

JAERI-M

7505

ROSA-II 試験データ報告・11

——炉心流れに及ぼす面積配分破断  
および循環ポンプの影響——  
(Runs 327, 328, 329, 330)

1978年2月

安全工学第一研究室 ROSA グループ

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、お申しこしてください。

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-II 試験データ報告・11

— 炉心流れに及ぼす面積配分破断および循環ポンプの効果 —

(Runs 327, 328, 329, 330)

日本原子力研究所東海研究所安全工学部

安全工学第1研究室 ROSA グループ

(1978年1月6日受理)

加圧水型原子炉 (PWR) において想定される冷却材喪失事故 (LOCA) と非常用炉心冷却系 (ECCS) の効果に関して、ROSA-II 試験装置を用いた一連の模擬試験を行っており、本報はその一部 (Runs 327, 328, 329, 330) について、試験条件、試験データを示すとともに現象の簡単な解釈を加えたものである。

本報の各 Run はいずれも高温側配管における大口径両端破断であるが、それぞれ一方の破断口径を 25.0 mm に他方を 37.5 mm と変え、また一次系循環ポンプを破断後 15 秒間回転させた場合に炉心内の冷却材挙動および燃料棒温度挙動にどのような影響を及ぼすかを実験的に調べることを目的として行われた。

この結果、蒸気発生器側の破断口径を小さくした場合には炉心に上向き流れが生じ、かつ低温側配管に注入された ACC 水も下部プレナムから炉心へ進入し、炉心の冷却状態は良くなった。その逆に、圧力容器側の破断口径を小さくした場合にはブローダウン時に炉心が蒸気がちになり炉心の冷却状態は比較的悪かった。ポンプ回転が炉心冷却に及ぼす効果は破断形式により異なり、炉心冷却を向上させた場合と悪化させた場合がみられた。

安全工学第一研究室 ROSA グループ

研究グループ	実験グループ
鈴木光弘	松本 巖
安達公道	村田秀男
傍島 真	千葉辰夫
岡崎元昭	伊藤秀雄
斯波正誼	鈴木紀男
	大崎秀機

ROSA-II Test Data Report, 11  
-- Effects of Break Area Distribution and Circulation Pump  
on Core Flow --

(Runs 327,328,329,330 )

Reactor Safety Laboratory 1, ROSA Group  
Division of Reactor Safety, Tokai Research  
Establishment, JAERI

( Received January 6,1978 )

Results of the ROSA-II tests simulating a loss-of-coolant accident (LOCA) and effects of an emergency core cooling system (ECCS) in a pressurized water reactor (PWR) are presented including the test conditions and interpretations of the data in test runs 327,328,329 and 330.

Each test was performed with large double-ended hot leg break and effect of the break area distribution (break diameter are 25.0 mm at one end and 37.5 mm at the other end of break) and of pump circulation upon coolant flow in the core were studied.

The following are the results : In the case of a smaller break on the steam generator side, core cooling was achieved due to upward coolant flow in the core and early reflooding by ACC water injected into the cold leg. In the case of a smaller break area on the vessel side, on the other hand, coolant flow in the core was stagnant and the heater rods were mostly exposed to steam, so that core cooling was not as good. Effect of the coolant circulation by acting pump on the core cooling during a blowdown was not significant except that in a steam generator side small break the core cooling was improved.

Key words;

PWR, LOCA, Blowdown, Reflooding, Break Area Distribution, Circulation Pump, Hot Leg Break, ROSA-II, Test Data.

Reactor Safety Laboratory 1, ROSA Group

Analysis Group

Experimental Group

M. Suzuki

I. Matsumoto

H. Adachi

H. Murata

M. Sobajima

T. Chiba

M. Okazaki

H. Itoh

M. Shiba

N. Suzuki

H. Osaki

## Summary

The objective of the ROSA-II (Rig of Safety Assessment) test program is to investigate blowdown phenomena and performance of emergency core cooling system (ECCS) during a postulated loss-of-coolant accident (LOCA) in a pressurized water reactor (PWR). For that purpose, a simulated experiment of LOCA including ECCS operation is performed with the use of the ROSA-II test facility which is designed to simulate the TROJAN reactor in terms of thermal-hydraulic response.

The facility consists of a pressure vessel with a simulated core, one operating primary loop and one blowdown primary loop both with a steam generator and a pump in addition to a pressurizer attached to the operating primary loop. ECCS is also provided to the facility with several injection locations. Normal operating conditions of the facility are 160 atg and 325°C in hot legs and break configuration and ECC water injection conditions can be chosen as test parameters. The details of the ROSA-II test program and the description of the facility should be referred to the previously published reports<sup>(2,3)</sup>.

In the present report, a part of ROSA-II test results is given with the interpretation of data of each run (Runs 327,328, 329 and 330). The objectives of each run are to evaluate effects of the following parameters on core cooling.

- (1) Distribution of break areas ; break diameter of 25.0 mm at one end and 37.5 mm at other end corresponding to the 120 % break area of a commercial PWR. The distribution is intended to simulate larger flow resistance on the flow path of smaller break location.
- (2) Pump circulation during blowdown ; In 2 runs (329,330)

pump circulation is maintained for 15 seconds after break. In other 2 runs (327,328) power supply to these pumps are terminated soon after the break. The moment of inertia of these pumps are relatively small comparing with those of commercial PWR.

These 4 test runs were performed using the No. 5 simulated fuel rod assembly which had 102 heater rods and 27 unheated rods including 11 instrumented rods. Axial power distribution of each heater rod is a simulated chopped cosine distribution by 8 steps and its power is controlled during blowdown simulating decay heat and delayed neutron effect. Initial test conditions of each test run such as total power, flow rate, pressure, temperature distribution and condition of secondary system were nearly identical. Injection conditions of ECCS of each run were also nearly identical. ACC was injected into cold legs and LPCI was injected into hot legs of the primary loops.

Following conclusions were obtained by comparing the 4 test runs with each other.

- (1) The following phenomena which had been observed also in the largest double-ended hot leg break test such as Run 419<sup>(11)</sup> were observed in common ; 1) Surface temperatures of almost all fuel rods increased rapidly soon after the break by the exposure of fuel rods into steam circumstances, and 2) ACC water injected into cold legs reached to lower plenum and reflooded the core in relatively short period comparing with the cold leg breaks such as Run 320<sup>(1)</sup> after the initiation of ACC injection.
- (2) In the case of the smaller break area at the steam generator side (Run 327,329), coolant in the core flowed upward during blowdown phase and all fuel rods were quenched once

prior to the initiation of ACC injection. It lead to effective core cooling when ACC water reached the core. On the other hand, coolant flow in the core was nearly stagnant during blowdown phase in the case of smaller break area at PV-side (Run 328,330), and therefore surface temperatures of fuel rods continued to increase in steam atmosphere. It should be noted that in order to protect the fuel rod, power supply to the core was terminated by trip signal before the arrival of ACC water.

- (3) Slight effects of pump circulation after break on the core cooling were observed. Initial flow rate in primary system for each run corresponds to about 40 % of the rated value of a commercial PWR in order to give larger temperature difference across the core to compensate relatively small power of the ROSA-II test facility. If the initial revolution numbers of pumps had been higher, coolant flow in the core could have been affected more by the pump circulation after break.
- (4) The throat (25.25 mm in I.D.) of the Venturi flow meter in the blowdown loop hot leg strongly restricted the coolant flow when the larger break area were located at the downward of Venturi flow meter in runs 327 and 329. If the Venturi meter had not been installed in runs 327 and 329, the upward core flow could have been enhanced more and better core cooling would have been resulted. In the case of runs 328 and 330, the existence of Venturi meter did not affect core cooling conditions and improved core cooling would not have been resulted even if the Venturi meter had not been installed.

- (5) When coolant flow stagnated in the core during blowdown as observed in runs 328 and 330, coolant was expelled from the core by steam generated in the core.



## 目 次

1. はしがき .....	1
2. 実験装置と実験条件 .....	2
2.1 装置の概要 .....	2
2.2 各実験の条件 .....	3
3. 実験結果 .....	4
3.1 Run 327 の結果 .....	4
3.2 Run 328 の結果 .....	9
3.3 Run 329 の結果 .....	13
3.4 Run 330 の結果 .....	17
3.5 結 論 .....	20
参考文献 .....	22

## CONTENTS

1	Introduction .....	1
2	Experimental Facility and Experimental Conditions .....	2
2.1	General Description of the Facility .....	2
2.2	Experimental Conditions of Each Run .....	3
3	Experimental Results .....	4
3.1	Results of Run 327 .....	4
3.2	Results of Run 328 .....	9
3.3	Results of Run 329 .....	13
3.4	Results of Run 330 .....	17
3.5	Conclusions .....	20
	References .....	22

## List of Tables

Table 2-1	Pressure Vessel Nozzles
Table 2-2	Measurement List
Table 2-3	Measurement List for Supplemental Data Recording System
Table 2-4	ROSA-II Test Conditions for Run 327
Table 2-5	ROSA-II Test Conditions for Run 328
Table 2-6	ROSA-II Test Conditions for Run 329
Table 2-7	ROSA-II Test Conditions for Run 330

## List of Figures

Fig. 2.1	Pressure Vessel and Nozzles
Fig. 2.2	Location of Measurements and Construction of Primary Loop (Hot Leg Break)
Fig. 2.3	Structure of No.5 Simulated Fuel Assembly
Fig. 2.4	Arrangement of Simulated Fuel Rods in No.5 Assembly
Fig. 2.5	Structure of Heater Rods in No.5 Fuel Assembly
Fig. 2.6	Structure of Tie Rod with Instrumentation in No.5 Fuel Assembly
Fig. 2.7	Location of Sensors
Fig. 2.8	List of Instrumentation in No.5 Fuel Assembly
Fig. 3.1.1	Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer---Run 327
Fig. 3.1.2	Pressure in Blowdown Loop---Run 327
Fig. 3.1.3	Pressure in Operating Loop---Run 327
Fig. 3.1.4	Pressure in Secondary System---Run 327
Fig. 3.1.5	Differential Pressure between PV Top to No.2 Orifice and PV Bottom to No.1 Orifice and across SG1 and P <sub>1</sub> Pump---Run 327
Fig. 3.1.6	Differential Pressure across SG2 and P <sub>2</sub> Pump--- Run 327
Fig. 3.1.7	Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2---Run 327
Fig. 3.1.8	Injection Flow Rate of LPCI at Operating Loop---Run 327
Fig. 3.1.9	Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply---Run 327
Fig. 3.1.10	Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 327
Fig. 3.1.11	Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core ---Run 327

- Fig. 3.1.12 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.13 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.14 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.15 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.16 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.17 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.18 Surface Temperatures of No.110 Rod in the Outer Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.19 Surface Temperatures of Tie Rod (No.44) in the Middle Part of Core---Run 327
- Fig. 3.1.20 2nd Quench Time of Each Rods---Run 327
- Fig. 3.1.21 Fluid Temperature in Pressure Vessel---Run 327
- Fig. 3.1.22 Fluid Temperatures in Blowdown Loop---Run 327
- Fig. 3.1.23 Fluid Temperatures in Operating Loop---Run 327
- Fig. 3.1.24 Core Support Temperatures at Top, Middle and Bottom Positions---Run 327
- Fig. 3.1.25 Core Barrel Temperatures at Top and Bottom Positions ---Run 327
- Fig. 3.1.26 Revolution Number of P2 Pump---Run 327
- Fig. 3.1.27 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 327
- Fig. 3.2.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer---Run 328
- Fig. 3.2.2 Pressure in Blowdown Loop---Run 328
- Fig. 3.2.3 Pressure in Operating Loop---Run 328
- Fig. 3.2.4 Pressure in Secondary System---Run 328
- Fig. 3.2.5 Differential Pressure between Top and Bottom of PV ---Run 328
- Fig. 3.2.6 Differential Pressure between PV Top to No.2 Orifice and PV Bottom to No.1 Orifice and across SG1 and P1 Pump---Run 328
- Fig. 3.2.7 Differential Pressure across SG2 and P2 Pump---Run 328
- Fig. 3.2.8 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.1 Break

- Unit---Run 328
- Fig. 3.2.9 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.1 Break Unit---Run 328
- Fig. 3.2.10 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.2 Break Unit ---Run 328
- Fig. 3.2.11 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.2 Break Unit---Run 328
- Fig. 3.2.12 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2---Run 328
- Fig. 3.2.13 Injection Flow Rates of LPCI at Both Loops---Run 328
- Fig. 3.2.14 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply---Run 328
- Fig. 3.2.15 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 328
- Fig. 3.2.16 Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core---Run 328
- Fig. 3.2.17 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.18 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.19 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.20 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.21 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.22 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.23 Surface Temperatures of No.110 Rod in the Outer Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.24 Surface Temperatures of Tie Rod (No.44) in the Middle Part of Core---Run 328
- Fig. 3.2.25 Relation of Quench Time and Collapsed Water Level in Core---Run 328
- Fig. 3.2.26 Fluid Temperatures in Pressure Vessel and Pressurizer ---Run 328
- Fig. 3.2.27 Fluid Temperatures in Blowdown Loop---Run 328
- Fig. 3.2.28 Fluid Temperatures in Operating Loop---Run 328
- Fig. 3.2.29 Secondary Fluid Temperature at the Outlet of SG2

- Run 328
- Fig. 3.2.30 Support Tube Temperatures at Top, Middle and Bottom Positions---Run 328
- Fig. 3.2.31 Core Barrel Temperatures at Top and Bottom Positions  
---Run 328
- Fig. 3.2.32 Revolution Number of P2 Pump---Run 328
- Fig. 3.2.33 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 328
- Fig. 3.3.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer---Run 329
- Fig. 3.3.2 Pressure in Blowdown Loop---Run 329
- Fig. 3.3.3 Pressure in Operating Loop---Run 329
- Fig. 3.3.4 Pressure in Secondary System---Run 329
- Fig. 3.3.5 Differential Pressure between Top and Bottom of Pressure Vessel---Run 329
- Fig. 3.3.6 Differential Pressure across SG1 and P1 Pump---Run 329
- Fig. 3.3.7 Differential Pressure across SG2 and P2 Pump---Run 329
- Fig. 3.3.8 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.1 Break Unit  
---Run 329
- Fig. 3.3.9 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.1 Break Unit---Run 329
- Fig. 3.3.10 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.2 Break Unit  
---Run 329
- Fig. 3.3.11 Temperature of Condensed Water at No.2 Break Unit  
---Run 329
- Fig. 3.3.12 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2---Run 329
- Fig. 3.3.13 Injection Flow Rates of LPCI at Both Loops---Run 329
- Fig. 3.3.14 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply---Run 329
- Fig. 3.3.15 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 329
- Fig. 3.3.16 Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core---Run 329
- Fig. 3.3.17 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.18 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.19 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core---Run 329

- Fig. 3.3.20 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.21 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.22 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.23 Surface Temperatures of No.110 Rod in the Outer Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.24 Surface Temperatures of Tie Rod (No.44) in the Middle Part of Core---Run 329
- Fig. 3.3.25 Relation of 2nd Quench Time and Collapsed Water Level in Core---Run 329
- Fig. 3.3.26 Fluid Temperatures in Pressure Vessel and Pressurizer ---Run 329
- Fig. 3.3.27 Fluid Temperatures in Blowdown Loop---Run 329
- Fig. 3.3.28 Fluid Temperatures in Operating Loop---Run 329
- Fig. 3.3.29 Secondary Fluid Temperatures at the Outlet of SG1 and SG2---Run 329
- Fig. 3.3.30 Support Tube Temperatures at Top, Middle and Bottom Positions---Run 329
- Fig. 3.3.31 Core Barrel Temperatures at Top and Bottom Positions ---Run 329
- Fig. 3.3.32 Revolution Number of P2 Pump---Run 329
- Fig. 3.3.33 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 329
- Fig. 3.4.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer---Run 330
- Fig. 3.4.2 Pressure in Blowdown Loop---Run 330
- Fig. 3.4.3 Pressure in Operating Loop---Run 330
- Fig. 3.4.4 Pressure in Secondary System---Run 330
- Fig. 3.4.5 Differential Pressure between Top and Bottom of Pressure Vessel---Run 330
- Fig. 3.4.6 Differential Pressure between PV Top to No.2 Orifice and across SG1 and P1 Pump---Run 330
- Fig. 3.4.7 Differential Pressure across SG2 and P2 Pump---Run 330
- Fig. 3.4.8 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.2 Break Unit---Run 330
- Fig. 3.4.9 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.2 Break Unit---Run 330

- Fig. 3.4.10 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2---Run 330
- Fig. 3.4.11 Injection Flow Rates of LPCI at Both Loops---Run 330
- Fig. 3.4.12 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply---Run 330
- Fig. 3.4.13 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 330
- Fig. 3.4.14 Surface Temperatures of No.1 Rod of the Center of Core---Run 330
- Fig. 3.4.15 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.16 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.17 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.18 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.19 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.20 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.21 Surface Temperatures of No.110 Rod in the Outer Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.22 Surface Temperatures of Tie Rod (No.44) in the Middle Part of Core---Run 330
- Fig. 3.4.23 Relation of Quench Time and Collapsed Water Level in Core---Run 330
- Fig. 3.4.24 Fluid Temperatures in Pressure Vessel and Pressurizer ---Run 330
- Fig. 3.4.25 Fluid Temperatures in Blowdown Loop---Run 330
- Fig. 3.4.26 Fluid Temperatures in Operating Loop---Run 330
- Fig. 3.4.27 Secondary Fluid Temperature at the Outlet of SG2---Run 330
- Fig. 3.4.28 Support Tube Temperatures of Top, Middle and Bottom Positions---Run 330
- Fig. 3.4.29 Core Barrel Temperatures of Top and Bottom Positions ---Run 330
- Fig. 3.4.30 Revolution Number of P2 Pump---Run 330
- Fig. 3.4.31 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 330



## 1. は し が き

ROSA-II 試験は加圧水型炉 (PWR) の一次系配管破断による冷却材喪失事故 (LOCA) を模擬した実験で、冷却材の流出過程における一次系内の冷却材の挙動、模擬燃料棒の温度挙動および非常用炉心冷却系 (ECCS) の挙動とその有効性を実験的に調べることを目的としている。実験装置は、圧力容器とこれを中心に 1 対 3 の容積比率で構成された 2 つの循環ループを有し、その小さい方を破断ループ、大きい方を健全ループとしている。それぞれの循環ループには、蒸気発生器とポンプが組み込まれており、また ECCS の水を装置の各所に注入しうようになっている。実験条件として変化させることができるのは、①破断条件、②流体初期条件、③ポンプ回転、④ループ各部抵抗、⑤炉心加熱条件、⑥ 2 次側流体温度、および ⑦ ECCS 注入条件である。これらの条件を種々変えた実験を行い、データとともに各条件の影響を検討した結果を順序報告するものである。

本報の各実験では、高温側配管破断において①の破断条件と③のポンプ回転を変化させ、それらが炉心の流れおよび燃料温度挙動に及ぼす影響を見ることを目的とした。これは ROSA-II 試験の予備解析<sup>(2)</sup>で、最大口径両端破断よりも、2 つの破断口の面積がある割合に変化している破断条件 (面積配分破断) の方が炉心流れが一層停滞し、炉心熱伝達が悪くなるという指摘がなされていたことから、それを実験的に確かめるために行ったものである。また、低温側配管における面積配分破断<sup>(1)</sup>において、ブローダウン過程初期の炉心流れに循環ポンプ回転の影響が現われたことから、高温側配管破断の場合にも同様の影響が生じるかどうかについても併わせて検討した。

本報の各 Run では、初期圧力、温度分布、炉心出力、ECCS 注入条件等はほぼ同じであり、以下に示すように各 Run 相互を比較することにより、2 つの破断口径の異なる場合、および循環ポンプを 15 秒間回転させ続けた場合の効果を検討する。

Run 327 …… 破断口径 : 37.5 mm (PV 側) / 25.0 mm

(SG 側), ポンプ : 破断と同時に電源遮断

Run 328 …… 破断口径 : 25.0 mm (PV 側) / 37.5 mm

(SG 側), ポンプ : 破断と同時に電源遮断

Run 329 …… 破断口径 : 37.5 mm (PV 側) / 25.0 mm

(SG 側), ポンプ : 破断後 15 秒間通電し回転数維持

Run 330 …… 破断口径 : 25.0 mm (PV 側) / 37.5 mm

(SG 側), ポンプ : 破断後 15 秒間通電し回転数維持

実験装置の概略と詳しい実験条件については第 2 章に、実験データとその注釈および大まかな現象面の解釈については第 3 章に記す。なお、参考文献として、既報の ROSA-II 研究計画<sup>(2)</sup>、試験装置の概要<sup>(3)</sup>、試験データ報告<sup>(1),(4)~(14)</sup>を参照されたい。

## 2. 実験装置と実験条件

### 2.1 装置の概要

ROSA-II 試験装置の1次系の構成は、Fig. 2.1 および Table 2-1 に示す压力容器と、Fig. 2.2 に示す一次循環系配管、および2つの循環系にそれぞれ設置された循環ポンプ ( $P_1$ ,  $P_2$ )と蒸気発生器 ( $SG_1$ ,  $SG_2$ )、それに破断ループに設けられた破断機構、健全ループ側に設置された加圧器 (PR) から成っている。2つのループあるいは压力容器の各所に注入される ECCS は、高圧注入系 (HPCI)、蓄圧注入系 (ACC)、低圧注入系 (LPCI) の3系統が用意されているが、本報の各 Run は大口徑破断であり HPCI の効果は少ないため、これを注入していない。

压力容器上部から挿入される模擬燃料集合体は出力分布と計装の開発に応じて数体用意されている。本報の各実験では第5次燃料集合体を用いた。压力容器内に燃料集合体を装着した状態を Fig. 2.3 に、また燃料集合体の横断面積を Fig. 2.4 に示す。燃料棒はいずれも軸方向に片側4ステップのコサイン出力分布を持っている。高熱流束燃料棒 (9本、うち4本は計測用、1本は温度監視装置用および計測兼用) は第1、2次燃料集合体と同様に実炉の最高出力燃料棒の最高値 (55.5 KW/m) を上まわる出力部分をもち、炉心内に分散配置されている。低熱流束燃料棒は93本 (うち2本は計測用、1本は温度監視装置および計測兼用) であり、炉心にはこの他8本の非発熱棒 (タイロッド、うち1本は計測用) と流れ方向計と静電容量型ボイド計を装着した各1本の非発熱棒、および外径の小さな16本のダミーロッドがあり、合計129本である。ただし本報の各 Run では、破断後高熱および低熱流束燃料棒の線出力を同じにしているので、炉心の断面内の発熱分布はない。発熱燃料棒および計装付発熱燃料棒を Fig. 2.5 に、計装付タイロッドを Fig. 2.6 に示す。

熱電対の取付法は、燃料棒では外表面うめ込みであるが、タイロッドでは外表面より1mm突き出ている。また、それらの熱電対はいずれの棒にも上端をポジション1、下端をポジション5とする5点を取り付けられており、上端から下方をみて右まわりに72度ずつずれている。Fig. 2.4 において計装燃料棒についている矢印は、ポジション3の熱電対の取付方向を示している。

装置全体および压力容器内における実験中の計測量とその計測位置を、それぞれ Fig. 2.7 および Fig. 2.8 に示す。5次燃料棒集合体では、破断ループ高温側配管の位置を0度として炉心支持体 (サポートチューブ) 内面の70度及び250度の方向に上下方向に各9点、計18点の熱電対および触針式液面計がそれぞれ取り付けられており、炉心内の流体温度と水位変化を調べる。また、ダウンカマー間隙の中間で0度および180度の方向に、上下方向に6点、計12点の触針式液面計が取り付けられており、対応する位置のコアパレル壁内には計12点の熱電対が設置されている。

以上の計測量は、Table 2-2a, 2-2b および Table 2-3 に示すようにデータ集録装置に一部重複して収録しており、前者は電子計算機で、後者は専用のプロッターにより処理され

る。データ収録装置では、毎秒50点で141チャンネルの量を約10分間、また補助データ集録装置では毎秒1点で91チャンネルの量を約5分間収録している。それらの中でON-OFF信号や、現在開発中の計測量を除き、かつ有用なデータを選んで本報告書に示した。

## 2.2 各実験の条件

各Runの実験条件をTable 2.4~2.7に示す。いずれのRunも、ECCS注入条件、炉心発熱条件、二次系を破断後閉じること、およびループ各部の抵抗は同じであり、圧力、温度、流量等の初期条件もほぼ同じになっている。破断口径は、Run 327と329の場合、圧力容器側（第2破断口）が37.5 mm、蒸気発生器側が（第1破断口）が25.0 mmであり、Run 328と330の場合、圧力容器側が25.0 mm、蒸気発生器側が37.5 mmである。但し、破断ループの高温側配管（圧力容器と第2破断口の間）にはプロセス用のベンチュリー流量計が入っており、その最小面積部の口径は25.25 mmであるため、そこが大きな流動抵抗となり、条件によっては二相臨界流閉そくも生じ、ブローダウン過程の冷却材挙動に影響を及ぼしている。このことに留意した上で、破断面積の配分を変えた場合にブローダウン過程の炉心流れおよび燃料棒温度挙動がどのように変化するかを検討する。また、ROSA-IIの循環ポンプは回転数を関数制御することはできず、慣性モーメントも小さい。本報の各Runでは、ポンプの減衰特性がブローダウン初期の冷却材挙動に及ぼす影響を検討するために、破断と同時にポンプ電源を遮断した場合と、破断後15秒間電力を供給して回転させ続けた場合を比較する。なお、既刊の報告書<sup>(1)</sup>で低温側配管破断において同様にポンプ回転の効果を検討したが、その場合は初期回転数が約2500 r.p.m.であるのに対し、今回の高温側配管破断ではいずれも約1800 r.p.m.であり、冷却材挙動に及ぼす効果を検討する時にこの回転数の相違に留意する必要がある。

### 3. 実験結果

本章では、実験において測定したデータについて、各 Run 毎にその注釈と現象面での解釈をのべ、末尾に他の Run のデータと比較することにより得た実験上の結論をのべる。ただし、本報で扱うのは、ROSA-II 計画の中の一部の Run についてであり、多くの Run のデータとの比較によってはじめて得られる、より総合的な結論については追って漸時他の報告により紹介することとする。

実験データの時間零は全て破断時刻である。データのプロット点数は、データ収録装置の測定量毎に最高 1000 点とした。また複数の線を同一のグラフに描く場合は線上の符号によって区別し、2 本以上の異なる縦軸を使用する場合は、縦軸につけた番号が図の上部に示した符号の番号と対応させている。炉心内の液面計のデータについては、既報<sup>(10)</sup>に示すような基準により液相部の信号をとり出してそれを実線で表わし、炉心内各部の水信号の時間変化を 1 つのグラフにまとめた。

#### 3.1 Run 327 の結果

この Run は、高温側配管における面積配分破断（破断口径；SG 側 25.0 mm, PV 側 37.5 mm）であり、循環ポンプへの通電が破断と同時に遮断された。

##### 3.1.1 Run 327 の圧力 (Fig. 3.1.1 ~ 3.1.4)

加圧器圧力は破断直後から飽和減圧になった。約 10 秒に減圧速度が大きくなるのは、加圧器内の水位が低下してノズル位置に達しそのノズルより蒸気がちな流出になったことに対応するものと思われる。

圧力容器内および健全ループの圧力はほぼ同じ傾向である。破断直後にサブクール減圧過程が終了したのに、約 2 秒から 6 秒かけての減圧速度よりも、6 秒以降の減圧速度が遅くなったのは、一次系各部における初期の流体温度分布に起因する減圧沸とう開始時刻の相違によるものである。つまり、6 秒の時点の圧力は約 87 atg, 飽和温度は約 300 °C であり、この時刻までに発泡するのは初期温度の高い加圧器、次いで上部プレナムや発熱している炉心、更に高温側配管などであり、6 秒以後はそれらに加えて低温側配管や下部プレナムの流体等が発泡し始めるため減圧速度が遅くなることによるものである。Run 327 の圧力を Run 419<sup>(II)</sup>の圧力と比べると一次系の減圧はやや遅くなっているが、これは SG 側破断口が 25.0 mm と小さいため流出流量が減少したことによるものである。

破断ループ各部の圧力は、PV 内および健全ループ圧力と異なる変化を示している。つまり、 $P_1$ 、ポンプ吸込側圧力と SG1 入口圧力、No.1 オリフィス上流圧力はいずれも互いに類似の挙動を示している。PV 下部プレナム圧力とこれらの圧力の間には、破断直後から数秒間に最大約 20 kg/cm<sup>2</sup> の圧力差が生じているが、これは主に  $P_1$ 、ポンプにおける流動抵抗によるものである。また、これら 3 ケ所の圧力が破断後 20 数秒より約 100 秒頃まで周期的な変動を示している

ことは、後に示す破断ループの差圧挙動 (D-4, D-5, D-7) の変動や流体温度 (T-5 ~ T-8) の変動に対応しており、以下に示すようにACC水の注入と蒸気発生器の熱源としての効果とが中心となってもたらした振動現象とみることができる。この変動のきっかけは低温側配管へのACC水の注入である。つまり注入されたACC水が非常にサブクール度の大きい冷水であるため、特に注入初期には両ループ低温側配管やダウンカマー上部において激しい凝縮減圧効果を及ぼし、SG1の中では、この減圧作用と破断口へ冷却材が流出することによる減圧効果、およびSG1の2次側と構造材の蓄積熱の影響を受けるため、クオリティは高くなりかつ構造材の表面温度も高くなったものと考えられる。その状態のSG1へ冷水が流入するため、冷水は壁熱を受けて飽和水となり、更にSG1を通過するまでに大量の蒸気を発生させたものと考えられる。これがSG1前後の圧力を上昇させ、圧力容器下部プレナムとの圧力差を減少させる。この一時的な膨張によりSG1内の流体は両側へある程度おし出され、かつ破断口からも流出するためSG1内の圧力は低下し再び冷水がSG1内に進入し同様の現象をくり返し、圧力および流量の振動になったものと考えられる。実際、P<sub>1</sub>ポンプ前後の差圧およびPV下部プレナム~No.1オリフィス上流間の差圧はしばしば負の値にもなり逆流にもなっていたことがわかるし、このことはSG1出口温度の変動が上流にあるPV入口ノズル部温度の変動よりも大きくなっていることからわかる。また、SG1出口はサブクール温度を示し、一方、SG1入口は飽和温度になっているが、両者の温度変動は同じ位相になっている。つまりSG1入口温度が高い時に出口温度も高くなっている。

なお、上記のSG1における流量および圧力の周期的変動に関連して第1破断口でも流出流量の変動も発生し、この流出流量の変動がSG1内での流量変動と共振している可能性もある。

一方、Run 327で見られた上記の流量および圧力変動はRun 419<sup>(11)</sup>やRun 328, 329, 330にも、また、低温側配管破断で上部プレナムにACC水を注入したRun 316<sup>(9)</sup>にも見られるが、その振巾の大きさはSG1下流の第1破断口径の小さいRun 327およびRun 329の方が大きくなっている。これは、その2Runで流出流量が小さいため低温側配管を通過する液体のうちACC水の占める割合が大きくなりその流体のサブクール度が大きくなること、またSG1を通過する速度が遅くなるためSG1の蓄積熱の影響をより大きく受けること、およびSG1内で蒸気発生が大量に生じた時にSG1内の圧力を上げるために役立つことなどが影響していることによるものと考えられる。

次に、No.2オリフィス上部圧力と上部プレナム圧力とを比べると、両者に破断直後から最大約45 kg/cm<sup>2</sup>の大きな圧力差が生じているが、これは既報のレポート<sup>(11)</sup>でも紹介したように、破断ループ高温側配管にベンチュリー流量計が入っており、その最小口径が25.25 mmと小さいことによるものである。ベンチュリー計前後の上記2ヶ所の圧力比を考えると、その最小口径部分において二相臨界流が生じていると判断できる。

二次系圧力の変化は、破断と同時に二次系流体を密閉するために一次系流体からの受熱により破断初期に上昇するが、その後、設定上限圧力(63 kg/cm<sup>2</sup>G)に達して一時大気中に蒸気放出を行い上昇が停止する。その後は一次系への放熱及び自然放熱に加えてリークがあったため減圧は早かった。

### 3.1.2 Run 327 の差圧 (Fig. 3.1.5, 3.1.6)

この Run では、PV 上下差圧は測定器の故障のため得られていない。破断約 10 分後、LPCI を注入停止したのち圧力容器下部から残存水量を抜き出して測定した所 77 ℓ あった。破断ループの差圧については、 $P_1$  ポンプ前後差圧と PV 下部 — No.1 オリフィス上流差圧は、絶対値的にも、位相でもほぼ同じであり、その径路では  $P_1$  ポンプの流動抵抗が支配的であることがわかる。またそれらに見られる 21 秒以降の激しい差圧変動は、前節で述べたように、ACC 注入に伴う SG 1 での圧力変動によるものである。

PV 上部 — No.2 オリフィス上流の差圧は、破断後 30 秒以降もかなり大きい値を示している。これは、ベンチュリー計による圧力損失による所が大きい。

健全ループでは、SG 前後の差圧は微小であるが、 $P_2$  ポンプ前後では差圧が負になっており、ダウンカマー側へ流体の流れがあることを示している。

### 3.1.3 Run 327 の流出流量

この Run では流出流量の測定に成功していない。

### 3.1.4 Run 327 の注入流量 (3.1.7, 3.1.8)

ACC 1 は 20.5 秒から 66 秒までに総量 73 ℓ、ACC 2 は 20.5 秒から 76 秒までに総量 222 ℓ がそれぞれ両ループの低温側配管に注入された。LPCI は図には 300 秒までしか示されていないが、破断後 33 秒から 600 秒まで注入された。破断ループに注入された LPCI 水については測定器の故障のためデータが得られていないが、注入総量は 1052 ℓ であり、かつ健全ループ注入流量は約 81 ℓ/min であることを考えると、破断ループへは約 30 ℓ/min 注入されたと推定される。なお、注入水総量は、それぞれのタンク水位の変化から求めたものである。

### 3.1.5 Run 327 の電力 (3.1.9)

高熱流束燃料棒と低熱流束燃料棒には、崩壊熱と遅発中性子の効果を考えた発熱変化の電力を供給し、両者の表面熱流束が同じになるようにした。この Run では表面温度がトリップ設定温度 (700 °C) に達しなかったため、実験期間中通電が続行された。

### 3.1.6 Run 327 の燃料棒表面温度 (Fig. 3.1.10 ~ 3.1.20)

各燃料棒とタイロッドの温度上昇開始時刻とクエンチ時刻を Fig. 3.1.10 に、各計測棒の表面温度を Fig. 3.1.11 ~ 3.1.19 に、また炉心内高さ方向のクエンチ時刻の比較を Fig. 3.1.20 に示す。

タイロッドを除き、いずれの燃料棒も破断直後の温度上昇とクエンチ、24 秒頃からの 2 回目の温度上昇とその後のクエンチ (一部の温度計測点では第 1 回目のクエンチがないものもある) という挙動を示している。詳細にみると、第 1 回目の露出は、破断後 2 ~ 11 秒に生じ、しかも炉心上方ほど相対的に遅くれる傾向がみられる。第 1 回目のクエンチには、次のような共通性がみられる。各燃料棒の最下端 (ポジション 5) はいずれも 11 ~ 12 秒にクエンチされており、2 回目の温度上昇は起していない。ポジション 1 ~ 4 については、No. 1, 20, 26, 89, 110 燃

料棒では下から順に、No 12, 16, 24 燃料棒ではポジション 1 と 4 がほぼ同時にまたポジション 2 と 3 は第 1 回目のクエンチには至らないが、その時刻に温度がやや低下した。これらのクエンチ挙動はほぼ下から順に生じているが、ROSA-II の高温側破断に関する予備解析の結果<sup>(2)</sup>を参照すると、このクエンチは上部プレナムの水位が低下しノズルから蒸気放出になったため一時的に炉心に強い上向き流が生じたことによるものと考えられる。Run 419 ではこのクエンチは生じていないが、Run 327 では第 1 破断口面積が半分以下と小さいため炉心には相対的に上向き流れが強いことによるものである。また、第 1 回目のクエンチが生じなかった No 12, 16, 24 燃料棒のポジション 2 と 3 は、他の位置に比べて比較的高温になっていたため、一時的な炉心上向き流ではクエンチされず、若干温度低下するにとどまったものといえる。

燃料棒の 2 回目の露出はいずれも 24 ~ 27 秒に生じており、それまでに冷却されなかった燃料棒の部分でも温度が上昇した。2 回目のクエンチは、ポジション 4 では露出後直ちに生じ、最もおくれたものは大部分の計測燃料棒でポジション 2 であった。タイロッドのポジション 1 と 2 には、その 2 回目の露出とクエンチに対応した一時的な温度上昇が見られるが、その大きさはポジション 1 の方が大きい。これらから、2 回目の露出時には炉心の上方ほどボイドが多く炉心下部は水中か或いはボイド率の低い二相流中にあつたと考えられる。また 2 回目のクエンチは、ポジション 1 を除き、ポジション 4, 3, 2 の順になっており、下からの冠水によるものである。ポジション 1 が早く冷えたのは、発熱密度がかなり低く（ポジション 2 に比べて 23% の発熱密度）、下からの冠水時の液滴飛散、或いは 30 秒以降では高温側配管に注入させている LPCI 水の落下によるものもある。

各燃料棒温度計測点の第 2 回目のクエンチ時刻と計測位置の関係を Fig. 3.1.20 に示す。ポジション 2 の位置ではクエンチ時刻のばらつきが大きく、最も早いものと最も遅いものの差は 32 秒である。

なお、前にも述べたように破断ループ高温側配管にベンチュリー流量計が入っており、これが大きな流動抵抗になっているが、もしこのベンチュリー流量計がない場合を考えると炉心の流れは Run 327 の場合よりも上向き流れが強くなるはずである。この上向き流れの増加は、ブローダウン過程では炉心の熱伝達をよくなり、ACC 注入後には ACC 水をより早く炉心を上昇させるものと考えられる。このことは Run 329 についても同様に言える。

### 3.1.7 Run 327 の流体温度 (Fig. 3.1.21 ~ 3.1.23)

流体温度には、いずれも破断直後にスパイクがみられるが、これは何らかのノイズを拾ったものではないかと思われる。下部プレナム温度が、上記スパイクを除いて破断後 2 秒から急に上昇したのは、炉心側からの比較的高温の流体が流入したことを示すものである。30 秒頃から 80 秒頃にかけて、ACC 水の到達によると思われるサブクール温度を示している。

破断ループの液体温度をみると、ACC 注入後、サブクール水が低温側配管を通過していることがわかる。時には注入水温そのままの温度も記録された。SG 1 が熱源になっているため、そこを通過したサブクール水は暖められるが、SG 1 入口温度は飽和温度を示している。破断ループ流体温度が 24 秒頃から変動しているのは、前述のように、ACC 水注入に伴う SG 1 における圧力、流量変動によるものである。

健全ループでは、ACC注入期間中であってもSG 2からポンプを経てダウンカマー側へ過熱蒸気の流れがあることが、ACC注入場所より低い位置にあるP<sub>2</sub>ポンプ出口温度が過熱蒸気の存在を示していることからわかる。また、ACC注入停止後に、P<sub>2</sub>ポンプ出口とSG 2出口側が飽和温度に、またSG 2入口が過熱温度になっていることから、低温側配管におけるACC水による凝縮、吸引効果がなくなり、一方、高温側配管に注入されているLPCI水の凝縮減圧効果が相対的に大きくなりSG 2を出口側から入口側へ向かう流れへと変化したものと考えられる。

二次系温度の計測は不調であった。

### 3.1.8 Run 327の炉心支持体温度 (Fig. 3.1.24)

破断ループ高温側配管を0度とした時、炉心支持体の内面で70度と250度の位置に、高さ方向に9点の熱電対(計18点)が設置されており、ここではその中から、同じ高さの相対する位置の壁温を3組示した。それぞれのたて軸はずらしてある。

破断前には、炉心内のタイロッドの高さ方向の温度分布にはほぼ対応した温度になっている。全体的な挙動はいずれも似かよっているが、24秒～35秒頃まで配管ノズルレベルと炉心中央部の壁温が過熱温度になっている。これは先に述べた燃料表面温度における2回目の露出による温度上昇の時刻に一致している。それ以降はほぼ飽和温度を示している。

### 3.1.9 Run 327のコアバレル壁温 (Fig. 3.1.25)

コアバレル壁温はダウンカマー側で、0度と180度の方向に、高さ方向に各6点測られているが、ここではその中から、同じ高さにある上端(配管ノズルより30cm下)及び下端(コアバレル下端より35mm上)における壁温を示した。ACC注入中の上端の2点(TB-1, 7)の温度は、破断ループのPV入口ノズル温度よりは高いが、それでも大きなサブクール度を示している。しかし、ダウンカマー下端の2点(TB-6, 12)は下部プレナム温度に近く、ダウンカマー上端ほど低くはなっていない。

### 3.1.10 Run 327のポンプ回転数 (Fig. 3.1.26)

P<sub>2</sub>ポンプは破断と同時に電源遮断され、約3秒で回転が停止した。P<sub>1</sub>ポンプの回転数は測定器の故障のため得られていない。

### 3.1.11 Run 327の炉心内液面 (Fig. 3.1.27)

炉心内の水位変化を見る目的で、炉心支持体の内壁の70度、250度の位置に、高さ方向に9点、計18点の液面計がついている。この液面計の指示から、水信号を示す時間帯を線で連ねたのがFig. 3.1.27である。大部分の指示データは、破断後2～3秒から蒸気信号を示し、その後炉心下部において14秒から20秒にかけて一時的に水信号を示した。これは炉心の燃料棒の第1回目クエンチ現象に対応している。その後、再び蒸気信号にもどり、30秒から45秒にかけて一斉に水信号になっている。その後は比較的水信号が多く炉心が冠水されたことを示しているが、炉心上部ほどボイドが多く、しかも100秒頃からは蒸気量も多くなっていることがわかる。このことは、ACC水の注入停止に伴ない、炉心内のボイド量が増加したことによるものと考えられ



る。また、炉心発熱部上端 (LS. 4, 13) と上部プレナム下部 (LS. 3, 11) とを比べてみると、再冠水した後には比較的後者の方に水信号が多いが、これは両者の中間に上部グリッドがあり、その上に水がたまりやすいことを示しているものと考えられる。

### 3.2 Run 328 の結果

この Run では、PV 側の破断口径を 25.0 mm に、また SG 側破断口径を 37.5 mm とし、ポンプの通電を破断と同時に停止した。最大口径両端破断 (Run 419<sup>(11)</sup>) に比べて、前節の Run 327 は SG 側を絞ったのに対し、この Run は反対側の PV 側配断口を絞り、炉心の冷却材流れと燃料温度挙動に及ぼす効果を検討した。

#### 3.2.1 Run 328 の圧力 (Fig. 3.2.1 ~ 3.2.4)

Run 327 の各部圧力と比べて、次の点で Run 328 の結果は異なっている。まず、ブローダウン過程における PV 内および健全ループ圧力の減圧速度は Run 328 の方が早くなっている。これは、両 Run の 2 つの破断口面積の和は同じであるが、Run 327 では最大口径の破断口の流出径路における破断ループ高温側配管のベンチュリー計で二相臨界流閉そくが生じ、そこを通過する流出流量を大きく制限したのに対し、Run 328 で最大口径の第 1 破断口の流出径路にその様な大きな流動抵抗をもつ部分がなく、かつ第 2 破断口の上流にあるベンチュリー計では二相臨界流閉そくが生じなかったため、両破断口の流出流量の和が Run 327 より多かったことによるものである。

更に、後に示す燃料温度挙動と併せて考えてみると、Run 327 では炉心の発熱が続いている状態でも冷却がよく、その分だけ発生蒸気量が多かったのに対し、Run 328 では、燃料棒への通電が停止されたため発生蒸気量は少なくなり、減圧は一層促進された。なお、Run 328 の圧力が破断後 32 秒以降に一時的に上昇したのは、その頃注入された ACC 水が炉心に進入して燃料棒をクエンチし、大量の蒸気を一時的に発生させたことによるものである。

また、Run 419 の圧力挙動に比較すると、Run 328 の減圧はややおくれている。これは、第 2 破断口径が Run 328 では 25.0 mm と小さく、Run 419 に比べて第 2 破断口からの流出流量が少なかったことによるものと考えられる。

Run 328 の SG 2 入口圧力に一時的なスパイクが見られるのはノイズと考えられる。P<sub>2</sub> ポンプ出口圧力が他の圧力より高いのは計器の系統誤差によるものである。

二次系圧力は全体的に Run 327 より低くなっている。

#### 3.2.2 Run 328 の差圧 (Fig. 3.2.5 ~ 3.2.7)

PV 上下差圧は破断前に 0.42 kg/cm<sup>2</sup> であるが、ヘッド分が約 0.34 kg/cm<sup>2</sup> であるから、流動抵抗分は 0.08 kg/cm<sup>2</sup> (定常状態、炉心バイパス部を含む全流量 1260 l/min において) である。破断直後には、上下プレナム間の飽和圧力の差より急激に下向き流れが炉心に生じて PV 上下差圧は低下した。20 秒から 30 秒にかけての差圧の負側への落ちこみは、低温側配管に注入された ACC 水が大きな凝縮、減圧効果を生じたため、炉心の下向流を一時的に一層大きくしたのと考えられる。その後 PV 上下差圧は急激に増加した。これは、燃料棒やタイロッドの

温度がその時間帯に、上端のポジション1を除いて、下から順にクエンチしていることおよびコアサポート壁温が下から冷えていることと併せて考えてみると、注入されたACC水の一部は破断ループへ流出したが、一部はダウンカマを流下し、炉心へ下から進入したことがわかる。ACC注入停止後に差圧が減少したのは、減圧沸とうと構造材の蓄熱の影響により炉心のボイドが増加したことによるものと考えられる。なお、高温側配管へ注入されたLPCI水も炉心に流下したことが、ACC注入停止後のPV上下差圧の増加からわかる。

なお、破断後160秒頃からPV上下差圧の傾向は、炉心を冠水した冷却水が破断ループへ流出してほぼ一定値になっていること、およびPV構造材の蓄積熱により蒸気発生があるため、下部プレナムの差圧測定端と高温側配管ノズル位置に対応する静水頭約 $0.35 \text{ kg/cm}^2$ よりも小さな値になっていること、更に、発生蒸気量の減少により差圧は徐々に増加していることを示していると考えられる。

圧力容器上下差圧には静水頭、加速項、摩擦抵抗が含まれているが、今、仮に20秒以降の差圧が第一項だけを示していると考え、差圧の値から蓄水速度を評価してみると、20秒頃から43秒頃までは $0.0116 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、43秒頃から60秒頃までは蓄水速度がやや減少して $0.0048 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、また100秒頃から160秒頃までは $0.0019 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$ である。これらをそれぞれの時間帯の平均的な飽和水の比重量で割ると、水面下のボイドをつぶした仮想的水位の上昇速度になり、各々約 $13 \text{ cm/sec}$ 、 $5.2 \text{ cm/sec}$ 、 $2.0 \text{ cm/sec}$ となる。実際には炉心から下部プレナムにかけて気泡があるので、水位の上昇はこれより速くなるといえる。破断10分後にLPCIを注入停止してから圧力容器内残存水量を測定したところ129ℓあった。

次に破断ループの差圧をみると、P<sub>1</sub>ポンプ前後差圧変動とPV下部—No.1オリフィス上流間の差圧変動は、位相が一致し、絶対値もほぼ同じになっている。SG1前後の差圧は、破断後流れが逆転するため負の値となっている。PV上部—No.2オリフィス差圧も含めて、いずれも破断直後から18秒頃まで大きな差圧を示し、その後30秒頃まで一時的に減少している。特にP<sub>1</sub>ポンプ前後で差圧は負の値も示し、逆流になったことがわかる。この減少は、ACC注入による大きな凝縮・減圧効果が低温側配管を中心に生じ、流出していく冷却材を引きもどす作用をもたらしたこと、および系圧力が低下して流出流量が減少したことによるものといえる。なお、P<sub>1</sub>ポンプ前後の差圧、およびPV下部とNo.1オリフィス上流間の差圧がACC注入開始後、非常に大きな変動を示しているのは、Run 327の圧力の節で述べたように、ACC注入に伴うSG1での圧力および流動変動に基づくものである。ACCの注入停止後しばらくして、その飽和と二相流が通過することによると考えられるそれらの差圧の増加が見られ、その後は系圧力の低下に伴ない流出量も減少するため差圧も徐々に減少した。

なお、PV上部とNo.2破断口上流間の差圧は最大 $8 \text{ kg/cm}^2$ であり、これはRun 327の差圧と比較すると著しく小さい。従ってそれらの場所の中間にあるベンチュリー流量計における流動抵抗はRun 327に比較して小さかったことがわかる。これはRun 328の第2破断口径がベンチュリー計の最小口径より小さいためにRun 327のような二相臨界流閉そくが生じなかったからである。従って、Run 328でこのベンチュリー流量計がなかったとすれば第2破断口の流出流量は若干増加し、その結果炉心の流れも若干上向き方向に引かれることになる。しかしその変化分はRun 327に比べるとかなり小さいといえる。

次に健全ループの P<sub>2</sub> ポンプ前後差圧は、破断直後から負の値となり、ポンプからダウンカメラへの冷却材流れがあることを示している。その後流れは弱まるが、ACC 水注入後は再びダウンカメラ側への流れが生じたことを示している。

### 3.2.3 Run 328 の流出流量 (Fig. 3.2.8 ~ 3.2.11)

この Run では、第 1 破断口で 7 秒から 25 秒まで、第 2 破断口で 8.5 秒から 12 秒まで流出流量が求められている。時刻 10 秒における両流出流量を比較してみると、大口径の Na 1 破断口の流量は Na 2 側に比べて約 2.8 倍あり、これは両破断口の面積比 2.25 より若干大きい。なお、破断口下流の混合水の水温のデータと、破断口直上流における流出クオリティの計算値を Fig. 3.2.9 および 3.2.11 に示した。

### 3.2.4 Run 328 の注入流量 (Fig. 3.2.12, 3.2.13)

ACC は破断ループと健全ループそれぞれの低温側配管に 18 秒から 58 秒までに総量 73 ℓ、および 18 秒から 67 秒までに総量 216 ℓ が注入された。LPCI は両ループ高温側配管に 33 秒から約 600 秒まで、総量 1021 ℓ が注入された。

### 3.2.5 Run 328 の電力 (Fig. 3.2.14)

Run 327 と同様に燃料棒に電力を供給したが、Run 328 の燃料温度がトリップ温度 (700 °C) に達したため、破断後 25 秒で電源を遮断した。

### 3.2.6 Run 328 の燃料棒表面温度 (Fig. 3.2.15 ~ 3.2.25)

まず燃料棒温度の全体的挙動をみると、外周 (Na 110) ロッド及び外周に近い部分のロッド (Na 89) を除いて、破断初期に温度上昇が起こり、約 25 秒に燃料集合体への通電が停止されたため温度は下降し始めた。約 40 秒頃からの圧力容器上下差圧の増加に対応して、燃料棒は上端を除きほぼ下から順に冠水されクエンチした。

Run 327 と比べると、Run 328 では外周以外の燃料棒温度の上昇開始時刻がやや早い、外周燃料棒の温度上昇開始時刻がやや早い、外周燃料棒の温度上昇開始時刻は逆に遅くなり、場所による冷却効果の相違は拡大された時を示している。また、Run 327 のような 10 秒前後の急冷現象はみられなかった。これらのことは、Run 328 の炉心流れは Run 327 より停滞がちになり、かつ、発泡により炉心中央部ではボイド率が高く、周辺部へ冷却材がおしのけられたものと考えられる。次に冷却過程についてみると、Run 327 では炉心下端は ACC 注入以前に冷却されていたが、Run 328 で ACC 注入後 14 ~ 20 秒にかけて炉心下端がクエンチされた。このように Run 328 における炉心冷却が悪かったのは、破断条件から考えて、Run 328 の場合には炉心の上向き流れが Run 327 よりも弱くなり、流れが停滞がちになっていたことによるものと考えられる。

Run 328 において、炉心が下から再冠水される際の燃料棒温度挙動と、冷却水の冠水速度の関係を以下に示す。まず、圧力容器上下差圧より求めた、水面下の気泡をつぶした仮想水位は破断後 38 秒に燃料棒温度計測点の最下端 (ポジション 5, 下部プレナムにある PV 上下差圧測定端

より高さ約1.22 mの位置)に達し(PV上下差圧は $0.113 \text{ kg/cm}^2$ ),そこから前述の $12.6 \text{ cm/sec}$ の速度で上昇する。一方、非発熱のタイロッド表面温度は気泡により盛り上った実水位あるいは飛散した液滴によって容易に冷却されるが、今ポジション1を除外してこのタイロッド温度のクエンチ時刻を実水位の到達時刻と考えると、実水位がポジション5に達する時刻は32秒であり、ポジション5から2までをほぼ一定の上昇速度で上昇したことがわかる。そしてこの実水位の上昇速度は上記の仮想水位上昇速度に一致している。このことは、実水位下の気泡の総量が時間的に一定の値になっていることを意味する。ところで後述するように、燃料棒とタイロッドがクエンチする時間帯(32秒から68秒まで)では、下部プレナム流体温度は $10 \sim 20^\circ\text{C}$ のサブクール温度を示しているので下部プレナム内における気泡量は少ないと考えられる。また、燃料棒への通電は既に停止されているので燃料棒のクエンチした場所より下には気泡量は少ないと考えられる。従って、水面下の気泡量は、主に燃料棒のクエンチ点より上に多くあると推定される。

一方、これらの仮想水位、実水位の上昇と燃料棒のクエンチ時刻とをみると、ポジション5から2までの各点のクエンチ時刻は、仮想水位の到達以前のものとして分けられる。前者は燃料棒の温度上昇開始時刻がおくれたため、実水位到達時には表面温度は低いので早く冷却されたが、後者は実水位の到達より最大30秒ほどおくれてクエンチしている。前者のクエンチした時刻と比較すると、早くクエンチしたものはいずれも表面温度が $400^\circ\text{C}$ 以下であるが、遅いクエンチのグループはいずれも $500^\circ\text{C}$ 以上になっており、表面温度がある値以下だと直ちにクエンチされるが、その値以上だとクエンチされないというしきい値があることがわかる。実水位通過後クエンチまでのおくれ時間は、ポジション1を除くと炉心の上方ほど長くなっている。各計測棒のポジション1のクエンチ時刻は大きなバラツキを示しているが、これは、ポジション1の表面温度がいずれも $410^\circ\text{C}$ 以下と低いことから、表面温度の高さによるバラツキの影響は小さく、むしろ到達した実水位の炉心断面内のボイド分布によるものと推定される。

なお、差圧の所で述べたように、破断ループ高温側配管のベンチュリー計がない場合を考えると、炉心流れは若干大きくなるので燃料温度挙動はRun 328データからRun 330のデータの方へ変化するものと考えられる。

### 3.2.7 Run 328の流体温度 (Fig. 3.2.26 ~ 3.2.29)

上部プレナム温度は破断後66秒まで飽和温度になっており、それ以後徐々に過熱温度になった。そして400秒頃にはほぼ一定値に達したが、これは恐らく上部プレナム構造材からの蓄熱を受け壁温に近づいたものと考えられる。下部プレナム水温も破断後はほぼ飽和温度になっているが、破断後約30秒から80秒にかけて、最大 $20^\circ\text{C}$ 位飽和温度より低くなった。これは圧力容器内に急速に蓄水している時期の変化であり、ACC水がダウンカマを流下し下部プレナムに蓄水したことによるものである。下部プレナム水温は80秒以降飽和温度に維持された。

次に破断ループの流体温度については、Run 327と同様であり、ACC水の注入時間中には大きなサブクール度の流体温度を示している。なお、PV入口ノズルよりもP<sub>1</sub>ポンプ出口側の方が一層低い温度を示しているが、これは、PV入口ノズル部には健全ループ低温側配管に注入されたACC水がダウンカマ上部で高温二相流と混合して流入するのに対し、P<sub>1</sub>ポンプ出口

にはその流体に更にACC 1の冷水が混合されるからである。

健全ループでは、ACC水注入時間中SG 2出口温度は過熱温度を示すが、SG 2入口側は一時期を除いてほぼ飽和温度を示している。これは注入されたACC水が低温側配管等で凝縮作用を及ぼすため、SG 2内で蓄熱を受けて生じた過熱蒸気を引き寄せたものと考えられる。この時刻にはLPCIは高温側配管に注入されていない。SG 2入口温度が破断後31秒より一時的に過熱温度を示しているが、この時刻はSG 2出口温度が一時的に減少する時刻に対応している。ACC注入停止後にSG 2出入口の流体温度の関係が逆転したが、これは、健全ループの流れの向きがSG 2出口側から入口側へ変わったことを意味している。

SG 2の二次側温度は200秒頃まではほぼ飽和温度を示しているが、それ以後は何らかの原因で過熱蒸気が二次側出口部に達したものとみられ、高い値を示した。

### 3.2.8 Run 328の炉心支持体温度 (Fig. 3.2.30)

Run 327に比べて、ACC注入開始後の壁面露出の時間が長く、炉心はそれ以後数秒間蒸気中に露出していたことがわかる。炉心支持体内面はACC水の炉心進入に伴ない下から順に冷却された。炉心支持体下端は32秒にクエンチした後、約40秒間サブクール温度を示している。また、この炉心支持体の下端(TS 9, 18)と炉心中央部(TS 5, 14)のクエンチ時刻は、Fig. 3.2.25に示した同様の高さのタイロッド温度のクエンチ時刻と一致しており、炉心内の水位上昇の状況を示している。

### 3.2.9 Run 328のコアバレル壁温 (Fig. 3.2.31)

コアバレル壁温は、ACC注入開始後から停止後まで、ダウンカマを流体が流下したことを示している。コアバレル上端ではサブクール度が大きく、下端では小さなサブクール度を示している。基本的にはRun 327と同様である。

### 3.2.10 Run 328のポンプ回転数 (Fig. 3.2.32)

Run 328のP<sub>2</sub>ポンプ回転数はRun 327と同様の変化を示した。

### 3.2.11 Run 328の炉心内液面 (Fig. 3.2.33)

Run 327と同様に炉心支持体壁面にとりつけられた液面計の水信号を線で示したものである。Run 327に比べて、破断後36秒頃までの炉心内の残存水は少ないことがわかる。しかし、Run 328では炉心の発熱が25秒で停止しているため、炉心が再冠水した後にはRun 328の方が気泡が少なく、蓄水量も多いことがわかる。

## 3.3 Run 329の結果

Run 329の破断条件はRun 327と同じであり、両者を比較することによりポンプを15秒間回転させた効果を調べることができる。また、Run 330と比較して破断条件の影響を調べることができる。

### 3.3.1 Run 329 の圧力 (Fig. 3.3.1 ~ 3.3.4)

Run 329 の一次系圧力の変化はほぼ Run 327 と同様であるが、 $P_1$  ポンプ吸込側と SG 1 入口圧力は破断後約 10 秒間 Run 329 の方が数気圧高い。二次系圧力もほぼ Run 327 と同様である。

### 3.3.2 Run 329 の差圧 (Fig. 3.3.5 ~ 3.3.7)

Run 329 の圧力容器上下差圧は、破断後急速に減少し、その後破断後 5 秒から 20 秒頃にかけて差圧の回復が見られるが、高温側配管破断の予備解析の結果を参考にすると、これは上部プレナムの水位が低下してノズル位置に達し、蒸気放出になったため炉心に強い上向きの流れが誘起されたものと考えられる。圧力容器上下差圧は、破断後 20 秒頃から急減しているが、この時期に炉心の燃料棒は上部ほどやや早いもののほぼ一斉に温度上昇を始めており、これらは Run 328 と同様に ACC 水注入に伴う一連の凝縮減圧作用によるものである。またその後直ちに差圧は増加し始めているが、その時期に炉心の燃料棒はほぼ下からクエンチしていることを考えると、差圧の増加は、ACC 水がダウンカマーを流下して下部プレナムから炉心へと蓄水する状況を示していることがわかる。ACC 注入停止後、圧力容器上下差圧はやや減少し、その後はほぼ一定値に維持されている。この一定値になることは炉心を冠水した冷却材が破断ループへ溢れ出ていることを示している。なお、Run 329 では燃料棒が電力を供給された状態で冷却されていることから、差圧の一定値  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  が、水位が上部プレナムノズル位置にあることを示すと考えると、その水位下のボイド率は平均約 40% となる。

次に、Run 328 と同様に、静水頭のみ成分だと考えて圧力容器上下差圧から蓄水速度を求めると、破断後 27 秒から 40 秒までは  $8.5 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$  40 秒から 60 秒まではやや蓄水速度が遅くなり  $5.5 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$  となる。これらをそれぞれの時間帯の平均的飽和水比重量で割ると、水面下のボイドをつぶした仮想水位の上昇速度が得られ、それぞれ  $9.6 \text{ cm/sec}$ 、 $6.1 \text{ cm/sec}$  となる。

なお、Run 327 において指摘したように、破断ループ高温側配管のベンチュリー流量計がもしないとすれば、上部プレナムから第 2 破断口へと流れる流量は増大するので炉心流れも一層上向きがちとなり、圧力容器上下差圧の値もこの Run 329 の値より大きくなるといえる。

次に、破断ループの  $P_1$  ポンプ前後差圧は破断後数秒から 18 秒頃までむしろ Run 327 より小さくなった。SG 1 前後の差圧も、6 秒から 18 秒頃まで Run 329 の方が Run 327 よりやや小さくなっている。また、ACC 注入開始後に生じた破断ループ各部の差圧変動は、Run 327 よりやや小さくなっている。

健全ループの  $P_2$  ポンプ前後差圧は、回転によるヘッド分が出口側に加わるため、Run 327 に比べて Run 329 では破断後 20 秒頃までその差圧の絶対値は小さな値となった。しかし 20 秒以降、 $P_2$  ポンプの回転が停止した後には、差圧の絶対値は Run 329 の方が大きく、従って Run 327 より大きな流れがダウンカマー側へ向かっていたことを示している。

### 3.3.3 Run 329 の流出流量 (Fig. 3.3.8 ~ 3.3.11)

Run 329 では両破断口の流出流量は第 2 破断口側に比べてかなり大きな値を示している。これは主に ACC 注入以前のことであり、恐らく第 1 破断口側の流出クオリティが低く、第 2 破断

口側の流出クオリティがかなり高かったために重量流量としては差が大きくなったものと考えられる。

### 3.3.4 Run 329 の注入流量 (Fig. 3.3.12, 3.3.13)

ACC 1 は破断後 20 秒から 75 秒までに総量約 77 ℓ が、また ACC 2 は 20 秒から 82 秒までに総量 230 ℓ が、それぞれのループの低温側配管に注入された。また LPCI は両ループの高温側配管に 33 秒から約 10 分間、合計 1045 ℓ が注入された。なお、LPCI の注入時刻以前の信号は計器のトラブルによるものと思われる。

### 3.3.5 Run 329 の電力 (Fig. 3.3.14)

この Run ではどの燃料棒り温度もトリップ温度 (700 °C) に達することなく冷却されたので、破断後約 10 分間電力が供給された。

### 3.3.6 Run 329 の燃料棒温度 (Fig. 3.3.15 ~ 3.3.25)

Run 329 の燃料温度挙動は Run 327 のそれとはほぼ同様に、破断初期の温度上昇とクエンチ、ACC 注入開始後に再び温度上昇、そして下から冠水によるクエンチというパターンになっており、Run 329, 327 両方の炉心流れはかなり似かよっていたことが推測される。詳しくみると、Run 329 の燃料温度は破断後 4 秒以内にはほぼ全測定点が一斉に上昇しているが、熱流束の高いポジション 2, 3, 4 の上昇開始がやや早い。第 1 回目のクエンチは 7 秒から 11 秒にかけて生じ、これは圧力容器上下差圧のデータが回復している時期に対応している。

2 回目の温度上昇は 20 秒から 26 秒にかけて炉心上方から順に生じた。これは 20 秒以前には炉心に上向き流れが生じていて炉心上方ほどボイド率が高くなっていたが、ACC 水が低温側配管に注入されるとその凝縮減圧効果により炉心の上向き流れは弱められて一層ボイド率は増加し、この結果、ボイド率の高い上部から燃料棒は露出したものと考えられる。この時に上部プレナムの残存水が多くはなかったことが、後に示す Fig. 3.3.33 の炉心内液面計の指示からもわかる。

非発熱タイロッドも 24 秒から 25 秒にかけて上から順に露出したが、その下端は露出しなかった。次に、第 2 回目のクエンチはほぼ下から順に生じており、ACC 水による冠水の結果と考えられる。すなわち LPCI は高温側配管に 33 秒から注入されているが、その流量は ACC に比べて小さいこと、及び炉心の上向き流れによりその時間帯には炉心へは十分落下しなかったと考えられる。第 2 回目の温度上昇及びクエンチ挙動を Run 327 と比べてみると、Run 329 ではばらつきは少なくなったものの、全体としては温度が高くなっている。タイロッドの温度上昇点も Run 329 の方が多いことを考えると、その時間帯には Run 329 の炉心内の残存水量が Run 327 より少なかったと考えられる。

2 回目のクエンチ時刻と、圧力容器上下差圧から推定した水面下のボイドをつぶした仮想水位上昇との関係を Fig. 3.3.25 に示す。一方、Run 328 と同様に、タイロッドのポジション 2, 3, 4 のクエンチ時刻を、気泡により盛り上った実水位の到達時刻と考えると、図にも示してあるようにその上昇速度は 40 cm/sec となり、仮想水位の上昇速度より速い。タイロッドのポジション 5 は露出していないためクエンチ点は存在しないが、ポジション 2, 3, 4 より外挿して

求めると約27秒となり、発熱燃料棒下端のクエンチ時刻にはほぼ一致する。つまり、Run 329では、炉心加熱が続いているのでクエンチ点以下にも気泡の発生はあり、また炉心上方ほどボイド率が高かったことを示している。

炉心上端（ポジション1）は、仮想水位の到達よりは早い、実水位の到達よりはおくれてクエンチした。一方、発熱密度の高いポジション2, 3, 4は、実水位の到達のみならず仮想水位の到達よりもおくれクエンチした。これらのことから、発熱燃料棒では熱流束が大きいほど、また流体のボイド率が大きいほど実水位通過よりおそくクエンチすることがわかる。

なお、破断ループ高温側配管におけるベンチュリー計の影響についてはRun 327の節で述べたと同様のことがRun 329についてもいえる。

### 3.3.7 Run 329の流体温度 (Fig. 3.3.26 ~ 3.3.29)

Run 329の各部流体温度は、全測定範囲でRun 327とほぼ同じ温度変化を示しており、両Runにおいて冷却材の流れがかなり似かよっていたことを示唆している。破断初期におけるRun 329のポンプ回転の影響は、流体温度挙動には明瞭には現われていない。

Run 329のSG2の2次側温度はほぼ飽和温度に沿って変化した。SG1の2次側出口温度の変動の原因は不明である。

### 3.3.8 Run 329の炉心支持体温度 (Fig. 3.3.30)

Run 329の炉心支持体温度は全体としてはRun 327と同様の変化を示した。ただし、Run 327では破断後27秒頃から40秒にかけて上部プレナムの測定点(TS-1, 10)が過熱温度を示したのに対し、Run 329のそれらは飽和温度を示しており、これはその時刻においてRun 329の方が比較的水が多かったことを示している。

### 3.3.9 Run 329のコアバレル温度 (Fig. 3.3.31)

これもRun 327の場合と同様の挙動を示した。

### 3.3.10 Run 329のポンプ回転数 (Fig. 3.3.32)

Run 329では破断後15秒間ポンプに電力を供給しつづけたため、P<sub>2</sub>ポンプ回転数は15秒間維持された。それ以後の減衰についてはRun 329の方がやや遅くなった。その理由は、ブローダウンの推移につれて流体のボイド率が高くなり、回転の抵抗が小さくなったためと考えられる。

### 3.3.11 Run 329の炉心内液面 (Fig. 3.3.33)

炉心液面計の指示は、Run 327に比べて、破断初期にややRun 329の方に水信号が多いことを示しているが、全体の傾向は両Runともかなりよく似ている。これは、炉心の外周部における両Runの冷却材が似かよった状態にあったことを示している。また、再冠水後に一時的に気泡量は減少しているが、70秒~80秒頃からは気泡が再び増加していることがわかる。その気泡は炉心上方ほど多いようである。



### 3.4 Run 330 の結果

このRunは、Run 328 に比べて一次系の循環ポンプを破断後 15 秒間回転させ続けたものであり、両者を比較することにより、ポンプ回転の影響をみることができる。また、Run 329 の結果と Run 330 の結果を比べることにより、両破断口の面積比を逆にした結果、を調べることができる。

#### 3.4.1 Run 330 の圧力 (Fig. 3.4.1 ~ 3.4.4)

破断形式が同じ Run 328 の結果と比較してみると、Run 330 の圧力は破断後 8 秒頃から減圧が促進されているが、破断後 20 秒頃からは逆に減圧が遅くなっている。両 Run の初期温度分布、圧力は異なっているが、破断後のサブクール減圧を終了した後、飽和減圧過程の 1 ~ 8 秒の間では両 Run の圧力変化は一致しているので、8 秒以降の圧力の相違は両 Run の破断条件、初期条件の差によるものと考えにくい。一方、炉心のタイロッド表面温度挙動を両 Run で比べると明瞭な相違がみられる。つまり、Run 328 では 17 秒前後から 40 秒にかけてタイロッドは蒸気雰囲気中に露出したが、Run 330 では 10 秒前後から 20 秒にかけて第 1 回目の露出を示し、その後一旦冷却され、再び 31 秒前後から 37 秒にかけて第 2 回目の露出を示している。炉心が発熱していて、かつタイロッド温度が飽和温度に沿って変化している時間帯は、炉心に残存水があって比較的冷却材への伝熱量が多いことを考えると、両 Run の減圧の相違は主として炉心での蒸気発生量の相違によると考えられる。つまり、破断後 10 秒から 17 秒までをとると Run 328 では炉心での伝熱量が多く、従って蒸気発生量が多く減圧は抑制されるのに対し、Run 330 では炉心が蒸気がちなふんいき中にあるため新たな発生蒸気は少なく、Run 328 より減圧は早まった。一方、20 秒以降は ACC 水の注入も影響している。Run 328 では ACC 注入により炉心は蒸気がちになり新たな発生蒸気は少ないのに対し、Run 330 では上部プレナムの残存水が炉心へ引きこまれ炉心上部や外周部を冷却して一時的に蒸気を発生させ、減圧を抑制した。また 20 秒から 40 秒にかけて ACC 注入流量は Run 330 の方が少なくなっているため、ACC 水による凝縮減圧効果は Run 330 の方が少なかったことも一因になっていると考えられる。

一方、破断形式の異なる Run 329 と比べると、ブローダウン過程では Run 330 の方が約 2 割減圧時間が短くなっているが、これは Run 327 と Run 328 の圧力挙動の比較で述べたように、破断ループ高温側配管にあるベンチュリー計の絞り (内径 25.25 mm) の影響が Run 330 の方に小さく現われたためである。40 秒以降では炉心加熱を続けた Run 329 の方が圧力が高く維持された。

二次系圧力は Run 328 と同様の傾向を示した。

#### 3.4.2 Run 330 の差圧 (Fig. 3.4.5 ~ 3.4.7)

Run 330 の PV 上下差圧は、全体としては Run 328 と同様の変化を示した。しかし破断直後から約 18 秒にかけて Run 330 の PV 上下差圧は Run 328 より最大約  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  高くなっており、これは健全ループのポンプ循環力によりその分だけ炉心の流れを相対的に上方向に押し上げたものと解釈される。Run 330 の圧力の節で述べたように、破断後 20 秒までの炉心の残存水量は Run 330 の方が少なかったにもかかわらず、Run 330 の PV 上下差圧がその

時間帯に Run 328 より大きいということは、Run 328 では炉心に下向きの流れが生じていたが、Run 330 では停滞がちになっていたことを示すものと考えられる。一方、破断形式の異なる Run 329 に比べて、破断後 5 秒から 20 秒以降まで PV 上下差圧は Run 330 の方が最大約 0.13 kg/cm<sup>2</sup> 小さくなっている。

ACC 水の注入開始後一時的に PV 上下差圧は減少するが、その後急速に差圧が増加し炉心が冠水された。後に示すように、燃料棒は破断後 37 秒から冠水されており、その直後から PV 上下差圧の増加が停止した約 56 秒までの PV 上下差圧の増加速度は  $8.7 \times 10^{-3}$  kg/cm<sup>2</sup>·sec である。これを、水面下のボイドをつぶした仮想水位の上昇速度に換算すると 9.5 cm/sec となる。

破断ループ各部の差圧はほぼ Run 328 と同様である。P<sub>1</sub> ポンプ回転の影響は、両 Run とも P<sub>1</sub> ポンプ前後の差圧がスケールオーバーになっているためよくわからない。そこで、P<sub>1</sub> ポンプ吸込側の圧力と下部プレナム圧力の差を Run 328 と Run 330 で比べると、ポンプを回転させた Run 330 の方がやや小さくなっており、Run 327 と Run 329 の P<sub>1</sub> ポンプ前後差圧の相違と同様の傾向を示している。

破断初期における Run 330 と Run 328 の健全ループ各部の差圧の相違は、Run 329 と Run 327 のそれらの相違と同様である。

#### 3.4.3 Run 330 の流出流量 (Fig. 3.4.8, 3.4.9)

Run 330 では No 2 破断口の流出流量が 7 秒から 13 秒まで測定された。破断後 10 秒における流出流量を、同じ時刻の Run 328 の値と比べてみるとほぼ等しくなっている。

#### 3.4.4 Run 330 の注入流量 (Fig. 3.4.10, 3.4.11)

Run 330 では、ACC 1 は 16 秒から 62 秒までに総量 75 ℓ が、ACC 2 は 16 秒から 70 秒までに総量 214 ℓ がそれぞれ破断ループおよび健全ループの低温側破管に注入された。LPCI は 33 秒から約 10 分間、総量 1005 ℓ が破断ループおよび健全ループ高温側配管にほぼ 1 対 3 の割合で注入された。

Run 328 に比べると、破断後約 20 秒までの系圧力は Run 330 の方が低かったため ACC 注入開始時刻も Run 330 の方が早くなったが、それ以後の系圧力は Run 328 の方が低かったため ACC 注入流量は Run 328 の方が大きくなった。40 秒以降は両 Run とも同様の注入流量になった。

#### 3.4.5 Run 330 の電力 (Fig. 3.4.12)

Run 330 の電力は、Run 328 と同じ時刻、破断後 25 秒に燃料温度がトリップ温度に達したため、供給を停止した。

#### 3.4.6 Run 330 の燃料表面温度 (Fig. 3.4.13 ~ 3.4.23)

Run 330 の燃料温度挙動は、全体としては Run 328 に近い挙動を示したが、いくつかの点でポンプ回転によると考えられる以下の温度挙動の相違が生じた。

まず、Run 330 では、非加熱タイロッドの表面温度は破断後 9 秒から 12 秒にかけて上方から順に全点が蒸気中に露出し、周囲からのふく射熱によって上昇した事を示しており、この露出開始は Run 328 より約 7 秒早い。非加熱棒が蒸気中に露出したということは、ほぼ炉心全体が蒸気中に露出したことを意味するものである。これは、両 Run の圧力容器上下差圧からもわかるように、Run 330 では循環ポンプが回転しているため、Run 328 に比べて炉心の下向き流れがより停滞ぎみになったことによるものと考えられる。なお、炉心最外周の No.110 燃料棒は破断後 18 秒まで露出による温度上昇を示さず、その部分にのみ冷却材が比較的多かったことがわかる。

次に Run 328 と異なるのは、19 秒から 21 秒にかけてタイロッドおよび各燃料棒の上端のみが一斉にクエンチしたことである。これは、ACC 注入開始後であり、恐らく低温側配管に注入された ACC 水が激しい凝縮・減圧作用を及ぼし、上部プレナムにあった残存水を炉心へ引き入れたために生じたものと考えられる。そして燃料棒の上端以外はクエンチしていないことを考えるとその残存水は炉心全体を冷却するほど多い量ではなく、タイロッド等を伝わって流下したものと推定される。なお、上部プレナムの残存水が Run 328 より多かった理由としては、前述のようにポンプ回転により Run 330 では比較的炉心の下向き流れが抑制され、この結果上部プレナムから炉心への流下量も少なかったと考えられることである。

そしてその流下した残存水がなくなると炉心上端、およびタイロッドでは再び温度上昇を示した。最終的なクエンチは、ポジション 2～5 はほぼ下から順に、下部プレナムから炉心へ上昇した ACC 水により冠水された。ポジション 1 とタイロッドおよび最外周の No.110 燃料棒は、それ以外の燃料棒の下端（ポジション 5）がクエンチされた時刻よりやや早くクエンチされているので、恐らく上部プレナムから流下した水により冷却されたものと考えられる。

次に、Run 328, 329 と同様に、再冠水時における炉心内の水位とクエンチ時刻との関係を Fig. 3.4.23 に示す。圧力容器上下差圧から求めた、水面下のボイドをつぶした仮想水位は 39～40 秒にポジション 5 の位置に達し、9.5 cm/sec の速度で上昇した。一方、タイロッドの 2 回目のクエンチは、ポジション 5 を除き 1 秒以内に下から順に生じている。但しポジション 1 はポジション 2 と同時刻にクエンチした。従って、タイロッドのクエンチ点を実水位の到達点とすると、ポジション 2, 3, 4 のクエンチ点から、実水位の上昇速度を求めると約 30 cm/sec となる。燃料棒の大部分はこの実水位の通過時刻より温度下降を示している。なお、この Run では Run 328 に比べて実水位と仮想水位の上昇速度差が大きく、また最終的なクエンチ時刻もやや遅くなっている。

### 3.4.7 Run 330 の流体温度 (Fig. 3.4.24～3.4.27)

Run 330 の流体温度挙動はほぼ Run 328 と同様である。SG 1 入口温度はそのの圧力に対応した飽和温度になっている。なお、前述の SG 1 前後の圧力・流量変動に起因する流体温度変動は Run 328 に比べて小さくなっている。

### 3.4.8 Run 330 の炉心支持体温度 (Fig. 3.4.28)

炉心支持体表面は、破断後 20 秒頃まではほぼ飽和温度を示すが、TS 14 と TS 18 には破断後

16～18秒にごくわずかの過熱温度がみられる。20秒以降の表面温度の上昇は炉心の中央部（TS 5, 14）において大きい。炉心下部は34秒前後に冷却され、炉心中央部は40秒前後に冷却された。炉心の上部グリッドの上方にあるTS 1, 10は32秒頃まではほぼ飽和温度を示しており、その時刻に炉心上方には残存水があったことを示している。

Run 328 に比べると、40秒以前では炉心中央部はほぼ同様であるが、炉心上方（TS 1, 10）の温度は Run 330 の方が低い。これは、ACC 注入開始時点において Run 330 の場合、上部プレナムに比較的残存水が多いことを示しており、燃料温度挙動の節で述べたように、これが ACC 水の凝縮減圧効果により炉心へ流下したものと見える。

#### 3.4.9 Run 330 のコアバレル壁温 (Fig. 3.4.29)

ダウンカマー下端のコアバレル壁温 (TB-6, 12) は、ACC 水注入時間中にややサブクール温度を示すが、ほぼ飽和温度に沿っている。ダウンカマー上部 (TB-1, 7) の壁温は Run 328 と同様の温度挙動である。

#### 3.4.10 Run 330 のポンプ回転数 (Fig. 3.4.30)

P<sub>2</sub> ポンプには破断後15秒間電力を供給した。それ以後の減衰特性は、Run 329 よりも長く約7秒で回転は停止した。これは両破断口からの流出流量の違いにより Run 330 の方が、ポンプ付近の流体のボイド率が高かったことを示しているものと考えられる。

#### 3.4.11 Run 330 の炉心内液面 (Fig. 3.4.31)

Run 328 の液面計の指示との比較から、破断初期の炉心内残存水量は Run 330 の方が Run 328 より少ないことがわかる。これは、Run 330 のタイロッド表面温度が比較的早く上昇したことに対応している。再冠水を示す比較的安定した水信号が現われる時刻は Run 328 よりややおくれているが、その後は両 Run とも大差ない結果になっている。

