

J A E R I - M
90-215

気液環状対向流における剪断応力の評価

1991年1月

阿部 豊・秋本 肇・村尾 良夫

JAERI-Mレポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。

入手の間合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこみください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費領布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Division Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokaimura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1991

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 ニッセイエプロ株式会社

気液環状対向流における剪断応力の評価

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

阿部 豊・秋本 肇・村尾 良夫

(1990年12月10日受理)

二流体モデルを用いて対向流の解析を行う場合、流体に働く剪断応力の評価精度が重要になる。現在二流体モデルにおいて、対向流の解析に用いられているのは、並向流で得られた相関式や壁面摩擦を無視した相関式である。これらの相関式を用いた二流体モデルによる計算では、対向流における落水流量や差圧を十分な精度で予測できていない。本研究においては、対向流における界面および壁面剪断応力を知るため、定常の環状流を仮定した解析モデルを作成し、Bharathanらの実験データを用いて対向流における液膜内の局所剪断応力分布を解析的に評価した。その結果、対向流においては壁面剪断応力係数の値が従来の相関式の値より大きくなること、界面剪断応力係数の値が従来の相関式と異なることを見いだした。本解析で得られた結果をもとに、二流体モデルによる対向流解析のための界面および壁面剪断応力係数に関する新たな相関式を提案する。

Estimation of Shear Stress in Counter-current Gas-liquid
Annular Two-phase Flow

Yutaka ABE, Hajime AKIMOTO and Yoshio MURAO

Department of Reactor Engineering
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received December 10, 1990)

The accuracy of the correlations of the friction factor is important for the counter-current flow (CCF) analysis with two-fluid model. However, existing two fluid model codes use the correlations of friction factors for co-current flow or correlation developed based on the assumption of no wall shear stress. The assessment calculation for two fluid model code with those existing correlations of friction factors shows the falling water flow rate is overestimated. Analytical model is developed to calculate the shear stress distribution in water film at CCF in order to get the information on the shear stress at the interface and the wall. The analytical results with the analysis model and Bharathan's CCF data shows that the wall shear stress acting on the falling water film is almost same order as the interfacial shear stress and the correlations for co-current flow cannot be applied to the counter-current flow. Tentative correlations of the interfacial and the wall friction factors are developed based on the results of the present study.

Keywords: CCFL, Two-phase Flow, Annular Flow, PWR, LOCA, Turbulent, RELAP5, TRAC-PF1

目 次

1. 序	1
2. 二流体モデルによる対向流実験解析	2
2.1 Bharathan らによる対向流実験	2
2.2 二流体モデル	2
2.3 既存の界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数相関式	3
2.4 二流体モデルコードによる評価計算	4
2.5 二流体モデルにおける界面剪断応力ならびに壁面剪断応力の役割	4
3. 環状対向流における流動解析モデル	6
3.1 基礎式	6
3.2 解析モデル	6
3.3 解法の手順	9
4. 解析結果の検討	11
4.1 解析モデルの妥当性の検討	11
4.1.1 水率の測定値との比較	11
4.1.2 壁面剪断応力の測定値との比較	11
4.2 計算結果	11
4.2.1 局所流速分布	11
4.2.2 界面剪断応力と壁面剪断応力	12
4.2.3 乱流粘性係数	12
4.3 剪断応力係数の評価	12
4.3.1 界面剪断応力係数	13
4.3.2 壁面剪断応力係数	13
4.3.3 対向流における界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数	13
4.4 解析モデルによる落水流量と差圧の計算	13
4.4.1 計算手順	14
4.4.2 落水流量の予測	14
4.4.3 差圧の予測	14
5. まとめ	15
参考文献	16
付録A 流速分布および平均流速の導出の詳細	29
付録B 解析プログラムリスト	35

Contents

1. Introduction	1
2. Assessment calculation of counter-current flow with two-fluid model	2
2.1 Counter-current experiment with Bharathan et al.	2
2.2 Two-fluid model	2
2.3 Existing correlations for interfacial friction factor and wall friction factor	3
2.4 Assessment calculation with two-fluid model code	4
2.5 Role of interfacial shear and wall shear in two-fluid model .	4
3. Development of analytical model for counter-current annular flow	6
3.1 Basic equation	6
3.2 Analytical model	6
3.3 Solution procedure	9
4. Results and discussion	11
4.1 Discussion on validity of analytical model	11
4.1.1 Comparison with measurement results of liquid fraction ..	11
4.1.2 Comparison with measurement results of wall shear stress .	11
4.2 Analytical results	11
4.2.1 Local velocity distribution	11
4.2.2 Interfacial shear stress and wall shear stress	12
4.2.3 Coefficient used in equation of Eddy viscosity	12
4.3 Estimation of friction factors	12
4.3.1 Interfacial friction factor	13
4.3.2 Wall friction factor	13
4.3.3 Correlations of interfacial and wall friction factors at CCF	13
4.4 Comparison of falling water velocity and differential pressure with analytical model	13
4.4.1 Solution procedure	14
4.4.2 Prediction of falling water velocity	14
4.4.3 Prediction of differential pressure	14
5. Summary	15
References	16

Appendix A	Detail description of derivation procedure of analytical model	29
Appendix B	Source list of analytical model	35

記号

- b : 定数(-)
 C : Wallisの式の中の係数(-)
 D_h : 等価直径(m)
 D^* : 無次元等価直径(-)
 F : 力($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$)
 f : 剪断応力係数(-)
 g : 重力加速度(m/s^2)
 J : 見かけ流速(m/s)
 P : 圧力($\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}^2$)
 r : 半径方向距離(m)
 s : 乱れの発生位置からの距離(m)
 V : セル平均流速(m/s)
 v : 局所流速(m/s)
 z : 軸方向距離(m)

ギリシャ文字

- α : ボイド率
 μ : 粘性係数($\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$)
 ν : 動粘性係数(m^2/s)
 ρ : 密度(kg/m^3)
 σ : 表面張力(kg/m)
 τ : 剪断応力($\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}^2$)
 δ : 液膜厚さ(m)
 δ^* : 無次元液膜厚さ(-)

添え字

- g : 気相
 i : 界面
 l : 液相
 w : 壁面

1. 序

原子炉の冷却材喪失事故時の安全評価において重要な二相流動現象の一つに、垂直流路における気液対向二相流現象がある。垂直流路において上昇気流と落下液流が共存する場合、ある気相流速以上になると流動様式は気相と液相とが環状に分離した状態で流れる環状流となり、気液界面の乱れによって落下液膜を支える剪断応力が増大し、落下することのできる最大水流量は気相流量の増大とともに減少することになる。この現象は、上昇蒸気の存在下で、冷却材喪失事故時の再冠水過程における上部プレナムから炉心への落水、ダウンカマから下部プレナムへの落水、更には、蒸気発生器細管部での落水等を制限することになるため、炉心冷却に直接寄与する冷却水流量に大きな影響を与えることになる。

近年、この対向二相流現象を含めた原子炉の冷却材喪失事故時に発生する諸現象の正確な予測を目的とした、最適評価コードと呼ばれる解析プログラムの開発が進められてきている^{(1)、(2)}。これらの最適評価コードにおいては、気液各相の代表速度に対する運動方程式を、界面剪断応力係数及び壁面剪断応力係数に関する構成方程式を介して解く、いわゆる二流体モデルが用いられている。二流体モデルを用いて精度の高い解析を行うためには、対向二相流等の各流動状態に応じて、最も適切な構成方程式を選択することが必要となる。

ところが、対向流現象を予測するために、既存の二流体モデルコードで用いられている剪断応力相関式は、並向流での実験データから得られたWallisの界面剪断応力係数相関式⁽³⁾や壁面剪断応力を無視して作成されたBharathanの界面剪断応力係数相関式⁽⁴⁾である。また、壁面剪断応力係数に関しては、対向流に対して提案されている式がなく、並向均質流における式や円管内面の表面粗さに対応する定数値が対向流に対しても用いられている。このように、現在対向流の解析に用いられている相関式は、対向流の流動状況に対応した構成方程式とは言えない。すでに、既存の二流体モデルを基にした解析コードの問題点の一つとして対向流現象に対する予測精度が悪いことが指摘されているが^{(5)、(6)}、その原因としては、使用されている界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数の相関式が対向流に対しては妥当ではないことが考えられる。

本研究においては、Bharathanらの対向流実験データを用いて、これらの相関式を使用した二流体モデルの対向流に対する計算精度を評価するとともに、定常の気液環状流を仮定した解析モデルを作成し、対向流状況下における局所流速分布と局所剪断応力分布の関係式を導き界面剪断応力と壁面剪断応力の値を計算するとともに、界面剪断応力係数と壁面剪断応力係数を評価した。この評価結果をもとに、二流体モデルで使用できる、対向流条件下での界面剪断応力係数と壁面剪断応力係数の式を提案する。

2. 二流体モデルによる対向流実験解析

2.1 Bharathanらによる対向流実験

Bharathanら⁽⁴⁾が対向流制限実験に用いた実験装置の概要を図1に示す。実験は、下部チャンパーに空気を注入した状態で、上部プレナムに水を注入して水位を形成し、所定の空気流量に対して落水する水流量を下部チャンパーの蓄水位変化率から求めている。また、同時にテスト部中心付近における差圧およびボイド率が測定されている。

流量についてのデータは次式によって定義される無次元みかけ流速に対して整理されている。

$$J_k^* \equiv J_k (\rho_k / (\rho_l - \rho_g) g D)^{1/2}, \quad (1)$$

$$\text{ここで } J_k = \alpha_k V_k$$

$$V_k = G_k / \rho_k A, \quad (k=l, g)$$

J_g^* は正の時上昇流で、 J_l^* は正の時下落流である。一方、差圧についてのデータは、無次元見かけ流速と次式によって定義される無次元差圧に対して整理されている。

$$\left(-\frac{dP}{dz}\right)^* \equiv \frac{\left(-\frac{dP}{dz}\right)}{(\rho_l - \rho_g)g} \quad (2)$$

図2は、Bharathanらによる実験観察結果と測定値との対応を模式的に描いた図である。図の上半分には流動状況の概要を、下半分には横軸に無次元気相流速をとって、縦軸に水率 $(1-\alpha)$ 、差圧 (dP/dz) 、無次元液層流速 J_l を描いてある。気相流速が低い領域では滑らかな液膜が流下しており、差圧も低い値となっており、落水流量も大きい。ある気相流速以上になると、界面の乱れが増大し、この気相流速を境に差圧の値も増加する。この気液界面の乱れは気相流速がさらに増大するとともに減少し、それに伴って差圧の値も徐々に減少している。供給水流量が潤沢にある場合、滑らかな液膜の存在する領域は見られず、低い気相流速でも界面は乱れており差圧の値も高い。原子炉の冷却材喪失事故時において対向流が問題となるような状況においては、冷却水の供給は潤沢にある場合が殆どであることから、本研究においては図2中の領域Bが対象となる。

2.2 二流体モデル

二流体モデルは、気液各相において空間平均された変数に対して、それぞれ運動方程式、質量保存式、エネルギー保存式を立て、それらを数値計算によって解き気液二相流の流動状況を再現するための手法である。代表的な二流体解析コードであるTRAC-PF1の運動方程式は、気液各相に対する空間平均流速 \vec{V}_k を用いて次のように記述される⁽¹⁾。

$$\begin{aligned} \rho_k \frac{\partial \vec{V}_k}{\partial t} + \rho_k \vec{V}_k \cdot \nabla \vec{V}_k = & -\nabla P + \rho_k \vec{g} \\ & + \frac{C_{wk}}{\alpha_k} \vec{V}_l |\vec{V}_l| + \frac{C_i}{\alpha_k} (\vec{V}_g - \vec{V}_l) |\vec{V}_g - \vec{V}_l| \\ & + \frac{\Gamma}{\alpha_k} (\vec{V}_g - \vec{V}_l) \quad (k=l, g) \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、右辺の第3項、第4項および第5項は、それぞれ壁面剪断力項、界面剪断力項、および相変化項である。添え字のkは、lの時液相を、gの時気相を表わす。

上式中の C_{wk} および C_i は、それぞれ壁面剪断応力係数 f_w および界面剪断応力係数 f_i を用いて計算される。これら壁面剪断応力係数 f_w および界面剪断応力係数 f_i を計算するための関係式は構成式と呼ばれ、方程式をクローズさせ、数値解を得るために必要な物理関係式である。二流体モデルを用いて精度の高い解析を行うためには、対向流のような個々の流動に対応して、これらの係数値を決定しなければならない。すなわち、対向流に対しては同じ環状流であっても、並向流における係数を用いることができるかどうかについての検討がなされなければならない。

2.3 既存の界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数相関式

TRAC-PF1において、対向流の解析に用いられている界面剪断応力係数の相関式は、次のWallisの式であるが、この式は並向流の実験データをもとに作成されたものである⁽³⁾。

$$f_i = 0.005 \{1 + 75(1 - \alpha)\} \quad (4)$$

また、同様の解析コードであるRELAP5において用いられているのは、次のBharathanらの式である。この式は、実験データから壁面剪断応力を算出する際、壁面剪断応力が界面剪断応力に比較して無視できると仮定して求められたものである。

$$f_i = 0.005 + A \delta^{*B} \quad (5)$$

ここで、

$$\log A = -0.56 + 9.07/D^*$$

$$B = 1.63 + 4.74/D^*$$

$$D^* = \frac{D}{\sqrt{\sigma / (\rho_l - \rho_g) g}}$$

$$\delta^* = \frac{\delta}{\sqrt{\sigma / (\rho_l - \rho_g) g}}$$

$$\delta = (1 - \sqrt{\alpha}) D_h / 2$$

一方、壁面剪断応力係数については、現在対向流に対して提案された式はなく、TRAC-PF1では、次式のような並向流均質流に対する式が用いられている⁽¹⁾。

$$f_w = \begin{cases} \frac{0.046}{Re_l} & (Re_l \geq 5000) \\ 0.032 - 5.25 \times 10^{-6} (Re_l - 500) & (500 < Re_l \leq 5000) \\ 0.032 & (Re_l \leq 500) \end{cases} \quad (6)$$

ここで、

$$Re_l = \frac{G D_h}{\mu}$$

また、Bharathanらは、壁面剪断応力を無視して界面剪断応力を求めているにもかかわらず、円管内壁の表面粗さからの類推から壁面剪断応力係数の値として一定値0.005の使用を推奨している⁽⁴⁾。

2.4 二流体モデルコードによる評価計算

これらの相関式を用いた二流体モデルの計算精度についての現状を知るために、図1に示したBharathanらの実験データに対するTRAC-PF1コードによる評価計算を行う。図3に計算に用いた入力データを示す。下部チャンバーはTEEコンポーネントによって、テスト部はPIPEコンポーネントによって、そして上部プレナムは二つのTEEコンポーネントによってモデル化した。所定の空気流量を下部チャンバーに接続するFILLより注入し、上部プレナムに接続するFILLより水を供給した。落水流量は、実験と同じく、下部チャンバーの蓄水位の上昇率から計算した。

流量の測定結果のうち管径 $D_n=0.0254$ (m)についての結果に対するTRAC-PF1を用いた解析結果を図4に示す。界面剪断応力と壁面剪断応力の組合せとして、①Wallisの式と均質流モデルを用いた場合、②Wallisの式と定数0.005を使用した場合、及び③Bharathanの式と定数0.005を使用した場合の3つの場合について計算を行った。界面剪断応力係数として、Wallisの式を用いた場合、いずれの壁面剪断応力係数を使用しても落水を過大に評価し、過大評価の程度はほとんど同じであった。Bharathanの式を使用した場合も、気相流速が大きい領域では、実験データに近づくものの、全般的に落水を過大評価し、気相流速が低い場合には落水の過大評価の程度はWallisの式を用いた場合とほぼ同様であった。

図5に示したのは、差圧の測定結果と計算結果の比較で、上記の②の場合に対する結果で①の場合も同様の結果である。計算結果は、無次元圧力勾配の実験データを過小評価するだけでなく、定性的にも気相流速が大きくなると差圧が単調に減少するという傾向を再現しておらず、気相流速の低い領域ではむしろ逆の傾向となっていることがわかる。

2.5 二流体モデルにおける界面剪断応力ならびに壁面剪断応力の役割

いま、TRAC-PF1の基礎式に基づいて力のバランスから得られる釣合点について考察してみることにする。1次元の定常で相変化を伴わない条件下では、TRAC-PF1の運動方程式は以下のように表わされる。

液相に対して：

$$\frac{dP}{dz} = \frac{C_i}{(1-\alpha)} (V_g - V_l) |V_g - V_l| - \frac{C_{wl}}{(1-\alpha)} V_l |V_l| - \rho_l g, \quad (7)$$

気相に対して：

$$\frac{dP}{dz} = -\frac{C_i}{\alpha} (V_g - V_l) |V_g - V_l| - \frac{C_{wg}}{\alpha} V_g |V_g| - \rho_g g, \quad (8)$$

上式より、環状流の流動状況を考慮して気相による壁面摩擦への寄与を無視することによって次式が得られる。

$$-\frac{dP}{dz} = -\{\alpha \rho_g + (1-\alpha) \rho_l\} g - C_{wl} V_l |V_l|, \quad (9)$$

$$C_i (V_g - V_l) |V_g - V_l| = \alpha (1-\alpha) (\rho_l - \rho_g) g + C_{wl} \alpha V_l |V_l|, \quad (10)$$

(9)式は、圧力勾配が静水頭と壁面摩擦損失の和で与えられることを示す。また、(10)式は界面剪断力が、体積力と壁面剪断力の和とバランスしていることを示す。いま、(10)式を

以下の様書き表わすこととする。

$$F_i = F_g + F_w, \quad (11)$$

ただし、 F_i は界面剪断力、 F_g は体積力、 F_w は壁面剪断力に対応する量で、以下の式から求められる。

$$\begin{aligned} F_g &= \alpha (1 - \alpha) (\rho_l - \rho_g) g, \\ F_w &= \alpha (1 - \alpha) \rho_l \frac{2}{D_h} f_w V_l |V_l|, \\ F_i &= -\frac{2 \rho_g}{D_h} f_i (V_g - V_l) |V_g - V_l|, \end{aligned} \quad (12)$$

(11)式は、TRAC-PF1のような二流体モデルにおける単一セル内での力のバランスを表わすものである。ある断面内で圧力一定とするならば、与えられた界面剪断力係数に対して(11)式が満足されるように流速やボイド率等の変数値が定められなければならない。実際二流体モデルを用いた計算プログラムにおいては、非定常項や慣性項などが加わり、数値解の追跡が(11)式で決まる曲線上を移動する事によって求められるとは限らないが、釣合点の状態を知る一つの目安とはなる。図6は、界面剪断力係数としてWallisの式を用い壁面剪断力係数として定数0.005を用いた場合の F_i 、 F_g 、 F_w に関する計算結果の一例である。 V_g 、 V_l としてTRAC-PF1の計算結果から得られた値を用いて(11)式が満足される時のボイド率を求めている。 F_i はボイド率0.75付近で急変しているが、これはTRAC-PF1における流動様式の判定が環状流から遷移流領域へ移行するためである。この F_i が急上昇するボイド率0.75付近で、 $F_i - (F_g + F_w)$ の値が0となっており、力の釣合がとれていることになる。図6に示した結果は、TRAC-PF1の計算においては、TRAC-PF1の流動様式マップで環状流と判定されるボイド率0.75以上の領域においては、TRAC-PF1が計算する剪断力係数は重力項より小さく、力の釣合がとれないことを示している。図2に示したBharathanらの実験観察によれば対向流制限状態は環状流域において生じている。この計算結果におけるような低いボイド率が計算されるような場合には、液相部の流路面積の拡大から必然的に落水は過大評価される。

二流体モデルが、界面剪断力と体積力と壁面剪断力の釣合によって解を求めていることを考慮すると、図4のような落水を過大評価する結果は、現在用いられている界面剪断力係数の式や壁面剪断力係数の式が、対向流状況の計算に対しては妥当でないことに原因があるものと推定できる。特に、壁面剪断力係数については、均質流モデルにしる定数値0.005にしる、対向流に対して適用できるかどうかの評価はなされていない。むしろ、気泡流・スラグ流から環状流に遷移する場合、流動様式が気泡が入り乱れて流動する状態から中心を気相がその周辺を液膜が流れるかなり整然とした状態に移行することを考慮すると、環状流状態においては界面剪断力と壁面剪断力の間には強い相関関係があり、それぞれ独立に決定することはできないものと考えられる。界面剪断力と壁面剪断力を同時に決定するためには局所剪断力の空間分布を知らなければならない。そのためには局所流速の空間分布も同時に決定することが必要となる。そこで、以下の章においては、局所流速を用いた運動方程式から、局所剪断力の空間分布に関する関係式を導き、この関係式から界面剪断力係数及び壁面剪断力係数の値を解析的に評価することにする。

3. 環状対向流における流動解析モデル

3.1 基礎式

局所流速に対する運動方程式は以下のように記述される⁽⁸⁾。

$$\rho \frac{D \boldsymbol{v}}{D t} = -\nabla P + \rho \boldsymbol{g} + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau}, \quad (13)$$

対向流状態では、界面は擾乱波やエントレインメントの発生によって乱れた状態にあり、その状態は時間を追って変化する非定常な流れである。そこで、流速および圧力を、単相乱流における取り扱いと同様、時間平均の成分と摂動成分によって次式のように表わすことにする。

$$\boldsymbol{v} = \overline{\boldsymbol{v}} + \boldsymbol{v}' \quad (14)$$

$$P = \overline{P} + P'$$

摂動成分の高次の項を無視して、剪断応力の層流成分を $\boldsymbol{\tau}^l$ とおき、乱流レイノルズ応力を $\boldsymbol{\tau}^t$ とおくと、(13)式は次式のようになる。

$$\rho \frac{D \overline{\boldsymbol{v}}}{D t} = -\nabla \overline{P} + \rho \boldsymbol{g} + \nabla \cdot \overline{\boldsymbol{\tau}^l} + \nabla \cdot \overline{\boldsymbol{\tau}^t}, \quad (15)$$

3.2 解析モデル

(15)式の時間平均成分に対する式において、発達した環状対向流状況を考えると、波の発生が周期的である⁽⁹⁾ことから、時間平均成分の時間変化や軸方向変化は小さいと考えることができる、すなわち

$$\frac{D \overline{\boldsymbol{v}}}{D t} = 0 \quad (16)$$

として、乱れによる流動への寄与は(15)式の乱流レイノルズ応力によって考慮することができる。よって、次式以降において、時間平均であることを表わす $\overline{\quad}$ を簡単のため省略し、 $\boldsymbol{\tau} = \overline{\boldsymbol{\tau}^l} + \overline{\boldsymbol{\tau}^t}$ とおくことにすると(13)式は、

$$0 = -\frac{dP}{dz} - \rho g + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} (r \tau_{rz}). \quad (17)$$

と表わされる。上式を積分すると、以下の式を得る。

$$\left(\frac{dP}{dz} + \rho g \right) \int r dr = \int \frac{d}{dr} (r \tau_{rz}) dr, \quad (18)$$

$$\therefore \left(\frac{dP}{dz} + \rho g \right) \left[\frac{r^2}{2} \right] = [r \tau_{rz}]. \quad (19)$$

(19)式は、図7に示す環状流体系においては、気相、液相に対して、それぞれ以下のような局所剪断応力を用いた関係式に表される。

気相：

$$\left(\frac{dP}{dz} + \rho_g g \right) \left[\frac{r^2}{2} \right]_0^r = [r \tau_{rg}]_0^r,$$

$$\therefore \frac{dP}{dz} + \rho_g g - \frac{2}{r} \tau_g = 0. \quad (20)$$

液相：

$$\left(\frac{dP}{dz} + \rho_l g \right) \left[\frac{r^2}{2} \right]_{r_i} = [r \tau_l]_{r_i},$$

$$\therefore \frac{dP}{dz} + \rho_l g - 2 \frac{r \tau_l - r_i \tau_i}{r^2 - r_i^2} = 0. \quad (21)$$

ただし、

$$\tau_{rz}(r) = \begin{cases} \tau_g(r) & (0 \leq r \leq r_i) \\ \tau_i & (r = r_i) \\ \tau_l(r) & (r_i < r \leq r_w) \end{cases}. \quad (22)$$

(20)式、(21)式は、環状流における力の釣合を考える上で基礎となる式で、図7に示す円環状の検査体積における力の静的釣合を考えることによっても、導出することができる。

いま、(20)式及び(21)式を、それぞれ界面及び壁面において評価すると、空間分布を考慮しない界面剪断応力及び壁面剪断応力と差圧の関係式が、以下のように与えられる。

$$\frac{dP}{dz} + \rho_g g - \frac{4\sqrt{\alpha}}{D_h \alpha} \tau_i = 0, \quad (23)$$

$$\frac{dP}{dz} + \rho_l g - \frac{4\sqrt{\alpha}}{D_h (1-\alpha)} \tau_i - \frac{4}{D_h (1-\alpha)} \tau_w = 0. \quad (24)$$

(23)式および(24)式は、二流体モデルの運動方程式である(7)式および(8)式に対応するもので、(7)式および(8)式が空間平均の変数を用いて表わされているのに対して、(23)式および(24)式は局所の変数を用いて表わされている。

界面剪断応力係数は、(23)式及び(24)式を基に、差圧及び流量の測定データから換算できる。すなわち、気相に対して、

$$\left(-\frac{dP}{dz} \right)^* = -4 \frac{\tau_i}{D_i (\rho_l - \rho_g) g} + \frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g} \quad (25)$$

$$\text{ただし、 } D_i = \sqrt{\alpha} \cdot D_h \quad (26)$$

また、気液の混合相に対して、

$$\frac{dP}{dz} + \{ \alpha \rho_g + (1-\alpha) \rho_l \} g - 2 \frac{\tau_w}{r_w} = 0, \quad (27)$$

より

$$\left(-\frac{dP}{dz} \right)^* = (1-\alpha) - \frac{4 \tau_w}{D_h (\rho_l - \rho_g) g} + \frac{\rho_g}{(\rho_l - \rho_g)}. \quad (28)$$

いま、界面剪断応力係数と壁面剪断応力係数を、従来の実験データの換算方法に従って、次式によって定義すると、

$$f_i = \frac{-\tau_i}{\frac{1}{2} \rho_g V_g^2}, \quad (29)$$

$$f_w = \frac{\tau_w}{\frac{1}{2} \rho_l V_l^2}, \quad (30)$$

(25)式と(27)式は、次のように表わされる。

$$\left(-\frac{dP}{dz} \right)^* = \frac{2 \cdot f_i \cdot J_g^{*2}}{\alpha^{2.5}} + \frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g}. \quad (31)$$

$$\left(-\frac{dP}{dz} \right)^* = (1-\alpha) - \frac{2 \cdot f_w \cdot J_l^{*2}}{(1-\alpha)^2} + \frac{\rho_g}{\rho_l - \rho_g}. \quad (32)$$

対向流制限状況においては、液相流速が低く低レイノルズ数であっても、気液各相は乱れており乱流状態にあるものと考えられる。従って、剪断応力は、層流成分と乱流レイノルズ応力の和として表わされなければならない。乱流における剪断応力の表現はさまざまなものが試みられているが、本研究においては、以下のようなBussinesq近似により表わすことにする⁽⁹⁾。

$$\tau_k = \mu_k \left(1 + \frac{\nu_{Tk}}{\nu_k} \right) \frac{d v_k}{d r}, \quad (k=1, g) \quad (33)$$

ただし、 ν_{Tk} 、 μ_k 、および ν_k は、それぞれ気液各相に対する乱流うず粘性係数、粘性係数、ならびに動粘性係数である。(33)式中の、乱流うず粘性係数は、以下のSleicher⁽¹⁰⁾の式と類似の式で与えることにする。

$$\frac{\nu_{Tk}}{\nu_k} = b^2 r_k^{+2}, \quad (34)$$

$$\text{ここで、} r_k^+ = s v_{ik} / \nu_k, \quad (35)$$

$$v_{ik} = \sqrt{\tau_i / \rho_k}, \quad (36)$$

($k=1, g$; s : 界面からの距離)

(34)式中の係数 b は、乱れの程度を表わす係数で、単相乱流に対しては、Sleicherが0.091を提案しており、世古口ら⁽¹¹⁾は、並向上昇流に対する実験から、0.16から0.6程度の値を提唱しており、 b の値は流動状況に応じて決定されるべきものと考えられる。

(23)式を用いて、(20)式及び(21)式から差圧の項を消去することにより、剪断応力分布を表すための次式を得る。気相に対して、

$$\tau_g(r) = \tau_i \frac{r}{r_i}, \quad (37)$$

液相に対して、

$$\tau_l(r) = \tau_i \frac{r}{r_i} + \frac{r}{2} \left(1 - \frac{r_i^2}{r^2} \right) (\rho_l - \rho_g) g, \quad (38)$$

あるいは、

$$\tau_l(r) = \frac{r_w (r_i^2 - r^2)}{r (r_w^2 - r_i^2)} \tau_w + \frac{r_i (r_w^2 - r^2)}{r (r_w^2 - r_i^2)} \tau_i. \quad (39)$$

従って、(17)式及び(18)式に、(20)式の剪断応力 τ_r の関係式を代入することにより、気液各相における r 方向流速分布を表わす次式が得られる。

$$\frac{d v_g}{d r} = \frac{\tau_i \frac{r}{r_i}}{\mu_g \left(1 + \frac{\nu_{Tg}}{\nu_g} \right)} \quad (40)$$

$$\frac{d v_l}{d r} = \frac{\tau_i \frac{r}{r_i} + \frac{r}{2} \left(1 - \frac{r_i^2}{r^2} \right) (\rho_l - \rho_g) g}{\mu_l \left(1 + \frac{\nu_{Tl}}{\nu_l} \right)} \quad (41)$$

(21)式と(22)式を以下の境界条件のもとで積分することにより、気液各相内の局所流速分布を求めることができる。

① 気液界面における速度の連続性：

$$v_g(r_i) = v_l(r_i)$$

- ② 壁面における速度 0 :

$$v_l = 0$$

- ③ 気流中心における速度変化 0 :

$$dv/dr(0) = 0, \tau_g(0) = 0$$

- ④ 界面における剪断応力の連続性 :

$$\tau_g(r_i) = \tau_l(r_i) = \tau_i$$

更に、得られた局所流速分布を、以下のように上昇気相領域、落下液膜領域にわたって積分することによって、気液各相の平均流速が得られる。

$$V_g = \frac{\int_0^{r_i} v_g \cdot 2\pi r dr}{\int_0^{r_i} 2\pi r dr} \quad (42)$$

$$V_l = \frac{\int_{r_i'}^{r_w} v_l \cdot 2\pi r dr}{\int_{r_i'}^{r_w} 2\pi r dr} \quad (43)$$

ただし、 r_i' は局所流速が 0 となる位置である。一旦、以上の (42) 式及び (43) 式から気液各相の平均流速が得られると、無次元流速が、以下の式により決定される。

$$J_{l1}^* = (1 - \alpha) C_l V_l, \quad (44)$$

$$J_{g1}^* = \alpha C_g V_g. \quad (45)$$

ここで、

$$C_k = \sqrt{\rho_k / (\rho_l - \rho_g)} D b g \quad (k=l, g) \quad (46)$$

3.3 解法の手順

いま、得られている関係式は、(40)式から(43)式によって得られる流量に関する 2 つの関係式、界面および壁面での釣合の式である(23)式および(24)式、局所剪断応力の関係式である(37)式および(38)式の合計 6 式である。一方、求めなければならない未知数は、差圧 (dP/dz)、界面位置 r_i 、壁面剪断応力 τ_w 、界面剪断応力 τ_i 、気相内局所流速 v_g 、液相内局所流速 v_l 、気相内局所剪断応力 τ_g 、液相内局所剪断応力 τ_l ならびに乱流うず粘性係数中の係数 b の 9 つである。従って、図4、図5に示すような、気液各相の流速と差圧の測定結果を用いることによって、全ての変数を決定することができる。無次元差圧 (dP/dz)^{*}、無次元気相見かけ流速 J_{g1}^* と無次元見かけ液相流速 J_{l1}^* は、(2)式および(44)式、(45)式によって決まり、(25)式と(28)式の無次元差圧と界面および壁面剪断応力の関係式から、界面位置 r_i 、壁面剪断応力 τ_w 、界面剪断応力 τ_i が決定できる。その解法の手順は、以下の通りである。その計算のフロー図を図8に示す。

- ① 無次元差圧 (dP/dz)^{*}、無次元気相見かけ流速 J_{g1}^* および無次元気相見かけ流速 J_{l1}^* を与える。
- ② ボイド率 α を独立変数として与える。
- ③ 界面剪断応力 τ_i (25)式から計算する。
- ④ 乱流うず粘性係数 b を与える。

- ⑤ 無次元気相見かけ流速 J_g^* を計算する。
- ⑥ 計算された(42)式から計算される無次元気相見かけ流速 J_g^* と測定値とが一致するときの乱流うず粘性係数 b を検索する。
- ⑦ 上記の④から⑥の操作を液相に対しても行う。
- ⑧ 気相に対して求められた乱流うず粘性係数 b と液相に対して求められた乱流うず粘性係数 b とが等しくなるまで、ボイド率 α を変化させる。
- ⑨ (28)式より壁面剪断応力 τ_w を決定する。
一旦これらの変数が決定されれば、(29)式および(30)式によって界面剪断応力係数 f_i および壁面剪断応力係数 f_w が決定できる。

4. 解析結果の検討

4.1 解析モデルの妥当性の検討

4.1.1 水率の測定値との比較

Bharathanらは、対向流状況における、水率 $(1-\alpha)$ の測定も行なっている。データは大きくバラついているため、Bharathanらは自らの解析には用いず、(28)式において壁面剪断応力が無視できるとして、以下の式から水率 $(1-\alpha)$ を決定している。

$$\left(-\frac{dP}{dz}\right)^* = (1-\alpha) \quad (47)$$

図9は、その水率の測定結果と本解析による計算値の比較を示したものである。データのバラつきにより、計算値とデータは必ずしも一致していないが、そのバラつきは、計算値とデータの一致する線の周囲に均等に分布しており、 $\pm 20\%$ 程度の誤差範囲に大部分のデータが含まれることが分かる。

4.1.2 壁面剪断応力の測定値との比較

Duklerらは、Bharathanらと同様の対向流実験を行っており、内径0.508(m)の垂直単管に対して、電気化学的方法によって壁面剪断応力の測定を行っている⁽¹²⁾。解析モデルによる計算は、Bharathanらの実験結果をもとに行なっているが、両実験の条件はほぼ等しく解析モデルが妥当であれば計算された壁面剪断応力とDuklerらによる測定結果は一致しなければならない。図10に、Duklerらの測定結果と本解析モデルによって計算された壁面剪断応力の値を示してある。本解析モデルによる計算値は、測定値に比べやや低めの値となっているものの、無次元見かけ気相流速が増加するに従って壁面剪断応力が減少するという定性的傾向を良く表現しており、水率との比較結果と併せて本解析モデルが妥当であるといえる。Bharathanの方法による解析では、(47)式に示すように壁面剪断応力は0と仮定されており、測定値と定性的にも定量的にも異なり、壁面剪断応力を0とする仮定が妥当でないことが明かである。気相流速が大きくなると、本解析モデルによる壁面剪断応力の計算値も測定値も0に近づくが、このような高気相流速の領域では落水はほとんどなく並向上昇流となっている。Bharathanの仮定は、はこのような並向上昇流において妥当な仮定であると考えられる。

4.2 計算結果

4.2.1 局所流速分布

図11に局所流速分布の計算結果を示す。気相流速が増大するに従って界面の位置が壁面へ近づいており、液膜厚さが薄くなってゆく傾向にあることが計算されている。気相流速が5.69m/sと小さい場合には、流速分布は乱れの広がりによって界面および壁面近傍を除いて平坦な分布となっており、界面での流速は0に近い。気相流速が上昇すると、界面における液相流速は上方向へ変化する。気相流速がさらに上昇すると、液相内の界面近傍での局所流速は大きく上方へ引き上げられ、壁近傍の落水部分は狭くなりその流速の値も極め

て小さくなっている。このように、界面における流速が気相流速に応じて変化するのは、界面剪断応力の働きによるもので、界面における液が気相によって上方へ引っ張り上げられる状態に対応し、一般流速分布⁽⁸⁾やHu-Hummelらによって測定された自由落下液膜内の流速分布のように界面において最大流速をとる放物曲線とは異なる結果となっている。なお、本解析モデルを用いて、界面剪断応力を小さくした計算を行ったところ、一般速度分布やHu-Hummelらの測定値に近い結果となった。

4.2.2 界面剪断応力と壁面剪断応力

図12に界面剪断応力と壁面剪断応力の本解析モデルによる計算結果を示す。Bharathanらの式は、本解析と同一のデータベースをもとに求められたものであるが、(28)式の右辺の第2項、第3項が小さいと仮定できるとして、(47)式からボイド率 α を算定して、(29)式から f_i を求めている。この仮定を設けることの利点は剪断応力分布を知ることなく界面剪断応力が決定できることにある。しかしながら、図12の結果は、壁面剪断応力の値が、界面剪断応力の値より小さいもののほぼ同程度の値で、壁面剪断応力が界面剪断応力に対して無視できるほど小さくないことを示すものである。また、界面剪断応力、壁面剪断応力ともに気相流速の増加に伴って徐々に減少し、その定性的傾向がほぼ同一であることから、界面剪断応力と壁面剪断応力の間に相関関係のあることが認められる。

