

# 高速実験炉「常陽」

## MK-Ⅲ総合機能試験結果報告書

炉心内流量分布測定及び系統圧損測定試験

(技術報告)

2004年5月

核燃料サイクル開発機構  
大洗工学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）

ファックス：029-282-7980

電子メール：[jserv@jnc.go.jp](mailto:jserv@jnc.go.jp)

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184

Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2004

2004年5月

## 高速実験炉「常陽」MK-III総合機能試験結果報告書

### 炉心内流量分布測定及び系統圧損測定試験

石田 公一<sup>\*1</sup>、有吉 昌彦<sup>\*1</sup>、  
深見 明弘<sup>\*2</sup>、菅谷 和司<sup>\*2</sup>、  
黒羽 隆也<sup>\*2</sup>

### 要 旨

本報告書は、MK-III総合機能試験の一環として実施した炉心内流量分布測定及び系統圧損測定についてとりまとめたものである。

試験番号	試験名称
(1) SKS-401	炉心内流量分布測定試験
(2) SKS-402	系統圧損測定試験

炉心内流量分布測定試験は、炉心内の冷却材流量配分が適切であるかを把握するため、電磁流量計を先端に装着した長尺の流量測定装置を炉内に挿入し、集合体頂部に密着させて冷却材流量を測定した。測定の結果、炉心燃料集合体各列の流量は、設計上の必要流量を十分満足していることを確認した。また、解析値と測定値の比 C/E は 1.01 から 1.05 の範囲であった。

系統圧損測定は、炉心圧損を含む 1 次主冷却系全体の圧力損失が、1 次主循環ポンプの健全性確保上の制限値を満足している（圧損下限値を上回る）ことを確認するために実施した。測定の結果、1 次主冷却系の定格流量時の系統圧損は平均約 52mNa で、運転制限値（圧損下限値）40.6mNa を十分上回ることを確認した。また、ポンピーモータ流量から定格流量までの全流量範囲において、1 次主冷却系の系統圧損が 1 次主循環ポンプの運転制限値を満足することを確認した。

---

\* 1 大洗工学センター 照射施設運転管理センター 実験炉部 技術課

\* 2 N E S I 株式会社

JNC TN9410 2004-018  
May, 2004

**Experimental Fast Reactor JOYO MK-III Function Test**  
**In-Vessel Coolant Flow Distribution and Primary System Pressure Drop Measurement**

K. Ishida\*, M. Ariyoshi\*,  
A. Fukami\*\*, K. Sugaya\*\*,  
T. Kuroha\*\*

**Abstract**

This paper describes the results of the following two tests, which were performed as part of JOYO MK-III function tests.

[Test No.]	[Test Item]
(1) SKS-401	In-Vessel Coolant Flow Distribution Measurement Test
(2) SKS-402	Primary System Pressure Drop Measurement Test

In-vessel coolant flow distribution measurement test confirmed that the coolant flow distribution in the core was appropriate and the flow rate of each subassembly satisfied the minimal flow demand. Ratios of calculated to experimental values (C/E) for the average flow rate of each row in the core ranged from 1.01 to 1.05.

Primary system pressure drop measurement test confirmed that the measured pressure drop of the primary system (approximately 52mNa) satisfied the criteria for safe operation of primary pump (approximately 40.6mNa) for the 100% flow rate condition. The measured pressure drop also satisfied the criteria for conditions ranging from pony motor flow rate to 100% flow rate.

---

\* Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division, Irradiation Center,  
O-arai Engineering Center

\*\* NESI Co.,Ltd.

## 目 次

1.	はじめに	1
2.	設備概要	2
2.	1 系統設備	2
2.	2 試験装置	3
3.	試験工程	11
4.	試験内容	12
4.	1 炉心内流量分布測定試験 (SKS-401)	12
4.	1. 1 試験目的	12
4.	1. 2 試験方法	12
4.	1. 3 試験結果	14
4.	1. 4 評価	18
4.	1. 5 考察	19
4.	2 統圧損測定 (SKS-402)	69
4.	2. 1 試験目的	69
4.	2. 2 試験方法	69
4.	2. 3 試験結果	69
4.	2. 4 評価	70
4.	2. 5 考察	70
5.	おわりに	82
6.	謝辞	82
7.	参考文献	83

## 図リスト

図 2.1-1	原子炉の概略構造	5
図 2.1-2	炉内構造及び冷却材の流れ	6
図 2.1-3	MK-III性能試験炉心構成	7
図 2.1-4	冷却系の概要	8
図 2.2-1	集合体流量測定装置の概要	8
図 2.2-2	測定装置（流量検出ポール）先端部概略構造	9
図 2.2-3	流量測定装置電磁流量計交換作業時の様子	9
図 2.2-4	流量測定装置の炉内装荷時の様子	10
図 2.2-5	データ収録装置構成	10
図 4.1-1	高流量分布測定（75%流量）対象位置	22
図 4.1-2	低流量分布測定（16.4%流量）対象位置	23
図 4.1-3	ノズル近接時の影響確認（2C2 アクセス状態）における各部液位の変化	24
図 4.1-4	ノズル近接時の影響確認（2F2 アクセス状態）における各部液位の変化	25
図 4.1-5	流量計特性確認（1A1 アクセス状態）における各部液位の変化	26
図 4.1-6	流量計特性試験結果（代表集合体[1A1]にて測定）	27
図 4.1-7	流路構成図	28
図 4.1-8	GENERAL コードによる MK-III性能試験炉心の流量配分計算結果	29
図 4.1-9	燃料集合体の流量測定結果と解析結果の比較（定格流量時）	30
図 4.1-10	再現性（経時変化）確認結果	31
図 4.1-11	燃料集合体の流量測定結果（16.4%流量時）	32
図 4.2-1(1/2) (2/2)	1次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Mモード、昇速時）	71
図 4.2-2(1/2) (2/2)	1次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプB、Mモード、昇速時）	72
図 4.2-3(1/2) (2/2)	1次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Mモード、降速時）	73
図 4.2-4(1/2) (2/2)	1次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプB、Mモード、降速時）	74
図 4.2-5(1/2) (2/2)	1次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Cモード、昇速時）	75
図 4.2-6(1/2) (2/2)	1次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプB、Cモード、昇速時）	76

## 表リスト(1/2)

表 4.1-1(1/2)(2/2) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ	33
(炉心上部機構ノズル近接時の影響確認)	
表 4.1-2 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ	35
(流量計特性確認[1A1])	
表 4.1-3(1/12)～(12/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ	36
(高流量分布測定(75%流量))	
表 4.1-4 炉内流路構成要素の圧力損失係数	48
表 4.1-5 隣接する周辺集合体の流量の影響に関する補正係数	48
表 4.1-6 集合体流量測定結果(高流量、材料照射用反射体)	49
表 4.1-7 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第1列)	49
表 4.1-8 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第2列)	50
表 4.1-9 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第3列)	50
表 4.1-10(1/2)(2/2) 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第4列)	51
表 4.1-11(1/2)(2/2) 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第5列)	52
表 4.1-12 集合体流量測定結果(高流量、内側反射体)	53
表 4.1-13 集合体流量測定結果(高流量、外側反射体)	53
表 4.1-14 集合体流量測定結果(高流量、遮へい集合体)	54
表 4.1-15 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 1 A 1における再現性確認)	55
表 4.1-16 各集合体流量測定結果と解析結果のまとめ(定格流量時)	56
表 4.1-17(1/4)～(4/4) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ	57
(低流量分布測定(16.4%流量))	
表 4.1-18 集合体流量測定結果(低流量、材料照射用反射体)	61
表 4.1-19 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第1列)	61
表 4.1-20 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第2列)	62
表 4.1-21 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第3列)	62
表 4.1-22 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第4列)	63
表 4.1-23 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第5列)	63
表 4.1-24 集合体流量測定結果(低流量、内側反射体)	64
表 4.1-25 集合体流量測定結果(低流量、外側反射体)	64

## 表リスト(2/2)

表 4.1-26 集合体流量測定結果（低流量、外側反射体）	65
表 4.1-27 集合体流量測定結果（低流量、遮へい集合体）	65
表 4.1-28 各集合体流量測定結果と解析結果のまとめ（16.4%流量時）	66
表 4.1-29 炉内流路構成要素圧力損失係数	67
表 4.1-30 定格流量時の燃料集合体流量測定結果と解析結果の比較	68
表 4.2-1 系統圧損測定データ（Mモード、昇速）	77
表 4.2-2 系統圧損測定データ（Mモード、降速）	78
表 4.2-3 系統圧損測定データ（Cモード、昇速）	79
表 4.2-4 系統圧損測定結果と運転制限値	80
表 4.2-5 系統圧損測定結果に関するデータの比較	81

## 1. はじめに

本報告書は、高速実験炉「常陽」MK-III総合機能試験として実施した次の2項目の試験について、その結果をまとめたものである。

- (1) SKS-401 炉心内流量分布測定試験
- (2) SKS-402 系統圧損測定試験

「常陽」では、照射能力の向上を目的とした MK-III計画を進めてきた。照射能力を向上させるために、炉心の高中性子束化、照射スペースの拡大、原子炉冷却系統の改造等を行い、これによって原子炉熱出力は 100MWt から 140MWt に増加した。原子炉冷却系統の改造においては、主中間熱交換器、主冷却機等の大型機器の交換を実施した。

本報告の炉心内流量分布測定試験は、MK-III改造工事後の性能試験炉心体系において、各集合体を通過する冷却材流量を測定し、炉心内の冷却材流量配分が適切であることを確認する試験である。本試験は、MK-I 炉心性能試験から通算 6 回目となり、今回の測定にあたっては、集合体流量を測定する電磁流量計を新規に製作し、試験装置（流量検出ポール）の試験前整備において交換作業を行った。

系統圧損測定試験は、炉心圧損を含む 1 次冷却系の圧力損失を確認し、1 次主循環ポンプの静圧軸受の機能確保の観点から設けられている流量とポンプ揚程(系統圧損)との関係から運転範囲内であることを確認するものである。

## 2. 設備概要

### 2.1 系統設備

#### (1) 原子炉本体

原子炉の概略構造を図 2.1・1 に、炉心内構造物及び流路を図 2.1・2 に示す。また、MK-III 性能試験炉心構成を図 2.1・3 に示す。

原子炉本体は、原子炉容器、炉心支持構造物、燃料集合体等の炉心構成要素、炉心上部機構ならびに原子炉容器上部の回転プラグ等で構成されている。「常陽」MK-III 炉心は、最大 85 体の炉心燃料集合体（性能試験炉心は 75 体）と、その周辺を取り囲む反射体、遮へい集合体で構成され、原子炉容器下部の炉心支持構造物によって支持される。

冷却材ナトリウムは、原子炉容器下部プレナムに流入した後上部プレナムへと流れると、炉心支持構造物の周りに設けられている多数の整流ポートを通じて高圧プレナムに流入するものに分岐する。前者は、炉内貯蔵ラック部、補助冷却系及び炉容器側壁へのパス等である。後者の、高圧プレナムに流入した冷却材は 2 つに分岐し、一方は高圧プレナム内の炉心支持板連結管の側面のオリフィス孔を通じて、炉心燃料集合体へ流入する。もう一方は、各炉心構成要素エントランスノズルの連結管下部嵌合部を通じて高圧プレナムから低圧プレナムへ流入し、制御棒、反射体及び中性子源（ $\gamma$  線源部受入集合体）等の炉心構成要素へ流入する。原子炉容器下部の高圧プレナムから上部プレナムへのパスには、炉心構成要素エントランスノズルの連結管円錐座との接触部及びガス抜き孔を通じての少量のパスも含まれる。炉心構成要素から流出した冷却材は、炉心上部機構の整流格子により混合を促進されながら、上部プレナムの出口ノズルに至る。

#### (2) 冷却系

冷却系の概要を図 2.1・4 に示す。

原子炉冷却系は、2 つの主冷却系（A/B ループ）と 1 つの補助冷却系からなり、原子炉内で発生する熱は、通常時には 2 つの主冷却系で冷却される。

補助冷却系は、主冷却系ナトリウムの漏えい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。

冷却系は、1次主冷却系及び2次主冷却系からなり、主冷却系1ループにつき1次主循環ポンプ、主中間熱交換器及び2次主循環ポンプは各1基、空気冷却器及び主送風機は各2基ある。

原子炉内で発生する熱は、1次主冷却系ナトリウムにより主中間熱交換器へ伝達され、2次主冷却系ナトリウムと熱交換される。2次主冷却系ナトリウムに伝えられた熱は、空気冷却器にて空気と熱交換され、大気中へ放出される。

1次主冷却系ナトリウムは、主中間熱交換器で冷却された後、原子炉容器の底部に流入する。

## 2.2 試験装置

### (1) 集合体流量測定装置

集合体流量測定装置の概要を図2.2・1に示す。また、本装置の流量検出ポール先端部の電磁流量計の概略構造を図2.2・2に示す。

本測定装置は、上下駆動機構と流量検出ポールより構成されており、流量検出ポールの先端部には、永久磁石式の小型電磁流量計及び熱電対が組み込まれている。また、付帯設備として、ドアバルブ、軸封装置、ガス配管ラック等がある。これら付帯設備を炉容器上部の回転プラグ上の燃料交換機孔に据付け、長尺の流量検出ポールを軸封装置、ドアバルブを介して炉内に挿入し、対象集合体のハンドリングヘッド頂部に着座させて測定を行う。流量測定対象集合体への位置決めは、通常の燃料交換と同様に大・小回転プラグを回転させて行う。

今回の測定にあたっては、冷却材流量を測定する電磁流量計（温度計を含む）を新規に製作し、測定装置（流量検出ポール）の試験前整備の際に、これまで使用していた電磁流量計と交換した。

電磁流量計交換作業の様子を図2.2・3に、流量検出ポールの炉内への挿入の様子を図2.2・4に示す。

## (2) データ収録装置

本試験に用いたデータ収録装置の構成を図 2.2-5 に示す。流量検出ポール先端の電磁流量計および熱電対からの信号は、ペンレコーダにより記録した。また、プラント各部の温度、流量等のプロセスデータは「常陽」データ処理装置(以下、JOYDAS)に収録されるようになっており、現場でのペンレコーダによるデータ採取の他に、試験時のプラント状態の確認、記録に JOYDAS を用いた。

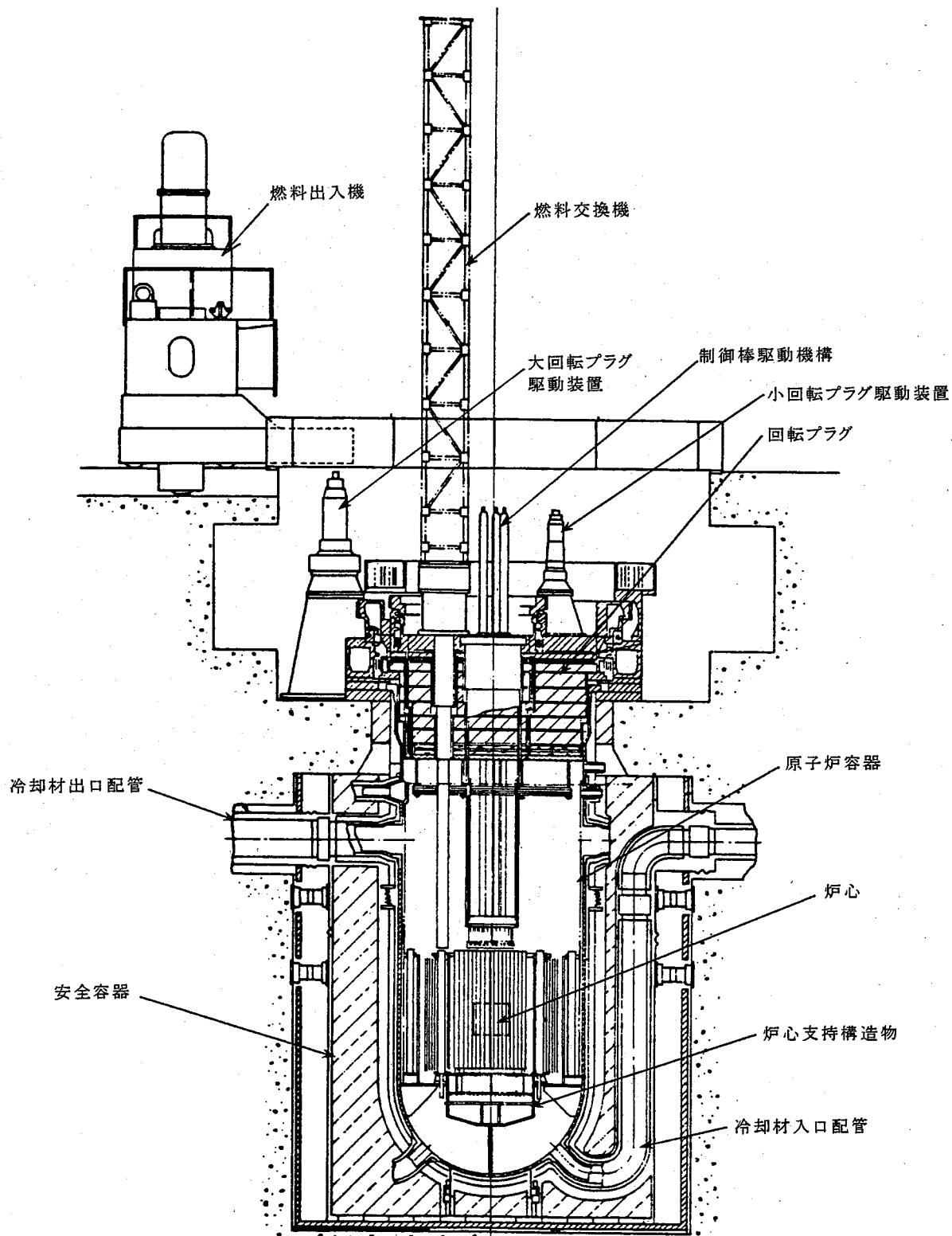


図 2.1-1 原子炉の概略構造

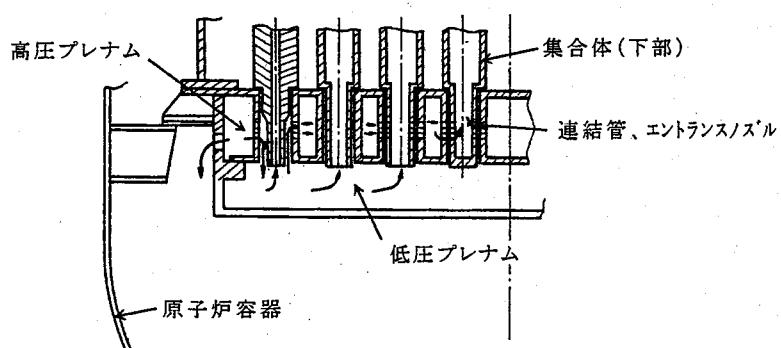
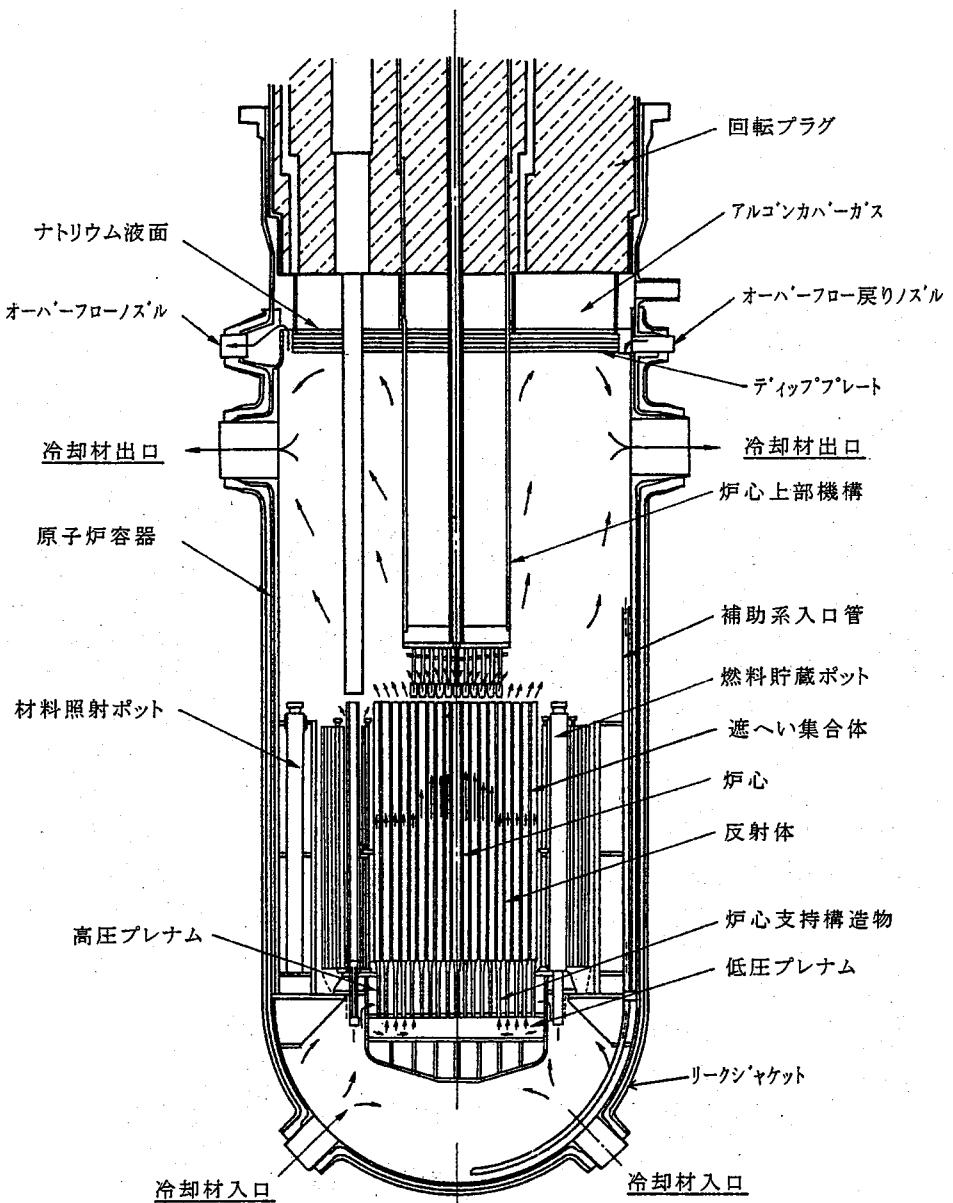


