

JAERI-M

8 0 1 7

J T - 60 真空容器の応力解析
(臨界プラズマ試験装置設計報告・62)

1 9 7 8 年 1 2 月

高津英幸・清水正重・山本正弘・太田 充

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、お申しこしてください。

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.

JT-60 真空容器の応力解析
(臨界プラズマ試験装置設計報告・62)

日本原子力研究所東海研究所大型トカマク開発部
高津 英幸・清水 正亜・山本 正弘・太田 充

(1978年11月28日受理)

本報告書は、現在原研が進めているJT-60の真空容器の設計のうち、著者が行なった応力解析についてまとめたものである。解析は詳細設計における真空容器を基本構造に考え、更に実機の設計へのフィード・バックを考慮して厚肉リング及びベローズの板厚をパラメトリックに変えて行った(厚肉リング40~70mm, ベローズ2.0~2.5mm)。また、補強リブ及び鞍型電磁力用ダッシュ・ポットの除去の可能性、更にプラズマ消滅時定数が50msecより短い場合の検討も行った。

解析結果によれば、検討した構造パラメータ範囲内では、補強リブがない構造でも最大応力強さは許容応力強さを下回り、二次応力に比較的余裕がある事を考慮するとベローズの板厚は厚い方が安全率を高くとれ、厚肉リングの板厚はそれ程影響を与えない事、更に鞍型電磁力用ダッシュ・ポットは取り除いても強度的に影響ない事がわかった。また、プラズマ消滅時定数が1msec以下になると最大応力強さは許容応力強さを上回る事がわかった。

Stress Analysis of the JT-60 Vacuum Vessel

Hideyuki TAKATSU, Masatsugu SHIMIZU,
Masahiro YAMAMOTO, Mitsuru OHTA

Division of Large Tokamak Development
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received November 28, 1978)

Stress analysis of the JT-60 vacuum vessel is reported in the parameter ranges of rigid ring thickness 40-70 mm and bellows thickness 2.0-2.5 mm for the structure in detailed design. The needs of stiffening ribs and dash-pots against the electromagnetic forces are discussed and also integrity of the vacuum vessel in plasma disruptions with time constant shorter than 50 msec.

Calculations show that the maximum stress intensity produced in the vacuum vessel is below the allowable one even without the stiffening ribs and dash-pots. And, the larger the bellows thickness the higher becomes the safety margin; thickness of the rigid ring little influences the stress intensity.

In plasma disruptions with time constant shorter than 1 msec, the stress intensity exceeds the allowable one.

Keywords: Stress Analysis, Vacuum Vessel, JT-60 Tokamak,
Bellows, Electromagnetic Force, Plasma Disruption

目 次

1. はじめに	1
2. 解析手法	3
2.1 解析手法	3
(1) 解析手法及びモデル	3
(2) ベローズ・サポートのモデル化	5
2.2 解析手順及び使用プログラム	6
3. 解析結果及び検討	12
3.1 真空力	12
(1) 解析モデル	12
(2) 解析結果及び検討	12
3.2 鞍型電磁力	15
(1) 解析モデル	15
(2) 荷重条件	15
(3) 解析結果及び検討	16
3.3 応力評価	17
(1) プラズマ電流が50 msec 以下で消滅した場合の真空容器への電磁力	17
(2) 応力評価	18
4. おわりに	34
参 考 文 献	35
付録Ⅰ 三次元自動メッシュ分割プログラムのインプット・マニュアル	36
付録Ⅱ MARS-MES 入出力支援プログラム I/G 及び SUPERPOSE の インプット・マニュアル	44
付録Ⅲ THREEDI 及び I/G のソース・リスト	47

Contents

1. Introduction	1
2. Analysis procedures	3
2.1 Analysis procedures and model	3
2.2 Model of bellows support	6
3. Analysis results and discussions	12
3.1 Vacuum pressure	12
(1) Analysis model	12
(2) Results and discussions	12
3.2 Electromagnetic force due to saddle-like eddy current	15
(1) Analysis model	15
(2) Load conditions	15
(3) Results and discussions	16
3.3 Stress evaluation	17
(1) Case of plasma disruption with time constant shorter than 50 msec	17
(2) Stress evaluation	18
4. Conclusion	34
Acknowledgement	34
References	35
Appendix I User's manual for THREEEDI	36
Appendix II User's manuals for I/G and SUPERPOSE	44
Appendix III Source lists of THREEEDI and I/G	47

1. は じ め に

現在、原研では臨界プラズマ試験装置（JT-60，第1.1図に鳥瞰図を示す）の建設を進めており、一部のコンポーネントは既に製作段階に入っている。プラズマ閉じ込め用の真空容器に関しても、各種R&D⁽¹⁾及び詳細設計⁽²⁾に基いた最終的な設計段階にあり、プラズマ挙動や装置全体の取り合い等の検討も含めた総合的な設計を進めている。

JT-60の真空容器の構造は、既に多くの報告があるが、ベローズと厚肉リングという剛性の非常に異なる構造物が交互に配列されてドーナツ状の真空容器を形成しており、また非円形断面を有し、外荷重として超高真空による大気圧（真空力）、各種電磁力が作用するうえに、高温（400℃）運転による熱膨脹も考慮せねばならず、その設計には特に慎重さが要求される。

有限要素法によるJT-60真空容器の応力解析手法⁽³⁾は既に報告されているが、そこではベローズ構造を直交異方性板に置換する事で節点数の増加を抑え、実用的な時間で計算が可能となる様計られている。本報告書は、現在進めているJT-60真空容器の設計検討のうち、この手法を用いて著者が行った応力解析の結果についてまとめたものであり、特に一次応力のほとんどを占める真空力と鞍型電磁力による応力に着目した検討を行っている。尚、著者が行った検討は、これとは別に製作担当メーカーで行っている応力解析の結果のクロスチェックに資すると共に、プラズマ・パラメータやプラズマ計測への近接性の向上を目的とする設計変更を積極的に行え得る様、そのバック・データを得る事を目的としている。

以下、第2章では本応力解析に用いた手法の実際の適用について述べ、更にモデル化及び使用プログラムについても触れる。第3章では、真空力及び鞍型電磁力に対する応力解析結果を述べ、真空容器に作用する真空力及び鞍型電磁力以外の各種荷重も考慮してASME Sec.Ⅲに基いた応力評価を行う。ここでは実機の設計へのフィードバックを考慮して、厚肉リング及びベローズの板厚をパラメトリックに変えて解析を行い、また補強リブ及び鞍型電磁力用ダッシュ・ポットを取り除く可能性も検討した。更に、プラズマ消滅時定数が50 msecより短い場合の検討も行っている。そして第4章で全体をまとめる。更に、付録に本解析で使用した三次元自動要素分割プログラム（THREEDI）等のインプットマニュアル及びソースリストを添付する。

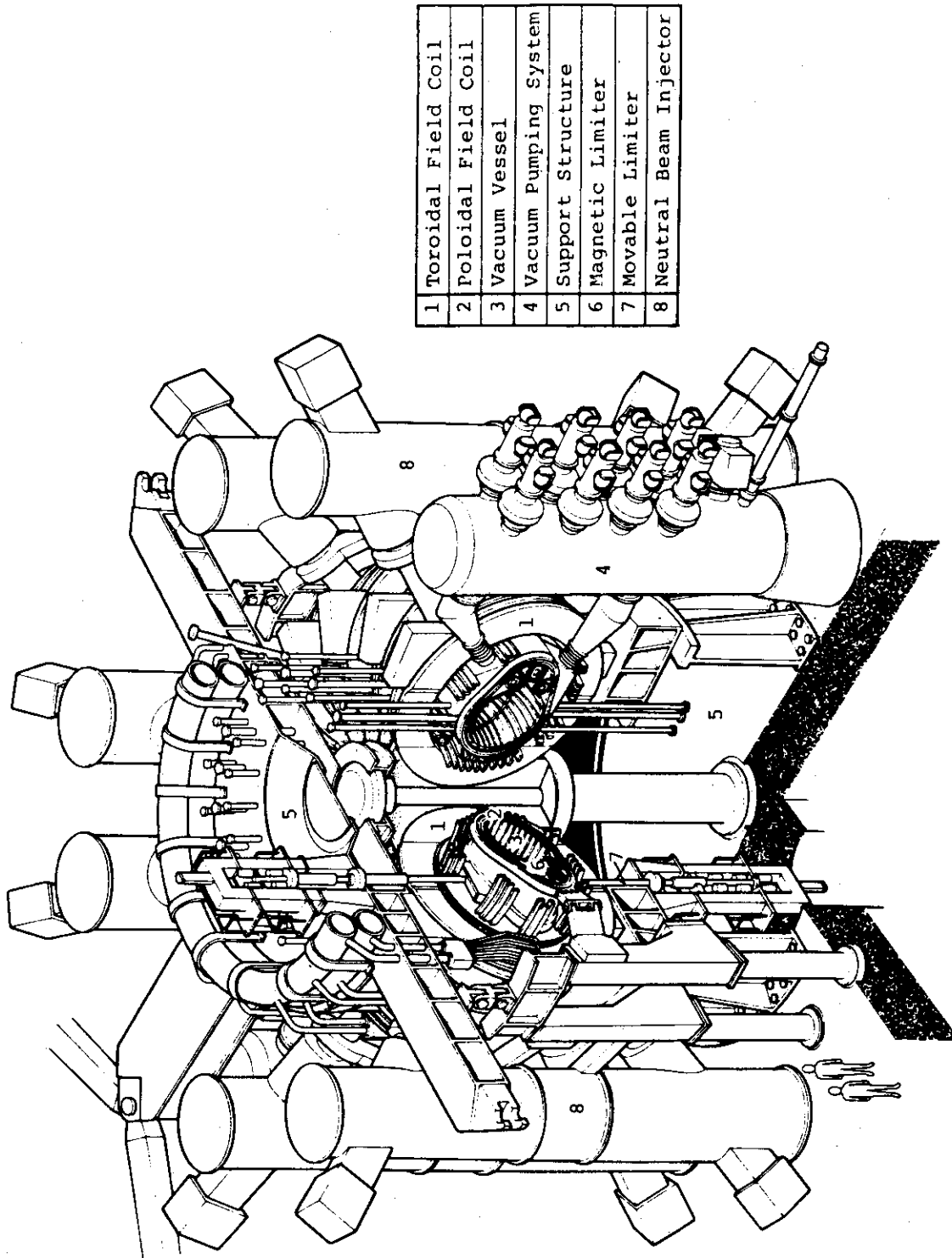


Fig.1.1 JT-60 本体の鳥瞰図

2. 解析手法

2.1 解析手法

(1) 解析手法及びモデル

真空容器の応力解析は、既に報告を行っているベローズを直交異方性板に置換する手法⁽³⁾に依った。ここでは、先ず真空容器のベローズ部をそれと等価な剛性を有する直交異方性板に置換し、これと真空容器厚肉部の等方性シェルとを組合わせて“全体解析”を行い、厚肉リングと直交異方性板の変位及び応力を求める。更にベローズの局所的な応力を求める“局部解析”には“応力変換式”による方法⁽³⁾と“ズーミング”による方法⁽⁴⁾があるが、本解析では前者を用いた。前者は異方性板のモーメント及び応力とベローズの応力とを物理的に対応づけた応力変換式によって、全体解析で得られた異方性板のモーメント及び応力を求める手法であり、実用的にはベローズの山、中腹及び谷部の応力値しか求まらず、ベローズの山に沿った詳細な応力分布は求まらないが、応力の最大値は山の頂部に生じる事を考えれば、その手法の簡便さから非常に実用的な解析手法であると云える。一方、後者はベローズの局部を取り出し、全体解析で得られた異方性板の変位を局部ベローズ解析に際しての境界条件とする手法であり、ベローズの局所的な応力分布が詳細にわかるという長所はあるが、計算機容量の制限から数少い節点数で得られた全体解析の結果（異方性板の変位）から局部解析の境界条件を設定するのは、特にベローズの様に曲率の変化が大きい構造物において難しく、更に一回の解析では本解析対象の様な複雑な構造物における全体の応力分布が把握できず、実際の設計等への適用面に関しては問題がある。

ここで用いた応力変換式は以下の通りである。

(i) ベローズの山では

$$\begin{aligned}
 t \sigma_1^{\pm} &= \left(1 \mp \frac{6h}{t} \right) \sigma_x \pm \frac{6}{t^2} M_x \pm \left\{ \frac{3}{b_w t^2} \left(h^2 b_w - \frac{I}{t} \right) \right. \\
 &\quad \left. \mp \frac{h}{t} \right\} \cdot p \\
 t \sigma_2^{\pm} &= \frac{b}{b_w} \sigma_y + \frac{bh}{I} M_y \\
 t \tau^{\pm} &= \tau_{xy} + \frac{3}{t^2} M_{xy}
 \end{aligned} \tag{1}$$

(ii) ベローズの中腹では

$$\begin{aligned}
 m\sigma_1^{\pm} &= \pm \frac{6}{t^2} M_x \mp \frac{3I}{b_w t^3} p \\
 m\sigma_2^{\pm} &= \frac{b}{b_w} \sigma_y \\
 m\tau^{\pm} &= \tau_{xy} + \frac{3}{t^2} M_{xy}
 \end{aligned} \tag{2}$$

(iii) ベローズの谷では

$$\begin{aligned}
 b\sigma_1^{\pm} &= \left(1 \pm \frac{6h}{t} \right) \sigma_x \pm \frac{6}{t^2} M_x \pm \left\{ \frac{3}{b_w t^2} \left(h^2 b_w - \frac{I}{t} \right) \right. \\
 &\quad \left. \pm \frac{h}{t} \right\} p \\
 b\sigma_2^{\pm} &= \frac{b}{b_w} \sigma_y - \frac{bh}{I} M_y \\
 b\tau^{\pm} &= \tau_{xy} + \frac{3}{t^2} M_{xy}
 \end{aligned} \tag{3}$$

但し、ここで左辺の添字は各々以下を意味する。

- 1 ; 波の進行方向
- 2 ; 波の進行方向と板の法線方向に直交する方向
- x ; 異方性板のトロイダル方向
- y ; 異方性板のポロイダル方向
- t ; ベローズ山の頂上の位置
- m ; ベローズ中腹の位置
- b ; ベローズ谷の位置
- + ; ベローズ外表面
- ; ベローズ内表面

また、右辺の記号は次の諸量を表わす。

- h ; ベローズ山高さの半分
- t ; ベローズ板厚
- b_w ; ベローズガス長 (ベローズ1ピッチの実長)

b : ベローズピッチ

I : ベローズ断面二次モーメント

但し、ここで外圧 p の項は第 2.1 図に示す様に、真空力やループ電流電磁力の様にベローズ面の法線方向に作用する外力に対する補正項であり、鞍型電流電磁力の様に直交異方性板の法線方向に作用する外力は既に全体解析で反映されているから、局部応力を求める変換式においては $p = 0$ である。

JT-60 の真空容器はセクタ型の厚肉リングと U 字形平行ベローズが各々 8 ケ交互に配列されてトーラスを形成している。厚肉リングは 60° セクタ 2 ケと 40° セクタ 6 ケから成るが、本解析では強度的により厳しい 60° セクタを対象とした。解析モデルを第 2.2 図に示す。モデルは構造の対称性からトロイダル方向には厚肉リング 60° セクタの半分及びベローズ部の半分から成り、ポロイダル断面は、真空力の場合上(或は下)半分の 180° 、鞍型電磁力の場合一周 360° である。

真空容器にはこれ以外に、補強リブ、ベローズサポート、真空容器支持アーム、鞍型電磁力用ダッシュ・ポットが強度メンバーとして設置され、更に計測、排気、中性粒子入射等の為の各種ポート用の開孔部がある。各種ポートは真空容器に約 150 本つき、最大で内径 600 mm であるが、詳細設計での検討の結果、内径 500 mm のポートが厚肉リングについた場合でも、真空容器の強度に与える影響は殆んどなく、各種ポート用の開孔部の効果は無視し得ると考えられるので、本解析モデルからは除外した。

厚肉リングは現設計では板厚 40 mm であり、T 字形補強リブによって補強されている。T 字形補強リブは真空容器の補強として有効な役割を果たしているが、主半径最内周で 100 mm、最外周で 160 mm の高さを有するため、第 1.1 図にみられる様に真空容器とトロイダル磁場コイルとの間の空間の多くを占有し、ポロイダル磁場コイル、温度制御層等の設置スペースを制約している。そこで本解析では、第 2.2 図に示す現設計に加えて、この補強リブを取り除いて厚肉リング及びベローズの板厚をパラメトリックに変えた場合についての計算を行い、補強リブの除去の可能性の検討を行う。更に、鞍型電磁力用ダッシュ・ポットの除去の可能性も検討した。

解析した構造モデルは第 2.1 表にまとめられる。ここで補強リブは Case 1 のみに構造に含まれる。

(2) ベローズ・サポートのモデル化

第 2.2 図のモデル図に示されている様に、ベローズはそのポロイダル断面の直線部において厚肉リング内面から張り出したビームによって支持されている。これは、JT-60 の真空容器が非円形なポロイダル断面を有しているため、荷重が増すに従って剛性値の小さいベローズ直線部(第 2.2 図中の D-F 部。以後ポロイダル断面の位置を示す A-G の記号は第 2.2 図に示す位置を示す。)において大きな変形が生じ得る事から、その変形を抑えるために設置されるものである。しかしこの支持ビームは、単にベローズと接触してベローズの内側への変形を抑える役割しか有しなく、ベローズの外側への変形に対しては全く拘束力を有しない。

一方、真空容器に作用する外力としては、主なものとして、真空力、ループ電流電磁力、鞍型電流電磁力があるが、前二者の荷重が全て真空容器に対して外圧方向に作用するのに対し、

後者は第2.3図に模式的に示す様に、1つの厚肉リングセクタに着目した場合、トロイダル方向には厚肉リング中央面を対称面にして左右対称（但し符号は逆）な分布を持ち、全体として厚肉リングを厚肉リング中央の主半径を中心として回転させる力として作用する。いずれの荷重においても、ベローズとベローズ・サポートは単に接触しているだけであり、解析においてもこれを接触問題として解く必要があり、また、鞍型電磁力の場合の様に、ベローズとベローズ・サポートが全く接触しない事も考えられる。

これらの問題点を解決するため、ベローズとベローズ・サポートを第2.4図に示す様にモデル化した。即ち、

- (i) ベローズ・サポートの厚肉リング側は、厚肉リングからのオフセット量と部材定数とでメンバーを定義し、その節点は厚肉リングのシェルと共有する。（第2.4図中の節点7～12）
- (ii) ベローズ・サポートのベローズ側は、ベローズの等価異方性板と平行に新しいビームを定義し、（第2.4図中の要素⑫～⑮）シェルとビームの対応節点間に接触要素を設ける。（第2.4図中の要素⑳～㉓）
- (iii) 接触要素は、始めに剛体（軸剛性のきわめて大きいトラス部材）として入力し解析を行う。
- (iv) (iii)の結果より、剛体接触要素の軸力が引張である場合、そのトラス材を柔要素（軸剛性のきわめて小さいトラス部材）に変更し、更に解析を行う。
- (v) 更に(iv)の作業を行うが、同時に柔の接触要素の軸力が圧縮となったものについては再び剛体に戻す。

これを要素変更の必要が無くなる迄繰り返す。

以上の(i)～(v)を踏まえた解析手順を2.2に示す。

2.2 解析手順及び使用プログラム

JT-60の真空容器の応力解析に対しては、構造解析汎用プログラムMARS-MES、及びそれに対する入力生成用として三次元自動メッシュプログラムTHREEDI⁽⁵⁾が既に用いられており設計に反映されているが、設計検討を進めるにつれ更に幾つかの機能が要求されてきたため、プログラムの修正或は新しいプログラムの作成を行った。

前記プログラムに含まれず新たに要求される主な機能としては下記のものがある。

- (1) 分布荷重（鞍型電磁力、磁気リミタコイル反力）の入力
- (2) ビーム要素の入力
- (3) トラス要素の入力
- (4) 平行ベローズの要素分割
- (5) 異方性板の応力値からベローズ局部応力への変換

この中で(1)(2)(4)の機能に関してはTHREEDIの機能に付加し、(3)は汎用性が少いため接触要素入力用のプログラムI/Gを作成した。又、(5)の機能は原研既存のプログラムMARS-SUPERPOSE（MARS-MESの出力である応力・変位の線形結合演算を行うプログラム）

の中に付加した。なお、分布荷重のうち、鞍型電磁力は渦電流解析プログラム EDDYTORUS⁽⁶⁾ で計算される鞍型電流の値を基に入力している。

解析のフロー・チャートを第 2.5 図に示す。各ステップに従って解析手順を概説する。

(i) ステップ 1 (使用プログラム THREEEDI)

MARS-MES への入力データ生成の第 1 段階であり厚肉リングとベローズの節点、要素及び荷重データの生成を行う。この際、荷重条件が真空力であれば、各要素に 1 kg/cm^2 の圧力が作用し、磁気リミタコイル反力であれば、磁気リミタコイル支持点相当の要素に反力を与え、鞍型電磁力であれば、EDDYTORUS で計算された鞍型電流のポロイダル方向電流密度を電磁力に変換して各要素に圧力として作用させる。

(ii) ステップ 2 (使用プログラム THREEEDI)

MARS-MES への入力データ生成の第 2 段階であり、ステップ 1 で生成されたデータにビーム要素データ及びバネ支持データを付け加える。

(iii) ステップ 3 (使用プログラム I/G)

MARS-MES への入力データ生成の第 3 段階であり、ステップ 2 で生成されたデータに接触要素となるトラス要素とそれに付随するビーム要素と節点データの入力を行う。

(iv) ステップ 4 (CPU 使用)

ステップ 3 で生成されたビーム要素データの端末結合状態の一部修正。

(v) ステップ 5 (使用プログラム MARS-MES)

生成されたデータを入力して応力解析を行う。ベローズは直交異方性板として取り扱われる。

(vi) ステップ 6 (CPU 使用)

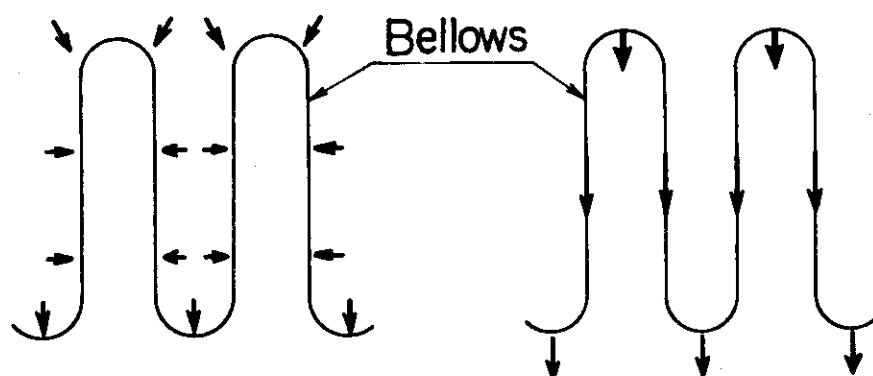
MARS-MES による応力解析の結果、ベローズ支持ビームのトラス要素の軸力が張力であるものがあれば、そのトラス要素の軸剛性を ~ 0 として再び MARS-MES による応力解析を行う。解析の結果、柔のトラス要素に圧縮力が作用した場合は再びそのトラス要素を剛体に戻して再び応力計算を行う。こうして (v) のステップを要素変更の必要がなくなる迄繰り返す。

(vii) ステップ 7 (使用プログラム MARS-SUPERPOSE)

MARS-MES による応力解析の最終結果を入力として、異方性板の応力値をベローズの局所的な応力値に変換する。

Table 2.1 解析ケース一覧

Case	Thickness (mm)		Rib
	Rigid ring	Bellows	
1	40	2.0	Yes
2	70	2.0	No
3	50	2.0	No
4	70	2.5	No
5	50	2.5	No



(a) Vacuum pressure (b) Electromagnetic force
 Electromagnetic force (Saddle-like current)
 (Loop current)

Fig. 2.1 ベローズに作用する外力

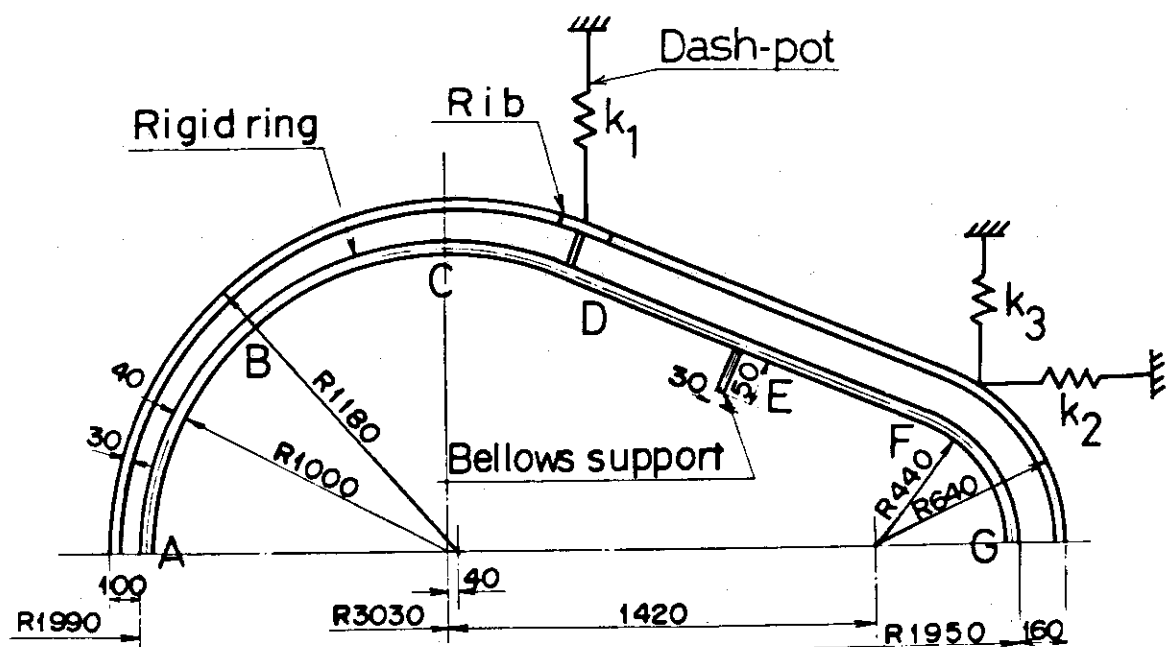
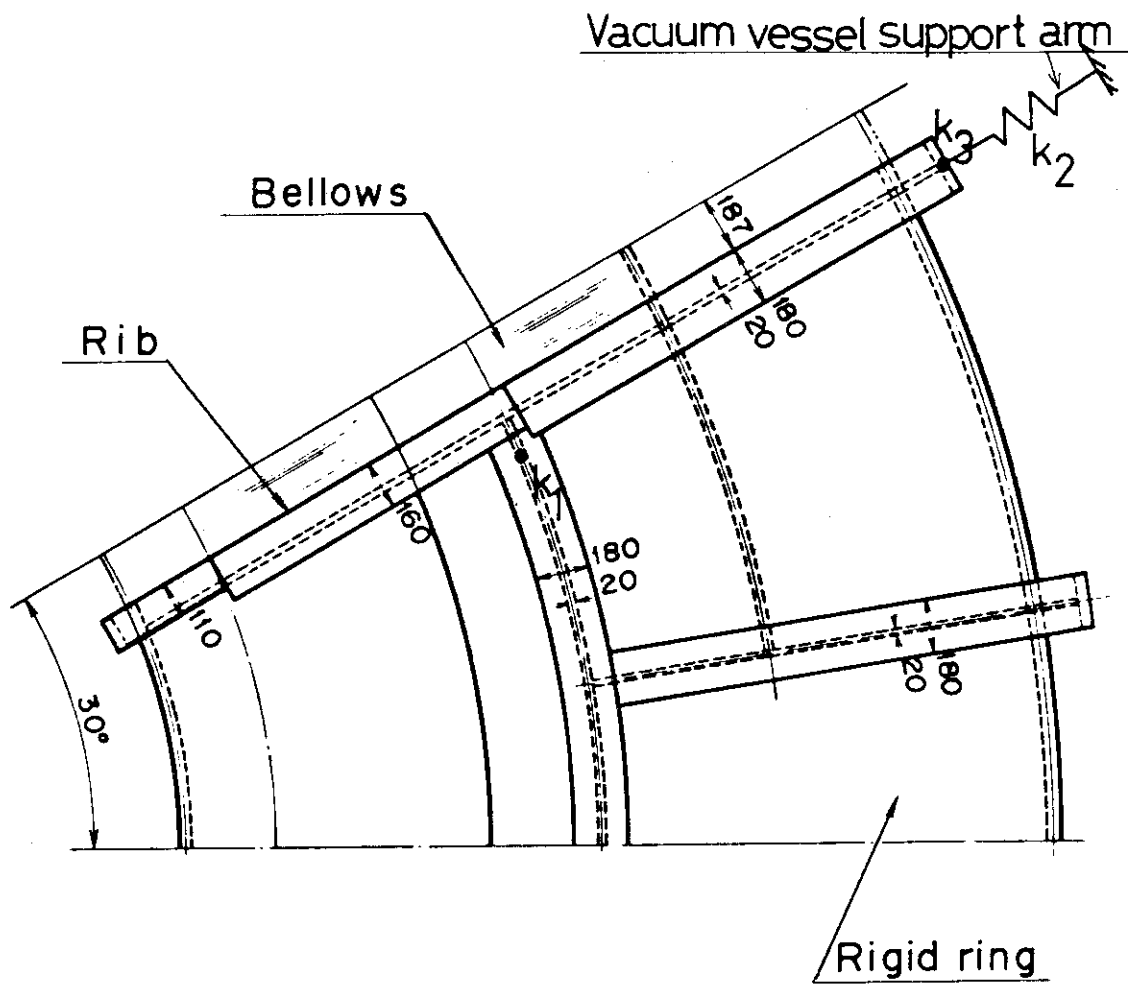