4.2.3 乱流粘性係数

図13に(34)式で定義される係数 b の本解析モデルによる計算値を、無次元見かけ気相流速に対して示す。係数 b は乱流うず粘性係数の大きさを規定する量で、乱れの程度を示す目安となるものと考えられる。係数 b については、单相乱流に対しては、Sleicherが0.091を提案しており⁽¹⁰⁾、世古口らは並向上昇流に対する実験から0.16から0.6程度の値を得ている⁽¹¹⁾。図13中には、これらの値の範囲も示してあるが、対向流条件に対して求められた値は、单相乱流における値より大きく、管径が大きくなると、並向上昇流における値の範囲をこえている。図中の実線は次式による計算値を示したもので、係数 b を無次元見かけ気相流速の関数として表わしたものである。

$$\begin{aligned} b &= b_0 - b_1 J_0^* & (48) \\ b_0 &= 0.3 \sqrt{D^*} \\ b_1 &= 0.1 D^* \end{aligned}$$

4.3 剪断応力係数の評価

4.3.1 界面剪断応力係数

図14に本解析モデルによって計算された界面剪断応力係数の値、(4)式のWallisの式、(5)式のBharathan式および次式で与えられるMoeckの式⁽¹⁴⁾による界面剪断応力係数の値を示した。

$$f_i = 0.005 \left\{ 1 + 545 \left(\frac{1-\alpha}{2} \right)^{1.42} \right\} \quad (49)$$

本解析モデルによる計算結果は、並向流のデータより作成されたWallisやMoeckの式より大

きく、壁面剪断応力を無視して得られたBharathanの式より小さい。本解析モデルによる計算結果がWallisやMoeckの式より大きいのは、対向流における界面剪断応力係数が並向流における値よりも小さいからと考えられる。また、本解析モデルの結果がBharathanの式より小さいのは、Bharathanの式が壁面剪断応力を無視しており、液膜の全重量が界面剪断応力のみによって支えられるとしているためと考えられる。

4.3.2 壁面剪断応力係数

図15に本解析モデルによる壁面剪断応力係数の計算値を示す。図中には、Bharathanらの提唱している定数値0.005やTRAC-PF1において用いられている(6)式による値も示してある。定数値0.005は平滑円管の内面粗さに相当する値で、(6)式は均質流仮定の相関式によるものである。本解析モデルによる計算結果は、Bharathanの提唱する定数値0.005やTRAC-PF1のモデルのいずれより大きな値となっている。このような違いが生じた理由は、図11に示す流速分布の計算値および図13の乱流うず粘性係数中の係数 b の計算結果から明らかである。すなわち、落水がある状況では壁近傍での流速は負になっているが、壁面での流速が0であるため壁に向かう速度勾配は正となり(34)式の定義式から分かるように壁面での剪断応力は0とはなりえずある値をもつことになる。またその値は(34)式から分かるように、乱流うず粘性係数が大きいほど大きくなる。対向流時における乱流うず粘性係数は、図13に示すように单相乱流の値より大きく、当然のことながらBharathanらの提唱している平滑円管の内面粗さに相当する値0.005やTRAC-PF1において用いられている(6)式の均質流仮定の相関式による計算値より大きな値をとることになる。

4.3.3 対向流における界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数

解析モデルから計算された界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数を、二流体モデルにおいて使用するためには、構成式として使用できるような相関式として整理しなければならない。関係すると考えられる変数である剪断応力 τ 、流速 v 、液膜厚さ δ 、および物性値である粘性係数 μ 、密度 ρ 、表面張力 σ 、さらには等価直径 D_h に対する次元解析の結果、剪断応力係数は、次式のように、無次元液膜厚さ δ^* 、無次元等価直径 D_h^* 、レイノルズ数 Re の関数として表わされる。

$$f = f(\delta^*, D_h^*, Re_i, Re_o)$$

界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数に対して、それぞれの無次元数の寄与を定量評価した結果、図15および図16に示すように、界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数に対する式として、それぞれ次の式を得た。

$$f_i - 0.005 = \delta^*{}^{1.27} / D^*{}^{0.37} \quad (50)$$

$$f_w = 300 / Re_i \quad (51)$$

図16は、管径を変化させて、本解析モデルから得られた界面剪断応力係数を、両対数軸上に示したもので、図中の直線は(50)式による計算値である。同様に、図15は、管径を変化させて、本解析モデルから得られた壁面剪断応力係数を、両対数軸上に示したもので、図中の直線は(51)式による計算値である。

4.4 解析モデルによる落水流量と差圧の計算

4.4.1 計算手順

(48)式および(50)、(51)式を決めた数値は、実験データから本解析モデルにより決定されたものである。従って、その値を用いた本解析モデルによる計算結果は当然実験結果に一致しなければならない。しかしながら、(48)式および(50)、(51)式自体は、フィッティングの式であるから、それらの式を用いた落水流量や差圧の計算結果がデータと一致するとは限らない。特に、界面および壁面剪断応力係数の流速や差圧に対する感度は大きく、作成した式の計算精度を調べる必要がある。そこで、(48)式および(50)式で与えられる係数を用いた解析モデルによる計算を実行して、落水流量および差圧を求め、実験値との比較を行う。解析の手順は以下の通りである。

- ① 無次元気相流速 $J_{g,*}$ を独立変数として与える。
- ② (48)式を用いて b を計算する。
- ③ ボイド率 α を変化させる。
- ④ 与えられた無次元気相流速 $J_{g,*}$ とボイド率 α から、(29)式を用いて界面剪断応力 τ_i を決定する。
- ⑤ 得られたボイド率 α 及び界面剪断応力 τ_i から 無次元気相流速 $J_{g,*}$ を決定する。
- ⑥ ④で決定される無次元気相流速 $J_{g,*}$ が①で与えられる無次元気相流速 $J_{g,*}$ と等しくなるまでボイド率 α を変化させる。
- ⑦ 無次元気相流速 $J_{g,*}$ を変化させ、①から⑤の手順を繰り返す。
- ⑧ 得られたボイド率 α 及び界面剪断応力 τ_i から 無次元気相流速 $J_{g,*}$ を決定する。
- ⑨ (25)式を用いて、無次元差圧 $(dP/dz)^*$ を計算する。

4.4.2 落水流量の予測

図17に内径0.0254, 0.0508, 0.152(m)の場合の無次元気相流速と無次元液相流速の計算結果を示す。全般的に、計算結果は実験結果と良く一致しており、図中の示したTRAC-PF1の計算結果に比較して著しく改善されていることが分かる。

4.4.3 差圧の予測

図18に差圧の計算結果と計測データとの比較を示す。等か直径にかかわらず、差圧の全体的な挙動を良く再現しているものと考えられる。図5に示したTRAC-PF1の結果に比較して著しく改善された結果となっている。

5. ま と め

Bharathanの対向流実験データを用いて、現状の二流体モデルの対向流に対する予測精度の評価を行うとともに、定常環状流を仮定した解析モデルを作成し、対向流時における液膜内での剪断応力分布を解析的に評価した。その結果以下の結論を得た。

- (1) 既存の剪断応力係数相関式をもちいた二流体モデルは、対向流時における落水流量を過大評価する。
- (2) これまで対向流に対する解析において界面剪断応力に比較して無視できるとされてきた壁面剪断応力の値が、流動が並向上昇流に移行する高気相流速の領域を除いて、界面剪断応力と同程度のオーダーで無視できない。
- (3) 本解析から得られた界面剪断応力係数の値は、壁面剪断応力を考慮しないで得られたBharathanの式より小さく、並向上昇流に対して得られたWallisの式より大きな値となった。
- (4) 既存の剪断応力係数相関式をもちいた二流体モデルが、対向流時における落水流量を過大評価するのは、壁面剪断応力の過小評価に主たる原因がある。
- (5) 対向流制限状態における乱流うず粘性係数を、Sleicherの式と類似の形式で表わし、その係数の値を評価した。対向流制限時における値は、単相乱流における値0.091より大きく、大きな管径に対しては並向上昇流に対する値0.16~0.6を越える値となった。

以上の結果に基づき、対向流における界面剪断応力係数および壁面剪断応力係数に関する整理式を提案する。

参考文献

- (1) Liles, D. R., et al.: "TRAC-PF1/MOD1; An advanced best-estimate computer program for pressureized water reactor thermal-hydraulic analysis", NUREG/CR-3858, LA-10157-MS, (July, 1986)
- (2) Ransom, V. H., et al.: "RELAP5/MOD2 Code manual volume 1: Code structure, systems, models, and solution methods", NUREG/CR-4312, EGG-2396 (1987)
- (3) Wallis, G. B.: "One dimensional two-phase flow", McGraw-Hill (1969)
- (4) Bharathan, D., Wallis, G. B.: "Air-water counter-current annular flow", Int. J. Multiphase flow, 9(4), (1983) 349-366
- (4) Cappiello, M. W.: "Assessment of the Annular Mist Interfacial Shear in TRAC-PF1/MOD1 against Downcomer Bypass and Tie-plate Flooding Data", 84-WA/HT-84 (1984)
- (5) Shire, P. R., et al.: "SCTF CORE-11 TRAC-PF1/MOD1 Analysis Summary", LA-CP-89-113 (1989)
- (7) Bharathan, D.: "Air-water Countercurrent Annular Flow", EPRI/NP-1165 (1979)
- (8) Bird, R. B., et al.: "Transport phenomena", John Wiley & Sons (1960)
- (9) Wallis, G. B.: "Flooding velocity for air and water in vertical tubes", AEEW-R123 (1961)
- (10) Sleicher, C. A.: "Experimental velocity and temperature profiles for air in turbulent pipe flow", J. Trans. ASME, 80-3 (1958) 693-704
- (11) 世古口ら: 気液環状二相流の液膜に関する研究, 機会学会論文集 39-317 (1973), 313-323
- (12) Zabaras, G. J., Dukler, A. E.: "Countercurrent gas-liquid annular flow, including the flooding state", AIChE Journal 34(3) (1988) 389-396
- (13) Ho, F. C. K., Hummel, R. L.: "Averaged velocity distributions within falling liquid films", Chem. Eng. Sci., 25 (1970) 1225-1237
- (14) Moeck, E. O.: "A droplet interchange model for annular-dispersed two-phase flow", Int. J. Heat Mass Trans, 15 (1972) 637

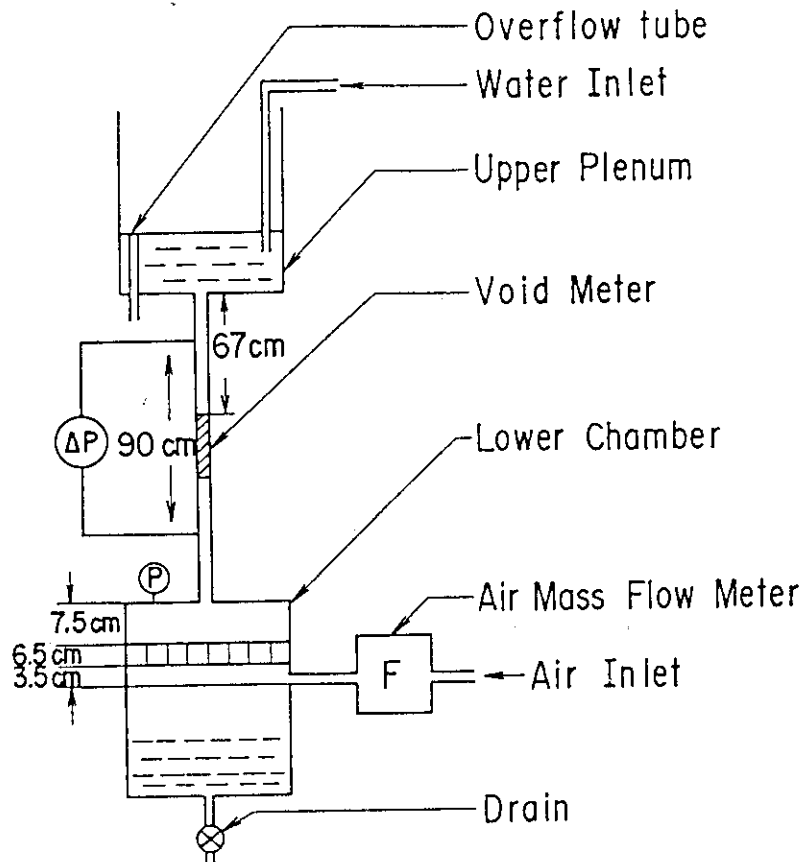


図 1 Bharathan らの実験装置の概要

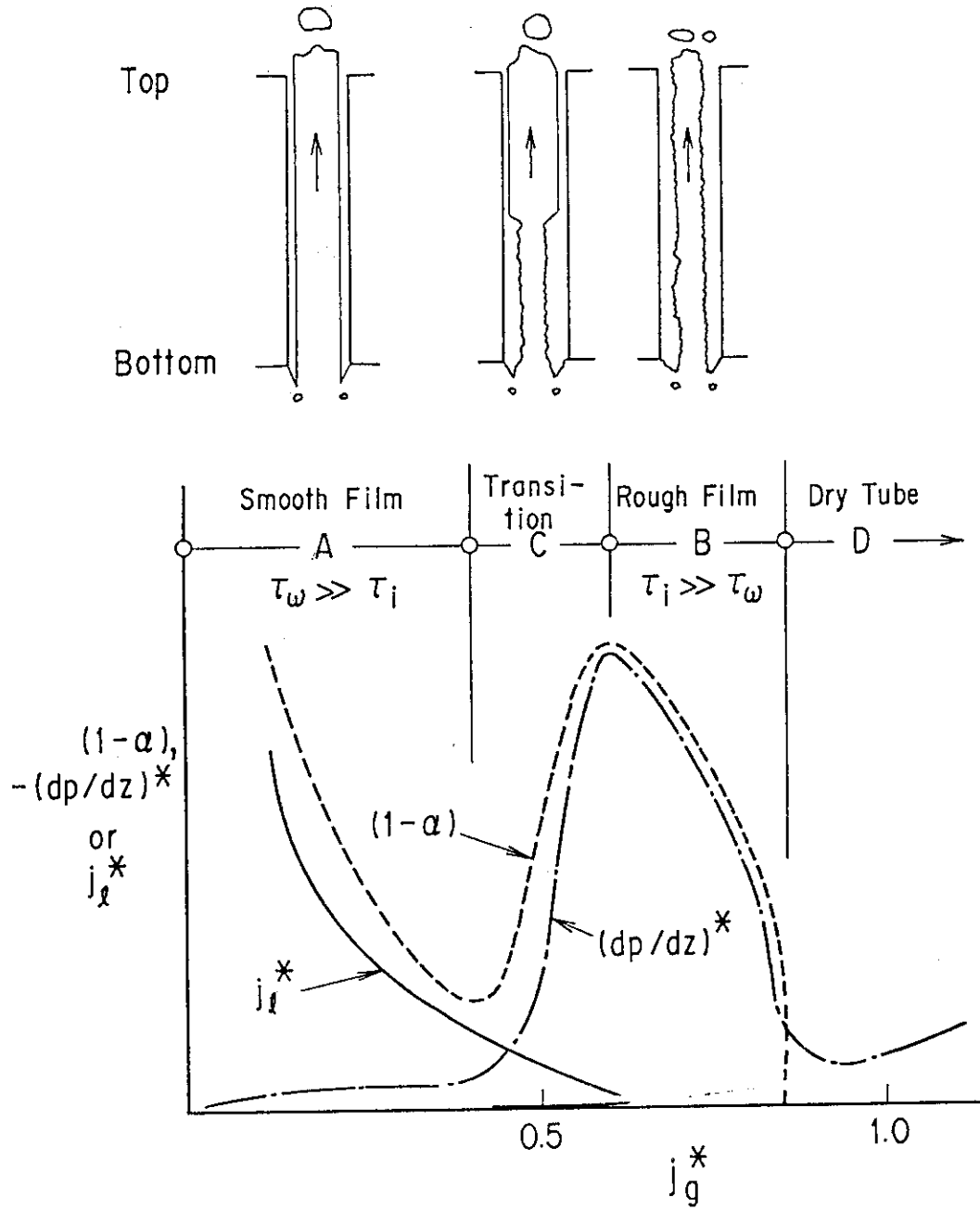


図 2 Bharathan らの実験結果および観察結果の概要

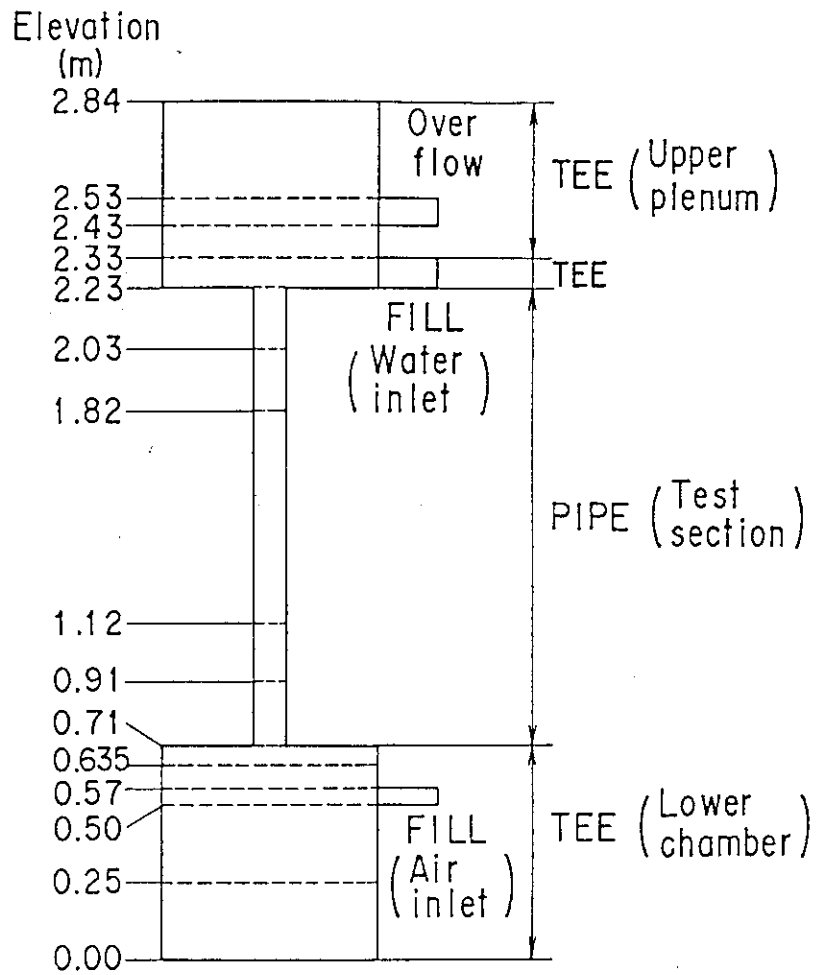


図 3 TRAC-PF1 による計算用入力データ

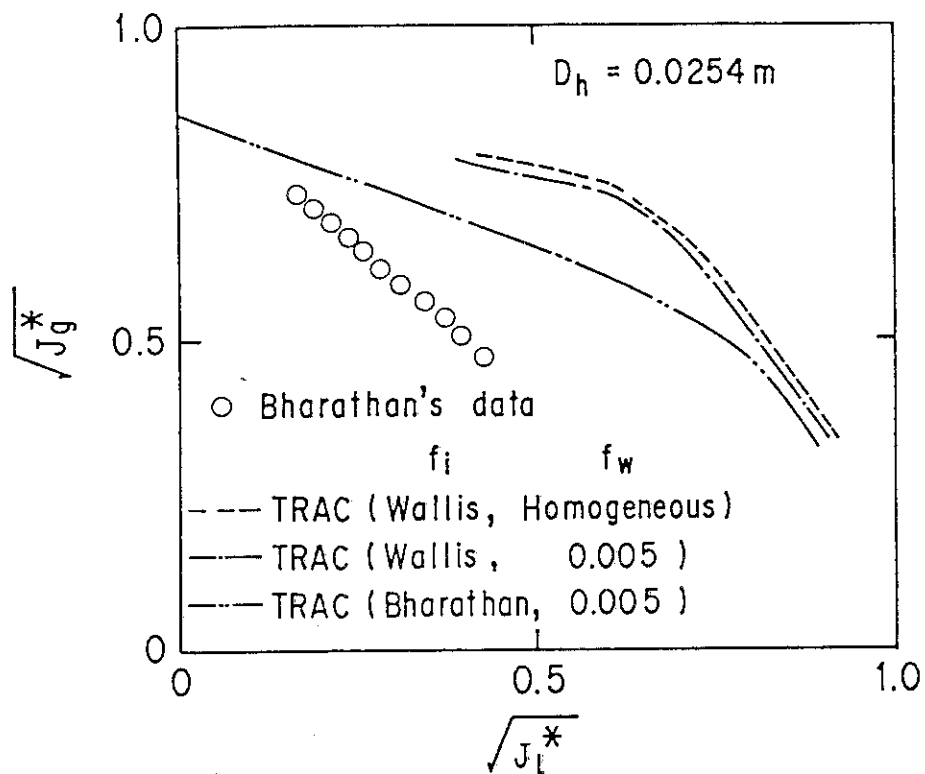


図 4 既存の二流体モデルコードによる対向流時における流量の予測

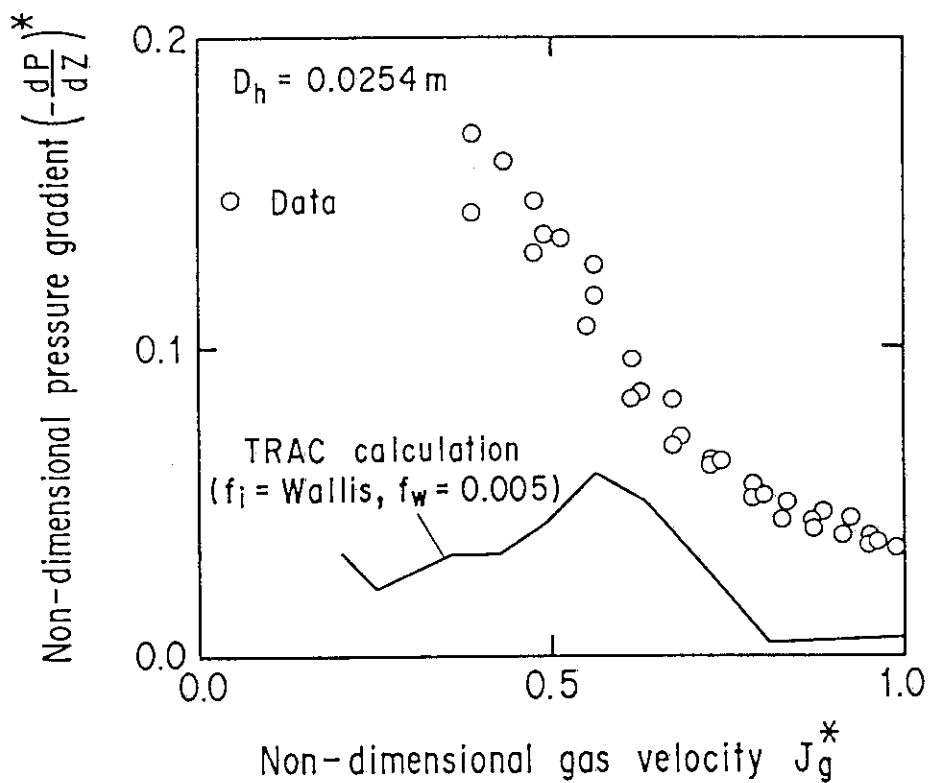


図 5 既存の二流体モデルコードによる対向流時における差圧の予測

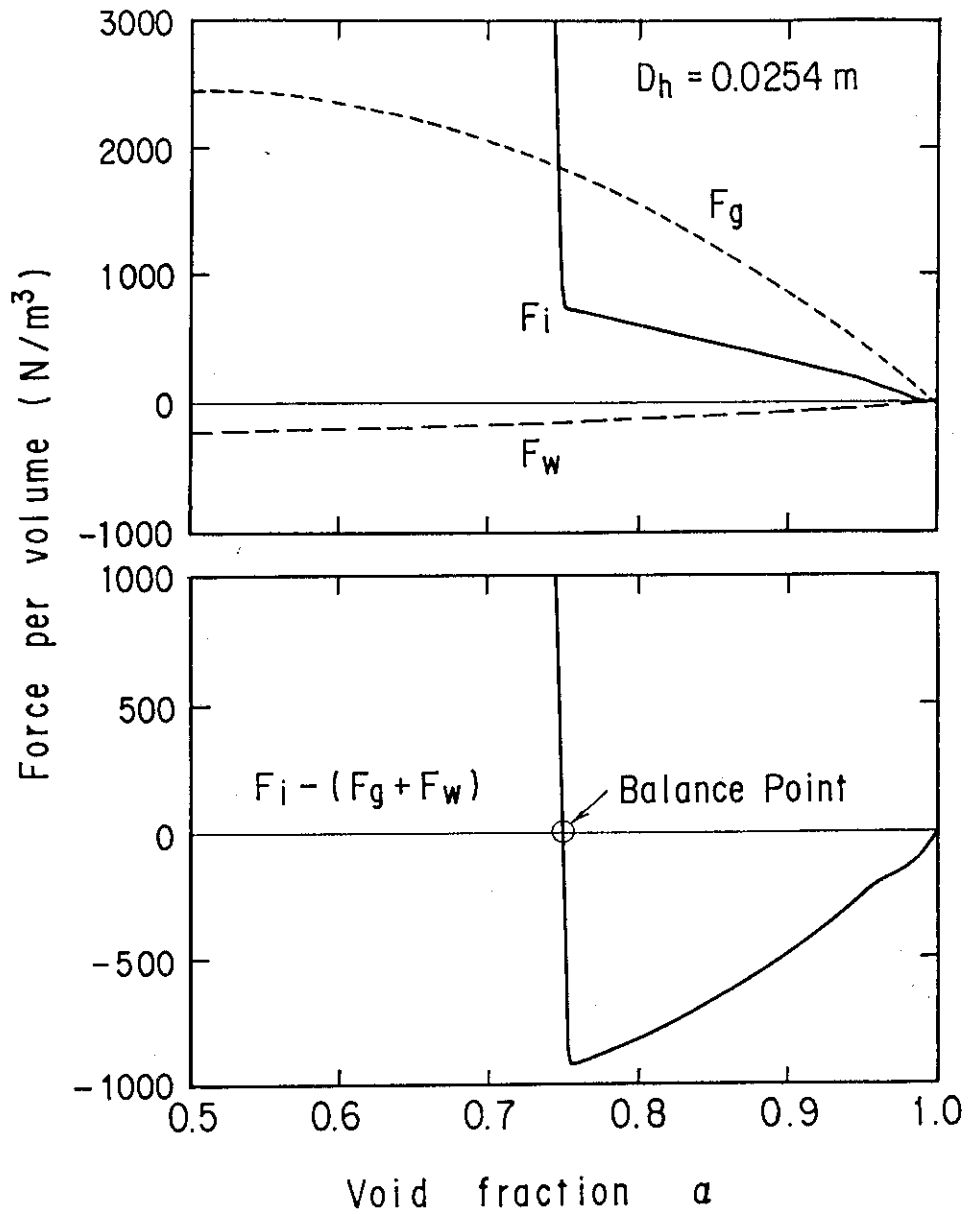


図 6 定常解析による対向流時の力のバランスの計算結果
 ($V_g=9.988\text{m/s}$, $V_l=0.9765\text{m/s}$ の場合)

