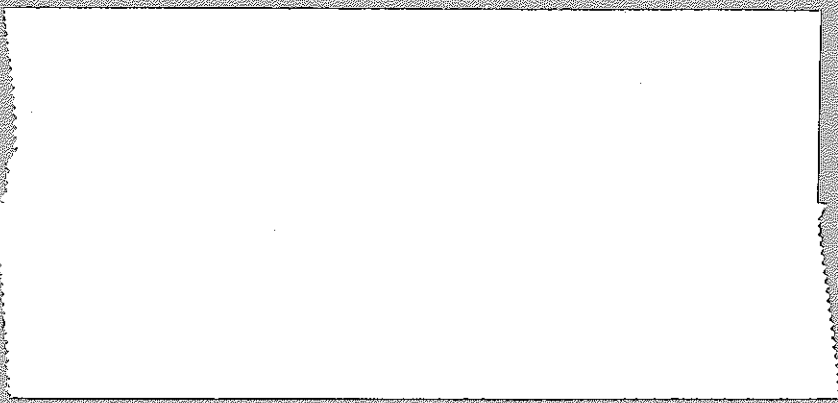


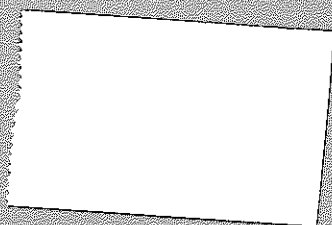
配布限定

区分	交	更
発行年度	—	
発行年月日	平成13年7月31日	

# 制御棒挙動解析コードCORALマニュアル



1984年6月



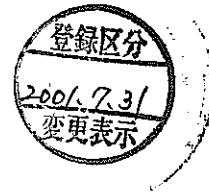
動力炉・核燃料開発事業団  
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division,  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184  
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



配 布 限 定  
PNC T<sub>0</sub>N952 84-07  
1984年 6月

## 制御棒挙動解析コードCORAL マニュアル

鹿倉 栄,\*      宮崎 清,\*\*      柴原 格\*  
甲野 啓一\*

### 要 旨

高速炉制御棒の照射挙動を解析するためにCORAL (Control Rod Analysis Code) コードを開発した。CORALコードは吸収ピンの軸対称半径方向1次元体系で計算し、照射履歴に沿って被覆管とB<sub>4</sub>Cペレットの温度、He生成と放出、被覆管とB<sub>4</sub>Cペレットのスエリング、被覆管のクリープ、被覆管とペレットの接触、被覆管損傷等を計算する。

本マニュアルは解析モデル、プログラムの構造とフロー、物性値、入力と実行方法、コモン変数、入出力サンプル及びプロッターの各章からなり、関係各位のCORALコード使用の便宜を図るものである。

---

\* 大洗工学センター燃料材料試験部技術解析室

\*\* コンピューターサービス(株)



NOT FOR PUBLICATION

PNC/TSN 952 84-07

Jun, 1984

## Control Rod Performance Code "CORAL" Manual

Sakae Shikakura\*, Kiyoshi Miyazaki\*\*,  
Itaru Shibahara\* and Keiichi Kono\*

### Abstract

The CORAL code ( Control Rod Analysis Code ) was developed to analyse the irradiation behavior of fast reactor control rod. It is a one-dimensional formulation with symmetry about the absorber pin axis. It predicts temperature of cladding and B<sub>4</sub>C pellet, generation and release of helium, swelling of cladding and B<sub>4</sub>C pellet, creep of cladding, contact of cladding and B<sub>4</sub>C pellet, cumulative damage factor of cladding etc. along irradiation history.

This manual contains following sections ; behavior modeling, structure and flowdiagram of programs, material properties, input and execution, common variables, sample of input and output, and plotter. It gives easily use to all persons concerning with control rod development.

---

\* Analysis and Evaluation Section, Fuel and Material Div., O-arai Engineering Center.

\*\* Computer Service Corporation.

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 解析モデル .....	2
2.1 燃焼計算 .....	2
2.2 温度計算 .....	2
2.3 被覆管変形 .....	8
2.4 B <sub>4</sub> Cペレットの変形 .....	9
2.5 圧力, 応力 .....	10
2.6 Heガス放出 .....	13
2.7 吸収ピン寿命 .....	13
3. プログラムの構造とフロー .....	15
4. 物性値 .....	30
4.1 B <sub>4</sub> Cペレット .....	30
4.2 被覆管 .....	33
4.3 Na .....	38
4.4 He .....	39
5. 入力と実行方法 .....	40
5.1 入力データー .....	40
5.2 BLOCK DATA .....	51
5.3 実行方法 .....	52
6. COMMON変数 .....	54
7. サンプル入出力 .....	65
8. プロッター .....	80
8.1 概 要 .....	80
8.2 CORALからの出力データ .....	81
8.3 プログラムの構造とフロー .....	84
8.4 入力と実行方法 .....	93
8.5 COMMON変数 .....	101
8.6 入出力サンプル .....	103
9. 謝 辞 .....	113
10. 参考文献 .....	113

## 1. は じ め に

制御棒は高速炉に不可欠の炉心構成要素であるが、燃料に比べ比較的使用条件が緩やかであること、充分な照射データもなかったこと等から照射挙動解析に関し従来それほど力を注がれていなかったのが実状である。そのため照射挙動解析コードもわが国では所有されておらず、手計算に頼っていた。しかし、「常陽」MK-I 制御棒の照射データが蓄積される等制御棒に関する知見も豊富になったので、57年度よりコード開発の検討に着手、58年度で phase I の作業を完了し、高速炉制御棒の中性子吸収ピンの照射挙動解析コード「CORAL (Control Rod Analysis Code)」を作成した。本報告書は関係者のCORAL利用の便を図るため、マニュアルとしてまとめたものである。

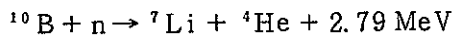
本コードの計算対象は、中性子吸収材料として炭化ほう素 ( $B_4C$ ) を用い、 $B_4C$  ペレットをステンレス鋼製被覆管に充填した吸収ピン1本である。吸収ピンはシールド型とベント型とがオプションによって選択できる。計算体系としては、半径方向1次元に軸方向にメッシュを加えた半2次元円筒座標系である。軸方向は最大30ノード(内 $B_4C$ ペレットスタック部28ノード)に分割可能である。半径方向は $B_4C$ ペレット部最大10ノードである。計算は照射履歴に沿って行われる。中性子吸収(燃焼)、発熱、He生成;冷却材、被覆管、 $B_4C$ の温度; Heガス放出、ピン内圧; 被覆管及び $B_4C$ のスエリング、被覆管のクリープ;  $B_4C$ と被覆管の接触圧、被覆管の寿命等を計算することができる。なお、本コードは燃料ピン挙動解析コード「SIMPLE」<sup>1)</sup>をベースに制御棒用に改良作成したものである。

本コードは実験式を主体に比較的少い記憶容量で、かつ短いCPU時間で計算できることを目標として開発した。コードのキャリブレーションは「常陽」MK-I 制御棒のPIEデータ<sup>2)</sup>を主として使用した。その照射条件は「もんじゅ」、「実証炉」に比べ燃焼も少く、温度も低いため「常陽」MK-IIの制御棒や、吸収材料照射試験のPIEデータによってより精度の高いものにすることが今後必要である。

## 2. 解析モデル

### 2.1 燃焼計算

吸収材料の燃焼は次の捕獲反応で表わされる。



本コードでは、各ノードの燃焼量を $^{10}\text{B}$ の中性子吸収断面積と中性子束とから計算する。

$$\text{BU} = \Sigma \phi_i \cdot \sigma_i \cdot t$$

ここにBU：時間  $t$  における燃焼度

$\phi_i$ ：エネルギー群  $i$  の中性子フラックス

$\sigma_i$ ： "  $^{10}\text{B}$  中性子捕獲断面積

$t$ ：時間

#### (1) 中性子束

中性子束は同一軸方向ノードではペレット内均一とし、半径方向 depression 効果は考慮していない。中子のエネルギー群は6群まで可能である。又、炉心内の中性子束分布は照射時間中一定と仮定している。一方、制御棒は使用中に炉心内挿入量（引抜量）が刻々変動するため、制御棒自身の軸方向の中性子束分布は変動することになる。本コードでは、各サイクル毎に制御棒引抜速度は一定と仮定して引抜を考慮した計算を行うことができる。炉心内の中性子束は「常陽」の典型的例が内蔵されているが、オプションによりインプットで与えることもできる。

#### (2) $^{10}\text{B}$ 中性子捕獲断面積

$^{10}\text{B}$  の中性子捕獲断面積は、「常陽」MK-I 運転監視コード（SMART）のデータを内蔵している。（第4章参照）

#### (3) 線出力

吸収ピンの線出力は捕獲反応による発熱量から計算する方法と、インプットにより与える方法をオプションにより選択できる。

### 2.2 温度計算

#### (1) 冷却材温度

冷却材は吸収ピン周方向、流れ方向に一様均質とする。ある軸方向ノード ( $i$ ) の冷却材温度は

$$T_{\text{CL},i} = T_{\text{CL},i-1} + \frac{Q_i + Q_{i-1}}{2} \times \frac{h}{M_F \cdot C_F} \times C$$

$T_{CL,i}$  : 冷却材温度 ( $i = 1$  のとき  $T_{i-1}$  = 冷却材入口温度)

$Q_i$  : 線出力 ( $i = 1$  のとき  $P_{i-1} = P_1$ )

$h$  : 1ノードの長さ

$M_F$  : 冷却材流量

$C_P$  : Na 比熱

$C$  : 0.5 ( $i = 1$ ), 1 ( $i \geq 2$ )

(2) 被覆管外表面温度

被覆管外表面温度 ( $T_{CO}$ ) は, 被覆管-冷却材熱伝達係数 ( $H_C$ ) を用いて計算する。

$$T_{CO} = T_{CL} + \frac{Q}{H_C \pi D}$$

$D$  : 被覆管外径

(3) 被覆管内面温度

被覆管内は発熱を伴わない熱伝導式を用いて計算する。被覆管の熱伝導率は一定と仮定する。

まず肉厚中心温度 ( $T_M$ ) を  $T_{CO}$  における熱伝導率  $K(T_{CO})$  を用いて求める。

$$T_M = T_{CO} + \frac{Q}{2 \pi K(T_{CO})} \ln(r_o / r_i) \cdot \frac{1}{2}$$

$T_M$  における熱伝導率を用いて内表面温度 ( $T_{CI}$ ) を計算する。

$$T_{CI} = T_{CO} + \frac{Q}{2 \pi K(T_M)} \ln(r_o / r_i)$$

$r_o$  : 外半径

$r_i$  : 内 "

(4)  $B_4C$  ペレット表面温度

$B_4C$  ペレット表面温度 ( $T_s$ ) は, ペレット半径を  $r_s$  とすれば

$$T_s = T_{CI} + \frac{Q}{2 \pi r_s \cdot h_g}$$

ここに  $h_g$  は  $B_4C$  ペレットと被覆管の間のギャップコンダクタンスである, ギャップコンダクタンスは修正 Ross & Stout モデルを用いている。

$$h_g = h_g^g + f \cdot h_g^c + h_g^r$$



① ギャップ・ガス熱伝達 ( $h_g^g$ )

$$h_g^g = \frac{K_g}{R + (g_p + g_c) + G}$$

$K_g$  : ギャップ中のHeガス熱伝導率

$R$  :  $B_4C$ ペレットと被覆管の表面粗さ

$g_p, g_c$ : Temperature Jump Distance

$G$  : ホットギャップ巾

② 接触熱伝達 ( $h_g^c$ )

$$h_g^c = K_s \cdot \frac{P}{A_o \cdot \sqrt{r} \cdot H}$$

$K_s$  : 実効固体熱伝導率

$P$  : 接触圧

$r$  : 表面粗さ自乗平均

$H$  : メイヤー硬度

$A_o$  : 経験定数

③ 放射熱伝達 ( $h_g^r$ )

$$h_g^r = \sigma \cdot \left[ \frac{1}{\epsilon_p} + \frac{A_p}{A_c \left( \frac{1}{\epsilon_c} - 1 \right)} \right]^{-1} \cdot (T_{c1}^2 + T_s^2) \cdot (T_{c1} + T_s)$$

$\sigma$  : ボルツマン定数

$\epsilon_p, \epsilon_c$  : 放射率

$A_p, A_c$  : 表面積

ギャップコンダクタンスは温度の関数であり、ペレット表面温度が未知のため、繰返し収束計算を行う。ペレット表面温度が  $10^\circ\text{C}$  以内に収束した時計算を終了させる。繰返しは最大 25 回行う。

ギャップコンダクタンス収束計算のフローを Fig. 2-1 に示す。

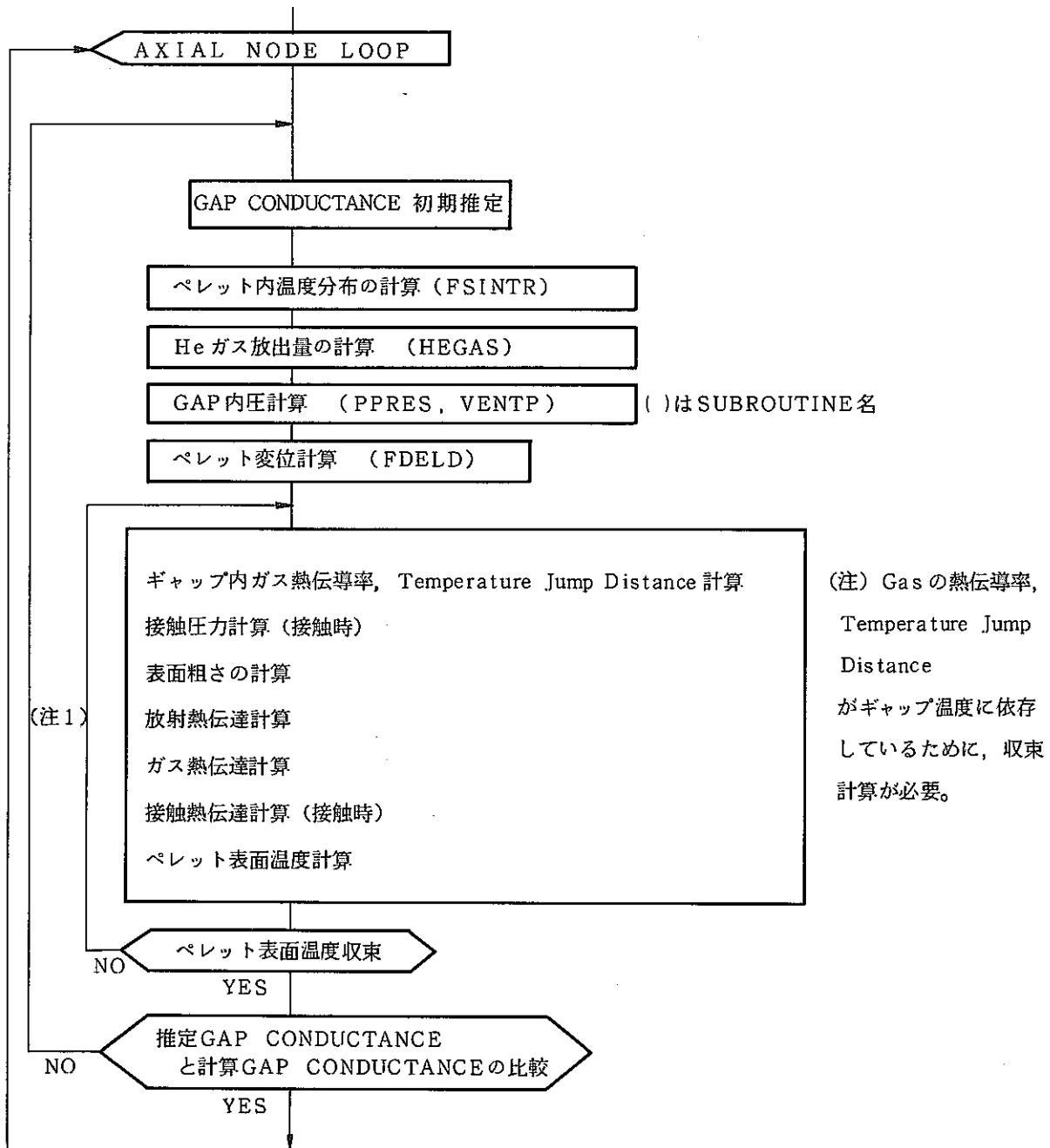


Fig.2-1 ギャップコンダクタンス収束計算のフローチャート

(5) B<sub>4</sub>Cペレット内温度分布

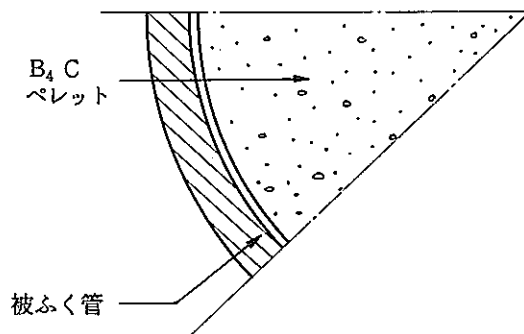
B<sub>4</sub>Cペレット内温度分布計算は、円筒形状で定常発熱状態を仮定し、ペレットの組織変化およびそれに伴う中心空孔の形成を考慮しない簡易なモデルとして行う。ペレットの形状モデルを図に示す。

円筒座標系を用い、軸対象と軸方向への熱の流れが無いと仮定して径方向位置  $r$  における温度  $T(r)$  は次式で表わされる。

$$T(r) = T_s + \frac{1}{2\pi} \int_r^{r_s} \frac{q(r)}{r \cdot K_p(r)} dr$$

ここで、 $T_s$  はペレット表面温度、 $q(r)$  は半径  $r$  内の発熱量、 $K_p(r)$  は熱伝導率である。

径方向位置  $r_i$  における温度  $T_i$  は上式より近似的に次式で得られる。



$$T_i = T_s + \frac{1}{2\pi} \sum_{l=1}^i \frac{q(r_{m,l}) \cdot (r_{l-1} - r_l)}{r_{m,l} \cdot K_p(T_{m,l}, B_U)}$$

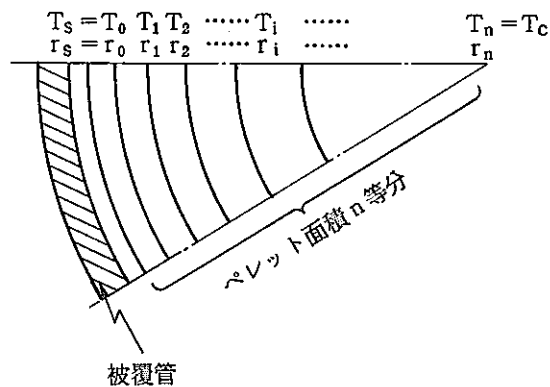
ここで、 $q(r_{m,l}) = Q \times \frac{r_{m,l}^2}{r_s^2}$

$$r_{m,l} = \frac{r_{l-1} + r_l}{2}$$

$$T_{m,l} = \frac{T_{l-1} + T_l}{2}$$

$Q$ : 線出力

$r_s$ : ペレット外半径



なお、ここでペレット熱伝導率  $K_p$  は温度と燃焼度の関数であり、未知数である温度  $T_i$  の関数になっている為、ペレット中心温度  $T_c$  が収束するまで計算を繰り返す。その計算手順を Fig. 2-2 に示す。

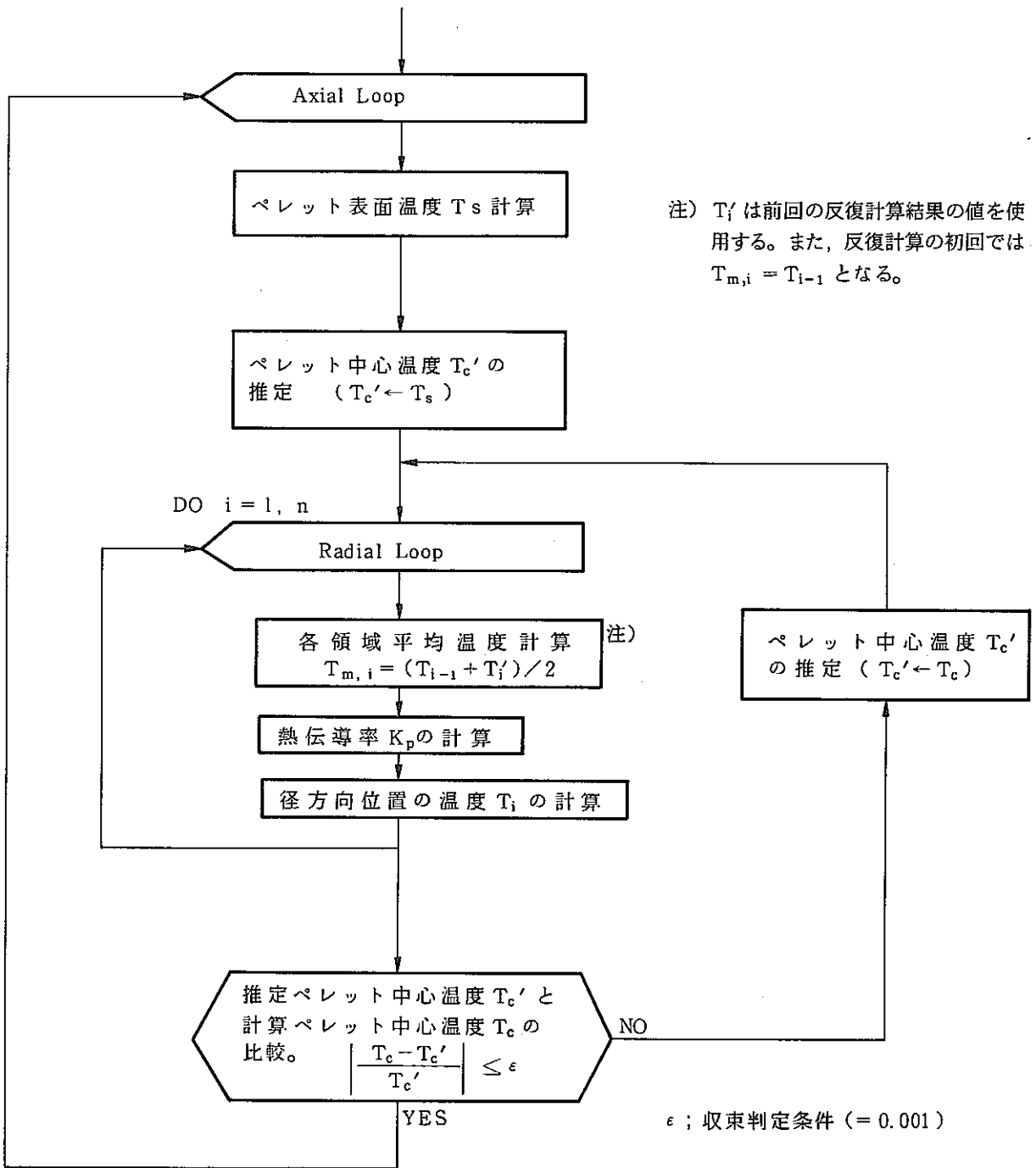


Fig. 2-2 ペレット温度計算のフローチャート

## 2.3 被覆管の変形

## (1) 熱膨張

被覆管平均温度を $T'$ 、室温を $T_R$ とすると、熱膨張による歪( $\epsilon^{th}$ )は

$$\epsilon^{th} = \alpha \cdot T' \cdot (T' - T_R)$$

$\alpha$  : 線膨張率

## (2) スエリング

スエリングは stress free のスエリングと応力依存のスエリングとを考慮することができる。

$$\dot{S} = \dot{S}_0 \cdot (1 + C \cdot \sigma)$$

$\dot{S}$  : スエリング速度

$\dot{S}_0$  : 応力依存のないスエリング速度

$\sigma$  : 平均応力

$C$  : 応力依存係数

$S$  は温度と照射量の関数であり、各タイムステップ毎に  $\dot{S}$  を時間で積分して求める。

$$\Delta \epsilon^s = \frac{1}{3} \Delta S$$

## (3) 熱クリープ

熱クリープは温度と応力の関数とする。

$$\dot{\epsilon}^{TC} = f(\bar{\sigma}, T)$$

$\bar{\sigma}$  : 等価応力

$T$  : 温度

時間 $\Delta t$ の等価歪増分 ( $\Delta \bar{\epsilon}^{TC}$ ) は、

$$\Delta \bar{\epsilon}^{TC} = \dot{\epsilon}^{TC} \cdot \Delta t$$

周方向の歪時間増分は

$$\Delta \epsilon_{\theta}^{TC} = \Delta \bar{\epsilon}^{TC} \cdot \frac{1}{2\bar{\sigma}} (2\sigma_r - \sigma_{\theta} - \sigma_z)$$

$\bar{\sigma}$  : 等価応力

$\sigma_j$  :  $j$  方向応力

## (4) 照射クリープ

照射クリープは温度、応力、照射量( $\phi t$ )の関数とする。

$$\dot{\epsilon}^{IC} = f(\bar{\sigma}, \bar{T}, \phi t)$$

周方向の歪時間増分は

$$\Delta \varepsilon_{\theta}^{ic} = \Delta \bar{\varepsilon}^{ic} \cdot \frac{1}{2\sigma} (2\sigma_r - \sigma_{\theta} - \sigma_z)$$

- (5) ACMIの発生により被覆管の円周方向応力 ( $\sigma_{\theta}$ ) が被覆管降状応力 ( $\sigma_y$ ) を越えた場合塑性歪 ( $\varepsilon^{PL}$ ) が発生する。

$$\varepsilon^{PL} = (\sigma_{\theta} - \sigma_y) / E$$

E : ヤング率

と近似する。

## 2.4 B<sub>4</sub>Cペレットの変形

本コードではB<sub>4</sub>Cペレットの変形要因として熱膨張及びスエリングを考慮している。B<sub>4</sub>Cは高温まで組織的に安定であるため、組織変化及びクリープ変形は無視している。また、リロケーションはスエリングの一部として考えている。

### (1) 熱膨張

B<sub>4</sub>Cペレットは半径方向に等質量メッシュを切っている。各領域の平均温度をT<sub>i</sub>、室温をT<sub>R</sub>とすると、熱膨張ひずみ  $\varepsilon_i^{th}$  は、

$$\varepsilon_i^{th} = \alpha \cdot T_i (T_i - T_R)$$

$\alpha$  : 線膨張率

### (2) スエリング

スエリングの主要因はHeガスバブルのペレット内蓄積であり、燃焼度(B)と温度(T)の関数である。しかし、データベースの不充分さのために燃焼度のみの関数として取扱うこともある。

$$\dot{S} = f(B, T) \approx C \cdot B$$

$$\Delta \varepsilon^s = \frac{1}{3} \Delta S$$

C : 定数

本コードでは「常陽」のデータをベースにHeガスバブルとクラックの効果を考慮したモデルを組んでいる。マクロ的に見たスエリングは両者の積算であると考え、

$$S = S_b + S_c$$

とする。ここでS<sub>c</sub>はクラックによるリロケーションの項であり、ペレットが被覆管と接触するまでは、S<sub>b</sub>と同様に増加していく。しかし、接触が起ると被覆管の拘束によりクラックは次第

に狭められ、やがてゼロになる。それ以降のスエリングはガスバブルの項  $S_b$  のみとなる。

$$\dot{S}_c = \dot{S}_{c0} - f_c \cdot C \cdot (\dot{S}_c \geq 0)$$

$\dot{S}_{c0}$  : 最初のクラックによるスエリング速度

$f_c$  : 接触圧

$C$  : 定数

## 2.5 圧力, 応力

### (1) プレナム圧力 (密封型)

次の3つの場合に分けて計算する。

i) 上部プレナムのみがある場合

ii) 下部プレナムのみがある場合

iii) 上・下にプレナムがある場合

i), ii) の場合は, それぞれのプレナム容積, 温度とプレナム中のHeガス量から計算する。

$$P = \frac{V_{G0}}{V_{P1}} \cdot \frac{T_K}{273}$$

$P$  : ガス圧

$V_{G0}$  : 0°Cでのガス体積

$V_{P1}$  : プレナム体積

$T_K$  : プレナム温度 (°K)

iii) の場合は, 上・下のプレナムにHeガスを分配する。

$P$  : ガス圧

$V_{GT}$  : トータルガス体積 (0°C)

$V_{G1}, V_{G2}$  : 上部および下部のプレナムに入っているガス体積 (0°C)

$V_{P1}, V_{P2}$  : " プレナム体積

$T_1, T_2$  : " プレナム温度 (°K)

とすると, 上下のプレナム圧力が等しいと仮定すれば

$$P = \frac{V_{G1}}{V_{P1}} \cdot \frac{T_1}{273} = \frac{V_{G2}}{V_{P2}} \cdot \frac{T_2}{273} \quad \dots\dots(1)$$

$V_{P1}, V_{P2}, T_1, T_2$  は既知。  $V_{G1} + V_{G2} = V_{GT}$  で  $V_{GT}$  は既知だから

$$V_{G2} = V_{GT} - V_{G1} \quad \dots\dots(2)$$

を(1)式に代入して整理すると

$$V_{G1} = V_{GT} \cdot \frac{\frac{T_2}{V_{P2}}}{\frac{T_1}{V_{P1}} + \frac{T_2}{V_{P2}}} \quad \dots\dots(3)$$

(3)を(1)式に代入することによりガス圧Pが求まる。

(2) プレナム圧力 (ベント型)

「常陽」MK-IIの制御棒はベント型吸収ピンを使用している。

次の2つの場合に分けて計算する。

- i) 上部プレナムのみがある場合
- ii) 上・下部にプレナムがある場合

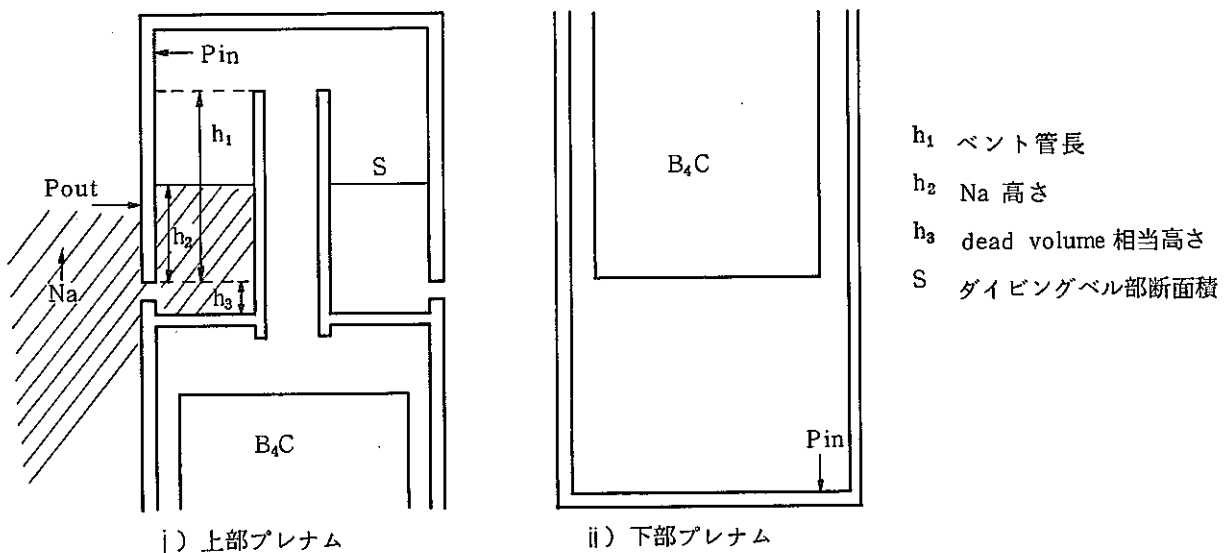


Fig 2-3 プレナム形状模式図

ピン内圧を計算し、冷却材圧力と比較する。

a) ピン内圧の方が大

冷却材圧力と等しくなるよう、ガス量を減少し、減少分のガス量は寿命中積算する。

b) ピン内圧の方が小

冷却材圧力と等しくなるよう、プレナム容積を減少させる。減少分をベント高さに換算し、ベント管長より長くなればWarningを出力する。

(\* 体積に関してはベント型の場合でも円筒状のモデルとして扱う。



(3) ペレット・被覆管接触圧力

ペレットと被覆管が接触した場合の接触圧力は、円管と丸棒のやきばめ問題として取扱う。被覆管内表面の変位を  $U_c$  , ペレット外表面の変位を  $U_p$  , 相互干渉を  $G$  とすると,

$$G = U_p - U_c$$

$U_c$  ,  $U_p$  は接触圧を  $P$  とすれば

$$U_c = \left[ \frac{(P - P_N) \cdot \bar{r}}{t} + \frac{(P + P_N) \nu_c}{2} \right] \cdot \frac{R}{E_c}$$

$$U_p = \frac{(-1 + \nu_p) P \cdot R}{E_p}$$

従って

$$P = \frac{\left( \frac{\nu_c}{2} - \frac{\bar{r}}{t} \right) \cdot \frac{P_N}{E_c} - \frac{G}{R}}{\frac{1 - \nu_p}{E_p} + \left( \frac{\bar{r}}{t} + \frac{\nu_c}{2} \right) \cdot \frac{1}{E_c}}$$

ここに  $P_N$  : 冷却材圧力

$\bar{r}$  ,  $t$  : 被覆管平均半径, 肉厚

$R$  : ペレット外半径

$E_c, E_p$  : 被覆管,  $B_4C$  のヤング率

$\nu_c, \nu_p$  : " ポアソン比

ただし、大きな接触圧力が発生した場合は、被覆管の塑性変形を考慮し、接触圧力の上限值は被覆管の円周方向応力 ( $\sigma_\theta$ ) が被覆管降状応力 ( $\sigma_y$ ) と等しくなる接触圧力とする。

(4) 被覆管応力

被覆管応力は、内圧又は接触圧力がこの歪解析の時点で未知であるため、前タイム・ステップの情報を用いて評価する。又、外表面における腐食、酸化による肉厚減少は、応力評価に考慮されている。

今、薄肉円筒殻理論を用い各応力成分は、

$$\left. \begin{aligned} \sigma_\theta &= (P_{in} - P_{out}) \cdot r_m / t \\ \sigma_r &= -(P_{in} - P_{out}) / 2 \\ \sigma_z &= \sigma_\theta / 2 \text{ (非接触)} \\ &= 0 \text{ (接 触)} \end{aligned} \right\} \dots (2-1)$$

とする。ここで、

$P_{in}$  = 内圧又は接触圧力

$P_{out}$  = 外 圧

$r_m$  = 平均半径

$t$  = 肉 厚

等価応力 ( $\bar{\sigma}$ ) は

$$\bar{\sigma} = (\sigma_{\theta}^2 + \sigma_R^2 + \sigma_z^2 - \sigma_{\theta} \cdot \sigma_R - \sigma_R \cdot \sigma_z - \sigma_z \cdot \sigma_{\theta})^2 \quad \dots\dots (2-2)$$

