

JAERI-Research
99-075



JP0050185



TRAC-PF1コードによるICE事象解析

2000年1月

小瀬裕男・高瀬和之・秋本 肇

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

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問い合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2000

編集兼発行 日本原子力研究所

TRAC-PF1コードによるICE事象解析

日本原子力研究所東海研究所エネルギーシステム研究部
小瀬 裕男・高瀬 和之・秋本 肇

(1999年12月13日受理)

核融合実験炉における熱流動に関連する異常事象としては、真空容器内冷却材侵入事象 (ICE: Ingress of Coolant Event) と真空境界破断事象 (LOVA: Loss Of VAcuum event) が考えられる。これら ICE 及び LOVA 事象下における熱流動特性を定量的に評価するために ICE/LOVA 統合試験装置が計画されている。本研究は、ICE/LOVA 統合試験装置の建設前に、ICE 事象下における伝熱流動特性を軽水炉の熱流動安全性評価解析のために開発された TRAC-PF1 コードを使って数値予測したものである。

解析は、圧力抑制用タンクを付けない場合と付けた場合の2種類の体系で行い、前者では主に容器内の圧力上昇特性及び2相流挙動を、後者では圧力抑制用タンクによる減圧効果を調べた。

その結果、圧力上昇に及ぼす侵入水量及び容器壁温度の影響を定量的に明らかにした。また、圧力抑制用タンク内での水蒸気凝縮による圧力上昇抑制効果を数値的に明らかにした。

本研究により、ICE/LOVA 統合試験装置の設計上における有益な情報が見出せた。また、TRAC-PF1 コードを効果的に使用するための様々な知見が得られた。

Numerical Analysis on Ingress-of-Coolant Events in Fusion Reactors
with TRAC-PF1 Code

Yasuo OSE, Kazuyuki TAKASE and Hajime AKIMOTO

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

(Received December 13,1999)

As for accident events related with thermal-hydraulics, in a fusion experimental reactor an ingress-of-coolant event (ICE) and a loss-of-vacuum-accident event (LOVA) should be considered. An integrated ICE/LOVA test apparatus is under planning in order to estimate quantitatively heat transfer and fluid flow characteristics under ICE and LOVA events. This study was carried out to predict numerically the thermal-hydraulic characteristics in fusion reactors at the ICE events before construction of the integrated ICE/LOVA test apparatus. The TRAC-PF1 code, which was originally developed for the thermal-hydraulic safety analysis in light water reactors, was used.

The numerical analyses were performed for two kinds of system configuration with/without a pressure-suppression tank:the former for is investigation of the pressure rise characteristics and two-phase flow behavior; the latter for estimation of an effect of the pressure reduction due to the pressure-suppression tank.

From the present analytical results, effects of the ingress water flow rate and vessel temperatures on the pressure rise ware clarified quantitatively. Furthermore, the pressure-rise suppression effect due to the vapor condensation in the pressure-suppression tank was predicted numerically.

In addition, the useful information regarding to the design of the integrated ICE/LOVA test apparatus and the knowledge with respect to the effective usage of the TRAC-PF1 code were obtained through the present numerical study.

Keywords : Thermal-Hydraulics, Fusion Reactors, Accident Analysis, TRAC-PF1 Code, Integrated ICE/LOVA Test Apparatus, Pressure-Suppression Tank, Numerical Prediction

目次

1. はじめに	1
2. ICE/LOVA 統合試験装置の概要	3
2.1. 目的	3
2.2. 試験装置	3
2.3. 試験項目	3
2.4. 解析条件の設定	4
3. ICE 事象予備解析 (1)	6
3.1. 解析体系	6
3.2. 解析条件	8
3.3. 解析結果と考察	9
3.3.1. ノズル径による影響	9
3.3.2. ノズル個数による影響	16
3.3.3. オリフィス径による影響	22
3.3.4. 容器内初期温度による影響	33
4. ICE 事象予備解析 (2)	44
4.1. 解析体系	44
4.2. 解析条件	46
4.3. 解析結果と考察	48
4.3.1. ノズル径による影響	48
4.3.2. リリーフパイプ径による影響	61
4.3.3. サプレッション・タンク内初期水量による影響	74
5. まとめ	76
謝辞	78
参考文献	78
付録 A. TRAC-PF1 コード入力データ	79
A.1. ICE 事象予備解析 (1) 用入力データ	79
A.2. ICE 事象予備解析 (2) 用入力データ	88

Contents

1. Introduction	1
2. Outline of Integrated ICE/LOVA Test Apparatus	3
2.1. Objectives	3
2.2. Test Apparatus	3
2.3. Test Items	3
2.4. Setup of Analytical Conditions	4
3. ICE Preliminary Analytical (1)	6
3.1. Analytical Model	6
3.2. Analytical Conditions	8
3.3. Analytical Results and Discussion	9
3.3.1. Effect of Water Nozzle Diameters	9
3.3.2. Effect of Water Nozzle Numbers	16
3.3.3. Effect of Divertor Orifice Diameters	22
3.3.4. Effect of Initial Wall Surface Temperatures	33
4. ICE Preliminary Analysis (2)	44
4.1. Analytical Model	44
4.2. Analytical Conditions	46
4.3. Analytical Results and Discussion	48
4.3.1. Effect of Water Nozzle Diameters	48
4.3.2. Effect of Relief Pipe Diameters	61
4.3.3. Effect of Initial Water Volume in Suppression Tank	74
5. Conclusions	76
Acknowledgments	78
References	78
Appendix A. TRAC-PF1 code Input Data	79
A.1. Input Data for ICE Preliminary Analytical (1)	79
A.2. Input Data for ICE Preliminary Analytical (2)	88

1. はじめに

核融合実験炉における熱流動に関連する異常事象としては、真空容器外冷却材喪失事象 LOCA (Loss-of-Coolant-Accident Event)、真空容器内冷却材侵入事象 ICE (Ingress-of-Coolant-Accident Event) 及び真空境界破断事象 LOVA (Loss-of-Vacuum-Accident Event) が考えられる。この中で、LOCA は従来の軽水炉における研究成果をそのまま適用することが可能であると考えられる。一方、ICE 事象や LOVA 事象は真空容器内で起こる事故事象を想定しており、核融合炉に特有の異常事象である。

核融合炉の真空容器内に設けられるプラズマ対向機器 (第1壁、ダイバータ等) には、プラズマからの高熱負荷を除去するために多数の冷却配管が組み込まれる。このプラズマ対向機器がディスラプション等により損傷を受けて破損すると、破断部分から冷却水が真空容器内に侵入することが考えられる。これが ICE 事象である。ICE 事象が発生すると、真空下での水の蒸発に伴って圧力が急上昇し、真空容器破損等を引き起こすことが考えられる。

一方、ICE 事象による急激な圧力上昇の結果、真空容器貫通部等が損傷を受けて破損することが考えられる。これが LOVA 事象である。LOVA 事象が起こると、真空容器内外の圧力差のために真空容器外部から内部に空気が流入する。流入した空気は炉心内の崩壊熱によって加熱される。その後、真空容器内外の圧力が均圧すると破断口部に温度差に起因する置換流が形成される。この置換流によって、真空容器内部の放射化したダストやトリチウムの微粒子が容器外部に同伴されることが考えられる。

したがって、ICE 事象における圧力上昇挙動や LOVA 事象における放射化ダストの飛散挙動を定量的に把握することは、核融合炉の熱流動安全性を評価する上で極めて重要である。しかしながら、真空下での熱流動挙動に関する研究はほとんど行われておらず、従来の研究結果から ICE 及び LOVA 事象下における熱流動特性を推定することは困難であった。そこで、ICE 及び LOVA 事象下の熱流動特性を定量的に評価することを目的として ICE/LOVA 統合試験装置 [1] が計画された。

本研究 [2, 3] は、ICE/LOVA 統合試験装置の建設前に、ICE 事象下における伝熱流動特性を軽水炉の熱流動安全性評価解析のために開発された TRAC-PF1 コード [4] を使って数値予測したものである。

図 1.1 に ICE/LOVA 統合試験装置の概略構成を示す。解析は、まず、プラズマチャンバー、ダイバータ及び真空容器の 3 つの基本構成要素からなる解析体系で行い、圧力上昇特性及び 2 相流挙動を数値的に調べた。次に、前述した 3 つの基本構成要素にダイバータ・ポート、サプレッション・タンクを付加した解析体系で行い、サプレッション・タンクによる水蒸気凝縮に伴う減圧効果について評価した。これら一連の解析結果の結果、前者では圧力上昇に及ぼす侵入水量及び温度の影響が、後者ではサプレッション・タンク内での水蒸気凝縮による圧力上昇抑制効果が定量的に明らかになった。

本研究により、ICE/LOVA 統合試験装置に関して有益な設計情報を得るとともに、TRAC-PF1 コードを効果的に使用するための様々な知見が得られた。解析には、当研究所の汎用スカラー計算機 AP3000/24 を使用した。

以降、第 2 章では ICE/LOVA 統合試験装置の概要を説明する。続いて、第 3 章ではプラズマチャンバー、ダイバータ及び真空容器から成る解析体系で実施した ICE 事象解析の結果、第 4 章

では第3章で示した解析体系にダイバータ・ポート、サプレッション・タンクを付加した場合のICE事象解析を示す。最後に、第5章では本解析で得られた知見について述べる。

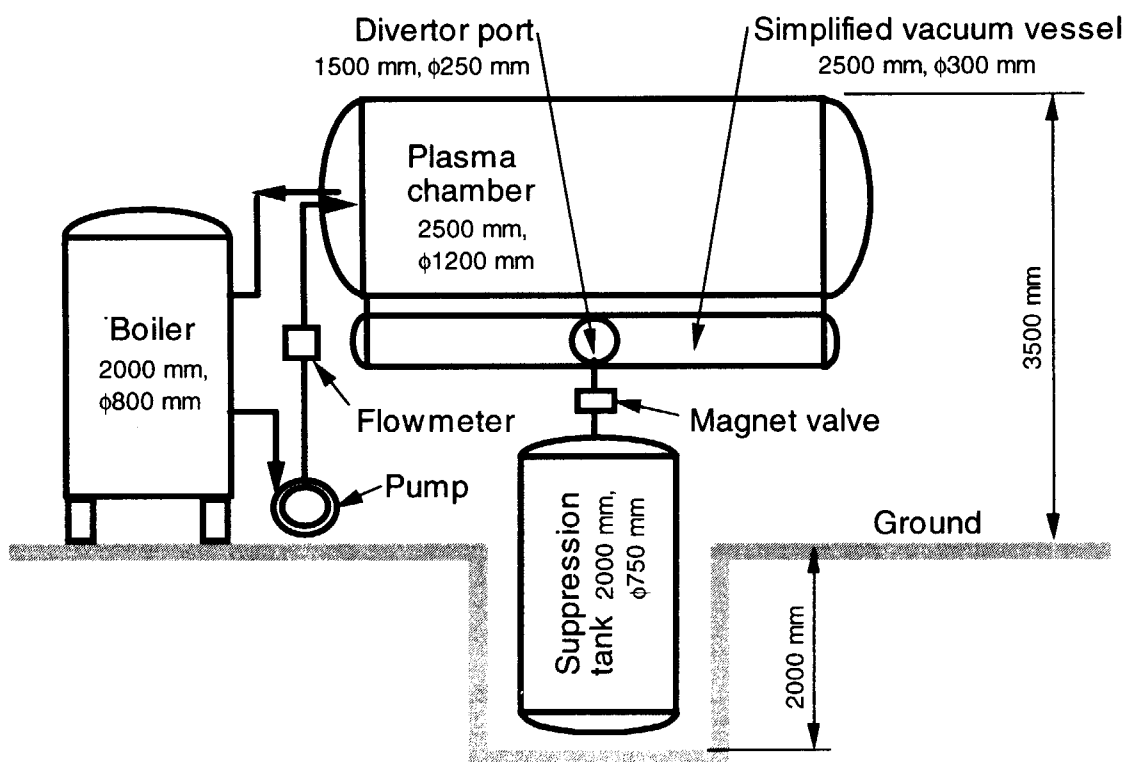


図 1.1 ICE/LOVA 統合試験装置の概略構成

2. ICE/LOVA 統合試験装置の概要

2.1. 目的

ICE 及び LOVA 予備実験 [5],[6] を行い、核融合炉真空容器内水侵入後並びに真空境界破断後の熱流動現象を定量的に把握するとともに核融合炉用安全性評価解析コードのための検証データを取得した。しかしながら、ICE/LOVA 予備実験装置は小型であるため、これらの結果から核融合実験炉条件を外挿することは容易ではない。また、ICE/LOVA 予備実験装置は核融合実験炉の真空容器内部の複雑な形状は模擬しておらず、異常事象下の熱流動特性に及ぼす形状効果を評価することは困難である。さらに、核融合実験炉で検討されている異常時の安全システムの正当性を ICE/LOVA 予備実験の結果からは評価できない。

そこで、異常時の安全システムの確認や大量に冷却水が真空容器内に侵入した場合の 2 相流動の解明等を目的として ICE/LOVA 統合試験が計画された。ICE/LOVA 統合試験は核融合実験炉 (ITER) の安全性タスクとして ITER-EDA の延長期間中 (1998 年 7 月から 2001 年 7 月) に行う予定である。

2.2. 試験装置

ICE/LOVA 統合試験装置の大きさは ITER-FDR(Final Design Reactor) のプラズマチャンバー容積の約 1/1000、予備実験装置の容積の約 10 倍である。図 1.1 に ICE/LOVA 統合試験装置の概要を示す。主な構成要素は、プラズマチャンバー、真空容器、ダイバータ、サブプレッション・タンク、ボイラー、水注入装置等である。水注入器は 5 系統あり、任意の系統から高温高圧水をプラズマチャンバー内に注入できる。プラズマチャンバーと真空容器はダイバータを介して接続される。ダイバータにはダイバータギャップを模擬するために複数のオリフィス孔を有するオリフィスプレートが設置される。また、サブプレッション・タンクは真空容器と電磁弁を介して配管で接続される。

本装置の設計温度と設計圧力は約 250 °C、10 気圧である。同様に、ボイラーの設計温度と設計圧力は約 250 °C、42 気圧である。これらは ITER-FDR の設計条件を包含する値である。

なお、図 1.1 に示す ICE/LOVA 統合試験装置の仕様諸元は設計過程の値であり、今後の装置建設に伴って仕様諸元の詳細を検討し最終仕様を決定する考えである。

2.3. 試験項目

ICE/LOVA 統合試験は、核融合実験炉の想定事故事象を模擬した条件で行われる。核融合実験炉 (ITER-FDR) の安全設計書 NSSR-2 (ITER, 2nd Non-site Specific Safety Report, Dec., 1997) では次の 2 つの事故事象が想定されている。

- | | |
|----------|--|
| (1) 通常事象 | 第一壁冷却管 1 本のギロチン破断 |
| | 侵入水量 62.5m ³ |
| | 破断面積 1.57 × 10 ⁻⁴ m ² |
| | 侵入水温度 160~170 °C |

侵入水圧力 4.0MPa
年間発生頻度 10^{-2} 回以上

- (2) 最大事象 第一壁複数冷却管の同時破断
- 総侵入水量 $757m^3$
総破断面積 $0.6m^2$
侵入水温度 160~170℃
侵入水圧力 4.0MPa
年間発生頻度 $10^{-4} \sim 10^{-6}$ 回

この中で、ICE/LOVA 統合試験は上述した最大事象時の熱流動条件を模擬できるように設計を進めている。主な試験項目は次のとおりである。

- (1) ダイバータ・オリフィス部の圧力損失特性
- (2) サプレッション・タンク及び真空容器壁面での凝縮効果
- (3) プラズマチャンバーから真空容器、サプレッション・タンクに至る 2 相流挙動
- (4) 安全システムの性能確認

2.4. 解析条件の設定

本研究を実施するにあたり、温度、圧力、侵入水量等の解析条件は ICE/LOVA 統合試験装置と核融合実験炉 (ITER-FDR) のスケール比等を考慮して次のように設定された。

- (1) 温度条件及び圧力条件

ICE/LOVA 統合試験装置と核融合実験炉 (ITER-FDR) の温度と圧力の各条件は 1 対 1 の関係にある。よって、解析では核融合実験炉の定格運転条件の値を使用した。

- (2) 侵入水量条件

核融合実験炉で想定される最大侵入水量は $757m^3$ である。ICE/LOVA 統合試験装置のプラズマチャンバー容積は核融合実験炉の約 1/1000 であることから、試験装置で要求される侵入水量は約 $0.76m^3 (= 757m^3/1000)$ になる。

- (3) 水侵入時間

核融合実験炉の最大水侵入事故時の侵入時間は 200 秒程度である。ただし、総侵入水量の約 1/4 ($200m^3$ 程度) が 10 秒程度でプラズマチャンバー内に侵入することから、ICE/LOVA 統合試験装置における水侵入時間は最低で 10 秒とした。また、試験データ取得の観点から水侵入時間が短い場合には高速データサンプリング装置が要求されるが、10 秒以上の水侵入時間の条件では従来の ICE 予備実験装置で構築したデータ収録システムを利用できるメリットがある。

(4) 水侵入時の破断面積（水注入ノズル径）

核融合実験炉で想定される総破断面積は $0.6m^2$ である。これは ICE/LOVA 統合試験装置では約 $4 \times 10^{-3}m^2 (= 0.6m^2/1000)$ の破断面積に相当する。試験では、容器内に不均一に水が侵入する場合を模擬するために水注入ノズルの個数を 5 とした。水注入ノズルのノズル形状は丸形である。よって、試験装置で模擬する最大破断面積 $4 \times 10^{-3}m^2$ から水注入ノズル 1 個あたりの最大直径を求めると約 $30mm$ になる。従来の ICE 予備実験の結果及び予備解析の結果から、 $30mm$ 直径のノズル 1 個から高温高圧水を 10 秒間噴出させた場合の総侵入水量は $0.45m^3$ になり、ノズル 5 個では $2.25m^3$ になる。これは上述した ICE/LOVA 統合試験装置の最大侵入水量 $0.76m^3$ を大きく超える値である。したがって、本解析では水注入ノズル径を最大 $20mm$ に設定した。 $20mm$ 直径のノズル 1 個から 10 秒間噴出される水量は約 $0.2m^3$ であり、ノズル 5 個では $1m^3$ になる。 $20mm$ 直径のノズル 5 個から 10 秒間噴出される水量 ($1m^3$) は ICE/LOVA 統合試験装置の最大侵入水量 ($0.76m^3$) よりも約 30% 高い値である。

3. ICE 事象予備解析 (1)

TRAC-PF1 コードによる ICE 事象予備解析について、まず、ICE/LOVA 統合試験装置からプラズマチャンバー、ダイバータ・オリフィス及び真空容器の体系で以下のパラメータ計算を実施し、容器内の圧力上昇特性及び 2 相流挙動を調べた。

- (1) 水注入ノズル径
- (2) 水注入ノズル個数
- (3) ダイバータ・オリフィス部のオリフィス径
- (4) 容器壁温

3.1. 解析体系

図 3.1 に TRAC-PF1 コードで解析するための解析体系を示す。各コンポーネントに対する説明は以下の通りである。

注入配管 境界条件を 3.5MPa 圧力一定条件 (BREAK コンポーネント) とした VALVE コンポーネントを用いた。直径が 30mm 、長さが 600mm で、セル構成は 7 分割とした。5 セル目の正側境界位置にバルブを設置し、その位置から 2 セルでパラメータとしたノズル径まで径を縮小させた。また、バルブおよびノズル位置は臨界流モデルを採用した。初期条件として、水は予めバルブ位置まで充満させた。

プラズマチャンバー、ダイバータ・オリフィス、真空容器 全て 1 つの VESSEL コンポーネントを用いた。セル構成は y 方向 16 セル、x 方向 25 セルの 2 次元座標系で、1 セル当り $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ の等間隔メッシュとした。また、奥行き方向は、実際の体積に合わせるべく、セルの流体体積率および流体面積率で調整した。

プラズマチャンバーは直径 1200mm 、長さが 2500mm で、y 方向 5 から 16 セルの範囲とした。噴出ノズルは y 方向 12 セル負側境界位置に、ノズル個数をパラメータとして VALVE コンポーネントを接続させた。また、y 方向 12 セルには直径 30mm の注入配管が存在しているものと仮定し、その体積を考慮した。

y 方向 5 セル目はダイバータ・オリフィス部で、オリフィス径をパラメータとして、 400mm 間隔に 6 箇所、オリフィスを設けた。ここで、y 方向 5 セル目は、上側面のみオリフィスの影響を受けるが、左右下側面は開放とした。

真空容器は直径 300mm 、長さ 2500mm で y 方向 1 から 3 セルとした。

容器壁は容器内への熱伝導を考慮するため、全面に渡り、材質 SUS および銅、肉厚 20mm のヒートスラブを設けた。

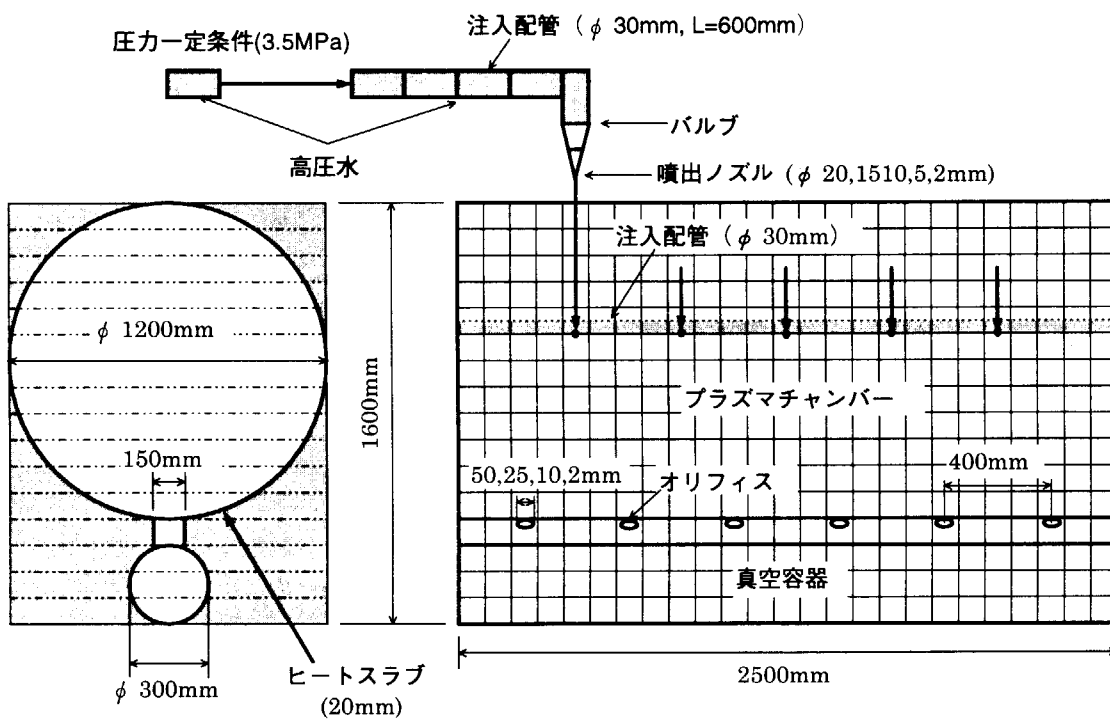


図 3.1 解析体系

3.2. 解析条件

解析条件は、水注入ノズル径および個数、ダイバータ・オリフィス部のオリフィス径、および容器内初期温度をパラメータとして、以下とした。

表 3.1 解析条件

噴出水温度 (T_W)	160 °C
噴出水圧力	3.5MPa
容器内初期温度 (T_V)	160, 230, 270 °C
容器内初期圧力	1000Pa
水注入ノズル径	2, 5, 10, 15, 20mm
水注入ノズル個数	1, 5 個
水の噴出時間	10 秒
オリフィス径	2, 10, 25, 50mm

また、その他については、以下の条件を適用した。

- (1) 水注入ノズル個数が 5 個の場合には図 3.1 に示す配置で、1 個の場合には中央に設置した。
- (2) 注入配管の初期圧力については、バルブ位置より上流側セルで 3.5MPa、下流側セルで 1000Pa とした。
- (3) 容器壁と外部との境界条件については、断熱条件とした。
- (4) 時間刻み幅については、TRAC-PF1 コードの自動設定機能を採用した。

付録 A.1 に、 $T_V = 160$ °C、水注入ノズル径 = 5mm、水注入ノズル個数 = 5 個、オリフィス径 = 50mm の条件での TRAC-PF1 コード入力データを示す。

3.3. 解析結果と考察

3.3.1. ノズル径による影響

ノズル径をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表3.2に示す。

表 3.2 ノズル径が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 2, 5, 10, 15, 20mm
ノズル个数	: 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱)
オリフィス径	: 50mm

噴出後 10 秒時点での各ノズル径の容器内挙動について、図 3.2 にボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図、図 3.3 に圧力コンター図を示す。まず、ボイド率では、ノズル径に依存して容器内の水量が増加していく様子が確認できた。結果から、ノズル径 10mm で既に真空容器が満水状態となり、ノズル径 20mm ではプラズマチャンバーの半分程度が水で満されてしまう結果が得られた。また、ボイド率分布では真空容器のみならず、プラズマチャンバー上部付近にも水が集中する結果が得られた。これは、噴出水がダイバータ板との衝突により側壁に沿って上昇するためであり、必ずしも噴出水が全てオリフィスから真空容器に流出しないことを示している。

一方、圧力分布では、ノズル直下付近およびダイバータオリフィス付近に高圧部分が見られるものの、全体のオーダーからすればほぼ等圧であると判断できるため、容器内では瞬間的に均圧状態になることが分かった。但し、ノズル径 20mm でダイバータ板上の圧力が特に上昇してしまうのは、大量の水がダイバータ板に衝突することに起因しているものと考えられる。

図 3.4 にノズル径の違いによるプラズマチャンバー中心圧力の時間変化を示す。この結果から、ノズル径に依存して噴出水量が増えるとともに、容器内の圧力も上昇することが分かった。また、現在の体系では、ノズル径 20mm, 噴出時間 10 秒で、フラッシングによる圧力上昇が約 0.6MPa でほぼ飽和状態に達することが分かった。

以上の結果から、ノズル径の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) ノズル径に依存して噴出水量が増え、その結果、圧力が上昇する。
- (2) 現在の体系では、ノズル径 20mm, 噴出時間 10 秒時点で、既に容器の半分の領域に水が蓄積される。
- (3) 現在の体系では、ノズル径 20mm, 噴出時間 10 秒時点で、フラッシングによる圧力上昇がほぼ飽和状態に達する。

This is a blank page.

