

「常陽」燃料材料照射用反射体(CMIR)の設計(1)

熱流動解析法の開発

1987年1月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、限られた関係者だけに配布するものです。従って、その取扱いには十分注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転載、引用等には事業団の承認が必要です。

「常陽」燃料材料照射用反射体(CMIR)の設計(1)

熱流動解析法の開発

天野 研* 笠井重夫*
米沢信一** 小山真弘*
吉野富士男*

要 旨

「常陽」MK-IIの燃料材料照射用反射体(以下CMIRと称す)の設計に必要となる、照射試料部のナトリウム流動解析コードと照射試料部の温度解析コードを開発し、その精度を検証した。

CMIRは照射試料を装荷した2重円筒状のコンパートメント6体をラップ管内に装荷してなる。照射試料部の温度は、試料部の γ 発熱量とコンパートメント内を流れるナトリウムによる熱輸送、及びコンパートメントの2重円筒壁面からの伝熱によって決定される。温度計測はTEDやSiC試料片を用いたオフライン計測による。このため、CMIRの設計では、予かじめ、炉内に装荷されたCMIRのコンパートメント内流量や γ 発熱量を精度よく評価し、試料部温度を計算しておく必要がある。

開発した2つのコードを用いて、既に照射を終了した先行予備試験CMIR-0の試料部温度を解析し、コードを検証した。

CMIR-0は、HEATING-Vコードにより試料部温度の設計が行なわれたが、照射後試験の結果から、当初の設計温度より150℃~200℃低い温度しか得られなかったことが分っている。

本解析の結果、CMIR-0のコンパートメントには、当初予定したよりも大きな流量(12g/s程度)のナトリウムが流れ、このため試料部温度が低下したこと、また、 γ 発熱量の不確定さに関し、約10%の補正を加えるとCMIR-0の実測温度を再現できることが分った。本解析を通じて、今回開発したコードが、CMIRの設計に関し、必要十分な精度を有することを確認した。

* 実験炉部 照射課

** 実験炉部 照射課(現、三菱原子力工業株)

Design and Analysis for The Core Material Irradiation Rig of Joyo (1)

Development of Analysis Methods for Thermal-Hydraulics

Ken Amano*, Shigeo Kasai*, Shinichi Yonezawa**,
Masahiro Koyama* and Fujio Yoshino*

Abstract

Thermal and hydraulics analysis codes have been developed to design the Core Material Irradiation Rig (CMIR). Accuracy of the calculation methods was proved through analysis for the precedent rig, CMIR-O. The CMIR consists of six compartments, which include irradiation specimens in double walled tubes. The temperatures of the specimens are determined by the Gamma-heating of the specimens, sodium flow in the compartment, and the heat conduction of the double walled tubes. The temperatures can be measured by TED or SiC specimens.

Results of the post-irradiation test of the CMIR-O, which had already been performed for the purpose of verification of the CMIR design, have been analyzed by the developed codes. The CMIR-O was designed by HEATING-5 code. But, according to the post irradiation tests, the measured temperatures of the specimens were 150°C~200°C lower than the designed values.

Causes of the discrepancy are presumed as follows by the analysis using the developed codes.

- (i) The actual sodium flow in the compartment was larger than the designed so as to decrease the specimens temperatures.
 - (ii) The measured temperatures can be reproduced by the analysis codes with compensation of The Gamma-heating by 10%.
- and at last,
- (iii) Accuracy of the developed codes was verified through this work for the design and analysis of CMIR.

*Irradiation Section, Experimental Reactor Division, O-arai Engineering Center

**Irradiation Section (Present, Mitsubishi Atomic Power Industry Co., Ltd.)

目 次

1. まえがき	1
2. CMIR-0 試験の経緯	2
3. CMIR-1 の設計方針	8
4. CMIR用流量配分コード	12
4.1 概 要	12
4.2 解析プログラムの説明	12
4.3 プログラムの説明	17
4.4 入出力例	18
5. CMIR用温度計算コード	22
5.1 概 要	22
5.2 基本モデル	22
5.3 温度場の方程式	28
5.4 プログラムの説明	32
5.5 入出力形式	37
6. CMIR-0 試験の再評価	40
6.1 CMIR-0 のコンパートメント流量	40
6.2 CMIR-0 の温度評価	44
6.3 温度評価に関するパラメータサーベイ	48
6.4 温度誤差の評価	54
7. 結 言	57
8. 参考文献	58

図 リ ス ト

第1図	CMIR-0構造図	3
第2図	CMIR-0のコンパートメントとバケットの配置図	4
第3図	試料中心温度の軸方向分布(HEATING-5による)	6
第4図	CMIR-1コンパートメントとホルダーの概念図	10
第5図	CMIR-1キャップ構造図	11
第6図	B4M流体回路	16
第7図	CMIR用流量配分コードフローチャート	19
第8図	CMIR-0の流体回路	41
第9図	炉心第1列の軸方向発熱分布	45
第10図	CMIR-0の評価温度	52
第11図	実測値と最もよい一致を与える発熱量とそのときの2乗平均誤差	53

表 リ ス ト

第1表	CMIR-0の設計温度と実測温度	5
第2表	各種誤差要因による温度評価誤差量	7
第3表	変数表(流量配分コード)	20
第4表	入力データ表(温度計算コード)	34
第5表	変数表(温度計算コード)	38
第6表	CMIR-0の流路抵抗特性	42
第7表	CMIR-0の各部の流量	43
第8表	集合体圧力差の変動に対する流量の変化	44
第9表	各バケット位置におけるSUSとNaの重量	46
第10表	CMIR-0の評価温度(その1)	47
第11表	CMIR-0の評価温度(その2)	50
第12表	CMIR-0の評価温度(その3)	51
第13表	温度評価誤差因子	55
第14表	CMIR-0の評価温度と評価誤差	56

1. ま え が き

高速炉で使用される炉心材料の高速中性子束下における照射効果を把握するために燃料材料照射用反射体(Core Material Irradiation Rig:以下CMIRと称す)を用いた照射試験が計画されている。

本報告は、第13サイクルから開始する照射試験CMIR-1の設計解析結果の報告の第1報である。

2. CMIR-0 試験の経緯

常陽がMK-II炉心に移行した直後の性能試験(第0運転サイクル)において、CMIR照射試験の先行試験CMIR-0が実施された。この試験の目的は、

- (i) CMIRの構造健全性の確認
- (ii) CMIRのナトリウムドレイン性、洗浄性、解体性の確認
- (iii) CMIRの温度制御の妥当性の確認

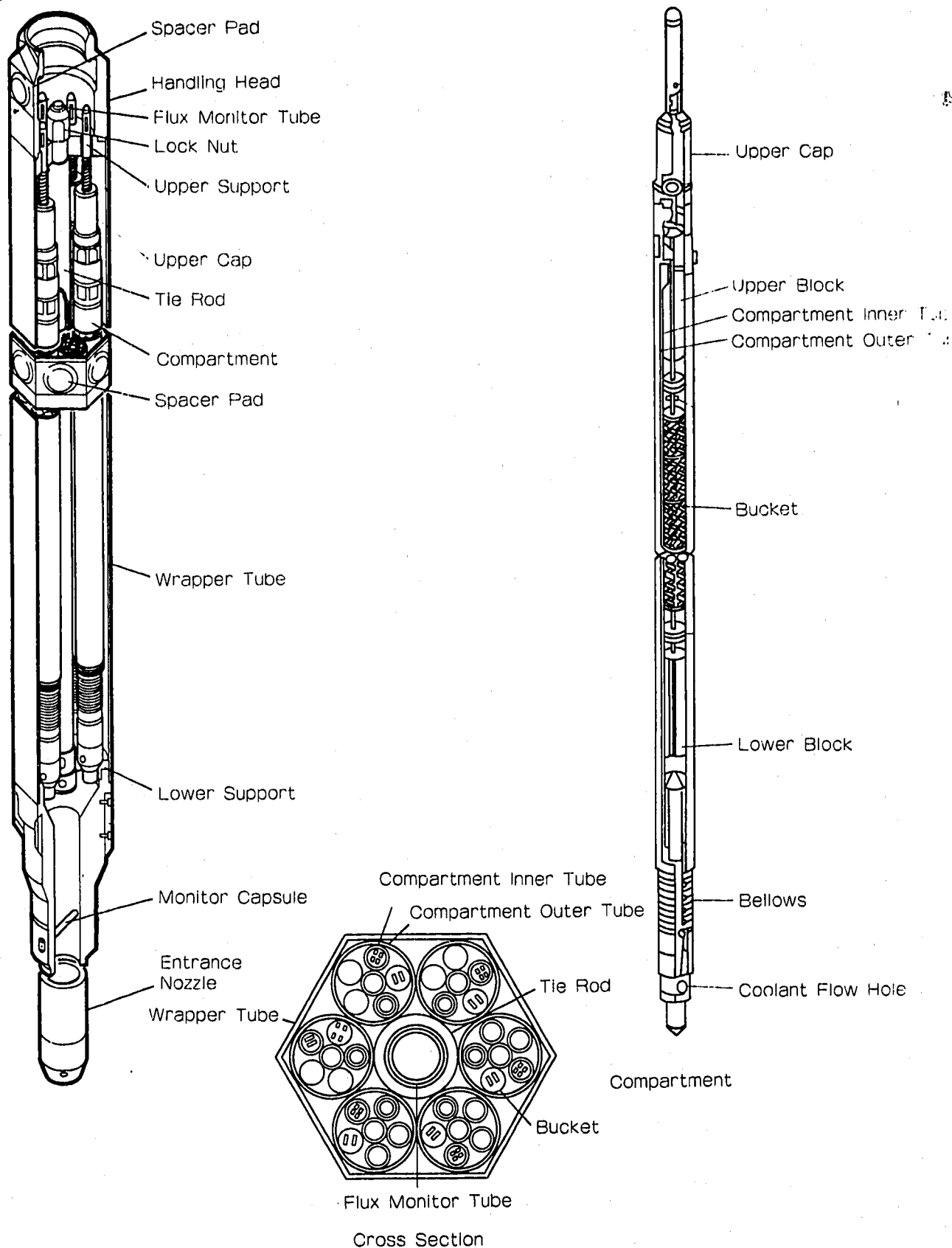
であった。第1図、第2図にCMIR-0の構造図を示す。CMIR-0の試験結果⁽¹⁾より、上記(i)、(ii)には問題がなかったが、(iii)については、予定した設計温度よりも150℃~200℃低い温度しか得られなかった。

本来、CMIRの材料試験温度の設計には次のような方針がとられていた。

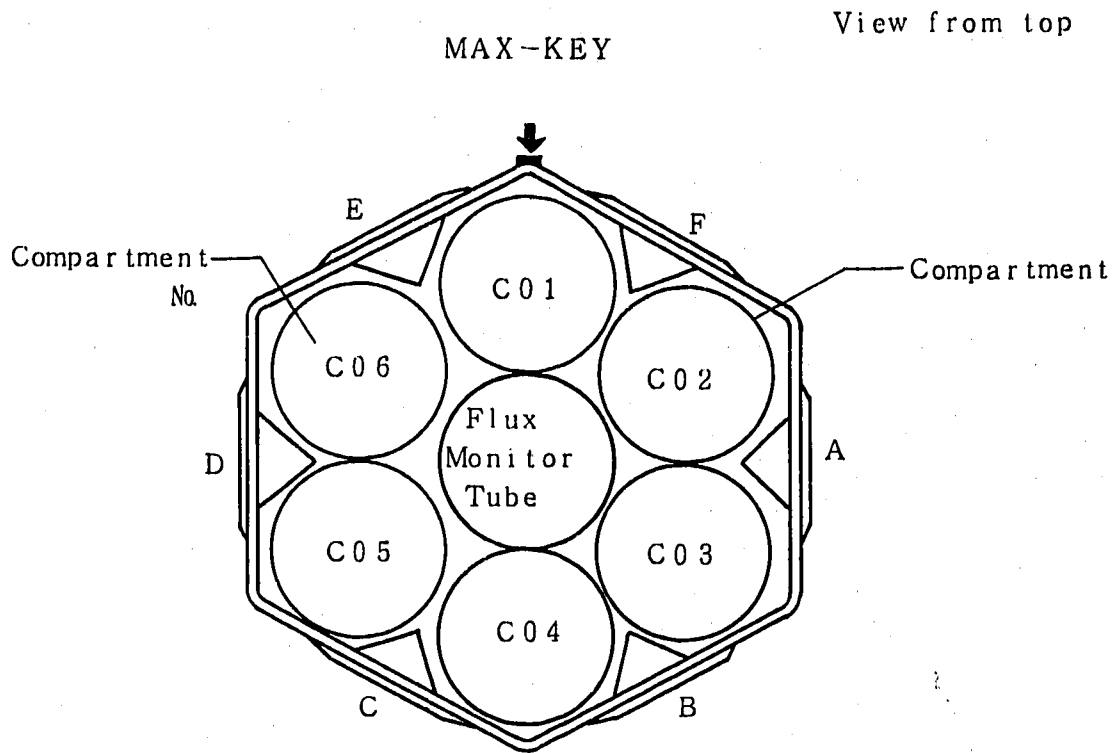
- (i) 第1図にも見えるように、コンパートメント内の試料部を流動抵抗の大きなバケット構造とし、コンパートメント内のナトリウムは流れないものとする。
- (ii) 試験温度は自らの γ 発熱とコンパートメント2重管壁からの熱伝導で決定されるものとし、2重管壁内に封入された不活性ガスHe、Arの混合比を変えることにより、2重管壁の熱伝導率を制御するものとする。
- (iii) 計測は温度モニター(TED, SiC)によるオフライン計測とする。

第1表に、CMIR-0の設計値と実測値を示す。第1表を載せた報告書⁽¹⁾は、「照射リグの設計を根本から再検討する必要がある。」と結論している。もとより、CMIR-0の設計段階での照射予測⁽²⁾では、第3図のように温度分布を予測し、同時に第2表に示すような大きな温度誤差を有することが指摘されていた。

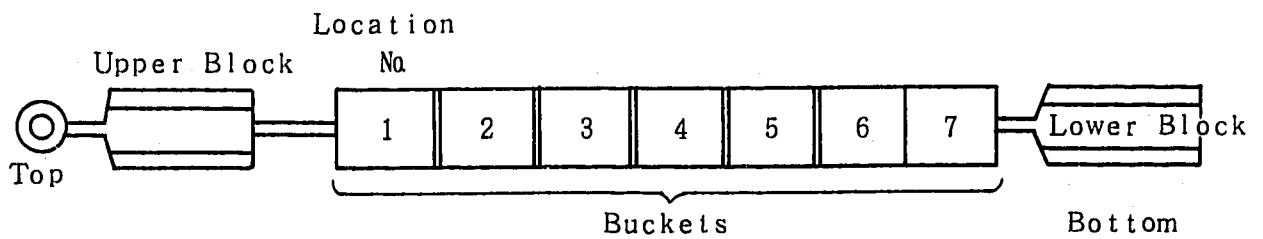
CMIRのコンパートメントの温度特性が、2重管壁の熱伝導だけで決まるとすれば、第3図のように炉心中心で高く、炉心上下端で低い温度分布となるが、CMIR-0の温度の実測値は、炉心下側から上側へ順次温度が上昇している。このため、CMIR-0のコンパートメントには、当初予定していなかった冷却材ナトリウムの流れが存在し、ナトリウムの流れによる熱輸送により、コンパートメント温度が低下したものと推定された。



第1図 CMIR-0の構造図



a) Compartments Location in CMIR



b) Buckets Location in a Compartment

第2図 CMIR-0のコンパートメントとバケットの配置図

第1表 CMIR-0の設計温度と実測温度

Irradiation Temperature estimated by Temperature Monitor

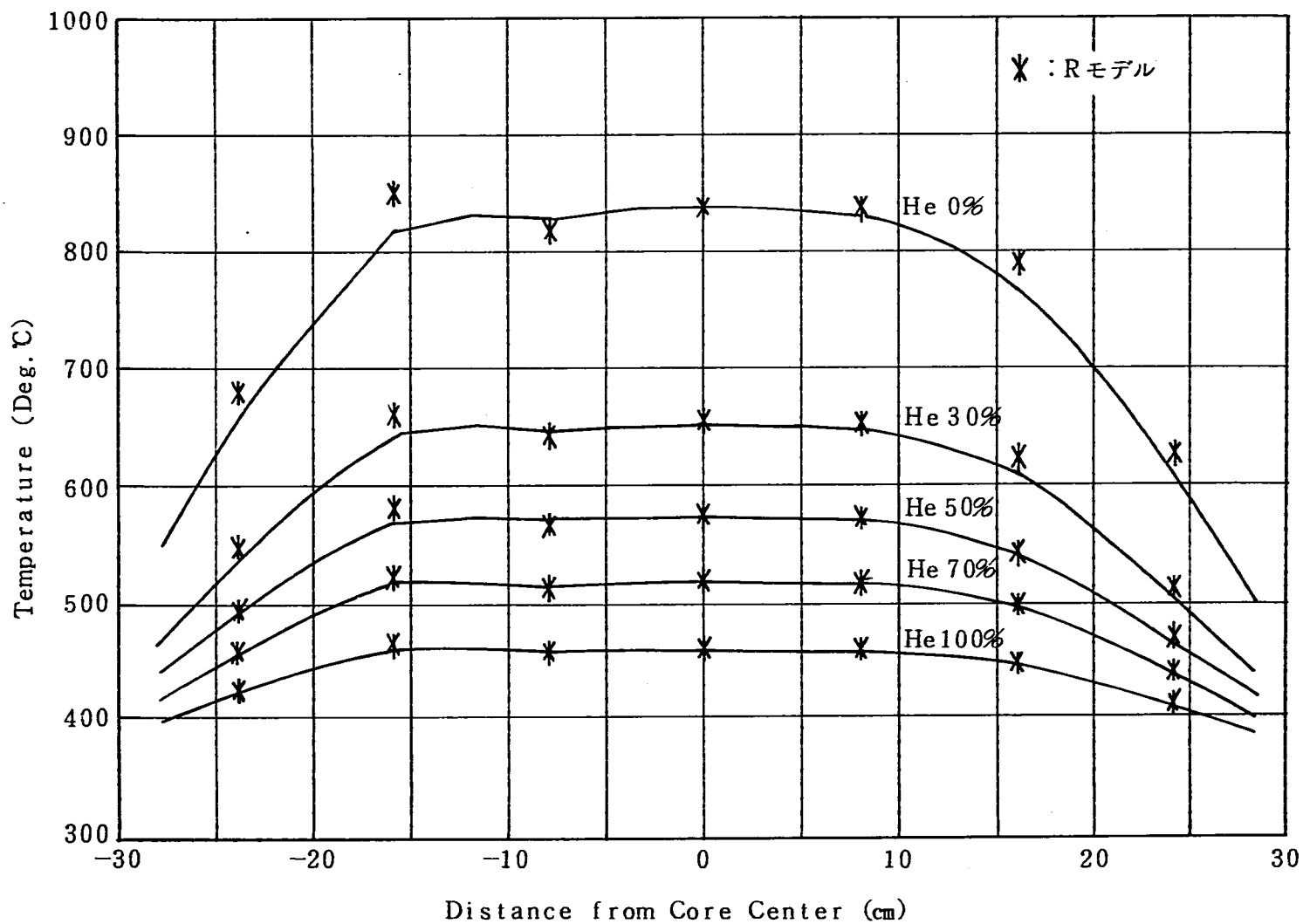
Monitor Location		Design Temperature (°C)	Irradiation Temperature Estimated by Temperature Monitor (°C)			
			TED	SiC	Templug	
					SUJ2	SUH1
C01*	No.1**	450	-	458	536	570
	No.2	600	518	-	-	-
	No.4	700	457	-	-	-
	No.5	700	-	440	445	465
	No.6	620	401	-	-	-
C02	No.1	420	-	433	544	570
	No.2	570	532	-	-	-
	No.4	650	492	-	-	-
	No.5	650	-	435	436	465
	No.6	600	430	-	-	-
C03	No.1	400	-	448	532	565
	No.2	520	525	-	-	-
	No.4	600	469	-	-	-
	No.5	600	-	408	419	470
	No.6	560	413	-	-	-
C05	No.1	390	-	441	500	540
	No.2	480	499	-	-	-
	No.4	550	449	-	-	-
	No.5	550	-	412	416	445
	No.6	520	401	-	-	-
C06	No.1	380	-	420	483	480
	No.2	450	492	-	-	-
	No.4	500	453	-	-	-
	No.5	500	-	412	428	450
	No.6	470	409	-	-	-
Tie Rod+298***		370	-	420	-	-
Tie Rod-252***		370	-	410	-	-

* Compartment Number.

** Bucket Number.

*** Longitudinal Distance from Core Center.

コンパートメントNo.	試料部最高温度(°C)	封入ガス組成
コンパートメント #1, #2, #3, #5, #6	700	He 8%-Ar 92%
	650	He 21%-Ar 79%
	600	He 34%-Ar 66%
	550	He 50%-Ar 50%
	500	He 70%-Ar 30%
コンパートメント#4	600	He 31%-Ar 69%



第3図 試料中心温度の軸方向分布 (コンパートメント#1, #2, #3, #5, #6)
(HEATING-5による)

第2表 各種誤差要因による温度評価誤差量

誤差要因	誤差幅	試料温度評価
発熱誤差 (対ノミナル%)	+20%	+ 30.2℃
	-20%	- 35.9℃
コンパートメント2重管の製作公差 (半径ギャップ)	0.250mm	- 45.0℃
	0.375mm	+ 54.4℃
封入ガス熱伝導度誤差 (対ノミナル%)	+8.5%	- 15.6℃
	-8.5%	+ 13.0℃
封入ガス組成誤差 (対ノミナルHe%)	+3%	- 13.1℃
	-3%	+ 13.4℃
コンパートメント外表面温度誤差	Max. +20℃	+ 20.0℃
総計	+要因	+131.0℃
	-要因	-109.6℃

参考文献(2)による。

3. CMIR-1 の設計方針

CMIR-0 のコンパートメントには、一定流量のナトリウムが流れ、このため試料温度が低下したとの推定に基づき、以下のような設計作業方針を定めた。

- (i) CMIR-0 のコンパートメントの流動抵抗を把握するための水流動試験を実施する。
- (ii) CMIR-0 のコンパートメント内流量を決定するための、計算コードを開発する。
- (iii) コンパートメント内のナトリウムによる熱輸送を考慮したCMIR用温度解析コードを開発する。
- (iv) (ii), (iii)で開発したコードにより、CMIR-0 の温度の再評価を行う。同時に炉心第1列での r 線発熱量を推定する。
- (v) CMIR-1 の構造設計方針として、コンパートメント内に積極的にナトリウムを流す構造とする。これは、第2表に示した2重管の製作公差等による管壁熱伝導率の誤差の感度を大きく減少させる効果をもつ。
 - (a) このため、試料部は複雑なバケット構造から、真直な円筒構造に改め、この部分のナトリウム自体は流れやすくする。
 - (b) コンパートメント上部のキャップにオリフィスを設けて、コンパートメント内流量を制御する。
 - (c) エントランスノズル内にオリフィスを設けて集合体全体の流量を絞る。これにより、集合体出口温度を上げサーマルストライピングを防止する。
- (vi) 以上の改良されたCMIR-1について、各構成要素の水流動試験を実施し、流動特性の把握と、オリフィス設計式を作成する。
- (vii) CMIR-1 の温度設計を(ii), (iii)で開発したコードを用いて行う。
- (viii) より多面的に炉心第1列の r 線発熱量を同定するためにMPR(B4M集合体)試験⁽³⁾において、CMIR-1 のコンパートメントを装荷し、試料部の温度を測定する。

第4図にCMIR-1 のコンパートメントの外観と試料ホルダーの断面図を示す。また、第5図に上部キャップの構成図を示す。

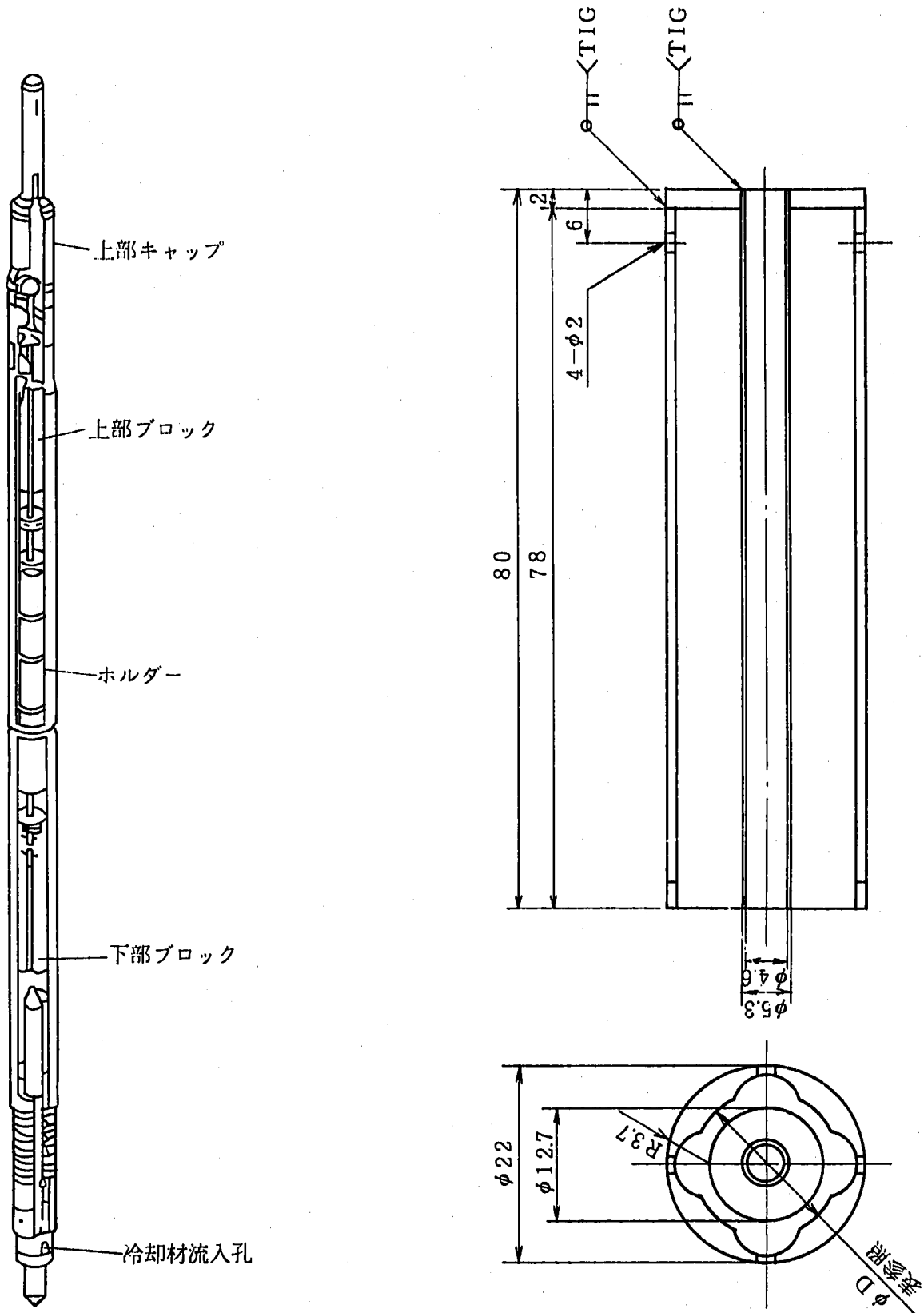
上記の作業のうち、CMIR-1 の水流動試験は、現在実施中であり、CMIR-1 の設計はその結果を待って行う。また、B4Mは照射試験を終了し、温度モニターのPIEを今後行う予定である。

そこで、本報告では、(ii), (iii)項の設計解析プログラムの開発と、これらを用いてCMIR-0 を解析した結果について述べ、プログラムの妥当性を確認する。

水流動試験結果の全体については別途報告書が得られる予定であり、B4M試験についても、別途報告書が作成される予定である。CMIR-1 の設計については、本報告に続く第2報で報告する予定である。

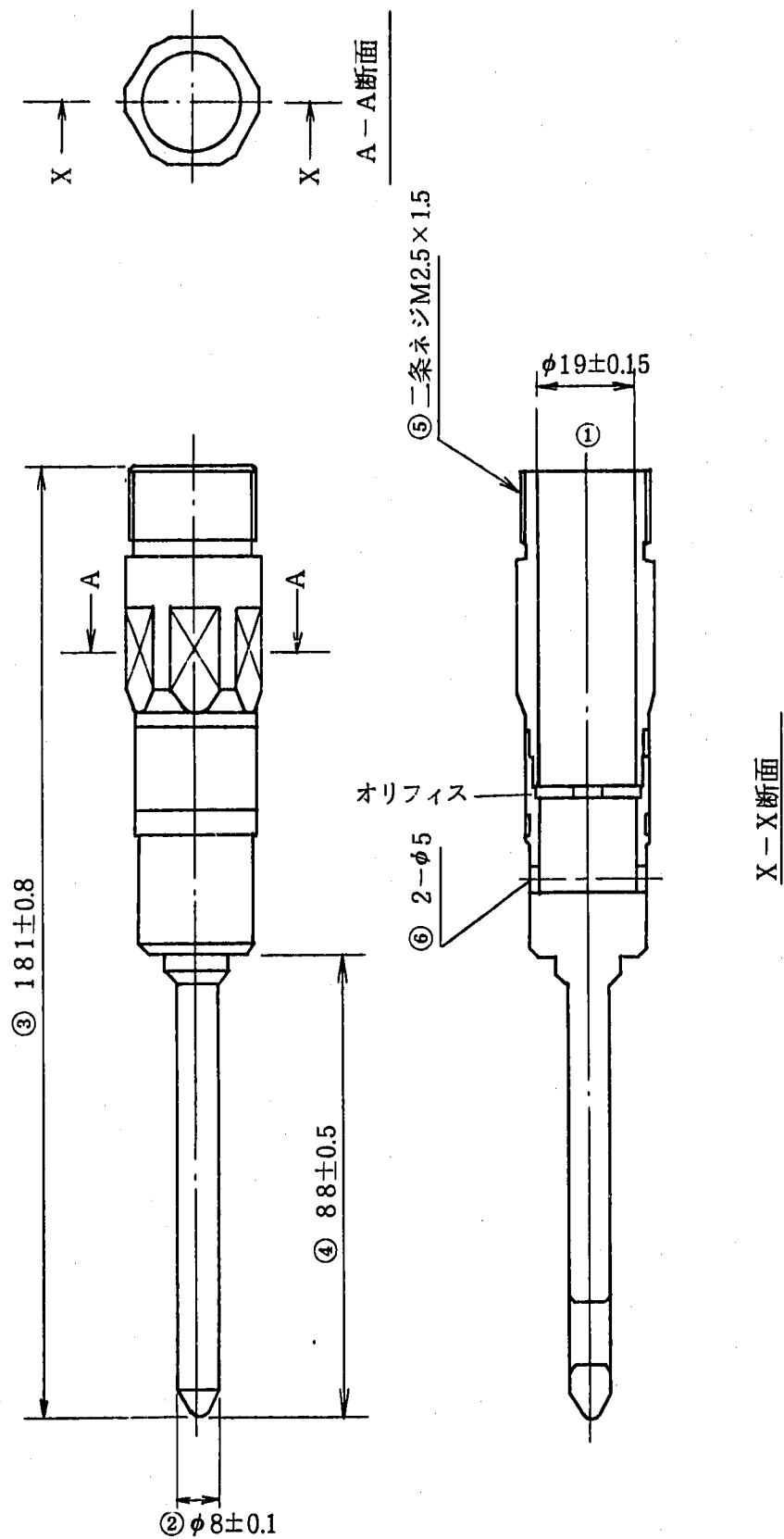
以下、第4章で、CMIR用流量配分コードについて説明し、第5章でCMIR用温度計算コー

ドについて説明する。第6章で、これらのコードを用いてCMIR-0を再評価した結果を述べる。
これは、コードの検証を兼ねるものである。



ホルダー断面図

第4図 CMIR-1のコンパートメントとホルダーの概念図



第5図 CMI R-1のキャップ構造図

4. CMIR用流量配分コード

4.1 概要

CMIRおよびB4Mは従来のB型特燃と異なる流路構造を有するので、従来のB型特燃用流配コードでは正しく流量を計算できない。このため今回新しくCMIR用流配プログラムを作成した。同時に、本プログラムでデータ文の変更によりB4Mの流配計算もできるようにした。