Fig.2.2 解析モデル

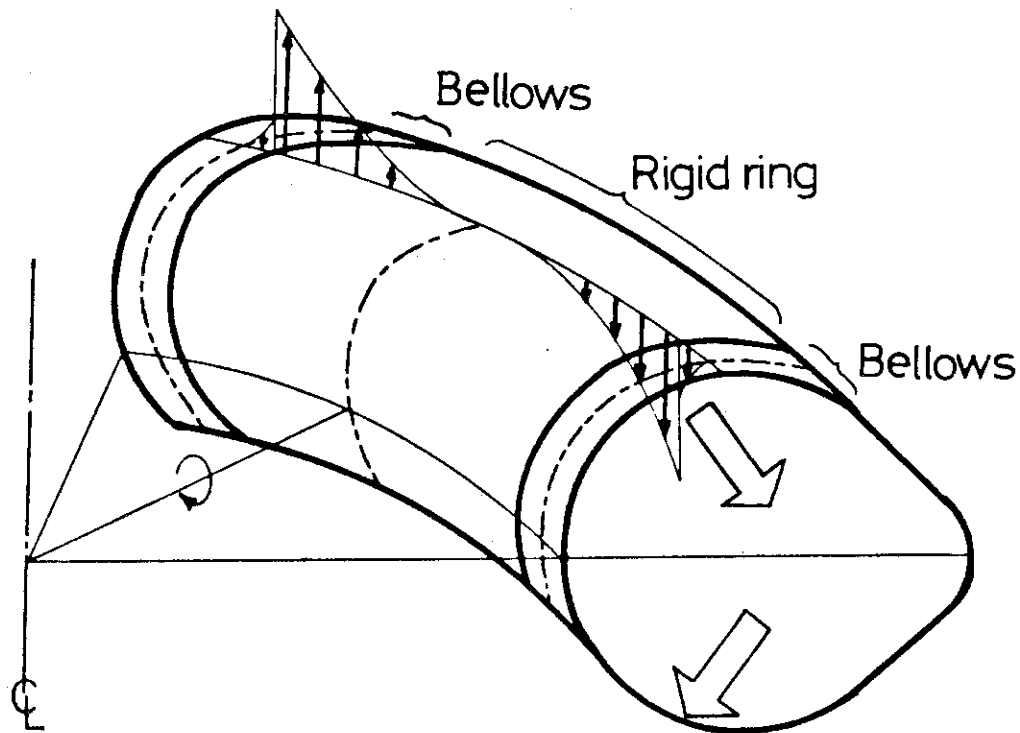


Fig. 2.3 真空容器に作用する鞍型電磁力の模式図

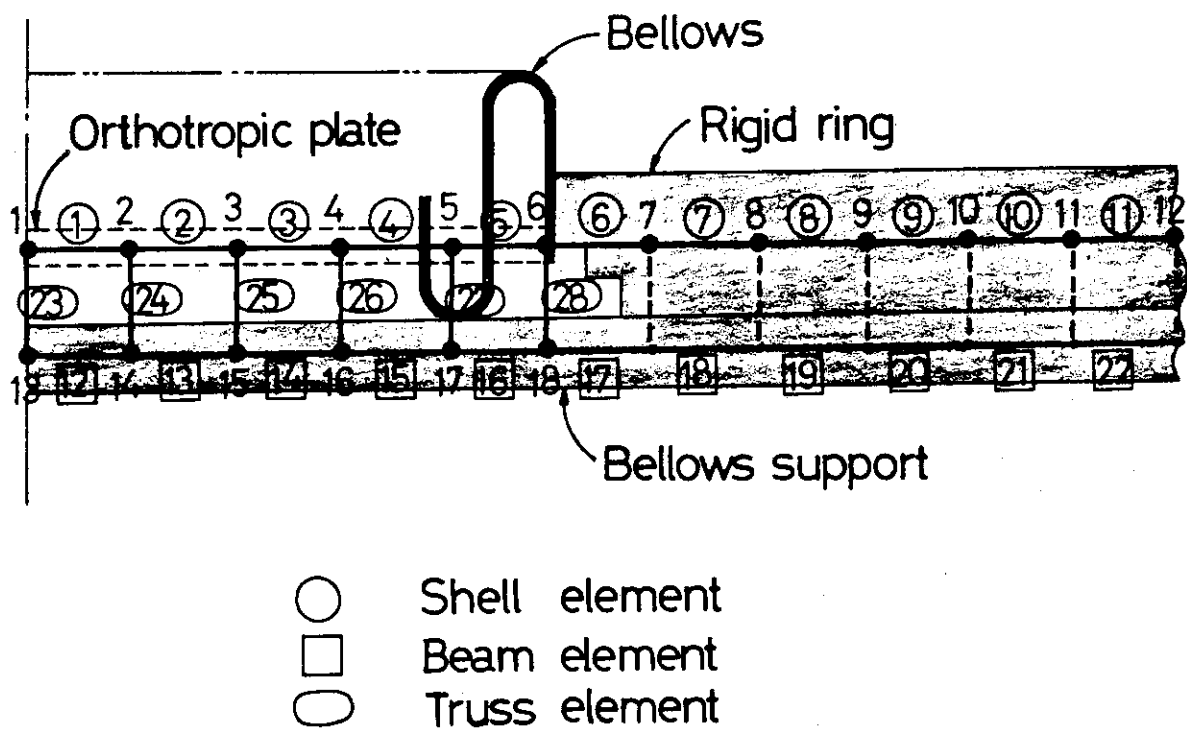


Fig. 2.4 ベローズ・サポートのモデル化

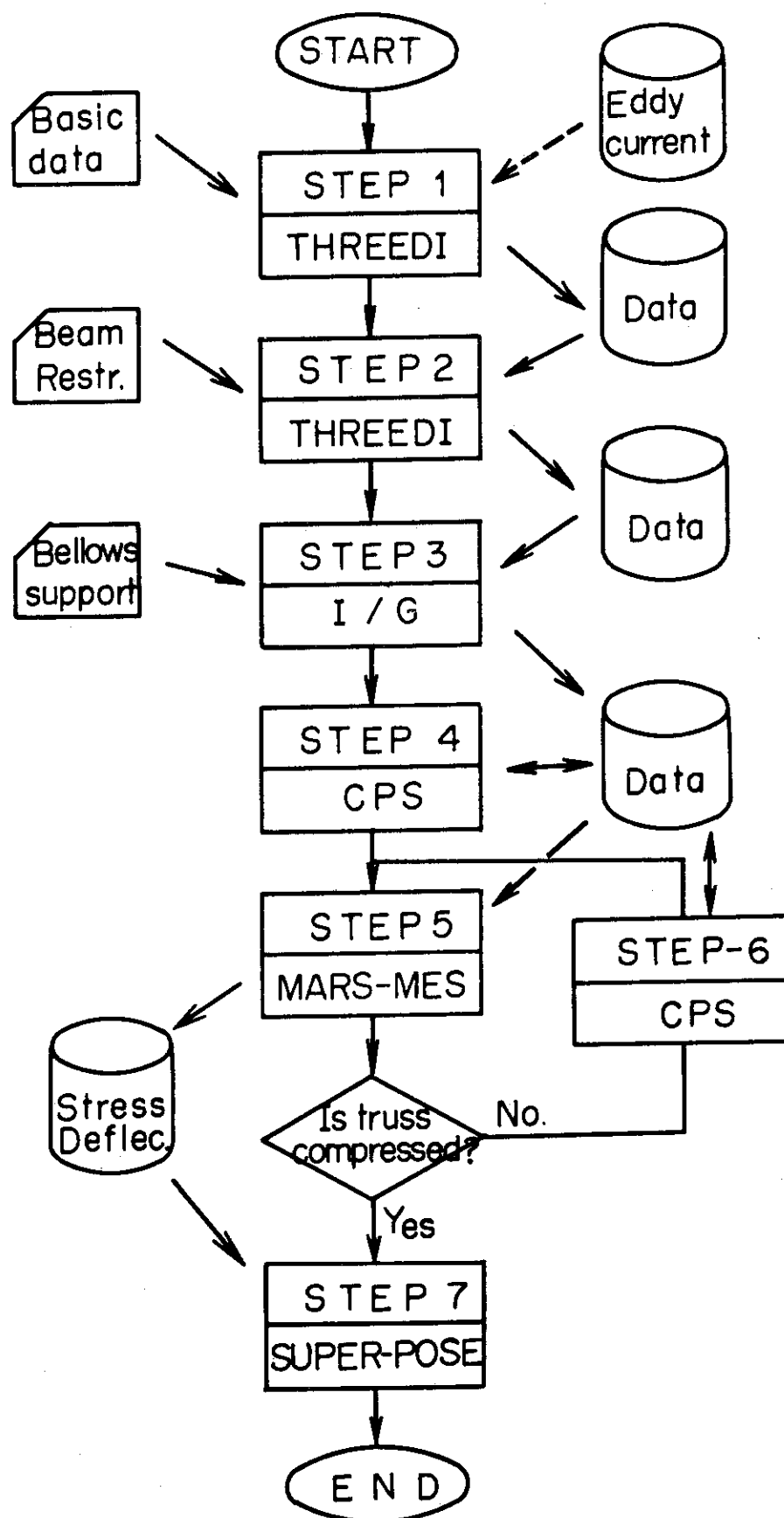


Fig.2.5 JT-60 真空容器の応力解析手順

3. 解析結果及び検討

3.1 真空力

(1) 解析モデル

解析モデルは第2.2図に示されている様にトロイダル方向に 60° セクタ厚肉リングの $1/2$ 、ベローズ1スパンの $1/2$ からなる。ポロイダル断面はその対称性から上半分のみを解析モデルとした。要素分割は、トロイダル方向にベローズを5分割、厚肉リングを10分割の15分割、ポロイダル方向には30分割行っている。

境界条件を第3.1表に示す。対称構造、対称荷重であるから、境界条件は対称条件を与えた。また、真空容器の支持は、厚肉リング端部に設置されている真空容器支持アームのみにより行い、鉛直方向に2本設けられている鞍型電磁力用ダッシュ・ポットは作用しない。従って第2.2図中のバネ定数は $k_1 = 0$ 、 $k_2 = 40 \text{ ton/mm}$ 、 $k_3 = 20 \text{ ton/mm}$ と与える。但し、ここで座標系は第A.1図に示すオブリーク（局所）座標系で与えている。

荷重条件は、全ての要素に 1 kg/cm^2 を外圧として与えた。

(2) 解析結果及び検討

Case 1の変位分布を第3.1図から第3.3図に示す。ここで太実線は元の真空容器の形状を表わし、細実線が変形後の形状を表わす。第3.1図は厚肉リング中央での $y-z$ 方向変位分布を示す。真空容器のトーラス効果により厚肉リングには求心力が働き、また真空容器支持アームは厚肉リング端部に設置されている為厚肉リング中央部に対する拘束効果は小さいから、全体としてトーラス主半径方向内側に変位する。従ってポロイダル断面A部では最大の変位 2.7 mm を示し、G部でも求心力のためややトーラス主半径方向内側へ変位する。第3.2図は、厚肉リング端（最もベローズ寄り）の $y-z$ 方向変位分布を示す。ポロイダル断面A部のトーラス主半径方向内側への変位は真空容器支持アーム及び補強リブの効果でやや小さくなっている。また、G部ではトーラス主半径方向外側へ変形しているが、これは厚肉リングに作用する求心力による厚肉リング中央部のトーラス主半径方向内側への変形と、厚肉リング端の真空容器支持アームの支持効果によるものである。第3.3図に示すベローズ中央の $y-z$ 方向変位分布も厚肉リング端と同様の傾向を示しており卵形断面の自然なつぶれを表わしている。ポロイダル断面E部には、ベローズ・サポートが厚肉リングから張り出しておりその変形をある程度抑えており、 2.5 mm 程度の垂れ下がりとなっている事がわかる。

Case 1における応力分布の一例を第3.4図に示す。これはベローズ第1山の応力強さ分布であり、トーラス主半径方向最内周のA部で最大値 12.6 kg/mm^2 を示し、ポロイダル断面のほぼ全域で 10 kg/mm^2 前後の応力強さである。

Case 1～5の解析結果を第3.2表にまとめる。変位に関しては、全体的にポロイダル断面A部及びE部の値が大きい。Case 1では、補強リブにより厚肉リング端のE部の垂れ下がりが抑えられる為、ベローズの変形もある程度抑えられ、結局求心力によるA部のトーラス主半

径方向内側への変位が最大となる。Case 2～5では、補強リブがない為、厚肉リング内では端部のE部垂れ下がり変形が大きくなる。更に、ポロイダル方向の曲げに着目した場合、ペローズと等価な剛性を有する平板の板厚 t^* は次式で求められ、

$$t^* = \left(\frac{12 I_b}{b} \right)^{1/3} \quad (4)$$

ペローズの板厚 2.0 (山高さ 80 mm), 2.5 mm (山高さ 70 mm) に対し各々, 49, 46 mm である。但し, I_b はペローズ 1 ピッチの断面二次モーメントである。従って Case 2, 4 では厚肉リング板厚が 70 mm でそのポロイダル方向の曲げ剛性がペローズのそれより大きいため、ペローズ中央部の変位が最大となる (第 3.5 図に示す Case 2 の変位分布参照)。一方, Case 3, 5 では、厚肉リング板厚が 50 mm でそのポロイダル方向の曲げ剛性はペローズのそれとは等しくなりペローズ・サポートの支持効果により厚肉リング端で変位が最大となる (第 3.6 図に示す Case 3 の変位分布参照)。

Case 1～5 において応力強さの最大値は全てペローズ第 1 山のトラス主半径方向最内周 A 部に生じる。真空力によりペローズに生じる応力は、その発生原因を次の 4 つに分けられる。

- (i) 求心力による厚肉リングのトラス主半径内側への変位によるもの。しかもこれは真空容器支持アーム廻りの回転成分を持つ。
- (ii) ペローズ (直交異方性板) と厚肉リングのポロイダル方向の剛性差から生じるポロイダル断面の変形差から生じる相対変位。
- (iii) ペローズの腹に働く真空力によるペローズの山の押しつぶしにより生ずるもの。
- (iv) ポロイダル断面での変形によるもの。

上記 (i)～(iv) のうち (i)～(iii) は主にトロイダル方向の応力に、(iv) はポロイダル方向の応力に寄与する。本有限要素法解析によればペローズ第 1 山に生じる応力はほとんどがトロイダル方向の応力であるので、(i)～(iii) によって生じる応力の概算値を求めてその応力の発生原因を検討する。検討は最大の応力強さを生じるペローズ第 1 山の A 部に着目して行った。

(i) による応力は厚肉リングによるペローズの強制圧縮によって生じるものであるから、厚肉リングの熱伸びによりペローズに発生する応力⁽²⁾に類似している。従って厚肉リングの熱伸び量 δ_0 、熱伸びによりペローズに生ずる応力 σ_0 、真空力による厚肉リングの x 方向変位量を δ_1 とすると (i) による応力 σ_1 は次式で求められる。

$$\sigma_1 = \sigma_0 \cdot \delta_1 / \delta_0 \quad (5)$$

本有限要素法解析による結果 δ_1 と、詳細設計における計算結果 σ_0 、 δ_0 より第 3.3 表の結果を得る。

(ii) による応力は弾性床モデルで良い近似を得る事ができる⁽³⁾。ペローズの曲げ剛性 D と等価な剛性を有する板が分布ばね定数 k の床上で分布荷重 p を受ける場合、板に生じる最大応力は次式で示される。

$$\sigma_2 = \frac{6}{t_b^2} M \quad (6)$$

但し $M = -D \alpha^2 A \sinh \beta \sin \beta + D \alpha^2 B \cosh \beta \cos \beta$

$$\alpha = \left(\frac{k}{D} \right)^{1/4} \quad \beta = \frac{\alpha \ell}{2\sqrt{2}}$$

$$D = \frac{b t_b^3 E}{12 b_w (1 - \nu^2)}$$

$$A = - \frac{p}{k} \frac{\sinh \beta \cos \beta + \cosh \beta \sin \beta}{\sinh \beta \cosh \beta + \sin \beta \cos \beta}$$

$$B = - \frac{p}{k} \frac{\cosh \beta \sin \beta - \sinh \beta \cos \beta}{\sinh \beta \cosh \beta + \sin \beta \cos \beta}$$

である。数値計算の結果を第 3.3 表に示す。

(iii) による応力はまさしく (1)~(3) 式に示す応力変換式中の外圧 p による補正項に相当する。即ち発生応力は次式で示される。

$$\sigma_3 = \left\{ \frac{3}{b_w t^2} \left(h^2 b_w - \frac{I}{t} \right) + \frac{h}{t} \right\} p \quad (7)$$

数値計算の結果を第 3.3 表に示す。

第 3.3 表には本有限要素法解析で求められた結果も併せて記してあるが、両者は比較的良い一致を示している。板厚 2.0 mm のベローズでは (Case 1~3)，ベローズの腹にかかる真空力によるベローズの押しつぶしによって生じる局所的な応力が主であり、次いで厚肉リングとの相対変位により生じる応力が大きい。一方板厚 2.5 mm のベローズでは (Case 4, 5)，その曲げ剛性の増加からベローズの腹にかかる真空による局所的な応力は約 1/4 に軽減されるが、逆にその剛性値の増加により、A 部の様に厚肉リングのトロイダル方向変位の大きい部分では、それによるベローズの圧縮に起因する応力が主となる。

この様にベローズの板厚を薄くすると (iii) による応力が急激に増加し、逆に板厚を厚くすれば (i) による応力が増加する。しかも、(iii) による応力はベローズである限り避け得ず、(i) による応力も現在の構造及び支持条件では避け得ない為、厚肉リングとベローズの剛性値を合わせて (ii) による応力を理想的に 0 とし得ても応力値はある値以下には下げ得ない。しかし (iii) による応力が 1/4 になる事からポロイダル断面全体に渡って応力が軽減されるため真空力に関する限り板厚 2.5 mm のベローズの方が当然の事乍ら有利である。

3.2 鞍型電磁力

(1) 解析モデル

鞍型電磁力に対する応力解析に用いたモデルも第2.2図に示すものである。但し、ポロイダル断面对称面の境界条件の設定が難しい為、これを避ける為ポロイダル方向に 360° の全周モデルとした。要素分割も真空力の場合と同じであるが、やはりポロイダル方向は倍の60分割としている。

境界条件を第3.4表に示す。鞍型電磁力は第2.3図に模式的に示す様に、対称構造物に対して逆対称荷重が作用することから、境界条件としては逆対称条件を与える。更に真空容器は、真空容器支持アーム以外に、動荷重に対して支持効果のある鞍型電磁力用ダッシュ・ポットによって支持される。従って第2.2図中のバネ定数は $k_1 = k_2 = 40 \text{ ton/mm}$, $k_3 = 20 \text{ ton/mm}$ と与える。

(2) 荷重条件

真空容器を流れる渦電流は、その誘起原因となるプラズマの挙動に従って第3.5表の通り6つの場合に分類される⁽²⁾。渦電流は各場合について詳細に検討されており⁽⁷⁾⁽⁸⁾、ループ電流と鞍型電流とにわけて、その最大値を第3.6表の様にまとめられる。

鞍型電流に着目した場合、電流値が最大となるのはCase Bのプラズマ立ち上げ不着火時であり(55 kA)、次いでCase Aのプラズマ立ち上げ着火時(45 kA)、Case Dのプラズマ内側消滅時(24 kA)である⁽⁷⁾。なお、ここでプラズマ消滅時にはポロイダル磁場コイルの遮蔽効果があるものとして計算されている。以後の解析でもプラズマ消滅時はポロイダル磁場コイルの遮蔽効果を考慮する。

一方、真空容器の応力解析においては、その荷重の絶対値とともに分布も重要な意味を持つからここで鞍型電流、鞍型電磁力の絶対値及び分布の検討を行う。なお、ここで取り扱う鞍型電流値は有限要素回路法⁽⁸⁾により、その値が最大となる時刻のものを取り扱う。

第3.7図から第3.9図に、Case A, B, Dにおける鞍型電流のポロイダル方向分布を示す。値は鞍型電流値がトロイダル方向で最大となる厚肉リング端における鞍型電流(電流密度で表示)のポロイダル成分であり、その最大値は、Case A, B, Dで各々、62, 78, 32 kA/mである。Case Aでは、その最大値はポロイダル断面E部に生じ、全体的に可成り均一に流れるが、特にD~E部の電流密度が高い。Case Bでは、電流分布のピークはトラス主半径内側に寄り、E部の電流密度は小さくなる。これに対しCase Dでは、更にトラス主半径内側に寄った分布になると同時に、ポロイダル断面E~G部では逆方向の電流の流れがある事がわかる。

第3.7図から第3.9図に示した鞍型電流のポロイダル成分とトロイダル磁場との相互作用により生じる鞍型電磁力は、トロイダル磁場の強さがトラス主半径方向長さに逆比例する事から電流分布とは多少異ったものとなる。第3.10図から第3.12図に、第3.7図から第3.9図の鞍型電流に対応する鞍型電磁力のポロイダル分布を示す。第3.10図はCase Aの荷重分布であり最大約 2.7 kg/cm^2 の圧力が真空容器に作用する。この場合、鞍型電流の電流値に比べて荷重が小さい事、荷重分布がポロイダル断面の広い領域ではほぼ均一である事、特にポロイダ

ル断面D～E部でも 2.5 kg/cm^2 程度の荷重がある事等が特徴である。なお、既に述べた様に鞍型電磁力はポロイダル断面上半分と下半分で逆方向の力として作用するので図中上半分が外圧とすると下半分には内圧が作用していることになる。第3.1.1図はCase Bの荷重分布であり最大約 4.7 kg/cm^2 相当の圧力が作用する。Case Bは全ての場合の中で最大の荷重を与え、その荷重分布はトーラス主半径内側に偏ったものである。第3.1.2図に示すCase Dの荷重分布は、最大約 2.0 kg/cm^2 であり更にトーラス主半径内側に寄った分布となるとともに、第3.9図に示した電流分布に従い、ポロイダル断面上（或は下）半分内でも荷重の方向が逆転するという特徴を有する。

鞍型電磁力のトロイダル方向の分布の一例を第3.1.3図に示す。これは鞍型電磁力がポロイダル断面内で最大となる点（第3.1.0図から第3.1.2図参照）のトロイダル方向分布であり、厚肉リング部、ベローズ部内ではほぼ直線的に変化する。ベローズ部には、厚肉リング部に対し

$$\frac{\text{ベローズ等価板厚}}{\text{厚肉リング板厚}} = \frac{t_b \cdot b_w}{t_r \cdot p} \quad (8)$$

の割合で鞍型電流が流れ、それに相当する電磁力が作用する。但しここで

- t_b : ベローズ板厚
- t_r : 厚肉リング板厚
- b_w : ベローズガス長
- p : ベローズピッチ

である。

以上Case 1に関して、Case A, B, Dに真空容器に作用する鞍型電磁力の検討を行ったが、Case 2～5に関してはCase Dの計算を行う。第3.1.4図にケース1～5においてプラズマ内側消滅時に真空容器に作用する鞍型電磁力のトロイダル方向分布を示す。これはポロイダル断面で最大となる点におけるトロイダル方向の分布であり、ポロイダル断面の分布形は第3.1.2図と同様の傾向を示す。厚肉リング、ベローズともにその板厚にほぼ比例した電磁力が作用する。

(3) 解析結果及び検討

Case 1におけるCase A, B及びDの解析結果を第3.1.5図から第3.1.7図に示す。第3.1.5図は、Case Aにおける変位分布の一例であり、厚肉リング端部のy-z方向変位を示す。荷重が第3.1.0図に示す様にポロイダル断面D～F部でも可成り大きい事及び内圧に対してはベローズ・サポートの支持効果がない事から最大変位はポロイダル断面直線部で生じ約 0.8 mm である。第3.1.6図は同じくCase Bにおける厚肉リング端部のy-z方向変位分布を示す。Case Bでは第3.1.1図に示す如く荷重分布がトーラス主半径中心側に偏っているため、最大変位もポロイダル断面B～C部に生じる。最大値は約 0.8 mm である。第3.1.7図に示すCase Dでは第3.1.2図でみた様に荷重分布がポロイダル断面上（或は下）半分内でも逆転するため、変位も同様の傾向を示す。最大変位はポロイダル断面B部で生じ約 0.4 mm であるが、真空容器として好ましくない変形モードである。

次に、Case 1におけるCase A, B及びDの応力分布の一例を第3.1.8図から第3.2.0図

に示す。値はベローズ第1山の山部の応力強さを示している。Case Aではポロイダル断面B部からD部にかけて大きな応力を生じるが、特に第3.15図で示した最大変位の生じるポロイダル断面直線部(第3.15図で下半分)で応力も最も大きく約 6.4 kg/mm^2 である。これからわかる様に、鞍型電磁力が外圧として作用する場合ベローズ・サポートの支持効果は大きく応力の緩和に有効であるが、内圧として作用する場合、ベローズ・サポートは全く支持の役割を果たさないため、ポロイダル断面直線部に大きな応力が発生する可能性がある。第3.19図にはCase Bの例を示す。応力強さはB~C部で最大となり約 10.9 kg/mm^2 であるが、Case A同様、ベローズ・サポートの支持効果のないポロイダル断面下半分では全般的に大きな応力値を示す。第3.20図にはCase Dの応力強さ分布を示す。最大はCase B同様、ポロイダル断面B~C部に生じ、約 4.7 kg/mm^2 である。

以上のCase 1に関する解析結果を第3.7表にまとめる。なお、ここにはCase Cの解析結果も併せて示してあるが、その荷重、変位及び応力の分布はCase Dとほぼ同様である。

次にCase 1~5の解析結果を第3.8表にまとめる。これはCase Dにおける最大変位及び応力をまとめたものである。真空容器の板厚 t に対し、電磁力は t に比例して増加するが、剛性値もほぼ t^3 に比例して増加するため、板厚の増加により強度的には向上するが、ベローズと厚肉リングの様に剛性の大きく異なる構造物の複合体では、その相対的なポロイダル断面変形差が発生応力の支配的な要因であるため、一概に板厚の増加が強度的に好ましいとは云えない。本パラメータの範囲では、ケース1に次いでケース3が、発生応力が小さい。

次に鞍型電磁力用ダッシュ・ポットの検討を行う。第3.9表に、第3.7表にまとめた各解析ケースにおける鞍型電磁力用ダッシュ・ポット及び真空容器支持アームの支持反力を示す。ここで反力 F_1 、 F_2 、 F_3 は各々第2.2図のばね k_1 、 k_2 、 k_3 に対応している。これからわかる様に、反力のほとんどは真空容器支持アームで受け持ち、その割合は、Case A, B, C, Dで各々69, 77, 92, 94%である。特にプラズマ消滅時(Case C, D)は、その荷重分布の影響により変位分布はダッシュ・ポット部で変曲点を有する為、ダッシュ・ポットの支持効果は殆んどない。また、プラズマ立ち上げ時(Case A, B)でも70~80%は真空容器支持アームで支えている事がわかる。この様にダッシュ・ポットを取り除いても強度的に殆んど影響ないと考えられる。第3.10表、第3.21, 3.22図に、Case B, Dについてのダッシュ・ポットがある場合とない場合の解析結果を示す。第3.10表は発生する最大応力強さを比較したもので殆んど変化がない事がわかる。又、ベローズ第1山の応力強さ分布を示した第3.21, 3.22図からも、多少第3.19, 3.20図とは分布がずれるが、殆んど変化がない事がわかる。従って、計測用ポート等の設置空間が非常に限られている事を考慮すると装置の総合性能としてはダッシュ・ポットは取り除いた方が有利と思われる。

3.3 応力評価

(1) プラズマ電流が50 msec以下で消滅した場合の真空容器への電磁力⁽⁹⁾

JT-60では、プラズマ消滅時定数 τ_p は、50 msecとして全ての設計を行っているが、 τ_p には物理的に不確定な要素が強い。プラズマ電流が50 msecより短い時定数で消滅する

場合 (Case C 及び D), 現仕様から求まる値を上まわる電磁力が真空容器に作用するため, 装置の健全性を損ねる可能性がある。そこで, $\tau_p < 50 \text{ msec}$ の場合, 即ち $\tau_p = 10 \text{ msec}$, 1 msec , $100 \mu\text{sec}$, $10 \mu\text{sec}$ の 4 ケースについて解析を行った。

第 3.2.3 図に, Case C においてプラズマ電流が 50 msec 以下で消滅した場合に真空容器に流れる鞍型電流及びループ電流の最大値を示す。ここでプラズマ電流 $I_p = 2.7 \text{ MA}$, プラズマ主半径 $R = 3.03 \text{ m}$, 副半径 $a = 0.95 \text{ m}$ であり, ポロイダル磁場コイルの遮蔽効果も含めてある。前者は有限要素回路法で, 後者はトカマク回路論で解析を行った。

鞍型電流に関しては, $\tau_p = 50 \text{ msec}$ で 11 kA であり, $\tau_p = 1 \text{ msec}$ 以下ではほぼ一定であり 45 kA である。またループ電流は, $\tau_p = 50 \text{ msec}$ 79 kA であるのに対し, τ_p が小さいと急激に上昇し, $\tau_p = 10 \mu\text{sec}$ で 2.65 MA で, ほぼプラズマ電流相当の電流が真空容器に流れる。

