JAERI-M
7583

燃料破損にともなう破壊力発生挙動の解析コード：PULSE－2

１９７８年３月

藤城　俊夫

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

この報告書は，日本原子力研究所がJAERI-Mレポートとして，不定期に刊行している研究報告書です．入手，複製などのお問合わせは，日本原子力研究所技術情報部（茨城県那珂郡東海村）あて，お申しこしください．

JAERI-M reports, issued irregularly, describe the results of research works carried out in JAERI. Inquiries about the availability of reports and their reproduction should be addressed to Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, Japan.

JAERI－M 7583

燃料破損にともなう破壊力発生挙動の解析コード：PULSE－2

日本原子力研究所東海研究所安全工学部
藤城　俊夫

（１９７８年２月２日受理）

本解析コードは，原子炉燃料の破損事故において，分散した高温の燃料片と冷却材とが直接接触した際に生じる破壊圧力発生挙動の解析のために開発されたプログラムである。本計算モデルにおいては，破損発生領域内で小粒子となって飛散した高温の燃料片と冷却材が均一に混合している状態を初期条件として計算を開始し，破壊領域内で冷却材が急激に気化するために生じる圧力パルス，およびこの圧力により加速される非破壊領域の冷却材のエジェクション挙動を計算する。燃料・冷却材間の熱移動は，破損燃料片を球形とみなして燃料粒子内の熱伝導および燃料粒子表面での熱伝達率の変化，燃料粒子径の分布等を考慮して計算し，一方，破損領域内の冷却材の状態はホモジニアスとみなし，温度，圧力，ボイド率等を平均値で代表させて取扱う。高速炉および軽水炉の両体系の計算ができるように，ナトリウムおよび水の蒸気表および物性値サブルーチンを備えており，いずれかを選択できる。

JAERI - M 7583

Computer Code for the analysis of Destructive Pressure Generation Process during A Fuel Failure Accident, PULSE - 2

Toshio FUJISHIRO

Division of Reactor Safety, Tokai Research Establishment, JAERI

(Received February 2, 1978)

The computer code PULSE-2 has been developed for the analysis of pressure pulse generation process when hot fuel particles come into contact with the coolant in a fuel rod failure accident. In the program, it is assumed that hot fuel fragments mix with the coolant instantly and homogeneously in the failure region. Then, the rapid vaporization of the coolant and transient pressure rise in failure region, and the movement of ejected coolant slugs are calculated. The effect of a fuel-particle size distribution is taken into consideration. Heat conduction in the fuel particles and heat transfer at fuel-coolant interface are calculated.

Temperature, pressure and void fraction in the mixed region are calculated from the average enthlpy. With physical property subroutines for liquid sodium and water, the model is usable for both LMFBR and LWR conditions.

Keywords : Fuel Coolant Interaction, Fuel Failure, Destructive Pressure, Vapor Explosion, Pressure Pulse, Void Fraction, Computer Code.

目　　次

1. はじめに …… 1
2. 計算モデル …… 2
3. 基礎方程式 …… 4
   3.1 破壊領域内の状態変化 …… 4
   3.2 冷却材スラグの運動 …… 6
4. 数値解析 …… 7
   4.1 燃料粒子内温度分布計算 …… 7
   4.2 破壊領域内の冷却材挙動計算 …… 8
   4.3 冷却材スラグの挙動計算 …… 10
   4.4 数値計算の安定性 …… 11
5. 計算フローチャート …… 11
6. 入力形式 …… 13
7. むすび …… 18
   記号表 …… 19
   文　献 …… 21
付録1. テスト計算例 …… 22
付録2. サンプル計算 …… 24

Contents

1. Introduction 1
2. Calculation Model 2
3. Discription of the Basic Equations 4
3.1 Transient Conditions in the Fuel Failure Region 4
3.2 Movement of Coolant Slug 6
4. Numerical Solutions 7
4.1 Calculation of Temperature Profile in a Fuel Particle 7
4.2 Calculation of Coolant Conditions in the Fuel Failure Region 8
4.3 Calculation of Coolant Slug Movement 10
4.4 Stability of Numerical Calculation 11
5. Calculation Sequence 11
6. Input Data 13
7. Remarks 18
List of Symbols 19
References 21
Appendix 1. Results of Test Calculations 22
Appendix 2. Input and Output Data of Sample Calculation 24

1. はじめに

反応度事故のように，原子炉の異常出力上昇によって炉心燃料が破損し分散する場合には，細片となって飛散する高温の燃料と冷却材との直接接触による急激な加熱，沸騰にともなって大きな破壊圧力の発生が予想される。軽水炉については，SPERT，TREAT等における反応度事故を模擬した燃料破壊実験[1)~3)]においてこのような事実が観測されており，また，高速炉においてもいわゆる溶融燃料とナトリウムの相互作用（molten fuel-sodium interaction）として原子炉事故の拡大にかかわる重要な因子と考えられ，各種の模擬物質を用いた炉外実験やTREAT炉を用いた炉内実験[3)]等が行われている。

本計算コードは，このような燃料破損事故条件下において，高温の燃料と冷却材との直接接触により発生する圧力，およびその際の冷却チャンネル内の冷却材のエジェクション挙動の解析を目的として作られたものである。本コードPULSE－2の原形は，すでに高速炉体系の解析コードPULSEとして作成し，これを用いて燃料粒子径分布やチャンネル形状の影響を調べるためのパラメーター計算を行ったが，これを，さらにNSRR の水実験の解析も可能なように水の物性値サブルーチンを加え，必要なコードの修正，改良を行ったものである。

燃料棒が破損し，溶融燃料が冷却材中に飛散して生じる現象で想定されるプロセスは，まず冷却材との混合までの過程として，溶融燃料塊の放出およびその細片化の過程があり，高温の燃料が小片となって冷却材中に飛散する。（燃料の微粒子化，Fragmentation） この微粒子化によって伝熱面積が非常に大きくなるため，冷却材の急速な温度上昇が生じ，さらに沸騰開始，気泡生長にともなう冷却材のエジェクション，エジェクトされた冷却材のリエントリー等の過程が続く。この間，沸騰開始前の冷却材の急激な熱膨張，沸騰による急激な蒸気発生，リエントリー後の気泡消滅等を原因として，圧力パルスが発生する。また，燃料・冷却材間の熱移動は非沸騰熱伝達から，核沸騰さらに膜沸騰熱伝達へと短時間に変化する。このように現象そのものが非常に複雑である上に，燃料飛散形態をはじめ現象が十分には分っていない所がまだ多く存在するので，解析計算を行う場合には，以上のプロセスのどこかに重点を置いて現象を単純化し，かつ，かなり大胆な仮定にもとづいたモデルを作らなければならない。燃料破損時の圧力発生やエジェクションに関して現在までに行われた解析でも，いずれも非常に単純化したモデルに基づいており，燃料・冷却材間の熱伝達を燃料温度一定とした半無限体熱伝導問題として解き，燃料壁付近の冷却材の熱膨張によって圧縮波が発生するとしたもの[4)]，冷却材へのバルク熱伝達係数を仮定し，冷却材の熱膨張による圧力波を計算する（HYDRAX）[5)]，燃料片を球状と考えて小球の半径に応じた実効的な熱伝導率を仮定し，バルク液温に対応した冷却材の熱膨張あるいは蒸気圧によって圧力波が発生するとしたもの[6),7)]，等がある。

本解析モデルは，以上述べた圧力波発生のプロセスの内，沸騰開始後の急激な蒸気発生による圧力発生とそれに伴う冷却材のエジェクション挙動の解析を対象としている。計算は燃料小片と冷却材が燃料破壊領域内において均一に混合した状態を初期条件として開始し，燃料・冷却材間の熱伝達は，燃料側の熱抵抗が無視できないため燃料片を球形とみなして燃料片内の温

度分布を考慮した過渡熱伝導計算を行い，燃料片表面の熱伝達率には実験式を適用して求める。冷却材は破壊領域とその上・下のサブクール領域の3領域に分け，破壊領域内だけで燃料小片による加熱が行われ蒸気が発生し，ここの蒸気圧によりサブクール領域の冷却材がピストン状に上・下に加速されると考える。破壊領域内の蒸気圧はそこでの冷却材バルク温度に対応する飽和蒸気圧とし，又，サブクール領域の冷却材流動計算においてはチャンネル各部分の摩擦損失，断面形状変化による圧力損失等も考慮する。又，沸騰開始スーパーヒート，膜沸騰開始による熱伝達率変化等もインプットにより指定することができる。

2. 計 算 モ デ ル

本計算においては，シュラウドあるいはラッパチューブ等の流路で囲まれた1体の燃料集合体を対象としてモデルの構成を行った。NSRR実験等においても，実験は燃料棒1本あるいは燃料バンドル1体をカプセル又はループ内に収めて行われるので，実験解析上もこのようなシングルチャンネルモデルがそのまま適用できる。

反応度事故においては，欠陥燃料があるような特殊な場合を除き，通常は1体の燃料集合体内の殆んど全部の燃料棒が同時に破損条件に達し，又，破損時点には冷却材はまだ反応度が印加される前とあまり変らない温度，流量条件を保ったまま流路内に留まっていて，この冷却材中へ破損燃料片が分散してゆくものと考えられる。したがって，本解析計算においては，燃料片と冷却材とは各々破損発生時点での温度を保ったまま均一に混合した状態を初期条件とし，さらに圧力発生挙動が問題となるような短い時間範囲内では，燃料片は破壊領域内に留まりこの領域内でのみ燃料・冷却材間の熱交換を行うと仮定する。燃料棒の破損後，燃料片が冷却材中に分散・混合してゆく過程は重要ではあるが，現状では殆んどわかっていないので，この過程を無視して瞬時に混合するとして取扱う。このような仮定のもとに，代表的なナトリウム冷却高速炉の燃料集合体の燃料破損状態をモデル化したものが図1である。図中破損燃料片を描いて示した破損領域が，燃料片と冷却材との均一混合領域である。この領域内の燃料片は全て球形であると近似し，高温の球体と冷却材間の熱伝達として熱移動量を算出する。そして，冷却材中の温度，ボイド率および圧力分布は一様であるとして取扱い，この破壊領域内で発生した蒸気圧力はバルク温度に対応する飽和蒸気圧に等しいとする。一方，破壊領域の上・下にサブクール状態で存在する冷却材は，破壊領域で発生した圧力によってピストン状に押し出されるものとし，この部分の流動は破壊領域の圧力と流路の出口圧力あるいは入口圧力を境界条件とする非圧縮性の単相一次元流れとして扱う。

度分布を考慮した過渡熱伝導計算を行い，燃料片表面の熱伝達率には実験式を適用して求める。冷却材は破壊領域とその上・下のサブクール領域の3領域に分け，破壊領域内だけで燃料小片による加熱が行われ蒸気が発生し，ここの蒸気圧によりサブクール領域の冷却材がピストン状に上・下に加速されると考える。破壊領域内の蒸気圧はそこでの冷却材バルク温度に対応する飽和蒸気圧とし，又，サブクール領域の冷却材流動計算においてはチャンネル各部分の摩擦損失，断面形状変化による圧力損失等も考慮する。又，沸騰開始スーパーヒート，膜沸騰開始による熱伝達率変化等もインプットにより指定することができる。

2. 計 算 モ デ ル

本計算においては，シュラウドあるいはラッパチューブ等の流路で囲まれた1体の燃料集合体を対象としてモデルの構成を行った。NSRR実験等においても，実験は燃料棒1本あるいは燃料バンドル1体をカプセル又はループ内に収めて行われるので，実験解析上もこのようなシングルチャンネルモデルがそのまま適用できる。

反応度事故においては，欠陥燃料があるような特殊な場合を除き，通常は1体の燃料集合体内の殆んど全部の燃料棒が同時に破損条件に達し，又，破損時点には冷却材はまだ反応度が印加される前とあまり変らない温度，流量条件を保ったまま流路内に留まっていて，この冷却材中へ破損燃料片が分散してゆくものと考えられる。したがって，本解析計算においては，燃料片と冷却材とは各々破損発生時点での温度を保ったまま均一に混合した状態を初期条件とし，さらに圧力発生挙動が問題となるような短い時間範囲内では，燃料片は破壊領域内に留まりこの領域内でのみ燃料・冷却材間の熱交換を行うと仮定する。燃料棒の破損後，燃料片が冷却材中に分散・混合してゆく過程は重要ではあるが，現状では殆んどわかっていないので，この過程を無視して瞬時に混合するとして取扱う。このような仮定のもとに，代表的なナトリウム冷却高速炉の燃料集合体の燃料破損状態をモデル化したものが図1である。図中破損燃料片を描いて示した破損領域が，燃料片と冷却材との均一混合領域である。この領域内の燃料片は全て球形であると近似し，高温の球体と冷却材間の熱伝達として熱移動量を算出する。そして，冷却材中の温度，ボイド率および圧力分布は一様であるとして取扱い，この破壊領域内で発生した蒸気圧力はバルク温度に対応する飽和蒸気圧に等しいとする。一方，破壊領域の上・下にサブクール状態で存在する冷却材は，破壊領域で発生した圧力によってピストン状に押し出されるものとし，この部分の流動は破壊領域の圧力と流路の出口圧力あるいは入口圧力を境界条件とする非圧縮性の単相一次元流れとして扱う。

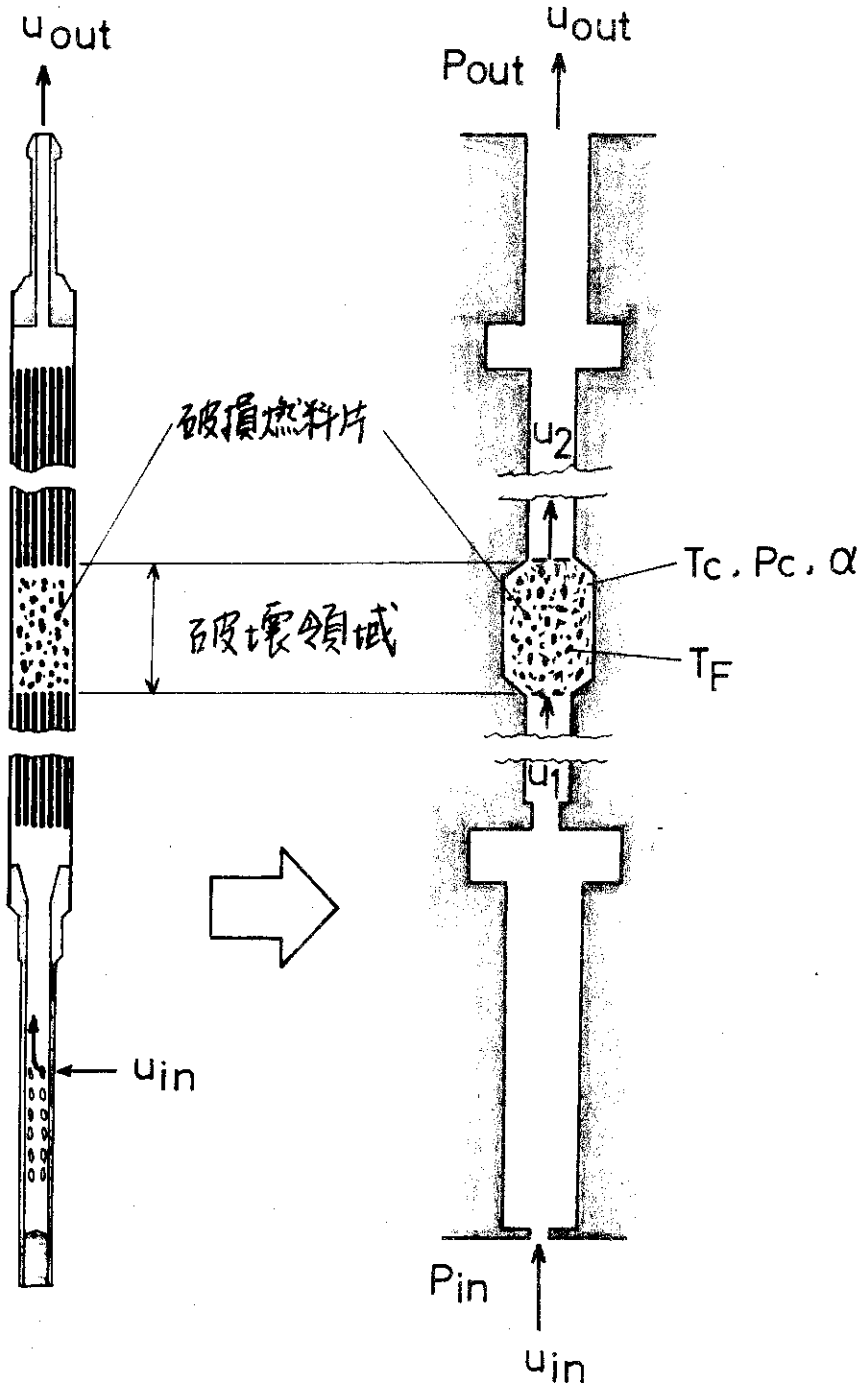

図1　高速炉燃料集合体のモデル化の例

3. 基 礎 方 程 式

3.1 破壊領域内の状態変化

(1) 燃料粒子内の温度分布

圧力波の発生には燃料粒子と冷却材が接触してから数10msecという短時間の間の熱移動が問題となるので，燃料粒子径が小さくても粒子内部の熱抵抗は無視できない。特に高速炉の酸化物燃料－Na系のように燃料中の熱伝導率が冷却材に比べて1ケタも小さい場合には，燃料粒子内の温度を一様とみなすと大きな誤差を生じる。したがって，本計算においては燃料粒子を完全な球体とみなし，半径方向のみの熱移動を考えた一次元の熱伝導方程式により燃料内の温度分布を計算した。すなわち，基礎式は次のようになる。（式の記号は，巻末の記号表参照の事）

$$\frac{\partial T_F(r,\ t)}{\partial t} = \frac{\lambda_F}{\rho_F C_F} \cdot \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial T_F(r,\ t)}{\partial r} \right) \qquad (1)$$

なお，数値計算においては，λ_F，ρ_F，C_F 等の物性値は温度依存の1次又は2次式で与え，溶融の潜熱も考慮する。

(2) 燃料粒子・冷却材間の熱伝達率

高温の小球体が液体中を通過する場合の過渡熱伝達に関する実験は非常に少なく，信頼すべき実験式もあまり発表されていない。したがって伝熱量を以下の式で表わし，定数c，nを入力により与える事にした。

$$q = 4\pi r^2 c\,(T_{FO} - T_C)^n \qquad (2)$$

液体Na中での実験としては，熱電対をうみ込んだTa製小球をNa中に走らせて熱伝達率を測定した結果がWitte[8]により報告されているのがほとんど唯一の実験データであり，式(2)の定数c，nとして表1の数値を求めている。

表1. Witte の実験結果

球の速度（ft/S）	Naの温度（℉）	c	n
10.0	572	2.98×10^4	0.88
6.0	572	2.23×10^4	0.88
10.0	842	4.94×10^4	0.77

（表中のc，nにより計算されるqの単位は$Btu/hr \cdot ft^2$）

この表からわかるように，伝熱量qは球の速度や冷却材温度によって影響され，さらに沸騰液中ではボイド率によっても大きく影響されることが推測される。しかし，表のデータだけではこれらの影響を定式化することは困難なので，球の速度および冷却材温度の影響は無視

し，最も影響の大きいと考えられるボイド率の影響のみを考慮する。ボイド率の影響を取り入れる1つの便法として，燃料粒子が冷却材の液相中を通過する間は(2)式が成立し，ボイド中に入ると伝熱量が液相と気相の熱伝導率の比に比例して減少するとする。このような取扱いをした理由は燃料粒子と冷却材間の熱伝達が非常に早い過渡条件下の現象であるため，熱伝達が燃料粒子表面付近の冷却材の熱伝導率に大きく支配されると考えたからである。この仮定にもとづき，ボイド率の影響係数として

$$f(\alpha)=\frac{1}{\lambda_\ell}\left[(1-\alpha)\lambda_\ell+\alpha\lambda_V\right] \tag{3}$$

