

高速実験炉「常陽」100MW出力上昇試験結果報告書

主冷却系による熱除去

1985年8月

区分変更	
変更後資料番号	PNC TN941 85-115
決裁年月日	平成10年3月26日

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター

この資料は動燃事業団の開発業務を進めるため限られた関係者だけに配布するものです。したがってその取扱いには充分注意を払って下さい。なお、この資料の供覧、複製、転載引用等には事業団の承認が必要です

配 布 限 定

PNC SN941 85-115

1 9 8 5 年 8 月

高速実験炉「常陽」100MW出力上昇試験結果報告書

主冷却系による熱除去

高橋 秀治¹⁾ 笠間 聖²⁾ 長岡 幸夫³⁾
平尾 和則¹⁾ 橋本 素行³⁾ 榎本 雅己⁴⁾

要 旨

本試験は、100 MW外部電源喪失試験の2次主循環ポンプ再起動後に行なわれたものである。本試験の目的は、外部電源喪失による原子炉停止後の崩壊熱を、主冷却系により除去できることを確認することである。

試験結果の概要は以下の通りである。

- 1) 原子炉出力 100 MWよりの外部電源喪失試験後において、主冷却系により崩壊熱除去をすることができ、温態待機状態への移行が行なわれた。
- 2) 上記の過程で、冷却材温度変化率が $-50^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ を越えないことが確認された。
- 3) 中心燃料集合体出口 Na 温度に異常な上昇のないことが確認された。

1) 大洗工学センター実験炉部技術課
2) 大洗工学センター実験炉部技術課（現、株式会社東芝）
3) 大洗工学センター実験炉部技術課（現、株式会社日立製作所）
4) 株式会社アイ・エス・エル

JOYO MK-II Power Ascension Test Report
Decay Heat Removal by Main Cooling System

Hideji Takahashi¹⁾, Kiyoshi Kasama²⁾,
Yukio Nagaoka³⁾, Kazunori Hirao¹⁾,
Tsuneyuki Hashimoto³⁾ and
Masaki Enomoto⁴⁾

Abstract

This test was carried out after restart of secondary main pump at the end of 100 MW loss of electric power test.

The purpose of this test is to confirm that the decay heat can be removed by main cooling system after reactor shut-down of loss of power test.

Summary of this test result is as in the following.

- 1) The decay heat was removed by the main cooling system after the loss of electric power test from 100 MW power operation. Furthermore the plant mode transferred to hot stand-by phase.
- 2) At the test, the rate of the coolant temperature decrease did not exceed -50°C/hr.
- 3) There was no anomalous sodium temperature rise at the outlet of the center fuel sub-assembly.

-
- 1) Reactor Technology Section, Fast Reactor Division,
O-arai Engineering Center, PNC.
 - 2) Toshiba Corp.
 - 3) Hitachi, Ltd.
 - 4) I.S.L.

目 次

1. 緒 言.....	1
2. 試験目的.....	2
3. 系統設備の概要.....	3
3.1 原子炉冷却系統.....	3
3.2 計測制御系統.....	3
3.2.1 原子炉制御系統.....	3
3.2.2 冷却材温度制御系.....	4
3.3 MK-IIへの移行作業の概要	4
3.3.1 照射炉心.....	4
3.3.2 制御棒および制御棒駆動機構.....	5
3.3.3 2次冷却材温度制御系.....	5
3.3.4 主冷却器・主送風機.....	6
3.3.5 その他.....	7
4. 試験方法.....	19
4.1 試験概要.....	19
4.2 試験条件.....	19
4.3 試験準備および試験方法.....	19
4.3.1 準備作業.....	19
4.3.2 試験装置.....	19
4.3.3 測定項目.....	20
4.3.4 試験方法.....	20
5. 試験結果.....	34
5.1 試験経過.....	34
5.2 試験結果.....	34
5.2.1 試験-I	34
5.2.2 試験-II	34
5.3 燃料集合体出口 Na 温度変化率.....	34
5.4 統温度変化.....	34
6. 検 討.....	51
6.1 プラント各部の温度変化の評価.....	51
6.2 ベーン・ダンバ開度の調整.....	51

7. 結 言.....	5 6
8. 参考文献.....	5 7
9. 謝 辞.....	5 8

List of Figures

Fig. 3. 1	「常陽」冷却系系統図.....	9
Fig. 3. 2	主冷却器.....	10
Fig. 3. 3	「常陽」主要制御系統概念図.....	11
Fig. 3. 4	冷却材温度制御系シーケンスブロック図.....	13
Fig. 3. 5	照射用炉心出力上昇試験の炉心構成.....	15
Fig. 3. 6	制御棒駆動機構.....	16
Fig. 3. 7	冷却材温度制御系の構成.....	17
Fig. 4. 1	主冷却系による崩壊熱除去試験実施フロー.....	30
Fig. 4. 2	主要プロセス量の測定位置.....	31
Fig. 4. 3	外部電源喪失試験実施フロー.....	32
Fig. 4. 4	冷却材温度制御系動作フロー図.....	33
Fig. 5. 1	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (1A - 1)	37
Fig. 5. 2	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (2A - 1)	38
Fig. 5. 3	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (1B - 1)	39
Fig. 5. 4	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (2B - 1)	40
Fig. 5. 5	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (1A - 2)	41
Fig. 5. 6	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (2A - 2)	42
Fig. 5. 7	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (1B - 2)	43
Fig. 5. 8	電喪後の崩壊熱除去試験 - I (2B - 2)	44
Fig. 5. 9	電喪後の崩壊熱除去試験 - II (1 次系)	45
Fig. 5.10	電喪後の崩壊熱除去試験 - II (ベーン・ダンパ A)	46
Fig. 5.11	電喪後の崩壊熱除去試験 - II (ベーン・ダンパ B)	47
Fig. 5.12	電喪後の崩壊熱除去試験 - II (2 次系 A)	48
Fig. 5.13	電喪後の崩壊熱除去試験 - II (2 次系 B)	49
Fig. 5.14	外部電源喪失試験よりのトレンドグラフ (試験 - II)	50
Fig. 6. 1	主冷却系による崩壊熱除去試験 - I (A ループ)	52
Fig. 6. 2	主冷却系による崩壊熱除去試験 - I (B ループ)	53
Fig. 6. 3	主冷却系による崩壊熱除去試験 - II (A ループ)	54
Fig. 6. 4	主冷却系による崩壊熱除去試験 - II (B ループ)	55

List of Tables

Table 3.1 「常陽」炉心比較表（照射用炉心改造前後）	8
Table 4.1 試験開始前チェックシート	21
Table 4.2 準備作業	21
Table 4.3 試験装置	22
Table 4.4 プロセス信号一覧表	23
Table 4.5 計測点リスト	29
Table 5.1 電喪試験後のプラント各部の変化応答（試験-II）	35
Table 5.2 燃料集合体出口 Na 温度 (F000) 温度変化率	36

1. 緒 言

高速実験炉「常陽」は、昭和 52 年 4 月に臨界達成後、低出力試験、50 MW性能試験および 50 MW 定格運転（2 サイクル）を実施し、その後 75 MW性能試験および 75 MW定格運転（6 サイクル）を実施した。

その後、「常陽」は昭和 57 年 1 月より MK-II 移行作業へ入り、照射用炉心への改造、冷却材温度制御系の改造等の作業が行なわれた。同年 11 月 22 日には新炉心での初臨界を達成し、続いて低出力試験を実施した。翌年 2 月からは出力上昇試験を開始し、25 MW毎の各出力段階において各種の試験を実施し、炉心およびプラントの状態を確認しながら、3 月 12 日には予定通り計画最大出力 100 MWを達成した。また、最後には 100 MW出力での 100 時間連続運転に成功した。

MK-II 性能試験時の崩壊熱除去能力試験としては、PT-241 主冷却系による崩壊熱除去試験が実施された。

本報告書では、100 MW外部電源喪失試験を引継いで実施された、主冷却系による崩壊熱除去試験について報告する。

2. 試験目的

本試験の目的は、外部電源喪失試験による原子炉停止後の崩壊熱を、主冷却系により除去できることを確認する。

3. 系統設備の概要

3.1 原子炉冷却系統

原子炉冷却系統は、2ループの主冷却系統と1ループの補助冷却系統から成り、原子炉で発生する熱は通常時には2ループの主冷却系統にて冷却される。補助冷却系は、主冷却系統ナトリウム漏洩時あるいは主冷却系1系統冷却不能時の崩壊熱除去に使用される。

主冷却系は放射性の1次ナトリウム系と非放射性の2次ナトリウム系および空気系から成り、主冷却系1ループに付き1次主循環ポンプ・主中間熱交換器(IHX)・2次主循環ポンプ各1基、空気冷却器(DHX)・主送風機各2基から構成されている。

原子炉で発生した熱は1次ナトリウムにより主中間熱交換器へ伝達され、そこで2次ナトリウムに伝達される。2次ナトリウムに伝達された熱は空気冷却器により大気中へ放散される。

Fig. 3.1 に冷却系系統図の概要を示す。

Fig. 3.2 には、主冷却器の概要を示す。

主送風機には入口ベーン、主冷却器には入口ダンパおよび出口ダンパがあり、これらの開度を変えることにより風量を調整する。通常の原子炉定格運転時には、主冷却器出口Na温度を検出して主送風機インレットベーンの開度を自動的に調節することにより空気流量を変え、主冷却器出口Na温度を制御する。インレットベーンの通常制御範囲を越える低負荷運転時には入口ダンパの開度を自動的に調節することにより、空気風量制御を行ない、主冷却器出口Na温度を制御する。

これらの制御系では、外部電源喪失等の異常状態に対する制御性も充分考慮されている。

3.2 計測制御系統

3.2.1 原子炉制御系

原子炉制御設備は、6本の制御棒、制御棒駆動機構、原子炉の出力制御設備および原子炉保護系から成る。原子炉の出力制御は、制御棒を中央制御室設置の原子炉制御盤により手動操作で引抜・挿入することにより行なわれる。

原子炉保護系設備は、原子炉プラントの状態を監視する核計装系・プロセス計装系から異常信号が発せられた場合、異常の程度に応じて安全動作を行なわせるための設備であり、検出器、ロジック盤より構成される。重要な計装については複数の検出器を設置し、多重性を確保している。また、ロジック盤は2系統を有している。安全保護動作としては、アイソレーション、スクラム、制御棒一斉挿入がある。

Fig. 3.3 に主要制御系統概念図を示す。

3.2.2 冷却材温度制御系

冷却材温度制御系は、原子炉入口温度を370°Cの一定温度に維持するように、主冷却器の冷却空気量を自動制御する構成となっている。空気流量の制御には主冷却器出口Na温度が使われ、冷却材温度制御系の温度設定値は手動または原子炉出口Na温度により自動的に変更される。

原子炉スクラム時には、炉心発熱の急低下による主冷却系各機器、配管へのコールドショックを回避するため、原子炉スクラムの1分後に主冷却器出口Na温度の設定を自動的に高設定とし、主冷却器の入口ダンバおよび主送風機の入口ベーンを急速に閉じる。2次主循環ポンプトリップ時には、2次主冷却系のナトリウムコーストダウン流量に対応する空気流量とするため、主送風機のブレーキを作動させて自然通風とし、合わせて入口ベーンを全閉とする（これにより、空気側およびナトリウム側のフロー・コーストダウンの一一致を図っている）。その後、入口ベーン開度を0～6.5%の範囲で冷却空気量を自動制御する。

Fig. 3.4に冷却材温度制御系のシーケンスブロック図を示す。

尚、MK-IIにおいて改造した冷却材温度制御系の概要を3.3.3項にて述べる。

3.3 MK-IIへの移行作業の概要

高速実験炉「常陽」は、昭和57年1月より約11ヶ月をかけ、MK-I増殖炉心よりMK-II照射炉心への燃料交換作業、制御棒および制御棒駆動機構、2次冷却材温度制御系等の改造を伴なう、MK-IIへの移行作業を実施した。Table 3.1に「常陽」炉心比較表を示す。以下にMK-IとMK-IIとの比較についてその概略を述べる。

3.3.1 照射炉心

MK-Iにおける増殖炉心を定格出力100MWの照射炉心に変更するに伴ない、以下の変更、改造を実施した。その概略を以下に列挙する。

Fig. 3.6に第0サイクル(MK-II性能試験)における炉心構成を示す。

(1) ブランケット領域

照射炉心においては、内側反射体および外側反射体領域に置替えられた。

(2) 炉心容積

照射炉心においては、中性子密度を上げるために、炉心容積は約20%小型化された。(炉心容積304ℓが250ℓ)

(3) 定格線出力

増殖炉心における定格線出力320W/cmが照射炉心においては同400W/cmに増加した。

(4) 燃料組成

増殖炉心におけるプルトニウム富化度(W/O)17.7%が、照射炉心においては29%に増加

し、ウラン²³⁵濃縮度は同 23 %が 12 %へ減少した。

(5) 燃料ペレット

増殖炉心における燃料ペレット直径 5.4 mm が照射炉心においては 4.6 mm と細くなり、また燃料被覆管外径も 6.3 mm から 5.5 mm と細くなった。

(6) 特殊燃料集合体

照射炉心においては、特殊燃料集合体（A型・B型・C型）および各種の反射体（燃料材料・制御棒材料・構造材料照射用反射体）が製作された。第 0 サイクルにおいては、B 型特殊燃料集合体が 2 体、燃料材料照射用反射体（CMIR）が 1 体、炉心に装荷され MK-II 性能試験として、各種試験が実施された。

3.3.2 制御棒および制御棒駆動機構

前述のように炉心体積の小型化および安全棒・調整棒の制御棒への変更に伴ない、以下のよ
うな変更・改造を実施した。その概略を以下に列挙する。

Fig. 3.7 に制御棒駆動機構の構造を示す。

(1) 制御棒本数

増殖炉心における安全棒（4 本）および調整棒（2 本）が、照射炉心においては制御棒（6 本）に変更され、各制御棒の制御棒価値がほぼ同一値 2.32 ~ 2.37 %△K/K（第 0 サイクル 値）となった。

(2) 制御棒型式

照射炉心における 7 本クラスター密封型が照射炉心においては同ベント型となった。

(3) 制御棒駆動機構

安全棒の制御棒への変更に伴ない、同安全棒駆動機構のストローク変更（900 より 650 mm）等の改造を実施し、照射炉心での制御棒駆動機構とした。

また、調整棒の制御棒への変更に伴ない、同調整棒駆動機構を撤去し、新たに製作した照
射炉心用制御棒駆動機構を設置した。

(4) 上記の改造等により、原子炉の通常運転時における制御棒引抜位置は中間位置（下端位置 より約 450 ~ 520 mm）であり、これにより制御棒のスクラム時間（励磁断信号～90%スク ラム信号間）の制限値（0.8 秒）に対して余裕ができた。

3.3.3 2 次冷却材温度制御系

MK-I 時において、2 次主冷却系の冷却材温度制御系は異常時過渡応答時の制御性等につ
いて問題点があり、報告書等により指摘されている。¹⁾そのため、同冷却材温度制御系は、100 MW 外部電源喪失時における熱衝撃を緩和することを主目的として改造を実施した。その概要を以下に列挙する。

Fig. 3.8 に冷却材温度制御系の構成を示す。

(1) MK-I 時のアナログ式温度調節計にかわり、デジタル式温度調節計に置替えられた。

以下にその特徴を示す。

イ) 冷却材温度等の調節機能、シーケンス制御機能等を内蔵のマイクロプロセッサにより処理する。

ロ) デジタル式温度調節計であるため、ハードウェアが簡単化されている。

ハ) 温度調節計としての機能の変更は、ほとんどソフトウェアの変更だけで済む。

ニ) 設定された制御定数・シーケンス等はキーボード操作により、ディスプレイに表示させることができ、必要によりプリンタによるハードコピーをとることもできる。

尚、ソフトウェアによる処理のため、制御系の構成、シーケンス制御の動作等は、展開接続図から追うことはできず、システムとしての把握は困難であった。

(2) デジタル式温度調節計に置替えられることにより制御系が変更され、以下のような機能の変更がある。

イ) 制御モードが従来の「MAN」(手動)および「AUT」(自動)モードに、「CAS」(カスケード)モードを付加した。

「CAS」モードは、原子炉入口Na 温度が原子炉出力によらず常に一定の温度(約370°C)となるように、温度調節計の温度設定値(主冷却器出口Na 温度)を原子炉出口Na 温度の関数で自動的に変更できるモードである。

ロ) 主冷却器の、主送風機入口ベーン制御領域と主冷却器入口ダンパ制御領域の分割率が変更された(詳細は 6.3.4 参照)

ハ) 各主送風機入口ベーンおよび主冷却器入口ダンパ用に同一の温度調節器が各 1 台(計 8 台)設置され、各々主送風機入口ベーン制御用と主冷却器入口ダンパ制御用として動作する。

3.3.4 主冷却器・主送風機

主送風機も MK-II 移行に伴ない、種々の改造を実施した。その概要を以下に列挙する。

(1) 主送風機ベーン開度

原子炉出力 100 MW 時における主冷却器の除熱能力を十分に確保するため、主送風機入口ベーン開度を変更し、最大ベーン開度を 20 % 増加させた。よって、改造前のベーン開度 100 % は、改造後におけるベーン開度 83 % に相当する。同様にして、外部電源喪失時(2 次主循環ポンプトリップ時)におけるベーン開度上限値の 10 % 開度は、同 8.3 % 開度に相当する。

(2) 塩害対策

「常陽」は海岸付近に設置されているため、主送風機の塩害による発錆等によりベーンおよびベーン開度調節機構の動作等に支障があった。これは、主送風機の主要部品は SS 41 製

であるためで、これをSUS304製の部品に交換し、発錆を防止することにより、ベーンおよびベーン開度調節機構の動作に支障の無いようにした。

また、主冷却器・主送風機の本体内部の腐食等があり、防錆塗料の塗布等により処理している。

3.4.5 その他

「常陽」のMK-II移行作業において、前記以外にも各種の改造・修理および点検等が実施されている。その詳細については報告書等²⁾を参照されたい。

Table 3.1 「常陽」炉心比較表（照射用炉心改造前後）

Table 3.1 Comparison of Core Characteristics between MK-I and MK-II

	MK-I		MK-II
	第1期	第2期	
原子炉熱出力 (MWt)	50	75	100
1次冷却材流量 (t/h)	約2,200	約2,200	約2,200
原子炉入口温度 (°C)	370	370	370
原子炉出口温度 (°C)	約435	約470	約500
炉心高さ (cm)	60	60	55
炉心体積(最大) (ℓ)	約294	約304	約250
燃料単位長出力(定格最大) (W/cm)	約210	約320	約400
燃料要素外径 (mm)	6.3	6.3	5.5
燃料要素本数 (本)	91	91	127
軸方向ブランケット高さ (cm)	上部40 下部40	上部40 下部40	—
軸方向反射体高さ (m)	—	—	30
プルトニウム富化度 (W/O)	約18	約18	約30
ウラン ²³⁵ 濃縮度 (W/O)	約23	約23	約12
ブランケット燃料集合体位置	5~9列目	5~9列目	—
反射体位置	10列目	10列目	内側 5~6列目 外側(A) 7~9列目 外側(B) 10列目
全中性子束(最大) (n/cm ² ·sec)	2.1×10 ¹⁵	3.2×10 ¹⁵	5.1×10 ¹⁵
高速中性子束(≥0.1 MeV, 最大) (n/cm ² ·sec)	1.4×10 ¹⁵	2.0×10 ¹⁵	3.7×10 ¹⁵
最大余剰反応度 (%△K/K)	4.5以下(100°C) (本)	4.5以下(100°C) 安全棒 4 調整棒 2 密封型	5.5以下 安全棒 4 調整棒 2 密封型 制御棒 6 ペント型
要素型式			
制御棒反応度 (%△K/K)	安全棒 5.6以上 (4本) 調整棒 2.8以上 (2本)	安全棒 5.6以上 (4本) 調整棒 2.8以上 (2本)	9.0以上 (6本)
最高燃焼度(要素平均) (MWD/t)	約25,000	約42,000	約50,000
運転サイクル	45日運転 15日停止	45日運転 15日停止	45日運転 15日停止

