

JAERI-M

8300

ROSA III RUN703実験の予測解析

1979年6月

小泉 安郎・菊池 治\*・早田 邦久

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

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

ROSA III RUN 703 実験の予測解析

日本原子力研究所東海研究所安全工学部

小泉安郎・菊池 治\*・早田邦久

(1979年6月5日受理)

沸騰水型原子炉 (BWR) を縮尺模擬し、核燃料棒の代わりに電気ヒータを用いた ROSA III による実験の目的は、BWR の冷却材喪失事故 (LOCA) 時の熱水力学的挙動並びに緊急炉心冷却系 (ECCS) の作動特性を調べ、原子炉安全性解析コードの検証並びに改良に寄与する情報を提供することである。RUN 703 実験は平均炉心出力、再循環系ポンプ吸込側配管両端破断を仮定し、ECCS (高圧炉心スプレイ HPCS, 低圧炉心スプレイ LPCS, 低圧注水 LPCI, 自動減圧系 ADS) を作動させる実験である。この実験に先立ち、解析コード RELAP4J を用いて実験結果の予測計算を行なった。計算結果では、HPCS は破断後 27.0 秒、LPCS は 53.9 秒、LPCI は 66.9 秒で作動を開始した。燃料棒表面は最も長い期間のもので破断後 9 秒から 33 秒までドライアウト状態にあり、表面温度の最高値は 500 °C であった。また、液位形成モデルの改良の必要性のあること、ダウンカマ内液位とジェットポンプの駆動、吸込み、吐出各流量と流れの方向とが系の挙動を把握するのに重要な役割を果たすと考えられること、従って計算結果と実験結果との比較を可能にするようにこれらの量について実験で計測を強化する必要があることが明らかとなった。

---

\* 東京芝浦電気株式会社

Prediction of ROSA-III Experiment Run 703

Yasuo KOIZUMI, Osamu KIKUCHI\* and Kunihisa SODA

Division of Reactor Safety,

Tokai Research Establishment, JAERI

( Received June 5, 1979 )

The purpose of the ROSA-III experiment with a scaled BWR test facility is to examine primary coolant thermal-hydraulic behavior and performance of ECCS during a postulated loss-of-coolant accident of BWR. The results provide information for verification and improvement of reactor safety analysis codes.

Run 703 assumes a recirculation line double-ended break at the pump suction under an average core power with actuation of ECCS ( HPCS, LPCS, LPCI and ADS ). Prediction of the Run 703 experiment was made with computer code RELAP4J.

HPCS started 27 sec after the break, LPCS 53.9 sec and LPCI 66.9 sec. Heater-rod surfaces were in dryout condition from 9 to 33 sec after the break for the longest duration. A maximum heater-rod surface temperature was 500 °C.

What determine the coolant behavior are the mixture level in the downcomer, flow rates and flow directions at the jet pump drive nozzles, jet pump suction and discharge. There is thus the need for these measurements to compare with the prediction results. Improvement of the liquid level formation model is also necessary.

Key words : BWR, LOCA, ROSA-III Facility, RELAP4J Code, ECCS,  
Thermal-Hydraulic Behavior, Heater Rod, Surface Temperature

---

\* Toshiba Corporation

## SUMMARY

The purpose of ROSA-III experiment with the scaled BWR test facility is to investigate the system behavior during a postulated loss-of-coolant accident of BWR and to provide informations to be used for qualification and improvement of LOCA analysis codes.

ROSA-III test facility is designed to provide information for evaluation of thermo-hydraulic behavior of primary coolant and ECCS during a postulated LOCA in a typical BWR system. Volumetric scaling ratio of the facility is taken as 1/424 and major system components of actual BWR are simulated. Recirculation lines are simulated by two recirculation lines with main recirculation pumps, one is intact loop and the other is broken loop. Jet pumps are simulated by four jet pumps, two each for intact and broken loop. The jet pumps are externally placed outside the vessel. In the core, four 8x8 simulated fuel assemblies are installed with channel boxes and one simulated water rod in each channel box. The simulated fuel is an electrically heated rod with chopped cosine power distribution in the axial direction. Its heated length is 1880 mm, one half of actual fuel rod length. The test facility is capable of performing simulated LOCA experiment with many experimental parameters which includes break locations, break size, ECC injections and others.

Run 703 represents a typical 200% double ended recirculation pipe break at pump suction side. ECCS consisting of HPCS, LPCS, LPCI and ADS is activated in Run 703. Initial core power is 3.37 MW and radial power distribution in the core is uniform. Total power to the fuel rod assemblies after break is controlled by predetermined power decay curve which represents stored heat, decay heat and delayed neutron effect. Initial core inlet flowrate is 36.4 kg/s and initial pressure in pressure vessel is 7.16 MPa. A sharp edged orifice with throat area of  $5.389 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  is used at the break. Feed water of 205°C is fed into system for 2 sec after break at flowrate of 2.07 kg/s. Main steam discharge from a steam dome to atmosphere is maintained for 3 sec after break at flowrate of 2.07 kg/s. Recirculation pump speeds are not controlled.

The present analysis consists of two steps: system behavior is made with use of RELAP-4J using 31 volumes including one core volume, 50 junctions and 41 heat slabs to represent the ROSA-III test facility. The results of the system behavior analysis is used for the core analysis to

calculate fuel rod surface temperature, where 5 volumes, 6 junctions and 13 heat slabs are used to represent the core of ROSA-III facility.

Major results and conclusions are as follows.

- 1) Lower plenum flashing is predicted to occur at 11.2 sec after break. At 8.5 sec, mixture level in downcomer reaches the top of the downcomer outlet nozzle to the jet pump suction. At 12.0 sec it reaches the top of the downcomer outlet nozzle to the recirculation pump suction. HPCS initiates at 27.0 sec, LPCS at 53.9 sec and LPCI at 66.9 sec. Transition from two-phase discharge to steam discharge occurs at 61.0 sec at the pump side break plane and 73.9 sec at the vessel side break plane. Return to two-phase discharge occurs at 79.0 sec and at 78.1 sec, respectively. ECC injection rate exceeds the total discharge rate at 54.0 sec. Calculation was terminated at 152.9 sec.
- 2) The simulated fuel rod surface exhibits a dryout condition from 9 sec to 33 sec after break for the longest duration, which occurs at the axially highest power region. The maximum surface temperature is 500°C. The rewetting of a dried high temperature surface does not occur due to the lower plenum flashing. Quality in volume for the dryout period is 0.4-0.7.
- 3) Flow direction in broken loop jet pump reverses immediately after break. Flow from lower plenum to jet pump discharge is separated into two directions; one is toward the pump side break via jet pump drive nozzle and the other is toward the vessel side break through jet pump suction and downcomer. Choked flow exists at the jet pump drive nozzle in the broken loop from 18.0 sec to 102 sec.
- 4) Flow direction in intact loop jet pump suction reverses at 8.5 sec after break when mixture level in downcomer falls down below the downcomer outlet nozzle to jet pump suction. Flow direction in jet pump discharge also reverses at 10.5 sec. After loosing the jet pump function, two flow routes are formed in the intact loop. One is from lower plenum to downcomer through the jet pump suction. The other is from the lower part of downcomer to downcomer through jet pump drive nozzle and jet pump suction by pumping action of recirculation pump. Flow direction from lower plenum to recirculation pump reverses at 15 sec.
- 5) Choked flow exists at the pump side break plane from 0.5 sec to 66 sec and from 92 sec to 139.2 sec after break, and also as vessel side break plane from 0.5 sec to 80 sec and from 86 sec to termination of calculation.
- 6) When phase separation model is applied to vertically connected volumes,

RELAP-4J calculates mixture levels in all of the volumes. Such calculation does not always represent realistic situation and often causes instability of calculation. Therefore, further improvement in phase separation model is required as to more realistically predict mixture level in vertically connected volumes.

7) When subcooled liquid originating from a volume flows into the adjacent volume and mixes with steam or two-phase mixture there, unrealistic oscillations in pressure and flow rate are resulted. It is mainly due to the RELAP4J assumption that such fluid mixing takes place instantaneously as subcooled liquid enters a volume. Therefore, mixing model should be improved.

8) ROSA-III pump characteristics data, including two-phase effect, are required.

9) Major parameters to control system behavior are downcomer liquid level and flowrate, flow direction and quality at jet pump drive nozzle, jet pump suction, jet pump discharge in both intact and broken loops. This, these data are required for code qualification purpose.

10) Data of differential pressure across each system component and flowrates at each location are required to quantify initial input data for analytical codes.

## 目 次

SUMMARY	(3)
1. まえがき	1
2. ROSA III 実験装置ならびに RUN 703 実験の概略	2
2.1 ROSA III 実験装置	2
2.2 RUN 703 実験	2
2.2.1 実験条件	2
2.2.2 実験手順	3
3. RELAP 4J による計算結果	13
3.1 システム全体の解析に用いた入力データ	13
3.2 炉心解析に用いた入力データ	14
3.3 RELAP 4J の主な特色	14
4. 計算結果とその考察	30
4.1 計算で予測した諸事象	30
4.2 計算結果	30
4.2.1 圧力, 差圧	31
4.2.2 流量	32
4.2.3 炉心発熱量	32
4.2.4 ポンプ回転数	33
4.2.5 流体温度	33
4.2.6 ROSA III 構造物温度	34
4.2.7 燃料棒表面温度	34
4.2.8 チャンネルボックス内壁面温度	35
4.2.9 流体密度	35
4.2.10 そのほかの重要な計算結果	36
5. 結 論	84
謝 辞	85
参考文献	86
付録	
付録1 システム全体の解析に用いた入力データリスト	87
付録2 炉心解析に用いた入力データリスト	93



## CONTENTS

Summary .....	(3)
1. INTRODUCTION .....	1
2. BRIEF DESCRIPTION OF ROSA III TEST FACILITY AND EXPERIMENT RUN 703 .....	2
2.1 ROSA III Test Facility .....	2
2.2 EXPERIMENT RUN 703 .....	2
2.2.1 Experiment Conditions .....	2
2.2.2 Experiment Procedure .....	3
3. CALCULATION USING REACTOR SAFETY ANALYSIS CODE .....	13
3.1 Input Data for System Behavior Analysis .....	13
3.2 Input Data for Core Analysis .....	14
3.3 Characteristics of RELAP4J Used in Analysis .....	14
4. PREDICTED RESULTS AND DISCUSSIONS .....	30
4.1 Predicted Events .....	30
4.2 Predicted Results .....	30
4.2.1 Pressure and Differential Pressure .....	31
4.2.2 Flow rate .....	32
4.2.3 Core Power .....	32
4.2.4 Pump Speed .....	33
4.2.5 Coolant Temperature .....	33
4.2.6 Surface Temperature of ROSA III Structure .....	34
4.2.7 Clad Temperature .....	34
4.2.8 Channel Box Wall Temperature .....	35
4.2.9 Coolant Density .....	35
4.2.10 Other Results of Significance .....	36
5. CONCLUSIONS .....	84
ACKNOWLEDGEMENT .....	85
REFERENCES .....	86
APPENDICES	
APPENDIX 1 Listing of Input Data for System Behavior Analysis .	87
APPENDIX 2 Listing of Input Data for Core Analysis .....	93

LIST OF TABLES

Table 2.1	Specified Experiment Conditions of RUN 703 and Initial Conditions Used in Analysis .....	6
Table 2.2	Primary Timer Setting for RUN 703 .....	11
Table 2.3	Major Chronology after Break for RUN 703 .....	12
Table 3.1	Description of Volumes .....	19
Table 3.2	Description of Junctions .....	20
Table 3.3	Description of Heat Slabs .....	22
Table 3.4	Initial Pressure and Temperature Distribution .....	24
Table 3.5	Initial Conditions of Junctions .....	25
Table 3.6	Description of Volumes in Core Analysis .....	29
Table 3.7	Description of Junctions in Core Analysis .....	29
Table 3.8	Description of Heat Slabs in Core Analysis .....	29
Table 4.1	Major Predicted Events .....	40
Table 4.2	Measurement Location and Corresponding Prediction .....	42
Table 4.3	Additional Calculated Parameters .....	48

List of Figures

Fig. 2.1	Schematic Drawing of ROSA III Test Facility .....	4
Fig. 2.2	Pressure Vessel of ROSA III .....	5
Fig. 2.3	Axial Power Distribution of Heater Rod .....	9
Fig. 2.4	Power Transient .....	10
Fig. 3.1	Node and Junction Representation of ROSA III .....	17
Fig. 3.2	Feed Water Rate Used in Analysis .....	27
Fig. 3.3	Steam Discharge Rate Used in Analysis .....	27
Fig. 3.4	Characteristics of ECCS Pumps .....	27
Fig. 3.5	Node and Junction in Core Analysis .....	28
Fig. 4.1	Pressure in Lower Plenum (P1, AP1) .....	50
Fig. 4.2	Pressure in Upper Plenum (P2, AP5) .....	50
Fig. 4.3	Pressure in Steam Dome (P3, AP8) .....	50
Fig. 4.4	Pressure at Downcomer Bottom (P4, AP11) .....	50
Fig. 4.5	Pressure in Broken Loop Jet Pump Drive Line (P5 & P6, AP19) .....	51
Fig. 4.6	Pressure in Broken Loop Jet Pump Suction Line (P7 & P8, AP12) .....	51

Fig. 4.7	Pressure at Intact Loop Pump Suction (P9, AP23)	51
Fig. 4.8	Pressure at Broken Loop Pump Suction (P10, AP16)	51
Fig. 4.9	Pressure at Broken Loop Pump Delivery (P11, AP18)	52
Fig. 4.10	Pressure at Upstream of Break B (Vessel Side)(P14, AP15)	52
Fig. 4.11	Pressure at Intact Loop Jet Pump Outlet (P17, AP22)	52
Fig. 4.12	Pressure at Broken Loop Jet Pump Outlet (P18, AP14)	52
Fig. 4.13	Differential Pressure Lower Plenum to Upper Plenum (D1, AP1-AP5)	53
Fig. 4.14	Differential Pressure, Upper Plenum to Steam Dome (D2, AP5-AP8)	53
Fig. 4.15	Differential Pressure, Vessel Bottom to Top (D5, AP1-AP8)	53
Fig. 4.16	Differential Pressure, Intact Loop Jet Pump 1 Discharge to Suction (D6, AP21-AP20)	53
Fig. 4.17	Differential Pressure, Intact Loop Jet Pump 1 Drive to Suction (D7, AP26-AP20)	54
Fig. 4.18	Differential Pressure, Intact Loop Jet Pump 2 Discharge to Suction (D8, AP31-AP20)	54
Fig. 4.19	Differential Pressure, Broken Loop Jet Pump 3 Discharge to Suction (D10, AP13-AP12)	54
Fig. 4.20	Differential Pressure, Broken Loop Jet Pump 3 Drive to Suction (D11, AP19-AP12)	54
Fig. 4.21	Differential Pressure, Broken Loop Jet Pump 4 Discharge to Suction (D12, AP30-AP12)	55
Fig. 4.22	Differential Pressure, Intact Loop Pump Delivery to Suction (D14, AP25-AP23)	55
Fig. 4.23	Differential Pressure, Broken Loop Pump Delivery to Suction (D15, AP18-AP16)	55
Fig. 4.24	Flowrate in Main Steam Line (F1, JW47)	55
Fig. 4.25	Injection in ADS Steam Line (F2, JW48)	56
Fig. 4.26	Injection Rate of HPCS (F7, JW44)	56
Fig. 4.27	Injection Rate of LPCS (F9, JW43)	56
Fig. 4.28	Injection Rate of LPCI (F11, JW42)	56
Fig. 4.29	Flowrate of Feed Water (Transient) (F15, JW45)	57
Fig. 4.30	Flowrate at Intact Loop Jet Pump 1 Discharge (F17, JW23)	57
Fig. 4.31	Flowrate at Intact Loop Jet Pump 2 Discharge (F18, JW41)	57
Fig. 4.32	Flowrate at Broken Loop Jet Pump 3 Discharge (F19 & F20, JW13)	57
Fig. 4.33	Flowrate at Broken Loop Jet Pump 4 Discharge (F21 & F22, JW38)	58

Fig. 4.34	Flowrate at Intact Loop Jet Pump Outlet (F23, JW23+JW41)	. 58
Fig. 4.35	Flowrate at Broken Loop Jet Pump Outlet (F24, JW13+JW38)	. 58
Fig. 4.36	Flowrate at Break Unit A (Pump Side) (F25, JW50)	..... 58
Fig. 4.37	Core Power (W1, W2 & W3, NQ)	..... 59
Fig. 4.38	Recirculation Pump Speed (N1 & N2, Volumes 24 & 17)	..... 59
Fig. 4.39	Coolant Temperature in Lower Plenum (T1, AT1 & TS1)	.... 59
Fig. 4.40	Coolant Temperature in Upper Plenum (T2, AT5 & TS5)	.... 59
Fig. 4.41	Coolant Temperature in Steam Dome (T3, AT8 & TS8)	..... 60
Fig. 4.42	Coolant Temperature in Upper Downcomer (T4, AT28 & TS28)	. 60
Fig. 4.43	Coolant Temperature in Lower Downcomer (T5, AT11 & TS11)	. 60
Fig. 4.44	Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump Drive (T6 & T7, AT16 & TS26)	..... 60
Fig. 4.45	Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump Drive (T8 & T9, AT19 & TS19)	..... 61
Fig. 4.46	Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump 1 Discharge (T10, AT21 & TS21)	..... 61
Fig. 4.47	Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump 2 Discharge (T11, AT31 & TS31)	..... 61
Fig. 4.48	Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump 3 Discharge (T12, AT13 & TS13)	..... 61
Fig. 4.49	Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump 4 Discharge (T13, AT30 & TS30)	..... 62
Fig. 4.50	Coolant Temperature at Intact Loop Pump Suction (T14, AT23 & TS23)	..... 62
Fig. 4.51	Coolant Temperature at Intact Loop Pump Delivery (T15, AT25 & TS25)	..... 62
Fig. 4.52	Coolant Temperature at Broken Loop Suction (T16, T18 & T26, AT16 & TS16)	..... 62
Fig. 4.53	Coolant Temperature at Broken Loop Pump Delivery (T17, AT18 & TS18)	..... 63
Fig. 4.54	Coolant Temperature at Upstream of Break B ( Vessel Side), (T19, AT15 & TS15)	..... 63
Fig. 4.55	Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump Outlet (T24, AT22 & TS22)	..... 63
Fig. 4.56	Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump Outlet (T25, AT14 & TS14)	..... 63
Fig. 4.57	Bypass Side Surface Temperature of Vessel Filler, (TS15 & TS18, Heat Slab 18 Left)	..... 64

Fig. 4.58	Downcomer Side Surface Temperature of Vessel Filler, (TS21 & 24, Heat Slab 18 Right) .....	64
Fig. 4.59	Surface Temperature of Upper Downcomer (TS30, Heat Slab 37 Right) .....	64
Fig. 4.60	Surface Temperature of Downcomer Wall (TS31, Heat Slab 20 Right) .....	65
Fig. 4.61	Surface Temperature of Lower Plenum Wall (TS36, Heat Slab 13 Right) .....	65
Fig.4.62	Heater Rod Surface Temperature, Position 1 (TF1, 8, 22, 29, 39, 50 and 58; Heat Slab 12) .....	66
Fig.4.63	Heater Rod Surface Temperature, Position 2 (TF2, 9, 16, 23 and 30, Heat Slab 10) .....	66
Fig.4.64	Heater Rod Surface Temperature, Position 3 (TF3, 10, 17, 24, 51, 55, 59, 63 and 66, Heat Slab 9) ...	67
Fig.4.65	Heater Rod Surface Temperature, Position 4 (TF4, 11, 18, 25, 32, 37, 41, 45, 48, 52, 56, 60, 64 and 67; Heat Slab 7) .....	67
Fig. 4.66	Heater Rod Surface Temperature, Position 5 (TP5,12,19,26, 33,38,42,46,49,53,57,61,65 & 68, Heat Slab 5) .....	68
Fig. 4.67	Heater Rod Surface Temperature, Position 6 (TF6, 13, 20, 27 & 34, Heat Slab 4) .....	68
Fig. 4.68	Heater Rod Surface Temperature, Position 7 (TF7, 14, 21, 28, 35, 43, 54 & 62, Heat Slab 2) .....	69
Fig. 4.69	Surface Temperature of Channel Box Wall (TB1~TB14, Heat Slab 6 Left) .....	69
Fig. 4.70	Fluid Density at Intact Loop Jet Pump Outlet (DF1, DF2 & DF3, AR22) .....	70
Fig. 4.71	Fluid Density at Broken Loop Jet Pump Outlet (DF4, DF6 & DF7, AR14) .....	70
Fig. 4.72	Fluid Density at Break A (DF7 & DF8, AR16) .....	70
Fig. 4.73	Flowrate at Lower Tie Plate, JW3 .....	71
Fig. 4.74	Flowrate at Upper Tie Plate, J@4 .....	71
Fig. 4.75	Flowrate at Steam Separator Inlet, JW5 .....	71
Fig. 4.76	Flowrate at Steam Separator Outlet, JW6 .....	71
Fig. 4.77	Flowrate at Outlet from Downcomer to Broken Loop Jet Pump 3 Suction, JW11 .....	72
Fig. 4.78	Flowrate at Broken Loop Jet Pump Suction, JW12 and JW76 ..	72
Fig. 4.79	Flowrate at Broken Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JW14 .....	72

Fog. 4.80	Flowrate at Broken Loop Jet Pump Drive Nozzles, JW20 and JW37 .....	72
Fig. 4.81	Flowrate at Outlet from Downcomer to Intact Loop Jet Pump Suction, JW21 .....	73
Fig. 4.82	Flowrate at Intact Loop Jet Pump Suctions, JW22 and JW39 .	73
Fig. 4.83	Flowrate at Intact Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JW24 .....	73
Fig. 4.84	Flowrate at Intact Loop Jet Pump Drive Nozzles, JW29 and JW40 .....	73
Fig. 4.85	Flowrate at Vessel Side Break Plane, JW49 .....	74
Fig. 4.86	Junction Quality at Outlet from Downcomer to Broken Loop Jet Pump Suction, JX11 .....	74
Fig. 4.87	Junction Quality at Broken Loop Jet Pump Suction, JX12 ..	74
Fig. 4.88	Junction Quality at Broken Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JX14 .....	74
Fig. 4.89	Junction Quality at Outlet from Downcomer to Broken Loop Recirculation Pump, JX15 .....	75
Fig. 4.90	Junction Quality at Broken Loop Jet Pump Drive Nozzle, JX20 .....	75
Fig. 4.91	Junction Quality at Outlet from Downcomer to Intact Loop Jet Pump Suction, JX21 .....	75
Fig. 4.92	Junction Quality at Intact Loop Jet Pump Suction, JX22 ..	75
Fig. 4.93	Junction Quality at Intact Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JX24 .....	76
Fig. 4.94	Junction Quality at Outlet from Downcomer to Intact Loop Recirculation Pump, JX25 .....	76
Fig. 4.95	Junction Quality at Intact Loop Jet Pump Drive Nozzle, JX29 .....	76
Fig. 4.96	Junction Quality at Downcomer Inlet, JX32 .....	76
Fig. 4.97	Junction Quality at Vessel Side Break Plane, JX49 .....	77
Fig. 4.98	Junction Quality at Pump Side Break Plane, JX50 .....	77
Fig. 4.99	Average Quality in Lower Plenum below Tie Grid, AX1 .....	77
Fig. 4.100	Average Quality in Lower Plenum above Tie Grid, AX2 .....	77
Fig. 4.101	Average Quality in Core Inlet Chambers, AX3 .....	78
Fig. 4.102	Average Quality in Core, AX4 .....	78
Fig. 4.103	Average Quality in Upper Plenum, AX5 .....	78
Fig. 4.104	Average Quality in Downcomer, AX11 .....	78
Fig. 4.105	Average Quality in Broken Loop Jet Pump, AX13 .....	79

Fig. 4.106	Average Quality in Broken Loop Jet Pump Discharge Line, AX14 .....	79
Fig. 4.107	Average Quality in Broken Loop Recirculation Pump Suction Line, Vessel Side, AX15 .....	79
Fig. 4.108	Average Quality in Broken Loop Recirculation Pump Suction Line, Pump Side, AX16 .....	79
Fig. 4.109	Average Quality in Broken Loop Recirculation Pump Discharge Line, AX18 .....	80
Fig. 4.110	Average Quality in Intact Loop Jet Pump Discharge Line, AX22 .....	80
Fig. 4.111	Average Quality in Intact Loop Recirculation Pump Suction Line, AX23 .....	80
Fig. 4.112	Average Quality in Intact Loop Jet Pump Drive Line, AX26 .	80
Fig. 4.113	Average Quality in Upper Downcomer, AX28 .....	81
Fig. 4.114	Mixture Level in Downcomer, ML11 .....	81
Fig. 4.115	Mixture Level in Upper Downcomer, ML28 .....	81
Fig. 4.116	Average Quality (Core Analysis) AX2 .....	81
Fig. 4.117	Average Quality (Core Analysis) AX3 .....	82
Fig. 4.118	Average Quality (Core Analysis) AX4 .....	82
Fig. 4.119	Average Quality (Core Analysis) AX5 .....	82
Fig. 4.120	Average Quality (Core Analysis) AX6 .....	82
Fig. 4.121	Average Density at Break B, AR15 .....	83
Fig. 4.122	Rate of ECC Water Accumulation .....	83
Fig. 4.123	Liquid Mass in Volume 1 .....	83

## 1. ま え が き

軽水炉安全性に関する研究は最近の軽水炉の大型化、性能の向上に伴い、近年ますますその重要性を増すばかりである。とりわけ、一次系の配管破断による次却材喪失事故 (LOCA) 時のシステム挙動の解明には、事故時の現象を実験的に把握する方面から、更には起り得る可能性のある現象を解析的に予測する方面から、また安全性評価コードの評価性能を検証する方面から多大の努力が注がれている。原研ではこれらの安全性研究の一環として LOCA 時の次却材挙動を総合的に調べる ROSA 計画を実施している。

ROSA 計画では、ROSA I, ROSA II 実験を終了した後、現在 ROSA III 実験を行なっている。ROSA III 実験では沸騰水型原子炉 (BWR) を縮尺し炉心を電気ヒータで模擬した実験装置を用いて総合実験を行なっている。この実験の目的は BWR LOCA 時の熱水力学的現象を実験的に解明するとともに、従来事故時のシステム挙動の解析に用いられている計算コードの検証ならびに精度向上の基となるデータを提供することである。

ROSA III での実験は現在 2 つの実験、RUN 701 実験、RUN 702 実験が終了した。これまでに ROSA III 実験に関して 5 つの報告がある。田坂ら<sup>(1)</sup>、北口ら<sup>(2)(3)</sup>は ROSA III の基となっている GE 社の BWR/6 と ROSA III との模擬性について検討を行ない、ROSA III の設計および最適実験条件の選択のための資料を提供した。早田<sup>(4)</sup>は RUN 701 の実験に先立ち、RELAP 4J<sup>(5)</sup> を用いて実験結果の予測計算を行なった。また、小泉ら<sup>(6)</sup>は同じく RELAP 4J を用いて RUN 702 実験の予測計算を行なった。

実験に先立つ予測計算の目的は、この計算結果と後から得られる実験結果の比較検討からコードの精度を評価することである。その結果としてコードの改良の方向が明らかとなる。本報は、このような見地に立って行なった、ROSA III での 3 番目の実験 RUN 703 に対する実験前の予測計算の結果をまとめたものである。計算には RELAP 4J コードを用い、計算手法は RUN 702 の予測計算<sup>(6)</sup>にはほぼ準じている。

RUN 702 実験は、炉心半径方向の出力分布は一様とし、再循環ポンプの吸込側配管両端破断を仮定して、ECCS を作動させない単純放出実験であった。これに対し、RUN 703 実験は更に全 ECCS (高圧炉心スプレイ HPCS, 低圧炉心スプレイ LPCS, 低圧注水 LPCI, 自動減圧系 ADS) を作動させる実験である。これらの RUN 702, RUN 703 実験は ROSA III 実験のいわば標準実験であって、ECCS を含めた総合効果の判断材料を提供するとともに、今後の諸条件を変えた実験の比較の基礎となるものである。



## 2. ROSA III 実験装置ならびに RUN 703 実験の概略

### 2.1 ROSA III 実験装置

ROSA III 実験装置は BWR の LOCA 時の冷却材の流出開始から緊急炉心冷却系 (ECCS) 作動後までの一連の一次冷却系の熱力学的挙動を解明するために作られた実験装置であって、実炉 (GE 社の BWR/6<sup>(7)</sup> 熱出力  $3.8 \times 10^3$  MW) を体積比にして 1/424 に縮尺した規模である。

ROSA III 実験装置の概略図を図 2.1 に、圧力容器内部形状を図 2.2 に示す。

炉心は 8×8 配列の模擬燃料集合体 4 体からなりたっており、各集合体には 63 本の模擬燃料棒と模擬ウォータロッド 1 本が入れている。模擬燃料棒は電気間接加熱型で、外径 12.52 mm、発熱部長さは 1880 mm で、実炉燃料棒の 1/2 の長さである。被覆管材質はインコネル 600 である。再循環ループは 2 つあり、1 つは健全ループ、1 つは破断ループで、それぞれに循環ポンプがついている。ジェットポンプは外置きで健全ループに 2 台、破断ループに 2 台置かれている。気水分離器は性能を模擬した構造となっているが、蒸気乾燥器には抵抗のみを模擬した多孔板オリフィスを用いている。

給水および蒸気放出はそれぞれ 2 系統あり、定常時給水には常温水が用いられるが、破断と同時に所定の温度に昇温された水が給水されるよう弁が切り替る。また、蒸気放出系統も破断と同時に、定常時の圧力を一定に保っていた系統から、破断後の系統に切り替る。

実験は実炉の定常運転時と同じ圧力、温度の状態から開始する。LOCA を模擬するための配管破断位置、破断形状および ECC 水の注入条件、位置は各実験ごとに可変である。また、炉心断面内発熱分布には多少の選択の余地がある。なお、燃料棒軸方向発熱分布は階段状チョップトコサイン分布である。

### 2.2 RUN 703 実験

#### 2.2.1 実験条件

RUN 703 実験は再循環ポンプ吸込側配管両端破断実験である。各実験条件をまとめたものを表 2.1 に示す。

炉心半径方向出力分布は一様である。燃料棒の軸方向発熱分布は図 2.3 に示す階段状チョップトコサイン分布であって、実炉燃料棒の発熱分布を模擬したものである。放出実験開始後の炉心内全熱量は崩壊熱、遅発性中性子および実炉燃料棒内蓄積熱の影響から決まる発熱時間変化曲線に従って制御する。図 2.4 はこの発熱時間変化曲線である。なお、ROSA III では実炉との対応上定格時において 9 MW の出力が必要であるが、ROSA III の電源装置の制約から RUN 703 実験の最大出力は 3.73 MW である。従って、理想上の出力が 3.73 MW に下がる 11.5 秒以前は図のように一定値 3.73 MW に保っている。健全側、破断側の両再循環ポンプは配管破断と同時に電源を切り回転数制御は行なわない。破断口には口径 26.2 mm の薄刃オリフィスを用いる。このオリフィスの流路面積は再循環ポンプ吸込側配管流路面積の 1/424 になっている。

ECCS (Emergency Core Cooling System) には HPCS (High Pressure Core Spray), LPCS (Low Pressure Core Spray), LPCI (Low Pressure Coolant Injection) と ADS (Automatic Depressurization System) の 4 系統を用いる。HPCS, LPCS, LPCI の各注入位置は上部プレナムである。注入水温度は室温である。また、注入はそれぞれポンプ HPCSP, LPCSP, LPCIP によって行なう。HPCS の流量は圧力容器内圧力の関数として表 2.1 中に示すように与える。注入は破断実験開始 27 秒後に始める。LPCS は圧力容器内圧力が 2.16 MPa 以下になった時点から一定流量 58  $\ell$ /min で注入する。LPCI は LPCS の注入開始後更に 13 秒経過した時点から一定流量 230  $\ell$ /min で注入する。ADS は破断実験開始後 120 秒で弁を開いて蒸気放出を行なわせて作動させ、600 秒で弁を閉じて作動を終了させる。

### 2.2.2 実験手順

放出実験初期条件達成後約 30 分の定常運転後に配管破断を模擬する破断装置の破裂板を破り冷却材を流出させることにより開始する。実験開始後のバルブ開閉などの諸操作、予かじめ定められた設定時刻に従い自動的に行なう。RUN 703 の場合の各操作機器の設定時刻および動作は表 2.2 に示したとおりであり、これを整理すると表 2.3 のようになる。給水弁に閉信号を送るのが破断後 2 秒、蒸気放出弁へは 3 秒である。これは給水量および蒸気放出量についての北口らの解析結果<sup>(2)</sup>を参考にし、それぞれの弁が閉信号を受けた後完全にしまりきるのに約 2 秒かかることより決められた。

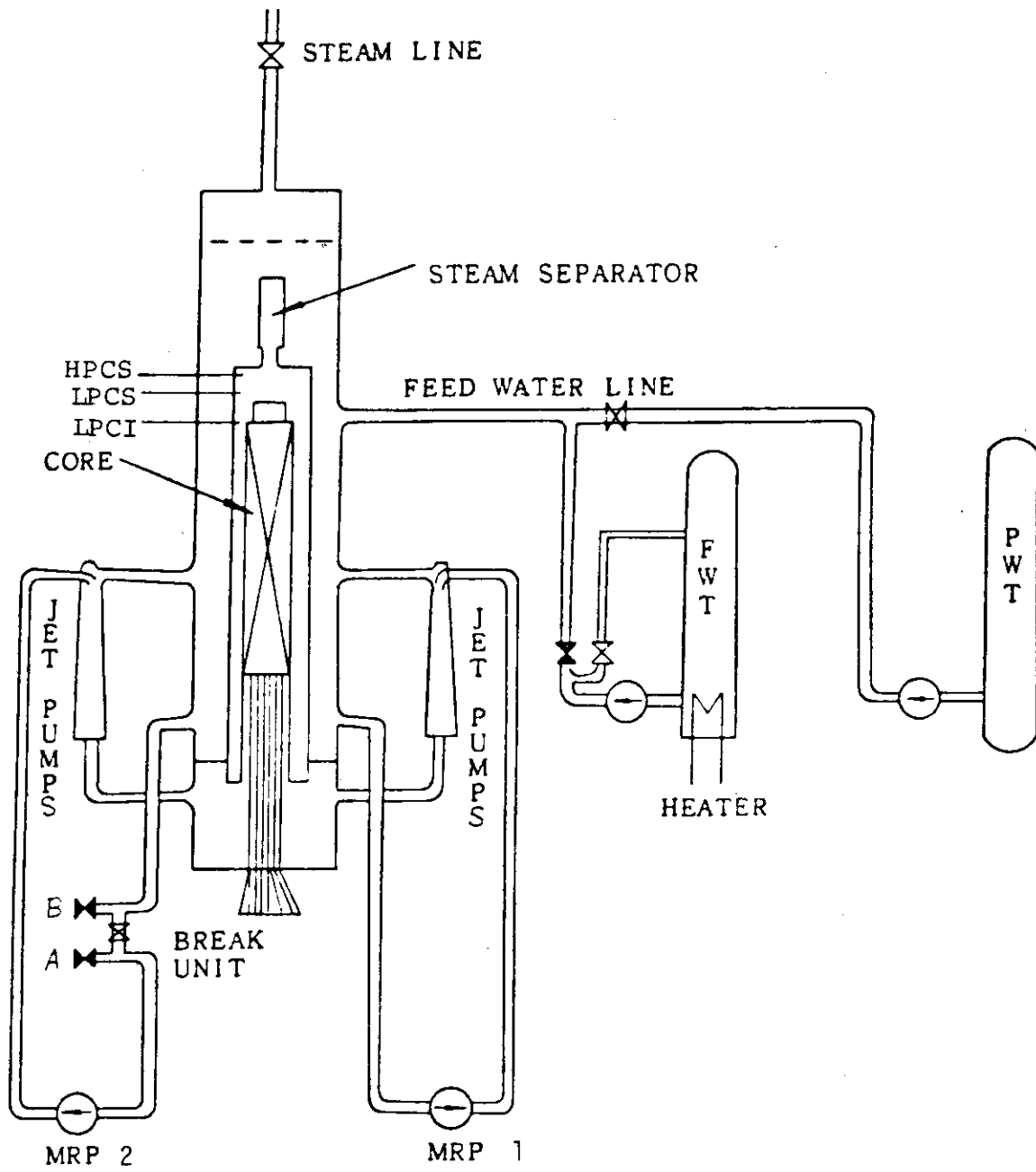


Fig. 2.1 Schematic Drawing of ROSA III Test Facility

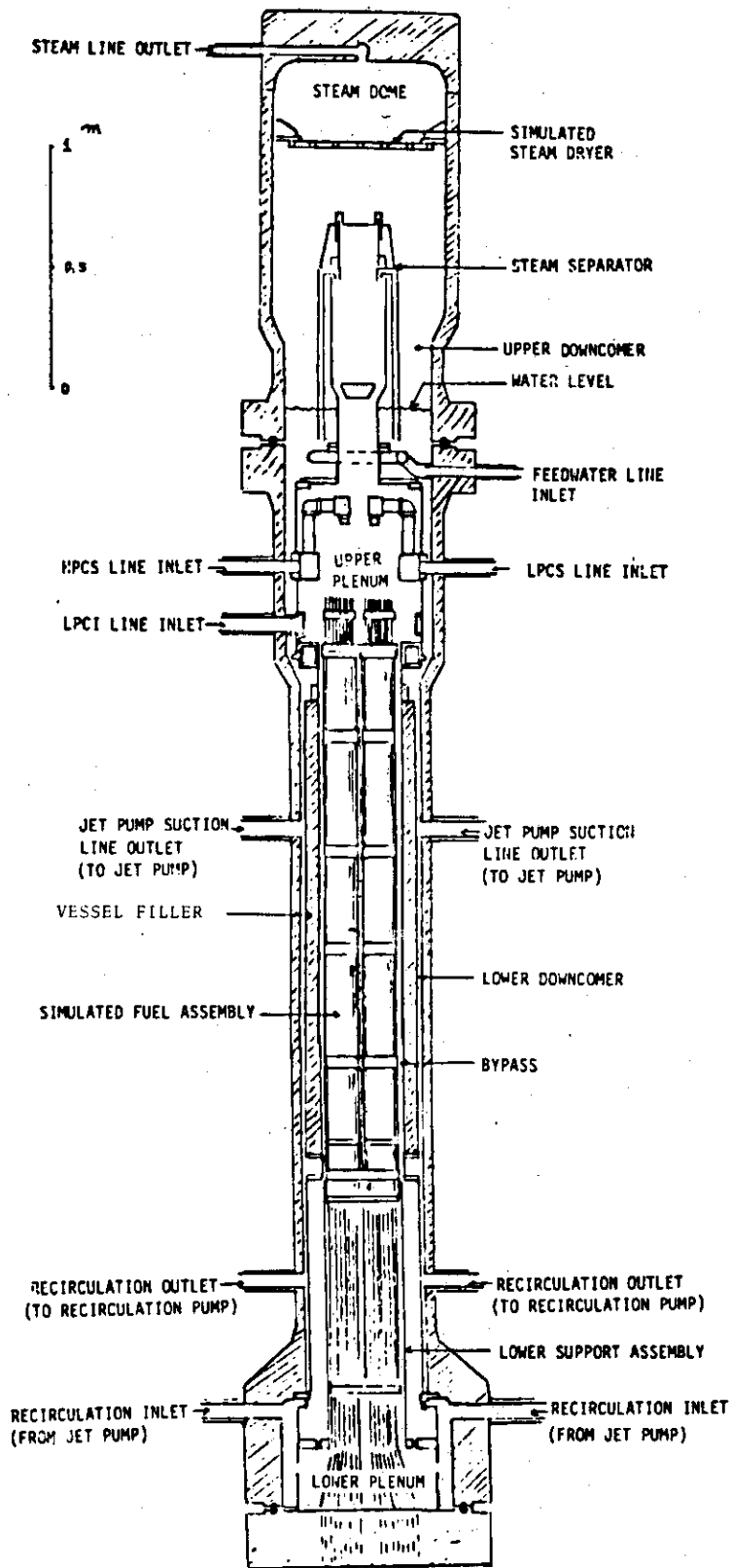


Fig. 2.2 Pressure Vessel of ROSA III

Table 2.1 Specified Experiment Conditions of RUN 703 and Used Conditions in Analysis