### 3.5 結論

ROSA-II 試験装置を用いた高温側配管の面積配分破断の試験結果を比較して得られた結論は以下の通りである。

(1) 各Run に共通した特徴は、破断直後に大部分の燃料棒表面温度の上昇が認められたこと、およびACC 水の注入後比較的短い時間で炉心の再冠水が行われたことであり、これは既報の最大口径両端破断の結果 (Run 419<sup>(ii)</sup>) と同様の傾向である。

(2) 上記の Run 419 に比べて蒸気発生器側破断口径を小さくした場合 (Run 327, 329) と、反対に圧力容器側破断口径を小さくした場合 (Run 328, 330) とを比較すると、前者の炉心流れは相対的に上向きとなり、上部プレナム水位が低下してそこから蒸気流出になった時刻には強い上向き炉心流が誘起され、炉心を急速に冷却した。ACC 注入後に再び燃料温度は上昇したが、ACC 水の炉心到達時の燃料温度は比較的低かったため、炉心への通電が維持されたまま炉心は冠水され、冷却された。これは Run 419 より炉心冷却がよかったことを示している。一方、後者の炉心流れは下向きかあるいは停滞がちとなり、炉心は蒸気中に露出した。このため燃料温度

は上昇しつづけ、破断後 25 秒で 700 °C を超え、炉心への通電は停止された。前者よりも後者の方が、炉心冷却については、Run 419 の結果に近かった。

(3) ROSA-II 装置の破断ループ高温側配管に装着されたベンチュリー流量計の影響は、その下流側の破断口径が大きい破断条件の Run に特に大きく現われた。従ってその条件になる Run 327, 329, 既報の Run 419 等において仮にベンチュリー流量計をとれば炉心の流れはより上向き流れが強くなり、また ACC 注入水も炉心に進入しやすくなるため、炉心冷却は向上するものと考えられる。一方、Run 328 と Run 330 ではベンチュリー計の影響が小さいので、たとえベンチュリー計がないと考えた場合でも炉心の冷却材流れは大きくは変化せず、従って炉心冷却にも大きな変化はないと考えられる。

(4) 一次系循環ポンプを破断後 15 秒間回転させ続けた効果は、既報の低温側配管破断の場合<sup>(1)</sup>より小さかった。これはポンプ回転数と初期循環流量が低温側破断の場合の約 7 割（実炉の定格流量の 1 次系冷却材容積比に比べて約 4 割）と低いことが原因の 1 つとなっている。なお、ポンプを回転させ続けた Run 330 では、破断直後にポンプ回転が停止した Run 328 に比べて上部プレナム残存水量の多いことが検出された。

(5) 破断初期に炉心の冷却材流れが停滞ぎみになり燃料温度が上昇する場合には、炉心中央部分では温度上昇開始が早い、外周では温度上昇がおくれる傾向がみられた。

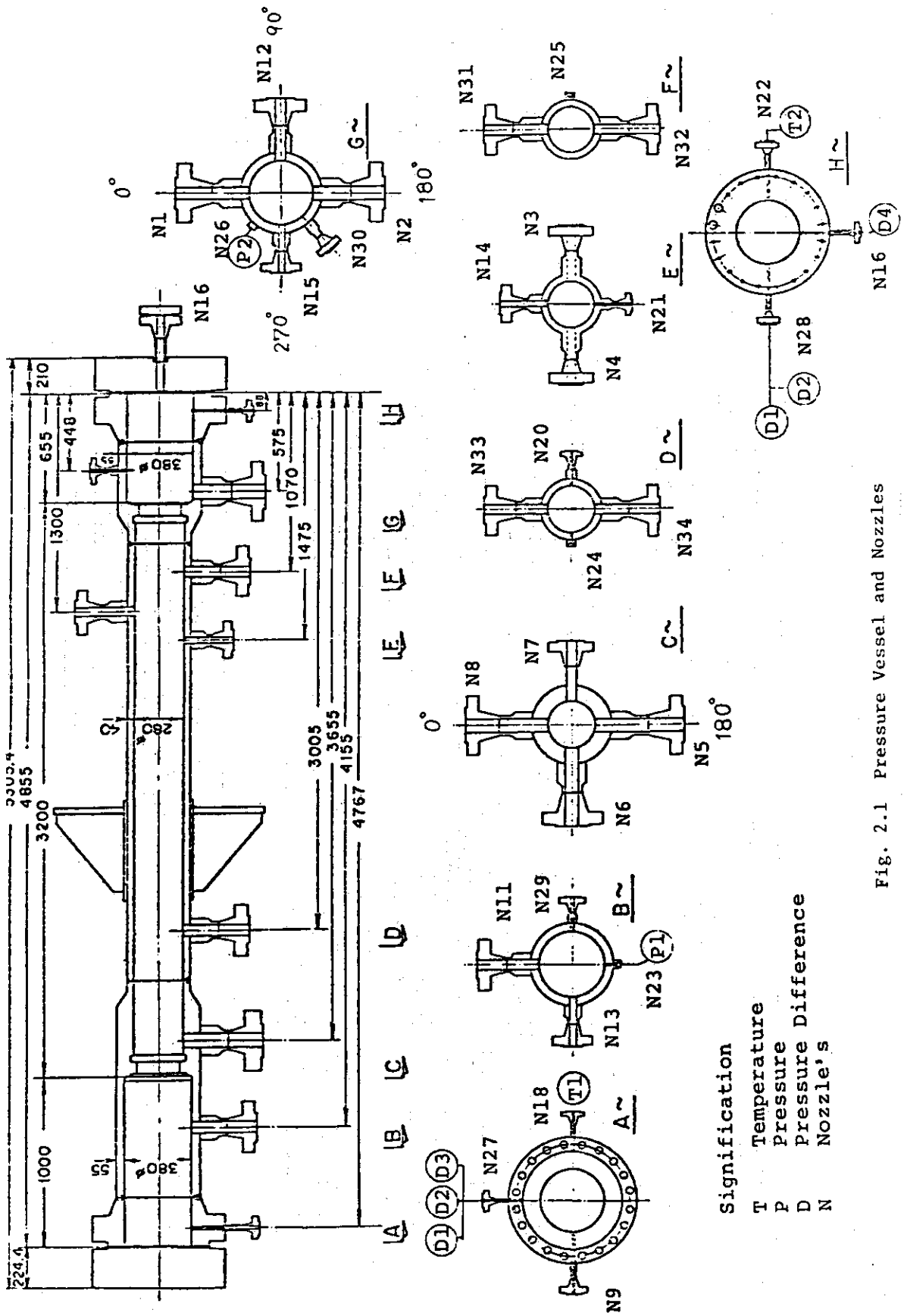
(6) 本報の各 Run では、低温側配管に注入された ACC 水が蒸気発生器を通過する際に大きな圧力、流量変動が生じた。これは主として蒸気発生器が熱源として大量の蒸気を発生させることによるものであり、蒸気発生器を通過する冷却材流量が比較的小さい Run 327, Run 329 に特に大きく現われた。

## 謝 辞

本報告を終えるにあたり、本報告の英文作成に御協力頂いた安全工学第一研究室の早田邦久氏に感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- (1) 安全工学第一研究室, ROSA グループ; "ROSA-II 試験データ報告・7 — 悪破断条件とポンプの影響 (Runs 318, 320, 321, 322, 323)", JAERI-M 7106 (1977)
- (2) 斯波正誼, 他; "ROSA-II 研究計画", JAERI-M 6362 (1976)
- (3) 斯波正誼, 他; "ROSA-II 試験装置の概要", JAERI-M 6247 (1975)
- (4) 安全工学第一研究室, ROSA グループ; "ROSA-II 試験データ報告・1 (Run 202, 203, 303, 304, 306)", JAERI-M 6240 (1975)
- (5) "同報告・2 (Run 307, 308, 309)", JAERI-M 6241 (1975)
- (6) "同報告・3 (Runs 204, 301, 302)", JAERI-M 6512 (1976)
- (7) "同報告・4 (Runs 401, 402, 404)", JAERI-M 6513 (1976)
- (8) "同報告・5 (Runs 310, 311, 312, 313, 317)", JAERI-M 6709 (1976)
- (9) "同報告・6 (Runs 411, 314, 315, 316)", JAERI-M 6849 (1977)
- (10) "同報告・8—ダウンカメラ— 間隙および ECCS 注入流量の効果 — (Runs 324, 325, 326)", JAERI-M 7236 (1977)
- (11) "同報告・9 — 最大口径高温側配管破断 — (Runs 418, 419, 420, 423)", JAERI-M 7239 (1977)
- (12) "同報告・10 — 小口径破断における二次系と高圧注入系の影響 — (Runs 415, 417, 421, 422)", JAERI-M 7437 (1977)
- (13) 斯波正誼, 他; "ROSA-II による PWR の冷却材喪失事故模擬試験 (I)", 日本原子力学会誌, 18(4), 233—250 (1976)
- (14) 斯波正誼, 他; "ROSA-II による PWR の冷却材喪失事故模擬試験 (II)", 日本原子力学会誌, 19(6), 408—419 (1977)



Signification  
 T Temperature  
 P Pressure  
 D Pressure Difference  
 N Nozzle's

Fig. 2.1 Pressure Vessel and Nozzles

Table 2-1 Pressure Vessel Nozzles

Symbol	REQ'D No.	Diameter	Nozzle's Connection	Symbol	REQ'D No.	Diameter	Nozzle's Connection
N 1	1	4 <sup>B</sup>	Primary Water Inlet for BWR Simulation	N 19	1	1/2 <sup>B</sup>	Thermocouple ( Branched from N7 )
N 2	1	4 <sup>B</sup>	Primary Water Inlet for BWR Simulation	N 20	1	1/2 <sup>B</sup>	Thermocouple
N 3	1	2 1/2 <sup>B</sup>	Recirculation Water Outlet	N 21	1	1/2 <sup>B</sup>	Thermocouple
N 4	1	2 1/2 <sup>B</sup>	Recirculation Water Outlet	N 22	1	1/2 <sup>B</sup>	Thermocouple
N 5	1	4 <sup>B</sup>	Primary Water Inlet for PWR Simulation	N 23	1	1/2 <sup>B</sup>	Pressure Transducer
N 6	1	4 <sup>B</sup>	Primary Water Outlet for PWR Simulation	N 24	1	1/2 <sup>B</sup>	Pressure Transducer
N 7	1	2 1/2 <sup>B</sup>	Primary Water Inlet for PWR Simulation	N 25	1	1/2 <sup>B</sup>	Pressure Transducer
N 8	1	4 <sup>B</sup>	Primary Water Outlet for PWR Simulation	N 26	1	1/2 <sup>B</sup>	Pressure Transducer
N 9	1	1 <sup>B</sup>	Steam Blow Line	N 27	1	1/2 <sup>B</sup>	Water Level Meter
N 10	1	1 <sup>B</sup>	Safety Valve ( Branched from N9 )	N 28	1	1/2 <sup>B</sup>	Water Level Meter
N 11	1	3 <sup>B</sup>	Discharge Line ( Spare )	N 29	1	1 <sup>B</sup>	Thermometer
N 12	1	3 <sup>B</sup>	Discharge Line ( Spare )	N 30	1	1 <sup>B</sup>	Thermometer
N 13	1	2 <sup>B</sup>	ECCS Water Inlet	N 31	1	3 <sup>B</sup>	Water Outlet for Jet Pump
N 14	1	2 <sup>B</sup>	ECCS Water Inlet	N 32	1	3 <sup>B</sup>	Water Outlet for Jet Pump
N 15	1	2 <sup>B</sup>	ECCS Water Inlet	N 33	1	3 <sup>B</sup>	Spare
N 16	1	1/2 <sup>B</sup>	Drain	N 34	1	3 <sup>B</sup>	Spare
N 17	1	1/2 <sup>B</sup>	N <sub>2</sub> Line ( Branched from N9 )	N 35	1	2 <sup>B</sup>	Core Spray Water Inlet
N 18	1	1/2 <sup>B</sup>	Thermocouple				

Design	Conditions
Volume ( m <sup>3</sup> )	0.375
Pressure ( Kg/cm <sup>2</sup> G )	1.65
Temperature ( °C )	325
Weight ( Kg )	5.600



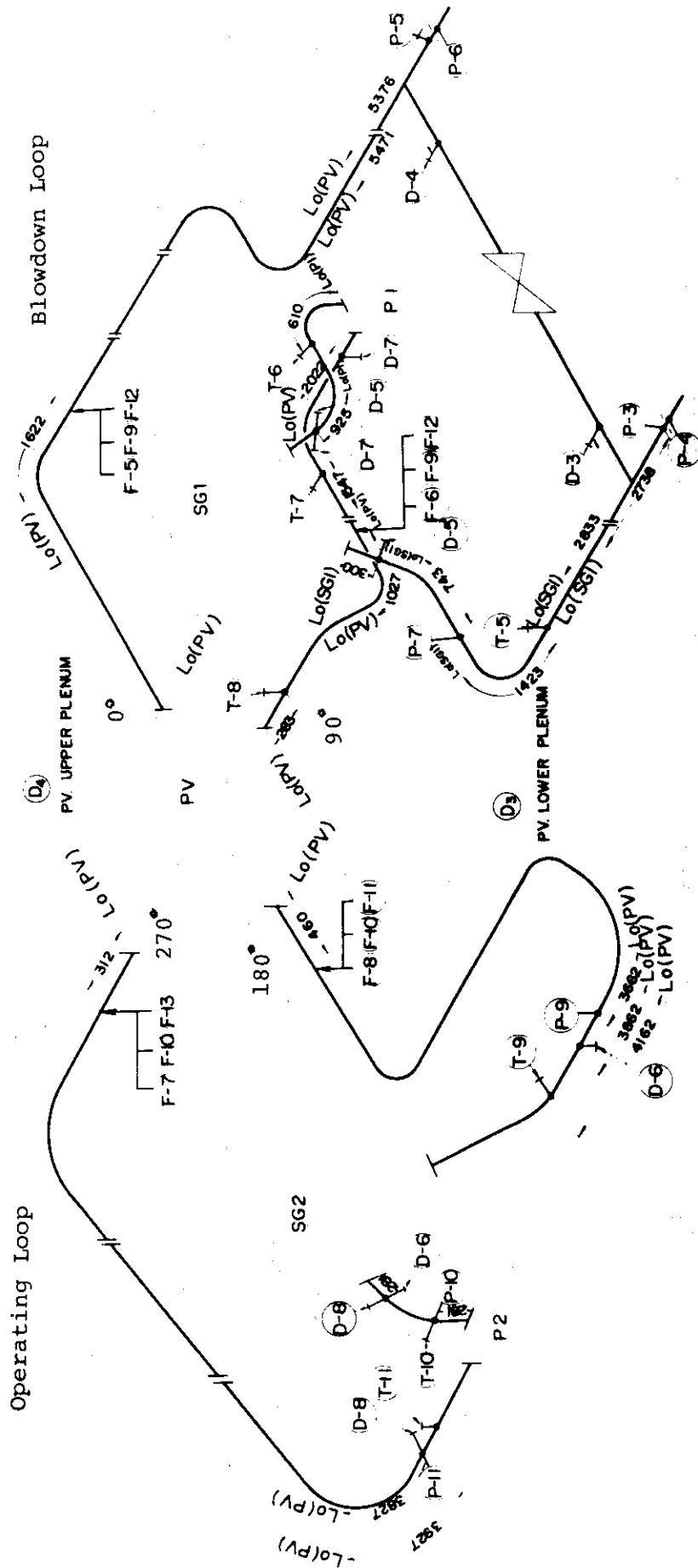


Fig.2.2 Location of Measurements and Construction of Primary Loop.

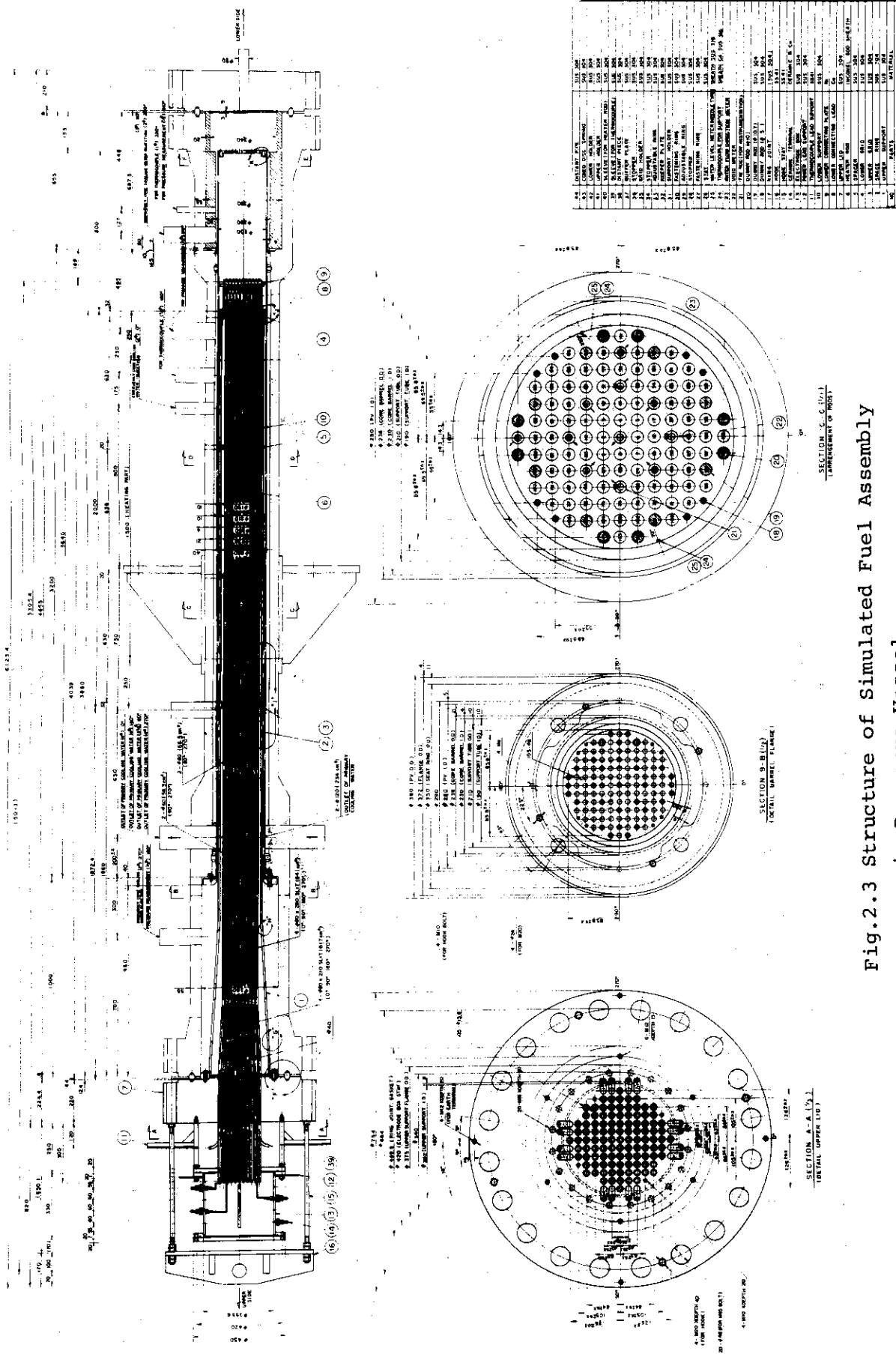


Fig.2.3 Structure of Simulated Fuel Assembly in Pressure Vessel.

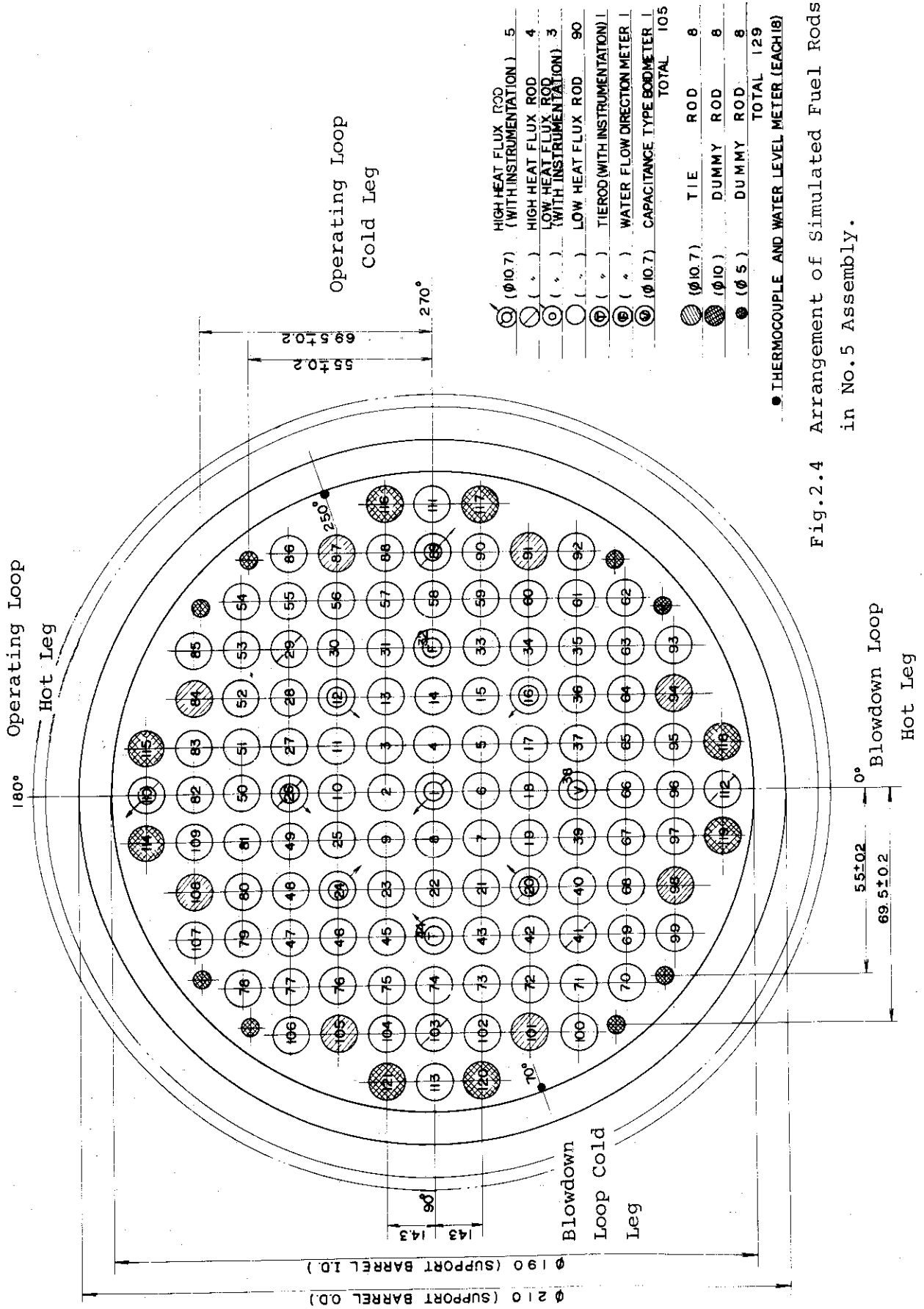
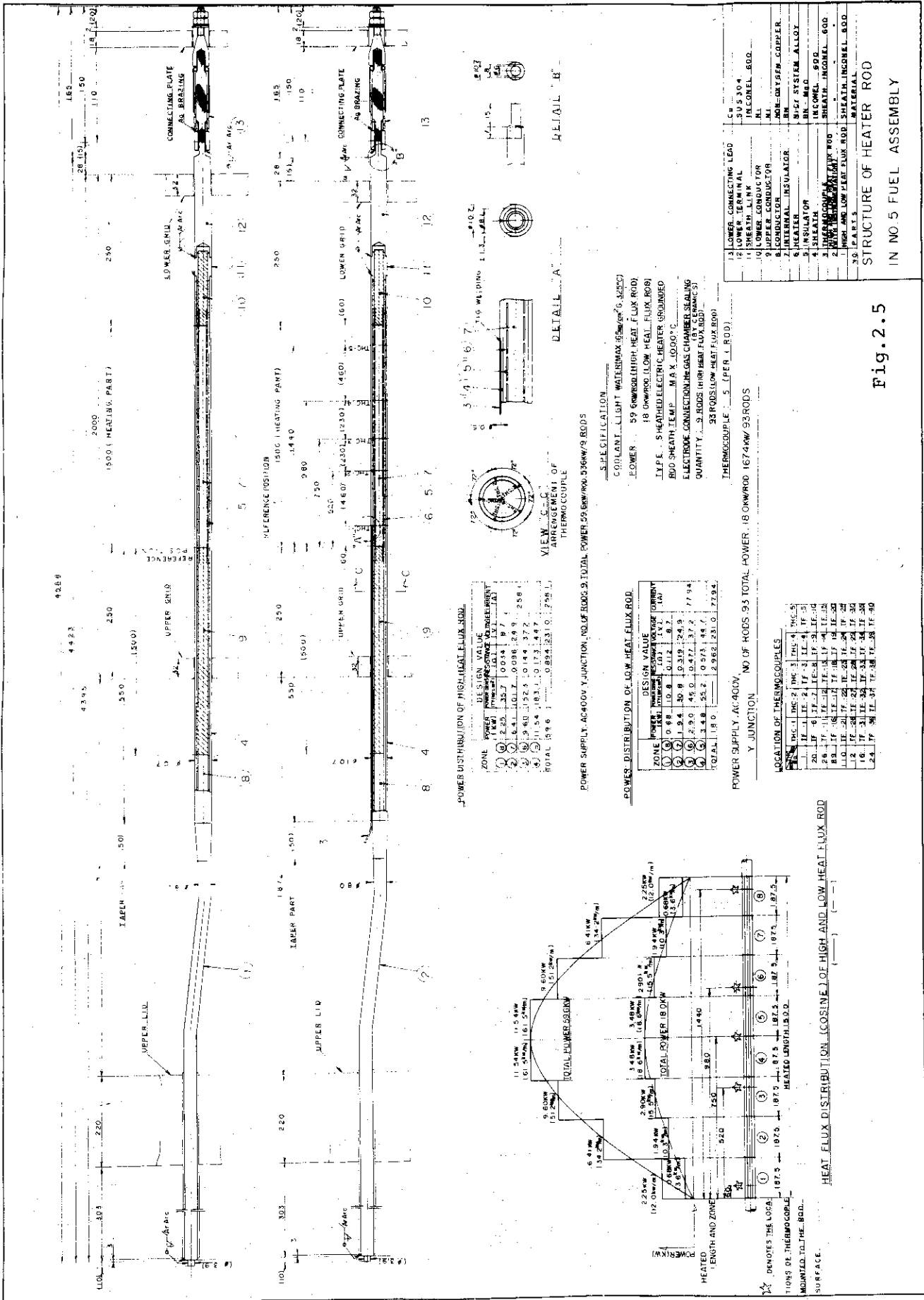


Fig.2.4 Arrangement of Simulated Fuel Rods in No.5 Assembly.



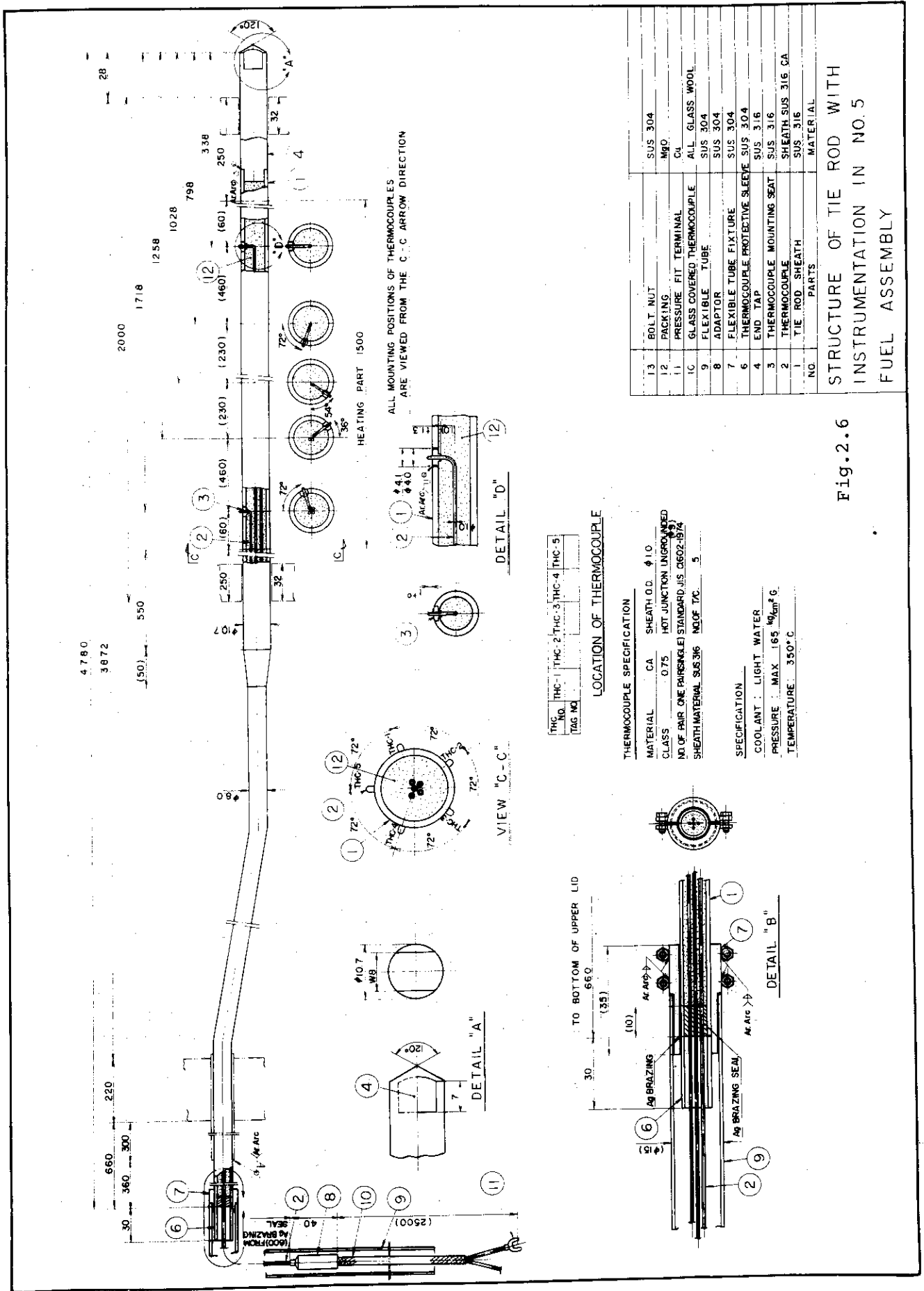


Fig.2.6  
STRUCTURE OF TIE ROD WITH  
INSTRUMENTATION IN NO.5  
FUEL ASSEMBLY

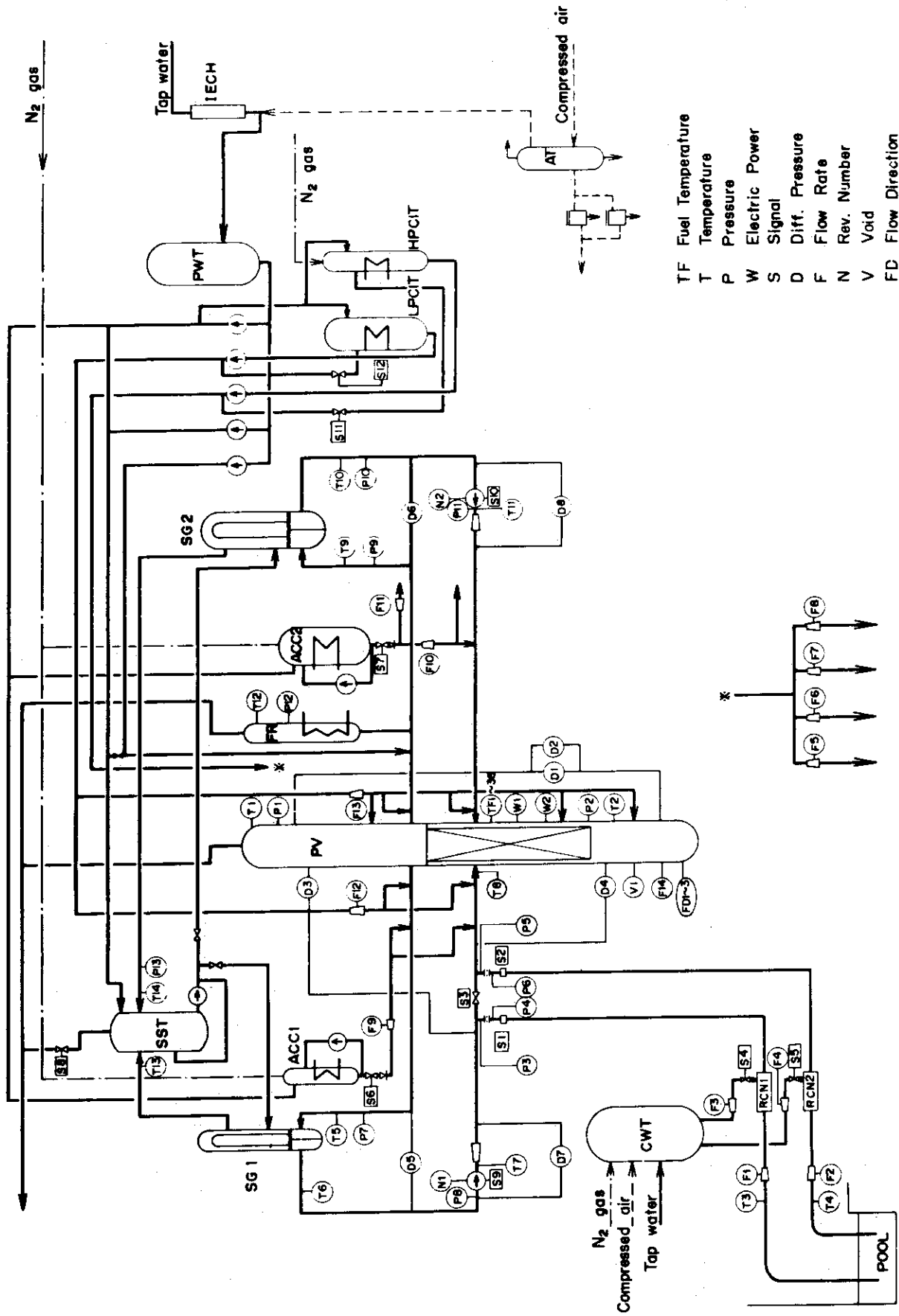


Fig.2.7 Location of Sensors

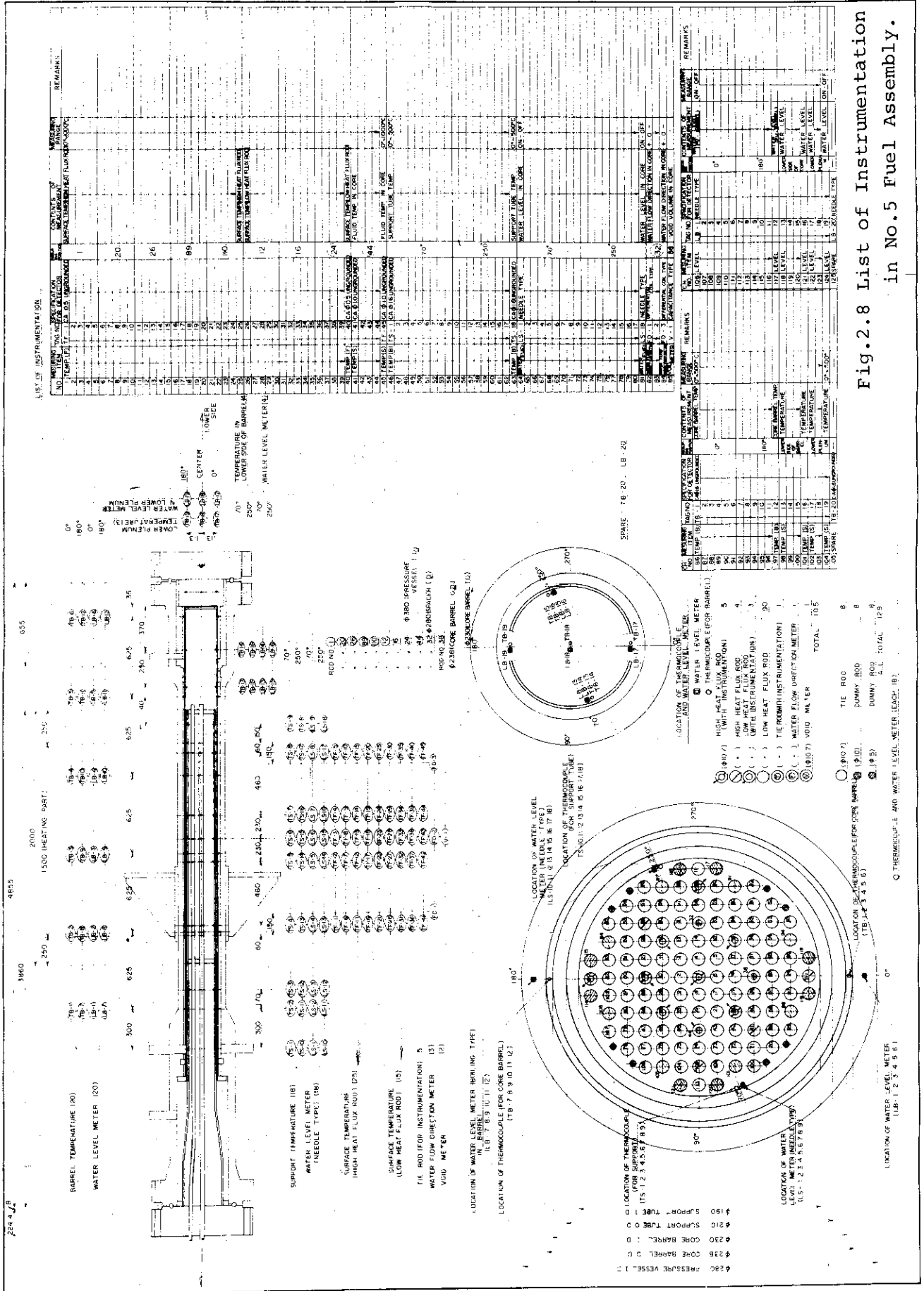


Fig.2.8 List of Instrumentation in No.5 Fuel Assembly.

Table 2-2a MEASUREMENT LIST (I) (No.5 Assembly)

DATA CH NO.	MEAS.ITEMS	SYMBOL	NAME(MEASURING POINT)	SENSOR SPECIFICATION	MEAS.RANGE&OUTPUT	ACCURACY	
1	PRESSURS	P-1	PV. UPPER PLENUM	SEMICONDUCTIVE PRESSURE TRANSDUCER	PMS-10KTM-200M 0~165kg/cm <sup>2</sup> , 0~±5V	±2.4 %	
2	*	P-2	PV. LOWER PLENUM		*	*	*
3	*	P-3	ABOVE NO.1 ORIFICE		*	*	*
4	*	P-4	BELOW NO.1 ORIFICE		*	*	*
5	*	P-5	ABOVE NO.2 ORIFICE		*	*	*
6	*	P-6	BELOW NO.2 ORIFICE		*	*	*
7	*	P-7	SG 1 INLET		*	*	*
8	*	P-8	PI PUMP SUCTION		*	*	*
9	*	P-9	SG 2 INLET		*	*	*
10	*	P-10	SG 2 OUTLET		*	*	*
11	*	P-12	P2 PUMP DELIVERY		*	*	*
12	*	P-12	PRESSURIZER		*	*	*
13	*	P-13	SG SHELL SIDE		PMS-10KTM-100M 0~60 Kg/cm <sup>2</sup> , 0~±5V	*	*
14	DIFF.PRESS	D-1	PV-TOP-BOTTOM	HIGH DIFF-PRESURE TRANSDUSER	0~0.6 Kg/cm <sup>2</sup> , 2~10V	±1.0 %	
15	*	D-2	PV-TOP-BOTTOM		0~10 Kg/cm <sup>2</sup> , 2~10V	*	*
16	*	D-3	*PV. TOP-NO.1 ORIFICE		0~0.6 Kg/cm <sup>2</sup> , 2~10V	*	*
17	*	D-4	*PV. BOTTOM-NO.2 ORIFICE		*	*	*
18	*	D-5	SG1 INLET-OUTLET		-3~+3 Kg/cm <sup>2</sup>	*	*
19	*	D-6	SG2 INLET-OUTLET		-5~+5 Kg/cm <sup>2</sup>	*	*
20	*	D-7	PI PUMP DELIVERY-SUCTION		*	*	*
21	*	D-8	P2 PUMP DELIVERY-SUCTION		-3~+3 Kg/cm <sup>2</sup>	*	*
22	FLOW RATE	F-1	CONDENSED NO.1	ELECTROMAGNETIC FLOW RATE METER 6159	0~250 l/sec.	±1.4 %	
23	*	F-2	CONDENSED NO.2		*	*	*
24	*	F-3	COOLING WATER NO.1	TURBIN FLOW RATE METER	0~20 l/min	0~10V ±1.2 %	
25	*	F-4	COOLING WATER NO.2		*	*	*
26	*	F-5	HPCI (1)		*	*	*
27	*	F-6	(2)		*	*	*
28	*	F-7	(3)		0~50 l/min	*	*
29	*	F-8	(4)		*	*	*
30	*	F-9	ACC1		0~300 l/min	*	*
31	*	F-10	ACC2 (1)		0~1000 l/min	*	*
32	*	F-11	ACC2 (2)	*	*	*	
33	*	F-12	LPCI (1)	0~110 l/min	*	*	
34	*	F-13	(2)	0~300 l/min	*	*	
35	POWER	W-1	POWER SUPPLY NO.1	POWER TRANSDUSER 2885	0~600 KVA	±1.0 %	
36	*	W-2	POWER SUPPLY NO.2	POWER TRANSDUSER	0~1800 KVA	*	
37	TEMP.(FUEL)	TF-1	NO.1 ROD 1	THERMOCOUPLE % UNGROUND	0~1200 °C	±1.0 %	
38	*	TF-2	" 2	*	*	*	
39	*	TF-3	" 3	*	*	*	
40	*	TF-4	" 4	*	*	*	
41	*	TF-5	" 5	*	*	*	
42	*	TF-6	NO.20 ROD 1	*	*	*	
43	*	TF-7	" 2	*	*	*	
44	*	TF-8	" 3	*	*	*	
45	*	TF-9	" 4	*	*	*	
46	*	TF-10	" 5	*	*	*	
47	*	TF-11	NO.26 ROD 1	*	*	*	
48	*	TF-12	" 2	*	*	*	
49	*	TF-13	" 3	*	*	*	
50	*	TF-14	" 4	*	*	*	
51	*	TF-15	" 5	*	*	*	
52	*	TF-16	NO.69 ROD 1	*	*	*	
53	*	TF-17	" 2	*	*	*	
54	*	TF-18	" 3	*	*	*	
55	*	TF-19	" 4	*	*	*	
56	*	TF-20	" 5	*	*	*	
57	*	TF-21	NO.110 ROD 1	*	*	*	
58	*	TF-22	" 2	*	*	*	
59	*	TF-23	" 3	*	*	*	
60	*	TF-24	" 4	*	*	*	
61	*	TF-25	" 5	*	*	*	
62	*	TF-26	NO.12 ROD 1	*	*	*	
63	*	TF-27	" 2	*	*	*	
64	*	TF-28	" 3	*	*	*	
65	*	TF-29	" 4	*	*	*	
66	*	TF-30	" 5	*	*	*	
67	*	TF-31	NO.16 ROD 1	*	*	*	
68	*	TF-32	" 2	*	*	*	
69	*	TF-33	" 3	*	*	*	
70	*	TF-34	" 4	*	*	*	
71	*	TF-35	" 5	*	*	*	
72	*	TF-36	NO.24 ROD 1	*	*	*	
73	*	TF-37	" 2	*	*	*	
74	*	TF-38	" 3	*	*	*	
75	*	TF-39	" 4	*	*	*	



Table 2-2b MEASUREMENT LIST (I) (No.5 Assembly)

DATA CH NO	MEAS ITEM	SYMBOL	NAME(MEASURING POINT)	SENSOR SPECIFICATION	MEAS. RANGE & OUTPUT	ACCURACY
76	TEMP/FUEL	TF-40	NO.24 ROD	5	THERMOCOUPLE %A UNGROUND	0~1200°C, 0~10V ± 1.0 %
77	*	TF-41	NO.44 ROD	1	"	0~ 500°C, 0~10V
78	*	TF-42	"	2	"	"
79	*	TF-43	"	3	"	"
80	*	TF-44	"	4	"	"
81	*	TF-45	"	5	"	"
82	TEMP/SYSTEM	T - 1	PV UPPER PLENUM	"	"	0~ 400°C, 0~ 10V
83	*	T - 2	PV LOWER PLENUM	"	"	"
84	*	T - 3	CONDENSED NO.1	"	"	"
85	*	T - 4	CONDENSED NO.2	"	"	"
86	*	T - 5	SG 1 INLET	"	"	"
87	*	T - 6	SG 1 OUTLET	"	"	"
88	*	T - 7	P1 PUMP DELIVERY	"	"	"
89	*	T - 8	PV INLET NOZZLE	"	"	"
90	*	T - 9	SG 2 INLET	"	"	"
91	*	T - 10	SG 2 OUTLET	"	"	"
92	*	T - 11	P2 PUMP DELIVERY	"	"	"
93	*	T - 12	PRESSURIZER	"	"	"
94	*	T - 13	SG 1 SHELL OUTLET	"	"	"
95	*	T - 14	SG 2 SHELL OUTLET	"	"	"
96	*	TS - 1	SUPPORT TUBE (70°)*	"	"	"
97	*	TS - 5	" ( )*	"	"	"
98	*	TS - 9	" ( )*	"	"	"
99	*	TS - 10	" (250°)*	"	"	"
100	*	TS - 14	" ( )*	"	"	"
101	*	TS - 18	" ( )*	"	"	"
102	*	TB - 1	CORE BARREL (0°)*	"	"	"
103	*	TB - 6	" ( )*	"	"	"
104	*	TB - 7	" (180°)*	"	"	"
105	*	TB - 12	" ( )*	"	"	"
106	ON-OFF SIGNAL	S - 1	RUPTURE DISC NO.1	COPPER WIRE VOLTAGE GENERATOR	RUPTURE	"
107	*	S - 2	RUPTURE DISC NO.2	"	"	"
108	*	S - 3	QUICK SHUT VALVE	LIMIT SW CONTACT VOLTAGE GENERATOR	OPEN-CLOSE	"
109	*	S - 4	RCN VALVE NO.1	"	CLOSE-HALF-OPEN, 0-5-10°	"
110	*	S - 5	RCN VALVE NO.2	"	"	"
111	*	S - 6	ACC 1 VALVE	"	"	"
112	*	S - 7	ACC 2 VALVE	"	CLOSE-OPEN, 0~10V	"
113	*	S - 8	HPCI VALVE	"	"	"
114	*	S - 9	LPCI VALVE	"	"	"
115	*	S - 10	SST DISCHARGE VALVE	"	"	"
116	*	S - 11	P1 PUMP POWER SUPPLY	ELECTROMAGNETIC	ON-OFF	"
117	*	S - 12	P2 PUMP POWER SUPPLY	CONTACT	"	"
118	PUMP REVOLUTION	N - 1	P1 PUMP	TACHO GENERATOR	0-5000r.p.m, 0~10V	"
119	*	N - 2	P2 PUMP	"	"	"
120	FLOW DIRECTION	FD - 1	IN CORE	"	+0~-10V, 0~10V	"
121	*	FD - 2	"	"	"	"
122	*	FD - 3	"	"	"	"
123	WATER LEVEL	LS - 1	" (70°)*	PROBE TYPE LEVEL M.	ON-OFF, 0~10V	"
124	*	LS - 2	" ( )*	"	"	"
125	*	LS - 3	" ( )*	"	"	"
126	*	LS - 4	" ( )*	"	"	"
127	*	LS - 5	" ( )*	"	"	"
128	*	LS - 6	" ( )*	"	"	"
129	*	LS - 7	" ( )*	"	"	"
130	*	LS - 8	" ( )*	"	"	"
131	*	LS - 9	" ( )*	"	"	"
132	*	LS - 10	" (250°)*	"	"	"
133	*	LS - 11	" ( )*	"	"	"
134	*	LS - 12	" ( )*	"	"	"
135	*	LS - 13	" ( )*	"	"	"
136	*	LS - 14	" ( )*	"	"	"
137	*	LS - 15	" ( )*	"	"	"
138	*	LS - 16	" ( )*	"	"	"
139	*	LS - 17	" ( )*	"	"	"
140	*	LS - 18	" ( )*	"	"	"
141						
142						
143						
144						
145	DIFF. PRESS.	D - 9	DOWNCOMER-LOWER PLENUM	HIGH DIFF-PRESSURE TRANSDUCER	-0.25~+0.25% <sub>m</sub> , 2~10V ± 1.4 %	
146						
147						
148						
149						
150						

Note \* Will be changed for hot leg break piping

° : Blowdown loop outlet nozzle side  
 90° : Blowdown loop inlet nozzle side

180° : Operating loop outlet nozzle side  
 270° : Operating loop inlet nozzle side

Table 2-3 List of data for supplemental recording system (No.5 assembly)

CHANNEL NO.	MEASURE. ITEM	SYMBOL	NAME (MEASURING POINT)	SENSOR SPECIFICATION	MEASUREMENT RANGE	ACCURACY	CH. NO. OF DATA
201	Temp.	TF- 1	High flux rod 1(pos.1)	C/A Thermocouple 0.5φ	0-1000°C	±1.4%	37
202			( " 2)				38
203			( " 3)				39
204			( " 4)				40
205			( " 5)				41
206			High flux rod 20( " 1)				42
207			( " 2)				43
208			( " 3)				44
209			( " 4)				45
210			26( " 5)				46
211			Hfgh flux rod 26( " 1)				47
212			( " 2)				48
213			( " 3)				49
214			( " 4)				50
215			( " 5)				51
216			High flux rod 89( " 1)				52
217			( " 2)				53
218			( " 3)				54
219			( " 4)				55
220			( " 5)				56
221			High flux rod110( " 1)				57
222			( " 2)				58
223			( " 3)				59
224			( " 4)				60
225			( " 5)				61
226	Low flux rod 12( " 1)	62					
227	( " 2)	63					
228	( " 3)	64					
229	( " 4)	65					
230	( " 5)	66					
231	Low flux rod 16( " 1)	67					
232	( " 2)	68					
233	( " 3)	69					
234	( " 4)	70					
235	( " 5)	71					
236	Low flux rod 24( " 1)	72					
237	( " 2)	73					
238	( " 3)	74					
239	( " 4)	75					
240	( " 5)	76					
241	Low flux rod 44( " 1)	77					
242	( " 2)	78					
243	( " 3)	79					
244	( " 4)	80					
245	( " 5)	81					
246	Temp.	TS- 1	Core support 70° 1	C/A Thermocouple 1.6φ	0-500°C	±1.4%	96
247			2				97
248			3				98
249			4				99
250			5				100
251			6				101
252			7				102
253			8				103
254			9				104
255			10				105
256			Core support 250° 11				106
257			12				107
258			13				108
259			14				109
260			15				110
261			16				111
262			17				112
263			18				113
264	Temp.	TB- 1	Core barrel 0° 1	C/A Thermocouple 1.6φ	0-500°C	±1.4%	102
265			2				103
266			3				104
267			4				105
268			5				106
269			6				107
270			Core barrel 180° 7				108
271			8				109
272			9				110
273			10				111
274			11				112
275			12				113
276			13				114
277			14				115
278			15				116
279	16	117					
280	17	118					
281	Liq. Level	LB- 1	Core barrel 0° 1	Electric probe	ON-OFF		119
282			2				120
283			3				121
284			4				122
285			5				123
286			6				124
287			7				125
288			8				126
289			9				127
290			10				128
291			11				129
292			12				130
293			13				131
294			14				132
295			15				133
296			16				134
297			17				135
298			18				136
299			19				137

Table 2-4 ROSA-II Test condition for Run 327

Run No. 327			Date 1976,9,17		
Break conditions			ECCS conditions		
Location	H		HPCI injec. location	—	—
Mode	2		Initiation press. (atg)	—	
Diameter 1,2 (mm)	25.0	37.5	Injection delay (sec)	—	
Type	Distributed		Flow rate 1,2 (l/min)	—	—
Fluid conditions			Flow rate PV (l/min)	—	
PR pressure (atg)	153		Water temp. (°C)	—	
Hot leg temp.1,2(°C)	311	324	LPCI injec. location	H	H
Cold leg temp.1,2(°C)	282	296	Initiation press. (atg)	Pl: 11	
Flow rate 1,2(l/min)	340	910	Injection delay (sec)	33	
Pump conditions			Flow rate 1,2 (l/min)	30	81
Revolution No. (rpm)	,1840		Flow rate PV (l/min)	—	
Trip delay 1,2(sec)	0	0	Water temp. (°C)	65	
Flow resistance			Acc injec. location	C	C
PR orifice (mm)	14.3		Pressure (atg)	44	
SG orifice 1,2 (mm)	57.3	63.0	Temperature 1,2 (°C)	63	66
Core thermal conditions			Orifice diam.1,2 (mm)	10.0	15.0
Assembly No.	5		Orifice diam. PV (mm)	—	
Set Power H,L (KW)	156	1620	Abbreviations of location		
Trip delay H,L (sec)	0	0	H:Hot leg C: Cold Leg		
Power control H,L*	n	n	U:Upper plenum L:Lower plenum		
Power off temp. (°C)	700		D:Downcomer		
Secondary side conditions			Remarks		
Pressure (atg)	59		CWT water temp. 26°C		
Temperature (°C)	274		Residual water in PV 77 (1)		
Flow control valve	close		Leak was observed at bypass valve of SST.		
Blow valve	close				
Blow orifice (mm)	—				
*Note, d:decay heat simulation,n:decay+delayed neutron,c:constant					

Table 2-5 ROSA-II Test condition for Run 328

Run No. 328		Date 1976,9,30	
Break conditions		ECCS conditions	
Location	H	HPCI injec. location	— —
Mode	2	Initiation press. (atg)	—
Diameter 1,2 (mm)	37.5 25.0	Injection delay (sec)	—
Type	Distributed	Flow rate 1,2 (l/min)	— —
Fluid conditions		Flow rate PV (l/min)	—
PR pressure (atg)	154	Water temp. (°C)	—
Hot leg temp.1,2(°C)	311 324	LPCI injec. location	H H
Cold leg temp.1,2(°C)	284 296	Initiation press. (atg)	P1: 3
Flow rate 1,2(l/min)	340 920	Injection delay (sec)	33
Pump conditions		Flow rate 1,2 (l/min)	37 78
Revolution No. (rpm)	,1820	Flow rate PV (l/min)	—
Trip delay 1,2(sec)	0 0	Water temp. (°C)	64
Flow resistance		Acc injec. location	C C
PR orifice (mm)	14.3	Pressure (atg)	45
SG orifice 1,2 (mm)	57.3 63.0	Temperature 1,2 (°C)	55 64
Core thermal conditions		Orifice diam.1,2 (mm)	10.0 15.0
Assembly No.	5	Orifice diam. PV (mm)	—
Set Power H,L (KW)	154 1550	Abbreviations of location	
Trip delay H,L (sec)	0 0	H:Hot leg C: Cold Leg	
Power control H,L*	n n	U:Upper plenum L:Lower plenum	
Power off temp. (°C)	700	D:Downcomer	
Secondary side conditions		Remarks	
Pressure (atg)	60	CWT water temp. 20.6° C	
Temperature (°C)	275	Residual water in PV 129 (1)	
Flow control valve	close	Leak was observed at bypass valve of SST.	
Blow valve	close		
Blow orifice (mm)	—		
*Note, d:decay heat simulation,n:decay+delayed neutron,c:constant			

Table 2-6 ROSA-II Test condition for Run 329

Run No.	329		Date	1976,10,14	
Break conditions	ECCS conditions				
Location	H		HPCI injec. location	—	—
Mode	2		Initiation press. (atg)	—	
Diameter 1,2 (mm)	25.0	37.5	Injection delay (sec)	—	
Type	Distributed		Flow rate 1,2 (l/min)	—	—
Fluid conditions			Flow rate PV (l/min)	—	
PR pressure (atg)	157		Water temp. (°C)	—	
Hot leg temp.1,2(°C)	315	323	LPCI injec. location	H.	H
Cold leg temp.1,2(°C)	286	300	Initiation press. (atg)	P1: 11	
Flow rate 1,2(l/min)	345	910	Injection delay (sec)	33	
Pump conditions			Flow rate 1,2 (l/min)	40	79
Revolution No. (rpm)	,1850		Flow rate PV (l/min)	—	
Trip delay 1,2(sec)	15	15	Water temp. (°C)	64	
Flow resistance			Acc inject. location	C	C
PR orifice (mm)	14.3		Pressure (atg)	46	
SG orifice 1,2 (mm)	57.3	63.0	Temperature 1,2 (°C)	65	65
Core thermal conditions			Orifice diam.1,2 (mm)	10.0	15.0
Assembly No.	5		Orifice diam. PV (mm)	—	
Set Power H,L (KW)	154	1600	Abbreviations of location		
Trip delay H,L (sec)	0	0	H:Hot leg C: Cold Leg		
Power control H,L*	n	n	U:Upper plenum L:Lower plenum		
Power off temp. (°C)	700		D:Downcomer		
Secondary side conditions			Remarks		
Pressure (atg)	60		CWT water temp. 16.9°C		
Temperature (°C)	275		Residual water in PV 180 (1)		
Flow control valve	close				
Blow valve	close				
Blow orifice (mm)	—				
*Note, d:decay heat simulation,n:decay+delayed neutron,c:constant					

Table 2-7 ROSA-II Test condition for Run 330

Run No. 330			Date 1976,10 29		
Break conditions			ECCS conditions		
Location	H		HPCI injec. location	—	—
Mode	2		Initiation press. (atg)	—	
Diameter 1,2 (mm)	37.5	25.0	Injection delay (sec)	—	
Type	Distributed		Flow rate 1,2 (l/min)	—	—
Fluid conditions			Flow rate PV (l/min)	—	
PR pressure (atg)	158		Water temp. (°C)	—	
Hot leg temp.1,2(°C)	322	312	LPCI injec. location	H	H
Cold leg temp.1,2(°C)	282	292	Initiation press. (atg)	P1: 7	
Flow rate 1,2(l/min)	350	920	Injection delay (sec)	33	
Pump conditions			Flow rate 1,2 (l/min)	28	88
Revolution No. (rpm)	,1820		Flow rate PV (l/min)	—	
Trip delay 1,2(sec)	15	15	Water temp. (°C)	62	
Flow resistance			Acc injec. location	C	C
PR orifice (mm)	14.3		Pressure (atg)	46	
SG orifice 1,2 (mm)	57.3	63.0	Temperature 1,2 (°C)	66	63
Core thermal conditions			Orifice diam.1,2 (mm)	10.0	15.0
Assembly No.	5		Orifice diam. PV (mm)	—	
Set Power H,L (KW)	154	1570	Abbreviations of location		
Trip delay H,L (sec)	0	0	H:Hot leg C: Cold Leg		
Power control H,L*	n	n	U:Upper plenum L:Lower plenum		
Power off temp. (°C)	700		D:Downcomer		
Secondary side conditions			Remarks		
Pressure (atg)	60		CWT water temp. 16.5°C		
Temperature (°C)	275				
Flow control valve	close				
Blow valve	close				
Blow orifice (mm)	—				
*Note, d:decay heat simulation,n:decay+delayed neutron,c:constant					

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 1 O1 P- 1 (PV-UPPER PLENUM)      }  
 CH- 12 +1 P-12 (PRESSURIZER)      }

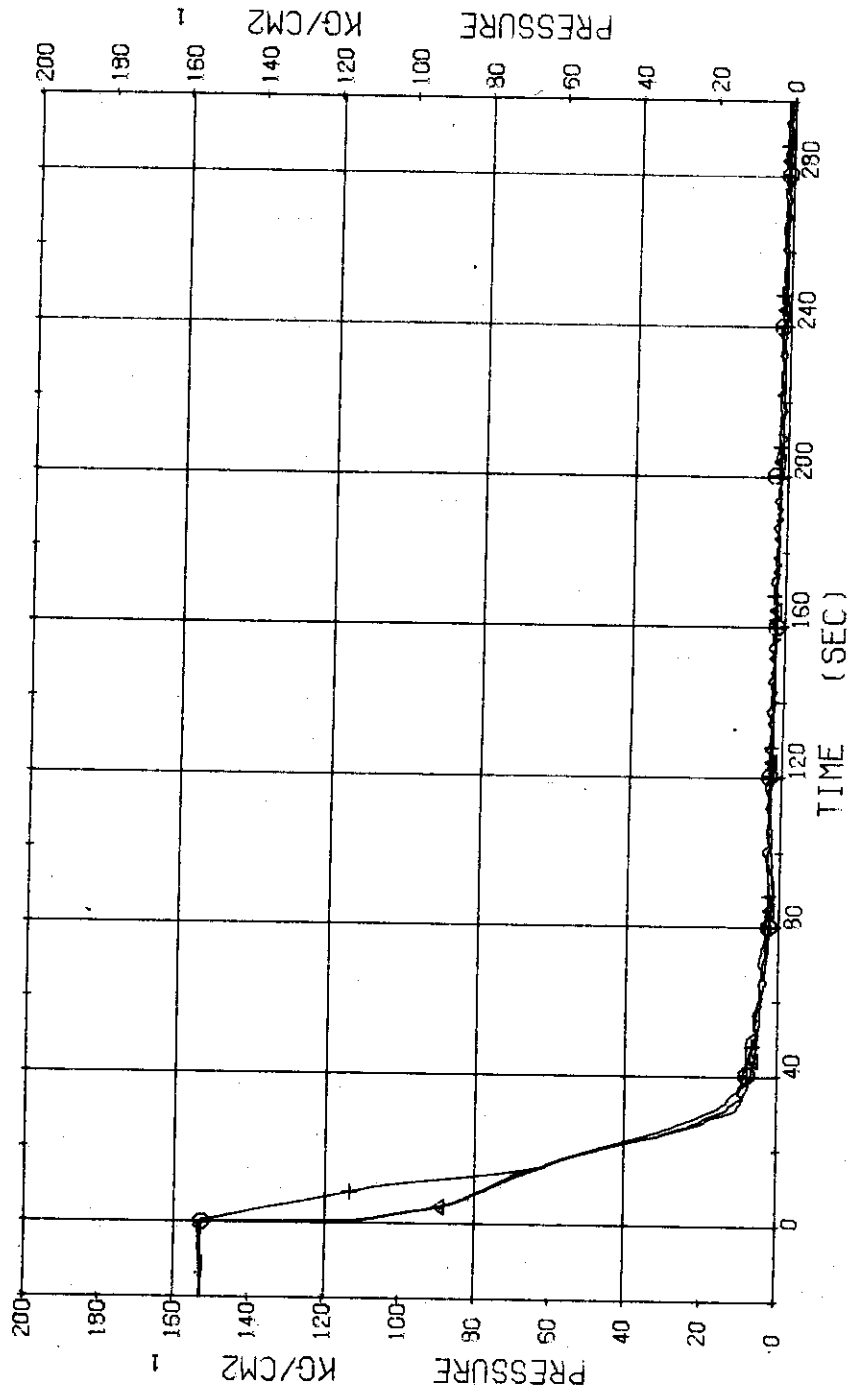


Fig. 3.1.1.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---	HP1-	HP2-	AC1-C	AC2-C	LP1-H	LP2-H
CH- 3	⊙ P- 3	( ABOVE NO.1 ORIFICE )		P- 4	( BELOW NO.1 ORIFICE )	
CH- 5	⊙ P- 5	( ABOVE NO.2 ORIFICE )		P- 6	( BELOW NO.2 ORIFICE )	
CH- 7	⊙ P- 7	(SG 1 INLET )		P- 8	( P. 1 PUMP SUCTION )	

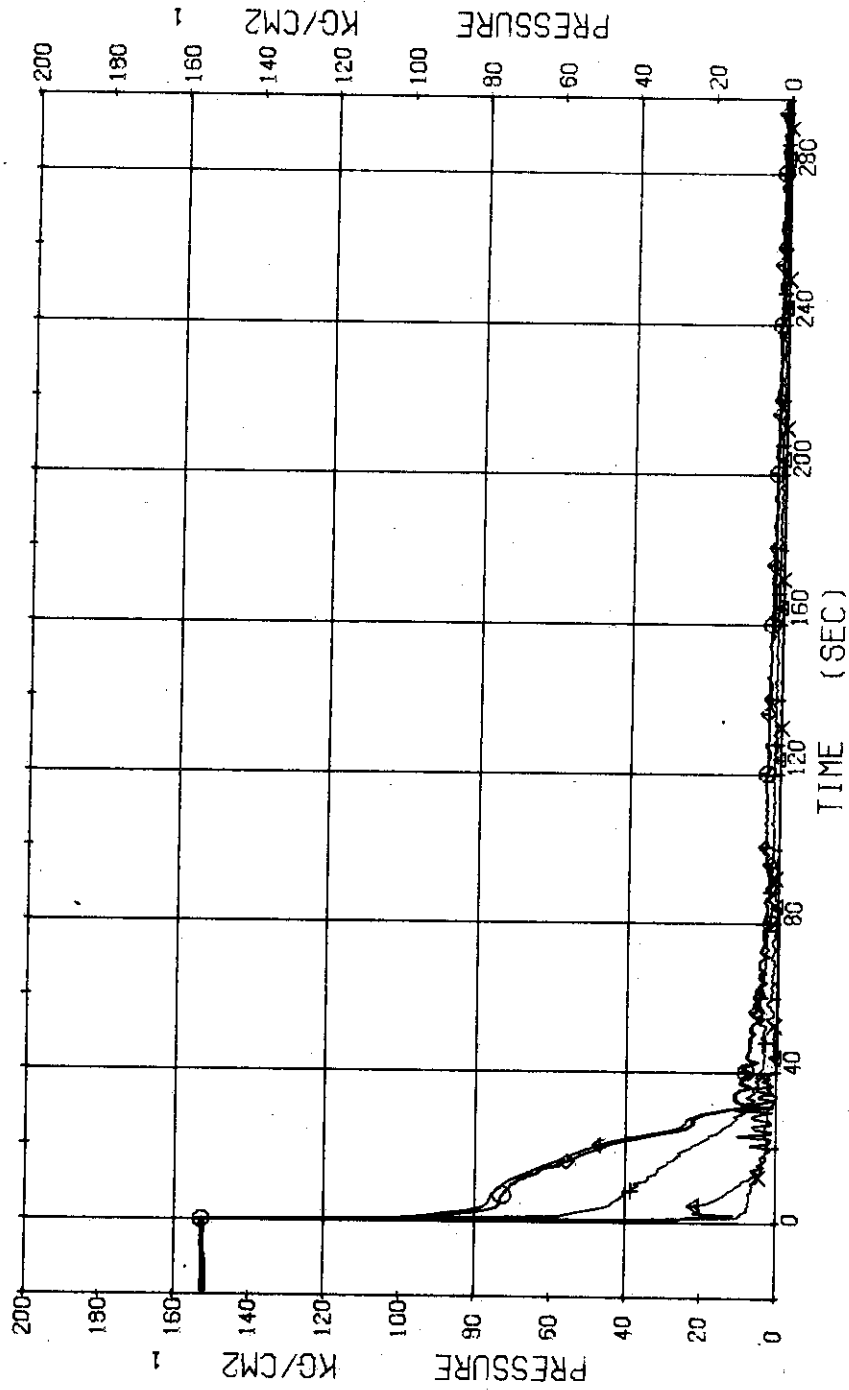


Fig. 3.1.2 Pressure in Blowdown Loop ... Run 327



RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH- 9    CH P- 9 (SG 2 INLET)      CH- 10    CH P- 10 (SC 2 OUTLET)  
 CH- 11    CH P- 11 (P 2 PUMP DELIVERY)

Comment ; Pressure data at P2 Pump delivery is relatively inaccurate

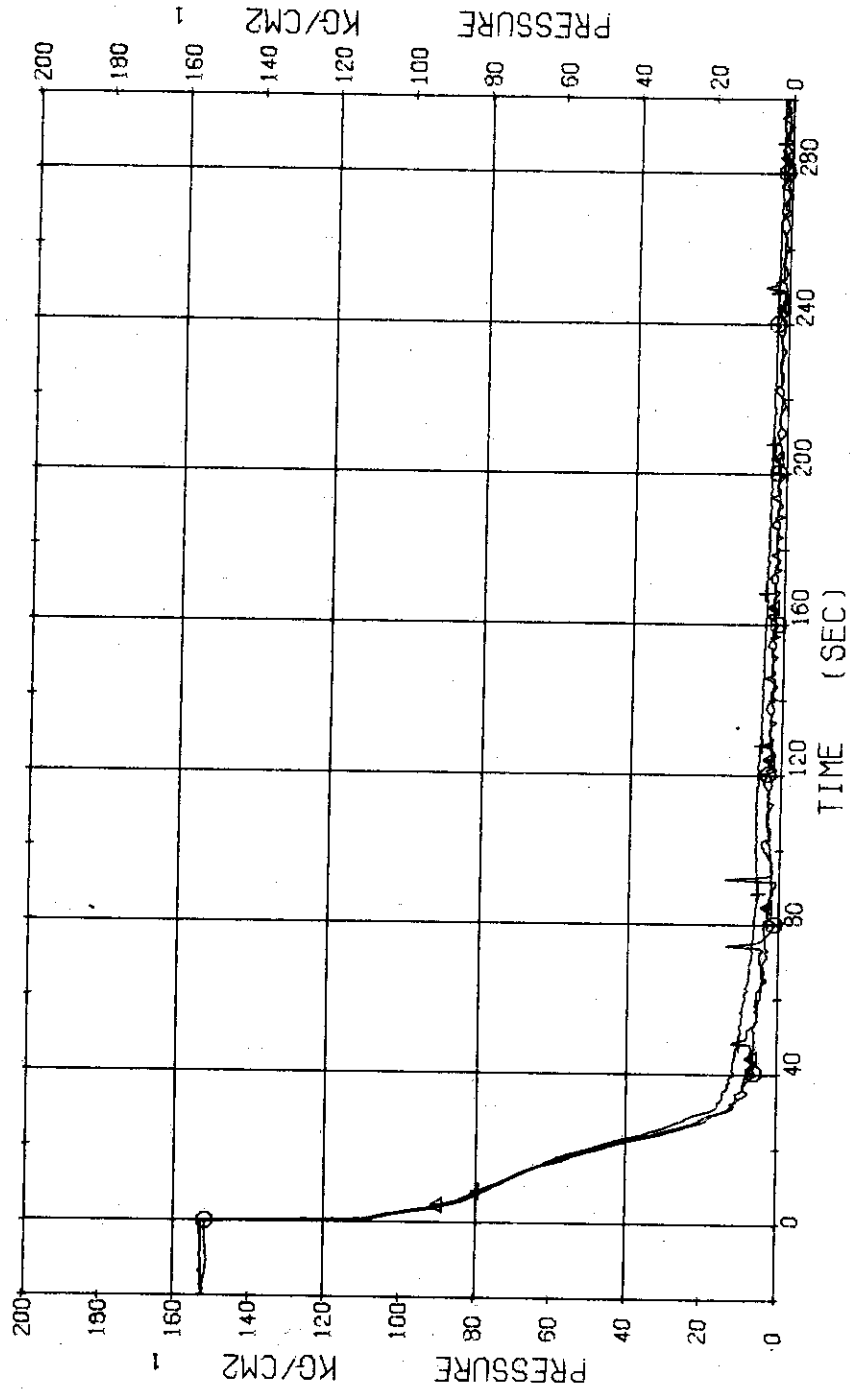


Fig. 3.1.3 Pressure in Operating Loop ... Run 327

RUN 327    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH-13    P-13 (SC SECONDARY SYSTEM )

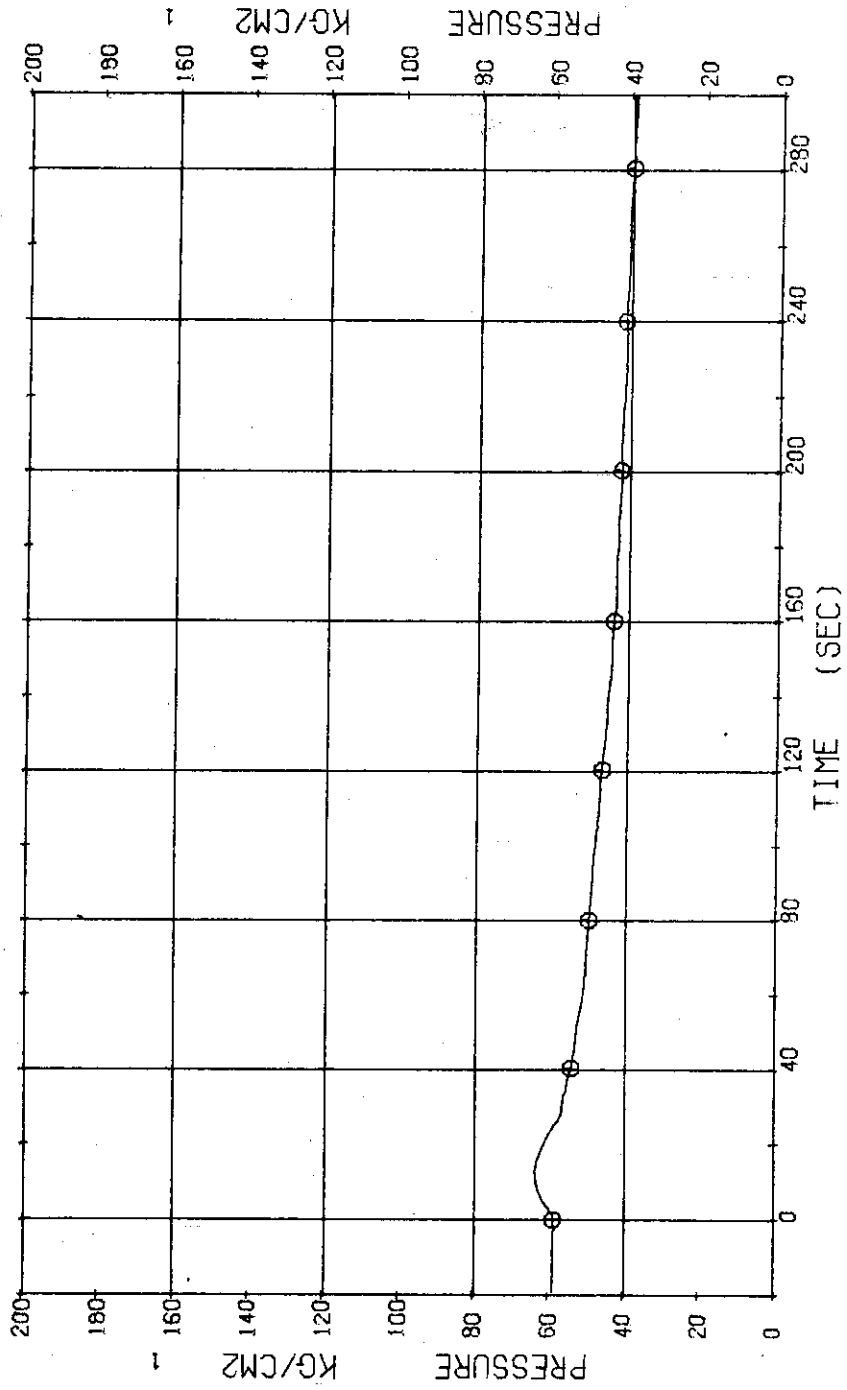


Fig. 3.1.4 Pressure in Secondary System ... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH-16 OI D-3 (PV.TOP-NO.2 ORIFICE )      CH-17 AI D-4 (PV.BOTTOM-NO.1 ORIFICE )

CH-18 +2 D-5 (SC 1 INLET-OUTLET )      CH-20 X2 D-7 (P1 PUMP DELIVERY-SUCTION)

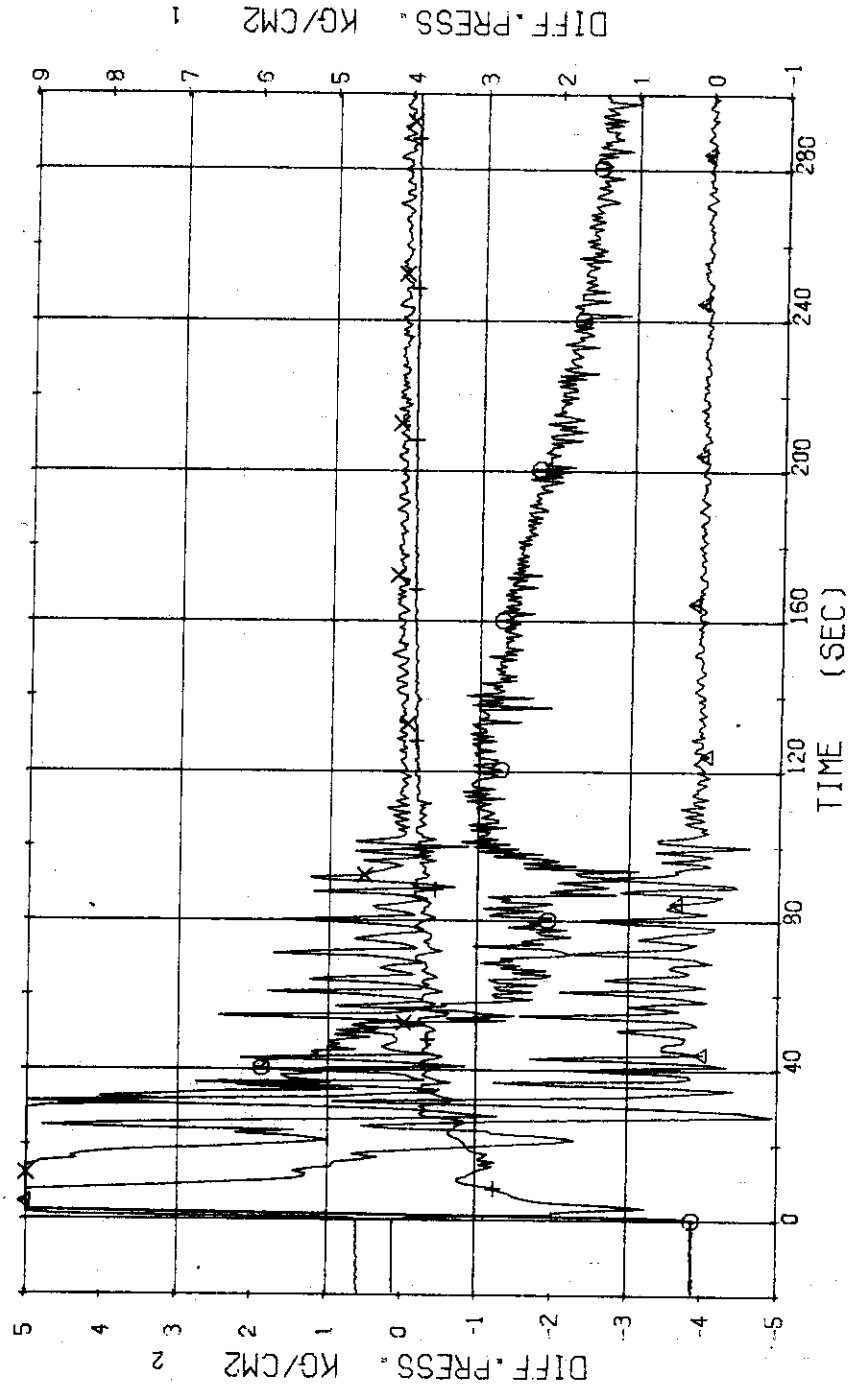


Fig. 3.1.5 Differential Pressure between PV Top to No.2 Orifice and PV Bottom to No.1 Orifice, and across SG1 and P1 Pump ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-19  $\Delta$  D-6 (SC 2 INLET-OUTLET ) CH-21  $\Delta$  D-8 (P2 PUMP DELIVERY-SUCTION)