である。

但し、

① 計算された接触圧力 ( $P_{int}$ ) が内圧 ( $P_{in}$ ) より低い場合、(2-1) 式で再計算し、 $P_{int} = P_{in}$  とする。

②  $\sigma_{\theta}$  が  $\sigma_y$  以上であったとき、被覆管は塑性変形するとし、(2-3) 式で計算する。

$$\left. \begin{aligned} \epsilon^{PL} &= (\sigma_{\theta} - \sigma_y) / E_c \\ \sigma_{\theta} &= \sigma_y \\ P_{int} &= \sigma_{\theta} \cdot t / r_m + P_{\theta} \\ \sigma_r &= -\frac{1}{2} (P_{int} + P_{\theta}) \\ \sigma_z &= 0.0 \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (2-3)$$

## 2.6 He ガス放出

He ガスは 1 capture 当り 1 atom 生成される。

He ガス放出は温度と燃焼度の関数として表わされる。基本実験式は次のような式を採用した。

$$R = B \cdot T$$

ここに、R : He ガス放出量 (cc/cm<sup>3</sup> · B<sub>4</sub>C)

B : 燃焼度の関数

T : 温度の関数

B と T は HEDL<sup>3)</sup> の実験式を参考にして、「常陽」MK-I のデータから作成した。(第 4 章参照)

上記式によると、温度条件が変化した場合に、前タイムステップより放出量が少なくなることがありえるが、その場合の放出量は前タイムステップまでの放出量を用いる。

## 2.7 吸収ピン寿命

吸収ピンの寿命は被覆管に生ずる応力によるクリープ損傷によって以下のように評価する。

寿命 (Usage Factor) は

$$UF = \sum_i \frac{(\Delta t)_i}{(t_r)_i} \quad \dots\dots (2-4)$$

$(\Delta t)_i$  = タイムステップ  $i$  での時間増分 (h)

$(t_r)_i$  = タイムステップ  $i$  での被覆管クリープ破断時間 (h)

で定義される。

ここで被覆管のクリープ破断時間は、そのタイムステップでの応力  $\sigma_i$  と次式で関連づけられる。

$$LMP = T_i \cdot (17.012 + \log_{10}(t_r)_i) \times 10^{-3} \quad \dots\dots (2-5)$$

$$\log_{10} \frac{\sigma_i}{0.8} = 7.786 - 0.340 \cdot LMP$$

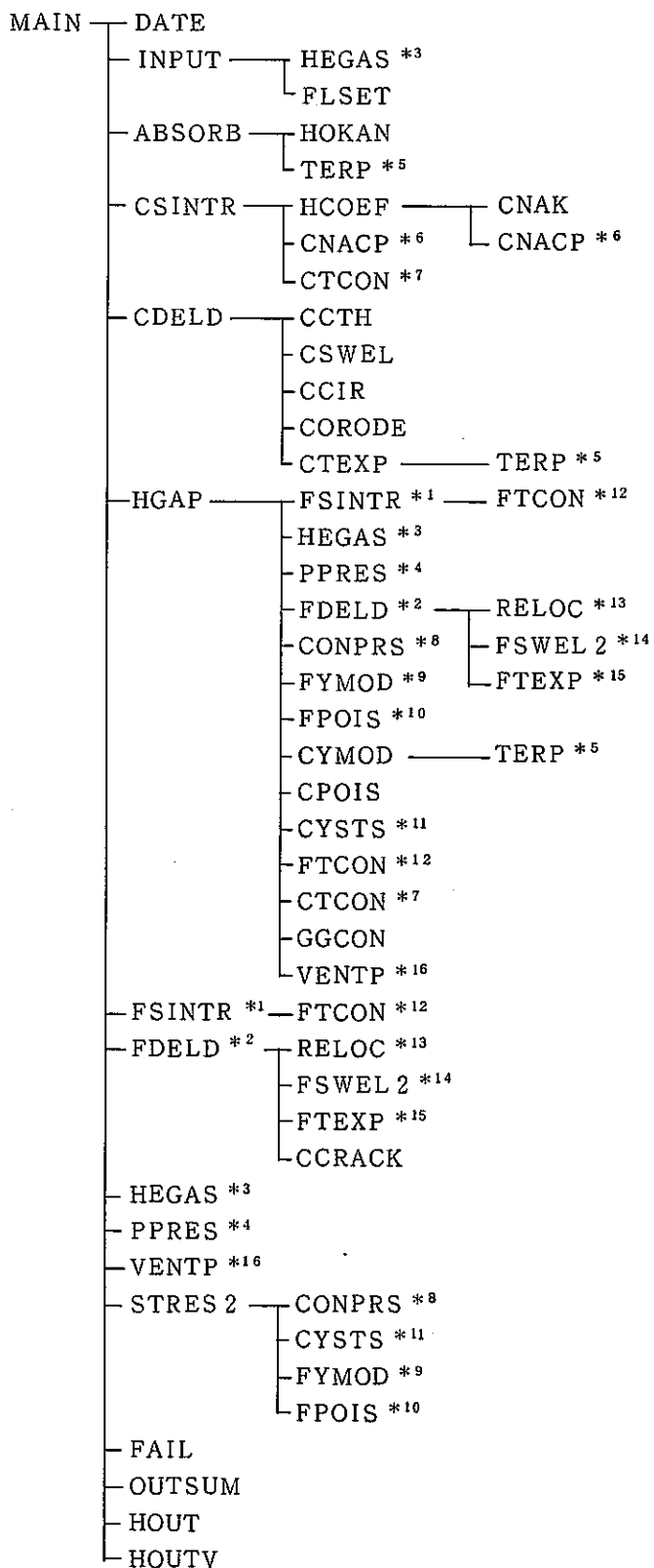
ここに、 $T_i$  = タイムステップ  $i$  での温度 ( $^{\circ}\text{K}$ )

$\sigma_i$  = 被覆管応力 ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

本コードでは、クリープ寿命の評価には、被覆管のナトリウム腐食、およびクリープ破断強度に対するナトリウム効果を考慮することができる。なお、クリープ破断強度については物性値を参照されたい。

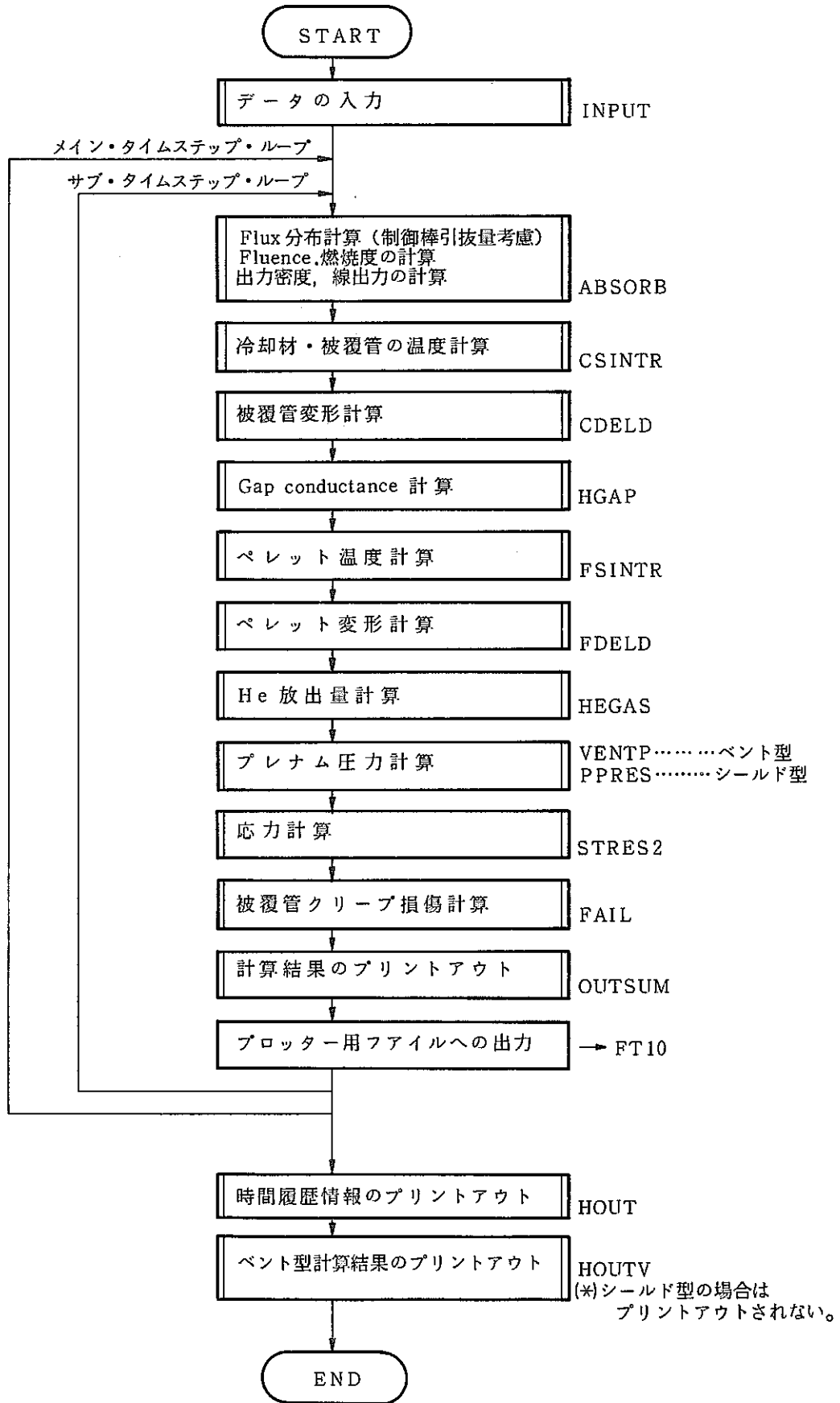
### 3. プログラムの構造とフロー

(1) プログラムの構造

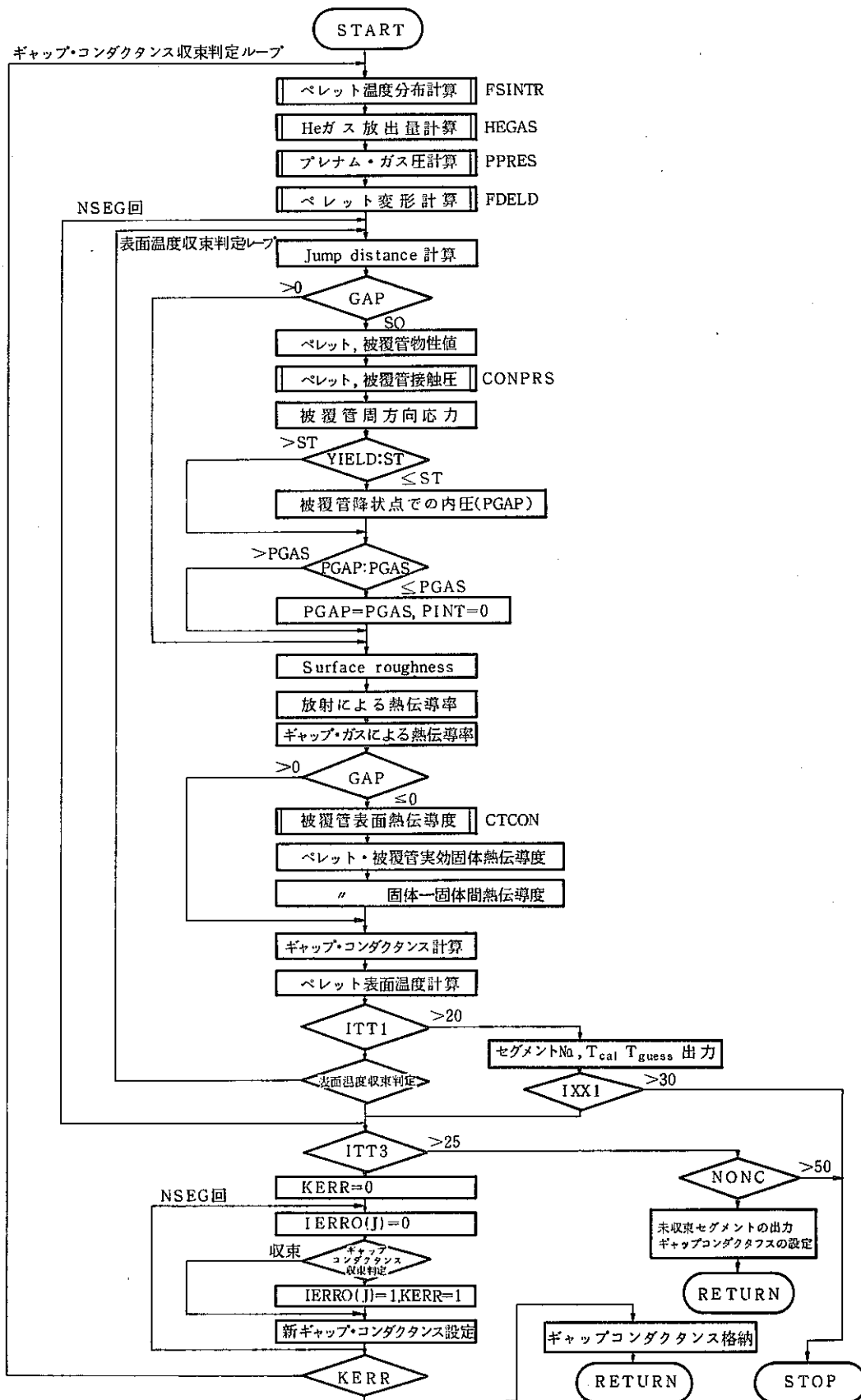


\*1 ~ \*16 で同じ番号のものは  
同じサブプログラム

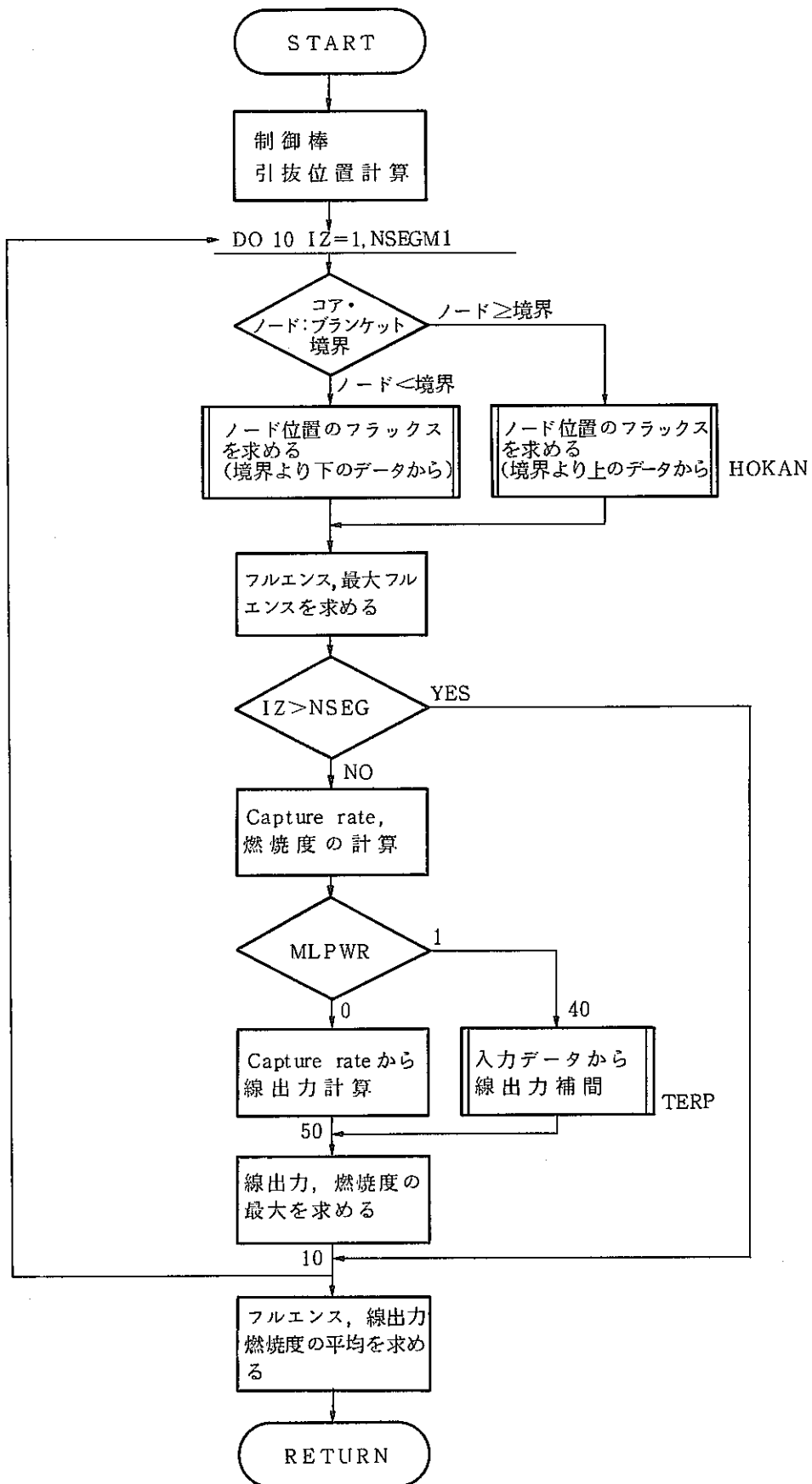
(2) MAINでの処理の流れ



(3) ギャップコンダクタンス計算 (HGAP)



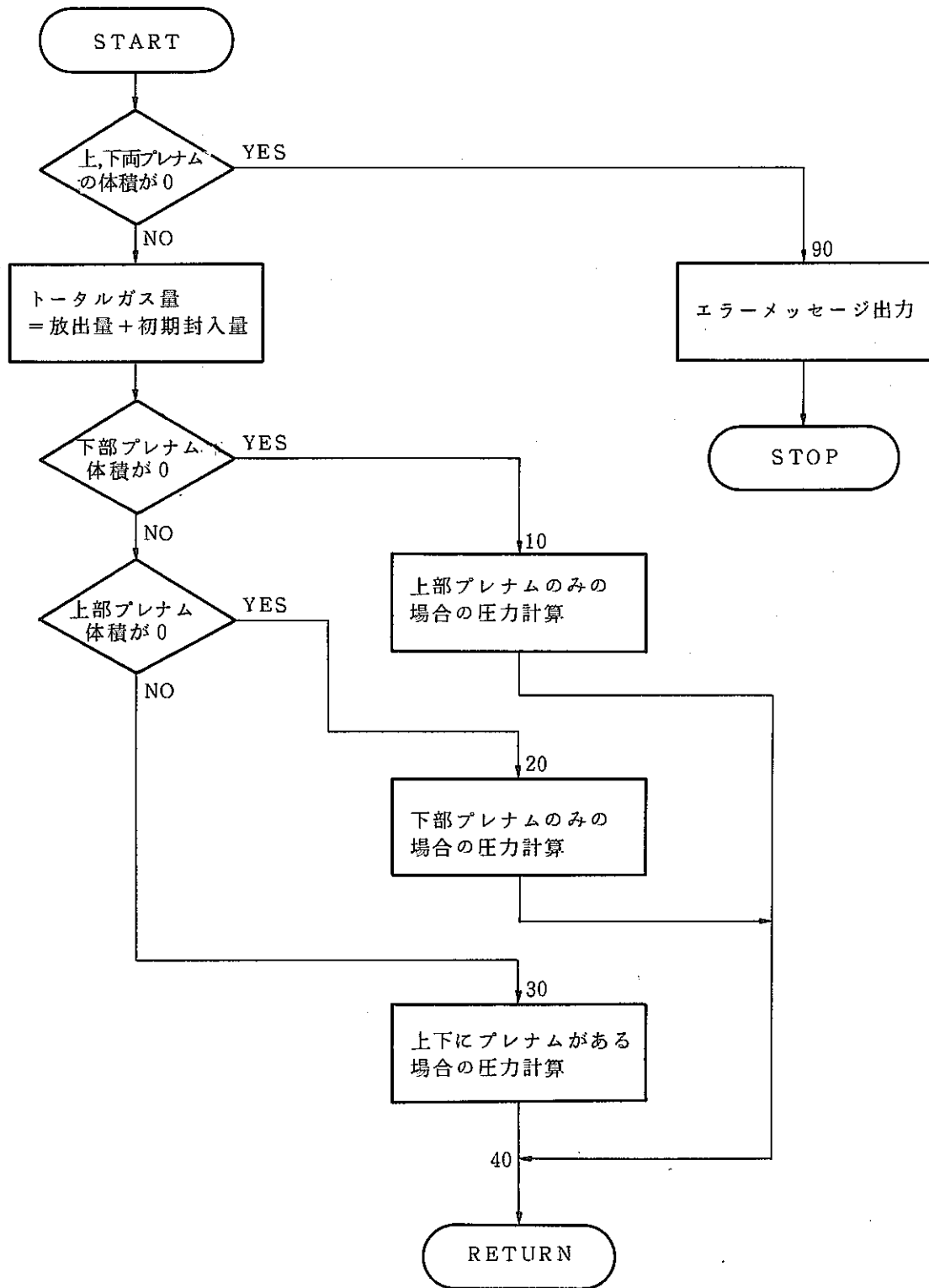
(4) 燃焼計算 (ABSORB)



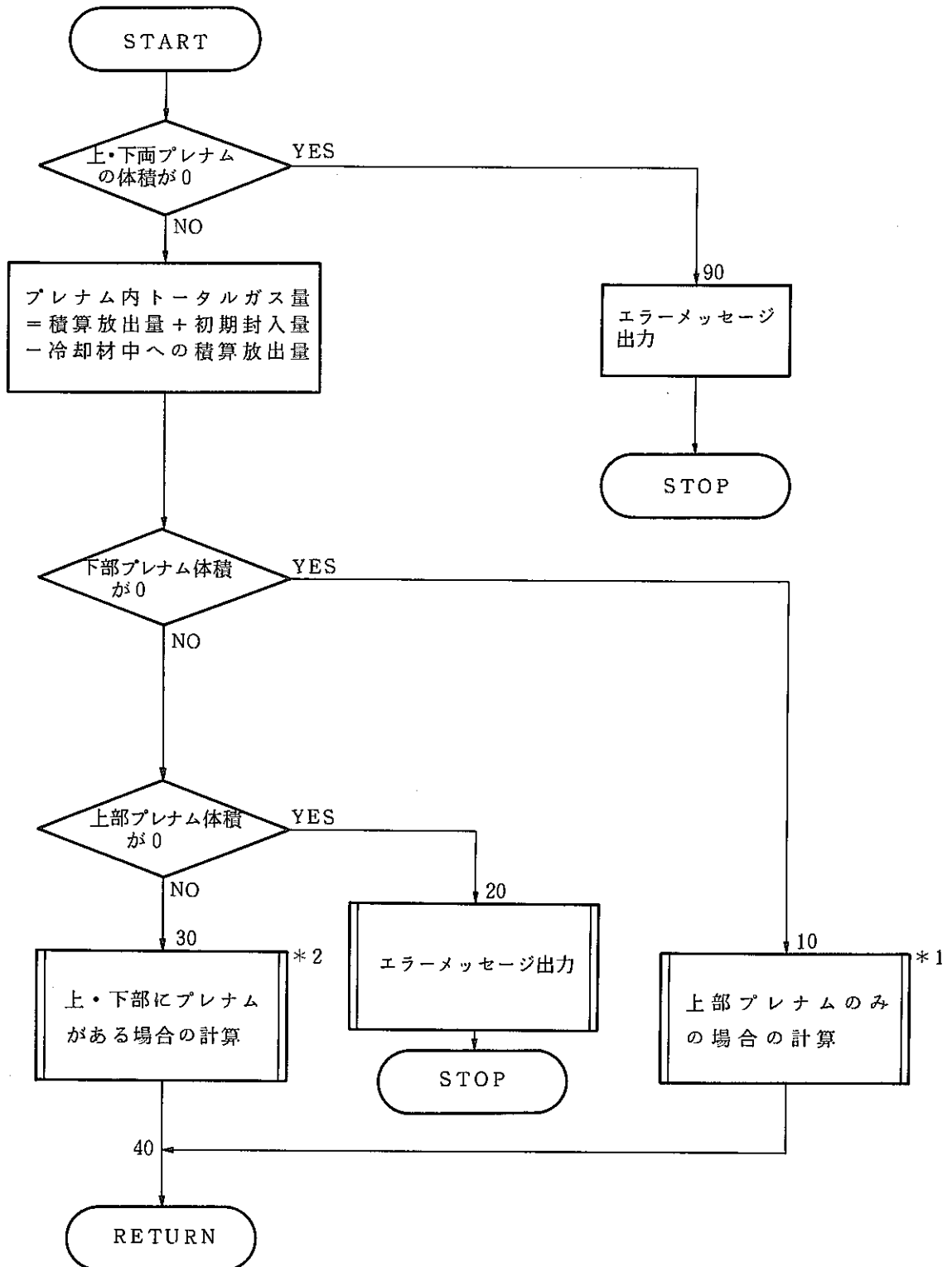




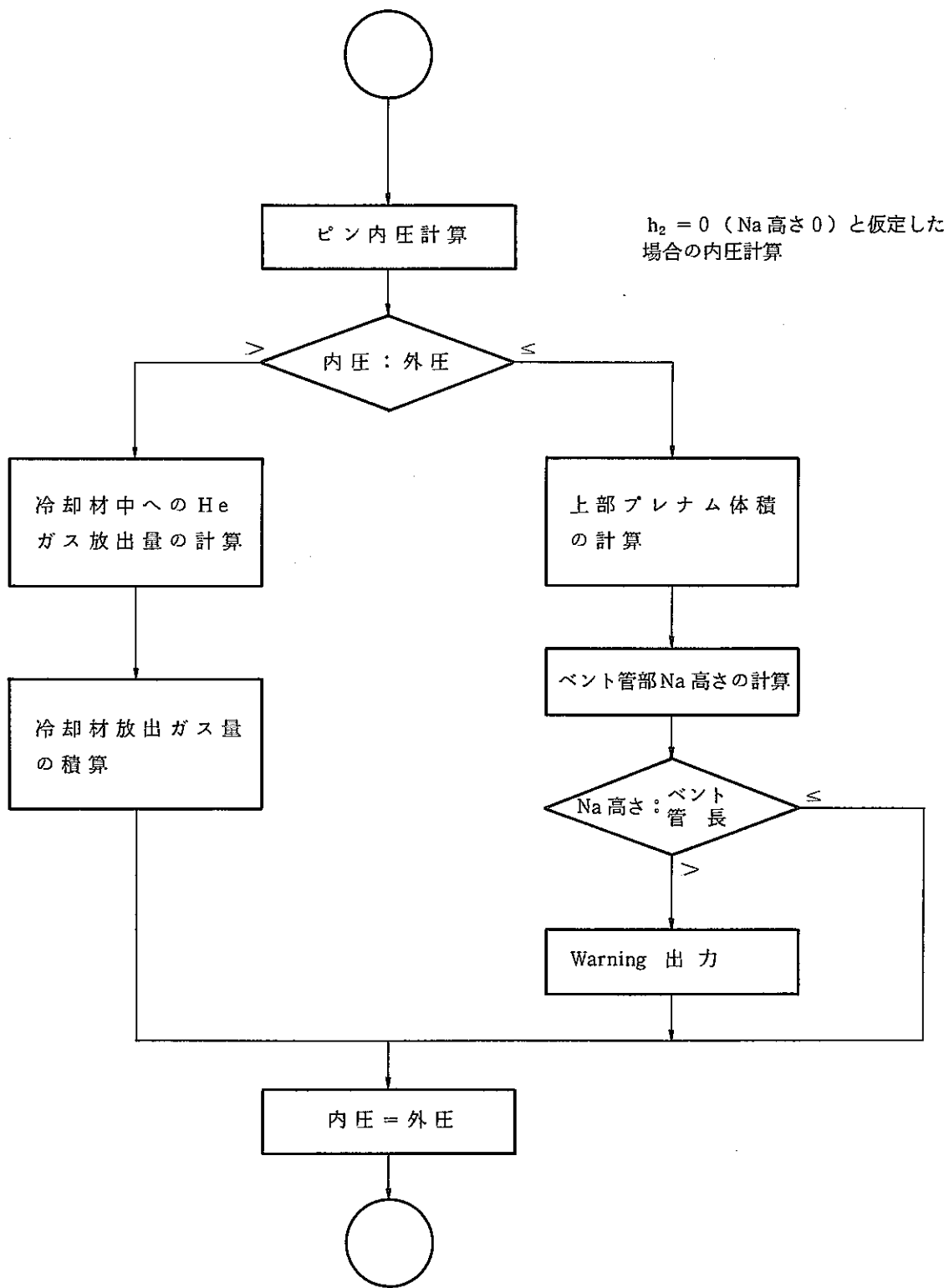
(6) シールドピン内圧計算 (PPRES)



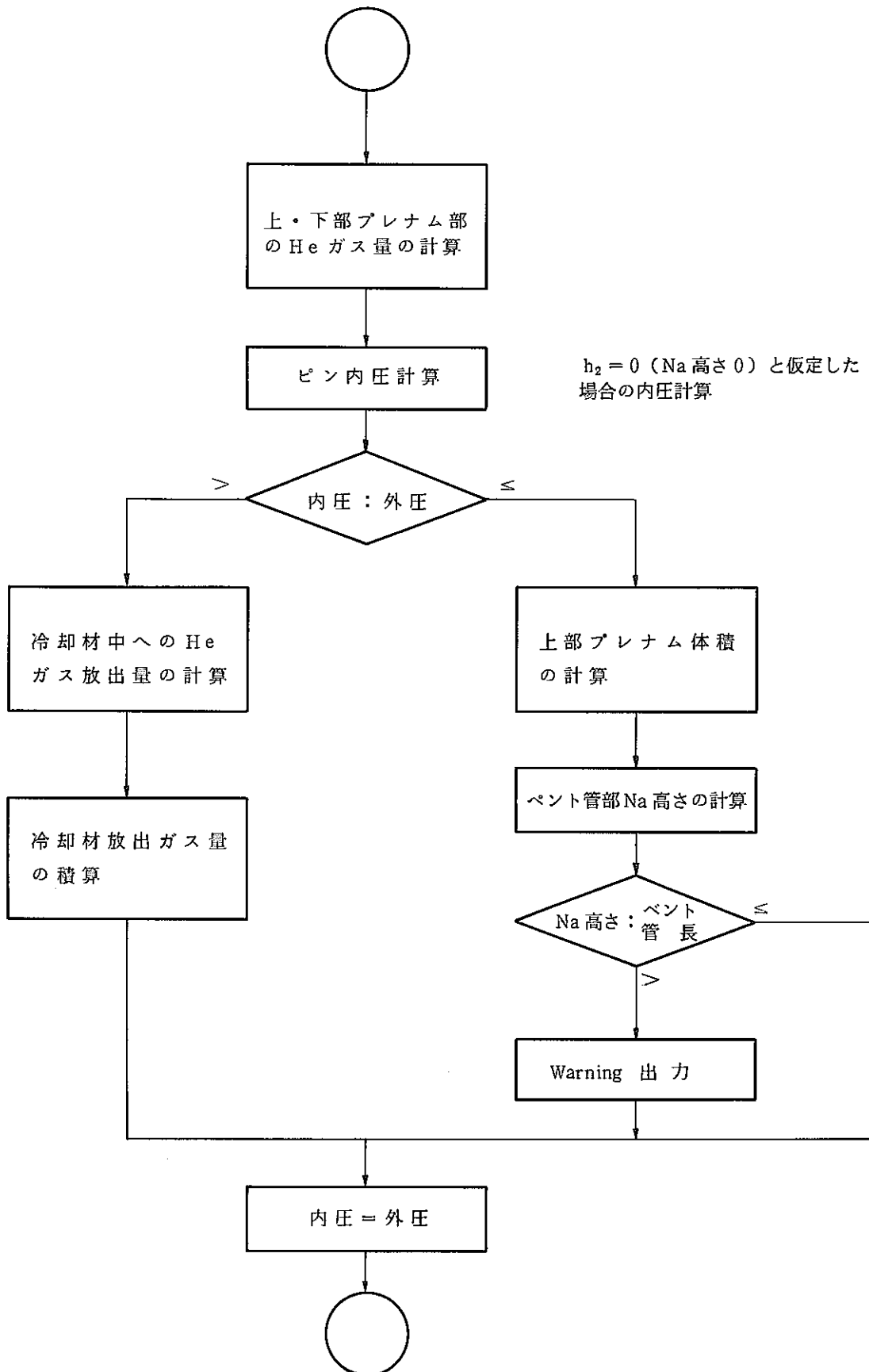
(7) ベント計算 (VENTP)