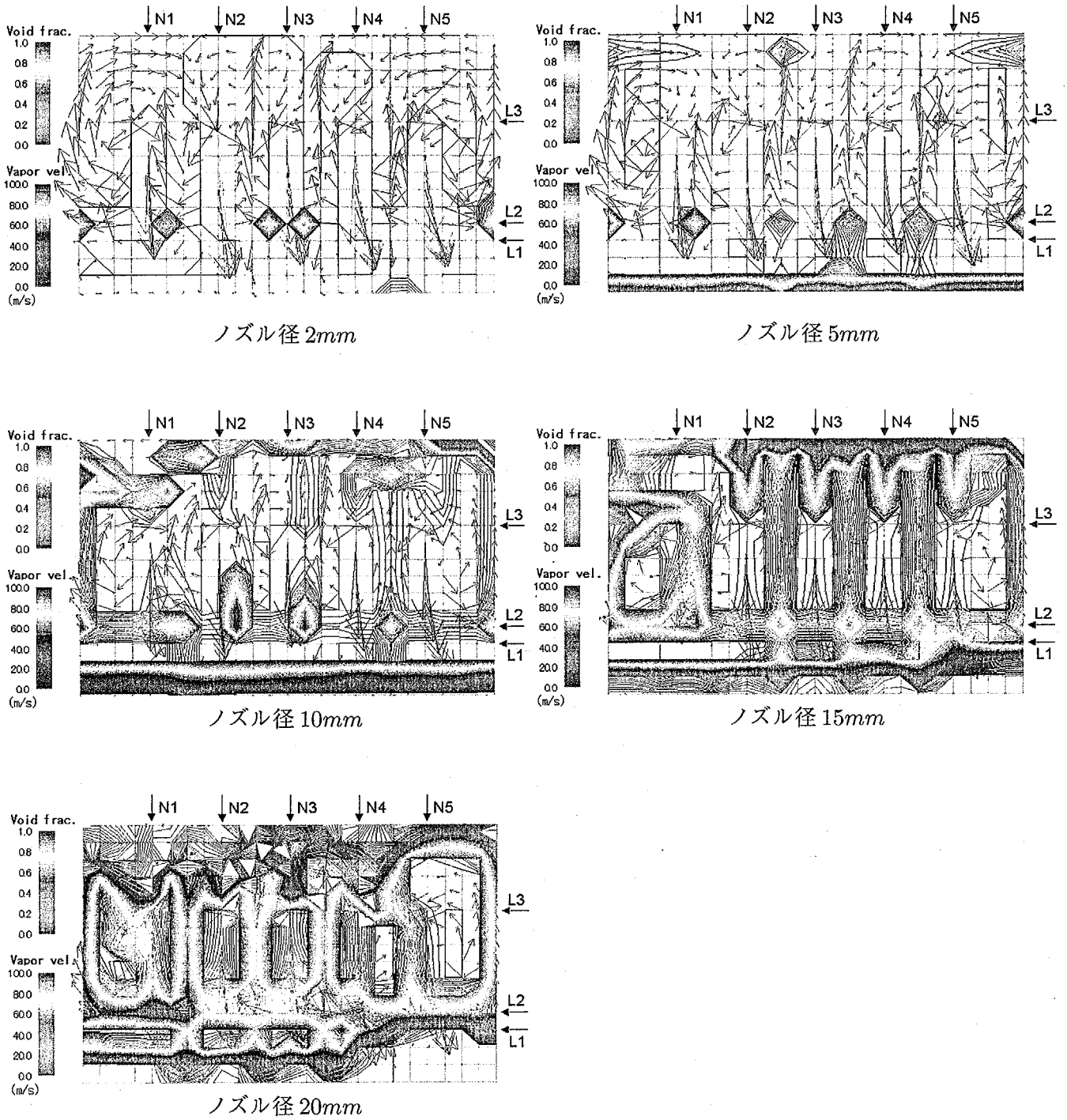


図 3.2 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

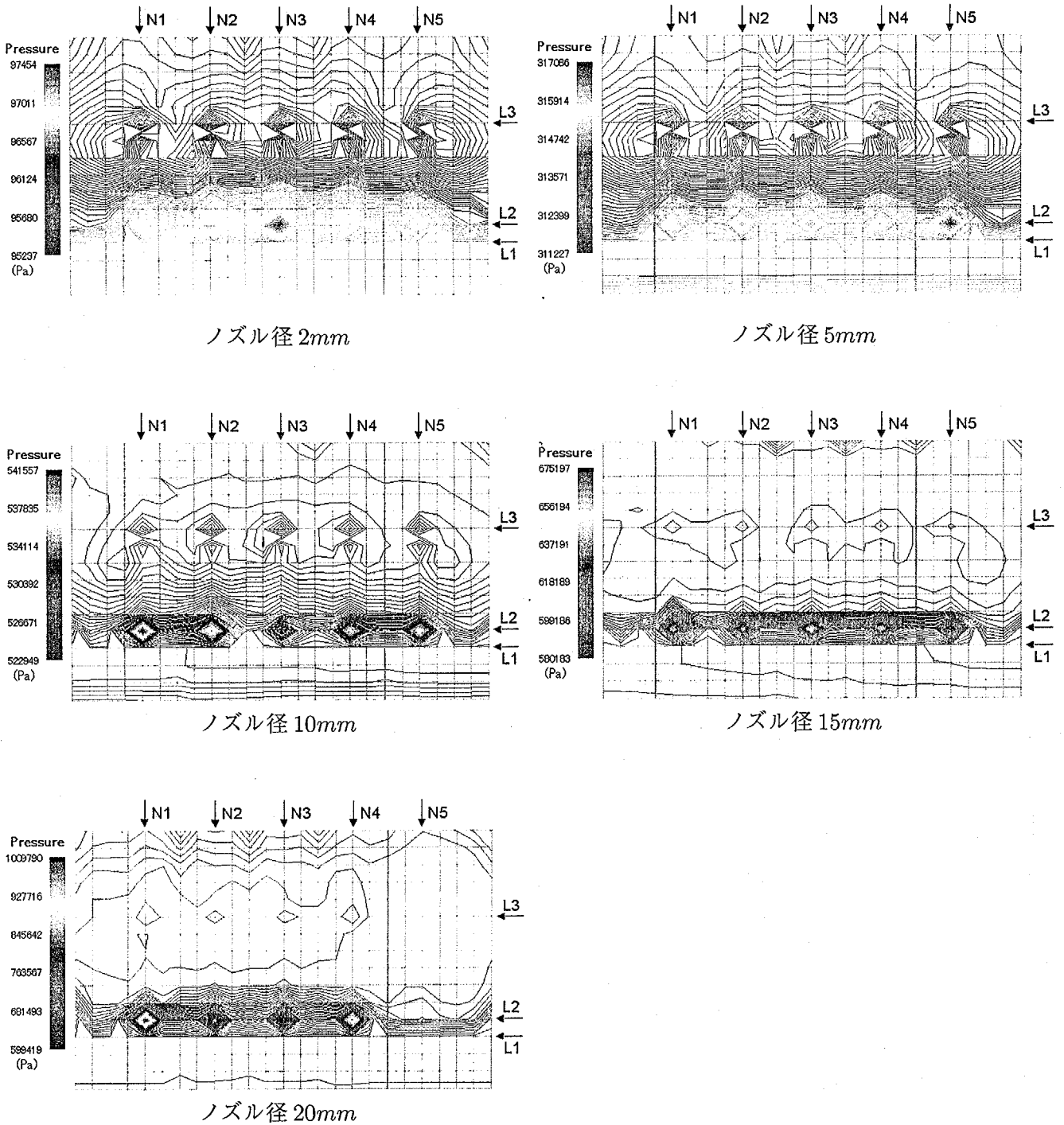


図 3.3 時刻 10 秒時点の圧力コンター
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

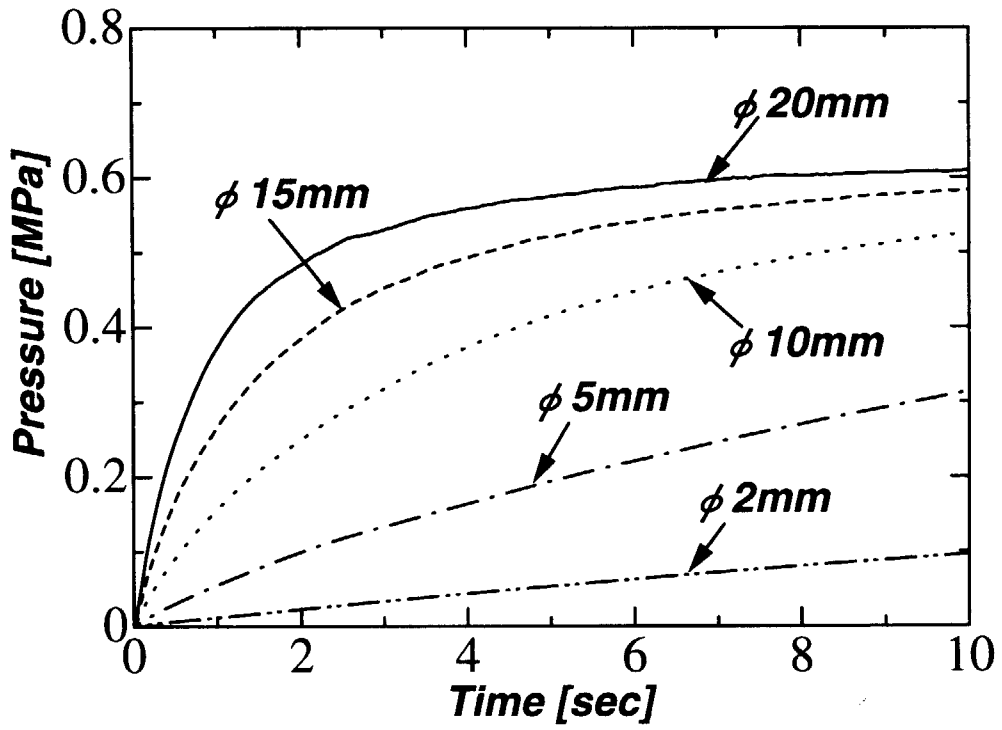


図 3.4 ノズル径をパラメータとしたプラズマチャンバー中心圧力の時間変化

3.3.2. ノズル個数による影響

ノズル個数をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表 3.3 に示す。

表 3.3 ノズル個数が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 2, 5, 10, 15, 20mm
ノズル個数	: 1, 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱)
オリフィス径	: 50mm

ここで、ノズル個数 1 個の場合は容器中央の位置から噴出した。

噴出後 10 秒時点でのノズル個数 1 個の容器内挙動について、図 3.5 にボイド率コンター&速度ベクトル図、図 3.6 に圧力コンター図を示す。まず、ノズル個数 1 個の結果について、ボイド率では、ノズル個数 5 個の結果 (図 3.2) と比べると単純に噴出水量が 1/5 に減少したことから、明らかに容器内の水量が減少している結果が確認できた。また、水の分布では、真空容器よりもダイバータ板の両端付近に水が集中することが分かった。これは、ノズル個数 1 個の場合、噴出水がノズル直下のダイバータ板に衝突し側壁に向かう流れ場となってしまう、ノズル直下付近以外のオリフィスからは真空容器へあまり水が流出しないためであると考えられる。

一方、圧力分布では、ノズル個数 5 個の場合と比べ、ダイバータ板の両端付近に水が集中する影響でその付近にも高圧となる部分が発生した。また、容器内の圧力はノズル個数 5 個の場合よりも低くなり、容器内ではノズル個数 5 個と同様にほぼ均圧状態になることが分かった。

図 3.7 にノズル径 5mm 及び 20mm を例とした場合のノズル個数の違いによるプラズマチャンバー中心圧力の時間変化を示す。

この結果から、明らかに、ノズル個数が増えると全体の噴出水量も増えるため、容器内の圧力も上昇することが分かった。

以上の結果から、ノズル個数の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) ノズル個数が増えると全体の噴出水量も増えるため、容器内の圧力も上昇する。
- (2) ノズル個数 1 個では真空容器への水の流入がノズル直下付近のオリフィスのみに限定されてしまうため、より効果的に流入させるにはノズル位置により適切なオリフィスの配置が必要である。

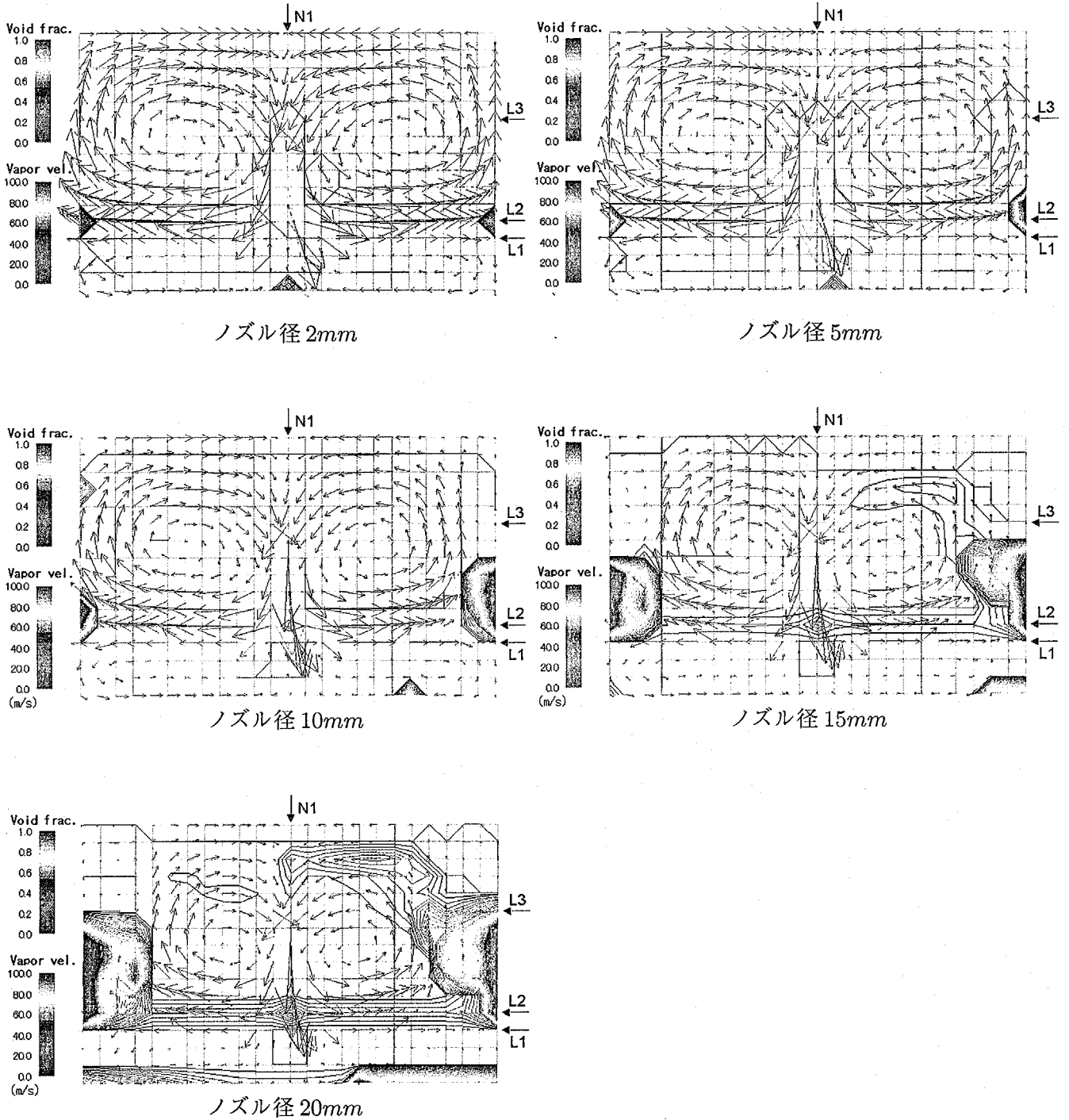


図 3.5 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (ノズル個数 1 個)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

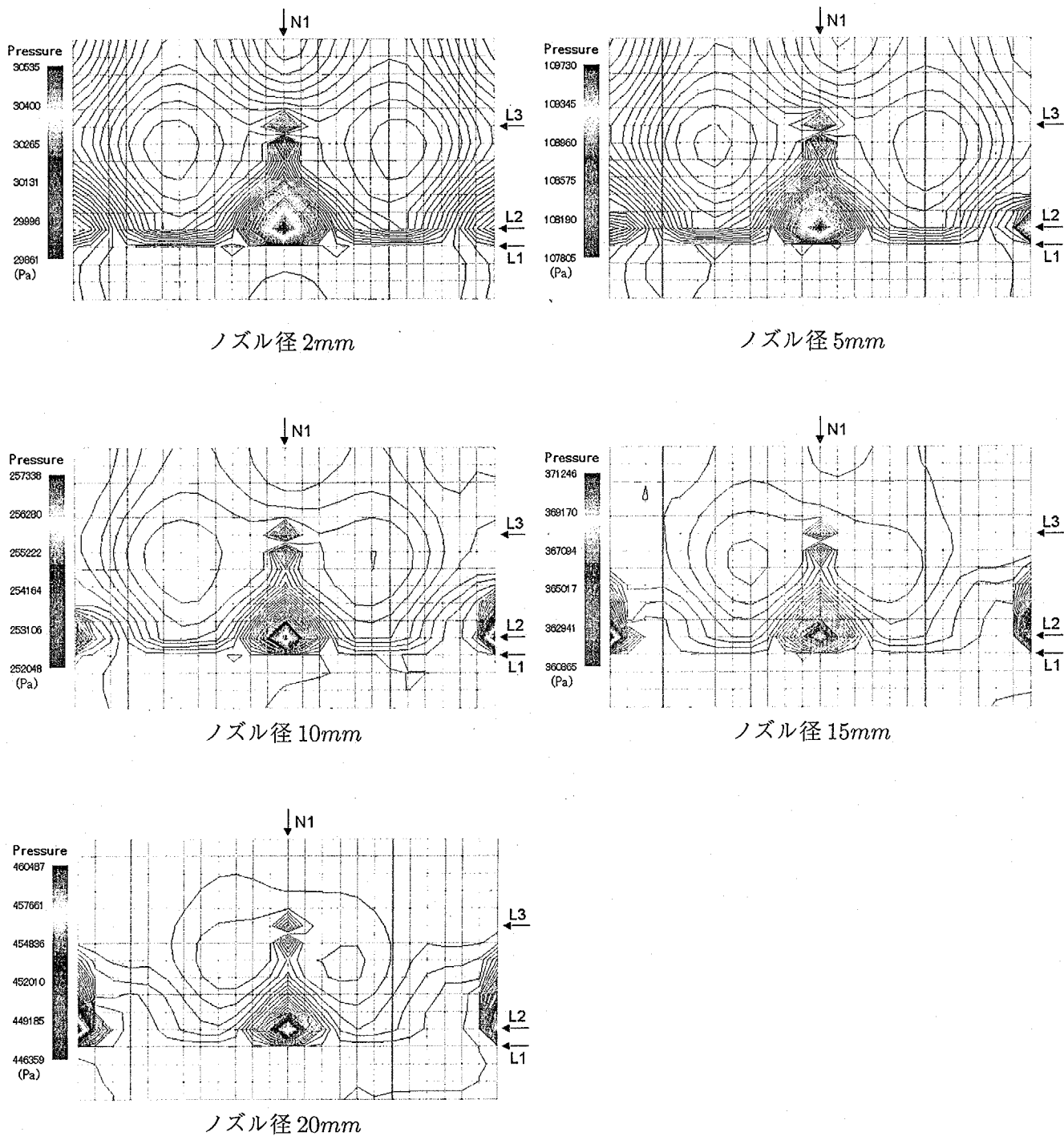


図 3.6 時刻 10 秒時点の圧力コンター (ノズル個数 1 個)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

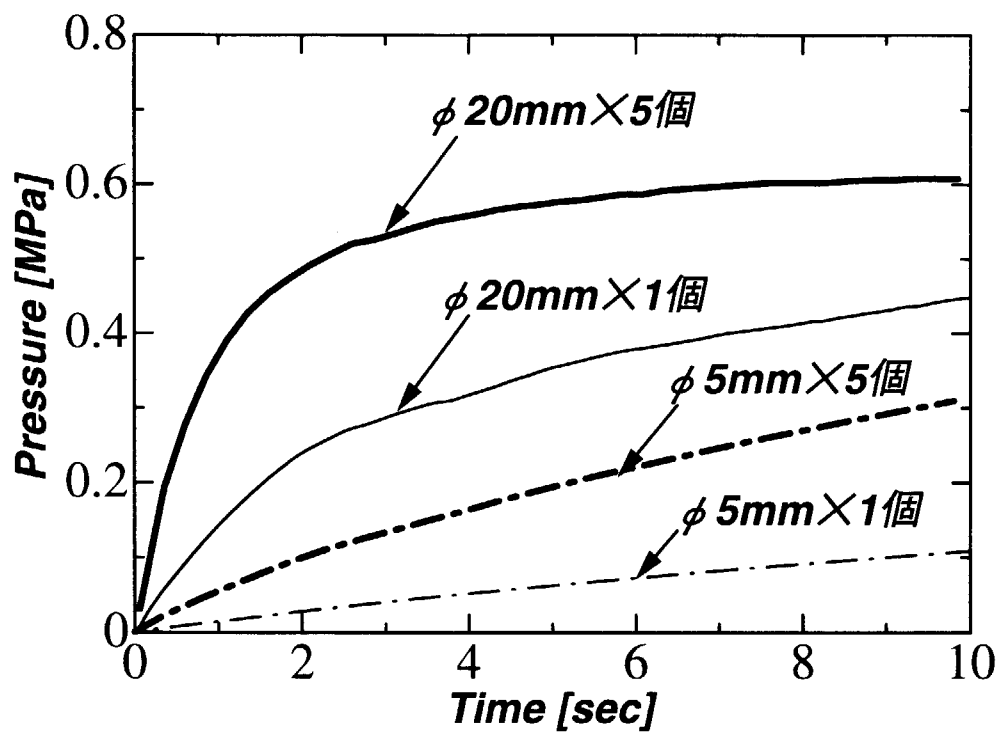


図 3.7 ノズル径、個数をパラメータとしたプラズマチャンバー中心圧力の時間変化

3.3.3. オリフィス径による影響

オリフィス径をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表 3.4 に示す。

表 3.4 オリフィス径が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 5, 20mm
ノズル個数	: 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱)
オリフィス径	: 2, 10, 25, 50mm

噴出後 10 秒時点でのノズル径 5mm 及び 20mm の容器内挙動について、図 3.8 及び図 3.10 にボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図、図 3.9 及び図 3.11 に圧力コンター図を示す。まず、ボイド率では、両者共、オリフィス径に依存してプラズマチャンバーまたは真空容器中の水量が変化していくことが確認できた。特に、オリフィス径が最小の 2mm では、真空容器への流出が抑制されたことによりプラズマチャンバー内上部に水が集中することが分かった。一方、圧力分布では、両者共、オリフィス径が最小である 2mm の場合に、圧力損失により予想通りプラズマチャンバーと真空容器との間に差圧が発生していることが確認できた。

図 3.12 に、ノズル径 5mm 及び 20mm のオリフィス径の違いによるプラズマチャンバーと真空容器との差圧の時間変化を示す。図中、記号 P_p はプラズマチャンバー中心圧力、 P_v は真空容器中心圧力を示す。この結果から、両者共、現在の体系では、オリフィス径 10mm 以上の場合にほとんど差圧は発生しないことが分かった。結果でノズル径 20mm の場合にオリフィス径 10mm 以上の差圧が負に逆転してしまうのは、真空容器中の水量と関係しているものと考えられる。

図 3.13 にノズル径 5mm 及び 20mm のオリフィス径の違いによるプラズマチャンバ中心圧力の時間変化を示す。この結果から、ノズル径 5mm では予想通り、オリフィス径が小さくなるに従いダイバータオリフィス部の圧力損失が大きくなる為、真空容器の圧力上昇が抑制されプラズマチャンバーの圧力が上昇する結果が得られたのに対し、ノズル径 20mm では逆に、噴出後 10 秒時点でオリフィス径が小さくなるに従いプラズマチャンバーが高圧になってしまう結果が得られた。これは、ノズル径 20mm が大流量であることを考慮すると、オリフィス径が小さい場合には真空容器への流出が妨害されプラズマチャンバーの水量がかなり増すことから、侵入した水により容器側壁が冷却され、圧力上昇が抑制される結果であると推測される。このことを実証するため、オリフィス径 2mm と 50mm の圧力と同じ測定位置の壁温を比べてみると、明らかに 2 °C 程、オリフィス径 2mm の方が低い結果が得られた。

以上の結果から、オリフィス径の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) オリフィス径に依存して、プラズマチャンバーまたは真空容器内に蓄積される水量は変化することを確認した。
- (2) 現在の体系では、オリフィス径 10mm 以上の場合、ダイバータ・オリフィス部での圧力損失によるプラズマチャンバー圧力への影響はほとんど無い。

(3) 現在の体系では、噴出水量が多い場合、オリフィス径の減少とともにプラズマチャンバー内に蓄積される水量が多くなる。この結果、プラズマチャンバー内壁が冷却されて、圧力上昇はむしろ抑制された。

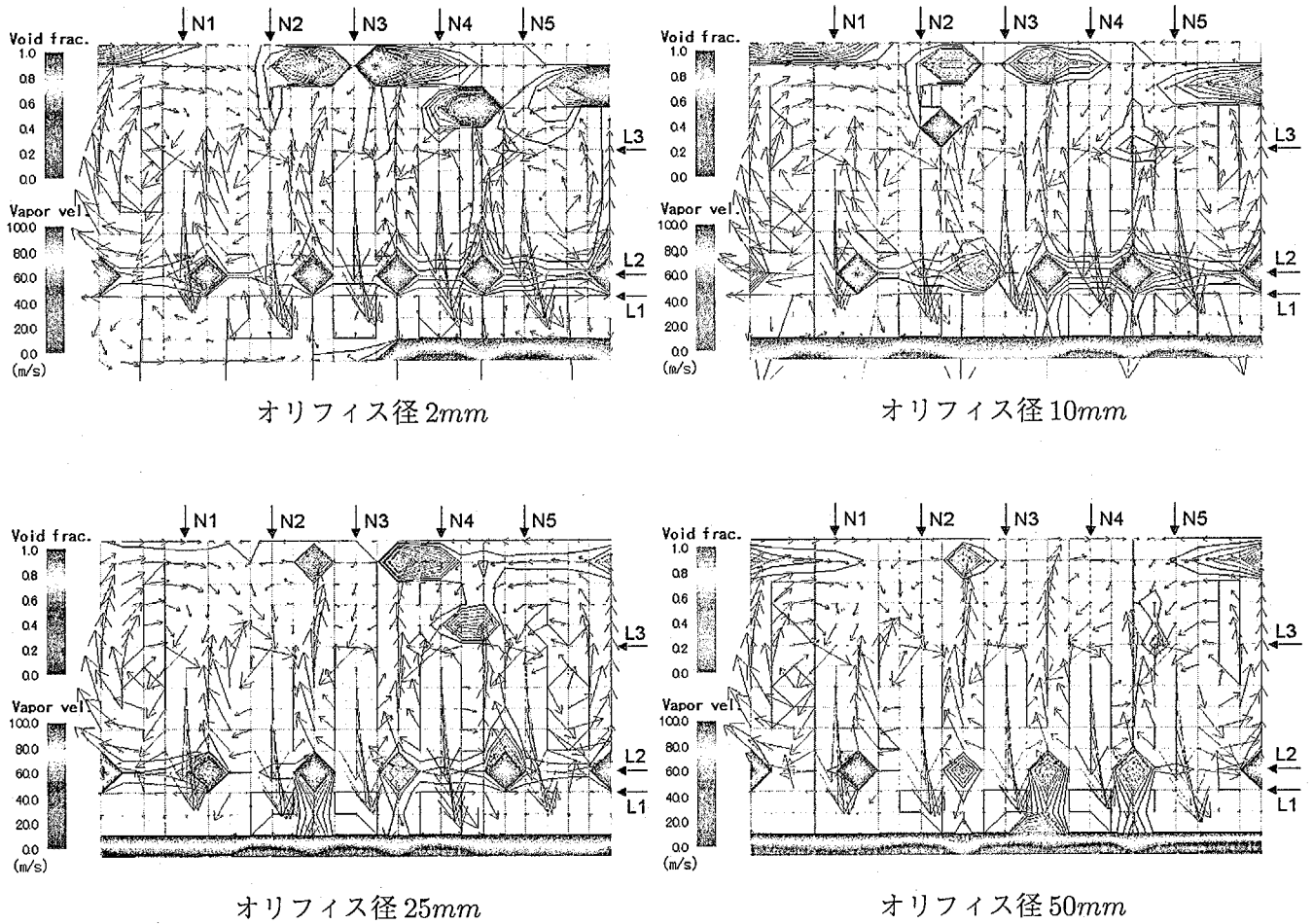
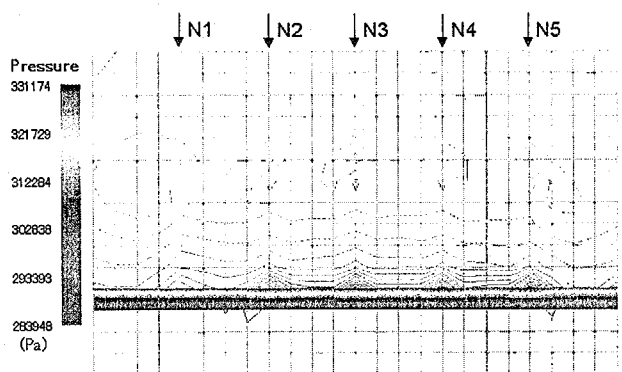
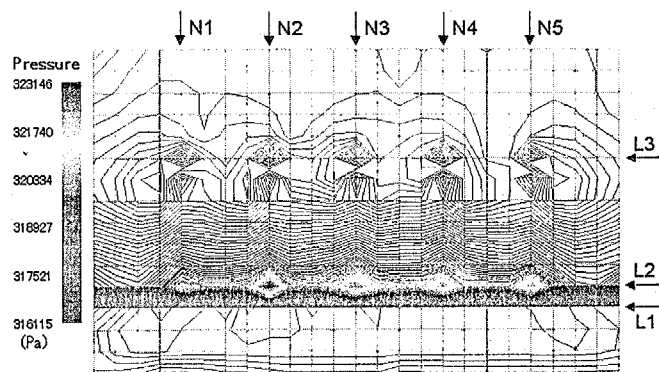


図 3.8 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (ノズル径 5mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

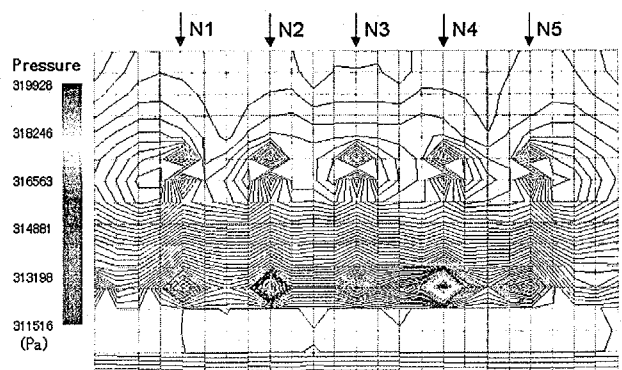
This is a blank page.