図 2.1・2 炉内構造及び冷却材の流れ

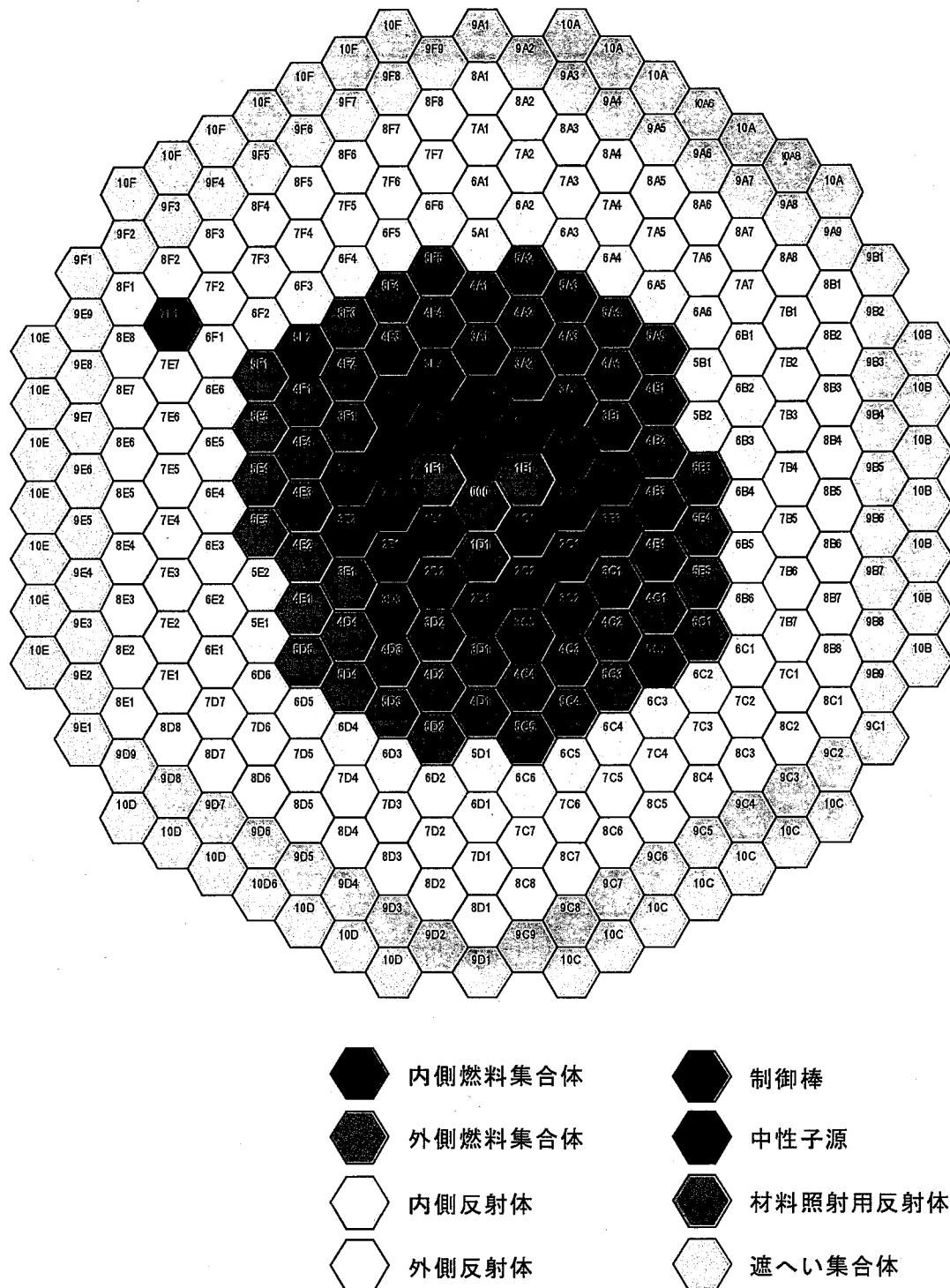


図 2.1・3 MK-III性能試験炉心構成

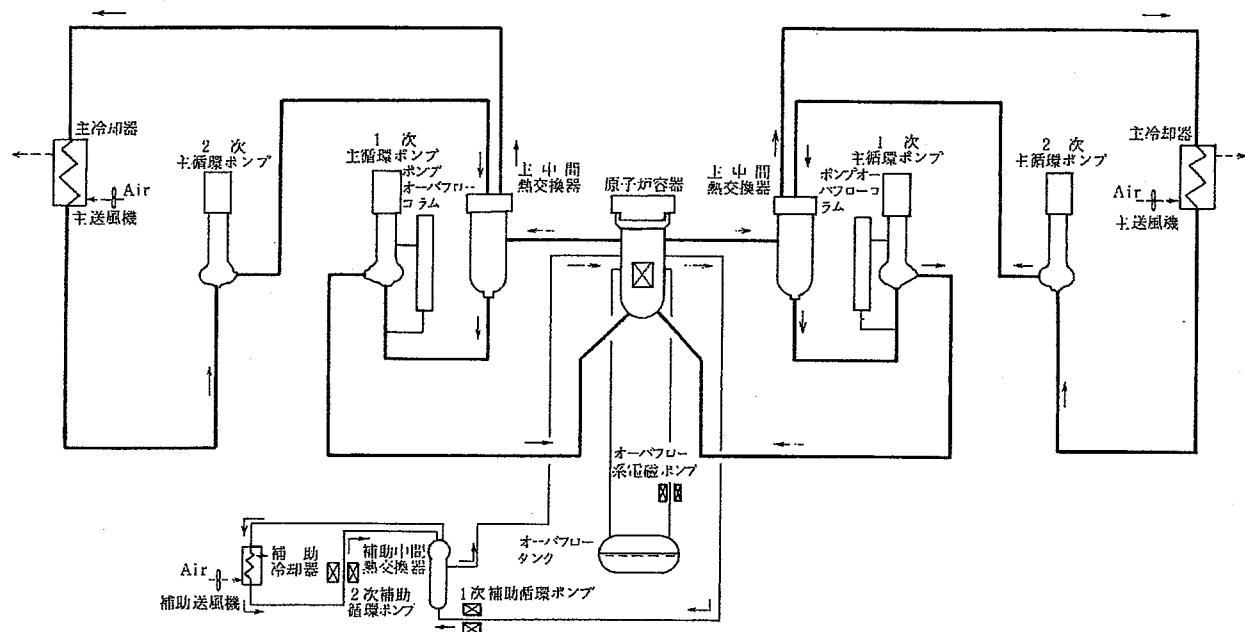


図 2.1・4　冷却系の概要

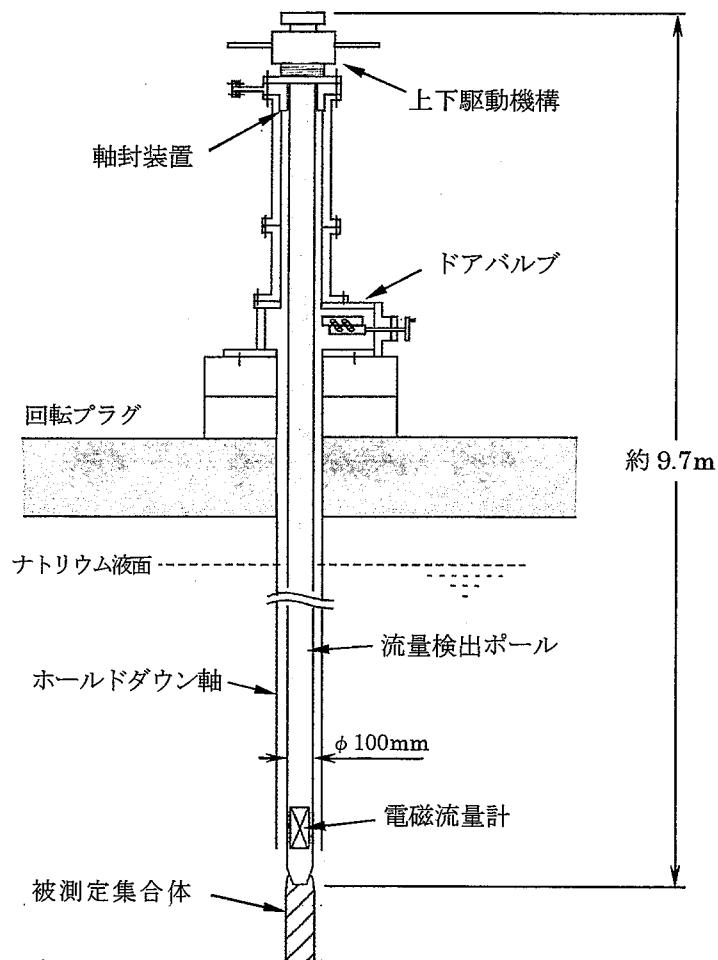


図 2.2・1　集合体流量測定装置の概要

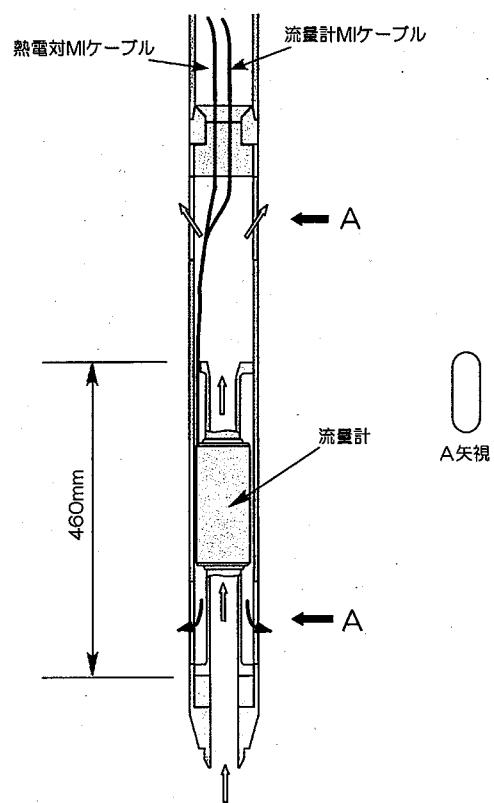


図 2.2-2 測定装置（流量検出ポール）先端部概略構造

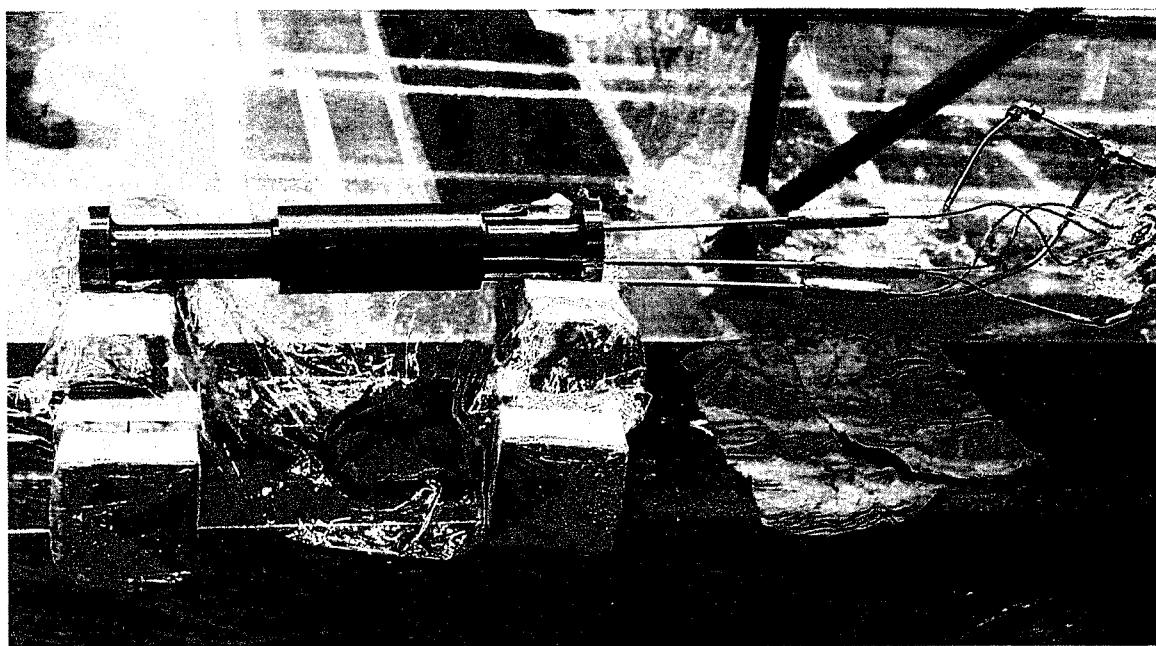


図 2.2-3 流量測定装置電磁流量計交換作業時の様子

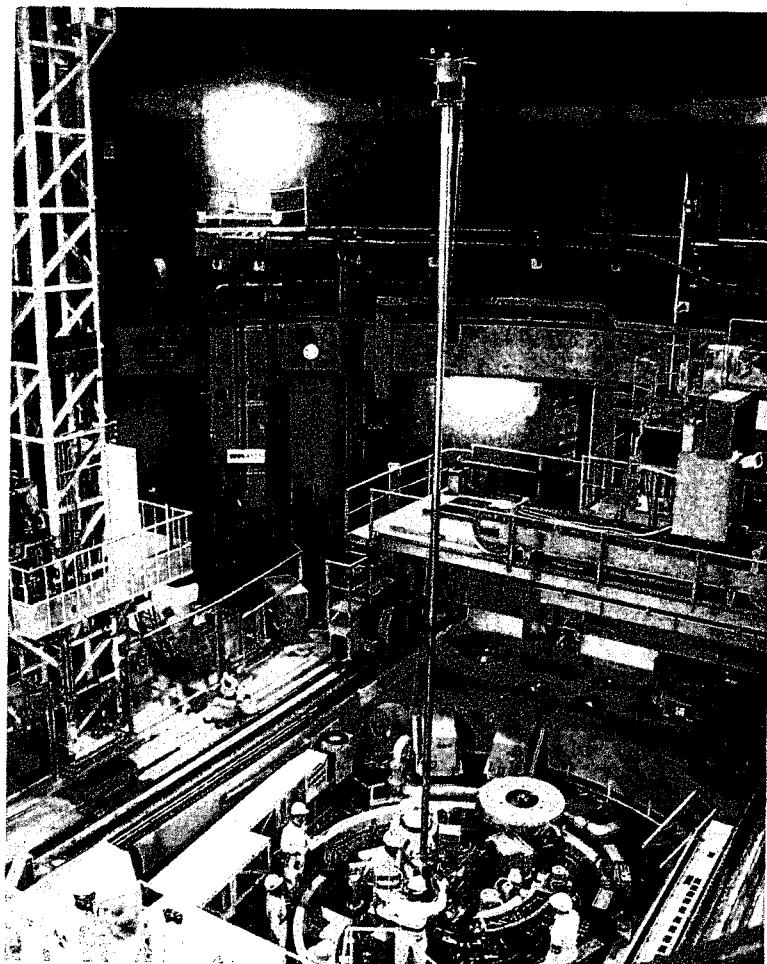


図 2.2-4 流量測定装置の炉内装荷時の様子

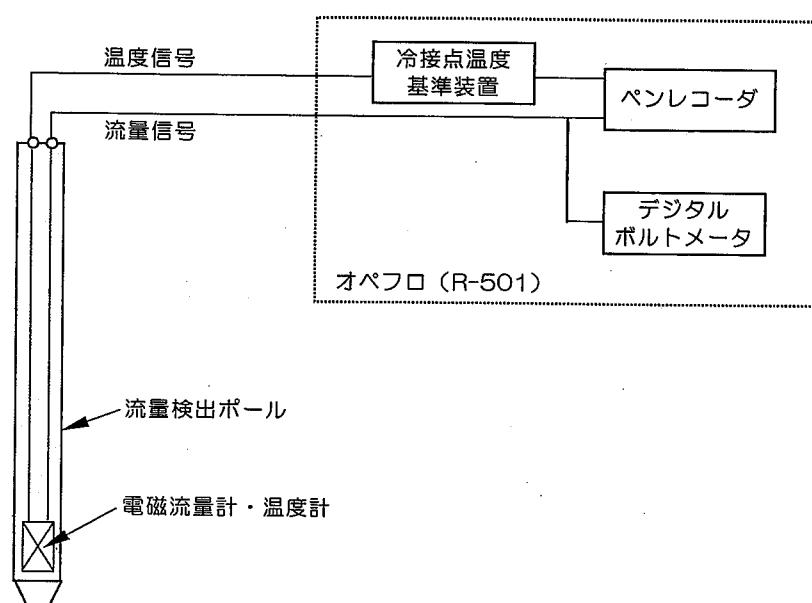


図 2.2-5 データ収録装置構成

### 3. 試験工程

#### (1) 炉心内流量分布測定試験

平成 15 年 2 月 20 日～25 日 装置据付、動作確認

2 月 26 日	炉心上部機構ノズル近接時の影響確認
2 月 27 日	流量計特性確認、高流量分布測定
2 月 28 日	高流量分布測定
3 月 3 日	高流量分布測定
3 月 4 日	高流量分布測定、低流量分布測定
3 月 5 日	低流量分布測定
3 月 6 日～ 7 日	装置撤去（撤去後、洗浄・保管）

#### (2) 系統圧損測定試験

平成 15 年 1 月 28 日 M モードでの測定

2 月 6 日 C モードでの測定

#### 4. 試験内容

##### 4. 1 炉心内流量分布測定試験 (SKS-401)

###### 4.1.1 試験目的

MK-III性能試験炉心体系における炉心内の冷却材流量分布を把握するため、燃料集合体、反射体、遮へい集合体等の炉心構成要素を通過する冷却材の流量を測定し、炉心内の流量配分が適切に行われ、各集合体出力と冷却材流量のミスマッチが生じないことを確認する。