\*1 上部にのみプレナムがある場合の計算

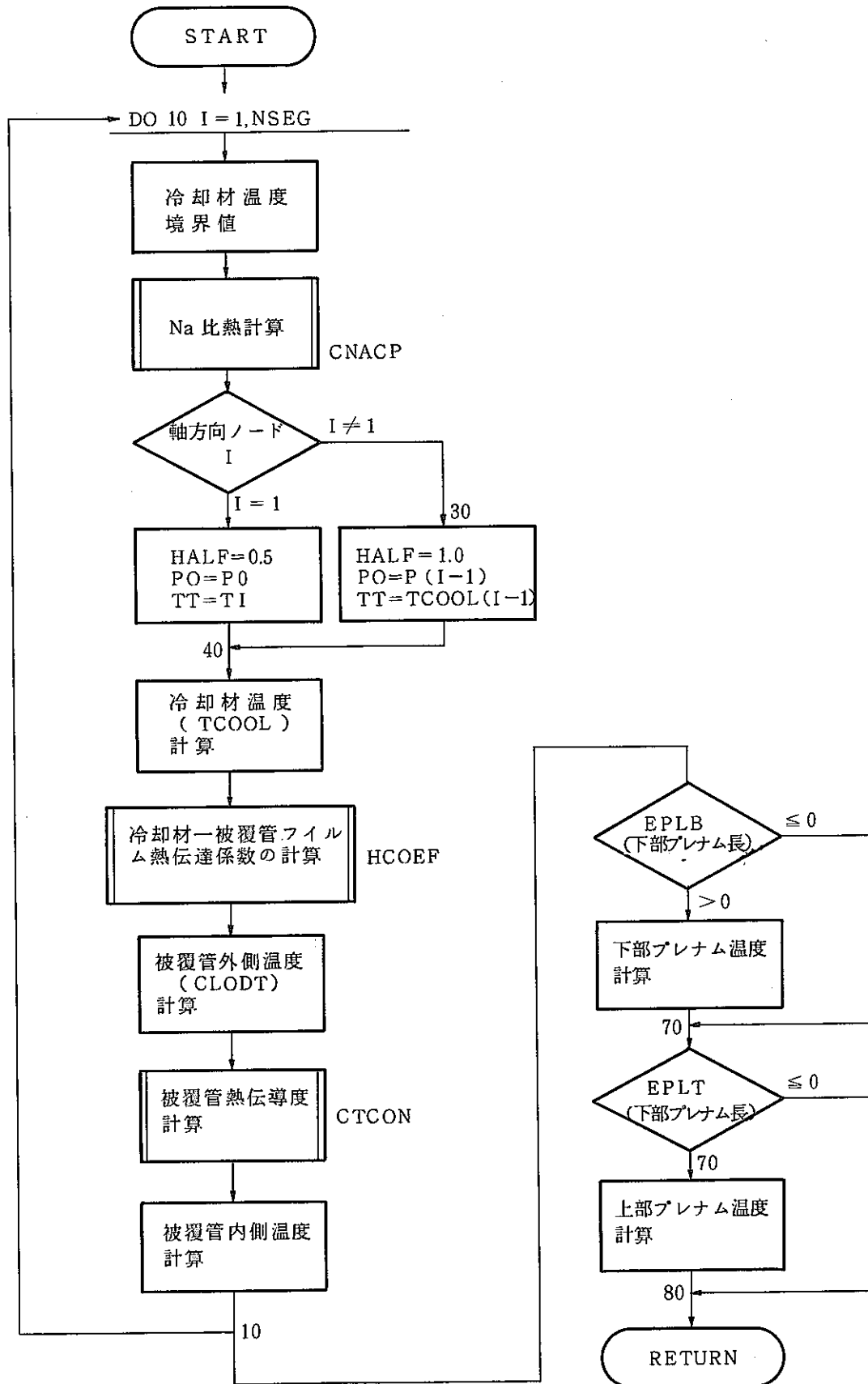


\*2 上・下部にプレナムがある場合の計算

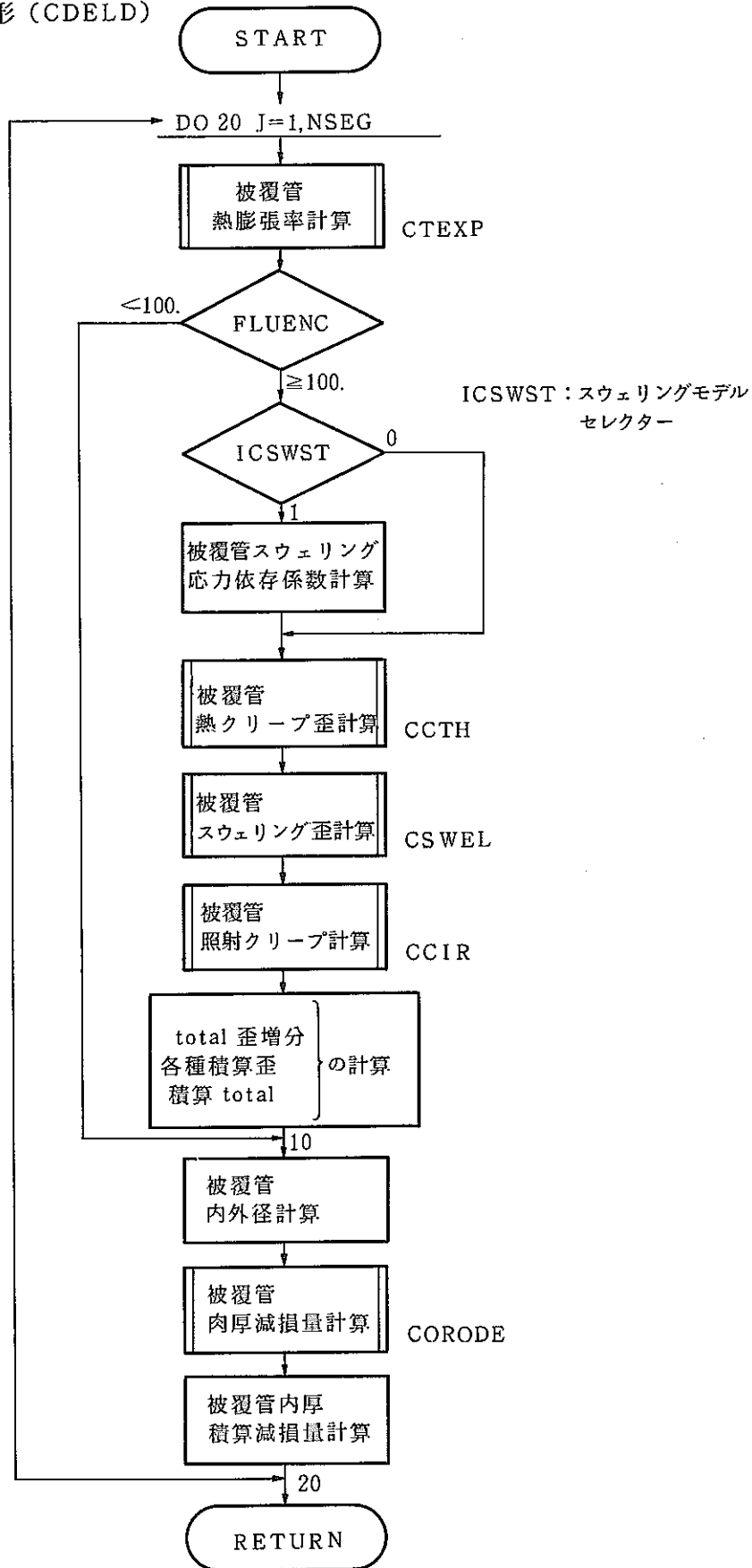


$h_2 = 0$  (Na 高さ 0) と仮定した場合の内圧計算

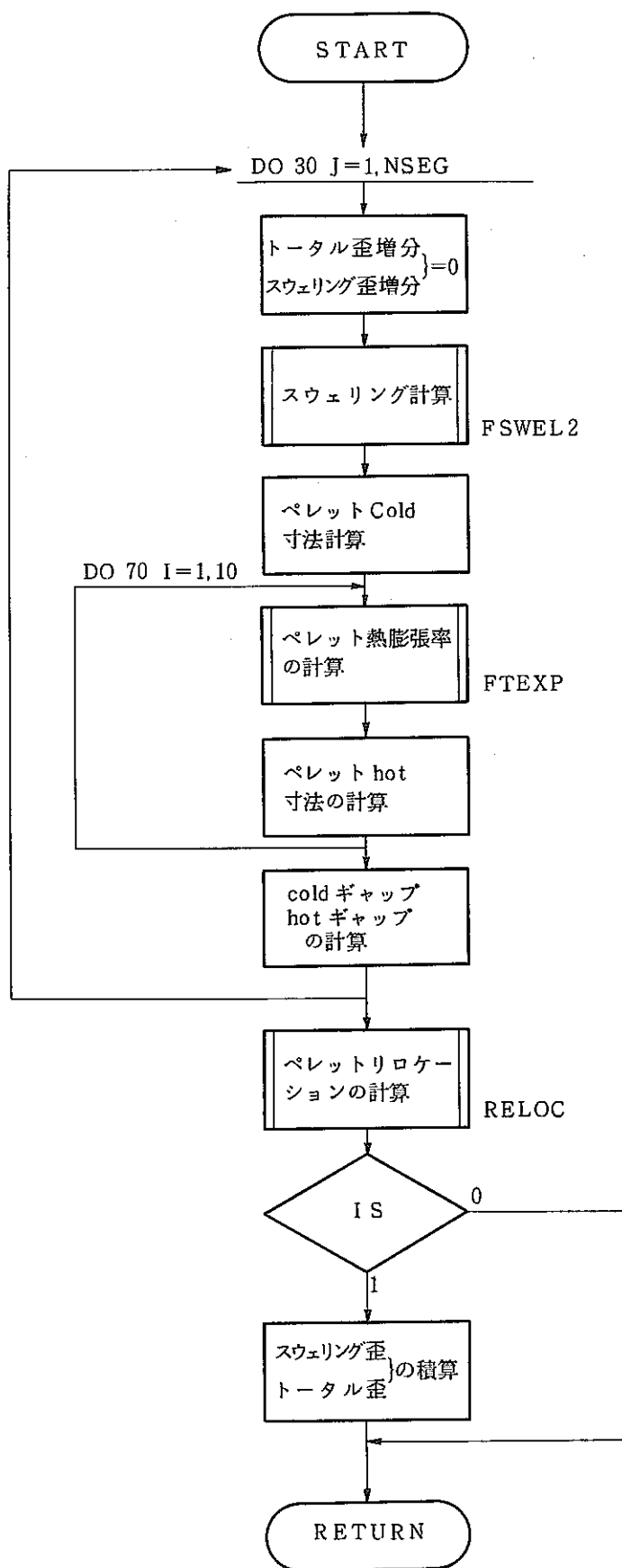
(8) 冷却材, 被覆管温度 (CSINTR)



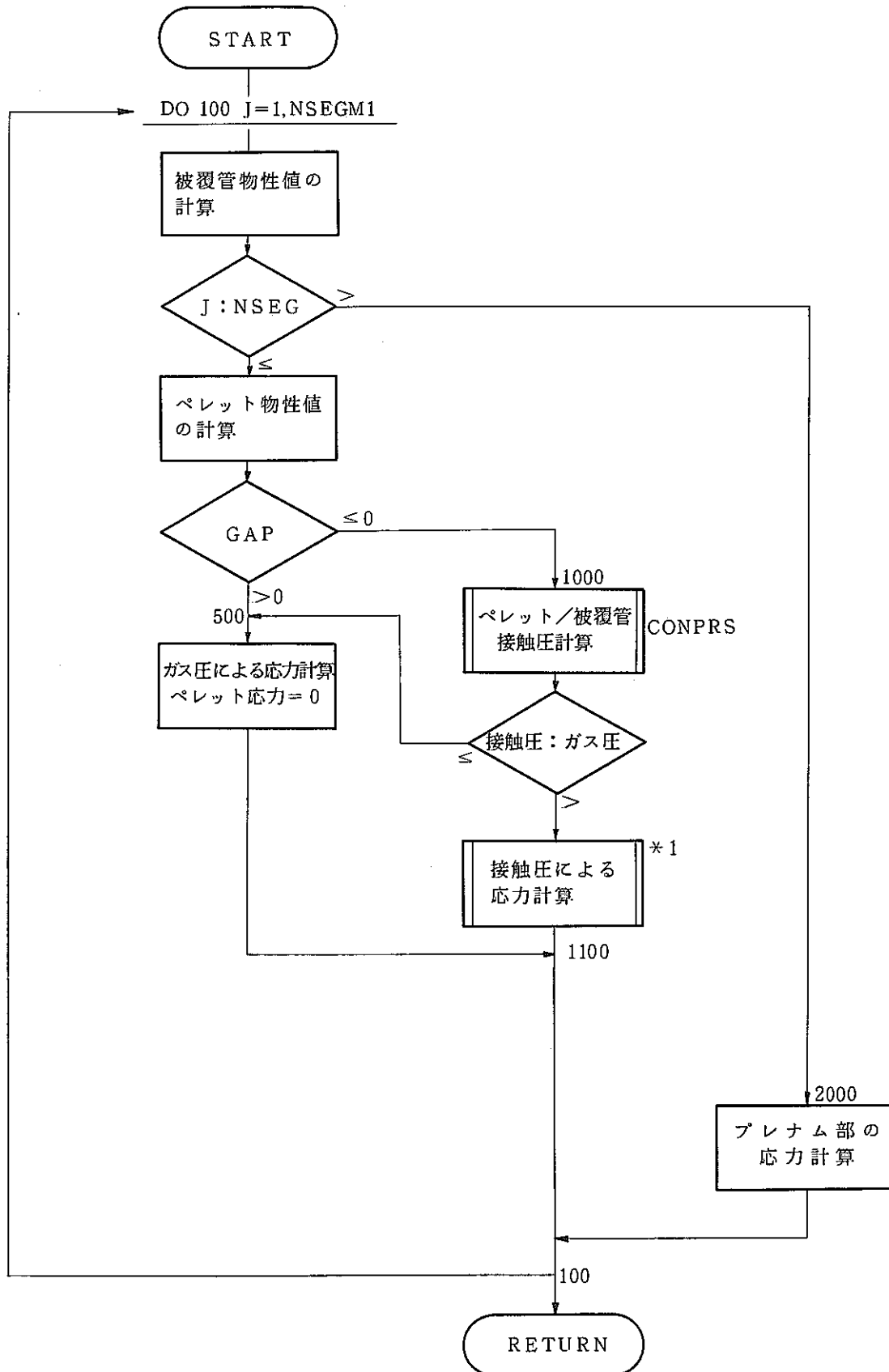
(9) 被覆管変形 (CDELD)



(10) ペレット変形 (FDELD)

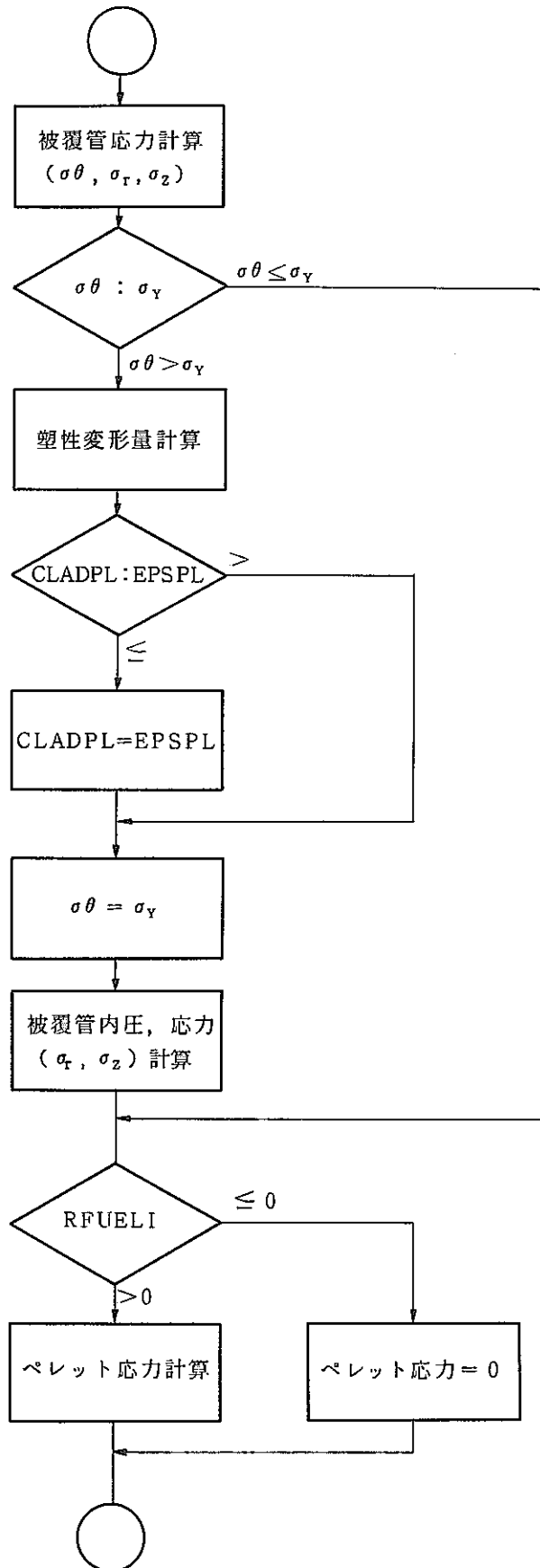


(II) 応力計算 (STRES 2)

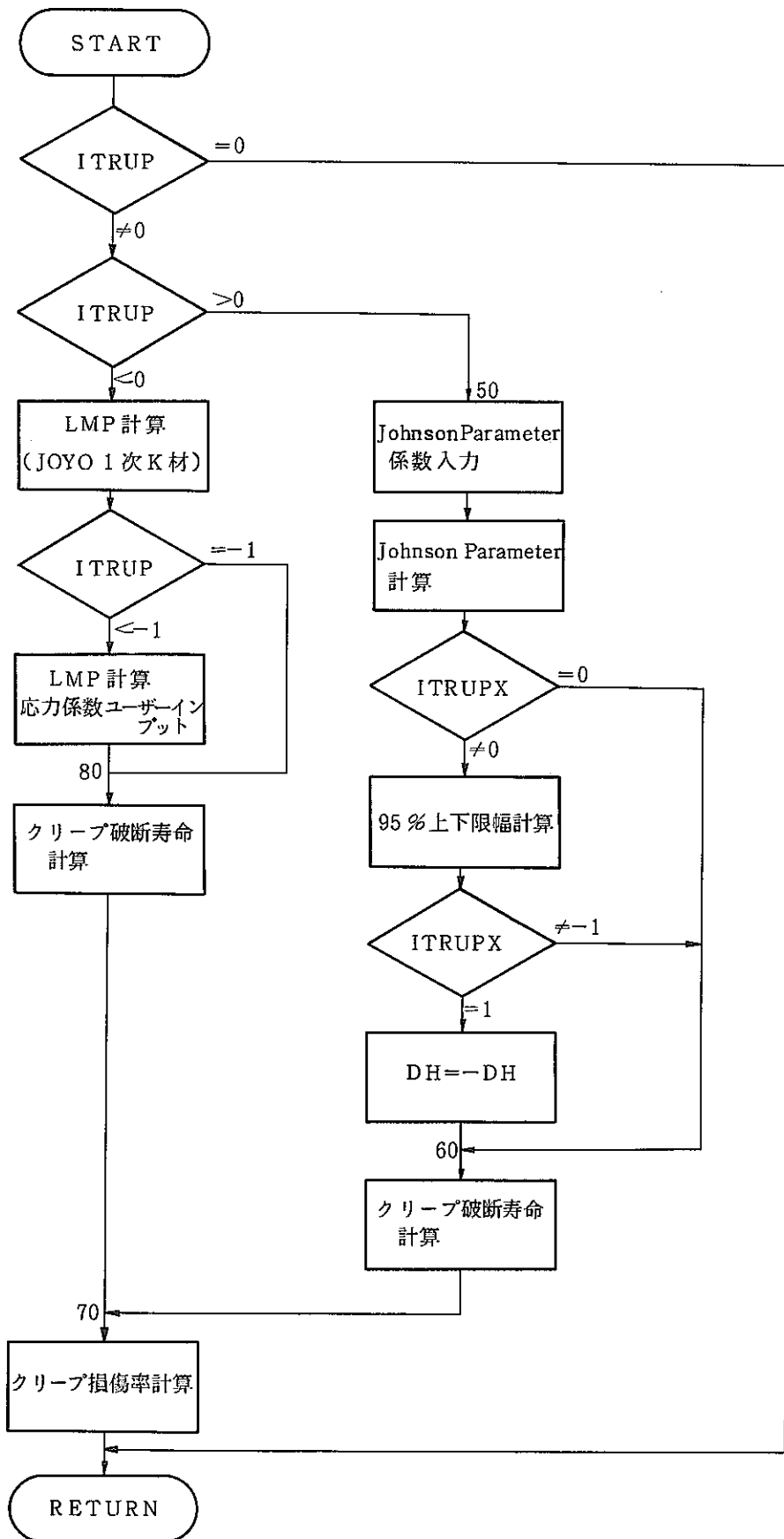




\*1 ペレット・被覆管接触圧による応力計算部分



(12) 被覆管損傷 (FAIL)



## 4. 物 性 値

### 4.1 B<sub>4</sub>Cペレット

#### (1) <sup>10</sup>B中性子捕獲断面積

「常陽」運転監視コードの6群の flux データに合わせて、次の値をプログラムに内蔵している。

(変数名：CSB10)

群No.	中性子エネルギー	<sup>10</sup> B中性子吸収断面積(barns)
1	10.5MeV~1.4MeV	0.415
2	1.4MeV~0.4MeV	0.537
3	0.4MeV~0.1MeV	1.409
4	100KeV~10KeV	3.072
5	10KeV~1KeV	8.917
6	1KeV~	25.030

なお、<sup>10</sup>B の中性子捕獲断面積のエネルギー依存性を Fig. 4-1 に示す。

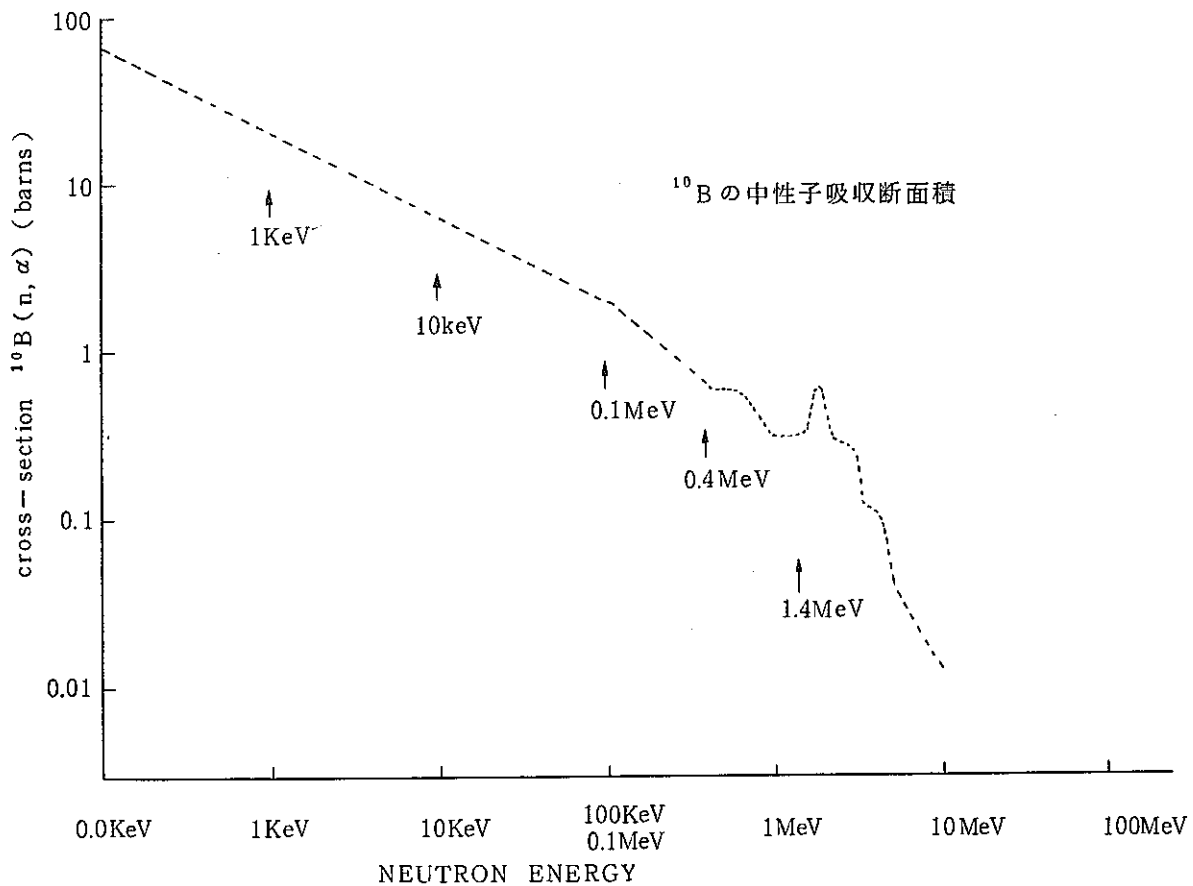


Fig. 4-1 <sup>10</sup>B 中性子捕獲断面積

(2) 線膨張率

$$\bar{\alpha} = 5.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

(3) 比 熱

$$C_p (\text{cal/mol} \cdot \text{deg}) = 22.29 + 5.40 \times 10^{-3} \times T - 10.72 \times 10^{-5} \times T^{-2}$$

$$T (^{\circ}\text{K})$$

(4) ヤング率

① IFYMOD = 0

$$E (\text{psi}) = (65.29 - 1.05 \times 10^{-3} T - 5.63 \times 10^{-7} T^2) \times 10^6 \times \frac{1 - P}{1 + 2.13P}$$

$$T (^{\circ}\text{C})$$

P : ポロシティー

② IFYMOD = 1

ACMIが起きて、クラックが閉じるまでヤング率を小さく（軟かく）する。

$$E (\text{psi}) = \text{fact} \cdot \left\{ (65.29 - 1.05 \times 10^{-3} \cdot T - 5.63 \times 10^{-7} \cdot T^2) \times 10^6 \times \frac{1 - P}{1 + 2.13P} \right\}$$

T : 温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

P : ポロシティー

fact : ACMIが生じ、かつクラックが存在する場合は、

$$\text{fact} = \text{YCRACK (入力データで指定)} \text{ 他の場合は } \text{fact} = 1.0$$

(5) ボアソン比

$$0.16$$

(6) 熱伝導率

$$K = \left( \frac{1}{6.87 + 0.0171T} \right) \left( \frac{1 - \phi}{1 + 2.2\phi} \right) \left\{ 1 - (1.0464 - 0.000759 \cdot \theta) \cdot \frac{B}{10} \right\}$$

$$(\text{cal} / \text{cm} \cdot \text{sec} \cdot \text{deg})$$

$$T (^{\circ}\text{K})$$

$\phi$  : ポロシティー

$$\theta (^{\circ}\text{C})$$

$$B : \begin{cases} B & (B < 10) \\ 10 & (B \geq 10) \end{cases}$$

$$B = 10^{20} \text{ cap} / \text{cc}$$

(7) スエリング

① IFSWEL = 0

$$\frac{d\varepsilon}{dB} = 0.45 \times 10^{-3} / 10^{20} \text{ cap/cm}^3$$

$\varepsilon$  : linear strain

B :  $^{10}\text{B}$  burnup ( $10^{20} \text{ cap/cc}$ )

② IFSWEL = 1

$$\frac{\% \Delta D}{D} = C \left( -0.0211 + \frac{62.04}{T} \right)$$

C :  $^{10}\text{B}$  burnup ( $10^{20} \text{ cap/cc}$ )

T ( $^{\circ}\text{F}$ )

③ IFSWEL = 2

クラックの効果とHeガスバブルの効果を検討したモデルであり、ACMI発生後はクラックが消滅するまでスウェリング率を漸減させる。クラック消滅後はスウェリング率は一定である。

$$\left( \frac{d\varepsilon}{dBu} \right)_{\text{gas}} = 0.35 \times 10^{-3} / 10^{20} \text{ cap/cm}^3$$

$$\left( \frac{d\varepsilon}{dBu} \right)_{\text{crack}} = 0.15 \times 10^{-3} / 10^{20} \text{ cap/cm}^3$$

$$f_c^{(*)} = -0.15 \times 10^{-3} / 10^{20} \text{ cap/cm}^3$$

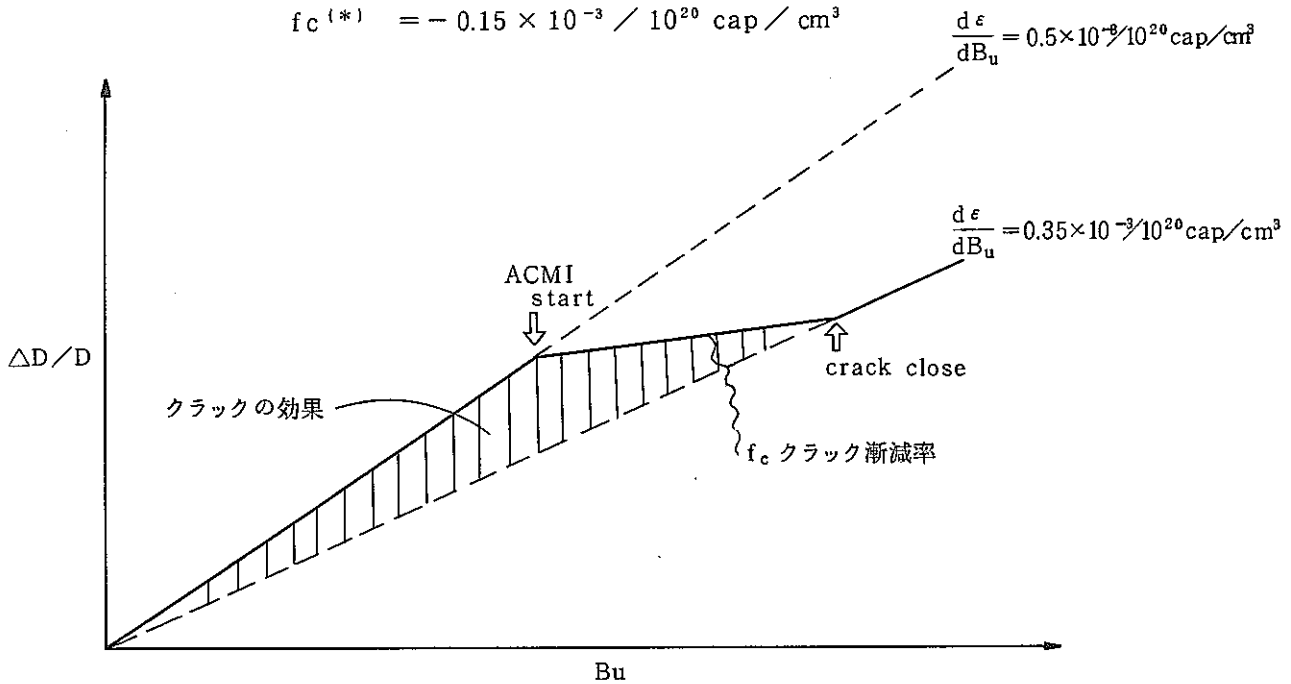


Fig. 4-2 接触圧依存スエリング式

(\*) クラック漸減率は入力データで指定可。

(8) Heガス放出率

$$R \text{ (cm}^3 \text{ He/cm}^3 \text{ B}_4\text{C)} = BT$$

$$B = \frac{X^2 \exp(0.0116 X)}{0.688 + 0.0184 X^2} \quad X : \text{burnup (10}^{20} \text{ cap./cm}^3)$$

$$T = \begin{cases} 0.13 \exp \left\{ - \left( \frac{1056 - \theta}{111} \right)^2 \right\} & \theta < 773 \text{ }^\circ\text{K} \\ 1.1 \exp \left( - \frac{350}{\theta - 773} \right) + 0.13 \exp \left\{ - \left( \frac{1056 - \theta}{111} \right)^2 \right\} & \theta \geq 773 \text{ }^\circ\text{K} \end{cases}$$

4.2 被覆管

(1) 熱伝導率

① ICTCON = 0

$$K_c \text{ (W/cm} \cdot \text{ }^\circ\text{C)} = K_0^c + K_1^c \cdot T$$

$$K_0^c = 0.13283$$

$$K_1^c = 1.3 \times 10^{-4}$$

$$T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

※  $K_0^c$ ,  $K_1^c$ を入力データで与えることもできる。(変数名 CK1, CK2)

② ICTCON = 1

$$K_c \text{ (W/cm} \cdot \text{ }^\circ\text{C)} = 0.132 + 1.3 \times 10^{-4} \cdot T$$

$$T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

(2) 熱膨張率

① ICTEXP = 0

$$\alpha_c \text{ (1/}^\circ\text{C)} = \alpha_0^c + \alpha_1^c \cdot T$$

$$\alpha_0^c = 16.2 \times 10^{-6}$$

$$\alpha_1^c = 3.7908 \times 10^{-9}$$

$$T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

※  $\alpha_0^c$ ,  $\alpha_1^c$ を入力データで与えることもできる。(変数名 ALPHAO, ALPHAS)

② ICTEXP = 1

プログラム内蔵表から求める。

(3) スエリング率

① ICSWEL = 1, 2, 3, 4, 6 (各オプションの係数は次ページの表を参照)

$$\frac{\Delta V}{V} \text{ (\%)} = R \cdot \left\{ \phi_t + \frac{1}{\alpha} \ln \left( \frac{1 + \exp \{ \alpha (\tau - \phi_t) \}}{1 + \exp (\alpha \cdot \tau)} \right) \right\}$$

$$\alpha = U_1 + U_2 \cdot T$$

$$\tau = V_1 \cdot \exp (V_2 + V_3 \cdot \beta + V_4 \cdot \beta^2 + V_5 \cdot \beta^3 + V_6 \cdot \beta^4)$$

$$R = \exp (W_1 + W_2 \cdot \beta + W_3 \cdot \beta^2 + W_4 \cdot \beta^3 + W_5 \cdot \beta^4) \cdot r$$

$$r = 1 + P \cdot \sigma_H$$

$$\beta = \frac{T - 500}{100}$$

$\phi_t$  : fluence ( $10^{22}$  n/cm<sup>2</sup>)

T (°C)

$\sigma_H$  : hydrostatic stress (dynes/cm<sup>2</sup>)

P : 応力寄与度

② ICSWEL = 5 (係数は次ページの表を参照)

$$\frac{\Delta V}{V} (\%) = R \cdot \left\{ \phi_t + \frac{1}{\alpha} \ln \left( \frac{1 + \exp \{ \alpha (\tau - \phi_t) \}}{1 + \exp (\alpha \cdot \tau)} \right) \right\}$$

$$\alpha = U_1 + U_2 \cdot T$$

$$\tau = V_1 \cdot \exp (V_2 + V_3 \cdot \beta + V_4 \cdot \beta^2 + V_5 \cdot \beta^3 + V_6 \cdot \beta^4)$$

$$R = \exp (W_1 + W_2 \cdot T + W_3 \cdot T^2 + W_4 \cdot T^3 + W_5 \cdot T^4) \cdot r$$

$$r = 1 + P \cdot \sigma_H$$

③ ICSWEL = 7

$$\frac{\Delta V}{V} (\%) = 9.0 \times 10^{-35} \cdot (\phi_t)^{1.5} \cdot B$$

$$B = 4.028 - 3.712 \times 10^{-2} \cdot T + 1.0145 \times 10^{-4} \cdot T^2 - 7.879 \times 10^{-8} \cdot T^3$$

$\phi_t$  = fluence (n/cm<sup>2</sup>)

T (°C)

(4) 熱クリープ速度

① ICCTH = 1

$$\log_{10} \dot{\epsilon}_{\min} = a_1 + \frac{1}{T} \{ a_2 + a_3 \log_{10} \sigma + a_4 (\log_{10} \sigma)^2 + a_5 (\log_{10} \sigma)^3 \}$$

$$a_1 = 0.254 \times 10^2$$

$$a_2 = -0.3508 \times 10^5$$

$$a_3 = 0.1167 \times 10^5$$

$$a_4 = -0.8561 \times 10^4$$

$$a_5 = 0.3851 \times 10^4$$

$\dot{\epsilon}_{\min}$  : 最小クリープ速度 (%/h)

T (°K)

$\alpha$  : 応力 (kg/mm<sup>2</sup>)

