

Super-COPDのカバーガス流動計算

モジュール解説書

1995年8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、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。ついては複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Super-COPDのカバーガス流動計算モジュール解説書

岩崎 隆*
大平 博昭**
大滝 明**

要旨

カバーガス系汎用流動計算モジュール (FG) を開発して汎用プラント動特性解析コード "Super-COPD" に組み込んだ。本モジュールは、入力データにより各モジュール間のインターフェースを指定し、任意のシステムを組める流動計算モデルである。このモジュールにより、

- 1) ナトリウム系機器の液面挙動解析
- 2) ナトリウム系機器の液面制御解析

が可能となり、種々のFBR体系の動特性解析の適用範囲が広がった。

本報告書はFGモジュールの計算モデル、アルゴリズム及び入力データを含むプログラムを解説するとともに、モジュールの使用手法の詳細を記載したものである。

* 原子力システム株式会社

** 大洗工学センター 基盤技術開発部 熱流体技術開発室

Cover Gas Flow Analysis Module for Super-COPD

Takashi Iwasaki*
Hiroaki Ohira**
Akira Ohtaki**

[Abstract]

A cover gas flow analysis module (FG) for Super-COPD was developed to simulate free surface behavior in sodium components and its effects on plant system dynamics. The module can be used with other modules of Super-COPD defining by the input data.

Development of the module enables to simulate the plant dynamics for various configurations and components of LMFBRs.

The present paper describes analysis models, program algorithm and detailed information regarding usage of the module.

* Nuclear Energy System Inc.

** Thermal Hydraulic Research Section, Advanced Technology Division, O-arai Engineering Center

目次

	頁
1. はじめに	1
2. カバーガス流動計算基礎式	2
3. 解析モデル	7
3.1 機能	7
3.2 モジュールの入出力	7
4. 解析フロー	9
4.1 初期設定方法	9
4.2 過渡計算方法	9
5. 試計算	10
5.1 ケース1	10
5.2 ケース2	10
5.3 ケース3	10
6. 結言	12
7. 謝辞	13
8. 参考文献	14
Appendix	41
A-1 サブルーチンリスト	42
A-2 変数名リスト	71
A-3 入力データの説明	83

図表リスト

	頁
表リスト	
表5.1-1 入力データ	15
表5.1-2 解析結果	17
表5.2-1 入力データ	18
表5.2-2 解析結果	20
表5.3 入力データ	21
表A-1 モジュールFGサブルーチンリスト	43
図リスト	
図2.1 旧モデル	26
図2.2 新モデル	26
図3.3-1 アルゴンガス系圧力空間分割図	27
図3.3-2 「もんじゅ」2次アルゴンガスモデルのフローネットワークモデル	28
図4-1 初期設定計算フロー	29
図4-2 過渡計算フロー	30
図5.1 2重管蒸気発生器の中間系モデル	31
図5.2-1 計算モデル	31
図5.2-2 弁開度	32
図5.2-3 流量	33
図5.2-4 圧力	34
図5.3-1 ナトリウム系流動計算モデル	35
図5.3-2 アルゴンガス系流動計算モデル	36
図5.3-3 ナトリウム流量	37
図5.3-4 均圧弁開度	38
図5.3-5 液位解析結果	39
図5.3-6 圧力解析結果	40

記号説明

A	: 流路断面積 (m ²)
Cv	: 弁Cv値 (-)
De	: パス等価直径 (m)
f	: 摩擦係数 (-)
F	: パス流量 (kg/sec)
g	: 重力加速度 (m/sec ²)
G	: アルゴンガスの空気に対する比重 (-)
K	: 流路抵抗係数 (-)
L	: パス流路長さ (m)
P	: 圧力 (kg/m ² a)
κ	: アルゴンガスの比熱比 (-)
Re	: レイノルズ数 (-)
R	: 気体定数 (kg m / kgk)
T	: 絶対温度 (k)
Vc	: 弁流量係数 (-)
V	: 体積 (m ³)
Table (A (i), x)	: テーブルデータA (i) のxに対する内挿値
W	: アルゴンガス重量 (kg)
γ	: 密度 (kg/m ³)
$\left[\frac{L}{De} \right]_0$: パスに対する外部入力 of L/De

添字説明

0	: 外部入力
1	: 上流側
2	: 下流側
a	: 大気圧 [1.033*10 ⁴ (kg/m ² a)], 絶対零度 [273.15 (k)]
comp (p)	: 吸い込み圧力Pに対するコンプレッサー吐出流量テーブル (Nm ³ /h)
i	: ノード番号
j	: 流路番号
v	: 弁
gas	: アルゴンガス
sup	: 給気
ex	: 排気

1. はじめに

FBRプラントの動特性解析対象の範囲は、原子炉から水蒸気系までの熱輸送系、ポンプ、弁等の動的機器、制御、安全保護系と多岐にわたっている。また、各種外乱に対するシステムの応答を制御、熱過渡、安全の面から解析する必要がある。このような要求を満たすために" Super-COPD" が開発され、種々のFBRプラントの動特性解析に利用されてきた。

「もんじゅ」プラントのように過熱器、蒸発器に液面が存在してトリップ時に過熱器均圧ライン止め弁が開となる場合、現状のカバーガス圧計算オプションでは、

- ・カバーガス圧一定
- ・カバーガス圧封じ込め
- ・給気、排気による圧力変動計算

が考慮できるのみで、均圧弁が開となる均圧操作時の過熱器や蒸発器のカバーガス圧及び液位について精度良い計算が困難であった。ナトリウム系流動計算において、カバーガス圧力及び液面変動を考慮するため、カバーガス系を含む流動計算モジュールを開発し、" Super-COPD" に組んだ。

本報告書ではカバーガス系汎用流動計算モジュール (FG) の解析手法について解説し、簡易モデルによる検証計算を行う。

2. カバーガス流動計算基礎式

2.1 従来解析手法

従来のカバーガスモデルでは、圧力の評価点であるノードに対する給排気をモデル化し、以下のようにカバーガス流動計算を行う。

W_i をアルゴンガスの重量、 R_{gas} を気体定数、 T_i を温度及び V_i をカバーガス空間容積とするとノード番号 i での圧力 P_i は、

$$P_i = \frac{W_i R_{\text{gas}} T_i}{V_i} \quad (2-1)$$

で表わされる。

一方、給気パス流量及び排気パス流量をそれぞれ F_{sup} 及び F_{ex} とすると、質量保存則よりノードのカバーガス重量変化は、以下の(2-2)式で表わせる。

$$\frac{dW_i}{dt} = F_{\text{sup}} - F_{\text{ex}} \quad (2-2)$$

ただし、給気及び排気流量は境界条件として入力データで与え、カバーガス空間容積は液位の関数としてテーブルデータを内挿して与える。

2.2 ネットワーク解析手法

今回のカバーガス解析手法は、圧力及び温度を計算するノードと流量を計算するパスで構成された圧縮性流体のネットワークモデルを用いた。解析モデルでは、最初に温度及び流量計算を行い、次のタイムステップで気体の重量変化とそれに伴う圧力変化を計算する。以上の過程を繰り返すことにより順次計算を進める。図2-1及び2-2に従来の旧モデルと新モデルとの系統構成の違いを示す。

2.2.1 流量計算手法

上流側の圧力を P_1 、下流側の圧力を P_2 とすると未臨界流条件では、

$$\frac{P_1}{P_2} < \left(\frac{\kappa+1}{2}\right)^{\kappa/(\kappa-1)} \quad (2-3)$$

となる。一方、

$$\frac{P_1}{P_2} \geq \left(\frac{\kappa+1}{2}\right)^{\kappa/(\kappa-1)} \quad (2-4)$$

であれば臨界流となり流動特性が異なるため、両者は区別して計算する必要がある。ただし、パス流量計算においては上流側ノードにおける流体密度を使用する。 [3]

(1) 未臨界流；条件 (2-3) 式

流路に弁が存在する場合には、流量は弁前後の圧力 (P_1 及び P_2) に支配されるため、以下の (2-5) 式または (2-6) 式により表わされる。ここで F は質量流量 (kg/sec) であり、 Q は容積流量 (m^3/sec) である。

[断熱変化の式 [4]]

$$F = V_c A_v \sqrt{g \left(\frac{2\kappa}{\kappa-1}\right) P_1 \gamma_1 \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{2}{\kappa}} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa}} \right\}} \quad (2-5)$$

[SELAHの式 [5]]

$$Q = 4.139 \times 10^{-4} C_v A_v \sqrt{\frac{(P_1 - P_2)(T_1 + T_a)}{G P_1}} \quad (2-6)$$

ここで、 V_c は弁の流量係数、 A_v は弁の流路断面積、 g は重力加速度、 γ_1 は密度、 C_v は弁の C_v 値、 G は空気に対するガスの密度、 T_1 は上流側のガス温度、 T_a は 273.15 (K) であり、両式はともによく用いられているため、ここではどちらかを選択できるようにした。

一方流路に弁が存在しない場合には、上流側及び下流側の圧力 (P_1 及び P_2) により、以下の (2-7) 式で表わされる。 [3]

$$F = \sqrt{\frac{2gA^2\gamma}{\kappa}(P_1 - P_2)} \quad (2-7)$$

(2) 臨界流；条件(2-4)式

流路に弁が存在する場合には流路断面積の低下に伴い、(2-4)式の条件を満たす場合には臨界流となる。流量は上記の記号を用いると以下のように表わせる。

[断熱変化の式 [4]]

$$F = V_c A_v \sqrt{g\kappa \left(\frac{2}{\kappa+1}\right)^{\frac{\kappa+1}{\kappa-1}} \gamma_1 P_1} \quad (2.8)$$

[SELAHの式]

(2.6)式と同様

2.2.2 圧力ノードの状態量及びコンプレッサー流量計算手法

ノード番号*i*におけるアルゴンガスの密度(γ_i)及び圧力(P_i)は、次の理想気体の状態式(2-9)式及び(2-10)式により計算する。ここで、 R_{gas} は気体定数である。

$$\gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = \frac{P_i}{R_{gas}T_i} \quad (2-9)$$

$$P_i = \gamma_i R_{gas} T_i \quad (2-10)$$

また、気体重量変化は流量積分を行いノード気体重量を計算する。 [3]

$$\frac{dW_i}{dt} = \Sigma F_{ij} \quad (2-11)$$

コンプレッサー流量は次の式で与えられる。

$$F_j = \frac{P_a}{R_{gas}T_a} \frac{1}{3600} \text{Table}(F_{comp}(P), P_i) \quad (2-12)$$

ここで P_a は大気圧 ($1.033 \times 10^4 \text{ kg/m}^2 \text{ a}$) であり、 $F_{\text{comp}}(P)$ は吸い込み圧力 P に対するコンプレッサー吐出流量テーブルである。

2.2.3 抵抗係数 [3]

抵抗係数 K は (2-13) 式により計算する。または、これらの式を用いず抵抗係数値を (2-18) 式の形で直接入力することも可能である。

$$K = K_0 + f \left\{ \frac{L}{De} + \left(\frac{L}{De} \right)_0 \right\} \quad (2-13)$$

摩擦抵抗 f は層流と乱流に場合分けして (2-14) ~ (2-17) 式により計算する。

・層流 ($Re \leq 2000$) の場合

$$f = 64/Re \text{ (円管)} \quad (2-14)$$

$$f = 96/Re \text{ (平行平板)} \quad (2-15)$$

・乱流 ($Re > 2000$) の場合

(イ) 中間領域

$Re \sqrt{f} \frac{\epsilon}{De} < 200$ の場合には、次のコールブルックの (2-16) 式により得られる。ここで ϵ

は表面粗さ、 De はパス等価直径、 Re は De を代表長さとするレイノルズ数である。

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -\log \left\{ \frac{\epsilon/De}{3.71} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right\} \quad (2-16)$$

(ロ) 粗い管

$Re \sqrt{f} \frac{\epsilon}{De} \geq 200$ の場合には、次のプラントル・ニコラウゼの (2-17) 式により得られる。

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log \left\{ \frac{\epsilon}{De} \right\} \quad (2-17)$$

抵抗係数 K については上記の式を用いずに(2-18)式で直接入力することもできる。

$$K = K_0 \quad \text{-----} \quad (2-18)$$

3. 解析モデル

3.1 機能

- (1)本モデルは、任意のシステムにおける流路網(フローネットワーク)に組み込んで流動計算が行える汎用モデルである。
- (2)カバーガスは圧縮性として扱う。
- (3)流路網数、各流路網の圧力ノードと流路数及び各流路上に存在する圧損素子を解析対象システムに応じて任意に設定できる。
- (4)任意の流路に駆動源及び弁を設定できる。
- (5)圧力ノードには液面が設定可能で、液位変動による圧力の変化を考慮できる。

3.2 モジュールの入出力

FGモジュールの入力			FGモジュールの出力		
項目	入力先	対応する プール変数	項目	出力先	対応する プール変数
自由液面の 液位	FNモジュール*1	TEMP	カバーガス 流量	—	FLWN
自由液面の 温度	熱計算モ ジュール	TEMP	圧力	FNモジュール*1	PRSN
弁開度	VVモジュール*2	VLVN			

*1 ナトリウム系流動計算モジュール

*2 各種弁特性計算モジュール

モデル化の一例として、図3.3-1に示す「もんじゅ」2次アルゴンガス系をフローネットワーク化すると図3.3-2となる。過熱器(SH)、蒸発器(EV)およびポンプ等のカバーガス

空間を圧力ノードで表わし、各機器間の配管を流路で表わしている。

過熱器 (SH) および蒸発器 (EV) のナトリウム液位をモジュールFNよりプール変数で受取り、液位変動および出入流量によるカバーガス圧力変化をモジュールFGで計算して、結果をモジュールFNにプール変数で引き渡す。

4. 解析フロー

4.1 初期設定方法

初期設定方法はまず各パスの流量計算を行い、流量の収束いかんにかかわらずそれに伴う圧力ノードの圧力計算を差圧変化が小さくなるまで繰り返す。その後、流量及び圧力がともに収束していれば計算は終了するが、どちらか、あるいは両者が収束していない場合は、最初にもどり上記の計算を繰り返す。処理の流れを図4-1に示す。

4.2 過渡計算方法

過渡計算は各パスの流量計算を行い、それに伴う圧力ノードの圧力計算を行い、圧力変化が許容値に達するまでタイムステップを縮小して計算を繰り返す。縮小されたタイムステップは次のステップ時拡大されて、再度処理を繰り返す。処理の流れを図4-2に示す。

5. 試計算

解析手法の妥当性を確認するため、簡易モデルにより次の3ケースの解析を実施した。

5.1 ケース1

図5.1に示す2重管蒸気発生器の中間系モデルで初期状態を計算した。

本中間系モデルは、2重伝熱管の外管と内管の間に存在する間隔部(ギャップ部及び溝部)を図に示す独立したパスとし、その上下にプレナム部、さらにループ内の圧縮機により構成されるネットワークモデルである。

入力データを表5.1-1、結果を表5.1-2に示す。圧力一定、流量0.0の初期値から流量および圧力計算が収束し、さらに、状態方程式、圧力損失の手計算と一致した。したがって、本初期設定計算手法により理論式と同一解が得られることがわかった。

5.2 ケース2

図5.2-1に示すモデルでバルブを図5.2-2に示す開度で閉から開とした。入力データを表5.2-1、結果を表5.2-2および図5.2-3~4に示す。バルブを閉から開とすることにより高圧側から抵圧側へ弁開度変化に比例した流量が発生し、開度一定となった時点でそのピークとなり、その後緩やかに減少して行く特性が得られた。また、この解析において、流量収束後のガス重量は保存されていることを確認した。

5.3 ケース3

もんじゅ2次系蒸気発生器カバーガス系モデルにてプラントトリップ模擬計算を実施した。ナトリウム系モデルを図5.3-1、カバーガス系モデルを図5.3-2に示す。

トリップによる外乱の境界条件として

- ・ 蒸気発生器出入り口ナトリウム時系列流量 (図5.3-3)
- ・ 過熱器均圧ライン止め弁時系列開度 (図5.3-4)

をあたえた。また、弁の流量計算はSELAHの式を用いた。

液位変動解析結果を図5.3-5に示す。EV液位はナトリウム流量コストダウンによりEV～SH間の圧損が小さくなるため初期に上昇し、その後はSHカバーガスがEV側へ流動するため低下して振動する。SH液位は反対に初期に低下して、その後振動を繰り返す。

同図には、SKS試験結果も示す。初期の10～50秒程度では液位に差が出ているものの、その周期は解析と試験で比較的良い一致が得られている。しかし、100秒以降になると試験では振動周期が拡大している。

従来の解析手法であるカバーガス圧一定モデルでは、SHのカバーガス圧が高く、EVのカバーガス圧が低い。両者を連結する配管の圧損により液位はほぼ同レベルに保たれている。しかし、フローコストダウンによりEV～SH間配管の圧損が減少するのでSHの液位が低下し、EVの液位が上昇するという単純な現象のみが解析可能であった。一方、本解析モデルでは、液位の振動現象を再現できるようになっており、従来の解析に比べて液位変動現象の模擬性を大きく改善できた。

圧力挙動解析結果を図5.3-6に示す。EV及びSHの圧力は、トリップにより過熱器均圧ライン止め弁が開くことによりEV側上昇、SH側が低下してほぼ同圧となり、その後オーバーフロータンクへの流動により低下して系全体の圧力が一定となる。本解析結果は試験結果と比較して同様の傾向を示し、ピーク値も比較的良く一致している。

6. 結言

カバーガス系汎用流動計算モジュールFGを開発し、簡易モデルによる検証を行った。その結果、本解析手法が妥当性であることが確認でき、本モジュールを利用することによって、カバーガス圧力、ナトリウム液面液位の挙動解析が可能となった。今後「もんじゅ」プラントのカバーガス系モデルを作成して、ナトリウム系ネットワークモデルと組み合わせて検証を進める予定である。

なお、モジュールのプログラムリスト、変数名リスト及び入力データの説明については付録にまとめた。

7. 謝辞

本モジュールの作成、検証、検証用入力データの作成及び結果の検討に多大な助言をいただいた、原子炉工学室の仲井室長代理に深く謝意を表わします。

8. 参考文献

- [1] 仲井、岩崎、他 「モジュール型プラント動特性解析コードSuper-COPD
ーコードシステム解説書ー」
PNC N9520 88-019

- [2] 大滝、仲井、宮川 「モジュール型プラント動特性解析コードSuper-COPDの
開発 ーもんじゅ総合機能試験データによる検証ー」
PNC ZN9410 95-060

- [3] 木曾原、仲井、他 「2重管型蒸気発生器の開発 第5報 ー2重管リーク
検出特性解析コードALPHAの開発ー」
PNC SN9410 87-152

- [4] 機械工学便覧 応用編 B5・流体機械 日本機械学会

- [5] 東芝 「2次系液面解析挙動コードSELAHの概要」

表 5.1-1 入力データ (1/2)

```

* SUPER COPD *
* CALCULATION MODEL *
* : PNC DOUBLE TUBE LEAK DETECTION SYSTEM *
* MOJULE : FG *
* CASE NO : CASE1 *

&NAMA A1
NINTAL = 0, IPINIT = 1,
DELT = 0.01, TMAX = 0.0,
OUTTIM(1) = 0.0, 10.0, 100.0, 1000.0, 1.0E+20,
OUTDEL(1) = 1.0, 5.0, 10.0, 100.0, 100.0,
NUMREC = 25,
IORSTA = 0, RSTART = 0.0,
RSTTIM(1) = 0.0, 100.0, 1000.0, 1.0E+20,
RSTDEL(1) = 50.0, 100.0, 100.0, 1.0E+20,

&END
&NAMA A2
NOFLWN = 1,
NPFLWN(1) = 7,
NQFLWN(1,1) = 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2,
NRFLWN(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,
WNOMFN(1) = 100.0,
NOPRSN = 1,
NPPRSN(1) = 5,
NQPRSN(1,1) = 2, 2, 2, 2, 2,
NRPRSN(1,1) = 1, 2, 3, 4, 5,

&END
&NAMFG1
NNFG = 1,
IMDLFG(1) = 1, JNETFG(1) = 2,
DMAXFG(1) = 1.0, DMINFG(1) = 0.01,
TMAXFG(1) = 100000.,
FMAXDT(1) = 2.0, FMINDT(1) = 0.5,
IPSTFG(1) = 2, IPTRFG(1) = 2,
OUTFG(1,1) = 20.0, 40.0, 60.0, 80.0,
IEND1(1) = 100000, ICEND1(1) = 1000,
FCONV1(1) = 1.0E-6, DPEPS(1) = 1.0,
KOPTP(1,1) = 4*1,
KOPTV(1,1) = 4*1,
KOPTF(1,1) = 5*1,
KOPTA(1,1) = 5*1,

&END
&NAMFG2
NNOD(1) = 4, NPAS(1) = 5,
JNOD(1,1,1) = 4, JNOD(2,1,1) = 1,
JNOD(1,2,1) = 4, JNOD(2,2,1) = 1,
JNOD(1,3,1) = 1, JNOD(2,3,1) = 2,
JNOD(1,4,1) = 2, JNOD(2,4,1) = 3,
JNOD(1,5,1) = 3, JNOD(2,5,1) = 4,
APRESO(1,1) = 4*21.0E+4,
ATEMPO(1,1) = 496.0, 40.0, 40.0, 300.0,
VOLMO(1,1) = 0.007, 0.5, 0.5, 0.007,
FMASO(1,1) = 5*0.0,
AREA(1,1) = 1.240E-6, 7.034E-6, 3*2.190E-4,
AVLVO(1,1) = 1.240E-6, 7.034E-6, 3*2.190E-4,
IFRIC(1,1) = 2, 4*1,
ALENG(1,1) = 2*17.0, 2.7, 35.8, 9.0,
DEQVO(1,1) = 1.0E-5, 4.887E-4, 3*0.0167,
COEFO(1,1) = 2*1.5, 1.0E+8, 1.0, 1.0E+8,
CLBYD(1,1) = 2*0.0, 60.0, 380.0, 120.0,
EPSI1(1,1) = 5*50.0E-6,
NVIS = 4,
ARTEMP(1) = 0.0, 200.0, 400.0, 600.0,
ARVIS(1) = 1.16E-5, 3.17E-5, 5.43E-5, 7.68E-5,

```

表 5.1-1 入力データ (2/2)

```

NCOMP (1)      = 1,
NOCMP (1, 1)   = 4,
NUPTNK (1, 1)  = 2,
NPF (1, 1)     = 3,
CPRES (1, 1, 1) = 0.0, 21.0E+4, 42.0E+4,
CFLOW (1, 1, 1) = 0.0, 0.02, 0.04,
&END
&NAMEIN
SUMTIM (1)     = 0., 50., 100., 1000., 100000.,
SUMDEL (1)     = 2., 5., 10., 50., 100.,
&END
```

表 5.1-2 解析結果

FGSTAT(1) OUTPUT

ETFG(1) = 0.00000E+00

IOUTFG(1) = 1

...MODULE FG(1) INITIAL STATE CALCULATION ENDED...