	Specified Experiment Conditions of RUN 703	Experiment Condition Used in Analysis
<b>Break Conditions</b> Location Break Area	Recirculation Pump Suction Line $5.389 \times 10^{-4} \text{ m}^2$	Recirculation Pump Suction Line $3.589 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
<b>System Conditions</b> Steam Dome Pressure Steam Dome Temperature Flowrate at Core Inlet Broken Loop Flowrate Intact Loop Flowrate Initial Core Power Water Level in Pressure Vessel	7.16 MPa (72 kg/cm g) 287 °C 36.4 kg/c m /s *1 $7.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} *1$ $7.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} *1$ 3.73 MW 4.62 m	7.22 MPa (72.7 kg/cm g) 288 °C 36.7 kg/s m /s $7.7 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ $7.8 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ 3.73 MW 4.62 m
<b>Feed Water Condition</b> Pressure Temperature Injection Flowrate	7.46 MPa (75.0 kg/cm g) 205 °C $2.41 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} (2.07 \text{ kg/s})$	7.40 MPa (75.5 kg/cm g) 205 °C $2.41 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} (2.07 \text{ kg/s})$
<b>Steam Discharge Condition</b> Discharge Flowrate Discharge Line Orifice Diameter	2.07 kg/s 20.0 mm	2.07 kg/s 20.0 mm

Table 2.1 Specified Experiment Conditions of RUN 307 and Used Conditions in Analysis (Cont'd)

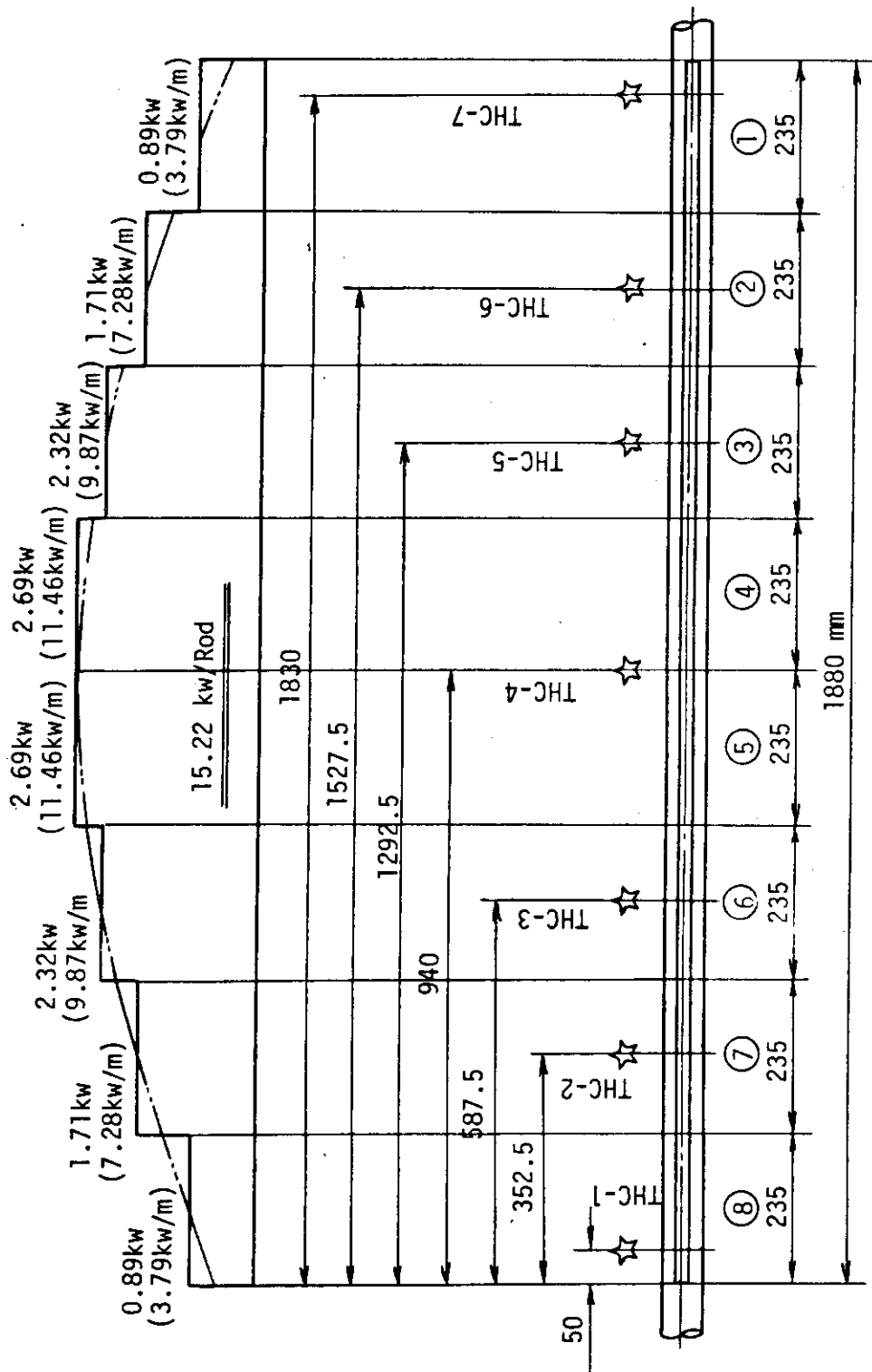
EGCS Conditions	Specified Experiment Conditions or RUN 703	Experiment Condition Used in Analysis
HPCS		
Initiation	27 sec after Break	27 sec after Break
Coolant Temperature	Room Temperature	20 °C
Injection Flow rate	Function of Pressure in Vessel	Function of Pressure in Vessel
	13.7 ℓ/min at 8.00 MPa	15.0 ℓ/min at 7 MPa
Injection Location	58 ℓ/min at 0.945 MPa	65.7 ℓ/min at 3 MPa *2
LPCS	Upper Plenum	Upper Plenum
Initiation	Pressure in Vessel at 2.16 MPa (21 kg/cm <sup>2</sup> g)	Pressure in Vessel at 2.16 MPa (21 kg/cm <sup>2</sup> g)
Coolant Temperature	Room Temperature	20°C
Injection Flowrate	58 ℓ/min	Function of Pressure in Vessel
Injection Location	Upper Plenum	40.0 ℓ/min at 2.1 MPa
LPCI		52.0 ℓ/min at 0.3 MPa *3
Initiation	Pressure in Vessel at 2.16 MPa (21 kg/cm <sup>2</sup> g)	Upper Plenum
Coolant Temperature	Room Temperature	Pressure in Vessel at 2.16 MPa (21 kg/cm <sup>2</sup> g) with 13 sec delay
Injection Flowrate	230 ℓ/min	20 °C
Injection Location	Upper Plenum	Function of Pressure in Vessel
		190 ℓ/min at 1.5 MPa
		238 ℓ/min at 0.5 MPa *4
		Upper Plenum

Table 2.1 Specified Experiment Conditions of RUN 703 and used Conditions in Analysis (Cont'd)

ADS Condition	Specified Experiment Condition of RUN 703	Experiment Condition Used in Analysis
Open	120 sec after Break	120 sec after Break
Close	600 sec after Break	600 sec after Break
ADS Line Orifice Diameter	6.0 mm	6.0 mm

## Note

- \*1 : supposed value, adjusted to obtain specified core inlet flowrate.
- \*2 : based on pump performance data of RUN 701
- \*3 : based on pump performance data of RUN 701
- \*4 : based on pump performance data of RUN 701



☆ indicates position of thermocouple.

Fig. 2.3 Axial Power Distribution of Heater Rod



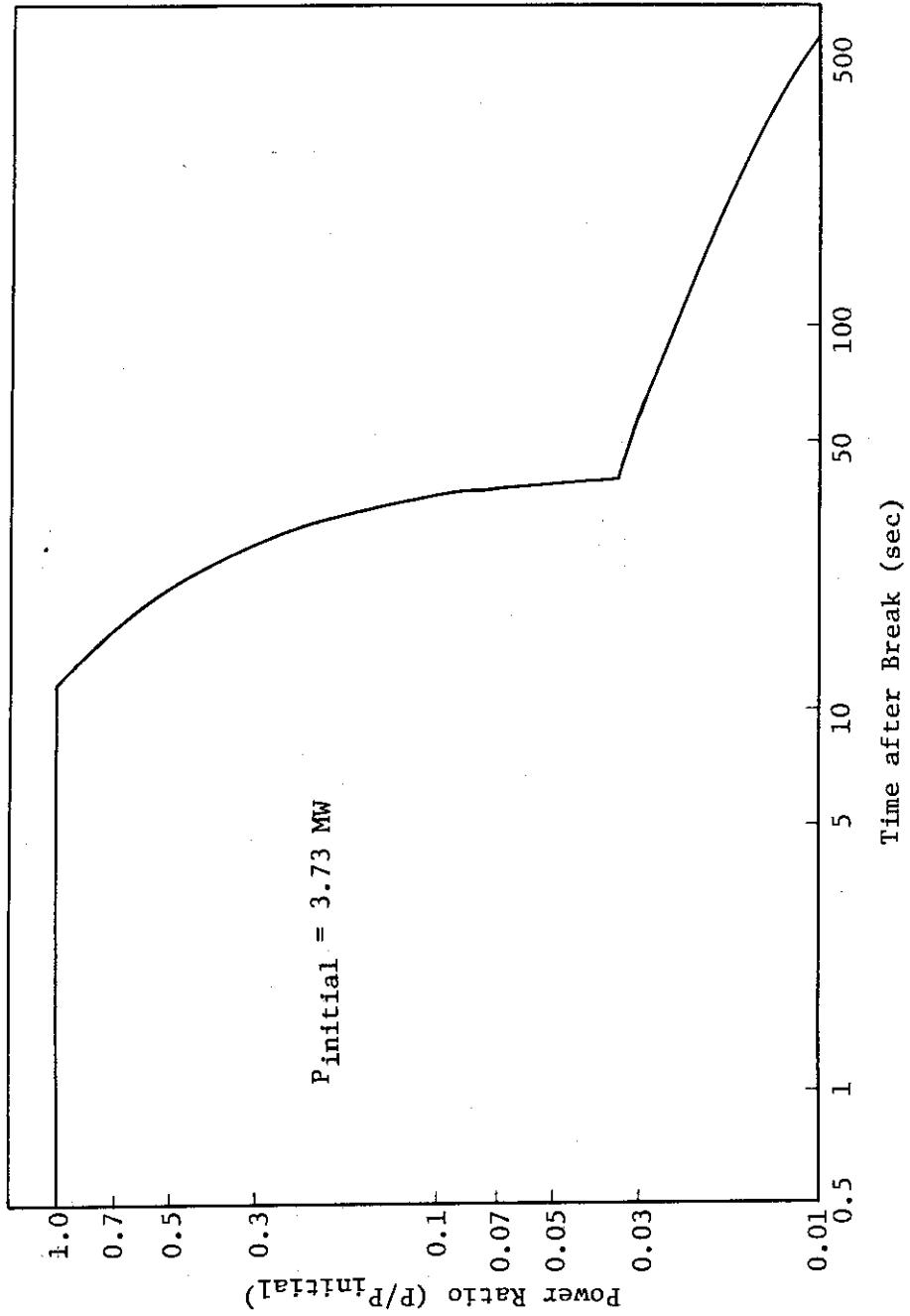


Fig. 2.4 Power Transient

Table 2.2 Primary Timer Setting for RUN 703

Time Index	Item	Signal	Set Time	Sequential Time after Break
T2*	Break of rupture disc	break	0.0*	T2 = 0.0
T1	Quick shut off valve	close	0.0	T2+T1 = 0.0
T3	Intact loop recirculation pump control	on	0.0	T2+T1+T3 = 0.0
T4	Broken loop recirculation pump control	on	0.0	T2+T1+T4 = 0.0
T5	Power supply to intact loop pump	off	0.0	T2+T1+T3+T5 = 0.0
T6	Power supply to broken loop pump	off	0.0	T2+T1+T4+T6 = 0.0
T10	HPCS initiation	on	27.0	T2+T10 = 27.0
T11	ADS valve	open	93.0	T2+T10+T11 = 120
T12	ADS valve	close	480	T2+T10+T11+T12 = 600
T13	Steady state steam discharge valve	close	0.0	T2+T13 = 0.0
	Transient steam discharge valve	open	0.0	T2+T13 = 0.0
	Feed water pump	on	0.0	T2+T13 = 0.0
T14	Transient steam discharge valve	close	3.0	T2+T13+T14 = 3.0
T15	Feed water pump	off	2.0	T2+T13+T15 = 2.0
T16	LPCS injection	on	0.0	0.0 sec after low PV pressure at 2.16 MPa
T17	LPCI injection	on	13.0	13.0 sec after low PV pressure at 2.16 MPa

Table 2.3 Major Chronology after Break for RUN 703

Time after Break sec	Events
0.0	Breaks Initiate core power control <sup>(1)</sup> Terminate intact loop recirculation pump power <sup>(2)</sup> Terminate broken loop recirculation pump power <sup>(3)</sup> Steam discharge valve open <sup>(4)</sup> Start feed water pump <sup>(5)</sup>
2.0	Feed water pump stops
3.0	Steam discharge valve closes
27.0	HPCS initiates
$T_p$	Pressure in pressure vessel becomes 2.16 MPa (21 kg/cm <sup>2</sup> g) LPCS initiates
$T_p+13$	LPCI initiates
120	ADS valve opens
600	ADS valve closes
900	End of data acquisition

## Notes:

- (1) Simulation of decay heat + delayed neutron effect + stored heat
- (2) Simple coast down.
- (3) Simple coast down.
- (4) Open for 3.0 sec after break.
- (5) Operate for 2.0 sec after break.

### 3. RELAP 4Jによる計算結果

計算に用いたコードは RELAP 4J である。RUN 702 実験の予測計算<sup>(6)</sup>の場合と同様、計算は2つの手順を踏んで行なった。はじめに炉心を1ボリュームとしてシステム全体の流動状態を計算した。次に、この結果を用いて炉心入口の条件を与え、炉心を5ボリューム、13ヒートスラブに分割して炉心解析を行ない、燃料棒表面温度を計算した。以下に、システム全体の解析に用いた入力データ、炉心解析に用いた入力データの順に述べる。

#### 3.1 システム全体の解析に用いた入力データ

RUN 702 実験の予測解析で用いたのと同じのノーディングを行ない、ROSA III を31ボリューム、50ジャンクション、41ヒートスラブで表わした。炉心は1ボリューム、1ヒートスラブである。図3.1にノーディングの構成を示す。図中、○で囲んだ数字はボリューム番号を、□で囲んだ数字はヒートスラブ番号を、無印の数字はジャンクション番号を表わす。なお、炉心はボリューム4、ヒートスラブ4 (V 4, Slab 4) である。表3.1～表3.3は各ボリューム、ジャンクション、ヒートスラブに対し説明を加えたものである。表中の番号は図3.1中の番号に対応している。ボリュームの分割方法、ジャンクションデータの決め方などについては続報で詳細に述べる予定である。なお、ボリューム29 (V 29) は、気水分離器 V6 で水だけを分離しそれをジャンクション34 (J 34) から V29 に流入させることを計算上可能にする目的で設けられた小さなボリュームである。本解析では簡単のため V 29, J 29, J 34 は用いなかった。

表3.4は入力データとして用いた各ボリュームの初期圧力、初期温度である。これらは実験の設定条件をもとに矛盾のない入力データ上のバランスがとれるように決定したものである。表3.5はジャンクションデータとして用いた流量、形状損失係数である。図3.2は解析で用いた破断後の給水流量である。これをフィルテーブルにしてジャンクション45に適用した。図3.3は解析で用いた破断後の放出蒸気量である。これを負のフィルテーブルとしてジャンクション47に適用した。RELAP 4J ではリークテーブルで流量を与えられないので、流量を与えることのできるフィルテーブルで負の流量を与えて正のリーク量とし、放出流量を定めた。図3.2、図3.3で破断後0.1秒で定格流量となるようにしてあるのは、ROSA IIIでこの部分に取り付けられている弁は開信号を受けてから完全に開ききるのに0.1秒程度要することによる。同じ理由により、ジャンクション46の破断前蒸気放出口は破断後0.1秒で閉じきるようにした。

破断後の炉心発熱量は図2.4に示してある時間変化曲線で与えた。

HPCS, LPCS, LPCI の各流量は図3.4に示すそれぞれの流量特性曲線を圧力対流量のフィルテーブルにして与えた。図中2点鎖線は HPCS の、1点鎖線は LPCS の、実線は LPCI の流量特性曲線である。これらの特性曲線は RUN 703 実験とほぼ同一の実験条件で行なわれた RUN 701 実験で測定された HPCS, LPCS, LPCI の各流量を圧力容器内圧力に対しプロットしたものである。実験での各注入条件は、表2.1に示すようになって、HPCS の流量は圧力容器内圧力の関数として、LPCS と LPCI の流量は一定流量として実験条件を設定する。しかし、

各ポンプの特性との関係から流量特性は図 3.4 のようになっている。従って、本解析では HPCS, LPCS, LPCI の流量特性に図 3.4 を用いた。

RUN 703 実験の実験条件と本解析で用いた入力データとが表 2.1 で比較してある。両者間に多少の差異があるが、これは単位変換などの過程で生じたものであり、解析全体には大きな影響を与えない。

RUN 703 実験の実験結果予測計算に用いた全入力データリストを付録 1 に付けた。この入力データリストの単位は Ft-Lb 系である。

### 3.2 炉心解析に用いた入力データ

炉心解析では 4 つの燃料集合体チャンネルのうちの 1 つだけを考え、これを 4 つのスペースを境界として 5 つのボリュームに分割した。入口ボリュームは炉心入口チャンバ（システム全体の解析の V 3 に対応）であり、出口ボリュームは上部プレナム（同 V 5 に対応）である。これらの入口、出口ボリュームの時間とともに変化する流体条件には、システム全体の解析結果を用いる。模擬燃料棒はボリューム境界および発熱密度の違いに応じて 13 ヒートスラブに分割した。模擬ウォーターロッド（タイロッド）およびチャンネルボックスの熱的影響は無視した。図 3.5 は炉心の分割状況を図示したもので、表 3.6 ~ 表 3.8 はこの場合のボリューム、ジャンクション、ヒートスラブに対し説明を加えたものである。この炉心解析に用いた RELAP 4J 入力データリストを付録 2 に付した。

### 3.3 RELAP 4J の主な特色

RELAP 4J<sup>(5)</sup> は日本原子力研究所において RELAP 4 / Mod 2<sup>(8)</sup> に改良を加えた計算コードである。主な特色は次に示すようなものである。

- (1) Moody 臨界流量<sup>(9)</sup> に対する放出係数  $C_D$  に実験から定められたクオリティ  $x$  の影響を加えた関係式

$$C_D = 0.57 + \frac{0.002}{x}$$

を用いることができる。

- (2) サブクール臨界流量には Zaloudeck<sup>(10)</sup> の結果を用い、飽和域の  $C_D$  を付加した Moody 臨界流量になめらかに接続する。
- (3) 高クオリティ域での臨界流量は Moody 臨界流量と蒸気音速から決まる臨界流量のどちらか大きい方で与えることができる。これを適用するクオリティ域は入力で与えるが、 $x \geq 0.8$  が推奨値である。
- (4) 気泡離脱速度に Wilson<sup>(11)</sup> の実験式を用いることができる。
- (5) 気水分離モデルの適用は流動状態に応じて自動的に選択され、液位の形成がより現象に即している。

本解析では(1)の臨界流放出係数関係式は臨界流の起り得る可能性のある所、すなわち、破断ループ側ジェットポンプ駆動流ノズル (J 20, J 37), 健全ループ側ジェットポンプ駆動流ノズル (J 29, J 40), 破断前蒸気放出口 (J 46), 破断後蒸気放出口 (J 47), 压力容器側破断口

(J 49) , ポンプ側破断口 (J 50) に適用した。(4)の Wilson モデルは上部ヘッド (V 7) , 蒸気ドーム (V 8) , ダウンカマ (V 11) , 上部ダウンカマ (V 28) に適用した。(3)については推奨値  $x \geq 0.8$  を用いた。

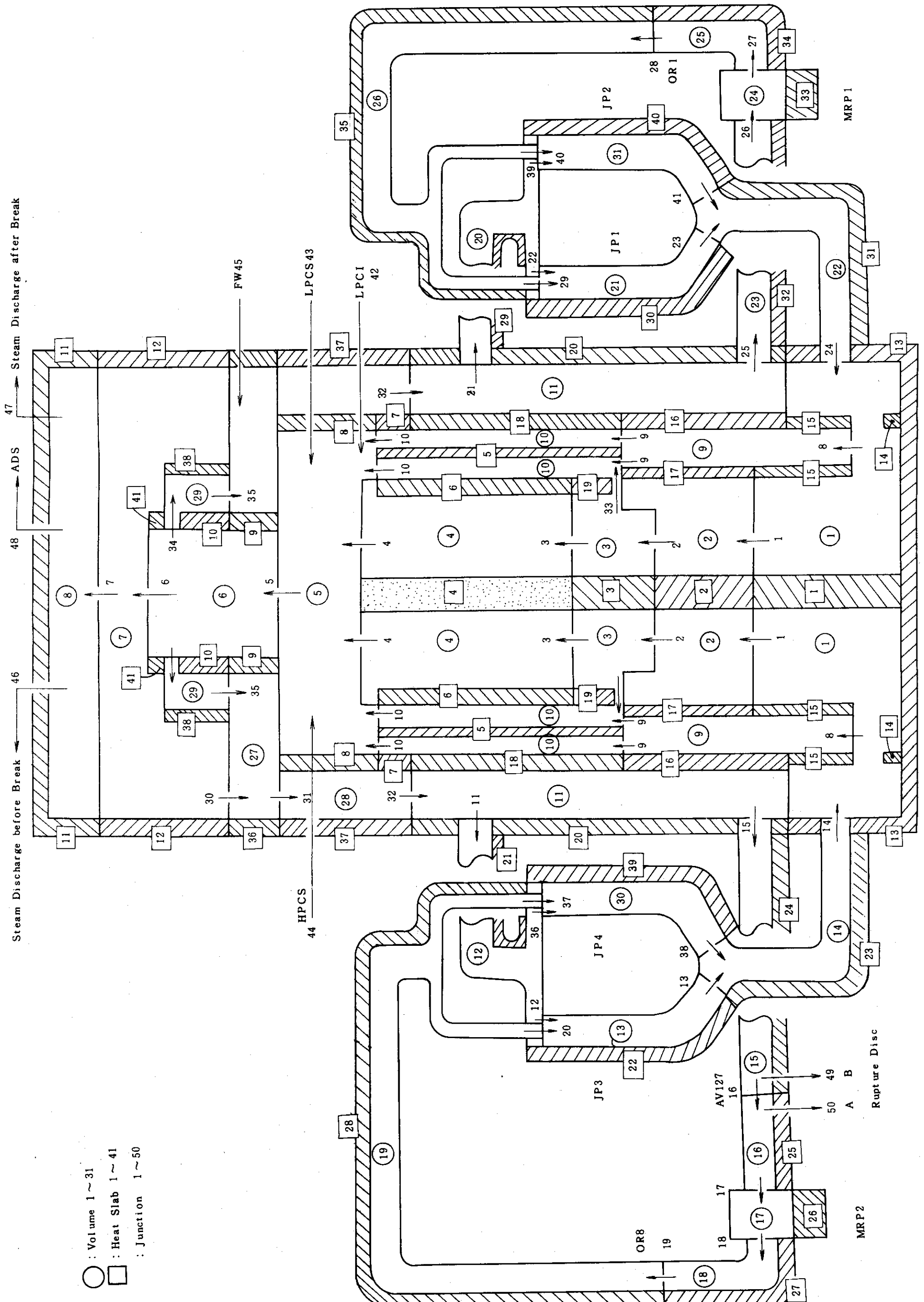


Fig.3.1 Node Junction Representation of ROSA III

Table 3.1 Description of Volumes

Volume	Description
1	Lower plenum below tie grid
2	Lower plenum above tie grid
3	Core inlet chambers
4	Core
5	Upper plenum
6	Steam separator
7	Upper head
8	Steam dome
9	guide tube simulator
10	Bypass
11	Downcomer
12	Broken loop jet pump suction line
13	Broken loop jet pump 3
14	Broken loop jet pump discharge line
15	Broken loop recirculation pump suction line, vessel side
16	Broken loop recirculation pump suction line, pump side
17	Broken loop recirculation pump
18	Broken loop recirculation pump discharge line
19	Broken loop jet pump drive line
20	Intact loop jet pump suction line
21	Intact loop jet pump 1
22	Intact loop jet pump discharge line
23	Intact loop recirculation pump suction line
24	Intact loop recirculation pump
25	Intact loop recirculation pump discharge line
26	Intact loop jet pump drive line
27	Feed water inlet space
28	Upper downcomer
29	Steam separator downcomer (not used)
30	Broken loop jet pump 4
31	Intact loop jet pump 2



Table 3.2 Description of Junctions

Junction	from	to	Description
1	1	2	Lower plenum tie grid
2	2	3	Core inlet orifice
3	3	4	Lower tie plate
4	4	5	Upper tie plate
5	5	6	Steam separator inlet
6	6	7	Steam separator outlet
7	7	8	Steam dryer simulator
8	1	9	Guide tube simulator inlet
9	9	10	Bypass inlet
10	10	5	Bypass outlet
11	11	12	Outlet from downcomer to broken loop jet pump suction
12	12	13	Broken loop jet pump 3 suction
13	13	14	Broken loop jet pump 3 delivery
14	14	1	Broken loop recirculation flow inlet to lower plenum
15	11	15	Outlet from downcomer to broken loop recirculation pump
16	15	16	Quick shutoff valve
17	16	17	Broken loop recirculation pump suction
18	17	18	Broken loop recirculation pump delivery
19	18	19	Broken loop recirculation line flow resistance simulation orifice
20	19	13	Broken loop jet pump 3 drive nozzle
21	11	20	Outlet from downcomer to intact loop jet pump suction
22	20	21	Intact loop jet pump 1 suction
23	21	22	Intact loop jet pump 1 delivery
24	22	1	Intact loop recirculation flow inlet to lower plenum
25	11	23	Outlet from downcomer to intact loop recirculation pump
26	23	24	Intact loop recirculation pump suction
27	24	25	Intact loop recirculation pump delivery
28	25	26	Intact loop recirculation line flow resistance simulation orifice
29	26	21	Intact loop jet pump 1 drive nozzle
30	7	27	Upper head
31	27	28	Upper downcomer inlet
32	28	11	Downcomer inlet

Table 3.2 Description of Junctions (Contd.)

Junction	from	to	Description
33	3	10	Flow path from core inlet chamber to bypass
34	6	29	Steam separator outer cylinder inlet, (not used)
35	29	27	Steam separator outer cylinder outlet, (not used)
36	12	30	Broken loop jet pump 4 suction
37	19	30	Broken loop jet pump 4 drive nozzle
38	30	14	Broken loop jet pump 4 delivery
39	20	31	Intact loop jet pump 2 suction
40	26	31	Intact loop jet pump 2 drive nozzle
41	31	22	Intact loop jet pump 2 delivery
42	0	5	LPCI (not used)
43	0	5	LPCS (not used)
44	0	5	HPCS (not used)
45	0	27	Feed water inlet
46	8	0	Steam discharge before break
47	8	0	Steam discharge after break
48	8	0	ADS (not used)
49	15	0	Break plane vessel side
50	16	0	Break plane pump side

Table 3.3 Description of Heat Slabs

Heat slab	Description
1	Lead rods in lower plenum below tie grid
2	Lead rods in lower plenum above tie grid
3	Lead rods in core inlet chambers
4	Heater rods
5	Control rod simulator
6	Channel box wall
7	Upper downcomer wall between bypass and upper downcomer
8	Upper downcomer wall between upper plenum and upper downcomer
9	Steam separator wall below bottom of steam separator outer cylinder
10	Steam separator wall between steam separator and steam separator downcomer
11	Steam dome wall
12	Upper head wall
13	Lower plenum wall
14	Lower support structure in lower plenum below tie grid
15	Lower support structure between lower plenum below tie grid and guide tube simulator
16	Downcomer wall between downcomer and guide tube simulator
17	Lower support structure between guide tube simulator and lower plenum above tie grid
18	Downcomer wall between downcomer and bypass
19	Core inlet chamber wall
20	Vessel side downcomer wall
21	Broken loop jet pump suction line pipe wall
22	Broken loop jet pump 3 wall
23	Broken loop jet pump discharge line pipe wall
24	Vessel side broken loop recirculation pump suction line pipe wall
25	Pump side broken loop recirculation pump suction line pipe wall
26	Broken loop recirculation pump casing
27	Broken loop recirculation pump discharge line pipe wall
28	Broken loop jet pump drive line pipe wall
29	Intact loop jet pump suction line pipe wall
30	Intact loop jet pump 1 wall
31	Intact loop jet pump discharge line pipe wall

Table 3.3 Description of Heat Slabs (Contd.)

Heat slab	Description
32	Intact loop recirculation pump suction line pipe wall
33	Intact loop recirculation pump casing
34	Intact loop recirculation pump discharge line pipe wall
35	Intact loop jet pump drive line pipe wall
36	Feed water inlet space wall
37	Vessel side downcomer wall
38	Steam separator outer cylinder
39	Broken loop jet pump 4 wall
40	Intact loop jet pump 2 wall
41	Steam separator wall between steam separator and upperhead

Table 3.4 Initial Pressure and Temperature Distribution

Volume	Pressure MPa	Temperature °C
1	7.315	279.4
2	7.310	279.4
3	7.278	279.4
4	7.264	0.000436(1)
5	7.246	0.03739 (2)
6	7.236	0.03769 (3)
7*	7.227	0.0 (4)
8*	7.227	288.0 (5)
9	7.268	279.4
10	7.255	283.9
11*	7.243	279.4
12	7.218	278.9
13	7.350	279.4
14	7.317	279.4
15	7.239	278.9
16	7.198	278.9
17	8.107	279.4
18	8.998	280.0
19	8.951	280.0
20	7.218	278.9
21	7.346	279.4
22	7.318	279.4
23	7.232	278.9
24	8.159	279.4
25	9.032	280.0
26	8.995	280.0
27	7.229	279.5
28*	7.232	279.4
29*	7.235	0.0 (6)
30	7.350	279.4
31	7.346	279.4

\* : Mixture level was considered.

(1), (2), (3): Quality in volume.

(4) : Quality below mixture level in volume.

(5) : Filled with only vapor.

(6) : This volume was not used.

Table 3.5 Initial Condition of Junction

Junction	Flowrate kg/s	K <sub>F</sub>	K <sub>R</sub>	K <sub>Residual</sub>
1	36.1	0.622	0.713	0.000318
2	36.1	1.19	1.31	0.0000162
3	34.7	0.958	0.958	-0.0453
4	34.7	1.04	1.01	0.762
5	36.6	1.06	1.08	0.0106
6	36.6	1.22	0.522	0.0130
7	1.38	1.66	1.66	0.00324
8	0.592	1.45	1.45	-0.000448
9	0.592	1.83	2.40	0.00140
10	1.96	1.08	0.640	0.00224
11	12.6	0.74	1.24	-0.287
12	6.28	2.09	1.76	-0.467
13	9.16	8.82	7.86	-4.42
14	18.3	1.75	1.25	-0.662
15	5.76	1.46	1.97	0.0312
16	5.76	6.52	6.52	0.00335
17	5.76	15.3	17.3	0.0181
18	5.76	1.13	1.16	0.00626
19	5.76	2.90	2.90	0.00191
20	2.88	0.0690	1.62	-0.0570
21	12.5	0.740	1.24	-0.261
22	6.24	2.09	1.76	-0.175
23	9.16	3.67	2.72	0.0626
24	18.3	1.75	1.25	-0.574
25	5.85	3.79	4.31	0.0471
26	5.85	2.88	2.49	0.00426
27	5.85	6.61	6.63	0.00365
28	5.85	0.960	0.960	-0.0170
29	2.93	0.0690	1.624	-0.0569
30	35.3	0.152	0.114	0.0779
31	36.6	0.278	0.328	-0.00450
32	36.6	0.328	0.519	0.000970
33	1.37	2.65	2.65	-0.00497
34	0.0	0.0	0.0	0.0 (1)
35	0.0	0.0	0.0	0.0 (2)
36	6.28	2.09	1.76	-0.467

Table 3.5 Initial Conditon of Junction (Contd.)

Junction	Flowrate kg/s	$K_F$	$K_R$	$K_{Residual}$
37	2.88	0.0690	1.62	-0.0570
38	9.16	8.82	7.86	-4.42
39	6.24	2.09	1.76	-0.175
40	2.93	0.0690	1.62	-0.0569
41	9.16	3.67	2.72	-0.0626
42	0.0	0.0	0.0	0.0
43	0.0	0.0	0.0	0.0
44	0.0	0.0	0.0	0.0
45	0.0	0.0	0.0	0.0
46	1.38	35.0	35.0	0.0
47	0.0	0.0	0.0	0.0
48	0.0	117.0	117.0	0.0
49	0.0	1.70	1.70	0.0
50	0.0	1.74	1.74	0.0

(1), (2) These junctions were not used.

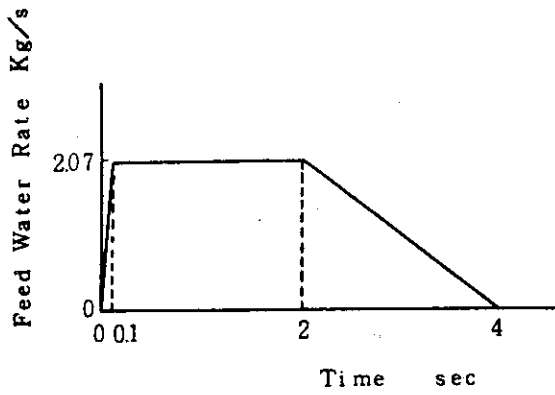


Fig.3.2 Feed Water Rate Used in Analysis

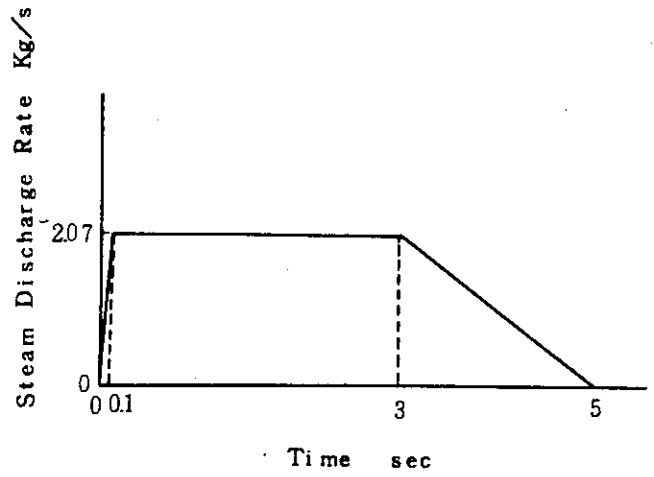


Fig.3.3 Steam Discharge Rate Used in Analysis

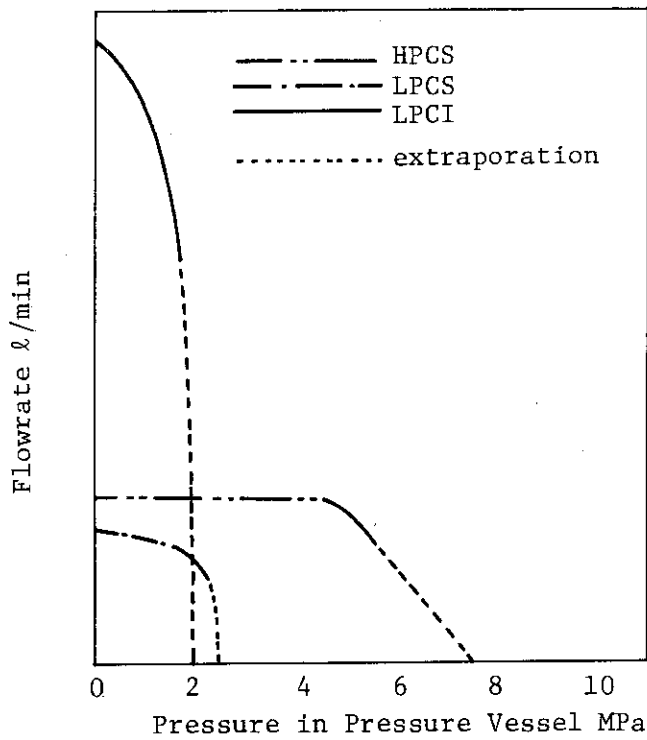


Fig. 3.4 Characteristics of ECCS Pumps



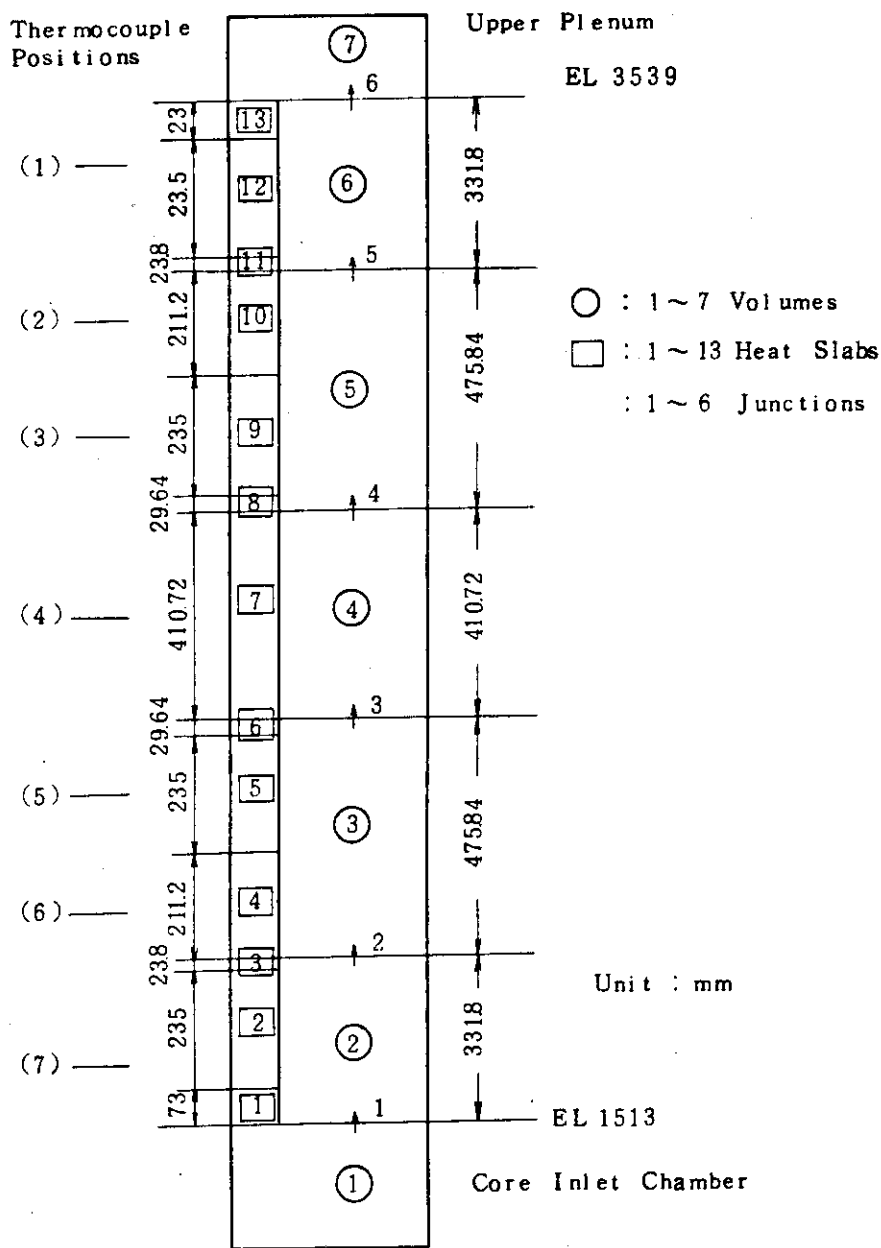


Fig. 3.5 Node and Junction in Core Analysis

Table 3.6 Description of Volumes in Core Analysis

Volume No.	Description
1	Core Inlet Chambers (Volume 3 in Table 3.1)
2	Core
3	Core
4	Core
5	Core
6	Core
7	Upper Plenum (Volume 5 in Table 3.1)