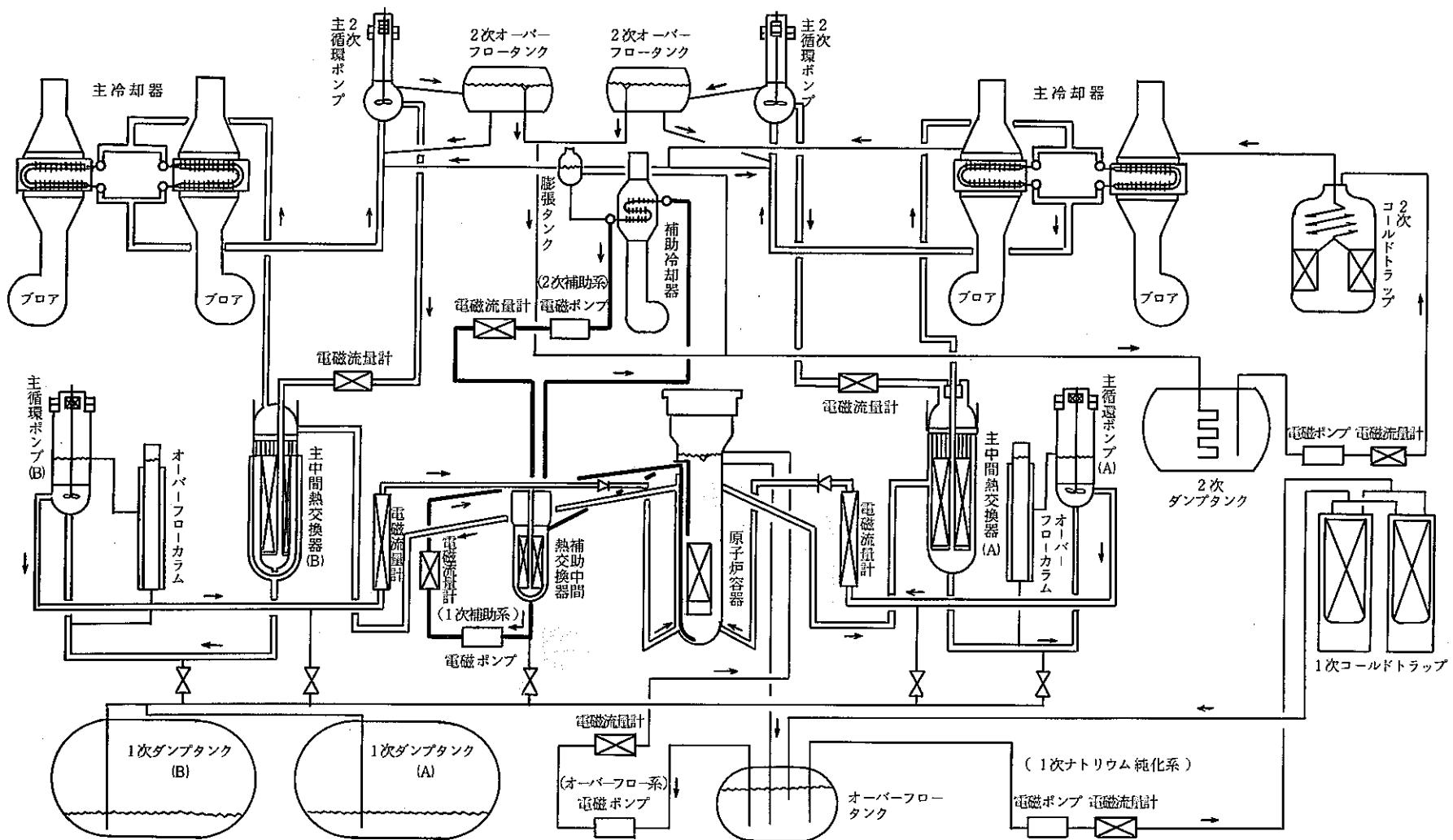


Fig. 3.1 「常陽」冷却系系統図
Schematic diagram of coolant system

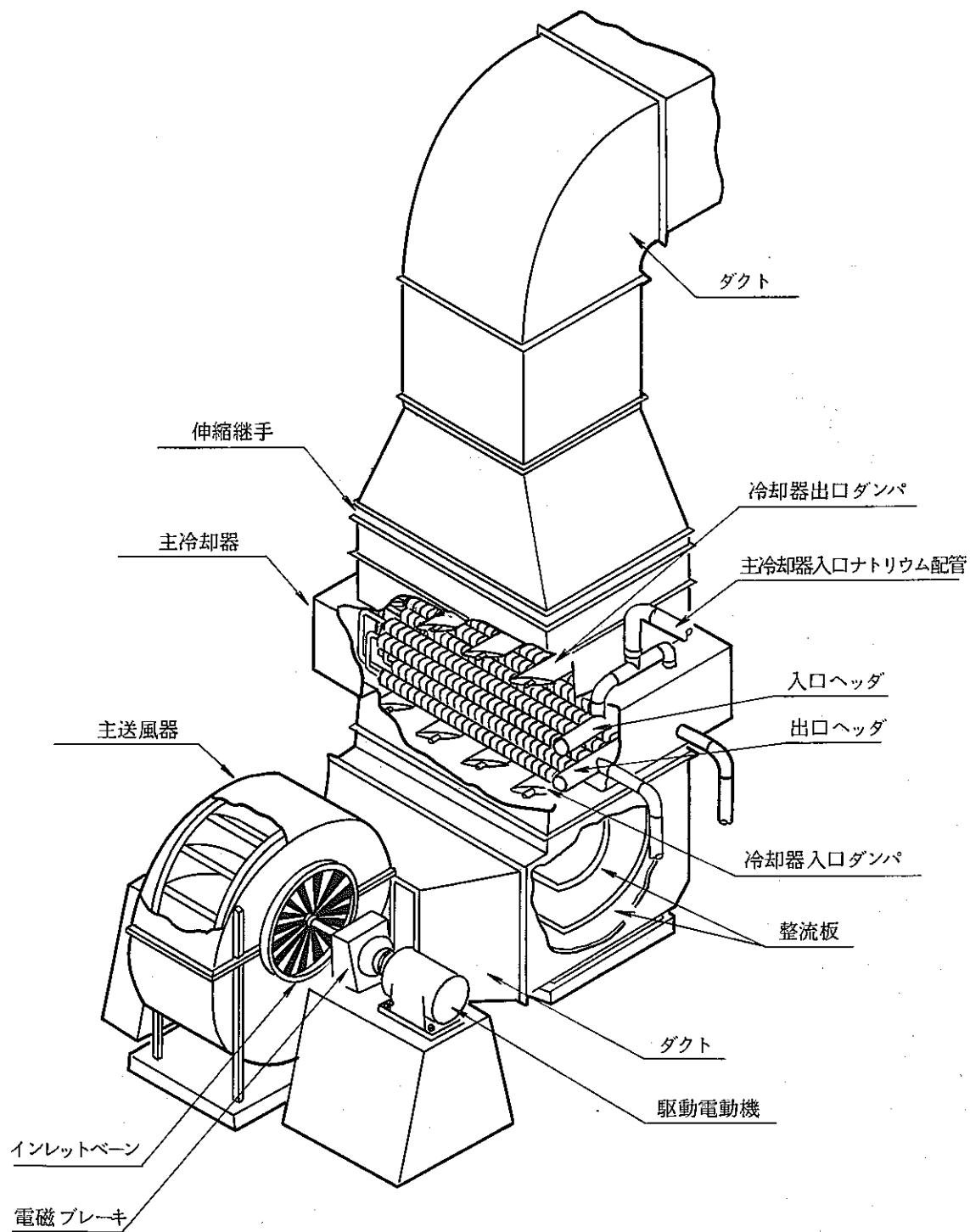


Fig. 3.2 主冷却器
Air Blast Cooler (Dump Heat Exchanger)

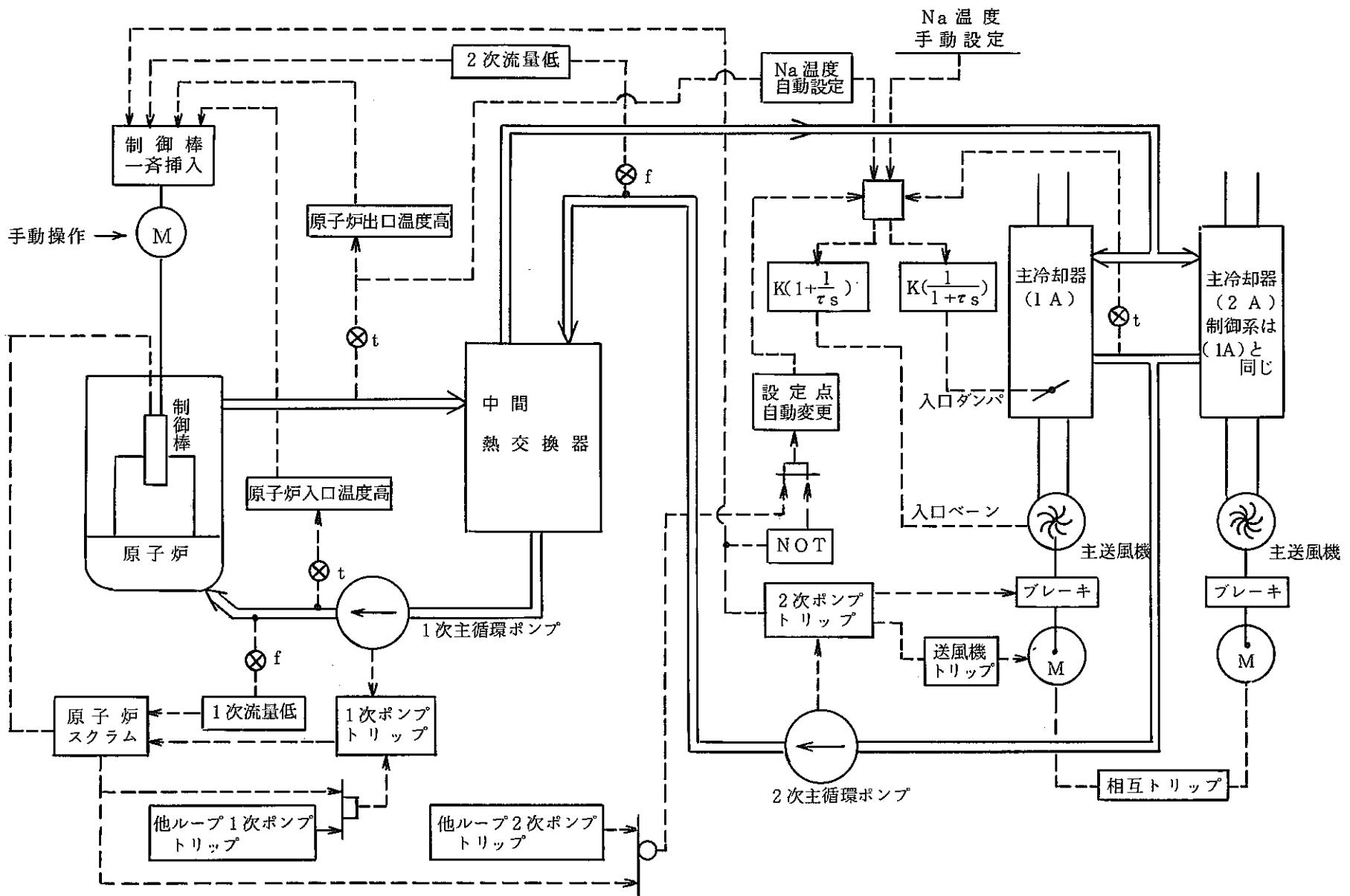


Fig. 3.3 「常陽」主要制御系統概念図
(片側ループのみ)

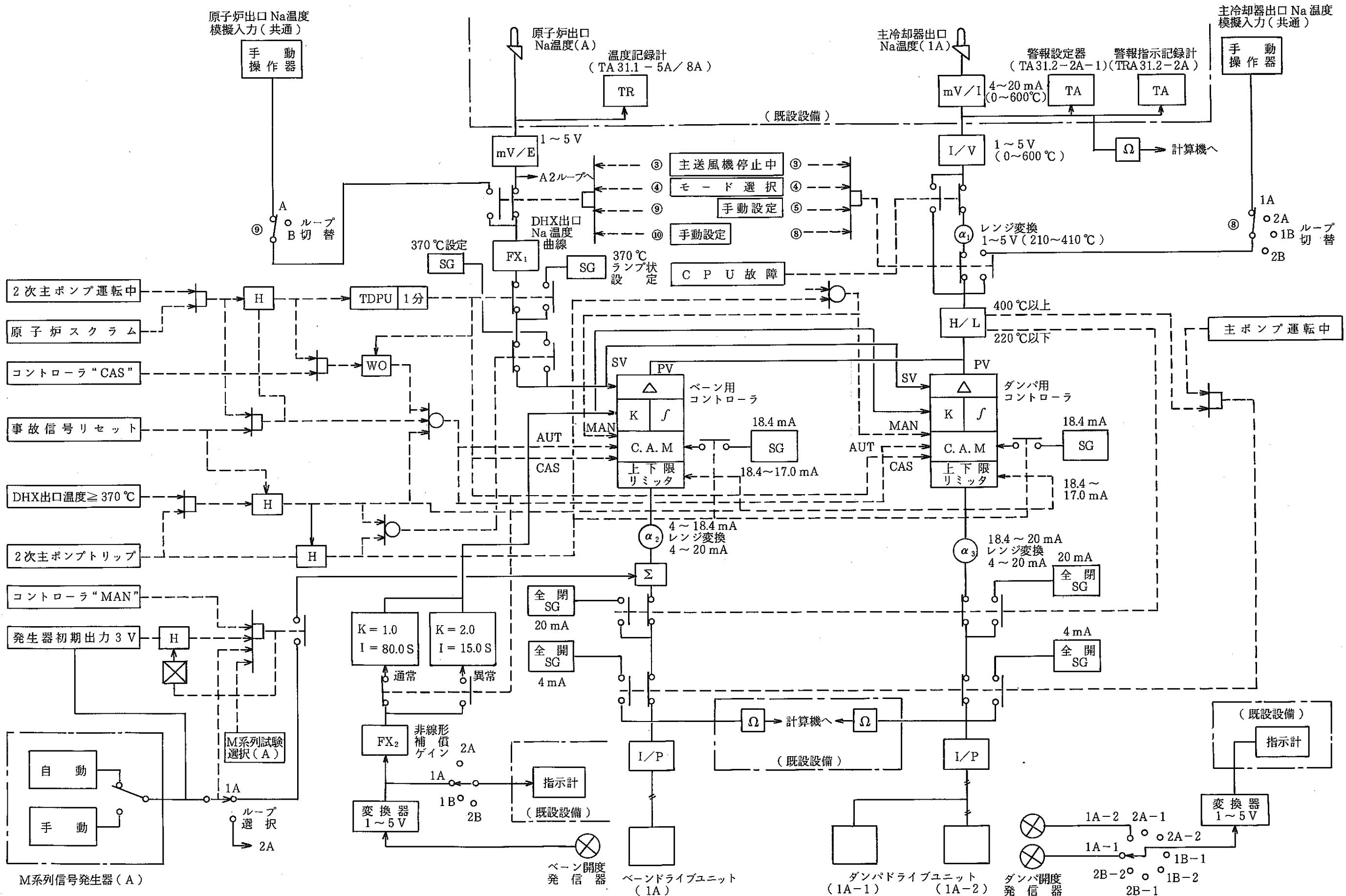
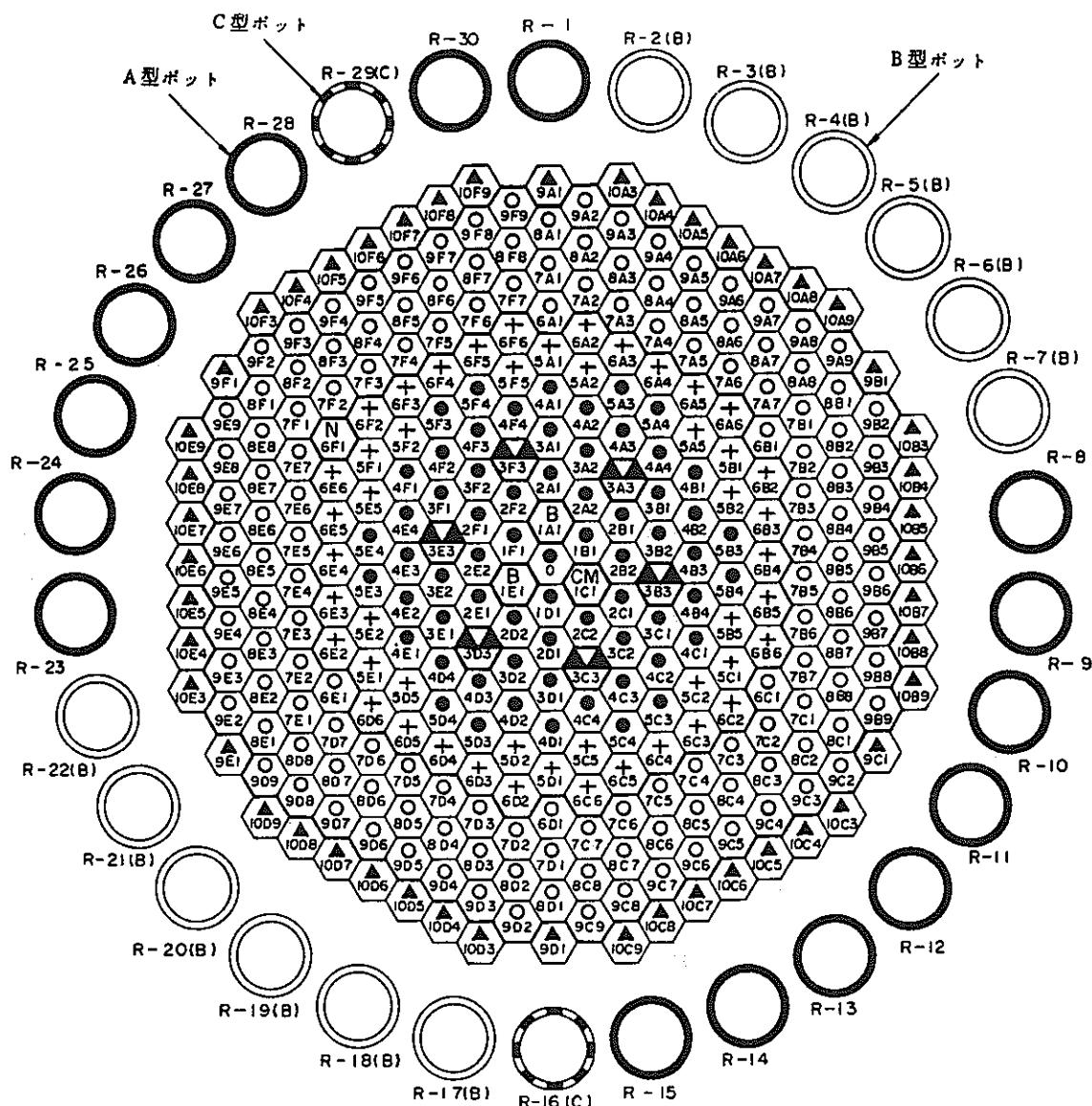


Fig. 3.4 冷却材温度制御系シーケンスブロック図



- : 炉心燃料集合体(64体)
- : 内側反射体(48体)
- : 制御棒(6体)
- : 外側(A)反射体(143体)
- : 中性子源(1体)
- : 外側(B)反射体(48体)
[9A1]スリット付反射体
- : B型特殊燃料集合体(2体)
- : 燃料材料照射用反射体(1体)

図3.5 照射用炉心出力上昇試験の炉心構成 (MK-II , 第0サイクル炉心)

Fig. 3.5 Core Configuration of MK-II Power Up Test (MK-II 0 cycle core)