NODE NO.	PRES (ATA)	TEMP (°C)	VOLM (M**3)	GAMA (KG/M**3)	WEIT (KG)
1	2.09805E+01	4.96000E+02	7.00000E-03	1.28546E+01	8.99824 E-02
2	2.09002E+01	4.00000E+01	5.00000E-01	3.14523E+01	1.57261 E+01 (1)
3	2.10994E+01	4.00000E+01	5.00000E-01	3.17521E+01	1.58761 E+01
4	2.10669E+01	3.00000E+02	7.00000E-03	1.73216E+01	1.21251 E-01

PATH NO.	CONNECTED NODES	FLOW (KG/S)	RSIS	AVLV (M**2)	PRES (IN) (KG/M **2)	PRES (OUT) (KG/M**2)
1	4 1	4.84829E-10	1.91859E+12	1.24000E-06	2.1066 9E+05	2.09805E+05
2	4 1	9.85238E-06	1.49499E+05	7.03400E-06	2.1066 9E+05	2.09805E+05
3	1 2	9.85286E-06	1.00000E+08	2.19000E-04	2.0980 5E+05	2.09002E+05 (2)
4	2 3	9.85394E-06	0.00000E+00	2.19000E-04	2.0900 2E+05	2.10994E+05
5	3 4	9.85287E-06	1.00003E+08	2.19000E-04	2.1099 4E+05	2.10669E+05

初期設定計算結果

(1) 手計算チェック；初期設定計算結果の圧力、温度より密度を計算

密度： $\rho = P / (R * T)$

ノードNo	圧力 (kg/m ² a)	気体定数	温度 (k)	密度 (kg/m ³)
1	2.09800E+01	21.22	4.96000E+02	1.28543E+01
2	2.09013E+01	21.22	4.00000E+01	3.14540E+01
3	2.10983E+01	21.22	4.00000E+01	3.17504E+01
4	2.10664E+01	21.22	3.00000E+02	1.73212E+01

密度が (1) のGAMAと一致

(2) 手計算チェック；初期設定計算結果の流量より抵抗を計算

抵抗： $RSIS = KO + f |L/De + (L/De)O|$

(a) 入力データ

パスNo.	KO	L (m)	De (m)	(L/De)O
1	1.5	17.0	1.0×10^{-5}	0.0
2	1.5	17.0	4.887×10^{-4}	0.0
3	1.0×10^8	2.7	1.67×10^{-2}	60.0
5	1.0×10^8	9.0	1.67×10^{-2}	120.0

(b) 摩擦係数

パスNo.	流速 (m/s)	動粘性係数 (m ² /s)	Re数 (-)	摩擦係数	抵抗
1	4.84829×10^{-6}	2.65702×10^{-6}	8.49540×10^{-5}	1.13002×10^6	1.92104×10^{12}
2	9.85238×10^{-2}	2.65702×10^{-6}	$1.48540 \times 10^{+1}$	4.30861×10^0	1.49881×10^{05}
3	9.85286×10^{-3}	1.93945×10^{-6}	$3.01368 \times 10^{+1}$	2.12365×10^0	1.00000×10^{08}
5	9.85287×10^{-3}	1.40792×10^{-6}	$1.68068 \times 10^{+1}$	3.80799×10^0	1.00002×10^{08}

抵抗が (2) のRSISと一致

表 5.2-1 入力データ (1/2)

```

* SUPER COPD *
* CALCULATION MODEL *
* : 2 NODE 1 PASS 1 VALVE *
* MOJULE : FG *
* CASE NO : CASE2 *
&NAMA A1
NINTAL = 0, IPINIT = 1.
DELT = 0.01, TMAX = 200.0,
OUTTIM(1) = 0.0, 10.0, 100.0, 1000.0, 1.0E+20,
OUTDEL(1) = 1.0, 1.0, 1.0, 100.0, 100.0,
NUMREC = 25,
IORSTA = 0, RSTART = 0.0,
RSTTIM(1) = 0.0, 100.0, 1000.0, 1.0E+20,
RSTDEL(1) = 50.0, 100.0, 100.0, 1.0E+20,
&END
&NAMA A2
NVLVN = 1,
NVNVLV(1) = 1,
NVNVLV(1) = 1, NVNNUM(1) = 2,
IVNMAX(1) = 4,
XVLVN(1,1) = 0.0, 5.0, 10.0, 1.0E+10,
YVLVN(1,1) = 0.0, 0.0, 1.0, 1.0,
VNGAIN(1) = 1.0, IVNST(1) = 2,
NOFLWN = 1,
NPFLWN(1) = 1,
NQFLWN(1,1) = 1,
NRFLWN(1,1) = 1,
WNOMFN(1) = 4.0E-2,
NOPRSN = 1,
NPPRSN(1) = 2,
NQPRSN(1,1) = 1, 1,
NRPRSN(1,1) = 1, 2,
NOVLVN = 1,
NPVLVN(1) = 3,
NQVLVN(1,1) = 1, 1, 1,
NRVLVN(1,1) = 1, 2, 3,
&ENI
&NAMFG1
NNFG = 1,
IMDLFG(1) = 1, JNETFG(1) = 1,
TMAXFG(1) = 100000.,
DMAXFG(1) = 1.0, DMINFG(1) = 0.005,
FMAXDT(1) = 2.0, FMINDT(1) = 0.5,
IEND1(1) = 100000, ICEND1(1) = 1000,
FCONV1(1) = 1.0E-6, DPEPS(1) = 1.0,
KOPTP(1,1) = 2*1,
KOPTV(1,1) = 2*-1,
KOPTF(1,1) = 1,
KOPTA(1,1) = 1,
KOPTA1(1,1) = 1, KOPTA2(1,1) = 2,
IPSTFG(1) = 2, IPTRFG(1) = 2,
OUTFG(1,1) = 10.0, 20.0, 30.0, 150.0
&END
&NAMFG2
NNOD(1) = 2, NPAS(1) = 1,
JNOD(1,1,1) = 1, JNOD(2,1,1) = 2,
APRESO(1,1) = 4.2833E+4, 2.033E+4,
ATEMPO(1,1) = 40.0, 40.0,
VOLMO(1,1) = 1.2, 1.2,
FMASO(1,1) = 0.0,
AREA(1,1) = 7.07E-4,
AVLVO(1,1) = 3.00E-5,
IFRIC(1,1) = 0,
ALENG(1,1) = 5.0,
DEQVO(1,1) = 0.0,

```

表 5.2-1 入力データ (2/2)

```
COEFO (1, 1) = 1.0E+11,  
CLBYD (1, 1) = 0.0,  
EPS11 (1, 1) = 50.0E-6,  
XVLVO (1, 1) = 0.0,  
COEFV (1, 1) = 1.0,  
NVIS = 4,  
ARTEMP (1) = 0.0, 200.0, 400.0, 600.0,  
ARVIS (1) = 1.16E-5, 3.17E-5, 5.43E-5, 7.68E-5,  
&END
```

表 5.2-2 解析結果

....MODULE FG(1) INITIAL STATE CALCULATION ENDED....

NODE NO.	PRES (ATA)	TEMP (C)	VOLM (M**3)	GAMA (KG/M**3)	WEIT (KG)		
1	4.28330E+00	4.00000E+01	1.20000E+00	6.44586E+00	7.73503 E+00		
2	2.03300E+00	4.00000E+01	1.20000E+00	3.05942E+00	3.67131 E+00		

PATH NO.	CONECTED NODES	FLOW (KG/S)	RSIS	AVLV (M**2)	PRES (IN) (KG/M**2)	PRES (OUT) (KG/M**2)
1	1 2	0.00000E+00 CRIT	0.00000E+00	0.00000E+00	4.2833 0E+04	2.03300E+04

*** REAL TIME OUTPUT - MODULE FG(1) ***

ETFG(1) = 0.15050E+03 DELTFG(1) = 0.10000E+01

NODE NO.	PRES (ATA)	TEMP (C)	VOLM (M**3)	GAMA (KG/M**3)	WEIT (KG)		
1	3.15815E+00	4.00000E+01	1.20000E+00	4.75264E+00	5.70317 E+00		
2	3.15815E+00	4.00000E+01	1.20000E+00	4.75264E+00	5.70317 E+00		

PATH NO.	CONECTED NODES	FLOW (KG/S)	RSIS	AVLV (M**2)	PRES (IN) (KG/M**2)	PRES (OUT) (KG/M**2)
1	1 2	0.00000E+00	0 00000E+00	3.00000E-05	3.15815E+04	3.15815E+04

(1)手計算チェック

系内のアルゴンガス重量

0.0秒 7.73503+3.67131=11.40634kg
 150.0秒 5.70317+5.70317=11.40634kg

一致する。

表 5.3 入力データ (1/5)

```

* SUPER COPD *
* CALCULATION MODEL *
* : MONJU 2-TH COVER GAS LOOP *
* MOJULE : FG *
* CASE NO : CASE3 *
&NAMA A1
NINTAL = 0, IPINIT = 1,
DELT = 0.01, TMAX = 150.0,
NUMREC = 25, IORSTA = 0, RSTART = 0.,
OUTTIM(1) = 0.0, 120.0, 1800.0, 1.0E+10,
OUTDEL(1) = 1.0, 2.0, 5.0, 5.0,
RSTTIM(1) = 0., 1000000.,
RSTDDEL(1) = 5600.1, 5600.1,
&END
&NAMA A2
NFLWN = 2,
NFPAS(1) = 8, NFNNET(1) = 1, IFNMAX(1) = 133,
FNGAIN(1) = 1.0, IFNST(1) = 2,
XFLWN(1, 1) =
0.00, 1.01, 2.01, 3.01, 4.01, 5.01, 6.01,
7.01, 8.01, 9.01, 10.01, 11.01, 12.01, 13.01,
14.01, 15.01, 16.01, 17.01, 18.01, 19.01, 20.01,
21.01, 22.01, 23.01, 24.01, 25.01, 26.01, 27.01,
28.01, 29.01, 30.01, 31.01, 32.01, 33.01, 34.01,
35.01, 36.01, 37.01, 38.01, 39.01, 40.01, 41.01,
42.01, 43.01, 44.01, 45.01, 46.01, 47.01, 48.01,
49.01, 50.01, 51.01, 52.01, 53.01, 54.01, 55.01,
56.01, 57.01, 58.01, 59.01, 60.01, 61.01, 62.01,
63.01, 64.01, 65.01, 66.01, 67.01, 68.01, 69.01,
70.01, 71.01, 72.01, 73.01, 74.01, 75.01, 76.01,
77.01, 78.01, 79.01, 80.01, 81.01, 82.01, 83.01,
84.01, 85.01, 86.01, 87.01, 88.01, 89.01, 90.01,
91.01, 92.01, 93.01, 94.01, 95.01, 96.01, 97.01,
98.01, 99.01, 100.01, 101.01, 102.01, 103.01, 104.01,
105.01, 106.01, 107.01, 108.01, 109.01, 110.01, 111.01,
112.01, 113.01, 114.01, 115.01, 116.01, 117.01, 118.01,
119.01, 120.01, 122.01, 124.01, 126.01, 128.01, 130.01,
132.01, 134.01, 136.01, 138.01, 140.01, 142.01, 144.01,
YFLWN(1, 1) =
1031.30, 1025.90, 969.35, 885.26, 805.68, 737.01, 678.61,
628.43, 584.46, 545.22, 509.93, 478.07, 449.27, 423.19,
399.52, 378.00, 358.37, 340.43, 323.99, 308.90, 295.02,
282.19, 270.35, 260.03, 251.14, 243.43, 236.71, 230.82,
225.64, 221.05, 216.99, 213.33, 209.99, 206.94, 204.15,
201.57, 199.20, 197.01, 194.93, 192.83, 190.72, 188.61,
186.52, 184.46, 182.43, 180.43, 178.16, 175.59, 172.78,
169.81, 166.74, 163.58, 160.38, 156.92, 152.82, 148.28,
143.50, 138.62, 133.78, 129.06, 120.71, 84.67, 53.89,
26.51, 13.62, 11.98, 11.80, 11.79, 11.77, 11.74,
11.71, 11.68, 11.66, 11.65, 11.64, 11.62, 11.58,
11.53, 11.47, 11.40, 11.33, 11.26, 11.20, 11.14,
11.08, 11.03, 10.98, 10.94, 10.90, 10.88, 10.85,
10.83, 10.82, 10.81, 10.80, 10.79, 10.78, 10.78,
10.78, 10.79, 10.80, 10.82, 10.84, 10.87, 10.90,
10.94, 10.98, 11.02, 11.05, 11.09, 11.12, 11.15,
11.18, 11.20, 11.22, 11.24, 11.25, 11.26, 11.27,
11.28, 11.29, 11.29, 11.27, 11.24, 11.20, 11.16,
11.11, 11.06, 11.02, 10.98, 10.96, 10.94, 10.93,
NFPAS(2) = 9, NFNNET(2) = 1, IFNMAX(2) = 133,
FNGAIN(2) = 1.0, IFNST(2) = 2,
XFLWN(1, 2) =
0.00, 1.01, 2.01, 3.01, 4.01, 5.01, 6.01,
7.01, 8.01, 9.01, 10.01, 11.01, 12.01, 13.01,
14.01, 15.01, 16.01, 17.01, 18.01, 19.01, 20.01,
21.01, 22.01, 23.01, 24.01, 25.01, 26.01, 27.01,

```

表 5.3 入力データ (2/5)

28.01.	29.01.	30.01.	31.01.	32.01.	33.01.	34.01.
35.01.	36.01.	37.01.	38.01.	39.01.	40.01.	41.01.
42.01.	43.01.	44.01.	45.01.	46.01.	47.01.	48.01.
49.01.	50.01.	51.01.	52.01.	53.01.	54.01.	55.01.
56.01.	57.01.	58.01.	59.01.	60.01.	61.01.	62.01.
63.01.	64.01.	65.01.	66.01.	67.01.	68.01.	69.01.
70.01.	71.01.	72.01.	73.01.	74.01.	75.01.	76.01.
77.01.	78.01.	79.01.	80.01.	81.01.	82.01.	83.01.
84.01.	85.01.	86.01.	87.01.	88.01.	89.01.	90.01.
91.01.	92.01.	93.01.	94.01.	95.01.	96.01.	97.01.
98.01.	99.01.	100.01.	101.01.	102.01.	103.01.	104.01.
105.01.	106.01.	107.01.	108.01.	109.01.	110.01.	111.01.
112.01.	113.01.	114.01.	115.01.	116.01.	117.01.	118.01.
119.01.	120.01.	122.01.	124.01.	126.01.	128.01.	130.01.
132.01.	134.01.	136.01.	138.01.	140.01.	142.01.	144.01.

YFLWN(1, 2) =

1031.30,	1025.90,	969.35,	885.26,	805.68,	737.01,	678.61,
628.43,	584.46,	545.22,	509.93,	478.07,	449.27,	423.19,
399.52,	378.00,	358.37,	340.43,	323.99,	308.90,	295.02,
282.19,	270.35,	260.03,	251.14,	243.43,	236.71,	230.82,
225.64,	221.05,	216.99,	213.33,	209.99,	206.94,	204.15,
201.57,	199.20,	197.01,	194.93,	192.83,	190.72,	188.61,
186.52,	184.46,	182.43,	180.43,	178.16,	175.59,	172.78,
169.81,	166.74,	163.58,	160.38,	156.92,	152.82,	148.28,
143.50,	138.62,	133.78,	129.06,	120.71,	84.67,	53.89,
26.51,	13.62,	11.98,	11.80,	11.79,	11.77,	11.74,
11.71,	11.68,	11.66,	11.65,	11.64,	11.62,	11.58,
11.53,	11.47,	11.40,	11.33,	11.26,	11.20,	11.14,
11.08,	11.03,	10.98,	10.94,	10.90,	10.88,	10.85,
10.83,	10.82,	10.81,	10.80,	10.79,	10.78,	10.78,
10.78,	10.79,	10.80,	10.82,	10.84,	10.87,	10.90,
10.94,	10.98,	11.02,	11.05,	11.09,	11.12,	11.15,
11.18,	11.20,	11.22,	11.24,	11.25,	11.26,	11.27,
11.28,	11.29,	11.29,	11.27,	11.24,	11.20,	11.16,
11.11,	11.06,	11.02,	10.98,	10.96,	10.94,	10.93,

NVLVN = 1, NVNVLV(1) = 1, NVNNUM(1) = 2,
 IVNMAX(1) = 4, VNGAIN(1) = 1.0, IVNST(1) = 2,
 XVLVN(1,1) = 0.0, 2.0, 3.0, 1.0E+10,
 YVLVN(1,1) = 0.0, 0.0, 1.0, 1.0,
 NOTEMP = 1,
 NPTEMP(1) = 4,
 NQTEMP(1, 1) = 5, 6, 7, 8, TMPNOM(1,1)=4*0.1,
 NOFLWN = 2,
 NPFLWN(1) = 10, 2,
 NQFLWN(1, 1) = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
 NRFLWN(1, 1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,
 NQFLWN(1, 2) = 2, 2,
 NRFLWN(1, 2) = 1, 2,
 NOPRSN = 2,
 NPPRSN(1) = 8, 3,
 NQPRSN(1, 1) = 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
 NRPRSN(1, 1) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
 NQPRSN(1, 2) = 2, 2, 2,
 NRPRSN(1, 2) = 1, 2, 3,
 NOVLVN = 1,
 NPVLVN(1) = 2,
 NQVLVN(1, 1) = 1, 2,
 NRVLVN(1, 1) = 2, 2,

&END
 &NAMFN1
 NNFN = 1, IMDLFN(1) =1, JNETFN(1) = 1,
 DTIMFN(1,1) = 0., 100000., DDELFN(1,1) = 0.1,
 TMAXFN(1) = 1.0E+10,
 IPSTFN(1) = 2, IPTRFN(1) = 0,
 OUTFN(1,1) =120.0, 1.0E+10,

