 PHD=ATAN(YOD/XOD)
36     80 ROD=SQRT(XOD**2+YOD**2)
37     DO 20 N=1,NB
38     RI=RIO(N)
39     RE=REO(N)
40     Z1=Z10(N)
41     Z2=Z20(N)
42     C=CD(N)
43     CALL SOLENO(ROD,ZOD,BRD,BZD)
44     BX=BRD*COS(PHD)
45     BY=BRD*SIN(PHD)
46     BRG=BX*D*COS(TT)+BZD*SIN(TT)
47     BT=-BZD*COS(TT)+BX*SIN(TT)
48     BP=BY*D*COS(PHR)+BRG*SIN(PHR)
49     BR=BRG*COS(PHR)+BY*D*SIN(PHR),
50     BTT=BTT+BT
51     BPT=BPT+BP
52     BRT=BRT+BR
53     20 CONTINUE
54     BVT=SQRT(BTT**2+BPT**2+BRT**2)
55     BZ=BRT*SIN(PHR)+BPT*COS(PHR)
56     BWT=BRT*COS(PHR)+BPT*SIN(PHR)
57     BY=BWT*SIN(PHR)+BTT*COS(PHR)
58     BX=BWT*COS(PHR)+BTT*SIN(PHR)

```

* SOURCE STATEMENT (MFTOCR)*

```

57     RETURN
58     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE SOLENO(RPI,ZP,BR+BZ)
2      EXTERNAL FBZ,FBR
3      COMMON/SOL/ RI,RE,Z1,Z2,C
4      COMMON Z,R,RP
5      ZN=(Z1+Z2)/2,
6      IF ((RPI,EQ,RI),OR,(RPI,EQ,RE)) GO TO 400
7      IF (RPI,EQ,0,) GO TO 450
8      CALL CHBZ(FBZ,RI,RE,Z1,Z2,RPI,ZP,BZN)
9      GO TO 403
10     450 CALL CHBAX(RI,RE,Z1,Z2+ZP+BZN)
11     GO TO 403
12     400 CALL CHBCT(FBZ,RI,RE,Z1,Z2,RPI,ZP,BZN)
13     403 BZ=BN+C
14     IF ((RPI,EQ,0,),OR,(ZP,EQ,ZN)) GO TO 11
15     IF (((RI,LT,RPI),OR,(RE,LT,RPI)),AND,((Z1,EQ,ZP),OR,(Z2,EQ,ZP))) G
16     TO 401
17     CALL CHBZ(FBR,RI,RE,Z1,Z2,RPI,ZP,BRN)
18     GO TO 12
19     401 CALL CHBCT(FBR,RI,RE,Z1,Z2,RPI,ZP,BRN)
20     GO TO 12
21     11 BRN=0,
22     12 BR=BRN+C
23     RETURN
24     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE CHB(FON,RI,RE,Z1,Z2,RPI+ZP,BT)
2      COMMON Z,R,RP
3      DIMENSION ZO(2),RO(2),ZT(2,2),ST(2,2)
4      RP=RPI
5      ZO(1)=ZP-Z1
6      ZO(2)=ZP-Z2
7      RO(1)=RI
8      RO(2)=RE
9      PRECIS=0.00145
10     N=10
11     NM=300
12     FN=N
13     PI=3.141592653590
14     A=0,
15     H=(PI-0.)/FN
16     DO 200 I=1,2
17     Z=ZO(I)
18     DO 200 J=1,2
19     R=RO(J)
20     ZT(I,J)=(FON(A)+FON(PI))/2,
21     ND=N-1
22     DO 1 K=1,ND
23     W=K
24     X=A+W*H
25     1 ZTC(I,J)=ZT(I,J)+FON(X)
26     200 CONTINUE
27     ZTT=ZTC(2,2)-ZT(2,1)=ZT(1,2)+ZT(1,1)
28     100 DO 205 I=1,2
29     DO 205 J=1,2
30     ST(I,J)=0,
31     205 CONTINUE
32     DO 210 I=1,2
33     Z=ZO(I)
34     DO 210 J=1,2
35     R=RO(J)
36     DO 2 L=1,N
37     U=L-1
38     Y=0.+H/2.+U*H
39     2 ST(I,J)=ST(I,J)+FON(Y)
40     210 CONTINUE
41     STT=ST(2,2)-ST(2,1)=ST(1,2)+ST(1,1)
42     S,V=(ZTT+STT)/2,
43     IF (SAV) 10,30,10
44     10 DIF=ABS(ZTT-STT)
45     ACCUR=DIF/ABS(SAV)
46     IF (N-NMAX) 20,30,30
47     20 IF (ACCUR>PRECIS) 30,31,31
48     31 N=2*N
49     H=H/2,
50     ZTT=STT+ZTT
51     GO TO 100
52     30 BT=H*SAV
53     RETURN
54     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE CHBAX(RI,RE,Z1,Z2,ZP,BZ)
2      ZL1=ZP-Z1
3      ZL2=ZP-Z2
4      F1=ZL1* ALOG((RE+SQRT(RE**2+ZL1**2))/(RI+SQRT(RI**2+ZL1**2)))
5      F2=ZL2* ALOG((RE+SQRT(RE**2+ZL2**2))/(RI+SQRT(RI**2+ZL2**2)))
6      PI=3.141592653590
7      BZ=-2.*PI*(F2-F1)
8      RETURN
9      END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE CHBCT(FON,R1,RE,Z1,Z2,RP1+ZP+BT)
2      COMMON Z,R,RP
3      DIMENSION ZO(2),RO(2),ZT(2,2),ST(2,2)
4      RP=RP1
5      ZO(1)=ZP-Z1
6      ZD(2)=ZP-Z2
7      RO(1)=R1
8      RO(2)=RE
9      IF ((ZO(2),EQ,0.),AND,((R1,EQ,RP),OR,(RE,EQ,RP))) GO TO 2000
10     PRECIS=0.00145
11     NMAX=200
12     GO TO 2100
13 2000 PRECIS=0.145
14     NMAX=300
15 2100 N=10
16     FN=N
17     PI=3.141592653590
18     A=0.01
19     H=(P)-0./FN
20     DO 200 I=1,2
21     Z=ZO(I)
22     DO 200 J=1,2
23     R=RO(I,J)
24     ZT(I,J)=(FON(A)+FON(P))/2,
25     ND=N-1
26     DO 1 K=1,ND
27     W=K
28     X=A+W*H
29     1 ZT(I,J)=ZT(I,J)+FON(X)
30     200 CONTINUE
31     ZTT=ZT(2,2)-ZT(2,1)-ZT(1,2)+ZT(1,1)
32     100 DO 205 I=1,2
33     DO 205 J=1,2
34     ST(I,J)=0,
35     205 CONTINUE
36     DO 210 I=1,2
37     Z=ZO(I)
38     DO 210 J=1,2
39     R=RO(I,J)
40     DO 2 L=1,N
41     U=L-1
42     Y=0.+H/2.+U*H
43     2 ST(I,J)=ST(I,J)+FON(Y)
44     210 CONTINUE
45     STT=ST(2,2)-ST(2,1)-ST(1,2)+ST(1,1)
46     SAV=(ZTT-STT)/2,
47     IF (SAV) 10,30,10
48     10 DIF=ABS(STT-STT)
49     ACCUR=DIF/ABS(SAV)
50     IF (N-NMAX) 20,30,30
51     20 IF (ACCUR-PRECIS) 30,31,31
52     31 N=2*N
53     H=H/2,
54     ZTT=STT+ZTT
55     GO TO 100
56     30 BT=H*SAV
57     RETURN
58     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      FUNCTION FBZ(F)
2      COMMON Z,R,RP
3      IF (Z) 1+2,1
4      1 RR=R-RP*COS(F)
5      RT=SQRT(Z**2+RP**2+R**2-2.*RP*R*COS(F))
6      F1= ALOG(RR+RT)
7      F2=(0.5*RP*COS(F)/ABS(Z))*ALOG((RT-ABS(Z))/(RT+ABS(Z)))
8      RRS=RT*RP*SIN(F)
9      RA=RP*SIN(F)/ABS(Z)
10     IF (RRS) 11,12,11
11     11 F3=RA*ATAN(ABS(Z)*RR/RRS)
12     GO TO 30
13     12 PI=3.141592653590/2.
14     F3=PI*RP
15     30 FBZ=2.*Z*(-F1-F2+F3)
16     RETURN
17     2 FBZ=0,
18     RETURN
19     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      FUNCTION FBR(F)
2      COMMON Z,R,RP
3      RR=R-RP*COS(F)
4      RT=SQRT(Z**2+RP**2+R**2-2.*RP*R*COS(F))
5      F1=RT*COS(F)
6      F2=( ALOG(RR+RT))*RP*((COS(F))**2)
7      FBR=2.* (F1+F2)
8      RETURN
9      END

```

PROGRAM OF PUNCH OUT CARD-ELECTRO-MAGNETIC FORCE (UNIT KG-MM)

COIL NO SYURUI 2
 GENTEN-KAN NO KYORI 1500.0
 ZAHYO NO KATAMUKI 0.0
 NAI HANKEI 385.00
 HANKEI BUNKATSU-SU 3

ZOHBUN 115.0 ZOHBUN 115.0 ZOHBUN 20.00

ENSU BUNKATSU-SU 12
 ATSUMI 320.00
 Y-ZAHYO CHI 0.0

TORUS-SU 2 COIL-SU 1 DAI HANKEI 0.138E+04
 TORUS-SU 1 COIL-SU 1 DAI HANKEI 0.150E+04

SYURUI 1
 NAI-KEI 59.00
 GAI-KEI 91.00
 -ATSUMI -105.00
 +ATSUMI 105.00
 DENRYU 3.0000

KAKUDO 18.00 KAKUDO -18.00

SYURUI 2
 NAI-KEI 38.00
 GAI-KEI 61.00
 -ATSUMI -16.00
 +ATSUMI 16.00
 DENRYU 3.0000

KAKUDO 0.0

BT	BR	BH	BX	BY	BZ	BV	FX	FY	FZ
-3.78	0.201E+05	-0.369E+07	-0.356E+07	-3.78	-0.954E+08	3.78	0.112E+01	-0.113E+09	0.300E+02
-0.671	-0.112E+07	-0.682E+07	-0.625E+07	-0.671	-0.304E+07	0.671	0.199E+02	-0.209E+09	0.532E+03
0.929	0.155E+07	-0.590E+07	-0.610E+07	0.929	-0.350E+09	0.929	0.0	0.0	0.0
-3.92	-0.140E+05	-0.369E+07	-0.261E+07	-3.92	-0.261E+07	3.92	0.849E+02	-0.113E+09	0.849E+02
-0.800	-0.142E+07	-0.324E+07	0.726E+06	-0.800	-0.530E+07	0.800	0.173E+02	-0.991E+10	0.173E+02
0.819	-0.110E+07	0.137E+07	0.175E+07	0.819	0.193E+08	0.819	0.0	0.0	0.0
-4.23	-0.540E+07	0.178E+07	0.568E+07	-4.23	0.324E+08	4.23	0.335E+02	0.546E+10	0.125E+01
-1.11	-0.849E+07	-0.831E+08	0.837E+07	-1.11	-0.310E+07	1.11	0.876E+03	-0.254E+10	0.327E+02
0.541	-0.319E+07	0.966E+08	0.333E+07	0.541	0.108E+08	0.541	0.0	0.0	0.0
-4.69	-0.379E+07	0.248E+07	0.302E+07	-4.69	0.336E+07	4.69	-0.372E+02	0.754E+10	0.139E+01
-1.66	-0.656E+07	-0.508E+07	0.765E+07	-1.66	-0.321E+07	1.66	-0.131E+02	-0.156E+09	0.490E+02
-0.115E+01	0.220E+07	0.414E+08	-0.223E+07	-0.115E+01	-0.169E+08	0.115E+01	0.0	0.0	0.0
-5.18	-0.726E+08	-0.385E+07	0.324E+07	-5.18	-0.221E+07	5.18	-0.112E+01	-0.118E+09	0.112E+01
-2.37	0.222E+07	-0.908E+07	0.486E+07	-2.37	-0.799E+07	2.37	-0.513E+02	-0.278E+09	0.513E+02
-0.838	0.339E+07	-0.250E+07	-0.630E+08	-0.838	-0.417E+07	0.838	0.0	0.0	0.0
-5.48	0.220E+08	0.419E+07	-0.410E+07	-5.48	0.872E+08	5.48	-0.162E+01	0.128E+09	0.435E+02
-2.88	-0.257E+08	-0.818E+07	0.797E+07	-2.88	-0.187E+07	2.88	-0.851E+02	-0.251E+09	0.228E+02
-1.51	-0.672E+09	-0.523E+07	0.507E+07	-1.51	-0.129E+07	1.51	0.0	0.0	0.0
-5.48	-0.679E+09	0.380E+07	-0.369E+07	-5.48	-0.918E+08	5.48	-0.162E+01	0.116E+09	-0.435E+02

** FORCE **
 ** X-DIRECTION

FX(1)= 4.554E+04	FX(2)= 5.573E+04	FX(3)= 1.018E+04	FX(4)= 0.0	FX(5)= 4.006E+04
FX(6)= 4.959E+04	FX(7)= 9.531E+03	FX(8)= 0.0	FX(9)= 2.411E+04	FX(10)= 3.079E+04
FX(11)= 6.687E+03	FX(12)= 0.0	FX(13)= -7.446E+02	FX(14)= -1.864E+03	FX(15)= -1.119E+03
FX(16)= 0.0	FX(17)= -3.039E+04	FX(18)= -4.692E+04	FX(19)= -1.653E+04	FX(20)= 0.0
FX(21)= -5.584E+04	FX(22)= -9.052E+04	FX(23)= -3.498E+04	FX(24)= 0.0	FX(25)= -6.602E+04
FX(26)= -1.097E+05	FX(27)= -4.364E+04	FX(28)= 0.0	FX(29)= -5.584E+04	FX(30)= -9.082E+04
FX(31)= -3.498E+04	FX(32)= 0.0	FX(33)= -3.039E+04	FX(34)= -4.692E+04	FX(35)= -1.653E+04
FX(36)= 0.0	FX(37)= -7.446E+02	FX(38)= -1.864E+03	FX(39)= -1.119E+03	FX(40)= 0.0
FX(41)= 2.411E+04	FX(42)= 3.079E+04	FX(43)= 6.687E+03	FX(44)= 0.0	FX(45)= 4.006E+04
FX(46)= 4.959E+04	FX(47)= 9.531E+03	FX(48)= 0.0		

** Z-DIRECTION

FZ(1)= -3.662E+04	FZ(2)= -4.578E+04	FZ(3)= -9.155E+05	FZ(4)= 0.0	FZ(5)= 2.339E+04
FZ(6)= 2.920E+04	FZ(7)= 5.804E+03	FZ(8)= 0.0	FZ(9)= 4.273E+04	FZ(10)= 5.556E+04
FZ(11)= 1.283E+04	FZ(12)= 0.0	FZ(13)= 5.367E+04	FZ(14)= 7.462E+04	FZ(15)= 2.095E+04
FZ(16)= 0.0	FZ(17)= 5.105E+04	FZ(18)= 7.678E+04	FZ(19)= 2.572E+04	FZ(20)= 0.0
FZ(21)= 3.167E+04	FZ(22)= 5.068E+04	FZ(23)= 1.901E+04	FZ(24)= 0.0	FZ(25)= 0.0
FZ(26)= 0.0	FZ(27)= 0.0	FZ(28)= 0.0	FZ(29)= -3.167E+04	FZ(30)= -5.068E+04
FZ(31)= -1.901E+04	FZ(32)= 0.0	FZ(33)= -5.105E+04	FZ(34)= -7.678E+04	FZ(35)= -2.572E+04
FZ(36)= 0.0	FZ(37)= -5.367E+04	FZ(38)= -7.462E+04	FZ(39)= -2.095E+04	FZ(40)= 0.0
FZ(41)= -4.273E+04	FZ(42)= -5.556E+04	FZ(43)= -1.283E+04	FZ(44)= 0.0	FZ(45)= -2.339E+04
FZ(46)= -2.920E+04	FZ(47)= -5.804E+03	FZ(48)= 0.0		

* SOURCE STATEMENT *