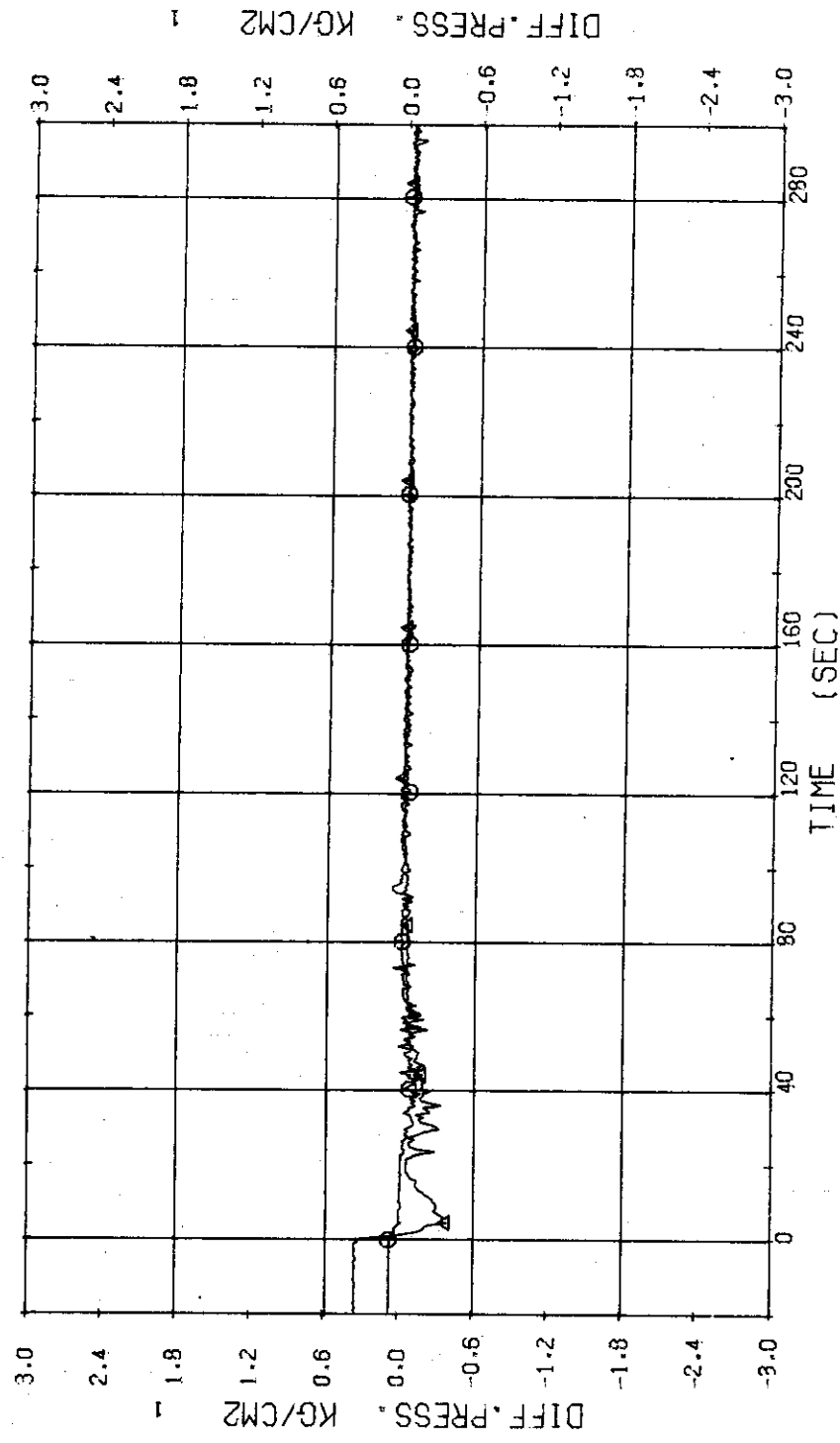


Fig. 3.1.6 Differential Pressure across SG2 and P2 Pump ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-30 F-9 (ACC1) CH-31 F-10 (ACC2)

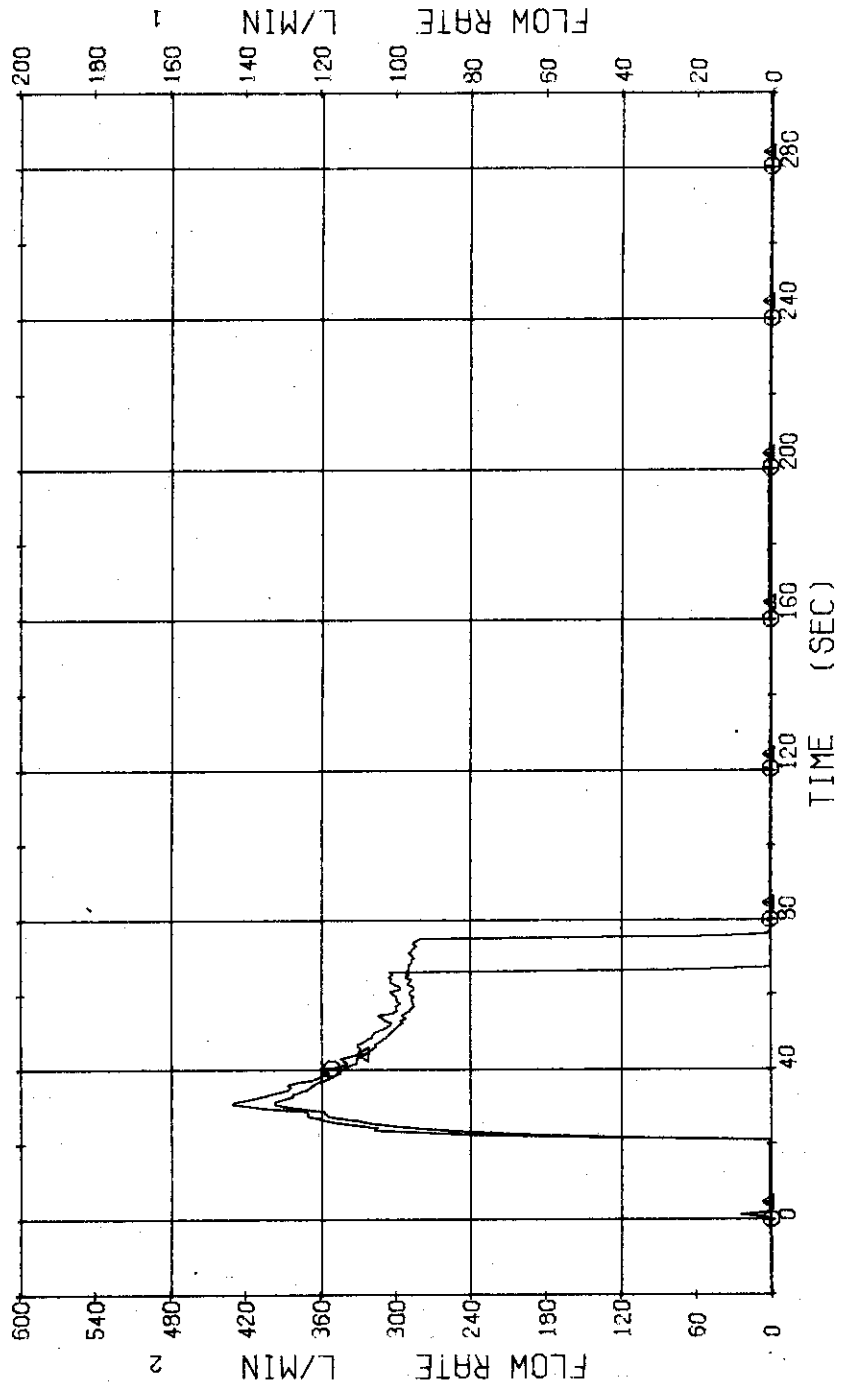


Fig. 3.1.7 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2 ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 34 ① F-13 (LPCI OPERATING LOOP )

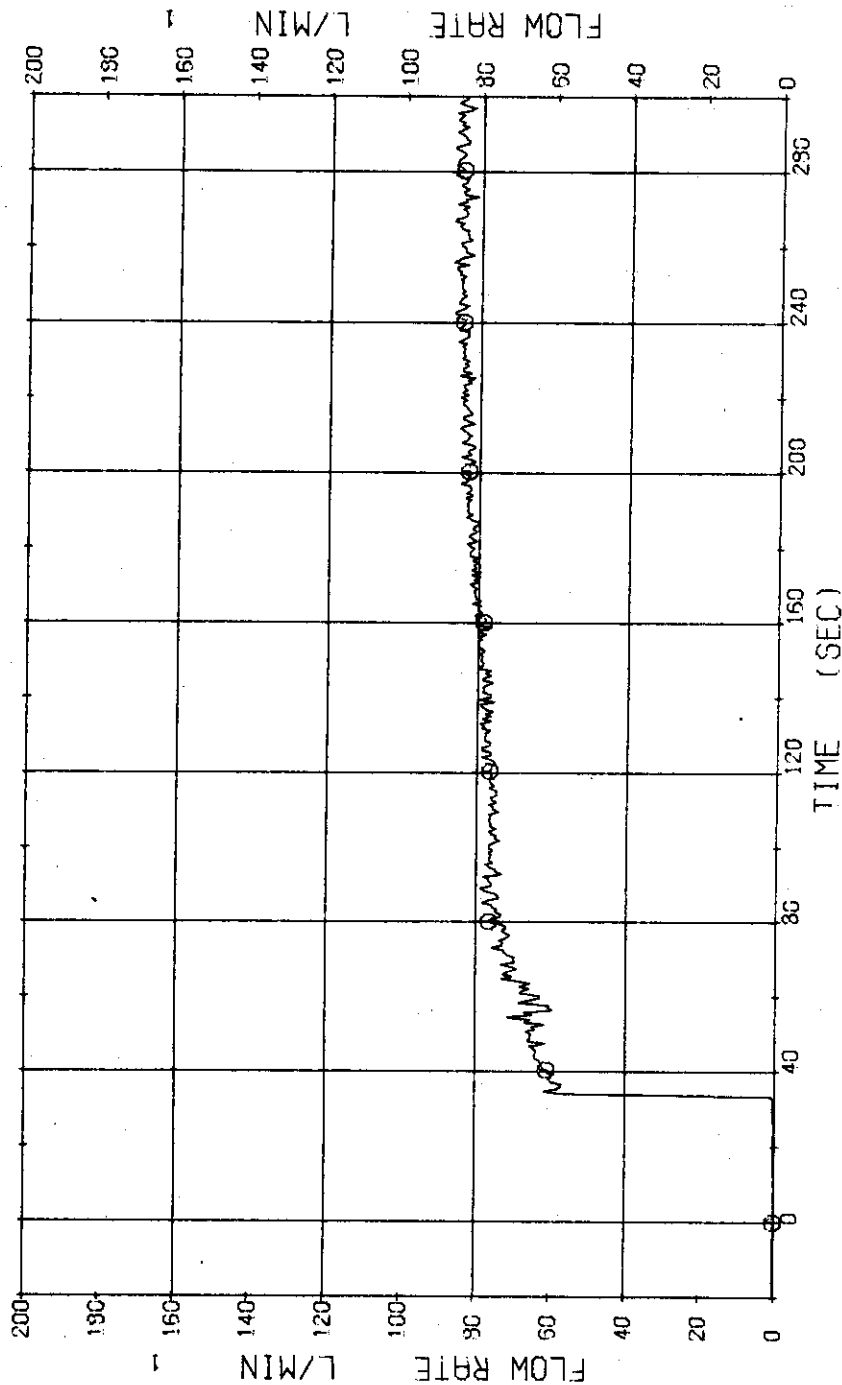


Fig. 3.1.8 Injection Flow Rate of LPCI into Operating Loop ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH-35 O1 W-1 (POWER SUPPLY NO.1) CH-155 A2 Q-1 (PEAK HEAT FLUX NO.1)

CH-36 +3 W-2 (POWER SUPPLY NO.2) CH-156 X2 Q-2 (PEAK HEAT FLUX NO.2)

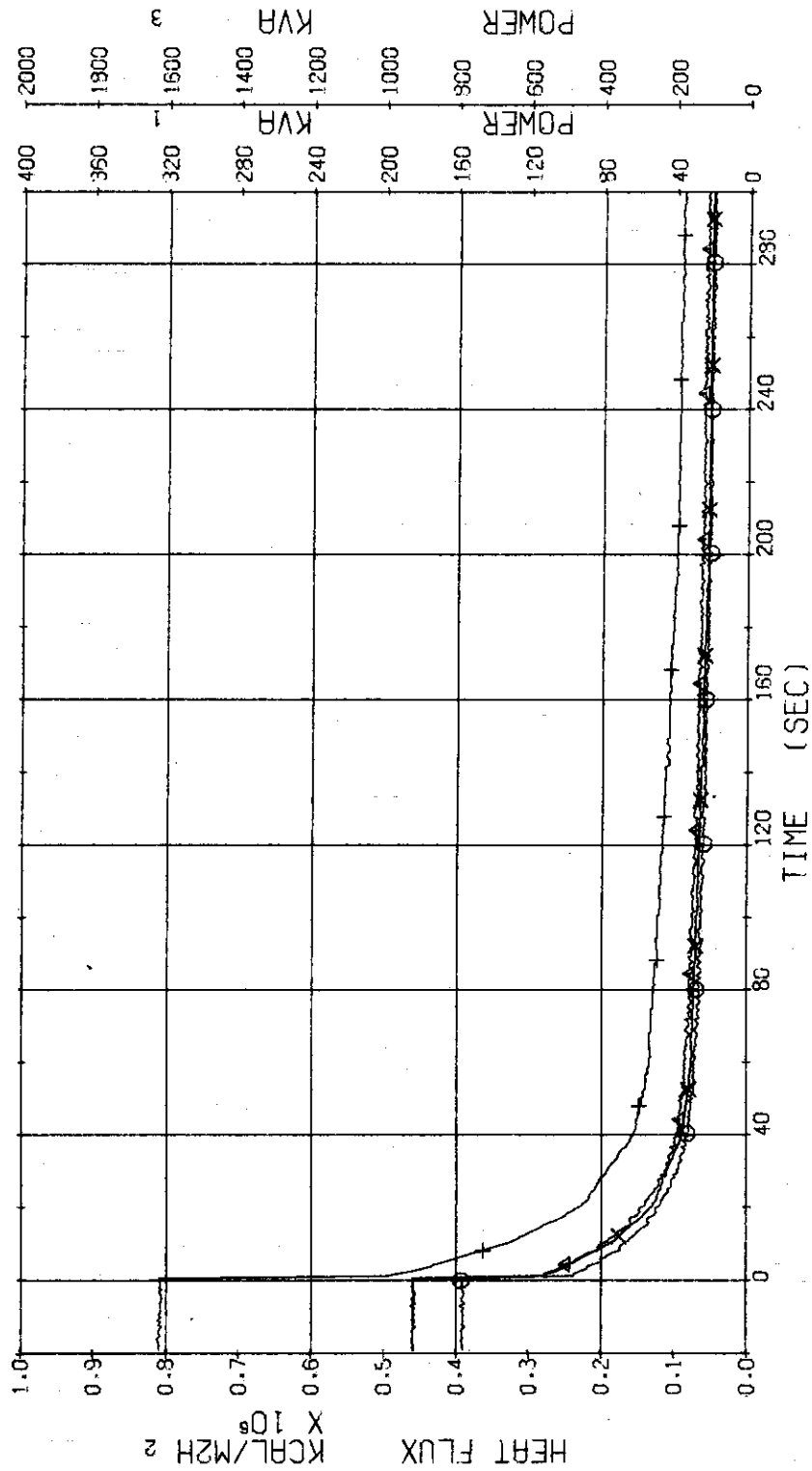


Fig. 3.1.9 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply ... Run 327

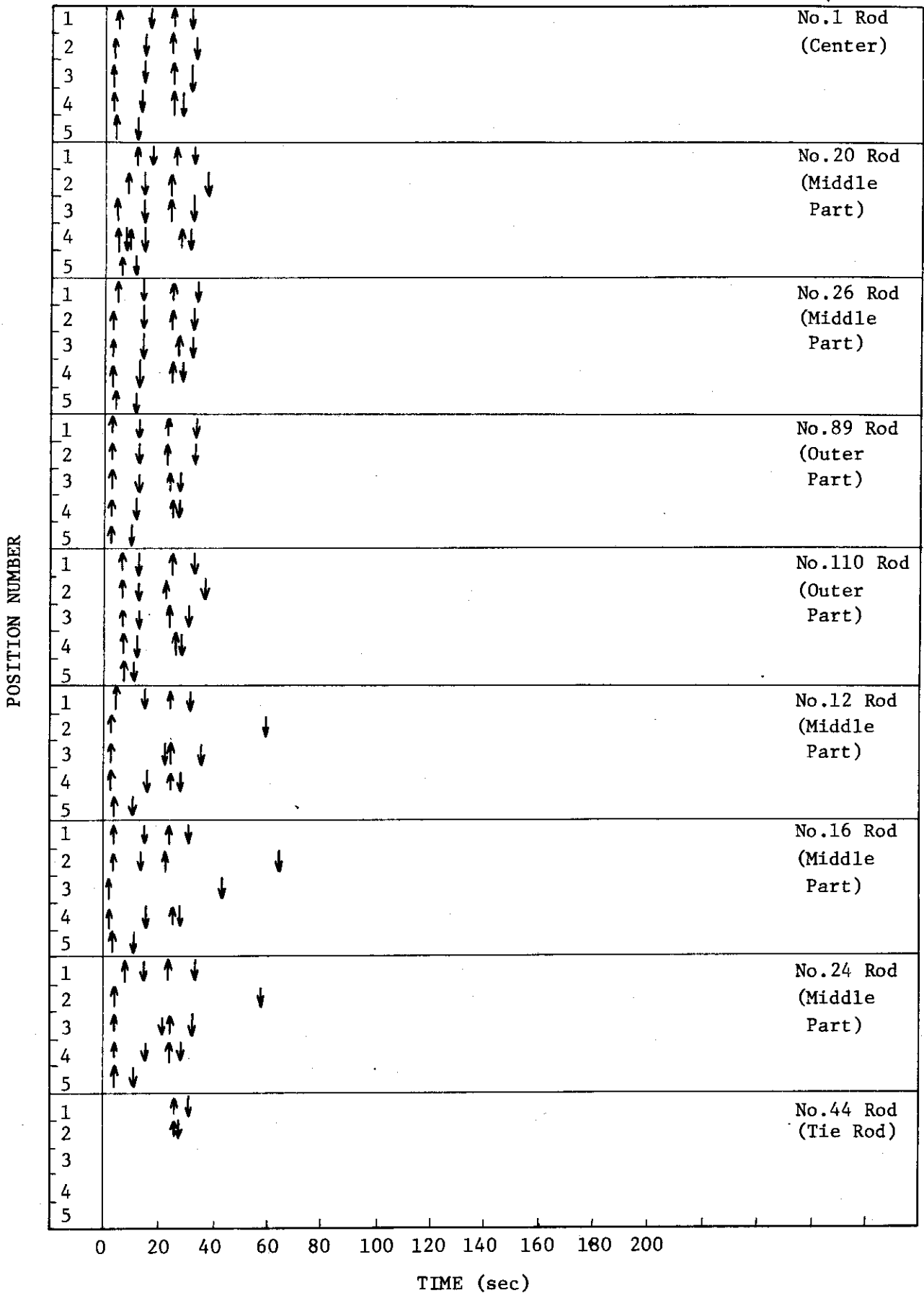


Fig. 3.1.10 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 327



RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ----      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH-37 (O) TF-1 (NO.1 POSITION1)      )      CH-38 (A) TF-2 (NO.1 POSITION2)      )

CH-39 (+) TF-3 (NO.1 POSITION3)      )      CH-40 (X) TF-4 (NO.1 POSITION4)      )

CH-41 (X) TF-5 (NO.1 POSITION5)      )

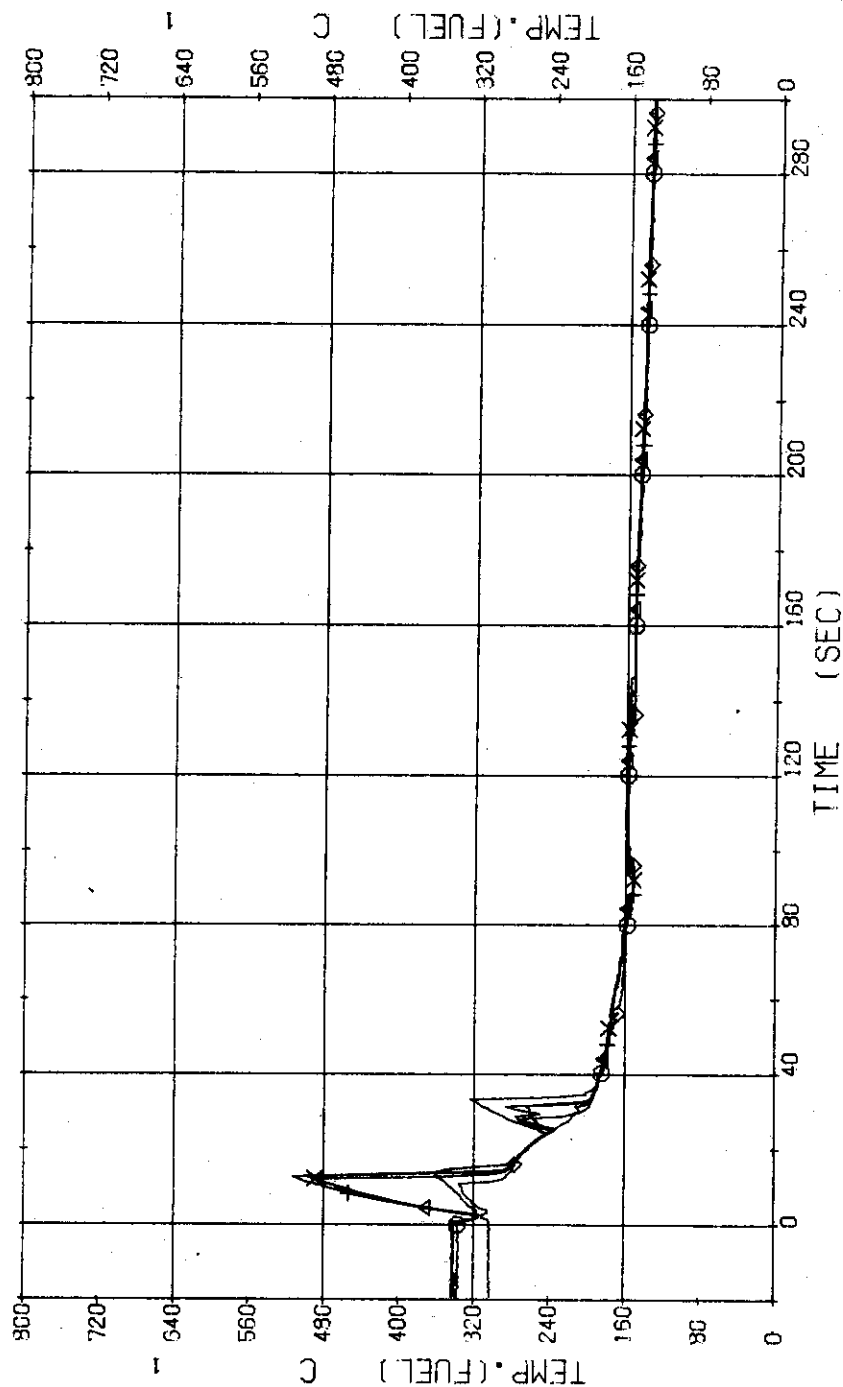


Fig. 3.1.1.1.1 Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 62  $\diamond$ 1 TF26 (NO.12 POSITION1 )  
 CH- 64 +1 TF28 (NO.12 POSITION3 )  
 CH- 66  $\diamond$ 1 TF30 (NO.12 POSITION5 )  
 CH- 63  $\Delta$ 1 TF27 (NO.12 POSITION2 )  
 CH- 65 X1 TF29 (NO.12 POSITION4 )

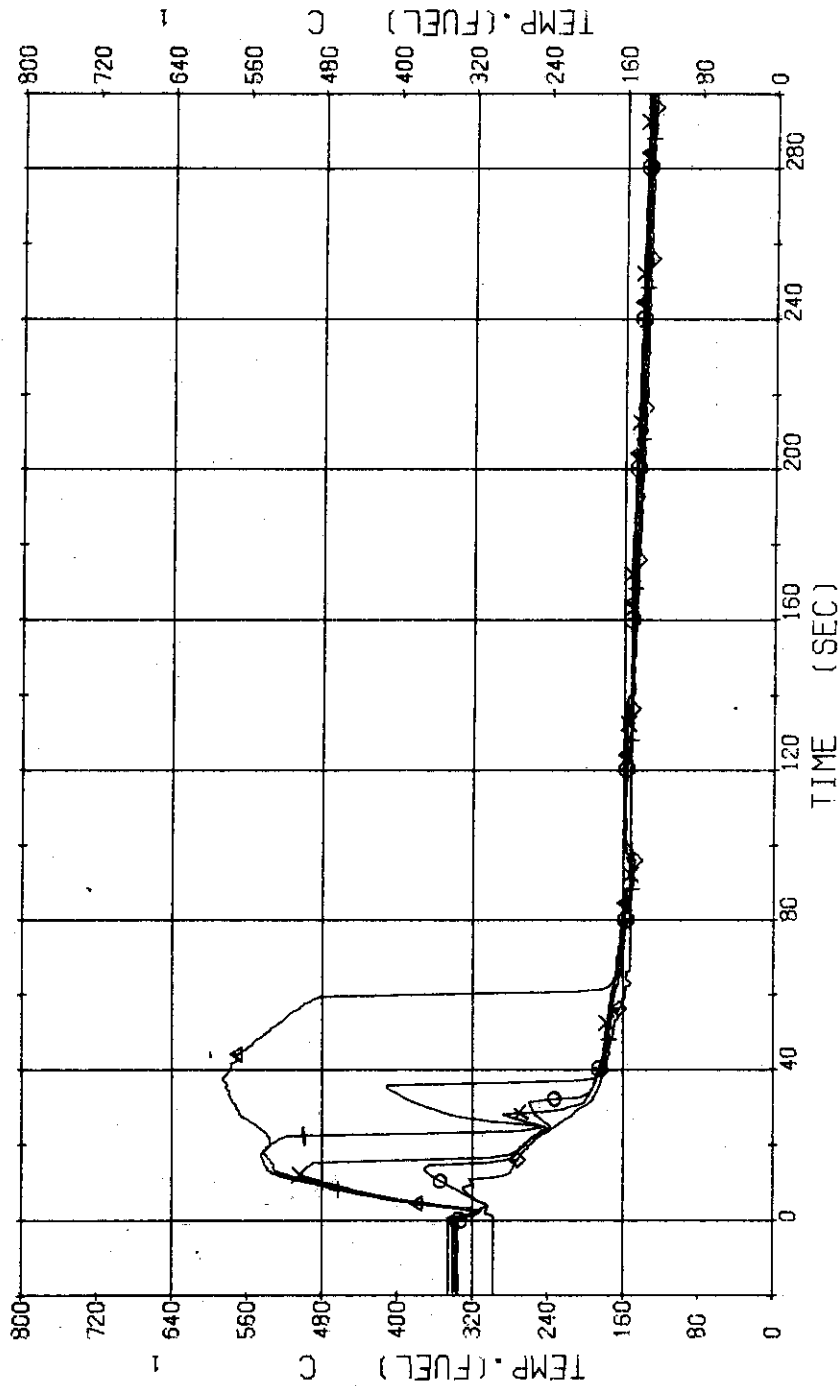


Fig. 3.1.12 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 67 (I) TF31 (NO.16 POSITIONS) )  
 CH- 69 (+) TF33 (NO.16 POSITIONS) )  
 CH- 71 (X) TF35 (NO.16 POSITIONS) )  
 CH- 68 (Δ) TF32 (NO.16 POSITIONS) )  
 CH- 70 (X) TF34 (NO.16 POSITIONS) )

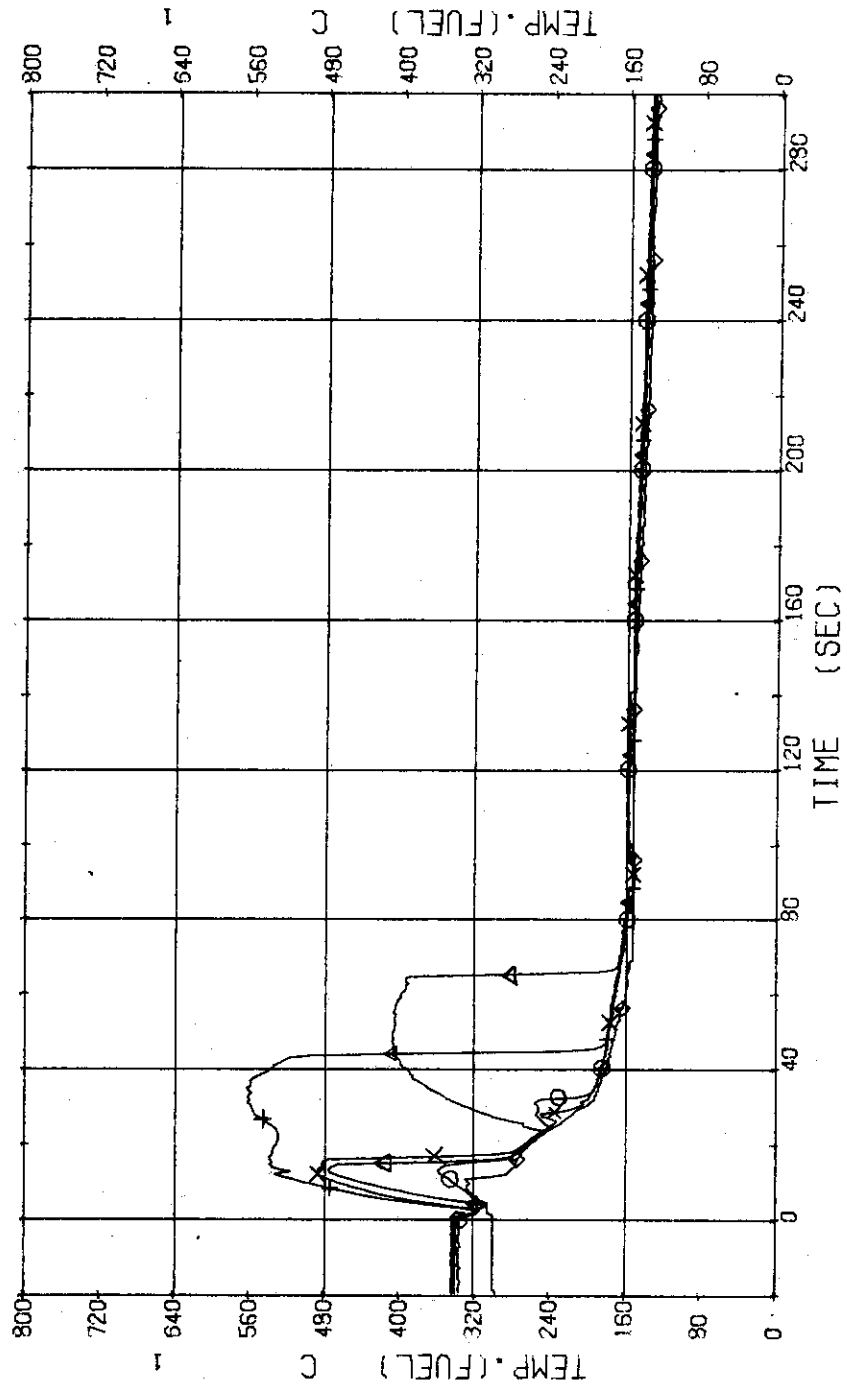


Fig. 3.1.13 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 42 OI TF-6 (NO.20 POSITIONS) )  
 CH- 44 HI TF-8 (NO.20 POSITIONS) )  
 CH- 46 OI TF-10 (NO.20 POSITIONS) )  
 CH- 43 AI TF-7 (NO.20 POSITIONS) )  
 CH- 45 XI TF-9 (NO.20 POSITIONS) )

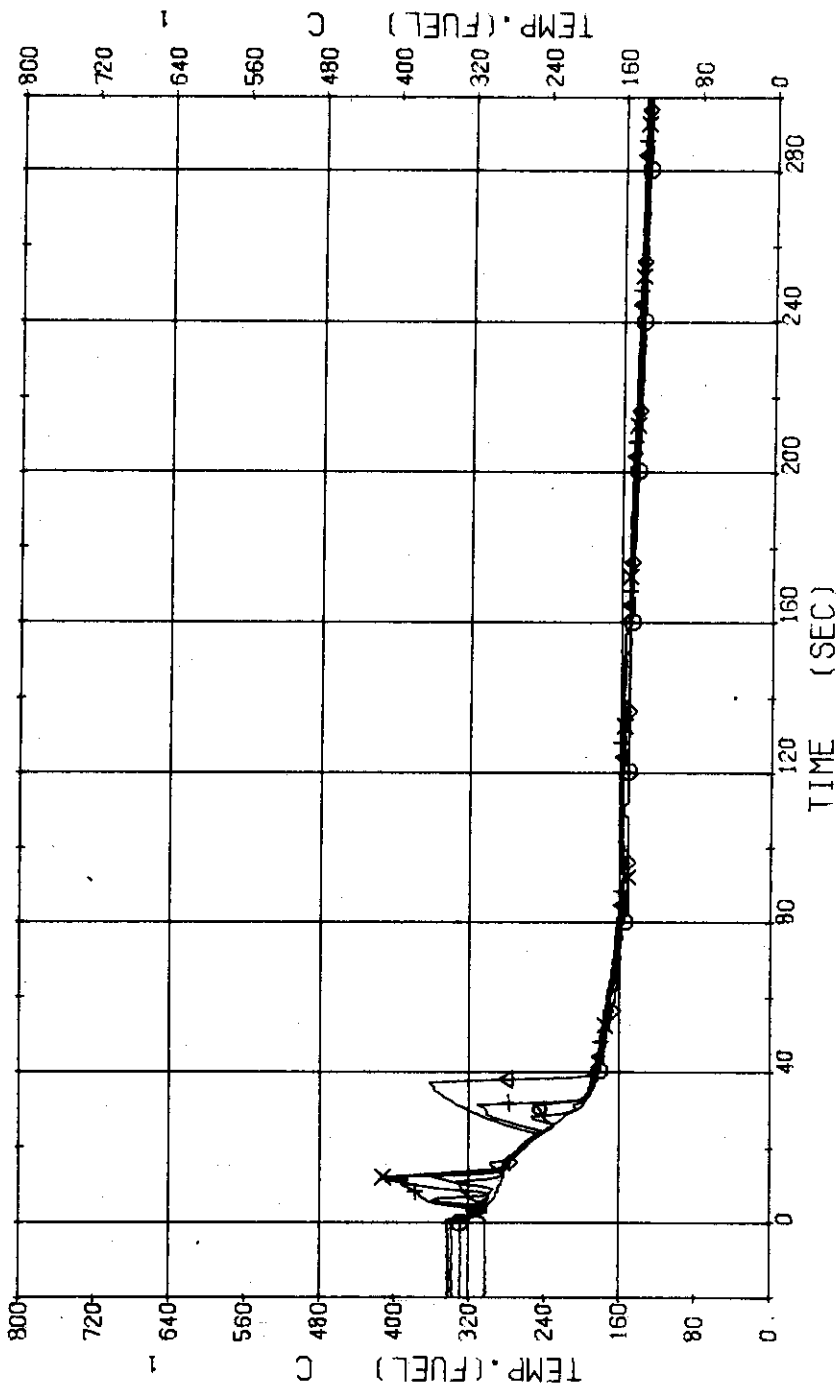


Fig. 3.1.14 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 72 OI TF36 (NO.24 POSITION1)      CH- 73 AI TF37 (NO.24 POSITION2)      )

CH- 74 +I TF38 (NO.24 POSITION3)      CH- 76 XI TF40 (NO.24 POSITION5)      )

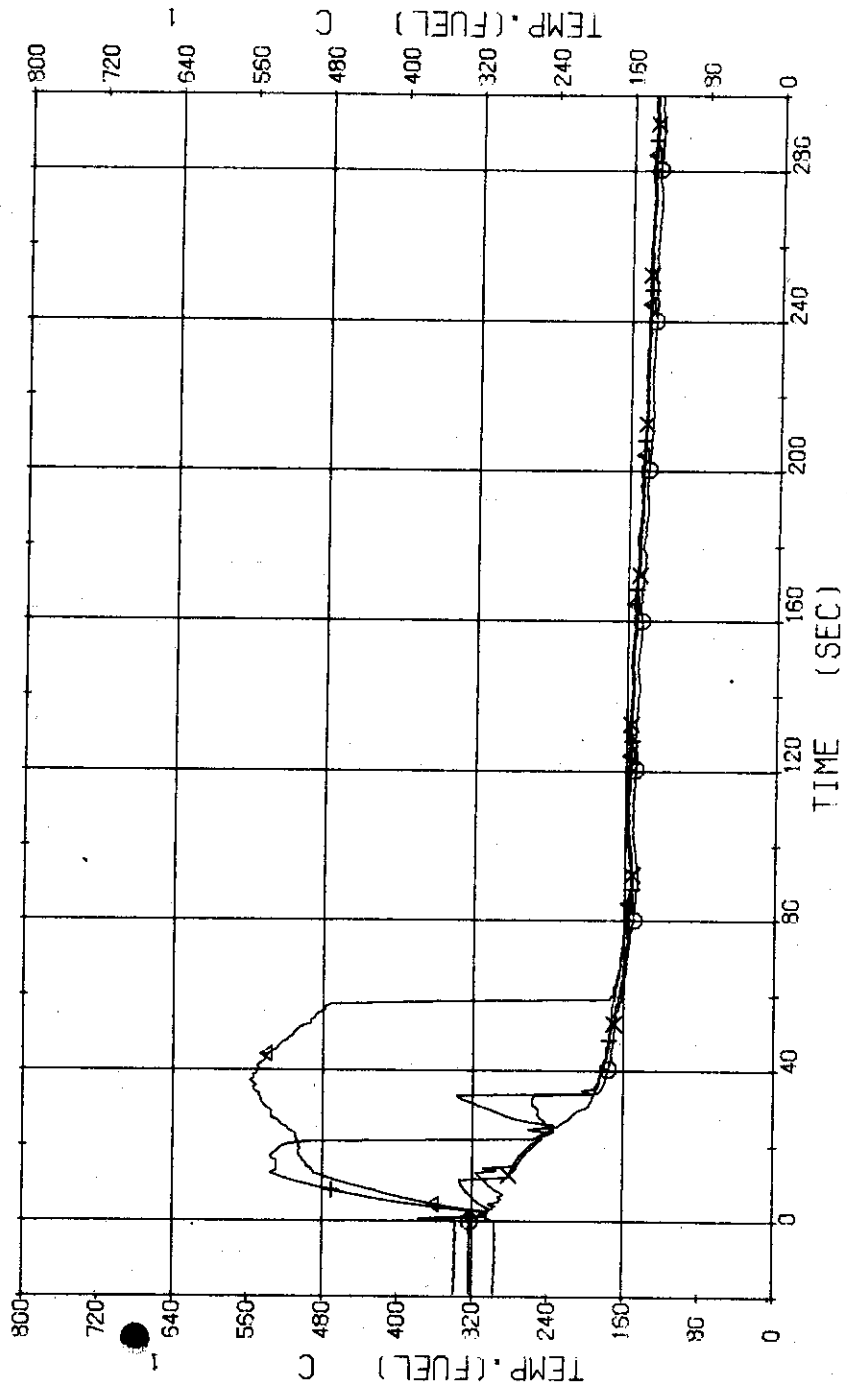


Fig. 3.1.15 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 47 OI TF11 (NO.26 POSITION1 )  
 CH- 49 HI TF13 (NO.26 POSITION3 )  
 CH- 51 OI TF15 (NO.26 POSITION5 )  
 CH- 48 AI TF12 (NO.26 POSITION2 )  
 CH- 50 XI TF14 (NO.26 POSITION4 )

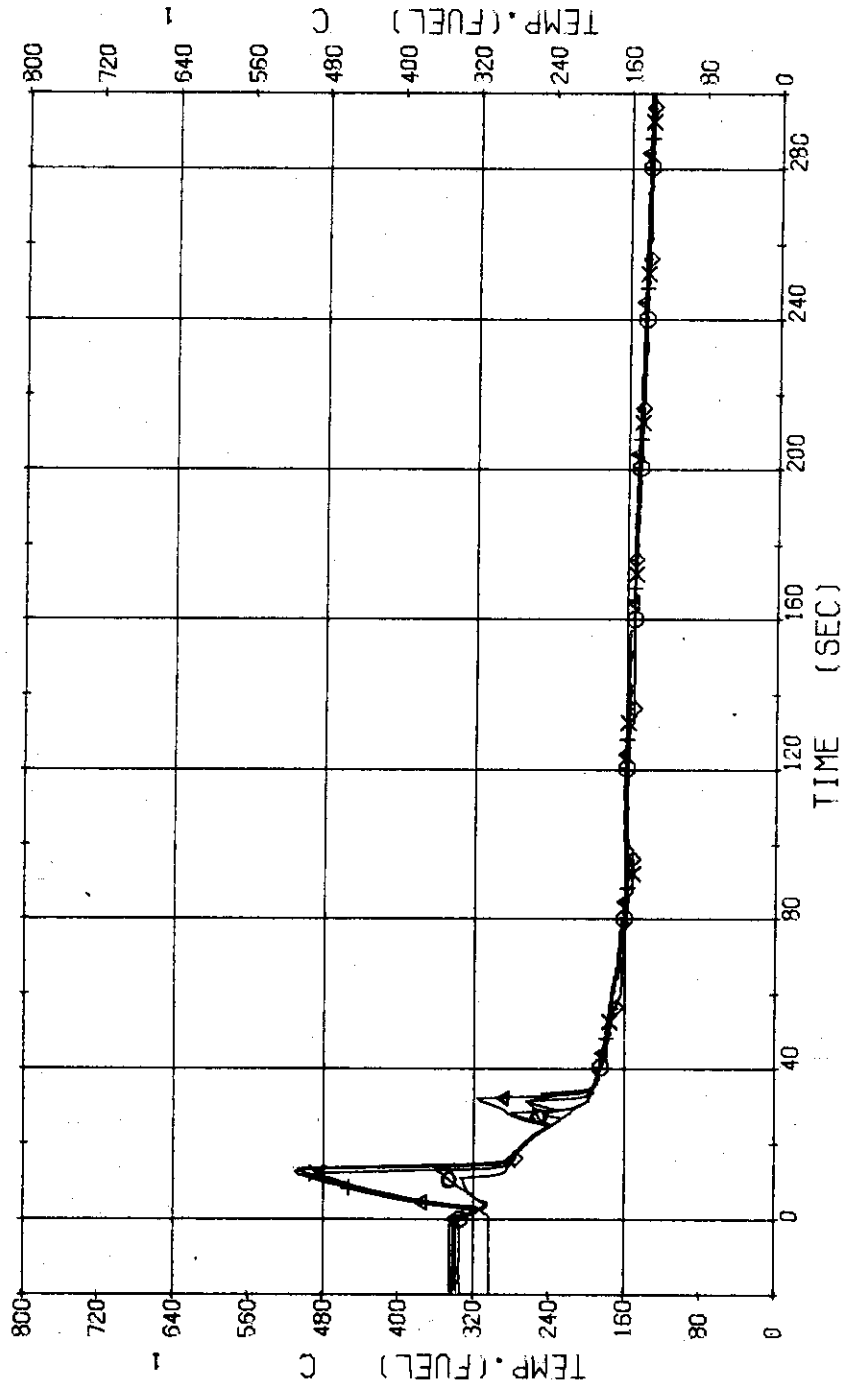


Fig. 3.1.16 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 52    ⊕    TF16 (NO.89 POSITION1)    )  
 CH- 54    +    TF18 (NO.89 POSITION3)    )  
 CH- 56    ⊕    TF20 (NO.89 POSITION5)    )

CH- 53    Δ    TF17 (NO.89 POSITION2)    )  
 CH- 55    X    TF19 (NO.89 POSITION4)    )

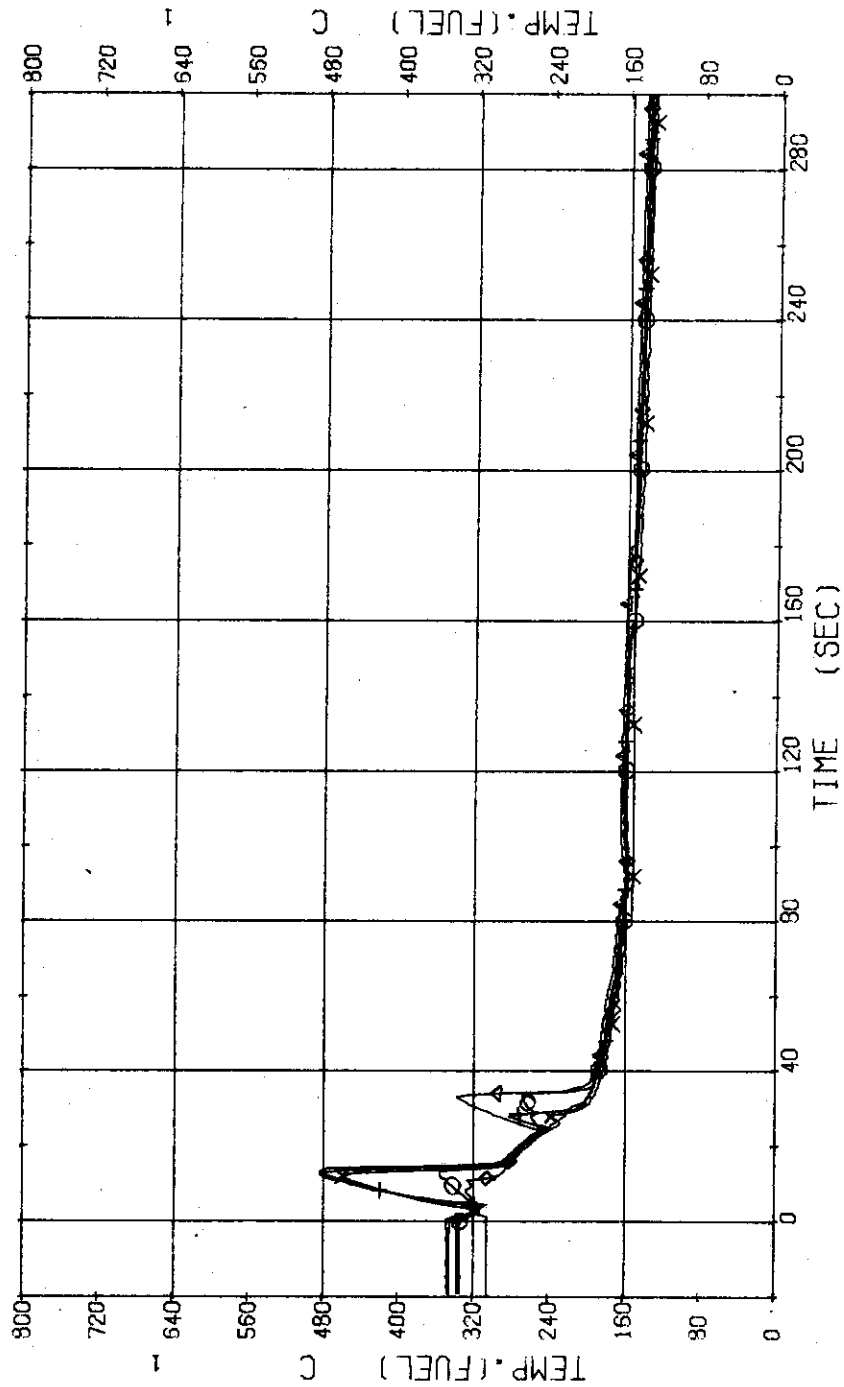


Fig. 3.1.17 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core  
 ... Run 327

RUN 327 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH- 57 ① TF21 (NO.110 POSITION1) )  
 CH- 59 +1 TF23 (NO.110 POSITION3) )  
 CH- 61 ① TF25 (NO.110 POSITION5) )

CH- 58 Δ TF22 (NO.110 POSITION2) )  
 CH- 60 X TF24 (NO.110 POSITION4) )

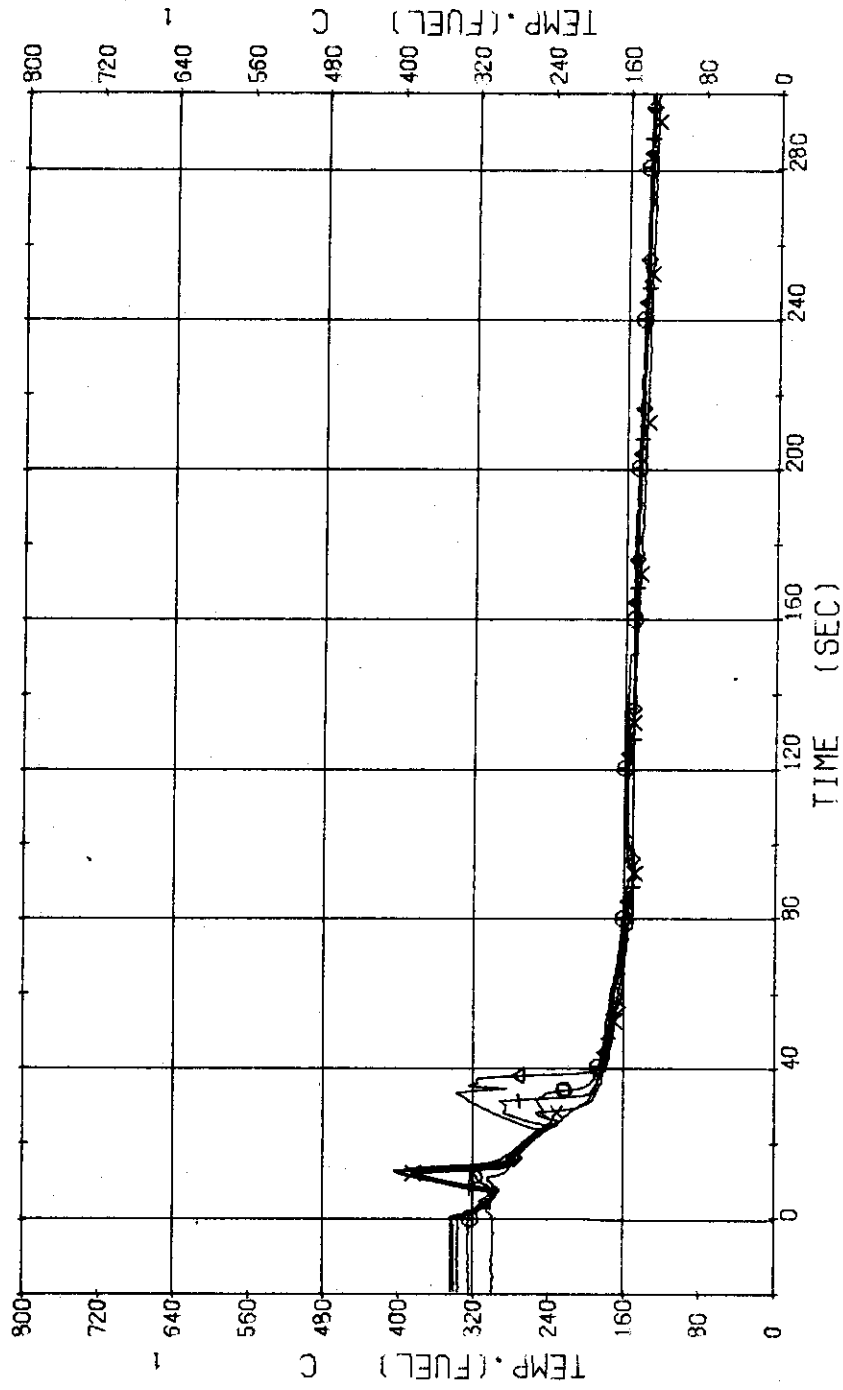


Fig. 3.1.18 Surface Temperatures of No.110 Rod at the Outer Part of Core  
 ... Run 327



RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 77 ○1 TF41 (NO.44 POSITION1)      )      )      )      )      )      )

CH- 79 +1 TF43 (NO.44 POSITION3)      )      )      )      )      )      )

CH- 81 ○1 TF45 (NO.44 POSITION5)      )      )      )      )      )      )

CH- 78 Δ1 TF42 (NO.44 POSITION2)      )      )      )      )      )      )

CH- 90 X1 TF44 (NO.44 POSITION4)      )      )      )      )      )      )

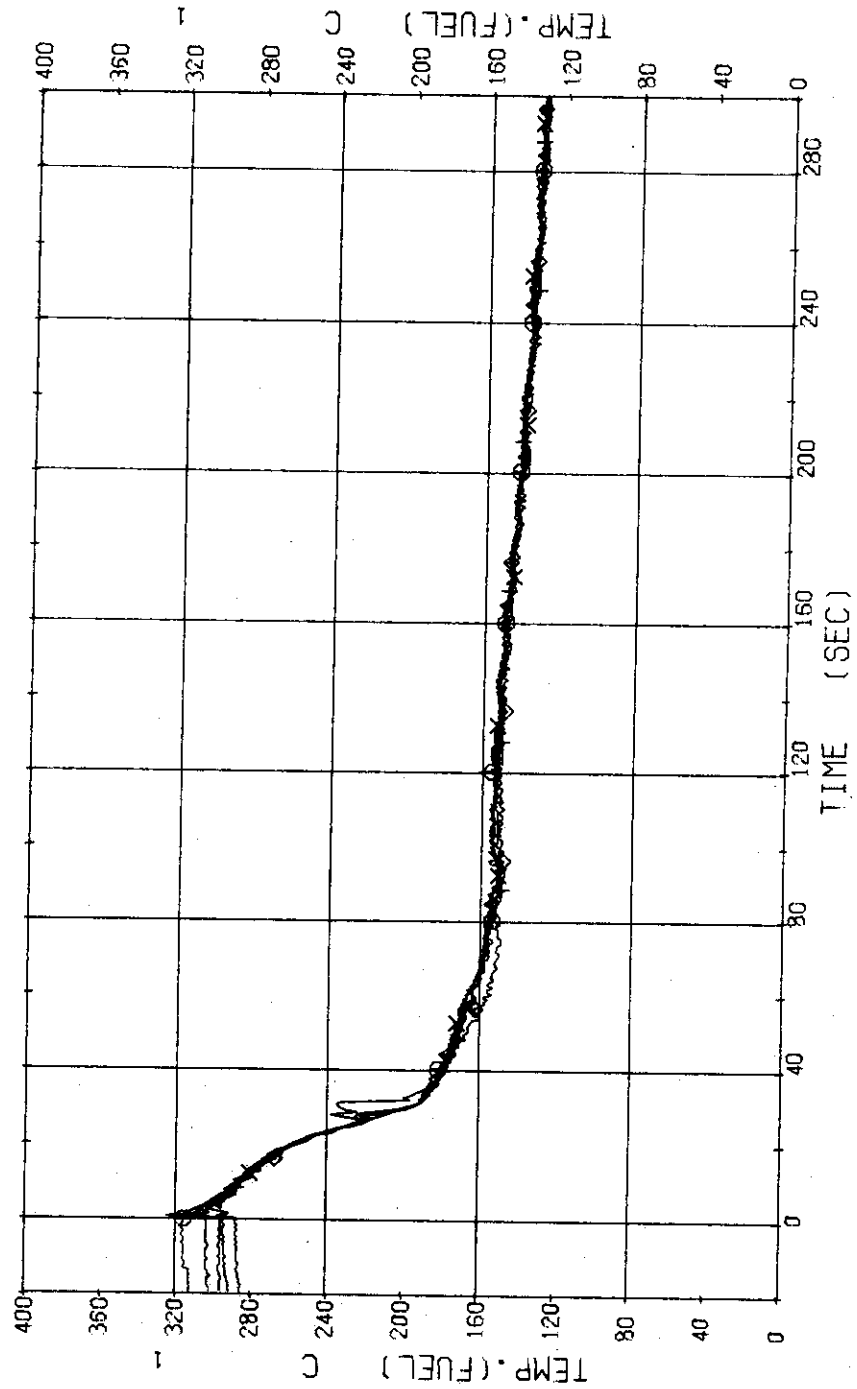


Fig. 3.1.19 Surface Temperatures of Tie Rod No.44 in the Middle Part of Core ... Run 327

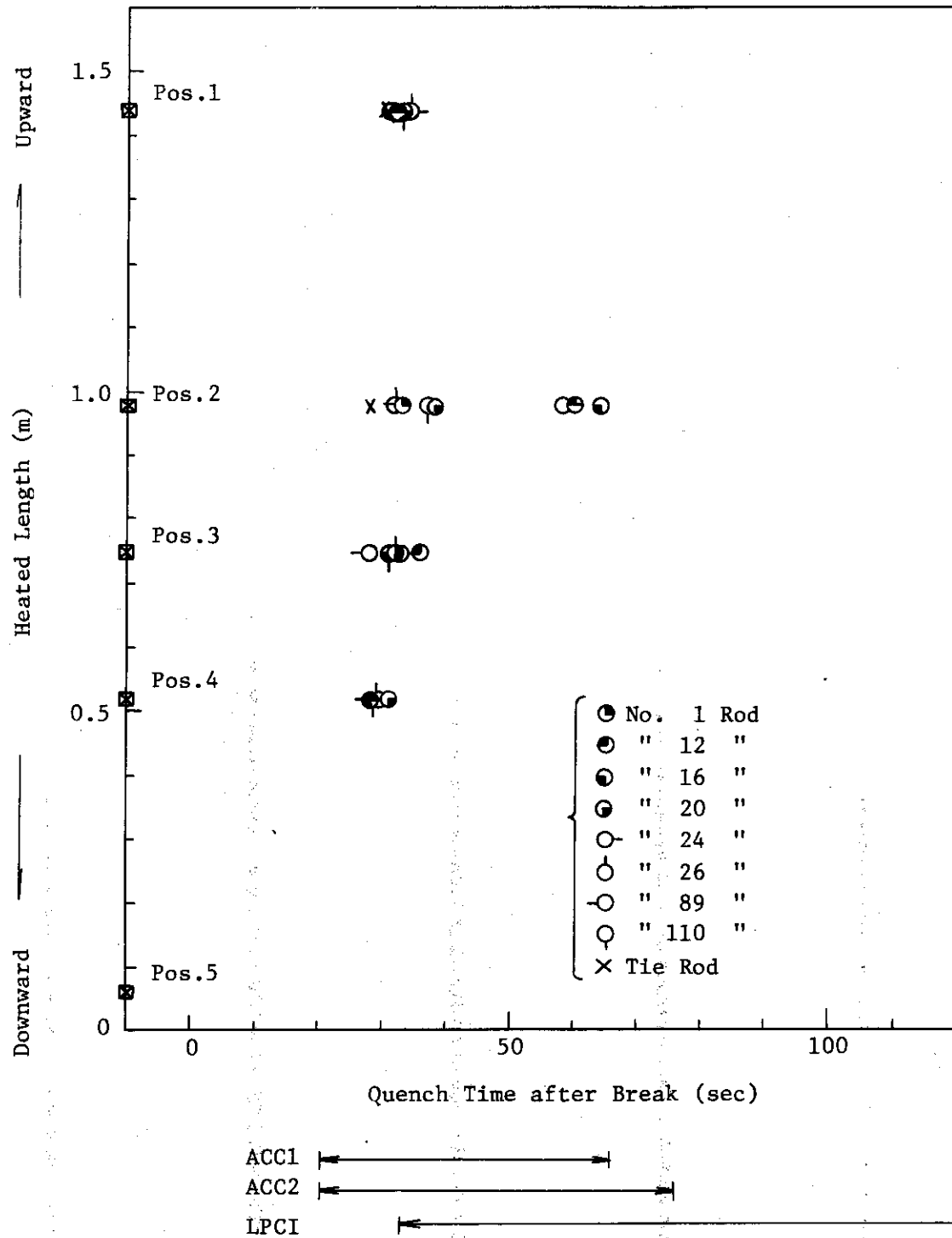


Fig. 3.1.20 2nd Quench Time of Each Rods---Run 327

RUN 327    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1--    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH- 83    CI T- 2 (PV, LOWER PLENUM )

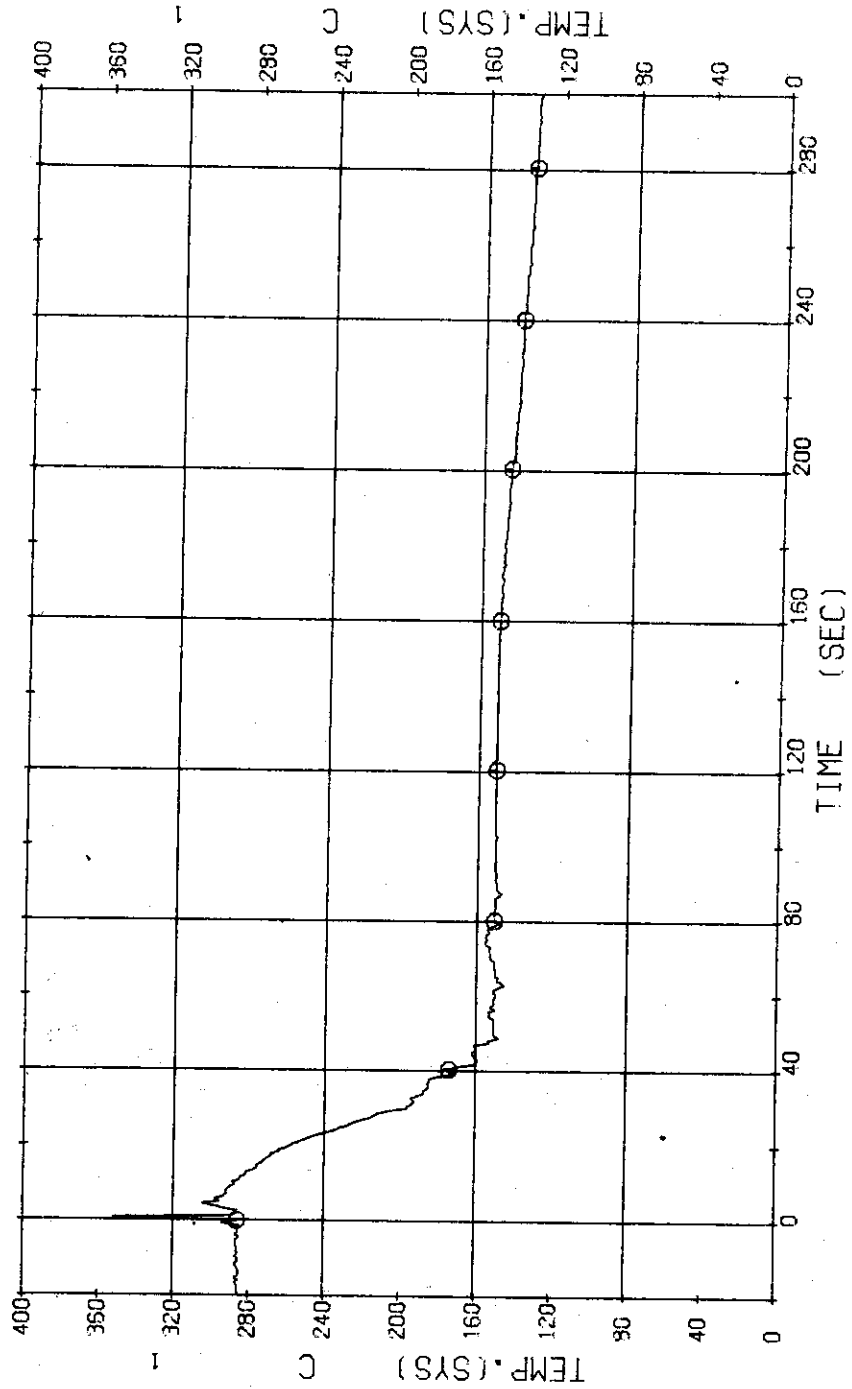


Fig. 3.1.21 Fluid Temperature in Pressure Vessel ... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1--      HP2--      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH-96 C1 T-5 (SG 1 INLET)      )      CH-87 Δ1 T-6 (SG 1 OUTLET)      )

CH-98 H1 T-7 (P1 PUMP DELIVERY)      )      CH-99 X1 T-8 (PV. INLET NOZZLE)      )

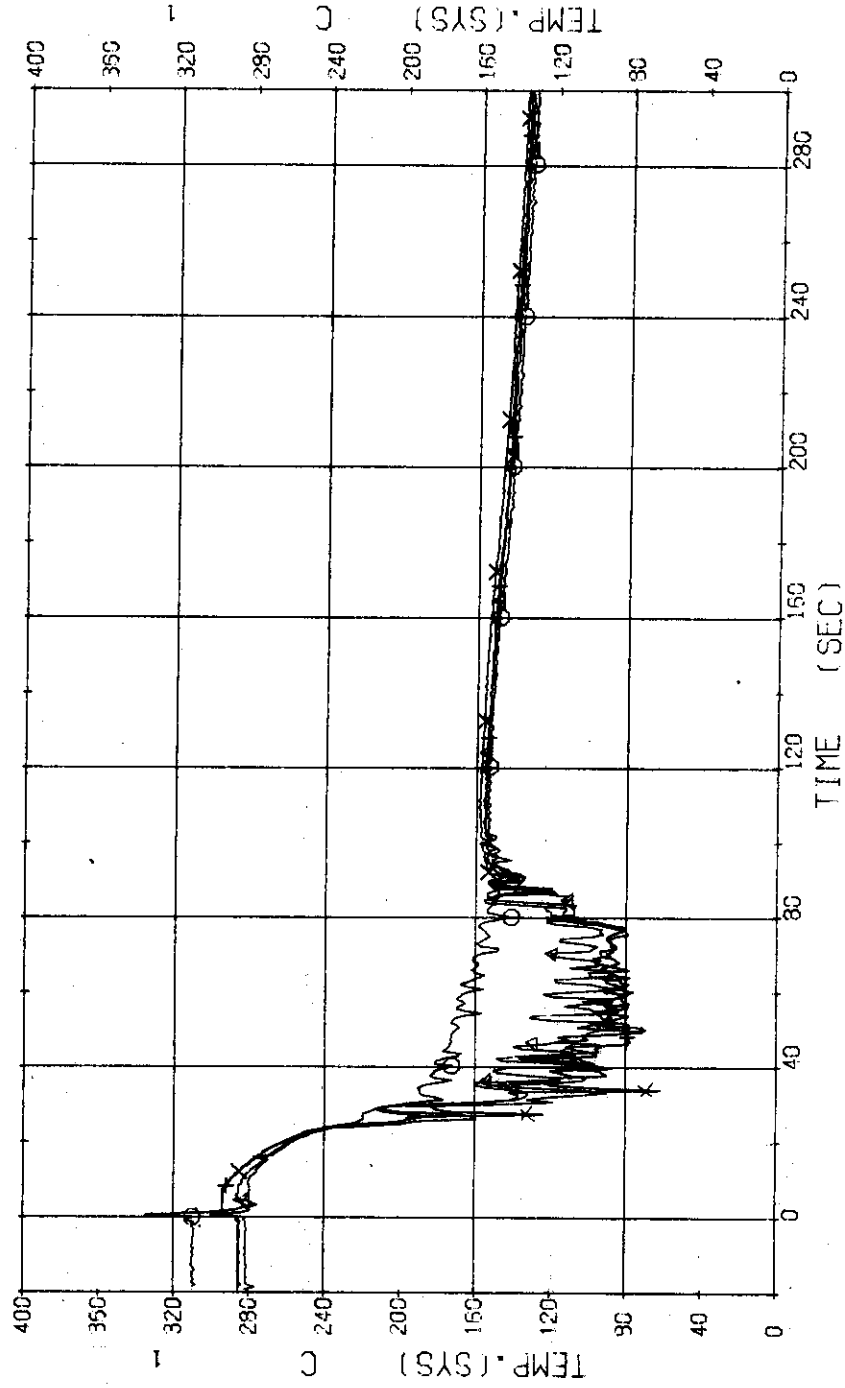


Fig. 3.1.22 Fluid Temperature in Blowdown Loop ... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-90      T-9 (SC 2 INLET)      CH-91      T-10 (SC 2 OUTLET)  
 CH-92      T-11 (P 2 PUMP DELIVERY)

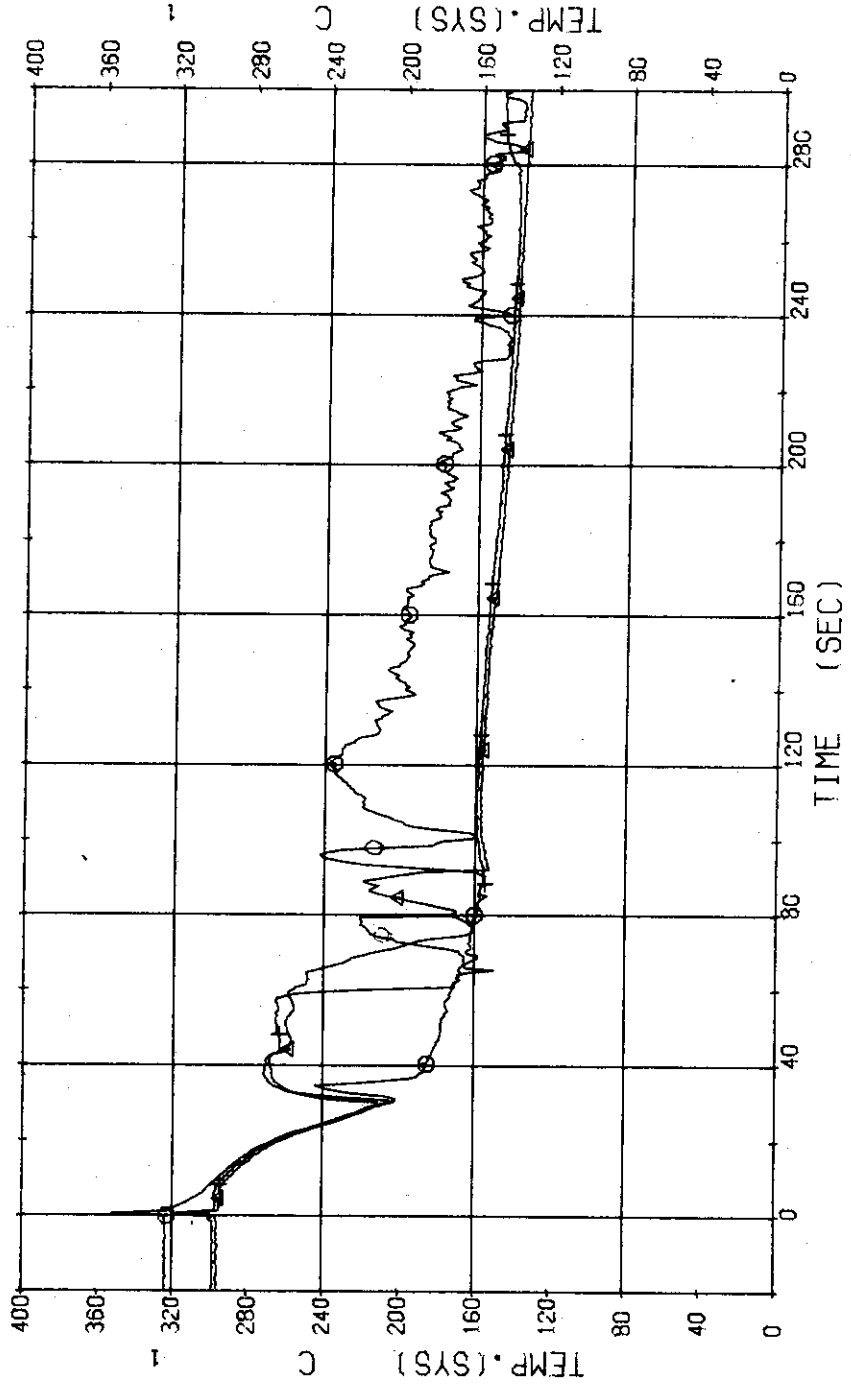


Fig. 3.1.23 Fluid Temperatures in Operating Loop ... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---	HP1 -	HP2 -	AC1-C	AC2-C	LP1-H	LP2-H
CH-96 01	TS-1	(SUPPORT TUBE TOP		TS-5	(SUPPORT TUBE MIDDLE	)
CH-98 43	TS-9	(SUPPORT TUBE BOTTOM		TS10	(SUPPORT TUBE TOP	)
CH-100 02	TS14	(SUPPORT TUBE MIDDLE		TS18	(SUPPORT TUBE BOTTOM	)

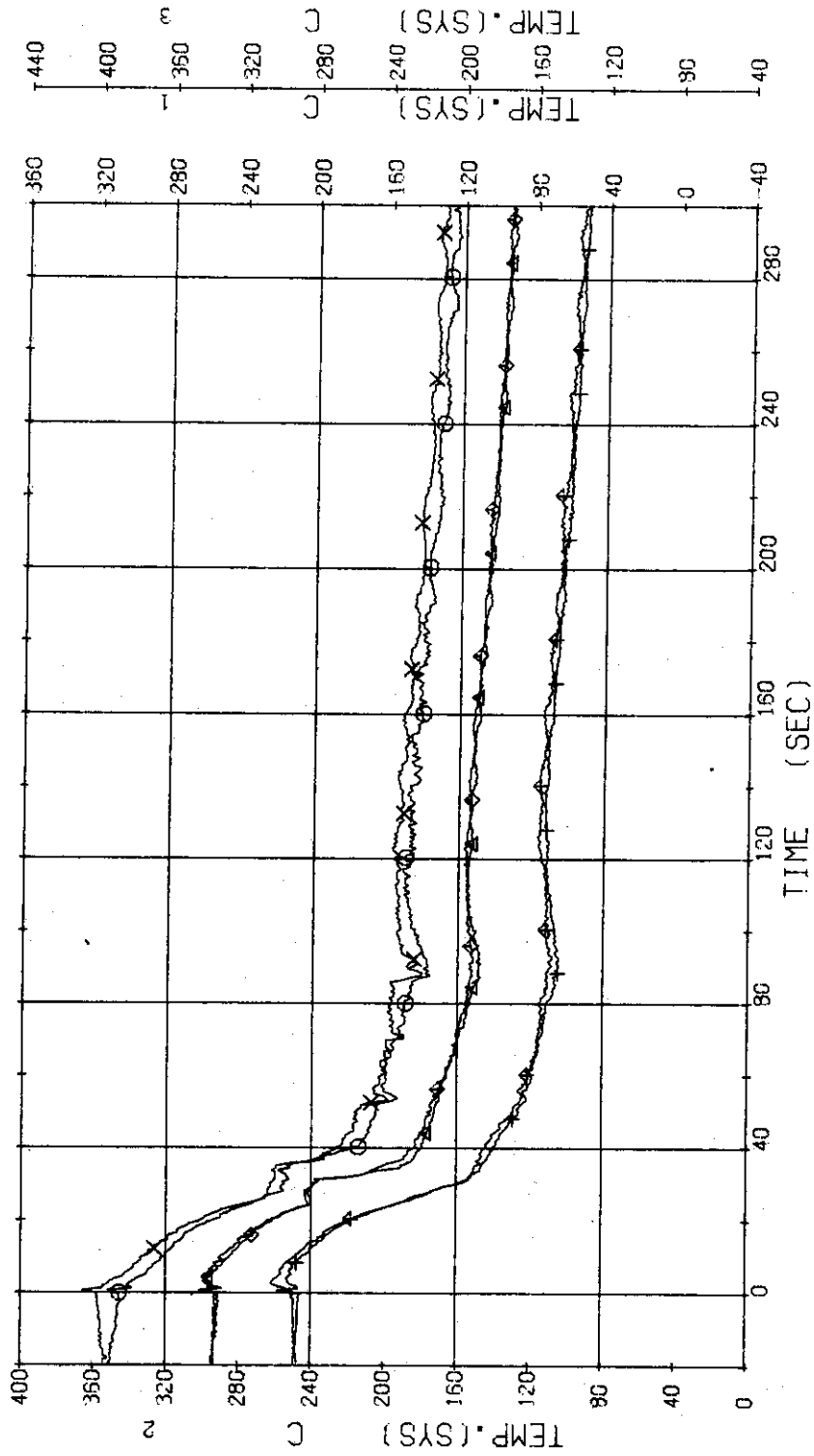


Fig. 3.1.24 Core Support Temperatures at Top, Middle and Bottom Positions  
... Run 327

RUN 327      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH-102 OI TB-1 (CORE BARREL TOP)      )      CH-103 ΔI TB-9 (CORE BARREL BOTTOM)      )

CH-104 +I TB-7 (CORE BARREL TOP)      )      CH-105 XI TB-12 (CORE BARREL BOTTOM)      )

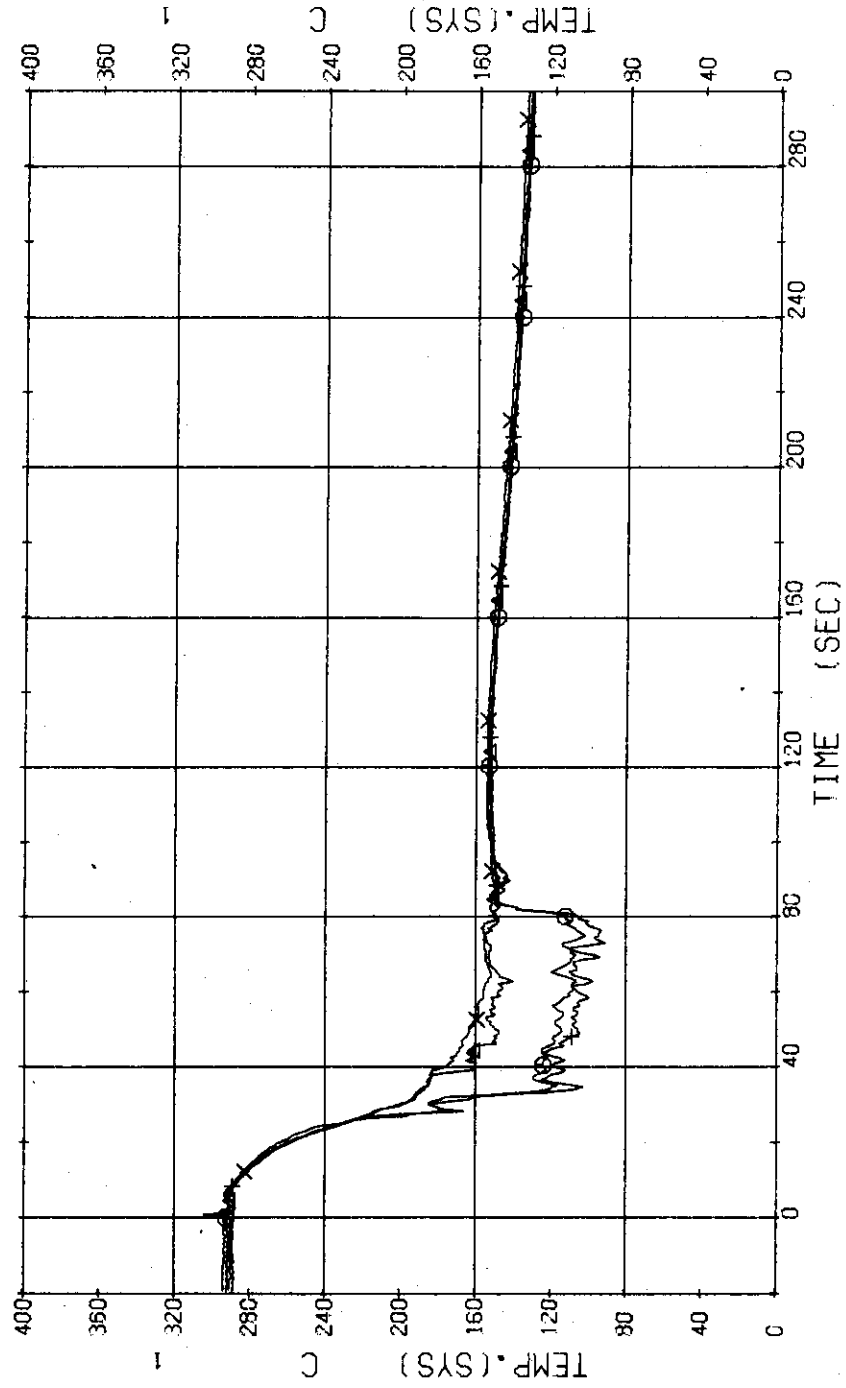


Fig. 3.1.25 Core Barrel Temperatures at Top and Bottom Positions ... Run 327

RUN 327    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH-119 ① N-2 (P2 PUMP REVOLUTION NUMB.)