第 3.2.4 図には, 第 3.2.3 図に示した鞍型電流, ループ電流と各々トロイダル磁場, ポロイダル磁場との相互作用により真空容器に働く電磁力の最大値を示す。鞍型電磁力のトロイダル方向, ポロイダル方向の分布は, 各々第 3.1.2 図及び第 3.1.3 図とはほぼ同様である。

また, これらの電磁力によって真空容器に発生する最大応力を第 3.2.5 図に示す。鞍型電流電磁力により発生する最大応力は, $\tau_p = 1 \text{ msec}$ までは τ_p の減少とともに増加するが, $\tau_p = 1 \text{ msec}$ 以下ではほぼ一定であり, 約 13 kg/mm^2 である。一方, ループ電流電磁力により発生する応力は τ_p の減少に伴い増加し, $\tau_p = 10 \mu\text{sec}$ で約 8 kg/mm^2 である。

(2) 応力評価

3.1, 3.2 及び 3.3 (1) の解析結果に基づき, JT-60 の真空容器の応力評価を ASME Sec. III に準じて行う。作用荷重としては, 真空力, 鞍型電流電磁力, ループ電流電磁力及び厚肉リングのトロイダル方向の熱膨張によるベローズの圧縮を考える。ここで前三者は一次応力に, 後者は二次応力に分類する。Code Case 1331-8 によれば, インコネル 625 の S_m 値は

$$S_m = 18.3 \text{ kg/mm}^2 \quad (\text{at } 400^\circ\text{C})$$

であるから, 一次及び二次応力に対する許容応力強さは,

$$P_m + P_b \leq 1.5 S_m = 27.4 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_m + P_b + Q \leq 3 S_m = 54.9 \text{ kg/mm}^2$$

である。ここで

P_m : 膜応力強さ

P_b : 曲げ応力強さ

Q : 二次応力強さ

である。

第 3.1.1 表に, 各ケースにおける最大応力強さを生じる要素に対する応力評価をまとめる。ここで最大応力強さを生じる要素は, 第 3.1.1 表中に図示してある様にポロイダル断面 B 部のベローズ第 1 山である。

プラズマ消滅時定数 τ_p が 50 msec であるならば、電磁力としては Case B が最大であり、Case 1, 4 及び 5 が ASME の許容応力強さを下回る。ベローズの板厚が 2.5 mm の場合、一次応力を比較的強く抑えられるが二次応力が大きくなるのに対し、ベローズの板厚が 2.0 mm の場合は、二次応力は小さいが一次応力が比較的高くなるという傾向を示す。許容応力強さからは二次応力に対して比較的余裕がある事を考えると、今回のパラメータ範囲内では、ベローズの板厚が大きい方が強度的に有利である事がわかる。一方、厚肉リングの板厚は、今回のパラメータ範囲内ではそれ程最大応力強さに影響を与えない事がわかる。

厚肉リング補強リブは、鞍型電流の電流値に効く実際の板厚を増す事なく等価剛性を上げられるから、強度的には非常に有利であるが、反面、厚肉リング外表面から 100 ~ 160 mm の高さを有し、厚肉リングとトロイダル磁場コイルの間の空間の多くを占有するため、ポロイダル磁場コイル、温度制御層等の設置スペースを制約してしまう。第 3.9 表の結果からわかる様に、補強リブを取り除いた場合でも許容応力強さを下回るため、装置全体の設計を考えた場合、補強リブは取り除いた方が有利と考えられる。

また、鞍型電磁力用のダッシュ・ポットは、それを取り除いても発生する最大応力強さ及び応力強さの分布にほとんど影響を与えない為、計測用ポート等への空間利用を考慮すると取り除いた方が有利である。

τ_p が 50 msec より短い場合は、代表例として Case 1 及び 5 について $\tau_p = 1$ msec , 10 μ sec の場合の応力評価を行った。 τ_p が 1 msec 以下であると、電磁力としては Case C が最大となる。ここで電流値はトカマク回路論⁽⁷⁾の値を用いた。結果は第 3.11 表にまとめられているが、これからわかる様に、 $\tau_p = 1$ msec であれば、Case 1 では許容応力強さを僅かに下回るが、Case 5 ではこれを上回る。しかし τ_p が 1 msec 程度以下になると、真空容器に誘起されるループ電流が MA のオーダーとなるため、第 3.9 表に分類した鞍型電流電磁力、ループ電流電磁力以外にも無視し得ない大きさの電磁力が様々な形で真空容器に作用する事⁽⁸⁾や、計算及びモデルに含まれる誤差を考慮すると、Case 1 においても $\tau_p = 1$ msec でも発生する最大応力強さは許容応力強さを上回る可能性があると思われる。

Table 3.1 境界条件 (真空力)

Boundary	x	y	z	θ_x	θ_y	θ_z
O-P-Q	1	0	0	0	1	1
O-R	0	1	0	1	0	1
Q-T	0	1	0	1	0	1
R-S-T	1	0	0	0	1	1

O-T are shown in Fig.A-1.
0;Free 1;Fixed

Table 3.2 真空力による応力解析結果

Case	$\delta_{\max}$ (mm)			$\sigma_{\max}$ (kg/mm ²)
	x	y	z	
1	1.3	-1.7	2.7	12.6
2	-1.4	-1.9	-3.6	13.0
3	-2.7	-3.5	-6.3	17.2
4	-1.4	-1.9	-3.5	8.4
5	-2.7	-3.5	-6.3	12.9

Table 3.3 真空力による応力—有限要素法による結果と解析解の比較

Case	(kg/mm ²)				
	σ_1	σ_2	σ_3	$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$	σ_t
1	0.8	1.6	7.9	10.3	11.2
2	0.9	1.4	7.9	10.2	12.5
3	1.8	3.3	7.9	13.0	16.5
4	2.5	1.3	2.2	6.0	7.9
5	4.8	3.8	2.2	10.8	12.3

σ_t ; Stress in toroidal direction
computed by FEM.

Table 3.4 境界条件 (鞍型電磁力)

Boundary	x	y	z	θ_x	θ_y	θ_z
O-P-Q	0	1	1	1	0	0
R-S-T	0	1	1	1	0	0

O-T are shown in Fig.A-1.
0;Free 1;Fixed

Table 3.5 真空容器に電流が流れる場合の定義

Case	Plasma Behavior
A	Current build-up phase (plasma current is generated)
B	Current build-up phase (plasma current is not generated)
C	Current shut-down phase (without displacement)
D	Current shut-down phase (with inward displacement)
E	Negative spike
F	Positive spike

Table 3.6 真空容器に流れるループ電流, 鞍型電流の最大値

Case	A	B	C			D			E	
τ_p (msec)	-	-	50	1	0.01	50	1	0.01	-	-
Max. loop current (kA)	242	340	71	1190	2660	79	1220	2620	607*	1471**
Max. saddle-like current (kA)	45	55	11	62	65	24	42	46	25*	51**

* $V_n = -3\text{kV}$

** By "Tokamak Circuit" theory

Table 3.7 鞍型電磁力による応力解析結果 (Case 1)

Case	$\delta_{\max}$ (mm)			$\sigma_{\max}$ (kg/mm ²)
	x	y	z	
A	2.5	0.32	0.83	6.4
B	4.6	-0.60	-0.84	10.9
C	1.3	-0.19	-0.30	3.1
D	2.1	-0.30	-0.46	4.7

Table 3.8 鞍型電磁力による応力解析結果 (Case D)

Case	$\delta_{\max}$ (mm)			$\sigma_{\max}$ (kg/mm ²)
	x	y	z	
1	2.1	-0.30	-0.46	4.7
2	2.2	-0.32	-0.49	5.4
3	2.1	-0.31	-0.47	5.0
4	1.9	-0.30	-0.46	6.0
5	1.8	-0.29	-0.44	5.6

Table 3.9 鞍型電磁力用ダッシュ・ポット及び真空容器支持アームの支持反力
(ton)

Case	Dash-pot		Vacuum vessel support arm			
	Upper	Lower	Upper		Lower	
	F_1	$F_{1'}$	F_2	F_3	$F_{2'}$	$F_{3'}$
A	11.1	-11.9	-19.7	5.6	-20.3	6.2
B	9.6	-10.2	-30.2	2.0	-30.7	-2.7
C	-0.7	0.7	-6.2	-2.0	-6.1	1.8
D	-0.9	0.8	-9.8	-2.7	-9.8	2.5
B	*	*	-32.5	3.7	-33.3	-4.8
D	*	*	-9.6	-2.9	-9.6	2.6

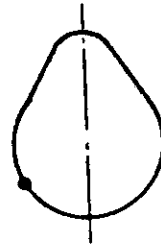
* without dash-pot

Table 3.10 ダッシュ・ポットのない場合の解析結果

Case	$\sigma_{\max}$ (kg/mm ²)	
	With dash-pot	Without dash-pot
B	10.9	10.8
D	4.7	4.9

Table 3.1.1 応力評価

Case	σ_v	σ_s		σ_l		σ_t	$P_m + P_b$	$P_m + P_b + Q$	τ_p (msec)
		I_{saddle} (kA)	I_{loop} (kA)						
1	9.4	55	420	1.3		9.0	21.4	30.6	50
		62	1190	3.7			25.2	34.4	1
		65	2660	8.3			30.3	39.5	0.01
2	10.4	75	420	4.4		9.0	29.1	38.1	50
3	12.6	62	420	5.3		9.0	29.7	38.7	50
4	5.6	75	420	2.4		26.7	22.3	49.0	50
5	7.8	62	420	3.3		26.7	22.9	49.6	50
		70	1190	9.3			30.4	57.1	1
		73	2660	20.7			42.4	69.1	0.01

 σ_v ; Stress by vacuum pressure σ_s ; Stress by saddle-like eddy current σ_l ; Stress by loop current σ_t ; Stress by thermal expansion of rigid ring

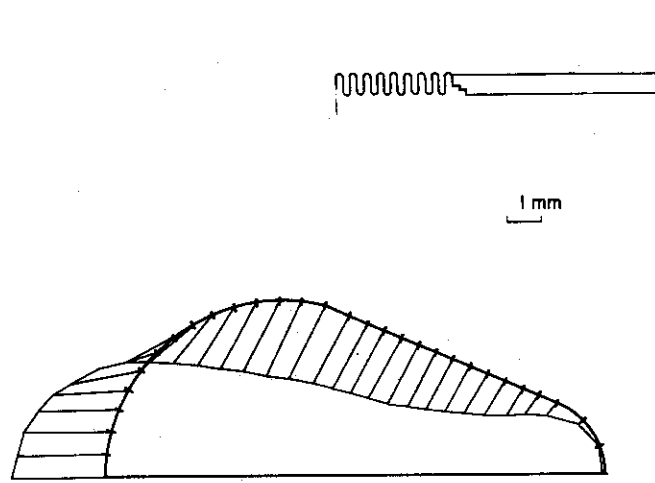


Fig.3.1 真空力によるポロイダル断面変位分布
(Case 1, 厚肉リング中央)

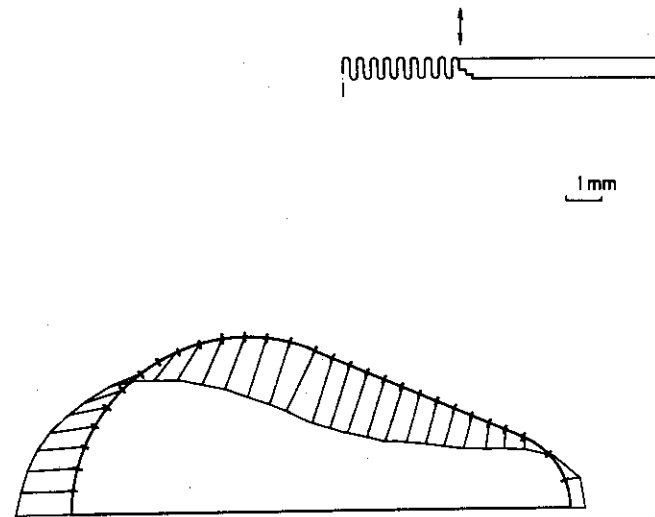


Fig.3.2 真空力によるポロイダル断面変位分布
(Case 1, 厚肉リング端)

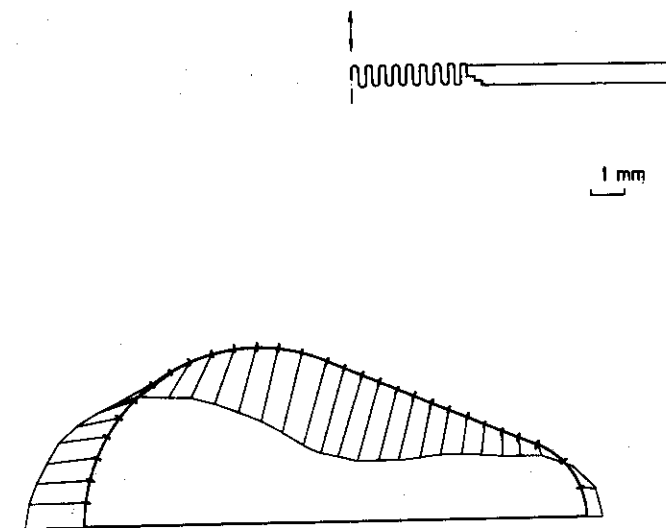


Fig.3.3 真空力によるポロイダル断面変位分布
(Case 1, ベローズ中央)

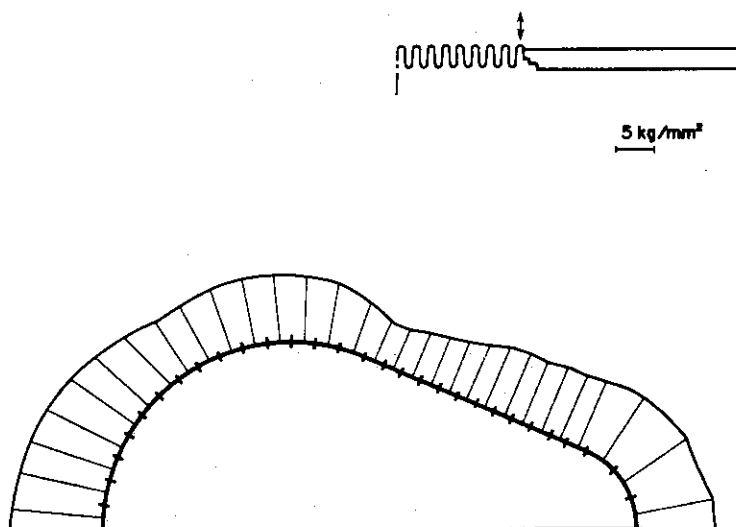


Fig.3.4 真空力による応力の強さ分布
(Case 1, ペローズ第1山)

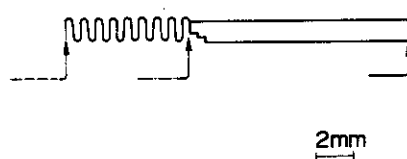


Fig.3.5 真空力によるポロイダル断面変位分布
(Case 2, ペローズ第1山)

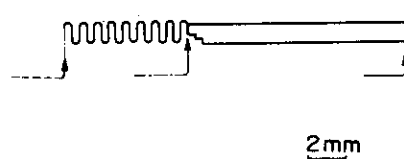


Fig.3.6 真空力によるポロイダル断面変位分布
(Case 3, ペローズ第1山)

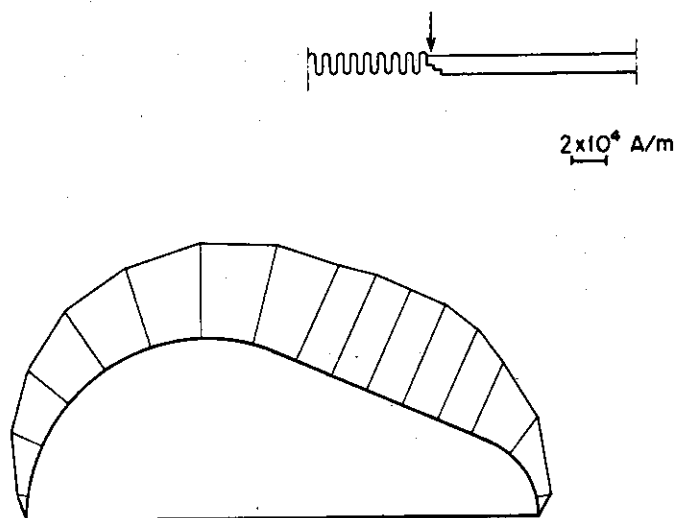


Fig.3.7 鞍型電流ポロイダル成分の分布 (Case A)

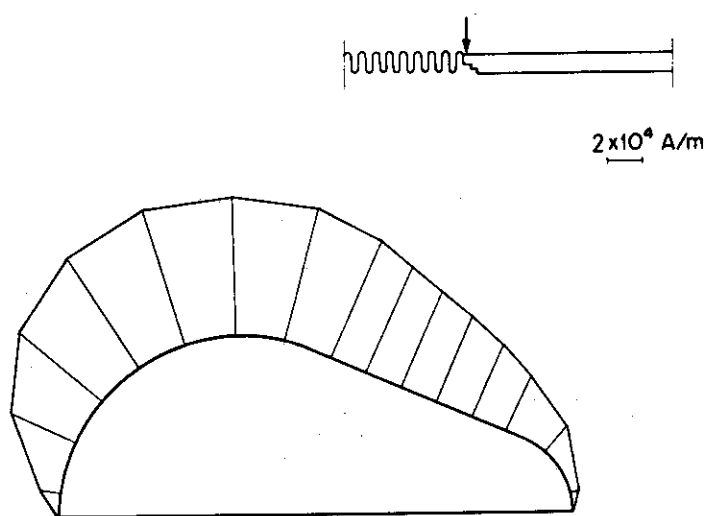


Fig.3.8 鞍型電流ポロイダル成分の分布 (Case B)

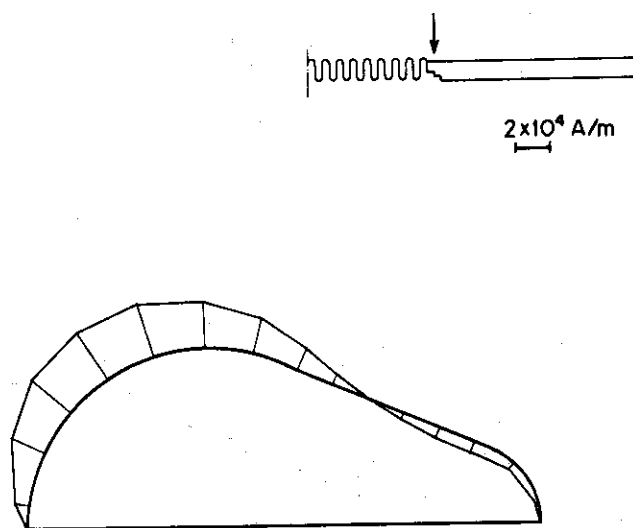


Fig.3.9 鞍型電流ポロイダル成分の分布 (Case D)

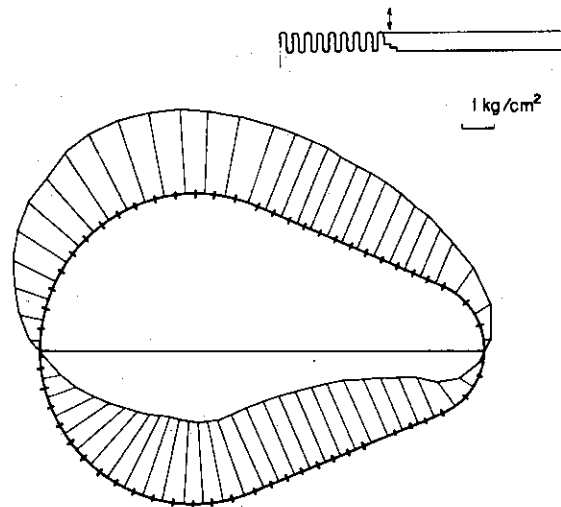


Fig.3.10 鞍型電磁力のポロイダル方向分布 (Case A)

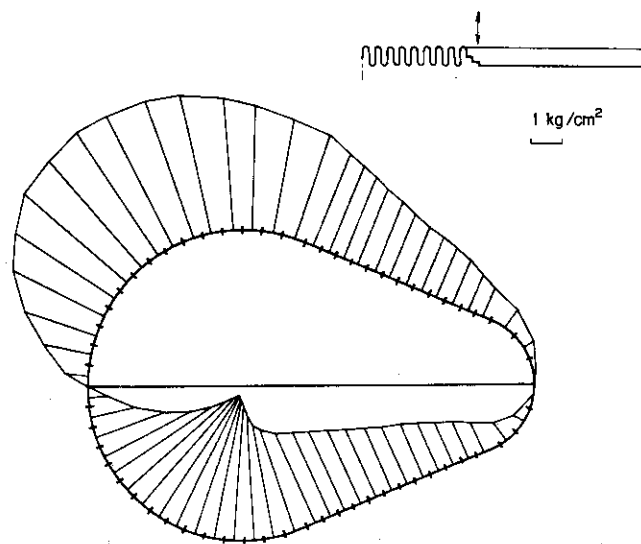


Fig.3.11 鞍型電磁力のポロイダル方向分布 (Case B)

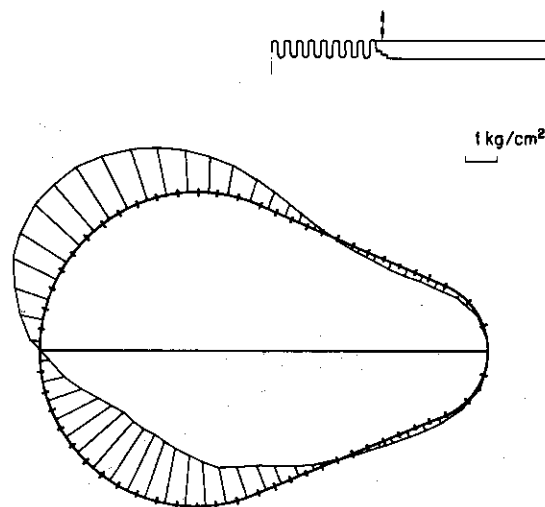


Fig.3.12 鞍型電磁力のポロイダル方向の分布 (Case D)

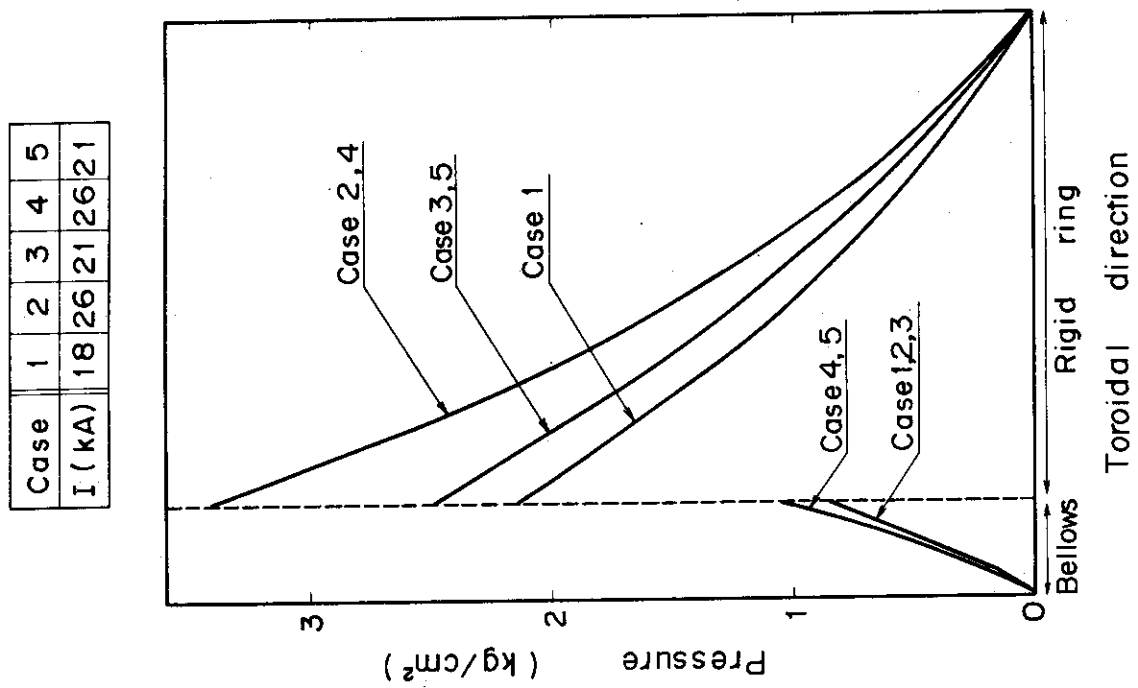


Fig. 3.14 鞍型電磁力のトロイダル方向分布 (Case 1~5)

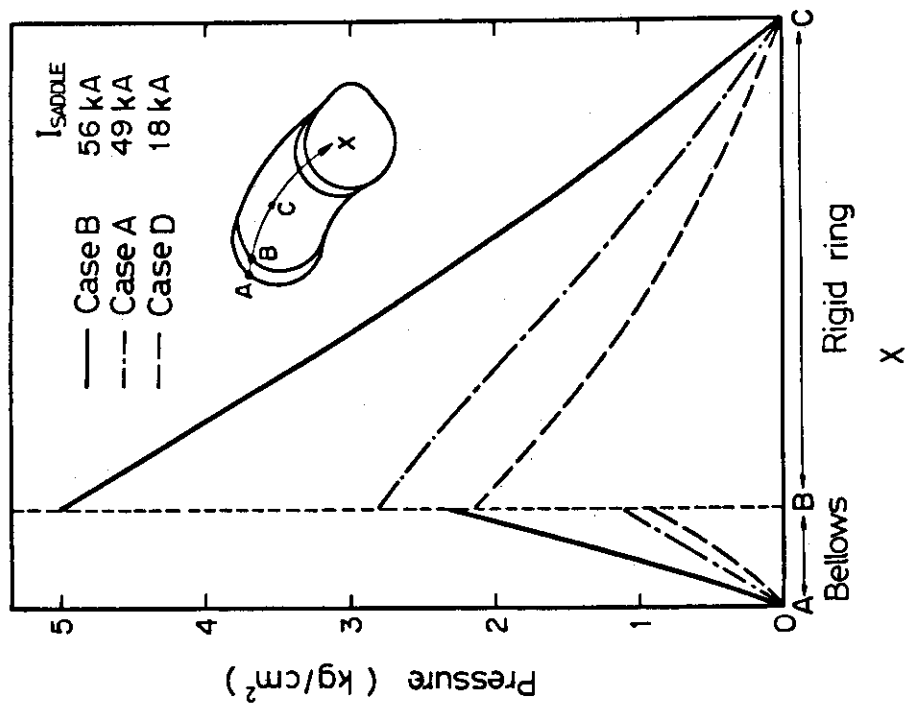


Fig. 3.13 鞍型電磁力のトロイダル方向分布 (Case A, B, D)

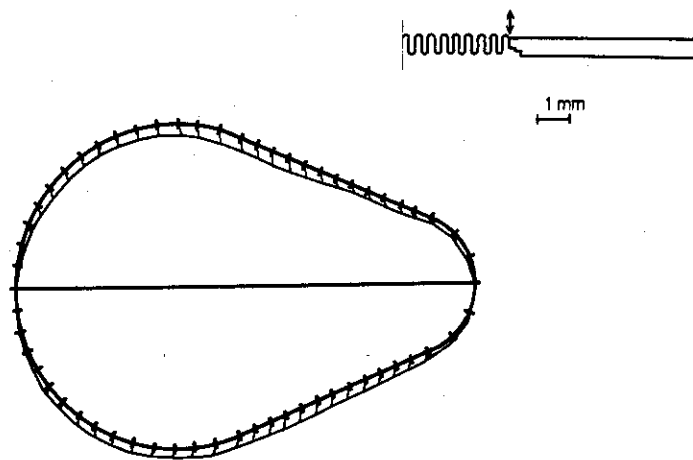


Fig.3.15 鞍型電磁力によるポロイダル断面変位分布
(Case A, 厚肉リング端)

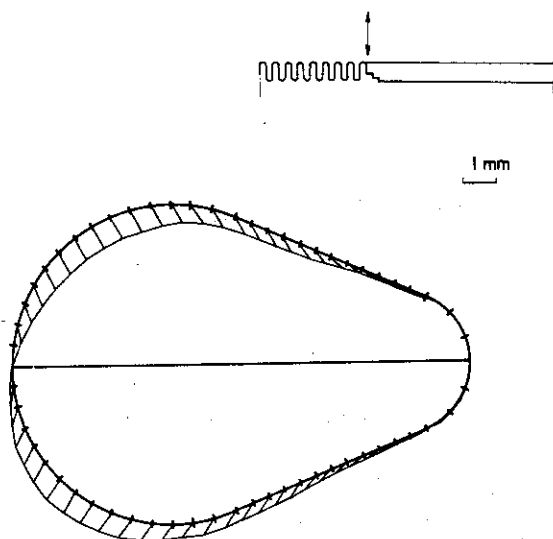


Fig.3.16 鞍型電磁力によるポロイダル断面変位分布
(Case B, 厚肉リング端)