Table 3.7 Description of Junctions in Core Analysis

Junction No.	"From" Volume	"To" Volume	Description
1	1	2	Lower Tie Plate
2	2	3	Spacer
3	3	4	Spacer
4	4	5	Spacer
5	5	6	Spacer
6	6	7	Upper Tie Plate

Table 3.8 Description of Heat Slabs in Core Analysis

Heat Slab No.	Volume in Contact	Description	Power Fraction Density [1/m]
1	2	Heater Rods	0.0
2	2	Heater Rods	0.248
3	2	Heater Rods	0.478
4	3	Heater Rods	0.478
5	3	Heater Rods	0.649
6	3	Heater Rods	0.753
7	4	Heater Rods	0.753
8	5	Heater Rods	0.753
9	5	Heater Rods	0.649
10	5	Heater Rods	0.478
11	6	Heater Rods	0.478
12	6	Heater Rods	0.248
13	6	Heater Rods	0.0

## 4. 計算結果とその考察

### 4.1 計算で予測した諸事象

計算で予測した破断後の諸事象を時間に対して整理したものが表 4.1 である。

炉心発熱量は破断と同時に発熱時間変化曲線に従って変化する。健全側、破断側両再循環ポンプの電源は切られ、ポンプはコストダウン状態となる。また、蒸気放出弁、給水弁は定常時用が閉じられ、破断後用が開かれる。この破断後用の蒸気放出弁、給水弁は 2 秒後、3 秒後に閉じはじめ、2 秒間で完全に閉じる。HPCS は 27 秒に作動を開始し、ADS 弁は 120 秒後に開く、以上は入力データとして与えたとおりである。

ポンプ側破断口では破断直後に二相流放出状態となる。破断ループ側ジェットポンプの吐出流、吸込流が逆流となるのは破断直後の 0.8 秒である。圧力容器側の破断口から未飽和水の放出が終了するのは破断後 3.2 秒である。ダウンカマ内の液位がジェットポンプの吸込側に通じているダウンカマ出口ノズルの上端に達するのは破断後 8.5 秒である。健全ループ側のジェットポンプ吸込流は破断後 8.5 秒で逆流に転じ、吐出流も 10.5 秒で逆流となる。下部プレナムフラッシングは 11.2 秒で発生する。<sup>\*</sup>ダウンカマ内液位が再循環ポンプの吸込側に通じるダウンカマ出口ノズル上端に達するのは破断後 12.0 秒である。HPCS は入力で与えた破断後 27.0 秒で作動を開始している。LPCS は圧力が 2.16 MPa (入力で与えている。) に減少した破断後 53.9 秒で作動を開始している。LPCI はその 13 秒後 (入力で与えている。) に作動を開始している。ポンプ側破断口では 61.0 秒までは 2 相流放出状態で、その後蒸気単相放出状態となり、79.0 秒で再び 2 相流出状態に戻る。また圧力容器側破断口では 73.9 秒後に蒸気単相放出状態となり、78.1 秒で 2 相流出状態に戻る。計算は 152.9 秒で終了させた。燃料棒表面は最も長い期間のもので破断後 9 秒から 33 秒までドライアウト状態にあり、表面温度の最高値は 500 °C である。

### 4.2 計算結果

ROSA III の計測点は 250 点あり、それらは圧力、流体温度、差圧、構造物温度、燃料棒表面温度、流量、密度、ポンプ回転数などである。このうちの殆どどの測定値に対応して予測計算結果を得た。表 4.2 は実験での測定量、測定位置と、それに対応する計算値および計算結果を示した図 4.1 ~ 図 4.72 の図番をまとめたものである。表 4.3 は表 4.2 で示した以外に重要と考えられる計算結果、図 4.73 ~ 図 4.121, を図番とともに示したものである。これらは、技術上あるいは装置上の制約から現在実験では測定できないが、現象の解釈には貴重な資料となる。

以下で各計算結果に対し検討を加える。4.2.1 ~ 4.2.9 節は実験データとの対応を考え表 4.2 で示した計算結果について主に述べる。4.2.10 節では表 4.3 で示した計算結果について述べる。

\* 本報で下部プレナムと呼んでいるのは図 3.1 に示すボリューム 1 のことである。

#### 4.2.1 圧力, 差圧

図 4.1～図 4.12 は圧力の計算結果, 図 4.13～図 4.23 は差圧の計算結果である。差圧の計算結果は, 実験で差圧計のとりつけられている箇所に対応するボリュームの圧力計算結果の差をとることにより求めた。

破断管路以外の圧力, 図 4.1～4.4, 図 4.7, 図 4.10, 図 4.11 はそれぞれ一様な時間変化を示している。破断後 3.8 秒までは急減し, その後一時回復して, ゆるやかに減少していく, 3.8 秒以後の圧力の一時的回復は, 蒸気放出弁が閉じていくために, エンタルピー流出量が炉心内発熱量より小さくなることによる。図 4.1 に示す下部プレナム圧力と, 図 4.39, 図 4.99 に示す流体温度とクオリティから, 下部プレナムフラッシングは破断後 11.2 秒で開始することがわかる。

図 4.8, 図 4.9, 図 4.23 は破断ループ再循環ポンプ前後の圧力, 差圧である。ポンプが大きな抵抗になっていると言え, 図 4.38 のポンプの回転数から明らかのように, ポンプが逆回転に移る 6 秒以前はその割合はかなり大きい。図 4.19, 図 4.21 は破断ループジェットポンプの吐出側と吸込側の差圧であり, 図 4.20 は駆動流側と吸込側間の差圧である。図 4.32, 図 4.78, 図 4.80 はそれぞれ破断ループジェットポンプの吐出, 吸込み, 駆動流の流量であるが, これらからわかるように破断ループ側ジェットポンプでは破断後ただちに逆流となり, 吐出側から駆動流ノズルの流れと吐出側から吸込側への流れとを生じる。それ故, 図 4.19 と図 4.21 の吐出側と吸込側の差圧は破断後も正の値を保つ。図 4.20 より, 吸込側と駆動流側との間に大きな圧力差が生じていることがわかる。図 4.19, 図 4.21 からわかるように吐出側の圧力 (AP V13) と吸込側の圧力 (AP V12) とはそれほど大きな差はなく, 従って, 図 4.20 に示す差圧はジェットポンプ駆動ノズル側と吐出側との圧力差と見てもさしつかえない。この差圧と図 4.25 のポンプでの差圧, 図 4.8 のポンプ側破断口オリフィスの上流側圧力 (オリフィス前後の差圧に相当) より, 破断ループ側の駆動流ラインを通して流出していく流れでは, 駆動流ノズル, ポンプ, 破断口オリフィス位置が大きな抵抗になっていることがわかる。なお, 駆動流ノズル位置では, 破断後 18 秒から 102 秒まで流れは臨界流状態であった。図 4.10 で 12 秒付近から計算結果に細かい振動が見られるが, これは図 4.114 に示すようにダウンカメラ内液位が再循環ポンプへ通じるダウンカメラ出口ノズルの位置まで下がったことによる。

図 4.13 は下部プレナムと上部プレナム間の圧力差である。この圧力差は初めの数秒間を除いてほぼこれらの間の水頭に対応している。40 秒程度まで下部プレナムより上にかなり水が残っていることを示している。また, 60 秒付近から再び蓄水していくことを示している。差圧に見られる激しい振動は, 計算上の各ボリューム内圧力が流体の質量移動に伴って変化するために生じるもので, ボリューム間の圧力差で定義した差圧の場合には誇張されて現われる。図 4.15 は下部プレナムと蒸気ドーム間の差圧であり, 図 4.13 に示した下部プレナムと上部プレナム間の差圧と同様のことが言える。

図 4.16～図 4.18, 図 4.22 は健全側ループの各差圧である。健全側ループのポンプ入口からジェットポンプ駆動流ノズルまではほぼ正流が維持されていることがわかる。図 4.22 はポンプ前後の差圧で, ほぼポンプヘッドに対応する。この値は 7.5 秒～9.5 秒付近で不規則な変動をしている。ボイドの発生する以前であり, これはポンプ特性曲線の不備に起因していると考えられる。それ以後, 振動的に減少しゼロに漸近する。これは, ポンプは破断後自由コストダウンで

あること、およびダウンカマ液位がポンプ吸込口へ通じるダウンカマ出口ノズル上端に達しその後蒸気が吸出され始め、ポンプ吸込側の流体の蒸気含有率が上昇しポンプ機能が低下したことによる。このことは図 4.38 に示すポンプ回転数および図 4.111 に示す再循環ポンプ吸込側クオリティからも容易に理解されよう。

#### 4.2.2 流量

図 4.24 は主蒸気管からの蒸気放出量である。この流量は、破断後 3 秒間は一定流量 2.07 kg/s, 5 秒後にゼロとなるように入力で与えている。RELAP 4J では Leak Table で流量を与えることができない。それゆえ、流量を与えることができる Fill Table で負の流量を与え、放出量を決めた。

図 4.25 は ADS の流量である。120 秒で ADS は作動開始しているが、これは入力で与えている。

図 4.26 ~ 図 4.28 は ECCS の HPCS, LPCS, LPCI の各流量である。作動開始時刻はそれぞれ、27.0 秒, 53.9 秒, 66.9 秒である。作動開始は、HPCS は時刻で、LPCS は圧力で、LPCI は LPCS 作動後の時間で与えている。

図 4.29 は給水流量である。入力データで破断後 2 秒間は一定流量 2.07 kg/s, 4 秒後にはゼロとなるように入力している。

図 4.30, 図 4.31 は健全ループ側ジェットポンプの各流量で、図 4.34 は 2 つのジェットポンプの合計の吐出流量である。流れは 10.5 秒で逆流に転じている。これは図 4.114 に示すようにダウンカマ内の水位が 8.5 秒でジェットポンプへ通じるダウンカマ出口ノズル上端に達し、その後このノズルが蒸気相中に露出したことによる。これ以後は図 4.82 に示す健全ループ側ジェットポンプ吸込流量および図 4.84 に示す健全ループ側ジェットポンプ吐出流量から明らかのように、ジェットポンプはポンプとしては機能しなくなり、吐出側から吸込側への流れと、駆動側から吸込側への流れが生じる。

図 4.32, 図 4.33 は破断ループ側ジェットポンプ吐出流量を、図 4.35 は 2 つのジェットポンプ吐出流量の和を示したものである。図 4.78, 図 4.80 に示す吸込側流量、駆動側流量からもわかるように、流れは破断後すぐに逆流となり、吐出側から駆動流ノズルを通して破断口から流出する流れと、ダウンカマへの流れとが形成される。その後全期間を通じて逆流であり正流に戻ることはない。

図 4.36 はポンプ側破断口からの流出流量である。図 4.98 はこの位置におけるクオリティである。破断後 61.0 秒から 79.0 秒までの流れは蒸気単相の状態であり、その後 ECC 水が流れ出すようになり、二相流放出状態にもどる。

#### 4.2.3 炉心発熱量

図 4.37 は炉心発熱量を初期発熱量 3.74 MW で無次元化した発熱量時間変化曲線であって、入力データとして与えている。

#### 4.2.4 ポンプ回転数

図 4.38 は健全、破断両ループの再循環ポンプの回転数を示したものである。本解析で用いた特性曲線は、ROSA III 実験装置で用いている再循環ポンプの特性試験結果に、一部推定値を加えて求めたものである。従って必ずしも精度の高いポンプ特性曲線でないことを注意したい。たとえば、図 4.22, 図 4.84 の健全ループ側ジェットポンプ吐出、吸込間の差圧、駆動流量が、ダウンカマ液位がジェットポンプサクションへのノズル位置に到達する（8.5 秒）以前の 7.5 秒から 12 秒にかけて不規則な変化を示しているのは、ポンプ特性曲線の不満によるものであろう。健全ループ側のポンプは破断後も正回転であるが、破断ループ側のポンプは破断後 6 秒で逆回転となる。これは、ポンプ側の破断口に向って流れが逆流しているためである。

#### 4.2.5 流体温度

図 4.39 ~ 図 4.56 は流体温度の計算結果である。図中、TS (○印) とあるのは、飽和温度である。

図 4.39 は下部プレナム流体温度である。図 4.99 の下部プレナムクオリティからも明らかなように、破断後 11.2 秒までは未飽和状態、それ以後は飽和状態となる。従って下部プレナムフラッシングは破断後 11.2 秒で開始している。ECC 水の下部プレナムにおける蓄水効果が顕著となるのは、LPCI 作動開始後の 76.8 秒以後である。(図 4.99 のボリューム 1 内クオリティ, 図 4.123 のボリューム 1 内保有水量参照)

図 4.40 は上部プレナムの流体温度である。破断後、飽和温度に沿って変化し、76.5 秒で ECC 水のため、未飽和水となっている。

図 4.41 は蒸気ドームの流体温度である。

図 4.42 は上部ダウンカマ内流体温度である。このボリュームには液位形成モデルが適用されている。破断後、3.8 秒から飽和温度に沿って振動的に変化する。これは、図 4.96 に示すダウンカマ入口クオリティ、すなわち上部ダウンカマの出口クオリティ、図 4.113 に示す上部ダウンカマ内クオリティおよび図 4.115 に示す上部ダウンカマ内液位から明らかなように、計算の過程でボリューム内に液位の形成と消滅が繰り返されるためである。このボリュームの下に連なるダウンカマ V 11 にも同様に液位形成モデルを適用しているが、この 2 つの縦に連なるボリューム内にそれぞれ液位が計算上できる。(図 4.104 のダウンカマ内クオリティおよび図 4.114 のダウンカマ内液位参照のこと。) RELA 4J ではこの 2 つのボリューム内の液位を 1 つの液位にすることができず、上記のような計算結果となる。従って、縦に連なるボリューム内にそれぞれ液位形成モデルを適用する場合には注意が必要である。

図 4.43 はダウンカマ内流体温度である。破断後 7 秒で飽和温度になった後は、飽和温度に沿って変化する。

図 4.44, 図 4.46, 図 4.47, 図 4.50, 図 4.51, 図 4.55 は健全ループ管路内および健全ループジェットポンプ内の流体温度である。ジェットポンプの吐出側流体温度図 4.46, 図 4.47, 図 4.55 は、破断後系が飽和に達した後は、全期間を通じ飽和温度である。これは、ジェットポンプ吸込側配管露出まではダウンカマから、それ以後は下部プレナムから飽和流体が流入してくるためである。図 4.44, 図 4.50, 図 4.51 の下部プレナムからジェットポンプまでの再循環管路

内の流体温度は、71秒から78秒にかけて一時期過熱蒸気温度を示している。ダウンカマから健全ループ側再循環ポンプへの流れは破断後15秒ほどで逆流となるのに対し、ジェットポンプ駆動ノズル位置では、78秒付近まで正流が保たれる。(図4.84のジェットポンプ駆動流量参照。)従ってこの管路内の流体はしだいに停滞し蒸気で満たされるようになり、周囲構造物の影響を受けて過熱蒸気となる。その後、ジェットポンプ駆動ノズル位置も逆流となりダウンカマからの飽和二相流体が流入してくるため、飽和温度に戻る。

図4.45は破断ループジェットポンプの駆動流ノズル流体温度、図4.48、図4.49は破断ループジェットポンプ吐出側流体温度、図4.52は破断ループ再循環ポンプ吸込側流体温度、図4.53は破断ループ吐出側流体温度、図4.56は破断ループジェットポンプ出口流体温度である。図4.48、図4.49、図4.56と図4.45、図4.52、図4.53とは異なった温度変化を示しているが、これは駆動流ノズルで流れは臨界状態となっており、ここで大きな圧力降下があるためである。図4.48、図4.49において、62秒から71秒にかけて一時期過熱蒸気温度となる。この時期、図4.32、図4.78、図4.80の破断ループ側ジェットポンプの吐出、吸込、駆動の各流量から分るように、ジェットポンプ内流れは停滞し、蒸気で満たされるようになり(図4.105のジェットポンプ内クオリティ参照)、周囲構造物の影響を受けて過熱蒸気となる。

図4.54は圧力容器側破断口のある管路内の流体温度である。破断口では破断後0.5秒以前に流れは臨界流状態となり破断口オリフィス前後の圧力差に比べ管路内圧力損失は無視しうるほどの大きさで、この管路内圧力はほぼ圧力容器内の圧力に近い変化をし、温度変化も同様の傾向を示す。14秒以降振動的変化を示すが、これはダウンカマ内の二相液位の変動に伴いダウンカマから蒸気-水二相流と蒸気単相流とが交互に流出するためである。また、73秒から78秒にかけて過熱蒸気となっているのはダウンカマ内の液位が下がり、再循環ポンプへのダウンカマ出口ノズルが蒸気中に露出し、蒸気のみが流入してくるようになって、周囲構造物の影響を受けて過熱蒸気となるためである。その後、ECC水の影響を受けて流れは飽和二相流に戻る。

#### 4.2.6 ROSA III 構造物温度

ROSA III 構造物の表面温度を図4.57～図4.61に示す。

図4.57は圧力容器内つめ物の炉心バイパス側表面温度、図4.58はこのつめ物のダウンカマ側の表面温度である。80秒付近までは相互の差はほとんどなく、温度降下も小さいが、ECC水のバイパスへの流入が顕著となる80秒以降ではバイパス側の表面温度は大きく降下する。なお、ROSA III 実験装置のつめ物は断面が弓型の筒状の物で内部に空気が入っているが、RELAP 4Jの計算では一枚の金属板として扱った。

図4.59～図4.61は圧力容器の上部ダウンカマ、ダウンカマ、下部プレナム部の内壁面温度である。全期間を通しての温度の降下はかなり小さい。厚さの幾分薄いダウンカマ側壁は他に比してやや冷える速度がはやい。

#### 4.2.7 燃料棒表面温度

燃料棒表面温度の計算結果を図4.62～図4.68に示す。これは3.2節で述べた炉心解析の計算結果である。ROSA IIIでは炉心内半径方向および縦方向の炉心内温度分布が得られるように14本

の燃料棒に総計68個の熱電対が取り付けられている。しかし、本解析で用いた計算モデルでは炉心半径方向の温度分布を一様と仮定したので、同一高さでの各燃料棒間の表面温度の差は求められない。図中、丸で囲まれた数字は RELAP 4J の下に示す熱伝達様式を示している。

- 1 : Subcooled liquid forced convection, Dittus and Boelter equation,
- 2 : Nucleate boiling, Thom equation,
- 3 : Forced convection vaporization, Schrock and Grossman equation,
- 4 : Transition boiling, McDonough, Milich and King equation,
- 5 : Stable flow film boiling, Groeneveld equation,
- 6 : Pool film boiling, Berenson equation,
- 7 : Transition pool boiling,
- 8 : Superheated steam forced convection, Dittus and Boelter equation,
- 9 : Low pressure flow film boiling, Dougall and Rohsenow equation.

なお、4, 5, 6, 7 は伝熱面ドライアウト後 (Post CHF) の熱伝達様式である。

燃料棒表面温度の最高値は図 4.65 に示す発熱量の最も高い燃料棒中位 (ポジション 4, 図 3.5 参照) で 500 °C である。また、燃料棒表面がドライアウトする期間は、この位置が最も長く、約 9 秒から 33 秒まで続く。このドライアウト発生時刻は健全ループジェットポンプの機能低下、ジェットポンプ吸込側配管露出 (図 4.34 の健全ループ側ジェットポンプ出口流量, 図 4.114 のダウンカム水位参照) の 8.5 秒に対応している。また、下部プレナムフラッシング発生 (11.2 秒) によって rewet していない。rewet は HPCS 作動 (27 秒) 後、数秒後である。図 4.116 ~ 図 4.120 は図 4.62 ~ 図 4.68 の燃料棒表面温度計算位置に対応するボリューム内クオリティである。燃料棒がドライアウトしている期間のクオリティは 0.4 以上 0.7 以下で高クオリティ域といえる。

#### 4.2.8 チャンネルボックス内壁面温度

図 4.69 はチャンネルボックスの内壁面温度である。図中実線が内壁面温度で破線は流体温度である。本解析では、バイパス内及び炉心内流体温度はほとんど等しい。なお、チャンネルボックスは 1 つのヒートスラブとして取扱っている。チャンネルボックスが急冷するのは、LPCI 注入開始後の破断後 77 秒である。

#### 4.2.9 流体密度

図 4.70 ~ 図 4.72 は流体密度の計算値である。

図 4.70 は健全ループ側の、図 4.71 は破断ループ側のジェットポンプ出口流体密度計算値である。両者とも、ほとんど同様の変化を示す。

図 4.72 はポンプ側破断口のある管路の流体密度である。図 4.98 はポンプ側破断口のクオリティであるが、これより明らかなように、破断と同時に流れは水-蒸気の 2 相状態となり、破断後 61.0 秒で蒸気単相状態となり 79.0 秒で再び 2 相状態に戻る。しかし、流体密度はほとんど蒸気単相に近い。

なお、図 4.121 は圧力容器側破断口のある管路内流体密度の計算値である。流れは破断後 5.8 秒で蒸気-水二相状態となり、73.9 秒から 78.1 秒までは蒸気単相状態でその後再び蒸気-水の



二相状態となっている。(図 4.107 の管路内クオリティ参照のこと。) 全体的にみて、圧力容器側破断口における流体密度はポンプ側破断口の流体密度より大きい。

#### 4.2.10 そのほかの重要な計算結果

4.2.1～4.2.9 で述べたものは ROSA III 実験のデータと比較できるものであった。この節で述べるものは実験データとしては得られないが、これまでにいくつか引用してきたように、解析結果の解釈あるいは実験データの考案の際に貴重な情報を提供すると思われる計算結果である。

##### (a) 流量

図 4.73～図 4.85 は流量の計算結果である。この中で注目すべきものの 1 つは図 4.77～図 4.80 に示す破断ループ側ジェットポンプまわりの流量である。ジェットポンプは破断後直ちに逆流を開始し、流れは、吐出側から駆動流ノズル側へと(図 4.78)、吐出側から吸込側へ(図 4.80)とに変わる。すなわち、下部プレナムからジェットポンプ、ジェットポンプ駆動流ノズルを通過してポンプ側破断口へ向う流れと、下部プレナムからジェットポンプ、ジェットポンプ吸込側配管、ダウンカムを通過して圧力容器側破断口へ向う流れとが形成される。なお、計算では駆動流ノズルの所で破断後約 18 秒から約 102 秒まで流れは 2 相臨界流となっていた。

次に注目すべきものは、図 4.81～図 4.84 に示す健全ループ側ジェットポンプまわりの流量である。ジェットポンプは破断後 8.5 秒で吸込流が逆流となり(図 4.82)、10.5 秒で図 4.34、図 4.83 に示す吐出流量も逆流となる。これは、8.5 秒でダウンカム液位(図 4.114)がジェットポンプ吸込側に通じるダウンカム出口ノズル以下に下がり吸込能力を失い、更に再循環ポンプの流量低下によりジェットポンプ駆動流が減少したため、流れはこれ以後、下部プレナムからジェットポンプ吐出側、ジェットポンプ吸込側、ダウンカムへの流れと、ダウンカムから再循環ポンプ駆動流ノズル、ジェットポンプ吸込側、ダウンカムへの流れという 2 つの向きに変わる。なお、再循環ポンプへ通じるダウンカム出口ノズルでの流れは破断後 15 秒で逆流となる。これは、ダウンカム液位がこの位置まで下がり再循環ポンプ吸込側に蒸気が流入するようになること。およびポンプの回転数が低下したことにより、ポンプがポンプとしての機能を失うためである。なお、図 4.84 に示すように、ジェットポンプ駆動流ノズル流れは 78 秒まで正流またはゼロである。一方ダウンカムから再循環ポンプ吸込への流れは 15 秒で逆流開始後、負の流れが保たれる。従って、再循環ポンプが機能を失った後は、健全ループ配管内に残っていた水-蒸気 2 相流体はジェットポンプ駆動流ノズルを通過してダウンカム上部への流れと、再循環ポンプの吸込側を通過してダウンカム下部へ向う流れと 2 方向に分れて流れ出ていく。78 秒以後ジェットポンプ駆動流ノズル流れが逆流するのは ECC 水の蓄水効果が表われ、下部プレナムからジェットポンプを通して流れ出していくためである。

図 4.73、図 4.74 は炉心入口、出口の流量である。炉心入口流量は破断と同時に急減するが、その後健全側ジェットポンプの吐出流量(図 4.34)の減少に伴い漸減し、ゼロとなり、11.2 秒後の下部プレナムフラッシングにより一時間回復するが、その後流量はほとんどゼロといえる。LPCI 作動後の 78 秒付近から計算は振動的で不安定となる。なお、下部プレナムフラッシングによる炉心流入量の増加はそれほど顕著ではない。炉心出口流量は、炉心入口流量の変化に比べ、破断後ゆるやかに減少し、20 秒付近でゼロとなる。これは、図 4.102 の炉心内クオリティからも

分るように、破断後、圧力の減少、炉心入口流量の減少に伴い、炉心内クオリティが増加し、炉心内流体の比容積が増加するため、炉心内では上向き流が維持され、ゆるやかに減少していくためである。なお、78秒以降で、計算は振動的で不安定である。

図 4.75 は気水分離器入口流量である。炉心出口流量とほぼ同様の变化を示し、78 秒以降振動的となる。図 4.73 ～図 4.75 における78秒以降の振動的不安定性は LPCI が作動し、注入水が上部プレナムを満たしきったあと、未飽和水として隣接するボリューム、炉心、気水分離器に流出していった際に引き起こされると考えられる。この不安定性は全体の計算結果の安定性に大きな影響を持っていると言える。従って、未飽和水と（飽和）蒸気、飽和二相流体の混合がよりなめらかに行なえるよう計算手法を改良する必要がある。

図 4.85 は压力容器側破断口からの流出流量である。12.9 秒付近から振動が見られるが、これはダウンカマ液位が破断口へ通じるダウンカマ出口ノズル位置まで降下し、ダウンカマから水—蒸気二相流と蒸気单相流とが振動的に流出してくることによる。破断後 3.2 秒で二相流放出状態となった流れは 73.9 秒で蒸気单相放出状態となり、78.1 秒で再び二相流放出状態に戻る。なお、ポンプ側破断口では、破断後直ちに二相流放出状態となり 61.0 秒から 79.0 秒まで蒸気单相放出状態に戻る。（図 4.98 のポンプ側破断口のクオリティを参照。）压力容器側破断口からの流出流量は図 4.36 に示すポンプ側破断口からの流出流量の約 3 倍である。

压力容器側破断口では、破断後 0.5 秒以前から約 80 秒までおよび、約 86 秒から計算終了時まで、またポンプ側破断口では破断後 0.5 秒以前から約 66 秒まで、また約 92 秒から約 139.2 秒まで流れは臨界流状態であった。破断ループ側ジェットポンプ駆動流ノズルでは破断後約 18 秒から約 102 秒まで流れは臨界流となっていた。

図 4.122 は HPCS, LPCS, LPCI の各注入流量の和とポンプ側、压力容器側各破断口からの流出流量の差をとったもので、ECC 水の蓄水率である。破断後 54 秒で蓄水率は負から正に変わっている。すなわち、この時点から ECC 注入流量が流出流量を上まわるようになり、ECC 注入流量が流出流量を上まわるようになり、ECC 水が系内に溜まっていく。

#### (b) クオリティ

図 4.86 ～図 4.98 はジャンクションクオリティ、図 4.99 ～図 4.114 はボリューム平均クオリティの計算値である。

図 4.91 ～図 4.95, 図 4.110 ～図 4.112 は健全ループ側の各ジャンクション、ボリュームのクオリティである。図 4.111, 図 4.112 に見られるように、ダウンカマ液位が再循環ポンプの出口ノズル位置まで下がる（12.0 秒）以前に、すでに再循環ポンプの配管（V 23: 図 4.111）、ジェットポンプ駆動ノズルへ通じる配管（V 26, 図 4.112）内には少量ながら蒸気が含まれるようになり、ポンプ回転数の低下とあいまって再循環ポンプの機能低下をもたらす。ダウンカマから健全ループ側ジェットポンプに通じる配管の入口、出口クオリティ図 4.91, 図 4.92 で 9 秒付近に不連続的のピークがあるのは、ダウンカマ内液位がジェットポンプサクシオンに通じるダウンカマ出口ノズル以下に下がったことにより蒸気が急に流入したためで、これ以後流れは逆転する。なお、健全ループ側配管内クオリティは 78 秒以後減少を示すが、これは、注入された ECC 水が流入してくるためである。

図 4.86～図 4.90, 図 4.105～図 4.109 は破断ループ側の各ジャンクション, 配管ボリューム内クオリティである。压力容器側破断口に通じるダウンカマ出口ノズル位置クオリティ (図 4.89) および破断口に通じる配管内クオリティ (図 4.107) は, ダウンカマ液位の低下, 変動に伴う

(図 4.114 のダウンカマ液位参照) 流れの不安定性 (図 4.77 のダウンカマから压力容器側破断口への流参照) のため, 12秒以降振動的となる。図 4.88 のジェットポンプからの下部プレナム入口におけるクオリティは, 60秒から67秒にかけ, 細かく振動する。この時期, ECC 水のため, 炉心内, 下部プレナム内の圧力は下がり, 下部プレナムからジェットポンプへ逆流していく流れが停滞する (図 4.79)。そのため, ややクオリティの低い下部プレナム (図 4.99) と, 構造物の影響を受けてクオリティの上昇した下部プレナムに接続している配管 (図 4.106) との間で流出, 流入が振動的に繰り返されるためである。

図 4.97, 図 4.98 は压力容器側破断口, ポンプ側破断口のクオリティである。压力容器側破断口では, ダウンカマ液位が破断口に通じるダウンカマ出口ノズル位置に達すると (12.0 秒) 振動的となる。

図 4.88 は上部ダウンカマとダウンカマとの間のジャンクション (J 32) のクオリティである。図 4.113 は上部ダウンカマ (V 28) のクオリティである。上部ダウンカマボリューム (V 28) 内でみかけ上液位の形成と消滅が振動的に繰り返されているようすがわかる。

図 4.99～図 4.103 は下部プレナム (V 1: 図 4.99, V 2: 図 4.100, V 3: 図 4.101), 炉心 (V 4: 図 4.102) と上部プレナム (V 5: 図 4.95) のボリューム内平均クオリティである。下部プレナムクオリティより, 破断後 11.2 秒で下部プレナムフラッシングが起こることがわかる。図 4.102 の炉心内クオリティより明らかなように, 下部プレナムフラッシングの炉心への影響はそれほど顕著ではない。また, 炉心内は破断後 22 秒から 33 秒にかけて一時蒸気単相に近い状態となるが, その後 HPCS が作動し低クオリティ流体が上部プレナムより流入してくるため炉心内クオリティは減少する (図 4.74 の炉心出口流量参照)。60 秒から 68 秒にかけて一時炉心内クオリティが増加しているのは, この期間, 上部プレナムから炉心への流れが止まるためである。なお, 図 4.103 に示す上部プレナムクオリティより, 72 秒で上部プレナムは水で満たされており, 60～68 秒の間は急速に蒸気の凝縮が行なわれるため, このボリューム内の圧力は低下し, 入口, 出口両方向からこのボリューム内に流れが形成されている。(図 4.74, 図 4.75 の上部プレナムの入口, 出口流量参照。)

### (c) 液 位

図 4.114 はダウンカマ内の, 図 4.115 は上部ダウンカマ内の液位計算結果である。図 4.114 中には液位計算結果のほかに, ジェットポンプサクシオンへ通じるダウンカマ出口ノズル (J 11, J 21) の上端の位置と再循環ポンプサクシオンへ通じるダウンカマ出口ノズル (J 15, J 25) 上端, 下端位置とが書き込まれている。これより, それぞれの位置に液位が到達した時刻は 8.5 秒, 12.0 秒, 45.5 秒であることがわかる。ダウンカマから健全ループ側再循環ポンプへ通じるダウンカマ出口ノズル位置の流れの方向は 15 秒で逆転し, 再循環ポンプは機能を停止する。図 4.89 に示すダウンカマから破断ループ側再循環ポンプ (破断口) へ通じるダウンカマ出口ノズル位置でのクオリティより, 再循環ポンプへ通じるダウンカマ出口ノズルがはじめて蒸気相中に露出するのは 42.4 秒で, 70.4 秒から 78.0 秒にかけて完全に蒸気相中に露出するが, それ以外では, ノズ

ル上端下端付近に水面があると解釈できる。図 4.104 に示すダウンカマ内クオリティは 12.7 秒まで増加するが、これは破断口へ向う低クオリティ流体流出による水位の低下のためである。その後クオリティは減少傾向となる。これは、健全ループ側ジェットポンプが 10.5 秒で逆流開始後下部プレナムから低クオリティ流体が運ばれてくるためである。88秒付近にかけての一時的増加は計算の不安定性に起因していると思われる。

図 115 は上部ダウンカマ内液位である。コードの不備からこのボリューム内にはみかけ上液位の形成と消滅が断続的に繰り返される。(このボリューム内クオリティ図 4.113 も参照。) この液位の振動は他の位置の計算値が振動的であることの原因の一つと考えられる。

Table 4.1 Major Predicted Events

Time after Break sec	Predicted Events	Comments
0.0	Initial core power control Terminate intact loop recirculation pump power supply Terminate broken loop recirculation pump power supply Steam discharge valve open Feed water valve open	as specified as specified as specified as specified as specified
0.8	Start of flow reversal at broken loop jet pump discharge and suction	
2.0	Feed water valve close start	as specified
3.0	Steam discharge valve close start	as specified
3.2	End of subcool discharge from vessel side break	
4.0	Feed water valve close end	as specified
5.0	Steam discharge valve close end	as specified
8.5	Top of nozzle to jet pump suction uncover Start of flow reversal at intact loop jet pump suction	
9.0	Occurrence of fuel rod surface dryout*	
10.5	Start of flow reversal at intact loop jet pump discharge	
11.2	Start of lower plenum flashing	
12.0	Top of nozzle to recirculation pump suction uncover	
27.0	HPCS initiation	
33.0	Rewetting of dried fuel rod surface*	as specified

\* It is the longest dryout duration, which appears at the axially highest power region.  
The maximum fuel rod surface temperature is 500°C.

Table 4.1 (Cont'd)

Time after Break sec	Predicted Events	Comments
53.9	LPCS initiation	
61.0	Start of steam discharge from pump side break	
66.9	LPCI initiation	
73.9	Start of steam discharge from vessel side break	
78.1	End of steam discharge from vessel side break	
79.0	End of steam discharge from pump side break	
120.0	ADS valve open	
152.9	End of calculation	as specified

Table 4.2 Measurement Location and Corresponding Prediction

Item	Location	Data Index	RELAP	Fig. No.	
Pressure	Lower plenum	P1	AP1	4.1	
	Upper plenum	P2	AP5	4.2	
	Steam dome	P3	AP8	4.3	
	Downcomer bottom	P4	AP11	4.4	
	Broken loop jet pump drive line	P5 & P6	AP19	4.5	
	Broken loop jet pump suction line	P7 & P8	AP12	4.6	
	Intact loop pump suction	P9	AP23	4.7	
	Broken loop pump suction	P10	AP16	4.8	
	Broken loop pump delivery	P11	AP18	4.9	
	Upstream of break A (pump side)	P12	AP16	4.8	
	Downstream of break A (pump side)	P13	----	----	
	Upstream of break B (vessel side)	P14	AP15	4.10	
	Downstream of break B (vessel side)	P15	----	----	
	Steam line	P16	----	----	
	Intact loop jet pump outlet	P17	AP22	4.11	
	Broken loop jet pump outlet	P18	AP14	4.12	
	Break unit B (pump side)	P19	AP15	4.8	
	Differential pressure	Lower plenum to mixing plenum	D1	AP1-AP5	4.13
		Upper plenum to steam dome	D2	AP5-AP8	4.14
Lower plenum head		D3	-----	----	
Downcomer head		D4	-----	----	

Table 4.2 (Cont'd I)

Item	Location	Data Index	RELAP	Fig. No.	
Differential pressure	Vessel bottom to top	D5	AP1-AP8	4.15	
	Intact loop jet pump 1 discharge to suction	D6	AP21-AP20	4.16	
	Intact loop jet pump 1 drive to suction	D7	AP25-AP20	4.17	
	Intact loop jet pump 2 discharge to suction	D8	AP31-AP20	4.18	
	Intact loop jet pump 2 drive to suction	D9	AP26-AP20	4.17	
	Broken loop jet pump 3 discharge to suction	D10	AP13-API2	4.19	
	Broken loop jet pump 3 drive to suction	D11	AP11-API2	4.20	
	Broken loop jet pump 4 discharge to suction	D12	AP30-API2	4.21	
	Broken loop jet pump 4 drive to suction	D13	AP19-API2	4.20	
	Intact loop pump delivery to suction	D14	AP25-AP23	4.22	
	Broken loop pump delivery to suction	D15	AP18-API6	4.23	
	Flow rate	Main steam line	F1	JW47	4.24
		ADS steam line	F2	JW48	4.25
		Condensed water A (pump side)	F3	----	----
		Cooling water A (pump side)	F4	----	----
Condensed water B (vessel side)		F5	----	----	
Cooling water B (pump side)		F6	----	----	
HPCS (upper plenum)		F7	JW44	4.26	
HPCS (lower plenum)		F8	----	----	
LPCS (upper plenum)		F9	JW43	4.27	
LPCS (lower plenum)		F10	----	----	
LPCI (upper plenum)		F11	JW42	4.28	
LPCI (lower plenum)		F12	----	----	



Table 4.2 (Cont'd II)

Item	Location	Data Index	RELAP	Fig. No.	
Flow rate	LPCI (broken loop pump suction)	F13	----	----	
	LPCI (intact loop pump suction)	F14	----	----	
	Feed water (transient)	F15	JW45	4.29	
	Feed water (Steady)	F16	----	----	
	Intact loop jet pump 1 discharge	F17	JW23	4.30	
	Intact loop jet pump 2 discharge	F18	JW41	4.31	
	Broken loop jet pump 3 discharge (positive)	F19	JW13	4.32	
	Broken loop jet pump 3 discharge (reverse)	F20	JW13	4.32	
	Broken loop jet pump 4 discharge (positive)	F21	JW38	4.33	
	Broken loop jet pump 4 discharge (reverse)	F22	JW38	4.33	
	Intact loop jet pump outlet	F23	JW23+JW41	4.34	
	Broken loop jet pump outlet	F24	JW13+JW38	4.35	
	Broken unit A (pump side)	F25	JW50	4.36	
	Core power	550 kVA power supply	W1		
		1800 kVA power supply	W2	NQ	4.37
2300 kVA power supply		W3			
Pump speed <sup>(1)</sup>	Intact	N1	Volume 24	4.38	
	Broken loop	N2	Volume 17	4.38	
Coolant temperature	Lower plenum	T1	AT1	4.39	
	Upper plenum	T2	AT5	4.40	
	Steam dome	T3	AT8	4.41	

Table 4.2 (Cont'd III)

Item	Location	Data Index	RELAP	Fig. No.
Coolant temperature	Upper downcomer	T4	AT28	4.42
	Lower downcomer	T5	AT11	4.43
	Intact loop jet pump 1 drive	T6	AT26	4.44
	Intact loop jet pump 2 drive	T7	AT26	4.44
	Broken loop jet pump 3 drive	T8	AT19	4.45
	Broken loop jet pump 4 drive	T9	AT19	4.45
	Intact loop jet pump 1 discharge	T10	AT21	4.46
	Intact loop jet pump 2 discharge	T11	AT31	4.47
	Broken loop jet pump 3 discharge	T12	AT13	4.48
	Broken loop jet pump 4 discharge	T13	AT30	4.49
	Intact loop pump suction	T14	AT23	4.50
	Intact loop pump delivery	T15	AT25	4.51
	Broken loop pump suction	T16	AT16	4.52
	Broken loop pump delivery	T17	AT18	4.53
	Upstream of Break A (pump side)	T18	AT16	4.52
	Upstream water B (vessel side)	T19	AT15	4.54
	Condensed water A (pump side)	T20	----	----
	Condensed water B (vessel side)	T21	----	----
	Intact loop jet pump outlet	T24	AT22	4.55
	Broken loop jet pump outlet	T25	AT14	4.56
	Break A (pump side)	T26	AT16	4.52

Table 4.2 (Cont'd IV)

Item	Location	Data Index	RELAP	Fig. No.
Metal surface temperature <sup>(2)</sup>	Vessel filler surface	TS15 & 18	Heat Slab 18 (Left)	4.57
	Vessel filler surface	TS21 & 24	Heat Slab 18 (Right)	4.58
	Upper downcomer wall	TS30	Heat Slab 37 (Right)	4.59
	Downcomer wall	TS31	Heat Slab 20 (Right)	4.60
	Lower plenum wall	TS36	Heat Slab 13 (Right)	4.61
	Heater rod surface temperature <sup>(3)</sup>	Position 1	TE1, 8, 15, 22, 29, 39, 50, 58,	Heat Slab 12
Position 2		TF2, 9, 16, 23, 30	Heat Slab 10	4.63
Position 3		TF3, 10, 17, 24, 31, 36, 40, 44, 47, 51, 55, 59, 63, 66	Heat Slab 9	4.64
Position 4		TF4, 11, 18, 25, 32, 37, 41, 45, 48, 52, 56, 60, 64, 67	Heat Slab 7	4.65
Position 5		TF5, 12, 19, 26, 33, 38, 42, 46, 49, 53, 57, 61, 65, 68	Heat Slab 5	4.66
Position 6		TF6, 13, 20, 27, 34	Heat Slab 4	4.67

Table 4.2 (Cont'd V)

Item	Location	Data Index	RELAP	Fig. No.
Heat rod surface temperature (3)	Position 7	TF7, 14, 21, 28, 35, 43, 54, 62	Heat Slab 2	4.68
Channel box wall surface temperature (2)	Position 1	TB1, 8	Heat Slab 6 (Left)	4.69
	Position 2	TB2, 9		
	Position 3	TB3, 10		
	Position 4	TB4, 11		
	Position 5	TB5, 12		
	Position 6	TB6, 13		
	Position 7	TB7, 14		
Fluid density (4)	Intact loop jet pump outlet (Beam 1)	DF1	AR22	4.70
	Intact loop jet pump outlet (Beam 2)	DF2		
	Intact loop jet pump outlet (Beam 3)	DF3		
	Broken loop jet pump outlet (Beam 1)	DF4	AR14	4.71
	Broken loop jet pump outlet (Beam 2)	DF5		
	Broken loop jet pump outlet (Beam 3)	DF6		
	Break A (pump side) (Beam 1)	DF7	AR16	4.72
	Break A (pump side) (Beam 2)	DF8		

Note : (1) RELAP4J has no plot record for pump speed.  
 (2) RELAP4J has no plot record for slab surface temperature except core volume.  
 (3) Calculated separately from core analysis, see Section 3.2.  
 Core was represented by vertically stacked 5 volumes and 13 heat slabs.  
 No radial power distribution was considered.  
 (4) Density is measured by 3 beam gamma densitometer. Thus averaging of the data is required to compare with predicted density that is volume averaged density.