```

1      OPTION MAP
***** ELECTRO-MAGNETIC FORCE OF ECCENTRIC TEST --- (EFET)
***** BY S.SHIMAMOTO AND H.NISHIMURA
***** VARIABLE I CONTENT I UNIT
***** NB I NUMBER OF COILS I *
***** OX(I) I DISTANCE FROM CIRCLE-CENTER TO X-AXIS I (MM) *
***** OY(I) I DISTANCE FROM CIRCLE-CENTER TO Y-AXIS I (MM) *
***** OZ(I) I DISTANCE FROM CIRCLE-CENTER TO Z-AXIS I (MM) *
***** RI0(I) I INNER RADIUS I (MM) *
***** RE0(I) I OUTER RADIUS I (MM) *
***** Z1O(I) I THICKNESS COORDINATE (ONE EDGE) I (MM) *
***** Z2O(I) I THICKNESS COORDINATE (ANOTHER EDGE) I (MM) *
***** CD(I) I CURRENT DENSITY I (KA/CM2) *
***** INZ I FORCED-COIL NUMBER I *
***** RS I INNER RADIUS OF FORCED-COIL I (MM) *
***** NR I RADIUS DIVISION OF IT I *
***** DR(I) I INCREMENT OF RADIUS I (MM) *
***** NT I CIRCUMFERENCE DIVISION OF IT I *
***** THICK I THICKNESS OF IT I (MM) *
***** ( THIS PROGRAM BELONGS TO JEARI ) *
***** PROGRAM SOLENO(INPUT,OUTPUT,TAPE5=INPUT,TAPE6=OUTPUT)
2  COMMON Z,R,RP
3  DIMENSION BZT(5,80),BVT(5,80),BRT(5,80),
4  ,X(10),Z(10),RI0(10),RE0(10),Z1O(10),Z2O(10),CD(10),DR(5),OY(10)
5  ,DIMENSION RPO(5,5),TT(80),RPO(5)
6  ,DIMENSION BXT(5,80),BYT(5,80),OC(5)
7  ,DIMENSION FXP(300),FPY(300)
8  ,DIMENSION FX(5,80),FY(5,80),FZ(5,80)
9  ,DIMENSION TU(80)
10 ,SUBCHK1# *
11 ,READ(5,*),NB,(OX(I),OY(I),OZ(I),RI0(I),RE0(I),Z1O(I),Z2O(I),CD(I))
12 ,),I=1,NB)
13 999 CONTINUE
14 ,READ(5,*),END=603 INZ,RS,NR,(DR(I),I=1,NR),NT,THICK
15 ,ZP=THICK+OZ(INZ)
16 ,DO 1000 J=1,5
17 ,DO 1000 I=1,80
18 ,BRT(I,J)=0,
19 ,BZT(I,J)=0,
20 ,1000 CONTINUE
21 ,DO 500 N=1,NB
22 ,  WRITE(6,T0)
23 ,  T0 FORMAT(1H1,//,40X,3BH MAGNETIC FIELD BY SINGLE SOLENOID)
24 ,  WRITE(6,T01)
25 ,  T01 FORMAT(4X,6HRI(MM),4X,6HRE(MM),4X,6HZ1(MM),4X,6HZ2(MM),2X,14HCD(X
26 ,  *1000A/CM2))
27 ,  WRITE(6+71),N,RI0(N),RE0(N),Z1O(N),Z2O(N),CD(N)
28 ,  T1 FORMAT(6+71),30X,18,2X,5F10,3)
29 ,  WRITE(6+72),
30 ,  T2 FORMAT(16X,5HRC(MM),5X,6HT(DEG),5X,9HBZ(TESLA),7X,6HBZ/BZD,8X,9HBR(
31 ,  ,TESLA),6X,9HBV(TESLA),7X,6HBV/BVO)
32 ,  R1=R(O,N)
33 ,  RE=RE0(N)
34 ,  Z1=Z1O(N)
35 ,  Z2=Z2O(N)
36 ,  ZM=(Z1+Z2)/2,
37 ,  MR=NR+1
38 ,  DT=2,*3.1415927/NT
39 ,  DO 500 J=1,NT
40 ,  T=DT*(J-1)+0.5*DT
41 ,  TT(J)=T*180./3.1415927
42 ,  RJ=RS
43 ,  73 FORMAT(1H0)
44 ,  DO 500 I=1,NR
45 ,  S=0.5*SIN(DT)*DR(I)*(2.*RJ-DR(I))
46 ,  C(I)=S*(Z2O(N)-Z1O(N))
47 ,  RJA=RJ+DR(I)*0.5
48 ,  X=RJ*COS(T)+OX(INZ)-OX(N)
49 ,  Y=RJ*SIN(T)+OY(INZ)-OY(N)
50 ,  RJ=RJ+DR(I)*0.5
51 ,  RP1=SORT(X**2+Y**2)
52 ,  RP0(I,N)=RP1
53 ,  RPO(I)=RP1
54 ,  IF ((RP1, EQ, R1), OR, (RP1, EQ, RE)) GO TO 400
55 ,  IF (RP1, EQ, 0.), GO TO 450
56 ,  CALL CHB(FBZ,R1+RE,Z1,Z2,RP1+ZP,BZN)
57 ,  GO TO 403
58 ,  400 CALL CHBCT(FBZ,R1+RE,Z1,Z2,RP1+ZP,BZN)
59 ,  403 BZ=BN*CD(N)
60 ,  IF ((RP1, EQ, 0.), OR, (RP1, EQ, ZN)) GO TO 11
61 ,  IF (((R1, LT, RP1), OR, (RE, LT, RP1)), AND, ((Z1, EQ, ZP), OR, (Z2, EQ, ZP))) G
62 ,  10 TO 401
63 ,  CALL CHB(FBR,R1+RE,Z1,Z2,RP1+ZP,BRN)
64 ,  GO TO 12
65 ,  401 CALL CHBCT(FBR,R1+RE,Z1,Z2,RP1+ZP,BRN)
66 ,  GO TO 12
67 ,  11 BRN=0,
68 ,  12 BR=BR+CD(N)
69 ,  BV=SORT(BZ**2+BR**2)
70 ,  IF ((J, EQ, 1), AND, (J, EQ, 1)) BZ0=BZ
71 ,  BZN=BZ/BZ0
72 ,  BZ=0.001*BZ
73 ,  BR=0.001*BR
74 ,  BV=0.001*BV
75 ,  WRITE(6,2003) RPD(I),TT(J),BZ,BZN,BR,BV,BVN
76 ,  200 FORMAT(10X,2F10.4,5F15.6)
77 ,  BRT(I,J)=BRT(I,J)+BR
78 ,  BZT(I,J)=BZT(I,J)+BZ
79 ,  500 CONTINUE
80 ,  IF (NB, EQ, 1) GO TO 603

```

* SOURCE STATEMENT (FTMAIN)*

```

81      WRITE(6,600)
82      600 FORMAT(1H1,/,*40X,35HMAGNETIC FIELD BY MULTIPLE SOLENOID)
83      PRINT 701
84      DO 300 N=1,NB
85      WRITE(6,71) N,RIO(N),REO(N),Z10(N),Z20(N),CD(N)
86      300 CONTINUE
87      PRINT 72
88      DO 301 J=1,NT
89      T=TT(J)*3.1415927/180,
90      TU(J)=T
91      WRITE(6,800)
92      800 FORMAT(1H0)
93      DO 301 I=1,NR
94      BVT(I,J)=SQR(BRT(I,J)**2+BZT(I,J)**2)
95      IF ((I,EQ,1),AND,(J,EQ,1)) BZTO=BZT(I,J)
96      BZN=BZT(I,J)/BZTO
97      BVN=BVT(I,J)/BZTO
98      BXT(I,J)=BRT(I,J)*COS(T)
99      BYT(I,J)=BRT(I,J)*SIN(T)
100     301 WRITE(6,201) TT(J),BZT(I,J),BZN,BRT(I,J),BVT(I,J),BVN
101     201 FORMAT(F10.4,5F15.6)
102     RI=RIO(INZ)
103     RE=REC(INZ)
104     Z1=Z10(INZ)
105     Z2=Z20(INZ)
106     CDD=CD(INZ)
107     CALL FORCE(BXT,BYT,BZT,FX,FY,FZ,INZ,RP0,ZP,TU,NT,NR,RI,RE,Z1,Z2,CD
   ,D)
108     IJ=NT*MR
109     DO 804 N=1,IJ
110     FXP(N)=0.
111     FYP(N)=0.
112     804 CONTINUE
113     DO 801 J=1,NT
114     DO 801 I=1,NR
115     GX=FX(I,J)*C(J)*0.25
116     GY=FYP(I,J)*C(J)*0.25
117     NI=I*(J-1)+MR
118     N2=N1+1
119     N3=N2+MR
120     IF(J,NE,NT) N3=I+1
121     N4=N3-1
122     FXP(N1)=FXP(N1)+GX
123     FXP(N2)=FXP(N2)+GX
124     FXP(N3)=FXP(N3)+GX
125     FXP(N4)=FXP(N4)+GA
126     FYP(N1)=FYP(N1)+GY
127     FYP(N2)=FYP(N2)+GY
128     FYP(N3)=FYP(N3)+GY
129     FYP(N4)=FYP(N4)+GY
130     801 CONTINUE
131     DO 802 I=1,IJ
132     AFX=ABS(FXP(I))
133     AFY=ABS(FYP(I))
134     IF(AFX,GE,1.E-4,OR,AFY,GE,1.E-4) PUNCH 803,I,FXP(I),FYP(I)
135     803 FORMAT(15,2G10.3)
136     802 CONTINUE
137     PRINT 812
138     PRINT 813

```

* SOURCE STATEMENT (FTMAIN)*

