

PNC TN941 77-76
(PLANT REPORT 2)

高速炉プラント動特性解析コード PLANT76試計算

(高速実験炉性能試験解析)

1977年5月

動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センター

システム開発推進部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technology Management Section, O-arai Engineering Center, Power Reactor
and Nuclear Fuel Development Corporation 4002, Narita O-arai-machi Higashi-
Ibaraki-gun, Ibaraki, 311-14, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation)

高速炉プラント動特性解析コードPLANT76試計算

(高速実験炉性能試験解析)

寺田和道^{*}、大竹俊英^{*}

要 旨

本報告書は、高速炉プラント動特性解析コードPLANT76による、高速実験炉「常陽」を対象とする試計算結果について記述したものである。

試計算項目は以下に示す通りである。

- (1) 1次主冷却系流量コストダウン
- (2) 2次主冷却系流量コストダウン
- (3) 外部電源喪失
- (4) 1次主循環ポンプトリップ
- (5) 2次主循環ポンプトリップ
- (6) 手動スクラム

上記(1)、(2)は、「常陽」総合機能試験により得られた流量コストダウン曲線と計算結果とを比較することを目的としており、計算と試験測定値とは良く一致した。

項目(3)～(6)は、「常陽」性能試験に於ける異常時過渡応答試験時の試験項目であり、同試験に対する予備解析も兼ねて実施した。

なお、PLANT76コードの詳細に関しては、使用説明書^{注1}(PLANT REPORT 1)を参照されたい。

注1：PNC SN952 77-04 高速炉プラント動特性解析コードPLANT76 使用説明書 1977年5月

* 高速実験炉部、技術課

May, 1977

Fast Reactor Plant Dynamics Code PLANT 76 Test Run

(The preliminary analyses of JOYO plant dynamic tests)

KAZUMICHI TERATA*, TOSHIHIDE OHTAKE*

ABSTRACT

This report presents the preliminary analytical results of the dynamic behavior of JOYO plant with the PLANT 76 code*1. These items considered here are as follows,

- (1) Primary flow coast down
- (2) Secondary flow coast down
- (3) Loss of off-site electrical power
- (4) Loss of electrical power to one primary pump
- (5) Loss of electrical power to one secondary pump
- (6) Manual reactor shutdown

The analyses of the primary and the secondary coastdowns were made to compare the analytical results with the preoperational test data of JOYO*2.

It was found out that the analytical flow coast down curves were good agreement with the experimental data.

The calculation of the other items (3) through (6) were performed to predict the behavior of the plant dynamic test of JOYO which would be scheduled to be performed in the next year.

*1 PNC SN952 77-04 Fast Reactor Plant Dynamics Code PLANT 76 User's Manual May 1977.

*2 The Japan Experimental Fast Reactor.

* Experimental Fast Reactor Division, Reactor Technology Section

目 次

1. 概 要	1
2. 解析項目	2
3. 解析条件	4
(1) プレナム体積	4
(2) プレナム長さ	4
(3) 配管部長さ及び断面積	5
(4) 炉心部	5
(5) 制御棒	7
(6) 中間熱交換器	7
(7) 空気冷却器	8
(8) 1次冷却系流動計算	9
(9) 2次冷却系流動計算	10
(10) 空気系流動計算	11
(11) 主冷却系熱電対位置	13
4. 解析結果	14
5. 結 論	15
付録A 機能試験結果	55
付録B 1次冷却系配管部	57
付録C 2次冷却系配管部	59
付録D 主冷却系温度制御系	61

図 一 覧

第4-1図	1次主冷却系コストダウン曲線	17
第4-2図	2次主冷却系コストダウン曲線	18
第4-3図	外部電源喪失-炉心部-	19
第4-4図	外部電源喪失-各部冷却材流量比-	20
第4-5図	外部電源喪失-Aループ中間熱交換器部-	21
第4-6図	外部電源喪失-Aループ空気冷却器部-	22
第4-7図	外部電源喪失-Bループ中間熱交換器部-	23
第4-8図	外部電源喪失-Bループ空気冷却器部-	24
第4-9図	外部電源喪失-炉容器部-	25
第4-10図	外部電源喪失-出力及び反応度-	26
第4-11図	1次主循環ポンプ-炉心部-	27
第4-12図	1次主循環ポンプトリップ-各部冷却材流量比-	28
第4-13図	1次主循環ポンプトリップ-Aループ中間熱交換器部-	29
第4-14図	1次主循環ポンプトリップ-Aループ空気冷却器部-	30
第4-15図	1次主循環ポンプトリップ-Bループ中間熱交換器部-	31
第4-16図	1次主循環ポンプトリップ-Bループ空気冷却器部-	32
第4-17図	1次主循環ポンプトリップ-炉容器部-	33
第4-18図	1次主循環ポンプトリップ-出力及び反応度-	34
第4-19図	2次主循環ポンプトリップ-炉心部-	35
第4-20図	2次主循環ポンプトリップ-各部冷却材流量比-	36
第4-21図	2次主循環ポンプトリップ-Aループ中間熱交換器部-	37
第4-22図	2次主循環ポンプトリップ-Aループ空気冷却器部-	38
第4-23図	2次主循環ポンプトリップ-Bループ中間熱交換器部-	39
第4-24図	2次主循環ポンプトリップ-Bループ空気冷却器部-	40
第4-25図	2次主循環ポンプトリップ-炉容器部-	41
第4-26図	2次主循環ポンプトリップ-Bループ中間熱交換器部-	42
第4-27図	手動スクラム-炉心部-	43
第4-28図	手動スクラム-各部冷却材流量比-	44
第4-29図	手動スクラム-Aループ中間熱交換器部-	45
第4-30図	手動スクラム-Aループ空気冷却器部-	46
第4-31図	手動スクラム-Bループ中間熱交換器部-	47
第4-32図	手動スクラム-Bループ空気冷却器部-	48

第4-33図	手動スクラム-Aループ1次系熱電対位置冷却材温度-	49
第4-34図	手動スクラム-Bループ1次系熱電対位置冷却材温度-	50
第4-35図	手動スクラム-Aループ2次系熱電対位置冷却材温度-	51
第4-36図	手動スクラム-Bループ2次系熱電対位置冷却材温度-	52
第4-37図	手動スクラム-炉容器部-	53
第4-38図	手動スクラム-出力及び反応度-	54
第A-1図	制御棒駆動距離-挿入反応度割合-	56
第B-1図	1次主冷却系配管ルート図	57
第C-1図	2次主冷却系配管ルート図	59
第D-1図	主冷却系温度制御系(Aループ)	61
第D-2図	インレットベーン及び入口ダンパの駆動レンジ	62
第D-3図	インレットベーン及び入口ダンパ性能曲線(主送風機)	63

表 一 覧

第4-1表	1次及び2次系コストダウン曲線時定数	14
第B-1表	1次主冷却系高温側配管	58
第B-2表	1次主冷却系低温側配管	58
第C-1表	2次主冷却系高温側配管	60
第C-2表	2次主冷却系高温側配管	60

1. 概要

高速炉プラント動特性解析コード PLANT 76 の試計算として、まず、1次主冷却系流量コストダウン及び2次主冷却系流量コストダウンを対象とし計算を実施した。その結果、1次主冷却系に於いては、流量コストダウン曲線に関し、解析結果は試験結果と比較し、若干低めではあるが良く一致している。この差は、圧損係数の誤差によると考えられる。なお、低流量領域に於いてはポンプモータ運転となる為、低流量領域では厳密な意味では比較されていない。2次主冷却系に関しては、100%～20%の流量領域では、コストダウン曲線は解析及び試験結果間で極めて良く合致しているが、20%以下の領域では差異が生じている。これは、低流量領域では圧損係数が増加する為と考えられる。

次いで、性能試験時の異常時過渡応答試験予備解析も兼ねて50 MW出力時、外部電源喪失、1次主循環ポンプトリップ、2次主循環ポンプトリップ及び手動スクラムの過渡解析を実施した。これらの計算の実施に当っては、繰り返し技術課プラント Gr との間で検討が行なわれ、度々再計算が実施された。本報告書記載の計算は最終結果であり、妥当な解析結果と見なされる。今後更に、性能試験により解析結果の再確認を行なう予定である。

2. 解析項目

各解析項目の内容は、以下に示す通りである。

(1) 1次主冷却系流量コストダウン

「常陽」総合機能試験の一環として実施された、1次主循環ポンプトリップ時の測定流量変化と計算結果との比較を目的とし、計算時に於いては、試験条件と合わせる為、自然循環計算はバイパスしてあり、プラント出力は零である。

(2) 2次主冷却系流量コストダウン

「常陽」総合機能試験の一環として実施された、2次主循環ポンプトリップ時の測定流量変化と計算結果との比較を目的とし、計算時に於いては、試験条件と合わせる為、自然循環計算はバイパスしてあり、プラント出力は零である。

(3) 外部電源喪失

外部電源喪失後の各遅れ時間は以下に示す通りであり、各値は総合機能試験等より得られたものである。(付録A参照)

事故経過	遅れ時間	
Aループ1次主循環ポンプトリップ	0.0 sec	
Bループ1次主循環ポンプトリップ	0.0 sec	
Aループ2次主循環ポンプトリップ	0.0 sec	
Bループ2次主循環ポンプトリップ	0.0 sec	
スクラムによる反応度挿入開始	1.13 sec	
内訳	瞬停対策	1.0 sec
	電源喪失信号→安全棒励磁断	0.015 sec
	安全棒励磁断→デラッチ完了	0.115 sec
送風機ブレーキ作動	0.0 sec	
送風機自由コストダウンへの移行	7.0 sec	
	(送風機回転数30%)	

なお、1次系ポンプモータ引継回転数は110rpmとし、送風機ブレーキ作動時の送風機回転数降下割合は10%/secである。

(4) 1次主循環ポンプトリップ

1次主循環ポンプトリップ後の各遅れ時間は、以下に示す通りであり、各値は総合機能試験等より得られたものである。(付録A参照)

事故経過	遅れ時間
A ループ1次主循環ポンプトリップ	0.0 sec
B ループ1次主循環ポンプトリップ	0.14 sec
空気冷却器出口Na温度設定点変更 (357℃→370℃)	0.16 sec
内 { A ループ1次主循環ポンプトリップ→安全棒励磁断	0.11 sec
訳 { 安全棒励磁断→空気冷却器出口Na温度設定点変更	0.05 sec
スクラムによる反応度挿入開始	0.225 sec
内 { A ループ1次主循環ポンプトリップ→安全棒励磁断	0.11 sec
訳 { 安全棒励磁断→デラッチ完了	0.115 sec

なお、1次系ポンプモータ引継回転数は110 rpmである。

(5) 2次主循環ポンプトリップ

2次主循環ポンプトリップ後の各遅れ時間は、以下に示す通りであり、各値は総合機能試験等より得られたものである。(付録A参照)

事故経過	遅れ時間
A ループ2次主循環ポンプトリップ	0.0 sec
空気冷却器出口Na温度設定点変更 (357℃→370℃)	0.05 sec
調整棒一斉挿入開始	0.07 sec
調整棒一斉挿入終了	334.01 sec
A ループ送風機ブレーキ作動	0.2 sec
A ループ送風機自由コストダウンへの移行 (送風機回転数30%)	~7.0 sec

なお、送風機ブレーキ作動時の送風機回転数低下割合は、10%/secである。

(6) 手動スクラム

安全棒励磁断後のAループ、Bループ空気冷却器出口Na温度設定点の357℃から370℃への変更遅れ時間は0.0 secである。(安全棒励磁断から実際に反応度が挿入されるまでに時間遅れが見込まれる。)

3. 解析条件

主要共通入力データは以下に示す通りである。

(1) プレナム体積

各部プレナム部の体積を下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値	参 考
原子炉上部	(1) VOL 1		24.76	・高速実験炉設計 及び工事の方法 の認可申請書
中間熱交換器1次側入口部	(2) VOL 2		2.09	
中間熱交換器1次側出口部	(3) VOL 3		0.945	
1次主循環ポンプ部	(4) VOL 4			
中間熱交換器2次側出口部	(5) VOL 5		1.21	
空気冷却器Na側入口部	(6) VOL 6	m ³	0.4972	
空気冷却器Na側出口部	(7) VOL 7		0.5197	
2次主循環ポンプ部	(8) VOL 8			
中間熱交換器2次側入口部	(9) VOL 9		1.01	
空気冷却器空気側出口部	(10) VOL 10		51.21	
原子炉入口部	(11) VOL 11		9.433	

(2) プレナム長さ

各プレナム部長さを下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値	参 考
原子炉上部	DLPLNM(1)		2.29	・高速実験炉設計及び工事の方法 の認可申請書
中間熱交換器1次側入口部	DLPLNM(2)		0.19	
中間熱交換器1次側出口部	DLPLNM(3)		0.9689	
1次主循環ポンプ部	DLPLNM(4)		0.587	
中間熱交換器2次側出口部	DLPLNM(5)		0.6042	
空気冷却器Na側入口部	DLPLNM(6)	m	0.15925	
空気冷却器Na側出口部	DLPLNM(7)		0.15925	
2次主循環ポンプ部	DLPLNM(8)		0.7	
中間熱交換器2次側入口部	DLPLNM(9)		4.8042	
空気冷却器空気出口部	DLPLNM(10)		19.552	
原子炉入口部	DLPLNM(11)		1.549	・付録B (1次主冷却系配管部)

(3) 配管部長さ及び断面積

各部配管部長さ及び断面積を下表に示す。

項 目		記 号	単 位	数 値	参 考	
配管部長さ	一次系	炉容器出口-中間熱交換器入口 (1)	DLENG 1	m	30.697	・付録B(1次主冷却系配管部) ・付録C(2次主冷却系配管部)
		中間熱交換器出口-1次主循環ポンプ入口(2)	DLENG 2		22.399	
		1次主循環ポンプ出口-炉容器入口 (3)	DLENG 3		31.279	
	二次系	中間熱交換器出口-空気冷却器入口 (4)	DLENG 4		136.028	
		空気冷却器出口-2次主循環ポンプ入口 (5)	DLENG 5		47.293	
		2次主循環ポンプ出口-中間熱交換器入口(6)	DLENG 6		100.557	
配管部断面積	一次系	炉容器出口-中間熱交換器入口 (1)	FAREA(1)	m ²	0.1878	・付録C(2次主冷却系配管部)
		中間熱交換器出口-1次主循環ポンプ入口(2)	FAREA(2)		0.1530	
		1次主循環ポンプ出口-炉容器入口 (3)	FAREA(3)		0.0733	
	二次系	中間熱交換器出口-空気冷却器入口 (4)	FAREA(4)		0.0697	
		空気冷却器出口-2次主循環ポンプ入口 (5)	FAREA(5)		0.0697	
		2次主循環ポンプ出口-中間熱交換器入口(6)	FAREA(6)		0.0697	
	空気系	出口ダクト部	ADUCT		9.0	高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書

(4) 炉心部

i) 反応度係数

各種反応度係数を下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値
燃料軸方向膨脹係数	ALPHA(1)	Δk/k・℃	-3.3×10 ⁻⁶
被覆材膨脹係数	ALPHA(2)		-5.215×10 ⁻⁷
冷却材膨脹係数	ALPHA(3)		-9.1×10 ⁻⁶
構造材膨脹係数	ALPHA(4)		-3.766×10 ⁻⁷
ドップラー係数	ALPHD		-1.9×10 ⁻³

ii) 遅発中性子存在比及び崩壊定数

遅発中性子存在比及び崩壊定数を下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値
第1群遅発中性子存在比	β ₁	BETA (1)	1.617×10 ⁻⁴
第2群 "	β ₂	BETA (2)	1.030×10 ⁻³
第3群 "	β ₃	BETA (3)	9.311×10 ⁻⁴
第4群 "	β ₄	BETA (4)	1.949×10 ⁻³
第5群 "	β ₅	BETA (5)	7.393×10 ⁻⁴
第6群 "	β ₆	BETA (6)	1.967×10 ⁻⁴
全遅発中性子存在比		BETA (7)	5.007×10 ⁻³
第1群遅発中性子崩壊定数	λ ₁	LAMDA (1)	0.0128
第2群 "	λ ₂	LAMDA (2)	0.0316
第3群 "	λ ₃	LAMDA (3)	0.125
第4群 "	λ ₄	LAMDA (4)	0.326
第5群 "	λ ₅	LAMDA (5)	1.385
第6群 "	λ ₆	LAMDA (6)	3.84

iii) 即発中性子寿命

即発中性子寿命を以下に示す。

項目	記号	単位	数値
即発中性子寿命	EL	sec	2.804×10^{-7}

iv) 原子炉出力

炉心部発熱割合及び原子炉出力を下表に示す。

項目	記号	単位	数値
炉心部発熱割合	PRC		0.91 (45.5 MW)
原子炉初期出力	PP	MW	500

v) 燃料集合体及び燃料要素

燃料集合体及び燃料要素に関する各種データは下表に示す通りである。

項目	記号	単位	数値	参考	
燃料集合体本数	N1P		67		
集合体当りの燃料要素数	N2P	(本)	91		
燃料要素	燃料ペレット比熱	PCF	kcal/kg·°C	7.519×10^{-2}	SJ201 74-29 「常陽」安全性確認 のための炉心解析(II) 報告書 1974年2月 東芝
	燃料ペレット半径	PRF	m	0.0027	
	炉心部高さ	PH	m	0.6	
	燃料ペレット密度	PRAF	kg/m ³	10332.0	
	燃料ペレット熱伝導度	PSKF	kcal/m·sec·°C	6.2111×10^{-4}	
	ギャップコンダクタンス	PSHG	kcal/m·sec·°C	1.3564	
	被覆材熱伝導度	PSKC	kcal/m·sec·°C	4.7324×10^{-3}	
	被覆材内半径	PSRC1	m	0.0028	
	被覆材外半径	PSRC2	m	0.00315	
	被覆材比熱	PCM	kcal/kg·°C	0.132	
被覆材密度	PRAM	kg/m ³	7.797×10^3		

vi) 冷却材及び構造材

炉心部の冷却材及び構造材に関する各種データを下表に示す。

項目	記号	単位	数値	参考
等価直径	PDEI	m	5.138×10^{-3}	
冷却材比熱	PCC	kcal/kg·°C	0.305	(402.5°C) ANL-7323
冷却材密度	PRAC	kg/m ³	855.54	(402.5°C) Thermophysical Properties of Sodium
冷却材熱伝導度	PSKC	kcal/m·sec·°C	1.707×10^{-2}	(402.5°C)
冷却材等価外径	PSRC	m	6.026×10^{-3}	
構造材熱伝導度(ラッパー管)	PSKS	kcal/m·sec·°C	4.716×10^{-3}	(402.5°C)
構造材等価外径(ラッパー管)	PSRS	m	6.585×10^{-3}	
構造材比熱(ラッパー管)	PCS	kcal/kg·°C	0.131	(402.5°C)
構造材密度(ラッパー管)	PRAS	kg/m ³	7.802×10^3	(402.5°C)

vii) 炉心部流量割合及び炉心部冷却材入口温度（初期）

炉心部流量割合及び初期入口冷却材温度を以下に示す。

	記号	単位	数値	参考
炉心部流量割合	RWC		0.7198	ZJ 201 75-31(2)
炉心部冷却材入口温度	TRI	℃	370.0	「常陽」第2期原子 炉出力安全解析(II) 1975年2月 東芝

(5) 制御棒

反応度制御系に関する各種データを下表に示す。

項目	記号	単位	数値	参考
安全棒価値（4本）	D 40	$\Delta k/k$	7.3656×10^{-2}	注1参照
安全棒長さ	D 41	cm	60	
安全棒挿入加速度	D 43	cm/sec^2	377.2	注2参照
調整棒（2本）一斉挿入時反応度挿入速度	SLSCR	$\Delta k/k/sec$	1.138×10^{-4}	注3参照

注1： $1.98 \times 10^{-2} \times 4 \times 0.93 = 7.3656 \times 10^{-2}$ ($\Delta k/k$)

ここで、安全棒1本当りの反応度価値 1.98×10^{-2} ($\Delta k/k$)

スクラム検出コイルON時点での反応度挿入割合 93%

注2： $0.678 - 0.114 = 0.564$ (sec)

$$\frac{2 \times 60}{0.564^2} = 377.2 \text{ (cm/sec}^2\text{)}$$

ここで、励磁断よりスクラム検出コイルONまでの所要時間 0.678 (sec)

励磁断よりデラッチ完了までの所要時間 0.114 (sec)

注3： $1.90 \times 10^{-2} \times 2 / 334 = 1.138 \times 10^{-4}$ $\Delta k/k/sec$

ここで、調整棒1本当りの反応度価値 1.90×10^{-2} ($\Delta k/k$)

調整棒の一斉挿入開始より終了までの所要時間 334 (sec)

(6) 中間熱交換器

中間熱交換器に於ける伝熱関係の各種データを下表に示す。

項目	記号	単位	数値	参考
Na熱伝導度	RAM	$kcal/m \cdot hr \cdot ^\circ C$	61.737	(395.6℃)
1次側Na比熱	CH	$kcal/kg \cdot ^\circ C$	0.3053	(402.5℃)
2次側Na比熱	CC	$kcal/kg \cdot ^\circ C$	0.3060	(388.7℃) • ANL 7323
金属壁比熱	CM	$kcal/kg \cdot ^\circ C$	0.1365	(395.6℃) Thermophysical
1次側Na密度	GH	kg/m^3	855.5	(402.5℃) Properties of
2次側Na密度	GC	kg/m^3	858.8	(388.7℃) Sodium
金属壁密度	GM	kg/m^3	7565.0	(395.6℃)
伝熱部有効長	GLH	m	2.5	
1次側実効体積	VH	m^3	2.2335	
伝熱管本数	NP		2835	
伝熱管内径	D1	m	1.35×10^{-2}	
伝熱管外径	D2	m	1.57×10^{-2}	
金属壁熱伝導率	AKM	$kcal/m \cdot hr \cdot ^\circ C$	17.1	• 高速実験炉設計及び工事の方法 の認可申請書

(7) 主冷却器

主冷却器に於ける伝熱関係の各種データを下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値	参 考
伝熱管本数	NP		160	・高速実験炉設計及び 工事の方法の認可申 請書
空気入口温度	TAIN	℃	15.0	
伝熱管外径	TO	m	0.0427	
伝熱管肉厚	TW	m	0.002	
伝熱管実効長	TL	m	9.6	
Na 熱伝導率	RAM	kcal/m·hr·℃	62.023	(388.8℃)・ANL 7323 Thermop- hysical Properties of Sodium
Na 比熱	CNA	kcal/kg·℃	0.3060	
Na 密度	GNA	kg/m ³	858.8	
空気比熱	CAI	kcal/kg·℃	0.2426	
空気密度	GAI	kg/m ³	0.848	
フィン表面積 (主冷却器2基当り)	AF	m ²	2312.0	・ZN941 76-04 高速実験炉「常陽」総 合機能試験報告書、二 次主冷却系空気冷却設 備に関する試験 1975年12月
フィンのない部分の表面積(主冷却器2基当り)	AO	m ²	138.0	
裸管外表面積 (主冷却器2基当り)	A	m ²	206.04	
フィン効率	TAU	m ²	0.66	
金属壁の熱伝導率	AKM	kcal/m·hr·℃	31.994	
金属壁の比熱	CM	kcal/kg·℃	0.1292	
金属壁の密度	GM	kg/m ³	7754.0	
金属壁の厚さ	WALM	m	0.002	
伝熱管ピッチ	YY	m	0.086	
伝熱管外径	DDD	m	0.0427	
伝熱管有効段数	DNN		2.0	・高速実験炉設計及び 工事の方法の認可申 請書
伝熱管有効長さ	DLL	m	9.6	
フィン高さ	DHH	m	0.019	
フィンピッチ	AAA	m	0.00508	
フィン厚さ	TTT	m	0.0016	
空気熱伝導率	RAMDA	kcal/m·hr·℃	0.02875	(125℃)
空気動粘性係数	AMUU	m ³ /sec	2.6775×10 ⁻⁵	(125℃) 伝熱工学資料

(8) 1次主冷却系流動計算

i) 1次主循環ポンプ及びボニーモータ

1次主循環ポンプ及びボニーモータ特性を下表に示す。

項 目		記 号	単 位	数 値
主 循 環 ポ ン プ	慣性モーメント GD ²	GD1	kg・m ²	700.0
	効率	EPS1		0.7
	設計回転数	RPMID	rpm	930.0
	揚程-流量関係定数	H1	mNa	97.3
	揚程-流量関係定数	H2	mNa	-18.0
	揚程-流量関係定数	H3	mNa	-6.24
ボ ニ ー モ ー タ	設計回転数	RPMIPD	rpm	110.0
	揚程-流量関係定数	H1P	mNa	97.14
	揚程-流量関係定数	H2P	mNa	12.73
	揚程-流量関係定数	H3P	mNa	-32.67

注：揚程-流量関係は以下の式で表わされる。

$$H(W, N) = H_1 \left(\frac{N}{N_D} \right)^2 + H_2 \left(\frac{N}{N_D} \right) \left(\frac{W}{W_D} \right) + H_3 \left(\frac{W}{W_D} \right)^2$$

ここで、H : 揚程
 N_D : 設計回転数
 N : 回転数
 W_D : 設計流量
 W : 流量
 H₁, H₂, H₃ : 定数

ii) 圧力損失

1次主冷却系各部の圧力損失データを下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値
炉心部圧力損失	HCD	mNa	24.67
炉容器出口-中間熱交換器入口配管部圧力損失	HPLD(1)	mNa	0.334
中間熱交換器出口-1次主循環ポンプ入口配管部圧力損失	HPLD(2)	mNa	1.037
1次主循環ポンプ出口-炉容器入口配管部圧力損失	HPLD(3)	mNa	5.8
中間熱交換器1次側圧力損失	HIHXD1	mNa	0.59
炉心部圧力損失算出式に於ける流量のべき乗	AK(1)		1.892
中間熱交換器1次側圧力損失算出式に於ける流量のべき乗	AK(2)		2.0
配管部圧力損失算出式に於ける流量のべき乗	AK(4)		2.0

注：圧力損失は定格流量時の値である。

各流量に対する圧力損失は以下の式で表わされる。

$$H(W) = H_D \left(\frac{W}{W_D} \right)^k$$

ここで、H : 圧力損失
 H_D : 定格流量時圧力損失
 W : 流量
 W_D : 定格流量
 k : 係数

iii) 流路勾配

プレナム部及び分割した配管部の各セクションの流路勾配は、高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書及び付録Bに示した1次主冷却系配管ルート図(第B-1図)より算出した値を用いている。(自然循環流計算の為)