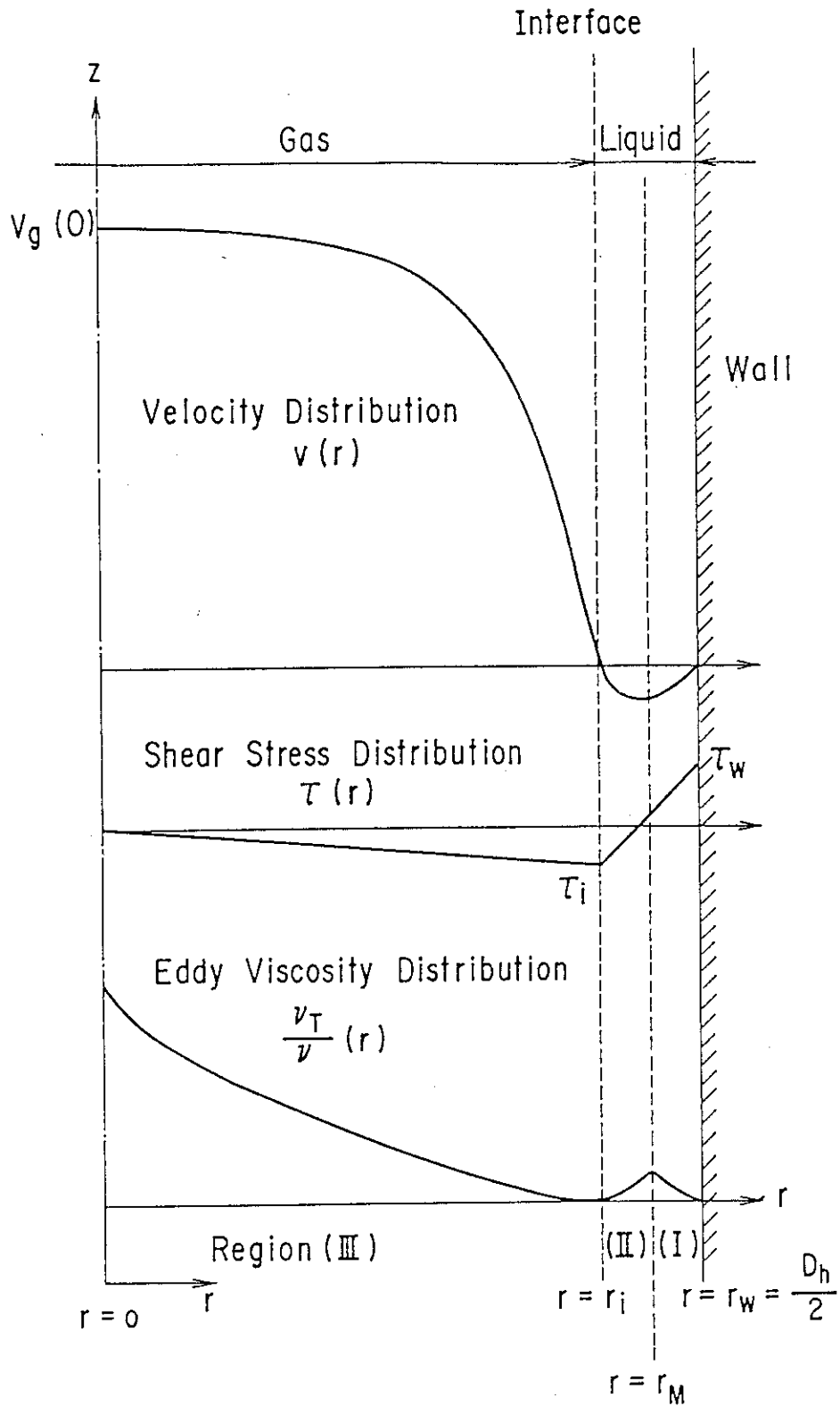


図 7 解析モデルの概念図

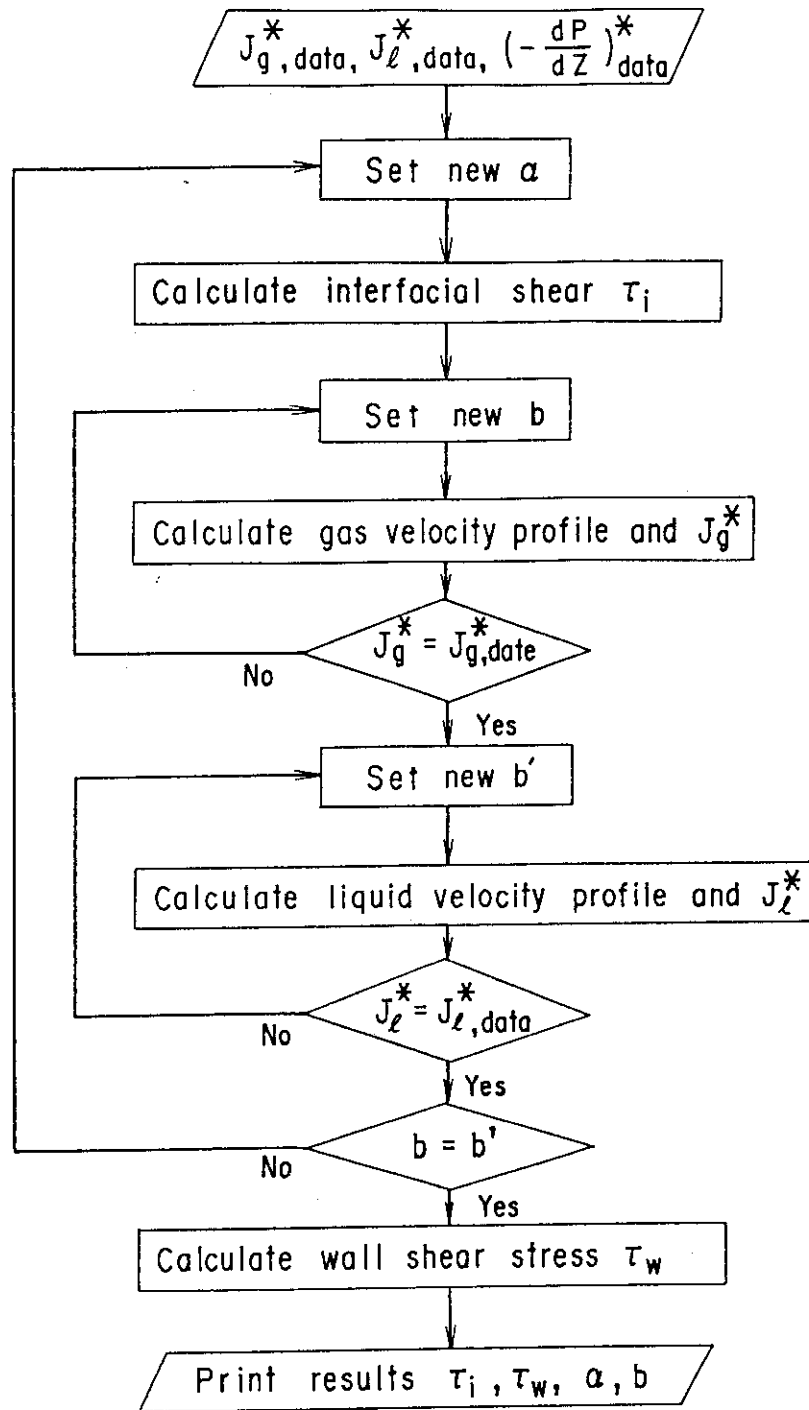


図 8 解析手順

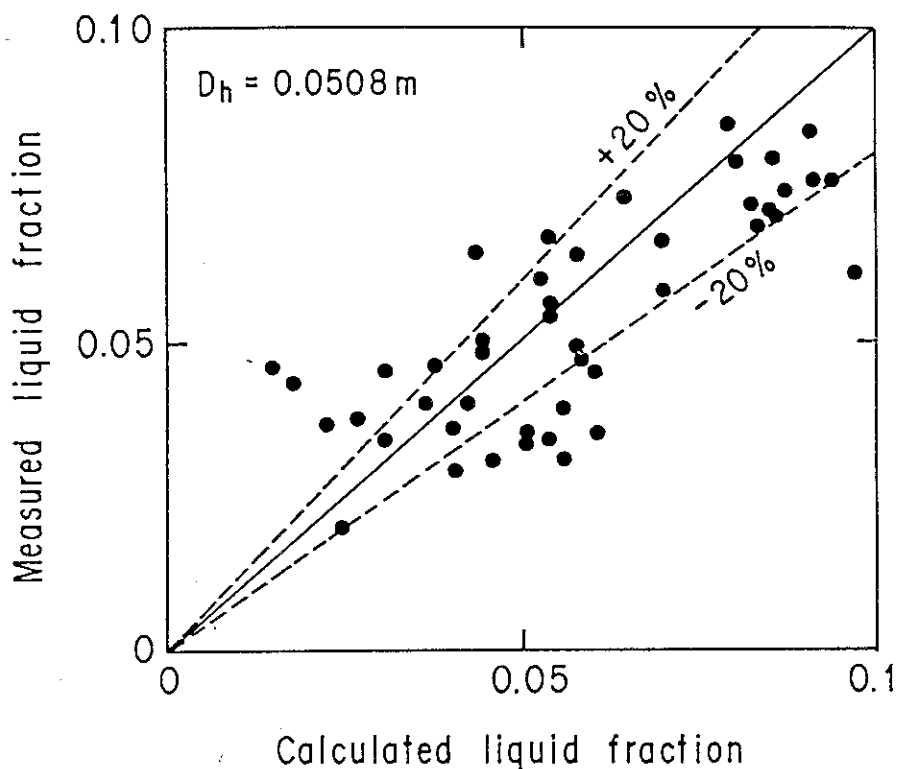


図9 解析モデルによる水率の計算結果と測定結果の比較

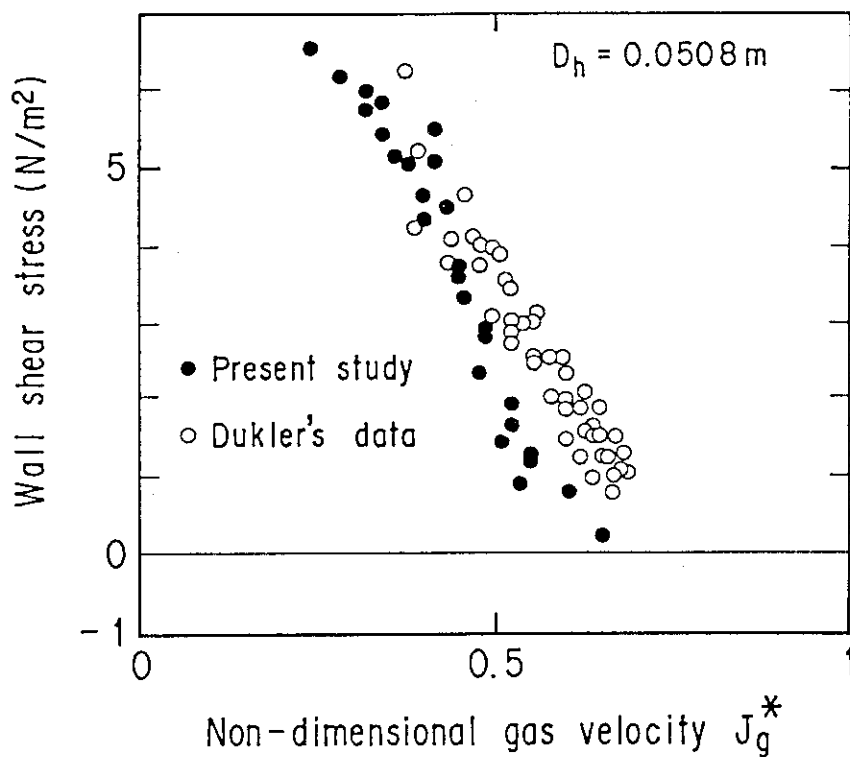


図10 解析モデルによる壁面剪断応力と測定結果の比較

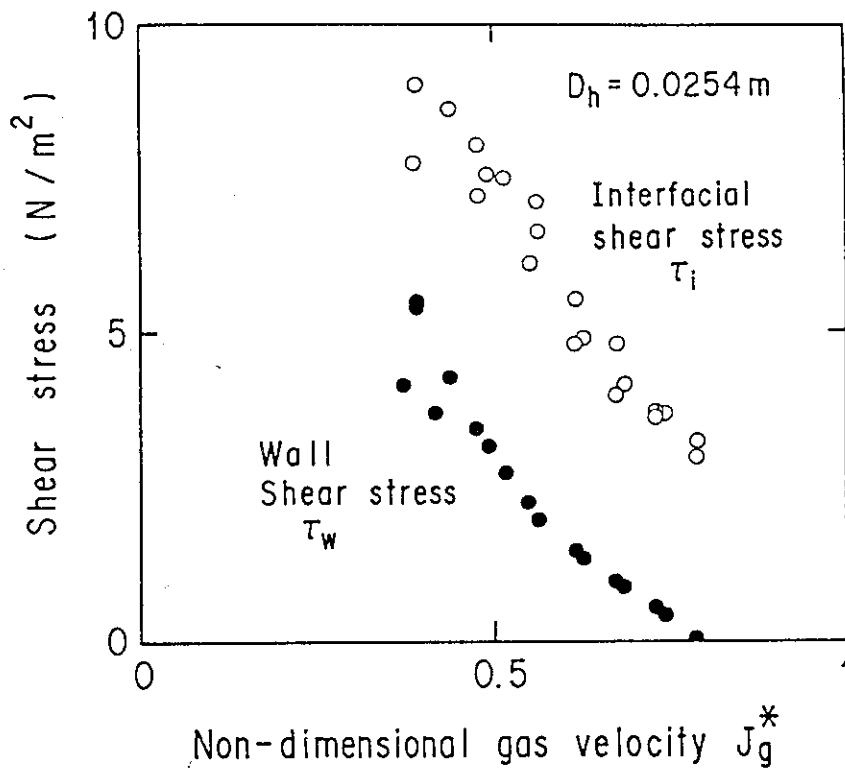


図11 液膜内の流速分布の計算結果

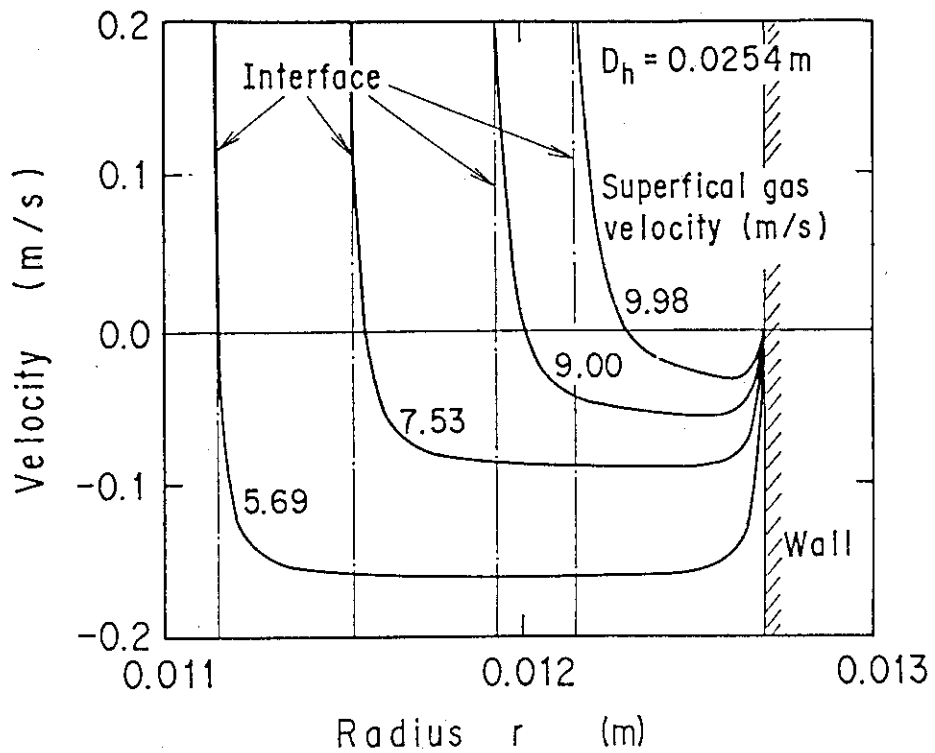


図12 界面剪断応力と壁面剪断応力の計算結果

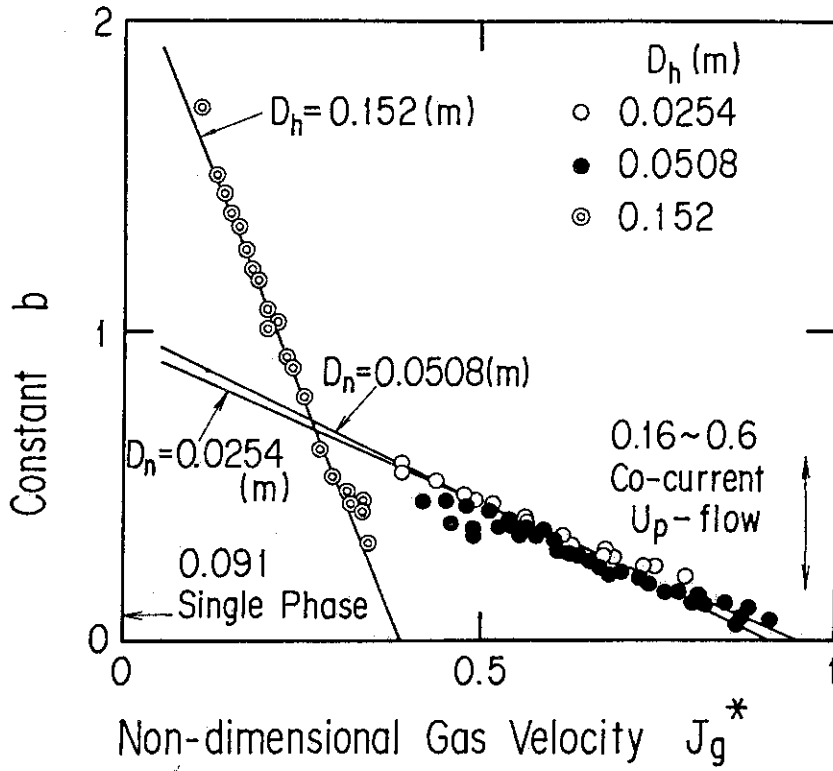


図13 乱流うず粘性係数中の定数 b の計算結果

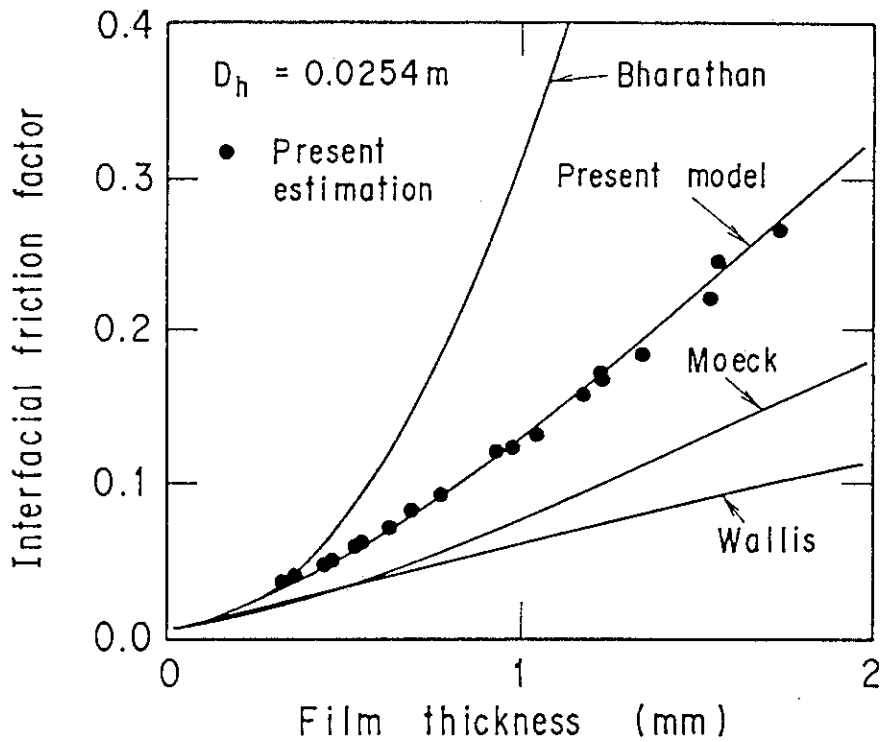


図14 界面剪断応力係数の計算結果と既存の式との比較

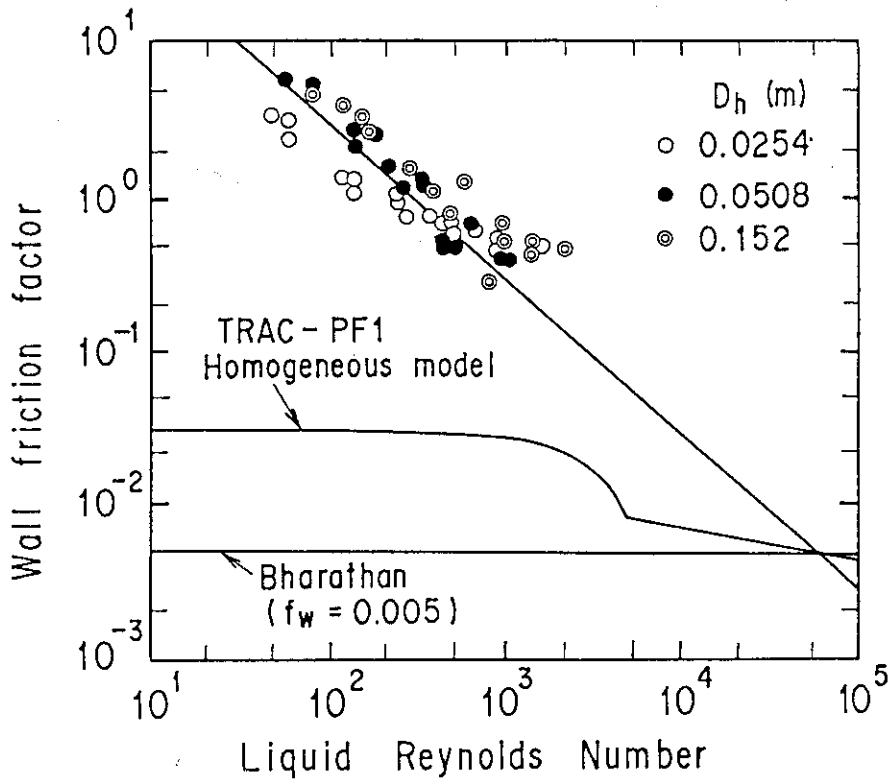


図15 壁面剪断応力係数の計算結果と既存の式との比較

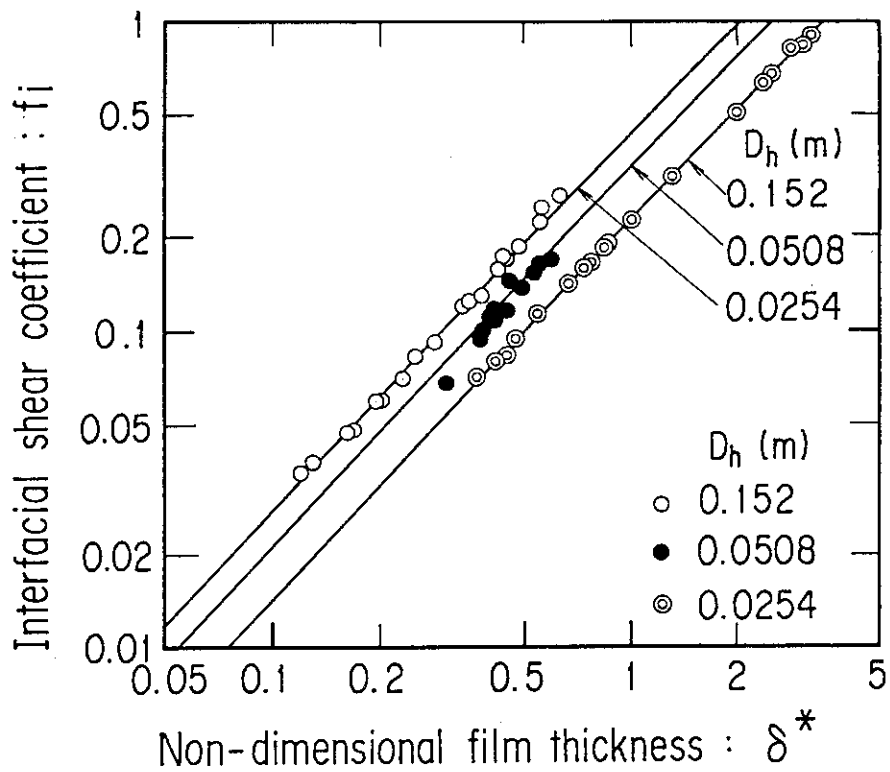


図16 界面剪断応力係数の計算結果

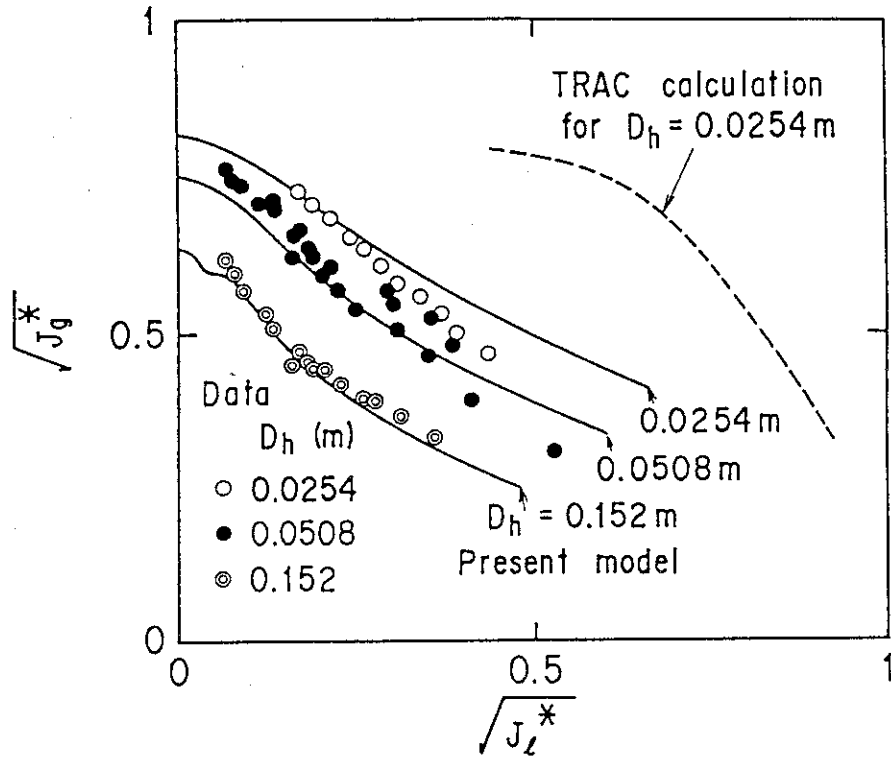


図17 解析モデルによる対向流時の流量の予測

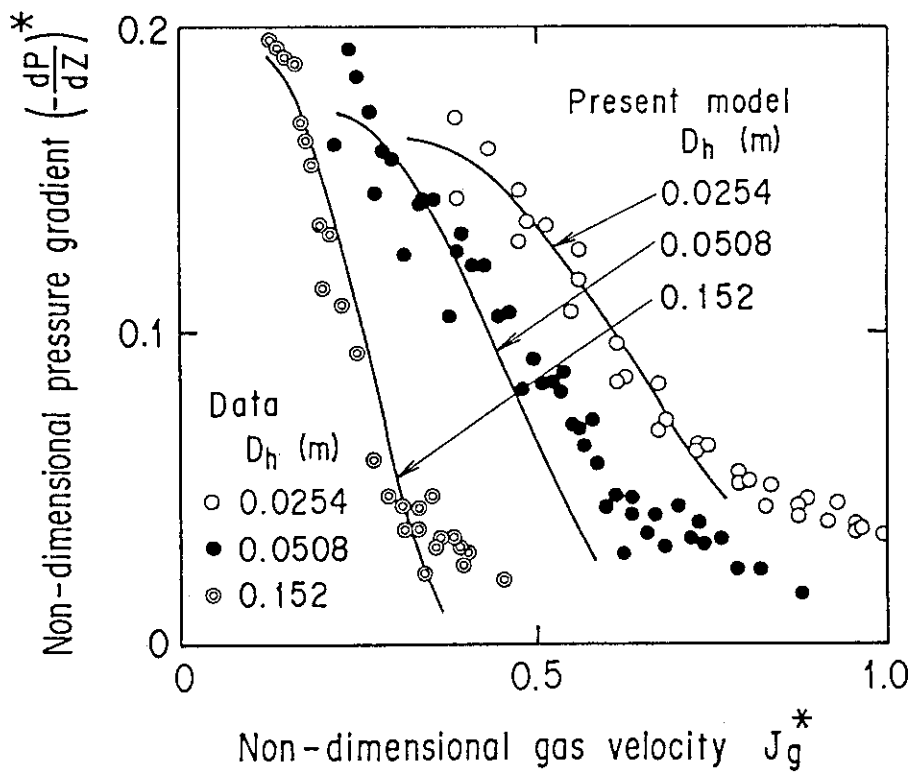


図18 解析モデルによる対向流時の差圧の予測

付録A 流速分布および平均流速の導出の詳細

(1) 流速分布の導出

(36)式中の乱流うず粘性係数は、乱れの発生点である界面及び壁面からの距離によって決まる関数であるから、流速分布を導出するため、液相領域を図7に示すような乱れが気液界面に原因する領域と壁面が原因となっている領域の2領域に分割する。両領域の境界の位置 r_M は、次式により決定する。

$$r_M = \frac{r_i + r_w}{2} \quad (A.1)$$

従って、考慮すべき領域は以下の3領域に分割される。

領域 (I) : 液相 ($r_M < r \leq r_w$)

領域 (II) : 液相 ($r_i < r \leq r_M$)

領域 (III) : 気相 ($0 \leq r \leq r_i$)

各領域毎に、以下の様に流速分布が求まる。

(1) 領域 (I) : 液相 ($r_M < r \leq r_w$)

(38)式より、

$$\begin{aligned} \frac{dv^1}{dr} &= \left\{ \frac{\tau_i}{r_i} + \frac{(\rho_l - \rho_g)g}{2} \right\} \frac{r}{\mu_l (1 + \nu_{T1}/\nu_l)} \\ &\quad - \frac{(\rho_l - \rho_g)g r_i^2}{2 \mu_l (1 + \nu_{T1}/\nu_l) r}, \\ \int_r^{r_w} dv^1 &= \frac{1}{\mu_l} \left\{ \frac{\tau_i}{r_i} + \frac{(\rho_l - \rho_g)g}{2} \right\} \int_r^{r_w} \frac{r dr}{1 + \nu_{T1}/\nu_l} \\ &\quad - \frac{(\rho_l - \rho_g)g r_i^2}{2 \mu_l} \int_r^{r_w} \frac{dr}{(1 + \nu_{T1}/\nu_l) r}, \end{aligned}$$

ここで、(36)式から(38)式より、

$$\begin{aligned} \frac{\nu_{T1}}{\nu_l} &= b^2 r_1^{+2}, \\ r_1^+ &= (r_w - r) \nu_{i1} / \nu_l, \\ \nu_{i1} &= \sqrt{\tau_i / \rho_l}. \end{aligned}$$

また、境界条件②より、

$$v(r_w) = 0$$

であるから、

$$r_w^+ = r_w \nu_{i1} / \nu_l,$$

とおくことにより

$$\begin{aligned} v_1^1(r) &= \left\{ \frac{\nu_l}{r_i} + \frac{(\rho_l - \rho_g)g \nu_l}{2 \tau_i} \right\} \int_0^{r_1^+} \frac{r_w^+ - r_1^+}{1 + b^2 r_1^{+2}} dr_1^+ \\ &\quad + \frac{(\rho_l - \rho_g)g r_i^2}{2 \mu_l} \int_0^{r_1^+} \frac{dr_1^+}{(1 + b^2 r_1^{+2})(r_w^+ - r_1^+)} \end{aligned}$$

故に、

$$v_{i1}(r) = \left\{ \frac{\nu_1}{r_i} + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g \nu_1}{2 \tau_i} \right\} \left\{ \frac{r_w^+ \tan^{-1}(b r_{i1}^+) - \frac{1}{2 b^2} \log_e(1 + b^2 r_{i1}^+)}{b} \right. \\ \left. + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_1 (1 + b^2 r_w^+)} \left\{ b r_w^+ \tan^{-1}(b r_{i1}^+) + \frac{1}{2} \log_e(1 + b^2 r_{i1}^+) - \log_e \frac{r_w^+ - r_{i1}^+}{r_w^+} \right\} \right\} \quad (A. 2)$$

(2) 領域 (II) : 液相 ($r_i < r \leq r_M$)

(38)式より、

$$\frac{d v_{i1}}{d r} = \left\{ \frac{\tau_i}{r_i} + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g}{2} \right\} \frac{r}{\mu_1 (1 + \nu_{T1} / \nu_1)} \\ - \frac{(\rho_1 - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_1 (1 + \nu_{T1} / \nu_1) r}, \\ \int_{r_i}^r d v_{i1} = \frac{1}{\mu_1} \left\{ \frac{\tau_i}{r_i} + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g}{2} \right\} \int_{r_i}^r \frac{r d r}{1 + \nu_{T1} / \nu_1} \\ - \frac{(\rho_1 - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_1} \int_{r_i}^r \frac{d r}{(1 + \nu_{T1} / \nu_1) r},$$

ここで、(36)式から(38)式より、

$$\frac{\nu_{T1}}{\nu_1} = b^2 r_{i1}^+{}^2,$$

$$r_{i1}^+ = (r - r_i) \nu_{i1} / \nu_1,$$

また、 $r_{i1}^+ = r_i \nu_{i1} / \nu_1$ とおくことにより

$$v_{i1}(r) = v_{i1}(r_i) + \left\{ \frac{\nu_1}{r_i} + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g \nu_1}{2 \tau_i} \right\} \int_0^{r_{i1}^+} \frac{r_w^+ - r_{i1}^+}{1 + b^2 r_{i1}^+{}^2} d r_{i1}^+ \\ + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_1} \int_0^{r_{i1}^+} \frac{d r_{i1}^+}{(1 + b^2 r_{i1}^+{}^2)(r_w^+ - r_{i1}^+)}$$

故に、

$$v_{i1}(r) = v_{i1}(r_i) \\ + \left\{ \frac{\nu_1}{r_i} + \frac{(\rho_1 - \rho_g) g \nu_1}{2 \tau_i} \right\} \left\{ \frac{r_i^+ \tan^{-1}(b r_{i1}^+) - \frac{1}{2 b^2} \log_e(1 + b^2 r_{i1}^+{}^2)}{b} \right\} \\ - \frac{(\rho_1 - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_1 (1 + b^2 r_i^+{}^2)} \left\{ b r_i^+ \tan^{-1}(b r_{i1}^+) - \frac{1}{2} \log_e(1 + b^2 r_{i1}^+{}^2) + \log_e \frac{r_i^+ - r_{i1}^+}{r_i^+} \right\} \quad (A. 3)$$

いま、(A.3)式を

$$v_{i1}(r) = v_{i1}(r_i) + F_{i1}(r_{i1}^+)$$

とおくと、液相速度の連続の条件から、

$$v_{i1}(r_M) = v_{i1}(r_M)$$

であるから、

$$v_{i1}(r_i) = v_{i1}(r_M) - F_{i1}(r_{i1}^+) \quad (A. 4)$$

(3) 領域 (III) : 気相 ($0 \leq r \leq r_i$)

(37)式より、

$$\frac{d v_g}{d r} = \frac{\tau_i}{\mu_g (1 + \nu_{Tg} / \nu_g)} \frac{r}{r_i}$$

$$\therefore \int_0^{r_i} d v_g = \frac{\tau_i}{\mu_g r_i} \int_0^{r_i} \frac{r dr}{1 + \nu_{11}/\nu_1}$$

ここで、(36)式から(38)式より、

$$\frac{\nu_{1g}}{\nu_g} = b^2 r_{111}^{+2},$$

$$r_{111}^+ = (r_i - r) v_{ig} / \nu_g,$$

$$v_{ig} = \sqrt{\tau_i / \rho_g},$$

$$r_{ig}^+ = r_i v_{ig} / \nu_g, \text{ とおくことにより}$$

$$v_g(r) = v_g(0) + \frac{\nu_g}{r_i} \int_{r_{ig}^+}^{r_{111}^+} \frac{r_{ig}^+ - r_{111}^+}{1 + b^2 r_{111}^{+2}} dr_{111}^+$$

故に、

$$v_g(r) = v_g(0) + \frac{v_{ig}}{b} \{ \tan^{-1}(b r_{111}^+) - \tan^{-1}(b r_{ig}^+) \} - \frac{\nu_g}{2b^2 r_i} \log_e \frac{1 + b^2 r_{111}^{+2}}{1 + b^2 r_{ig}^{+2}} \quad (\text{A. 5})$$

いま、(A.5)式を

$$v_g(r) = v_g(0) + F_g(r_{111}^+)$$

とおくと、境界条件(1)の気液界面における流速連続の条件から、

$$v_{111}(r_i) = v_g(r_i)$$

であるから、

$$v_g(0) = v_{111}(r_i) + F_{111}(r_{111}^+) - F_{111}(r_{111}^+) \quad (\text{A. 6})$$

(2) 平均流速の計算の詳細

(A.2)式、(A.3)式、及び(A.5)式から流速分布が決定されると、(39)式および(40)式から気液各相の平均流速が、以下の様に求まる。

気相に対して：

$$\begin{aligned} V_g &= \frac{\int_0^{r_i} v_g \cdot 2\pi r dr}{\int_0^{r_i} 2\pi r dr} = \frac{2}{r_i^2} \int_0^{r_i} v_g(r) \cdot r dr, \\ &= V_g(0) + \frac{2v_{ig}}{r_i^2 b} \int_0^{r_i} r \tan^{-1}(b r_{111}^+) dr - \frac{v_{ig}}{b} \tan^{-1}(b r_{ig}^+) \\ &\quad - \frac{\nu_g}{b r_i} \int_0^{r_i} r \log_e(1 + b^2 r_{111}^{+2}) dr + \frac{\nu_g}{2b^2 r_i} \log_e(1 + b^2 r_{ig}^{+2}) \end{aligned} \quad (\text{A. 7})$$

ここで

$$\begin{aligned} &\int_0^{r_i} r \tan^{-1}(b r_{111}^+) dr \\ &= \left(\frac{\nu_g}{v_{ig}}\right)^2 \left\{ \frac{r_{ig}^+}{b} [b r_{ig}^+ \tan^{-1}(b r_{ig}^+) - \frac{1}{2} \log_e(1 + b^2 r_{ig}^{+2})] \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2b^2} [(1 + b^2 r_{ig}^{+2}) \tan^{-1} b r_{ig}^+ - b r_{ig}^+] \right\} \end{aligned}$$

$$\int_0^{r_i} r \log_e (1 + b^2 r^2) dr$$

$$= \left(\frac{\nu_g}{\nu_l}\right)^2 \left\{ \frac{r_{ig}^+}{b} [b r_{ig}^+ \log_e (1 + b^2 r_{ig}^2) - 2 b r_{ig}^+ + 2 \tan^{-1} b r_{ig}^+] \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2 b^2} [(1 + b^2 r_{ig}^2) \log_e (1 + b^2 r_{ig}^2) - b^2 r_{ig}^2] \right\}$$

液相に対しては：

$$V_l = \frac{\int_{r_i}^{r_w} \nu_l \cdot 2\pi r dr}{\int_{r_i}^{r_w} 2\pi r dr}$$

$$= \frac{2}{r_w^2 - r_i^2} \left\{ \int_{r_i}^{r_M} \nu_l^{II}(r) \cdot r dr + \int_{r_M}^{r_w} \nu_l^I(r) \cdot r dr \right\} \quad (A.8)$$

ここで

$$\int_{r_M}^{r_w} \nu_l^I(r) \cdot r dr$$

$$= \left\{ \frac{\nu_l}{r_i} + \frac{(\rho_l - \rho_g) g \nu_l}{2 \tau_i} \right\}$$

$$\times \left\{ -\frac{r_w^+}{b} \int_{r_M}^{r_w} r \tan^{-1}(b r) dr - \frac{1}{2 b^2} \int_{r_M}^{r_w} r \log_e (1 + b^2 r^2) dr \right\}$$

$$+ \frac{(\rho_l - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_l (1 + b^2 r_w^2)}$$

$$\times \left\{ b r_w^+ \int_{r_M}^{r_w} r \tan^{-1}(b r) dr + \frac{1}{2} \int_{r_M}^{r_w} r \log_e (1 + b^2 r^2) dr \right.$$

$$\left. - \int_{r_M}^{r_w} r \log_e (r_w^+ - r) dr + \frac{r_w^2 - r_M^2}{2} \log_e r_w^+ \right\}$$

$$\int_{r_i}^{r_M} \nu_l^{II}(r) \cdot r dr$$

$$= \frac{r_M^2 - r_i^2}{2} \nu_l^{II}(r_i) - \left\{ \frac{\nu_l}{r_i} + \frac{(\rho_l - \rho_g) g \nu_l}{2 \tau_i} \right\}$$

$$\times \left\{ -\frac{r_i^+}{b} \int_{r_i}^{r_M} r \tan^{-1}(b r) dr + \frac{1}{2 b} \int_{r_i}^{r_M} r \log_e (1 + b^2 r^2) dr \right\}$$

$$+ \frac{(\rho_l - \rho_g) g r_i^2}{2 \mu_l (1 + b^2 r_w^2)}$$

$$\times \left\{ b r_i^+ \int_{r_i}^{r_M} r \tan^{-1}(b r) dr - \frac{1}{2} \int_{r_i}^{r_M} r \log_e (1 + b^2 r^2) dr \right.$$

$$\left. + \int_{r_i}^{r_M} r \log_e (r_i^+ + r) dr + \frac{r_M^2 - r_i^2}{2} \log_e r_i^+ \right\}$$

また、

$$\int_{r_M}^{r_w} r \tan^{-1}(b r) dr$$

$$= \left(\frac{\nu_l}{\nu_{II}}\right)^2 \left\{ \frac{r_M^+}{b} [b r_M^+ \tan^{-1}(b r_M^+) - \frac{1}{2} \log_e (1 + b^2 r_M^2)] \right.$$

$$\left. - \frac{1}{b^2} \left[\frac{1 + b^2 r_M^2}{2} \tan^{-1}(b r_M^+) - \frac{b r_M^+}{2} \right] \right\}$$

$$\int_{r_M^+}^{r_W^+} r \log_e (1 + b^2 r_{11}^{+2}) dr$$

$$= \left(\frac{\nu-1}{\nu+1}\right)^2 \left\{ \frac{r_W^+}{b} [b r_{11M}^+ \log_e (1 + b^2 r_{11M}^{+2}) - 2b r_{11M}^+ + 2 \tan^{-1}(b r_{11M}^+)] \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2b^2} [(1 + b^2 r_{11M}^{+2}) \log_e (1 + b^2 r_{11M}^{+2}) - b^2 r_{11M}^{+2}] \right\}$$

$$\int_{r_M^+}^{r_W^+} r \log_e (r_W^+ - r_{11}^+) dr$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{\nu-1}{\nu+1}\right)^2 \left\{ r_W^{+2} \log_e r_W^+ - \frac{r_W^{+2}}{2} - r_{11M}^{+2} \log_e r_{11M}^+ + \frac{r_{11M}^+}{2} \right\}$$

$$\int_{r_i^+}^{r_M^+} r \tan^{-1} (b r_{11}^+) dr$$

$$= \left(\frac{\nu-1}{\nu+1}\right)^2 \left\{ \frac{r_i^+}{b} [b r_{11M}^+ \tan^{-1} (b r_{11M}^+) - \frac{1}{2} \log_e (1 + b^2 r_{11M}^+)] \right.$$

$$\left. + \frac{1}{2b^2} [(1 + b^2 r_{11M}^{+2}) \tan^{-1} (b r_{11M}^+) - b r_{11M}^+] \right\}$$

$$\int_{r_i^+}^{r_M^+} r \log_e (1 + b^2 r_{11}^{+2}) dr$$

$$= \left(\frac{\nu-1}{\nu+1}\right)^2 \left\{ \frac{r_i^+}{b} [b r_{11M}^+ \log_e (1 + b^2 r_{11M}^{+2}) - 2b r_{11M}^+ + 2 \tan^{-1}(b r_{11M}^+)] \right.$$

$$\left. - \frac{1}{2b^2} [(1 + b^2 r_{11M}^{+2}) \log_e (1 + b^2 r_{11M}^{+2}) - b^2 r_{11M}^{+2}] \right\}$$

$$\int_{r_i^+}^{r_M^+} r \log_e (r_i^+ + r_{11}^+) dr$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{\nu-1}{\nu+1}\right)^2 \left\{ r_M^+ \log_e r_M^+ - \frac{r_M^+}{2} - r_i^{+2} \log_e r_i^+ + \frac{r_i^+}{2} \right\}$$