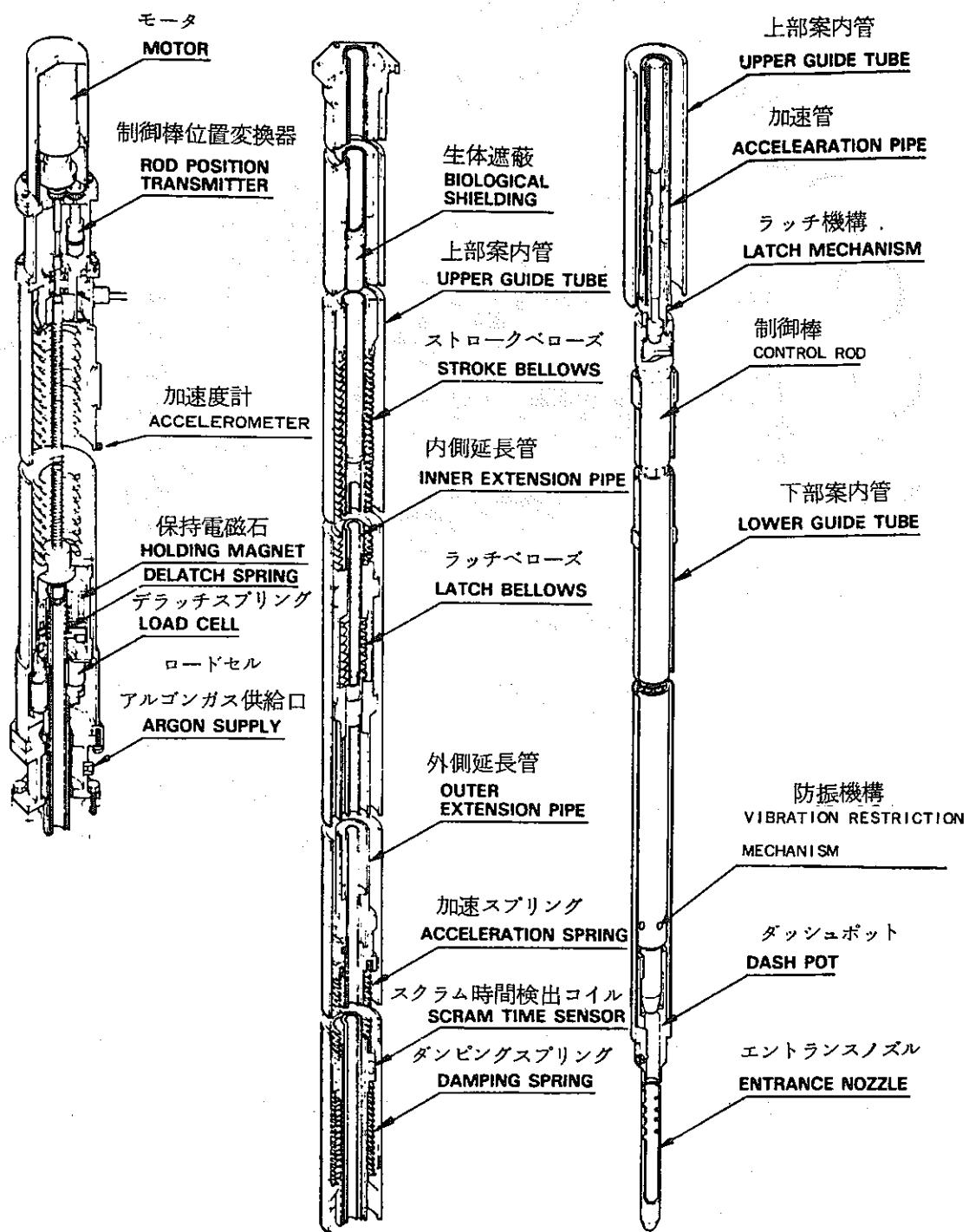


図 3.6 制御棒駆動機構

Fig. 3.6 Control Rod Drive Mechanism

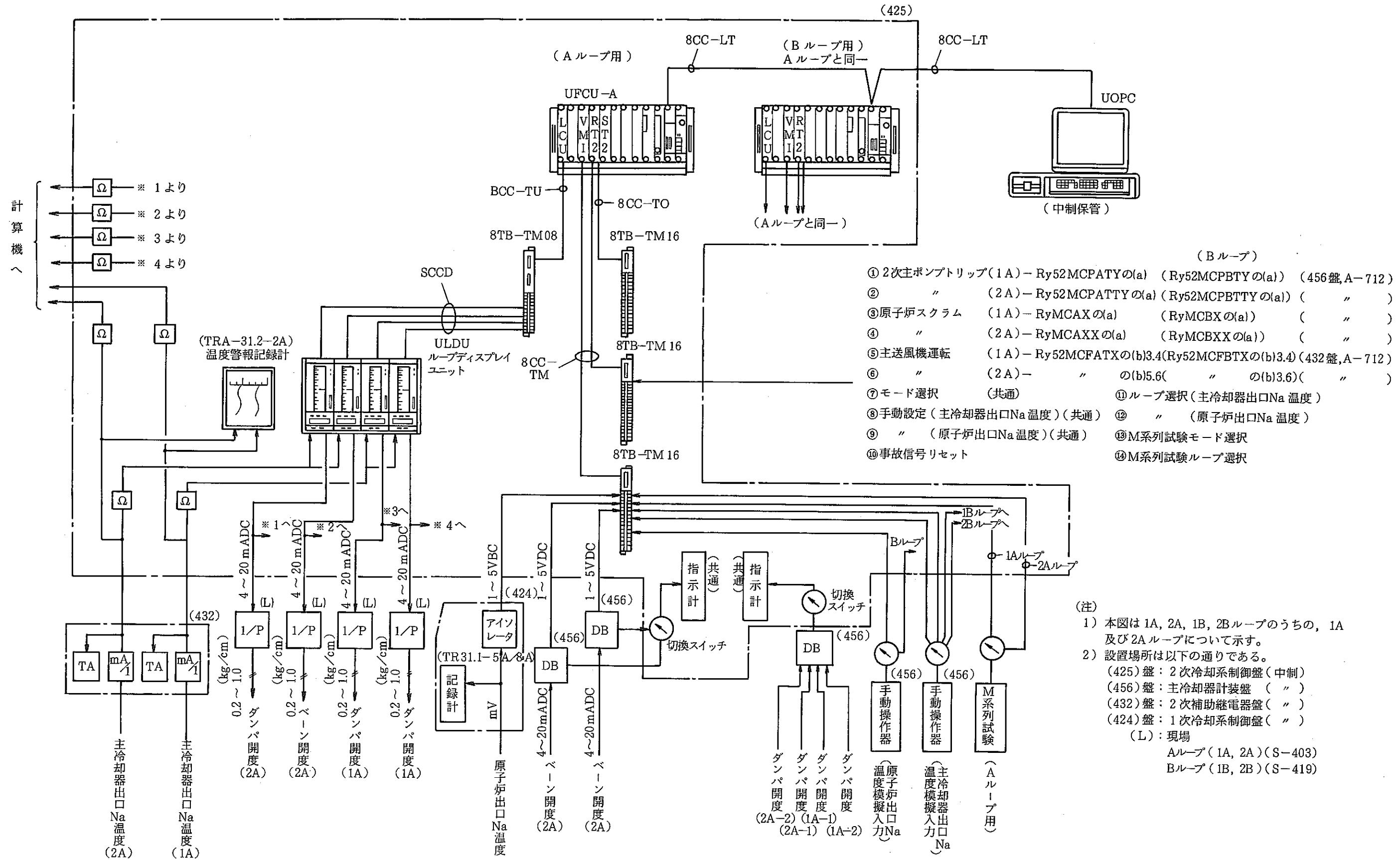


Fig. 3.7 冷却材温度制御系の構成

4. 試験方法

4.1 試験概要

主冷却系による熱除去試験は、出力上昇試験末期の外部電源喪失試験後に行ない、原子炉停止後の崩壊熱除去を1次主冷却系・2次主冷却系を用い、冷却材温度を上昇させることなく除熱できることを確認するものである。

本試験時における冷却材温度の監視時には、主冷却器の主送風機は停止されており、主冷却器における自然通風量の制御により冷却材温度を温態待機状態へ近づけていく。自然通風量の制御は、主冷却器出口ダンパを全閉とし、主冷却器出口Na温度を監視しながら主送風機入口ベーン開度および主冷却器入口ダンパ開度を手動操作することにより行なう。

なお、崩壊熱と放熱とのアンバランスにより、1次主冷却系・2次主冷却系の系統温度は降下するが、予熱電気ヒータの投入により約250°Cに保持される。

本試験時には、この時のプラント各部の温度・流量、液面等のプロセス量の変化を各種計測器により記録する。

以上の結果から

- (1) 燃料集合体出口Na温度に異常な上昇がないこと。
- (2) プラント各部の冷却材温度の温度変化が $-50^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ を越えないこと。
- (3) 主冷却系により、原子炉停止後の崩壊熱が除去できること。

を確認する。

Fig. 4.1 に主冷却系による熱除去試験実施フローを示す。

4.2 試験条件

本試験開始前のプラント状態は、原子炉出力100 MWよりの外部電源喪失試験によるプラントの過渡応答が経過した状態である。本試験開始前のプラント各設備の状態をTable 4.1に示す。

4.3 試験準備および試験方法

4.3.1 準備作業

試験開始前に実施する準備作業をTable 4.2に示す。

4.3.2 試験装置

本試験で使用した試験装置をTable 4.3に示す。

各種計器は校正されたものを用い、また試験開始前（外部電源喪失試験前）にもチェックを実施した。

4.3.3 測定項目

本試験では、プロセス信号をペンレコーダー、オンライン計算機（JOYDAS：データ処理装置兼原子炉運転支援システム、H-350）にて記録する。

Table 4.4 に H-350 によるプロセス信号一覧表を示す。

また、Fig. 4.2 に主要なプロセス量の測定位置を示す。

4.3.4 試験方法

Fig. 4.3 に外部電源喪失試験よりの本試験実施フローを示し、Fig. 4.4 に外部電源喪失試験よりの冷却材温度制御系の動作フローを示す。

本試験は、外部電源喪失によるプラント過渡応答が経過した後、2次主循環ポンプを再起動し、その流量が定格に達した状態から開始される。

以下に本試験の試験方法を記する。

- 1) 試験装置（ペンレコーダー、オンライン計算機：JOYDAS、H-350）により、プラント各部の温度、流量、制御信号等を記録し、得られたデータより系統温度変化率を算出する。
- 2) 主冷却器の入口ダンパを手動操作することにより、主冷却器の自然通風量を制御し、系統温度を上昇させることなく炉心の残留崩壊熱を除去する。
- 3) 系統温度変化率が $50\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ 以下で系統温度を降下させ、温態待機状態へ近づける。

Table 4.5 に本試験の計測点リストを示す。

Table 4.1 試験開始前チェックシート

系統設備名	確認事項	備考
原子炉本体	1) 運転モードは「停止」にあること。	制御棒が全挿入状態にあることを確認
原子炉冷却設備	1) 1次主冷却系がポンモータ運転状態にあること。 2) 2次主冷却系が通常状態(100%流量)にあること。 3) 1次補助冷却系が起動可能な状態(逆流状態), および2次補助冷却系が待機状態にあること。 4) 主送風機が停止状態にあること。	
計測制御設備	a) 制御設備が正常であること。 b) 核計装設備が正常であること。 c) プロセス計装設備が正常であること。 d) 原子炉保護系が正常であること。	
電源設備	a) 外部電源が復旧していること。 b) D/Gが停止していること。	

Table 4.2 準備作業

No.	作業内容	担当課	備考
1	基準信号の結線を行なう。	技	
2	プロセス計測点及び接点信号を各種記録計に接続した後, 結線が正しく行なわれていることを確認する。	技	信号により、原子炉停止中に行なう。
3	各種記録計及び計測器の調整を行ない、適切な試験データが採取できる状態にする。	技	別途作成の計器調整表にて行なう。
4	冷却材温度制御系の制御定数をオペコンにより確認する。	原1/技	
5	各種記録計及び指示計の監視・操作担当者の割当を確認する。	原1/技	

本準備作業は、電喪試験準備の中で行なう。

Table 4.3 試験装置

No.	品 名	メーカー	型 式	台数	仕 様
1	オンライン計算機	日 立	HIDIC-350	1	アナログ入力 96 ch サンプリング時間 1 sec
2	3 ペンレコーダー	YEW	3066-31	2	0.5 mV/cm ~ 5 V/cm 2~60 cm/min, cm/hr 精度 0.25 %, 入力抵抗 1 MΩ
3	6 ペンレコーダー	"	3061-21	8	"
4	直 流 增 幅 器	"	3125	15	
5	"	"	3131	65	
6	直 流 電 壓 発 生 器	"	3109	35	(直流電圧 キャンセラ)
7	"	"		30	(")
8	リニアライザ	"	5351-2102	40	
9	アイソレータ	"	5358-1111	20	
10	オンライン計算機	日 立	HIDIC-500 H-80 E	1	(JOYDAS)
11	零度基準温度装置	小 松 エレクトロニクス	ZC-114	5	10対型 零度精度 $0 \pm 0.02^\circ\text{C}$ (20°C)
12	熱出力測定システム	YEW・HP		1	

Table 4.4 プロセス信号一覧表 (HIDIC-350 入力点一覧表)

*1 T: 温度変換器 I: アイソレータ A: アンプ

TAG. No.	信号名称	工学単位レンジ			単位	H-350 アドレス	中継端 アドレス	T, I, A ^{*1}
		信号レンジ						
1	CMP1	FC ドリフト補正	0.0	5.0	V	KX 1	A 1	—
			0.0	5.0	V		A 2	
2	TPWR	原子炉熱出力	0.0	125	MW		A 3	X 3L
			0.0	1.0	V		A 4	
3	REAC	反応度	-20.0	20.0	CENT		A 5	X 3L
			0	1.0	V		A 6	
4	NP 0 6	中性子束 (ch 6)	0	35	125		A 7	X 3L
			0	7.84	10.0		A 8	
5	T 0 0 0	S/A 出口温度 [000]	0.0	600.0	°C		A 9	70
			1.0	5.0	V		A 10	
6	T 1A 1	" [1A1]	↑	↑	↑		A 11	A 1-3
							A 12	
7	T 1C 1	" [1C1]					A 13	A 1-4
							A 14	
8	T 1E 1	" [1E1]					A 15	A 1-5
							A 16	
9	T 1D 1	" [1D1]					B 1	A 1-6
							B 2	
10	T 2A 1	" [2A1]					B 3	A 1-7
							B 4	
11	T 3A 1	" [3A1]					B 5	A 1-8
							B 6	
12	T 4A 1	" [4A1]					B 7	A 1-9
			↓	↓	↓		B 8	
13	T 5A 1	" [5A1]	0.0	600.0	°C		B 9	A 1-10
			1.0	5.0	V		B 10	
14	F 0 0 0	S/A 出口流速 [000]	0	1.0	V		B 11	46
			0	1.0	V		B 12	
15	CR 0 1	制御棒位置 (CR-1)	-1.1	650.0	mm		B 13	A 1-11
			0.387	2.56	V		B 14	
16	CR 0 2	" (CR-2)	0.0	650.0	mm	KX 1	B 15	A 1-12
			0.368	2.55	V		B 16	

TAG. No.		信号名称	工学単位レンジ		単位	H-350 アドレス		中継端 アドレス	T, I, A *1	
			信号レンジ							
17	CR 03	制御棒位置(CR-3)	0.0	650.0	mm	KX 2	A 1	X 3 L	28	A 1-13
			0.387	2.56	V		A 2		27	
18	CR 04	" (CR-4)	0.0	650.0	mm		A 3	X 3 L	32	A 1-14
			0.384	2.55	V		A 4		31	
19	CR 05	" (CR-5)	0.3	650.0	mm		A 5	X 3 L	37	A 1-15
			0.381	2.57	V		A 6		36	
20	CR 06	" (CR-6)	0.0	650.0	mm		A 7	X 3 L	41	A 1-16
			0.387	2.57	V		A 8		40	
21	LRXV	炉容器 Na 液位	-34.5	35.0	cm		A 9	X 3 L	64	A 1-35
			0.1	0.5	V		A 10		63	
22	PGAS	原子炉カバーガス圧力	-2000	2000	mmAq		A 11	X 3 L	66	IST 13
			1.0	5.0	V		A 12		65	
23	TRIA	原子炉入口 Na 温度(A)	0.0	600.0	°C		A 13	X 1 L	64	A 1-17
			1.0	5.0	V		A 14		63	
24	TRIB	" (B)	↑	↑	↑		A 15	X 1 L	68	A 1-18
							A 16		67	
25	TROA	原子炉出口 Na 温度(A)	↓	↓	↓		B 1	X 1 L	73	A 1-19
							B 2		72	
26	TROB	" (B)	0.0	600.0	°C		B 3	X 1 L	77	A 1-20
			1.0	5.0	V		B 4		76	
27	FP 0A	1次主循環流量(A)	0	1400	m³/h		B 5	X 2 L	4	A 1-21
			1.0	5.0	V		B 6		3	
28	FP 0B	" (B)	0	1400	m³/h		B 7	X 2 L	8	A 1-22
			1.0	5.0	V		B 8		7	
29	FSBA	サイフォンブレーキ流量(A)	0	250	L/m		B 9	X 2 L	11	IST 18
			1.0	5.0	V		B 10		10	
30	FSBB	" (B)	0	250	L/m		B 11	X 2 L	13	IST 19
			1.0	5.0	V		B 12		12	
31	FS 0A	2次主循環流量(A)	0	1600	m³/h		B 13	X 5 L	4	A 1-23
			0.25	1.25	V		B 14		3	
32	FS 0B	" (B)	0	1600	m³/h	KX 2	B 15	X 5 L	8	A 1-24
			0.25	1.25	V		B 16		7	

TAG.No.	信号名称	工学単位レンジ		単位	H-350 アドレス		中継端 アドレス		T, I, A ^{*1}	
		信号レンジ								
33	TX IA	IHX 2次入口Na温度(A)	0.0	600.0	°C	KX 3	A 1	X 5L	13	A 1-25
			1.0	5.0	V		A 2		12	T 1-5
34	TX IB	(B)	↑	↑	↑		A 3	X 5L	17	A 1-26
			↓	↓	↓		A 4		16	T 1-6
35	TXOA	IHX 2次出口Na温度(A)	↑	↑	↑		A 5	X 5L	22	A 1-27
			↓	↓	↓		A 6		21	T 1-7
36	TXOB	(B)	↑	↑	↑		A 7	X 5L	26	A 1-28
			↓	↓	↓		A 8		25	T 1-8
37	TDIA	A/C 入口Na温度(A)	↑	↑	↑		A 9	X 5L	31	A 1-29
			↓	↓	↓		A 10		30	T 1-9
38	TDIB	(B)	↑	↑	↑		A 11	X 5L	35	A 1-30
			↓	↓	↓		A 12		34	T 1-10
39	TD1A	A/C 出口Na温度(1A)	↑	↑	↑		A 13	X 5L	40	A 1-31
			↓	↓	↓		A 14		39	T 1-11
40	TD2A	(2A)	↑	↑	↑		A 15	X 5L	44	A 1-32
			↓	↓	↓		A 16		43	T 1-12
41	TD1B	(1B)	↑	↑	↑		B 1	X 5L	49	A 1-33
			↓	↓	↓		B 2		48	T 1-13
42	TD2B	(2B)	↑	↑	↑		B 3	X 5L	53	A 1-34
			↓	↓	↓		B 4		52	T 1-14
43	TDOA	A/C 出口合流点Na温度(A)	↑	↑	↑		B 5	X 5L	58	A 2-1
			↓	↓	↓		B 6		57	T 1-15
44	TDOB	(B)	↑	↑	↑		B 7	X 5L	62	A 2-2
			↓	↓	↓		B 8		61	T 1-16
45	TA 1A	A/C 出口空気温度(1A)	↑	↑	↑		B 9	X 5L	65	
			↓	↓	↓		B 10		64	
46	TA 2A	(2A)	↑	↑	↑		B 11	X 5L	67	
			↓	↓	↓		B 12		66	
47	TA 1B	(1B)	↑	↑	↑		B 13	X 5L	69	
			↓	↓	↓		B 14		68	
48	TA 2B	(2B)	0	600	°C	KX 3	B 15	X 5L	71	
			1.0	5.0	V		B 16		70	

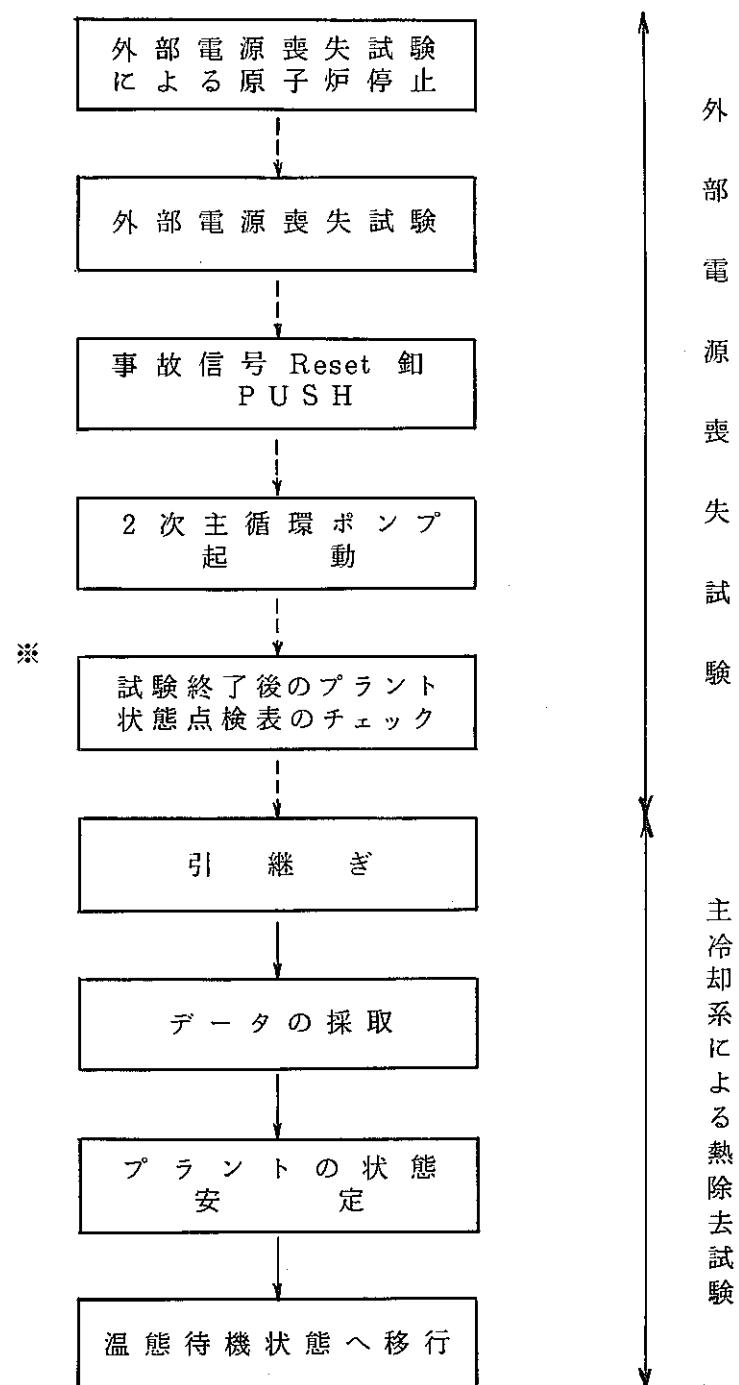
TAG. No	信号名称	工学単位レンジ			単位	H-350 アドレス		中継端 アドレス		T, I, A ^{*1}
		信号レンジ								
49	CV1A	制御信号(ペーン部)(1A)	4.0	20.0	mA	KX4	A1	X6L	4	A2-3
			0.25	1.25	V		A2		3	
50	CV2A	"(2A)"	↑	↑	↑		A3	X6L	8	A2-4
			↓	↓	↓		A4		7	
51	CV1B	"(1B)"	↑	↑	↑		A5	X6L	13	A2-5
			↓	↓	↓		A6		12	
52	CV2B	"(2B)"	↑	↑	↑		A7	X6L	17	A2-6
			↓	↓	↓		A8		16	
53	CD1A	制御信号(ダンパ部)(1A)	↑	↑	↑		A9	X6L	20	
			↓	↓	↓		A10		19	
54	CD2A	"(2A)"	↑	↑	↑		A11	X6L	22	
			↓	↓	↓		A12		21	
55	CD1B	"(1B)"	↑	↑	↑		A13	X6L	24	
			↓	↓	↓		A14		23	
56	CD2B	"(2B)"	4.0	20.0	mA		A15	X6L	26	
			0.25	1.25	V		A16		25	
57	OV1A	入口ペーン開度(1A)	0.0	100.0	%		B1	X6L	31	A2-7
			1.0	5.0	V		B2		30	
58	OV2A	"(2A)"	↑	↑	↑		B3	X6L	35	A2-8
			↓	↓	↓		B4		34	
59	OV1B	"(1B)"	↑	↑	↑		B5	X6L	40	A2-9
			↓	↓	↓		B6		39	
60	OV2B	"(2B)"	↑	↑	↑		B7	X6L	44	A2-10
			↓	↓	↓		B8		43	
61	OD1A	入口ダンパ開度(1A-1)	↑	↑	↑		B9	X6L	47	IST 14
			↓	↓	↓		B10		46	
62	OD2A	"(2A-1)"	↑	↑	↑		B11	X6L	49	IST 15
			↓	↓	↓		B12		48	
63	OD1B	"(1B-1)"	↑	↑	↑		B13	X6L	51	IST 16
			↓	↓	↓		B14		50	
64	OD2B	"(2B-1)"	0.0	100.0	%	KX4	B15	X6L	53	IST 17
			1.0	5.0	V		B16		52	