```

139      CALL DNOUTP(FXP,300,IJ,5,4H FX,5,5,3,10,3,0)
140      PRINT 858
141      PRINT 814
142      CALL DNOUTP(FYP,300,IJ,5,4H FY,5,5,3,10,3,0)
143      GO TO 999
144      603 STOP
145      812 FORMAT(1H1,/,*5X,'** FORCE **')
146      813 FORMAT(5X,'** X-DIRECTION')
147      814 FORMAT(5X,'** Y-DIRECTION')
148      888 FORMAT( )
149      END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE FORCE(BX,BY,BZ,FX,FY,FZ,INZ,RP0,ZP,TT,NT,NR,RI,RE,Z1,Z2,CD
   ,CD)
2      DIMENSION BX(5,80),BY(5,80),BZ(5,80),FX(5,80),FY(5,80),FZ(5,80),
   ,RP0(5,5),TT(80)
3      IF(Z1,GT,Z2) GO TO 900
4      IF(ZP,LT,Z1,OR,ZP,GT,Z2) GO TO 800
5      DO 10 J=1,NT
6      I=TT(J)
7      CDX=-CD*SIN(T)
8      CDY= CD*COS(T)
9      DO 20 I=1,NR
10     IF(RPO(I,INZ),LT,RI,OR,RPO(I,INZ),GT,RE) GO TO 100
11     FX(I,J)=(CDY*BZ(I,J))-CDX*BZ(I,J))/980,
12     FY(I,J)=(CDX*BY(I,J)-CDY*BX(I,J))/980,
13     FZ(I,J)=(CDX*BY(I,J)-CDY*BX(I,J))/980,
14     GO TO 20
15     100 CONTINUE
16     FX(I,J)=0.
17     FY(I,J)=0.
18     FZ(I,J)=0.
19     20 CONTINUE
20     10 CONTINUE
21     RETURN
22     800 CONTINUE
23     DO 30 J=1,NT
24     DO 30 I=1,NR
25     FX(I,J)=0.
26     FY(I,J)=0.
27     FZ(I,J)=0.
28     30 CONTINUE
29     RETURN
30     900 CONTINUE
31     PRINT 700
32     700 FORMAT(10X,'Z10 IS GRATER THAN Z20--- THAT IS NEED!')
33     STOP
34     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE CHB(FON,RI,RE,Z1,Z2,RPI,ZP,BT)
2      COMMON Z,R,RP
3      DIMENSION ZO(2),RO(2),ZT(2,2),ST(2,2)
4      SUBCHK(1) =
5      RP=RPI
6      ZO(1)=ZP-Z1
7      ZO(2)=ZP-Z2
8      RO(1)=RI
9      RO(2)=RE
10     PRECIS=0.000145
11     N=10
12     NMAX=300
13     PI=3.141592653590
14     A=0,
15     H=(P1-0.)/FN
16     DO 200 I=1,2
17     Z=ZO(I)
18     DO 200 J=1,2
19     R=RO(J)
20     ZT(I,J)=(FON(A)+FON(P1))/2.
21     ND=N-1
22     DO 1 K=1,ND
23     WK
24     X=A+WH
25     ZT(I,J)=ZT(I,J)+FON(X)
26     200 CONTINUE
27     ZTT=ZT(2,2)-ZT(2,1)-ZT(1,2)+ZT(1,1)
28     100 DO 205 I=1,2
29     DO 205 J=1,2
30     ST(I,J)=0.
31     205 CONTINUE
32     DO 210 I=1,2
33     Z=ZO(I)
34     DO 210 J=1,2
35     R=RO(J)
36     DO 2 L=1,N
37     U=L-1
38     Y=0.+H/2.+U*H
39     2 ST(I,J)=ST(I,J)+FON(Y)
40     210 CONTINUE
41     STT=ST(2,2)-ST(2,1)-ST(1,2)+ST(1,1)
42     SAV=(ZTT-STT)/2.
43     IF (SAV) 10,30,10
44     10 DIF=ABS(ZTT-STT)
45     ACCUR=DIF/ABS(SAV)
46     IF (N-NMAX) 20,30,30
47     20 IF (ACCUR-PRECIS) 30,31,31
48     31 N=2*N
49     H=H/2.
50     ZTT=STT+ZTT
51     GO TO 100
52     30 BT=HSAV
53     RETURN
54     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE CHBAX(RI,RE,Z1,Z2,ZP,BZ)
2      ZL1=ZP-Z1
3      ZL2=ZP-Z2
4      F1=ZL1*ALOG((RE+SQRT(RE**2+ZL1**2))/(RI+SQRT(RI**2+ZL1**2)))
5      F2=ZL2*ALOG((RE+SQRT(RE**2+ZL2**2))/(RI+SQRT(RI**2+ZL2**2)))
6      PI=3.14159263590
7      BZ=-2.*PI*(F2-F1)
8      RETURN
9      END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE CHBCT(FON,RI,RE,Z1,Z2,RPI,ZP,BT)
2      COMMON Z,R,RP
3      DIMENSION ZO(2),RO(2),ZT(2,2),ST(2,2)
4      SUBCHK(1) =
5      RP=RPI
6      ZO(1)=ZP-Z1
7      ZO(2)=ZP-Z2
8      RO(1)=RI
9      RO(2)=RE
10     IF ((ZO(2),EQ,0.),AND.,((RI,EQ,RP),OR,(RE,EQ,RP))) GO TO 2000
11     PRECIS=0.000145
12     NMAY=200
13     GO TO 2100
14     2000 PRECIS=0.0145
15     NMAY=300
16     2100 N=10
17     FN=N
18     PI=3.141592653590
19     A=0.01
20     H=(P1-0.)/FN
21     DO 200 I=1,2
22     Z=ZO(I)
23     DO 200 J=1,2
24     R=RO(J)
25     ZT(I,J)=(FON(A)+FON(P1))/2.
26     ND=N-1
27     DO 1 K=1,ND
28     WK
29     X=A+WH
30     ZT(I,J)=ZT(I,J)+FON(X)
31     200 CONTINUE
32     ZTT=ZT(2,2)-ZT(2,1)-ZT(1,2)+ZT(1,1)
33     100 DO 205 I=1,2
34     DO 205 J=1,2
35     ST(I,J)=0.
36     205 CONTINUE
37     DO 210 I=1,2
38     Z=ZO(I)
39     DO 210 J=1,2
40     R=RO(J)
41     DO 2 L=1,N
42     U=L-1
43     Y=0.+H/2.+U*H
44     2 ST(I,J)=ST(I,J)+FON(Y)
45     210 CONTINUE
46     STT=ST(2,2)-ST(2,1)-ST(1,2)+ST(1,1)
47     SAV=(ZTT-STT)/2.
48     IF (SAV) 10,30,10
49     10 DIF=ABS(ZTT-STT)
50     ACCUR=DIF/ABS(SAV)
51     IF (N-NMAX) 20,30,30
52     20 IF (ACCUR-PRECIS) 30,31,31
53     31 N=2*N
54     H=H/2.
55     ZTT=STT+ZTT
56     GO TO 100
57     30 BT=HSAV
58     RETURN
59     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      FUNCTION FBZ(F)
2      COMMON Z,R,RP
3      IF (Z) 1,2,1
4      1 RR=R-RP*COS(F)
5      RT=SQR(Z**2+RP**2+R**2-2.*RP*R*COS(F))
6      F1=ALOG(RR+RT)
7      F2=(0.5*RP*COS(F)/ABS(Z))* ALOG((RT-ABS(Z))/(RT+ABS(Z)))
8      RRS=RT*RP*SIN(F)
9      RA=RP*SIN(F)/ABS(Z)
10     IF (RRS) 11,12,11
11    11 F3=RA*ATAN(ABS(Z)*RR/RRS)
12    GO TO 30
13    12 PI=3.141592653590/2.
14    F3=RA*PI
15    30 FBZ=2.*Z*(-F1-F2+F3)
16    RETURN
17    2 FBZ=0,
18    RETURN
19    END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      FUNCTION FBR(F)
2      COMMON Z,R,RP
3      RR=R-RP*COS(F)
4      RT=SQR(Z**2+RP**2+R**2-2.*RP*R*COS(F))
5      F1=RT*COS(F)
6      F2=(ALOG(RR+RT))*RP*((COS(F))**2)
7      FBR=2.* (F1+F2)
8      RETURN
9      END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE DNGUTP (X,MAX,JILL,NMAX,LMFT,11,12,13,14,15,16)
2      DIMENSION X(MAX)
3      DIMENSION IVOT(150)
4      SUBCHK(1) *
5      MAX=JILL
6      LINT=1
7      DO 10 J=1,102
8      IVOT(J)=4H
9      10 CONTINUE
10     IF((6,EQ,0) WRITE(6,1000)
11     IF((6,EQ,0) IVOT(1)=4H(IH)
12     IF((6,EQ,1) IVOT(1)=4H(IHO
13     IVOT(2)=4H,
14     IVOT(3)=IBTOD(11)
15     IVOT(4)=4H X,
16     IVOT(5)=IBTOD(12)
17     IVOT(6)=4H X,'*
18     IVOT(7)=LMFT
19     IVOT(8)=4H', '
20     IVOT(9)=4H(. )
21     IVOT(10)=IBTOD(13)
22     IVOT(11)=4H , '
23     IVOT(12)=4H) '
24     IVOT(13)=4H,1PE
25     IVOT(14)=IBTOD(14)
26     IVOT(15)=4H ,
27     IVOT(16)=IBTOD(15)
28     IVOT(17)=4H,
29     IF(NMAX,EQ,1) GO TO 200
30     IF(MAX,LE,NMAX) GO TO 220
31     DO 100 J=2,NMAX
32     JINT=4+13*(J-1)
33     DO 50 I=1,13
34     JJ=JINT+
35     I|=+4
36     IVOT(JJ)=IVOT(11)
37     50 CONTINUE
38     100 CONTINUE
39     200 CONTINUE
40     JMAX=5+13*NMAX
41     IVOT(JMAX)=4H)
42     MMAX=MAX/NMAX*NMAX
43     IF(MMAX,EQ,MAX) LMAX=MAX-NMAX
44     IF(MMAX,NE,MAX) LMAX=MMAX
45     WRITE (6+IVOT) (J,X(J),J=1,LMAX)
46     LINT=LMAX+1
47     KMAX=MAX-LMAX
48     GO TO 230
49     220 CONTINUE
50     KMAX=MAX
51     230 CONTINUE
52     IF(KMAX,EQ,1) GO TO 400
53     DO 300 J=2,KMAX
54     JINT=4+13*(J-1)
55     DO 250 I=1,13
56     JJ=JINT+
57     I|=+4
58     IVOT(JJ)=IVOT(11)
59     250 CONTINUE

```

* SOURCE STATEMENT (DNOUTP)*

```

60     300 CONTINUE
61     400 CONTINUE
62     JMAX=5+13*KMAX
63     IVOT(JMAX)=4H>
64     JMAX=JMAX+1
65     DO 500 J=JMAX1,102
66     IVOT(J)=4H
67     500 CONTINUE
68     WRITE(6+IVOT) (J,X(J),J=LINT,MAX)
69     RETURN
70     1000 FORMAT( )
71     END

```

R(MM)	T(DEG)	MAGNETIC FIELD BY SINGLE SOLENOID					
		R1(MM) BZ(TESLA)	H1(MM) BZ/BZO	Z1(MM) BR(TESLA)	Z2(MM) BR(TESLA)	CD(X1000A/CM2) BV(TESLA)	BV/BZO
385,5000	10.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	30.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	50.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	70.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	90.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	110.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	130.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	150.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	170.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	190.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	210.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	230.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	250.0000	4,249180	0.999994	0.0	4,249180	0.999994	
385,5000	270.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	290.0000	4,249180	0.999994	0.0	4,249180	0.999994	
385,5000	310.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	330.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	
385,5000	350.0000	4,249207	1.000000	0.0	4,249207	1.000000	

** FORCE **

** X-DIRECTION

```

FX( 1)= 2.494E+02   FX( 2)= 2.494E+02   FX( 3)= 2.368E+02   FX( 4)= 2.368E+02   FX( 5)= 2.007E+02
FX( 6)= 2.007E+02   FX( 7)= 1.422E+02   FX( 8)= 1.422E+02   FX( 9)= 5.363E+01   FX( 10)= 5.363E+01
FX( 11)=-7.392E+01  FX( 12)=-7.392E+01  FX( 13)=-2.212E+02  FX( 14)=-2.212E+02  FX( 15)=-3.465E+02
FX( 16)=-3.465E+02  FX( 17)=-4.244E+02  FX( 18)=-4.244E+02  FX( 19)=-4.504E+02  FX( 20)=-4.504E+02
FX( 21)=-4.244E+02  FX( 22)=-4.244E+02  FX( 23)=-3.465E+02  FX( 24)=-3.465E+02  FX( 25)=-2.212E+02
FX( 26)=-2.212E+02  FX( 27)=-7.392E+01  FX( 28)=-7.392E+01  FX( 29)= 5.363E+01  FX( 30)= 5.363E+01
FX( 31)= 1.422E+02  FX( 32)= 1.422E+02  FX( 33)= 2.007E+02  FX( 34)= 2.007E+02  FX( 35)= 2.368E+02

```

** Y-DIRECTION

```

FY( 1)= 1.097E-05   FY( 2)= 1.097E-05   FY( 3)= 8.669E+01   FY( 4)= 8.669E+01   FY( 5)= 1.703E+02
FY( 6)= 1.703E+02   FY( 7)= 2.529E+02   FY( 8)= 2.529E+02   FY( 9)= 3.341E+02   FY( 10)= 3.341E+02
FY( 11)= 3.898E+02   FY( 12)= 3.898E+02   FY( 13)= 3.786E+02   FY( 14)= 3.786E+02   FY( 15)= 2.905E+02
FY( 16)= 2.905E+02   FY( 17)= 1.347E+02   FY( 18)= 1.547E+02   FY( 19)=-3.529E-05  FY( 20)=-3.529E-05
FY( 21)=-1.547E+02  FY( 22)=-1.547E+02  FY( 23)=-2.905E+02  FY( 24)=-2.905E+02  FY( 25)=-3.786E+02
FY( 26)=-3.786E+02  FY( 27)=-3.898E+02  FY( 28)=-3.898E+02  FY( 29)=-3.341E+02  FY( 30)=-3.341E+02
FY( 31)=-2.529E+02  FY( 32)=-2.529E+02  FY( 33)=-1.703E+02  FY( 34)=-1.703E+02  FY( 35)=-8.669E+01