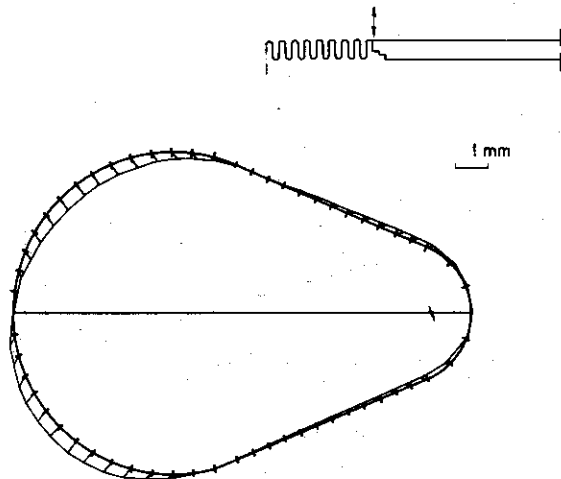


Fig.3.17 鞍型電磁力によるポロイダル断面変位分布
(Case D, 厚肉リング端)

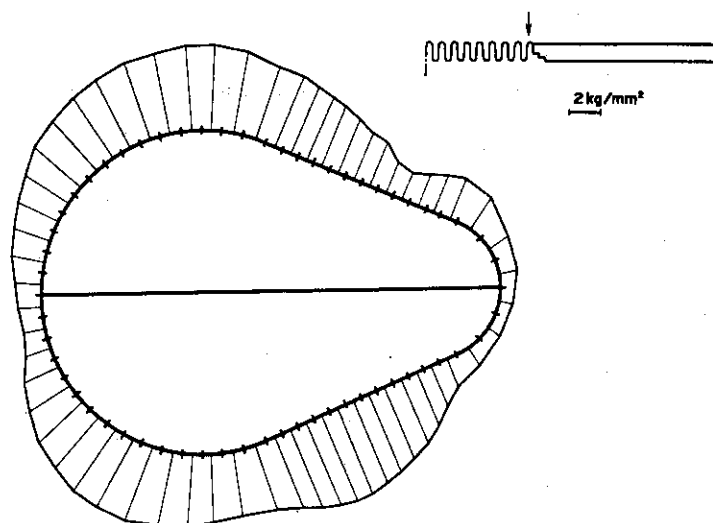


Fig.3.18 鞍型電磁力による応力強さ分布
(Case A, ベローズ第1山)

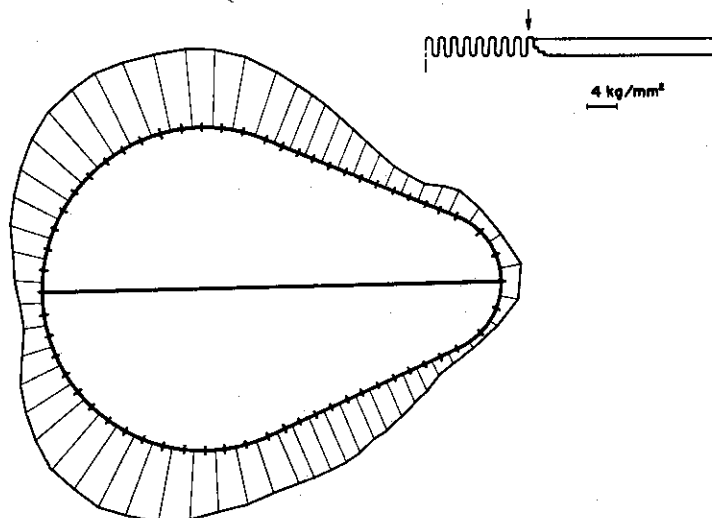


Fig.3.19 鞍型電磁力による応力強さ分布
(Case B, 厚肉リング端)

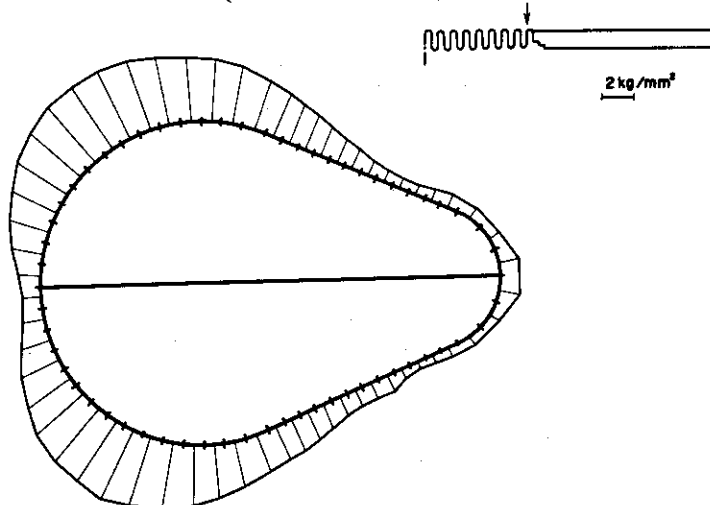


Fig.3.20 鞍型電磁力による応力強さ分布
(Case D, ベローズ第1山)

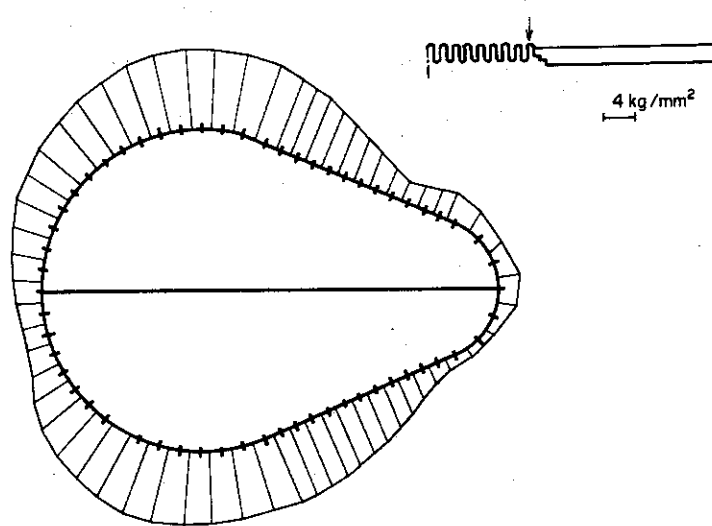


Fig.3.2.1 鞍型電磁力による応力強さ分布
(Case B, ダッシュ・ポットなし,
ベローズ第1山)

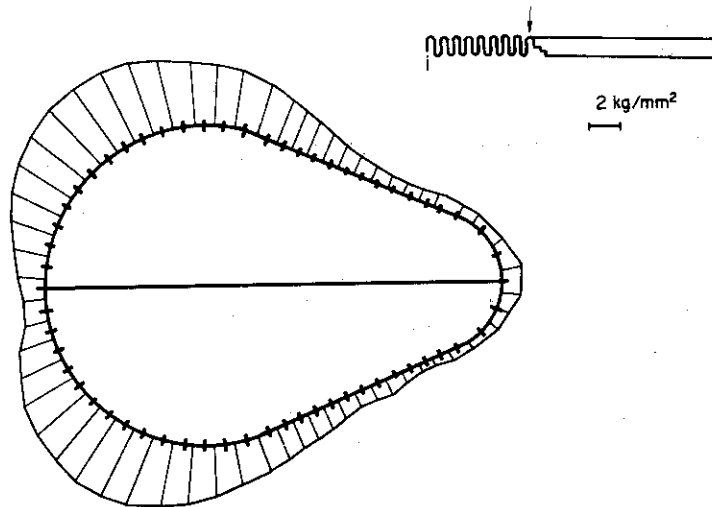


Fig.3.2.2 鞍型電磁力による応力強さ分布

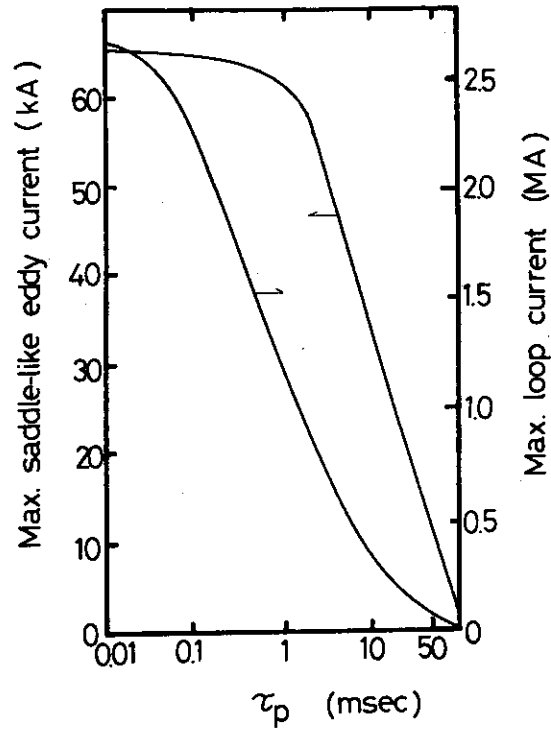


Fig.3.23 プラズマ消滅時に真空容器に誘致される鞍型電流及びループ電流の最大値

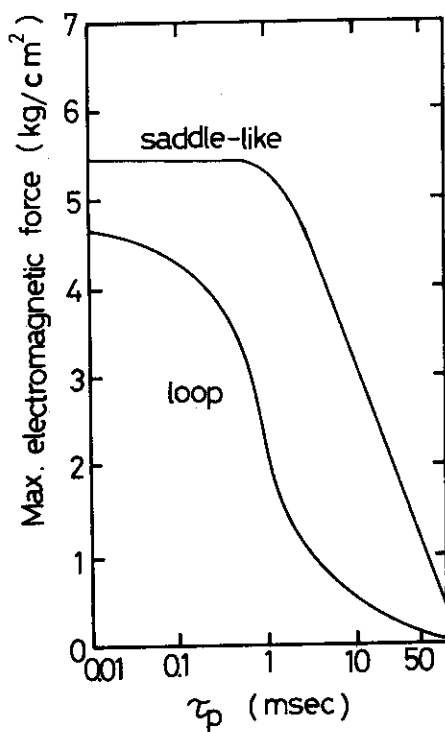


Fig.3.24 プラズマ消滅時に真空容器に働く鞍型電流電磁力及びループ電流電磁力

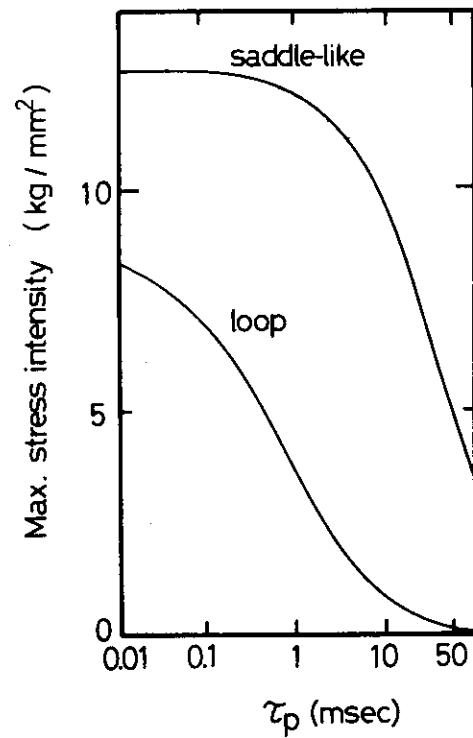


Fig.3.25 プラズマ消滅時に真空容器に発生する最大応力強さ

4. お わ り に

本報告書は、現在原研が進めているJT-60の真空容器の設計のうち、応力解析についてまとめたものである。解析手法は既に報告されており、小型モデルを用いた実験結果との比較において確認されているが、実機の解析への適用に当っては、モデル化及び使用プログラムに多少の修正を加えた。

解析は詳細設計における真空容器を基本構造に考え、更に実機の設計へのフィードバックを考慮して厚肉リング及びベローズの板厚をパラメトリックに変えて行い、また、補強リブ及び鞍型電磁力用ダッシュ・ポットを取り除く可能性も検討した。荷重条件としては、一次応力を生じる主な荷重として真空力及び鞍型電磁力に主点を置き、最終的には他の荷重（ループ電流電磁力、厚肉リングのトロイダル方向の熱膨張によるベローズの圧縮）も考慮して、ASME Sec. III に準じて応力評価を行った。

解析結果によれば、検討したパラメータ範囲（厚肉リング厚さ40～70mm、ベローズ厚さ2.0～2.5mm）内では補強リブがない構造でも最大応力強さは許容応力強さを下回る可能性のある事がわかる。また、二次応力に比較的余裕がある事を考慮すると、ベローズの板厚は2.5mmとした方が安全率を高くとれ、また厚肉リングの板厚は今回のパラメータ範囲では最大応力強さにそれ程影響を与えない事がわかった。また、鞍型電磁力用ダッシュ・ポットは、これを取り除いても強度的にはほとんど影響がない為、計測用ポート等への空間利用を考慮すると設置しない方が有利である事がわかった。

現在JT-60では、プラズマ消滅時定数 τ_p は50msecとして全ての設計を行っているが、この場合は真空容器に作用する電磁力は消滅時より立ち上げ時の方が大きい。しかし、 τ_p には物理的に不確定な要素が強いため50msecより小さい場合についても検討を行った。 τ_p が1msec以下では、電磁力は消滅時の方が大きい。応力評価によれば、 $\tau_p=1$ msecでは許容応力強さを僅かに下回るケースもあるが、 τ_p が1msec程度以下になると $\tau_p=50$ msecでは無視し得た電磁力の中でもその値が可成り大きくなるものがあり、更に計算やモデルに含まれる誤差を考慮すると、 $\tau_p=1$ msecでも発生する最大応力強さは許容応力強さを上回る可能性があると思われる。

謝

辞

本報告書を作成するに当り、終始有益な御意見、御指導を戴いた吉川允二JT-60計画室室長、飯島勉JT-60第2開発室室長及びJT-60第2開発室諸氏に謝意を表します。渦電流問題解析プログラムEDDYTORUSの使用に当っては、JT-60第1開発室二宮博正氏に多くの助言を戴き、またプログラムTHREEDI及びSUPERPOSEの修正作業には(株)数値解析研究所西山禎郎氏に負うところが大きかった。ここに両氏に深く感謝致します。

参 考 文 献

- (1) Shimizu, M., Yamamoto, M., Takatsu, H., Saigo, T., Ito, Y., Miyata, H., Saito, R., Takizawa, T.: To be published in Proc. 10th Symposium on Fusion Technology.
清水正亜, 山本正弘, 西郷奉素, 中村博雄, 高津英幸, 太田 充; 臨界プラズマ試験装置試作開発報告・1~15 (1977) 内部資料.
山本正弘, 清水正亜, 中村博雄, 高津英幸, 西郷奉素, 太田 充, 吉川允二, 伊藤吉保, 佐藤 弘, 唐津義憲, 相沢剛志; J. At. Energy Soc. Japan. 20 (1978) 258.
- (2) 大型トカマク開発部 JT-60開発室; 臨界プラズマ試験装置詳細設計 (1977) 内部資料.
- (3) 森下 宗, 高津英幸, 高嶋哲夫, 山本正弘, 太田 充, 吉井明彦, 鈴木 充; JAERI-M 6822 (1976).
- (4) Takatsu, H., Yamamoto, M., Shimizu, M., Ohta, M., Saigo, T., Miyata, H., Sato, H., Itoh, Y.: Proc. 7th Symposium on Engineering problems of Fusion Research, 1376-1380, (1977).
- (5) 森下 宗, 高津英幸, 高嶋哲夫, 山本正弘, 太田 充, 鈴木 充, 吉井明彦; 私信.
- (6) Ninomiya, H., Kameari, A., Suzuki, Y.; 私信
- (7) 二宮博正, 鈴木康夫; JAERI-M 7710 (1978).
- (8) 亀有昭久, 鈴木康夫; JAERI-M 7120 (1976).
- (9) 安東俊郎, 太田 充, 川崎幸三, 栗山正明, 西郷奉素, 高津英幸, 中村博雄, 三木信晴, 山本正弘; 私信.
- (10) 栗山正明, 高津英幸, 清水正亜, 太田 充; 私信.

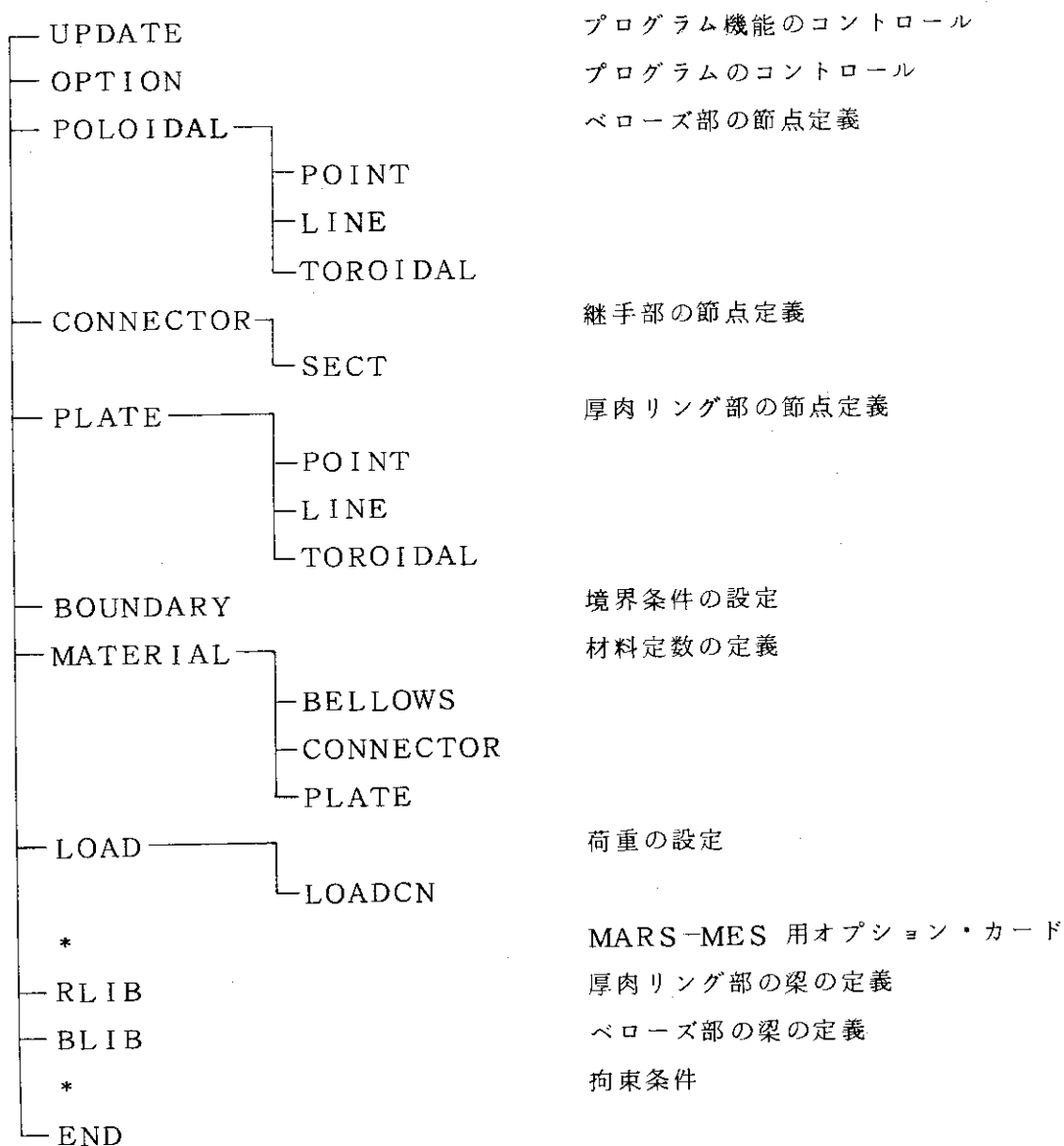
付録 I 三次元自動メッシュ分割プログラムのインプット・マニュアル

本プログラムは、既に報告を行っているベローズと厚肉リングの三次元自動メッシュ分割プログラム⁽⁵⁾に、次に記す4つの機能を追加したものであり、入力データも一部を変更したのみであるが、便宜上全ての入力データのマニュアルを示す。

追加機能としては

- (1) 分布荷重（鞍型電磁力，磁気リミタコイル反力）の入力
- (2) ビーム要素の入力
- (3) トラス要素の入力
- (4) 平行ベローズの要素分割

である。各種入力データには各々個有のキー・ワードがつけられていて、それによって以下の順にセット・アップする。



次に、インプット・マニュアルをカード順に従って示す。

・カード1 (A4, 5X, I1)

THREEDI のUPDATE機能を指定する。

KEY 「UPDT」と記入する。

IUP = 0で梁要素，拘束条件の追加を行う。
= 0の場合は行わない。

・カード2 (80 I1)

THREEDI のデータ生成機能を指定するものであり，各カラムが0でない場合，以下の機能を有する。

- | | | |
|--------|---|---|
| KK(2) | } | いずれかが=0なら出力はリストのみ，両方が=0なら出力はリスト，カード，テープ，ファイル。 |
| KK(3) | | |
| KK(4) | | 節点の分割計算を行わない。 |
| KK(5) | | 要素の分割計算を行わない。 |
| KK(6) | | 荷重計算を行わない。 |
| KK(7) | | 座標変換，オブリーク座標の計算，節点座標の出力を行わない。 |
| KK(8) | | ポロイダル断面の一周について計算出力する。=0の場合，ポロイダル断面上半分について計算出力する。 |
| KK(15) | | 厚肉リング部なし |
| KK(26) | | 継手部がトーラス方向に直線にて接続される。
継手部はベローズのトーラス半径と同半径にて接続される。 |
| KK(27) | | オブリーク座標計算せず |
| KK(28) | | オブリークデータのカード出力なし。 |
| KK(31) | | ベローズのポロイダル分割 (SUBROUTINE DIVPOL) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(32) | | 継手部の分割 (SUBROUTINE DIVCON) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(33) | | 厚肉リング部の分割 (SUBROUTINE DIVPLT) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(34) | | 座標変換 (SUBROUTINE TRNSFR) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(35) | | オブリーク座標 (SUBROUTINE OBLIQU) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(40) | | Dマトリックス (SUBROUTINE DMTX) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(41) | | 厚肉リング部のみの計算を行う。ベローズ及びコネクタ部は含まない。 |
| KK(42) | | 荷重の一部に磁気リミタコイルの反力が入力される。 |
| KK(43) | | 鞍型電磁力の補間 (SUBROUTINE KAME) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(45) | | 鞍型電磁力が荷重となる。但しこの場合，一様外圧は入力できない。 |
| KK(46) | | 鞍型電磁力の補間 (SUBROUTINE KAME) のDEBUG出力を行う。 |
| KK(48) | | 単位が kg/mm^2 となる。=0の場合， kg/cm^2 である。 |
| KK(49) | | 厚肉リングの大半径 (XXX0) の入力を行う。 |

・カード3 (A4, 6X, 15, 5X, F10.0)

ベローズ部, ポロイダル方向の代表分割数とオブリーク座標原点を指定する。

KEY 「POLOIDAL」と記入する。

NPO ベローズ部, ポロイダル方向代表分割点数。(直線部と円弧部に別けて適当な点に区分する)

RPOR 全体座標中心(装置中心)よりポロイダル断面中心(大半径の中心)までの距離(局所座標の原点となる。)

・カード4 (A4, 16X, 2F10.0)

ベローズ部, ポロイダル方向の代表分割点の局所座標値を指定する。NPO枚数必要である。

KEY 「POINT(X, Y) NPO」と記入する。(NPO=1, NPO)

XYRB(1, 1) NPO=1の点のx軸の局所座標値

XYRB(2, 1) NPO=1の点のy軸の局所座標値

以下同じ様にNPO枚, 代表分割点の座標値を記入する。

・カード5 (A4, 16X, F10.0, 10X, I5)

ベローズ部, ポロイダル方向の代表分割点間の自動分割数を指定する。NPO-1枚必要である。

KEY 「LINE NPO-(NPO+1)」と記入する。(NPO=1, NPO-1)

XYRB(3, I) ポロイダル断面の代表分割点間の曲率半径(=0の時直線を表わす)
(図2-2, のrである)

NPOR(I) 代表分割点間(NPO-(NPO+1))の自動分割数

以下同様に曲率半径と自動分割数をNPO-1枚記入する。

・カード6 (A4, 6X, I5)

ベローズ部, トロイダル方向の分割数を指定する。

KEY

NTORB

・カード7 (20X, 2F10.0)

ベローズ部, トロイダル方向分割区間の幅, およびベローズ1ピッチの断面2次モーメントを記入する。

BB 分割区間の幅

RI 1ピッチの断面2次モーメント

NTORB の枚数必要である。

RI(I)=0, (I=2, n)の時, RI(I)=RI(1)と見なされる。

・カード8 (A4, 6X, I5)

継手部, トロイダル方向の分割数を指定する。

KEY 「CONNECTOR」と記入する。

NCON 継手部のトロイダル方向のオブリーク座標(U, V)上での分割数(最大5)

NCON=0の時、以下のカード9, 10は不要である。

・カード9 (A4, 6X, 6F10.0)

継手部のポロイダル方向の代表分割数は3節点(㊤, ㊦, ㊨部)となっている。

カード9では、この3節点のオブリーク座標(U, V)値の内U座標を指定する。

KEY 「SECT, A-U」と記入する。

(A=A, B, C)

RC(I) ポロイダル断面の各代表分割節点の全体座標からの距離(I=A, B, C)。

UV(I, 1, J) ポロイダル断面の代表分割節点㊤のオブリーク座標値(最大5)のU座標

・カード10 (A4, 16X, 5F10.0)

カード9にて述べたオブリーク座標のV座標を指定する。

IDM 「A-V」と記入する。

(A=A, B, C)

UV(I, 2, J) ポロイダル断面の代表分割節点㊦のオブリーク座標値(最大5)のV座標

カード9とカード10は1組となり、代表分割節点数㊤, ㊦, ㊨の3組必要である。

・カード11 (A4, 16X, F10.0)

厚肉リング部のデータを指定する。

KEY 「PLATE」と記入する。

RATIO 厚肉リングのポロイダル形状/ベローズのポロイダル形状の相似比

= 0. 厚肉リング部のXYRB が以下の様に計算される。

$$XYRB = XYRB \times RATIO$$

= 0. カード4, 5のXYRB があらたにXYRP として次頁以下入力される。NPO枚数必要である。

厚肉リング部のNPO, RPOR, NPOR はベローズ部と同じである。

KK(15)=0の場合、カード11からカード14までは不要である。またRATIO=0の場合、カード12からカード13までが不要となる。

・カード12 (A4, 16X, 2F10.0)

厚肉リング部、ポロイダル方向の代表分割点の局所座標値を指定する、NPO枚数必要である。記入方法は、カード4と同じである。

・カード13 (A4, 16X, F10.0)

厚肉リング部、ポロイダル断面の代表分割点間の曲率半径を指定する。NPO-1枚必要である。

記入方法は、カード5のXYRB と同じである。

・カード14 (A4, 6X, I5, 13F5.0)

厚肉リング部、トロイダル方向の分割数を指定する。

KEY 「NTORP」と記入する。

NTORP 厚肉リン部のトロイダル方向の分割数。(最大13)

BP(I) トロイダル方向分割区間の幅

($I = 1, \text{NTORP}$)

・カード15 (A4, 16X, F10.0)

KEY 「XXX0」と記入する。

RPOR 厚肉リング主半径を記入

・カード16 (A4, 12X, 4(4X, I6))

境界条件を指定する。本プログラムの指定の方法は第A・1図の様に、ベローズ部，継手部，厚肉リング部全体の外側の境界を指定する。また，各LINE内の節点はすべて同一の境界条件となる。

以下の記号は，第A・1図参照。

KEY 「BOUNDARY」と記入する。

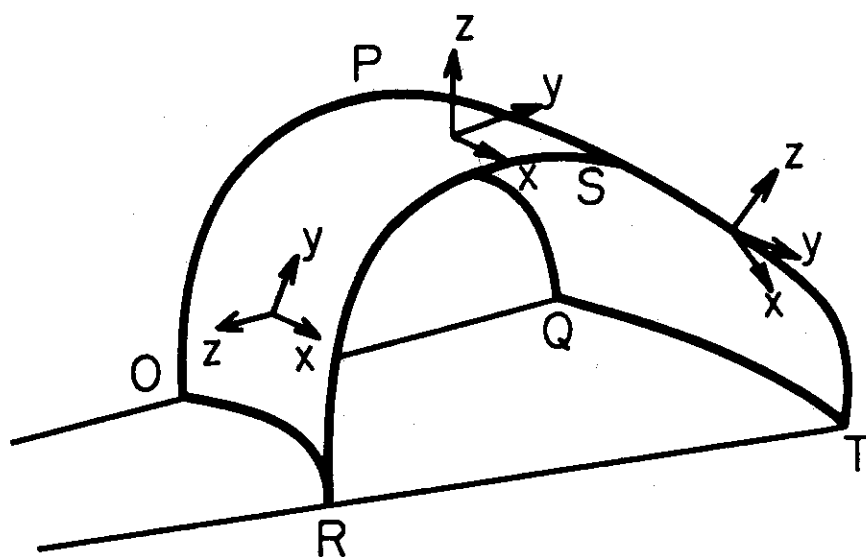
IB(1) O-P-Q LINEの境界条件

IB(2) O-R LINEの境界条件

IB(3) Q-T LINEの境界条件

IB(4) R-S-T LINEの境界条件

境界条件は6桁の整数でオブリーク座標(x, y, z)を原点として表わす。



第A・1図 THREED 1における境界条件の設定

x	y	z	θ_x	θ_y	θ_z
---	---	---	------------	------------	------------

0は自由，1は固定を表わす。

x x軸方向支持条件

y y軸方向支持条件

z z軸方向支持条件

θ_x x 軸まわりの支持条件

θ_y y 軸まわりの支持条件

θ_z z 軸まわりの支持条件

オブリーク座標は、ある節点の接線方向を y 軸，法線方向を z 軸，トロイダル方向を x 軸とする。

・カード 17 (A 4, 26 X, 2 F 10.0)