TAG. No	信号名称	工学単位レンジ			単位	H-350 アドレス		中継端 アドレス	T, I, A ^{*1}
		信号レンジ							
65	CMP2	FC ドリフト補正	0.0	5.0	V	KX 5 ↑	A 1	—	
			0.0	5.0	V		A 2		
66	RB 1A	プロワー回転数(1A)	0	750	rpm		A 3	X 6 L 56	
			1.0	5.0	V		A 4	55	
67	RB 2A	" (2A)	↑	↑	↑		A 5	X 6 L 58	
							A 6	57	
68	RB 1B	" (1B)	↓	↓	↓		A 7	X 6 L 60	
							A 8	59	
69	RB 2B	" (2B)	0	750	rpm		A 9	X 6 L 62	
			1.0	5.0	V		A 10	61	
70	FAX 1	補助1次系流量	-30.0	80.0	m ³ /h		A 11	X 2 L 40	A 2-11 I 3 (×10)
			0.1	0.5	V		A 12	39	
71	FAX 2	補助2次系流量	0	80.0	m ³ /h		A 13	X 2 L 44	A 2-12 I 4
			0.25	1.25	V		A 14	43	
72	TAX I	補助 IHX入口温度	0	600.0	°C		A 15	X 2 L 49	A 2-13 T 1-17
			1	5	V		A 16	48	
73	TAXO	補助 IH X出口温度	0	600.0	°C		B 1	X 2 L 53	A 2-14 T 1-18
			1	5	V		B 2	52	
74	TADI	補助 A/C入口Na 温度	0	600.0	°C		B 3	X 2 L 58	A 2-15 I 6
			0.25	1.25	V		B 4	57	
75	TADO	補助 A/C出口Na 温度	0	600.0	°C		B 5	X 2 L 62	A 2-16 I 7
			0.25	1.25	V		B 6	61	
76	FOF 1	オバーフロー汲上Na流量	0	15.0	m ³ /h		B 7	X 2 L 72	I 5(×10)
			0.1	0.5	V		B 8	71	
77	TOFT	O/Fタンク温度	0	600.0	°C		B 9	X 2 L 70	
			1	5	V		B 10	69	
78	TOFP	O/F戻り配管温度-A	0	600.0	°C		B 11	X 2 L 74	TI - 19
			1	5	V		B 12	73	
79	LPPA	1次主ポンプNa液位(A)	-41.0	107.0	cm		B 13	X 2 L 15	IST 7
			1	5	V		B 14	14	
80	LPPB	" (B)	-41.0	107.0	cm	KX 5 ↓	B 15	X 2 L 17	IST 8
			1	5	V		B 16	16	

TAG. No.	信号名称	工学単位レンジ		単位	H-350 アドレス		中継端 アドレス		T, I, A *1	
		信号レンジ								
81	LOFA	オーバーフローカラムNa液位(A)	-287.5	12.0	cm	KX 6	A 1	X 2L	20	IST-9
			1	5	V		A 2		19	
82	LOFB	(B)	-287.5	12.0	cm		A 3	X 2L	22	IST-10
			1	5	V		A 4		21	
83	RPPA	1次主ポンプ回転数(A)	0	1500	rpm		A 5	X 2L	24	
			0	1.0	V		A 6		23	
84	RPPB	(B)	0	1500	rpm		A 7	X 2L	26	
			0	1.0	V		A 8		25	
85	PPPA	1次主ポンプ吐出圧(A)	-1.0	10.0	kg/cm ²		A 9	X 2L	29	
			1	5	V		A 10		28	
86	PPP B	(B)	-1.0	10.0	kg/cm ²		A 11	X 2L	31	
			1	5	V		A 12		30	
87	TPPA	1次主ポンプ軸受温度(A)	0	500.0	°C		A 13	X 2L	33	IST-1
			1	5	V		A 14		32	
88	TPPB	(B)	0	500.0	°C		A 15	X 2L	35	IST-2
			1	5	V		A 16		34	
89	RSPA	2次主ポンプ回転数(A)	0	1000	rpm		B 1	X 5L	74	
			0	10	V		B 2		73	
90	RSPB	(B)	0	1000	rpm		B 3	X 5L	76	
			0	10	V		B 4		75	
91	TSPA	2次主ポンプ軸受温度(A)	0.0	600.0	°C		B 5	X 5L	78	I 1
			0.25	1.25	V		B 6		77	
92	TSPB	(B)	0	600.0	°C		B 7	X 5L	80	I 2
			0.25	1.25	V		B 8		79	
93	NP 07	中性子束 CH 7	0	35	125		B 9	X 4L	76	
			0	7.84	10.0		B 10		75	
94	NP 08	CH 8	0.0	35	125		B 11	X 4L	78	
			0	7.84	10.0		B 12		77	
95	TX 00	S/A(000)出口温度	0	1.0	V		B 13	X 4L	80	
			0	1.0	V		B 14		79	
96	MARK	マーカ信号	0	5.0	V	KX 6	B 15	X 1L	58	
			0	5.0	V		B 16		57	

Table 4.5 計測点リスト

No.	系統	項目	検出器	JOYDAS	入力信号		記録計	備考
				入力点 No.	レベル	単位		
1	原子炉系	燃料集合体出口Na温度(000)	TE 14.1-F01	F 000			P-01	
2	一次主冷却系	原子炉入口Na温度(A)	TE 31.1-7A	B 001			P-03	
3		" (B)	" - 7B	B 002			P-03	
4		原子炉出口Na温度(A)	" - 1A	B 003			P-03	
5		" (B)	" - 1B	B 004			P-03	
6		1次主循環流量(A)	FE 31.1-1A	B 005			P-03	
7		" (B)	" - 1B	B 006			P-03	
8		主冷却器入口Na温度(A)	TE 31.2-1A	C 000			P-08	
9		" (B)	" - 1B	C 001			P-08	
10		主冷却器出口Na温度(1A)	" - 2A-1(B)	C 002			P-06	
11		" (2A)	" - 2A-2(B)	C 003			P-06	
12		" (1B)	" - 2B-1(B)	C 004			P-07	
13		主冷却器出口Na温度(2B)	" - 2B-2(B)	C 005			P-07	
14	二次主冷却系	2次主循環流量(A)	FE 31.2-1A-E	C 018			P-05	
15		" (B)	" - 1B-E	C 019			P-05	
16		主冷却器ベーン開度(1A)	θE-1A-V	C 026			P-06	
17		" (2A)	" - 2A - "	C 027			P-06	
18		" (1B)	" - 1B - "	C 028			P-07	
19		" (2B)	" - 2B - "	C 029			P-07	
20		主冷却器入口ダンバ開度(1A)	θE-1A-ID	C 012			P-08	
21		" (2A)	" - 2A - "	C 013			P-08	
22		" (1B)	" - 1B - "	C 014			P-08	
23		" (2B)	" - 2B - "	C 015			P-08	



※「主冷却系による熱除去試験」の「試験開始前のプラント状態点検表のチェック」を同時に行なう。

Fig. 4.1 主冷却系による崩壊熱除去試験 実施フロー

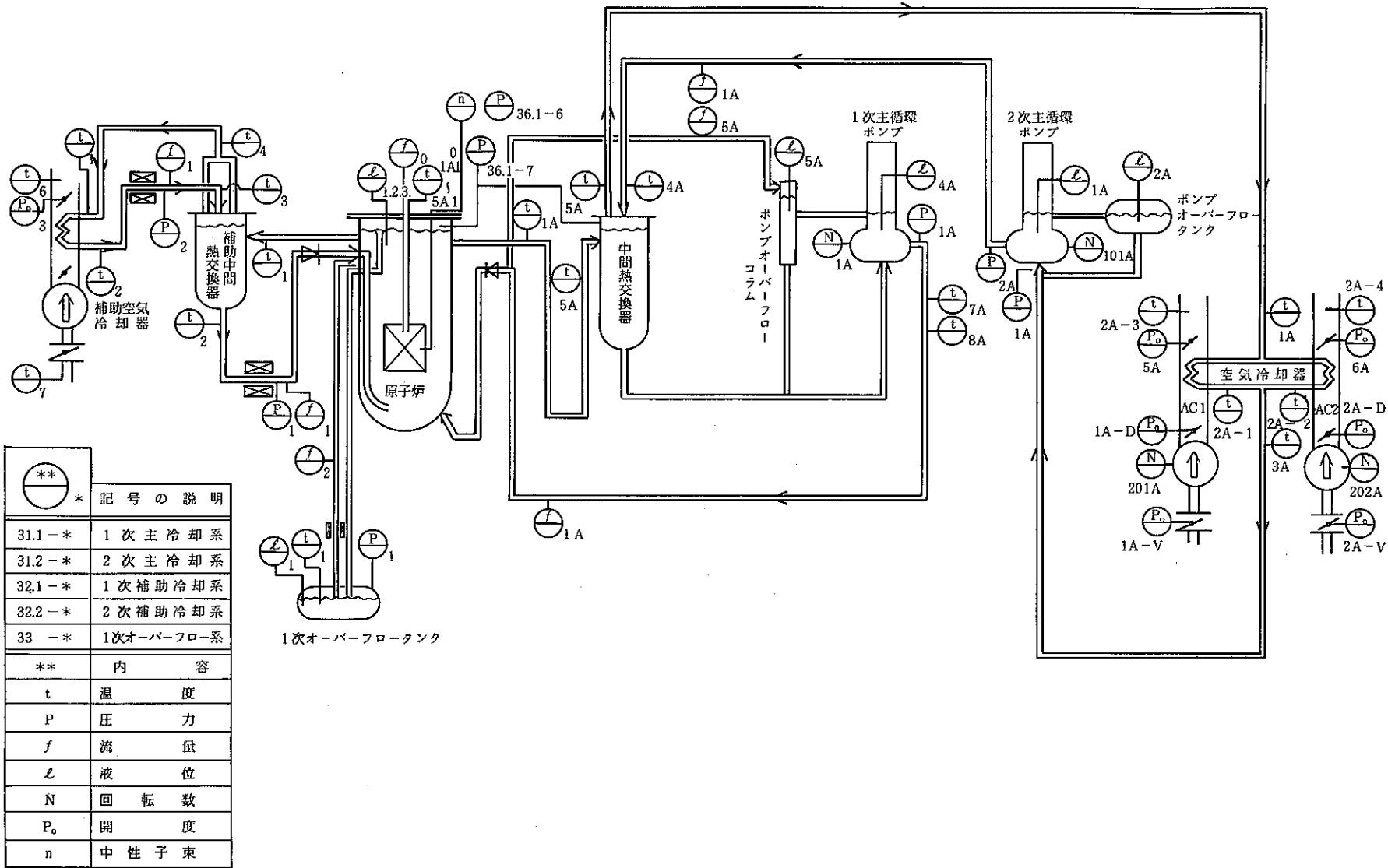


Fig. 4.2 「常陽」主要プロセス量の測定位置（片側ループを示す）

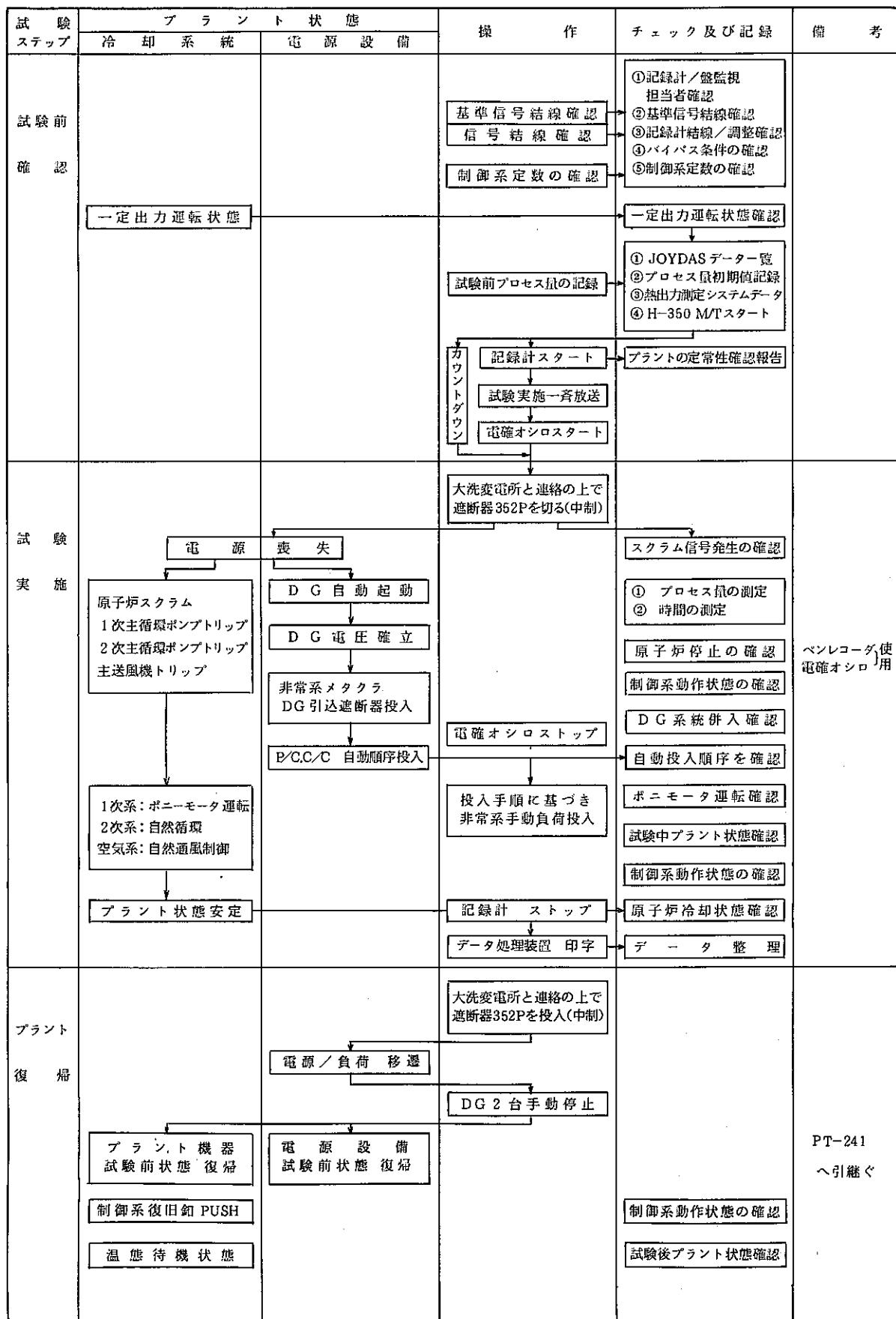


Fig. 4.3 外部電源喪失試験実施フロー

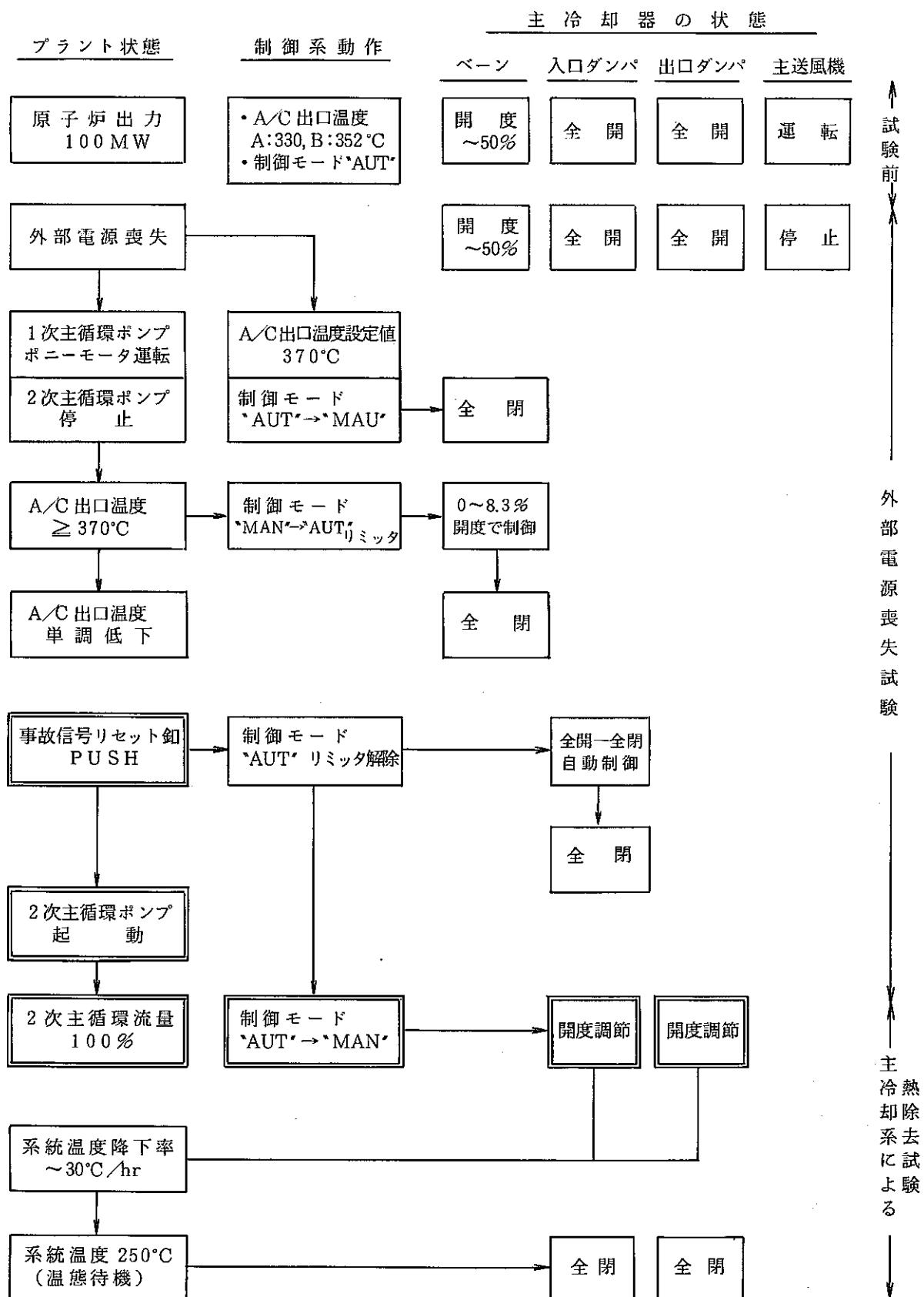


Fig. 4.4 冷却材温度制御系動作フロー図

5. 試験結果

5.1 試験経過

主冷却系による熱除去試験は以下に示す工程で行なわれた。

1) 試験-I (昭和58年3月18日実施)

100 MW-1 外部電源喪失試験後

2) 試験-II (昭和58年3月23日実施)

100 MW-2 外部電源喪失試験後

5.2 試験結果

原子炉出力100 MWよりの外部電源喪失試験後における、2次主循環ポンプ起動後より温態待機に至るまでのプラント各部のNa温度、流量等の変化応答について示す。

5.2.1 試験-I

本試験におけるプラント各部のNa温度等の変化応答についての、H-350によるプロッタ図をFig. 5.1～5.8に示す。

5.2.2 試験-II

外部電源喪失試験から本試験におけるプラント各部のNa温度等の変化応答をTable 5.1に、同様にH-350によるプロッタ図をFig. 5.9～5.13に示す。また、JOYDAYSによるトレンドグラフ(6 Hr)による記録をFig. 5.14(2)に示す。

5.3 燃料集合体出口Na温度変化率

試験-IおよびIIにおける、燃料集合体出口Na温度(F000)についての温度変化率をTable 5.2に示す。

試験-Iにおける燃料集合体出口Na温度の最大温度変化率は、 $-40^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ であった。

試験-IIにおける同温度の最大温度変化率は $-31.6^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ であった。これは外部電源喪失試験中において記録されたものである。

5.4 系統温度変化

試験-IおよびIIにおけるプラント各部Na温度変化等のデータを、Appendix-1のTable 1.4および1.8に示す。また、これをグラフ化したものをFig. 5.15～5.18に示す。

これらのデータおよび図より、両試験におけるプラント各部における温度変化は順調に低下している。

Table 5.1 電喪試験後のプラント各部の変化応答（試験-II）

変化 応答 ループ	計測点名称	単位	初期値	外部電源喪失試験					主冷却系による熱除去試験					備考	
				電源喪失後経過時間(分)											
				1	15	30	60	90	120	150	180	210			
(A)	1 燃料集合体出口Na温度(000)	°C	543.4	409.2	393.8	393.3	387.2	371.4	363.8	356.9	351.0	344.8			
	2 原子炉入口Na温度	°C	369.3	369.1	369.5	378.0	372.1	360.1	353.3	348.2	342.5	336.8			
	3 原子炉出口Na温度	°C	495.3	494.8	402.7	395.0	388.1	375.2	365.6	358.8	352.4	346.2			
	4 主冷却器入口Na温度	°C	448.5	448.5	471.7	405.7	386.2	376.5	351.7	343.5	337.5	332.2			
	5 主冷却器出口Na温度(1A)	°C	333.7	312.0	354.7	353.2	334.5	339.0	353.2	347.2	342.0	336.0			
	6 主冷却器出口Na温度(2A)	°C	331.5	309.0	351.0	358.5	336.7	342.7	352.5	346.5	340.5	334.5			
	7 1次冷却材流量	m³/hr	1269	191	185	182	182	181	182	181	182	182			
	8 2次冷却材流量	m³/hr	1264	124	89	69	69	61	564	1260	1260	1262			
(B)	9 原子炉入口Na温度	°C	367.4	367.2	382.3	379.8	374.5	361.5	353.9	348.9	343.4	337.9			
	10 原子炉出口Na温度	°C	494.1	494.2	401.4	394.3	387.4	374.5	365.0	358.1	352.1	346.1			
	11 主冷却器入口Na温度	°C	462.0	462.7	471.7	405.0	384.7	374.2	352.5	344.2	338.2	333.0			
	12 主冷却器出口Na温度(1B)	°C	350.2	327.7	356.2	366.7	331.5	342.0	353.2	348.0	342.0	336.7			
	13 主冷却器出口Na温度(2B)	°C	351.0	328.5	363.7	363.7	334.5	343.5	354.0	348.7	343.5	337.5			
	14 1次冷却材流量	m³/hr	1261	205	207	208	208	206	206	206	206	205			
	15 2次冷却材流量	m³/hr	1244	71	46	21	25	15	513	1236	1249	1242			
	16 原子炉出力(CH. 6)	%	99.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