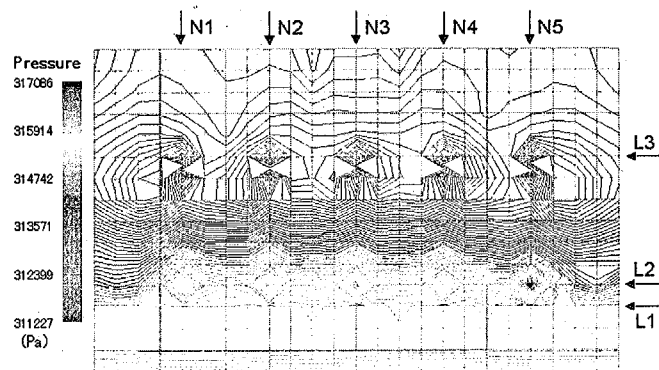
オリフィス径 2mm



オリフィス径 10mm



オリフィス径 25mm



オリフィス径 50mm

図 3.9 時刻 10 秒時点の圧力コンター (ノズル径 5mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

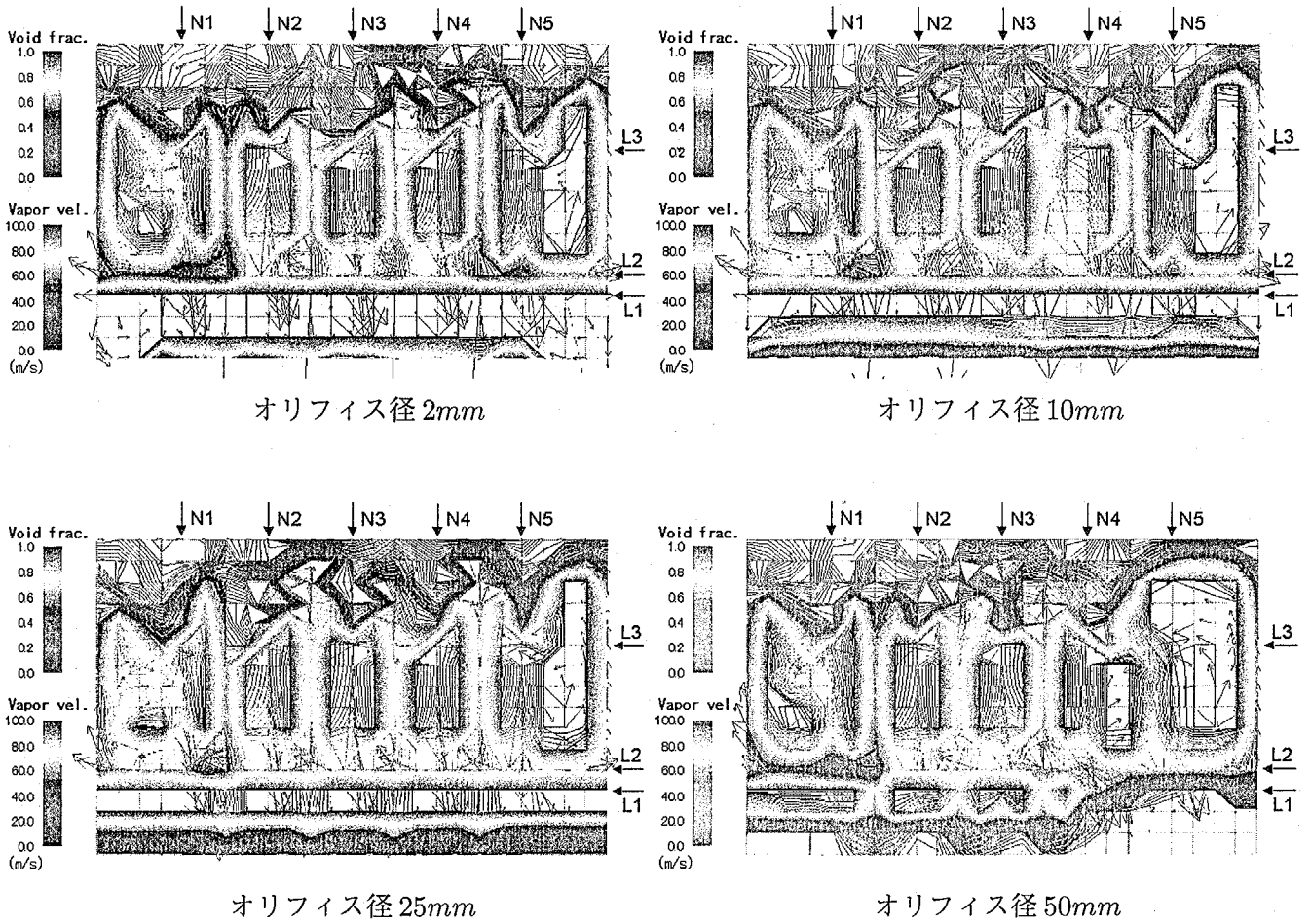
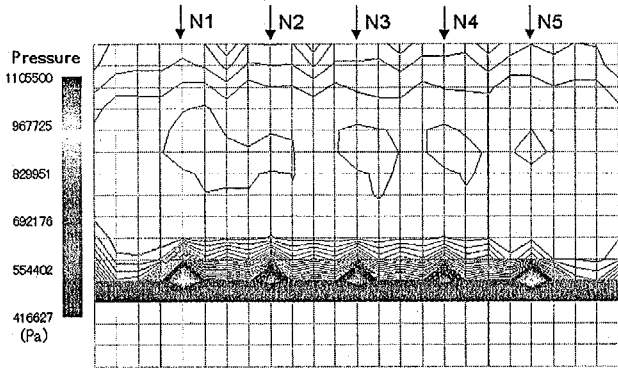
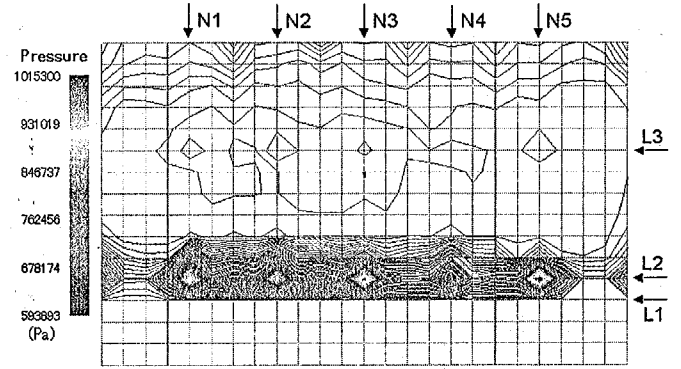


図 3.10 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (ノズル径 20mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

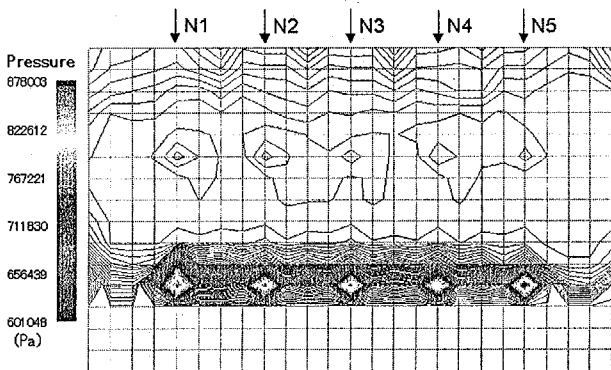
This is a blank page.



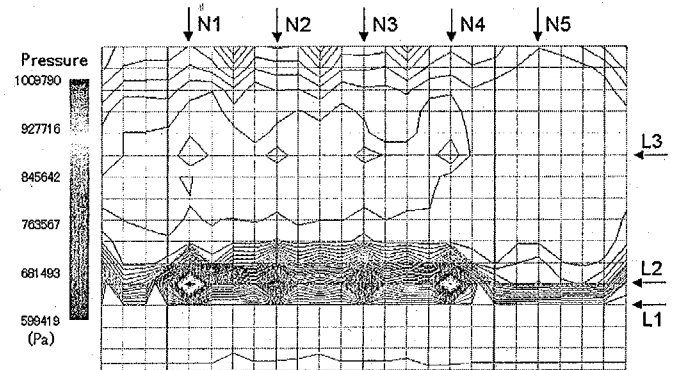
オリフィス径 2mm



オリフィス径 10mm



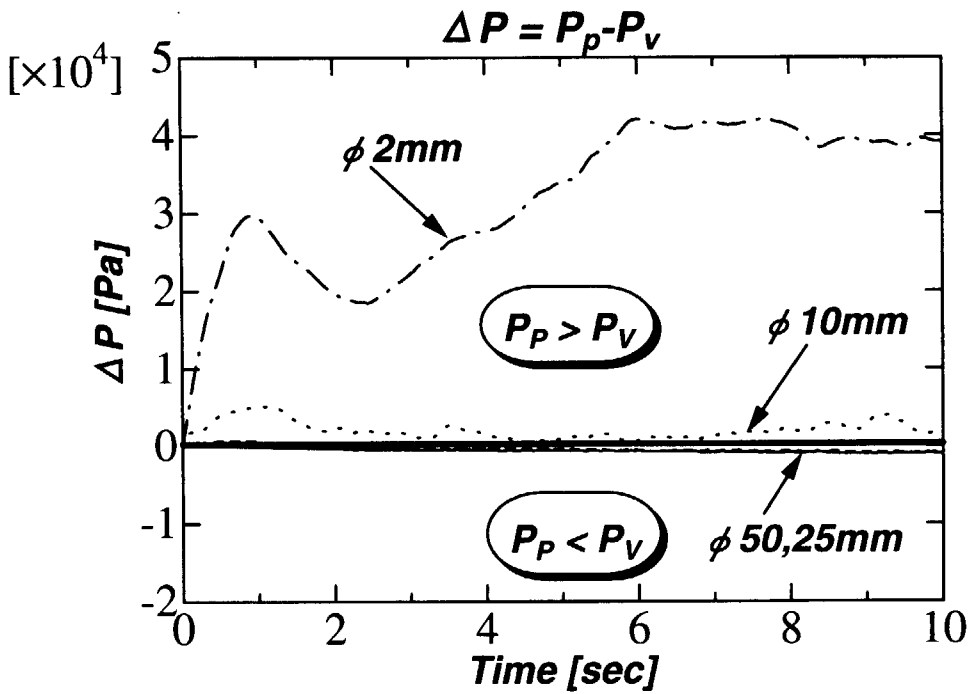
オリフィス径 25mm



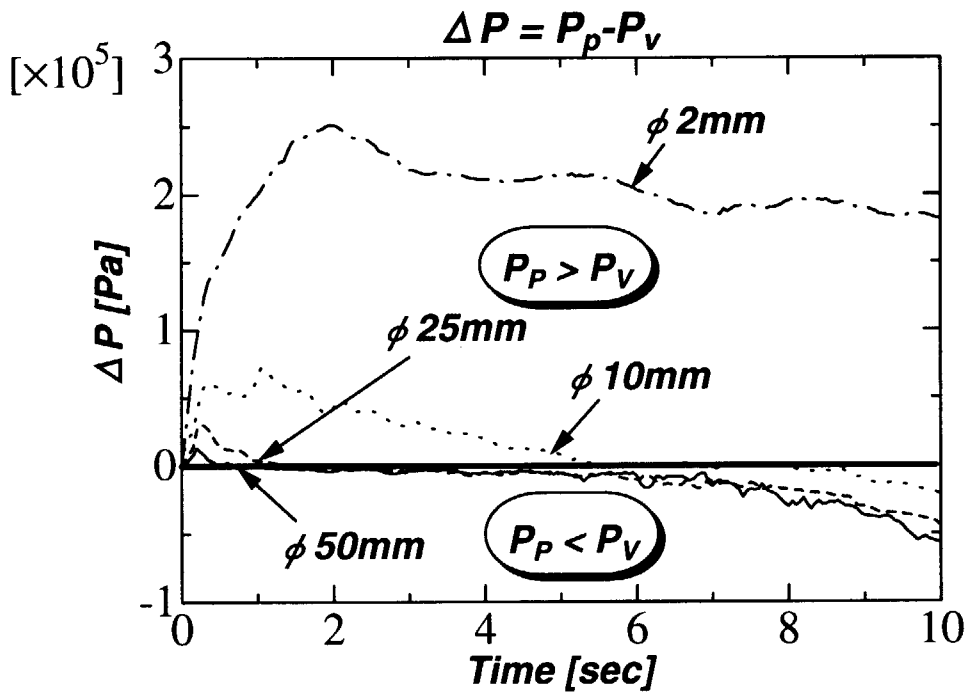
オリフィス径 50mm

図 3.11 時刻 10 秒時点の圧力コンター (ノズル径 20mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

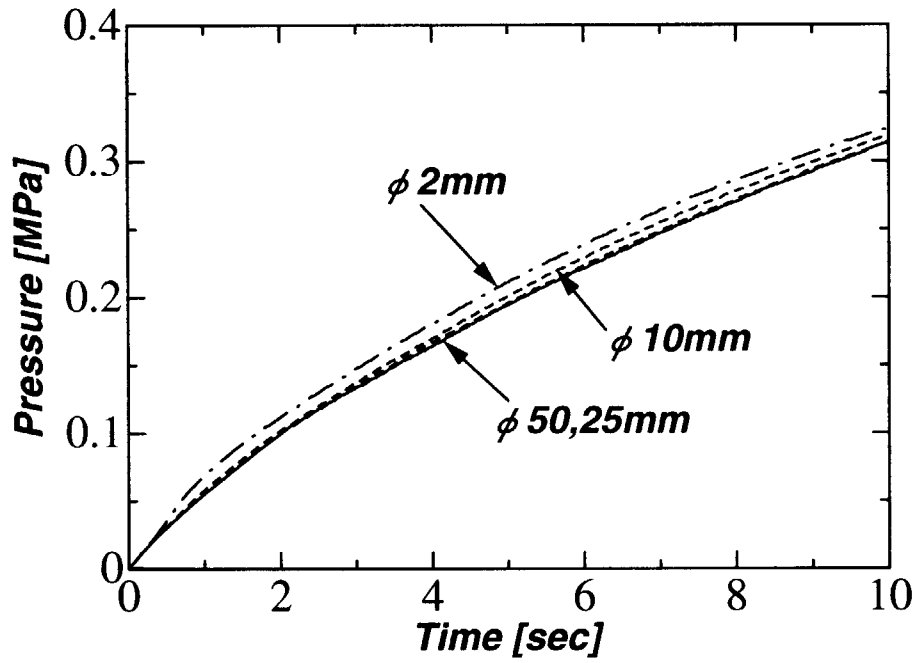


ノズル径 5mm

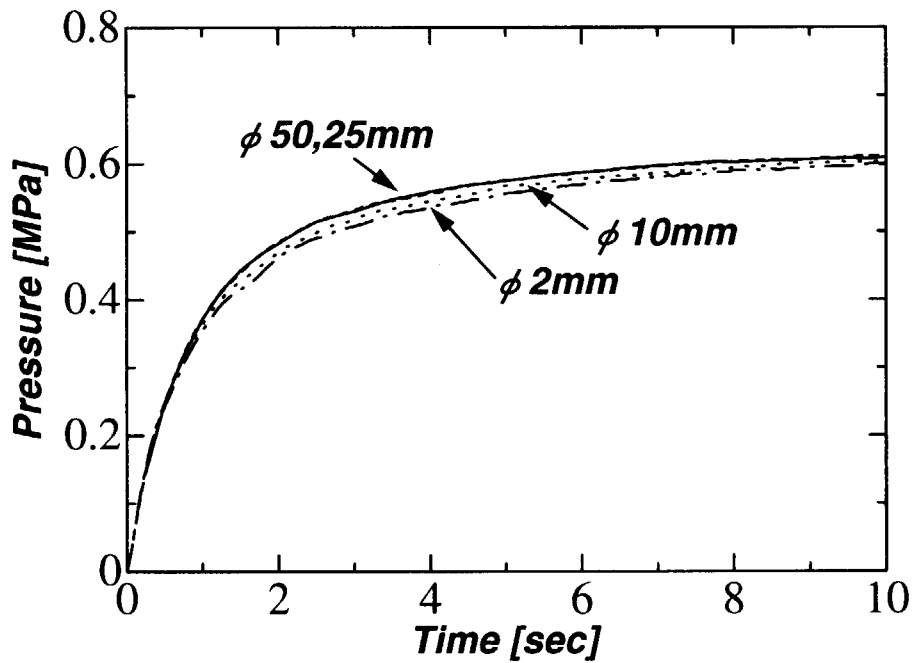


ノズル径 20mm

図 3.12 オリフィス径をパラメータとしたプラズマチャンバーと真空容器との差圧の時間変化



ノズル径 5mm



ノズル径 20mm

図 3.13 オリフィス径をパラメータとしたプラズマチャンバ中心圧力の時間変化

3.3.4. 容器内初期温度による影響

容器内初期温度をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表 3.5 に示す。

表 3.5 容器内初期温度が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 2, 5, 10, 15, 20mm
ノズル個数	: 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱) 230, 270 °C (加熱)
オリフィス径	: 50mm

図 3.14 から図 3.16 に、10 秒間水を噴出しその後 60 秒まで計算した容器内初期温度 160, 230, 270 °C における各ノズル径でのボイド率コンター & 蒸気速度ベクトル図を示す。この結果から、図 3.2 等に示した噴出中の結果と比べ、水が容器内で静止状態に到達していることが確認できた。また、非加熱である容器内初期温度 160 °C よりも加熱した容器内初期温度 230, 270 °C の方で、オリフィス付近のボイド率変化が確認できた。

同条件でのプラズマチャンバー中心圧力の時間変化を図 3.17 に示す。この結果を見ると、非加熱である容器内初期温度 160 °C では噴出中止後、容器からの熱の授受が存在しないため、容器内圧力がほぼ一定に推移する結果が得られた。但し、ノズル径 2mm では噴出水量が微小であるため、噴出中止後であっても若干圧力が上昇してしまう傾向にあることが分かった。

反対に、加熱した容器内初期温度 230, 270 °C では噴出中止後、容器からの加熱による水の沸騰蒸発の影響で、各ノズル径共、容器内圧力が上昇する結果が得られた。しかしながら、加熱した場合、ノズル径 15, 20mm よりも噴出水量が少ないノズル径 10mm の方が最終的に最も容器内圧力が上昇する結果が得られた。これは、容器壁温の時間変化を示した図 3.18 の結果から、ノズル径 15, 20mm では噴出水量が極端に多い為、容器壁温が急激に冷却され圧力上昇が抑制された結果であると考えられる。但し、この結果は、現在の体系で容器壁肉厚を 20mm にしていること、TRAC-PF1 コードの制限で温度の境界条件が断熱であることに関係しており、容器壁肉厚を調整することで、ノズル径 20mm でも壁温が下がらず、圧力がより上昇する結果が得られることも併せて確認している。

次に、容器内圧力上昇の要因とされるフラッシングおよび加熱による水の沸騰蒸発による影響を調べるため、加熱したケースでのフラッシングが占める圧力上昇割合を図 3.19 に示す。ここで、フラッシングが占める割合は、非加熱での圧力上昇がフラッシングのみであると仮定し、加熱したケースに対する非加熱での圧力値の割合を示した。

この結果から、噴出中止時点のフラッシングが占める圧力上昇割合が、容器内初期温度 230 °C では全体の 75% 以上、容器内初期温度 270 °C では全体の 65% 以上であることが分かった。これにより、容器壁温に依存し、水の沸騰蒸発による圧力上昇が占める割合が高くなることが分かった。また、フラッシングが占める割合が最も高いのが、容器内初期温度 230 °C ではノズル径 20mm、容器内初期温度 270 °C ではノズル径 2mm と相反する結果が得られた。一方、噴出後では、基本的にフラッシングは発生しないことから、加熱による水の沸騰蒸発に最も影響するのは両ケース共、噴出水量が少ないノズル径 2mm であることが分かった。

以上の結果から、容器内初期温度の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) 噴出水温度が一定ならば容器内温度に依存して、容器内圧力は変化する。
- (2) 現在の体系では、噴出水量が極端に増えた場合、容器壁温が急激に冷却される為、圧力上昇はむしろ抑制される。
- (3) 加熱による水の沸騰蒸発は、ノズル径に依存して圧力上昇に影響する。
- (4) 噴出中止時点のフラッシングが占める圧力上昇割合が、容器内初期温度 230 ℃ では全体の 75% 以上、容器内初期温度 270 ℃ では全体の 65% 以上を占めた。

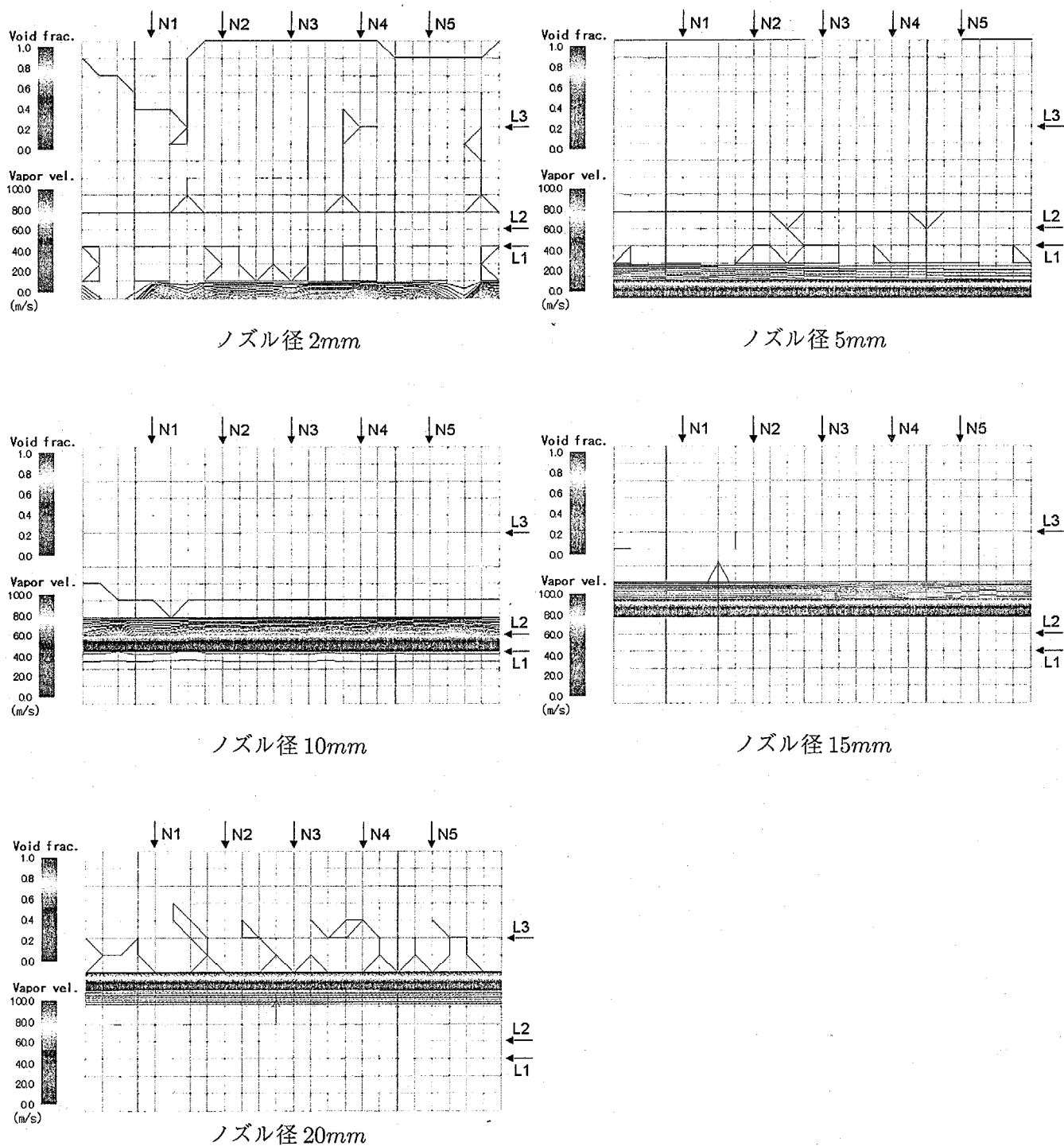


図 3.14 時刻 60 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (容器内初期温度 160 °C)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