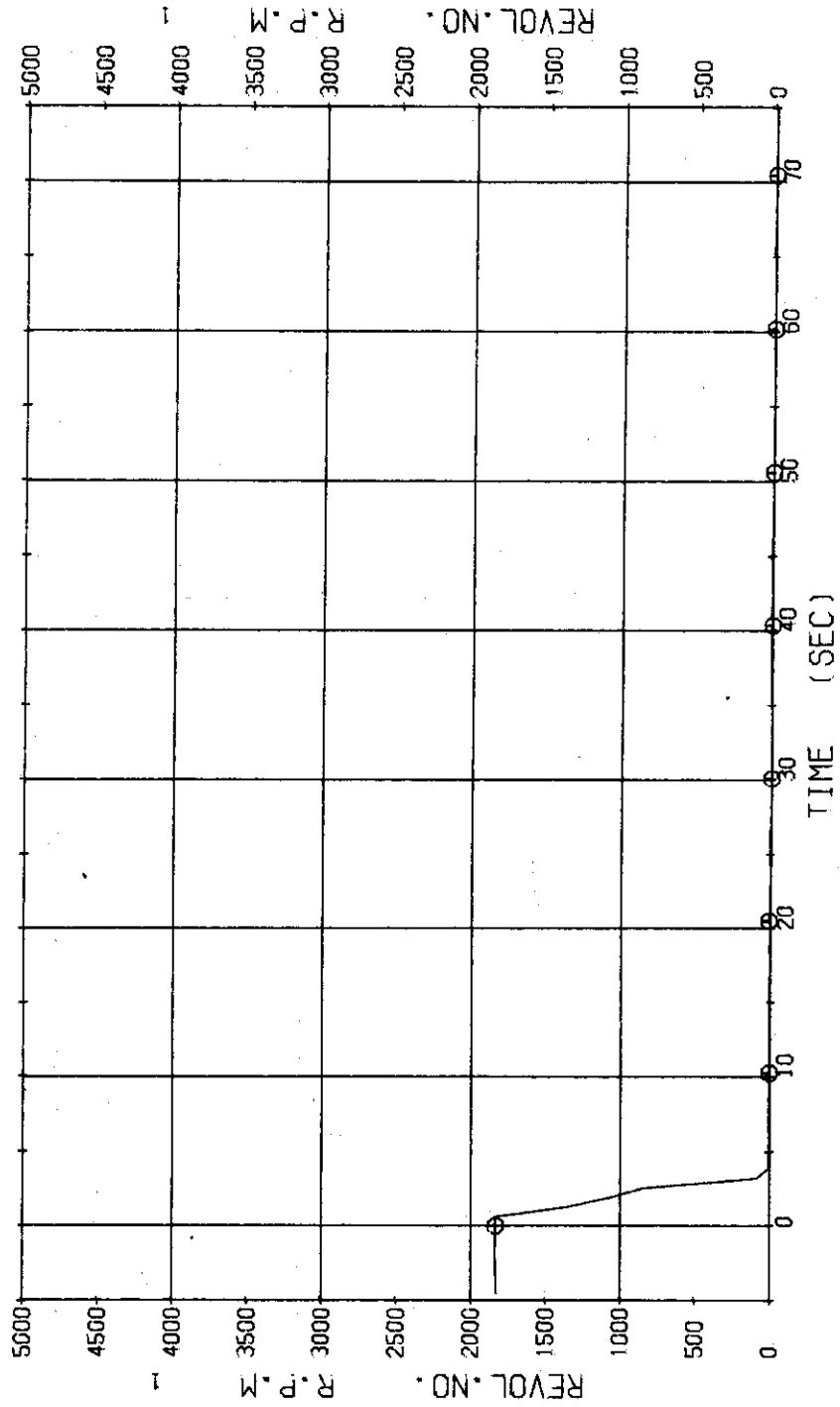


Fig. 3.1.26 Revolution Number of P2 Pump ... Run 327



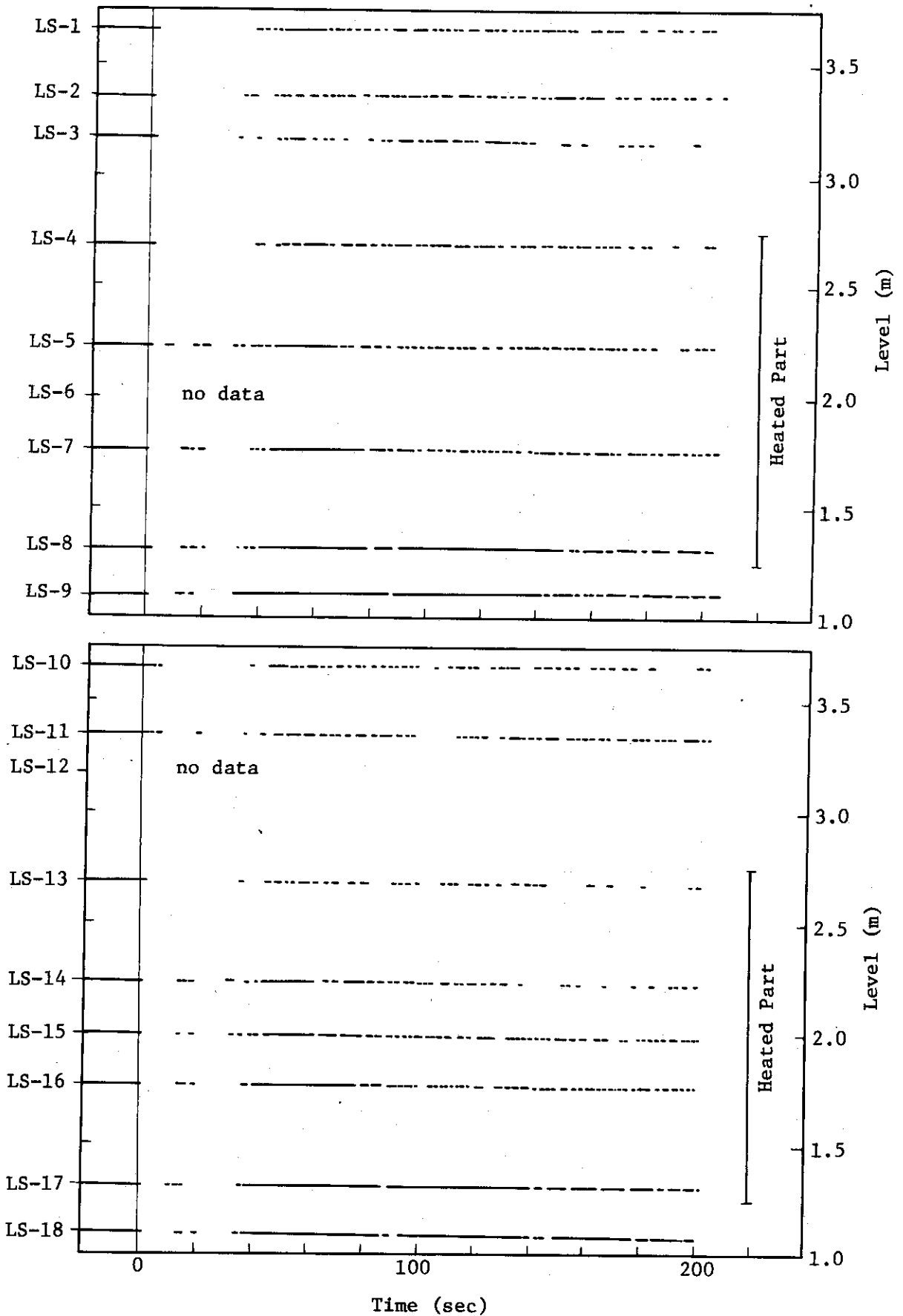


Fig. 3.1.27 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 327

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 1      P- 1 (PV UPPER PLENUM)      }      CH- 2      A1 P- 2 (PV LOWER PLENUM)      }

CH- 12      P- 12 (PRESSURIZER)

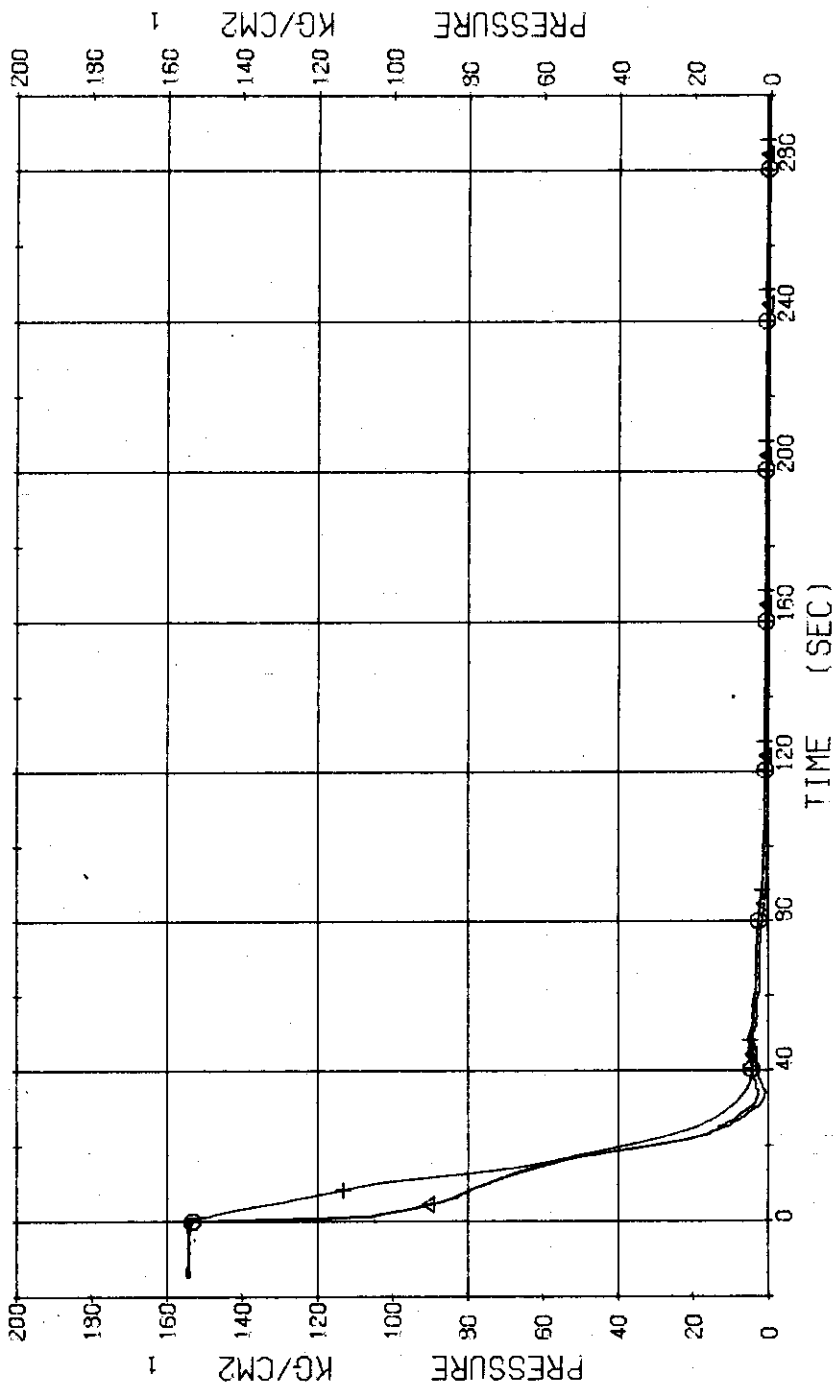


Fig. 3.2.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---	HP1-	HP2-	AC1-C	AC2-C	LP1-H	LP2-H
CH- 3 ○	P- 3 (ABOVE NO.1 ORIFICE)			P- 4 (BELOW NO.1 ORIFICE)		
CH- 5 +	P- 5 (ABOVE NO.2 ORIFICE)			P- 6 (BELOW NO.2 ORIFICE)		
CH- 7 ◊	P- 7 (SG 1 INLET)			P- 8 (P 1 PUMP SUCTION)		

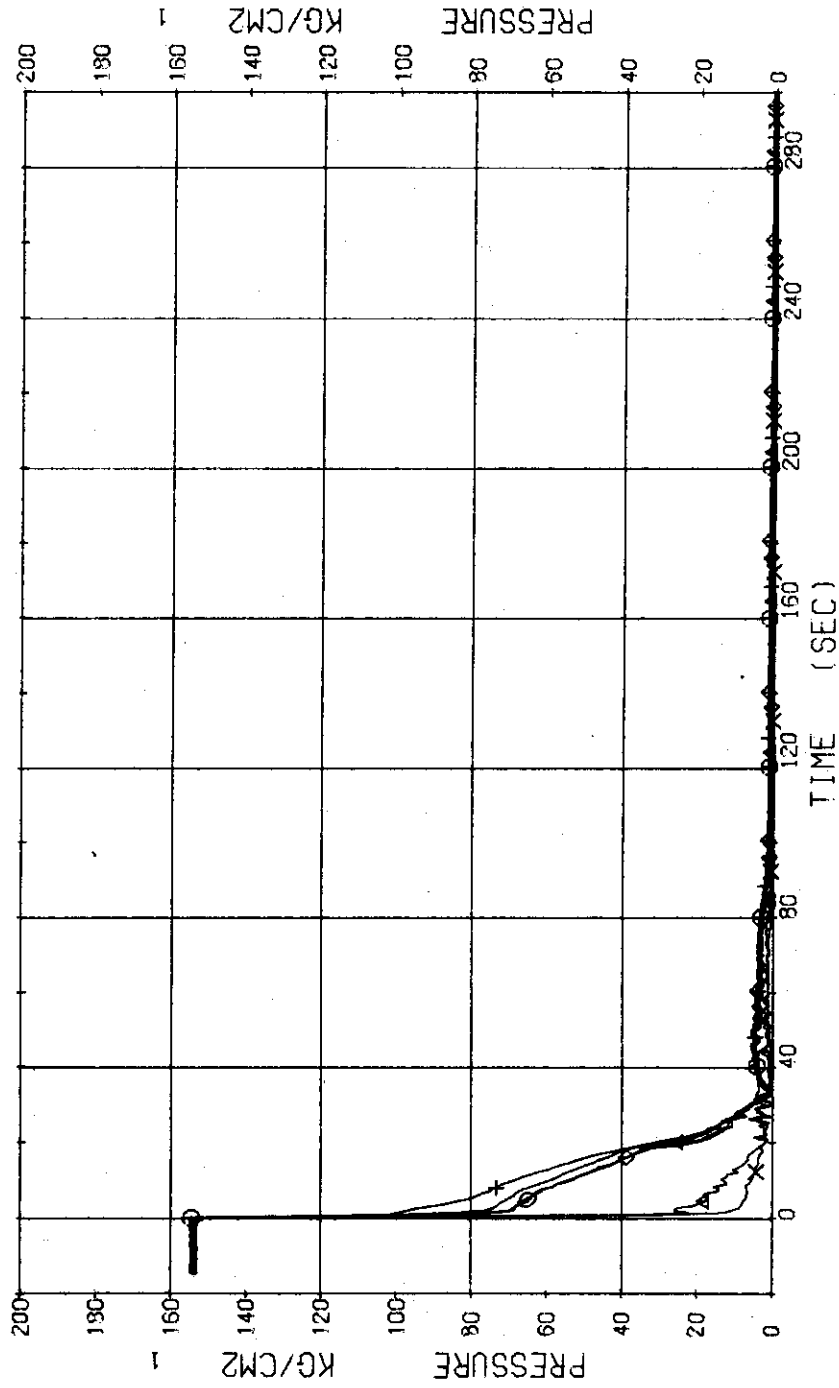


Fig. 3.2.2 Pressure in Blowdown Loop ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-9 (SC 2 INLET) }  
 CH-11 (P 2 PUMP DELIVERY) }

Comment : Pressure at P2 pump delivery is relatively

Comment : Pressure at P2 pump delivery is relatively inaccurate.

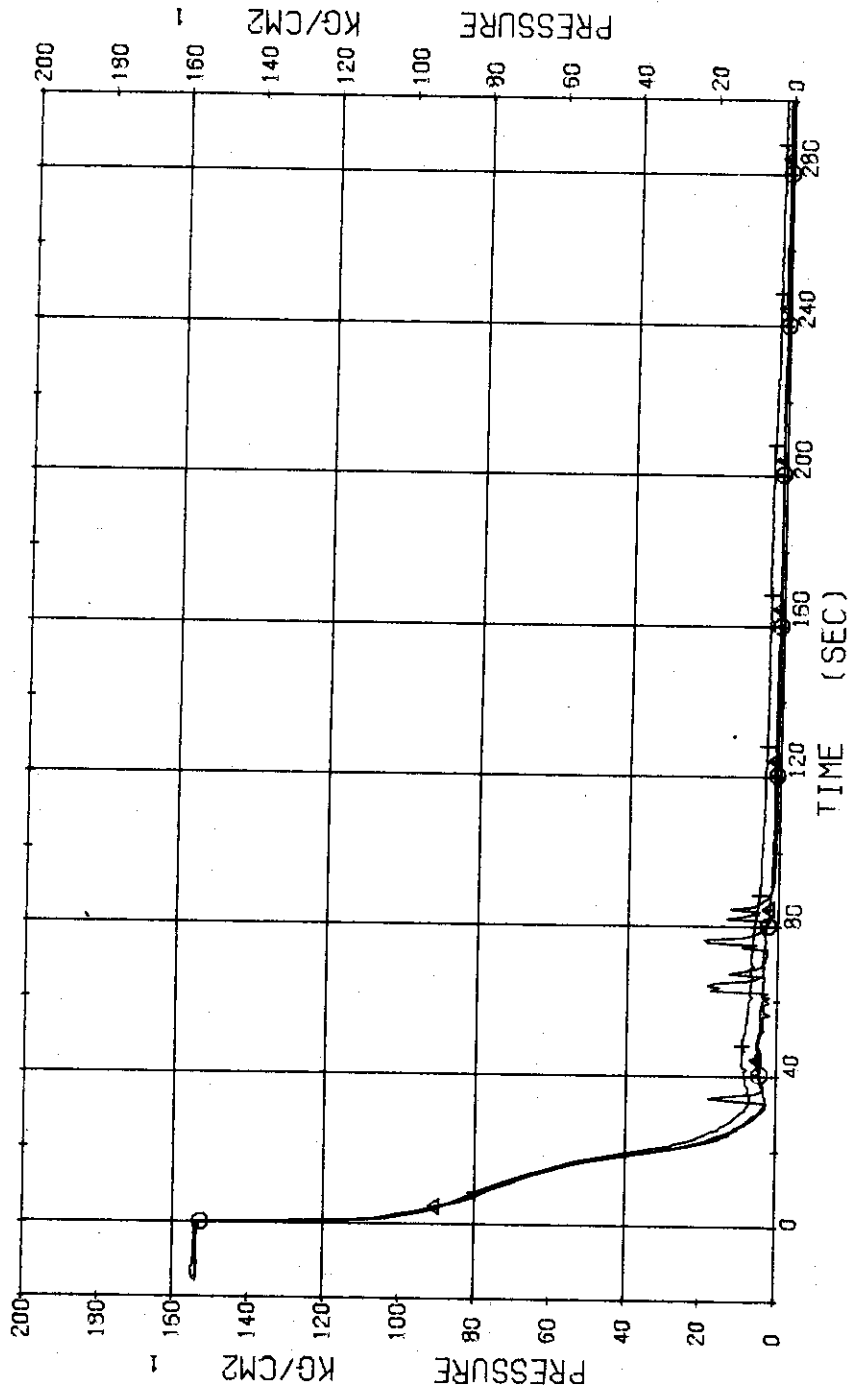


Fig. 3.2.3 Pressure in Operating Loop ... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-13 C1 P-13 (SC SECONDARY SYSTEM )

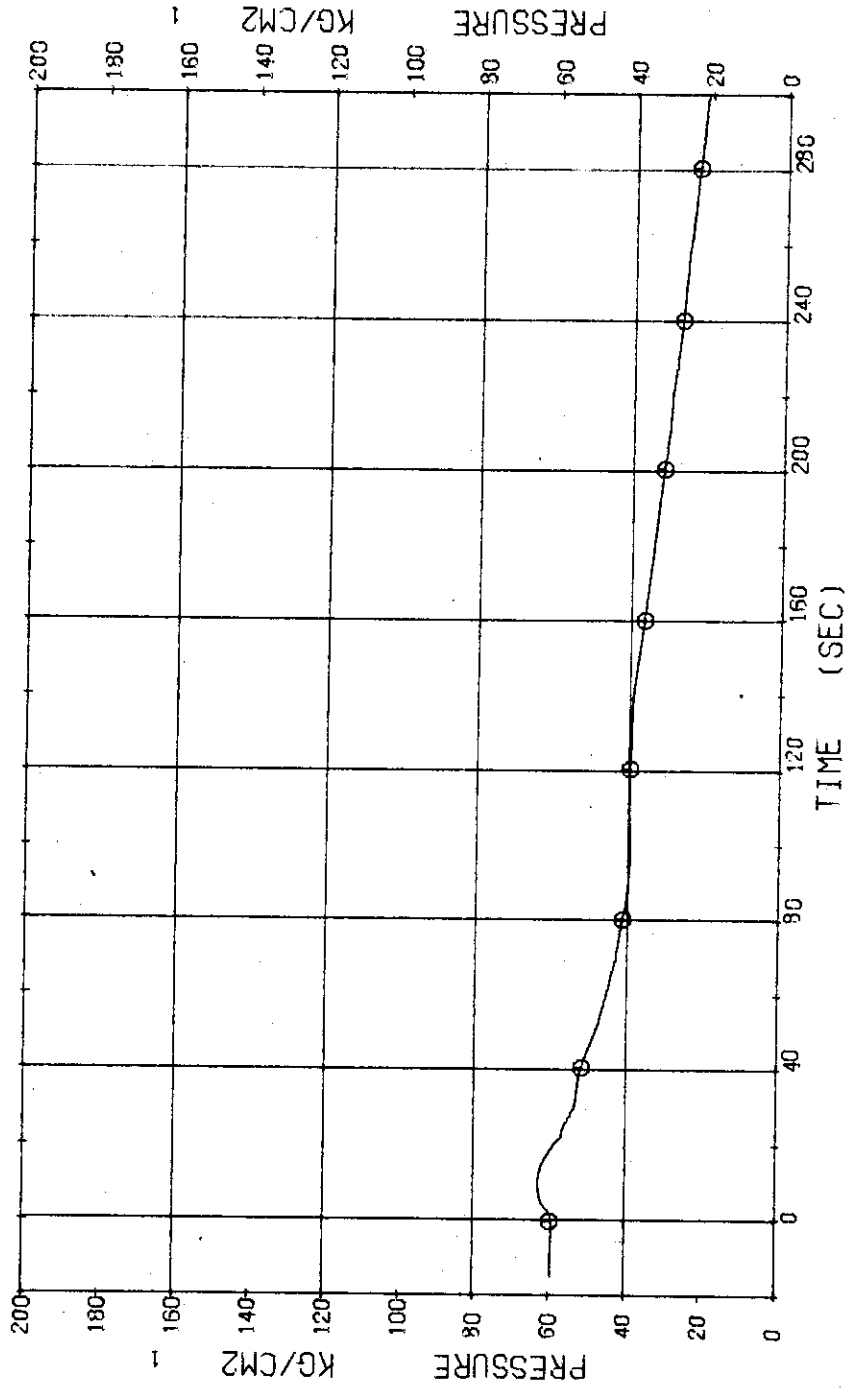


Fig. 3.2.4 Pressure in Secondary System ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HF1- HF2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 14 CH D- 1 (PV.TOP-BOTTOM )

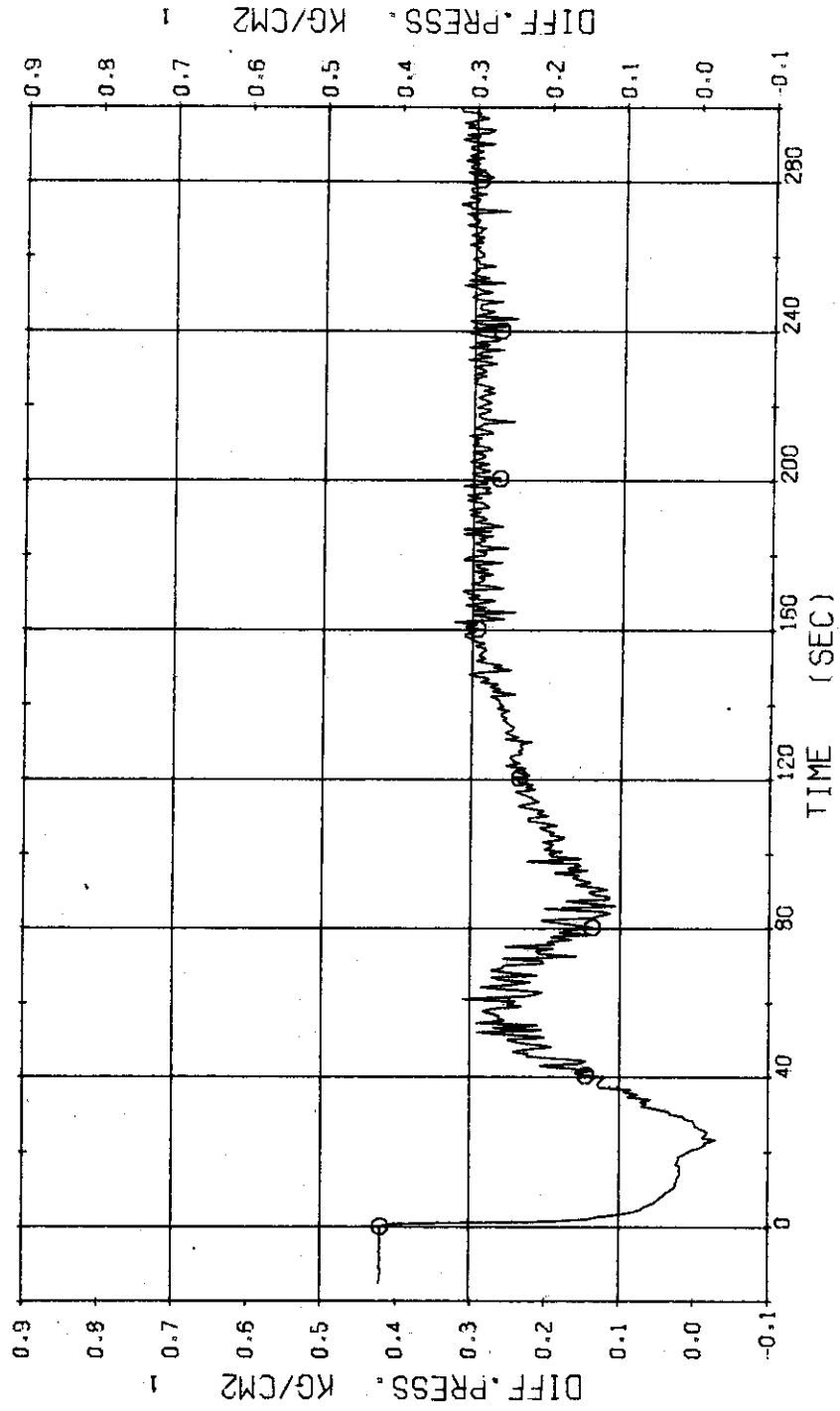


Fig. 3.2.5 Differential Pressure between Top and Bottom of PV ... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 16    01    D- 3    (PV TOP-NO.2 ORIFICE )      CH- 17    01    D- 4    (PV BOTTOM-NO.1 ORIFICE )

CH- 18    02    D- 5    (SG 1 INLET-OUTLET )      CH- 20    02    D- 7    (P1 PUMP DELIVERY-SUCTION)

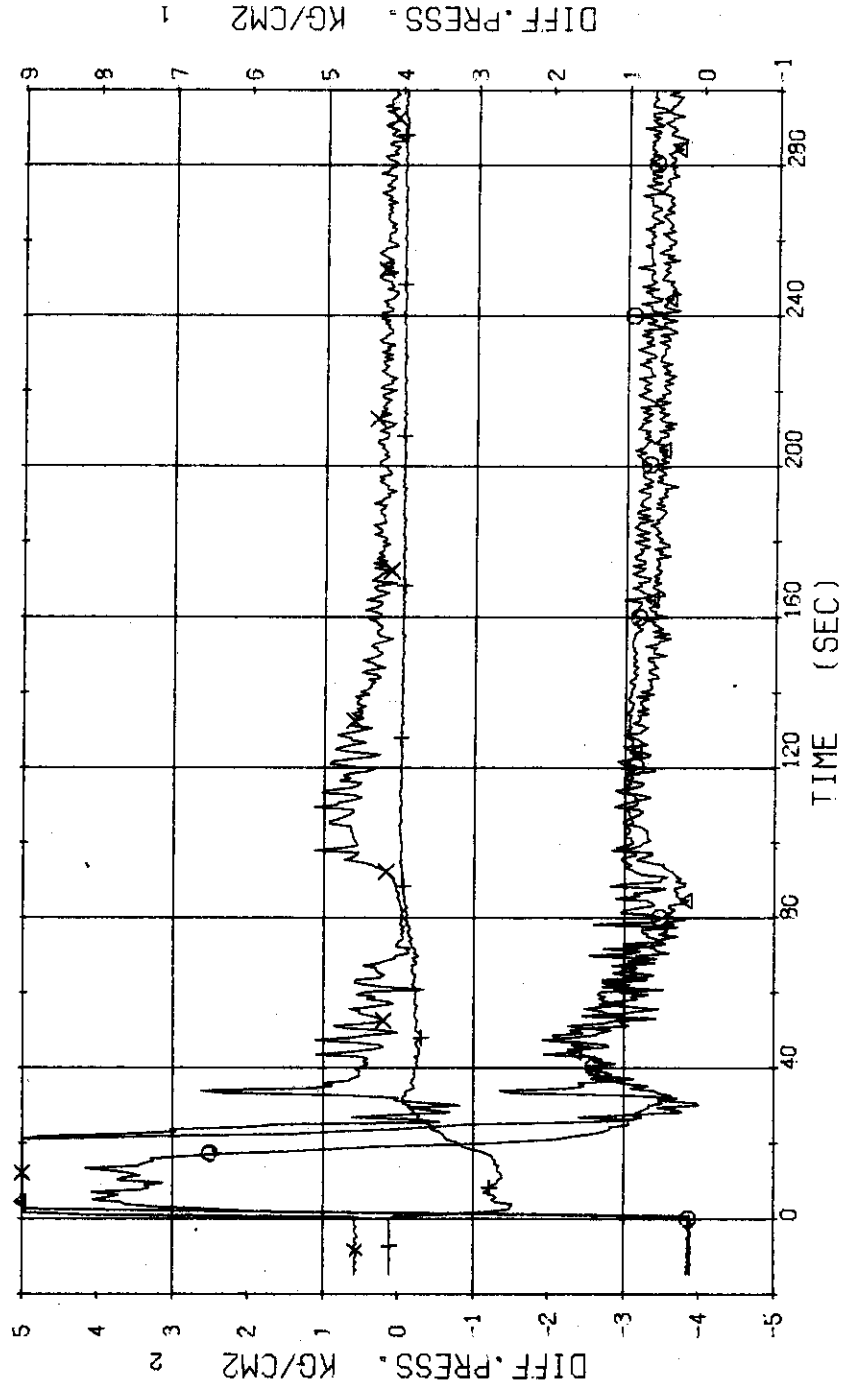


Fig. 3.2.6 Differential Pressure between PV Top to No.2 Orifice and PV Bottom to No.1 Orifice and across SG1 and P1 Pump ... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH- 19    D- 6 (SC 2 INLET-OUTLET)      CH- 21    D- 8 (P2 PUMP DELIVERY-SUCTION)

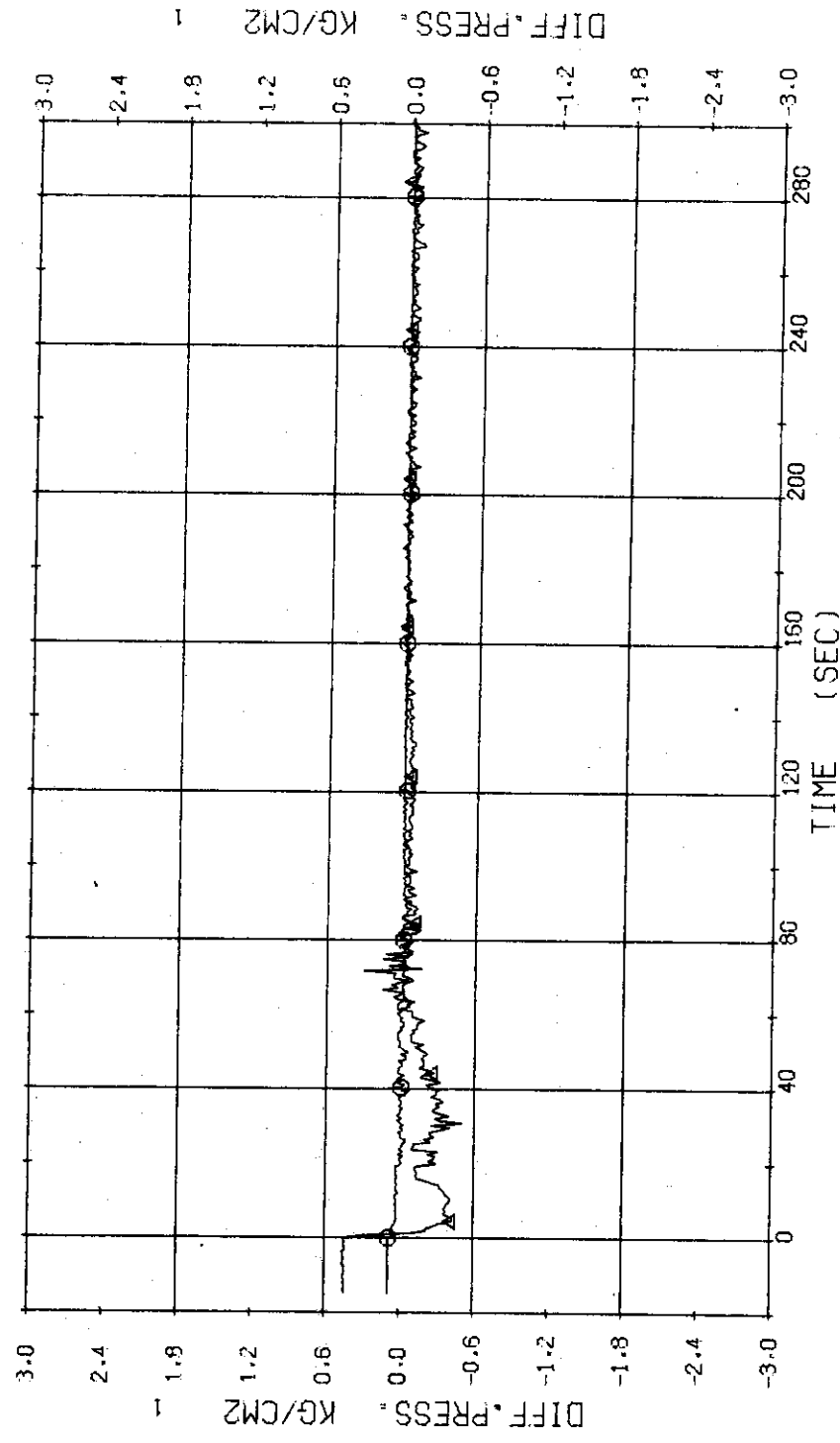


Fig. 3.2.7 Differential Pressure across SG2 and P<sub>2</sub> Pump ... Run 328



RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-22 (1) F-1 (CONDENSED WATER NO.1)  
 CH-151 +2 WD-1 (DISCHARGE FLOW RATE NO.1)  
 CH-24 (2) F-3 (COOLING WATER NO.1)

Comment : Zero-value range of discharge flow rate means unreasonable.

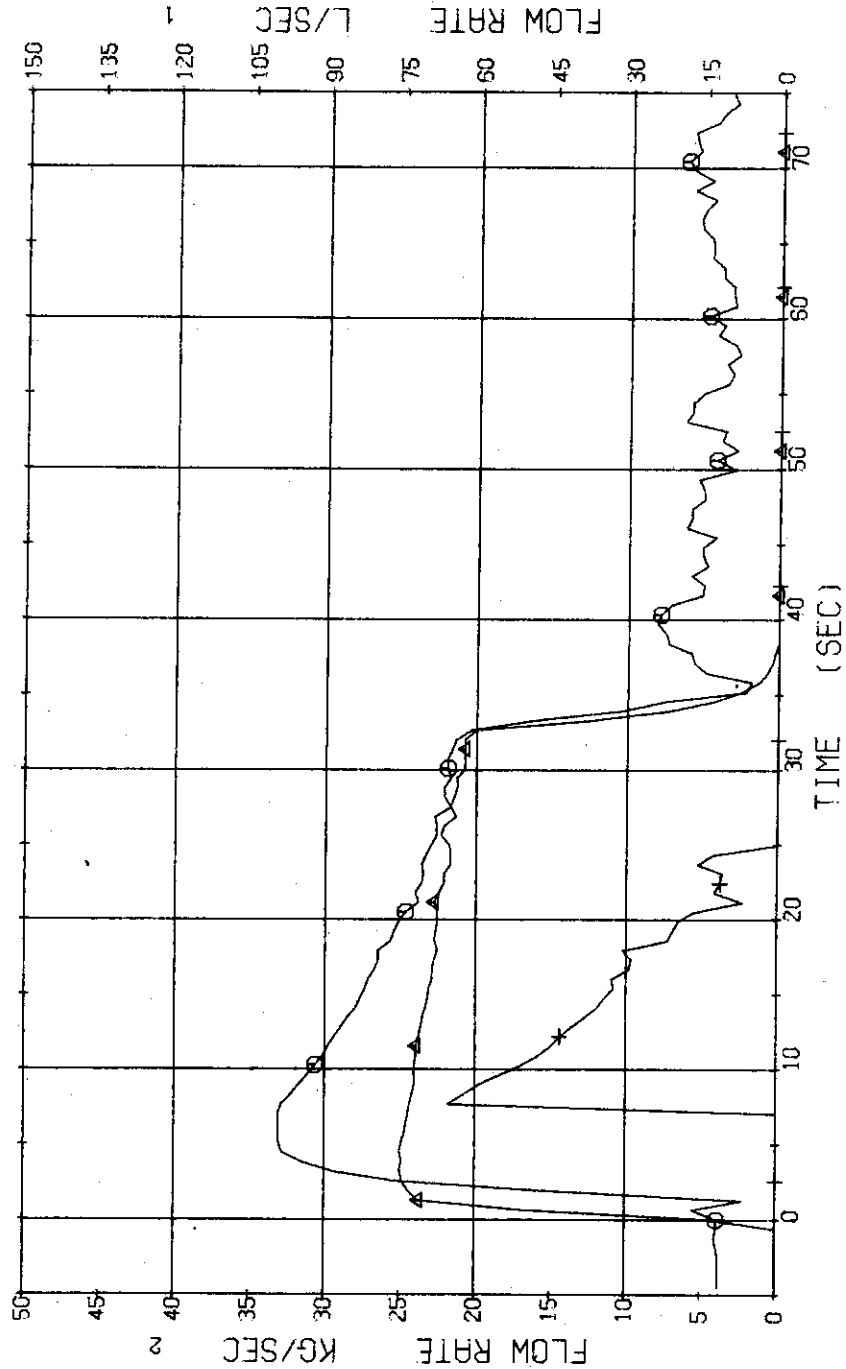


Fig. 3.2.8 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.1 Break Unit ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 84 ① T- 3 (CONDENSED WATER NO.1 ) CH-152 ② X- 1 (FLUID QUALITY NO.1 )

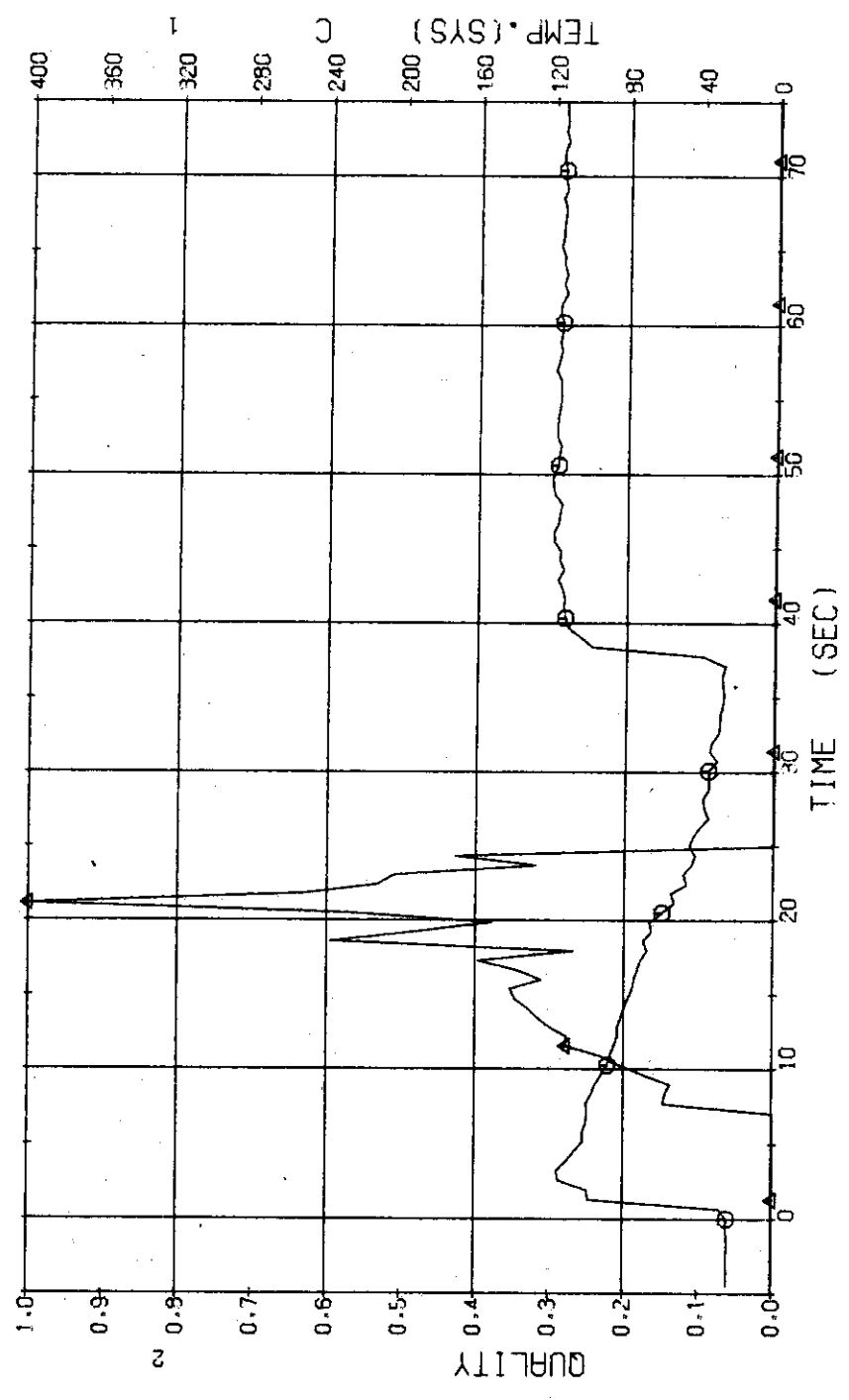


Fig. 3.2.9 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.1 Break Unit ... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-23 (1) F-2 (CONDENSED WATER NO.2 )  
 CH-153 (2) MD-2 (DISCHARGE FLOW RATE NO.2)

Comment : Zero-value range of discharge flow rate means unreasonable.

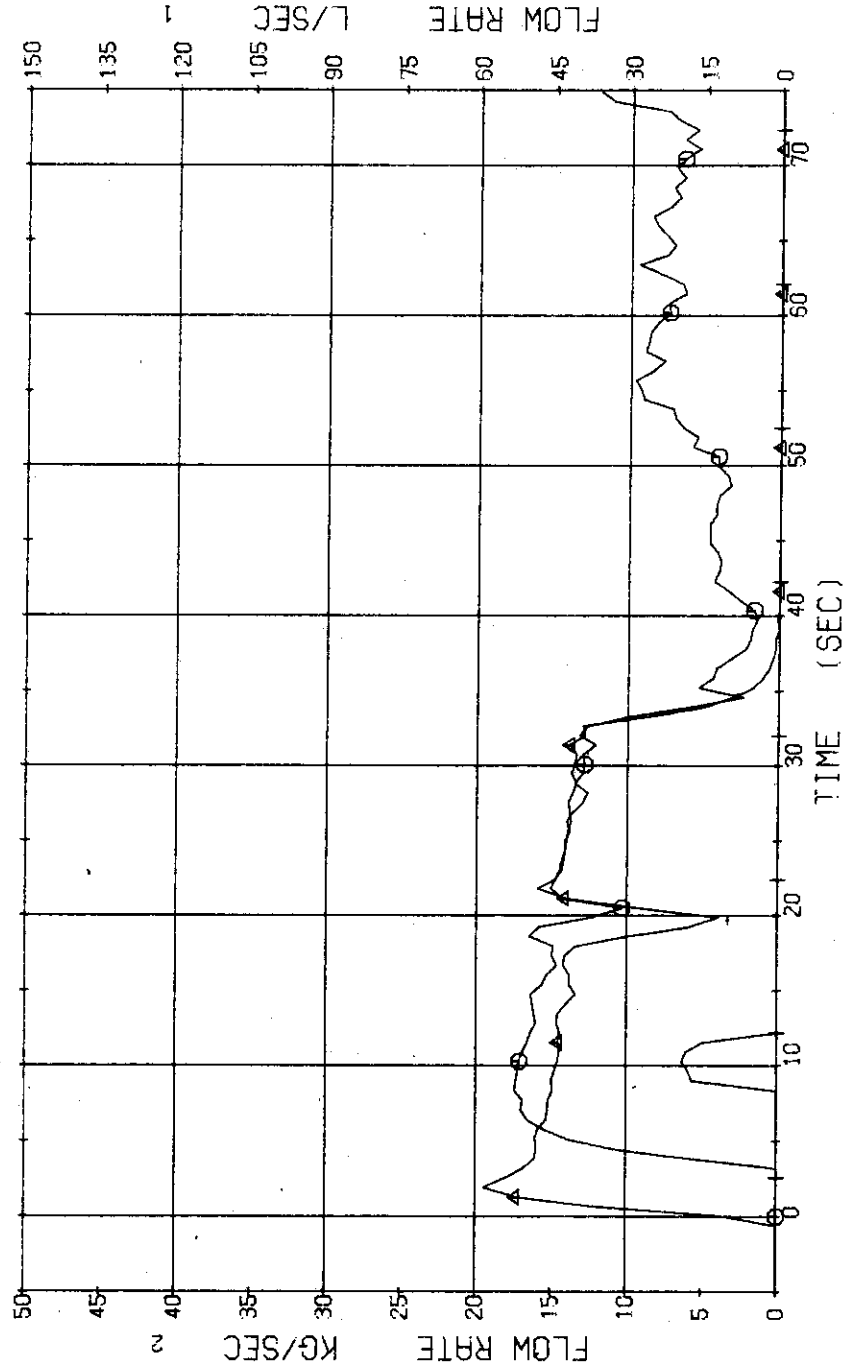


Fig. 3.2.10 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.2 Break Unit ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-95 ① T-4 (CONDENSED WATER NO.2 ) CH-154 ② X-2 (FLUID QUALITY NO.2 )

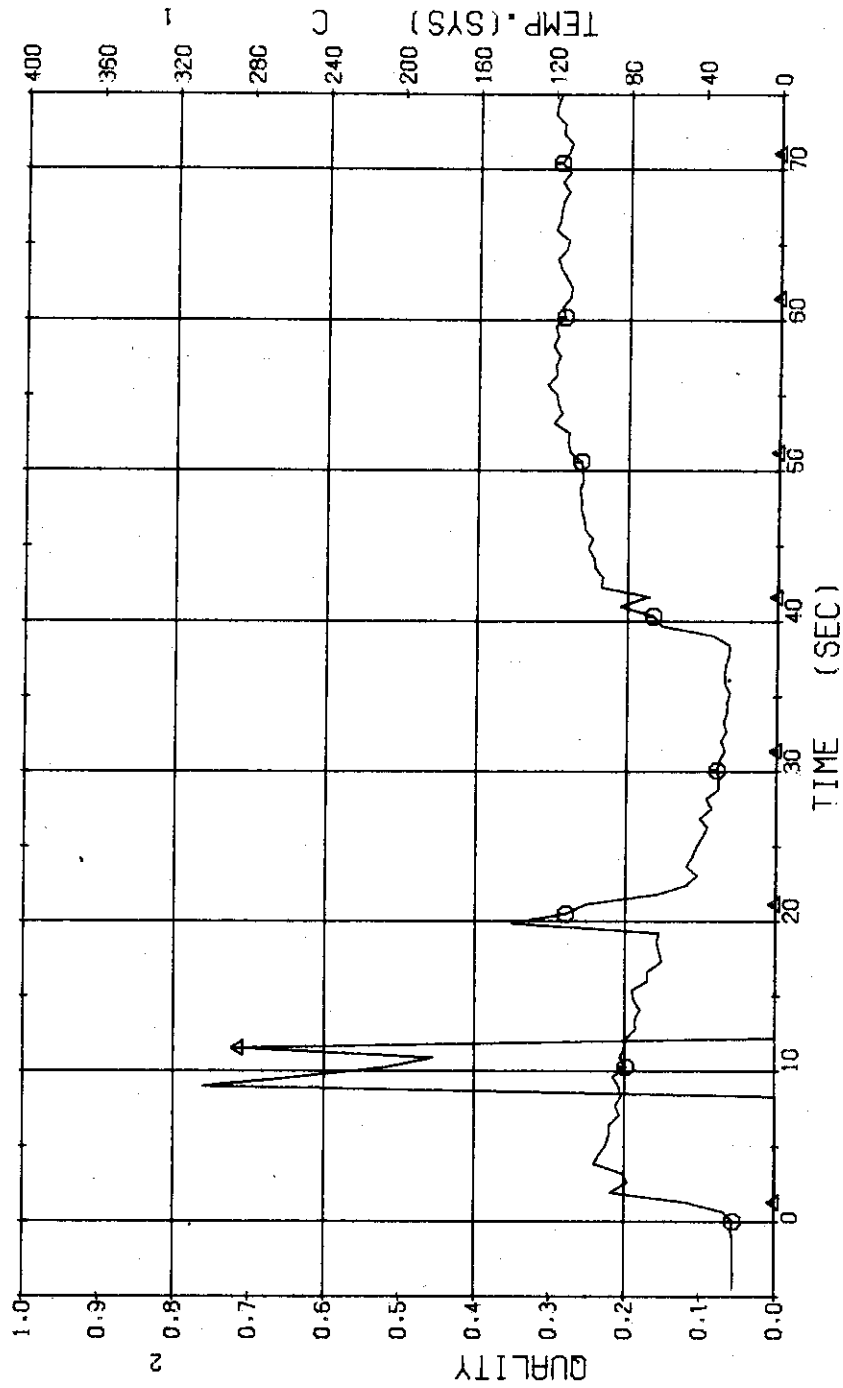


Fig. 3.2.11 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.2 Break Unit ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-30 CH-31 CH-32 F-9 (ACC1) F-10 (ACC2)

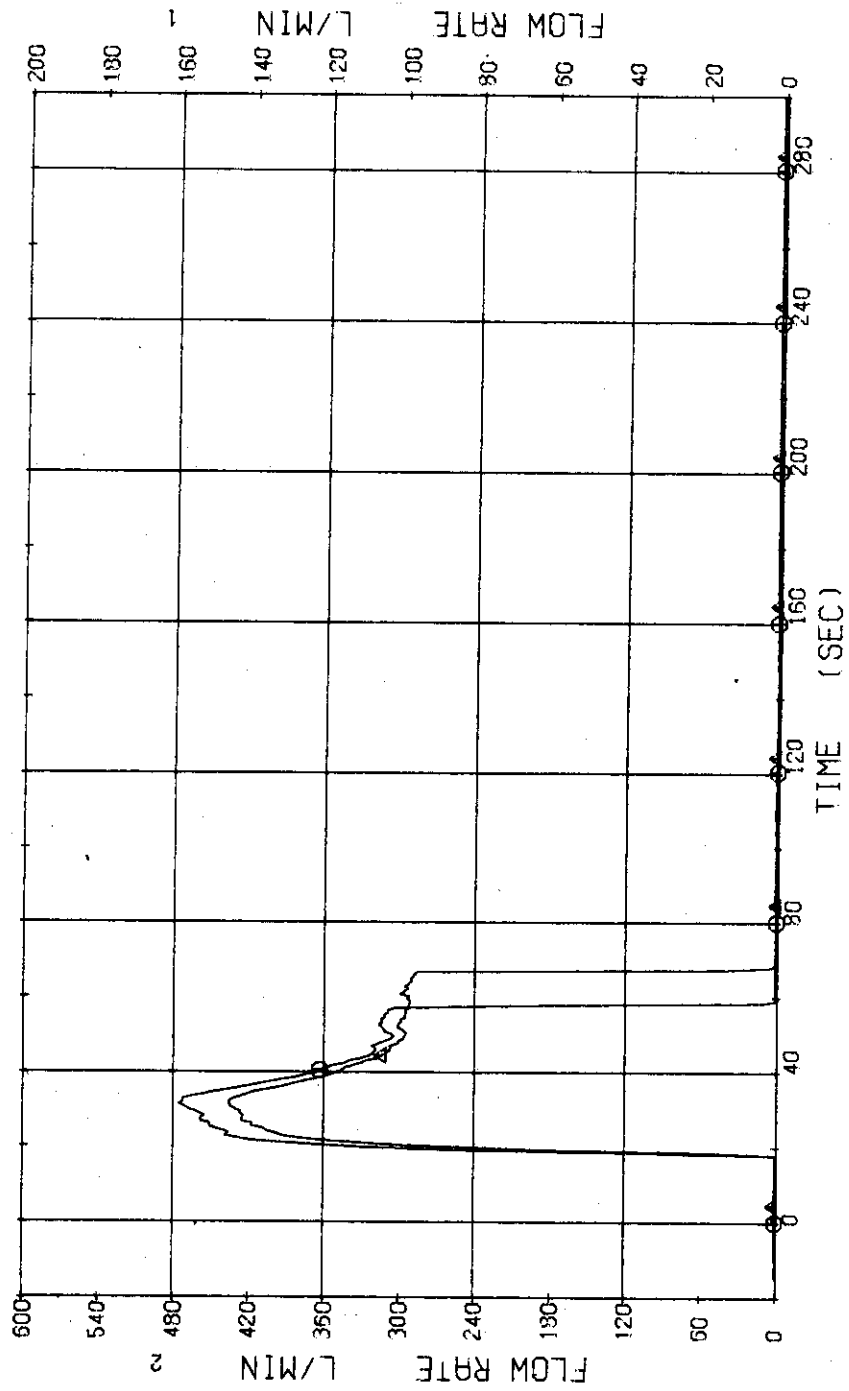


Fig. 3.2.12 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2 ... Run 328

RUN 328    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH- 33    F-12 (LPCI BLOWDOWN LOOP)    CH- 34    F-13 (LPCI OPERATING LOOP)

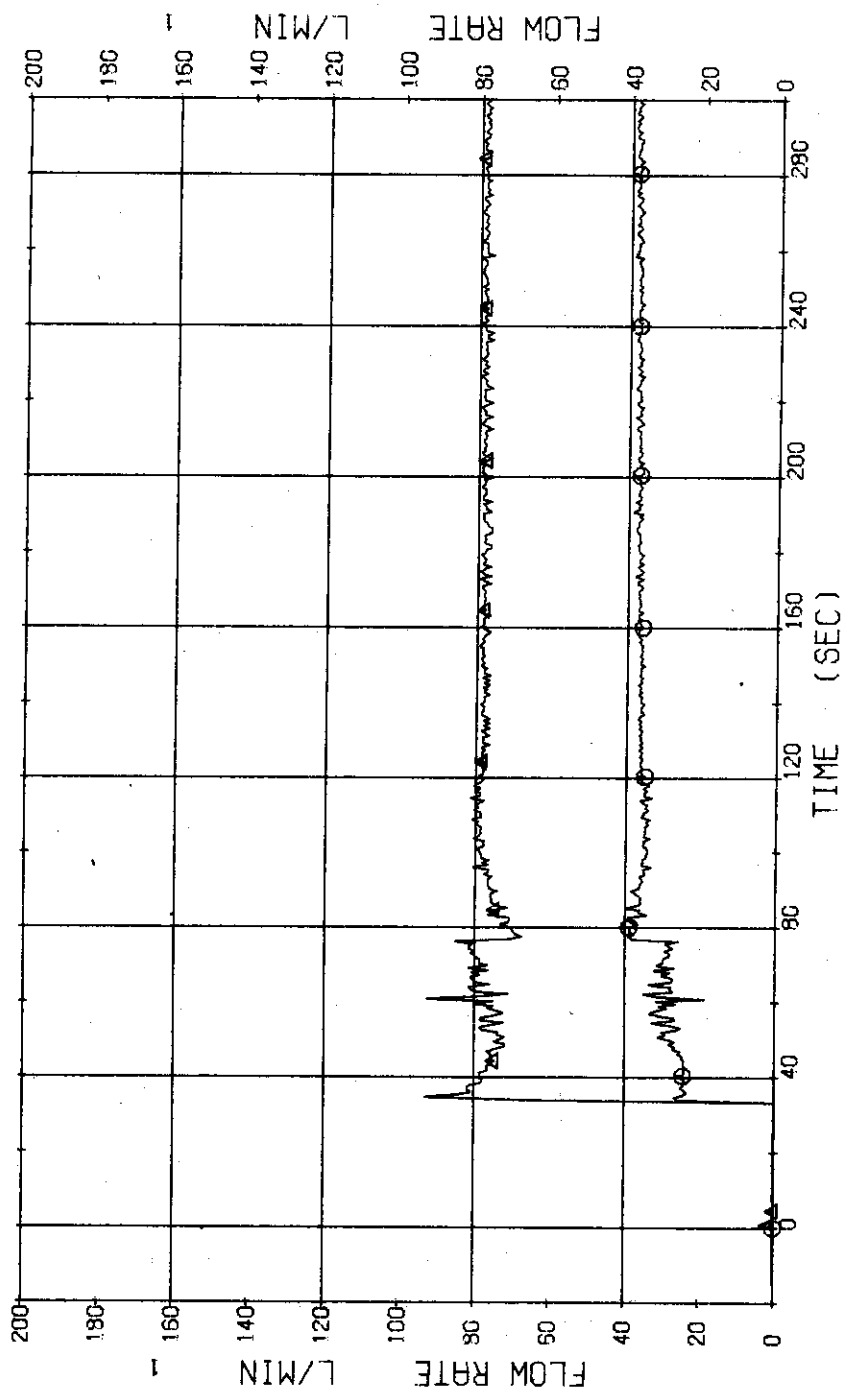


Fig. 3.2.13 Injection Flow Rates of LPCI at Both Loops ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-35 01 W-1 (POWER SUPPLY NO.1) )  
 CH-36 +3 W-2 (POWER SUPPLY NO.2) )  
 CH-155 A2 Q-1 (PEAK HEAT FLUX NO.1)  
 CH-156 X2 Q-2 (PEAK HEAT FLUX NO.2)

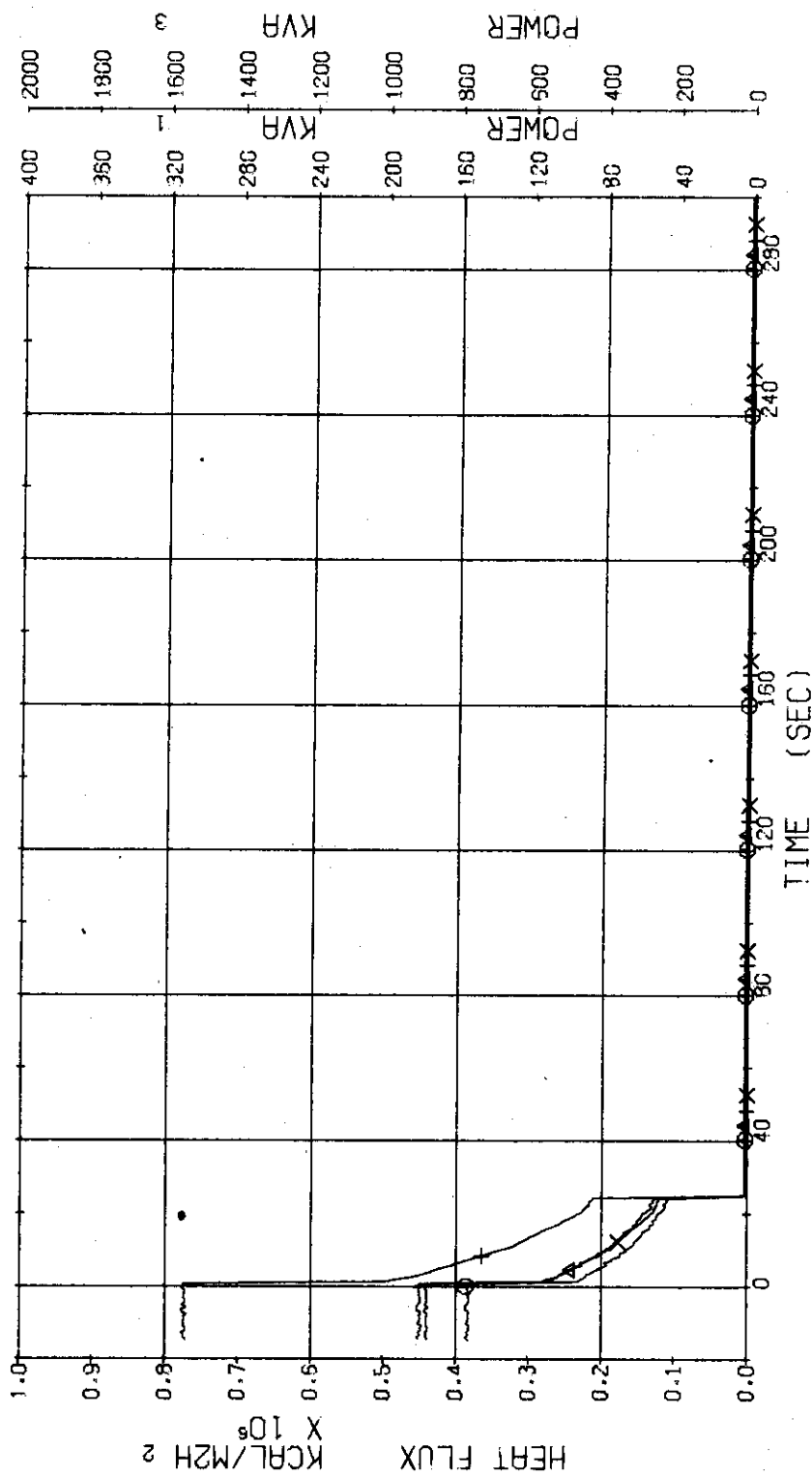


Fig. 3.2.14 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply ... Run 328

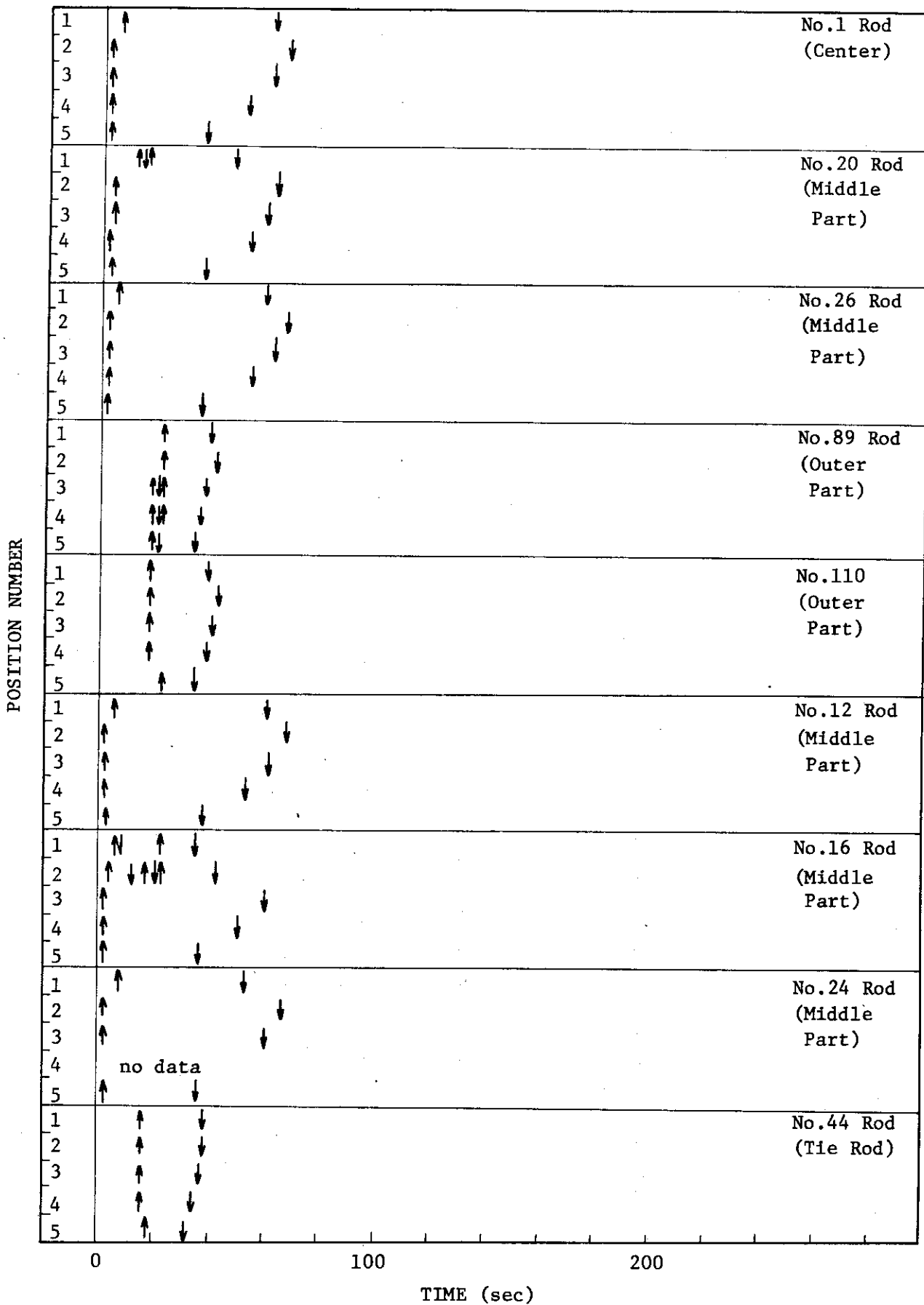


Fig. 3.2.15 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 328



RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 37 OI TF-1 (NO.1 POSITION1)      )      CH- 38 AI TF-2 (NO.1 POSITION2)      )

CH- 39 +I TF-3 (NO.1 POSITION3)      )      CH- 40 XI TF-4 (NO.1 POSITION4)      )

CH- 41 OI TF-5 (NO.1 POSITION5)      )

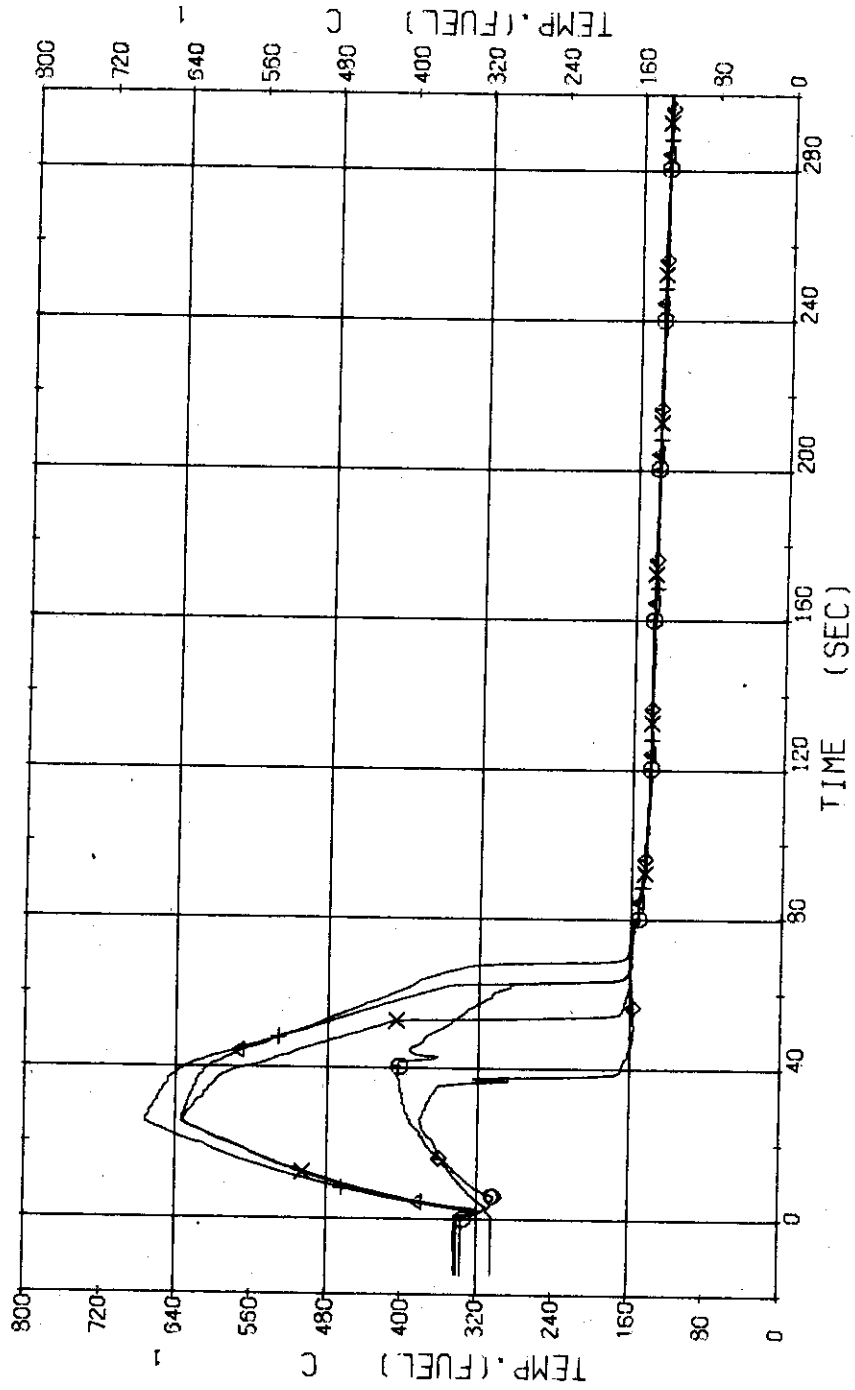


Fig. 3.2.16 Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 62 (X) TF26 (NO.12 POSITION1) )  
 CH- 64 (+) TF28 (NO.12 POSITION3) )  
 CH- 66 (X) TF30 (NO.12 POSITION5) )

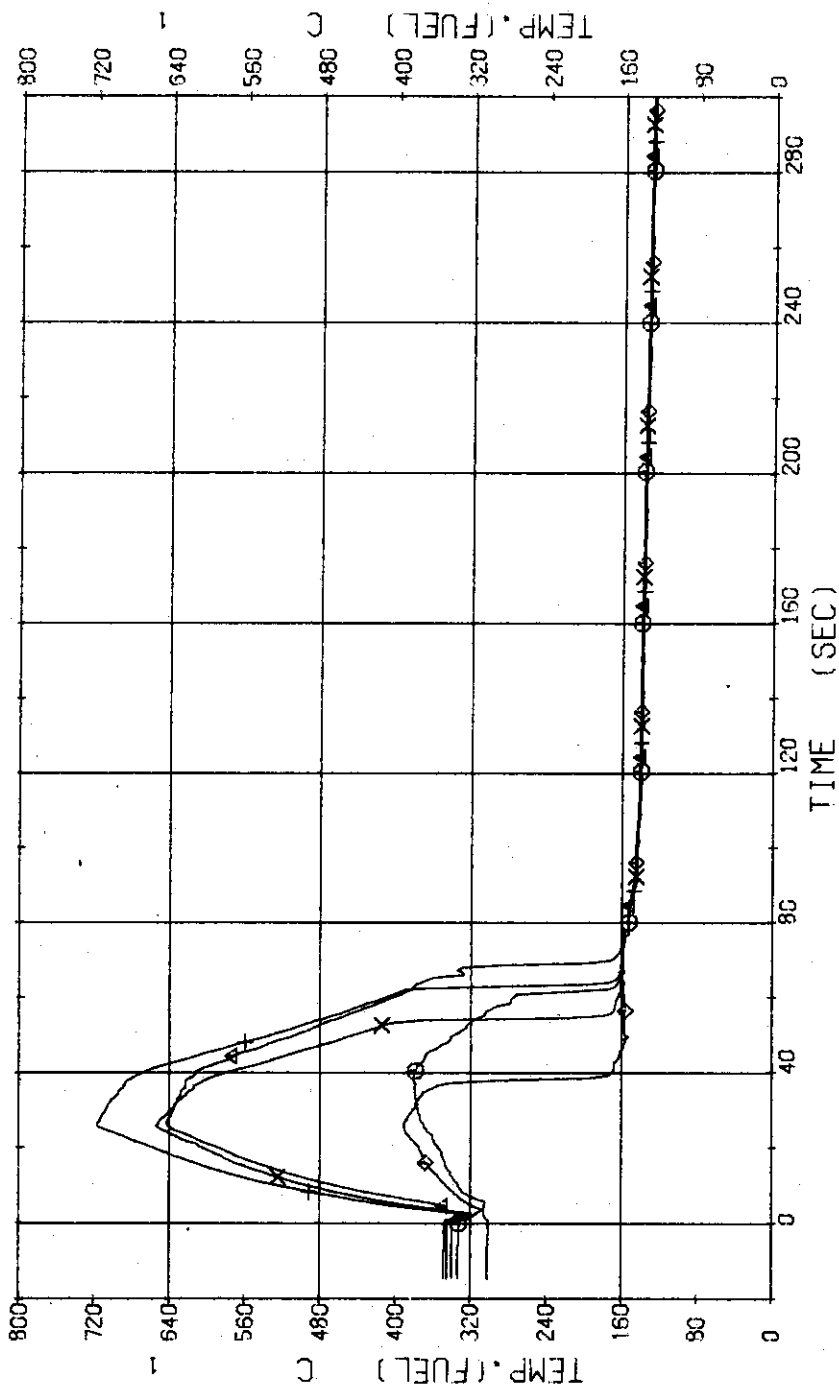


Fig. 3.2.17 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 67    TF31 (NO.16 POSITIONS1)      )      CH- 68    TF32 (NO.16 POSITION2)      )

CH- 69    TF33 (NO.16 POSITIONS3)      )      CH- 70    TF34 (NO.16 POSITION4)      )

CH- 71    TF35 (NO.16 POSITIONS5)      )

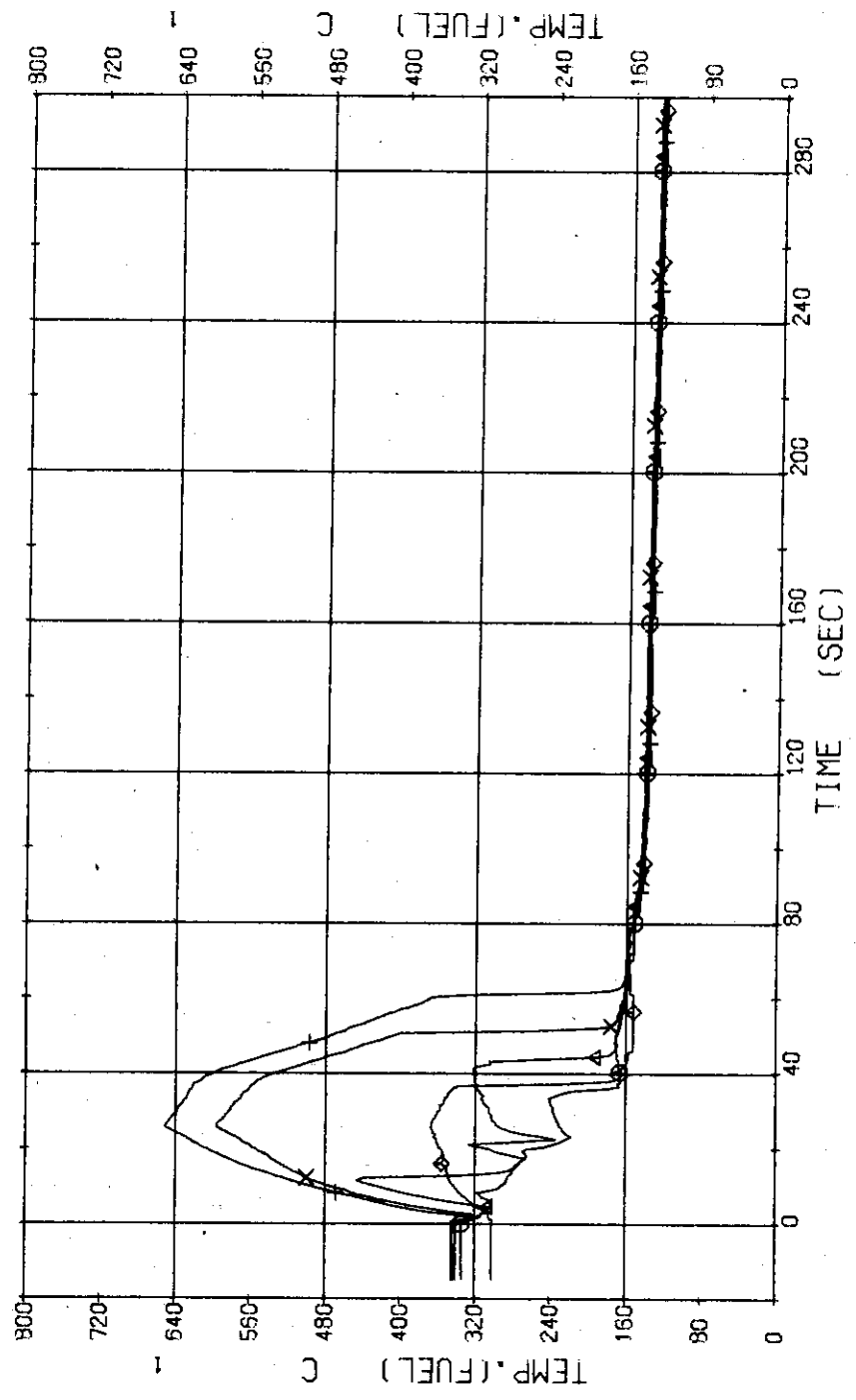


Fig. 3.2.18 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 42    □    TF-6 (NO.20 POSITIONS)      )      CH- 43    △    TF-7 (NO.20 POSITIONS)      )

CH- 44    +    TF-8 (NO.20 POSITIONS)      )      CH- 45    X    TF-9 (NO.20 POSITIONS)      )

CH- 46    ◇    TF-10 (NO.20 POSITIONS)      )