(9) 2次主冷却系流動計算

i) 2次主循環ポンプ

2次主循環ポンプ特性を下表に示す。

項目	記号	単位	数値
慣性モーメント $\overline{GD^2}$	GD2	kg-m ²	54.0
効率	EPS 2		
設計回転数	RPM 2D	rpm	975.0
揚程-流量関係定数	H 21	mNa	27.997
揚程-流量関係定数	H 22	mNa	26.8059
揚程-流量関係定数	H 23	mNa	-19.5586

注：揚程-流量関係は以下の式で表わされる。

$$H(W, N) = H_{21} \left(\frac{N}{N_D} \right)^2 + H_{22} \left(\frac{N}{N_D} \right) \left(\frac{W}{W_D} \right) + H_{23} \left(\frac{W}{W_D} \right)^2$$

ここで、H : 揚程
 N_D : 設計回転数
 N : 回転数
 W_D : 設計流量
 W : 流量
 H₂₁, H₂₂, H₂₃ : 定数

ii) 圧力損失

2次主冷却系各部の圧力損失データを下表に示す。

項目	記号	単位	数値
中間熱交換器 2次側圧力損失	HIHXD 2		2.1891
中間熱交換器出口-空気冷却器入口配管部圧力損失	HPLD (4)		2.3172
空気冷却器出口-2次主循環ポンプ入口配管部圧力損失	HPLD (5)	mNa	16.0616
2次主循環ポンプ出口-中間熱交換器入口配管部圧力損失	HPLD (6)		4.9936
空気冷却器Na側圧力損失	HAHXD 1		9.3045
中間熱交換器 2次側圧力損失算出式に於ける流量のべき乗	AK (5)		2.0
空気冷却器Na側圧力損失算出式に於ける流量のべき乗	AK (6)		2.0
配管部圧力損失算出式に於ける流量のべき乗	AK (8)		2.0

注：圧力損失は定格流量時の値である。

各流量に対する圧力損失は以下の式で表わされる。

$$H(W) = H_D \left(\frac{W}{W_D} \right)^k$$

ここで、H : 圧力損失
 H_D : 定格流量時圧力損失
 W : 流量
 W_D : 定格流量
 k : 係数

III) 流路勾配

プレナム部及び分割した配管部の各セクションの流路勾配は、高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書及び付録Cに示した2次主冷却系配管ルート図(第C-1図)より算出した値を用いている。(自然循環流量計算の為)

(10) 空気系流動計算

I) 主送風機

主送風機の特性を下表に示す。

項 目	記号	単 位	数 値	参 考
慣性モーメント \overline{GD}^2	GDA	kg-m ²	7000.0	・ZN941 76-04 高速実験炉 「常陽」総合機能試験報告書 二次主冷却系空気冷却設備に 関する試験(1975年12月)
効率	EPSA		0.7	
設計回転数 (N _D)	RPMAD	rpm	585.0	
設計空気流量 (Q _D)	QD	m ³ /sec	123.0	
揚程-流量関係定数 (P _{mx})	PMX	mm Aq	287.1	
揚程-流量関係定数 (P ₁)	PI	mm Aq	386.7	
揚程-流量関係定数 (Q _P)	QP	m ³ /sec	46.33	
揚程-流量関係定数 (α ₀)	ALPH0		103.3	
揚程-流量関係定数 (α ₁)	ALPH1		-2396.4	
揚程-流量関係定数 (α ₂)	ALPH2		1.044	
揚程-流量関係定数 (φ ₁)	PHI 1		1.039	
揚程-流量関係定数 (φ ₃)	PHI 3		0.7371	

注：揚程-流量関係は以下の式で表わされる。

$$H = (P_{mx} + \alpha_0 \varphi_V) \left(\frac{N}{N_D} \right)^2 - \left[P_1 - \alpha_1 (\varphi_V - \varphi_1)^2 \right] \left[\frac{Q}{Q_D} - \left[\frac{Q_P}{Q_D} - \alpha_2 (\varphi_V - \varphi_3)^2 \right] \frac{N}{N_D} \right]^2$$

ここで、H : 揚程 (mmAq)

N : 回転数 (rpm)

Q : 空気流量 (m³/sec)

φ_V : インレットベーン開度

ii) 圧力損失

空気系の各部圧力損失データを下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値
入口ダクト部圧力損失	H1DA	mmAq	
入口ダンパ部圧力損失	H2DA	mmAq	703.57
冷却器部圧力損失	H3DA	mmAq	65.925
出口ダクト部圧力損失	H4DA	mmAq	12.19
入口ダンパ部圧力損失算出式に於ける係数	BETA		-7.601

注：圧力損失は設計空気風量時の値である。

各風量に対する圧力損失は以下の式で表わされる。

$$H(Q) = H_1 \left(\frac{Q}{Q_D}\right)^2 + H_2 e^{\beta} \left(\frac{Q}{Q_D}\right)^2 + H_3 \left(\frac{Q}{Q_D}\right)^2 + H_4 \left(\frac{Q}{Q_D}\right)^2$$

ここで、H : 圧力損失

Q : 空気風量

Q_D : 設計空気風量

H₁, H₂, H₃, H₄ : 設計空気風量時の圧力損失

β : 係数

iii) 空気風量制御系

空気風量制御系の各種データを下表に示す。

項 目	記 号	単 位	数 値	参 考
空気冷却器出口Na 温度制御定数 (比例ゲイン)	CKN		2.0	・ZN941 76-04
空気冷却器出口Na 温度制御定数 (積分時間)	TAUN	sec	80.0	高速実験炉「常陽」 総合機能試験報告 書、二次主冷却系 空気冷却設備に関 する試験
空気冷却器空気出口温度制御定数 (比例ゲイン)	CKA		0.5	
空気冷却器空気出口温度制御定数 (積分時間)	TAUA	sec	40.0	
Na 温度検出熱電対遅れ時間	TAUDN	sec	10.0	
空気温度検出熱電対遅れ時間	TAUDA	sec	20.0	1975年12月
インレットベーン開閉速度	RAMV	1/sec	0.143	・付録D (主冷却系 温度制御系)
入口ダンパ開閉速度	RAMD	1/sec	0.0278	
Na 温度検出器取付位置 (空気冷却器Na 側出口 配管部のセクション番号)	NDETECT		2	

iv) 流路勾配

分割した出口ダクト部各セクションの流路勾配は、高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書より1.0とする。(空気は垂直方向に上昇する。)

(1) 主冷却系熱電対位置

1次主冷却系、2次主冷却系及び空気系の熱電対位置を下表に示す。

	熱電対	位置	参考
一次主冷却系	原子炉出口部	・第B-1図(付録B)に於いて、原子炉出口ノズル部 ㉔点より中間熱交換器の方向に18m	高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書
	原子炉入口部	・第B-1図(付録B)に於いて、原子炉入口ノズル部 ㉕点より1次主循環ポンプの方向に28m	
二次主冷却系	中間熱交換器入口部	・Aループ……第C-1図(付録C)に於いて、㉗点より㉘点の方向に2.975m ・Bループ……第C-1図(付録C)に於いて、㉗点より㉘点の方向に2.275m	高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書
	中間熱交換器出口部	・Aループ……第C-1図(付録C)に於いて、出口ノズル配管合流部より㉙点の方向に1m ・Bループ……第C-1図(付録C)に於いて、㉚点より㉛点の方向に2.2m	
	主冷却器入口部	・第C-1図(付録C)に於いて、㉜点より㉝点方向に0.875m	
	主冷却器出口部	・第C-1図(付録C)に於いて、㉞点より㉟点方向に1m ・第C-1図(付録C)に於いて、㊱点より㊲点方向に1m	
空気系	主冷却器入口部 主冷却器出口部	・主冷却器出口部より垂直方向に上方3.6424m	高速実験炉設計及び工事の方法の認可申請書

4. 解析結果

解析結果は以下に示す通りである。

(1) 1次及び2次主冷却系流量コストダウン

1次及び2次主循環ポンプトリップ時の流量コストダウン曲線に関する計算結果と試験結果を第4-1図及び第4-2図に示す。第4-1表に計算及び試験により得られた流量コストダウン時定数を示す。

(2) 外部電源喪失

第4-3図～第4-10図に解析結果を示す。

(3) 1次主循環ポンプトリップ

第4-11図～第4-18図に解析結果を示す。

(4) 2次主循環ポンプトリップ

第4-19図～第4-26図に解析結果を示す。

(5) 手動スクラム

第4-27図～第4-38図に解析結果を示す。

第4-1表 1次及び2次系コストダウン曲線時定数

時定数	1次主冷却系			2次主冷却系		
	解析結果	試験結果		解析結果	試験結果	
		Aループ	Bループ		Aループ	Bループ
	11.79 sec	15.0sec	15.9sec	8.66sec	8.20sec	8.25sec

5. 結 論

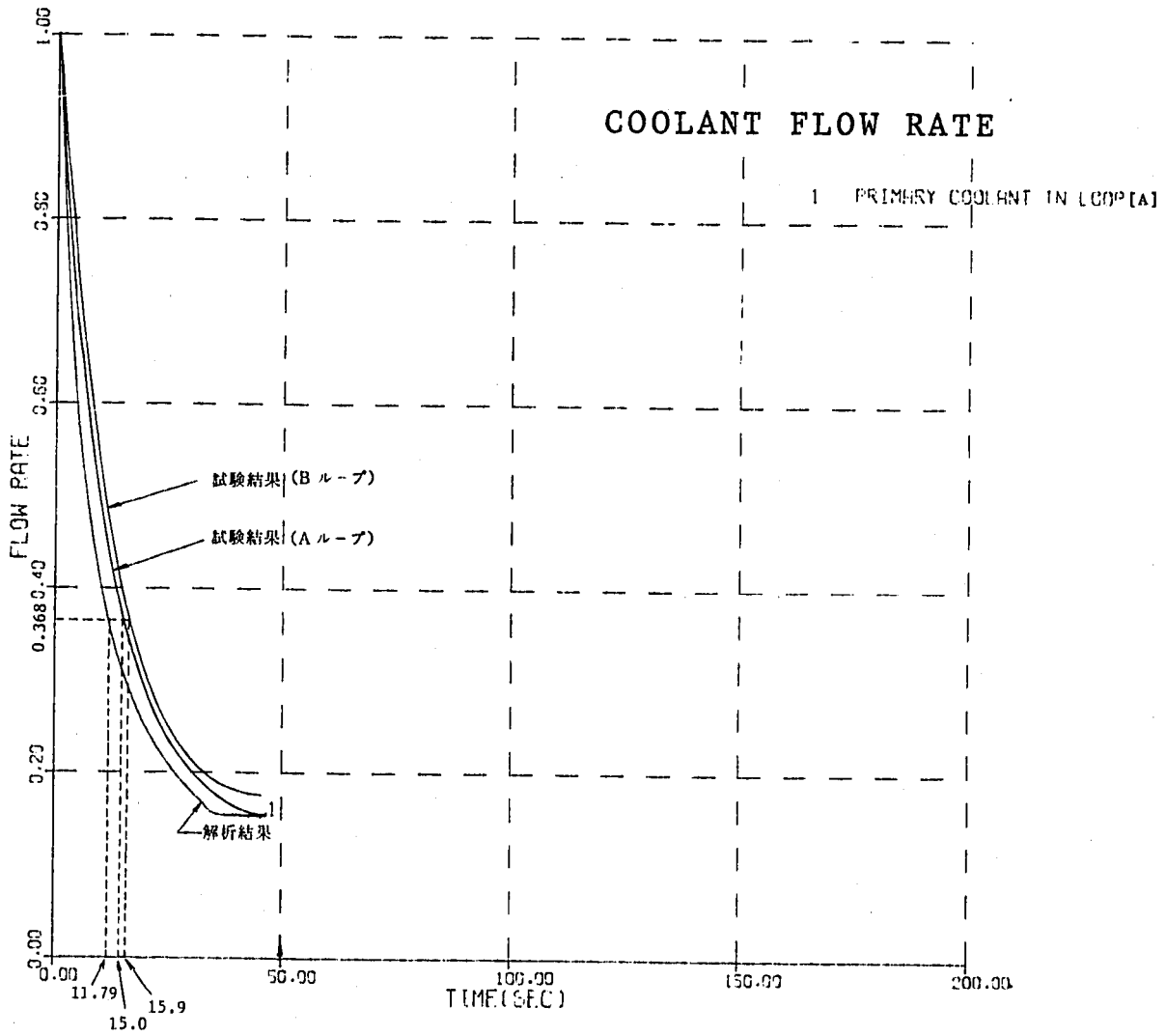
今回の試計算は、性能試験予備解析（性能試験時の現象解析）としての性格を有している。従って、安全解析とは異なり入力データは最確値を用いている。

試計算項目中の1次及び2次系の流量コストダウンと総合機能試験から得られた試験結果との比較より、本コードは流動計算に関し充分その信頼性を有していると見なされる。

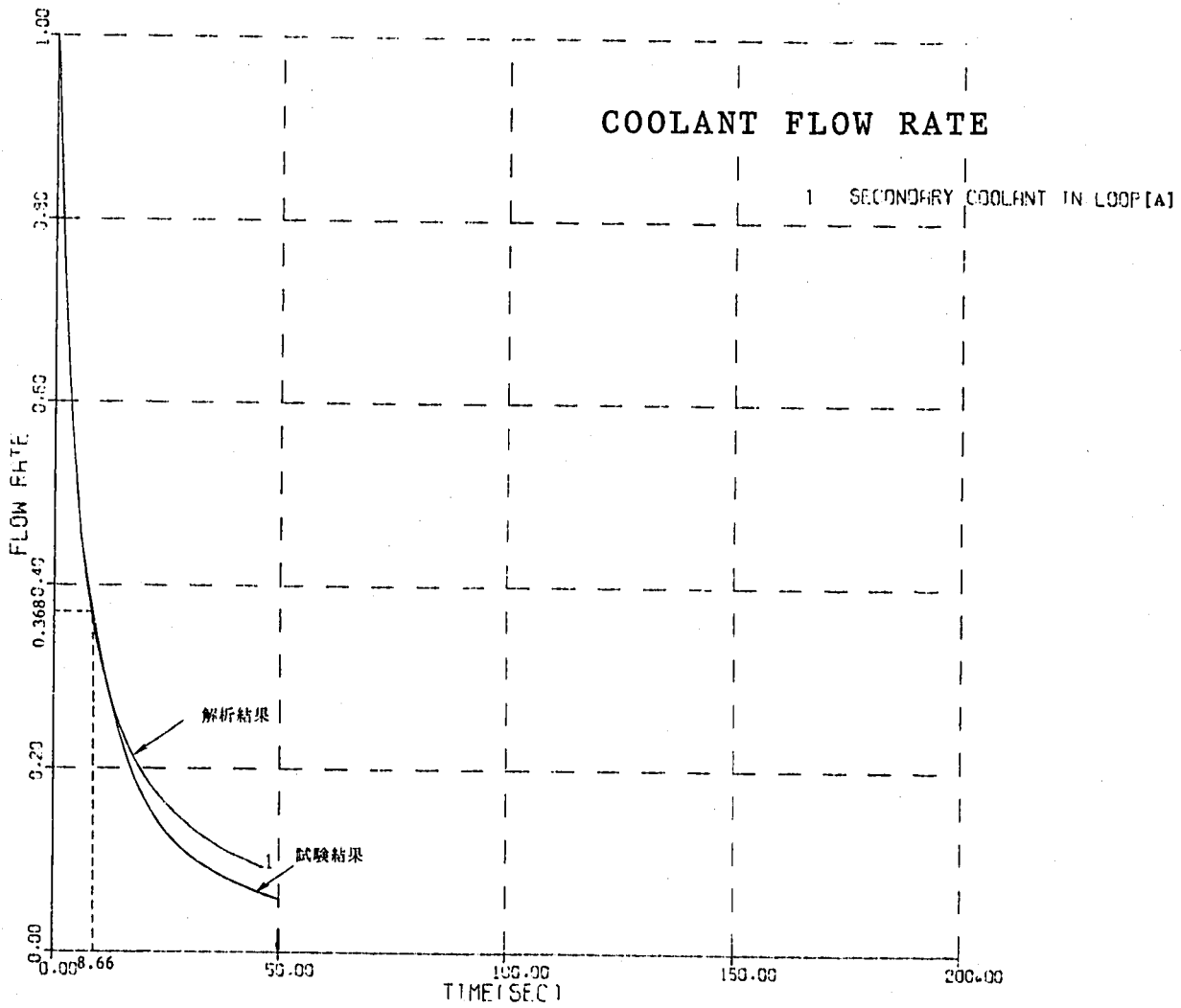
今後、本コードは、「常陽」動特性解析に於いて、その有用性を発揮することが期待される。

謝 辞

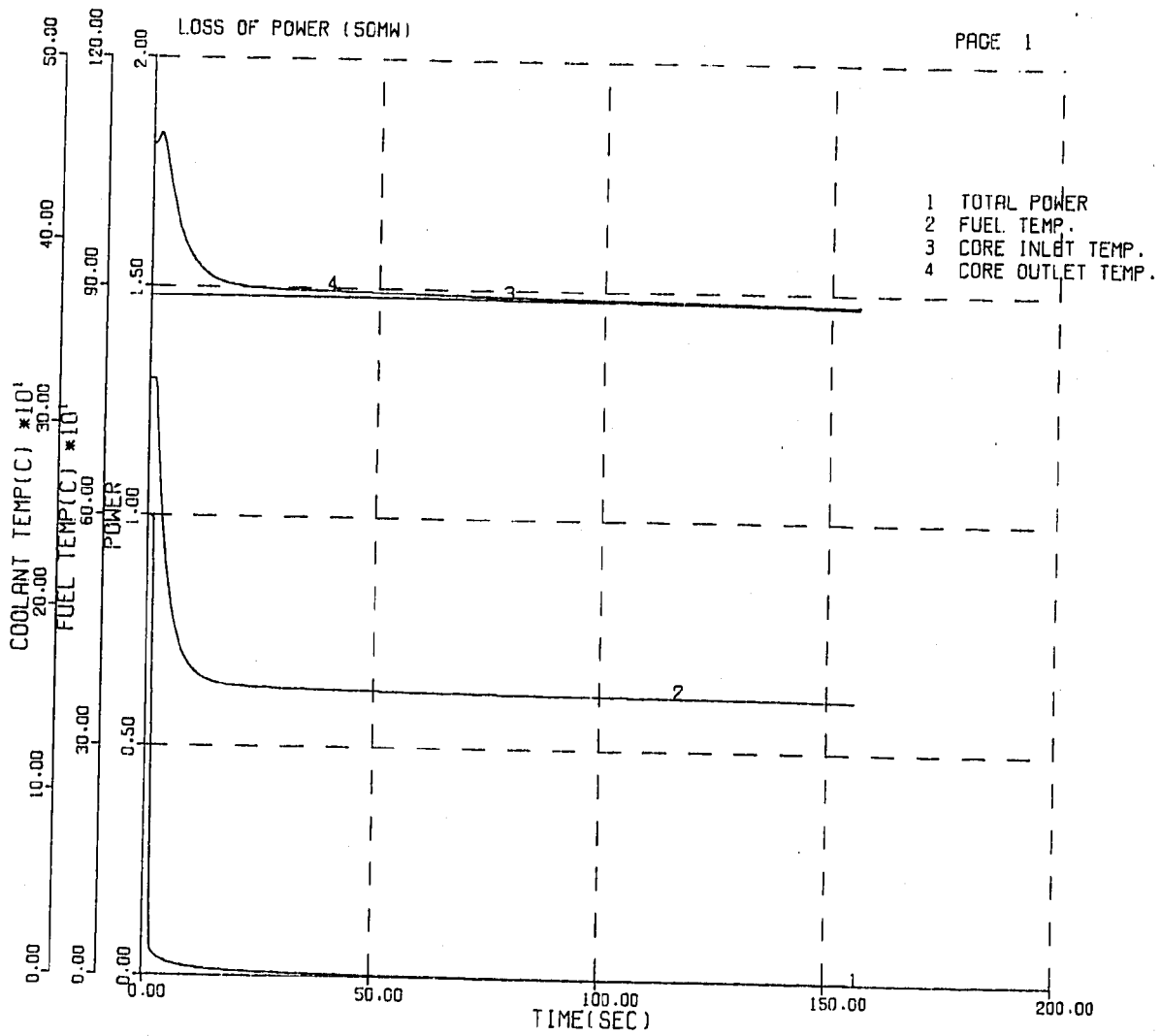
本作業の遂行にあたり、技術課プラント Gr 広瀬正史、妹尾 誠、遠藤雅行、古平 清の各氏には、計算条件及び計算結果についての細部にわたる討論、及びコメントをいただき感謝いたします。また、計算の実施に当っては、今西 肇氏（CRC）に御協力いただき深く感謝いたします。