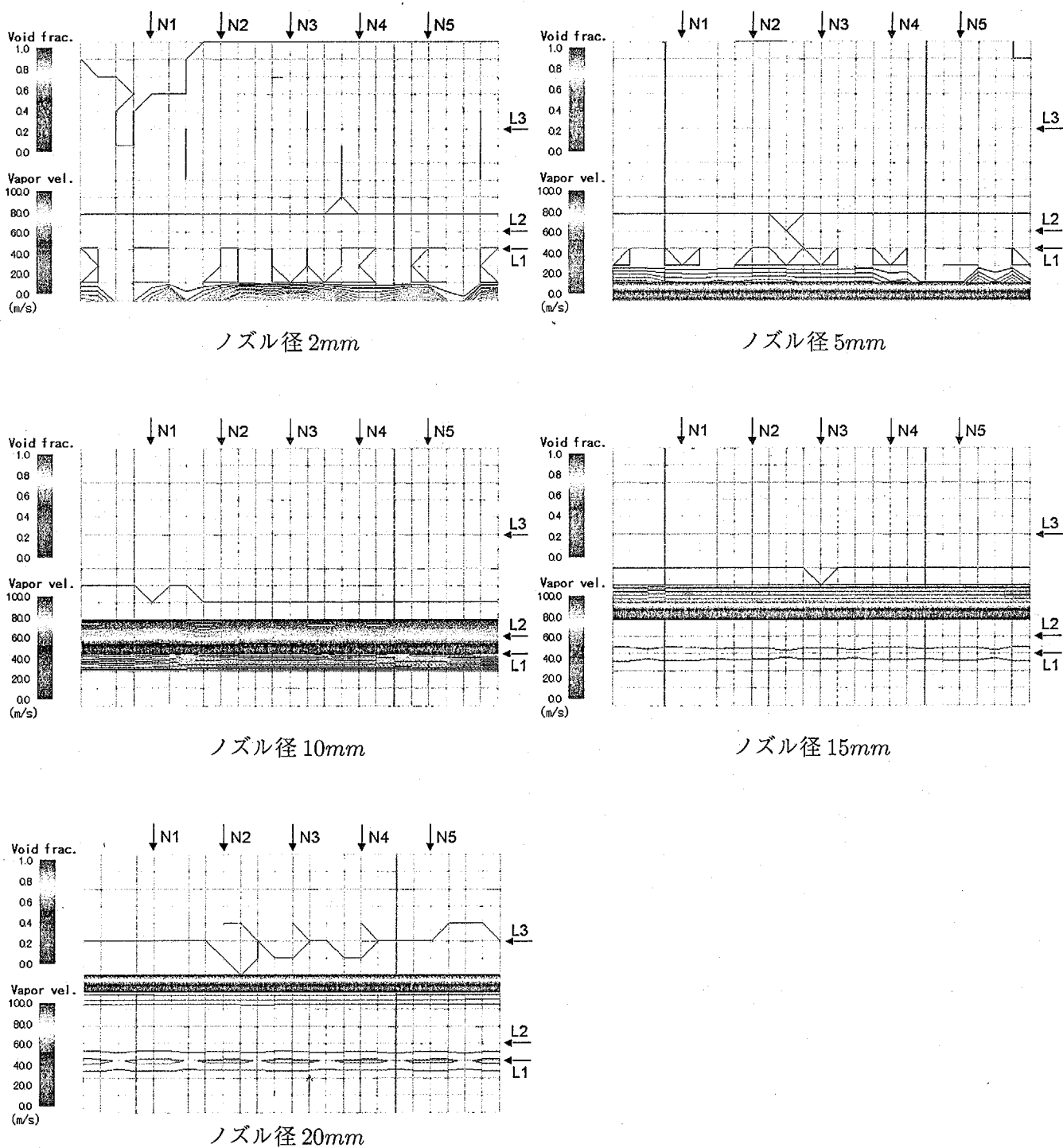


図 3.15 時刻 60 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (容器内初期温度 230 °C)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

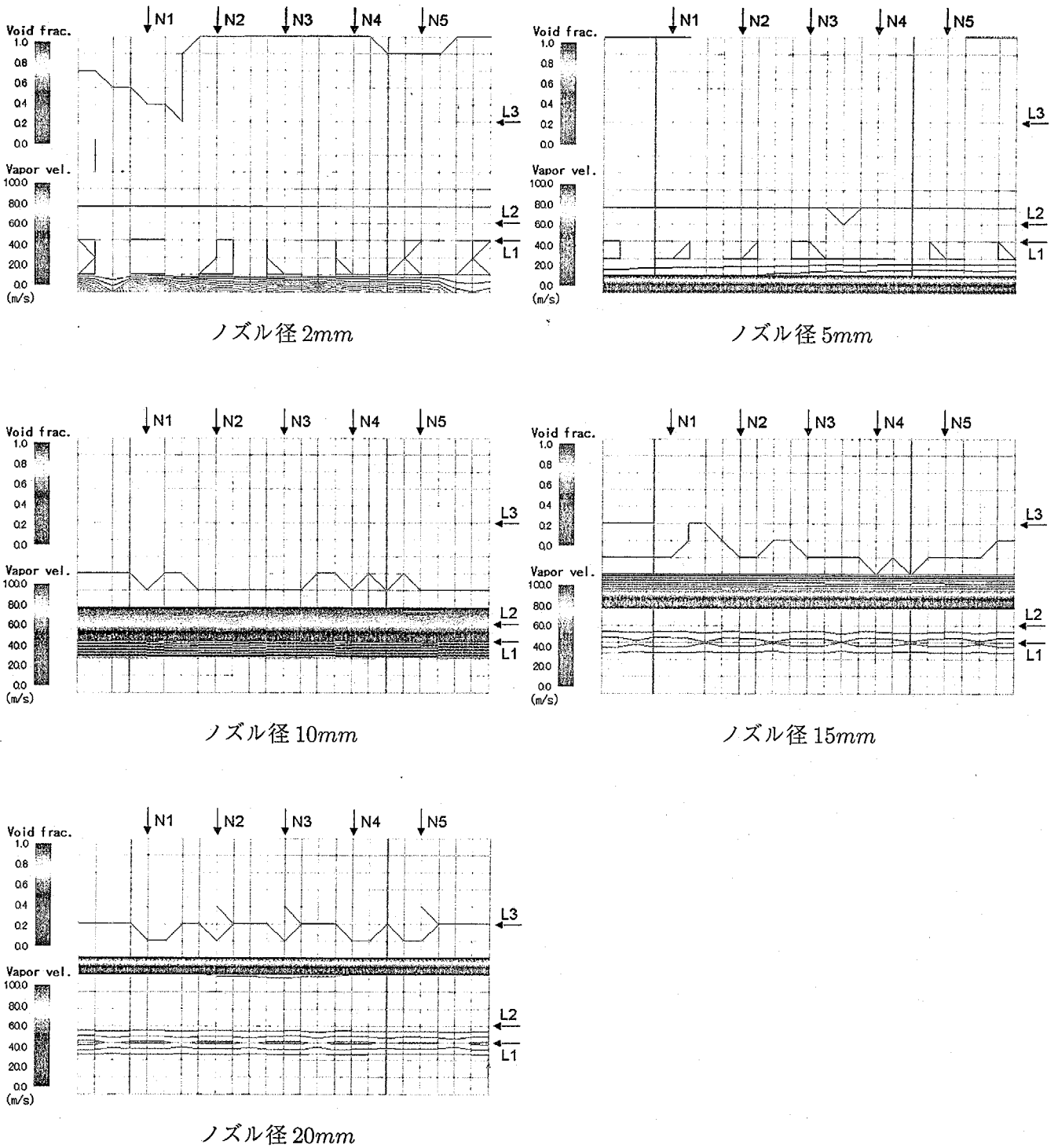
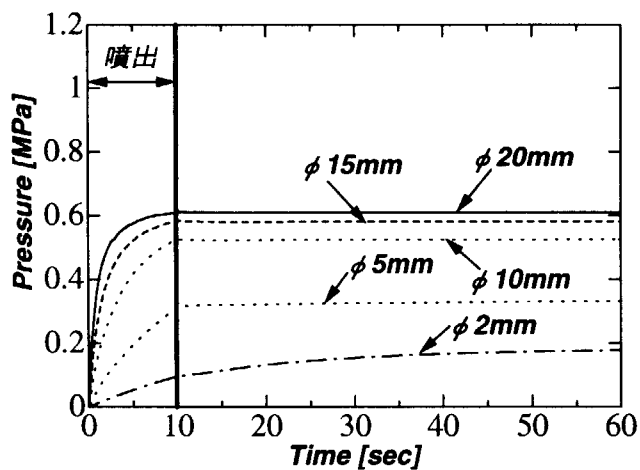
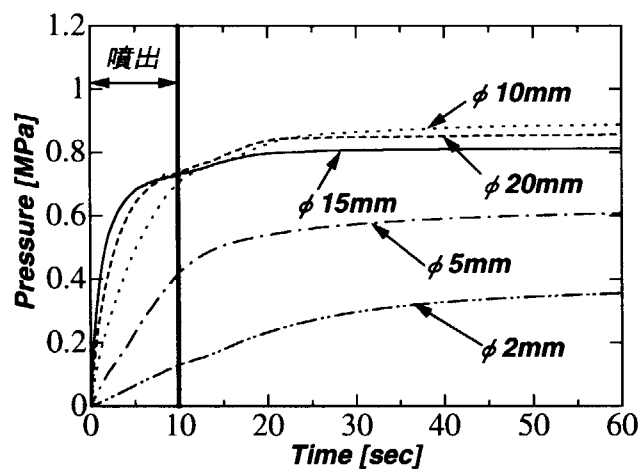


図 3.16 時刻 60 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (容器内初期温度 270 °C)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

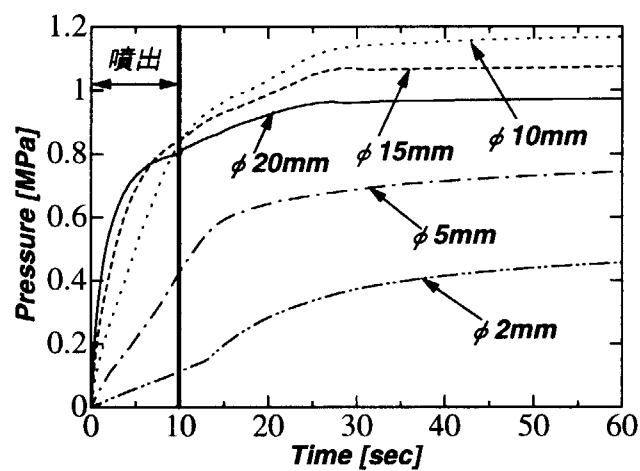
This is a blank page.



容器内初期温度 160 °C



容器内初期温度 230 °C



容器内初期温度 270 °C

図 3.17 ノズル径をパラメータとしたプラズマチャンバ中心圧力の時間変化

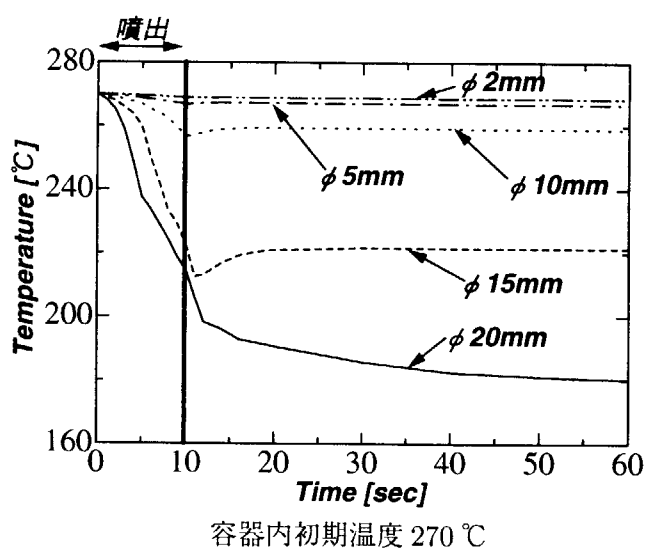
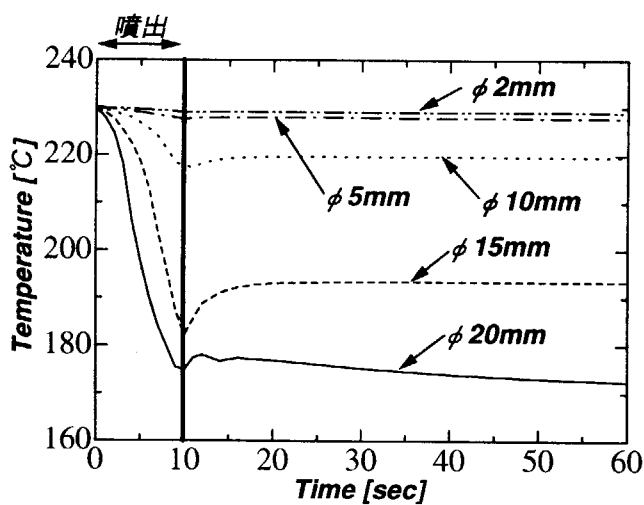
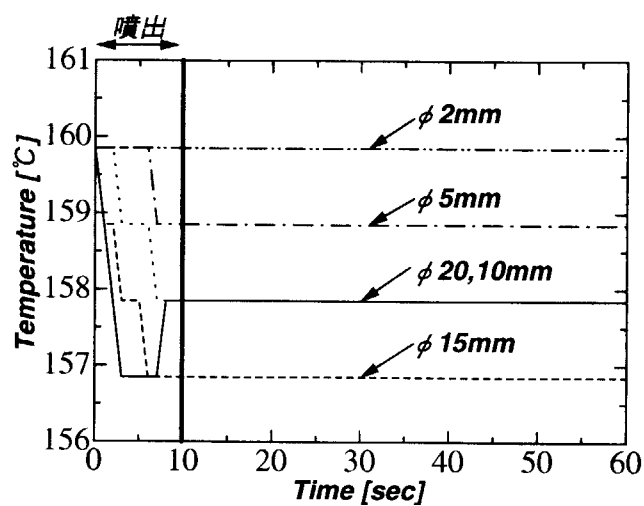


図 3.18 ノズル径をパラメータとした容器壁温の時間変化

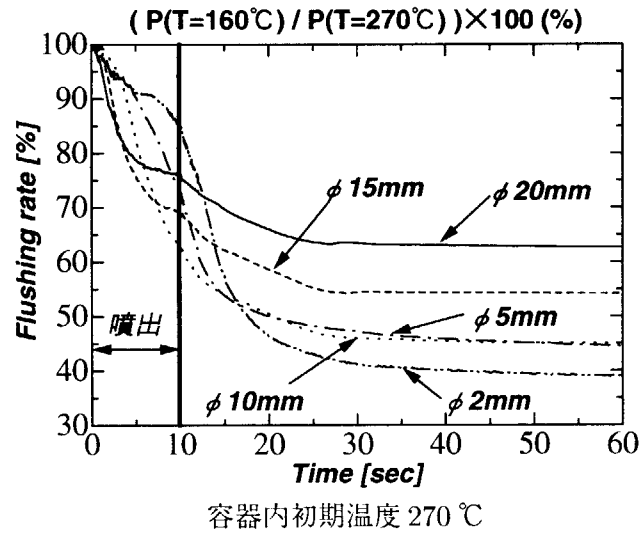
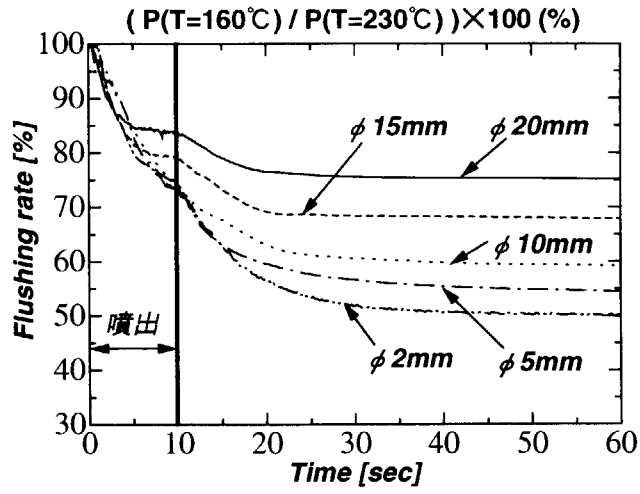


図 3.19 ノズル径をパラメータとしたフラッシングが占める圧力上昇割合の時間変化

4. ICE 事象予備解析 (2)

TRAC-PF1 コードによる ICE 事象予備解析について、真空容器からダイバータ・ポート、サブプレッション・タンクを付けた体系で解析を行い、サブプレッション・タンク内での水蒸気凝縮による圧力抑制効果について評価した。

4.1. 解析体系

図 4.1 に、TRAC-PF1 コードで解析するための解析体系を示す。各コンポーネントに対する説明は以下の通りである。

注入配管 前節と同じく、境界条件を 3.5MPa 圧力一定条件 (BREAK コンポーネント) とした VALVE コンポーネントを用いた。但し、初期設定では計算の収束性を考慮して、水をノズル先端まで注入させた。また、臨界流モデルはノズル位置のみとした。

プラズマチャンバー、ダイバータ・オリフィス、真空容器 前節と同じく、全て 1 つの VESSEL コンポーネントを用いた。

ダイバータ・ポート 直径 250mm 、長さ 1500mm の TEE コンポーネントを用いた。セル構成は 1 セル $10\text{mm} \times 10$ とし、中心位置であるセル 8 セル目にリリーフパイプと接続させる為の枝管を鉛直方向に設置した。真空容器とは軸方向下向きに接続させ、下流側境界を閉止させるため FILL コンポーネントを接続させた。また、真空容器と接続する位置を臨界流モデルとした。

リリーフパイプ 直径をパラメータ、長さ 2000mm の VALVE コンポーネントを用いた。セル構成は 1 セル $10\text{mm} \times 20$ とした。2 セル目正側境界位置にプラズマチャンバーの圧力値に応じて開放となるバルブ (電磁弁) を設定した。ここで、バルブが開く圧力値を 0.2MPa とした。

サブプレッション・タンク 直径 750mm 、長さ 2000mm の TEE コンポーネントを用いた。セル構成は 1 セル $10\text{mm} \times 20$ とし、タンク底部より 3 セル目に枝管を設け、リリーフパイプと接続させた。上下境界については閉止とする為、FILL コンポーネントを接続させた。

各コンポーネント同士の接続 各コンポーネント同士の接続に際し、TRAC-PF1 コードの性質上、接続するコンポーネント同士の境界断面積を合わせる処理を行った。この処理を施さない場合、本解析の様なコンポーネント間で急激な圧力変化を伴う計算では安定した解は得られず、実際に図 4.2 に示す様にかかなりの圧力振動が発生してしまった。これは、TRAC-PF1 コードでは接続する相手先コンポーネントセルの断面積を (セル体積/セル長さ) で求めているため、その境界断面積が必ずしも自分側接続セルの断面積と等しくなるとは限らないからである。ここで、本処理は接続先コンポーネントセルの体積を調節することにより行い、実施箇所はダイバータ・ポートに接続する真空容器の VESSEL コンポーネント軸方向 1 セル目の体積、ダイバータ・ポートおよびサブプレッション・タンクで用いた TEE コンポーネントの枝間セルに接続する主管セルの体積の計 3 箇所である。

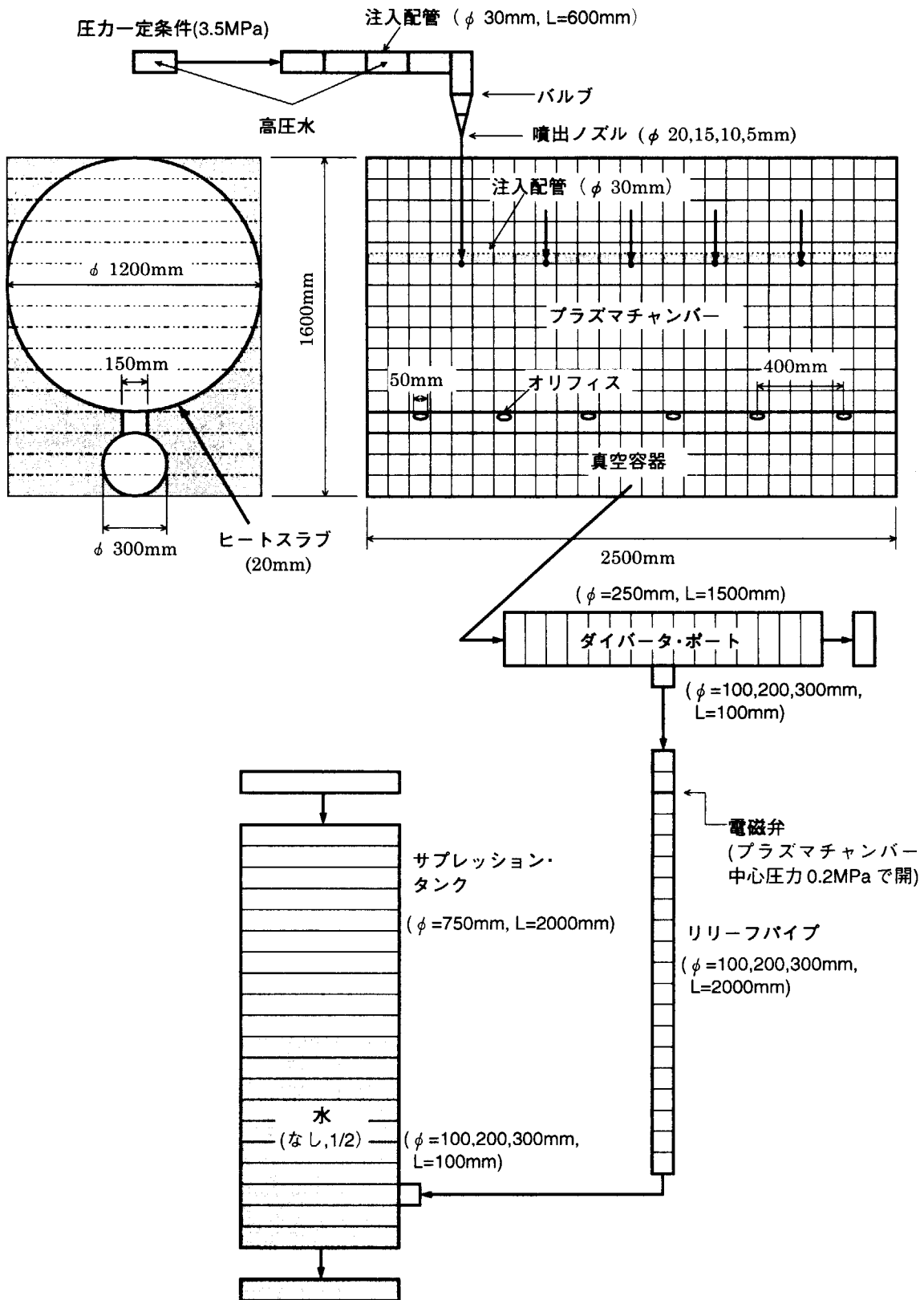


図 4.1 解析体系

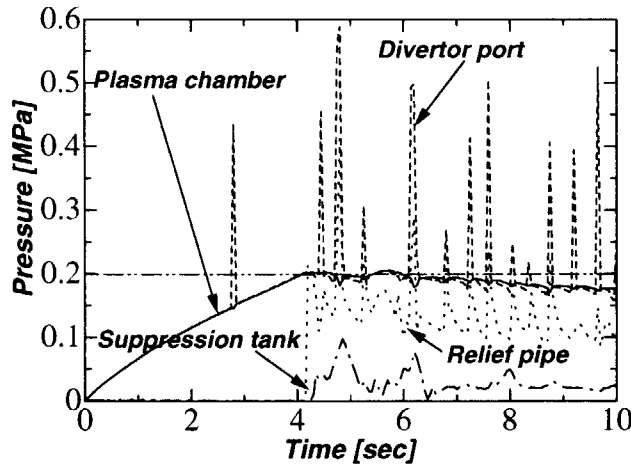


図 4.2 接続するコンポーネント同士の境界断面積を合わせない場合の圧力時間変化

4.2. 解析条件

解析条件は、水注入ノズル径、リリースパイプ径及びサプレッション・タンク内の水量をパラメータとして、以下とした。

表 4.1 解析条件

噴出水温度 (T_W)	160 °C
噴出水圧力	3.5 MPa
容器内初期温度 (T_V)	160 °C
容器内初期圧力	1000 Pa
ダイバータ・ポート初期温度	160 °C
ダイバータ・ポート初期圧力	1000 Pa
サプレッション・タンク初期温度	5 °C
サプレッション・タンク初期圧力	1000 Pa
水注入ノズル径	5, 10, 15, 20 mm
水注入ノズル个数	5 個
水の噴出時間	10 秒
オリフィス径	50 mm
リリースパイプ径	100, 200, 300 mm
サプレッション・タンク内初期水量	なし, 1/2
電磁弁 ON 容器内圧力値	0.2 MPa

また、その他については、以下の条件を適用した。

- (1) リリースパイプの初期条件は、圧力が 1000 Pa、温度はバルブ位置より上流側セルで 160 °C、下流側セルで 5 °C とした。
- (2) 真空容器壁と外部、及びダイバータ・ポート、リリースパイプ、サプレッション・タンクの温度境界条件は断熱条件とした。

(3) ダイバータ・ポートの入り口位置の付加損失係数を 0.5 とした。

(4) 時間刻み幅については、TRAC-PF1 コードの自動設定機能を採用した。

付録 A.2 に、噴出ノズル径 = 5mm、リリーフパイプ径 = 100mm、サプレッション・タンク内初期水量 = 1/2 の条件での TRAC-PF1 コード入力データを示す。

4.3. 解析結果と考察

4.3.1. ノズル径による影響

ノズル径をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表 4.2 に示す。

表 4.2 ノズル径が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 5, 10, 15, 20mm
ノズル個数	: 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱)
オリフィス径	: 50mm
リリースパイプ径	: 200mm
サプレッション・タンク内初期水量	: 1/2

噴出後 10 秒時点の各ノズル径でのプラズマチャンバー内及び真空容器内挙動について、図 4.3 に電磁弁を閉じた場合のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図、図 4.4 に電磁弁をプラズマチャンバー圧力 0.2MPa で開とした場合のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図、図 4.5 に電磁弁を閉じた場合の圧力コンター図、図 4.6 に電磁弁をプラズマチャンバー圧力 0.2MPa で開とした場合の圧力コンター図を示す。

まず、ボイド率では、電磁弁を閉じた結果と比較した場合、明らかに全てのノズル径において電磁弁が開いたことにより真空容器内の水が減少していることが確認できた。特に、ノズル径 5mm では真空容器の水がほとんど流出してしまう結果が得られた。一方、圧力分布では、電磁弁を閉じた結果と比較して、真空容器内で分布が発生することが確認できた。

図 4.7 にノズル径の違いによるプラズマチャンバー中心圧力の時間変化を示す。この結果から、ノズル径 5mm では電磁弁を閉じた結果と比較し、80% もの減圧効果がある結果が得られた。しかし、ノズル径に依存し噴出水量が増えるとともに減圧効果も減少して行き、ノズル径 10mm では 47%、ノズル径 15mm では 14%、ノズル径 20mm では 5% しか減圧効果が発生しない結果が得られた。また、ノズル径 5mm 以上では電磁弁を開放しても条件である圧力 0.2MPa を超えてしまう結果が得られた。このことから、現在の体系で効果的な減圧性能を得る為には、ノズル径を 10mm 以下に抑える必要があることが分かった。

図 4.8 に各ノズル径での各コンポーネント圧力の時間変化を示す。ここで、圧力位置は各コンポーネントの中心位置とした。この結果から、噴出後 10 秒時点において、ノズル径 10mm 以下では各コンポーネントで均圧状態になっておらず、まだ減圧可能であることを示しているのに対し、ノズル径 15mm 以上では各コンポーネントが高い圧力で均圧になっていることから、既に圧力抑制の限界に達していることが分かった。したがって、ノズル径 15mm 以上の場合には、さらに大容量のサプレッション・タンクを用意する必要があることが分かった。

以上の結果から、ノズル径の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) 電磁弁が開くことにより、真空容器内の水量が減少していくことが確認できた。

- (2) ノズル径に依存して、噴出水量の増加とともにサプレッション・タンクの減圧性能は低下する。
- (3) 現在の体系で効果的な減圧性能を得る為には、ノズル径を 10mm 以下に抑える必要がある。
- (4) 現在の体系で 10mm 以上のノズル径を使用する場合には、さらに大容量のサプレッション・タンクを用意する必要がある。

This is a blank page.