付録 B 解析プログラムリスト

```

10 *****
20 '###      メインルーチン (CALBAL)      ###
30 '###      BとALPの計算と作図      ###
40 '###      1990.2.6(TUE)      ###
50 *****
60 '+++++  画面の設定  +++++
70 WIDTH 80,25
80 CONSOLE 0,25,0,1
90 SCREEN 3,0,0,1
100 CLS 3
110 VIEW (0,0)-(639,399),0
120 '+++++  入力値  +++++
130 *RE INPUT
140 LOCATE 56,4: INPUT "水力等値直径は";DW
150 RW=DW/2
160 LOCATE 56,5: INPUT "最小ボイド率は";ALPMIN
170 LOCATE 56,6: INPUT "最大ボイド率は";ALPMAX
180 LOCATE 56,7: INPUT "最小収率";BMIN
190 LOCATE 56,8: INPUT "最大収率";BMAX
200 LOCATE 56,9: INPUT "分割数";NDIV
210 LOCATE 56,10: INPUT "入力はいですか(Y/N)";I$
220 IF I$="N" THEN GOTO *RE INPUT
230 '+++++  データの入力  ++++++
240 GOSUB *DAJS0254
250 'GOSUB *DAJR0254
260 GOSUB *DATP0254
270 '+++++ 実行  ++++++
280 DIM DJLSTP(NTP0254),DALP(NTP0254),DTAUI(NTP0254),DBB(NTP0254),DTAUB(NTP025
4)
290 DIM BBG(NDIV+1),BBL(NDIV+1)
300 GOSUB *PROP
310 GOSUB *DATJLST
320 '----- ( B-JL & B-JG の作図 ) -----
330 *MINSTP1
340 LOCATE 0,0: INPUT " B-JL & B-JG の作図をしますか(Y/N)";B$
350 IF B$="N" THEN GOTO *MINSTP2
360 CLS 3
370 GOSUB *FRAME
380 GOSUB *CENTER
390 FOR I=1 TO NTP0254
400 CLS 2
410 GOSUB *CENTER
420 GOSUB *BJLJG
430 NEXT I
440 '----- ( ALP & (BBL-BBG) の作図 ) -----
1450 *MINSTP2
1460 LOCATE 0,0: INPUT "ALP&(BBL-BBG)の作図をしますか(Y/N)";B$
1470 IF B$="N" THEN GOTO *MINSTP3
1480 CLS 3
1490 GOSUB *FRAME
1500 GOSUB *CENTER
1510 FOR I=1 TO NTP0254
1520 CLS 2
1530 GOSUB *CENTER
1540 GOSUB *ALPBLBG
1550 NEXT I
1560 '----- (STORE DATA OF ALP-B + TAU1, TAUW, JG*, JL*) -----
1570 *MINSTP3
1580 LOCATE 0,0: INPUT " ALP & B の計算をしますか(Y/N)";B$
1590 IF B$="N" THEN GOTO *MINSTP4
1600 CLS 3
1610 FOR I=1 TO NTP0254
1620 ALP=ALPMIN
1630 ALPR=ALPMAX
1640 GOSUB *GETALPB
1650 GOSUB *TAUW
1660 GOSUB *DPDZ
1670 DALP(I)=ALP
1680 DTAUI(I)=TAU1
1690 DTAUB(I)=TAUW
1700 DBB(I)=B
1710 GOSUB *MONITOR
1720 NEXT I
1730 *MINSTP4
1740 GOSUB *STORE
1750 '-----
1760 *MINSTP4
1770 LOCATE 0,23: INPUT "      再計算をしますか(Y/N)";B$
1780 IF B$="Y" THEN GOTO *MINSTP1
1790 '+++++  局所の変数の表示  +++++
1800 CLS 3
1810 VIEW (0,0)-(639,399),0
1820 GOSUB *LOVAL
1830 '+++++  後処理  ++++++
1840 CLS 3
1850 VIEW (0,0)-(639,399),0
1860 CONSOLE 0,25,1,1
1870 END
1880 *****
1890 ***** 局所変数の計算と作図 *****

```

```

900 '#####
910 *LOVAL
920 '#####フレームを書くと+++++++
930 LOCATE 56,4: INPUT "水力等価直径は"; DW
940 RW=DW/2
950 LOCATE 1,0: PRINT "半径方向流速分布"
960 LOCATE 3,1: PRINT "(M/S)"
970 *LOOP
980 GOSUB *FRAME
990 *COND
1000 GOSUB *CENTER
1010 '#####入力条件を設定する+++++++
1020 LOCATE 56,12: INPUT "乱流粘性係数は"; B
1030 LOCATE 58,13: INPUT "筋断応力は"; TAU1
1040 LOCATE 58,14: INPUT "ボイド率は"; ALP
1050 LOCATE 58,15: INPUT "波"; STF
1060 LOCATE 58,16: INPUT "分割数は"; DMAX
1070 LOCATE 58,17: INPUT "良いですか(Y/N)"; AS
1080 IF AS="Y" THEN LOCATE 58,18: PRINT "作図開始します" ELSE *COND
1090 '#####実行+++++++
1100 GOSUB *PROP
1110 GOSUB *CONST
1120 GOSUB *XVO
1130 '---
1140 GOSUB *VELDIS
1150 GOSUB *TAUDIS
1160 *GOSUB *NLTL
1170 '---
1180 GOSUB *VGBAR
1190 GOSUB *VLBAR
1200 GOSUB *VLFALL
1210 '---
1220 GOSUB *BUNDY
1230 GOSUB *MONITOR
1240 '#####終了の判定+++++++
1250 LOCATE 58,20: INPUT "パラメータは(Y/N)"; AS
1260 IF AS="Y" THEN CLS 2: GOTO *COND
1270 LOCATE 56,21: INPUT "終わりますか(Y/N)"; AS
1280 IF AS="Y" THEN *FINAL
1290 LOCATE 56,22: INPUT "軸は変えますか(Y/N)"; AS
1300 IF AS="Y" THEN CLS 2: GOTO *LOOP ELSE CLS 2: GOTO *COND
1310 *FINAL
1320 '+++++ 画面のクリア +++++
1330 CLS 3
1340 VIEW (0,0)-(639,399),0
1350 RETURN
1360 '#####フレーム作成ルーチン#####
1370 '#####
1380 '#####
1390 *FRAME
1400 '+++++++ウインドウを決める+++++++
1410 *STEP1
1420 LOCATE 56,5: INPUT "X軸の名称は"; XAXIS$
1430 LOCATE 56,6: INPUT "X軸の最小値は"; XMIN
1440 LOCATE 56,7: INPUT "X軸の最大値は"; XMAX
1450 LOCATE 56,8: INPUT "Y軸の名称は"; YAXIS$
1460 LOCATE 56,9: INPUT "Y軸の最小値は"; YMIN
1470 LOCATE 56,10: INPUT "Y軸の最大値は"; YMAX
1480 YMAX=-YMAX
1490 YMIN=-YMIN
1500 IF XMIN=>XMAX OR YMAX=>YMIN THEN GOTO *STEP1
1510 WINDOW(XMIN,YMAX)-(XMAX,YMIN)
1520 '+++++++ビューポートを決める+++++++
1530 VIEW(80,40)-(440,360),7
1540 '+++++++作図の範囲を指定する+++++++
1550 XMID=(XMAX+XMIN)/2
1560 YMID=(YMAX+YMIN)/2
1570 LOCATE 5,23: PRINT USING"###"; XMIN
1580 LOCATE 29,23: PRINT USING"###"; XMID
1590 LOCATE 52,23: PRINT USING"###"; XMAX
1600 LOCATE 0,22: PRINT USING"###"; -YMIN
1610 LOCATE 0,12: PRINT USING"###"; -YMID
1620 LOCATE 0,2: PRINT USING"###"; -YMAX
1630 LOCATE 0,1: PRINT YAXIS$
1640 LOCATE 62,23: PRINT XAXIS$
1650 LOCATE 56,11: INPUT "軸は良いですか(Y/N)"; AS
1660 IF AS="N" THEN GOTO *FRAME
1670 RETURN
1680 '#####
1690 '#####中心線を引くルーチン#####
1700 '#####
1710 *CENTER
1720 '+++++++中心線を書く+++++++
1730 LINE(XMIN,0)-(XMAX,0),7
1740 LINE(0,YMIN)-(0,YMAX),7
1750 LINE(XMIN,YMID)-(XMAX,YMID),1
1760 LINE(XMID,YMIN)-(XMID,YMAX),1
1770 RETURN
1780 '#####
1790 '#####速度分布の計算と作図#####

```

```

1800 '#####
1810 *VELDIS
1820 '+++++++図を書<+++++++
1830 Y=0
1840 FOR I=1 TO DMAX
1850 'X=RW/DMAX*I
1860 X=(RW-XMIN)/DMAX*I+XMIN
1870 'IF X<RI THEN GOSUB *SUBVGR
1880 'IF X>RI AND X<RM THEN GOSUB *SUBVRL2
1890 'IF X>RM THEN GOSUB *SUBVRL1
1900 IF X<RI THEN GOSUB *SUBVGR
1910 IF X>RI AND X<RM THEN GOSUB *SUBVRL2
1920 IF X>RM THEN GOSUB *SUBVRL1
1930 IF I=1 THEN GOTO *VELDIS1
1940 LINE(X1, Y1)-(X, Y), 4
1950 *VELDIS1
1960 X1=X
1970 Y1=Y
1980 NEXT I
1990 RETURN
2000 '#####
2010 '### 速度0の位置の決定 ###
2020 '#####
2030 *XV0
2040 IF XTAU0>RW THEN X=RW:GOTO *SRPXV03
2050 X1=0
2060 XR=RW
2070 '----- 速度0の位置の決定 -----
2080 ITERMAX=100
2090 ITER=0
2100 *SRPXV02
2110 ITER=ITER+1
2120 X=(XL+XR)*.5
2130 IF X<RI THEN GOSUB *SUBVGR
2140 IF X>RI AND X<RM THEN GOSUB *SUBVRL2
2150 IF X>RM AND X<RW THEN GOSUB *SUBVRL1
2160 IF ABS(Y)<.0001 OR ITER>ITERMAX THEN GOTO *SRPXV03
2170 IF Y>0 THEN XR=X:GOTO *SRPXV02
2180 IF Y<0 THEN XL=X:GOTO *SRPXV02
2190 *SRPXV03
2200 XV0=X
2210 RETURN
2220 '#####
2230 '#####乱流動粘性係数の作図#####
2240 '#####

```

```

2250 *NLTNL
2260 '++++ 規格化 +++++
2270 X1=RM
2280 R2K=(X1-RI)*VTAUIL/NL
2290 NLTNL=B`2*R2K`2
2300 NLTNLO=NLTNL
2310 X1=(RI-XMIN)/DMAX+XMIN
2320 R3K=(RI-X1)*VTAUIG/NG
2330 NLTNL6=B`2*R3K`2
2340 IF NLTNL<NLTNL6 THEN NLTNLO=NLTNL6
2350 '++++ 気相 +++++
2360 X1=(RI-XMIN)/DMAX+XMIN
2370 R3K=(RI-X1)*VTAUIG/NG
2380 NLTNL=B`2*R3K`2
2390 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2400 FOR I=2 TO DMAX
2410 X=(RI-XMIN)/DMAX*I+XMIN
2420 R3K=(RI-X)*VTAUIG/NG
2430 NLTNL=B`2*R3K`2
2440 Y=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2450 LINE(X1, Y1)-(X, Y), 3
2460 X1=X
2470 Y1=Y
2480 NEXT I
2490 '+++++ 液相 (I) +++++
2500 IF RW<RM THEN GOTO *NLTNL2
2510 X1=(RM-RI)/DMAX+RI
2520 R2K=(X1-RI)*VTAUIL/NL
2530 NLTNL=B`2*R2K`2
2540 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2550 FOR I=2 TO DMAX
2560 X=(RM-RI)/DMAX*I+RI
2570 R2K=(X-RI)*VTAUIL/NL
2580 NLTNL=B`2*R2K`2
2590 Y=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2600 LINE(X1, Y1)-(X, Y), 3
2610 X1=X
2620 Y1=Y
2630 NEXT I
2640 '+++++ 液相 (II) +++++
2650 X1=(RW-RM)/DMAX+RM
2660 R1K=(RW-X1)*VTAUIL/NL
2670 NLTNL=B`2*R1K`2
2680 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2690 FOR I=2 TO DMAX

```

```

2700 X=(RW-RM)/DMAX*I+RM
2710 RIK=(RW-X)*VTAUIL/NL
2720 NLTNL=B^2*RIK^2
2730 Y=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2740 LINE(X1,Y1)-(X,Y),3
2750 X1=X
2760 Y1=Y
2770 NEXT I
2780 *NLTNL2
2790 '+++++ 液相 ++++++
2800 IF RM<RW THEN GOTO *NLTNL3
2810 X1=(RW-RI)/DMAX*RI
2820 RLK=(X1-RI)*VTAUIL/NL
2830 NLTNL=B^2*RLK^2
2840 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2850 FOR I=2 TO DMAX
2860 X=(RW-RI)/DMAX*I+RI
2870 RLK=(X-RI)*VTAUIL/NL
2880 NLTNL=B^2*RLK^2
2890 Y=NLTNL*YMAX/NLTNLO
2900 LINE(X1,Y1)-(X,Y),3
2910 X1=X
2920 Y1=Y
2930 NEXT I
2940 *NLTNL3
2950 RETURN
2960 '##### 物性値の設定 #####
2970 ##### 物性値の設定 #####
2980 ##### 物性値の設定 #####
2990 *PROP
3000 '+++++ 定数の設定 ++++++
3010 G=9.8
3020 '----- 物性値の設定 (T=50°C) -----
3030 *MG=.0000209
3040 *ML=.000472
3050 *RG=1.098
3060 *RL=986.6
3070 *NG=1.903E-05
3080 *NL=4.784E-07
3090 '----- 物性値の設定 (T=20°C) -----
3100 *G=1.819E-05
3110 *ML=.001008
3120 *RG=1.166
3130 *RL=998.2
3140 *NG=.0000156
3150 *NL=1.0098E-06
3160 '----- 定数の計算 -----
3170 CG=SQR(RG/(RL-RG)/G/DW)
3180 CL=SQR(ML/(RL-RG)/G/DW)
3190 RETURN
3200 '##### 定数の設定 #####
3210 ##### 定数の設定 #####
3220 ##### 定数の設定 #####
3230 *CONST
3240 '+++++ 定数の設定 ++++++
3250 RI=SQR(ALP)*RW
3260 IF 1+2*TAUI/RI/(RL-RG)/G<=0 THEN PRINT "(-TAUI)>RI/2*(RL-RG)*G"
3270 XTAUI=RI/SQR(1+2*TAUI/RI/(RL-RG)/G)
3280 *RM=RI/SQR(1+2*TAUI/RI/(RL-RG)/G/(1+STF))
3290 *RW=(RI+RW)*.5
3300 VTAUIG=SQR(-TAUI/RC)
3310 VTAUII=SQR(-TAUI/RI)
3320 RIK=RI*VTAUII/NL
3330 RWK=RW*VTAUII/NL
3340 RMK=RM*VTAUII/NL
3350 RIGK=RI*VTAUIG/NG
3360 RMKI=(RW-RM)*VTAUII/NL
3370 RMKII=(RW-RI)*VTAUII/NL
3380 RWKII=(RW-RI)*VTAUII/NL
3390 '+++++ 定数の設定 ++++++
3400 *CI=NL/RI+(RL-RG)*G*NL/2/TAUI
3410 *C2=(RL-RG)*G*RI^2/ML/2/(1+B^2*RWK^2)
3420 *C3=(RL-RG)*G*RI^2/ML/2/(1+B^2*RIK^2)
3430 *CI=NL/RI+(RL-RG)*G*(1+STF)*NL/2/TAUI
3440 *C2=(RL-RG)*G*(1+STF)*RI^2/ML/2/(1+B^2*RWK^2)
3450 *C3=(RL-RG)*G*(1+STF)*RI^2/ML/2/(1+B^2*RIK^2)
3460 *C4=VTAUIG/B
3470 *C5=NG/2/B^2/RI
3480 *C6=(NL/VTAUII)^2
3490 *C7=(NG/VTAUIG)^2
3500 '+++++ 関数の定義 (流速分布) ++++++
3510 DEF FNVL1(X)=C1*(RWK/B*ATN(B*X)-LOG(1+B^2*X^2)/2/B^2)
3520 DEF FNVL2(X)=C2*(B*RWK*ATN(B*X)+LOG(1+B^2*X^2)/2-LOG((RWK-X)/RWK))
3530 DEF FNVL(X)=FNVL1(X)+FNVL2(X)
3540 DEF FNVL11(X)=C1*(RIK/B*ATN(B*X)+LOG(1+B^2*X^2)/2/B^2)
3550 DEF FNVL12(X)=C3*(B*RIK*ATN(B*X)-LOG(1+B^2*X^2)/2+LOG((RIK+X)/RIK))
3560 DEF FNVL(X)=FNVL11(X)+FNVL12(X)
3570 DEF FNVG(X)=C4*(ATN(B*X)-ATN(B*RIK))-C5*LOG((1+B^2*X^2)/(1+B^2*RIK^2))
3580 '+++++ 関数の定義 (平均流速) ++++++
3590 DEF FNFRAT(X1,X2)=X2/B*(B*X1*ATN(B*X1)-LOG(1+B^2*X1^2)/2)-((1+B^2*X1^2)/2)/2*

```

```

ATN(B*X1)-B*X1/2/B^2
3600 DEF FNRT2(X1,X2)=X2/B*(B*X1+ATN(B*X1))-LOG(1+B^2*X1^2)/2)+((1+B^2*X1^2)/2)
*ATN(B*X1)-B*X1/2/B^2
3610 DEF FNRI(X1,X2)=X2/B*(B*X1+LOG(1+B^2*X1^2)-2*B*X1+2*ATN(B*X1))-((1+B^2*X
1^2)+LOG(1+B^2*X1^2)-B^2*X1^2)/2/B^2
3620 DEF FNRI2(X1,X2)=X2/B*(B*X1+LOG(1+B^2*X1^2)-2*B*X1+2*ATN(B*X1))+((1+B^2*
X1^2)+LOG(1+B^2*X1^2)-B^2*X1^2)/2/B^2
3630 '+++++++関数の定義(せん断応力)+++++++
3640 DEF FNPAUL(X)=(TAUI/RI+(RL-RG)*G/2)*X-(RL-RG)*G*(1+STF)/2)/X
3650 DEF FNPAUL(X)=(TAUI/RI+(RL-RG)*G*(1+STF)/2)*X-(RL-RG)*G*(1+STF)*RI^2/2/X
3660 DEF FNPAUG(X)=TAUI/RI*X
3670 DEF FNMLT(X)=ML*(1+B^2*X^2)
3680 DEF FNMG(X)=MG*(1+B^2*X^2)
3690 '+++++++積分定数+++++++
3700 VLIIRIK=FNVI(RMKI)-FNVI(RMKII)
3710 IF RM>RW THEN VLIIRIK=-FNVI(RMKI)
3720 VGO=VLIIRIK-FNVI(0)-FNVG(0)
3730 RETURN
3740 '#####液相流速分布#####
3750 '#####液相流速分布(I)#####
3760 '#####液相流速分布(II)#####
3770 *SUBVLR1
3780 '+++++++液相流速分布の計算(I)+++++++
3790 XK=(RW-X)*VTAUI/NL
3800 Y=-FNVI(XK)
3810 RETURN
3820 '#####液相流速分布(II)#####
3830 '#####液相流速分布(III)#####
3840 '#####液相流速分布(IV)#####
3850 *SUBVLR2
3860 '+++++++液相流速分布の計算(II)+++++++
3870 XK=(X-RI)*VTAUI/NL
3880 Y=-VLIIRIK+FNVI(XK)
3890 RETURN
3900 '#####気相流速分布#####
3910 '#####気相流速分布#####
3920 '#####気相流速分布#####
3930 *SUBVGR
3940 '+++++++気相流速分布の計算+++++++
3950 XK=(RI-X)*VTAUI/WG
3960 Y=(VGO+FNVG(XK))
3970 RETURN
3980 '#####平均流速の計算と作図#####
3990 '#####平均流速の計算と作図#####
4000 '#####平均流速#####

```

```

4010 *VGBAR
4020 '+++++++気相平均流速+++++++
4030 VGB1=VGO
4040 VGB2=VTAUIG/RI^2+2/B^2+C7*FNRT(RIGK,RIGK)
4050 VGB3=VTAUIG/B*ATN(B*RIGK)
4060 VGB4=NG/B/RI^3+C7*FNRI(RIGK,RIGK)
4070 VGB5=NG/2/B^2/RI*LOG(1+B^2*RIGK^2)
4080 VGBAR=VGB1+VGB2+VGB3+VGB4+VGB5
4090 JGBAR=VGBAR*ALP*CG
4100 RETURN
4110 '#####液相平均流速+++++++
4120 '#####平均流速の計算と作図#####
4130 '#####平均流速#####
4140 *VGBAR
4150 '+++++++液相平均流速+++++++
4160 IF RM>RW THEN GOTO *JUMPRMW
4170 VLB1=C6*FNRT(RMKI,RWK)
4180 VLB2=C6*FNRI(RMKI,RWK)
4190 VLB3=VLB1
4200 VLB4=VLB2
4210 VLB5=C6/2*(RWK^2+LOG(RWK)-RWK^2/2-RMK^2/2-LOG(RMK)*RMK^2/2)
4220 VLB6=(RW^2-RM^2)/2*LOG(RWK)
4230 VLB7=C1*(RWK/B+VLB1-VLB2/2/B^2)+C2*(B*RWK+VLB3+VLB4/2-VLB5+VLB6)
4240 VLB8=(RM^2-RI^2)/2*VLIIRIK
4250 VLB9=C6+FNRT2(RMKI,RIK)
4260 VLB10=C6+FNRI2(RMKI,RIK)
4270 VLB11=VLB9
4280 VLB12=VLB10
4290 VLB13=C6/2*(RMK^2+LOG(RMK)-RMK^2/2-RIK^2/2-LOG(RIK)+RIK^2/2)
4300 VLB14=(RM^2-RI^2)/2*LOG(RIK)
4310 VLB15=VLB20-C1*(RIK/B+VLB21+VLB22/2/B^2)-C3*(B*RIK+VLB23-VLB24/2-VLB25-VLB
26)
4320 VLBAR=2/(RW^2-RI^2)*(VLB1+VLB2)
4330 GOTO *JUMPRMW1
4340 *JUMPRMW
4350 VLB20=(RW^2-RI^2)/2*VLIIRIK
4360 VLB21=C6+FNRT2(RMKI,RIK)
4370 VLB22=C6+FNRI2(RMKI,RIK)
4380 VLB23=VLB21
4390 VLB24=VLB22
4400 VLB25=C6/2*(RWK^2+LOG(RWK)-RWK^2/2-RIK^2/2-LOG(RIK)+RIK^2/2)
4410 VLB26=(RW^2-RI^2)/2*LOG(RIK)
4420 VLB27=VLB20-C1*(RIK/B+VLB21+VLB22/2/B^2)-C3*(B*RIK+VLB23-VLB24/2-VLB25-VLB
26)
4430 VLBAR=2/(RW^2-RI^2)*VLB2

```

```

4440 *JUMPRWY
4450 JLBAR=VLBAR*(1-ALP)*CL
4460 RETURN
4470 #####
4480 ## 境界線の作図 #####
4490 #####
4500 *BUNDY
4510 --- (境界線) ---
4520 LINE (RI, YMIN) - (RI, YMAX), 2
4530 LINE (RW, YMIN) - (RW, YMAX), 2
4540 LINE (RM, YMIN) - (RM, YMAX), 7
4550 LINE (XVO, YMIN) - (XVO, YMAX), 6
4560 --- (平均流速) ---
4570 LINE (XMIN, -VGBAR) - (RI, -VGBAR), 2
4580 LINE (RI, -VLBAR) - (RW, -VLBAR), 2
4590 LINE (XVO, -VLFAL) - (RW, -VLFAL), 6
4600 RETURN
4610 #####
4620 *モニター #####
4630 #####
4640 *MONITOR
4650 ***** モニター ****
4660 LOCATE 23, 0: PRINT USING "VGBAR=#.###"; VGBAR
4670 LOCATE 23, 1: PRINT USING "VLBAR=#.###"; VLBAR
4680 LOCATE 40, 0: PRINT USING "JGBAR=#.###"; JGBAR
4690 LOCATE 40, 1: PRINT USING "JLBAR=#.###"; JLBAR
4700 ----
4710 LOCATE 57, 0: PRINT USING "TAUW=#.###"; TAUW
4720 LOCATE 57, 1: PRINT USING "DPDZ=#.###"; DPDZ
4730 LOCATE 57, 2: PRINT USING "DPDZ*=#.###"; DPDZ*
4740 LOCATE 57, 3: PRINT USING "NLTNL=#.###"; NLTNL
4750 ----
4760 LOCATE 23, 2: PRINT USING "VLFAL=#.###"; VLFAL
4770 LOCATE 40, 2: PRINT USING "JLFAL=#.###"; JLFAL
4780 ----
4790 LOCATE 25, 3: PRINT USING "XVO=#.###"; XVO
4800 LOCATE 10, 4: PRINT USING "RI=#.###"; RI
4810 LOCATE 25, 4: PRINT USING "RW=#.###"; RW
4820 LOCATE 40, 4: PRINT USING "RW=#.###"; RW
4830 ----
4840 LOCATE 25, 5: PRINT USING "ALP=#.###"; ALP
4850 LOCATE 41, 5: PRINT USING "B=#.###"; B
4860 RETURN
4870 #####
4880 #####せん断応力の計算と作図#####

```

```

4890 #####
4900 *TAUDIS
4910 *****図を書く*****
4920 FOR I=1 TO DMAX
4930 X=RW/DMAX*I
4940 X=(RW-XMIN)/DMAX*I+XMIN
4950 IF X<RI THEN Y=-FNTAUG(X)
4960 IF X>RI THEN Y=-FNTAUL(X)
4970 IF I=1 THEN GOTO *JUMPTAU
4980 LINE (X1, Y1) - (X, Y), 5
4990 *JUMPTAU
5000 X1=X
5010 Y1=Y
5020 NEXT I
5030 RETURN
5040 #####
5050 *液相微分流速分布(I)#####
5060 *#####
5070 *SUBDVRL1
5080 *#####液相微分流速分布の計算(I)#####
5090 XK=(RW-X)*VTAUIL/NL
5100 Y=-FNTAUL(X)/FNMLT(XK)
5110 RETURN
5120 *#####
5130 *液相微分流速分布(II)#####
5140 *#####
5150 *SUBDVRL2
5160 *#####液相微分流速分布の計算(II)#####
5170 XK=(X-RI)*VTAUIL/NL
5180 Y=-FNTAUL(X)/FNMLT(XK)
5190 RETURN
5200 *#####
5210 *#####
5220 *#####
5230 *SUBDVRC
5240 *#####液相微分流速分布の計算#####
5250 XK=(RI-X)*VTAUI/NG
5260 Y=-FNTAUG(X)/FNMG(XK)
5270 RETURN
5280 *#####
5290 *## 正味の液相平均流速の計算 ##
5300 *#####
5310 *VLFALL
5320 XVO=XVO*VTAUIL/NL
5330 XVOK1=(RW-XVO)*VTAUIL/NL

```

5780 VL B23=VL B21
 5790 VL B24=VL B22
 5800 VL B25=C6/2*(RMK`2+LOG(RMK)-RMK`2/2-XVOK`2+LOG(XVOK)+XVOK`2/2)
 5810 VL B26=(RM`2-XVO`2)/2+LOG(XVOK)
 5820 -----
 5830 VL B2=VL B20-C1*(XVOK/B+VL B21+VL B22/2/B`2)-C3*(B+XVOK+VL B23-VL B24/2+VL B25-VL B26)
 5840 -----
 5850 VLFAL=2/(RM`2-XVO`2)*(VL B1+VL B2)
 5860 GOTO *SKPJLF5
 5870 +++++ (RM < XVO < RW) +++++
 5880 *SKPJLF3
 5890 VL B11=C6+FNFRAT(XVOKI, RWK)
 5900 VL B12=C6+FNFRIN(XVOKI, RWK)
 5910 VL B13=VL B11
 5920 VL B14=VL B12
 5930 VL B15=C6/2*(RMK`2+LOG(RWK)-RMK`2/2-XVOK`2+LOG(XVOK)+XVOK`2/2)
 5940 VL B16=(RW`2-XVO`2)/2+LOG(RWK)
 5950 -----
 5960 VL B1=C1*(RWK/B+VL B11-VL B12/2/B`2)+C2*(B+RWK+VL B13+VL B14/2-VL B15+VL B16)
 5970 VLFAL=2/(RW`2-XVO`2)+VL B1
 5980 GOTO *SKPJLF5
 5990 +++++ (RW <= XVO -> XVO=RW) +++++
 6000 *SKPJLF4
 6010 ----- (RM - RW) -----
 6020 VL B11=C6+FNFRAT(RMKI, RWK)
 6030 VL B12=C6+FNFRIN(RMKI, RWK)
 6040 VL B13=VL B11
 6050 VL B14=VL B12
 6060 VL B15=C6/2*(RMK`2+LOG(RWK)-RMK`2/2-RMK`2+LOG(RMK)+RMK`2/2)
 6070 VL B16=(RW`2-RM`2)/2+LOG(RWK)
 6080 VL B1=C1*(RWK/B+VL B11-VL B12/2/B`2)+C2*(B+RWK+VL B13+VL B14/2-VL B15+VL B16)
 6090 ----- (RI - RM) -----
 6100 VL B20=(RM`2-RI`2)/2+VLIIRIK
 6110 VL B21=C6+FNFRAT2(RMKI1, RIK)
 6120 VL B22=C6+FNFRIN2(RMKI1, RIK)
 6130 VL B23=VL B21
 6140 VL B24=VL B22
 6150 VL B25=C6/2*(RMK`2+LOG(RMK)-RMK`2/2-RIK`2+LOG(RIK)+RIK`2/2)
 6160 VL B26=(RM`2-RI`2)/2+LOG(RIK)
 6170 VL B2=VL B20-C1*(RIK/B+VL B21+VL B22/2/B`2)-C3*(B+RIK+VL B23-VL B24/2+VL B25-VL B26)
 6180 -----
 6190 VLFAL=2/(RW`2-RI`2)*(VL B1+VL B2)
 6200 ++++++*****

5340 XVOKI=(XVO-RI)+VTAUJL/NL
 5350 ++++++液相平均流速+++++
 5360 IF XVO<0 THEN LOCATE 58,18:PRINT "XVO <= 0":GOTO *SKPJLF1
 5370 IF XVO>=RI AND XVO<RW THEN GOTO *SKPJLF2
 5380 IF XVO>=RW AND XVO<RW THEN GOTO *SKPJLF3
 5390 IF XVO=RW THEN GOTO *SKPJLF4
 5400 IF XVO>RW THEN LOCATE 58,18:PRINT "XVO >RW":GOTO *SKPJLF1
 5410 +++++ (0 < XVO < RI) +++++
 5420 ----- (RM - RW) -----
 5430 VL B11=C6+FNFRAT(RMKI, RWK)
 5440 VL B12=C6+FNFRIN(RMKI, RWK)
 5450 VL B13=VL B11
 5460 VL B14=VL B12
 5470 VL B15=C6/2*(RMK`2+LOG(RWK)-RMK`2/2-RMK`2+LOG(RMK)+RMK`2/2)
 5480 VL B16=(RW`2-RM`2)/2+LOG(RWK)
 5490 -----
 5500 VL B1=C1*(RWK/B+VL B11-VL B12/2/B`2)+C2*(B+RWK+VL B13+VL B14/2-VL B15+VL B16)
 5510 ----- (RI - RM) -----
 5520 VL B20=(RM`2-RI`2)/2+VLIIRIK
 5530 VL B21=C6+FNFRAT2(RMKI1, RIK)
 5540 VL B22=C6+FNFRIN2(RMKI1, RIK)
 5550 VL B23=VL B21
 5560 VL B24=VL B22
 5570 VL B25=C6/2*(RMK`2+LOG(RMK)-RMK`2/2-RIK`2+LOG(RIK)+RIK`2/2)
 5580 VL B26=(RM`2-RI`2)/2+LOG(RIK)
 5590 VL B2=VL B20-C1*(RIK/B+VL B21+VL B22/2/B`2)+C2*(B+RIK+VL B23+VL B24/2+VL B25+VL B26)
 5600 -----
 5610 VLFAL=2/(RW`2-RI`2)*(VL B1+VL B2)
 5620 GOTO *SKPJLF5
 5630 +++++ (RI < XVO < RM) +++++
 5640 ----- (RM - RW) -----
 5650 *SKPJLF2
 5660 VL B11=C6+FNFRAT(RMKI, RWK)
 5670 VL B12=C6+FNFRIN(RMKI, RWK)
 5680 VL B13=VL B11
 5690 VL B14=VL B12
 5700 VL B15=C6/2*(RMK`2+LOG(RWK)-RMK`2/2-RMK`2+LOG(RMK)+RMK`2/2)
 5710 VL B16=(RW`2-RM`2)/2+LOG(RWK)
 5720 -----
 5730 VL B1=C1*(RWK/B+VL B11-VL B12/2/B`2)+C2*(B+RWK+VL B13+VL B14/2-VL B15+VL B16)
 5740 ----- (XVO - RM) -----
 5750 VL B20=(RM`2-XVO`2)/2+VLIIRIK
 5760 VL B21=C6+FNFRAT2(RMKI1, RIK)-FNFRAT2(XVOKI1, RIK)
 5770 VL B22=C6*(FNFRIN2(RMKI1, RIK)-FNFRIN2(XVOKI1, RIK))


```

6210 *SKPJLF5
6220 JLFAL=VLFAL*(1-ALP)*CL
6230 *SKPJLF1
6240 RETURN
6250 *****データの入力*****
6260 *****データの入力*****
6270 *****データの入力*****
6280 *DAJSO254
6290 *** DW=0.0254(cm) Smooth Entry *****
6300 NJSO254=11
6310 DIM DJGST2(NJSO254), DJLST2(NJSO254)
6320 DATA 0.467, 0.501, 0.530, 0.558, 0.580, 0.609, 0.635, 0.654, 0.683, 0.706, 0.728
6330 DATA 0.432, 0.390, 0.366, 0.337, 0.306, 0.282, 0.258, 0.238, 0.211, 0.187, 0.167
6340 FOR I=1 TO NJSO254:READ DJGST2(I):NEXT I
6350 FOR I=1 TO NJSO254:READ DJLST2(I):NEXT I
6360 FOR I=1 TO NJSO254:CIRCLE (DJLST2(I), -DJGST2(I)), .01, 5:NEXT I
6370 RETURN
6380 *****データの入力*****
6390 *****データの入力*****
6400 *****データの入力*****
6410 *DAJRO254
6420 *** DW=0.0254(cm) Rough Entry *****
6430 NJRO254=17
6440 DIM DJGST2(NJRO254), DJLST2(NJRO254)
6450 DATA 0.426, 0.507, 0.561, 0.603, 0.633, 0.663, 0.693, 0.723, 0.753, 0.783, 0.813
6460 DATA 0.472, 0.507, 0.536, 0.561, 0.583, 0.603, 0.621
6470 DATA 0.309, 0.240, 0.151, 0.097, 0.102, 0.146, 0.243, 0.332, 0.375, 0.324
6480 DATA 0.256, 0.227, 0.186, 0.163, 0.129, 0.107, 0.082
6490 FOR I=1 TO NJRO254:READ DJGST2(I):NEXT I
6500 FOR I=1 TO NJRO254:READ DJLST2(I):NEXT I
6510 FOR I=1 TO NJRO254:CIRCLE (DJLST2(I), -DJGST2(I)), .01, 5:NEXT I
6520 RETURN
6530 *****データの入力*****
6540 *****データの入力(差圧)*****
6550 *****データの入力*****
6560 *DATPO254
6570 NTPO254=43
6580 DIM DJGST(NTPO254), DDPDZ(NTPO254)
6590 ***
6600 DATA 0.275736, 0.369938, 0.418174, 0.493251
6610 DATA 0.39, 0.39, 0.436, 0.478, 0.478, 0.493, 0.516, 0.551, 0.565, 0.565
6620 DATA 0.617, 0.617, 0.629, 0.675, 0.675, 0.687, 0.73, 0.73, 0.745, 0.79
6630 DATA 0.79, 0.804, 0.827, 0.836, 0.872, 0.876, 0.885, 0.916, 0.927, 0.955
6640 DATA 0.955, 0.963, 0.994, 1.013, 1.032, 1.039, 1.057, 1.103, 1.103
6650 ***
6660 DATA 1.10636E-2, 1.10636E-2, 1.464548E-2, 0.136
6670 DATA 0.17, 0.144, 0.16, 0.147, 0.13, 0.136, 0.135, 0.107, 0.117, 0.127
6680 DATA 0.096, 0.083, 0.085, 0.083, 0.068, 0.071, 0.063, 0.062, 0.063, 0.055
6690 DATA 0.051, 0.052, 0.044, 0.05, 0.044, 0.041, 0.046, 0.039, 0.045, 0.038
6700 DATA 0.036, 0.037, 0.035, 0.034, 0.034, 0.021, 0.031, 0.028, 0.018
6710 ***
6720 FOR I=1 TO NTPO254:READ DJGST(I):NEXT I
6730 FOR I=1 TO NTPO254:READ DDPDZ(I):NEXT I
6740 FOR I=1 TO NTPO254:CIRCLE (DJGST(I), -DDPDZ(I)), .01, 5:NEXT I
6750 RETURN
6760 *****データの入力*****
6770 *****データの入力*****
6780 *****データの入力*****
6790 *DATJLST
6800 C=.89
6810 FOR I=1 TO NTPO254
6820 IF SQR(DJGST(I))<C THEN DJLSTP(I)=- (C-SQR(DJGST(I)))^2
6830 IF SQR(DJGST(I))>C THEN DJLSTP(I)=(C-SQR(DJGST(I)))^2
6840 NEXT I
6850 RETURN
6860 *****データの入力*****
6870 *****データの入力*****
6880 *****データの入力*****
6890 *TAUI
6900 TAUI=-SQR(ALP)*DW*(RL-RG)+G/4*(DDPDZ(I)-RG/(RL-RG))
6910 RETURN
6920 *****データの入力*****
6930 *****データの入力*****
6940 *****データの入力*****
6950 *TAUW
6960 TAUW=TAUI/SQR(ALP)+RW/2*(1-ALP)*(RL-RG)+G
6970 RETURN
6980 *****データの入力*****
6990 *****データの入力*****
7000 *****データの入力*****
7010 *DPDZ
7020 DPDZ=RG+G-2/R1*TAUI
7030 DDPDZ=DPDZ/(RL-RG)/G
7040 RETURN
7050 *****データの入力*****
7060 *****データの入力*****
7070 *****データの入力*****
7080 *STORE
7090 AS=""
7100 PRINT " I JG* JL* (DP/DZ)* ALP TAU TAUW