Table 4.3 Additional Calculated Parameter

Item	Parameter	Fig. No.
Flow Rate	JW3	4.73
	JW4	4.74
	JW5	4.75
	JW6	4.76
	JW11	4.77
	JW12, JW36	4.78
	JW14	4.79
	JW20, JW37	4.80
	JW21	4.81
	JW22, JW39	4.82
	JW24	4.83
	JW29, JW40	4.84
	JW49	4.85
Junction Quality	JX11	4.86
	JX12, JX36	4.87
	JX14	4.88
	JX15	4.89
	JX20, JX37	4.90
	JX21	4.91
	JX22, JX39	4.92
	JX24	4.93
	JX25	4.94
	JZ29, JX40	4.95
	JX32	4.96
	JX49	4.97
	JX50	4.98
Average Quality	AX1	4.99
	AX2	4.100
	AX3	4.101
	AX4	4.102
	AX5	4.103
	AX11	4.104
	AX13	4.105

Table 4.3 Additional Calculated Parameter (Cont'd)

Item	Parameter	Fig. No.
Average Quality	AX14	4.106
	AX15	4.107
	AX16	4.108
	AX18	4.109
	AX22	4.110
	AX23	4.111
	AX26	4.112
	AX28	4.113
Mixture Level	ML11	4.114
	ML28	4.115
Average Quality (Core Analysis)	AX2	4.116
	AX3	4.117
	AX4	4.118
	AX5	4.119
	AX6	4.120
Average Density at Break B	AR15	4.121
Rate of ECC Water Accumulator		4.122
Liquid Mass in Volume 1		4.123

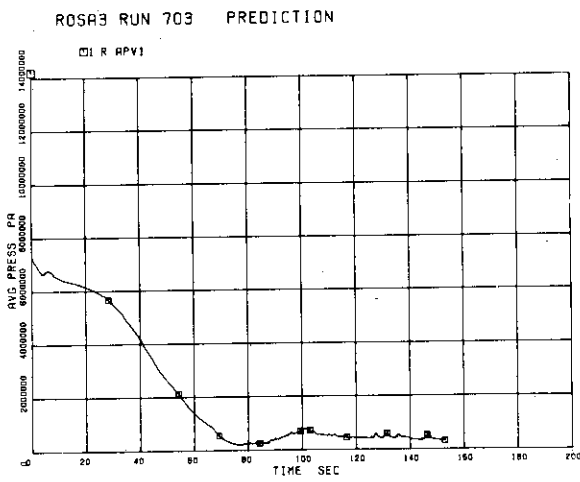


Fig.4.1 Pressure in Lower Plenum (P1, AP1)

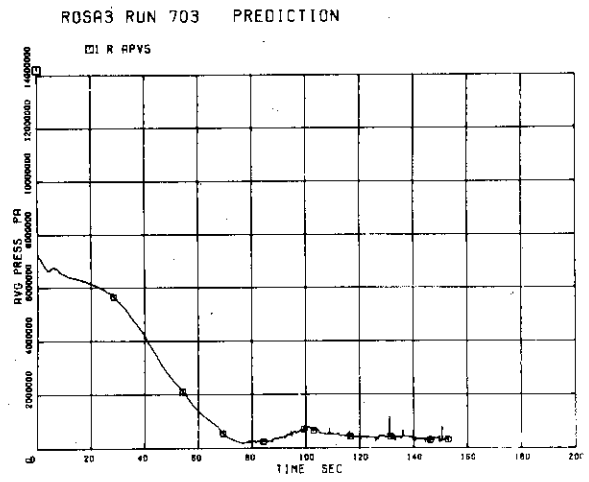


Fig.4.2 Pressure in Upper Plenum (P2, AP5)

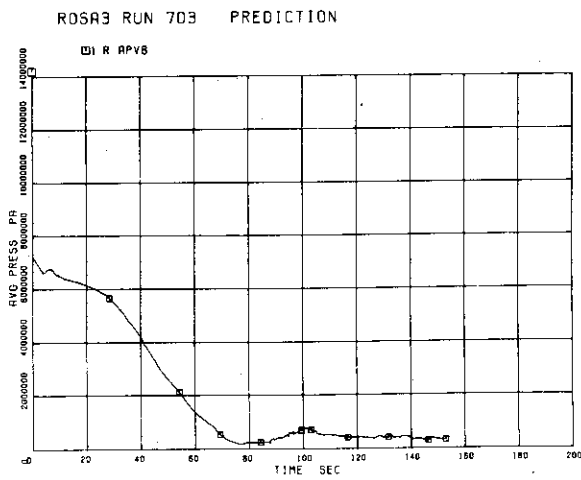


Fig.4.3 Pressure in Steam Dome (P3, AP8)

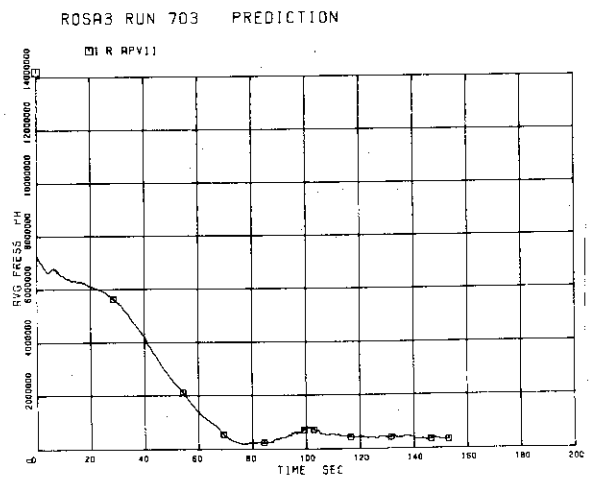


Fig.4.4 Pressure at Downcomer Bottom (P4, AP11)

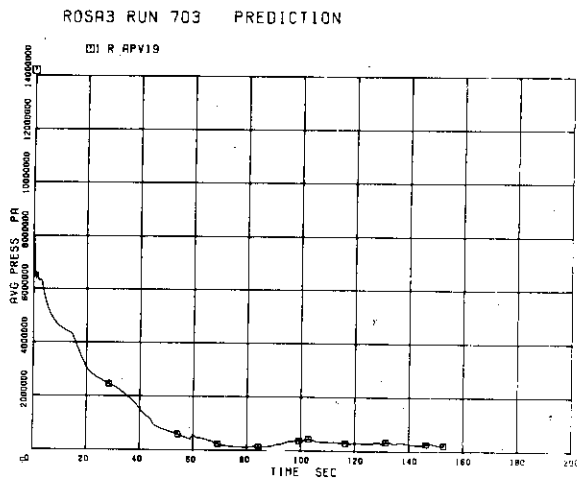


Fig.4.5 Pressure in Broken Loop Jet Pump Drive Line (P5&P6, AP19)

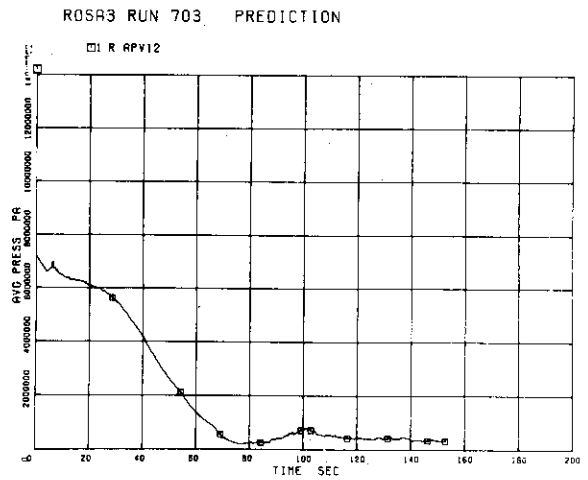


Fig.4.6 Pressure in Broken Loop Jet Pump Suction Line (P7&P8, AP12)

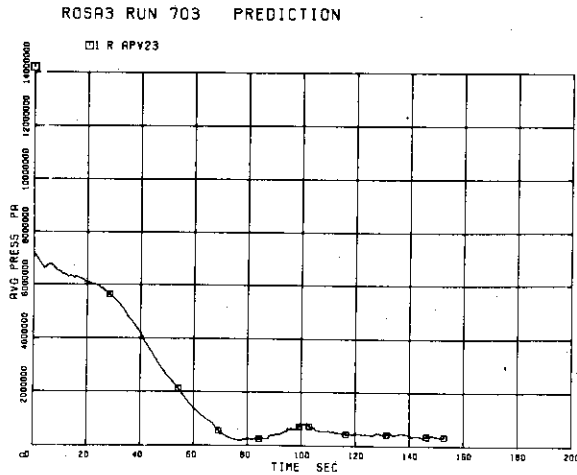


Fig.4.7 Pressure in Intact Loop Pump Suction Line (P9, AP23)

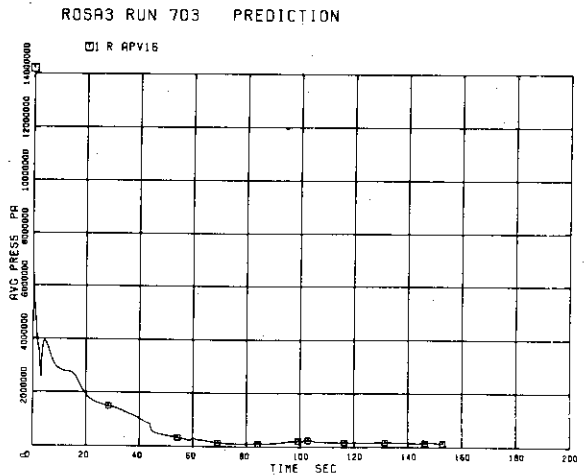


Fig.4.8 Pressure at Broken Loop Pump Suction (P10, AP16)



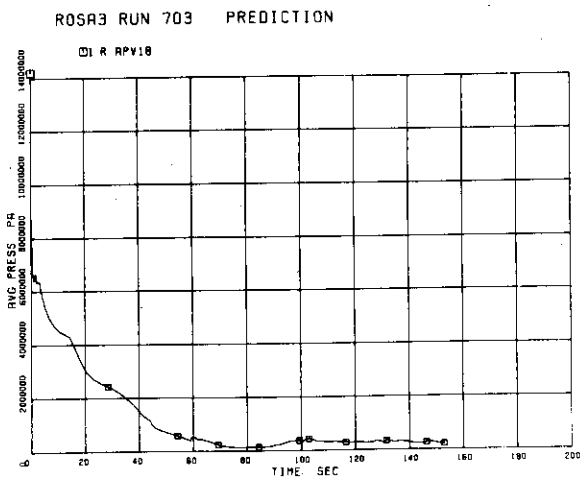


Fig.4.9 Pressure at Broken Loop Pump Delivery (P11, AP18)

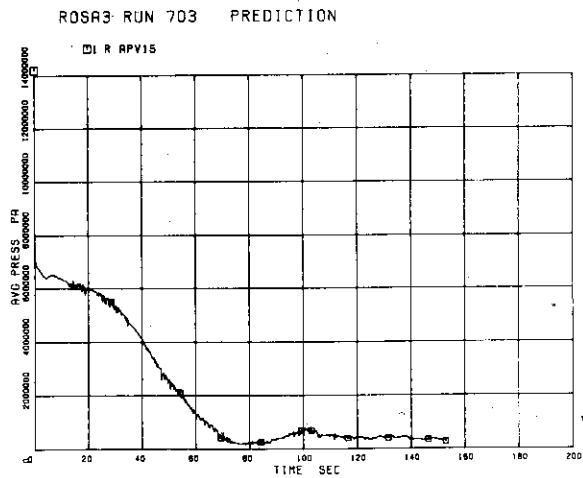


Fig.4.10 Pressure at Upstream of Break B (Vessel Side), (P14, AP15)

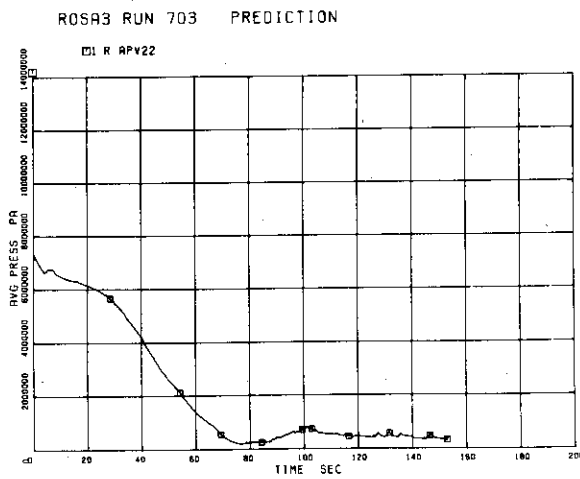


Fig.4.11 Pressure at Intact Loop Jet Pump Outlet (P17, AP22)

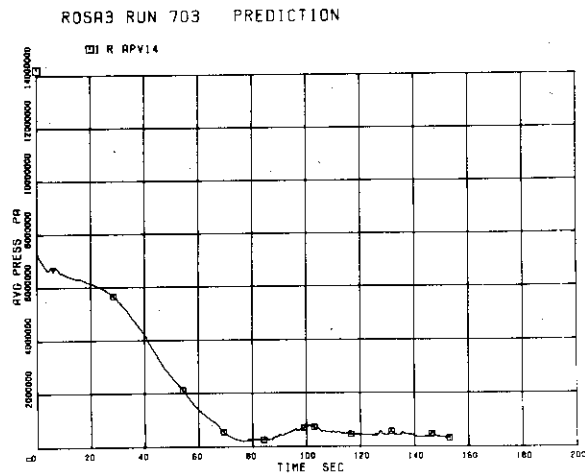


Fig.4.12 Pressure at Broken Loop Jet Pump Outlet (P18, AP14)

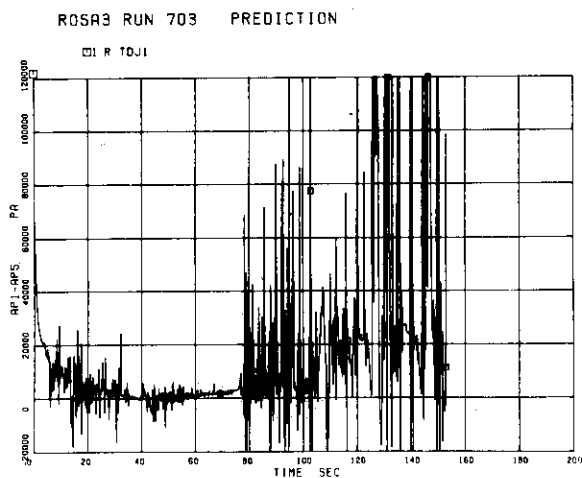


Fig.4.13 Differential Pressure, Lower Plenum to Upper Plenum (D1, AP1-AP5)

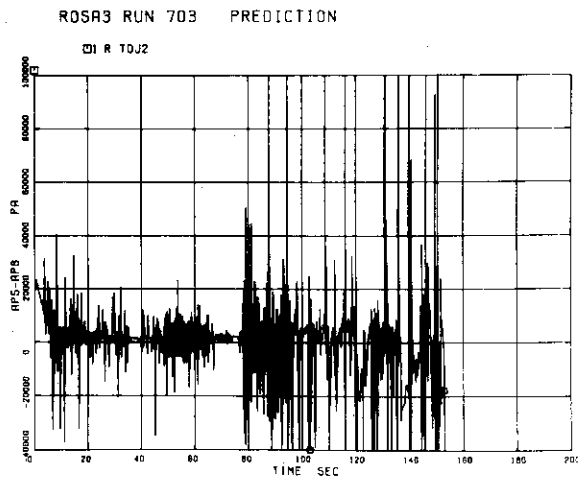


Fig.4.14 Differential Pressure, Upper Plenum to Steam Dome (D2, AP5-AP8)

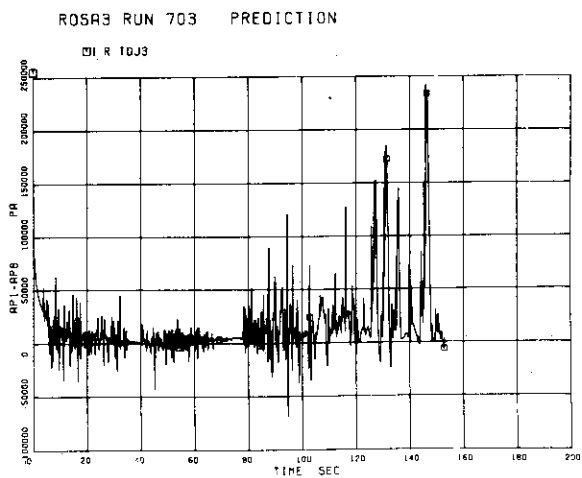


Fig.4.15 Differential Pressure, Vessel Bottom to Top (D5, AP1-AP8)

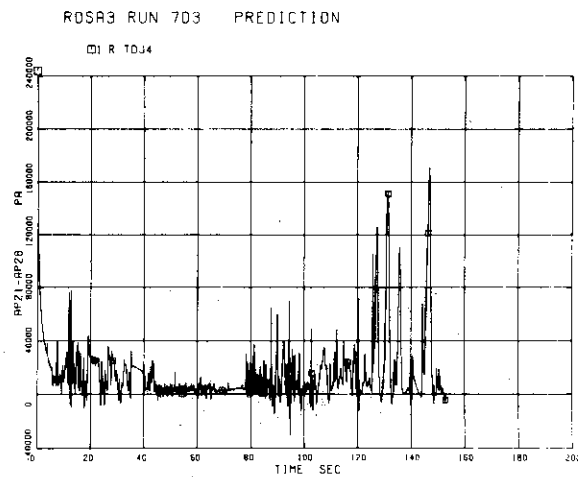


Fig.4.16 Differential Pressure, Intact Loop Jet Pump 1 Discharge to Suction (D6, AP21-AP20)

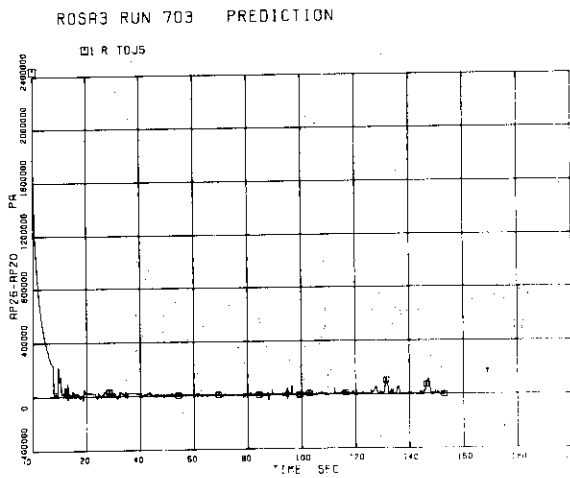


Fig.4.17 Differential Pressure, (Intact Loop Jet Pump 1 Drive to Suction ) (D7, AP26-AP20)

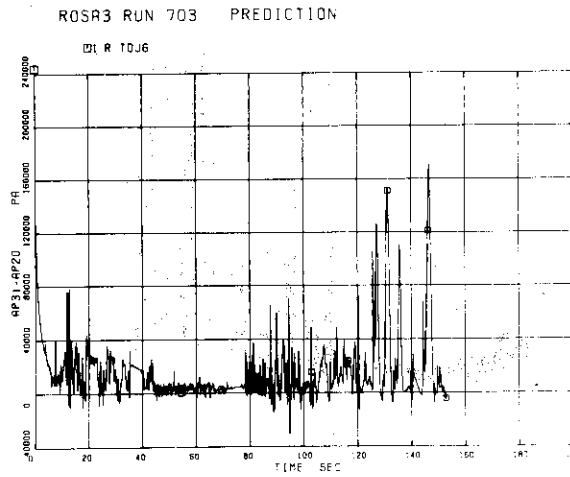


Fig.4.18 Differential Pressure, Intact Loop Jet Pump 2 Discharge to Suction (D8, AP31-AP20)

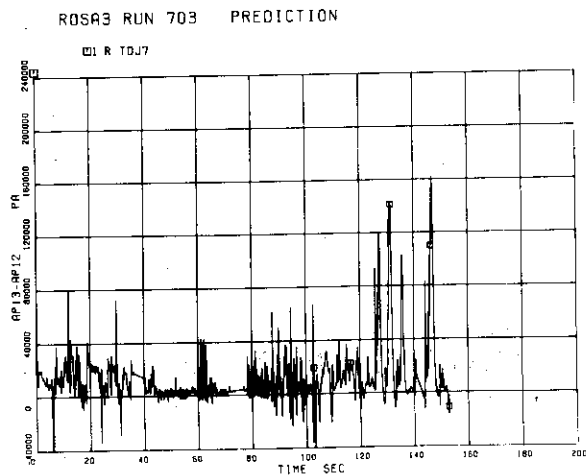


Fig.4.19 Broken Loop Jet Pump 3 Discharge to Suction (D10, AP13-AP12)

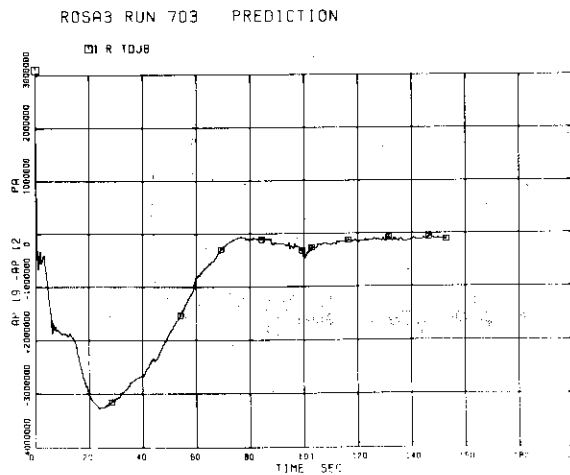


Fig.4.20 Differential Pressure, Broken Loop Jet Pump 3 Drive to Suction (D11, AP19-AP12)

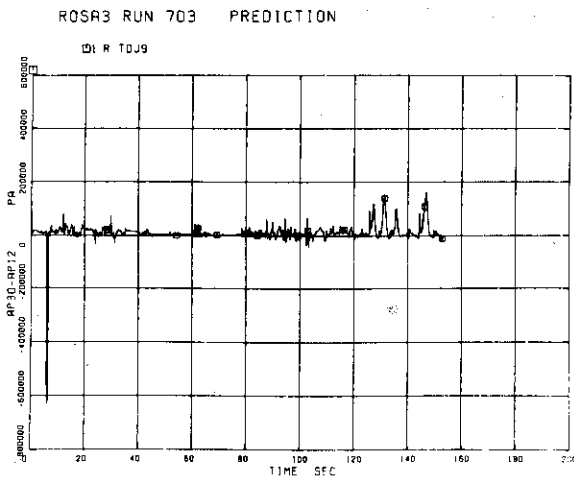


Fig.4.21 Differential Pressure, Broken Loop Jet Pump 4 Discharge to Suction (D12, AP30-AP12)

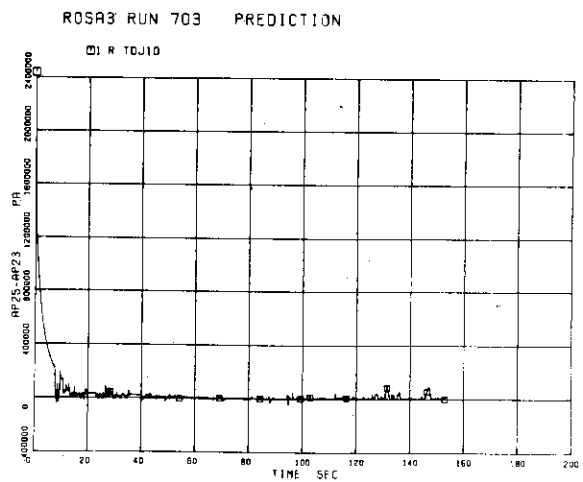


Fig.4.22 Differential Pressure, Intact Loop Pump Delivery to Suction (D14, AP25-AP23)

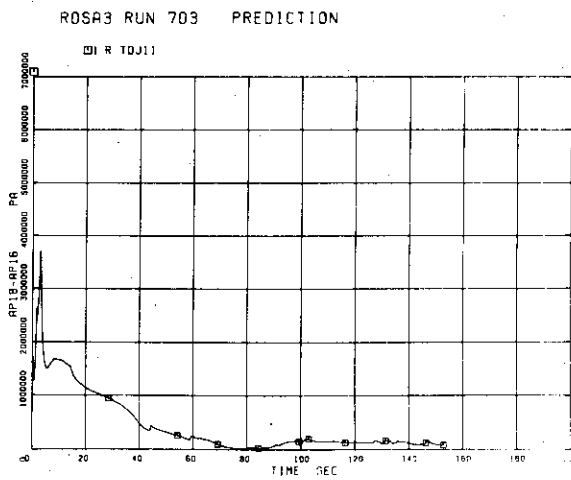


Fig.4.23 Differential Pressure, Broken Loop Pump Delivery to Suction (D15, AP18-AP16)

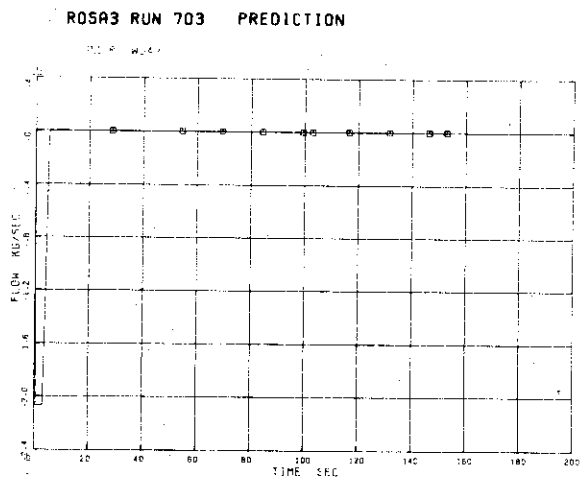


Fig.4.24 Flowrate at Main Steam Line (F1, JW47)

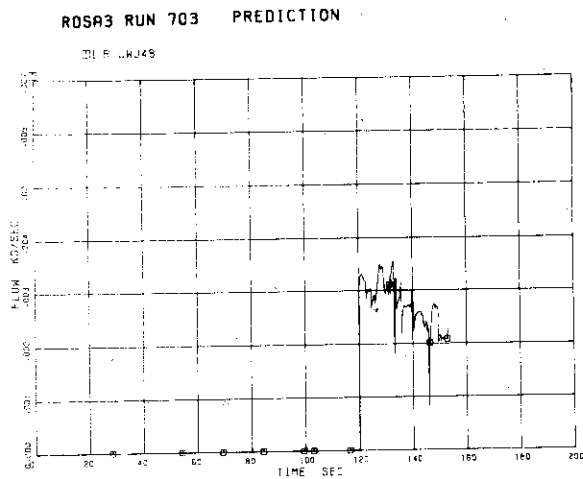


Fig.4.25 Flowrate in ADS Steam Line (F2, JW48)

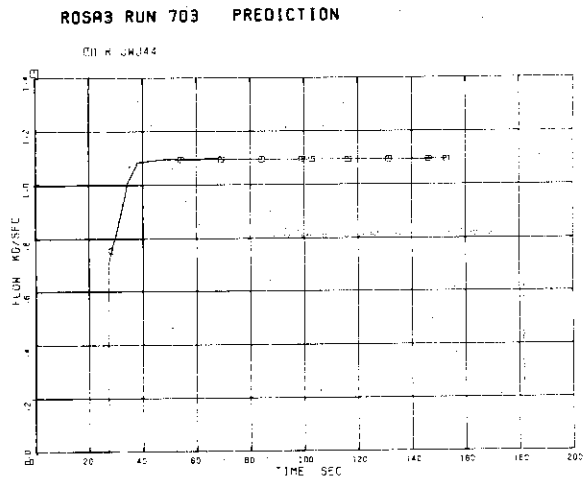


Fig.4.26 Injection Rate of HPCS (F7, JW44)

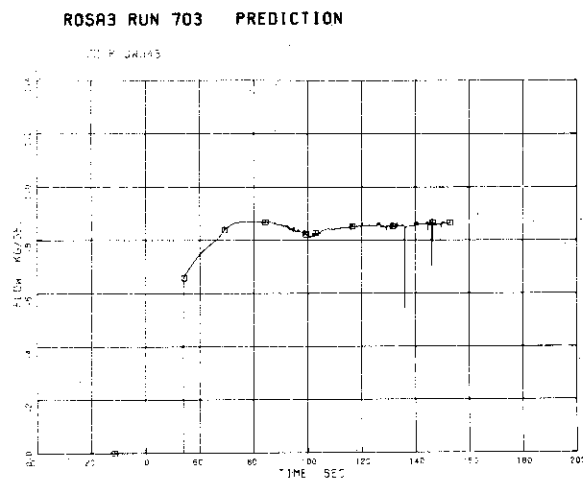


Fig.4.27 Injection Rate of LPCS (F9, JW43)

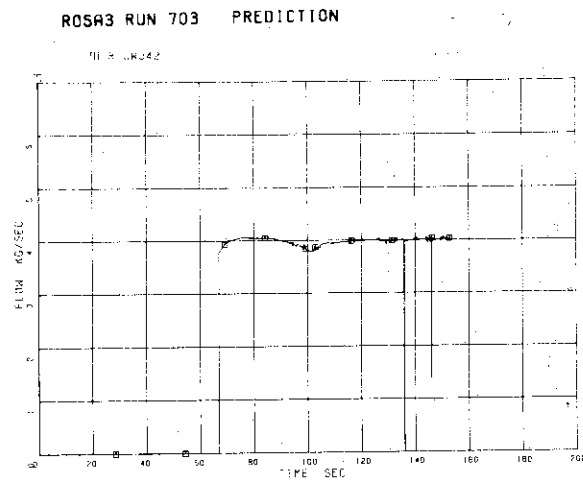


Fig.4.28 Injection Rate of LPCI (F11, JW42)

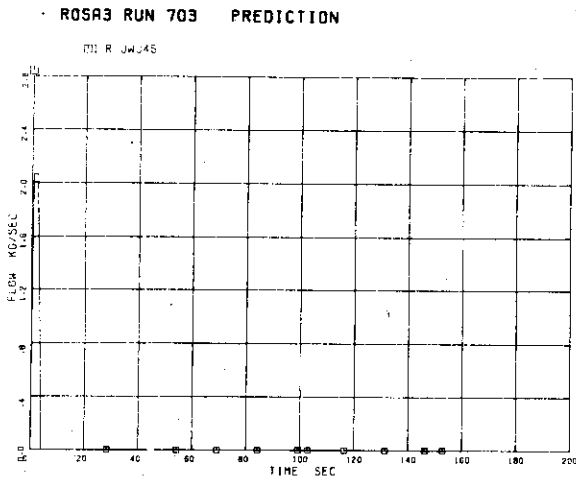


Fig.4.29 Flowrate of Feed Water (F15, JW45)

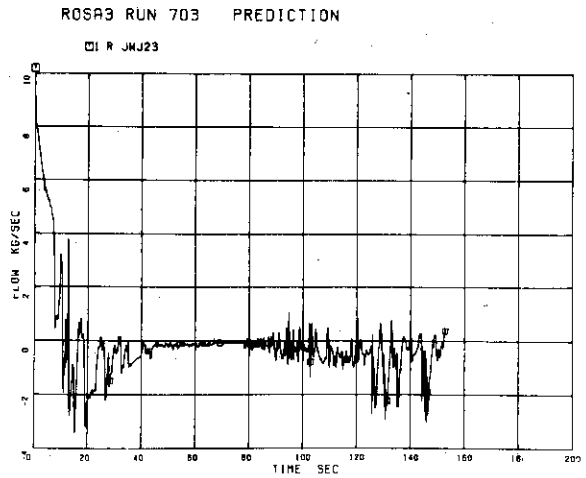


Fig.4.30 Flowrate at Intact Loop Jet Pump 1 Discharge (F17, JW23)

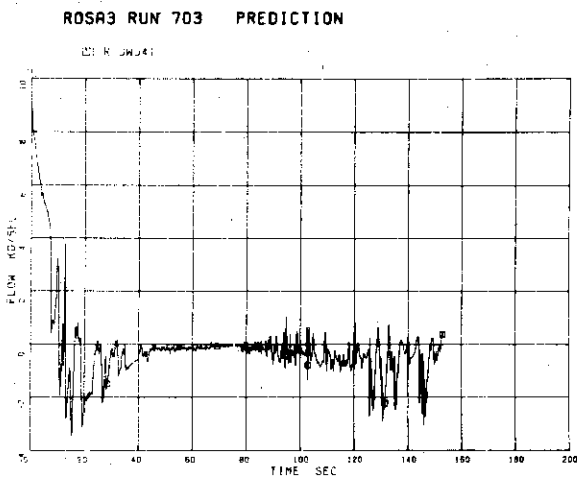


Fig.4.31 Flowrate at Intact Loop Jet Pump 2 Discharge (F18, JW41)

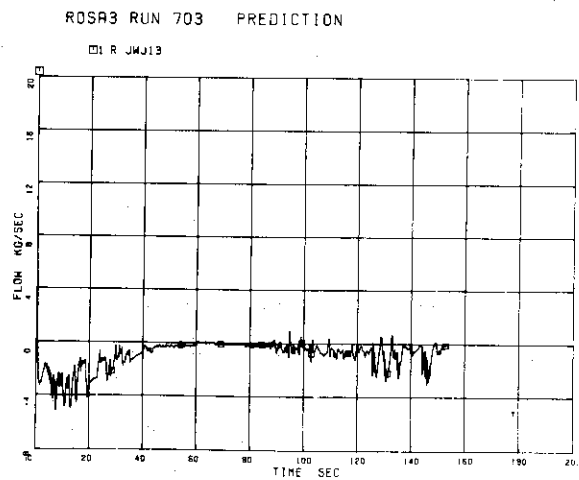


Fig.4.32 Flowrate at Broken Loop Jet Pump 3 Discharge (F19&F20, JW13)

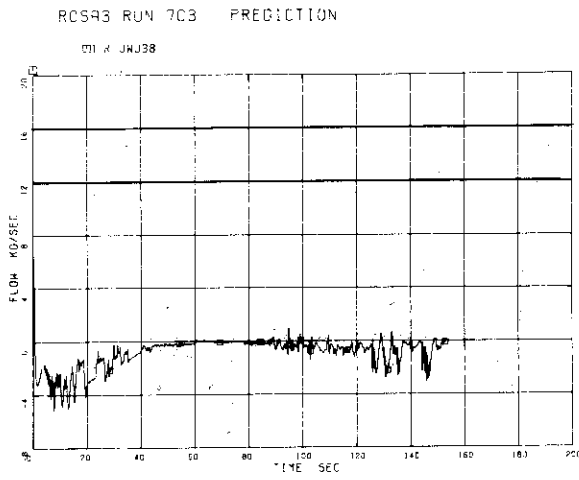


Fig.4.33 Flowrate at Broken Loop Jet Pump 4 Discharge (F21&F22, JW38)

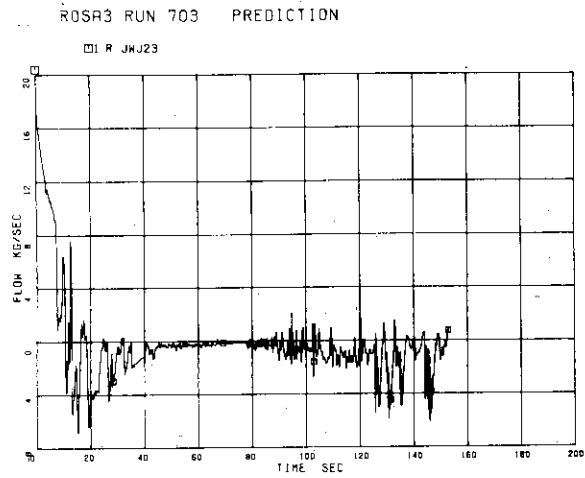


Fig.4.34 Flowrate at Intact Loop Jet Pump Outlet (F23, JW23+JW41)

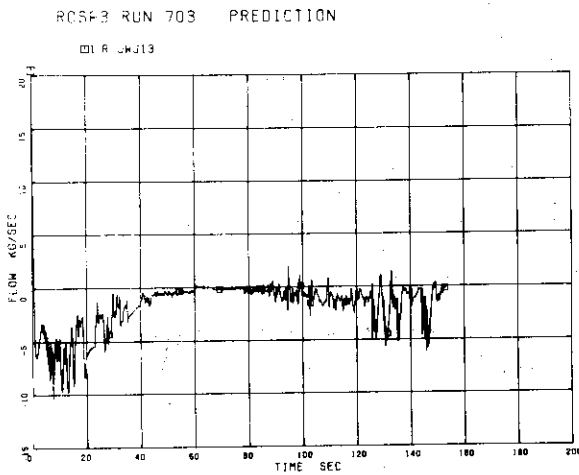


Fig.4.35 Flowrate at Broken Loop Jet Pump Outlet (F24, JW13+JW38)