Table 5.2 燃料集合体出口Na温度 (F000) 温度变化率

試験日	電源喪失後 経過時間 〔分〕	試験 区分	Na温 度 〔℃〕	温度変化率 〔℃／hr〕	備 考
試験 - I 3月18日	0	電 喪 試 験	542.7	—	
	15		392.9	- 4.4	
	30		391.8	- 16.3	
	55		385.0	- 40	50分後 2次流量 40% 60 " 100%
	70	熱 除 去 試 験	375.0	- 40	
	85		360.0	- 20	
	100		355.0		
試験 - II 3月23日	0	電 喪 試 験	543.4	—	
	15		393.8	- 2.0	
	30		393.3	- 12.2	
	60		387.2	- 31.6	
	90		371.4	- 15.2	97分後 2次流量 40 %
	120		363.8	- 13.8	135分後 2次流量 100 %
	150	熱 除 去 試 験	356.9	- 11.8	
	180		351.0	- 12.4	
	210		344.8		

— 76 —

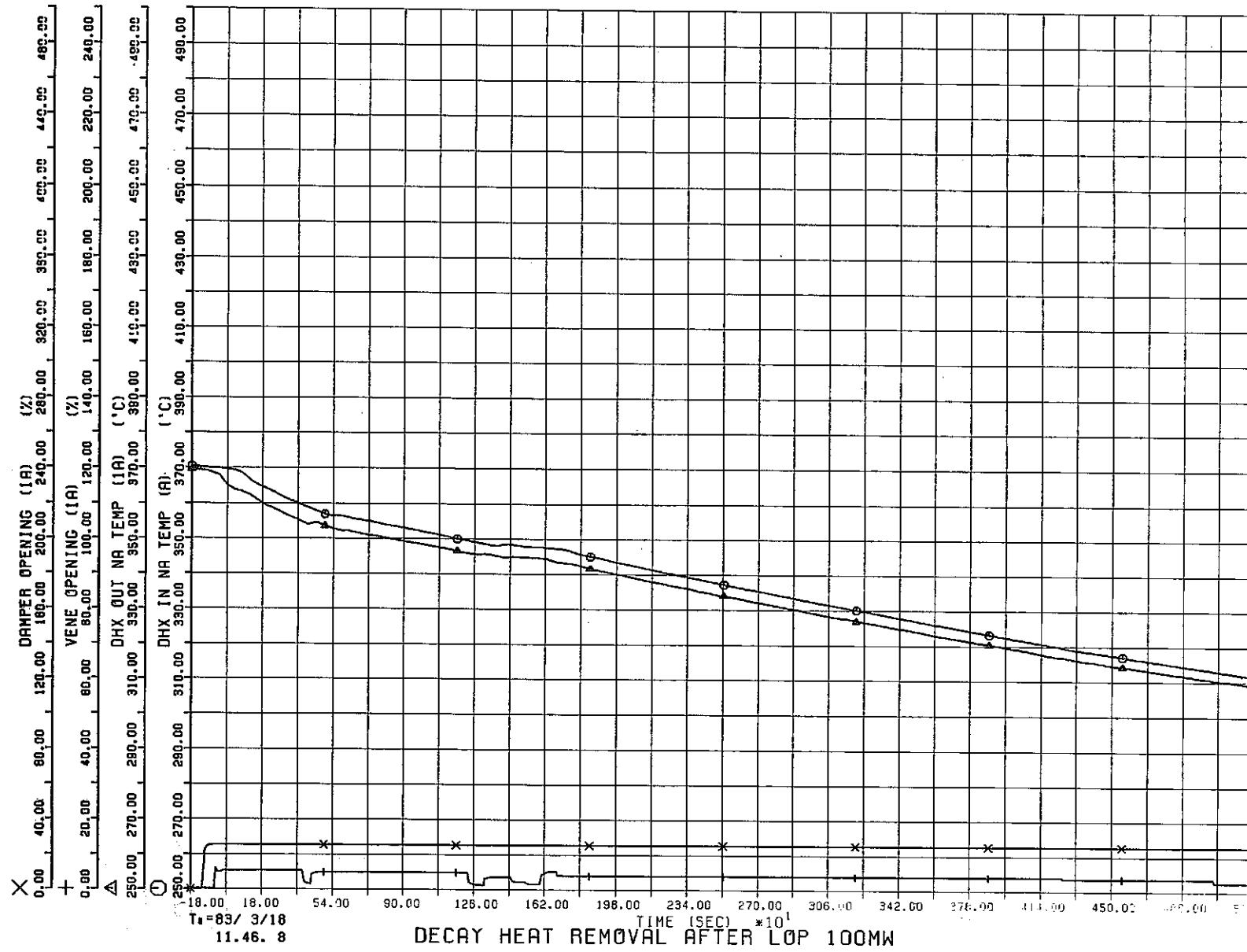


Fig. 5.1 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (1A-1)

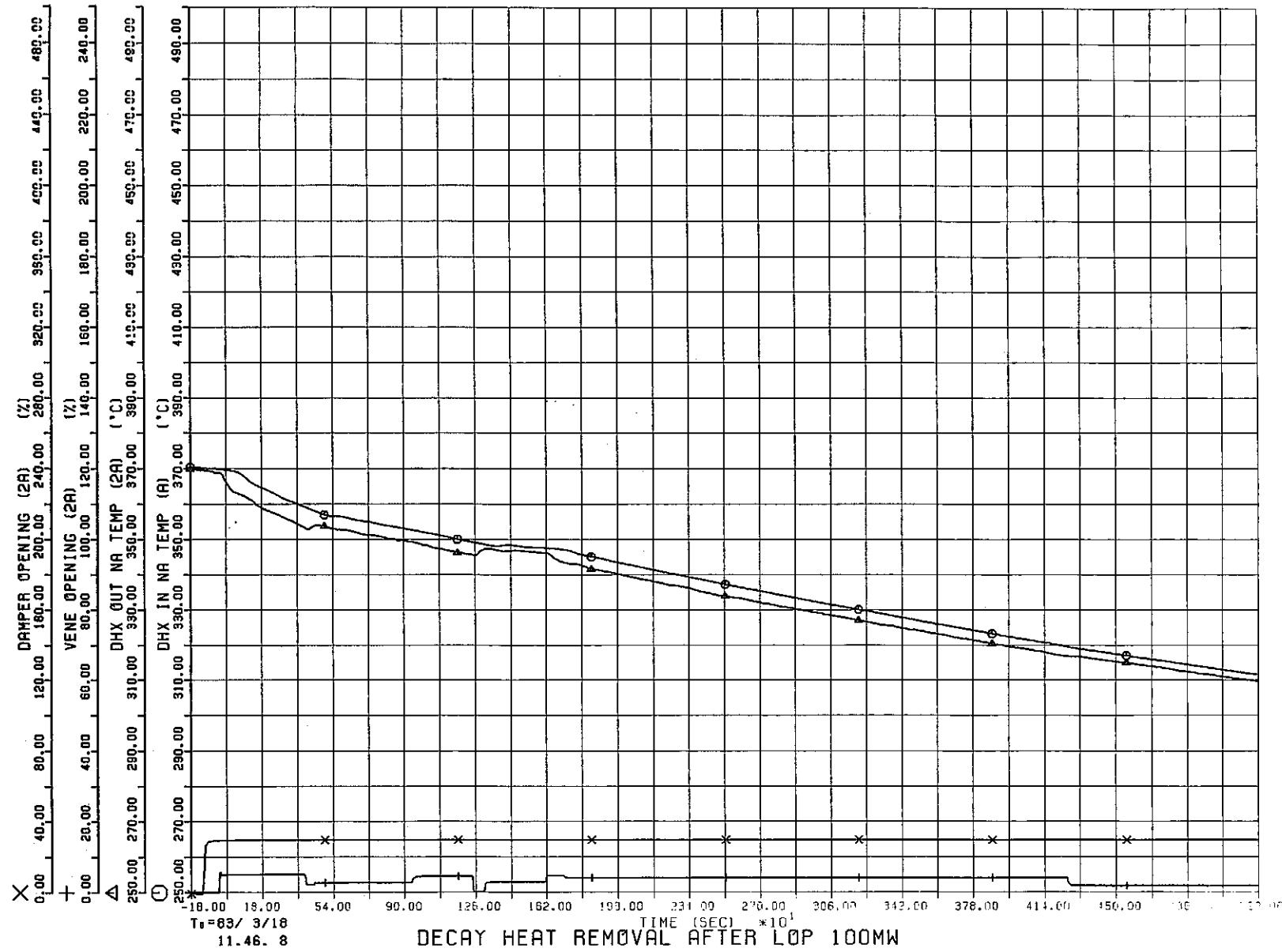


Fig. 5.2 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (2A-1)

- 65 -

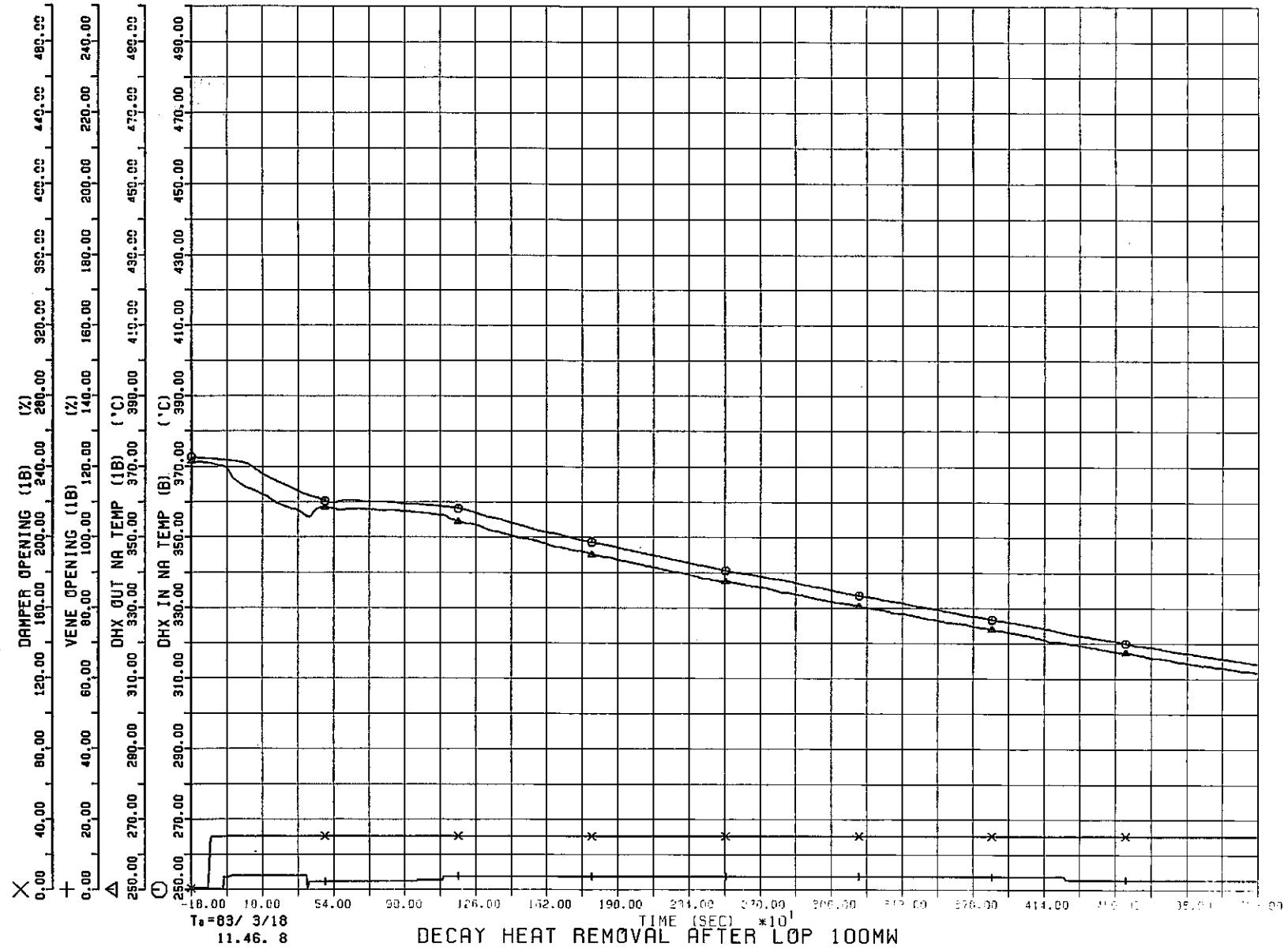




Fig. 5.4 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (2B-1)

- 4 -

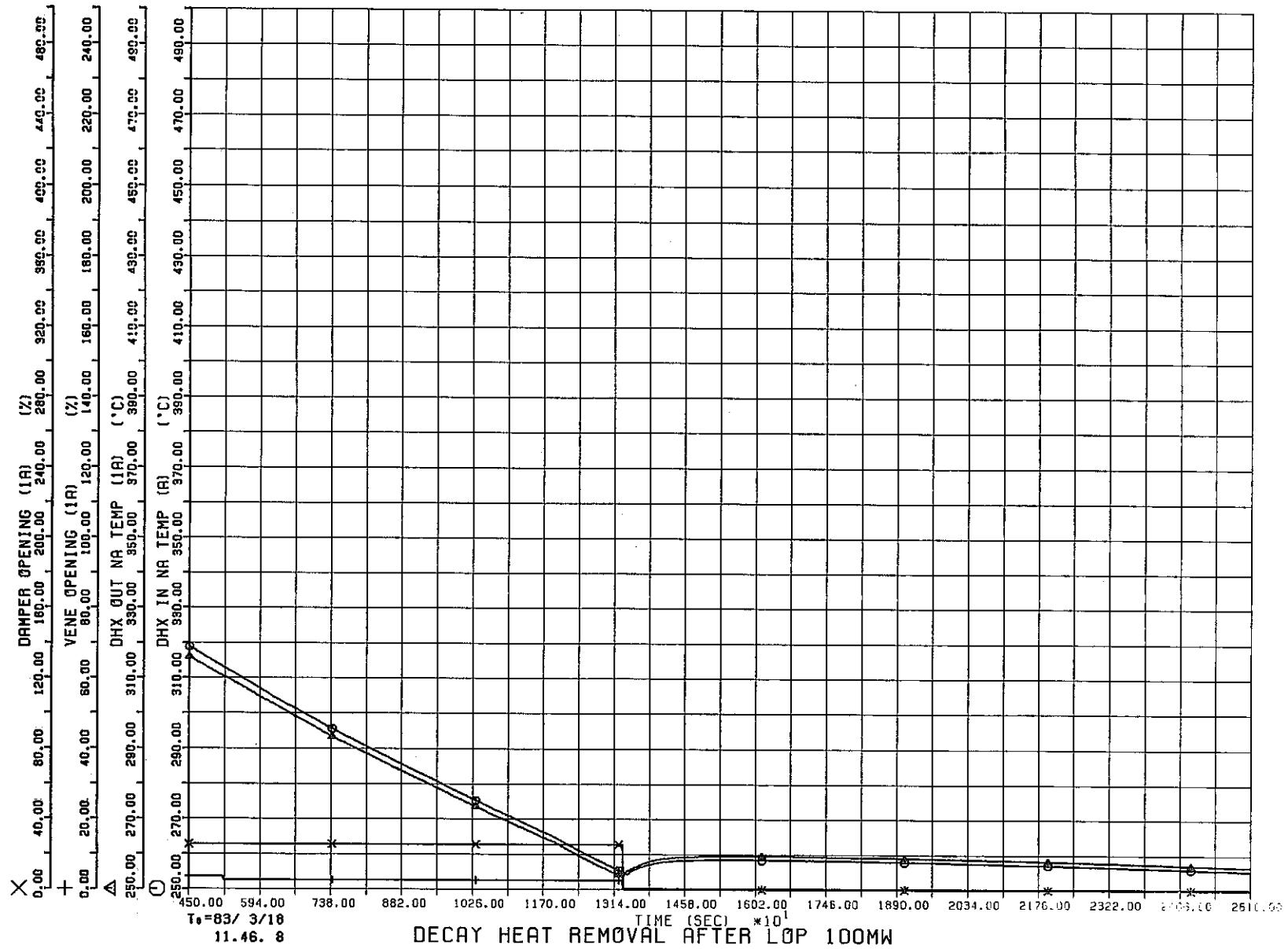


Fig. 5.5 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (1A-2)

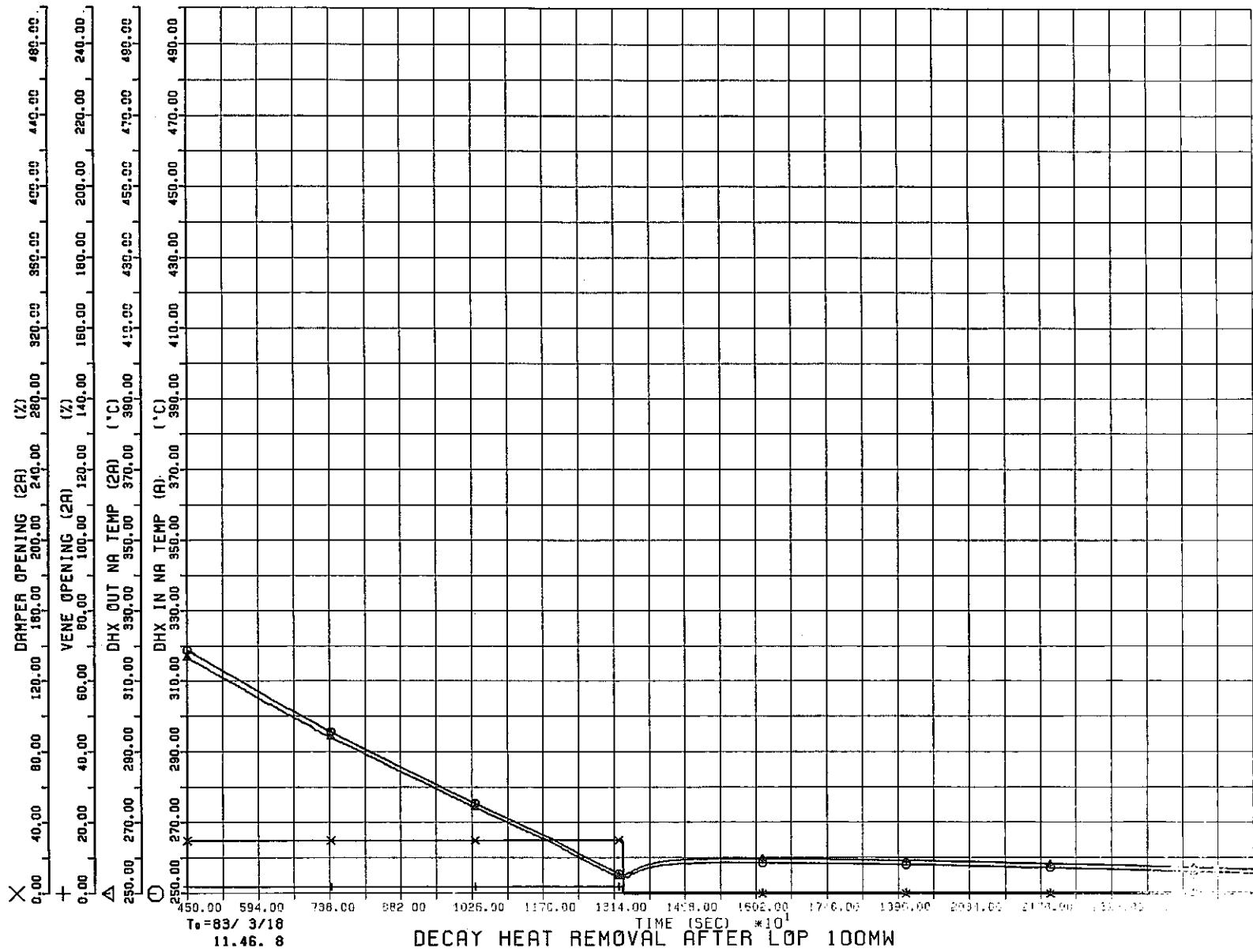


Fig. 5.6 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (2 A - 2)