4.2 解析プログラムの説明

第6図にB4Mを例にとり流体回路を示す。

$C_1 \sim C_{13}$ の抵抗について流量 Q_i ($i=1 \sim 13$)を定義する。 Q_i ($i=1 \sim 13$)は独立ではない。そこで改めて $C_1 \sim C_8$ の流量を独立変数に選らび q_j ($j=1 \sim 8$)を定義するとすべての Q_i は q_j によって表現される。

$$(例) \quad Q_9 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8$$

$$Q_{11} = q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8$$

$$Q_i \equiv q_j \quad (i=j=1 \sim 8)$$

マトリクス $LQ(j, i)$ は Q_i と q_j の関係を定めるものである。

$$(定義) \quad LQ(j, i) = l_{ji} = \begin{cases} 1 & Q_i \text{ が } q_j \text{ を含むとき} \\ 0 & Q_i \text{ が } q_j \text{ を含まないとき} \end{cases}$$

$LQ(j, i)$ はプログラム内に内蔵している。

8個の独立変数(q_j , $j=1 \sim 8$)に対して8個の方程式が必要である。これらの方程式は次のようにして構成される。

はじめにすべての抵抗 C_i ($i=1 \sim 13$)の圧損を定義する。

$$\Delta P_i = C_{Di} \left(\frac{\gamma_i}{2g} v_i^2 \right) + \gamma_i h_i$$

$$C_{Di} = \tilde{a}_i R_e \tilde{b}_i + \tilde{c}_i \quad (i=1 \sim 13)$$

ここに、 γ_i : ナトリウム比重量 (抵抗部の平均温度 T_i により $\gamma_i = \gamma(T_i)$ で定義される)

v_i : 抵抗流路の流速

h_i : 抵抗流路の長さ

C_D : 抵抗係数

ΔP_i は、流量 Q_i を用いて変換できる。

$$\Delta P_i = A_i Q_i^{B_i} + C_i Q_i^2 + r_i h_i$$

係数 $(\tilde{a}_i, \tilde{b}_i, \tilde{c}_i)$ と (A_i, B_i, C_i) の関係は後に示す。

次に、集合体入口 A から出口 B へ至る独立な Path を定義する。この Path は 8 個ある。その求め方は、独立な流路 j を通り、A から B へ逆流することなく流れる 1 本の流れを考えればよい。

(例) Path 1 $C_9 \rightarrow C_{10} \rightarrow C_1 \rightarrow C_{12} \rightarrow C_{13}$
 Path 8 $C_9 \rightarrow C_{10} \rightarrow C_{11} \rightarrow C_8 \rightarrow C_{13}$

明らかに上記例の Path 1 について

$$\Delta P_9 + \Delta P_{10} + \Delta P_1 + \Delta P_{12} + \Delta P_{13} = \Delta P_H \quad (\text{A-B の出入口圧力差})$$

とおいたものが 1 つの独立な方程式となる。

LINK(i, k) は、回路網の結合関係を定めるものである。

(定義) $\text{LINK}(i, k) = \epsilon_{ik} = \begin{cases} 1 & \text{Path } k \text{ が流路 } i \text{ を含むとき} \\ 0 & \text{Path } k \text{ が流路 } i \text{ を含まないとき} \end{cases}$

LINK(i, k) は、プログラム中に内蔵している

8 個の方程式は、 ϵ_{ik} を用いて次のように構成される。

$$F_k = \sum_{i \in \text{Path}} \Delta P_i - \Delta P_H = 0$$

$$k = 1 \sim 8$$

又は、
$$F_k = \sum_{i=1}^{13} \Delta P_i \cdot \epsilon_{ik} - \Delta P_H = 0 \quad (k = 1 \sim 8)$$

F_k は、 ΔP_i を含み、 ΔP_i は Q_i を含み、 Q_i は q_j を含むゆえ、 F_k は独立な流量 q_j ($j = 1 \sim 8$) の関数となる。

$$F_k(q_1 \cdots q_8) = 0 \quad (k = 1 \sim 8)$$

これから、 $F_k(q_1 \cdots q_8) = 0$ ($k = 1 \sim 8$) を連立させて解く方法を述べる。

F_k は線形方程式ではない。これから述べる解法は Newton-Rapson 法による。

ベクトル $\mathbf{q} = \begin{pmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_8 \end{pmatrix}$ を定義し、初期ベクトル $\mathbf{q}^{(0)}$ を与える。

$\mathbf{q}^{(0)}$ は $F_k(\mathbf{q}^{(0)}) = 0$ を満足しないが、正しい解 \mathbf{q} に対する $F_k(\mathbf{q})$ を $\mathbf{q}^{(0)}$ のまわりで展開すると、

$$F_k(\mathbf{q}) = F_k(\mathbf{q}^{(0)}) + \left(\frac{\partial F_k}{\partial \mathbf{q}} \right)_{\mathbf{q}=\mathbf{q}^{(0)}} \cdot \Delta \mathbf{q} + \left\{ \frac{\partial^2 F_k}{\partial \mathbf{q} \partial \mathbf{q}} (\Delta \mathbf{q})^2 + \dots \right\} \equiv 0$$

ここで、 $\Delta \mathbf{q} = \mathbf{q} - \mathbf{q}^{(0)}$ である。

$\mathbf{q}^{(0)}$ が \mathbf{q} に近いならば $\Delta \mathbf{q}$ の2次以上の項を1次の項に比べて省略できて、

$$F_k(\mathbf{q}^{(1)}) = F_k(\mathbf{q}^{(0)}) + \left(\frac{\partial F_k}{\partial \mathbf{q}} \right)_{\mathbf{q}=\mathbf{q}^{(0)}} \cdot \Delta \mathbf{q} \equiv 0$$

により第1近似解 $\mathbf{q}^{(1)}$ を求めることができる。

行例 $G^{(0)} = g_{kj} = \left. \frac{\partial F_k}{\partial q_j} \right|_{q_j = q_j^{(0)}}$ を定義すると、

$$G^{(0)} \cdot \Delta \mathbf{q} = -\mathbf{F}(\mathbf{q}^{(0)})$$

ただし、

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_8 \end{pmatrix} \text{ である。}$$

これを解いて $\Delta \mathbf{q} = -G^{(0)-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{q}^{(0)})$

$$\mathbf{q}^{(1)} = \mathbf{q}^{(0)} + \Delta \mathbf{q} = \mathbf{q}^{(0)} - G^{(0)-1} \cdot \mathbf{F}(\mathbf{q}^{(0)})$$

を得る。以下反復により、第 $n+1$ 次の近似解

$$\mathbf{q}^{(n+1)} = \mathbf{q}^{(n)} - G^{(n)-1} \mathbf{F}(\mathbf{q}^{(n)}), \quad |\mathbf{q}^{(n+1)} - \mathbf{q}^{(n)}| \rightarrow 0 \quad (h \rightarrow \infty)$$

とする。

ここに、 $G^{(n)} = g_{kj}^{(n)} = \left(\frac{\partial F_k}{\partial q_j} \right)_{q_j = q_j^{(n)}}$ である。

行列 $G^{(n)}$ の要素を具体的に与える。

$$\begin{aligned}
 F_k(\mathbf{q}) &= \sum_i \Delta P_i \epsilon_{ik} - \Delta P_H \\
 &= \sum_i \epsilon_{ik} \cdot \{ A_i Q_i^{B_i} + C_i Q_i^2 + \gamma_i h_i \} - \Delta P_H \\
 &= \sum_i \epsilon_{ik} \cdot \{ A_i \left(\sum_j l_{ij} q_j \right)^{B_i} + C_i \left(\sum_j l_{ij} q_j \right)^2 \} - \Delta P_H \\
 g_{kj} &= \frac{\partial F}{\partial q_j} = \sum_i \left\{ \epsilon_{ik} A_i B_i \left(\sum_j l_{ij} q_j \right)^{B_i-1} l_{ij} + \epsilon_{ik} 2 C_i \left(\sum_j l_{ij} q_j \right) l_{ij} \right\} \\
 &\quad - \sum_i \epsilon_{ik} l_{ij} (A_i B_i Q_i^{B_i-1} + 2 C_i Q_i) \\
 g_{kj}^{(n)} &= \sum_i \epsilon_{ik} l_{ij} (A_i B_i Q_i^{B_i-1} + 2 C_i Q_i) \Big|_{Q_i = Q_i^{(n)}}
 \end{aligned}$$

行列 G は密行列であり、方程式の解はガウスの消去法による。

ガウスの消去法は一般の科学計算ライブラリーに用意されている。

Newton法を用いる場合、初期値 $q^{(0)}$ が比較的良好な近似でないと解の収束を保証できない。

したがってCMIR, B4Mについて従来の評価値から出発するのがよく、初期値を0とおいたのでは解が得られないことを注意しておく。

最後に、抵抗係数 $C_{Di} = \tilde{a}_i R_e^{b_i} + \tilde{C}_i$ から圧損式

$$\Delta P_i = A_i R_e^{B_i} + C_i \text{ への変換式を述べる。}$$

$$C_{Di} = \tilde{a}_i R_e^{b_i} + \tilde{C}_i \text{ とする。}$$

等価直径 D_{oi} を定義する。

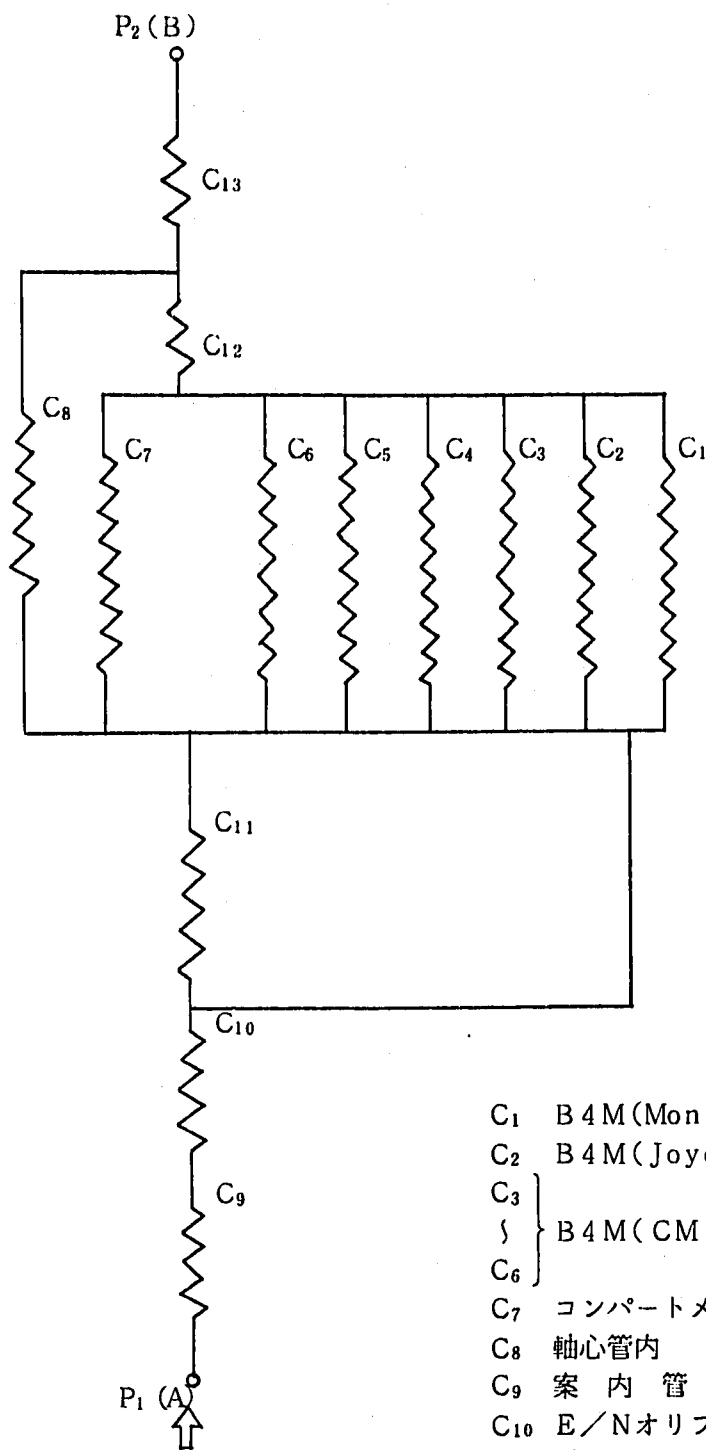
$$S_i = \frac{\pi}{4} D_{oi}^2, \quad Q_i = \gamma_i \nu_i S_i \text{ より}$$

$$\nu_i = \frac{Q_i}{\gamma_i S_i}$$

$$R_e = \frac{D_{oi} \nu_i}{\nu_i} = \frac{D_{oi} Q_i}{\gamma_i \nu_i S_i} = \frac{D_{oi} Q_i}{\mu_i S_i} \quad \mu_i := \gamma_i \nu_i$$

一方、 $\frac{\gamma_i}{2g} \nu_i^2 = \frac{\gamma_i}{2g} \left(\frac{Q_i}{\gamma_i A_i} \right)^2 = \frac{Q_i^2}{2g \gamma_i S_i^2}$

$$\Delta P_i = C_{Di} \frac{\gamma_i}{2g} \nu_i^2 = \tilde{a}_i \left(\frac{D_{oi} Q_i}{\mu_i S_i} \right)^{b_i} \left(\frac{Q_i^2}{2g \gamma_i S_i^2} \right) + \tilde{C}_i \left(\frac{Q_i^2}{2g \gamma_i S_i^2} \right)$$



- C1 B4M(Monju)コンパートメント
- C2 B4M(Joyo) コンパートメント
- C3 } B4M(CMIR)コンパートメント
- C6 } B4M(CMIR)コンパートメント
- C7 コンパートメント外ラッパ管
- C8 軸心管内
- C9 案内管
- C10 E/Nオリフィス
- C11 軸心管オリフィス
- C12 押上部
- C13 ハンドリングヘッド

$(\Delta P = P_1 - P_2 \approx 3.1 \text{ kg/cm}^2)$

第6図 B4M流体回路

$$= \tilde{a}_i \left(\frac{D_{0i}}{\mu_i A_i} \right)^{b_i} \frac{1}{2 g \gamma_i S_i^2} Q_i^{\tilde{b}_{i+2}} + \frac{\tilde{c}_i}{2 g \gamma_i S_i^2} Q_i^2$$

したがって、

$$A_i = \frac{\tilde{a}_i}{2 g \gamma_i S_i^2} \left(\frac{D_{0i}}{\mu_i S_i} \right)^{\tilde{b}_i}$$

$$B_i = \tilde{b}_i + 2$$

$$C_i = \frac{\tilde{c}_i}{2 g \gamma_i S_i^2}$$

を得る。

4.3 プログラムの説明

(1) フローチャート

前節のモデルに従いフローチャートを第7図に示す。

プログラムは論理分岐を含まない単純な構造である。

(2) 入力データ

固定フォーマットにより、下に示す14枚のカードを用意する。

カード	入 力 デ ー タ							FORMAT	
1	1	NCLAST	PH	EPS				5X, I5, E10.3, E10.3	
2		TT(1)	HL(1)	DA(1)	Q I N(1)	AAK(1)	BBK(1)	CCK(1)	7 E 1 0.3
3									7 E 1 0.3
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14		TT(13)	HL(13)	DA(13)	Q I N(13)	AAK(13)	BBK(13)	CCK(13)	7 E 1 0.3

TT(k) : 抵抗体 k の平均温度 (°C)

HL(k) : 抵抗体 k の流路長さ (mm)

DA(k) : 抵抗体 k の等価直径 (cm)

IN(k) : 抵抗体 k の初期流量 (g)

AAK(k) }
 BBK(k) } 抵抗体 k の抵抗係数
 CCK(k) } $C_D = AAK(k) * R_{e, BBK(k)} + CCK(k)$

NCLAST : 反復計算打ち切り回数

PH : 出入圧力差 (g/cm²) 位置圧損を含む

ESP : 収束判定誤差 (= 0.1)

(3) I/Oファイル

I/Oファイルは以下の2つであり、通常のCatarog Procedureで駆動する。

- (i) FT05F001 入力データ
- (ii) FT06F001 出力プリント

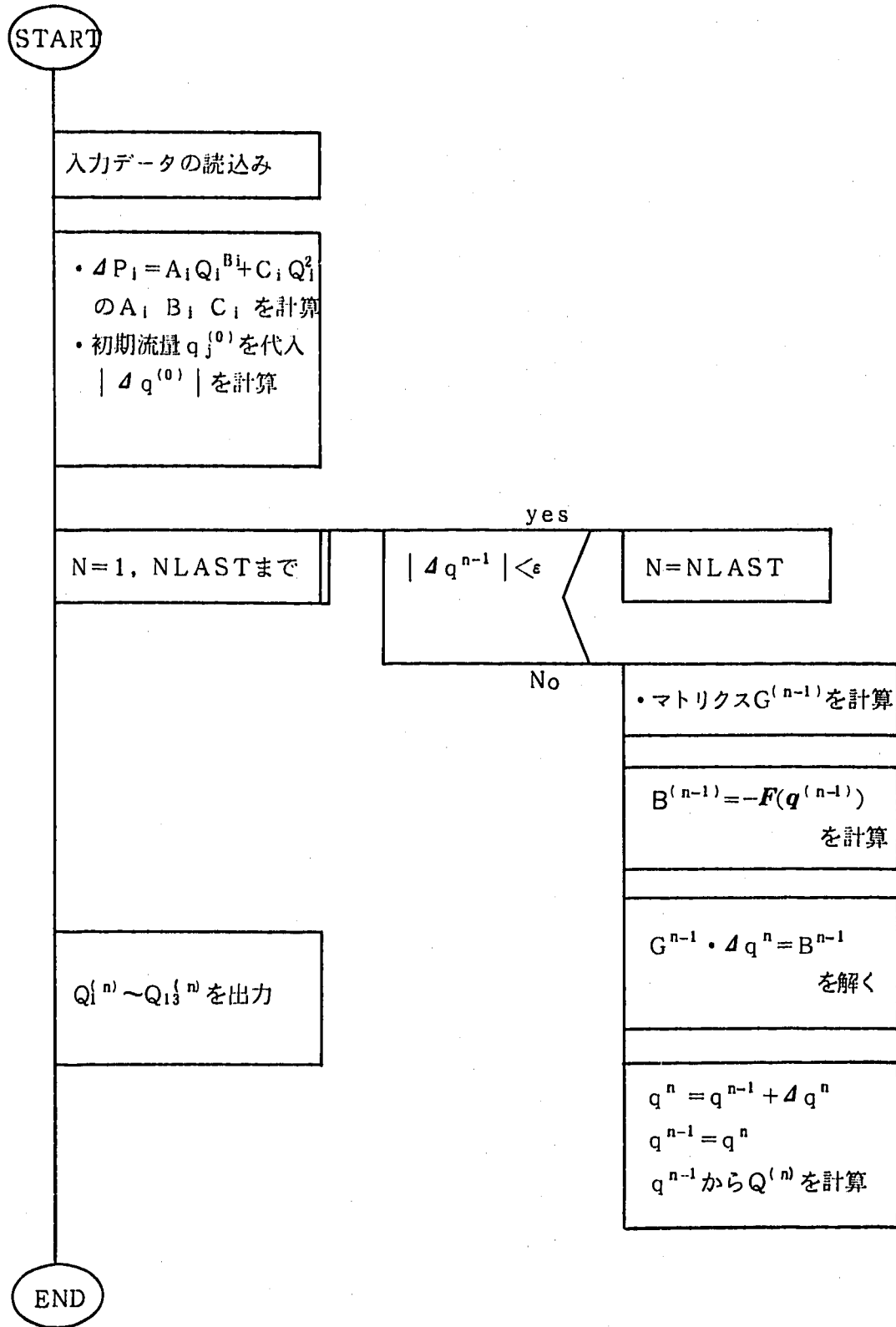
(4) 変数表

変数表を第3表に示す。

- (a) LINK(I, K), LQ(J, I)はCMIR用, B4M用で異なるが、各々、別プログラムとし、プログラム内に内蔵している。
- (b) 物性値は、プログラム内にFUNCTIONとして内蔵している。

4.4 入出力例

CMIR-0の入出力例を付録1に示す。



第7図 CMIR用流量配分コードフローチャート

第3表 変数表(入力データ)(流量配分コード)

変数名	内容
PH	集合体出入口圧力差 (g/cm^3) 図1の(P_1-P_2),但し,位置圧力ヘッドPL(Lは集合体長)を加えておく。
DEN	ENTRANC NOZZLEオリフィス口径 (cm)
DC(J) J=1, 6	コンパートメント1~6のオリフィス口径 (cm)
HL(I) I=1, 13	抵抗iの流路長さ (mm) 図1の回路に従って加えあわせた結果が集合体長Lに一致すること。
TT(I) I=1, 13	抵抗iの流体平均温度 ($^{\circ}C$) 浮力の計算に必要。CMIR等流量の小さい流路がある場合浮力が無視できない。
AAKI I) BBKI I) CCKI I)	抵抗iの抵抗係数 C_{Di} を, $C_{Di} = a_i R_e^{b_i} + c_i$ として入力するときの各 a_i, b_i, c_i 。(無次元)
DAI I) I=1, 13	
DAI I) I=1, 13	抵抗iのレイノズル数を定義する流路等価直径 (cm) 等価直径は流量Qと流速vを一義的に変換するためにあらかじめ約束しておく必要がある。 $Q = P v A, A = \pi D_0^2 / 4$ で結ばれる。 C_D を実測したときの D_0 と計算に用いる D_0 を一致させておく必要がある。
QINJ, J=1, 8	流体回路の独立は流量の初期値 (g/sec) 独立な流量は, 図1において $C_1 \sim C_6$ のコンパートメント流量 C_7 のコンパートメント外流量 C_8 のモニタ管流量 である。 初期値は, 求めるべき正しい流量の第1近似解である必要がある, これを0.0を入力したり, 真の値から大きくはずれた値を入力すると解は収束しないことがある。 CMIR, B型については, 従来の経験値を入れるか, 一度ORIFICEコードを流してみても適切な初期値をきめる必要がある。
NLAST	解の反復計算打ち切り回数 = 50
EPS	収束判定値 = 0.1 (流量誤差 $0.1 g/sec$ 以下を保証)

第3表 変数表(内部変数)

変数	内容	容
LQ(J, I) J=1, 8 I=1, 13	<p>流路番号 i, 独立流路番号 j とし, Q_i, q_j を流量とする。</p> <p>$LQ(J, I)=1$ Q_i が q_j の和であらわされるとき</p> <p>0 Q_i が q_j の和であらわされないとき</p> <p>例 図1において</p> <p>$Q_{11} = q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8$</p> <p>$LQ(J, 11) = 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1$ (J=1, 8)</p>	
LINK(I, K) J=1, 13 K=1, 8	<p>図1において, 独立な流路1本 ($C_1 \sim C_8$ のうちの1つ) を通ってAからBに至るPathは1本しかない。</p> <p>独立流路 C_i を通るPathをPath 1, 独立流路 C_k を通るPathをPath k とする。</p> <p>LINK(I, K)=1, Path k に流路 I が含まれるとき</p> <p>0 Path k に流路 I が含まれないとき</p>	
CM(I), I=1, 13	流路 i の流体比重量 (g/cm^3)	
CUN(I), I=1, 13	" の粘性係数 ($g/cm \cdot s$)	
A(I) I=1, 13	流路 i の断面積 (cm^2)	$A(I) = \frac{\pi}{4} D A(I)^2$
AA(I) BB(I) CC(I)	<p>流路 i について</p> <p>$\Delta P_i = a_i Q_i^{b_i} + C_i Q_i^2$ とあらわすときの</p> <p>a_i, b_i, c_i</p>	
Q(I) I=1, 13	流路 i の流量 (g/sec)	
$Q\bar{Q}(J)$ J=1, 8	独立流路 j の反復ステップ n での流量 $q_j^{(n)}$ (g/sec)	
$Q\bar{N}(J)$ J=1, 8	独立流路 j の反復ステップ n+1 での流量 $q_j^{(n+1)}$ (g/sec)	
DQ(J) J=1, 8	独立流路 j について $\Delta q_j^{(n+1)} = q_j^{(n+1)} - q_j^{(n)}$	
GG(K, J) K=1, 8 J=1, 8	<p>$GG \cdot \{ \Delta q_j^{n+1} \} = B$ のマトリクス GG および B</p> <p>$GG(K, J) = g_{kj} = \left. \frac{\partial F_k(q_j)}{\partial q_j} \right _{q_j = q_j^n}$</p>	
B(K) K=1, 8	$B = b_k = PH - F_k(q_j^{(n)})$	

5. CMIR用温度計算コード

5.1 概要

CMIRのコンパートメント内およびコンパートメント外（ラッパ管流路とよぶ）の温度分布を計算するプログラムを説明する。コンパートメントの流量およびラッパ管流路の流量、および γ 線発熱量を既知として温度場の計算を行う。

5.2 基本モデル

5.2.1 メッシュ分割

(1) 軸方向メッシュ分割

試料部56cmおよびその下側40cmを解析領域とする。メッシュ巾は1cmとし固定する。

したがって下から $J = 1 \dots 96$ までメッシュ存在する。

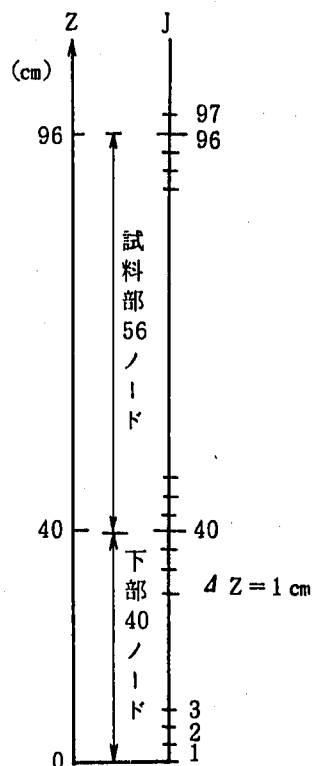
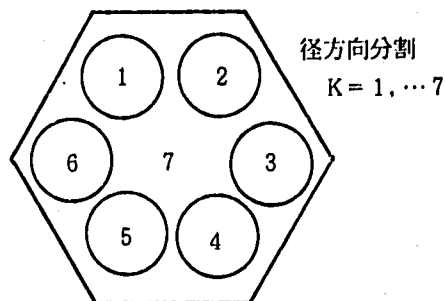
$J = 1$ で下側の温度境界条件を与える。

$J = 97$ で上側の温度境界条件を与える。

(2) 径方向メッシュ分割

右図に示すように、 $K = 1 \dots 7$ まで7領域に分割する。明らかに、コンパートメント間には結合がなく、ラッパ管流路 $K = 7$ と結合するだけである。また、1コンパートメント内は軸方向の1次元モデルとなる。

以上の分割により (J, K) によって1つのセルが指定される各々のセルについて独立に物理量、例えば温度 $T(J, K)$ 、発熱量 $Q(T, K)$ が定義される。



5.2.2 基本物理モデル

- (1) コンパートメント内は、ナトリウムとステンレスが一様に混合した1次元混合物とする。
すなわち、ナトリウムとステンレスの温度は等しいとする。
- (2) 2重管壁のγ線発熱量は、コンパートメント内の発熱に導入し、2重管壁自体は発熱がないかのように扱う。
- (3) 2重管壁による軸方向熱伝導は無視する。これは2重管の断面積が小さいということから正当化できる。
- (4) (2), (3)から2重管壁の径方向熱伝導率を合成された一つの等価熱抵抗 H_c として扱うことができる。すなわち、コンパートメントからラップ管流路へ流出する熱流量が

$$Q_{Rjk} = \frac{1}{H_{cjk}} (T_{jk} - T_{j\gamma})$$

となる。 H_{cjk} を算出できる。 H_{cjk} ($k=1 \dots 6$)は、セル(J, K)に定義される径方向等価熱抵抗である。

- (5) ラップ管壁および軸心管のγ線発熱量はラップ管流路の発熱量として扱う。ラップ管外面は断熱境界とする。
- (6) 境界条件は、

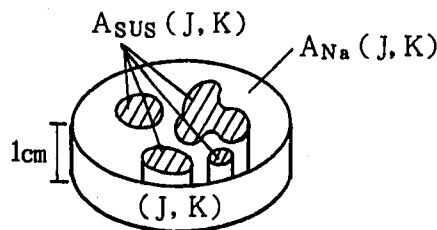
下側について、 $T(1, K) = 370^\circ\text{C}$ (一定)

上側について、 $T(57, K) = T(56, K)$ 温度勾配 $\frac{\partial T}{\partial Z} = 0$

径方向側面について、ラップ管外面は断熱

とする。

- (7) (6)の境界条件のもとで、定常の温度場 $T(J, K)$ を計算する。
- (8) 発熱量および熱伝導度を決定するために、各セル(J, K)についてナトリウムとステンレスの存在割合を与えておく必要がある。このため、各セル(J, K)についてナトリウムの断面積 $A_{Na}(J, K)$ とステンレスの断面積 $A_{SUS}(J, K)$ を定義する。



(9) (8)で定義した $A_{Na}(J, K)$, $A_{SUS}(J, K)$ を用いてセル(J, K)の発熱量は,

$$Q = A_{Na} \rho_{Na} \delta_{Na}^{\gamma} + A_{SUS} \rho_{SUS} \delta_{SUS}^{\gamma}$$

ここで, ρ_{Na} : ナトリウム密度

ρ_{SUS} : ステンレス密度

δ_{Na}^{γ} : ナトリウム γ 発熱密度(w/g)

δ_{SUS}^{γ} : ステンレス γ 発熱密度(w/g)

であり, A_{Na} , A_{SUS} , ρ_{Na} , ρ_{SUS} , δ_{Na}^{γ} , δ_{SUS}^{γ} はすべて各セル(J, K)ごとに定義されているものとする。

(10) (8)で定義した $A_{Na}(J, K)$, $A_{SUS}(J, K)$ を用いてセル(J, K)の軸方向(Z方向)の熱伝導率は,

$$K = \frac{A_{Na} K_{Na} + A_{SUS} K_{SUS}}{A_{Na} + A_{SUS}}$$

なる等価熱伝導率で与えられる。ここで

K_{Na} : ナトリウム熱伝導率

K_{SUS} : ステンレス熱伝導率

であり, すべて各セルごとに定義されているものとする。

(11) 各セルにおいては, 次の熱移動が考慮される。

(a) セルの γ 発熱による湧き出し。

(b) ナトリウムの流れによって運ばれる熱流束。

(c) (10)で定義される等価熱伝導率を有する混合物で軸方向に伝える熱伝導。

(d) コンパートメント壁面からラッパ管流路への熱流出。

(12) (4)で定義した2重管壁の径方向等価熱抵抗 H_C の算出においては, 中間のガス層の熱伝導率とガス層の輻射を考慮する。

5.2.3 物性値および副射の式

(1) ナトリウムの比熱

$$C_P = 0.38935 - 1.106 \times 10^{-4} \times (1.8T + 491.7) + 3.4118 \times 10^{-8} \times (1.8T + 491.7)^2$$

(cal/g°C)

T : 温度(°C)

(2) ナトリウムの熱伝導率

$$K_{Na} = 0.9294 - 5.892 \times 10^{-4} T + 1.193 \times 10^{-7} \times T^2 \quad \text{W/cm}^{\circ}\text{C}$$

T : 温度(°C)

(3) ステンレスの熱伝導率

$$K_{\text{Sus}} = 0.1333 + 1.312 \times 10^{-4} T \quad \text{W/cm}^\circ\text{C}$$

T : 温度(°C)

(4) ガス層の熱伝導率 (PNC N941 82-124)⁽²⁾① He 熱伝導度 K_{He} (w/cm°C) (ZN843-79-08)

$$K_{\text{He}} = 1.3084 \times 10^{-3} + 3.6961 \times 10^{-6} T - 5.848 \times 10^{-10} T^2$$

T : °C

② Ar 熱伝導度 K_{Ar} (w/cm°C) (ZN843-79-08)

$$K_{\text{Ar}} = 1.716 \times 10^{-4} + 3.58 \times 10^{-7} T - 2.32 \times 10^{-11} T^2$$