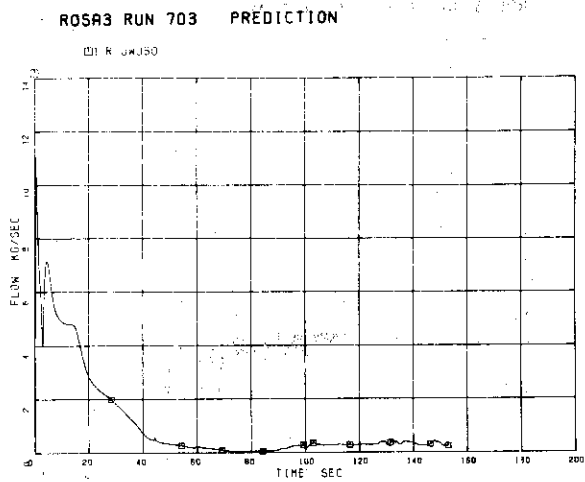


Fig.4.36 Flowrate at Break Unit A (Pump Side), (F25, JW50)

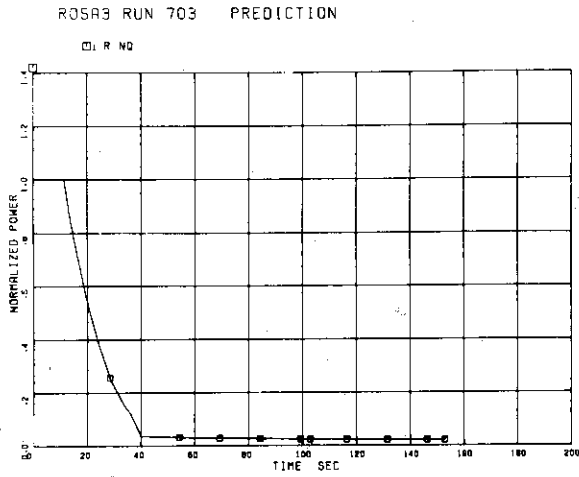


Fig.4.37 Core Power (W1, W2&W3, NQ)

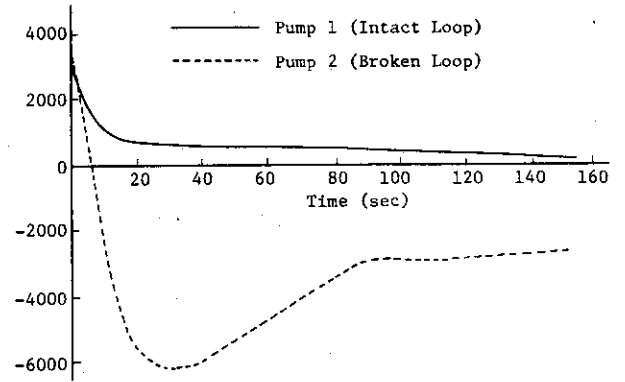


Fig. 4.38 Recirculation Pump Speed (N1 and N2, Volume 24 and 17)

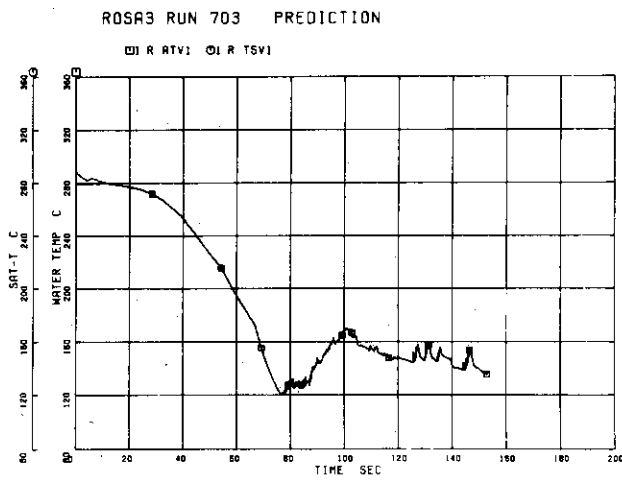


Fig.4.39 Coolant Temperature in Lower Plenum (T1, AT1&TS1)

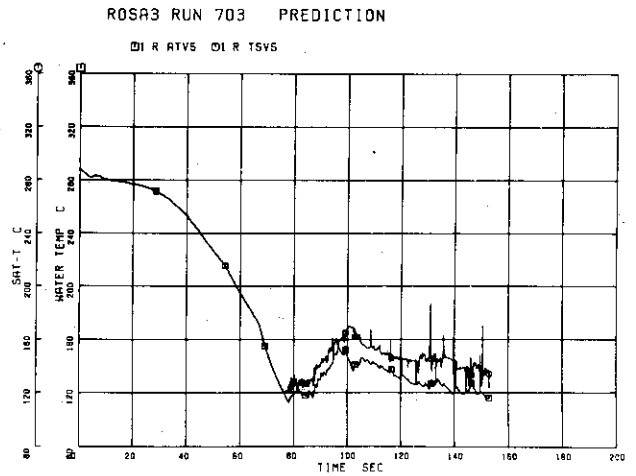


Fig.4.40 Coolant Temperature in Upper Plenum (T2, AT5&TS5)



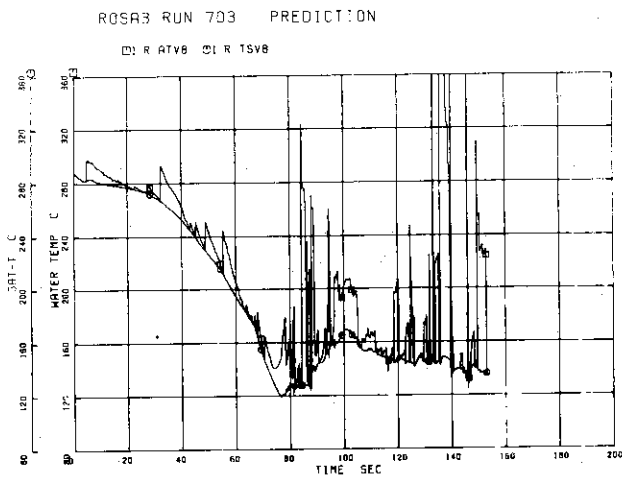


Fig.4.41 Coolant Temperature in Steam Dome (T3, AT8&TS8)

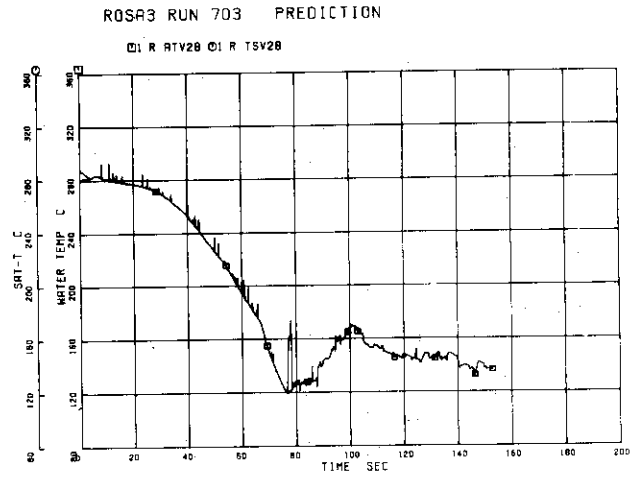


Fig.4.42 Coolant Temperature in Upper Downcomer (T4, AT28, TS28)

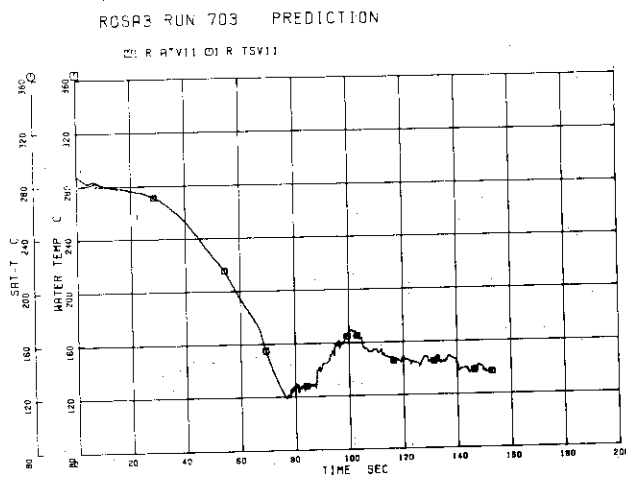


Fig.4.43 Coolant Temperature in lower Downcomer (T5, AT11&TS11)

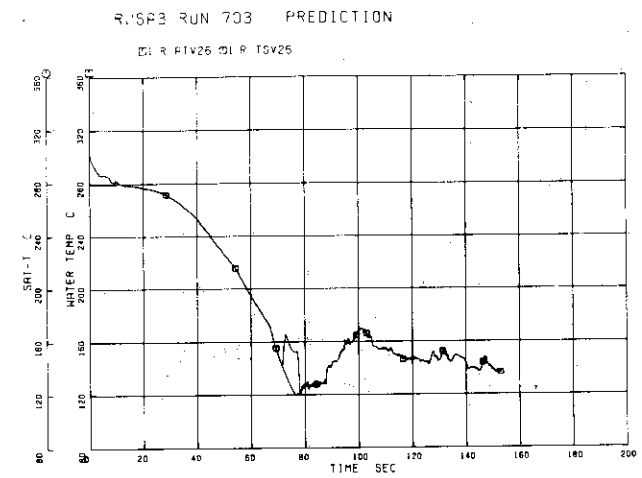


Fig.4.44 Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump Drive (T6&T7, AT26&TS26)

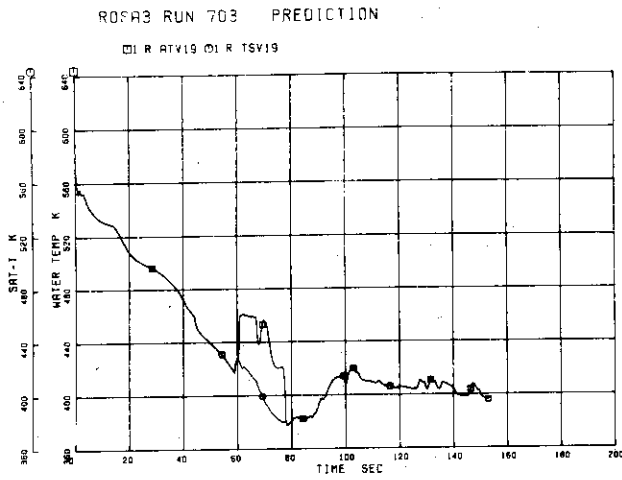


Fig.4.45 Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump Drive (T8&T9, AT19&TS19)

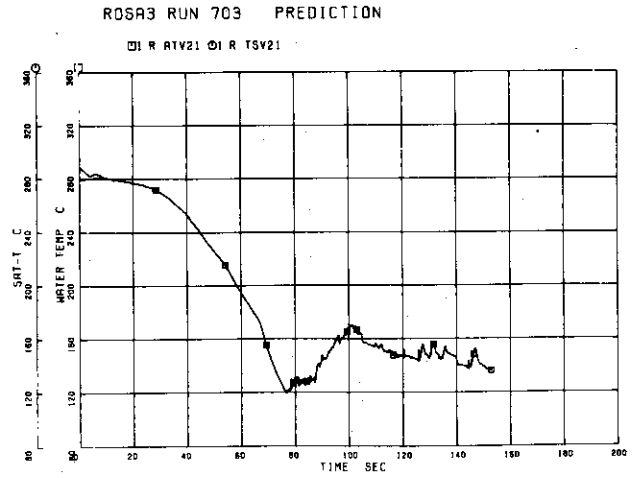


Fig.4.46 Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump 1 Discharge (T10, AT21&TS21)

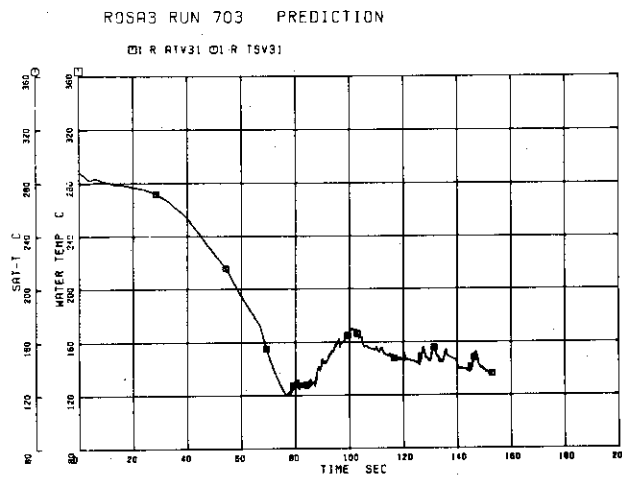


Fig.4.47 Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump 2 Discharge (T11, AT31&TS31)

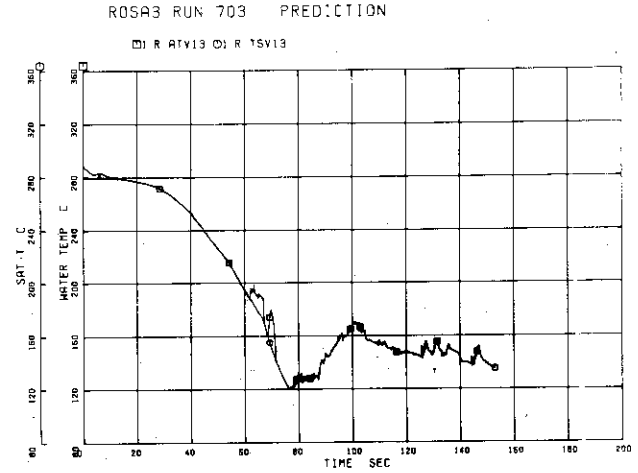


Fig.4.48 Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump 3 Discharge (T12, AT13&TS13)

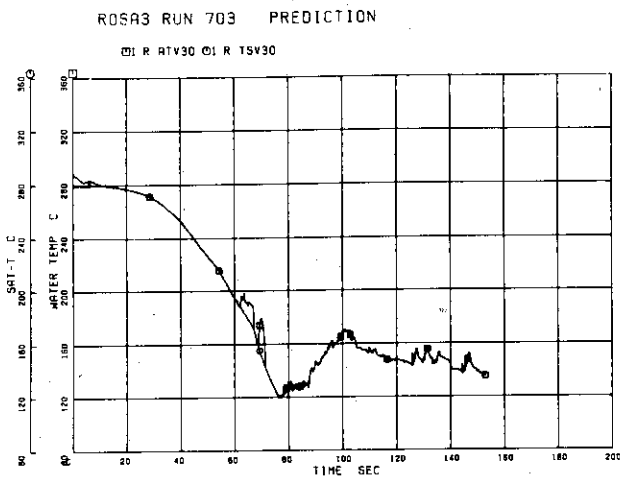


Fig.4.49 Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump 4 Discharge (T13, AT30&TS30)

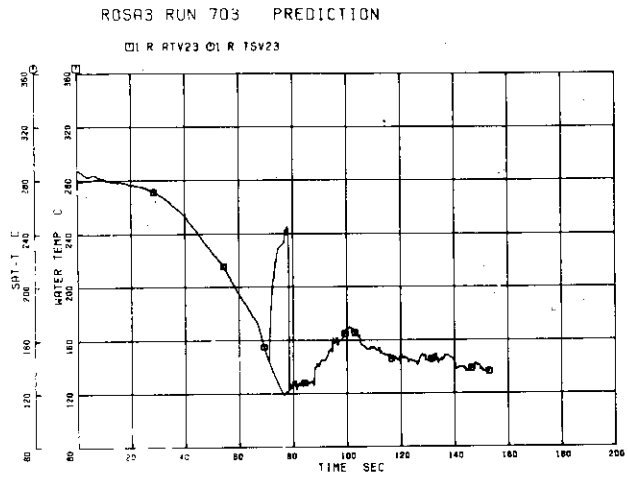


Fig.4.50 Coolant Temperature at Intact Loop Pump Suction (T14, AT23&TS23)

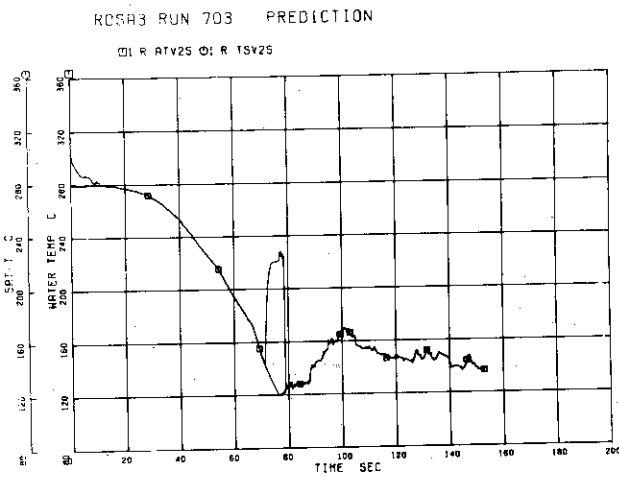


Fig.4.51 Coolant Temperature at Intact Loop Pump Delivery (T15, AT25&TS25)

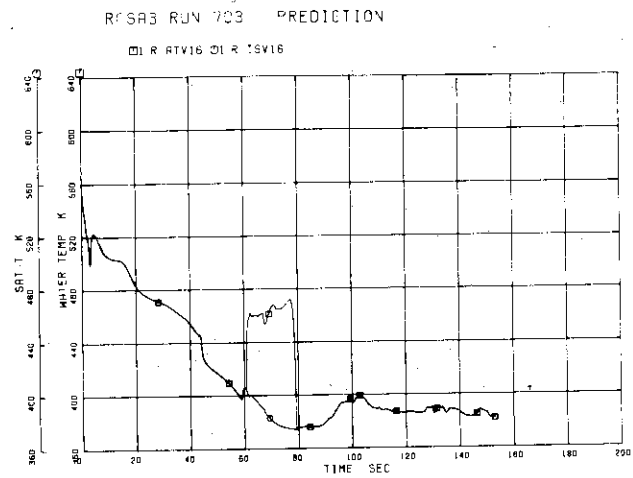


Fig.4.52 Coolant Temperature at Broken Loop Pump Suction (T16, T18&T26, AT16&TS16)

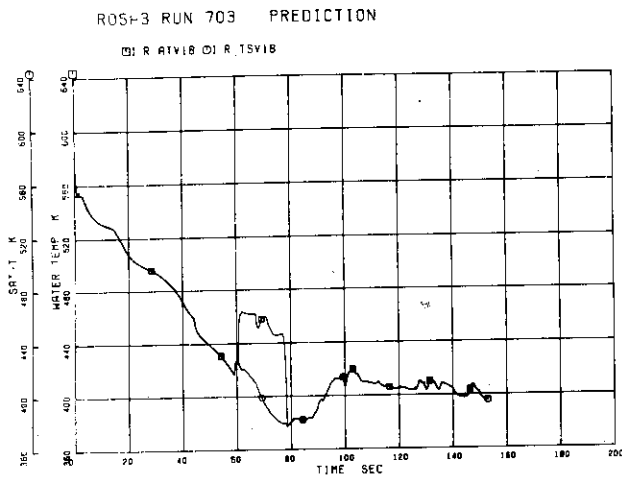


Fig.4.53 Coolant Temperature at Broken Loop Pump Delivery (T17, AT18&TS18)

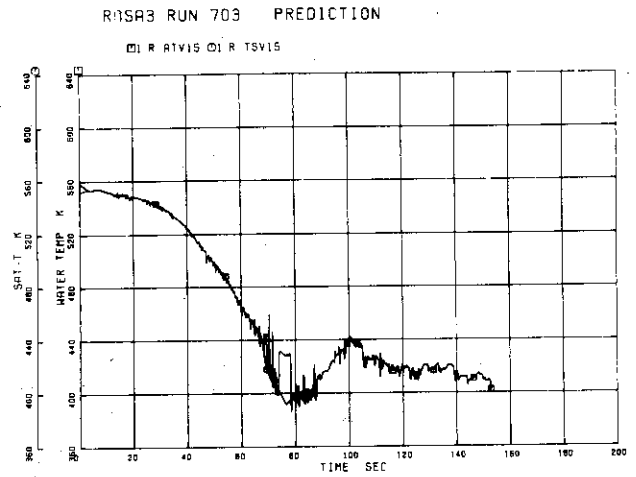


Fig.4.54 Coolant Temperature at Upstream of Break B (Vessel Side), (T19, AT15&TS15)

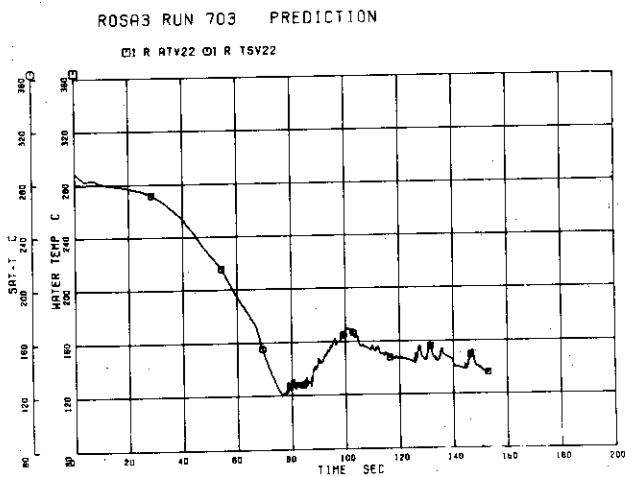


Fig.4.55 Coolant Temperature at Intact Loop Jet Pump Outlet (T24, AT22&TS22)

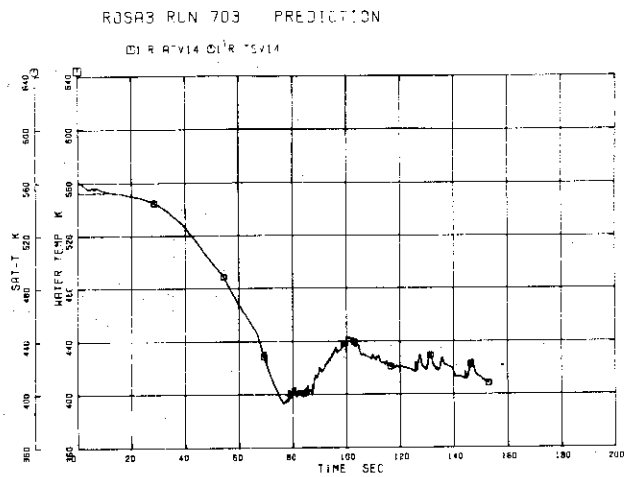


Fig.4.56 Coolant Temperature at Broken Loop Jet Pump Outlet (T25, AT14&TS14)

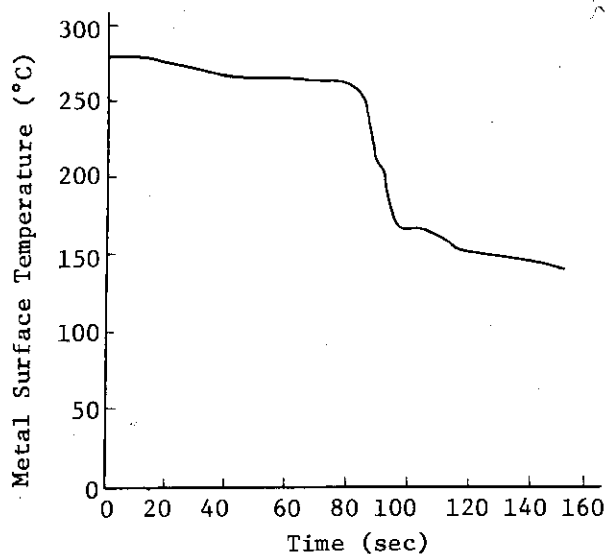


Fig.4.57 Bypass Side Surface Temperature of Vessel Filler, (TS15 and 18, Heat Slab 18 Left)

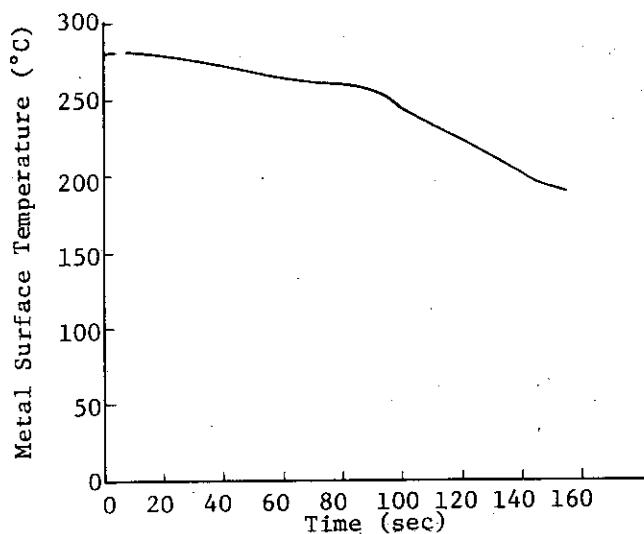


Fig.4.58 Downcomer Side Surface Temperature of Vessel Filler, (TS21 and 24, Heat Slab 18 Right)

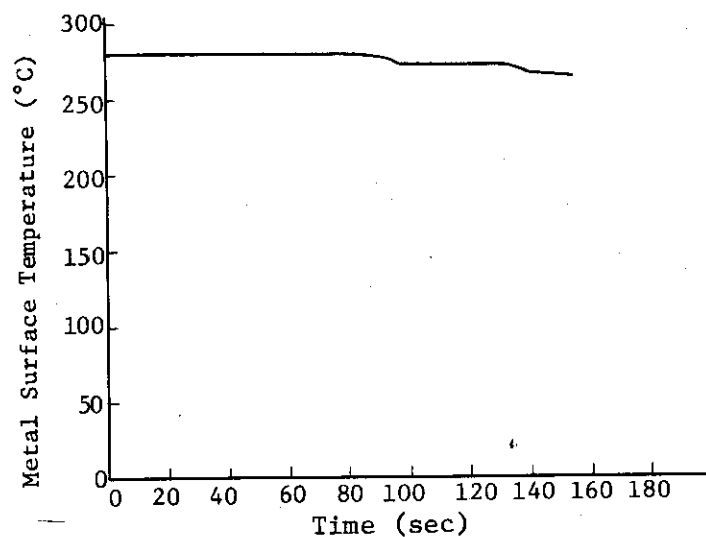


Fig.4.59 Surface Temperature of Upper Downcomer, (TS30, Heat Slab 37 Right)

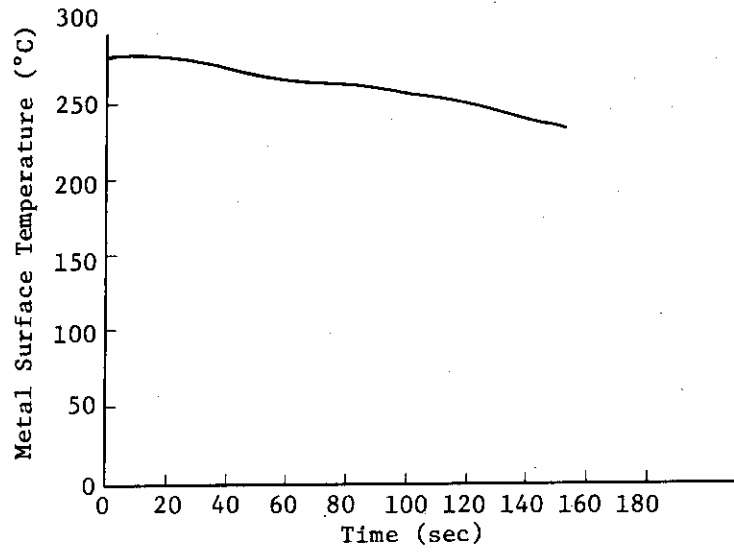


Fig.4.60 Surface Temperature of Downcomer Wall, (TS31, Heat Slab 20 Right)

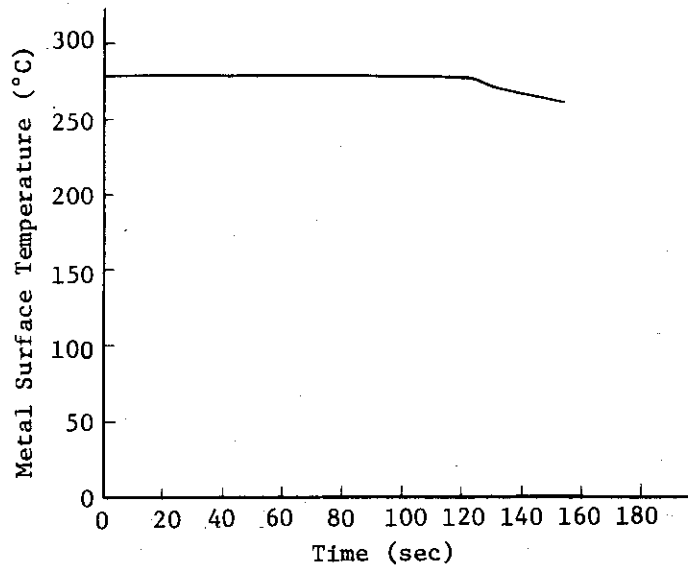


Fig.4.61 Surface Temperature of Lower Plenum Wall, (TS36, Heat Slab 13 Right)

RUN 703 CORE PREDICTION VOL 021776

MI R STV6

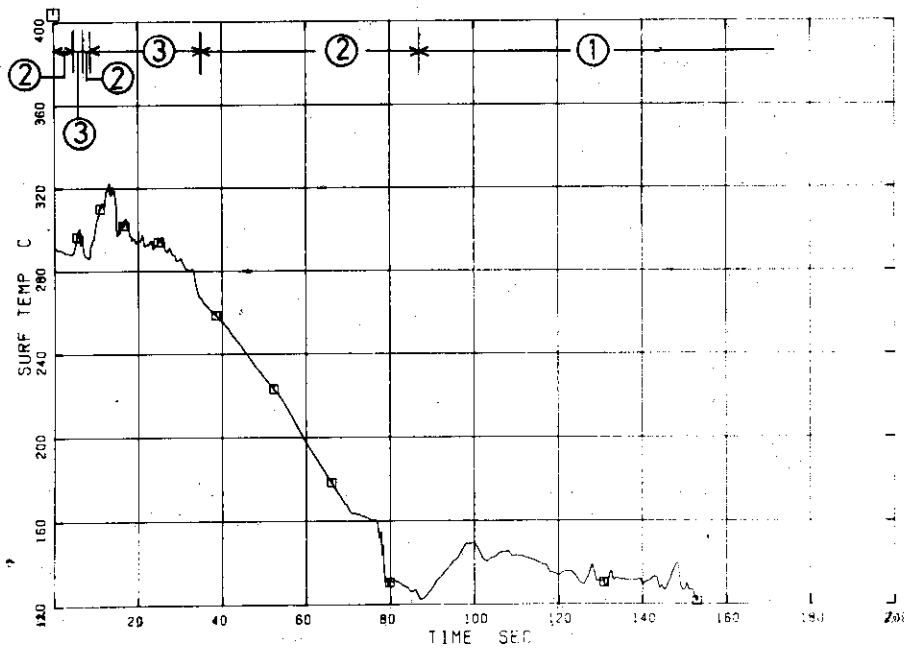


Fig.4.62 Heater Rod Surface Temperature, Position 1  
(TF1, 8, 22, 29, 39, 50 and 58; Heat Slab 12)

RUN 703 CORE PREDICTION VOL 021776

MI R STV5

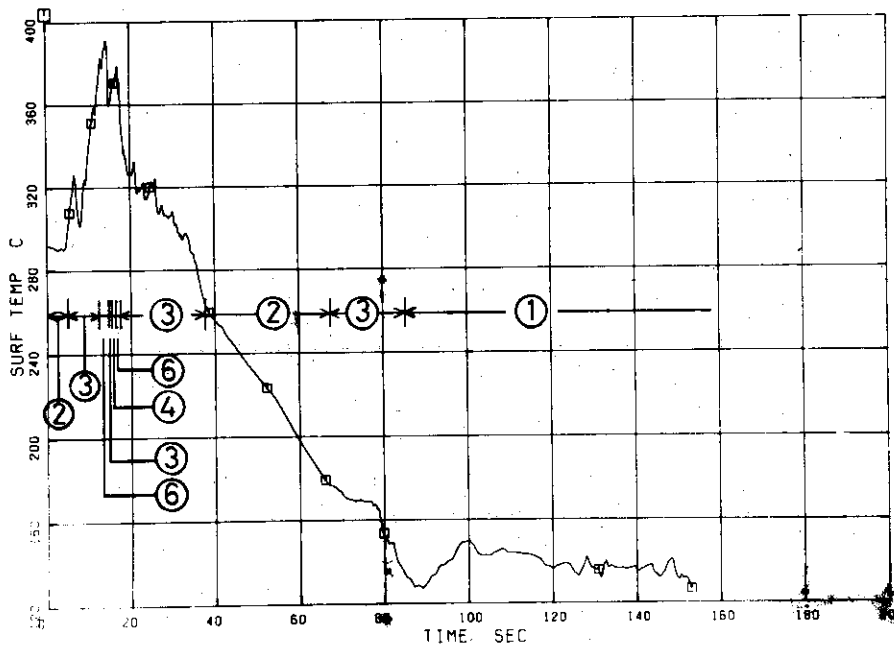


Fig.4.63 Heater Rod Surface Temperature, Position 2  
(TF2, 9, 16, 23 and 30, Heat slab 10)

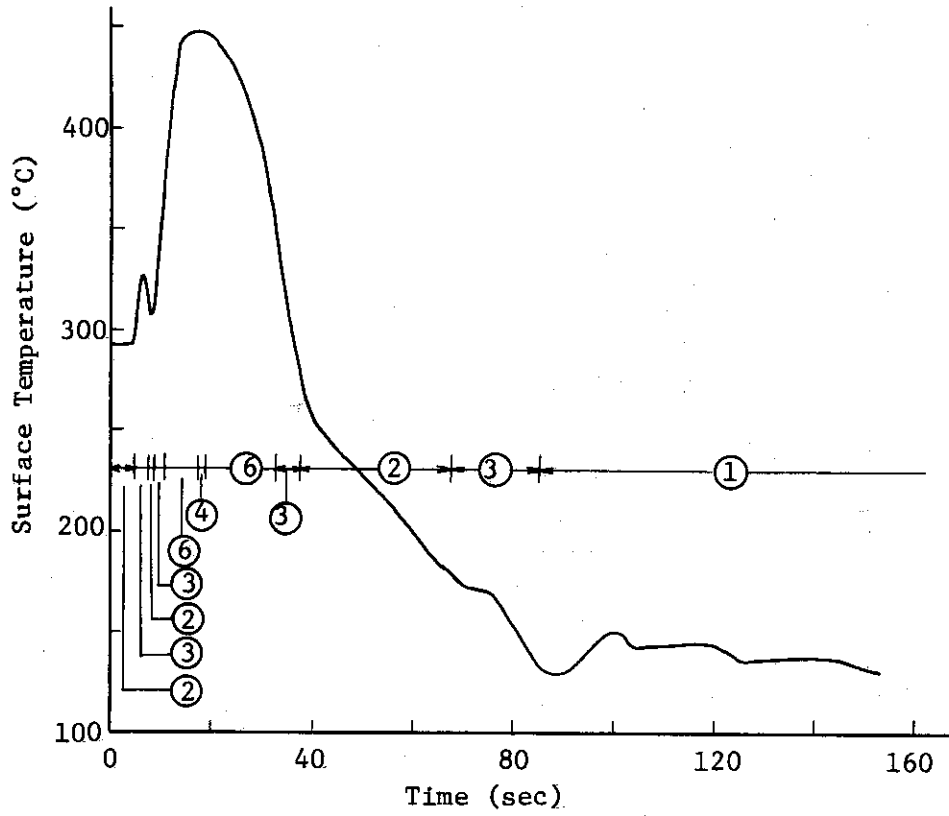


Fig. 4.64 Heater Rod Surface Temperature, Position 3  
(TF3, 10, 17, 24, 51, 55, 59, 63 and 66,  
Heat Slab 9)

RUN 703 CORE PREDICTION VOL 021776

□ R STV4

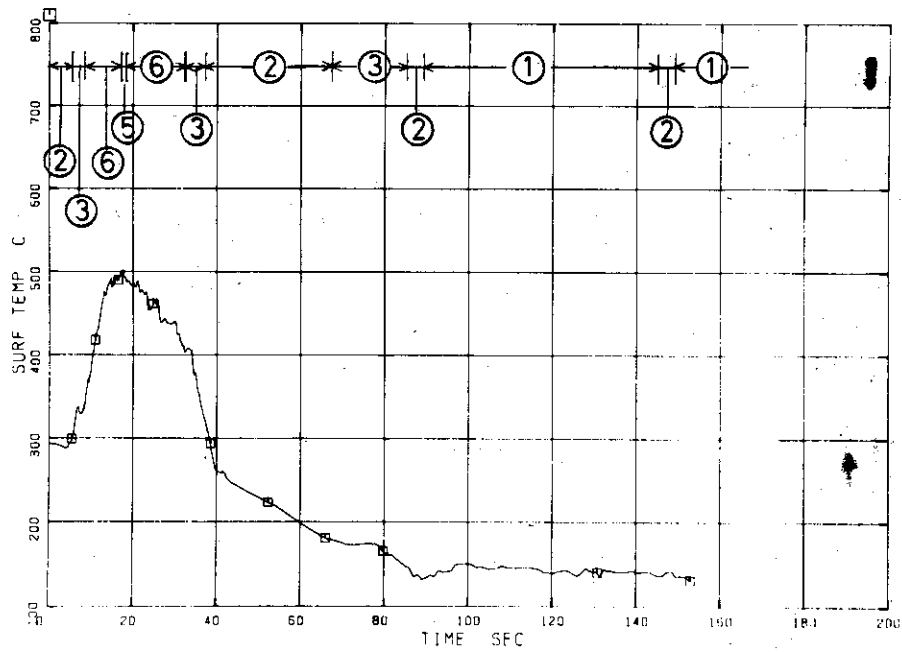


Fig.4.65 Heater Rod Surface Temperature, Position 4  
(TF4, 11, 18, 25, 32, 37, 41, 45, 48, 52, 56, 60, 64 and  
67; Heat Slab 7)



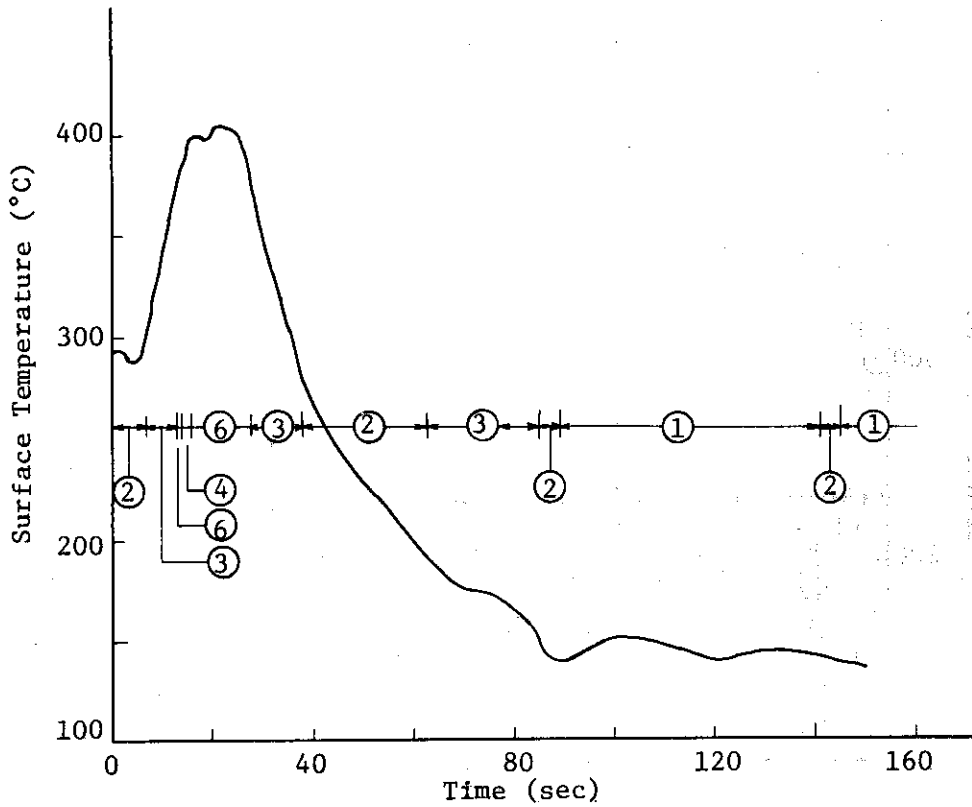


Fig. 4.66 Heater Rod Surface Temperature, Position 5 (TF5, 12, 19, 26, 33, 38, 42, 46, 49, 53, 57, 61, 65 and 68; Heat Slab 5)