###### 4.1.2 試験方法

下記 4 項目の試験を順に実施した。

- ① 炉心上部機構ノズル近接時の影響確認
- ② 流量計特性確認試験
- ③ 高流量分布測定試験
- ④ 低流量分布測定試験

###### (1) 炉心上部機構ノズル近接時の影響確認

炉心内の各集合体冷却材流量を測定する際には、流量検出ポールを搭載したまま回転プラグを回転させて、測定対象集合体の位置へ移動させるため、炉心上部機構の位置の変化によって、炉内の流況が変化し、A/B ループ間に流量アンバランス等が生じる可能性がある。そのため、炉心上部機構が A/B ループいずれかの出口ノズルに最も近接する状態において、A/B ループ間の流量差、回転数差、各機器の液面変化等を確認し、試験が可能な流量範囲を確認することとした。

炉心上部機構が原子炉出口ノズルに最も接近する [2C2] (A ループ側ノズルに接近) 及び [2F2] (B ループ側ノズルに接近) に流量検出ポールを位置させ、1 次主循環流量を 75%から段階的に上昇させて、プラント各部の状態を確認した。

## (2) 流量計特性確認

1次主循環流量と集合体流量の関係を整理し、流量計出力電圧に直線性があることを確認するため、最も炉心中心に近い燃料集合体 [1A1]を代表集合体に選定し、1次主循環流量を定格流量 ( $1,538\text{m}^3/\text{h}$ ) の 0 ~ 94%とした時の集合体通過流量を測定した。1次主循環流量の範囲は、IHX, オーバーフローコラム等の液面変化の観点から決定した。

## (3) 高流量分布測定試験

上記(1)の炉心上部機構ノズル近接時の影響確認の結果に基づいて決定した1次主循環流量 75% (約  $1,154\text{m}^3/\text{h}$ )において、各集合体の通過流量を測定した。流量測定対象集合体は、全燃料集合体及び、反射体と遮へい集合体の代表箇所合わせて 106 体とした。測定対象集合体を図 4.1・1 に示す。なお、再現性の確認として、測定期間中毎日の測定開始前と終了時に、代表燃料集合体[1A1]の流量を測定することとした。

## (4) 低流量分布測定試験

1次主循環流量 16.4% (燃料交換時の流量；約  $252\text{m}^3/\text{h}$ )において、各集合体の通過流量を測定した。流量測定対象集合体は、燃料集合体、反射体、遮へい集合体の代表箇所で、合計 31 体とした。測定対象集合体を図 4.1・2 に示す。なお、高流量分布測定試験時と同様、再現性の確認として、測定期間中毎日の測定の開始前と終了時に、代表燃料集合体[1A1]の流量を測定することとした。

#### 4.1.3 試験結果

##### (1) 炉心上部機構ノズル近接時の影響確認

炉心上部機構が原子炉容器の冷却材出口ノズルに最も接近する流量検出ポール位置は、[2C2]（A ループ側ノズルに接近）及び[2F2]（B ループ側ノズルに接近）である。流量検出ポールがこれらの位置にある状態において、1次主循環流量を75%から段階的に上昇させた結果、その影響（流動抵抗・流況の変化の影響）が特に大きかったのはオーバーフローコラム液面で、流量の増加に伴って、液位は回転プラグが基準位置の場合と比較して5cm([2F2]位置)～10cm([2C2]位置)程度低下量が増加した。[2C2]位置では1次主循環流量を100%まで上昇させることができたが、[2F2]位置では、100%到達の直前にIHXや原子炉容器内の液位にも変化が見られたため、速やかに流量を降下させた。その後、75%流量に維持した状態で回転プラグを動作させると、オーバーフローコラムの液位が、回転プラグの動作に伴う炉内の流況の変化によって、5cm程度の幅でさらに低下する側に変化することを確認した。

これらの結果から、1次主循環流量を定格の75%までの範囲とすれば、炉心上部機構の位置により原子炉容器及び冷却系機器の液面が著しく変化することはないと認められ、高流量分布測定試験時の1次主循環流量を定格流量の75%とした。ただし、試験中は、1次主冷却系機器の液面や流量変動等を監視し、異常が生じた場合は流量を低下させることとした。

試験時のプラント状態に関する測定データを表4.1-1に示す。また、1次主循環流量と各機器の液面の変化について、図4.1-3及び図4.1-4に示す。

##### (2) 流量計特性確認

1次主循環ポンプを停止し、1次主循環流量をゼロとした時の燃料集合体[1A1]の出口冷却材流量を測定した。その後、ポンプを起動し、流量を段階的に上昇させ、94%流量までのデータを取得した。1次主循環流量は、当初100%まで上げる計画であったが、95%流量となる直前にオーバーフローコラムやIHXの液面に変動が見られたため、94%流量を上限として測定を行った。

測定時のプラント状態に関するデータを表4.1-2に示す。また、各機器の液面変化を図4.1-5に示す。

燃料集合体[1A1]の流量測定結果について、1次主循環流量との関係を整理した結果を図4.1・6に示す。本結果より、集合体流量（流量計出力電圧）は1次主循環流量に対して直線性を有することが確認できた。

### (3) 高流量分布測定試験

上記(1)の炉心上部機構ノズル近接時の影響確認結果及び(2)の流量計特性（直線性）確認結果を踏まえ、高流量分布測定試験では、1次主循環流量を約75%（約1,154m<sup>3</sup>/h）とし、測定結果を定格流量の値に外挿して評価した。

本試験では、図4.1・1に示す合計106体の集合体通過流量（流量計出力電圧）、冷却材温度、1次主循環流量等のデータを採取した。

測定時のプラント状態に関するデータを表4.1・3に示す。

測定した集合体流量データは、電圧値から流量への換算、測定装置着座による圧損増加の影響の補正、定格流量状態への外挿等を行った。

#### a. 集合体流量測定値の補正

採取した流量データは、電磁流量計出力(mV)から流量(l/min)への変換が必要となると同時に、測定装置を集合体頂部へ着座させた状態における測定値から、測定装置を着座させない状態の流量に補正する必要がある。これは、試験装置の着座による流路の圧損増、ホールドダウン軸内に流入する周辺集合体からの冷却材による圧損増に対するもので、この他に、流量計出力の温度依存性に関する補正が必要となる。

##### (a) 電磁流量計電圧測定値から流量への換算

電磁流量計は、温度により出力感度が変化するため、電磁流量計の校正結果<sup>1)</sup>を基に、以下の式で温度補正を含む流量への変換を行う。

$$\varepsilon = 21.39 + 0.116 \times T - 5.02 \times 10^{-4} \times T^2 + 6.71 \times 10^{-7} \times T^3$$

$$Q = \frac{E}{\varepsilon}$$

ここで、

$\varepsilon$ ：出力感度[mV/(l/min)]

T : 測定温度 [°C]

Q : 流量 [l/min]

E : 測定電圧 [mV]

## (b) 測定装置設置による圧損増の補正

測定装置を炉心構成要素のハンドリングヘッドに設置すると、その分だけ圧損が増加し流量が低く測定される。これを以下の補正式を用いて測定された流量から実際の流量を求める。

$$\Delta P_0(Q_0) = \Delta P_0(Q_1 + Q_2) + \Delta P_1(Q_1, Q_3)$$

ここで、

 $\Delta P_0$  : 流量検出ポール未装荷状態での集合体圧損 [kg/cm<sup>2</sup>] $\Delta P_1$  : 流量検出ポール装荷時のポール圧損 [kg/cm<sup>2</sup>] $Q_0$  : 流量検出ポール未装荷状態での集合体流量 [l/min] $Q_1$  : 流量検出ポール装荷時のポール内流量 [l/min] $Q_2$  : 流量検出ポール装荷時のハンドリングヘッド部漏洩流量 [l/min] $Q_3$  : 周辺流量 [l/min]

それぞれの式、流量は次の式で示すとおりである。

① 集合体圧損 ( $\Delta P_0$ ) の式

集合体圧損 ( $\Delta P_0$ ) は下式で計算する。なお、集合体圧力損失係数 ( $\zeta$ ) は表 4.1・4 に示すとおりであり、測定対象集合体により異なる。

$$\Delta P_0 = \zeta \cdot \left( \frac{v^2}{2g} \right) \cdot \gamma$$

ここで、

 $\zeta$  : 集合体圧力損失係数

v : 流速 [m/sec]

g : 加速度 [m/sec<sup>2</sup>] $\gamma$  : 冷却材比重 [kg/m<sup>3</sup>]

## ② 流量計圧損 ( $\Delta P_1$ ) の式

流量計圧損 ( $\Delta P_1$ ) は、MK・I 性能試験実施前に本測定装置を模擬した水試験の結果をもとに、測定対象集合体に隣接する周辺集合体の流量の影響（表 4.1・5 参照）を踏まえて下式より算出した。

$$\Delta P_1 = Q_1^2 \left\{ 4.57 \times 10^{-4} + \left( \frac{4.157 \times 10^{-3} \gamma}{0.7 - 1.65 \log \text{Re} + (\log \text{Re})^2} \right) + \left( \frac{1.65 \times 10^{-3} \gamma}{0.7 - 1.65 \log \text{Re} + (\log \text{Re})^2} \right) + 3.81 \times 10^{-5} \gamma \left( 1 + \frac{Q_3}{Q_1} \right)^2 \right\}$$

ここで、

$\Delta P_1$  : 流量検出ポール装荷時のポール圧損 [kg/cm<sup>2</sup>]

$Q_1$  : 流量検出ポール装荷時のポール内流量 [l/min]

$Q_3$  : 周辺流量 [l/min]

$\gamma$  : 冷却材比重 [kg/m<sup>3</sup>]

Re : 圧損評価部位におけるレイノルズ数 [-]

## ③ 漏洩流量 ( $Q_2$ ) の式

本漏洩流量も、流量計圧損 ( $\Delta P_1$ ) の式と同様に水試験装置から算出した。

$$Q_2 = \left( \frac{\Delta P_1}{0.5213 \cdot \gamma \cdot \nu^{0.038}} \right)^{\frac{1}{1.962}} \quad (\text{炉心領域})$$

$$Q_2 = 0.074 \cdot Q_1 \quad (\text{反射体領域})$$

### b. 定格時の炉心内流量分布

測定対象集合体毎の流量測定結果、前項に示す補正及び定格流量への外挿について、表 4.1・8～15 に示す。定格流量への外挿は、各集合体流量を測定する際に確認した 1 次主循環流量（A / B ループ平均）と定格流量（1,538m<sup>3</sup>/h）の比を用いて行った。また、定格流量時の集合体流量外挿結果のまとめを、表 4.1・16 に示す。本表中には、別途実施した解析の結果もあわせて示す。解析についての詳細は 4.1.4 項で述べるが、列毎の平均で比較すると、燃料領域の集合体の流量測定結果は解析結果と比較的良く一致して

いるが、流量が小さい反射体領域、遮へい体領域については、解析結果との差が大きい結果となっている。

#### (4) 低流量分布測定試験

本試験では、1次主循環流量を約 16.4%（約  $252\text{m}^3/\text{h}$ ）として、図 4.1・2 に示す合計 31 体の集合体の通過流量（流量計出力電圧）を測定した。

集合体流量測定時のプラント状態に関するデータを表 4.1・17 に示す。

測定結果は、電磁流量計出力電圧値から流量への換算、測定装置設置による圧損増加の影響の補正等、高流量分布測定試験結果と同様の補正を行った。

各集合体の流量測定結果を表 4.1・18～27 に示す。また、流量測定結果のまとめを表 4.1・28 に示す。

### 4.1.4 評価

#### (1) 炉心内流量配分解析

集合体流量測定結果との比較評価を行うため、MK-III炉心体系の流量配分計算を行った。解析は、汎用流量配分計算コード「GENERAL」を用いて行った。

解析対象の炉心構成は図 2.1・3 に示す MK-III 性能試験炉心とし、各流路の圧損係数は、性能試験炉心に対応する以下の条件とした。圧損係数一覧を表 4.1・29 に、流路構成図を図 4.1・7 に示す。

- ・炉心燃料集合体 0, 1 列～5 列の圧損係数は、流動特性試験の結果より求めた値を使用した。<sup>2),3)</sup>
- ・制御棒下部案内管は 6 体とも MK-II 仕様のものとした。
- ・スリット付遮へい体は 3 体とした。
- ・遮へい集合体の圧損係数は、実機製作メーカーで実施した水流動試験結果で得られた値を使用した。
- ・材料照射用反射体は、エントランスノズル構造が同じで圧損係数が同じとなる SVIR の値を使用した。

解析結果を図 4.1・8 に示す。1 次主循環流量は定格の  $1,538\text{m}^3/\text{h}/\text{ループ}$ （約  $381\text{kg/s}/\text{ループ}$ ）、冷却材温度は流量測定試験時の条件にあわせ  $250^\circ\text{C}$  とした。

## (2) 測定結果と解析結果の比較

定格流量 ( $1,538\text{m}^3/\text{h}$ ) 時の炉心内流量分布について、流量測定結果及び解析結果を、表 4.1-30 に示す。また、被覆管温度が熱的制限値  $675^\circ\text{C}$  以下となるよう最低限確保しなければならない流量を「必要流量」として本表中にあわせて示す。燃料集合体については列毎、その他の集合体については集合体の種類毎に平均化したものである。表中の「流量測定値(補正值)」は、1 次主循環流量 75% (約  $1,154\text{m}^3/\text{h}$ ) での測定値に前項の補正を行った値である。

表中に示した結果のうち、特に重要な燃料集合体領域について、測定結果、解析結果及び必要流量を比較したものを、図 4.1-9 に示す。

表 4.1-29 及び図 4.1-9 に示す結果から確認できる内容を、以下に示す。

- ① 燃料集合体領域の流量測定結果（定格流量への外挿値）は、必要流量を十分上回り、被覆管の熱的制限値を満足しているので、燃料集合体の構造健全性に問題はない。
- ② 燃料集合体流量の測定値と解析値の比 C/E は 1.01 から 1.05 の範囲で一致しており、炉心内の流量配分は妥当と考えられる。
- ③ 燃料領域以外の集合体の流量は、測定結果と解析結果の差が大きくなつたが、これは、燃料領域に比べて流量が 2 衍ほど小さく、電磁流量計の測定精度や周辺流量の測定結果への影響が大きい等により、精度良い測定結果が得られなかつたものと考えられる。

以上の結果より、定格流量時の炉心内流量配分（燃料領域）は適切に行われていることが確認できた。また、燃料領域以外の領域においても、燃料領域との流量バランスから考えれば、妥当な流量が確保されているものと考えられる。

### 4.1.5 考察

炉心内流量分布測定試験の結果により、炉心内の流量配分が適切に行われていることが確認できた。なお、測定結果は全ての領域で解析結果を下回っており、測定値と解析値の比 C/E は 1.01 から 1.05 であった。解析については、実測結果に基づいて必要に応じてチューニングしていくこととするが、ここでは、測定側に含まれる誤差について考察した。

### (1) 流量測定装置の流量計測誤差

- a. 集合体流量測定に使用した電磁流量計は、炉外のナトリウムループにて体積法（落下法）による校正試験を行っている。この校正試験結果より導いた校正式により、電磁流量計出力電圧を流量に換算しているが、この時に生じるフィッティング誤差が最大 0.5%程度あるものと考えられる。
- b. 測定時の読み取り、再現性（経時変化）に係る誤差として、測定信号のゆらぎ幅と、代表集合体の測定結果の変化（図 4.1-10 参照）から、最大 0.5%程度が考えられる。

### (2) 集合体流量補正誤差

集合体の流量を測定する際、電磁流量計のある試験装置先端部分を、集合体の頂部に密着させる。冷却材は、集合体出口部より試験装置の電磁流量計を通過して、側部の開口部より流出するが、この流出部分の抵抗は周辺流量の影響を受けるため、特に、流量が大きい燃料集合体と隣接する内側反射体は、解析値との差が大きくなっている。反射体領域、遮へい体領域は、測定値と解析値の比 C/E が 1.3 から 2.8 である。周辺流量の影響は、圧損補正の際に周辺流量比として考慮するが、この周辺流量比に関する補正は、既実施水流動試験の知見に基づいており、これまでの報告においては、本補正に関する誤差を 2%程度と見積もっている<sup>3)</sup>。

### (3) 定格流量への外挿時の誤差

集合体流量は、1 次主循環流量が定格の約 75% の条件で測定した値を外挿して求めた。その結果、集合体流量測定結果は全ての領域で解析値を下回っていることから、外挿時に 1 次主循環流量測定値に含まれる計測誤差の影響を受けている可能性がある。そこで、1 次主循環流量の計測誤差について検討した。

集合体流量を測定した時の 1 次主循環流量は定格に対して 76% (A, B ループ平均) であったが、その時の集合体流量測定値は解析値の約 73.6% であることから、1 次主循環流量測定値は実際より過大評価の可能性がある。仮に(1)、(2)に示す誤差をゼロとし、主流路とそれ以外の流量配分が解析と同じとする

と、1次主循環流量の誤差は定格値（ $1538\text{m}^3/\text{h}$ ）に対して 2%程度（ $76\%-73.6\% = 2.4\%$ ）になる。

集合体流量には上記(1)から(3)の誤差が考えられるが、特に上記(3)については原子炉熱出力評価にも関係するので、今後の出力運転時におけるヒートバランス等を踏まえて検討していく必要がある。

その他、参考として、低流量（16.4%流量）条件での燃料領域の流量分布を図4.1-11に示す。高流量状態での結果と比べて列間の流量の差が小さくなり、より平坦化した流量分布となっている。異常な流量減少等もなく、良好な配分であると考えられる。