表 5.3 入力データ (3/5)

```

&END
&NAMFN2
NFFN(1) = 7,
NPT1(1,1) = 1, 2, 3, 1, 2, 3, 4,
NPT2(1,1) = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
JPT1(1,1) = 5, 1, 2, 3,
JPT2(1,1) = 1, 2, 3, 4,
JPTF(1,1) = 4, 1, 2, 3,
JPTX(1,1) = 1, 1, 1, 1,
NEFN(1,1) = 1, 2, 1, 1, 1, 1, 1,
ALCF(1,1) = 0.7566, 172.62, 3.7233, 0.321, 3.495, 0.4793, 6.6,
WINT(1,1) = 2*1035.0, 1032.2222, 2*0.0, 2.7778, 0.0,
NDFN(1, 1, 1) = 1,
JTAV(1,1, 1,1) = 10,
NDFN(1, 2, 1) = 1, 1,
JTAV(1,1, 2,1) = 11, JTAV(1, 2, 2,1) = 12,
NDFN(1, 3, 1) = 1,
JTAV(1,1, 3,1) = 13,
NDFN(1, 4, 1) = 1, JTAV(1,1, 4,1) = 14,
NDFN(1, 5, 1) = 1, JTAV(1,1, 5,1) = 14,
NDFN(1, 6, 1) = 1, JTAV(1,1, 6,1) = 15,
NDFN(1, 7, 1) = 1, JTAV(1,1, 7,1) = 15,
WDPO(1,1) = 3*1036.1, 1036.1, 100., 1036.1, 100.,
KWRN(1, 1, 1)=1, DPRS(1,1, 1,1)=0.020E4, ALPH(1,1, 1,1)=1.85,
KWRR(1, 1, 1)=1, DPRR(1,1, 1,1)=0.020E4, ALPR(1,1, 1,1)=1.85,
KWRN(1, 2, 1)=2*1, DPRS(1,1, 2,1)=0.182E4, ALPH(1,1, 2,1)=1.95,
DPRS(1,2, 2,1)=0.238E4, ALPH(1,2, 2,1)=2.0,
KWRR(1, 2, 1)=2*1, DPRR(1,1, 2,1)=0.182E4, ALPR(1,1, 2,1)=1.95,
DPRR(1,2, 2,1)=0.238E4, ALPR(1,2, 2,1)=2.0,
KWRN(1, 3, 1)=1, DPRS(1,1, 3,1)=0.47E3, ALPH(1,1, 3,1)=1.85,
リスト 5.3 入力データ (4/7)
KWRR(1, 3, 1)=1, DPRR(1,1, 3,1)=0.47E3, ALPR(1,1, 3,1)=1.85,
KWRN(1, 4, 1)=1, DPRS(1,1, 4,1)=0.3450E4, ALPH(1,1, 4,1)=2.,
KWRR(1, 4, 1)=1, DPRR(1,1, 4,1)=0.3450E4, ALPR(1,1, 4,1)=2.,
KWRN(1, 5, 1)=1, DPRS(1,1, 5,1)=0.0087E4, ALPH(1,1, 5,1)=2.,
KWRR(1, 5, 1)=1, DPRR(1,1, 5,1)=0.0087E4, ALPR(1,1, 5,1)=2.,
KWRN(1, 6, 1)=1, DPRS(1,1, 6,1)=0.0479E3, ALPH(1,1, 6,1)=2.,
KWRR(1, 6, 1)=1, DPRR(1,1, 6,1)=0.0479E3, ALPR(1,1, 6,1)=2.,
KWRN(1, 7, 1)=1, DPRS(1,1, 7,1)=0.0869E3, ALPH(1,1, 7,1)=2.,
KWRR(1, 7, 1)=1, DPRR(1,1, 7,1)=0.0869E3, ALPR(1,1, 7,1)=2.,
IEINT(1) = 1,
KELHD(1,1)=1, 2, 1, 4*0,
JELHD(1, 1, 1)= 1, EINT(1, 1, 1) = 3252.672,
JELHD(1, 2, 1)= 2, 3, EINT(1, 2, 1) = 2737.666, -5990.338,
JELHD(1, 3, 1)= 4, EINT(1, 3, 1) = 6559.555,
NOFN(1) = 4,
NSFN(1,1) = 1, JSPAS(1,1,1) = 8, LSFN(1, 1, 1) = 1,
SINT(1,1,1) = -1035.0000,
ISFN(1,1,1) = 1,
JSXNET(1,1,1) = 1, JXPAS(1,1,1) = 8,
NSFN(4,1) = 1, JSPAS(1,4,1) = 9, LSFN(1,4,1) = 0,
SINT(1,4,1) = 1032.2222,
ISFN(1,4,1) = 1,
JSXNET(1,4,1) = 1, JXPAS(1,4,1) = 9,
NBFN(1) = 4, JBFN(1,1) = 5, 6, 7, 8,
PBO(1,1) = 2*1.4397E4, 2*0.9991E4,
NLFN(1) = 4,
JLNOD(1,1) = 5, 6, 7, 8, JLPAS(1,1) = 4, 5, 6, 7,
JLHIT(1,1) = 5, 6, 7, 8, THIT(1,1) = 4*329.0,
HEIT(1,1) = 4*0.00744,
KLVLV(1,1,1) = 5, 5, 5, 5,
XLVLV(1,1,1) = -4.762, -1.300, -1.299, 0.000, 100.0,
YLVLV(1,1,1) = 0.0, 6.82, 6.821, 12.42, 417.42,
XLVLV(1,2,1) = 0.0, 3.03, 5.41, 5.83, 50.0,
YLVLV(1,2,1) = 0.0, 12.03, 19.075, 20.032, 134.70,

```

表 5.3 入力データ (4/5)

```

XLVLV (1, 3, 1) = -9.761, -1.85, -1.849, 0.0, 100.0,
YLVLV (1, 3, 1) = 0.0, 14.35, 14.351, 21.38, 389.18,
XLVLV (1, 4, 1) = 0.0, 2.7, 2.71, 9.13, 50.0,
YLVLV (1, 4, 1) = 0.0, 11.36, 11.361, 25.237, 113.441,
KLVLA (1, 1) = 5, 5, 5, 5,
XLVLA (1, 1, 1) = -4.762, -1.300, -1.299, 0.000, 100.0,
YLVLA (1, 1, 1) = 1.97, 1.97, 4.05, 4.05, 4.05,
XLVLA (1, 2, 1) = 0.0, 3.03, 5.41, 5.83, 50.0,
YLVLA (1, 2, 1) = 2.38, 2.38, 2.38, 3.11, 3.11,
XLVLA (1, 3, 1) = -9.761, -1.85, -1.849, 0.0, 100.0,
YLVLA (1, 3, 1) = 1.814, 1.814, 3.678, 3.678, 3.678,
XLVLA (1, 4, 1) = 0.0, 2.7, 2.71, 9.13, 50.0,
YLVLA (1, 4, 1) = 2.01, 2.01, 2.01, 2.01, 2.01,
NOFFN (3, 1) = 1, IOFFN (1, 3, 1) = 2, JOFPAS (1, 3, 1) = 10,
OFLVL1 (1, 3, 1) = 0.0, OFVL2 (1, 3, 1) = 100.0, OFCNST (1, 3, 1) = 11.3837,
ICGFN (1, 1) = 5, 5, 5, 5,
JCGNOD (1, 1) = 1, 1, 2, 2, JCGNET (1, 1) = 2, 2, 2, 2,
ISHRKN (1) = 1, JSRL (1) = 1, GCONL (1) = 0.848,
GMOLL (1) = 28.,

&END
&NAMFG1
NNFG = 1,
IMDLFG (1) = 1, JNETFG (1) = 2,
TMAXFG (1) = 100000.,
DMAXFG (1) = 1.0, DMINFG (1) = 0.001,
FMAXDT (1) = 2.0, FMINDT (1) = 0.5,
IEND1 (1) = 50, ICEND1 (1) = 30,
FCONV1 (1) = 1.0E-6, DPEPS (1) = 1.0,
KOPTP (1, 1) = 3*1,
KOPTV (1, 1) = 2, 2, -1,
KOPTF (1, 1) = 2*1,
KOPTA (1, 1) = 2, 2,
KOPTA1 (1, 1) = 1, 2, KOPTA2 (1, 1) = 2, 2,
KOPTV1 (1, 1, 1) = 5, 6, KOPTV1 (1, 2, 1) = 7, 8,
KOPTVN (1, 1, 1) = 1, 3, KOPTVN (1, 2, 1) = 2, 4,
IPSTFG (1) = 2, IPTRFG (1) = 2,
OUTFG (1, 1) = 1.0, 10.0, 200.0, 250.0, 300.0,

&END
&NAMFG2
NNOD (1) = 3, NPAS (1) = 2,
JNOD (1, 1, 1) = 1, JNOD (2, 1, 1) = 2,
JNOD (1, 2, 1) = 2, JNOD (2, 2, 1) = 3,
APRESO (1, 1) = 2.4727E+4, 2*2.0321E+4,
ATEMPO (1, 1) = 3*300.0,
VOLMO (1, 1) = 21.7, 20.153, 224.0,
FMASO (1, 1) = 2*0.0,
AREA (1, 1) = 1.085E-2, 5.42E-3,
AVLVO (1, 1) = 8.60E-3, 4.30E-3,
IFRIC (1, 1) = 2*0,
ALENG (1, 1) = 20.0, 20.0,
DEQVO (1, 1) = 2*0.08,
COEFO (1, 1) = 1.0E+4, 1.0E+4,
CLBYD (1, 1) = 2*0.0,
EPSI1 (1, 1) = 2*50.0E-6, FRICO (1, 1) = 2*1.0E+5,
XVLVO (1, 1) = 0.0, 1.0,
COEFV (1, 1) = 167.0, 87.5,
NVIS = 4,
ARTEMP (1) = 0.0, 200.0, 400.0, 600.0,
ARVIS (1) = 1.16E-5, 3.17E-5, 5.43E-5, 7.68E-5,
NTBL (1) = 4,
XTBL (1, 1) = -4.76, -1.3, 0.0, 3.03,
YTBL (1, 1) = 24.7, 17.88, 12.28, 0.0,
NTBL (2) = 4,
XTBL (1, 2) = -9.76, -1.85, 0.0, 3.59,
YTBL (1, 2) = 34.48, 20.24, 13.21, 0.0,

```

表 5.3 入力データ (5/5)

NTBL (3)	= 5,
XTBL (1, 3)	= 0.0, 2.38, 2.8, 3.3, 6.33,
YTBL (1, 3)	= 18.72, 11.68, 10.72, 9.42, 0.0,
NTBL (4)	= 3,
XTBL (1, 4)	= 0.0, 6.96, 10.56,
YTBL (1, 4)	= 21.12, 7.24, 0.0,