なるものを考え，(2)式を

$$q(r_F,t)=4\pi r_F^2 C(T_{FO}-T_C)^n\cdot f(\alpha) \tag{4}$$

と修正した。

さらに膜沸騰が発生し，燃料粒子が蒸気膜で覆われた場合には熱伝達率が非常に低下するが，このような場合も計算できるように，T_C が予め設定された温度になると(4)式の係数 c およびnをインプットで指定した値に変更するようにコード上で工夫されている。

又，溶融潜熱については，各メッシュ点の温度が溶融点を越して低下する場合に，各メッシュから流出する熱量がメッシュの保有する潜熱に達するまでは温度を溶融温度に固定するプログラムを付加することにより考慮している。

なお，この(4)式は(7)式を解く場合の燃料粒子表面での境界条件を与えるものであり，又，破壊領域全体の冷却材への伝熱量は(4)式のqを全燃料粒子について加え合せる事により

$$Q(t)=\sum_{i=1}^{imax} q(r_{Fi},t)\cdot n(r_{Fi}) \tag{5}$$

で求められる。

(3) 破壊領域内の冷却材挙動

計算モデルの項で述べたように，破壊領域内は均一であると仮定しボイド率，温度等の諸量は全て平均値で取扱われるので，破壊領域の上・下端面をコントロールサーフェスと考えて連続の式およびエネルギーの釣合式を立てると次のようになる。

$$\frac{d}{dt}\left[(1-\alpha)\rho_\ell+\alpha\rho_\ell\right]-\frac{S}{V}\left[(1-\alpha)\rho_\ell+\alpha\rho_\ell\right](u_1-u_2)=0 \tag{6}$$

$$\frac{d}{dt}\left[(1-\alpha)\rho_\ell h_\ell+\alpha\rho_v h_v\right]-\frac{S}{V}\left[(1-\alpha)\rho_\ell h_\ell+\alpha\rho_v h_v\right](u_1-u_2)=\frac{Q}{V} \tag{7}$$

$$\rho_\ell c_\ell\frac{dT_c}{dt}+\frac{S}{V}(\rho_\ell h_\ell-\rho_{\ell o}h_{\ell o})u=\frac{Q}{A} \tag{8}$$

$$u=u_1=u_2 \tag{9}$$

により計算する。

なお，u_1，u_2 はともに上向きを正にとる。

(4) 冷却材状態方程式

沸騰開始以後の冷却材の状態は飽和状態と仮定しているので，蒸気圧，密度，エンタルピー等は温度のみの関数となる。

まず，ナトリウムの物性値については，ナトリウム物性値計算コードSODIUM[9]を使って計算することとし，飽和蒸気圧計算式として，DitchburnとGilmourの式[10]およびStone[11]らの式を使用温度範囲に応じて使用した。これらの式を示すと，

DitchburnとGilmourの式

$$\log_{10} P\,(\mathrm{atm}) = -\frac{10020.6}{1.8T+491.7} - 0.5\log_{10}(1.8T+491.7)+6.4818$$

$$(97.81 < T < 976.7℃) \qquad (10)$$

Stoneらの式

$$\log_{10} P\,(\mathrm{atm}) = -\frac{9980.94}{1.8T+491.7} - 0.61344\log_{10}(1.8T+491.7)+6.8377$$

$$(894.4 < T < 1392.8℃) \qquad (11)$$

又，ナトリウムの液相および気相の密度およびエンタルピーは，温度の2次式で表わすことにし，サブルーチンSODIUMで計算した10個の数値を最小二乗法により2次フィットして用いる。

すなわち，

$$\rho_\ell = a_0 + a_1 T_c + a_2 T_c^2 \qquad (12)$$

$$\rho_v = b_0 + b_1 T_c + b_2 T_c^2 \qquad (13)$$

$$h_\ell = c_0 + c_1 T_c + c_2 T_c^2 \qquad (14)$$

$$h_v = d_0 + d_1 T_c + d_2 T_c^2 \qquad (15)$$

ただし，a_0，a_1，…… 等は定数である。

一方，水の物性値については，まず，物性表をJSME STEAM TABLE（1968年版）[12]に基き作成されたEUREKAコード[13]の物性値サブルーチンSTEAMおよびWATERにより求め，計算時間短縮のため，この数値をさらに2次曲線近似式に直して使用する。ただし，水はナトリウムに比べて臨界温度が低く，臨界点近くで物性値が大きく変化するため，室温から臨界温度までを9つの領域に分け，各々の領域で最小二乗法により近似式の係数を決定した。

3.2 冷却材スラグの運動

破壊領域の上・下にサブクール状態で存在する冷却材スラグに対しては，破壊領域の圧力と流路の入口および出口の圧力を境界条件とする非圧縮性流体の一次元流れとして扱う。また，破壊領域から流出する冷却材のうちの二相流部分については，計算を容易にするために二相流としての取扱いをせず，ボイド率が予め定められた値となる位置を気液界面とみなし，その界面よりボイド率の低い部分は液相，高い部分は蒸気相の単相流に対する流動方程式により解く事とした。このような近似は，本解析で対象としているような破壊領域のみで蒸気発生が起り

これが上・下に拡大して行く蒸気爆発現象に対しては妥当な近似であると考える。

破壊領域の下部および上部スラグに対する運動方程式は次のようになる。

$$\frac{\gamma}{g}\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{du}{dt}dz+\left[\gamma z\right]_{z_{in}}^{z_1}+\frac{\gamma}{2g}\left[\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{f}{d}\cdot u\cdot|u|\cdot dz+\sum_{j}^{}\xi_{1j}\cdot u_{1j}\cdot|u_{1j}|\right]=p_{in}-p_c \qquad (16)$$

$$\frac{\gamma}{g}\int_{z_2}^{z_{out}}\frac{du}{dt}dz+\left[\gamma z\right]_{z_2}^{z_{out}}+\frac{\gamma}{2g}\left[\int_{z_2}^{z_{out}}\frac{f}{d}\cdot u\cdot|u|\cdot dz+\sum_{j}^{}\xi_{2j}\cdot u_{2j}\cdot|u_{2j}|\right]=p_c-p_{out} \qquad (17)$$

なお，z_1, z_2 は気液界面の位置であるが，次式により求められる。

$$z_1=z_{10}+\int_{t_0}^{t}u_1dt \qquad (18)$$

$$z_2=z_{20}+\int_{t_0}^{t}u_2dt \qquad (19)$$

ただし，t_0 は

$$\alpha(t_0)=\alpha_0 \qquad (20)$$

を満たす時刻である。

又，流路摩擦係数 f および流路形状変化による圧力損失係数 ξ は定常状態の値を使用し，f に対しては

$$f=64\cdot Re^{-1} \qquad (Re<3.2\times10^6) \qquad (21)$$

$$f=0.316\cdot Re^{-0.25} \qquad (Re>3.2\times10^6) \qquad (22)$$

を用い，又，ξ に対しては対象とする流路形状に応じてインプットで数値を与える。

4. 数 値 解 析

前節に述べられた基礎方程式にもとづき，前進法により数値計算を行なう。すなわち，時刻 t における温度，速度，ボイド率と，それらを用いて(1)式および(8)～(13)式により計算される熱流束および諸物性値を用い，陽函数形に展開された差分式により時刻 $t+\Delta t$ の諸量を求める。

4.1 燃料粒子内温度分布計算

球体とみなした燃料粒子を図2に半径方向 n 個のメッシュに区切り，(1)式を差分化する。

(1) 球の表面；$r_i=r_1$

まず球の表面のメッシュ点に対しては $r=r_F$ における境界条件が(2)式で与えられるので，球殻内の熱量の釣合い条件式を

これが上・下に拡大して行く蒸気爆発現象に対しては妥当な近似であると考える。

破壊領域の下部および上部スラグに対する運動方程式は次のようになる。

$$\frac{\gamma}{g}\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{du}{dt}dz+\left[\gamma z\right]_{z_{in}}^{z_1}+\frac{\gamma}{2g}\left[\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{f}{d}\cdot u\cdot|u|\cdot dz+\sum_j^{}\xi_{1j}\cdot u_{1j}\cdot|u_{1j}|\right]=p_{in}-p_c \qquad (16)$$

$$\frac{\gamma}{g}\int_{z_2}^{z_{out}}\frac{du}{dt}dz+\left[\gamma z\right]_{z_2}^{z_{out}}+\frac{\gamma}{2g}\left[\int_{z_2}^{z_{out}}\frac{f}{d}\cdot u\cdot|u|\cdot dz+\sum_j^{}\xi_{2j}\cdot u_{2j}\cdot|u_{2j}|\right]=p_c-p_{out} \qquad (17)$$

なお，z_1, z_2 は気液界面の位置であるが，次式により求められる。

$$z_1=z_{10}+\int_{t_0}^{t}u_1dt \qquad (18)$$

$$z_2=z_{20}+\int_{t_0}^{t}u_2dt \qquad (19)$$

ただし，t_0 は

$$\alpha(t_0)=\alpha_0 \qquad (20)$$

を満たす時刻である。

又，流路摩擦係数 f および流路形状変化による圧力損失係数 ξ は定常状態の値を使用し，f に対しては

$$f=64\cdot Re^{-1} \qquad (Re<3.2\times10^6) \qquad (21)$$

$$f=0.316\cdot Re^{-0.25} \qquad (Re>3.2\times10^6) \qquad (22)$$

を用い，又，ξ に対しては対象とする流路形状に応じてインプットで数値を与える。

4. 数 値 解 析

前節に述べられた基礎方程式にもとづき，前進法により数値計算を行なう。すなわち，時刻 t における温度，速度，ボイド率と，それらを用いて(1)式および(8)～(13)式により計算される熱流束および諸物性値を用い，陽函数形に展開された差分式により時刻 $t+\Delta t$ の諸量を求める。

4.1 燃料粒子内温度分布計算

球体とみなした燃料粒子を図2に半径方向 n 個のメッシュに区切り，(1)式を差分化する。

(1) 球の表面；$r_i=r_1$

まず球の表面のメッシュ点に対しては $r=r_F$ における境界条件が(2)式で与えられるので，球殻内の熱量の釣合い条件式を

（球殻内のエンタルピー上昇）＝（内側の面からの流入量）－（外側の面からの流出量）の形に書くと，

$$\frac{4}{3}\pi\left\{r_1^3-\left(r_1-\frac{\Delta r}{2}\right)^3\right\}\rho_F c_F\cdot\frac{T_F(t+\Delta t,\ r_1)-T_F(t,\ r_1)}{\Delta t}$$

$$=4\pi\left(r_1-\frac{\Delta r}{2}\right)^2\cdot\lambda_F\cdot\frac{T_F(t,\ r_2)-T_F(t,\ r_1)}{\Delta r}-4\pi r_1^2\cdot q(t) \qquad (23)$$

整理すれば

$$\frac{T_F(t+\Delta t_1,\ r_1)-T_F(t,\ r_1)}{\Delta t}=\left[\frac{2K}{\Delta r^2}\left\{T_F(t,\ r_2)-T_F(t,\ r_1)\right\}\cdot\left(1-\frac{\Delta r}{2r_1}\right)^2-\frac{2q(t)}{c_F\rho_F\Delta r}\right]\cdot\frac{1}{\left(1-\frac{\Delta r}{2r_1}+\frac{\Delta r^2}{12r_1^2}\right)} \qquad (24)$$

ただし

$$q(t)=c\left\{T_F(t,\ r_1)-T_c(t)\right\}^n \qquad (25)$$

$$K=\frac{\lambda_F}{\rho_F c_F} \qquad (26)$$

となる。

(2) 球の内部；$r_i = r_2 \sim r_{n-1}$

同様のやり方で球の表面および中心のメッシュを除く球内部のメッシュ点に対して差分化を行なえば，(1)式は次のようになる。

$$\frac{T(t+\Delta t,\ r_1)-T(t,\ r_i)}{\Delta t}=\frac{K}{r^2}\left[\left(1+\frac{\Delta r}{2r_i}\right)^2\left\{T(t,\ r_{i-1})-T(t,\ r_i)\right\}-\left(1-\frac{\Delta r}{2r_i}\right)^2\left\{T(t,\ r_i)-T(t,\ r_{i+1})\right\}\right]\cdot\left(1-\frac{\Delta r^2}{12r_i^2}\right) \qquad (27)$$

(3) 球の中心；$r_i = r_n$

球の中心はメッシュ点を含む領域の形状が他のメッシュと異なるので，差分式は次のようになる。

$$\frac{T_F(t+\Delta t,\ r_n)-T_F(t,\ r_n)}{\Delta t}=-\frac{6K}{\Delta r^2}\left\{T_F(t,\ r_n)-T_F(t,r_{n-1})\right\} \qquad (28)$$

4.2 破壊領域内の冷却材挙動計算

破損領域内の冷却材の挙動は基礎式(6)～(15)により求められる。ところで本解析では沸騰開始後の冷却材の状態量の変化は飽和曲線に沿って変化すると仮定し，密度 ρ，エンタルピー h 等の物性値は(10)～(15)式のように温度 T のみの函数として表わしているので，これらの時間 t に関

する微分は

$$\frac{d\rho}{dt}=\frac{d\rho}{dT_c}\frac{dT_c}{dt} \tag{29}$$

$$\frac{dh}{dt}=\frac{dh}{dT_c}\frac{dT_c}{dt} \tag{30}$$

と書きかえることができる。これらの関係を用いて(6)，(7)式を書き直すと，

$$A_1=B_1\frac{d\alpha}{dt}-C_1\frac{dT_c}{dt} \tag{31}$$

$$A_2=B_2\frac{d\alpha}{dt}+C_2\frac{dT_c}{dt} \tag{32}$$

ただし

$$A_1=-\frac{S}{V}\left[(1-\alpha)\rho_\ell+\alpha\rho_v\right](u_1-u_2) \tag{33}$$

$$A_2=\frac{Q(t)}{V}+\frac{S}{V}\left[(1-\alpha)\rho_\ell h_\ell+\alpha\rho_v h_v\right](u_1-u_2) \tag{34}$$

$$B_1=\rho_\ell-\rho_v \tag{35}$$

$$B_2=\rho_v h_v-\rho_\ell h_\ell \tag{36}$$

$$C_1=(1-\alpha)\frac{d\rho_\ell}{dT_c}+\alpha\frac{d\rho_v}{dT_c} \tag{37}$$

$$C_2=(1-\alpha)\frac{d(\rho_\ell h_\ell)}{dT_c}+\alpha\frac{d(\rho_v h_v)}{dT_c} \tag{38}$$

(31)式，(32)式を解くと

$$\frac{d\alpha}{dt}=\frac{A_1C_2+A_2C_1}{B_1C_2+B_2C_2}\equiv F_\alpha(t) \tag{39}$$

$$\frac{dT_c}{dt}=\frac{B_1A_2-B_2A_1}{B_1C_2+B_2C_1}\equiv F_T(t) \tag{40}$$

となり，差分形では、

$$\alpha(t+\Delta t)=F_\alpha(t)\cdot\Delta t+\alpha(t) \tag{41}$$

$$T_c(t+\Delta t)=F_T(t)\cdot\Delta t+T_c(t) \tag{42}$$

となる。

4.3 冷却材スラグの挙動計算

破壊領域上・下の境界における流速をu_1, u_2 その個所の流路の断面積を$S(z_1)$, $S(z_2)$とし，任意の位置zの個所での流速および断面積を$u(z)$, $S(z)$とすると，連続の条件から

下部スラグに対し $$u(z)=\frac{S(z_1)}{S(z)}\cdot u_1 \tag{43}$$

上部スラグに対し $$u(z)=\frac{S(z_2)}{S(z)}\cdot u_2 \tag{44}$$

が成立つ。これを(16)式に代入すると

$$\frac{\gamma}{g}\cdot\frac{du_1}{dt}\cdot\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{S(z_1)}{S(z)}dz+\gamma(z_1-z_{in})$$

$$+\frac{\gamma}{2g}\cdot u_1\cdot|u_1|\cdot\left[\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{f}{d}\left\{\frac{S(z_1)}{S(z)}\right\}^2dz+\sum^{j}\xi_j\left\{\frac{S(z_1)}{S(z_{1j})}\right\}^2\right]=p_{in}-p_c \tag{45}$$

整理すると

$$\frac{du_1}{dt}=\frac{g}{L_1'\gamma}(p_{in}-p_c)-g\cdot\frac{L_1}{L_1'}-\frac{Z_1}{2L_1'}\cdot u_1\cdot|u_1|\equiv F_{u1}(t) \tag{46}$$

同様にして(17)式から

$$\frac{du_2}{dt}=\frac{g}{L_2'\gamma}(p_c-p_{out})-g\cdot\frac{L_2}{L_2'}-\frac{Z_2}{2L_2'}\cdot u_2\cdot|u_2|\equiv F_{u2}(t) \tag{47}$$

ただし

$$L_1=z_1-z_{in} \tag{48}$$

$$L_2=z_{out}-z_2 \tag{49}$$

$$L_1'=\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{S(z_1)}{S(z)}dz=\sum^{j}\frac{S(z_1)}{S(z_{1j})}\cdot\Delta z_{1j} \tag{50}$$

$$L_2'=\int_{z_2}^{z_{out}}\frac{S(z_2)}{S(z)}dz=\sum^{j}\frac{S(z_2)}{S(z_{2j})}\cdot\Delta z_{2j} \tag{51}$$

$$Z_1=\int_{z_{in}}^{z_1}\frac{f}{d}\left\{\frac{S(z_1)}{S(z)}\right\}^2dz+\sum^{j}\xi_{1j}\left\{\frac{S(z_1)}{S(z_{1j})}\right\}^2$$

$$=\sum^{j}\left(\frac{f_{1j}}{d_{1j}}\cdot\Delta z_{1j}+\xi_{1j}\right)\left\{\frac{S(z_1)}{S(z_{1j})}\right\}^2 \tag{52}$$

$$Z_2 = \int_{z_2}^{z_{out}} \frac{f}{d}\left\{\frac{S(z_2)}{S(z)}\right\}^2 dz + \sum^{j} \xi_{2j}\left\{\frac{S(z_2)}{S(z_{2j})}\right\}^2$$

$$= \sum^{j} \left(\frac{f_{2j}}{d_{2j}} \cdot \Delta z_{2j} + \xi_{2j}\right)\left\{\frac{S(z_2)}{S(z_{2j})}\right\}^2 \quad (53)$$

(46), (47)式から u_1, u_2 に関する差分式は

$$u_1(t+\Delta t) = F_{u1}(t)\cdot\Delta t + u_1(t) \quad (54)$$

$$u_2(t+\Delta t) = F_{u2}(t)\cdot\Delta t + u_2(t) \quad (55)$$

と表わすことができる。

さらに局所の圧力は，時刻 $t+\Delta t$ のときの u_1, u_2が定められた後に(16)式又は(17)式を用いて求める事が出来る。すなわち，下部スラグの位置 z における圧力 $p(z)$は，(16)式を用いて

$$p(z) = p_c + \frac{\gamma}{g}\int_z^{z_1}\frac{du}{dt}dz + \left[\gamma z\right]_z^{z_1} + \frac{\gamma}{2g}\left[\int_z^{z_1}\frac{f}{d}u\cdot|u|dz + \sum_{j=j}^{j}, \xi_{1j}\cdot u_{1j}\cdot|u_{1j}|\right] \quad (56)$$