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      OPTION MAP
C *****
C *          AUTOMATIC NODE GENERATOR OF ELEMENT COIL TEST --- (ANGECT)
C *          BY S.SHIMAMOTO AND H.NISHIMURA
C *
C *-----+-----+-----+-----+-----+-----+
C *      VARIABLE   I      CONTENT   I      UNIT
C *-----+-----+-----+-----+-----+-----+
C *      RI       I      INNER RADIUS OF FORCED-COIL           I      (MM)
C *      NR       I      RADIUS DIVISION OF IT                  I      (MM)
C *      DR       I      INCREMENT OF RADIUS                 I      (MM)
C *      NT       I      CIRCUMFERENCE DIVISION OF IT        I
C *-----+-----+-----+-----+-----+-----+
C *
C *          ( THIS PROGRAM BELONGS TO JEARI )
C *****
C
2      DIMENSION XX(200),YY(200)
3      DIMENSION DR(3)
4      100 CONTINUE
5      READ(5,*),END=9999 RI,NR,(DR(I),I=1,NR),NT
6      MR=RR+1
7      DT=2.*3.1415927/NT
8      DO 20 J=1,NT
9      T=DT*(J-1)
10     RJ=RJ
11     DO 10 I=1,MR
12     IF(I.EQ.1) GO TO 100
13     RJ=RJ+DR(I)-1
14     X=RJ*COS(T)
15     Y=RJ*SIN(T)
16     GO TO 200
17    100 CONTINUE
18     X=RJ*COS(T)
19     Y=RJ*SIN(T)
20    200 CONTINUE
21     NP=I+(-1)*MR
22     XX(NP)=X
23     YY(NP)=Y
24     PUNCH 1000,NP,X,Y
25     1000 FORMAT(15.2F10.3)
26     15 CONTINUE
27     20 CONTINUE
28     PRINT 300
29     300 FORMAT(1H1,'** NODE **')
30     PRINT 301
31     301 FORMAT(5X,'** X-COORDINATE **')
32     CALL DNOUTP(XX,200,np,5,4H   X,5,5,3,10,3,0)
33     PRINT 303
34     303 FORMAT( )
35     PRINT 302
36     302 FORMAT(5X,'** Y-COORDINATE **')
37     CALL DNOUTP(YY,200,np,5,4H   Y,5,5,3,10,3,0)
38     GO TO 1
39     999 STOP
40     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE DNOUTP(X,MAX,JILL,NMAX,LMFT,[1,[2,[3,[4,[5,[6
2      DIMENSION X(MAX)
3      DIMENSION IVOT(150)
4      SUBCHK(1) *
5      MAX=JILL
6      LMFT=1
7      DO 10 J=1,102
8      IVOT(J)=4H
9      10 CONTINUE
10     IF(16,EQ.0) WRITE(6,100D)
11     IF(16,EQ.0) IVOT(1)=4H1H
12     IF(16,EQ.1) IVOT(1)=4H1H0
13     IVOT(2)=4H,
14     IVOT(3)=IBTOD(11)
15     IVOT(4)=4H X,
16     IVOT(5)=IBTOD(12)
17     IVOT(6)=4H X,'
18     IVOT(7)=LMFT
19     IVOT(8)=4H', '
20     IVOT(9)=4H',.
21     IVOT(10)=IBTOD(13)
22     IVOT(11)=4H ,'
23     IVOT(12)=4H )'
24     IVOT(13)=4H1PE
25     IVOT(14)=IBTOD(14)
26     IVOT(15)=4H .
27     IVOT(16)=IBTOD(15)
28     IVOT(17)=4H ,
29     IF(NMAX.EQ.1) GO TO 200
30     IF(MAX.LE.NMAX) GO TO 220
31     DO 100 J=2,NMAX
32     JINT=4+13*(J-1)
33     DO 90 I=1,13
34     JJ=JINT+I
35     I|=14
36     IVOT(JJJ)=IVOT(11)
37     100 CONTINUE
38     200 CONTINUE
39     500 CONTINUE
40     JMAX=5+13*NMAX
41     IVOT(JMAX)=4H)
42     MMAX=MAX/NMAX*NMAX
43     IF(MMAX.EQ.1) LMAX=MAX-NMAX
44     IF(MMAX.NE.MAX) LMAX=MMAX
45     WRITE (6,IVOT) (J,X(J),J=1,LMAX)
46     LINT=LMAX+1
47     KMAX=MAX-LMAX
48     GO TO 230
49     220 CONTINUE
50     KMAX=MAX
51     230 CONTINUE
52     IF(KMAX.EQ.1) GO TO 400
53     DO 300 J=2,KMAX
54     JINT=4+13*(J-1)
55     DO 250 I=1,13
56     JJ=JINT+I
57     I|=14
58     IVOT(JJJ)=IVOT(11)
59     250 CONTINUE

```

* SOURCE STATEMENT (DNOUTP) *

```

60    300 CONTINUE
61    400 CONTINUE
62    JMAX=5+13*KMAX
63    IVO(T,JMAX)=H
64    JMAX1=JMAX+1
65    DO 500 J=JMAX1,102
66    IVO(T,J)=H
67    500 CONTINUE
68    WRITE(6,IVO(T)) (J,X(J),J=LINT,MAX)
69    RETURN
70    1000 FORMAT( )
71    END

```

** NODE **

** X-COORDINATE **

X(1)= 3.850E+02	X(2)= 5.000E+02	X(3)= 6.150E+02	X(4)= 6.160E+02	X(5)= 3.618E+02
X(6)= 4.698E+02	X(7)= 5.779E+02	X(8)= 5.789E+02	X(9)= 2.949E+02	X(10)= 3.830E+02
X(11)= 4.711E+02	X(12)= 4.719E+02	X(13)= 4.925E+02	X(14)= 2.500E+02	X(15)= 3.075E+02
X(16)= 3.080E+02	X(17)= 6.685E+01	X(18)= 8.682E+01	X(19)= 1.068E+02	X(20)= 1.070E+02
X(21)= 6.685E+01	X(22)= 8.682E+01	X(23)= 1.068E+02	X(24)= 1.070E+02	X(25)= 1.925E+02
X(26)= 2.500E+02	X(27)= 3.075E+02	X(28)= 3.080E+02	X(29)= 2.949E+02	X(30)= 3.830E+02
X(31)= 4.711E+02	X(32)= 4.719E+02	X(33)= 3.618E+02	X(34)= 4.698E+02	X(35)= 5.779E+02
X(36)= 5.789E+02	X(37)= 3.850E+02	X(38)= 5.000E+02	X(39)= 6.150E+02	X(40)= 6.160E+02
X(41)= 3.618E+02	X(42)= 4.698E+02	X(43)= 4.719E+02	X(44)= 5.779E+02	X(45)= 2.949E+02
X(46)= 3.830E+02	X(47)= 4.711E+02	X(48)= 4.719E+02	X(49)= 1.925E+02	X(50)= 2.500E+02
X(51)= 3.075E+02	X(52)= 3.080E+02	X(53)= 6.685E+01	X(54)= 8.682E+01	X(55)= 1.068E+02
X(56)= 1.070E+02	X(57)= 8.685E+01	X(58)= 8.682E+01	X(59)= 1.068E+02	X(60)= 1.070E+02
X(61)= 2.500E+02	X(62)= 3.075E+02	X(63)= 3.080E+02	X(64)= 3.080E+02	X(65)= 2.949E+02
X(66)= 3.830E+02	X(67)= 4.711E+02	X(68)= 4.719E+02	X(69)= 3.618E+02	X(70)= 4.698E+02
X(71)= 5.779E+02	X(72)= 5.789E+02			

** Y-COORDINATE **

Y(1)= 0.0	Y(2)= 0.0	Y(3)= 0.0	Y(4)= 0.0	Y(5)= 1.317E+02
Y(6)= 1.710E+02	Y(7)= 2.103E+02	Y(8)= 2.107E+02	Y(9)= 2.475E+02	Y(10)= 3.214E+02
Y(11)= 3.953E+02	Y(12)= 3.960E+02	Y(13)= 3.334E+02	Y(14)= 4.330E+02	Y(15)= 5.326E+02
Y(16)= 5.335E+02	Y(17)= 3.792E+02	Y(18)= 4.924E+02	Y(19)= 6.057E+02	Y(20)= 6.066E+02
Y(21)= 3.792E+02	Y(22)= 4.924E+02	Y(23)= 6.057E+02	Y(24)= 6.066E+02	Y(25)= 3.334E+02
Y(26)= 4.330E+02	Y(27)= 5.326E+02	Y(28)= 5.335E+02	Y(29)= 2.475E+02	Y(30)= 3.214E+02
Y(31)= 3.953E+02	Y(32)= 3.960E+02	Y(33)= 1.317E+02	Y(34)= 1.710E+02	Y(35)= 2.107E+02
Y(36)= 2.107E+02	Y(37)= -9.012E-06	Y(38)= -1.170E-05	Y(39)= -1.440E-05	Y(40)= -1.442E-05
Y(41)= -1.317E+02	Y(42)= -1.710E+02	Y(43)= -2.103E+02	Y(44)= -2.107E+02	Y(45)= -2.475E+02
Y(46)= -3.214E+02	Y(47)= -3.953E+02	Y(48)= -3.960E+02	Y(49)= -3.334E+02	Y(50)= -4.330E+02
Y(51)= -5.326E+02	Y(52)= -5.335E+02	Y(53)= -3.792E+02	Y(54)= -4.924E+02	Y(55)= -6.057E+02
Y(56)= -6.066E+02	Y(57)= -3.792E+02	Y(58)= -4.924E+02	Y(59)= -6.057E+02	Y(60)= -6.066E+02
Y(61)= -3.334E+02	Y(62)= -4.330E+02	Y(63)= -5.326E+02	Y(64)= -9.335E+02	Y(65)= -2.475E+02
Y(66)= -3.214E+02	Y(67)= -3.953E+02	Y(68)= -3.960E+02	Y(69)= -1.317E+02	Y(70)= -1.710E+02
Y(71)= -2.107E+02	Y(72)= -2.107E+02			

* SOURCE STATEMENT *

```

C ****
C *
C *          AUTOMATIC ELEMENT GENERATOR OF ELEMENT COIL TEST - (AEGECT) *
C *
C *          BY S.SHIMAMOTO AND H.NISHIMURA *
C *
C *-----+-----+-----+
C * VARIABLE   I      CONTENT           I   UNIT   *
C *-----+-----+-----+
C * NR        I      RADIUS DIVISION OF FORCED-COIL           I   *
C * NT        I      CIRCUMFERENCE DIVISION OF IT           I   *
C *-----+-----+-----+
C *          ( THIS PROGRAM BELONGS TO JEARI ) *
C ****
C
C
1    DIMENSION DR(3)
2    1 CONTINUE
3    READ(5,*END=999) NR,NT
4    MR=NR*1
5    NR2=NR*2
6    PRINT 20
7    PRINT 30
8    DO 10 J=1,NT
9    DO 10 I=1,MR
10   NE=2*I-1+(J-1)*NR2
11   L=I+(-1)*MR
12   M=L+1
13   MN=M*MR
14   IF(KJ,EW,NT) N=[+1
15   PRINT 40,NE,L,M,N
16   PUNCH 100,NE,L,M,N
17   NE=NE+1
18   MN=N
19   PRINT 40,NE,L,M,N
20   PUNCH 100,NE,L,M,N
21   10 CONTINUE
22   PRINT 50
23   GO TO 1
24   999 STOP
25   20 FORMAT(50X,'** ELEMENT **')
26   30 FORMAT(50X,'+'-----+')
   *      50x,I  NE I  L I  MI  NI  /
   *      50x,'+'-----+-----+-----+')
27   40 FORMAT(50X,1H|4(4,2H ))
28   50 FORMAT(50X,'+'-----+-----+-----+')
29   100 FORMAT(415)
30   END

```

** ELEMENT **

I	N	E	T	L	I	M	N
1	1	1	1	2	1	6	
1	2	1	1	3	1	6	
1	3	1	2	3	1	7	
1	4	1	2	6	1	7	
1	5	1	3	4	1	8	
1	6	1	3	7	1	8	
1	7	1	5	6	1	10	
1	8	1	5	1	9	1	10
1	9	1	6	1	7	1	11
1	10	1	6	1	10	1	11
1	11	1	7	1	8	1	12
1	12	1	7	1	11	1	12
1	13	1	9	1	10	1	14
1	14	1	9	1	13	1	14
1	15	1	10	1	11	1	15
1	16	1	10	1	14	1	15
1	17	1	11	1	12	1	16
1	18	1	11	1	15	1	16
1	19	1	13	1	14	1	18
1	20	1	13	1	17	1	18
1	21	1	14	1	15	1	19
1	22	1	14	1	18	1	19
1	23	1	15	1	16	1	20
1	24	1	15	1	19	1	20
1	25	1	17	1	18	1	22
1	26	1	17	1	21	1	22
1	27	1	18	1	19	1	23
1	28	1	18	1	22	1	23
1	29	1	19	1	20	1	24
1	30	1	19	1	23	1	24
1	31	1	21	1	22	1	26
1	32	1	21	1	25	1	26
1	33	1	22	1	23	1	27
1	34	1	22	1	26	1	27
1	35	1	23	1	24	1	28
1	36	1	23	1	27	1	28
1	37	1	25	1	26	1	30
1	38	1	25	1	29	1	30
1	39	1	26	1	27	1	31
1	40	1	26	1	30	1	31
1	41	1	27	1	28	1	32
1	42	1	27	1	31	1	32
1	43	1	29	1	30	1	34
1	44	1	29	1	33	1	34
1	45	1	30	1	31	1	35
1	46	1	30	1	34	1	35
1	47	1	31	1	32	1	36
1	48	1	31	1	35	1	36
1	49	1	33	1	34	1	2
1	50	1	33	1	1	1	2
1	51	1	34	1	35	1	3
1	52	1	34	1	2	1	3
1	53	1	35	1	36	1	4
1	54	1	35	1	3	1	4

FACOM 230-75 (M7) FORTRAN-D -760820- V06-L08 76.11.25 PAGE 1

* SOURCE STATEMENT *

```
C **** STRESS ANALYSIS OF ELEMENT COIL TEST --- (SAECT)
C * BY S.SHIMAMOTO AND H.NISHIMURA
C *
C * VARIABLE   I   CONTENT           I   UNIT
C *
C * WHAT       I   KIND OF OPERATORS (   NODE
C *             I   OR ELEMENT
C *             I   OR FORCE
C *             I   OR BOUNDARY
C *             I   OR END -- DATA END
C *             I   OR PLOT
C *             I   OR GO -- EXECUTION )
C *
C * NUM        I   NUMBERER OF NODE,ELEMENT,FORCE + BOUNDARY
C *
C * L          I   SEQUENCE NUMBER OF NODE
C * XX(L)      I   X-COORDINATE OF NODE           I   (MM)
C * YY(L)      I   Y-COORDINATE OF NODE           I   (MM)
C *
C * WHICH      I   KIND OF ELEMENTS (   TRUSS ELEMENT
C *             I   OR RAHMEN ELEMENT
C *             I   OR STRESS ELEMENT
C *             I   OR STRAIN ELEMENT )
C *
C * NU         I   NUMBERS OF EACH KIND OF ELEMENT
C *
C * L          I   SEQUENCE NUMBER OF ELEMENT
C * II(L)      I   NODE NUMBER
C * JJ(L)      I   NODE NUMBER
C * KK(L)      I   NODE NUMBER
C * EE(L)      I   YOUNG'S MODULUS
C * PP(L)      I   CROSS SECTION (AT TRUSS + RAHMEN)    I   (KG/MM2)
C *             I   POISSON'S RATIO (AT STRESS + STRAIN)   I   (MM2)
C * HH(L)      I   MOMENTS OF INERTIA (AT RAHMEN)        I   (MM4)
C *             I   THICKNESS (AT STRESS)                   I   (MM)
C *
C * L          I   NODE NUMBER OF FORCE
C * FX(L)      I   X-COMPONENT OF FORCE            I   (KG)
C * FY(L)      I   Y-COMPONENT OF FORCE            I   (KG)
C * FZ(L)      I   BENDING MOMENT OF FORCE          I   (KG-MM)
C *
C * L          I   NODE NUMBER OF BOUNDARY CONDITION
C * IX(L)      I   X-DIRECTION ( 0 FREE   1 FIX )   I
C * IY(L)      I   Y-DIRECTION ( 0 FREE   1 FIX )   I
C * IR(L)      I   ROTATION ( 0 FREE   1 FIX )    I
C *
C * PX         I   X-COORDINATE OF PLOTER ORIGIN
C * PY         I   Y-COORDINATE OF PLOTER ORIGIN
C * DLL        I   MAXIMUM DISPLACEMENT           I   (MM)
C *
C * THIS PROGRAM BELONGS TO JEARI
C *
C * 1976 7 16 FRI.
```

MAIN 10

* SOURCE STATEMENT *