&END

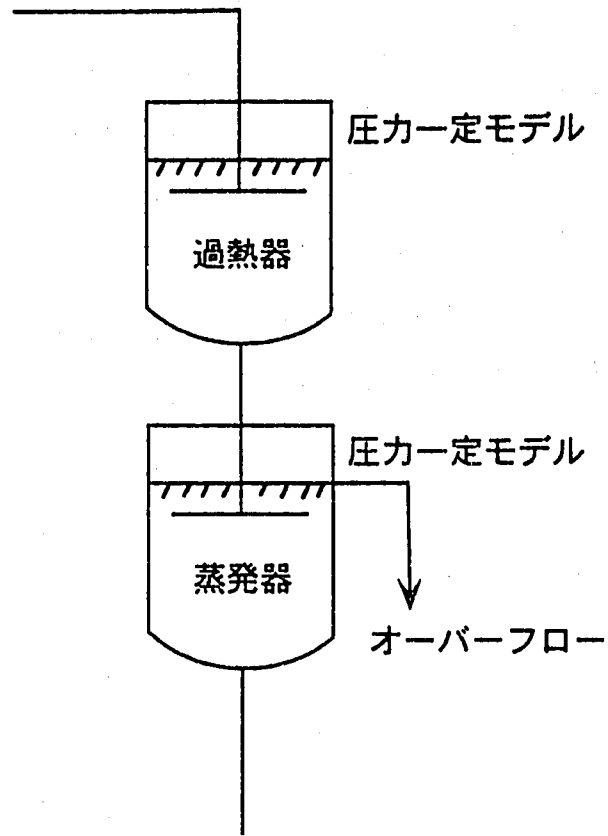


図2-1 旧モデル

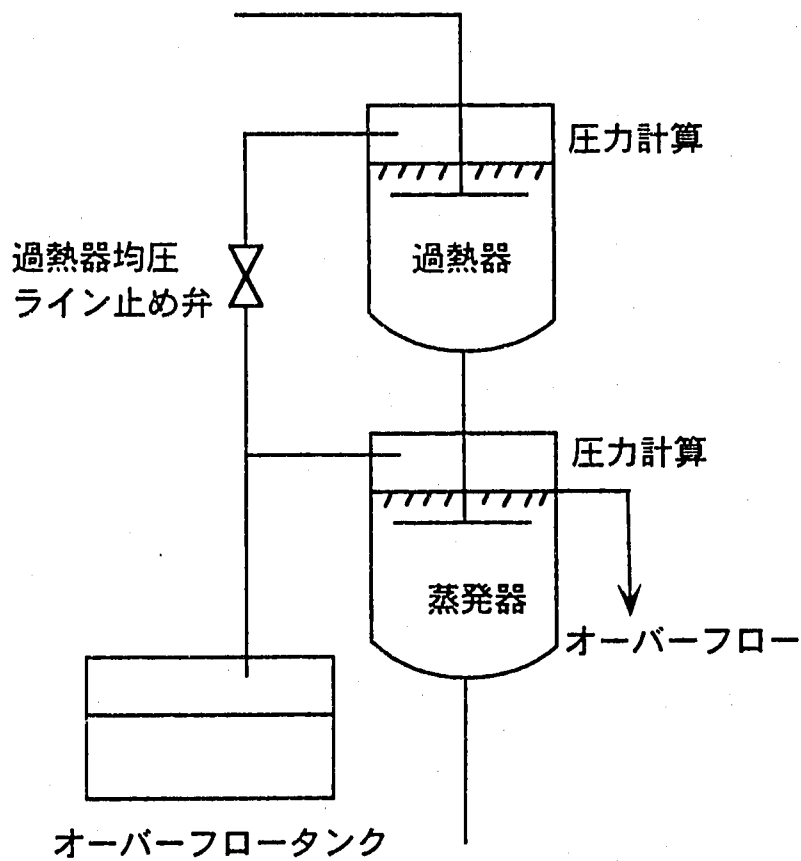


図2-2 新モデル

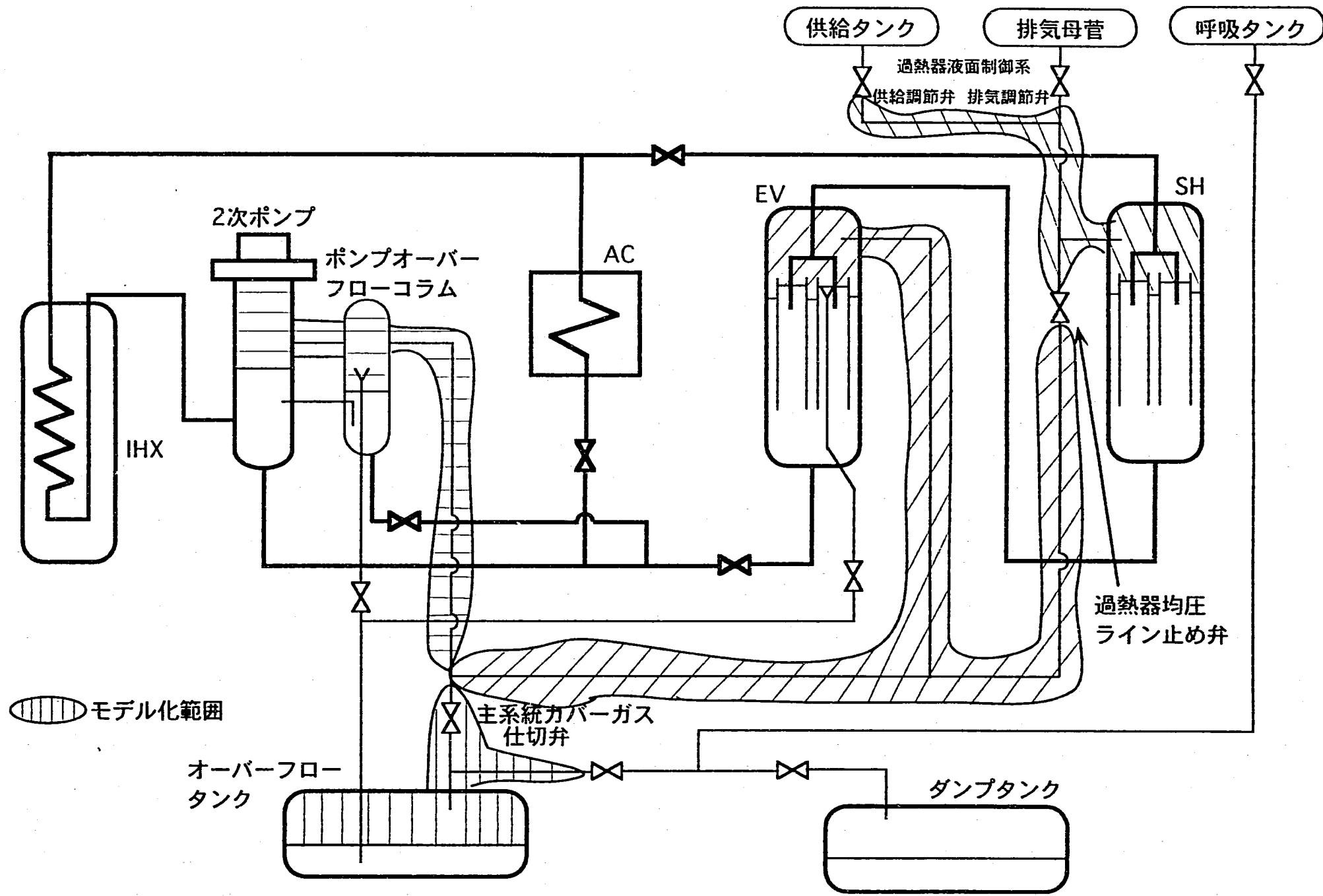


図 3.3-1 アルゴンガス系圧力空間分割図

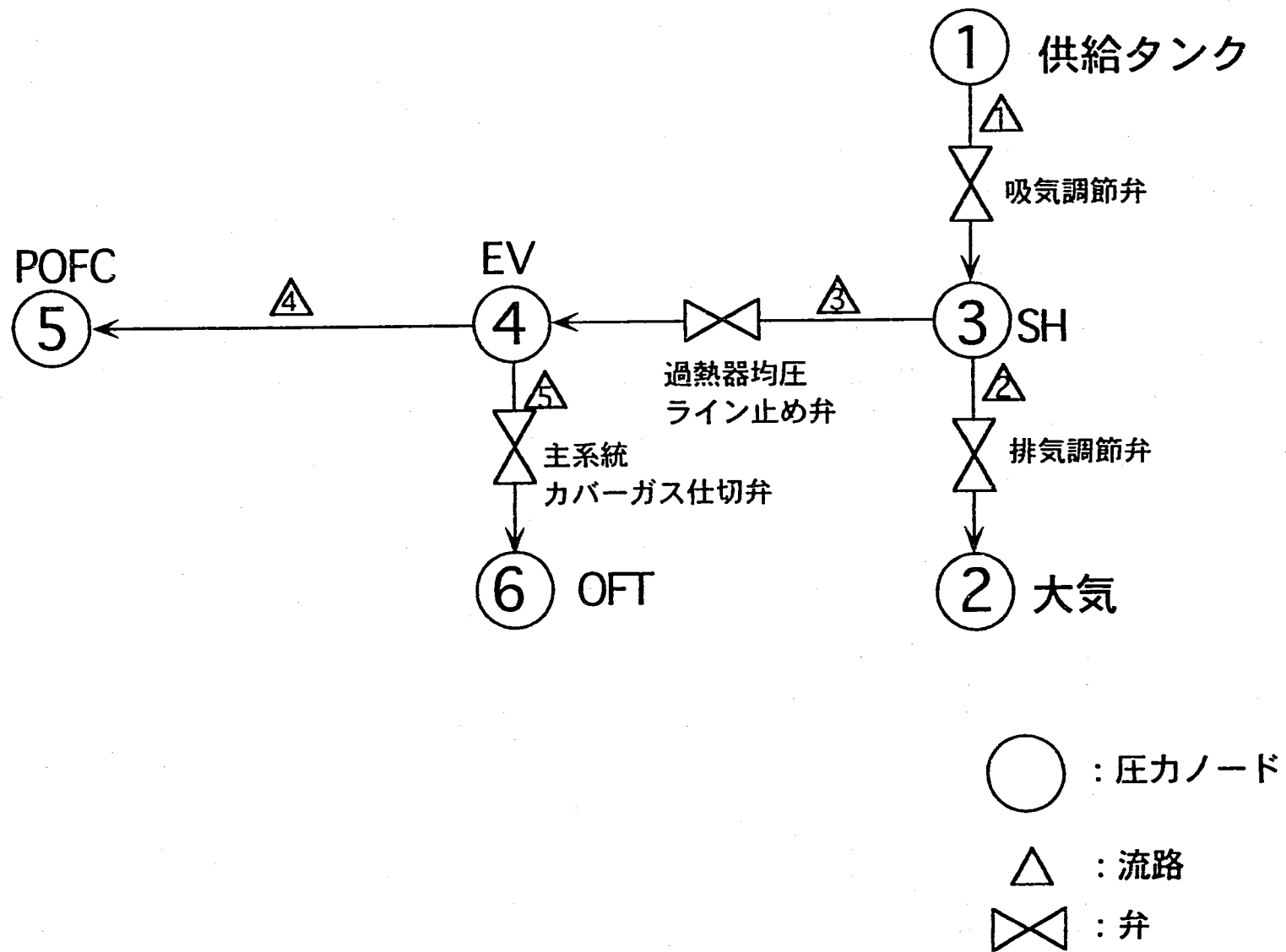


図3.3-2 「もんじゅ」2次アルゴンガス系のフローネットワークモデル

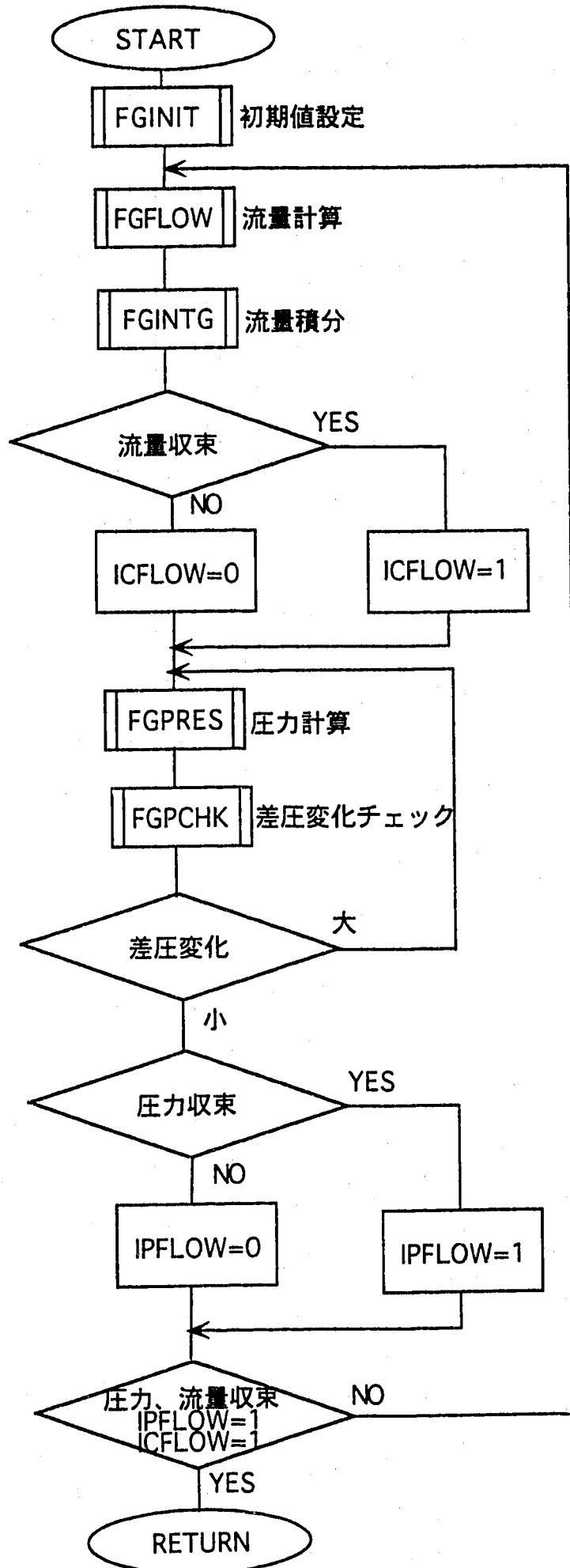


図4-1 初期設定計算フロー

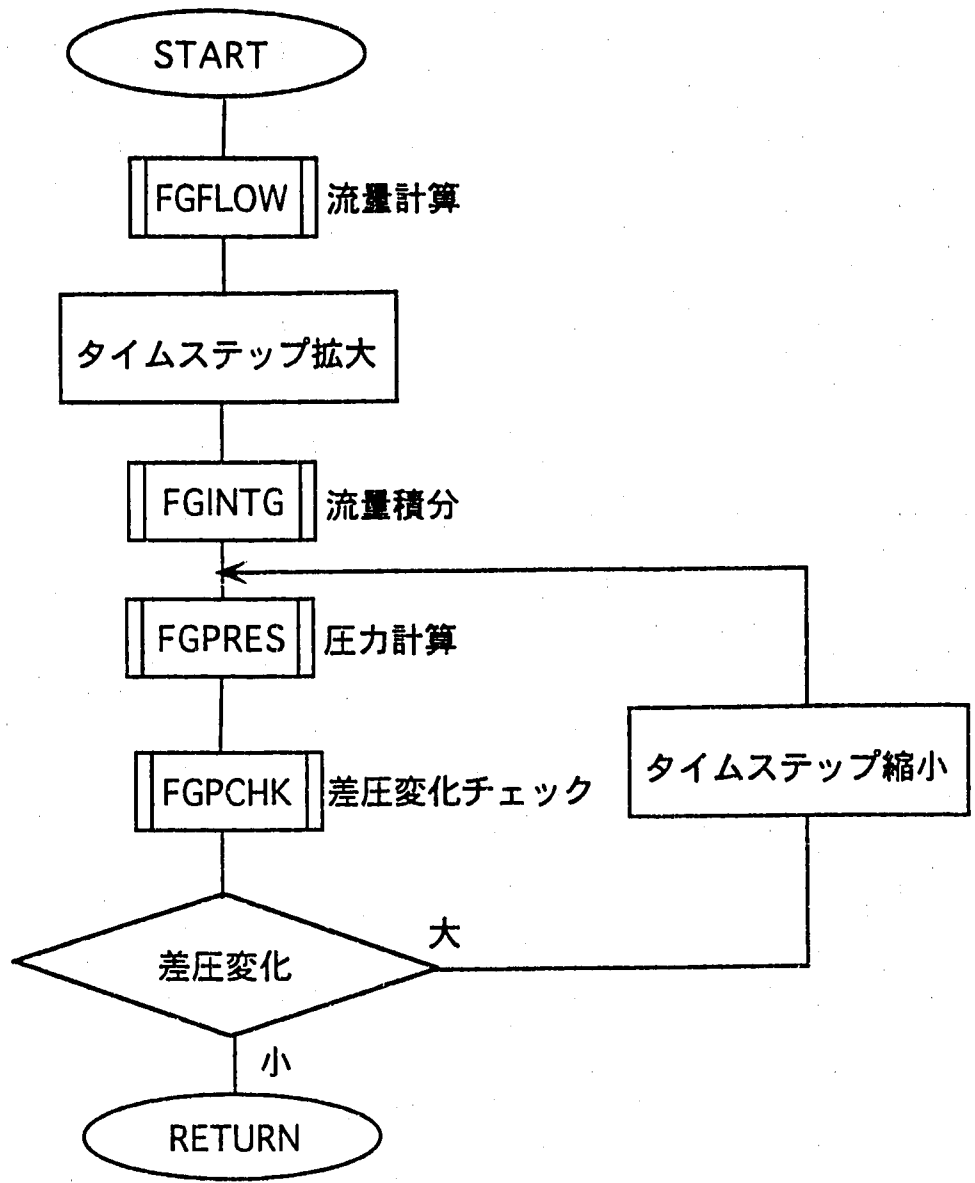


図4-2 過渡計算フロー

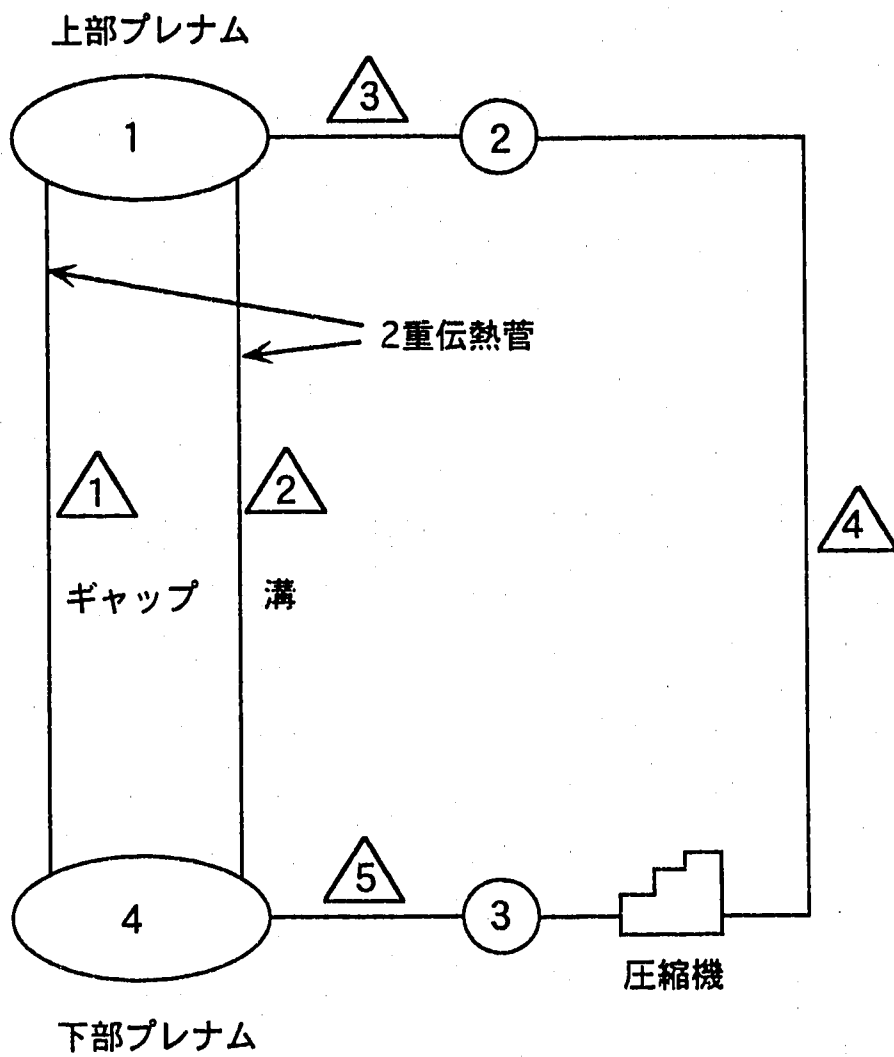


図5.1 2重管蒸気発生器の中間系モデル

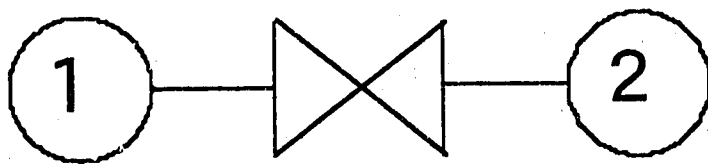


図5.2-1 計算モデル

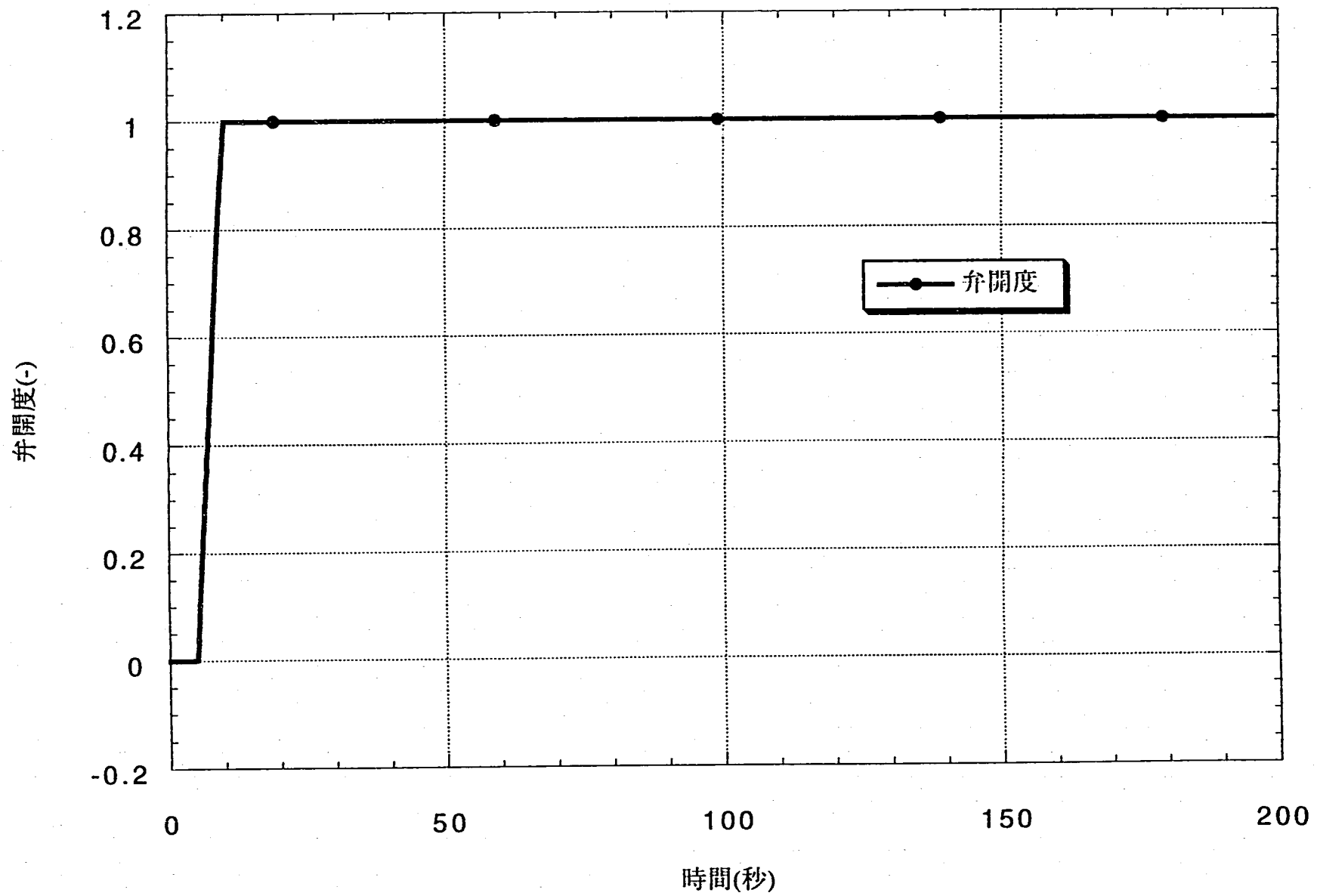


図 5.2-2 弁開度

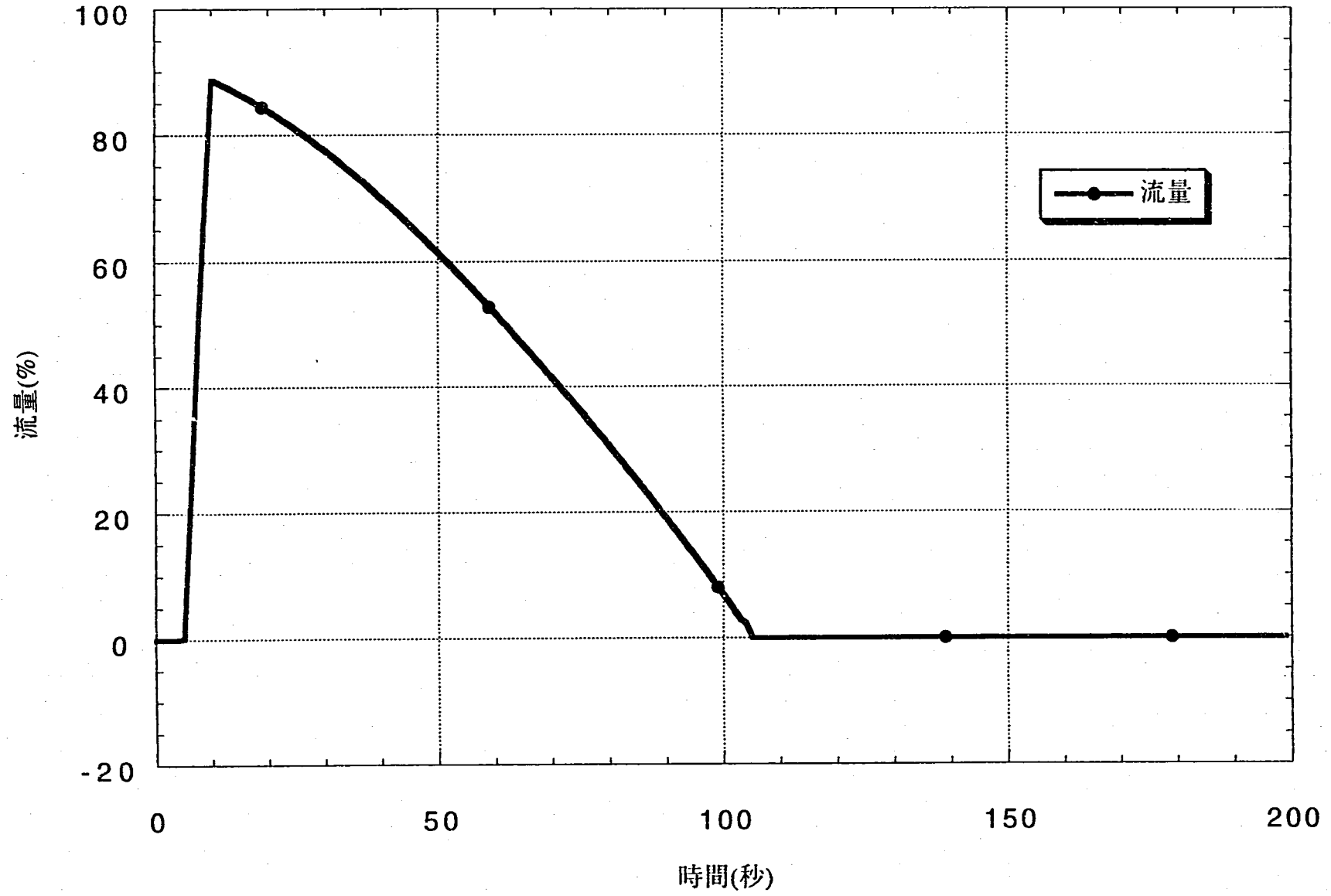


图 5.2-3 流量

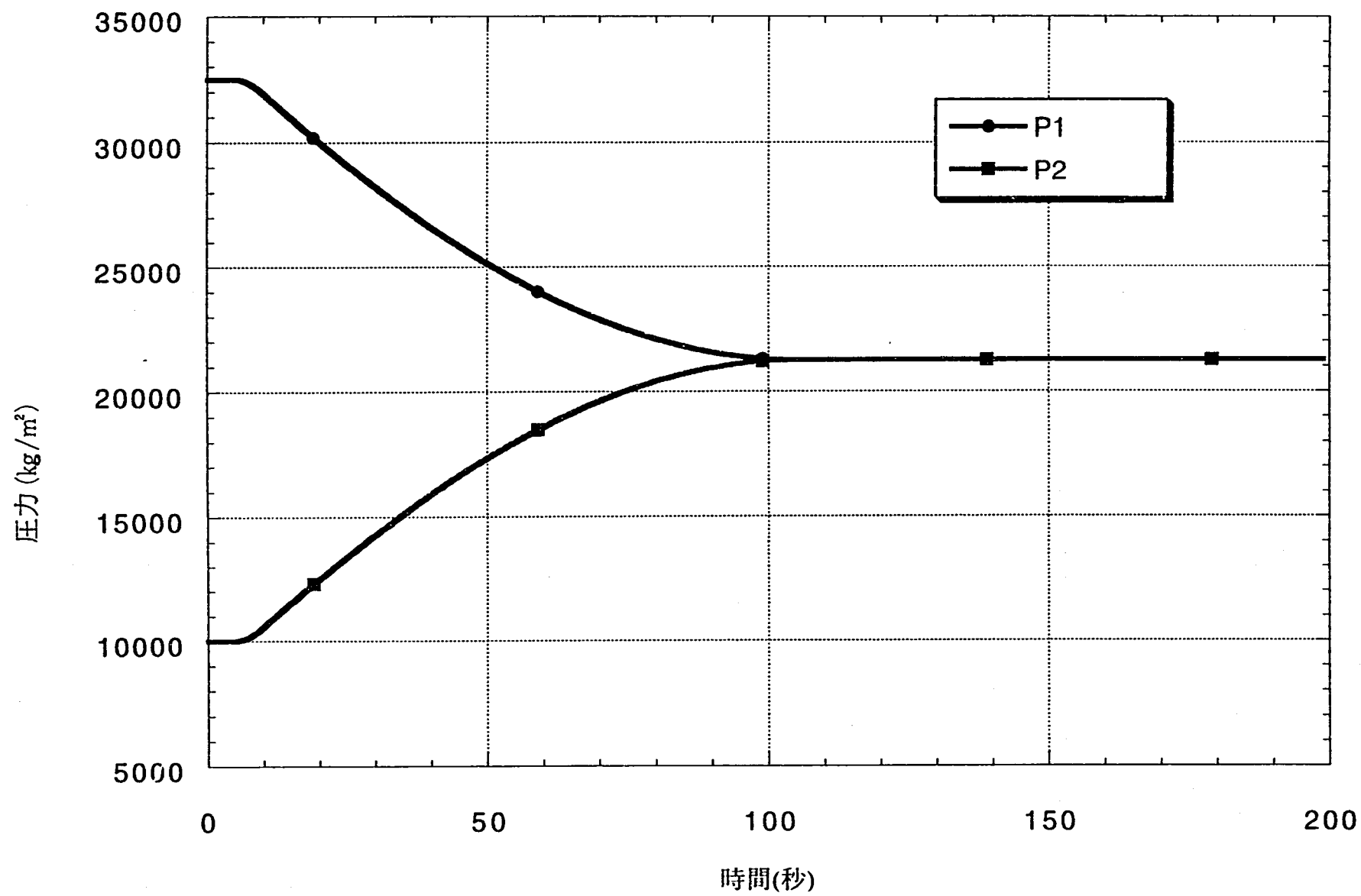


図 5.2-4 圧力

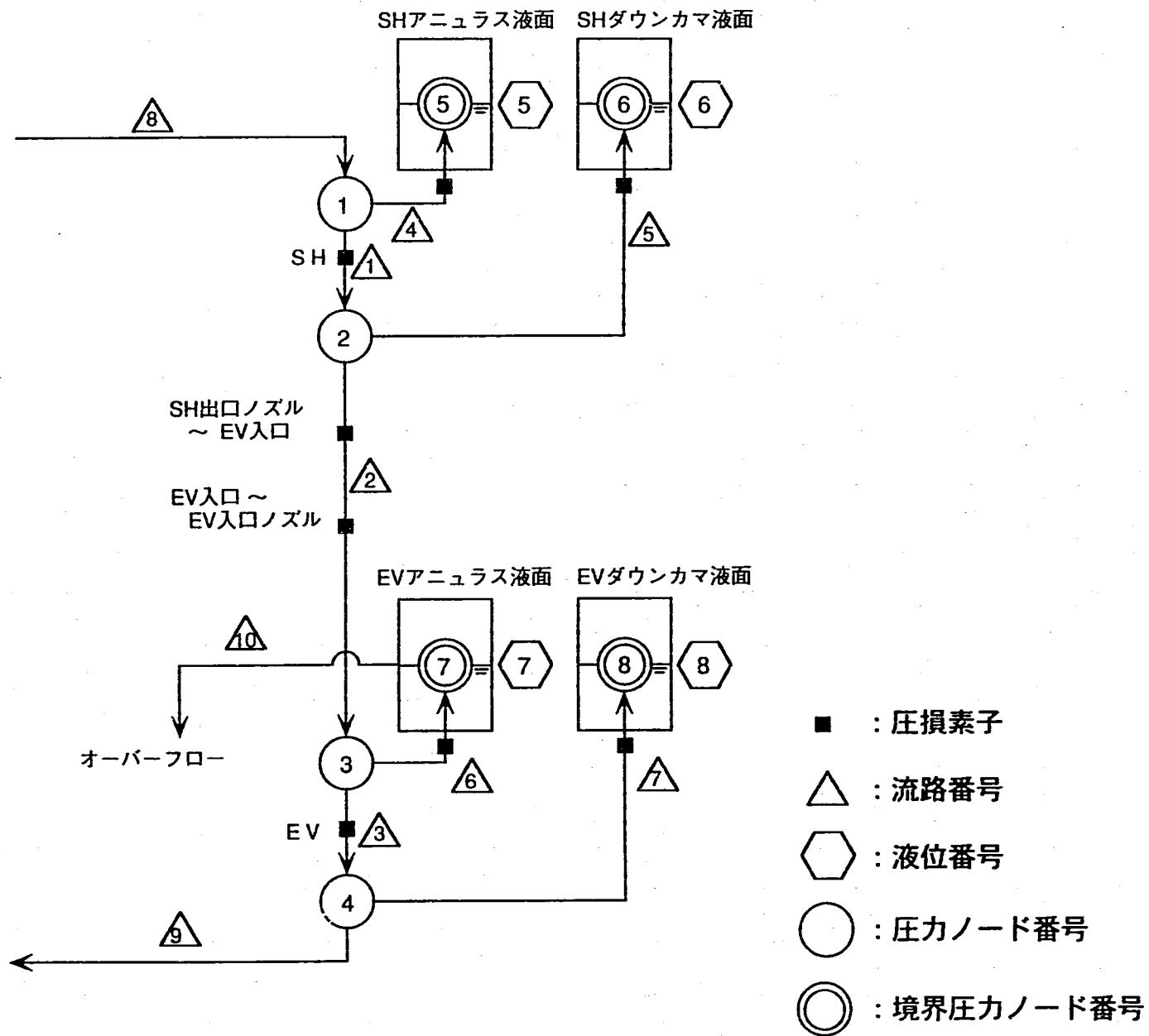


図5.3-1 ナトリウム系流動計算モデル

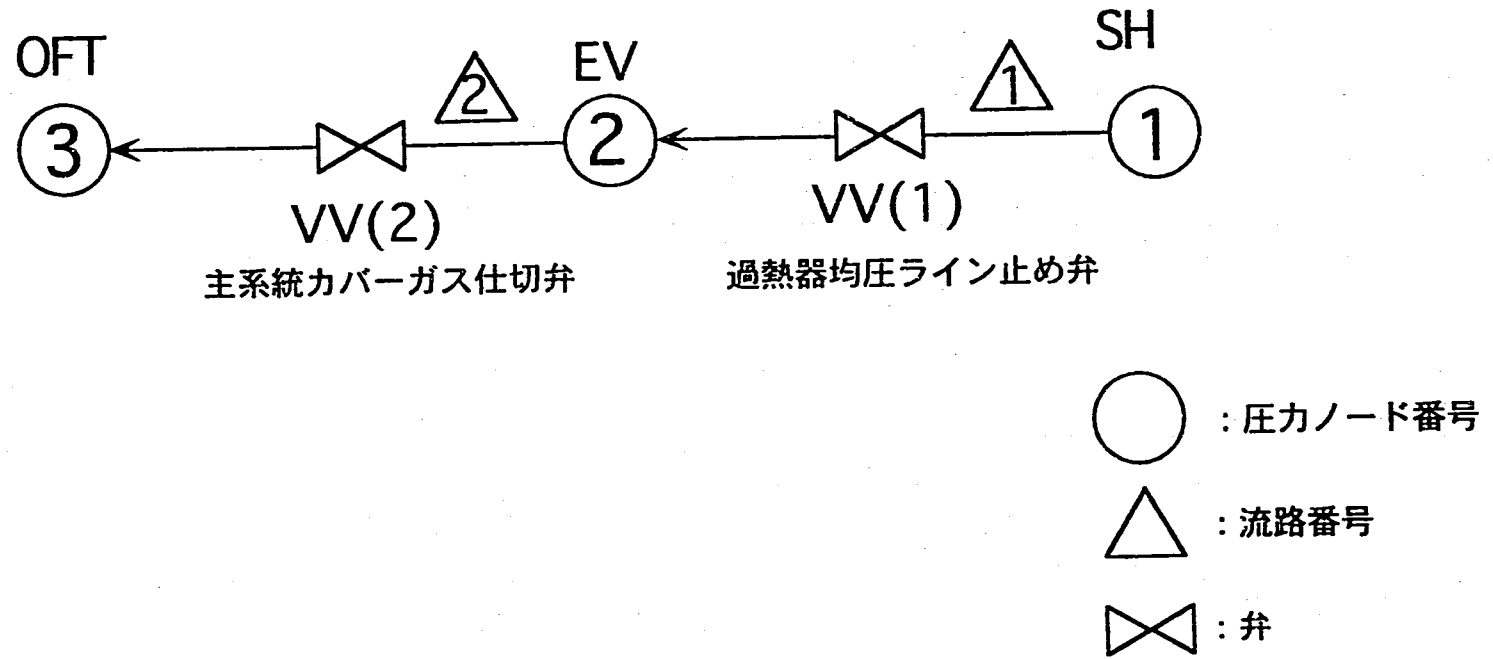


図5.3-2 アルゴンガス系流動計算モデル

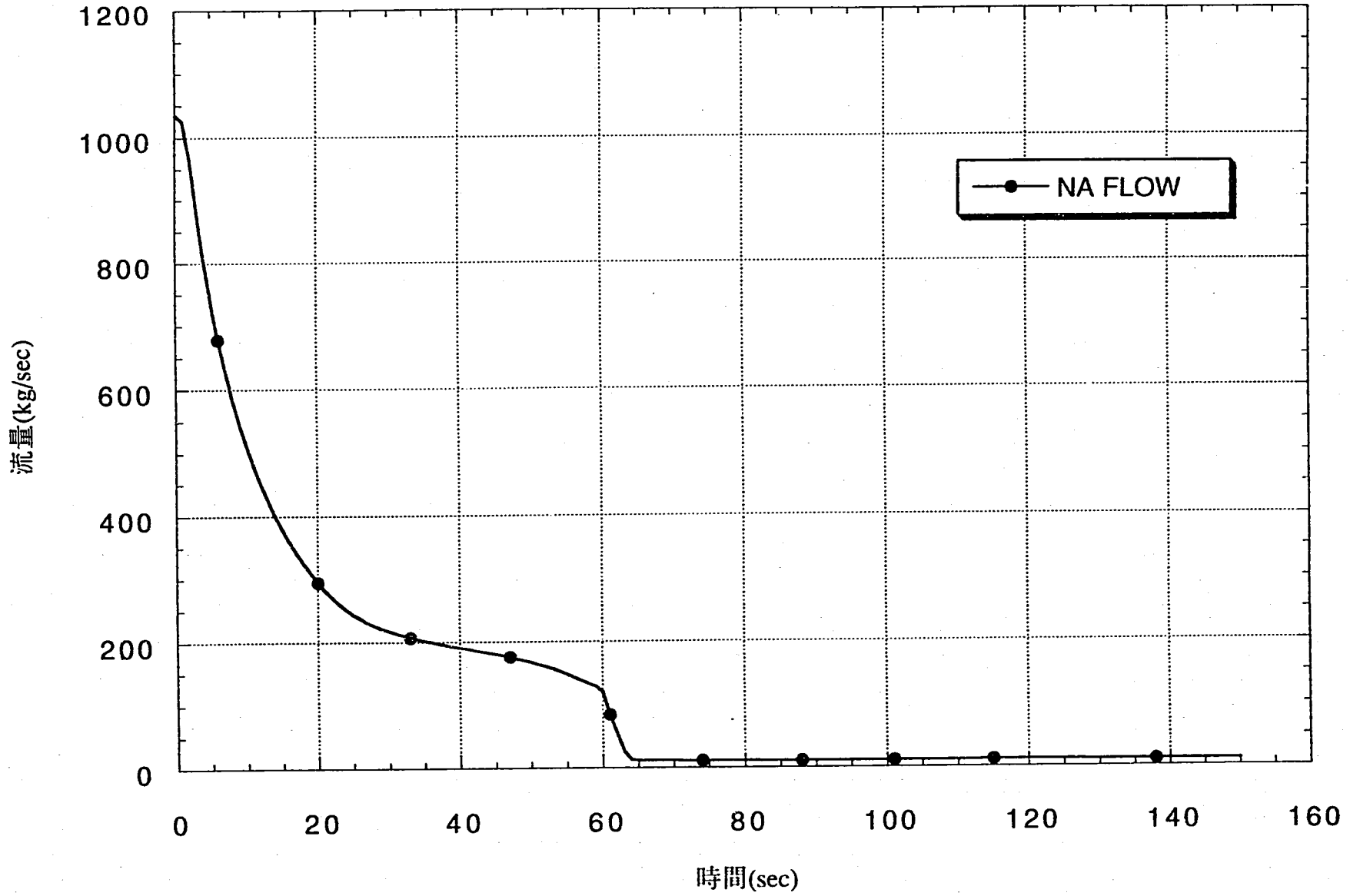


図5.3-3 ナトリウム流量

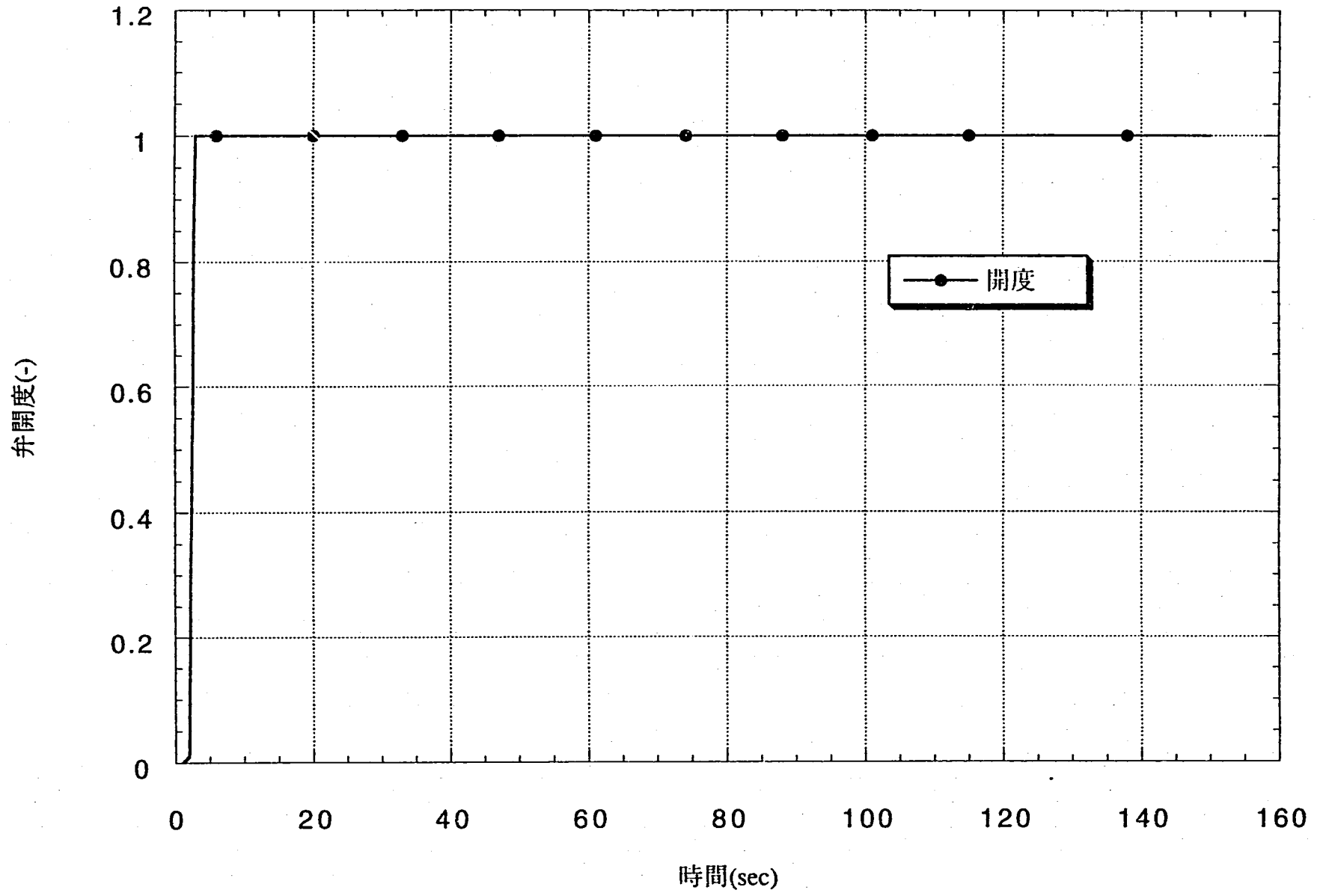


図5.3-4 均圧弁開度

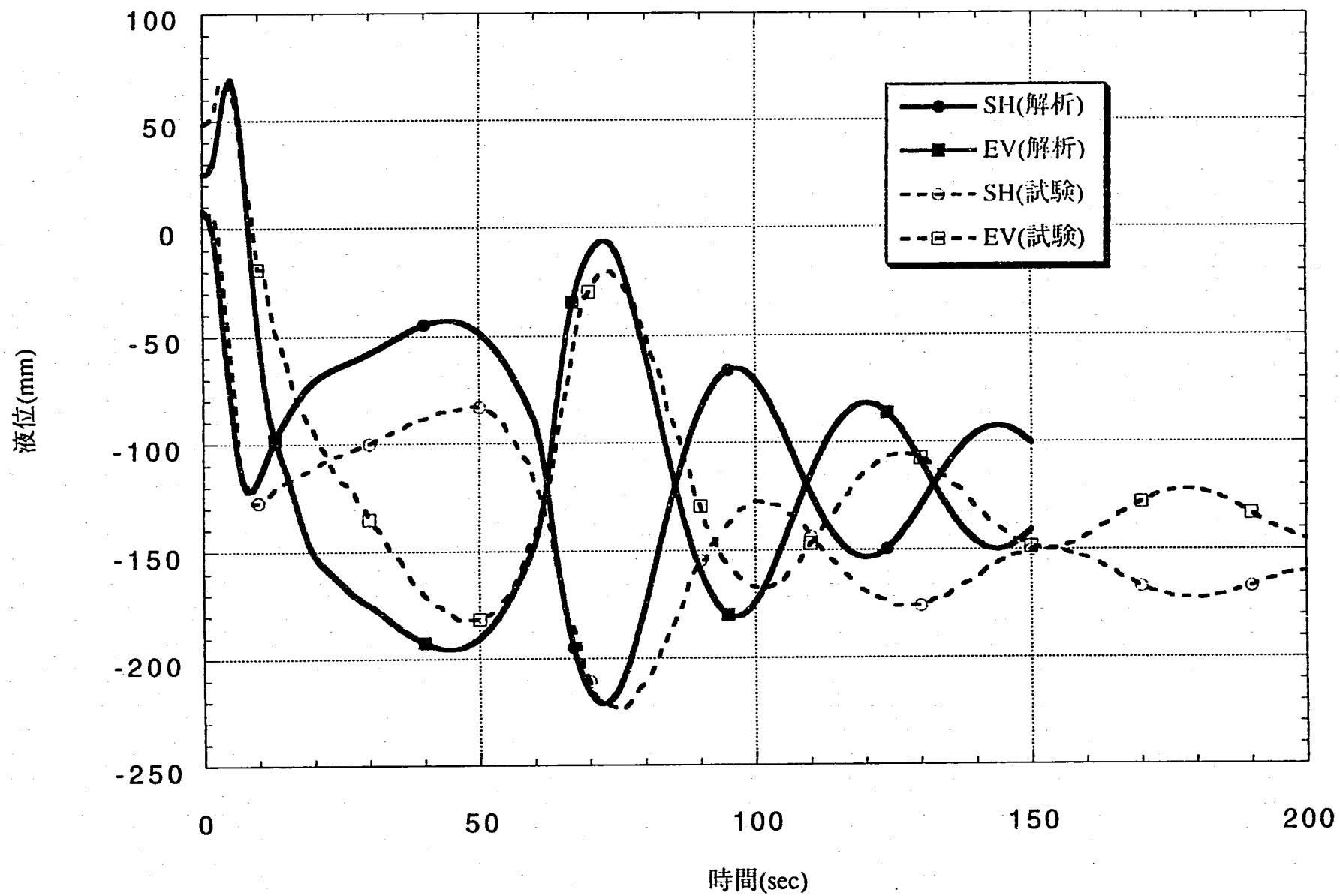


圖5.3-5 液位解析結果

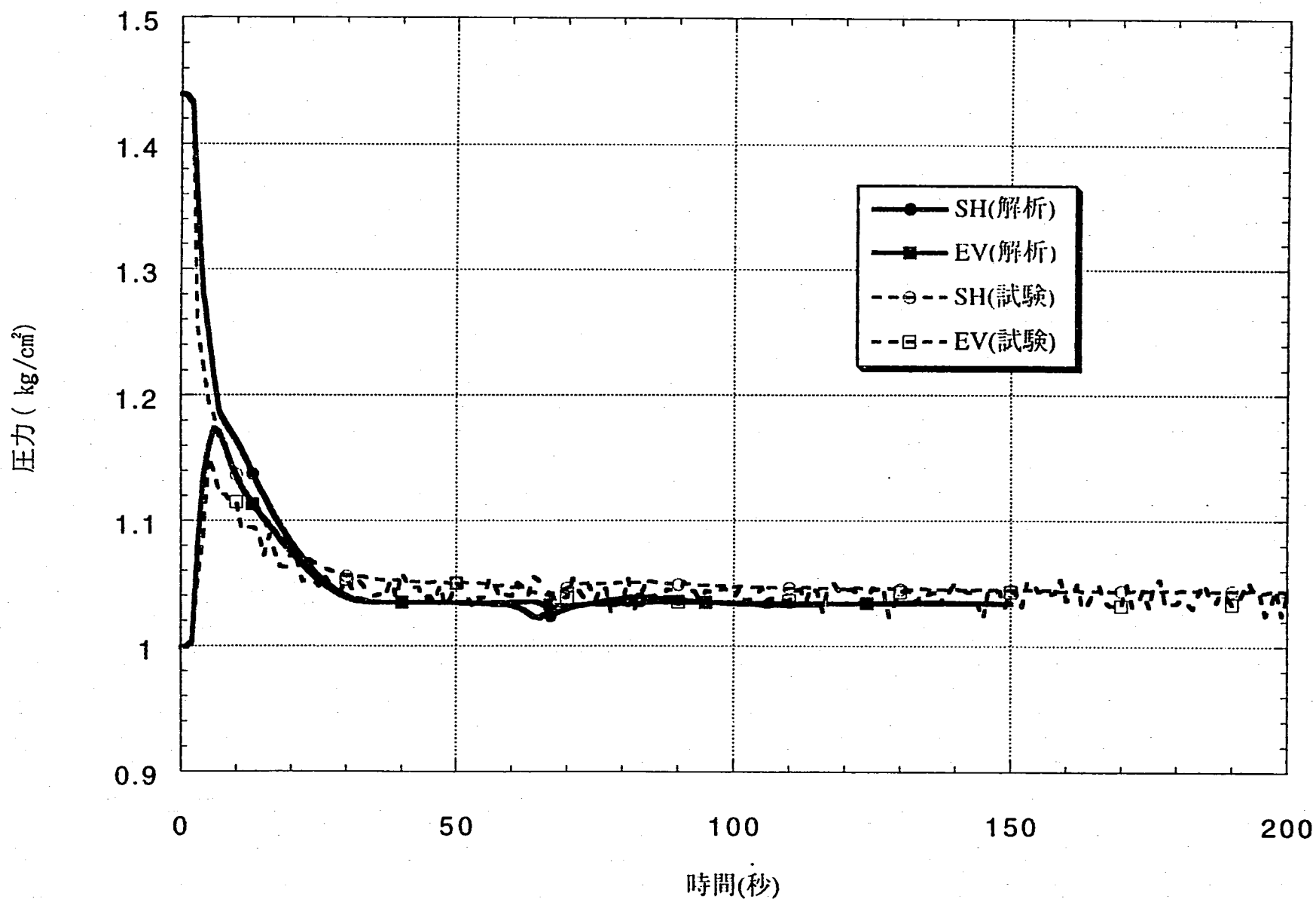


図5.3-6 压力解析結果

Appendix

A-1 サブルーチンリスト

本モジュールで使用するサブルーチン一覧を表A-1に示す。

表A-1 モジュールFGサブルーチンリスト

サブルーチン名	機能	属性
FGCHEK	入力データチェック	モジュールサブルーチン
FGCOMP	コンプレッサー流量計算	モジュールサブルーチン
FGCONT	計算コントロール	モジュールサブルーチン
FGFLOW	各バスの流量計算	モジュールサブルーチン