により計算される。

4.4 数値計算の安定性

数値計算は前進法で行なっているので，冷却材の挙動については例えば流速が零になった時にゼロディバイドを起さない等のプログラム上の配慮を行なえば，極端に時間メッシュを大きくしない限り不安定にはならない。しかし燃料粒子の温度計算は，半径方向のメッシュ Δr に対して時間メッシュ Δt を大きく取り過ぎると計算結果が振動し不安定になるため，これを避けるために安定条件として

$$\frac{\lambda\cdot\Delta t}{\rho_F c_F (\Delta r_{min})^2} < 0.5 \quad (57)$$

なる条件を設け，インプット条件がこの式を満足しない場合には満足するまで Δt を 1/2にする操作を行なう。

5. 計算フローチャート

図2に計算フローチャートを示す。まず，インプットデータを読み込み，次にIFLGが0か0以外かによって冷却材がナトリウムか水かを判断する。冷却材がナトリウムの場合は，冷却材初期温度を基準に10点の温度をとって，その温度に対応する冷却材物性値をサブルーチンSODIUMで計算し，この値からサブルーチンQUAFITを用いて冷却材物性値計算式(12)～(15)式を作成する。一方，冷却材が水の場合は，20℃から臨界温度までを9領域に分割し，各

$$Z_2 = \int_{z_2}^{z_{out}} \frac{f}{d}\left\{\frac{S(z_2)}{S(z)}\right\}^2 dz + \sum^{j} \xi_{2j}\left\{\frac{S(z_2)}{S(z_{2j})}\right\}^2$$

$$= \sum^{j} \left(\frac{f_{2j}}{d_{2j}} \cdot \Delta z_{2j} + \xi_{2j}\right)\left\{\frac{S(z_2)}{S(z_{2j})}\right\}^2 \quad (53)$$

(46), (47)式から u_1, u_2 に関する差分式は

$$u_1(t+\Delta t) = F_{u1}(t)\cdot\Delta t + u_1(t) \quad (54)$$

$$u_2(t+\Delta t) = F_{u2}(t)\cdot\Delta t + u_2(t) \quad (55)$$

と表わすことができる。

さらに局所の圧力は，時刻 $t+\Delta t$ のときの u_1, u_2が定められた後に(16)式又は(17)式を用いて求める事が出来る。すなわち，下部スラグの位置 z における圧力 p(z)は，(16)式を用いて

$$p(z) = p_c + \frac{\gamma}{g}\int_{z}^{z_1}\frac{du}{dt}dz + \left[\gamma z\right]_{z}^{z_1} + \frac{\gamma}{2g}\left[\int_{z}^{z_1}\frac{f}{d}u\cdot|u|dz + \sum_{j=j}^{j}, \xi_{1j}\cdot u_{1j}\cdot|u_{1j}|\right] \quad (56)$$

により計算される。

4.4 数値計算の安定性

数値計算は前進法で行なっているので，冷却材の挙動については例えば流速が零になった時にゼロディバイドを起さない等のプログラム上の配慮を行なえば，極端に時間メッシュを大きくしない限り不安定にはならない。しかし燃料粒子の温度計算は，半径方向のメッシュ Δr に対して時間メッシュ Δt を大きく取り過ぎると計算結果が振動し不安定になるため，これを避けるために安定条件として

$$\frac{\lambda\cdot\Delta t}{\rho_F c_F (\Delta r_{min})^2} < 0.5 \quad (57)$$

なる条件を設け，インプット条件がこの式を満足しない場合には満足するまで Δt を 1/2にする操作を行なう。

5. 計算フローチャート

図2に計算フローチャートを示す。まず，インプットデータを読み込み，次にＩＦＬＧが0か0以外かによって冷却材がナトリウムか水かを判断する。冷却材がナトリウムの場合は，冷却材初期温度を基準に１０点の温度をとって，その温度に対応する冷却材物性値をサブルーチンSODIUMで計算し，この値からサブルーチンQUAFITを用いて冷却材物性値計算式(12)～(15)式を作成する。一方，冷却材が水の場合は，２０℃から臨界温度までを９領域に分割し，各

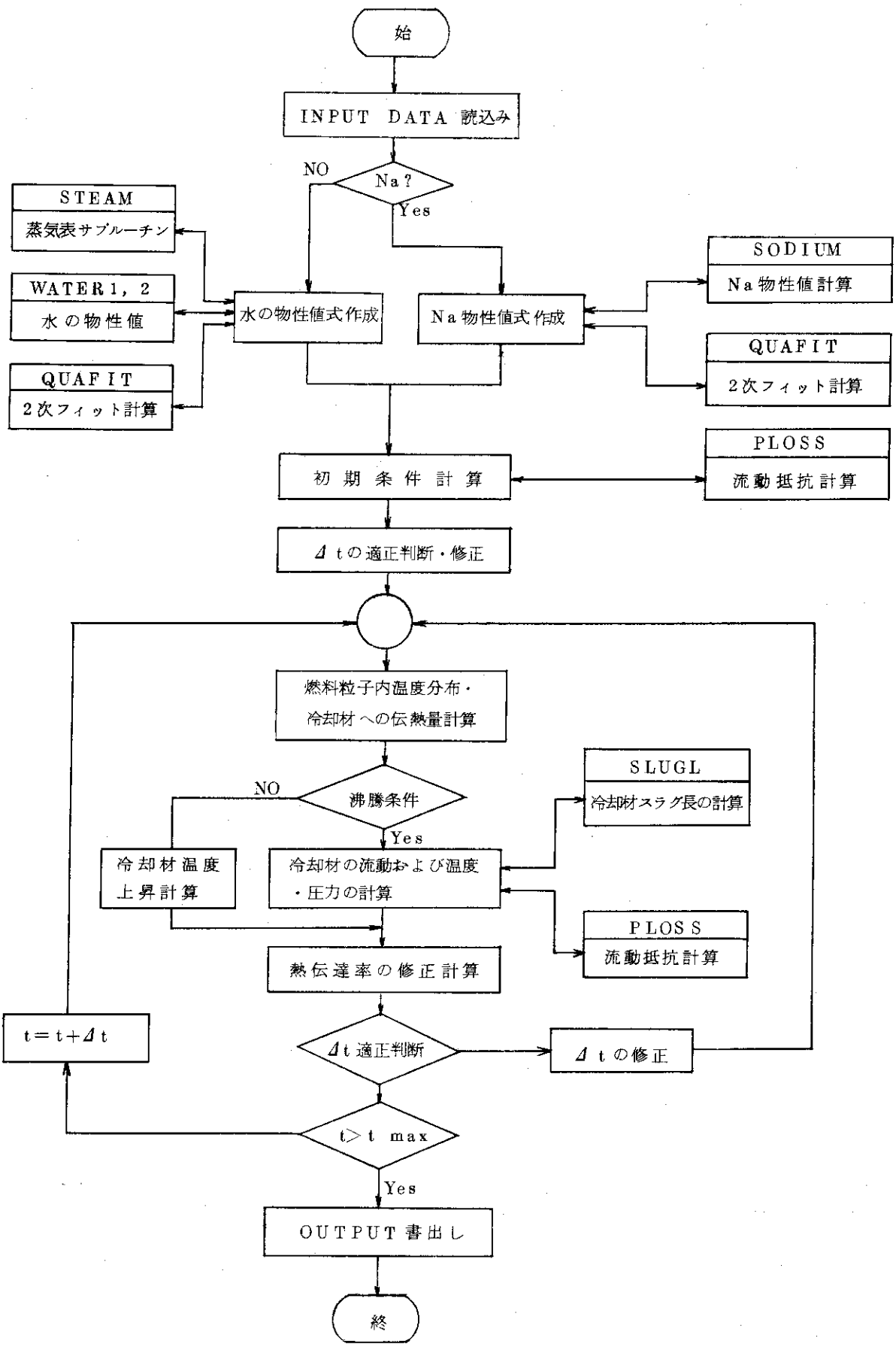

図2　PULSEコード計算フローチャート

領域ごとに，サブルーチンSTEAMによって求めた飽和蒸気表の１０点のデータにもとづいて飽和蒸気曲線の２次曲線近似式を求める。次に，冷却材初期温度が属する温度領域内の水の物性値をサブルーチンWATER1およびWATER2より求め，サブルーチンQUAFITにより，冷却材物性値計算式(12)～(15)式を作成する。

次に数値計算上必要な種々の初期値の設定を行ない，(57)式による安定条件の判定，さらに必要があれば時間メッシュΔtの修正を行ない，以上の準備計算の後に過渡状態の計算ループに入る。計算ループの中では，まず(23)～(28)式にしたがって時刻tにおける燃料粒子から冷却材へ伝熱量および時刻$t+\Delta t$の燃料粒子内の温度分布を求める。次に冷却材温度およびボイド率による沸騰条件の判定を行ない，未沸騰条件下では，(8)，(9)式により破壊領域内の温度上昇のみを計算し，沸騰開始以後は，(41)，(42)，(54)および(53)式によって時刻$t+\Delta t$における破壊領域内の温度T_c，ボイド率αおよび冷却材スラグの速度u_1，u_2を求める。さらにサブルーチンSLUGLにより(18)～(20)式にもとづく冷却材スラグの気液界面の位置の計算，サブルーチンPLOSSによる(21)，(22)，(51)～(53)式にもとづく流路での圧力損失の計算を行なう。以上の計算の結果，冷却材温度およびボイド率に応じて熱伝達率の修正を行ない、又冷却材温度の変化量から時間メッシュΔtの修正の必要があれば修正した後，時刻をΔt進めて次回の計算ループに入る。なお，この際時刻が最終時刻に達していれば計算を打切り結果を書き出して計算を終了する。

6. 入 力 形 式

入力形式は比較的簡単であるが，注意すべき点を以下に列記する。

(1) 冷却材をナトリウムとするか水とするかの区別はカード番号１００のタイトルカードのデータで判断される。このカードの第２カラム（Ｉ６）を０とすればナトリウムとなり，又，０以外とすれば水の場合の計算となる。

(2) 時間メッシュDELT の指定が不適な場合はプログラム中で修正が行なわれるが，計算時間のムダを省くために，安定条件式(57)によって予め検討し，適正なDELT をインプットする事が望ましい。特に燃料粒子径を小さくした場合にはΔrが非常に小さくなるので，以上の注意が必要である。通常の計算では0.01～0.5 msecが適当である。

(3) 計算結果の書出しはOUT PUT DATA 1および２の二形式で行なわれるが，前者の出力は個々の燃料粒子内温度分布，流路各部分の圧力等の詳細データを書き出すために出力量が不必要に多くなる。これを防ぐために，RTIMEにより書き出し時間ステップを制御し，時刻がRTIMEを越えるとOUT PUT DATA 1のみ書き出し時間間隔が最初指定したRDELTの１０倍になるようにしてある。普通の計算では圧力，温度等の変化が大きいのは計算開始から１０～５０msec 位までの間であるのでRTIMEはその程度の値にすると良い。

(4) 流路の形状は図１で示したように径の異なる数個の円管を連結した形にモデル化してインプットする。したがってインプットする必要があるのは，構成要素となる各々の円管部分の長

領域ごとに，サブルーチンSTEAMによって求めた飽和蒸気表の１０点のデータにもとづいて飽和蒸気曲線の２次曲線近似式を求める。次に，冷却材初期温度が属する温度領域内の水の物性値をサブルーチンWATER1およびWATER2より求め，サブルーチンQUAFITにより，冷却材物性値計算式(12)～(15)式を作成する。

次に数値計算上必要な種々の初期値の設定を行ない，(57)式による安定条件の判定，さらに必要があれば時間メッシュΔtの修正を行ない，以上の準備計算の後に過渡状態の計算ループに入る。計算ループの中では，まず(23)～(28)式にしたがって時刻tにおける燃料粒子から冷却材へ伝熱量および時刻$t+\Delta t$の燃料粒子内の温度分布を求める。次に冷却材温度およびボイド率による沸騰条件の判定を行ない，未沸騰条件下では，(8)，(9)式により破壊領域内の温度上昇のみを計算し，沸騰開始以後は，(41)，(42)，(54)および(53)式によって時刻$t+\Delta t$における破壊領域内の温度T_c，ボイド率αおよび冷却材スラグの速度u_1，u_2を求める。さらにサブルーチンSLUGLにより(18)～(20)式にもとづく冷却材スラグの気液界面の位置の計算，サブルーチンPLOSSによる(21)，(22)，(51)～(53)式にもとづく流路での圧力損失の計算を行なう。以上の計算の結果，冷却材温度およびボイド率に応じて熱伝達率の修正を行ない，又冷却材温度の変化量から時間メッシュΔtの修正の必要があれば修正した後，時刻をΔt進めて次回の計算ループに入る。なお，この際時刻が最終時刻に達していれば計算を打切り結果を書き出して計算を終了する。

6. 入 力 形 式

入力形式は比較的簡単であるが，注意すべき点を以下に列記する。

(1) 冷却材をナトリウムとするか水とするかの区別はカード番号１００のタイトルカードのデータで判断される。このカードの第２カラム（Ｉ６）を０とすればナトリウムとなり，又，０以外とすれば水の場合の計算となる。

(2) 時間メッシュDELT の指定が不適な場合はプログラム中で修正が行なわれるが，計算時間のムダを省くために，安定条件式(57)によって予め検討し，適正なDELT をインプットする事が望ましい。特に燃料粒子径を小さくした場合にはΔrが非常に小さくなるので，以上の注意が必要である。通常の計算では0.01～0.5 msecが適当である。

(3) 計算結果の書出しはOUT PUT DATA 1および２の二形式で行なわれるが，前者の出力は個々の燃料粒子内温度分布，流路各部分の圧力等の詳細データを書き出すために出力量が不必要に多くなる。これを防ぐために，RTIMEにより書き出し時間ステップを制御し，時刻がRTIMEを越えるとOUT PUT DATA 1のみ書き出し時間間隔が最初指定したRDELTの１０倍になるようにしてある。普通の計算では圧力，温度等の変化が大きいのは計算開始から１０～５０msec 位までの間であるのでRTIMEはその程度の値にすると良い。

(4) 流路の形状は図１で示したように径の異なる数個の円管を連結した形にモデル化してインプットする。したがってインプットする必要があるのは，構成要素となる各々の円管部分の長

さCL，断面積SC，流力直径DE，および端部の断面積変化による圧力損失係数ZおよびZR（ZRは流れが逆向きになった場合の値）である。これらの数値は後に示すように，破壊領域の中央を原点として上流側および下流側に分けてインプットする。

(5) 熱伝達率に関するインプットは(2)式のcおよびnに対応するHHおよびHNを与える形で行ない，沸騰開始条件をバルクスーパーヒート値TSPで与える。Witte の式を用いる場合はMKS単位系でHH＝58.5，HN＝0.77となる。さらに膜沸騰開始を想定して熱伝達率を変化させる場合には．KFBを1とした上で，膜沸騰開始温度をTFBで与え，熱伝達率として上述のHHおよびHNに対応するHHFおよびHNFを与える事により，冷却材温度がTS＋TFBを越えた時点でHHおよびHNの値がHHFおよびHNFに置き代る。

(6) 燃料粒子径分布等に関するデータは，燃料粒子径を数群に分け各群について半径R，全体を占める重量比WF，熱伝導計算の半径方向メッシュ数NR，および燃料であるか被覆材であるかの指標NREGを指定する事によりインプットされる。

(7) 計算時間はFACOM 230－60を使用した場合，燃料粒子群を6群に分け，DELTで1000ステップまで計算を行って約1.5分である。

以下，インプット形式を示す。

カード番号

100　タイトルカード（2I6）

NO（I6）　ケース番号

IFLG（I6）　Naと水とを区別する指標

$$IFLG = \begin{cases} 0 : Na \\ 1 : 水 \end{cases}$$

200　時間コントロールデータ　（5E12.5）

DELT（E12.5）　計算時間メッシュ（sec）

RTIME（E12.5）　書き出し時間メッシュ（sec）

RIEME（E12.5）　RDELTを10倍にする時刻（sec）

HTIME（E12.5）　燃料からの放熱を終止する時刻（sec）

FTIME（E12.5）　計算終了時間（sec）

＊RDELT，RTIME等はDELTの整数倍である方が良い。

300　流路のz方向分割数　（2I6）

K1MAX（I6）　破壊領域より上流側の分割数

K2MAX（I6）　破壊領域より下流側の分割数

40K　上流側流路形状データ　（5E12.5，K1MAX枚）

（K＝1～K1MAX）

CL1（K）（E12.5）　流路要素の長さ(m)

SC1（K）（E12.5）　〃　の断面積（m^2）

DE1（K）（E12.5）　〃　の流力直径(m)

Z1（K）（E12.5）　〃　端の断面変化による圧力損失係数ξ

ZR1（K）（E12.5）　逆流時のZ1(K)の値

＊Kは破壊領域中央から上流側に向かって1，2…K1MAXととる。CL1(1)には破壊部分の長さ(CLOの半分)も含む。

45K　下流側流路形状データ(5E12.5，K2MAX枚)

(K＝1～K2MAX)

＊40Kのカードと同じく，破壊領域中央から下流側に向かって1，2，…K2MAXととり、CL2(K)，SC2(K)，DE2(K)，Z2(K)，ZR2(K)をインプットする。

500　破壊領域データ　(4E12.5)

CLO(E12.5)	破壊領域の長さ(m)
SFO(E12.5)	燃料部の断面積(m^2)
SKO(E12.5)	被覆材部の断面積(m^2)
FACT(E12.5)	破壊した燃料のうち冷却材の加熱源として有効に働く部分の割合

＊$0 < FACT \leq 1$

600　初期条件データ　(5E12.5)

TCO(E12.5)	冷却材初期温度(℃)
TF1(E12.5)	燃料初期温度(℃)
TF2(E12.5)	被覆材初期温度(℃)
PO(E12.5)	出口プレナム圧力(kg/cm^2)
UO(E12.5)	冷却材初期流速(m/sec)

700　熱伝達率関係データ　(3E12.5，I6)

HH(E12.5) HN(E12.5)	熱伝達計算式の係数
TSP(E12.5)	沸騰開始スーパーヒート
KFB(E12.5)	膜沸騰条件使用の指標

$$KFB = \begin{cases} 0 & : 使用しない。 \\ 1 & : 使用する。 \end{cases}$$

＊HH，HNは熱伝達計算式

$$q(Kcal/m^2 \cdot s) = C\,(T_F - T_c)^n \qquad (T_F, T_c は℃単位)$$

のc，nの値である。

＊KFB＝0の場合は750番のカードは除くこと。

750　膜沸騰条件データ　(KFB＝1のとき)(3E12.5)

HHF(E12.5) HNF(E12.5)	膜沸騰熱伝達計算式の係数，各々HHおよびHNに対応する。
TFB(E12.5)	膜沸騰開始条件を与えるバルクスーパーヒート(℃)

800　燃料粒子径のインプットカード数(I6)

IR(I6)	燃料粒子群の数

80I　燃料粒子径分布データ　（2E12.5, 2I6）

（I＝1～IR）

R(I)(E12.5)　燃料粒子半径 (m)

WF(I)(E12.5)　第I群の粒子群の重量比

NR(I)(I6)　半径方向メッシュ数

NREG(I)(I6)　燃料粒子，被覆材粒子を区別する指標

$$NREG = \begin{cases} 0 : 燃料 \\ 1 : 被覆材 \end{cases}$$

＊WF(I)はノルマライズした重量比でなくても良い。

次頁にインプットデータシートを示す。

INPUT DATA SHEET

PAGE OF

氏名	日付 / /	プログラム名	JOB NO.	カード色指定	PUNCH 73−80
所属	電話	PULSE−2インプットデータシート形式 研究テーマ番号	IBJOB DECKNAME	備考	YES ☐ NO ☐

NO IFLG					100
DELT	RDELT	RTIME	HTIME	FTIME	200
K1MAX K2MAX					300
CL1(1)	SC1(1)	DE1(1)	Z1(1)	ZR1(1)	401
CL2(2)	SC1(2)	DE1(2)	Z1(2)	ZR1(2)	402
...	...	...	...	...	...
CL1(K1MAX)	SC1(K1MAX)	DE1(K1MAX)	Z1(K1MAX)	ZR1(K1MAX)	40K1MAX
CL2(1)	SC2(1)	DE2(1)	Z2(1)	ZR2(1)	451
CL2(2)	SC2(2)	DE2(2)	Z2(2)	ZR2(2)	452
...	...	...	...	...	...
CL2(K2MAX)	SC2(K2MAX)	DE2(K2MAX)	Z2(K2MAX)	ZR2(K2MAX)	45K2MAX
CL0	SF0	SK0	FACT		500
TC0	TF1	TF2	PO	U0	600
HH	HN	TSP	KFB		700
HHF	HNF	TFB			750
IR					800
R(1)	WF(1)	NR(1)	NREG(1)		801
R(2)	WF(2)	NR(2)	NREG(2)		802
...	...	...	...		...
R(IR)	WF(IR)	NR(IR)	NREG(IR)		80IR