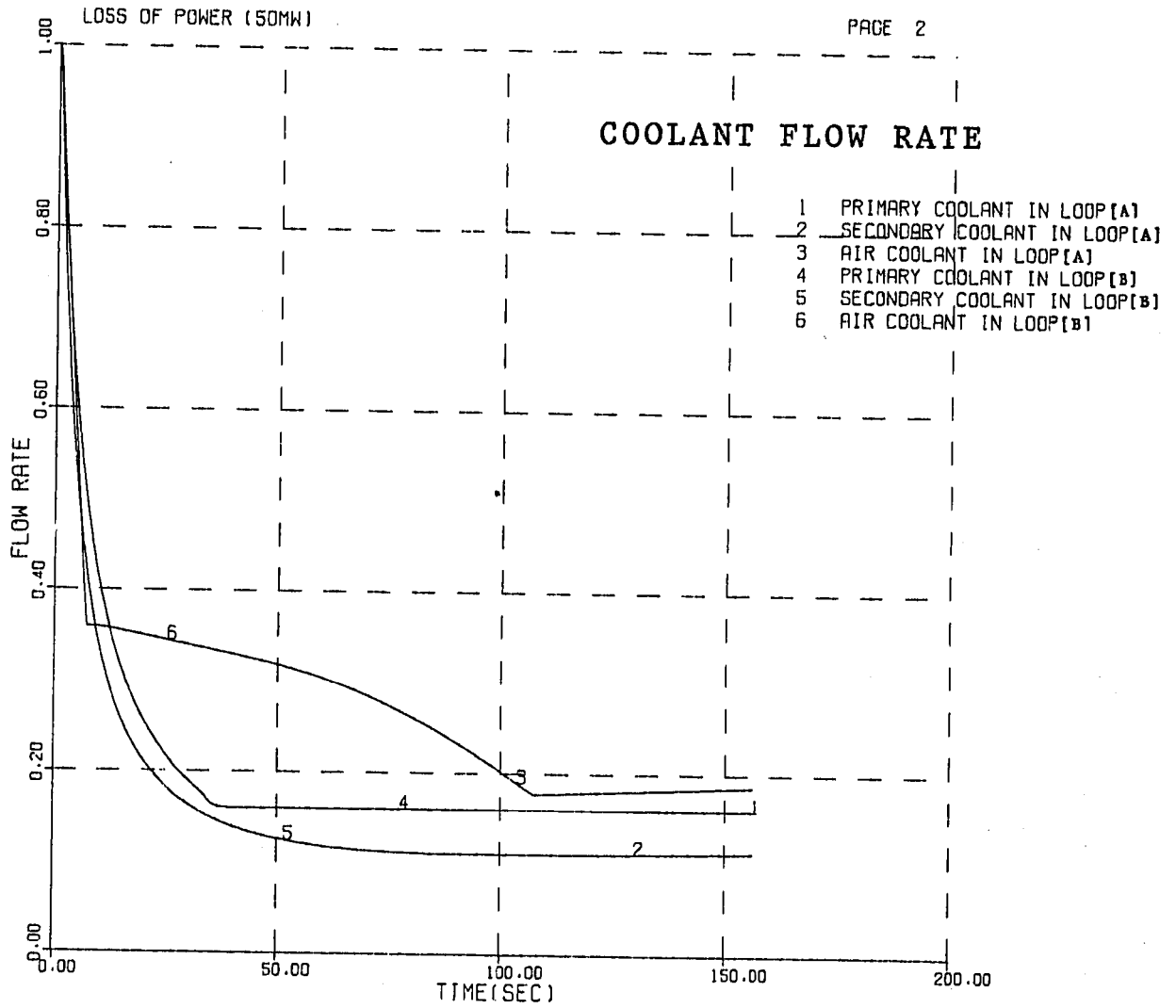
第4-1図 1次主冷却系コストダウン曲線



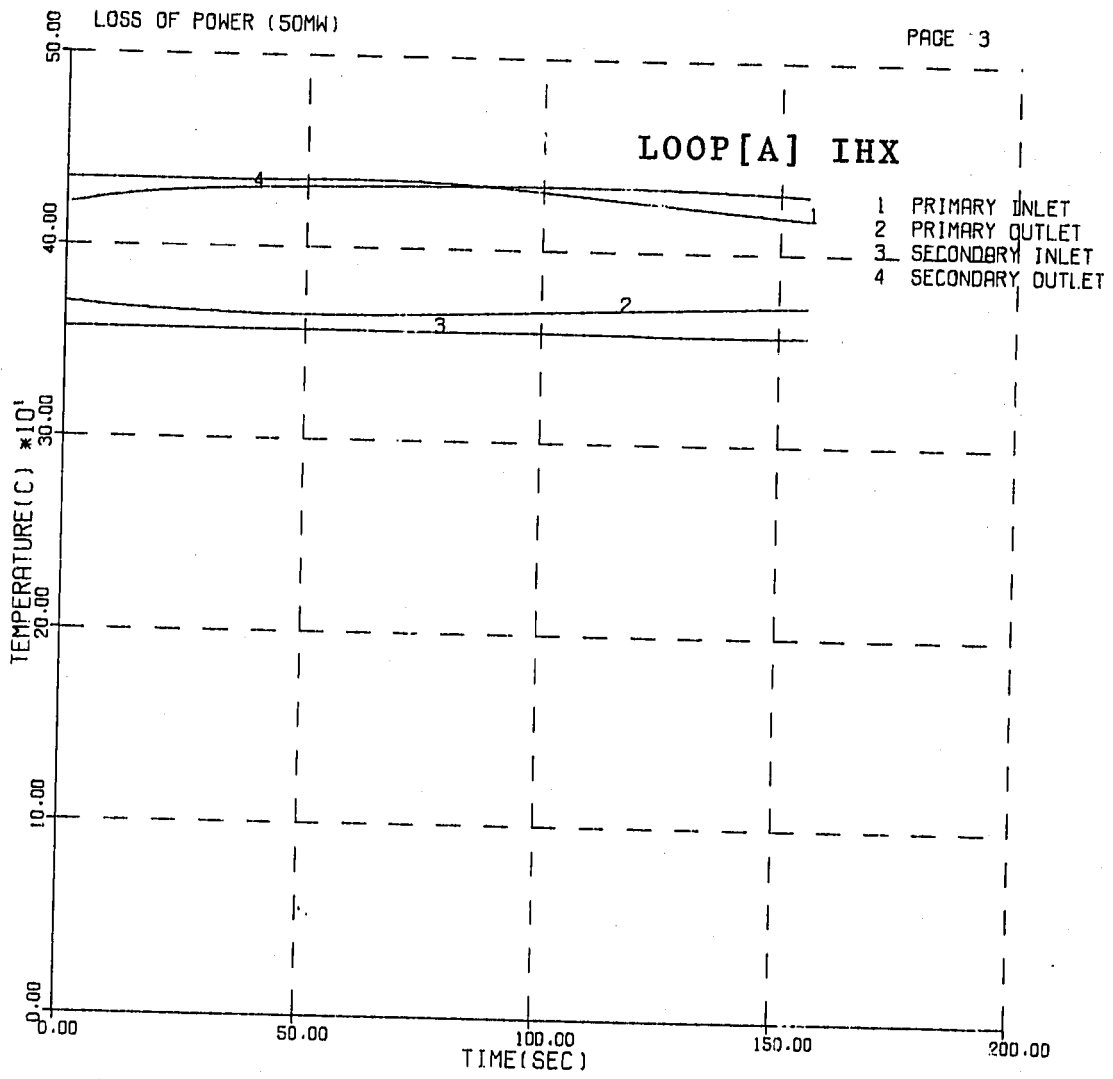
第 4 - 2 図 2 次主冷却系コーストダウン曲線



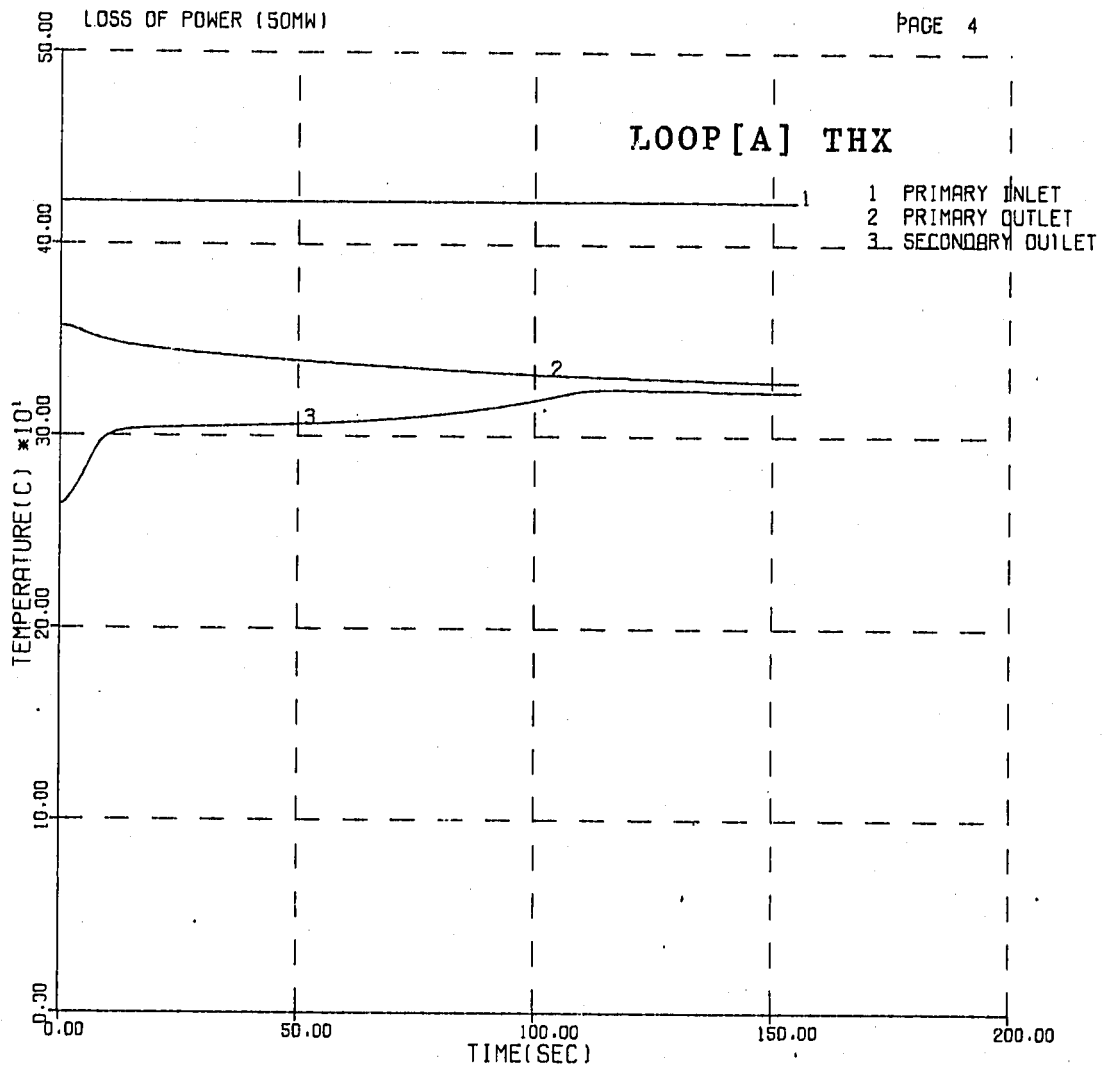
第 4 - 3 図 外部電源喪失 - 炉心部 -



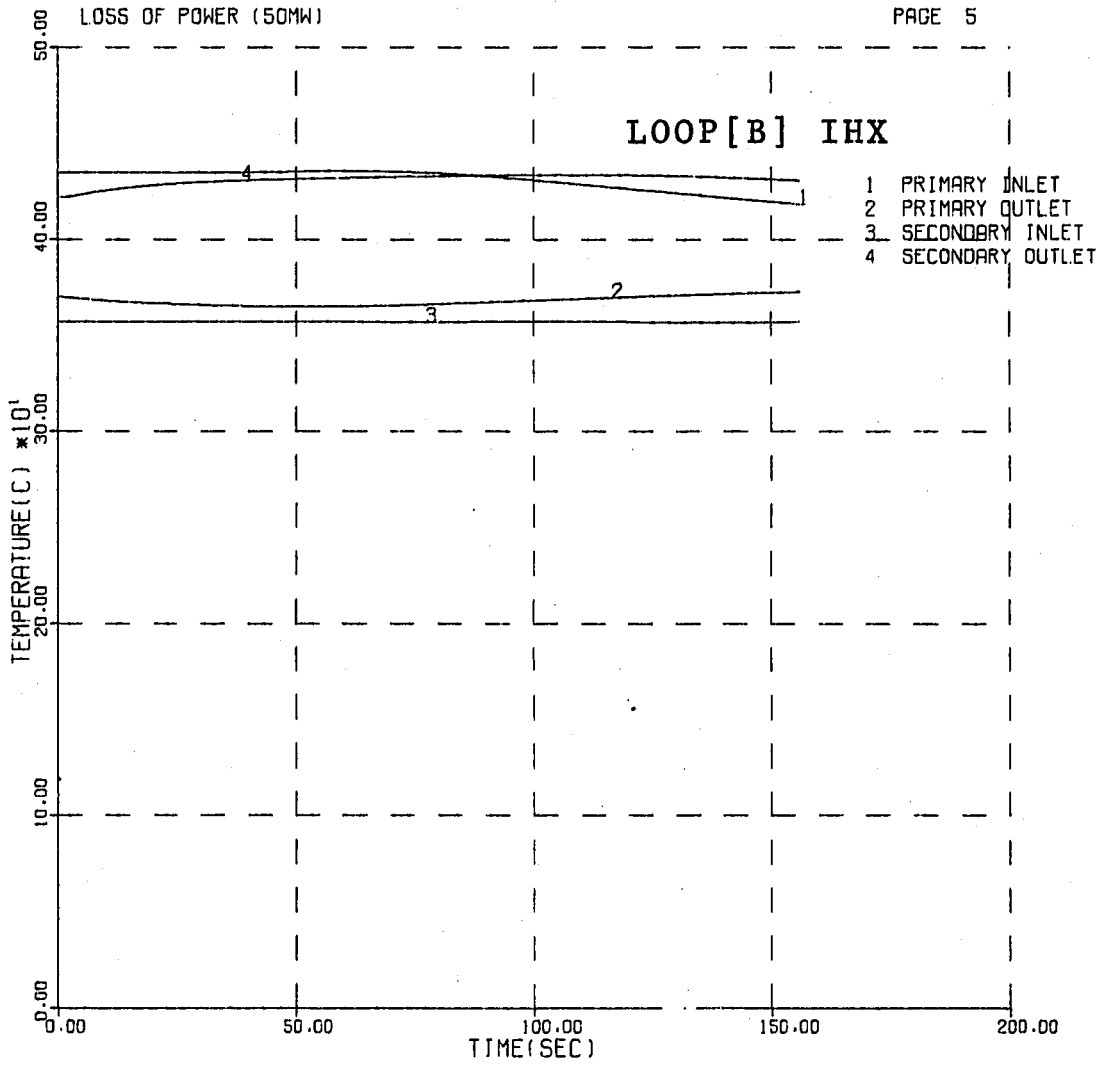
第 4 - 4 图 外部電源喪失 - 各部冷却材流量比 -



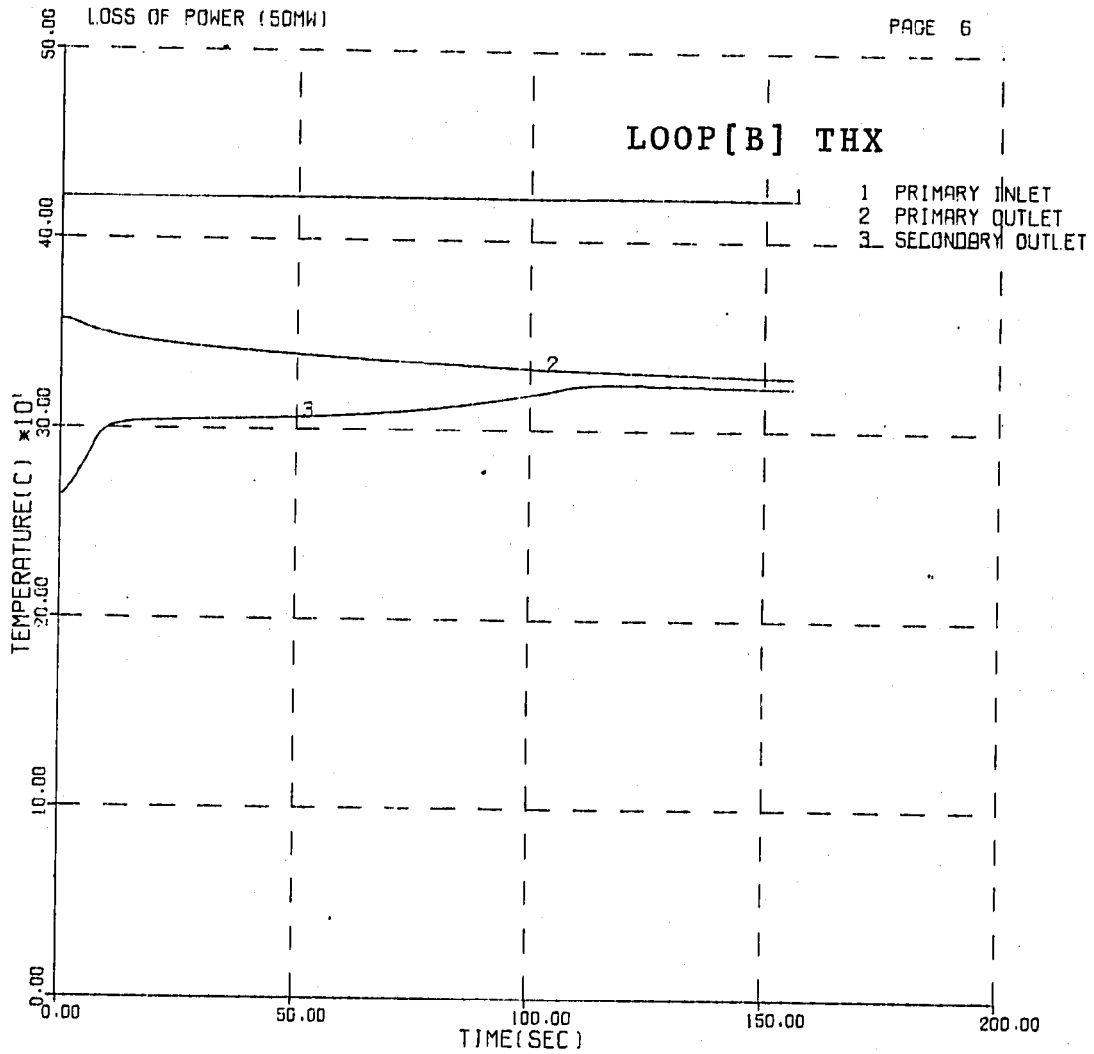
第 4 - 5 図 外部電源喪失 - A ループ中間熱交換器部 -



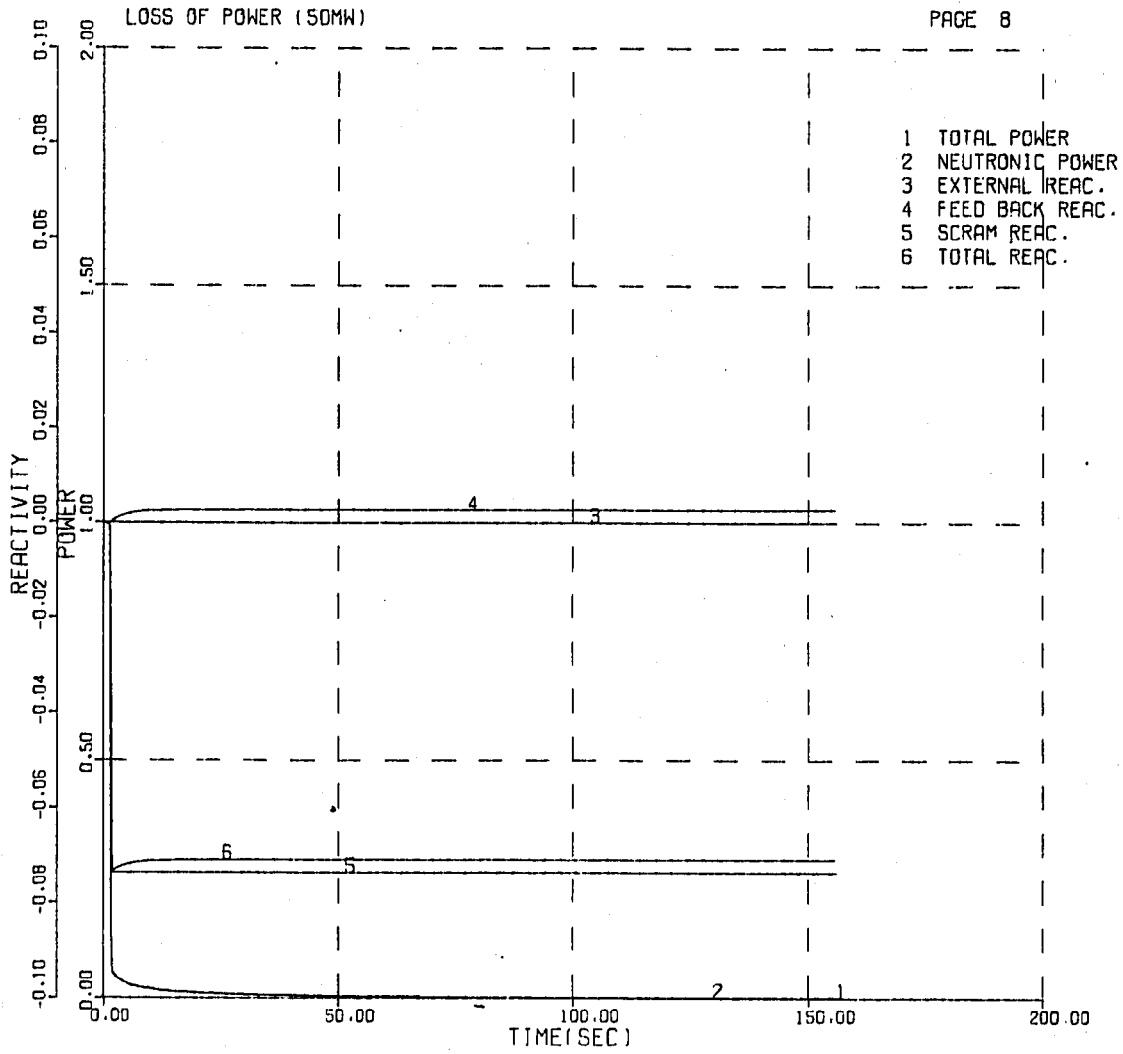
第 4 - 6 図 外部電源喪失 - A ループ空気冷却器部 -



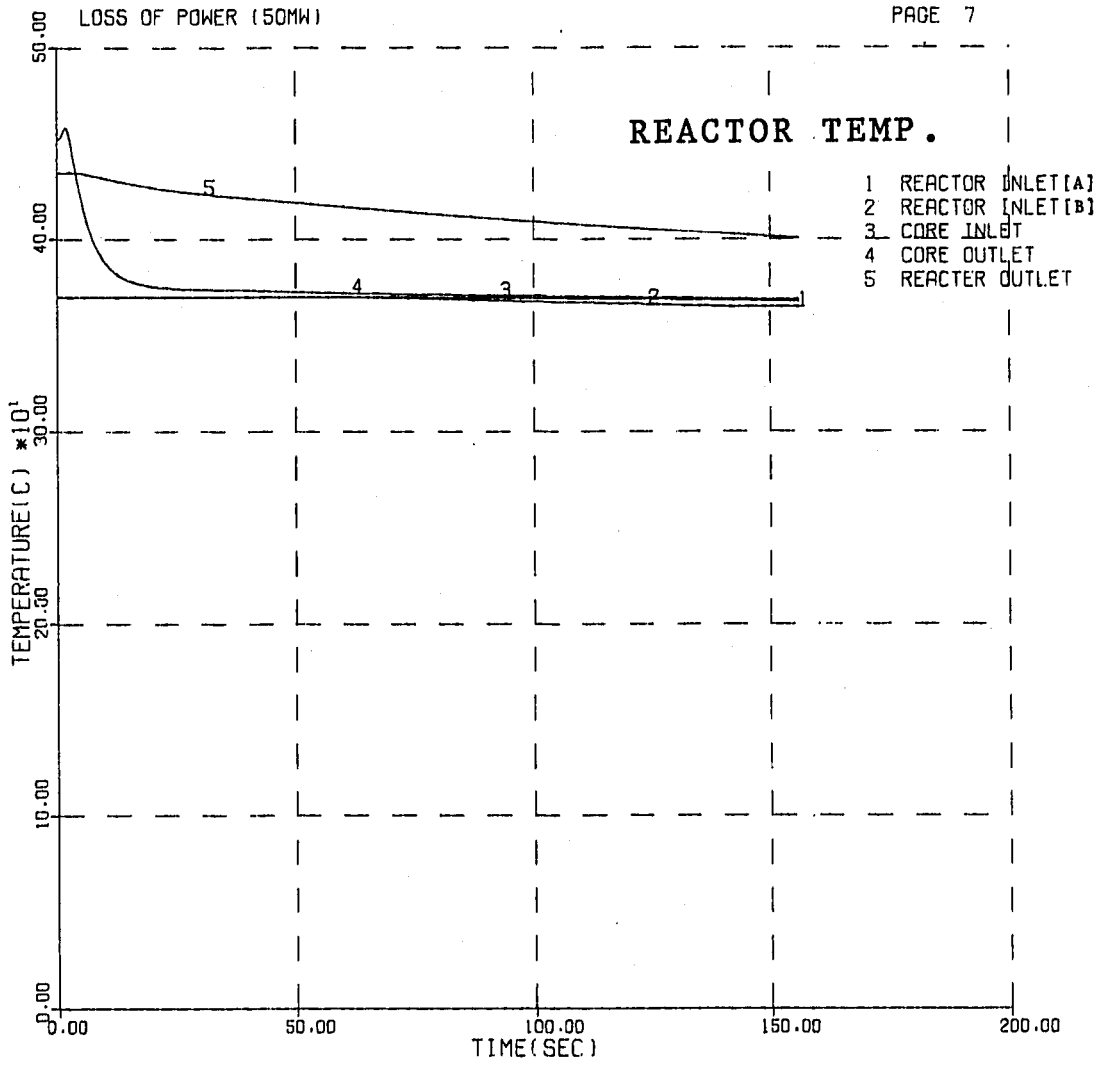
第 4 - 7 外部電源喪失 -B ループ中間熱交換器部-



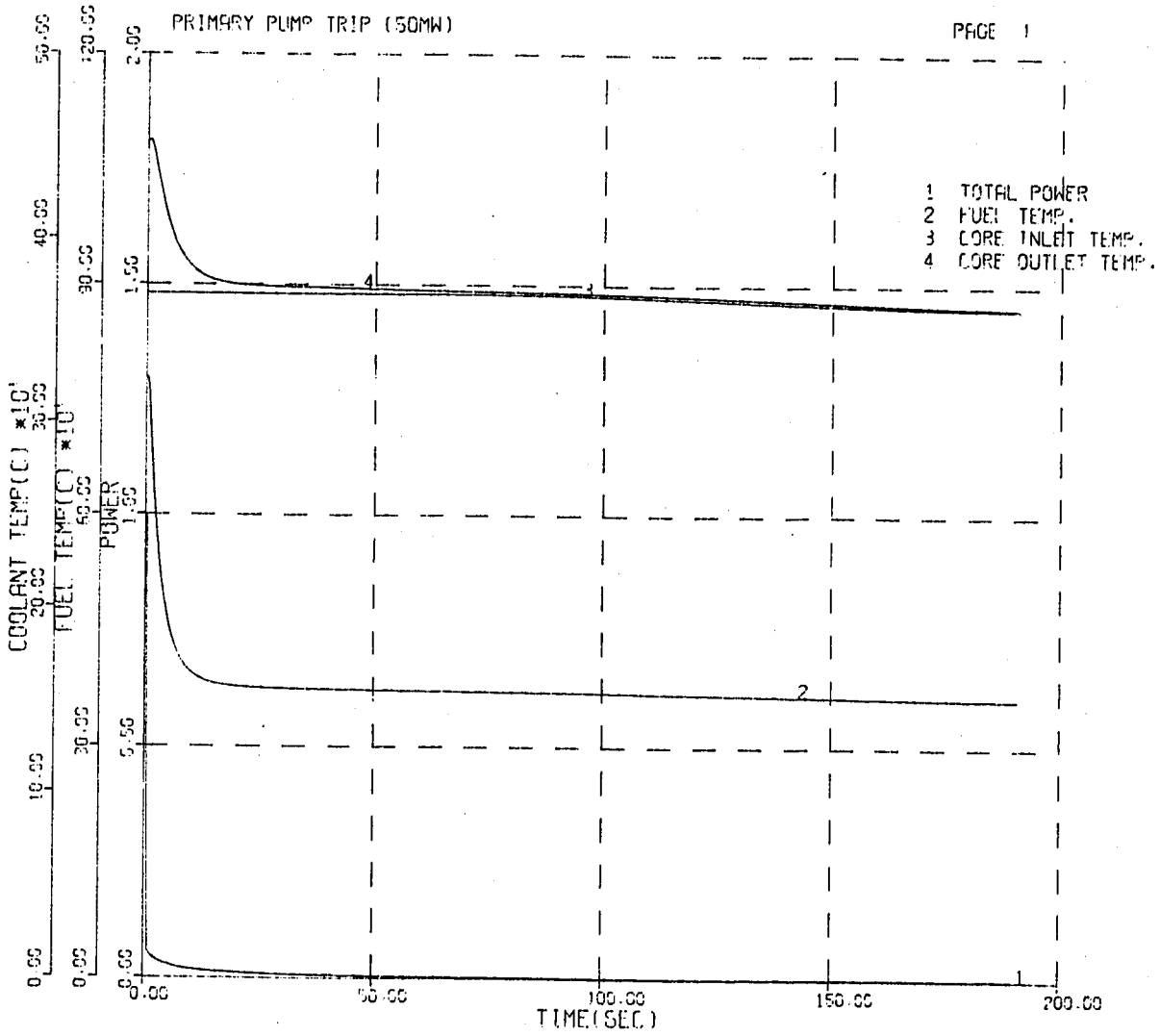
第 4 - 8 図 外部電源喪失 -B ループ空気冷却器部-



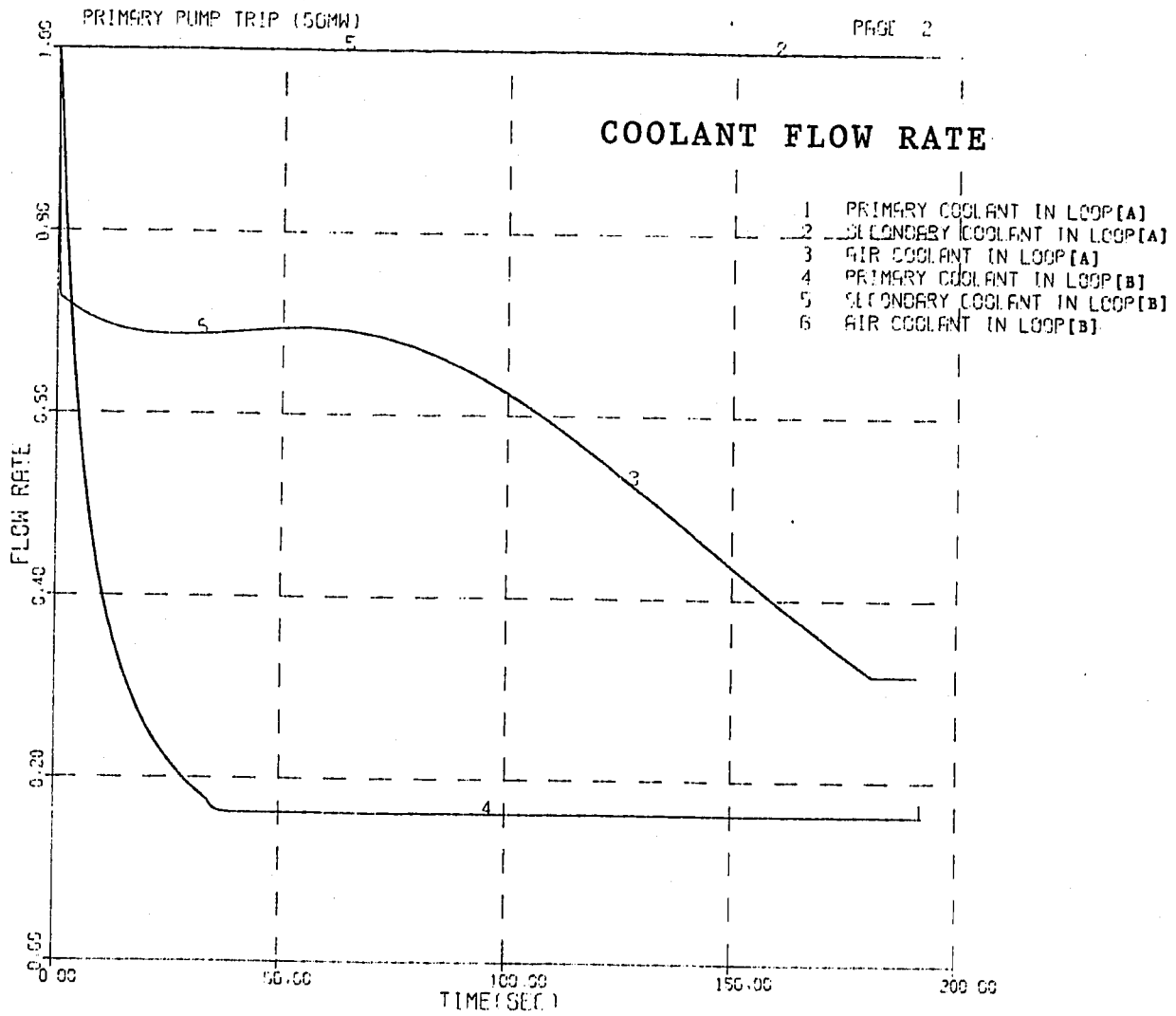
第 4 - 10 図 外部電源喪失 -出力及び反応度-



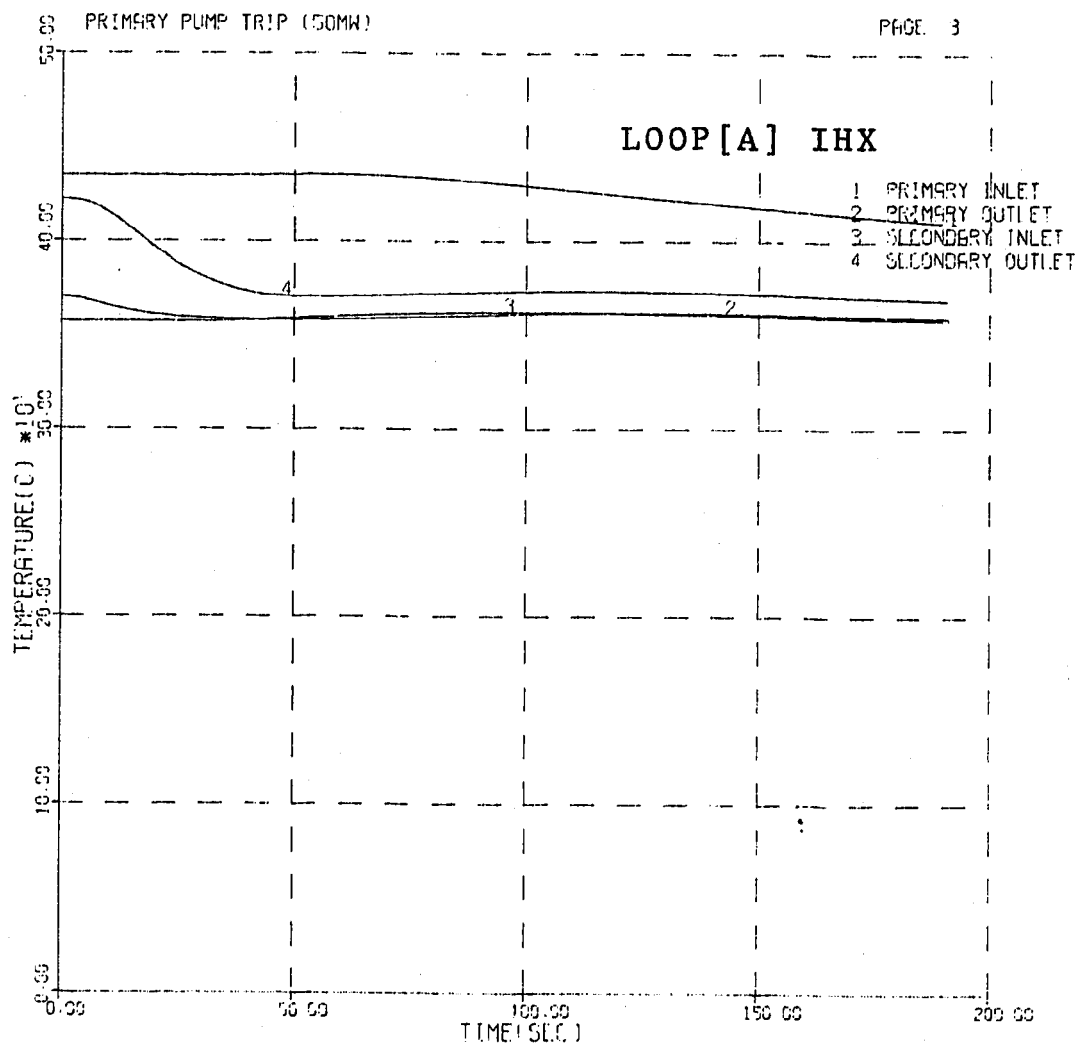
第 4 - 9 图 外部電源喪失 - 炉容器部 -



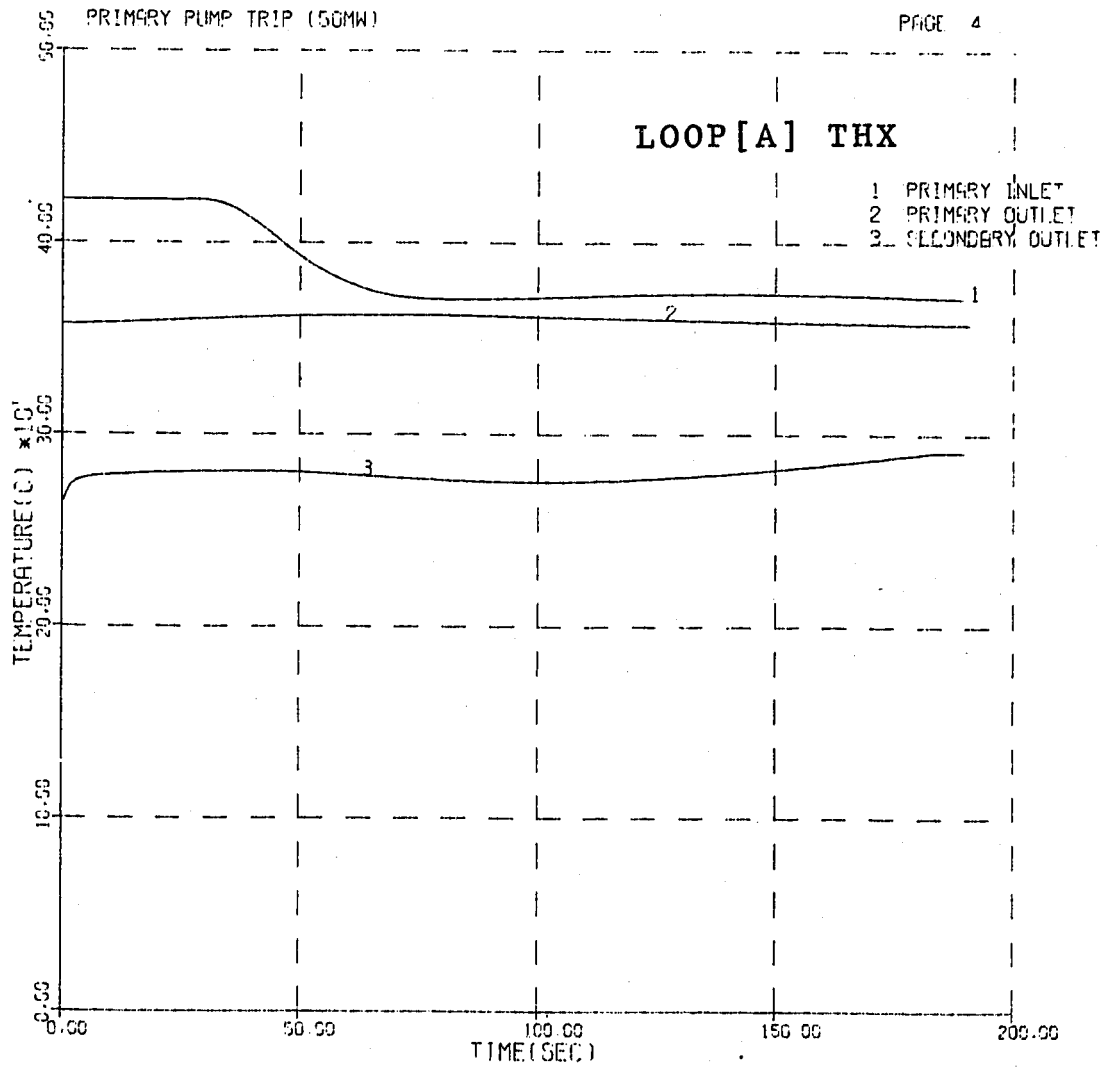
第4-11図 1次主循環ポンプトリップ -炉心部-