Table 4-1 被覆管スエリング定数一覧

ICSWEL	1	2	3	4	5	6
	S 44, 45 (SF) 400 °C ≤ T ≤ 674 °C	K 44 (SF) 400 °C ≤ T ≤ 674 °C	K 45 (SF) 400 °C ≤ T ≤ 674 °C	HEDL - 1976 350 °C ≤ T ≤ 700 °C	S 45 400 °C ≤ T ≤ 674 °C	K 45 400 °C ≤ T ≤ 674 °C
U <sub>1</sub>	- 1.12	- 1.12	- 1.12	2.0	- 1.12	0.75
U <sub>2</sub>	0.00689	0.00689	0.00689	0.0	0.00689	0.0
V <sub>1</sub>	1.0	1.0	1.0	7.0	1.0	1.0
V <sub>2</sub>	1.55538	1.89071	2.40321	0.0	- 0.64576 × 10 <sup>3</sup>	2.39964
V <sub>3</sub>	- 0.138472	0.309441	- 0.133472	0.0	4.93371	0.25137
V <sub>4</sub>	- 3.92343 × 10 <sup>-2</sup>	- 0.552831	- 0.0392343	0.0	- 0.0140989	- 0.98722
V <sub>5</sub>	0.17976	0.150112	0.17976	0.0	0.1791 × 10 <sup>-4</sup>	- 0.40776
V <sub>6</sub>	- 9.15566 × 10 <sup>-2</sup>	- 2.78713 × 10 <sup>-3</sup>	- 9.15566 × 10 <sup>-2</sup>	0.0	- 0.853665 × 10 <sup>-8</sup>	0.39017
W <sub>1</sub>	0.205505	0.205505	0.205505	0.0419	- 0.58814 × 10 <sup>4</sup>	- 0.088681
W <sub>2</sub>	1.59339	1.59339	1.59339	1.498	0.452519 × 10 <sup>2</sup>	2.10574
W <sub>3</sub>	- 1.01571	- 1.01571	- 1.01571	0.122	- 0.130445	- 1.56677
W <sub>4</sub>	0.32184	0.32184	0.32184	- 0.332	0.166895 × 10 <sup>-3</sup>	- 0.30981
W <sub>5</sub>	- 0.437479	- 0.437479	- 0.437479	- 0.442	- 0.799242 × 10 <sup>-7</sup>	0.0



② ICCTH=2, 3, 4

$$\log_{10} \dot{\epsilon}_{\min} = C - \frac{1000}{T} \{ Y_1 + Y_2 \log_{10} \sigma + Y_3 (\log_{10} \sigma)^2 + Y_4 (\log_{10} \sigma)^3 \}$$

Table 4-2 被覆管熱クリープ定数

ICCTH	2 (S 44)	3 (S 45)	4 (K 44, 45)
C	17.47	17.47	22.59
Y <sub>1</sub>	23.209	23.006	28.611
Y <sub>2</sub>	- 4.263	- 4.263	- 9.854
Y <sub>3</sub>	3.111	2.111	8.826
Y <sub>4</sub>	- 2.323	- 2.323	- 4.69

$\dot{\epsilon}_{\min}$  : 最小クリープ速度 (%/h)

T (°K)

$\sigma$  : 応力 (kg/mm<sup>2</sup>)

(5) 照射クリープ歪

① ICCIR = 1

$$\frac{\epsilon_H}{\sigma_H} = \left\{ 0.67 F + 5.8 \times 10^4 \exp \left( - \frac{16000}{RT} \right) (F - 8.5 \tanh (F / 8.5)) \right\} \times 10^{-6}$$

$\epsilon_H$  : 径方向クリープ歪 (in/in)

$\sigma_H$  : 径方向応力 (Mpa)

F : fluence (dpa)

R ガス定数

T (°K)

※ 1 dpa = 2 × 10<sup>21</sup> n/cm<sup>2</sup>

② ICCIR = 2

$$\frac{\dot{\epsilon}_e}{\sigma_e} = \{ B_0 + F(\phi_t) \cdot D \cdot R \} \cdot \phi$$

$$F(\phi_t) = 1 - \operatorname{sech}^2 \left( \frac{\phi_t}{a \cdot \tau} \right)$$

$\dot{\epsilon}_e$  : 等価歪速度

$\sigma_e$  : 等価応力

$\phi_t$  : fluence (10<sup>22</sup> n/cm<sup>2</sup>)

$\tau$  : incubation time of swelling (10<sup>22</sup> n/cm<sup>2</sup>)

R : steady state swelling rate (%/sec / (10<sup>22</sup> n/cm<sup>2</sup>))

$$B_0 = 3 \times 10^{-30}$$

$$D = 2.2 \times 10^{-5}$$

$$a = 1.5 \text{ (=TAUFAC……入力データ)}$$

$$\phi = \text{flux (n/cm}^2/\text{sec)}$$

※ ICCIR = 2は ICSWEL = 1～5のとき使用可能

(6) ヤング率

① ICYMOD = 0

$$E \text{ (dynes/cm}^2\text{)} = E_0 + E_1 \cdot T$$

$$E_0 = 2.1236 \times 10^{12}$$

$$E_1 = -9.18 \times 10^8$$

$$T \text{ (}^\circ\text{C)}$$

※  $E_0$ ,  $E_1$ は入力データで与えられる (YMOD0, YMODS)

② ICYMOD = 1

$$E \text{ (psi)} = 31.3 \times 10^6 - 8800 \cdot T$$

$$T \text{ (}^\circ\text{F)}$$

③ ICYMOD = 2

プログラム内蔵表から求める。

(7) ポアソン比

① ICPOIS = 0

$$V = P$$

$$P = 0.32 \text{ ※ 入力で与えることができる。(PNU)}$$

② ICPOIS = 1

$$V = 0.32 + \frac{T - 860}{24000} \quad T \text{ (}^\circ\text{F)}$$

③ ICPOIS = 2

$$V = 0.32$$

(8) 降伏応力

① ICYSTS = 0

$$\sigma_y \text{ (dynes/cm}^2\text{)} = Y_0 + Y_s \cdot T_v$$

$$T_v = T - 555$$

$$Y_0 = 4.82 \times 10^9$$

$$Y_s = -1.078 \times 10^7$$

$$T \quad (^\circ\text{C})$$

※  $Y_0, Y_s$  は入力データで与えることができる。(YEO, YES)

② ICYSTS = 1

$$\sigma_y \text{ (kg/mm}^2\text{)} = 48.4 - 0.03 \cdot T$$

$$T \quad (^\circ\text{C})$$

③ ICYSTS = 2

$$\sigma_y \text{ (kg/mm}^2\text{)} = Y_0 + Y_1 \cdot T + Y_2 \cdot T^2 + Y_3 \cdot T^3$$

$$Y_0 = 65.286$$

$$Y_1 = -1.10082 \times 10^{-2}$$

$$Y_2 = 1.29014 \times 10^{-5}$$

$$Y_3 = -1.0169 \times 10^{-7}$$

$$T \quad (^\circ\text{C})$$

### 4.3 Na

(1) 定圧比熱

$$\text{ICNACP} = 0$$

$$C_p \text{ (cal/g}^\circ\text{C)} = a$$

$$a = 0.3015$$

※  $a$  を入力データで与えることができる。(CPNA)

$$\text{ICNACP} = 1$$

$$C_p \text{ (cal/g}^\circ\text{C)} = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2$$

$$a_0 = 0.343253$$

$$a_1 = -1.38686 \times 10^{-4}$$

$$a_2 = 1.1055 \times 10^{-7}$$

$$T \quad (^\circ\text{C})$$

※  $a_0 \sim a_2$  を入力データで与えることができる。(CPNA0, CPNA1, CPNA2)

(2) 熱伝導度

① ICNAK = 0

$$K \text{ (cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C)} = a$$

$$a = 0.1586$$

※ aを入力データで与えることができる。(CKNA)

② ICNAK = 1

$$K(\text{kcal}/\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2$$

$$a_0 = 79.9136$$

$$a_1 = -5.06588 \times 10^{-2}$$

$$a_2 = 1.00829 \times 10^{-5}$$

$$T \quad (^\circ\text{C})$$

※  $a_0 \sim a_2$ を入力データで与えることができる。(CKNA0, CKNA1, CKNA2)

#### 4.4 He

(1) 熱伝導率

$$K (\text{W}/\text{cm}^\circ\text{C}) = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 T^2$$

$$a_1 = 1.3084 \times 10^{-3}$$

$$a_2 = 3.6961 \times 10^{-6}$$

$$a_3 = -5.848 \times 10^{-10}$$

$$T \quad (^\circ\text{C})$$

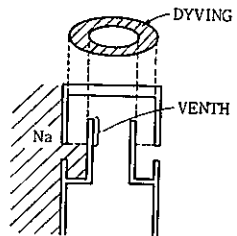
## 5. 入力と実行方法

## 5.1 入力データ

本コードの入力データはNAMELIST形式の入力形式をとっている。また、いくつかのデータについてはBLOCK DATAで値を定義しているので、入力を省略できるものもある。

Table 5-1 NAMELIST 入力データ (FUEL)

NAMELIST名	変数名	内容
FUEL	ALFA	計算のタイトル
	SEGNUM	B <sub>4</sub> Cペレットスタック分割数
	FLEN	B <sub>4</sub> Cペレットスタック長 (cm)
	FD	ペレット外径 (cm)
	DP	被覆管外径 (cm)
	CT	被覆管肉厚 (cm)
	TD	ペレット理論密度 (frac.)
	DENS 0	製造時ペレット密度 (理論密度比)
	TINVZ	ペレット内弾/塑性境界温度 (°C)
	B 10	B中の <sup>10</sup> B割合 (atomic frac.)
	B 10 WT	<sup>10</sup> B富化度 (wt%)
	G	ペレット製造時結晶粒子平均直径 (μm)
	REL PW	リロケーション開始出力 (未使用) (W/cm)
	PLENVT	上部プレナム体積 (cm <sup>3</sup> )
	PLENVB	下部プレナム体積 (cm <sup>3</sup> )
	VFGINT	初期封入ガス量 (cm <sup>3</sup> )
	PRSINT	初期封入ガス圧 (atm)
	HSFAC	Ross & Stoute 熱伝達モデルの接触熱伝達係数の補正值
	MLPWR	線出力計算方法オプション = 0 フラックス, Capture 当り発熱量から計算 = 1 入力データで与える。
	MHEREL	Heガス放出量計算方法オプション (未使用)
	MHEGEN	Heガス生成量計算方法オプション (未使用)
	IRM	B <sub>4</sub> Cペレット径方向分割数 (内蔵値=6)

NAMELIST名	変数名	内 容
FUEL (続き)	IVENT  VENTH DYVING IOPF	<p>= 0 シールド型 (内蔵値=0)                      = 1 ベント型</p> <p>以下のVENTH, DYVINGはベント型指定の時のみ入力要。</p> <p>VENTH 実効ベント管高さ (cm)                      DYVING ダイビングベル部面積 (cm<sup>2</sup>)</p> <p>IOPF 「軸方向Flux 分布の扱い」に対するオプション                      = 0 「常陽」MK-II内蔵 (デフォルト)                      = 1 「常陽」MK-I内蔵 (使用不可)                      = 2 入力指定</p>  <p>(注) 1 IOPF = 0 or 1 の場合は以下の変数は入力不要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RPM</li> <li>NOFPD</li> <li>READFX</li> <li>" F</li> <li>CORBL</li> </ul> <p>指定しても無視される。</p> <p>(注) 2 1) CORBL ≠ 9999. の場合                      CORBLの位置で { Flux, Power } を不連続な形で内外挿する。</p> <p>2) CORBL = 9999. の場合                      { Flux, Power } を連続的なものと見なし内外挿する。</p>

NAMELIST	変数名	内容																																		
FUEL (続き)		<p style="text-align: center;">「常陽」MK-II 中性子フラックス分布 (IOPF=0 の場合の内蔵値)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">中性子エネルギー範囲 (N / cm<sup>2</sup> - sec)</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">炉心部下端からの距離 (cm)</th> <th style="width: 85%;">中性子エネルギー範囲 (N / cm<sup>2</sup> - sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.5</td> <td>10.5MeV ~ 1.4MeV</td> </tr> <tr> <td>7.5</td> <td>1.4MeV ~ 0.4MeV</td> </tr> <tr> <td>12.5</td> <td>0.4MeV ~ 0.1MeV</td> </tr> <tr> <td>17.5</td> <td>100 KeV ~ 10 KeV</td> </tr> <tr> <td>22.5</td> <td>10 KeV ~ 1 KeV</td> </tr> <tr> <td>27.5</td> <td>1 KeV ~</td> </tr> <tr> <td>32.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>37.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>42.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>47.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>52.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>57.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>65.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>75.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>85.0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	中性子エネルギー範囲 (N / cm <sup>2</sup> - sec)		炉心部下端からの距離 (cm)	中性子エネルギー範囲 (N / cm <sup>2</sup> - sec)	2.5	10.5MeV ~ 1.4MeV	7.5	1.4MeV ~ 0.4MeV	12.5	0.4MeV ~ 0.1MeV	17.5	100 KeV ~ 10 KeV	22.5	10 KeV ~ 1 KeV	27.5	1 KeV ~	32.5		37.5		42.5		47.5		52.5		57.5		65.0		75.0		85.0	
中性子エネルギー範囲 (N / cm <sup>2</sup> - sec)																																				
炉心部下端からの距離 (cm)	中性子エネルギー範囲 (N / cm <sup>2</sup> - sec)																																			
2.5	10.5MeV ~ 1.4MeV																																			
7.5	1.4MeV ~ 0.4MeV																																			
12.5	0.4MeV ~ 0.1MeV																																			
17.5	100 KeV ~ 10 KeV																																			
22.5	10 KeV ~ 1 KeV																																			
27.5	1 KeV ~																																			
32.5																																				
37.5																																				
42.5																																				
47.5																																				
52.5																																				
57.5																																				
65.0																																				
75.0																																				
85.0																																				

Table 5-2 NAMELIST入力データ (COOL)

NAMELIST名	変数名	内 容
COOL	EXTERP	冷却材圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )
	MHCOEF	冷却材・被覆管伝達係数計算オプション = 0 熱伝達係数を入力→HF = 1 $Hf = \frac{K_{Na}}{De} \{ 7.0 + 0.025 (\phi \cdot Re \cdot Pr)^{0.8} \}$
	HF	冷却材・被覆管熱伝達係数 (MHCOEF = 0 の場合のみ) (W/cm <sup>2</sup> °C)
	FA	流路断面積 (cm <sup>2</sup> )
	WP	ぬれ縁長さ (cm)
	EDDY	eddy diffusivity
	CRATIO	冷却材流量 (g/sec) ISTEP 個の入力が必要である。
	TIINP	冷却材入口温度 (°C) ISTEP 個の入力が必要である。

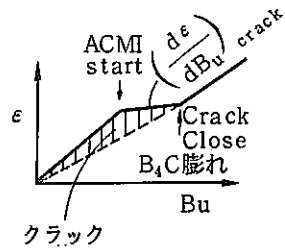


Table 5-3 NAMELIST入力データ (HIST)

NAMELIST名	変数名	内 容
HIST	RPM	基準炉出力 (MW)
	CSB 10	$^{10}\text{B}$ 中性子吸収断面積
	NOFPD	軸方向位置数 (フラックス入力用)
	READFX	フラックス入力用軸方向位置 (cm)
	READF	入力フラックス ( $\text{N}/\text{cm}^2\text{-S}$ )
	READP	入力線出力 ( $\text{W}/\text{cm}$ )
	NOPPD	軸方向位置数 (線出力入力用)
	READPX	線出力入力用軸方向位置 (cm)
	ISTEP	計算サイクル数
	POWCYL	各サイクル炉出力 (MW)
	TIINCR	各サイクル時間 (E. F. P. D.)
	NSTEPS	各サイクル・サブタイムステップ分割数
	DTIME	各サイクル・サブタイムステップ時間増分 (E. F. P. D.) 各サイクルをサブタイムステップに分割するため、 NSTEPS 又は DTIME を入力する。
	XCR	制御棒位置 (cm)
	CORBL	炉心部・ブランケット境界位置 参照 Table 5-1 (注2)
	OUTSTP	各サイクル・サブタイムステップ・プリントアウト間隔
	IPLOT	プロッター用ファイル作成オプション = 0 作成しない = 1 作成する (FT 10 に出力)
	EPSTMP	Ross & Stout gap conductance ベレット表面温度収束判定値 ( $^{\circ}\text{C}$ )
	EPSHG	ギャップ・コンダクタンス収束判定 値 ( $\text{W}/\text{cm}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
	NOUT	時間リレキを追った計算結果を出力するノードの個数。(内蔵値=0, 出力ナシ)
NOUTN	時間リレキを追った計算結果を出力するノードの番号 NOUT 個指定する必要アリ。	

Table 5-4 NAMELIST入力データ (MATE)

NAMELIST名	変数名	内 容
MATE	IFTCON	ペレット熱伝導率選択オプション (未使用)
	FCTKF	ペレット熱伝導率に対する補正係数 (未使用)
	IFTEXP	ペレット熱膨張率選択オプション (未使用)
	FTEFAC	ペレット熱膨張率に対する補正係数
	FALFO	} ペレット熱膨張率の式の係数 (未使用)
	FALFT	
	IFYMOD	ペレットヤング率選択オプション = 0 HEDL-TME 77-33 = 1 修正 "
	YCRACK	ペレットヤング率IFYMOD=1の場合の補正係数 (内蔵値 f = 0.1) ACMIが始まってからクラックが閉じるまでヤング率を小さく (軟かく) する。
	YMODFO	} ペレットヤング率の式の係数 (未使用)
	YMODFS	
	IFPOIS	ペレットポアソン比撰択オプション (未使用)
	FPOISO	ペレットポアソン比 (定数) (未使用)
	IFCREP	ペレットクリープ計算撰択オプション (未使用)
	FIRFAC	ペレット照射クリープに対する補正係数 (未使用)
	FTRFAC	ペレット熱クリープに対する補正係数 (未使用)
	IFSWEL	ペレットスウェリング式選択オプション = 0 HEDL TME 75-19 = 1 MONJU design (N241 80-15) = 2 " (B <sub>4</sub> C膨れ+クラック効果)
	SCRACK	クラック漸減率 (内蔵値 $\left(\frac{d\epsilon}{dBu}\right)_{crack} = 0.15 \times 10^{-3} / 10^{20} \text{ cap./cm}^3$ )
	ICTCON	被覆管熱伝導率選択オプション = 0 SIEX = 1 MONJU設計値
	CK	被覆管熱伝導率 (W/cm <sup>2</sup> ) CK > 0 この値を使う (温度依存性無し) クラック CK < 0 ICTCONによる選択物性値を用いる。
	CK1	} 熱伝導率式の係数 (ICTCON = 0の場合) K(T) = K <sub>0</sub> + K <sub>1</sub> · T K <sub>0</sub> = CK1 (W/cm <sup>2</sup> )
	CK2	



NAMELIST名	変数名	内 容
MATE (続き)		$K_1 = CK2 (W/cm^{\circ}C/^{\circ}C)$ $T (^{\circ}C)$ <p>入力しない場合は内蔵値が用いられる。</p> <p>ICTEXP 被覆管熱膨張率選択オプション</p> <p>= 0 SIEX = 1 MONJU設計値</p> <p>ALPHAO ALPHAS } 熱膨張率式の係数 (ICTEXP=0の場合)</p> $\alpha_{(T)} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot T \quad \alpha_0 = ALPHAO (1/^{\circ}C)$ $\alpha_1 = ALPHAS (1/^{\circ}C/^{\circ}C)$ $T (^{\circ}C)$ <p>入力しない場合は内蔵値が用いられる。</p> <p>ICYMOD 被覆管ヤング率選択オプション</p> <p>= 0 SIEX = 1 GRO-II = 2 MONJU設計値</p> <p>YMOD0 YMODS } ヤング率の式の係数 (ICYMOD=0の場合)</p> $E_{(T)} = E_0 + E_1 \cdot T \quad E_0 = YMOD0 (dyne/cm^2)$ $E_1 = YMODS (dyne/cm^2/^{\circ}C)$ $T (^{\circ}C)$ <p>入力しない場合は内蔵値が用いられる。</p> <p>ICPOIS 被覆管ポアソン比選択オプション</p> <p>= 0 SIEX = 1 GRO-II = 2 MONJU設計値</p> <p>PNU ポアソン比 (定数) (ICPOIS=0の場合)</p> <p>入力しない場合は内蔵値が用いられる。</p> <p>ICYSTS 被覆管降伏応力関係式オプション</p> <p>= 0 SIEX = 1 MONJU設計値</p> <p>YEO YES } 降伏応力の式の係数 (ICYSTS=0の場合)</p> $\sigma_Y(T) = \sigma_Y^0 + \sigma_Y^1 \cdot T \quad \sigma_Y^0 = YEO (dyne/cm^2)$ $\sigma_Y^1 = YES (dyne/cm^2/^{\circ}C)$ $T (^{\circ}C)$ <p>入力しない場合は内蔵値が用いられる。</p>

NAMELIST名	変数名	内 容
MATE (続き)	ICSWEL	被覆管スウェリング式選択オプション = 0 スウェリング変形を考慮しない = 1 44年・45年試作S材 (stress free) = 2 44年試作K材 (stress free) = 3 45年試作K材 (stress free) = 4 HEDL-1976 (stress free) = 5 45年試作S材 (Rapsodie PNC-2,4) = 6 K45 PNC-4 K09 = 7 MONJU設計値 (WHAN-SA-51)
	ICSWST	被覆管スウェリング計算法オプション = 0 stress free swelling = 1 stress induced swelling 但し ICSWEL = 5 の場合は ICSWST = 0 にすること $R_0 = R_0 (1 + P_{(T)} \cdot \sigma_H)$ $P_{(T)} = C_1 \cdot \exp(-C_2/T)$ R <sub>0</sub> : stress free swelling σ <sub>H</sub> : フープ応力 T: clad 平均温度 (°C) C <sub>1</sub> = PTFAC1 C <sub>2</sub> = PTFAC2
	PTFAC1	} 上式のキャブレションファクター } (ICSWST = 0 の場合は不用)
	PTFAC2	
	CSWFAC	被覆管スウェリング歪に対する補正係数
	ICCTH	被覆管熱クリープ式オプション = 0 クリープ変形を考慮しない = 1 MONJU設計値 (JOYO一次K材) = 2 S44 = 3 S45 = 4 K44, 45
	CTHFAC	被覆管熱クリープ歪に対する補正係数
	ICCIR	被覆管照射クリープ式オプション = 0 クリープ変形を考慮しない = 1 MONJU設計値 (Gilbertの式)

NAMELIST名	変数名	内容
MATE (続き)		<p>= 2 PNCの式</p> $\dot{\epsilon} = [B_0 + \{1 - \operatorname{sech}^2 \left( \frac{\phi_t}{f \cdot r} \right)\}] D \cdot \dot{R}_{sw} \cdot \phi$ <p>TAUFAC ICCIR = 2の場合のキャリブレーション・ファクター (上式のf)</p> <p>CIRFAC 被覆管照射クリープに対する補正係数</p> <p>MNACOR 被覆管外表面Na腐食計算式オプション</p> <p>= 1 <math>\dot{C}_0 = 2.0762 \times 10^5 \exp(-17420/1.987 - T_k)</math>  <math>C_0 (\mu\text{m}/\text{year})</math>  <math>T_k (\text{°C})</math></p> <p>= 2 <math>C_0 = a \cdot x / 365 (x \times 24 \geq H_0)</math>  <math>= a (x \times 24 &lt; H_0)</math>  <math>a (\mu\text{m})</math>  <math>x (\text{day})</math></p> <p>CONA0 } MNACOR = 2の場合の係数及び定数          CONA1 } <math>a = \text{CONA0} (\mu\text{m}) \quad H_0 = \text{CONA1} (\text{hour})</math></p> <p>ITRUP 被覆管クリープ損傷計算オプション</p> <p>= -2 LMPを応力の5次までの式で近似各係数を入力する。          95%下限値</p> <p>= -1 MONJU設計値 (JOYO一次K材) 95%下限値  <math>\log \sigma = C_1 - C_2 \cdot \text{LMP} \quad \text{LMP} = T (C_3 + \log \text{tr}) \cdot 10^{-3}</math>  <math>C_1 = 7.786 \quad C_2 = 0.34 \quad C_3 = 17.012</math></p> <p>= 0 損傷計算をしない</p> <p>= 1 tr = 10<sup>y</sup>型評価K44</p> <p>= 2 " S44</p> <p>= 3 " K45</p> <p>= 4 " S45</p> <p>VLMP0 } ITRUP = -2の場合          VLMP1 } <math>\text{LMP} = I_0 + I_1 \cdot S + I_2 \cdot S^2 + I_3 \cdot S^3 + I_4 \cdot S^4 + I_5 \cdot S^5</math>          VLMP2 } <math>S = \log_{10} \sigma</math>          VLMP3 } の各係数 <math>I_0 = \text{VLMP0}</math>          VLMP4 } <math>I_1 = \text{VLMP1}</math>          VLMP5 } <math>I_2 = \text{VLMP2}</math>  <math>I_3 = \text{VLMP3}</math>  <math>I_4 = \text{VLMP4}</math></p>

NAMELIST名	変数名	内 容																				
MATE (続き)		$I_5 = VLMP5$																				
	TRLOG 0	ITRUP = -2 の場合, MONJU 設計基準の $C_3$ に対応する係数																				
	ITRUPX	クリープ寿命評価法オプション																				
		ITRUPX = nm として 2 ケタの整数値でオプションを表わす。																				
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="border: none;"></th> <th style="border: none;">n</th> <th style="border: none;">0</th> <th style="border: none;">1</th> </tr> <tr> <th style="border: none;">m</th> <th style="border: none;"></th> <th style="border: none;">(PCMI 応力)</th> <th style="border: none;">(内外圧力のみ応力)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border: none;">0 (平均値)</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">0</td> <td style="border: none;">10</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">-1 (95%下限値)</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">-1</td> <td style="border: none;">-11</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">1 (95%上限値)</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">1</td> <td style="border: none;">11</td> </tr> </tbody> </table>		n	0	1	m		(PCMI 応力)	(内外圧力のみ応力)	0 (平均値)		0	10	-1 (95%下限値)		-1	-11	1 (95%上限値)		1	11
		n	0	1																		
	m		(PCMI 応力)	(内外圧力のみ応力)																		
	0 (平均値)		0	10																		
	-1 (95%下限値)		-1	-11																		
	1 (95%上限値)		1	11																		
		但し 95%信頼下限, 上限を選択できるのは ITRUP = 1~4 の場合のみである。																				
	NAEFF	クリープ寿命における Na 効果のオプション = 0 考慮しない = 1 考える																				
	ICNAK	Na 熱伝導率計算式オプション = 0 定数 = 1 計算式																				
	CKNA	Na 熱伝導率 (ICNAK = 0 の場合のみ) (cal/cm・sec・°C)																				
	CKNA0	$K_{Na} = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2$ $K_a (Kcal/m \cdot hr \cdot ^\circ C) \text{ の各係数}$																				
CKNA1																						
CKNA2																						
	入力しない場合は内蔵値が用いられる。																					
ICNACP	Na 比熱計算式オプション = 0 定数 = 1 計算式																					
CPNA	Na 比熱 (ICNACP = 0 のときのみ) (cal/g°C)																					
CPNA0	$C_p^{Na} = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2$ $C_p^{Na} (cal/g \cdot ^\circ C) \text{ の各係数}$																					
CPNA1																						
CPNA2																						
	入力しない場合は内蔵値が用いられる。																					

Table 5-5 NAMELIST入力データ (CALI)

NAMELIST名	変数名	内 容
CALI	BO DX AX AA BB AA1 BB1	Ross & Stout gap conductance model の係数

## 5.2 BLOCK DATA

入力データの中で下記のデータはBLOCK DATAでプログラム開始時の値を定義しているため、下記で定義している値でよい場合は、入力する必要がない。

Table 5-6 BLOCK DATA内蔵値

DATA ALPHAO, ALPHAS	/ 16.2E-6, 3.7908E-9	/
DATA CK1, CK2	/ .13283, 1.3E-4	/
DATA YMOD0, YMODS, PNU	/ 2.1236E12, -9.18E8, .32	/
DATA YEO, YES	/ 4.82E9, -1.078E7	/
DATA FALFO, FALFT	/ .6578E-5, 2.997E-9	/
DATA EMC	/ .90	/
DATA EMF	/ .80	/
DATA PI, PIT2	/ 3.1415927, 6.28318	/
DATA ICYMOD, ICPOIS, IFSWEL, ICTEXP, ICTCON, ICYSTS, ICCIR, ICCTH	/ 2, 2, 0, 1, 1, 0, 1, 1	/
DATA MHCOEF, MNACOR	/ 0, 2	/
DATA ICNACP, ICNAK	/ 1, 1	/
DATA ICSWST, ITRUP, ITRUPX, NAEFF	/ 0, -1, 0, 1	/
DATA ICSWEL	/ 4	/
DATA IFYMOD, IFPOIS, IFSWEL, IFTCON, IFCREP, MHEGEN, MHEREL, IFTEXP	/ 8*0/	/
DATA TAUFAC, HSFAC, CIRFAC, CTHFAC, CSWFAC, FTEFAC	/ 1.5, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0	/
DATA FCTKF, FSUFAC, FIRFAC, FTRFAC	/ 4*1.0	/
DATA CK	/ 0.0	/
DATA HG, HF	/ 0.0200, 17.028	/
DATA EPSTMP, EPSHG	/ 10., 0.01	/
DATA CONA0, CONA1	/ 20., 8760.	/
DATA PTFAC1, PTFAC2	/ 1.40E8, 1.34E4	/
DATA G	/ 15.0	/
DATA IPLOT, OUTSTP	/ 0, 20*0.0	/
DATA CSB10	/ 0.4152, 0.5371, 1.409, 3.072 8.917, 25.03	/
DATA FA, WP, EDDY	/ 2*0.0, 0.5	/
DATA PT	/ 30*0.0	/
DATA TINVZ	/ 1300.	/
DATA RELPW	/ 100.	/
DATA TRLOG0	/ 0.0	/
DATA CKNA, CKNA0, CKNA1, CKNA2	/ 0.1586, 79.9136, -5.06588E-2, 1.00829E-5	/
DATA CPNA, CPNA0, CPNA1, CPNA2	/ 0.3015, 0.343253, -1.38686E-4, 1.1055E-7	/
DATA B0, DX, AX, AA, BB, AA1, BB1	/ 5.0E-4, -0.2E-9, 0.24618, 13.2, 3.3, -1.158E-4, 1900.	/
DATA SCRACK, YCRACK	/ -0.15E-3, 0.1/	/
DATA IVENT, IRM, IOPF	/ 0, 6, 0 /	/
DATA NOPPD, READPX, READP	/ 1, 20*0.0, 20*0.0 /	/
DATA NOUT, NOUTN	/ 29*0.0/	/



### 5.3 実行方法

FACOM M-190におけるバッチJOBとしての実行JCLをTable 5-7に示す。

なお、本コードのサイズ等は以下に示す通りである。

ソース・プログラム……………約 3500 ステップ

実行リージョン・サイズ……………約 256 Kバイト

実行CPU Time……………照射条件, タイム・ステップ数, ペレット径方向ノード, 軸方向ノード数により異なる。1例としてM190で50タイムステップ計算した場合のB<sub>4</sub>C径方向, 軸方向ノードとCPU Timeの関係の例を下表に示す。

Table 5-8 ノード分割とCPU時間の例

B <sub>4</sub> C径方向ノード 軸方向ノード	10	8	5
28	172 sec	145	102
14	80	68	49
7	42	36	26

Table 5-7 ジョブ実行JCL

	実 行 方 法	備 考
<p>コンパイル ↓ リンケージ ↓ 実 行</p>	<pre> ***** *** *** &lt;CONTROL ROD CALCULATION PROGRAM&gt; *** *** UNIT 10=&gt;RESERVE FILE FOR PLOTTER PROGRAM ***      : 11=&gt;WORK FILE FOR TIME STEP HISTORY SUMMARY RESULT ***      : 12=&gt;WORK FILE FOR VENT TYPE CAL *** ***** //CORAL EXEC FORTCLG, PARM. FORT='NOSOURCE' //FORT. SYSPRINT DD DUMMY //FORT. SYSIN DD DSN=ソース・プログラム, DISP=SHR //LKED. SYSPRINT DD SYSOUT=A //GO. FT06F001 DD SYSOUT=A, DCB=(RECFM=FA, BLKSIZE=137) //GO. FT11F001 DD UNIT=WORK, //      DISP=(NEW, DELETE), SPACE=(CYL, (5,1), RLSE), //      DCB=(RECFM=VS, LRECL=4800, BLKSIZE=4804) //GO. FT12F001 DD UNIT=WORK, //      DISP=(NEW, DELETE), SPACE=(CYL, (5,1), RLSE), //      DCB=(RECFM=VS, LRECL=4800, BLKSIZE=4804) //GO. FT10F001 DD DSN=プロッター出力用ファイル, UNIT=DASD, //      DISP=(NEW, CATLG), SPACE=(CYL, (5,1), RLSE), //      DCB=(RECFM=VS, LRECL=4800, BLKSIZE=4804) //GO. SYSIN DD DSN=入力データ・ファイル, DISP=SHR </pre>	<p>機番 10 プロッター用出力ファイル (現記述ではディスクに 新規ファイルが作成され る。)</p> <p>機番 11, 12 計算結果の出力 編集用ワーク・ファイル</p> <p>(*)使用計算機 FACOM M-190</p>

## 6. COMMON 変数

### 6.1 COMMONの参照

各サブルーチンの参照しているCOMMON名をTable 6-1に示す。

Table 6-1 COMMON参照一覧表

サブルーチン名	COMMON ラベル名	CONT	EDBG	FGAP	INPT	INP 1	OUT 1	RBX	MEAN	SWEL	VVVV	VENT	BORE	NOUT
MAIN		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
BLOCK DATA				○	○	○				○	○	○		○
INPUT				○	○	○	○	○			○	○		○
ABSORB					○	○		○						
CSINTR					○	○	○	○						
CDELD		○			○	○	○	○		○				
HGAP		○	○	○	○	○	○	○	○		○	○		
FSINTR					○			○	○					
FDELD					○	○	○	○	○	○				
RELOC					○		○	○						
HEGAS					○			○	○					
PPRES					○		○	○						
STRES2		○			○	○	○	○	○					
CSWEL										○				
CCIR										○				
OUTSUM		○			○		○	○				○	○	
VENTP					○		○	○				○		

6.2 COMMONの内容説明

Table 6-2 COMMON<CONT>

変数名	内 容	
PINT 1(28)	ギャップ・コンダクタンス計算中のペレット・被覆管接触圧	dynes/cm <sup>2</sup>
PINT 2(28)	“ 収束後の “	“
STRSF (28)	ペレット reference stress	“
SRI (30)	被覆管内面半径方向応力	“
STI (30)	“ 円周方向応力	“
SZI (30)	“ 軸方向応力	“
STRSI (30)	“ 等価応力	“
SRO (30)	被覆管外面半径方向応力	“
STO (30)	“ 円周方向応力	“
SZO (30)	“ 軸方向応力	“
STRSO (30)	“ 等価応力	“
SYIELD (30)	被覆管降状応力	“
EPLA (30)	被覆管塑性歪	

Table 6-3 COMMON<EDBG>

変数名	内 容
DUMP (25, 30, 7)	ギャップ・コンダクタンス未収束時の状況プリントアウト用領域
IERRO (30)	“ 軸方向ノードフラッグ
ITT 3	ギャップ・コンダクタンス収束計算繰返し回数

Table 6-4 COMMON &lt;FGAP&gt;