共通E173

*73〜75: DATA ID./76〜80: SEQUENTIAL NUMBER

7. むすび

はじめに述べたように，本解析コードは燃料破損時の圧力発生および冷却材のエジェクション挙動に対し，定量的な考察を加えるための手段として作成したものであり，NSRRを用いた燃料破壊実験の実験解析が当面の目的である。このため，本コードは，問題となるような影響因子についてパラメータ・サーベイを行い，実験の計画や結果の解析を行うために便利なように作られており，特に，燃料粒子分布，燃料冷却材間の熱伝達率，流路の断面変化等をかなり自由に設定できる点は本コードの特長である。しかしながら，燃料破損事故解析として十分に信頼性のある解析結果を得るためには，モデル的にも，又，インプットとし与えなければならない係数にまだ確証されていない数値を使わざるを得ない点等不充分な所があり，今後解決しなければならない課題は少くない。以下に重要と思われるものを列記する。

(1) 燃料棒の破損後に燃料片が飛散し冷却材に混合するまでの混合過程が含まれていない。

(2) 燃料棒破損時に，被覆管内に閉じ込められていたギャップガス，FPガス，燃料(UO_2)や不純物の蒸気等が噴出する時の圧力を無視している。

(3) 破損領域内を均一混合モデルで取扱っており，燃料粒子と冷却材の混合過程時あるいは不均一混合による局所的な温度分布，ボイド分布は考慮されていない。

(4) 破壊領域内は瞬時に熱的平衡に達すると仮定しているので，過渡伝達時の非平衡状態の発生は無視されている。

(5) 冷却材は非圧縮性としているので，圧力波の伝播は考えられていない。

(6) 冷却材スラグとボイド領域の間に仮想的な液面を考えて流動計算を単純化したため，スラグ部端から完全ボイド部分に到る間の二相流的な取扱いがなされていない。

(7) 燃料粒子・冷却材の熱伝達関係式に未だ十分信頼できるようなものが無い。

(8) 本コードは一次元解析コードなので，燃料の局所破損の影響が周囲に拡大するような場合に対しては，二次元あるいは三次元解析コードへの拡張が必要となる。

以上の問題のうち，計算モデルの改良で解決できるものもあるが，実験データとの照合や充足によらなければ解決不可能な所も少くない。したがって，今後，NSRR実験等から得られる知見や新らしい解析手法をとり入れて，随時コードの改良，増補を行ってゆく予定である。

なお，本コードの作成にあたっては，反応度安全研究室斉藤伸三氏に有益な助言をいただき，又，本コードのサブルーチンのうち，ナトリウム物性値計算サブルーチンSODIUMは伝熱流動研究室佐野川好母氏の作成されたものであり，二次フィット計算サブルーチンQUAFITは反応度安全研究室大西信秋氏の作成されたものをそのまま使わせていただいた。また，EUREKAコードのサブルーチンの使用にあたっては，反応度安全研究室石川迪夫，大西信秋両氏の御配慮と御助力をいただき，テスト・ラン時には小林晋昇氏のお手伝いをいただいた。

終りにあたり，以上の各氏に深く感謝の意を表します。

記号表

本文計算式中の記号	FORTRAN記号	定　　義
a_0, a_1, a_2	A0, A1, A2	ρ_ℓ 算出式の係数
A_1, A_2	AA1, AA2	(33), (34)式で定義される係数
b_0, b_1, b_2	B0, B1, B2	ρ_v 算出式の係数
B_1, B_2	BB1, BB2	(35), (36)式で定義される係数
c	HH, HHF	燃料，冷却材熱伝達計算式の実験定数
c_0, c_1, c_2	C0, C1, C2	h_ℓ 算出式の係数
c_F, c_ℓ	CF, CP	燃料，冷却材の比熱
C_1, C_2	CC1, CC2	(37), (38)式で定義される係数
d	DE1(I), DE2(I)	流力直径
d_0, d_1, d_2	D0, D1, D2	h_v 算出式の係数
f	FR1, FR2	流路摩擦係数
F_{u1}	FF(1)	u_1 の時間微分 ; $\frac{du_1}{dt}$
F_{u2}	FF(2)	u_2 〃 ; $\frac{du_2}{dt}$
F_T	FF(3)	T_c 〃 ; $\frac{dT_c}{dt}$
F_α	FF(4)	α 〃 ; $\frac{d\alpha}{dt}$
g		重力の加速度
h_ℓ, h_v	EL, EV	冷却材の液相および気相におけるエンタルピー
K	CAY	燃料の温度伝導率
L_1, L_2		下部および上部冷却材スラグ長さ
L_1', L_2'	AL1, AL2	下部および上部冷却材スラグの慣性実効長さ
n	HN, HNF	燃料，冷却材熱伝達計算式の実験定数
n(r)	FN(I)	各燃料粒子群の個数比
p_c, p_{in}, p_{out}	P, P1, P2	破壊領域，流路入口および出口における圧力
P(z)	PLOC1(K), PLOC2(K)	流路内の局所圧力
$q(r_{F,t})$	Q(I)	半径rの燃料粒子1個からの伝熱量
Q(t)	QT	燃料粒子群全体からの伝熱量
r, r_i	RR(I, J)	燃料粒子の半径方向座標
r_F	R(I)	燃料粒子半径
Δr	DR(I)	燃料粒子の半径方向メッシュ幅

Δr_{min}	DRMIN	Δr の最小値
Re	RE	レイノルズ数 ($Re \equiv \frac{u \cdot d}{\nu}$)
S	SCO	破壊領域の断面積
S (z)	SC1(K), SC2(K)	位置 z における流路断面積
t	TAU	時間
Δt	DELT	時間メッシュ
T_c, $T_c(t)$	TC	破壊領域での冷却材温度
$T_F(t, r)$	TF(I, J)	燃料粒子内の温度
T_{FO}	TF(I, 1)	燃料粒子表面温度
u_1, u_2	U1, U2	下部および上部冷却材スラグの流速
V	VC	破壊領域の体積
z		入口端を原点とし流路に沿って測った距離
z_1, z_2		下部および上部スラグの気液界面の位置
z_{1j}, z_{2j}		破壊領域より上流および下流の流路要素端の位置
z_{in}, z_{out}		流路の入口，出口の位置 ($z_{in} = 0$)
Δz_{1j}, Δz_{2j}		流路要素の長さ
Z_1, Z_2		51，53式で定義される係数
α	ALFA	破壊領域のボイド率
γ		冷却材スラグの比重量
λ_F	CLAMD	燃料の熱伝導率
λ_ℓ, λ_v		冷却材の液相，気相の熱伝導率
ρ_F	RHOF	燃料の密度
ρ_ℓ, ρ_v	RHOL, RHOV	冷却材の液相，気相における密度
ξ_i	Z1(K), Z2(K) ZR1(K), ZR2(K)	断面変化による圧力損失係数

参考文献

1) J.E.Grund (ed.), Experimental Results of Potentially Destructive Reactivity Additions to an Oxide Core, IDO-17028, 1964.

2) W.G.Lussie, R.W.Miller, The Response of UO_2 Fuel Rods to Power Bursts Detailed Test on 5/16-inch OD, Powder Fuel, Zircaloy Clad Rods, IN-1302, 1969.

3) 原安協・高速炉安全性調査小委員会，高速炉の反応度事故の調査研究，SJ 214-71-01, 1971.

4) L.McWethy, An Analytical Evaluation of the Consequences of a Hypothetical Instantaneous Loss of Coolant Flow to a Fast Flux Test Facilty Driver Fuel Assembly, GEAP-10059, 1969.

5) R.N.Hagln, HYDRAX-A Fortran Program to Calculate the Energy Release During a Reactivity Accident in a Water-Moderated Reactor, IDO-17275, 1968.

6) D.H.Cho, Reactor Development Program Progress Report (Fuel-Coolant Interactions), ANL-7726, 1970.

7) Padilla, Jr., Transient Analysis of Fuel-Sodium Interaction, Trans. ANS, Vol.13, No.1, p375, 1970.

8) L.C.Witte, Heat Transfer from a Sphere to Liquid Sodium during Forced Convection, ANL-7296, 1967)

9) 佐野川好母，ナトリウムの液体および蒸気に関する物性値を計算するプログラム (SODIUM), JAERI-memo 3339 (公開), 1968.

10) R.W.Ditchburn, J.C.Gilmour, The Vapor Pressures of Monoatomic Vapors, Revs.Mod.Phys.13, p310, 1941.

11) J.P.Stone et al., High-temperature Properties of Sodium, NRL Report 6241, 1965.

12) 日本機械学会編，蒸気表 (1968年版)

13) 石川迪夫他，軽水動力炉の動特性コードEUREKA, JAERI-memo 3592 (公開), 1969.

付録 1. テスト計算例

Case1. 燃料粒子径を1群で代表させた場合の計算結果

図3に示すような単純な流路を考え，燃料粒子径を1種類で代表させ，粒子径をパラメータとして行った計算結果を図4および図5に示す。図4は破壊領域内の発生圧力値の時間変化を比較したもので，圧力発生挙動に対し，燃料の粒子径が非常に大きく影響する事を示している。又，図5は，これらの計算例のうち燃料粒子半径 r = 0.5 mm の場合につき，粒子内の温度分布変化の計算結果を示したものであり，表面温度が最初急激に低下した後に回復する事など，過渡熱伝達実験に表われる挙動を良く表わしている。又，圧力が最大値に達するまでには，まだ燃料粒子の表面付近の熱量しか冷却材に伝達されていない事などがこの計算結果から推測できる。

なお，インプットの主要なディメンジョンを以下に示す。

チャンネル長さ	:	2.0 m (L_1 = 1.0, L_2 = 1.0m)
破壊領域長さ	:	0.3 m
燃料／冷却材比	:	1 : 0.844
ナトリウム初期温度	:	400℃
燃料初期温度	:	2800℃
ナトリウム初期流速	:	0 m／s
流路出口圧力	:	1.0 kg／cm^2

Case2. 燃料粒子径の分布を考慮した場合の計算結果

前項の場合と同じ流路形状，初期条件について，燃料粒子を5群に分けて粒子径分布を考えて計算した結果を図6に示す。この計算結果によっても，燃料粒子径が小径の方に片寄る程発生する圧力は大きくなり，又，より鋭いパルス形になる事が示され，SPERT 等の実験結果の傾向と良く一致する。

Case3. 現実的な流路形状に対する計算

本文の計算モデル説明の際に示された図1のような高速炉の燃料集合体につき行なった計算結果を図7に示す。流路各部の長さ，断面積，流力直径等はJFERの概念設計のデータにもとづき，破壊領域は0.6 m，破損燃料片の粒子径分布は，0.1 mm から2.5 mm までを5群に分けて扱った。その他の主要なインプット値を示すと，

燃料棒領域長さ	:	1.816m
チャンネル全長	:	2.382m
燃料／冷却材比	:	1.16
被覆材／冷却材比	:	0.31
ナトリウム初期温度	:	500℃
燃料初期温度	:	2800℃
被覆材初期温度	:	1400℃
ナトリウム初期流速	:	5.0 m／s

流路出口圧力　　：　1.0 kg／cm^2

なお，燃料集合体出口より開液面までの液位は，冷却材スラグのエジェクション後の挙動の計算結果を知るために，JFERの概念設計値とは異なり液位ゼロとした。

図7のうち上方にあるプロットは，冷却材スラグの挙動に関する計算結果で，下方および上方へのスラグの速度をu_1，u_2で示し，各スラグの気液界面の移動をL_1，L_2で示す。約18msecで上方のスラグがチャンネルより完全にエジェクションするために，蒸気相だけになった上部スラグの速度u_2は急上昇する。図の下方のT，P，αは各々破壊領域内の温度，圧力，ボイド率の時間変化を示したもので，温度，圧力とも最初急激に上昇した後にゆるやかな下降に移り，冷却材スラグのエジェクションが生じた直後から急減少している。又，ボイド率は圧力が最高になる付近の時刻から上昇し，圧力の減少にともなって急速に100%に近付く。

なお，本計算例のインプットおよびアウトプットの詳細を，サンプル計算例として付録2に示す。

Case4. 冷却材を水とした場合の計算

Case 1.と同じ流路条件で，燃料粒子径を0.5 mmとし，冷却材を水とした場合の計算である。燃料・冷却材間の熱伝達率としては，サブクール度が大きい場合の膜沸騰熱伝達を想定して，一定値1000 kcal／m^2 hr℃ を入力した。破壊領域内の状態および冷却材スラグの運動の計算結果を図8および図9に示す。同じ燃料粒子径のナトリウム冷却材の計算結果は図4の②の曲線として示されているが，これに比べ，冷却材を水とした場合には，燃料・冷却材間の熱伝達率が小さいために最大圧力が小さく，又，最大圧力到達時間もより長くなっていることがわかる。主要なインプット値を以下に示す。

チャンネル長さ　：　2.0 m（L_1 = 1.0m，L_2 = 1.0m）
破壊領域長さ　：　0.3 m
燃料／冷却材比　：　1：0.855
冷却水初期温度　：　20℃
冷却水初期流速　：　0 m／s
流路出口圧力　：　1 kg／cm^2