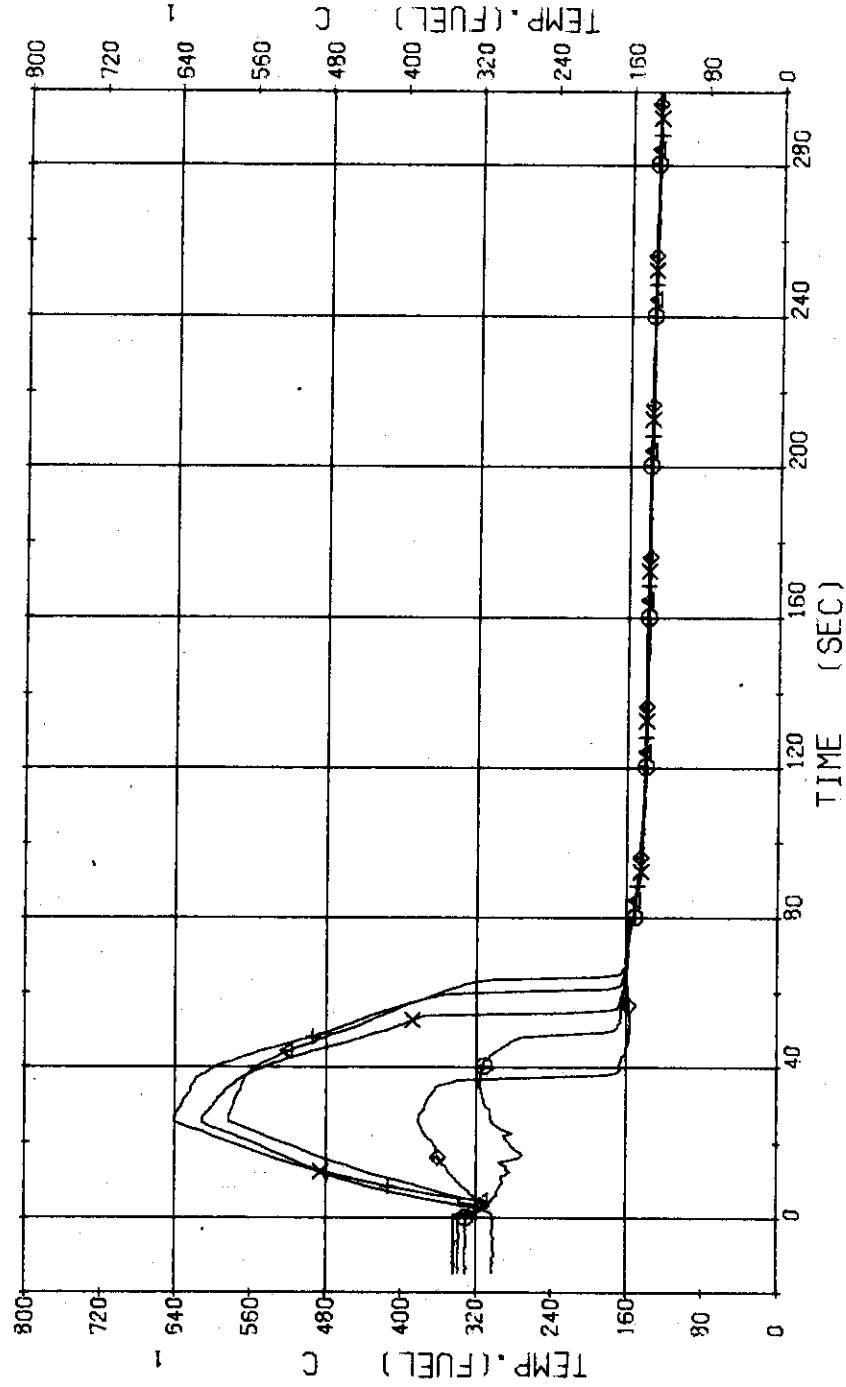


Fig. 3.2.19 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 72 OI TF36 (NO.24 POSITION1)      CH- 73 AI TF37 (NO.24 POSITION2)      )

CH- 74 +I TF38 (NO.24 POSITION3)      CH- 76 XI TF40 (NO.24 POSITION5)      )

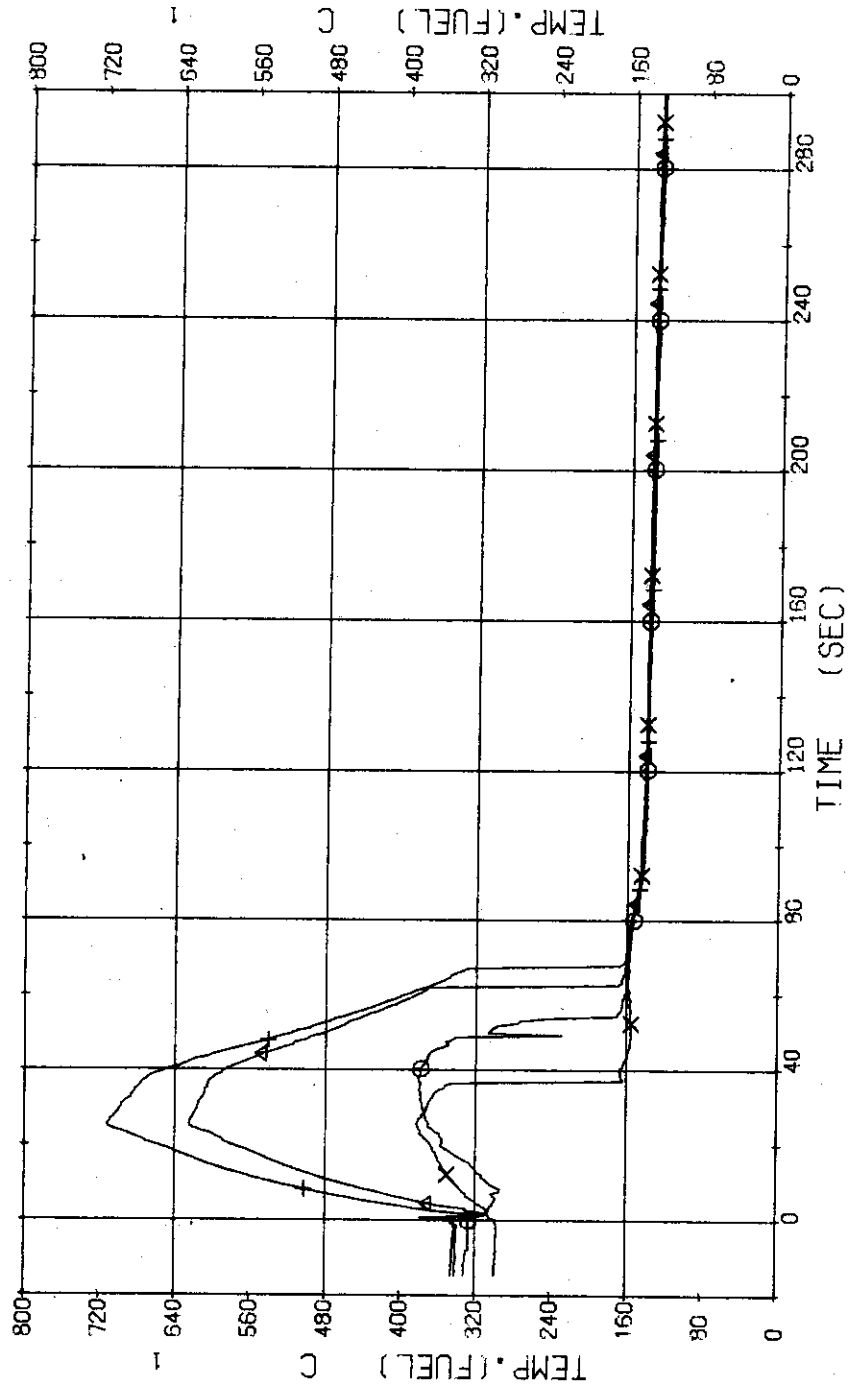


Fig. 3.2.20 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 47      TF11 (NO.26 POSITION1)      CH- 48      TF12 (NO.26 POSITION2)      )

CH- 49      TF13 (NO.26 POSITION3)      CH- 50      TF14 (NO.26 POSITION4)      )

CH- 51      TF15 (NO.26 POSITION5)      )

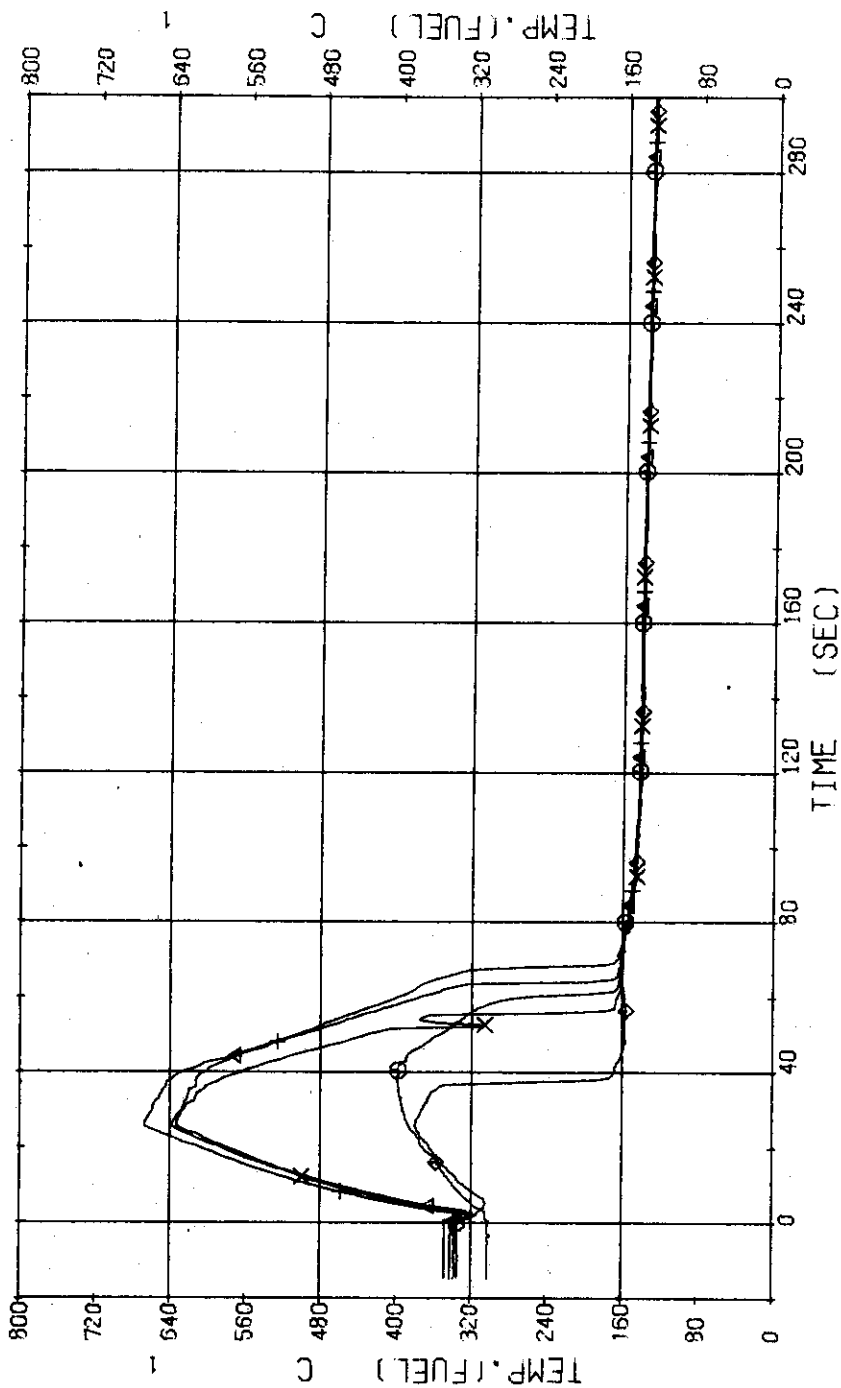


Fig. 3.2.2.1 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 52    (O)    TF16 (NO.89 POSITION1)    )    CH- 53    (Δ)    TF17 (NO.99 POSITION2)    )

CH- 54    (+)    TF19 (NO.89 POSITION3)    )    CH- 55    (X)    TF19 (NO.89 POSITION4)    )

CH- 56    (◇)    TF20 (NO.89 POSITION5)    )

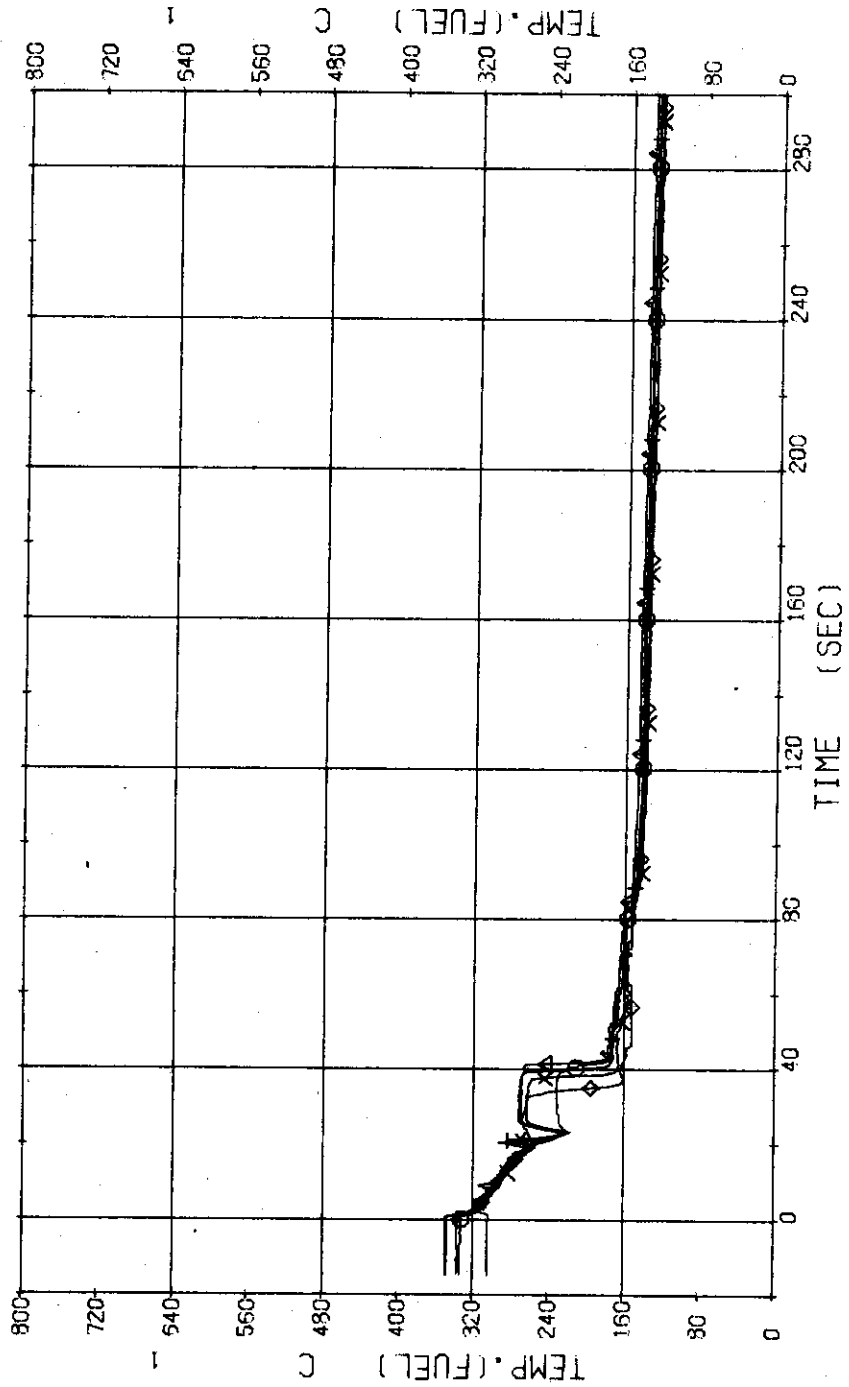


Fig. 3.2.22 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core  
... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-57 OI TF21 (NO.110 POSITIONS) CH-59 ΔI TF22 (NO.110 POSITIONS)  
 CH-59 +I TF23 (NO.110 POSITIONS) CH-60 XI TF24 (NO.110 POSITIONS)  
 CH-61 OI TF25 (NO.110 POSITIONS)

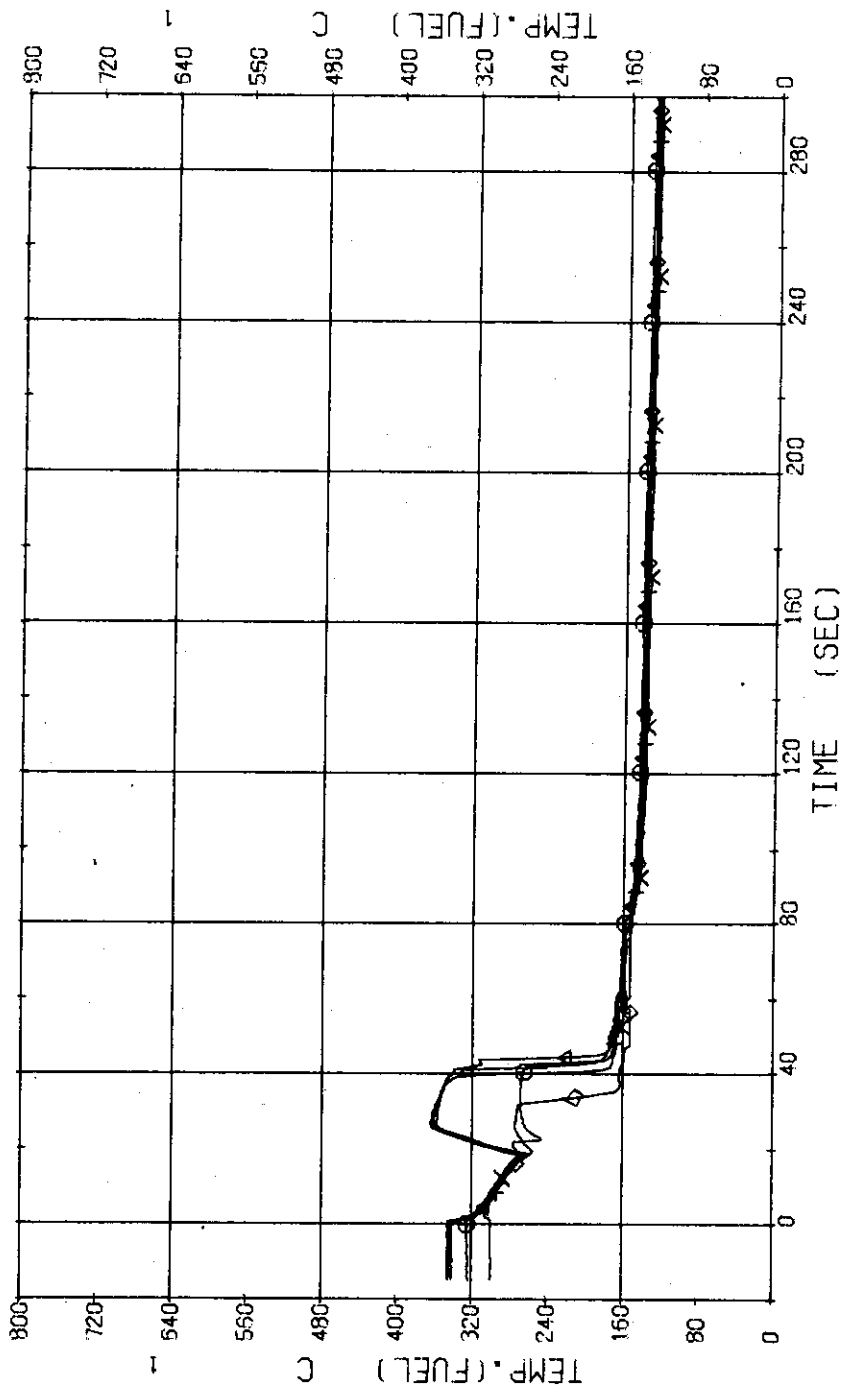


Fig. 3.2.23 Surface Temperatures of No.110 Rod at the Outer Part of Core  
 ... Run 328



RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH- 77  $\odot$  TF41 (NO.44 POSITION1) )  
 CH- 79 + TF43 (NO.44 POSITION3) )  
 CH- 81  $\diamond$  TF45 (NO.44 POSITION5) )

CH- 78  $\Delta$  TF42 (NO.44 POSITION2) )  
 CH- 80  $\times$  TF44 (NO.44 POSITION4) )

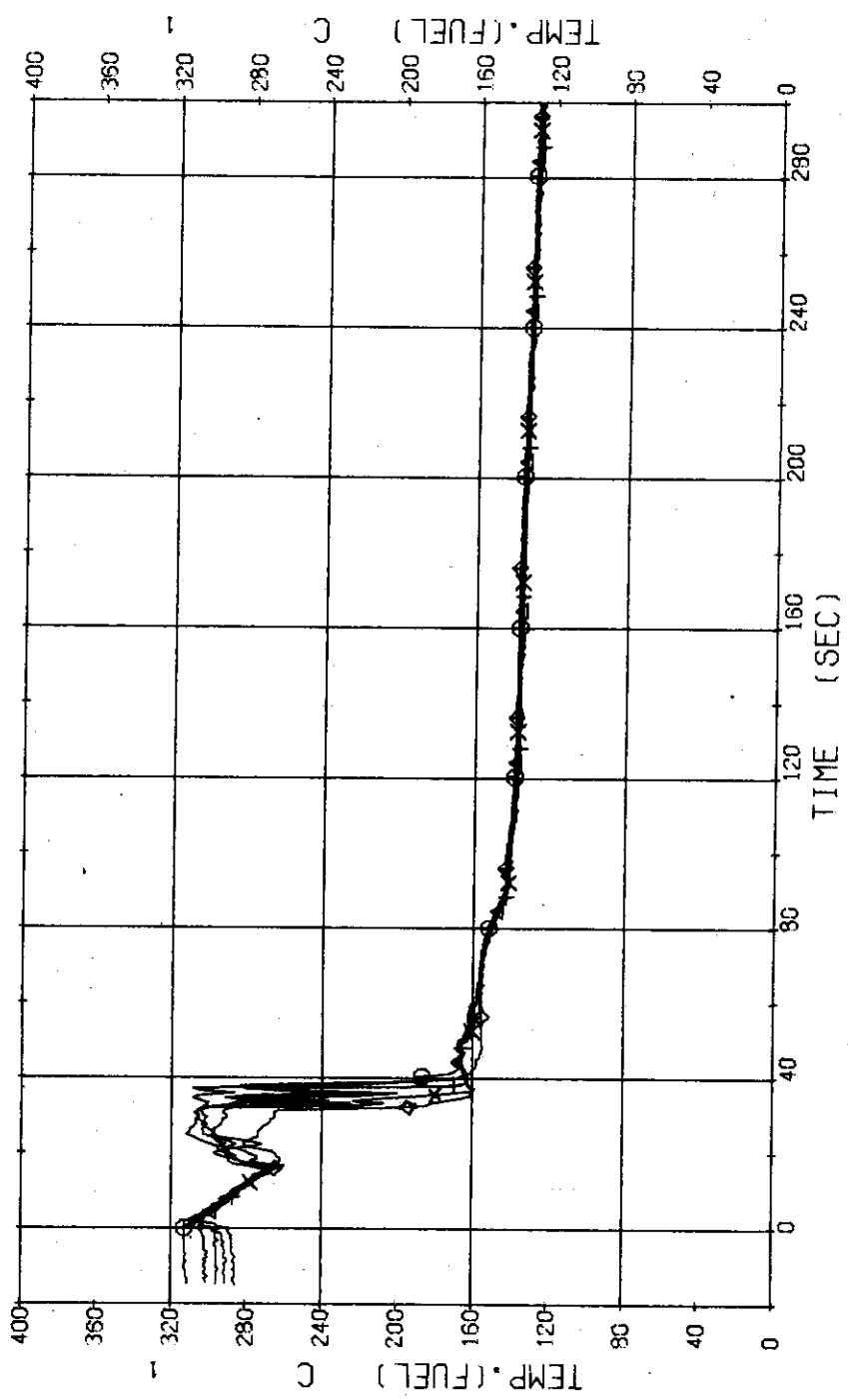


Fig. 3.2.24 Surface Temperatures of Tie Rod (No.44) in the Middle Part of Core ... Run 328

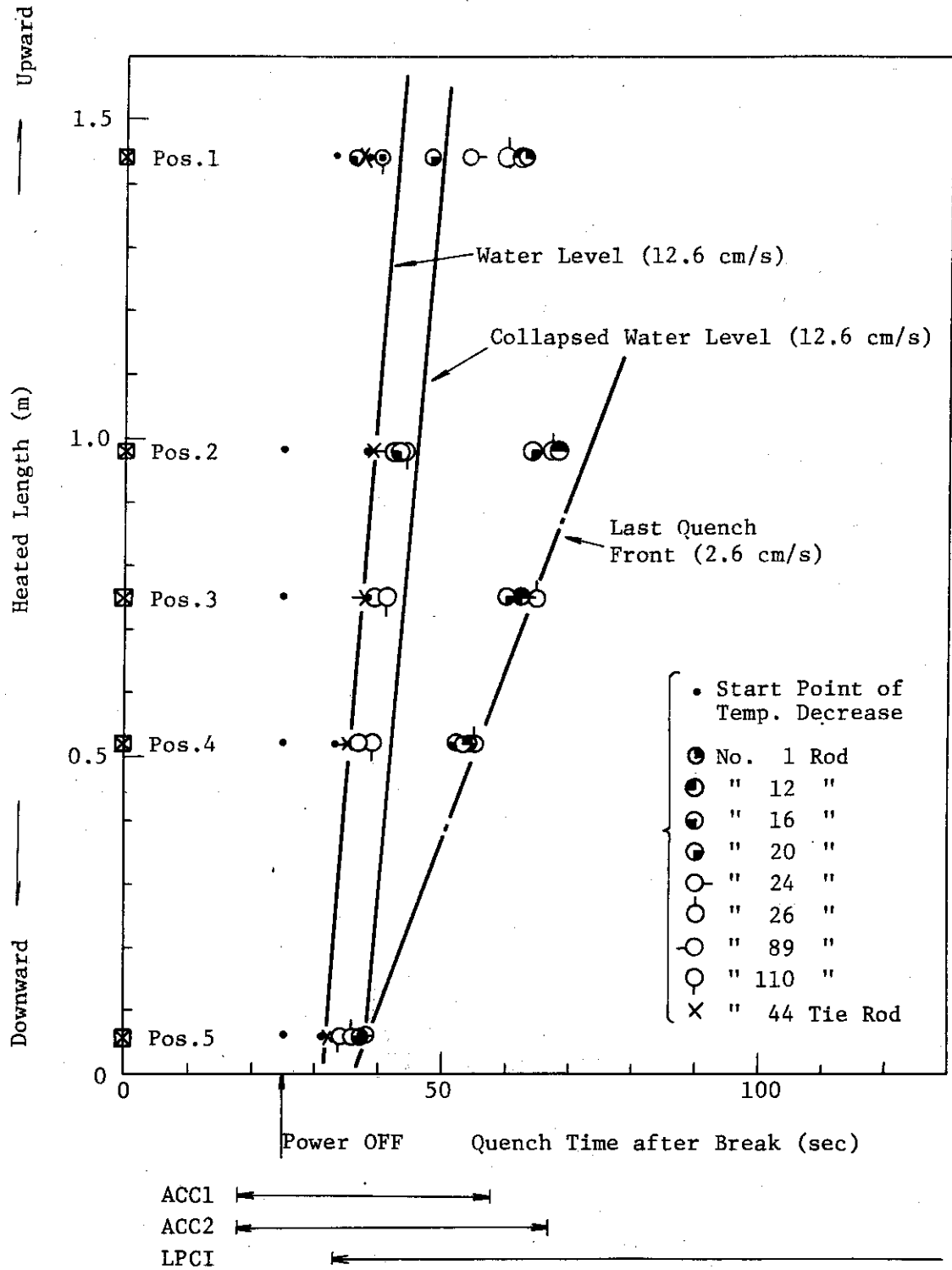


Fig. 3.2.25 Relation of Quench Time and Collapsed Water Level in Core---Run 328

RUN 328    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ----    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH- 83    T- 2 (PV-LOWER PLENUM)    CH- 93    T- 12 (PRESSURIZER)

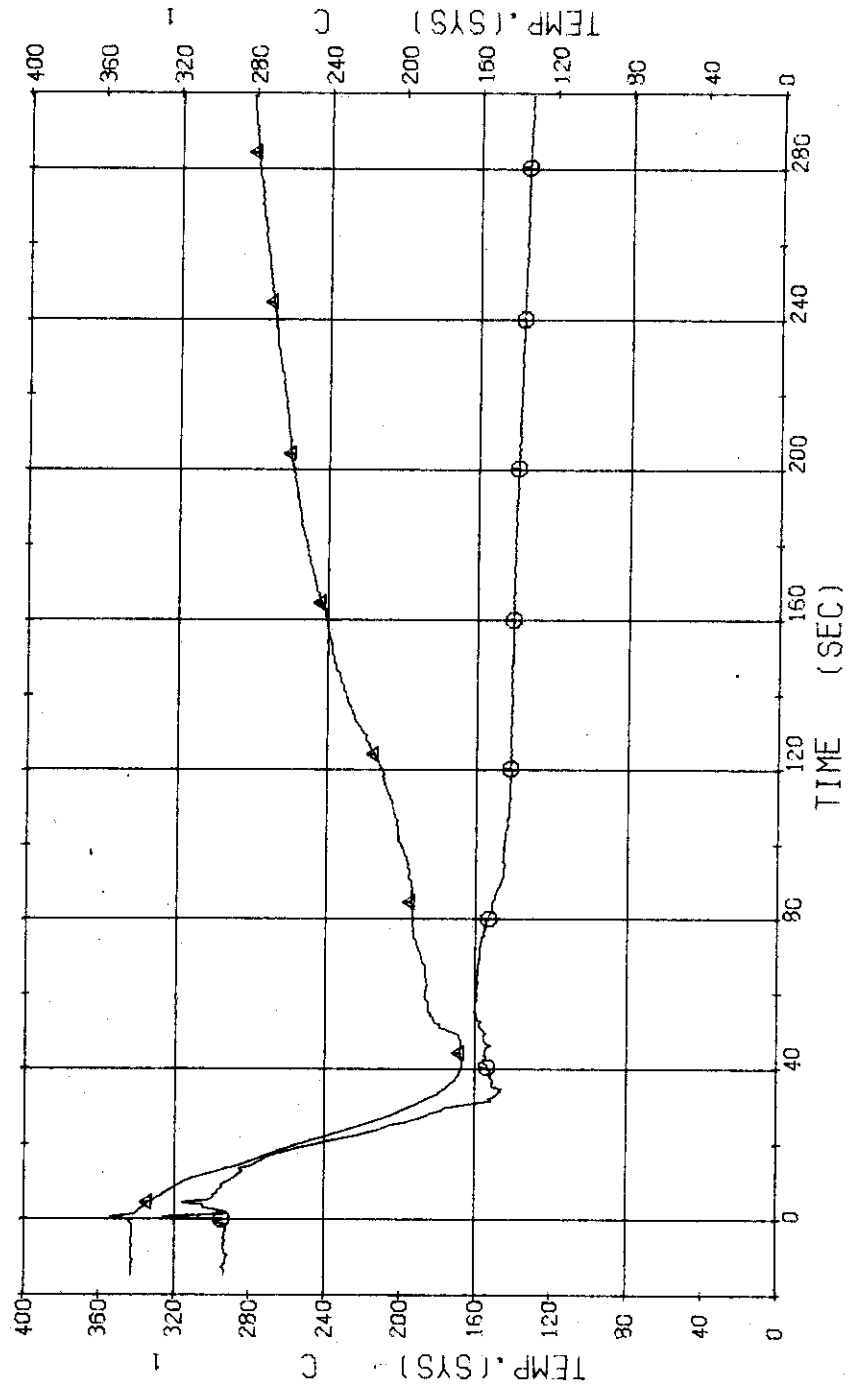


Fig. 3.2.26 Fluid Temperatures in Pressure Vessel and Pressurizer ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-86 CH-87 CH-88 CH-89 T-5 T-6 T-7 T-8 T-9 T-10  
 (SG 1 INLET) (SG 1 OUTLET) (PV INLET NOZZLE)  
 (P1 PUMP DELIVERY)

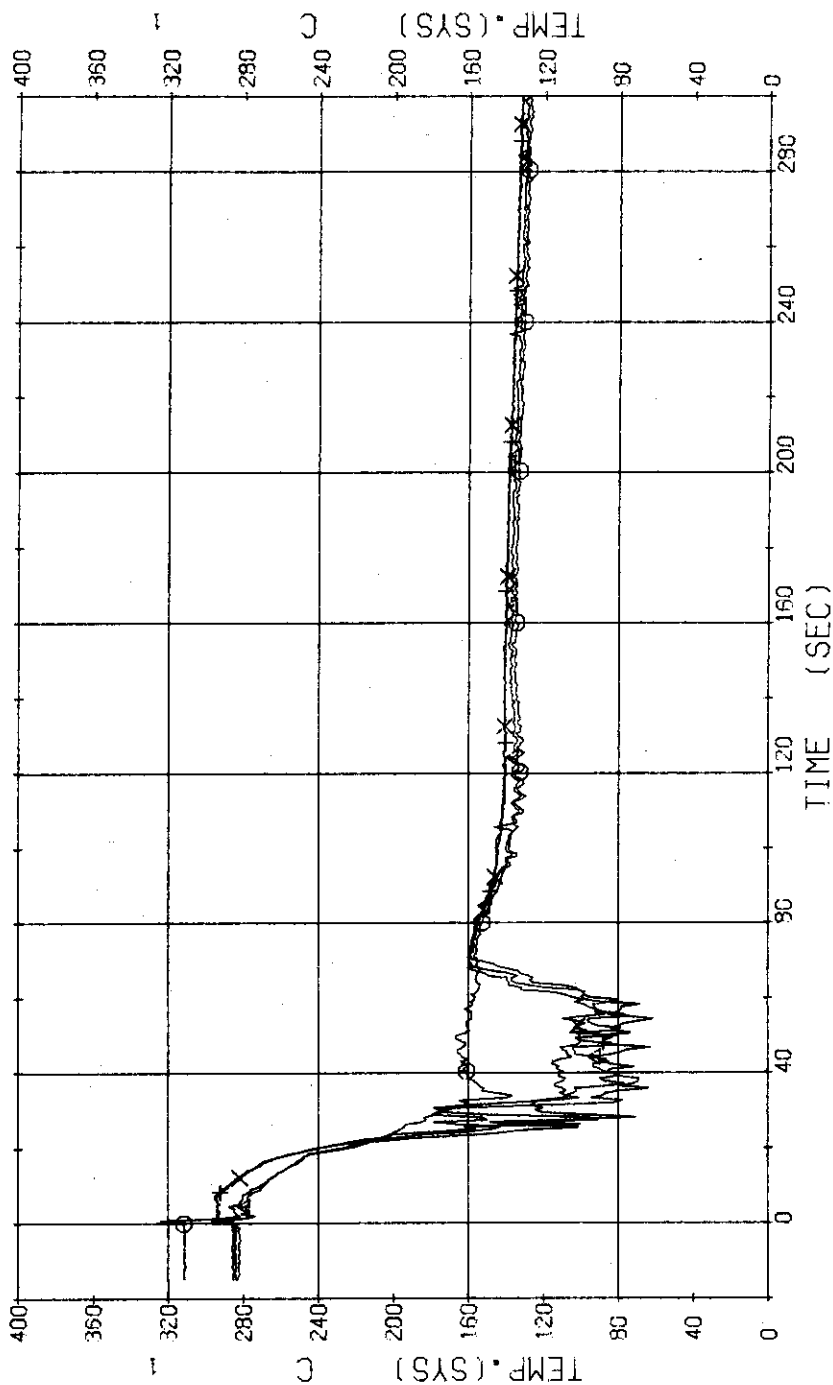


Fig. 3.2.27 Fluid Temperatures in Blowdown Loop ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-90 (T-9 (SC 2 INLET))  
 CH-92 (T-11 (P 2 PUMP DELIVERY))  
 CH-91 (T-10 (SC 2 OUTLET))

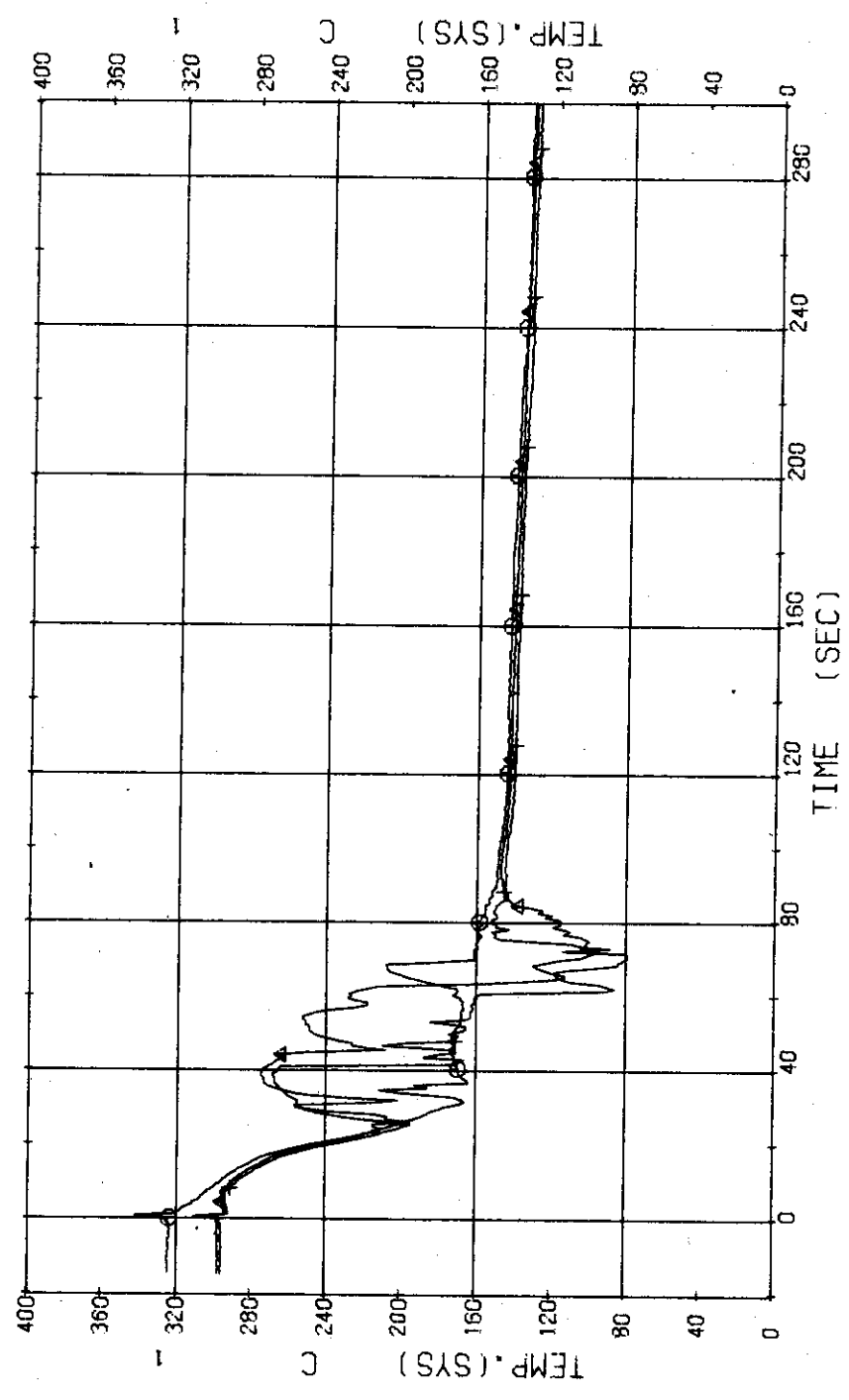


Fig. 3.2.28 Fluid Temperatures in Operating Loop ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1-- HP2-- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH-95 ( T-14 ( SG2 SECONDARY OUTLET ) )

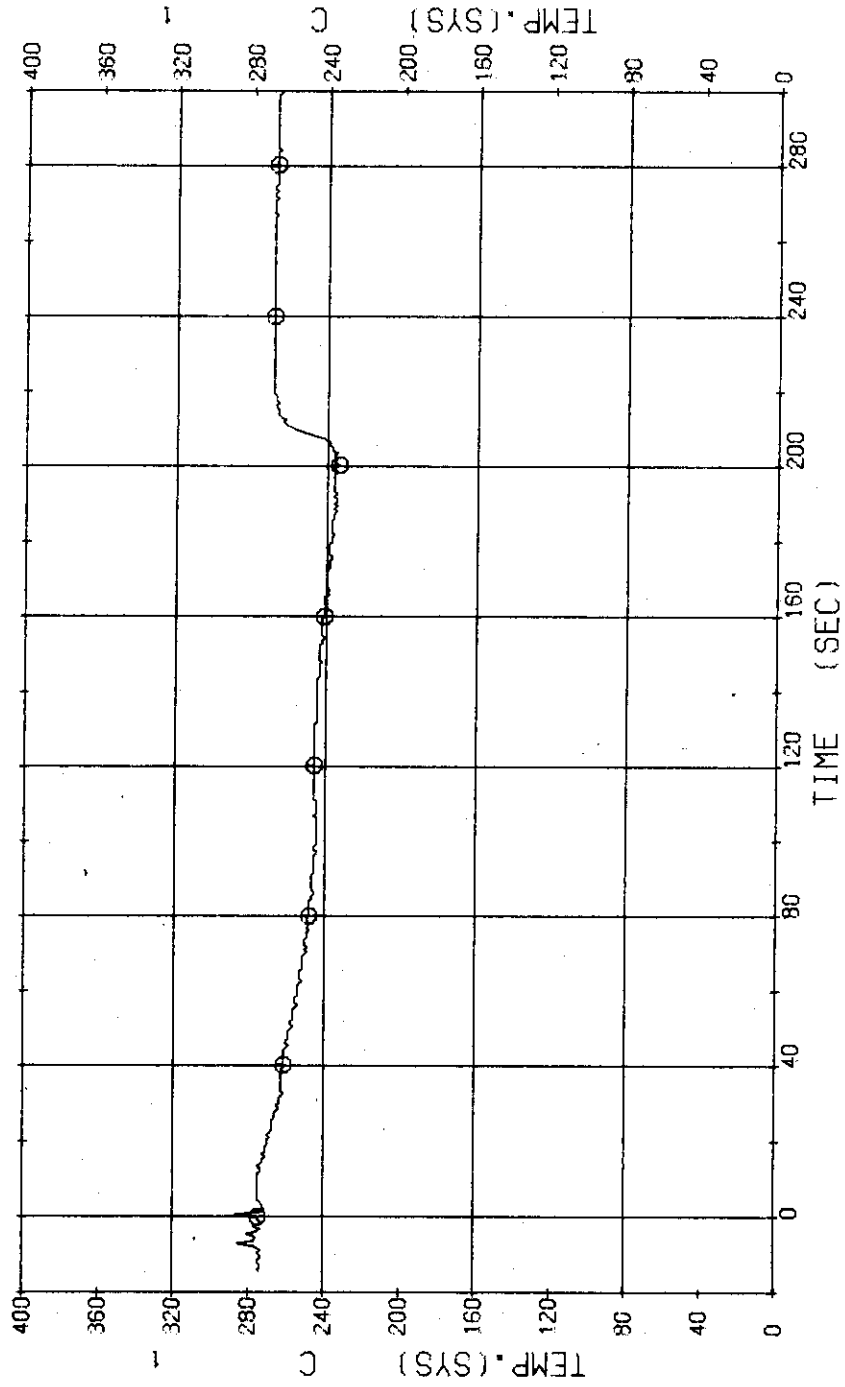


Fig. 3.2.29 Secondary Fluid Temperature at the Outlet of SG2 ... Run 328

RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ----      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 96 01 TS-1 (SUPPORT TUBE TOP)      CH- 97 42 TS-5 (SUPPORT TUBE MIDDLE)      )  
 CH- 98 +3 TS-9 (SUPPORT TUBE BOTTOM)      CH- 99 X1 TS10 (SUPPORT TUBE TOP)      )  
 CH-100 02 TS14 (SUPPORT TUBE MIDDLE)      CH-101 43 TS19 (SUPPORT TUBE BOTTOM)      )

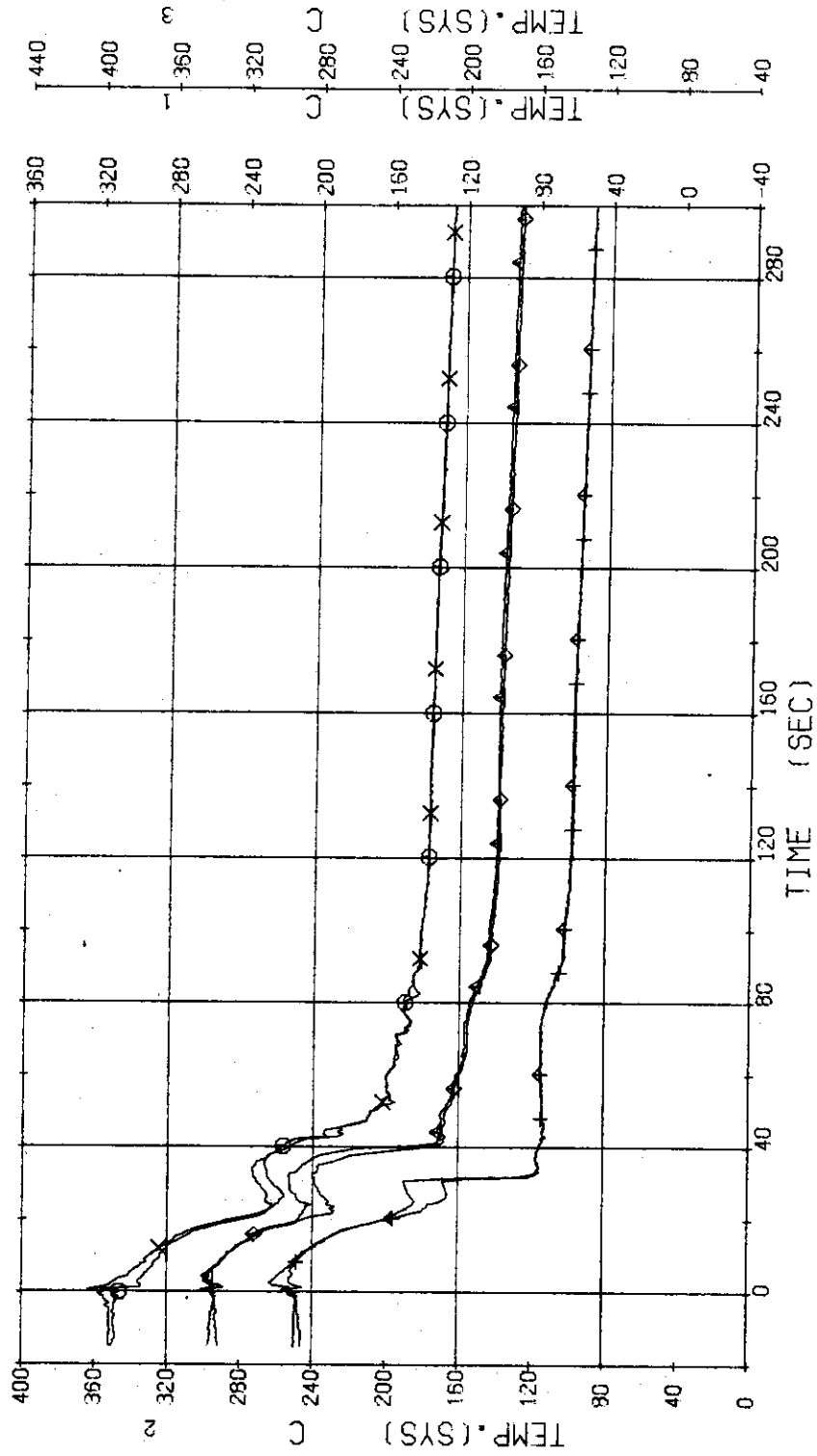


Fig. 3.2.30 Support Tube Temperatures at Top, Middle and Bottom Positions  
 ... Run 328

RUN 328 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH-102 O1 TB-1 (CORE BARREL TOP) CH-103 A1 TB-6 (CORE BARREL BOTTOM)

CH-104 +1 TB-7 (CORE BARREL TOP) CH-105 X1 TB12 (CORE BARREL BOTTOM)

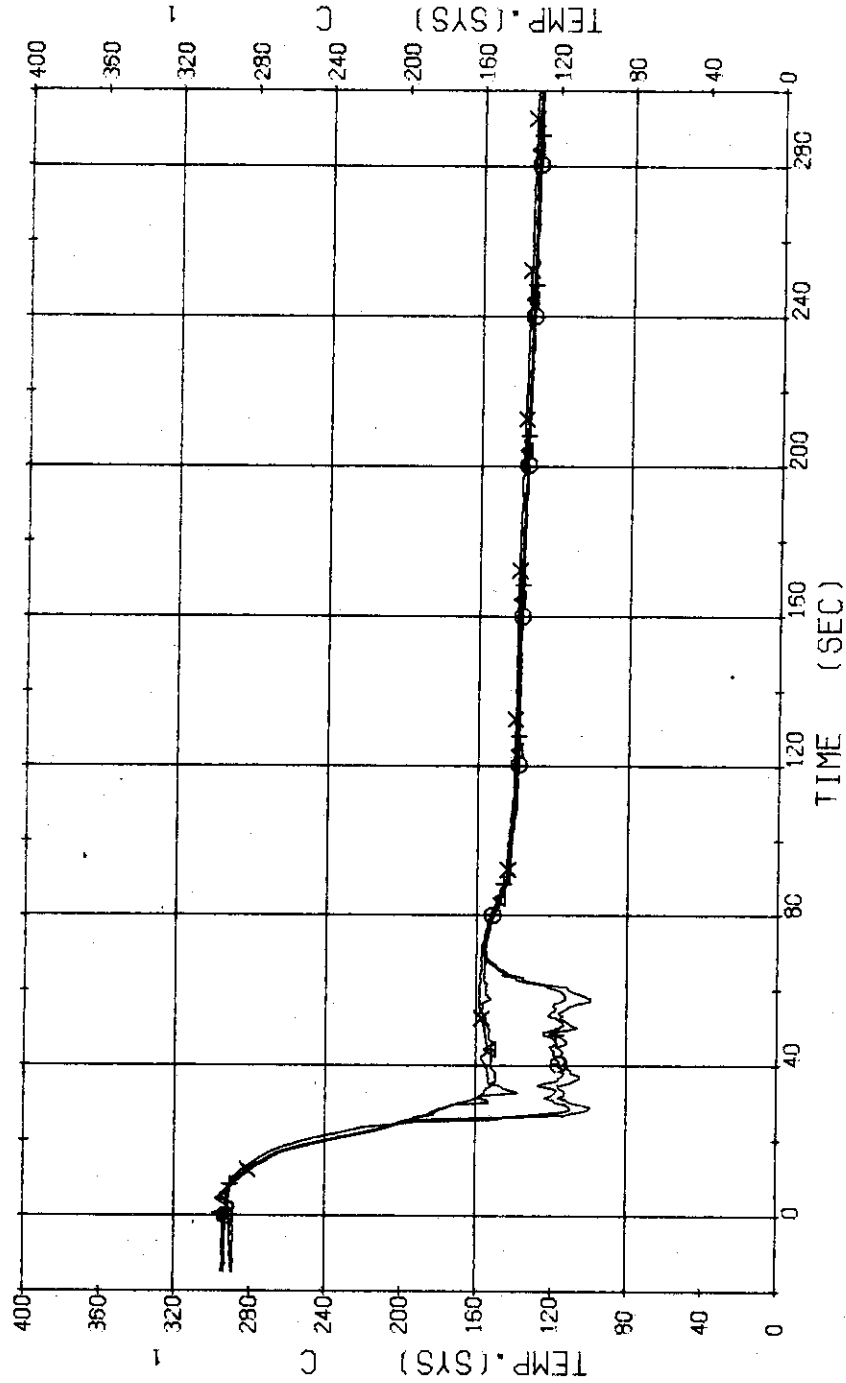


Fig. 3.2.31 Core Barrel Temperatures at Top and Bottom Positions ... Run 328



RUN 328      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-119      N-2 (P2 PUMP REVOLUTION NUMB.)

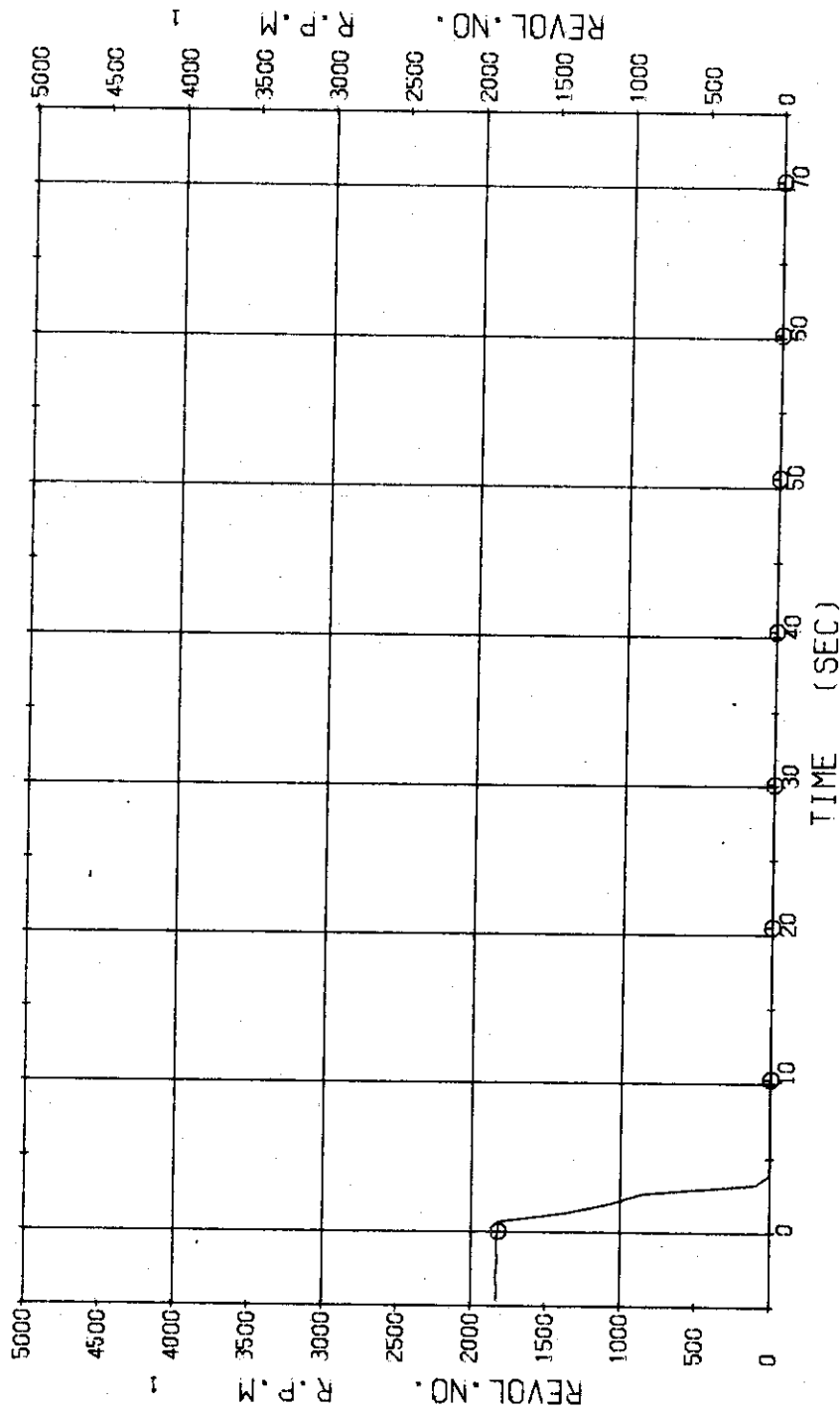


Fig. 3.2.32 Revolution Number of P2 Pump ... Run 328

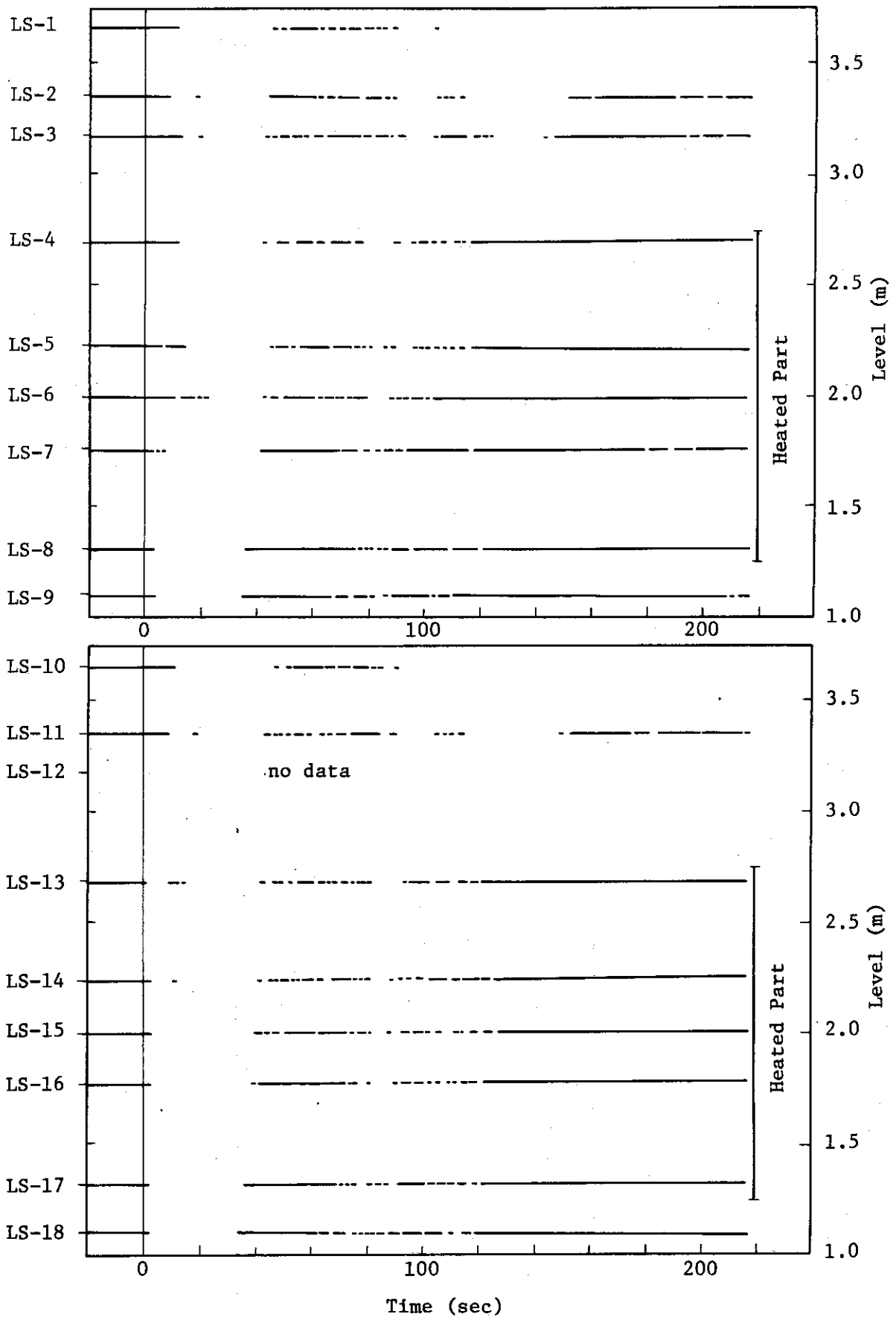


Fig. 3.2.33 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 328

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECOS --- HP1-- HP2-- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 1 (P-1) (PV UPPER PLENUM )  
 CH- 12 (P-12) (PRESSURIZER )

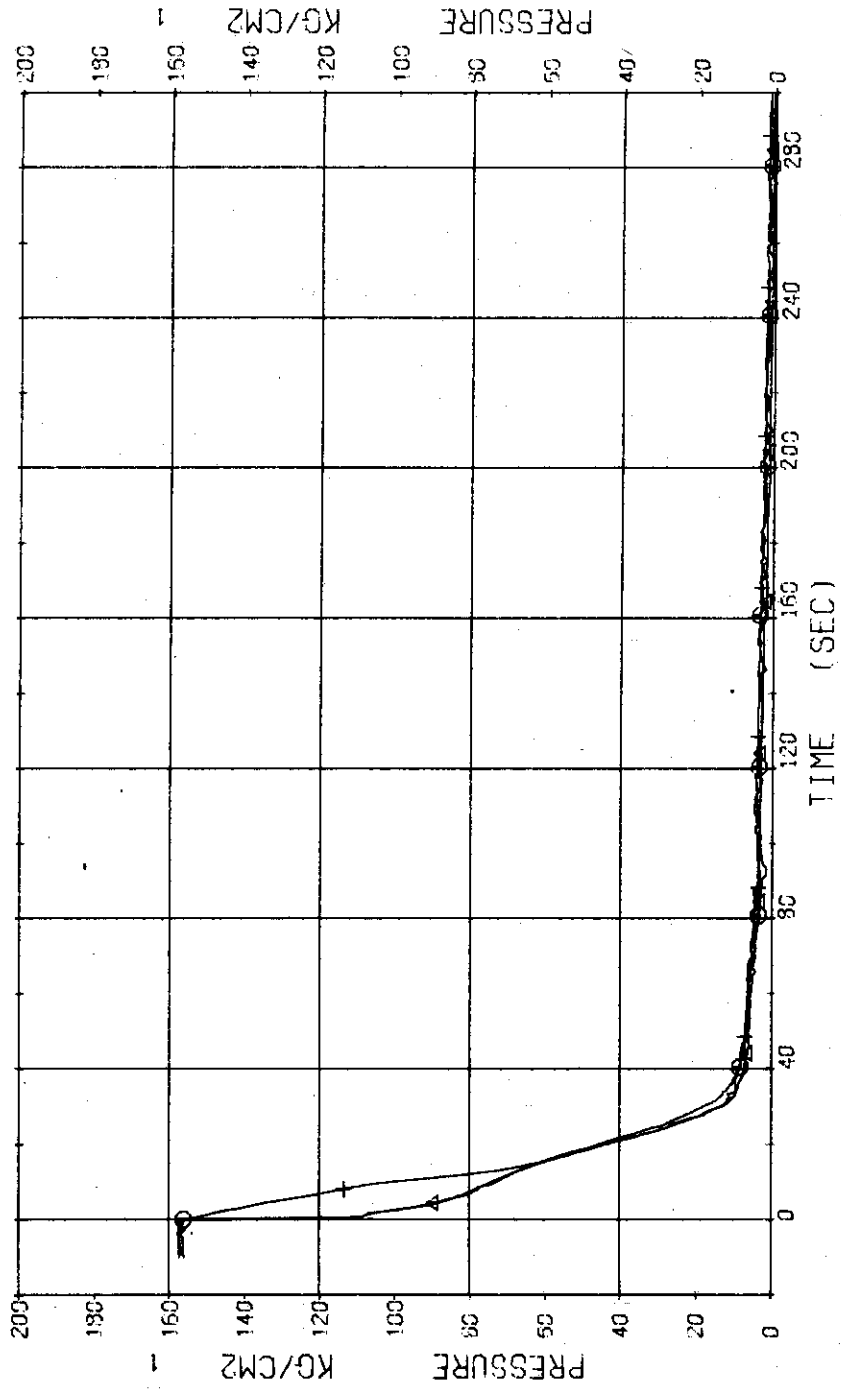


Fig. 3.3.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 4 ◊ P- 4 (BELOW NO.1 ORIFICE )  
 CH- 5 + P- 5 (BELOW NO.2 ORIFICE )  
 CH- 8 ◊ P- 8 (P 1 PUMP SUCTION )  
 CH- 5 Δ P- 5 (ABOVE NO.2 ORIFICE )  
 CH- 7 X P- 7 (SE 1 INLET )

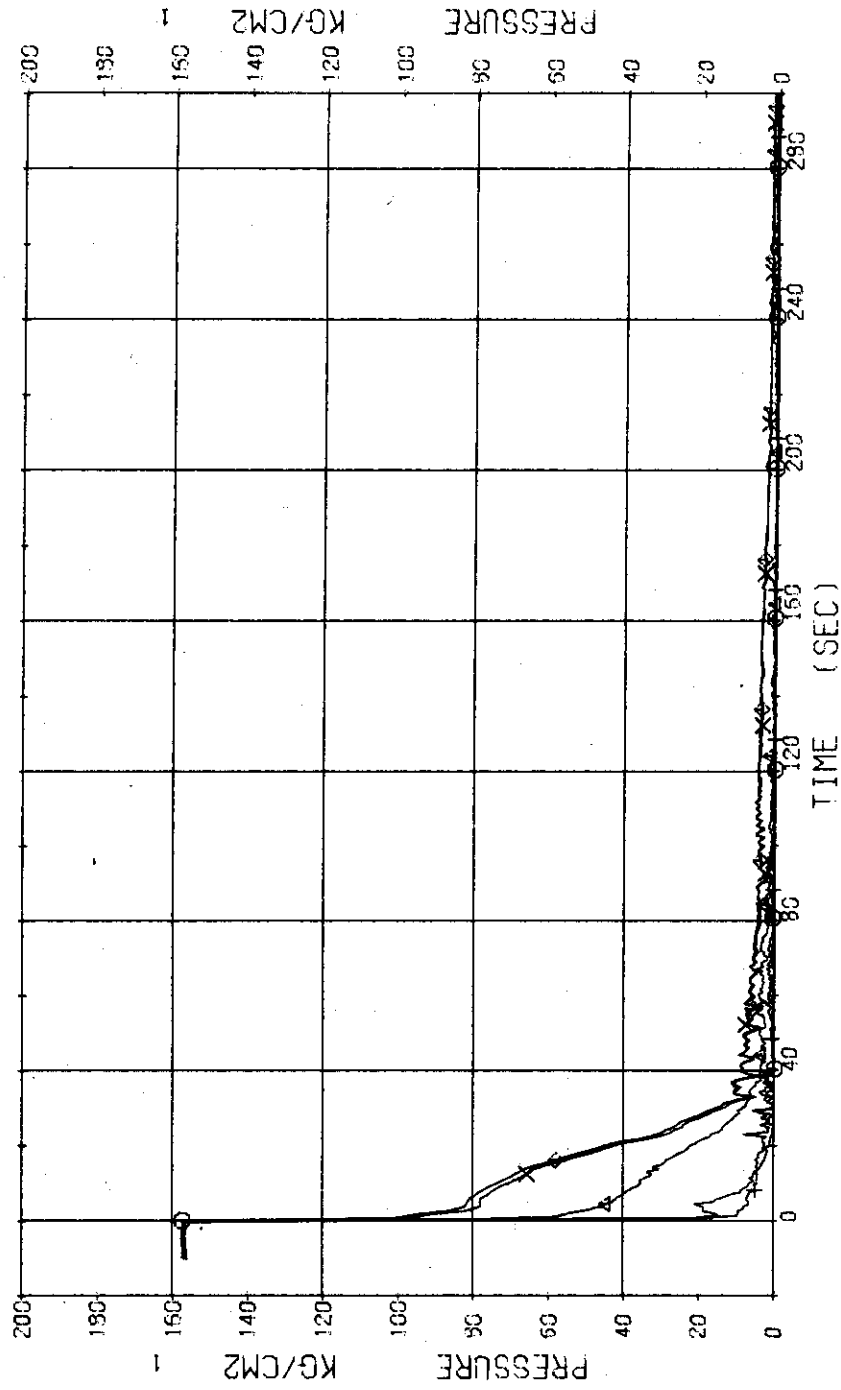


Fig. 3.3.2 Pressure in Blowdown Loop ... Run 329

RUN 329 HOT LEO BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 9 01 P- 9 (SC 2 INLET ) CH- 10 01 P-10 (SC 2 OUTLET )  
 CH- 11 01 P-11 (P 2 PUMP DELIVERY )

Comment : Pressure data at P2 pump delivery is relatively inaccurate.

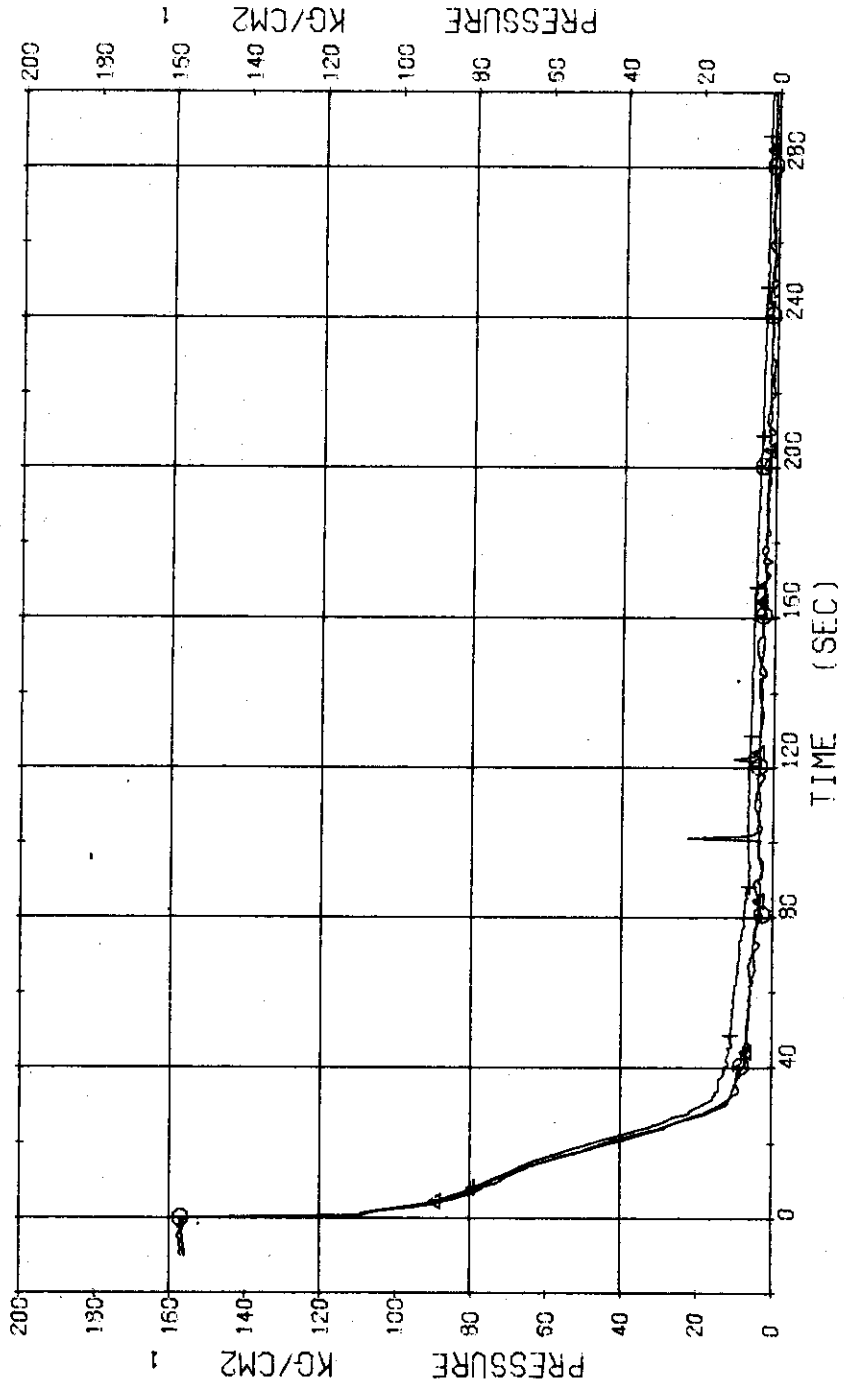


Fig. 3.3.3 Pressure in Operating Loop ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-13 CM P-13 (SC SECONDARY SYSTEM )

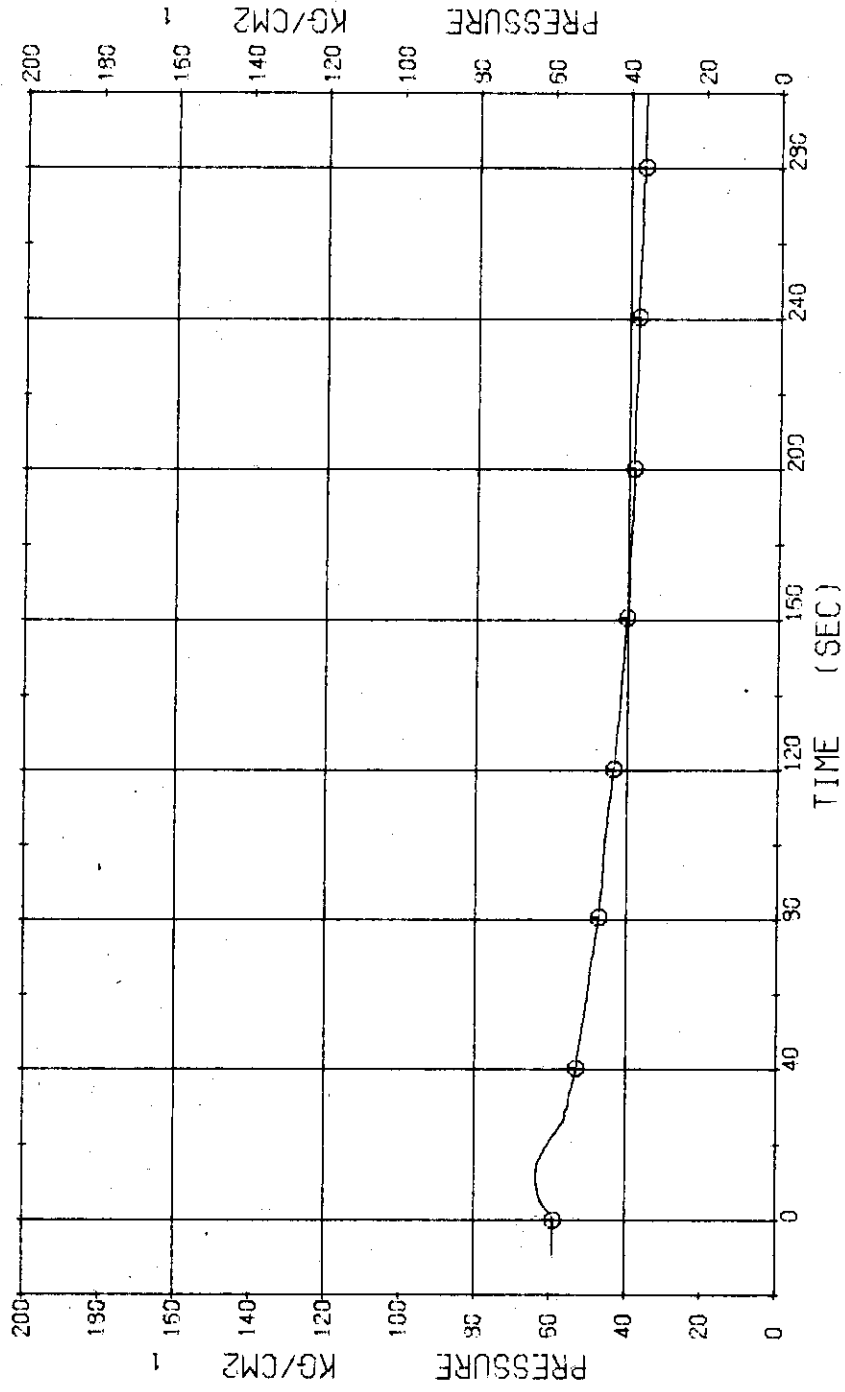


Fig. 3.3.4 Pressure in Secondary System ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 14 OR 0- 1 (PV.TOP-BOTTOM )

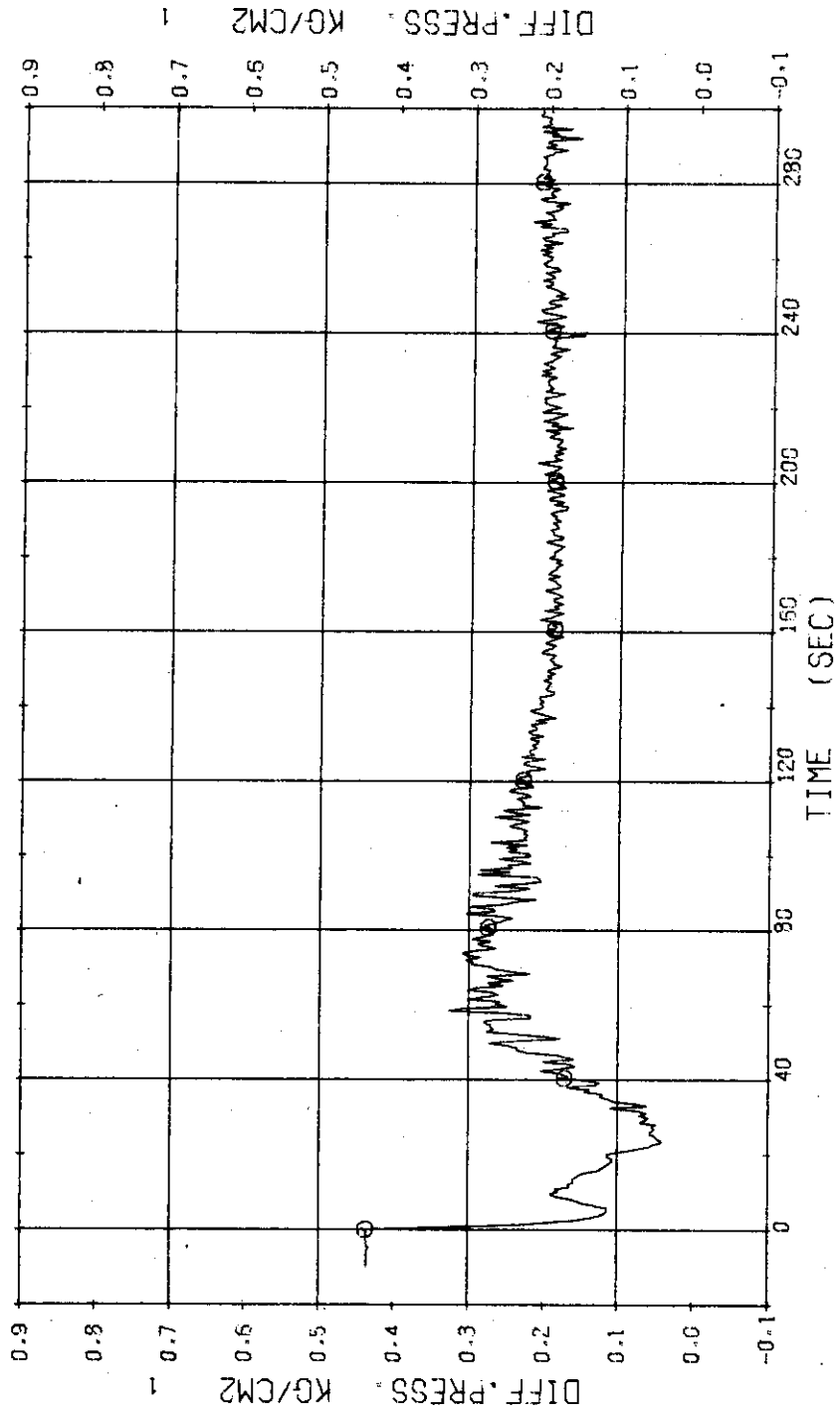


Fig. 3.3.5 Differential Pressure between Top and Bottom of Pressure Vessel  
 ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HPI-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH- 18      CH- 5 (SG 1 INLET-OUTLET )      CH- 20      D- 7 (P1 PUMP DELIVERY-SUCTION)

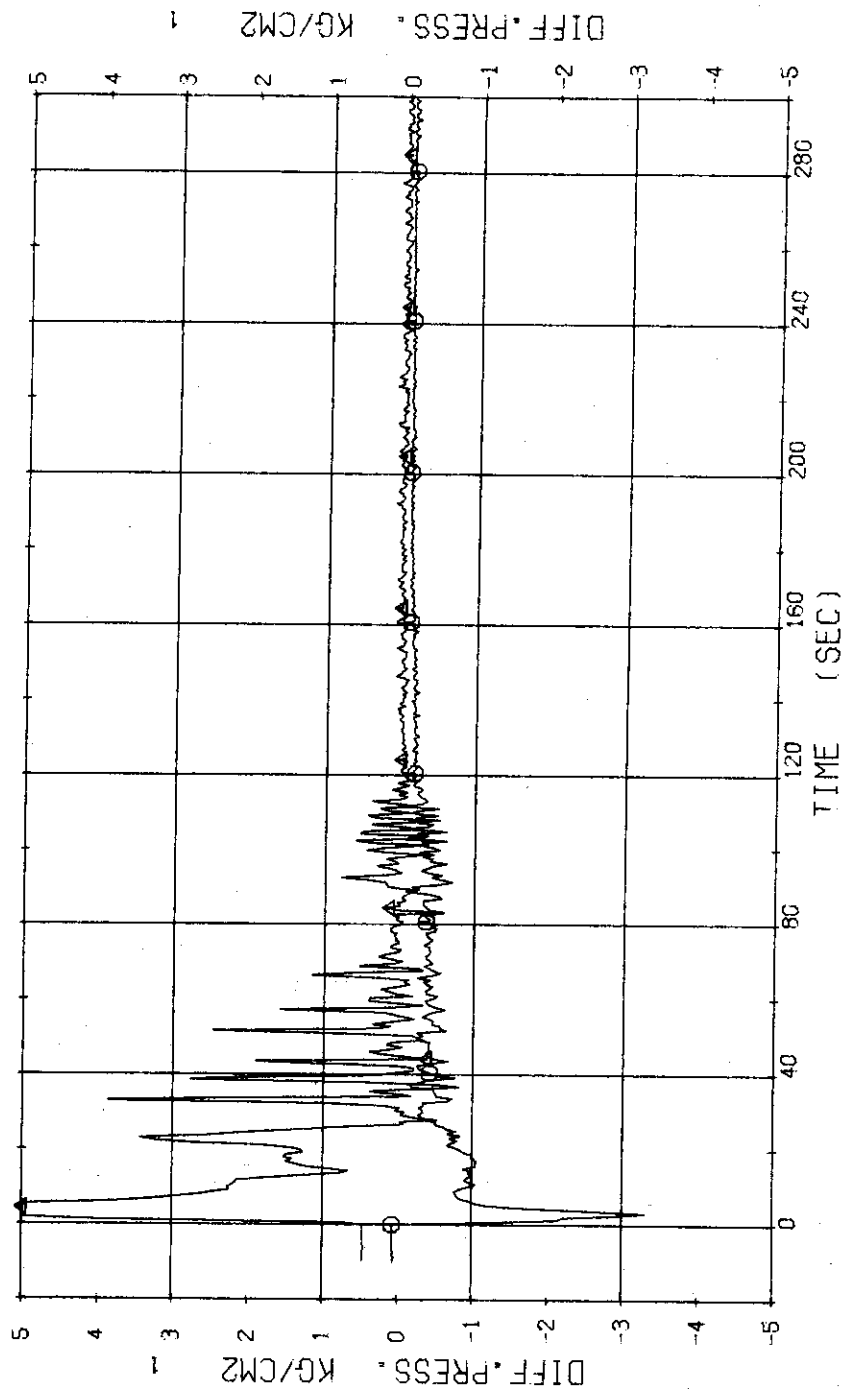


Fig. 3.3.6 Differential Pressure across SG1 and P1 Pump ... Run 329



RUN 329    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    CH- 21    AI    D- 8    (P2 PUMP DELIVERY-SUCTION)    LP1-H    LP2-H  
 CH- 19    D- 6    (SC 2 INLET-OUTLET)

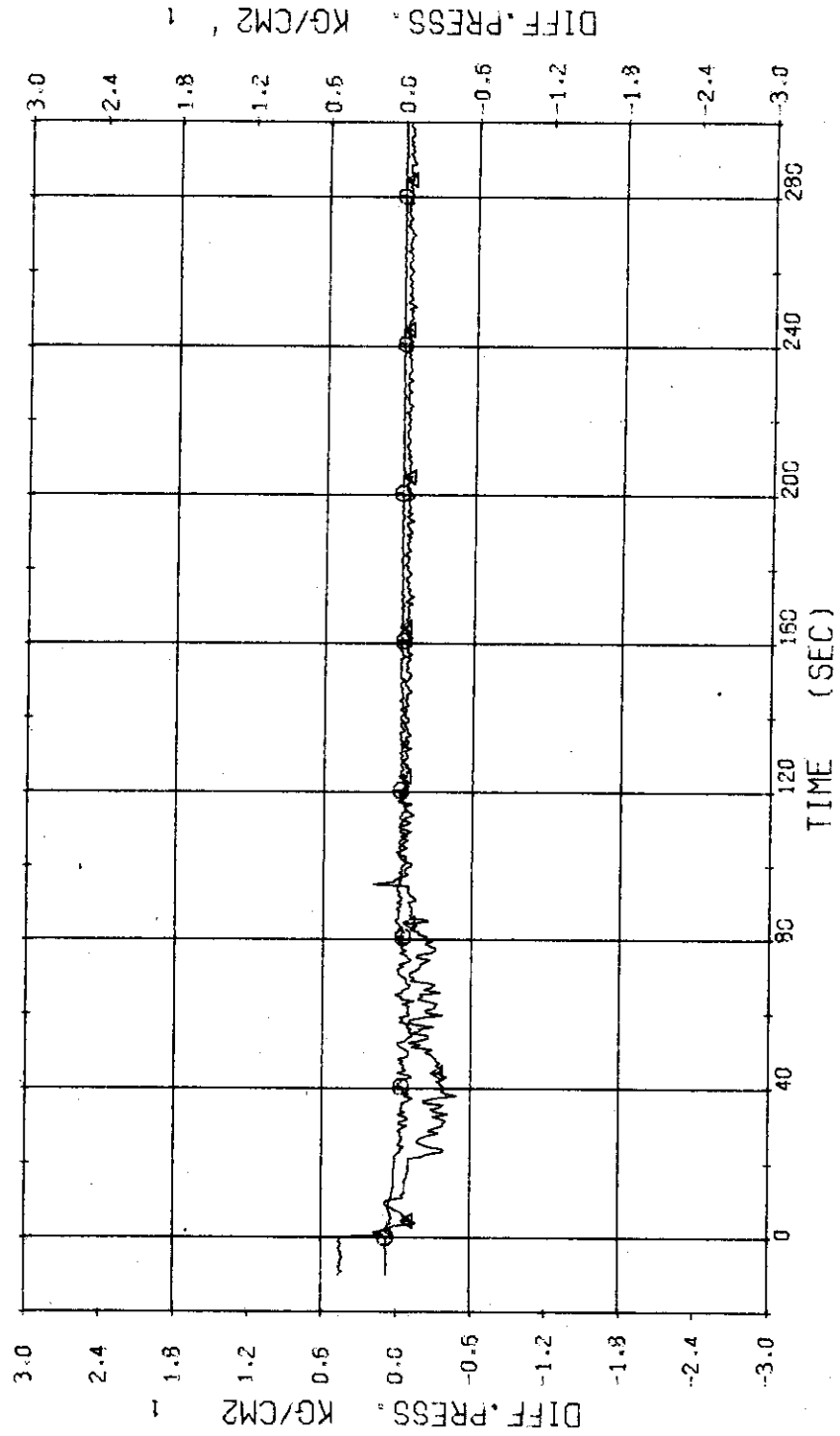


Fig. 3.3.7 Differential Pressure across SG2 and P2 Pump ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-22 CH F-1 (CONDENSED WATER NO.1)      CH-24 Δ F-3 (COOLING WATER NO.1)  
 CH-151 +2 WD-1 (DISCHARGE FLOW RATE NO.1)

Comment : Zero value of discharge flow rate means unreasonable.