```



```

7980 '## B と (JG*DATA-JG*CAL) の計算と作図 ##
7990 '#####
8000 *GRFBJG
8010 '---(K-LOOP FOR GAS PHASE START)---
8020 FOR K=1 TO NDIV*10
8030 B=(BMAX-BMIN)/(NDIV*10)*K+BMIN
8040 GOSUB *CONST
8050 GOSUB *VGBAR
8060 ERRJG=JGBAR-DJGST(I)
8070 X=B
8080 Y=-ERRJG
8090 LOCATE 20,3:PRINT "I=";I,"J=";J,"K=";K
8100 LOCATE 20,4:PRINT "ALP=";ALP,"TAUI=";TAUI,"B=";B
8110 LOCATE 20,5:PRINT "JGBAR=";JGBAR
8120 LOCATE 20,6:PRINT "DJGST(I)=";DJGST(I)
8130 LOCATE 20,7:PRINT "ERRJG=";ERRJG
8140 IF K=1 THEN GOTO *JMPK3
8150 LINE(X1,Y1)-(X,Y),5
8160 *JMPK3
8170 X1=X
8180 Y1=Y
8190 NEXT K
8200 RETURN
8210 '#####
8220 '#### ALP-B の計算 #####
8230 '#####
8240 *GETALPB
8250 ITABMAX=20
8260 ITAB=0
8270 '-----
8280 *SKPAB1
8290 ITAB=ITAB*1
8300 ALP=(ALPL+ALPR)*.5
8310 GOSUB *TAUI
8320 '-----
8330 BL=BMIN
8340 BR=BMAX
8350 GOSUB *GETBL
8360 BL=BMIN
8370 BR=BMAX
8380 GOSUB *GETBG
8390 '-----
8400 ERB=BBL(J)-BBG(J)
8410 IF ABS(ERB)<.01 OR ITAB>ITABMAX THEN GOTO *SKPAB2
8420 IF ERB<0 THEN ALP=ALP:GOTO *SKPAB1
7980 '## B と (JG*DATA-JG*CAL) の計算と作図 ##
7990 '#####
8000 *GRFBJG
8010 '---(K-LOOP FOR GAS PHASE START)---
8020 FOR K=1 TO NDIV*10
8030 B=(BMAX-BMIN)/(NDIV*10)*K+BMIN
8040 GOSUB *CONST
8050 GOSUB *VGBAR
8060 ERRJG=JGBAR-DJGST(I)
8070 X=B
8080 Y=-ERRJG
8090 LOCATE 20,3:PRINT "I=";I,"J=";J,"K=";K
8100 LOCATE 20,4:PRINT "ALP=";ALP,"TAUI=";TAUI,"B=";B
8110 LOCATE 20,5:PRINT "JGBAR=";JGBAR
8120 LOCATE 20,6:PRINT "DJGST(I)=";DJGST(I)
8130 LOCATE 20,7:PRINT "ERRJG=";ERRJG
8140 IF K=1 THEN GOTO *JMPK3
8150 LINE(X1,Y1)-(X,Y),5
8160 *JMPK3
8170 X1=X
8180 Y1=Y
8190 NEXT K
8200 RETURN
8210 '#####
8220 '#### ALP-B の計算 #####
8230 '#####
8240 *GETALPB
8250 ITABMAX=20
8260 ITAB=0
8270 '-----
8280 *SKPAB1
8290 ITAB=ITAB*1
8300 ALP=(ALPL+ALPR)*.5
8310 GOSUB *TAUI
8320 '-----
8330 BL=BMIN
8340 BR=BMAX
8350 GOSUB *GETBL
8360 BL=BMIN
8370 BR=BMAX
8380 GOSUB *GETBG
8390 '-----
8400 ERB=BBL(J)-BBG(J)
8410 IF ABS(ERB)<.01 OR ITAB>ITABMAX THEN GOTO *SKPAB2
8420 IF ERB<0 THEN ALP=ALP:GOTO *SKPAB1
8430 IF ERB>0 THEN ALP=ALP:GOTO *SKPAB1
8440 *SKPAB2
8450 '-----
8460 RETURN
8470 '#####
8480 '## B-JL & B-JG の計算 ##
8490 '#####
8500 *BJLJG
8510 '----- (J START) -----
8520 FOR J=1 TO NDIV
8530 ALP=(ALPMAX-ALPMIN)/NDIV*(J-1)+ALPMIN
8540 GOSUB *TAUI
8550 '---(K-LOOP FOR LIQUID PHASE START)---
8560 GOSUB *GRFBJL
8570 '---
8580 BL=BMIN
8590 BR=BMAX
8600 GOSUB *GETBL
8610 CIRCLE (B,-ERRJL),(BMAX-BMIN)/100,2
8620 '---(K # - 7 * FOR LIQUID PHASE END)---
8630 '---(K # - 7 * FOR GAS PHASE START)---
8640 GOSUB *GRFBJG
8650 '---
8660 BL=BMIN
8670 BR=BMAX
8680 GOSUB *GETBG
8690 CIRCLE (B,-ERRJG),(BMAX-BMIN)/100,6
8700 '---(K # - 7 * FOR GAS PHASE END)---
8710 NEXT J
8720 RETURN
8730 '#####
8740 '## ALP & (BBL-BBG) の計算 ##
8750 '#####
8760 *ALPBLBG
8770 '----- (J # - 7 * FOR ALP-B START) -----
8780 FOR J=1 TO NDIV
8790 ALP=(ALPMAX-ALPMIN)/NDIV*(J-1)+ALPMIN
8800 GOSUB *TAUI
8810 BL=BMIN
8820 BR=BMAX
8830 GOSUB *GETBL
8840 BL=BMIN
8850 BR=BMAX
8860 GOSUB *GETBG
8870 X=ALP

```

```

8880 Y=(BBL(J)-BBG(J))
8890 IF J=1 THEN GOTO *JMPJBI
8900 LINE(X1, Y1)-(X, Y), 4
8910 *JMPJBI
8920 XI=X
8930 YI=Y
8940 NEXT J
8950 *------(J # - 7 * FOR ALP-B END) -----
8960 *------( GET ALP-B START) -----
8970 ALP=ALPMIN
8980 ALPR=ALPMAX
8990 GOSUB *GETALPB
9000 CIRCLE (ALP, -ERRB), (ALPMAX-ALPMIN)/100, 5
9010 *------( GET ALP-B END) -----
9020 RETURN

```

```

8880 Y=(BBL(J)-BBG(J))
8890 IF J=1 THEN GOTO *JMPJBI
8900 LINE(X1, Y1)-(X, Y), 4
8910 *JMPJBI
8920 XI=X
8930 YI=Y
8940 NEXT J
8950 *------(J # - 7 * FOR ALP-B END) -----

```



```

1730 LOCATE 1,0:INPUT "2. 涯 鉛(JG*(DP/DZ)*の耕 は(Y/N)";A$
1740 IF A$="N" THEN GOTO *STPJGP5
1750 '---- フレームを書く ----
1760 *STPJGP3
1770 XAXIS$="JG*"
1780 YAXIS$="DPDZ*"
1790 GOSUB *FRAME
1800 GOSUB *CENTER
1810 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
1820 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPJGP2
1830 '---- データを取る ----
1840 FOR NF=1 TO 3
1850 NMAX=NDAT(NF)
1860 FOR I=1 TO NMAX
1870 XX(I)=JGST(NF,I)
1880 YY(I)=DPDZST(NF,I)
1890 NEXT I
1900 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
1910 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
1920 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
1930 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
1940 IF A$="N" THEN GOTO *STPJGP4
1950 '---- 作図する ----
1960 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
1970 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
1980 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
1990 *STPJGP4
2000 NEXT NF
2010 '----
2020 LOCATE 56,19:INPUT "軸を変更しますか(Y/N)";A$
2030 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPJGP3
2040 *STPJGP5
2050 CLS 3
2060 '++++ ( 3. (1) 流係 の作図; JG*B ) +++++
2070 *STPJGB2
2080 LOCATE 1,0:INPUT "3. (1)乱流係数(JG*B)の作図は(Y/N)";A$
2090 IF A$="N" THEN GOTO *STPJGB6
2100 '---- フレームを書く ----
2110 *STPJGB3
2120 XAXIS$="JGST"
2130 YAXIS$="B"
2140 GOSUB *FRAME
2150 GOSUB *CENTER
2160 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
2170 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPJGB2
2180 '---- データを取る ----
2190 FOR NF=1 TO 3
2200 NMAX=NDAT(NF)
2210 FOR I=1 TO NMAX
2220 XX(I)=JGST(NF,I)
2230 YY(I)=BB(NF,I)
2240 NEXT I
2250 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
2260 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
2270 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
2280 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
2290 IF A$="N" THEN GOTO *STPJGB5
2300 '---- 作図する ----
2310 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
2320 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
2330 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
2340 '----
2350 *STPJGB4
2360 LOCATE 56,18:INPUT "AA=";AA
2370 LOCATE 56,19:INPUT "BB=";BB
2380 GOSUB *FITFN1
2390 LOCATE 56,20:INPUT "再FITは(Y/N)";A$
2400 IF A$="Y" THEN GOTO *STPJGB4
2410 '----
2420 *STPJGB5
2430 NEXT NF
2440 '----
2450 LOCATE 56,21:INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
2460 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPJGB3
2470 *STPJGB6
2480 CLS 3
2490 '++++ ( 3. (2) 流係 の作図; ALP-B ) +++++
2500 *STPALB2
2510 LOCATE 1,0:INPUT "3. (2)乱流係数(ALP-B)の作図(Y/N)";A$
2520 IF A$="N" THEN GOTO *STPALB5
2530 '---- フレームを書く ----
2540 *STPALB3
2550 XAXIS$="ALP"
2560 YAXIS$="B"
2570 GOSUB *FRAME
2580 GOSUB *CENTER
2590 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
2600 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPALB2
2610 '---- データを取る ----
2620 FOR NF=1 TO 3

```

```

2630 NMAX=NDAT(NF)
2640 FOR I=1 TO NMAX
2650 XX(I)=ALP(NF,I)
2660 YY(I)=BB(NF,I)
2670 NEXT I
2680 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
2690 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
2700 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
2710 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
2720 IF A$="N" THEN GOTO *STPALB4
2730 '---- 作図する ----
2740 IF NF=1 THEN GOSUB *GREW
2750 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
2760 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
2770 *STPALB4
2780 NEXT NF
2790 '----
2800 LOCATE 56,19:INPUT "軸を変更しますか(Y/N)";A$
2810 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPALB3
2820 *STPALB5
2830 CLS 3
2840 '+++++ ( 3. (3) 流係 の作図: DELTA-B ) ++++++
2850 *STPDLB2
2860 LOCATE 1,0:INPUT "3. (3)乱流係数(DELTA-B)の作図(Y/N)";A$
2870 IF A$="N" THEN GOTO *STPDLB5
2880 '---- 7V-4 を書く ----
2890 *STPDLB3
2900 XAXIS$="DELTA"
2910 YAXIS$="B"
2920 GOSUB *FRAME
2930 GOSUB *CENTER
2940 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
2950 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPDLB2
2960 '---- テータ を取る ----
2970 FOR NF=1 TO 3
2980 NMAX=NDAT(NF)
2990 XAXIS$="DELTA"
3000 YAXIS$="B"
3010 GOSUB *FRAME
3020 GOSUB *CENTER
3030 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
3040 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
3050 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
3060 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
3070 IF A$="N" THEN GOTO *STPDLB4
3080 '---- 作図する ----
3090 IF NF=1 THEN GOSUB *GREW
3100 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
3110 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
3120 *STPDLB4
3130 NEXT NF
3140 '----
3150 LOCATE 56,19:INPUT "軸を変更しますか(Y/N)";A$
3160 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPDLB3
3170 *STPDLB5
3180 CLS 3
3190 '+++++ ( 3. (4) 流係 の作図: DELTA+B ) ++++++
3200 *STPDSB2
3210 LOCATE 1,0:INPUT "3. (4)乱流係数(DELTA+B)の作図(Y/N)";A$
3220 IF A$="N" THEN GOTO *STPDSB5
3230 '---- 7V-4 を書く ----
3240 *STPDSB3
3250 XAXIS$="DELTA*"
3260 YAXIS$="B"
3270 GOSUB *FRAME
3280 GOSUB *CENTER
3290 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
3300 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPDSB2
3310 '---- テータ を取る ----
3320 FOR NF=1 TO 3
3330 NMAX=NDAT(NF)
3340 FOR I=1 TO NMAX
3350 XX(I)=DELTA(NF,I)
3360 YY(I)=BB(NF,I)
3370 NEXT I
3380 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
3390 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
3400 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
3410 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
3420 IF A$="N" THEN GOTO *STPDSB4
3430 '---- 作図する ----
3440 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW:AA=1;BB=1
3450 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB:AA=8;BB=8
3460 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD:AA=4;BB=5
3470 '----
3480 GOSUB *FITF2
3490 *STPDSB4
3500 NEXT NF
3510 '----
3520 LOCATE 56,19:INPUT "軸を変更しますか(Y/N)";A$

```



```

3530 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPDSB3
3540 *STPDSB5
3550 CLS 3
3560 '++++ ( 3. (5) 流係 の対数作図; DELTA*B ) +++++
3570 *STDSB2
3580 LOCATE 1,0:INPUT "3. (5)乱流係数 (DELTA*B)の対数作図(Y/N)";A$
3590 IF A$="N" THEN GOTO *STDSB6
3600 '--- プレームを書く ---
3610 *STDSB3
3620 XAXIS$="DELTA*"
3630 YAXIS$="B"
3640 GOSUB *LFRAME
3650 *GOSUB *LGCNTR
3660 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
3670 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STDSB2
3680 '--- データを取る ---
3690 FOR NF=1 TO 3
3700 NMAX=NDAT(NF)
3710 FOR I=1 TO NMAX
3720 XX(I)=DELTA(NF, I)
3730 YY(I)=BB(NF, I)
3740 YI(I)=BB(NF, I)-.05
3750 NEXT I
3760 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
3770 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
3780 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
3790 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
3800 IF A$="N" THEN GOTO *STDSB5
3810 '--- 作図する ---
3820 R=.04
3830 IF NF=1 THEN GOSUB *LGRFW
3840 IF NF=2 THEN GOSUB *LGRFB
3850 IF NF=3 THEN GOSUB *LGRFD
3860 '---
3870 *STDSB4
3880 LOCATE 56,18:INPUT "AAA=";AAA
3890 LOCATE 56,19:INPUT "BBB=";BBB
3900 GOSUB *FITLGRF
3910 LOCATE 56,20:INPUT "再FITは(Y/N)";A$
3920 IF A$="Y" THEN GOTO *STDSB4
3930 '---
3940 *STDSB5
3950 NEXT NF
3960 '---
3970 LOCATE 56,21:INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
3980 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPDSB3
3990 *STPDSB6
4000 CLS 3
4010 '+++ ( 3. (6) 流係 の予測式の対数作図; B=F(DELTA*, DST*) +++++
4020 *STPFB2
4030 LOCATE 1,0:INPUT "3. (6)乱流係数の予測式の対数作図(Y/N)";A$
4040 IF A$="N" THEN GOTO *STPFB6
4050 '--- プレームを書く ---
4060 *STPFB3
4070 XAXIS$="DLS*0.6/DHS*0.19"
4080 YAXIS$="B"
4090 GOSUB *LFRAME
4100 LOCATE 56,12:INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
4110 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPFB2
4120 '--- データを取る ---
4130 FOR NF=1 TO 3
4140 NMAX=NDAT(NF)
4150 FOR I=1 TO NMAX
4160 XX(I)=DELTA(NF, I)
4170 YY(I)=BB(NF, I)
4180 NEXT I
4190 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
4200 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
4210 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
4220 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
4230 IF A$="N" THEN GOTO *STPFB4
4240 '---
4250 R=.02
4260 IF NF=1 THEN GOSUB *LGRFW
4270 IF NF=2 THEN GOSUB *LGRFB
4280 IF NF=3 THEN GOSUB *LGRFD
4290 *STPFB4
4300 NEXT NF
4310 '---
4320 *STPFB5
4330 LOCATE 56,18:INPUT "LCNST=";LCNST
4340 GOSUB *FLGRF
4350 LOCATE 56,20:INPUT "再FITは(Y/N)";A$
4360 IF A$="Y" THEN GOTO *STPFB5
4370 '---
4380 LOCATE 56,21:INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
4390 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPFB3
4400 *STPFB6
4410 CLS 3
4420 '++++ ( 3. (7) 流係 の予測; DELTA*B ) +++++

```

```

4430 *SPDSB2
4440 LOCATE 1,0: INPUT "3. (7)乱流係数(Delta+-B)の予測(Y/N)"; A$
4450 IF A$="N" THEN GOTO *SPDSB5
4460 '--- フレームを書く ---
4470 *SPDSB3
4480 XAXIS$="DELTA*"
4490 YAXIS$="B"
4500 GOSUB *FRAME
4510 GOSUB *CENTER
4520 LOCATE 56,12: INPUT "実行してよい(Y/N)"; A$
4530 IF A$="N" THEN CLS 2: GOTO *SPDSB2
4540 '--- フレームを書く ---
4550 FOR NF=1 TO 3
4560 NMAX=NDAT(NF)
4570 FOR I=1 TO NMAX
4580 XX(I)=DELTA$(NF, I)
4590 YY(I)=BB(NF, I)
4600 NEXT I
4610 LOCATE 56,14: PRINT "NF="; NF
4620 LOCATE 56,15: PRINT "DH="; DH(NF)
4630 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT="; NMAX
4640 LOCATE 56,17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
4650 IF A$="N" THEN GOTO *SPDSB4
4660 '--- 作図する ---
4670 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
4680 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
4690 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
4700 '---
4710 GOSUB *FITDSB
4720 *SPDSB4
4730 NEXT NF
4740 '---
4750 LOCATE 56,19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; A$
4760 IF A$="Y" THEN CLS 2: GOTO *SPDSB3
4770 *SPDSB5
4780 CLS 3
4790 '++++ (4. (1) ボイド率の作図: JG+ALP ) +++++
4800 *STPALP2
4810 LOCATE 1,0: INPUT "4. (1)ボイド率(JG+ALP)の作図は(Y/N)"; A$
4820 IF A$="N" THEN GOTO *STPALP5
4830 '--- フレームを書く ---
4840 *STPALP3
4850 XAXIS$="JG*"
4860 YAXIS$="ALP"
4870 GOSUB *FRAME
4880 GOSUB *CENTER
4890 LOCATE 56,14: PRINT "NF="; NF
4900 LOCATE 56,15: PRINT "DH="; DH(NF)
4910 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT="; NMAX
4920 FOR NF=1 TO 3
4930 NMAX=NDAT(NF)
4940 FOR I=1 TO NMAX
4950 XX(I)=JGST(NF, I)
4960 YY(I)=ALP(NF, I)
4970 NEXT I
4980 LOCATE 56,14: PRINT "NF="; NF
4990 LOCATE 56,15: PRINT "DH="; DH(NF)
5000 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT="; NMAX
5010 LOCATE 56,17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
5020 IF A$="N" THEN GOTO *STPALP4
5030 '--- 作図する ---
5040 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
5050 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
5060 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
5070 '---
5080 GOSUB *GRFALBH
5090 *STPALP4
5100 NEXT NF
5110 '---
5120 LOCATE 56,19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; A$
5130 IF A$="Y" THEN CLS 2: GOTO *STPALP3
5140 *STPALP5
5150 CLS 3
5160 '++++ (4. (2) 液膜厚さの作図: JG+DELTA ) +++++
5170 *STPJD2
5180 LOCATE 1,0: INPUT "4. (2)液膜厚さ(JG+DELTA)の作図は(Y/N)"; A$
5190 IF A$="N" THEN GOTO *STPJD5
5200 '--- フレームを書く ---
5210 *STPJD3
5220 XAXIS$="JG*"
5230 YAXIS$="DELTA"
5240 GOSUB *FRAME
5250 GOSUB *CENTER
5260 LOCATE 56,12: INPUT "実行してよい(Y/N)"; A$
5270 IF A$="N" THEN CLS 2: GOTO *STPJD2
5280 '--- フレームを書く ---
5290 FOR NF=1 TO 3
5300 NMAX=NDAT(NF)
5310 FOR I=1 TO NMAX
5320 XX(I)=JGST(NF, I)

```

```

5330 YY(1)=DELTA(NF, I)
5340 NEXT I
5350 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
5360 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
5370 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
5380 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
5390 IF A$="N" THEN GOTO *STPJDL4
5400 '---- 作図する ----
5410 IF NF=1 THEN GOSUB *GREFW
5420 IF NF=2 THEN GOSUB *GREFB
5430 IF NF=3 THEN GOSUB *GREFD
5440 'GOSUB *GREFDLBH
5450 *STPJDL4
5460 NEXT NF
5470 '----
5480 LOCATE 56, 19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; A$
5490 IF A$="Y" THEN CLS 2: GOTO *STPJDL3
5500 *STPJDL5
5510 CLS 3
5520 '+++++ (5. 界面応力の作図; JG*-TAUI) ++++++
5530 *STPJ12
5540 LOCATE 1, 0: INPUT "5. 界面応力(JG*-TAUI)の作図よ(Y/N)"; A$
5550 IF A$="N" THEN GOTO *STPJ15
5560 '---- フレームを書く ----
5570 *STPJ13
5580 XAXIS$="JG*"
5590 YAXIS$="TAUI"
5600 GOSUB *FRAME
5610 GOSUB *CENTER
5620 LOCATE 56, 12: INPUT "実行してよ(Y/N)"; A$
5630 IF A$="N" THEN CLS 2: GOTO *STPJ12
5640 '---- フレームを書く ----
5650 FOR NF=1 TO 3
5660 NMAX=NDAT(NF)
5670 DW=DH(NF)
5680 FOR I=1 TO NMAX
5690 XX(I)=JGST(NF, I)
5700 YY(I)=TAUI(NF, I)
5710 NEXT I
5720 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
5730 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
5740 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
5750 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
5760 IF A$="N" THEN GOTO *STPJ14
5770 '---- 作図する ----
5330 YY(1)=DELTA(NF, I)
5340 NEXT I
5350 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
5360 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
5370 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
5380 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
5390 IF A$="N" THEN GOTO *STPJDL4
5400 '---- 作図する ----
5410 IF NF=1 THEN GOSUB *GREFW
5420 IF NF=2 THEN GOSUB *GREFB
5430 IF NF=3 THEN GOSUB *GREFD
5440 'GOSUB *GREFDLBH
5450 *STPJDL4
5460 NEXT NF
5470 '----
5480 LOCATE 56, 19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; A$
5490 IF A$="Y" THEN CLS 2: GOTO *STPJDL3
5500 *STPJDL5
5510 CLS 3
5520 '+++++ (5. 界面応力の作図; JG*-TAUI) ++++++
5530 *STPJ12
5540 LOCATE 1, 0: INPUT "5. 界面応力(JG*-TAUI)の作図よ(Y/N)"; A$
5550 IF A$="N" THEN GOTO *STPJ15
5560 '---- フレームを書く ----
5570 *STPJ13
5580 XAXIS$="JG*"
5590 YAXIS$="TAUI"
5600 GOSUB *FRAME
5610 GOSUB *CENTER
5620 LOCATE 56, 12: INPUT "実行してよ(Y/N)"; A$
5630 IF A$="N" THEN CLS 2: GOTO *STPJ12
5640 '---- フレームを書く ----
5650 FOR NF=1 TO 3
5660 NMAX=NDAT(NF)
5670 DW=DH(NF)
5680 FOR I=1 TO NMAX
5690 XX(I)=JGST(NF, I)
5700 YY(I)=TAUI(NF, I)
5710 NEXT I
5720 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
5730 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
5740 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
5750 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
5760 IF A$="N" THEN GOTO *STPJ14
5770 '---- 作図する ----
5780 IF NF=1 THEN GOSUB *GREFW
5790 IF NF=2 THEN GOSUB *GREFB
5800 IF NF=3 THEN GOSUB *GREFD
5810 'GOSUB *GREFTBH
5820 *STPJ14
5830 NEXT NF
5840 '----
5850 LOCATE 56, 19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; A$
5860 IF A$="Y" THEN CLS 2: GOTO *STPJ13
5870 *STPJ15
5880 CLS 3
5890 '+++++ (6. 壁面筋応力の作図; JG*-TAUW) ++++++
5900 *STPJW2
5910 LOCATE 1, 0: INPUT "6. 壁面筋力(JG*-TAUW)の作図よ(Y/N)"; A$
5920 IF A$="N" THEN GOTO *STPJW5
5930 '---- フレームを書く ----
5940 *STPJW3
5950 XAXIS$="JG*"
5960 YAXIS$="TAUW"
5970 GOSUB *FRAME
5980 GOSUB *CENTER
5990 LOCATE 56, 12: INPUT "実行してよ(Y/N)"; A$
6000 IF A$="N" THEN CLS 2: GOTO *STPJW2
6010 '---- フレームを書く ----
6020 FOR NF=1 TO 3
6030 NMAX=NDAT(NF)
6040 DW=DH(NF)
6050 FOR I=1 TO NMAX
6060 XX(I)=JGST(NF, I)
6070 YY(I)=TAUW(NF, I)
6080 NEXT I
6090 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
6100 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
6110 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
6120 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; A$
6130 IF A$="N" THEN GOTO *STPJW4
6140 '---- 作図する ----
6150 IF NF=1 THEN GOSUB *GREFW
6160 IF NF=2 THEN GOSUB *GREFB
6170 IF NF=3 THEN GOSUB *GREFD
6180 'GOSUB *GREFTBH
6190 *STPJW4
6200 NEXT NF
6210 GOSUB *GREFWDK
6220 '----

```

```

6230 LOCATE 56,19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)";A$
6240 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPJTW3
6250 *STPJTW5
6260 CLS 3
6270 '++++ (7. (1) 界面断係力の作図; DELTA-FI) +++++
6280 *STPDF12
6290 LOCATE 1,0: INPUT "7. (1) 界面断係数(DELTA-FI)の作図は(Y/N)";A$
6300 IF A$="N" THEN GOTO *STPDF16
6310 '--- プレームを書く ---
6320 *STPDF13
6330 XAXIS$="DELTA"
6340 YAXIS$="FI"
6350 GOSUB *FRAME
6360 GOSUB *CENTER
6370 LOCATE 56,12: INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
6380 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPDF12
6390 '--- テータを取る ---
6400 FOR NF=1 TO 3
6410 NMAX=NDAT(NF)
6420 DW=DH(NF)
6430 FOR I=1 TO NMAX
6440 XX(I)=DELTA(NF, I)
6450 YY(I)=FI(NF, I)
6460 NEXT I
6470 LOCATE 56,14: PRINT "NF=";NF
6480 LOCATE 56,15: PRINT "DH=";DH(NF)
6490 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT=";NMAX
6500 LOCATE 56,17: INPUT "よいですか(Y/N)";A$
6510 IF A$="N" THEN GOTO *STPDF15
6520 '---
6530 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
6540 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
6550 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
6560 '---
6570 *STPDF14
6580 LOCATE 56,18: INPUT "CFIN=";CFIN
6590 GOSUB *GRFINW
6600 LOCATE 56,20: INPUT "再FITは(Y/N)";A$
6610 IF A$="Y" THEN GOTO *STPDF14
6620 '---
6630 IF NF=1 THEN CFIN=930
6640 IF NF=2 THEN CFIN=1860
6650 IF NF=3 THEN CFIN=5580
6660 *GOSUB *GRFINW
6670 '---
6680 *GOSUB *DAFIBH
6690 *GOSUB *GRFFIBH
6700 *GOSUB *GRFIBHI
6710 '---
6720 *GOSUB *GRFFIWL
6730 *GOSUB *GRFFIMO
6740 '---
6750 *STPDF15
6760 NEXT NF
6770 '---
6780 LOCATE 56,21: INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
6790 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPDF13
6800 *STPDF16
6810 CLS 3
6820 '+++ (7. (2) 界面断係数の対数作図; (DLS.VS.FI) +++)
6830 *SPDSF12
6840 LOCATE 1,0: INPUT "7. (2) 界面断係数の対数作図(DLS-FI)は(Y/N)";A$
6850 IF A$="N" THEN GOTO *SPDSF16
6860 '--- プレームを書く ---
6870 *SPDSF13
6880 XAXIS$="DELTA*"
6890 YAXIS$="FI"
6900 GOSUB *LFRAME
6910 LOCATE 56,12: INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
6920 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *SPDSF12
6930 '--- テータを取る ---
6940 FOR NF=1 TO 3
6950 NMAX=NDAT(NF)
6960 FOR I=1 TO NMAX
6970 XX(I)=DELTA(NF, I)
6980 YY(I)=FI(NF, I)
6990 NEXT I
7000 LOCATE 56,14: PRINT "NF=";NF
7010 LOCATE 56,15: PRINT "DH=";DH(NF)
7020 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT=";NMAX
7030 LOCATE 56,17: INPUT "よいですか(Y/N)";A$
7040 IF A$="N" THEN GOTO *SPDSF15
7050 '---
7060 R=.02
7070 IF NF=1 THEN GOSUB *LGRFW
7080 IF NF=2 THEN GOSUB *LGRFB
7090 IF NF=3 THEN GOSUB *LGRFD
7100 '---
7110 *SPDSF14
7120 LOCATE 56,18: INPUT "LCNST=";LCNST

```

```

7130 LOCATE 56,19: INPUT "AAA=";AAA
7140 LOCATE 56,20: INPUT "BBB=";BBB
7150 GOSUB *LFITDFI
7160 LOCATE 56,21: INPUT "再FITは(Y/N)";A$
7170 IF A$="Y" THEN GOTO *SPDSF14
7180 '----
7190 *SPDSF15
7200 NEXT NF
7210 '----
7220 LOCATE 56,22: INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
7230 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *SPDSF13
7240 *SPDSF16
7250 CLS 3
7260 '+++ (7. (3) 界面断折係数の対数作図: ( DLS`1. 27/DST`0. 37 .VS. FI ) +++
7270 *STDF12
7280 LOCATE 1,0: INPUT "7. (3) 界面係数の対数作図(DLS`1. 27/DST`0. 37-FI)は(Y/N)";A$
7290 IF A$="N" THEN GOTO *STDF16
7300 '---- フレームを書く ----
7310 *STDF13
7320 XAXIS$="DLS`1. 27/DIS`0. 37"
7330 YAXIS$="FI-0.005"
7340 GOSUB *LFRAME
7350 *GOSUB *LGCNTR
7360 LOCATE 56,12: INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
7370 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STDF12
7380 '---- テータを取る ----
7390 FOR NF=1 TO 3
7400 NMAX=NDAT(NF)
7410 FOR I=1 TO NMAX
7420 XX(I)=DELTA(NF,I)*1. 27/DST(NF)*. 37
7430 YY(I)=FI(NF,I)*. 005
7440 NEXT I
7450 LOCATE 56,14: PRINT "NF=";NF
7460 LOCATE 56,15: PRINT "DH=";DH(NF)
7470 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT=";NMAX
7480 LOCATE 56,17: INPUT "よいですか(Y/N)";A$
7490 IF A$="N" THEN GOTO *STDF14
7500 '----
7510 R=. 04
7520 IF NF=1 THEN GOSUB *LGRFW
7530 IF NF=2 THEN GOSUB *LGRFB
7540 IF NF=3 THEN GOSUB *LGRFD
7550 '----
7560 *STDF14
7570 NEXT NF
7580 '----
7590 *STDF15
7600 LOCATE 56,18: INPUT "LCNST=";LCNST
7610 GOSUB *FLGRF
7620 LOCATE 56,20: INPUT "再FITは(Y/N)";A$
7630 IF A$="Y" THEN GOTO *STDF15
7640 '----
7650 LOCATE 56,21: INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
7660 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STDF13
7670 *STDF16
7680 CLS 3
7690 '++++ (7. (4) 界面断折係数の予測; DELTA-FI ) +++++
7700 *STDSF12
7710 LOCATE 1,0: INPUT "7. (4) 界面係数(DELTA*FI)の予測は(Y/N)";A$
7720 IF A$="N" THEN GOTO *STDSF15
7730 '---- フレームを書く ----
7740 *STDSF13
7750 XAXIS$="DELTA*"
7760 YAXIS$="FI"
7770 GOSUB *FRAME
7780 GOSUB *CENTER
7790 LOCATE 56,12: INPUT "実行してよい(Y/N)";A$
7800 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *STDSF12
7810 '---- テータを取る ----
7820 FOR NF=1 TO 3
7830 NMAX=NDAT(NF)
7840 DW=DH(NF)
7850 FOR I=1 TO NMAX
7860 XX(I)=DELTA(NF,I)
7870 YY(I)=FI(NF,I)*. 005
7880 NEXT I
7890 LOCATE 56,14: PRINT "NF=";NF
7900 LOCATE 56,15: PRINT "DH=";DH(NF)
7910 LOCATE 56,16: PRINT "NDAT=";NMAX
7920 LOCATE 56,17: INPUT "よいですか(Y/N)";A$
7930 IF A$="N" THEN GOTO *STDSF14
7940 '----
7950 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
7960 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
7970 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
7980 '----
7990 GOSUB *FITDSF1
8000 *STDSF14
8010 NEXT NF

```

```

8020 '----
8030 LOCATE 56, 21: INPUT "軸の変更は(Y/N)"; AS$
8040 IF AS$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STDSF13
8050 *STDSF15
8060 CLS 3
8070 '++++ (8. (1) 壁面筋断応力係数の作図; DELTA-FW ) ++++++
8080 *STPDFW2
8090 LOCATE 1, 0: INPUT "8. (1) 壁面係数(DELTA-FW)の作図は(Y/N)"; AS$
8100 IF AS$="N" THEN GOTO *STPDFW5
8110 '---- フレームを書く ----
8120 *STPDFW3
8130 XAXIS$="DELTA"
8140 YAXIS$="FW"
8150 GOSUB *FRAME
8160 GOSUB *CENTER
8170 LOCATE 56, 12: INPUT "実行してよい(Y/N)"; AS$
8180 IF AS$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPDFW2
8190 '---- データを取る ----
8200 FOR NF=1 TO 3
8210 NMAX=NDAT(NF)
8220 DW=DH(NF)
8230 FOR I=1 TO NMAX
8240 XX(I)=DELTA(NF, I)
8250 YY(I)=FW(NF, I)
8260 NEXT I
8270 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
8280 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
8290 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
8300 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; AS$
8310 IF AS$="N" THEN GOTO *STPDFW4
8320 '----
8330 GOSUB *GRFCUT
8340 '----
8350 *STPDFW4
8360 NEXT NF
8370 '----
8380 LOCATE 56, 19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; AS$
8390 IF AS$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPDFW3
8400 *STPDFW5
8410 CLS 3
8420 '++++ (8. (2) 壁面筋断応力係数の作図; RE-FW ) ++++++
8430 *STPRFW2
8440 LOCATE 1, 0: INPUT "8. (2) 壁面係数(RE-FW)の作図は(Y/N)"; AS$
8450 IF AS$="N" THEN GOTO *STPRFW5
8460 '---- フレームを書く ----
8470 *STPRFW3
8480 XAXIS$="REL"
8490 YAXIS$="FW"
8500 GOSUB *FRAME
8510 GOSUB *CENTER
8520 LOCATE 56, 12: INPUT "実行してよい(Y/N)"; AS$
8530 IF AS$="N" THEN CLS 2:GOTO *STPRFW2
8540 '---- データを取る ----
8550 FOR NF=1 TO 3
8560 NMAX=NDAT(NF)
8570 DW=DH(NF)
8580 FOR I=1 TO NMAX
8590 XX(I)=REL(NF, I)
8600 YY(I)=FW(NF, I)
8610 NEXT I
8620 LOCATE 56, 14: PRINT "NF="; NF
8630 LOCATE 56, 15: PRINT "DH="; DH(NF)
8640 LOCATE 56, 16: PRINT "NDAT="; NMAX
8650 LOCATE 56, 17: INPUT "よいですか(Y/N)"; AS$
8660 IF AS$="N" THEN GOTO *STPRFW4
8670 GOSUB *GRFCUT
8680 *STPRFW4
8690 NEXT NF
8700 '----
8710 LOCATE 56, 19: INPUT "軸を変更しますか(Y/N)"; AS$
8720 IF AS$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STPRFW3
8730 *STPRFW5
8740 CLS 3
8750 '++++ (8. (3) 壁面筋断応力係数の対数作図; RE-FW ) ++++++
8760 *STLRFW2
8770 LOCATE 1, 0: INPUT "8. (3) 壁面係数(RE-FW)の対数作図(Y/N)"; AS$
8780 IF AS$="N" THEN GOTO *STLRFW6
8790 '---- フレームを書く ----
8800 *STLRFW3
8810 XAXIS$="REL"
8820 YAXIS$="FW"
8830 GOSUB *LFRAME
8840 *GOSUB *LGCNTR
8850 LOCATE 56, 12: INPUT "実行してよい(Y/N)"; AS$
8860 IF AS$="N" THEN CLS 2:GOTO *STLRFW2
8870 '---- データを取る ----
8880 FOR NF=1 TO 3
8890 NMAX=NDAT(NF)
8900 FOR I=1 TO NMAX
8910 XX(I)=REL(NF, I)