変数名	内	容
HGASS (30)	Ross & Stout gap conductance	ガス熱伝達成分 W/cm <sup>2</sup> ・°C
HSOLID (30)	"	接触熱伝達成分 "
HRADD (30)	"	輻射成分 "
EPSTMP	"	ペレット表面温度判定値
EPSHG	"	収束判定値
EMF	"	ペレット表面エミッシビティ
EMC	"	被覆管表面エミッシビティ

Table 6-5 COMMON &lt;INPT&gt;

変数名	内	容
ALFA (20)	タイトル (80 文字)	
FLEN	ペレットスタック長	cm
FD	初期ペレット直径	"
DP	初期被覆管外径	"
CT	初期被覆管肉厚	"
HF	冷却材・被覆管熱伝達係数	W/cm <sup>2</sup> ・°C
HG	初期予測ギャップ・コンダクタンス	"
TI	冷却材入口温度	°C
DENS 0	製造時ペレット密度 (理論密度比)	frac.
TD	ペレット理論密度	g/cm <sup>3</sup>
B 10	B 中の <sup>10</sup> B割合 (原子密度比)	frac.
B 10WT	<sup>10</sup> B 富化度	wt %
B 10 FR 0	ペレット中の <sup>10</sup> B原子密度割合	atms/cm <sup>3</sup>
ISTEP	計算サイクル数	
REL PW	リロケーション開始出力	W/cm
SEGNUM	ペレットスタックの軸方向分割数	
EPLT	上部プレナム有効長	cm
EPLB	下部プレナム有効長	"
VFGINT	初期He ガス封入量	cc-stp
PRSINT	初期耐入ガス圧	atm

変数名	内	容
EXTERP	冷却材圧力	kg/cm <sup>2</sup>
FA	冷却材流路断面積	cm <sup>2</sup>
WP	ペレットぬれ縁長さ	cm
EDDY	eddy diffusivity	
G	ペレット平均結晶粒径	
CORBL	炉心部・ブランケット部境界位置	cm
RPM	基準炉出力	MW
IPLOT	プロッター用ファイル作成シグナル	
HIGHT	軸方向1セグメントの長さ	cm
TINVZ	弾・塑性境界温度	°C
NOFPD	軸方向位置数 (Flux用)	
NXCR	炉心上端位置番号	
NXCR 1	ブランケット下端位置番号	
PI	$\pi$	
PIT 2	$\pi \times 2$	
CSB 10 (6)	<sup>10</sup> B中性子吸収断面積	
POWCYL (20)	各サイクル出力	MW
TIINCR (20)	各サイクル時間	day
CRATIO (20)	各サイクル冷却材流量	g/sec
NSTEPS (20)	各サイクルのサブ・タイムステップ分割数	
DTIME (20)	各サイクルのサブ・タイムステップ時間増分	day
READFX (20)	軸方向位置 (フラックス入力用)	
READP (20)	軸方向線出力分布	
READF (6, 20)	フラックス分布	
XCR (2, 20)	制御棒位置 (各サイクル BOC, EOC)	cm
OUTSTP (20)	計算結果のサブ・タイムステップ・プリントアウト間隔	
IRM	ペレット径方向メッシュ数	
IRM 1	ペレット径方向ノード数 (= IRM + 1)	
IOPF	軸方向Flux分布オプション	
NOPPD	軸方向位置数 (Power用)	
READPX (20)	軸方向位置 (Power入力用)	
SCRACK	クラック漸減率	
YCRACK	修正ヤング率の補正係数	
TI INP (20)	各サイクル冷却材入口温度	°C

Table 6-6 COMMON < INP 1 >

変数名	内容
MLPWR	線出力計算方法オプション
MHEGEN	He ガス生成量計算方法オプション
MHEREL	He ガス放出量計算方法オプション
MHCOEF	冷却材・被覆管熱伝達係数オプション
HSFAC	Ross & Stout 熱伝達モデルの接触熱伝達係数の補正係数
FSUFAC	ペレット・スウェリングに対する補正係数
IFTCON	ペレット熱伝導率選択オプション
FCTKF	ペレット熱伝導率に対する補正係数
IFTEXP	ペレット熱膨張率選択オプション
FTEFAC	ペレット熱膨張率に対する補正係数
FALFO	}ペレット熱膨張率の式の係数
FALFT	
IFYMOD	ペレット・ヤング率選択オプション
YMODFO	}ペレット・ヤング率の式の係数
YMODFS	
IFPOIS	ペレット・ポアソン比選択オプション
FPOISO	ペレット・ポアソン比
IFCREP	ペレット・クリープ計算選択オプション
FIRFAC	ペレット照射クリープに対する補正係数
FTRFAC	ペレット熱クリープに対する補正係数
IFSWEL	ペレット・スウェリング式選択オプション
ICTCON	被覆管熱伝導率選択オプション
CK	被覆管熱伝導率 ( CK > 0 の場合はこの値を直接使用 ) ( CK < 0 の場合は ICTCON に従う )
CK 1	}熱伝導率式の係数 ( ICTCON = 0 の場合)
CK 2	
ICTEXP	被覆管熱伝導率式選択オプション
ALPHAO	}熱膨張率式の係数 ( ICTEXP = 0 の場合)
ALPHAS	
ICYMOD	被覆管ヤング率選択オプション
YMOD0	}ヤング率の式の係数 ( ICYMOD = 0 の場合)
YMODS	
ICPOIS	被覆管ポアソン比選択オプション

変数名	内容
PNU	ポアソン比 (ICPOIS=0の場合)
ICYSTS	被覆管降伏応力式選択オプション
YEO	} 降伏応力の式の係数 (ICYSTS=0の場合)
YES	
ICSWEL	被覆管スウェリング式選択オプション
ICSWST	被覆管スウェリング計算方法オプション
PTFAC 1	} 被覆管 stress induced swellingの式の係数 (ICSWST=1の場合)
PTFAC 2	
CSWFAC	被覆管スウェリング歪に対する補正係数
ICCTH	被覆管熱クリープ式オプション
CTHFAC	被覆管熱クリープ歪に対する補正係数
ICCIR	被覆管照射クリープ式オプション
TAUFAC	照射クリープ式のキャリブレーション・ファクター (ICCIR=2の場合)
CIRFAC	被覆管照射クリープに対する補正係数
MNACOR	被覆管外表面Na 腐食計算式オプション
CONAO	} Na 腐食式の係数 (MNACOR=2の場合)
CONA 1	
ITRUP	被覆管クリープ損傷計算オプション
VLMP 0	} LMP 式の係数 (ITRUP=-2の場合)
VLMP 1	
VLMP 2	
VLMP 3	
VLMP 4	
VLMP 5	
TRLOG 0	ITRUP=-2の場合・MONJU設計基準のC <sub>3</sub> に対応する係数
ITRUPX	クリープ寿命評価法オプション
NAEFF	クリープ寿命におけるNa 効果のオプション
ICNAK	Na 熱伝導率計算式オプション
CKNA	Na 熱伝導率 (ICNAK=0の場合)
CKNA 0	} Na 熱伝導率式の係数 (ICNAK=1の場合)
CKNA 1	
CKNA 2	
ICNACP	Na 比熱計算式オプション
CPNA	Na 比熱 (ICNACP=0の場合)



変数名	内容
CPNA 0 CPNA 1 CPNA 2	} Na 比熱式の係数 (ICNACP = 1 の場合)

Table 6-7 COMMON <OUT 1 >

変数名	内容
EPSTC (30)	被覆管熱歪
DECIR (30)	” 照射クリープ歪増分
DECTH (30)	” 熱クリープ歪増分
DECSW (30)	” スウェリング歪増分
DEPCT (30)	” total 歪増分 (照射クリープ+熱クリープ+スウェリング)
TECIR (30)	” 積算照射クリープ歪
TECTH (30)	” 積算熱クリープ歪
TECSW (30)	” 積算スウェリング歪
TEPCT (30)	” total 積算歪 (照射クリープ+熱クリープ+スウェリング)
UF (30)	” 積算クリープ損傷和
DUF (30)	” クリープ損傷和増分
DTHICK (30)	” 積算肉厚減少量
DDTHIC (30)	” 肉厚減少量増分
OGAP (30)	被覆管・ペレット間ギャップ (hot, 前タイムステップ)
HOTGP (30)	被覆管・ペレット間ギャップ (hot)
GKHE (30)	ギャップガス熱伝導率
EROUG (30)	(被覆管+ペレット) 平均表面粗さ
HC (30)	冷却材・被覆管熱伝導率
TJUMP (30)	ギャップ・ガス temperature jump distance
TEFRE (28)	ペレット・リロケーション量 (ギャップ・コンダクタンス計算収束後) (未使用)
TMPREL (28)	” (ギャップ・コンダクタンス収束計算中) ( ” )
EPSTF (10, 28)	ペレット熱歪
DEFSW (10, 28)	” スウェリング歪増分
DEFGR (10, 28)	” クリープ歪増分
DEPFT (10, 28)	” total 歪増分 (スウェリング+クリープ)
TEFSW (10, 28)	” 積算スウェリング歪

変数名	内容
TEFCR (10,28)	〃 積算クリープ歪
TEPFT (10,28)	〃 total積算歪 (スウェリング+クリープ)
GAPVOL (30)	被覆管・ペレット間ギャップ体積 <span style="float:right">cm</span>
TEFSWC (10,28)	クラックに伴うペレット・スウェリング歪の積算値
DEFSWC (10,28)	〃 の増分値
ESWSAV (10,28)	ペレット平均スウェリング
STACKL(2,28)	スタック長 (各メッシュ軸方向長さ)

Table 6-8 COMMON <RBX >

変数名	内容
RO	製造時ペレット外半径: $r_0$
RO 2	$r_0^2$
RIDP	製造时被覆管内径
DELR	ペレット半径方向メッシュ幅
NSEG	ペレット・スタック軸方向分割数
NSEGM 1	軸方向分割数 (ペレット・スタック+プレナム)
TINC	メイン・タイムステップ内経過時間
DTM	サブ・タイムステップ時間増分
KSTEP	メイン・タイムステップ番号
JSTEP	サブ・タイムステップ番号
EFPD	E. F. P. D. (total経過時間)
XCRN	制御棒引き抜き長さ
RC (11,28)	ペレット内メッシュ半径 (cold)
RH (11,28)	〃 (hot)
X (30)	軸方向位置
P (28)	軸方向線出力分布
HGP (28)	ギャップ・コンダクタンス
RT (11,28)	ペレット内温度分布
CLODT (30)	被覆管外表面温度
CLIDT (30)	〃 内表面温度
TCOOL (30)	冷却材温度
RISWEL (30)	被覆管内径 (hot)

変数名	内容
DELTAD (30)	被覆管全歪 (熱歪を除く)
DPSWEL (30)	被覆管外半径 (hot)
DFSWEL (28)	ペレット全歪 (熱歪を除く)
COLDGP (28)	ペレット・被覆管ギャップ幅 (cold)
VFGR (10, 28)	He ガス放出量
VFG (28)	He ガス生成量
BUAV	平均燃焼度
BUMX	最高燃焼度
PAV	平均線出力
PMX	最大線出力
FLFAV	平均フラックス (fast)
FLTAV	平均フラックス (total)
FLFMX	最大フラックス (fast)
FLTMX	"          (total)
TOTFG	He ガス生成量
TOTFGR	He ガス放出量
PGR	He ガス放出率 (平均)
PLENP	プレナム圧力
RMX	被覆管最大半径
TEMPMX	ペレット最高温度
FLUENC (30)	中性子照射量 (fast, 積算)
FLUNCI (30)	"          (fast, 増分)
FLUENT (30)	"          (total, 積算)
FLUNTI (30)	"          (total, 増分)
BU (28)	積算燃焼度
BUI (28)	燃焼度増分
FLUXF (30)	高速中性子束
FLUXT (30)	total 中性子束
DENS 1 (10, 28)	ペレット密度
B 10 FR 1 (28)	<sup>10</sup> B 原子密度
DPSWEC (30)	被覆管外半径 (cold)
VR (10)	ペレット径方向メッシュの体積比
VRT (10)	ペレット径方向メッシュまでの積算体積比

Table 6-9 COMMON <MEAN >

変数名	内容
TMEANX (28)	ペレット弾性領域リングの体積平均温度
RINVX (28)	弾・塑性境界半径
RTM (10,28)	ペレット・メッシュ代表温度

Table 6-10 COMMON <SWEL >

変数名	内容
PT (30)	温度依存の stress induced swelling への寄与を示す係数
RO (30)	stress free swelling
TAUB (30)	incubation time

Table 6-11 COMMON <VVVV >

変数名	内容
BO	} Ross & Stout gap conductance model の係数
DX	
AX	
AA	
BB	
AA 1	
BB 1	



7. サンプル入出力

CARD	.....1.....2.....3.....4.....5.....6.....7.....8
1	&FUEL
2	ALFA='J0V0', MK='1', III '1', MCRC', 'C6 '1', 'CYCL', 'E 0 '1, '1 2 '1,
3	'1', '1', '1', '1', '1', '1', '1', '1',
4	
5	
6	SEGNW = 13.,
7	FLN = 65., FC = 1.632, DP = 1.809, CT = 0.08,
8	TR = 2.35, DENS0 = 0.97, PIOWT = 0.91,
9	PLENVA = 0.0, PLENVT = 57.3, PRSINT = 1.0,
10	MLPWR = 0,
11	IVENT = 1, DIVING = 2.068, VENTH = 25.1,
12	
13	&END
14	SCNPL EXTRP = 1.4,
15	CPATIO = 3*133., TIIMP = 3*370.,
16	
17	&LIST ISTEP = 3, PPWCYL = 3*100.,
18	TIMEC7 = 27.9, 43.6, 45.6,
19	OTIME = 3*5.0,
20	YCP = 42.5, 46.9,
21	39.3, 43.7,
22	41.1, 46.5,
23	OUTSTP = 3*100., IPLAT = 0,
24	INLET = 3, NUTN = 1, 7, 13,
25	
26	&MATE
27	IFSREL = 2, ITRUP = -1,
28	
29	&CALI
30	STOP

## &lt;&lt; INPUT PARAMETERS USED FOR THIS ANALYSIS &gt;&gt;

DESCRIPTION	NAME	VALUE	UNIT
(1) NUMBER OF AXIAL SEGMENTS	SEGNUM	1.3000E+01	
NUMBER OF PELLET RADIAL MESH	IRM	6	
ACTIVE ABSORBER COLUMN LENGTH	FLEN	6.5000E+02	MM
PELLET DIAMETER	FD	1.6320E+01	MM
PIN DIAMETER	DP	1.3090E+01	MM
CLADDING THICKNESS	CT	8.0000E-01	MM
*INITIAL DIAMETRAL GAP		1.7000E-01	MM
INITIAL GAP CONDUCTANCE	HG	2.0000E-02	W/CM <sup>2</sup> -C
INVISCID-BOUNDARY TEMPERATURE	TINVZ	1.3000E+03	C
FRACTION OF THEORETICAL DENSITY-UNSATURD	DENS0	9.7000E-01	
ABSORBER DENSITY	TD	2.3800E+00	GM/CC
PELLET AVERAGE GRAIN SIZE	G	1.5000E+01	MICRON
WEIGHT FRACTION OF B WHICH IS R-10	R10WT	9.1000E-01	
ATOMIC FRACTION OF B WHICH IS R-10	R10	9.1747E-01	
ATOMIC FRACTION OF B4C WHICH IS R-10	R10FR3	9.7391E+22	
EFFECTIVE PLENUM VOLUME (BOTTOM)	PLENVR	0.0	CM**3
EFFECTIVE PLENUM VOLUME (TOP)	PLENVT	5.7300E+01	CM**3
INITIAL PLENUM PRESSURE	PRSINT	1.0000E+00	ATM
INITIAL HE-GAS VOLUME	VFGINT	5.7300E+01	CM**3
*VENT TYPE OPTION SPECIFIED			
VENT TUBE HEIGHT	VENTH	2.5100E+02	MM
GIVING PELL SECTION AREA	GIVING	2.0680E+00	CM**2
(2) COOLANT FLOW AREA	FA	0.0	CM**2
WETTED PERIMETER	WP	0.0	CM
RATIO OF EDDY DIFFUSIVITY(HEAT-MOMENTUM)	EDDY	5.0000E-01	FRAC.
*EQUIVALENT DIAMETER (4.*FA/WP)		0.0	CM
COOLANT-CLADDING FILM COEFFICIENT	HF	1.7028E+01	W/CM <sup>2</sup> -C
EXTERNAL PRESSURE	EXTERP	1.4000E+00	KG/CM**2
(3) CONVERGENCE CRITERION OF TEMPERATURE CAL	EPSTND	1.0000E+01	C
CONVERGENCE CRITERION OF GAP CONDUCTANCE	EPSHG	1.0000E-02	
PLOT DATA OUTPUT TO DISK C/L=OFF/ON	IPLOT	0	

<< INPUT OPTIONS >>

DESCRIPTION	NAME	INPUT VALUE	REMARKS
* MODEL			
HE GAS GENERATION MODEL	MHEGEN	0	.....
HE GAS RELEASE MODEL	MHEREL	0	.....
LINEAR POWER MODEL	MLPWP	0	0=CALCU. FROM CAPTURE RATE, 1=INPUT DATA
NA CORROSION CLAD OUTER SURFACE	MNACOR	2	1=MONJU, 2=FITTING EQ. $C_0=A*X(X>H_0)$ $C_0=A(X<H_0)$
CLADDING THERMAL CREEP RUPTURE	ITRUP	-1	-2/-1/0/1/2/3/4 USER'S LMP/JNOYD(K)/NO CALCU/K44/S44/K45/S45
CREEP RUPTURE EVALUATION	ITRUPX	0	0=NOMINAL -1/1 95 PERCENT LOWER/UPPER LIMIT (FDP ITRUP.GT,0)
CLAD/COOLANT HEAT TRANSFER COEFF.	MHCOEF	0	0= CONSTANT (INPUT VALUE =17.0280 (W/CM**2-C) ), 1= MONJU
VENT TYPE	IVENT	1	0= SHIELD TYPE , 1= VENT TYPE
* MATERIAL PROPERTY SELECTION			
PELLET YOUNG'S MODULUS	IFYMOD	0	0=HEDL-TME 77-33, 1= MODIFIED HEDL-TME 77-33 F=0.10
PELLET POISSON'S RATIO	IFPRIS	0	;
PELLET THERMAL EXPANSION COEFF.	IFTEXP	0	.....
PELLET THERMAL CONDUCTIVITY	IFTCOY	0	;
PELLET THERMAL/IRRADIATION CREEP	IFCREP	0	.....
PELLET SWELLING	IFSWEL	2	0=HEDL-TME 75-19, 1=MONJU DESIGN, 2=(SWELLING+CRACK) F=-0.15E-03
CLADDING YOUNG'S MODULUS	ICYMOD	2	0=SIFX, 1=GRD-2, 2=MONJU
CLADDING POISSON'S RATIO	ICPRIS	2	;
CLADDING THERMAL EXPANSION COEFF.	ICTEXP	1	0=SIFX, 1=MONJU
CLADDING THERMAL CONDUCTIVITY	ICTCOY	1	;
CLADDING YIELD STRESS	ICYSTS	0	0=SIFX, 1=MONJU, 2=MONJU(NEW)
CLADDING IRRADIATION CREEP	ICCTP	1	0=NOT CALCU 1=MONJU 2=PNC ER.
CLADDING THERMAL CREEP	ICCTH	1	0=NOT CALCU 1=MONJU 2=S44 3=S45 4=K44,K45
CLADDING SWELLING	ICSWFL	4	0=NOT CALCU 1=S44,S45 2=K44 3=K45 4=HEDL-1976 EQ. 5=S45 6=K45 7=MONJU
CLADDING STRESS DEPENDENT SWELLING	ICS4ST	0	=0 STRESS FREE SWELLING, =1 STRESS INDUCED SWELLING
COOLANT SPECIFIC HEAT CAPACITY	ICWACP	1	0=CONSTANT , 1=MONJU PROVIDED VALUE 0.3015 (CAL/GR-C)
COOLANT THERMAL CONDUCTIVITY	ICWAK	1	0=CONSTANT , 1=MONJU PROVIDED VALUE 0.1586 (CAL/CM-S-C)
* PROVIDED CALIBRATION FACTORS			
PELLET THERMAL CONDUCTIVITY	FCTKFC	1.0000	
SOLID-SOLID CONDUCTION	HSFAC	1.0000	
PELLET IRRADIATION CREEP	FTRFAC	1.0000	
PELLET THERMAL CREEP	FTRFAC	1.0000	
PELLET SWELLING	FSUFAC	1.0000	
CLADDING IRRADIATION CREEP	CIRFAC	1.0000	
CLADDING THERMAL CREEP	CTHFAC	1.0000	
CLADDING SWELLING	CSWFAC	1.0000	
COEFFICIENTS OF BEST CORRELATION (STRESS INDUCED CLAD SWELLING)			
$P=C1*E^{C2(-C2/T)}$ $C1=PTFAC1, C2=PTFAC2$	PTFAC1	0.1400E+09	
	PTFAC2	13400.	
INCURATION FACTOR IN CLAD CREEP	TAUFAC	1.5000	
* GAP CONDUCTANCE MODEL (ROSS & STOUT)			
IF BU < 0.190E+04	RO =	5.000E-04	
IF BU > 1.900E+03	RO =	1.320E-03 EXP ( -1.159E-04 ( BU - 1.900E+03 ) ) + 3.300E-04	
	D =	-2.000E-10	
	A =	2.4619E-01	
* ABSORBE CROSS SECTION (BARXS)			
	1-	0.415	2- 0.537 3- 1.409
	4-	3.072	5- 8.917 6- 25.030



REFERENCE REACTOR POWER(MW)	INPUT TABLE LENGTH FLUX POWER	C / P LINE (CM)	CORE BLANKET TOP NODE	CORE BLANKET TOP NODE
100.0	15 1	9999.0		

NEUTRON FLUX DISTRIBUTION ( IPRF=0 JBYD MK-II ) POWER DISTRIBUTION ( INPUT )

AXIAL NO.	AXIAL POSITION FROM CORE BOTTOM(CM)	FLUX (1)	FLUX (2)	FLUX (3)	FLUX (4)	FLUX (5)	FLUX (6)	AXIAL NO.	AXIAL POSITION FROM CORE BOTTOM(CM)	POWER (W/CM)
1	2.50	0.269E+15	0.513E+15	0.749E+15	0.723E+15	0.169E+15	0.593E+14	1	0.0	0.0
2	7.50	0.343E+15	0.640E+15	0.892E+15	0.800E+15	0.170E+15	0.434E+14			
3	12.50	0.421E+15	0.738E+15	0.101E+16	0.867E+15	0.174E+15	0.353E+14			
4	17.50	0.433E+15	0.825E+15	0.109E+16	0.913E+15	0.181E+15	0.320E+14			
5	22.50	0.458E+15	0.841E+15	0.113E+16	0.929E+15	0.181E+15	0.290E+14			
6	27.50	0.458E+15	0.842E+15	0.113E+16	0.907E+15	0.173E+15	0.255E+14			
7	32.50	0.441E+15	0.803E+15	0.108E+16	0.837E+15	0.141E+15	0.193E+14			
8	37.50	0.402E+15	0.732E+15	0.951E+15	0.675E+15	0.614E+14	0.525E+13			
9	42.50	0.352E+15	0.642E+15	0.828E+15	0.558E+15	0.442E+14	0.307E+13			
10	47.50	0.298E+15	0.542E+15	0.703E+15	0.483E+15	0.374E+14	0.277E+13			
11	52.50	0.225E+15	0.433E+15	0.572E+15	0.402E+15	0.319E+14	0.310E+13			
12	57.50	0.140E+15	0.305E+15	0.407E+15	0.279E+15	0.160E+14	0.162E+13			
13	65.00	0.524E+14	0.164E+15	0.239E+15	0.187E+15	0.124E+14	0.199E+13			
14	75.00	0.158E+14	0.755E+14	0.127E+15	0.115E+15	0.814E+13	0.159E+13			
15	85.00	0.461E+13	0.327E+14	0.629E+14	0.662E+14	0.484E+13	0.107E+13			

CYCLE NO.	TIME INCREMENT (DAYS)	CUMULATIVE TIME (DAYS)	SUB TIME STEP	SUB TIME INCREMENT	REACTOR POWER (MW)	CR WITHDRAWN POSITION (CM) BOC EOC	COOLANT FLOW RATE (G/S)	COOLANT INLET TEMP(C)	PRINT OUT FLAG
1	27.9	27.9	7	5.00	100.	42.5 46.9	133.	370.	100.0
2	43.8	71.7	10	5.00	100.	39.3 43.7	133.	370.	100.0
3	45.6	117.	11	5.00	100.	41.1 46.3	133.	370.	100.0

CYCLE NO. = 3-(E)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JFY-1 MK-II MCR006 , CYCLE 0 1 2

REACTOR POWER	=	100.0	(MW)		
C/R WITHDRAWL	=	46.30	(CY)		
AVERAGE BURNUP	=	1.3709E+01	(10**20 CAP./CC)	MAX. BURNUP	= 3.3624E+01 (10**20 CAP./CC)
AVERAGE POWER	=	83.57	(W/CM)	MAX. POWER	= 274.94 (W/CM)
AVERAGE FLUENCE (FAST)	=	4.2695E+21	(N/CM2)	MAX. FLUENCE (FAST)	= 1.6418E+22 (N/CM2)
AVERAGE FLUENCE (TOTAL)	=	6.0102E+21	(N/CM2)	MAX. FLUENCE (TOTAL)	= 2.2002E+22 (N/CM2)
PLENUM PRESSURE	=	1.40	(KG/CM2)		
GAS RELEASE RATE	=	8.76	(%)	GENERATED GAS	= 5414.8 (CC-STP)
				RELEASED GAS	= 474.4 (CC-STP)
				REMAIND GAS	= 4940.4 (CC-STP)
REFLECT-CLADDING CONTACT	=	YES			
MAX. TEMPERATURE	=	774.7	(C)		
PLENUM TEMPERATURE (BOTTOM)	=	0.0	(C)		
PLENUM TEMPERATURE (TOP)	=	401.8	(C)		
REFLECT DIAMETRAL CHANGE (MAX.)	=	0.3027	(MM), 0.1355E+01 (%) (HOT)		
	=	0.2477	(MM), 0.1518E+01 (%) (COLD)		
CLADDING DIAMETRAL CHANGE (MAX.)	=	0.1244	(MM), 0.6977E+00 (%) (HOT)		
	=	0.0025	(MM), 0.1381E-01 (%) (COLD)		
STACK LENGTH CHANGE	=	5.1227	(MM), 0.7881E+01 (%) (HOT)		
	=	3.3974	(MM), 0.5227E+01 (%) (COLD)		
GAP VOLUME	=	2.6	(CM**3)		
PLENUM VOLUME (BOTTOM)	=	0.0	(CM**3)		
PLENUM VOLUME (TOP)	=	56.9	(CM**3)		

(\*) RESULT FOR VENT TYPE OPTION

RELEASED GAS INTO COOLANT	=	499.1	(CC-STP)
COOLANT LEVEL AT VENT TUBE	=	0.036	(CM)

CYCLE NO. = 3-(7)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JNY MK-IT MCRO06 CYCLE 0 1 2

No. Z	(CM)	TOTAL FLUX	FAST FLUX	TOTAL FLUENCE	FAST FLUENCE	LINEAR POWER	BURNUP	PIA GAP WIDTH	CONTACT PRES.	GAP CON.	CENTER TEMP.	OUTER DIA.	
		(N/CM**2-S)	(N/CM**2-S)	(N/CM**2)	(N/CM**2)	(W/CM)	(10**20) (CAP./CC)	(HOT) (MM)	(COLD) (MM)	(KG/CM2)	(W/CM2 C)	( C)	(MM)
1	2.50	1.4446E+15	1.4472E+15	2.2002E+22	1.6418E+22	274.94	3.3624E+01	-0.0216	-0.0755	192.761	1.721	778.7	16.623
2	7.50	1.4371E+15	1.1136E+15	1.7975E+22	1.3323E+22	215.89	2.7953E+01	0.0006	-0.0582	0.0	1.665	709.2	16.600
3	12.50	1.4351E+15	1.0333E+15	1.3133E+22	9.7411E+21	131.12	2.0634E+01	0.0633	0.0019	0.0	0.583	645.7	16.538
4	17.50	1.4331E+15	1.0015E+15	1.0113E+22	6.5337E+21	113.13	1.4733E+01	0.1135	0.0497	0.0	0.386	603.2	16.488
5	22.50	1.4335E+15	1.0373E+15	7.3747E+21	4.3455E+21	85.30	1.1057E+01	0.1457	0.0797	0.0	0.317	565.3	16.456
6	27.50	1.4331E+15	1.0617E+15	5.5215E+21	3.2737E+21	58.27	8.4243E+00	0.1705	0.1013	0.0	0.278	514.1	16.432
7	32.50	1.4342E+15	1.0778E+15	3.8913E+21	2.3132E+21	41.33	6.4313E+00	0.1891	0.1175	0.0	0.255	476.5	16.414
8	37.50	1.4361E+15	1.0934E+15	2.9075E+21	1.9741E+21	30.94	4.7745E+00	0.2041	0.1310	0.0	0.234	454.7	16.399
9	42.50	1.4361E+15	1.0702E+15	1.6635E+21	1.1226E+20	23.17	3.5973E+00	0.2147	0.1407	0.0	0.227	441.3	16.388
10	47.50	1.4376E+15	1.0494E+15	1.2272E+21	6.8044E+20	21.84	2.7571E+00	0.2223	0.1475	0.0	0.220	432.3	16.381
11	52.50	1.4375E+15	1.0198E+15	9.2336E+20	4.9140E+20	17.19	2.1554E+00	0.2278	0.1525	0.0	0.215	425.9	16.375
12	57.50	1.4384E+15	1.0000E+15	7.0694E+20	3.6151E+20	13.70	1.7003E+00	0.2320	0.1561	0.0	0.211	421.2	16.371
13	62.50	1.4395E+15	1.0056E+15	5.4964E+20	2.7035E+20	11.05	1.3617E+00	0.2350	0.1589	0.0	0.209	417.7	16.368

CYCLE NO. = 3-(E)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JJYD MK-II MCR006 CYCLE 0 1 2

(B4C-PELLET)

TEMPERATURE	Z (CM)	1	2	3	4	5	6	7
1	2.50	778.68	770.41	745.28	702.29	639.29	551.99	429.92
2	7.50	709.20	702.39	681.71	646.37	594.75	523.68	426.07
3	12.50	645.75	640.33	626.12	601.02	564.69	515.50	450.39
4	17.50	603.15	599.44	589.20	569.15	541.74	505.01	457.32
5	22.50	565.30	562.41	553.67	538.90	517.72	489.37	453.45
6	27.50	514.14	512.33	506.89	497.77	494.92	468.23	447.57
7	32.50	476.51	475.47	472.37	467.20	459.95	450.54	439.25
8	37.50	454.67	454.33	452.13	448.96	444.54	438.86	431.93
9	42.50	441.27	440.35	439.57	437.45	434.49	430.68	426.04
10	47.50	432.26	431.96	431.05	429.55	427.44	424.73	421.43
11	52.50	425.87	425.55	424.98	423.86	422.30	420.29	417.84
12	57.50	421.20	421.33	420.51	419.66	418.47	416.93	415.06
13	62.50	417.69	417.36	417.16	416.40	415.56	414.36	412.60

(B4C-PELLET)

RADIAL POSITION	Z (CM)	1	2	3	4	5	6	7
1	2.50	0.0	1.3854	2.7727	4.1585	5.5438	6.9292	8.3113
2	7.50	0.0	1.3343	2.7684	4.1522	5.5355	6.9192	8.2998
3	12.50	0.0	1.3799	2.7575	4.1360	5.5141	6.8913	8.2688
4	17.50	0.0	1.3745	2.7489	4.1232	5.4972	6.8702	8.2440
5	22.50	0.0	1.3717	2.7434	4.1140	5.4863	6.8573	8.2280
6	27.50	0.0	1.3696	2.7391	4.1085	5.4779	6.8472	8.2159
7	32.50	0.0	1.3672	2.7359	4.1037	5.4715	6.8392	8.2068
8	37.50	0.0	1.3666	2.7333	4.0996	5.4664	6.8329	8.1994
9	42.50	0.0	1.3657	2.7315	4.0972	5.4629	6.8285	8.1941
10	47.50	0.0	1.3651	2.7302	4.0953	5.4604	6.8254	8.1904
11	52.50	0.0	1.3646	2.7289	4.0938	5.4585	6.8231	8.1877
12	57.50	0.0	1.3643	2.7286	4.0929	5.4572	6.8214	8.1857
13	62.50	0.0	1.3640	2.7281	4.0921	5.4562	6.8202	8.1842

CYCLE NO. = 3-(F)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JYD MK-II MCR006, CYCLE 0 1 2

CLADDING TEMPERATURE & DEFORMATION

NO. Z	TEMPERATURE		DIAMETER(HOT)		DIAMETER(COLD)		SWELLING STRAIN	IRRADIATION CREEP	THERMAL CREEP	TOTAL STRAIN	THERMAL EXPANSION STRAIN	
	OUTER (C)	INNER (C)	OUTER (MM)	INNER (MM)	OUTER (MM)	INNER (MM)						
1	2.50	374.9	399.1	18.2117	16.6011	18.0925	16.4923	8.1723E-09	1.3844E-04	1.2910E-14	1.3845E-04	6.6001E-03
2	7.50	393.5	400.9	18.2103	16.6002	18.0900	16.4900	4.1543E-09	0.0	0.0	4.1543E-09	6.6821E-03
3	12.50	393.2	400.3	18.2116	16.6003	18.0900	16.4900	2.4040E-09	0.0	0.0	2.4040E-09	6.7220E-03
4	17.50	391.7	400.7	18.2123	16.6015	18.0900	16.4900	3.0990E-09	0.0	0.0	3.0990E-09	6.7600E-03
5	22.50	384.3	401.2	18.2129	16.6019	18.0900	16.4900	3.5868E-09	0.0	0.0	3.5868E-09	6.7898E-03
6	27.50	396.3	401.6	18.2133	16.6023	18.0900	16.4900	3.4439E-09	0.0	0.0	3.4439E-09	6.8141E-03
7	32.50	397.2	401.8	18.2135	16.6025	18.0900	16.4900	4.0606E-09	0.0	0.0	4.0606E-09	6.8305E-03
8	37.50	399.0	401.9	18.2138	16.6028	18.0900	16.4900	3.2853E-09	0.0	0.0	3.2853E-09	6.8430E-03
9	42.50	399.3	402.1	18.2139	16.6030	18.0900	16.4900	3.6093E-09	0.0	0.0	3.6093E-09	6.8531E-03
10	47.50	400.5	402.3	18.2141	16.6031	18.0900	16.4900	4.5875E-09	0.0	0.0	4.5875E-09	6.8612E-03
11	52.50	401.7	402.4	18.2142	16.6032	18.0900	16.4900	4.0108E-09	0.0	0.0	4.0108E-09	6.8678E-03
12	57.50	401.6	402.4	18.2143	16.6033	18.0900	16.4900	4.4117E-09	0.0	0.0	4.4117E-09	6.8732E-03
13	62.50	401.3	402.7	18.2144	16.6034	18.0900	16.4900	4.1750E-09	0.0	0.0	4.1750E-09	6.8777E-03
14	65.00	401.3	401.2	18.2142	16.6032	18.0900	16.4900	4.5423E-09	0.0	0.0	4.5423E-09	6.8684E-03