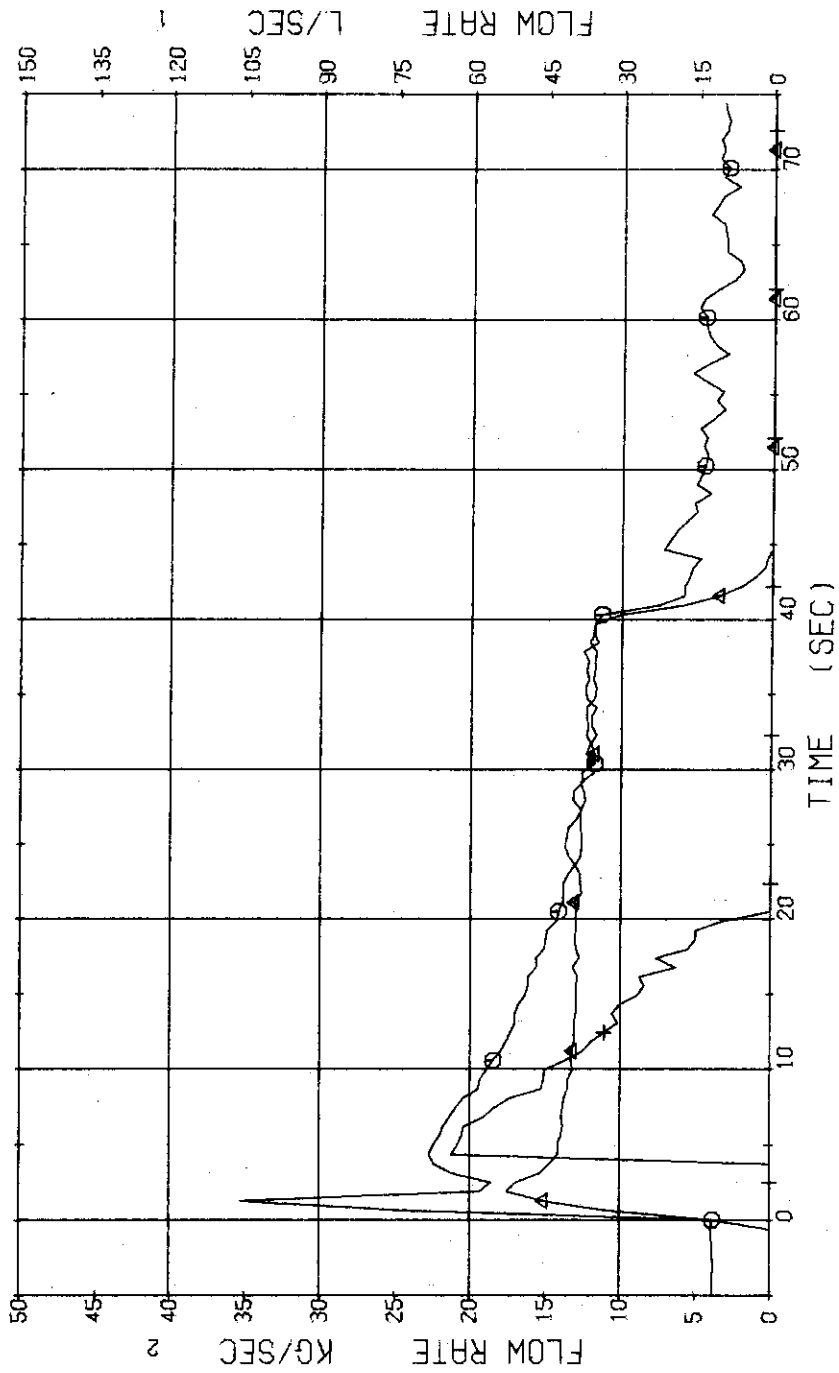


Fig. 3.3.8 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.1 Break Unit ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-84 T-3 (CONDENSED WATER NO.1) CH-152 X-1 (FLUID QUALITY NO.1)

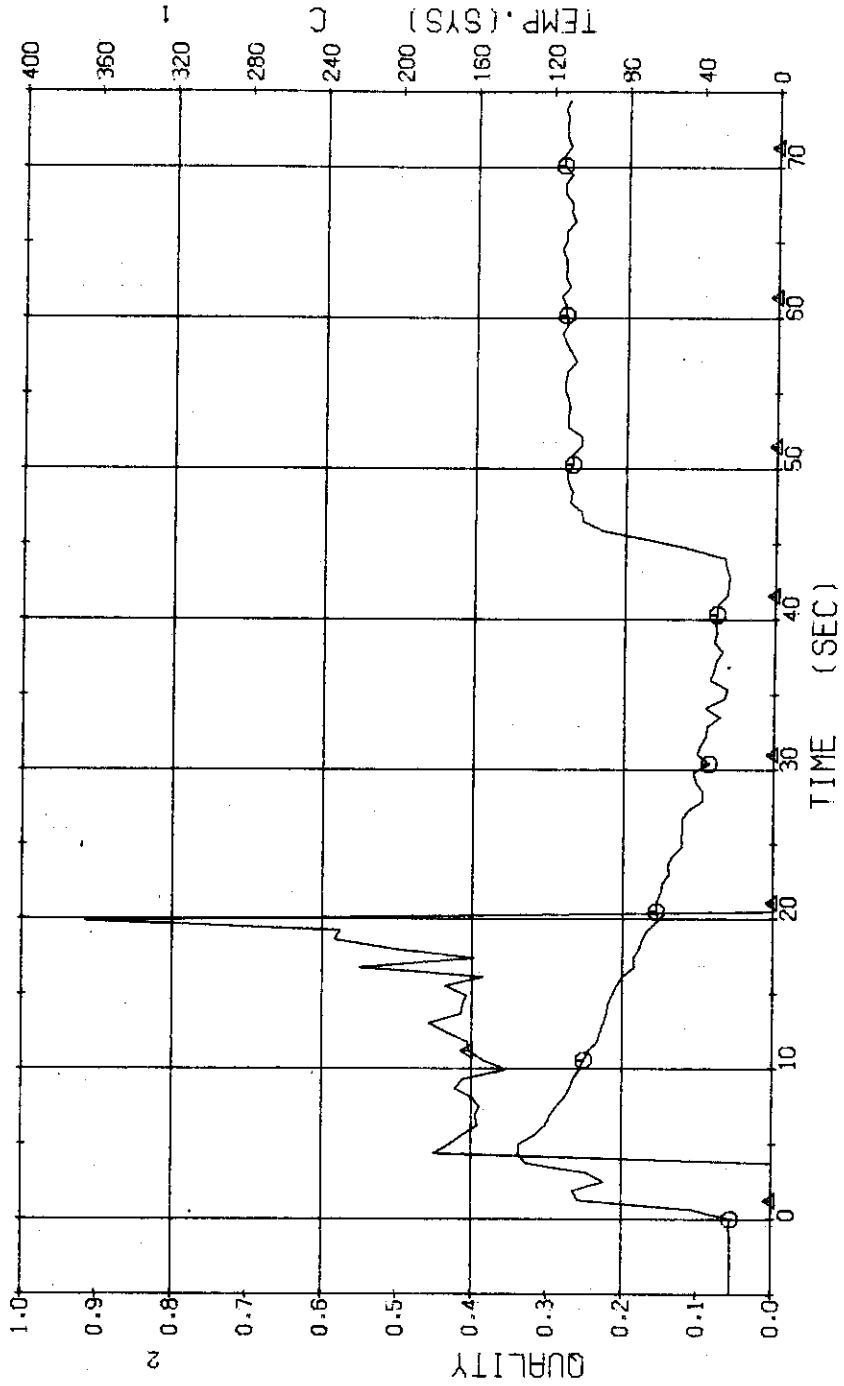


Fig. 3.3.9 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.1 Break Unit ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-23 C) F-2 (CONDENSED NO.2) )  
 CH-153 +2 WD-2 (DISCHARGE FLOW RATE NO.2) )  
 CH-25 Δ) F-4 (COOLING WATER NO.2) )

Comment : Zero value of discharge flow rate means unreasonable.  
 Discharge flow rate after 22 second of break means unreasonable.

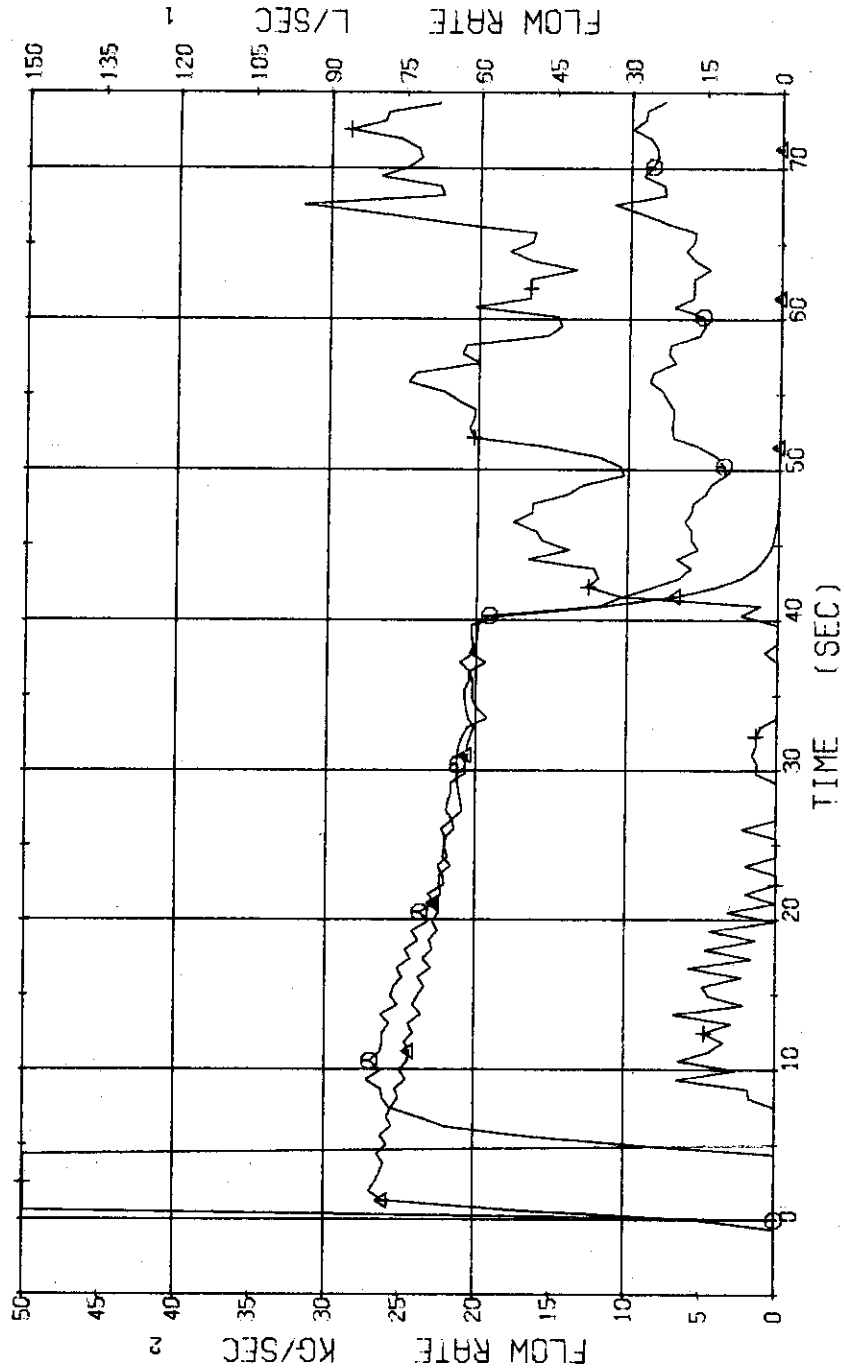


Fig. 3.3.10 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.2 Break Unit ... Run 329

RUN 329    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    LP1-H    LP2-H  
 CH- 85    T- 4 (CONDENSED NO.2)

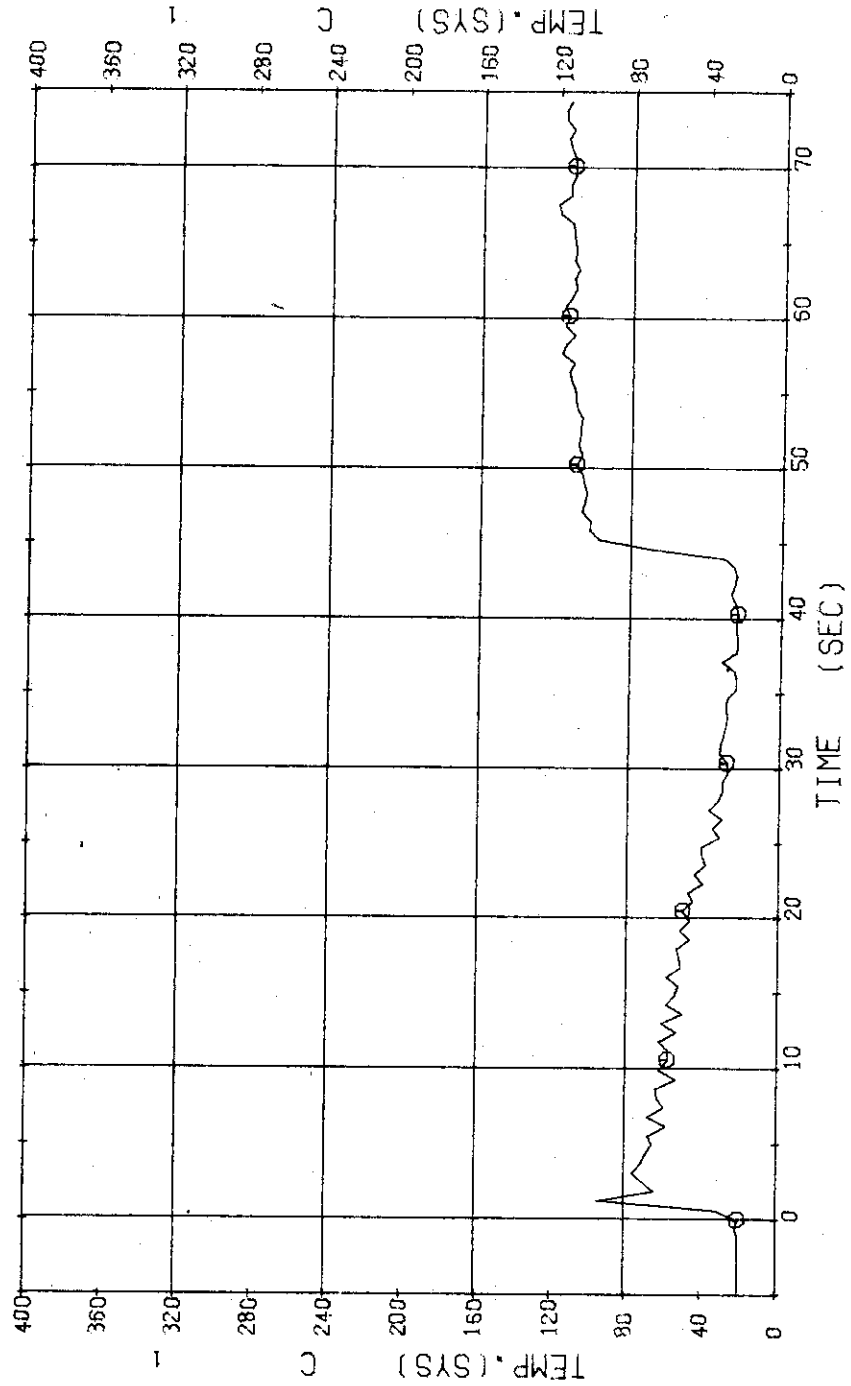


Fig. 3.3.11 Temperature of Condensed Water at No.2 Break Unit ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-30 @ F-9 (ACC1) CH-31 @ F-10 (ACC2)

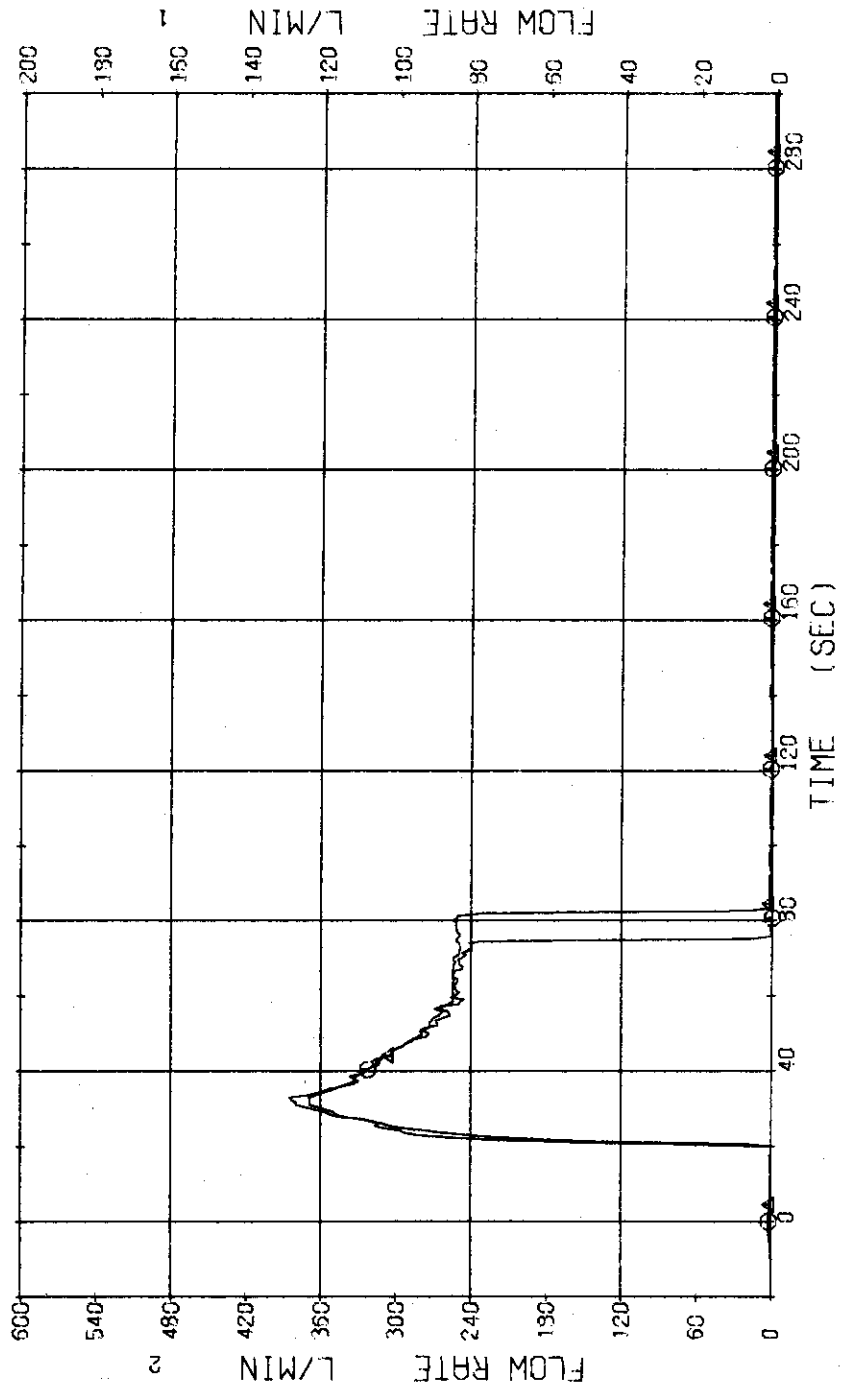


Fig. 3.3.12 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2 ... Run 329

RUN 329    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH- 33    F-12 (LPCI BLOWDOWN LOOP)    CH- 34    F-13 (LPCI OPERATING LOOP)

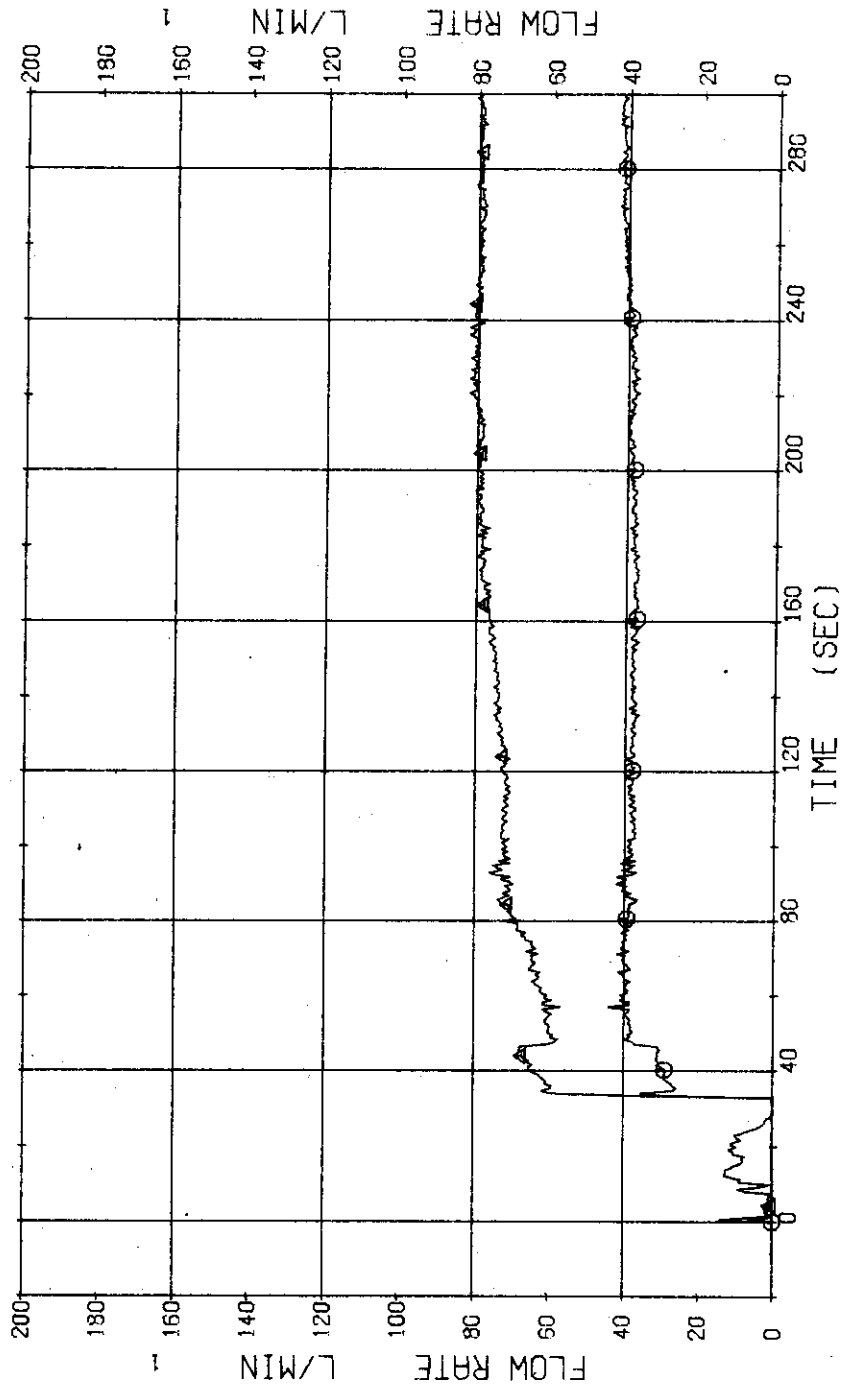


Fig. 3.3.13 Injection Flow Rates of LPCI at Both Loops ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-35 01 W-1 (POWER SUPPLY NO.1) CH-155 A2 Q-1 (PEAK HEAT FLUX NO.1)  
 CH-36 +3 W-2 (POWER SUPPLY NO.2) CH-156 X2 Q-2 (PEAK HEAT FLUX NO.2)

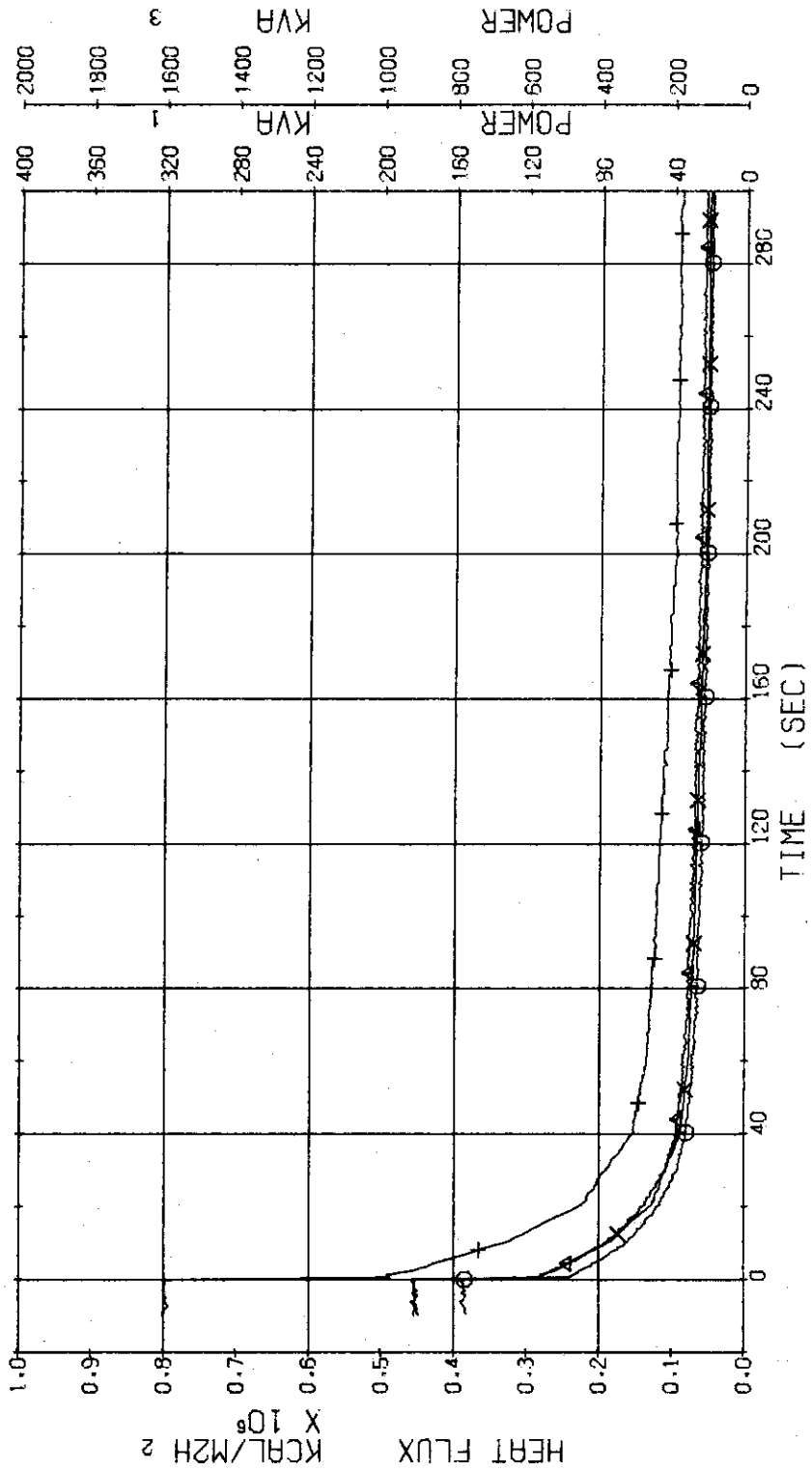


Fig. 3.3.14 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply ... Run 329



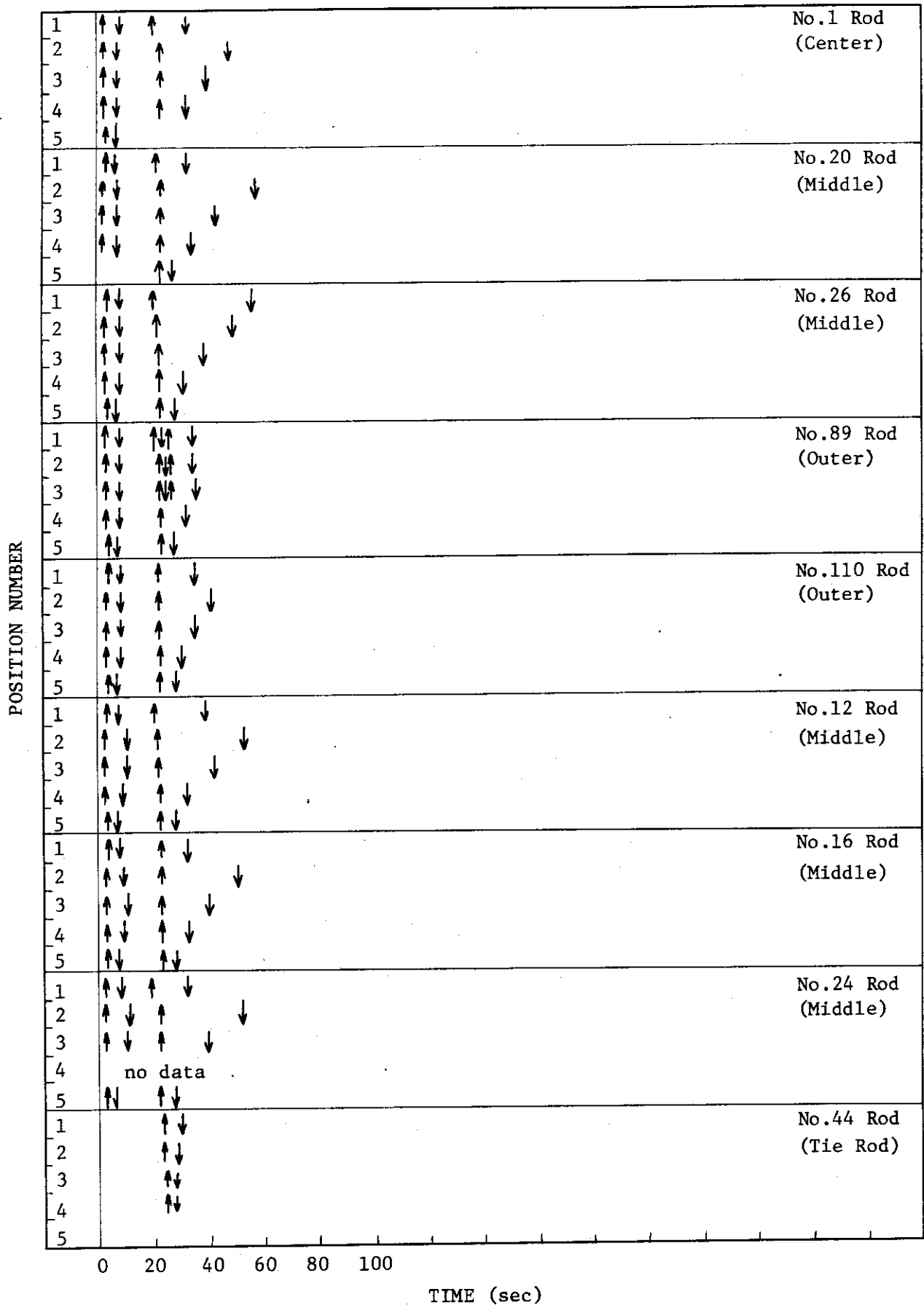


Fig. 3.3.15 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 37 ( ) TF-1 (NO.1 POSITION1 )  
 CH- 39 +1 ( ) TF-3 (NO.1 POSITION3 )  
 CH- 41 ( ) TF-5 (NO.1 POSITION5 )  
 CH- 38 (A) TF-2 (NO.1 POSITION2 )  
 CH- 40 (X) TF-4 (NO.1 POSITION4 )

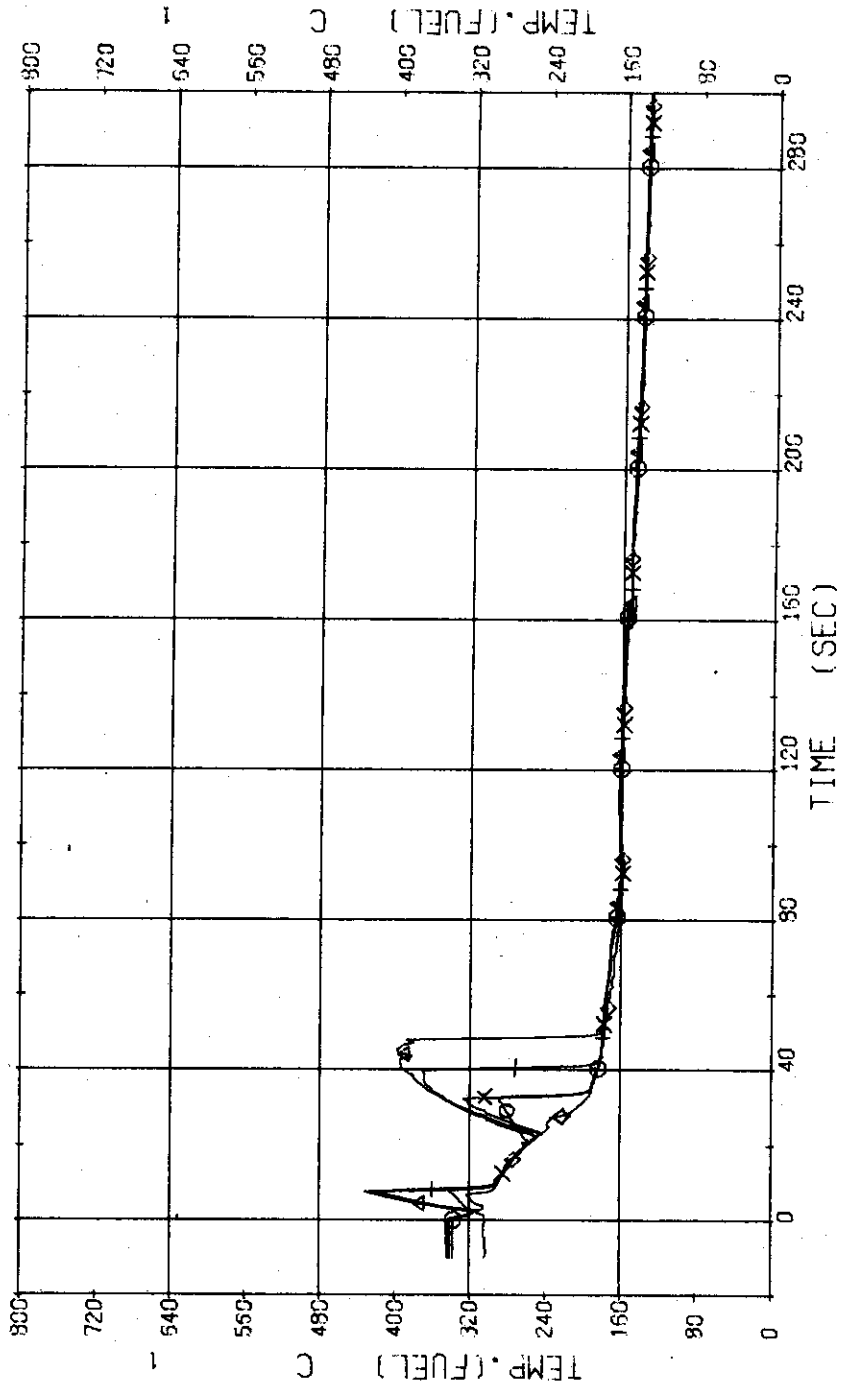


Fig. 3.3.16 Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core ... Run 329

RUN 329      HOT LEO BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 62    O    TF26 (NO.12 POSITION1)      )  
 CH- 64    +    TF28 (NO.12 POSITION3)      )  
 CH- 66    X    TF30 (NO.12 POSITION5)      )

CH- 63    A    TF27 (NO.12 POSITION2)      )  
 CH- 65    X    TF29 (NO.12 POSITION4)      )

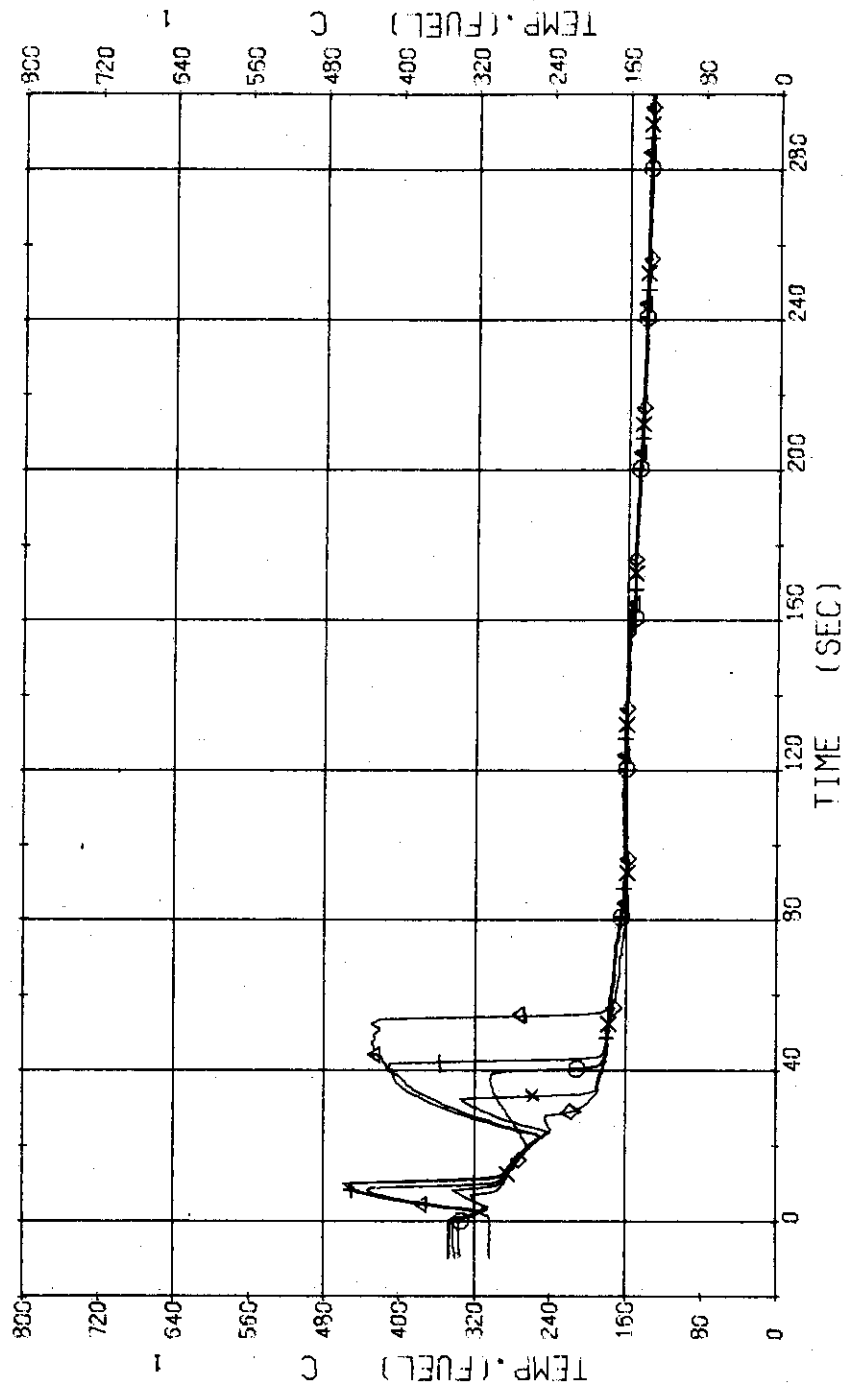


Fig. 3.3.17 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 57 C) TF31 (NO.15 POSITION1)      )  
 CH- 69 H) TF33 (NO.15 POSITION3)      )  
 CH- 71 Q) TF35 (NO.15 POSITION5)      )

CH- 59 A) TF32 (NO.15 POSITION2)      )  
 CH- 70 X) TF34 (NO.15 POSITION4)      )

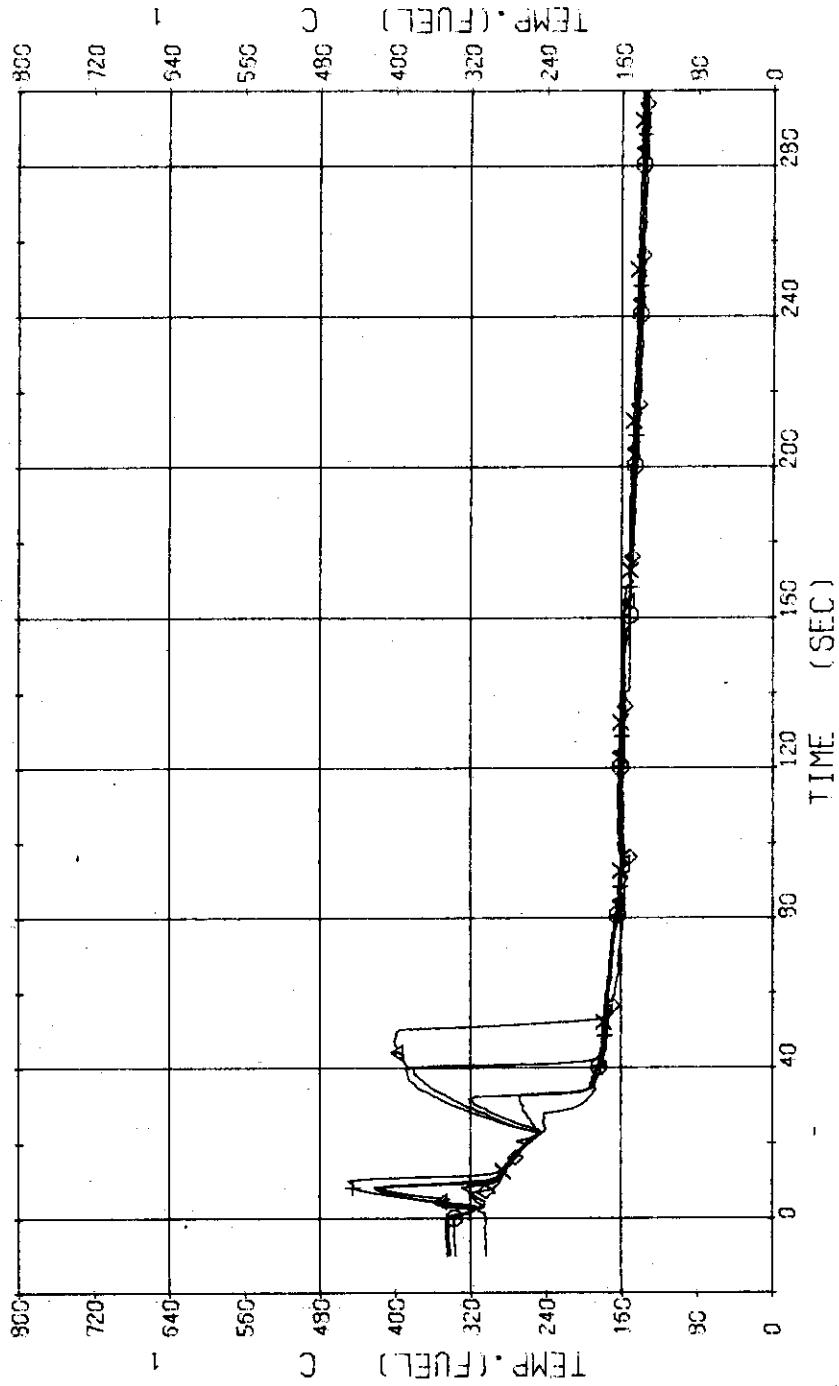


Fig. 3.3.18 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 42    TF-6 (NO.20 POSITIONS1)      CH- 43    TF-7 (NO.20 POSITIONS2)      )

CH- 44    TF-8 (NO.20 POSITIONS3)      CH- 45    TF-9 (NO.20 POSITIONS4)      )

CH- 45    TF-10 (NO.20 POSITIONS5)      )

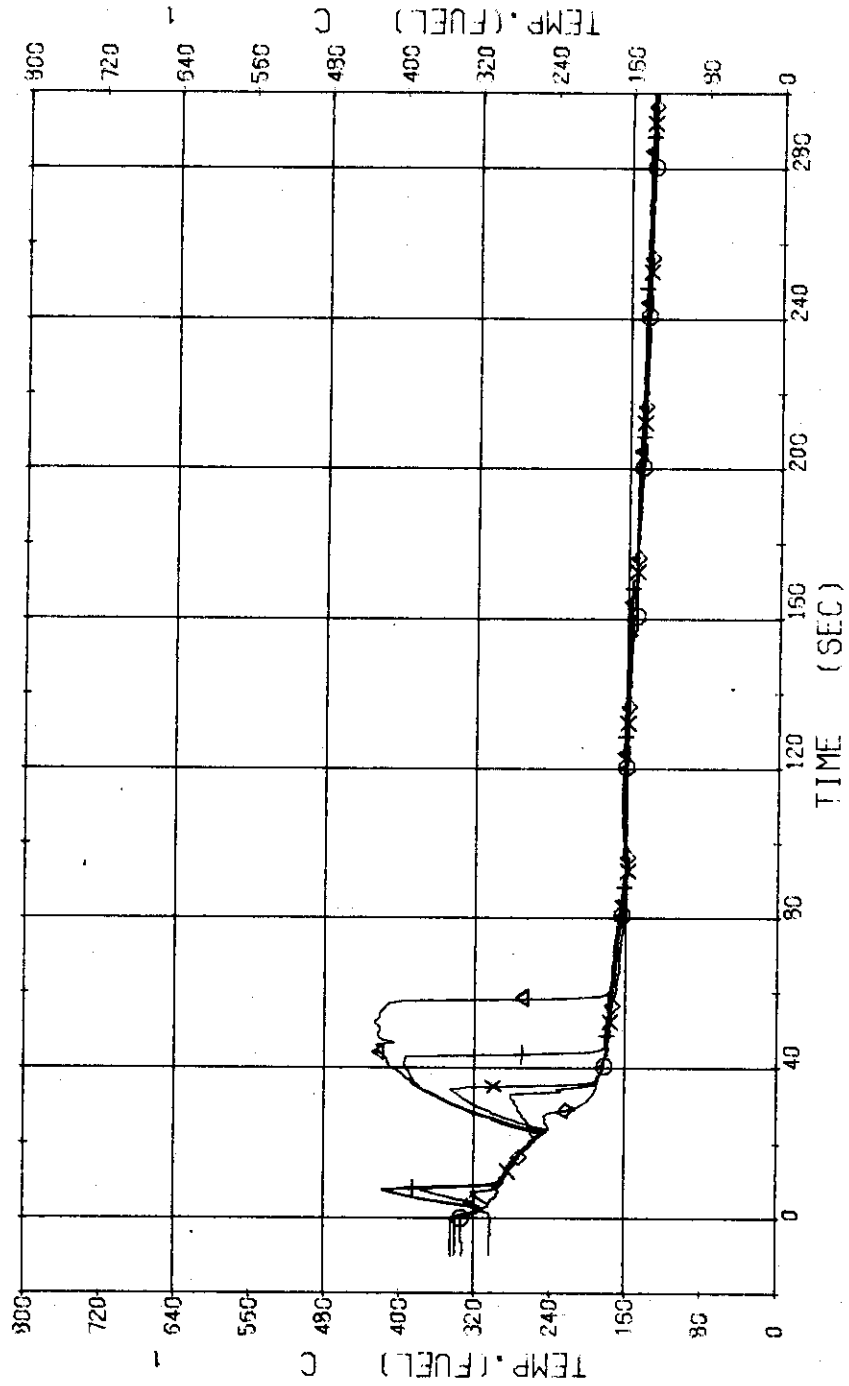


Fig. 3.3.19 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 72 CH TF35 (NO.24 POSITION1) CH- 73 CH TF37 (NO.24 POSITION2)  
 CH- 74 CH TF38 (NO.24 POSITION3) CH- 76 CH TF40 (NO.24 POSITION5)

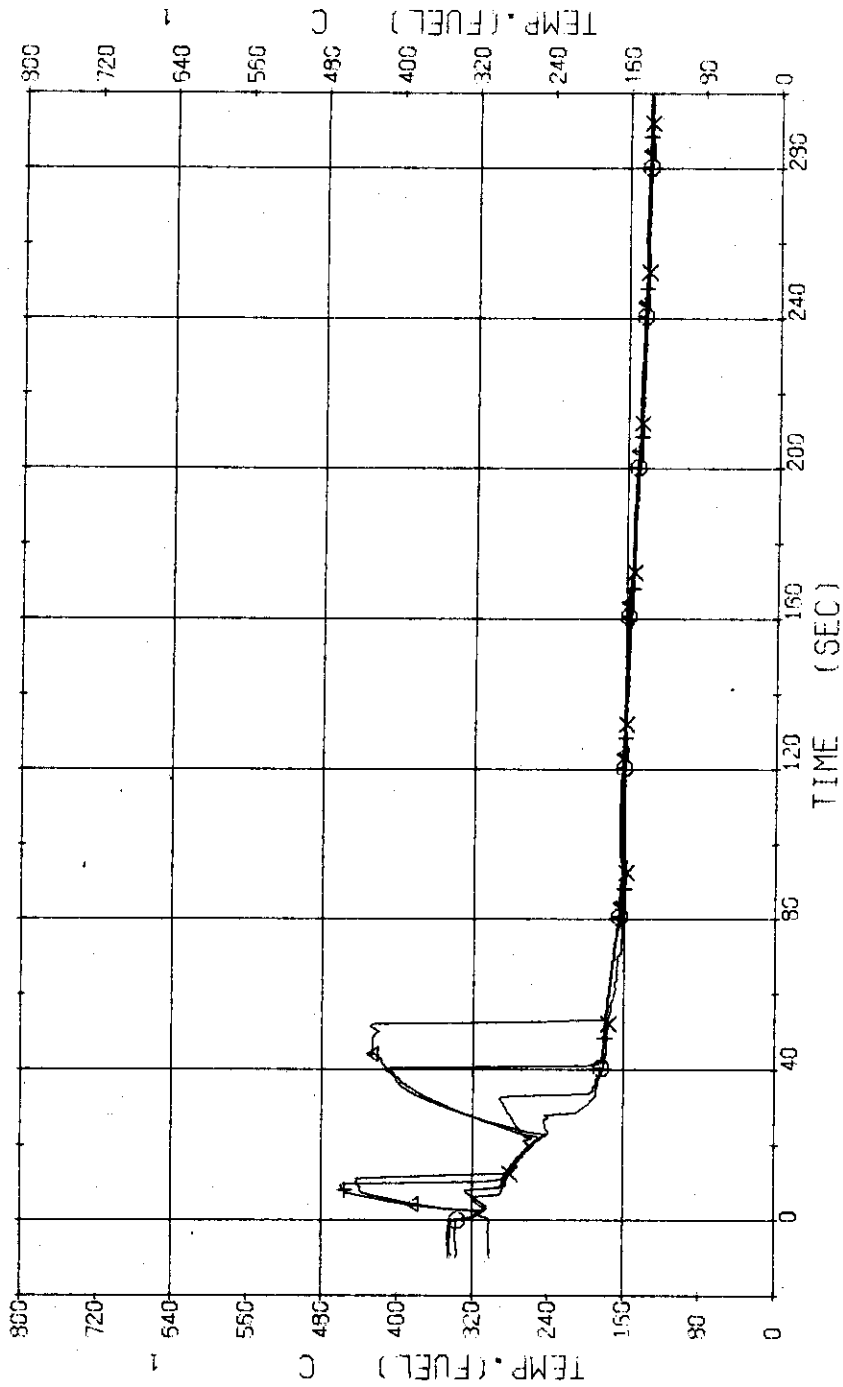


Fig. 3.3.20 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 47 C1 TF11 (NO.26 POSITIONS1)      )      CH- 48 A1 TF12 (NO.26 POSITIONS2)      )

CH- 49 F1 TF13 (NO.26 POSITIONS3)      )      CH- 50 X1 TF14 (NO.26 POSITIONS4)      )

CH- 51 D1 TF15 (NO.26 POSITIONS5)      )

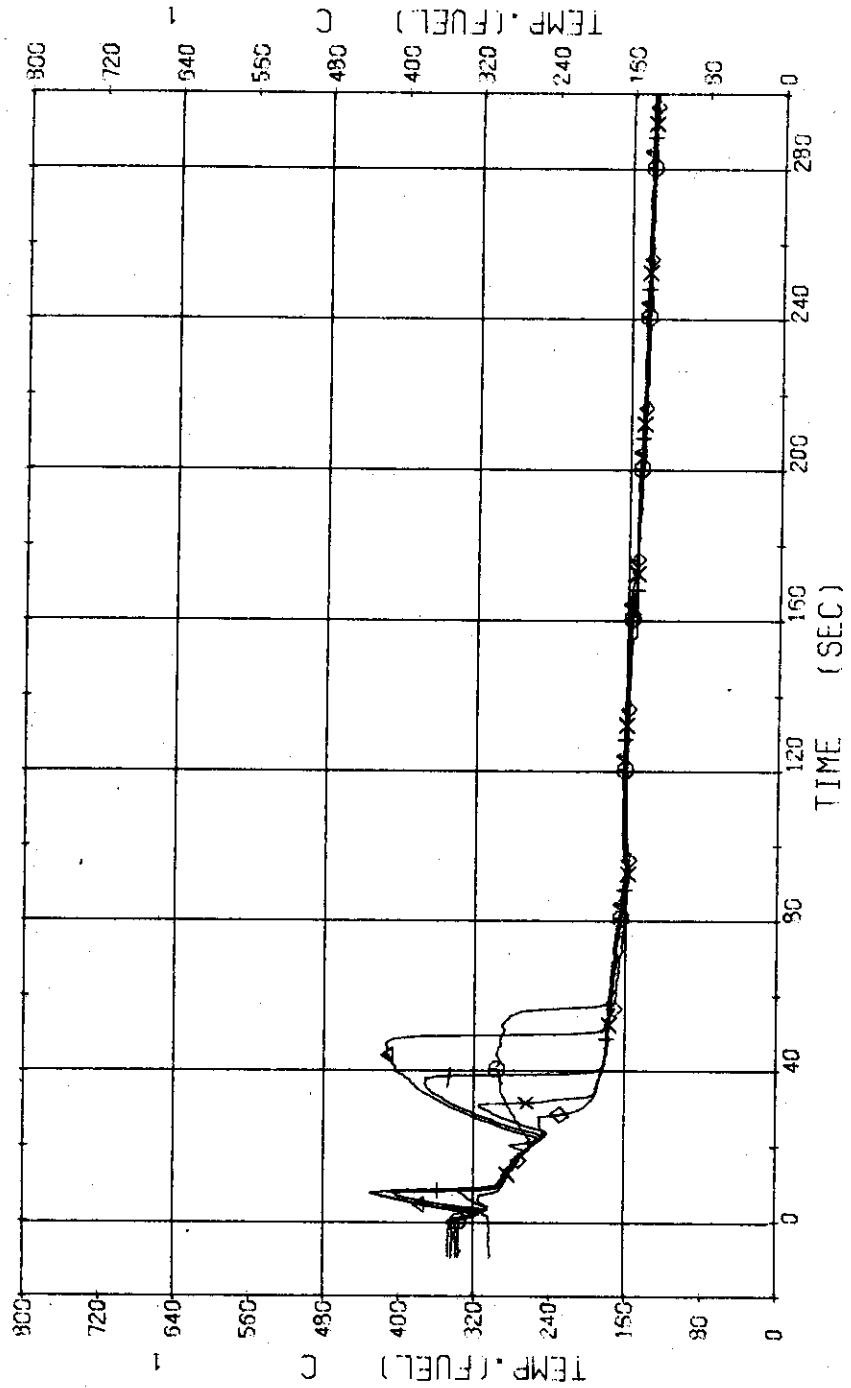


Fig. 3.3.21 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 52 O TF15 (NO.99 POSITIONS) )  
 CH- 54 + TF18 (NO.99 POSITIONS) )  
 CH- 55 X TF20 (NO.99 POSITIONS) )  
 CH- 53 A TF17 (NO.99 POSITIONS) )  
 CH- 55 X TF19 (NO.99 POSITIONS) )

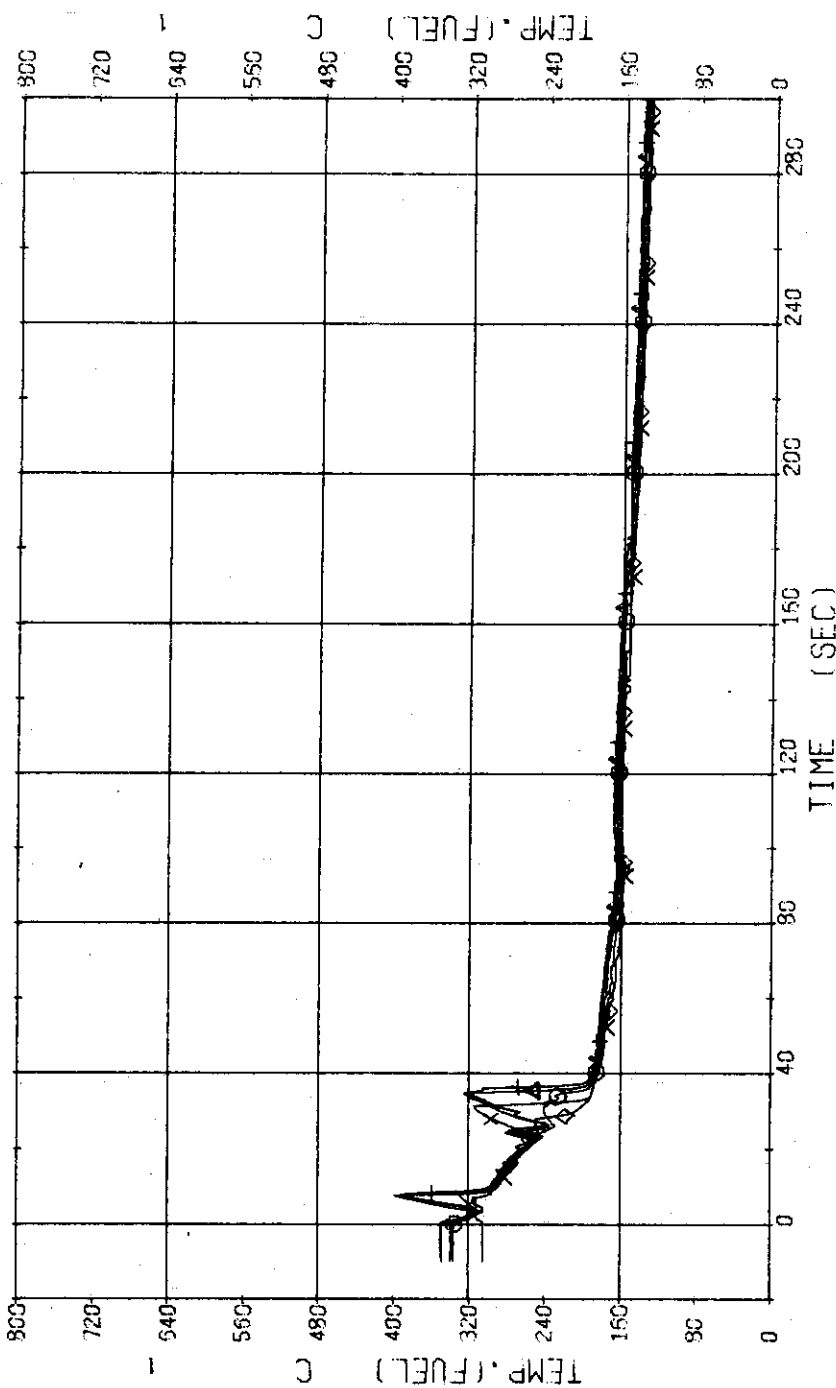


Fig. 3.3.22 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core  
 ... Run 329



RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 57      TF21 (NO.110 POSITION1)      CH- 58      TF22 (NO.110 POSITION2)      )  
 CH- 59      TF23 (NO.110 POSITION3)      CH- 59      TF24 (NO.110 POSITION4)      )  
 CH- 51      TF25 (NO.110 POSITION5)      )

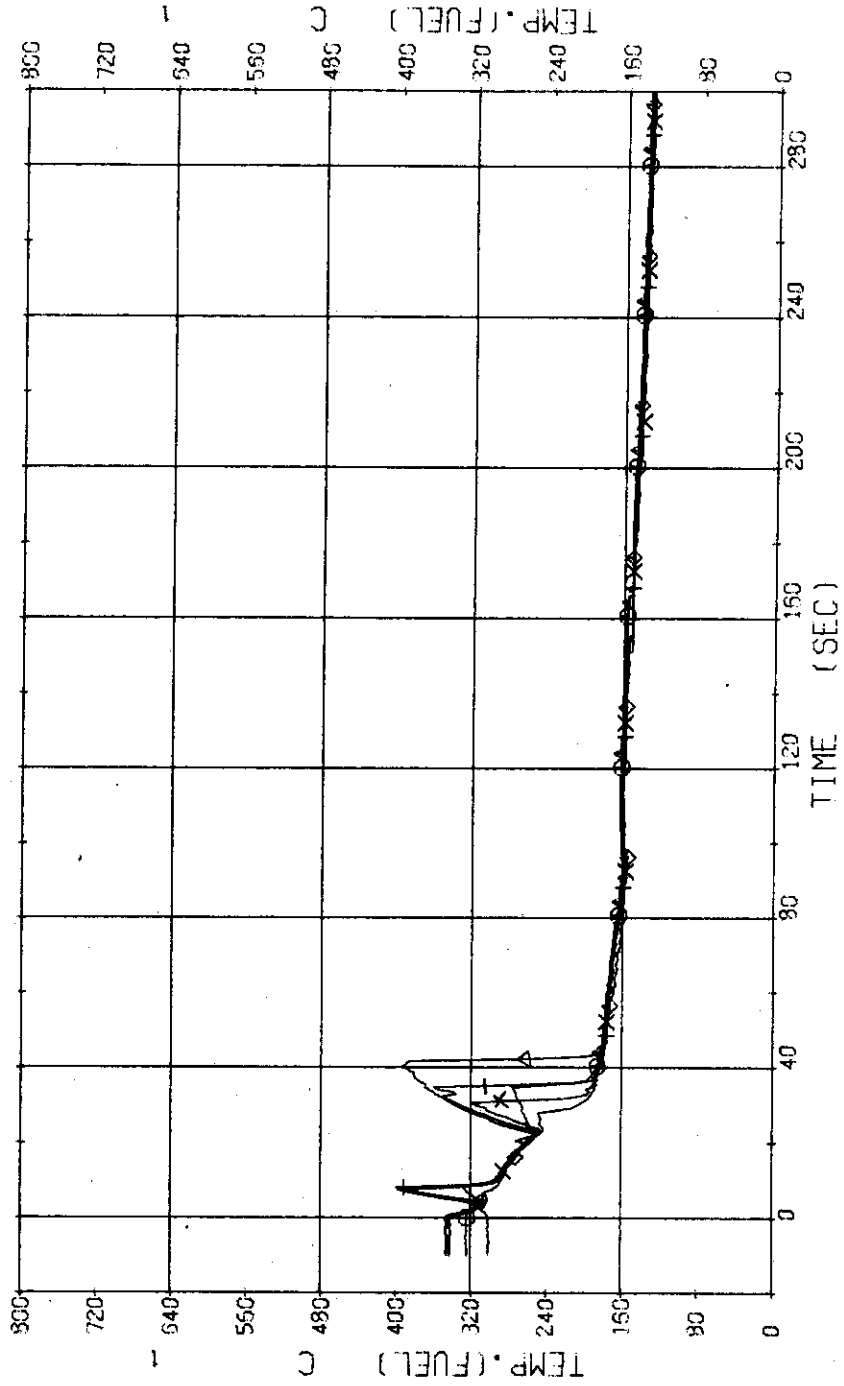


Fig. 3.3.23 Surface Temperatures of No.110 Rod at the Outer Part of Core  
 ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 77 ◊ TF41 (NO.44 POSITIONS) )  
 CH- 78 ◊ TF43 (NO.44 POSITIONS) )  
 CH- 81 ◊ TF45 (NO.44 POSITIONS) )  
 CH- 79 ◊ TF42 (NO.44 POSITIONS) )  
 CH- 80 ◊ TF44 (NO.44 POSITIONS) )

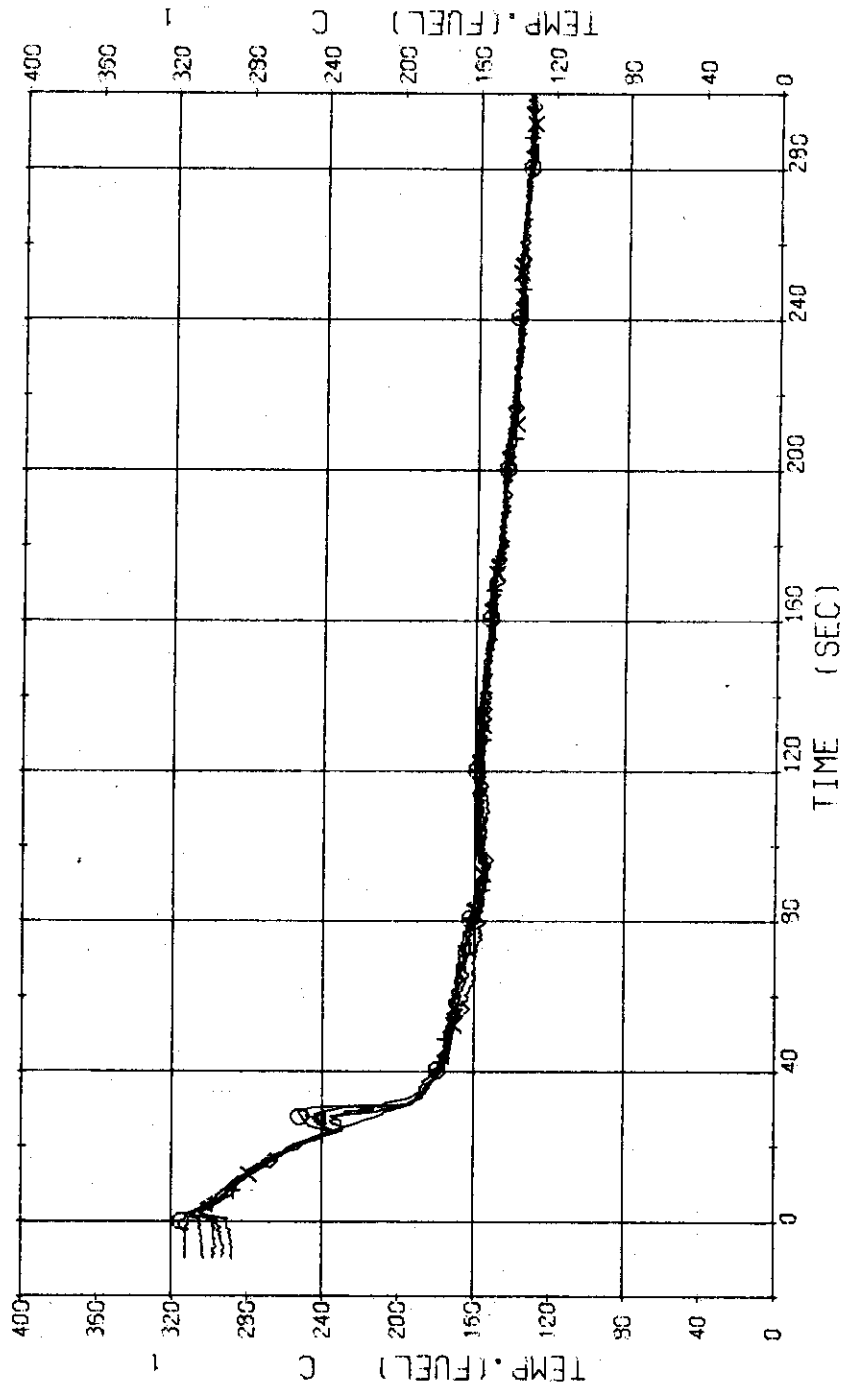


Fig. 3.3.24 Surface Temperatures of Tie Rod (No.44) in the Middle Part of Core ... Run 329

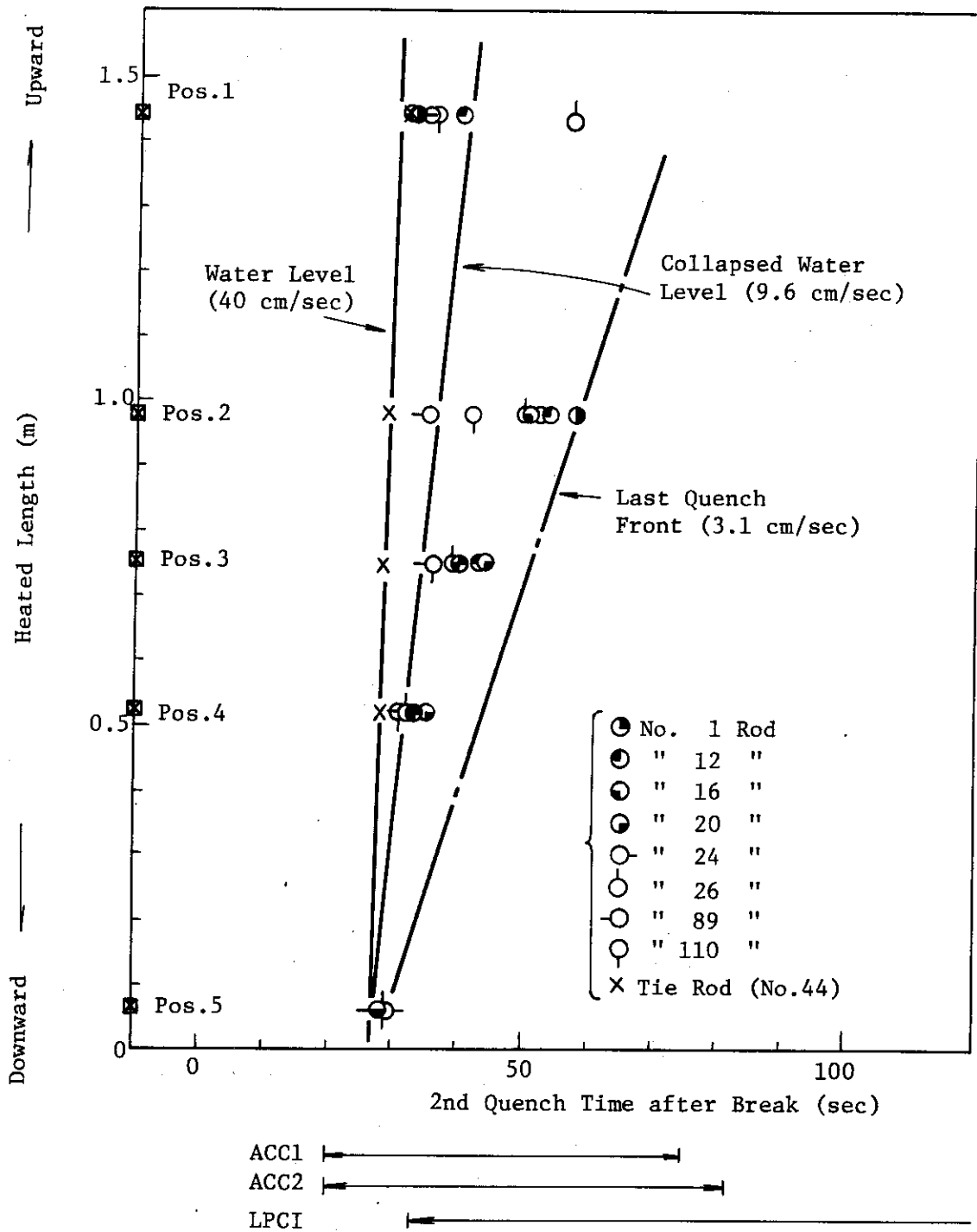


Fig. 3.3.25 Relation of 2nd Quench Time and Collapsed Water Level in Core---Run 329

RUN 329    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH- 95    T- 2 (PV-LOWER PLENUM)    CH- 93    T- 12 (PRESSURIZER)