T : °C

③ He - Ar 混合ガス熱伝導度 $K_{\text{He-Ar}}$

$K_{\text{He-Ar}}$ の計算には前記 K_{He} , K_{Ar} 及び以下に示す Lindsay-Bromley の理論式を使用した。

$$\lambda_m = \frac{\lambda_i}{1 + \frac{1}{\sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}} x_j} A_{ij}}$$

$$A_{ij} = \frac{1}{4} \left[1 + \left\{ \frac{\eta_i \left(\frac{M_i}{M_j} \right)^{\frac{3}{4}} \left(\frac{1+S_i/T}{1+S_j/T} \right)^{\frac{1}{2}}}{\eta_j \left(\frac{M_j}{M_i} \right)^{\frac{3}{4}} \left(\frac{1+S_j/T}{1+S_i/T} \right)^{\frac{1}{2}}} \right\}^2 \frac{(1+S_{ij}/T)}{(1+S_i/T)} \right]$$

$$S_{ij} = \sqrt{S_i S_j}$$

ただし, λ_m : 混合ガス熱伝導度 λ_i : ガス i の熱伝導度 x_i : ガス i のモル分率 η_i : ガス i の粘性係数 (kg s / m²) M_i : ガス i の分子量 (kg / kmol) S_i : ガス i のサザーランド定数 (°K)

で本評価では η_i , M_i , S_i として下表の値を使用した。

	η_i (kg s / m ²)	M_i (kg / kmol)	S_i (°K)
He	3.93×10^{-6}	4.003	81
Ar	4.74×10^{-6}	39.94	124

(5) 輻射の式

$$\begin{aligned} \text{輻射熱流束 } j &= f \cdot \epsilon \times 4.88 \times 10^{-8} T^4 \text{ kcal/hr} \cdot \text{m}^2 \\ &= f \cdot \epsilon \times 5.666 \times 10^{-12} \text{ w/cm}^2 \text{ s} \end{aligned}$$

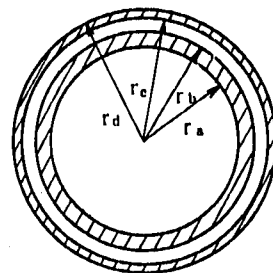
f は形状係数で薄いガス層を無限平板として扱うとき $f = 1.0$

ϵ は輻射率でありステンレスに対して $\epsilon = 0.8$

単位長さ当りの輻射面積を $2\pi r_b$ で与えると

$$\text{輻射熱流量 } Q_P = 2\pi r_b \epsilon \cdot f \times 5.666 \times 10^{-12} T^4$$

T : 温度 (K)



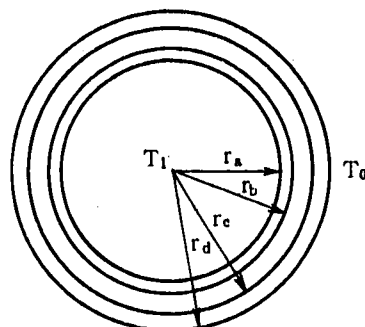
上に与えたように物性値および輻射の式は温度の関数である。後に述べるように温度場の計算は反復解法を用いるので、求めるべきステップ n での温度計算にはステップ $n-1$ で求めた温度での物性値を用いるものとする。

5.2.4 2重管壁の等価熱抵抗 H_C

5.2.2(4)で定義した径方向等価熱抵抗 H_C を与える。下図のように管壁の半径を定義する。コンパートメント外側の温度 (T_{j7}) を T_0 、コンパートメント内温度 ($T_{jk}, k=1 \dots 6$) を T_1 と書く。

5.2.2(2)の仮定により、 $r_a < r < r_d$ の任意の半径 r の円を通過する熱流量 Q_R は一定であり、また熱流束 j は、

$$j = \frac{Q_R}{2\pi r} \text{ で与えられる。}$$



(i) 管外表面について

$$T_d - T_0 = \frac{Q_R}{2\pi r_d h_d} \dots\dots\dots (2)$$

ここで h_d は管外面のフィルム熱伝達率であり

$$h_d = \frac{N_u \cdot K_{Na}}{2 r_d}$$

K_{Na} : ナトリウム熱伝導率

N_u : ヌッセルト数 (≈ 5.0)

で与えられる。

(ii) 外管 ($r_c \leq r \leq r_d$) について

$$j = \frac{Q_R}{2\pi r} = -K_{SUS} \frac{\partial T}{\partial r}$$

K_{SUS} : ステンレス熱伝導率

より,

$$T_c - T_d = \frac{Q_R}{2 \pi K_{SUS}} \ell_n \left(\frac{r_d}{r_c} \right) \dots\dots\dots (2)$$

(iii) ガス層 ($r_b \leq r \leq r_c$) において

5.2.3 (5) で与えたように輻射熱流量 Q_P は,

$$Q_P = a (\tilde{T}_b^4 - \tilde{T}_c^4)$$

ここでチルダ-はケルビン温度であることを示す。

($\tilde{T}_b^4 - \tilde{T}_c^4$) の項は因数分解できて

$$Q_P = a (\tilde{T}_b^3 + \tilde{T}_b^2 \tilde{T}_c + \tilde{T}_b \tilde{T}_c^2 + \tilde{T}_c^3) (T_b - T_c) \dots\dots\dots (3)$$

ガス層の熱伝導による熱流量 Q_g は(ii)の(2)式と同様に

$$T_b - T_c = \frac{Q_g}{2 \pi k_g} \ell_n \left(\frac{r_c}{r_b} \right) \text{ より}$$

$$Q_g = \frac{2 \pi k_g}{\ell_n (r_c / r_b)} (T_b - T_c) \dots\dots\dots (3)'$$

k_g : ガスの熱伝導率

(3), (3)' を加えると

$$\begin{aligned} Q_R &= Q_P + Q_g \\ &= \left[\frac{2 \pi k_g}{\ell_n (r_c / r_b)} + a (\tilde{T}_b^3 + \tilde{T}_b^2 \tilde{T}_c + \tilde{T}_b \tilde{T}_c^2 + \tilde{T}_c^3) \right] (T_b - T_c) \\ &= Y_H \cdot (T_b - T_c) \dots\dots\dots (3)'' \end{aligned}$$

ここで Y_H を定義した。 Y_H は、熱伝導と副射を考慮したガス層の総合的な熱コンダクタンスを与えている。

(3)'' より

$$T_b - T_c = \frac{1}{Y_H} Q_R \dots\dots\dots (4)$$

(iv) 内管 ($r_a \leq r \leq r_b$) について

(iii)の(2)式と同様に

$$T_a - T_b = \frac{Q_R}{2\pi K_{SUS}} \ell_n \left(\frac{r_b}{r_a} \right) \dots\dots\dots (5)$$

(v) 管内表面

管内面のフィルム熱伝達として、(i)の(1)式と同様に、

$$T_i - T_a = \frac{Q_R}{2r r_a h_a} \dots\dots\dots (6)$$

$$h_a = \frac{N_u \cdot K_{Na}}{2r_a}$$

K_{Na} : ナトリウム熱伝導率

N_u : ヌッセルト数 ($N_u \sim 5.0$)

で与えられる。

以上の(1), (2), (4), (5), (6)式を加えると

$$T_i - T_o = \left[\frac{1}{2\pi r_d h_d} + \frac{1}{2\pi K_{SUS}} \ell_n \left(\frac{r_d}{r_c} \right) + \frac{1}{Y_H} + \frac{1}{2\pi K_{SUS}} \ell_n \left(\frac{r_b}{r_a} \right) + \frac{1}{2\pi r_a h_a} \right] \cdot Q_R$$

$$= H_C \cdot Q_R \dots\dots\dots (7)$$

となり、 H_C は等価熱抵抗を与える。

以上から H_C は温度の関数(特に副射項については強い温度の関数)であるが、ステップnの温度計算のときには、ステップn-1で求めた温度を用いて H_C を与えるものとする。

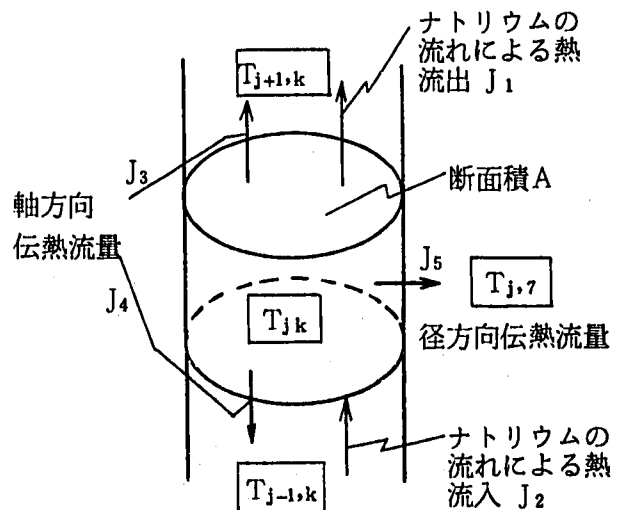
5.3 温度場の方程式

5.3.1 熱バランス式(積分型)

5.2.2(II)のモデルにより、1つのセル(J, K)について熱の出入を計算する。流出を正, 流入を負とする。

(i) ナトリウムの流れによる熱流量

毎秒 $J_1 = m_k C_{p,j,k} T_{j,k}$ のエンタルピーが流出する。ここに



m_k : コンパートメント k の流量 (g/sec)

C_p : N_a 比熱 (J/g°C)

j, k はセル (J, K) で定義されていることを示す。

同じく毎秒 $J_2 = m_k C_{p,j-1,k} T_{j-1,k}$ のエンタルピーがセル ($J-1, K$) から流入する。

(ii) 軸方向熱伝導

軸方向熱伝導の微分形は

$$j = -K \frac{\partial T}{\partial Z}$$

である。 K は、5.2.2 (10) で定義した、混合物の等価熱伝導率である。 $\frac{\partial T}{\partial Z}$ を

$$\frac{\partial T}{\partial Z} = \frac{T_{j+1,k} - T_{j,k}}{\Delta Z}$$

で離散化し、断面積 A をかけると、

$$J_3 = AK \frac{T_{j,k} - T_{j+1,k}}{\Delta Z}$$

であるが、 ΔZ は今の場合 1 cm とするので、あらわに書き現わさないことにする。

ここで K は、2つのセルの平均で与える。

$A = A_{Na} + A_{SUS}$ であることを用い、2.2 (10) を用いると、

$$AK = \frac{A_{Na,j,k} K_{Na,j,k} + A_{SUS,j,k} K_{SUS,j,k} + A_{Na,j+1,k} + A_{SUS,j-1,k} K_{SUS,j+1,k}}{2} = K_{jk}$$

ここで、改めて K_{jk} を定義した。

K_{jk} を用いると、セル (J, K) から ($J+1, K$) への熱伝導として

$$J_3 = K_{jk} (T_{jk} - T_{j+1,k})$$

セル (J, K) から ($J-1, K$) への熱伝導として

$$J_4 = K_{j-1,k} (T_{jk} - T_{j-1,k})$$

となる。

(iii) 径方向熱流量

5.2.2 (4) および 5.2.4 で与えた H_c を用いて

$$J_5 = \frac{1}{H_{Cjk}} (T_{j,k} - T_{j,7})$$

となる。

以上をすべて加えると、コンパートメント k について

$$m_k C_{Pjk} T_{jk} - m_k C_{Pj-1,k} T_{j-1,k} + K_{jk} (T_{jk} - T_{j+1,k}) + K_{j-1,k} (T_{jk} - T_{j-1,k}) + \frac{1}{H_{Cjk}} (T_{jk} - T_{j,7}) = \alpha Q_{jk} \dots\dots\dots (3.1)$$

となる。ここで Q_{jk} はセル (J, K) の発熱量 α は設計用パラメータとする。同じくラッパ管流路については、

$$m_7 C_{Pj7} T_{j7} - m_7 C_{Pj-1,7} T_{j-1,7} + K_{j7} (T_{j7} - T_{j+1,7}) + K_{j-1,7} (T_{j7} - T_{j-1,7}) - \sum_{k=1}^6 \frac{1}{H_{Cjk}} (T_{jk} - T_{j,7}) = \alpha Q_{j7} \dots\dots\dots (3.2)$$

を得る。

5.3.2 方程式の解法

方程式 (3.1) と (3.2) にもどる。基本的にはすべてのセルごとに得られる方程式 (3.1)、(3.2) を連立させて解けばよく約 400 元の連立 1 次方程式となるが、アルゴリズムを簡単にするために次のような反復解法による。

(3.1) 式において、 C_{Pjk} 、 K_{jk} 、 H_{Cjk} などは温度の関数であるが、これは 1 つ前のステップ $n-1$ での温度を用いることとする。

ここで (3.1) 式において $T_{j,7}$ もステップ $n-1$ の値を用いることにすれば求めるべきステップ n においては、

$$m_k C_{Pjk}^{(n-1)} T_{jk}^{(n)} - m_k C_{Pj-1,k}^{(n-1)} T_{j-1,k}^{(n)} + K_{jk}^{(n-1)} (T_{jk}^{(n)} - T_{j+1,k}^{(n)}) + K_{j-1,k}^{(n-1)} (T_{jk}^{(n)} - T_{j-1,k}^{(n)}) + \frac{1}{H_{Cjk}^{(n-1)}} (T_{jk}^{(n)} - T_{j,7}^{(n-1)}) = \alpha Q_{jk} \dots\dots\dots (3.3)$$

となる。ここでステップを示す (n) を明らさまに記入した。

(3.3) 式は $T_{j-1,k}^{(n)}$ 、 $T_{j-k}^{(n)}$ 、 $T_{j+1,k}^{(n)}$ を未知数とする簡単な漸化式となっており、

各 $k = 1 \dots 6$ について

$$-A_j X_{j+1} + B_j X_j - C_j X_{j-1} = D_j \dots\dots\dots (3.4)$$

の形をとる。具体的には、 $X_j = T_{jk}^{(n)}$ であり、

$$\left. \begin{aligned}
 A_j &= K_{jk}^{(n-1)} \\
 B_j &= m_k C_{Pjk}^{(n-1)} + K_{jk}^{(n-1)} + K_{j-1,k}^{(n-1)} + \frac{1}{H_{Cjk}^{(n-1)}} \\
 C_j &= m_k C_{Pj-1,k}^{(n-1)} + K_{j-1,k}^{(n-1)} \\
 D_j &= \alpha Q_{jk} + \frac{1}{H_{Cjk}^{(n-1)}} T_{j7}
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3.4')$$

となる。

行列で表わすと(3.4)は

$$\begin{bmatrix}
 B_1 & -A_1 & & & & & \\
 -C_2 & B_2 & -A_2 & & & & \\
 & -C_3 & B_3 & -A_3 & & & \\
 & & & & \ddots & & \\
 & & & & & -C_{N-1} & B_{N-1} & -A_{N-1} \\
 & & & & & & -C_N & B_N
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 X_1 \\
 X_2 \\
 X_3 \\
 \vdots \\
 X_{N-1} \\
 X_N
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 D_1 \\
 D_2 \\
 D_3 \\
 \vdots \\
 D_{N-1} \\
 D_N
 \end{bmatrix}
 \dots\dots\dots (3.5)$$

であり、各コンパートメントごとに独立に解くことができる。

(3.5)式を解いて $T_{jk}^{(n)}$ を求めた後、 $T_{jk}^{(n)}$ を用いて(3.2)式から $T_{j7}^{(n)}$ を求める。

(3.2)式は、

$$m_7 C_{Pj7}^{(n-1)} T_{j7}^{(n)} - m_7 C_{Pj-1,7}^{(n-1)} T_{j,7}^{(n)} + K_{j7}^{(n-1)} (T_{j7}^{(n)} - T_{j+1,7}^{(n)}) + K_{j-1,7}^{(n-1)} (T_{j7}^{(n)} - T_{j-1,7}^{(n)}) - \sum_{k=1}^6 \frac{1}{H_{Cjk}^{(n-1)}} (T_{jk}^{(n)} - T_{j,7}^{(n)}) = \alpha Q_{j7} \dots\dots\dots (3.6)$$

ここで左辺最終項の $T_{j7}^{(n)}$ にはステップ(n-1)の値を用いることを注意する。

(3.6)式も $X_j = T_{j7}^{(n)}$ として、

$$-A_j X_{j+1} + B_j X_j - C_j X_{j-1} = D_j \dots\dots\dots (3.7)$$

と表わすことができ、

$$\left. \begin{aligned}
 A_j &= K_{j7}^{(n-1)} \\
 B_j &= m_7 C_{Pjk}^{(n-1)} + K_{j7}^{(n-1)} + K_{j-1,7}^{(n-1)} \\
 C_j &= m_7 C_{Pj-1,7}^{(n-1)} + K_{j-1,7}^{(n-1)} \\
 D_j &= \alpha Q_{j7} + \sum_{k=1}^6 \frac{1}{H_{Cjk}^{(n-1)}} (T_{jk}^{(n)} - T_{j,7}^{(n-1)})
 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3.7')$$

となる。ここで $Q_{Rjk}^{(n)}$ を

$$Q_{Rjk}^{(n)} = \frac{1}{H_{Cjk}^{(n-1)}} (T_{jk}^{(n)} - T_{j,7}^{(n-1)}) \dots\dots\dots (3.8)$$

を定義すると

$$D_j = \alpha Q_{j7} + \sum_{k=1}^6 Q_{Rjk}^{(n)} \dots\dots\dots (3.8')$$

となる。

(3.7)式を解いて、 $T_{j,7}$ を求める。新しい T_{jk} を用いて C_{Pjk} 、 K_{jk} 、 H_{Cjk} 等を更新した後次のステップ $n+1$ へ進む。

収束は、

$$\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^7 \sum_{j=2}^N (T_{jk}^{(n)} - T_{j,k}^{(n-1)})^2}{7N}} \leq \epsilon = 10^{-1} \sim 10^{-2} \dots\dots\dots (3.9)$$

によって判定する。

5.4 プログラムの説明

5.4.1 フローチャート

右図に示すサブルーチンからなる。

INPUT：入力データの読み込み

HEATQ：入力データをもとに発熱量など反復ステップごとに更新されない固定データを作成する。

また初期値($n=0$)を代入する。

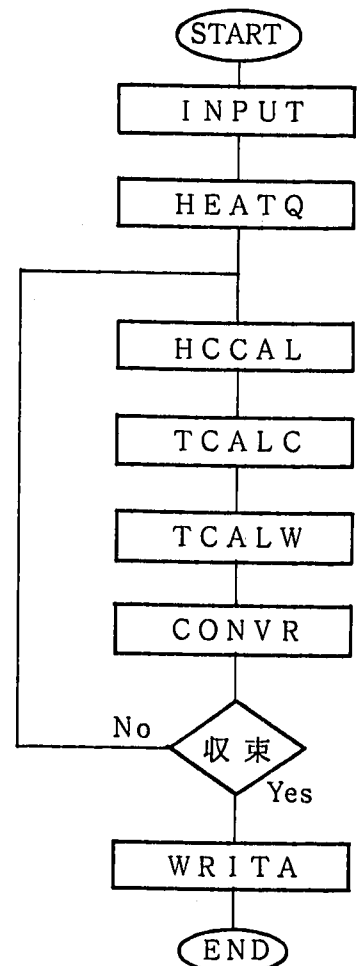
HCCAL： $H_{Cjk}^{(n-1)}$ 、 $K_{jk}^{(n-1)}$ 、 $C_{Pjk}^{(n-1)}$ を設定する。

TCALC： $T_{jk}^{(n)}$ ($k=1 \dots 6$)を計算する。

TCALW： $T_{j7}^{(n)}$ を計算する。

CONVR：収束を判定し、フラッグを立てる。

WRITA：出力プリント



5.4.2 サブルーチンの説明

(1) INPUT

(i) 内蔵値

① 2重管の半径 r_a, r_b, r_c, r_d を RA, RB, RC, RDとして内蔵している。

② ナトリウムの基準密度 $DNNA=0.84 \text{ g/cm}^3$

ステンレスの基準密度 $DNSS=7.97 \text{ g/cm}^3$

ホルダーの外半径 $RHOLD=1.1 \text{ cm}$

ラップ管流路のステンレス断面積 $WBLS=8 \text{ cm}^2$

ラップ管流路のNa断面積 $WBLNA=10.5 \text{ cm}^2$

以上の5つを内蔵している。

(ii) 入力データ

第4表に入力データ表を示す。

発熱量を決定するためには、ステンレス重量を入力しなければならない。試料部については、ホルダーの重量+試料重量(g)をWHOLD(L, K)に入力する。ここでKはコンパートメント番号, Lはホルダー番号であり、ホルダー番号は下から教える。

試料部の下40cmについては、コンパートメント内構造物(2重管は除く。)の単位長さ当り重量を

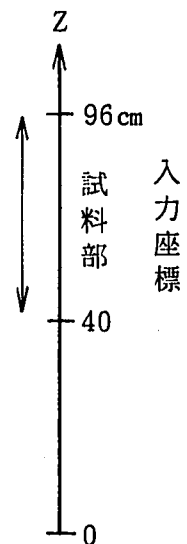
$$\left\{ \begin{array}{l} ZAXIW(L) \text{ 入力位置の座標 (cm)} \\ WAXI(L) \text{ ZAXIW(L)における単位長さ当り} \\ \text{重量 g/cm} \end{array} \right.$$

のペアにして入力する。入力点数はNW個とする。

材料の γ 発熱密度については

$$\left\{ \begin{array}{l} ZAXIQ(L) \text{ 入力位置の座標 (cm)} \\ QSAXI(L) \text{ その位置でのステンレス発熱密度 (w/g)} \\ QNAXI(L) \text{ その位置でのNa発熱密度 (w/g)} \end{array} \right.$$

をペアにして入力する入力点数はNQ個とする。



(iii) 処 理

(ii)で入力したデータをもとに、軸方向のすべてのノード($J=1 \sim 97$)における

$QNA(J)$: ナトリウム発熱密度 (w/g)

$QS(J)$: ステンレス発熱密度 (w/g)

を作成する。

軸方向ノード $J=1 \sim 40$ について

$WBL(J)$: コンパートメント内構造物重量 (g/cm)

を作成する。

FACOM DATA SHEET

年 月 日

業務名 _____

DATA名 _____

作成者 _____

PAGE _____

OF _____

第4表 入力データ表(固定FORMAT形式)(温度計算コード)

No.	COL.						
	1	2	3	4	5	6	7
1	NCLAST	NW	NQ	ALF			
2	XHE(1)	XHE(2)	XHE(3)	XHE(4)	XHE(5)	XHE(6)	
3	XAR(1)	XAR(2)	XAR(3)	XAR(4)	XAR(5)	XAR(6)	
4	CM(1)	CM(2)	CM(3)	CM(4)	CM(5)	CM(6)	CM(7)
5	WHOLD(1,1)	WHOLD(2,1)	WHOLD(3,1)	WHOLD(4,1)	WHOLD(5,1)	WHOLD(6,1)	WHOLD(7,1)
6	}	}	}	}	}	}	}
7							
8							
9							
10	WHOLD(1,6)	WHOLD(2,6)	WHOLD(3,6)	WHOLD(4,6)	WHOLD(5,6)	WHOLD(6,6)	WHOLD(7,6)
11	ZAXIW(1)	ZAXIW(2)					ZAXIW(7)
12	ZAXIW(8)			ZAXIW(NW)			
13	WAXI(1)	WAXI(2)					WAXI(7)
14	WAXI(8)			WAXI(NW)			
15	ZAXIQ(1)						ZAXIQ(7)
16	ZAXIQ(8)						ZAXIQ(14)
17	ZAXIQ(15)			ZAXIQ(NQ)			
18	QSAXI(1)						QSAXI(7)
19	QSAXI(8)						QSAXI(14)
20	QSAXI(15)			QSAXI(NQ)			
21	QNAXI(1)						QNAXI(7)
22	QNAXI(8)						QNAXI(14)
23	QNAXI(15)			QNAXI(NQ)			
24							
25							

6枚

ZAXIW(L)はNW個
カードはNW/7+1枚必要である。

WAXI(L)はNW個
カードはNW/7+1枚必要である。

ZAXIQ(L)はNQ個
カードはNQ/7+1枚必要である。

QSAXI(L)はNQ個
カードはNQ/7+1枚必要である。

QNAXI(L)はNQ個
カードはNQ/7+1枚必要である。

FACOM DATA SHEET

業務名 _____

年 月 日

DATA名 _____

作成者 _____

PAGE _____

OF _____

No.	COL.	Description
1		
2	NCLAST (17)	反復計算の打ち回数
3	NW (17)	ZAXIW(L), WAXI(L)の入力点数
4	NQ (17)	ZAXIQ(L), QSAXI(L), QNAXI(L)の入力点数
5	ALF (F7.2)	発熱量を定数倍するパラメータ
6	(XHE(K), K=1.6) (6F7.2)	コンパートメントKのガス層のHe百分率 (XHE(K)+XAR(K)=100.0とする)
7	(XAR(K), K=1.6) (6F7.2)	コンパートメントKのガス層のAr百分率
8	(CM(K), K=1.7) (7F7.2)	コンパートメントおよびラップ管流路 (K=7)の流量 (g/sec)
9	((WHOLD(L,K), L=1.7) K=1.6) (F7.2)	コンパートメントK, ホルダー番号Lのホルダー重量 (g)
10		(ホルダー自重+試料重量+ダミー重量 (g))
11	(ZAXIQ(L), L=1, NW) (7F7.2)	
12		コンパートメントの試料部下40cmにおけるコンパートメント内構造材重量を入力する
13		入力座標 (cm)
14		ZAXI(I)=0.0, ZAXI(NW)=40.0とし、この間をNW-1個補間する。
15	(WAXI(L), L=1, NW) (7F7.2)	
16		ZAXIW(L)に対応する位置での単位長さ当りコンパートメント内構造材重量 (g)
17	(ZAXIQ(L), L=1, NQ) (7F7.2)	
18		材料のr発熱密度を入力する座標 (cm)
19		ZAXIQ(I)=0.0とし、試料部上方までNQ個を入力する
20	(QSAXI(L), L=1, NQ) (7F7.2)	
21		ZAXIQ(L)に対応する位置でのステンレス発熱密度 (W/cm ²)
22	(QNAXI(L), L=1, NQ) (7F7.2)	
23		ZAXIQ(L)に対応する位置でのナトリウム発熱密度 (W/cm ²)
24		
25		

(2) HEATQ

反復計算によって更新されないデータの作成, および初期値の入力を行う。

- (i) INPUTで入力されたステンレス重量とステンレスの基準密度DNSSから各セル(J, K)のステンレス体積を計算し, これをセルの全体積から引いてナトリウム体積を計算する。セルの軸方向メッシュ幅は1cmであるから, この体積は占有断面積と等しい。

5.2.2 (8)のモデルに従い

ANA (J, K) : A_{NaJk} , セル(J, K)のナトリウムの断面積 (cm^2)

ASS (J, K) : A_{sUSJk} , セル(J, K)のステンレス断面積 (cm^2)

を作成する。

- (ii) INPUTのQNA (J), QS (J) および(i)のANA (J, K), ASS (J, K) などから,

Q (J, K) : Q_{Jk} , セル(J, K)の発熱量 (W)

を作成する。

- (iii) 初期値を入力する。

(3) HCCAL

$T_{jk}^{(n-1)}$ を用いて, セル(J, K)において次の量を計算する。

- (i) HP (J, K) : 5.2.4節の(3)式の $Q_{Pjk}^{(n-1)}$ (輻射熱流量) (W)

- (ii) YH (J, K) : 5.2.4節の(3)''式の $Y_{Hjk}^{(n-1)}$ (ガス層熱コンダクタンス) (W/°C)

- (iii) HC (J, K) : 5.2.4節の(7)式の $H_{Cjk}^{(n-1)}$ (径方向等価熱抵抗) (°C/W)

- (iv) AK (J, K) : 5.3.1節の $K_{jk}^{(n-1)}$ (軸方向熱コンダクタンス) (W/°C)

(4) TCALC

K = 1, 6 (コンパートメント) について

- (i) 5.3.2節の方程式(3.4)式の係数である。(3.4')式の $A_j B_j C_j D_j$ ($j=1, 9, 7$)

を作成する。

- (ii) 方程式(3.4)を解き, $X_j = T_{jk}^{(n)} = T(J, K)$ を求める。

- (iii) (3.8)式の $Q_{Rjk}^{(n)}$ を計算する。次のTCALWの(i)で使う。

QR (J, K) : $Q_{Rjk}^{(n)}$ (径方向熱流量)

(5) TCALW

K = 7 (ラップ管流路について)

- (i) 5.3.2節の方程式(3.7)式の係数である。(3.7')式の $A_j B_j C_j D_j$ ($j=1, 9, 7$)

を作成する。 D_j の計算は(3.8')による。

- (ii) 方程式(3.7)を解き $X_j = T_{j7}^{(n)}$ を求める。

T (J, 7) : 温度 $T_{j,7}^{(n)}$)

(6) CONVR (IFLAG)

5.3.2節の(3.9)式により収束を判定する。収束判定のために1つ前のステップの温度

$T_{jk}^{(n-1)}$ が必要であるから
TOLD(J, K) : $T_{jk}^{(n-1)}$
T(J, K) : $T_{jk}^{(n-1)}$

として、一つ前の値を保存しておく。

収束していれば、IFLAG=1をたてる。

(7) WRITA

反復計算が収束したのち出力する。

5.5 入出力形式

5.5.1 入力データ

入力データは第4表に示した通りである。入力データ例を付録-3に示す。

5.5.2 I/O

入力 FT05F001

出力 FT06F001

5.5.3 出力

出力例を付録-4に示す。

第5表 変数表(温度計算コード)(1/2)

変数	内容	
WBJ(J) J=1, 40	試料部の下40cmにおけるコンパートメント内構造材重量(2重管壁はのぞく) (g/cm)	
ANA(J, K) J=1, 100 K=1, 6	コンパートメントKの冬ノードJにおけるNa断面積	
ASS(J, K) J=1, 100 K=1, 6	コンパートメントkの冬ノードJにおけるSUS断面積	
WHOLD(L, K) L=1.7 K=1.6	コンパートメントK, ホルダーLの重量 (ホルダー重量+試料重+ダミー重量)℃ Lは下からかぞえる。	
T(J, K) J=1, 101 K=1, 7	コンパートメントKのノードJの温度 (℃) K=7はラップ管側のノードJの温度 (℃)	
HP(J, K) J=1, 101 K=1, 6	コンパートメントKのノードJにおける径方向熱ふくじゃ量 (W)	
QR(J, K) J=1, 101 K=1, 6	コンパートメントKのノードJにおける径方向熱移動量 (W)	
YH(J, K) J=1, 101 K=1, 6	ガス層の総合熱コンダクタンス (W/℃)	
QS(J) J=1, 101	軸方向ノードにおけるSUS基準発熱量 (W/g)	
QNA(J) J=1, 101	軸方向ノードにおけるNA基準発熱量 (W/g)	
Q(J, K) J=1, 101 K=1, 7	コンパートメントKのノードJの発熱量 (W) K=7はラップ管側のノードJの発熱量 (W)	
HC(J, K) K=1, 6 J=1, 100	管壁総合熱抵抗 $Q_r \cdot H_c = \Delta T$	
XHE(K) K=1, 6	コンパートメントKのガス層 He 分率 %	入力
XAR(K) K=1, 6	コンパートメントKのガス層 Ar 分率 %	入力

第5表 変数表(温度計算コード)(2/2)

変数	内容	
AK(J, K)	コンパートメントK ノードJの軸方向断面 熱アドミタンス	
CM(K)	コンパートメントKのNa流量 (g/sec) K=7 ラッパ管側の流量	入力 入力
TM(J, K) J=1, 100 K=1, 6	コンパートメントK ノードJの試料温度 (℃)	
NW	SUS重量分布を入力する点数	
ZAXIW(L) L=1, NW	コンパートメント内SUS重量の入力座標 ZAXIW(I) = 0.0 ZAXIW(NW) = 40.0 とし、この間を適当に補間する。	入力
WAXI(L) L=1, NW	ZAXIW(L)の位置におけるコンパートメント内SUS重量 (g)	入力
NQ	発熱分布の入力する点数	入力
ZAXIQ(L) L=1, NQ	発熱分布の入力点座標 ZAXIQ(I) = 0.0 ZAXIQ(NQ) = 100.0 とし、この間を適当に補間する。	入力
QSAXI(L) L=1, NQ	ZAXIQの位置におけるSUS発熱量 (W/g)	入力
QNAXI(L) L=1, NQ	ZAXIQ(L)の位置におけるNa発熱量 (W/g)	入力
TOLD(J, K)	1つ前のステップで求めた温度分布	
NCLAST	反復計算の打切回数	入力
JMAX	軸方向ノードの最大値 (= 97)	内蔵
RA	} 2重管壁の半径 (cm)	"
RB		"
RC		"
RD		"
DNSS	ステンレスの密度 (g/cm ³)	"
DNNA	ナトリウムの密度 (g/cm ³)	"
WBL5	ラッパ管と軸心管をあわせた単位長当りのステンレス体積	"
WBLNA	ラッパ管側流路の単位長当りナトリウム体積	"
RHOLD	ホルダー外半径 (cm)	"
ALF	発熱量を定数倍するための入力乗数。	
NC1	反復計算回数を記録するカウンター	
CNU	ヌッセルト数 (= 5.0)	内蔵