```

```

8920 YY(1)=FW(NF,1)
8930 NEXT I
8940 LOCATE 56,14:PRINT "NF=";NF
8950 LOCATE 56,15:PRINT "DH=";DH(NF)
8960 LOCATE 56,16:PRINT "NDAT=";NMAX
8970 LOCATE 56,17:INPUT "よいですか(Y/N)";A$
8980 IF A$="N" THEN GOTO *STLRFW5
8990 ----
9000 R=.04
9010 IF NF=1 THEN GOSUB *LGRFW
9020 IF NF=2 THEN GOSUB *LGRFB
9030 IF NF=3 THEN GOSUB *LGRFD
9040 ----
9050 *GOSUB *FITDSFW
9060 ----
9070 *STLRFW4
9080 LOCATE 56,18:INPUT "AAA=";AAA
9090 LOCATE 56,19:INPUT "BBB=";BBB
9100 GOSUB *FITLGRF
9110 LOCATE 56,20:INPUT "再FITは(Y/N)";A$
9120 IF A$="Y" THEN GOTO *STLRFW4
9130 ----
9140 *STLRFW5
9150 NEXT NF
9160 ----
9170 GOSUB *FWTRAC
9180 GOSUB *FW0005
9190 *GOSUB *FWLGIM
9200 ----
9210 LOCATE 56,21:INPUT "軸の変更は(Y/N)";A$
9220 IF A$="Y" THEN CLS 2:GOTO *STLRFW3
9230 *STLRFW6
9240 CLS 3
9250 *+++++ 後処理 ++++++
9260 LOCATE 1,0:INPUT "終了しますか(Y/N)";A$
9270 IF A$="N" THEN GOTO *MINSTP3
9280 ----
9290 CLS 3
9300 VIEW (0,0)-(639,399),0
9310 CONSOLE 0,25,1,1
9320 END
9330 *+++++
9340 *### 物性値の設定 #####
9350 *### #####
9360 *PROP #####

```

```

9370 *+++++定数の設定+++++
9380 G=9.8
9390 *----- 物性値の設定 (T=50°C) -----
9400 *MG=,0000209
9410 *ML=,000472
9420 *RG=1.098
9430 *RL=986.6
9440 *NG=1.903E-05
9450 *MJ=4.784E-07
9460 *MG=2.0895E-05
9470 *ML=4.7199E-04
9480 *SIGMA=0.0686
9490 *----- 物性値の設定 (T=20°C) -----
9500 *MG=1.819E-05
9510 *ML=,001008
9520 *RG=1.166
9530 *RL=998.2
9540 *NG=,0000156
9550 *ML=1.0098E-06
9560 *MG=1.81896E-05
9570 *ML=1.00798E-03
9580 *SIGMA=.0717
9590 *----- 定数の計算 -----
9600 *KL=SQR(SIGMA/(RL-RG)/G)
9610 *DHST=DW/KL
9620 *CG=SQR(RG/(RL-RG)/G/DW)
9630 *CL=SQR(RL/(RL-RG)/G/DW)
9640 *RETURN
9650 *##### フレーム作成ルーチン #####
9660 *### #####
9670 *#####
9680 *FRAME
9690 *+++++ウインドウを決める+++++
9700 *STEP1
9710 *LOCATE 56,5:INPUT "X軸の名称は";XAXIS$
9720 *LOCATE 56,6:INPUT "X軸の最小値は";XMIN
9730 *LOCATE 56,7:INPUT "X軸の最大値は";XMAX
9740 *LOCATE 56,8:INPUT "Y軸の名称は";YAXIS$
9750 *LOCATE 56,9:INPUT "Y軸の最小値は";YMIN
9760 *LOCATE 56,10:INPUT "Y軸の最大値は";YMAX
9770 *YMAX=-YMAX
9780 *YMIN=-YMIN
9790 *IF XMIN=>XMAX OR YMAX=>YMIN THEN GOTO *STEP1
9800 *WINDOW(XMIN,YMAX)-(XMAX,YMIN)
9810 *+++++ヒューポートを決める+++++

```

```

9820 VIEW(80,40)-(440,360),,7
9830 '+++++++作図の範囲を指定する+++++++
9840 XMID=(XMAX+XMIN)/2
9850 YMID=(YMAX+YMIN)/2
9860 LOCATE 6,23:PRINT USING"##.##";XMID
9870 LOCATE 29,23:PRINT USING"##.##";XMID
9880 LOCATE 52,23:PRINT USING"##.##";XMAX
9890 LOCATE 0,22:PRINT USING"##.##";-YMIN
9900 LOCATE 0,12:PRINT USING"##.##";-YMID
9910 LOCATE 0,2:PRINT USING"##.##";-YMAX
9920 LOCATE 0,1:PRINT YAXIS$
9930 LOCATE 62,23:PRINT XAXIS$
9940 LOCATE 56,11:INPUT "軸は良いですか(Y/N)";A$
9950 IF A$="N" THEN GOTO *FRAME
9960 RETURN
9970 '#####中心線を書く+++++++
9980 '### 中心線を引くルーチン ###
9990 '#####
10000 *CENTER
10010 '+++++++中心線を書く+++++++
10020 LINE(XMIN,0)-(XMAX,0),7
10030 LINE(0,YMIN)-(0,YMAX),7
10040 LINE(XMID,YMID)-(XMAX,YMID),1
10050 LINE(XMID,YMIN)-(XMID,YMAX),1
10060 RETURN
10070 '#####作図のルーチン#####
10080 '### (●) ###
10090 '###
10100 '#####
10110 *GRFB
10120 '--- 図を書く ---
10130 FOR I=1 TO NMAX
10140 X=XX(I)
10150 Y=-YY(I)
10160 CIRCLE(X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2,,F
10170 NEXT I
10180 RETURN
10190 '#####作図のルーチン#####
10200 '### (●,制限付き) ###
10210 '###
10220 '#####
10230 *GRFCUT
10240 '--- 図を書く ---
10250 FOR I=1 TO NMAX
10260 IF YY(I)<-YMIN OR YY(I)>-YMAX THEN GOTO *GRFCUT
10270 X=XX(I)
10280 Y=-YY(I)
10290 CIRCLE(X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2,,F
10300 *GRFCUT
10310 NEXT I
10320 RETURN
10330 '#####作図のルーチン#####
10340 '### (○) ###
10350 '###
10360 '#####
10370 *GRFW
10380 '--- 図を書く ---
10390 FOR I=1 TO NMAX
10400 X=XX(I)
10410 Y=-YY(I)
10420 CIRCLE(X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
10430 NEXT I
10440 RETURN
10450 '#####作図のルーチン#####
10460 '### (◎) ###
10470 '###
10480 '#####
10490 *GRFD
10500 '--- 図を書く ---
10510 FOR I=1 TO NMAX
10520 X=XX(I)
10530 Y=-YY(I)
10540 CIRCLE(X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
10550 CIRCLE(X,Y),(XMAX-XMIN)/200,NF+2
10560 NEXT I
10570 RETURN
10580 '#####作図のルーチン#####
10590 '### (◎,制限付き) ###
10600 '#####
10610 *DJGL254
10620 GOSUB *DAJS0254
10630 '--- 図を書く ---
10640 FOR I=1 TO NJS0254
10650 X=DSJG254(I)^2
10660 Y=-DSJL254(I)^2
10670 CIRCLE(X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
10680 NEXT I
10690 RETURN
10700 '#####作図のルーチン#####
10710 '### JG+JL*の7ビットインク ###

```



```

10720 '#####
10730 *GRCCFL
10740 '--- 関を書く ---
10750 X1=(XMAX-XMIN)/200*10+XMIN
10760 Y1=-(CCFL-SQR(X1))2
10770 '---
10780 FOR I=11 TO 190
10790 X=(XMAX-XMIN)/200*1+XMIN
10800 IF CCFL<SQR(X) THEN Y=(SQR(X)-CCFL)2
10810 IF CCFL>=SQR(X) THEN Y=-(CCFL-SQR(X))2
10820 LINE (X1,Y1)-(X,Y),NF+2
10830 X1=X
10840 Y1=Y
10850 NEXT I
10860 '---
10870 RETURN
10880 '#####
10890 '## Bの子測式 ##
10900 '#####
10910 *FITDSB
10920 '--- 関を書く ---
10930 X1=(XMAX-XMIN)/200+XMIN
10940 Y1=-(1.12*X1.19-6/DST(NF))
10950 Y1=-(.05+1.1*X1.68/DST(NF))
10960 Y1=-(.05+1.2*X1.7/DST(NF))
10970 '---
10980 FOR I=2 TO 190
10990 X=(XMAX-XMIN)/200*1+XMIN
11000 Y=-(1.12*X1.19-6/DST(NF))
11010 Y=-(.05+1.1*X1.68/DST(NF))
11020 Y=-(.05+1.2*X1.7/DST(NF))
11030 LINE (X1,Y1)-(X,Y),NF+2
11040 X1=X
11050 Y1=Y
11060 NEXT I
11070 '---
11080 RETURN
11090 '#####
11100 '## Fの子測式 ##
11110 '#####
11120 *FITDSF1
11130 '--- 関を書く ---
11140 X1=(XMAX-XMIN)/200*10+XMIN
11150 Y1=-(X11.27/DST(NF))
11160 '---
11170 FOR I=11 TO 190
11180 X=(XMAX-XMIN)/200*1+XMIN
11190 Y=-(X1.27/DST(NF))
11200 LINE (X1,Y1)-(X,Y),NF+2
11210 X1=X
11220 Y1=Y
11230 NEXT I
11240 '---
11250 RETURN
11260 '#####
11270 '## Fの子測式(対数) ##
11280 '#####
11290 *FITDSFW
11300 '--- 関を書く ---
11310 X1=(XMAX-XMIN)/500+XMIN
11320 Y1=393*DST(NF)1.3/X1.2
11330 X1=LOG(X1)/LOG(10)
11340 Y1=-LOG(Y1)/LOG(10)
11350 '---
11360 FOR I=2 TO 490
11370 X=(XMAX-XMIN)/500*1+XMIN
11380 Y=393*DST(NF)1.3/X1.2
11390 X=LOG(X)/LOG(10)
11400 Y=-LOG(Y)/LOG(10)
11410 LINE (X1,Y1)-(X,Y),NF+2
11420 X1=X
11430 Y1=Y
11440 NEXT I
11450 '---
11460 RETURN
11470 '#####
11480 '## ファットリンク'の作関(1) ##
11490 '#####
11500 *FITFN1
11510 '--- 関を書く ---
11520 X1=(XMAX-XMIN)/200*10+XMIN
11530 Y1=-(AA*X1+BB)
11540 '---
11550 FOR I=11 TO 190
11560 X=(XMAX-XMIN)/200*1+XMIN
11570 Y=-(AA*X+BB)
11580 LINE (X1,Y1)-(X,Y),NF+2
11590 X1=X
11600 Y1=Y
11610 NEXT I

```

```

11620 ' ---
11630 RETURN
11640 #####
11650 '### フィッティングの作図(2) ###
11660 #####
11670 *FITFN2
11680 ' --- 図を書く ---
11690 X1=(XMAX-XMIN)/200*10+XMIN
11700 Y1=-(AA*X1*BB)
11710 ' ---
11720 FOR I=11 TO 190
11730 X=(XMAX-XMIN)/200*I+XMIN
11740 Y=-(AA*X*BB)
11750 LINE (X1,Y1)-(X,Y),NF+2
11760 XI=X
11770 YI=Y
11780 NEXT I
11790 ' ---
11800 RETURN
11810 #####
11820 '### テータの作図 ###
11830 '### JG* - ALP ###
11840 '### BY BHARATHAN'S METHOD ###
11850 '#####
11860 *GRFALBH
11870 ' --- 図を書く ---
11880 FOR I=1 TO NMAX
11890 X=JGST(NF,I)
11900 Y=-(1-DPDZST(NF,I))
11910 CIRCLE (X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
11920 NEXT I
11930 RETURN
11940 '#####
11950 '### テータの作図 ###
11960 '### JG* - DELTA ###
11970 '### BY BHARATHAN'S METHOD ###
11980 '#####
11990 *GRFDLBH
12000 ' --- 図を書く ---
12010 FOR I=1 TO NMAX
12020 X=JGST(NF,I)
12030 ALPBH=1-DPDZST(NF,I)
12040 Y=-(DW/2*(1-SQR(ALPBH)))
12050 CIRCLE (X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
12060 NEXT I

12070 RETURN
12080 '#####
12090 '### テータの作図 ###
12100 '### JG* - TAUJ ###
12110 '### BY BHARATHAN'S METHOD ###
12120 '#####
12130 *GRFTIBH
12140 ' --- 図を書く ---
12150 FOR I=1 TO NMAX
12160 X=JGST(NF,I)
12170 ALPBH=1-DPDZST(NF,I)
12180 'Y=-(SQR(ALPBH)*DW*(RL-RG)*G/4*(DPDZST(NF,I)-RG/(RL-RG)))
12190 Y=-(SQR(ALPBH)*DW*(RL-RG)*G/4*DPDZST(NF,I))
12200 CIRCLE (X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
12210 NEXT I
12220 RETURN
12230 '#####
12240 '### テータの作図 ###
12250 '### JG* - TAUW ###
12260 '### BY BHARATHAN'S METHOD ###
12270 '#####
12280 *GRFTWBH
12290 ' --- 図を書く ---
12300 FOR I=1 TO NMAX
12310 X=JGST(NF,I)
12320 ALPBH=1-DPDZST(NF,I)
12330 'TAUIBH=-(SQR(ALPBH)*DW*(RL-RG)*G/4*(DPDZST(NF,I)-RG/(RL-RG)))
12340 TAUJBIH=-(SQR(ALPBH)*DW*(RL-RG)*G/4*DPDZST(NF,I))
12350 Y=-(TAUIBH/SQR(ALPBH)*DW/4*(1-ALPBH))*(RL-RG)*G)
12360 CIRCLE (X,Y),(XMAX-XMIN)/100,NF+2
12370 NEXT I
12380 RETURN
12390 '#####
12400 '#####データの入力#####
12410 '#####
12420 *DAJS0254
12430 '+++ DW=0.0254(cm) Smooth Entry +++++
12440 '+++ SQR(JG*) - SQR(DL*) +++++
12450 NJS0254=11
12460 DIM DSJG254(NJS0254),DSJL254(NJS0254)
12470 DATA 0.467,0.501,0.530,0.558,0.580,0.609,0.635,0.654,0.683,0.706,0.728
12480 DATA 0.492,0.390,0.366,0.337,0.306,0.282,0.258,0.238,0.211,0.187,0.167
12490 FOR I=1 TO NJS0254:READ DSJG254(I):NEXT I
12500 FOR I=1 TO NJS0254:READ DSJL254(I):NEXT I
12510 RETURN

```

```

12520 '#####テータの作図#####
12530 '##          テータの作図          ##
12540 '##          JG* - TAUW          ##
12550 '##          FOR DUKLER' DATA    ##
12560 '#####テータの作図#####
12570 *GRFTWDK
12580 '---- テータを取る ----
12590 NJGTW51=51
12600 DIM CWG (NJGTW51), CJG (NJGTW51), CJGST (NJGTW51), CJGST2 (NJGTW51), CTAUW (NJGTW
51)
12610 '----
12620 OPEN "2:DATDK.51" FOR INPUT AS #1
12630 FOR I=1 TO NJGTW51
12640 ' INPUT #1, CWG (I), CJG (I), CJGST (I), CJGST2 (I), CTAUW (I)
12650 INPUT #1, CWG, CJG, CJGST (I), CJGST2, CTAUW (I)
12660 NEXT I
12670 CLOSE #1
12680 '---- 図を書くと ----
12690 FOR I=1 TO NJGTW51
12700 X=CJGST (I)
12710 Y=-CTAUW (I)
12720 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/100, 7
12730 NEXT I
12740 RETURN
12750 '#####Bharathanの式の作図#####
12760 '##          Bharathanの式の作図          ##
12770 '##          DELTA - FI          ##
12780 '#####Bharathanの式の作図#####
12790 *GRFFIBH
12800 '---- 図を書くと ----
12810 X1=(XMAX-XMIN)/100*XMIN
12820 DSTBH=X1/KL
12830 A=10*(-.56+9.07/DST (NF))
12840 B=1.63+4.74/DST (NF)
12850 FIBARA=.005*A*DSTBH*B
12860 Y1=-FIBARA
12870 '----
12880 FOR I=2 TO 99
12890 X=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
12900 DSTBH=X/KL
12910 FIBARA=.005*A*DSTBH*B
12920 Y=-FIBARA
12930 LINE (X1, Y1) - (X, Y), NF*2
12940 X1=X
12950 Y1=Y
12960 NEXT I
12970 RETURN
12980 '#####Bharathanの式の作図(2)#####
12990 '##          Bharathanの式の作図(2)          ##
13000 '##          DELTA - FI          ##
13010 '#####Bharathanの式の作図(2)#####
13020 *GRFIBH1
13030 '---- 図を書くと ----
13040 X1=(XMAX-XMIN)/100*XMIN
13050 FIBAR1=.005+406*(X1/DW)^2.04
13060 Y1=-FIBAR1
13070 '----
13080 FOR I=2 TO 99
13090 X=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
13100 FIBAR1=.005+406*(X1/DW)^2.04
13110 Y=-FIBAR1
13120 LINE (X1, Y1) - (X, Y), 5
13130 X1=X
13140 Y1=Y
13150 NEXT I
13160 RETURN
13170 '#####Wallisの式の作図#####
13180 '##          Wallisの式の作図          ##
13190 '##          DELTA - FI          ##
13200 '#####Wallisの式の作図#####
13210 *GRFFIWL
13220 '---- 図を書くと ----
13230 X1=(XMAX-XMIN)/100*XMIN
13240 ALPWL=(1-X1*2/DW)^2
13250 FIWALLIS=.005*(1+75*(1-ALPWL))
13260 Y1=-FIWALLIS
13270 '----
13280 FOR I=2 TO 99
13290 X=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
13300 ALPWL=(1-X1*2/DW)^2
13310 FIWALLIS=.005*(1+75*(1-ALPWL))
13320 Y=-FIWALLIS
13330 LINE (X1, Y1) - (X, Y), 6
13340 X1=X
13350 Y1=Y
13360 NEXT I
13370 RETURN
13380 '#####Moockの式の作図#####
13390 '##          Moockの式の作図          ##
13400 '##          DELTA - FI          ##

```

```

13410 '#####
13420 *GRFIMO
13430 '--- 図を書く ---
13440 X1=(XMAX-XMIN)/100+XMIN
13450 ALPMD=(1-X1*2/DW)^2
13460 FMOECK=.005*(1+545*((1-ALPMD)/2)^1.42)
13470 Y1=-FMOECK
13480 '---
13490 FOR I=2 TO 99
13500 X=(XMAX-XMIN)/100+I*XMIN
13510 ALPMD=(1-X1*2/DW)^2
13520 FMOECK=.005*(1+545*((1-ALPMD)/2)^1.42)
13530 Y=-FMOECK
13540 LINE (X1, Y1)-(X, Y), 7
13550 X1=X
13560 Y1=Y
13570 NEXT I
13580 RETURN
13590 '#####
13600 '## Bharathian方法によるデータ ##
13610 '## DELTA - FI ##
13620 '#####
13630 *DAFIBH
13640 '--- 図を書く ---
13650 FOR I=1 TO NMAX
13660 ALPBH=1-DPZST(NF, I)
13670 DELTBH=DW/2*(1-SQR(ALPBH))
13680 X=DELTBH
13690 'TAHIBH=-((SQR(ALPBH)*DW*(RL-RG)+G/4*(DPDZST(NF, I)-RG/(RL-RG)))
13700 'TAUBH=-((SQR(ALPBH)*DW*(RL-RG)+G/4*(DPDZST(NF, I)
13710 VGBH=JGST(NF, I)/GG/ALPBH
13720 FIBH=-TAUBH*2/RG/VGBH^2
13730 Y=-FIBH
13740 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/100, 3
13750 NEXT I
13760 RETURN
13770 '#####
13780 '## 新界面磨擦の式の作図 ##
13790 '## DELTA - FI ##
13800 '#####
13810 *GRFINEW
13820 '--- 図を書く ---
13830 X1=(XMAX-XMIN)/100+XMIN
13840 ALPNEW=(1-X1*2/DW)^2
13850 FINEW=.005*(1+CFIN*((1-ALPNEW)/2)^1.42)
13860 Y1=-FINEW
13870 '---
13880 FOR I=2 TO 99
13890 X=(XMAX-XMIN)/100+I*XMIN
13900 ALPNEW=(1-X1*2/DW)^2
13910 FINEW=.005*(1+CFIN*((1-ALPNEW)/2)^1.42)
13920 Y=-FINEW
13930 LINE (X1, Y1)-(X, Y), 2
13940 X1=X
13950 Y1=Y
13960 NEXT I
13970 RETURN
13980 '#####
13990 '## 対数グラフ用フレーム作成ルーチン ##
14000 '#####
14010 *LFRAME
14020 '+++++++ウインドウを決める+++++++
14030 *LGSTEPI
14040 LOCATE 56, 5: INPUT "X軸の最小値は": XMIN
14050 LOCATE 56, 6: INPUT "X軸の最大値は": XMAX
14060 LOCATE 56, 7: INPUT "X軸の分割数は": XDIV
14070 LOCATE 56, 8: INPUT "Y軸の最小値は": YMIN
14080 LOCATE 56, 9: INPUT "Y軸の最大値は": YMAX
14090 LOCATE 56, 10: INPUT "Y軸の分割数は": YDIV
14100 IF XMAX<=0 OR XMIN<=0 OR YMIN<=0 OR YMAX<=0 THEN GOTO *LGSTEPI
14110 IF XMIN>=XMAX OR YMIN>=YMAX THEN GOTO *LGSTEPI
14120 LMAX=LOG(XMAX)/LOG(10)
14130 LMIN=LOG(XMIN)/LOG(10)
14140 LYMAX=LOG(YMAX)/LOG(10)
14150 LYMIN=LOG(YMIN)/LOG(10)
14160 WINDOW (LXMIN, LYMAX)-(LXMAX, LYMIN)
14170 '+++++++ビューポートを決める+++++++
14180 VIEW (80, 40)-(440, 360),, 7
14190 '+++++++罫線を書く+++++++
14200 LXMD=(LXMAX+LXMIN)/2
14210 LYMD=(LYMAX+LYMIN)/2
14220 LINE (LXMIN, LYMD)-(LXMAX, LYMD), 7
14230 LINE (LXMD, LYMIN)-(LXMD, LYMAX), 7
14240 '++++
14250 XMD=10*(LXMD)
14260 YMD=-10*(-LYMD)
14270 '++++
14280 XMIN=10*(LXMIN)
14290 XMAX=10*(LXMAX)
14300 YMIN=-10*(-LYMIN)

```

```

14310 YMAX=-10` (-LYMAX)
14320 LOCATE 6, 23: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; XMIN
14330 LOCATE 30, 23: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; XMID
14340 LOCATE 53, 23: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; XMAX
14350 LOCATE 0, 22: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; -YMIN
14360 LOCATE 0, 12: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; -YMID
14370 LOCATE 0, 2: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; -YMAX
14380 ,++++++
14390 LYM14=-LOG (-YMID/YDIV)/LOG(10)
14400 LYM34=-LOG (-YMAX/YDIV)/LOG(10)
14410 LINE (LXMIN, LYM34) - (LXMAX, LYM34), 7
14420 LINE (LXMIN, LYM14) - (LXMAX, LYM14), 7
14430 YM14=10` (-LYM14)
14440 YM34=10` (-LYM34)
14450 LOCATE 0, 17: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; YM14
14460 LOCATE 0, 7: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; YM34
14470 ,++++++
14480 LYM34=LOG (XMAX/XDIV)/LOG(10)
14490 LYM14=LOG (XMID/XDIV)/LOG(10)
14500 LINE (LXM34, LYMIN) - (LXM34, LYMAX), 7
14510 LINE (LXM14, LYMIN) - (LXM14, LYMAX), 7
14520 XM14=10` (LXM14)
14530 XM34=10` (LXM34)
14540 LOCATE 41, 23: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; XM34
14550 LOCATE 18, 23: PRINT USING"##. ##. ##. ##. ##. ##"; XM14
14560 ,+++++++軸名を書く+++++++
14570 LOCATE 62, 23: PRINT USING"e"; XAXISS$
14580 LOCATE 0, 1: PRINT USING"e"; YAXISS$
14590 RETURN
14600 ,#####対数用中心線の作図#####
14610 ,### 対数用中心線の作図 ###
14620 ,#####対数用中心線の作図#####
14630 *LGCNTR
14640 LINE (XMIN, YMID) - (XMAX, YMID), 6
14650 LINE (XMID, YMIN) - (XMID, YMAX), 6
14660 ,#####対数用中心線の作図#####
14670 ,### 対数グラフ用スケール#####
14680 ,### (O) ###
14690 ,#####対数用中心線の作図#####
14700 *LGREW
14710 ,++++ 図を書く +++++
14720 FOR I=1 TO NMAX
14730 X=XX(I)
14740 Y=YY(I)
14750 IF Y<0 OR X<=0 OR JLST(NF, I)>=0 THEN GOTO *SKPLGW1
14760 X1=LOG(X)/LOG(10)
14770 Y1=-LOG(Y)/LOG(10)
14780 CIRCLE(X1, Y1), R, NF+2
14790 *SKPLGW1
14800 NEXT I
14810 RETURN
14820 ,#####対数グラフ用スケール#####
14830 ,### 対数グラフ用スケール#####
14840 ,### (●) ###
14850 ,#####対数グラフ用スケール#####
14860 *LGRFB
14870 ,++++ 図を書く +++++
14880 FOR I=1 TO NMAX
14890 X=XX(I)
14900 Y=YY(I)
14910 IF Y<0 OR X<=0 OR JLST(NF, I)>=0 THEN GOTO *SKPLGB1
14920 X1=LOG(X)/LOG(10)
14930 Y1=-LOG(Y)/LOG(10)
14940 CIRCLE(X1, Y1), R, NF+2, ..., F
14950 *SKPLGB1
14960 NEXT I
14970 RETURN
14980 ,#####対数グラフ用スケール#####
14990 ,### 対数グラフ用スケール#####
15000 ,### (◎) ###
15010 ,#####対数グラフ用スケール#####
15020 *LGRFD
15030 ,++++ 図を書く +++++
15040 FOR I=1 TO NMAX
15050 X=XX(I)
15060 Y=YY(I)
15070 IF Y<0 OR X<=0 OR JLST(NF, I)>=0 THEN GOTO *SKPLGD1
15080 X1=LOG(X)/LOG(10)
15090 Y1=-LOG(Y)/LOG(10)
15100 CIRCLE(X1, Y1), R, NF+2
15110 CIRCLE(X1, Y1), R/2, NF+2
15120 *SKPLGD1
15130 NEXT I
15140 RETURN
15150 ,#####壁面耐断応力係数の対数作図#####
15160 ,### 壁面耐断応力係数の対数作図 ###
15170 ,### FOR TRAC-PF1 MODEL #####
15180 ,#####壁面耐断応力係数の対数作図#####
15190 *FWTRAC
15200 ,++++ 図を書く +++++

```

```

15210 X2=XMIN
15220 FWHOMO=.046/X2*.2
15230 IF X2<5000 THEN FWHOMO=.032-5.25E-06*(X2-500)
15240 IF X2<500 THEN FWHOMO=.032
15250 X2OLD=LOG(X2)/LOG(10)
15260 Y2OLD=-LOG(FWHOMO)/LOG(10)
15270 FOR I=1 TO 100
15280 X2=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
15290 FWHOMO=.046/X2*.2
15300 IF X2<5000 THEN FWHOMO=.032-5.25E-06*(X2-500)
15310 IF X2<500 THEN FWHOMO=.032
15320 X2=LOG(X2)/LOG(10)
15330 Y2=-LOG(FWHOMO)/LOG(10)
15340 LINE (X2OLD, Y2OLD)-(X2, Y2), 1
15350 X2OLD=X2
15360 Y2OLD=Y2
15370 NEXT I
15380 RETURN
15390 '##### 界面断力係数の対数作図 #####
15400 '### 界面断力係数の対数作図 ###
15410 '## FW=0.005 (CONSTANT) ##
15420 '#####  #####
15430 *FW0.005
15440 '#### FW=0.005 #####
15450 LGXMAX=LOG(XMAX)/LOG(10)
15460 LGXMIN=LOG(XMIN)/LOG(10)
15470 LGFW=-LOG(.005)/LOG(10)
15480 LINE (LGXMIN, LGFW)-(LGXMAX, LGFW), 2
15490 RETURN
15500 '#####  #####
15510 '### 対数作図用 © ###
15520 '## FOR Y=LCNST*X ##
15530 '#####  #####
15540 *FLGRF
15550 '#### 対数作図用 © #####
15560 X2=XMIN
15570 Y2=LCNST*X2
15580 X2OLD=LOG(X2)/LOG(10)
15590 Y2OLD=-LOG(Y2)/LOG(10)
15600 FOR I=1 TO 100
15610 X2=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
15620 Y2=LCNST*X2
15630 X2=LOG(X2)/LOG(10)
15640 Y2=-LOG(Y2)/LOG(10)
15650 LINE (X2OLD, Y2OLD)-(X2, Y2), NF+2
15660 X2OLD=X2
15670 Y2OLD=Y2
15680 NEXT I
15690 RETURN
15700 '#####  #####
15710 '### 対数作図用 © ###
15720 '## FI=LCNST*DI*S AAA/DST`BBB ##
15730 '#####  #####
15740 *FLITDF1
15750 '#### 対数作図用 © #####
15760 X2=XMIN
15770 Y2=LCNST*X2`AAA/DST(NF)`BBB
15780 X2OLD=LOG(X2)/LOG(10)
15790 Y2OLD=-LOG(Y2)/LOG(10)
15800 FOR I=1 TO 100
15810 X2=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
15820 Y2=LCNST*X2`AAA/DST(NF)`BBB
15830 X2=LOG(X2)/LOG(10)
15840 Y2=-LOG(Y2)/LOG(10)
15850 LINE (X2OLD, Y2OLD)-(X2, Y2), NF+2
15860 X2OLD=X2
15870 Y2OLD=Y2
15880 NEXT I
15890 RETURN
15900 '#####  #####
15910 '### 対数作図用 © ###
15920 '## FOR Y=BBB*X`AAA ##
15930 '#####  #####
15940 *FITLGRF
15950 '#### 対数作図用 © #####
15960 X2=XMIN
15970 Y2=BBB*X2`AAA
15980 X2OLD=LOG(X2)/LOG(10)
15990 Y2OLD=-LOG(Y2)/LOG(10)
16000 FOR I=1 TO 100
16010 X2=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
16020 Y2=BBB*X2`AAA
16030 X2=LOG(X2)/LOG(10)
16040 Y2=-LOG(Y2)/LOG(10)
16050 LINE (X2OLD, Y2OLD)-(X2, Y2), NF+2
16060 X2OLD=X2
16070 Y2OLD=Y2
16080 NEXT I
16090 RETURN
16100 '#####  #####

```

```

16110 '###          テータの作図          ###
16120 '#####
16130 *DJGL152
16140 GOSUB *DATJ152
16150 '--- 図を書く ---
16160 FOR I=1 TO NTJ152
16170 X=DSJG152(I) * 2
16180 Y=-DSJL152(I) * 2
16190 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/100, NF*2
16200 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/200, NF*2
16210 NEXT I
16220 RETURN
16230 '#####
16240 '#####データの入力#####
16250 '#####
16260 *DATJ152
16270 '+++ DW=0.152(cm) Smooth Entry +++++
16280 '+++ SQR(JG*) - SQR(JL*) +++++
16290 NTJ152=16
16300 DIM DSJG152(NTJ152), DSJL152(NTJ152)
16310 DATA 0.415, 0.438, 0.447, 0.448, 0.506, 0.530, 0.570, 0.598, 0.618, 0.39
0
16320 DATA 0.328, 0.364, 0.387, 0.411, 0.441, 0.469
16330 DATA 0.225, 0.202, 0.180, 0.158, 0.130, 0.119, 0.090, 0.075, 0.063, 0.25
9
16340 DATA 0.358, 0.311, 0.274, 0.228, 0.185, 0.166
16350 FOR I=1 TO NTJ152:READ DSJG152(I):NEXT I
16360 FOR I=1 TO NTJ152:READ DSJL152(I):NEXT I
16370 RETURN
16380 '#####
16390 '### 壁面摩擦係数の式による対数作図 ###
16400 '###          REL - FW          ###
16410 '###          均質流モデル          ###
16420 '#####
16430 *FWLCHM
16440 '--- 乱流 ---
16450 X1=XMIN
16460 Y1=.046/X1 * 2
16470 X1=LOG(X1)/LOG(10)
16480 Y1=-LOG(Y1)/LOG(10)
16490 FOR I=1 TO 100
16500 X=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
16510 Y=.046/X * 2
16520 X=LOG(X)/LOG(10)
16530 Y=-LOG(Y)/LOG(10)
16540 LINE (X1, Y1) - (X, Y), 3
16550 X1=X
16560 Y1=Y
16570 NEXT I
16580 '--- 層流 ---
16590 X1=XMIN
16600 Y1=16/X1
16610 X1=LOG(X1)/LOG(10)
16620 Y1=-LOG(Y1)/LOG(10)
16630 FOR I=1 TO 100
16640 X=(XMAX-XMIN)/100*I+XMIN
16650 Y=16/X
16660 X=LOG(X)/LOG(10)
16670 Y=-LOG(Y)/LOG(10)
16680 LINE (X1, Y1) - (X, Y), 4
16690 X1=X
16700 Y1=Y
16710 NEXT I
16720 RETURN

```

```

10 '#####メインルーチン#####
20 '#####VELDIS#####
30 '#####1990.1.30#####
40 '#####画面の設定#####
50 '#####ウインドウを決める#####
60 WIDTH 80,25
70 CONSOLE 0,25,0,1
80 SCREEN 3,0,0,1
90 CLS 3
100 VIEW (0,0)-(639,399),0
110 '#####入力値#####
120 LOCATE 1,0:PRINT "半径方向流速分布"
130 LOCATE 3,1:PRINT "(M/S)"
140 LOCATE 56,4:INPUT "水力等価直径は";DW
150 RW=DW/2
160 '#####フレームを書く#####
170 *LOOP
180 GOSUB *FRAME
190 *COND
200 GOSUB *CENTER
210 '#####入力条件を設定する#####
220 LOCATE 56,10:INPUT "乱流粘性係数は";B
230 LOCATE 58,11:INPUT "筋断力は";TAUI
240 LOCATE 58,12:INPUT "ポイド率は";ALP
250 LOCATE 58,13:INPUT "波";STF
260 LOCATE 58,14:INPUT "分割数は";DMAX
270 LOCATE 58,15:INPUT "良いですか(Y/N)";AS
280 IF AS="Y" THEN LOCATE 58,16:PRINT "作図開始します" ELSE *COND
290 '#####実行#####
300 GOSUB *CONST
301 '+++
310 GOSUB *VELDIS
320 'GOSUB *VELBAR
321 'GOSUB *VLFALL
330 'GOSUB *TAUDIS
340 'GOSUB *NLTNL
350 'GOSUB *MONITOR
370 '#####終了の判定#####
380 LOCATE 58,17:INPUT "パラメータは(Y/N)";AS
390 IF AS="Y" THEN CLS 2:GOTO *COND
400 LOCATE 56,19:INPUT "終わりますか(Y/N)";AS
410 IF AS="Y" THEN *FINAL
420 LOCATE 56,20:INPUT "軸は変えますか(Y/N)";AS
430 IF AS="Y" THEN CLS 2:GOTO *LOOP ELSE CLS 2:GOTO *COND
440 *FINAL
450 CLS 3
460 VIEW (0,0)-(639,399),0
470 CONSOLE 0,25,1,1
480 END
490 '#####フレーム作成ルーチン#####
500 '#####フレーム作成ルーチン#####
510 '#####フレーム作成ルーチン#####
520 *FRAME
530 '#####ウインドウを決める#####
540 *STEP1
550 LOCATE 56,5:INPUT "X軸の最小値は";XMIN
560 LOCATE 56,6:INPUT "X軸の最大値は";XMAX
570 LOCATE 56,7:INPUT "Y軸の最小値は";YMIN
580 LOCATE 56,8:INPUT "Y軸の最大値は";YMAX
590 YMAX=-YMAX
600 YMIN=-YMIN
610 IF XMIN=>XMAX OR YMAX=>YMIN THEN GOTO *STEP1
620 WINDOW(XMIN,YMAX)-(XMAX,YMIN)
630 '#####ピョートを決める#####
640 VIEW(80,40)-(440,360),,7
650 '#####作図の範囲を指定する#####
660 X MID=(XMAX+XMIN)/2
670 Y MID=(YMAX+YMIN)/2
680 LOCATE 5,23:PRINT USING "#.##";XMIN
690 LOCATE 29,23:PRINT USING "#.##";X MID
700 LOCATE 52,23:PRINT USING "#.##";XMAX
710 LOCATE 0,22:PRINT USING "#.##";-YMIN
720 LOCATE 0,12:PRINT USING "#.##";-Y MID
730 LOCATE 0,2:PRINT USING "#.##";-YMAX
740 LOCATE 62,23:PRINT "X"
750 LOCATE 56,9:INPUT "軸は良いですか(Y/N)";AS
760 IF AS="N" THEN GOTO *FRAME
770 RETURN
780 '#####中心線を書く#####
790 '#####中心線を書くルーチン#####
800 '#####中心線を書く#####
810 *CENTER
820 '#####中心線を書く#####
830 LINE(XMIN,0)-(XMAX,0),7
840 LINE(0,YMIN)-(0,YMAX),7
850 LINE(XMIN,YMID)-(XMAX,YMID),1
860 LINE(XMID,YMIN)-(XMID,YMAX),1
870 RETURN
880 '#####速度分布の計算と作図#####
890 '#####速度分布の計算と作図#####