ベローズの寸法仕様を指定する。

KEY 「PROPERTY」と記入する。

BW ベローズのガス長 (1 ピッチの波板の長さ)

BO ベローズの 1 ピッチ長さ

・カード 18 (A 4, 16 X, 5 F 10.0)

物理定数を記入する。

KEY 「BELLOWS」と記入する。

RM (1, I) ヤング率 $\times 10^{-6}$

RM (2, I) ポアッソン比

RM (3, I) 板厚

RM (4, I) 単位体積重量 $\times 10^6$

RM (5, I) 線膨張係数 $\times 10^6$

本カードは、ベローズ部、継手部、厚肉リング部と 3 枚のカードが必要である。厚肉リングなしの場合 (KK (15)=0) でもブランクカード 1 枚が必要である。KEY のカラムには、継手部は「CONNECTOR」、厚肉リング部は「PLATE」と記入する。

・カード 19 (A 4, 6 X, 15)

荷重条件数を指定する。

KEY 「LOAD」と記入する。

NLD 荷重条件数 (最大 20)

・カード 20 (A 4, 16 X, 2 F 10.0)

荷重条件を指定する。荷重条件数 (NLD) 枚必要である。

KEY 「LOAD CON」と記入する。

PTE (1, J) 圧力

PTE (1, J) 温度 (J=1, NLD)

なお、鞍型電磁力の場合は PTE はブランクとする。

・カード 21 (80 I 1)

本カードは、MARS-MES 用の OPTION INDICATER CARD である。各カラムが 0 でない場合、以下のオプションが与えられる。

COL. 2 この構造を構成する全メンバー要素に剪断剛性が考慮される。このとき各要素に剪断面積が与えられていなければ剪断面積は実面積に等しくとられる。このとき COL. が 0 であっても要素に剪断面積が与えられていればこの要素には剪断面積が考慮される。

- COL. 4 WAVE-FRONT法を指定する。
- COL. 6 JOINT指定のインプットフォームである。
- COL. 9 面内応力，面外応力を計算出力する。
- COL. 10 変位，応力等のプロッター図作成のためのデータテープを作成する。
- COL. 11 平面歪問題として解析を行う。
- COL. 13 計算後反力について重ね合せを行う。
- COL. 22 要素の剛性マトリックスおよび応力ひずみマトリックスをプリントする。
- COL. 23 ユニットごとに剛性マトリックス，荷重マトリックスをプリントする。
- COL. 33 balance checkの出力をしない。
- COL. 45 WAVE-FRONT数を表示する。
- ・カード22 (80A1)
- 本カードは計算する構造物の名称，特徴等，任意の英数字を記入する。枚数には制限はないが，5枚分がアウトプットの各頁に印刷される。ただしCOL. 1はblankとする。
- ・カード23 (A4, 6X, 5F10.0)
- 厚肉リング補強リブの材料定数及び形状データを与える。
- KEY 「RLIB」と記入する。
- E 厚肉リング補強リブ材のヤング率 ($\times 10^4 \text{ kg/mm}^2$)
- G 厚肉リング補強リブ材の剪断剛性 ($\times 10^3 \text{ kg/mm}^2$)
- T1 厚肉リング補強リブFace Plate の厚さ (cm)
- T2 厚肉リング補強リブWeb Plate の厚さ (cm)
- T3 厚肉リングの板厚の半分 (cm)
- ・カード24 (I5)
- 厚肉リング補強リブのWeb高さを指定する。
- NH 厚肉リング補強リブのWeb 高さを指定する代表節点の数
- ・カード25 (4X, I1, 5X, 2I5, 2F10.4)
- 代表節点のWeb高さを与える。NH枚必要である。
- IP 厚肉リング補強リブの走る方向を指定する。=1でポロイダル方向，
=2でトロイダル方向である。
- INODE 始点節点番号
- JNODE 終点節点番号
- HI 始点節点でのWeb高さ (cm)
- HJ 終点節点でのWeb高さ (cm)
- ・カード26 (I5)
- 厚肉リング補強リブのFace Plate の幅を指定する。
- NW 厚肉リング補強リブのFace Plate の幅を指定する代表節点の数
- ・カード27 (4X, I1, 5X, 2I5, F10.4)
- 代表節点間のFace Plate の幅を与える。NW枚必要である。

- IP カード24と同じである。
- IW 始点節点番号
- JW 終点節点番号
- W IW, JW 間のFace Plateの幅 (cm)
- ・カード28 (A4, 6X, 3F10.4)
- ベローズサポートの材料定数及び形状データを与える。
- KEY 「BLIB」と記入する。
- EBL ベローズサポート材のヤング率 ($\times 10^4 \text{ kg/mm}^2$)
- GBL ベローズサポート材の剪断剛性 ($\times 10^3 \text{ kg/mm}^2$)
- ・カード29 (I5)
- ベローズサポートの部材数を指定する。
- NBEL ベローズサポートの部材数
- ・カード30 (10X, 2I5, 3F10.4)
- ベローズサポートのつく位置及び部材データを与える。NBEL 枚必要である。
- IBL ベローズ・サポートの始点節点番号
- JBL ベローズ・サポートの終点節点番号
- HBL ベローズ・サポートの高さ (cm)
- BBL ベローズ・サポートの幅 (cm)
- TTT ベローズ高さの半分 (cm)
- ・カード31 (5X, I5)
- 拘束節点数を指定する。
- NJ 拘束節点数
- ・カード32 (I5, 6F10.4, I6)
- 拘束節点の拘束条件, バネ定数を指定する。NJ 枚必要である。
- NJ 拘束節点番号
- XYZB(1, I) 拘束節点のX方向バネ定数
- XYZB(2, I) 拘束節点のY方向バネ定数
- XYZB(3, I) 拘束節点のZ方向バネ定数
- XYZB(4, I) 拘束節点のX軸まわりのバネ定数
- XYZB(5, I) 拘束節点のY軸まわりのバネ定数
- XYZB(6, I) 拘束節点のZ軸まわりのバネ定数
- FIX 拘束状態 (x, y, z, $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ の拘束状態を示し, 0で自由, 1で拘束を表わす)。
- ・カード33 (A4)
- 入力データの終りを示す。
- KEY 「END」と記入する。

付録Ⅱ MARS-MES 入出力支援プログラム I/G 及び SUPERPOSE のインプット・マニュアル

第2章で述べたMARS-MES 入出力支援プログラム I/G 及び SUPERPOSE のインプット・マニュアルを以下に示す。

(1) MARS-MES 入力支援プログラム I/G

本プログラムは、THREEDI で生成されたMARS-MES への入力データに、ベローズとベローズサポートの接触問題をモデル化(第2.4図参照)したビーム及びトラス要素を追加挿入するためのものである。以下にカード順にインプット・マニュアルを示す。

・カード1 (A4, 4X, I2)

接触問題として取り扱うべき節点(第2.4図で節点13~18)の数を指定する。

KEY 「NODE」と記入する

JZ 接触問題として取り扱うべき節点数

・カード2 (I4, 6X, 3F10.4, 26X, I6)

カード1で指定した節点の座標値と拘束状態を指定する。JZ枚必要である。

JZN 節点番号

XCJ (1, I) 節点のX座標

XCJ (2, I) 節点のY座標

XCJ (3, I) 節点のZ座標

JZK (I) 節点の拘束状態

・カード3 (I4)

接触部分のモデル化により生成されるビーム及びトラス要素の部材数を指定する。

JELZ ビーム及びトラス要素の部材数

・カード4 (6X, 2I4, I2, 10X, 4E6.1, 2E5.1, 2I6)

ビーム及びトラス要素の部材定数を指定する。JELZ枚必要である。

KZN (1, I) 部材始点節点番号

KZN (2, I) 部材終点節点番号

KZN (3, I) 部材のユニット番号

PLOP (1, I) 部材断面積

PLOP (2, I) 部材z軸に関する慣性能率

PLOP (3, I) 部材y軸に関する慣性能率

PLOP (4, I) 部材x軸に関する慣性能率

PLOP (5, I) 部材のヤング率

PLOP (6, I) 部材剪断剛性

JJK (1, I) 始点節点6成分の端末結合状態

JJK (2, I) 終点節点6成分の端末結合状態

なお JZ, JELZ はいずれも 50 以下とする。

(2) MARS-MES 出力支援プログラム SUPERPOSE

本プログラムは、本来 MARS-MES から出力される応力及び変位の線形結合演算を行うものであるが、更に、これに機能を追加して、MARS-MES から出力される異方性板の応力、モーメントをベローズの局部応力に変換するプログラムである。

以下カード順に従ってインプット・マニュアルを示す。

・カード 1 (72A1)

SUPERPOSE の機能をコントロールするためのデータであり必ず 1 枚入力する事。

以下の各カラムが 0 でない場合、次の機能が含まれる。

COL. 9 板曲げ要素の表裏の応力出力

COL. 10 出力ファイル作成

COL. 11 応力の重ね合わせを行わない

COL. 12 変位の重ね合わせを行わない

COL. 13 反力の重ね合わせを行わない

COL. 14 荷重条件は分割されていない

COL. 15 重ね合わせ結果はプリントしない

COL. 70 ベローズ局部応力計算の DEBUG 出力を行う

・カード 2 (A4, 1X, I5)

任意のユニットを出力する場合に用い、出力すべきユニットの数を指定する。全ユニットについて出力する場合、このデータは不要である。

KEY 「UNIT」と記入する。

N1 出力するユニット数

・カード 3 (10X, 10I5)

出力するユニット番号を示す。N1 だけ指定する。

IOU(I) 出力するユニット番号

・カード 4 (A4, 1X, 3I5, F10.0)

重ね合わせのコントロールデータを指定する。

KEY 「LDCN」と記入する。

LN 重ね合わせた荷重条件に付ける荷重条件番号

N 重ね合わせる荷重条件数

LSP 重ね合わせる荷重条件番号

ALP 係数

・カード 5 (15X, I5, F10.0)

カード 4 と同じく重ね合わせのコントロールデータを指定する。

N3 重ね合わせる荷重条件番号

R1 係数

・カード 6 (A4)

重ね合わせデータの終りを示す。

KEY 「END」と記入する。

・カード7 (A 4)

ベローズ局部応力変換用のデータが入力される事を示す。

IBELLO 「BELLOWS」 と記入する。

・カード8 (6 F 1 0.4)

ベローズの形状データを指定する。

S1 ベローズ直線部長さの半分

T1 ベローズ板厚

R1 ベローズ円弧部の半径

H1 ベローズ山高さ

B1 ベローズピッチ幅

BW1 ベローズガス長

・カード9 (3 I 5 , 4 X , I 1)

応力変換に必要なデータを与える。

ILM1 ベローズ端部要素番号

ILM2 "

ILM3 "

IPSS = 0 なら第 1 ~ 3 式の応力変換式で $p = 0 = 0$ なら p を代入する。

付録Ⅲ THREEDI及びI/Gのソース・リスト

(1) THREEDIのソース・リスト

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 1		
ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM
1		SUBROUTINE CARONS(A,RP,IP,ILL)
	C	***3RD ALGEBRAIC EQUATION (CARDAN METHOD)***
2		REAL IP(3)
3		DIMENS(DN A(4),RP(3)
4		ILL=0
	C	
5		PP=0.0
6		DO 5 I=1,4
7		5 PP=PP+ABS(A(I))
8		P=4.0*A(1)/PP
9		IF(ABS(P).LT.1.0E-20) GO TO 9940
10		GO TO 9982
11	9980	CONTINUE
12		ILL=300
13		RETURN
14	9982	CONTINUE
	C	
15		P=A(1)
16		IF(P.E0.1.0) GO TO 9983
17		A(1)=1.0
18		A(2)=A(2)/P
19		A(3)=A(3)/P
20		A(4)=A(4)/P
21	9983	CONTINUE
22		P1=3.14159
23		P=(3.0 *A(3)-A(2)**2)/9.0
24		D=(2.0*A(2)**2-9.0*A(3)) * A(2)/27.0+A(4)
	C	
25		D=4.0*P*P+9.0
26		D3=0.0/3.0
27		DAB=D3*A(2)
28		IF(ABS(D).LE.1.0E-7) GO TO 60
29		IF(D.LT.0.0) GO TO 10
30		YA=0.5*(0.5-SQRT(D))
31		YB=0-YA
32		YA3=ABS(YA)**03
33		IF(YA.LT.0.0) YA3=-YA3
34		YB3=ABS(YB)**03
	C	
35		IF(YB.LT.0.0) YB3=-YB3
36		RP(1)=YA3+YB3-DAB
37		IP(1)=0.0
38		X1=(YA3+YB3)*0.5-DAB
39		X2=(YA3-YB3)*0.8660254
40		RP(2)=X1
41		IP(2)=X2
42		RP(3)=X1
43		IP(3)=-X2
44		RETURN
45	10	AX=0.5*8
46		AY=0.5*SQRT(ABS(D))
47		R=SQRT(AX*AX+AY*AY)
48		R=2.0*(R**03)
49		IF(AX) 30,20,40
50	20	S=P1*D3*0.5
51		GO TO 50

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 2		
ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CARONS)
52	30	S=(ATAN(AY/AX)+P1)*D3
53		GO TO 50
54	40	S=ATAN(AY/AX)*D3
	C	
55	50	RP(1)=R*COS(S)-DAB
56		RP(2)=R*COS(S+2.094395)-DAB
57		RP(3)=R*COS(S+4.188790)-DAB
58		YA=COS(S)
59		X1=YA*0.8660254
60		X2=0.5*SIN(S)
61		GO TO 70
62	60	YB3=ABS(0)
63		YA3=(YB3*0.5)**03
64		IF(0.GT.0.0) YA3=-YA3
	C	
65		IF(YB3.LE.1.0E-7) YA3=0.0
66		RP(1)=YA3+YA3-DAB
67		YB3=-YA3-DAB
68		RP(2)=YB3
69		RP(3)=YB3
70	70	CONTINUE
71		IP(1)=0.0
72		IP(2)=0.0
73		IP(3)=0.0
74		RETURN
75		END

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 3

LSN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CALSUP(PG,M,ICOMP,T,KK,NEINU,NU,K1,NLDS,ILDS,PLDS	CLS00020
2		1 (A,A,K,KO,KI,NLDCN,NLRI,IFI,(FO,ITO),EV	CLS00040
		2 (ISEC,SEC,LLNM,KK13,NDOU,IOU,IFL44,ITI)	CLS00060
		C	CLS00080
		C	CLS00100
		C	CLS00120
2		DIMENSION NEINU(1),K1(1),NLDS(1), ILDS(KL,1)	CLS00140
		1 NLDS(KL,1),JAC(1),A(KO,1),R(KO,1),LDNM(1),K1(1)	CLS00160
		2 BL (IR,1),PG(10)	CLS00180
3		DIMENSION ISEC(1),SEC(5,1)	CLS00200
4		DIMENSION DFMX(3,20),MXDF(3,20),REAC(3,20),IOU(1)	CLS00220
5		DIMENSION IFLEM(36,10),PLOAD(36,10),SST(36,10),SMAX(36,10)	CLS00240
		1 MXELM(36,10),MXELU(36,10),SMAXU(36,10)	CLS00260
		2 ILMBL(1200)	CLS00280
		C	CLS00300
6		DATA ILOAD/4HLOAD/	CLS00320
7		DATA IBEL/4HBELL/	CLS00340
		C	CLS00360
8		ICK=K1(70)	CLS00380
9		DO 805 I=1,1200	CLS00400
10		805 ILMBL(I)=0	CLS00420
11		810 READ(ITI,819) END=820 IBELL	CLS00440
12		819 FORMAT(A=0)	CLS00460
13		IF(IBELL,EO,IBEL) GO TO 840	CLS00480
14		GO TO 810	CLS00500
15		820 WRITE(ITO,829)	CLS00520
16		829 FORMAT(1H0,4HERROR**** BELL0'S CARD IS MISSING ****)	CLS00540
17		STOP	CLS00560
		C	CLS00580
18		840 READ(ITI,859) S1,T1,R1,H1,H1,R=1	CLS00600
19		859 FORMAT(6F10,4)	CLS00620
20		READ(ITI,869) ILM1,ILM2,ILM3,IPSS	CLS00640
21		869 FORMAT(3I5,4X,1I)	CLS00660
22		IF(ICK,NE,0) WRITE(ITO,879) S1,T1,R1,H1,B1,B1,ILM1,ILM2,ILM3	CLS00680
23		879 FORMAT(1H,33HS1,T1,R1,H1,B1,B1,ILM1,ILM2,ILM3,6F10,4,3I5)	CLS00700
24		I21=MOD(ILM1,100)	CLS00720
25		I22=MOD(ILM2,100)	CLS00740
26		I23=ILM3/100	CLS00760
27		NEB=0	CLS00780
28		DO 890 I=I21,I23	CLS00800
29		ILL=ILM1*(I-1)+100	CLS00820
30		DO 880 J=I21,I22	CLS00840
31		NEB=NEB+1	CLS00860
32		ILMBL(NEB)=ILL+J-1	CLS00880
33		880 CONTINUE	CLS00900
34		890 CONTINUE	CLS00920
35		IF(ICK,NE,0) WRITE(ITO,899) NEB	CLS00940
36		899 FORMAT(1H0,4HNEB=,I5,10X,9H ILMBL = ,I)	CLS00960
37		IF(ICK,NE,0) WRITE(ITO,909) (ILMBL(I),I=1,NEB)	CLS00980
38		909 FORMAT(1H,20I5)	CLS01000
		C	CLS01020
39		IF(K1(21),NE,0) GO TO 900	CLS01040
40		REWIND IFL44	CLS01060
41		500 READ(IFL44,809) IAL	CLS01080
42		809 FORMAT(A=)	CLS01100
43		IF(IAL,NE,ILOAD) GO TO 300	CLS01120
		C	CLS01140

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 4

LSN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CALSUP)	SEQUENCE
		C	CLS01160
44		900 DO 910 I=1,36	CLS01180
45		DO 910 J=1,10	CLS01200
46		MXELU(I,J)=0	CLS01220
47		SMAXU(I,J)=0.0	CLS01240
48		910 CONTINUE	CLS01260
		C	CLS01280
		C	CLS01300
49		ND=KD	CLS01320
50		NL=KL	CLS01340
51		IER=0	CLS01360
52		NFREE=0	CLS01380
53		NFIX=0	CLS01400
54		DO 1000 I=1,3	CLS01420
55		DO 1000 J=1,20	CLS01440
56		DFMX(I,J)=0.0	CLS01460
57		MXDF(I,J)=0.0	CLS01480
58		1000 REAC(I,J)=0.0	CLS01500
		C	CLS01520
59		IF(NU,GE,1) GO TO 2000	CLS01540
60		WRITE(ITO,1109) NU	CLS01560
61		1109 FORMAT(1H0,16H ERROR ... NU = ,I4,4H ...)	CLS01580
62		GO TO 9100	CLS01600
		C	CLS01620
63		2000 IP=0	CLS01640
64		ICO=1	CLS01660
65		NCUN=1	CLS01680
66		IC=1	CLS01700
		C	CLS01720
		C	CLS01740
67		DO 8000 IU=1,NU	CLS01760
68		IU=IU9	CLS01780
69		CALL READM(IFL44,K1(70),NELM,IFLEM,PLOAD,NLDCN,ITO)	CLS01800
		C	CLS01820
70		NE=NEINU(IU)	CLS01840
71		IF(NE,GE,1) GO TO 2500	CLS01860
72		WRITE(ITO,2109) IU,NE	CLS01880
73		2109 FORMAT(1H0,19H ERROR ... IU,NE = ,I4,4H ...)	CLS01900
74		GO TO 9100	CLS01920
		C	CLS01940
75		2500 CALL UNITOT(IU,NDOU,IOU,IOU,NCUN,IFI,KK13,IE,IER)	CLS01960
76		IF(OUT,NE,0) GO TO 7900	CLS01980
		C	CLS02000
		C	CLS02020
77		IF(K1(11),NE,0) GO TO 5100	CLS02040
		C	CLS02060
78		DO 2510 I=1,36	CLS02080
79		DO 2510 J=1,10	CLS02100
80		SMAX(I,J)=0.0	CLS02120
81		MXELM(I,J)=0	CLS02140
82		2510 CONTINUE	CLS02160
83		DO 5000 IE9=1,NE	CLS02180
84		IE=IE9	CLS02200
85		DO 2520 I=1,36	CLS02220
86		DO 2520 J=1,10	CLS02240
87		SST(I,J)=0.0	CLS02260

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02.L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 5

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CALSUP)	SEQUENCE
88	2520	CONTINUE	CLS02260
89	C	READ(I,F) (I(A(I),I=1,20),MJAR,((A(I,J),I=1,MJAR),J=1,NLDCN)	CLS02280
90	120=0		CLS02300
91	DO 2550 I=1,NR		CLS02320
92	IF(I(A(I),I=1,NR),ILHRL(I)) GO TO 2560		CLS02340
93	2550 CONTINUE		CLS02360
94	GO TO 2570		CLS02380
95	2560 I20=9		CLS02400
96	2570 CONTINUE		CLS02420
97	IF(K1(20),LT,9) GO TO 3000		CLS02440
98	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,20)		CLS02460
99	FORMAT(IH0,18H *** IDATA *** / (1X,10I12))		CLS02480
100	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,MJAR)		CLS02500
101	FORMAT(IH0,18H *** MJAR *** / 1X,112)		CLS02520
102	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,MJAR),J=1,NLDCN)		CLS02540
103	FORMAT(IH0,18H *** STRESS *** / (1X,10E12,5))		CLS02560
104	3000 CALL CALD1(B,A,NLDS,ILDS,RLDS,ND,MJAR,NL,NLDCN,NLD)		CLS02580
105	C		CLS02600
106	IF(K1(9),EQ,0) GO TO 4000		CLS02620
107	IC=IC0+MJAR-1		CLS02640
108	IF(I(A(I),NE,ISEC(C)) CALL SEARCH(IC,IAC1),ISEC(IC0),NE,ICD)		CLS02660
109	C		CLS02680
110	4000 IF(K1(15),NE,0) GO TO 4100		CLS02700
111	CALL CALD2(I,A,R,ND,MJAR,NL,NLDCN,NLD,IP,JE,IP,PN,BL,NCOUNT,KK,ITD		CLS02720
112	1,SECC(1,IC),SECC(2,IC),SECC(3,IC),SECC(4,IC),SECC(5,IC),K1		CLS02740
113	2,LDNM,JTYP,ILIN,IFL4,NELM,IFELM,PLOAD,ITI,SS		CLS02760
114	3,SI,TL,RL,M1,B1,B=1,IZ0,IPSS)		CLS02780
115	C		CLS02800
116	DO 4080 I=1,36		CLS02820
117	DO 4050 J=1,NLDCN		CLS02840
118	IF(ABS(SMAX(I,J)),GT,ARS(SST(I,1))) GO TO 4050		CLS02860
119	MXELM(I,J)=IAC1		CLS02880
120	SMAX(I,J)=SST(I,J)		CLS02900
121	4050 CONTINUE		CLS02920
122	4080 CONTINUE		CLS02940
123	C		CLS02960
124	4100 IF(K1(10),LT,9) GO TO 5000		CLS02980
125	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,20),MJAR,((B(I,J),I=1,MJAR),J=1,NLD)		CLS03000
126	CONTINUE		CLS03020
127	DO 5080 I=1,36		CLS03040
128	DO 5050 J=1,NLDCN		CLS03060
129	IF(ABS(SMAX(I,J)),GT,ARS(SMAX(I,J))) GO TO 5050		CLS03080
130	MXELM(I,J)=MXELM(I,J)		CLS03100
131	SMAX(I,J)=SMAX(I,J)		CLS03120
132	5050 CONTINUE		CLS03140
133	5080 CONTINUE		CLS03160
134	IF(ICK,EW,0) GO TO 5200		CLS03180
135	WRITE(I,F) (I(SMAX(I,1),I=1,18)		CLS03200
136	5089 FORMAT(IH, 10E12,5)		CLS03220
137	WRITE(I,F) (I(SMAX(I,1),I=1,18)		CLS03240
138	GO TO 5200		CLS03260
139	C		CLS03280
140	5100 DO 5110 I=1,NF		CLS03300
141	READ(I,F)		CLS03320
142	133		CLS03340
143			CLS03360
144			CLS03380

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02.L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 6

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CALSUP)	SEQUENCE
134	5110	CONTINUE	CLS03400
135	C		CLS03420
136	5200	IC0=IC0+NE	CLS03440
137	C		CLS03460
138	IF(K1(12),NE,0) GO TO 6700		CLS03480
139	C		CLS03500
140	READ(I,F) NCC	NFREE=NFREE+NCC	CLS03520
141	IF(K1(20),LT,9) GO TO 5500		CLS03540
142	WRITE(I,F) (I(5109) NCC		CLS03560
143	5109 FORMAT(IH0,19H *** NCC *** / 1X,112)		CLS03580
144	5500 IF(NCC,LE,ND) GO TO 6000		CLS03600
145	WRITE(I,F) (I(5609) NCC,ND		CLS03620
146	6009 FORMAT(IH0,20H ERROR ... NCC,ND = (214,4H ...)		CLS03640
147	GO TO 9100		CLS03660
148	C		CLS03680
149	6000 READ(I,F) (I(A(I),I=1,NCC)		CLS03700
150	READ(I,F) (I(A(I),I=1,NCC),J=1,NLDCN)		CLS03720
151	IF(K1(20),LT,9) GO TO 6500		CLS03740
152	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,NCC)		CLS03760
153	6109 FORMAT(IH0,19H *** MJTR *** / (1X,10I12))		CLS03780
154	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,NCC),J=1,NLDCN)		CLS03800
155	6209 FORMAT(IH0,19H *** DEF *** / (1X,10E12,5))		CLS03820
156	C		CLS03840
157	6500 CALL CALD1(B,A,NLDS,ILDS,RLDS,ND,NCC,NL,NLDCN,NLD)		CLS03860
158	C		CLS03880
159	IF(K1(15),NE,0) GO TO 6600		CLS03900
160	CALL CALD3 (B,NCC,NLD,IA,1,10,ND,IP,BL,NCO,INT		CLS03920
161	1,REAC,DFMX,MXDF,PG,LDNM,ITD)		CLS03940
162	C		CLS03960
163	6600 IF(K1(10),LT,9) GO TO 7000		CLS03980
164	C		CLS04000
165	WRITE(I,F) NCC		CLS04020
166	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,NCC)		CLS04040
167	WRITE(I,F) (I(B(I),I=1,NCC),J=1,NLD)		CLS04060
168	GO TO 7000		CLS04080
169	C		CLS04100
170	6700 READ(I,F)		CLS04120
171	READ(I,F)		CLS04140
172	7000 IF(KK13,EQ,0) GO TO 7900		CLS04160
173	READ(I,F) NF		CLS04180
174	IF(K1(13),NE,0) GO TO 7200	NFIX=FIX+NF	CLS04200
175	IF(NF,LE,0) GO TO 7100		CLS04220
176	READ(I,F) (I(A(I),I=1,NF)		CLS04240
177	READ(I,F) (I(A(I),I=1,NF),J=1,NLDCN)		CLS04260
178	CALL CALD1(B,A,NLDS,ILDS,RLDS,ND,NF,NL,NLDCN,NLD)		CLS04280
179	IF(K1(15),NE,0) GO TO 7100		CLS04300
180	CALL CALD3 (B,NF,NLD,IA,2,10,ND,IP,PL,NCO,INT		CLS04320
181	1,REAC,DFMX,MXDF,PG,LDNM,ITD)		CLS04340
182	7100 IF(K1(10),EQ,0) GO TO 7900		CLS04360
183	WRITE(I,F) NF		CLS04380
184	IF(NF,LE,0) GO TO 7900		CLS04400
185	WRITE(I,F) (I(A(I),I=1,NF)		CLS04420
186	WRITE(I,F) (I(B(I),I=1,NF),J=1,NLD)		CLS04440
187	GO TO 8000		CLS04460
188			CLS04480
189			CLS04500
190			CLS04520

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02.L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 7