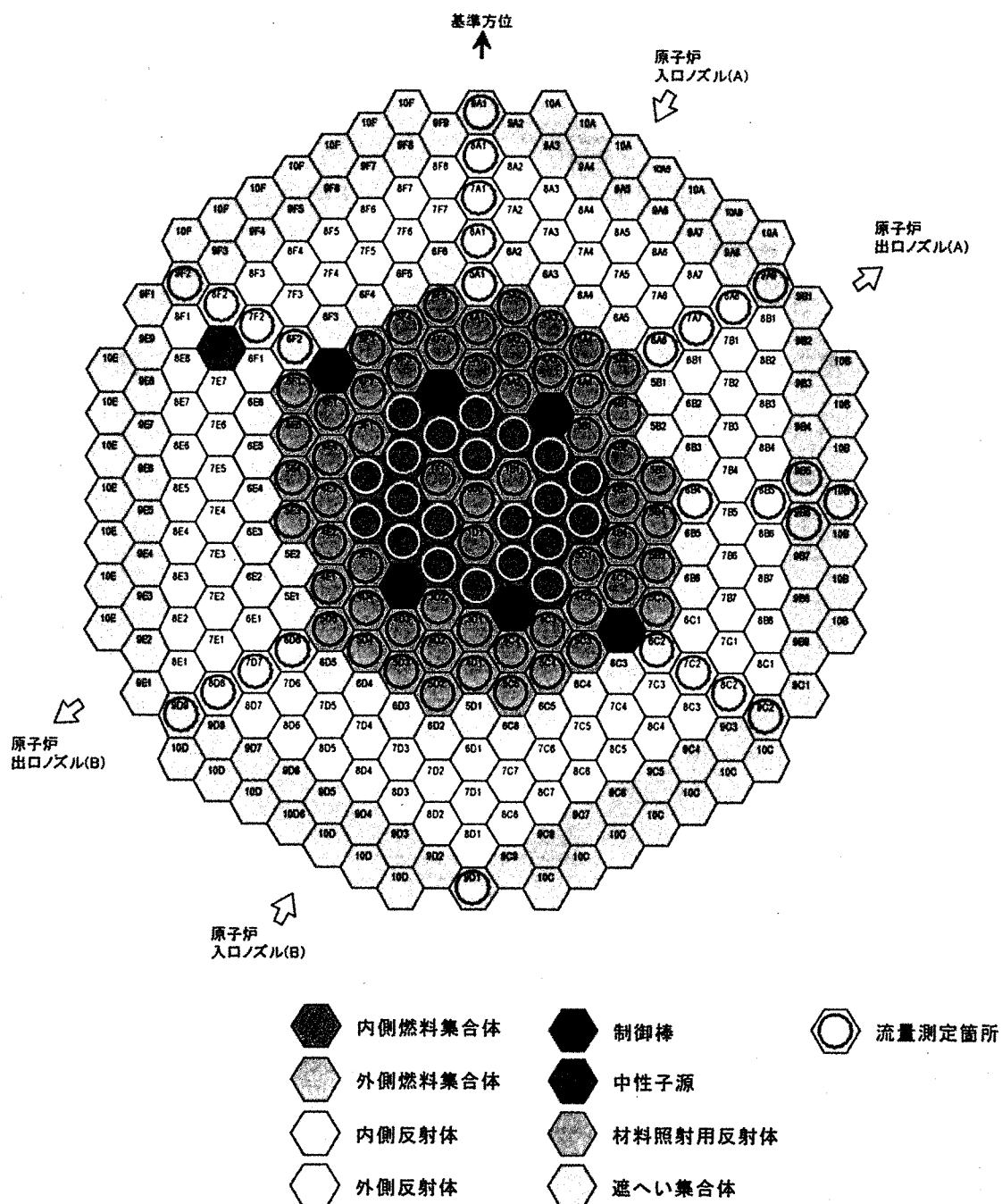


図 4.1-1 高流量分布測定 (75%流量) 対象位置

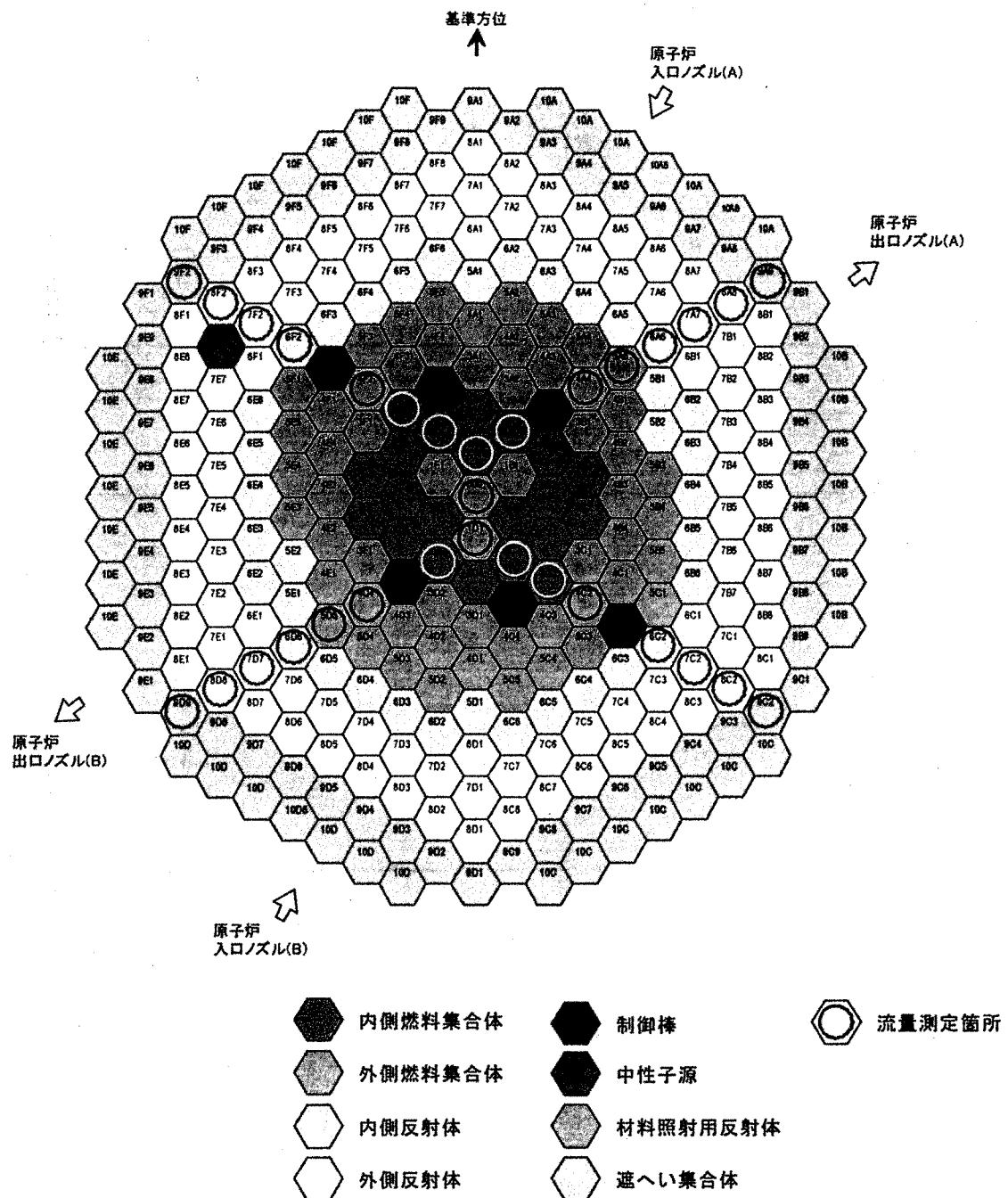


図 4.1-2 低流量分布測定（16.4%流量）対象位置

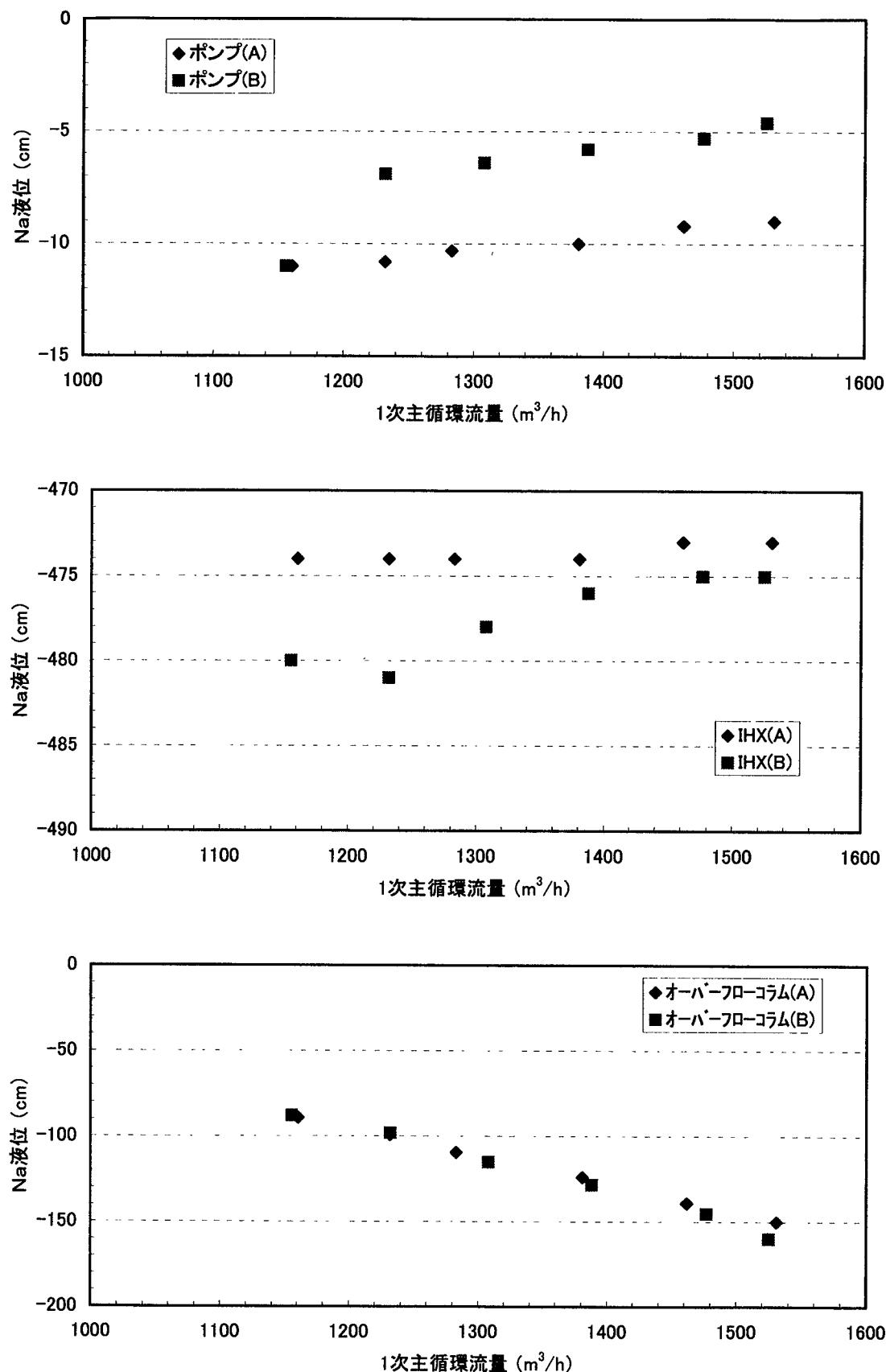


図4.1-3 ノズル近接時の影響確認（2C2アクセス状態）における各部液位の変化

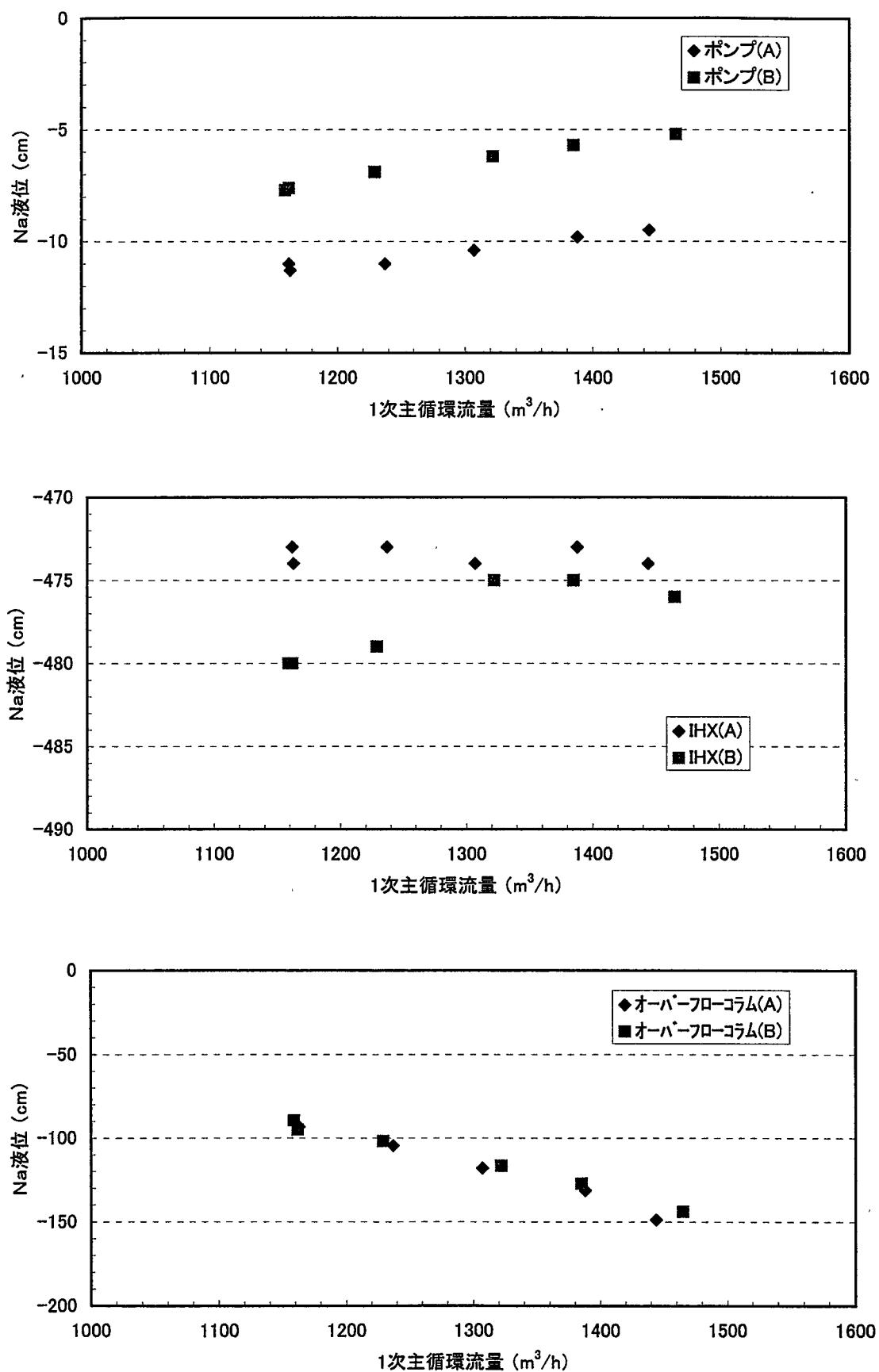


図4.1-4 ノズル近接時の影響確認（2F2アクセス状態）における各部液位の変化

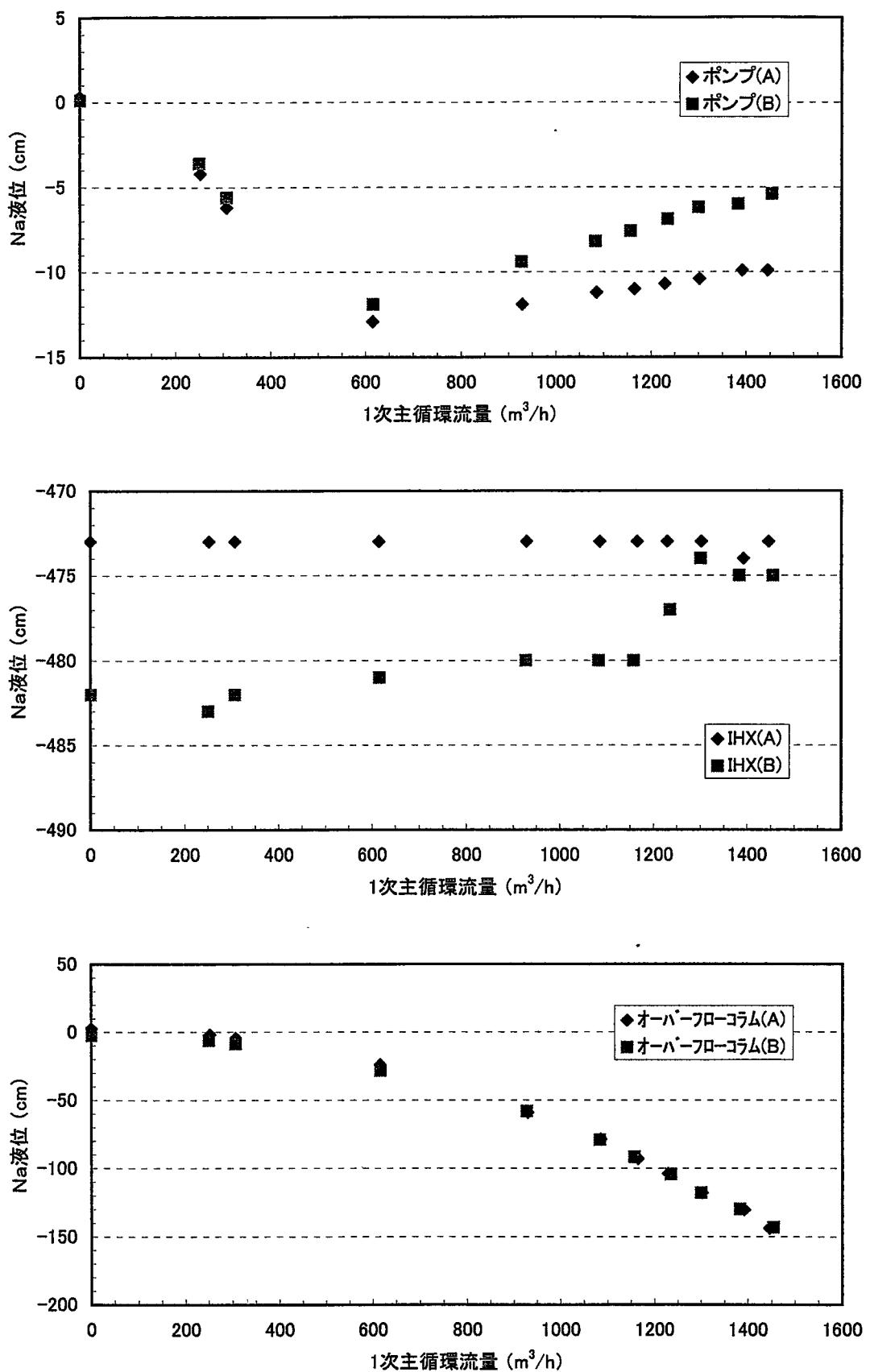


図4.1-5 流量計特性確認（1A1アクセス状態）における各部液位の変化

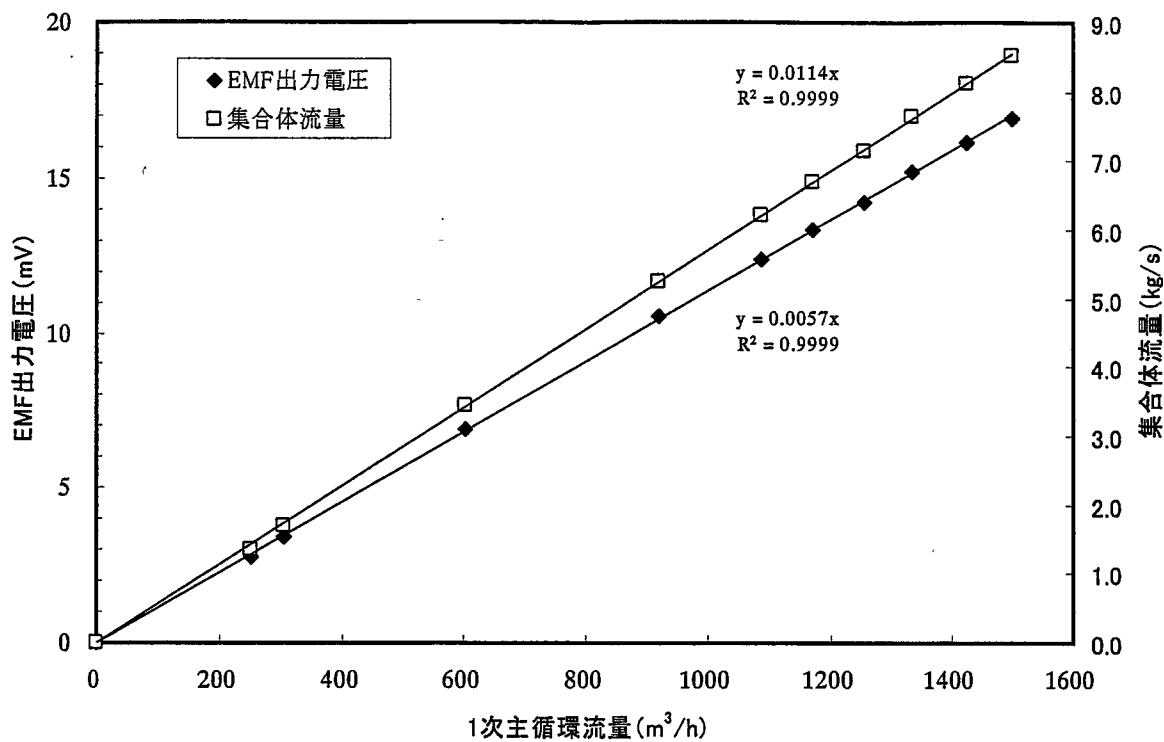


図 4.1・6 流量計特性確認結果（代表集合体[1A1]にて測定）

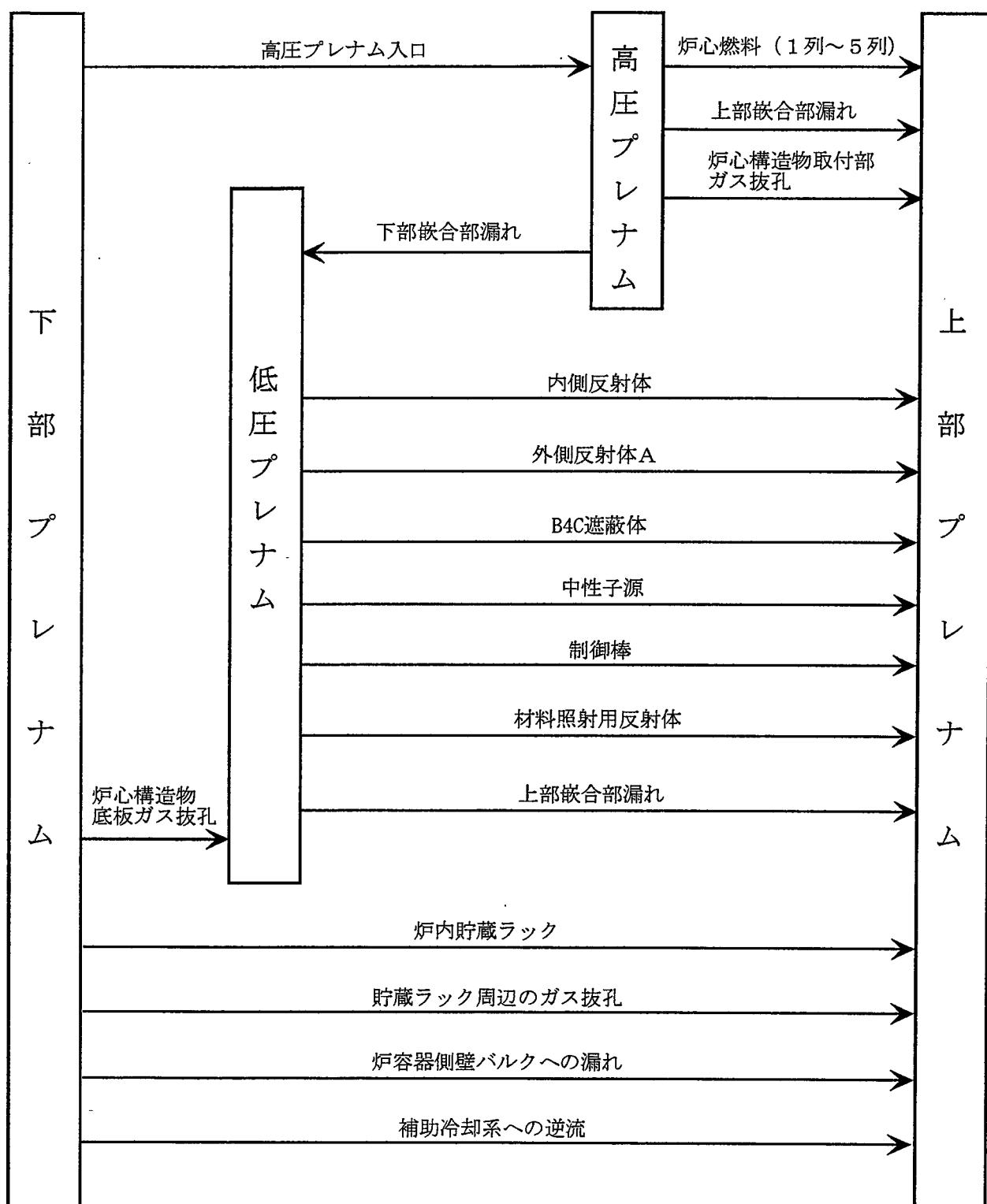


図4.1-7 流路構成図

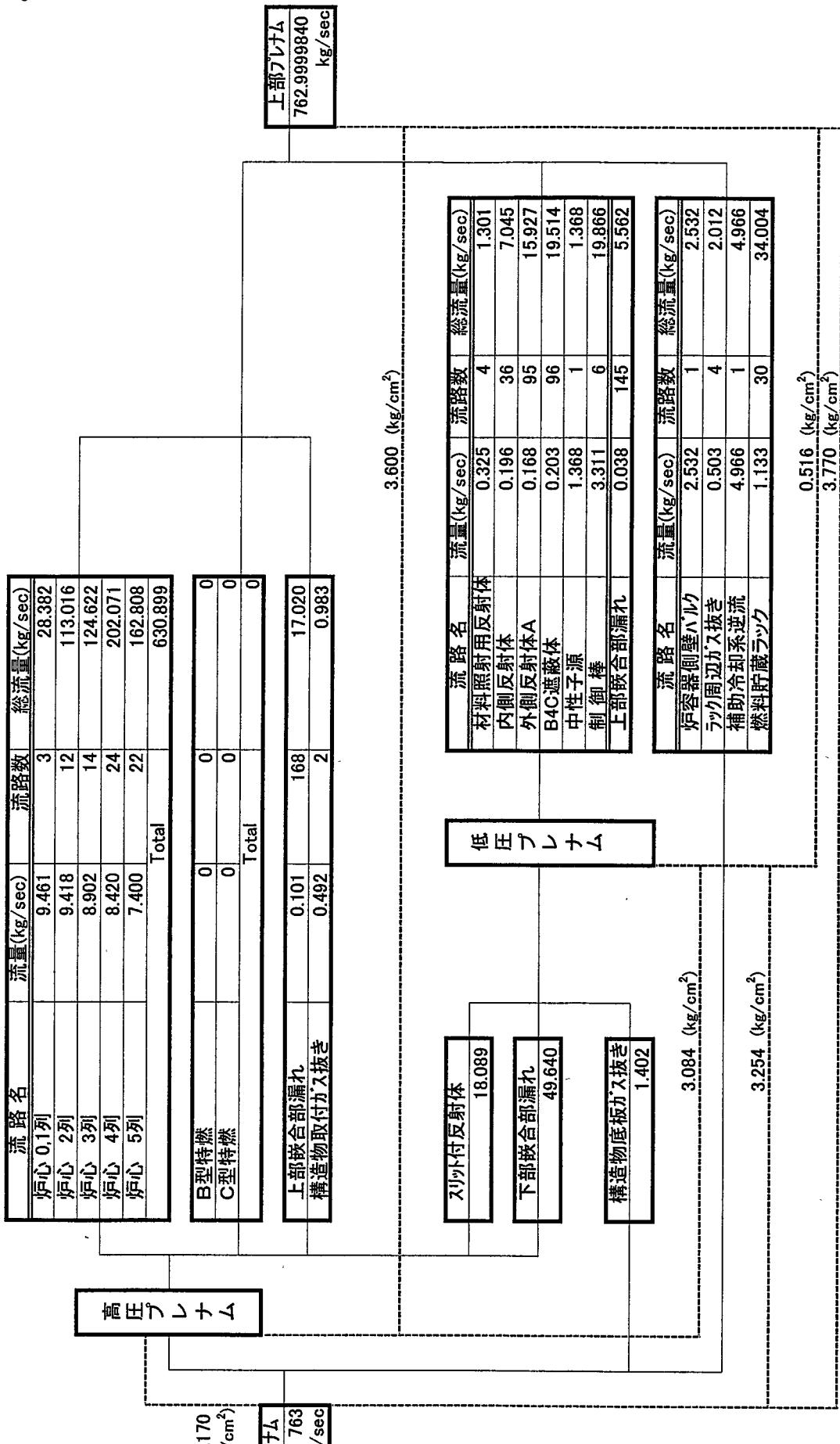


図4.1-8 GENERALコードによるMK-III性能試験炉心の流量配分計算結果

冷却材流量: 763[kg/s]  
冷却材温度: 250[°C]

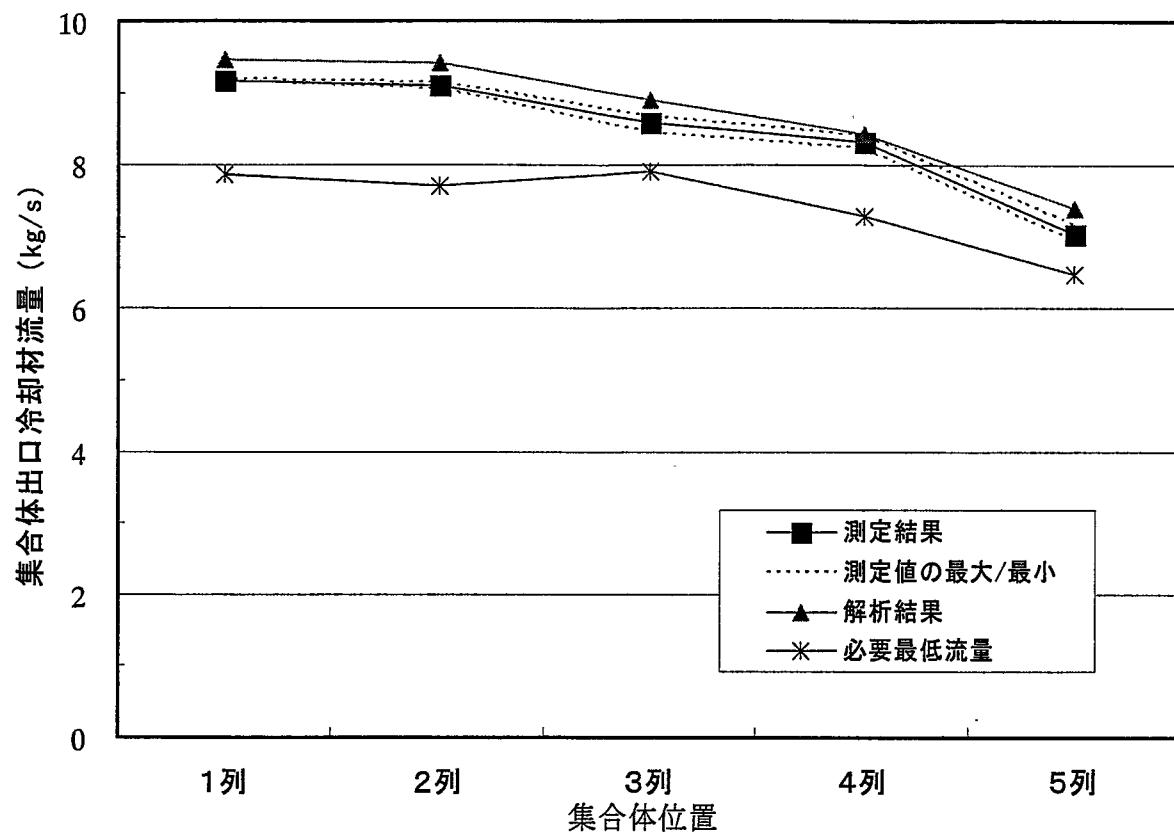


図 4.1・9 燃料集合体の流量測定結果と解析結果の比較（定格流量時）

【代表集合体[1A1]の測定結果】

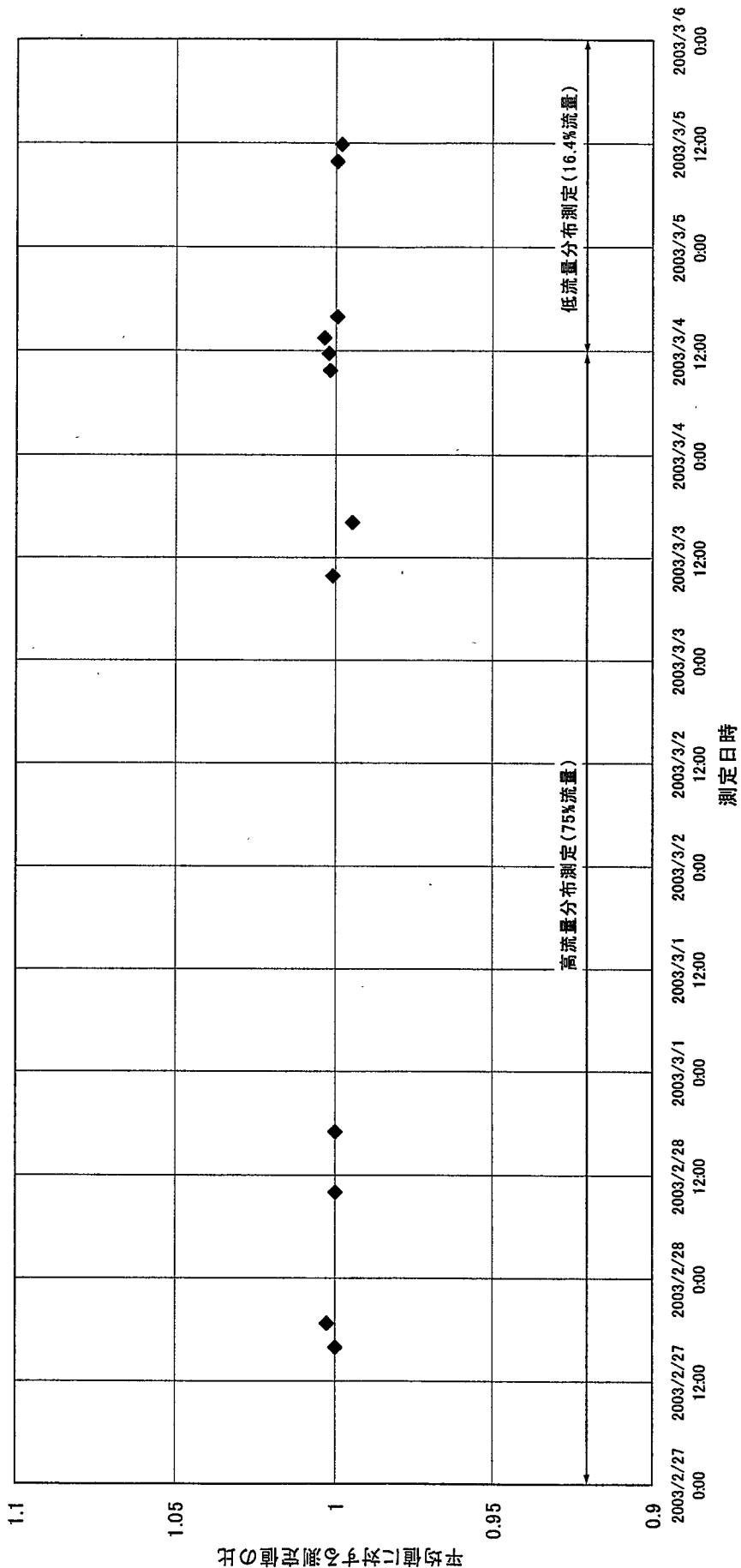


図 4.1-10 再現性（経時変化）確認結果

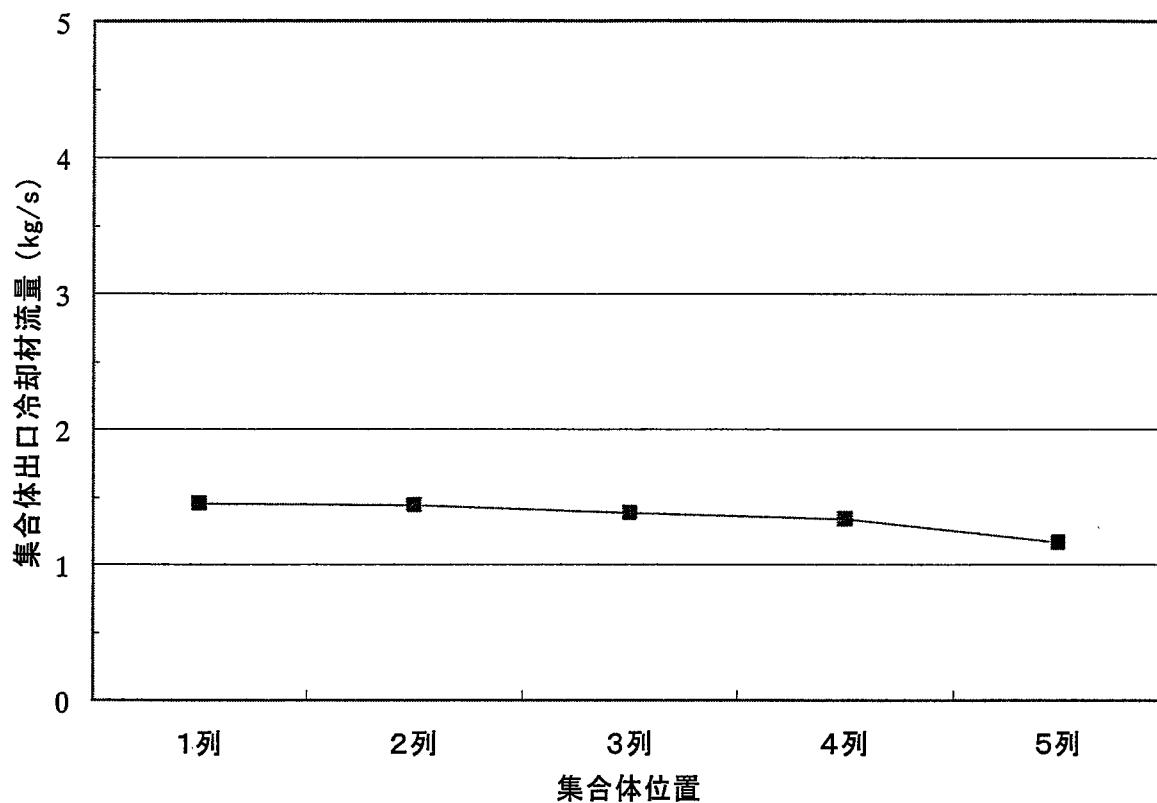


図 4.1-11 燃料集合体の流量測定結果（16.4%流量時）

表 4.1-1(1/2) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ  
試験項目：炉心上部機構ノズル近接時の影響確認 [2C2] 実施日：2003年2月26日

項目	時刻	制限値等	10:34	11:20	11:36	11:52	12:26	13:40	13:58	14:23	14:41
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.0	249.1	249.3	249.6	248.0	248.5	248.4	248.1	248.1	247.9
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.0	250.6	250.8	250.6	249.5	250.0	249.9	249.6	249.6	249.4