- 64 -

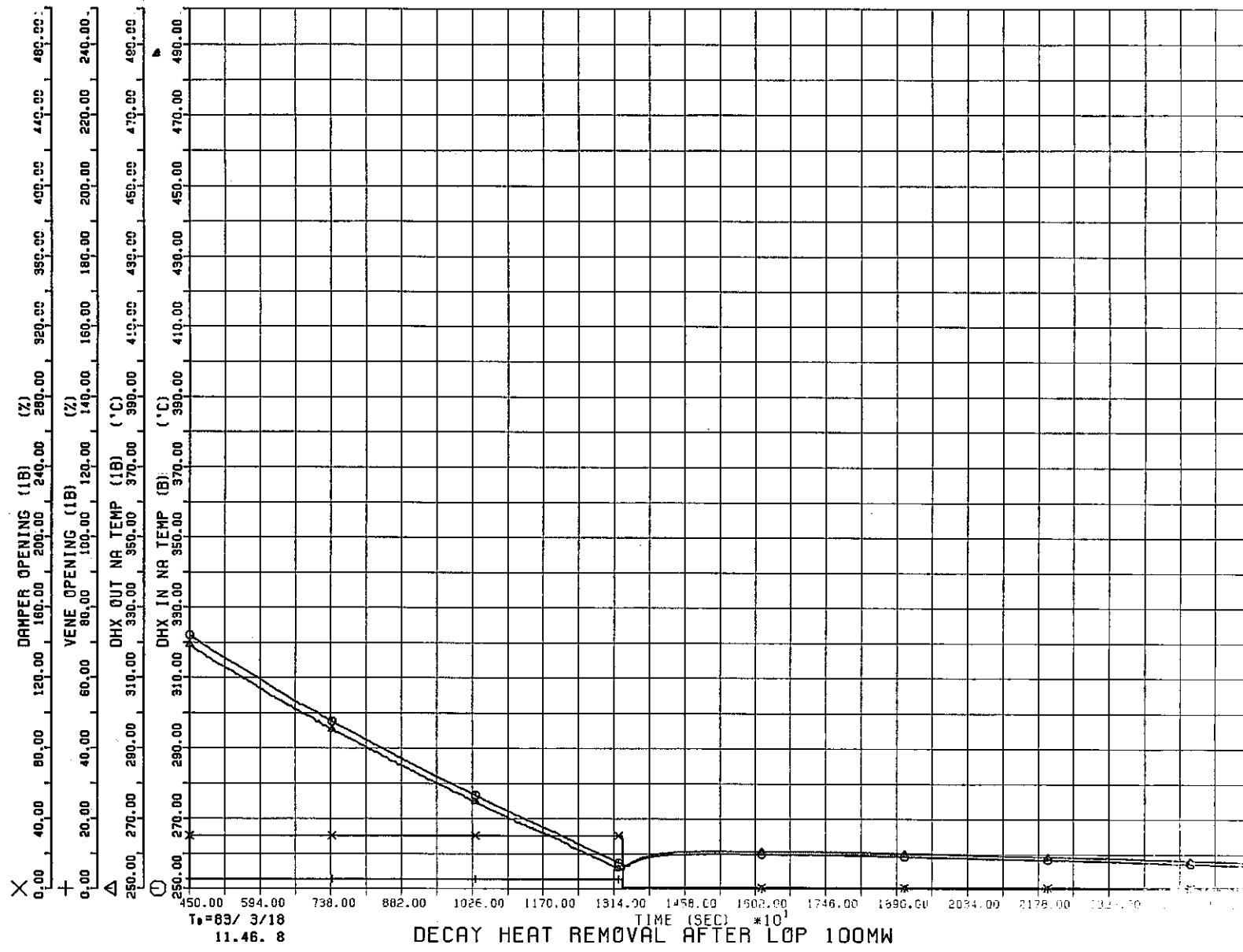


Fig. 5.7 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (1B-2)

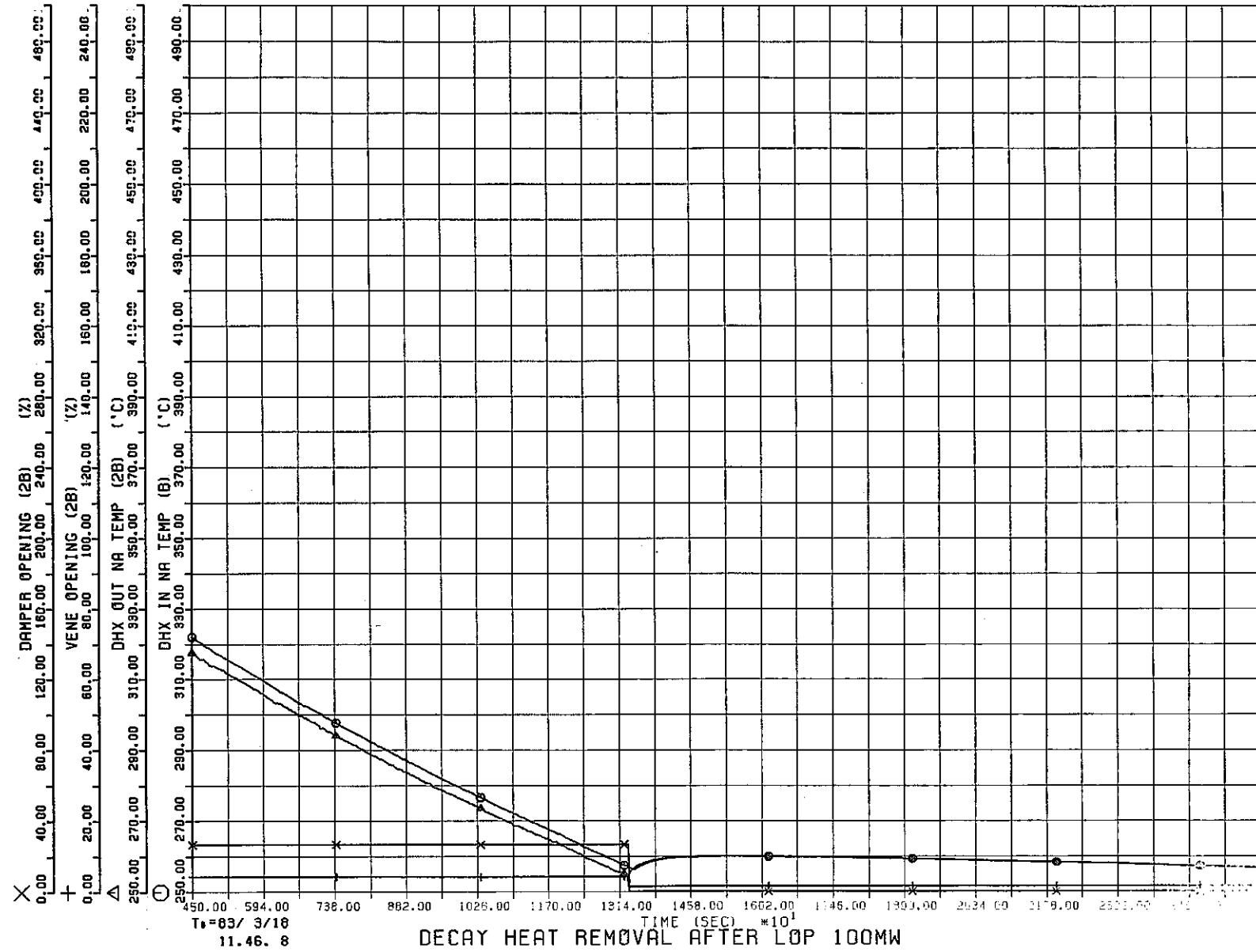


Fig. 5.8 電喪後の崩壊熱除去 試験-I (2B-2)

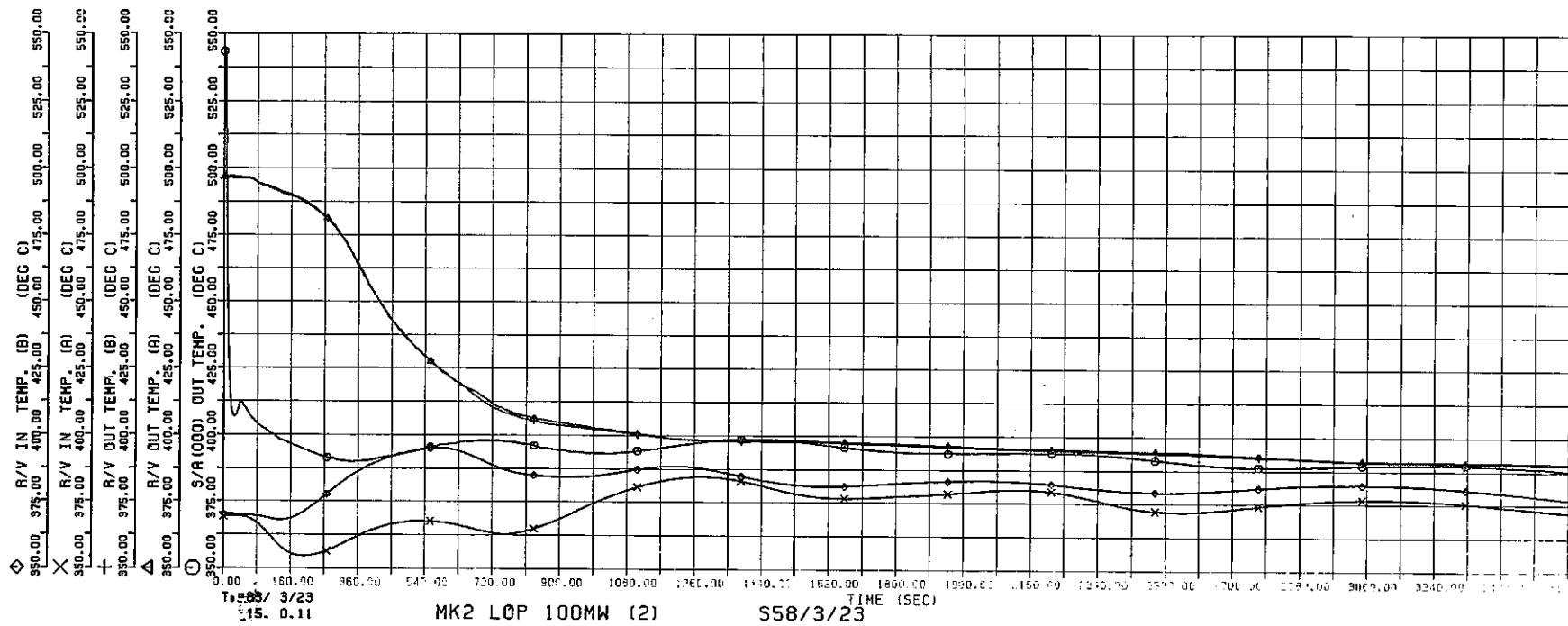
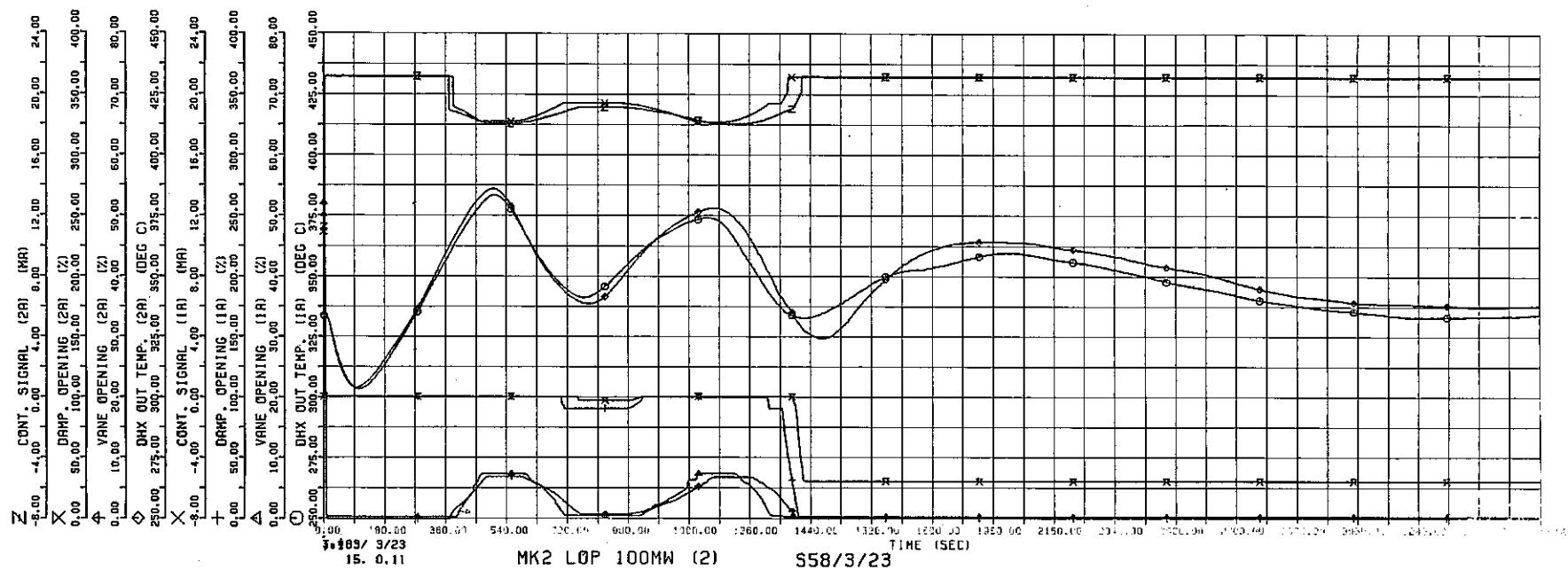
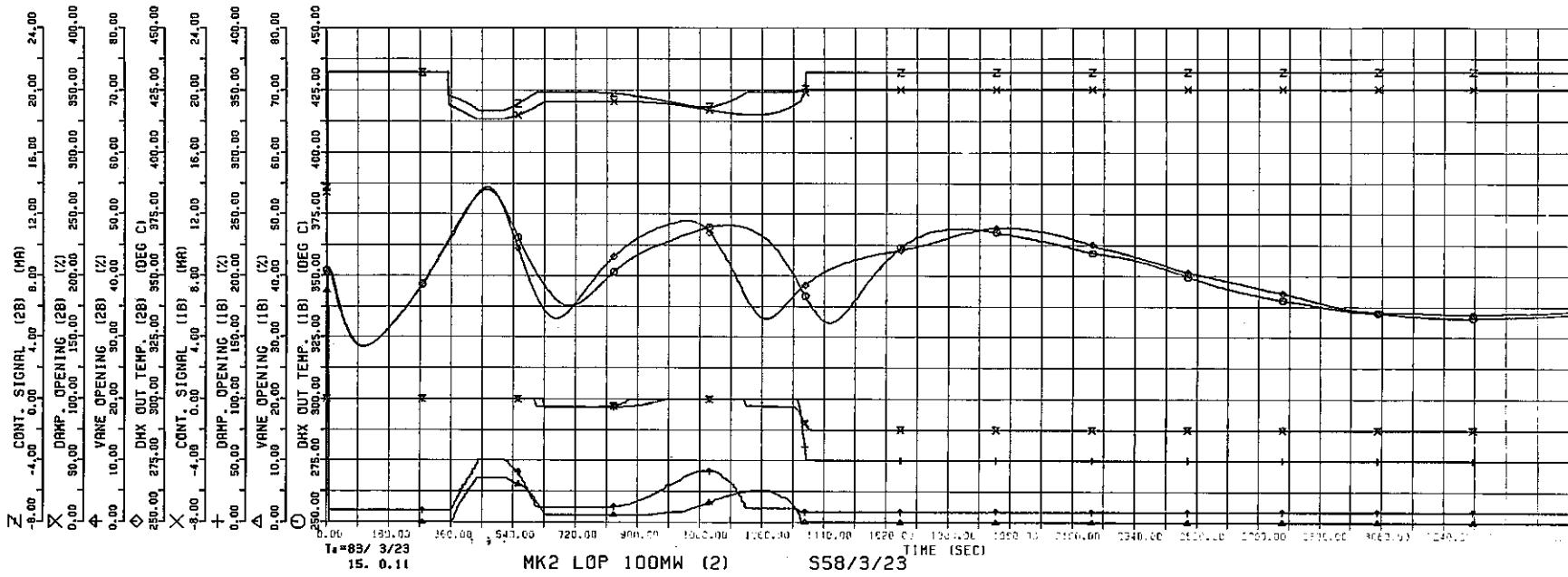


Fig. 5.9 電喪後の崩壊熱除去 試験-II(1次系)



— 4 —



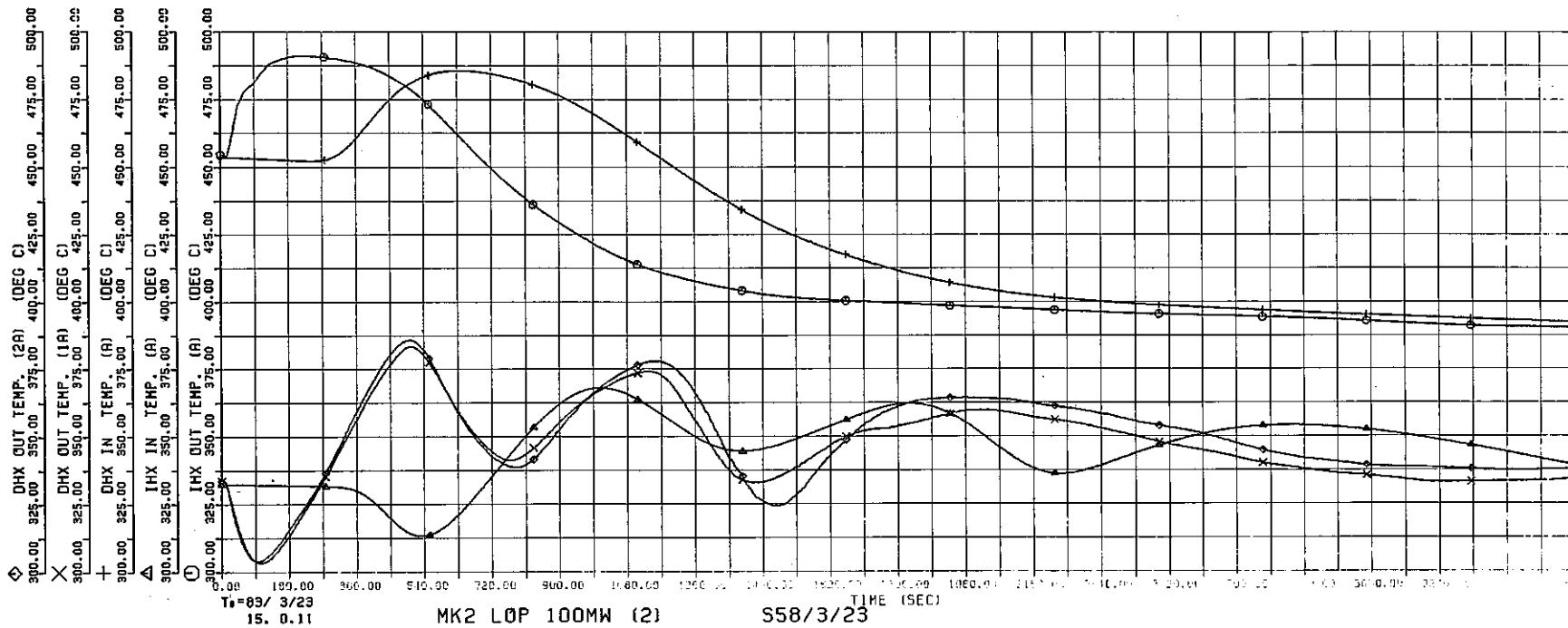


Fig. 5.12 電喪後の崩壊熱除去 試験-II (2次系A)