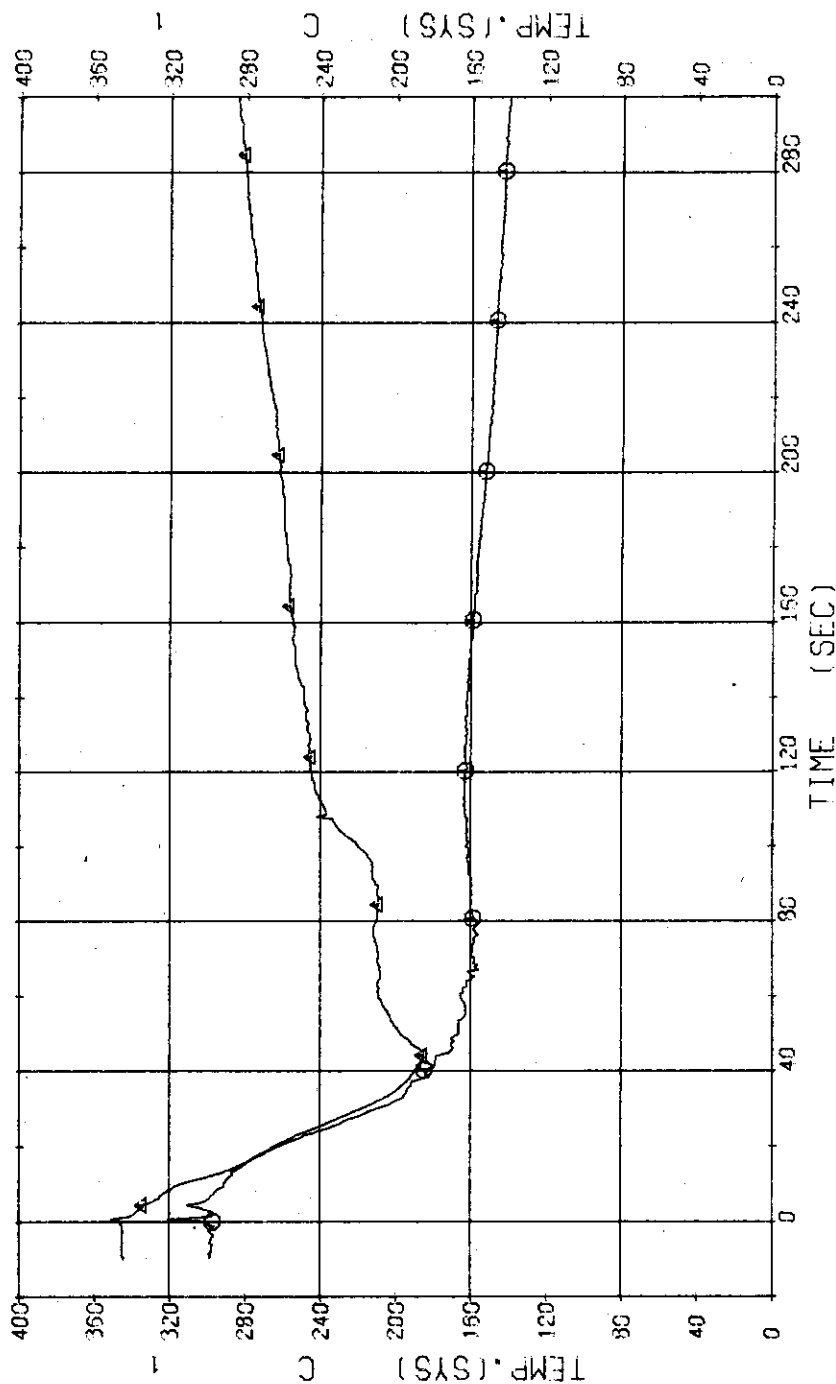


Fig. 3.3.26 Fluid Temperatures in Pressure Vessel and Pressurizer ... Run 329

RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH-86 OR T-5 (SG 1 INLET)      CH-97 Δ (SG 1 OUTLET)      )

CH-88 HI T-7 (P1 PUMP DELIVERY)      CH-89 X T-8 (PV-INLET NOZZLE)      )

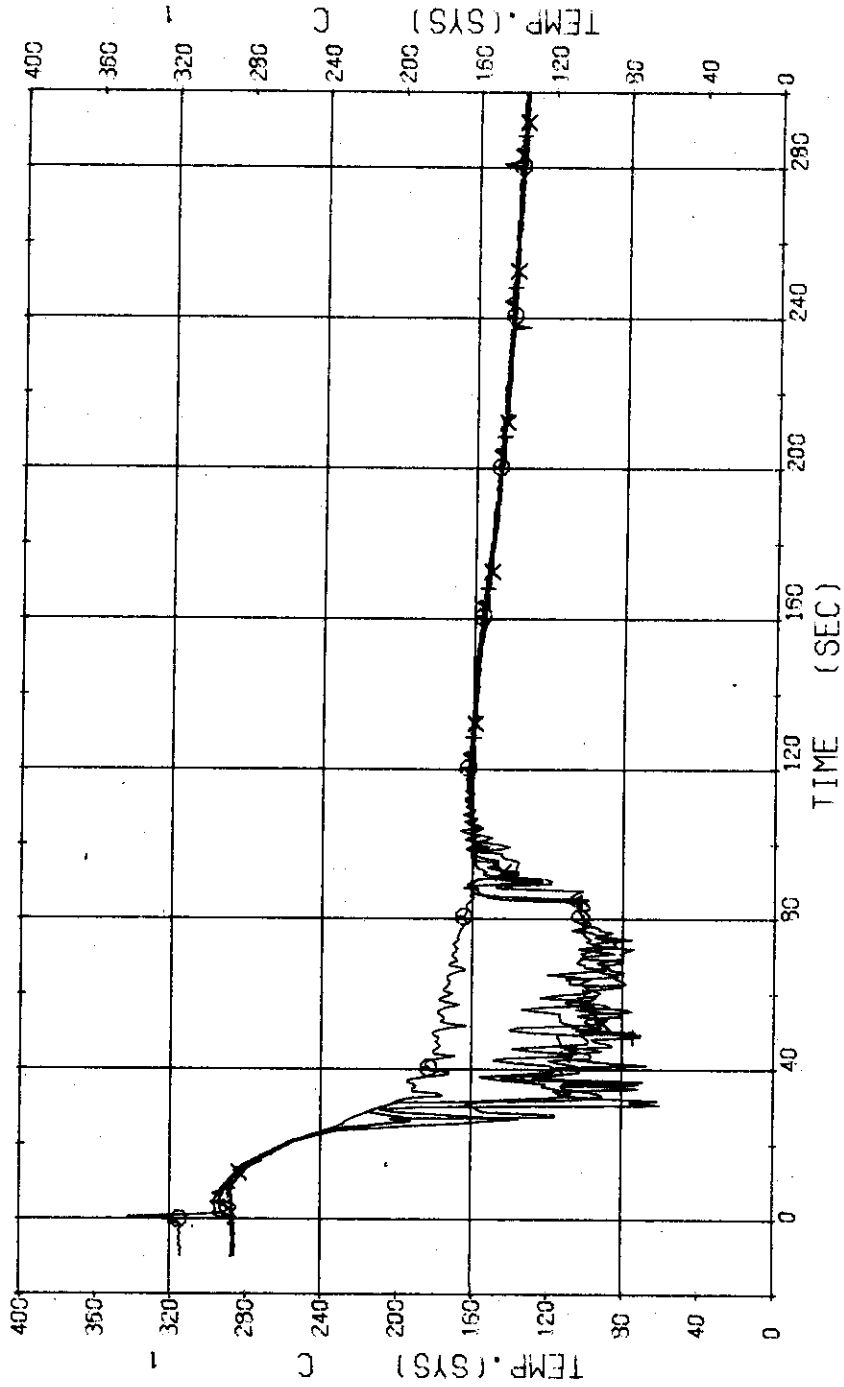


Fig. 3.3.27 Fluid Temperatures in Blowdown Loop ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 90 T- 9 (SG 2 INLET)  
 CH- 92 T- 11 (P 2 PUMP DELIVERY)

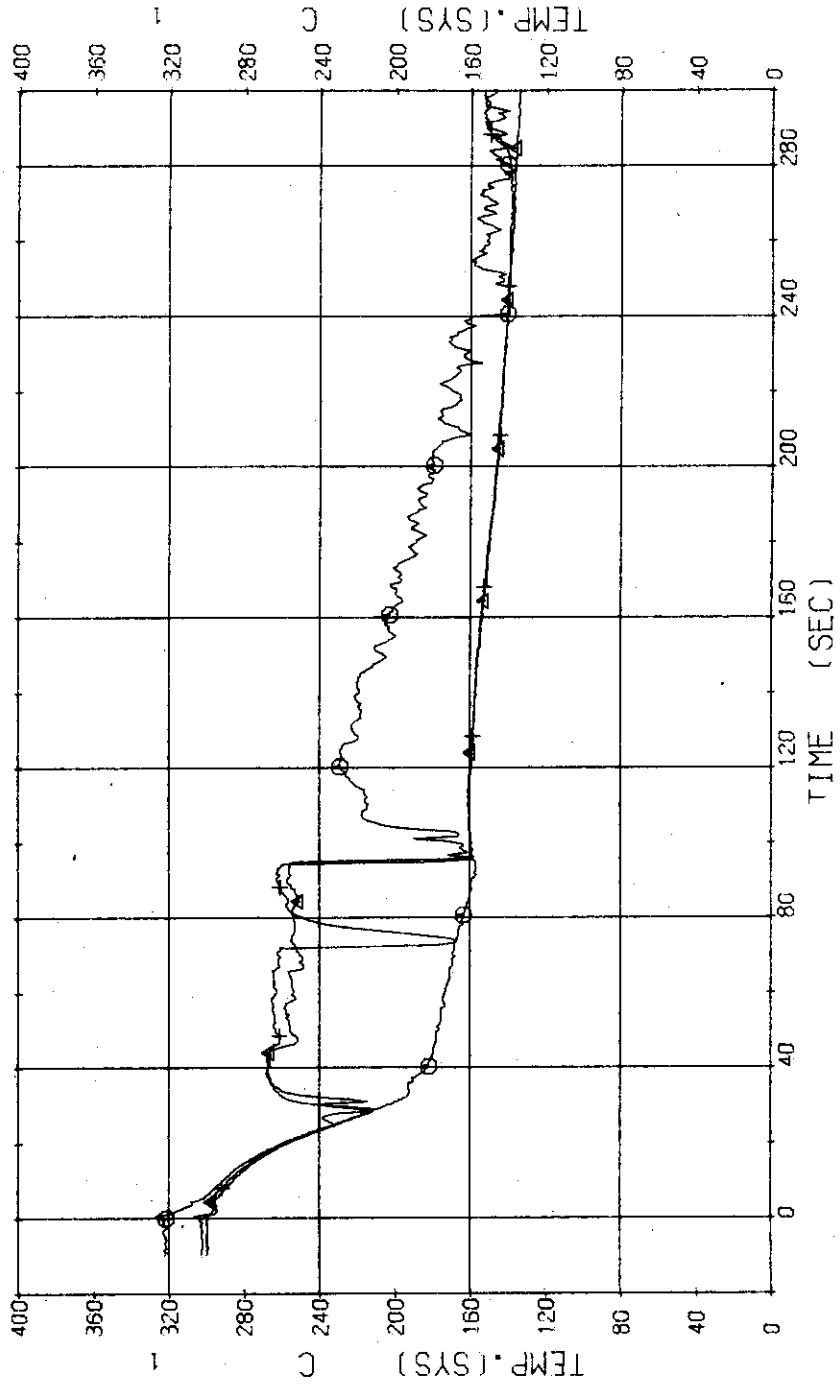


Fig. 3.3.28 Fluid Temperatures in Operating Loop ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 94 T-13 (SG1 SECONDARY OUTLET ) CH- 95 T-14 (SG2 SECONDARY OUTLET )

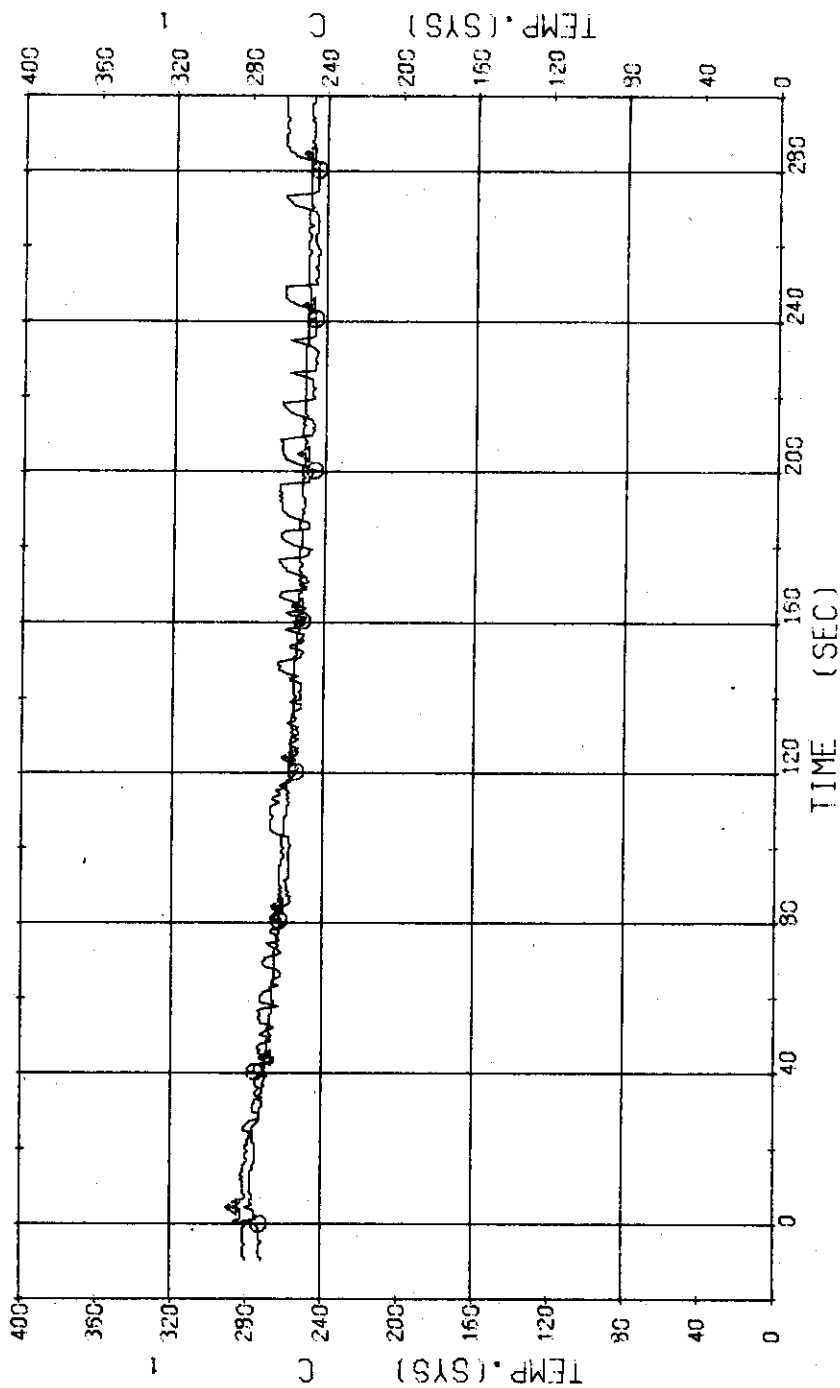


Fig. 3.3.29 Secondary Fluid Temperatures at the Outlet of SG1 and SG2  
 ... Run 329

RUN 329 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-96 01 TS-1 (SUPPORT TUBE TOP )  
 CH-98 +3 TS-9 (SUPPORT TUBE BOTTOM )  
 CH-100 02 TS14 (SUPPORT TUBE MIDDLE )  
 CH-97 02 TS-5 (SUPPORT TUBE MIDDLE )  
 CH-99 X1 TS10 (SUPPORT TUBE TOP )  
 CH-101 03 TS13 (SUPPORT TUBE BOTTOM )

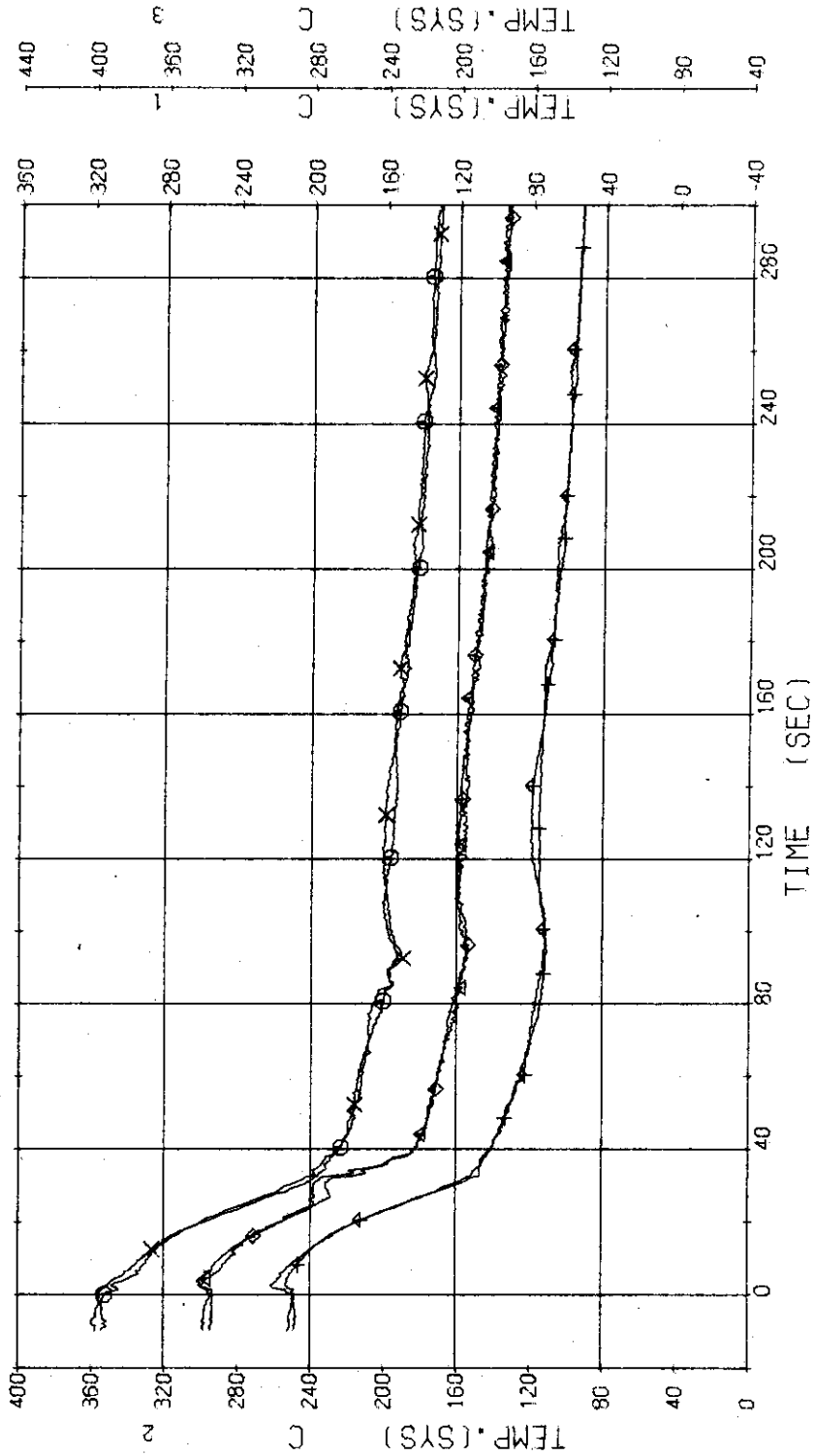


Fig. 3.3.30 Support Tube Temperatures at Top, Middle and Bottom Positions  
 ... Run 329





RUN 329      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 25.0/37.5 MM      NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H  
 CH-119      N-2 (P2 PUMP REVOLUTION NUMB.)

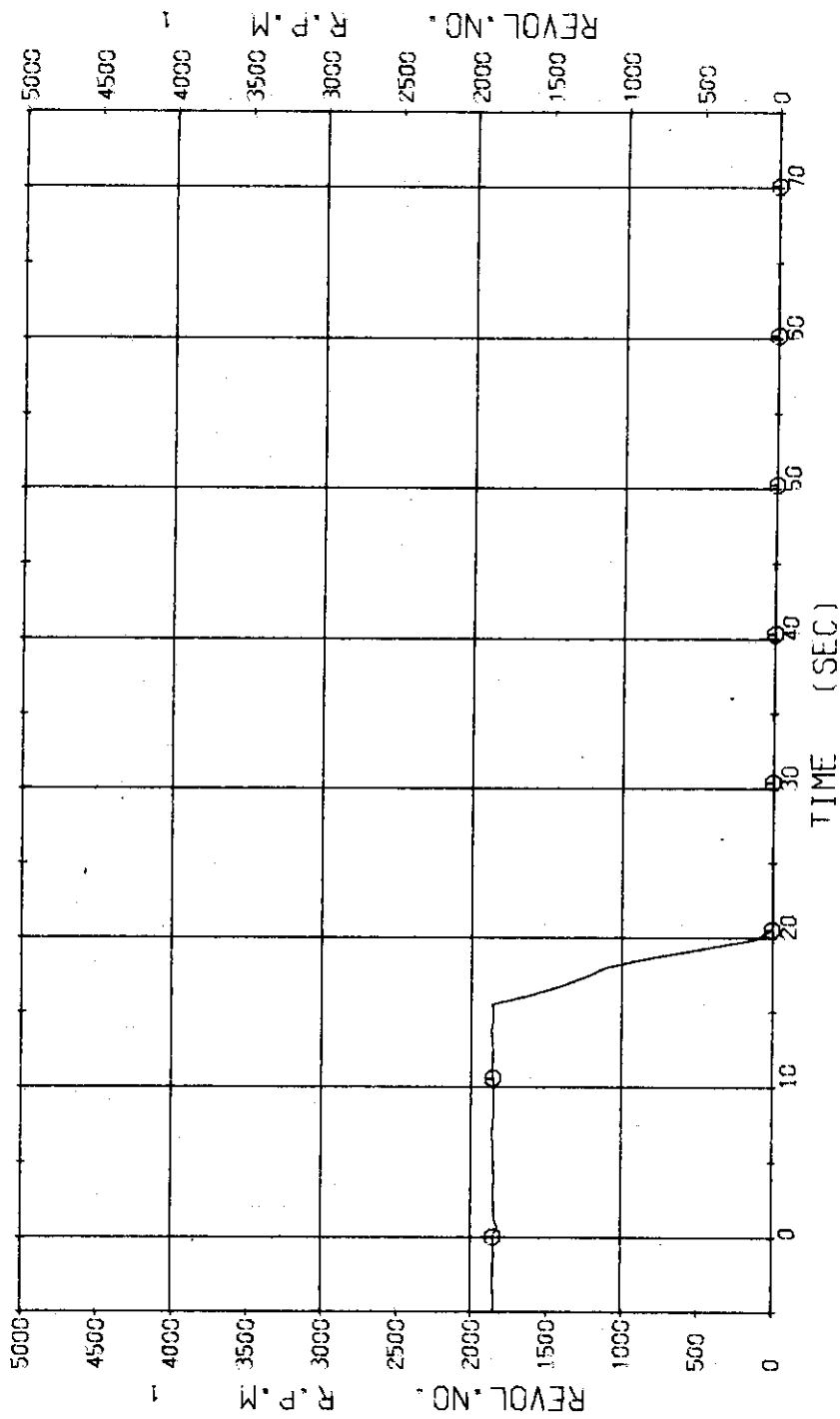


Fig. 3.3.32 Revolution Number of P2 Pump ... Run 329

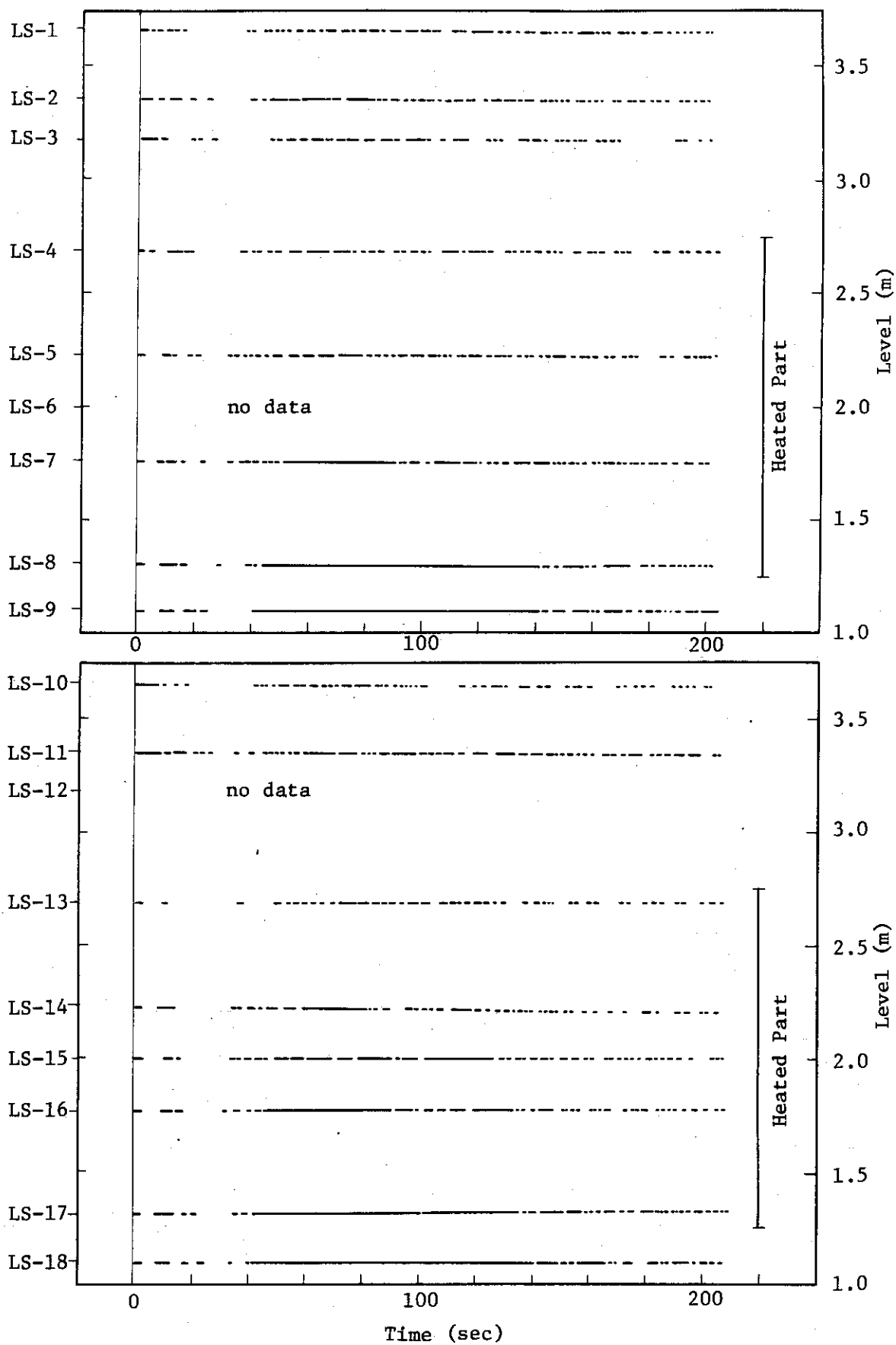


Fig. 3.3.33 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 329

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 1 C1 P- 1 (PV-UPPER PLENUM )  
 CH- 12 +1 P-12 (PRESSURIZER )

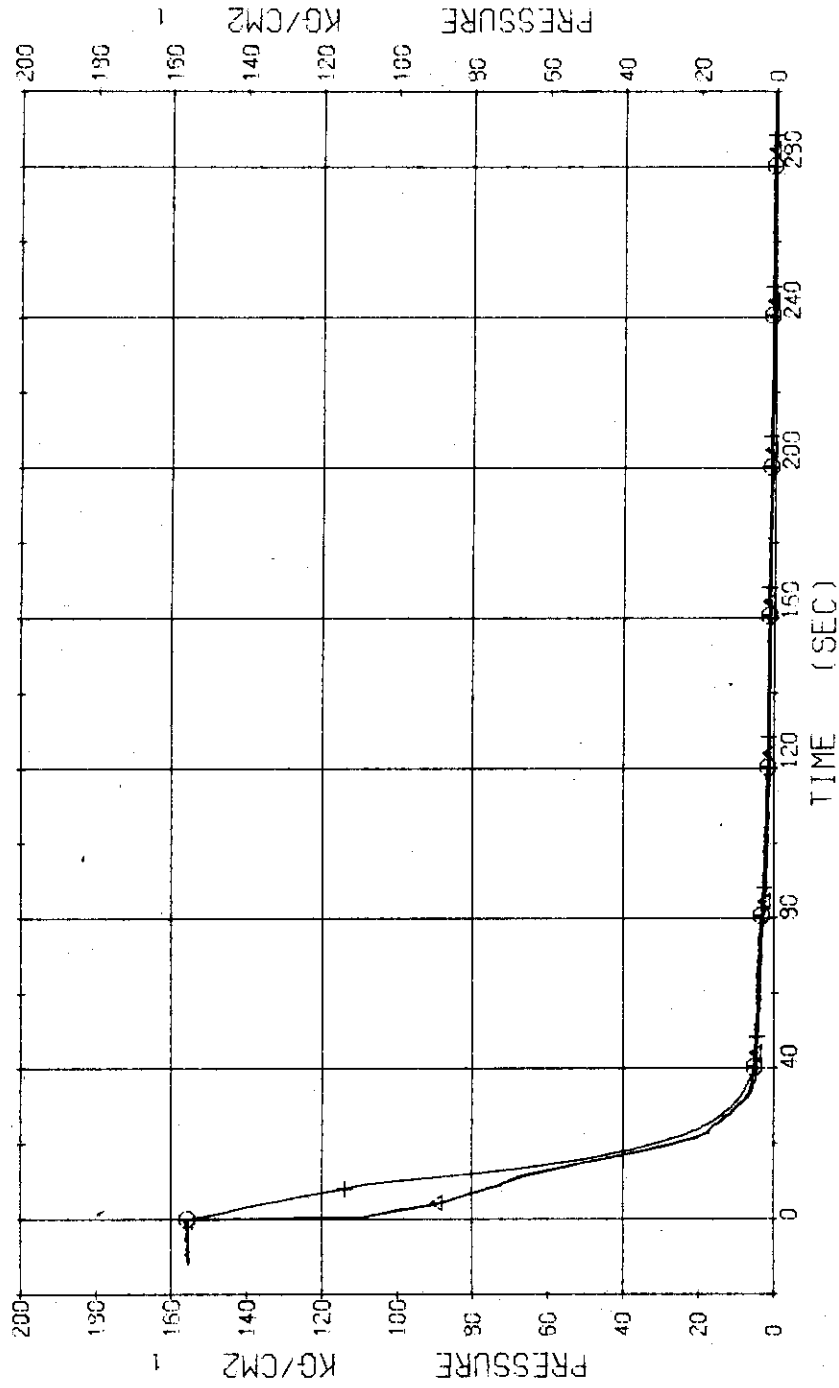


Fig. 3.4.1 Pressure in Pressure Vessel and Pressurizer ... Run 330

RUN 330      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 3      ① P- 3 (ABOVE NO.1 ORIFICE)      )      CH- 4      ④ P- 4 (BELOW NO.1 ORIFICE)      )

CH- 5      ④ P- 5 (ABOVE NO.2 ORIFICE)      )      CH- 6      ④ P- 6 (BELOW NO.2 ORIFICE)      )

CH- 7      ④ P- 7 (SG 1 INLET)      )      CH- 8      ④ P- 8      )

CH- 9      ④ P- 9 (P-1 PUMP SUCTION)      )

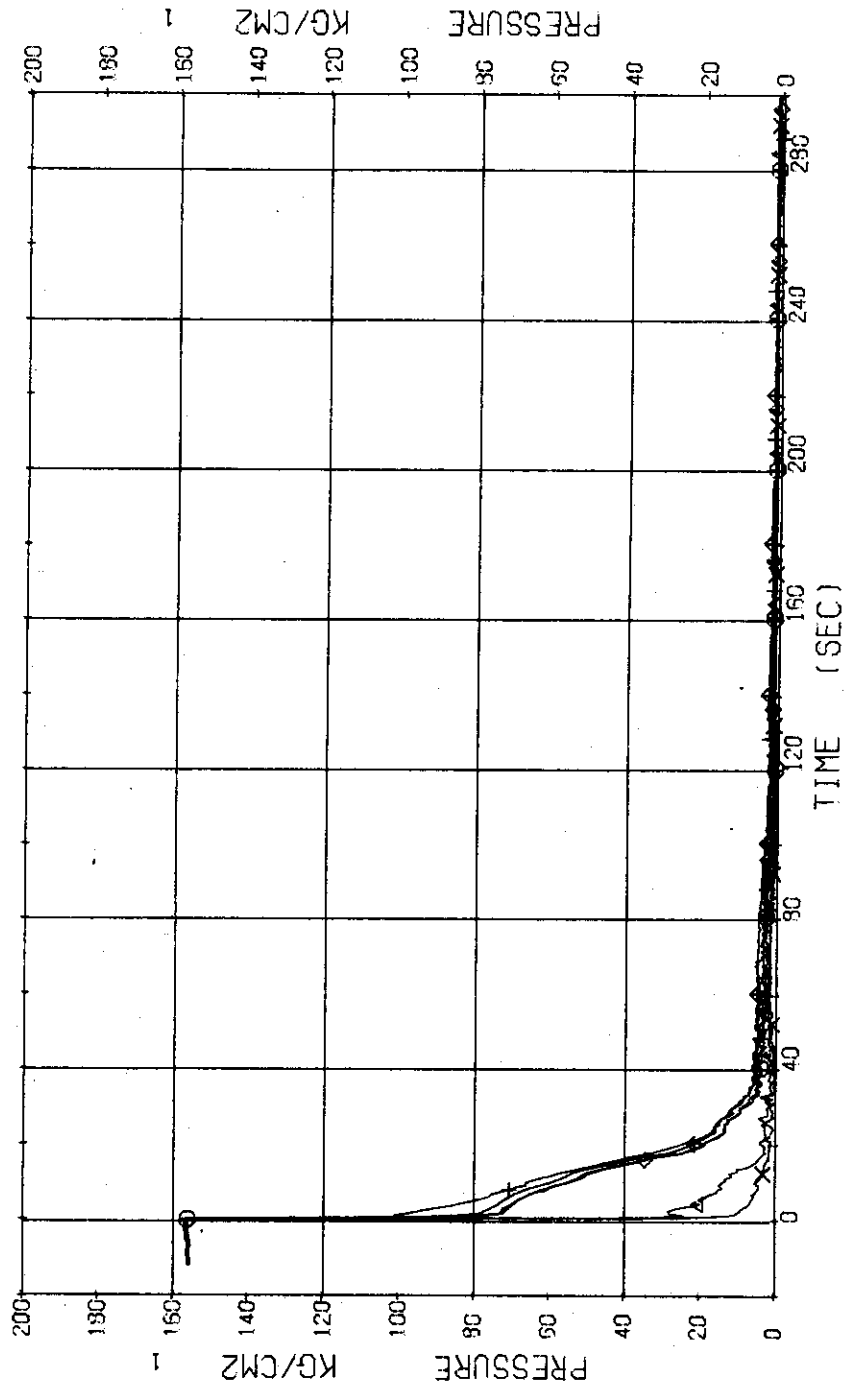


Fig. 3.4.2 Pressure in Blowdown Loop ... Run 330

RUN 330 HOT LEC BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 9 (P- 9 (SG-2 INLET  
 CH- 11 (P- 11 (P- 2 PUMP DELIVERY )  
 CH- 10 (SG- 2 OUTLET )

Comment : Pressure data at P2 pump delivery is relatively inaccurate.

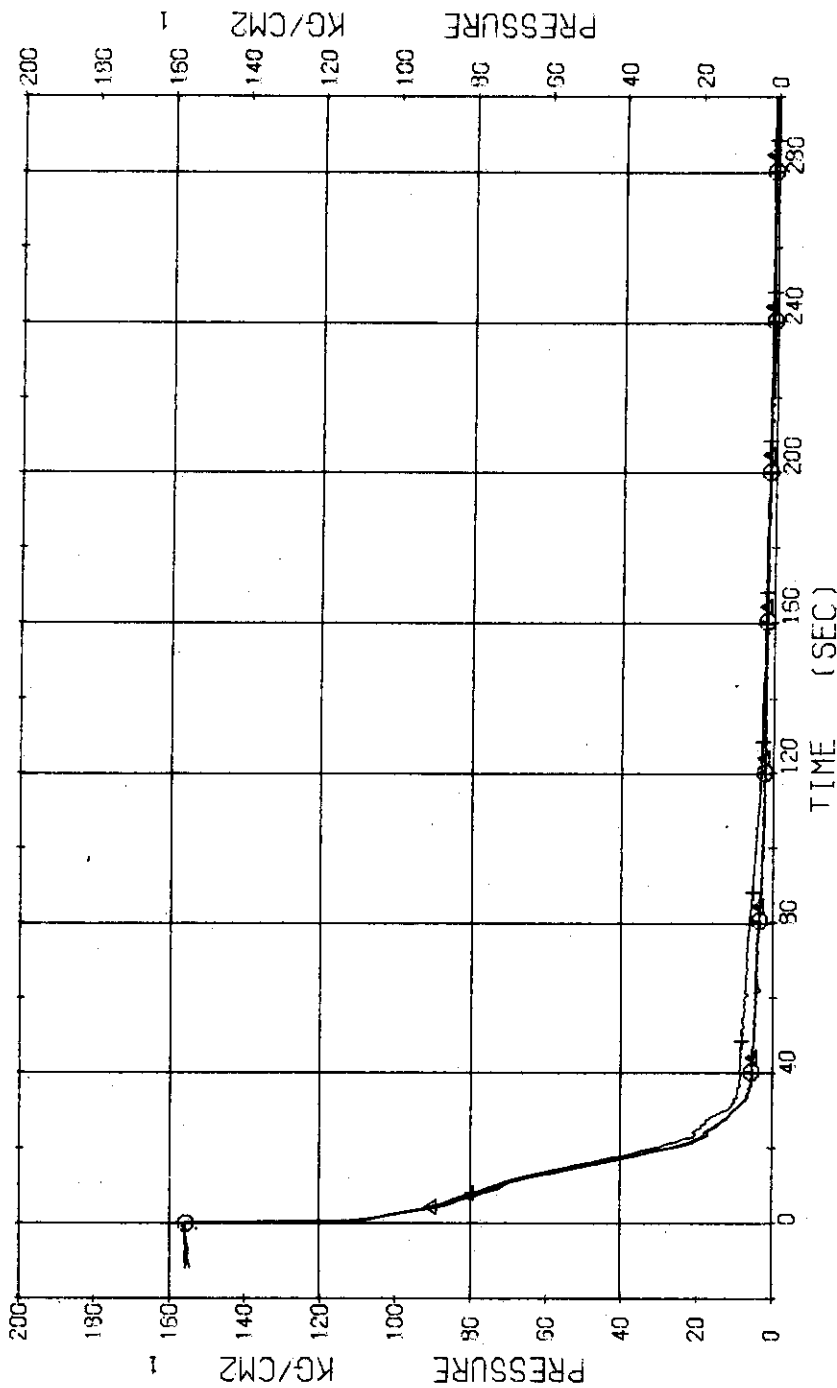


Fig. 3.4.3 Pressure in Operating Loop ... Run 330

RUN 330    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH-13    P-13 (SG SECONDARY SYSTEM )

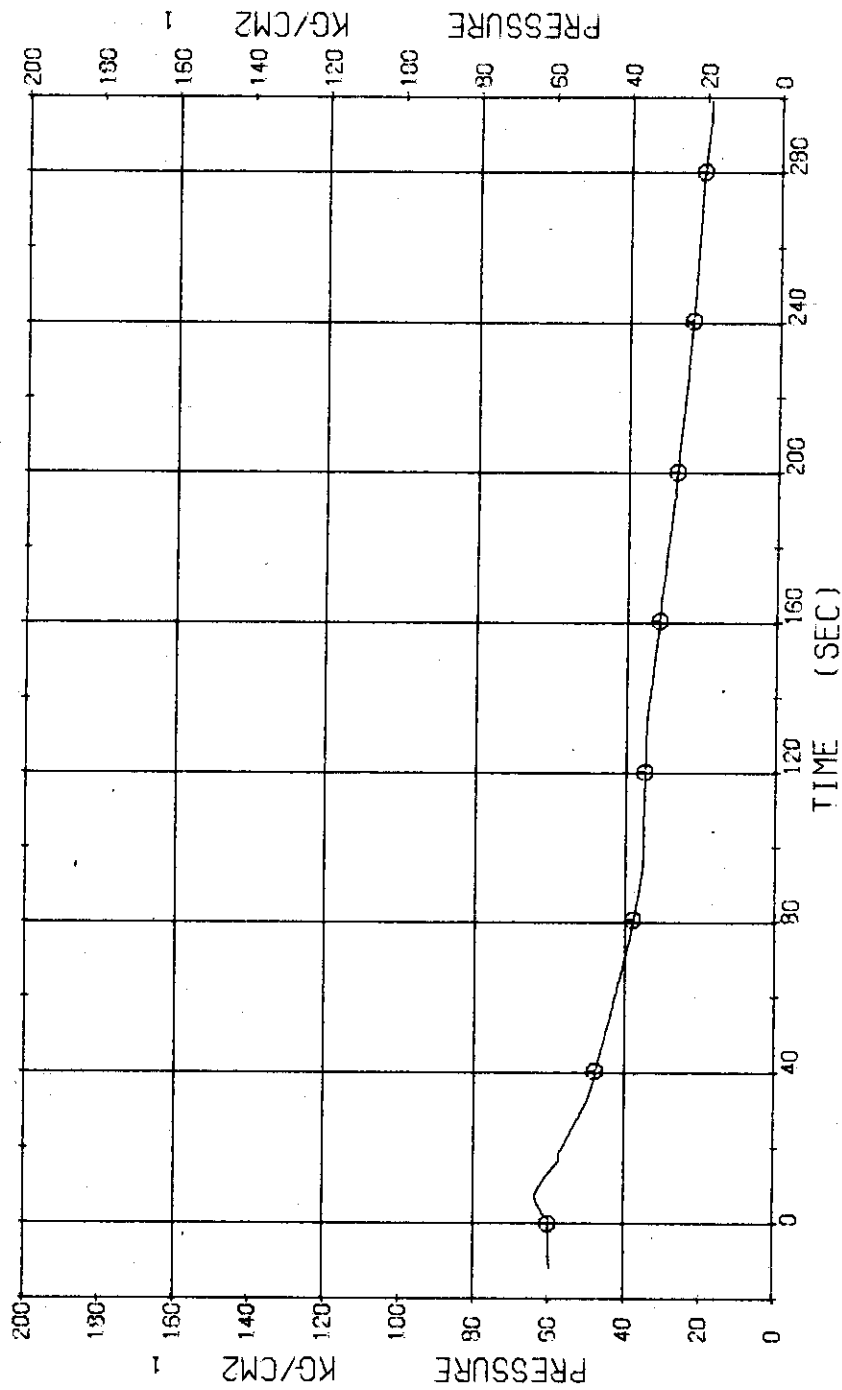


Fig. 3.4.4 Pressure in Secondary System ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C LP1-H LP2-H  
 CH- 14 0- 1 (PV.TOP-BOTTOM)

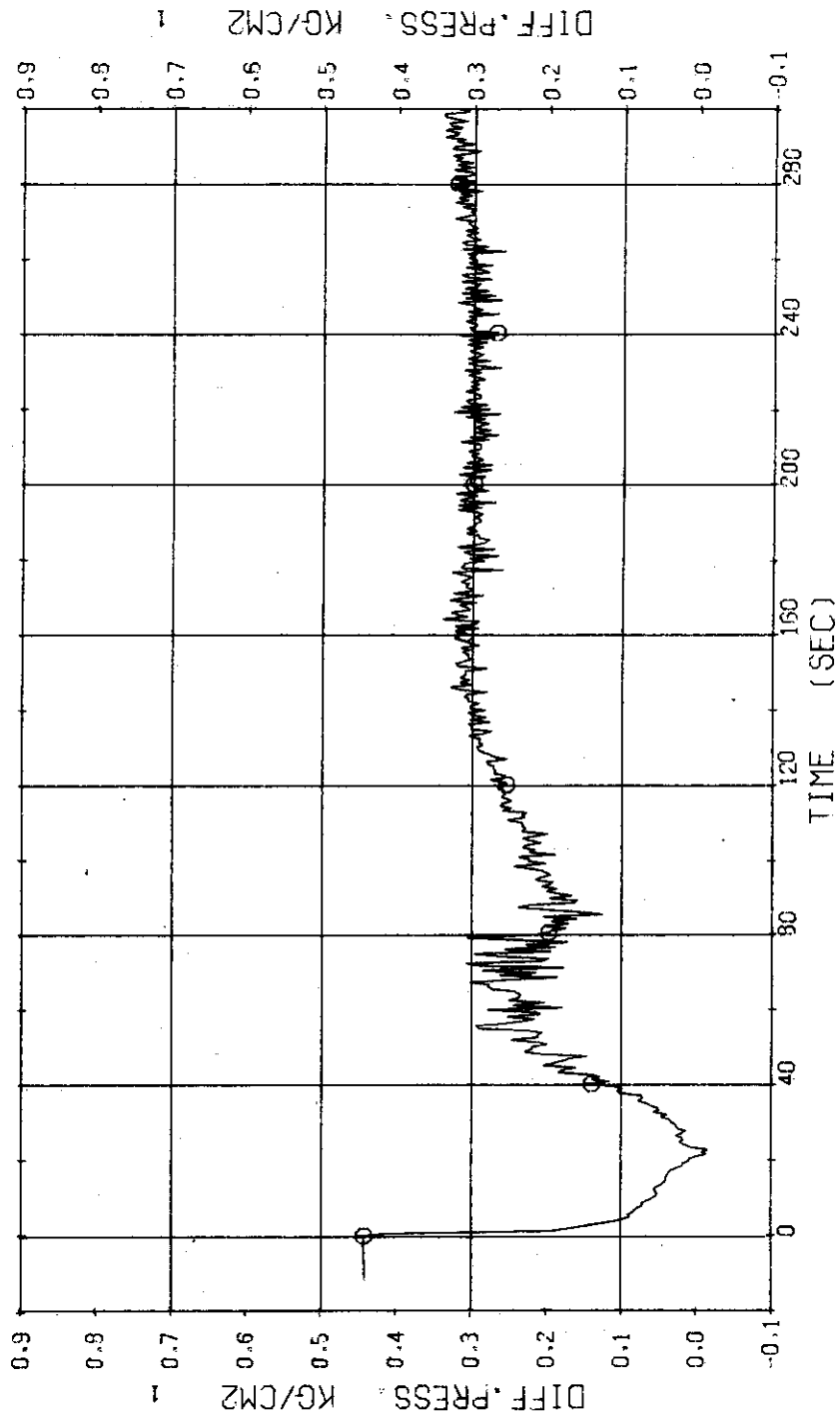


Fig. 3.4.5 Differential Pressure between Top and Bottom of Pressure Vessel  
 ... Run 330



RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 16 C1 D- 3 (PV-TOP-NO.2 ORIFICE) )  
 CH- 19 +2 D- 5 (SG-1 INLET-OUTLET )  
 CH- 17 Δ1 D- 4 (PV-BOTTOM-NO.1 ORIFICE )  
 CH- 20 X2 D- 7 (P1 PUMP DELIVERY-SUCTION)

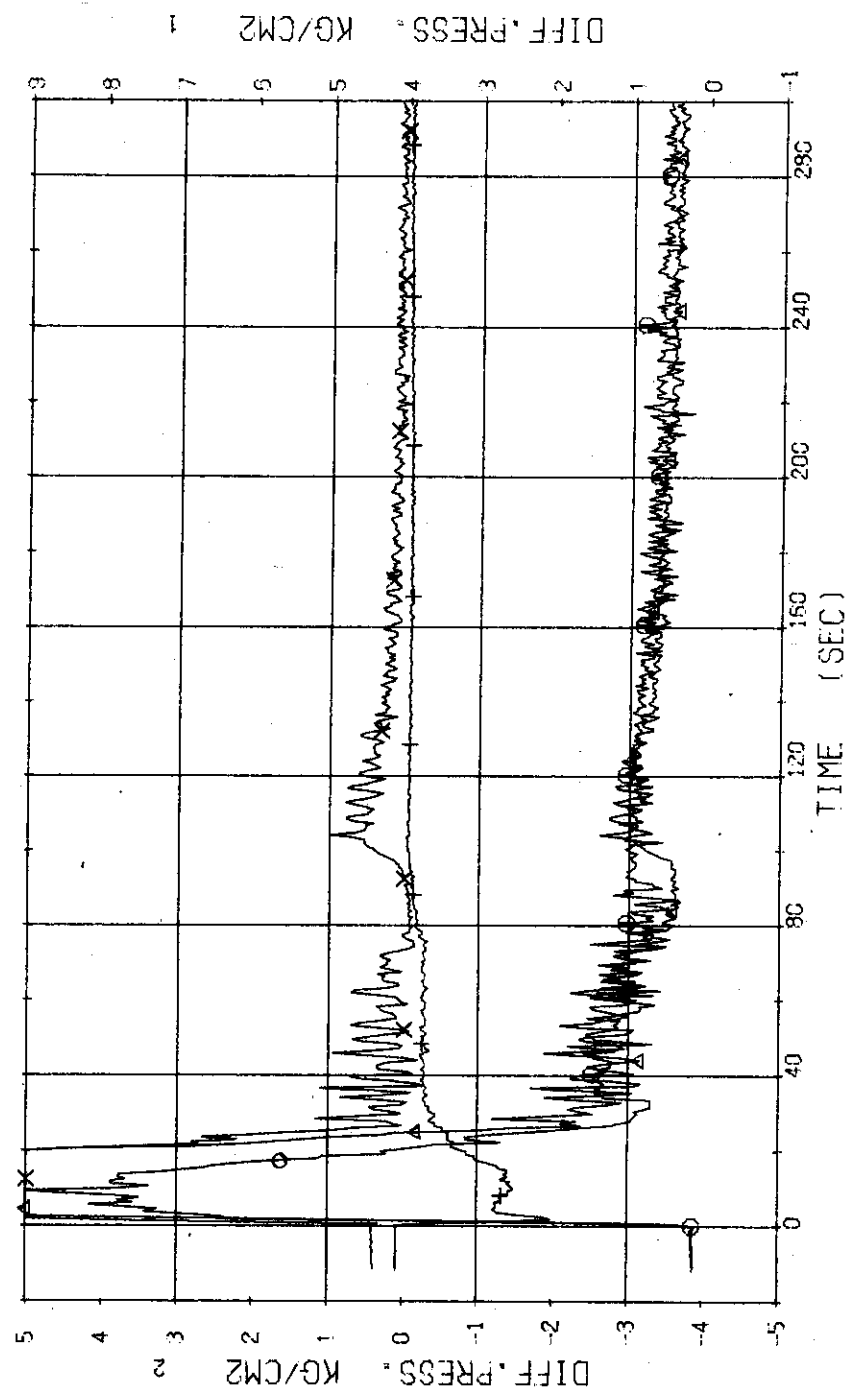


Fig. 3.4.6 Differential Pressure between PV Top to No.2 Orifice and PV Bottom to No.1 Orifice and across SGI and P1 Pump ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 19 (SC 2 INLET-OUTLET) CH- 21 (P2 PUMP DELIVERY-SUCTION)

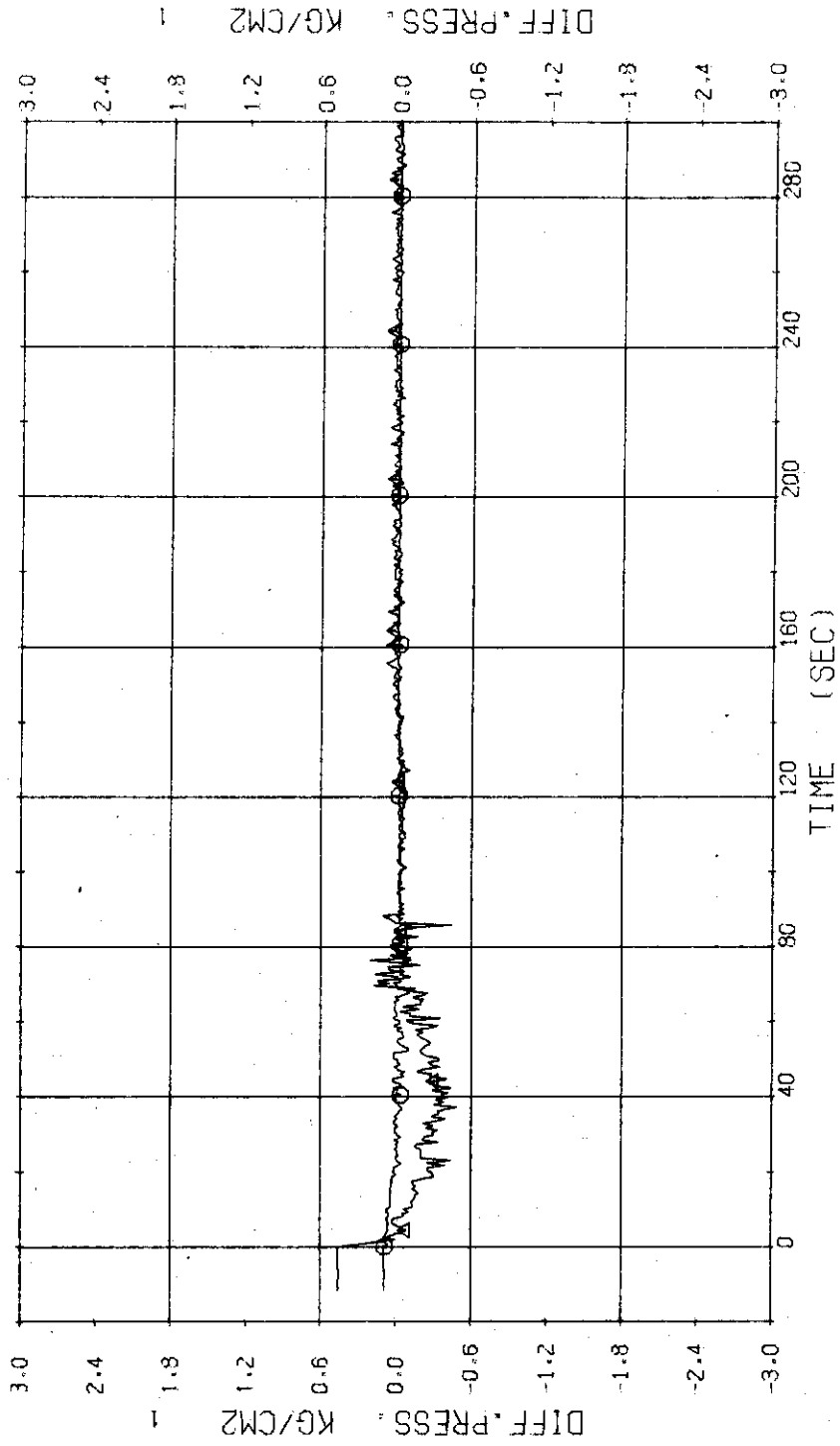


Fig. 3.4.7 Differential Pressure across SG2 and P2 Pump ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C LP1-H LP2-H  
 CH-23 01 F-2 (CONDENSED NO.2)  
 CH-153 -2 WD-2 (DISCHARGE FLOW RATE NO.2)  
 CH-25 A1 F-4 (COOLING WATER NO.2)

Comment : Zero-value range of discharge flow rate means unreasonable.

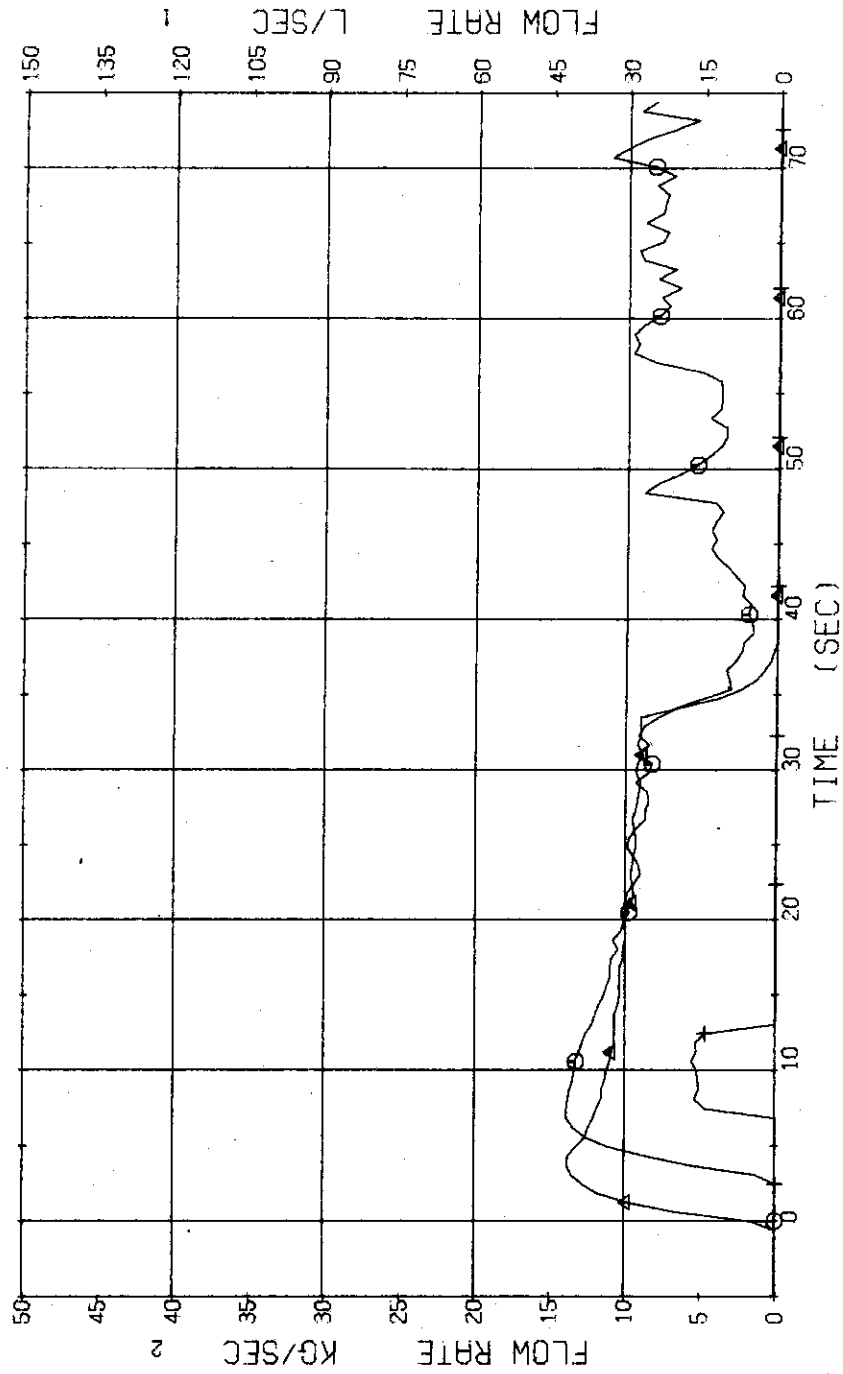


Fig. 3.4.8 Discharge Flow Rate and Volumetric Flow Rates of Condensed Water and Cooling Water at No.2 Break Unit ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C LP1-H LP2-H  
 CH- 85 01 T- 4 (CONDENSED WATER NO.2 ) CH-154 A2 X- 2 (FLUID QUALITY NO.2 )

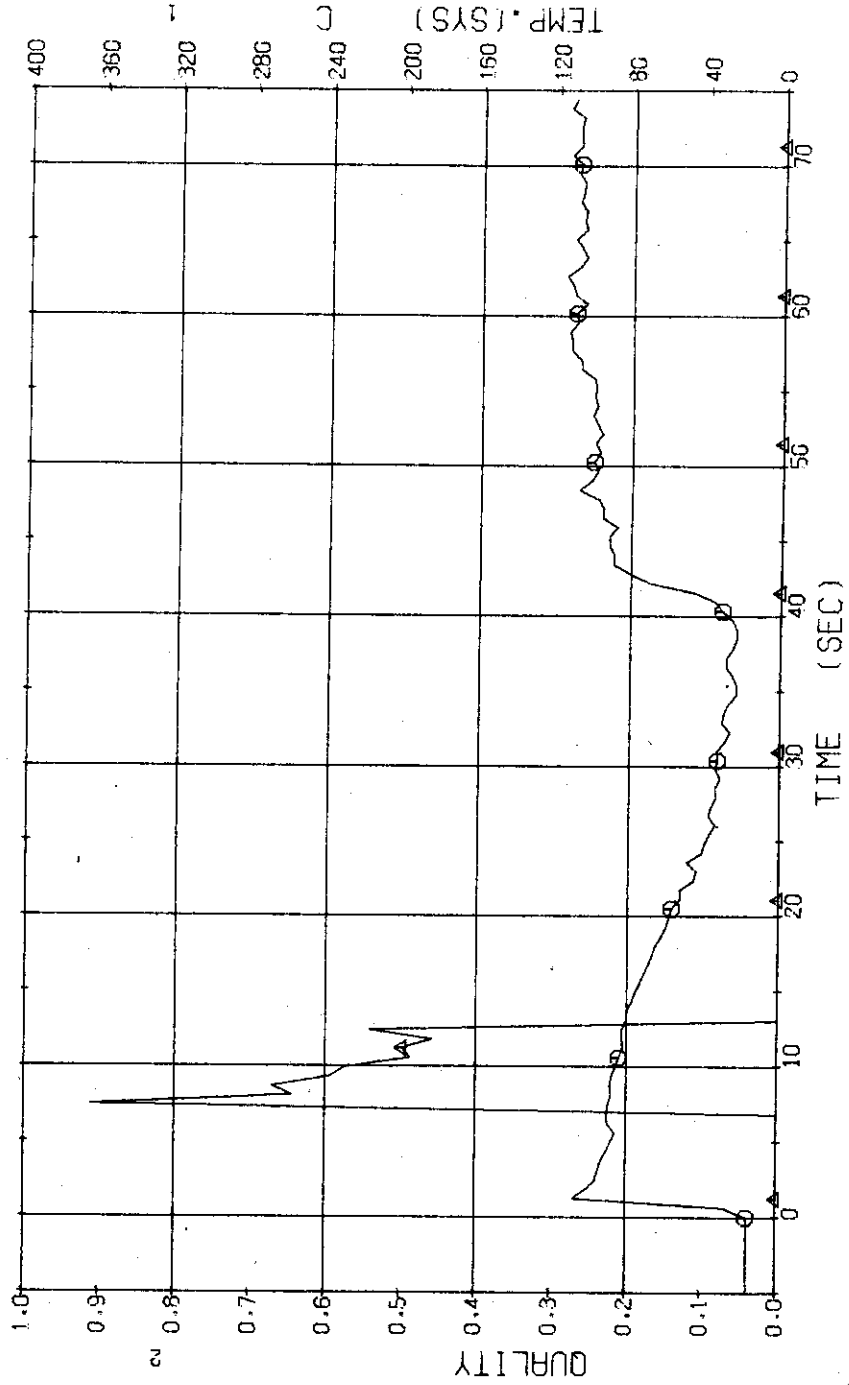


Fig. 3.4.9 Discharge Fluid Quality and Temperature of Condensed Water at No.2 Break Unit ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-30 01 F-9 (ACC1) CH-31 A2 F-10 (ACC2)

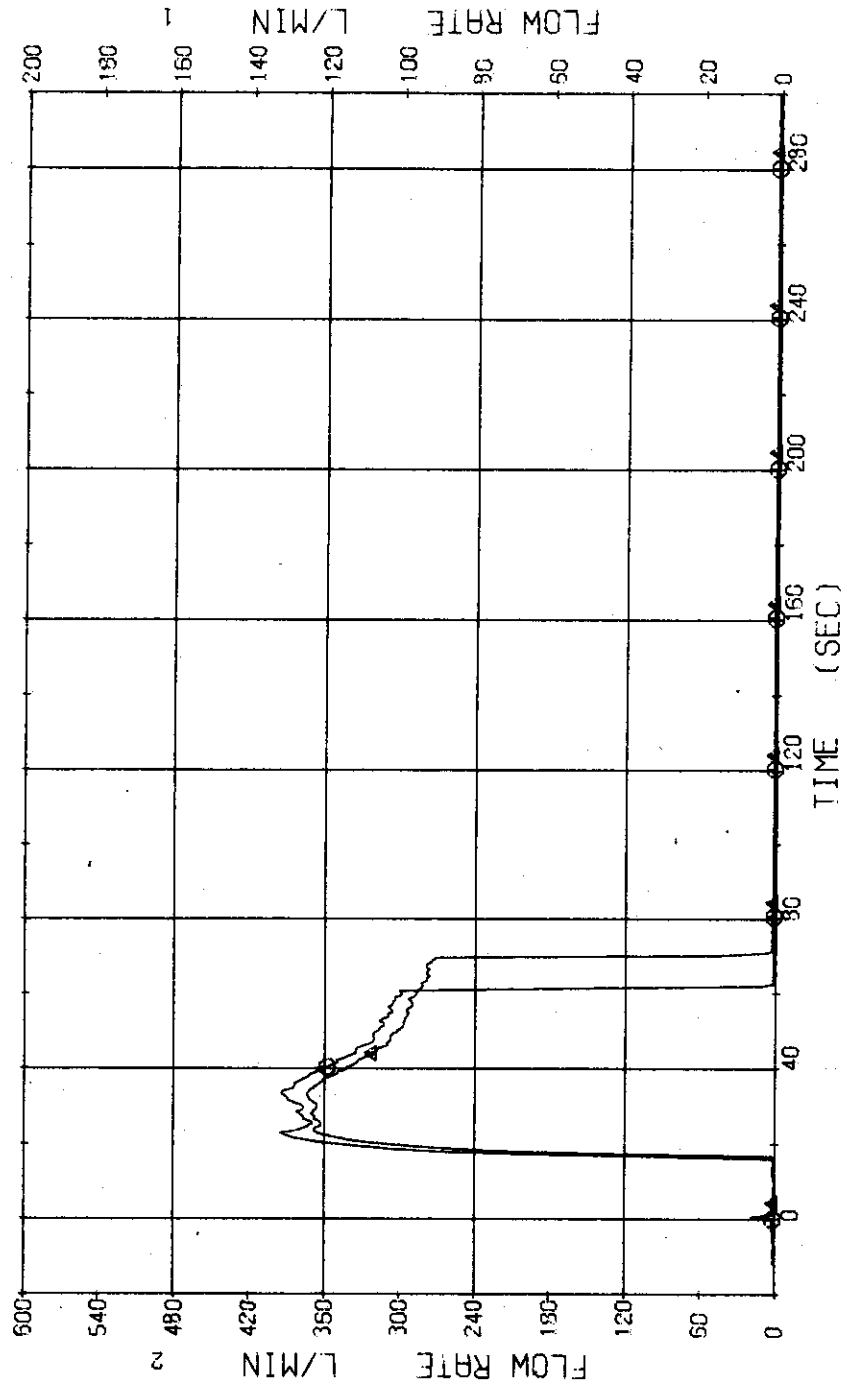


Fig. 3.4.10 Injection Flow Rates of ACC1 and ACC2 ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-33 (LPCI BLOWDOWN LOOP) CH-34 (LPCI OPERATING LOOP)

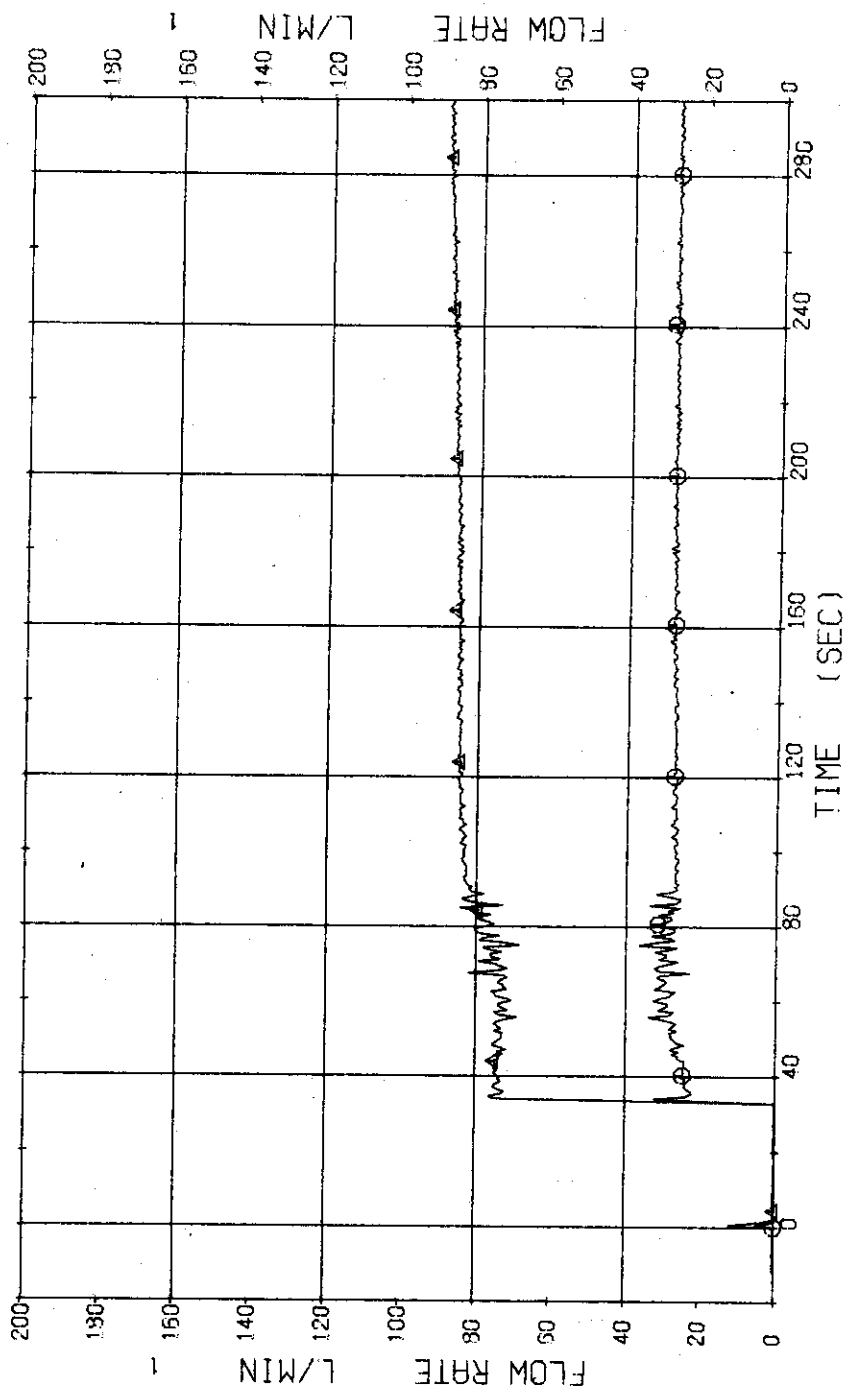


Fig. 3.4.11 Injection Flow Rates of LPCI at Both Loops ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 35 (1) W- 1 (POWER SUPPLY NO.1) CH-155 (A) Q- 1 (PEAK HEAT FLUX NO.1)  
 CH- 36 (2) W- 2 (POWER SUPPLY NO.2) CH-156 (X) Q- 2 (PEAK HEAT FLUX NO.2)

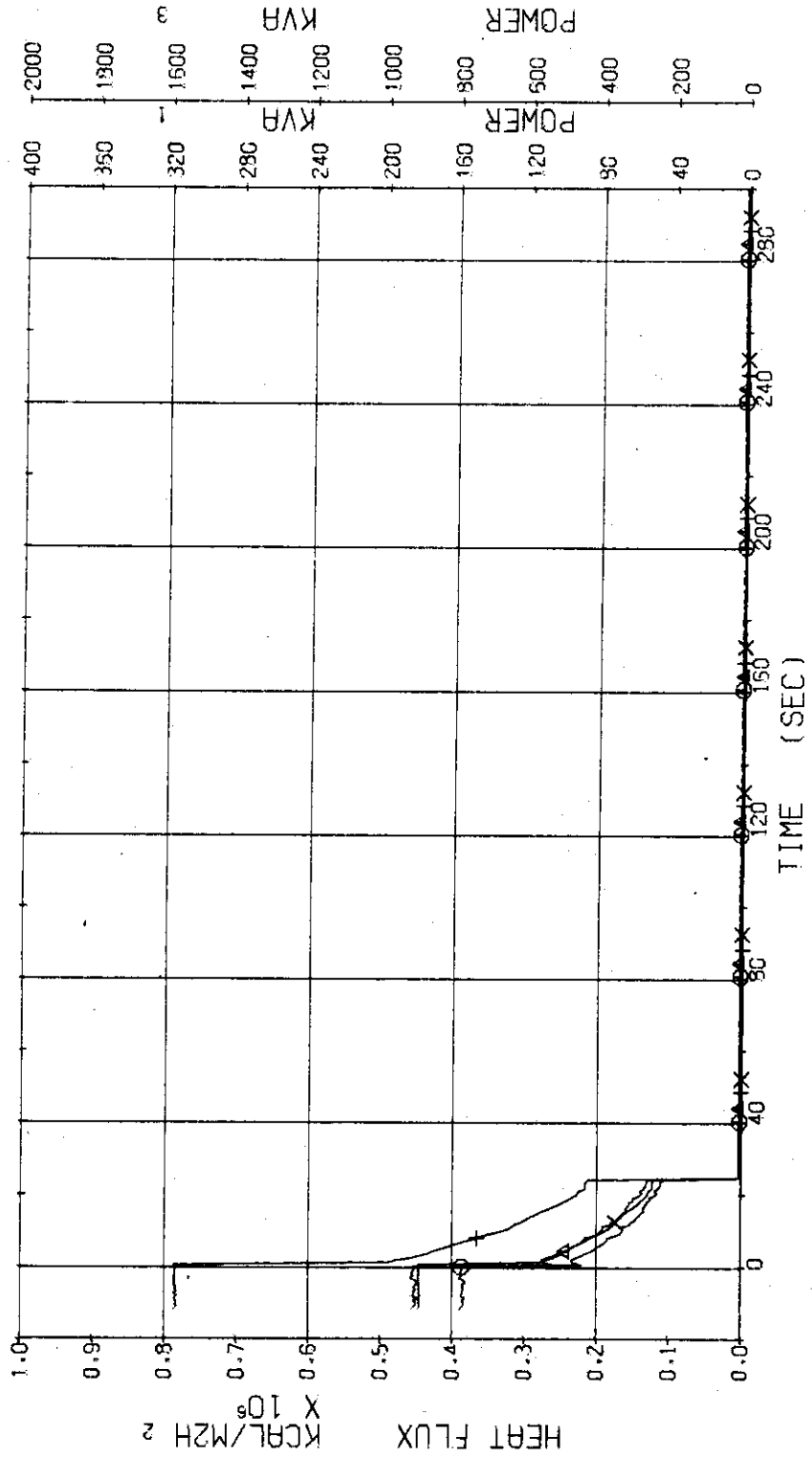


Fig. 3.4.12 Electric Powers and Max. Surface Heat Fluxes of No.1 and No.2 Power Supply ... Run 330

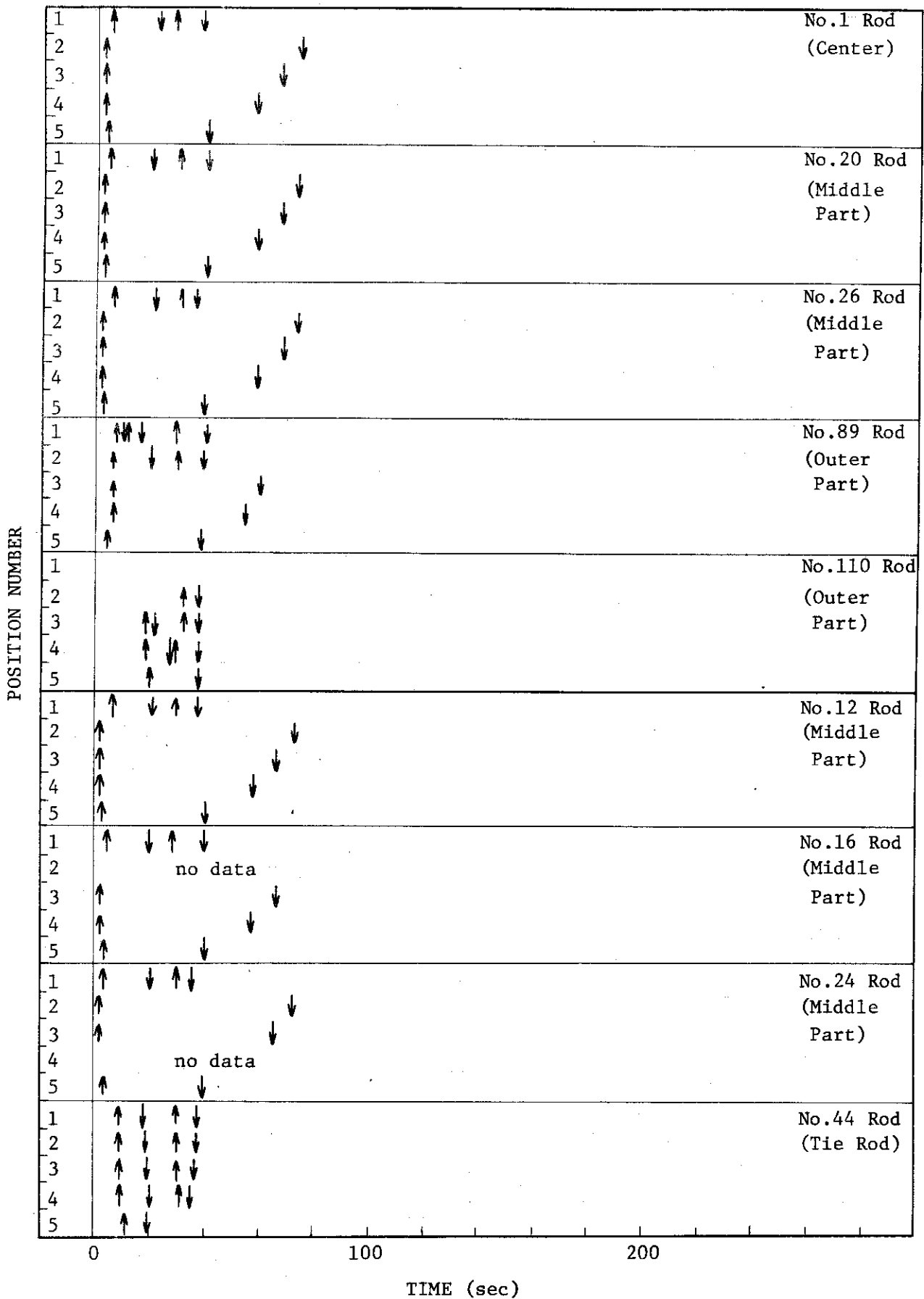


Fig. 3.4.13 Temperature Rise and Quench of Fuel Rods---Run 330



RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH-37 OI TF-1 (NO.1 POSITION1)  
 CH-39 +I TF-3 (NO.1 POSITION3)  
 CH-41 OI TF-5 (NO.1 POSITION5)  
 CH-38 AI TF-2 (NO.1 POSITION2)  
 CH-40 XI TF-4 (NO.1 POSITION4)