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	249	1161	1232	1283	1381	1462	1531	1311	1164	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		250	1156	1232	1308	1388	1477	1525	1312	1142	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	161	695	739	788	837	886	926	790	702	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		157	682	727	773	823	873	910	777	686	
炉内ガバガス圧力 [kPa]		1.01	0.83	1.03	1.33	1.46	1.44	1.47	1.19	1.16	
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.7	-7.6	-7.5	-7.6	-6.9	-7.2	-7.5	-7.3	-6.9	
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-4.1	-4.1	-4.0	-3.8	-3.9	
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	243.2	248.7	249.4	249.4	247.5	247.5	248.7	248.4	247.2	
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		236	242	242	242	241	241	242	241	241	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-3.7	-11.0	-10.8	-10.3	-10.0	-9.2	-9.0				
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-3.5	-7.7	-6.9	-6.4	-5.8	-5.3	-4.6			
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上 端(-810)より上 であること	-474	-474	-474	-474	-473	-483	-474	-474	-474	
主IHX (B) 液位 [cm]		-484	-480	-481	-478	-476	-475	-475	-477	-480	
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-1.3	-89.2	-99.3	-109.6	-124.1	-139.2	-150.0			
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-6.0	-88.1	-98.2	-115.1	-128.4	-145.4	-160.0			
備 考 (1次主循環流量)	16.4%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	85%	75%		

表 4.1-1(2/2) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：炉心上部幾構ノズル近接時の影響確認 [2F2] 実施日：2003年2月26日