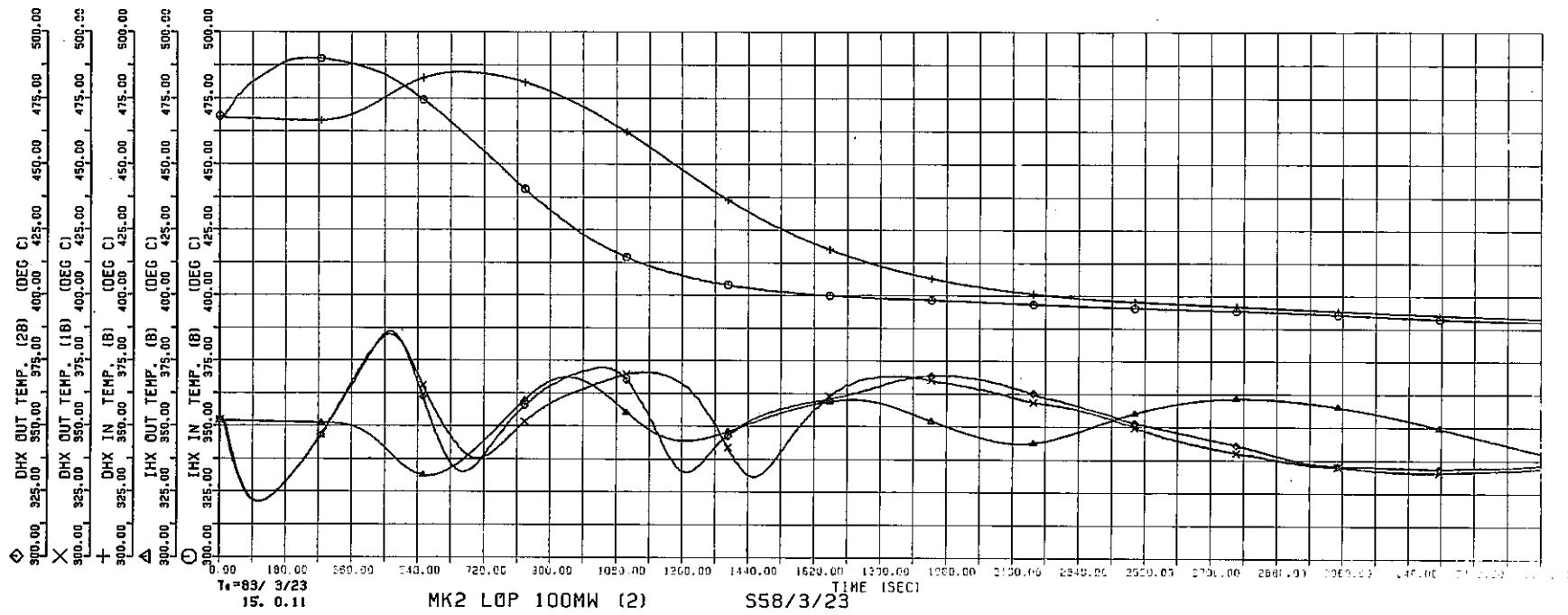
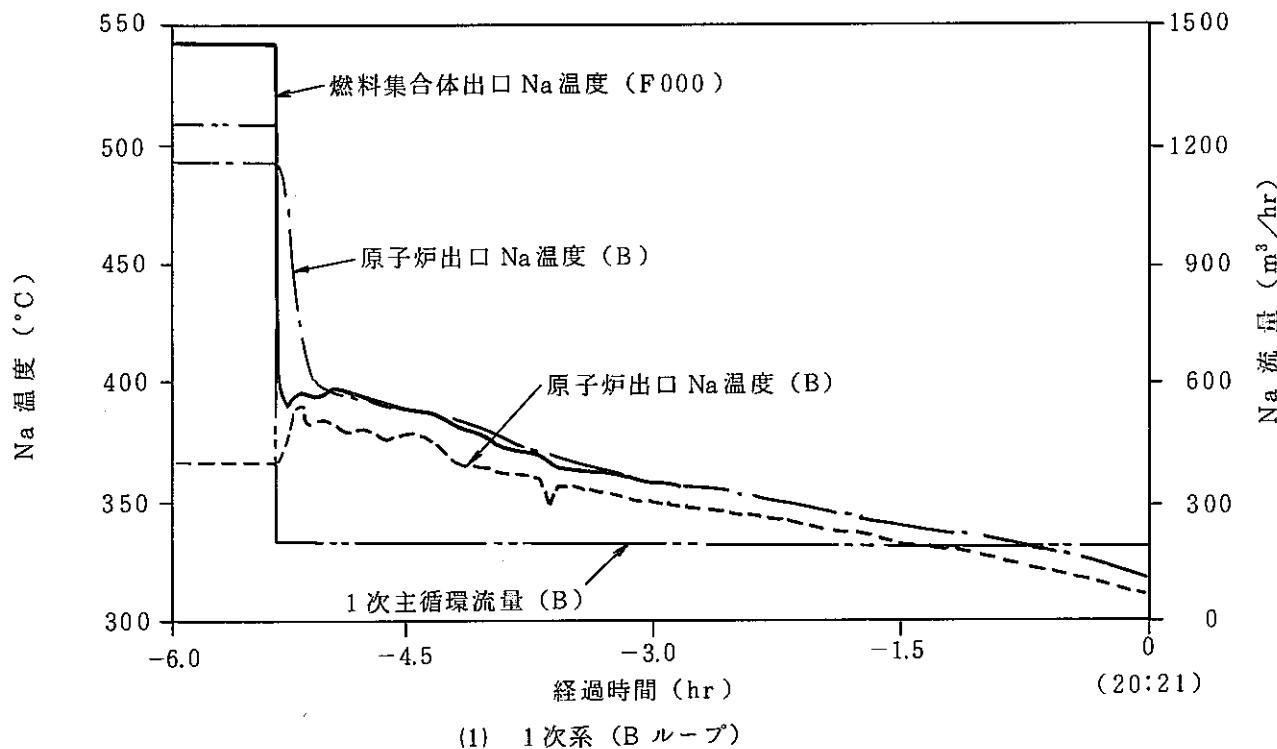


Fig. 5.13 電喪後の崩壊熱除去 試験-II(2次系B)

TREND GRAPH 2-1 (6 H R)



TREND GRAPH 2-1 (6 H R)

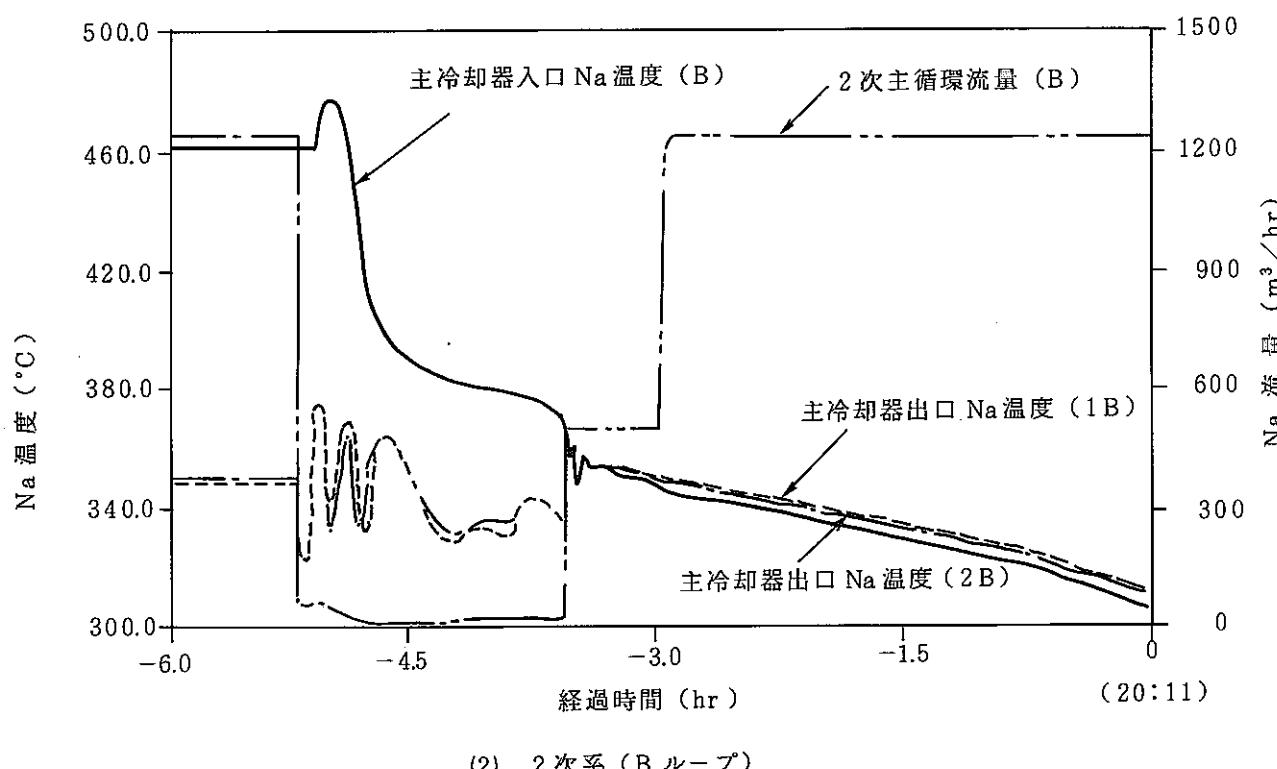


Fig. 5.14 外部電源喪失試験よりのトレンドグラフ (試験-II)

6. 檢討

6.1 プラント各部の温度変化の評価

試験-Iにおけるプラント各部の温度変化等のデータをAppendix-1のTable A 1.3に示す。このデータをグラフ化したものをFig. 6.1～6.2に示す。

試験-IIにおけるものを同様にTable A 1.6とFig. 6.3～6.4に示す。

これらの図より、試験-IおよびIIにおけるプラント各部における温度変化は順調に降下していることがわかる。

本試験におけるプラント各部の温度変化の最大温度変化率(°C/hr)は下表のとおりで、

名 称	試験-I	試験-II
燃料集合体出口Na温度(F000)	-40.0	-20.0
原子炉入口Na温度(A)	-40.0	-20.0
" (B)	-40.0	-20.0
原子炉出口Na温度(A)	-30.0	-19.0
" (B)	-35.0	-16.0
主冷却器入口Na温度(A)	-40.0	-20.0
" (B)	-40.0	-20.0
主冷却器出口Na温度(1A)	-47.0	-18.0
" (2A)	-40.0	-18.0
" (1B)	-45.0	-20.0
" (2B)	-40.0	-20.0

以上のような温度変化率を示している。従って、試験-Iにおける最大温度変化率は、-47.0 °C/hrであり、同じく試験-IIでは、-20.0 °C/hrである。

のことより、主冷却系を用いて外部電源喪失後における炉心の崩壊熱を除去でき、温態待機状態へ移行することができた。

6.2 ベーン・ダンパ開度の調整

本試験においては、主送風機入口ベーン開度および主冷却器入口ダンパ開度を手動調整することにより、主冷却器自然通風量を制御し、プラント各部のNa温度を降下させる。

試験-Iにおけるベーンおよびダンパ開度の制御結果をFig. 6.1～6.2に示し、同様に試験-IIについてはFig. 6.3～6.4に示す。

これらより、ベーンおよびダンパ開度とも、ほど順調に制御されていることがわかる。

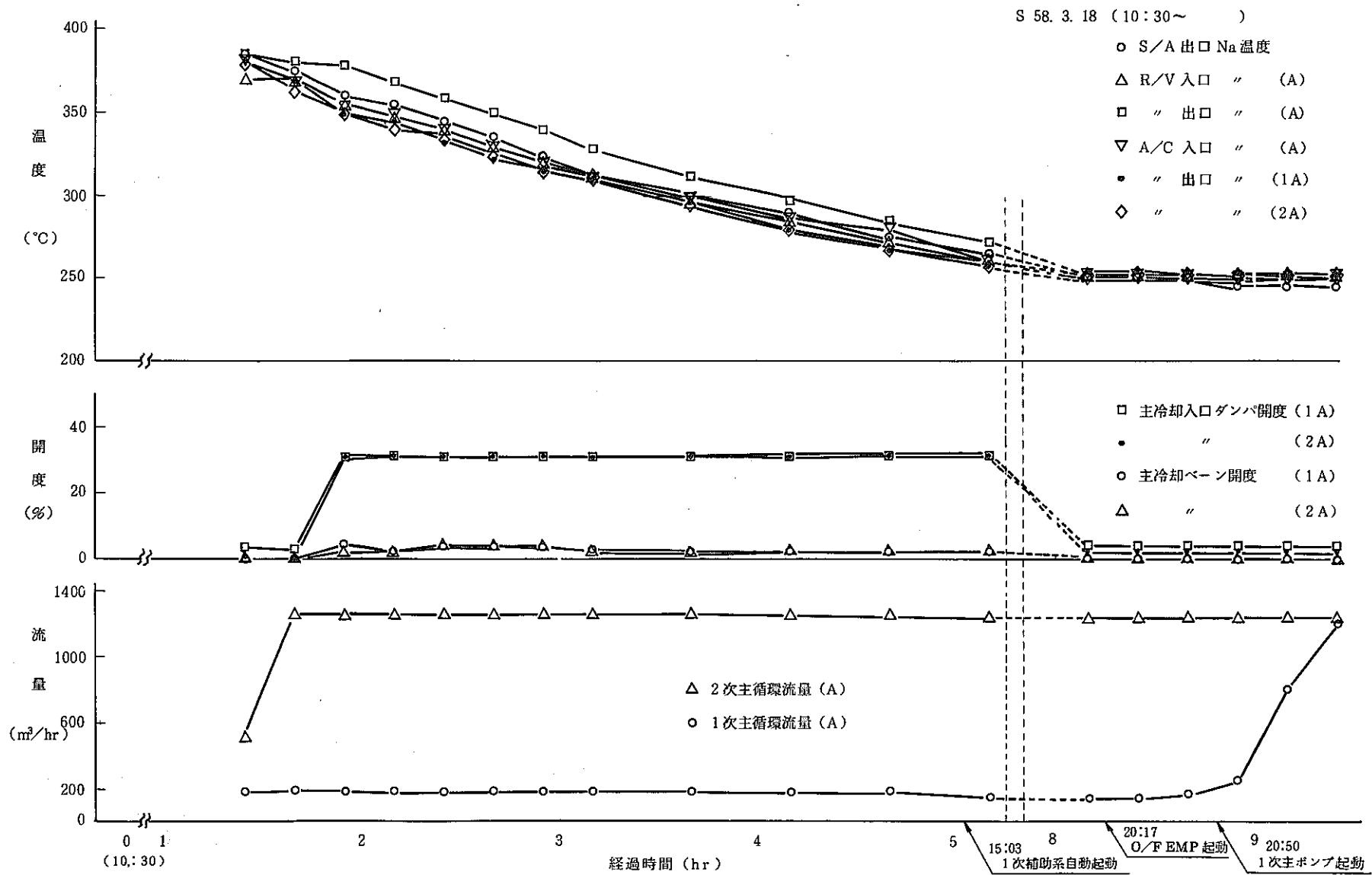


Fig. 6. 1 主冷却系による崩壊熱除去 試験 - I (A ループ)

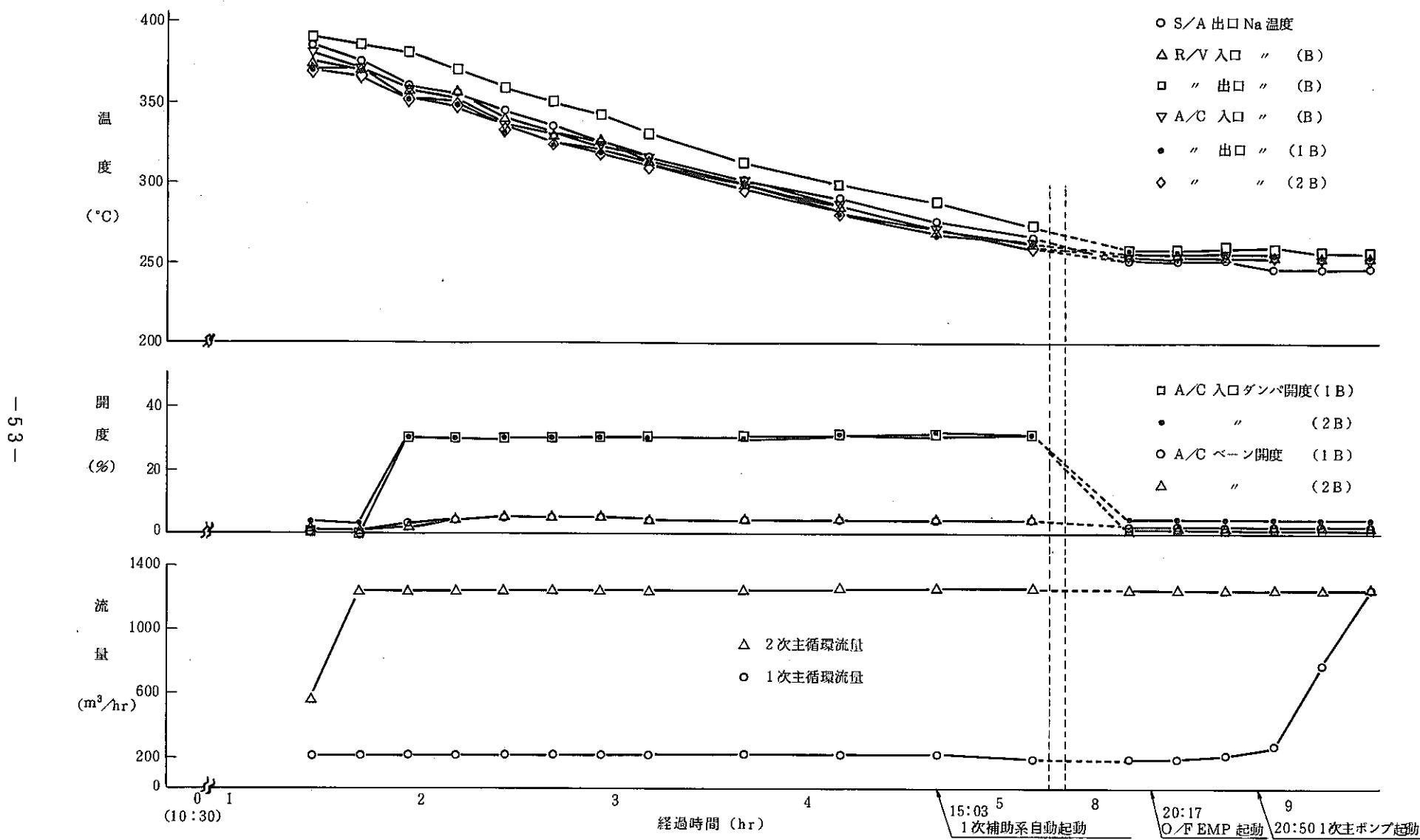


Fig. 6.2 主冷却系による崩壊熱除去 試験-I (B ループ)

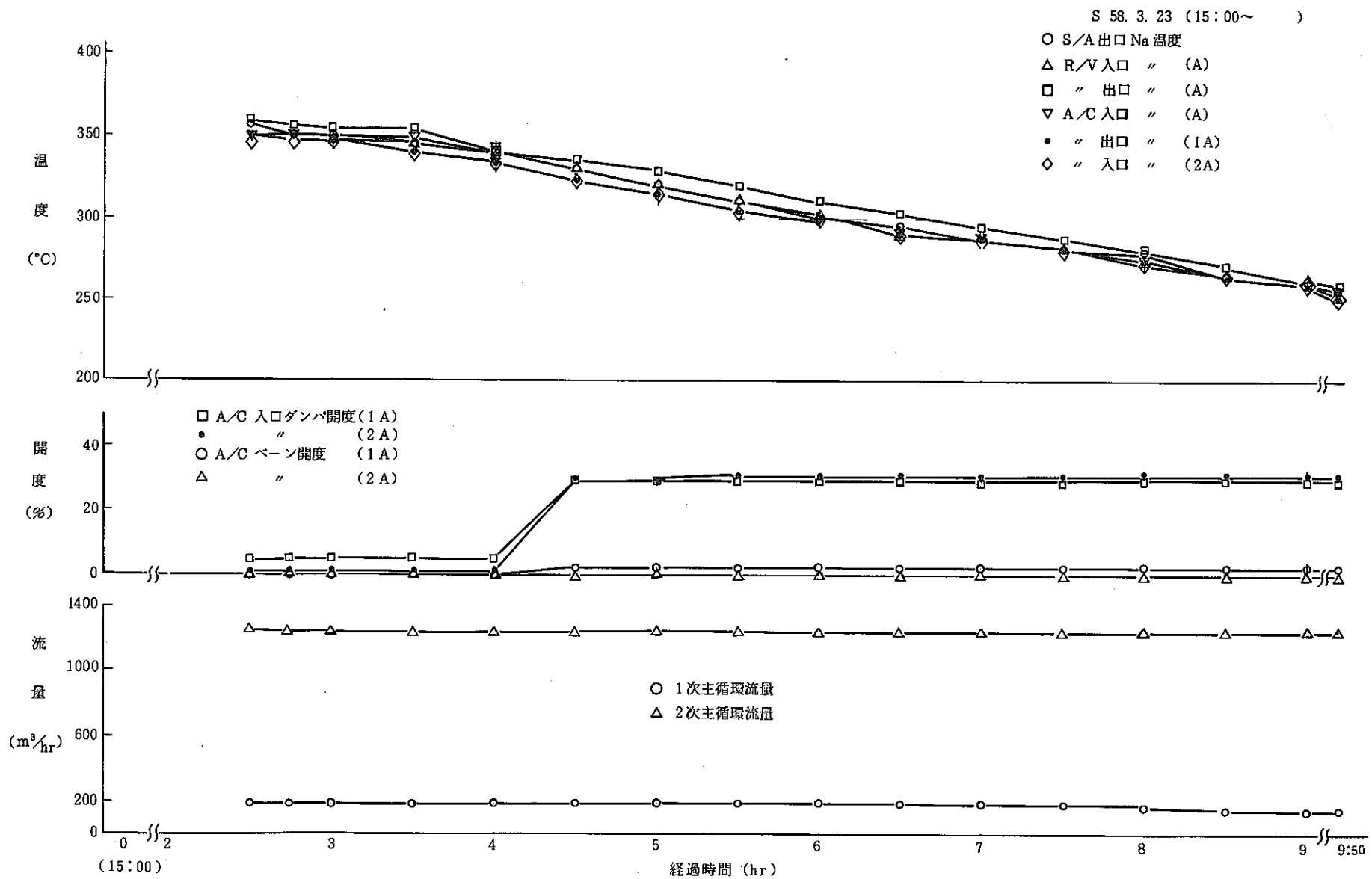


Fig. 6.3 主冷却系による崩壊熱除去 試験-II (A ループ)