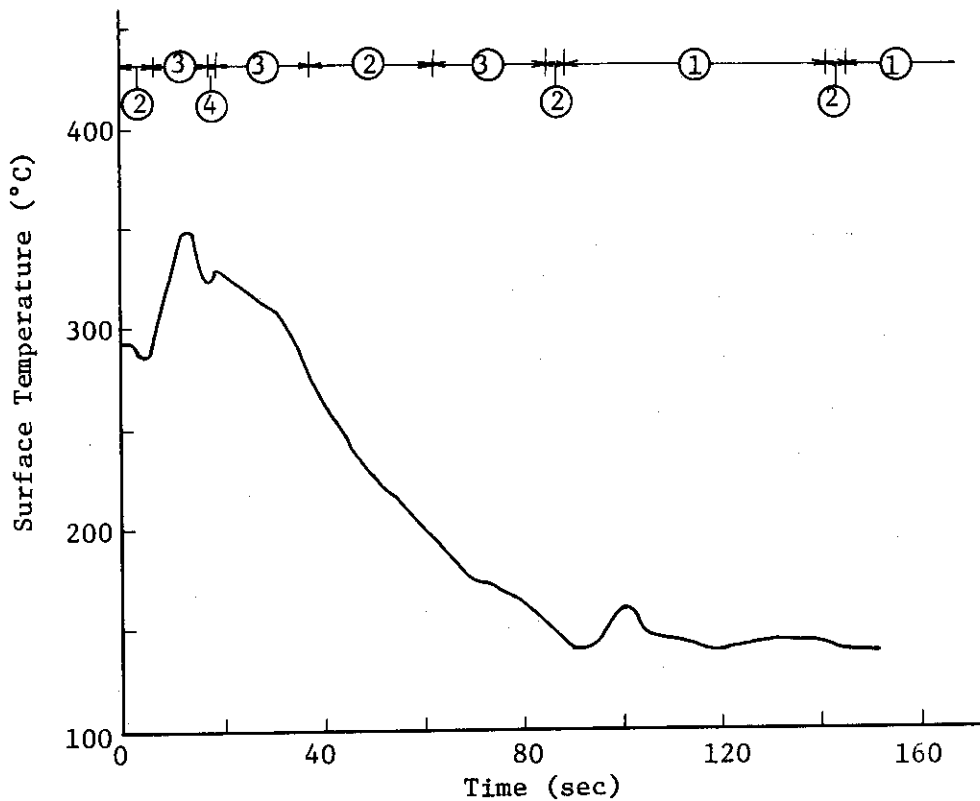


Fig. 4.67 Heater Rod Surface Temperature, Position 6 (TF6, 13, 20, 27 and 34; Heat Slab 4)

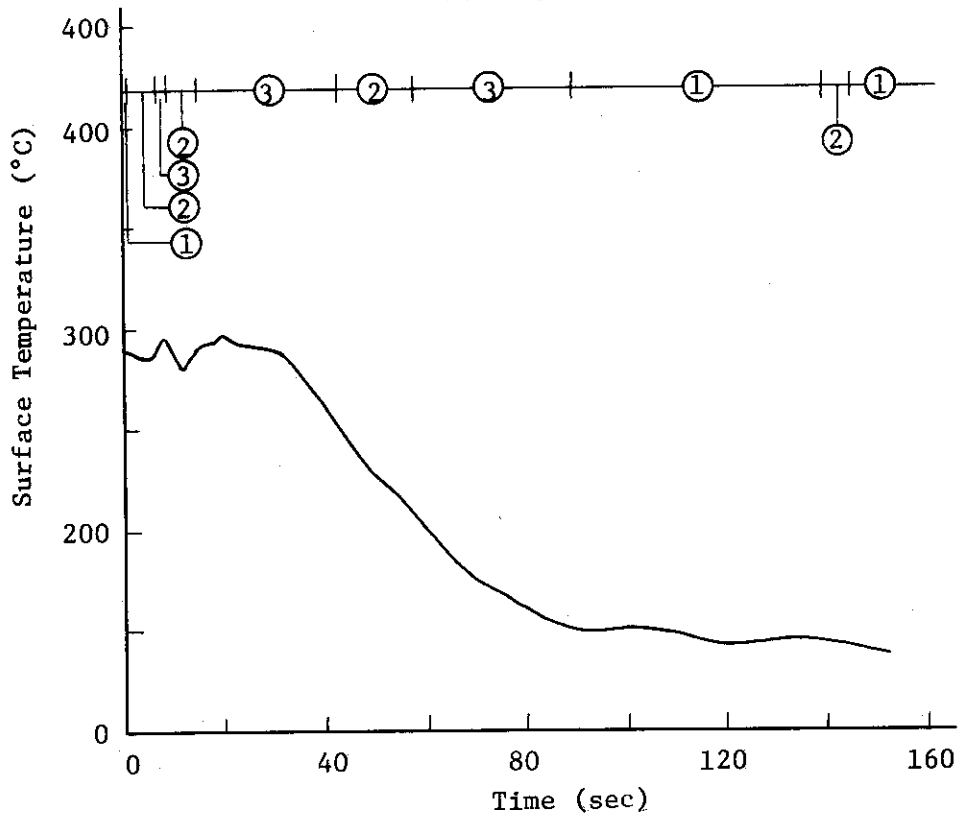


Fig. 4.68 Heate Rod Surface Temperature, Position 7  
(TF7, 14, 21, 28, 35, 43, 54 and 62; Heat Slab 2)

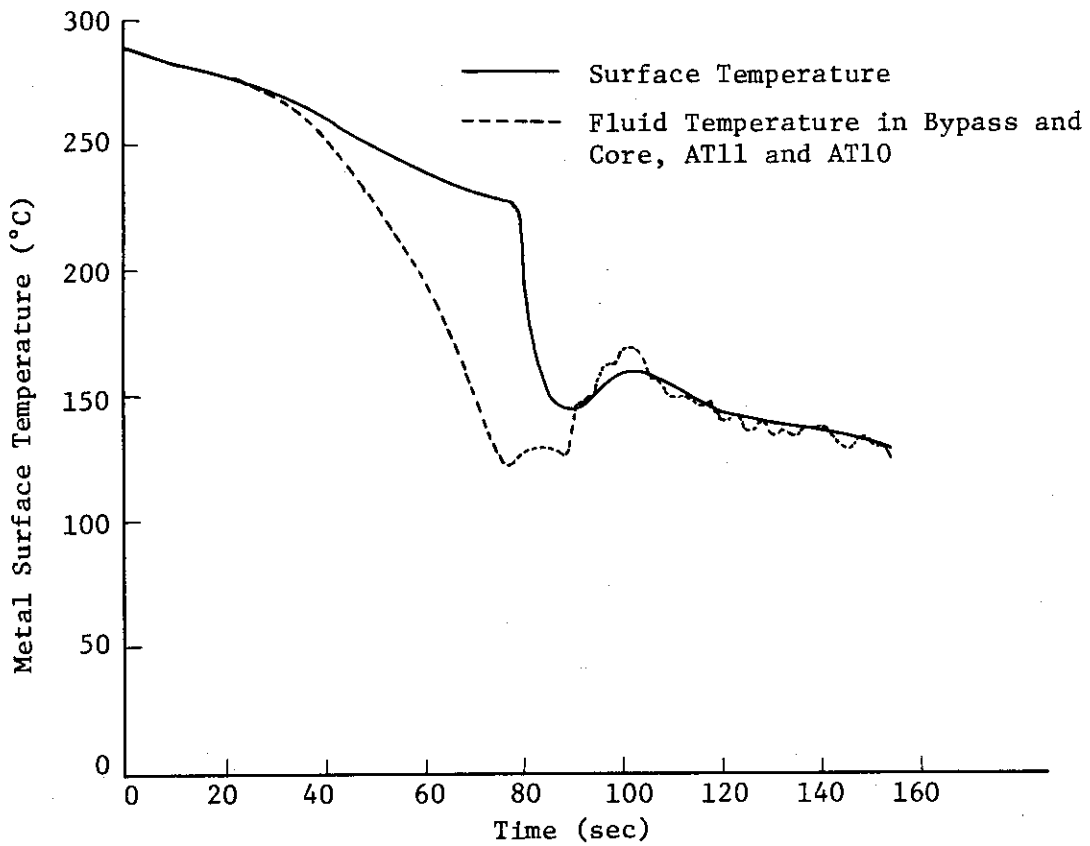


Fig. 4.69 Surface Temperature of Channel Box inner Wall,  
(TBL14, Heat Slab 6 Left)

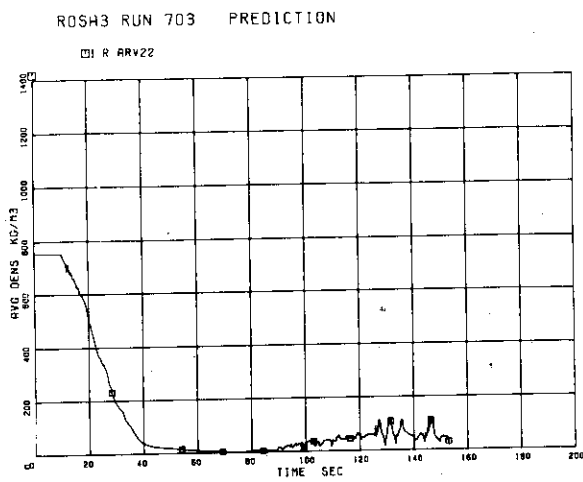


Fig.4.70 Fluid Density at Intact Loop  
Jet Pump Outlet  
(DF1, DF2&DF3, AR22)

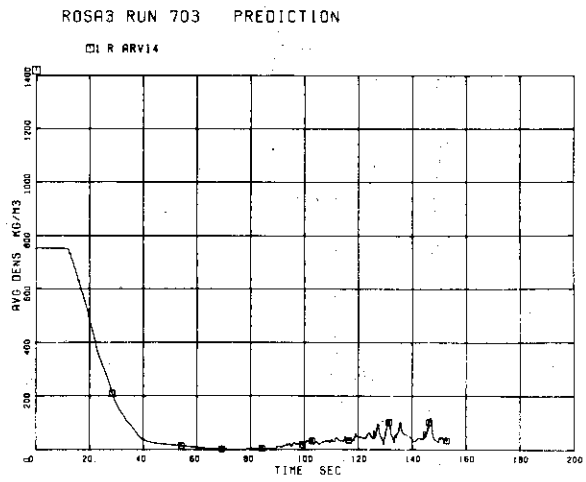


Fig.4.71 Fluid Density at Broken Loop  
Jet Pump Outlet  
(DF4, DF5 &DF6, AR14)

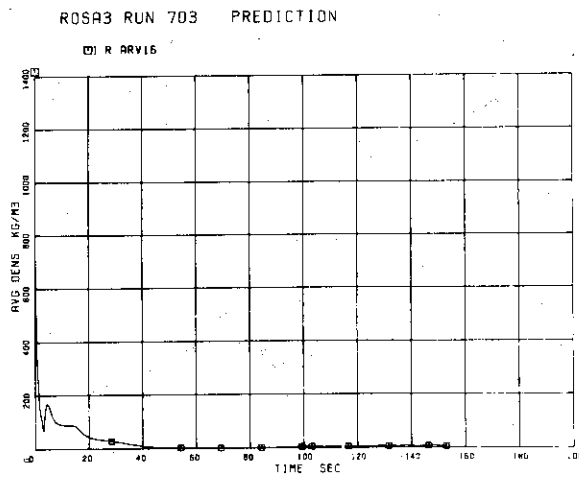


Fig.4.72 Fluid Density at Break A  
(DF7&DF8, AR16)

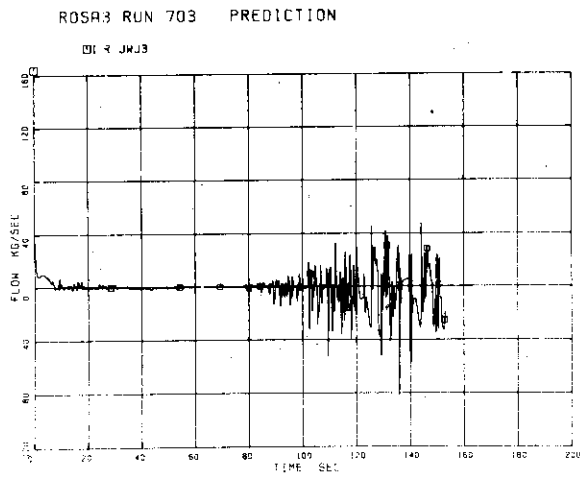


Fig.4.73 Flowrate at lower Tie Plate, JW3

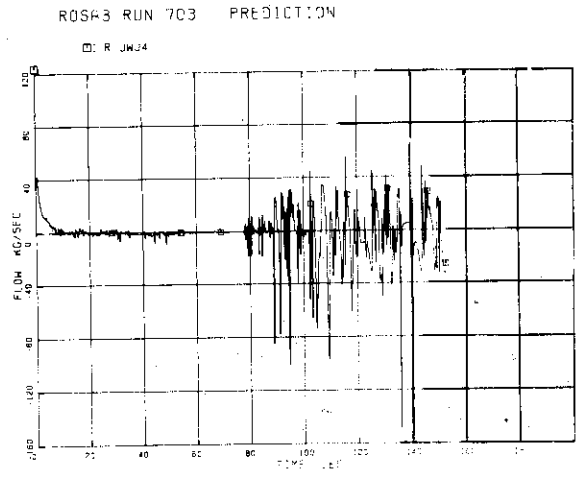


Fig.4.74 Flowrate at Upper Tie Plate, JW4

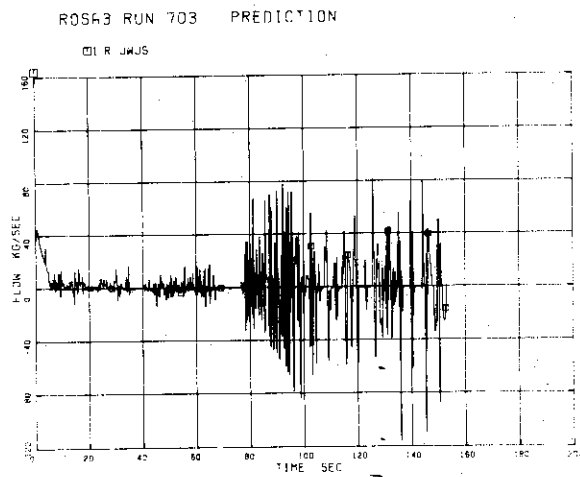


Fig.4.75 Flowrate at Steam Separator Inlet, JW5

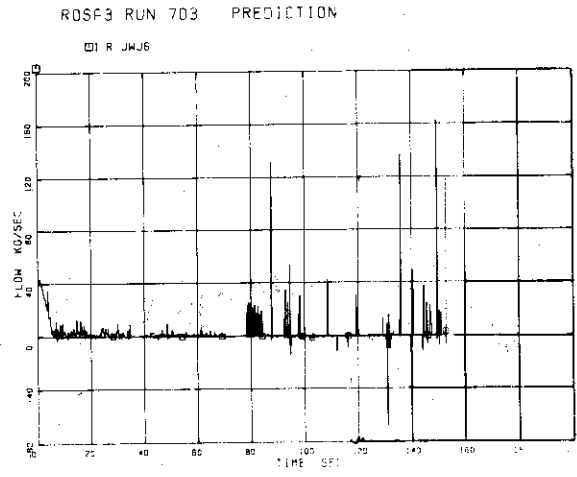


Fig.4.76 Flowrate at Steam Separator Outlet, JW6

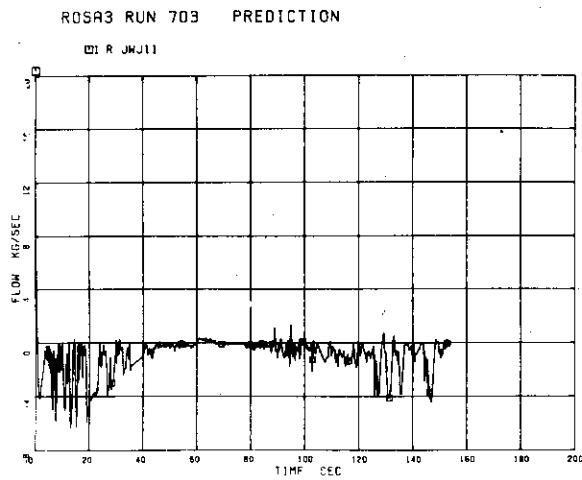


Fig.4.77 Flowrate at Outlet from Down-comer to Broken Loop Jet Pump3 Section, JW11

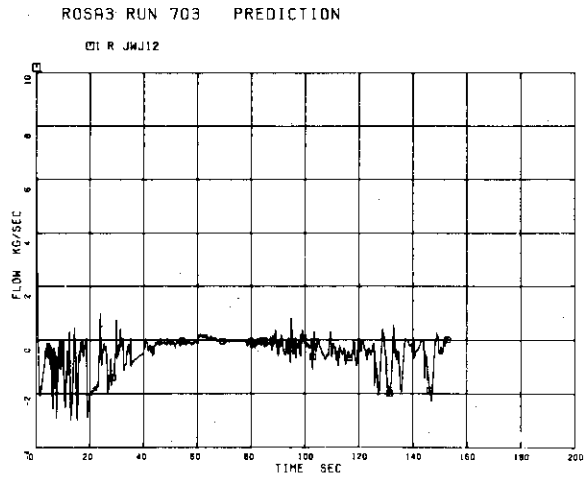


Fig.4.78 Flowrate at Broken Loop Jet Pump Suctions, JW12 and JW36

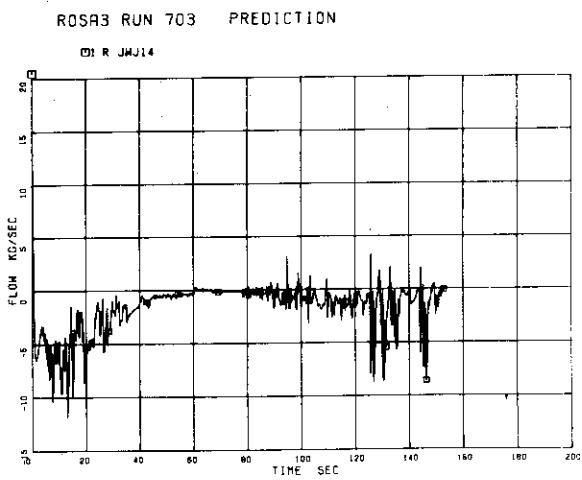


Fig.4.79 Flowrate at Broken Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JW14

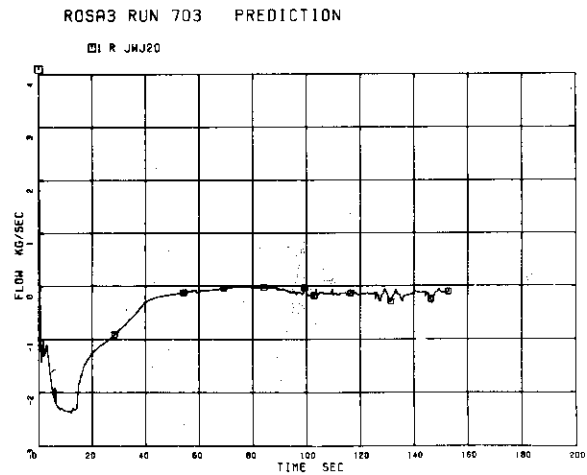


Fig.4.80 Flowrate at Broken Loop Jet Pump Drive Nozzles, JW20 and JW37

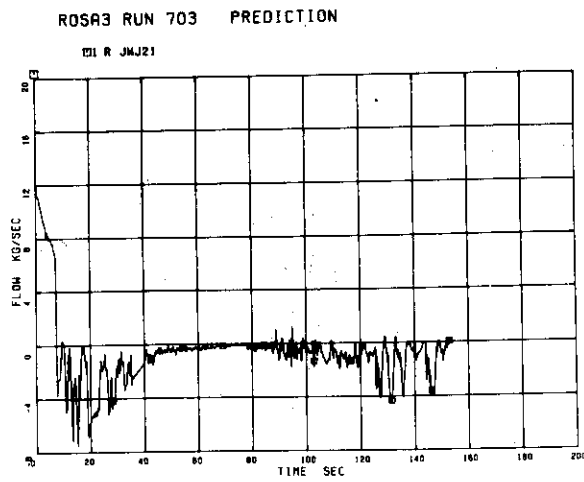


Fig.4.81 Flowrate at Outlet from Downcomer to Intact Loop Jet Pump Suction, JW21

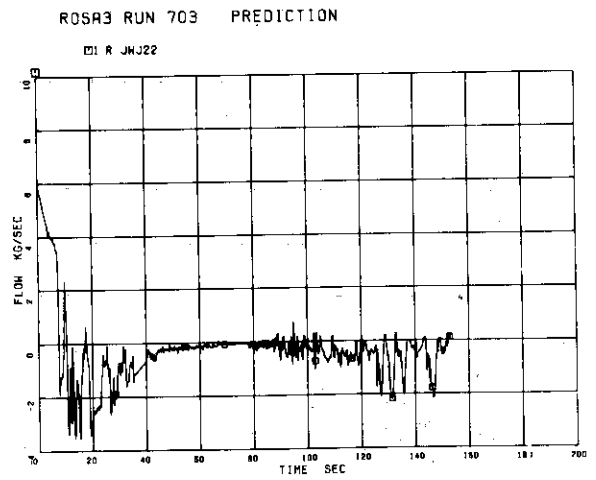


Fig.4.82 Flowrate at Intact Loop Jet Pump Suctions, JW22 and JW39

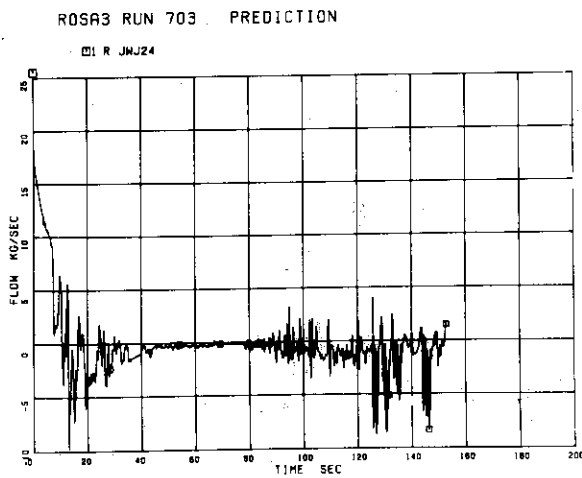


Fig.4.83 Flowrate at Intact Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JW24

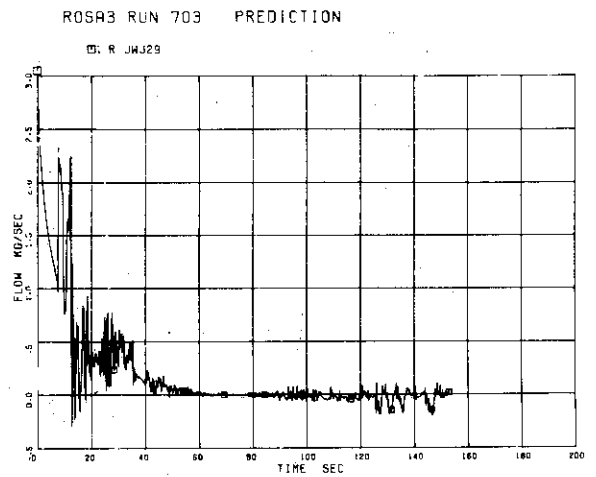


Fig.4.84 Flowrate at Intact Loop Jet Pump Drive Nozzle, JW29 and JW40

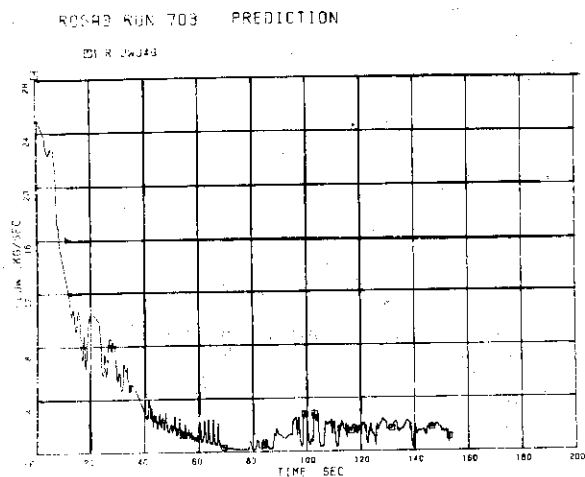


Fig.4.85 Flowrate at Vessel Side Break Plane, JW49

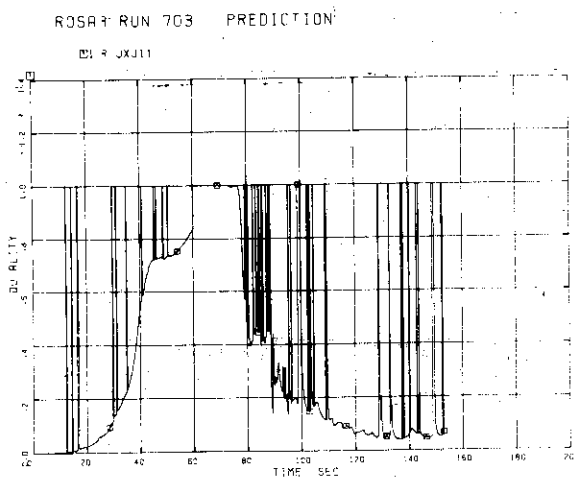


Fig.4.86 Junction Quality at Outlet from Downcomer to Broken Loop Jet Pump Suction, JX11

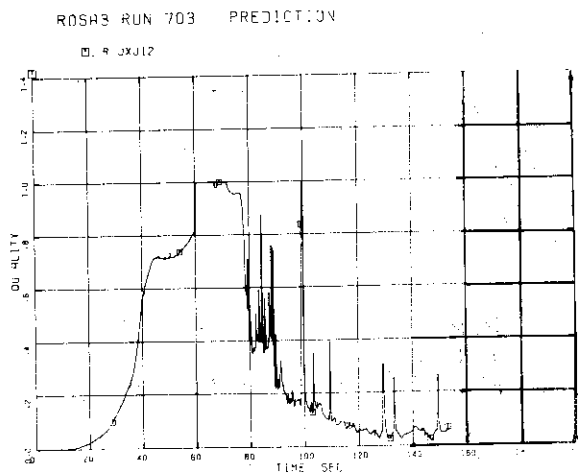


Fig.4.87 Junction Quality at Broken Loop Jet Pump Suction, JX12

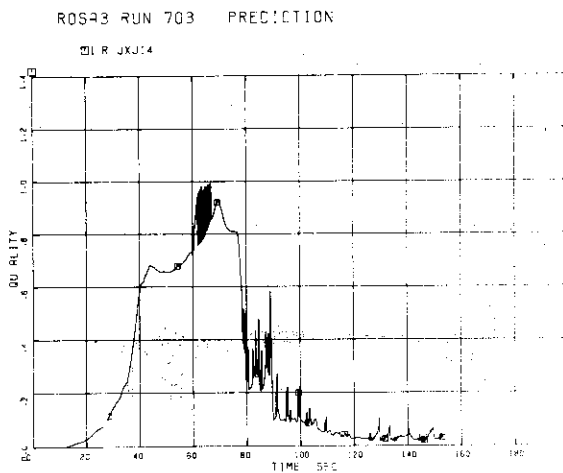


Fig.4.88 Junction Quality at Broken Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JX14

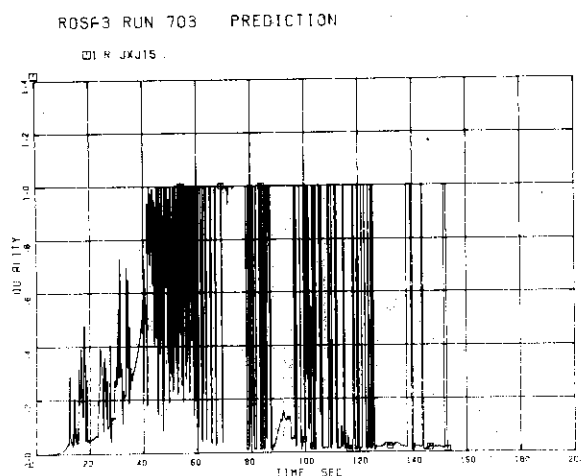


Fig.4.89 Junction Quality at Outlet from Downcomer to Broken Loop Recirculation Pump, JX15

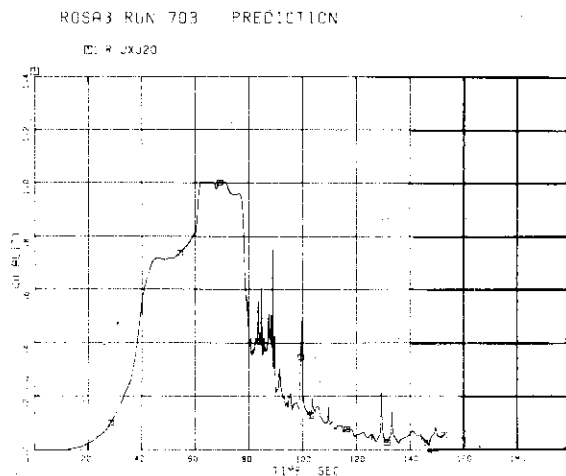


Fig.4.90 Junction Quality at Broken Loop Jet Pump Drive Nozzle, JX20

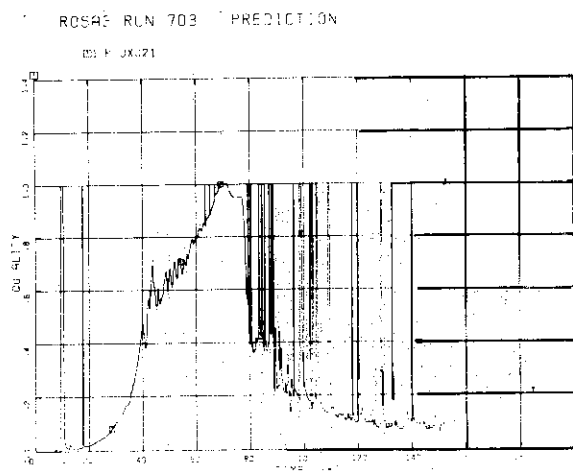


Fig.4.91 Junction Quality at Outlet from Downcomer to Intact Loop Jet Pump Suction, JX21

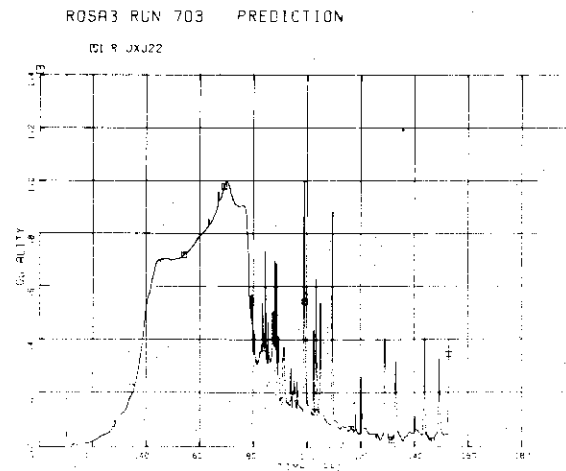


Fig.4.92 Junction Quality at Intact Loop Jet Pump Suction, JX22



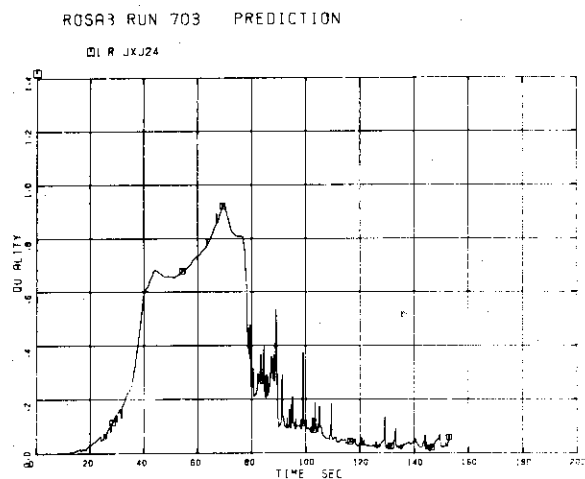


Fig.4.93 Junction Quality at Intact Loop Recirculation Flow Inlet to Lower Plenum, JX24

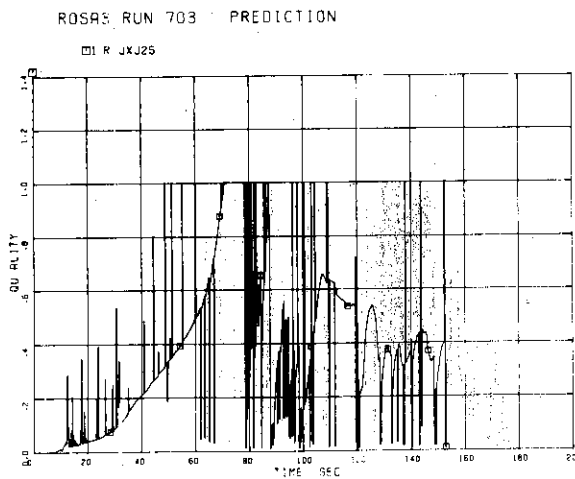


Fig.4.94 Junction Quality at Outlet from Downcomer to Intact Loop Recirculation Pump, JX25