6. CMIR-0 試験の再評価

6.1 CMIR-0のコンパートメント流量

第8図はCMIR-0の流体回路モデルを示す。3章で述べたように、CMIR-0のコンパートメントについては単体の水流動試験により、その流路抵抗係数を測定した。その結果は、

$$C_D = 1673 \times Re^{-0.1348} \dots\dots\dots (1)$$

である。その他の流路の抵抗係数は、CMIR-1と同じであり、現在、CMIR-1の水流動試験によって測定中であるが、ハンドリングヘッド、ラップ管流路、軸心オリフィス、軸心管等は、基本的にB型特殊燃料集合体のものと同じであるので、当面、B型特殊燃料集合体の水流動試験結果で代用するものとする。第6表に各流路の抵抗係数とその他の評価データを示す。流路中のナトリウム平均温度と、流路長さは浮力の効果を考慮するために必要である、ナトリウム平均温度は実測値を参考に決めた。

CMIR-0の集合体出入口間の圧損特性は、CMIR-0の試験前に測定されており、

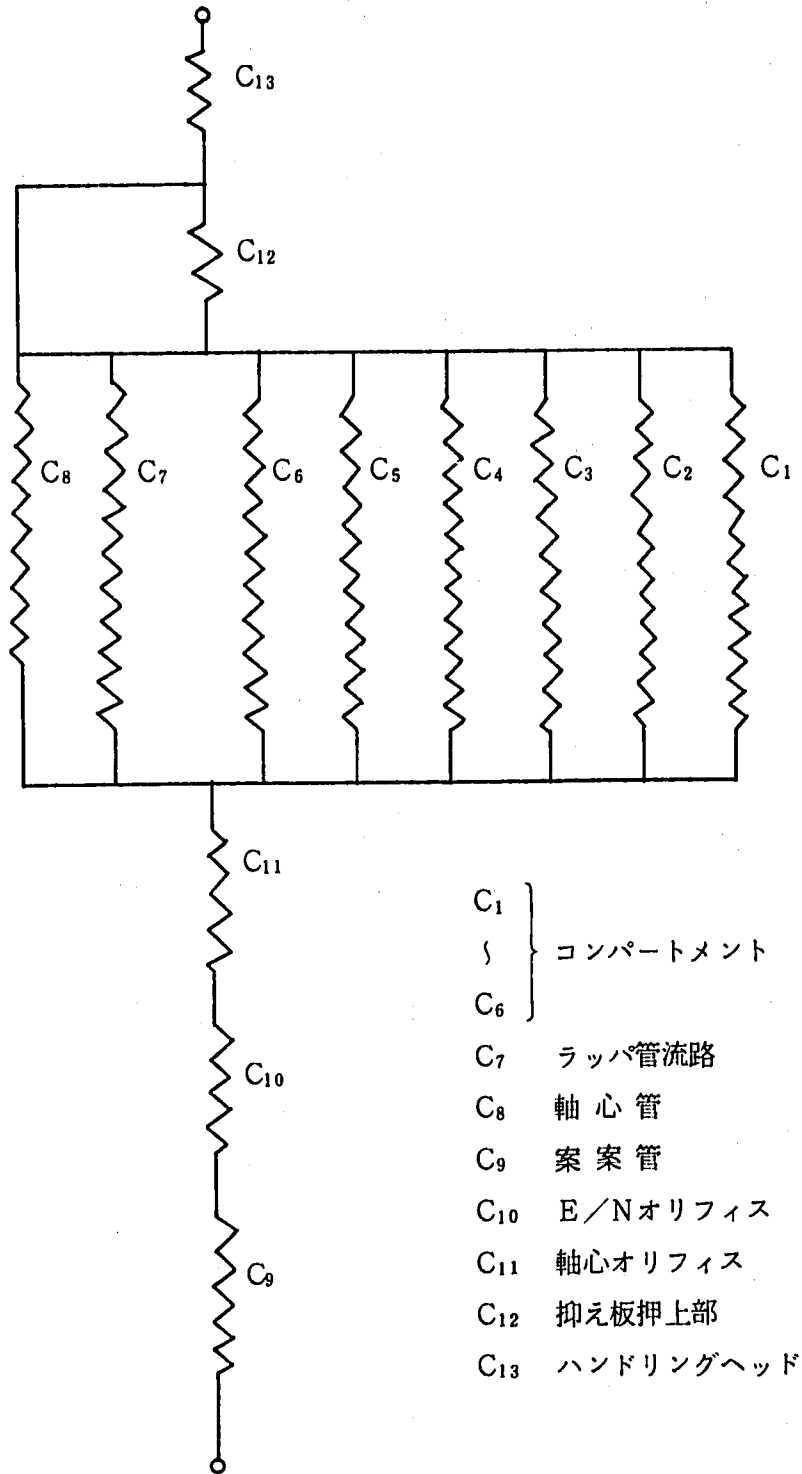
$$\Delta P \text{ (g/cm}^2 \text{)} = 5.136 \times 10^{-4} Q^{1.946} \dots\dots\dots (2)$$

Q : 流量 (g/sec)

これを第0サイクルの常陽炉心流量配分コードに入力して評価されたCMIR-0の集合体流量は、1320 g/secであった。これを(2)式に代入すると ΔP として607 g/cm²を得る。さらに、集合体出入口間の静圧ヘッド255 g/cm²を加えると、集合体出入口間の圧力差として、

$$\Delta P_H = 862 \text{ g/cm}^2 \dots\dots\dots (3)$$

が得られるが、これをノミナルの圧力差と見なす。



第7図 CMIR-0の流体回路

第6表 CMIR-0の流路抵抗特性

項目 流路		流路中のナトリウム 平均温度 (°C)	流路長さ (cm)	等価直径 (cm)	流路抵抗係数 $C_D = a Re^b + C$		
					a	b	c
1	コンパートメント1	470	205	1.0	1613	-0.1348	0.0
2	" 2	500	205	1.0	1613	-0.1348	0.0
3	" 3	480	205	1.0	1613	-0.1348	0.0
4	" 4	460	205	1.0	1613	-0.1348	0.0
5	" 5	460	205	1.0	1613	-0.1348	0.0
6	" 6	460	205	1.0	1613	-0.1348	0.0
7	ラッパ管側流路	400	205	3.4	141.9	-0.2531	0.0
8	軸心管	400	217.5	3.4	2.369×10^5	-0.368	0.0
9	案内管	370	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0
10	E/Nオリフィス	370	67.5	3.4	0.0	0.0	0.0
11	軸心オリフィス	370	13.0	3.4	50.64	-0.017	0.0
12	抑え板部	420	12.5	3.4	0.0	0.0	0.0
13	ハンドリングヘッド	420	10.0	3.5	0.049	0.014	0.0

以上をCMIRの流量配分コードを入力して各流路の流量を求めると、

第7表 CMIR-0の各部の流量

流 路	流 量
コンパートメント1	12.428 (g/sec)
" 2	12.533 (")
" 3	12.463 (")
" 4	12.393 (")
" 5	12.393 (")
" 6	12.393 (")
ラッパ管流路	1234.421 (")
軸心管停	36.398 (")
合 計	1339.422 (g/sec)

が得られる。この値は、集合体全体の流動特性(2)式とも一致するものであり、後に述べるCMIR-0の温度評価から見ても矛盾のないものである。各コンパートメント流量の微かな違いはナトリウム温度の相異による。

コンパートメント流量の誤差の因子としては、集合体出入口差 ΔP_H の誤差と、各流路抵抗係数の誤差がある。 ΔP_H の誤差はかなり大きいと予想され、後に述べる温度評価に対しても大きな感度を有する。第8表に ΔP_H を $\pm 20\%$ 変化させるときの流量を示す。コンパートメント流量は約 ± 1.2 g/sec変動することがわかるが、これはノミナル流量の約10%に相当しており、炉心上端での温度上昇分を $\Delta T=150^\circ\text{C}$ と見込むと、 $\pm 20\%$ の圧力誤差によって $\pm 15^\circ\text{C}$ 程度の温度誤差を生じることになる。CMIR-1では最大 $\Delta T=330^\circ\text{C}$ (700°C)程度をねらうので、温度誤差はさらに大きくなる。集合体出入口圧力差(下部低圧プレナムと、上部プレナムの差)は実測による校正が難しく、この誤差はCMIR-1の設計においても縮小することができない。

各流路抵抗係数の誤差が流量誤差に与える影響についても感度解析を実施しておくことが好ましいが、現在まで実施していない。しかしながら、各抵抗係数の精度は非常によく、最大でも3%以内の誤差に納っているので、 ΔP_H や、その他の温度誤差に影響する因子に比べて十分に高い精度を有している。したがって、CMIRの温度解析において、流路抵抗係数の誤差は無視してよいと考えられる。

第8表 集合体圧力差の変動に対する流量の変化

ΔP_H	983 g/cm ³ (+20%)	740 g/cm ³ (-20%)
コンパートメント1	13.52 (g/cm ³)	11.21 (g/sec)
" 2	13.62	11.33
" 3	13.55	11.25
" 4	13.50	11.18
" 5	13.50	11.18
" 6	13.50	11.18
軸心管	33.6	26.88
デッパ管流路	1355.8	1100.4
合計	1470.6 (g/cm ³)	1194.6 (g/sec)

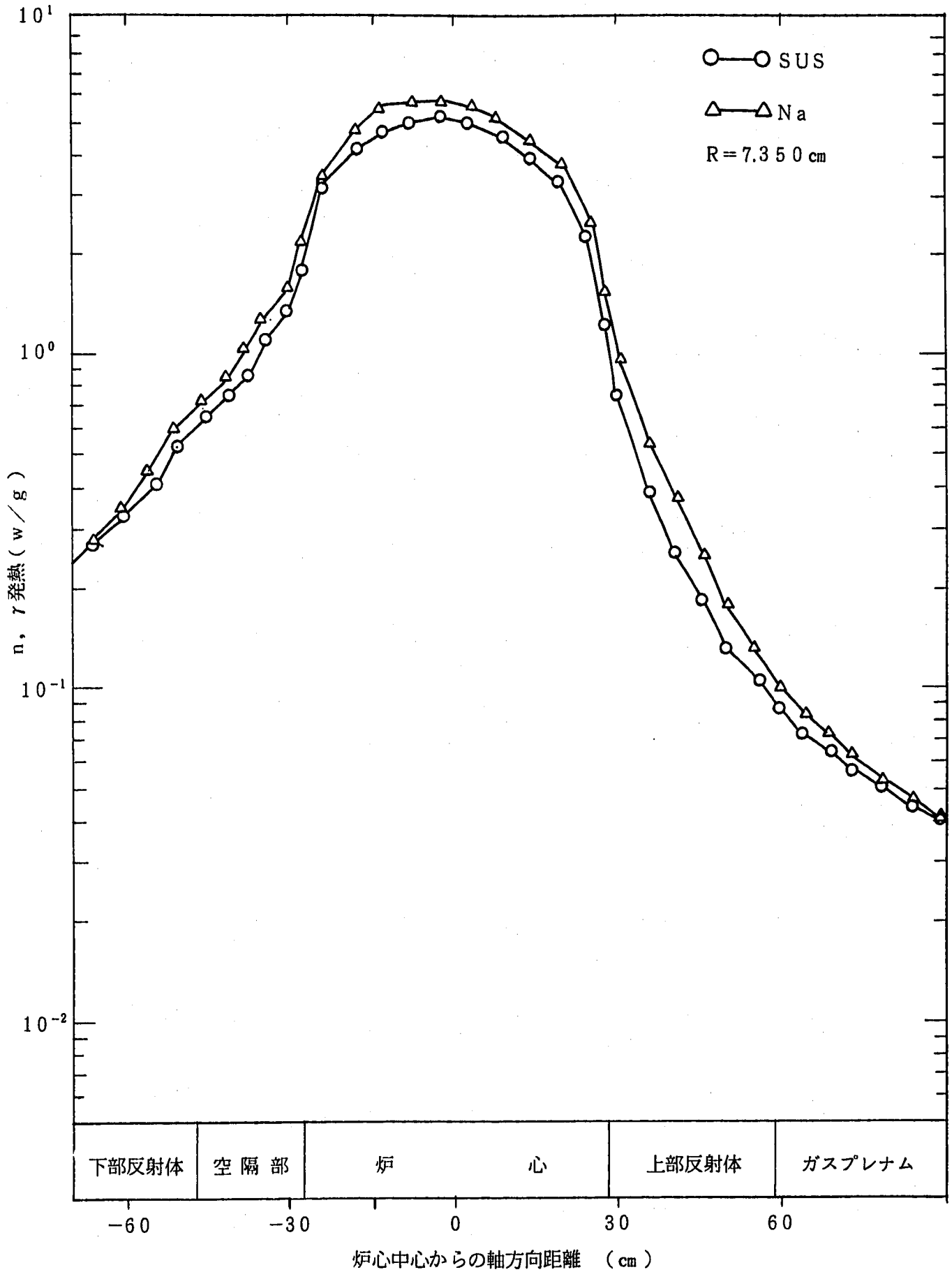
6.2 CMIR-0の温度評価

5章で説明した温度評価プログラムを用いてCMIR-0の試料部温度を計算し、実測値とどの程度一致するかを調べる。解析上の仮定は、5.2節で述べた通りである。入力条件として以下のように定める。

- (i) 発熱分布は、第9図に示すものとする。これは、CMIR-0の照射試験に先立って実施された解析⁽²⁾に用いられたものと同じである。本解析ではプログラム内のパラメータ α を与えることにより、発熱量を変化させることができるが、当面 $\alpha=1$ (ノミナル値)としておく、コンパートメントのステンレスの重量を第9表に示す。
- (ii) コンパートメント流量は、6.1節の結果に従って12.5 g/secとノミナルとする。第7表にあるようにコンパートメント流量は各々微妙に異なるが、後述するパラメータサーベイに便利のようにすべてのコンパートメントで一定値をとるものとする。
- (iii) コンパートメント2重管のガス組成比は第1表の通りとし、第2表に示される不確実性により、ガス層の熱伝導率が最も高くなるケースと最も低くなるケース、およびノミナルケースの3ケースを評価する。ガス層の熱伝導率は、コンパートメント1が最も小さく、コンパートメント2, 3, 4, 5, 6の順に大きくなる。

第10表に評価結果を示す。

第10表の結果から、2重管壁の熱伝導率の不確実さによって生じる温度誤差は最大でも±8℃であり、ナトリウムの流量を0とし、熱伝導のみで温度分布が決まるとした場合(第2表)に比べて著しく感度が減少している。このことは、温度設計の信頼性を高めるのに有効に働く。したがって今後、2重管壁の熱伝導率の誤差については考慮せずノミナルの管壁熱伝導のみを考慮するものとする。



第9図 炉心第1列の軸方向発熱分布

第9表 各バケット位置におけるSUSとNaの重畳
(コンパートメント#1, #2, #3, #5, #6)

単位: g

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
C				8 29.088			
SO				2 5.10	15 26.565		
S			9 15.939			1 5.314	5 26.570
T	5 26.570	1 5.314					
W					1 0.816		
P		16 54.688	8 27.344			16 54.688	
MTS	1 6.00		1 6.00		1 6.00		1 6.00
TED		1 0.899		1 0.899		1 0.899	
バケット重量	19.583	19.583	19.583	19.583	19.583	19.583	19.583
タイロッド重量	7.999	7.999	7.999	7.999	7.999	7.999	7.999
SUS TOTAL	60.152	88.483	76.865	62.669	60.963	88.483	60.152
Na TOTAL	24.166	21.028	22.314	23.887	24.076	21.628	24.166

C: クリープ試験片 T: 引張・バースト試験片 TED } 温度モニター
 SO: スウェリング試験片 (ℓ: 36) W: スペーサワイヤ用試験片 MTS }
 S: スウェリング試験片 (ℓ: 25) P: 板状スウェリング試験片
 (注) 各試験片部において 上段……個数 下段……重量(g)

第10表 CMIR-0の評価温度(その1)

コンバー トメント No.	炉心中心からの 距 離	実測温度 (TEDによる)	計 算 温 度		
			2 重 管 熱 伝 導 率		
			ノミナルケース	高ケース	低ケース
1	+136mm	518℃	551℃	542℃	560℃
	-24mm	457	475	470	479
	-184mm	401	418	416	419
2	+136	532	541	529	552
	-24	492	470	464	475
	-184	430	415	413	418
3	+136	525	533	520	545
	-24	469	466	460	472
	-184	413	414	411	416
5	+136	499	520	507	534
	-24	449	460	453	467
	-184	401	411	408	414
6	+136	492	506	492	521
	-24	453	459	446	460
	-184	409	408	405	411

第10表のノミナルケースにおいて実測値と計算値の2乗平均誤差

$$\sigma = \sqrt{\sum_{k=1}^N (T_k - T_k^*)^2 / N}, \quad (N=15) \quad \dots\dots\dots (1)$$

T_k : 計算値

T_k^* : 実測値

計算すると、 $\sigma = 15.1^\circ\text{C}$ である。TEDによる温度測定の影響が 10°C から 20°C 程度とされているので、この結果は特に悪い結果とは言えない。TEDの測定精度や、 γ 発熱の誤差、流量誤差などを考慮すると精度のよい温度設計を行うことには限界がある。

以下では、節を改めて、一部推測を加えながらパラメータサーベイにより、上記の2乗平均誤差を減少させる方法を考える。

6.3 温度評価に関するパラメータサーベイ

始めにパラメータサーベイの基本的な考え方を説明する。以下では集合体入口温度 370°C を基準温度としたときの温度上昇分について考える。本解析プログラムの基礎方程式は、5.3.1節の(3.1)式および(3.2)式で与えられる。ここで C_p 、 K 、 H_c 等は温度の関数であるが、比熱や熱伝導率などの物性値は温度変化に対して敏感でない。また、 H_c に含まれる非線形項である副射項も 500°C 以下では小さな寄与しかもたない。したがって(3.1)、(3.2)式は線形方式と見なすことができ、発熱量を α 倍するとき温度分布も α 倍されると考えてよい。このことから、測定値と計算値の2乗平均誤差を最小にする α が次のように求まる。

2乗平均誤差を

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (\alpha T_k - T_k^*)^2$$

T_k^* : 測定値

T_k : 計算値

とする。 σ^2 を極小にする α は

$$\frac{\partial \sigma^2}{\partial \alpha} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N 2(\alpha T_k - T_k^*) \cdot T_k = 0 \quad \text{より}$$

$$\alpha = \frac{\sum_{k=1}^N T_k^* \cdot T_k}{\sum_{k=1}^N T_k \cdot T_k} \quad \dots\dots\dots (2)$$

で与えられる。すなわち(2)式の α は、最小自乗法の意味で最もよいフィッティングを与えるもの

である。

(2)式を第10表のノミナルケースに適用すると $\alpha = 0.92$ となる。すなわち、 γ 発熱量を現在ノミナルと見なしている量の約90%に設定する方が実測値とよいフィッティングを与える。

$\alpha = 0.92$ として温度計算をやり直すと第11表の温度が得られる。15個の実測点に対する σ は12.2℃であって、第10表のノミナルケースより約5℃標準偏差が減少している。第11表において各コンパートメントごとに σ を計算すると次のことがわかる。

- (i) コンパートメント2の誤差が異常に大きい。これは、他のコンパートメントの温度分布に比べてコンパートメント2の温度分布が異常であることを示唆している。
- (ii) 本来、コンパートメント1の温度は、他のコンパートメントの温度よりも高くなるべきであるが、実測温度はコンパートメント2, 3よりも低い。コンパートメント1の評価誤差は、第9表に示す2重管壁の熱伝導率の不確定さによって生じる誤差よりも大きく、2重管熱伝導率に起因する誤差だけでは吸収しきれない。したがって、
 - (a) コンパートメント1にだけ他のコンパートメントよりも大きな流量が流れる事情が生じた。
 - (b) コンパートメント1のガス組成比を大幅に間違えている。

などの原因が考えられる。実際、コンパートメント1の実測値は、コンパートメント3の評価値に近いものである($\sigma = 5.3$ ℃)。このことは、温度分布の分布形自体は、コンパートメント3, 5, 6と同様のものであり、(a)又は(b)などの原因によって温度が低下したことを示唆している。

そこで次に、コンパートメント1およびコンパートメント2を統計処理から除いて得られる最良の温度分布を求める。もともと15個しかない母集団から都合の悪い3ないし6個のデータを除外することは好ましいことではないが、パラメータサーベイとして検討する価値はある。

コンパートメント2を統計処理から除外すると最適パラメータとして $\alpha = 0.88$ が得られる。また、コンパートメント1とコンパートメント2を除外すると最適パラメータとして $\alpha = 0.92$ を得る。以上の2つの α について温度を計算すると第12表が得られる。コンパート2を含まないとその2乗平均誤差は $\sigma = 8.8$ ℃であり、コンパートメント1, 2を含まないときは、 $\sigma = 6.45$ ℃となる。以上のことから、少なくともコンパートメント3, 5, 6については、

- (i) コンパートメント流量を12.5 g/sec程度とする
- (ii) γ 発熱の分布形は第9図のもとする
- (iii) γ 発熱密度は第9図のもの約90%に設定する

ことにより、実測値とのよい一致が得られる。さらに、開発した温度計算プログラムのモデルおよび性能については必要十分な性能が得られていると考えられる。

第10図に $\alpha = 0.92$ のときの温度分布を示した。

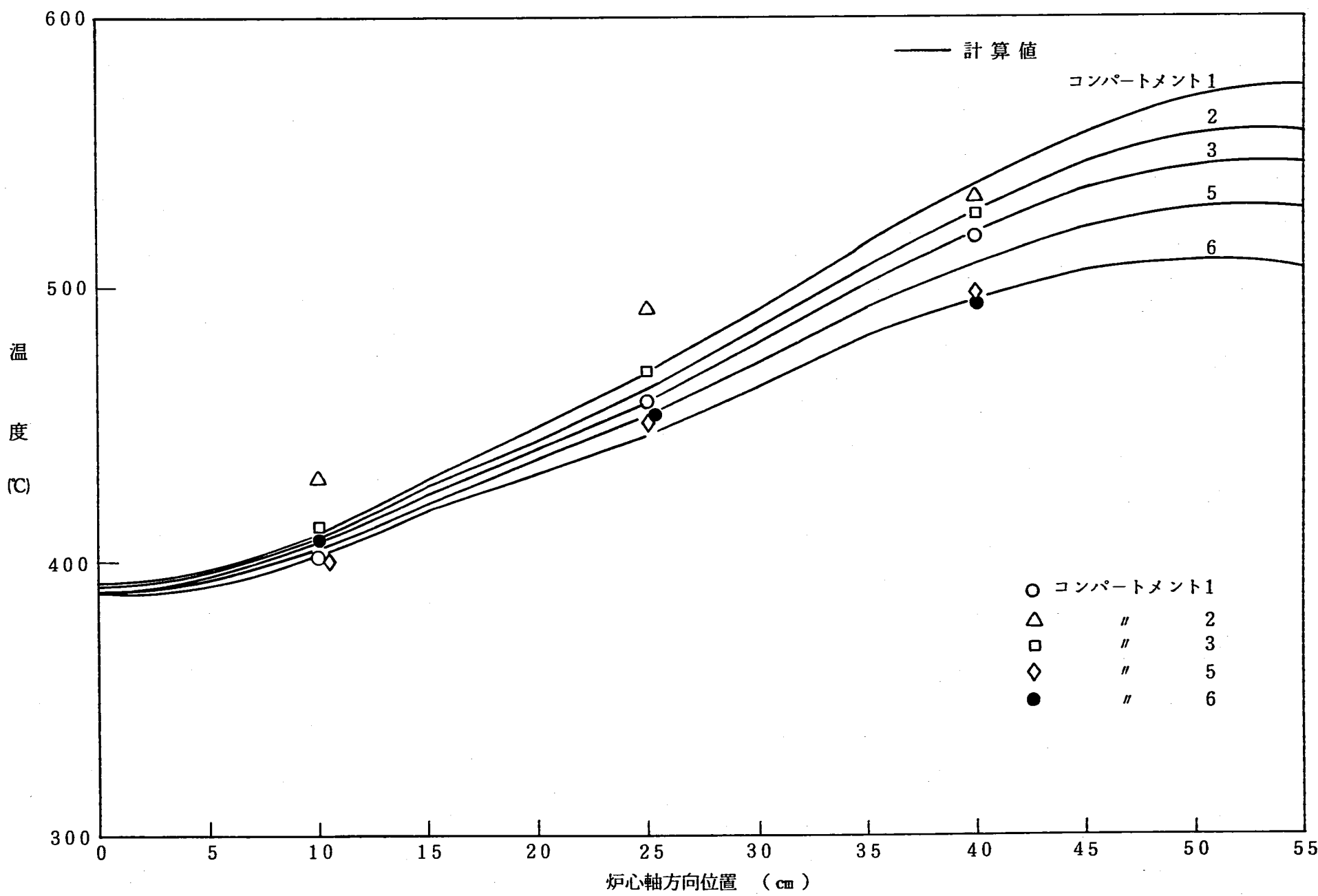
以上の評価ではコンパートメント流量を12.5 g/secとして評価したが、コンパートメント流

第11表 CMIR-0の評価温度(その2)

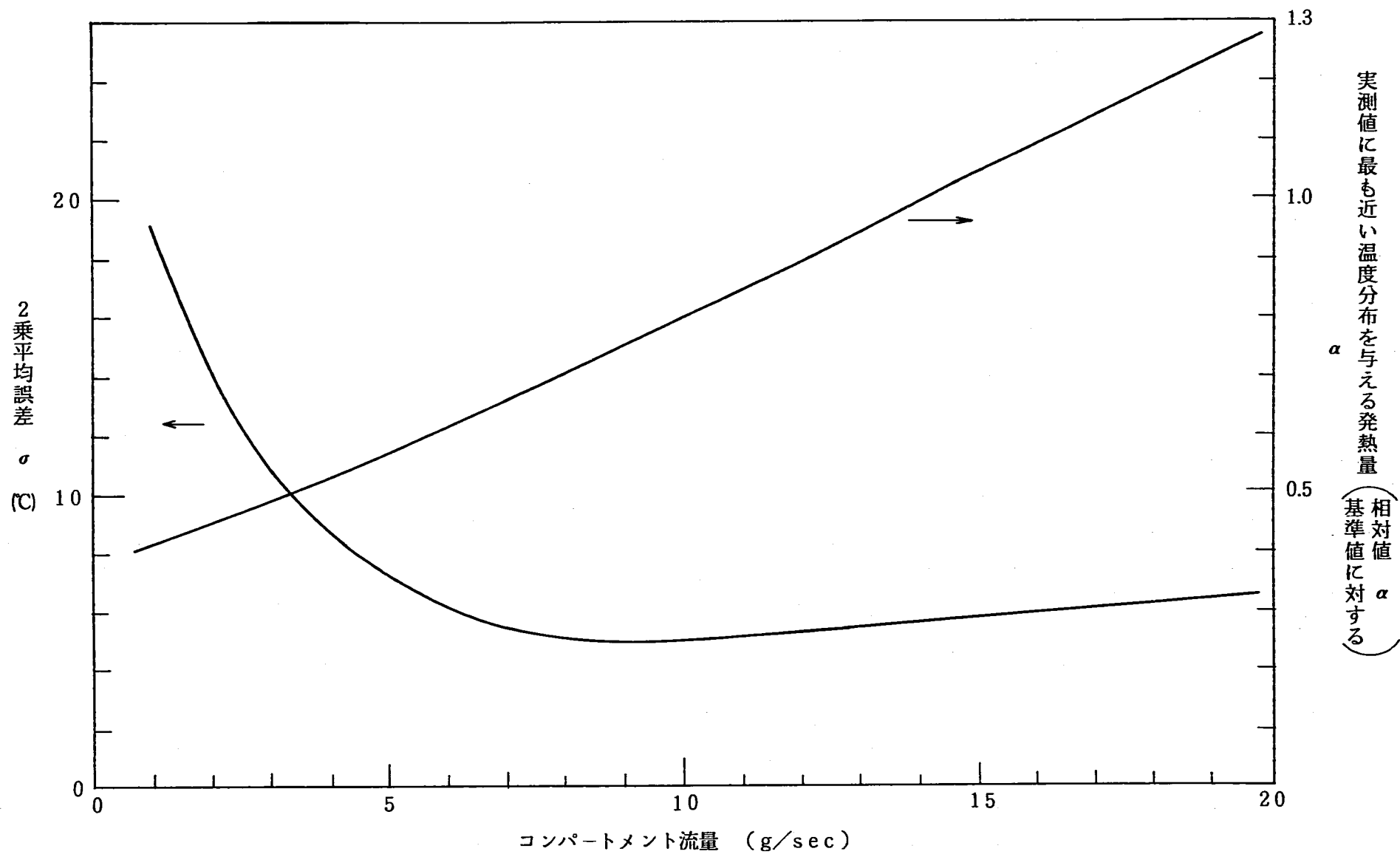
コンパートメント No.	炉心中心からの 距離	実測温度	評価温度 $\alpha = 0.92$	2乗平均誤差 $\sigma^2 = \frac{\sum_{k=1}^N (T_k - T_k^*)^2}{3}$
1	+136mm	518℃	537℃	$\sigma = 14.5^\circ\text{C}$
	-24	457	467	
	-184	401	414	
2	+136	532	527	$\sigma = 20.4$
	-24	492	462	
	-184	430	412	
3	+136	525	520	$\sigma = 7.2$
	-24	469	458	
	-184	413	410	
5	+136	499	508	$\sigma = 6.9$
	-24	449	453	
	-184	401	408	
6	+136	492	495	$\sigma = 4.9$
	-24	453	446	
	-184	409	405	
$\sigma^2 = \frac{\sum_{k=1}^N (T_k - T_k^*)^2}{15}$			$\sigma = 12.2$	

第12表 CMIR-0の評価温度(その3)

コンパートメント No.	炉心中心からの 距離	実測温度	評 価 温 度	
			$\alpha = 0.88$	$\alpha = 0.92$
1	+136mm	518 ^{°C}	530	537
	-24	457	463	467
	-184	401	416	414
2	+136	532	520	527
	-24	492	458	462
	-184	430	414	412
3	+136	525	513	520
	-24	469	455	458
	-184	413	412	410
5	+136	499	502	508
	-24	449	449	453
	-184	401	410	408
6	+136	492	490	495
	-24	453	443	446
	-184	409	407	405
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_k^N (T_k - T_k^*)^2}{N}}$ <p>T_k: 評価温度 T_k^*: 実測温度</p>			$\sigma = 8.8^{\circ}\text{C}$ (コンパートメント2) を含まない	$\sigma = 6.45^{\circ}\text{C}$ (コンパートメント1, 2を含まない)



第10図 CMIR-0の評価温度(γ発熱量をノミナルの92%とする)



第11図 実測値と最もよい一致を与える発熱量とそのときの2乗平均誤差

量は集合体出入口圧力差の評価誤差によって変動するから、コンパートメント流量もパラメータとすべきである。第11図は、コンパートメント流量をパラメータとするとき、実測温度に最もよいフィッティングを与える発熱量（基準値に対する相対値 α ）とそのときの温度の2乗平均誤差を示したものである。コンパートメント流量を10g/secとすれば発熱量は $\alpha=0.8$ が最もよいフィッティングを与え、流量を20g/secとすれば $\alpha=1.3$ が最もよいフィッティングを与える。簡単に言えば、流量を2倍にすれば、発熱量も2倍にしておけば同じ温度分布を与えることになる。

実測温度との誤差が最も小さくなることを判定条件とすれば、コンパートメント流量10g/sec、 γ 発熱量は基準値の80%であったと推定される。また、 γ 発熱量の評価精度が高いと仮定すると（ $\alpha=1$ ）、コンパートメント流量は14g/secであったことになる。いずれにせよ、CMIRの温度設計においては集合体出入口圧力差と γ 発熱量をペアで指定すればよく個別的な絶対値は重要でない。CMIR-0を装荷した第0サイクルとCMIR-1を装荷する第13サイクルのプレナム圧力特性が似たものであれば、CMIR-0の評価結果を用いて、CMIR-1の温度精度をかなり向上させることが期待できる。