FGFRIC	摩擦係数の計算	モジュールサブルーチン
FGINIT	初期設定	モジュールサブルーチン
FGINTG	各バスの流量積分	モジュールサブルーチン
FGPCHK	各ノードの圧力変化のチェックと Δt コントロール	モジュールサブルーチン
FGPRES	各ノードの圧力計算	モジュールサブルーチン
FGREAD	入力データの読み込み	モジュールサブルーチン
FGININ	配列のゼロクリアー	モジュールサブルーチン
FGRSTA	リスタートファイルの書き出し、読み込み	モジュールサブルーチン
FGSTAT	初期設定計算	モジュールサブルーチン
FGTRNS	過渡計算	モジュールサブルーチン
FGWRIT	初期状態の出力、及び中間出力	モジュールサブルーチン
YDISTB	テーブルデータフィッティング	エレメントサブルーチン

```

SUBROUTINE FGCHEK
C
C =====MODULE SUBROUTINE=====
C
C INPUT DATA CHECK ROUTINE
C
C
C
C INCLUDE ( FGA      )
C INCLUDE ( FGM      )
C
C
C IF( NNFG . GT . KNFG ) WRITE(8,1000) NNFG,KNFG
C
C DO 10 N = 1, KNFG
C   IF( IMDLFG(N). NE .1      ) WRITE(8,1001) N,IMDLFG(N)
C   IF( JNETFG(N). GT .KNFG   ) WRITE(8,1002) N,JNETFG(N) ,KNFG
10 CONTINUE
C DO 11 N = 1, KNFG
C   IF( NPAS(N) . GT .KFFG   ) WRITE(8,1003) N,NPAS(N) ,KFFG
11 CONTINUE
C
C
C 1000 FORMAT(/1X,'*** WARNING *** MODULE FG : NNFG      = '
C      1, I2,' > KNFG= ', I2,' ]]]' )
C 1001 FORMAT(/1X,'*** WARNING *** MODULE FG : IMDLFG(', I2,') = '
C      1, I2,' THEN IT WAS NOT CALCULATED ]]]' )
C 1002 FORMAT(/1X,'*** WARNING *** MODULE FG : JNETFG(', I2,') = '
C      1, I2,' > KNFG= ', I2,' ]]]' )
C 1003 FORMAT(/1X,'*** WARNING *** MODULE FG : NFFG(', I2,') = '
C      1, I2,' > KFFG= ', I2,' ]]]' )
C RETURN
C END