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
	C		CLS04540
180	7200	IF(NF.LE.0) GO TO 7900	CLS04560
181		READ(I,F)	CLS04580
182		READ(I,F)	CLS04600
	C		CLS04620
183	7900	IF(NDU.EW.0) GO TO 8000	CLS04640
184		IF(ENCLUN.GT.NDU) GO TO 8100	CLS04660
185		8000 CONTINUE	CLS04680
	C		CLS04700
	C		CLS04720
186	8100	CALL MAXPRN(LDCN,MXELU,SMAXU,ITO)	CLS04740
	C		CLS04760
	C		CLS04780
	C		CLS04800
187		IP=IP+1	CLS04820
188		WRITE(ITO,8509) PG:IP	CLS04840
189	8509	FORMAT(1H1/1H,75X,10A*.5X,5HPAGE=,13,/))	CLS04860
190		DO 8600 I=1,NCOUNT	CLS04880
191		WRITE(ITO,8609) (RL(J,I),J=1,14)	CLS04900
192	8600	CONTINUE	CLS04920
193	8609	FORMAT(1H,20X,18A4)	CLS04940
194		WRITE(ITO,8709)	CLS04960
195	8709	FORMAT(1H0,10X,30H** TOTAL REACTION FORCES ** /1H0 1 7H LOADCN,11X,3HR=X,10X,3HR=Y,10X,3HR=Z /1H)	CLS04980
196		DO 8710 I=1,NLD	CLS05000
197		WRITE(ITO,8719) LDNM(I),(REAC(J,I),J=1,3)	CLS05020
198	8710	CONTINUE	CLS05040
199	8719	FORMAT(1H0,16,7X,6G13.5)	CLS05060
200		WRITE(ITO,8809)	CLS05080
201	8809	FORMAT(///1H,10X,31H** JOINT DEFLECTIONS MAXIMUM ** /1H0 1 7H LOADCN,4X,5HJOINT,5X,3HD=X,9X,5HJOINT,5X 2 3HD=Y,9X,5HJOINT,5X,3HD=Z /1H)	CLS05100
202		DO 8810 I=1,NLD	CLS05120
203		WRITE(ITO,8819) LDNM(I),(MXDF(J,I),J=1,3)	CLS05140
204	8810	CONTINUE	CLS05160
205	8819	FORMAT(1H0,16,1X,3(19.G13.5))	CLS05180
206		NDOF=NFREE+NFIX	CLS05200
207		WRITE(ITO,8909) NDOF,NFREE,NFIX	CLS05220
208	8909	FORMAT(///1H,32H ***** TOTAL DEGREE OF FREEDOM =,15, 7H ***** 1 /1H,25X ,7H FREE =,15, 2 /1H,25X ,7H FIX =,15)	CLS05240
209	9000	RETURN	CLS05260
	C		CLS05280
210	9100	IER=1	CLS05300
211		WRITE(ITO,9119) IER	CLS05320
212	9119	FORMAT(1H0,24H ERROR == CALSUP IER = ,13)	CLS05340
213		GO TO 9000	CLS05360
214		END	CLS05380

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02.L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 8

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CAL002(IE,MAXDEG,STRESS,ICK,ITO,NELM,IELEM,PLOAD 1 ,SST,S,T,R,H,B,BN,IZW,IPSS)	CAL00020
	C		CAL00040
	C		CAL00060
	C		CAL00080
	C		CAL00100
2		DIMENSION STRESS(1),IELEM(1),PLOAD(1),SST(1)	CAL00120
3		DIMENSION IIM(3,6)	CAL00140
	C		CAL00160
4		DATA PA1/3,1415926/	CAL00180
5		DATA IIM/ 1, 3, 5 1 2, 4, 6 2 7, 9, 11 3 8, 10, 12 4 13, 15, 17 5 12, 14, 18 /	CAL00200
	C		CAL00220
	C		CAL00240
	C		CAL00260
	C		CAL00280
	C		CAL00300
	C		CAL00320
6		IF(ICK.GT.1) WRITE(ITO,999)	CAL00340
7	999	FORMAT(1H,24H*** ENTER SUB.CAL002 ***)	CAL00360
	C		CAL00380
	C		CAL00400
	C		CAL00420
8		IF(IZW.NE.0) GO TO 1590	CAL00440
9		DO 1570 I=1,18	CAL00460
10		SST(I)=0.0	CAL00480
11	1570	CONTINUE	CAL00500
12		RETURN	CAL00520
13	1590	CONTINUE	CAL00540
14		SX=STRESS(1)	CAL00560
15		SY=STRESS(2)	CAL00580
16		TXV=STRESS(3)	CAL00600
17		XM=STRESS(7)	CAL00620
18		YM=STRESS(8)	CAL00640
19		XYM=STRESS(9)	CAL00660
	C		CAL00680
20		DO 1600 I=1,NELM	CAL00700
21		IF(IE.EQ.IELEM(I)) GO TO 1800	CAL00720
22	1600	CONTINUE	CAL00740
23		WRITE(ITO,1709) I	CAL00760
24	1709	FORMAT(1H,28HERROR***** INPUT ELEMENT NO.,15, 4H *****)	CAL00780
25		STOP	CAL00800
	C		CAL00820
	C		CAL00840
26	1800	P=PLOAD(1)	CAL00860
27		IF(IPSS.EQ.0) F=0.0	CAL00880
28		S2=S*S	CAL00900
29		S3=S2*S	CAL00920
30		R2=R*R	CAL00940
31		R3=R2*R	CAL00960
	C		CAL00980
32		Z=T*(4./3. + S3 + 2.*PA1*R*S2 + PA1*R3 + 8.*S*R2)	CAL01000
	C		CAL01020
33		T2=T*T	CAL01040
34		T3=T2*T	CAL01060
35		H2=H*H	CAL01080
	C		CAL01100
	C		CAL01120
36		FT=6.*H/T*SX	CAL01140

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2-CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02-L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 9

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CAL002)	SEQUENCE
37		SD=6./T2*XM	CAL01160
38		TD=3./BW/T2*(H2*BW-Z/T)	CAL01180
	C		CAL01200
39		SST(1)=(SX-FT)+SD*(TD-H/T)*P	CAL01220
40		SST(2)=(SX-FT)-SD*(TD-H/T)*P	CAL01240
	C		CAL01260
41		FT1=B/BW*SY	CAL01280
42		SD1=B*H/Z*YM	CAL01300
	C		CAL01320
43		SST(3)=FT1-SD1	CAL01340
44		SST(4)=SST(3)	CAL01360
45		SST(5)=TX*Y+3./T2*XYM	CAL01380
46		SST(6)=SST(5)	CAL01400
	C		CAL01420
47		SD2=3.*Z/BW/T3 *P	CAL01440
	C		CAL01460
48		SST(7)=SD-SD2	CAL01480
49		SST(8)=SD+SD2	CAL01500
	C		CAL01520
50		SST(9)=FT1	CAL01540
51		SST(10)=FT1	CAL01560
	C		CAL01580
52		SST(11)=SST(5)	CAL01600
53		SST(12)=SST(5)	CAL01620
	C		CAL01640
54		SST(13)=(SX-FT)+SD*(TD-H/T)*P	CAL01660
55		SST(14)=(SX-FT)-SD*(TD-H/T)*P	CAL01680
	C		CAL01700
56		SST(15)=FT1-SD1	CAL01720
57		SST(16)=SST(15)	CAL01740
58		SST(17)=SST(5)	CAL01760
59		SST(18)=SST(5)	CAL01780
	C		CAL01800
60		IT = 18	CAL01820
61		DO 1900 I=1,6	CAL01840
62		K1=IM(1,I)	CAL01860
63		K2=IM(2,I)	CAL01880
64		K3=IM(3,I)	CAL01900
65		SZ1=0.5*(SST(K1)+SST(K2))	CAL01920
66		SZ2=(SST(K1)-SST(K3))*2	CAL01940
67		SZ3=SST(K3)*2	CAL01960
68		SSZ=SQRT(0.25*SZ2+SZ3)	CAL01980
69		I1=I+1	CAL02000
70		SST(I1)=SZ1+SSZ	CAL02020
71		S1=SST(I1)	CAL02040
72		I1=I1+1	CAL02060
73		SST(I1)=SZ1-SSZ	CAL02080
74		S2=SST(I1)	CAL02100
75		S3=ABS(S1-S2)	CAL02120
76		SMAX=S3	CAL02140
77		IF (ABS(S2),GT,SMAX) SMAX=ABS(S2)	CAL02160
78		IF (ABS(S1),GT,SMAX) SMAX=ABS(S1)	CAL02180
79		I1=I+1	CAL02200
80		SST(I1) = SMAX	CAL02220
81		1900 CONTINUE	CAL02240
	C		CAL02260
	C		CAL02280

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2-CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02-L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 10

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CAL002)	SEQUENCE
	C		CAL02300
82		WRITE(10,2009) (SST(I),I=1,18,2)	CAL02320
83		WRITE(10,2009) (SST(I),I=2,18,2)	CAL02340
84		WRITE(10,3009) (SST(I),I=19,71),(SST(I),I=25,27),(SST(I),I=31,33)	CAL02360
85		WRITE(10,3009) (SST(I),I=22,24),(SST(I),I=28,30),(SST(I),I=34,36)	CAL02380
86		2009 FORMAT(1H,31X,9611,4)	CAL02400
87		3009 FORMAT(1H,31X,9611,4)	CAL02420
	C		CAL02440
	C		CAL02460
	C		CAL02480
	C		CAL02500
88		RETURN	CAL02520
89		END	CAL02540

FACOM 230-T5 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 11

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1	C	SUBROUTINE CALDI(P,A,NLDS,ILDS,RLDS,ND,N,NL,NLDCN,NLD)	CAL00000
	C		CAL00010
	C		CAL00020
2	C	DIMENSION B(MU,1) ,A(ND,1) ,NLDS(1) ,ILDS(NL,1) ,RLDS(NL,1)	CAL00030
3	C	DO 8000 J=1,NL	CAL00040
4	C	DO 2000 J=1,N	CAL00050
5	C	B(J,1)=0.0	CAL00060
6	C	2000 CONTINUE	CAL00070
7	C	NL=NLDS(1)	CAL00080
8	C	IF(NL,LT,1) GO TO 8000	CAL00090
9	C	DO 6000 J=1,NL	CAL00100
10	C	IL=ILDS(J,1)	CAL00110
11	C	CDEF=RLDS(J,1)	CAL00120
12	C	DO 4000 K=1,N	CAL00130
13	C	B(K,1)=B(K,1)+CDEF*A(K,IL)	CAL00140
14	C	4000 CONTINUE	CAL00150
15	C	6000 CONTINUE	CAL00160
16	C	8000 CONTINUE	CAL00170
	C		CAL00180
	C		CAL00190
17	C	RETURN	CAL00200
18	C	END	CAL00210

FACOM 230-T5 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 12

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1	C	SUBROUTINE CALO2(IDATA,STRESS,MAXDEG,MJAK,ILDCN,IU,IE,IP	C0200000
	C	1 ,PGNAME,BLOCK,NCOUNT,KK,ITO	C0200050
	C	2 ,AREA,ARSH,ARSH2,ZYU,THICK,K1,LONM,JTYP,ILINE	C0200030
	C	3 ,IFLA4,NELM,IELEM,PLDAD,ITI,SST	C0200031
	C	4 ,SLT,RI,M1,R1,9M1,I20 ,IPSS)	C0200032
	C		C0200150
	C		C0200200
2	C	DIMENSION IDATA(1),STRESS(MAXDEG,1),BLOCK(18,1),PGNAME(10),KK(1)	C0200250
3	C	DIMENSION K1(1),LDNM(1)	C0200300
4	C	DIMENSION IELEM(NELM,NLDCN),PLDAD(NELM,NLDCN),SST(36,NLDCN)	C0200350
5	C	ITYP=IDATA(20)	C0200500
6	C	IF(IE,NE,1) GO TO 6000	C0200550
7	C	1000 JTYP=ITYP	C0200600
8	C	ILINE=NCOUNT+10	C0200650
9	C	IP=IP+1	C0200700
10	C	WRITE(ITO,1109) PGNAME,IP	C0200750
11	C	1109 FORMAT(1M1,/, ,75X,10A4,5X,3HPAGE=,13,/))	C0200800
	C		C0200850
	C		C0200900
12	C	*** NAME ***	C0200950
13	C	DO 1300 J=1,NCOUNT	C0201000
14	C	WRITE(ITO,1209) (BLOCK(J,1),J=1,18)	C0201050
15	C	1209 FORMAT(20X,18A4)	C0201100
16	C	1300 CONTINUE	C0201150
17	C	*** UNIT ***	C0201200
18	C	WRITE(ITO,1409) IU	C0201250
19	C	1409 FORMAT(1M0,10X,8HUNIT NO,13,/))	C0201300
	C		C0201350
	C		C0201400
20	C	*** MEMBER ***	C0201450
21	C	DO 2000 IP(ITYP,NE,2) GO TO 3000	C0201500
22	C	WRITE(ITO,2059)	C0201550
23	C	2059 FORMAT(11X,41HFORCES AND MOMENTS AT THE ENDS OF MEMBERS,/,	C0201600
24	C	1 6X, 22HMEMBER LOADCN AT END,6X,3HF-X,14X,3HF-Y,14X,3HF-Z	C0201650
25	C	2 14X,3HM-X,14X,3HM-Y,14X,3HM-Z,/,63X,14H(TRUSS STRESS),/)	C0201700
26	C	2100 MUJ=MJ2*1	C0201750
27	C	DO 2900 ILD=1,NLDCN	C0201850
28	C	IF(ILD,NE,1) GO TO 2500	C0201900
29	C	WRITE(ITO,2209) IDATA(2),IDATA(1),LDNM(ILD),IDATA(2)	C0201950
30	C	1 (STRESS(1,1),[=1,MJ2)	
31	C	2209 FORMAT(1M0,316,18,2X,6G17,5)	C0202100
32	C	GO TO 2800	C0202150
33	C	2500 WRITE(ITO,2609) LDNM(ILD),IDATA(2),(STRESS(1,ILD),[=1,MJ2)	C0202200
34	C	2609 FORMAT(1M0,12X,16,18,2X,6G17,5)	C0202250
35	C	2800 WRITE(ITO,2809) IDATA(3),(STRESS(1,ILD),[=MJJ,MJAK)	C0202300
36	C	2809 FORMAT(1M ,18X,18,2X,6G17,5)	C0202350
37	C	2900 CONTINUE	C0202400
38	C	ILINE=ILINE+3*NLDCN	C0202450
39	C	GO TO 9000	C0202500
	C		C0202550
	C		C0202600
	C		C0202650
	C		C0202700

EACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV B COMPILER (OPT2.CB) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 13

[illegible]

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,Cp) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 14

15N	ST=NO	SOURCE PROGRAM	(CAL02)	SEQUENCE
70	GO TO 3900			C0205300
71	C 3600 IF (1,DATA(6),NE.2) GO TO 5000			C0205350
	C *** PLANE STRESS AND BENDING ***			C0205400
72	IF (K1(9),EQ.0) GO TO 3601			C0205450
73	RATIO=6.0/THICK/THICK			C0205500
74	ILINE=ILINE+2*NLDCN			C0205550
	C			C0205700
75	3601 DO 3700 ILD=1,NLDCN			C0205750
76	CALL KQJ1(STRESS(1,ILD),STRESS(2,ILD),STRESS(3,ILD),SM1,SM2,ANG)			C0205800
77	WRITE(170,3609) LDNM(ILD),STRESS(1,ILD),I=1,3			C0205850
	1 STRESS(1,ILD),I=7,9,SM1,SM2,ANG			C0205900
78	3609 FORMAT(9X, 6HLOADEN ,I6 ,11A ,8G11 ,4X ,F3 ,1)			C0201200
79	CALL CAL002(1,DATA(1),MAXDE(1,ILD),MAXDE(1,ILD),K1(70),170,NELM			C0201201
	1 IELE=1,ILD,PLEAD(1,ILD),SST(1,ILD)			C0201203
	2 S1,T1,R1,M1,B1,RW,12Q ,1PSS)			
80	IF (12Q,EO.0) GO TO 3611			
81	ILINE = ILINE+4			
82	ITO = ITO			C0206000
83	STRESS(10,ILD)=SM1			C0206050
84	STRESS(11,ILD)=SM2			C0206100
85	STRESS(12,ILD)=ANG			C0206150
	C			C0206200
86	3620 IF (K1(9),EQ.0) GO TO 3700			C0206250
87	SMXO =-RATIO*STRESS(7,ILD)			C0206300
88	SMYO =-RATIO*STRESS(8,ILD)			C0206350
	SMXYO=-RATIO*STRESS(9,ILD)			C0206400
	C			C0206450
90	DO 3690 I=1,2			C0206500
91	SMXO =-SMXO			C0206550
92	SMYO =-SMYO			C0206600
93	SMXYO=-SMXYO			C0206650
94	SMX =SMXO +STRESS(1,ILD)			C0206700
95	SMY =SMYO +STRESS(2,ILD)			C0206750
96	SMXY=SMXYO+STRESS(3,ILD)			C0206800
97	CALL KQJ1(SMX,SMY,SMXY,SM1,SM2,ANG)			C0206850
98	SMD=SM1-SM2			C0206900
99	SME=SQRT((SMO+SMD-SM1+SM1+SM2+SM2)/2.0)			C0206950
100	ANGP=ANG+95			C0207000
101	SMD=-SMD/2.0			C0207050
102	IF (1,NE.1) GO TO 3670			C0207100
103	WRITE(170,3669) SMX,SMY,SMXY,SMD,ANGP,S=1,SM2,ANG			C0207150
104	3669 FORMAT(21X,13H FB,STRS(=2),5G11,4,F7,1,4X,2G11,4,F7,1)			C0207200
105	IF (K1(8),EQ.1) GO TO 3690			C0207250
106	GO TO 3690			C0207300
	C			C0207350
107	3670 WRITE(170,3679) SMX,SMY,SMXY,SME,SMD,ANGP,S=1,SM2,ANG			C0207400
108	3679 FORMAT(21X,13H FB,STRS(=2),5G11,4,F7,1,4X,2G11,4,F7,1)			C0207450
109	IF (K1(8),NE.2) GO TO 3690			C0207500
110	STRESS(10,ILD)=SM1			C0207550
111	STRESS(11,ILD)=SM2			C0207600
112	STRESS(12,ILD)=ANG			C0207650
113	3690 CONTINUE			C0207700
114	3700 CONTINUE			C0207750
	C			C0207800
115	MJAP=12			C0207850

FACOM 230-75 MT FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 15

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CAL02)	SEQUENCE
116		3900 ILINE=ILINE+2*NLDEN	C0207600
117		GO TO 9000	C0207650
		C	C0207700
		C	C0207750
		C *** SOLID TYPE ***	C0207800
		C	C0207850
118		4000 IF(IITY,NE,3) GO TO 5000	C0207900
		C	C0207950
		C	C0208000
119		WRITE(IIO,4109) (I,I=1,6)	C0208050
120		4109 FORMAT(11X, 26HSTRESSES OF SOLID ELEMENTS,/,/,H SOLID,9(X,2H,/,/	C0208100
		1-,11),4X,7H5IGMA=X,8X,7H5IGMA=Y,8X,7H5IGMA=Z,9X,6HTAU=XY,9X,6HTAU=	C0208150
		2YZ,9X,6HTAU=ZX)	C0208200
121		WRITE(IIO,4119)	C0208250
122		4119 FORMAT(41X,9H(SIGMA=1),4X,9H(SIGMA=2),6X,9H(SIGMA=3),6X,7H(SIGMA=	C0208300
123		4200 IN=IDATA(I9)+1	C0208350
124		WRITE(IIO,4300) (IDATA(I),I=1,IN)	C0208400
125		4300 FORMAT(1H0,15, 8,4)	C0208450
		C	C0208500
126		DO 4500 ILD=1,NLDEN	C0208550
127		WRITE(IIO,4409) LDNM(ILD),(STRESS(I,ILD),I=1,6)	C0208600
128		4409 FORMAT(11X,6HLOADEN,15,13X,6G15.5)	C0208650
129		CALL SOLSTR(KK(35),ILD,SGMA1,SGMA2,SGMA3,SGMA,STRESS,MAXDFG,IIO)	C0208700
		C	C0208750
130		WRITE(IIO,4419) SGMA1, SGMA2, SGMA3, SGMA	C0208800
131		4419 FORMAT(37X, 6G15.5)	C0208850
132		4500 CONTINUE	C0208900
		C	C0208950
133		ILINE=ILINE+2*NLDEN	C0209000
134		GO TO 9000	C0209050
		C	C0209100
		C *** ANOTHER TYPE ***	C0209150
		C	C0209200
135		5000 IN=IDATA(I9)+1	C0209250
136		WRITE(IIO,5109) (IDATA(I),I=1,IN)	C0209300
137		5109 FORMAT(10H0 ELEMENT=, 19, 7H JINT=,1815)	C0209350
		C	C0209400
138		DO 5300 ILD=1,NLDEN	C0209450
139		WRITE(IIO,5209) LDNM(ILD),(STRESS(I,ILD),I=1,6MJAR)	C0209500
140		5209 FORMAT(1H0,10X,13,6F13.5/ (1H, 13X,6F13.5)	C0209550
141		5300 CONTINUE	C0209600
		C	C0209650
142		ILINE=ILINE+2*NLDEN	C0209700
		C	C0209750
143		GO TO 9000	C0209800
		C	C0209850
		C	C0209900
		C	C0209950
144		6000 IF(IITY,NE,JITY) GO TO 1000	C0210000
		C	C0210050
145		IF((ILINE+2*NLDEN).GT.35) GO TO 1000	C0210100
146		IF(IITY,NE,2) GO TO 8000	C0210150
147		ILLIM=ILINE+3*NLDEN	C0210200
148		IF(ILLIM.GT.55) GO TO 1000	C0210250
		C	C0210300
149		8000 GO TO (3200,2100,4200,5000,5000,5000,5000),IITY	C0210350
		C	C0210400
150		9000 RETURN	

FACOM 230-75 MT FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 16

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CAL02)	SEQUENCE
151		END	C0210450

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 17

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CAL03 (PLD,NC,NLDCN,MJTR,IT,IU,MAXDEG,IP,BLOCK	J1000010
	1	+NCOUNT,REAC,DEFMAX,KDEFMX,PGNAME,LDNM,ITO)	J1000020
		C	J1000030
		C	J1000080
		C	J1000090
		C	J1000100
		C	J1000120
		C	J1000130
		C	J1000140
		C	J1000170
2		DIMENSION PLD(MAXDEG+1),MJTR(1),BLOCK(18,1),ANS(12),PGNAME(10)	J1000180
	1	,NODA(200,2),NODB(200)	J1000190
	2	,REAC(3,1),LDNM(1)	J1000200
3		EQUIVALENCE (NODA,NODB)	J1000210
4		DIMENSION DEFMAX(3,1),KDEFMX(3,1)	J1000220
		C	J1000230
		C	J1000290
		C	J1000300
		C	J1000320
		C	J1000330
		C	J1000340
5		DO 8000 ILD=1,NLDCN	J1000390
6		INN=0	J1000410
7		ILN=0	J1000420
8		1000 IP=IP+1	J1000430
9		WRITE(ITO,1109) PGNAME,IP	J1000440
10		1109 FORMAT(1H1,75X,10A4, 5X,5HPAGE=,13//)	J1000450
		C	J1000460
		C	J1000470
		C	J1000480
11		DO 1300 I=1,NCOUNT	J1000490
12		WRITE(ITO,1209) (BLOCK(J,I),J=1,18)	J1000500
13		1209 FORMAT(20X,18A4)	J1000510
14		1300 CONTINUE	J1000520
		C	J1000530
15		WRITE(ITO,1409) IU,LDNM(ILD)	J1000590
16		1409 FORMAT(1H0,10X,8HUNIT NO.,13,5X,10HLOADEN NO.,13 //)	J1000620
		C	J1000630
17		GO TO (1500,2000) ,IT	J1000640
		C	J1000650
		C	J1000660
18		1500 WRITE(ITO,1509)	J1000670
19		1509 FORMAT(11X,27HJOINT DEFLECTIONS AND ROTATIONS,/,6H JOINT,11X	J1000680
	1	3HD=X,10X,3HD=Y,10X,3HD=Z,10X,3HR=X,10X,3HR=Y,10X,3HR=Z,/,)	J1000690
20		GO TO 2800	J1000700
		C	J1000710
		C	J1000720
		C	J1000730
21		2000 WRITE(ITO,2009)	J1000740
22		2009 FORMAT(11X,27HREACTION FORCES AND MOMENTS,/,6H JOINT,11X,	J1000750
	1	3HF=X,10X,3HF=Y,10X,3HF=Z,10X,3HM=X,10X,3HM=Y,10X,3HM=Z,/,)	J1000840
		C	J1000850
23		2800 IF(ILD.NE.1) GO TO 5000	J1000860
24		3000 IND=MJTR(1)/100	J1000870
25		NODA(1,1)=IND	J1000880

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 18

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (CAL03)	SEQUENCE
26		NODA(1,2)=1	J1000890
27		INN=1	J1000900
28		IF(NC.EQ.1) GO TO 5000	J1000910
29		DO 3500 IM=2,NC	J1000920
30		JND=MJTR(IM)/100	J1000930
31		IF(IND.EQ.JND) GO TO 3500	J1000940
32		INN=INN+1	J1000950
33		IND=JND	J1000960
34		NODA(IN,1)=IND	J1000970
35		NODA(IN,2)=IM	J1000980
36		3500 CONTINUE	J1000990
		C	J1001000
37		IF(IN.EQ.1) GO TO 5000	J1001010
		C	J1001020
38		DO 3600 I=2,IN	J1001030
39		IF(NODB(I-1).GT.NODB(I)) GO TO 3650	J1001040
40		3600 CONTINUE	J1001050
41		GO TO 5000	J1001060
		C	J1001070
42		3650 IN=IN-1	J1001080
43		DO 3900 I=1,IN1	J1001090
44		I1A=I+1	J1001100
45		M1N=NODA(I,1)	J1001110
46		I1N=I	J1001120
47		DO 3700 I1=I1A,IN	J1001130
48		IF(M1N,LT,NODB(I1)) GO TO 3700	J1001140
49		M1N=NODB(I1)	J1001150
50		I1N=I1	J1001160
51		3700 CONTINUE	J1001170
52		JUM1=NODA(I,1)	J1001180
53		JUM2=NODA(I,2)	J1001190
54		NODA(I,1)=NODA(I1N,1)	J1001200
55		NODA(I,2)=NODA(I1N,2)	J1001210
56		NODA(I1N,1)=JUM1	J1001220
57		NODA(I1N,2)=JUM2	J1001230
58		3900 CONTINUE	J1001240
		C	J1001250
		C	J1001260
		C	J1001270
59		5000 INN=INN+1	J1001280
60		IF(INN.GT.IN) GO TO 8000	J1001290
61		ID5=0	J1001300
62		DO 5100 I=1,12	J1001310
63		ANS(I)=0.0	J1001320
64		5100 CONTINUE	J1001330
65		JN=NODA(INN,1)	J1001340
66		KN=NODA(INN,2)	J1001350
67		KN2=KN+1	J1001360
		C	J1001370
68		IF(KN2.GT.NC) KN2=NC	J1001380
69		DO 5300 I=KN,KN2	J1001390
70		IF(CJN,NE,MJTR(I)/100) GO TO 5400	J1001400
71		J=MOD(MJTR(I),100)	J1001410
72		IF(J/10,LT,1) GO TO 5200	J1001420
73		J=MOD(J,10)+6	J1001430
74		ID5=1	J1001440
75		5200 ANS(J)=PLD(I,ILD)	J1001450

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV B COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 19

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM (CAL03)	SEWGFNCF
76		5300 CONTINUE	J1001460
77	C		J1001470
78		5400 JNN=JNN+1	J1001480
79		IF(JNN.GT.1N) GO TO 5500	J1001490
80		IF(ENDB(INN),NE,NOBR(JNN)) GO TO 5500	J1001500
81		JNN=JNN+1	J1001510
		GO TO 5050	J1001520
	C		J1001530
	C		J1001540
	C		J1001550
82		5500 ILIN=ILIN+1	J1001560
83		WRITE(10,5509) NOBR(INN), (ANS(I),I=1,6)	J1001570
84		5509 FORMAT(1H,15,7X,6G13.4)	J1001580
85		IF(1T,NE,1) GO TO 5530	J1001590
	C		J1001600
86		IF(ABS(ANS(1)) .LT. ABS(DEFMAX(1,ILD))) GO TO 5510	J1001610
87		DEFMAX(1,ILD) = ABS(1)	J1001620
88		KDEFMX(1,ILD) = NOBR(INN)	J1001630
89		IF(ABS(ANS(2)) .LT. ABS(DEFMAX(2,ILD))) GO TO 5520	J1001640
90		DEFMAX(2,ILD) = ABS(2)	J1001650
91		KDEFMX(2,ILD) = NOBR(INN)	J1001660
92		IF(ABS(ANS(3)) .LT. ABS(DEFMAX(3,ILD))) GO TO 5530	J1001670
93		DEFMAX(3,ILD) = ABS(3)	J1001680
94		KDEFMX(3,ILD) = NOBR(INN)	J1001690
95		5530 A=A	J1001700
96		IF(1T,NE,2) GO TO 5600	J1001710
97		DO 5550 I=1,3	J1001720
98		REAC(I,ILD)=REAC(I,ILD)+ANS(I)	J1001730
99		5550 CONTINUE	J1001740
	C		J1001750
100		5600 IF(1D5,EW,0) GO TO 6000	J1001760
101		WRITE(10,5609) (ANS(I),I=7,12)	J1001770
102		5609 FORMAT(13X,6G13.4)	J1001780
	C		J1001790
103		IF(1T,NE,2) GO TO 5800	J1001800
104		DO 5700 I=1,3	J1001810
105		I=I+6	J1001820
106		REAC(I,ILD)=REAC(I,ILD)+ANS(I)	J1001830
107		5700 CONTINUE	J1001840
108		5800 ILIN=ILIN+1	J1001850
109		1D5=0	J1001860
110		6000 IF(ILIN,LT,50) GO TO 5000	J1001870
111		ILIN=0	J1001880
112		GO TO 1000	J1001890
113		8000 CONTINUE	J1001900
114		RETURN	J1001910
115		END	J1001920

* * * * * DIAGNOSTIC MESSAGE * * * * *

ELEMENT NAME CAL03 (SUB PROGRAM)

ISN ERRNO ERROR MESSAGE

COMMENT

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV B COMPILER (OPT2,CP) DIAGNOSTIC MESSAGE -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 20

ISN ERRNO ERROR MESSAGE

COMMENT

3 F750D* AN ARRAY ITEM WITH NO SUBSCRIPTS IN THE EQUIVALENCE STATEMENT,

NODA NONR

*** STATEMENT CARD NUMBER 161 EXECUTE(93)
 *** ERROR TOTAL NUMBER 2 LEVEL *C 2) *C 3) *C 0)
 *** WARNING ERROR, THIS ERROR IS POSSIBLE TO EXECUTE THAT OBJECT PROGRAM
 CAN BE GUARANTEED.