```

C FEM STUDY
1  DIMENSION TK(300,300),TU(300),TF(900),LX(300),LY(900),XX(300),
   YY(300),II(300),JJ(300),KK(300),EE(300),PP(300),HH(300),
   NDF(300)
2  DIMENSION LL(6),LLL(6),EK(6,6),EU(6),EF(6),TC(6,6),TDK(6,6),SM(6,6),
   ,D(3,3),B(3,6),DB(3,6),DBU(6),ST(2,2),EV(2),VEC(2,2),W(4),Q(6,3),
   ,Q(6,3)
3  DIMENSION AA(300,301)
4  DATA POINT,ELEM,FORCE,BOUND,ENDT,PLOTT,GOT,TRUSS,RAHMEN,STRESS,
  STRAIN/4HNODE,4HELEM,4HFORC,4HBOUN,4HEND,4HPLOT,4HGD,4HTRUS,
  ,4HRAHM,4HSTRE,4HSTRA/
5  DATA T36#0./,0/9#0.,/B/18#0./
6  LOGICAL PHASE2
7  DOUBLE PRECISION MONJI
8  DIMENSION MONJI(2)
9  DATA MONJI/6HSTRESS,6HSTRAIN/
10 SUBCHK(1) *
11 CON=180./3,1415972
12 N=300
13 M=N
14 MM=M
15 NN=N
16 DO 1 I=1,NN
17 IX(I)=0
18 IY(I)=0
19 IQ(I)=0
20 FX(I)=0.0
21 FY(I)=0.0
22 FQ(I)=0.0
23 1 CONTINUE
24 NP=0
25 NE=0
26 NB=0
27 NF=0
28 IDRAW=0
29 100 READ(5,2,END=9999) WHAT,NUM
30 2 FORMAT(A4,6X,15)
31 IF(WHAT,EQ,ELEM) GO TO 2001
32 IF(WHAT,EQ,POINT) GO TO 2002
33 IF(WHAT,EQ,FORCE) GO TO 2003
34 IF(WHAT,EQ,BOUND) GO TO 2004
35 IF(WHAT,EQ,ENDT) GO TO 2005
36 IF(WHAT,EQ,PLOTT) GO TO 2006
37 IF(WHAT,EQ,GOT) GO TO 2007
38 PRINT 2008
39 2008 FORMAT(' ERROR *** INPUT DATA-POINT OR NODE OR ---ETCETRA')
STOP
40 2001 NP=NUM
41 PRINT 4001
42 4001 FORMAT(1H1,'POINT DATA',/6H NO. 9HPOINT NO.,3X,12HX-COORDINATE,3X
  ,12HY-COORDINATE)
43 DO 3007 I=1,NP
44 C READ POINT
45 READ(5,*), L,XX(L),YY(L)
46 3007 PRINT 4002,I,L,XX(L),YY(L)
47 4002 FORMAT(14,I10,3X,2E15.7)
48 GO TO 100
49 2002 NE=NUM
50 PRINT 4003
51 4003 FORMAT(1H0,'ELEMENT DATA',/6H NO. ,11HELEMNTN NO.,3(9HPOINT NO.,
  ,2X))
52 IA=0
53 NSNUM=1
54 3003 CONTINUE
55 READ(5,3002) WHICH,NU
56 3002 FORMAT(A4,6X,15)
57 IA=IA+1
58 IB=IA+NU+1
59 NSNUM=NSNUM+NU
60 IF(WHICH,EQ,TRUSS) GO TO 2012
61 IF(WHICH,EQ,RAHMEN) GO TO 2022
62 IF(WHICH,EQ,STRESS) GO TO 2032
63 IF(WHICH,EQ,STRAIN) GO TO 2042
64 2012 K2L=1
65 GO TO 3004
66 2022 K2L=2
67 GO TO 3004
68 2032 K2L=3
69 GO TO 3004
70 2042 K2L=4
71 3004 CONTINUE
72 DO 5005 I=IA,IB
73 C READ ELEMENT
74 READ(5,3005) L,II(L),JJ(L),KK(L),EE(L),PP(L),HH(L)
75 3005 FORMAT(4I5,3F10.5)
76 IF(EE(L),EQ,0.0) EE(L)=EE0
77 IF(PP(L),EQ,0.0) PP(L)=PP0
78 IF(HH(L),EQ,0.0) HH(L)=HH0
79 EE0=EE(L)
80 PP0=PP(L)
81 HH0=HH(L)
82 K2(L)*K2L
83 GO TO (4004,4005,4006,4007),K2L
84 4004 PRINT 4006,I,L,II(L),JJ(L),EE(L),PP(L)
85 GO TO 4012
86 4005 PRINT 4009,I,L,II(L),JJ(L),EE(L),PP(L),HH(L)
87 GO TO 4012
88 4006 PRINT 4010,I,L,II(L),JJ(L),KK(L),EE(L),PP(L),HH(L)
89 GO TO 4012
90 4007 PRINT 4011,I,L,II(L),JJ(L),KK(L),EE(L),PP(L)
91 4008 FORMAT(14,I12,1X,2(18,3X),11X,4H E=,E15,7,4H A=,E15,7,19X,
  ,25H ----- TRUSS )
92 4009 FORMAT(14,I12,1X,2(18,3X),11X,4H E=,E15,7,4H A=,E15,7,4H I=,E15,7,
  ,7,125H ----- RAHMEN )
93 4010 FORMAT(14,I12,1X,3(18,3X),4H E=,E15,7,4H P=,E15,7,4H D=,E15,7,
  ,25H ----- STRESS )
94 4011 FORMAT(14,I12,1X,3(18,3X),4H E=,E15,7,4H P=,E15,7,19X,
  ,25H ----- STRAIN )
95 4012 CONTINUE
96 5005 CONTINUE
97 IF(NSNUM,GT,NE) GO TO 100
98 IA=NU
99 2003 NF=NUM
100 PRINT 4108
101 4108 FORMAT(1H0,'FORCE DATA',/6H NO. ,11HPOINT NO.,15HX-DIRECTION
  ,15HY-DIRECTION ,15HM-DIRECTION )
```

* SOURCE STATEMENT (FTMAIN)*

```

102      DO 3008 I=1,NF
103      C READ FORCE
104      READ(5,5008) L,FX(L),FY(L),FQ(L)
105      5008 FORMAT(15+3E10,5)
106      3008 PRINT 3016,I,L,FX(L),FY(L),FQ(L)
107      3018 FORMAT(14+110+2X,3(E15.7))
108      GO TO 100
109      2004 NB=NUM
110      PKINT 4106
111      4106 FORMAT(1H0,'BOUNDARY DATA',/6H NO.,11HPOINT NO., 8H X-FIXED ,
112      ,8HY-FIXED ,8HM-FIXED )
113      DO 3006 I=1,NB
114      C READ BOUNDARY
115      READ(5,5006) L,IX(L),IY(L),IQ(L)
116      5006 FORMAT(4(5))
117      3006 PRINT 3016,I,L,IX(L),IY(L),IQ(L)
118      3016 FORMAT(14,110,3X,3((1,7X))
119      GO TO 100
120      2005 GO TO 100
121      C READ PLOT
122      2006 READ(5,*) PX,PY,DLLL
123      PRINT 4406,PX,PY,DLLL
124      4406 FORMAT(1H0,/8H X-SCALE,F5.2/8H Y-SCALE,F5.2,/18H MAX. DISPLACEMENT
125      ,F5.1)
126      IF(NP.GT.M,OR,NE.GT,M) GO TO 1060
127      IF(M.LT.NP+2) GO TO 1101
128      CALL DRAW(XX,YY,np,M,II,JJ,KK,NE,K2,PX,PY)
129      IDRAW=1
130      GO TO 100
131      2007 CONTINUE
132      DO 4 I=1,NN
133      DO 5 J=1,NN
134      TK(I,J)=0.0
135      5 CONTINUE
136      4 CONTINUE
137      DO 8 L=1,NP
138      NDF(L)=2
139      8 CONTINUE
140      NDF(J)=3
141      9 CONTINUE
142      DO 10 L=1,NP
143      LY(3*L-2)=IX(L)
144      LY(3*L-1)=IY(L)
145      IF(NDF(L).EQ.2) IQ(L)=2
146      LY(3*L)=IQ(L)
147      10 CONTINUE
148      NX=3*NP
149      LOC=0
150      DO 11 L=1,NX
151      IF(LY(L).EQ.0) GO TO 12
152      LY(L)=N
153      GO TO 11
154      12 LOC=LOC+1
155      LX(LOC)=L
156      LY(L)=LOC
157      11 CONTINUE
158      NY=LOC
159      NYYY=NY-300
160      IF(NYYY.GT.0) GO TO 1234
161      PHASE2=.FALSE.
162      300 CONTINUE
163      DO 222 L=1,NE
164      I=II(L)
165      J=JJ(L)
166      K=KK(L)
167      E=EE(L)
168      P=PP(L)
169      KOL2=K2(L)
170      XI=XX(I)
171      YI=YY(I)
172      XJ=XX(J)
173      YJ=YY(J)
174      IF(K.EQ.0) GO TO 3200
175      XK=XX(K)
176      YK=YY(K)
177      3200 CONTINUE
178      GO TO (201,201,203,204),KOL2
179      201 DX=XJ-XI
180      DY=YJ-YI
181      EL=SQRT(DX**2+DY**2)
182      C=DX/EL
183      S=DY/EL
184      A=PP(L)
185      G=E*A/EL
186      IF(KOL2.EQ.2) GO TO 202
187      LL(4)=3*I-1
188      LL(3)=LL(4)-1
189      LL(2)=3*I-1
190      LL(1)=LL(2)-1
191      DO 14 LE=1,4
192      LT=LL(LE)
193      LLL(LE)=LY(LT)
194      14 CONTINUE
195      W(1)=C
196      W(2)=S
197      W(3)=-C
198      W(4)=-S
199      DO 15 IE=1,4
200      DO 16 JE=1,4
201      EK((IE,JE))=W((IE)*W((JE))*G
202      IT=LLL(IE)
203      JT=LLL(JE)
204      TK(IT,JT)=TK((IT,JT))+EK((IE,JE))
205      16 CONTINUE
206      15 CONTINUE
207      IF(PHASE2) GO TO 301
208      GU TO 200
209      202 LL(6)=3*I
210      LL(5)=LL(6)-1
211      LL(4)=LL(5)-1
212      LL(3)=3*I
213      LL(2)=LL(3)-1
214      LL(1)=LL(2)-1

```

MAIN 730
MAIN 740
MAIN 760
MAIN 830
MAIN 840
MAIN 850
MAIN 860
MAIN 870
MAIN 880
MAIN 890
MAIN 900
MAIN 910
MAIN 920
MAIN 930
MAIN 940
MAIN 950
MAIN 960
MAIN 970
MAIN 980
MAIN 990
MAIN1000
MAIN1010
MAIN1020
MAIN1040
MAIN1050
MAIN1060
MAIN1070
MAIN1080
MAIN1090
MAIN1095
MAIN1100
MAIN1110
MAIN1120
MAIN1130
MAIN1140
MAIN1150
MAIN1160
MAIN1170
MAIN1180
MAIN1190
MAIN1200
MAIN1210
MAIN1220
MAIN1230
MAIN1240
MAIN1250
MAIN1270
MAIN1280
MAIN1290
MAIN1300
MAIN1310
MAIN1320
MAIN1330
MAIN1350
MAIN1360
MAIN1370
MAIN1380
MAIN1390
MAIN1400
MAIN1410
MAIN1420
MAIN1430
MAIN1450
MAIN1460
MAIN1470
MAIN1480
MAIN1490
MAIN1500
MAIN1510
MAIN1520
MAIN1530
MAIN1540
MAIN1550
MAIN1560
MAIN1570
MAIN1660
MAIN1680
MAIN1690
MAIN1700
MAIN1710
MAIN1730