項目	時刻 制限値等	15:01	15:18	15:35	15:50	16:08	17:27
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	247.3	247.1	247.3	247.6	247.6	
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		248.8	248.6	248.8	248.6	248.6	249.1
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差 が 40m³/h 以 下であること	1162	1237	1307	1388	1444	1163
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1159	1229	1322	1385	1465	1162
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30 rpm 以 下であること	702	743	789	837	886	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	730	780	822	870	686
炉内カバーガス圧力 [kPa]		1.06	1.13	1.40	1.63	1.66	1.05
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C 以下 であること	-7.3	-7.1	-7.0	-7.3	-7.7	-7.2
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-4.3	-4.0	-4.0	-4.0	-3.8	-3.7
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C 以下 であること	246.6	246.9	246.9	246.9	248.1	248.1
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		240	240	240	240	240	241
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30～80cm	-11.0	-11.0	-10.4	-9.8	-9.5	-11.3
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-7.7	-6.9	-6.2	-5.7	-5.2	-7.6
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入線上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-474	-473	-474	-474
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-479	-475	-475	-476	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-93.7	-104.6	-118.0	-131.3	-148.9	-93.3
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-89.5	-101.8	-116.7	-127.2	-144.0	-95.0
備考 (1次主循環流量)		75%	80%	85%	90%	95%	75%

表 4.1-2

炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

JNC TN9410 2004-018

実施日：2003年 2月 27日

試験項目：流量計特性確認 [1A1]

項目	制限値等	時刻	10:09	10:44	11:02	11:30	11:52	13:13	13:32	13:50	14:06	14:22	14:46
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	247.5	247.1	247.8	248.3	248.4	248.3	248.4	248.1	248.1	249.1	249.1	249.9
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.0	248.1	248.8	249.3	249.4	249.3	249.9	249.1	249.1	249.6	250.6	251.4
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差が 40m <sup>3</sup> /h 以下であること	0	252	307	615	929	1085	1165	1229	1302	1392	1445	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		0	250	307	616	927	1083	1157	1235	1300	1383	1454	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数差が 30rpm 以下であること	0	162	195	376	559	651	698	743	790	836	873	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		0	158	190	370	548	640	685	730	774	820	861	
炉内ガス圧力 [kPa]		1.13	0.91	0.79	0.91	1.27	1.09	1.06	1.08	1.03	0.85	0.93	
原子炉出口Na温度 - 1次主循環ポンプ軸受温度差 (A) [°C]	15°C 以下であること	-7.9	-7.7	-7.8	-7.6	-7.4	-7.6	-7.2	-7.3	-8.0	-7.3	-7.3	
原子炉出口Na温度 - 1次主循環ポンプ軸受温度差 (B) [°C]		-4.5	-4.3	-4.4	-3.9	-3.6	-4.0	-3.4	-3.5	-3.8	-3.4	-3.7	
1次補助系IIHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C 以下であること	242.6	243.2	244.4	246.0	248.1	247.5	247.5	247.5	248.7	249.4	250.6	
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		226	236	237	240	240	241	241	241	242	242	243	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	0.3	-4.2	-6.2	-12.9	-11.9	-11.2	-11.0	-10.7	-10.4	-9.9	-9.9	-9.9	
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	0.1	-3.6	-5.6	-11.9	-9.4	-8.2	-7.6	-6.9	-6.2	-6.0	-6.4	
主IIHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上端(-810)より上であること	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-474	-474	-473	
主IIHX (B) 液位 [cm]		-482	-482	-481	-480	-480	-480	-480	-477	-474	-475	-475	
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]		2.6	-1.8	-4.4	-24.0	-59.2	-78.5	-92.9	-103.8	-118.0	-130.4	-143.8	
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-2.6	-6.1	-8.7	-28.2	-58.1	-79.1	-91.6	-104.4	-117.9	-129.8	-143.2	
備考 (1次主循環流量)	ポンプ停止	16.4%	20%	40%	60%	70%	75%	80%	85%	90%	95%		

表 4.1-3(1/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

実施日：2003年2月27日

項目	時刻 制限値等	15:55	16:03	16:09	17:05	17:10	17:15	17:19	17:25	17:31	17:36
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	249.5	249.3	248.8	248.1	248.5	248.3	247.9	248.5	248.5	248.3
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.5	250.3	250.8	249.6	250.0	249.3	249.4	249.5	249.5	249.3
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差が 40m³/h 以下であること	1161	1160	1163	1155	1153	1159	1159	1154	1160	1166
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1151	1155	1159	1155	1152	1161	1160	1156	1160	1153
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数差が 30rpm 以下であること	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		684	684	684	685	685	685	685	685	685	685
炉内ガス圧力 [kPa]		1.61	1.68	1.61	1.06	0.98	0.96	1.00	1.06	0.99	1.08
原子炉出口Na温度 -1次主循環ポンプ受温度差 (A) [°C]	15°C以下であること	-7.1	-7.7	-7.4	-7.3	-7.2	-7.3	-7.7	-7.2	-7.2	-7.6
原子炉出口Na温度 -1次主循環ポンプ受温度差 (B) [°C]		-4.1	-3.9	-3.4	-4.0	-3.8	-3.9	-3.9	-3.5	-3.5	-3.4
1次補助系HX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下であること	249.4	248.7	249.4	248.1	248.1	247.5	248.1	247.2	248.7	248.0
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		242	242	242	241	241	241	241	241	241	241
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30~80cm	-11.3	-11.2	-11.1	-11.2	-11.3	-11.3	-11.1	-11.1	-11.5	-11.2
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-7.4	-7.7	-7.7	-7.5	-7.6	-7.7	-7.4	-7.6	-7.5	-7.5
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入線上端(-810)より上であること	-473	-473	-473	-474	-473	-473	-473	-473	-473	-473
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-479	-480	-481	-481	-481	-481	-481	-480	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm以上	-93.9	-92.2	-91.0	-90.7	-92.5	-92.9	-92.5	-91.7	-89.8	-91.2
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-91.9	-91.4	-89.7	-91.7	-90.4	-90.3	-89.9	-88.5	-90.0	-89.4
備考 (対象集合体)		1A1	6A1	5A1	4A2	3A2	2A2	4A3	5A3	5A4	

表 4.1-3(2/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

実施日：2003年2月27日

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

項目	時刻 制限値等	17:46	17:52	17:57	18:02	18:08	18:13	18:27	18:36
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.4	248.8	249.5	249.0	248.5	248.8	248.4	
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.9	249.8	250.3	250.5	250.0	250.3	249.9	
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差 が 40m³/h 以 下であること	1161	1169	1167	1161	1161	1161	1165	1164
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1159	1152	1158	1145	1153	1158	1153	1156
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30 rpm 以 下であること	698	698	698	698	698	698	698	698
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685
炉内ガバガス圧力 [kPa]		1.06	1.16	1.19	1.18	1.13	1.19	1.23	1.23
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.9	-7.4	-7.7	-7.6	-7.4	-7.8	-7.4	7.5
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.7	-3.7	-3.2	-3.1	-3.4	-3.6	-3.2	4.0
1次補助系IIHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	248.1	248.7	248.1	249.4	248.7	248.7	248.7	248.1
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		241	241	242	242	242	242	242	242
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	温度差が 40°C以下 であること	-11.2	-11.4	-11.3	-11.2	-11.2	-11.3	-11.1	-11.1
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.4	-7.7	-7.7	-7.6	-7.5	-7.6	-7.4	
主IIHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-474	-474	-474	-474	-474	-474
主IIHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-480	-480	-480	-480	-481	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm以上	-92.5	-94	-92.5	-91.7	-90.6	-91.9	-89.5	-91.6
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-89.7	-90.3	-88.8	-90.0	-89.6	-89.1	-88.2	-92.3
備考 (対象集合体)		4A4	5A5	4B1	3B1	2B1	1B1	000	1A1

表 4.1-3(3/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ  
試験項目：高流量分布測定(75%流量)

項目		時刻	9:50	10:06	10:20	10:28	10:34	10:42	10:50	10:58	11:07	11:14
	制限値等											
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.4	248.4	247.9	247.8	247.6	248.3	248.5	248.3	248.3	248.3	248.8
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.9	249.9	249.4	249.3	249.1	249.3	249.5	249.8	249.8	249.8	249.8
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差が 40m <sup>3</sup> /h以下であること	1157	1155	1164	1163	1156	1165	1162	1164	1159	1165	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		1156	1155	1157	1158	1155	1157	1156	1155	1157	1157	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数差が 30rpm 以下であること	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685	685	685	
炉内ガス圧力 [kPa]		1.27	1.18	1.02	0.91	0.90	0.81	0.77	0.76	0.70	0.74	
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下であること	-7.5	-7.5	-7.7	-7.3	-7.3	-7.3	-7.5	-7.6	-7.9	-8.2	
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (B) [°C]		-3.7	-3.9	-3.9	-3.9	-3.7	-3.7	-3.6	-3.0	-3.4	-3.7	
1次補助系HX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下であること	248.4	247.5	247.5	247.5	247.5	247.5	247.5	247.8	247.8	247.5	248.1
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30～80cm	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	-11.2	-11.0	-11.1	-11.0	-11.0	-11.1	
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-7.6	-7.4	-7.4	-7.5	-7.5	-7.6	-7.6	-7.7	-7.7	-7.5	
主HX (A) 液位 [cm]	上部流入線上端(-810)より上であること	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	
主HX (B) 液位 [cm]		-479	-481	-481	-481	-481	-481	-481	-481	-481	-481	
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-92.5	-92.1	-91.2	-89.9	-90.9	-91.8	-91.3	-91.4	-92.5	-92.7	
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-95.3	-90.3	-90.4	-88.2	-89.4	-89.5	-91.9	-92.5	-92.9	-92.5	
備 考 (対象集合体)		1A1	6A6	7A7	9A1	8A1	7A1	5F5	4A1	3A1	2A1	

表 4.1-3(4/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

実施日：2003年2月28日

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

項目	時刻 制限値等	11:35	11:44	13:24	13:32	13:39	13:45	13:53	14:00	14:07	14:13
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	249.4	249.0	249.0	248.8	248.9	248.8	249.3	248.8	249.0	248.9
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.4	250.5	250.0	249.8	249.9	250.3	250.3	250.3	250.5	250.4
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差が 40m³/h 以下であること	1157	1166	1163	1162	1163	1166	1166	1166	1159	1163
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1155	1157	1159	1157	1157	1157	1151	1155	1159	1160
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数差が 30rpm 以下であること	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685	685	685
炉内ガバガス圧力 [kPa]		1.02	1.21	0.91	0.91	0.93	0.96	0.95	0.95	0.88	0.90
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下であること	-7.7	-7.3	-7.3	-7.7	-7.7	-7.7	-7.2	-7.4	-7.3	-7.4
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (B) [°C]		-3.5	-3.8	-3.3	-3.7	-3.7	-3.7	-3.5	-3.5	-3.4	-3.2
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下であること	248.7	248.7	248.7	248.7	248.7	249.4	248.1	247.8	247.8	248.1
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		242	242	241	242	242	242	242	242	242	242
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.1	-11.0	-11.1	-11.1	-11.0	-11.0	-11.2	-11.2	-11.2	-11.1	-11.0
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.4	-7.4	-7.4	-7.6	-7.6	-7.7	-7.4	-7.4	-7.4	-7.4
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入線上端(-810)より上であること	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474	-474
主IHX (B) 液位 [cm]		-481	-481	-480	-480	-481	-480	-480	-481	-481	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-11.1	-11.0	-11.1	-11.1	-11.0	-11.2	-11.2	-11.2	-11.1	-11.0
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-7.5	-7.4	-7.4	-7.6	-7.6	-7.7	-7.4	-7.4	-7.4	-7.4
備考 (対象集合体)		10B6	9B6	9B5	8B5	9A9	8A8	6B4	5B4	4B4	3B3

表 4.1-3(5/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

実施日：2003年 2月 28日

項目	時刻	14:21	14:28	14:36	14:43	14:50	15:20	15:27	15:33	15:40	15:46
	制限値等										
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.3	248.4	248.3	248.5	248.3	248.0	248.4	248.3	248.4	248.8
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.8	249.9	249.8	250.0	249.8	249.5	249.9	249.8	249.9	249.8
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	1167	1159	1165	1167	1158	1163	1164	1167	1160	1162
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		1149	1155	1161	1155	1158	1157	1160	1157	1158	1153
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	698	698	698	698	698	698	698	698	698	698
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685	685	685
炉内カバーガス圧力 [kPa]		0.91	0.92	0.89	0.91	0.91	0.91	1.16	1.20	1.30	1.38
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.9	-7.5	-7.6	-7.2	-7.3	-8.0	-7.5	-7.9	-7.0	-7.7
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-4.0	-3.7	-3.7	-3.6	-3.6	-3.4	-3.8	-3.4	-3.4	-3.7
1次補助系IHX出入口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	248.1	247.5	248.1	247.5	247.2	247.2	248.1	248.1	248.7	248.1
1次補助系電磁水ポンプクト温度 [°C]		242	241	241	241	241	241	241	241	241	241
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.0	-11.1	-11.2	-11.1	-11.3	-11.0	-11.3	-11.2	-11.1	-11.2	-11.2
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.5	-7.4	-7.5	-7.5	-7.5	-7.5	-7.6	-7.5	-7.5	-7.5
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入線上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-474	-473	-474	-473	-474	-474	-474	-474
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-479	-479	-481	-481	-481	-481	-481	-481	-481
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-93.1	-92.9	-91.0	-91.5	-92.5	-93.2	-93.6	-94.0	-92.3	-91.8	
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-89.7	-89.7	-90.0	-89.4	-88.9	-91.0	-88.6	-89.3	-89.0	
備 考 (対象集合体)	4B3	5B3	4B2	3B2	2B2	IC1	2C1	3C1	4C1	5B5	

表 4.1-3(6/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

実施日：2003年 2月 28日

項目	時刻 制限値等	15:55	16:02	16:11	16:17	16:25	16:31	16:38	16:54	17:02
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.9	248.8	248.8	248.9	248.6	248.8	248.9	248.3	248.4
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.4	250.3	249.8	250.4	250.1	250.3	250.4	249.8	249.4
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	1161	1163	1166	1159	1159	1145	1166	1153	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		1157	1161	1157	1156	1155	1158	1160	1156	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転數 差が 30 rpm 以 下であること	698	698	698	698	698	698	698	698	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685	
炉内ガバガス圧力 [kPa]		1.53	1.61	1.61	1.48	1.45	1.33	1.28	1.08	1.01
原子炉出口Na温度-1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.7	-7.7	-7.7	-7.4	-7.4	-7.0	-7.4	-7.4	-7.5
原子炉出口Na温度-1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.2	-3.5	-4.0	-3.5	-3.5	-3.5	-3.7	-3.8	-3.9
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	248.7	248.7	248.1	248.1	248.7	248.4	248.1	248.1	
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		242	242	242	242	242	242	241	241	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.0	-11.2	-11.1	-11.1	-11.4	-11.2	-11.1	-11.4	-11.1	
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.4	-7.4	-7.3	-7.4	-7.4	-7.7	-7.4	-7.5	-7.4
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入盤上 端(-810)より上 であること	-473	-474	-474	-473	-473	-474	-474	-474	-473
主IHX (B) 液位 [cm]		-481	-481	-481	-481	-481	-482	-481	-481	-481
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-94.9	-92.5	-92.9	-90.6	-91.8	-91.6	-92.5	-91.8	-91.7
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-89.3	-88.6	-89.2	-87.8	-87.5	-86.7	-91.6	-92.7	
備 考 (対象集合体)	5C1	4C2	3C2	2C2	1D1	2D1	3D1	5A1	1A1	

表 4.1-3(7/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

実施日：2003年3月3日

項目	時刻 制限値等	9:45	9:57	10:04	10:13	10:20	10:29	10:38	10:43	10:49	10:56
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.5	248.4	248.1	248.9	248.8	249.4	249.1	249.4	249.1	249.3
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.5	249.9	249.1	249.6	249.9	250.3	249.8	250.4	250.1	250.3
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差 が 40m³/h 以 下であること	1154	1154	1163	1161	1163	1157	1165	1160	1145	1157
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1150	1157	1151	1154	1148	1152	1154	1157	1147	1157
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30 rpm 以 下であること	697	697	697	697	697	697	697	697	697	697
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		683.8	683.6	683.3	683.6	683.3	684.1	683.6	683.3	683.3	683.4
炉内ガバガス圧力 [kPa]		0.90	1.23	1.24	1.18	1.21	1.27	1.33	1.38	1.44	1.40
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.2	-7.2	-7.3	-7.6	-7.0	-7.9	-7.7	-8.0	-7.3	-7.5
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.8	-3.4	-4.0	-3.2	-3.4	-3.2	-3.7	-3.5	-3.6	-3.4
1次補助系IIHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	247.5	247.5	247.5	247.5	248.7	248.7	248.7	249.4	248.7	249.4
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		241	241	241	241	241	241	242	242	242	242
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.3	-11.1	-11.3	-11.4	-11.1	-11.2	-11.2	-11.3	-11.4	-11.4	-11.4
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.5	-7.4	-7.7	-7.7	-7.6	-7.6	-7.7	-7.4	-7.6	-7.6
主IIHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473
主IIHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-481	-481	-481	-481	-481	-480	-480	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-92.8	-90.4	-88.5	-87.7	-87.8	-88.4	-88.4	-87.8	-87.7	-88.2	-88.2
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-90.2	-86.9	-84.9	-85.9	-85.6	-86.4	-87.4	-85.7	-86.7	-86.7
備 考 (対象集合体)	IA1	5D4	4D4	9D9	8D8	9D1	7D7	6D6	5D5	4E1	

表 4.1-3(8/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

実施日：2003年3月3日  
試験項目：高流量分布測定(75%流量)

項目	制限値等	時刻	11:03	11:09	11:15	11:22	11:27	11:33	13:19	13:25	31:31	13:37
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.6	249.0	248.8	248.8	248.0	249.4	248.8	248.6	248.8	248.6	248.8
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.1	250.5	250.3	250.3	250.4	249.5	250.4	250.3	249.6	249.6	250.3
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	1159	1154	1158	1159	1154	1163	1163	1163	1163	1157	1157
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		1155	1143	1146	1147	1152	1156	1158	1147	1152	1152	1155
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	696	696	696	696	696	696	696	697	696	696	696
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		683	683	683	683	683	683	683	683	683	683	683
炉内ガス圧力 [kPa]		1.46	1.44	1.43	1.41	1.43	1.51	1.51	0.71	0.72	0.64	0.75
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C 以下 であること	-7.8	-7.6	-7.4	-7.4	-7.9	-7.3	-7.3	-7.2	-7.4	-7.5	-7.4
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.6	-3.8	-3.5	-3.5	-3.5	-4.2	-4.2	-3.8	-3.9	-4.4	-3.9
1次補助系 IHX 出口温度 [°C]	温度差が 40°C 以下 であること	248.7	248.7	248.1	248.1	248.1	248.7	248.7	248.7	248.7	249.4	247.5
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30～80cm	-11.4	-11.5	-11.4	-11.4	-11.4	-11.4	-11.4	-11.3	-11.3	-11.4	-11.4
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-7.5	-7.6	-7.7	-7.6	-7.7	-7.6	-7.6	-7.5	-7.6	-7.6	-7.7
主 IHX (A) 液位 [cm]	上部流入線上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-474	-474	-473	-473
主 IHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-479	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-88.8	-88.3	-89.7	-88.1	-89.0	-91.0	-90.6	-89.9	-88.8	-88.8	-94.0
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-86.8	-86.3	-88.2	-86.9	-88.2	-86.8	-87.4	-86.9	-88.3	-88.3	-86.0
備考 (対象集合体)	3E1	2E1	1E1	4D3	5D3	5D2	4D2	3D2	2D2	2D2	4D1	