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 21

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CRTOLB (IT1,IT0,IFL,MXL)	CTL 1000
2	C	DIMENSION ICR(20*60)	CTL 1050
3		IED=0	CTL 1100
4		LIN=0	CTL 1150
5		IP=0	CTL 1200
6		MXL1=MXL	CTL 1250
7		IP=IP+1	CTL 1260
8	10	DO 20 J=1,MXL	CTL 1350
9		READ(IT1,81,END=40) (ICR(J,1),J=1,20)	CTL 1400
10	20	CONTINUE	CTL 1450
11	C	WRITE(IT0,91) IP	CTL 1500
12		WRITE(IT0,92) (J,J=1,8)	CTL 1550
13		DO 30 J=1,MXL	CTL 1600
14		LIN=LIN+1	CTL 1650
15		WRITE(IT0,93) LIN,(ICR(K,J),K=1,20)	CTL 1700
16	30	CONTINUE	CTL 1750
17		WRITE(IT0,92) (J,J=1,8)	CTL 1800
18		GO TO 55	CTL 1850
19	C	40 IED=9	CTL 1900
20		MXL1=1	CTL 1910
21		WRITE(IT0,91) IP	CTL 1950
22		WRITE(IT0,92) (J,J=1,8)	CTL 1960
23		DO 50 J=1,MXL1	CTL 1970
24		LIN=LIN+1	CTL 2000
25		WRITE(IT0,93) LIN,(ICR(K,J),K=1,20)	CTL 2050
26	50	CONTINUE	CTL 2100
27		WRITE(IT0,92) (J,J=1,8)	CTL 2150
28	C	55 IF (IFL,LE,0) GO TO 80	CTL 2200
29		DO 60 J=1,MXL1	CTL 2250
30		WRITE(IT0,91) (ICR(K,J),K=1,20)	CTL 2300
31	60	CONTINUE	CTL 2350
32	C	80 IF (IED) 90,10,90	CTL 2360
33	C	90 RETURN	CTL 2370
34	C	81 FORMAT(20A4)	CTL 2400
35		91 FORMAT(1H1//1H0,5X,'INPUT-DATA (1ST',80X,'PAGE',14)	CTL 2450
36		92 FORMAT(1H0,13X,8(9X,11)/1H,13X,11,...,0,7(10H,...,0),0)	CTL 2500
37		93 FORMAT(1H,5X,15,3X,20A4)	CTL 2550
38	C	END	CTL 2600

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 22

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE FLCOPY(KK,IT0,IF1,IF0,NCOUNT,BLOCK,NUM,IT,NE,INU,NLDCN,	FLC00000
2	1	AK1,AREAA,RAREA,AREA,ISEC,SEC)	FLC00010
3	C	ACOUNT NUMBER OF TITLE CARDS	FLC00020
4	C	BLOCK TITLE	FLC00030
5	C	NEINU NUMBER OF ELEMENTS PER UNIT	FLC00040
6	C	NLDCN NUMBER OF LOAD CONDITIONS	FLC00050
7		DIMENSION BLOCK(18,1),NEINU(1),KK(1),AREAA(10000),RAREA(3,2000)	FLC00060
8	1	AREAA(4,2000),K1(1)	FLC00070
9	3	DIMENSION ISEC(1),SEC(5,1)	FLC00080
10		KK10=K1(10)	FLC00090
11		KK20=K1(20)	FLC00100
12	C	READ(IF1) (KK(1),I=1,72)	FLC00110
13		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (KK(1),I=1,72)	FLC00120
14		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9009) (KK(1),I=1,72)	FLC00130
15	C	40 READ(IF1) NCOUNT	FLC00140
16		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) NCOUNT	FLC00150
17		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9019) NCOUNT	FLC00160
18	C	READ(IF1) (BLOCK(I,J),I=1,18),J=1,NCOUNT)	FLC00170
19		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (BLOCK(I,J),I=1,18),J=1,NCOUNT)	FLC00180
20		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9029) (BLOCK(I,J),I=1,18),J=1,NCOUNT)	FLC00190
21	C	READ(IF1) MURBN	FLC00200
22		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) MURBN	FLC00210
23		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9039) MURBN	FLC00220
24	C	READ(IF1) (AREAA(I),I=1,MURBN)	FLC00230
25		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (AREAA(I),I=1,MURBN)	FLC00240
26		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9049) (AREAA(I),I=1,MURBN)	FLC00250
27	C	READ(IF1) NJT	FLC00260
28		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) NJT	FLC00270
29		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9059) NJT	FLC00280
30	C	READ(IF1) (RARAEA(I,J),I=1,3),J=1,NJT)	FLC00290
31		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (RARAEA(I,J),I=1,3),J=1,NJT)	FLC00300
32		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9069) (RARAEA(I,J),I=1,3),J=1,NJT)	FLC00310
33	C	READ(IF1) (AREAA(I),I=1,NJT)	FLC00320
34		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (AREAA(I),I=1,NJT)	FLC00330
35		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9074) (AREAA(I),I=1,NJT)	FLC00340
36	C	READ(IF1) (AREAA(I),I=1,NJT)	FLC00350
37		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (AREAA(I),I=1,NJT)	FLC00360
38		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9089) (AREAA(I),I=1,NJT)	FLC00370
39	C	READ(IF1) NJOB	FLC00380
40		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) NJOB	FLC00390
41		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9099) NJOB	FLC00400
42	C	READ(IF1) (AREAA(I,J),I=1,4),J=1,NJOB)	FLC00410
43		IF (KK10,NE,0) WRITE(IF0) (AREAA(I,J),I=1,4),J=1,NJOB)	FLC00420
44		IF (KK20,NE,0) WRITE(IT0,9109) (AREAA(I,J),I=1,4),J=1,NJOB)	FLC00430

JAERI-M 8017

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2+CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12), DATE 78.10.24/13:33 PAGE 23

15N	ST=NO	SOURCE PROGRAM	(FLOCPY)	SEQUENCE
	C			FLC00570
39		4EAD(IF1) NUNIT		FLC00580
40		IF(KK10,NE,0) *RITE(IFO) NUNIT		FLC00590
41		IF(KK20,NE,0) *RITE(ITO,91150) NUNIT		FLC00600
	C			FLC00610
42		READ(IF1) (NEINU(1),I=1,NUNIT)		FLC00620
43		IF(KK10,NE,0) *RITE(IFO) (NEINU(1),I=1,NUNIT)		FLC00630
44		IF(KK20,NE,0) *RITE(ITO,91250) (NEINU(1),I=1,NUNIT)		FLC00640
	C			FLC00650
45		IF(KK20,NE,0) *RITE(ITO,91350)		FLC00660
46		IC=0		FLC00670
47		DO 600 IU=1,NUNIT		FLC00680
48		NE=NEINU(IU)		FLC00690
49		IF(KK20,NE,0) *RITE(ITO,91450) IU,NE		FLC00700
50		DO 500 J=1,NE		FLC00710
51		READ(IF1) (IAREA(1),I=1,20),(RAREA(1,J),J=1,100)		FLC00720
52		IF(K1(3),ES,C,AND, (1(9),ER,0) GO TO 400		FLC00730
53		IC=IC+1		FLC00740
54		ISEC(IC)=IAREA(1)		FLC00750
55		SEC(1,IC)=RAREA(1,3)		FLC00760
56		SEC(2,IC)=RAREA(1,46)		FLC00770
57		SEC(3,IC)=RAREA(1,50)		FLC00780
58		SEC(4,IC)=RAREA(1,49)		FLC00790
59		SEC(5,IC)=RAREA(1,8)		FLC00800
60	400	IF(KK10,NE,0) *RITE(IFO) (IAREA(1),I=1,20),(RAREA(1,J),J=1,100)		FLC00810
61		IF(KK20,NE,0) *RITE(ITO,91550) (IAREA(1),I=1,20)		FLC00820
	1	(RAREA(1,J),J=1,100)		FLC00830
62	500	CONTINUE		FLC00840
63	600	CONTINUE		FLC00850
	C			FLC00860
64		READ(IF1) NLDON		FLC00870
65		IF(KK20,NE,0) *RITE(ITO,91650) NLDON		FLC00880
	C			FLC00890
	C			FLC00900
66		RETURN		FLC00910
	C			FLC00920
67	9009	FORMAT(1M1,22H *** DEBUG WRITE ***,//,10M3** KK ** ,//,2X,7211)		FLC00930
68	9019	FORMAT(11M0** NCOUNT=,12,2H**)		FLC00940
69	9029	FORMAT(12H0** BLOCK **/,12X,1844)		FLC00950
70	9039	FORMAT(11M0** MUPSN =,14,2H**)		FLC00960
71	9049	FORMAT(12H0** IPJNT **/,12X,20155)		FLC00970
72	9059	FORMAT(10H0** NUT =,14,2H**)		FLC00980
73	9069	FORMAT(10P0** XYZ **/,4,2X,3F10,33)		FLC00990
74	9079	FORMAT(12H0** IPOBL **/,12X,20155)		FLC01000
75	9089	FORMAT(12H0** ICNJ **/,4,2X,20155)		FLC01010
76	9099	FORMAT(10H0** NDOB =,14,2H**)		FLC01020
77	9109	FORMAT(10H0** PM1 **/,3,2X,4F10,33)		FLC01030
78	9119	FORMAT(10H0** IU =,14,2H**)		FLC01040
79	9129	FORMAT(12H0** NEINU **/,12X,20155)		FLC01050
80	9139	FORMAT(18H0** IDATA,ADATA **)		FLC01060
81	9149	FORMAT(6H UNIT=,13,6HNEINU=,13)		FLC01070
82	9159	FORMAT(11M ** IDATA **/,3X,20(14,12),/		FLC01080
	1	11M ** ADATA **/,3X,10E12,33)		FLC01090
83	9169	FORMAT(10H0** NLDON=,13,2H**)		FLC01100
				FLC01120
84		END		

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV M COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02.L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 24

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE HEADC(10)	HEAD0000
	C		HEAD0001
	C		HEAD0002
2		DO 8000 I=1,2	HEAD0003
	C		HEAD0004
3		WRITE(10,1001)	HEAD0005
4		1001 FORMAT(1M)	HEAD0006
	C		HEAD0007
5		WRITE(10,1002)	HEAD0008
6		1002 FORMAT(1M)	HEAD0009
	C		HEAD0010
7		DO 2000 J=1,8	HEAD0011
8		WRITE(10,1002)	HEAD0012
9		2000 CONTINUE	HEAD0013
	C		HEAD0014
10		WRITE(10,3001)	HEAD0015
11		3001 FORMAT(1M,18X,2HMM,6X,2HMM,5X,4HAAA,5X,9(1HR),4X,9(1MS),14X	HEAD0016
	1	2HMM,6X,2HMM,2X,10(1E),3X,9(1MS)	HEAD0017
12		WRITE(10,3001)	HEAD0018
	C		HEAD0019
13		WRITE(10,3002)	HEAD0020
14		3002 FORMAT(1M,18X,10HMMM MMMM,4X,6HAA AA,4X,2HRR,6X,2HRR,2X,2HSS	HEAD0021
	1	22X,10HMMM MMMM,2X,2HEE,10X,2HSS	HEAD0022
15		WRITE(10,3002)	HEAD0023
	C		HEAD0024
16		WRITE(10,3003)	HEAD0025
17		3003 FORMAT(1M,18X,21HMM MM MM AA AA,3X,9(1HR),4X,8(1MS),3X	HEAD0026
	1	10(1H),14M MM MM MM,8(1E),5X,8(1MS)	HEAD0027
18		WRITE(10,3003)	HEAD0028
	C		HEAD0029
19		WRITE(10,3004)	HEAD0030
20		3004 FORMAT(1M,18X,2HMM,6X,4HMM 10(1HA),4H RR,3X,2HRR,13X,2HSS,14X	HEAD0031
	1	2HMM,6X,4HMM EE,18X,2HSS	HEAD0032
21		WRITE(10,3004)	HEAD0033
	C		HEAD0034
22		WRITE(10,3005)	HEAD0035
23		3005 FORMAT(1M,18X,2HMM,6X,6HMM AA,6X,6HAA RR,4X,2HRR,12X,2HSS,14X	HEAD0036
	1	2HMM,6X,6HMM EE,18X,2HSS	HEAD0037
24		WRITE(10,3005)	HEAD0038
	C		HEAD0039
25		WRITE(10,3006)	HEAD0040
26		3006 FORMAT(1M,18X,2HMM,6X,6HMM AA,6X,6HAA RR,5X,2HRR,3X,9(1MS),15X	HEAD0041
	1	2HMM,6X,6HMM 10(1E),2X,9(1MS)	HEAD0042
27		WRITE(10,3006)	HEAD0043
	C		HEAD0044
28		DO 4000 J=1,7	HEAD0045
29		WRITE(10,1002)	HEAD0046
30		4000 CONTINUE	HEAD0047
	C		HEAD0048
31		WRITE(10,5001)	HEAD0049
32		5001 FORMAT(1M,26X,7(1MS),7H UU 4HUU 7(1HP),2X,7(1E),2X,7(1HR)	HEAD0050
	A	2X,7(1P),2X,7(1H),2X,7(1MS),2X,7(1E)/	HEAD0051
	H	1H 26X,2HSS SS UU UU PP PP 2HEE,5X	HEAD0052
	C	38H 1H 26X,2HSS 7X,2HUU 1U PP UU SS 5S 5S 2HFF/	HEAD0053
	D	1H 26X,2HSS,7X,2HUU 1U PP PP EE,7X	HEAD0054
	E	38HR 4K PP PP UU SS EE/	HEAD0055
	D	1H 26X,7(1MS),7H UU 4HUU 7(1MP),2X,6(1E),3X,7(1HR)	HEAD0056

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV M COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 25

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
	G	.2X.7(1HP).2X.7(HO) DO.2X.7(1HS).2X.6(1HE)/	HEA00570
	H	.31X.15HSS UU UU PP.7X.2HEE.7X.11HRR RR PP.7X	HEA00580
	I	.7H00 .00.7X.6HSS EF/	HEA00590
	J	.26X.20HSS .55 UU PP.7X.2HEE.5X.11H RR RR	HEA00600
	K	.2HPP.7X.18H00 .00 .55 .55 .2(1HE)/	HEA00610
	L	.1H .26X.7(1HS).2X.7(1HU).4H PP.7X.7(1HE).13H RR RR PP	HEA00620
	M	.7X.7(1HO).2X.7(1HS).2X.7(1HE)	HEA00630
	C		HEA00640
33		DO 6000 J=1.8	HEA00650
34		WRITE(1TO,1002)	HEA00660
35		6000 CONTINUE	HEA00670
36		WRITE(1TO,7001)	HEA00680
37		7001 FORMAT(1H .48X.38HJAPAN ADVANCED NUMERICAL ANALYSIS INC.)	HEA00690
	C		HEA00700
	C		HEA00710
	C		HEA00720
38		8000 CONTINUE	HEA00730
	C		HEA00740
	C		HEA00750
39		RETURN	HEA00760
40		END	HEA00770

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV M COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 26

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE KOJ(KSGMAX,SGMAX,TAUXY,PSGM1,PSG2,ANGLE)	KOJ00000
	C		KOJ00010
	C	SUBROUTINE FOR CALCULATION OF PRINCIPAL STRESS AND ITS ANGLE	KOJ00020
	C		KOJ00030
2		HEN=.5*(SGMAX+SGMAY)	KOJ00040
3		DEF=.5*(SGMAX-SGMAY)	KOJ00050
4		CON=SQRT(DEF**2+TAUXY**2)	KOJ00060
	C		KOJ00070
5		PSGM1=HEN+CON	KOJ00080
6		PSGM2=HEN-CON	KOJ00090
	C		KOJ00100
7		IF(CON.LE.DEF) GO TO 10	KOJ00110
	C		KOJ00120
8		CONDEF=ABS((CON+DEF)/(CON-DEF))	KOJ00130
9		ANG=57.29578*ATAN(S8HT(CONDEF))	KOJ00140
10		IF(TAUXY.LT.0.) ANG=-ANG	KOJ00150
11		ANGLE=90.-ANG	KOJ00160
	C		KOJ00170
12		RETURN	KOJ00180
	C		KOJ00190
13		10 ANGLE=0.	KOJ00200
14		RETURN	KOJ00210
	C		KOJ00220
15		END	KOJ00230

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV M COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 27

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE MAXPRN(NLDCN,MXELU,SMAXU,1TO)	MXP00020
	C		MXP00040
	C		MXP00060
	C		MXP00080
2		DIMENSION MXELU(36,NLDCN),SMAXU(36,NLDCN),IA(3),IB(2),IC(4,3)	MXP00100
3		DATA 1A/INT.1HM,1HB / , 1B/3H(+).3H(-) /	MXP00120
4		DATA 1C/ 19.21.20.22	MXP00140
	1	23.25.24.26	MXP00160
	2	27.29.28.30 /	MXP00180
	C		MXP00200
5		WRITE(1TO,1009)	MXP00220
6		1009 FORMAT(1H1.6X.27H* MAXIMUM VALUE OF STRESS * //)	MXP00240
	C		MXP00260
7		DO 9000 I=1,NLDCN	MXP00280
	C		MXP00300
8		WRITE(1TO,2009) I	MXP00320
9		2009 FORMAT(2X.8HLOADCN .14. /)	MXP00340
	C		MXP00360
10		II=12	MXP00380
11		DO 8000 J=1,3	MXP00400
12		II=II+6	MXP00420
	C		MXP00440
13		WRITE(1TO,3009) IA(J),IB(1),IA(J),IB(2),IA(J),IB(1)	MXP00460
14		3009 FORMAT(10X, 7HELEM .A1. 5H-SGM1.A3.4X, 7HELEM .A1. 5H-SGM2.MXPRN	MXP00480
	1	.A3.4X, 7HELEM .A1. 4H-TAU.A3	MXP00500
	2	.5X.4HELEM.3X.10HPRN.SIGMA1.3X.4HELEM.3X.10HPRN.SIGMA2	MXP00520
	3	.3X.4HELEM.3X.8HS.INTENS //)	MXP00540
	C		MXP00560
15		WRITE(1TO,4009) IB(2),IB(2),IB(2)	MXP00580
16		4009 FORMAT(23X, A3, 17X, A3, 16X, A3, /)	MXP00600
	C		MXP00620
	C		MXP00640
	C		MXP00660
17		K=(J-1)*6 + 1	MXP00680
18		WRITE(1TO,5009) MXELU(K+1),SMAXU(K+1),MXELU(K+2,1)	MXP00700
	1	SMAXU(K+2,1),MXELU(K+4,1),SMAXU(K+4,1)	MXP00720
	2	MXELU(K+1,1),SMAXU(K+1,1),MXELU(K+2,1),SMAXU(K+2,1)	MXP00740
	3	MXELU(K+3,1),SMAXU(K+3,1)	MXP00760
19		5009 FORMAT(7X, 3(3X,14.2X.G11.4), 2(3X,14.2X.G11.4)	MXP00780
	1	, (3X,14.2X.G11.4) //)	MXP00800
	C		MXP00820
20		WRITE(1TO,6009) MXELU(K+1,1),SMAXU(K+1,1)	MXP00840
	1	MXELU(K+3,1),SMAXU(K+3,1)	MXP00860
	2	MXELU(K+5,1),SMAXU(K+5,1)	MXP00880
	3	MXELU(K+1,1),SMAXU(K+1,1),MXELU(K+3,1),SMAXU(K+3,1)	MXP00900
	4	MXELU(K+5,1),SMAXU(K+5,1)	MXP00920
21		6009 FORMAT(7X, 3(3X,14.2X.G11.4), 2(3X,14.2X.G11.4)	MXP00940
	1	, (3X,14.2X.G11.4) //)	MXP00960
	C		MXP00980
	C		MXP01000
22		8000 CONTINUE	MXP01020
	C		MXP01040
23		9000 CONTINUE	MXP01060
	C		MXP01080
	C		MXP01100
24		RETURN	MXP01120
25		END	

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 28

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE RDCDEF(ITI,ITO,NLOC,NLD,NLDS,ILDS,RLDS,IER	RDC00010
	1	NOU,IOU,LDNM,MXL,MXL1,MXL	RDC00020
2	C	DIMENSION NLDS(MXL),ILDS(MXL1,MXL),RLDS(MXL1,MXL),LDNM(MXL)	RDC00030
	1	IOU(MXL)	RDC00040
3		DATA MUX,MUX1,MUX2,MUX3,MUX4,MUX5,MUX6,MUX7,MUX8,MUX9	RDC00050
	1	/4HUNIT,4HLDEN,4HEND,4H /	RDC00060
	C		RDC00070
	C		RDC00080
4		DO 100 J=1,MXL	RDC00090
5		NLDS(J)=0	RDC00100
6		LDNM(J)=0	RDC00110
7		DO 180 J=1,MXL	RDC00120
8		ILDS(I,J)=0	RDC00130
9		RLDS(I,J)=0	RDC00140
10		100 CONTINUE	RDC00150
	C		RDC00160
11		NLD=0	RDC00170
12		NOU=0	RDC00180
13		IER=0	RDC00190
	C		RDC00200
14		200 READ(ITI,208,END=670) KEY,N1,N2,N3,R1	RDC00210
15		208 FORMAT(A4,1X,3I5,F10.0)	RDC00220
16		IF(KEY,NE,MUN) GO TO 300	RDC00230
17		IF(N1,LE, 0) GO TO 610	RDC00240
	C***	UNIT DATA READ *****	RDC00250
18		NOU=N1	RDC00260
19		READ(ITI,218) (IOU(I),I=1,N1)	RDC00270
20		218 FORMAT(10X,10I5)	RDC00280
21		GO TO 200	RDC00290
	C		RDC00300
22		300 IF(KEY,NE,MLD) GO TO 400	RDC00310
	C***	SUPERPOSE DATA SET *****	RDC00320
23		NLD=NLD+1	RDC00330
24		IF(NLD,GT,MXL) GO TO 620	RDC00340
	C		RDC00350
25		LDNM(NLD) =N1	RDC00360
26		NLDS(NLD) =N2	RDC00370
27		ILDS(1,NLD)=N3	RDC00380
28		RLDS(1,NLD)=R1 IF(ABS(R1),LT,1.0E-5) R1=1.0	RDC00390
29		IF(N2,GT,MXL1) GO TO 630	RDC00400
30		IF(N2,LE, 1) GO TO 200	RDC00410
	C***	SUPERPOSE DATA (CONTINUE) READ	RDC00420
32		DO 310 J=2,N2	RDC00430
33		READ(ITI,208) KEY,K1,K2,N3,R1	RDC00440
34		IF(KEY,NE,MBL) GO TO 640	RDC00450
35		IF(ABS(R1),LT,1.0E-5) R1=1.0	RDC00460
36		ILDS(I,NLD)=N3	RDC00470
37		RLDS(I,NLD)=R1	RDC00480
38		310 CONTINUE	RDC00490
39		GO TO 200	RDC00500
	C		RDC00510
40		400 IF(KEY,NE,MEND) GO TO 640	RDC00520
	C***	ERROR CHECK *****	RDC00530
41		DO 510 J=1,NLD	RDC00540
42		KL=NLDS(J)	RDC00550

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 29

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (RDCDEF)	SEQUENCE
43		IF(KL,GE,1) GO TO 500	RDC00560
44		NLDS(I)=1	RDC00570
45		KL =1	RDC00580
46		500 DO 510 J=1,KL	RDC00590
47		IF(ILDS(J,1),LE,NLDEN) GO TO 510	RDC00600
	C		RDC00610
48		WRITE(ITO,509) ILDS(J,1),NLDEN	RDC00620
49		509 FORMAT(1H0,50H*** ERROR ** THE SUPERPOSING LOADING CONDITION NO. IS N	RDC00630
	1	35NOT DEFINED IN INPUT FILE (=13).	RDC00640
50		IER=9	RDC00650
	C		RDC00660
51		510 CONTINUE	RDC00670
	C*****	RDCDEF NORMAL TERMINATION *****	RDC00680
52		GO TO 900	RDC00690
	C		RDC00700
	C***	INPUT DATA HAD ILLEGAL **	RDC00710
	C		RDC00720
53		610 WRITE(ITO,619) KEY,N2,N3,R1	RDC00730
54		619 FORMAT(1H0,50H*** ERROR ** THE SUPERPOSED LOADING CONDITON NUMBE	RDC00740
	1	20NR IS NOT DEFINED. /1H ,A4,1X,5H*****2I5,F10.5)	RDC00750
55		GO TO 660	RDC00760
56		620 WRITE(ITO,629) MXL	RDC00770
57		629 FORMAT(1H0,50H*** ERROR ** THE NUMBER OF GENERATING LOADING COND	RDC00780
	1	30ITION IS EXCEEDED LIMIT VALUE,(+13,2H)	RDC00790
58		GO TO 650	RDC00800
59		630 WRITE(ITO,639) MXL1	RDC00810
60		639 FORMAT(1H0,50H*** ERROR ** THE NUMBER OF LOADING CONDITION FOR 5	RDC00820
	1	29SUPERPOS EXCEEDS LIMIT VALUE,(+13,2H)	RDC00830
61		GO TO 650	RDC00840
62		640 WRITE(ITO,649)	RDC00850
63		649 FORMAT(1H0,50H*** ERROR ** KEY-WORD IS ILLEGAL. THIS CARD IS IGN	RDC00860
	1	21HORED BY THIS PROGRAM.	RDC00870
64		650 WRITE(ITO,659) KEY,N1,N2,N3	RDC00880
65		659 FORMAT(1H ,A4,1X,3I5,F10.0)	RDC00890
	C***	NEXT CARD READ	RDC00900
66		660 IER=9	RDC00910
67		GO TO 200	RDC00920
	C		RDC00930
68		670 WRITE(ITO,679)	RDC00940
69		679 FORMAT(1H0,50H*** ERROR ** END OF FILE READING.	RDC00950
	C		RDC00960
70		680 IER=9	RDC00970
	C		RDC00980
	C		RDC00990
71		900 RETURN	RDC01000
72		END	RDC01010

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 30

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE READEN(FL44,ICK,NELM,IELEM,PLOAD,NLDCN,ITO)	READ01000
	C		READ01050
	C		READ01100
2		DIMENSION IELEM(1,NLDCN),PLOAD(1,NLDCN)	READ01200
3		DATA ILOAD,HLLOAD/, (UNIT/4HUNIT/, (CN/2HCN/, IE/2HE /	READ01250
4		DO 800 I=1,NLDCN	READ01400
5		NELM=0	READ01450
6		10 READ(FL44,19) (A,1B,1ME	READ01500
7		19 FORMAT(A4,A2,14)	READ01550
8		IF(A,NE,1UNIT) GO TO 10	READ01600
9		30 READ(FL44,19) (A,1H,1ME	READ01700
10		IF(A,E0,ILOAD,AND, (B,E0,1CN) GO TO 40	READ01750
11		GO TO 30	READ01800
	C		READ01850
12		40 READ(FL44,19) (A,1B,1ME,P	READ01900
13		59 FORMAT(A4,A2,14,16X,P6,3)	READ01950
14		IF(A,E0,ILOAD,AND, (B,E0,1E) GO TO 100	READ02000
15		GO TO 800	
	C		READ02050
	C		READ02100
16		100 NELM=NELM+1	READ02150
17		IELEM(NELM,1)=ME	READ02200
18		PLOAD(NELM,1)=P	READ02250
19		GO TO 40	READ02300
20		800 CONTINUE	READ02350
	C		READ02400
	C		READ02450
21		IF(ICK,E0,0) GO TO 999	READ02550
22		WRITE(ITO,809) NELM	READ02600
23		809 FORMAT(1H0, 5HNELM=,14)	READ02650
24		DO 850 I=1,NELM	READ02700
25		WRITE(ITO,829) I, (IELEM(I,J),PLOAD(I,J),J=1,NLDCN)	READ02750
26		829 FORMAT(1H, 14,5X,15,5X,E12,5)	READ02800
27		850 CONTINUE	READ02900
	C		
28		999 RETURN	
29		END	READ02950

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 31

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE RW(N1,N2,N3)	RW00000
2		READ(N1) N3	RW00010
3		WRITE(N2) N3	RW00020
4		RETURN	RW00030
5		END	RW00040

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 32

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE RW1(N1,N2,N3,N4)	RW100000
2		DIMENSION N3(N4,N3)	RW100010
3		READ(N1) (N3(I,J),J=1,N4),J=1,N3)	RW100020
4		WRITE(N2) (N3(I,J),J=1,N4),J=1,N3)	RW100030
5		RETURN	RW100040
6		END	RW100050

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 33

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE RW2(N1,N2,N3,N4,N5)	RW200000
2		DIMENSION N3(N4,N5)	RW200010
3		READ(N1) ((N3(I,J),J=1,N4),J=1,N5)	RW200020
4		WRITE(N2) ((N3(I,J),J=1,N4),J=1,N5)	RW200030
5		RETURN	RW200040
6		END	RW200050

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 34

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE SEARCH(IN,IP,IDX,NDX,ND0)	SEAU0000
2		DIMENSION IDX(1)	SEAU0010
3		IF(NDX,LT,1) GO TO 9000	SEAU0020
4		DO 5000 I=1,NDX	SEAU0030
5		IF(ID,E0,IDX(I)) GO TO 6000	SEAU0040
6		5000 CONTINUE	SEAU0050
7		6000 IN=ND0+1	SEAU0060
8		9000 RETURN	SEAU0070
9		END	SEAU0080