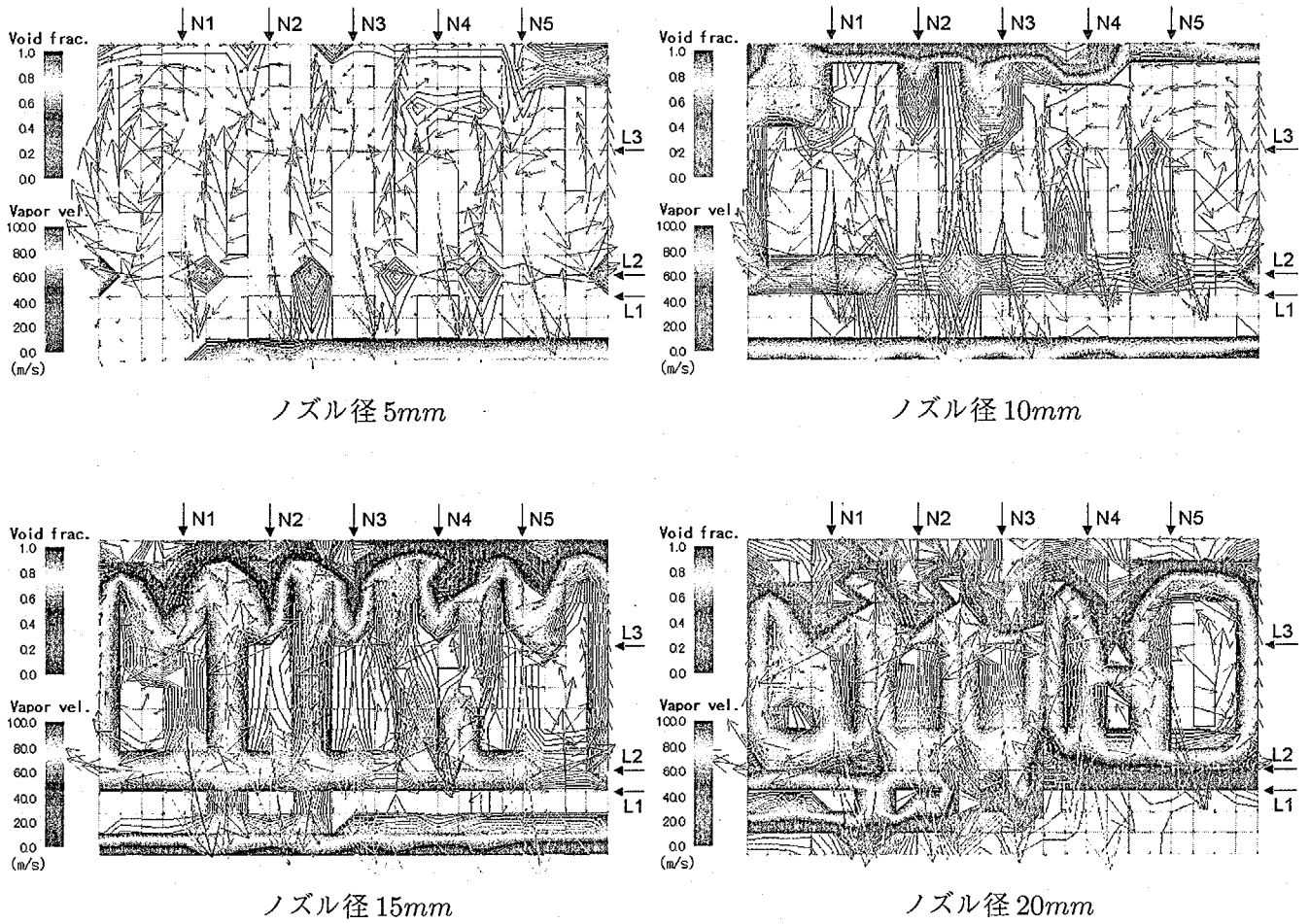


図 4.3 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (電磁弁は閉)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

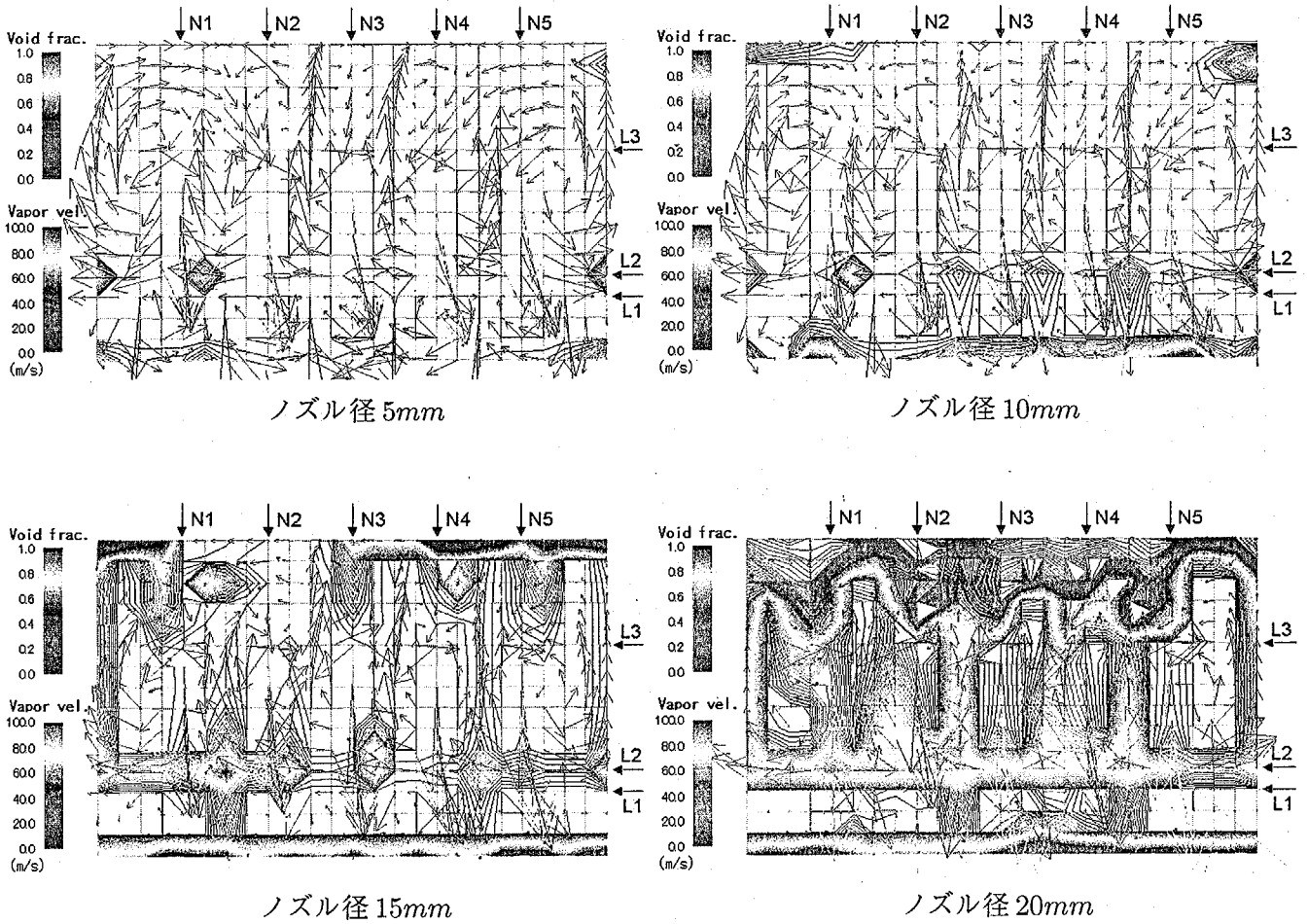


図 4.4 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (電磁弁は 0.2MPa で開)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

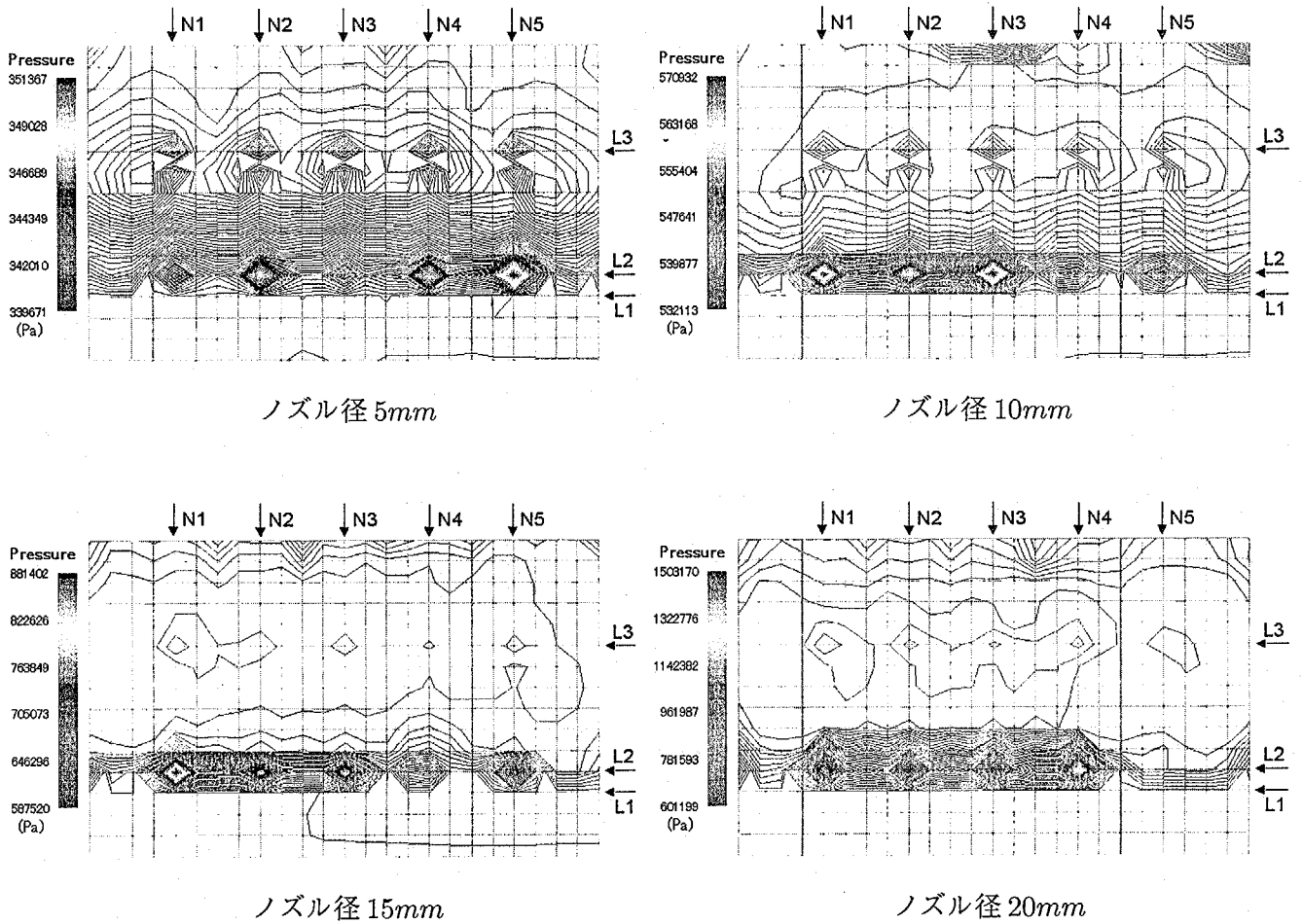


図 4.5 時刻 10 秒時点の圧力コンター (電磁弁は閉)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

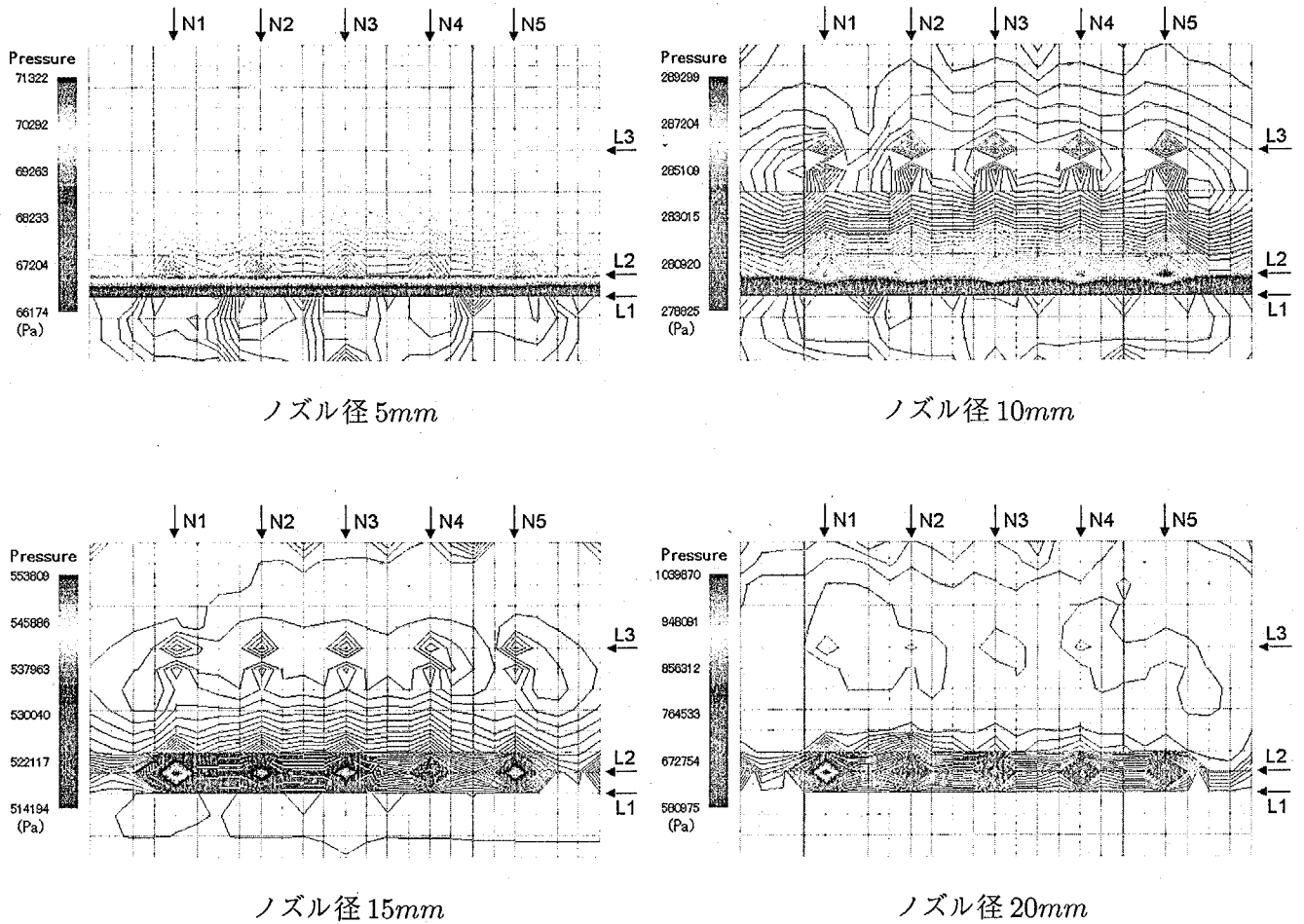
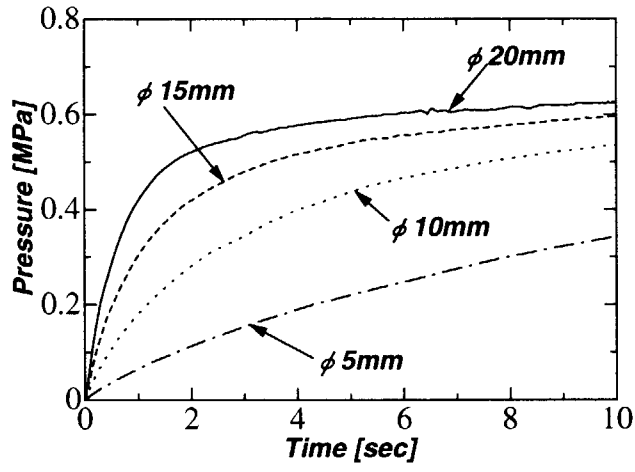
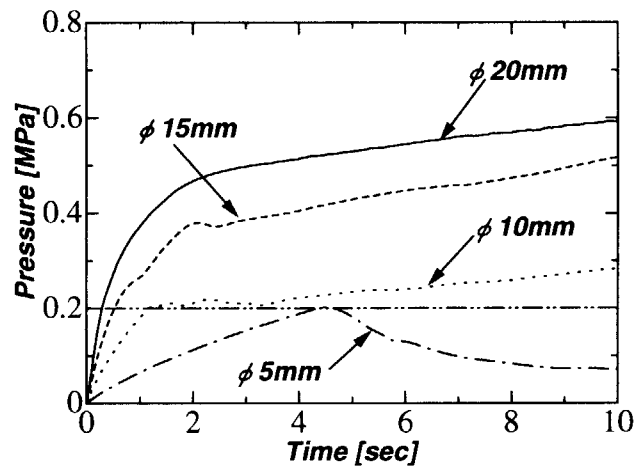


図 4.6 時刻 10 秒時点の圧力コンター (電磁弁は 0.2MPa で開)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.



電磁弁は閉



電磁弁は 0.2MPa で開

図 4.7 ノズル径をパラメータとしたプラズマチャンバー中心圧力の時間変化

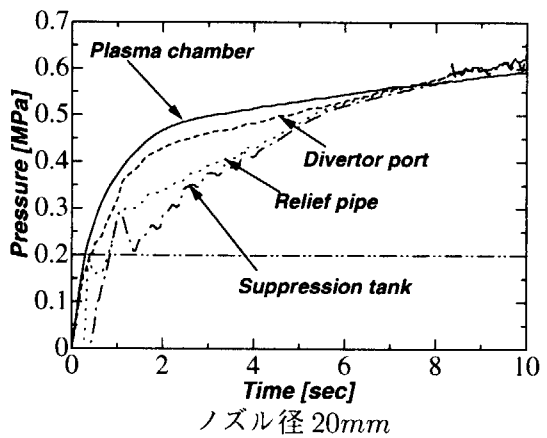
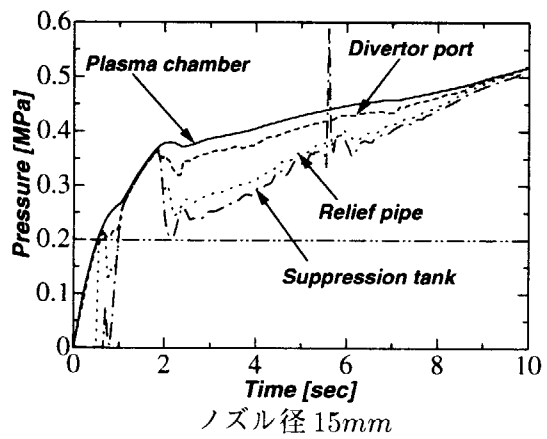
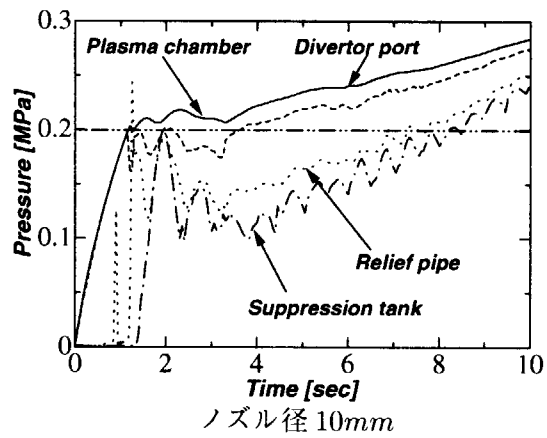
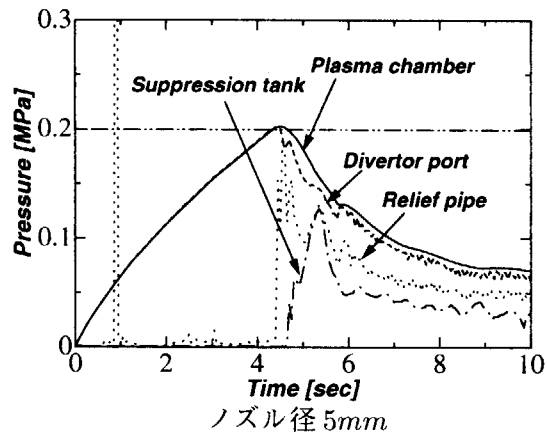


図 4.8 各コンポーネント圧力の時間変化

4.3.2. リリーフパイプ径による影響

リリーフパイプ径をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表 4.3 に示す。

表 4.3 リリーフパイプ径が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 5, 10, 15, 20mm
ノズル個数	: 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱)
オリフィス径	: 50mm
リリーフパイプ径	: 100, 200, 300mm
サブプレッション・タンク内初期水量	: 1/2

噴出後 10 秒時点のリリーフパイプ径 100mm 及び 300mm のプラズマチャンバー内及び真空容器内挙動について、図 4.9 及び図 4.10 に各ノズル径でのボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図、図 4.11 及び図 4.12 に圧力コンター図を示す。ここで、各結果共、電磁弁をプラズマチャンバー圧力 0.2MPa で開とした場合を示す。

まず、ボイド率では、リリーフパイプ径に依存してサブプレッション・タンクへの流路面積が増えるに従い、真空容器内の水が減少することが確認できた。一方、圧力分布では、リリーフパイプ径を変化させてもそれ程顕著な差は確認されなかった。

図 4.13 にノズル径 5mm 及び 20mm での各リリーフパイプ径におけるプラズマチャンバー+真空容器及びサブプレッションタンク内水量の時間変化を示す。ここで、図中、同一線種で太線はプラズマチャンバー内及び真空容器内水量、細線はサブプレッションタンク内水量を示す。

まず、ノズル径 5mm では電磁弁開放に伴いプラズマチャンバー+真空容器内水量が減少する一方で、逆にサブプレッションタンク内水量が増加する挙動が確認できた。また、リリーフパイプ径に依存して水量増減の幅が変化することも確認できた。ただ、リリーフパイプ径 300mm では電磁弁開放後急激に水量が変化するものの、その反動も大きいことが分かった。

一方、ノズル径 20mm では電磁弁開放後もプラズマチャンバー+真空容器内水量はほとんど減少せず、逆に増水する結果が得られた。これは、サブプレッション・タンクへ流出する水量よりも噴出ノズルから供給される水量の方が多いことを示している結果であると言える。

さらに、リリーフパイプ径 200mm 及び 300mm のサブプレッション・タンク内水量の増加が時刻 8 秒以降ほぼ飽和傾向を示していることから、この時点でサブプレッション・タンク内が満水状態にあることが分かった。このことは、図 4.14 に示したリリーフパイプ径 300mm でのサブプレッション・タンクに接続するセルのボイド率変化から分かる様に、ノズル径 20mm では時刻 8 秒以降急激にボイド率が減少していることから、この時点よりサブプレッション・タンクからの逆流が開始されたことが分かった。また、図 4.14 よりサブプレッション・タンクへの流入はほとんど蒸気であることも分かった。

図 4.15 にリリーフパイプ径の違いによるプラズマチャンバー中心圧力の時間変化を示す。この結果から、リリーフパイプ径がプラズマチャンバー内の減圧効果にかなり影響していることが分かった。特に、リリーフパイプ径 100mm ではノズル径 5mm であっても電磁弁開放時点の圧力で

推移する結果が得られた。これは、現在の体系でリリーフパイプ径 100mm ではリリーフパイプ内でかなりの圧力損失が発生してしまい、サプレッション・タンクへの圧力開放が抑制されてしまう結果であると考えられる。

一方、リリーフパイプ径 300mm では 200mm と比べ減圧効果にそれ程差が生じていないことから、現在の体系ではリリーフパイプ径 200mm が最適であることが分かった。また、図 4.13 の水量の時間変化と圧力の時間変化を比較すると全く同様な傾向を示しており、圧力変化は容器内の水量と密接な関係にあることが分かった。

図 4.16 にリリーフパイプ径 100mm 及び 300mm における各ノズル径での各コンポーネント圧力の時間変化を示す。ここで、圧力位置は各コンポーネントの中心位置とした。この結果から、リリーフパイプ径 100mm ではダイバータ・ポートとリリーフパイプとの間に 0.1MPa 程の圧力損失が発生していることが分かった。また、リリーフパイプ径 300mm では図 4.8 のリリーフパイプ径 200mm の結果と比べて、噴出後 10 秒時点の各コンポーネント同士の圧力がより接近しており、さらに、ノズル径 20mm ではサプレッション・タンクが満水になる時刻 8 秒からプラズマチャンバーとの圧力上昇が逆転してしまう結果が得られた。

以上の結果から、リリーフパイプ径の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) リリーフパイプ径に依存してサプレッション・タンクへの流路面積が増えるに従い、真空容器内の水が減少することが確認できた。
- (2) 現在の体系では、ノズル径 20mm でリリーフパイプ径 200mm 以上の場合、時刻 8 秒程でサプレッション・タンクが満水になる。
- (3) 現在の体系では、リリーフパイプ径 200mm で最も有効な減圧効果が得られた。
- (4) リリーフパイプ径 200mm 未満では管路摩擦抵抗の増大による減圧効果への影響が無視できない。