表 4.1-3(9/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

実施日：2003年3月3日

項目	時刻 制限値等	13:43	13:50	13:55	14:01	14:08	14:14	14:20	14:25	14:31	15:02
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.8	248.8	248.4	248.1	248.9	248.4	248.5	248.3	248.3	248.9
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.3	250.3	249.8	249.6	249.9	249.9	249.5	249.5	249.8	249.9
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差が 40m³/h以下であること	1161	1158	1161	1163	1159	1156	1162	1161	1161	1160
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1153	1152	1152	1156	1155	1155	1159	1149	1159	1151
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数差が 30rpm以下であること	696	696	696	696	696	696	696	696	696	696
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		683	683	683	684	683	684	684	684	683	683
炉内ガバガス圧力 [kPa]		0.86	0.98	1.13	1.23	1.57	1.43	1.38	1.36	1.41	1.26
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下であること	-7.4	-7.1	-7.0	-7.1	-7.1	-7.2	-7.2	-7.2	-7.3	-7.7
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (B) [°C]		-3.5	3.2	-4.0	-4.0	-3.8	-3.7	-4.2	-3.3	-3.9	-3.7
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下であること	248.1	248.1	247.8	248.1	248.1	248.1	248.1	248.1	248.1	248.1
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		242	242	242	242	242	242	241	241	241	242
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30～80cm	-11.3	-11.2	-11.3	-11.1	-11.4	-11.1	-11.1	-11.5	-11.5	-11.5
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-7.6	-7.6	-7.5	-7.6	-7.5	-7.6	-7.6	-7.7	-7.7	-7.5
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上端(-810)より上であること	-473	-473	-473	-472	-472	-473	-473	-472	-472	-473
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm以上	-90.1	-89.4	-88.8	-89.9	-93.9	-90.4	-91.0	-92.1	-94.2	-88.4
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-86.2	-86.2	-86.6	-89.9	-87.5	-87.4	-88.9	-87.8	-88.1	-86.7
備考 (対象集合体)	5C5	4C4	5C4	4C3	5C3	6C2	7C2	8C2	9C2	9C2	4E2

表 4.1-3(10/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

項目		時刻	15:08	15:13	15:19	15:24	15:36	15:42	15:50	16:00	
制限値等											
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.9	249.4	249.3	249.4	248.8	248.9	248.9	248.9	248.9	
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.4	250.4	250.3	250.4	250.3	249.9	250.4	250.4	250.4	
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差 が 40m³/h 以 下であること	1158	1160	1160	1160	1161	1154	1161	1161	1150	
1次主循環流量 (B) [m³/h]		1160	1150	1149	1158	1148	1137	1153	1153	1150	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	696	695	695	696	695	695	695	695	695	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		683	682	683	682	683	682	682	682	682	
炉内カバーガス圧力 [kPa]		1.26	1.22	1.88	1.16	1.11	1.17	1.15	1.15	1.18	
原子炉出口Na温度 - 1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C 以下 であること	-7.2	-7.5	-7.5	-7.5	-7.7	-7.7	-7.4	-7.4	-7.4	
原子炉出口Na温度 - 1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.5	-3.5	-3.9	-3.5	-3.9	-4.3	-3.5	-3.5	-3.5	
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C 以下 であること	249.4	248.7	248.4	248.4	248.7	248.7	248.1	248.1	248.7	
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		242	242	242	242	242	242	242	242	242	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.8	-11.3	-11.5	-11.2	-11.4	-11.5	-11.4	-11.4	-11.4	-11.4	
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.4	-7.6	-7.7	-7.6	-7.6	-7.6	-7.5	-7.5	-7.5	
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-472
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-480	-478	
オーバーフローポンプ (A) 液位 [cm]	-87.8	-90.3	-90.7	-89.5	-89.4	-88.4	-90.1	-90.1	-90.1	-90.8	
オーバーフローポンプ (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-87.1	-86.3	-88.2	-87.4	-87.3	-87.4	-89.7	-89.7	-92.1	
備 考 (対象集合体)		3E2	2E2	3E3	4E3	5E3	5E4	4E4	4E4	1A1	

表 4.1-3(11/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：高流量分布測定(75%流量)

実施日：2003年3月4日

項目	時刻 制限値等	9:43	9:52	9:59	10:05	10:11	10:18	10:25	10:31	10:38	10:44
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	249.0	248.8	248.4	248.9	248.9	248.4	248.4	248.4	248.1	248.3
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		250.5	250.3	249.9	249.9	249.9	249.9	249.9	249.9	249.1	249.8
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	1162	1165	1163	1161	1160	1164	1157	1161	1157	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		1151	1154	1161	1156	1159	1154	1151	1152	1157	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	698	698	698	698	699	698	698	698	698	698
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685	685	685
炉内カバーガス圧力 [kPa]		0.77	0.84	0.86	0.88	0.96	1.06	1.10	1.13	1.15	1.18
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.3	-7.4	-7.5	-7.0	-7.5	-7.5	-7.5	-7.2	-7.3	-7.3
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.4	-4.0	-4.0	-4.0	-3.7	-3.7	-3.7	-3.9	-4.0	-3.9
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	248.7	248.7	248.1	247.5	248.1	248.1	248.1	247.5	248.1	248.1
1次補助系電磁ボンブダクト温度 [°C]		242	242	242	242	242	241	241	241	241	241
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.1	-11.4	-11.3	-11.1	-11.4	-11.3	-11.2	-11.2	-11.2	-11.2	-11.2
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.5	-7.4	-7.5	-7.6	-7.6	-7.6	-7.5	-7.5	-7.4	-7.7
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入窓上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-480	-479	-479	-479	-479	-479	-480	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-92.5	-91.6	-92.1	-92.9	-92.1	-92.5	-92.9	-92.5	-92.5	-92.2	-92.2
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-91.5	-89.7	-89.1	-91.6	-92.3	-90.8	-92.9	-89.9	-89.8	-90.9
備 考 (対象集合体)	1A1	5E5	4F1	3F1	1F1	2F1	3F2	2F2	4F3	5F3	

表 4.1-3(12/12) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

実施日 : 2003年 3月 4日											
項目	制限値等	時刻	10:50	10:55	11:01	11:07	11:16	11:23	11:29	11:35	11:43
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.3	248.0	248.3	248.4	248.3	248.8	248.9	248.9	248.9	248.9
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.8	249.5	249.3	249.9	249.8	249.8	249.9	250.4	250.4	
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	1164	1158	1166	1164	1161	1168	1155	1165	1163	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		1157	1156	1151	1153	1158	1154	1151	1155	1156	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	698	698	698	698	698	698	698	698	698	699
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		685	685	685	685	685	685	685	685	685	686
炉内ガバーガス圧力 [kPa]		1.25	1.25	1.26	1.20	1.16	1.18	1.16	1.18	1.18	1.18
原子炉出口Na温度-1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C 以下 であること	-7.8	-7.2	-8.1	-7.5	-7.4	-7.4	-7.4	-7.7	-7.7	-7.2
原子炉出口Na温度-1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.6	-3.8	-3.9	-3.4	-3.7	-3.4	-3.7	-3.2	-3.2	-3.2
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C 以下 であること	248.1	247.5	247.5	248.1	248.1	248.1	248.1	248.7	248.7	248.1
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		241	241	241	241	241	241	241	242	242	242
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-11.5	-11.1	-11.2	-11.3	-11.0	-11.2	-11.2	-11.5	-11.3	-11.3	-11.3
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-7.6	-7.5	-7.7	-7.6	-7.6	-7.6	-7.6	-7.5	-7.5	-7.6
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入管上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473	-473
主IHX (B) 液位 [cm]		-480	-480	-480	-480	-480	-479	-480	-480	-480	-480
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-91.0	-92.1	-90.3	-89.1	-92.2	-94.0	-92.1	-92.1	-92.1	-92.1	-92.9
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-94.6	-88.5	-89.9	-88.2	-91.6	-91.0	-93.2	-90.4	-90.4	-92.3
備 考 (対象集合体)	6F2	7F2	8F2	9F2	4F4	5F4	4F2	5F1	1A1		

表 4.1-4 炉内流路構成要素の圧力損失係数

流 路 要 素		圧力損失係数 <sup>*1)</sup>	圧力損失係数の定義		
			定義場所	等価直径 (mm)	流路面積 (mm <sup>2</sup> )
内側 炉心	第 0, 1 列	$\zeta = 1.303 \cdot Re^{-0.001518}$	エントランスノズル内径	34.0	907.9
	第 2 列	$\zeta = 1.747 \cdot Re^{-0.0201}$	"	"	"
	第 3 列	$\zeta = 2.410 \cdot Re^{-0.01470}$	"	"	"
外側 炉心	第 3 列	$\zeta = 2.410 \cdot Re^{-0.01470}$	"	"	"
	第 4 列	$\zeta = 2.921 \cdot Re^{-0.006033}$	"	"	"
	第 5 列	$\zeta = 5.012 \cdot Re^{-0.004421}$	"	"	"
炉心集合体部		$\zeta = 147.1 \cdot Re^{-0.2067}$	燃 料 束 部	2.48	1755.0
反射 体	内 側	$\zeta = 1.853 \cdot Re^{-0.01025}$	オリフィス径	5.8	26.42
	外 側	$\zeta = 2.615 \cdot Re^{-0.04844}$	"	5.6	24.63
	内部流配	$\zeta = 0.081 \cdot Re^{0.01534}$	"	3.9	11.95
遮へい集 合体(B <sub>4</sub> C)	オリフィス部	ζ = 711.770	"	27.0	527.56
	ハントル部	$\zeta = 727.18 \cdot Re^{-0.50369}$	"	"	"
材料照射用反射体		ζ = 84.21	エントランスノズル内径	20.0	314.2

\*1)  $\Delta P = \zeta \cdot (v^2/2g) \cdot \gamma$  ( $\Delta P$ : kg/m<sup>2</sup>,  $v$ : m/sec,  $\gamma$ : kg/m<sup>3</sup>,  $g$ : m/sec<sup>2</sup>)

表 4.1-5 隣接する周辺集合体の流量の影響に関する補正係数

列	集合体種別	周辺集合体	周辺流量係数 <sup>*1)</sup>
第 0, 1 列	材料照射用反射体	燃料 3 体以上に接している	45.004
	燃料集合体	材料照射用反射体 3 体に接している	1.202
第 2, 3 列	燃料集合体	制御棒に接している	1.359
		制御棒に接していない	1.189
第 4 列	燃料集合体	制御棒に接している	1.359
		反射体 2 体に接している	1.202
		反射体 1 体に接している	1.189
		周辺が全て燃料集合体	1.189
		-	1.206
第 5 列	燃料集合体	燃料 3 体以上に接している	45.004
		燃料 2 体に接している	30.735
第 6 列	内側反射体	燃料に接している	30.735
	外側反射体	燃料に接していない	1.744
第 7~10 列	外側反射体 遮へい集合体	-	1.744

\*1) 周辺流量係数( $RQ_3$ ) =  $\left( 1 + \frac{Q_3: \text{周辺流量[l/min]}}{Q_1: \text{流量検出ポール装荷時のポール内流量[l/min]}} \right)$

表4.1-6 集合体流量測定結果(高流量、材料照射用反射体)

項目	単位	2003/2/27 18:31	2003/2/27 18:16	2003/2/28 16:28	2003/3/4 10:20
測定位置(ADR)	—	000	1B1	1D1	1F1
集合体種別	—		材料照射用反射体		
測定時温度(T)	℃	250.6	251	250.6	250.3
周辺流量比(Rq3)	—	45.004	45.004	45.004	45.004
測定電圧(Qmv)	mV	0.409	0.373	0.3655	0.367
測定電圧0調整値	mV	-0.002	-0.002	0.001	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	1038.79	1035.11	1033.44	1034.41
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	1028.09	1032.44	1030.76	1033.52
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	2.207E-01	1.836E-01	1.763E-01	1.777E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	1.340E-02	1.115E-02	1.070E-02	1.079E-02
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	2.072E-01	1.723E-01	1.654E-01	1.668E-01
集合体流量(Q0R)	l/min	14.315	13.056	12.792	12.843
流量計通過流量(Q1R)	l/min	13.867	12.648	12.392	12.442
漏洩流量(Q2R)	l/min	1.025	0.935	0.916	0.919
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.213	0.194	0.190	0.191
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.206	0.188	0.184	0.185
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.015	0.014	0.014	0.014
系統流量(A/Bループ平均)	m <sup>3</sup> /h	1170.5	1172.2	1171.3	1172.2
定格流量(1538m <sup>3</sup> /h)への補正	kg/sec	0.280	0.255	0.250	0.250

表4.1-7 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第1列)

項目	単位	2003/2/28 15:23	2003/3/3 11:17	2003/2/27 15:59	
測定位置(ADR)	—	1C1	1E1	1A1	
集合体種別	—		燃料集合体		
測定時温度(T)	℃	249.9	250.9	251.3	
周辺流量(Rq3)	—	1.202	1.202	1.202	
測定電圧(Qmv)	mV	13.3345	13.358	13.32	
測定電圧0調整値	mV	0.001	0	-0.002	
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	1037.20	1032.46	1035.03	
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	1031.85	1021.77	1026.11	
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	2.068E+00	2.075E+00	2.064E+00	
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	1.389E-01	1.394E-01	1.387E-01	
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.928E+00	1.934E+00	1.924E+00	
集合体流量(Q0R)	l/min	469.623	470.597	469.317	
流量計通過流量(Q1R)	l/min	452.012	452.950	451.718	
漏洩流量(Q2R)	l/min	20.297	20.338	20.283	
集合体流量(Q0T)	kg/sec	6.981	6.993	6.973	
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	6.719	6.731	6.712	
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.302	0.302	0.301	
系統流量(A/Bループ平均)	m <sup>3</sup> /h	1170.8	1170.4	1169.9	
定格流量(1538m <sup>3</sup> /h)への補正	kg/sec	9.170	9.190	9.168	

表4.1-8 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体第2列)

項目	単位	2003/2/28 11:17	2003/2/27 17:22	2003/2/27 18:12	2003/2/28 14:53	2003/2/28 15:29	2003/2/28 16:21	2003/2/28 16:34	2003/2/28 13:33	2003/3/3 11:12	2003/3/3 16:15	2003/3/4 10:14	2003/3/4 10:34
測定位置(ADR)	-	2A1	2A2	2B1	2B2	2C1	2C2	2D1	2D2	2E1	2E2	2F1	2F2
集合体種別	-												
測定時温度(T)	℃	25.1	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
周辺流量(Q <sub>env</sub> )	mV	1.359	1.359	1.359	1.359	1.169	1.169	1.359	1.359	1.359	1.169	1.169	1.359
測定圧力(Q <sub>inv</sub> )	mV	13.206	13.325	13.317	13.293	13.274	13.285	13.246	13.229	13.188	13.195	13.216	13.193
測定圧力の調整値	mV	0.601	-0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	-0.001	-0.001
1次系循環流量(F <sub>A</sub> ~7)	ton/h	1038.68	1033.60	1035.14	1032.68	1038.66	1039.62	1033.47	1031.60	1028.87	1034.25	1035.25	1031.74
1次系循環流量(F <sub>B</sub> ~7)	ton/h	1031.55	1034.49	1028.01	1032.68	1034.49	1030.71	1029.90	1027.14	1019.06	1025.33	1026.39	1026.39
推定集合体圧損(AAA)	kPa/cm <sup>2</sup>	2.051E+00	2.082E+00	2.072E+00	2.072E+00	2.067E+00	2.066E+00	2.062E+00	2.057E+00	2.045E+00	2.050E+00	2.047E+00	2.047E+00
流量計圧損(BB1)	kPa/cm <sup>2</sup>	1.391E-01	1.415E-01	1.414E-01	1.379E-01	1.375E-01	1.402E-01	1.398E-01	1.398E-01	1.388E-01	1.384E-01	1.388E-01	1.388E-01
測定時集合体圧損(BB2)	kPa/cm <sup>2</sup>	1.912E+00	1.944E+00	1.935E+00	1.930E+00	1.926E+00	1.922E+00	1.920E+00	1.918E+00	1.909E+00	1.914E+00	1.908E+00	1.908E+00
集合体流量(Q <sub>DR</sub> )	V/min	465.257	469.303	467.811	467.128	467.113	466.594	466.038	464.478	465.159	464.478	464.638	464.638
流量計通過流量(Q1R)	V/min	447.810	451.704	451.560	450.634	449.976	449.596	449.096	447.200	447.423	448.079	447.272	447.272
流量計流量(Q2R)	V/min	20.315	20.490	20.383	20.190	20.373	20.348	20.287	20.077	20.106	20.106	20.291	20.291
集合体流量(Q <sub>GT</sub> )	kg/sec	6.914	6.976	6.972	6.953	6.943	6.934	6.926	6.904	6.902	6.913	6.907	6.907
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	6.654	6.714	6.710	6.698	6.681	6.674	6.666	6.645	6.649	6.659	6.648	6.648
流量計流量(Q2T)	m <sup>3</sup> /h	0.302	0.305	0.304	0.301	0.300	0.303	0.303	0.302	0.301	0.298	0.299	0.302
系統流量(A/B <sub>1</sub> ~平均)	m <sup>3</sup> /h	1172.6	1173.4	1171.8	1171.6	1172.1	1172.9	1170.9	1167.25	1169.25	1166.5	1170.5	1172.0
実流量(1538m <sup>3</sup> /h)～の修正	kg/sec	9.068	9.149	9.151	9.128	9.111	9.102	9.109	9.125	9.082	9.101	9.084	9.084

表4.1-9 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体第3列)

項目	単位	2003/2/28 11:10	2003/2/27 17:18	2003/2/27 18:06	2003/2/28 14:16	2003/2/28 15:36	2003/2/28 16:13	2003/2/28 16:40	2003/2/28 13:27	2003/3/3 11:05	2003/3/3 16:10	2003/3/4 10:03	2003/3/4 10:27
測定位置(ADR)	-	3A1	3A2	3B1	3B2	3C1	3C2	3D1	3D2	3E1	3E2	3F1	3F2
集合体種別	-												
測定時温度(T)	℃	25.1	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
周辺流量(Q <sub>env</sub> )	mV	1.359	1.359	1.359	1.359	1.189	1.189	1.189	1.189	1.359	1.359	1.189	1.189
測定圧力(Q <sub>inv</sub> )	mV	12.549	12.552	12.432	12.573	12.626	12.4055	12.647	12.4855	12.626	12.473	12.651	12.375
1次系循環流量(F <sub>A</sub> ~7)	ton/h	0.001	-0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	0
1次系循環流量(F <sub>B</sub> ~7)	ton/h	1033.33	1033.57	1035.14	1040.71	1037.00	1040.71	1037.00	1020.98	1036.95	1033.33	1032.49	1032.49
推定集合体圧損(AAA)	kPa/cm <sup>2</sup>	2.045E+00	2.046E+00	2.010E+00	2.049E+00	1.999E+00	2.075E+00	2.075E+00	2.019E+00	2.022E+00	2.037E+00	2.046E+00	2.046E+00
流量計圧損(BB1)	kPa/cm <sup>2</sup>	1.269E-01	1.237E-01	1.246E-01	1.246E-01	1.237E-01	1.248E-01	1.248E-01	1.248E-01	1.248E-01	1.248E-01	1.248E-01	1.248E-01
測定時集合体圧損(BB2)	kPa/cm <sup>2</sup>	1.920E+00	1.921E+00	1.887E+00	1.927E+00	1.949E+00	1.948E+00	1.948E+00	1.902E+00	1.898E+00	1.949E+00	1.923E+00	1.923E+00
集合体流量(Q <sub>DR</sub> )	V/min	440.323	446.205	440.686	442.612	434.850	443.707	438.027	437.244	437.657	443.516	440.375	442.136
流量計通過流量(Q1R)	V/min	425.531	421.551	426.226	428.089	420.581	428.801	422.312	422.555	422.955	425.925	427.283	427.283
流量計流量(Q2R)	V/min	19.314	19.314	19.135	19.219	18.886	19.461	19.215	19.181	19.198	19.257	19.841	19.383
集合体流量(Q <sub>GT</sub> )	kg/sec	6.543	6.544	6.482	6.550	6.578	6.653	6.594	6.510	6.498	6.504	6.554	6.497
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	6.323	6.325	6.264	6.338	6.362	6.251	6.373	6.291	6.279	6.376	6.329	6.350
流量計流量(Q2T)	kg/sec	0.287	0.287	0.284	0.284	0.286	0.281	0.289	0.286	0.285	0.286	0.284	0.288
系統流量(A/B <sub>1</sub> ~平均)	m <sup>3</sup> /h	1172.1	1170.8	1172.9	1171.3	1171.7	1172.4	1172.4	1168.1	1168.6	1167.8	1167.5	1169.8
実流量(1538m <sup>3</sup> /h)～の修正	kg/sec	8.586	8.587	8.590	8.593	8.635	8.487	8.651	8.559	8.558	8.630	8.619	8.639