FACOM 230-75 MT FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2+CP) SOURCE PROGRAM :IST -780322-(V02+L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 35

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE SOLSTF(ICK,L,SGMA1,SGMA2,SGMA3,SGMA,STRESS,IP,MAXDFG)	SOL00000
	C	SOLID STRESS	SOL00010
	C		SOL00020
	C		SOL00030
	C		SOL00040
	C		SOL00050
	C		SOL00060
2		REAL IP(3)	SOL00070
3		DIMENSION A(4),RP(3),STRESS(MAXDFG,1)	SOL00080
	C		SOL00090
4		A(1)=1.0	SOL00100
5		A(2)=(STRESS(1,L)+STRESS(2,L)+STRESS(3,L))	SOL00110
6		A(3)=STRESS(2,L)*STRESS(3,L)+STRESS(3,L)*STRESS(1,L)+	SOL00120
	1	STRESS(1,L)*STRESS(2,L)-STRESS(4,L)**2-STRESS(5,L)**2-	SOL00130
	2	STRESS(6,L)**2	SOL00140
7		A(4)=STRESS(1,L)*STRESS(2,L)*STRESS(3,L)+STRESS(1,L)*	SOL00150
	3	STRESS(2,L)**2+STRESS(2,L)*STRESS(4,L)**2+STRESS(3,L)*	SOL00160
	4	STRESS(4,L)**2-2.0*STRESS(4,L)*STRESS(5,L)*STRESS(6,L)	SOL00170
	C		SOL00180
8		A(2)=-A(2)	SOL00190
	C	*** CARDN METHOD *** SGMA1,SGMA2,SGMA3=-RP(3)	SOL00200
	C		SOL00210
9		CALL CARONS(A,RP,IP,ILL)	SOL00220
	C		SOL00230
10		IF(ILL.NE.0) GO TO 1000	SOL00240
11		IF(ICK.EQ.0) GO TO 1510	SOL00250
12		WRITE(17,909) (RP(J),IP(J),J=1,3)	SOL00260
13		909 FORMAT(/,16H ** RP + IP,1 **3Y,16E15.5)	SOL00270
	C		SOL00280
14		GO TO 1900	SOL00290
	C		SOL00300
15		1000 WRITE(17,1009) ILL	SOL00310
16		1009 FORMAT(/,16H ***** CARDN METHD *** ILL CONDITION ****,3X,1)	SOL00320
	C		SOL00330
17		1900 WRITE(17,1509) (A(JK),JK=1,4)	SOL00340
18		1509 FORMAT(/,10H *** A ****,4F15.5)	SOL00350
	C		SOL00360
	C	*** SOLID STRESS **	SOL00370
	C		SOL00380
	C		SOL00390
	C		SOL00400
19		1510 SGMA = SQRT(0.5)*((RP(1)-RP(2))**2+(RP(2)-RP(3))**2+(RP(3)-	SOL00410
	5	RP(1))**2)**0.5	SOL00420
20		SGMA1 = RP(1)	SOL00430
21		SGMA2 = RP(2)	SOL00440
22		SGMA3 = RP(3)	SOL00450
23		IF(ICK.EQ.0) GO TO 3000	SOL00460
24		WRITE(17,1519) RP(1),RP(2),RP(3),SGMA	SOL00470
25		1519 FORMAT(/,16H RP(1,2,3) SGMA **,3X,4G15.5)	SOL00480
	C		SOL00490
	C		SOL00500
26		3000 RETURN	SOL00510
27		END	SOL00520

FACOM 230-75 MT FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2+CP) SOURCE PROGRAM :IST -780322-(V02+L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 36

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
	C	MARS-MES SUPERPOSE PROGRAM	MAI00000
	C		MAI00050
	C		MAI00100
1		DIMENSION KK(72),BLOCK(18,5),NEINU(200),K1(72)	MAI00150
	1	NLDS(20),ILDS(20,20),RLDS(20,20)	MAI00200
	2	AREA(16000),AREA(16000)	MAI00250
	3	PGNAME(10),LDNM(20)	MAI00300
	4	IOU(400)	MAI00350
2		DIMENSION ISEC(2000),SEC(5,2000)	MAI00400
3		DATA PGNAME/4HJANA,4H MAR,4HMS=ME,4HMS SU,4HPERP,4HMOSE	MAI00450
	1	AM(V=1.4H 8/2.4H3/19.4H74)	MAI00500
	C		MAI00550
4		IT=5	MAI00600
5		ITO=6	MAI00650
6		ICF = 9	MAI00700
7		MXL = 20	MAI00750
8		MXL1 = 20	MAI00800
9		MXU = 200	MAI00850
10		ND=400	76/05/10
11		IF=10	MAI00900
12		IFO=11	MAI00950
13		IFW=11	MAI01000
14		IFW=12	MAI01050
15		IF13=13	MAI01100
16		IF14=14	MAI01150
17		CALL HEAD(ITO)	MAI01200
18		REWIND ICF	MAI01250
19		CALL CRTOLP (IT,ITO,ICF,50)	MAI01300
20		REWIND ICF	MAI01350
21		IT=ICF	MAI01400
	C		MAI01450
	C		MAI01500
	C		MAI01550
22		READ(IT,909) (K1(I),I=1,72)	MAI01600
23		REWIND IF13	MAI01650
24		READ(IF13) (KK13,I=1,13)	MAI01700
25		REWIND IF13	MAI01750
	C		MAI01800
26		IF(K1(14).EQ.0) GO TO 100	MAI01850
27		IF IF13	MAI01900
28		GO TO 200	MAI01950
	C		MAI02000
29		100 CALL AMERGE(IF1,IF13,ITO,IFW,IF1,AREA,AREA,NEINU,KK13)	MAI02050
30		200 REWIND IF1	MAI02100
31		REWIND IFO	MAI02150
	C		MAI02200
32		CALL FLCOPY(KK,ITO,IF1,IFO,NCOUNT,BLOCK,NUNIT,NEINU,NLDS,K1	MAI02250
	1	AREA,AREA,AREA,ISEC,SEC)	MAI02300
33		CALL NDCOE (IT,ITO,NLDS,NLDS,ILDS,RLDS,IFLG,NDU,IOU,LDNM	MAI02350
	1	(MXL,MXL1,MXL))	MAI02400
	C		MAI02450
34		1000 IF(IEHFLG.NE.0) GO TO 8000	MAI02500
35		IF(K1(10).NE.0) WRITE(17,910) NLU,LDNM(IT,I=1,NLU)	MAI02550
	C		MAI02600
36		CALL CALSUP(PGNAME,BLOCK,NCOUNT,KK,NEINU,IT,K1,NLDS,RLDS,RLDS	MAI02650

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 37

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (FTMAIN)	SEQUENCE
	1	AREA, RAREA, KAREA(8001), ND, MXL, NLDON, NLD, IF1, TFO, ITO	MA102600
	2	IERFRG, ISEC, SEC, LDN, KK13, NOU, IOU, IFL44, IT)	MA100540
37		IF(IEFLG, EQ, 1) GO TO 8000	MA102700
38		REWIND IF1	MA102750
39		REWIND IFO	MA102800
	C		MA102850
40	8000	STOP	MA102900
	C		MA102950
41	9009	FORMAT(T211)	MA103000
	C		MA103050
42		END	MA103100

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2.CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 38

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE UNITOT (IO, NOU, IOU, IOUT, NCUN, IF1, KK13, NE, IER)	UOT 1000
	C		UOT 1050
2		DIMENSION IOU(1)	UOT 1100
	C		UOT 1150
	C		UOT 1200
3		IOUT=0	UOT 1250
	C		UOT 1300
4		IF(NOU) 810, 700, 100	UOT 1350
	C		UOT 1400
5	100	JU=IOU(NCUN)	UOT 1450
6		IF(JU=0) 820, 600, 200	UOT 1500
	C		UOT 1550
7	200	IOUT=9	UOT 1600
	C		UOT 1650
8		DO 300 IE=1, NE	UOT 1700
9		READ(IF1)	UOT 1750
10	300	CONTINUE	UOT 1800
11		READ(IF1)	UOT 1850
12		READ(IF1)	UOT 1900
13		READ(IF1)	UOT 1950
14		IF(KK13) 830, 700, 400	UOT 2000
15	400	READ(IF1) NF	UOT 2050
16		IF(NF) 840, 700, 500	UOT 2100
17	500	READ(IF1)	UOT 2150
18		READ(IF1)	UOT 2200
19		GO TO 700	UOT 2250
	C		UOT 2300
20	600	NCUN=NCUN+1	UOT 2350
	C		UOT 2400
21	700	RETURN	UOT 2450
	C		UOT 2500
22	810	IER=1	UOT 2550
23		GO TO 700	UOT 2600
24	820	IER=2	UOT 2650
25		GO TO 700	UOT 2700
26	830	IER=3	UOT 2750
27		GO TO 700	UOT 2800
28	840	IER=4	UOT 2850
29		GO TO 700	UOT 2900
30		END	UOT 2950

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 39

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE #MERGE(IF1,IF13,ITU,IFW1,IFW2,IAREA,RAREA,NEINU,KK13)	WME00000
	CHARGE	M3 PAGE LARGE MODEL AT AVE FRONT	WME00010
	C		WME00020
	C		WME00030
2		DIMENSION IAREA(1),RAREA(1),NEINU(1),IDATA(20),MJTR(250)	WME00040
	1	RDATA(100),STRESS(12,70),DEF(250,10),LDNAME(20)	WME00050
	C		WME00060
	C		WME00070
	C		WME00080
	C		WME00090
3		REWIND IF13	WME00100
4		REWIND IF1	WME00110
	C		WME00120
	C (1)	DESIGN TABLE	WME00130
5		CALL RW1(IF13,IF1,IAREA,72)	WME00140
6		KK13=IAREA(13)	WME00150
	C		WME00160
	C (2)	NUMBER OF TITLE CARDS	WME00170
7		CALL RW1(IF13,IF1,NCOUNT)	WME00180
	C		WME00190
8		IF(NCOUNT,EG,D) GO TO 200	WME00200
	C		WME00210
	C (3)	TITLE CARDS	WME00220
9		CALL RW2(IF13,IF1,RAREA,18,NCOUNT)	WME00230
	C		WME00240
	C (4)	MAXIMUM NODE=NUMBER	WME00250
10		200 CALL RW1(IF13,IF1,MUPBN)	WME00260
	C		WME00270
	C (5)	POINTER OF NODE-COORDINATE TABLE	WME00280
11		CALL RW1(IF13,IF1,IAREA,MUPBN)	WME00290
	C		WME00300
	C (6)	NUMBER OF NODES	WME00310
12		CALL RW1(IF13,IF1,NJT)	WME00320
13		IF(NJT,GT,2000) GO TO 8000	WME00330
	C		WME00340
	C (7)	COORDINATES OF NODES	WME00350
14		CALL RW2(IF13,IF1,RAREA,3,NJT)	WME00360
	C		WME00370
	C (8)	POINTER OF OBLIQUE-DATA TABLE	WME00380
15		CALL RW1(IF13,IF1,IAREA,NJT)	WME00390
	C		WME00400
	C (9)	SUPPORT INDEX OF NODES	WME00410
16		CALL RW1(IF13,IF1,IAREA,NJT)	WME00420
	C		WME00430
	C (10)	NUMBER OF OBLIQUED NODES	WME00440
17		CALL RW1(IF13,IF1,NJOB)	WME00450
	C		WME00460
	C (11)	OBLIQUE DATA TABLE	WME00470
18		CALL RW2(IF13,IF1,RAREA,4,NJOB)	WME00480
	C		WME00490
	C (12)	NUMBER OF UNITS	WME00500
19		400 CALL RW1(IF13,IF1,NUNIT)	WME00510
	C		WME00520
	C (13)	NUMBER OF ELEMENTS IN UNIT	WME00530
20		CALL RW1(IF13,IF1,NEINU,NUNIT)	WME00540
21		IF(NUNIT,GT,200) GO TO 8000	WME00550
22		DO 600 I=1,NUNIT	WME00560

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 40

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (#MERGE)	SEQUENCE
23		NE=NEINU(I)	WME00570
24		DO 300 J=1,NE	WME00580
	C		WME00590
	C (14)	ELEMENT DATA = IDATA, RDATA	WME00600
	C		WME00610
25		READ(IF13) IDATA, RDATA	WME00620
26		WRITE(IF13) IDATA, RDATA	WME00630
27		300 CONTINUE	WME00640
28		600 CONTINUE	WME00650
	C		WME00660
	C		WME00670
29		1000 REWIND IFW1	WME00680
30		REWIND IFW2	WME00690
	C		WME00700
	C (15)	NUMBER OF LOADS	WME00710
	C		WME00720
31		READ(IF13) MEE	WME00730
32		WRITE(IFW1) MEE	WME00740
33		IF(MEE,GT,20) GO TO 8000	WME00750
34		DO 1200 IU=1,NUNIT	WME00760
35		NE=NEINU(IU)	WME00770
36		DO 1100 IE=1,NE	WME00780
	C		WME00790
	C (16)	IDATA, MJAR, STRESS	WME00800
	C		WME00810
37		READ(IF13) IDATA, MJAR, ((STRESS(I,J), I=1, MJAR), J=1, MEE)	WME00820
38		WRITE(IFW1) IDATA, MJAR, ((STRESS(I,J), I=1, MJAR), J=1, MEE)	WME00830
39		1100 CONTINUE	WME00840
	C		WME00850
	C (17)	TOTAL DEF. IN UNIT	WME00860
	C		WME00870
40		READ(IF13) NCC	WME00880
	C		WME00890
	C (18)	DEF. TABLE	WME00900
	C		WME00910
41		READ(IF13) (MJTR(I), I=1, NCC)	WME00920
	C		WME00930
	C (19)	JOINT DEFLECTIONS AND ROTATIONS	WME00940
	C		WME00950
42		READ(IF13) ((DEF(I,J), I=1, NCC), J=1, MEE)	WME00960
	C		WME00970
43		WRITE(IFW1) NCC	WME00980
44		WRITE(IFW1) (MJTR(I), I=1, NCC)	WME00990
45		WRITE(IFW1) ((DEF(I,J), I=1, NCC), J=1, MEE)	WME01000
	C		WME01010
46		IF(KK13,EG,D) GO TO 1200	WME01020
47		READ (IF13) NF	WME01030
48		WRITE(IFW1) NF	WME01040
49		IF(NF,LE,0) GO TO 1200	WME01050
50		READ (IF13) (MJTR(I), I=1, NF)	WME01060
51		READ (IF13) ((DEF(I,J), I=1, NF), J=1, MEE)	WME01070
52		WRITE(IFW1) (MJTR(I), I=1, NF)	WME01080
53		WRITE(IFW1) ((DEF(I,J), I=1, NF), J=1, MEE)	WME01090
54		1200 CONTINUE	WME01100
	C		WME01110
55		REWIND IFW1	WME01120
	C		WME01130

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 41

LSN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (*MERGE)	SEQUENCE
C			WMEO1140
C			WMEO1150
C	(15)	NUMBER OF LOADCNS (2)	WMEO1160
C			WMEO1170
56	1500	READ(IFW1) MEEP	WMEO1180
57		READ(IFW1)	WMEO1190
58		WRITE(IFW2) MEEP	WMEO1200
59		IS=MEE+1	WMEO1210
60		DO 2000 IU=1,NUNIT	WMEO1220
61		NE=NEINUC(IU)	WMEO1230
62		DO 1800 IE=1,NE	WMEO1240
C			WMEO1250
C	(16)	IDATA,MJAR,STRESS (2)	WMEO1260
C			WMEO1270
63		READ(IFW1) IDATA,MJAR,((STRESS(I,J),I=1,MJAR),J=1,MEE)	WMEO1280
64		READ(IFW1) IDATA,MJAR,((STRESS(I,J),I=1,MJAR),J=1,MEE)	WMEO1290
65		WRITE(IFW2) IDATA,MJAR,((STRESS(I,J),I=1,MJAR),J=1,MEEP)	WMEO1300
66	1800	CONTINUE	WMEO1310
C			WMEO1320
C	(17)	TOTAL DEF. IN UNIT (2)	WMEO1330
C			WMEO1340
67		READ(IFW1) NCC	WMEO1350
C			WMEO1360
C	(18)	DEF. TABLE (2)	WMEO1370
C			WMEO1380
68		READ(IFW1) (MJTR(I),I=1,NCC)	WMEO1390
C			WMEO1400
C	(19)	JOINT DEFLECTIONS AND ROTATIONS (2)	WMEO1410
69		READ(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NCC),J=1,MEE)	WMEO1420
C			WMEO1430
70		READ(IFW1)	WMEO1440
71		READ(IFW1)	WMEO1450
72		READ(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NCC),J=1,MEEP)	WMEO1460
73		WRITE(IFW2) NCC	WMEO1470
74		WRITE(IFW2) (MJTR(I),I=1,NCC)	WMEO1480
75		WRITE(IFW2) ((DEF(I,J),I=1,NCC),J=1,MEEP)	WMEO1490
76		IF(KK13,EQ,0) GO TO 2000	WMEO1500
77		READ(IFW1) NF	WMEO1510
78		READ(IFW1)	WMEO1520
79		WRITE(IFW2) NF	WMEO1530
80		IF(NF,LE,0) GO TO 2000	WMEO1540
81		READ(IFW1) (MJTR(I),I=1,NF)	WMEO1550
82		READ(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NF),J=1,MEE)	WMEO1560
83		READ(IFW1)	WMEO1570
84		READ(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NF),J=1,MEEP)	WMEO1580
85		WRITE(IFW2) (MJTR(I),I=1,NF)	WMEO1590
86		WRITE(IFW2) ((DEF(I,J),I=1,NF),J=1,MEEP)	WMEO1600
87	2000	CONTINUE	WMEO1610
88		IWORK=IFW1	WMEO1620
89		IFW1=IFW2	WMEO1630
90		IFW2=IWORK	WMEO1640
91		MEE=MEEP	WMEO1650
92		REWIND IFW1	WMEO1660
93		REWIND IFW2	WMEO1670
94		GO TO 1500	WMEO1680
C			WMEO1690
C			WMEO1700

FACOM 230-75 M7 FORTRAN-IV H COMPILER (OPT2,CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02,L12) DATE 78.10.24/13:33 PAGE 42

LSN	ST-NO	SOURCE PROGRAM (*MERGE)	SEQUENCE
C			WMEO1710
C	(15)	NUMBER OF LOADCNS (3)	WMEO1720
C			WMEO1730
95	2500	READ(IFW1) MEE	WMEO1740
96		DO 2501 ILOO1=1,MEE	WMEO1750
97		LDNAME(ILOO1)=ILOO1	WMEO1760
98	2501	CONTINUE	WMEO1770
99		WRITE(IFW1) MEE,((LDNAME(I),I=1,MEE)	WMEO1780
100		DO 3000 IU=1,NUNIT	WMEO1790
101		NE=NEINUC(IU)	WMEO1800
102		DO 2800 IE=1,NE	WMEO1810
C			WMEO1820
C	(16)	IDATA,MJAR,STRESS (3)	WMEO1830
C			WMEO1840
103		READ(IFW1) IDATA,MJAR,((STRESS(I,J),I=1,MJAR),J=1,MEE)	WMEO1850
104		WRITE(IFW1) IDATA,MJAR,((STRESS(I,J),I=1,MJAR),J=1,MEE)	WMEO1860
105	2800	CONTINUE	WMEO1870
C			WMEO1880
C	(17)	TOTAL DEF. IN UNIT (3)	WMEO1890
C			WMEO1900
106		READ(IFW1) NCC	WMEO1910
107		WRITE(IFW1) NCC	WMEO1920
C			WMEO1930
C	(18)	DEF. TABLE (3)	WMEO1940
C			WMEO1950
108		READ(IFW1) (MJTR(I),I=1,NCC)	WMEO1960
109		WRITE(IFW1) (MJTR(I),I=1,NCC)	WMEO1970
C			WMEO1980
C	(19)	JOINT DEFLECTIONS AND ROTATIONS (3)	WMEO1990
C			WMEO2000
110		READ(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NCC),J=1,MEE)	WMEO2010
111		WRITE(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NCC),J=1,MEE)	WMEO2020
C			WMEO2030
112		IF(KK13,EQ,0) GO TO 3000	WMEO2040
113		READ(IFW1) NF	WMEO2050
114		WRITE(IFW1) NF	WMEO2060
115		IF(NF,LE,0) GO TO 3000	WMEO2070
116		READ(IFW1) (MJTR(I),I=1,NF)	WMEO2080
117		WRITE(IFW1) (MJTR(I),I=1,NF)	WMEO2090
118		READ(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NF),J=1,MEE)	WMEO2100
119		WRITE(IFW1) ((DEF(I,J),I=1,NF),J=1,MEE)	WMEO2110
120	3000	CONTINUE	WMEO2120
121		REWIND IFW1	WMEO2130
C			WMEO2140
C			WMEO2150
122	8000	RETURN	WMEO2160
C			WMEO2170
C			WMEO2180
123		END	WMEO2190

(2) I/Gのソース・リスト

FACOM 230-T5 M7 FORTRAN-IV B COMPILER (OPT0=CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02+L12) DATE 78.10.24/14:50 PAGE 1

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
C			1G-01000
C		* BELLOWS I/G PROGRAM *	1G-01050
C			1G-01100
C			1G-01150
1		DIMENSION JZN(50),XCJ(3,50),JZK(50),KZN(3,50)	1G-01200
1		,PLOC(6,50),JJK(2,50),IA(16),IA(20)	1G-01250
C			1G-01300
2		DATA INODE/4HNODE/, TELM/4HELEM/, IUNIT/4HUNIT/	1G-01350
1		,ILOAD/4HLOAD/, IEND/4HEND/	1G-01400
C			1G-01450
C		IFR...READ FILE IF...WRITE FILE	1G-01500
3		ITI=5	1G-01550
4		ITO=6	1G-01600
5		IFR=44	1G-01650
6		IFW=45	1G-01700
7		REWIND IFR	1G-01750
8		REWIND IFW	1G-01800
9		MAX=50	1G-01850
10		DO 100 I=1,MAX	1G-01900
11		JZN(I)=0	1G-01950
12		JZK(I)=0	1G-02000
13		DO 70 J=1,2	1G-02050
14		70 JJK(J,I)=0	1G-02100
15		DO 80 J=1,3	1G-02150
16		XCJ(J,I)=0.0	1G-02200
17		80 KZN(J,I)=0	1G-02250
18		DO 90 J=1,6	1G-02300
19		90 PLOC(J,I)=0.0	1G-02350
20		100 CONTINUE	1G-02400
C			1G-02450
21		200 READ(ITI,209,END=300) NAME,JZ	1G-02500
22		209 FORMAT(A4,A4,I2)	1G-02550
23		IFCNAME.NE.INODE) GO TO 200	1G-02600
24		GO TO 400	1G-02650
25		300 WRITE(ITO,309)	1G-02700
26		309 FORMAT(1H0,22H+ ERROR CARD MISSING *)	1G-02750
27		STOP	1G-02800
C			1G-02850
28		400 WRITE(ITO,409) NAME,JZ	1G-02900
29		409 FORMAT(1H0, A4,A4,I2)	1G-02950
C			1G-03000
30		DO 600 I=1,JZ	1G-03050
31		READ(ITI,509) JZN(I),XCJ(J,I),J=1,3),JZK(I)	1G-03100
32		509 FORMAT(14, 6X,3F10.4,26X,16)	1G-03150
33		WRITE(ITO,559) JZN(I),XCJ(J,I),J=1,3),JZK(I)	1G-03200
34		559 FORMAT(1H, 14,6X,3F10.4,26X,16)	1G-03250
35		600 CONTINUE	1G-03300
C			1G-03350
36		READ(ITI,609) JELZ	1G-03400
37		609 FORMAT(14)	1G-03450
C			1G-03500
38		WRITE(ITO,709) JELZ	1G-03550
39		709 FORMAT(1H0,14)	1G-03600
C			1G-03650
40		DO 800 I=1,JELZ	1G-03700
41		READ(ITI,759) (KZN(J,I),J=1,3),(PLOC(J,I),J=1,6)	1G-03750
			1G-03800
			1G-03850
			1G-03900
			1G-03950
			1G-04000
			1G-04050

FACOM 230-T5 M7 FORTRAN-IV B COMPILER (OPT0=CP) SOURCE PROGRAM LIST -780322-(V02+L12) DATE 78.10.24/14:50 PAGE 2

ISN	ST=NO	SOURCE PROGRAM (FTMAIN)	SEQUENCE
1		*(JJK(J,I),J=1,2)	1G-04100
42		759 FORMAT(6X,214,12,10X,4F6,1,2E5,1,216)	1G-04150
43		*WRITE(ITO,769) (KZN(J,I),J=1,3),(PLOC(J,I),J=1,6)	1G-04200
1		*(JJK(J,I),J=1,2)	1G-04250
44		769 FORMAT(1H,214,12,6E12,5,5X,216)	1G-04300
45		800 CONTINUE	1G-04350
C			1G-04400
46		1000 READ(IFR,1009) (IA(I),I=1,20)	1G-04450
47		1009 FORMAT(20A4)	1G-04500
48		IF(IA(1).EQ.(ELM)) GO TO 1200	1G-04550
49		*WRITE(IFR,1009) (IA(I),I=1,20)	1G-04600
50		GO TO 1000	1G-04650
C			1G-04700
51		1200 BACKSPACE IFR	1G-04750
C			1G-04800
52		DO 1300 I=1,JZ	1G-04850
53		WRITE(IFR,1229) JZN(I),XCJ(J,I),J=1,3),JZK(I)	1G-04900
54		1229 FORMAT('NODE',2X,14,27X,3F9.4,2X,16)	1G-04950
55		1300 CONTINUE	1G-05000
56		KQ=1	1G-05050
57		8090 READ(IFR,8099) KA,KB,JAA,((W(J),J=1,16),KC,KD	1G-05100
58		8099 FORMAT(A4,A2,[4,16A4,A4,A2])	1G-05150
59		WRITE(IFR,8099) KA,KB,JAA,((W(J),J=1,16),KC,KD	1G-05200
60		(FKA,EW,IUNIT,AND, JAA,EB,KZN(3,KQ)) GO TO 8100	1G-05250
61		IF(KA,EB,ILOAD) GO TO 8800	1G-05300
62		GO TO 8090	1G-05350
63		8100 DO 8600 I=KQ,JELZ	1G-05400
64		IF(KZN(3,I),EQ,JAA) GO TO 8200	1G-05450
65		GO TO 8700	1G-05500
C			1G-05550
66		8200 WRITE(IFR,8209) (KZN(J,I),J=1,2), (PLOC(J,I),J=1,6)	1G-05600
2		*(JJK(J,I),J=1,2)	1G-05650
67		8209 FORMAT('MEMBER',214,12X,6E,1,3F6,1,2F5,1,216)	1G-05700
68		8600 CONTINUE	1G-05750
69		GO TO 8800	1G-05800
C			1G-05850
70		8700 KQ=I	1G-05900
71		GO TO 8090	1G-05950
C			1G-06000
72		8800 READ(IFR,1009) (IA(J),J=1,20)	1G-06050
73		*WRITE(IFR,1009) (IA(J),J=1,20)	1G-06100
74		IF(IA(1).EQ.(ELM)) GO TO 9000	1G-06150
C			1G-06200
75		GO TO 8800	1G-06250
76		9000 REWIND IFR	1G-06300
77		CALL CANDZ(IFR,ITO,IPAGE)	1G-06350
78		STOP	1G-06400
79		END	1G-06450

FACOM 230-75 HT FORTRAN-IV H COMPILER (OPT0,CF) SOURCE PROGRAM LIST -7EUS22-(V02,L12) DATE 78.10.24/14:50 PAGE 3

ISN	ST-NO	SOURCE PROGRAM	SEQUENCE
1		SUBROUTINE CARDZ(ITI,ITO,IPAGE)	CADU1000
2	C	DIMENSION ICARD(20)	CADU1050
3	C	DATA KEND/4HEND /	CADU1100
4	C	ISEW=0	CADU1150
5		IPAGE=0	CADU1200
6	1000	IPAGE=IPAGE+1	CADU1250
7		WRITE(ITO,609) IPAGE	CADU1300
8	609	FORMAT(1H1// 40X,30H1 N P U T D A T A L I S T,51X,6HPAGE *,	CADU1350
9		1H)	CADU1400
10	619	WRITE(ITO,619) (I,I=1,8)	CADU1450
11	C	FORMAT(/13X,4HCARD,12X,8(11,9X)/ 14X,3HNO,3X,8(10H,...+....D)/)	CADU1500
12		DO 2000 I=1,50	CADU1550
13	509	READ(171,509,END=5000) ICARD	CADU1600
14		FORMAT(20A4)	CADU1650
15		ISEW=ISEW+1	CADU1700
16	629	WRITE(ITO,629) ISEW,ICARD	CADU1750
17		FORMAT(13X,14,3X,20A4)	CADU1800
18	2000	IF(ICARD(1).E.W.KEND) GO TO 5000	CADU1850
19	C	CONTINUE	CADU1900
20	639	WRITE(ITO,639) (I,I=1,8)	CADU1950
21		FORMAT(/29X,8(11,9X)/ 20X,8(10H,...+....D)/)	CADU2000
22	5000	GO TO 1000	CADU2050
23	C	WRITE(ITO,639) (I,I=1,8)	CADU2100
24		RETURN	CADU2150
		END	CADU2200
			CADU2250
			CADU2300
			CADU2350
			CADU2400
			CADU2450
			CADU2500
			CADU2550
			CADU2600
			CADU2650
			CADU2700
			CADU2750