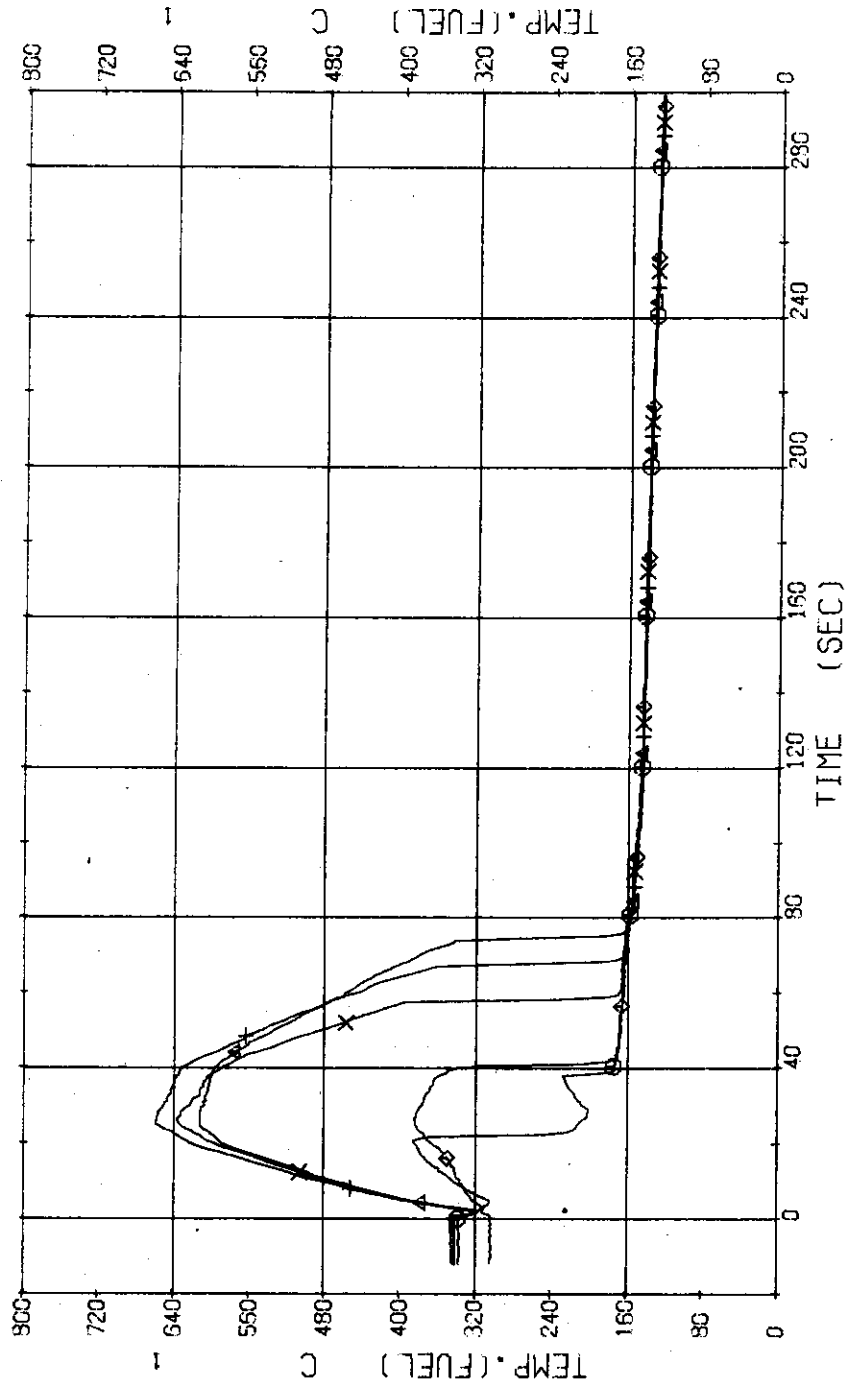


Fig. 3.4.14 Surface Temperatures of No.1 Rod at the Center of Core ... Run 330

RUN 330      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 62 CH TF28 (NO.12 POSITION1)      CH- 63 CH TF27 (NO.12 POSITION2)      )

CH- 64 CH TF28 (NO.12 POSITION3)      CH- 65 CH TF29 (NO.12 POSITION4)      )

CH- 66 CH TF30 (NO.12 POSITION5)      )

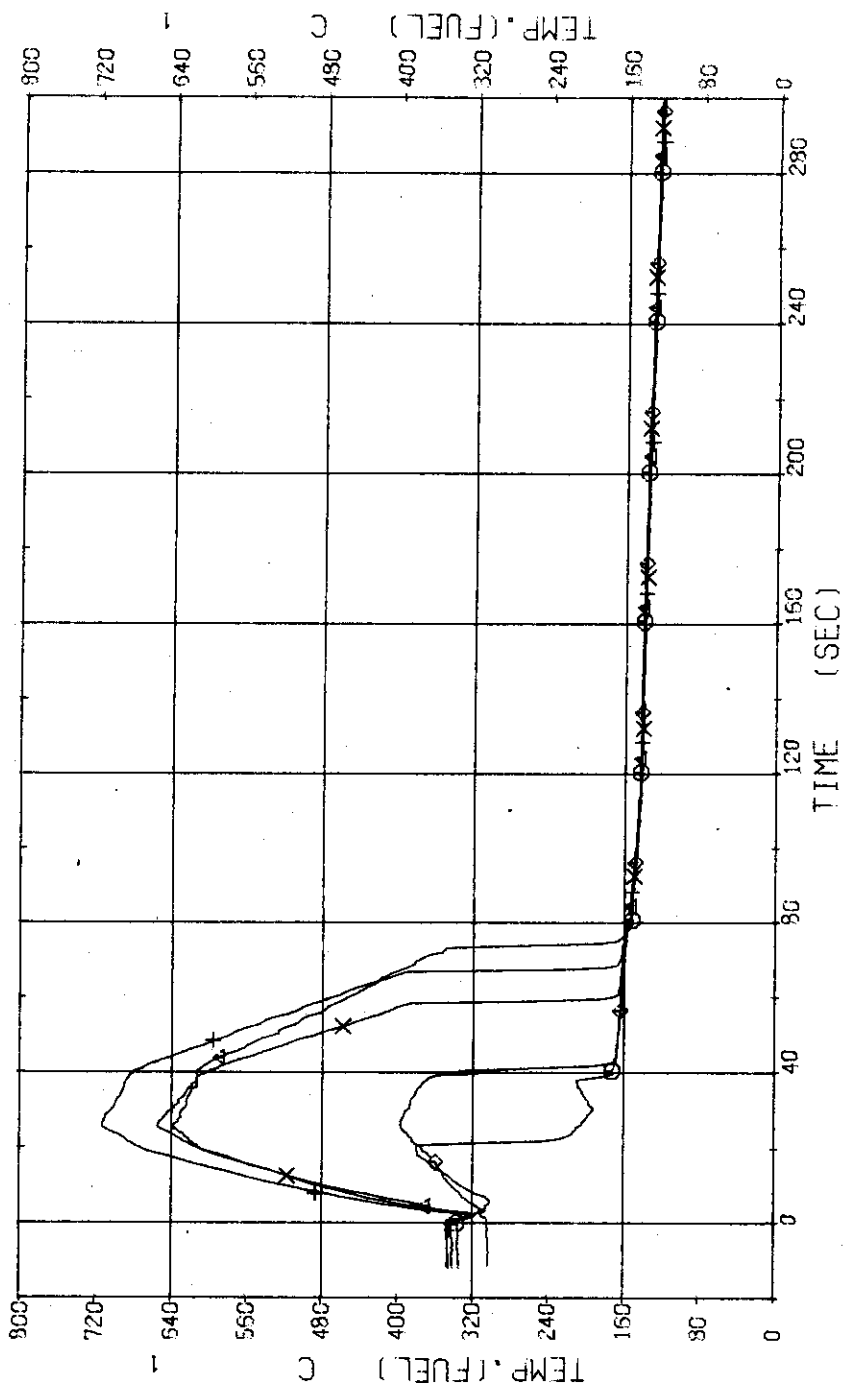


Fig. 3.4.15 Surface Temperatures of No.12 Rod in the Middle Part of Core  
... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 67 OI TF31 (NO.16 POSITION1) CH- 69 AI TF33 (NO.16 POSITION3)  
 CH- 70 HI TF34 (NO.16 POSITION4) CH- 71 XI TF36 (NO.16 POSITION5)

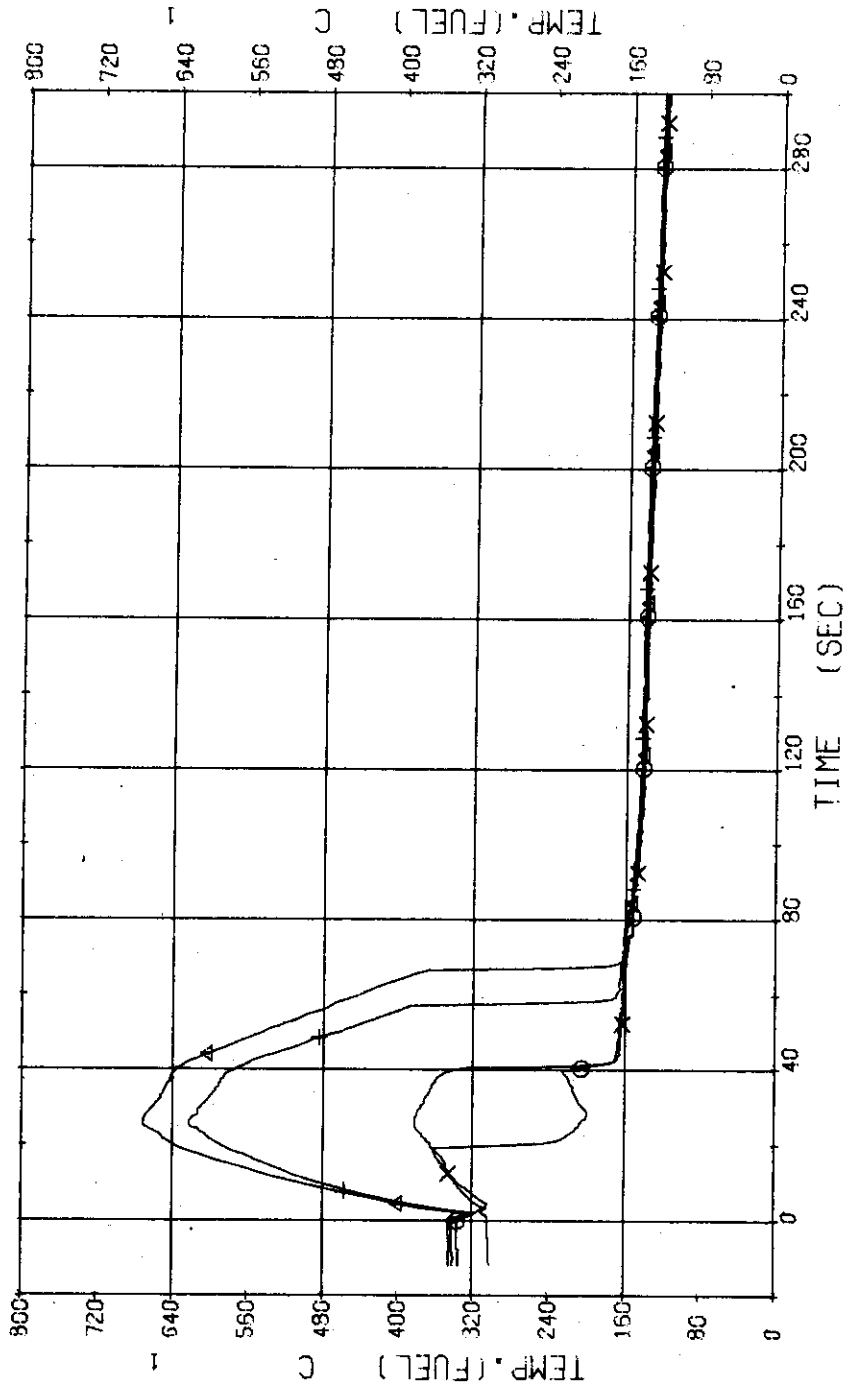


Fig. 3.4.16 Surface Temperatures of No.16 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-42 (NO.20 POSITION1) CH-43 (NO.20 POSITION2)  
 CH-44 (NO.20 POSITION3) CH-45 (NO.20 POSITION4)  
 CH-46 (NO.20 POSITION5) TF-7 (NO.20 POSITION2)  
 TF-8 (NO.20 POSITION3) TF-9 (NO.20 POSITION4)

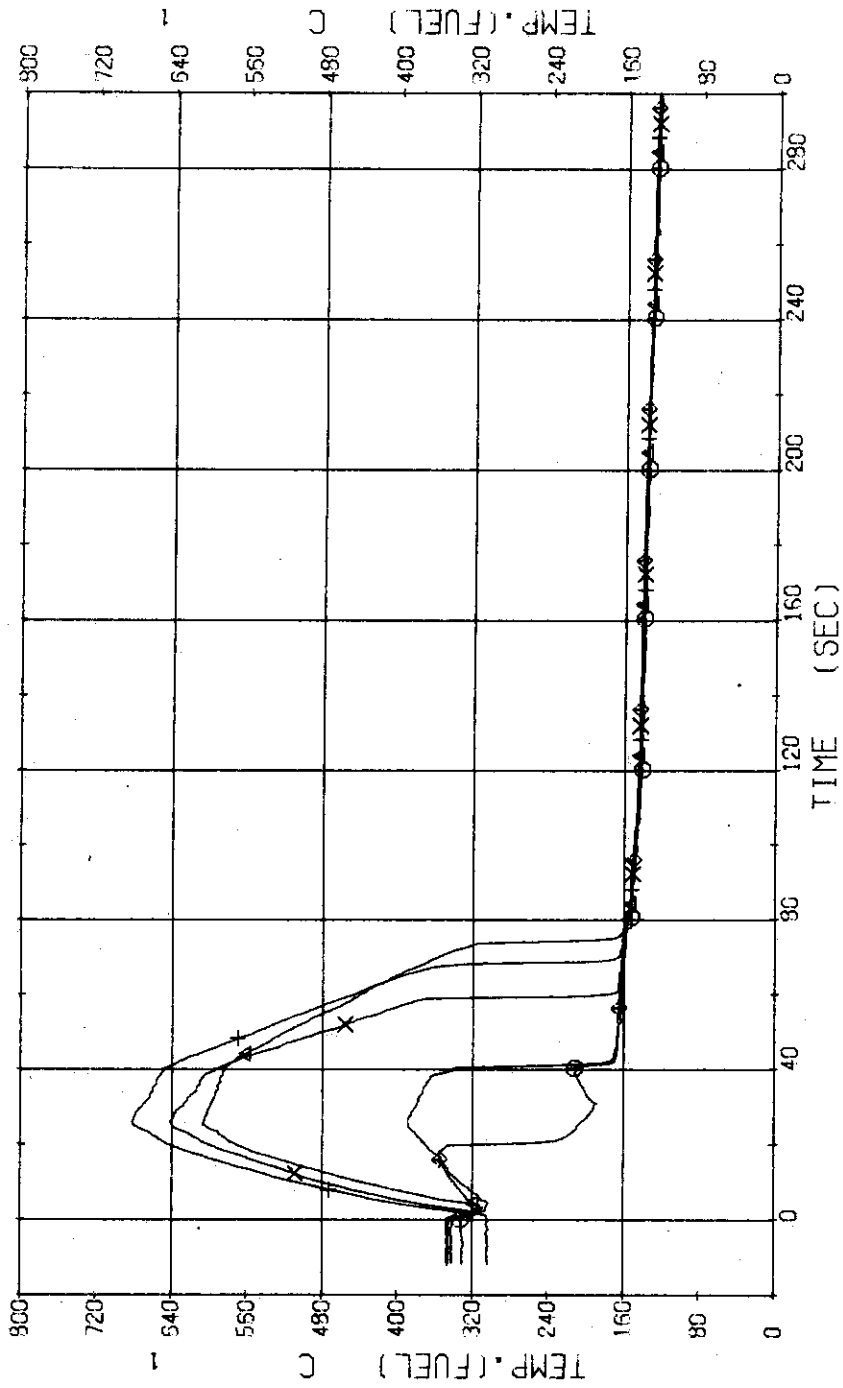


Fig. 3.4.17 Surface Temperatures of No.20 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 72 OI TF36 (NO.24 POSITION1) CH- 73 AI TF37 (NO.24 POSITION2)  
 CH- 74 HI TF38 (NO.24 POSITION3) CH- 75 XI TF40 (NO.24 POSITION5)

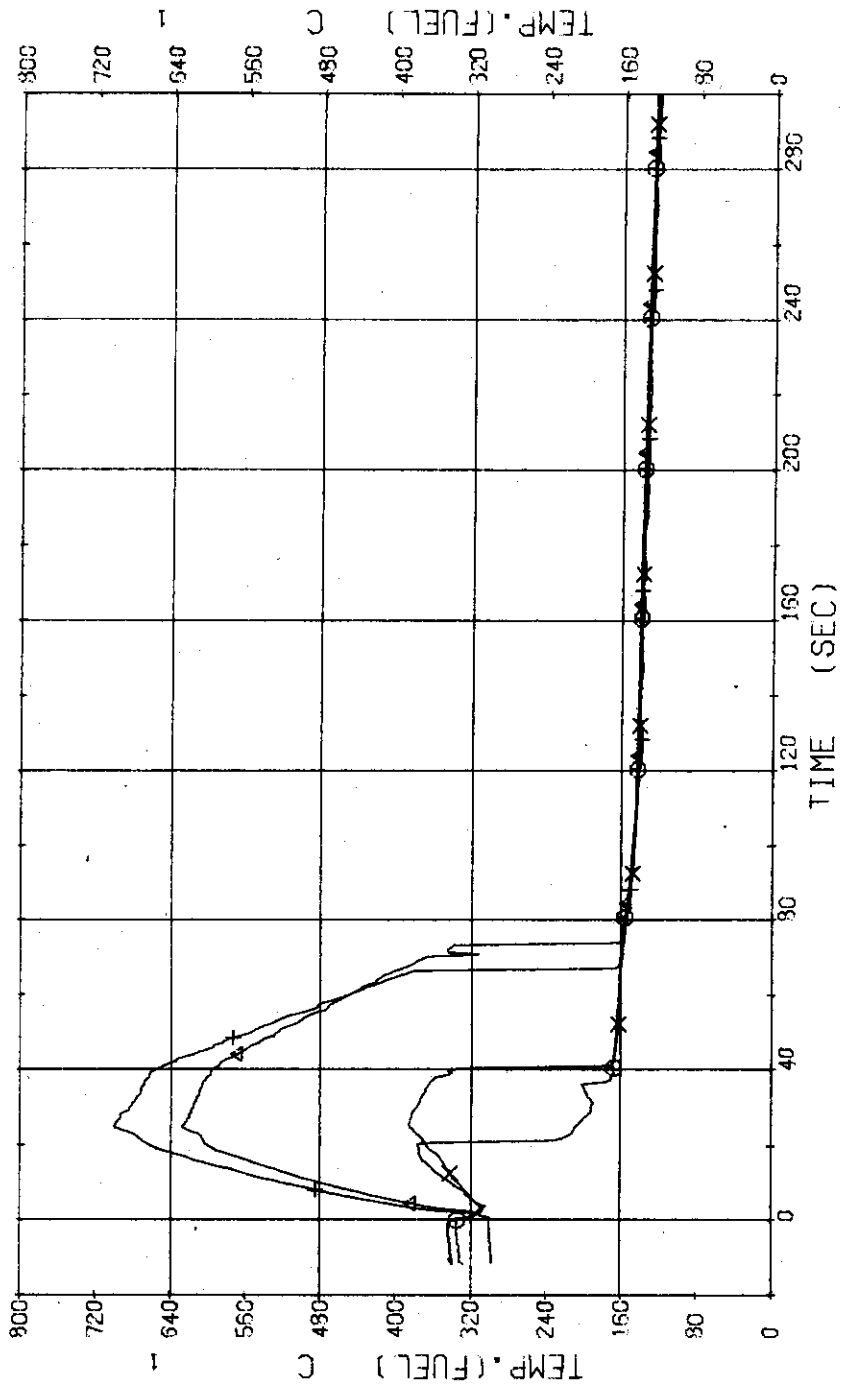


Fig. 3.4.18 Surface Temperatures of No.24 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 47 OI TF11 (NO.25 POSITIONS) CH- 48 AI TF12 (NO.25 POSITIONS)  
 CH- 49 +I TF13 (NO.25 POSITIONS) CH- 50 XI TF14 (NO.25 POSITIONS)  
 CH- 51 OI TF15 (NO.25 POSITIONS)

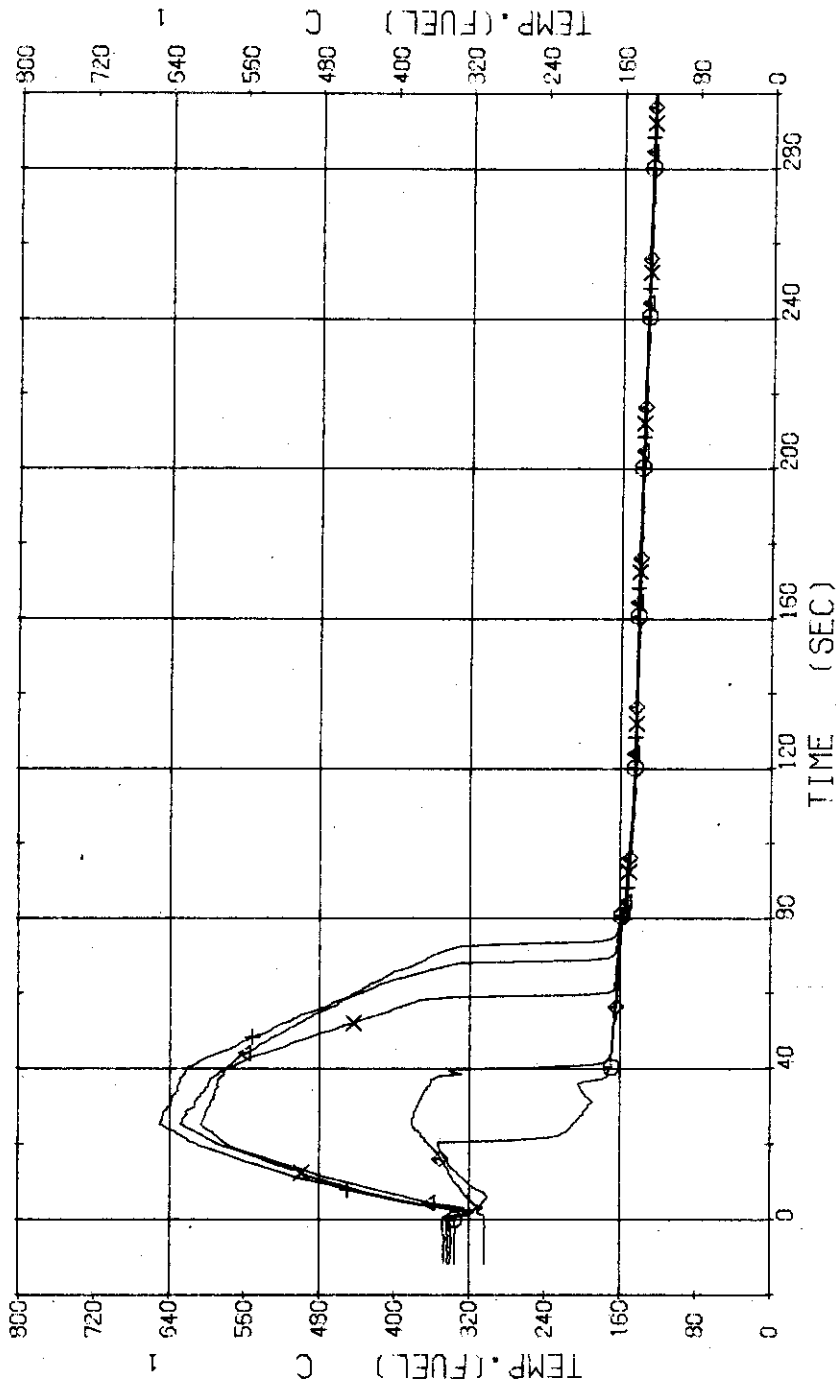


Fig. 3.4.19 Surface Temperatures of No.26 Rod in the Middle Part of Core  
 ... Run 330

RUN 330      HOT LEG BREAK      BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM      NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---      HP1-      HP2-      AC1-C      AC2-C      LP1-H      LP2-H

CH- 52 ○1 TF16 (NO.99 POSITIONS1)      )

CH- 54 +1 TF18 (NO.99 POSITIONS3)      )

CH- 55 ◇1 TF20 (NO.99 POSITIONS5)      )

CH- 53 △1 TF17 (NO.99 POSITIONS2)      )

CH- 55 ×1 TF19 (NO.99 POSITIONS4)      )

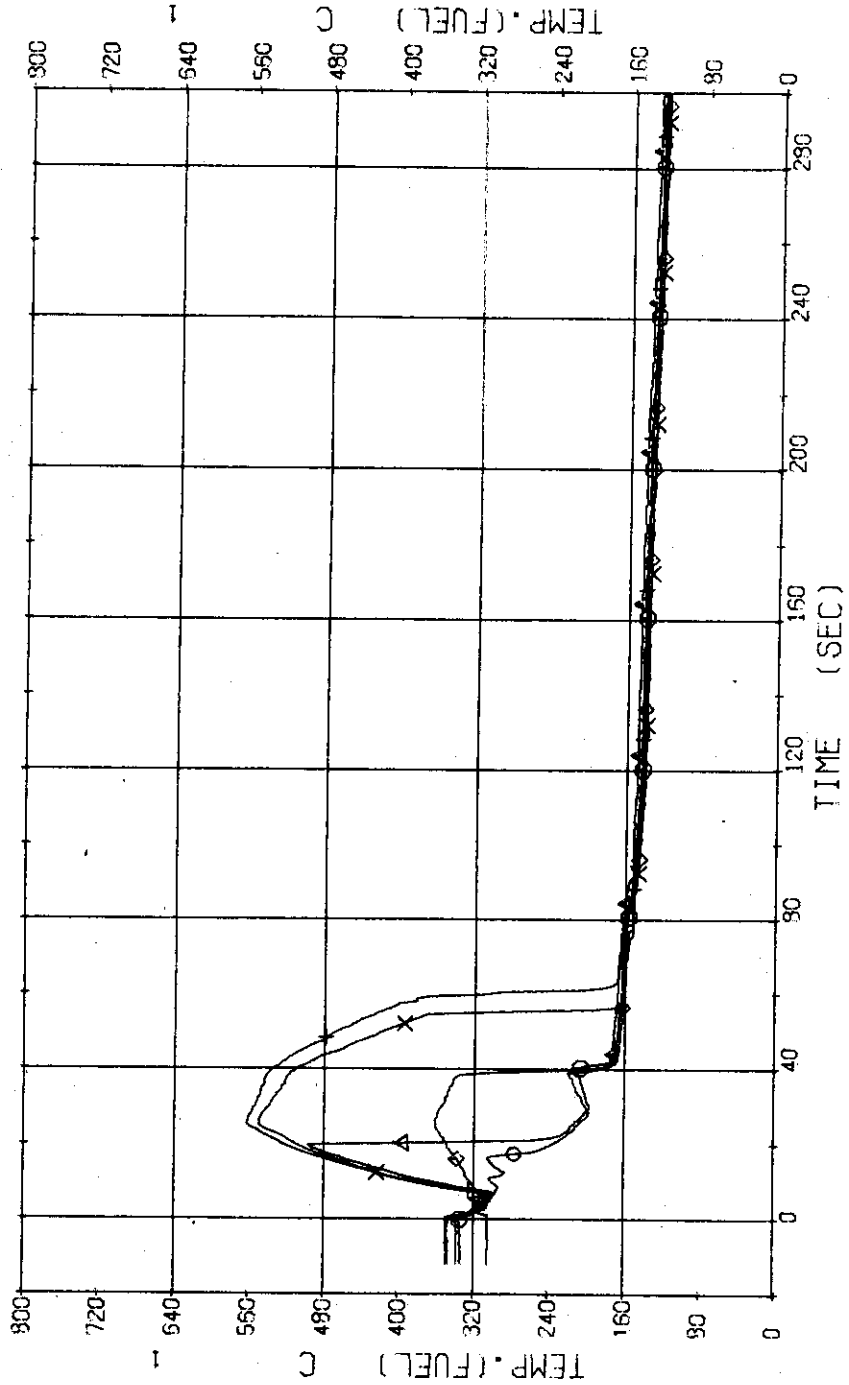


Fig. 3.4.20 Surface Temperatures of No.89 Rod in the Outer Part of Core  
... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 57 OI TF21 (NO.110 POSITION1 ) CH- 58 AI TF22 (NO.110 POSITION2 )  
 CH- 59 HI TF23 (NO.110 POSITION3 ) CH- 60 XI TF24 (NO.110 POSITION4 )  
 CH- 61 DI TF25 (NO.110 POSITION5 )

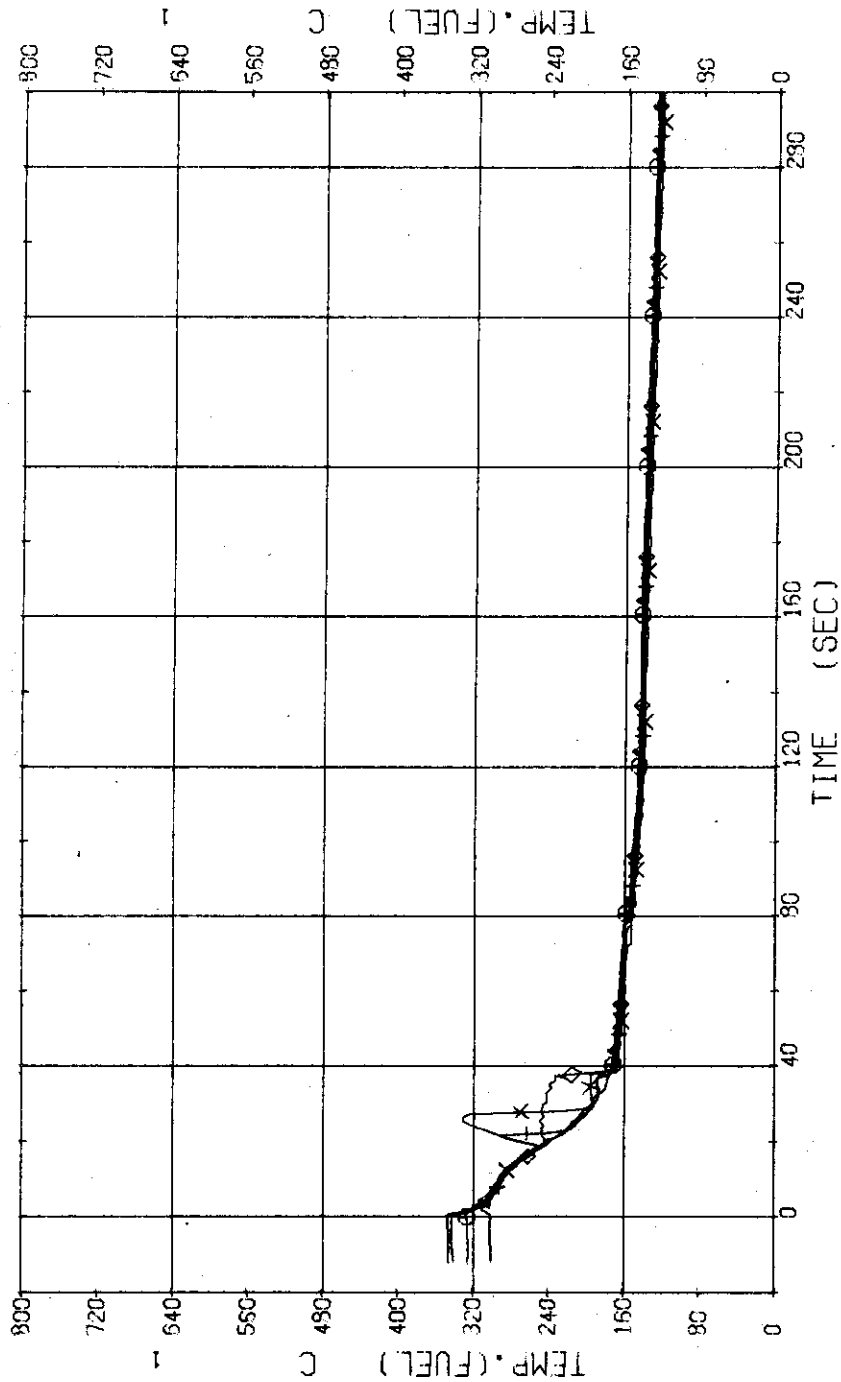


Fig. 3.4.21 Surface Temperatures of No.110 Rod at the Outer Part of Core  
 ... Run 330



RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH- 77 OI TF41 (NO.44 POSITION1 )  
 CH- 79 HI TF43 (NO.44 POSITION2 )  
 CH- 81 OI TF45 (NO.44 POSITION3 )

CH- 78 AI TF42 (NO.44 POSITION4 )  
 CH- 80 XI TF44 (NO.44 POSITION5 )

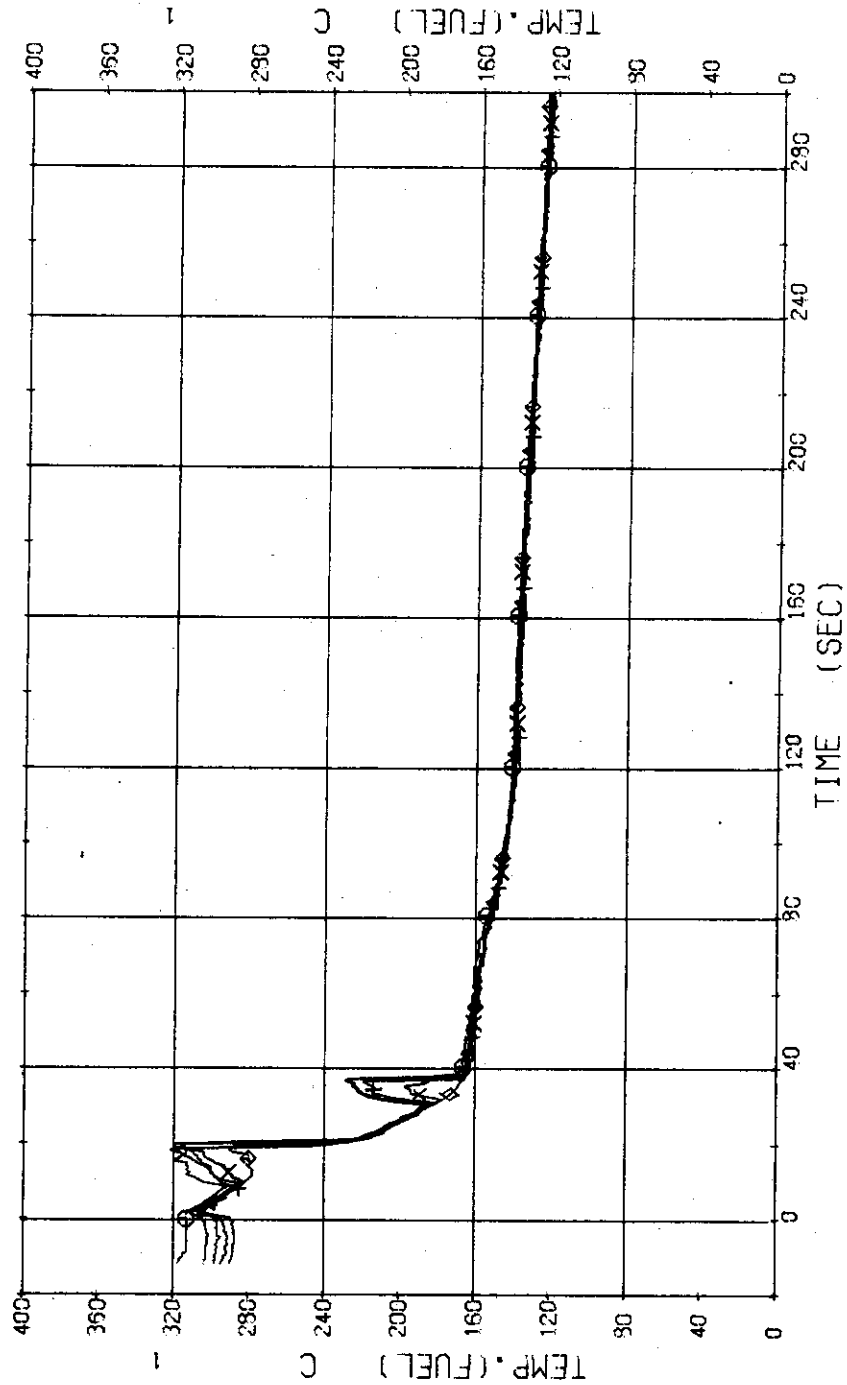


Fig. 3.4.22 Surface Temperatures of The Rod (No.44) in the Middle Part of Core ... Run 330

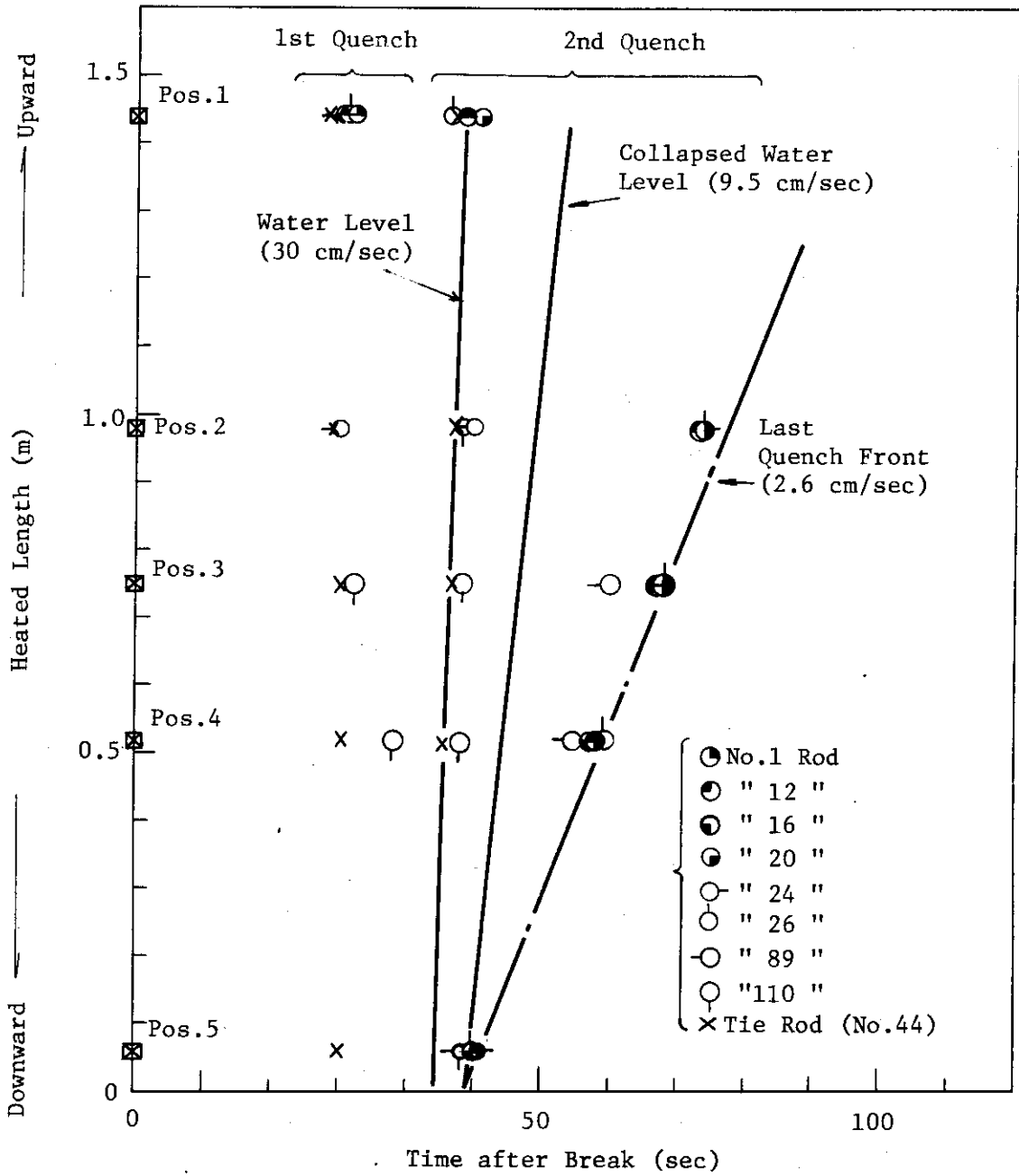


Fig. 3.4.23 Relation of Quench Time and Collapsed Water Level in Core---Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 83 T- 2 (PV-LOWER PLENUM ) CH- 93 T- 12 (PRESSURIZER )

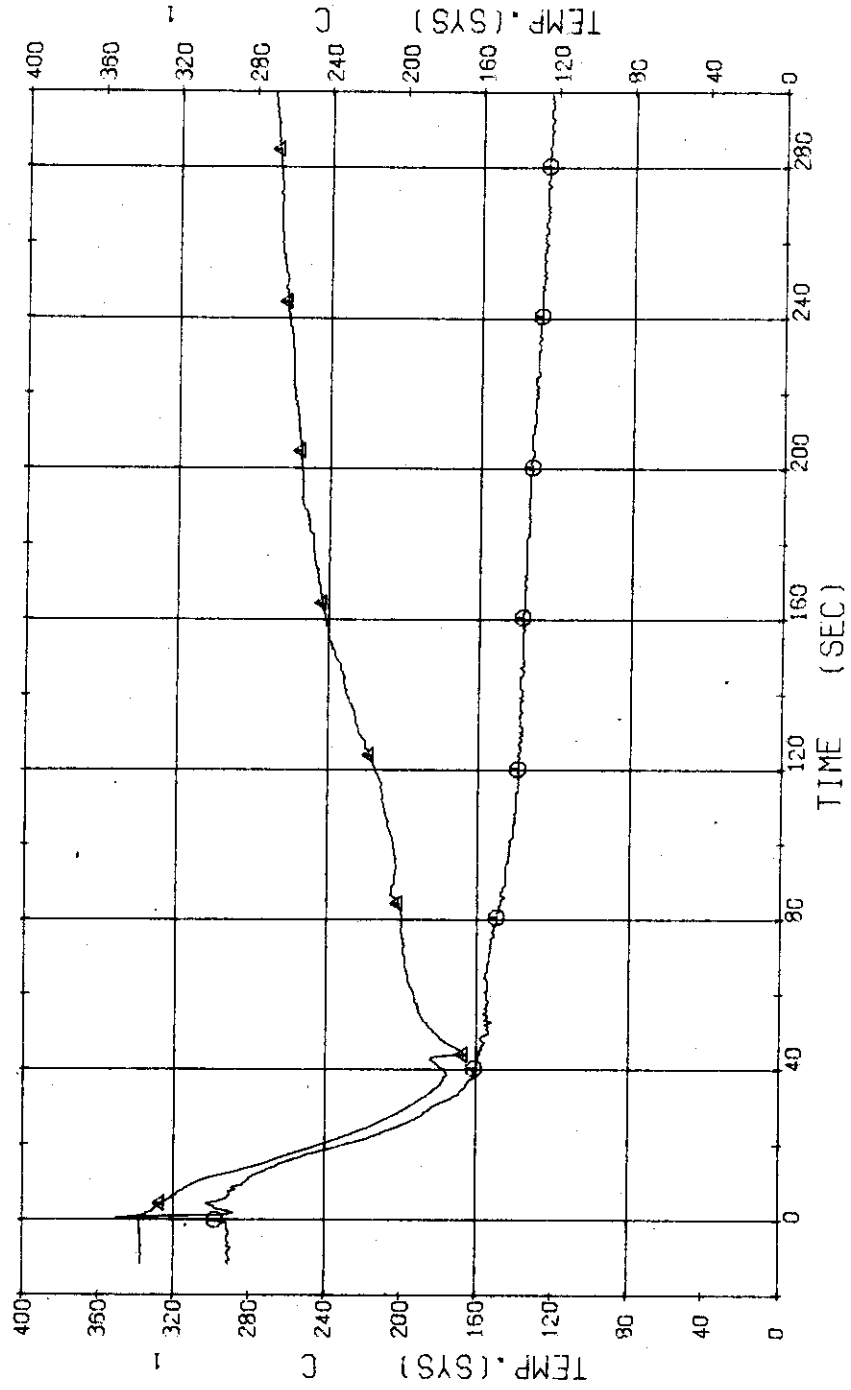


Fig. 3.4.24 Fluid Temperatures in Pressure Vessel and Pressurizer... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-86 CH-89 T-5 (SC INLET) T-7 (P1 PUMP DELIVERY)  
 CH-88 T-8 (PV INLET NOZZLE)

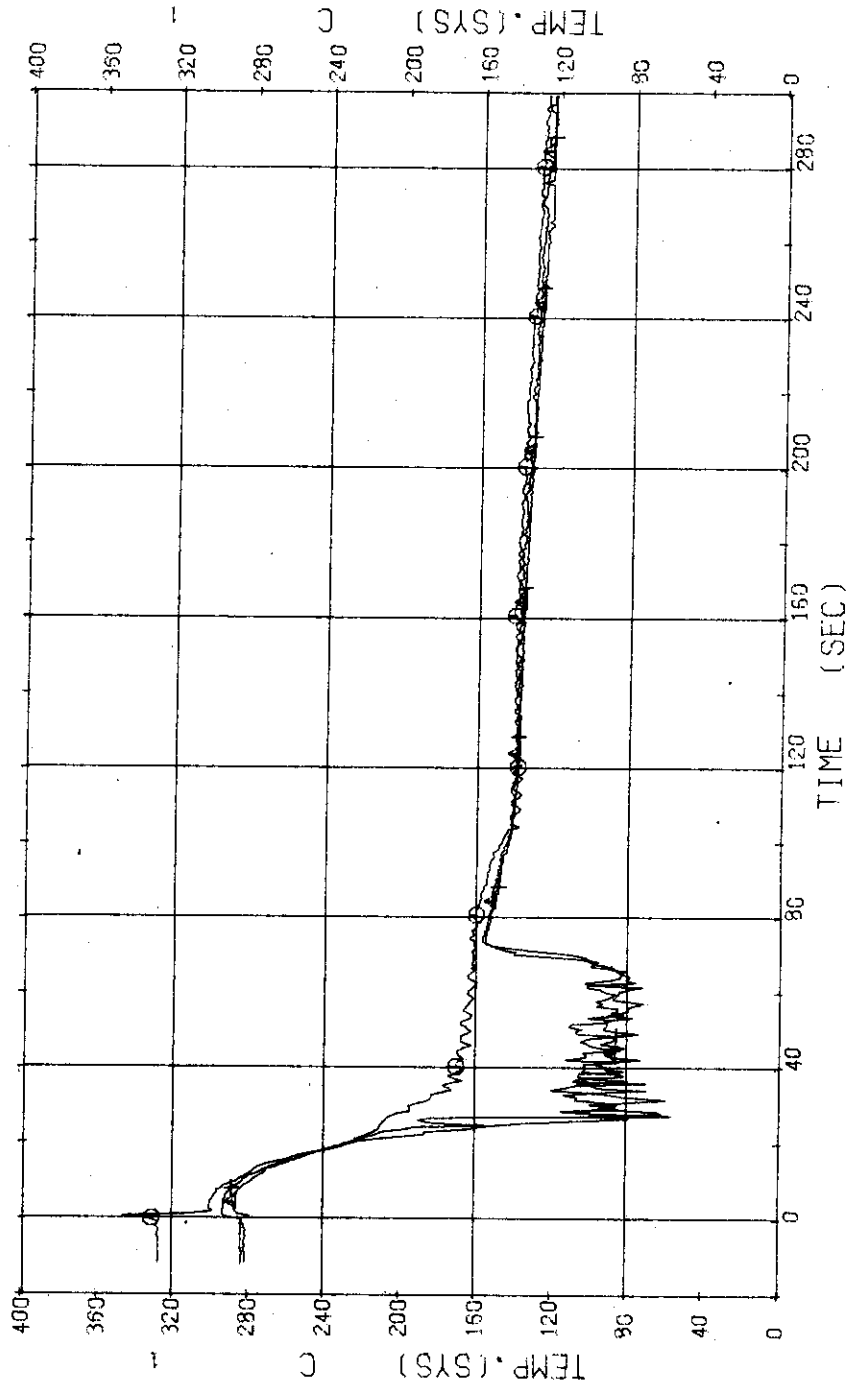


Fig. 3.4.25 Fluid Temperatures in Blowdown Loop ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-90 (SC 2 INLET) CH-91 AI T-10 (SC-2 OUTLET)  
 CH-92 (P 2 PUMP DELIVERY)

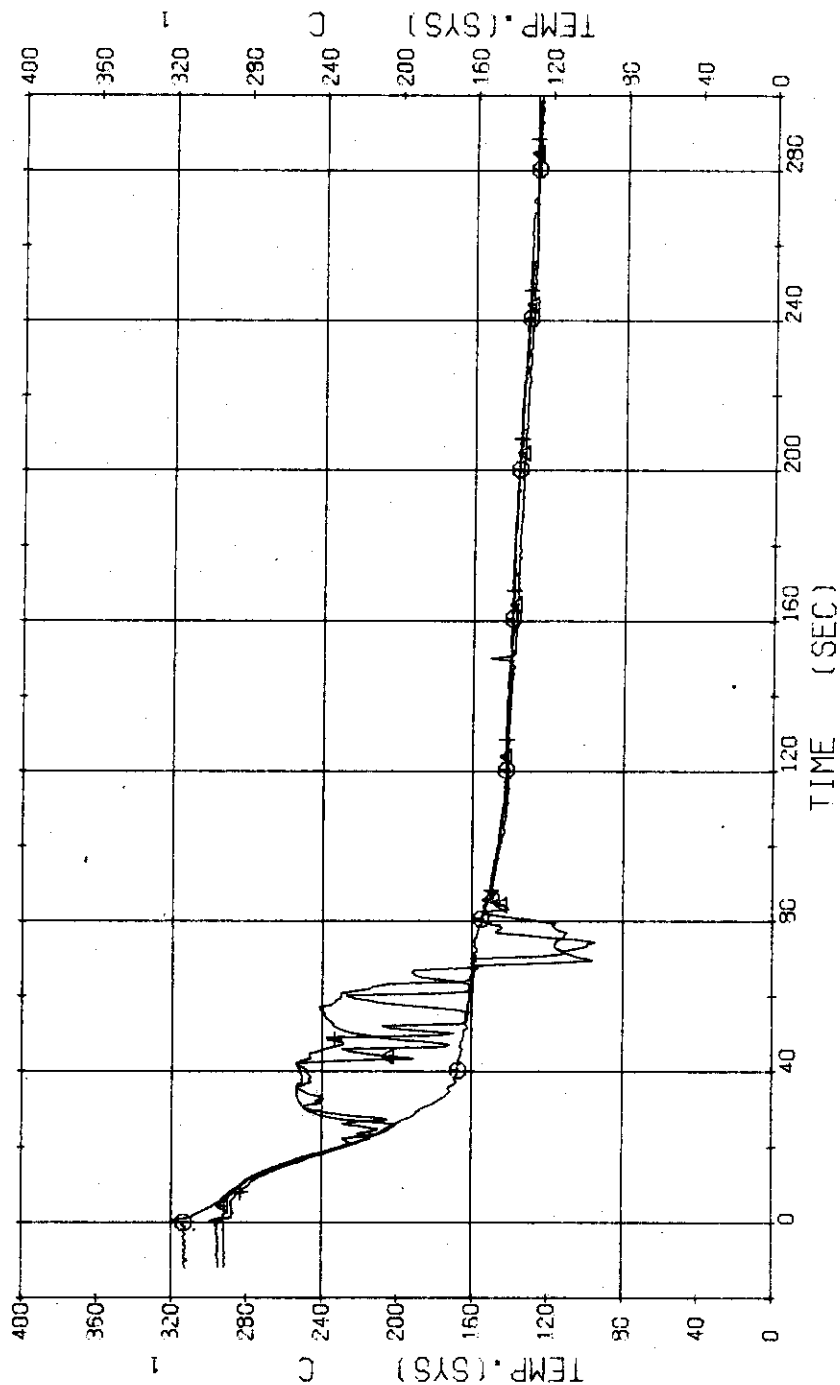


Fig. 3.4.26 Fluid Temperatures in Operating Loop ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1-- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH- 95 (T-14 (SG2 SECONDARY OUTLET )

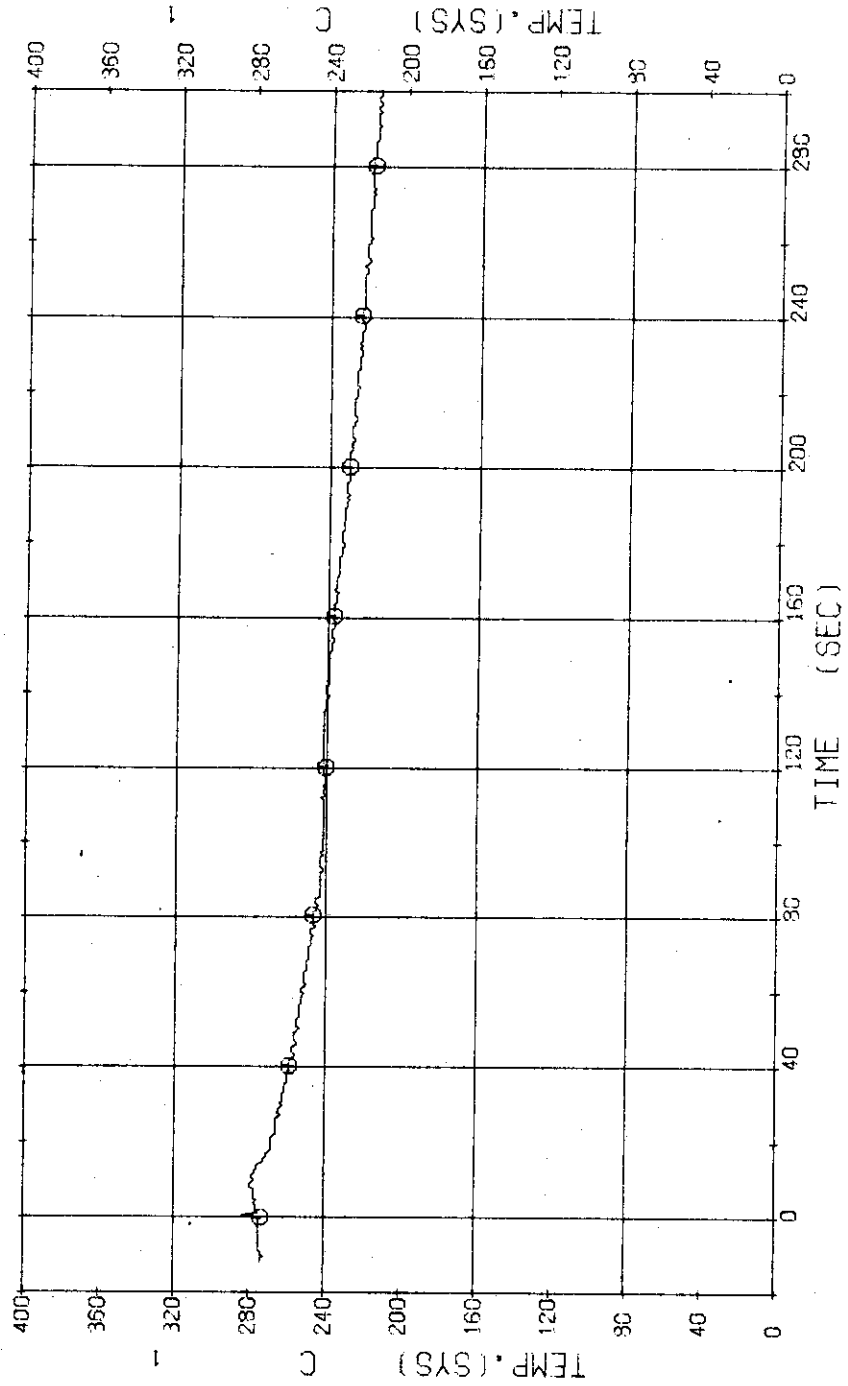


Fig. 3.4.27 Secondary Fluid Temperature at the Outlet of SG2 ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS ---	HP1-	HP2-	AC1-C	AC2-C	LP1-H	LP2-H
CH-96 01	TS-1	(SUPPORT TUBE TOP	CH-97 42	TS-5	(SUPPORT TUBE MIDDLE	)
CH-98 43	TS-9	(SUPPORT TUBE BOTTOM	CH-99 X1	TS10	(SUPPORT TUBE TOP	)
CH-100 02	TS14	(SUPPORT TUBE MIDDLE	CH-101 43	TS18	(SUPPORT TUBE BOTTOM	)

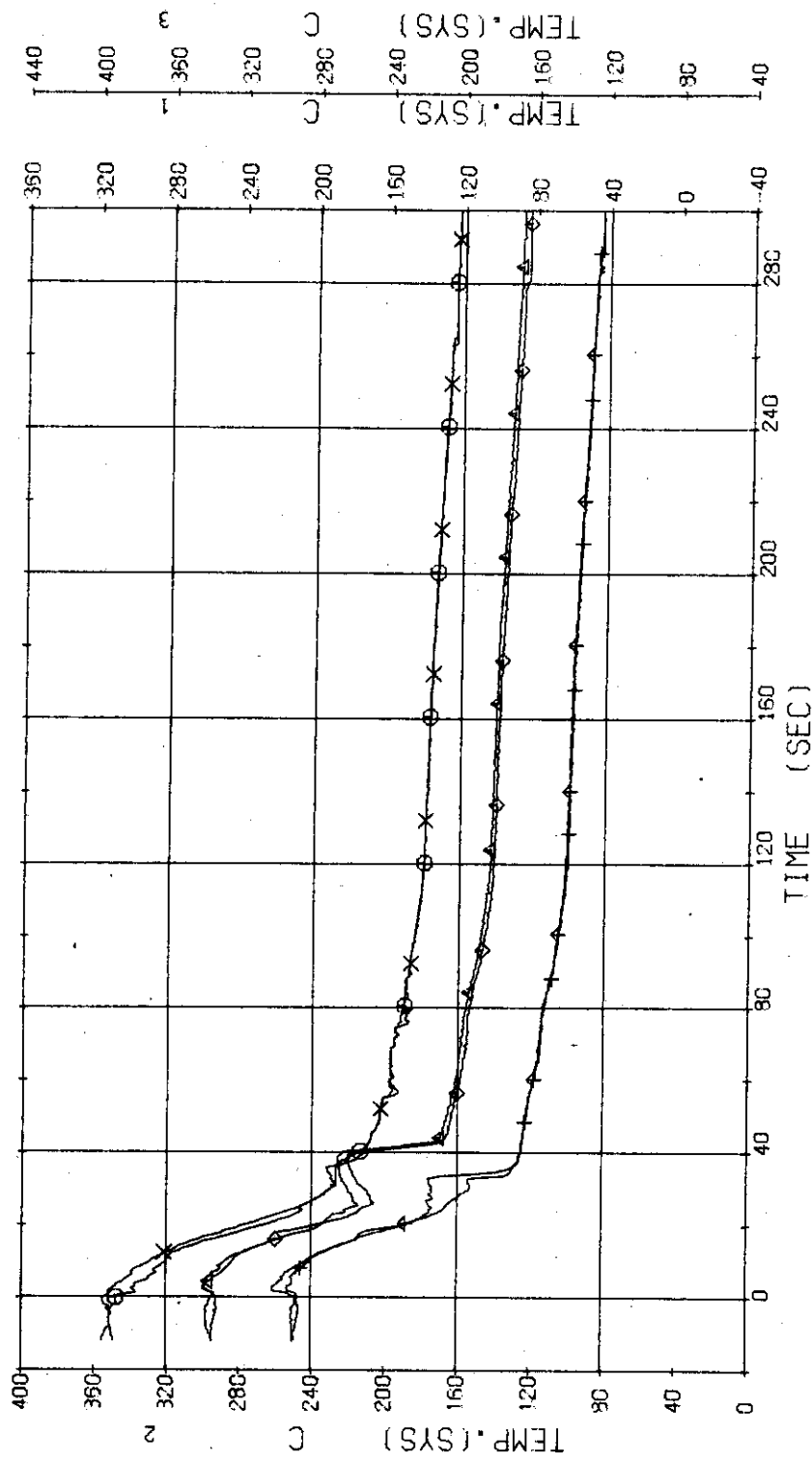


Fig. 3.4.28 Support Tube Temperatures of Top, Middle and Bottom Positions  
... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-102 (I) TB-1 (CORE BARREL TOP) )  
 CH-104 (+) TB-7 (CORE BARREL TOP) )  
 CH-103 (Δ) TB-8 (CORE BARREL BOTTOM) )  
 CH-105 (X) TB12 (CORE BARREL BOTTOM) )

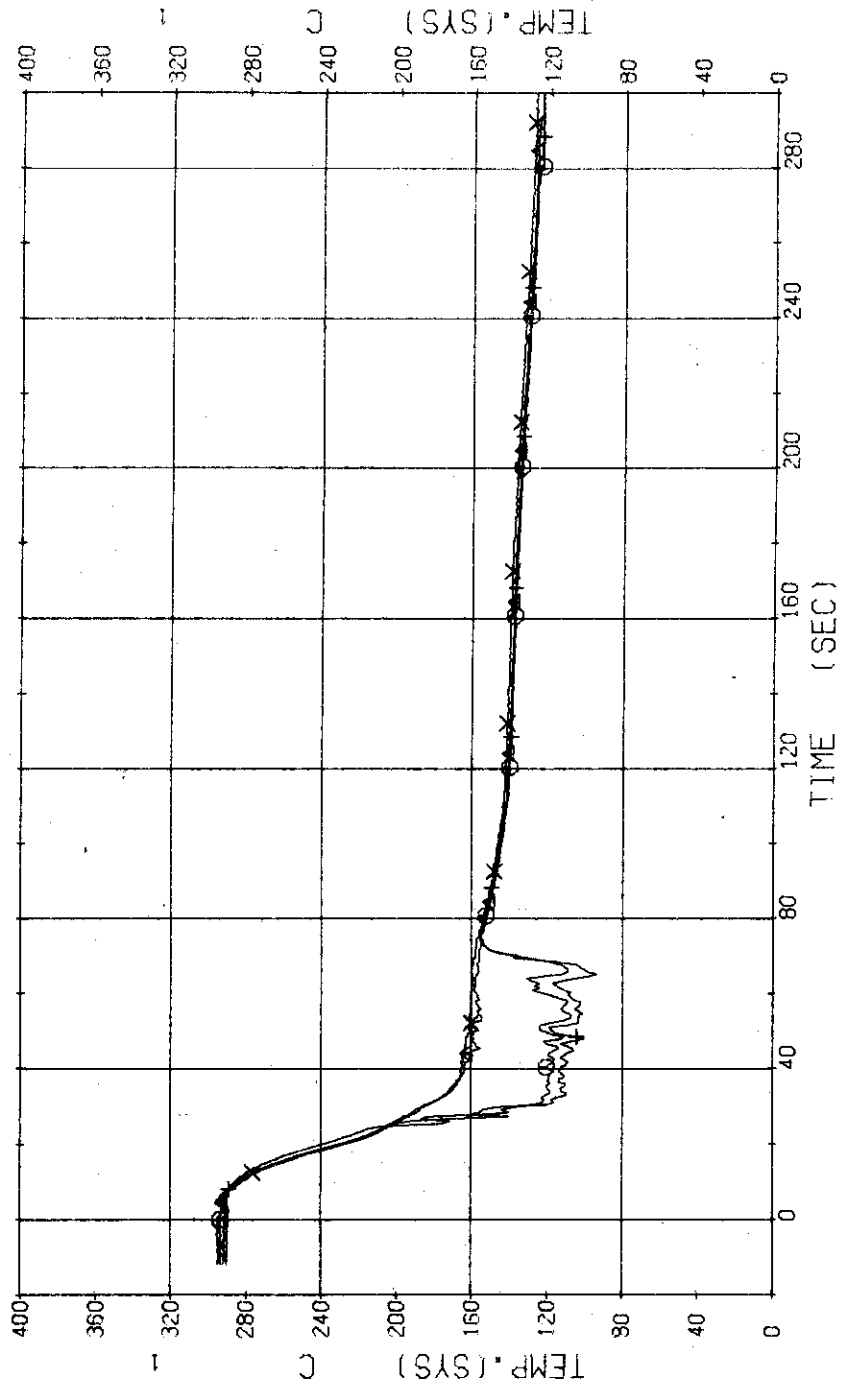


Fig. 3.4.29 Core Barrel Temperatures of Top and Bottom Positions ... Run 330



RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM NO 5 ASSEMBLY

ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H

CH-96 01 TS-1 (SUPPORT TUBE TOP )  
 CH-98 43 TS-9 (SUPPORT TUBE BOTTOM )  
 CH-100 02 TS14 (SUPPORT TUBE MIDDLE )

CH-97 42 TS-5 (SUPPORT TUBE MIDDLE )  
 CH-99 X1 TS10 (SUPPORT TUBE TOP )  
 CH-101 43 TS18 (SUPPORT TUBE BOTTOM )

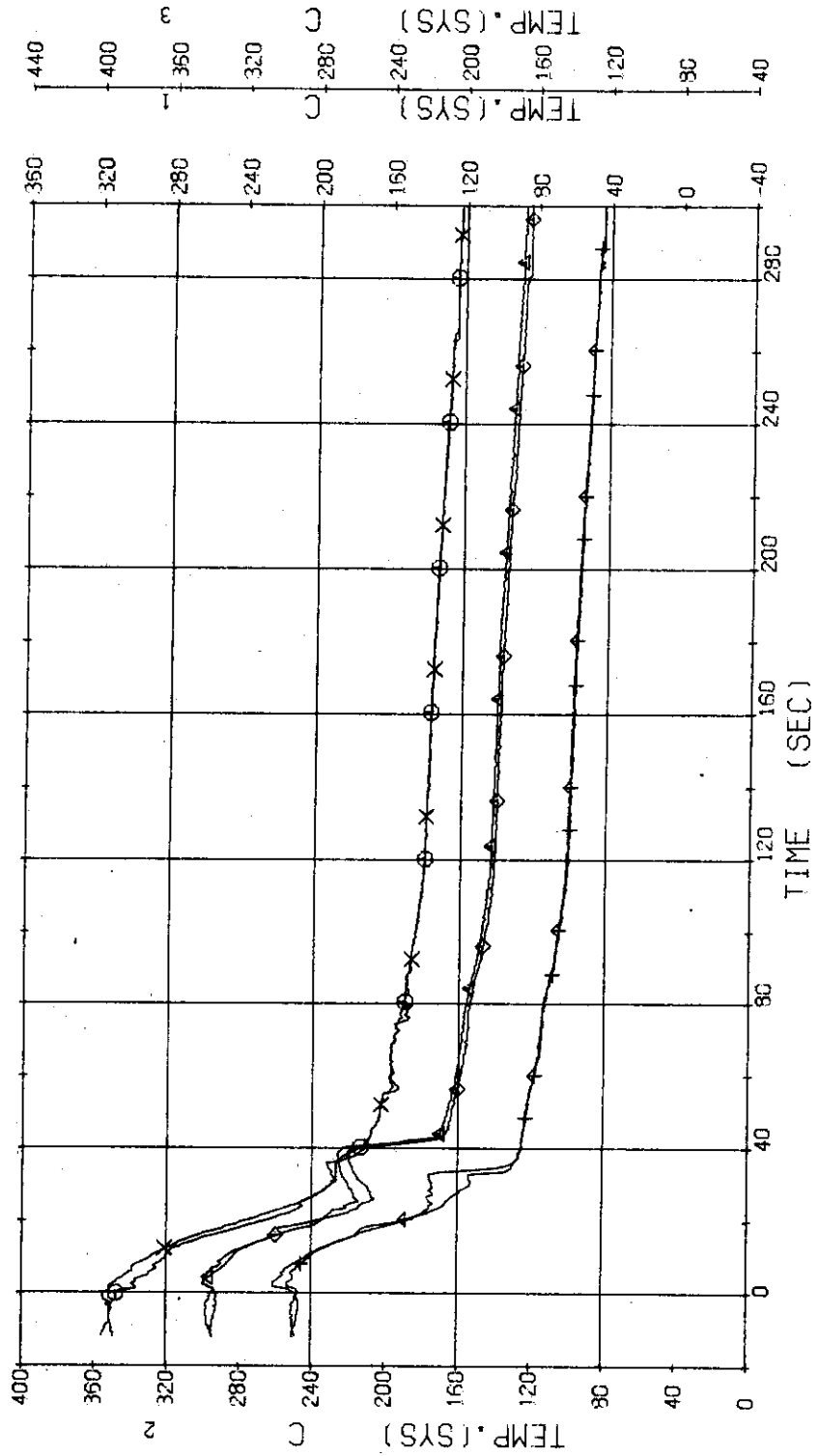


Fig. 3.4.28 Support Tube Temperatures of Top, Middle and Bottom Positions  
 ... Run 330

RUN 330 HOT LEG BREAK BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM ND 5 ASSEMBLY  
 ECCS --- HP1- HP2- AC1-C AC2-C LP1-H LP2-H  
 CH-102 (X) TB-1 (CORE BARREL TOP ) CH-103 (X) TB-6 (CORE BARREL BOTTOM )  
 CH-104 (+) TB-7 (CORE BARREL TOP ) CH-105 (X) TB-12 (CORE BARREL BOTTOM )

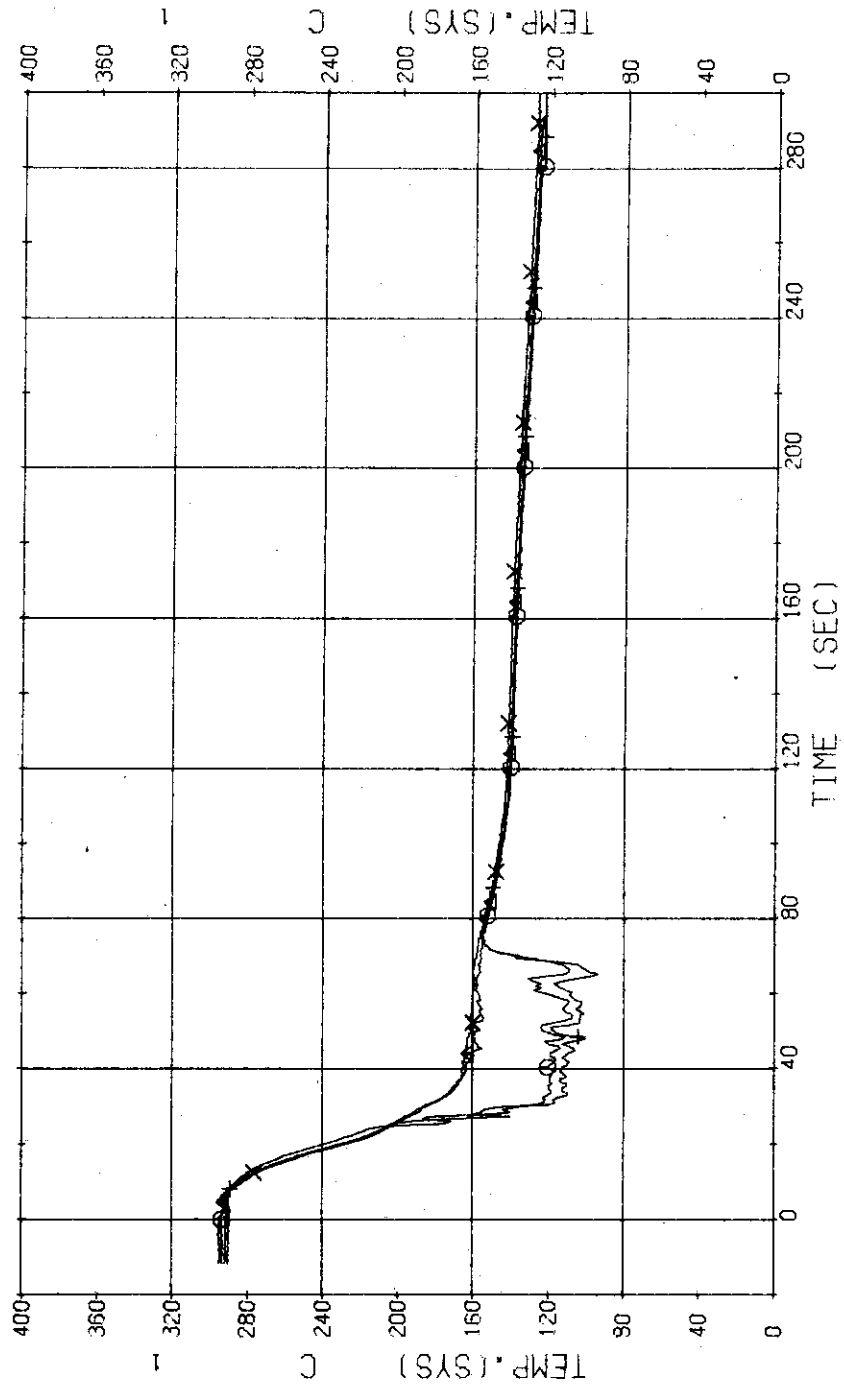


Fig. 3.4.29 Core Barrel Temperatures of Top and Bottom Positions ... Run 330

RUN 330    HOT LEG BREAK    BREAK DIAMETER 37.5/25.0 MM    NO 5 ASSEMBLY  
 ECCS ---    HP1-    HP2-    AC1-C    AC2-C    LP1-H    LP2-H  
 CH-119    N-2 (P2 PUMP REVOLUTION NUMB.)

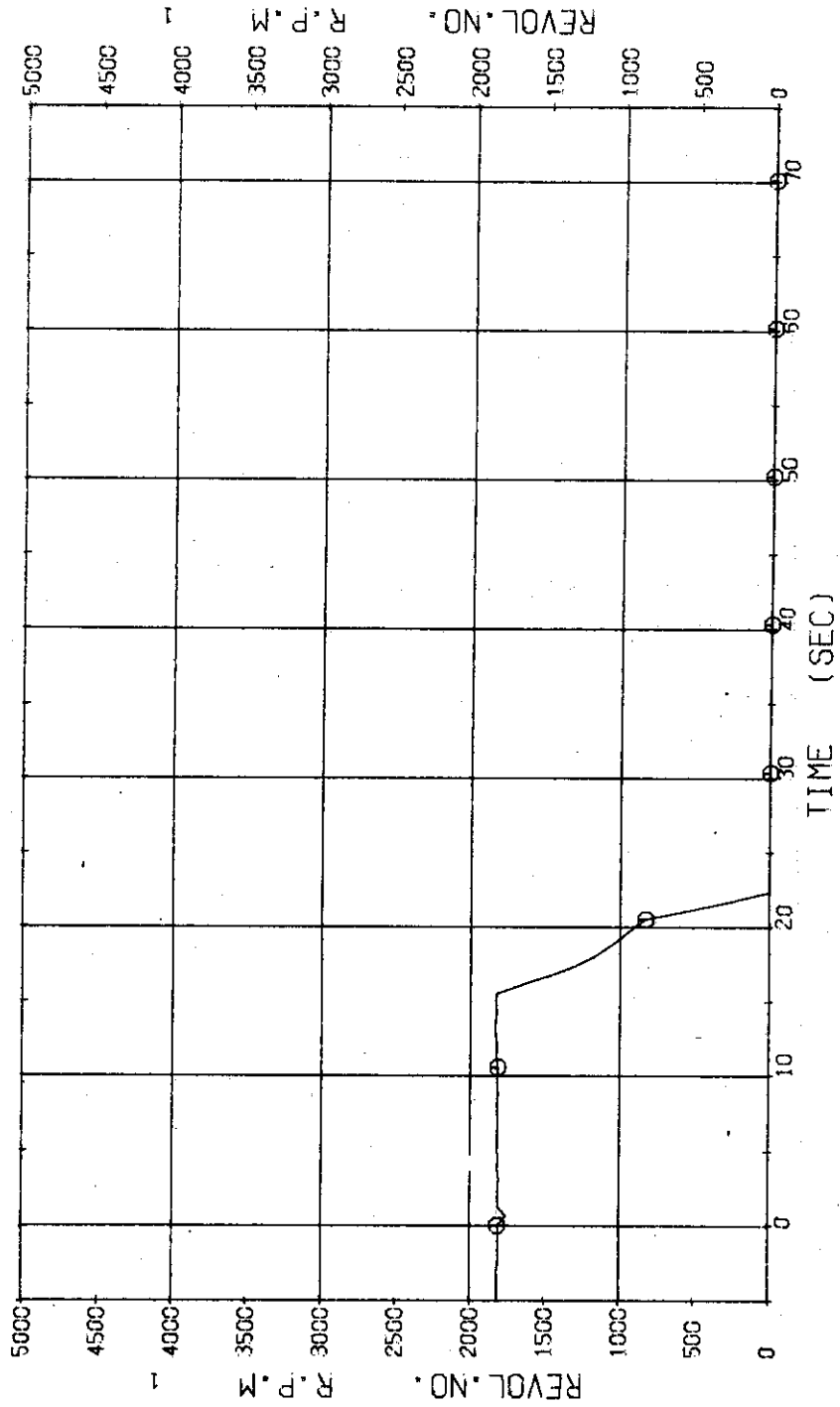


Fig. 3.4.30 Revolution Number of P2 Pump ... Run 330

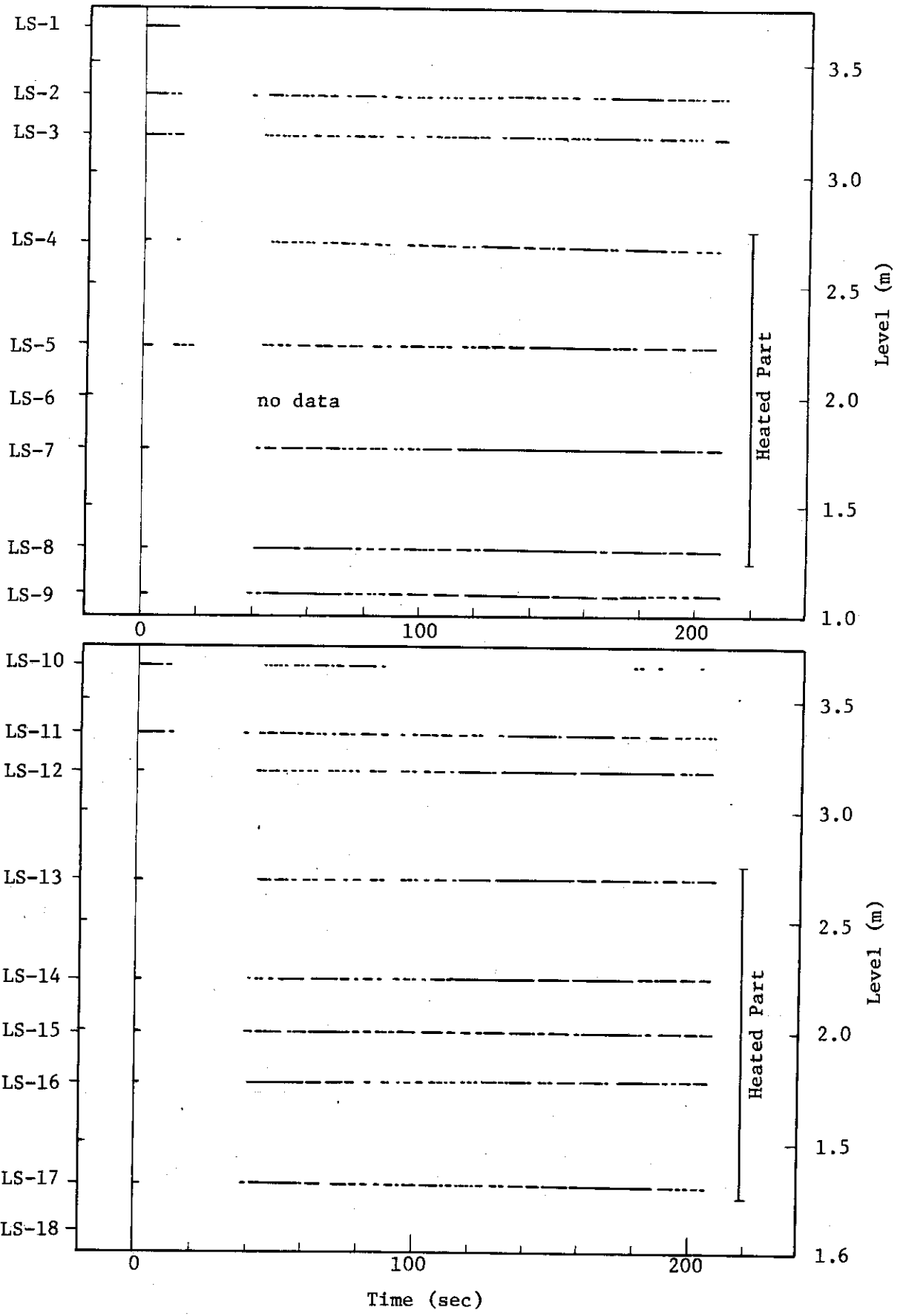


Fig. 3.4.31 Liquid Signals at Each Sensor Level in Core---Run 330