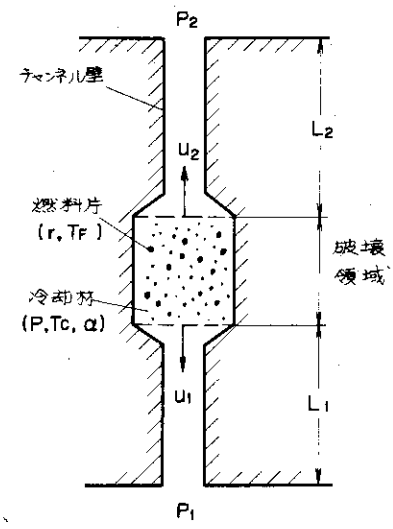

図3 計 算 モ デ ル

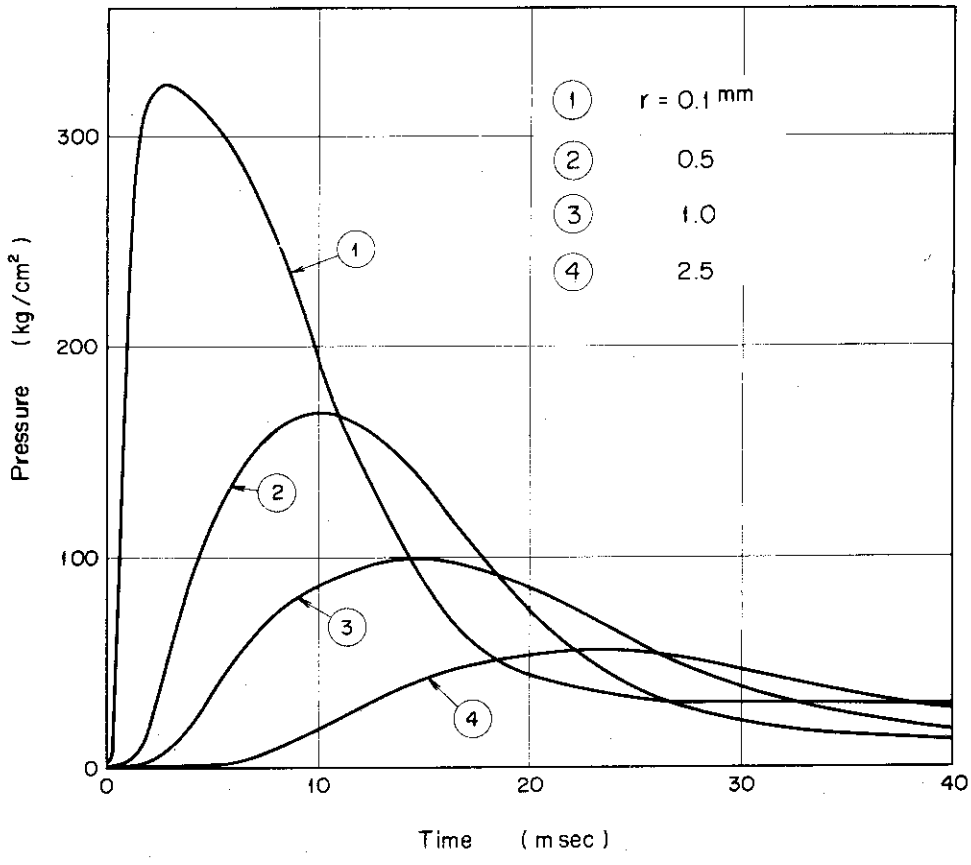

図4 燃料粒子径に応じた圧力発生挙動の違い

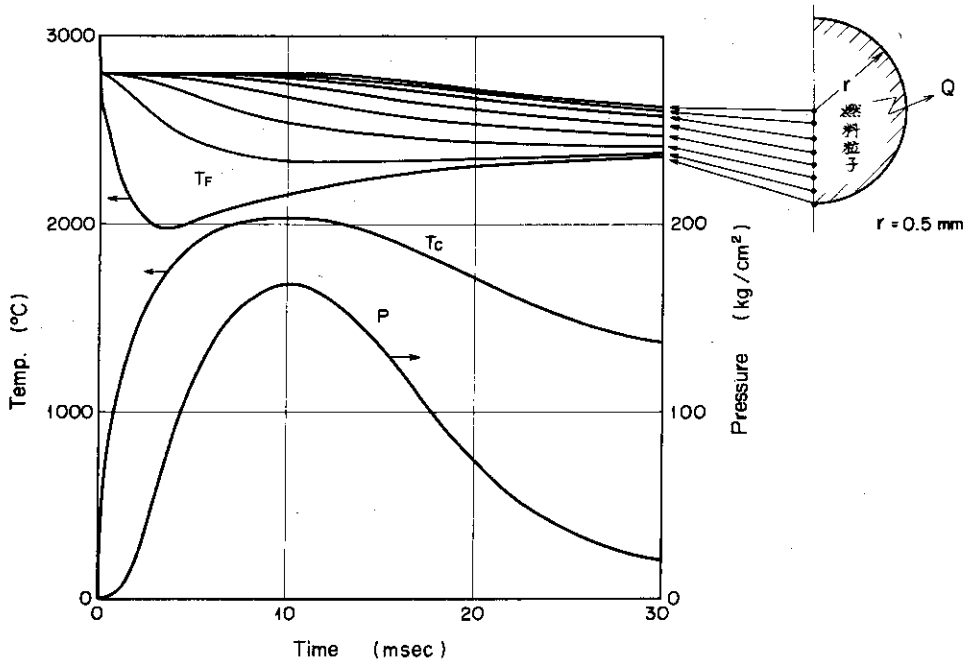

図 5　　燃料粒子内の温度分布変化　（粒子半径 0.5 mm の場合）

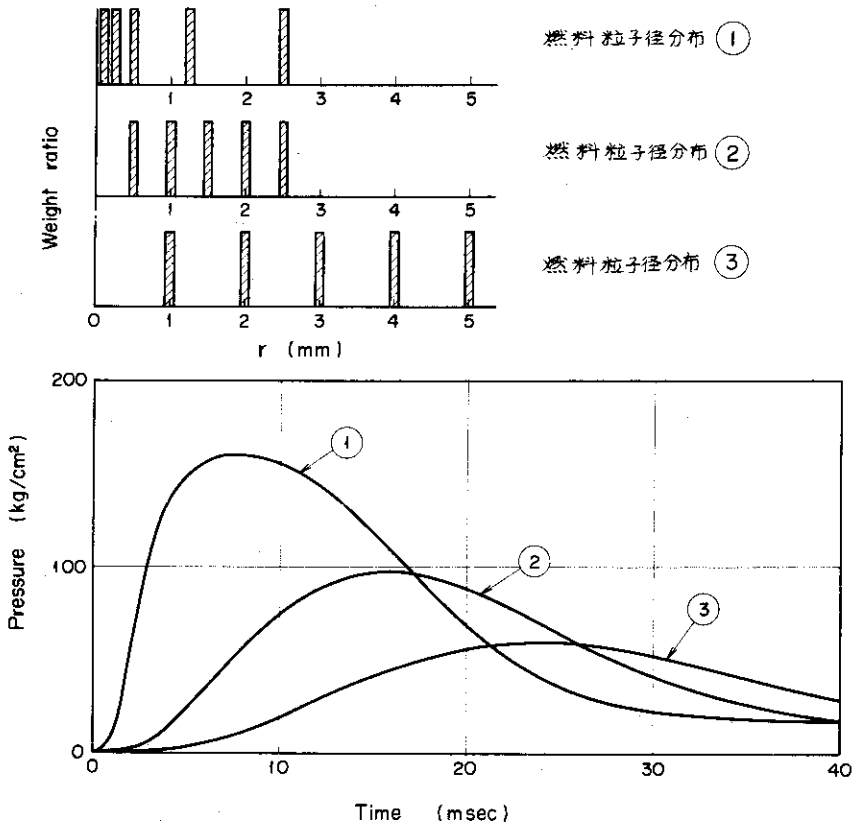

図 6　　燃料粒子径分布に応じた圧力発生挙動の違い

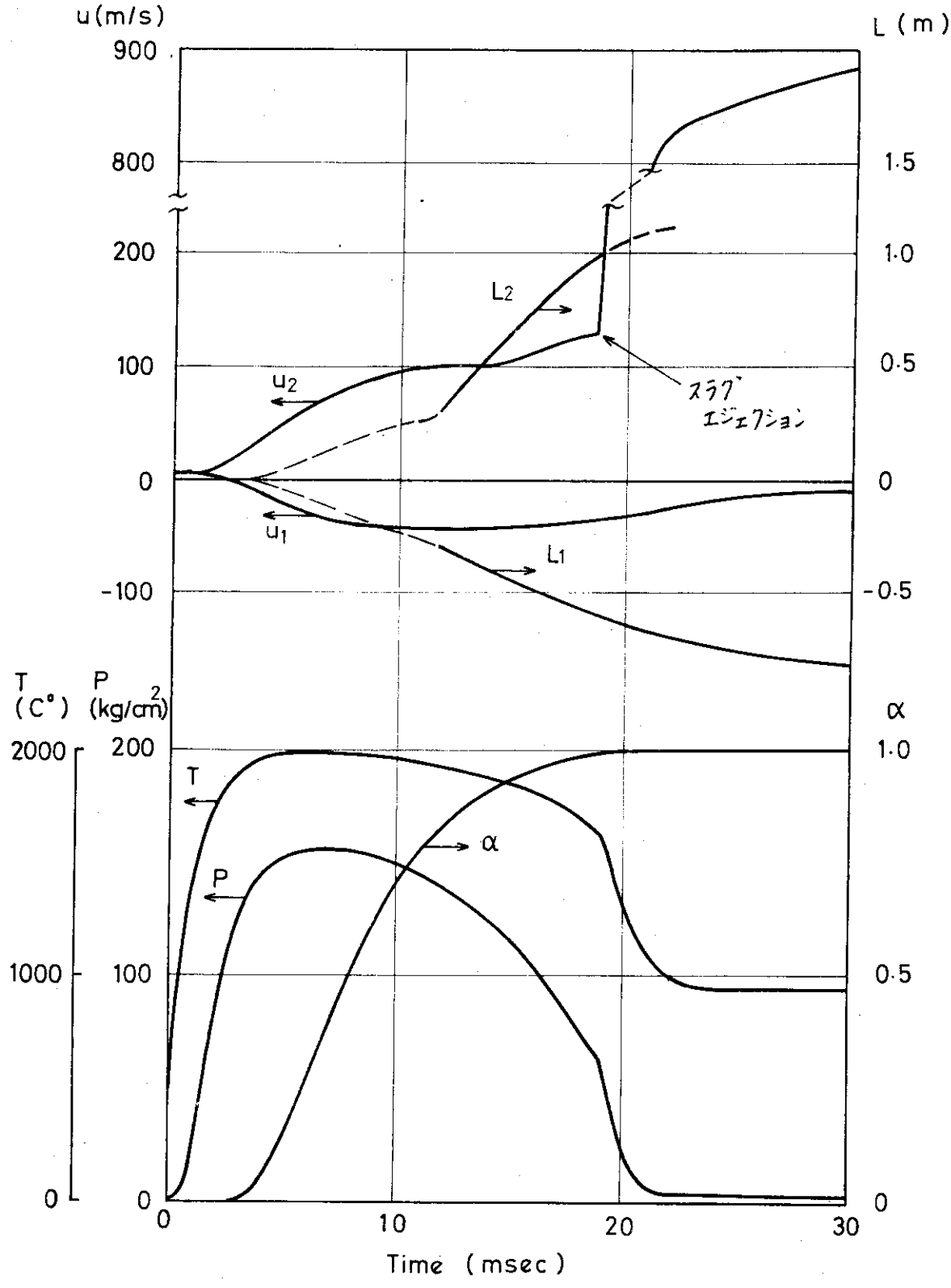

図7　PULSE-2コード計算結果の例（case 3）

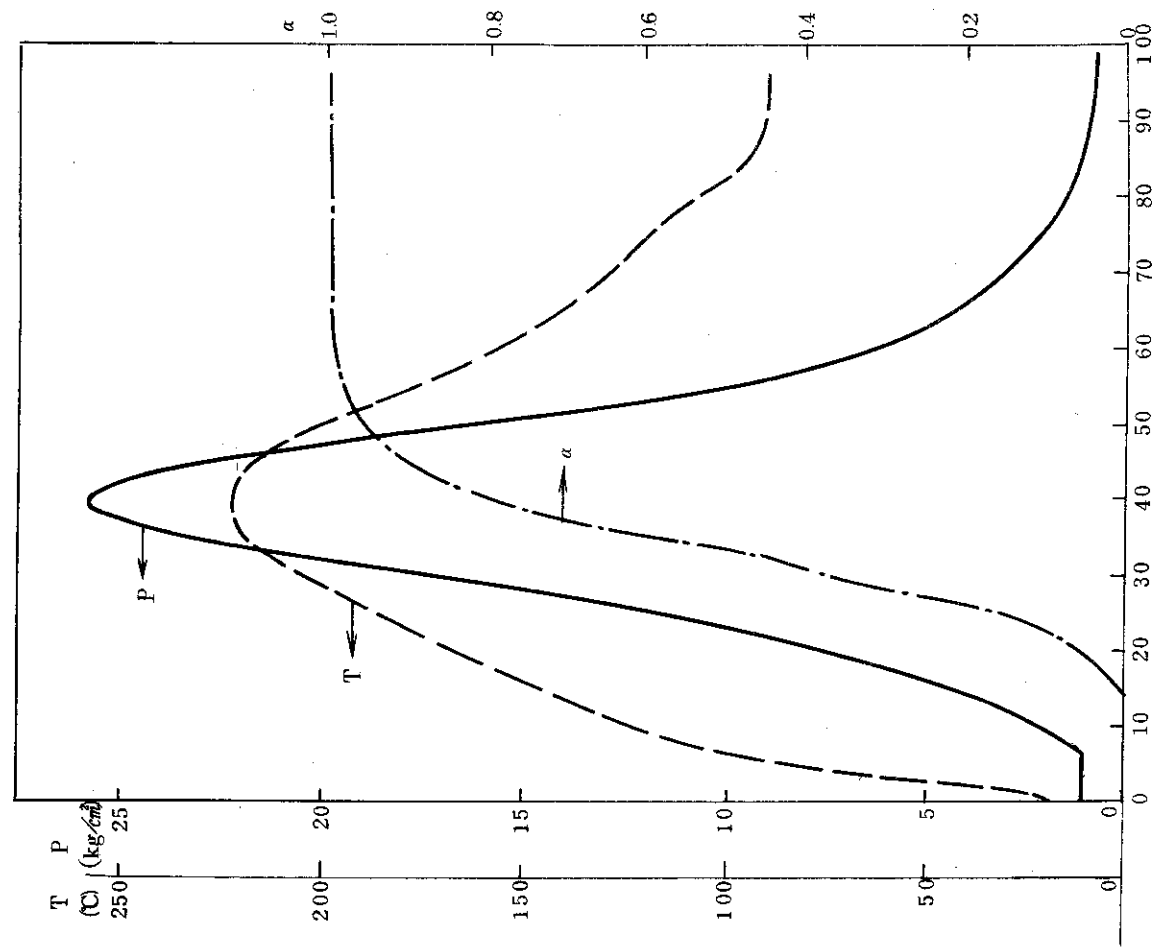

図9 PULSE-2 コード計算結果 (Case 4)

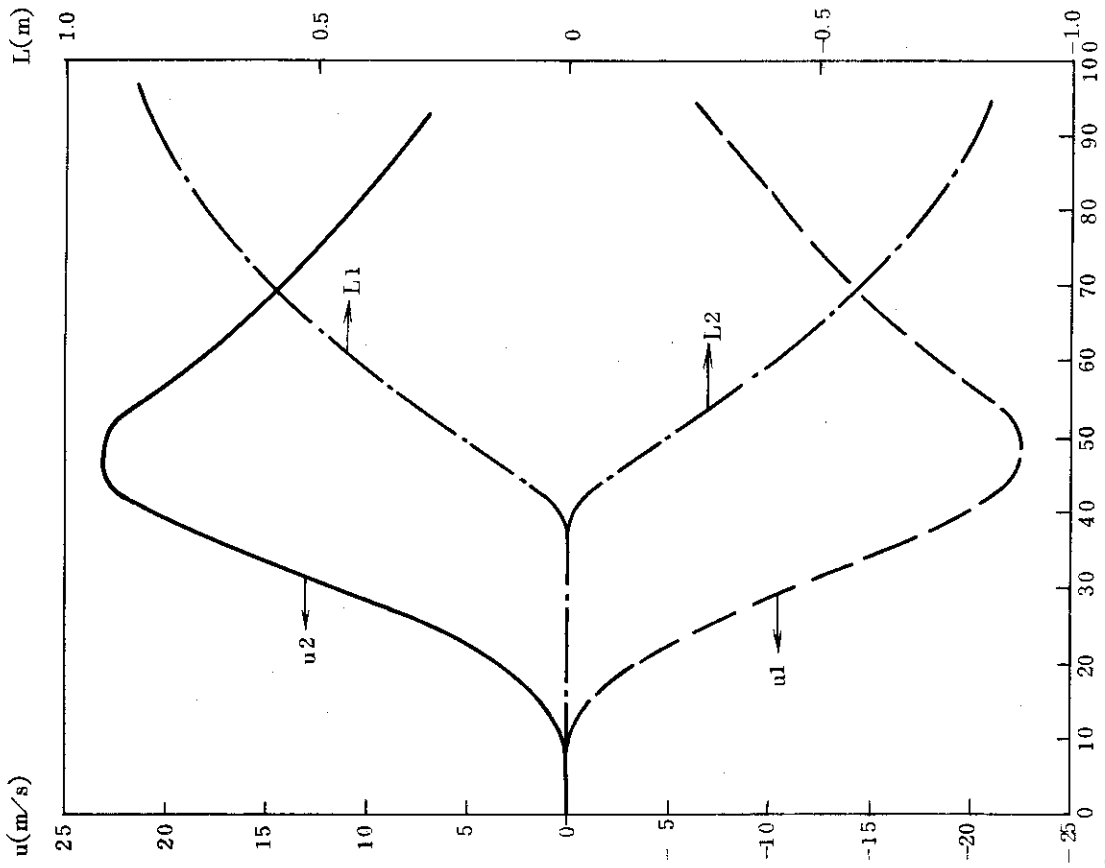

図8 PULSE-2 コード計算結果 (Case 4)

付録 2. サンプル計算

付録 1 の Case 4 として示した計算をサンプル計算として，インプットおよびアウトプットの詳細を以下に示す。

INPUT DATA SHEET

PAGE OF

氏名	日付 / /	プログラム名	JOB NO.	カード色指定	PUNCH 73−80
所属	電話	PULSE−2， サンプル計算 研究テーマ番号	IBJOB DECKNAME	備考	YES ☐ NO ☐

```
         1         2         3         4         5         6         7       8
12345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
     4     1                                                               100
 1.0     E-4 1.0     E-3 2.0     E-11.0          1.1     E-1               200
     1     1                                                               300
 1.0         1.93    E-3 3.21    E-31.0          5.0     E-1               401
 1.0         1.93    E-3 3.21    E-35.0      E-1 1.0                       451
 3.0     E-1 1.65    E-3 0.0        1.0                                    500
 2.0     E 1 2.8     E 3 1.4     E 31.0          0.0                       600
 3.0     E-1 1.0         1.0     E 1                                       700
     1                                                                     800
 5.0     E-4 1.0             8     0                                       801
```

共通E 173

*73〜75: DATA I.D./76〜80: SEQUENTIAL NUMBER

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 1

* INPUT DATA LIST *

TIME CONTROL DATA

DELT (SEC)	PDELT (SEC)	PTIME (SEC)	HTIME (SEC)	FTIME (SEC)
1.00000E-04	1.00000E-03	2.00000E-01	1.00000E+00	1.10000E-01

CHANNEL DIMESION,

KR1	CL1 (M)	SC1 (M)	DE1 (M)	* SS1	Z1	ZR1	KR1
1	1.00000E+00	1.93000E-03	3.21000E-03	1.00000E+00	1.00000E+00	5.00000E-01	1

KR2	CL2 (M)	SC2 (M)	DE2 (M)	* SS2	Z2	ZR2	KR2
1	1.00000E+00	1.93000E-03	3.21000E-03	1.00000E+00	5.00000E-01	1.00000E+00	1

RUPTURE DIMENSION

CL0 (M)	SF0 (M)	TK0 (M2)	* SC0 (M2)	FRCT	* WF (M3)	* WK (M3)	* WC (M3)
5.00000E-01	1.65000E-05	0.	1.93000E-03	1.00000E+00	4.95000E-04	0.	5.79000E-04

INITIAL CONDITION

TC0 (C)	TF1 (C)	TF2 (C)	P0 (KG/CM2)	* P1 (KG/CM2)	U0 (M/SEC)
2.00000E+01	2.00000E+03	1.40000E+03	1.00000E+00	1.00000E+00	0.

HEAT TRANSFER PARAMETER

HH (KCAL/M2.S.C)	HN	TSP (C)	KF0	TF0 (C)	HHF (KCAL/M2.S.C)	HHF
3.00000E-01	1.00000E+00	1.00000E+01	-0	0.	0.	0.

PARTICLE SIZE DISTRIBUTION

IR	* (M)	WF	NR	NREG	* SURFACE AREA (M2)	* PARTICLE NUMBER
1	5.00000E-04	1.00000E+00	9	0	2.97000E+00	9.45378E+05

PARTICLE RADIAL MESH *

IR / N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	// IR
1	5.000E-04	4.375E-04	3.750E-04	3.125E-04	2.500E-04	1.875E-04	1.250E-04	6.250E-05	0.	0.	1

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 2

* QUADRATIC EXPRESSION * 20.00 - 100.00

DL = 1.8022E+01 + -1.3115E-01 T + -3.0999E-03 T**2 (KG/M3)
DV = 1.1922E-01 + 5.4917E-03 T + 1.1084E-04 T**2 (KG/M3)
ESL = 1.9995E-01 + 9.9156E-01 T + 6.9434E-05 T**2 (KCAL/KG)
ESV = 5.9692E+02 + 4.5434E-01 T + -3.4997E-04 T**2 (KCAL/KG)

AC0 = 1.9990E+02 AC1 = 9.9362E+02 AC2 = -6.1076E-02 AC3 = -3.0816E-03 AC4 = -2.1517E-07
B00 = 7.1167E+01 B01 = -3.4200E+00 B02 = 6.3194E-02 B03 = 5.2652E-05 B04 = -3.8794E-08
DA0 = -1.3115E-01 DA1 = -6.1374E-03 DA2 = -6.4917E-03 DA3 = 2.2175E-04
DAC0= 9.9362E+02 DAC1= -1.2215E-01 DAC2= -9.2455E-03 DAC3= -8.6059E-07
D000= -3.8209E+00 D001= 1.2630E-01 D002 = 1.5795E-04 D003= -1.9517E-07

* QUADRATIC EXPRESSION * 100.00 - 200.00

DL = 1.8080E+01 + -2.7444E-01 T + -2.1035E-03 T**2 (KG/M3)
DV = 7.1321E+00 + -1.3150E-01 T + 6.7263E-04 T**2 (KG/M3)
ESL = 3.5658E+00 + 9.3164E-01 T + 3.3916E-04 T**2 (KCAL/KG)
ESV = 5.8745E+02 + 6.2615E-01 T + -1.1378E-03 T**2 (KCAL/KG)

AC0 = 3.5965E+01 AC1 = 9.3616E+02 AC2 = 7.4661E-02 AC3 = -2.1380E-03 AC4 = -7.4396E-07
B00 = 4.1898E+03 B01 = -7.2790E+01 B02 = 3.0468E-01 B03 = 5.7080E-04 B04 = -7.6533E-07
DA0 = -2.7944E-01 DA1 = -4.3370E-03 DA2 = -1.3150E-01 DA3 = 1.3452E-03
DAC0= 9.3616E+02 DAC1= 1.4032E-01 DAC2= -6.4141E-03 DAC3= -2.9754E-06
D000= -7.2790E+01 D001= 6.0337E-01 D002 = 1.7124E-03 D003= -3.8613E-06

* QUADRATIC EXPRESSION * 200.00 - 240.00

DL = 9.8168E+02 + -1.0880E-12 T + -2.8778E-03 T**2 (KG/M3)
DV = 4.6497E+01 + -5.7857E-01 T + 1.7274E-03 T**2 (KG/M3)
ESL = 1.7036E+01 + 7.0147E-01 T + 7.0259E-04 T**2 (KCAL/KG)
ESV = 5.4098E+02 + 1.0180E+00 T + -2.1634E-03 T**2 (KCAL/KG)

AC0 = 1.6724E+04 AC1 = 7.7590E+02 AC2 = 6.3533E-01 AC3 = -2.2243E-03 AC4 = -2.0295E-06
B00 = 2.5562E+04 B01 = -2.4454E+02 B02 = 3.0117E-01 B03 = 2.9237E-03 B04 = -3.7373E-06
DA0 = -1.0080E-02 DA1 = -5.7555E-03 DA2 = -5.3957E-01 DA3 = 3.4547E-03
DAC0= 7.7590E+02 DAC1= 1.2706E+00 DAC2= -6.9544E-03 DAC3= -9.1193E-06
D000= -2.4456E+02 D001= 6.0217E-01 D002 = 8.7713E-03 D003= -1.4946E-05

* QUADRATIC EXPRESSION * 240.00 - 280.00

DL = 8.8094E+02 + -9.1639E-01 T + -4.6574E-03 T**2 (KG/M3)
DV = 1.2956E+02 + -1.2164E+00 T + 3.1262E-03 T**2 (KG/M3)
ESL = 5.4780E+01 + 4.7329E-01 T + 1.3771E-03 T**2 (KCAL/KG)
ESV = 4.8821E+02 + 1.5256E+00 T + -3.2139E-03 T**2 (KCAL/KG)

AC0 = 4.8260E+04 AC1 = 4.6160E+02 AC2 = 1.3489E+00 AC3 = -1.8397E-03 AC4 = -6.2992E-06
B00 = 6.2314E+04 B01 = -3.0720E+02 B02 = -7.4736E-01 B03 = 5.6949E-03 B04 = -1.0086E-05
DA0 = 5.1634E-01 DA1 = -9.1440E-03 DA2 = -1.2164E+00 DA3 = 6.2924E-03
DAC0= 4.6160E+02 DAC1= 2.6727E+00 DAC2= -3.1191E-03 DAC3= -2.5196E-05
D000= -1.9720E+02 D001= -1.4974E+00 D002 = 2.6084E-02 D003= -4.0259E-05