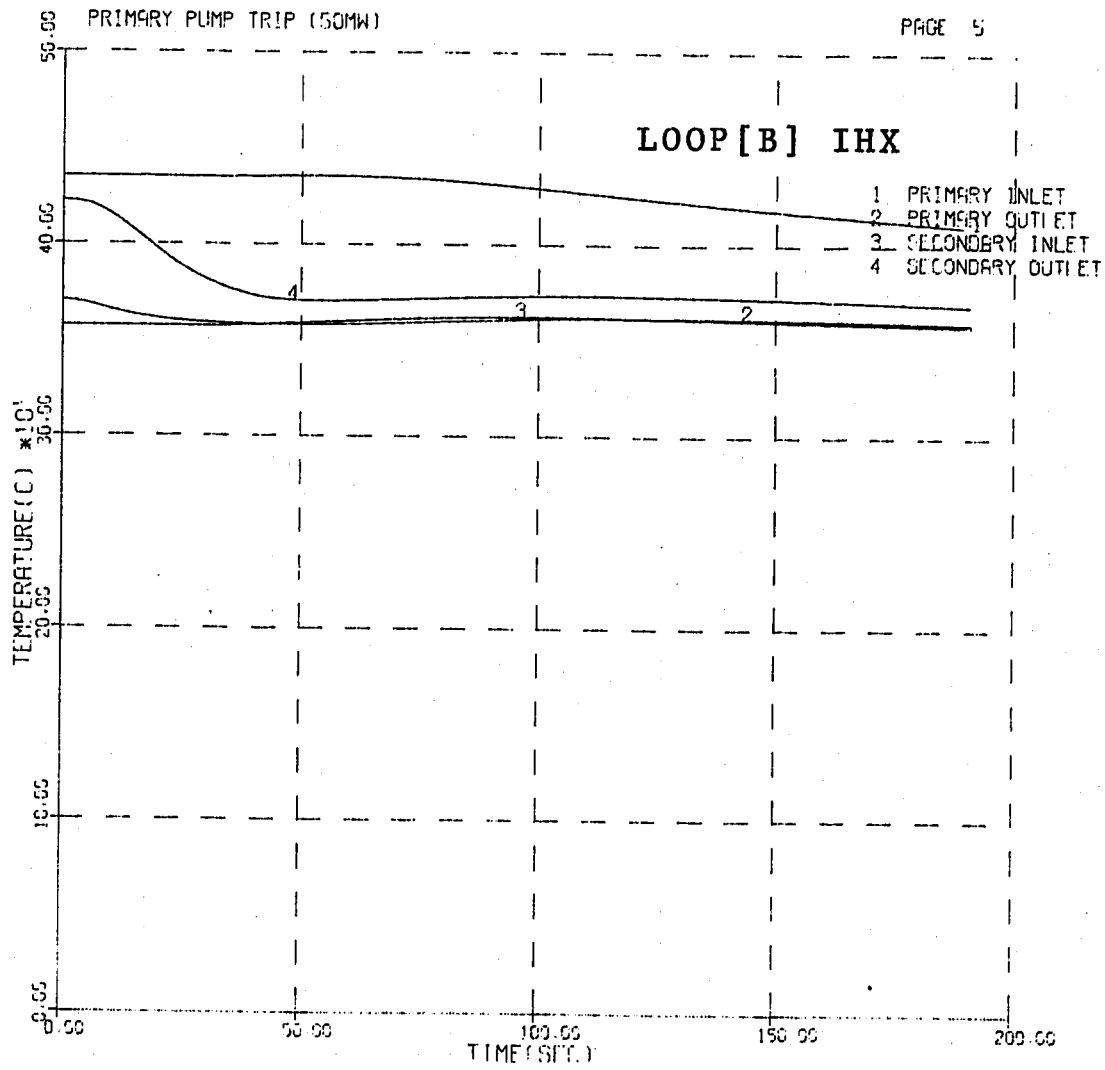
第 4 - 12 図 1 次主循環ポンプトリップ - 各部冷却材流量比 -



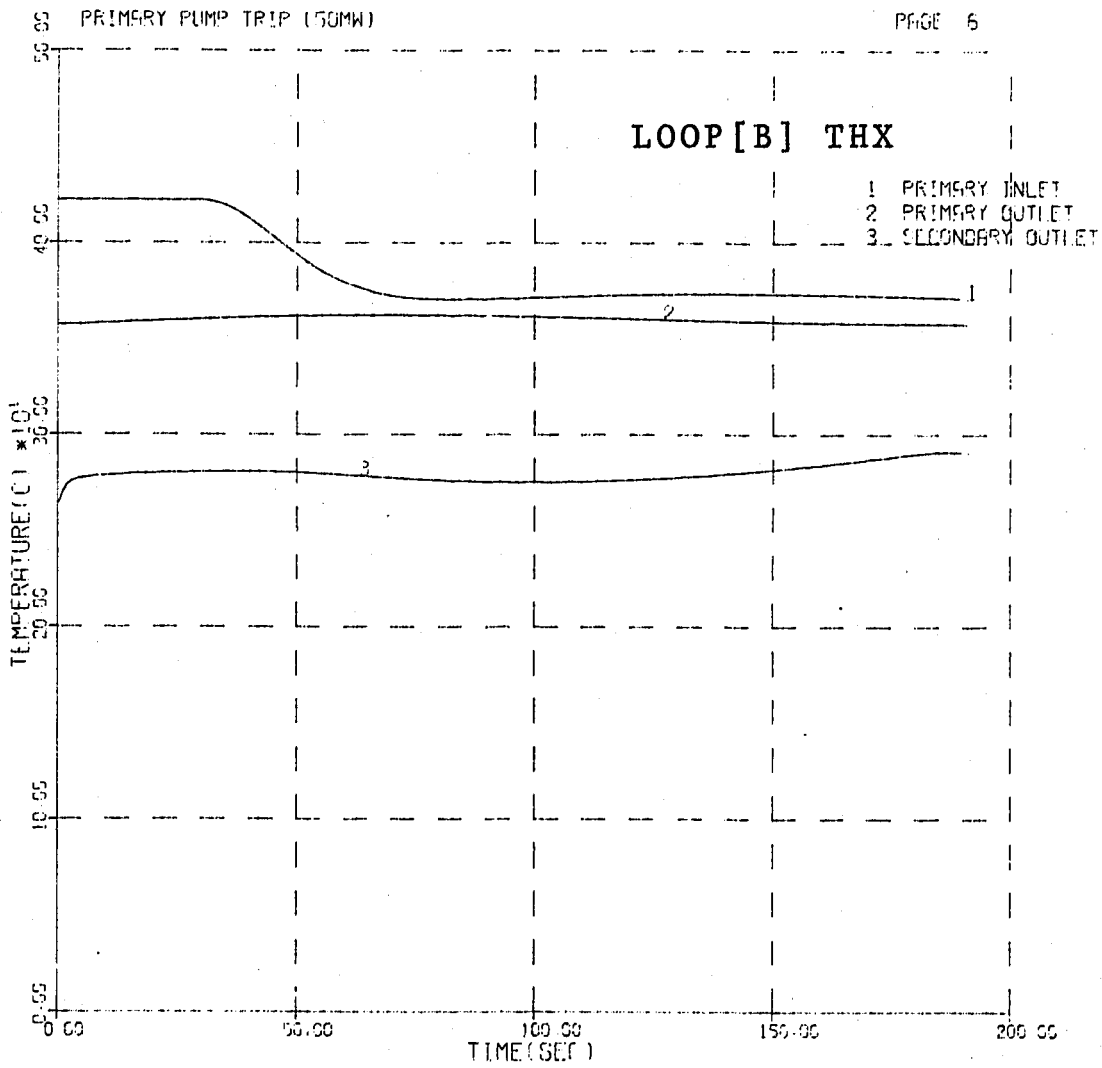
第 4 - 13 図 1 次主循環ポンプトリップ -A ループ中間熱交換器部-



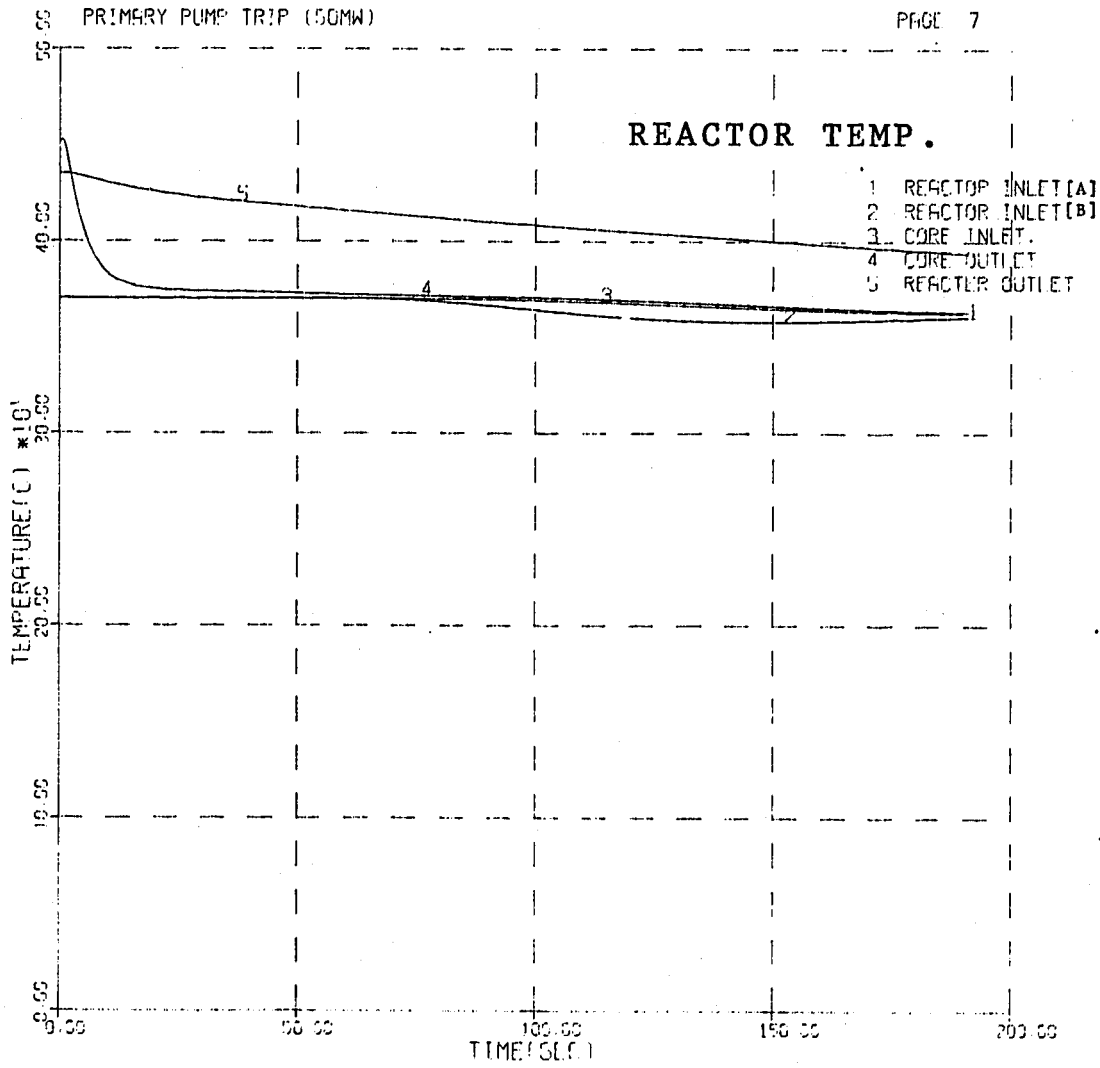
第4-14図 1次主循環ポンプトリップ -Aループ空気冷却器部-



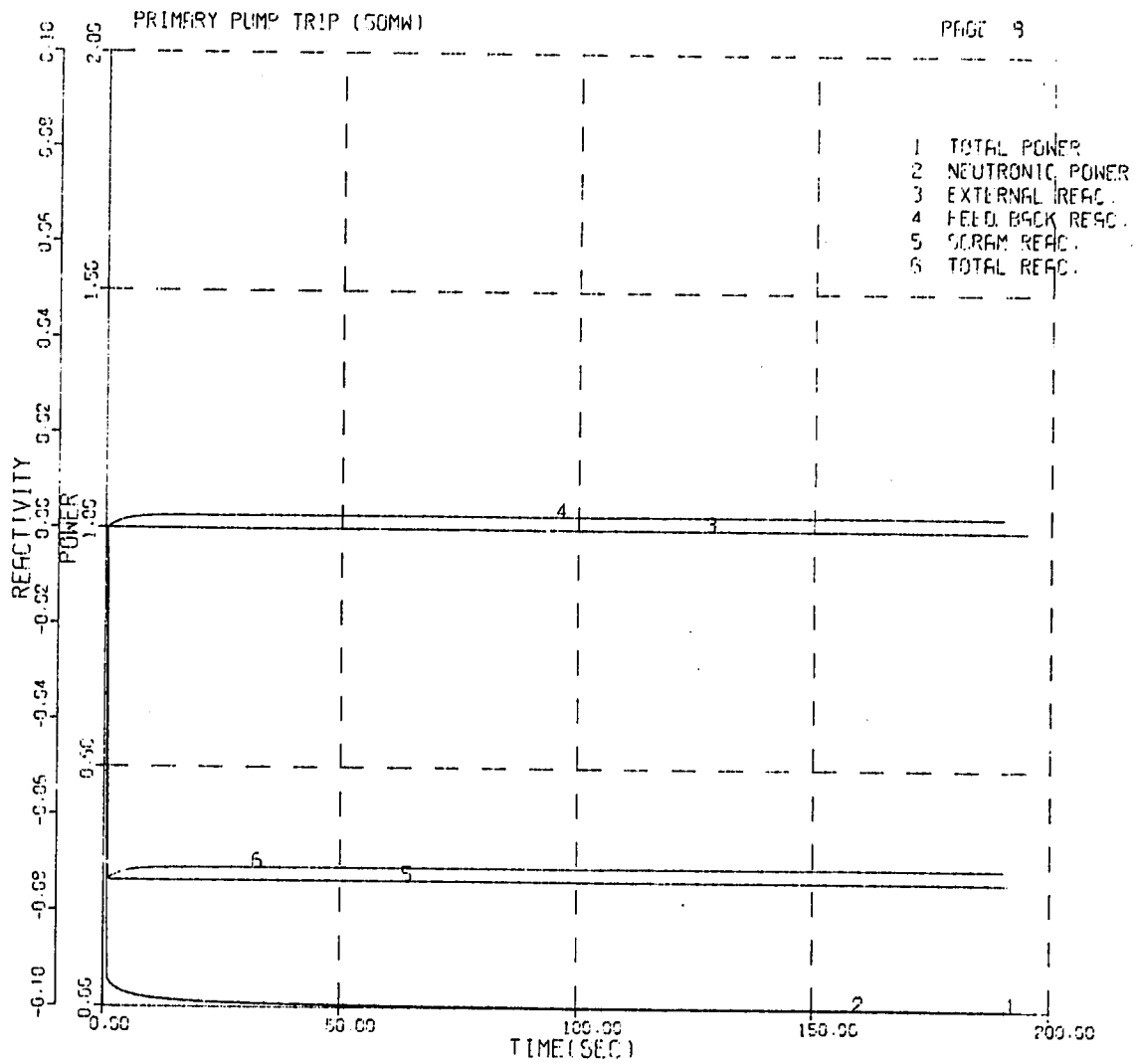
第 4 - 15 図 1 次主循環ポンプトリップ -B ループ中間熱交換器部-



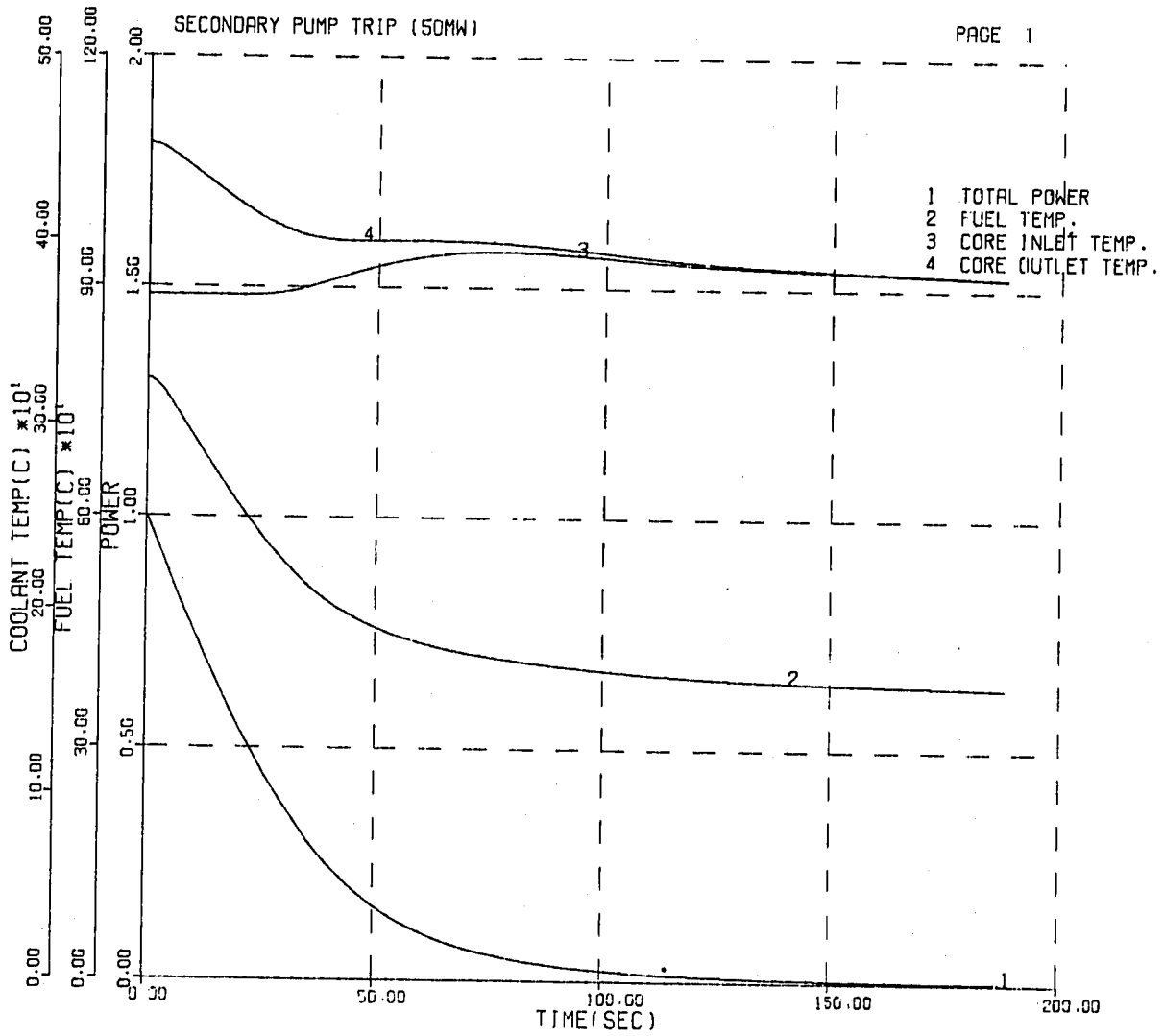
第 4 - 16 図 1 次主循環ポンプトリップ -B ループ空気冷却器部-



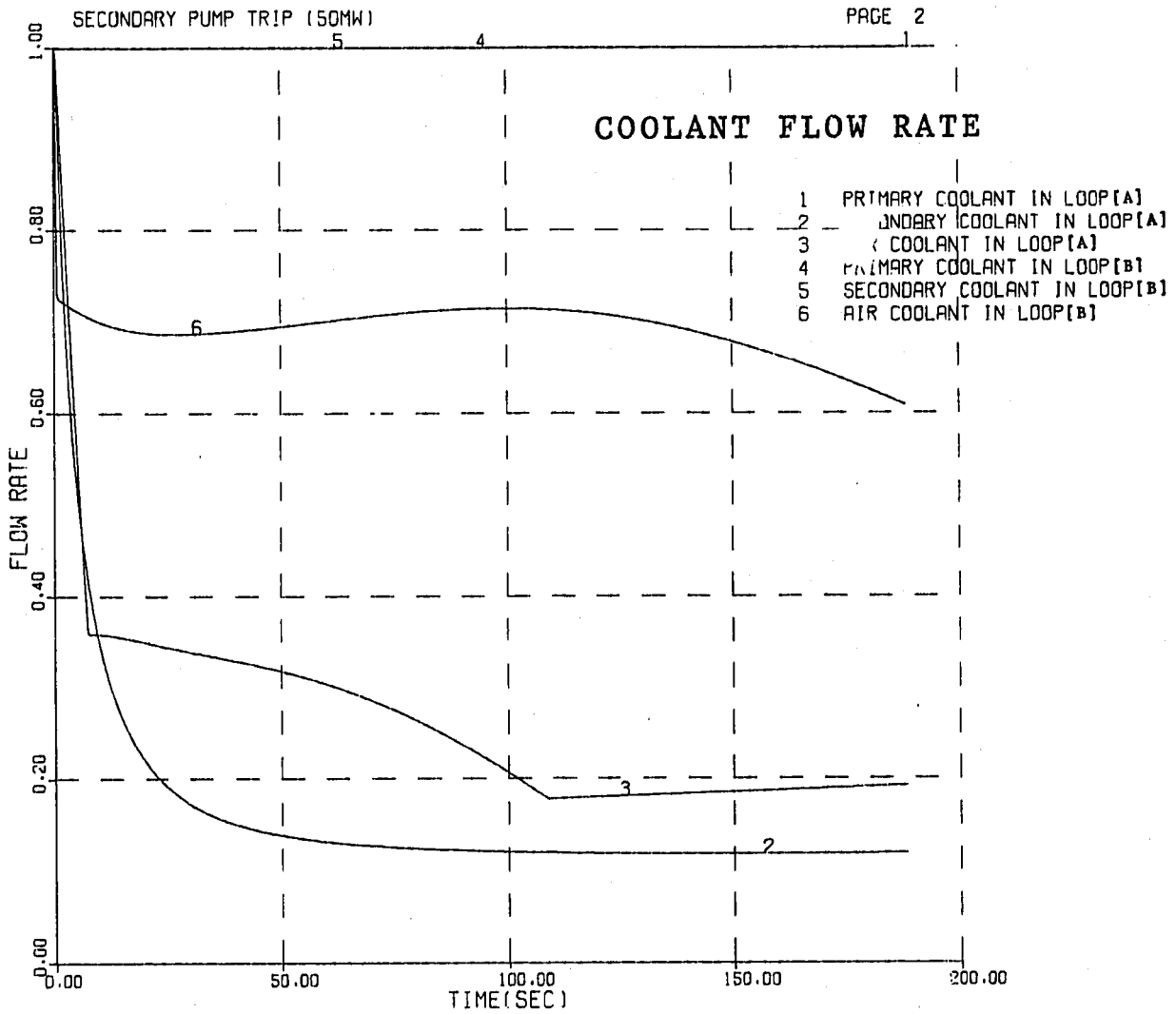
第4-17図 1次主循環ポンプトリップ -炉容器部-



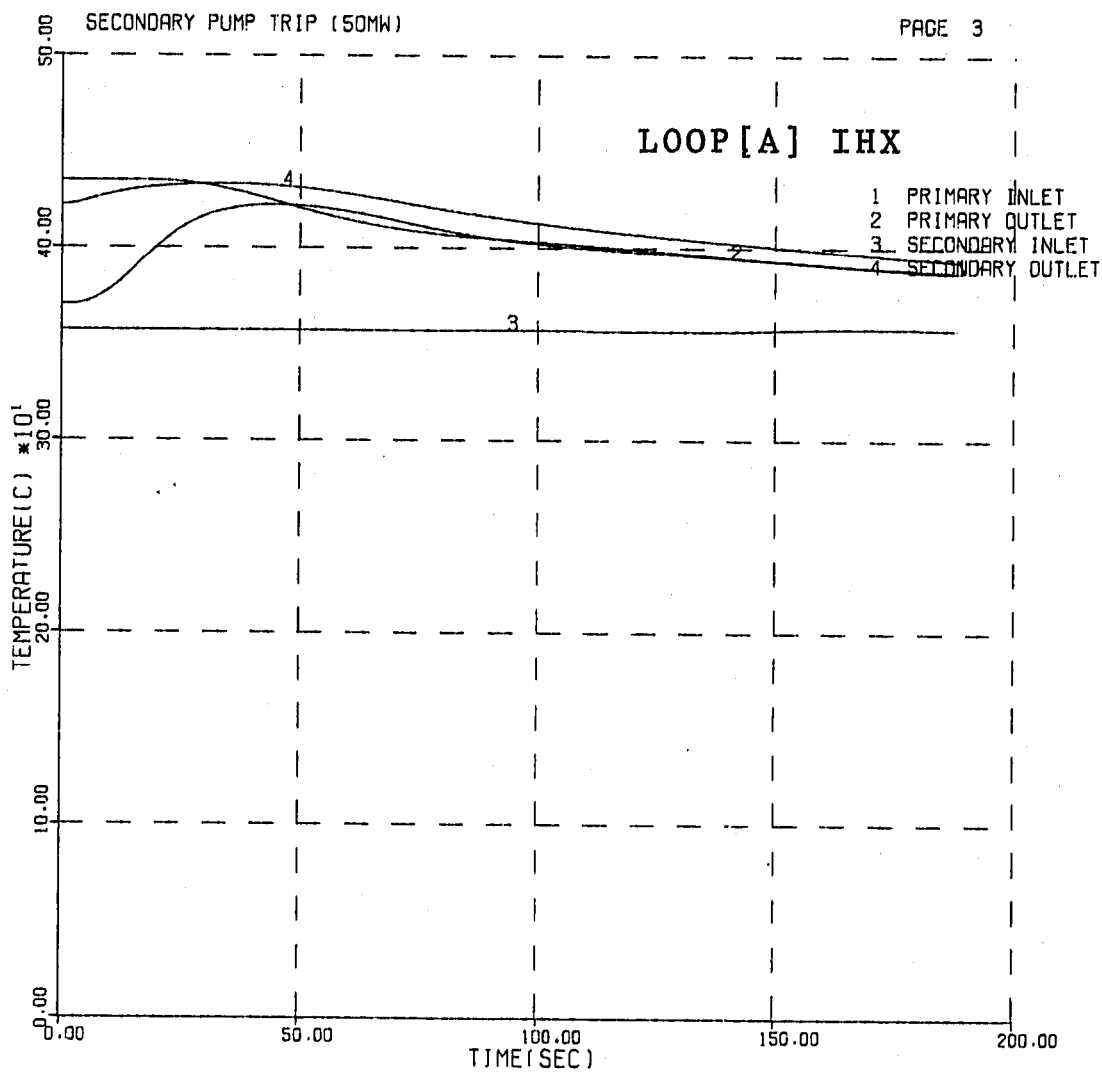
第 4 - 18 図 1 次主循環ポンプトリップ -出力及び反応度-



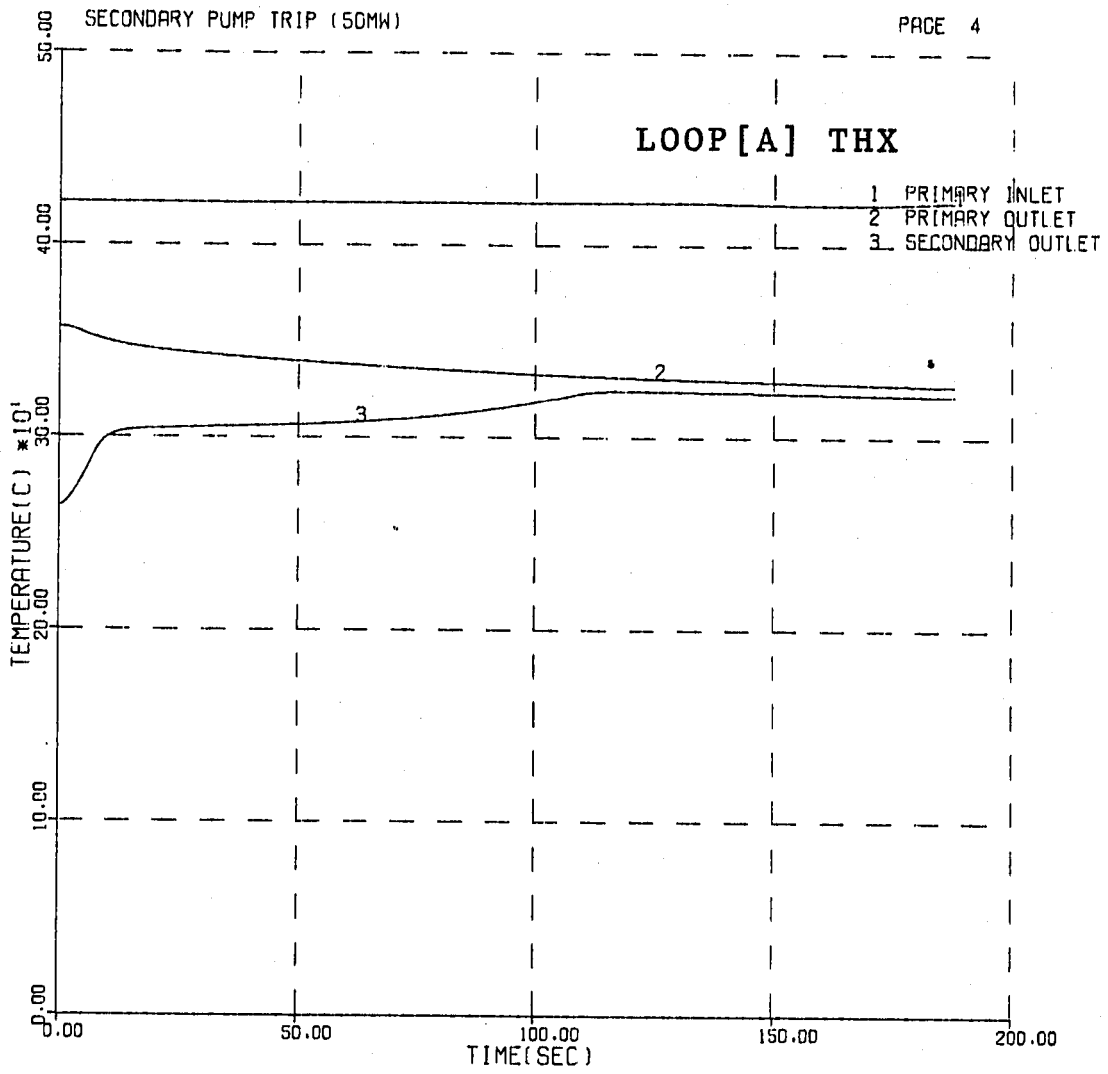
第4-19図 2次主循環ポンプトリップ -炉心部-



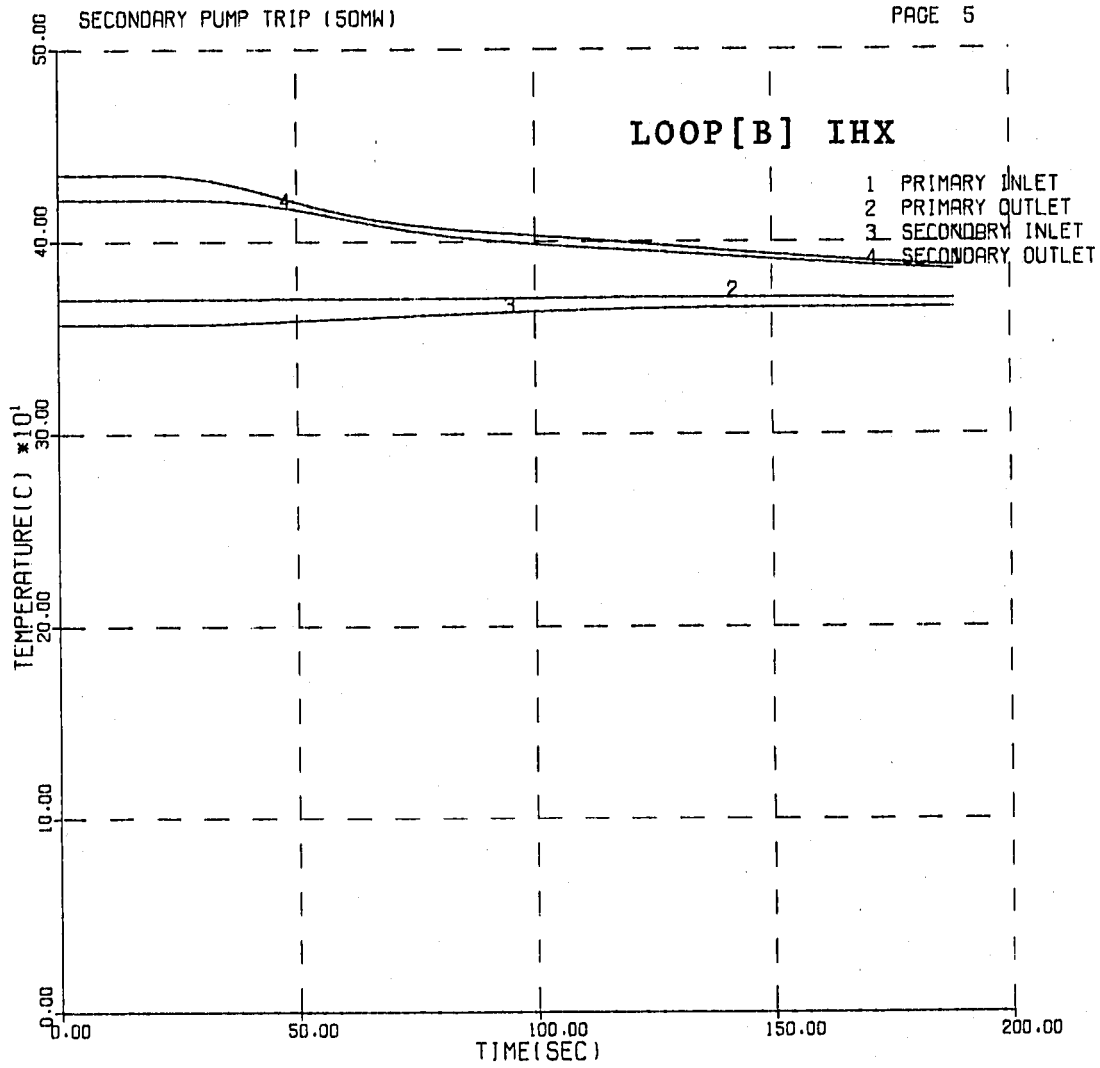
第4-20図 2次主循環ポンプトリップ -各部冷却材流量比-



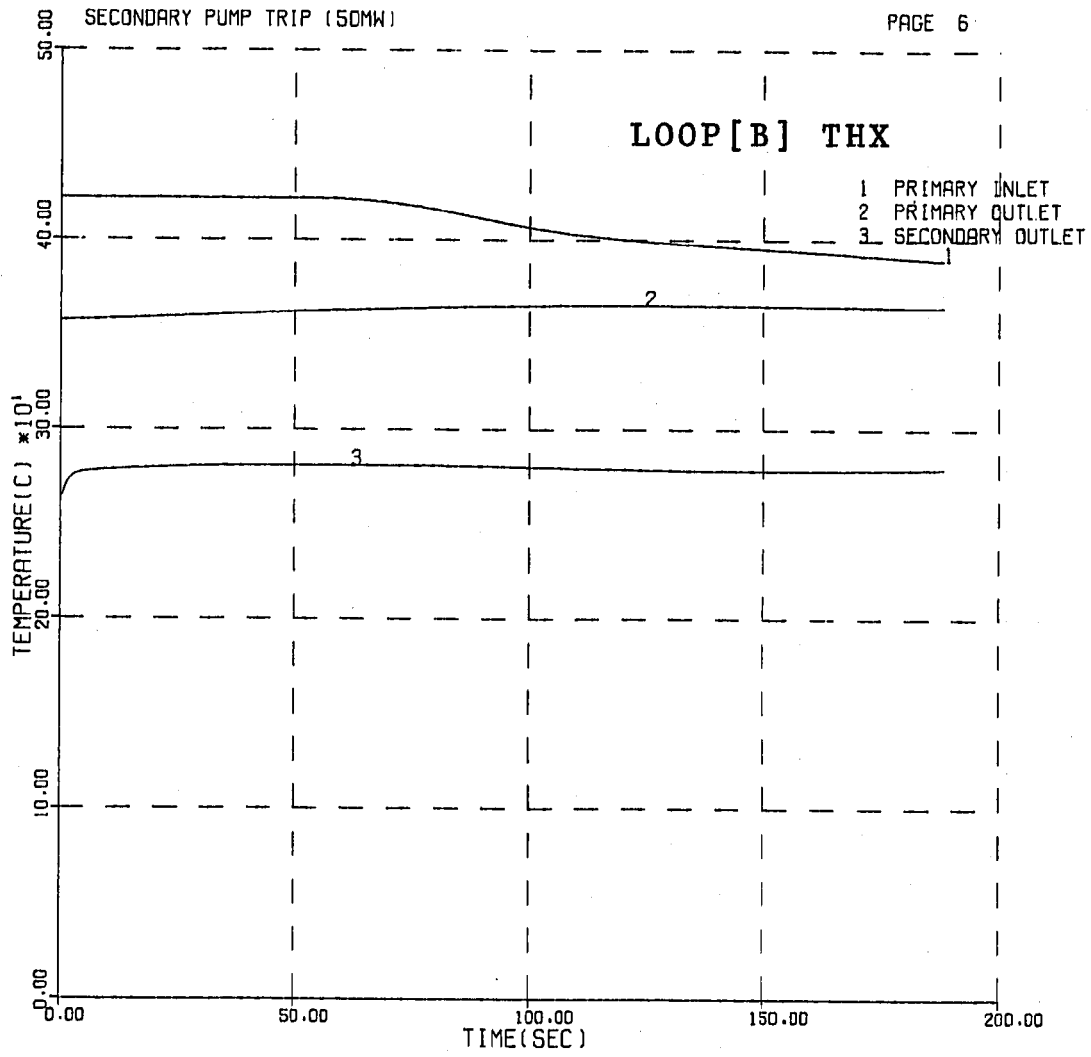
第 4 - 21 図 2 次主循環ポンプトリップ -A ループ中間熱交換器部-



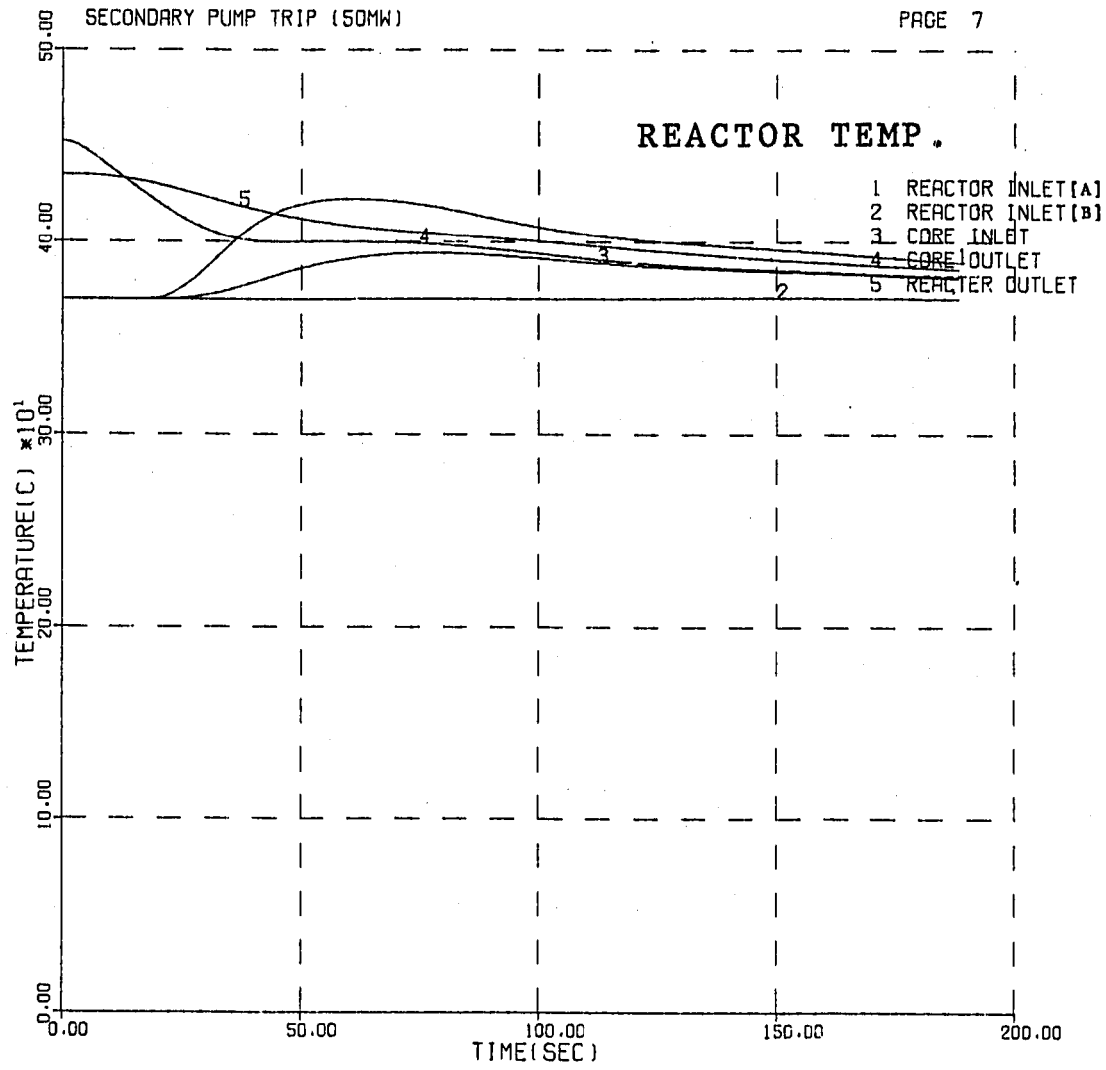