6.4 温度誤差の評価

最も簡単な誤差解析は、線形微小量の近似を用い、かつ、独立な確率変数を正規確率分布とするものである。すなわち、評価すべき温度 T が、独立な変数 x_i （ $i=1 \dots N$ ）の関数であるとき、

$$T = F(x_1 \dots x_N) \dots\dots\dots (1)$$

と書けるとする。ここで x_i は確率変数であり、その平均値を $\langle x_i \rangle$ とすると、

$$\Delta x_i = x_i - \langle x_i \rangle$$

は、分散 $\sigma_i^2 = \langle \Delta x_i^2 \rangle$ 、平均 $\langle \Delta x_i \rangle = 0$ の正規分布にしたがうとする。このとき、

$$\langle \Delta x_i \cdot \Delta x_j \rangle = 0 \quad (i \neq j) \dots\dots\dots (2)$$

の性質がある。 T も当然確率変数となるが、(1)式より、

$$\Delta T = \sum_{i=1}^N \frac{\partial F}{\partial x_i} \Delta x_i \dots\dots\dots (3)$$

であり、(2)式の性質により、

$$\langle \Delta T^2 \rangle = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 \langle \Delta x_i^2 \rangle = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} \right)^2 \sigma_i^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$\langle \Delta T \rangle = 0$$

となる。したがって ΔT も平均が 0、分散が(4)式で与えられる正規確率分布となる。

ノミナルの温度分布を第 10 図のものとし(コンパートメント流量 12.5 g/sec, $\alpha = 0.92$), 独立な確率変数 x_i とその $1\sigma_i$ の誤差を第 13 表のように定める。温度計算コードを用いて, x_i の変動にかかわる温度変動の感度 $\frac{\partial F}{\partial x_i}$ とあらかじめ求めておく。以上の準備のもとに(4)式を用いて 1σ の温度誤差を求めると, 第 14 表のようになる。

第 13 表 温度評価誤差因子

温度誤差の因子 x_i	平均値	誤差 (1σ)
集合体出入口圧力差	607 g/cm ³	±120 g/cm ³ (20%)
発熱量相対値 α	0.92	±0.1
2重管ガス層の厚さ	0.3mm	±0.03mm
He-Ar ガス組成比	第 1 表の通り	±3%
ガス熱伝導率	5.2 節のモデルの通り	平均値の ±5%

- * 圧力差は, 静水ヘッドを含まない
- ** 流路抵抗誤差は考慮しない

第 14 表によれば温度 520℃ (温度上昇分 150℃) のとき約 ±20℃ の誤差があるので, CMIR-1 で最高温度 700℃ (温度上昇分 330℃) を設計目標とすると, ±45℃ 程度の誤差が生じると予想される。ただし本評価の集合体出入口圧力誤差と発熱量誤差は便宜的に設定したものであり, CMIR-1 の設計誤差は第 11 図に示したコンパートメント流量 (又は集合体出入口圧力差) と発熱量相対値 α のペアをどの程度精度よく指定できるかによって支配される。原理的にはこの 2 つの数値の組合せは, TED の測定精度 (20℃ 程度) と同じオーダーの精度を有するはずである。これに第 10 表を示した 2 重管壁の諸因子による誤差 (約 10℃) を加えたものが, 原理的に到達可能な精度の限界となる。

第14表 CMIR-0 評価温度と評価誤差

コンパートメント No	炉心中心からの 距離	実測温度	評価温度 ノミナル	評価誤差 1σ
1	+136mm	518 ^{°C}	537	$\pm 21.5^{\circ}\text{C}$
	-24	457	467	± 12.8
	-184	401	414	± 5.8
2	+136	532	527	± 19.9
	-24	492	462	± 12.0
	-184	430	412	± 5.5
3	+136	525	520	± 18.8
	-24	469	458	± 11.4
	-184	413	410	± 5.2
5	+136	499	508	± 17.2
	-24	449	453	± 10.6
	-184	401	408	± 4.8
6	+136	492	495	± 15.4
	-24	453	446	± 9.6
	-184	409	405	± 4.5

7. 結 言

「常陽」MK-IIの燃料材料照射用反射体（以下CMIRと称す）の設計に必要となる、照射試料部のナトリウム流動解析コードと照射試料部の温度解析コードを開発した。

CMIRは照射試料を装荷した2重円筒状のコンパートメント6体をラッパ管内に装荷している。照射試料部の温度は、試料部の γ 発熱量とコンパートメント内を流れるナトリウムによる熱輸送、及びコンパートメントの2重円筒壁面からの伝熱によって決定される。温度計測はTEDやSIC試料片を用いたオフライン計測による。このため、CMIRの設計では、予め、炉内に装荷されたCMIRのコンパートメント内流量や γ 発熱量を精度よく評価し、試料部温度を計算しておく必要がある。

開発した2つのコードを用いて、既に照射を終了した先行予備試験CMIR-0の試料部温度を解析し、コードを検証した。

CMIR-0は、HEATING-Vコードにより試料部温度の設計が行なわれたが、照射後試験の結果から、当初の設計温度より150℃～200℃低い温度しか得られなかったことが分っている。

本解析の結果、CMIR-0のコンパートメントには、当初予定したよりも大きな流量（12g/s程度）のナトリウムが流れ、このため試料部温度が低下したこと、また、 γ 発熱量の不確定さに関し、約10%の補正を加えるとCMIR-0の実測温度を再現できることが分った。本解析を通じて、今回開発したコードが、CMIRの設計に関し、必要十分な精度を有することを確認した。

CMIRの設計ではコンパートメント流量と γ 発熱量の評価精度が温度設計精度に大きな影響を与える。 γ 発熱量の評価には、今後、B4M試験の解析も参考にする必要がある。B4M試験の解析手法は第6章で述べた方法を踏襲すればよい。コンパートメント流量と γ 発熱量は両者の相対関係が与えられればよく、個別的な値は重要ではない。CMIR-0試験を実施した第0サイクルとCMIR-1試験を実施する第13サイクルのプレナム圧力条件と炉心核特性が同様のものであれば、CMIR-1の設計精度は、温度モニターの測定誤差（約20℃）とコンパートメント管壁熱伝導誤差（約10℃）を重畳した誤差程度となる。

8. 参 考 文 献

(1) PNC SN941 84-148

「常陽」MK-II 燃料材料照射用反射体 (PRC000) の照射後試験

(2) PNC N941 82-124

「常陽」燃料材料照射用反射体試料部の温度評価

(3) PNC SN9360 86-004

「常陽」照射試験サイクル報 (第12サイクル)

付 録

付録1	CMIR-0の流量配分コード入力・出力例	60
付録2	CMIR用流量配分コードソースプログラム(CMIR用)	62
付録3	CMIR-0の温度計算コード入力データ例	65
付録4	CMIR-0の温度計算コード出力例	66
付録5	CMIR用温度計算コードソースプログラム	85

付録1 CMIR-0の流量配分コード入力・出力例

1. 入力データ例

```

014000 //GD.SYSIN      DD *
014100      50      8.620E+2  1.000E+0
014200      4.700E+2  2.050E+2  1.000E+0  2.000E+1  1.673E+3 -1.348E-1  0.000E+0
014300      5.000E+2  2.050E+2  1.000E+0  2.000E+1  1.673E+3 -1.348E-1  0.000E+0
014400      4.800E+2  2.050E+2  1.000E+0  2.000E+1  1.673E+3 -1.348E-1  0.000E+0
014500      4.600E+2  2.050E+2  1.000E+0  2.000E+1  1.673E+3 -1.348E-1  0.000E+0
014600      4.600E+2  2.050E+2  1.000E+0  2.000E+1  1.673E+3 -1.348E-1  0.000E+0
014700      4.600E+2  2.050E+2  1.000E+0  2.000E+1  1.673E+3 -1.348E-1  0.000E+0
014800      4.000E+2  2.050E+2  3.400E+0  1.200E+2  1.419E+2 -2.531E-1  0.000E+0
014810      4.000E+2  2.175E+2  3.400E+0  2.000E+1  2.369E+5 -0.368E+0  0.000E+0
014820      3.700E+2  0.000E+0  3.400E+0  0.000E+0  0.000E+0  0.000E+0  0.000E+0
014830      3.700E+2  6.750E+1  3.400E+0  0.000E+0  0.000E+0  0.000E+0  0.000E+0
014840      3.700E+2  3.000E+0  3.400E+0  0.000E+0  5.064E+1 -0.017E+0  0.000E+0
014850      4.200E+2  1.250E+1  3.400E+0  0.000E+0  0.000E+0  0.000E+0  0.000E+0
C 860      4.200E+2  1.000E+1  3.400E+0  0.000E+0  0.049E+0  0.014E+0  0.000E+0
015200 /*
015300 //
    
```

2. 出力例

TT(K)	HL(K)	DA(K)	QIN(K)	AAK	BBK	CCK
0.470E+03	0.205E+03	0.100E+01	0.200E+02	0.167E+04-0.135E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.500E+03	0.205E+03	0.100E+01	0.200E+02	0.167E+04-0.135E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.480E+03	0.205E+03	0.100E+01	0.200E+02	0.167E+04-0.135E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.460E+03	0.205E+03	0.100E+01	0.200E+02	0.167E+04-0.135E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.460E+03	0.205E+03	0.100E+01	0.200E+02	0.167E+04-0.135E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.460E+03	0.205E+03	0.100E+01	0.200E+02	0.167E+04-0.135E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.400E+03	0.205E+03	0.340E+01	0.120E+03	0.142E+03-0.253E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.400E+03	0.218E+03	0.340E+01	0.200E+02	0.237E+06-0.368E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.370E+03	0.000E+00	0.340E+01	0.000E+00	0.000E+00 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.370E+03	0.675E+02	0.340E+01	0.000E+00	0.000E+00 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.370E+03	0.300E+01	0.340E+01	0.000E+00	0.506E+02-0.170E-01	0.000E+00	0.000E+00
0.420E+03	0.125E+02	0.340E+01	0.000E+00	0.000E+00 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
0.420E+03	0.100E+02	0.340E+01	0.000E+00	0.490E-01 0.140E-01	0.000E+00	0.000E+00

1.3の流路抵抗について入力データのエコー

```

**MATRIX SOLUSION *** NO= 1  ICON= 0 DQ(J)= -0.694E+01-0.687E+01-0.
**MATRIX SOLUSION *** NO= 2  ICON= 0 DQ(J)=  0.107E+01 0.109E+01 0.
**MATRIX SOLUSION *** NO= 3  ICON= 0 DQ(J)= -0.141E+01-0.140E+01-0.
**MATRIX SOLUSION *** NO= 4  ICON= 0 DQ(J)= -0.285E+00-0.281E+00-0.
**MATRIX SOLUSION *** NO= 5  ICON= 0 DQ(J)= -0.968E-02-0.953E-02-0.
**MATRIX SOLUSION *** NO= 6  ICON= 0 DQ(J)= -0.315E-04-0.312E-04-0.
    
```

6回の反復計算が行なわれたことを示す。

ICONは科学計算ライブラリーSSL2のガウス消去法プログラムのメッセージフラグであり0は正常終了を示す。

DQ(J)は、各ステップで更新された流量の増分 Δq_j $j = 1.8$ を書き出す。

```

*FLOW CIRCUIT MASS FLOW(G/SEC) BELLOW**
*PATH NO= 1 FLOW= 12.428 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 2 FLOW= 12.533 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 3 FLOW= 12.463 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 4 FLOW= 12.393 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 5 FLOW= 12.393 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 6 FLOW= 12.393 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 7 FLOW= 1234.421 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.251E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 8 FLOW= 39.398 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.262E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 9 FLOW= 1339.422 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.000E+00 (G/CM2)
*PATH NO= 10 FLOW= 1339.422 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.584E+02 (G/CM2)
*PATH NO= 11 FLOW= 1339.422 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.532E+03 (G/CM2)
*PATH NO= 12 FLOW= 1309.024 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.107E+02 (G/CM2)
*PATH NO= 13 FLOW= 1339.422 (G/SEC) PRESSURE DROP= 0.929E+01 (G/CM2)
    
```

各流路抵抗の流量 (g / sec) と圧力損失 ΔP (g / cm²) を書き出す。

付録2 CMIR用流量配分コードソースプログラム(CMIR用)

FORTRAN 77 V10L31 DATE 87.01.08 TIME 17.18.34

```

070003 C      *****
080003 C      *      CMIR-U FLOW DISTRIBUTION CODE      *
090003 C      *****
100002      DIMENSION TT(13),HL(13),QIN(13),DC(13),DA(13),LINK(13,8),
110000      *      LQ(8,13),CM(13),CUN(13),B(8),A(13),AA(13),BB(13),
120000      *      QQ(8),QN(8),DQ(8),Q(13),GG(8,8),AAK(13),BBK(13),
130000      *      CCK(13),CC(13)
150000      DIMENSION      VW(8),IP(8)
160000      DATA LINK/      1,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,
170000      *      0,1,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,
180000      *      0,0,1,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,
190000      *      0,0,0,1,0,0,0,0,1,1,1,1,1,
200000      *      0,0,0,0,1,0,0,0,1,1,1,1,1,
210000      *      0,0,0,0,0,1,0,0,1,1,1,1,1,
220000      *      0,0,0,0,0,0,1,0,1,1,1,1,1,
230000      *      0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,0,1/
240000      DATA LW/      1,0,0,0,0,0,0,0,
      0000      *      0,1,0,0,0,0,0,0,
260000      *      0,0,1,0,0,0,0,0,
270000      *      0,0,0,1,0,0,0,0,
280000      *      0,0,0,0,1,0,0,0,
290000      *      0,0,0,0,0,1,0,0,
300000      *      0,0,0,0,0,0,1,0,
310000      *      0,0,0,0,0,0,0,1,
320000      *      1,1,1,1,1,1,1,1,
330000      *      1,1,1,1,1,1,1,1,
340000      *      1,1,1,1,1,1,1,1,
350000      *      1,1,1,1,1,1,1,0,
360000      *      1,1,1,1,1,1,1,1/
370000 C
380003      READ(5,20) NCLAST,PH,EPS
390003 20 FORMAT(5X,15,2E10.3)
400000      DO 90      K=1,13
410000      READ(5,21) TT(K),HL(K),DA(K),QIN(K),AAK(K),BBK(K),CCK(K)
420000 21 FORMAT(7E10.3)
430000 90 CONTINUE
      40000      WRITE(6,31)
450000      DO 91      K=1,13
460003      WRITE(6,32) TT(K),HL(K),DA(K),QIN(K),AAK(K),BBK(K),CCK(K)
470003 32 FORMAT(7E10.3)
480003 31 FORMAT(' TT(K)      ',HL(K)      ', DA(K)      ',
490000 1      ' QIN(K)      ', AAK      ', BBK      ', CCK      ')
500000 91 CONTINUE
      510000      G=980.0
520000      DO 100 I=1,13
530000      T1=TT(I)
540000      CM(I)=0.95001-2.2977E-4*T1-1.4605E-8*T1+5.638E-12*T1*T1*T1
550003      S1=-5.833E-6*T1 +4.92E-3
570003      CUN(I)=S1*CM(I)
580000      A(I)=0.25*3.1415*DA(I)*DA(I)
590000      S1=DA(I)/(CUN(I)*A(I))
600000      S2=S1*BBK(I)
610000      S3=2.0*G*CM(I)*A(I)*A(I)
620000      AA(I)=AAK(I)*S2/S3
630000      BB(I)=BBK(I)+2.0
640000      CC(I)=CCK(I)/S3
650000 100 CONTINUE
660000      DO 110 I=1,13

```

CMIR用に内蔵している
B4Mでは1部値が異なる

FORTRAN 77 V10L31 MAIN

DATE 87.01.08 TIME 17.18.34

```

670000      S1=0.0
680000      DO 120 J=1,8
690000          S1=S1+LQ(J,I)*QIN(J)
700000 120 CONTINUE
710000      Q(I)=S1
720000 110 CONTINUE
730000      S1=0.0
740000      DO 130 J=1,8
750000          QO(J)=QIN(J)
760000          DQ(J)=-QIN(J)
770000          S1=S1+QIN(J)*QIN(J)
780000 130 CONTINUE
790000      QNOM=SQRT(S1)
800000      QNOMA=QNCM*1.0E6
810000      NC1=0
820000 200 CONTINUE
830000          NC1=NC1+1
840000          IF(NC1.GT.NCLAST) GO TO 300
850000          IF(QNOM.LT.EPS) GO TO 300
860000          IF(QNOM.GT.QNOMA) GO TO 310
870000          DO 205 K=1,8
880000          DO 206 J=1,8
890000              GG(K,J)=0.0
900000          DO 207 I=1,13
910000              S1=BB(I)-1.0
920000              S2=AA(I)*BB(I)*(Q(I)**S1)+2.0*CC(I)*Q(I)
930000              GG(K,J)=GG(K,J)+S2*LINK(I,K)*LQ(J,I)
940000 207 CONTINUE
950000 206 CONTINUE
960000 205 CONTINUE
970000          DO 210 K=1,8
980000              S1=0.0
990000          DO 220 I=1,13
1000000      S2=AA(I)*(Q(I)**BB(I))+CC(I)*Q(I)*Q(I)+ CM(I)*HL(I)
1001000      S1=S1+S2*LINK(I,K)
1010000 220 CONTINUE
1020000      B(K)=PH-S1
1030000 210 CONTINUE
1040000      CALL LAX(GG,8,8,B,0.0,1,IS,VW,IP,ICON)
1050000      WRITE(6,30) NC1,ICON,(B(K),K=1,8)
1060000 30 FORMAT('***MATRIX SOLUSION *** NO=',I5,' ICON=',I6,' DQ(J)= ',
1061000 1      'E10.3)
1070000      S1=0.0
1080000      DO 230 J=1,8
1090000          DQ(J)=B(J)
1100000          QN(J)=QO(J)+DQ(J)
1110000          QO(J)=QN(J)
1120000          S1=S1+DQ(J)*DQ(J)
1130000 230 CONTINUE
1140000      QNOM=SQRT(S1)
1150000      DO 240 I=1,13
1160000          S1=0.0
1170000          DO 250 J=1,8
1180000              S1=S1+LQ(J,I)*QO(J)
1190000 250 CONTINUE
1200000          Q(I)=S1
1210000 240 CONTINUE
1220000          GO TO 200

```

FORTRAN 77 V10L31 MAIN DATE 87.01.08 TIME 17.18.34

```
1230000 310 CONTINUE
1240001 WRITE(6,41)
1250001 41 FORMAT(' **** NEWTON METHOD DIVERGENCE ')
1260000 300 CONTINUE
1270001 WRITE(6,42)
1280000 DO 320 I=1,13
1290004 P1=AA(I)*(Q(I)**BB(I))+CC(I)*Q(I)*Q(I)+CM(I)*HL(I)
1300001 WRITE(6,43) I,Q(I),P1
1310000 320 CONTINUE
1320001 42 FORMAT('**FLOW CIRCUIT MASS FLOW(G/SEC) BFLOW**')
1330001 43 FORMAT('**PATH NO=',I3,' FLOW=',F10.3,' (G/SEC)',
1340000 * ' PRESSURE DROP=',E10.3,' (G/CM2)')
1350000 STOP
1360000 END
```

付録3 CMIR-0の温度計算コード入力データ例

```

//GE.SYSIN      DD *
      50          5          14          0.92
11.00 24.00 34.00 31.00 50.00 70.00
89.00 76.00 66.00 69.00 50.00 30.00
12.50 12.50 12.50 12.50 12.50 12.5 1234.42
52.15 80.48 52.96 54.67 68.86 80.48 52.15
52.15 80.48 52.96 54.67 68.86 80.48 52.15
52.15 80.48 52.96 54.67 68.86 80.48 52.15
52.15 58.23 87.94 51.83 87.94 58.23 52.15
52.15 80.48 52.96 54.67 68.86 80.48 52.15
52.15 80.48 52.96 54.67 68.86 80.48 52.15
      0.00 10.80 34.80 34.80 40.00
22.17 22.17 22.17 1.00 1.00
      0.00 8.00 20.00 25.00 30.00 38.00 40.00
47.00 54.00 68.00 82.00 89.00 96.00 100.00
      0.25 0.35 0.60 0.80 0.90 1.50 1.90
      3.50 4.50 5.00 3.90 2.60 1.07 0.70
      0.25 0.35 0.70 0.95 1.00 1.70 2.01
      4.00 5.40 5.70 4.20 3.00 1.40 1.00
/*
//

```


付録4 CMIR-0の温度計算コード出力例

```

CMIR TEMPERATURE CALCULATION ALF= 1.000
INPUT DATA
*** HE FRACTION (K=1-6)      11.000   24.000   34.000   31.000   50.000   70.000
*** AR FRACTION (K=1-6)      89.000   76.000   66.000   69.000   50.000   30.000
*** MASS FLOW (G/SEC)        12.500   12.500   12.500   12.500   12.500   12.500   1234.420
*** HOLDER MASS (G)
    COMPARTMENT= 1      52.15   30.43   52.96   54.67   68.86   80.48   52.15
    COMPARTMENT= 2      52.15   30.43   52.96   54.67   68.86   80.48   52.15
    COMPARTMENT= 3      52.15   30.43   52.96   54.67   68.86   80.48   52.15
    COMPARTMENT= 4      52.15   58.23   37.94   51.83   67.94   58.23   52.15
    COMPARTMENT= 5      52.15   30.43   52.96   54.67   68.86   80.48   52.15
    COMPARTMENT= 6      52.15   30.43   52.96   54.67   68.86   80.48   52.15
**** MATERIAL HEAT STANDARD (W/G)
J= 97 QS= 0.139E+01 QNA= 0.175E+01
J= 96 QS= 0.271E+01 QNA= 0.311E+01
J= 95 QS= 0.293E+01 QNA= 0.334E+01
J= 94 QS= 0.315E+01 QNA= 0.357E+01
J= 93 QS= 0.337E+01 QNA= 0.330E+01
J= 92 QS= 0.358E+01 QNA= 0.403E+01
J= 91 QS= 0.380E+01 QNA= 0.426E+01
J= 90 QS= 0.402E+01 QNA= 0.449E+01
J= 89 QS= 0.379E+01 QNA= 0.427E+01
J= 88 QS= 0.410E+01 QNA= 0.446E+01
J= 87 QS= 0.436E+01 QNA= 0.463E+01
J= 86 QS= 0.455E+01 QNA= 0.460E+01
J= 85 QS= 0.474E+01 QNA= 0.497E+01
J= 84 QS= 0.492E+01 QNA= 0.514E+01
J= 83 QS= 0.511E+01 QNA= 0.531E+01
J= 82 QS= 0.504E+01 QNA= 0.575E+01
J= 81 QS= 0.512E+01 QNA= 0.586E+01
J= 80 QS= 0.520E+01 QNA= 0.597E+01
J= 79 QS= 0.527E+01 QNA= 0.607E+01
J= 78 QS= 0.535E+01 QNA= 0.618E+01
J= 77 QS= 0.543E+01 QNA= 0.629E+01
J= 76 QS= 0.551E+01 QNA= 0.640E+01
J= 75 QS= 0.559E+01 QNA= 0.650E+01
J= 74 QS= 0.567E+01 QNA= 0.661E+01
J= 73 QS= 0.575E+01 QNA= 0.672E+01
J= 72 QS= 0.582E+01 QNA= 0.682E+01
J= 71 QS= 0.590E+01 QNA= 0.693E+01
J= 70 QS= 0.598E+01 QNA= 0.704E+01
J= 69 QS= 0.606E+01 QNA= 0.715E+01
J= 68 QS= 0.448E+01 QNA= 0.539E+01
J= 67 QS= 0.445E+01 QNA= 0.537E+01
J= 66 QS= 0.441E+01 QNA= 0.535E+01
J= 65 QS= 0.438E+01 QNA= 0.532E+01
J= 64 QS= 0.434E+01 QNA= 0.530E+01
J= 63 QS= 0.430E+01 QNA= 0.528E+01
J= 62 QS= 0.427E+01 QNA= 0.526E+01
J= 61 QS= 0.423E+01 QNA= 0.524E+01
J= 60 QS= 0.420E+01 QNA= 0.522E+01
J= 59 QS= 0.416E+01 QNA= 0.520E+01
J= 58 QS= 0.413E+01 QNA= 0.517E+01
J= 57 QS= 0.409E+01 QNA= 0.515E+01
J= 56 QS= 0.405E+01 QNA= 0.513E+01
J= 55 QS= 0.402E+01 QNA= 0.511E+01
J= 54 QS= 0.343E+01 QNA= 0.390E+01
J= 53 QS= 0.327E+01 QNA= 0.370E+01
J= 52 QS= 0.314E+01 QNA= 0.350E+01
J= 51 QS= 0.300E+01 QNA= 0.330E+01

```

J= 50	QS=	0.286E+01	QNA=	0.310E+01
J= 49	QS=	0.271E+01	QNA=	0.290E+01
J= 48	QS=	0.257E+01	QNA=	0.270E+01
J= 47	QS=	0.179E+01	QNA=	0.187E+01
J= 46	QS=	0.156E+01	QNA=	0.158E+01
J= 45	QS=	0.133E+01	QNA=	0.130E+01
J= 44	QS=	0.110E+01	QNA=	0.102E+01
J= 43	QS=	0.871E+00	QNA=	0.731E+00
J= 42	QS=	0.643E+00	QNA=	0.446E+00
J= 41	QS=	0.414E+00	QNA=	0.162E+00
J= 40	QS=	0.140E+01	QNA=	0.162E+01
J= 39	QS=	0.120E+01	QNA=	0.147E+01
J= 38	QS=	0.862E+00	QNA=	0.956E+00
J= 37	QS=	0.788E+00	QNA=	0.869E+00
J= 36	QS=	0.712E+00	QNA=	0.781E+00
J= 35	QS=	0.638E+00	QNA=	0.694E+00
J= 34	QS=	0.563E+00	QNA=	0.606E+00
J= 33	QS=	0.488E+00	QNA=	0.519E+00
J= 32	QS=	0.413E+00	QNA=	0.431E+00
J= 31	QS=	0.337E+00	QNA=	0.344E+00
J= 30	QS=	0.790E+00	QNA=	0.945E+00
J= 29	QS=	0.770E+00	QNA=	0.935E+00
J= 28	QS=	0.750E+00	QNA=	0.925E+00
J= 27	QS=	0.730E+00	QNA=	0.915E+00
J= 26	QS=	0.710E+00	QNA=	0.905E+00
J= 25	QS=	0.580E+00	QNA=	0.675E+00
J= 24	QS=	0.540E+00	QNA=	0.625E+00
J= 23	QS=	0.500E+00	QNA=	0.575E+00
J= 22	QS=	0.460E+00	QNA=	0.525E+00
J= 21	QS=	0.420E+00	QNA=	0.475E+00
J= 20	QS=	0.340E+00	QNA=	0.335E+00
J= 19	QS=	0.319E+00	QNA=	0.306E+00
J= 18	QS=	0.298E+00	QNA=	0.277E+00
J= 17	QS=	0.277E+00	QNA=	0.248E+00
J= 16	QS=	0.256E+00	QNA=	0.219E+00
J= 15	QS=	0.235E+00	QNA=	0.190E+00
J= 14	QS=	0.215E+00	QNA=	0.160E+00
J= 13	QS=	0.194E+00	QNA=	0.131E+00
J= 12	QS=	0.173E+00	QNA=	0.102E+00
J= 11	QS=	0.152E+00	QNA=	0.729E-01
J= 10	QS=	0.131E+00	QNA=	0.438E-01
J= 9	QS=	0.110E+00	QNA=	0.146E-01
J= 8	QS=	0.244E+00	QNA=	0.244E+00
J= 7	QS=	0.231E+00	QNA=	0.231E+00
J= 6	QS=	0.219E+00	QNA=	0.219E+00
J= 5	QS=	0.206E+00	QNA=	0.206E+00
J= 4	QS=	0.194E+00	QNA=	0.194E+00
J= 3	QS=	0.181E+00	QNA=	0.181E+00
J= 2	QS=	0.169E+00	QNA=	0.169E+00
J= 1	QS=	0.156E+00	QNA=	0.156E+00

 *** CALCULATION OUTPUT TOTAL ITERATION = 5

*** OUTPUT CONTENTS:

*** ANA(J,K): SODIUM OCCUPIED CROSS SECTION (CM²)
 *** ASS(J,K): SUS316 OCCUPIED CROSS SECTION (CM²)
 *** G(J,K): HEAT GENERATION (W)
 *** QR(J,K): RADIAL HEAT TRANSPORT (W)
 *** HP(J,K): RADIATION HEAT TRANSPORT (W)

J=	24	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	23	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	22	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	21	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	20	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	19	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	18	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	17	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	16	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	15	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	14	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	13	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	12	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	11	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	10	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	9	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	8	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	7	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	6	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	5	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	4	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	3	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	2	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01
J=	1	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01	0.278E+01

$\epsilon(J,K)$	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J=	97	0.251E+02	0.251E+02	0.251E+02	0.251E+02	0.251E+02	0.104E+03
J=	96	0.480E+02	0.480E+02	0.480E+02	0.480E+02	0.480E+02	0.200E+03
J=	95	0.518E+02	0.518E+02	0.518E+02	0.518E+02	0.518E+02	0.216E+03
J=	94	0.556E+02	0.556E+02	0.556E+02	0.556E+02	0.556E+02	0.232E+03
J=	93	0.595E+02	0.595E+02	0.595E+02	0.595E+02	0.595E+02	0.248E+03
J=	92	0.633E+02	0.633E+02	0.633E+02	0.633E+02	0.633E+02	0.264E+03
J=	91	0.671E+02	0.671E+02	0.671E+02	0.671E+02	0.671E+02	0.280E+03
J=	90	0.709E+02	0.709E+02	0.709E+02	0.709E+02	0.709E+02	0.296E+03
J=	89	0.699E+02	0.699E+02	0.699E+02	0.699E+02	0.699E+02	0.292E+03
J=	88	0.862E+02	0.862E+02	0.862E+02	0.759E+02	0.862E+02	0.306E+03
J=	87	0.900E+02	0.900E+02	0.900E+02	0.792E+02	0.900E+02	0.319E+03
J=	86	0.937E+02	0.937E+02	0.937E+02	0.825E+02	0.937E+02	0.332E+03
J=	85	0.975E+02	0.975E+02	0.975E+02	0.858E+02	0.975E+02	0.346E+03
J=	84	0.101E+03	0.101E+03	0.101E+03	0.891E+02	0.101E+03	0.359E+03
J=	83	0.105E+03	0.105E+03	0.105E+03	0.924E+02	0.105E+03	0.373E+03
J=	82	0.105E+03	0.105E+03	0.105E+03	0.926E+02	0.105E+03	0.372E+03
J=	81	0.107E+03	0.107E+03	0.107E+03	0.941E+02	0.107E+03	0.378E+03
J=	80	0.102E+03	0.102E+03	0.102E+03	0.113E+03	0.102E+03	0.384E+03
J=	79	0.103E+03	0.103E+03	0.103E+03	0.114E+03	0.103E+03	0.390E+03
J=	78	0.105E+03	0.105E+03	0.105E+03	0.116E+03	0.105E+03	0.396E+03
J=	77	0.106E+03	0.106E+03	0.106E+03	0.118E+03	0.106E+03	0.402E+03
J=	76	0.108E+03	0.108E+03	0.108E+03	0.119E+03	0.108E+03	0.408E+03
J=	75	0.110E+03	0.110E+03	0.110E+03	0.121E+03	0.110E+03	0.414E+03
J=	74	0.111E+03	0.111E+03	0.111E+03	0.123E+03	0.111E+03	0.420E+03
J=	73	0.113E+03	0.113E+03	0.113E+03	0.125E+03	0.113E+03	0.426E+03
J=	72	0.105E+03	0.105E+03	0.105E+03	0.103E+03	0.105E+03	0.432E+03
J=	71	0.107E+03	0.107E+03	0.107E+03	0.105E+03	0.107E+03	0.438E+03
J=	70	0.108E+03	0.108E+03	0.108E+03	0.106E+03	0.108E+03	0.444E+03
J=	69	0.110E+03	0.110E+03	0.110E+03	0.108E+03	0.110E+03	0.449E+03
J=	68	0.814E+02	0.814E+02	0.814E+02	0.800E+02	0.814E+02	0.333E+03
J=	67	0.808E+02	0.808E+02	0.808E+02	0.794E+02	0.808E+02	0.331E+03
J=	66	0.802E+02	0.802E+02	0.802E+02	0.788E+02	0.802E+02	0.328E+03
J=	65	0.796E+02	0.796E+02	0.796E+02	0.782E+02	0.796E+02	0.326E+03