```

* SOURCE STATEMENT (FTMAIN )*
215      A1=HH(L)
216      G5#2,0*E*A1/EL
217      G4#2,0*G5
218      G3#3,0*G5/EL
219      G2#2,0*G3/EL
220      DO 20 IE=1,6
221      DO 20 JE=1,6
222      20 EK(IE,JE)=0.0
223      EK(1,1)=G
224      EK(2,2)=G2
225      EK(3,3)=G4
226      EK(4,4)=G
227      EK(5,5)=G2
228      EK(6,6)=G4
229      EK(1,4)=G
230      EK(2,3)=G3
231      EK(2,5)=G2
232      EK(2,6)=G3
233      EK(3,5)=G3
234      EK(3,6)=G3
235      EK(5,6)=G3
236      DO 21 IE=1,5
237      IEP1=IE+1
238      DO 22 JE=IE,IE
239      EK(JE,IE)=EK(IE,JE)
240      22 CONTINUE
241      21 CONTINUE
242      DO 23 K=1,4,3
243      T(K,K)=C
244      T(K,K+1)=S
245      T(K+1,K)=-S
246      T(K+1,K+1)=C
247      T(K+2,K+2)=0.0
248      23 CONTINUE
249      CALL MULT(T,EK,TDK,6,6,6)
250      CALL MULT(TDK,T,SM,6,6,6)
251      DO 24 LE=1,6
252      LT=LL(LE)
253      LLL(LE)=LY(LT)
254      24 CONTINUE
255      IF(PHASE2) GO TO 302
256      DO 25 IE=1,6
257      DO 26 JE=1,6
258      IT=LLL(IE)
259      JT=LLL(JE)
260      TK(IT,JT)=TK(IT,JT)+SM(IE,JE)
261      26 CONTINUE
262      25 CONTINUE
263      GO TO 200
264      203 G=E/(1.0-P*P)
265      D(1,1)=G
266      D(2,2)=G
267      D(3,3)=G*(1.0-P)*0.5
268      D(1,2)=G*P
269      D(2,1)=G*P
270      GO TO 210
271      204 GP=1.0+P
272      GM=1.0-P
273      GE=(GP*(GM-P))
274      GL=GM*G
275      G2=P*G
276      G3=0.5*E/GP
277      D(1,1)=G1
278      D(2,2)=G1
279      D(3,3)=G3
280      D(1,2)=G2
281      D(2,1)=G2
282      MH(L)=1.0
283      210 CONTINUE
284      S=(XX(J)-XX(I))*(YY(K)-YY(I))-(YY(J)-YY(I))*(XX(K)-XX(I))
C INPUT CHECK
285      S=ABS(S)
286      IF(O,LT,1,E=20) PRINT 1235,I,J,K,XX(I),XX(J),XX(K),YY(I),YY(J),
     *YY(K)
287      IF(O,LT,1,E=20) STOP
288      1235 FORMAT(1H1,'INPUT ERROR! /5X,'POINT NO. 315/20X'X-COORDINATE',
     *3E20.7/20X'Y-COORDINATE'3E20.7)
289      B(1,1)=(YY(J)-YY(I))/S
290      B(1,3)=(YY(K)-YY(I))/S
291      B(1,5)=(YY(I)-YY(J))/S
292      B(2,2)=(XX(K)-XX(J))/S
293      B(2,4)=(XX(I)-XX(K))/S
294      B(2,6)=(XX(J)-XX(I))/S
295      DO 30 LE=1,5,2
296      B(3,LE)=B(2,LE+1)
297      B(3,LE+1)=B(1,LE)
298      30 CONTINUE
299      CALL MULT(D,B,DB,3,3,6)
300      DO 1111 IO=1,3
301      DO 1111 JO=1,6
302      1111 Q(J,O,IO)=B(I,O,JO)
303      CALL MULT(Q,DB,EK,6,3,6)
304      LL(6)=3*K-1
305      LL(5)=LL(6)+1
306      LL(4)=3-J-1
307      LL(3)=LL(4)+1
308      LL(2)=3*I-1
309      LL(1)=LL(2)+1
310      S=ABS(S)
311      MHMH(L)=S*0.5
312      DO 31 IE=1,6
313      IT=LL(IE)
314      LLL(IE)=LY(IT)
315      31 CONTINUE
316      DO 32 IE=1,6
317      DO 32 JE=1,6
318      IT=LLL(IE)
319      JT=LLL(JE)
320      SM(IE,JE)=EK(IE,JE)*H
321      TK(IT,JT)=TK(IT,JT)+SM(IE,JE)
322      32 CONTINUE
323      IF(PHASE2) GO TO 303
324      GO TO 200
325      301 CONTINUE
326      DO 50 IE=1,4
327      IT=LLL(IE)
328      EU(IE)=TU(IT)
329      50 CONTINUE

```

* SOURCE STATEMENT (FTMAIN)*

```

330      DU=EU(3)-EU(1)                                MAIN3080
331      DV=EU(4)-EU(2)                                MAIN3090
332      DL=SORTEDU*2+DV**2)                           MAIN3100
333      IF((DX*DU+DY*DV),LT,0,0) DL=-DL          MAIN3110
334      F=DL/G                                         MAIN3120
335      WRITE(6,51) L,F                               MAIN3130
336      51 FORMAT(10H TRUSS L=,I3,7H SIGMA=,E15.7)   MAIN3140
337      GO TO 220                                       MAIN3160
338      302 CONTINUE                                     MAIN3180
339      DO 52 IE=1,6                                    MAIN3200
340      IT=LLL(IE)                                     MAIN3210
341      EU(IE)=TU(IT)                                MAIN3220
342      52 CONTINUE                                     MAIN3230
343      CALL VULT(T,EU,DBU,6,6)                         MAIN3240
344      CALL VULT(SM,DBU,EF,6,6)                        MAIN3250
345      WRITE(6,53) L,(EF(IE),IE=1,6)                 MAIN3270
346      53 FORMAT(10H RAHMEN L=,I3,5H SIG1,E15.7,5H SIG2,E15.7,4H MOM,E15.7,
15H SIG1,E15.7,5H SIG2,E15.7,4H MOM,E15.7)
347      GO TO 220                                       MAIN3290
348      303 CONTINUE                                     MAIN3310
349      DO 54 IE=1,6                                    MAIN3330
350      IT=LLL(IE)                                     MAIN3340
351      EU(IE)=TU(IT)                                MAIN3350
352      54 CONTINUE                                     MAIN3360
353      CALL VULT(DB,EU,DBU,3,6)                         MAIN3370
354      ST(1,1)=DBU(1)                                MAIN3390
355      ST(1,2)=DBU(3)*0.5                            MAIN3400
356      ST(2,1)=ST(1,2)                                MAIN3410
357      ST(2,2)=DBU(2)                                MAIN3420
358      CALL EV2(ST,EV,THETA,TAU)
359      THETA=THETA*CON
360      PRINT 55,MONJI(KOL2=2),L,EV(1),EV(2),TAU,THETA,(DBU(IE),IE=1,3)
361      55 FORMAT(1H ,A7,2HL,I3,5H SIG1,E11.3,5H SIG2,E11.3,5H TAU1,E11.3,
,6H THETA,FT,1.6X,5H SIGX,E11.3,5H SIGY,E11.3,6H TAUXY,E11.3)
362      220 CONTINUE                                     MAIN3480
363      200 CONTINUE                                     MAIN3490
364      222 CONTINUE                                     MAIN3500
365      IF(CPHASE2) GO TO 500                          MAIN3510
366      37 CONTINUE                                     MAIN3560
367      MMM=NY+1                                       MAIN3555
368      DO 501 II=1,NY                                 MAIN3652
369      501 TF(II)=0.0                                MAIN3630
370      DO 38 L=1,NF                                  MAIN3640
371      IT=LYC3*L-2)                                 MAIN3655
372      JT=LYC3*L-1)                                 MAIN3660
373      KT=LYC3*L)
374      TF(1T)=FX(L)                                MAIN3670
375      TF(JT)=FY(L)                                MAIN3680
376      TF(KT)=FO(L)                                MAIN3690
377      38 CONTINUE                                     MAIN3700
378      DO 1000 II=1,NY
379      DO 1000 JI=1,NY
380      1000 AA(II,JI)=TF(II,JI)
381      DO 1001 II=1,NY
382      1001 AA(II,MMMM)=TF(II)
383      CALL GAUELS(AA,300,NY,MMMM,1,E=15,ILL)
384      PRINT 1002,ILL
385      1002 FORMAT(1H,5H ILL=,I5)
386      IF(ILL,NE,0) GO TO 1335
387      DO 1004 II=1,NY
388      1004 TU(II)=AA(II,MMMM)
389      DO 502 II=1,NX
390      502 TF(II)=0.0
391      DO 503 II=1,NY
392      J=LX(II)
393      TF(J)=TU(II)
394      503 CONTINUE
395      PRINT 39
396      39 FORMAT(1H1,'DISPLACEMENT!/10H POINT NO.,3X,11HX=DIRECTION,4X,11HY=DIRECTIO
-DIRECTION,4X,11HT=DIRECTION)
397      DO 504 II=1,NP
398      504 PRINT 505,II,TF(3*I-2),TF(3*I-1),TF(3*I)
399      505 FORMAT(I10,1X,3E15.7)
400      PRINT 1505
401      1505 FORMAT(1H1)
402      IF(DRAW,NE,1) GO TO 333
403      CALL DFL(TF,NP+DLLL,XX,YY,NY,NE,II,JJ,KK,K2,TU,M,PX,PY)
404      333 CONTINUE                                     MAIN3780
405      PHASE2=.TRUE.,                                MAIN3790
406      GO TO 300                                       MAIN3810
407      506 WRITE(6,56)
408      56 FORMAT(1H1)
409      GO TO 100
410      1060 PRINT 1061,M
411      1061 FORMAT(1H , 'TOO MUCH POINTS OR ELEMENTS. THESE MUST BE LESS THAN'
,,15)
412      STOP
413      1335 PRINT 1336
414      1336 FORMAT(' SOKUBAKU JYOKEN NI AYAMARI GA ARU')
415      STOP
416      1334 PRINT 2222,NYYY
417      2222 FORMAT(1H , 'YOU MUST FIX MORE !I2! POINTS')
418      STOP
419      1101 PRINT 1102
420      1102 FORMAT(3X,'DIMENSION IS TOO SMALL TO PLOT OUT MESH')
421      9999 STOP
422      END                                              MAIN3860

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE EV2(B,E,T,TAU)
2      DIMENSION A(2,2),V(2,2),E(2),B(2,2)
3      A(1,1)=B(1,1)
4      A(1,2)=B(1,2)
5      A(2,1)=B(2,1)
6      A(2,2)=B(2,2)
7      CALL JACOBS(A+2,2+1,E+10,V+ILL)
8      E(1)=A(1,1)
9      E(2)=A(2,2)
10     IF(E(2).GT.E(1)) GO TO 20
11     X=Y(1,1)
12     Y=Y(2,1)
13     GO TO 10
14   20 CONTINUE
15     E(1)=A(2,2)
16     E(2)=A(1,1)
17     X=Y(1,2)
18     Y=Y(2,2)
19   10 CONTINUE
20     T=ATAN2(Y,X)
21     TAU=0.5*(E(1)-E(2))
22     RETURN
23     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE MULT(A+B+C,L,M+N)
2      DIMENSION A(L,M),B(M,N),C(L+N)
3      DO 1 I=1,L
4      DO 1 J=1,N
5      C(I,J)=0.0
6      DO 1 K=1,M
7      1 C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)
8      RETURN
9      END

```

MULT	20
MULT	30
MULT	40
MULT	50
MULT	60
MULT	70
MULT	80
MULT	90

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE WULT(A+B+C,L,M+N)
2      DIMENSION A(L,M),B(M,N),C(L,N)
3      DO 2 I=1,L
4      DO 2 J=1,N
5      C(I,J)=0.0
6      DO 2 K=1,M
7      2 C(I,J)=C(I,J)+A(I,K)*B(K,J)
8      RETURN
9      END

```

WULT	20
WULT	30
WULT	40
WULT	50
WULT	60
WULT	70
WULT	80
WULT	90

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE VULT(A+U+V,M+N)
2      DIMENSION A(M,N),U(N),V(M)
3      DO 1 I=1,M
4      V(I)=0.0
5      DO 1 J=1,N
6      1 V(I)=V(I)+A(I,J)*U(J)
7      RETURN
8      END

```

VULT	20
VULT	30
VULT	40
VULT	50
VULT	60
VULT	70
VULT	80

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE SCALE1(XX+YY+NP,M)
2      COMMON MMMM
3      DIMENSION XX(M),YY(M)
4      MMMM=M
5      CALL SCALD(XX,300.,NP,SCAX,A,B)
6      CALL SCALD(YY,200.,NP,SCAY,C,D)
7      IF(SCAX.GT,SCAY) GO TO 300
8      E=SCAX/SCAY
9      A=A*SCAX
10     EMINI=C*SCAY
11     CALL SYMBOL(-A,-EMINI,1,0+3,0,0,-1)
12     DO 30 I=1,np
13     30 YY(I)*YY(I)*E
14     PRINT 140,SCAX
15     PRINT 150
16     GO TO 400
17   300 E=SCAY/SCAX
18     EMINI=C*SCAY
19     C=C*SCAY
20     CALL SYMBOL(-EMINI,-C,1,0+3,0,0,-1)
21     DO 40 I=1,np
22     40 XX(I)*XX(I)*E
23     PRINT 140,SCAY
24     PRINT 150
25   400 RETURN
26   140 FORMAT(1H0,18H SCALING FACTOR IS,G10,3)
27   150 FORMAT(1H1)
28     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE SCALED(A+F*I+SCA,AMINI+DELTA)
2      COMMON MMMM
3      DIMENSION A(MMM)
4      AMINI=A(1)
5      AMAX =A(1)
6      DO 10 J=2,1
7      IF(AMINI.GT.A(J)) AMINI=A(J)
8      IF(AMAX .LT.A(J)) AMAX =A(J)
9      B=AMAX-AMINI
10     DELTA=B/F
11     FB=F/B
12     N=0
13     IF(FB.GT.1.0) GO TO 100
14    300 CONTINUE
15     FB=FB*10.0
16     N=N+1
17     IF(FB.GT.1.0) GO TO 200
18     GO TO 300
19    100 CONTINUE
20     IF(FB.LT.10.0) GO TO 200
21     FB=FB/10.0
22     N=N+1
23     GO TO 100
24    200 CONTINUE
25     S=1.0
26     IF(FB.GT.1.5) S=1.5
27     IF(FB.GT.2.0) S=2.0
28     IF(FB.GT.2.5) S=2.5
29     IF(FB.GT.4.0) S=4.0
30     IF(FB.GT.5.0) S=5.0
31     IF(FB.GT.8.0) S=8.0
32     SCA=S*10.0*N
33     DO 30 J=1,I
34     A(J)=(A(J)-AMINI)*SCA
35     RETURN
36     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE DRAW( U, V, NP,M,I,JJ,KK,NE,K2,PX,PY)
2      DIMENSION U(M),V(M),I(M),JJ(M),KK(M),K2(M),BUFF(1024),XX(300),
3      YY(300)
4      DO 30 I=1,NP
5      XX(I)=U(I)
6      YY(I)=V(I)
7      30 CONTINUE
8      CALL PLOTS(BUFF(1),1024)
9      CALL SYMBOL(0,-12,+6,,11H FIG, MESH,0,,11)
10     CALL SCALE1(XX,YY,NP,M)
11     CALL PLOT(PX,PY,-3)
12     DO 10 L=1*NE
13     I=I(L)
14     J=JJ(L)
15     CALL PLOT(XX(I),YY(I),3)
16     CALL PLOT(XX(J),YY(J),2)
17     IF(K2(L),LE,2) GO TO 100
18     K=KK(L)
19     CALL PLOT(XX(K),YY(K),2)
20     CALL PLOT(XX(I)+XX(J)+XX(K),3)
21     X=(XX(I)+XX(J)+XX(K))/3
22     Y=(YY(I)+YY(J)+YY(K))/3
23     GO TO 200
24     100 CONTINUE
25     X=(XX(I)+XX(J))/0.5
26     Y=(YY(I)+YY(J))/0.5
27     200 CONTINUE
28     CALL NUMBER(X,Y,1,0,FLOAT(L),0,0,-1)
29     CALL SYMBOL(X,Y,0,5+1,0,0,-1)
30     10 CONTINUE
31     DO 20 L=1*NP
32     CALL NUMBER(XX(L),YY(L),1,0,FLOAT(L),0,0,-1)
33     CALL PLOT(150,0,0,0,-3)
34     CALL PLOT(0,0,0,666)
35     CALL PLOT(0,,0,.999)
36     RETURN
37     END