NO. 0 = BOTTOM PLENUM

NO. 14 = TOP PLENUM

CYCLE NO. = 3-(E)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JRYO MK-II MCR006 CYCLE 0 1 2

B4C PELLETS SWELLING (DV/V) ---- EACH REGION

	2	1	2	3	4	5	6
1	2.50	4.5545E-02	4.5545E-02	4.5545E-02	4.5545E-02	4.5545E-02	4.5545E-02
2	7.50	4.1944E-02	4.1944E-02	4.1944E-02	4.1944E-02	4.1944E-02	4.1944E-02
3	12.50	3.0906E-02	3.0906E-02	3.0906E-02	3.0906E-02	3.0906E-02	3.0906E-02
4	17.50	2.2109E-02	2.2109E-02	2.2109E-02	2.2109E-02	2.2109E-02	2.2109E-02
5	22.50	1.6603E-02	1.6603E-02	1.6603E-02	1.6603E-02	1.6603E-02	1.6603E-02
6	27.50	1.2637E-02	1.2637E-02	1.2637E-02	1.2637E-02	1.2637E-02	1.2637E-02
7	32.50	9.6514E-03	9.6514E-03	9.6514E-03	9.6514E-03	9.6514E-03	9.6514E-03
8	37.50	7.1678E-03	7.1678E-03	7.1678E-03	7.1678E-03	7.1678E-03	7.1678E-03
9	42.50	5.3967E-03	5.3967E-03	5.3967E-03	5.3967E-03	5.3967E-03	5.3967E-03
10	47.50	4.1387E-03	4.1387E-03	4.1387E-03	4.1387E-03	4.1387E-03	4.1387E-03
11	52.50	3.2257E-03	3.2257E-03	3.2257E-03	3.2257E-03	3.2257E-03	3.2257E-03
12	57.50	2.5504E-03	2.5504E-03	2.5504E-03	2.5504E-03	2.5504E-03	2.5504E-03
13	62.50	2.0426E-03	2.0426E-03	2.0426E-03	2.0426E-03	2.0426E-03	2.0426E-03

CYCLE NO. = 3-(F)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JAYD MK-II MCR006 CYCLE 0 1 2

HE-GAS (RELEASE/GENERATION) (CC)							TOTAL	(%)	
	2	1	2	3	4	5	6		
1	2.50	9.2297E+00	2.3337E+01	4.4229E-01	5.1030E+01	4.5113E+01	1.3390E+01	1.9715E+02	15.1
		3.4331E+01	1.0899E+02	1.8166E+02	2.5432E+02	3.2698E+02	3.9964E+02	1.3079E+03	
2	7.50	8.4133E+00	2.4716E+01	3.8007E+01	4.0937E+01	3.1738E+01	1.0560E+01	1.5447E+02	14.2
		3.0214E+01	9.0641E+01	1.5107E+02	2.1150E+02	2.7192E+02	3.3235E+02	1.0877E+03	
3	12.50	6.4765E+00	1.8352E+01	2.6241E+01	2.5831E+01	1.4732E+01	4.4423E+00	9.6125E+01	12.0
		3.2262E+01	6.6787E+01	1.1131E+02	1.5584E+02	2.0036E+02	2.4439E+02	8.0144E+02	
4	17.50	2.4350E+00	4.4225E+00	7.9517E+00	6.0834E+00	1.9225E+00	2.3813E-01	2.5110E+01	4.4
		1.5926E+01	4.7777E+01	7.9628E+01	1.1248E+02	1.4333E+02	1.7518E+02	5.7332E+02	
5	22.50	2.2228E-01	4.7883E-01	4.4384E-01	2.0831E-01	6.8906E-02	2.7341E-02	1.4494E+00	0.3
		1.1940E+01	3.5880E+01	5.9800E+01	9.3720E+01	1.0764E+02	1.3136E+02	4.3056E+02	
6	27.50	6.4515E-03	1.6918E-02	2.1162E-02	1.9608E-02	1.4260E-02	8.0584E-03	8.6858E-02	0.0
		3.1037E+00	2.7302E+01	4.5515E+01	6.3721E+01	8.2227E+01	1.0013E+02	3.2771E+02	
7	32.50	1.2088E-03	3.2795E-03	4.4764E-03	4.6229E-03	3.9255E-03	2.3153E-03	2.0328E-02	0.0
		6.2522E+00	2.0357E+01	3.4761E+01	4.8666E+01	6.2570E+01	7.6475E+01	2.5028E+02	
8	37.50	2.4414E-04	5.7733E-04	9.7784E-04	1.0909E-03	1.0523E-03	3.1345E-04	4.9346E-03	0.0
		5.1432E+00	1.5490E+01	2.5816E+01	3.6142E+01	4.6468E+01	5.6705E+01	1.8588E+02	
9	42.50	6.1265E-05	1.7534E-04	3.6293E-04	3.1404E-04	3.2606E-04	3.7423E-04	1.4443E-03	0.0
		3.2273E+00	1.1662E+01	1.9437E+01	2.7212E+01	3.4987E+01	4.2762E+01	1.3995E+02	
10	47.50	2.2174E-05	5.8182E-05	8.3720E-05	1.1175E-04	1.2305E-04	1.2382E-04	5.2670E-04	0.0
		3.2412E+00	2.8436E+01	1.4226E+01	2.0868E+01	2.4831E+01	3.2723E+01	1.0732E+02	
11	52.50	8.1224E-06	3.3435E-05	3.7274E-05	4.7874E-05	5.4844E-05	5.3223E-05	2.3013E-04	0.0
		1.3234E+00	6.3704E+00	1.1612E+01	1.6263E+01	2.0912E+01	2.5559E+01	8.3648E+01	
12	57.50	3.8201E-06	1.1180E-05	1.7857E-05	2.3459E-05	2.7704E-05	3.2436E-05	1.1444E-04	0.0
		1.8372E+00	5.5116E+00	9.1852E+00	1.2860E+01	1.6534E+01	2.0209E+01	6.6138E+01	
13	62.50	1.3883E-06	5.3677E-06	9.4634E-06	1.2611E-05	1.5180E-05	1.7083E-05	6.2194E-05	0.0
		1.4713E+00	4.4132E+00	7.3566E+00	1.0299E+01	1.3242E+01	1.6184E+01	5.2967E+01	
TOTAL		2.7534E+01	7.8378E+01	1.1687E+02	1.2412E+02	1.3451E+02	1.3720E+02	4.7441E+02	8.8
		1.5041E+02	4.5122E+02	7.5206E+02	1.0529E+03	1.2537E+03	1.6545E+03	5.4148E+03	

CYCLE NO. = 3-(F)  
 TIME = 117.3 DAYS

TIME STEP NO. = 11  
 CPU TIME (SEC) = 22

JOYO MK-II MCRC06 CYCLE 0 1 2

STRESS ( CLADDING & PELLETS ) (KG/MM<sup>2</sup>)

		CLADDING OUTER				CLADDING INNER				PELLET REFERENCE STRESS	CLADDING USAGE FACTOR	CLADDING YIELD STRESS
		RADIAL	HOOP	AXIAL	EFFECT	RADIAL	HOOP	AXIAL	EFFECT			
1	2.50	-0.971	21.352	0.0	21.854	-0.971	21.352	0.0	21.854	0.0	1.529E-08	67.512
2	7.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	67.047
3	12.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.821
4	17.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.607
5	22.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.438
6	27.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.301
7	32.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.208
8	37.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.138
9	42.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.082
10	47.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	66.036
11	52.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	65.999
12	57.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	65.968
13	62.50	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	65.943
14	65.00	-0.014	0.0	0.0	0.014	-0.014	0.0	0.0	0.014	0.0	0.0	65.995

NO. 0 = BOTTOM PLENUM

NO. 14 = TOP PLENUM



<<<< TIME STEP HISTORY SUMMARY RESULT >>>>

AXIAL SEGMENT NO.= 1

MAIN TIME	SUB TIME	FFPD (DAYS)	L.W.R (W/GM)	RURNUP (10**20) (CAP./CC)	FLUENCE (FAST) (N/CM**2)	DIAMETRICAL HOT GAP (MM)	DIAMETRICAL COLD GAP (MM)	CONTACT PRESSURE (KG/CM2)	GAP CON. (W/CM2-C)	CLAD HOOP STRESS (KG/MM2)	HE GAS RELEASE RATE(%)	PELLET CENTER TEMP.(C)	CLAD USAGE FACTOR
1	1	0.0	324.4	0.0	0.0	0.2145	0.1700	0.0	0.26	0.0	0.0	811.8	0.0
1	2	4.0	314.0	1.441E+30	7.224E+20	0.2034	0.1581	0.0	0.26	0.0	6.28	804.4	0.0
1	3	10.0	307.3	2.884E+30	1.387E+21	0.1925	0.1465	0.0	0.27	0.0	9.99	798.9	0.0
1	4	15.0	299.9	4.270E+30	2.054E+21	0.1813	0.1352	0.0	0.28	0.0	11.48	796.1	0.0
1	5	20.0	290.7	5.613E+30	2.698E+21	0.1714	0.1242	0.0	0.30	0.0	11.20	794.2	0.0
1	6	25.0	281.5	6.914E+30	3.319E+21	0.1611	0.1136	0.0	0.31	0.0	10.48	795.4	0.0
1	7	27.9	276.3	7.659E+30	3.672E+21	0.1551	0.1076	0.0	0.32	0.0	10.12	798.8	0.0
2	1	27.9	357.4	7.659E+30	3.672E+21	0.1497	0.1076	0.0	0.33	0.0	23.03	910.8	0.0
2	2	32.9	352.3	9.283E+30	4.463E+21	0.1360	0.0943	0.0	0.36	0.0	22.15	928.5	0.0
2	3	37.9	345.4	1.061E+31	5.242E+21	0.1232	0.0812	0.0	0.38	0.0	20.93	931.2	0.0
2	4	42.9	338.4	1.245E+31	6.007E+21	0.1116	0.0694	0.0	0.41	0.0	19.48	916.0	0.0
2	5	47.9	331.3	1.390E+31	6.754E+21	0.1002	0.0559	0.0	0.44	0.0	17.89	901.3	0.0
2	6	52.9	322.7	1.550E+31	7.497E+21	0.0893	0.0435	0.0	0.48	0.0	16.58	887.0	0.0
2	7	57.9	312.9	1.693E+31	8.223E+21	0.0780	0.0314	0.0	0.52	0.0	15.26	873.3	0.0
2	8	62.9	316.0	1.844E+31	8.937E+21	0.0672	0.0195	0.0	0.57	0.0	14.13	859.9	0.0
2	9	67.9	320.0	1.957E+31	9.638E+21	0.0565	0.0078	0.0	0.64	0.0	13.16	846.9	0.0
2	10	71.7	326.7	2.095E+31	1.016E+22	0.0445	-0.0009	0.0	0.69	0.0	12.52	837.7	0.0
3	1	71.7	332.4	2.095E+31	1.016E+22	0.0471	-0.0009	0.0	0.71	0.0	13.90	871.6	0.0
3	2	76.7	326.3	2.245E+31	1.091E+22	0.0360	-0.0132	0.0	0.82	0.0	13.02	855.4	0.0
3	3	81.7	319.4	2.393E+31	1.163E+22	0.0253	-0.0253	0.0	0.97	0.0	12.22	841.2	0.0
3	4	86.7	313.3	2.538E+31	1.235E+22	0.0143	-0.0371	0.0	1.14	0.0	11.52	827.6	0.0
3	5	91.7	307.1	2.640E+31	1.305E+22	0.0037	-0.0487	0.0	1.52	0.0	10.92	814.3	0.0
3	6	96.7	301.1	2.812E+31	1.374E+22	-0.0072	-0.0600	64.87	1.70	7.03	10.39	806.3	2.880E-11
3	7	101.7	295.3	2.955E+31	1.441E+22	-0.0111	-0.0642	100.06	1.71	11.01	9.92	801.0	2.648E-10
3	8	106.7	289.4	3.087E+31	1.507E+22	-0.0143	-0.0681	132.31	1.71	14.61	9.50	794.6	1.198E-09
3	9	111.7	282.6	3.220E+31	1.572E+22	-0.0181	-0.0717	161.92	1.72	17.91	9.13	786.9	3.731E-09
3	10	116.7	276.0	3.347E+31	1.634E+22	-0.0212	-0.0751	189.46	1.72	20.98	8.80	779.4	9.268E-09
3	11	117.3	274.3	3.363E+31	1.642E+22	-0.0216	-0.0755	190.76	1.72	21.35	8.76	778.7	1.529E-08

<<<< TIME STEP HISTORY SUMMARY RESULT >>>>

AXIAL SEGMENT NO.= 7

MAIN TIME STEP	SUB TIME STEP	EFBD (DAYS)	L.H.P (W/CM)	BURNUP (CAP.%)	FLUENCE (N/CM**2)	DIAMETRAL HOT GAP (MM)	DIAMETRAL COLD GAP (MM)	CONTACT PRESSURE (KG/CM2)	GAP CON. (W/CM2-C)	CLAD HOOP STRESS (KG/MM2)	HE GAS RELEASE RATE (%)	PELLET CENTER TEMP. (C)	CLAD USAGE FACTOR
1	1	0.0	63.0	0.0	0.0	0.2419	0.1700	0.0	0.21	0.0	0.0	493.4	0.0
1	2	5.0	59.9	2.748E-01	8.811E+19	0.2397	0.1678	0.0	0.21	0.0	6.28	487.8	0.0
1	3	10.0	57.0	5.401E-01	1.707E+20	0.2375	0.1656	0.0	0.21	0.0	9.99	482.6	0.0
1	4	15.0	54.2	7.907E-01	2.482E+20	0.2354	0.1635	0.0	0.21	0.0	11.48	477.6	0.0
1	5	20.0	51.7	1.029E+00	3.209E+20	0.2334	0.1616	0.0	0.21	0.0	11.20	472.7	0.0
1	6	25.0	49.2	1.257E+00	3.893E+20	0.2315	0.1598	0.0	0.22	0.0	10.48	468.1	0.0
1	7	27.9	47.3	1.325E+00	4.275E+20	0.2304	0.1587	0.0	0.22	0.0	10.12	465.5	0.0
2	1	27.9	73.9	1.335E+00	4.275E+20	0.2311	0.1587	0.0	0.22	0.0	23.03	515.0	0.0
2	2	32.9	72.0	1.718E+00	5.409E+20	0.2283	0.1560	0.0	0.22	0.0	22.15	511.7	0.0
2	3	37.9	70.2	2.042E+00	6.503E+20	0.2256	0.1534	0.0	0.22	0.0	20.93	508.4	0.0
2	4	42.9	68.4	2.353E+00	7.562E+20	0.2230	0.1508	0.0	0.23	0.0	19.48	505.2	0.0
2	5	47.9	66.6	2.666E+00	8.580E+20	0.2204	0.1482	0.0	0.23	0.0	17.89	502.2	0.0
2	6	52.9	65.2	2.966E+00	9.566E+20	0.2173	0.1458	0.0	0.23	0.0	16.58	499.2	0.0
2	7	57.9	63.4	3.253E+00	1.052E+21	0.2154	0.1434	0.0	0.23	0.0	15.26	496.4	0.0
2	8	62.9	61.5	3.543E+00	1.143E+21	0.2130	0.1411	0.0	0.23	0.0	14.13	493.3	0.0
2	9	67.9	59.6	3.818E+00	1.231E+21	0.2108	0.1388	0.0	0.24	0.0	13.16	490.1	0.0
2	10	71.7	58.1	4.023E+00	1.296E+21	0.2091	0.1372	0.0	0.24	0.0	12.52	487.8	0.0
3	1	71.7	67.3	4.023E+00	1.296E+21	0.2093	0.1372	0.0	0.24	0.0	13.90	505.5	0.0
3	2	76.7	65.3	4.325E+00	1.396E+21	0.2065	0.1347	0.0	0.24	0.0	13.02	502.2	0.0
3	3	81.7	63.5	4.618E+00	1.491E+21	0.2043	0.1323	0.0	0.24	0.0	12.22	499.2	0.0
3	4	86.7	61.5	4.902E+00	1.583E+21	0.2017	0.1300	0.0	0.24	0.0	11.52	495.9	0.0
3	5	91.7	59.3	5.176E+00	1.671E+21	0.1996	0.1278	0.0	0.25	0.0	10.92	492.3	0.0
3	6	96.7	57.1	5.440E+00	1.754E+21	0.1975	0.1256	0.0	0.25	0.0	10.39	489.0	0.0
3	7	101.7	55.1	5.695E+00	1.834E+21	0.1953	0.1235	0.0	0.25	0.0	9.92	485.9	0.0
3	8	106.7	53.2	5.940E+00	1.910E+21	0.1933	0.1215	0.0	0.25	0.0	9.50	482.8	0.0
3	9	111.7	51.4	6.178E+00	1.982E+21	0.1912	0.1196	0.0	0.25	0.0	9.13	479.8	0.0
3	10	116.7	49.6	6.407E+00	2.052E+21	0.1893	0.1177	0.0	0.25	0.0	8.80	476.9	0.0
3	11	117.3	49.4	6.434E+00	2.060E+21	0.1891	0.1175	0.0	0.25	0.0	8.76	476.5	0.0

<<<< TIME STEP HISTORY SUMMARY RESULT >>>>

AXIAL SEGMENT NO.= 13

MAIN TIME STEP	SUB TIME STEP	EFPD (DAYS)	L.H.R (W/GM)	BURNUP (CAP./CC)	FLUENCE (FAST) (N/CM*2)	DIAMETRAL HNT GAP (MM)	DIAMETRAL COLD GAP (MM)	CONTACT P.PRESSURE (KG/CM2)	GAP CON. (W/CM2-C)	CLAD HOOP STRESS (KG/MM2)	HE GAS RELEASE RATE(%)	PELLET CENTER TEMP.(C)	CLAD USAGE FACTOR
1	1	0.0	13.0	0.0	0.0	0.2477	0.1700	0.0	0.20	0.0	0.0	428.2	0.0
1	2	5.0	12.6	5.814E-02	1.152E+19	0.2470	0.1695	0.0	0.20	0.0	6.28	426.0	0.0
1	3	10.0	12.2	1.143E-01	2.254E+19	0.2462	0.1691	0.0	0.20	0.0	9.99	424.0	0.0
1	4	15.0	11.8	1.627E-01	3.309E+19	0.2455	0.1686	0.0	0.20	0.0	11.48	422.0	0.0
1	5	20.0	11.4	2.212E-01	4.319E+19	0.2447	0.1682	0.0	0.20	0.0	11.20	419.9	0.0
1	6	25.0	11.0	2.722E-01	5.286E+19	0.2440	0.1678	0.0	0.20	0.0	10.48	417.9	0.0
1	7	27.0	10.8	3.010E-01	5.833E+19	0.2436	0.1675	0.0	0.20	0.0	10.12	416.7	0.0
2	1	27.0	10.8	3.010E-01	5.833E+19	0.2444	0.1675	0.0	0.20	0.0	23.03	437.7	0.0
2	2	32.0	14.7	3.687E-01	7.241E+19	0.2459	0.1670	0.0	0.20	0.0	22.15	436.2	0.0
2	3	37.0	14.3	4.350E-01	8.609E+19	0.2451	0.1665	0.0	0.20	0.0	20.93	434.6	0.0
2	4	42.0	14.0	4.997E-01	9.937E+19	0.2443	0.1659	0.0	0.20	0.0	19.48	432.9	0.0
2	5	47.0	13.7	5.611E-01	1.123E+20	0.2436	0.1654	0.0	0.21	0.0	17.89	431.4	0.0
2	6	52.0	13.4	6.251E-01	1.243E+20	0.2429	0.1649	0.0	0.21	0.0	16.58	429.8	0.0
2	7	57.0	13.1	6.857E-01	1.370E+20	0.2421	0.1644	0.0	0.21	0.0	15.26	428.4	0.0
2	8	62.0	12.8	7.430E-01	1.498E+20	0.2415	0.1639	0.0	0.21	0.0	14.13	426.9	0.0
2	9	67.0	12.6	8.000E-01	1.602E+20	0.2408	0.1635	0.0	0.21	0.0	13.16	425.6	0.0
2	10	71.0	12.4	8.444E-01	1.689E+20	0.2403	0.1631	0.0	0.21	0.0	12.52	424.5	0.0
3	1	71.0	12.4	8.444E-01	1.689E+20	0.2413	0.1631	0.0	0.21	0.0	13.90	431.8	0.0
3	2	76.0	13.5	9.087E-01	1.815E+20	0.2406	0.1626	0.0	0.21	0.0	13.02	430.1	0.0
3	3	81.0	13.2	9.695E-01	1.937E+20	0.2399	0.1621	0.0	0.21	0.0	12.22	428.4	0.0
3	4	86.0	12.8	1.029E+00	2.056E+20	0.2391	0.1616	0.0	0.21	0.0	11.52	426.8	0.0
3	5	91.0	12.5	1.087E+00	2.170E+20	0.2384	0.1611	0.0	0.21	0.0	10.92	425.2	0.0
3	6	96.0	12.2	1.143E+00	2.281E+20	0.2377	0.1607	0.0	0.21	0.0	10.39	423.7	0.0
3	7	101.0	11.9	1.199E+00	2.389E+20	0.2371	0.1602	0.0	0.21	0.0	9.92	422.3	0.0
3	8	106.0	11.6	1.252E+00	2.493E+20	0.2364	0.1598	0.0	0.21	0.0	9.50	420.9	0.0
3	9	111.0	11.3	1.304E+00	2.594E+20	0.2358	0.1594	0.0	0.21	0.0	9.13	419.4	0.0
3	10	116.0	11.1	1.356E+00	2.692E+20	0.2351	0.1589	0.0	0.21	0.0	8.80	417.9	0.0
3	11	117.0	11.1	1.362E+00	2.704E+20	0.2350	0.1589	0.0	0.21	0.0	8.76	417.7	0.0

<<<< TIME STEP HISTORY SUMMARY RESULT FOR VENT TYPE >>>>

MAIN TIME STEP	SUB TIME STEP	EFPD (DAYS)	HE GAS RELEASED INTO COOL.			HE GAS IN PLENUM			HE GAS RELEASED FROM R4C (CC)	PLENUM VOLUME		PLENUM TEMP.		LEVEL TO BENT TUBE (CM)	WARNING
			TOTAL (CC)	BOTTOM (CC)	TOP (CC)	TOTAL (CC)	BOTTOM (CC)	TOP (CC)		BOTTOM (C)	TOP (C)				
1	1	0.0	23.9	0.0	23.9	33.4	0.0	33.4	0.0	0.0	57.7	0.0	409.6	0.0	OFF
1	2	5.0	38.5	0.0	38.5	33.5	0.0	33.5	14.7	0.0	57.7	0.0	408.0	0.0	OFF
1	3	10.0	69.6	0.0	69.6	33.5	0.0	33.5	45.8	0.0	57.6	0.0	406.5	0.0	OFF
1	4	15.0	101.2	0.0	101.2	33.5	0.0	33.5	77.4	0.0	57.6	0.0	405.1	0.0	OFF
1	5	20.0	122.4	0.0	122.4	33.6	0.0	33.6	92.6	0.0	57.6	0.0	403.6	0.0	OFF
1	6	25.0	136.6	0.0	136.6	33.6	0.0	33.6	112.9	0.0	57.6	0.0	402.1	0.0	OFF
1	7	27.9	144.1	0.0	144.1	33.6	0.0	33.6	120.4	0.0	57.5	0.0	401.2	0.0	OFF
2	1	27.9	298.2	0.0	298.2	32.9	0.0	32.9	273.9	0.0	57.5	0.0	416.2	0.0	OFF
2	2	32.9	349.3	0.0	349.3	32.9	0.0	32.9	324.9	0.0	57.5	0.0	415.2	0.0	OFF
2	3	37.9	387.9	0.0	387.9	32.8	0.0	32.8	363.5	0.0	57.5	0.0	414.0	0.0	OFF
2	4	42.9	414.0	0.0	414.0	32.8	0.0	32.8	382.6	0.0	57.4	0.0	412.8	0.0	OFF
2	5	47.9	429.1	0.0	429.1	32.8	0.0	32.8	403.6	0.0	57.4	0.0	411.7	0.0	OFF
2	6	52.9	439.7	0.0	439.7	32.8	0.0	32.8	415.3	0.0	57.4	0.0	410.6	0.0	OFF
2	7	57.9	443.7	0.0	443.7	32.8	0.0	32.8	419.3	0.0	57.3	0.0	409.5	0.0	OFF
2	8	62.9	446.1	0.0	446.1	32.8	0.0	32.8	421.6	0.0	57.3	0.0	408.5	0.0	OFF
2	9	67.9	447.5	0.0	447.5	32.8	0.0	32.8	423.0	0.0	57.3	0.0	407.5	0.0	OFF
3	1	71.7	448.4	0.0	448.4	32.8	0.0	32.8	424.0	0.0	57.2	0.0	406.8	0.0	OFF
3	2	71.7	495.4	0.0	495.4	32.6	0.0	32.6	471.6	0.0	57.2	0.0	411.9	0.0	OFF
3	3	74.7	498.2	0.0	498.2	32.6	0.0	32.6	473.5	0.0	57.2	0.0	410.7	0.0	OFF
3	4	81.7	498.7	0.0	498.7	32.6	0.0	32.6	474.0	0.0	57.2	0.0	409.5	0.0	OFF
3	5	84.7	498.9	0.0	498.9	32.6	0.0	32.6	474.2	0.0	57.1	0.0	408.4	0.0	OFF
3	6	91.7	498.9	0.0	498.9	32.6	0.0	32.6	474.2	0.0	57.1	0.0	407.2	0.0	OFF
3	7	94.7	499.0	0.0	499.0	32.6	0.0	32.6	474.3	0.0	57.1	0.0	406.2	0.0	OFF
3	8	101.7	499.1	0.0	499.1	32.6	0.0	32.6	474.4	0.0	57.1	0.0	405.1	0.0	OFF
3	9	104.7	499.1	0.0	499.1	32.6	0.0	32.6	474.4	0.0	57.0	0.0	404.1	0.0	OFF
3	10	111.7	499.1	0.0	499.1	32.6	0.0	32.6	474.4	0.0	57.0	0.0	403.0	0.017	OFF
3	11	114.7	499.1	0.0	499.1	32.6	0.0	32.6	474.4	0.0	56.9	0.0	401.9	0.034	OFF
3	12	117.3	499.1	0.0	499.1	32.6	0.0	32.6	474.4	0.0	56.9	0.0	401.8	0.036	OFF
3	13	117.3	499.1	0.0	499.1	32.6	0.0	32.6	474.4	0.0	54.1	0.0	370.0	1.017	OFF

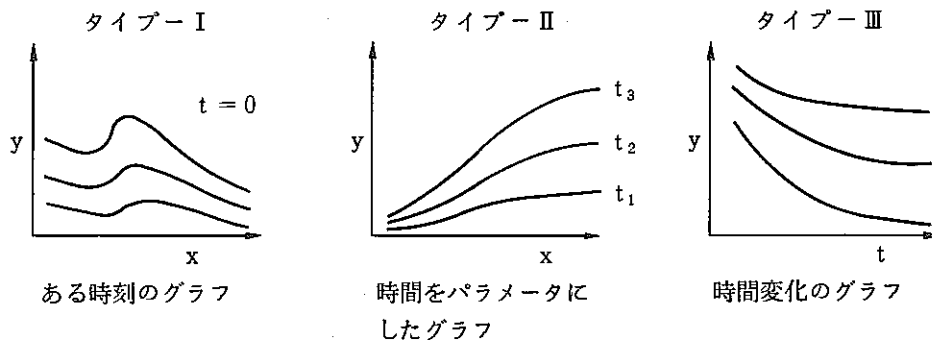
## 8. プ ロ ッ タ ー

### 8.1 概 要

本プログラムはCORALで計算結果が書き出されたファイルを読み込みグラフを作成するプログラムである。

CORALでは各タイムステップで主要な計算結果をファイルに書き出しているが、本プログラムではその中から、変数名あるいはステップ番号を入力することにより、必要なグラフだけを出力させることができる。

グラフのタイプは下記の3通りを用意している。



いずれのタイプも1枚のグラフに最大10本までのプロットが可能である。

プロッターの種類はヴァーサティック、カルコンプ、テクトロいずれも使用可能である。

## 8.2 CORAL からの出力データ

## (1) 各タイムステップの出力

変数の内容	制御棒解析コードでの変数名	プロッタープログラムでの変数名
炉出力 (MW)	POWCYL	D1(1)
E. F. P. D. (days)	EFPD	D1(2)
引抜位置 (cm)	XCRN	D1(3)
平均線出力 (W/cm)	PAV	D1(4)
平均燃焼度 ( $10^{20}$ cap/cc)	BUAV	D1(5)
最高フルエンス ( $N/cm^2$ )	FLFMX	D1(6)
プレナム圧力 ( $kg/cm^2$ )	PLENP	D1(7)
集合体平均ガス放出率(%)	PGR	D1(8)
軸方向位置 (cm)	X (I)      I=1, NSEG	D2 (I, 1)      I = 1, NSEG
線出力 (W/cm)	P (I)      "	D2 (I, 2)      "
燃焼度 ( $10^{20}$ cap/cc)	BU (I)      "	D2 (I, 3)      "
フルエンス ( $N/cm^2$ )	FLUENC (I) I=1, NSEGM1	D2 (I, 4)      I=1, NSEGM1
ギャップ幅 (直径mm)	DGAP (I)    I=1, NSEG	D2 (I, 5)      I=1, NSEG
接触圧 ( $kg/cm^2$ )	PINT2W(I)   "	D2 (I, 6)      "
ギャップコンダクタンス ( $W/cm^2 \text{ } ^\circ C$ )	HGP (I)      "	D2 (I, 7)      "
被覆管スウェリング歪 (cm/cm)	TECSW (I)   "	D2 (I, 8)      "
被覆管照射クリープ歪	TECIR (I)    I=1, NSEGM1	D2 (I, 9)      I=1, NSEGM1
被覆管熱クリープ歪	TECTH (I)   "	D2 (I, 10)     "
被覆管Total歪	TEPCT (I)   "	D2 (I, 11)     "
冷却材温度 ( $^\circ C$ )	TCOOL (I)   "	D2 (I, 12)     "
被覆管外面温度	CLODT (I)   "	D2 (I, 13)     "
被覆管内面温度	CLIDT (I)   "	D2 (I, 14)     "
被覆管外径 (mm)	COD (I)      "	D2 (I, 15)     "
被覆管内径 (mm)	CID (I)      "	D2 (I, 16)     "
Heガス生成量 (cc)	VFG (I)      I=1, NSEG	D2 (I, 17)     I=1, NSEG
Heガス放出量 (cc)	VFR (I)      "	D2 (I, 18)     "
被覆管外面半径方向応力 ( $kg/mm^2$ )	FOUT (1, I) I=1, NSEGM1	D2 (I, 19)     I=1, NSEGM1
被覆管内面半径方向応力	FOUT (2, I)   "	D2 (I, 20)     "
被覆管外面円周方向応力	FOUT (3, I)   "	D2 (I, 21)     "

変数の内容	制御棒解析コードでの変数名	プロッタープログラムでの変数名
被覆管内面円周方向応力	FOUT (4, I) I=1, NSEGM1	D2 (I, 22) I=1, NSEGM1
被覆管外面軸方向応力	FOUT (5, I) "	D2 (I, 23) "
被覆管内面軸方向応力	FOUT (6, I) "	D2 (I, 24) "
被覆管外面等価応力	FOUT (7, I) "	D2 (I, 25) "
被覆管内面等価応力	FOUT (8, I) "	D2 (I, 26) "
ペレット reference stress	FOUT (9, I) I=1, NSEG	D2 (I, 27) I=1, NSEG
Relocation量 (rad) (cm)	TEFRE (I) "	D2 (I, 28) "
ペレット平均スウェリング歪 ( $\Delta V/V$ )	ESWSAV (I) "	D2 (I, 29) "
ペレット温度 (°C)	RT (IR, IZ) IR=1, 11 IZ=1, NSEG	D3 (IR, IZ, 1) IR=1, 11 IZ=1, NSEG
ペレット coldメッシュ位置 (mm)	RCW (IR, IZ) IR=1, 11 IZ=1, NSEG	D3 (IR, IZ, 2) IR=1, 11 IZ=1, NSEG
ペレット hotメッシュ位置 (mm)	RHW (IR, IZ) IR=1, 11 IZ=1, NSEG	D3 (IR, IZ, 3) IR=1, 11 IZ=1, NSEG
ペレットスウェリング歪 ( $\Delta V/V$ )	TEFSW IR=1, 10 (IR, IZ) IZ=1, NSEG	D3 (IR, IZ, 4) IR=1, 10 IZ=1, NSEG
Heガス放出量 (cc)	VFGR IR=1, 10 (IR, IZ) IZ=1, NSEG	D3 (IR, IZ, 5) IR=1, 10 IZ=1, NSEG
残留Heガス量 (cc)	VFLM IR=1, 10 (IR, IZ) IZ=1, NSEG	D3 (IR, IZ, 6) IR=1, 10 IZ=1, NSEG

(2) 出力ファイルの構成

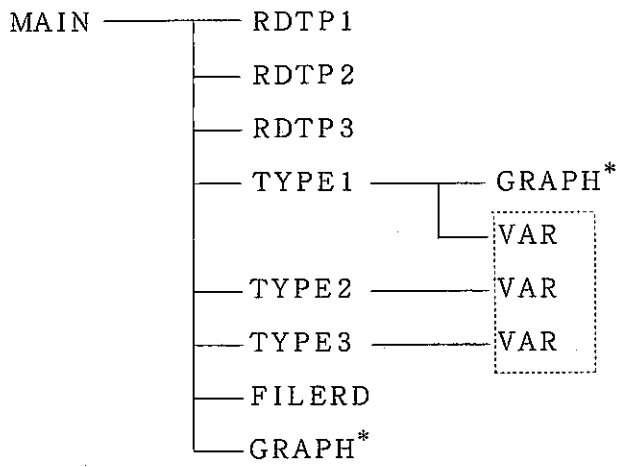
A	ALFA , D2 (IZ, 1) (計算のタイトル) (軸方向位置: IZ=1, NSEGM1)
B	KSTEP , JSTEP , D1(1)~D1(8) (メインタイムステップ) (サブタイムステップ)
C	D2 (IZ, 2) ~ D2 (IZ, 11)
D	D2 (IZ, 12) ~ D2 (IZ, 18)
E	D2 (IZ, 19) ~ D2 (IZ, 29)
F	D3 (IR, IZ, 1)
G	D3 (IR, IZ, 2)
H	D3 (IR, IZ, 3)
I	D3 (IR, IZ, 4)
J	D3 (IR, IZ, 5)
K	D3 (IR, IZ, 6)