J=	64	0.782E+02	0.782E+02	0.782E+02	0.947E+02	0.782E+02	0.782E+02	0.323E+03
J=	63	0.776E+02	0.776E+02	0.776E+02	0.940E+02	0.776E+02	0.776E+02	0.321E+03
J=	62	0.770E+02	0.770E+02	0.770E+02	0.933E+02	0.770E+02	0.770E+02	0.319E+03
J=	61	0.765E+02	0.765E+02	0.765E+02	0.926E+02	0.765E+02	0.765E+02	0.316E+03
J=	60	0.759E+02	0.759E+02	0.759E+02	0.918E+02	0.759E+02	0.759E+02	0.314E+03
J=	59	0.753E+02	0.753E+02	0.753E+02	0.911E+02	0.753E+02	0.753E+02	0.311E+03
J=	58	0.747E+02	0.747E+02	0.747E+02	0.904E+02	0.747E+02	0.747E+02	0.309E+03
J=	57	0.741E+02	0.741E+02	0.741E+02	0.897E+02	0.741E+02	0.741E+02	0.306E+03
J=	56	0.857E+02	0.857E+02	0.857E+02	0.759E+02	0.857E+02	0.857E+02	0.304E+03
J=	55	0.850E+02	0.850E+02	0.850E+02	0.753E+02	0.850E+02	0.850E+02	0.301E+03
J=	54	0.713E+02	0.713E+02	0.713E+02	0.629E+02	0.713E+02	0.713E+02	0.253E+03
J=	53	0.683E+02	0.683E+02	0.683E+02	0.602E+02	0.683E+02	0.683E+02	0.242E+03
J=	52	0.652E+02	0.652E+02	0.652E+02	0.575E+02	0.652E+02	0.652E+02	0.231E+03
J=	51	0.621E+02	0.621E+02	0.621E+02	0.548E+02	0.621E+02	0.621E+02	0.220E+03
J=	50	0.591E+02	0.591E+02	0.591E+02	0.520E+02	0.591E+02	0.591E+02	0.210E+03
J=	49	0.560E+02	0.560E+02	0.560E+02	0.493E+02	0.560E+02	0.560E+02	0.199E+03
J=	48	0.448E+02	0.448E+02	0.448E+02	0.448E+02	0.448E+02	0.448E+02	0.188E+03
J=	47	0.311E+02	0.311E+02	0.311E+02	0.311E+02	0.311E+02	0.311E+02	0.130E+03
J=	46	0.270E+02	0.270E+02	0.270E+02	0.270E+02	0.270E+02	0.270E+02	0.113E+03
J=	45	0.229E+02	0.229E+02	0.229E+02	0.229E+02	0.229E+02	0.229E+02	0.962E+02
J=	44	0.188E+02	0.188E+02	0.188E+02	0.188E+02	0.188E+02	0.188E+02	0.791E+02
J=	43	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.620E+02
J=	42	0.106E+02	0.106E+02	0.106E+02	0.106E+02	0.106E+02	0.106E+02	0.449E+02
J=	41	0.644E+01	0.644E+01	0.644E+01	0.644E+01	0.644E+01	0.644E+01	0.278E+02
J=	40	0.168E+02	0.168E+02	0.168E+02	0.168E+02	0.168E+02	0.168E+02	0.104E+03
J=	39	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.147E+02	0.895E+02
J=	38	0.102E+02	0.102E+02	0.102E+02	0.102E+02	0.102E+02	0.102E+02	0.634E+02
J=	37	0.932E+01	0.932E+01	0.932E+01	0.932E+01	0.932E+01	0.932E+01	0.579E+02
J=	36	0.841E+01	0.841E+01	0.841E+01	0.841E+01	0.841E+01	0.841E+01	0.523E+02
J=	35	0.195E+02	0.195E+02	0.195E+02	0.195E+02	0.195E+02	0.195E+02	0.468E+02
J=	34	0.172E+02	0.172E+02	0.172E+02	0.172E+02	0.172E+02	0.172E+02	0.412E+02
J=	33	0.149E+02	0.149E+02	0.149E+02	0.149E+02	0.149E+02	0.149E+02	0.357E+02
J=	32	0.126E+02	0.126E+02	0.126E+02	0.126E+02	0.126E+02	0.126E+02	0.301E+02
J=	31	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.246E+02
J=	30	0.242E+02	0.242E+02	0.242E+02	0.242E+02	0.242E+02	0.242E+02	0.587E+02
J=	29	0.236E+02	0.236E+02	0.236E+02	0.236E+02	0.236E+02	0.236E+02	0.573E+02
J=	28	0.230E+02	0.230E+02	0.230E+02	0.230E+02	0.230E+02	0.230E+02	0.560E+02
J=	27	0.224E+02	0.224E+02	0.224E+02	0.224E+02	0.224E+02	0.224E+02	0.546E+02
J=	26	0.218E+02	0.218E+02	0.218E+02	0.218E+02	0.218E+02	0.218E+02	0.533E+02
J=	25	0.178E+02	0.178E+02	0.178E+02	0.178E+02	0.178E+02	0.178E+02	0.429E+02
J=	24	0.165E+02	0.165E+02	0.165E+02	0.165E+02	0.165E+02	0.165E+02	0.399E+02
J=	23	0.153E+02	0.153E+02	0.153E+02	0.153E+02	0.153E+02	0.153E+02	0.370E+02
J=	22	0.141E+02	0.141E+02	0.141E+02	0.141E+02	0.141E+02	0.141E+02	0.340E+02
J=	21	0.128E+02	0.128E+02	0.128E+02	0.128E+02	0.128E+02	0.128E+02	0.310E+02
J=	20	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.103E+02	0.246E+02
J=	19	0.967E+01	0.967E+01	0.967E+01	0.967E+01	0.967E+01	0.967E+01	0.230E+02
J=	18	0.903E+01	0.903E+01	0.903E+01	0.903E+01	0.903E+01	0.903E+01	0.214E+02
J=	17	0.838E+01	0.838E+01	0.838E+01	0.838E+01	0.838E+01	0.838E+01	0.199E+02
J=	16	0.774E+01	0.774E+01	0.774E+01	0.774E+01	0.774E+01	0.774E+01	0.183E+02
J=	15	0.710E+01	0.710E+01	0.710E+01	0.710E+01	0.710E+01	0.710E+01	0.167E+02
J=	14	0.645E+01	0.645E+01	0.645E+01	0.645E+01	0.645E+01	0.645E+01	0.151E+02
J=	13	0.581E+01	0.581E+01	0.581E+01	0.581E+01	0.581E+01	0.581E+01	0.135E+02
J=	12	0.516E+01	0.516E+01	0.516E+01	0.516E+01	0.516E+01	0.516E+01	0.119E+02
J=	11	0.452E+01	0.452E+01	0.452E+01	0.452E+01	0.452E+01	0.452E+01	0.103E+02
J=	10	0.387E+01	0.387E+01	0.387E+01	0.387E+01	0.387E+01	0.387E+01	0.875E+01
J=	9	0.323E+01	0.323E+01	0.323E+01	0.323E+01	0.323E+01	0.323E+01	0.717E+01
J=	8	0.741E+01	0.741E+01	0.741E+01	0.741E+01	0.741E+01	0.741E+01	0.177E+02
J=	7	0.703E+01	0.703E+01	0.703E+01	0.703E+01	0.703E+01	0.703E+01	0.168E+02
J=	6	0.665E+01	0.665E+01	0.665E+01	0.665E+01	0.665E+01	0.665E+01	0.159E+02
J=	5	0.627E+01	0.627E+01	0.627E+01	0.627E+01	0.627E+01	0.627E+01	0.150E+02
J=	4	0.589E+01	0.589E+01	0.589E+01	0.589E+01	0.589E+01	0.589E+01	0.141E+02

J= 3 0.551E+01 0.551E+01 0.551E+01 0.551E+01 0.551E+01 0.551E+01 0.132E+02
 J= 2 0.513E+01 0.513E+01 0.513E+01 0.513E+01 0.513E+01 0.513E+01 0.122E+02
 J= 1 0.475E+01 0.475E+01 0.475E+01 0.475E+01 0.475E+01 0.475E+01 0.113E+02

QR(J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J= 97	0.392E+02	0.461E+02	0.508E+02	0.498E+02	0.571E+02	0.632E+02	
J= 96	0.392E+02	0.461E+02	0.508E+02	0.498E+02	0.571E+02	0.632E+02	
J= 95	0.391E+02	0.462E+02	0.509E+02	0.499E+02	0.574E+02	0.638E+02	
J= 94	0.390E+02	0.461E+02	0.510E+02	0.500E+02	0.577E+02	0.643E+02	
J= 93	0.388E+02	0.461E+02	0.510E+02	0.499E+02	0.579E+02	0.648E+02	
J= 92	0.386E+02	0.459E+02	0.509E+02	0.498E+02	0.580E+02	0.651E+02	
J= 91	0.383E+02	0.457E+02	0.508E+02	0.497E+02	0.580E+02	0.654E+02	
J= 90	0.379E+02	0.454E+02	0.505E+02	0.494E+02	0.579E+02	0.655E+02	
J= 89	0.375E+02	0.450E+02	0.502E+02	0.491E+02	0.577E+02	0.655E+02	
J= 88	0.371E+02	0.446E+02	0.499E+02	0.487E+02	0.575E+02	0.655E+02	
J= 87	0.365E+02	0.440E+02	0.493E+02	0.483E+02	0.569E+02	0.651E+02	
J= 86	0.358E+02	0.432E+02	0.485E+02	0.478E+02	0.562E+02	0.644E+02	
J= 85	0.350E+02	0.424E+02	0.477E+02	0.472E+02	0.553E+02	0.637E+02	
J= 84	0.342E+02	0.415E+02	0.467E+02	0.465E+02	0.544E+02	0.627E+02	
J= 83	0.334E+02	0.406E+02	0.457E+02	0.458E+02	0.533E+02	0.617E+02	
J= 82	0.324E+02	0.395E+02	0.446E+02	0.450E+02	0.521E+02	0.604E+02	
J= 81	0.315E+02	0.385E+02	0.435E+02	0.441E+02	0.509E+02	0.592E+02	
J= 80	0.305E+02	0.374E+02	0.423E+02	0.432E+02	0.496E+02	0.578E+02	
J= 79	0.296E+02	0.363E+02	0.412E+02	0.420E+02	0.484E+02	0.565E+02	
J= 78	0.287E+02	0.352E+02	0.400E+02	0.407E+02	0.472E+02	0.552E+02	
J= 77	0.277E+02	0.341E+02	0.388E+02	0.393E+02	0.458E+02	0.538E+02	
J= 76	0.267E+02	0.330E+02	0.376E+02	0.379E+02	0.444E+02	0.523E+02	
J= 75	0.257E+02	0.318E+02	0.363E+02	0.364E+02	0.430E+02	0.507E+02	
J= 74	0.247E+02	0.306E+02	0.349E+02	0.349E+02	0.415E+02	0.490E+02	
J= 73	0.237E+02	0.294E+02	0.335E+02	0.334E+02	0.399E+02	0.472E+02	
J= 72	0.226E+02	0.281E+02	0.321E+02	0.318E+02	0.382E+02	0.453E+02	
J= 71	0.216E+02	0.269E+02	0.308E+02	0.305E+02	0.367E+02	0.435E+02	
J= 70	0.206E+02	0.257E+02	0.294E+02	0.292E+02	0.351E+02	0.417E+02	
J= 69	0.196E+02	0.244E+02	0.280E+02	0.279E+02	0.335E+02	0.398E+02	
J= 68	0.185E+02	0.232E+02	0.266E+02	0.266E+02	0.318E+02	0.379E+02	
J= 67	0.178E+02	0.222E+02	0.256E+02	0.256E+02	0.306E+02	0.365E+02	
J= 66	0.170E+02	0.214E+02	0.246E+02	0.247E+02	0.295E+02	0.353E+02	
J= 65	0.163E+02	0.205E+02	0.236E+02	0.238E+02	0.284E+02	0.340E+02	
J= 64	0.156E+02	0.197E+02	0.227E+02	0.229E+02	0.273E+02	0.328E+02	
J= 63	0.149E+02	0.188E+02	0.217E+02	0.218E+02	0.262E+02	0.315E+02	
J= 62	0.142E+02	0.180E+02	0.208E+02	0.206E+02	0.251E+02	0.303E+02	
J= 61	0.136E+02	0.171E+02	0.198E+02	0.194E+02	0.240E+02	0.290E+02	
J= 60	0.129E+02	0.163E+02	0.189E+02	0.182E+02	0.229E+02	0.277E+02	
J= 59	0.122E+02	0.155E+02	0.179E+02	0.170E+02	0.218E+02	0.263E+02	
J= 58	0.115E+02	0.146E+02	0.170E+02	0.158E+02	0.206E+02	0.250E+02	
J= 57	0.108E+02	0.138E+02	0.160E+02	0.146E+02	0.195E+02	0.236E+02	
J= 56	0.102E+02	0.130E+02	0.150E+02	0.134E+02	0.183E+02	0.222E+02	
J= 55	0.939E+01	0.120E+02	0.139E+02	0.125E+02	0.169E+02	0.205E+02	
J= 54	0.860E+01	0.110E+02	0.127E+02	0.115E+02	0.155E+02	0.188E+02	
J= 53	0.794E+01	0.101E+02	0.117E+02	0.107E+02	0.143E+02	0.173E+02	
J= 52	0.731E+01	0.931E+01	0.108E+02	0.990E+01	0.131E+02	0.159E+02	
J= 51	0.672E+01	0.855E+01	0.992E+01	0.917E+01	0.120E+02	0.145E+02	
J= 50	0.616E+01	0.782E+01	0.907E+01	0.848E+01	0.110E+02	0.132E+02	
J= 49	0.562E+01	0.714E+01	0.826E+01	0.782E+01	0.999E+01	0.120E+02	
J= 48	0.512E+01	0.649E+01	0.750E+01	0.719E+01	0.904E+01	0.108E+02	
J= 47	0.472E+01	0.597E+01	0.690E+01	0.662E+01	0.829E+01	0.988E+01	
J= 46	0.444E+01	0.562E+01	0.649E+01	0.623E+01	0.779E+01	0.927E+01	
J= 45	0.421E+01	0.534E+01	0.616E+01	0.592E+01	0.740E+01	0.879E+01	
J= 44	0.403E+01	0.510E+01	0.589E+01	0.566E+01	0.708E+01	0.841E+01	

J=	43	0.388E+01	0.492E+01	0.569E+01	0.546E+01	0.684E+01	0.814E+01
J=	42	0.378E+01	0.479E+01	0.554E+01	0.532E+01	0.668E+01	0.796E+01
J=	41	0.371E+01	0.472E+01	0.546E+01	0.524E+01	0.660E+01	0.789E+01
J=	40	0.368E+01	0.469E+01	0.545E+01	0.522E+01	0.660E+01	0.793E+01
J=	39	0.357E+01	0.457E+01	0.531E+01	0.509E+01	0.644E+01	0.776E+01
J=	38	0.347E+01	0.444E+01	0.517E+01	0.495E+01	0.629E+01	0.760E+01
J=	37	0.341E+01	0.437E+01	0.509E+01	0.488E+01	0.621E+01	0.754E+01
J=	36	0.335E+01	0.431E+01	0.503E+01	0.482E+01	0.616E+01	0.750E+01
J=	35	0.331E+01	0.426E+01	0.499E+01	0.477E+01	0.612E+01	0.749E+01
J=	34	0.316E+01	0.408E+01	0.477E+01	0.457E+01	0.588E+01	0.721E+01
J=	33	0.302E+01	0.391E+01	0.458E+01	0.438E+01	0.565E+01	0.695E+01
J=	32	0.291E+01	0.376E+01	0.442E+01	0.422E+01	0.546E+01	0.674E+01
J=	31	0.281E+01	0.365E+01	0.429E+01	0.410E+01	0.532E+01	0.659E+01
J=	30	0.274E+01	0.356E+01	0.420E+01	0.401E+01	0.522E+01	0.649E+01
J=	29	0.254E+01	0.331E+01	0.391E+01	0.373E+01	0.486E+01	0.606E+01
J=	28	0.234E+01	0.305E+01	0.360E+01	0.344E+01	0.449E+01	0.559E+01
J=	27	0.214E+01	0.279E+01	0.330E+01	0.315E+01	0.411E+01	0.513E+01
J=	26	0.195E+01	0.254E+01	0.300E+01	0.286E+01	0.374E+01	0.467E+01
J=	25	0.176E+01	0.229E+01	0.271E+01	0.258E+01	0.338E+01	0.421E+01
J=	24	0.160E+01	0.209E+01	0.247E+01	0.235E+01	0.308E+01	0.385E+01
J=	23	0.146E+01	0.190E+01	0.225E+01	0.215E+01	0.281E+01	0.351E+01
J=	22	0.132E+01	0.173E+01	0.205E+01	0.195E+01	0.256E+01	0.320E+01
J=	21	0.120E+01	0.157E+01	0.186E+01	0.177E+01	0.232E+01	0.291E+01
J=	20	0.109E+01	0.143E+01	0.169E+01	0.161E+01	0.211E+01	0.264E+01
J=	19	0.100E+01	0.131E+01	0.155E+01	0.148E+01	0.194E+01	0.244E+01
J=	18	0.919E+00	0.120E+01	0.143E+01	0.136E+01	0.179E+01	0.224E+01
J=	17	0.842E+00	0.110E+01	0.131E+01	0.125E+01	0.164E+01	0.207E+01
J=	16	0.770E+00	0.101E+01	0.120E+01	0.114E+01	0.151E+01	0.190E+01
J=	15	0.704E+00	0.925E+00	0.110E+01	0.105E+01	0.138E+01	0.174E+01
J=	14	0.643E+00	0.846E+00	0.101E+01	0.958E+00	0.127E+01	0.160E+01
J=	13	0.588E+00	0.775E+00	0.922E+00	0.878E+00	0.116E+01	0.147E+01
J=	12	0.538E+00	0.710E+00	0.847E+00	0.805E+00	0.107E+01	0.136E+01
J=	11	0.494E+00	0.654E+00	0.780E+00	0.742E+00	0.989E+00	0.126E+01
J=	10	0.456E+00	0.604E+00	0.722E+00	0.686E+00	0.918E+00	0.117E+01
J=	9	0.424E+00	0.562E+00	0.673E+00	0.639E+00	0.853E+00	0.110E+01
J=	8	0.397E+00	0.528E+00	0.633E+00	0.601E+00	0.810E+00	0.104E+01
J=	7	0.335E+00	0.446E+00	0.535E+00	0.508E+00	0.686E+00	0.888E+00
J=	6	0.272E+00	0.362E+00	0.436E+00	0.413E+00	0.560E+00	0.726E+00
J=	5	0.211E+00	0.282E+00	0.340E+00	0.322E+00	0.438E+00	0.569E+00
J=	4	0.154E+00	0.206E+00	0.248E+00	0.235E+00	0.320E+00	0.418E+00
J=	3	0.995E-01	0.133E+00	0.161E+00	0.153E+00	0.208E+00	0.272E+00
J=	2	0.483E-01	0.648E-01	0.783E-01	0.742E-01	0.101E+00	0.133E+00
J=	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

HP (J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J=	97	0.121E+02	0.105E+02	0.934E+01	0.975E+01	0.778E+01	0.618E+01
J=	96	0.121E+02	0.105E+02	0.934E+01	0.975E+01	0.778E+01	0.618E+01
J=	95	0.121E+02	0.105E+02	0.937E+01	0.977E+01	0.783E+01	0.624E+01
J=	94	0.120E+02	0.105E+02	0.938E+01	0.977E+01	0.787E+01	0.630E+01
J=	93	0.119E+02	0.104E+02	0.937E+01	0.976E+01	0.789E+01	0.635E+01
J=	92	0.119E+02	0.104E+02	0.935E+01	0.973E+01	0.790E+01	0.638E+01
J=	91	0.117E+02	0.103E+02	0.930E+01	0.968E+01	0.789E+01	0.641E+01
J=	90	0.116E+02	0.102E+02	0.925E+01	0.961E+01	0.787E+01	0.641E+01
J=	89	0.114E+02	0.101E+02	0.917E+01	0.953E+01	0.783E+01	0.641E+01
J=	88	0.113E+02	0.999E+01	0.909E+01	0.944E+01	0.779E+01	0.641E+01
J=	87	0.111E+02	0.982E+01	0.894E+01	0.933E+01	0.769E+01	0.635E+01
J=	86	0.108E+02	0.961E+01	0.878E+01	0.921E+01	0.757E+01	0.627E+01
J=	85	0.105E+02	0.939E+01	0.859E+01	0.906E+01	0.743E+01	0.617E+01
J=	84	0.102E+02	0.915E+01	0.838E+01	0.890E+01	0.727E+01	0.606E+01

J=	83	0.992E+01	0.889E+01	0.816E+01	0.872E+01	0.709E+01	0.593E+01
J=	82	0.959E+01	0.861E+01	0.791E+01	0.853E+01	0.690E+01	0.579E+01
J=	81	0.926E+01	0.833E+01	0.767E+01	0.833E+01	0.670E+01	0.564E+01
J=	80	0.892E+01	0.804E+01	0.742E+01	0.813E+01	0.650E+01	0.548E+01
J=	79	0.861E+01	0.777E+01	0.718E+01	0.785E+01	0.630E+01	0.534E+01
J=	78	0.829E+01	0.750E+01	0.694E+01	0.755E+01	0.611E+01	0.518E+01
J=	77	0.796E+01	0.722E+01	0.669E+01	0.725E+01	0.590E+01	0.502E+01
J=	76	0.763E+01	0.693E+01	0.643E+01	0.694E+01	0.569E+01	0.486E+01
J=	75	0.730E+01	0.664E+01	0.617E+01	0.662E+01	0.547E+01	0.468E+01
J=	74	0.696E+01	0.634E+01	0.590E+01	0.630E+01	0.524E+01	0.450E+01
J=	73	0.661E+01	0.604E+01	0.563E+01	0.597E+01	0.500E+01	0.430E+01
J=	72	0.627E+01	0.573E+01	0.534E+01	0.563E+01	0.476E+01	0.410E+01
J=	71	0.595E+01	0.545E+01	0.509E+01	0.537E+01	0.454E+01	0.392E+01
J=	70	0.563E+01	0.517E+01	0.483E+01	0.511E+01	0.432E+01	0.373E+01
J=	69	0.532E+01	0.488E+01	0.456E+01	0.485E+01	0.409E+01	0.354E+01
J=	68	0.500E+01	0.459E+01	0.430E+01	0.458E+01	0.385E+01	0.334E+01
J=	67	0.476E+01	0.439E+01	0.411E+01	0.439E+01	0.369E+01	0.321E+01
J=	66	0.455E+01	0.419E+01	0.393E+01	0.422E+01	0.354E+01	0.308E+01
J=	65	0.433E+01	0.400E+01	0.376E+01	0.404E+01	0.339E+01	0.296E+01
J=	64	0.412E+01	0.381E+01	0.359E+01	0.387E+01	0.324E+01	0.284E+01
J=	63	0.392E+01	0.363E+01	0.342E+01	0.365E+01	0.309E+01	0.271E+01
J=	62	0.372E+01	0.345E+01	0.325E+01	0.343E+01	0.295E+01	0.259E+01
J=	61	0.352E+01	0.327E+01	0.308E+01	0.320E+01	0.280E+01	0.247E+01
J=	60	0.332E+01	0.309E+01	0.292E+01	0.299E+01	0.266E+01	0.235E+01
J=	59	0.313E+01	0.292E+01	0.276E+01	0.277E+01	0.251E+01	0.222E+01
J=	58	0.294E+01	0.274E+01	0.259E+01	0.256E+01	0.237E+01	0.210E+01
J=	57	0.276E+01	0.257E+01	0.243E+01	0.235E+01	0.222E+01	0.197E+01
J=	56	0.257E+01	0.240E+01	0.227E+01	0.214E+01	0.208E+01	0.185E+01
J=	55	0.236E+01	0.220E+01	0.209E+01	0.197E+01	0.191E+01	0.169E+01
J=	54	0.215E+01	0.200E+01	0.190E+01	0.181E+01	0.173E+01	0.154E+01
J=	53	0.197E+01	0.184E+01	0.174E+01	0.167E+01	0.159E+01	0.141E+01
J=	52	0.181E+01	0.168E+01	0.159E+01	0.154E+01	0.145E+01	0.129E+01
J=	51	0.165E+01	0.154E+01	0.145E+01	0.142E+01	0.132E+01	0.117E+01
J=	50	0.150E+01	0.140E+01	0.132E+01	0.131E+01	0.120E+01	0.106E+01
J=	49	0.137E+01	0.127E+01	0.120E+01	0.120E+01	0.109E+01	0.958E+00
J=	48	0.124E+01	0.115E+01	0.108E+01	0.110E+01	0.981E+00	0.859E+00
J=	47	0.114E+01	0.106E+01	0.993E+00	0.101E+01	0.896E+00	0.782E+00
J=	46	0.107E+01	0.990E+00	0.932E+00	0.949E+00	0.840E+00	0.732E+00
J=	45	0.101E+01	0.938E+00	0.882E+00	0.899E+00	0.796E+00	0.693E+00
J=	44	0.966E+00	0.896E+00	0.843E+00	0.859E+00	0.760E+00	0.662E+00
J=	43	0.930E+00	0.863E+00	0.812E+00	0.827E+00	0.734E+00	0.640E+00
J=	42	0.903E+00	0.839E+00	0.791E+00	0.806E+00	0.716E+00	0.626E+00
J=	41	0.886E+00	0.825E+00	0.779E+00	0.793E+00	0.707E+00	0.620E+00
J=	40	0.879E+00	0.821E+00	0.777E+00	0.790E+00	0.707E+00	0.623E+00
J=	39	0.853E+00	0.798E+00	0.756E+00	0.769E+00	0.690E+00	0.609E+00
J=	38	0.828E+00	0.776E+00	0.736E+00	0.748E+00	0.673E+00	0.596E+00
J=	37	0.812E+00	0.762E+00	0.724E+00	0.735E+00	0.664E+00	0.591E+00
J=	36	0.798E+00	0.751E+00	0.715E+00	0.726E+00	0.658E+00	0.588E+00
J=	35	0.787E+00	0.742E+00	0.708E+00	0.719E+00	0.654E+00	0.587E+00
J=	34	0.751E+00	0.709E+00	0.677E+00	0.687E+00	0.627E+00	0.564E+00
J=	33	0.717E+00	0.679E+00	0.649E+00	0.658E+00	0.602E+00	0.543E+00
J=	32	0.689E+00	0.653E+00	0.626E+00	0.634E+00	0.581E+00	0.526E+00
J=	31	0.666E+00	0.633E+00	0.607E+00	0.615E+00	0.566E+00	0.514E+00
J=	30	0.649E+00	0.618E+00	0.594E+00	0.601E+00	0.555E+00	0.506E+00
J=	29	0.602E+00	0.573E+00	0.551E+00	0.558E+00	0.516E+00	0.472E+00
J=	28	0.553E+00	0.527E+00	0.507E+00	0.513E+00	0.475E+00	0.435E+00
J=	27	0.505E+00	0.482E+00	0.464E+00	0.469E+00	0.435E+00	0.398E+00
J=	26	0.458E+00	0.437E+00	0.421E+00	0.426E+00	0.395E+00	0.362E+00
J=	25	0.412E+00	0.394E+00	0.379E+00	0.384E+00	0.356E+00	0.326E+00
J=	24	0.375E+00	0.358E+00	0.345E+00	0.349E+00	0.324E+00	0.297E+00
J=	23	0.341E+00	0.326E+00	0.314E+00	0.318E+00	0.295E+00	0.271E+00

J=	22	0.310E+00	0.296E+00	0.285E+00	0.289E+00	0.268E+00	0.246E+00
J=	21	0.281E+00	0.269E+00	0.259E+00	0.262E+00	0.243E+00	0.224E+00
J=	20	0.254E+00	0.244E+00	0.235E+00	0.238E+00	0.221E+00	0.203E+00
J=	19	0.233E+00	0.224E+00	0.216E+00	0.218E+00	0.203E+00	0.187E+00
J=	18	0.214E+00	0.205E+00	0.198E+00	0.200E+00	0.187E+00	0.172E+00
J=	17	0.196E+00	0.188E+00	0.182E+00	0.184E+00	0.171E+00	0.158E+00
J=	16	0.179E+00	0.172E+00	0.166E+00	0.168E+00	0.157E+00	0.145E+00
J=	15	0.164E+00	0.157E+00	0.152E+00	0.154E+00	0.144E+00	0.134E+00
J=	14	0.149E+00	0.144E+00	0.139E+00	0.141E+00	0.132E+00	0.123E+00
J=	13	0.137E+00	0.132E+00	0.128E+00	0.129E+00	0.121E+00	0.113E+00
J=	12	0.125E+00	0.121E+00	0.117E+00	0.118E+00	0.111E+00	0.104E+00
J=	11	0.115E+00	0.111E+00	0.108E+00	0.109E+00	0.103E+00	0.962E-01
J=	10	0.106E+00	0.102E+00	0.998E-01	0.101E+00	0.954E-01	0.896E-01
J=	9	0.982E-01	0.954E-01	0.931E-01	0.938E-01	0.892E-01	0.841E-01
J=	8	0.920E-01	0.895E-01	0.875E-01	0.881E-01	0.842E-01	0.798E-01
J=	7	0.775E-01	0.756E-01	0.740E-01	0.744E-01	0.713E-01	0.677E-01
J=	6	0.629E-01	0.614E-01	0.602E-01	0.605E-01	0.581E-01	0.553E-01
J=	5	0.489E-01	0.478E-01	0.469E-01	0.472E-01	0.454E-01	0.434E-01
J=	4	0.356E-01	0.348E-01	0.343E-01	0.344E-01	0.332E-01	0.318E-01
J=	3	0.230E-01	0.226E-01	0.222E-01	0.223E-01	0.216E-01	0.207E-01
J=	2	0.111E-01	0.109E-01	0.108E-01	0.108E-01	0.105E-01	0.101E-01
J=	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

YH(J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J=	97	0.204E+00	0.267E+00	0.321E+00	0.305E+00	0.415E+00	0.552E+00
J=	96	0.204E+00	0.267E+00	0.321E+00	0.305E+00	0.415E+00	0.552E+00
J=	95	0.204E+00	0.267E+00	0.321E+00	0.304E+00	0.415E+00	0.552E+00
J=	94	0.204E+00	0.267E+00	0.321E+00	0.304E+00	0.415E+00	0.553E+00
J=	93	0.203E+00	0.267E+00	0.320E+00	0.304E+00	0.415E+00	0.553E+00
J=	92	0.203E+00	0.267E+00	0.320E+00	0.304E+00	0.415E+00	0.553E+00
J=	91	0.203E+00	0.266E+00	0.320E+00	0.304E+00	0.415E+00	0.553E+00
J=	90	0.202E+00	0.266E+00	0.320E+00	0.303E+00	0.415E+00	0.552E+00
J=	89	0.202E+00	0.266E+00	0.319E+00	0.303E+00	0.414E+00	0.552E+00
J=	88	0.201E+00	0.265E+00	0.319E+00	0.302E+00	0.414E+00	0.552E+00
J=	87	0.201E+00	0.264E+00	0.318E+00	0.302E+00	0.413E+00	0.551E+00
J=	86	0.200E+00	0.264E+00	0.317E+00	0.301E+00	0.413E+00	0.551E+00
J=	85	0.199E+00	0.263E+00	0.316E+00	0.301E+00	0.412E+00	0.550E+00
J=	84	0.198E+00	0.262E+00	0.316E+00	0.300E+00	0.411E+00	0.549E+00
J=	83	0.197E+00	0.261E+00	0.315E+00	0.299E+00	0.410E+00	0.548E+00
J=	82	0.196E+00	0.260E+00	0.313E+00	0.298E+00	0.409E+00	0.546E+00
J=	81	0.195E+00	0.259E+00	0.312E+00	0.298E+00	0.407E+00	0.545E+00
J=	80	0.194E+00	0.258E+00	0.311E+00	0.297E+00	0.406E+00	0.544E+00
J=	79	0.193E+00	0.257E+00	0.310E+00	0.296E+00	0.405E+00	0.543E+00
J=	78	0.192E+00	0.256E+00	0.309E+00	0.294E+00	0.404E+00	0.541E+00
J=	77	0.191E+00	0.255E+00	0.308E+00	0.293E+00	0.403E+00	0.540E+00
J=	76	0.190E+00	0.254E+00	0.307E+00	0.292E+00	0.401E+00	0.539E+00
J=	75	0.189E+00	0.252E+00	0.306E+00	0.290E+00	0.400E+00	0.537E+00
J=	74	0.188E+00	0.251E+00	0.304E+00	0.289E+00	0.399E+00	0.536E+00
J=	73	0.187E+00	0.250E+00	0.303E+00	0.288E+00	0.397E+00	0.534E+00
J=	72	0.186E+00	0.249E+00	0.302E+00	0.286E+00	0.396E+00	0.532E+00
J=	71	0.185E+00	0.248E+00	0.301E+00	0.285E+00	0.394E+00	0.531E+00
J=	70	0.184E+00	0.246E+00	0.299E+00	0.284E+00	0.393E+00	0.529E+00
J=	69	0.183E+00	0.245E+00	0.298E+00	0.282E+00	0.391E+00	0.527E+00
J=	68	0.182E+00	0.244E+00	0.296E+00	0.281E+00	0.390E+00	0.525E+00
J=	67	0.181E+00	0.243E+00	0.296E+00	0.280E+00	0.389E+00	0.524E+00
J=	66	0.180E+00	0.242E+00	0.295E+00	0.279E+00	0.388E+00	0.523E+00
J=	65	0.179E+00	0.241E+00	0.294E+00	0.278E+00	0.387E+00	0.522E+00
J=	64	0.179E+00	0.241E+00	0.293E+00	0.278E+00	0.386E+00	0.521E+00
J=	63	0.178E+00	0.240E+00	0.292E+00	0.276E+00	0.385E+00	0.519E+00