```

* SOURCE STATEMENT *

```

1      SUBROUTINE DFL(TF,NP,D+U,V,NY,NE,I,I,JJ,KK,K2,TU,M,PX,PY)
2      ,X(300),Y(300)
3      DO 99 I=1,NP
4      X(I)=U(I)
5      Y(I)=V(I)
6      99 CONTINUE
7      CALL PLOTS(BUFF(1),1024)
8      CALL SYMBOL(0,-12,+6,,21H FIG, STRAIN DISPLAY,0,,21)
9      CALL SCALE1(X ,Y ,NP,M)
10     CALL PLOT(PX,PY,-3)
11     DO 30 L=1*NE
12     I=I(L)
13     J=JJ(L)
14     CALL PLOT(X(I),Y(I),3)
15     CALL PLOT(X(J),Y(J),2)
16     IF(K2(L),LE,2) GO TO 30
17     K=KK(L)
18     CALL PLOT(XXX,Y(K),2)
19     CALL PLOT(X(I)+Y(I),2)
20     30 CONTINUE
21     A=0,
22     DO 10 I=1,NY
23     B=TU(I)
24     B=ABS(B)
25     10 IF(B,GT,A) A=B
26     C=D/A
27     DO 20 I=1,NP
28     X(I)+X(I)+TF(3*I-2)*C
29     Y(I)+Y(I)+TF(3*I-1)*C
30     20 CONTINUE
31     DO 40 L=1*NE
32     I=I(L)
33     J=JJ(L)
34     CALL PLOT(X(J),Y(I),3)
35     CALL DASHP(X(J),Y(J),0,5)
36     IF(K2(L),LE,2) GO TO 40
37     K=KK(L)
38     CALL DASHP(X(K),Y(K),0,5)
39     CALL DASHP(X(I),Y(I),0,5)
40     40 CONTINUE
41     CALL PLOT(150,0,0,0,-3)
42     CALL PLOT(0,0,0,666)
43     CALL PLOT(0,,0,.999)
44     RETURN
45     END

```

POINT DATA

NO.	POINT NO.	X-COORDINATE	Y-COORDINATE
1	1	0.3830000E+03	0.0
2	2	0.5000000E+03	0.0
3	3	0.6150000E+03	0.0
4	4	0.6330000E+03	0.0
5	5	0.3791510E+03	0.6685500E+02
6	6	0.4924040E+03	0.8682300E+02
7	7	0.6056570E+03	0.1067940E+03
8	8	0.6233330E+03	0.1102670E+03
9	9	0.3617820E+03	0.1316780E+03
10	10	0.4698460E+03	0.1710100E+03
11	11	0.3779110E+03	0.2103420E+03
12	12	0.5967050E+03	0.2171830E+03
13	13	0.3334200E+03	0.1925000E+03
14	14	0.4330130E+03	0.2500000E+03
15	15	0.3326060E+03	0.3075000E+03
16	16	0.5499260E+03	0.3175000E+03
17	17	0.2949270E+03	0.2474730E+03
18	18	0.3630220E+03	0.3213940E+03
19	19	0.4711170E+03	0.3953140E+03
20	20	0.4864380E+03	0.4081700E+03
21	21	0.2474730E+03	0.2949270E+03
22	22	0.3213940E+03	0.3830220E+03
23	23	0.3953140E+03	0.4711170E+03
24	24	0.4081700E+03	0.4864380E+03
25	25	0.1925000E+03	0.3334200E+03
26	26	0.2500000E+03	0.4330130E+03
27	27	0.3075000E+03	0.5326060E+03
28	28	0.3175000E+03	0.5499260E+03
29	29	0.1316780E+03	0.3617820E+03
30	30	0.1710100E+03	0.4698460E+03
31	31	0.2103420E+03	0.3779110E+03
32	32	0.2171830E+03	0.5967050E+03
33	33	0.6685500E+02	0.3791510E+03
34	34	0.8682400E+02	0.4924040E+03
35	35	0.1067940E+03	0.6056570E+03
36	36	0.1102670E+03	0.6233330E+03
37	37	0.0	0.3830000E+03
38	38	0.0	0.5000000E+03
39	39	0.0	0.6150000E+03
40	40	0.0	0.6330000E+03
41	41	-0.6685500E+02	0.3791510E+03
42	42	-0.8682400E+02	0.4924040E+03
43	43	-0.1067940E+03	0.6056570E+03
44	44	-0.1102670E+03	0.6233330E+03
45	45	-0.1316780E+03	0.3617820E+03
46	46	-0.1710100E+03	0.4698460E+03
47	47	-0.2103420E+03	0.3779110E+03
48	48	-0.2171830E+03	0.5967050E+03
49	49	-0.1925000E+03	0.3334200E+03
50	50	-0.2500000E+03	0.4330130E+03
51	51	-0.3075000E+03	0.5326060E+03
52	52	-0.3175000E+03	0.5499260E+03
53	53	-0.2474730E+03	0.2949270E+03
54	54	-0.3213940E+03	0.3830220E+03
55	55	-0.3953140E+03	0.4711170E+03
56	56	-0.4081700E+03	0.4864380E+03
57	57	-0.2949270E+03	0.2474730E+03
58	58	-0.3830220E+03	0.3213940E+03
59	59	-0.4711170E+03	0.3953140E+03
60	60	-0.4864380E+03	0.4081700E+03
61	61	-0.3334200E+03	0.1925000E+03
62	62	-0.4330130E+03	0.2500000E+03
63	63	-0.5326060E+03	0.3075000E+03
64	64	-0.5499260E+03	0.3175000E+04
131	131	0.4711170E+03	-0.3953140E+03
132	132	0.4864380E+03	-0.4081700E+03
133	133	0.3334200E+03	-0.1925000E+03
134	134	0.4330130E+03	-0.2500000E+03
135	135	0.3326060E+03	-0.3075000E+03
136	136	0.5499260E+03	-0.3175000E+03
137	137	0.3617820E+03	-0.1316780E+03
138	138	0.4698460E+03	-0.1710100E+03
139	139	0.5779110E+03	-0.2103420E+03
140	140	0.5967050E+03	-0.2171830E+03
141	141	0.3791510E+03	-0.6685500E+02
142	142	0.4924040E+03	-0.8682400E+02
143	143	0.6056570E+03	-0.1067940E+03
144	144	0.6233330E+03	-0.1102670E+03
145	145	0.4864380E+03	-0.1300000E+04
146	146	-0.3175000E+03	-0.1300000E+04

ELEMENT DATA

NO.	ELEMNT NO.	POINT NO.	POINT NO.	POINT NO.	E=	P=	D=	-----	STRESS
1	1	2	6	6	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
2	2	1	5	6	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
3	3	2	3	7	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
4	4	2	6	7	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
5	7	5	6	10	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
6	8	5	9	10	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
7	9	6	7	11	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
8	10	6	10	11	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
9	13	9	10	14	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
10	14	9	13	14	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
11	15	10	11	15	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
12	16	10	14	15	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
13	19	13	14	18	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
14	20	13	17	18	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
15	21	14	15	19	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
16	22	14	16	19	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
17	25	17	18	22	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
18	26	17	21	22	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
19	27	18	19	23	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
20	28	18	22	23	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
21	31	21	22	26	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
22	32	21	25	26	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
23	33	27	23	27	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
24	34	22	26	27	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
25	37	25	26	30	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
26	38	25	29	30	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
27	39	26	27	31	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
28	40	26	30	31	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
29	43	29	30	34	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
30	44	29	33	34	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
31	45	30	31	35	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
32	46	30	34	35	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
33	49	33	34	38	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
34	50	33	37	38	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
35	51	34	35	39	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
36	52	34	38	39	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
37	55	37	38	42	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
38	56	37	41	42	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
39	57	38	39	43	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
40	58	38	42	43	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
41	61	41	42	46	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
42	62	41	45	46	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
43	63	42	43	47	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
44	64	42	46	47	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
45	67	45	46	50	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
46	68	45	49	50	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS
47	59	46	47	51	0.1120000E+05	0.3000000E+00	0.3200000E+03	-----	STRESS

180	108	71	75	76	E= 0.1200000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
181	113	75	76	80	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
182	116	75	79	80	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
183	119	79	80	84	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
184	120	79	83	84	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
185	125	83	84	88	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
186	126	83	87	88	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
187	131	87	88	92	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
188	132	87	91	92	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
189	137	91	92	96	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
190	138	91	95	96	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
191	143	95	96	100	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
192	144	95	99	100	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
193	149	99	100	104	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
194	150	99	103	104	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
195	155	103	104	108	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
196	156	103	107	108	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
197	161	107	108	112	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
198	162	107	111	112	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
199	167	111	112	116	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
200	168	111	115	116	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
201	173	115	116	120	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
202	174	115	119	120	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
203	179	119	120	124	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
204	180	119	123	124	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
205	185	123	124	128	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
206	186	123	127	128	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
207	191	127	128	132	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
208	192	127	131	132	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
209	197	131	132	136	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
210	198	131	135	136	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
211	203	135	136	140	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
212	204	135	139	140	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
213	209	139	140	144	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
214	210	139	143	144	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
215	215	143	144	4	E= 0.2000000E+05	P= 0.3000000E+00	D= 0.3200000E+03	----- STRESS
216	216	143	3	4	E= 0.2000000E+05	A= 0.1963000E+04	I= 0.3067960E+06	RAHMEN
217	217	20	145	146	E= 0.2000000E+05	A= 0.1963000E+04	I= 0.3067960E+06	RAHMEN
218	218	52	146	146	E= 0.2000000E+05	A= 0.1963000E+04	I= 0.3067960E+06	RAHMEN

BOUNDARY DATA

NO. POINT NO. X-FIXED Y-FIXED M-FIXED

1	145	1	1	1
2	146	1	1	1

FORCE DATA

NO.	POINT NO.	X-DIRECTION	Y-DIRECTION	M-DIRECTION
1	1	0.1640000E+05	0.6560000E-03	0.0
2	2	0.2010000E+05	0.8050000E-03	0.0
3	3	0.3690000E+04	0.1410000E-03	0.0
4	5	0.1620000E+05	0.2860000E+04	0.0
5	6	0.1990000E+05	0.3510000E+04	0.0
6	7	0.3670000E+04	0.6510000E+03	0.0
7	9	0.1550000E+05	0.5660000E+04	0.0
8	10	0.1910000E+04	0.6980000E+04	0.0
9	11	0.3610000E+04	0.1320000E+04	0.0
10	13	0.1430000E+05	0.8360000E+04	0.0
11	14	0.1800000E+05	0.1040000E+05	0.0
12	15	0.3490000E+04	0.2030000E+04	0.0
13	17	0.1300000E+05	0.1090000E+05	0.0
14	18	0.1630000E+05	0.1370000E+05	0.0
15	19	0.3300000E+04	0.2790000E+04	0.0
16	21	0.1110000E+05	0.1320000E+05	0.0
17	22	0.1410000E+05	0.1690000E+05	0.0
18	23	0.3010000E+04	0.3620000E+04	0.0
19	25	0.8820000E+04	0.1530000E+05	0.0
86	114	0.4350000E+04	-0.2500000E+05	0.0
87	115	0.1120000E+04	-0.5600000E+04	0.0
88	117	0.6190000E+04	-0.1710000E+05	0.0
89	118	0.8170000E+04	-0.2260000E+05	0.0
90	119	0.1980000E+04	-0.5520000E+04	0.0
91	121	0.8820000E+04	-0.1530000E+05	0.0
92	122	0.1140000E+05	-0.1900000E+05	0.0
93	123	0.2590000E+04	-0.4530000E+04	0.0
94	125	0.1110000E+05	-0.1320000E+05	0.0
95	126	0.3410000E+04	-0.1690000E+05	0.0
96	127	0.3010000E+04	-0.3620000E+04	0.0
97	129	0.1300000E+05	-0.1090000E+05	0.0
98	130	0.1630000E+05	-0.1370000E+05	0.0
99	131	0.3300000E+04	-0.2790000E+04	0.0
100	133	0.1450000E+05	-0.8360000E+04	0.0
101	134	0.1800000E+05	-0.1040000E+05	0.0
102	135	0.3490000E+04	-0.2030000E+04	0.0
103	137	0.1550000E+05	-0.5660000E+04	0.0
104	138	0.1910000E+05	-0.6980000E+04	0.0
105	139	0.3610000E+04	-0.1320000E+04	0.0
106	141	0.1620000E+05	-0.2860000E+04	0.0
107	142	0.1990000E+05	-0.3510000E+04	0.0
108	143	0.3670000E+04	-0.6510000E+03	0.0