※A~Kはそれぞれ1レコード(フォーマットなし出力文の)。Aは全データの先頭、B~Kはタイムステップ数だけ繰り返す。



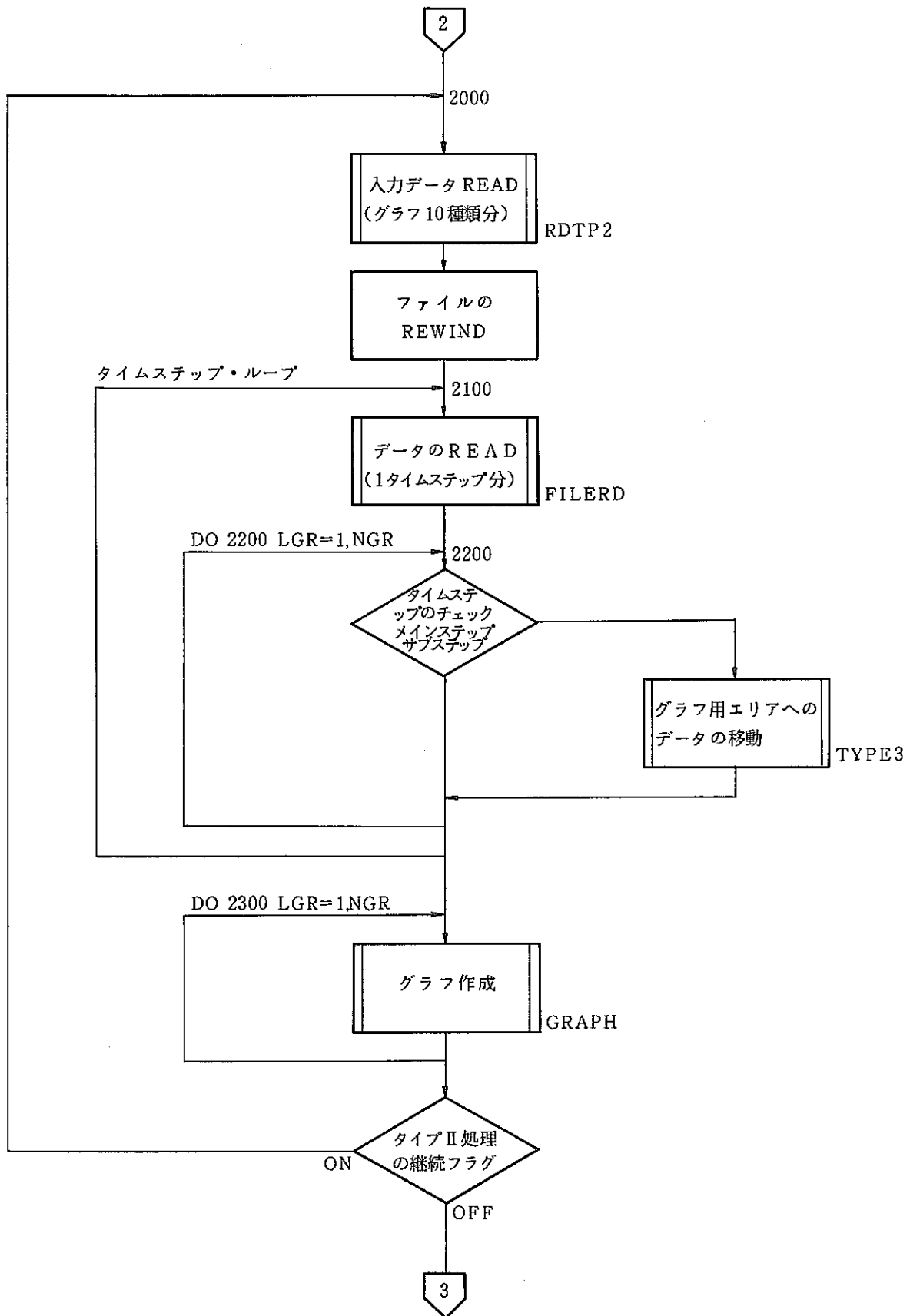
### 8.3 プログラムの構造とフロー

#### プログラム構造

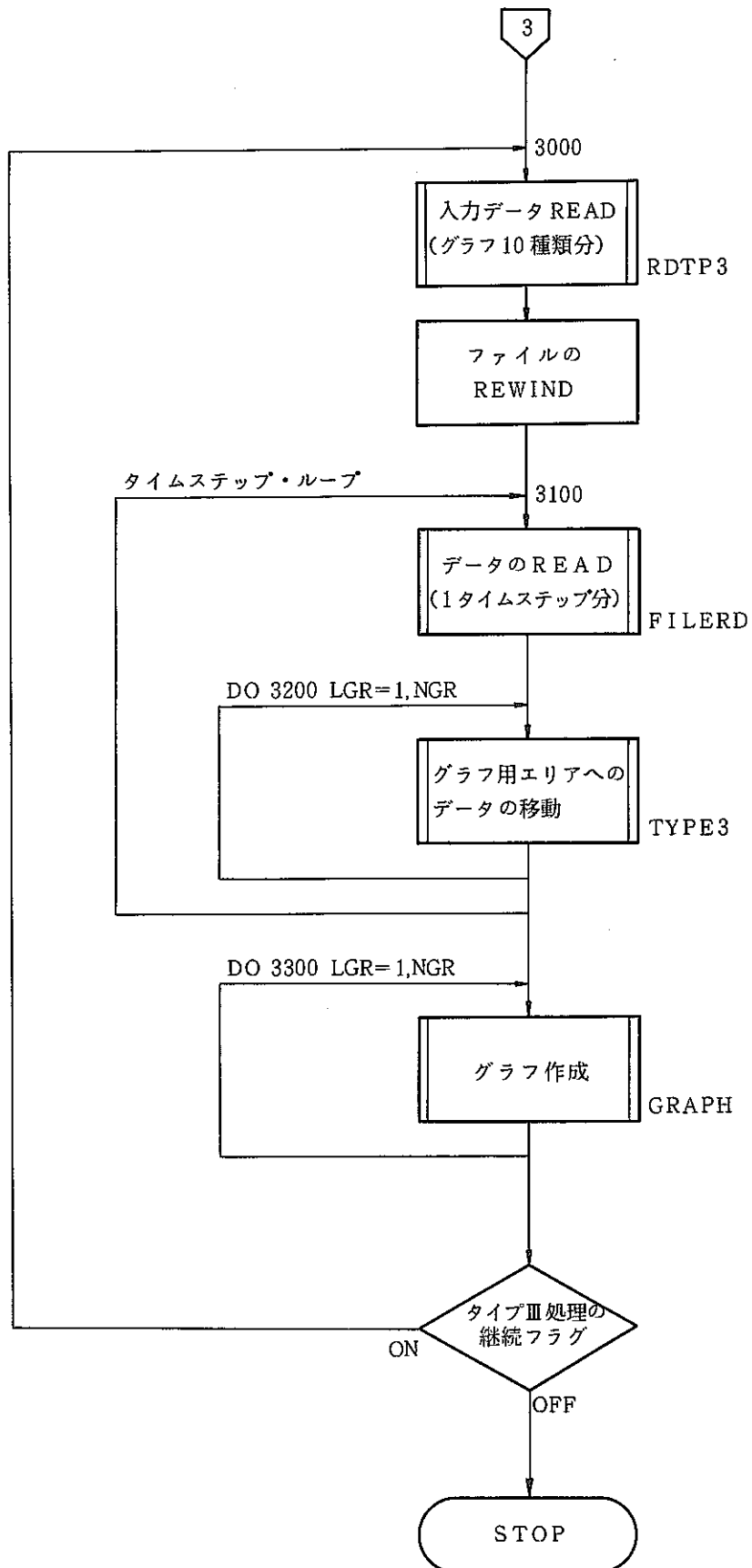




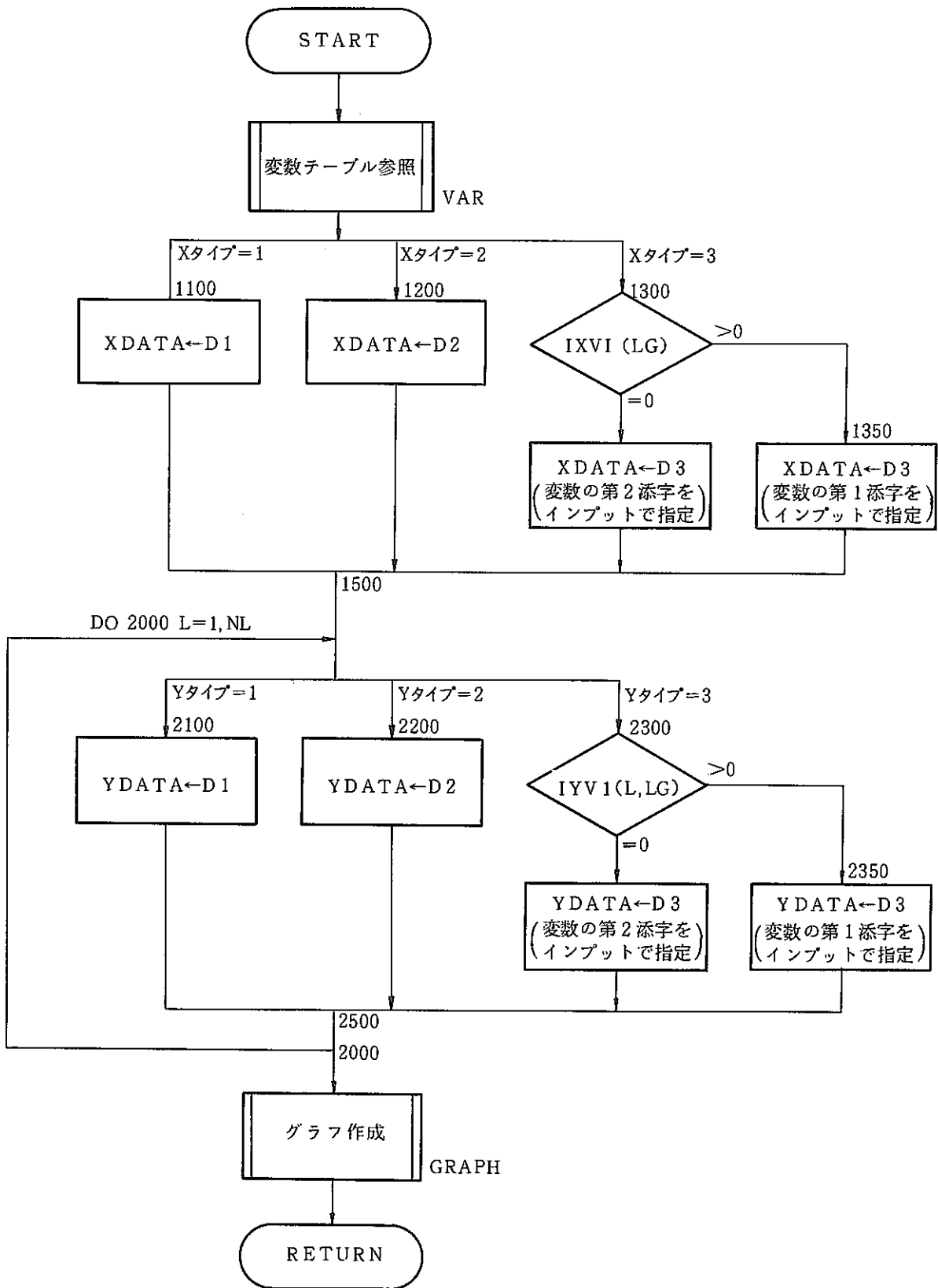
(TYPE-II)



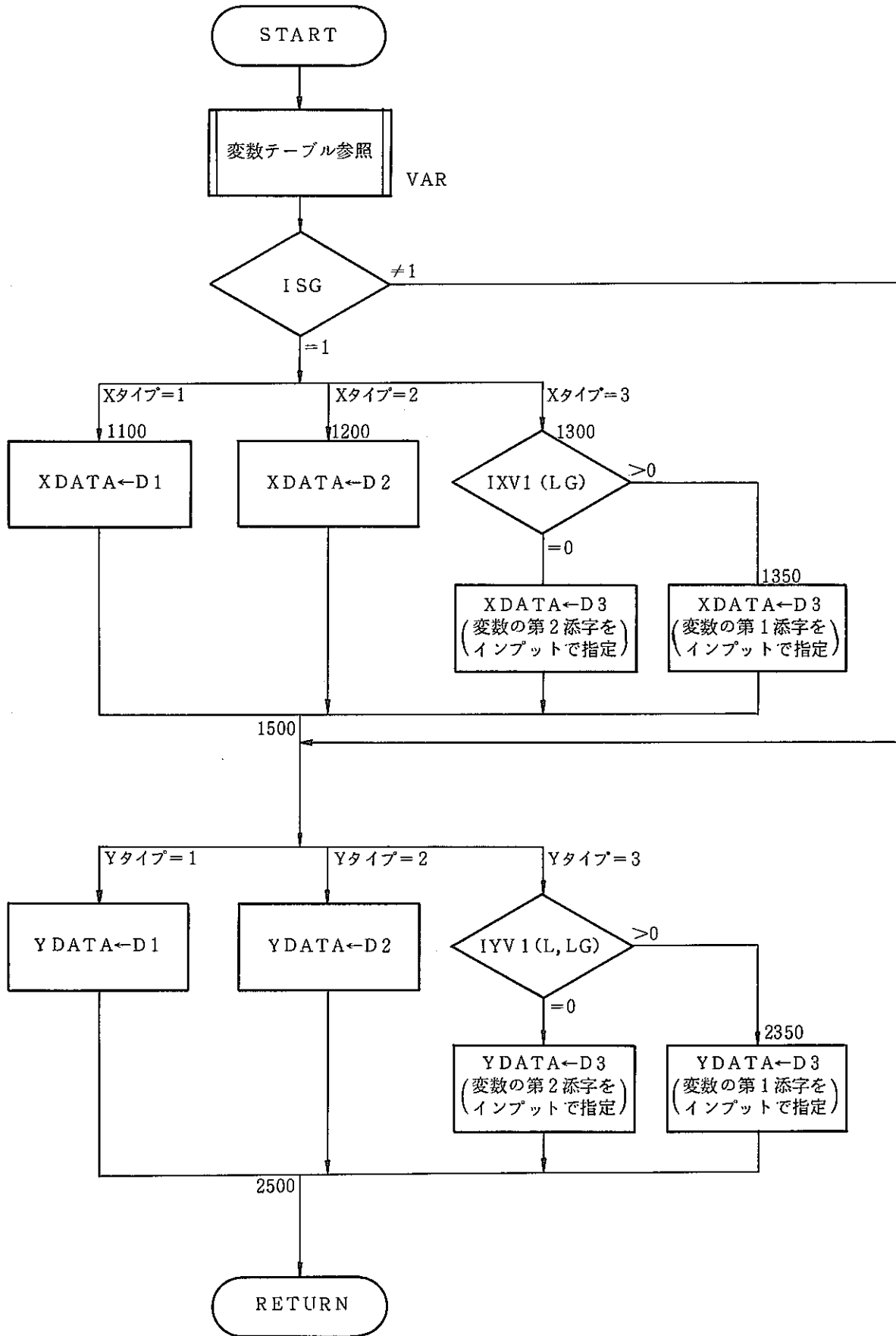
(TYPE-III)



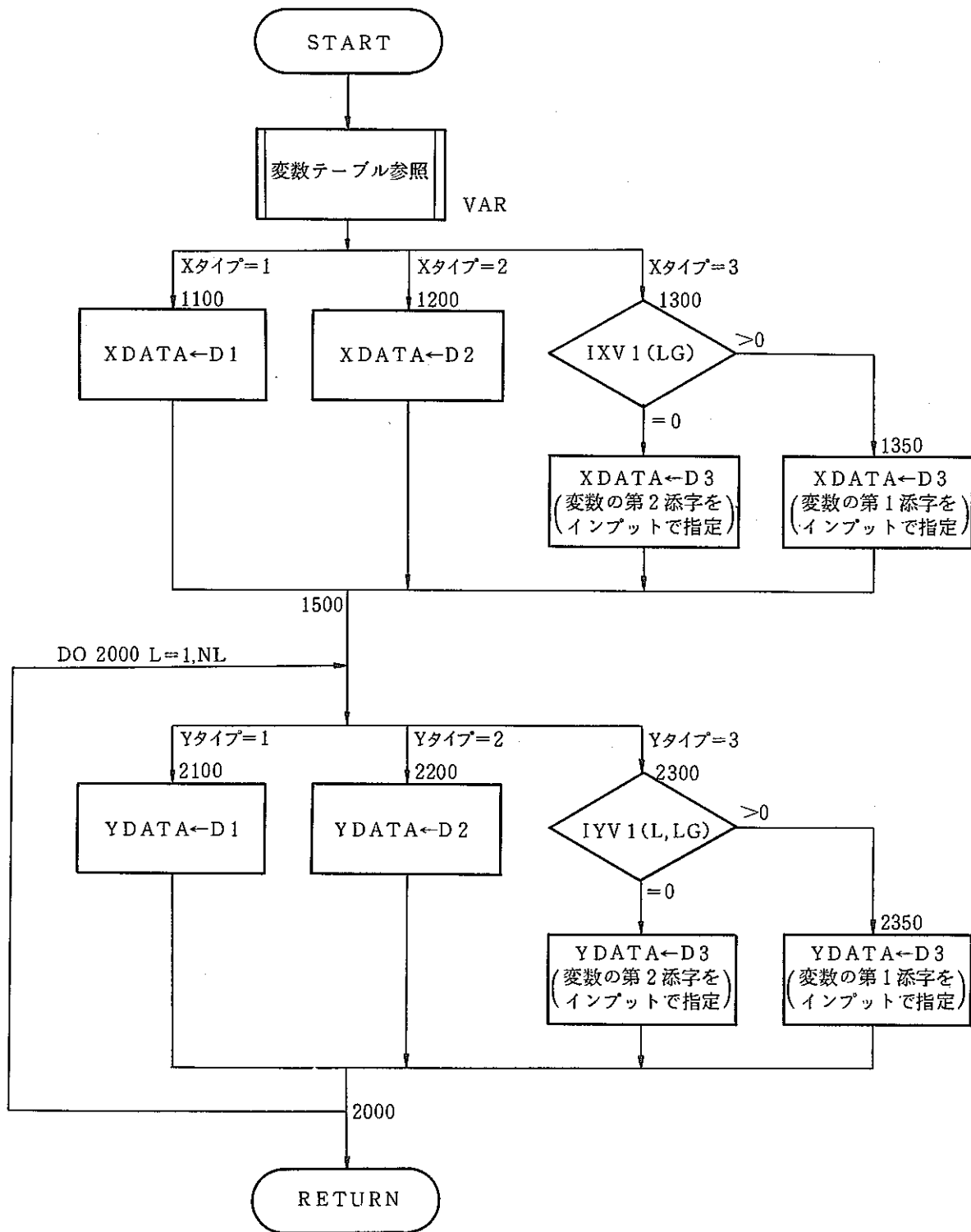
(2) サブルーチン (TYPE 1)



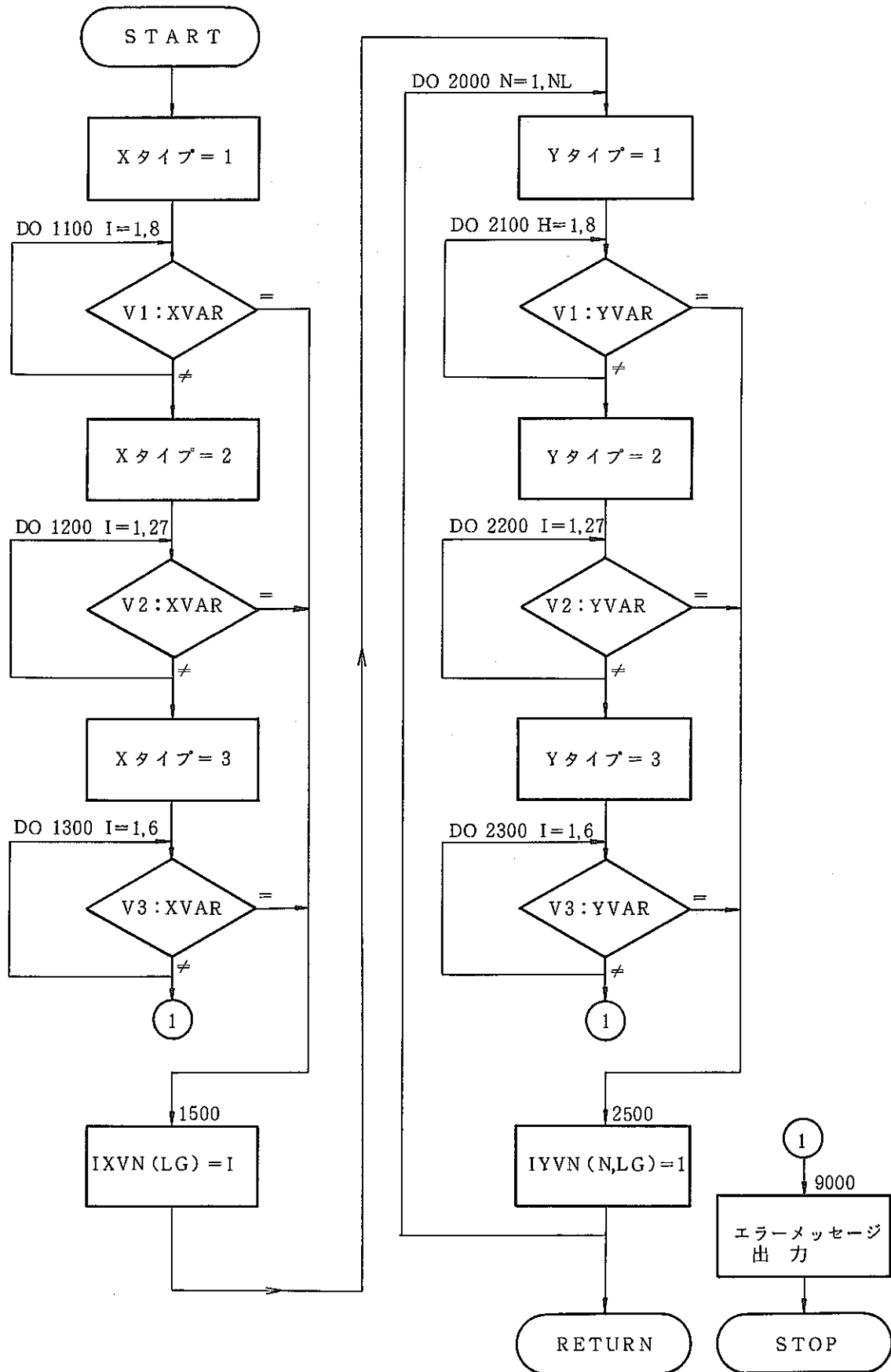
(3) サブルーチン (TYPE 2)



(4) サブルーチン (TYPE 3)

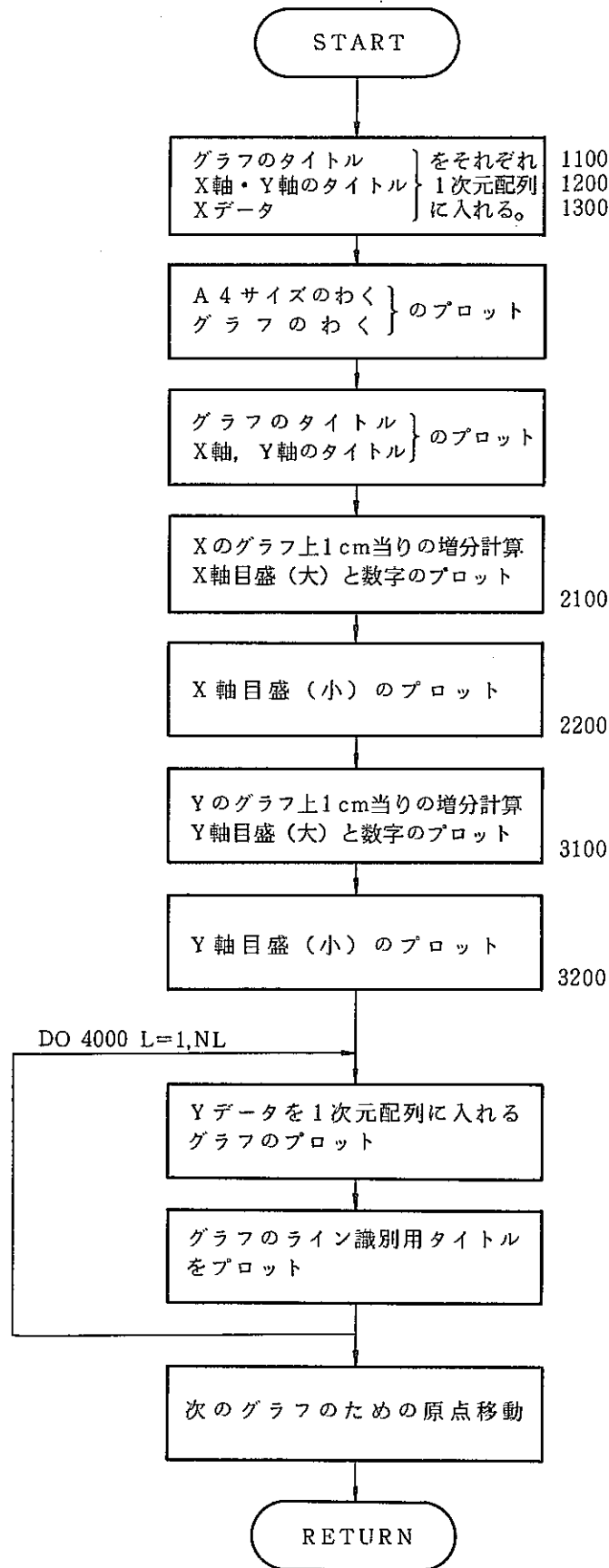


(5) サブルーチン (VAR)





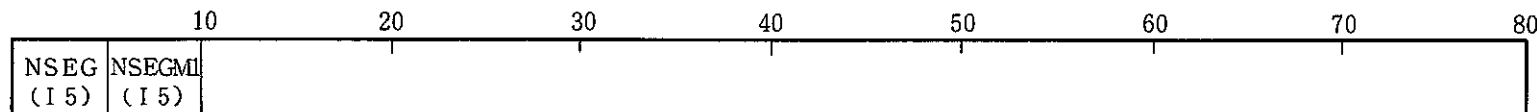
(6) サブルーチン (GRAPH)



8.4 入力と実行方法

(1) 入力データ

① ノード

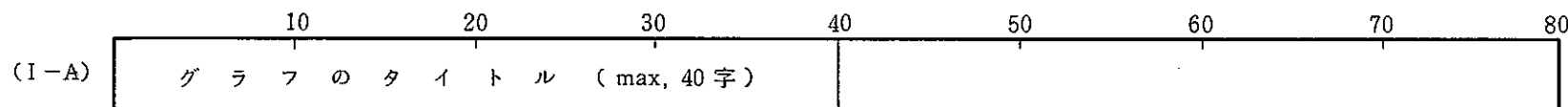


NSEG : ベレットスタック部の軸方向ノード数

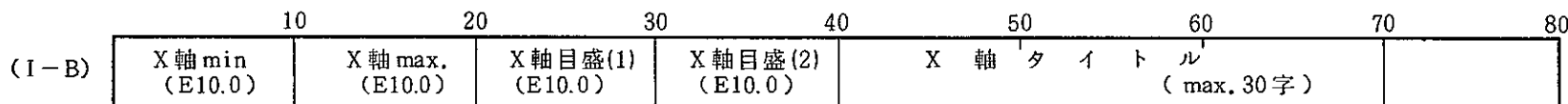
NSEGM1 : 全体の軸方向ノード数

※ このデータが全入力データの先頭で以下タイプ-I, タイプ-II, タイプ-IIIの入力データが続く。

② タイプ-I (あるタイムステップでのグラフ作成)

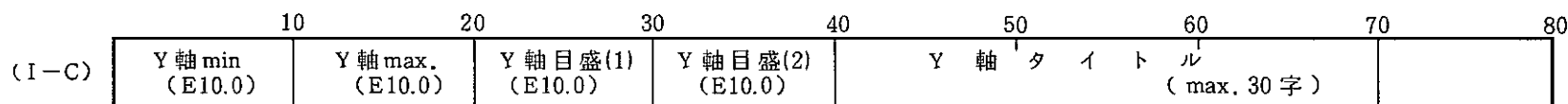


タイトル → TITLE



X軸 min, X軸 max, X軸目盛(1), X軸目盛(2) → XCNTL

X軸タイトル → XTITL



Y軸 min, Y軸 max, Y軸目盛(1), Y軸目盛(2) → YCNTL

Y軸タイトル → YTITL

(I-D)	10	20	30	40	50	60	70	80
	グラフ本数 (15)	タイムステップ (15)	データ数 (15)	X軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)		

グラフ本数 (1枚に同時に書く本数) → NLINE  
 タイムステップ (グラフを出力するタイムステップの数) → NSTEP  
 データ数 (グラフ1本のデータ点数) → NDT  
 X軸変数 → XVAR  
 添字(1) (X軸変数が添字付きの時, 第1添字) → IXV1  
 添字(2) ( " " 第2添字) → IXV2

(I-E)	10	20	30	40	50	60	70	80
	KSTEP JSTEP (2 I5)	KSTEP JSTEP (2 I5)	KSTEP JSTEP (2 I5)	-----	-----	-----	-----	KSTEP JSTEP (2 I5)

	10	20	30	40	50	60	70	80
	KSTEP JSTEP (2 I5)	.....	.....>	KSTEPとJSTEPを1組としてタイムステップ数組				

KSTEP (main time step NO.) → ITM  
 JSTEP (sub time step NO.) → ITS

(I-F)	10	20	30	40	50	60	70	80
	Y軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)	ライン識別タイトル (15文字)	Y軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)	ライン識別タイトル (15文字)

	10	20	30	40	50	60	70	80
	Y軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)	ライン識別タイトル (15文字)	----->	1枚に同時に書く本数分		

Y軸変数 (Y軸変数が添字付きの時, 第1添字) → YVAR  
 添字(1) (Y軸変数が添字付きの時, 第1添字) → IYV1  
 添字(2) ( " " 第2添字) → IYV2  
 ライン識別タイトル → YLINE

※ (I-A) ~ (I-F) を1組として必要なグラフの種類数入力する。タイプ-Iの入力データの終わりを示し、タイプ-IIのデータ入力に移るため次のカードを必ず入れる。(タイプ-Iの入力データがない場合でも)





④ タイプ-III (時間を横軸にとったグラフ)

(III-A)	10	20	30	40	50	60	70	80
グラフのタイトル (max. 40字)								

タイトル → TITLE

(III-B)	10	20	30	40	50	60	70	80
X軸min (E10.0)	X軸max. (E10.0)	X軸目盛(1) (E10.0)	X軸目盛(2) (E10.0)	X軸タイトル (max. 30字)				

X軸min, X軸max, X軸目盛(1), X軸目盛(2) → XCNTL  
 X軸タイトル → XTITL

(III-C)	10	20	30	40	50	60	70	80
Y軸min	Y軸max.	Y軸目盛(1)	Y軸目盛(2)	Y軸タイトル (max. 30字)				

Y軸min, Y軸max, Y軸目盛(1), Y軸目盛(2) → YCNTL  
 Y軸タイトル → YTITL

(III-D)	10	20	30	40	50	60	70	80
グラフ本数 (I5)	X軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)					

グラフ本数 (1枚に同時に書く本数) → NLINE  
 X軸変数 → XVAR  
 添字(1) (変数が添字付の場合第1添字) → IXV1  
 添字(2) ( " " 第2添字) → IXV2

(Ⅲ-E)	10	20	30	40	50	60	70	80
	Y軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)	ライン識別タイトル (15文字)	Y軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)	ライン識別タイトル (15文字)

	10	20	30	40	50	60	70	80
	Y軸変数 (A6)	添字(1) (I4)	添字(2) (I5)	ライン識別タイトル (15文字)	----->グラフ本数			

Y軸変数 → YVAR  
 添字(1) (変数が添字付の時, 第1添字) → IYV 1  
 添字(2) ( " " 第2添字) → IYV 2  
 ライン識別タイトル → YLINE

※ (Ⅲ-A) ~ (Ⅲ-E) を1組として必要なグラフの種類数を入力する。タイプ-Ⅲの入力データの終わりを示すため次のカードを入力する。

	10	20	30	40	50	60	70	80
STOP								

(注) 各カードをコメント行(無効カード)とするにはカードの1カラム目に「>」を指定する。

(2) 実行方法

FACOM M190におけるバッチ JOBとしての実行 JCLをTable 8-1に示す。

なお、本プログラムのサイズ等は以下に示す通りである。

ソースプログラム……………約 800 ステップ

実行リージョン・サイズ…… 512Kバイト以下

実行CPU Time……………約 2～3 sec/枚



Table 8-1 プロッター実行 JCL

	実 行 方 法	備 考
コンパイル ↓ リンケージ ↓ 実 行	<pre>                     *** ***** CONTROL-ROD PLOTTER *****                     *** *****                     *** ***** GRAPH OUTPUT ----&gt; NLP *****                     //CRPLOT EXEC NFORTCLG                     // FORT. SYSPRINT DD DUMMY                     // FORT. SYSIN DD DSN=ソースプログラム, DISP=SHR                     //LKED. SYSPRINT DD DUMMY                     //GO. FT06F001 DD SYSOUT=A                     //GO. FT08F001 DD UNIT=WORK,                     //          DISP=(NEW, DELETE), SPACE=(CYL,(5,1), RLSE),                     //          DCB=(RECFM=FB, LRECL=80, BLKSIZE=3200)                     //GO. FT10F001 DD DSN=計算結果入力ファイル, DISP=SHR                     //GO. SYSIN DD DSN=コントロール・データ・ファイル, DISP=SHR                     </pre>	機番 10 CORALで出力された 計算結果が蓄積されて いるファイルを指定。

## 8.5 COMMON 変数

Table 8-2 COMMON&lt;GRPH&gt;