第 4 - 22 図 2 次循環ポンプトリップ -A ループ空気冷却器部-



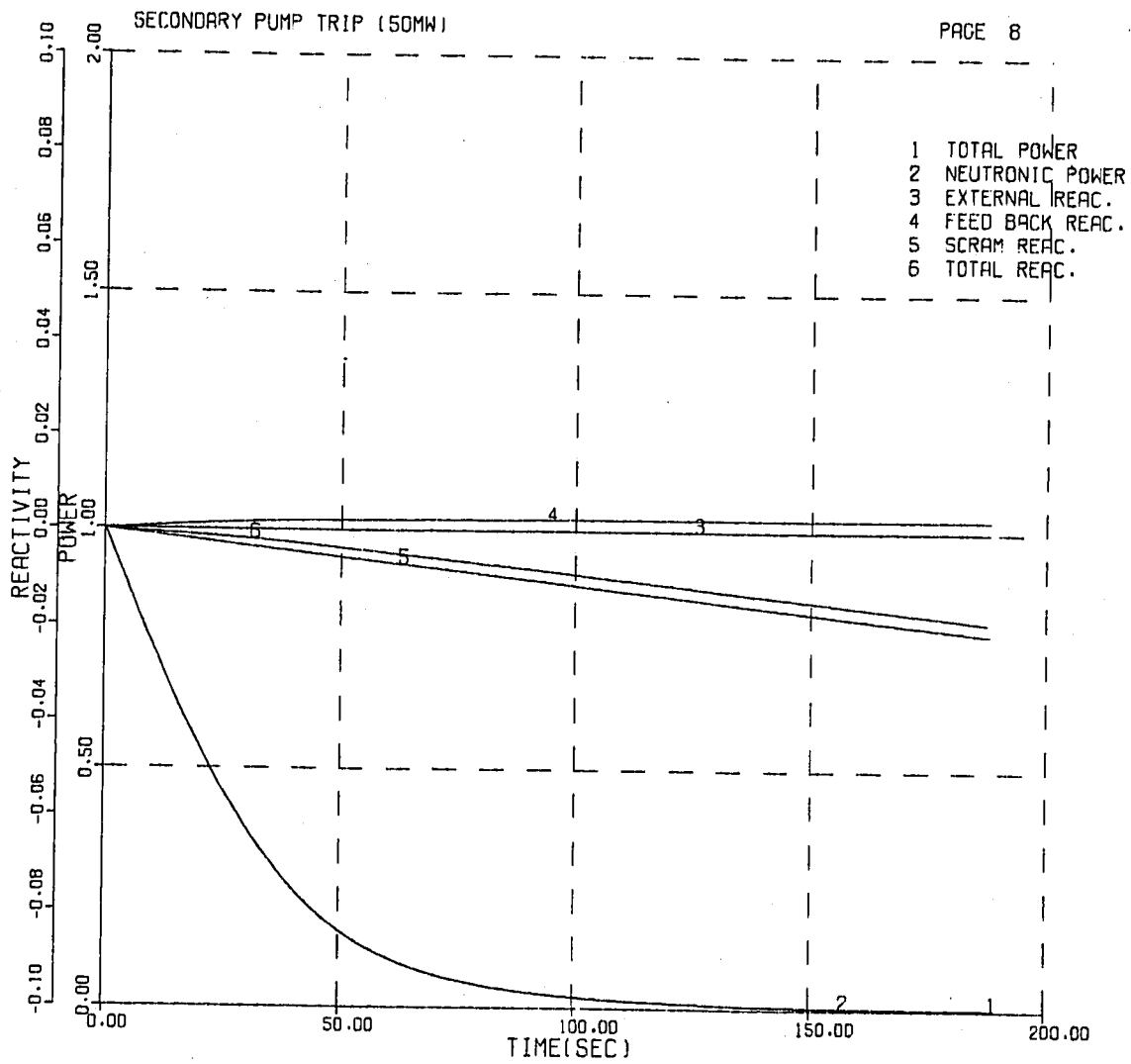
第4-23図 2次主循環ポンプトリップ -Bループ中間熱交換器部-



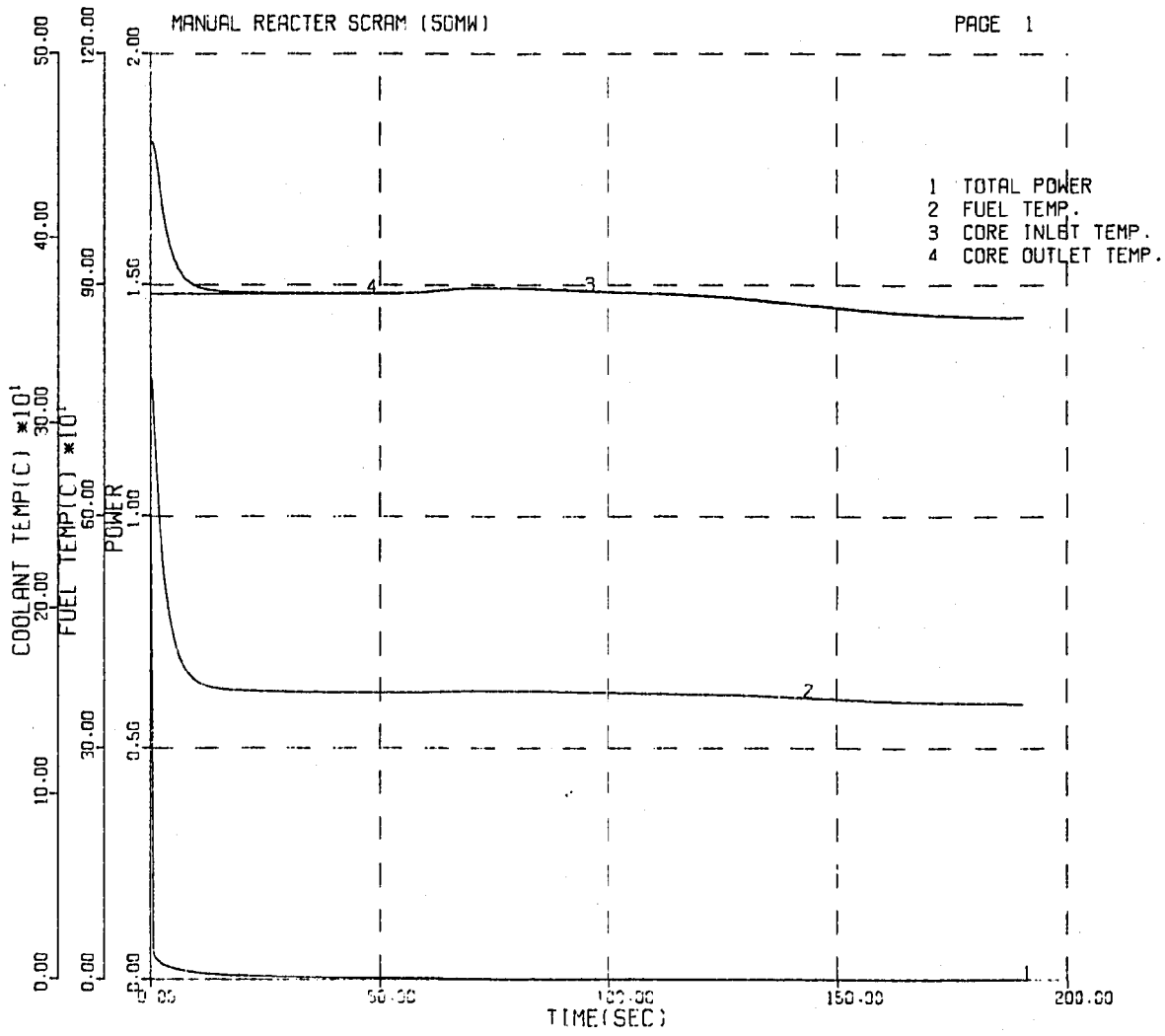
第 4 - 24 図 2 次主循環ポンプトリップ -B ループ空気冷却器部-



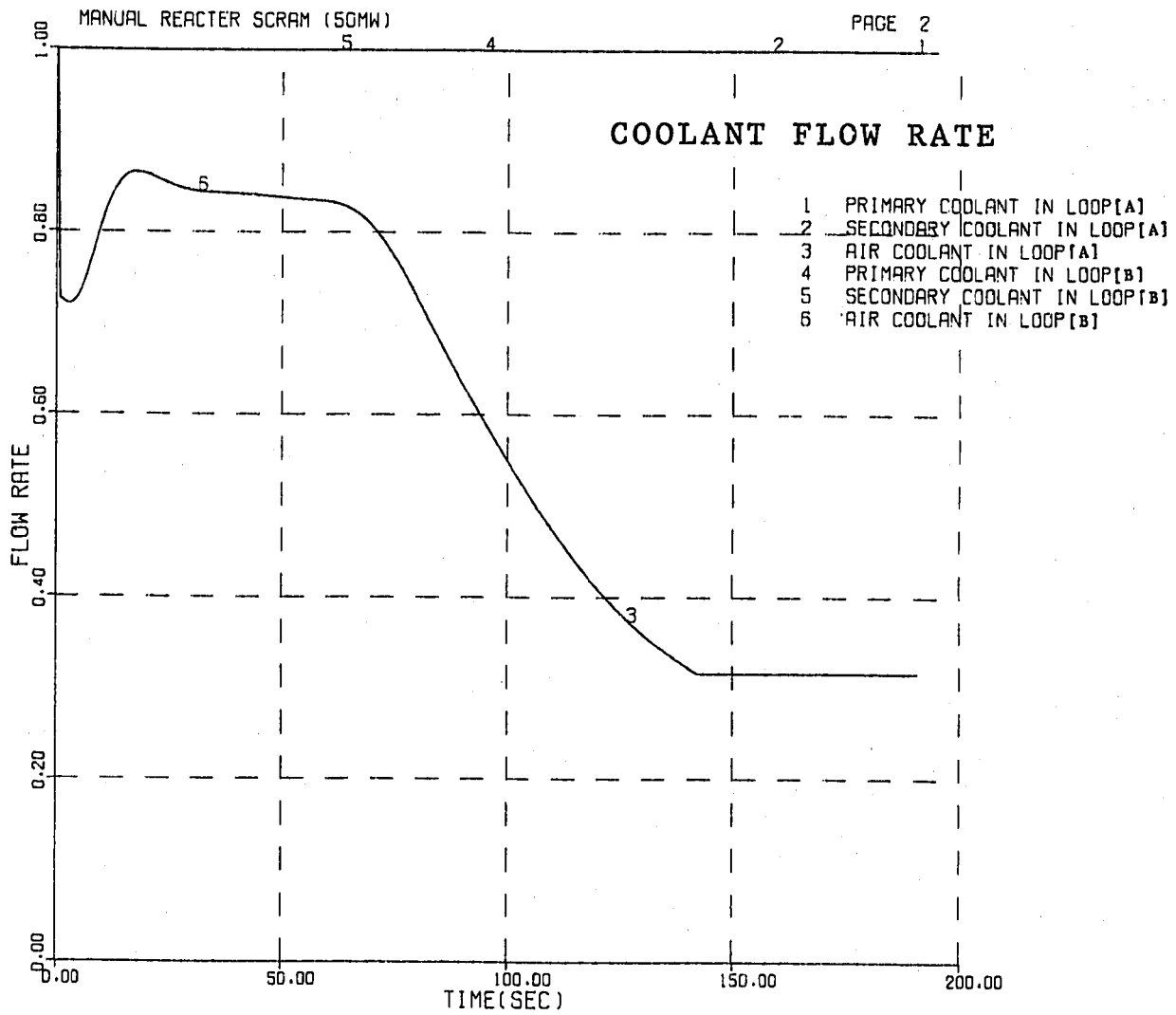
第 4 - 25 図 2 次主循環ポンプトリップ - 炉容器部 -



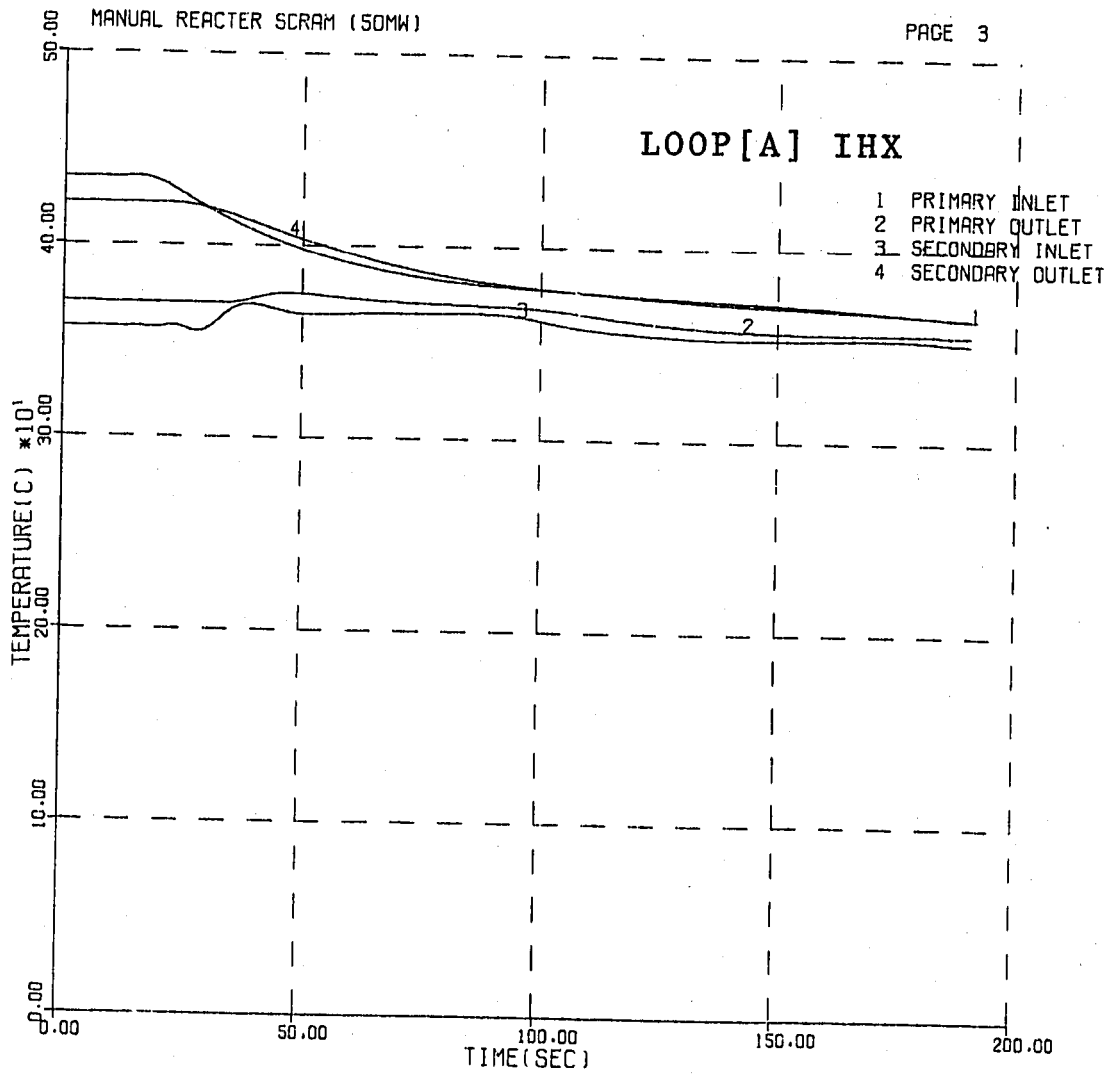
第 4 - 26 図 2 次主循環ポンプトリップ -出力及び各種反応度-



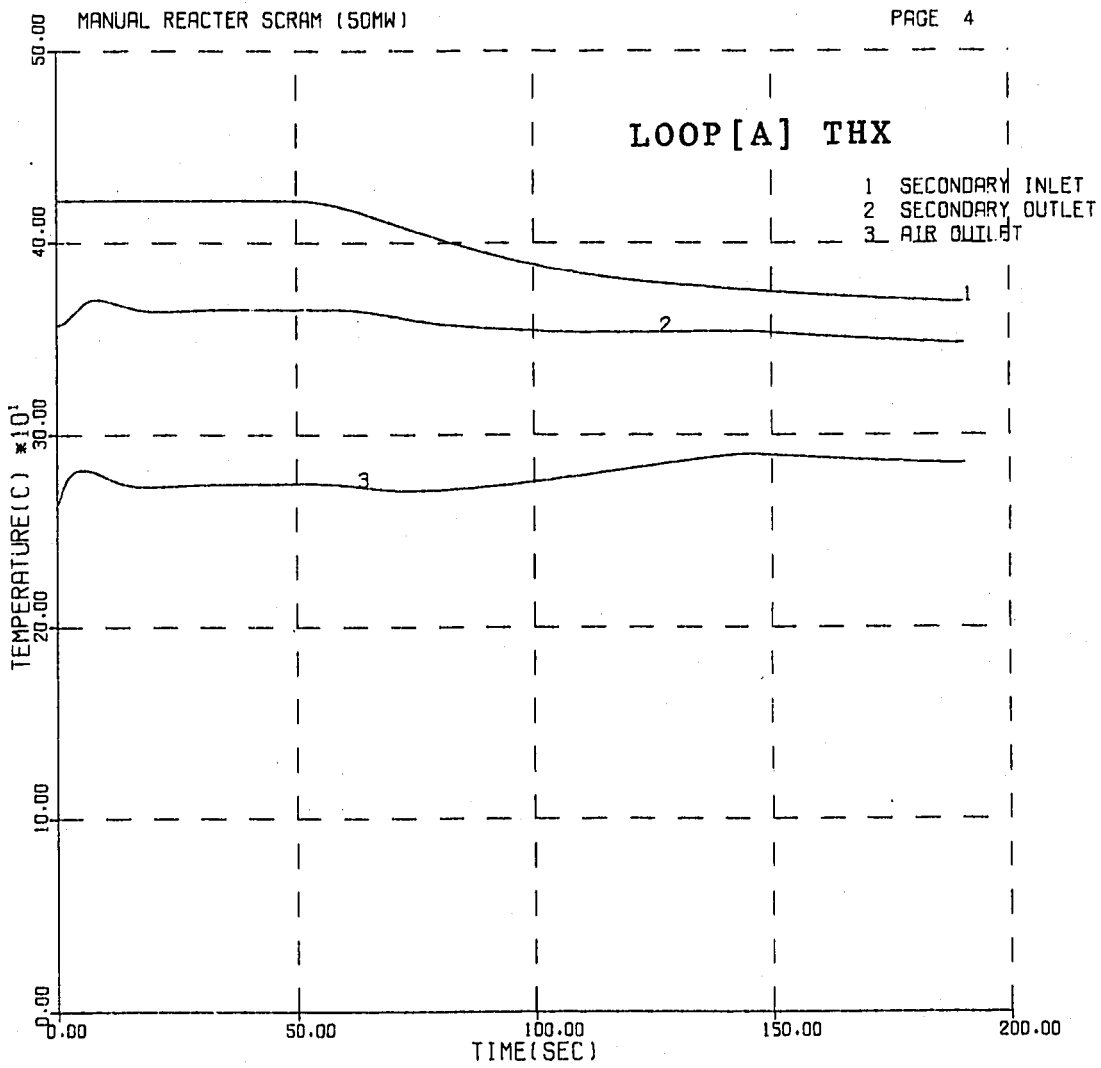
第 4 - 27 図 手動スクラム - 炉心部 -



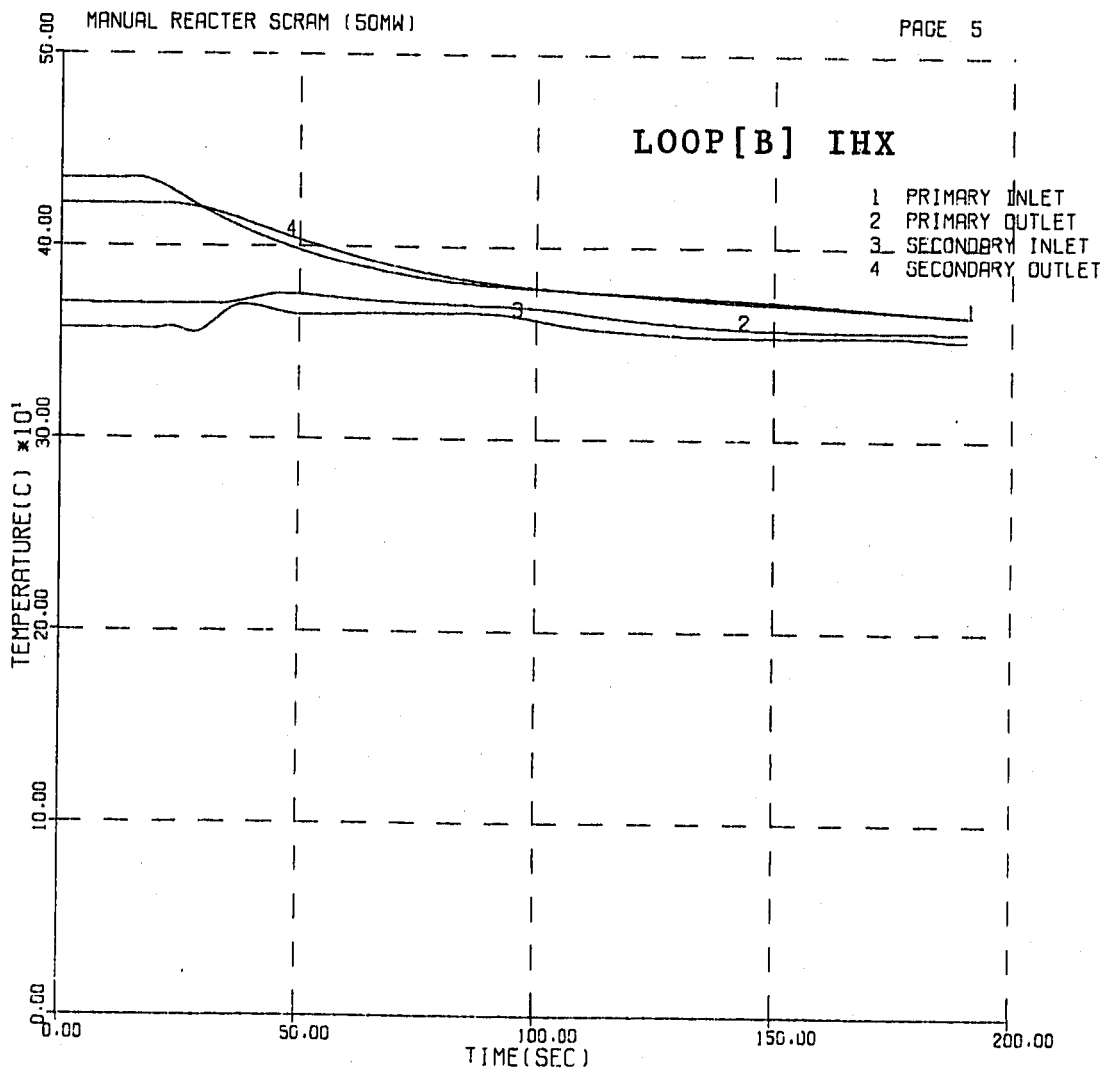
第 4 - 28 図 手動スクラム -各部冷却材流量比-



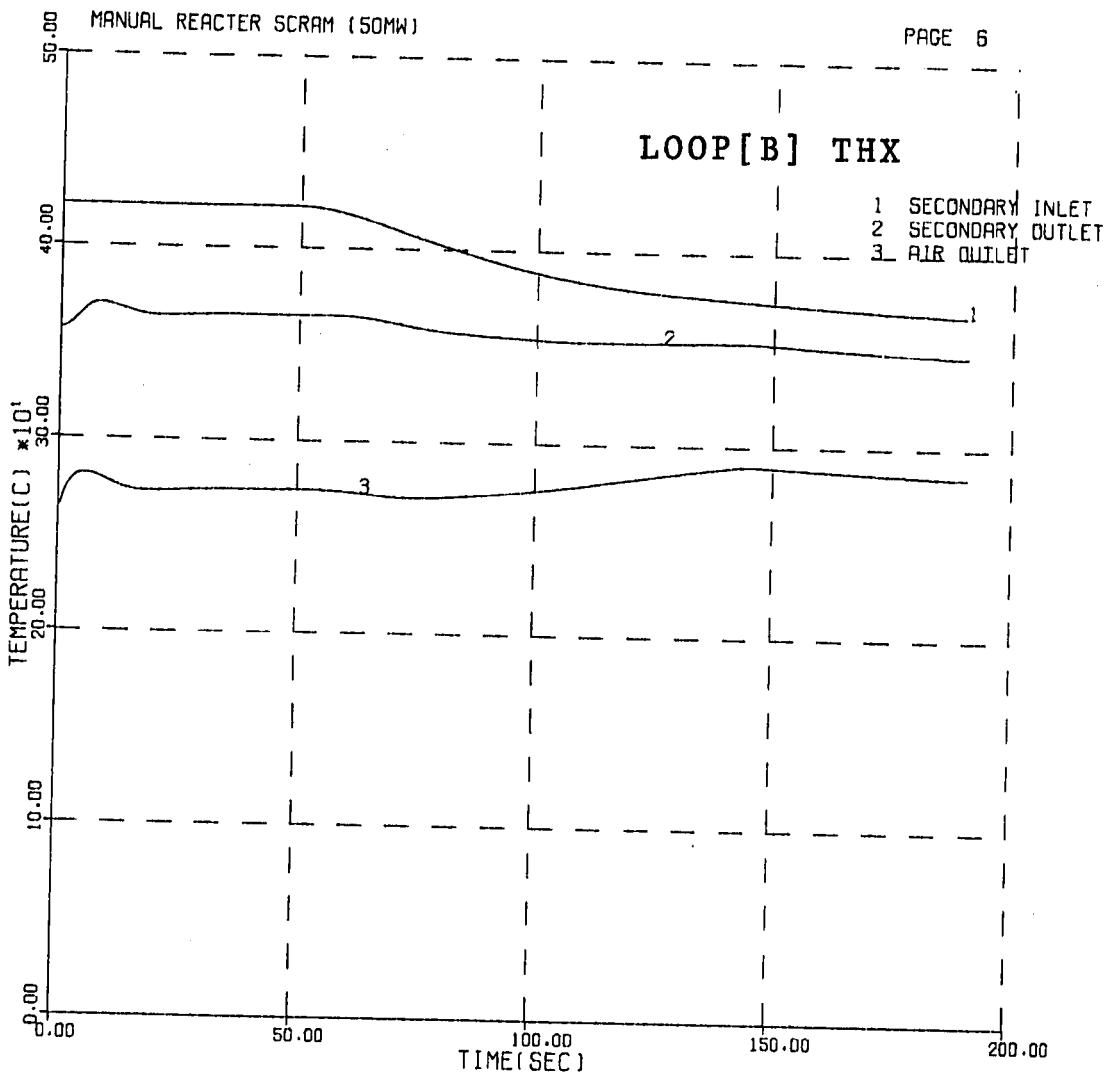
第4-29図 手動スクラム -Aループ中間熱交換器部-



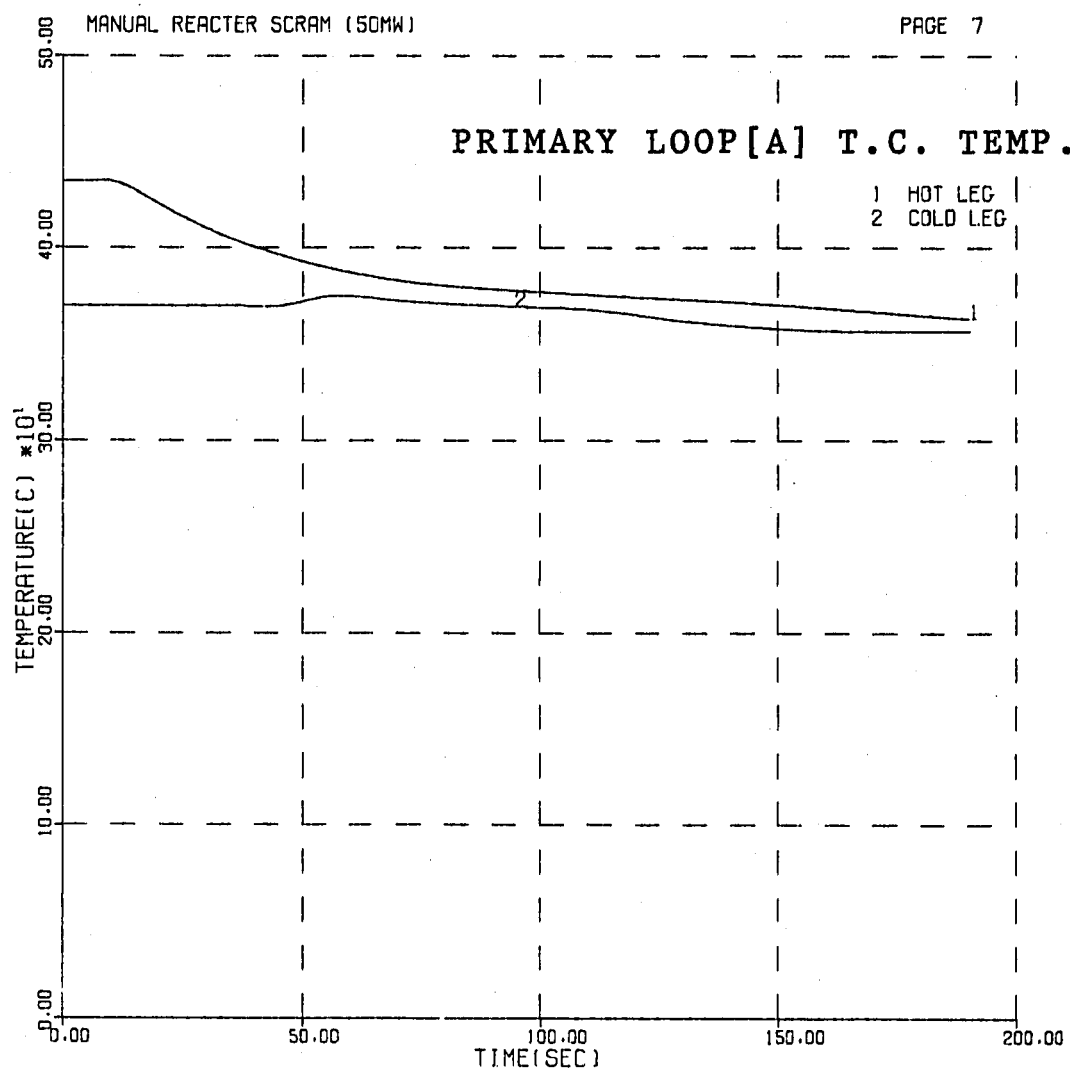
第 4 - 30 図 手動スクラム - A ループ空気冷却器部 -



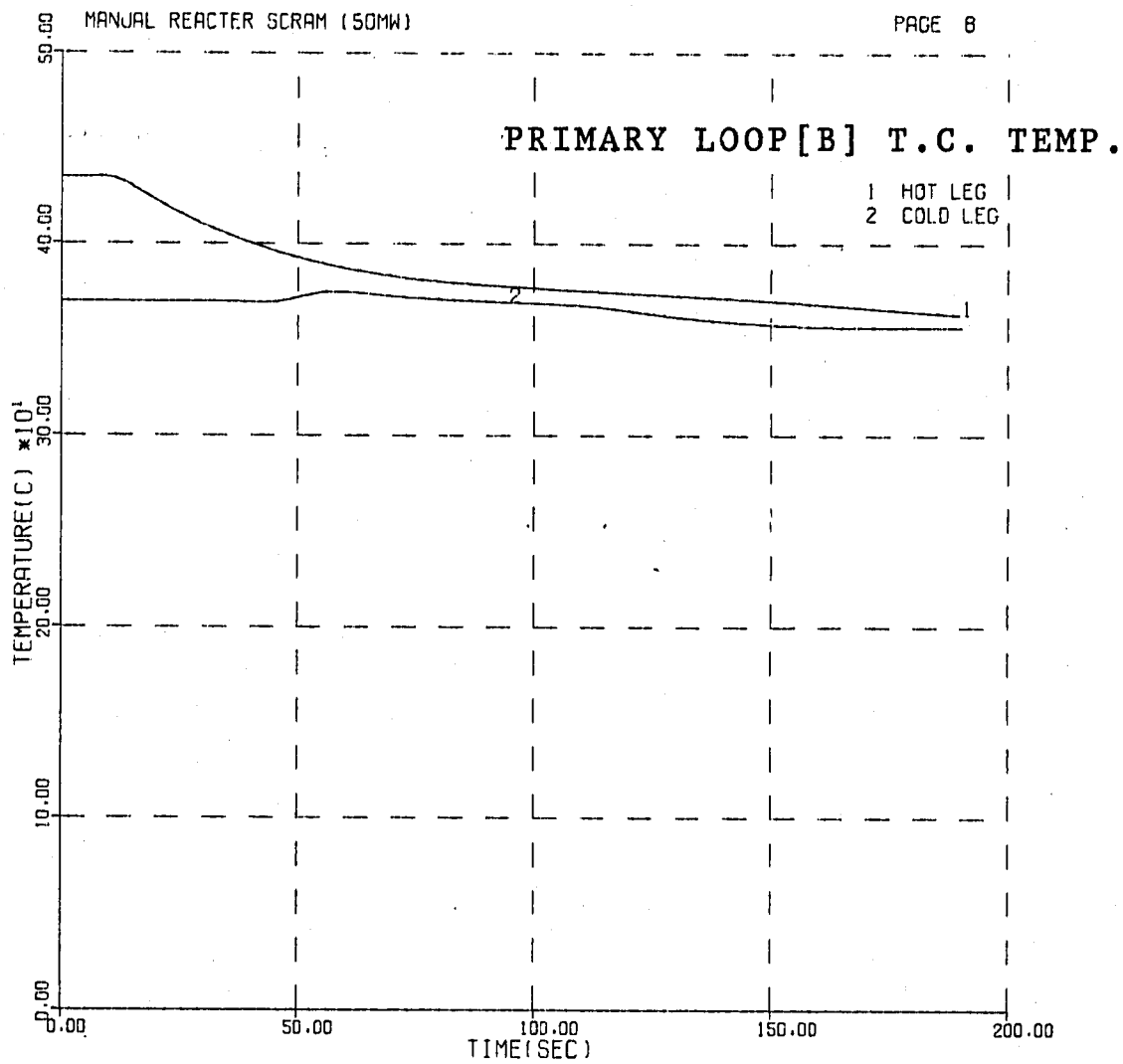
第 4 - 31 図 手動スクラム -B ループ中間熱交換器部-



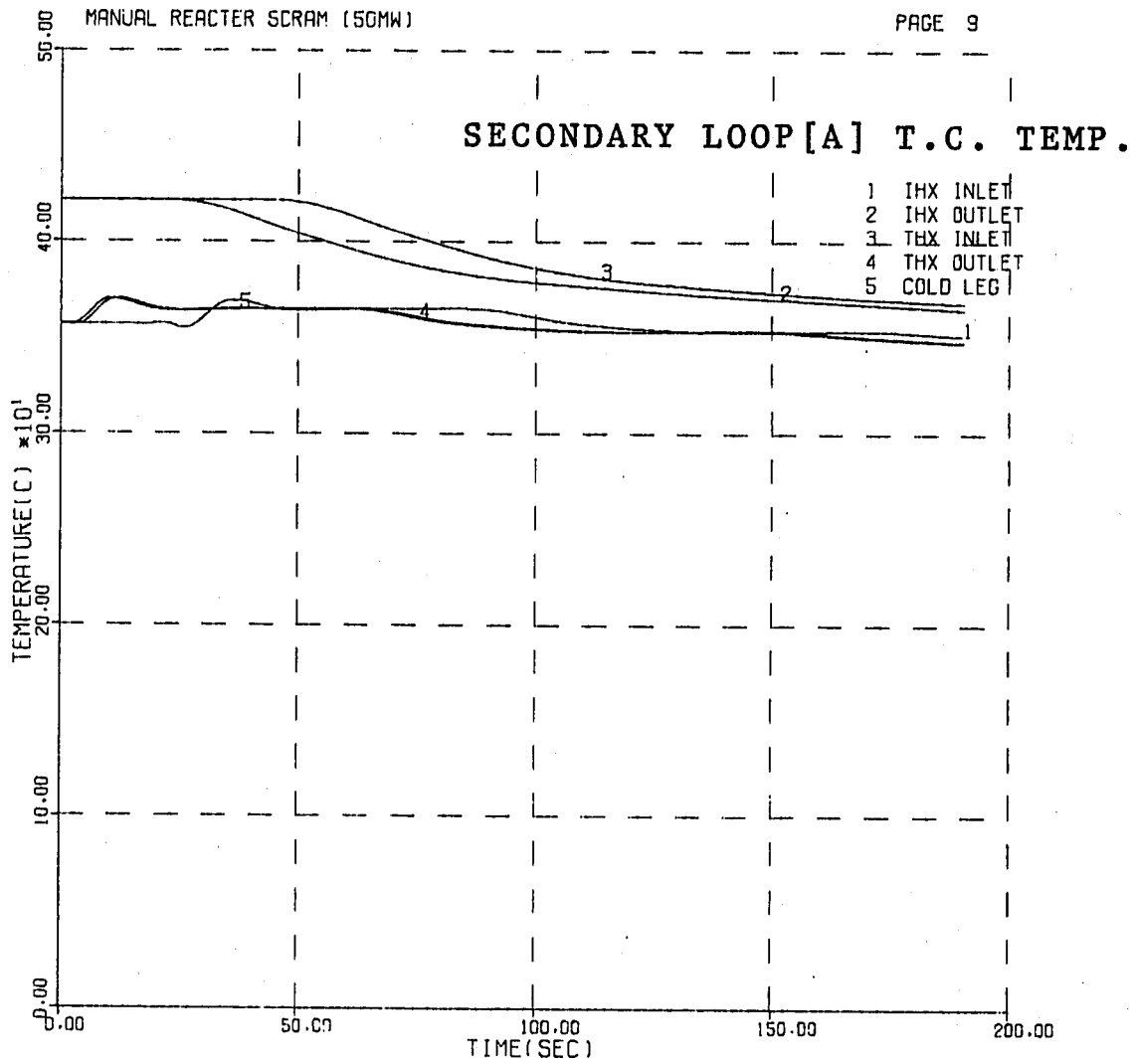