* QUADRATIC EXPRESSION * 280.00 - 320.00

DL = 5.9428E+02 + 2.4612E+00 T + -8.2173E-03 T**2 (KG/M3)
DV = 4.3041E+02 + -7.7763E+00 T + 6.8356E-03 T**2 (KG/M3)
ESL = 1.4078E+02 + -1.7751E-01 T + 2.4471E-03 T**2 (KCAL/KG)
ESV = 3.1476E+02 + 2.7549E+00 T + -5.3911E-03 T**2 (KCAL/KG)

AC0 = 5.3655E+04 AC1 = 7.2332E+02 AC2 = -8.4610E-02 AC3 = 8.0951E-03 AC4 = -2.3108E-05
B00 = 1.3560E+05 B01 = 1.3315E+02 B02 = -9.3763E+00 B03 = 3.7006E-02 B04 = -3.7104E-05
DA0 = 2.8601E+00 DA1 = -1.6434E-02 DA2 = -3.3476E+00 DA3 = 1.3771E-02
DAC0= 3.2332E+02 DAC1= -1.4322E-01 DAC2= 2.4288E-02 DAC3= -9.0432E-05
D000= 1.3315E+02 D001= -1.4792E+01 D002 = 1.1102E-01 D003= -1.4540E-04

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 3

```
 * QUADRATIC EXPRESSION *                  320.00  -  340.00
DL  =  3.17661E+02 +  4.59526E+00 T + -1.09469E-02 T**2   (KG/M3)
DV  =  1.49645E+01 + -9.95634E+00 T +  1.72303E-02 T**2   (KG/M3)
ESL =  4.93409E+02 + -2.27741E+00 T +  5.79714E-03 T**2   (KCAL/KG)
ESV = -2.63438E+02 +  5.77301E+00 T + -1.10555E-02 T**2   (KCAL/KG)

AC0 =  1.53960E+05  AC1 =  1.49319E+03  AC2 = -1.39167E+01  AC3 =  5.19728E-02  AC4 = -6.34607E-05
BD0 = -3.91586E+05  BD1 =  1.29960E+04  BD2 = -8.44244E+01  BD3 =  2.19891E-01  BD4 = -1.90489E-04
DA0 =  4.59575E+00  DA1 = -2.18938E-02  DA2 = -9.95634E+00  DA3 =  3.44605E-02
DAC0=  1.49913E+03  DAC1= -2.79339E+01  DAC2=  1.54718E-01  DAC3= -2.53843E-04
DBD0=  1.20960E+04  DBD1= -1.68849E+02  DBD2=  6.59643E-01  DBD3= -7.61957E-04

 * QUADRATIC EXPRESSION *                  340.00  -  360.00
DL  = -1.60439E+03 +  1.58163E+01 T + -2.73249E-02 T**2   (KG/M3)
DV  =  6.08713E+03 + -3.67829E+01 T +  5.63811E-02 T**2   (KG/M3)
ESL =  1.74149E+03 + -9.47459E+00 T +  1.55544E-02 T**2   (KCAL/KG)
ESV = -2.32309E+03 +  1.84159E+01 T + -2.36564E-02 T**2   (KCAL/KG)

AC0 = -2.79402E+06  AC1 =  4.30015E+04  AC2 = -2.26529E+02  AC3 =  5.29093E-01  AC4 = -4.52347E-04
BD0 = -1.41293E+07  BD1 =  1.97457E+05  BD2 = -9.82659E+02  BD3 =  2.09237E+00  BD4 = -1.61568E-03
DA0 =  1.58163E+01  DA1 = -5.46497E-02  DA2 = -3.67829E+01  DA3 =  1.12762E-01
DAC0=  4.30015E+04  DAC1= -4.53058E+02  DAC2=  1.57528E+00  DAC3= -1.80939E-03
DBD0=  1.97457E+05  DBD1= -1.96532E+03  DBD2=  6.27712E+00  DBD3= -6.46272E-03

 * QUADRATIC EXPRESSION *                  360.00  -  370.00
DL  = -5.56931E+03 +  7.79184E+01 T + -5.91952E-02 T**2   (KG/M3)
DV  =  3.30927E+04 + -1.91796E+02 T +  2.71405E-01 T**2   (KG/M3)
ESL =  5.13045E+03 + -2.97551E+01 T +  4.29492E-02 T**2   (KCAL/KG)
ESV = -9.14465E+03 +  5.64694E+01 T + -8.17124E-02 T**2   (KCAL/KG)

AC0 = -2.85720E+07  AC1 =  3.54634E+05  AC2 = -1.62755E+03  AC3 =  3.29819E+00  AC4 = -2.49361E-03
BD0 = -3.12119E+08  BD1 =  3.69056E+06  BD2 = -1.61002E+04  BD3 =  3.09992E+01  BD4 = -2.21771E-02
DA0 =  3.79184E+01  DA1 = -1.16391E-01  DA2 = -1.91796E+02  DA3 =  5.42809E-01
DAC0=  3.54634E+05  DAC1= -3.25511E+03  DAC2=  9.99453E+00  DAC3= -9.97446E-03
DBD0=  3.69056E+06  DBD1= -3.22003E+04  DBD2=  9.29949E+01  DBD3= -8.87095E-02

 * QUADRATIC EXPRESSION *                  370.00  -  374.15
DL  =  3.13856E+05 + -1.69750E+03 T +  2.27930E+00 T**2   (KG/M3)
DV  = -1.07909E+05 +  5.94500E+02 T + -7.97109E-01 T**2   (KG/M3)
ESL = -8.01280E+04 +  4.78500E+02 T + -5.83984E-01 T**2   (KCAL/KG)
ESV =  7.89809E+04 + -4.15500E+02 T +  5.72266E-01 T**2   (KCAL/KG)

AC0 = -2.51487E+10  AC1 =  2.72842E+08  AC2 = -1.10589E+06  AC3 =  1.98495E+03  AC4 = -1.33107E+00
BD0 = -9.42519E+09  BD1 =  9.04719E+07  BD2 = -3.65067E+05  BD3 =  6.61533E+02  BD4 = -4.50436E-01
DA0 = -1.69750E+03  DA1 =  4.55859E+00  DA2 =  5.94500E+02  DA3 = -1.57422E+00
DAC0=  2.72842E+08  DAC1= -2.21178E+06  DAC2=  5.95454E+03  DAC3= -5.32430E+00
DBD0=  9.04719E+07  DBD1= -7.32134E+05  DBD2=  1.98460E+03  DBD3= -1.80174E+00
```

PHYSICAL PROPERTIES USED

TEMP. (C)	PSAT (KG/CM2)	DL (KG/M3)	DV (KG/M3)	ESL (KCAL/KG)	ESV (KCAL/KG)
3.70000E+02	2.14478E+02	5.03630E+02	2.11742E+02	4.46531E+02	5.62214E+02
3.70461E+02	2.15858E+02	5.01256E+02	2.16432E+02	4.48031E+02	5.60343E+02
3.70922E+02	2.17055E+02	4.98856E+02	2.21388E+02	4.49557E+02	5.58418E+02
3.71383E+02	2.18270E+02	4.96431E+02	2.26635E+02	4.51110E+02	5.56435E+02
3.71844E+02	2.19491E+02	4.93992E+02	2.32206E+02	4.52691E+02	5.54392E+02
3.72306E+02	2.20700E+02	4.91509E+02	2.38139E+02	4.54300E+02	5.52237E+02
3.72767E+02	2.21926E+02	4.89012E+02	2.44447E+02	4.55939E+02	5.50116E+02
3.73228E+02	2.23160E+02	4.86492E+02	2.51201E+02	4.57608E+02	5.47876E+02
3.73689E+02	2.24401E+02	4.83949E+02	2.58442E+02	4.59308E+02	5.45564E+02
3.74150E+02	2.25650E+02	3.15457E+02	3.15457E+02	5.03340E+02	5.03340E+02

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 4

** PHYSICAL PROPERTY TABLE **

TEMP (C)	RHOL (KG/M3)	RHOV (KG/M3)	HL (KCAL/KG)	HV (KCAL/KG)	PSAT (KG/CM2)
1.00000E+02	9.59312E+02	5.97954E-01	1.00063E+02	6.38827E+02	1.03323E+00
1.06000E+02	9.53012E+02	7.27800E-01	1.06117E+02	6.41069E+02	1.27507E+00
1.12000E+02	9.49757E+02	8.79824E-01	1.12194E+02	6.43261E+02	1.56180E+00
1.18000E+02	9.44639E+02	1.05662E+00	1.18262E+02	6.45403E+02	1.89949E+00
1.24000E+02	9.39772E+02	1.26100E+00	1.24355E+02	6.47499E+02	2.29468E+00
1.30000E+02	9.34757E+02	1.49632E+00	1.30463E+02	6.49515E+02	2.75443E+00
1.36000E+02	9.29583E+02	1.76562E+00	1.36587E+02	6.51476E+02	3.28627E+00
1.42000E+02	9.24260E+02	2.07753E+00	1.42729E+02	6.53369E+02	3.89820E+00
1.48000E+02	9.18785E+02	2.42083E+00	1.48891E+02	6.55196E+02	4.59875E+00
1.54000E+02	9.13155E+02	2.81453E+00	1.55074E+02	6.56924E+02	5.39589E+00
1.60000E+02	9.07368E+02	3.25703E+00	1.61281E+02	6.58578E+02	6.30210E+00
1.66000E+02	9.01422E+02	3.75560E+00	1.67516E+02	6.60141E+02	7.32433E+00
1.72000E+02	8.95315E+02	4.31244E+00	1.73784E+02	6.61610E+02	8.47398E+00
1.78000E+02	8.89042E+02	4.93367E+00	1.80089E+02	6.62973E+02	9.76195E+00
1.84000E+02	8.82601E+02	5.62490E+00	1.86430E+02	6.64239E+02	1.11996E+01
1.90000E+02	8.75998E+02	6.39214E+00	1.92809E+02	6.65387E+02	1.27987E+01
1.96000E+02	8.69199E+02	7.24189E+00	1.99224E+02	6.66416E+02	1.45715E+01
2.02000E+02	8.62229E+02	8.18111E+00	2.05683E+02	6.67320E+02	1.65307E+01
2.08000E+02	8.55074E+02	9.21749E+00	2.12187E+02	6.68091E+02	1.86896E+01
2.14000E+02	8.47727E+02	1.03500E+01	2.18729E+02	6.68722E+02	2.10617E+01
2.20000E+02	8.40192E+02	1.16145E+01	2.25290E+02	6.69206E+02	2.36603E+01
2.26000E+02	8.32432E+02	1.29935E+01	2.31915E+02	6.69535E+02	2.64997E+01
2.32000E+02	8.24466E+02	1.45066E+01	2.38593E+02	6.69693E+02	2.95945E+01
2.38000E+02	8.16274E+02	1.61656E+01	2.45363E+02	6.69591E+02	3.29596E+01
2.44000E+02	8.07839E+02	1.79834E+01	2.52209E+02	6.69499E+02	3.66107E+01
2.50000E+02	7.99146E+02	1.99743E+01	2.59136E+02	6.69111E+02	4.05637E+01
2.56000E+02	7.90173E+02	2.21569E+01	2.66151E+02	6.69515E+02	4.48351E+01
2.62000E+02	7.80994E+02	2.45459E+01	2.73261E+02	6.67701E+02	4.94420E+01
2.68000E+02	7.71270E+02	2.71657E+01	2.80473E+02	6.65549E+02	5.44021E+01
2.74000E+02	7.61293E+02	3.00498E+01	2.87792E+02	6.65346E+02	5.97337E+01
2.80000E+02	7.50997E+02	3.31972E+01	2.95227E+02	6.63773E+02	6.54559E+01
2.86000E+02	7.40348E+02	3.66706E+01	3.02787E+02	6.61910E+02	7.15885E+01
2.92000E+02	7.28702E+02	4.04997E+01	3.10483E+02	6.59735E+02	7.81520E+01
2.98000E+02	7.16913E+02	4.47317E+01	3.18329E+02	6.57221E+02	8.51680E+01
3.04000E+02	7.04340E+02	4.94241E+01	3.26340E+02	6.54339E+02	9.25588E+01
3.10000E+02	6.91246E+02	5.46479E+01	3.34537E+02	6.51049E+02	1.00648E+02
3.16000E+02	6.77505E+02	6.04034E+01	3.42947E+02	6.47304E+02	1.09160E+02
3.22000E+02	6.63091E+02	6.70786E+01	3.51607E+02	6.43349E+02	1.18220E+02
3.28000E+02	6.47079E+02	7.45629E+01	3.60570E+02	6.38159E+02	1.27856E+02
3.34000E+02	6.32119E+02	8.31714E+01	3.69910E+02	6.32563E+02	1.38097E+02
3.40000E+02	6.15399E+02	9.32391E+01	3.79742E+02	6.26044E+02	1.48976E+02
3.46000E+02	5.97593E+02	1.05294E+02	3.90236E+02	6.18339E+02	1.60530E+02
3.52000E+02	5.78279E+02	1.20231E+02	4.01649E+02	6.09029E+02	1.72805E+02
3.58000E+02	5.56784E+02	1.39717E+02	4.14377E+02	5.97453E+02	1.85860E+02
3.64000E+02	5.32199E+02	1.67246E+02	4.29025E+02	5.82506E+02	1.99773E+02
3.70000E+02	5.03630E+02	2.11742E+02	4.46531E+02	5.62214E+02	2.14478E+02

```
*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE     5

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 0.          SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     0

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 2.00000E+01 0.          0.          0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 0.          0.

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1

TIME = 1.10000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    11

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 3.38182E+01 4.22814E+06 4.67749E+03 0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.77851E+03 2.79706E+03 2.79973E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 4.22814E+06 4.67749E+03

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1

TIME = 2.20000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    22

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 4.76135E+01 4.18279E+06 9.30058E+03 0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.76325E+03 2.79120E+03 2.79940E+03 2.79930E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 4.18279E+06 9.30058E+03

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1

TIME = 3.30000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    33

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 6.14235E+01 4.14278E+06 1.38773E+04 0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.75124E+03 2.78439E+03 2.79604E+03 2.79919E+03 2.79999E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 4.14278E+06 1.38773E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1

TIME = 4.40000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    44

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 7.52761E+01 4.10576E+06 1.84119E+04 0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.74121E+03 2.77739E+03 2.79259E+03 2.79811E+03 2.79959E+03 2.79996E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 4.10576E+06 1.84119E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1


*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE     6

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 5.50000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    55

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 8.91950E+01 4.07054E+06 2.29070E+04 0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.73232E+03 2.77049E+03 2.78917E+03 2.79659E+03 2.79906E+03 2.79979E+03 2.80000E+03 2.80000E+03 4.07054E+06 2.29070E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1

TIME = 6.60000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    66

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00000E+00 1.03202E+02 4.03648E+06 2.73641E+04 0.        0.          0.          0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.72425E+03 2.76376E+03 2.78507E+03 2.79451E+03 2.79826E+03 2.79950E+03 2.79989E+03 2.80000E+03 4.03648E+06 2.73641E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01   1.00000E+00 1.00000E+00 0.          8.50000E-01    1

TIME = 7.70000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    77

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.56805E+00 1.12120E+02 4.00984E+06 3.17862E+04 0.       -3.05618E-02 1.38257E-02 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.71676E+03 2.75725E+03 2.78171E+03 2.79227E+03 2.79719E+03 2.79906E+03 2.79972E+03 2.79994E+03 4.00984E+06 3.17862E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   9.96792E-01 9.96790E-01-3.05618E-02 8.50000E-01   1.16664E+00 1.16664E+00 1.68257E-02 8.50000E-01    1

TIME = 8.80000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    88

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.82303E+00 1.16723E+02 3.99179E+06 3.61861E+04 0.       -1.14324E-01 9.12204E-02 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.70966E+03 2.75904E+03 2.77623E+03 2.78967E+03 2.79595E+03 2.79844E+03 2.79943E+03 2.79979E+03 3.99179E+06 3.61861E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.03364E+00 1.03361E+00-1.14324E-01 8.50000E-01   1.20372E+00 1.20372E+00 8.12204E-02 8.50000E-01    1

TIME = 9.90000E-03 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =    99

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.10987E+00 1.21129E+02 3.97425E+06 4.05665E+04 0.       -2.26292E-01 1.72013E-01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.70288E+03 2.74490E+03 2.77163E+03 2.78671E+03 2.79424E+03 2.79763E+03 2.79903E+03 2.79956E+03 3.97425E+06 4.05665E+04

  KR      P1.A        P1.B        UL1         CL1           P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.07403E+00 1.07400E+00-2.26292E-01 8.50000E-01   1.24527E+00 1.24520E+00 1.72013E-01 8.50000E-01    1
```

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 7

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 1.10000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 110

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
2.43132E+00	1.25978E+02	3.95714E+06	4.49279E+04	0.	-3.69763E-01	2.94503E-01	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.69635E+03 2.73492E+03 2.76697E+03 2.79354E+03 2.79238E+03 2.79661E+03 2.79848E+03 2.79923E+03 3.95714E+06 4.49279E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.12109E+00	1.12077E+00	-3.69763E-01	8.50000E-01	1.29163E+00	1.29163E+00	2.94503E-01	8.50000E-01	1

TIME = 1.21000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 121

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
2.79025E+00	1.30432E+02	3.94039E+06	4.92707E+04	0.	-5.48304E-01	4.52259E-01	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.69005E+03 2.73297E+03 2.76622E+03 2.79027E+03 2.79130E+03 2.79539E+03 2.79774E+03 2.79878E+03 3.94039E+06 4.92707E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.17257E+00	1.17185E+00	-5.48304E-01	8.50000E-01	1.34326E+00	1.34278E+00	4.52259E-01	8.50000E-01	1

TIME = 1.32000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 132

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
3.19963E+00	1.34971E+02	3.92325E+06	5.35951E+04	2.56979E-04	-7.65751E-01	6.49121E-01	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.68393E+03 2.72724E+03 2.75754E+03 2.77692E+03 2.78401E+03 2.79397E+03 2.79698E+03 2.79819E+03 3.92325E+06 5.35951E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.22984E+00	1.22843E+00	-7.65751E-01	8.50000E-01	1.40065E+00	1.39964E+00	6.49121E-01	8.50000E-01	1

TIME = 1.43000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 143

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
3.63258E+00	1.39496E+02	3.91015E+06	5.78979E+04	1.96844E-03	-1.82621E+00	6.89206E-01	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.67799E+03 2.72163E+03 2.75281E+03 2.77324E+03 2.78053E+03 2.79236E+03 2.79586E+03 2.79745E+03 3.91015E+06 5.78979E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.29345E+00	1.29090E+00	-1.82621E+00	8.50000E-01	1.46431E+00	1.46240E+00	6.89206E-01	8.50000E-01	1

TIME = 1.54000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 154

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
4.12198E+00	1.44805E+02	3.87202E+06	6.21723E+04	5.56407E-03	-1.33408E+00	1.17691E+00	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.67224E+03 2.71612E+03 2.74604E+03 2.76695E+03 2.78288E+03 2.79056E+03 2.79464E+03 2.79655E+03 3.87202E+06 6.21723E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.36397E+00	1.35964E+00	-1.33408E+00	8.50000E-01	1.53480E+00	1.53144E+00	1.17691E+00	8.50000E-01	1

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 8

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 1.65000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 165

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
4.66119E+00	1.46495E+02	3.83493E+06	6.64100E+04	1.43870E-02	-1.69442E+00	1.51690E+00	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.66670E+03 2.71873E+03 2.74336E+03 2.76579E+03 2.78009E+03 2.78858E+03 2.79324E+03 2.79548E+03 3.83493E+06 6.64100E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.44203E+00	1.43502E+00	-1.69442E+00	8.50000E-01	1.61274E+00	1.60713E+00	1.51690E+00	8.50000E-01	1

TIME = 1.76000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 176

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
5.25326E+00	1.52975E+02	3.79859E+06	7.04015E+04	1.97148E-02	-2.11095E+00	1.91411E+00	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.66138E+03 2.70545E+03 2.73466E+03 2.76193E+03 2.77715E+03 2.78643E+03 2.79167E+03 2.79425E+03 3.78854E+06 7.46015E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.52832E+00	1.51740E+00	-2.11095E+00	8.50000E-01	1.69839E+00	1.69804E+00	1.91411E+00	8.50000E-01	1

TIME = 1.87000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 187

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
5.90124E+00	1.57434E+02	3.73169E+06	7.47354E+04	3.11510E-02	-2.59003E+00	2.37372E+00	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.65630E+03 2.70030E+03 2.73394E+03 2.75933E+03 2.77411E+03 2.78413E+03 2.78993E+03 2.79234E+03 3.73160E+06 7.47354E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.62369E+00	1.60712E+00	-2.59003E+00	8.50000E-01	1.79372E+00	1.77990E+00	2.37372E+00	8.50000E-01	1

TIME = 1.98000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 198

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
6.60402E+00	1.61972E+02	3.66287E+06	7.88104E+04	4.59151E-02	-3.13669E+00	2.90115E+00	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.65149E+03 2.69529E+03 2.72735E+03 2.75439E+03 2.77033E+03 2.78165E+03 2.78502E+03 2.79127E+03 3.66287E+06 7.88104E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.72869E+00	1.70445E+00	-3.13684E+00	8.50000E-01	1.89853E+00	1.87761E+00	2.90115E+00	8.50000E-01	1

TIME = 2.09000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 209

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
7.37623E+00	1.66285E+02	3.59121E+06	8.27814E+04	6.41290E-02	-3.75645E+00	3.50199E+00	0.	0.