```



```

900 '#####
910 *VELDIS
920 '+++++++図を書く+++++++
930 Y=0
940 XL=XMIN
950 XR=XMAX
960 FOR I=1 TO DMAX
970 'X=RW/DMAX*I
980 X=(RW-XMIN)/DMAX*I+XMIN
990 'IF X<RI THEN GOSUB *SUBDVRG
1000 'IF X>RI AND X<RM THEN GOSUB *SUBDVR2
1010 'IF X>RM THEN GOSUB *SUBDVR1
1020 'IF X<RI THEN GOSUB *SUBVGR
1030 'IF X>RI AND X<RM THEN GOSUB *SUBVLR2
1040 'IF X>RM THEN GOSUB *SUBVLR1
1050 SGN=SGN(Y)
1060 IF I=1 THEN GOTO *VELDIS1
1070 LINE(X1,Y1)-(X,Y),4
1080 IF SGN><SGNY1 AND X<RW THEN XL=X1:XR=X
1090 *VELDIS1
1100 X1=X
1110 Y1=Y
1120 SGN1=SGNY
1130 NEXT I
1140 '----- 速度0の位置の決定 -----
1150 ITERMAX=100
1160 ITER=0
1170 *VELDIS2
1180 ITER=ITER+1
1190 X=(XL+XR)*.5
1200 IF X<RI THEN GOSUB *SUBVGR
1210 IF X>RI AND X<RM THEN GOSUB *SUBVLR2
1220 IF X>RM AND X<RW THEN GOSUB *SUBVLR1
1230 IF ABS(Y)<.0001 OR ITER>ITERMAX THEN GOTO *VELDIS3
1240 IF Y>0 THEN XR=X:GOTO *VELDIS2
1250 IF Y<0 THEN XL=X:GOTO *VELDIS2
1260 *VELDIS3
1270 XVO=X
1290 RETURN
1300 '#####乱流粘性係数の作図#####
1310 '#####
1320 '#####
1330 *NLTNL
1340 '++++ 規格化 +++++
1350 X1=RM
1360 R2K=(X1-RI)*VTAUIL/NL
1370 NLTNL=B`2*R2K`2
1380 NLTNLO=NLTNL
1390 X1=(RI-XMIN)/DMAX+XMIN
1400 R3K=(RI-X1)*VTAUIG/NG
1410 NLTNLG=B`2*R3K`2
1420 IF NLTNL<NLTNLG THEN NLTNLO=NLTNLG
1430 '++++ 気相 +++++
1440 X1=(RI-XMIN)/DMAX+XMIN
1450 R3K=(RI-X1)*VTAUIG/NG
1460 NLTNL=B`2*R3K`2
1470 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
1480 FOR I=2 TO DMAX
1490 X=(RI-XMIN)/DMAX*I+XMIN
1500 R3K=(RI-X)*VTAUIG/NG
1510 NLTNL=B`2*R3K`2
1520 Y=NLTNL*YMAX/NLTNLO
1530 LINE(X1,Y1)-(X,Y),3
1540 X1=X
1550 Y1=Y
1560 NEXT I
1570 '+++++ 液相 (I) +++++
1580 IF RW<RM THEN GOTO *NLTNL2
1590 X1=(RM-RI)/DMAX+RI
1600 R2K=(X1-RI)*VTAUIL/NL
1610 NLTNL=B`2*R2K`2
1620 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
1630 FOR I=2 TO DMAX
1640 X=(RM-RI)/DMAX*I+RI
1650 R2K=(X-RI)*VTAUIL/NL
1660 NLTNL=B`2*R2K`2
1670 Y=NLTNL*YMAX/NLTNLO
1680 LINE(X1,Y1)-(X,Y),3
1690 X1=X
1700 Y1=Y
1710 NEXT I
1720 '+++++ 液相 (II) +++++
1730 X1=(RW-RM)/DMAX+RM
1740 R1K=(RW-X1)*VTAUIL/NL
1750 NLTNL=B`2*R1K`2
1760 Y1=NLTNL*YMAX/NLTNLO
1770 FOR I=2 TO DMAX
1780 X=(RW-RM)/DMAX*I+RM
1790 R1K=(RW-X)*VTAUIL/NL
1800 NLTNL=B`2*R1K`2

```

```

1810 Y=NL*NL*YMAX/NL*NL
1820 LINE(X1, Y1) - (X, Y), 3
1830 X1=X
1840 Y1=Y
1850 NEXT I
1860 *NL*NL2
1870 '++++++ 液相 ++++++
1880 IF RW<RW THEN GOTO *NL*NL3
1890 X1=(RW-RI)/D*MAX+RI
1900 RLK=(X1-RI)*V*TAU*H/NL
1910 NL*NL=B*2*RLK^2
1920 Y1=NL*NL*YMAX/NL*NL
1930 FOR I=2 TO D*MAX
1940 X=(RW-RI)/D*MAX+I*RI
1950 RLK=(X-RI)*V*TAU*H/NL
1960 NL*NL=B*2*RLK^2
1970 Y=NL*NL*YMAX/NL*NL
1980 LINE(X1, Y1) - (X, Y), 3
1990 X1=X
2000 Y1=Y
2010 NEXT I
2020 *NL*NL3
2030 RETURN
2040 '#####
2050 '#####定数の決定#####
2060 '#####
2070 *CONST
2080 '++++++定数の設定++++++
2090 G=9.8
2100 '++++++物性値の設定 (T=50°C) ++++++
2110 *MG=.0000209
2120 *ML=.000472
2130 *RG=1.098
2140 *RL=986.6
2150 *NG=1.903E-05
2160 *NU=4.784E-07
2170 '++++++物性値の設定 (T=20°C) ++++++
2180 *MG=1.819E-05
2190 *ML=.001008
2200 *RG=1.166
2210 *RL=998.2
2220 *NG=.0000156
2230 *NU=1.0098E-06
2240 '++++++定数の計算++++++
2250 RI=SQR(ALP)*RW
2260 *RM=RI/SQR(1+2*TAU/RI/(RL-RG)/G)
2270 *RM=RI/SQR(1+2*TAU/RI/(RL-RG)/G/(1+STF))
2280 *RW=(RI+RW)*.5
2290 *V*TAUIG=SQR(-TAU/RG)
2300 *V*TAU=L=SQR(-TAU/RL)
2310 *RIK=RI*V*TAU*H/NL
2320 *RWK=RW*V*TAU*H/NL
2330 *RMK=RM*V*TAU*H/NL
2340 *RICK=RI*V*TAU*H/NG
2350 *RMKI=(RW-RM)*V*TAU*H/NL
2360 *RMKI1=(RM-RI)*V*TAU*H/NL
2370 *RMKI11=(RW-RI)*V*TAU*H/NL
2380 '++++++
2390 *C1=NL/RI+(RL-RG)*G*NL/2/TAU
2400 *C2=(RL-RG)*G*RI^2/ML/2/(1+B^2*RWK^2)
2410 *C3=(RL-RG)*G*RI^2/ML/2/(1+B^2*RIK^2)
2420 *C1=NL/RI+(RL-RG)*G*(1+STF)*NL/2/TAU
2430 *C2=(RL-RG)*G*(1+STF)*RI^2/ML/2/(1+B^2*RWK^2)
2440 *C3=(RL-RG)*G*(1+STF)*RI^2/ML/2/(1+B^2*RIK^2)
2450 *C4=V*TAU*G/B
2460 *C5=NG/2/B^2/RI
2470 *C6=(NL/V*TAU*H)^2
2480 *C7=(NG/V*TAU*H)^2
2490 '++++++関数の定義(流速分布)++++++
2500 DEF FNVL1(X)=C1*(RWK/B*ATN(B*X)-LOG(1+B^2*X^2)/2/B^2)
2510 DEF FNVL2(X)=C2*(B*RWK*ATN(B*X)+LOG(1+B^2*X^2)/2-LOG((RWK-X)/RWK))
2520 DEF FNVL3(X)=FNVL1(X)+FNVL2(X)
2530 DEF FNVL11(X)=-C1*(RIK/B*ATN(B*X)+LOG(1+B^2*X^2)/2/B^2)
2540 DEF FNVL12(X)=-C3*(B*RIK*ATN(B*X)-LOG(1+B^2*X^2)/2+LOG((RIK*X)/RIK))
2550 DEF FNVL1(X)=FNVL11(X)+FNVL12(X)
2560 DEF FNVL(X)=C4*(ATN(B*X)-ATN(B*RIK))-C5*LOG((1+B^2*X^2)/(1+B^2*RIK^2))
2570 '++++++関数の定義(平均流速)++++++
2580 DEF FNPRAT(X1, X2)=X2/B*(B*X1+ATN(B*X1)-LOG(1+B^2*X1^2)/2)-((1+B^2*X1^2)/2*
    ATN(B*X1)-B*X1/2)/B^2
2590 DEF FNPRAT2(X1, X2)=X2/B*(B*X1+ATN(B*X1)-LOG(1+B^2*X1^2)/2)+((1+B^2*X1^2)/2*
    *ATN(B*X1)-B*X1/2)/B^2
2600 DEF FNRRIN(X1, X2)=X2/B*(B*X1+LOG(1+B^2*X1^2)-2*B*X1+2*ATN(B*X1))-((1+B^2*X
    1^2)*LOG(1+B^2*X1^2)-B^2*X1^2)/2/B^2
2610 DEF FNRRIN2(X1, X2)=X2/B*(B*X1+LOG(1+B^2*X1^2)-2*B*X1+2*ATN(B*X1))+((1+B^2*X
    1^2)+LOG(1+B^2*X1^2)-B^2*X1^2)/2/B^2
2620 '++++++関数の定義(せん断応力)++++++
2630 *DEF FN*TAUL(X)=(TAU/RI+(RL-RG)*G/2)*X-(RL-RG)*G*RI^2/2/X
2640 *DEF FN*TAUL(X)=(TAU/RI+(RL-RG)*G*(1+STF)/2)*X-(RL-RG)*G*(1+STF)*RI^2/2/X
2650 *DEF FN*TAUG(X)=TAU/RI*X
2660 *DEF FN*MLT(X)=ML*(1+B^2*X^2)

```

```

2670 DEF FNMG(X)=MG*(1+B^2*X^2)
2680 '+++++++積分定数+++++++
2690 VLIIRIK=FNVL1(RMK1)-FNVLII(RMKII)
2700 IF RM>RW THEN VLIIRIK=FNVLII(RMKII)
2710 VGO=VLIIRIK+FNVLII(0)-FNVG(0)
2720 '+++++++境界線を越く+++++++
2730 LINE(RI, YMIN)-(RI, YMAX), 2
2740 LINE(RW, YMIN)-(RW, YMAX), 2
2750 'LINE(RM, YMIN)-(RM, YMAX), 7
2760 RETURN
2770 '#####液相流速分布の計算(I)#####
2780 '#####液相流速分布(I)#####
2790 '#####
2800 *SUBVLR1
2810 '+++++++液相流速分布の計算(I)+++++++
2820 XK=(RW-X)*VTAUL/NL
2830 Y=-FNVL1(XK)
2840 RETURN
2850 '#####
2860 '#####液相流速分布(II)#####
2870 '#####
2880 *SUBVLR2
2890 '+++++++液相流速分布の計算(II)+++++++
2900 XK=(X-RI)*VTAUL/NL
2910 Y=-(VLIIRIK+FNVLII(XK))
2920 RETURN
2930 '#####
2940 '#####気相流速分布#####
2950 '#####
2960 *SUBVGR
2970 '+++++++気相流速分布の計算+++++++
2980 XK=(RI-X)*VTAUL/NG
2990 Y=-(VGO+FNVG(XK))
3000 RETURN
3010 '#####
3020 '#####平均流速の計算と作図#####
3030 '#####
3040 *VELBAR
3050 '+++++++気相平均流速+++++++
3060 VGB1=VGO
3070 VGB2=VTAUL/RI^2*B^2/NG+FNVRAT(RIGK, RIGK)
3080 VGB3=-VTAUL/NG*ATN(B/RIGK)
3090 VGB4=-NG/B/RI^3*C7*FNRLN(RIGK, RIGK)
3100 VGB5=NG/2/B^2/RI*LOG(1+B^2*RIGK^2)
3110 VGBAR=VGB1+VGB2+VGB3+VGB4+VGB5

3120 '+++++++液相平均流速+++++++
3130 IF RM>RW THEN GOTO *JUMPRMRW
3140 VLBI1=C6*FNRRAT(RMK1, RWK)
3150 VLBI2=C6*FNRLN(RMK1, RWK)
3160 VLBI3=VLBI1
3170 VLBI4=VLBI2
3180 VLBI5=C6/2*(RWK^2*LOG(RWK)-RWK^2/2-RMK^2*LOG(RMK)+RWK^2/2)
3190 VLBI6=(RW^2-RM^2)/2*LOG(RWK)
3200 VLBI=C1*(RWK/B+VLBI1-VLBI2/2/B^2)+C2*(B+RWK*VLBI3+VLBI4/2-VLBI5+VLBI6)
3210 VLBI20=(RM^2-RI^2)/2*VLIIRIK
3220 VLBI=C6*FNRRAT2(RMKII, RIK)
3230 VLBI22=C6*FNRLN2(RMKII, RIK)
3240 VLBI23=VLBI21
3250 VLBI24=VLBI22
3260 VLBI25=C6/2*(RWK^2*LOG(RWK)-RWK^2/2-RIK^2*LOG(RIK)+RIK^2/2)
3270 VLBI26=(RM^2-RI^2)/2*LOG(RIK)
3280 VLBI2=VLBI20-C1*(RIK/B+VLBI21+VLBI22/2/B^2)-C3*(B+RIK*VLBI23-VLBI24/2+VLBI25-VLBI26)
3290 VLBI2=2/(RW^2-RI^2)*(VLBI1+VLBI2)
3300 GOTO *JUMPRMRW1
3310 *JUMPRMRW
3320 VLBI20=(RW^2-RI^2)/2*VLIIRIK
3330 VLBI21=C6*FNRRAT2(RMKII, RIK)
3340 VLBI22=C6*FNRLN2(RMKII, RIK)
3350 VLBI23=VLBI21
3360 VLBI24=VLBI22
3370 VLBI25=C6/2*(RWK^2*LOG(RWK)-RWK^2/2-RIK^2*LOG(RIK)+RIK^2/2)
3380 VLBI26=(RW^2-RI^2)/2*LOG(RIK)
3390 VLBI2=VLBI20-C1*(RIK/B+VLBI21+VLBI22/2/B^2)-C3*(B+RIK*VLBI23-VLBI24/2+VLBI25-VLBI26)
3400 VLBI2=2/(RW^2-RI^2)*VLBI2
3410 *JUMPRMRW1
3420 '+++++++作図+++++++
3430 LINE(XMIN, -VGBAR)-(RI, -VGBAR), 2
3440 LINE(RI, -VGBAR)-(RW, -VGBAR), 2
3450 RETURN
3460 '#####
3470 '#####モニター#####
3480 '#####
3490 *MONITOR
3500 '---
3510 LOCATE 25,0:PRINT USING"VGBAR=#.###";VGBAR
3520 LOCATE 25,1:PRINT USING"VLBIAR=#.###";VLBIAR
3530 '---
3540 CG=SOR(RG/(RL-RG)/G/DW)

```

```

3550 CL=SQR(RL/(RL-RC)/G/DW)
3560 JGBAR=VGBAR*ALP*CG
3570 JLBAR=VLBAR*(1-ALP)*CL
3580 LOCATE 41,0:PRINT USING"JGBAR=#.###";JGBAR
3590 LOCATE 41,1:PRINT USING"JLBAR=#.###";JLBAR
3600 '----
3610 TAUW=TAUI/SQR(ALP)+RW/2*(1-ALP)*(RL-RC)*G
3620 DPDZ=RG*G-2/RI*TAUI
3630 DPDZST=DPDZ/(RL-RC)/G
3640 LOCATE 57,0:PRINT USING"TAUW=#.###";TAUW
3650 LOCATE 57,1:PRINT USING"DPDZ=#.###";DPDZ
3660 LOCATE 57,2:PRINT USING"DPDZST=#.###";DPDZST
3670 LOCATE 57,3:PRINT USING"NLTNL=#.###";NLTNL
3671 '----
3672 LOCATE 25,2:PRINT USING"VLFAL=#.###";VLFAL
3673 JLFAL=VLFAL*(1-ALP)*CL
3674 LOCATE 41,2:PRINT USING"JLFAL=#.###";JLFAL
3680 '----
3690 LOCATE 10,3:PRINT USING"RI=#.###";RI
3700 LOCATE 25,3:PRINT USING"XVO=#.###";XVO
3710 LOCATE 40,3:PRINT USING"RW=#.###";RW
3720 RETURN
3730 '#####
3740 '#####せん断応力の計算と作図#####
3750 '#####
3760 *TAUDIS
3770 '+++++++図を書<+++++++
3780 FOR I=1 TO DMAX
3790 'X=RW/DMAX*I
3800 X=(RW-XMIN)/DMAX*I+XMIN
3810 IF X<RI THEN Y=-FNTAUG(X)
3820 IF X>RI THEN Y=-FNTAUL(X)
3830 IF I=1 THEN GOTO *JUMPTAU
3840 LINE(XI,YI)-(X,Y),5
3850 *JUMPTAU
3860 XI=X
3870 YI=Y
3880 NEXT I
3890 RETURN
3900 '#####
3910 '#####液相微分流速分布(I)#####
3920 '#####
3930 *SUBDVRL1
3940 '+++++++液相微分流速分布の計算(I)+++++
3950 XK=(RW-X)*VTAUIL/NL
3960 Y=-FNTAUL(X)/FNMLT(XK)
3970 RETURN
3980 '#####
3990 '#####液相微分流速分布(II)#####
4000 '#####
4010 *SUBDVRL2
4020 '+++++++液相微分流速分布の計算(II)+++++
4030 XK=(X-RI)*VTAUIL/NL
4040 Y=-FNTAUL(X)/FNMLT(XK)
4050 RETURN
4060 '#####
4070 '#####気相微分流速分布#####
4080 '#####
4090 *SUBDVRC
4100 '+++++++気相微分流速分布の計算+++++
4110 XK=(RI-X)*VTAUIG/NG
4120 Y=-FNTAUG(X)/FNMG(T(XK)
4130 RETURN
4140 '#####
4150 '## 液相平均流速の計算と作図 ##
4160 '#####
4170 *VLFALL
4180 XVOK=XVO*VTAUIL/NL
4190 XVOKI=(RW-XVO)*VTAUIL/NL
4200 XVOKI1=(XVO-RI)*VTAUIL/NL
4210 '+++++++液相平均流速+++++
4220 IF RW>XVO THEN GOTO *SKPJLFI
4230 IF XVO<0 THEN LOCATE 58,18:PRINT"XVO<=0":GOTO *SKPJLFI
4240 IF XVO>=RI AND XVO<RW THEN GOTO *SKPJLFI2
4250 IF XVO>=RW AND XVO<RW THEN GOTO *SKPJLFI3
4260 IF XVO>=RW THEN LOCATE 58,18:PRINT"XVO>=RW":GOTO *SKPJLFI
4270 '++++ ( 0 < XVO < RI ) +++++
4280 '----- ( RW - RW ) -----
4290 VLB11=C6*FNFRAT(RMKI,RWK)
4300 VLB12=C6*FNFRIN(RMKI,RWK)
4310 VLB13=VLB11
4320 VLB14=VLB12
4330 VLB15=C6/2*(RWK^2*LOG(RWK)-RWK^2/2-RWK^2*LOG(RWK)+RWK^2/2)
4340 VLB16=(RW^2-RM^2)/2*LOG(RWK)
4350 '-----
4360 VLB1=C1*(RWK/B+VLB11-VLB12/2/B^2)+C2*(B+RWK*VLB13+VLB14/2-VLB15+VLB16)
4370 '----- ( RI - RM ) -----
4380 VLB20=(RM^2-RI^2)/2*VLIIRIK
4390 VLB21=C6*FNFRAT2(RMKI1,RIK)
4400 VLB22=C6*FNFRIN2(RMKI1,RIK)

```

```

4410 VL B23=VL B21
4420 VL B24=VL B22
4430 VL B25=C6/2*(RMK`2*LOG(RMK)-RMK`2/2-R1K`2*LOG(R1K)+R1K`2/2)
4440 VL B26=(RM`2-R1`2)/2*LOG(R1K)
4450 VL B2=VL B20-C1*(R1K/B+VL B21+VL B22/2/B`2)-C3*(B+R1K*VL B23-VL B24/2+VL B25-VL B
26)
4460 '-----
4470 VL BAR=2/(RW`2-R1`2)*(VL B1+VL B2)
4480 GOTO *SKPJLF4
4490 '+++++ ( R1 < XVO < RM ) +++++
4500 '----- ( RM - RW ) -----
4510 *SKPJLF2
4520 VL B11=C6*FN RAT(RMK1, RWK)
4530 VL B12=C6*FN RIN(RMK1, RWK)
4540 VL B13=VL B11
4550 VL B14=VL B12
4560 VL B15=C6/2*(RWK`2*LOG(RWK)-RWK`2/2-RMK`2*LOG(RMK)+RMK`2/2)
4570 VL B16=(RW`2-RM`2)/2*LOG(RWK)
4580 '-----
4590 VL B1=C1*(RWK/B+VL B11-VL B12/2/B`2)+C2*(B+RWK*VL B13+VL B14/2-VL B15+VL B16)
4600 '----- ( XVO - RM ) -----
4610 VL B20=(RM`2-XVO`2)/2*VL IIRIK
4620 VL B21=C6*(FN RAT2(RMK11, R1K)-FN RAT2(XVOK11, R1K))
4630 VL B22=C6*(FN RIN2(RMK11, R1K)-FN RIN2(XVOK11, R1K))
4640 VL B23=VL B21
4650 VL B24=VL B22
4660 VL B25=C6/2*(RMK`2*LOG(RMK)-RMK`2/2-XVOK`2*LOG(XVOK)+XVOK`2/2)
4670 VL B26=(RM`2-XVO`2)/2*LOG(XVOK)
4680 '-----
4690 VL B2=VL B20-C1*(XVOK/B+VL B21+VL B22/2/B`2)-C3*(B+XVOK*VL B23-VL B24/2+VL B25-V
L B26)
4700 '-----
4710 VL BAR=2/(RW`2-XVO`2)*(VL B1+VL B2)
4720 GOTO *SKPJLF4
4730 '+++++ ( RM < XVO < RW ) +++++
4740 *SKPJLF3
4750 VL B11=C6*FN RAT(XVOK1, RWK)
4760 VL B12=C6*FN RIN(XVOK1, RWK)
4770 VL B13=VL B11
4780 VL B14=VL B12
4790 VL B15=C6/2*(RWK`2*LOG(RWK)-RWK`2/2-XVOK`2*LOG(XVOK)+XVOK`2/2)
4800 VL B16=(RW`2-XVO`2)/2*LOG(RWK)
4810 '-----
4820 VL B1=C1*(RWK/B+VL B11-VL B12/2/B`2)+C2*(B+RWK*VL B13+VL B14/2-VL B15+VL B16)
4830 VL BAR=2/(RW`2-XVO`2)*VL B1

```

```

4840 '+++++作図+++++
4850 *SKPJLF4
4851 LINE (XVO, YMAX) - (XVO, YMIN), 6
4860 VL FAL=VL BAR
4870 LINE(XVO, -VL FAL) - (RW, -VL FAL), 6
4880 '-----
4920 *SKPJLFI
4930 RETURN
4940 '#####データの入り#####
4950 '#####データの入り#####
4960 '#####データの入り#####
4970 *DAJSQ254
4980 '+++ DW=0.0254(cm) Smooth Entry +++++
4990 DIM DJGSTZ(11), DJLSTZ(11)
5000 DATA 0.467, 0.501, 0.530, 0.558, 0.580, 0.609, 0.635, 0.654, 0.683, 0.706, 0.728
5010 DATA 0.432, 0.390, 0.366, 0.337, 0.306, 0.282, 0.258, 0.238, 0.211, 0.187, 0.167
5020 FOR I=1 TO 11:READ DJGSTZ(I):NEXT I
5030 FOR I=1 TO 11:READ DJLSTZ(I):NEXT I
5040 FOR I=1 TO 11:CIRCLE (DJLSTZ(I), -DJGSTZ(I)),.01,5:NEXT I
5050 RETURN
5060 '#####データの入り#####
5070 '#####データの入り#####
5080 '#####データの入り#####
5090 *DAJRQ254
5100 '+++ DW=0.0254(cm) Rough Entry +++++
5110 DIM DJGSTZ(17), DJLSTZ(17)
5120 'DATA 0.426, 0.507, 0.561, 0.603, 0.603, 0.561, 0.507, 0.426, 0.359, 0.426
5130 'DATA 0.472, 0.507, 0.536, 0.561, 0.583, 0.603, 0.621
5140 'DATA 0.309, 0.240, 0.151, 0.097, 0.102, 0.146, 0.243, 0.332, 0.375, 0.324
5150 'DATA 0.256, 0.227, 0.186, 0.163, 0.129, 0.107, 0.082
5160 FOR I=1 TO 17:READ DJGSTZ(I):NEXT I
5170 FOR I=1 TO 17:READ DJLSTZ(I):NEXT I
5180 FOR I=1 TO 17:CIRCLE (DJLSTZ(I), -DJGSTZ(I)),.01,5:NEXT I
5190 RETURN
5200 '#####データの入り(差圧)#####
5210 '#####データの入り(差圧)#####
5220 '#####データの入り(差圧)#####
5230 *DATP0254
5240 DIM DJGST(39), DDPDZ(39)
5250 '+++
5260 DATA 0.39, 0.39, 0.436, 0.478, 0.478, 0.493, 0.516, 0.551, 0.565, 0.565
5270 DATA 0.617, 0.617, 0.629, 0.675, 0.675, 0.687, 0.73, 0.73, 0.745, 0.79
5280 DATA 0.79, 0.804, 0.827, 0.836, 0.872, 0.876, 0.885, 0.916, 0.927, 0.955
5290 DATA 0.955, 0.963, 0.994, 1.013, 1.032, 1.039, 1.057, 1.103, 1.103
5300 '+++

```

```

5310 DATA 0.17 , 0.144, 0.16 , 0.147, 0.13 , 0.136, 0.135, 0.107, 0.117, 0.127
5320 DATA 0.096, 0.083, 0.085, 0.083, 0.068, 0.071, 0.063, 0.062, 0.063, 0.055
5330 DATA 0.051, 0.052, 0.044, 0.05 , 0.044, 0.041, 0.046, 0.039, 0.045, 0.038
5340 DATA 0.036, 0.037, 0.035, 0.034, 0.034, 0.021, 0.031, 0.028, 0.018
5350 '+++
5360 FOR I=1 TO 39:READ DJGST(I):NEXT I
5370 FOR I=1 TO 39:READ DDPDZ(I):NEXT I
5380 FOR I=1 TO 39:CIRCLE (DJGST(I),-DDPDZ(I)),.01,5:NEXT I
5390 RETURN

```

```

10 '#####
20 '## CCFLの予測 (COMP) #####
30 '## 1990.3.6(TUE) #####
40 '#####
50 OPTION BASE 1
60 'ON ERROR GOTO *ERRORCHK
70 '#####画面の設定#####
80 WIDTH 80,25
90 CONSOLE 0,25,0,1
100 SCREEN 3,0,0,1
110 *LOOP
120 '#####入出力の設定#####
130 LOCATE 57,0:INPUT "反復最大回数は";ITERMAX
140 LOCATE 57,1:INPUT "取束判定条件は";EPSI
150 LOCATE 57,2:INPUT "分割数は";DMAXIN
160 DMAX=DMAXIN*2
170 STF=0
180 NDH=3
190 NDAT=100
200 '#####配列確保#####
210 DIM JGST1(NDH,DMAX),JLST1(NDH,DMAX),ALP1(NDH,DMAX),TAU11(NDH,DMAX)
220 DIM DPDZ1(NDH,NDAT),DPDZST1(NDH,NDAT)
230 '---
240 DIM DJGST2(NDH,NDAT),DJLST2(NDH,NDAT)
250 DIM DJGST(NDH,NDAT),DDPDZ(NDH,NDAT),DALPM1(NDH,NDAT)
260 DIM DJLST(NDH,NDAT),DALP(NDH,NDAT)
270 '---
280 DIM XX(NDAT),YY(NDAT)
290 '---
300 GOSUB *DAT0254
310 GOSUB *DAT0508
320 GOSUB *DAT152
330 '#####条件設定####
340 *PARAM
350 GOSUB *DATAOUT
360 GOSUB *CONST
370 '#####計算実行#####
380 LOCATE 57,9:INPUT "計算番号は(1,2,3)";NF
390 LOCATE 57,10:INPUT "実行(Y/N)";A$
400 'IF A$="N" THEN CLOSE:GOTO *LOOP
410 IF A$="N" THEN CLOSE:GOTO *PARAM
420 '---
430 M=0
440 '---
450 GOSUB *NONVEL
#####
460 CLOSE#1
470 '+++
480 LOCATE 56,22:INPUT "パラメータは(Y/N)";A$
490 IF A$="Y" THEN GOTO *PARAM
500 '#####
510 '--- プレームを書く ---
520 *STPJGL1
530 LOCATE 57,10:INPUT "流量曲線は";A$
540 IF A$="N" THEN *STPJGL3
550 CLS 2
560 VIEW (0,0)-(639,399),0
570 LOCATE 0,0:PRINT "流速(JG*1/2-JL*1/2)"
580 XAXIS$="JL*1/2"
590 YAXIS$="JG*1/2"
600 GOSUB *FRAME
610 GOSUB *CENTER
620 '--- 流量曲線を書く ---
630 *STPJGL2
640 LOCATE 57,16:INPUT "流量曲線NO(1,2,3)";NF
650 IF NF=1 OR 2 OR 3 THEN GOSUB *FLOOD:GOSUB *GRFJDAT ELSE GOTO *STPJGL1
660 LOCATE 57,17:INPUT "重ね書きは(Y/N)";A$
670 IF A$="Y" THEN *STPJGL2
680 *STPJGL3
690 '#####
700 '--- プレームを書く ---
710 *STPJDP1
720 LOCATE 57,10:INPUT "差圧曲線は";A$
730 IF A$="N" THEN *STPJDP3
740 CLS 2
750 VIEW (0,0)-(639,399),0
760 LOCATE 0,0:PRINT "差圧(JG*DP/DZ)"
770 XAXIS$="JG*"
780 YAXIS$="DP/DZ"
790 GOSUB *FRAME
800 GOSUB *CENTER
810 '--- 差圧曲線を書く ---
820 *STPJDP2
830 LOCATE 57,16:INPUT "差圧季須NO(1,2,3)";NF
840 IF NF=1 OR 2 OR 3 THEN GOSUB *DPDZ:GOSUB *GRFPDAT ELSE GOTO *STPJDP1
850 LOCATE 57,17:INPUT "重ね書きは(Y/N)";A$
860 IF A$="Y" THEN *STPJDP2
870 *STPJDP3
880 '#####終了の判定#####
890 LOCATE 56,22:INPUT "終わりますか(Y/N)";A$
900 IF A$="N" THEN CLS 2:GOTO *LOOP

```

```

910 CLS 3
920 VIEW (0,0)-(639,399),0
930 CONSOLE 0,25,1,1
940 END
950 ##### フレーム作成ルーチン#####
960 ##### フレーム作成ルーチン#####
970 ##### フレーム作成ルーチン#####
980 *FRAME
990 *+++++*ウィンドウを決める*+++++*
1000 *STEP1
1010 LOCATE 56,11:INPUT "X軸の最小値は";XMIN
1020 LOCATE 56,12:INPUT "X軸の最大値は";XMAX
1030 LOCATE 56,13:INPUT "Y軸の最小値は";YMIN
1040 LOCATE 56,14:INPUT "Y軸の最大値は";YMAX
1050 YMAX=-YMAX
1060 YMIN=-YMIN
1070 IF XMIN=>XMAX OR YMAX=>YMIN THEN GOTO *STEP1
1080 WINDOW(XMIN,YMAX)-(XMAX,YMIN)
1090 *+++++*ヒューポートを定める*+++++*
1100 VIEW(80,40)-(440,360),7
1110 *+++++*作図の範囲を指定する*+++++*
1120 XMID=(XMAX+XMIN)/2
1130 YMID=(YMAX+YMIN)/2
1140 LOCATE 6,23:PRINT USING"#.##";XMIN
1150 LOCATE 30,23:PRINT USING"#.##";XMID
1160 LOCATE 53,23:PRINT USING"#.##";XMAX
1170 LOCATE 0,22:PRINT USING"#.##";-YMIN
1180 LOCATE 0,12:PRINT USING"#.##";-YMID
1190 LOCATE 0,2:PRINT USING"#.##";-YMAX
1200 LOCATE 0,1:PRINT " "
1210 LOCATE 0,1:PRINT YAXIS$
1220 LOCATE 62,23:PRINT " "
1230 LOCATE 62,23:PRINT XAXIS$
1240 LOCATE 56,15:INPUT "軸は良いですか(Y/N)";A$
1250 IF A$="N" THEN GOTO *FRAME
1260 RETURN
1270 #####中心線を書く*+++++*
1280 #####中心線を書くルーチン#####
1290 #####中心線を書くルーチン#####
1300 *CENTER
1310 *+++++*中心線を書く*+++++*
1320 LINE(XMIN,0)-(XMAX,0),7
1330 LINE(0,YMIN)-(0,YMAX),7
1340 LINE(XMIN,YMID)-(XMAX,YMID),1
1350 LINE(XMID,YMIN)-(XMID,YMAX),1
1360 RETURN
1370 #####反復計算ルーチン#####
1380 *## 反復計算ルーチン *##
1390 #####反復計算ルーチン#####
1400 *NONVEL
1410 *+++++*フレームを書く*+++++*
1420 VIEW(0,0)-(639,399),0
1430 LOCATE 5,0:PRINT "無次元流速(ALP-JG*)"
1440 XAXIS$="ALP"
1450 YAXIS$="JG*"
1460 GOSUB *FRAME
1470 *+++++*外反復*+++++*
1480 FOR J=1 TO DMAXIN
1490 JGST=(JGSTMAX-JGSTMIN)/DMAXIN+J+JGSTMIN
1500 LOCATE 25,0:PRINT USING "JGST=##.##";JGST
1510 GOSUB *SETBBJ
1520 '---
1530 CLS 2
1540 GOSUB *CENTER
1550 LINE(XMIN,-JGST)-(XMAX,-JGST).2
1560 *+++++*初期条件設定*+++++
1570 ALP=(ALPMAX-ALPMIN)/DMAX+ALPMIN
1580 RI=SQR(ALP)*RW
1590 *GOSUB *SETBB
1600 LOCATE 40,0:PRINT USING "ALP=##.##";ALP
1610 LOCATE 40,1:PRINT USING "B=##.##";B
1620 LOCATE 40,2:PRINT USING "RI=##.##";RI
1630 *++<1>
1640 *GOSUB *FIWALLIS
1650 *GOSUB *FIMOECK
1660 *GOSUB *FIBHARA
1670 *GOSUB *FINEW
1680 '---
1690 *GOSUB *TAUI
1700 *+++
1710 *GOSUB *CONSTSET
1720 *GOSUB *JGBAR
1730 LOCATE 25,1:PRINT USING "JGBAR=##.##";JGBAR
1740 XX1=ALP
1750 YY1=-JGBAR
1760 F=JGST-JGBAR
1770 SGNYYI=SGN(-F)
1780 *+++++*内反復*+++++*
1790 FOR J=1 TO DMAX-1
1800 ALP=(ALPMAX-ALPMIN)/DMAX+J+ALPMIN