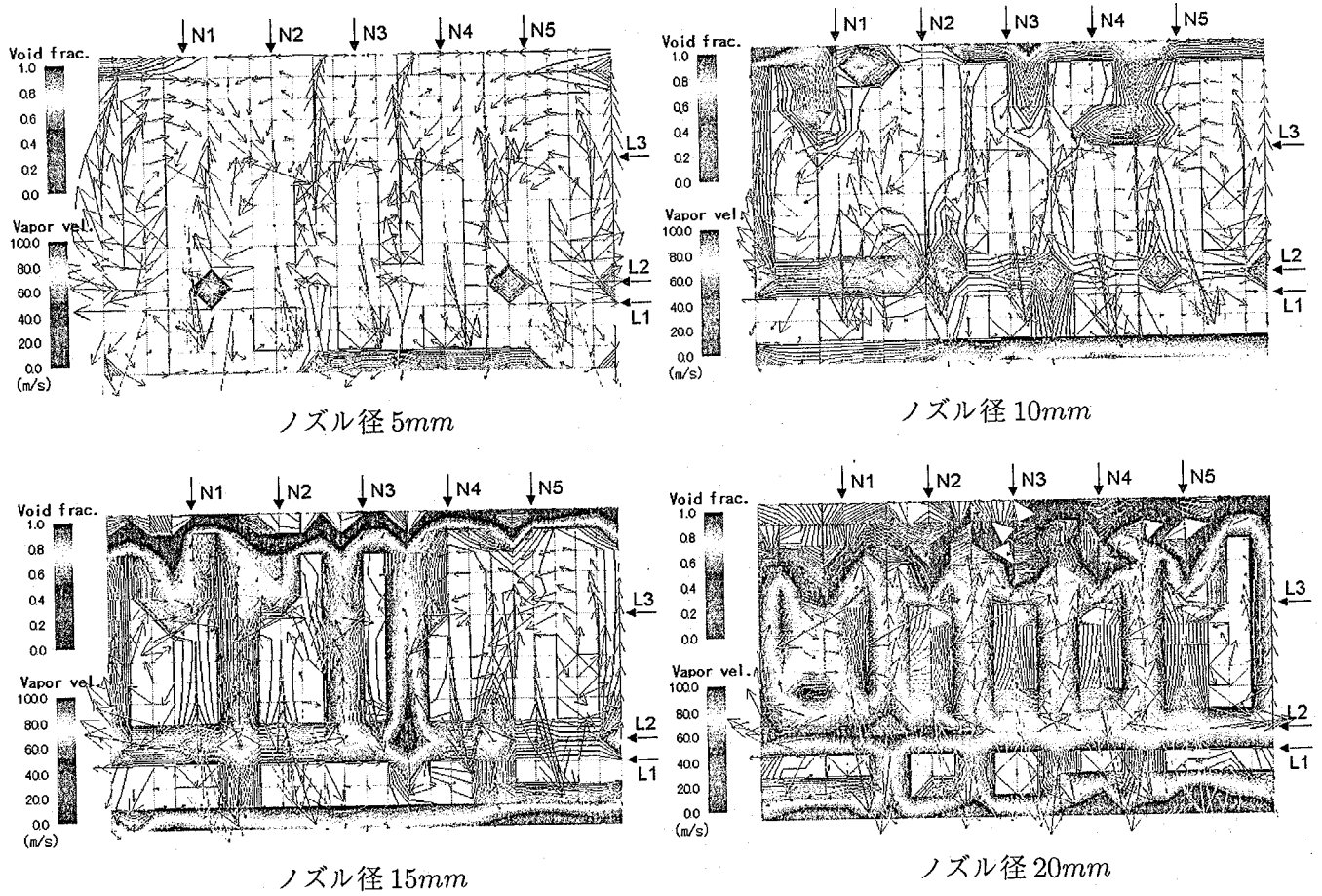


図 4.9 時刻 10 秒時点のボイド率コンター&蒸気速度ベクトル図 (リリーフパイプ径 100mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

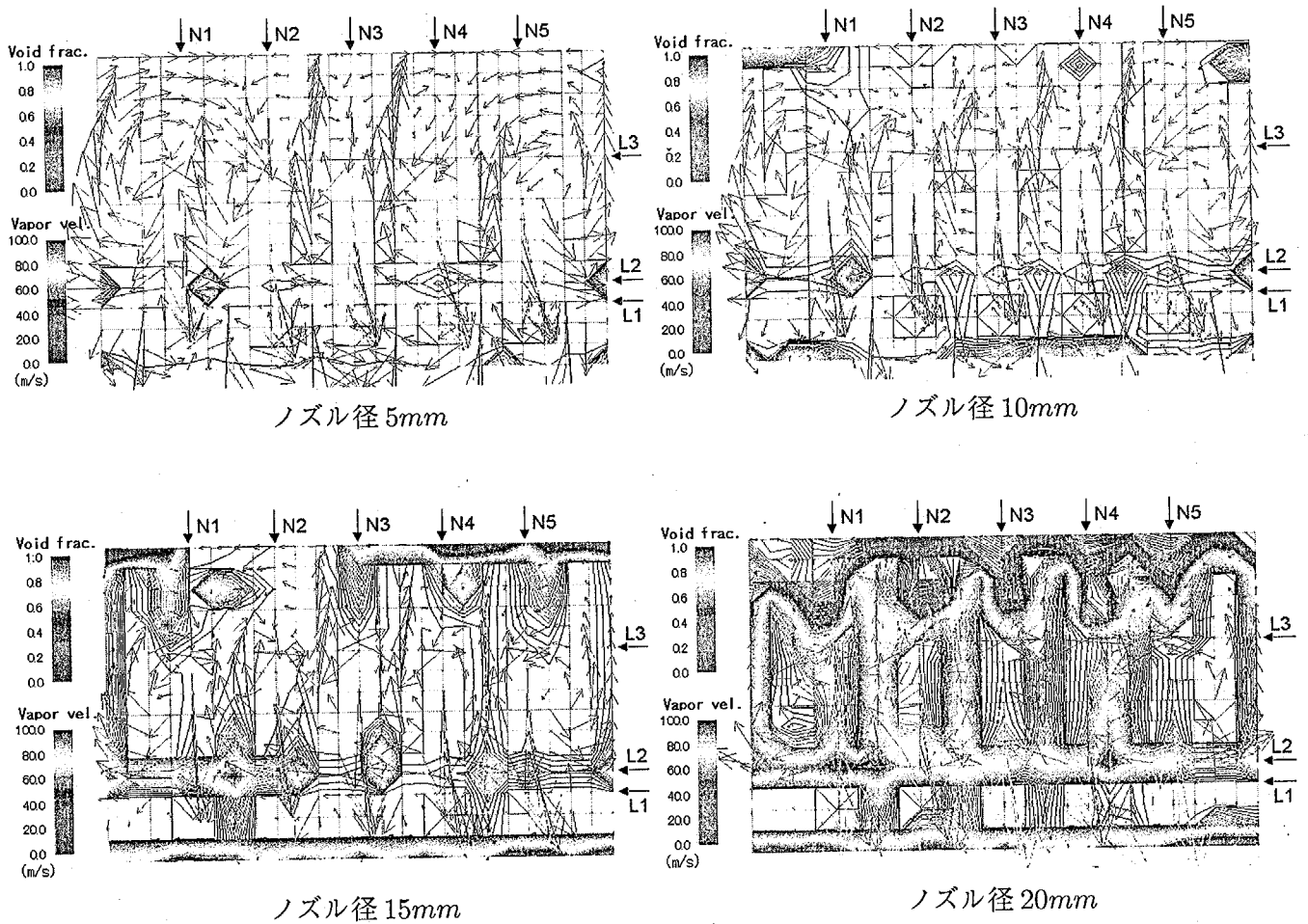


図 4.10 時刻 10 秒時点のボイド率カウンター&蒸気速度ベクトル図 (リリーフパイプ径 300mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

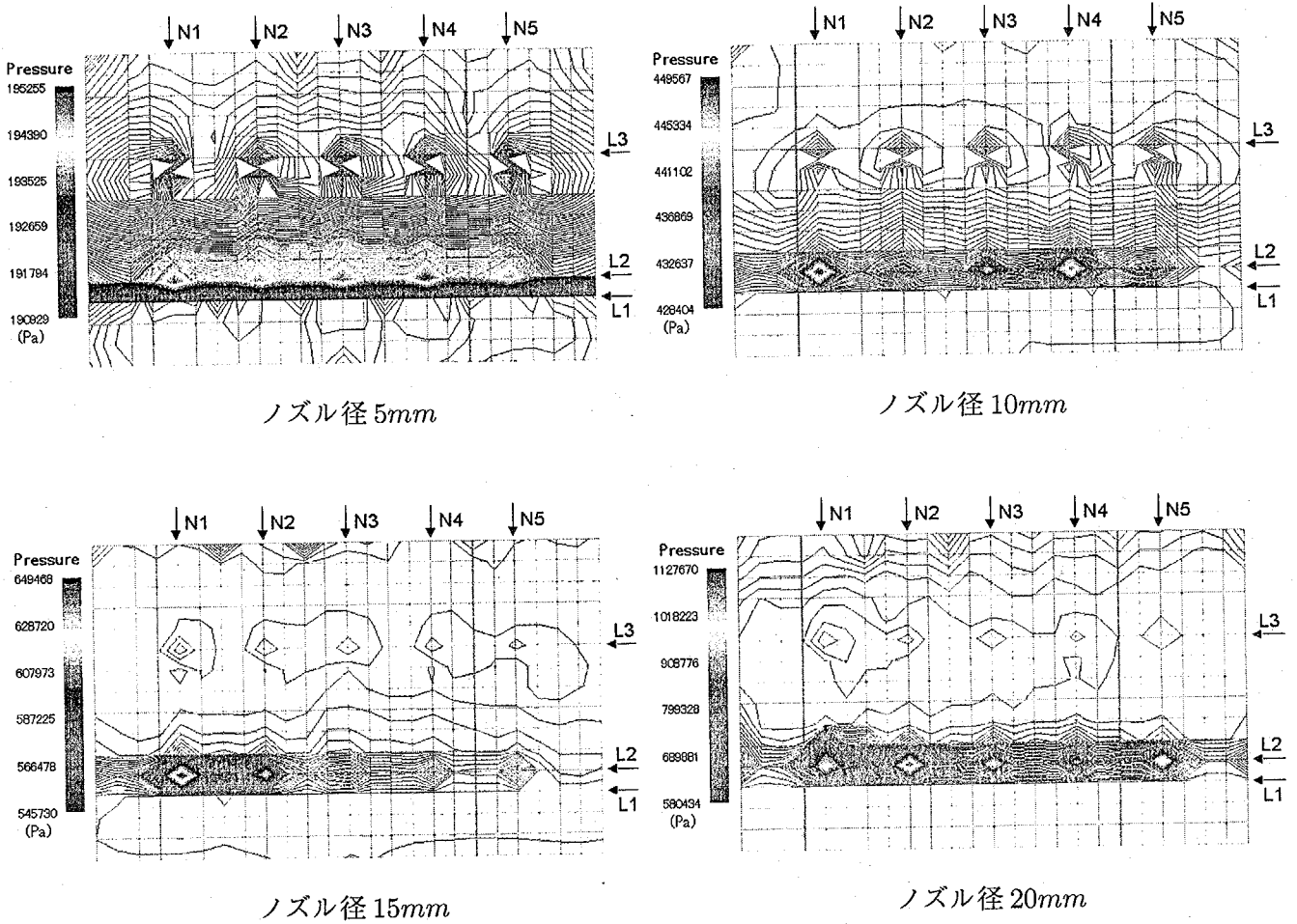


図 4.11 時刻 10 秒時点の圧力コンター (リリーフパイプ径 100mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

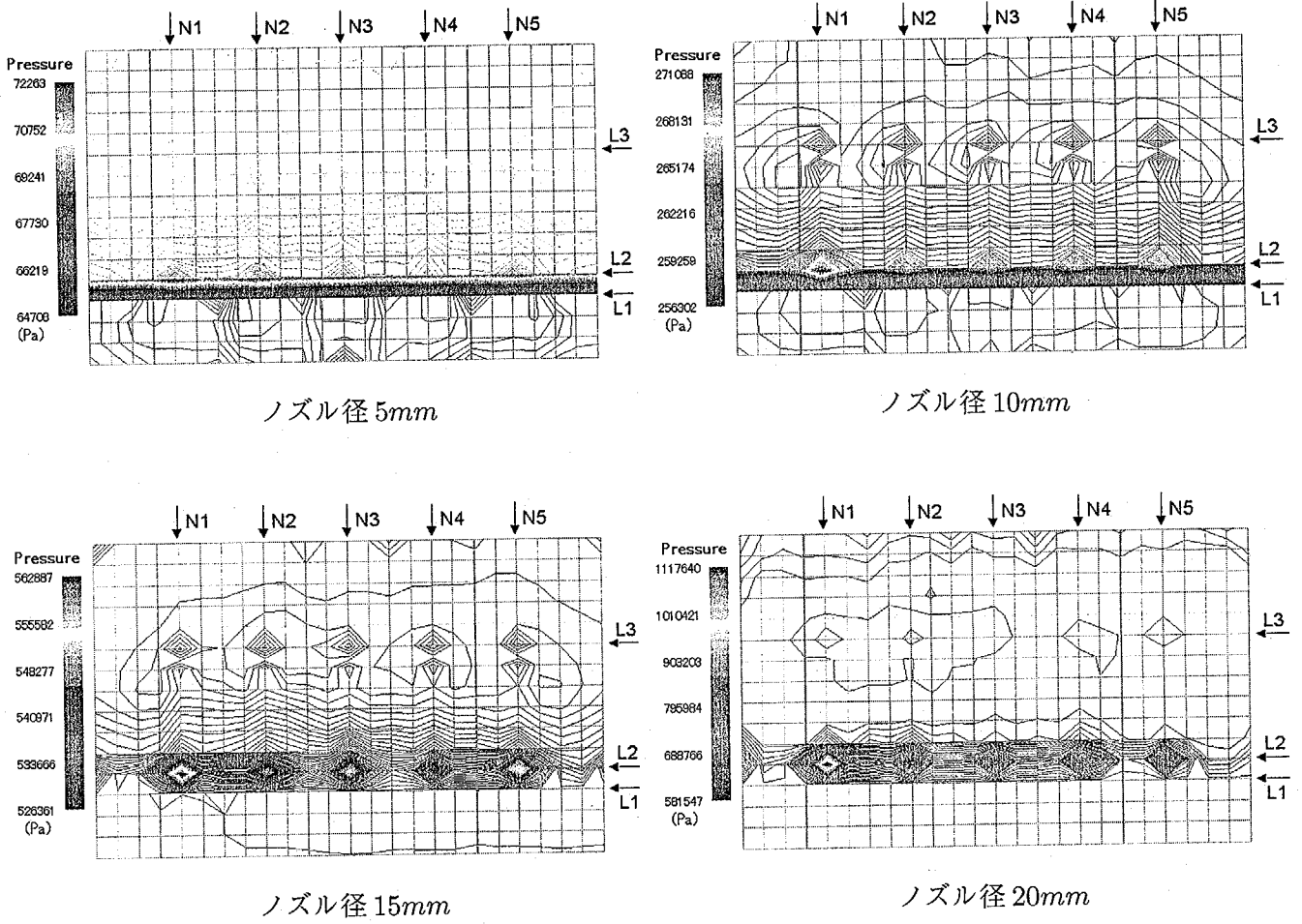


図 4.12 時刻 10 秒時点の圧力コンター (リリーフパイプ径 300mm)
 (N,L3=x,z 方向水注入位置,L1=z 方向真空容器上端位置,L2=z 方向オリフィス位置)

This is a blank page.

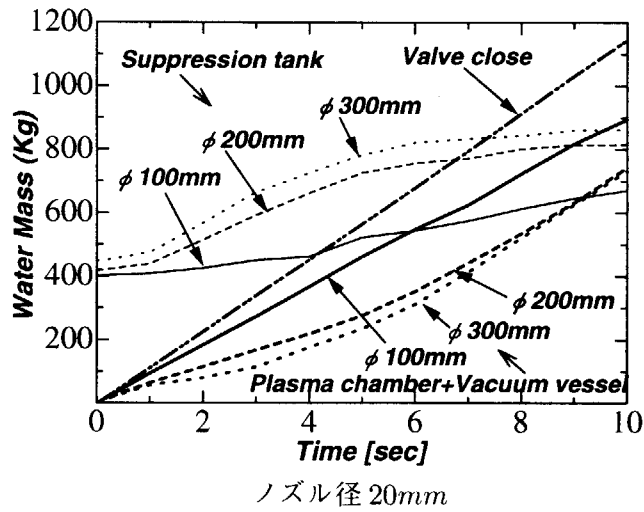
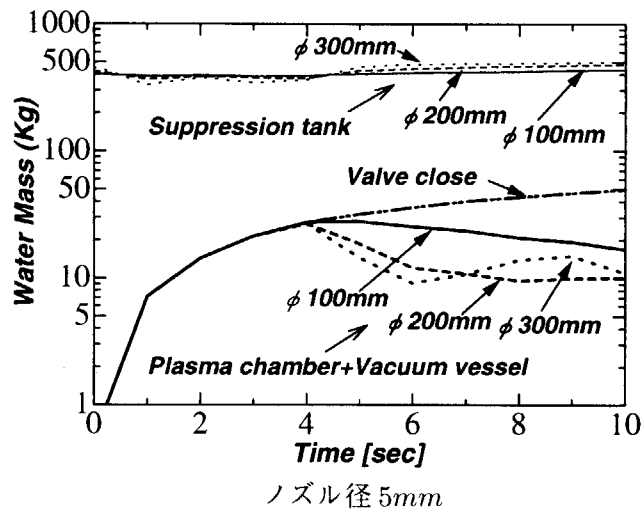


図 4.13 リリーフパイプ径をパラメータとした各部水量の時間変化

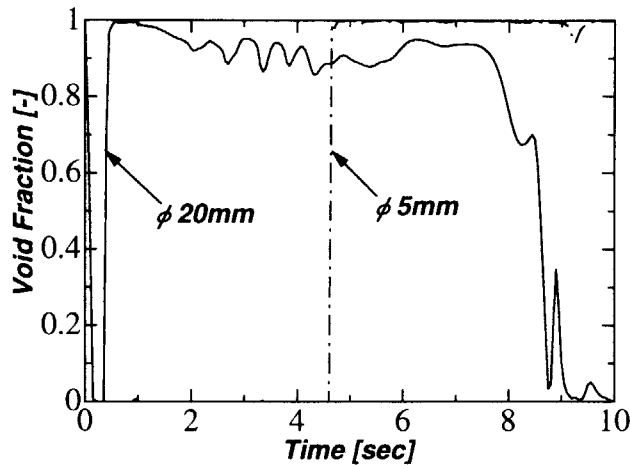
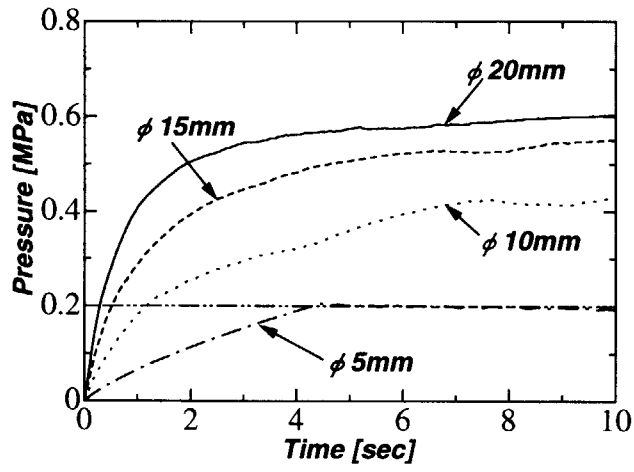
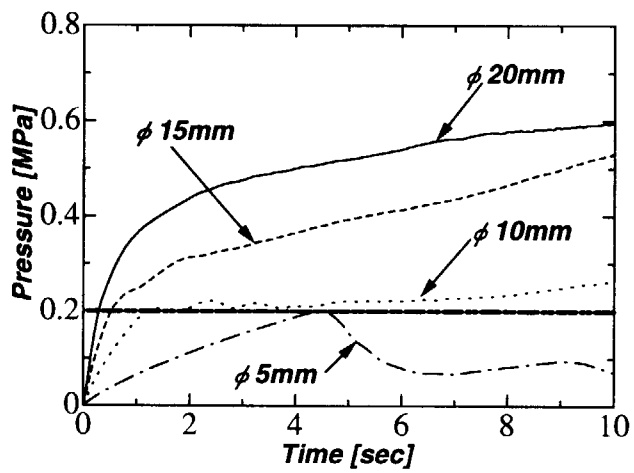


図 4.14 サプレッション・タンクに接続するセルのボイド率時間変化 (リリーフパイプ径 300mm)



リリーフパイプ径 100mm



リリーフパイプ径 300mm

図 4.15 リリーフパイプ径をパラメータとしたプラズマチャンバー中心圧力の時間変化

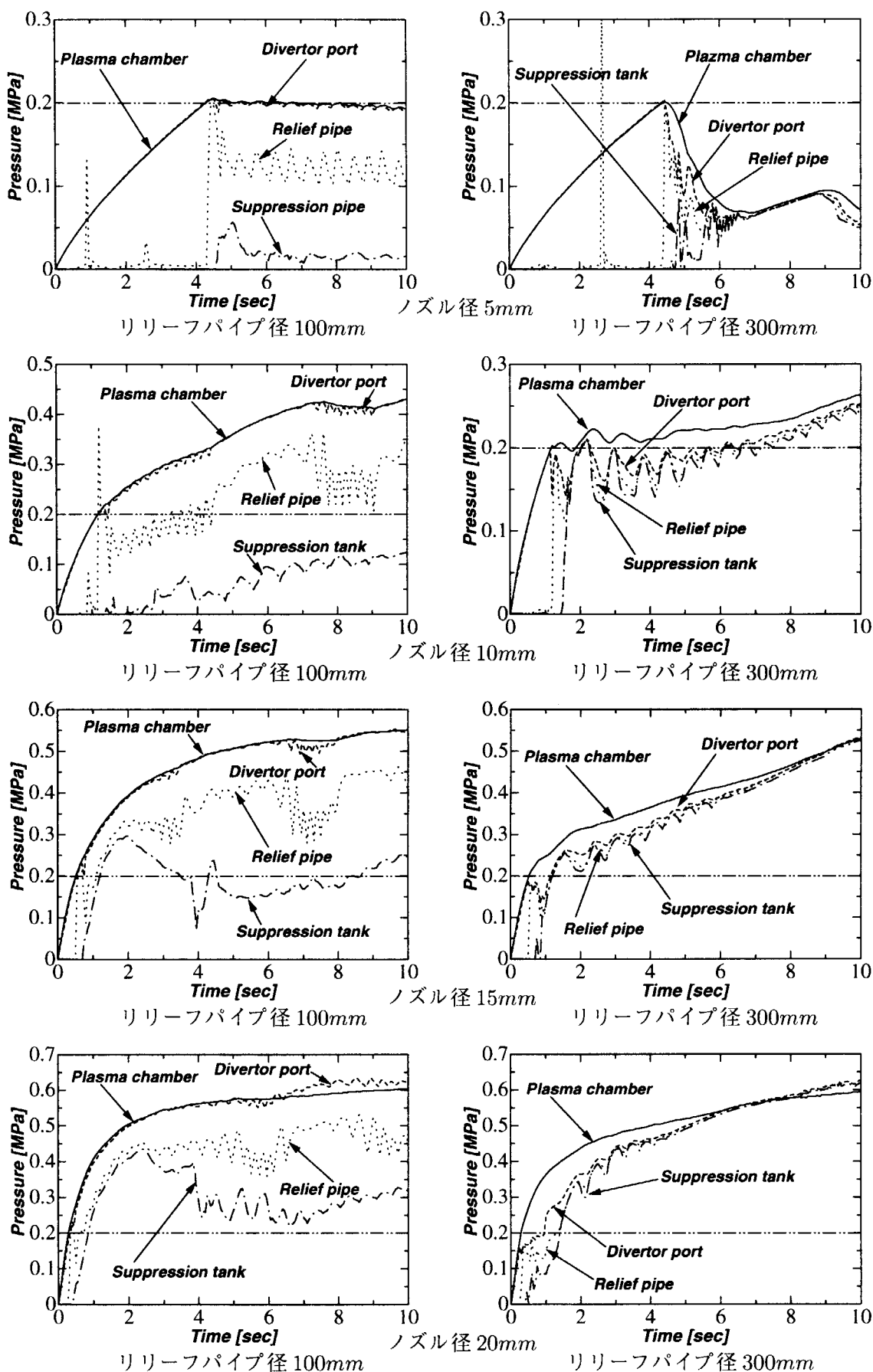


図 4.16 各コンポーネント圧力の時間変化

4.3.3. サプレッション・タンク内初期水量による影響

サプレッション・タンク内初期水量をパラメータとして解析した結果を示す。解析条件を表 4.4 に示す。

表 4.4 サプレッション・タンク内初期水量が異なる場合の解析条件

ノズル径	: 5mm
ノズル個数	: 5 個
噴出水温度	: 160 °C
容器内初期温度	: 160 °C (非加熱)
オリフィス径	: 50mm
リリースパイプ径	: 100, 200mm
サプレッション・タンク内初期水量	: なし、1/2

図 4.17 にサプレッション・タンク内初期水量の違いによるプラズマチャンバー中心圧力の時間変化を示す。この結果から、サプレッション・タンク内に水が存在しない場合にはほとんど減圧効果を見られないことが分かった。したがって、サプレッション・タンク内に存在する低温の水が流入される水蒸気の凝縮を促進し、減圧効果にかなり有効な手段であることが分かった。

図 4.18 にサプレッション・タンク内初期水量の違いによるサプレッション・タンク内水蒸気凝縮量の時間変化を示す。ここで、凝縮量は、図 4.14 のノズル径 5mm の場合にサプレッション・タンクへの流入がほとんど蒸気であることから、サプレッション・タンク内増水量 = 凝縮量であると定義した。この結果から、減圧効果に依存して凝縮量も増加することが明確になった。また、減圧効果のあったリリースパイプ径 200mm の場合では 100mm の実に 2.5 倍もの凝縮効果が確認できた。

以上の結果から、サプレッション・タンク内初期水量の影響に対して以下の結論が得られた。

- (1) サプレッション・タンク内に低温水を蓄積することで、かなりの減圧効果を期待できる。
- (2) リリースパイプ径が 200mm の場合のサプレッション・タンク内の凝縮効果はパイプ径 100mm の場合の約 2.5 倍であった。

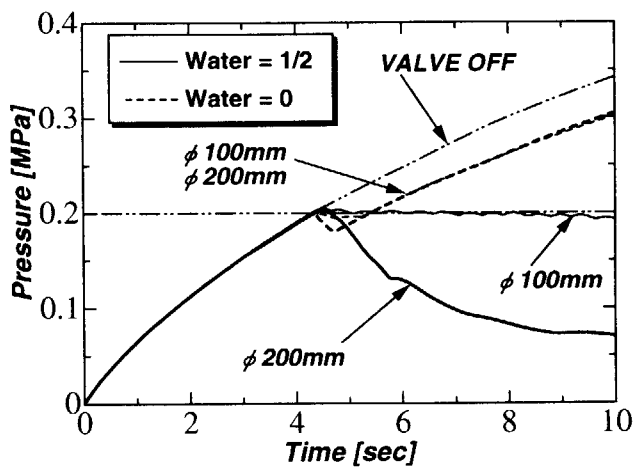


図 4.17 リリーフパイプ径をパラメータとしたプラズマチャンバー中心圧力の時間変化

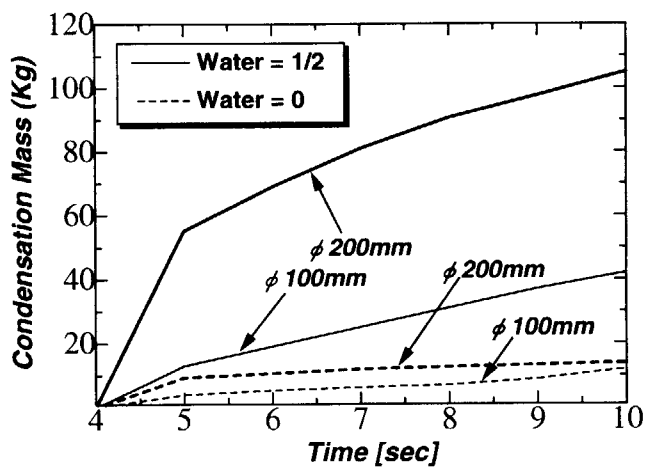


図 4.18 リリーフパイプ径をパラメータとしたサプレッション・タンク内水蒸気凝縮量の時間変化

5. まとめ

計画中の ICE/LOVA 統合試験装置の建設前に、ICE 事象下における伝熱流動特性を軽水炉の熱流動安全性評価解析のために開発された TRAC-PF1 コードを使って数値解析的に調べ、次の結論を得た。