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.64697E+03 2.69043E+03 2.72476E+03 2.75019E+03 2.76767E+03 2.77903E+03 2.78596E+03 2.78953E+03 3.59121E+06 8.27814E+04

KR	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.94446E+00	1.80965E+00	-3.75646E+00	8.50000E-01	2.01341E+00	1.94320E+00	3.50199E+00	8.50000E-01	1

```
*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **        WATER          PAGE   9

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 2.20000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     220

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
8.28809E+00 1.79672E+02 3.48561E+06 8.66651E+04 8.64902E-02-4.45509E+00 4.18199E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.64278E+03 2.68574E+03 2.72024E+03 2.74510E+03 2.76432E+03 2.77638E+03 2.78379E+03 2.78763E+03 3.48561E+06 8.66651E+04

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   1.97188E+00 1.92284E+00-4.45509E+00 8.50000E-01     2.13998E+00 2.09681E+00 4.18199E+00 8.50000E-01    1

TIME = 2.31000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     231

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
9.19523E+00 1.75024E+02 3.37525E+06 9.04344E+04 1.12983E-01-5.23837E+00 4.94694E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.63994E+03 2.68125E+03 2.71580E+03 2.74200E+03 2.76091E+03 2.77359E+03 2.78140E+03 2.78558E+03 3.37525E+06 9.04344E+04

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.11198E+00 2.04407E+00-5.23837E+00 8.50000E-01     2.27900E+00 2.21850E+00 4.94694E+00 8.50000E-01    1

TIME = 2.42000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     242

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.00684E+01 1.79335E+02 3.24965E+06 9.40732E+04 1.43733E-01-6.05329E+00 5.80262E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.63550E+03 2.67696E+03 2.71145E+03 2.73809E+03 2.75743E+03 2.77062E+03 2.77891E+03 2.78338E+03 3.24965E+06 9.40732E+04

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.03271E+00 1.94147E+00-6.05329E+00 8.50000E-01     2.43150E+00 2.34814E+00 5.80262E+00 8.50000E-01    1

TIME = 2.53000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     253

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.10978E+01 1.83596E+02 3.11066E+06 9.75655E+04 1.78418E-01-6.83321E+00 6.57874E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.63247E+03 2.67292E+03 2.70720E+03 2.73410E+03 2.75390E+03 2.76759E+03 2.77630E+03 2.78105E+03 3.11066E+06 9.75655E+04

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.13477E+00 2.01839E+00-6.83321E+00 8.50000E-01     2.32182E+00 2.21402E+00 6.57874E+00 8.50000E-01    1

TIME = 2.64000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     264

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.21925E+01 1.87799E+02 2.96052E+06 1.00898E+05 2.16413E-01-7.66727E+00 7.41094E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.62987E+03 2.66912E+03 2.70308E+03 2.73015E+03 2.75034E+03 2.76448E+03 2.77358E+03 2.77858E+03 2.96052E+06 1.00898E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.23867E+00 2.09198E+00-7.66727E+00 8.50000E-01     2.42723E+00 2.29027E+00 7.41094E+00 8.50000E-01    1


*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **        WATER          PAGE  10

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 2.75000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     275

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.31495E+01 1.91931E+02 2.80023E+06 1.04059E+05 2.57459E-01-8.56254E+00 8.29623E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.62779E+03 2.66560E+03 2.69910E+03 2.72624E+03 2.74676E+03 2.76129E+03 2.77076E+03 2.77599E+03 2.80023E+06 1.04059E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.34358E+00 2.16086E+00-8.56254E+00 8.50000E-01     2.53353E+00 2.36171E+00 8.29623E+00 8.50000E-01    1

TIME = 2.86000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     286

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.45638E+01 1.95975E+02 2.63113E+06 1.07039E+05 3.01192E-01-9.48504E+00 9.23052E+00 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.62596E+03 2.66236E+03 2.69528E+03 2.72238E+03 2.74315E+03 2.75805E+03 2.76784E+03 2.77330E+03 2.63113E+06 1.07039E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.44847E+00 2.22350E+00-9.48504E+00 8.50000E-01     2.63969E+00 2.42675E+00 9.23052E+00 8.50000E-01    1

TIME = 2.97000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     297

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.58275E+01 1.99914E+02 2.45491E+06 1.09828E+05 3.47148E-01-1.04596E+01 1.02036E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.62466E+03 2.65942E+03 2.69164E+03 2.71865E+03 2.73957E+03 2.75475E+03 2.76484E+03 2.77050E+03 2.45491E+06 1.09828E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.56212E+00 2.27826E+00-1.04596E+01 8.50000E-01     2.74443E+00 2.48370E+00 1.02036E+01 8.50000E-01    1

TIME = 3.08000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     308

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.71116E+01 2.03672E+02 2.27339E+06 1.12420E+05 3.94936E-01-1.14693E+01 1.12231E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.62378E+03 2.65679E+03 2.68817E+03 2.71402E+03 2.73598E+03 2.75142E+03 2.76176E+03 2.76760E+03 2.27339E+06 1.12420E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.65075E+00 2.32113E+00-1.14693E+01 8.50000E-01     2.84398E+00 2.52950E+00 1.12231E+01 8.50000E-01    1

TIME = 3.19000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     319

P (KG/CM2)   TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA      U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.84058E+01 2.07241E+02 2.09884E+06 1.14810E+05 4.43531E-01-1.25046E+01 1.22646E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.62332E+03 2.65446E+03 2.68491E+03 2.71113E+03 2.73263E+03 2.74806E+03 2.75863E+03 2.76463E+03 2.09884E+06 1.14810E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2         CL2        KR
  1   2.74283E+00 2.35966E+00-1.25046E+01 8.50000E-01     2.93631E+00 2.55965E+00 1.22646E+01 8.50000E-01    1
```

```
*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***        ** CASE  1 **        WATER        PAGE   11

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 3.30000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      330

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.96856E+01 2.10587E+02 1.90368E+06 1.16997E+05 4.92763E-01-1.35553E+01 1.33229E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62329E+03 2.65245E+03 2.68135E+03 2.70735E+03 2.72391E+03 2.74469E+03 2.75544E+03 2.76159E+03 1.90368E+06 1.16997E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.92633E+00 2.36494E+00-1.35553E+01 8.50000E-01     3.02076E+00 2.57524E+00 1.33225E+01 8.50000E-01      1

TIME = 3.41000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      341

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.09248E+01 2.13663E+02 1.72036E+06 1.18389E+05 5.41625E-01-1.46095E+01 1.43548E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62353E+03 2.65075E+03 2.67301E+03 2.70451E+03 2.72549E+03 2.74131E+03 2.75221E+03 2.75848E+03 1.72036E+06 1.18980E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.89311E+00 2.36161E+00-1.46095E+01 8.50000E-01     3.09284E+00 2.57237E+00 1.43548E+01 8.50000E-01      1

TIME = 3.52000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      352

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.20883E+01 2.16435E+02 1.54133E+06 1.20765E+05 5.89493E-01-1.56535E+01 1.54375E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62414E+03 2.64934E+03 2.67539E+03 2.70129E+03 2.72205E+03 2.73795E+03 2.74896E+03 2.75533E+03 1.54133E+06 1.20765E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.95487E+00 2.37823E+00-1.56575E+01 8.50000E-01     3.14970E+00 2.55018E+00 1.54375E+01 8.50000E-01      1

TIME = 3.63000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      363

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.31377E+01 2.18836E+02 1.36890E+06 1.22356E+05 6.35705E-01-1.66723E+01 1.64651E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62504E+03 2.64822E+03 2.67399E+03 2.69923E+03 2.71973E+03 2.73460E+03 2.74569E+03 2.75213E+03 1.36890E+06 1.22356E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.99301E+00 2.29278E+00-1.66723E+01 8.50000E-01     3.19775E+00 2.50498E+00 1.64651E+01 8.50000E-01      1

TIME = 3.74000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      374

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.40317E+01 2.20915E+02 1.20516E+06 1.23763E+05 6.79551E-01-1.76489E+01 1.74508E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62618E+03 2.64738E+03 2.67192E+03 2.69531E+03 2.71549E+03 2.73128E+03 2.74241E+03 2.74891E+03 1.20516E+06 1.23763E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   3.00990E+00 2.22335E+00-1.76489E+01 8.50000E-01     3.20340E+00 2.43555E+00 1.74508E+01 8.50000E-01      1


*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***        ** CASE  1 **        WATER        PAGE   12

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 3.85000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      385

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.47293E+01 2.22321E+02 1.05190E+06 1.24996E+05 7.20950E-01-1.85658E+01 1.83766E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62752E+03 2.64678E+03 2.66795E+03 2.69255E+03 2.71234E+03 2.72801E+03 2.73913E+03 2.74567E+03 1.05190E+06 1.24996E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.99976E+00 2.12896E+00-1.85658E+01 8.50000E-01     3.19340E+00 2.34990E+00 1.83756E+01 8.50000E-01      1

TIME = 3.96000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      396

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.51933E+01 2.23304E+02 9.10528E+05 1.26067E+05 7.58867E-01-1.94058E+01 1.92244E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.62901E+03 2.64642E+03 2.66512E+03 2.68935E+03 2.70910E+03 2.72473E+03 2.73558E+03 2.74243E+03 9.10528E+05 1.26067E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.96161E+00 2.00973E+00-1.94059E+01 8.50000E-01     3.15526E+00 2.22116E+00 1.92244E+01 8.50000E-01      1

TIME = 4.07000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      407

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.53948E+01 2.23727E+02 7.82006E+05 1.26990E+05 7.93410E-01-2.01490E+01 1.99767E+01 0.          0.

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.63061E+03 2.64626E+03 2.66558E+03 2.68752E+03 2.70537E+03 2.72163E+03 2.72265E+03 2.73919E+03 7.82006E+05 1.26990E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.89469E+00 1.85719E+00-2.01490E+01 8.50000E-01     3.08779E+00 2.07791E+00 1.99767E+01 8.50000E-01      1

TIME = 4.18000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      418

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.53171E+01 2.23564E+02 6.66935E+05 1.27780E+05 8.24533E-01-2.08008E+01 2.06360E+01 1.64087E-02 1.62742E-02

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.63227E+03 2.64627E+03 2.66525E+03 2.68525E+03 2.70355E+03 2.71855E+03 2.72945E+03 2.73596E+03 6.66935E+05 1.27780E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.86464E+00 1.76966E+00-2.08008E+01 8.33591E-01     3.05327E+00 1.97471E+00 2.06360E+01 8.33726E-01      1

TIME = 4.29000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      429

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.49558E+01 2.22803E+02 5.64916E+05 1.28451E+05 8.51777E-01-2.13869E+01 2.12292E+01 3.95597E-02 3.92467E-02

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
2.63396E+03 2.64644E+03 2.66409E+03 2.68315E+03 2.70035E+03 2.71554E+03 2.72630E+03 2.73276E+03 5.64916E+05 1.28451E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1             P2.A        P2.B         UL2          CL2          KR
  1   2.82981E+00 1.67034E+00-2.13868E+01 8.10440E-01     3.01245E+00 1.87920E+00 2.12282E+01 8.10753E-01      1
```

```
*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE   13
* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 4.40000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      440

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.43209E+01 2.21444E+02 4.75757E+05 1.29018E+05 4.79709E-01-2.14915E+01 2.17382E+01 6.33199E-02 6.28350E-02

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.63565E+03 2.64673E+03 2.65313E+03 2.68128E+03 2.69829E+03 2.71262E+03 2.72321E+03 2.72960E+03 4.75757E+05 1.29018E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.76651E+00 1.55063E+00-2.14915E+01 7.86639E-01         2.94309E+00 1.74427E+00 2.17382E+01 7.87165E-01    1

TIME = 4.51000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      451

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.34376E+01 2.19506E+02 3.98655E+05 1.29434E+05 3.96379E-01-2.23016E+01 2.21524E+01 8.75938E-02 8.69421E-02

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.63730E+03 2.64713E+03 2.66227E+03 2.67941E+03 2.69585E+03 2.70979E+03 2.72018E+03 2.72648E+03 3.98655E+05 1.29494E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.67754E+00 1.41457E+00-2.27016E+01 7.62486E-01         2.84903E+00 1.60197E+00 2.21524E+01 7.63358E-01    1

TIME = 4.62000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      462

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.23436E+01 2.17027E+02 3.32716E+05 1.29932E+05 9.14024E-01-2.26075E+01 2.24616E+01 1.12273E-01 1.11458E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.63891E+03 2.64760E+03 2.65159E+03 2.67776E+03 2.69353E+03 2.70706E+03 2.71722E+03 2.72342E+03 3.32716E+05 1.29892E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.56713E+00 1.26909E+00-2.26076E+01 7.37727E-01         2.73153E+00 1.44927E+00 2.24616E+01 7.38542E-01    1

TIME = 4.73000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      473

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.10947E+01 2.14056E+02 2.76905E+05 1.30223E+05 9.28933E-01-2.29043E+01 2.26605E+01 1.37239E-01 1.36265E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64045E+03 2.64913E+03 2.66101E+03 2.67625E+03 2.69135E+03 2.70443E+03 2.71434E+03 2.72041E+03 2.76905E+05 1.30223E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.44035E+00 1.11743E+00-2.29043E+01 7.12761E-01         2.59870E+00 1.29243E+00 2.26605E+01 7.13735E-01    1

TIME = 4.84000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      484

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.97095E+01 2.10544E+02 2.30097E+05 1.30499E+05 9.41411E-01-2.28911E+01 2.27488E+01 1.62372E-01 1.61241E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64192E+03 2.64970E+03 2.66955E+03 2.67449E+03 2.68925E+03 2.70191E+03 2.71155E+03 2.71748E+03 2.30097E+05 1.30499E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.30254E+00 9.68367E-01-2.28911E+01 6.87628E-01         2.45449E+00 1.13726E+00 2.27488E+01 6.88759E-01    1


*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE   14
* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 4.95000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      495

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.82641E+01 2.06862E+02 1.91146E+05 1.30728E+05 9.51773E-01-2.28710E+01 2.27294E+01 1.87592E-01 1.86265E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64330E+03 2.64929E+03 2.65018E+03 2.67363E+03 2.68735E+03 2.69950E+03 2.70884E+03 2.71462E+03 1.91146E+05 1.30728E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.15863E+00 8.25695E-01-2.28710E+01 6.62448E-01         2.30506E+00 9.88570E-01 2.27294E+01 6.63735E-01    1

TIME = 5.06000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      506

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.67386E+01 2.02747E+02 1.58937E+05 1.30919E+05 9.60324E-01-2.27501E+01 2.26085E+01 2.12664E-01 2.11221E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64459E+03 2.64989E+03 2.65930E+03 2.67259E+03 2.68553E+03 2.69719E+03 2.70623E+03 2.71194E+03 1.58937E+05 1.30919E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   2.01262E+00 6.92706E-01-2.27501E+01 6.37336E-01         2.15325E+00 8.49694E-01 2.26095E+01 6.38779E-01    1

TIME = 5.17000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      517

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.52912E+01 1.99273E+02 1.32409E+05 1.31077E+05 9.67354E-01-2.25356E+01 2.23934E+01 2.37601E-01 2.36002E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64579E+03 2.65049E+03 2.65963E+03 2.67147E+03 2.68382E+03 2.69499E+03 2.70371E+03 2.70915E+03 1.32409E+05 1.31077E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.86397E+00 5.67766E-01-2.25356E+01 6.12399E-01         1.99892E+00 7.18982E-01 2.23934E+01 6.13998E-01    1

TIME = 5.28000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      528

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.38169E+01 1.95520E+02 1.10642E+05 1.31273E+05 9.73199E-01-2.22319E+01 2.20896E+01 2.62261E-01 2.60505E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64691E+03 2.65103E+03 2.65952E+03 2.67034E+03 2.68223E+03 2.69290E+03 2.70129E+03 2.70635E+03 1.10642E+05 1.31209E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.71552E+00 4.53199E-01-2.22319E+01 5.87739E-01         1.84495E+00 5.98936E-01 2.20846E+01 5.89495E-01    1

TIME = 5.39000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =      539

P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.24457E+01 [illegible] 9.23992E+04 1.31322E+05 9.77[illegible]E-01-2.18533E+01 2.17034E+01 2.86551E-01 2.84537E-01

FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-5) , Q(I) , SQ(I)
2.64794E+03 2.65156E+03 2.65941E+03 [illegible] [illegible] [illegible] 2.69857E+03 2.70404E+03 9.24492E+04 1.31320E+05

  KR      P1.A        P1.B         UL1         CL1                P2.A        P2.B        UL2         CL2         KR
  1   1.59291E+00 [illegible] [illegible] [illegible]         1.72635E+00 5.02504E-01 2.17084E+01 5.65363E-01    1
```

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 15

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 5.59000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 550

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
1.11922E+01	1.83971E+02	7.84246E+04	1.31413E+05	9.91507E-01	-2.41165E+01	2.12696E+01	3.10397E-01	3.08323E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.64990E+03	2.65222E+03	2.65734E+03	2.66933E+03	2.67035E+03	2.68904E+03	2.69675E+03	2.70163E+03	7.84246E+04	1.31413E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.46703E+00	2.94301E-01	-2.14166E+01	5.39603E-01	1.58582E+00	4.29077E-01	2.12696E+01	5.41677E-01	1

TIME = 5.61000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 561

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
1.00613E+01	1.79304E+02	6.66390E+04	1.31492E+05	9.84492E-01	-2.09375E+01	2.07880E+01	3.33743E-01	3.31506E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.64978E+03	2.65275E+03	2.65910E+03	2.66824E+03	2.67406E+03	2.68726E+03	2.69463E+03	2.69932E+03	6.66390E+04	1.31492E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.38816E+00	2.44863E-01	-2.03776E+01	5.16257E-01	1.49184E+00	3.76432E-01	2.07880E+01	5.18496E-01	1

TIME = 5.72000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 572

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
9.05866E+00	1.74770E+02	5.70217E+04	1.31559E+05	9.87213E-01	-2.04298E+01	2.02775E+01	3.56548E-01	3.54145E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65059E+03	2.65327E+03	2.65924E+03	2.66762E+03	2.67546E+03	2.68559E+03	2.69262E+03	2.69710E+03	5.70213E+04	1.31559E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.29526E+00	2.17355E-01	-2.04208E+01	4.93452E-01	1.39397E+00	3.41859E-01	2.02775E+01	4.95455E-01	1