第4-32図 手動スクラム -B ループ空気冷却器部-



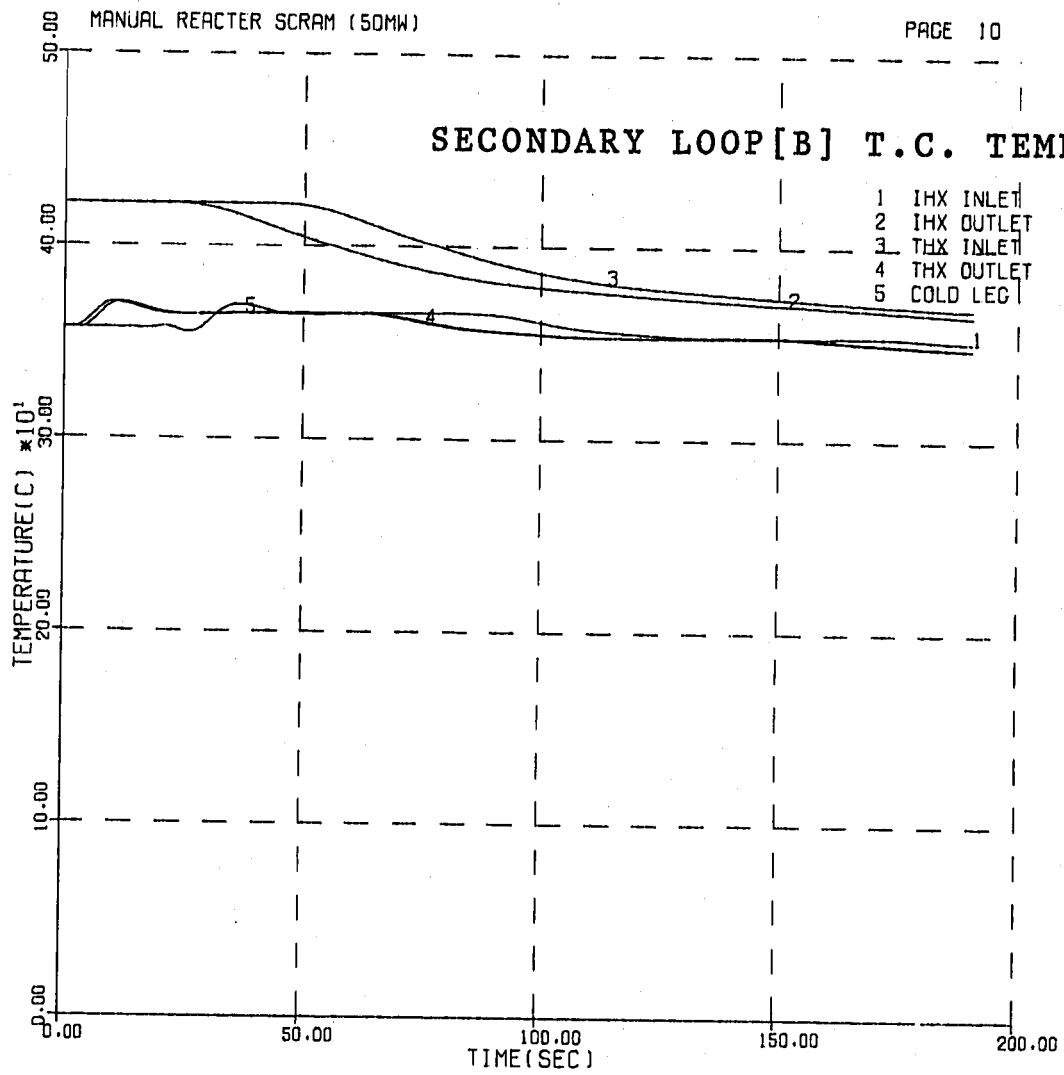
第4-33図 手動スクラム -Aループ1次系熱電対位置冷却材温度-



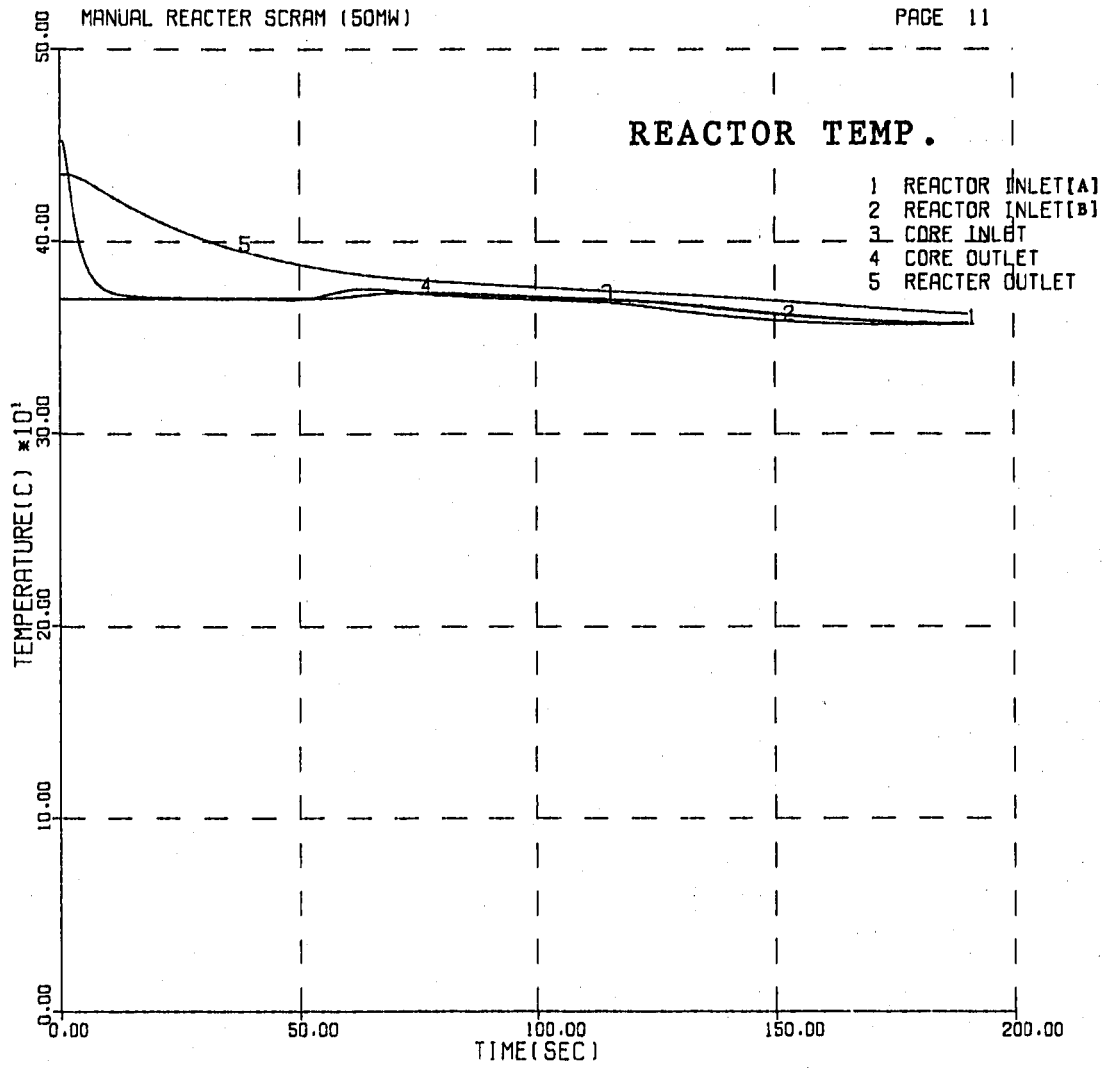
第 4 - 34 図 手動スクラム -B ループ 1 次系熱電対位置冷却材温度-



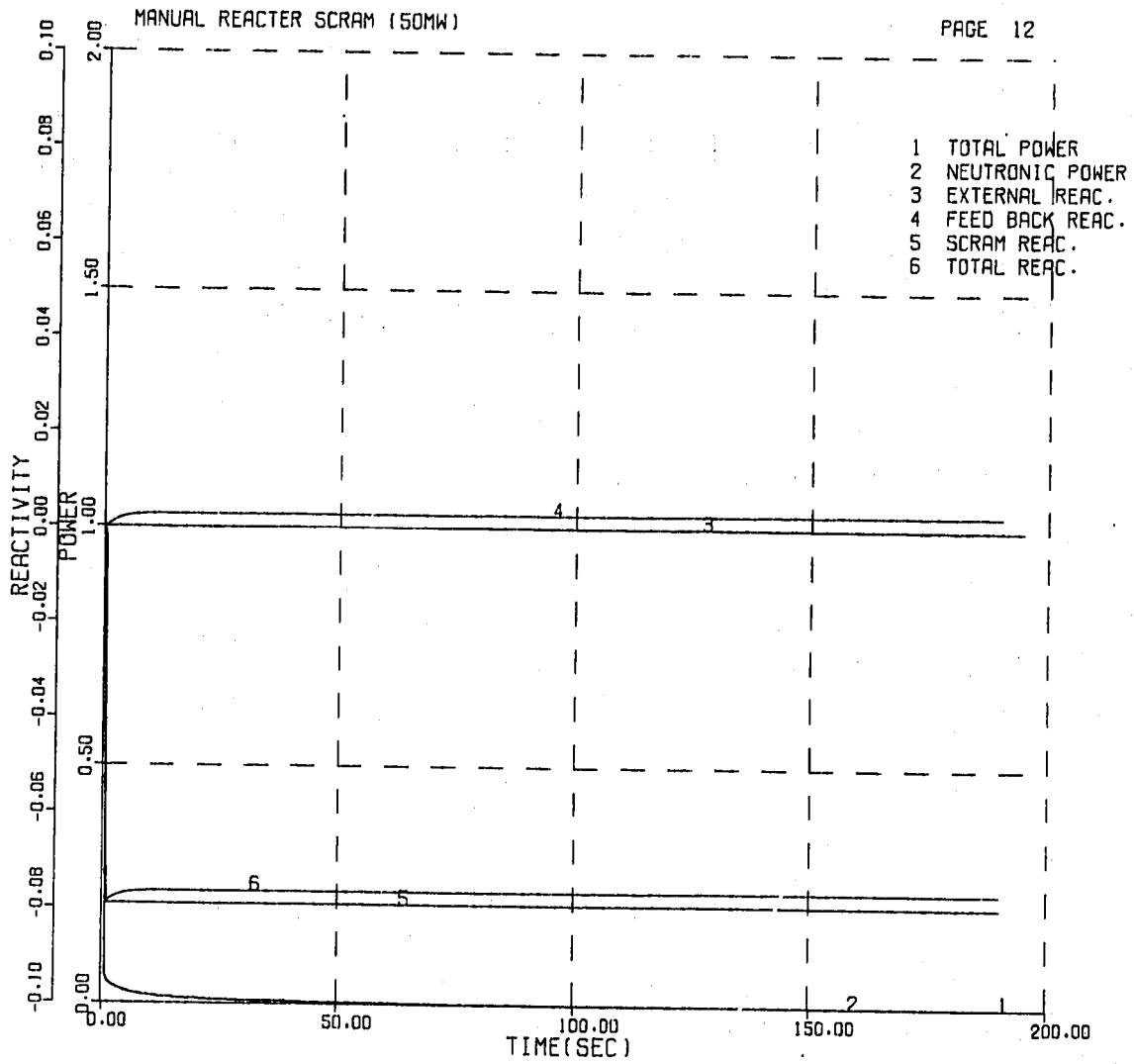
第4-35図 手動スクラム - A ループ 2 次系熱電対位置冷却材温度 -



第 4 - 36 図 手動スクラム -B ループ 2 次系熱電対位置冷却材温度-



第 4 - 37 図 手動スクラム - 炉容器部 -



第 4 - 38 図 手動スクラム - 出力及び反応度 -

付録A 機能試験結果

総合機能試験及び送風機急速停止作動試験による各時間遅れの測定結果は、以下に示す通りである。本試算に於いては、複数の測定値に対し、安全側の値を用いている。

(1) 1次主循環ポンプ出力喪失

項 目	時間遅れ
A ループ1次主循環ポンプトリップ→B ループ1次主循環ポンプトリップ	0.13 sec
A ループ1次主循環ポンプトリップ→安全棒励磁断信号	0.075sec
B ループ1次主循環ポンプトリップ→A ループ1次主循環ポンプトリップ	0.14 sec
B ループ1次主循環ポンプトリップ→安全棒励磁断信号	0.11 sec

(2) 2次主循環ポンプ出力喪失

項 目	時間遅れ
A ループ2次主循環ポンプトリップ→調整棒一斉挿入開始	0.07 sec
A ループ2次主循環ポンプトリップ→調整棒一斉挿入終了	333.1 sec'
B ループ2次主循環ポンプトリップ→調整棒一斉挿入開始	0.07 sec