X-SCALE 0.0

Y-SCALE 0.0

MAX. DISPLACEMENT 15.0

SCALING FACTOR IS 0.100

ILL= 0

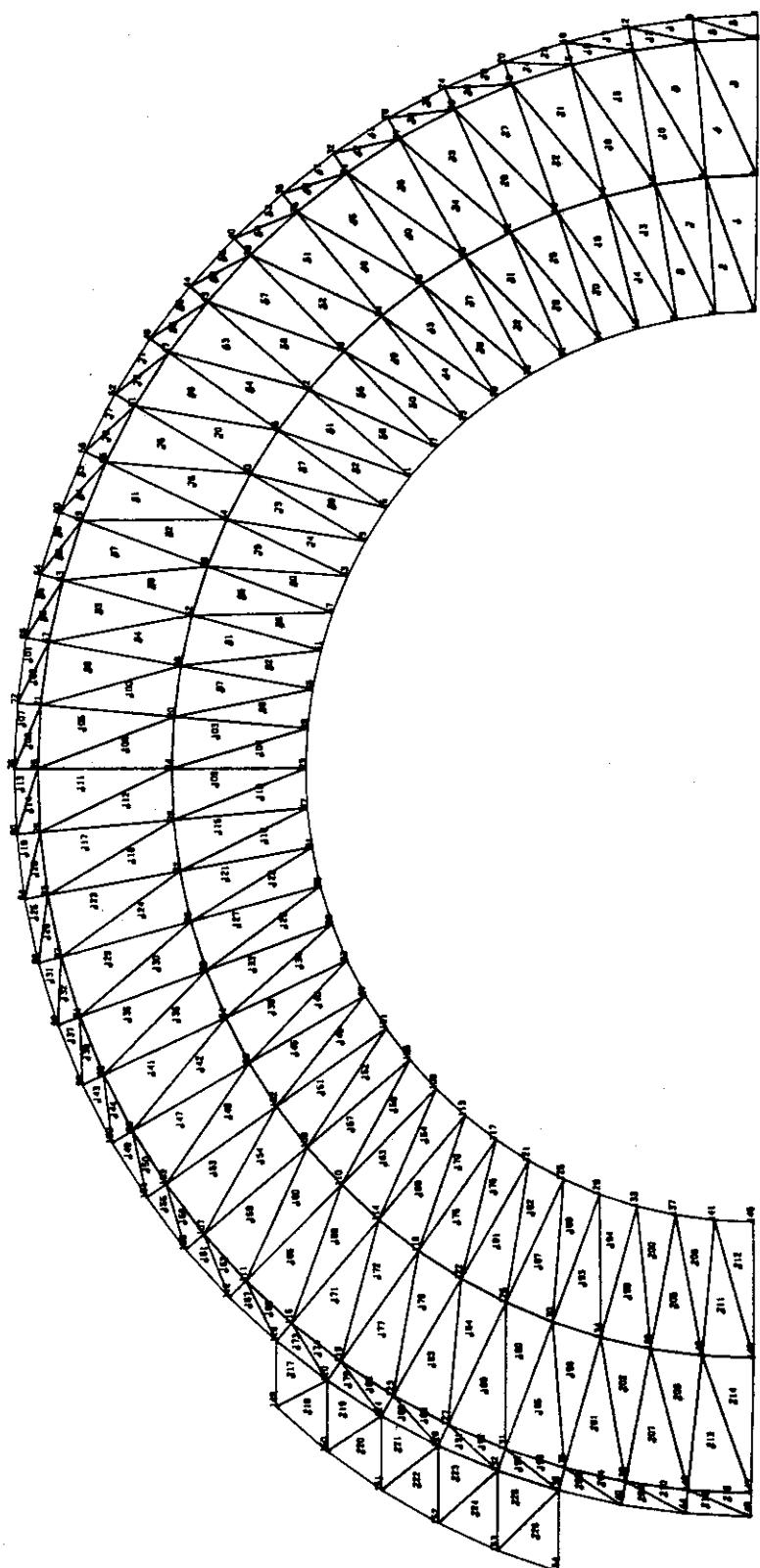
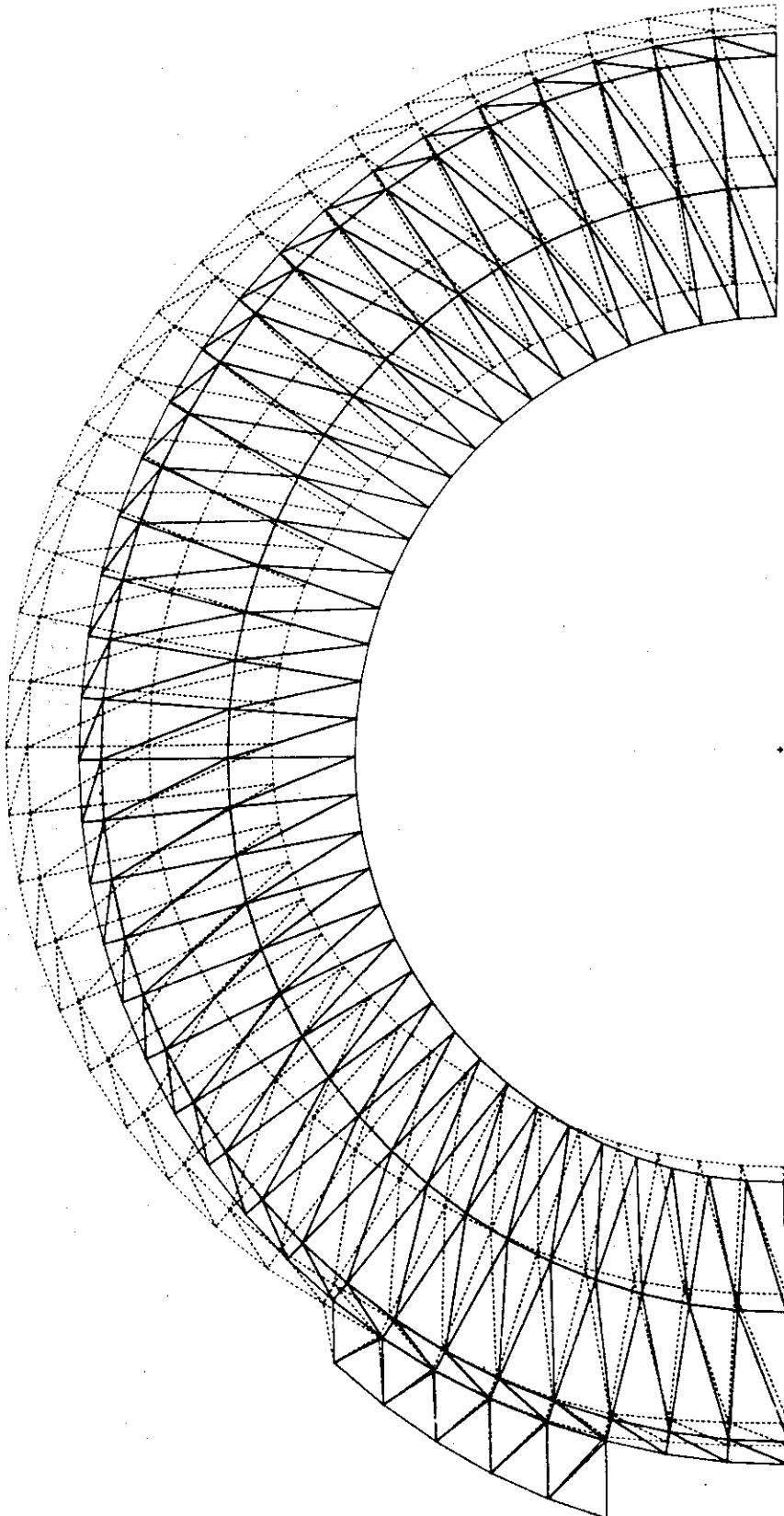


FIG. MESH

FIG. STRAIN DISPLAY
Cluster Coil



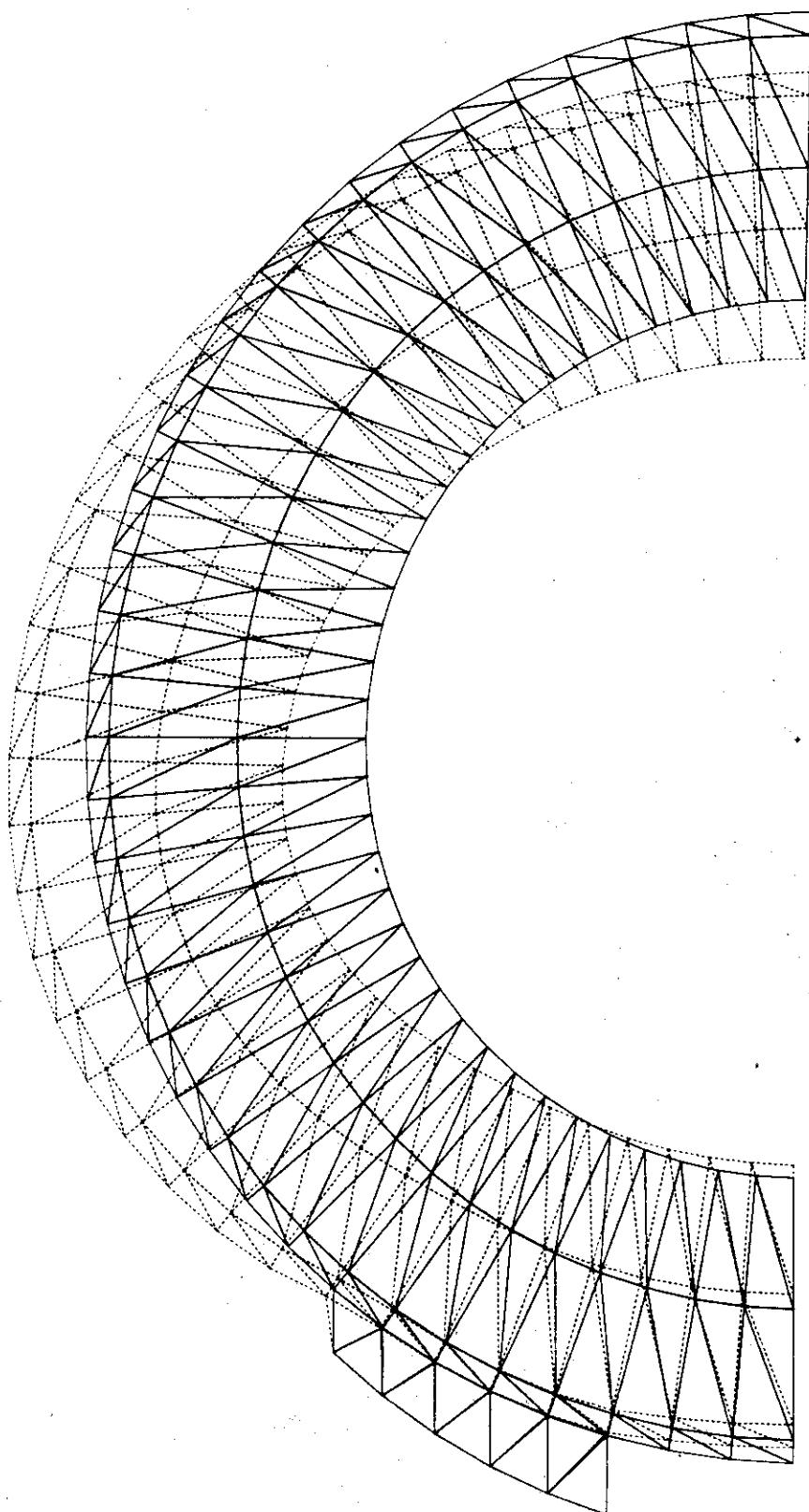


FIG. STRAIN DISPLAY
Eccentric Coil

サブルーチンの説明

「E F C T」

DNOUTP : プリント書式を整えるサブルーチン
 POUT : 同上
 QOUT : 同上
 ROUT : 同上
 FORCE : $J \times B$ による電磁力の計算を行なうサブルーチン
 MFTOCR : ソレノイドコイルのトロイダル配置を決めるサブルーチン
 SOLENO : ソレノイドによる磁束密度計算を行なう。多数のソレノイドによる軸方向成分の和、半径方向成分の和、それらのベクトル成分の和などが求められる。
 CHB : 被積分関数が特異点を含まない場合のソレノイドの一点の磁束密度の半径方向成分あるいは軸方向成分を求めるサブルーチン。数値積分は台形公式を用いて、本サブルーチン内で行なっている。
 CHBAX : ソレノイドの軸上的一点の磁束密度を求めるサブルーチン。
 CHBCT : 被積分関数が特異点を含む場合の磁束密度の半径方向成分あるいは軸方向成分を求めるサブルーチン。
 FBZ : 軸方向成分の磁束密度を求めるための被積分関数。
 FBR : 半径方向成分の磁束密度を求めるための被積分関数。

「E F E T」

DNOUTP : 前述
 FORCE : 前述
 CHB : 前述
 CHBAX : 前述
 CHBCT : 前述
 FBZ : 前述
 FBR : 前述

「A N G E S T」

DNOUTP : 前述

「A E G E S T」

使用サブルーチンなし

「S A E C T」

EV2 : 主応力を計算するサブルーチン

- JACOBS ; 固有値を計算して主応力を求めるサブルーチン(FACOMのSSL)
- MULT : 剛性マトリックスを作る段階で行なうマトリックス同士の掛算のサブルーチン
- WULT : 剛性マトリックスを作る段階で行なう転置マトリックスとマトリックスとの掛算のサブルーチン
- VULT : 剛性マトリックスを作る段階で行なうマトリックスとベクトルとの掛算のサブルーチン
- DRAW : 入力チェック図をプロットするサブルーチン
- DFL : 出力変位図をプロットするサブルーチン
- SCALE1 ; プロッタ图形をスケーリングするサブルーチン
- SCALE2 ; スケーリングファクターを計算するサブルーチン
- GAELS : 剛性マトリックスを計算するサブルーチン(FACOMのSSL)