変数名	内容
NGR	グラフ枚数
NLINE (10)	1枚のグラフにプロットするラインの数
NSTEP (10)	グラフをプロットするタイム・ステップの数 (TYPE-I)
NDT (10)	プロットするデータの数
ITM (20, 10)	グラフをプロットするメイン・タイムステップ番号 (TYPE-I, TYPE-II)
ITS (20, 10)	サブ・タイムステップ番号 (TYPE-I, TYPE-II)
XVAR (10)	変数名 (X)
IXVT (10)	変数タイプ (X)
IXVN (10)	変数番号 (X)
IXV1 (10)	第1添字 (X): IXVTが1の場合は不要
IXV2 (10)	第2添字 (X): IXVTが1 or 2の場合は不要
YVAR (10, 10)	変数名 (Y)
IYVT (10, 10)	変数タイプ (Y)
IYVN (10, 10)	変数番号 (Y)
IYV1 (10, 10)	第1添字 (Y): IYVTが1の場合は不要
IYV2 (10, 10)	第2添字 (Y): IYVTが1 or 2の場合は不要
TITLE (10, 10)	グラフのタイトル (max 40字)
XTITL (8, 10)	X軸見出し (max 30字)
YTITL (8, 10)	Y軸見出し (max 30字)
XCNTL (4, 10)	X軸コントロールデータ 1:最小値, 2:最大値, 3:目盛1, 4:目盛2
YCNTL (4, 10)	Y軸コントロールデータ 1:最小値, 2:最大値, 3:目盛1, 4:目盛2
XDATA (100, 10)	データ (X)
YDATA (100, 10, 10)	データ (Y)
YLINE (4, 10, 10)	ライン(最大10本)を識別するためのコメント (max 15字)
ISG (10)	タイムステップのカウンタ (TYPE-II, TYPE-III)

Table 8-3 COMMON &lt;RDDT&gt;

変数名	内容
KSTEP	メイン・タイムステップ番号
JSTEP	サブ・タイムステップ番号
D1 (8)	添字を持たない変数
D2 (30, 29)	1次元配列になっている変数
D3 (11, 30, 6)	2次元配列になっている変数
NSEG	ペレットスタック部の軸方向ノード数
NSEGM 1	全体での軸方向ノード数

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	28	30						
2	PELLET & CLADDING TEMPERATURE							
3	0.0	70.0	10.0	5.0	DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)			
4	300.0	800.0	100.	20.0	TEMPERATURE (C)			
5	5	2	28X					
6	1	1	5	10				
7	TCOOL	1	COOLANT	CLODT	7	CLADDING OUTER		
8	CLIDT	1	CLADDING INNER	RT	7	PELLET SURFACE		
9	RT	1	PELLET CENTER					
10	HE-GAS GENERATE & RELEASE							
11	0.0	70.0	10.0	5.0	DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)			
12	0.0	800.	200.0	50.	HE-GAS VOLUME (CC)			
13	2	1	28X					
14	5	10						
15	VFG		GENERATE	VFR		RELEASE		
16	NEXT							
17	DIAMETRAL GAP WIDTH							
18	0.0	70.0	10.0	5.0	DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)			
19	-0.1	0.2	0.05	0.01	DIAMETRAL GAP WIDTH (MM)			
20	6	28X	DGAP					
21	1	11-BOC	1	101-EOC	2	92-EOC		
22	3	113-EOC	4	114-EOC	5	105-EOC		
23	PELLET SWELLING STRAIN							
24	0.0	70.0	10.0	5.0	DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)			
25	0.0	1.0E-1	2.0E-2	1.0E-2	SWELLING STRAIN (DV/V)			
26	5	28X	ESWSAV					
27	1	101-EOC	2	92-EOC	3	113-EOC		
28	4	114-EOC	5	105-EOC				
29	NEXT							
30	PELLET & CLADDING CONTACT PRESSURE							
31	0.0	250.0	50.0	10.0	E.F.P.D.			
32	0.0	1500.	250.	50.	PRESSURE (KG/CM**2)			
33	3EFPD							
34	PINT2	1	1.25 CM	PINT2	7	16.25		
35	PINT2	14	33.75					
36	PELLET & CLADDING TEMPERATURE (1.25CM)							
37	0.0	250.0	50.0	10.0	E.F.P.D.			
38	300.	800.0	100.	20.0	TEMP. (C)			
39	5EFPD							
40	TCOOL	1	COOLANT	CLODT	1	CLAD OUTER		
41	CLIDT	1	CLAD INNER	RT	7	1PELLET SURFACE		
42	RT	1	1PELLET CENTER					
43	STOP							

-----> TTJC07 75(2) 75(3) 75(4) 75(5) 75(6)

<-----

STEP-1 -----

```

TITLE ---> PELLETT & CLADDING TEMPERATURE
AXIS ---> 0.0 7.000E+01 1.000E+01 5.000E+00 DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)
AXIS ---> 3.000E+02 8.000E+02 1.000E+02 2.000E+01 TEMPERATURE (C)
X ---> 5 2 28 X 0 0
TIME STEP ---> 1 1 5 10
Y ---> TCOOL 0 0 COOLANT CLODT 0 0 CLADDING OUTER
CLIDT 0 0 CLADDING INNER RT 7 0 PELLETT SURFACE
RT 1 0 PELLETT CENTER
    
```

```

TITLE ---> HE-GAS GENERATE & RELEASE
AXIS ---> 0.0 7.000E+01 1.000E+01 5.000E+00 DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)
AXIS ---> 0.0 8.000E+02 2.000E+02 5.000E+01 HE-GAS VOLUME (CC)
X ---> 2 1 28 X 0 0
TIME STEP ---> 5 10
Y ---> VFG 0 0 GENERATE VFR 0 0 RELEASE
    
```

STEP-1 -----

```

<< PELLETT & CLADDING TEMPERATURE >> NL= 5 ,STEP= 1 1
<< PELLETT & CLADDING TEMPERATURE >> NL= 5 ,STEP= 5 10
<< HE-GAS GENERATE & RELEASE >> NL= 2 ,STEP= 5 10
    
```

STEP-2 -----

```

TITLE ---> DIAMETRICAL GAP WIDTH
AXIS ---> 0.0 7.000E+01 1.000E+01 5.000E+00 DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)
AXIS ---> -1.000E-01 2.000E-01 5.000E-02 1.000E-02 DIAMETRICAL GAP WIDTH (MM)
X,Y ---> 6 28 X 0 0 DGAP 0 0
TIME STEP ---> 1 1 1-BOC 1 10 1-EOC 2 9 2-EOC
3 11 3-EOC 4 11 4-EOC 5 10 5-EOC
TITLE ---> PELLETT SWELLING STRAIN
AXIS ---> 0.0 7.000E+01 1.000E+01 5.000E+00 DISTANCE FROM STACK BOTTOM(CM)
AXIS ---> 0.0 1.000E-01 2.000E-02 1.000E-02 SWELLING STRAIN (DV/V)
X,Y ---> 5 28 X 0 0 ESWSAV 0 0
TIME STEP ---> 1 10 1-EOC 2 9 2-EOC 3 11 3-EOC
4 11 4-EOC 5 10 5-EOC
    
```

STEP-2 -----

```

<< DIAMETRICAL GAP WIDTH >> NL= 6
<< PELLETT SWELLING STRAIN >> NL= 5
    
```

STEP-3 -----

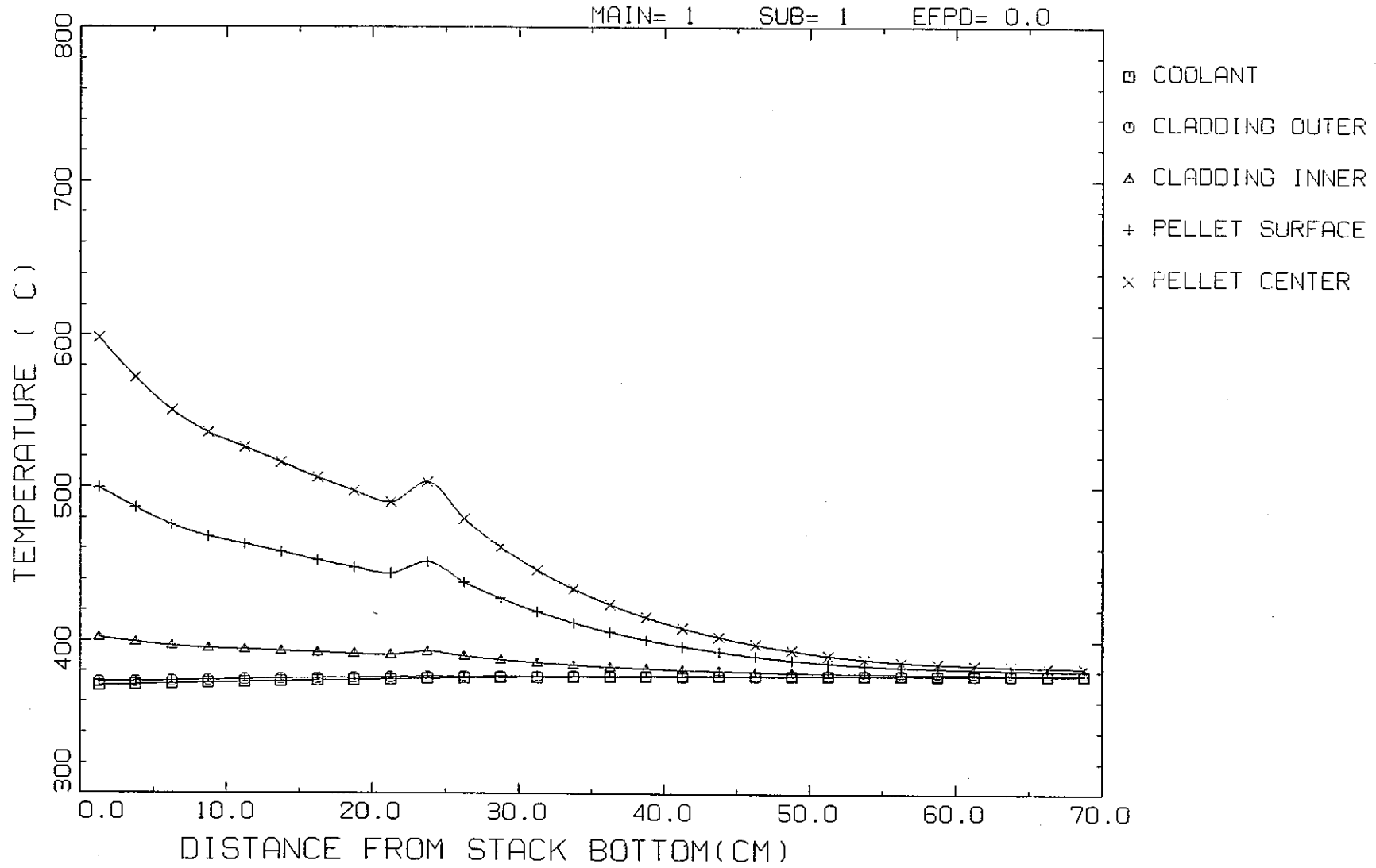
```

TITLE ---> PELLETT & CLADDING CONTACT PRESSURE
AXIS ---> 0.0 2.500E+02 5.000E+01 1.000E+01 E.F.P.D.
AXIS ---> 0.0 1.500E+03 2.500E+02 5.000E+01 PRESSURE (KG/CM**2)
X ---> 3EFPD 0 0
Y ---> PINT2 1 0 1.25 CM PINT2 7 016.25
PINT2 14 033.75
TITLE ---> PELLETT & CLADDING TEMPERATURE (1.25CM)
AXIS ---> 0.0 2.500E+02 5.000E+01 1.000E+01 E.F.P.D.
AXIS ---> 3.000E+02 8.000E+02 1.000E+02 2.000E+01 TEMP. (C)
X ---> 5EFPD 0 0
Y ---> TCOOL 1 0 COOLANT CLODT 1 0 OCLAD OUTER
CLIDT 1 0 OCLAD INNER RT 7 0 1PELLETT SURFACE
RT 1 1 1PELLETT CENTER
    
```

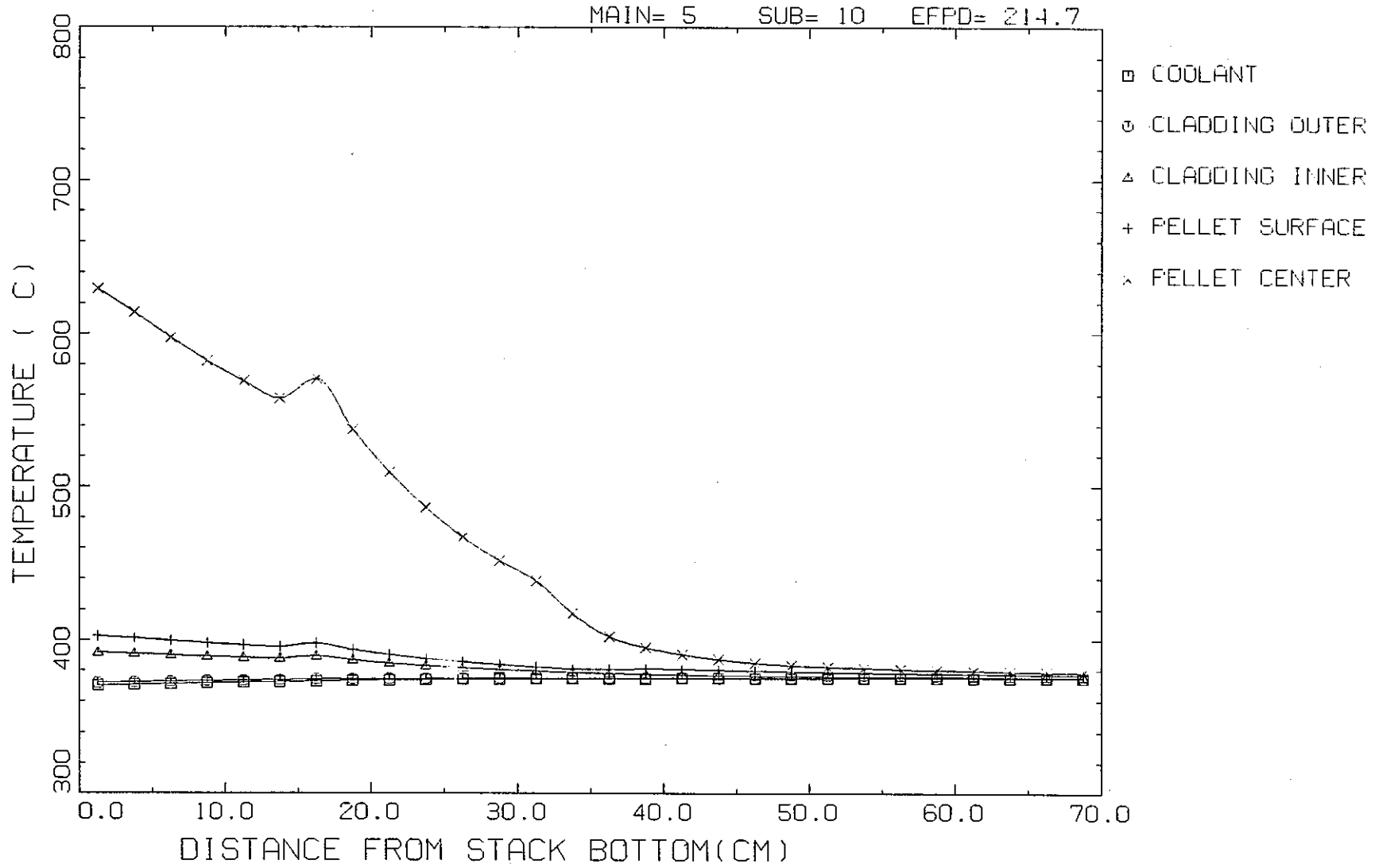
STEP-3 -----

<< PELLETT & CLADDING CONTACT PRESSURE >> NL= 3  
<< PELLETT & CLADDING TEMPERATURE (1.25CM) >> NL= 5

PNC SN952 84-07

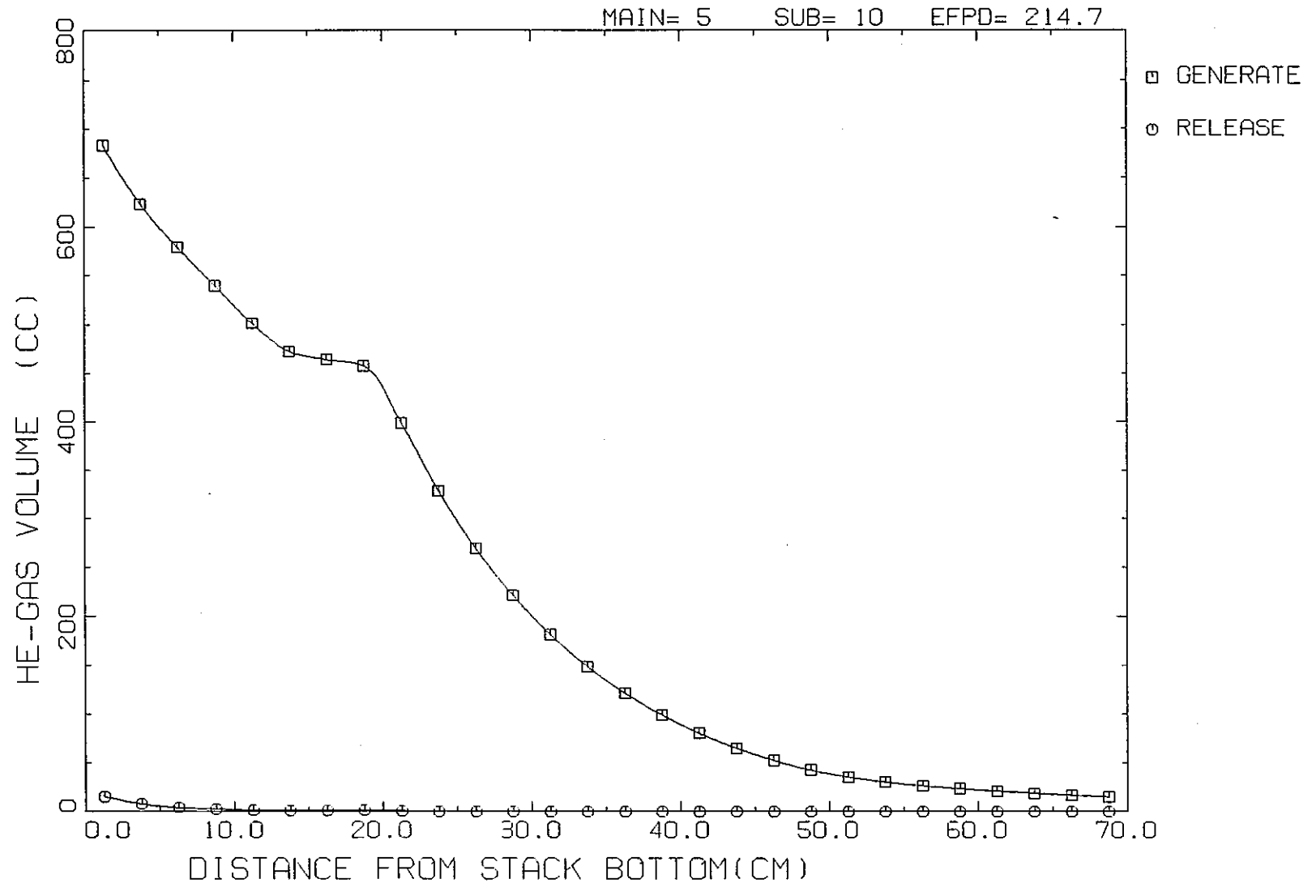


PELLET & CLADDING TEMPERATURE

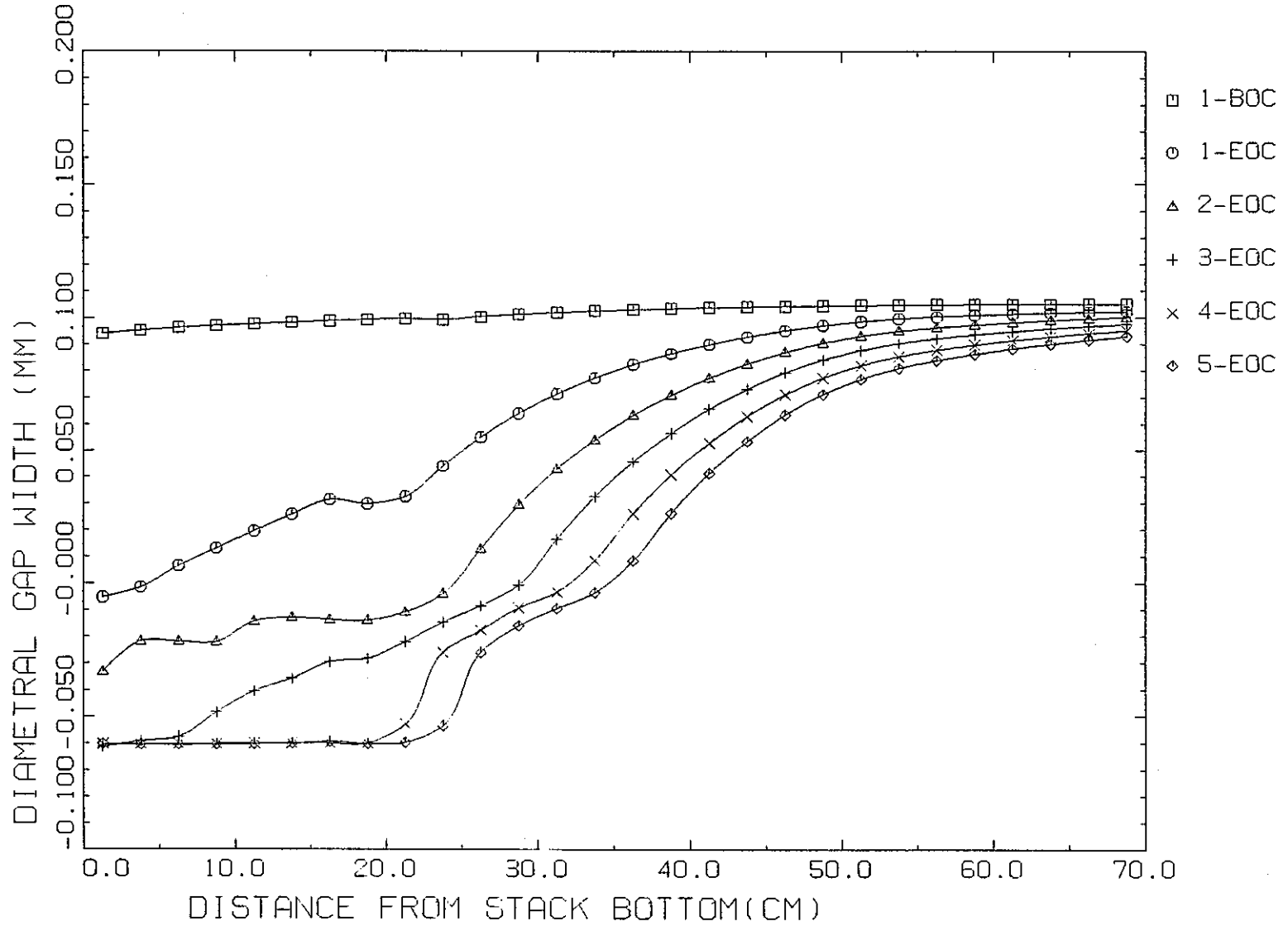


PELLET & CLADDING TEMPERATURE

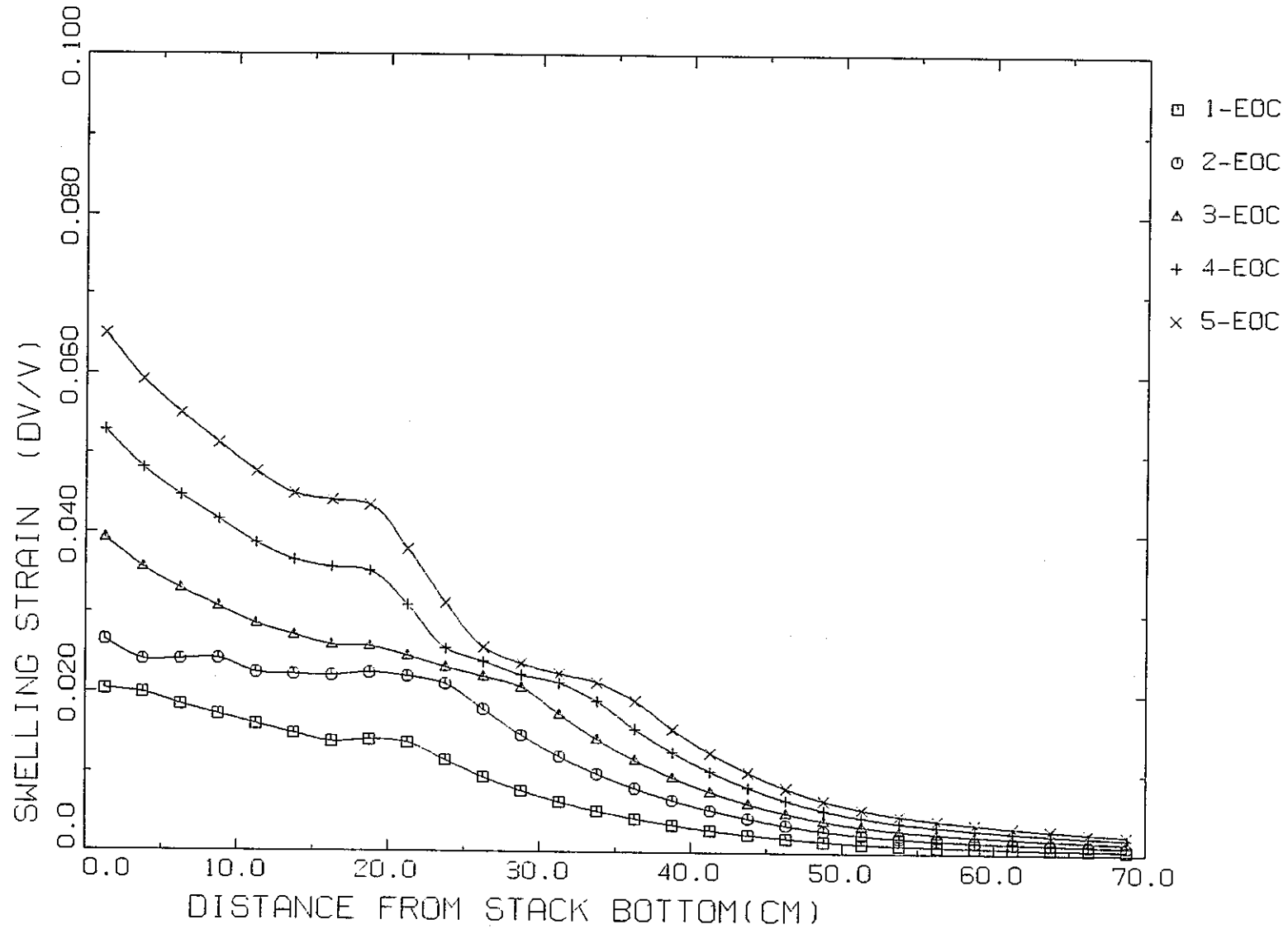




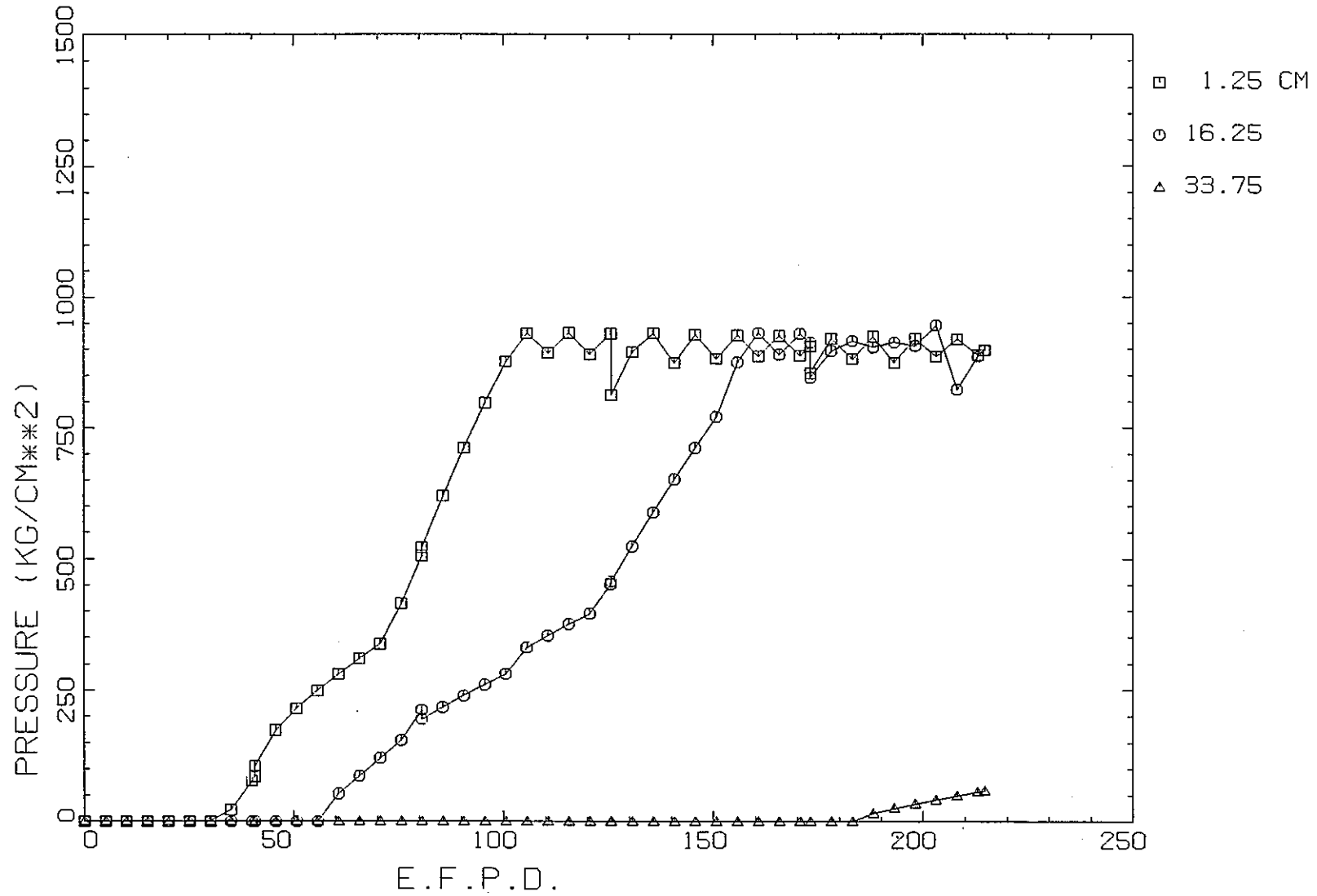
HE-GAS GENERATE & RELEASE



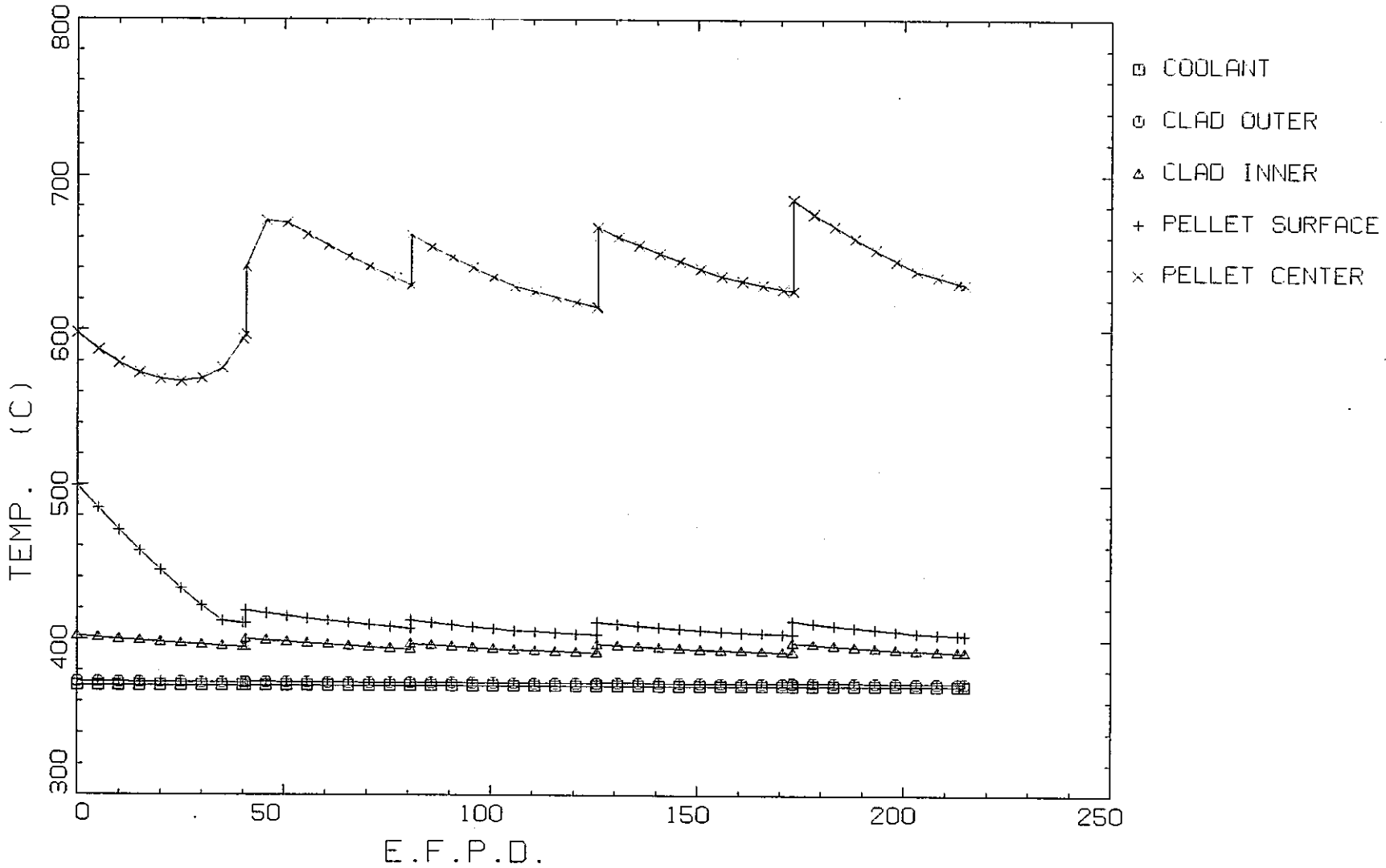
DIAMETRAL GAP WIDTH



PELLET SWELLING STRAIN



PELLET & CLADDING CONTACT PRESSURE



PELLET & CLADDING TEMPERATURE (1.25CM)

## 9. 謝 辞

本コード作成にあたり、コンピュータサービス株式会社 久保田 和男氏の協力を頂いた。ここに厚く感謝の意を表します。

## 10. 参 考 文 献

- 1) 湯本鐮三他, 高速炉燃料棒性能解析コード「SIMPLE」マニュアル, SN841 81-02
- 2) 井滝俊幸他, 高速実験炉「常陽」制御棒の照射後試験結果概要(第2報), SN941 83-111
- 3) J. A. Basmajian et. al, US Papers on Fast Reactor Absorber Development for DOE/PNC Control Rod Development Seminar, HEDL-7189, SA 017 FWG
- 4) 石田泰一他, 制御棒材料(B<sub>4</sub>C)物性データ集, SN241 80-16