```



```

1810 RI=SQR(ALP)*RW
1820 'GOSUB *SETBB
1830 LOCATE 40,0:PRINT USING "ALP=#.#.#";ALP
1840 LOCATE 40,1:PRINT USING "B=#.#.#";B
1850 LOCATE 40,2:PRINT USING "RI=#.#.#";RI
1860 '+++<2>
1870 'GOSUB *FWALLIS
1880 'GOSUB *FIMOECK
1890 'GOSUB *FIBHARA
1900 GOSUB *FINEW
1910 '+++
1920 GOSUB *TAUI
1930 '+++
1940 GOSUB *CONSTSET
1950 GOSUB *JGBAR
1960 LOCATE 25,1:PRINT USING "JGBAR=#.#.#";JGBAR
1970 '+++++++気相速度の作図+++++++
1980 XX=ALP
1990 YY=-JGBAR
2000 IF JGBAR>JGSTMATX THEN GOTO *JUMPNON2
2010 LINE(XX,YY)-(XX,YY),3
2020 '+++++++根の検索+++++++
2030 F=JGST-JGBAR
2040 SGNYY=SGN(-F)
2050 IF SGNYY<SGNYY1 THEN GOTO *JUMPNON3
2060 *JUMPNON2
2070 XX=XX
2080 YY=YY
2090 NEXT J
2100 '+++++++内反復終了+++++++
2110 '+++++++根の確定+++++++
2120 GOTO *JUMPNON8
2130 *JUMPNON3
2140 ITER=1
2150 '---
2160 *JUMPNON4
2170 ALP=(XX+XX1)/2
2180 RI=SQR(ALP)*RW
2190 'GOSUB *SETBB
2200 '+++<3>
2210 'GOSUB *FWALLIS
2220 'GOSUB *FIMOECK
2230 'GOSUB *FIBHARA
2240 GOSUB *FINEW
2250 '+++

2260 GOSUB *TAUI
2270 '+++
2280 GOSUB *CONSTSET
2290 GOSUB *JGBAR
2300 '+++
2310 LOCATE 25,2:PRINT USING "JGBAR=#.#.#";JGBAR
2320 F=JGST-JGBAR
2330 ITER=ITER+1
2340 LOCATE 10,1:PRINT USING "ITER=#.#.#";ITER
2350 LOCATE 10,2:PRINT USING "F=#.#.#";F
2360 IF ABS(F)<EPSI THEN GOTO *JUMPNON7
2370 IF ITER>ITERMAX THEN GOTO *JUMPNON7
2380 SGNYYO=SGN(-F)
2390 IF SGNYYO=SGNYY1 THEN XX1=ALP:GOTO *JUMPNON4 ELSE XX=ALP:GOTO *JUMPNON4
2400 '---
2410 *JUMPNON7
2420 CIRCLE(ALP,-JGBAR),(ALP*MAX-AMP*MIN)/200,4
2430 GOSUB *JLBAR
2440 GOSUB *DPDZST
2450 M=M+1
2460 GOSUB *MONITOR
2470 *JUMPNON8
2480 NEXT I
2490 '+++++++外反復終了+++++++
2500 RETURN
2510 '#####
2520 '#####フラディング曲線#####
2530 '#####
2540 *FLOOD
2550 '+++++++みかけ速度の作図+++++++
2560 'GOSUB *WALLIS
2570 FOR I=1 TO M-1
2580 IF JLST1(NF,I)<0 THEN XX1=SQR(-JLST1(NF,I)) ELSE XX1=-SQR(JLST1(NF,I))
2590 IF JGST1(NF,I)<0 THEN YY1=SQR(-JGST1(NF,I)) ELSE YY1=-SQR(JGST1(NF,I))
2600 IF JLST1(NF,I+1)<0 THEN XX=SQR(-JLST1(NF,I+1)) ELSE XX=-SQR(JLST1(NF,I+1))
)
)
2610 IF JGST1(NF,I+1)<0 THEN YY=SQR(-JGST1(NF,I+1)) ELSE YY=-SQR(JGST1(NF,I+1))
)
)
2620 LINE(XX1,YY1)-(XX,YY),NF+2
2630 NEXT I
2640 RETURN
2650 '#####
2660 '#####差圧曲線#####
2670 '#####
2680 *DPDZ

```

```

2690 '#####差圧の作図(1)++++
2700 XX1=JGST1(NF,1)
2710 YY1=-DPDZST1(NF,1)
2720 FOR I=2 TO M-1
2730 XX=JGST1(NF,I)
2740 YY=-DPDZST1(NF,I)
2750 LINE(XX1,YY1)-(XX,YY),NF+2
2760 XX1=XX
2770 YY1=YY
2780 NEXT I
2790 '#####差圧の作図(2)++++
2800 XX1=JGST1(NF,1)
2810 YY1=-(1-ALP1(NF,1))
2820 FOR I=2 TO M-1
2830 XX=JGST1(NF,I)
2840 YY=-(1-ALP1(NF,I))
2850 'LINE(XX1,YY1)-(XX,YY),3
2860 XX1=XX
2870 YY1=YY
2880 NEXT I
2890 '#####差圧の作図(3)++++
2900 ISTAT=1
2910 *DPDZJUMP1
2920 IF ISTAT>=DMAXIN THEN RETURN
2930 XX1=JGST1(NF,ISTAT)
2940 ALP=ALP1(NF,ISTAT)
2950 GOSUB *FIBHARA
2960 'LOCATE 15,10:PRINT "JG*";XX1
2970 'LOCATE 15,11:PRINT "ALP=";ALP
2980 'LOCATE 15,12:PRINT "FI=";FI
2990 IF FI*XX1^2>.05 THEN ISTAT=ISTAT+1:GOTO *DPDZJUMP1
3000 YY1=-(.2-.2*SQR(1-20*FI*XX1^2))
3010 FOR I=ISTAT TO M
3020 XX=JGST1(NF,I)
3030 ALP=ALP1(NF,I)
3040 GOSUB *FIBHARA
3050 IF FI*XX^2>.05 THEN GOTO *DPDZJUMP2
3060 YY=-(.2-.2*SQR(1-20*FI*XX^2))
3070 'LINE(XX1,YY1)-(XX,YY),4
3080 XX1=XX
3090 YY1=YY
3100 NEXT I
3110 *DPDZJUMP2
3120 RETURN
3130 '#####
3140 '### 差圧の計算 ###
3150 '#####
3160 *DPDZST
3170 '+++++
3180 RI=RW*SQR(ALP)
3190 DPDZ=RG*G-2*TAUI/RI
3200 DPDZST=DPDZ/(RL-RG)/G
3210 RETURN
3220 '#####
3230 '### せん断応力係数の計算 BY NEW CORRELATION ###
3240 '#####
3250 *FINEW
3260 '+++++
3270 DST=DW/KL
3280 DELTA=RW*(1-SQR(ALP))
3290 DELTST=DELTA/KL
3300 '---
3310 CNSTFI=1
3320 'CNSTFI=0.5
3330 '+++++
3340 'FI=.005+CNSTFI*DELTST^1.27/DST^1.37
3350 'FI=.005+CNSTFI*DELTST^1.27/DST^1.38
3360 RETURN
3370 '#####せん断応力係数の計算(1)#####
3380 '#####せん断応力係数の計算(1)#####
3390 '#####せん断応力係数の計算(2)#####
3400 *FWALLIS
3410 '+++++ Wallis +++++
3420 FI=.005*(1+75*(1-ALP))
3430 RETURN
3440 '#####せん断応力係数の計算(2)#####
3450 '#####せん断応力係数の計算(2)#####
3460 '#####せん断応力係数の計算(3)#####
3470 *FMOECK
3480 '+++++ Moeck +++++
3490 FI=.005*(1+545*((1-ALP)/2)^1.42)
3500 RETURN
3510 '#####せん断応力係数の計算(3)#####
3520 '#####せん断応力係数の計算(3)#####
3530 '#####せん断応力係数の計算(3)#####
3540 *FIBHARA
3550 '+++++ Bhrathan +++++
3560 DST=DW/KL
3570 DELTA=RW*(1-SQR(ALP))
3580 DELTST=DELTA/KL

```

```

3590 AA=10^(-.56+9.07/DST)
3600 BB=1.63+4.74/DST
3610 FI=.005+AA*DELST*BB
3620 RETURN
3630 #####
3640 ## 乱流係数(B)の計算(1) ##
3650 ## AS FUNCTION OF DELTA* ##
3660 #####
3670 *SETBB
3680 *++++
3690 DST=DW/KL
3700 DELTA=RW*(1-SQR(ALP))
3710 DELTST=DELTA/KL
3720 *---
3730 CNSTB=1.12          ;' <= Rough Film
3740 'CNSTB=0.80        ;' <= Smooth Film
3750 *++++
3760 B=CNSTB*DELST*.6/DST*.19
3770 'B=.05+1.2*DELST*.7/DST*.23
3780 *++++
3790 RETURN
3800 #####
3810 ## 乱流係数(B)の計算(2) ##
3820 ## AS FUNCTION OF JG* ##
3830 #####
3840 *SETBBJ
3850 *++++
3860 DST=DW/KL
3870 *---
3880 AA=.1*DST
3890 BB=.3*SQR(DST)
3900 B=BB-AA*JGST
3910 'IF B<.0001 THEN B=.0001
3920 'IF B<.2 THEN B=.2
3930 RETURN
3940 #####
3950 '## せん断応力の計算 ##
3960 '#####
3970 *TAUI
3980 *++++
3990 VG=JGST/CG/ALP
4000 TAUI=-FI/2*RG*VG*2
4010 RETURN
4020 '#####
4030 '#####モニター及び記録#####
4040 '#####
4050 *MONITOR
4060 *---
4070 JGST1(NF,M)=JGBAR
4080 JLIST1(NF,M)=JLBAR
4090 ALP1(NF,M)=ALP
4100 TAU11(NF,M)=TAUI
4110 DPDZ1(NF,M)=DPDZ
4120 DPDZST1(NF,M)=DPDZST
4130 *---
4140 VRI=VLIRIK*FNVL11(0)
4150 SGVRI=SGN(VRI)
4160 'IF M>1 AND SGVRI<XSGVRI11 THEN JGCRIT=(JGST1(NF,M)*JGST1(NF,M-1))*5
4170 SGVRI1=SGVRI
4180 *++++モニター#####
4190 LOCATE 58,18:PRINT USING "ALP=##.##";ALP
4200 LOCATE 58,19:PRINT USING "TAUI=##.##";TAUI
4210 LOCATE 58,20:PRINT USING "JG*=##.##";JGBAR
4220 LOCATE 58,21:PRINT USING "JL*=##.##";JLBAR
4230 'LOCATE 58,22:PRINT USING "VRI=##.##";VRI
4240 LOCATE 58,22:PRINT USING "JG*C=##.##";JGCRIT
4250 LOCATE 40,3:PRINT USING "MMAX=##";M
4260 *++++データを保存する#####
4270 PRINT #1,JGST1(NF,M),JLIST1(NF,M),ALP1(NF,M),TAU11(NF,M),DPDZST1(NF,M),DEL
TST,DST,B,FI
4280 RETURN
4290 '#####エラーチェック#####
4300 '#####エラーチェック#####
4310 '#####エラーチェック#####
4320 *ERRORCHK
4330 *++++エラーチェック#####
4340 RESUME *FINAL
4350 RETURN
4360 '#####出力ルーチン#####
4370 '#####出力ルーチン#####
4380 '#####出力ルーチン#####
4390 *DATAOUT
4400 *++++データを保存する#####
4410 LOCATE 57,3:INPUT "ファイル名は";OUTFILE$
4420 OPEN "2:"+OUTFILE$ FOR OUTPUT AS #1
4430 RETURN
4440 '#####Wallisの式#####
4450 '#####Wallisの式#####
4460 '#####Wallisの式#####
4470 *WALLIS

```

```

4480 IF NF=1 THEN C=.89
4490 IF NF=2 THEN C=.82
4500 IF NF=3 THEN C=.65
4510 FOR I=0 TO DMAXIN
4520 X=(SQR(XMAX)-SQR(XMIN))/DMAXIN*I+SQR(XMIN)
4530 IF C<X THEN GOTO *JUMPW1
4540 Y=(C-X)
4550 IF I=0 THEN GOTO *JUMPW2
4560 LINE(X1,Y1)-(X,Y),4
4570 *JUMPW2
4580 X1=X
4590 Y1=Y
4600 *JUMPW1
4610 NEXT I
4620 RETURN
4630 #####
4640 #####定数の決定#####
4650 #####
4660 *CONST
4670 '+++++++入力値+++++++
4680 LOCATE 56,4:INPUT "水力等価直径は";DW
4690 RW=DW/2
4700 LOCATE 56,5:INPUT "最小ボイド率は";ALPMIN
4710 LOCATE 56,6:INPUT "最大ボイド率は";ALPMAX
4720 LOCATE 56,7:INPUT "最小気相流速は";JGSTMIN
4730 LOCATE 56,8:INPUT "最大気相流速は";JGSTMAX
4740 '+++++++定数の設定+++++++
4750 G=9.8
4760 '+++++++物性値(T=50°C)の設定+++++++
4770 'MG=.0000209
4780 'ML=.000472
4790 'RG=1.098
4800 'RL=986.6
4810 'NG=1.903E-05
4820 'NL=4.784E-07
4830 'SIGMA=.0686
4840 '+++++++物性値(T=20°C)の設定+++++++
4850 MG=1.819E-05
4860 ML=.001008
4870 RG=1.166
4880 RL=998.2
4890 NG=.0000156
4900 NL=1.0098E-06
4910 SIGMA=.0717
4920 '+++++++定数の計算+++++++
4930 CL=SQR(RL/(RL-RG))/G/DW
4940 CG=SQR(RG/(RL-RG))/G/DW
4950 KL=SQR(SIGMA/(RL-RG))/G
4960 RETURN
4970 #####
4980 #####定数の計算#####
4990 #####
5000 *CONSTSET
5010 '+++++++定数の計算+++++++
5020 'RM=RI/SQR(1+2*TAUI/RI/(RL-RG))/G/(1+STF))
5030 RM=(RI+RW)*.5
5040 VTAUIG=SQR(-TAUI/RG)
5050 VTAUI=SQR(-TAUI/RL)
5060 RIK=RI*VTAUI/NL
5070 RWK=RW*VTAUI/NL
5080 RMK=RM*VTAUI/NL
5090 RIGK=RI*VTAUI/NG
5100 RMK1=(RW-RM)*VTAUI/NL
5110 RMK11=(RM-RI)*VTAUI/NL
5120 RWK11=(RW-RI)*VTAUI/NL
5130 '+++++++
5140 'C1=NL/RI+(RL-RG)*G*NL/2/TAUI
5150 'C2=(RL-RG)*G*RI/2/ML/2/(1+B*2*RWK^2)
5160 'C3=(RL-RG)*G*RI/2/ML/2/(1+B*2*RIK^2)
5170 'C1=NL/RI+(RL-RG)*G*(1+STF)*NL/2/TAUI
5180 'C2=(RL-RG)*G*(1+STF)*RI/2/ML/2/(1+B*2*RWK^2)
5190 'C3=(RL-RG)*G*(1+STF)*RI/2/ML/2/(1+B*2*RIK^2)
5200 'C4=VTAUIG/B
5210 'C5=NG/2/B^2/RI
5220 'C6=(NL/VTAUI)^2
5230 'C7=(NG/VTAUIG)^2
5240 '+++++++関数の定義(流速分布)+++++++
5250 DEF FVLI1(X)=C1*(RWK/B*ATN(B*X)-LOG(1+B*2*X^2)/2/B^2)
5260 DEF FVLI2(X)=C2*(B*RWK*ATN(B*X)+LOG(1+B*2*X^2)/2-LOG((RWK-X)/RWK))
5270 DEF FVLI(X)=FVLI1(X)+FVLI2(X)
5280 DEF FVLI11(X)=C1*(RIK/B*ATN(B*X)+LOG(1+B*2*X^2)/2/B^2)
5290 DEF FVLI12(X)=C3*(B*RIK*ATN(B*X)-LOG(1+B*2*X^2)/2+LOG((RIK-X)/RIK))
5300 DEF FVLI(X)=FVLI11(X)+FVLI12(X)
5310 DEF FNVG(X)=C4*(ATN(B*X)-ATN(B*RIGK))-C5*LOG((1+B*2*X^2)/(1+B*2*RIGK^2))
5320 '+++++++関数の定義(平均流速)+++++++
5330 DEF FNRAT(X1,X2)=X2/B*(B*X1*ATN(B*X1)-LOG(1+B*2*X1^2)/2)-((1+B*2*X1^2)/2*
ATN(B*X1)-B*X1/2)/B^2
5340 DEF FNRAT2(X1,X2)=X2/B*(B*X1*ATN(B*X1)-LOG(1+B*2*X1^2)/2)+((1+B*2*X1^2)/2*
*ATN(B*X1)-B*X1/2)/B^2
5350 DEF FNRIN(X1,X2)=X2/B*(B*X1*LOG(1+B*2*X1^2)-2*B*X1*2*ATN(B*X1))-((1+B*2*X

```

```

1`2)+LOG(1+B`2*X1`2)-B`2*X1`2)/2/B`2
5360 DEF FNRIIN2(X1,X2)=X2/B*(B*X1+LOG(1+B`2*X1`2))-2*B*X1+2*ATN(B*X1))+((1+B`2*
X1`2)+LOG(1+B`2*X1`2)-B`2*X1`2)/2/B`2
5370 '+++++++関数の定義(せん断応力)+++++++
5380 DEF FNTAUL(X)=(TAUL/RI+(RL-RG)*G/2)*X-(RL-RG)*G*RI`2/2/X
5390 DEF FNTAUG(X)=(TAUL/RI+(RL-RG)*G*(1+STF)/2)*X-(RL-RG)*G*(1+STF)*RI`2/2/X
5400 DEF FNTAUG(X)=TAUL/RI*X
5410 DEF FNL(X)=ML*(1+B`2*X`2)
5420 DEF FNLGT(X)=MG*(1+B`2*X`2)
5430 '+++++++積分定数+++++++
5440 VLIIRIK=FNVL(RMK1)-FNVLII(RMKII)
5450 IF RM>RW THEN VLIIRIK=-FNVLII(RMKII)
5460 VGO=VLIIRIK+FNVLII(O)-FNVG(O)
5470 '+++++++境界線を書く+++++++
5480 RETURN
5490 '#####
5500 '#####気相平均流速の計算#####
5510 '#####
5520 *JGBAR
5530 '+++++++気相平均流速+++++++
5540 VGB1=VGO
5550 VGB2=VTAUIG/RI`2+2/B*C7*FNRT(RIGK,RIGK)
5560 VGB3=-VTAUIG/B*ATN(B*RIGK)
5570 VGB4=-NG/B/RI`3+C7*FNRI(RIGK,RIGK)
5580 VGB5=NG/2/B`2/RI+LOG(1+B`2*RIGK`2)
5590 VGBAR=VGB1+VGB2+VGB3+VGB4+VGB5
5600 JGBAR=VGBAR*ALP*CG
5610 RETURN
5620 '#####液相平均流速#####
5630 '#####液相平均流速の計算#####
5640 '#####
5650 *JLBAR
5660 '+++++++液相平均流速+++++++
5670 IF RM>RW THEN GOTO *JUMPRRW
5680 VLBI1=C6*FNRT(RMK1,RWK)
5690 VLBI2=C6*FNRI(RMK1,RWK)
5700 VLBI3=VLBI1
5710 VLBI4=VLBI2
5720 VLBI5=C6/2*(RWK`2+LOG(RWK)-RWK`2/2-RMK`2+LOG(RMK)+RWK`2/2)
5730 VLBI6=(RW`2-RM`2)/2*LOG(RWK)
5740 VLBI=C1*(RWK/B+VLBI1-VLBI2/2/B`2)+C2*(B*RWK+VLBI3+VLBI4/2-VLBI5+VLBI6)
5750 VLBI20=(RM`2-RI`2)/2*VLIIRIK
5760 VLBI21=C6*FNRT2(RMK11,RIK)
5770 VLBI22=C6*FNRIIN2(RMK11,RIK)
5780 VLBI23=VLBI21

```

```

5790 VLBI24=VLBI22
5800 VLBI25=C6/2*(RWK`2+LOG(RMK)-RWK`2/2-RIK`2+LOG(RIK)+RIK`2/2)
5810 VLBI26=(RM`2-RI`2)/2*LOG(RIK)
5820 VLBI2=VLBI20-C1*(RIK/B+VLBI21+VLBI22/2/B`2)-C3*(B*RIK+VLBI23-VLBI24/2+VLBI25-VLBI
26)
5830 VLBIAR=2/(RW`2-RI`2)*(VLBI1+VLBI2)
5840 GOTO *JUMPRRW1
5850 *JUMPRRW
5860 VLBI20=(RW`2-RI`2)/2*VLIIRIK
5870 VLBI21=C6*FNRT2(RMK11,RIK)
5880 VLBI22=C6*FNRIIN2(RMK11,RIK)
5890 VLBI23=VLBI21
5900 VLBI24=VLBI22
5910 VLBI25=C6/2*(RWK`2+LOG(RWK)-RWK`2/2-RIK`2+LOG(RIK)+RIK`2/2)
5920 VLBI26=(RW`2-RI`2)/2*LOG(RIK)
5930 VLBI2=VLBI20-C1*(RIK/B+VLBI21+VLBI22/2/B`2)-C3*(B*RIK+VLBI23-VLBI24/2+VLBI25-VLBI
26)
5940 VLBIAR=2/(RW`2-RI`2)*VLBI2
5950 *JUMPRRW1
5960 JLBIAR=VLBIAR*(1-ALP)*CL
5970 RETURN
5980 '#####
5990 '## テ`-`の作図 ##
6000 '## SQR(JG*)-SQR(JL*) ##
6010 '#####
6020 *GRJDAT
6030 IF NF=1 THEN NDAT=NDJ0254
6040 IF NF=2 THEN NDAT=NDJ0508
6050 IF NF=3 THEN NDAT=NDJ152
6060 FOR I=1 TO NDAT
6070 XX(I)=DJLST2(NF,I)
6080 YY(I)=DJGST2(NF,I)
6090 NEXT I
6100 IF NF=1 THEN GOSUB *GRFW
6110 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
6120 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
6130 RETURN
6140 '#####
6150 '## テ`-`の作図 ##
6160 '## JG*(OP/DZ)* ##
6170 '#####
6180 *GRFPDAT
6190 IF NF=1 THEN NDAT=NDP0254
6200 IF NF=2 THEN NDAT=NDP0508
6210 IF NF=3 THEN NDAT=NDP152

```

```

6220 FOR I=1 TO NDAT
6230 XX(1)=DJGST(NF,I)
6240 YY(1)=DDPDZ(NF,I)
6250 NEXT I
6260 IF NF=1 THEN GOSUB *GRPW
6270 IF NF=2 THEN GOSUB *GRFB
6280 IF NF=3 THEN GOSUB *GRFD
6290 RETURN
6300 '#####
        データの入力
        DH=0.0254(cm)
6310 '###
6320 '###
6330 '###
6340 '###
6350 '#####
        Smooth Entry
        (NF=1)
6360 *DAT0254
6370 '--- 流速 -----
6380 NDJ0254=11
6390 '+++
6400 DATA 0.467,0.501,0.530,0.558,0.580,0.609,0.635,0.654,0.683,0.706,0.728
6410 DATA 0.432,0.390,0.366,0.337,0.306,0.282,0.258,0.238,0.211,0.187,0.167
6420 '--- 差圧 -----
6430 NDP0254=39
6440 '+++
6450 *DATA 0.275736, 0.369938, 0.418174, 0.493251
6460 DATA 0.39, 0.436, 0.478, 0.493, 0.516, 0.551, 0.565, 0.565
6470 DATA 0.617, 0.617, 0.629, 0.675, 0.687, 0.73, 0.73, 0.745, 0.79
6480 DATA 0.79, 0.804, 0.827, 0.836, 0.872, 0.876, 0.885, 0.916, 0.927, 0.955
6490 DATA 0.955, 0.963, 0.994, 1.013, 1.032, 1.039, 1.057, 1.103
6500 '+++
6510 *DATA 1.10636E-2, 1.10636E-2, 1.464548E-2, 0.136
6520 DATA 0.17, 0.144, 0.16, 0.147, 0.13, 0.136, 0.135, 0.107, 0.117, 0.127
6530 DATA 0.096, 0.083, 0.085, 0.083, 0.068, 0.071, 0.063, 0.062, 0.063, 0.055
6540 DATA 0.051, 0.052, 0.044, 0.05, 0.044, 0.041, 0.046, 0.039, 0.045, 0.038
6550 DATA 0.036, 0.037, 0.037, 0.035, 0.034, 0.034, 0.021, 0.031, 0.028, 0.018
6560 '+++
6570 FOR I=1 TO NDJ0254:READ DJGST(1,I):NEXT I
6580 FOR I=1 TO NDJ0254:READ DJLST(1,I):NEXT I
6590 FOR I=1 TO NDP0254:READ DJGST(1,I):NEXT I
6600 FOR I=1 TO NDP0254:READ DDPDZ(1,I):NEXT I
6610 RETURN
6620 '#####
        データの入力
6630 '###
6640 '###
6650 '###
6660 '###
        see EPRI/NP-1165 (1979)
6670 '###
6680 '###
        see EPRI/NP-786 (1978)
6690 '###
        (NF=2)
6700 '###
6710 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6720 '###
6730 '###
        (NF=2)
6740 '###
6750 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6760 '###
6770 '###
        (NF=2)
6780 '###
6790 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6800 '###
6810 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6820 '###
6830 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6840 '###
6850 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6860 '###
6870 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6880 '###
6890 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6900 '###
6910 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6920 '###
6930 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6940 '###
6950 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6960 '###
6970 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6980 '###
6990 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7000 '###
7010 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7020 '###
7030 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7040 '###
7050 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7060 '###
7070 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7080 '###
7090 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7100 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7110 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6670 '###
6680 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6690 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6700 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6710 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6720 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6730 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
6740 DATA 0.306, 0.390, 0.463, 0.506, 0.540, 0.570, 0.594, 0.621, 0.636, 0.664
6750 DATA 0.569, 0.657, 0.715, 0.523, 0.622, 0.699, 0.748, 0.478, 0.547, 0.606
6760 DATA 0.664, 0.710, 0.739, 0.761
6770 '+++ SQR(JL*) +++
6780 DATA 0.530, 0.411, 0.351, 0.306, 0.248, 0.221, 0.201, 0.185, 0.181, 0.161
6790 DATA 0.291, 0.162, 0.130, 0.353, 0.157, 0.134, 0.075, 0.384, 0.301, 0.211
6800 DATA 0.168, 0.111, 0.086, 0.066
6810 '--- 差圧 -----
6820 NDP0508=57
6830 '+++ JG* +++
6840 DATA 0.022, 0.052, 0.078, 0.106, 0.114, 0.128, 0.144, 0.157, 0.172, 0.184
6850 DATA 0.205, 0.217, 0.236, 0.251, 0.267, 0.276, 0.287, 0.300, 0.313, 0.340
6860 DATA 0.342, 0.357, 0.378, 0.393, 0.398, 0.414, 0.430, 0.451, 0.463, 0.480
6870 DATA 0.497, 0.511, 0.511, 0.525, 0.539, 0.540, 0.552, 0.565, 0.573, 0.580
6880 DATA 0.590, 0.602, 0.614, 0.626, 0.638, 0.640, 0.660, 0.671, 0.682, 0.702
6890 DATA 0.723, 0.733, 0.743, 0.767, 0.790, 0.820, 0.878
6900 '+++ (DP/DZ)* +++
6910 DATA 0.624, 0.448, 0.336, 0.252, 0.252, 0.261, 0.226, 0.220, 0.210, 0.221
6920 DATA 0.204, 0.161, 0.193, 0.184, 0.172, 0.145, 0.160, 0.157, 0.125, 0.142
6930 DATA 0.143, 0.143, 0.105, 0.126, 0.132, 0.122, 0.121, 0.105, 0.106, 0.081
6940 DATA 0.091, 0.083, 0.083, 0.086, 0.080, 0.070, 0.069, 0.063, 0.071
6950 DATA 0.057, 0.044, 0.047, 0.029, 0.041, 0.047, 0.035, 0.041, 0.031, 0.044
6960 DATA 0.034, 0.039, 0.032, 0.034, 0.024, 0.024, 0.016
6970 '+++
6980 FOR I=1 TO NDJ0508:READ DJGST(2,I):NEXT I
6990 FOR I=1 TO NDJ0508:READ DJLST(2,I):NEXT I
7000 FOR I=1 TO NDP0508:READ DJGST(2,I):NEXT I
7010 FOR I=1 TO NDP0508:READ DDPDZ(2,I):NEXT I
7020 RETURN
7030 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7040 '###
7050 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7060 '###
7070 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7080 '###
7090 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7100 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)
7110 '#####
        データの入力
        Bharathan's data
        for Dh=0.0508 (m)
        see EPRI/NP-786 (1978)

```

```

7120 ' NDA0508=69
7130 ' +++ DW=0.0508(cm) Smooth Entry & LOW UPPERHEAD WATER LEVEL +++++
7140 ' --- (1) 無次元氣相流速 (JG*) +++++
7150 ' --- (1-1) INCREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7160 ' DATA 0.399574, 0.450781, 0.489376, 0.525143, 0.552091
7170 ' DATA 0.608375, 0.654353, 0.692083, 0.732828, 0.771424
7180 ' DATA 0.808179, 0.843333, 0.877080, 0.909575, 0.909575
7190 ' DATA 1.022270
7200 ' --- (1-2) INCREASING AIR FLOW => 21 DATA ---
7210 ' DATA 0.318750, 0.340758, 0.380979, 0.417342, 0.450781
7220 ' DATA 0.481905, 0.511137, 0.538786, 0.565083, 0.590210
7230 ' DATA 0.614310, 0.637500, 0.659875, 0.681516, 0.702491
7240 ' DATA 0.722857, 0.742665, 0.761958, 0.780755, 0.799148
7250 ' DATA 0.817109
7260 ' --- (1-3) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7270 ' DATA 1.029350, 0.860372
7280 ' DATA 0.742665, 0.712747, 0.670783, 0.670783, 0.626012
7290 ' DATA 0.552091, 0.525143, 0.489376, 0.458760, 0.434383
7300 ' DATA 0.399574, 0.361428, 0.318750, 0.282542
7310 ' --- (1-4) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7320 ' DATA 1.142940, 1.036380, 0.993472, 0.868766, 0.681516
7330 ' DATA 0.659875, 0.637500, 0.626012, 0.602381, 0.577783
7340 ' DATA 0.535876, 0.481905, 0.417342, 0.340758, 0.240952
7350 ' DATA 0.170379
7360 ' +++ (2) 無次元液相流速 (JL*) +++++
7370 ' --- (2-1) INCREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7380 ' DATA 0.183747, 0.144864, 0.111625, 0.077558, 0.0618414
7390 ' DATA 0.0394141, 0.0120412, 0.0, 0.0, 0.0
7400 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7410 ' DATA 0.0
7420 ' --- (2-2) INCREASING AIR FLOW => 21 DATA ---
7430 ' DATA 0.234706, 0.231678, 0.203095, 0.172026, 0.13354
7440 ' DATA 0.0984156, 0.0710433, 0.0, 0.0, 0.0
7450 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7460 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7470 ' DATA 0.0
7480 ' --- (2-3) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7490 ' DATA 0.0, 0.0
7500 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7510 ' DATA 0.625581, 0.0861215, 0.111336, 0.120540, 0.180773
7520 ' DATA 0.1974990, 0.2165840, 0.233177, 0.26103
7530 ' --- (2-4) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7540 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7550 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7560 ' DATA 0.0472406, 0.0964819, 0.160676, 0.213323, 0.294414
7570 ' DATA 0.391607
7580 ' +++ (3) 無次元差圧 (DP/DZ*) +++++
7590 ' --- (3-1) INCREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7600 ' DATA 0.657917, 1.28535, 5.82662, 8.18157, 8.28845
7610 ' DATA 5.9339, 5.19998, 4.5579, 3.19582, 2.78447
7620 ' DATA 2.35615, 1.89735, 1.60679, 0.826954, 0.811515
7630 ' DATA 1.14799
7640 ' --- (3-2) INCREASING AIR FLOW => 21 DATA ---
7650 ' DATA 1.37959, 1.41439, 1.41439, 8.18276, 9.1926
7660 ' DATA 9.14708, 9.45268, 8.6578, 8.47412, 8.36997
7670 ' DATA 5.905, 5.53885, 4.5603, 3.88734, 4.36078
7680 ' DATA 3.74918, 3.19854, 2.5715, 1.91399
7690 ' DATA 1.72911
7700 ' --- (3-3) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7710 ' DATA 0.644473, 0.307894
7720 ' DATA 0.644473, 0.338874, 1.47103, 4.46766, 5.50717
7730 ' DATA 7.03637, 7.64797, 6.42477, 6.19517, 1.56207
7740 ' DATA 0.950072, 1.04191, 1.10287, 0.919193
7750 ' --- (3-4) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7760 ' DATA 1.91439, 1.42511, 1.42511, 0.93583, 1.19591
7770 ' DATA 1.24183, 1.21175, 5.53885, 7.12861, 7.12861
7780 ' DATA 7.98484, 9.33076, 7.66341, 1.37959, 0.691191
7790 ' DATA 1.17967
7800 ' +++ (4) 水率 (1-ALP) +++++
7810 ' --- (4-1) INCREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7820 ' DATA 0.036, 0.029, 0.0785, 0.0755, 0.0755
7830 ' DATA 0.073, 0.060, 0.048, 0.045, 0.0375
7840 ' DATA 0.0365, 0.043, 0.0455, 0.0, 0.0
7850 ' DATA 0.0
7860 ' --- (4-2) INCREASING AIR FLOW => 21 DATA ---
7870 ' DATA 0.035, 0.045, 0.034, 0.065, 0.07
7880 ' DATA 0.068, 0.072, 0.071, 0.068, 0.072
7890 ' DATA 0.064, 0.054, 0.05, 0.046, 0.04
7900 ' DATA 0.04, 0.034, 0.02, 0.0, 0.0
7910 ' DATA 0.0
7920 ' --- (4-3) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7930 ' DATA 0.0, 0.0
7940 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.064, 0.067
7950 ' DATA 0.085, 0.0835, 0.079, 0.074, 0.035
7960 ' DATA 0.0305, 0.0335, 0.039, 0.0495
7970 ' --- (4-4) DECREASING AIR FLOW => 16 DATA ---
7980 ' DATA 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
7990 ' DATA 0.0, 0.0, 0.056, 0.058, 0.066
8000 ' DATA 0.07, 0.064, 0.068, 0.031, 0.047
8010 ' DATA 0.061

```

```

8410 RETURN
8420 '##### テータの作図 #####
8430 '### (●) ###
8440 '### (○) ###
8450 '#####
8460 *GRFB
8470 '--- 図を書< ---
8480 FOR I=1 TO NDAT
8490 X=XX(I)
8500 Y=-YY(I)
8510 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/100, NF+2, ..., F
8520 NEXT I
8530 RETURN
8540 '##### テータの作図 #####
8550 '### (○) ###
8560 '###
8570 '#####
8580 *GRFW
8590 '--- 図を書< ---
8600 FOR I=1 TO NDAT
8610 X=XX(I)
8620 Y=-YY(I)
8630 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/100, NF+2
8640 NEXT I
8650 RETURN
8660 '##### テータの作図 #####
8670 '### (◎) ###
8680 '###
8690 '#####
8700 *GRFD
8710 '--- 図を書< ---
8720 FOR I=1 TO NDAT
8730 X=XX(I)
8740 Y=-YY(I)
8750 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/100, NF+2
8760 CIRCLE (X, Y), (XMAX-XMIN)/200, NF+2
8770 NEXT I
8780 RETURN

```

```

8020 '+++
8030 FOR I=1 TO NDA0508:READ DJGST(2, I):NEXT I
8040 FOR I=1 TO NDA0508:DJGST(2, I)=SOR(DJGST(2, I)):NEXT I
8050 FOR I=1 TO NDA0508:READ DJLST2(2, I):NEXT I
8060 FOR I=1 TO NDA0508:READ DDPDZ(2, I):NEXT I
8070 FOR I=1 TO NDA0508:DDPDZ(2, I)=DDPDZ(2, I)/100:NEXT I
8080 FOR I=1 TO NDA0508:READ DALPMI(2, I):NEXT I
8090 FOR I=1 TO NDA0508:DALP(2, I)=1-DALPMI(2, I):NEXT I
8100 RETURN
8110 '##### データの入力 #####
8120 '### DI=0.152(M) ###
8130 '### Smooth Entry ###
8140 '### (NF=3) ###
8150 '###
8160 '#####
8170 *DAT152
8180 '---- 流量 ----
8190 NDJ152=16
8200 DATA 0.415, 0.438, 0.447, 0.448, 0.506, 0.530, 0.570, 0.598, 0.618, 0.390
8210 DATA 0.328, 0.364, 0.387, 0.411, 0.441, 0.469
8220 DATA 0.225, 0.202, 0.180, 0.158, 0.130, 0.119, 0.090, 0.075, 0.063, 0.259
8230 DATA 0.358, 0.311, 0.274, 0.228, 0.185, 0.166
8240 '---- 差圧 ----
8250 NDP152=34
8260 '+++
8270 DATA 0.105, 0.128, 0.137, 0.148, 0.158, 0.169, 0.179, 0.185, 0.198, 0.201
8280 DATA 0.210, 0.224, 0.234, 0.251, 0.265, 0.271, 0.283, 0.312, 0.315, 0.317
8290 DATA 0.333, 0.334, 0.341, 0.352, 0.359, 0.365, 0.373, 0.384, 0.386, 0.386
8300 DATA 0.390, 0.396, 0.402, 0.453
8310 '----
8320 DATA 0.241, 0.196, 0.193, 0.190, 0.188, 0.169, 0.163, 0.155, 0.135, 0.114
8330 DATA 0.132, 0.109, 0.109, 0.093, 0.287, 0.059, 0.047, 0.044, 0.043, 0.037
8340 DATA 0.036, 0.043, 0.022, 0.047, 0.031, 0.034, 0.034, 0.033, 0.034, 0.034
8350 DATA 0.032, 0.025, 0.029, 0.020
8360 '---- 入力 ----
8370 FOR I=1 TO NDJ152:READ DJGST2(3, I):NEXT I
8380 FOR I=1 TO NDJ152:READ DJLST2(3, I):NEXT I
8390 FOR I=1 TO NDP152:READ DJGST(3, I):NEXT I
8400 FOR I=1 TO NDP152:READ DDPDZ(3, I):NEXT I

```