最初に、プラズマチャンバー、ダイバータ・オリフィス及び真空容器の体系で解析を行い、以下の知見が得られた。

(1) ノズル径による影響

- ① ノズル径に依存して噴出水量が増え、その結果、圧力が上昇する。
- ② 現在の体系では、ノズル径 20mm、噴出時間 10 秒時点で、既に容器の半分の領域に水が蓄積される。
- ③ 現在の体系では、ノズル径 20mm、噴出時間 10 秒時点で、フラッシングによる圧力上昇がほぼ飽和状態に達する。

(2) ノズル個数による影響

- ① ノズル個数が増えると全体の噴出水量も増えるため、容器内の圧力も上昇する。
- ② ノズル個数 1 個では真空容器への水の流入がノズル直下付近のオリフィスのみに限定されてしまうため、より効果的に流入させるにはノズル位置により適切なオリフィスの配置が必要である。

(3) オリフィス径による影響

- ① オリフィス径に依存して、プラズマチャンバーまたは真空容器内に蓄積される水量は変化することを確認した。
- ② 現在の体系では、オリフィス径 10mm 以上の場合、ダイバータ・オリフィス部での圧力損失によるプラズマチャンバー圧力への影響はほとんど無い。
- ③ 現在の体系では、噴出水量が多い場合、オリフィス径の減少とともにプラズマチャンバー内に蓄積される水量が多くなる。この結果、プラズマチャンバー内壁が冷却されて、圧力上昇はむしろ抑制された。

(4) 容器内初期温度による影響

- ① 噴出水温度が一定ならば容器内温度に依存して、容器内圧力は変化する。
- ② 現在の体系では、噴出水量が極端に増えた場合、容器壁温が急激に冷却される為、圧力上昇はむしろ抑制される。
- ③ 加熱による水の沸騰蒸発は、ノズル径に依存して圧力上昇に影響する。
- ④ 噴出中止時点のフラッシングが占める圧力上昇割合が、容器内初期温度 230℃ では全体の 75% 以上、容器内初期温度 270℃ では全体の 65% 以上を占めた。

次に、真空容器からダイバータ・ポート、サプレッション・タンクを付けた体系で解析を行い、以下の知見が得られた。

(1) ノズル径による影響

- ① 電磁弁が開くことにより、真空容器内の水量が減少していくことが確認できた。
- ② ノズル径に依存して、噴出水量の増加とともにサプレッション・タンクの減圧性能は低下する。
- ③ 現在の体系で効果的な減圧性能を得る為には、ノズル径を 10mm 以下に抑える必要がある。
- ④ 現在の体系で 10mm 以上のノズル径を使用する場合には、さらに大容量のサプレッション・タンクを用意する必要がある。

(2) リリーフパイプ径による影響

- ① リリーフパイプ径に依存してサプレッション・タンクへの流路面積が増えるに従い、真空容器内の水が減少することが確認できた。
- ② 現在の体系では、ノズル径 20mm でリリーフパイプ径 200mm 以上の場合、時刻 8 秒程でサプレッション・タンクが満水になる。
- ③ 現在の体系では、リリーフパイプ径 200mm で最も有効な減圧効果が得られた。
- ④ リリーフパイプ径 200mm 未満では管路摩擦抵抗の増大による減圧効果への影響が無視できない。

(3) サプレッション・タンク内初期水量による影響

- ① サプレッション・タンク内に低温水を蓄積することで、かなりの減圧効果を期待できる。
- ② リリーフパイプ径が 200mm の場合のサプレッション・タンク内の凝縮効果はパイプ径 100mm の場合の約 2.5 倍であった。

また、TRAC-PF1 コードで本解析データを作成する場合、コンポーネント間の接続を境界断面積が等しくなる様、調整する必要があることが分かった。

今後は、ICE/LOVA 統合試験装置の試験データを基に、コードの検証を実施する予定である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、京都大学の功刀資彰助教授からは熱流動挙動に関する貴重な助言を賜りました。また、本報をまとめるにあたり、エネルギーシステム研究部落合政昭次長並びに将来型炉研究グループの大久保努主任研究員から多大なご指導を賜りました。ここに感謝の意を表します。また、熱流体研究グループの各位をはじめ、本研究を遂行するにあたり御助力を賜りました多くの方に深謝致します。

参考文献

- [1] 高瀬 他, "核融合炉熱流動安全性試験 (XII) ICE/LOVA 統合試験計画", 日本原子力学会 1998 年秋の大会 予稿集 D13, (1998).
- [2] 小瀬 他, "核融合炉熱流動安全性試験 (XIII) ICE 事象の熱流動解析", 日本原子力学会 1998 年秋の大会 予稿集 D14, (1998).
- [3] K.Takase, Y.Ose, H.Akimoto, "Numerical Prediction of Pressure Rize Characteristics in ITER at Ingress of Coolant Events", 7th International Conference on Nuclear Engineering, ICONE-7295, Tokyo, April, (1999).
- [4] Los Alamos National Laborator : "TRAC-PF1/MOD1 ; An Advanced Best-Estimate Computer Program for Pressurized Water Reactor Thermal-Hydraulic Analysis", NUREG/CR-3858 LA-10157-MS, (1984).
- [5] K.Takase, et al., "A Fundamental Study on a Water Jet Injected into a Vaccum Vessel of Fusion Reactor under the Ingress of Coolant Event", Fusion Technology, 30-3, (1996)1453-1458.
- [6] K.Takase, et al., "Experimental Study on Buoyancy-Driven Exchange Flow Though Breaches of a Tokamak Vaccum Vessel in a Fusion Reactor Under the LOVA Condition", Nuclear Science and Engineering, 125-3, (1996)223-231.

付録 A. TRAC-PF1 コード 入力データ

A.1. ICE 事象予備解析 (1) 用入力データ

以下に、ICE 事象予備解析 (1) で使用した $T_V = 160\text{ }^\circ\text{C}$ 、水注入ノズル径 = 5mm、水注入ノズル個数 = 5 個、オリフィス径 = 50mm の条件での TRAC-PF1 コード入力データを示す。

```

FREE
*NUMTR* 2 *IEDS* 0 *INOPT* 1 *NMAT* 1
ICE-LOVA TEST INPUT (DIVERTOR-ORIFICE) D=5MMX5 FOR 10S
TVESSEL=433.0 K,TWATER=433.0 K, PVESSEL=1000.0,PWATER=3.5MPA
&INOPTS NQNCH=0,ICFLOW=2,NOAIR=0,IADDED=100,IMFR=3,
CHM12=0.7830,CHM22=0.7830 &END
*****
* MAIN CARDS
*
*DSTEP* 0 *TIMET* 0.0
*STDYST* 0 *TRANSI* 1 *NCOMP* 11 *NJUN* 10 *IPAK* 1
*EPSO* 0.0001 *EPSI* 0.00001 *EPSS* 0.001
*OITMAX* 1000 *IITMAX* 1000 *SITMX* 10 *ISOLUT* 0
*NTSV* 1 *NTCB* 0 *NTCF* 0 *NTRP* 0 *NTCP* 0
*****
* COMPONENT CARDS
*
1 2 3 4 5S *IORDER
6 7 8 9 10S *IORDER
11E *IORDER
*****
* MATERIAL DATA
* CU WITH CONSTANT PROPERTY
51E
2E
*
2.000E2 8.960E3 3.852E2 3.861E2 1.0
2.000E3 8.960E3 3.852E2 3.861E2 1.0E
*****
* SIGNAL VARIABLE
*
*IDSV* 101 *ISVN* 0 *ILCN* 0 *ICN1* 0 *ICN2* 0
*****
* COMPONENT CARDS
*
* TEST VESSEL
*
VESSEL *NUM* 1 *ID* 1 TEST VESSEL
*NASX* 16 *NRSX* 25 *NTSX* 1 *NCSR* 5 *IVSSBF* 0
*IDCU* 0 *IDCL* 0 *IDCR* 0 *ICRU* 0 *ICRL* 0
*ICRR* 0 *ILCSP* 0 *IUSCP* 0 *IUHP* 0 *ICONC* 0
*NFFA* 0 *NFFR* 0 *NFFT* 0 *NVENT* 0
*IRPWY* 5 *NDGX* 0 *NDHX* 0 *NRTS* 200 *NHIST* 0
*IIZPWTR* 0 *IIZPWSV* 0 *NZPWTE* 0 *NZPWSV* 0 *NZPWR* 0
*IRFTR* 0 *NNMWRK* 0 *NFCI* 0 *NFCIL* 1 *NZMAX* 1
*NRODS* 0 *NODES* 0 *NODHS* 5 *INHSMX* 1
*REACT* 0.0 *TNE* 0.0 *RPWOFF* 0 *RPPMX*1.E30 *RPWSCL* 1.0
*RPWR* 0.0 *ZPWIN* 0 *ZPWOFF* 0 *RZWP*-1.0E20
*SHELV* 0.0 *PLDR* 0 *PRAT*1.3364 *FUCRAC* 1.0 *HGAPD*1.0E10
*DTXHT1* 20.0 *DTXHT2* 20.0 *DZNT* 0.001
*
* VESSEL GEOMETRY CARDS
*
*NASX* 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5S
*NASX* 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0S
*NASX* 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5S
*NASX* 1.6E
*NR* 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5S
*NR* 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0S
*NR* 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5S
*NR* 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0S
*NR* 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5E
*NT* 1.2E
*****
* VESSEL SOURCE CARDS
*
*LISRL* 11 *LISRC* 5 *LISRF* 2 *LJUN1* 1 *WATER INJECTION NOZZL1
*LISRL* 11 *LISRC* 9 *LISRF* 2 *LJUN1* 2 *WATER INJECTION NOZZL2
*LISRL* 11 *LISRC* 13 *LISRF* 2 *LJUN1* 3 *WATER INJECTION NOZZL3
*LISRL* 11 *LISRC* 17 *LISRF* 2 *LJUN1* 4 *WATER INJECTION NOZZL4
*LISRL* 11 *LISRC* 21 *LISRF* 2 *LJUN1* 5 *WATER INJECTION NOZZL5
*****
* VESSEL LEVEL CARDS
*
* LEVEL 1
0.05676 R23 0.03673 0.05676E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.16692E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.2357E *FA-Z
F 0.16692E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)
7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)
7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN
*****

```



```

0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.125E *VOL
F 0.0E *FA-T
0.0 0.0 0.01637 0.0 0.0S *FA-Z(C1-C5)
0.0 0.01637 0.0 0.0 0.0S *FA-Z(C6-C10)
0.01637 0.0 0.0 0.0 0.01637S *FA-Z(C11-C15)
0.0 0.0 0.0 0.01637 0.0S *FA-Z(C16-C20)
0.0 0.0 0.01637 0.0 0.0E *FA-Z(C21-C25)
F 0.125E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)
7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)
7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* LEVEL 5

```

0.11473 0.07113 0.06917 R03 0.07113 0.06917S *HAS
R03 0.07113 0.06917 R03 0.07113 0.06917S *HAS
R03 0.07113 0.06917 R03 0.07113 0.06917S *HAS
0.07113 0.11473E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)

```

```

0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.37128E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.55277E *FA-Z
F 0.37128E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)
7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)
7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* LEVEL 6

```

0.10924 R23 0.03062 0.10924E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.65518E *VOL

```

```

F 0.0E *FA-T
F 0.74536E *FA-Z
F 0.65518E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
    7 7 51 51S *MATHS(C1)
    7 7 51 51S *MATHS(C2)
    7 7 51 51S *MATHS(C3)
    7 7 51 51S *MATHS(C4)
    7 7 51 51S *MATHS(C5)
    7 7 51 51S *MATHS(C6)
    7 7 51 51S *MATHS(C7)
    7 7 51 51S *MATHS(C8)
    7 7 51 51S *MATHS(C9)
    7 7 51 51S *MATHS(C10)
    7 7 51 51S *MATHS(C11)
    7 7 51 51S *MATHS(C12)
    7 7 51 51S *MATHS(C13)
    7 7 51 51S *MATHS(C14)
    7 7 51 51S *MATHS(C15)
    7 7 51 51S *MATHS(C16)
    7 7 51 51S *MATHS(C17)
    7 7 51 51S *MATHS(C18)
    7 7 51 51S *MATHS(C19)
    7 7 51 51S *MATHS(C20)
    7 7 51 51S *MATHS(C21)
    7 7 51 51S *MATHS(C22)
    7 7 51 51S *MATHS(C23)
    7 7 51 51S *MATHS(C24)
    7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

```

* LEVEL 7
0.12173 R23 0.02472 0.12173E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.80845E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.86603E *FA-Z
F 0.80845E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
    7 7 51 51S *MATHS(C1)
    7 7 51 51S *MATHS(C2)
    7 7 51 51S *MATHS(C3)
    7 7 51 51S *MATHS(C4)

```

```

    7 7 51 51S *MATHS(C5)
    7 7 51 51S *MATHS(C6)
    7 7 51 51S *MATHS(C7)
    7 7 51 51S *MATHS(C8)
    7 7 51 51S *MATHS(C9)
    7 7 51 51S *MATHS(C10)
    7 7 51 51S *MATHS(C11)
    7 7 51 51S *MATHS(C12)
    7 7 51 51S *MATHS(C13)
    7 7 51 51S *MATHS(C14)
    7 7 51 51S *MATHS(C15)
    7 7 51 51S *MATHS(C16)
    7 7 51 51S *MATHS(C17)
    7 7 51 51S *MATHS(C18)
    7 7 51 51S *MATHS(C19)
    7 7 51 51S *MATHS(C20)
    7 7 51 51S *MATHS(C21)
    7 7 51 51S *MATHS(C22)
    7 7 51 51S *MATHS(C23)
    7 7 51 51S *MATHS(C24)
    7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

```

* LEVEL 8
0.13055 R23 0.02202 0.13055E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.90442E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.94281E *FA-Z
F 0.90442E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
    7 7 51 51S *MATHS(C1)
    7 7 51 51S *MATHS(C2)
    7 7 51 51S *MATHS(C3)
    7 7 51 51S *MATHS(C4)
    7 7 51 51S *MATHS(C5)
    7 7 51 51S *MATHS(C6)
    7 7 51 51S *MATHS(C7)
    7 7 51 51S *MATHS(C8)
    7 7 51 51S *MATHS(C9)
    7 7 51 51S *MATHS(C10)
    7 7 51 51S *MATHS(C11)
    7 7 51 51S *MATHS(C12)
    7 7 51 51S *MATHS(C13)
    7 7 51 51S *MATHS(C14)
    7 7 51 51S *MATHS(C15)

```


7 7 51 51S *MATHS(C16)
 7 7 51 51S *MATHS(C17)
 7 7 51 51S *MATHS(C18)
 7 7 51 51S *MATHS(C19)
 7 7 51 51S *MATHS(C20)
 7 7 51 51S *MATHS(C21)
 7 7 51 51S *MATHS(C22)
 7 7 51 51S *MATHS(C23)
 7 7 51 51S *MATHS(C24)
 7 7 51 51E *MATHS(C25)

F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 9

0.13639 R23 0.02066 0.13639E *HAS
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.96441E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.98601E *FA-Z
 F 0.96441E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN

7 7 51 51S *MATHS(C1)
 7 7 51 51S *MATHS(C2)
 7 7 51 51S *MATHS(C3)
 7 7 51 51S *MATHS(C4)
 7 7 51 51S *MATHS(C5)
 7 7 51 51S *MATHS(C6)
 7 7 51 51S *MATHS(C7)
 7 7 51 51S *MATHS(C8)
 7 7 51 51S *MATHS(C9)
 7 7 51 51S *MATHS(C10)
 7 7 51 51S *MATHS(C11)
 7 7 51 51S *MATHS(C12)
 7 7 51 51S *MATHS(C13)
 7 7 51 51S *MATHS(C14)
 7 7 51 51S *MATHS(C15)
 7 7 51 51S *MATHS(C16)
 7 7 51 51S *MATHS(C17)
 7 7 51 51S *MATHS(C18)
 7 7 51 51S *MATHS(C19)
 7 7 51 51S *MATHS(C20)
 7 7 51 51S *MATHS(C21)
 7 7 51 51S *MATHS(C22)
 7 7 51 51S *MATHS(C23)
 7 7 51 51S *MATHS(C24)
 7 7 51 51E *MATHS(C25)

F 1.0E *ALPN

F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 10

0.13925 R23 0.02007 0.13925E *HAS
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
 0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.99301E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 1.0E *FA-Z
 F 0.99301E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN

7 7 51 51S *MATHS(C1)
 7 7 51 51S *MATHS(C2)
 7 7 51 51S *MATHS(C3)
 7 7 51 51S *MATHS(C4)
 7 7 51 51S *MATHS(C5)
 7 7 51 51S *MATHS(C6)
 7 7 51 51S *MATHS(C7)
 7 7 51 51S *MATHS(C8)
 7 7 51 51S *MATHS(C9)
 7 7 51 51S *MATHS(C10)
 7 7 51 51S *MATHS(C11)
 7 7 51 51S *MATHS(C12)
 7 7 51 51S *MATHS(C13)
 7 7 51 51S *MATHS(C14)
 7 7 51 51S *MATHS(C15)
 7 7 51 51S *MATHS(C16)
 7 7 51 51S *MATHS(C17)
 7 7 51 51S *MATHS(C18)
 7 7 51 51S *MATHS(C19)
 7 7 51 51S *MATHS(C20)
 7 7 51 51S *MATHS(C21)
 7 7 51 51S *MATHS(C22)
 7 7 51 51S *MATHS(C23)
 7 7 51 51S *MATHS(C24)
 7 7 51 51E *MATHS(C25)

F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN


```

0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.90442E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.86603E *FA-Z
F 0.90442E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)
7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)
7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* LEVEL 14

```

0.12173 R23 0.02472 0.12173E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R

```

```

F 0.80845E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.74536E *FA-Z
F 0.80845E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)
7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)
7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* LEVEL 15

```

0.10924 R23 0.03062 0.10924E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.65518E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.55277E *FA-Z
F 0.65518E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)

```

```

7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)
7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* LEVEL 16

```

0.11424 R23 0.0702 0.11424E *HAS
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C1)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C2)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C3)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C4)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C5)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C6)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C7)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C8)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C9)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C10)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C11)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C12)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C13)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C14)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C15)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C16)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C17)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C18)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C19)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C20)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C21)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C22)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C23)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020S *HSX(C24)
0.0 0.003 0.006 0.013 0.020E *HSX(C25)

```

```

F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.36701E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.0E *FA-Z
F 0.36701E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN

```

```

7 7 51 51S *MATHS(C1)
7 7 51 51S *MATHS(C2)
7 7 51 51S *MATHS(C3)
7 7 51 51S *MATHS(C4)
7 7 51 51S *MATHS(C5)
7 7 51 51S *MATHS(C6)
7 7 51 51S *MATHS(C7)
7 7 51 51S *MATHS(C8)
7 7 51 51S *MATHS(C9)
7 7 51 51S *MATHS(C10)
7 7 51 51S *MATHS(C11)
7 7 51 51S *MATHS(C12)
7 7 51 51S *MATHS(C13)
7 7 51 51S *MATHS(C14)

```

```

7 7 51 51S *MATHS(C15)
7 7 51 51S *MATHS(C16)
7 7 51 51S *MATHS(C17)
7 7 51 51S *MATHS(C18)
7 7 51 51S *MATHS(C19)
7 7 51 51S *MATHS(C20)
7 7 51 51S *MATHS(C21)
7 7 51 51S *MATHS(C22)
7 7 51 51S *MATHS(C23)
7 7 51 51S *MATHS(C24)
7 7 51 51E *MATHS(C25)

```

```

F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* WATER INJECTION NOZZL1

```

*
VALVE *NUM* 2 *ID* 2 WATER INJECTION NOZZL1
*NCELLS* 7 *NODES* 0 *JUN1* 6 *JUN2* 1 *MAT* 0
*ICHF* 1 *ICONC* 0 *IVTY* 2 *IVPS* 6 *NVTB2* 0
*IVTR* 0 *IVSV* 101 *NVTB1* 5 *NVSV* 0 *NVRP* 0
*IVTROV* 0 *IVTYOV* 0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOU* 300.0
*TOU* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0

```

* VALVE ARRAY CARDS

```

*
R05 0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
R05 0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06 0.03 0.0175 0.005E *HD
R05 0 2 0 2E *ICFLG
F -16E *NFF
R05 0.0 R02 1.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 433.0E *TL
F 433.0E *TV
R05 3.50E6 R02 1000.0E *P
F 0.0E *PA
0.0 0.00 0.1 1.00S *VBTB1
10.0 1.00 10.1 0.00S *VBTB1
100.0 0.00E *VBTB1

```

* WATER INJECTION NOZZL2

```

*
VALVE *NUM* 3 *ID* 3 WATER INJECTION NOZZL2
*NCELLS* 7 *NODES* 0 *JUN1* 7 *JUN2* 2 *MAT* 0
*ICHF* 1 *ICONC* 0 *IVTY* 2 *IVPS* 6 *NVTB2* 0
*IVTR* 0 *IVSV* 101 *NVTB1* 5 *NVSV* 0 *NVRP* 0
*IVTROV* 0 *IVTYOV* 0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOU* 300.0
*TOU* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0

```

* VALVE ARRAY CARDS

```

*
R05 0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
R05 0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06 0.03 0.0175 0.005E *HD
R05 0 2 0 2E *ICFLG
F -16E *NFF
R05 0.0 R02 1.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 433.0E *TL
F 433.0E *TV
R05 3.50E6 R02 1000.0E *P
F 0.0E *PA
0.0 0.00 0.1 1.00S *VBTB1
10.0 1.00 10.1 0.00S *VBTB1
100.0 0.00E *VBTB1

```

* WATER INJECTION NOZZL3

```

*

```

```

VALVE          *NUM*      4 *ID*          4 WATER INJECTION NOZZL3
*NCELLS*      7 *NODES*    0 *JUN1*      8 *JUN2*      3 *MAT*      0
*ICHF*        1 *ICONC*    0 *IVTY*      2 *IVPS*      6 *NVTB2*    0
*IVTR*        0 *IVSV*    101 *NVTB1*      5 *NVS*       0 *NVRF*     0
*IVTROV*      0 *IVTYOV*   0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUHL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05          0.1 R02 0.05E          *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F          1.0E-10E          *FRIC
R05          0.0 R03 -1.0E          *GRAV
R06          0.03 0.0175 0.005E      *HD
R05          0 2 0 2E          *ICFLG
F          -16E          *NFF
R05          0.0 R02 1.0E          *ALP
F          0.0E          *VL
F          0.0E          *VV
F          433.0E          *TL
F          433.0E          *TV
R05          3.50E6 R02 1000.0E      *P
F          0.0E          *PA
          0.0 0.00 0.1 1.00S      *VBTB1
          10.0 1.00 10.1 0.00S     *VBTB1
          100.0 0.00E          *VBTB1
*****
* WATER INJECTION NOZZL4
*
VALVE          *NUM*      5 *ID*          5 WATER INJECTION NOZZL4
*NCELLS*      7 *NODES*    0 *JUN1*      9 *JUN2*      4 *MAT*      0
*ICHF*        1 *ICONC*    0 *IVTY*      2 *IVPS*      6 *NVTB2*    0
*IVTR*        0 *IVSV*    101 *NVTB1*      5 *NVS*       0 *NVRF*     0
*IVTROV*      0 *IVTYOV*   0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUHL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05          0.1 R02 0.05E          *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F          1.0E-10E          *FRIC
R05          0.0 R03 -1.0E          *GRAV
R06          0.03 0.0175 0.005E      *HD
R05          0 2 0 2E          *ICFLG
F          -16E          *NFF
R05          0.0 R02 1.0E          *ALP
F          0.0E          *VL
F          0.0E          *VV
F          433.0E          *TL
F          433.0E          *TV
R05          3.50E6 R02 1000.0E      *P
F          0.0E          *PA
          0.0 0.00 0.1 1.00S      *VBTB1
          10.0 1.00 10.1 0.00S     *VBTB1
          100.0 0.00E          *VBTB1
*****
* WATER INJECTION NOZZL5
*
VALVE          *NUM*      6 *ID*          6 WATER INJECTION NOZZL5
*NCELLS*      7 *NODES*    0 *JUN1*     10 *JUN2*      5 *MAT*      0
*ICHF*        1 *ICONC*    0 *IVTY*      2 *IVPS*      6 *NVTB2*    0
*IVTR*        0 *IVSV*    101 *NVTB1*      5 *NVS*       0 *NVRF*     0
*IVTROV*      0 *IVTYOV*   0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUHL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05          0.1 R02 0.05E          *DX

```

```

R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F          1.0E-10E          *FRIC
R05          0.0 R03 -1.0E          *GRAV
R06          0.03 0.0175 0.005E      *HD
R05          0 2 0 2E          *ICFLG
F          -16E          *NFF
R05          0.0 R02 1.0E          *ALP
F          0.0E          *VL
F          0.0E          *VV
F          433.0E          *TL
F          433.0E          *TV
R05          3.50E6 R02 1000.0E      *P
F          0.0E          *PA
          0.0 0.00 0.1 1.00S      *VBTB1
          10.0 1.00 10.1 0.00S     *VBTB1
          100.0 0.00E          *VBTB1
*****
* BOUNDARY BREAK1
*
BREAK          *NUM*      7 *ID*          7 BOUNDARY BREAK1
*JUN1*        6 *IBTY*      0 *ISAT*      3 *IVDV* 0 *IOFF* 0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 0.0 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAK2
*
BREAK          *NUM*      8 *ID*          8 BOUNDARY BREAK2
*JUN1*        7 *IBTY*      0 *ISAT*      3 *IVDV* 0 *IOFF* 0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 0.0 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAK3
*
BREAK          *NUM*      9 *ID*          9 BOUNDARY BREAK3
*JUN1*        8 *IBTY*      0 *ISAT*      3 *IVDV* 0 *IOFF* 0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 0.0 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAK4
*
BREAK          *NUM*     10 *ID*         10 BOUNDARY BREAK4
*JUN1*        9 *IBTY*      0 *ISAT*      3 *IVDV* 0 *IOFF* 0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 0.0 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAKS
*
BREAK          *NUM*     11 *ID*         11 BOUNDARY BREAKS
*JUN1*       10 *IBTY*      0 *ISAT*      3 *IVDV* 0 *IOFF* 0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 0.0 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* TIME STEP CARDS
*
          1.0E-6 0.100 1.0E-6 *TSD
          1.0E-6 0.05 0.1
*
          1.0E-8 2.0E-6 1.0E-4 *TSD
          1.0E-4 0.05 0.1
*
          1.0E-7 5.0E-6 1.0E-2 *TSD
          1.0E-2 0.05 0.1
*
          1.0E-7 1.0E-5 1.0E-1 *TSD
          1.0E-1 0.05 0.1
*
          1.0E-7 5.0E-5 1.0 *TSD
          1.0 0.05 1.0
*
          1.0E-7 2.0E-4 10.0 *TSD
          1.0 0.05 1.0
*
-1.0