```

```
      SUBROUTINE FGCOMP (N, II)
C
C   MASS FLOW CALCULATION OF COMPRESSOR
C   ====MODULE SUBROUTINE====
      INCLUDE ( FGA   )
      INCLUDE ( FGM   )
C
C .....
C
      DATA PO, TO / 1.033E4, 273.151 /
C .....
      NN = NUPTNK (N, II)
      PP = APRES (NN, II)
      IJ      = 2
      CALL YDISTB ( CPRES (1, N, II), CFLOW (1, N, II), NPF (N, II)
1           , PP, ANS, 1.0, IJ )
      FCOMP (N, II) = PO/RGAS/TO/3600.*ANS
C
C ...
      RETURN
      END
```

SUBROUTINE FGCONT(J1, NINT, TIME, ETMIN, IRSTAT)

```

C
C =====MODULE SUBROUTINE=====
C
C     CONTROL MODULE FG
C
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
C
C %ARGUMENT VARIABLE
C   J1      ;INPUT      ; =1  INPUT DEFAULT DATA
C                       ; =2  INPUT RE-START FILE
C                       ; =3  INPUT CHANGE DATA
C                       ; =4  STATIC CALCULATION
C                       ; =5  TRANSIENT CALCULATION
C   NINT    ;INPUT      ; HEATBALANCE CALCULATION NO. AT J1=3
C   TIME    ;IN&OUTPUT  ; MAX OF MAX TIME AT J1=4
C                       ; NEXT TRANSIENT TIME AT J1=5
C   ETMIN   ;INPUT      ; TRANSIENT TIME MESH NOW AT J1=5
C                       ; EXECUTE THE MODULE IF MODULE TIME MESH = THISC
C   IRSTAT  ;INPUT      ; =0  THIS JOB DOES NOT USE RE-START FILE
C                       ; =1  THIS JOB USE RE-START FILE
C                       ; =2  OUTPUT RE-START FILE (J1=5)
C
C
C %ELEMENT SUBROUTINE USED BY MODULE FG
C
C   YDISTB
C
CCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCCC
C
C
C   INCLUDE ( FGA )
C   INCLUDE ( FGM )
C
C
C
C
C   IF ( J1 .EQ. 1 .OR. J1 .EQ. 3 ) THEN
C     CALL FGREAD( J1 )
C
C
C   ELSE IF( J1 .EQ. 2 ) THEN
C     JR = 2
C     CALL FGRSTA(JR)
C
C
C   ELSE IF( J1 .EQ. 4 ) THEN

```

```
C
DO 400 II= 1, NNFG
C
IF ( IRSTAT .EQ. 1 ) GO TO 400
IF ( IMDLFG (II) .EQ. 0 ) GO TO 400
C
CALL FGSTAT (II)
C
400 CONTINUE
C
C
C
ELSE IF ( J1 .EQ. 5 ) THEN
C
IF ( IRSTAT .EQ. 2 ) THEN
C
WRITE RE-START FILE
JR = 1
CALL FGRSTA (JR)
ELSE
C
DO 500 II= 1, NNFG
C
IF ( IMDLFG (II) .EQ. 0 ) GO TO 500
IF ( ETFG (II) .GT. TMAXFG (II) ) GO TO 500
IF ( ETFG (II) .EQ. ETMIN ) CALL FGTRNS (II)
C
IF ( TIME .GE. ETFG (II) ) TIME = ETFG (II)
C
500 CONTINUE
C
END IF
C
C
END IF
C
RETURN
END
```

```

      SUBROUTINE FGFLOW (II)
C
C   CALCULATION OF FLOW AT PATH BETWEEN NODE
C   =====MODULE SUBROUTINE=====
      INCLUDE ( AAA      )
      INCLUDE ( AAP      )
      INCLUDE ( FGA      )
      INCLUDE ( FGM      )
      DIMENSION DUM1 (20), DUM2 (20)
C -----
      DO 1140 J = 1, NPAS (II)
      IF (KOPTF (J, II).EQ. -1)GO TO 1140
C
C ... VALUES SET
      J1      = JNOD (1, J, II)
      J2      = JNOD (2, J, II)
      RP      = APRES (J1, II) /APRES (J2, II)
      DP      = APRES (J1, II) -APRES (J2, II)
      AP      = (APRES (J1, II)+APRES (J2, II)) /2.
      AT      = (ATEMP (J1, II)+ATEMP (J2, II)) /2.
      AGAM1   = GAMA (J1, II) * (AP /APRES (J1, II)) ** (1. /AKAP)
      AGAM2   = GAMA (J2, II) * (AP /APRES (J2, II)) ** (1. /AKAP)
      DPRS (J, II) = DP
      KCRT (J, II) = 0
C
C ... COMPRESSOR
      IF (NCOMP (II).GT. 0) THEN
      DO 1010 N = 1, NCOMP (II)
      IF (NOCMP (N, II).EQ. J) THEN
      CALL FGCOMP (N, II)
      FMS (J, II) = FCOMP (N, II)
      GO TO 1140
      END IF
1010 CONTINUE
      END IF
C
C ... VALVE AREA
      IF (KOPTA (J, II).GT. 0) THEN
      XVLV = VLVN (KOPTA2 (J, II), KOPTA1 (J, II))
      AVLV (J, II) = AVLVO (J, II) *XVLV
      END IF
C
C ... CRITICAL FLOW CHECK
      IF (RP.LT. RPLIM .AND. RP.GT. 1. /RPLIM) THEN
C .. NON CRITICAL FLOW
      IF (KOPTA (J, II).EQ. 1) THEN
      IF (DP.LE. 0. 0) THEN
      PCONT = RP** (2. 0 /AKAP) - RP** ((AKAP+1. 0) /AKAP)
      FMS (J, II) = -AVLV (J, II) *COEFV (J, II)
      % *SQRT (CRITC2 *PCONT *APRES (J2, II) *GAMA (J2, II))
      ELSE

```

```

PCONT = (1.0/RP)**(2.0/AKAP) - (1.0/RP)**((AKAP+1.0)/AKAP)
FMAS (J, II) = AVLV (J, II)*COEFV (J, II)
% *SQRT (CRITC2*PCONT*APRES (J1, II)*GAMA (J1, II))
END IF
IF (ABS (DP).LT.1.0E-0) FMAS (J, II) = 0.0
ELSE IF (KOPTA (J, II).EQ.2) THEN
CV = COEFV (J, II)
IF (DP.LE.0.0) THEN
GNM = GAMA (J2, II)
TMP = ATEMP (J2, II)
ROOT = SQRT (-DP*TMP/(ARAIRG*(APRES (J2, II)-1.033E+4)))
FMAS (J, II) = -GNM*4.139E-4*CV*XVLV*ROOT
IF (ABS (DP).LT.1.0E-0) FMAS (J, II) = 0.0
ELSE
GNM = GAMA (J1, II)
TMP = ATEMP (J1, II)
ROOT = SQRT (DP*TMP/(ARAIRG*(APRES (J1, II)-1.033E+4)))
FMAS (J, II) = GNM*4.139E-4*CV*XVLV*ROOT
IF (ABS (DP).LT.1.0E-0) FMAS (J, II) = 0.0
END IF
ELSE
C . CALC. OF TOTAL RESISTANCE COEF.
IFX = IFRIC (J, II)
ARX = AREA (J, II)
IF (IFX.EQ.0) THEN
RSIS (J, II) = COEF (J, II)
ELSE
FLX = FMAS (J, II)
IF (DP.LT.0.) GAX = AGAM2
IF (DP.GE.0.) GAX = AGAM1
DEX = DEQVO (J, II)
IJ = 2
CALL YDISTB ( ARTEMP (1), ARVIS (1), NVIS
1 , AT, GASVIS, 1.0, IJ )
ANX = GASVIS*1.033E4/AP
EPSIX = EPSI1 (J, II)
FRICX = FRICO (J, II)
FRIC = FGFRIC (IFX, FLX, GAX, ARX, ANX, DEX, FRICX, EPSIX)
RSIS (J, II) = COEF (J, II)+(CLBYD (J, II)+ALENG (J, II)/DEX)*FRIC
END IF
C = 2.*G98*ARX**2/RSIS (J, II)
IF (DP.LT.0.0) FMAS (J, II) = -SQRT (-1.0*C*AGAM2*DP)
IF (DP.GT.0.0) FMAS (J, II) = SQRT (1.0*C*AGAM1*DP)
IF (ABS (DP).LT.1.0E-0) FMAS (J, II) = 0.0
END IF
ELSE
C .. CRITICAL FLOW
C WRITE (6, *) J, 'CRITICAL FLOW'
KCRT (J, II) = 1
IF (KOPTA (J, II).EQ.1) THEN
IF (RP.GE.RPLIM)

```



```

1 FMAS (J, II) = AVLV (J, II)*COEFV (J, II)
2 *SQRT (CRITC1*APRES (J1, II)*GAMA (J1, II))
  IF (RP. LE. 1. /RPLIM)
1 FMAS (J, II) = -AVLV (J, II)*COEFV (J, II)
2 *SQRT (CRITC1*APRES (J2, II)*GAMA (J2, II))
  ELSE
  CV = COEFV (J, II)
  IF (DP. LE. 0. 0) THEN
    GNM = GAMA (J2, II)
    TMP = ATEMP (J2, II)
    ROOT = SQRT (-DP*TMP/(ARAIRG*(APRES (J2, II) -1. 033E+4)))
    FMAS (J, II) = -GNM*4. 139E-4*CV*XVLV*ROOT
    IF (ABS (DP). LT. 1. 0E-0) FMAS (J, II) = 0. 0
  ELSE
    GNM = GAMA (J1, II)
    TMP = ATEMP (J1, II)
    ROOT = SQRT (DP*TMP/(ARAIRG*(APRES (J1, II) -1. 033E+4)))
    FMAS (J, II) = GNM*4. 139E-4*CV*XVLV*ROOT
    IF (ABS (DP). LT. 1. 0E-0) FMAS (J, II) = 0. 0
  END IF
  END IF
  END IF
1140 CONTINUE
C
C ... PRINT OUT OF PATH DATA
C   WRITE (6, 6060) ETFG (II)
C   WRITE (6, 6070)
C   DO 11040 J = 1, NPAS (II)
C     J1      = JNOD (1, J, II)
C     J2      = JNOD (2, J, II)
C     WRITE (6, 6080)
C     .   J, JNOD (1, J, II), JNOD (2, J, II), FMAS (J, II), AREA (J, II), AVLV (J, II)
C     .   , APRES (J1, II), APRES (J2, II)
11040 CONTINUE
C
C ...
6060 FORMAT (/1HO, '** FGFLOW **   ETFG = ', F8. 3,
.         /1H, ' PATH ', ' CONECTED ', '   FMAS   ', '   AREA   ',
.         '   AVLV   ', '   PRES UP', '   PRES DOWN')
6070 FORMAT (1H, ' NO. ', '   NODES ', '   ( KG/S ) ', '   ( M**2 ) ',
.         '   ( M**2 ) ', '   ' , '   ' , '   ' )
6080 FORMAT (1H, 2X, I2, 2X, 2X, I2, 1X, I2, 3X, 3 (1PE11. 3), 2X, 2 (1PE11. 3))
C
C ...
  RETURN
  END

```

FUNCTION FGFRIC (IOPT, FLOW, GAMA, AREA, ANUL, DEQV, FRICO, EPSI)

```

C
C   CALCULATION OF FRICTION LOSS COEFFICIENT
C-----
C   * INPUT
C       IOPT   :   OPTION FOR RECTANGULAR PATH
C               2   RECTANGULAR
C       FLOW   :   FLOW RATE                      ( KG/S )
C       EPSI   :   PIPE INSIDE SURFACE ROUGHNESS  ( M )
C       DEQV   :   HYDRAURIC DIAMETER            ( M )
C       ANUL   :   KINETIC VISCOSITY OF FLUID    ( M**2/S )
C       GAMA   :   SPECIFIC WEIGHT OF FLUID      ( KG/M**3)
C       FRICO  :   FRICTION FACTOR AT REYNOLDS NO.=0
C
C   * OUTPUT
C       FRICON :   FRICTION LOSS COEFFICIENT    ( . . )
C-----
C       DATA EROR, NMAX / 1.E-3, 20 /
C-----
C   ====MODULE SUBROUTINE====
C
C       FLAB   = ABS (FLOW)
C       VELO   = FLAB/GAMA/AREA
C       RELD   = DEQV*VELO/ANUL
C       IF (RELD. LE. 2000.) THEN
C
C   ...   LAMINAR-FRICTION FACTOR
C           FRIC   = FRICO
C           IF (RELD. NE. 0.) THEN
C               FRIC   = 64./RELD
C               IF (IOPT. EQ. 2) FRIC = FRIC*1.5
C           END IF
C       ELSE
C
C   ...   COLEBROOK OR PRANDTL-NIKURADSE EQUATION
C           ALPH   = EPSI/DEQV/3.71
C           BETA   = 2.51/RELD
C           XMAX   = 20.
C           XMIN   = 2.
C           DO 1030 I = 1, NMAX
C               XGES   = (XMAX+XMIN)/2.
C               YY     = XGES+2.*ALOG10 (ALPH+BETA*XGES)
C               IF (ABS (YY). LE. EROR) GO TO 1040
C               IF (YY. GE. 0.) THEN
C                   XMAX   = XGES
C               ELSE
C                   XMIN   = XGES
C               END IF
C           1030 CONTINUE

```

```
1040 AJUD      = (RELD/XGES)*(EPSI/DEQV)
      IF (AJUD. GE. 200.) XGES      = 1.14*2.*ALOG10 (EPSI/DEQV)
      FRIC     = 1./XGES/XGES
      END IF
      FGFRIC   = FRIC
C
C ...
      RETURN
      END
```

```

SUBROUTINE FGINIT (II)
C
C   INITIAL VALUES SET
C   ====MODULE SUBROUTINE====
      INCLUDE ( AAA      )
      INCLUDE ( AAP      )
      INCLUDE ( FGA      )
      INCLUDE ( FGM      )
      DIMENSION DUM1 (20), DUM2 (20)
      CHARACTER ICOMP*4
C
C-----
      DATA RGASAR/21.22/
      DATA AKAPAR/1.660/
      DATA GASMAR/39.948/
C-----
C ... CONTROL VALUES
      IF (ICEND1 (II).LE.0) ICEND1 (II) = 10
      IF (FCONV1 (II).LE.0.) FCONV1 (II) = 0.00001
      IF (DMINFG (II).LE.0.) DMINFG (II) = 0.01
      IF (DMAXFG (II).LE.0.) DMAXFG (II) = 1.
      IF (ITMAX (II).LE.0) ITMAX (II) = 50
      IF (DPEPS (II).LE.0.) DPEPS (II) = 1.
      DELTFG (II) = DMAXFG (II)
C ... CONSTANT VALUES
      G98      = 9.81
      T273     = 273.15
      PAI      = 3.14
      ARAIRG   = 1.4
C
      RGAS = RGASAR
      AKAP = AKAPAR
      GASM = GASMAR
C
      RPLIM   = ((AKAP+1.)/2.)**(AKAP/(AKAP-1.))
      CRITC1  = G98*AKAP*(2./(AKAP+1.))**((AKAP+1.)/(AKAP-1.))
      CRITC2  = G98*2.0*AKAP/(AKAP-1.)
      DO 1090 J = 1, NPAS (II)
          IF (FRICO (j, ii).LE.0.) FRICO (j, ii) = 1.E5
          FMAS (J, II) = FMASO (J, II)
          COEF (J, II) = COEFO (J, II)
          AVLV (J, II) = AVLVO (J, II)
          IF (KOPTA (J, II).GT. 0)
              * VLVN (KOPTA2 (J, II), KOPTA1 (J, II)) = XVLVO (J, II)
1090 CONTINUE
C
      DO 1110 N = 1, NNOD (II)
C
C ... (VOLUME) IS APPOINTED
      VOLM (N, II) = VOLMO (N, II)
      IF (KOPTV (N, II).EQ. -1) GO TO 1021

```

```

VOLM(N, II) = 0.0
DO 1012 I=1, KOPTV(N, II)
K1 = KOPTVN(I, N, II)
K2 = NTBL(K1)
DO 1011 K=1, K2
    DUM1(K) = XTBL(K, K1)
    DUM2(K) = YTBL(K, K1)
1011 CONTINUE
GIVE = TEMP(KOPTV1(I, N, II))
IT = 2
CALL YDISTB(DUM1, DUM2, K2, GIVE, GET, 1.0, IT)
VOLM(N, II) = VOLM(N, II) + GET
1012 CONTINUE
1021 APRES(N, II) = APRESO(N, II)
ATEMP(N, II) = ATEMPO(N, II)
WEIT(N, II) = APRES(N, II)*VOLM(N, II)/(RGAS*(ATEMP(N, II)+T273))
GAMA(N, II) = WEIT(N, II)/VOLM(N, II)
APRES1(N, II) = APRES(N, II)
ATEMP1(N, II) = ATEMP(N, II)
VOLM1(N, II) = VOLM(N, II)
GAMA1(N, II) = GAMA(N, II)
WEIT1(N, II) = WEIT(N, II)
1110 CONTINUE
C ...
C
C-----
IF(IPSTFG(II).GT.1)THEN
C ... PRINT OUT OF NODE DATA
WRITE(6, 6020)RGAS, AKAP, GASM, RPLIM, CRITC1, CRITC2
WRITE(6, 6030)
WRITE(6, 6040)
DO 1020 N = 1, NNOD(II)
PP = APRES(N, II)*1.E-4
WRITE(6, 6050) N, PP, ATEMP(N, II), VOLM(N, II), WEIT(N, II), GAMA(N, II)
1 , KOPTP(N, II), KOPTT(N, II), KOPTV(N, II)
1020 CONTINUE
C
C ... PRINT OUT OF PATH DATA
WRITE(6, 6060)
WRITE(6, 6070)
DO 1040 J = 1, NPAS(II)
DO 1010 N = 1, NCOMP(II)
IF(NOCMP(N, II).EQ.J) THEN
ICOMP = ' * '
ELSE
ICOMP = ' '
END IF
1010 CONTINUE
WRITE(6, 6080)
. J, JNOD(1, J, II), JNOD(2, J, II), FMAS(J, II), AREA(J, II), AVLV(J, II)
. , IFRIC(J, II), ALENG(J, II), DEQVO(J, II), COEF(J, II), CLBYD(J, II)