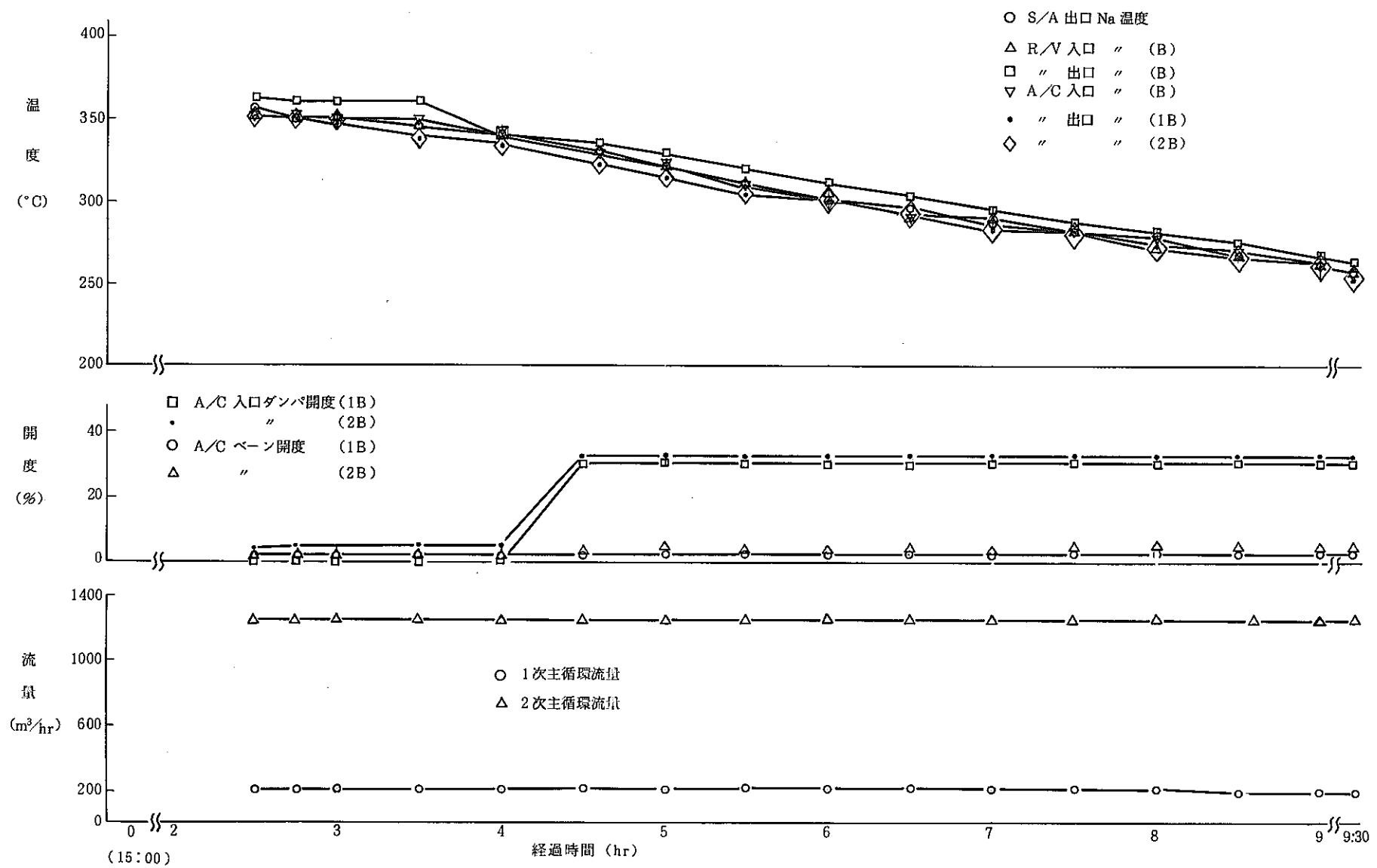


Fig. 6.4 主冷却系による崩壊熱除去 試験-II (B ループ)

7. 結 言

本試験は、MK-II出力上昇試験末期における外部電源喪失試験のプラント過渡応答が経過した後に実施されたものである。

本試験により確認された主なものは以下の通りである。

- 1) 原子炉出力 100 MWよりの外部電源喪失試験後において、主冷却系により崩壊熱除去をすることができ、温態待機状態への移行が行なわれた。
- 2) 上記の過程で、冷却材温度変化率が $-50^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ を越えないことが確認できた。
- 3) 燃料集合体出口Na 温度 (F000) に異常な上昇のないことが確認できた。

8. 参考文献

1) 広瀬 他：高速実験炉「常陽」性能試験報告書

PNC SN 941 79-90 昭和 53 年 12 月

2) 谷山 他：高速実験炉「常陽」 100 MW 出力上昇試験総合報告書（速報）

PNC SN 941 83-92 昭和 58 年 6 月

3) 畿 他：高速実験炉「常陽」 75 MW 性能試験報告書

PNC SN 941 80-119 昭和 55 年 7 月

9. 謝 辞

本試験の実施にあたっては、実験炉部内各課の方々に御協力をいただきました。
ここに感謝の意を表します。

Appendix—1

チェックシート

- 1) 試験—I (昭和58年3月18日)
- 2) 試験—II (昭和58年3月23日)

List of Table

(1) 試験－I（昭和 58 年 3 月 18 日）

- 1) Table A 1.1 冷却材温度制御系の設定定数点検表
- 2) Table A 1.2 プロセス系初期値記録表
- 3) Table A 1.3 冷却材温度降下等のデータシート

(2) 試験－II（昭和 58 年 3 月 23 日）

- 1) Table A 1.4 試験開始前のプラント状態点検表
- 2) Table A 1.5 冷却材温度制御系の設定定数点検表
- 3) Table A 1.6 冷却材温度降下等のデータシート

Table A 1.1 冷却材温度制御系の設定定数点検表

冷却材温度制御系計器の設定定数点検表				試験番号	試験名称	試験条件	試験日時	運転班		試験班	
				PT-241	主冷却系による崩壊熱除去	電喪試験後	S 58年3月18日 11時31分	直長	担当	責任者	担当
No.	系統	計器番号	盤番号	設定値			実績値			確認者	備考
1	Na 側 通 常 時	TIC 31.2 - 2A-1	425	比例帶 (%)	積分定数(sec)	設定温度(°C)	比例帶 (%)	積分定数(sec)	設定温度(°C)	長岡	
2		" - 2A-2	"	100	80	360	100.0	80	369.2	"	
3		" - 2B-1	"	100	80	360	100.0	80	360.0	"	
4		" - 2B-2	"	100	80	360	100.0	80	360.0	"	

Table A 1.2 プロセス系初期値記録表

試験番号		試験名称	試験条件	試験日	運転班		試験班	
PT-241		主冷却系による崩壊熱除去試験	電表試験後	58年3月18日	直長	担当	責任者	担当
				記録時間	吉野	—	高橋	高橋英
				11時15分				
No.	系統	計測点名称	検出器	JOYDAS 入力点 No.	初期値	単位	確認者	備考
1	原子炉系	燃料集合体出口Na温度(000)	TE 14.1-F 01	F 000	385.1			
2		原子炉入口Na温度(A)	TE 31.1~7 A	B 001	368.8			
3		" (B)	" -7 B	B 002	377.3			
4		原子炉出口Na温度(A)	" -1 A	B 003	389.2			
5		" (B)	" -1 B	B 004	388.5			
6		1次主循環Na流量(A)	FE 31.1-1 A	B 005	182			
7		" (B)	" -1 B	B 006	205			
8		主冷却器入口Na温度(A)	TE 31.2-1 A	C 000	390.0			
9		" (B)	" -1 B	C 001	389.2			
10		主冷却器出口Na温度(1A)	TE 31.2-2A-1(B)	C 002	349.5			
11		" (2A)	" -2A-2(B)	C 003	348.0			
12		" (1B)	" -2B-1(B)	C 004	348.0			
13		" (2B)	" -2B-2(B)	C 005	351.7			
14		2次主循環Na流量(A)	FE 31.2-1A-E	C 018	61			
15		" (B)	" 1B-E	C 019	8			
16		主冷却器ベーン開度(1A)	OE-1A-V	C 026	0.2			
17		" (2A)	" 2A-	C 027	-0.1			
18		" (1B)	" 1B-	C 028	-0.1			
19		主冷却器入口ベーン開度(2B)	" 2B-	C 029	1.9			

Table A 1.2 プロセス系初期値記録表(その2)

試験番号		試験名称	試験条件	試験日	運転班		試験班	
PT-241		主冷却系による崩壊熱除去試験	電喪試験後	58年3月18日	直長	担当	責任者	担当
				記録時間	吉野		高橋	
				11時15分			高橋英	
No.	系統	計測点名称	検出器	JOYDAS 入力点 No.	初期値	単位	確認者	備考
20	主冷却系	主冷却器入口ダンバ開度(1A)	OE-1A-ID	C 012	0			
21		" (2A)	" -2A-	C 013	-0.5			
22		" (1B)	" -1B-	C 014	0			
23		" (2B)	" -2B-	C 015	-0.1			

Table A 1.3 冷却材温度降下等のデータシート

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号	試験名称				試験条件	試験日時				運転班		試験班		
			PT-241	主冷却系による崩壊熱除去				電離試験後	S 58年3月18日 10時30分=0				直長	担当	責任者	担当	
No.	系統	項目	単位	時刻												15:03 1次補自動起動	15:10
				11:25	11:40	11:55	12:10	12:25	12:40	12:55	13:10	13:40	14:10	14:40			
1	一次主冷却系	燃料集合体出口Na温度 [000]	°C	385	375	360	355	345	335	325	315	300	290	275		265	
2		原子炉入口Na温度 (A)	°C	370	370	355	348	340	330	320	310	297	285	272		260	
3		" (B)	"	375	370	357	356	341	330	325	313	298	285	270		260	
4		原子炉出口Na温度 (A)	"	385	380	378	368	359	350	340	328	312	298	284		272	
5		" (B)	"	390	385	380	370	359	350	342	330	312	298	287		272	
6		1次主循環流量 (A)	m³/hr	180	185	180	180	180	180	180	180	180	180	180		145	
7		" (B)	"	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210		180	
8	二次主冷却系	主冷却器入口Na温度 (A)	°C	380	370	355	350	340	330	320	313	300	288	280		260	
9		" (B)	"	380	370	357	352	337	330	322	314	300	288	280		260	
10		主冷却器出口Na温度 (1A)	"	380	370	350	345	334	323	316	310	297	280	268		260	
11		" (2A)	"	380	365	350	340	336	325	316	310	295	280	267		258	
12		" (1B)	"	370	370	352	350	335	325	320	312	298	280	267		260	
13		" (2B)	"	370	365	353	348	336	325	318	310	296	280	270		258	
14		2次主循環流量 (A)	m³/hr	520	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1260	1250	1250		1240	
15		" (B)		570	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1250	1250		1240	
16		主冷却器ベーン開度 (1A)	%	0	0	4	2	3.5	3.5	3.5	2.5	2.0	2.0	2.0		2.0	

Table A 1.3 冷却材温度降下等のデータシート(その2)

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号	試験名称		試験条件	試験日時		運転班		試験班	
			PT-232	主冷却系による崩壊熱除去		電喪試験後	S 58年3月18日	10時30分	直長	担当	責任者	担当
No.	系統	項目	単位	時 刻								
17	続 二 次 主 冷 却 系	主冷却器ベーン開度(2A)	°C	0	0	2	2	4.0	4.0	4.0	2.0	1.5
18		" (1B)	"	1.0	1	3	4	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0
19		" (2B)	"	1.0	1	2	4	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0
20		主冷却器入口ダンパ開度(1A)	"	5/2	4/2	30/31	30/31	30/32	30/32	30/32	30/32	30/32
21		" (2A)	"	1/2	0/0	32/30	32/30	32/30	32/30	32/30	32/30	33/30
22		" (1B)	"	0/1	0/0	30/30	30/30	30/30	30/30	30/31	30/31	30/31
23		" (2B)	"	5/2	4/2	31/29	31/29	31/39	31/29	31/29	31/29	31/30

Table A 1.3 冷却材温度降下等のデータシート(その3)

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号		試験名称		試験条件		試験日時		運転班		試験班		
			PT-241		主冷却系による崩壊熱除去		電喪試験後		S 58年3月18日 10時30分		直長	担当	責任者	担当	
No.	系統	項目	単位	時刻											
				15:40	16:10	17:10	18:10	19:10	19:40	20:10	20:25	20:40	20:55	21:10	21:25
1	原子炉系	燃料集合体出口Na温度(000)	°C	258	258	258	257	256	255	250	250	250	245	245	245
2	一次主冷却系	原子炉入口Na温度(A)	°C	252	258	258	256	252	250	250	250	250	250	250	250
3		" (B)	"	258	258	258	258	255	254	253	252	252	252	252	253
4		原子炉出口Na温度(A)	"	262	262	260	258	258	256	252	252	252	252	251	250
5		" (B)	"	263	262	262	260	258	258	257	257	258	258	255	255
6		1次主循環流量(A)	m³/hr	145	140	140	140	140	140	140	140	170	255	800	1250
7		" (B)	"	180	180	180	180	180	180	180	180	200	260	770	1240
8		主冷却器入口Na温度(A)	°C	258	258	255	255	253	253	252	252	252	252	252	252
9	二次主冷却系	" (B)	"	256	255	255	255	253	252	252	252	252	252	252	252
10		主冷却器出口Na温度(1A)	"	255	258	258	258	255	254	254	254	252	252	252	252
11		" (2A)	"	252	255	256	254	253	252	252	252	251	251	251	251
12		" (1B)	"	257	259	258	258	257	255	255	254	254	254	253	253
13		" (2B)	"	255	258	258	257	254	253	252	252	252	252	252	252
14		2次主循環流量(A)	m³/hr	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240
15		" (B)	"	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240
16		主冷却器ベーン開度(1A)	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table A 1.3 冷却材温度降下等のデータシート(その4)

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号	試験名称		試験条件	試験日時	運転班		試験班			
			PT-241	主冷却系による崩壊熱除去		電喪試験後	S 58年3月18日 10時30分	直長	担当	責任者	担当		
No.	系統	項目	単位	時刻									
				15:40	16:10	17:10	18:10	19:10	19:40	20:10	20:25	20:40	20:55
17	続 二 次 主 冷 却 系	主冷却器ベーン開度(2A)	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18		" (1B)	"	2.0	2.0	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
19		" (2B)	"	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
20		主冷却器入口ダンバ開度(1A)	"	5.0/2.0	5.0/2.0	5.0/2.0	5.0/2.0	5.0/2.5	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/2.5	5.0/2.5	5.0/2.5
21		" (2A)	"	2.0/2.0	2.0/2.0	1.0/2.0	1.0/2.0	2.0/2.0	2.0/2.0	2.0/2.0	2.0/2.0	2.0/2.0	2.0/2.0
22		" (1B)	"	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0	0/2.0
23		" (2B)	"	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0	5.0/3.0

Table A 1.4 試験開始前のプラント状態点検表

試験開始前のプラント状態点検表		試験番号	試験名称	試験条件	試験日時	運転班		試験班	
		PT-241	主冷却系による崩壊熱除去	電喪試験後	S 58年3月23日 15時00分	直長	担当	責任者	担当
系統設備名	確認(C)又は記録(R)項目		点検計器		C/R	確認or記録値		参考値	確認者
			盤No.	計器名					
原子炉本体	モードスイッチポジション		423	COS-X-29	C	停 止		停 止	17:20 OK
原子炉冷却設備	1次冷却系	1次冷却系のボニーモータ運転状態のこと。 1次冷却系循環流量 (m ³ /hr)	424	C 002-1A " - 1B	C R "	A OK (A) 170 m ³ /hr (B) 205 "			OK
	2次冷却系	(a) 2次主循環流量 (m ³ /hr) (b) 主送風機(4台)が停止状態にあること。	425	7-15 A 7-15 B 3-52 A, 52 B	R " C	(A) 1230 m ³ /hr (B) 1230 " OK	約1260 " 停 止		
	補助冷却系	(a) 1次補助冷却系が逆流状態にあること。 (b) 2次 " が待機状態にあること。	424 425	FR 32.1 - 1 FR 32.1 - 1	R R	-4 m ³ /hr 65 m ³ /hr			
計測制御設備	制御設備	(a) 制御棒が正常に動作していること。 (b) 指示計等が正常に動作していること。	423	CR-1~6用 位置表示ランプ CR-1~6用 位置指示計	C "	OK 全下端 OK	全挿入 下 端		
	核計装設備	(a) 指示計が正常に動作していること。 (b) 記録計が " "	423	各種指示計 " 記録計	C C	OK OK		17:25	
	プロセス 計装設備	(a) 指示計が正常に動作していること。 (b) 記録計が " "	424 425 他	各種指示計 " 記録計	C C	OK OK			

Table A 1.4 試験開始前のプラント状態点検表(その2)

試験開始前のプラント状態点検表		試験番号	試験名称	試験条件	試験日時		運転班		試験班	
		PT-241	主冷却系による崩壊熱除去	電喪試験後	S 58年3月23日 15時00分	直長	担当	責任者	担当	
系統設備名	確認(C)又は記録(R)項目	点検計器		C/R	確認or記録値		参考値	確認者		
		盤No.	計器名							
原子炉保護系	(a) 動作が正常であること。	423	ANN 他	C	OK					
電源設備	(a) 電源が一般系電源に移管されていること。 (b) ディーゼル発電機が手動停止されていること。	427	352 P ON D/G 状態表示 ランプ "G"	C	ON OK	(A) G OK	停止			

Table A 1.5 冷却材温度制御系の設定定数点検表

冷却材温度制御系計器の設定定数点検表			試験番号	試験名称	試験条件	試験日時	運転班		試験班			
			PT - 241	主冷却系による崩壊熱除去	電源試験後	S 58年3月23日 17時00分	直長	担当	責任者	担当		
No.	系統	計器番号	盤番号	設定値			実績値			確認者	備考	
				比例帶(%)	積分定数(sec)	設定温度(°C)	比例帶(%)	積分定数(sec)	設定温度(°C)			
1	Na側通常時	TIC 312-2A-1	425	100	80	360	100	80	360	長岡		
2		" - 2A - 2	"	100	80	360	100	80	360	"		
3		" - 2B - 1	"	100	80	360	100	80	360	"		
4		" - 2B - 2	"	100	80	360	100	80	360	"		

Table A 1.6 冷却材温度降下等のデータシート

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号		試験名称			試験条件		試験日時		運転班		試験班	
			PT-241		主冷却系による崩壊熱除去			電喪試験後		S 58年3月23日 15時00分		直長	担当	責任者	担当
No.	系統	項目	単位	時刻											
				17:30	17:46	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:20	22:00	22:30
1	原子炉系	燃料集合体出口Na温度(000)	°C	356.5	350	350	345	340	330	320	310	300	295	285	280
2		原子炉入口Na温度(A)	°C	350.0	348	346	346	340	330	320	310	302	290	288	280
3		" (B)	"	352.0	350	350	350	340	330	320	310	303	290	288	280
4		原子炉出口Na温度(A)	"	358	355	354	354	340	335	328	319	310	302	293	285
5		" (B)	"	362	360	360	360	340	335	328	319	310	302	294	286
6		1次主循環流量(A)	m³/hr	190	190	190	190	190	190	185	185	185	185	185	185
7		" (B)	"	210	205	205	205	205	204	200	200	200	200	200	200
8	二次主冷却系	主冷却器入口Na温度(1A)	°C	350	350	349	349	340	328	320	308	300	290	285	280
9		" (2B)	"	352	350	349	349	340	328	320	308	300	290	285	280
10		主冷却器出口Na温度(1A)	"	349	348	348	340	335	322	315	304	298	288	280	278
11		" (2A)	"	348	348	348	340	335	322	315	304	298	288	280	278
12		" (1B)	"	352	349	348	340	335	323	314	303	300	290	282	280
13		" (2B)	"	350	349	349	340	335	323	314	303	300	290	282	280
14		2次主循環流量(A)	m³/hr	1250	1240	1240	1240	1240	1250	1240	1240	1240	1240	1240	1240
15		" (B)	"	1240	1240	1240	1240	1240	1250	1240	1240	1240	1240	1240	1240
16		主冷却器ベーン開度(1A)	%	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2

Table A 1.6 冷却材温度降下等のデータシート(その2)

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号		試験名称		試験条件		試験日時		運転班		試験班		
			PT-241		主冷却系による崩壊熱除去		電喪試験後		S 58年3月23日 15時00分		直長	担当	責任者	担当	
No.	系統	項目	単位	時刻											
				17:30	17:46	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30
17	総 二 次 主 冷 却 系	主冷却器ベーン開度(2A)	%	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
18		" (1B)	"	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19		" (2B)	"	2	2	2	2	2	3	4	3	3	3	3	4
20		主冷却器入口ダンバ開度(1A)	"	4.5/2	5/2	5/2	5/2	5/2	29/31	29/32	29/31	29/31	29/31	29/31	29/32
21		" (2A)	"	1/1	1/1.5	1/1.5	1/1.5	1/1.5	30/29	29/29	30/29	30/29	30/29	30/29	30/29
22		" (1B)	"	0/1	0/1.5	0/1.5	0/1.5	0/1.5	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30	30/30
23		" (2B)	"	4.5/2	5/2	5/2	5/2	5/2	32/30	32/30	32/30	32/30	32/30	32/30	32/30

Table A 1.6 冷却材温度降下等のデータシート(その3)

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号	試験名称			試験条件	試験日時	運転班		試験班	
			PT-241	主冷却系による崩壊熱除去			電喪試験後	S 58年3月23日 15時00分	直長	担当	責任者	担当
No	系統	項目	単位	時刻								
				23:00	23:30	24:00	24:30					
1	原子炉系 一次主冷却系	燃料集合体出口Na温度〔000〕	°C	277	263	260	255					
2		補助冷却系Na流量	m³/hr	66.0	67	67	67					
3		原子炉入口Na温度(A)	°C	270	263	258	252					
4		" (B)	"	270	265	260	255					
5		原子炉出口Na温度(A)	"	279	270	260	258					
6		" (B)	"	280	274	266	262					
7		1次主循環流量 (A)	m³/hr	165	150	145	140					
8		" (B)	"	200	185	180	180					
9	二次主冷却系 続	主冷却器入口Na温度(A)	°C	272	262	258	252					
10		" (B)	"	272	268	260	255					
11		主冷却器出口Na温度(1A)	"	270	262	257	252					
12		" (2A)	"	270	262	257	252					
13		" (1B)	"	272	265	260	253					
14		" (2B)	"	1240	1240	1240	1240					
15		2次主循環流量 (A)	m³/hr	1240	1240	1240	1240					
16		" (B)	"	2	2	2	2					

Table A 1.6 冷却材温度降下等のデータシート(その4)

冷却材温度降下等のデータシート			試験番号	試験名称			試験条件	試験日時	運転班		試験班		
			PT-241	主冷却系による崩壊熱除去			電喪試験後	S 58年3月23日 15時00分	直長	担当	責任者	担当	
No.	系統	項目	単位	時刻									
17	主冷却系	主冷却器ベーン開度(1A)	%	23:00	23:30	24:00	24:30						
18		" (2A)	"	0	0	0	0						
19		" (1B)	"	2	2	2	2						
20		" (2B)	"	4	4	4	4						
21		主冷却器入口ダンパ開度(1A)	"	29/32	29/32	29/32	29/32						
22		" (2A)	"	30/29	30/29	30/29	30/29						
23		" (1B)	"	30/30	30/30	30/30	30/30						
24		" (2B)	"	32/30	32/30	32/30	32/30						