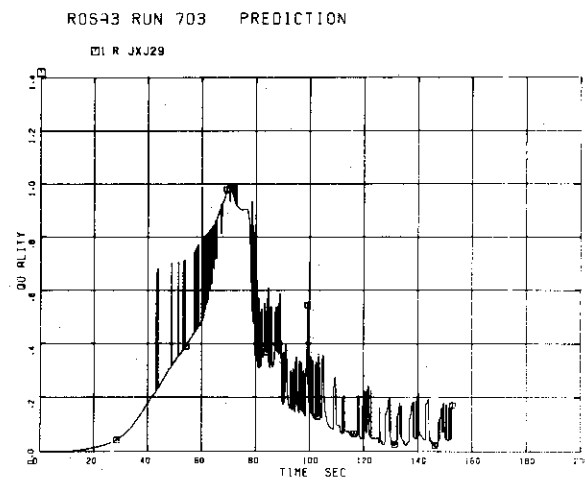


Fig.4.95 Junction Quality at Intact Loop Jet Pump Drive Nozzle, JX29

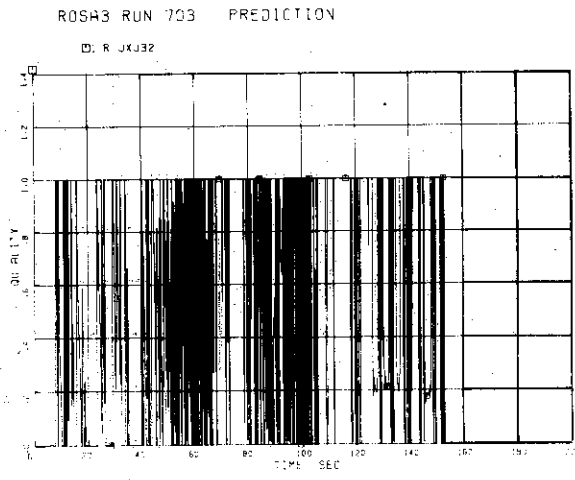


Fig.4.96 Junction Quality at Downcomer Inlet, JX32

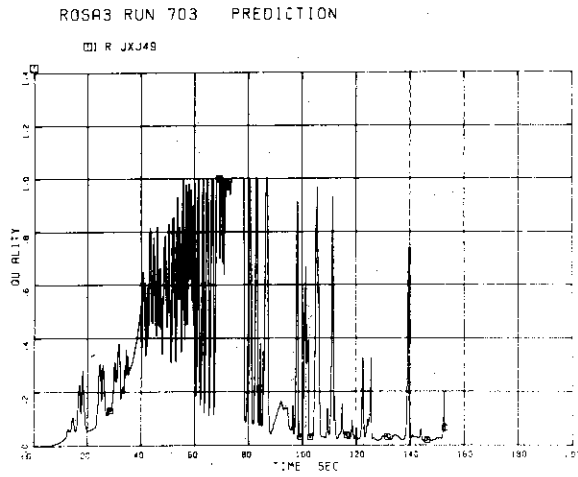


Fig.4.97 Junction Quality at Vessel Side Break Plane, JX49

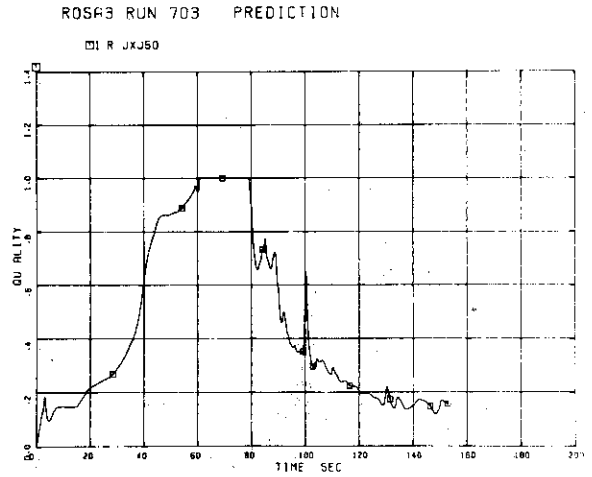


Fig.4.98 Junction Quality at Pump Side Break Plane, JX50

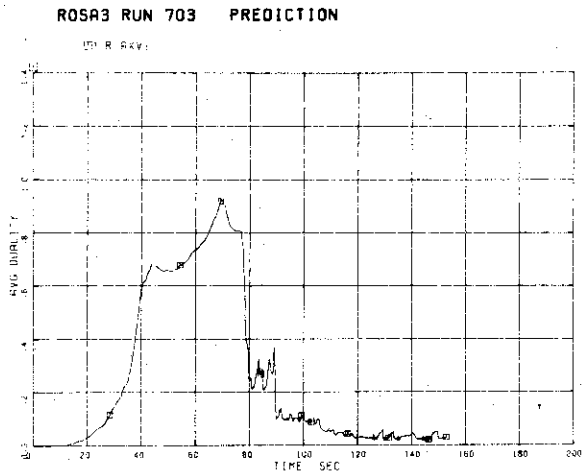


Fig.4.99 Average Quality in Lower Plenum Below Tie Grid, AX1

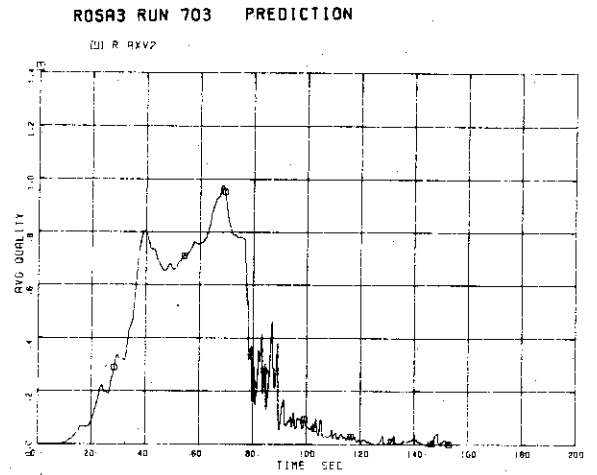


Fig.4.100 Average Quality in Lower Plenum above Tie Grid, AX2

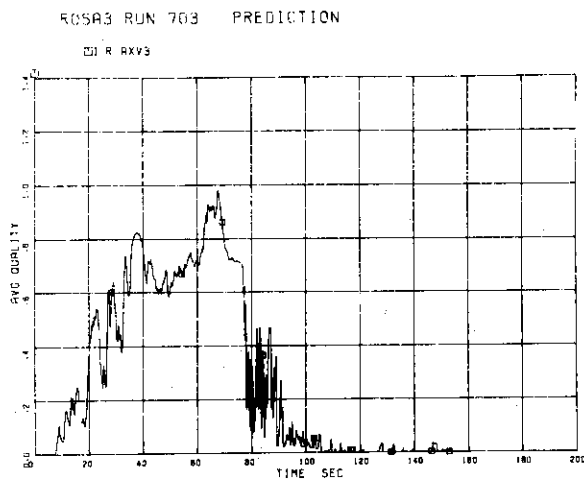


Fig.4.101 Average Quality in Core Inlet Chambers, AX3

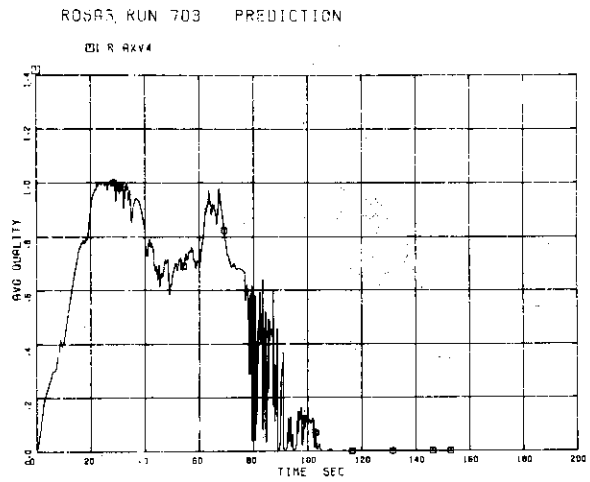


Fig.4.102 Average Quality in Core, AX4

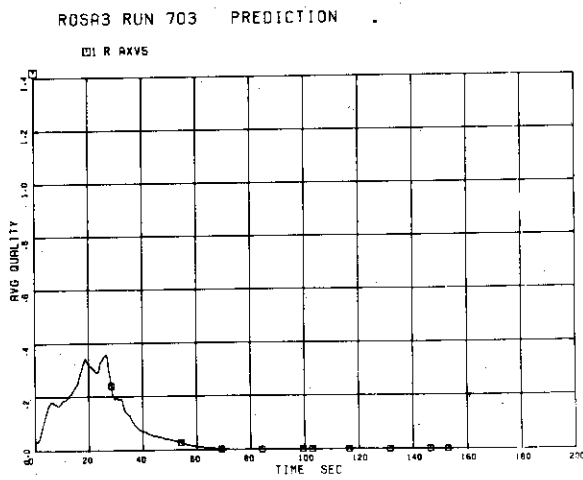


Fig.4.103 Average Quality in Upper Plenum, AX5

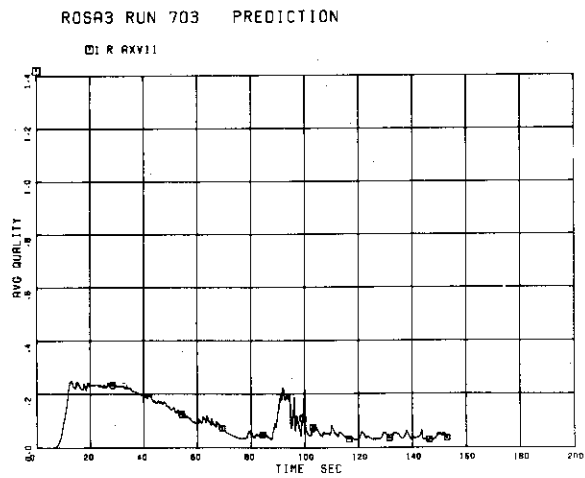


Fig.4.104 Average Quality in Downcomer, AX11

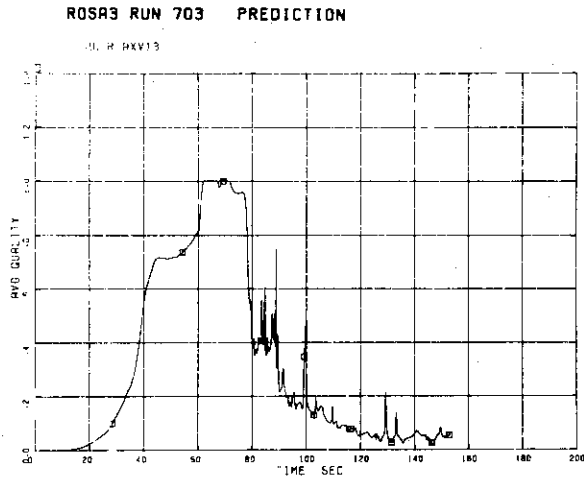


Fig.4.105 Average Quality in Broken Loop Jet Pump, AX13

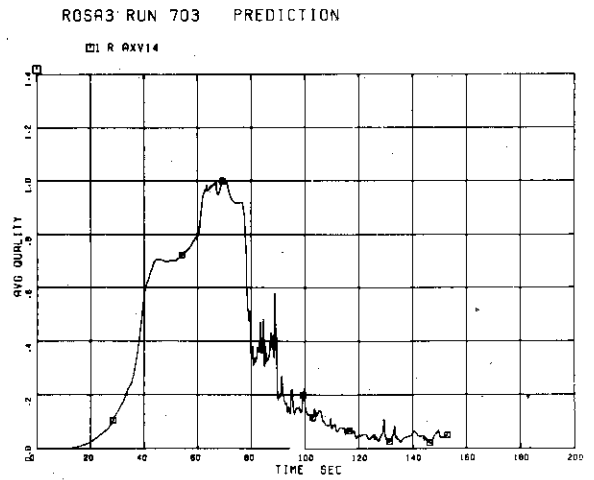


Fig.4.106 Average Quality in Broken Loop Jet Pump Discharge Line, AX14

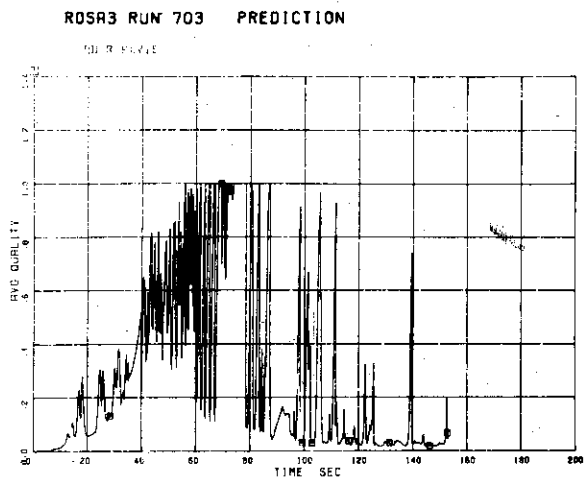


Fig.4.107 Average Quality in Broken Loop Recirculation Pump Suction Line, Vessel Side, AX15

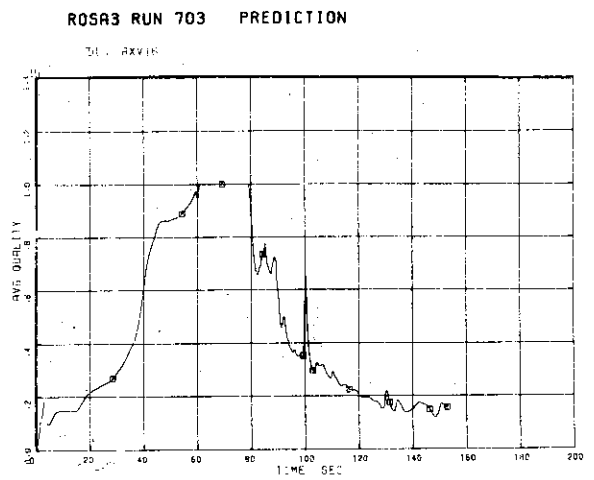


Fig.4.108 Average Quality in Broken Loop Recirculation Line, Pump Side, AX16

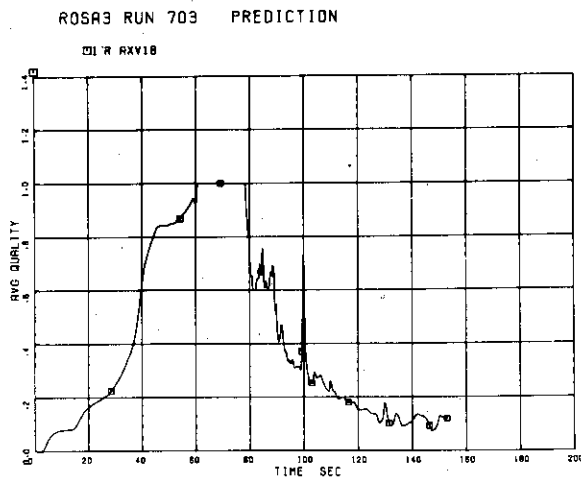


Fig.4.109 Average Quality in Broken Loop Recirculation Line, AX18

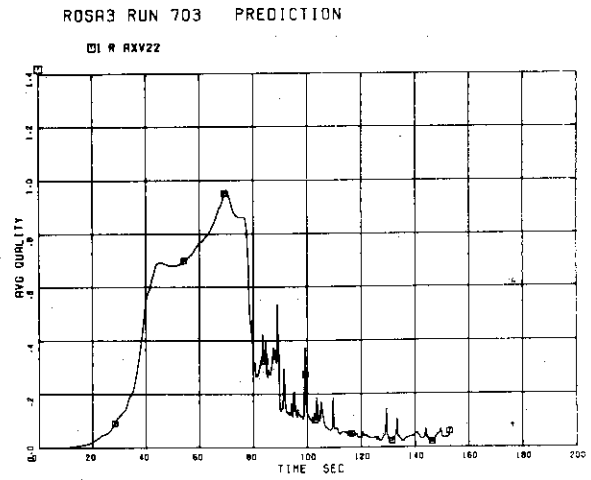


Fig.4.110 Average Quality in Intact Loop Jet Pump Discharge Line, AX22

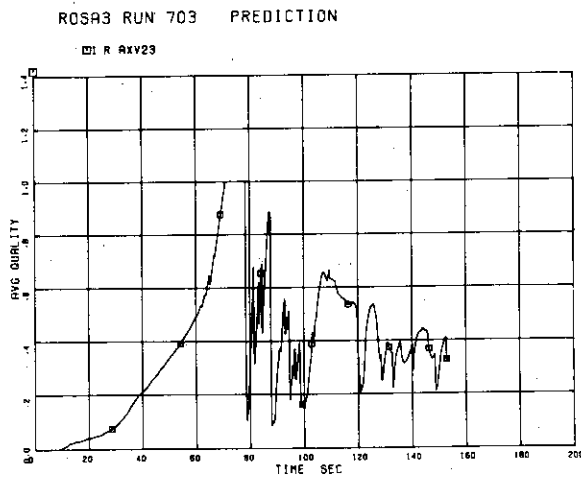


Fig.4.111 Average Quality in Intact Loop Recirculation Pump Suction Line, AX23

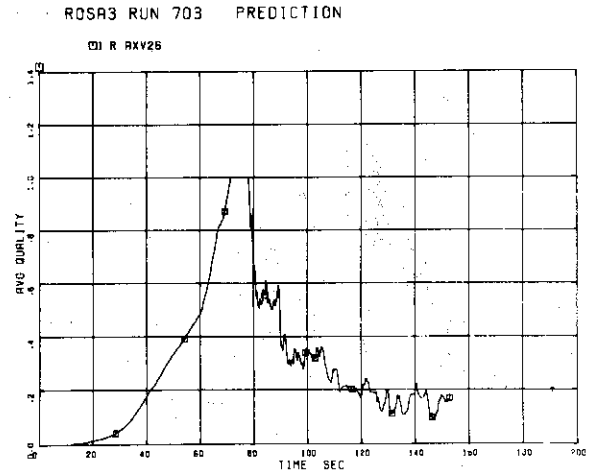


Fig.4.112 Average Quality in Intact Loop Jet Pump Drive Line, AX26

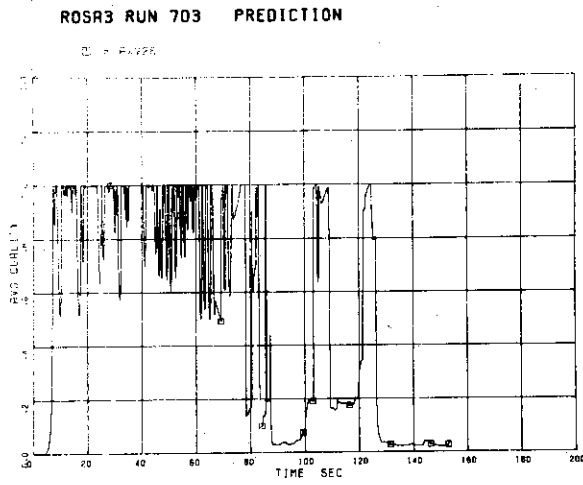


Fig.4.113 Average Quality in Upper Downcomer, AX28

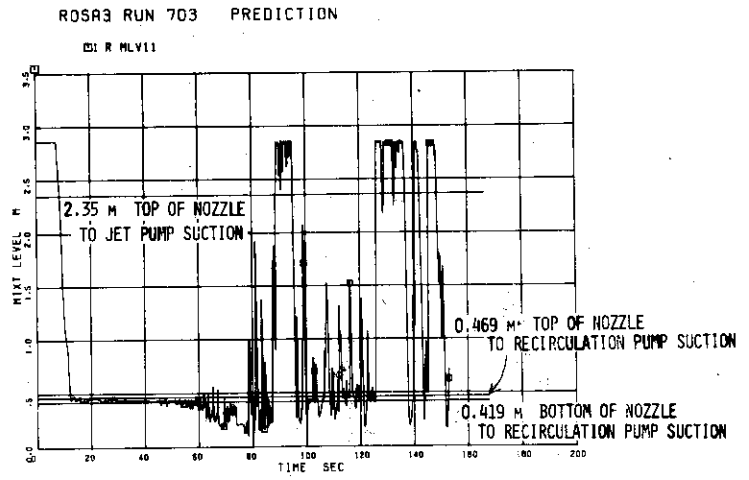


Fig.4.114 Mixture Level in Downcomer, ML11

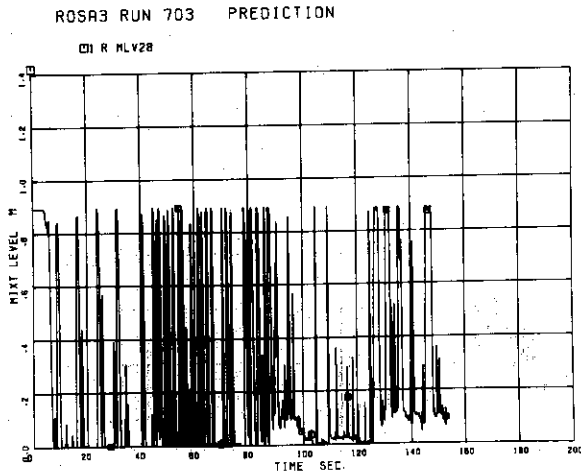


Fig.4.115 Mixture Level in Upper Downcomer, ML28

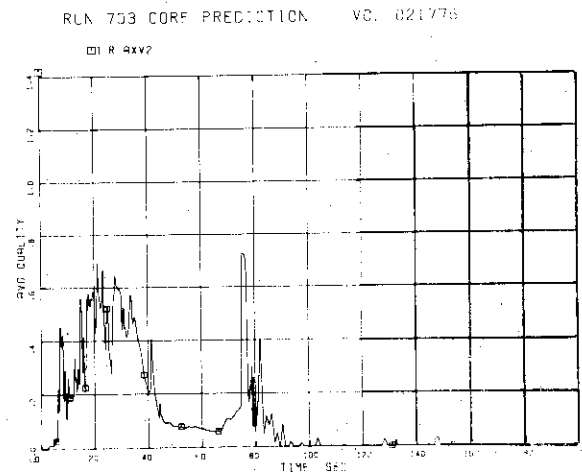


Fig.4.116 Average Quality (Core Analysis), AX2

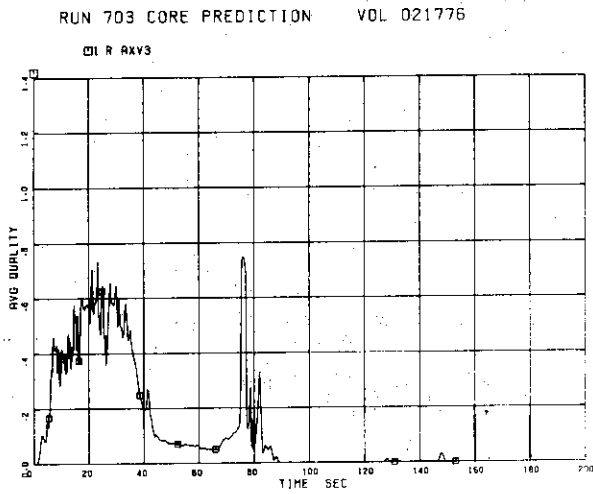


Fig.4.117 Average Quality (Core Analysis), AX3

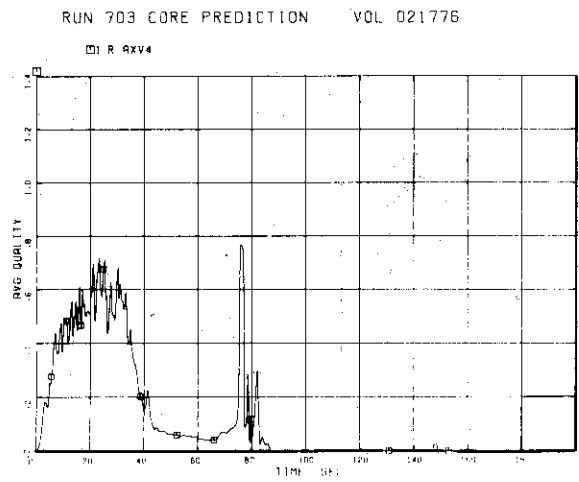


Fig.4.118 Average Quality (Core Analysis), AX4

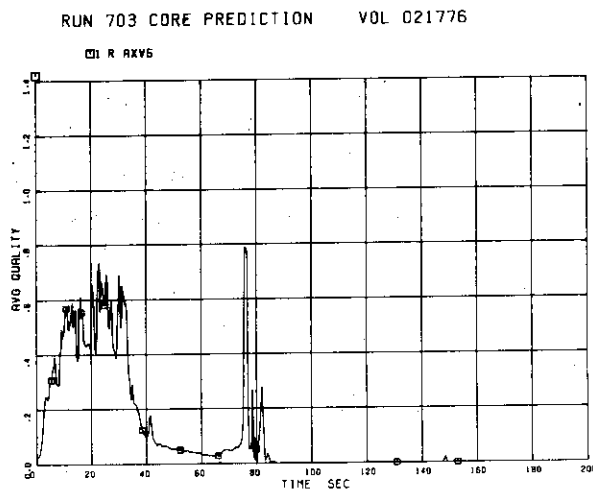


Fig.4.119 Average Quality (Core Analysis), AX5

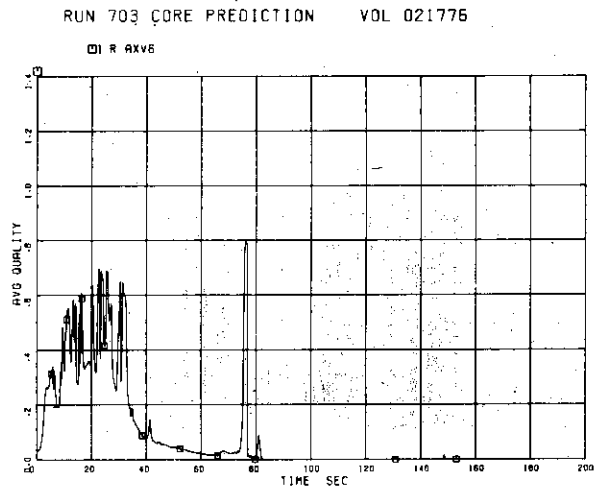


Fig.4.120 Average Quality (Core Analysis), AX6

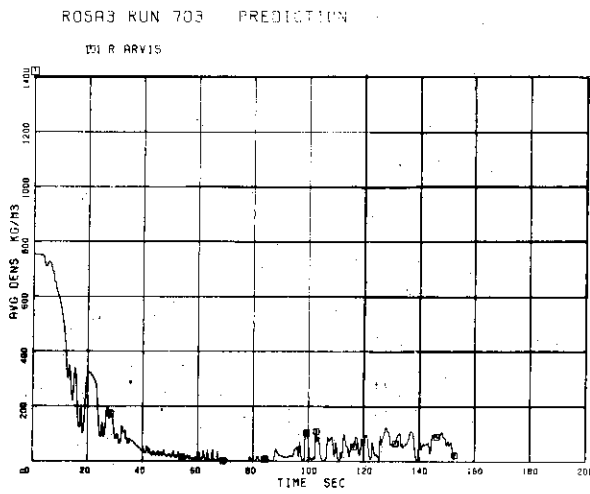


Fig.4.121 Average Density at Break B (AR15)

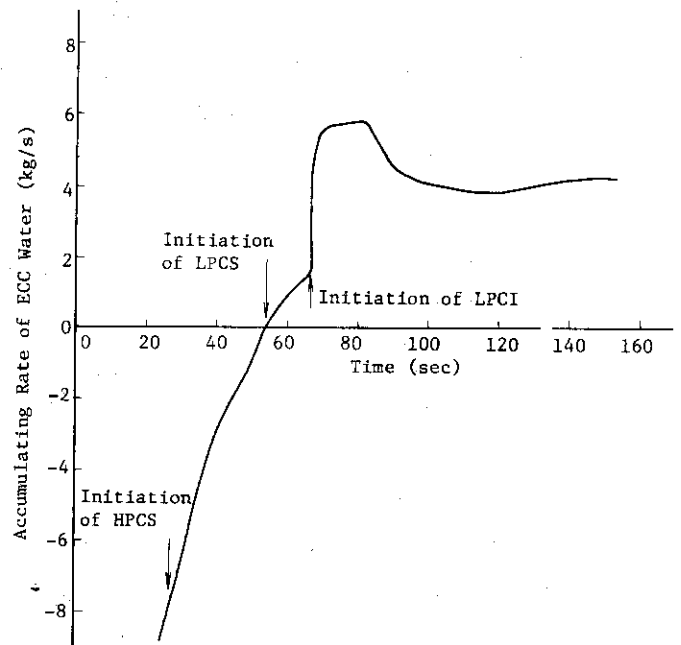


Fig. 4.122 Rate of ECC Water Accumulation

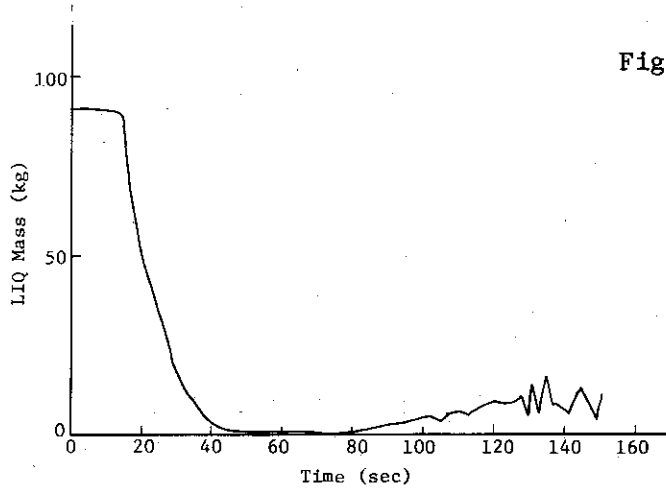


Fig. 4.123 Liquid Mass in Volume 1



## 5. 結 論

ROSAⅢ実験計画の目的は BWR LOCA 時のシステム挙動を解明し、原子炉安全性解析に用いている計算コードの検証と性能向上を図ることである。RUN 703 実験は再循環ポンプ吸込側配管破断による冷却材喪失事故の模擬実験で、ECCS (HPCS, LPCS, LPCI, ADS) を作動させる実験である。この RUN 703 実験に先立ち、計算コード RELAP 4J を用いて実験結果の予測解析を行なった。解析では、まず、炉心を1ボリュームとして ROSAⅢを31ボリューム、50ジャンクション、41ヒートスラブに分割し、システム全体の流動状態を計算した。次に、この結果を用いて炉心入口、出口の条件を与え、炉心を5ボリューム、13ヒートスラブに分割して炉心解析を行ない、模擬燃料棒の表面温度を計算した。主な予測結果及び結論は次の通りである。

- (1) 下部プレナムフラッシングは破断後 11.2 秒で開始する。ダウンカム内液位がジェットポンプサクシオンへ通じるダウンカム出口ノズル上端位置に達したのは破断後 8.5 秒である。またダウンカム内液位が再循環ポンプサクシオンに通じるダウンカム出口ノズル上端位置に達したのは破断後 12.0 秒である。HPCS は破断後 27.0 秒、LPCS は 53.9 秒、LPCI は 66.9 秒で作動を開始する。蒸気単相放出状態に移行したのはポンプ側破断口で破断後 61.0 秒、圧力容器側では 73.9 秒である。それぞれ、79.0 秒、78.1 秒で二相流放出状態に戻る。ECC 注入流量が破断口からの全放出流量より上まわるのは破断後 54.0 秒からである。計算は 152.9 秒で終了させた。
- (2) 電気間接加熱型の模擬燃料棒表面温度は燃料棒中央部の最大発熱部で最も高くなり、破断後 9 秒から 33 秒まで表面はドライアウトし最高 500℃となる。下部プレナムフラッシングによって rewet しない。ドライアウト期間の流路内クオリティは 0.4 以上、0.7 以下である。
- (3) 破断ループ側ジェットポンプでは破断後直ちに逆流となり、下部プレナムから、ジェットポンプ駆動流ノズルを通してポンプ側破断口に至り流出する流れと、ジェットポンプサクシオン配管を通してダウンカムに至り圧力容器側破断口から流れとが形成される。ジェットポンプ駆動流ノズル位置では破断後 18 秒から 102 秒まで臨界流状態である。
- (4) 健全側ジェットポンプではジェットポンプサクシオンに通じるダウンカム出口ノズル位置にダウンカム内液位が到達する 8.5 秒で吸込流は逆流となり、10.5 秒で吐出流も逆流となる。これ以後、下部プレナムからジェットポンプサクシオンを通してダウンカムに向う逆向きの流れと、ダウンカム下部から再循環ポンプ、ジェットポンプ駆動流ノズル、ジェットポンプサクシオンを通してダウンカムに至る流れとになる。ダウンカムから再循環ポンプへの流れは 15 秒で逆流となる。
- (5) ポンプ側破断口では破断後 0.5 秒から 66 秒までおよび 92 秒から 139.2 秒まで、また圧力容器側破断口では 0.5 秒から 80 秒までおよび 86 秒から計算終了時まで臨界流状態であった。
- (6) RELAP 4J では、縦に連続したボリューム内の液位を計算する場合、それぞれのボリューム内に液位が存在する計算結果が出てしまう。これをより現実的に 1 つの液位にする工夫が必要である。

- (7) 計算コード上、未飽和水で満たされているボリュームから隣接するボリュームに未飽和水が流れ出し、(飽和)蒸気、飽和二相流体と混合する場合、計算結果は振動的で不安定となる。この混合がよりなめらかに行なえるよう計算手法を改良する必要がある。
- (8) ROSAⅢで用いている再循環ポンプのポンプ特性曲線をより完全な物にするため、二相流特性を含めたポンプ特性実験を行なう必要がある。
- (9) ダウンカマ内液位と破断側、健全側両ループのジェットポンプの駆動流、吐出流の流量、流れの方向、クオリティが系の挙動を把握するのに重要な役割を果している。従って、これらの計測を強化することが重要である。
- (10) ROSAⅢ実験結果を解析するにあたって、計算コードの入力初期条件としてできるだけ多くの実験データを用い得るように、差圧、流量の計測点を増やす必要がある。

#### 謝 辞

本報をまとめるにあたり、安全工学第1研究室安達公道氏ならびに安全試験技術室伊藤秀雄氏、大崎秀機氏より多くの助言、教示を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。

- (7) 計算コード上、未飽和水で満たされているボリュームから隣接するボリュームに未飽和水が流れ出し、(飽和)蒸気、飽和二相流体と混合する場合、計算結果は振動的で不安定となる。この混合がよりなめらかに行なえるよう計算手法を改良する必要がある。
- (8) ROSAⅢで用いている再循環ポンプのポンプ特性曲線をより完全な物にするため、二相流特性を含めたポンプ特性実験を行なう必要がある。
- (9) ダウンカマ内液位と破断側、健全側両ループのジェットポンプの駆動流、吐出流の流量、流れの方向、クオリティが系の挙動を把握するのに重要な役割を果している。従って、これらの計測を強化することが重要である。
- (10) ROSAⅢ実験結果を解析するにあたって、計算コードの入力初期条件としてできるだけ多くの実験データを用い得るように、差圧、流量の計測点を増やす必要がある。

#### 謝 辞

本報をまとめるにあたり、安全工学第1研究室安達公道氏ならびに安全試験技術室伊藤秀雄氏、大崎秀機氏より多くの助言、教示を賜りました。ここに深く感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- (1) 田坂完二, 他 3 名, “冷却材喪失事故における ROSA III と BWR との相似性の検討 (ROSA III の予備解析)”, JAERI-M 6703 (9.1976) .
- (2) 北口秀美, 他 4 名, “ROSA III 試験の予備解析〔II〕 (再循環配管破断)”, JAERI-M 7488 (2.1978) .
- (3) 北口秀美, 他 3 名, “ROSA III 試験の予備解析 (III)”, JAERI-M 7791 (8.1978) .
- (4) Soda, K., “Prediction of ROSA III Experiment-RUN 701”, JAERI-M 7712 (6.1978) .
- (5) 望月洋志, 他 4 名, “軽水炉の LOCA 解析コード RELAP 4J (RELAP 4-MOD 2 の改良について)”, JAERI-M 7506 (2.1978) .
- (6) 小泉安郎, 他 2 名, “ROSA III RUN 702 実験の予測解析”, JAERI-M 7970 (11.1978) .
- (7) “General Electric Standard Safety Analysis Report, BWR/6”, DOCKET-STN-50447-48, GE. Co. (1975) .
- (8) Moore, K. V., et. al., “RELAP 4A Computer Program for Transient Thermal-Hydraulic Analysis”, ANCR-1127 (1973) .
- (9) Moody, F. J., “Maximum Flow Rate of a Single Component Two Phase Mixture”, J. Heat Transfer. 87 (1), 134 (1965) .
- (10) Zaloudek, F. R., “The Critical Flow of Hot Water through Short Tubes”, HW-77594 UC-38, Engineering Equipment.
- (11) Wilson, J. F., et. al., “The Velocity of Rising Steam in a Bubbling Two-Phase Mixture”, Trans. Am. Nucl. Soc., 5, 151 (1962) .

付録 1. システム全体の解析に用いた入力データリスト

FACOM 230-75 (M7) L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 ) 79/04/04 PAGE=0002

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

ELEMENT NAME ((R703AGA1)) ESTABLISHED 78.11.08

```

*
* ROSA-3 ANALYSIS BY RELAP4J
* TITLE
*
* ROSA3K
*
***PROBLEM DIMENSIONS***
*
* LDMP NTC NVOL NTDV NPMP NLK NSLB NMAT NHTK
* NED1 NTRP NRUB NJUN NCKV NPLL NGOM NCRP TSPROG
010001 -2 4 4 16 31 3 0 50 2 4 3 5 41 20 7 1 0
*
***PROBLEM CONSTANTS***
* POWER OMEGA PSUITH PQUITH TSUITH TQUITH
010002 3.733 1.0
*
***PROGRAM OPTION***
*
*** INPUT OUTPUT
*
10005 0 0
*
10007 10 0.4 0.05 0.8
*
***EDIT VARIABLES***
*
020000 AP 27 ML 27 JW 45 JW 49 JW 50 JW 47 JW 42 JW 43 JW 44
*
***TIME STEP CONTROL CARDS***
*
* NMIN NMAJ NDMP NCHK DELTM DTMIN TLAST ENDPCU
030010 50 1 2 -2 1.0-2 1.0-6 0.5
030020 20 5 2 -2 5.0-3 1.0-6 2.1
030030 20 10 2 -2 1.0-2 1.0-6 10.0
030040 20 20 2 -2 1.0-2 1.0-6 50.0
030050 100 5 2 -2 0.5-2 1.0-6 200.0
*
*
***DETAILED EXIT 030002*** = NOT USED =
*
***WATER PACKING ETC. 030003 *** = NOT USED =
*
***MIXTURE LEVEL SMOOTHING 030004 *** = NOT USED =
*
***TRIP CONTROLS***
*
* IOTRP IOSIG IX1 IX2 SETPT DELAY
040010 1 1 0 0 900. 0. * END BY TIME
040020 2 1 0 0 .001 0. * START OF BREAK
040030 3 1 0 0 .001 0. * FEED WATER PUMP ON
040040 4 1 0 0 .001 0. * MAIN STM VALV OPN
040050 5 1 0 0 .001 27.0 * HPCS TIMER SET
040060 6 -4 7 0 013.3 0. * LPCS TRIP

```

FACOM 230-75 (M7) L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 ) 79/04/04 PAGE=0003

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

```

040070 7 -4 7 0 313.3 13. * LPIS TRIP
040080 8 1 0 0 .001 120. * ADS VALVE OPN
040090 1 -4 7 0 14.7 0. * END BY LOW PRESS
040100 1 10 1 0 1300. 0. * END BY HI CLD TEMP
040110 9 1 0 0 .001 0. * MPM1 PUMP TRIP
040120 10 1 0 0 .001 0. * MPR2 PUMP TRIP
040130 11 1 0 0 0. 0. * PWT TRIP
040140 12 1 0 0 0. 0. * STM DISCH LIN TRP
040150 13 1 0 0 .001 .05 * AV127 TRIP
040160 14 1 0 0 0.0 1900.0 * NO FLW THRU J34-J35
*
***VOLUME DATA***
*
* IBUB IREAD P TEMP HORA V ZVOL ZM
* (PSIA) (DEGF) (QTY) (FT**3) (FT) (FT)
050011 0 0 1060.8438 535. -1. 4.279 1.690 1.690
050021 0 0 1060.1014 535. -1. 2.033 2.677 2.677
050031 0 0 1055.4345 535. -1. .3194 .8042 .8042
050041 0 0 1053.5041 -1. .00436 2.875 6.647 6.647
050051 0 0 1053.8162 -1. .03739 4.383 2.31 2.31
050061 0 0 1049.4560 -1. .03769 1.121 3.682 3.682
050071 2 0 1048.1430 -1. 0. 13.16 4.050 .181
050081 2 0 1048.1000 550.4 -1. 4.287 1.140 0.
050091 0 0 1053.9901 535. -1. 2.523 3.579 3.579
050101 0 0 1052.2034 543. -1. 1.851 7.336 7.336
050111 2 0 1050.4037 535. -1. 2.393 9.389 9.389
050121 0 0 1046.8900 534. -1. .2312 .374 .374
050131 0 0 1065.8676 535. -1. .1498 6.893 6.893
050141 0 0 1061.1940 530. -1. .5953 .9090 .9090
050151 0 0 1049.8279 534. -1. .649 4.824 4.884
050161 0 0 1043.8353 534. -1. .8074 9.987 9.987
050171 0 0 1173.7329 535. -1. .187 .955 .955
050181 0 0 1305.0002 536. -1. .5854 11.464 11.464
050191 0 0 1298.1898 536. -1. .3118 7.733 7.733
050201 0 0 1044.8000 534. -1. .2312 .374 .374
050211 0 0 1065.3708 535. -1. .1487 6.842 6.842
050221 0 0 1061.3000 535. -1. .5429 .9600 .9600
050231 0 0 1048.8594 534. -1. .4902 10.49 10.49
050241 0 0 1183.2911 535. -1. .187 .955 .955
050251 0 0 1309.0292 536. -1. .7164 15.29 15.29
050261 0 0 1304.5811 536. -1. .3531 4.067 4.067
050271 0 0 1048.3311 535.1 -1. 1.333 .5400 .5400
050281 2 0 1048.8707 535. -1. 2.5 2.930 2.930
050291 2 0 1049.2000 0. 0. 1.034 2.343 2.343
050301 0 0 1065.2876 535. -1. .1498 6.893 6.893
050311 0 0 1065.3708 535. -1. .1487 6.842 6.842
*
* JTPMW FLOW DIAMV ELEV IAMBLO
* (FT**2) (FT) (SLIP,VRTCL STK IND)
050012 0 1.61 100. -.0594
050022 0 .7594 .1059 1.63
050032 0 .4865 .04341 4.160
050042 0 0.4325 .04341 4.964
050052 0 1.898 1.64 11.61

```

JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (MT)

LIBE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0004

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

050062	0	.3045	.5548	13.92				*RSA01070	
050072	0	3.250	.0	14.48				*RSA01080	
050082	0	3.809	2.202	18.53				*RSA01090	
050092	0	.7048	.276	4.8593				*RSA01100	
050102	0	.2523	.1307	4.4383				*RSA01110	
050112	0	.2349	.09291	1.621				*RSA01120	
050122	0	.33095	.1865	8.993				*RSA01130	
050132	0	.02051	.1049	2.1				*RSA01140	
050142	0	.04613	.2425	1.191				*RSA01150	
050152	0	.02264	.1624	-1.725				*RSA01160	
050162	0	.02383	.1646	-7.333				*RSA01170	
050172	0	.1958	.4544	-8.288				*RSA01180	
050182	0	.02161	.1658	-8.288				*RSA01190	
050192	0	.02109	.1555	3.176				*RSA01200	
050202	0	.03095	.1865	8.993				*RSA01210	
050212	0	.02051	.1048	2.151				*RSA01220	
050222	0	.04613	.2425	1.191				*RSA01230	
050232	0	.02346	.1657	-7.333				*RSA01240	
050242	0	.1958	.4944	-8.288				*RSA01250	
050252	0	.02258	.1657	-8.288				*RSA01260	
050262	0	.02104	.1566	6.842				*RSA01270	
050272	0	2.486	1.3845	13.94				*RSA01280	
050282	0	.8512	.3018	11.01				*RSA01290	
050292	0	.4614	.1229	14.48				*RSA01300	
050302	0	.02051	.1049	2.1				*RSA01310	
050312	0	.02051	.1048	2.151				*RSA01320	
*								*RSA01330	
***LIQUID LEVEL 060000 ***				= NOT USED =				*RSA01340	
*								*RSA01350	
***SLIP VELOCITY 060001 ***				= NOT USED =				*RSA01360	
*								*RSA01370	
***WALLIS 06002 ***				= NOT USED =				*RSA01380	
*								*RSA01390	
***WALLIS CROWLEY 060003 ***				= NOT USED =				*RSA01400	
*								*RSA01410	
***DOWNCOMER PENETRATION 060004 ***				= NOT USED =				*RSA01420	
*								*RSA01430	
***DOWNCOMER PENETRATION COEFF. 060005 ***				= NOT USED =				*RSA01440	
*								*RSA01450	
*** BUBBLE DATA CARDS ***								*RSA01460	
*								*RSA01470	
*								*RSA01480	
* ALPH VRUB								*RSA01490	
				(FT/SEC)				*RSA01500	
060011	0.0		3.					*RSA01510	
060021	0.8		-3. 11					*RSA01520	
060031	1.0		10.45					*RSA01530	
*								*RSA01540	
***TIME DEPENDENT VOLUME 07XXXX ***				= NOT USED =				*RSA01550	
*								*RSA01560	
***FLOW SMOOTHING 080001 THRU 080009 ***				= NOT USED =				*RSA01570	
*** JUNCTION DATA ***								*RSA01580	
*								*RSA01590	
*	IW1	IW2	IPUMP	I VALVE	WP	AJUN	ZJUN	INERTA(L/A)	*RSA01600

FACOM 230-75 (MT)