B ループ2次主循環ポンプトリップ→調整棒一斉挿入終了	334.01 sec
A ループ2次主循環ポンプトリップ→安全棒一斉挿入開始	334.56 sec
B ループ2次主循環ポンプトリップ→安全棒一斉挿入開始	335.58 sec
A ループ2次主循環ポンプトリップ→Aループ主冷却器ブロワトリップ	0.09 sec
B ループ2次主循環ポンプトリップ→Bループ主冷却器ブロワトリップ	0.10 sec

(3) 外部電源喪失

項 目	時間遅れ
外部電源喪失信号→制御棒励磁断	0.015sec

(4) スクラム時間測定

	炉心流量	安全棒の番号	励磁断よりデラッチ完了	励磁断よりスクラム検出コイルON
手 動 ス ク ラ ム	~100%	安全棒 1	0.114 sec	0.678 sec
		安全棒 2	0.105 sec	0.639 sec
		安全棒 3	0.116 sec	0.655 sec
		安全棒 4	0.110 sec	0.657 sec
	30%以下	同上 1	0.109 sec	0.590 sec
		同上 2	0.102 sec	0.562 sec
		同上 3	0.110 sec	0.587 sec
		同上 4	0.125 sec	0.595 sec
中 性 子 束 高 ス ク ラ ム	~100%	同上 1		0.652 sec
		同上 2		0.637 sec
		同上 3		0.654 sec
		同上 4		0.658 sec
	30%以下	同上 1		0.590 sec
		同上 2		0.562 sec
		同上 3		0.587 sec
		同上 4		0.595 sec

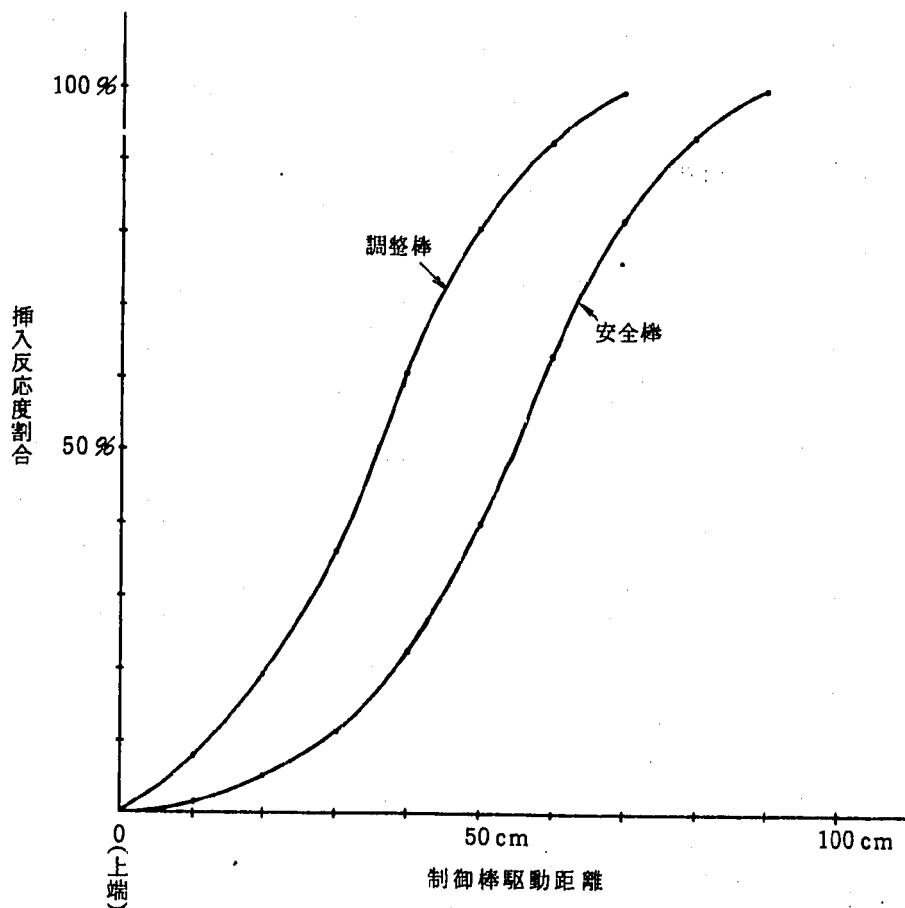
但し、スクラム検出コイルON時点での安全棒駆動距離は全長90cmに対し78cmであり、反応度挿入割合は93%となる。