J= 1 0.161E+00 0.221E+00 0.271E+00 0.255E+00 0.360E+00 0.490E+00

HC(J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J= 97	0.517E+01	0.400E+01	0.338E+01	0.354E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 96	0.517E+01	0.400E+01	0.338E+01	0.354E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 95	0.517E+01	0.400E+01	0.338E+01	0.355E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 94	0.517E+01	0.400E+01	0.338E+01	0.355E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 93	0.518E+01	0.401E+01	0.338E+01	0.355E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 92	0.519E+01	0.401E+01	0.338E+01	0.355E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 91	0.520E+01	0.402E+01	0.339E+01	0.355E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 90	0.521E+01	0.402E+01	0.339E+01	0.356E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 89	0.522E+01	0.403E+01	0.339E+01	0.356E+01	0.267E+01	0.207E+01	
J= 88	0.523E+01	0.403E+01	0.340E+01	0.357E+01	0.268E+01	0.207E+01	
J= 87	0.525E+01	0.404E+01	0.340E+01	0.357E+01	0.268E+01	0.207E+01	
J= 86	0.527E+01	0.405E+01	0.341E+01	0.358E+01	0.268E+01	0.207E+01	
J= 85	0.529E+01	0.407E+01	0.342E+01	0.359E+01	0.269E+01	0.208E+01	
J= 84	0.531E+01	0.408E+01	0.343E+01	0.359E+01	0.269E+01	0.208E+01	
J= 83	0.533E+01	0.409E+01	0.344E+01	0.360E+01	0.270E+01	0.208E+01	
J= 82	0.536E+01	0.411E+01	0.345E+01	0.361E+01	0.271E+01	0.209E+01	
J= 81	0.538E+01	0.412E+01	0.346E+01	0.362E+01	0.271E+01	0.209E+01	
J= 80	0.541E+01	0.414E+01	0.347E+01	0.363E+01	0.272E+01	0.210E+01	
J= 79	0.543E+01	0.415E+01	0.348E+01	0.364E+01	0.273E+01	0.210E+01	
J= 78	0.546E+01	0.417E+01	0.349E+01	0.366E+01	0.273E+01	0.210E+01	
J= 77	0.548E+01	0.418E+01	0.351E+01	0.367E+01	0.274E+01	0.211E+01	
J= 76	0.551E+01	0.420E+01	0.352E+01	0.369E+01	0.275E+01	0.211E+01	
J= 75	0.554E+01	0.422E+01	0.353E+01	0.370E+01	0.276E+01	0.212E+01	
J= 74	0.557E+01	0.424E+01	0.354E+01	0.372E+01	0.277E+01	0.212E+01	
J= 73	0.560E+01	0.426E+01	0.356E+01	0.374E+01	0.277E+01	0.213E+01	
J= 72	0.563E+01	0.428E+01	0.357E+01	0.375E+01	0.278E+01	0.214E+01	
J= 71	0.566E+01	0.429E+01	0.359E+01	0.377E+01	0.279E+01	0.214E+01	
J= 70	0.570E+01	0.431E+01	0.360E+01	0.378E+01	0.280E+01	0.215E+01	
J= 69	0.573E+01	0.433E+01	0.361E+01	0.380E+01	0.281E+01	0.215E+01	
J= 68	0.576E+01	0.435E+01	0.363E+01	0.381E+01	0.282E+01	0.216E+01	
J= 67	0.578E+01	0.437E+01	0.364E+01	0.382E+01	0.283E+01	0.216E+01	
J= 66	0.581E+01	0.438E+01	0.365E+01	0.384E+01	0.283E+01	0.217E+01	
J= 65	0.583E+01	0.440E+01	0.366E+01	0.385E+01	0.284E+01	0.217E+01	
J= 64	0.586E+01	0.441E+01	0.367E+01	0.386E+01	0.285E+01	0.218E+01	
J= 63	0.588E+01	0.443E+01	0.368E+01	0.387E+01	0.286E+01	0.218E+01	
J= 62	0.590E+01	0.444E+01	0.369E+01	0.389E+01	0.286E+01	0.218E+01	
J= 61	0.593E+01	0.446E+01	0.370E+01	0.390E+01	0.287E+01	0.219E+01	
J= 60	0.595E+01	0.447E+01	0.371E+01	0.392E+01	0.288E+01	0.219E+01	
J= 59	0.597E+01	0.449E+01	0.373E+01	0.393E+01	0.288E+01	0.220E+01	
J= 58	0.600E+01	0.450E+01	0.374E+01	0.395E+01	0.289E+01	0.220E+01	
J= 57	0.602E+01	0.452E+01	0.375E+01	0.396E+01	0.290E+01	0.221E+01	
J= 56	0.605E+01	0.453E+01	0.376E+01	0.398E+01	0.291E+01	0.221E+01	
J= 55	0.608E+01	0.455E+01	0.377E+01	0.399E+01	0.291E+01	0.222E+01	
J= 54	0.610E+01	0.457E+01	0.379E+01	0.400E+01	0.292E+01	0.222E+01	
J= 53	0.613E+01	0.458E+01	0.380E+01	0.401E+01	0.293E+01	0.223E+01	
J= 52	0.615E+01	0.460E+01	0.381E+01	0.403E+01	0.294E+01	0.223E+01	
J= 51	0.617E+01	0.461E+01	0.382E+01	0.404E+01	0.295E+01	0.224E+01	
J= 50	0.620E+01	0.463E+01	0.383E+01	0.405E+01	0.295E+01	0.224E+01	
J= 49	0.622E+01	0.464E+01	0.384E+01	0.405E+01	0.296E+01	0.225E+01	
J= 48	0.624E+01	0.465E+01	0.385E+01	0.406E+01	0.297E+01	0.225E+01	
J= 47	0.625E+01	0.466E+01	0.386E+01	0.407E+01	0.297E+01	0.225E+01	
J= 46	0.626E+01	0.467E+01	0.386E+01	0.408E+01	0.297E+01	0.226E+01	
J= 45	0.627E+01	0.467E+01	0.387E+01	0.408E+01	0.298E+01	0.226E+01	
J= 44	0.628E+01	0.468E+01	0.387E+01	0.409E+01	0.298E+01	0.226E+01	
J= 43	0.629E+01	0.468E+01	0.387E+01	0.409E+01	0.298E+01	0.226E+01	
J= 42	0.629E+01	0.469E+01	0.387E+01	0.409E+01	0.298E+01	0.226E+01	

J=	41	0.629E+01	0.469E+01	0.387E+01	0.409E+01	0.298E+01	0.226E+01
J=	40	0.630E+01	0.469E+01	0.388E+01	0.409E+01	0.298E+01	0.226E+01
J=	39	0.630E+01	0.469E+01	0.388E+01	0.409E+01	0.298E+01	0.226E+01
J=	38	0.630E+01	0.469E+01	0.388E+01	0.410E+01	0.299E+01	0.226E+01
J=	37	0.631E+01	0.470E+01	0.388E+01	0.410E+01	0.299E+01	0.226E+01
J=	36	0.631E+01	0.470E+01	0.388E+01	0.410E+01	0.299E+01	0.226E+01
J=	35	0.631E+01	0.470E+01	0.388E+01	0.410E+01	0.299E+01	0.226E+01
J=	34	0.632E+01	0.470E+01	0.388E+01	0.410E+01	0.299E+01	0.227E+01
J=	33	0.632E+01	0.471E+01	0.389E+01	0.411E+01	0.299E+01	0.227E+01
J=	32	0.633E+01	0.471E+01	0.389E+01	0.411E+01	0.299E+01	0.227E+01
J=	31	0.633E+01	0.471E+01	0.389E+01	0.411E+01	0.299E+01	0.227E+01
J=	30	0.634E+01	0.471E+01	0.389E+01	0.411E+01	0.299E+01	0.227E+01
J=	29	0.634E+01	0.472E+01	0.390E+01	0.412E+01	0.300E+01	0.227E+01
J=	28	0.635E+01	0.472E+01	0.390E+01	0.412E+01	0.300E+01	0.227E+01
J=	27	0.636E+01	0.473E+01	0.390E+01	0.412E+01	0.300E+01	0.227E+01
J=	26	0.637E+01	0.473E+01	0.391E+01	0.413E+01	0.300E+01	0.228E+01
J=	25	0.638E+01	0.474E+01	0.391E+01	0.413E+01	0.301E+01	0.228E+01
J=	24	0.638E+01	0.474E+01	0.391E+01	0.413E+01	0.301E+01	0.228E+01
J=	23	0.639E+01	0.475E+01	0.392E+01	0.414E+01	0.301E+01	0.228E+01
J=	22	0.639E+01	0.475E+01	0.392E+01	0.414E+01	0.301E+01	0.228E+01
J=	21	0.640E+01	0.475E+01	0.392E+01	0.414E+01	0.301E+01	0.228E+01
J=	20	0.640E+01	0.475E+01	0.392E+01	0.415E+01	0.301E+01	0.228E+01
J=	19	0.641E+01	0.476E+01	0.393E+01	0.415E+01	0.302E+01	0.228E+01
J=	18	0.641E+01	0.476E+01	0.393E+01	0.415E+01	0.302E+01	0.228E+01
J=	17	0.641E+01	0.476E+01	0.393E+01	0.415E+01	0.302E+01	0.228E+01
J=	16	0.642E+01	0.476E+01	0.393E+01	0.415E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	15	0.642E+01	0.476E+01	0.393E+01	0.415E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	14	0.642E+01	0.477E+01	0.393E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	13	0.642E+01	0.477E+01	0.393E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	12	0.643E+01	0.477E+01	0.393E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	11	0.643E+01	0.477E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	10	0.643E+01	0.477E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	9	0.643E+01	0.477E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	8	0.643E+01	0.477E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	7	0.643E+01	0.477E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.302E+01	0.229E+01
J=	6	0.644E+01	0.478E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.303E+01	0.229E+01
J=	5	0.644E+01	0.478E+01	0.394E+01	0.416E+01	0.303E+01	0.229E+01
J=	4	0.644E+01	0.478E+01	0.394E+01	0.417E+01	0.303E+01	0.229E+01
J=	3	0.644E+01	0.478E+01	0.394E+01	0.417E+01	0.303E+01	0.229E+01
J=	2	0.645E+01	0.478E+01	0.394E+01	0.417E+01	0.303E+01	0.229E+01
J=	1	0.645E+01	0.478E+01	0.395E+01	0.417E+01	0.303E+01	0.229E+01

AK(J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J=	97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
J=	96	0.234E+01	0.236E+01	0.238E+01	0.237E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	95	0.234E+01	0.236E+01	0.238E+01	0.237E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	94	0.234E+01	0.236E+01	0.238E+01	0.237E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	93	0.234E+01	0.236E+01	0.238E+01	0.237E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	92	0.234E+01	0.236E+01	0.238E+01	0.237E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	91	0.234E+01	0.237E+01	0.238E+01	0.238E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	90	0.235E+01	0.237E+01	0.238E+01	0.238E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	89	0.235E+01	0.237E+01	0.239E+01	0.238E+01	0.241E+01	0.244E+01
J=	88	0.226E+01	0.228E+01	0.229E+01	0.236E+01	0.231E+01	0.234E+01
J=	87	0.217E+01	0.218E+01	0.220E+01	0.234E+01	0.222E+01	0.224E+01
J=	86	0.217E+01	0.219E+01	0.220E+01	0.234E+01	0.222E+01	0.224E+01
J=	85	0.218E+01	0.219E+01	0.220E+01	0.235E+01	0.222E+01	0.224E+01
J=	84	0.218E+01	0.220E+01	0.221E+01	0.235E+01	0.222E+01	0.224E+01
J=	83	0.219E+01	0.220E+01	0.221E+01	0.235E+01	0.223E+01	0.225E+01
J=	82	0.219E+01	0.220E+01	0.221E+01	0.236E+01	0.223E+01	0.225E+01

J=	81	0.220E+01	0.221E+01	0.222E+01	0.236E+01	0.223E+01	0.225E+01
J=	80	0.224E+01	0.225E+01	0.226E+01	0.226E+01	0.228E+01	0.230E+01
J=	79	0.229E+01	0.230E+01	0.231E+01	0.216E+01	0.233E+01	0.234E+01
J=	78	0.229E+01	0.231E+01	0.232E+01	0.217E+01	0.233E+01	0.235E+01
J=	77	0.230E+01	0.231E+01	0.232E+01	0.218E+01	0.234E+01	0.235E+01
J=	76	0.231E+01	0.232E+01	0.233E+01	0.218E+01	0.234E+01	0.236E+01
J=	75	0.231E+01	0.232E+01	0.233E+01	0.219E+01	0.235E+01	0.236E+01
J=	74	0.232E+01	0.233E+01	0.234E+01	0.219E+01	0.235E+01	0.237E+01
J=	73	0.233E+01	0.234E+01	0.234E+01	0.220E+01	0.236E+01	0.237E+01
J=	72	0.239E+01	0.240E+01	0.240E+01	0.234E+01	0.242E+01	0.243E+01
J=	71	0.244E+01	0.246E+01	0.246E+01	0.248E+01	0.247E+01	0.249E+01
J=	70	0.245E+01	0.246E+01	0.247E+01	0.248E+01	0.248E+01	0.249E+01
J=	69	0.246E+01	0.247E+01	0.248E+01	0.249E+01	0.249E+01	0.250E+01
J=	68	0.247E+01	0.248E+01	0.248E+01	0.250E+01	0.250E+01	0.251E+01
J=	67	0.248E+01	0.249E+01	0.249E+01	0.251E+01	0.250E+01	0.251E+01
J=	66	0.248E+01	0.249E+01	0.250E+01	0.251E+01	0.251E+01	0.252E+01
J=	65	0.249E+01	0.250E+01	0.250E+01	0.252E+01	0.251E+01	0.252E+01
J=	64	0.250E+01	0.251E+01	0.251E+01	0.238E+01	0.252E+01	0.253E+01
J=	63	0.251E+01	0.252E+01	0.253E+01	0.225E+01	0.253E+01	0.254E+01
J=	62	0.252E+01	0.253E+01	0.253E+01	0.226E+01	0.254E+01	0.255E+01
J=	61	0.253E+01	0.253E+01	0.254E+01	0.226E+01	0.254E+01	0.255E+01
J=	60	0.253E+01	0.254E+01	0.254E+01	0.227E+01	0.255E+01	0.256E+01
J=	59	0.254E+01	0.254E+01	0.255E+01	0.227E+01	0.255E+01	0.256E+01
J=	58	0.254E+01	0.255E+01	0.255E+01	0.228E+01	0.256E+01	0.257E+01
J=	57	0.255E+01	0.256E+01	0.256E+01	0.228E+01	0.256E+01	0.257E+01
J=	56	0.245E+01	0.245E+01	0.245E+01	0.241E+01	0.246E+01	0.247E+01
J=	55	0.234E+01	0.235E+01	0.235E+01	0.253E+01	0.235E+01	0.236E+01
J=	54	0.235E+01	0.235E+01	0.236E+01	0.254E+01	0.236E+01	0.237E+01
J=	53	0.236E+01	0.236E+01	0.236E+01	0.254E+01	0.237E+01	0.237E+01
J=	52	0.236E+01	0.236E+01	0.237E+01	0.255E+01	0.237E+01	0.237E+01
J=	51	0.237E+01	0.237E+01	0.237E+01	0.255E+01	0.237E+01	0.238E+01
J=	50	0.237E+01	0.237E+01	0.238E+01	0.256E+01	0.238E+01	0.238E+01
J=	49	0.238E+01	0.238E+01	0.238E+01	0.256E+01	0.238E+01	0.239E+01
J=	48	0.250E+01	0.250E+01	0.250E+01	0.259E+01	0.250E+01	0.251E+01
J=	47	0.262E+01	0.262E+01	0.262E+01	0.262E+01	0.262E+01	0.263E+01
J=	46	0.262E+01	0.262E+01	0.262E+01	0.262E+01	0.263E+01	0.263E+01
J=	45	0.262E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01
J=	44	0.262E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.264E+01
J=	43	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.264E+01
J=	42	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.264E+01
J=	41	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.263E+01	0.264E+01
J=	40	0.285E+01	0.285E+01	0.285E+01	0.285E+01	0.285E+01	0.286E+01
J=	39	0.306E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01
J=	38	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.308E+01
J=	37	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.308E+01
J=	36	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.307E+01	0.308E+01
J=	35	0.236E+01	0.236E+01	0.236E+01	0.236E+01	0.237E+01	0.237E+01
J=	34	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	33	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	32	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	31	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	30	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	29	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	28	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	27	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	26	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	25	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	24	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	23	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	22	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01
J=	21	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01	0.166E+01

J= 20 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 19 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 18 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 17 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 16 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 15 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 14 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 13 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 12 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 11 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 10 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 9 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 8 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 7 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 6 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 5 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 4 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 3 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 2 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01
 J= 1 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01 0.166E+01

T(J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J= 97	0.590E+03	0.572E+03	0.559E+03	0.564E+03	0.540E+03	0.519E+03	0.388E+03
J= 96	0.590E+03	0.572E+03	0.559E+03	0.564E+03	0.540E+03	0.519E+03	0.388E+03
J= 95	0.590E+03	0.572E+03	0.560E+03	0.564E+03	0.541E+03	0.519E+03	0.387E+03
J= 94	0.589E+03	0.572E+03	0.560E+03	0.564E+03	0.541E+03	0.520E+03	0.387E+03
J= 93	0.588E+03	0.571E+03	0.559E+03	0.564E+03	0.541E+03	0.521E+03	0.387E+03
J= 92	0.587E+03	0.571E+03	0.559E+03	0.563E+03	0.541E+03	0.521E+03	0.386E+03
J= 91	0.585E+03	0.569E+03	0.558E+03	0.563E+03	0.541E+03	0.521E+03	0.386E+03
J= 90	0.585E+03	0.568E+03	0.557E+03	0.561E+03	0.540E+03	0.521E+03	0.386E+03
J= 89	0.581E+03	0.566E+03	0.556E+03	0.560E+03	0.539E+03	0.521E+03	0.385E+03
J= 88	0.579E+03	0.565E+03	0.554E+03	0.559E+03	0.539E+03	0.521E+03	0.385E+03
J= 87	0.576E+03	0.562E+03	0.552E+03	0.557E+03	0.537E+03	0.519E+03	0.385E+03
J= 86	0.573E+03	0.559E+03	0.550E+03	0.555E+03	0.535E+03	0.518E+03	0.384E+03
J= 85	0.569E+03	0.556E+03	0.547E+03	0.553E+03	0.533E+03	0.516E+03	0.384E+03
J= 84	0.565E+03	0.553E+03	0.544E+03	0.551E+03	0.530E+03	0.514E+03	0.383E+03
J= 83	0.561E+03	0.549E+03	0.540E+03	0.548E+03	0.527E+03	0.511E+03	0.383E+03
J= 82	0.556E+03	0.545E+03	0.536E+03	0.545E+03	0.524E+03	0.509E+03	0.383E+03
J= 81	0.551E+03	0.541E+03	0.533E+03	0.542E+03	0.520E+03	0.506E+03	0.382E+03
J= 80	0.547E+03	0.536E+03	0.529E+03	0.539E+03	0.517E+03	0.503E+03	0.382E+03
J= 79	0.542E+03	0.532E+03	0.525E+03	0.534E+03	0.513E+03	0.500E+03	0.381E+03
J= 78	0.537E+03	0.528E+03	0.521E+03	0.530E+03	0.510E+03	0.497E+03	0.381E+03
J= 77	0.533E+03	0.523E+03	0.517E+03	0.525E+03	0.506E+03	0.494E+03	0.380E+03
J= 76	0.527E+03	0.519E+03	0.512E+03	0.520E+03	0.502E+03	0.491E+03	0.380E+03
J= 75	0.522E+03	0.514E+03	0.508E+03	0.515E+03	0.498E+03	0.487E+03	0.380E+03
J= 74	0.517E+03	0.509E+03	0.503E+03	0.509E+03	0.494E+03	0.483E+03	0.379E+03
J= 73	0.511E+03	0.504E+03	0.498E+03	0.504E+03	0.490E+03	0.479E+03	0.379E+03
J= 72	0.506E+03	0.499E+03	0.493E+03	0.498E+03	0.485E+03	0.475E+03	0.378E+03
J= 71	0.500E+03	0.494E+03	0.488E+03	0.493E+03	0.481E+03	0.471E+03	0.378E+03
J= 70	0.495E+03	0.488E+03	0.484E+03	0.488E+03	0.476E+03	0.467E+03	0.378E+03
J= 69	0.489E+03	0.483E+03	0.479E+03	0.483E+03	0.471E+03	0.463E+03	0.377E+03
J= 68	0.484E+03	0.478E+03	0.473E+03	0.478E+03	0.467E+03	0.459E+03	0.377E+03
J= 67	0.479E+03	0.474E+03	0.470E+03	0.475E+03	0.463E+03	0.456E+03	0.377E+03
J= 66	0.475E+03	0.470E+03	0.466E+03	0.471E+03	0.460E+03	0.453E+03	0.376E+03
J= 65	0.471E+03	0.466E+03	0.463E+03	0.468E+03	0.457E+03	0.450E+03	0.376E+03
J= 64	0.467E+03	0.462E+03	0.459E+03	0.464E+03	0.453E+03	0.447E+03	0.376E+03
J= 63	0.463E+03	0.459E+03	0.455E+03	0.460E+03	0.450E+03	0.444E+03	0.375E+03
J= 62	0.459E+03	0.455E+03	0.452E+03	0.455E+03	0.447E+03	0.441E+03	0.375E+03
J= 61	0.455E+03	0.451E+03	0.448E+03	0.450E+03	0.444E+03	0.438E+03	0.375E+03

TM(J,K)	K=1	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7
J= 97	0.591E+03	0.573E+03	0.560E+03	0.565E+03	0.541E+03	0.520E+03	
J= 96	0.592E+03	0.574E+03	0.561E+03	0.566E+03	0.542E+03	0.520E+03	
J= 95	0.592E+03	0.574E+03	0.562E+03	0.566E+03	0.543E+03	0.521E+03	
J= 94	0.591E+03	0.574E+03	0.562E+03	0.566E+03	0.543E+03	0.522E+03	
J= 93	0.590E+03	0.574E+03	0.562E+03	0.566E+03	0.544E+03	0.523E+03	
J= 92	0.589E+03	0.573E+03	0.561E+03	0.566E+03	0.544E+03	0.524E+03	
J= 91	0.588E+03	0.572E+03	0.561E+03	0.565E+03	0.543E+03	0.524E+03	
J= 90	0.586E+03	0.571E+03	0.560E+03	0.564E+03	0.543E+03	0.524E+03	
J= 89	0.584E+03	0.569E+03	0.558E+03	0.563E+03	0.542E+03	0.524E+03	
J= 88	0.584E+03	0.570E+03	0.560E+03	0.562E+03	0.544E+03	0.526E+03	
J= 87	0.582E+03	0.568E+03	0.558E+03	0.561E+03	0.543E+03	0.525E+03	
J= 86	0.578E+03	0.565E+03	0.555E+03	0.559E+03	0.541E+03	0.524E+03	
J= 85	0.575E+03	0.562E+03	0.553E+03	0.557E+03	0.539E+03	0.522E+03	
J= 84	0.571E+03	0.559E+03	0.550E+03	0.554E+03	0.536E+03	0.520E+03	
J= 83	0.567E+03	0.555E+03	0.547E+03	0.552E+03	0.533E+03	0.518E+03	
J= 82	0.563E+03	0.551E+03	0.543E+03	0.549E+03	0.530E+03	0.515E+03	
J= 81	0.558E+03	0.547E+03	0.539E+03	0.546E+03	0.527E+03	0.513E+03	
J= 80	0.552E+03	0.542E+03	0.534E+03	0.546E+03	0.522E+03	0.508E+03	
J= 79	0.548E+03	0.538E+03	0.530E+03	0.542E+03	0.519E+03	0.506E+03	
J= 78	0.543E+03	0.533E+03	0.526E+03	0.538E+03	0.515E+03	0.503E+03	
J= 77	0.538E+03	0.529E+03	0.522E+03	0.533E+03	0.512E+03	0.500E+03	
J= 76	0.533E+03	0.525E+03	0.518E+03	0.528E+03	0.508E+03	0.496E+03	
J= 75	0.528E+03	0.520E+03	0.514E+03	0.523E+03	0.504E+03	0.493E+03	
J= 74	0.523E+03	0.515E+03	0.509E+03	0.518E+03	0.500E+03	0.489E+03	
J= 73	0.518E+03	0.510E+03	0.504E+03	0.512E+03	0.496E+03	0.486E+03	
J= 72	0.510E+03	0.503E+03	0.498E+03	0.502E+03	0.489E+03	0.480E+03	
J= 71	0.505E+03	0.498E+03	0.493E+03	0.497E+03	0.485E+03	0.476E+03	
J= 70	0.500E+03	0.493E+03	0.488E+03	0.493E+03	0.481E+03	0.472E+03	
J= 69	0.494E+03	0.488E+03	0.483E+03	0.488E+03	0.476E+03	0.468E+03	
J= 68	0.487E+03	0.481E+03	0.477E+03	0.482E+03	0.470E+03	0.462E+03	
J= 67	0.483E+03	0.477E+03	0.473E+03	0.478E+03	0.467E+03	0.459E+03	
J= 66	0.479E+03	0.474E+03	0.470E+03	0.474E+03	0.464E+03	0.456E+03	
J= 65	0.475E+03	0.470E+03	0.466E+03	0.471E+03	0.460E+03	0.453E+03	
J= 64	0.470E+03	0.466E+03	0.462E+03	0.471E+03	0.457E+03	0.450E+03	
J= 63	0.466E+03	0.462E+03	0.459E+03	0.467E+03	0.454E+03	0.447E+03	
J= 62	0.462E+03	0.458E+03	0.455E+03	0.462E+03	0.450E+03	0.445E+03	
J= 61	0.458E+03	0.455E+03	0.452E+03	0.457E+03	0.447E+03	0.442E+03	
J= 60	0.454E+03	0.451E+03	0.448E+03	0.453E+03	0.444E+03	0.439E+03	
J= 59	0.450E+03	0.447E+03	0.444E+03	0.448E+03	0.440E+03	0.435E+03	
J= 58	0.446E+03	0.443E+03	0.441E+03	0.443E+03	0.437E+03	0.432E+03	
J= 57	0.442E+03	0.439E+03	0.437E+03	0.439E+03	0.433E+03	0.429E+03	
J= 56	0.441E+03	0.438E+03	0.436E+03	0.431E+03	0.433E+03	0.429E+03	
J= 55	0.436E+03	0.434E+03	0.432E+03	0.427E+03	0.428E+03	0.425E+03	
J= 54	0.430E+03	0.428E+03	0.426E+03	0.422E+03	0.423E+03	0.420E+03	
J= 53	0.426E+03	0.424E+03	0.422E+03	0.418E+03	0.419E+03	0.416E+03	
J= 52	0.422E+03	0.420E+03	0.418E+03	0.415E+03	0.416E+03	0.412E+03	
J= 51	0.418E+03	0.416E+03	0.414E+03	0.412E+03	0.412E+03	0.409E+03	
J= 50	0.414E+03	0.412E+03	0.411E+03	0.409E+03	0.409E+03	0.406E+03	
J= 49	0.411E+03	0.409E+03	0.408E+03	0.406E+03	0.405E+03	0.403E+03	
J= 48	0.406E+03	0.404E+03	0.403E+03	0.403E+03	0.401E+03	0.398E+03	
J= 47	0.403E+03	0.401E+03	0.400E+03	0.400E+03	0.398E+03	0.395E+03	
J= 46	0.401E+03	0.399E+03	0.398E+03	0.398E+03	0.396E+03	0.394E+03	
J= 45	0.399E+03	0.397E+03	0.396E+03	0.397E+03	0.394E+03	0.392E+03	
J= 44	0.398E+03	0.396E+03	0.395E+03	0.395E+03	0.393E+03	0.391E+03	
J= 43	0.396E+03	0.395E+03	0.394E+03	0.394E+03	0.392E+03	0.390E+03	
J= 42	0.395E+03	0.394E+03	0.393E+03	0.393E+03	0.392E+03	0.390E+03	
J= 41	0.395E+03	0.394E+03	0.393E+03	0.393E+03	0.391E+03	0.389E+03	
J= 40	0.394E+03	0.393E+03	0.392E+03	0.393E+03	0.391E+03	0.389E+03	

J=	39	0.394E+03	0.393E+03	0.392E+03	0.392E+03	0.390E+03	0.389E+03
J=	38	0.393E+03	0.392E+03	0.391E+03	0.391E+03	0.390E+03	0.388E+03
J=	37	0.392E+03	0.392E+03	0.391E+03	0.391E+03	0.390E+03	0.388E+03
J=	36	0.392E+03	0.391E+03	0.390E+03	0.391E+03	0.389E+03	0.388E+03
J=	35	0.395E+03	0.394E+03	0.394E+03	0.394E+03	0.393E+03	0.391E+03
J=	34	0.394E+03	0.393E+03	0.392E+03	0.393E+03	0.391E+03	0.390E+03
J=	33	0.393E+03	0.392E+03	0.391E+03	0.391E+03	0.390E+03	0.389E+03
J=	32	0.391E+03	0.391E+03	0.390E+03	0.390E+03	0.389E+03	0.388E+03
J=	31	0.390E+03	0.390E+03	0.389E+03	0.389E+03	0.388E+03	0.387E+03
J=	30	0.392E+03	0.392E+03	0.391E+03	0.392E+03	0.391E+03	0.390E+03
J=	29	0.391E+03	0.391E+03	0.390E+03	0.390E+03	0.389E+03	0.389E+03
J=	28	0.390E+03	0.389E+03	0.389E+03	0.389E+03	0.388E+03	0.387E+03
J=	27	0.388E+03	0.388E+03	0.387E+03	0.388E+03	0.387E+03	0.386E+03
J=	26	0.387E+03	0.386E+03	0.386E+03	0.386E+03	0.386E+03	0.385E+03
J=	25	0.385E+03	0.384E+03	0.384E+03	0.384E+03	0.384E+03	0.383E+03
J=	24	0.384E+03	0.383E+03	0.383E+03	0.383E+03	0.383E+03	0.382E+03
J=	23	0.382E+03	0.382E+03	0.382E+03	0.382E+03	0.382E+03	0.381E+03
J=	22	0.381E+03	0.381E+03	0.381E+03	0.381E+03	0.381E+03	0.380E+03
J=	21	0.380E+03	0.380E+03	0.380E+03	0.380E+03	0.380E+03	0.379E+03
J=	20	0.379E+03	0.379E+03	0.379E+03	0.379E+03	0.378E+03	0.378E+03
J=	19	0.378E+03	0.378E+03	0.378E+03	0.378E+03	0.378E+03	0.378E+03
J=	18	0.378E+03	0.378E+03	0.377E+03	0.377E+03	0.377E+03	0.377E+03
J=	17	0.377E+03	0.377E+03	0.377E+03	0.377E+03	0.377E+03	0.376E+03
J=	16	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03
J=	15	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03	0.376E+03	0.375E+03
J=	14	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03
J=	13	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03	0.375E+03
J=	12	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03
J=	11	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03
J=	10	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.373E+03
J=	9	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03
J=	8	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03	0.374E+03
J=	7	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03
J=	6	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03
J=	5	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.373E+03	0.372E+03	0.372E+03
J=	4	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03
J=	3	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03	0.372E+03
J=	2	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03
J=	1	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03	0.371E+03