TIME = 5.83000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 583

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
8.15362E+00	1.70396E+02	4.91537E+04	1.31617E+05	9.89272E-01	-1.99053E+01	1.97497E+01	3.78755E-01	3.76214E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65134E+03	2.65375E+03	2.65920E+03	2.66705E+03	2.67454E+03	2.68440E+03	2.69070E+03	2.69498E+03	4.91537E+04	1.31617E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.21656E+00	2.02850E-01	-1.99053E+01	4.71219E-01	1.32073E+00	3.22431E-01	1.97497E+01	4.73786E-01	1

TIME = 5.94000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 594

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
7.36979E+00	1.66201E+02	4.26970E+04	1.31667E+05	9.90958E-01	-1.93737E+01	1.92146E+01	4.00442E-01	3.97698E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65203E+03	2.65421E+03	2.65931E+03	2.66659E+03	2.67370E+03	2.68251E+03	2.68838E+03	2.69237E+03	4.26970E+04	1.31667E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.16122E+00	2.00048E-01	-1.93737E+01	4.49559E-01	1.26037E+00	3.15282E-01	1.92146E+01	4.52402E-01	1

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 16

* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 6.05000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 605

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
6.66170E+00	1.62194E+02	3.73783E+04	1.31711E+05	9.92345E-01	-1.88427E+01	1.86797E+01	4.21514E-01	4.18593E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65266E+03	2.65466E+03	2.65935E+03	2.66609E+03	2.67373E+03	2.68111E+03	2.68715E+03	2.69104E+03	3.73783E+04	1.31711E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.11653E+00	2.07639E-01	-1.88427E+01	4.29486E-01	1.21103E+00	3.12783E-01	1.86797E+01	4.31407E-01	1

TIME = 6.16000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 616

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
6.04573E+00	1.54374E+02	3.29787E+04	1.31750E+05	9.93491E-01	-1.83164E+01	1.81511E+01	4.42034E-01	4.38902E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65124E+03	2.65505E+03	2.65930E+03	2.66556E+03	2.67243E+03	2.67979E+03	2.68552E+03	2.68922E+03	3.29787E+04	1.31750E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.09109E+00	2.22006E-01	-1.83164E+01	4.07996E-01	1.17114E+00	3.27625E-01	1.81511E+01	4.11098E-01	1

TIME = 6.27000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 627

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
5.50276E+00	1.54741E+02	2.93233E+04	1.31784E+05	9.94442E-01	-1.79052E+01	1.76333E+01	4.61922E-01	4.58634E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65374E+03	2.65543E+03	2.65944E+03	2.66607E+03	2.67200E+03	2.67956E+03	2.68397E+03	2.68748E+03	2.93233E+04	1.31784E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.09532E+00	2.46135E-01	-1.79052E+01	3.98074E-01	1.13995E+00	3.42454E-01	1.76333E+01	3.91366E-01	1

TIME = 6.38030E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 638

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
5.82336E+00	1.51249E+02	2.62723E+04	1.31814E+05	9.95215E-01	-1.73061E+01	1.71294E+01	4.81292E-01	4.77902E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65428E+03	2.65574E+03	2.65940E+03	2.66602E+03	2.67122E+03	2.67740E+03	2.68251E+03	2.68594E+03	2.62723E+04	1.31814E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.07167E+00	2.69825E-01	-1.73061E+01	3.68719E-01	1.11310E+00	3.61456E-01	1.71294E+01	3.72198E-01	1

TIME = 6.49000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 649

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
4.59919E+00	1.48004E+02	2.31170E+04	1.31841E+05	9.95309E-01	-1.68235E+01	1.66416E+01	5.00100E-01	4.96424E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65473E+03	2.65612E+03	2.65965E+03	2.66601E+03	2.67150E+03	2.67831E+03	2.68114E+03	2.68429E+03	2.31170E+04	1.31841E+05

KP	P1.A	P1.B	UL1	CL1	P2.A	P2.B	UL2	CL2	KR
1	1.01513E+00	2.91575E-01	-1.68235E+01	3.49900E-01	1.09237E+00	3.83271E-01	1.66416E+01	3.51576E-01	1

```
 *** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE   17
 * OUT PUT DATA 1 *

 TIME = 6.60000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     660

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 4.22280E+00 1.44879E+02 2.15597E+04 1.31456E+05 9.96489E-01-1.53545E+01 1.61711E+01 5.18395E-01 5.14516E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65516E+03 2.65543E+03 2.65961E+03 2.66431E+03 2.66933E+03 2.67529E+03 2.67984E+03 2.68282E+03 2.15597E+04 1.31866E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    1.00259E+00 3.17561E-01-1.53596E+01 3.71605E-01         1.07572E+00 4.06230E-01 1.61711E+01 3.35484E-01    1

 TIME = 6.71000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     671

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 3.88769E+00 1.41903E+02 1.97349E+04 1.31899E+05 9.96331E-01-1.59121E+01 1.57187E+01 5.36187E-01 5.32099E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65555E+03 2.65672E+03 2.65967E+03 2.66405E+03 2.66921E+03 2.67433E+03 2.67862E+03 2.68143E+03 1.97349E+04 1.31889E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.93161E-01 3.45073E-01-1.59121E+01 3.13913E-01         1.06227E+00 4.29751E-01 1.57187E+01 3.17901E-01    1

 TIME = 6.82000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     682

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 3.58819E+00 1.39066E+02 1.81543E+04 1.31909E+05 9.97333E-01-1.54941E+01 1.52845E+01 5.53496E-01 5.49193E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65591E+03 2.65690E+03 2.65972E+03 2.66390E+03 2.66853E+03 2.67344E+03 2.67748E+03 2.68013E+03 1.81843E+04 1.31909E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.96133E-01 3.72494E-01-1.54941E+01 2.96504E-01         1.05129E+00 4.53260E-01 1.52845E+01 3.00807E-01    1

 TIME = 6.93000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     693

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 3.31943E+00 1.36347E+02 1.68605E+04 1.31929E+05 9.97576E-01-1.50744E+01 1.48673E+01 5.70343E-01 5.65817E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65624E+03 2.65724E+03 2.65978E+03 2.66359E+03 2.66809E+03 2.67260E+03 2.67640E+03 2.67890E+03 1.68605E+04 1.31923E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.80890E-01 3.99327E-01-1.50744E+01 2.70657E-01         1.04211E+00 4.76263E-01 1.48683E+01 2.84183E-01    1

 TIME = 7.04000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     704

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 3.07728E+00 1.33742E+02 1.57254E+04 1.31946E+05 9.97973E-01-1.46925E+01 1.44695E+01 5.86747E-01 5.81991E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65655E+03 2.65744E+03 2.65983E+03 2.66338E+03 2.66759E+03 2.67182E+03 2.67539E+03 2.67774E+03 1.57254E+04 1.31946E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.76876E-01 4.25217E-01-1.46925E+01 2.63253E-01         1.03425E+00 4.98396E-01 1.44695E+01 2.68009E-01    1


 *** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE   18
 * OUT PUT DATA 1 *

 TIME = 7.15000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     715

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 2.85786E+00 1.31236E+02 1.47481E+04 1.31963E+05 9.98223E-01-1.43975E+01 1.40973E+01 6.02727E-01 5.97734E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65683E+03 2.65769E+03 2.65990E+03 2.66319E+03 2.66713E+03 2.67109E+03 2.67444E+03 2.67665E+03 1.47481E+04 1.31963E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.73670E-01 4.49870E-01-1.43975E+01 2.47273E-01         1.02723E+00 5.19347E-01 1.40873E+01 2.52266E-01    1

 TIME = 7.26000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     726

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 2.65824E+00 1.28916E+02 1.39033E+04 1.31979E+05 9.98442E-01-1.39487E+01 1.37208E+01 6.18303E-01 6.13064E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65710E+03 2.65790E+03 2.65994E+03 2.66301E+03 2.66669E+03 2.67040E+03 2.67355E+03 2.67562E+03 1.39033E+04 1.31979E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.70961E-01 4.73049E-01-1.39487E+01 2.31697E-01         1.02064E+00 5.38879E-01 1.37208E+01 2.36936E-01    1

 TIME = 7.37000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     737

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 2.47558E+00 1.25465E+02 1.31704E+04 1.31994E+05 9.98631E-01-1.36047E+01 1.33688E+01 6.33491E-01 6.27997E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65734E+03 2.65809E+03 2.65998E+03 2.66285E+03 2.66629E+03 2.66976E+03 2.67271E+03 2.67466E+03 1.31704E+04 1.31994E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.68081E-01 4.94951E-01-1.36047E+01 2.15590E-01         1.01412E+00 5.56784E-01 1.33688E+01 2.22003E-01    1

 TIME = 7.48000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     748

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 2.30747E+00 1.24190E+02 1.25321E+04 1.32008E+05 9.98797E-01-1.32749E+01 1.30300E+01 6.48306E-01 6.42556E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65757E+03 2.65826E+03 2.66003E+03 2.66270E+03 2.66591E+03 2.66917E+03 2.67193E+03 2.67376E+03 1.25321E+04 1.32008E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.64971E-01 5.14182E-01-1.32749E+01 2.01694E-01         1.00729E+00 5.72461E-01 1.30300E+01 2.07450E-01    1

 TIME = 7.59000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     759

 P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
 2.15172E+00 1.21735E+02 1.19744E+04 1.32021E+05 9.98941E-01-1.29565E+01 1.27030E+01 6.62754E-01 6.56735E-01

 FUEL TEMPERATURES  TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)
 2.65774E+03 2.65843E+03 2.66007E+03 2.66256E+03 2.66557E+03 2.66861E+03 2.67120E+03 2.67292E+03 1.19744E+04 1.32021E+05

   KR       P1.A        P1.B        UL1         CL1                 P2.A        P2.B        UL2         CL2        KR
   1    9.61163E-01 5.31724E-01-1.29565E+01 1.87236E-01         9.99733E-01 5.86902E-01 1.27030E+01 1.93265E-01    1
```

```
*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE   19
* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 7.70000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     770
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
2.09636E+00 1.19716E+02 1.14954E+04 1.32274E+05 9.99962E-01-1.26403E+01 1.23863E+01 6.76877E-01 6.70565E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65797E+03 2.65953E+03 2.66111E+03 2.66244E+03 2.66524E+03 2.66803E+03 2.67051E+03 2.67212E+03 1.14954E+04 1.32034E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   9.55245E-01 5.45357E-01-1.26403E+01 1.73123E-01    9.91195E-01 5.98655E-01 1.23863E+01 1.79435E-01   1
TIME = 7.81000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     781
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.86949E+00 1.17504E+02 1.10553E+04 1.32095E+05 9.99190E-01-1.23509E+01 1.20780E+01 6.96656E-01 6.84050E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65815E+03 2.65972E+03 2.66015E+03 2.66232E+03 2.66434E+03 2.66763E+03 2.66987E+03 2.67138E+03 1.10553E+04 1.32046E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   9.49723E-01 5.52519E-01-1.23509E+01 1.70344E-01    9.31039E-01 6.07794E-01 1.20780E+01 1.65950E-01   1
TIME = 7.92000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     792
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.73921E+00 1.15272E+02 1.06759E+04 1.32058E+05 9.99279E-01-1.20595E+01 1.17761E+01 7.04111E-01 6.97200E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65832E+03 2.65895E+03 2.56019E+03 2.66221E+03 2.66455E+03 2.66714E+03 2.66927E+03 2.67059E+03 1.06758E+04 1.32058E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   9.40959E-01 5.63944E-01-1.20595E+01 1.45999E-01    9.68690E-01 6.13860E-01 1.17761E+01 1.52860E-01   1
TIME = 8.03000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     803
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.61342E+00 1.12982E+02 1.03492E+04 1.32170E+05 9.99356E-01-1.17724E+01 1.14789E+01 7.17246E-01 7.10019E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65847E+03 2.65897E+03 2.65120E+03 2.66211E+03 2.66439E+03 2.66672E+03 2.66871E+03 2.67003E+03 1.03402E+04 1.32070E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   9.29059E-01 5.74520E-01-1.17724E+01 1.32754E-01    9.53277E-01 6.16155E-01 1.14730E+01 1.39981E-01   1
TIME = 8.14000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     814
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.49945E+00 1.10574E+02 1.00423E+04 1.32081E+05 9.99444E-01-1.14865E+01 1.11807E+01 7.30067E-01 7.22511E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65861E+03 2.65906E+03 2.66125E+03 2.66231E+03 2.66414E+03 2.66632E+03 2.66818E+03 2.66942E+03 1.00423E+04 1.32081E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   9.12601E-01 5.75040E-01-1.14865E+01 1.19933E-01    9.33462E-01 6.13535E-01 1.11807E+01 1.27489E-01   1


*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 ***          ** CASE  1 **          WATER          PAGE   20
* OUT PUT DATA 1 *

TIME = 8.25000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     825
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.35321E+00 1.07353E+02 9.77727E+03 1.32092E+05 9.99514E-01-1.11974E+01 1.08798E+01 7.42573E-01 7.34675E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.65874E+03 2.65919E+03 2.66032E+03 2.66102E+03 2.66392E+03 2.66595E+03 2.66769E+03 2.66885E+03 9.77727E+03 1.32092E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   8.90140E-01 5.68291E-01-1.11974E+01 1.07427E-01    9.06991E-01 6.03892E-01 1.08798E+01 1.15325E-01   1
TIME = 8.36000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     836
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.22602E+00 1.04866E+02 9.54060E+03 1.32133E+05 9.99577E-01-1.09981E+01 1.05686E+01 7.54757E-01 7.46504E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65887E+03 2.65928E+03 2.66139E+03 2.66194E+03 2.66370E+03 2.66560E+03 2.56723E+03 2.66832E+03 9.54060E+03 1.32103E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   8.53259E-01 5.40207E-01-1.09981E+01 9.52432E-02    9.68399E-01 5.42364E-01 1.05686E+01 1.03496E-01   1
TIME = 8.47000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     847
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
1.04174E+00 1.09230E+02 9.32738E+03 1.32113E+05 9.99635E-01-1.05742E+01 1.02330E+01 7.66602E-01 7.57982E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.65898E+03 2.65937E+03 2.66032E+03 2.66176E+03 2.66350E+03 2.66524E+03 2.66690E+03 2.66732E+03 9.32738E+03 1.32113E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   7.84526E-01 4.93059E-01-1.05742E+01 8.33977E-02    7.98475E-01 5.38093E-01 1.02330E+01 9.20183E-02   1
TIME = 8.58000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     858
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
9.69640E-01 3.42302E+01 9.14291E+03 1.32121E+05 9.99593E-01-1.02206E+01 9.96840E+00 7.78074E-01 7.69073E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) , Q(I) , SQ(I)
2.65908E+03 2.65946E+03 2.66035E+03 2.66160E+03 2.66332E+03 2.66493E+03 2.66640E+03 2.66735E+03 9.14291E+03 1.32123E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   7.52075E-01 4.94779E-01-1.02206E+01 7.19261E-02    7.73567E-01 5.23993E-01 9.96840E+00 8.09270E-02   1
TIME = 8.69000E-02 SEC          DELT = 1.00000E-04 SEC          ITERATION NO =     869
P (KG/CM2)  TC  ( C )   QT (KCAL/S) SQT (KCAL)    ALFA       U1 (M/S)    U2 (M/S)    L1  ( M )   L2  ( M )
9.25922E-01 3.60301E+01 8.97989E+03 1.32133E+05 9.39726E-01-9.87934E+00 9.61591E+00 7.89152E-01 7.79769E-01
FUEL TEMPERATURES  TF(I+1-9) + Q(I) + SQ(I)
2.65918E+03 2.65953E+03 2.66037E+03 2.66162E+03 2.66314E+03 2.66469E+03 2.66603E+03 2.66631E+03 8.97989E+03 1.32133E+05
  KR      P1.A        P1.B         UL1          CL1            P2.A        P2.B         UL2          CL2        KR
  1   7.67833E-01 5.13603E-01-9.87934E+00 5.05379E-02    7.72344E-01 5.39385E-01 9.51591E+00 7.02314E-02   1
```

*** CALCULATION OF PRESSURE PULSE.....PULSE-2 *** ** CASE 1 ** WATER PAGE 23

* OUTPUT DATA 1 *

TIME = 8.80000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 880

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
8.85956E-01	9.57483E+01	9.63310E+03	1.32143E+05	9.99764E-01	-9.55146E+00	9.17490E+00	7.99481E-01	7.90482E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.66927E+03 2.65969E+03 2.66039E+03 2.66156E+03 2.66298E+03 2.66443E+03 2.66568E+03 2.66651E+03 8.83310E+03 1.32143E+05

KR	P1,A	P1,B	UL1	CL1	P2,A	P2,B	UL2	CL2	KR
1	7.64707E-01	5.30924E-01	-9.55140E+00	5.01189E-02	7.69797E-01	5.53482E-01	9.17490E+00	5.99183E-02	1

TIME = 8.91000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 891

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
8.51742E-01	9.46771E+01	9.70032E+03	1.32152E+05	9.99798E-01	-9.23380E+00	8.84392E+00	8.10244E-01	8.00024E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65935E+03 2.65967E+03 2.66040E+03 2.66159E+03 2.66243E+03 2.66418E+03 2.66535E+03 2.66612E+03 8.70042E+03 1.32152E+05

KR	P1,A	P1,B	UL1	CL1	P2,A	P2,B	UL2	CL2	KR
1	7.64605E-01	5.46103E-01	-9.27390E+00	5.97561E-02	7.66470E-01	5.65924E-01	8.84392E+00	4.99756E-02	1

TIME = 9.02000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 902

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
8.21796E-01	9.37099E+01	9.57966E+03	1.32162E+05	9.99826E-01	-8.92561E+00	8.52155E+00	8.20262E-01	8.09607E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65943F+03 2.65973F+03 2.66042F+03 2.66144F+03 2.66264F+03 2.66395E+03 2.66504F+03 2.66577E+03 8.57966E+03 1.32162E+05

KR	P1,A	P1,B	UL1	CL1	P2,A	P2,B	UL2	CL2	KR
1	7.63430E-01	5.59269E-01	-9.02551E+00	2.97394E-02	7.67258E-01	5.76043E-01	8.52155E+00	4.03931E-02	1

TIME = 9.13000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 913

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
7.95624E-01	9.29402E+01	9.46955E+03	1.32171E+05	9.99459E-01	-8.62539E+00	8.20639E+00	8.29944E-01	8.18838E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65950E+03 2.65979E+03 2.66043E+03 2.66139E+03 2.66255E+03 2.66374E+03 2.66475E+03 2.66543E+03 8.46955E+03 1.32171E+05

KR	P1,A	P1,B	UL1	CL1	P2,A	P2,B	UL2	CL2	KR
1	7.61078E-01	5.70409E-01	-8.62639E+00	2.00569E-02	7.66966E-01	5.84257E-01	8.20639E+00	3.11618E-02	1

TIME = 9.24000E-02 SEC DELT = 1.00000E-04 SEC ITERATION NO = 924

P (KG/CM2)	TC (C)	QT (KCAL/S)	SQT (KCAL)	ALFA	U1 (M/S)	U2 (M/S)	L1 (M)	L2 (M)
7.72812E-01	9.20625E+01	9.36959E+03	1.32181E+05	9.99394E-01	-8.33171E+00	7.89706E+00	8.39249E-01	8.27726E-01

FUEL TEMPERATURES TF(I,1-8) , Q(I) , SQ(I)

2.65957F+03 2.65984F+03 2.66044E+03 2.66134E+03 2.66243E+03 2.66354E+03 2.66449E+03 2.66512E+03 8.36859E+03 1.32181E+05

KR	P1,A	P1,B	UL1	CL1	P2,A	P2,B	UL2	CL2	KR
1	7.57432E-01	5.79509E-01	-8.33171E+00	1.07807E-02	7.59535E-01	5.90577E-01	7.89706E+00	2.22744E-02	1