第A-1図に調整棒及び安全棒のストロークと反応度挿入割合の関係を示す。

(5) 主送風機急速停止

急速停止信号発生後のブレーキ作動遅れ、及び定格回転数から回転数0までの所要時間測定値は以下に示す通りである。なお、回転数の減少はほぼ直線的に減少する。

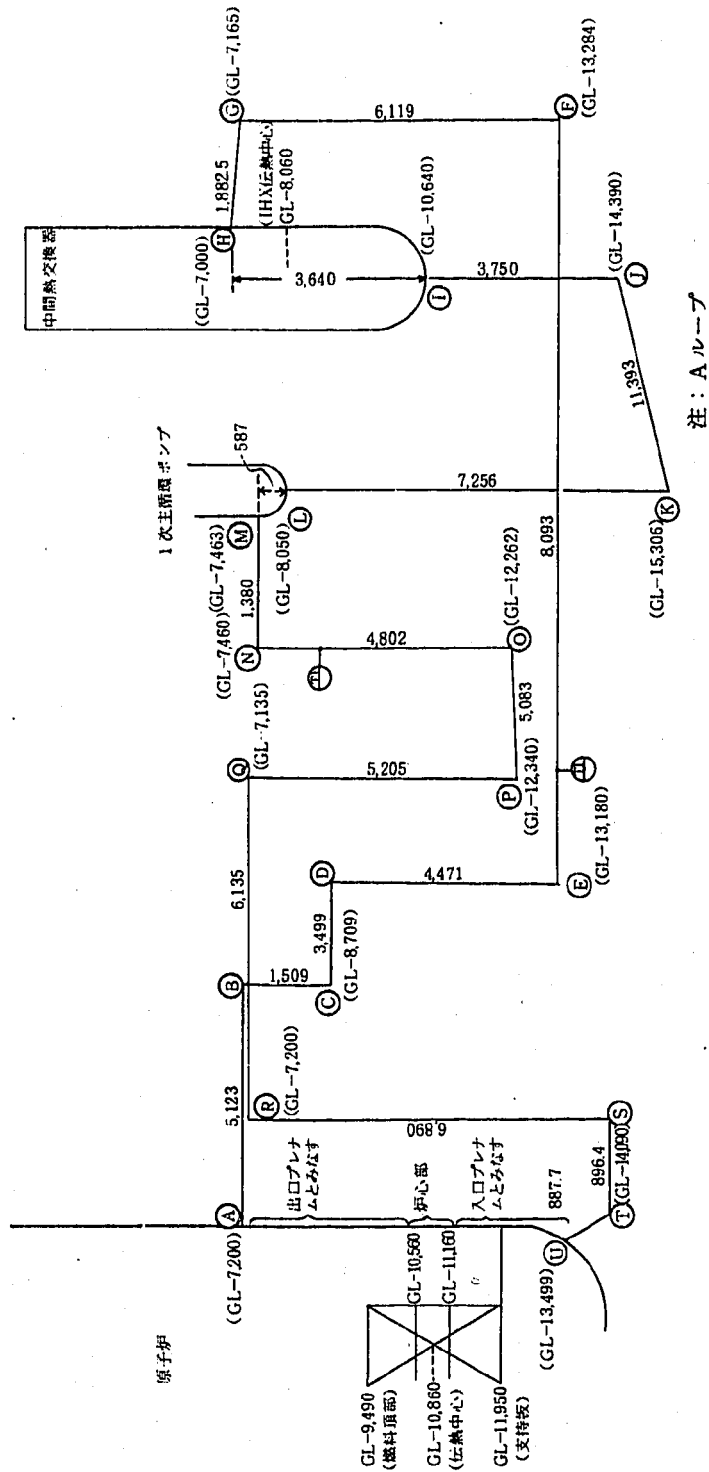
ブレーキ作動遅れ	急速停止信号発生→送風機停止
0.20 sec	10.15 sec
0.19 sec	9.85 sec
0.19 sec	10.25 sec
0.16 sec	9.05 sec
0.17 sec	10.17 sec



第A-1図 制御棒駆動距離-挿入反応度割合

付録B 1次主冷却系配管部

1次主冷却系の配管引廻し、配管長及び配管径は、第B-1図、第B-1表及び第B-2表に示す通りである。



注：A ループ
)で区切った領域は自然循環計算用の区分を示す。

第B-1図 1次主冷却系配管ルート図

第B-1表 1次主冷却系高温側配管

	管 長 mm	管 径	エレベーション	エレベーション差 mm
A ↓	5,123	20 B	GL- 7,200mm	0
B ↓	1,509		GL- 7,200	1,509
C ↓	3,499		GL- 8,709	0
D ↓	4,471		GL- 8,709	4,471
E ↓	8,093		GL-13,180	104
F ↓	6,119		GL-13,284	- 6,119
G ↓	1,882.5		GL- 7,165	- 165
H ↓			GL- 7,000	
	30,696.5			

(+ : 重力方向)

第B-2表 1次主冷却系低温側配管

	管 長 (管径) mm	換 算 長 (12B換算) mm	エレベーション mm	エレベーション差 mm
I ↓	3,750 (18B×7.9t)	7,828	GL-10,640	3,750
J ↓	11,393 (")	23,784	GL-14,390	916
K ↓	7,256 (")	15,147	GL-15,306	-7,256
L ↓	587 (")	587	GL- 8,050	-587
M ↓	1,380 (12B×6.5t)	1,380	GL- 7,463	-3
N ↓	4,802 (")	4,802	GL- 7,460	4,802
O ↓	5,083 (")	5,083	GL-12,262	78
P ↓	5,205 (")	5,205	GL-12,340	-5,205
Q ↓	6,135 (")	6,135	GL- 7,135	65
R ↓	6,890 (")	6,890	GL- 7,200	6,890
S ↓	896.4 (")	896.4	GL-14,090	0
T ↓	887.7 (")	887.7	GL-14,090	-591
U ↓			GL-13,499	
	全長 (12B換算)	78,625.1		

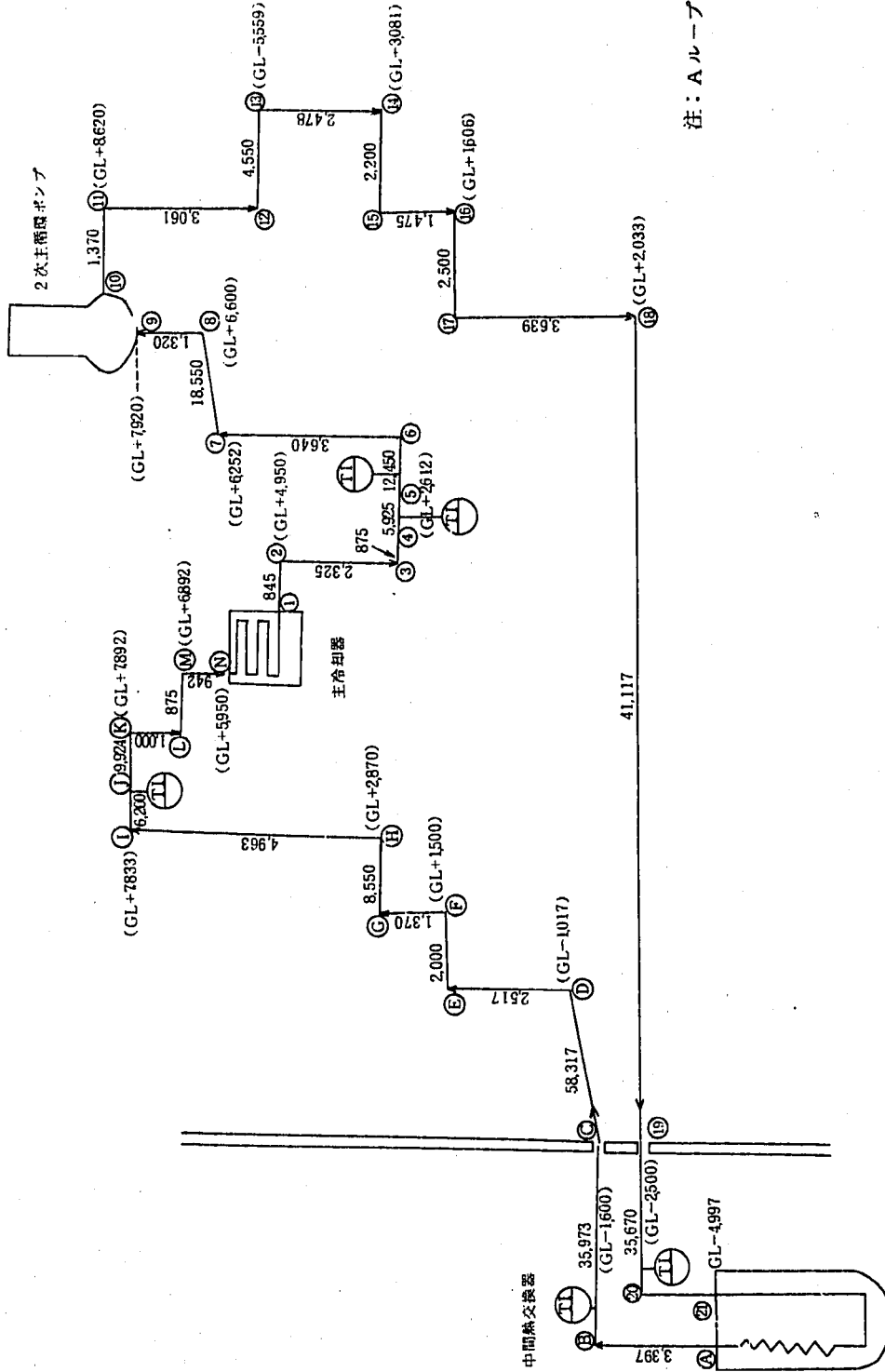
(ポンプ内)
流路

(+ : 重力方向)

注：12B換算は $(18B \text{ 管長}) \times \frac{(18B \text{ 断面積})}{(12B \text{ 断面積})} = (18B \text{ 管長}) \times \left(\frac{457.2 - 2 \times 7.9^2}{318.5 - 2 \times 6.5^2} \right)^2$

付録C 2次主冷却系配管部

2次主冷却系の配管引廻し、配管長及び配管径は、第C-1図、第C-1表及び第C-2表に示す通りである。



注：Aルーブ

第C-1図 2次主冷却系配管ルート図

第C-1表 2次主冷却系高温側配管

	実長 (管径)	換算長	エレベーション	エレベーション差
	mm (12B換算)	mm		mm
A	3,397 (12B×10.3t)	3,397	GL-4,997mm	-3,397
B	35,973 (")	35,973	GL-1,600	0
C	58,317 (")	58,317	GL-1,600	-583
D	2,517 (")	2,517	GL-1,017	-2,517
E	2,000 (")	2,000	GL+1,500	0
F	1,370 (")	1,370	GL+1,500	-1,370
G	8,550 (")	8,550	GL+2,870	0
H	4,963 (")	4,963	GL+2,870	-4,963
I	6,200 (")	6,200	GL+7,833	-29
J	9,924 (10B×9.3t)	13,844		-30
KK'	1,000 (")	1,395	GL+7,892	1,000
LL'	875 (8B×8.2t)	1,576	GL+6,892	0
MM'	942 (")	1,697	GL+6,892	942
NNN''	全長 (12B換算)	141,799	GL+5,950	

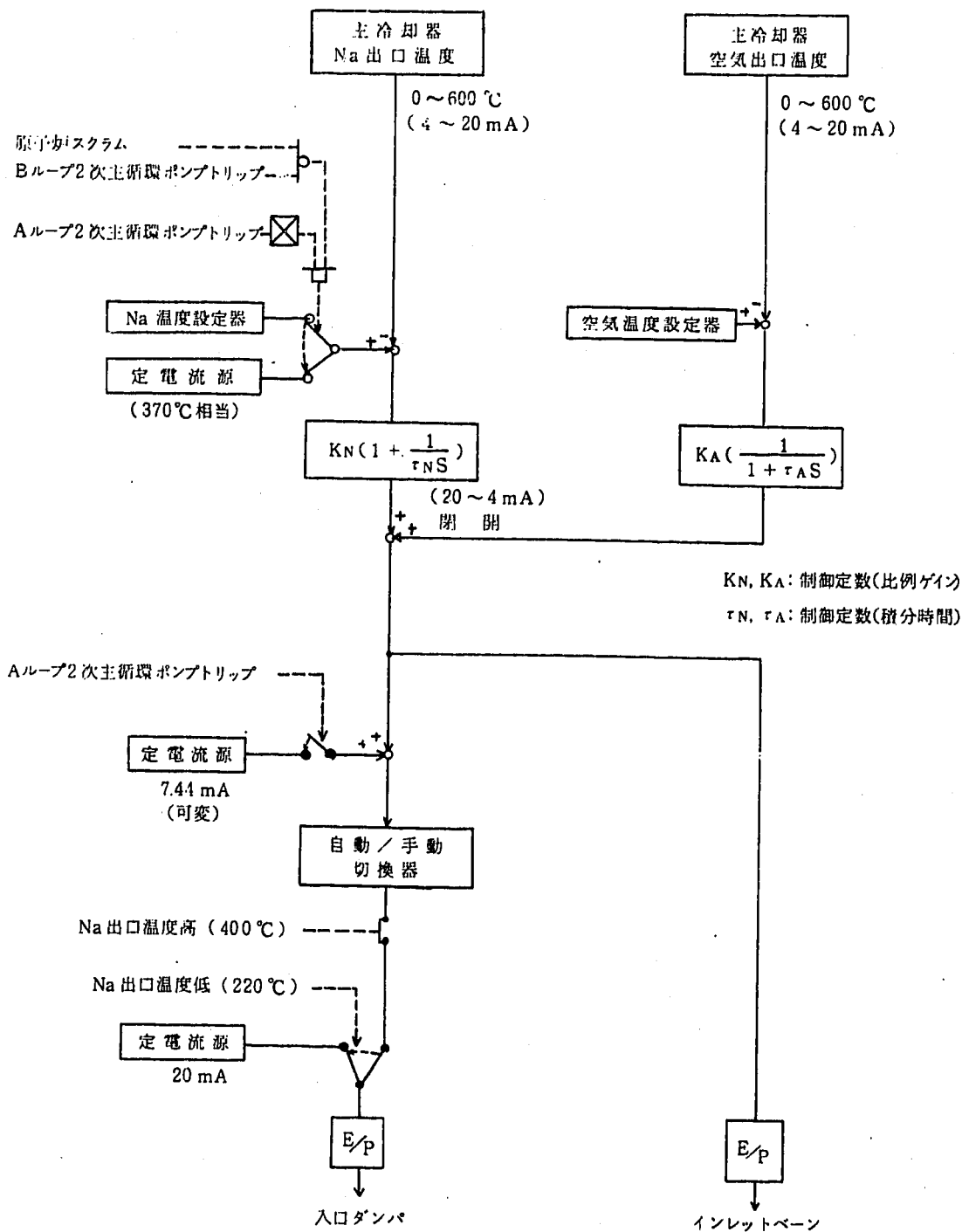
第C-2表 2次主冷却系低温側配管

	実長 (管径)	換算長	エレベーション	エレベーション差
	mm (12B換算)	mm		mm
1 1' 1'	845 (8B×8.2t)	1,522	GL+4,950mm	0
2 2' 2'	2,338 (")	4,211	GL+4,950	2,338
3 3' 3'	2,225 (")	4,008	GL+2,612	0
4 4'	5,925 (10B×9.3t)	8,266	GL+2,612	0
5	12,450 (12B×10.3t)	12,450	GL+2,612	0
6	3,640 (")	3,640	GL+2,612	-3,640
7	18,550 (")	18,550	GL+6,252	-348
8	1,320 (")	1,320	GL+6,600	-1,320
9	700 (")		GL+7,920	-700
10	1,370 (")	1,370	GL+8,620	0
11	3,061 (")	3,061	GL+8,620	3,061
12	4,550 (")	4,550	GL+5,559	0
13	2,478 (")	2,478	GL+5,559	2,478
14	2,200 (")	2,200	GL+3,081	0
15	1,475 (")	1,475	GL+3,081	1,475
16	2,500 (")	2,500	GL+1,606	0
17	3,639 (")	3,639	GL+1,606	3,639
18	41,117 (")	41,117	GL-2,033	467
19	35,670 (")	35,670	GL-2,500	0
20	2,497 (")	2,497	GL-2,500	2,497
21	全長 (12B換算)	155,224	GL-4,997	

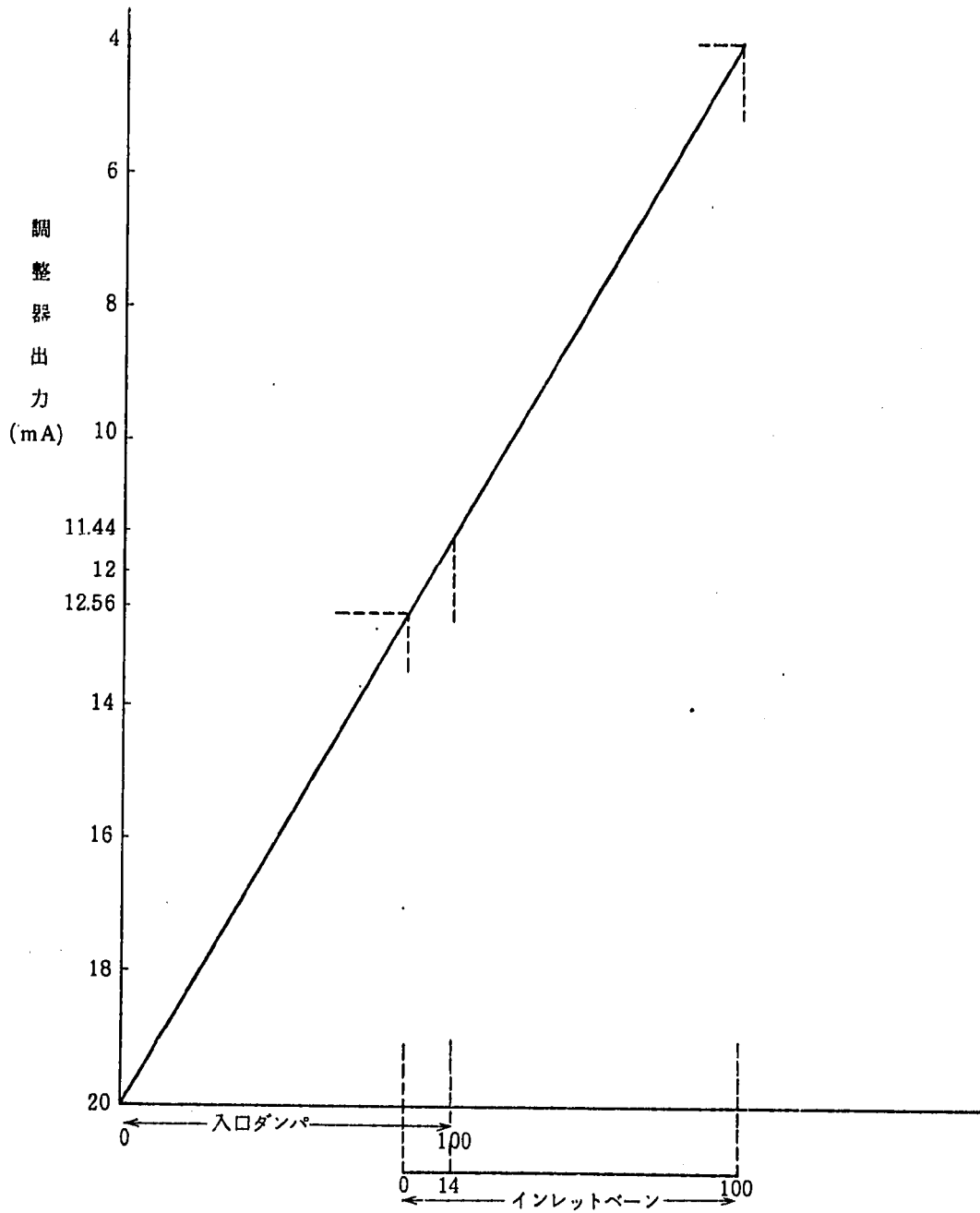
付録D 主冷却系温度制御系

第D-1図にAループ主冷却系温度制御系を示す。

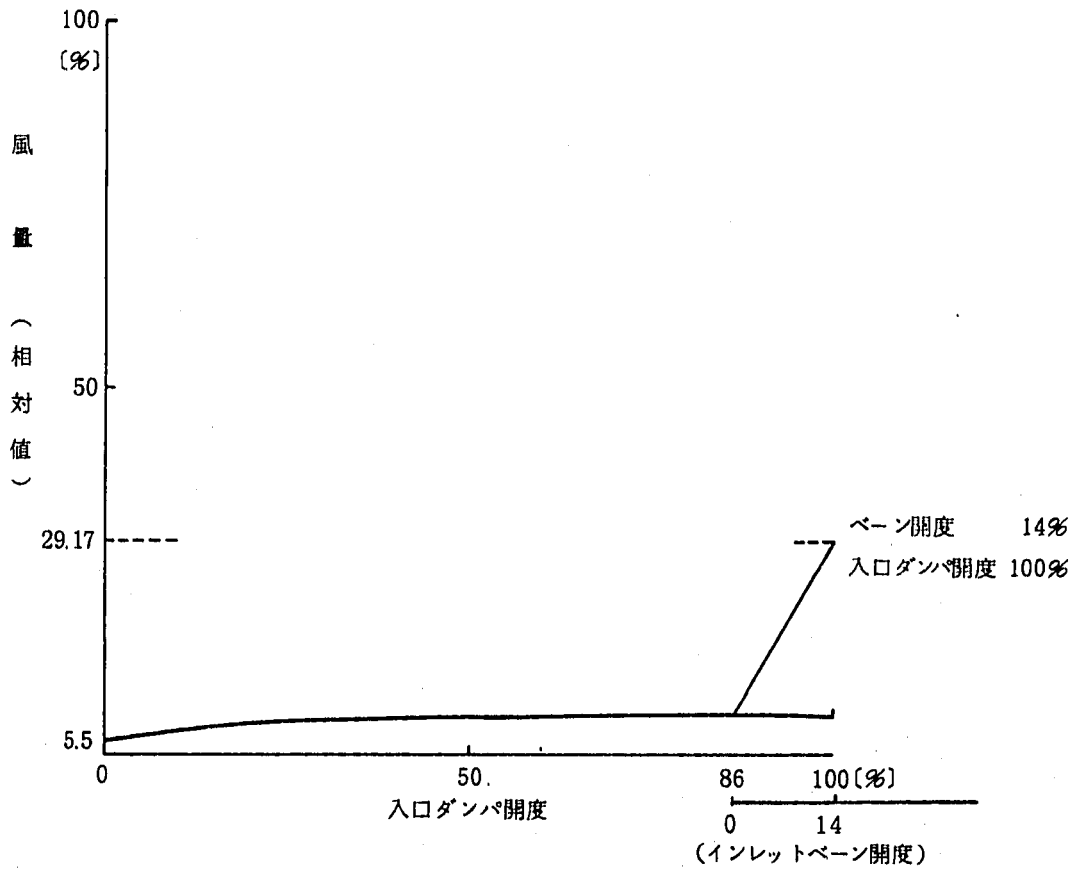
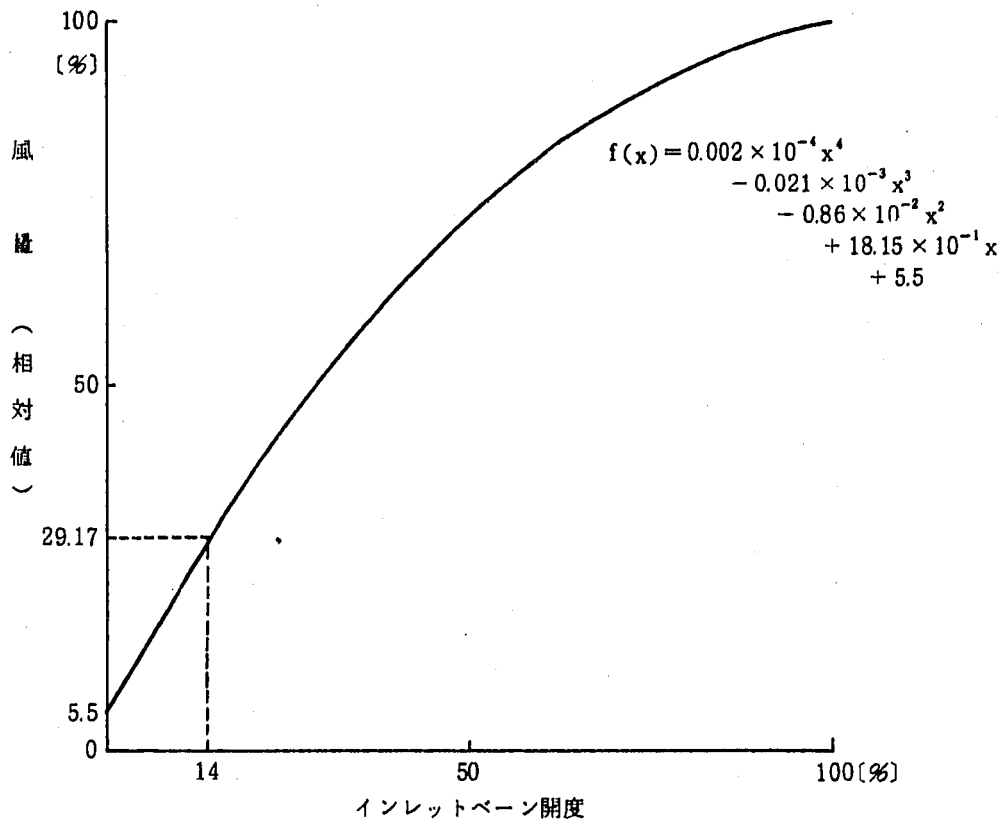
インレットベーン、入口ダンパの駆動レンジ及び主送風機インレットベーン、入口ダンパ性能曲線は第D-2図、第D-3図に示す通りである。



第D-1図 主冷却系温度制御系 (Aループ)



第D-2図 インレットベーン及び入口ダンパの駆動レンジ



第D-3図 インレットベーン及び入口ダンパ性能曲線 (主送風機)