```

```

      , KOPTF (J, II), KOPTA (J, II), ICOMP
1040 CONTINUE
      END IF
C
C ...
C
6020 FORMAT (/1H0, '*** CONSTANT VALUE ***',
      .//1H , '      RGAS', '      AKAP', '      GASM',
      .      RPLIM', '      CRITC1', '      CRITC2',
      . /1H , ' (KG*M/KG*K)', '      (-)', '      (MOL)',
      .      (-)', '      (-)', '      (-)',
      . /1H , F11.3, 5 (F8.4))
6030 FORMAT (/1H0, '*** INITIAL STATE BEFORE STATIC CALCULATE ***',
      . //1H , ' NODE ', '      PRES ', '      TEMP ', '      VOLM ',
      .      WEIT ', '      GAMA ', '      KOPTP ', '      KOPTT ', '      KOPTV ')
6040 FORMAT (1H , ' NO. ', '      ( ATA ) ', '      ( C ) ', '      ( M**3 ) ',
      .      ( KG ) ', '      (KG/M**3)', '      ', '      ',
6050 FORMAT (1H , 2X, I2, 2X, 5 (1PE11.3), 3 (2X, I2, 3X))
6060 FORMAT (/1H0, ' PATH ', '      CONECTED ', '      FMAS ', '      AREA ',
      .      AVLV ', '      IFRIC ', '      ALENG ', '      DEQVO ', '      COEF ',
      .      CLBYD ', '      KOPTF ', '      KOPTA ', '      COMPRESSOR')
6070 FORMAT (1H , ' NO. ', '      NODES ', '      ( KG/S ) ', '      ( M**2 ) ',
      .      ( M**2 ) ', '      ( M ) ', '      ( M ) ', '      ( - ) ',
      .      ( M ) ', '      ', '      ', '      ', '      OPTION ')
6080 FORMAT (1H , 2X, I2, 2X, 2X, I2, 1X, I2, 3X, 3 (1PE11.3), 2X, I2, 3X, 4 (1PE11.3),
      . 2 (2X, I2, 3X), 4X, A4)
C
C ...
      RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE FGINTG (II)
C
C   INTEGRATION OF THE VARIABLES
C .....
C ===MODULE SUBROUTINE===
C   INCLUDE ( AAA   )
C   INCLUDE ( AAP   )
C   INCLUDE ( FGA   )
C   INCLUDE ( FGM   )
C .....
      DELTFG (II) = DELTFG (II)*FMAXDT (II)
      IF (DELTFG (II).GT.DMAXFG (II)) DELTFG (II) = DMAXFG (II)
C
C ... RESET OF WEIT DATA
      DO 1010 N = 1, NNOD (II)
          WEIT1 (N, II) = WEIT (N, II)
1010 CONTINUE
C
C ... CHECK OF FLOW CONVERGENCE
      ICFLOW = 0
      DO 1070 J = 1, NPAS (II)
          IF (FMAS1 (J, II).EQ.0.) GO TO 1060
          X = ABS ((FMAS (J, II) - FMAS1 (J, II)) / FMAS1 (J, II))
          IF (X.GT.FCONV1 (II)) GO TO 1080
          GO TO 1070
1060  IF (FMAS (J, II).NE.0.) GO TO 1080
1070 CONTINUE
      ICFLOW = 1
C
C ... CALCULATION OF HELIUM WEIT
1080 CONTINUE
      DO 1150 J = 1, NPAS (II)
          J1      = JNOD (1, J, II)
          J2      = JNOD (2, J, II)
          DF      = FMAS (J, II)*DELTFG (II)
          WEIT1 (J1, II) = WEIT1 (J1, II) - DF
          WEIT1 (J2, II) = WEIT1 (J2, II) + DF
          FMAS1 (J, II) = FMAS (J, II)
1150 CONTINUE
C
C
C ...
1250 RETURN
      END

```

```

SUBROUTINE FGPCHK (II)
C
C CHECK OF PRESSURE CHANGE AND CONTROL OF TIME STEP
C =====MODULE SUBROUTINE=====
C INCLUDE ( AAA )
C INCLUDE ( AAP )
C INCLUDE ( FGA )
C INCLUDE ( FGM )
C-----
C
DATA PEPSX / 1.E-6 /
C-----
IF (DELTFG (II). LE. DMINFG (II)) GO TO 1020
IF (ITERR. EQ. ITMAX (II)) GO TO 1020
C
C ... CHECK OF PRESSURE CHANGE
DO 1010 J = 1, NPAS (II)
  J1 = JNOD (1, J, II)
  J2 = JNOD (2, J, II)
  DPRS1 (J, II) = APRES1 (J1, II) - APRES1 (J2, II)
  Y = ABS (DPRS1 (J, II))
  Z = PEPSX * (APRES1 (J1, II) + APRES1 (J2, II)) / 2.
  IF (Y. LE. Z) GO TO 1010
  X = ABS ((DPRS1 (J, II) - DPRS (J, II)) / DPRS1 (J, II))
  IF (X. GT. DPEPS (II)) GO TO 1070
1010 CONTINUE
C
C ... CHECK OF PRESSURE CONVERGENCE
1020 ICPRES = 0
DO 1030 N = 1, NNOD (II)
  X = ABS ((APRES1 (N, II) - APRES (N, II)) / APRES (N, II))
  IF (X. GT. FCONV1 (II)) GO TO 1040
1030 CONTINUE
ICPRES = 1
C
C ... RESET OF NODE DATA
1040 CONTINUE
DO 1060 N = 1, NNOD (II)
  APRES (N, II) = APRES1 (N, II)
  WEIT (N, II) = WEIT1 (N, II)
  VOLM (N, II) = VOLM1 (N, II)
  ATEMP (N, II) = ATEMP1 (N, II)
  GAMA (N, II) = GAMA1 (N, II)
C
1060 CONTINUE
IEROR = 0
GO TO 1280
C
C ... RETRY OF INTEGRATION
1070 IEROR = 1
DELTFG (II) = DELTFG (II) * FMINDT (II)

```



```
IF (DELTFG (II).LT. DMINFG (II)) DELTFG (II) = DMINFG (II)
C
C ... RESET OF WEIT DATA
DO 1080 N = 1, NNOD (II)
    WEIT1 (N, II) = WEIT (N, II)
1080 CONTINUE
C
C ... CALCULATION OF HELIUM WEIT
1120 CONTINUE
    DO 1180 J = 1, NPAS (II)
        J1      = JNOD (1, J, II)
        J2      = JNOD (2, J, II)
        DF      = FMAS (J, II)*DELTFG (II)
        WEIT1 (J1, II) = WEIT1 (J1, II) - DF
        WEIT1 (J2, II) = WEIT1 (J2, II) + DF
1180 CONTINUE
C
C ...
1280 RETURN
END
```

```

SUBROUTINE FGPRES (II)
C
C   CALCULATION OF PRESSURE IN NODES
C-----
C  ====MODULE SUBROUTINE====
      INCLUDE ( AAA      )
      INCLUDE ( AAP      )
      INCLUDE ( FGA      )
      INCLUDE ( FGM      )
      DIMENSION DUM1 (20), DUM2 (20)
C-----
      DO 1090 N = 1, NNOD (II)
C ... (PRES) IS APPOINTED
          IF (KOPTP (N, II).EQ. -1)GO TO 1090
C
C ... (VOLUME) IS APPOINTED
          IF (KOPTV (N, II).EQ. -1)GO TO 1020
          VOLM1 (N, II) = 0.0
          DO 1011 I=1, KOPTV (N, II)
          K1 = KOPTVN (I, N, II)
          K2 = NTBL (K1)
          DO 1010 K=1, K2
              DUM1 (K) = XTBL (K, K1)
              DUM2 (K) = YTBL (K, K1)
1010      CONTINUE
              GIVE = TEMP (KOPTV1 (I, N, II))
              IT = 2
              CALL YDISTB (DUM1, DUM2, K2, GIVE, GET, 1.0, IT)
              VOLM1 (N, II) = VOLM1 (N, II) + GET
1011      CONTINUE
C
C ... CALCULATION OF PRESSURE
1020      APRES1 (N, II) = WEIT1 (N, II)*RGAS*(ATEMP1 (N, II)+T273)/VOLM1 (N, II)
C
C ... CALCULATION OF HELIUM DENSITY
          GAM1 (N, II) = WEIT1 (N, II)/VOLM1 (N, II)
1090      CONTINUE
C
C ...
          RETURN
          END

```

```

      SUBROUTINE FGREAD( J1 )
C
C   MODULE FN DATA INPUT
C
C   =====MODULE SUBROUTINE=====
C   INCLUDE ( AAA      )
C   INCLUDE ( FGA      )
C   INCLUDE ( FGM      )
C
C
C   NAMELIST/ NAMFG1 / NNFG      ,IMDLFG , JNETFG
*   , DMAXFG , DMINFG , TMAXFG
*   , FMAXDT , FMINDT , ITMAX
*   , IPSTFG , IPTRFG , OUTFG
*   , IEND1  , ICEND1 , FCONV1 , DPEPS
*   , KOPTP  , KOPTT  , KOPTV
*   , KOPTF  , KOPTA
*   , KOPTV1 , KOPTVN
*   , KOPTA1 , KOPTA2
C   NAMELIST/ NAMFG2 / NNOD      , NPAS      , JNOD
*   , APRESO , ATEMPO , VOLMO
*   , FMASO  , AREA   , AVLVO  , IFRIC   , ALENG
*   , DEQVO  , COEFO  , CLBYD  , XVLVO  , COEFV
*   , EPSI1  , FRICO
*   , NCOMP  , NOCMP  , NUPTNK , NPF
*   , CPRES  , CFLOW
*   , NVIS   , ARTEMP , ARVIS
*   , NTBL   , XTBL   , YTBL
C   ----READ INPUT DATA----
C
C   IF( J1 .EQ. 1 ) THEN
C     IU = 7
C     CALL FGININ
C   ELSE IF( J1 .EQ. 3 ) THEN
C     IU = 5
C   END IF
C
C   REWIND(IU)
C   READ(IU, NAMFG1, END=999)
C   READ(IU, NAMFG2)
C
C
C   GO TO 200
C
C   999 CONTINUE
C     WRITE(6, 900) IU
C     900 FORMAT(1H0, 5X, '*** FGREAD END OF DATA ON UNIT ', I3, '***')
C
C   200 CONTINUE
C

```

```
CCCDEBUG
C   WRITE (6, NAMFG1)
C   WRITE (6, NAMFG2)
CCCEND
C
C
C ==== CALL CHECK ROUTINE ADD DEC, '89 ====
C
C   CALL FGCHEK
C
C
C   RETURN
C   END
C   SUBROUTINE FGININ
C   INCLUDE ( AAA )
C   INCLUDE ( FGA )
C   INCLUDE ( FGM )
C
C   DO 100 K = 1, KNFG
C     IMDLFG (K)      = 0
C     DMAXFG (K)     = 0.0
C     DMINFG (K)     = 0.0
C     TMAXFG (K)     = 0.0
C     IPSTFG (K)     = 0
C     IPTRFG (K)     = 0
C     NNOD (K)       = 0
C     NPAS (K)       = 0
C     DO 102 J = 1, 30
C       102 OUTFG (J, K) = 0.0
C     100 CONTINUE
C
C
C
C   RETURN
C   END
```

```

SUBROUTINE  FGRSTA ( JR )
C
C  READ & WRITE
C  RE - START FILE OF MODULE FG
C
C    JR = 1  WRITE RE-START FILE
C    JR = 2  READ  RE-START FILE
C
C =====MODULE  SUBROUTINE=====
C
C    INCLUDE  ( FGA )
C
C    COMMON / FGM11 / R1 ( 1 + 44 * KNFG )
C    COMMON / FGM12 / R2 ( 5 * ( KFFG * KNFG )
*           + 7 * ( KOFG * KNFG ) )
C    COMMON / FGM13 / R3 ( 2 * KNFG +14 * ( KFFG * KNFG )
*           + 3 * ( KOFG * KNFG ) )
C    COMMON / FGM14 / R4 ( 431 + 221 * KNFG + KFFG * KNFG )
C    COMMON / FGM1  / R5 ( 3 * KNFG )
C    COMMON / FGM2  / R6 ( 5 )
C    COMMON / FGM3  / R7 ( 9 * (KFFG * KNFG) + 10 * ( KOFG * KNFG ) )
C    COMMON / FGM4  / R8 (10 )
C
C    IF ( JR . EQ . 2 ) GO TO 2000
C
C    --- WRITE RESTART FILE ---
C
C
C    WRITE ( 40 ) R1
C    WRITE ( 40 ) R2
C    WRITE ( 40 ) R3
C    WRITE ( 40 ) R4
C    WRITE ( 40 ) R5
C    WRITE ( 40 ) R6
C    WRITE ( 40 ) R7
C    WRITE ( 40 ) R8
C
C    WRITE ( 6,6000 ) (R5(I), I=1, KNFG)
C    WRITE ( 6,6002 )
C    RETURN
C
C
C
C
C    === READ RESTART FILE ===
C
C 2000 CONTINUE
C
C    READ ( 41 ) R1
C    READ ( 41 ) R2

```

```
READ ( 41 ) R3
READ ( 41 ) R4
READ ( 41 ) R5
READ ( 41 ) R6
READ ( 41 ) R7
READ ( 41 ) R8
```

C

```
WRITE ( 6 , 6010 ) (R5(I), I=1, KNFG)
WRITE ( 6 , 6012 )
RETURN
```

C

C

C

```
6000 FORMAT ( 1H0 , 48(' -'), ' WRITE RE-START FILE ( MODULE FG ) ',
1          49(' -')
2          /1H , 4X, ' ETFG=', 15F8.2 )
6002 FORMAT ( 1H , 132(' -'))
```

C

C

```
6010 FORMAT ( 1H0 , 49(' -'), ' READ RE-START FILE ( MODULE FG ) ',
1          49(' -')
2          /1H , 4X, ' ETFG=', 15F8.2 )
6012 FORMAT ( 1H , 132(' -'))
```

C

C

C

END

```

      SUBROUTINE FGSTAT( II )
C
C   INITIAL SET FOR TRANSIENT ( MODULE FG )
C
C   =====MODULE SUBROUTINE=====
      INCLUDE ( AAA      )
      INCLUDE ( AAP      )
      INCLUDE ( FGA      )
      INCLUDE ( FGM      )
C
C   .....
C   ....INITIAL SETTING.....
C   .....
C
      ETFG(II)      = 0.0
      DELTFG(II) = DMAXFG(II)
      IOUTFG(II)   = 1
C
      IF ( IPSTFG(II) .GE. 1 ) THEN
        WRITE(6,10) II
        WRITE(6,11) II , ETFG(II), II , IOUTFG(II)
      END IF
C
      10 FORMAT(1H1,'***FGSTAT(', I2,') OUTPUT***')
      11 FORMAT(1H0,'ETFG(', I2,') = ', E12.5, 10X, 'IOUTFG(', I2,')= ', I3)
C
C
      ISTEP1      = 0
      ICONV1      = 0
      INDCV       = 1
C
C ... INITIAL SET
      CALL FGINIT(II)
C
C ... FLOW CALC.
      2 CALL FGFLOW(II)
C <== DEBUG START ==>
      WRITE(6,101) ICFLOW, ICPRES, ISTEP1
      IJ = 1
      CALL FGWRIT(IJ, IPSTFG(II), II)
C <== DEBUG END ==>
C
C ... PRINT OUT OF TRANSIENT RESULTS
      CALL FGTPRT(1)
C
C ... CALC. STOP CHECK
      IF (ISTEP1.GE. IEND1(II)) THEN
        WRITE(6,100) ISTEP1
      100 FORMAT(1H1,'SUB. FGSTAT - ITERATION OVERFLOW ISTEP1 = ', I6)
      101 FORMAT(1H1,'FGFLOW ICFLOW =', I2, ' ICPRES =', I2, ' ISTEP1 = ', I6)
      102 FORMAT(1H1,'FGINTG ICFLOW =', I2, ' ICPRES =', I2, ' ISTEP1 = ', I6)

```

```

103 FORMAT (1H1, 'FGPRES ICFLOW =', I2, ' ICPRES =', I2, ' ISTEP1 =', I6)
104 FORMAT (1H1, 'FGPCHK ICFLOW =', I2, ' ICPRES =', I2, ' ISTEP1 =', I6)
C <== DEBUG START ==>
C   WRITE (6, *) ICFLOW, ICPRES
C     IJ = 1
C     CALL FGWRIT (IJ, IPSTFG (II), II)
C <== DEBUG END ==>
C     STOP
C     END IF

C
C ... INTEGRATION
C   CALL FGINTG (II)
C <== DEBUG START ==>
C   WRITE (6, 102) ICFLOW, ICPRES, ISTEP1
C     IJ = 1
C     CALL FGWRIT (IJ, IPSTFG (II), II)
C <== DEBUG END ==>
C
C ... TIME STEP START
C   ISTEP1 = ISTEP1+1
C   ITERR = 0

C
C ... NODE STATE CALC.
C   1 CALL FGPRES (II)
C <== DEBUG START ==>
C   WRITE (6, 103) ICFLOW, ICPRES, ISTEP1
C     IJ = 1
C     CALL FGWRIT (IJ, IPSTFG (II), II)
C <== DEBUG END ==>
C
C ... TIME STEP CHECK
C   CALL FGPCHK (II)
C <== DEBUG START ==>
C   WRITE (6, 104) ICFLOW, ICPRES, ISTEP1
C     IJ = 1
C     CALL FGWRIT (IJ, IPSTFG (II), II)
C <== DEBUG END ==>
C   IF (IEROR.NE.0) THEN
C     ITERR = ITERR+1
C     GO TO 1
C   END IF
C <== DEBUG START ==>
C   WRITE (6, 100) ISTEP1
C   WRITE (6, *) ICFLOW, ICPRES
C     IJ = 1
C     CALL FGWRIT (IJ, IPSTFG (II), II)
C <== DEBUG END ==>
C
C ... CHECK OF CONVERGENCE
C   IF (ICFLOW.EQ.1 .AND. ICPRES.EQ.1) ICONV1 = ICONV1 + 1
C   IF (ICONV1.LT.ICEND1 (II)) GO TO 2

```



```
C
C ... PRINT OUT OF CONVERGED MESSAGE
C   CALL FGTPRT (2)
C
C ... PRINT OUT OF INITIAL PRESSURE
C <=== DEBUG START ===>
C   WRITE (6,*) ISTEP1
C <=== DEBUG END   ===>
C   IF (IPSTFG (II).GE. 1) THEN
C     IJ = 1
C     CALL FGWRIT (IJ, IPSTFG (II), II)
C     END IF
C
C   DO 110 J = 1, NPAS (II)
C     FLWN (J, JNETFG (II)) = FMAS1 (J, II)
110 CONTINUE
C   DO 120 J = 1, NNOD (II)
C     PRSN (J, JNETFG (II)) = APRES1 (J, II) - 1.033E+4
120 CONTINUE
C ...
C   RETURN
C   END
```

```

SUBROUTINE FGTRNS ( II )
C
C   MODULE FG TRANSIENT CALCULATION CONTROL
C
C   =====MODULE SUBROUTINE=====
      INCLUDE ( AAA   )
      INCLUDE ( AAP   )
      INCLUDE ( FGA   )
      INCLUDE ( FGM   )
C
C
C ... FLOW CALC.
      CALL FGFLOW(II)
C
C ... INTEGRATION
      CALL FGINTG(II)
C
C ... NODE STATE CALC. AT NEXT TIME STEP
      ITERR      = 0
C
      1 CALL FGPRES(II)
C
C ... CHECK OF TIME STEP
      CALL FGPCHK(II)
      IF (IEROR.NE.0) THEN
          ITERR      = ITERR+1
          GO TO 1
      END IF
C
C
C ----OUTPUT OF THIS MODULE----
C
      DO 500 I = 1, NPAS(II)
500  FLWN(I, JNETFG(II)) = FMAS(I, II)
      DO 510 J = 1, NNOD(II)
510  PRSN(J, JNETFG(II)) = APRES(J, II) - 1.033E+4
C
C ----REAL TIME OUTPUT----
C
      IF ( (IPTRFG(II).GE.1) .AND. (OUTFG(IOUTFG(II), II).GT.0.0)
1      .AND. (ETFG(II).GE.OUTFG(IOUTFG(II), II)) ) THEN
C
          IJ          = 2
          CALL FGWRIT( IJ, IPTRFG(II), II )
          IOUTFG(II)  = IOUTFG(II) + 1
      END IF
C
C
      ETFG(II)      = ETFG(II) + DELTFG(II)
C
C