付録5 CMIR用温度計算コードソースプログラム

```

FORTRAN 77      V10L20      DATE 86.12.19  TIME 14.18.41

C      MAIN PROGRAM
00001  COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
      1  QS(100), QNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
      2  QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
      3  XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
      4  TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
      5  WSAXI(40), QNAXI(40)
00002  COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
      1  DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
00003  COMMON / COM3 / TOLD(100,7)
00004  CALL INPUT
00005  CALL HEATQ
00006      NC1=0
00007      IFLAG=0
00008 1000 CONTINUE
00009      NC1=NC1+1
00010      IF(NC1.GT.NCLAST) GO TO 2000
00011      IF(IFLAG.EQ.1) GO TO 2000
00012      CALL HCCAL
00013      CALL TCALC
00014      CALL TMCAL
00015      CALL TCALW
00016      CALL CONVR(IFLAG)
00017      GO TO 1000
00018 2000 CONTINUE

C
00019      WRITE(6,10)
00020      WRITE(6,10)
00021      WRITE(6,11)
00022      WRITE(6,12) NC1
00023      WRITE(6,11)
00024      WRITE(6,13)
00025      WRITE(6,14)
00026      WRITE(6,15)
00027      WRITE(6,16)
00028      WRITE(6,17)
00029      WRITE(6,18)
00030      WRITE(6,19)
00031      WRITE(6,20)
00032      WRITE(6,21)
00033      WRITE(6,22)
00034      WRITE(6,23)
00035 10  FORMAT(' ')
00036 11  FORMAT(' *****')
00037 12  FORMAT(' *** CALCULATION OUTPUT      TOTAL ITERATION = ',I3)
00038 13  FORMAT(' *** OUTPUT CONTENTS: ')
00039 14  FORMAT(' *** ANA(J,K): SODIUM OCCUPIED CROSS SECTION (CM2) ')
00040 15  FORMAT(' *** ASS(J,K): SUS316 OCCUPIED CROSS SECTION (CM2) ')
00041 16  FORMAT(' *** Q(J,K): HEAT GENERATION ( W ) ')
00042 17  FORMAT(' *** QR(J,K): RADIAL HEAT TRANSPORT ( W ) ')
00043 18  FORMAT(' *** HP(J,K): RADIATION HEAT TRANSPORT ( W ) ')
00044 19  FORMAT(' *** YH(J,K): CONDUCTANCE OF GAS SHEET (W/C) ')
00045 20  FORMAT(' *** HC(J,K): TOTAL REGISTANCE OF WALL (C/W) ')
00046 21  FORMAT(' *** AK(J,K): AXIAL CONDUCTANCE (W/C) ')
00047 22  FORMAT(' *** T(J,K): TEMPERATURE OF COMPERTMENT ( C ) ')
00048 23  FORMAT(' *** TM(J,K): TEMPERATURE OF MATERIAL ( C ) ')

C
00049  CALL WRITA

```

FORTRAN 77

V10L20

MAIN

DATE 86.12.19

TIME 14.18.41

00050
00051

STOP
END

STATISTICS:

51 STEPS, PROCEDURE SIZE= 304 BYTES, PROGRAM NAME=MAIN
60 LINES, PROGRAM SIZE= 1976 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
REMAINING SIZE= 196K BYTES,

HIG

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00052      SUBROUTINE INPUT
00053      COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1          QS(100), QNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2          QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3          XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4          TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
5          QSAXI(40), QNAXI(40)
00054      COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1          DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
00055      JMAX = 97
00056      RA = 1.18
00057      RB = 1.23
00058      RC = 1.26
00059      RD = 1.32
00060      DNSS = 7.97
00061      DNNA = 0.84
00062      RHOLD = 1.1
00063      WBL5 = 8.0
00064      WBLNA = 10.5
00065      READ(5,31) NCLAST, NW, NQ, ALF
00066      READ(5,41) (XHE(K), K=1,6)
00067      READ(5,41) (XAR(K), K=1,6)
00068      READ(5,42) (CM(K), K=1,7)
00069      READ(5,42) ((WHOLD(L,K), L=1,7), K=1,6)
00070      READ(5,43) (ZAXIW(L), L=1, NW)
00071      READ(5,43) (WAXI(L), L=1, NW)
00072      READ(5,43) (ZAXIQ(L), L=1, NQ)
00073      READ(5,43) (QSAXI(L), L=1, NQ)
00074      READ(5,43) (QNAXI(L), L=1, NQ)
00075      31 FORMAT(3I7, F7.2, 52X)
00076      41 FORMAT(6F7.2, 38X)
00077      42 FORMAT(7F7.2, 31X)
00078      43 FORMAT(7F7.2, 31X)
00079      WRITE(6,51) ALF
00080      51 FORMAT('      CMIR TEMPERATURE CALCULATION ALF=', F7.3)
00081      WRITE(6,52)
00082      52 FORMAT('      INPUT DATA  ')
00083      WRITE(6,53) (XHE(K), K=1,6)
00084      53 FORMAT('      *** HE FRACTION (K=1-6)', 6F10.3)
00085      WRITE(6,54) (XAR(K), K=1,6)
00086      54 FORMAT('      *** AR FRACTION (K=1-6)', 6F10.3)
00087      WRITE(6,55) (CM(K), K=1,7)
00088      55 FORMAT('      *** MASS FLOW (G/SEC) ', 7F10.3)
00089      WRITE(6,56)
00090      56 FORMAT('      *** HOLDER MASS (G)  ')
00091      DO 91      K=1,6
00092      WRITE(6,57) K, (WHOLD(L,K), L=1,7)
00093      57 FORMAT('      COMPARTMENT=', I2, 7F10.2)
00094      91 CONTINUE
00095      DO 100 J=1,40
00096      ZA=J-0.5
00097      L=1
00098      101 CONTINUE
00099      L=L+1
00100      ZB=ZAXIW(L)
00101      IF(ZA.GT.ZB) GO TO 101
00102      SA=ZAXIW(L)
00103      SB=ZAXIW(L-1)

```

FORTRAN 77 V10L20 INPUT DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00104      QA=WAXI(L)
00105      QB=WAXI(L-1)
00106      QQ1=QB+(QA-QB)*(ZA-ZB)/(SA-SB)
00107      WBL(J)=QQ1
00108      100 CONTINUE
00109      DO 110 J=1,98
00110      ZA=J-0.5
00111      L=1
00112      111 CONTINUE
00113      L=L+1
00114      ZB=ZAXIQ(L)
00115      IF(ZA.GT.ZB) GO TO 111
00116      SA=ZAXIQ(L)
00117      SB=ZAXIQ(L-1)
00118      QA=QSAXI(L)
00119      QB=QSAXI(L-1)
00120      QQ1=QB+(QA-QB)*(ZA-ZB)/(SA-SB)
00121      QS(J)=QQ1
00122      QA=QNAXI(L)
00123      QB=QNAXI(L-1)
00124      QQ1=QB+(QA-QB)*(ZA-ZB)/(SA-SB)
00125      QNA(J)=QQ1
00126      110 CONTINUE
00127      WRITE(6,61)
00128      61 FORMAT(' **** MATERIAL HEAT STANDARD ')
00129      DO 130 J=JMAX,1,-1
00130      WRITE(6,62) J, QS(J), QNA(J)
00131      62 FORMAT(' J=',I3,' QS=',E10.3,' QNA=',E10.3)
00132      130 CONTINUE
00133      RETURN
00134      END

```

TATISTICS: 83 STEPS, PROCEDURE SIZE= 2314 BYTES, PRUGRAM NAME=INPUT
 89 LINES, PROGRAM SIZE= 4242 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
 REMAINING SIZE= 182K BYTES,

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00135     SUBROUTINE HEATQ
00136     COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1         QS(100), QNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2         QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3         XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4         TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
5         QSAXI(40), QNAXI(40)
00137     COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1         DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBLN, WBLNA, RHOLD
00138     COMMON / COM3 / TOLD(100,7)
CC ASCAL ** ANA(J,K)**ASS(J,K)
00139     DO 100 K=1,6
00140     DO 110 J=1,40
00141         S1=RA*RA*3.1415*1.0
00142         S2=WBL(J)/DNSS
00143         ANA(J,K)=S1-S2
00144         ASS(J,K)=S2
00145     110 CONTINUE
00146     100 CONTINUE
00147     DO 120 K=1,6
00148     DO 130 L=1,7
00149         JJ=40+(L-1)*8
00150     DO 140 I=1,8
00151         J=JJ+1
00152         S1=WHOLD(L,K)/8+3.1415*0.2*0.2*DNSS
00153         S2=S1/DNSS
00154         S3=3.1415*RA*RA
00155         ANA(J,K)=S3-S2
00156         ASS(J,K)=S2
00157     140 CONTINUE
00158     130 CONTINUE
00159     120 CONTINUE
00160     DO 150 J=97,100
00161     DO 160 K=1,6
00162         ANA(J,K)=ANA(96,K)
00163         ASS(J,K)=ASS(96,K)
00164     160 CONTINUE
00165     150 CONTINUE
CC HEATQ **Q(J,K)
00166     JMAX1=JMAX+1
00167     JMAX0=JMAX-1
00168     DO 200 K=1,6
00169     DO 210 J=1, JMAX
00170         S1=((RD*RD-RC*RC)+(RB*RB-RA*RA))*3.1415*DNSS*QS(J)
00171         Q(J,K)=ALF*(DNNA*ANA(J,K)*QNA(J)+DNSS*ASS(J,K)*QS(J)+S1)
00172     210 CONTINUE
00173     200 CONTINUE
00174     DO 220 J=1, JMAX
00175         Q(J,7)=(WBLN*QS(J)*DNSS+WBLNA*QNA(J)*DNNA)*ALF
00176     220 CONTINUE
CC INITIALIZE
00177     DO 230 K=1,6
00178     DO 240 J=1, JMAX
00179         T(J,K)=370.0
00180         TOLD(J,K)=0.0
00181         YH(J,K)=0.0
00182         HP(J,K)=0.0
00183         QR(J,K)=1.0

```


FORTRAN 77 V10L20 HEATQ DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```
000184 240 CONTINUE
000185 230 CONTINUE
000186 DO 250 J=1,JMAX
000187     T(J,7)=370.0
000188 250 CONTINUE
000189 RETURN
000190 END
```

STATISTICS: 56 STEPS, PROCEDURE SIZE= 1476 BYTES, PROGRAM NAME=HEATQ
65 LINES, PROGRAM SIZE= 2188 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
REMAINING SIZE= 190K BYTES,

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00191 SUBROUTINE HCCAL
00192 COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1      QS(100), GNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2      QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3      XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4      TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
5      QSAXI(40), QNAXI(40)
00193 COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1      DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
CC YHCAL ** YH(J,K)
CC HPCAL ** HP(J,K)
00194 CNU=5.0
00195 DO 100 K=1,6
00196 DO 110 J=1,JMAX
00197     CKNA=FKNA(T(J,7))
00198     HD=CNU*CKNA*0.5/RD
00199     TD=QR(J,K)/(2*3.1415*RD*HD) + T(J,7)
00200     CKS=FKSS(T(J,7))
00201     TC=QR(J,K)*ALOG(RD/RC)/(2*3.1415*CKS) + TD +273.15
C
00202     CKNA=FKNA(T(J,K))
00203     HA=CNU*CKNA*0.5/RA
00204     TA=T(J,K) - QR(J,K)/(2*3.1415*RA*HA)
00205     CKS=FKSS(T(J,K))
00206     TB=TA -QR(J,K)*ALOG(RB/RA)/(2*3.1415*CKS) +273.15
C
00207     S1=TB*TB*TB+TB*TB*TC+TB*TC*TC+TC*TC*TC
00208     S2=S1*3.503E-11
00209     T1=0.5*(T(J,K)+T(J,7))
00210     CKG=FKGG(T1,XHE(K),XAR(K))
00211     S3=2*3.1415*CKG/ALOG(RC/RB)
00212     YH(J,K)=S2+S3
00213     HP(J,K)=(TB*TB*TB*TB-TC*TC*TC*TC)*3.503E-11
00214 110 CONTINUE
00215 100 CONTINUE
CC HCCAL ** HC(J,K)
00216 DO 150 K=1,6
00217 DO 160 J=1,JMAX
00218     T1=T(J,K)
00219     T2=T(J,7)
00220     CKS1=FKSS(T1)
00221     CKS2=FKSS(T2)
00222     CKNA1=FKNA(T1)
00223     CKNA2=FKNA(T2)
00224     HA=CNU*CKNA1*0.5/RA
00225     HD=CNU*CKNA2*0.5/RD
00226     S1=1.0/(2.0*3.1415*RD*HD)
00227     S2=1.0/(2.0*3.1415*RA*HA)
00228     S3=ALOG(RD/RC)/(2.0*3.1415*CKS2)
00229     S4=ALOG(RB/RA)/(2.0*3.1415*CKS1)
00230     S5=1.0/YH(J,K)
00231     HC(J,K)=S1+S2+S3+S4+S5
00232 160 CONTINUE
00233 150 CONTINUE
00234     JMAX0=JMAX-1
CC AKCAL ** AK(J,K)
00235 DO 210 K=1,6
00236 DO 220 J=1,JMAX0

```

FORTRAN 77 V10L20 HCCAL DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```
100237      T1=T(J,K)
100238      T2=T(J+1,K)
100239      CKS1=FKSS(T1)
100240      CKS2=FKSS(T2)
100241      CKN1=FKNA(T1)
100242      CKN2=FKNA(T2)
100243      S1=ASS(J,K)*CKS1+ANA(J,K)*CKN1
100244      S2=ASS(J+1,K)*CKS2+ANA(J+1,K)*CKN2
100245      AK(J,K)=0.5*(S1+S2)
100246      220 CONTINUE
100247      210 CONTINUE
100248      RETURN
100249      END
```

```
STATISTICS: 59 STEPS, PROCEDURE SIZE= 1786 BYTES, PROGRAM NAME=HCCAL
              71 LINES, PROGRAM SIZE= 2610 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
              REMAINING SIZE= 190K BYTES,
```

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00250 SUBROUTINE TCALC
00251 COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1 QS(100), QNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2 QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3 XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4 TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIW(40),
5 QSAXI(40), QNAXI(40)
00252 COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1 DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
00253 DIMENSION AA(100), BB(100), CC(100), DD(100), XX(100)
00254 JMAX0=JMAX-1
00255 DO 100 K=1,6
00256 DO 110 J=2, JMAX0
00257 AA(J)=AK(J,K)
00258 CPJ=FCP(T(J,K))
00259 CPJ0=FCP(T(J-1,K))
00260 BB(J)=CM(K)*CPJ+AK(J,K)+AK(J-1,K)+1.0/HC(J,K)
00261 CC(J)=CM(K)*CPJ0+AK(J-1,K)
00262 DD(J)=Q(J,K)+(T(J,7)-370.0)/HC(J,K)
00263 110 CONTINUE
00264 CALL TCAL(AA, BB, CC, DD, XX, JMAX, K)
00265 DO 120 J=1, JMAX
00266 I(J,K)=XX(J)+370.0
00267 120 CONTINUE
00268 100 CONTINUE
00269 RETURN
00270 END

```

```

STATISTICS: 21 STEPS, PROCEDURE SIZE= 640 BYTES, PROGRAM NAME=TCALC
27 LINES, PROGRAM SIZE= 3112 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
REMAINING SIZE= 196K BYTES,

```

FORTRAN 77

V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

000271      SUBROUTINE TCAL(A,B,C,D,X,JMAX,K)
000272      DIMENSION A(100),B(100),C(100),D(100),X(100),E(100),F(100)
000273      JMAX0=JMAX-1
000274      E(1)=0.0
000275      F(1)=0.0
000276      DO 110 J=2,JMAX0
000277          S1=B(J)-C(J)*E(J-1)
000278          IF(S1.NE.0.0) GO TO 41
000279          WRITE(6,31) A(J),B(J),C(J),D(J),J,K
000280      31  FORMAT(' **** TCAL ERROR ***** AA:BB:CC:DD:J:K=',4E10.3,2I5)
000281      41  E(J)=A(J)/S1
000282          F(J)=(D(J)+C(J)*F(J-1))/S1
000283      110 CONTINUE
000284          X(JMAX)=F(JMAX0)/(1.0-E(JMAX0))
000285      DO 120 J=JMAX,2,-1
000286          X(J-1)=E(J-1)*X(J)+F(J-1)
000287      120 CONTINUE
000288      RETURN
000289      END

```

```

STATISTICS:  19 STEPS, PROCEDURE SIZE= 708 BYTES, PROGRAM NAME=TCAL
              19 LINES, PROGRAM SIZE= 2060 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
              REMAINING SIZE= 198K BYTES,

```

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00290      SUBROUTINE TMCAL
00291      COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1          QS(100), QNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2          QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3          XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4          TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
5          WSAXI(40), QNAXI(40)
00292      COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1          DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
CC TMCAL ** TM(J,K)
00293      RO=RHOLD
00294      DO 110 K=1,6
00295      DO 120 J=1,JMAX
00296          A1=ANA(J,K)-(RA*RA-RO*RO)*3.14515
00297          RI=SQRT(A1/3.1415)
00298          CKS=FKSS(T(J,K))
00299          S1=QNA(J)*DNNA*ALF*A1*ALOG(RO/RI)/(2.0*3.1415*CKS)
00300          S2=QS(J)*DNSS*ALF*A1*ALOG(RO/RI)/(2.0*3.1415*CKS)
00301          S3=QS(J)*DNSS*ALF*(RO*RO-RI*RI)/(4.0*CKS)
00302          TM(J,K)=S1-S2+S3+T(J,K)
00303      120 CONTINUE
00304      110 CONTINUE
CC QR CAL ** QR(J,K)
00305      DO 150 K=1,6
00306      DO 160 J=1,JMAX
00307          QR(J,K)=(T(J,K)-T(J,7))/HC(J,K)
00308      160 CONTINUE
00309      150 CONTINUE
CC HPCAL ** HP(J,K)
00310      RETURN
00311      END

```

```

STATISTICS:  22 STEPS, PROCEDURE SIZE= 756 BYTES, PROGRAM NAME=TMCAL
              31 LINES, PROGRAM SIZE= 1252 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
              REMAINING SIZE= 196K BYTES,

```

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

000312      SUBROUTINE TCALW
000313      COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1          WS(100), WNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2          WR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3          XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4          TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
5          WSAXI(40), WNAXI(40)
000314      COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1          UNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
000315      DIMENSION AA(100), BB(100), CC(100), DD(100), XX(100)
000316      DO 100 J=2, JMAX0
000317          T0=T(J-1,7)
000318          T1=T(J,7)
000319          T2=T(J+1,7)
000320          CKS0=FKSS(T0)
000321          CKS1=FKSS(T1)
000322          CKS2=FKSS(T2)
000323          CKN0=FKNA(T0)
000324          CKN1=FKNA(T1)
000325          CKN2=FKNA(T2)
000326          AK0=CKS0*WBL5+CKN0*WBLNA
000327          AK1=CKS1*WBL5+CKN1*WBLNA
000328          AK2=CKS2*WBL5+CKN2*WBLNA
000329          AJ1=0.5*(AK1+AK2)
000330          AJ0=0.5*(AK0+AK1)
000331          CPJ=FCP(T1)
000332          CPJ0=FCP(T0)
000333          AA(J)=AJ1
000334          BB(J)=CM(7)*CPJ+AJ1+AJ0
000335          CC(J)=CM(7)*CPJ0+AJ0
000336          DD(J)=WR(J,1)+WR(J,2)+WR(J,3)+WR(J,4)+WR(J,5)+WR(J,6)+Q(J,7)
000337      100 CONTINUE
000338          CALL TCAL(AA, BB, CC, DD, XX, JMAX, 7)
000339          DO 110 J=1, JMAX
000340              T(J,7)=XX(J)+370.0
000341      110 CONTINUE
000342      RETURN
000343      END

```

```

STATISTICS:   32 STEPS, PROCEDURE SIZE=   622 BYTES, PROGRAM NAME=TCALW
              38 LINES, PROGRAM SIZE=   3254 BYTES, DIAGNOSTICS =    0
              REMAINING SIZE=   194K BYTES,

```

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

00344      SUBROUTINE WRITA
00345      COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1          QS(100), WNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2          WR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3          XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4          TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIQ(40),
5          WSAXI(40), WNAXI(40)
00346      COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1          DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
00347      WRITE(6,99)
00348      WRITE(6,99)
00349      WRITE(6,11)
00350      WRITE(6,99)
00351      DO 100 J=JMAX,1,-1
00352          WRITE(6,51) J, (ANA(J,K), K=1,6)
100 CONTINUE
00353      51 FORMAT(2X, ' J=', 15, 6E10.3)
00354      11 FORMAT(2X, ' ANA(J,K) ', ' ', K=1 ' ', ' ', K=2 ' ', ' ', K=3 ' ',
1          ' ', K=4 ' ', ' ', K=5 ' ', ' ', K=6 ' ',
2          ' ', K=7 ' ')
C
00355      WRITE(6,99)
00356      WRITE(6,99)
00357      WRITE(6,12)
00358      WRITE(6,99)
00359      DO 120 J=JMAX,1,-1
00360          WRITE(6,52) J, (ASS(J,K), K=1,6)
120 CONTINUE
00361      52 FORMAT(2X, ' J=', 15, 6E10.3)
00362      12 FORMAT(2X, ' ASS(J,K) ', ' ', K=1 ' ', ' ', K=2 ' ', ' ', K=3 ' ',
1          ' ', K=4 ' ', ' ', K=5 ' ', ' ', K=6 ' ',
2          ' ', K=7 ' ')
C
00363      WRITE(6,99)
00364      WRITE(6,99)
00365      WRITE(6,13)
00366      WRITE(6,99)
00367      DO 130 J=JMAX,1,-1
00368          WRITE(6,53) J, (Q(J,K), K=1,7)
130 CONTINUE
00369      53 FORMAT(2X, ' J=', 15, 7E10.3)
00370      13 FORMAT(2X, ' Q(J,K) ', ' ', K=1 ' ', ' ', K=2 ' ', ' ', K=3 ' ',
1          ' ', K=4 ' ', ' ', K=5 ' ', ' ', K=6 ' ',
2          ' ', K=7 ' ')
C
00371      WRITE(6,99)
00372      WRITE(6,99)
00373      WRITE(6,14)
00374      WRITE(6,99)
00375      DO 140 J=JMAX,1,-1
00376          WRITE(6,54) J, (QR(J,K), K=1,6)
140 CONTINUE
00377      54 FORMAT(2X, ' J=', 15, 6E10.3)
00378      14 FORMAT(2X, ' QR(J,K) ', ' ', K=1 ' ', ' ', K=2 ' ', ' ', K=3 ' ',
1          ' ', K=4 ' ', ' ', K=5 ' ', ' ', K=6 ' ',
2          ' ', K=7 ' ')
C
00379      WRITE(6,99)
00380      WRITE(6,99)
00381      WRITE(6,14)
00382      WRITE(6,99)
00383      DO 140 J=JMAX,1,-1
00384          WRITE(6,54) J, (QR(J,K), K=1,6)
140 CONTINUE
00385      54 FORMAT(2X, ' J=', 15, 6E10.3)
00386      14 FORMAT(2X, ' QR(J,K) ', ' ', K=1 ' ', ' ', K=2 ' ', ' ', K=3 ' ',
1          ' ', K=4 ' ', ' ', K=5 ' ', ' ', K=6 ' ',
2          ' ', K=7 ' ')
C
00387      WRITE(6,99)

```


FORTRAN 77 V10L20 WRITA DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

)00384 WRITE(6,99)
)00385 WRITE(6,15)
)00386 WRITE(6,99)
)00387 DO 150 J=JMAX,1,-1
)00388 WRITE(6,55) J,(HP(J,K),K=1,6)
)00389 150 CONTINUE
)00390 55 FORMAT(2X,' J=',I5,6E10.3)
)00391 15 FORMAT(2X,' HP(J,K) ',K=1, K=2, K=3,
1 ' K=4, K=5, K=6,
2 ' K=7 ')

```

C

```

)00392 WRITE(6,99)
)00393 WRITE(6,99)
)00394 WRITE(6,16)
)00395 WRITE(6,99)
)00396 DO 160 J=JMAX,1,-1
)00397 WRITE(6,56) J,(YH(J,K),K=1,6)
)00398 160 CONTINUE
)00399 56 FORMAT(2X,' J=',I5,6E10.3)
)00400 16 FORMAT(2X,' YH(J,K) ',K=1, K=2, K=3,
1 ' K=4, K=5, K=6,
2 ' K=7 ')

```

C

```

)00401 WRITE(6,99)
)00402 WRITE(6,99)
)00403 WRITE(6,17)
)00404 WRITE(6,99)
)00405 DO 170 J=JMAX,1,-1
)00406 WRITE(6,57) J,(HC(J,K),K=1,6)
)00407 170 CONTINUE
)00408 57 FORMAT(2X,' J=',I5,6E10.3)
)00409 17 FORMAT(2X,' HC(J,K) ',K=1, K=2, K=3,
1 ' K=4, K=5, K=6,
2 ' K=7 ')

```

C

```

)00410 WRITE(6,99)
)00411 WRITE(6,99)
)00412 WRITE(6,18)
)00413 WRITE(6,99)
)00414 DO 180 J=JMAX,1,-1
)00415 WRITE(6,58) J,(AK(J,K),K=1,6)
)00416 180 CONTINUE
)00417 58 FORMAT(2X,' J=',I5,6E10.3)
)00418 18 FORMAT(2X,' AK(J,K) ',K=1, K=2, K=3,
1 ' K=4, K=5, K=6,
2 ' K=7 ')

```

C

```

)00419 WRITE(6,99)
)00420 WRITE(6,99)
)00421 WRITE(6,19)
)00422 WRITE(6,99)
)00423 DO 190 J=JMAX,1,-1
)00424 WRITE(6,59) J,(T(J,K),K=1,7)
)00425 190 CONTINUE
)00426 59 FORMAT(2X,' J=',I5,7E10.3)
)00427 19 FORMAT(2X,' T(J,K) ',K=1, K=2, K=3,
1 ' K=4, K=5, K=6,
2 ' K=7 ')

```

FORTRAN 77 V10L20 WRITA DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

C
00428 WRITE(6,99)
00429 WRITE(6,99)
00430 WRITE(6,20)
00431 WRITE(6,99)
00432 DO 200 J=JMAX,1,-1
00433     WRITE(6,60) J,(TM(J,K),K=1,6)
00434 200 CONTINUE
00435 60 FORMAT(2X,' J=',I5,6E10.3)
00436 20 FORMAT(2X,' TM(J,K) ',K=1,' ',K=2,' ',K=3,' ',
1      ' ',K=4,' ',K=5,' ',K=6,' ',
2      ' ',K=7,' ')
00437 99 FORMAT(' ')
00438 RETURN
00439 END
    
```

STATISTICS: 96 STEPS, PROCEDURE SIZE= 2326 BYTES, PROGRAM NAME=WRITA
 131 LINES, PROGRAM SIZE= 5726 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
 REMAINING SIZE= 180K BYTES,

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

000440 SUBROUTINE CONVR(IFLAG)
000441 COMMON / COM1 / WBL(40), ANA(100,6), ASS(100,6), WHOLD(7,6),
1 QS(100), QNA(100), Q(100,7), HP(100,6),
2 QR(100,6), YH(100,6), T(100,7), HC(100,6),
3 XAR(6), XHE(6), AK(100,6), CM(7),
4 TM(100,6), ZAXIW(40), WAXI(40), ZAXIW(40),
5 QSAXI(40), QNAXI(40)
000442 COMMON / COM2 / NCLAST, JMAX, JMAX0, JMAX1, RA, RB, RC, RD,
1 DNSS, DNNA, DZ, ALF, WBL5, WBLNA, RHOLD
000443 COMMON / COM3 / TOLD(100,7)
C
000444 S1=0.0
000445 NCA1=0
000446 DO 100 K=1,7
000447 DO 110 J=1, JMAX
000448 S2= T(J,K)-TOLD(J,K)
000449 S1=S1+S2*S2
000450 NCA1=NCA1+1
000451 TOLD(J,K)=T(J,K)
000452 110 CONTINUE
000453 100 CONTINUE
000454 S1=S1/NCA1
000455 SN=SQRT(S1)
000456 IF(SN.LT.0.005) IFLAG=1
000457 RETURN
000458 END

```

```

STATISTICS: 19 STEPS, PROCEDURE SIZE= 354 BYTES, PROGRAM NAME=CONVR
26 LINES, PROGRAM SIZE= 778 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
REMAINING SIZE= 198K BYTES,

```

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```
00459 FUNCTION FKSS(T)
00460 FKSS=0.1333+1.312E-4*T
00461 RETURN
00462 END
```

STATISTICS: 4 STEPS, PROCEDURE SIZE= 58 BYTES, PROGRAM NAME=FKSS
4 LINES, PROGRAM SIZE= 322 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
REMAINING SIZE= 202K BYTES,

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```
000463 FUNCTION FKNA(T)
000464 FKNA=0.9294-5.892E-4*T+1.193E-7*T*T
000465 RETURN
000466 END
```

```
STATISTICS: 4 STEPS, PROCEDURE SIZE= 74 BYTES, PROGRAM NAME=FKNA
              4 LINES, PROGRAM SIZE= 346 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
              REMAINING SIZE= 202K BYTES,
```

FORTRAN 77 V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```
00467 FUNCTION FCP(T)
00468 S1=1.8*T+491.7
00469 S2=0.38935-1.1060E-4*S1+3.4118E-8*S1*S1
00470 FCP=4.18*S2
00471 RETURN
00472 END
```

```
STATISTICS: 6 STEPS, PROCEDURE SIZE= 94 BYTES, PROGRAM NAME=FCP
              6 LINES, PROGRAM SIZE= 390 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
              REMAINING SIZE= 202K BYTES,
```

0

FORTRAN 77

V10L20

DATE 86.12.19 TIME 14.18.41

```

C      FKGG(T,XHE,XAR)
000473  FUNCTION FKGG(T,XHE,XAR)
000474  CKAR=1.716E-4+3.58E-7*T-2.32E-11*T*T
000475  CKHE=1.308E-3+3.696E-6*T-5.848E-10*T*T
000476      U=T
000477  EAR=4.74
000478  EHE=3.93
000479  CMAR=39.94
000480  CMHE=4.003
000481  SAR=124.0
000482  SHE=81.0
000483  SIJ=SQRT(SAR*SHE)
000484  S1=(CMHE/CMAR)**0.75
000485  S2=(EAR/EHE)*S1*(1.0+SAR/U)/(1.0+SHE/U)
000486  S3=SQRT(S2)
000487  AAH=0.25*(1.0+S3)*(1.0*S3)*(1.0+SIJ/U)/(1.0+SAR/U)
000488  S1=(CMAR/CMHE)**0.75
000489  S2=(EHE/EAR)*S1*(1.0+SHE/U)/(1.0+SAR/U)
000490  S3=SQRT(S2)
000491  AHA=0.25*(1.0+S3)*(1.0*S3)*(1.0+SIJ/U)/(1.0+SHE/U)
000492  S1=1.0+AAH*XHE/XAR
000493  S2=1.0+AHA*XAR/XHE
000494  FKGG=CKAR/S1+CKHE/S2
000495  RETURN
000496  END
    
```

STATISTICS: 24 STEPS, PROCEDURE SIZE= 518 BYTES, PROGRAM NAME=FKGG
 25 LINES, PROGRAM SIZE= 1030 BYTES, DIAGNOSTICS = 0
 REMAINING SIZE= 198K BYTES,

SPECIFIED OPTIONS: LANGLVL(66),OPT(1),DEBUG,RENT,AUTODBL(NONE)

FORTRAN 77 OPTION LISTS:

AUTODBL(00000)	NOAE	NOGO	NONAME	SOURCE	EBCDIC
FLAG(1)	NOALC	NOIHALF	NONUM	NOSEQ	FIXED
GOSTMT(2)	NOASTER	NOINCLUDE	OBJECT	NOTERM	LMSG
ISN(C)	NOBYNAME	INSOURCE	NOPR	NOTEST	
LANGLVL(66)	DEBUG	NOLIL	PRINT	XI	
LISTCOUNT(60)	NODUMP	NOLIST	RENT	NOXREF	
OPTIMIZE(1)	NOFIPS	NOMAP	NOSDF		
SIZE(236K)					

STATISTICS: 14 UNITS, 496 STEPS, 596 LINES, DIAGNOSTICS= 0, HIGHEST SEVERITY
 END OF COMPILATION