```

A.2. ICE 事象予備解析 (2) 用入力データ

以下に、ICE 事象予備解析 (2) で使用した噴出ノズル径 = 5mm、リリーフパイプ径 = 100mm、サプレッション・タンク内初期水量=1/2の条件での TRAC-PF1 コード入力データを示す。

```

FREE
*NUMTR* 2 *IEOS* 0 *INOPT* 1 *NMAT* 1
ICE-LOVA TEST INPUT D=5MMX5 FOR 10S
TVESSEL=433.0 K,TWATER=433.0 K, PVESSEL=1000.0,PWATER=3.5MPA
&INOPTS NQNH=0,ICFLOW=2,NOAIR=0,IADDED=100,IMFR=3,
CHM12=1.0,CHM22=1.0 &END
*****
* MAIN CARDS
*
* DSTEP* 0 *TIMET* 0.0
* STDYST* 0 *TRANSL* 1 *NCOMP* 17 *NJUN* 16 *IPAK* 1
* EPSO* 0.0001 *EPSI* 0.00001 *EPSS* 0.001
* OITMAX* 1000 *ITMAX* 1000 *SITMX* 10 *ISOLUT* 0
* NTSV* 2 *NTCB* 0 *NTCF* 0 *NTRP* 1 *NTCP* 0
*****
* COMPONENT CARDS
*
1 2 3 4 5S *IORDER
6 7 8 9 10S *IORDER
11 12 13 14 15S *IORDER
16 17E *IORDER
*****
* MATERIAL DATA
* CU WITH CONSTANT PROPERTY
51E
2E
*
2.000E2 8.960E3 3.852E2 3.861E2 1.0
2.000E3 8.960E3 3.852E2 3.861E2 1.0E
*****
* SIGNAL VARIABLE
*
* IDSV* 101 *ISVN* 0 *ILCN* 0 *ICN1* 0 *ICN2* 0
* IDSV* 102 *ISVN* 21 *ILCN* 1 *ICN1* 13008 *ICN2* 0
*****
* TRIP DATA
*
* NTSE* 0 *NTCT* 0 *NTSF* 0 *NTDP* 0 *NTSD* 0
*
* TRIP DEFINING VARIABLE CARDS
*
* IDTP* 1001 *ISRT* 2 *ISET* 0 *ITST* 1 *IDSG* 102
* SETP* 2.0E5 2.01E5
* DTSP* 1.0E10 0.0
* IPSP* 0 0
*****
* COMPONENT CARDS
*****
* PLAZMA CHAMBER AND VACUUM VESSEL
*
VESSEL *NUM* 1 *ID* 1 PLAZMA CHAMBER AND VACUUM VESSEL
*NASX* 16 *NRSX* 25 *NTSX* 1 *NCSR* 6 *IVSSBF* 0
*IDCU* 0 *IDCL* 0 *IDCR* 0 *ICRU* 0 *ICRL* 0
*ICRR* 0 *ILCSP* 0 *IUSCP* 0 *IUHP* 0 *ICONC* 0
*NFFA* 0 *NFFR* 0 *NFFT* 0 *NVENT* 0
*IRPWTY* 5 *NDGX* 0 *NDHX* 0 *NRTS* 200 *NHIST* 0
*IZPWTB* 0 *IZPWSV* 0 *NZPWTB* 0 *NZPWSV* 0 *NZPWR* 0
*IRFTR* 0 *NNWRX* 0 *NFCI* 0 *NFCIL* 1 *NZMAX* 1
*NRODS* 0 *NODES* 0 *NODHS* 4 *INHSMX* 1
*REACT* 0.0 *TNE* 0.0 *RPWOFF* 0 *RRPWX*1.E30 *RPWSC* 1.0
*RPWR* 0.0 *ZPWIN* 0 *ZPWOFF* 0 *RZWP*1.0E20
*SHELV* 0.0 *PLDR* 0 *PDRAT*1.3364 *FUCRAC* 1.0 *HGAPD*1.0E10
*DTXHT1* 20.0 *DTXHT2* 20.0 *DZNHT* 0.001
*
* VESSEL GEOMETRY CARDS
*
*NASX* 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5S
*NASX* 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0S
*NASX* 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5S
*NASX* 1.6E
*NR* 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5S
*NR* 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0S
*NR* 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5S
*NR* 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0S
*NR* 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5E
*NT* 1.2E
*****
* VESSEL SOURCE CARDS
*
*LISRL* 11 *LISRC* 5 *LISRF* 2 *LJUN1* 1 *WATER INJECTION NOZZL1
*LISRL* 11 *LISRC* 9 *LISRF* 2 *LJUN1* 2 *WATER INJECTION NOZZL2
*LISRL* 11 *LISRC* 13 *LISRF* 2 *LJUN1* 3 *WATER INJECTION NOZZL3
*LISRL* 11 *LISRC* 17 *LISRF* 2 *LJUN1* 4 *WATER INJECTION NOZZL4
*LISRL* 11 *LISRC* 21 *LISRF* 2 *LJUN1* 5 *WATER INJECTION NOZZL5
*LISRL* 1 *LISRC* 13 *LISRF* 2 *LJUN1* 11 *DIVERTER PORT
*****
* VESSEL LEVEL CARDS
*****
* LEVEL 1
0.05676 R23 0.03673 0.05676E *HAS
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.409E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.2357E *FA-Z
F 0.409E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
F 7E *MATHS
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN
*****
* LEVEL 2
0.0494272 R23 0.02029 0.0494272E *HAS
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)

```

```

0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.24281E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.2357E *FA-Z
F 0.24281E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
F 7E *MATHS
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

```

*-----
* LEVEL 3
0.046492 R23 0.02515 0.046492E *HAS
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

```

```

F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.17785E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.125E *FA-Z
F 0.17785E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
F 7E *MATHS
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

```

*-----
* LEVEL 4
0.05 0.035 0.03304 R03 0.035 0.03304S *HAS
R03 0.035 0.03304 R03 0.035 0.03304S *HAS
R03 0.035 0.03304 R03 0.035 0.03304S *HAS
0.035 0.05E *HAS
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

```

```

F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.125E *VOL
F 0.0E *FA-T
0.0 0.0 0.01637 0.0 0.0S *FA-Z(C1-C5)
0.0 0.01637 0.0 0.0 0.0S *FA-Z(C6-C10)
0.01637 0.0 0.0 0.0 0.01637S *FA-Z(C11-C15)
0.0 0.0 0.0 0.01637 0.0S *FA-Z(C16-C20)
0.0 0.0 0.01637 0.0 0.0E *FA-Z(C21-C25)
F 0.125E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
F 7E *MATHS
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

```

*-----
* LEVEL 5
0.11473 0.07113 0.06917 R03 0.07113 0.06917S *HAS
R03 0.07113 0.06917 R03 0.07113 0.06917S *HAS
R03 0.07113 0.06917 R03 0.07113 0.06917S *HAS
0.07113 0.11473E *HAS
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)

```

0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)
 F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.37128E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.55277E *FA-Z
 F 0.37128E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VFN-T
 F 0.0E *VFN-Z
 F 0.0E *VFN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 6

0.10924 R23 0.03062 0.10924E *HAS
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.65518E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.74536E *FA-Z
 F 0.65518E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VFN-T
 F 0.0E *VFN-Z
 F 0.0E *VFN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 7

0.12173 R23 0.02472 0.12173E *HAS
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)

0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.80845E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.86603E *FA-Z
 F 0.80845E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VFN-T
 F 0.0E *VFN-Z
 F 0.0E *VFN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 8

0.13055 R23 0.02202 0.13055E *HAS
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.90442E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.94281E *FA-Z
 F 0.90442E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R

F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 9
 0.13639 R23 0.02066 0.13639E *HAS
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.96441E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.98601E *FA-Z
 F 0.96441E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 10
 0.13925 R23 0.02007 0.13925E *HAS
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)

0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.99301E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 1.0E *FA-Z
 F 0.99301E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 11
 0.13923 R23 0.02007 0.13923E *HAS
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
 0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
 0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)

F 0.0E *CFZL-T
 F 0.0E *CFZL-Z
 F 0.0E *CFZL-R
 F 0.0E *CFZV-T
 F 0.0E *CFZV-Z
 F 0.0E *CFZV-R
 F 0.99301E *VOL
 F 0.0E *FA-T
 F 0.95601E *FA-Z
 F 0.99301E *FA-R
 F 1.0E *HD-T
 F 1.0E *HD-Z
 F 1.0E *HD-R
 F 433.0E *HSTN
 F 7E *MATHS
 F 1.0E *ALPN
 F 0.0E *VVN-T
 F 0.0E *VVN-Z
 F 0.0E *VVN-R
 F 0.0E *VLN-T
 F 0.0E *VLN-Z
 F 0.0E *VLN-R
 F 433.0E *TVN
 F 433.0E *TLN
 F 1000.0E *PN
 F 0.0E *PAN

* LEVEL 12
 0.13639 R23 0.02066 0.13639E *HAS


```

0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.65518E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.55277E *FA-Z
F 0.65518E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
F 7E *MATHS
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

* LEVEL 16

```

0.11424 R23 0.0702 0.11424E *HAS
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C1)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C2)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C3)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C4)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C5)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C6)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C7)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C8)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C9)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C10)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C11)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C12)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C13)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C14)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C15)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C16)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C17)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C18)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C19)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C20)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C21)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C22)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C23)
0.0 0.05 0.075 0.1S *HSX(C24)
0.0 0.05 0.075 0.1E *HSX(C25)
F 0.0E *CFZL-T
F 0.0E *CFZL-Z
F 0.0E *CFZL-R
F 0.0E *CFZV-T
F 0.0E *CFZV-Z
F 0.0E *CFZV-R
F 0.36701E *VOL
F 0.0E *FA-T
F 0.0E *FA-Z
F 0.36701E *FA-R
F 1.0E *HD-T
F 1.0E *HD-Z
F 1.0E *HD-R
F 433.0E *HSTN
F 7E *MATHS
F 1.0E *ALPN
F 0.0E *VVN-T
F 0.0E *VVN-Z
F 0.0E *VVN-R
F 0.0E *VLN-T
F 0.0E *VLN-Z
F 0.0E *VLN-R
F 433.0E *TVN
F 433.0E *TLN
F 1000.0E *PN
F 0.0E *PAN

```

```

*****
* WATER INJECTION NOZZL1
*
VALVE *NUM* 2 *ID* 2 WATER INJECTION NOZZL1
*NCELLS* 7 *NODES* 0 *JUN1* 6 *JUN2* 1 *MAT* 0
*ICHF* 1 *ICONC* 0 *IVTY* 2 *IVPS* 6 *NVTB2* 0
*IVTR* 0 *IVSV* 101 *NVTB1* 5 *NVS* 0 *NVR* 0
*IVTROV* 0 *IVTYOV* 0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUTL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05 0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
R05 0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06 0.03 0.0175 0.005E *HD
R07 0 2E *ICFLG
F -16E *NFF
F 0.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 433.0E *TL
F 433.0E *TV
R05 3.50E6 F 1000.0E *P
R05 2.8665E6 F 0.0E *PA
0.0 0.00 0.1 1.00S *VBTB1
10.0 1.00 10.1 0.00S *VBTB1
100.0 0.00E *VBTB1
*****
* WATER INJECTION NOZZL2
*
VALVE *NUM* 3 *ID* 3 WATER INJECTION NOZZL2
*NCELLS* 7 *NODES* 0 *JUN1* 7 *JUN2* 2 *MAT* 0
*ICHF* 1 *ICONC* 0 *IVTY* 2 *IVPS* 6 *NVTB2* 0
*IVTR* 0 *IVSV* 101 *NVTB1* 5 *NVS* 0 *NVR* 0
*IVTROV* 0 *IVTYOV* 0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUTL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05 0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
R05 0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06 0.03 0.0175 0.005E *HD
R07 0 2E *ICFLG
F -16E *NFF
F 0.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 433.0E *TL
F 433.0E *TV
R05 3.50E6 F 1000.0E *P
R05 2.8665E6 F 0.0E *PA
0.0 0.00 0.1 1.00S *VBTB1
10.0 1.00 10.1 0.00S *VBTB1
100.0 0.00E *VBTB1
*****
* WATER INJECTION NOZZL3
*
VALVE *NUM* 4 *ID* 4 WATER INJECTION NOZZL3
*NCELLS* 7 *NODES* 0 *JUN1* 8 *JUN2* 3 *MAT* 0
*ICHF* 1 *ICONC* 0 *IVTY* 2 *IVPS* 6 *NVTB2* 0
*IVTR* 0 *IVSV* 101 *NVTB1* 5 *NVS* 0 *NVR* 0
*IVTROV* 0 *IVTYOV* 0
*RVMX* 1.0E10 *RVOV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUTL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05 0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
R05 0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06 0.03 0.0175 0.005E *HD
R07 0 2E *ICFLG
F -16E *NFF
F 0.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV

```

```

F      433.0E          *TL
F      433.0E          *TV
R05    3.50E6 F 1000.0E *P
R05    2.8665E6 F 0.0E *PA
        0.0 0.00      0.1 1.00S *VBTB1
        10.0 1.00     10.1 0.00S *VBTB1
        100.0 0.00E   *VBTB1
*****
* WATER INJECTION NOZZL4
*
VALVE      *NUM*      5 *ID*      5 WATER INJECTION NOZZL4
*NCELLS*   7 *NODES*   0 *JUN1*   9 *JUN2*   4 *MAT*   0
*ICHF*     1 *ICONC*   0 *IVTY*   2 *IVPS*   6 *NVTB2*  0
*IVTR*     0 *IVSV*   101 *NVTB1*  5 *NVS*    0 *NVRP*   0
*IVTROV*   0 *IVTYOV*  0
*RVMX* 1.0E10 *RVQV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUTL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05      0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F      1.0E-10E *FRIC
R05      0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06      0.03 0.0175 0.005E *HD
R07      0 2E *ICFLG
F      -16E *NFF
F      0.0E *ALP
F      0.0E *VL
F      0.0E *VV
F      433.0E *TL
F      433.0E *TV
R05    3.50E6 F 1000.0E *P
R05    2.8665E6 F 0.0E *PA
        0.0 0.00      0.1 1.00S *VBTB1
        10.0 1.00     10.1 0.00S *VBTB1
        100.0 0.00E   *VBTB1
*****
* WATER INJECTION NOZZL5
*
VALVE      *NUM*      6 *ID*      6 WATER INJECTION NOZZL5
*NCELLS*   7 *NODES*   0 *JUN1*  10 *JUN2*   5 *MAT*   0
*ICHF*     1 *ICONC*   0 *IVTY*   2 *IVPS*   6 *NVTB2*  0
*IVTR*     0 *IVSV*   101 *NVTB1*  5 *NVS*    0 *NVRP*   0
*IVTROV*   0 *IVTYOV*  0
*RVMX* 1.0E10 *RVQV* 1.0E10 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.015 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUTL* 300.0
*TOUTV* 300.0 *AVLVE* 7.0686E-4 *HVLVE* 0.03 *FAVLVE* 1.0 *XPOS* 1.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
R05      0.1 R02 0.05E *DX
R05 7.0686E-5 2.3685E-5 6.50413E-6E *VOL
R06 7.0686E-4 2.4053E-4 1.9635E-5E *FA
F      1.0E-10E *FRIC
R05      0.0 R03 -1.0E *GRAV
R06      0.03 0.0175 0.005E *HD
R07      0 2E *ICFLG
F      -16E *NFF
F      0.0E *ALP
F      0.0E *VL
F      0.0E *VV
F      433.0E *TL
F      433.0E *TV
R05    3.50E6 F 1000.0E *P
R05    2.8665E6 F 0.0E *PA
        0.0 0.00      0.1 1.00S *VBTB1
        10.0 1.00     10.1 0.00S *VBTB1
        100.0 0.00E   *VBTB1
*****
* BOUNDARY BREAK1
*
BREAK      *NUM*      7 *ID*      7 BOUNDARY BREAK1
*JUN1*     6 *IBTY*    0 *ISAT*    3 *IVDV*  0 *IOFF*   0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 2.8665E6 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAK2
*
BREAK      *NUM*      8 *ID*      8 BOUNDARY BREAK2
*JUN1*     7 *IBTY*    0 *ISAT*    3 *IVDV*  0 *IOFF*   0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 2.8665E6 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAK3
*
BREAK      *NUM*      9 *ID*      9 BOUNDARY BREAK3

```

```

*JUN1*     8 *IBTY*    0 *ISAT*    3 *IVDV*  0 *IOFF*   0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 2.8665E6 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAK4
*
BREAK      *NUM*      10 *ID*     10 BOUNDARY BREAK4
*JUN1*     9 *IBTY*    0 *ISAT*    3 *IVDV*  0 *IOFF*   0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 2.8665E6 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* BOUNDARY BREAKS
*
BREAK      *NUM*      11 *ID*     11 BOUNDARY BREAKS
*JUN1*    10 *IBTY*    0 *ISAT*    3 *IVDV*  0 *IOFF*   0
*DXIN* 0.1 *VOLIN* 7.0686E-5 *ALPIN* 0.0 *TIN* 433.0 *PIN* 3.50E6
*PAIN* 2.8665E6 *CONCIN* 0.0 *RBMX* 0.0 *POFF* 0.0 *BELV* 0.0
*****
* DIVERTER PORT
*
TEE        *NUM*      12 *ID*     12 DIVERTER PORT
*JCELL*    8 *NODES*   0 *MAT*    0 *ICHF*   1
*ICONC1*   0 *NCELL1* 15 *JUN1*   11 *JUN2*   12 *IPOW1*  0
*RADIN1* 0.125 *TH1* 0.006 *HOUTL1* 0.0 *HOUTV1* 0.0 *TOUTL1* 433.0
*TOUTV1* 433.0 *PWIN1* 0.0 *PWOFF1* 0.0 *RPWMX1* 0.0 *PWSCL1* 1.0
*ICONC2*   0 *NCELL2* 1 *JUN3*   13 *IPOW2*  0
*RADIN2* 0.05 *TH2* 0.002 *HOUTL2* 0.0 *HOUTV2* 0.0 *TOUTL2* 433.0
*TOUTV2* 433.0 *PWIN2* 0.0 *PWOFF2* 0.0 *RPWMX2* 0.0 *PWSCL2* 1.0
*
* PIPE ARRAY CARDS
* (MAIN)
R07      0.1      0.04 F 0.1E *DX
R07 4.91E-3 1.9635E-3 F 4.91E-3E *VOL
F      4.91E-2E *FA
0.5 F 1.0E-10E *FRIC
F      0.0E *GRAV
F      0.25E *HD
2 F 0E *ICFLG
F      16E *NFF
F      1.0E *ALP
F      0.0E *VL
F      0.0E *VV
F      433.0E *TL
F      433.0E *TV
F      1000.0E *P
F      0.0E *PA
* (SUB)
F      0.1E *DX
F 7.854E-4E *VOL
F 7.854E-3E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
F -1.0E *GRAV
F 0.1E *HD
F 0E *ICFLG
F 16E *NFF
F 1.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 433.0E *TL
F 433.0E *TV
F 1000.0E *P
F 0.0E *PA
*****
* BOUNDARY FILL AT DIVERTER PORT
*
FILL      *NUM*      13 *ID*     13 FILL
*JUN1*    12 *IFTY*    1 *IOFF*   0
*TWTOLD* 0.0 *RPMX* 1.0E5 *CONCIN* 0.0
*DXIN* 0.1 *VOL* 4.91E-3 *ALP* 1.0 *VL* 0.0 *TLIN* 433.0
*PIN* 1000.0 *PAIN* 0.0 *FLOWIN* 0.0 *VV* 0.0 *TVIN* 433.0
*****
* RELIEF PIPE
*
VALVE      *NUM*      14 *ID*     14 RELIEF PIPE
*NCELLS*   20 *NODES*   0 *JUN1*   13 *JUN2*   14 *MAT*   0
*ICHF*     1 *ICONC*   0 *IVTY*   4 *IVPS*   3 *NVTB2*  0
*IVTR*    1001 *IVSV*   101 *NVTB1*  2 *NVS*    0 *NVRP*   0
*IVTROV*   0 *IVTYOV*  0
*RVMX* 10.0 *RVQV* 10.0 *FMINOV* 0.0 *FMAXOV* 1.0
*RADI* 0.05 *TH* 0.002 *HOUTL* 0.0 *HOUTV* 0.0 *TOUTL* 278.15
*TOUTV* 278.15 *AVLVE* 7.854E-3 *HVLVE* 0.1 *FAVLVE* 0.0 *XPOS* 0.0
*
* VALVE ARRAY CARDS
*
F      0.1E *DX
F 7.854E-4E *VOL
F 7.854E-3E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
R11 -1.0 F 0.0E *GRAV

```

```

F      0.1E      *HD
F      0E        *ICFLG
F      16E      *NFF
F      1.0E     *ALP
F      0.0E     *VL
F      0.0E     *VV
R02 433.0 R18 278.15E *TL
R02 433.0 R18 278.15E *TV
F      1000.0E  *P
F      0.0E     *PA
      0.0 1.00 10000.0 1.00E *VBTB1
*****
* BOUNDARY FILL AT SUPPRESSION TANK ( UPPER )
*
FILL      *NUM*      15 *ID*      15 FILL
*JUN1* 15 *IFTY*      1 *IOFF*      0
*TWOLD* 0.0 *RFMX*      1.0E5 *CONCIN* 0.0
*DXIN*  0.1 *VOL* 4.418E-2 *ALP*      1.0 *VL*  0.0 *TLIN* 278.15
*PIN* 1000.0 *PAIN*      0.0 *FLOWIN* 0.0 *VV*  0.0 *TVIN* 278.15
*****
* SUPPRESSION TANK
*
TEE      *NUM*      16 *ID*      16 SUPPRESSION TANK
*JCELL* 18 *NODES* 0 *MAT*      0 *COST*  0 *ICHF*  1
*ICONC1* 0 *NCELL1* 20 *JUN1* 15 *JUN2* 16 *IPOW1* 0
*RADIN1* 0.375 *TH1* 0.1 *HOUTL1* 0.0 *HOUTV1* 0.0 *TOUTL1* 278.15
*TOUTV1* 278.15 *PIN1* 0.0 *PWOFF1* 0.0 *RPWMX1* 0.0 *PWSCL1* 1.0
*ICONC2* 0 *NCELL2* 1 *JUN3* 14 *IPOW2* 0
*RADIN2* 0.05 *TH2* 0.002 *HOUTL2* 0.0 *HOUTV2* 0.0 *TOUTL2* 278.15
*TOUTV2* 278.15 *PIN2* 0.0 *PWOFF2* 0.0 *RPWMX2* 0.0 *PWSCL2* 1.0
*
* PIPE ARRAY CARDS
* (MAIN)
R17      0.1      0.013 F      0.1E *DX
R17 4.418E-2 5.8905E-3 F 4.418E-2E *VOL
F 4.418E-1E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
F -1.0E *GRAV
F 0.75E *HD
F 0E *ICFLG
F 16E *NFF
R10 1.0 F 0.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 278.15E *TL
F 278.15E *TV
F 1000.0E *P
R10 0.0 F 123.8E *PA
    
```

```

* (SUB)
F      0.1E      *DX
F 7.854E-4E *VOL
F 7.854E-3E *FA
F 1.0E-10E *FRIC
F 0.0E *GRAV
F 0.1E *HD
F 0E *ICFLG
F 16E *NFF
F 1.0E *ALP
F 0.0E *VL
F 0.0E *VV
F 278.15E *TL
F 278.15E *TV
F 1000.0E *P
F 0.0E *PA
*****
* BOUNDARY FILL AT SUPPRESSION TANK ( LOWER )
*
FILL      *NUM*      17 *ID*      17 FILL
*JUN1* 16 *IFTY*      1 *IOFF*      0
*TWOLD* 0.0 *RFMX*      1.0E5 *CONCIN* 0.0
*DXIN*  0.1 *VOL* 4.418E-2 *ALP*      0.0 *VL*  0.0 *TLIN* 278.15
*PIN* 1000.0 *PAIN* 123.8 *FLOWIN* 0.0 *VV*  0.0 *TVIN* 278.15
*****
* TIME STEP CARDS
*
1.0E-6 0.100 1.0E-6 *TSD
1.0E-6 0.05 0.1
*
1.0E-8 2.0E-6 1.0E-4 *TSD
1.0E-4 0.05 0.1
*
1.0E-7 5.0E-6 1.0E-2 *TSD
1.0E-2 0.05 0.1
*
1.0E-7 1.0E-5 1.0E-1 *TSD
1.0E-1 0.05 0.1
*
1.0E-7 5.0E-5 1.0 *TSD
1.0 0.05 0.1
*
1.0E-7 2.0E-4 10.0 *TSD
1.0 0.05 0.1
*
-1.0
    
```

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV=1.60218×10⁻¹⁹J
1 u=1.66054×10⁻²⁷kg

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメン	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束	ルーメン	lm	cd·sr
照射度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量等量	シーベルト	Sv	J/kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バ	b
バール	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å=0.1nm=10⁻¹⁰m
1 b=100fm²=10⁻²⁸m²
1 bar=0.1MPa=10⁵Pa
1 Gal=1cm/s²=10⁻²m/s²
1 Ci=3.7×10¹⁰Bq
1 R=2.58×10⁻⁴C/kg
1 rad=1cGy=10⁻²Gy
1 rem=1cSv=10⁻²Sv

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局1985年刊行による。ただし, 1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- E C関係理事会指令では bar, barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換算表

力	N(=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度 1Pa·s(N·s/m²)=10P(ポアズ)(g/(cm·s))

動粘度 1m²/s=10⁴St(ストークス)(cm²/s)

圧	MPa(=10bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062×10 ³	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322×10 ⁻⁴	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1	1.93368×10 ⁻²
	6.89476×10 ⁻³	7.03070×10 ⁻²	6.80460×10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J(=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778×10 ⁻⁷	0.238889	9.47813×10 ⁻⁴	0.737562	6.24150×10 ¹⁸
	9.80665	1	2.72407×10 ⁻⁶	2.34270	9.29487×10 ⁻³	7.23301	6.12082×10 ¹⁹
	3.6×10 ⁶	3.67098×10 ⁵	1	8.59999×10 ⁵	3412.13	2.65522×10 ⁶	2.24694×10 ²⁵
	4.18605	0.426858	1.16279×10 ⁻⁶	1	3.96759×10 ⁻³	3.08747	2.61272×10 ¹⁹
	1055.06	107.586	2.93072×10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515×10 ²¹
	1.35582	0.138255	3.76616×10 ⁻⁷	0.323890	1.28506×10 ⁻³	1	8.46233×10 ¹⁸
	1.60218×10 ¹⁹	1.63377×10 ²⁰	4.45050×10 ²⁰	3.82743×10 ²⁰	1.51857×10 ²²	1.18171×10 ¹⁹	1

1 cal= 4.18605J (計量法)
= 4.184J (熱化学)
= 4.1855J (15°C)
= 4.1868J (国際蒸気表)
仕事率 1 PS(仏馬力)
= 75 kgf·m/s
= 735.499W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270×10 ⁻¹¹
	3.7×10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58×10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