```

RETURN
END

```

      SUBROUTINE FGWRIT( IJ, IPW, II )
C
C   REAL TIME OUTPUT ( MODULE FG )
C   IJ = 1 ; STATIC STATE OUTPUT
C       = 2 ; TRANGENT STATE OUTPUT
C
C   =====MODULE SUBROUTINE=====
C   INCLUDE ( AAA      )
C   INCLUDE ( AAP      )
C   INCLUDE ( FGA      )
C   INCLUDE ( FGM      )
C   CHARACTER*4 ICRT
C
C
C
C   IF( IPW .GE. 1 ) THEN
C
C
C   IF( IJ .EQ. 2 ) THEN
C       WRITE(6, 10) II
C       WRITE(6, 11) II, ETFG(II), II, DELTFG(II)
C   ELSE IF( IJ .EQ. 1 ) THEN
C       WRITE(6,12) II
C   END IF
C
C   ... PRINT OUT OF NODE DATA
C       WRITE(6,6030)
C       WRITE(6,6040)
C   DO 1020 N = 1, NNOD(II)
C       PP      = APRES(N, II)*1.E-4
C       WRITE(6,6050) N, PP, ATEMP(N, II), VOLM(N, II), GAMA(N, II), WEIT(N, II)
1020 CONTINUE
C
C   ... PRINT OUT OF PATH DATA
C       WRITE(6,6060)
C       WRITE(6,6070)
C   DO 1040 J = 1, NPAS(II)
C       RP      = APRES(J1, II)/APRES(J2, II)
C       J1      = JNOD(1, J, II)
C       J2      = JNOD(2, J, II)
C       ICRT    = '      '
C       IF(KCRT(J, II).EQ.1) ICRT = 'CRIT'
C       WRITE(6,6080) J , JNOD(1, J, II) , JNOD(2, J, II)
C           1      , FMAS(J, II) , ICRT , RSIS(J, II)
C           2      , AVLV(J, II), APRES(J1, II), APRES(J2, II)
1040 CONTINUE
C       END IF
C
C   ... PRINT OUT OF PATH DATA
C       WRITE(6,16060)
C       WRITE(6,16070)

```

```

DO 11040 J = 1, NPAS (II)
  WRITE (6, 16080)
  . J, JNOD (1, J, II), JNOD (2, J, II), FMAS (J, II), AREA (J, II), AVLV (J, II)
  . , IFRIC (J, II), ALENG (J, II), DEQVO (J, II), COEF (J, II), CLBYD (J, II)
  . , KOPTF (J, II), KOPTA (J, II), ICOMP
11040 CONTINUE
C <=== DEBUG =====>
DO 1050 J = 1, NPAS (II)
  J1      = JNOD (1, J, II)
  J2      = JNOD (2, J, II)
  WRITE (6, 6090) J, AVLV (J, II), CRITC, APRES (J1, II), APRES (J2, II)
  1      , GAMA (J1, II), GAMA (J2, II)
6090 FORMAT (1H , 2X, I2, 6 (3X, 1PE13.5))
1050 CONTINUE
C <=== DEBUG =====>
C ...
RETURN
C
10 FORMAT (1H1, '*** REAL TIME OUTPUT - MODULE FG (' , I2, ') ***')
11 FORMAT (1H0, 'ETFG (' , I2, ') = ' , E12.5, 2X, 'DELTFG (' , I2, ') = ' , E12.5)
12 FORMAT (1H1, '----MODULE FG (' , I3, ') INITIAL STATE CALCULATION' , 1X,
1      ' ENDED----')
6030 FORMAT (/1H0, ' NODE ' , '      PRES      ' , '      TEMP      ' ,
. '      VOLM      ' , '      GAMA      ' , '      WEIT      ' )
6040 FORMAT (1H , ' NO. ' , '      ( ATA )      ' , '      ( C )      ' ,
. '      ( M**3 )      ' , '      ( KG/M**3 )      ' , '      ( KG )      ' , )
6050 FORMAT (1H , 2X, I2, 2X, 5 (1PE13.5, 1X))
6060 FORMAT (/1H0, ' PATH ' , '      CONECTED ' , '      FLOW      ' , 5X,
. '      RSIS      ' , '      AVLV' , 8X, ' PRES (IN)' , 5X, ' PRES (OUT)' )
6070 FORMAT (1H , ' NO. ' , '      NODES      ' , '      ( KG/S )      ' , 5X,
. '      ' , '      (M**2)' , 8X, ' (KG/M**2)' , 5X, ' KG/M**2' )
6080 FORMAT (1H , 2X, I2, 2X, 2X, I2, 1X, I2, 3X, 1PE13.5, 1X, A4, 4 (1X, 1PE13.5))
16060 FORMAT (/1H0, '***** FGFLOW *****' ,
. '      /1H , ' PATH ' , '      CONECTED ' , '      FMAS      ' , '      AREA      ' ,
. '      AVLV      ' , '      IFRIC      ' , '      ALENG      ' , '      DEQVO      ' , '      COEF      ' ,
. '      CLBYD      ' , '      KOPTF      ' , '      KOPTA      ' , '      COMPRESSOR' )
16070 FORMAT (1H , ' NO. ' , '      NODES      ' , '      ( KG/S )      ' , '      ( M**2 )      ' ,
. '      ( M**2 )      ' , '      ' , '      ( M )      ' , '      ( M )      ' , '      ( - )      ' ,
. '      ( M )      ' , '      ' , '      ' , '      ' , '      OPTION      ' )
16080 FORMAT (1H , 2X, I2, 2X, 2X, I2, 1X, I2, 3X, 3 (1PE11.3), 2X, I2, 3X, 4 (1PE11.3),
. 3 (2X, I2, 3X), 4X, A4)
C
C ...
END

```

A-2 変数名リスト

本モジュールで使用する変数名の一覧を次項に示す。

変数名	意 味	単 位	備 考
コモンブロック名	FGMI1 (1/2)		
関連サブルーチン			
		入力サブルーチン	FGREAD
		ネームリスト名	NAMFG1
NNFG	流路網の数	-	
IMDLFG (i)	計算実行の可否 =1: 実行する ≠1: 実行しない	-	
JNETFG (i)	ネットワーク番号	-	
DMAXFG (i)	計算進み時間幅最大値	sec	
DMINFG (i)	計算進み時間幅最小値	sec	
TMAXFG (i)	計算終了時間	sec	
FMAXDT (i)	タイムステップ拡大ファクター	-	
FMINDT (i)	タイムステップ縮小ファクター	-	
IPSTFG (i)	初期計算出力オプション =0: 出力しない =1: 簡易出力 =2: 詳細出力	-	
IPTRFG (i)	過渡計算出力オプション =0: 出力しない =1: 簡易出力 =2: 詳細出力	-	
OUTFG (j, i)	過渡計算出力時間	sec	IPTRFG (i) ≥ 1 の時入力
	i=KNFG, j=30		

コモンブロック名	FGMI3	(1/2)	
関連サブルーチン		入力サブルーチン	FGREAD
		ネームリスト名	NAMFG2
変数名	意 味	単 位	備 考
NNOD (i)	圧力ノード数	—	
NPAS (i)	流路数	—	
JNOD (j, m, i)	バスの両端のノード番号 j=1;上流側ノード番号 j=2;下流側ノード番号	—	
APRESO (k, i)	ノード初期圧力	kg/m ² a	
ATEMPO (k, i)	ノード初期温度	℃	
VOLMO (k, i)	ノード初期体積	m ³	
FMASO (m, i)	バス初期流量	kg/sec	
AREA (m, i)	バス流路断面積	m ²	
AVLVO (k, i)	バルブ全開時の流路断面積	m ²	KOPTA (k, i)=1or 2の時入力
	i=KNFG, j=2, k=KFFG, m=KOFG		

コモンブロック名		FGMI3 (2/4)	
関連サブルーチン		入力サブルーチン	FGREAD
		ネームリスト名	NAMFG2
変数名	意 味	単 位	備 考
IFRIC (j, i)	バス摩擦係数オプション =0;全抵抗入力 =1;内部計算(円管) =2;内部計算(平行平板)	—	
ALENG (j, i)	バス流路長さ	m	IFRIC (j, i) ≠0 の時必要
DEQVO (j, i)	バス等価直径	m	IFRIC (j, i) ≠0 の時必要
COEFO (j, i)	バス抵抗係数IFRIC=0の時は全抵抗係数 IFRIC≠0の時は摩擦抵抗以外の抵抗係数	—	
CLBYD (j, i)	バスその他の等価L/D(エルボ、ティ等)	—	
XVLVO (j, i)	バルブ初期開度	—	KOPTA (j, i)=1or 2の時入力
COEFV (j, i)	バルブ絞り部の流量係数 KOPTA (j, i)=1の時 バルブ全開時のCv値 KOPTA (j, i)=2の時	—	
EPSI1 (j, i)	配管表面粗さ	m	
FRICO (j, i)	レイノルズ数=0の時の仮想摩擦係数	—	デフォルト値 1.0E+5
	i=KNFG, j=KFFG		

変数名	意 味	単 位	備 考
COMBLOCK名	FGMI4 (1/1)		
関連サブルーチン		入力サブルーチン	FGREAD
		ネームリスト名	NAMFG2
NVIS	アルゴンガスの動粘性係数温度依存テーブルデータ数 (max. 10)	—	
ARTEMP (m)	温度	℃	
ARVIS (m)	温度に対応するアルゴンガスの動粘性係数	m ² /sec	
NCOMP (i)	コンプレッサー数 (max. 5)	—	
NOCMP (j, i)	コンプレッサーを設置するパス番号	—	
NUPTNK (j, i)	コンプレッサーの上流側ノード番号	—	
NPF (j, i)	コンプレッサーの流量特性テーブルデータ数	—	
CPRES (k, j, i)	吸い込み圧力	kg/m ²	
CFLOW (j, i)	吸い込み圧力に対する吐出流量	Nm ³ /h	
NTBL (l)	1 番目テーブルのデータ数	—	
XTBL (n, l)	1 番目テーブルのX軸データ		
YTBL (n, l)	1 番目テーブルのY軸データ		
	i=KNFG, j=5, k=30, l=10, m=10, n=20		

変数名	意 味	単 位	備 考
APRES (j, i)	ノード圧力 (現ステップ)	kg/m ² a	
APRES1 (j, i)	ノード圧力 (前ステップ)	kg/m ² a	
ATEMP (j, i)	ノード温度 (現ステップ)	℃	
ATEMP1 (j, i)	ノード温度 (前ステップ)	℃	
VOLM (j, i)	ノード体積 (現ステップ)	m ³	
VOLM1 (j, i)	ノード体積 (前ステップ)	m ³	
GAMA (j, i)	ノード内アルゴンガス密度 (現ステップ)	kg/m ³	
GAMA1 (j, i)	ノード内アルゴンガス密度 (前ステップ)	kg/m ³	
WEIT (j, i)	ノード内アルゴンガス (現ステップ)	kg	
WEIT1 (j, i)	ノード内アルゴンガス密度 (前ステップ)	kg	
FMAS (j, i)	バス流量 (現ステップ)	kg/sec	
FMAS1 (j, i)	バス流量 (前ステップ)	kg/sec	
DPRS (j, i)	バス両端圧力差 (現ステップ)	kg/m ² a	
DPRS (j, i)	バス両端圧力差 (前ステップ)	kg/m ² a	
	i=KNFG, j=KOFG, k=KFFG		

A-3 入力データ説明書

入力変数名リストだけでは説明が不十分なもの、特に注意を要するものについて次紙以降に補足説明する。

F G - 1		入力サブルーチン	FGREAD	
関連モジュール	FG モジュール	変数名	ICEND1, FCONV1	
意味	収束判定ステップ数収束判定用流量 圧力許容変化率	単位	-	
<p>(1) 収束判定ステップ数：ICEND1 初期設定計算において1ステップ当たりの各パスの流量変化率と各ノードの圧力変化率がFCONV1以下となった場合、そのステップは収束していると判定する。これがICEND1回繰り返された場合、全体の収束として計算をストップする。 デフォルト値は ICEND1=10</p> <p>(2) 収束判定用流量、圧力許容変化率：FCONV1 初期設定計算において収束判定条件とする流量及び圧力の1ステップ当たりの許容変化率。</p>				

入力データ説明書

F G - 2		入力サブルーチン	FGREAD	
関連モジュール	FG モジュール	変数名		
意 味	可変タイムメッシュのために入力データ	単位	-	
<p>(1) 計算時間進み幅最小値：DMINFG 動特性計算の可変タイムステップの下限值。</p> <p>(2) 計算時間進み幅最大値：DMAXFG 動特性計算の可変タイムステップの上限値。</p> <p>(3) タイムステップ縮小ファクター：FMINDT いずれか1つのパスの圧力差変化率がDPEPSを超えている場合、タイムステップを小さくして、DPEPS以下となるまで再計算する。その時の縮小率がFMINDT $DELTFG=DELTFG*FMINDT$</p> <p>(4) タイムステップ拡大ファクター：FMAXDT すべてのパスの圧力変化率がDPEPS以下の場合、タイムステップを自動拡大する。その時の拡大率がFMAXDT $DELTFG=DELTFG*FMINDT$</p> <p>(5) 再計算用繰り返し最大ステップ数：ITMAX 上記(3)の再計算の繰り返し上限。</p> <p>(6) 圧力差の許容変化率：DPEPS 1ステップにおけるパス圧力差の許容変化率</p> <p>(7) デフォルト値 ITMAX=50 DPEPS=1.0</p>				

入 力 デ ー タ 説 明 書

F G - 3.1		入力サブルーチン	FGREAD	
関連モジュール	FG モジュール	変数名	KOPTV, KOPTV1, KOPTVN	
意味	ノード体積オプション		単位	—

(1) ノード体積オプション：KOPTV

= -1

圧力ノードに液面が存在しない場合、または存在しても液位が一定の場合。

= N

圧力ノードに液面が存在して、プール変数よりナトリウム液位を入力して体積を求める場合、入力するプール変数TEMPの数をNとする。通常はN=1だが、もんじゅのSGでダンカマ部、伝熱部に液面を考慮して解析する場合、N=2を指定する。

(2) プール変数より入力する液位のプール変数番号：KOPTV1

KOPTV \geq 1のときKOPTVだけ対応する液位のプール変数番号を指定する。

(3) 液位—体積のテーブル番号：KOPTVN

圧力ノードに存在する液面の液位—体積データのテーブル番号を指定する。

すなわち、NTBL(i)のiを指定する。

入 力 デ ー タ 説 明 書

F G - 3.2		入力サブルーチン	FGREAD
関連モジュール	FG モジュール	変数名	KOPTV, KOPTV1, KOPTVN
意味	ノード体積オプション	単位	-

入力データ例 (カバーガス系流路網番号を 1 とする)

KOPTV (1, 1) = -1, -1, 2,

KOPTV1 (1, 3, 1) = 11, 12,

KOPTVN (1, 3, 1) = 1, 2,

NTBL (1) = SHアニュラス部液位・体積データ数

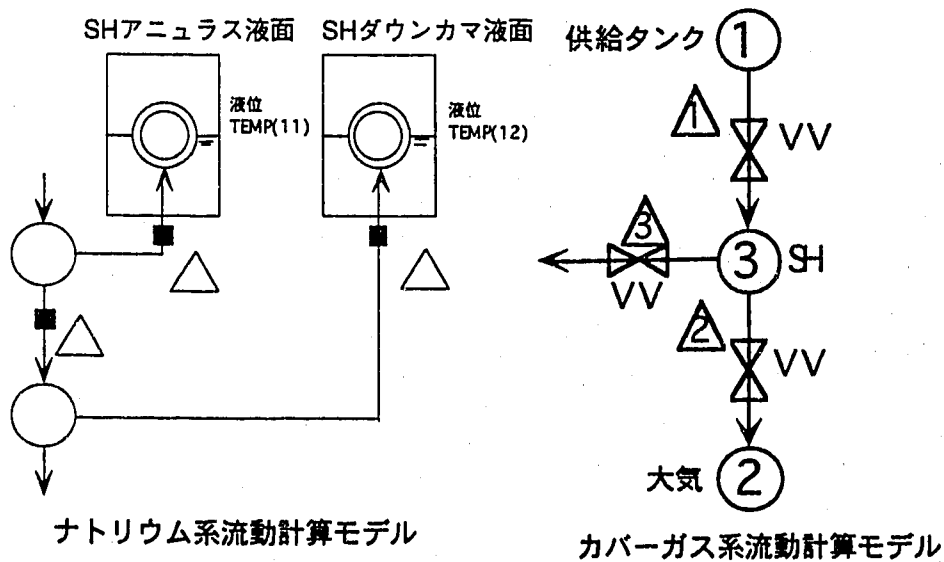
XTBL (1, 1) = SHアニュラス部液位

YTBL (1, 1) = SHアニュラス部体積

NTBL (2) = SHダンカマ部液位・体積データ数

XTBL (1, 2) = SHダンカマ部液位

YTBL (1, 2) = SHダンカマ部体積



入力データ説明書

F G - 4		入力サブルーチン	FGREAD
関連モジュール	FG モジュール	変数名	
意味	圧力ノード, 流路, 流路正方向の設定	単位	-

下図のように圧力ノードおよび流路に付番する。

下図の例では、

$$NNOD(i) = 6$$

$$NPAS(i) = 5$$

流路の正方向を矢印のように設定すると流路は

$$JNOD(1, 1, i) = 1, 3,$$

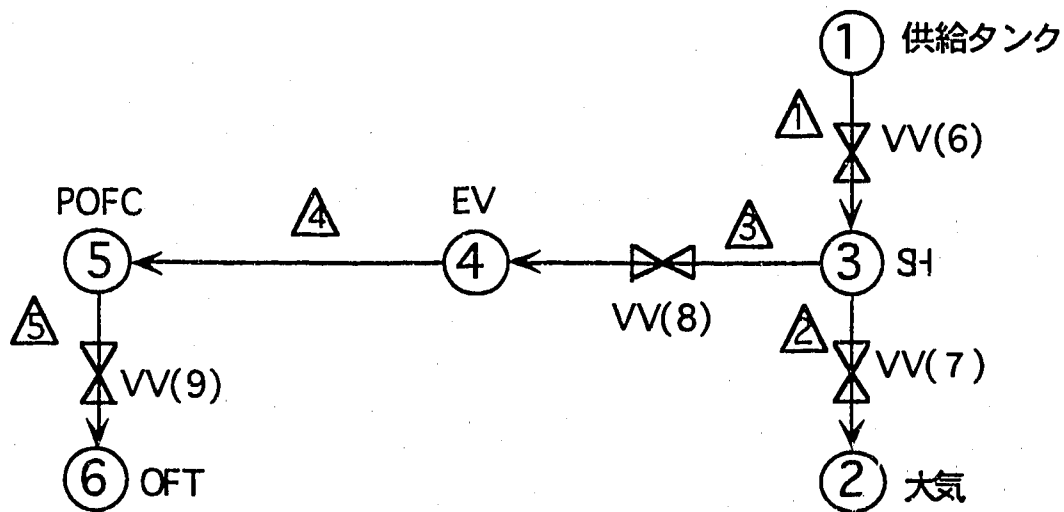
$$JNOD(1, 2, i) = 3, 2,$$

$$JNOD(1, 3, i) = 3, 4,$$

$$JNOD(1, 4, i) = 4, 5,$$

$$JNOD(1, 5, i) = 5, 6,$$

となる。



入力データ説明書

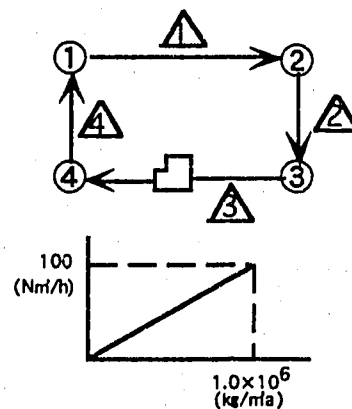
F G - 5		入力サブルーチン	FGREAD
関連モジュール	FG モジュール	変数名	
意味	コンプレッサーに関するデータ	単位	-

コンプレッサーが無い場合以下のデータは不要。

- (1)コンプレッサー数：NCOMP
最大設置数は5個。
- (2)コンプレッサーを設置するパス番号：NOCMP
- (3)コンプレッサーの上流側ノード番号：NUPTNK
- (4)コンプレッサーの流量特性テーブル数
- (5)吸い込み圧力：CPRES
- (6)吸い込み圧力に対する吐出流量：CFLOW

入力データ例 (流路網を1とする)

NCOMP (1) = 1,
 NOCMP (1, 1) = 3,
 NUPTNK (1, 1) = 3,
 NPF (1, 1) = 2,
 CPRES (1, 1, 1) = 0.0, 1.0E+6,
 CFLOW (1, 1, 1) = 0.0, 100.0,



入力データ説明書

F G - 6		入力サブルーチン	FGREAD
関連モジュール	FG モジュール	変数名	ALENG, DEQVO, COEFO, CLBYD
意味	圧力損失計算に関わるデータ	単位	—
<p>(1) パス流路長さ : ALENG</p> <p>(2) パス等価直径 : DEQVO $DEQVO = 4A/L$ A: 流路断面積 L: パス流路長さ</p> <p>(3) パス抵抗係数 : COEFO IFRIC=0: 全抵抗係数を入力 =1, 2: $f \cdot L/D$ 以外の抵抗係数 (急拡大等) を入力</p> <p>(4) パスその他の等価 L/D (エルボ, ティー等) : CLBYD 直管による L/D 以外の等価 L/D (エルボ, ティー等) の和を入力 配管系の摩擦圧失は次の3種に分けられる。 ① 直管の摩擦圧失 L/D ($L=ALENG, D=DEQVO$) として入力 ② 流路断面積の不連続部 COEFO として入力 (上記 (3) 項) ③ 配管付属品の摩擦圧失 等価 L/D (=CLBYD) として入力 ここで CLBYD はこの③を示す。具体的には、弁、エルボ、ティーの圧損を評価するための L/D。</p>			

入力データ説明書