LIBE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0005

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

*	FROM	TO		(L3/SEC)	(FT**2)	(FT	(1/FT)			
080011	1	2	0	79.495	0.599	1.630	3.87	*RSA01610		
080021	2	3	0	79.495	0.0649	4.307	3.04	*RSA01620		
080031	3	4	0	76.485	0.135	4.964	8.93	*RSA01630		
080041	4	5	0	76.485	0.1363	11.61	8.71	*RSA01640		
080051	5	6	0	80.8	0.233	13.92	8.07	*RSA01650		
080061	6	7	0	80.8	0.1610	17.60	9.14	*RSA01660		
080071	7	8	0	3.052	0.206	18.53	0.567	*RSA01670		
080081	8	9	0	1.305	9.50-4	0.8593	4.377+2	*RSA01680		
080091	9	10	0	1.305	0.0208	4.4383	19.0	*RSA01690		
080101	10	5	0	4.315	0.1456	11.77	21.8	*RSA01700		
080111	11	12	0	27.7	0.0328	9.233	1.212+2	*RSA01710		
080121	12	13	0	13.85	9.011-3	8.993	2.708+2	*RSA01720		
080131	13	14	0	20.2	0.03280	2.100	4.313+2	*RSA01730		
080141	14	1	0	40.4	0.04616	1.312	1.415+2	*RSA01740		
080151	15	15	0	12.7	0.0207	3.078	5.041+2	*RSA01750		
080161	16	16	0	12.7	0.0207	-1.643	1.352+3	*RSA01760		
080171	17	17	0	12.7	0.04614	-7.333	7.506+2	*RSA01770		
080181	18	18	2	0	0.03280	-8.186	5.654+2	*RSA01780		
080191	18	19	0	0	0.0207	3.176	9.870+2	*RSA01790		
080201	19	15	0	6.35	5.960-4	8.993	1.097+3	*RSA01800		
080211	11	20	0	27.5	0.03280	9.233	1.212+2	*RSA01810		
080221	20	21	0	13.75	9.011-3	8.993	2.708+2	*RSA01820		
080231	21	22	0	20.2	0.03280	2.151	4.054+2	*RSA01830		
080241	22	1	0	40.4	0.04616	1.312	1.415+2	*RSA01840		
080251	11	23	0	12.9	0.0207	3.078	5.057+2	*RSA01850		
080261	23	24	-1	0	0.04616	-7.333	4.453+2	*RSA01860		
080271	24	25	1	0	0.03280	-8.186	6.955+2	*RSA01870		
080281	25	26	0	0	0.0207	8.923	1.178+3	*RSA01880		
080291	26	21	0	6.45	5.960-4	8.993	1.192+3	*RSA01890		
080301	7	27	0	77.748	2.15	14.48	0.849	*RSA01900		
080311	27	28	0	80.8	0.757	13.94	1.907	*RSA01910		
080321	28	11	0	80.8	0.211	11.01	20.61	*RSA01920		
080331	5	10	0	3.010	0.005	4.59	44.0	*RSA01930		
080341	4	29	0	3	0.204	16.73	3.95	*RSA01940		
080351	29	27	0	4	0.0974	14.48	2.86	*RSA01950		
080361	12	30	0	13.85	9.011-3	8.993	2.708+2	*RSA01960		
080371	19	30	0	6.35	5.960-4	8.993	1.097+3	*RSA01970		
080381	30	14	0	20.2	0.03280	2.100	4.313+2	*RSA01980		
080391	20	31	0	13.75	9.011-3	8.993	2.708+2	*RSA01990		
080401	24	31	0	0	6.45	5.960-4	8.993	1.192+3	*RSA02000	
080411	31	22	0	20.2	0.03280	2.151	4.054+2	*RSA02010		
080421	0	5	3	0	0.0207	11.66	0.0	*RSA02020		
080431	0	5	1	0	0.01246	13.39	0.0	*RSA02030		
080441	0	5	2	0	0.01246	13.39	0.0	*RSA02040		
080451	0	27	4	0	0.01246	14.217	0.0	*RSA02050		
080461	8	0	2	3.052	0.0207	19.67	0.0	*RSA02060		
080471	0	8	5	0	3.379-3	19.67	0.0	*RSA02070		
080481	8	0	3	0	3.041-4	19.67	0.0	*RSA02080		
080491	15	0	1	0	3.799-3	-1.643	5.039+2	*RSA02090		
080501	14	0	1	0	3.799-3	-1.643	7.546+2	*RSA02100		
*								*RSA02110		
*	FJUNF	FJUNR	JVFTL	JCHOKE	JCALC	MVMIX	DIAMJ	CONCO	ICHOKE	*RSA02120
*							(FT)	(CD)		*RSA02130

JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (M7)

L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 )

79/04/04

PAGE-0006

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

080012	0.622	0.713	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02150
080022	1.19	1.31	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02160
080032	0.958	0.958	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02170
080042	1.036	1.008	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02180
080052	1.055	1.076	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02190
080062	1.220	0.522	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02200
080072	1.661	1.661	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02210
080082	1.45	1.45	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02220
080092	1.83	2.40	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02230
080102	1.05	0.643	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02240
080112	0.78	1.24	1	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02250
080122	2.093	1.763	0	0	0	2	0.0	0.57	1	*RSA02260
080132	8.816	7.459	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02270
080142	1.75	1.25	1	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02280
080152	1.46	1.97	1	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02290
080162	6.52	8.52	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02300
080172	15.26	17.29	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02310
080182	1.133	1.158	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02320
080192	2.903	2.903	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02330
080202	0.069	1.624	0	0	0	2	0.0	1.0	1	*RSA02340
080212	0.78	1.24	1	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02350
080222	2.093	1.763	0	0	0	2	0.0	0.57	1	*RSA02360
080232	3.674	2.718	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02370
080242	1.75	1.25	1	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02380
080252	3.79	4.31	1	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02390
080262	2.883	2.485	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02400
080272	6.607	6.632	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02410
080282	0.96	0.96	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02420
080292	0.069	1.624	0	0	0	2	0.0	1.0	1	*RSA02430
080302	0.152	0.114	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02440
080312	0.278	0.128	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02450
080322	0.325	0.519	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02460
080332	2.65	2.65	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02470
080342	2.26	1.97	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02480
080352	1.0	0.45	0	0	0	0	0.0	1.0	1	*RSA02490
080362	2.093	1.763	0	0	0	2	0.0	0.57	1	*RSA02500
080372	0.069	1.624	0	1	0	2	0.0	0.57	1	*RSA02510
080382	8.816	7.859	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02520
080392	2.093	1.763	0	0	0	2	0.0	0.57	1	*RSA02530
080402	0.069	1.624	0	1	0	2	0.0	0.57	1	*RSA02540
080412	3.674	2.718	0	0	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02550
080422	0.0	0.0	0	0	-3	0	0.0	0.57	1	*RSA02560
080432	0.0	0.0	0	0	-3	0	0.0	0.57	1	*RSA02570
080442	0.0	0.0	0	0	-3	0	0.0	0.57	1	*RSA02580
080452	0.0	0.0	0	0	-3	0	0.0	0.57	1	*RSA02590
080462	35.02	0.0	0	1	2	0	0.0	0.57	1	*RSA02600
080472	2.746	0.0	0	1	2	-2	0.0	0.57	1	*RSA02610
080482	115.6	0.0	0	1	2	0	0.0	0.57	1	*RSA02620
080492	1.698	0.0	0	1	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02630
080502	1.743	0.0	0	1	0	0	0.0	0.57	1	*RSA02640
*										*RSA02650
*										*RSA02660
*										*RSA02670
*										*RSA02680

FACOM 230-75 (M7)

L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 )

79/04/04

PAGE-0007

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

080023	0	*								RSA02690
080033	0	*								RSA02700
080043	0	*								RSA02710
080053	0	*								RSA02720
080063	0	*								RSA02730
080073	0	*								RSA02740
080083	0	*								RSA02750
080093	0	*								RSA02760
080103	0	*								RSA02770
080113	0	*								RSA02780
080123	0	*								RSA02790
080133	0	*								RSA02800
080143	0	*								RSA02810
080153	0	*								RSA02820
080163	0	*								RSA02830
080173	0	*								RSA02840
080183	0	*								RSA02850
080193	0	*								RSA02860
080203	0	*								RSA02870
080213	0	*								RSA02880
080223	0	*								RSA02890
080233	0	*								RSA02900
080243	0	*								RSA02910
080253	0	*								RSA02920
080263	0	*								RSA02930
080273	0	*								RSA02940
080283	0	*								RSA02950
080293	0	*								RSA02960
080303	0	*								RSA02970
080313	0	*								RSA02980
080323	0	*								RSA02990
080333	0	*								RSA03000
080343	0	*								RSA03010
080353	0	*								RSA03020
080363	0	*								RSA03030
080373	0	*								RSA03040
080383	0	*								RSA03050
080393	0	*								RSA03060
080403	0	*								RSA03070
080413	0	*								RSA03080
080423	0	*								RSA03090
080433	0	*								RSA03100
080443	0	*								RSA03110
080453	0	*								RSA03120
080463	0	*								RSA03130
080473	0	*								RSA03140
080483	0	*								RSA03150
080493	0	*								RSA03160
080503	0	*								RSA03170
*										*RSA03180
*										*RSA03190
***	DIAL CARDS	082001	THRU	082006	082011	082012	082020	082021	***	*RSA03200
***		082030	THRU	082032					***	*RSA03210
***									***	*RSA03220

JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (M7)

L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 )

79/04/04

PAGE-0008

SOURCE ELEMENT LIST (SRIT MODE)

```

*** PUMP DESCRIPTION ***
*
* IPC ITPMP IRP IPM IMT PONGAR PRSAT PFLOW PHEAD PTOKRR
* (RPM) (RATIO) (GPM) (FT) (LBF,FT)
099011 3 9 1 1 3600. .972 132. 859.6 21.5
099021 3 10 1 1 3600. .972 132. 859.6 21.5
*
* PIRRTA VRHO1 TORKE(3) TORKMR TORKE(1) TORKE(2) TORKE(4)
* (LBM,FT2) (LBM/FT3) (LBF,FT)
099012 8.65 0. 2.15 *
099022 8.65 0. 2.15 *
*
*** PUMP HEAD MULTIPLIER ***
*
* NPHM PHDM(1), PHDM(2),-----
* (VOID) (MULTPLR)
091001 -11 0.0 .0 .1 .0 .15 .05 .24 .8 .3 .96
091002 .4 .98 .6 .97 .8 .9 .9 .8 .96 .5
091003 1.0 .0
*
*** PUMP TORQUE MULTIPLIER ***
*
* NPTM PTKM(1), PTKM(2),-----
* (VOID) (MULTPLR)
099001 -2 0.0 0.0 1.0 0.0 * NOT USED
*
*** PUMP STOP DATA ***
*
* CAVCON RPUMP SPUMP
* (SEC) (RPM) (RPM)
*
*** PUMP MOTOR TORQUE ***
*
* VTM0 PTHO(1), PTHO(2),-----
* (RPM) (TORQUE)
*** NOT USED ***
*
*** PUMP CURVE INPUT INDICATOR ***
*
* NC(1) NC(2) NC(3) NC(4)
109000 0 0 0 15 0
*
*** PUMP HEAD OR TORQUE DATA CARDS ***
*
* ITCN PHEAD(1) OR PTORK(1), PHEAD(2) OR PTORK(2) -----
103011 1 1 5 2.2 0.92 0.2 0.54 0.4 0.97
103012 0.8 1.0 1.0 1.0
103021 1 2 5 0.0 -0.2 0.25 0.0 0.4 0.12
103022 0.7 0.5 1.0 1.0
103031 1 3 5 -1.0 1.2 -0.3 0.98 -0.6 0.94

```

```

*RSA03230
*RSA03240
*RSA03250
*RSA03260
*RSA03270
*RSA03280
*RSA03290
*RSA03300
*RSA03310
*RSA03320
*RSA03330
*RSA03340
*RSA03350
*RSA03360
*RSA03370
*RSA03380
*RSA03390
*RSA03400
*RSA03410
*RSA03420
*RSA03430
*RSA03440
*RSA03450
*RSA03460
*RSA03470
*RSA03480
*RSA03490
*RSA03500
*RSA03510
*RSA03520
*RSA03530
*RSA03540
*RSA03550
*RSA03560
*RSA03570
*RSA03580
*RSA03590
*RSA03600
*RSA03610
*RSA03620
*RSA03630
*RSA03640
*RSA03650
*RSA03660
*RSA03670
*RSA03680
*RSA03690
*RSA03700
*RSA03710
*RSA03720
*RSA03730
*RSA03740
*RSA03750
*RSA03760

```

FACOM 230-75 (M7)

L I B E 77.11.21 ( V-03 L-17 )

79/04/04

PAGE-0009

SOURCE ELEMENT LIST (SRIT MODE)

```

103042 1 4 5 -0.3 0.92 0.0 0.92
103041 1 4 5 -1.0 1.2 -0.8 0.7 -0.5 0.33
103047 0.8 0.16 0.0 0.26
103051 1 5 5 0.0 0.04 0.2 1.06 0.5 1.23
103052 0.7 1.3 1.0 1.45
103061 1 6 5 .0 .26 .4 .3 .7 .7
103062 .9 1.1 1. 1.45
103071 1 7 5 -1.0 0.2 -0.8 0.4 -0.5 0.65
103072 -0.2 0.84 0.0 0.94
103081 1 8 5 -1. .2 -1.8 -1. -5 -2.26
103082 -2 -1.3 -0 -2 .54 .5 .67
103091 2 1 5 .9 .84 1. 1.
103092 .9 .84 1. 1.
103101 2 2 5 0.0 -0.1 0.2 0.08 0.5 0.34
103102 .8 0.65 1.0 1.0
103111 2 3 5 -1.0 0.7 -0.8 0.68 -0.5 0.48
103112 -0.3 0.44 0.0 0.46
103121 2 4 5 -1. .7 -1.7 .45 -1.4 .32
103122 -.2 .32 .0 .28
103131 2 5 5 0.0 -0.66 0.2 -0.53 0.6 -0.3
103132 0.8 -0.2 1.0 -0.1
103141 2 6 5 .0 .28 .2 .22 .5 .1
103142 .9 .3 1. -1.
103151 2 7 5 -1.0 -1.4 -0.8 -1.25 -0.5 -1.0
103152 -0.2 -0.8 0.0 -0.66
103151 2 8 5 -1. -1.4 -1.6 -1.8 -1.5 -1.66
103152 -.2 -.3 .0 -1.1
*
*** VALVE DATA CARDS ***
*
* ITCV IACV LATCH PCV CV1 CV2 CV3
110010 12 0. 0. 0. 0. * AV 127 TRIP
110020 12 0. 0. 0. 0. * MSL BEFORE BREAK
110030 -14 0. 0. 0. 0. * J 34
110040 -14 0. 0. 0. 0. * J 35
*
*** LEAK TABLE CARDS ***
*
* NAREA SINK TAREA(1),TAREA(2),----
* ITLEAK (PSIA)
120100 -3 2 14.7 0. 0. .1 1. 2000. 1. * BREAK START
120200 -3 12 14.7 0. 0. .101 0. 2000. 0. * MSL BFR BRK
120300 -5 8 14.7 0. 0. .1 1. 480. 1.
120301 480.01 0. 2000. 0. * ACS
*
*** FILL TABLE DATA ***
*
* ITFILL ITYPE NPTS ICALC UNITS POPT HORX AFRAC
130100 -5 6 1 1 57.35 68. *LPDS
130200 -7 5 1 1 57.35 68. *HPDS
130300 -6 7 1 1 57.35 68. *LPCS
130400 -5 3 0 0 1087.8 401. *FW
130500 -4 4 0 0 1048.1 950.4 *MSL

```

```

*RSA03770
*RSA03780
*RSA03790
*RSA03800
*RSA03810
*RSA03820
*RSA03830
*RSA03840
*RSA03850
*RSA03860
*RSA03870
*RSA03880
*RSA03890
*RSA03900
*RSA03910
*RSA03920
*RSA03930
*RSA03940
*RSA03950
*RSA03960
*RSA03970
*RSA03980
*RSA03990
*RSA04000
*RSA04010
*RSA04020
*RSA04030
*RSA04040
*RSA04050
*RSA04060
*RSA04070
*RSA04080
*RSA04090
*RSA04100
*RSA04110
*RSA04120
*RSA04130
*RSA04140
*RSA04150
*RSA04160
*RSA04170
*RSA04180
*RSA04190
*RSA04200
*RSA04210
*RSA04220
*RSA04230
*RSA04240
*RSA04250
*RSA04260
*RSA04270
*RSA04280
*RSA04290
*RSA04300

```



JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (M7)

LIBE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0010

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

```

*
*   FILTBL(1),FILTBL(2),----
*
130101 0. 1117. 43.5 1103. 304.5 848. 508. 0. 2000. 0. *LPCRSR404340
130201 0. 1393. 435. 1393. 652.5 1378. 725. 1272. * RSA04350
130301 0. 3165. 72.5 3037. 145. 2808. 217.5 2425. *HPCRSR404360
130302 290. 0. 2000. 0. * RSA04370
130401 0. 0. 1. 365.12 2. 365.12 4.00 0. 2000. 0. *LPC(RSA04380
130501 0. -1350.86 3. -1350.68 5.00 0. 2000. 0. *MSL AFT BR(RSA04400
*
*** KINETIC CONSTANTS ***
*
*   NODEL KMUL BOVL RHOIN UDUF PROMPT LAMBDA TAU
*
140000 0 0. 0. *
*
*** SCRAM TABLE ***
*
*   NSCR ITSCR
*
141000 -17 2 0.0 1.0 11.42 1.0
141001 13.512 0.861 16.224 0.718 19.2 0.570 * RSA04540
141002 21.6 0.474 24.0 0.387 26.4 0.316 * RSA04550
141003 28.8 0.244 31.2 0.201 33.6 0.153 * RSA04560
141004 36.0 0.123 40.0 0.036 60.0 0.030 * RSA04580
141005 100.0 0.024 200.0 0.018 600.0 0.010 * RSA04590
*
*** DENSITY REACTIVITY, DOPPLER TABLE, REACTIVITY COEFF.
*** 1420XX,1430XX,1440XX ARE NOT USED.
*
*** HEAT SLAB DATA ***
*
*   IVSL IGMH IXLO IMCR AHTL AHTR VOLS HDML HDNR
*   IVSR ISB IMCL (FT2) (FT2) (FT3) (FT) (FT)
150011 0 1 14 0 0.0 44.5 0.365 0.0 0.02740 * RSA04680
150021 0 2 14 0 0.0 64.97 0.5330 0.0 0.02740 * RSA04690
150031 0 3 13 0 0.0 24.45 0.2614 0.0 0.01915 * RSA04700
150041 0 4 1 0 0.0 200.4 2.058 0.0 0.01915 * RSA04710
150051 0 10 8 0 0.0 22.01 0.2194 0.0 0.0 * RSA04720
150061 4 10 8 0 42.06 43.44 0.4216 0.0 0.0 * RSA04730
150071 10 28 11 0 3.362 3.362 0.4372 0.0 0.0 * RSA04740
150081 5 28 11 0 14.71 14.51 0.262 0.0 0.0 * RSA04750
150091 6 27 15 0 2.527 2.340 0.1163 0.0 0.0 * RSA04760
150101 6 29 2 0 4.780 5.058 0.09685 0.0 0.0 * RSA04770
150111 0 8 9 0 0.0 12.139 5.378 0.0 0.0 * RSA04780
150121 0 7 9 0 0.0 29.271 5.698 0.0 0.0 * RSA04790
150131 0 1 6 0 0.0 4.17 14.14 0.0 0.0 * RSA04800
150141 0 14 18 0 0.0 11.08 0.2450 0.0 0.0 * RSA04810
150151 9 1 19 0 9.887 8.877 0.4190 0.0 0.0 * RSA04820
150161 11 9 7 0 15.07 14.314 0.413 0.0 0.0 * RSA04830
150171 9 2 2 0 11.24 10.82 0.2171 0.0 0.0 * RSA04840

```

FACOM 230-75 (M7)

LIBE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0011

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

```

150181 10 11 10 0 27.8 31.23 4.47 0.0 0.0 *RSA04850
150191 3 10 8 0 3.119 3.258 0.03139 0.0 0.0 *RSA04860
150201 0 11 11 0 0.0 52.16 7.4 0.0 0.0 *RSA04870
150211 0 12 4 0 0.0 5.08 0.115 0.0 0.2 *RSA04880
150221 0 13 3 0 0.0 3.21 0.083 0.0 0.162 *RSA04890
150231 0 14 5 0 0.0 11.4 0.292 0.0 0.243 *RSA04900
150241 0 15 2 0 0.0 10.741 0.217 0.0 0.162 *RSA04910
150251 0 16 2 0 0.0 16.257 0.329 0.0 0.162 *RSA04920
150261 0 17 20 0 0.0 1.052 0.400 0.0 0.239 *RSA04930
150271 0 18 3 0 0.0 9.436 0.192 0.0 0.152 *RSA04940
150281 0 19 3 0 0.0 12.61 0.253 0.0 0.16 *RSA04950
150291 0 20 4 0 0.0 5.017 1.13 0.0 0.2 *RSA04960
150301 0 21 3 0 0.0 3.39 0.087 0.0 0.162 *RSA04970
150311 0 22 5 0 0.0 11.0 0.283 0.0 0.243 *RSA04980
150321 0 23 2 0 0.0 11.167 0.240 0.0 0.0 *RSA04990
150331 0 24 20 0 0.0 1.052 0.400 0.0 0.239 *RSA05000
150341 0 25 3 0 0.0 16.221 0.328 0.0 0.162 *RSA05010
150351 0 26 3 0 0.0 8.442 0.169 0.0 0.162 *RSA05020
150361 0 27 17 0 0.0 3.150 2.337 0.0 0.0 *RSA05030
150371 0 28 12 0 0.0 18.31 2.906 0.0 0.0 *RSA05040
150381 7 29 8 0 14.75 14.46 0.1438 0.0 0.0 *RSA05050
150391 0 30 3 0 0.0 3.21 0.083 0.0 0.162 *RSA05060
150401 0 31 3 0 0.0 3.39 0.087 0.0 0.162 *RSA05070
150411 6 7 16 0 3.538 2.724 0.06724 0.0 0.0 *RSA05080
*
*   DHEL DHER CHNL CHNR ZBOT ZTOP PFR HTC
*   (FT) (FT) (FT) (FT) (FT) (FT) **NOT USED**
*
*** CORE SLAB DATA ***
*
*   ISLB NODT1 NODT2 NODT3 CLT1 @FRAC @PMOD @DMOD
*   (FT)
160010 4 1 4 9 6.168 0.0 0.04718 1.0 *
*
*** CORE SLAB FOR EM 16XXYY NOT USED ***
*
*** SLAB GEOMETRY DATA ***
*
*   01 IG NR IM NDX XO XR PF
*   02 IM NDX XR PF
*
170101 2 4 1 3 0.0 0.01001 0.0 *RSA05260
170102 0 2 1 0.002297 1.0 *RSA05270
170103 0 3 1 0.003970 0.0 *RSA05280
170104 0 4 3 0.004265 0.0 *RSA05290
170201 1 1 5 1 0.0 0.0197 0.0 *RSA05300
170301 1 1 5 1 0.0 0.018 0.0 *RSA05310
170401 1 1 5 1 0.0 0.02 0.0 *RSA05320
170501 1 1 5 1 0.0 0.23 0.0 *RSA05330
170601 1 1 5 1 0.0 0.509 0.0 *RSA05340
170701 1 1 5 1 0.0 0.0263 0.0 *RSA05350
170801 1 1 5 1 0.0 0.009843 0.0 *RSA05360
170901 1 1 5 1 0.0 0.18 0.0 *RSA05370

```

JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (MT)

LIBE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0012

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

171001	1	1	5	1	0.0	0.1	0.0	*RSA05390			
171101	1	1	5	1	0.0	0.13	0.0	*RSA05400			
171201	1	1	5	1	0.0	0.148	0.0	*RSA05410			
171301	2	3	7	1	0.0	0.001148	0.0	*RSA05420			
171302		0	3	1		0.004790	0.0	*RSA05430			
171303		0	4	1		0.004265	0.0	*RSA05440			
171401	2	3	7	1	0.0	0.008203	0.0	*RSA05450			
171402		0	6	1		0.004922	0.0	*RSA05460			
171403		0	4	1		0.00328	0.0	*RSA05470			
171501	1	1	5	1	0.0	0.04779	0.0	*RSA05480			
171601	1	1	5	1	0.0	0.01312	0.0	*RSA05490			
171701	1	1	5	4	0.0	0.3742	0.0	*RSA05500			
171801	1	1	5	1	0.0	0.03937	0.0	*RSA05510			
171901	1	1	5	1	0.0	0.0472	0.0	*RSA05520			
172001	1	1	5	1	0.0	0.3790	0.0	*RSA05530			
*								*RSA05540			
*								*RSA05550			
*** THERMAL CONDUCTIVITY DATA								*RSA05560			
*								*RSA05570			
*								*RSA05580			
*								*RSA05590			
*								*RSA05600			
*								*RSA05610			
NKP	TPK(1)	TPK(2)	-----					*RSA05620			
	(DEGF)	(BTU/FTHRF)						*RSA05630			
180101	-5	572.	16.7	932.	16.2	1292.	15.7	1652.	15.2	* BN	*RSA05640
180102		1832.	15.5								*RSA05650
180201	-3	68.	10.1	212.	8.	4712.	6.72				*RSA05660
180301	1	32.	3.36								*RSA05670
180401	-9	70.	8.58	200.	9.08	400.	10.1	600.	11.1	* INCONEL 600	*RSA05680
180402		800.	12.1	1000.	13.2	1200.	14.3	1400.	15.5		*RSA05690
180403		1600.	16.7								*RSA05700
180501	-2	32.	9.41	932.	12.1					* SUS	*RSA05710
180601	-11	392.	15.4	572.	11.9	752.	9.92	932.	8.13	* MGO	*RSA05720
180602		1112.	6.77	1292.	5.81	1472.	5.08	1832.	3.99		*RSA05730
180603		2192.	3.63	2252.	3.87	2912.	4.23				*RSA05740
180701	1	32.	8.42								*RSA05750
*											*RSA05760
*** VOLUMETRIC HEAT CAPACITY ***											*RSA05770
*											*RSA05780
*											*RSA05790
*											*RSA05800
*											*RSA05810
NCP	TPC(1)	TPC(2)	-----								*RSA05820
	(DEGF)	(BTU/FFTS)									*RSA05830
190101	+4	680.	5.28	950.	5.98	1562.	7.55	2300.	9.47	* BN	*RSA05840
190201	-3	68.	57.4	212.	55.6	4712.	57.4				*RSA05850
190301	-4	680.	5.28	950.	5.99	1562.	7.56	2300.	9.47	* BN	*RSA05860
190401	-9	70.	55.7	200.	58.3	400.	60.9	600.	63.6	* INC600	*RSA05870
190402		300.	66.2	1000.	69.3	1200.	73.5	1400.	76.2		*RSA05880
190403		1600.	78.3								*RSA05890
190501	1	32.	59.3							* SUS	*RSA05900
190601	1	32.	50.3							* MGO	*RSA05910
190701	1	32.	54.3								*RSA05920
*											*RSA05930
*** LINEAR EXPANSION COEFF., HEAT EXCHANGER DATA											*RSA05940

FACOM 230-75 (MT)

LIBE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0013

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODE)

***	20XXYY, 21XXYY	ARE NOT USED.	*RSA05930	
*			*RSA05940	
***	OTHER INPUT OPTIONS	ARE NOT USED. ***	*RSA05950	
*			*RSA05960	
***	****	END OF INPUT DATA CARDS	****	*RSA05970
*			*RSA05980	
*			*RSA05990	
*			*RSA06000	
O O	*	LAST DATA CARD	*RSA06010	
O O	*			

付録2 炉心解析に用いた入力データリスト

FACOM 230-75 (M7)

LINE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0002

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODF)

ELEMENT NAME (CH703A ) ESTABLISHED 79.02.14

```

* ROSA-3 CORE
*
* ROSA3K
*
*** PROBLEM DIMENSIONS ***
* LOMP NTC NVOL NTVV NPWPC NLK NSLB NMAT NHTX
* NEDI NTRP NBUV NJUN NCKV NFLL NGOM NCOR ISPROG
010001 -2 9 5 * 7 0 0 6 0 0 0 0 0 13 2 5 11 0
*
*** PROBLEM CONSTANTS ***
* POWER OMEGA FGUILT PDUITH TQUITH TGUITH
010002 .93325 1.0
*
*** PROGRAM OPTION ***
*
010005 0 0 * UNIT
010007 10 0.4 0.05 0.8 * CRITICAL FLOW
*
*** EDIT VARIABLES ***
020000 AP 1 AH 1 JW 1 ST 2 ST 3 ST 4 JW 6 AP 7 AH 7
*
*** TIME STEP CONTRL CARDS ***
*
NMIN NHAJ NDMP NCHK DELTH DTMIN TLAST ENDCPU
030010 10 1 2 -2 1.-2 1.-6 0.5 *
030020 10 4 2 -2 1.-2 1.-6 2. *
030030 10 10 2 -2 1.-2 1.-6 20. *
030040 20 20 2 -2 1.-2 1.-6 70. *
030050 50 20 2 -2 .5-2 1.-6 200. *
*
*** DETAILED EDIT 030002 *** * NOT USED *
*
*** WATER PACKING ETC. 030003 *** *NOT USED *
*
*** MIXTURE LEVEL SMOOTHING 030004 *** *NOT USED *
*
*** TRIP CONTROLS ***
*
IDTRP DSIG IAX IAX2 SETPT DELAY
040010 1 1 0 0 200. 0. *TERMINATION TIME
040020 2 1 0 0 .000 0. *INITIATION TIME
040030 1 4 7 0 1300. 0. *HIGH PRESSURE
040040 1 -4 7 0 14.22 0. *LOW PRESSURE
*
*** VOLUME DATA ***
*
IBUR IREAD P TEMF MORX V ZVOL ZM
(P(SIA) (DEGF) (FT**3) (FT) (FT)
050011 0 -3 1055.4345 535. -1. .3194 .8042 .8042 ***RSA00490
050021 0 0 1054.305 535.9 -1. .1177 1.0885 1.0885 ** RSA00500
050031 0 0 1053.805 541.7 -1. .1687 1.561 1.561 ** RSA00510

```

FACOM 230-75 (M7)

LINE 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0003

SOURCE ELEMENT LIST (8BIT MODF)

```

050041 0 0 1053.26 -1. .0305 .1456 1.347 1.347 ***RSA00520
050051 0 0 1052.715 -1. .0249 .1487 1.561 1.561 ***RSA00530
050061 0 0 1052.254 -1. .0345 .1177 1.0885 1.0885 ***RSA00540
050071 0 -5 1050.8162 -1. .03739 4.383 2.310 2.310 ** RSA00550
*
* JTPMV FLOWA DIAMV SLEV IAMPLO
* (FT**2) (FT) (FT)
050012 0 .4865 .04341 4.16 ***RSA00560
050022 0 .1081 .04341 4.964 ***RSA00570
050032 0 .1081 .04341 5.0525 ***RSA00580
050042 0 .1081 .04341 7.8135 ***RSA00590
050052 0 .1081 .04341 8.9605 ***RSA00600
050062 0 .1081 .04341 10.5215 ***RSA00610
050072 0 1.898 1.64 11.61 ***RSA00620
*
*** LIQUID LEVEL 060000 *** NOT USED
*
*** SLIP VELOCITY 060001 *** NOT USED
*
*** WALLIS CROWLEY 060003 *** NOT USED
*
*** DOWNCOMER PENETRATION 060004 *** NOT USED
*
*** DOWNCOMER PENETRATION COEFF. 060005 *** NOT USED
*
*** BUBBLE DATA 060006 *** NOT USED
*
*** TIME DEPENDENT VOLUME ***
*
*** FLOW SMOOTHING 080001 THRU 080009 *** NOT USED
*
*** JUNCTION DATA ***
*
IW1 IW2 IPUMP IVALVE WP AJUN ZJUN INERTA
(LB/S) (FT**2) (FT) (1/FT)
080011 1 2 0 0 19.121 .03379 4.964 7.343 ***
080021 2 3 0 0 19.121 .08355 6.0525 12.43 ***
080031 3 4 0 0 19.121 .08355 7.6135 13.63 ***
080041 4 5 0 0 19.121 .08355 8.9605 13.63 ***
080051 5 6 0 0 19.121 .08355 10.5215 12.43 ***
080061 6 7 0 0 19.121 .03406 11.61 6.478 ***
*
* FJUNF FJUNR JVVERTL JCHOKE JCALC MVMIX DIAMJ CONCO ICHOKE
*
080012 .879 .879 0 0 0 0 0. 1. -1 ***RSA01000
080022 .239 .239 0 0 0 0 0. 1. -1 ***RSA01010
080032 .239 .239 0 0 0 0 0. 1. -1 ***RSA01020
080042 .239 .239 0 0 0 0 0. 1. -1 ***RSA01030
080052 .239 .239 0 0 0 0 0. 1. -1 ***RSA01040
080062 .956 .992 0 0 0 0 0. 1. -1 ***RSA01050
*
* IHRCOR SRCOS IADJUN
*
RSA01060
RSA01070
RSA01080

```

JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (M7)

L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 )

79/04/04

PAGE-0004

SOURCE ELEMENT LIST (RBIT MODE)

```

080013 2 * *
080023 3 * *
080033 3 * *
080043 3 * *
080053 3 * *
080063 1 * *
*
*** STAGNATION PROPERTIES ***
*
* ISTAR
*
*** DIAL CARDS 082001 THRU 082006; 082011-082012,082020,082021
*
* 082030 THRU 082032
*
* ARE NOT USED
*
*** PUMP DESCRIPTION *** NOT USED
*
*** VALVE LEAK AND FILL DESCRIPTIONS NOT USED
*
*** KINETIC CONSTANTS ***
*
* MODEL KMUL BOVL RMDIN UDUF PROMPT LAMBDA TAU
140000 0 0 0
*
*** SCRAM TABLE ***
*
* NSCR I TSCR TSCR(1),TSCR(2),---
141000 -17 2 0 1 11.42 1
141001 13.512 1.861 16.224 .718 19.2 .57 *
141002 21.6 .474 24. .387 26.4 .316 *
141003 28.8 .244 31.2 .201 33.6 .153 *
141004 36. .123 40. .058 60. .03 *
141005 100. .024 200. .018 600. .01 *
*
*** DENSITY REACTIVITY, DOPPLER TABLE, REACTIVITY COEFF.
*** 1420XX, 1430XX, 140XX0 ARE NOT USED.
*
*** HEAT SLABS ***
*
* IVSL 16CM IXLO IMCR AHTR VOLS HDML HDMR
* IVSR ISB IMCL (FT2) (FT2) (FT3) (FT) (FT)
150011 0 2 2 0 0. 1.947 .01999 0. 0. * NO HEAT
150021 0 2 1 0 0. 6.268 .06436 0. 0. *
150031 0 2 1 0 0. 5.638 .06519 0. 0. *
150041 0 3 1 0 0. 5.633 .05785 0. 0. *
150051 0 3 1 0 0. 6.268 .06436 0. 0. *
150061 0 3 1 0 0. .7901 .008113 0. 0. *
150071 0 3 1 0 0. 10.95 .1125 0. 0. *
150081 0 5 1 0 0. .7901 .008113 0. 0. *
150091 0 5 1 0 0. 6.268 .06436 0. 0. *
150101 0 5 1 0 0. 5.633 .05785 0. 0. *
150111 0 6 1 0 0. 6.268 .06519 0. 0. *
150121 0 6 1 0 0. 6.268 .06436 0. 0. *
150131 0 0 2 0 0. 1.947 .01999 0. 0. * NO HEAT
*
*** CORE SLABS ***

```

RSA01090  
RSA01100  
RSA01110  
RSA01120  
RSA01130  
RSA01140  
RSA01150  
RSA01160  
RSA01170  
RSA01190  
RSA01200  
RSA01210  
RSA01220  
RSA01230  
RSA01240  
RSA01250  
RSA01260  
RSA01270  
RSA01280  
RSA01290  
RSA01300  
RSA01310  
RSA01320  
RSA01330  
RSA01340  
RSA01350  
RSA01360  
RSA01365  
RSA01370  
RSA01375  
RSA01380  
RSA01390  
RSA01400  
RSA01410  
RSA01420  
RSA01430  
RSA01440  
RSA01450  
RSA01460  
RSA01470  
RSA01480  
RSA01490  
RSA01500  
RSA01510  
RSA01520  
RSA01530  
RSA01540  
RSA01550  
RSA01560  
RSA01570  
RSA01580  
RSA01590  
RSA01760  
RSA01770

FACOM 230-75 (M7)

L I B E 77.11.21 ( V-03 L-12 )

79/04/04

PAGE-0005

SOURCE ELEMENT LIST (RBIT MODE)

```

*
* ISLB NODT1 NODT2 NODT3 CLTI QFRAC QPMOD QDMOD
* (FT) ***NOT USED***
160010 2 1 4 8 .77092 0. .0532 .05832 *
160020 3 1 4 8 .07808 0. .0532 .01138 *
160030 4 1 4 8 .6929 0. .0532 .1009 *
160040 5 1 4 8 .77092 0. .0532 .1524 *
160050 6 1 4 8 .09718 0. .0532 .02232 *
160060 7 1 4 8 1.347 0. .0532 .30936 *
160070 8 1 4 8 .09718 0. .0532 .02232 *
160080 9 1 4 8 .77092 0. .0532 .1524 *
160090 10 1 4 8 .6929 0. .0532 .1009 *
160100 11 1 4 8 .07808 0. .0532 .01138 *
160110 12 1 4 8 .77092 0. .0532 .05832 *
*
*** CORE SLAB FOR EM 16XXYY NOT USED
*
*** SLAB GEOMETRY ***
*
* IG HP IM NDX XO XR PF
* IGP IM NDX XR PF
170101 2 4 1 3 0. .01001 0. *BN IN
170102 0 2 1 .002297 1. *HEATER
170103 0 3 1 .00397 0. *BN OUT
170104 0 4 3 .004265 0. *CLAD
170201 2 3 5 1 0. .012307 0. *CU-NI
170202 0 3 1 .00397 0. *BN OUT
170203 0 4 1 .004265 0. *CLAD
*
*** THERMAL CONDUCTIVITY ***
*
* NKP TPC(1),TPC(2),---
* (DEGF) (BTU/FTHRF)
180101 -5 572. 16.7 932. 16.2 1292. 15.7 1652. 15.2 * BN IN
180102 1832. 15.5
180201 -3 68. 10.1 212. 8. 4712. 6.72 * HEATER
180301 1 32. 3.36 * BN OUT
180401 -9 70. 8.58 200. 9.06 400. 10.1 600. 11.1
180402 800. 12.1 1000. 13.2 1200. 14.3 1400. 15.5
180403 1600. 15.7 * INCONEL
180501 1 32. 8.42 * CU-NI
*
*** VOLUMETRIC HEAT CAPACITY ***
*
* NPC TPC(1),TPC(2)
* (DEGF) (BTU/FFFT3)
190101 -4 680. 5.28 950. 5.98 1562. 7.55 2300. 9.47 *BN
190201 -3 68. 57.4 212. 55.6 4712. 37.4 *BN
190301 -4 680. 5.28 950. 5.99 1562. 7.56 2300. 9.47 *BN
190401 -9 70. 35.7 200. 38.3 400. 60.9 600. 63.6 *INC600
190402 800. 66.2 1000. 69.3 1200. 73.5 1400. 76.2 *RSA02310

```

JAERI-M 8300

FACOM 230-75 (M7)

LIB F: 77.11.21 (V-03 L-12)

79/04/04

PAGE-0006

SOURCE ELEMENT LIST (BRIT MODE)

190403 1400. 78.3  
190501 1 32. 54.3

\*  
\*\*\* LINEAR EXPANSION COEFF., HEAT EXCHANGER DATA  
\* 20XAYY, 21XYY ARE NOT USED.

\*  
\*\*\* END OF INPUT DATA CARDS \*\*\*

\*  
\* LAST DATA CARD

0 0

\*CU-NI

\*RSA02320  
RSA02330  
RSA02340  
RSA02350  
RSA02360  
RSA02370  
RSA02380  
RSA02390  
RSA02400  
RSA02410