表4.1-10(1/2) 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第4列)

項目	単位	2003/2/28 11:02	2003/2/27 17:12	2003/2/27 17:29	2003/2/27 17:49	2003/2/27 18:00	2003/2/27 14:38	2003/2/28 14:23	2003/2/28 14:09	2003/2/28 15:43	2003/2/28 16:05	2003/2/28 15:39	2003/3/3 14:05	2003/3/3 13:51	
		4A1	4A2	4A3	4A4	4B1	4B2	4B3	4B4	4C1	4C2	4C3	4C4		
測定位置(ADR) 集合体種別	-														
測定時温度(T) 周辺流量比(Rq3)	°C	25.12	250.3	250.2	250.7	250.8	250.3	250.4	250.6	250.1	250.5	250.4	250.5		
mV	1.189	1.189	1.189	1.189	1.189	1.202	1.189	1.189	1.189	1.359	1.359	1.389	1.189		
測定電圧(Quv)	mV	12.093	12.199	12.135	12.31	12.159	12.124	12.132	12.222	12.049	12.0985	12.216	12.212		
測定電圧(△U) 周辺電流比(F)(Bn~T)	ton/h	0.001	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0		
1次系循環流量(F)(Bn~T) 1次系循環流量(F)(Bn~T)	ton/h	1037.73	1029.71	1027.28	1030.87	1035.19	1040.52	1038.87	1040.63	1033.44	1034.47	1037.03	1032.57		
kg/cm <sup>2</sup>	2.091E+00	2.125E+00	2.085E+00	2.108E+00	2.091E+00	2.112E+00	2.093E+00	2.104E+00	2.104E+00	2.139E+00	2.104E+00	2.083E+00	2.149E+00		
推定集合体圧損(AAA) 流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	1.148E-01	1.162E-01	1.155E-01	1.188E-01	1.162E-01	1.162E-01	1.153E-01	1.153E-01	1.153E-01	1.172E-01	1.172E-01	1.171E-01	1.181E-01	
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.977E+00	2.098E+00	1.990E+00	2.043E+00	1.997E+00	1.986E+00	1.986E+00	1.986E+00	1.986E+00	2.016E+00	1.963E+00	2.014E+00	2.032E+00	
集合体流量(Q0R) 流量計通過流量(Q1R)	l/min	422.641	426.226	423.977	430.158	424.895	423.606	423.899	423.606	423.606	422.732	423.894	423.894	423.894	
漏れ流量(Q2R)	l/min	410.094	413.573	411.390	417.388	412.281	411.030	411.314	411.314	411.314	409.852	414.362	414.362	416.074	
集合体流量(Q0T) 流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	6.280	6.335	6.302	6.393	6.314	6.296	6.300	6.347	6.282	6.283	6.344	6.373		
漏れ流量(Q2T)	kg/sec	6.094	6.147	6.115	6.203	6.127	6.109	6.113	6.159	6.071	6.091	6.155	6.184		
系統流量(A/Bn~T平均) 定格流量(A/Bn~T平均)	m <sup>3</sup> /h	1172.9	1170.2	1172.3	1170.2	1171.6	1173.2	1170.6	1170.7	1170.9	1169.9	1166.35	1166.35		
	kg/sec	8.235	8.326	8.268	8.402	8.289	8.254	8.277	8.339	8.226	8.259	8.365	8.389		

表4.1-10(2/2) 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第4列)

項目	単位	2003/3/3 13:40	2003/3/3 13:24	2003/3/3 10:56	2003/3/3 10:59	2003/3/3 15:04	2003/3/3 15:28	2003/3/3 15:53	2003/3/3 10:02	2003/3/4 11:32	2003/3/4 10:40	2003/3/4 11:19	2003/3/4 11:19		
		4D1	4D2	4D3	4D4	4E1	4E2	4E3	4F1	4F2	4F3	4F4	4F4		
測定位置(ADR) 集合体種別	-														
測定時温度(T) 周辺流量比(Rq3)	°C	250.6	250.7	250.7	250.1	251	250.6	251.1	250.7	250.8	250.7	250.1	250.5		
mV	1.189	1.189	1.189	1.189	1.189	1.202	1.189	1.189	1.189	1.189	1.189	1.189	1.189		
測定電圧(△U) 周辺電流比(F)(Bn~T)	ton/h	12.1915	12.1775	12.168	12.141	12.038	12.146	12.025	12.184	12.211	12.253	12.235	12.31		
kg/cm <sup>2</sup>	2.103E+00	2.118E+00	2.115E+00	2.116E+00	2.115E+00	2.108E+00	2.108E+00	2.109E+00	2.120E+00	2.132E+00	2.146E+00	2.137E+00	2.161E+00		
推定集合体圧損(AAA) 流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	1.165E-01	1.165E-01	1.165E-01	1.162E-01	1.162E-01	1.140E-01	1.157E-01	1.168E-01	1.168E-01	1.165E-01	1.174E-01	1.188E-01		
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.988E+00	2.000E+00	1.991E+00	1.991E+00	1.991E+00	1.960E+00	1.960E+00	1.953E+00	1.953E+00	2.013E+00	2.026E+00	2.042E+00		
集合体流量(Q0R) 流量計通過流量(Q1R)	l/min	423.978	425.328	425.196	424.174	424.414	420.633	425.765	427.056	427.458	428.512	430.131			
漏れ流量(Q2R)	l/min	411.323	412.895	412.573	411.581	408.204	411.814	407.775	413.116	415.455	414.767	417.362			
集合体流量(Q0T) 流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	6.300	6.324	6.319	6.305	6.251	6.307	6.245	6.327	6.346	6.368	6.393			
漏れ流量(Q2T)	kg/sec	6.113	6.136	6.131	6.118	6.066	6.120	6.059	6.139	6.153	6.174	6.203			
系統流量(A/Bn~T平均) 定格流量(A/Bn~T平均)	m <sup>3</sup> /h	1167.65	1166.35	1167.85	1169.9	1166.15	1164.35	1165.45	1169.5	1171.8	1170.0	1169.7			
	kg/sec	8.298	8.339	8.322	8.288	8.233	8.319	8.249	8.350	8.346	8.358	8.352	8.406		

表4.1-11(1/2) 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第5列)

項目	単位	2003/2/27	2003/2/27	2003/2/27	2003/2/27	2003/2/28	2003/2/28	2003/2/28	2003/2/28	2003/3/3
測定位置(ADR)	-	17.07	17.32	17.40	17.55	14.32	14.03	15.51	14.10	13.57
集合体種別	-	5A2	5A3	5A4	5A5	5B3	5B4	5B5	5C1	5C4
測定時温度(T)	℃	-	250.2	250.3	250.8	250.4	250.3	250.5	250.3	250.6
周辺流量比(Rq3)	-	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206
測定電圧(Qmv)	mV	10.217	10.375	10.482	10.463	10.233	10.273	10.359	10.4715	10.3165
1次系循環流量(F)(A/B→7)	ton/h	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	0.001	0.001	0.001	0	0
推定集合体圧差(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1029.98	1034.44	1039.76	1042.30	1033.49	1039.60	1035.20	1037.09	1035.28
流量計圧差(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	1.901E+00	1.957E+00	1.995E+00	1.988E+00	1.906E+00	1.920E+00	1.951E+00	1.991E+00	1.938E+00
測定時集合体圧差(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	8.295E-02	8.645E-02	8.717E-02	8.687E-02	8.321E-02	8.384E-02	8.521E-02	8.701E-02	8.452E-02
集合体流量(Q0R)	l/min	1.817E+00	1.907E+00	1.901E+00	1.823E+00	1.839E+00	1.866E+00	1.904E+00	1.854E+00	1.939E+00
流量計通過流量(Q1R)	kg/sec	354.681	360.166	363.891	363.288	355.258	356.703	359.639	363.550	367.079
漏洩流量(QCR)	kg/sec	346.368	351.724	355.363	354.774	346.932	348.342	361.210	355.029	349.752
集合体流量(G0T)	kg/sec	15.605	15.844	16.006	15.979	15.630	15.693	15.821	15.950	16.144
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	5.272	5.353	5.408	5.399	5.280	5.301	5.345	5.403	5.423
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	5.148	5.228	5.282	5.272	5.156	5.177	5.220	5.216	5.198
系統流量(A/B→7平均)	m <sup>3</sup> /h	0.232	0.235	0.238	0.237	0.232	0.233	0.235	0.234	0.240
定格流量(1536m <sup>3</sup> /h)→Dの補正	kg/sec	1170.0	1171.8	1172.3	1169.2	1172.1	1171.8	1172.1	1166.5	1167.1

表4.1-11(2/2) 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 第5列)

項目	単位	2003/3/3	2003/3/3	2003/3/3	2003/3/3	2003/3/3	2003/3/3	2003/3/4	2003/3/4	2003/3/4
測定位置(ADR)	-	11.35	11.29	10.90	10.53	15.38	15.45	9.55	11.38	10.46
集合体種別	-	5D2	5D3	5D4	5D5	5E3	5E4	5E5	5F1	5F3
測定時温度(T)	℃	-	250.6	250.7	250	250.9	250.9	250.9	250.1	250.7
周辺流量比(Rq3)	-	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206	1.206
測定電圧(Qmv)	mV	10.171	10.355	10.437	10.514	10.35	10.329	10.415	10.561	10.421
1次系循環流量(F)(A/B→7)	ton/h	0	0	0	0	0	0	-0.001	-0.001	-0.001
推定集合体圧差(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1037.00	1028.95	1029.14	1020.87	1035.14	1028.90	1038.71	1031.79	1041.44
流量計圧差(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	1030.76	1027.17	1031.82	1022.66	1023.55	1013.74	1029.30	1031.79	1028.95
測定時集合体圧差(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.885E+00	1.950E+00	1.979E+00	2.000E+00	1.949E+00	1.940E+00	1.971E+00	2.024E+00	1.928E+00
集合体流量(Q0R)	l/min	8.223E-02	8.514E-02	8.770E-02	8.644E-02	8.507E-02	8.473E-02	8.610E-02	8.846E-02	8.417E-02
流量計通過流量(Q1R)	kg/sec	353.128	359.527	362.295	365.071	359.376	358.647	361.633	366.703	361.751
漏洩流量(QCR)	kg/sec	344.851	351.101	353.804	356.514	350.953	350.241	353.157	358.108	353.273
集合体流量(G0T)	kg/sec	15.538	15.816	15.936	16.056	15.809	15.777	15.907	16.127	15.912
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	5.248	5.343	5.385	5.426	5.340	5.374	5.449	5.377	5.312
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	5.125	5.218	5.259	5.298	5.215	5.248	5.322	5.251	5.187
系統流量(A/B→7平均)	m <sup>3</sup> /h	0.231	0.235	0.237	0.239	0.235	0.234	0.236	0.237	0.236
定格流量(1536m <sup>3</sup> /h)→Dの補正	kg/sec	6.930	7.026	7.099	7.083	6.945	6.956	7.016	7.050	7.018

表4.1-12 集合体流量測定結果(高流量、内側反射体)

項目	単位	2003/2/27 16:13	2003/2/28 16:56	2003/2/28 10:09	2003/2/28 13:55	2003/3/3 10:45	2003/3/3 14:16	2003/3/4 10:52
		5A1	5A1	6A6	6B4	6B6	6C2	6F2
測定位置(ADR)	-	-	-	-	-	-	-	-
集合体種別	-	-	-	-	-	-	-	-
測定時刻(T)	℃	251.2	250.4	250.7	251	250.8	250.2	250.2
周辺流量比(Rq3)	-	45.004	45.004	30.735	30.735	30.735	30.735	30.735
測定電圧(Qmv)	mV	0.053	0.0415	0.13265	0.086	0.138	0.1105	0.109
測定電圧0調整値	mV	-0.002	0.001	0.001	0	0	-0.001	-0.001
1次系循環流量(F)(Aa~7)	ton/h	1036.84	1035.73	1029.84	1039.57	1034.28	1033.55	1033.55
1次系循環流量(F)(Ba~7)	ton/h	1033.27	1034.38	1029.84	1026.20	1031.60	1029.98	1031.76
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	6.003E-02	6.162E-03	6.140E-02	2.598E-02	6.658E-02	4.278E-02	4.163E-02
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	2.264E-04	1.390E-04	6.692E-04	2.829E-04	7.257E-04	4.659E-04	4.534E-04
測定時刻集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	9.811E-03	6.029E-03	6.074E-02	2.570E-02	6.586E-02	4.231E-02	4.118E-02
集合体流量(QQR)	l/min	1.817	1.423	4.517	2.932	4.705	3.767	3.716
流量計通過流量(QIR)	l/min	1.797	1.407	4.493	2.916	4.679	3.746	3.695
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.133	0.104	0.332	0.216	0.346	0.277	0.273
集合体流量(QQT)	kg/sec	0.027	0.021	0.067	0.044	0.070	0.056	0.055
流量計通過流量(QIT)	kg/sec	0.027	0.021	0.067	0.043	0.070	0.056	0.055
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.002	0.002	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004
系統流量(A/Ba~7平均)	m <sup>3</sup> /h	1170.2	1171.6	1171.9	1172.2	1168.05	1168.8	1171.4
定格流量(1538m <sup>3</sup> /h)への補正	kg/sec	0.035	0.028	0.088	0.057	0.092	0.074	0.073

表4.1-13 集合体流量測定結果(高流量、外側反射体)

項目	単位	2003/2/27 16:06	2003/2/28 10:44	2003/2/28 10:22	2003/3/3 7A1	2003/3/3 7A7	2003/3/4 7C2	2003/3/4 7D7	2003/3/4 7F2	外側反射体
		6A1	7A1	7A7	7D7	7D7	7F2	7F2	7F2	
測定位置(ADR)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
集合体種別	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
測定時刻(T)	℃	251.2	250.4	250.6	250.6	250.1	240.4	251	250.6	250.2
周辺流量比(Rq3)	-	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744	1.744
測定電圧(Qmv)	mV	0.167	0.181	0.177	0.175	0.174	0.169	0.186	0.185	0.185
測定電圧0調整値	mV	-0.002	0.001	0.001	0	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
1次系循環流量(F)(Aa~7)	ton/h	1034.17	1038.84	1037.90	1030.37	1038.79	1032.68	1035.54	1036.90	1036.90
1次系循環流量(F)(Ba~7)	ton/h	1029.71	1031.71	1031.65	1033.55	1023.98	1030.90	1032.65	1031.55	1031.55
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.308E-01	1.466E-01	1.442E-01	1.418E-01	1.339E-01	1.612E-01	1.566E-01	1.599E-01	1.635E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	3.598E-05	4.172E-05	4.004E-05	3.942E-05	3.880E-05	4.378E-05	4.390E-05	4.257E-05	4.562E-05
測定時刻集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.307E-01	1.465E-01	1.441E-01	1.417E-01	1.338E-01	1.611E-01	1.564E-01	1.598E-01	1.649E-01
集合体流量(QQR)	l/min	5.665	6.139	6.004	5.982	5.902	5.731	6.289	6.208	6.275
流量計通過流量(QIR)	l/min	5.663	6.136	6.001	5.950	5.900	5.729	6.287	6.205	6.272
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.419	0.453	0.443	0.440	0.436	0.423	0.465	0.459	0.464
集合体流量(QQT)	kg/sec	0.084	0.091	0.089	0.088	0.088	0.085	0.094	0.092	0.093
流量計通過流量(QIT)	kg/sec	0.084	0.091	0.089	0.088	0.088	0.085	0.094	0.092	0.093
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.006	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007
系統流量(A/Ba~7平均)	m <sup>3</sup> /h	1167.6	1171.3	1170.4	1167.55	1171.65	1172.2	1173.6	1172.2	1172.2
定格流量(1538m <sup>3</sup> /h)への補正	kg/sec	0.111	0.120	0.117	0.115	0.121	0.122	0.126	0.123	0.124

表4.1-14 集合体流量測定結果(高流量、遙ヘリ集合体)

項目	単位	2003/2/28 10:30	2003/2/28 13:41	2003/2/28 13:27	2003/2/28 11:46	2003/3/3 14:33	2003/3/3 10:31	2003/3/3 10:15	2003/3/4 11:09	2003/2/28 11:39
測定位置(ADR)	-	9A1	9A9	9B5	9B6	9C2	9D1	9D9	9F2	10B6
集合体種別	-					遙ヘリ集合体				
測定時温度(T)	℃	250.4 1.744	250.9 1.744	250.6 1.744	250.1 1.744	250.5 1.744	250 1.744	250.2 1.744	250.9 1.744	
周辺流量比(Rq3)	-									
測定電圧(Gmv)	mV	0.1715	0.195	0.198	0.203	0.2085	0.195	0.195	0.207	0.2155
測定電圧0調整値	mV	0.001	0.001	0.001	0.001	0	0	0	-0.001	0.001
1次系循環流量(F)(Aルート)	ton/h	1037.06	1036.03	1037.00	1039.60	1035.36	1031.68	1035.39	1038.01	1031.57
1次系循環流量(F)(Bルート)	ton/h	1032.60	1031.57	1042.35	1031.57	1033.57	1027.22	1029.14	1028.20	1029.79
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	9.367E-02	1.210E-01	1.248E-01	1.312E-01	1.383E-01	1.210E-01	1.210E-01	1.363E-01	1.478E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	3.778E-05	4.786E-05	4.922E-05	5.154E-05	5.415E-05	4.786E-05	4.786E-05	5.343E-05	5.756E-05
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	9.360E-02	1.210E-01	1.247E-01	1.311E-01	1.382E-01	1.209E-01	1.209E-01	1.362E-01	1.477E-01
集合体流量(Q0R)	l/min	5.317	6.615	6.716	6.886	7.071	6.614	6.613	7.020	7.310
流量計通過流量(Q1R)	l/min	5.314	6.612	6.713	6.883	7.068	6.611	6.610	7.018	7.307
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.430	0.489	0.496	0.509	0.522	0.489	0.489	0.519	0.540
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.086	0.098	0.100	0.102	0.105	0.098	0.098	0.104	0.109
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.086	0.098	0.100	0.102	0.105	0.098	0.098	0.104	0.109
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.006	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.007	0.008	0.008
系統流量(A/Bルート平均)	m <sup>3</sup> /h	1170.3	1171.2	1172.1	1171.3	1168.55	1168.45	1170.15	1172.7	1172.1
定格流量((1538m <sup>3</sup> /h)への補正)	kg/sec	0.114	0.129	0.131	0.134	0.138	0.129	0.129	0.137	0.143

表4.1-15 集合体流量測定結果(高流量、燃料集合体 1A1における再現性確認)

項目	単位	2003/2/27 15:59	2003/2/27 18:39	2003/2/28 9:57	2003/2/28 17:05	2003/3/3 9:47	2003/3/3 16:03	2003/3/4 9:46	2003/3/4 11:45
測定位置(ADR)	—	1A1	1A1	1A1	1A1	1A1	1A1	1A1	1A1
集合体種別									
測定時温度(T)									
周辺流量比(Rq3)									
測定電圧(Qmv)									
測定電圧0調整値									
1次系循環流量(F)(A)～(F)(B)～(F)									
1次系循環流量(F)(A)～(F)(B)～(F)									
推定集合体圧損(AAA)									
流量計圧損(BBB1)									
測定時集合体圧損(BBB2)									
集合体流量(QQR)									
流量計通過流量(Q1R)									
漏洩流量(Q2R)									
集合体流量(QQT)									
流量計通過流量(Q1T)									
漏洩流量(Q2T)									
系統流量(A/B)～(平均)									
定格流量(1558m <sup>3</sup> /h)～(D)補正									

表4.1-16 各集合体流量測定結果と解析結果のまとめ（定格流量時）

列	種類	アドレス	流量(kg/s)	列	種類	アドレス	流量(kg/s)	列	種類	アドレス	流量(kg/s)			
0, 1	材料照射用 反射体	000	0.280	4	燃料集合体	4A1	8.235	5	内側反射体	5A1	0.035			
		1B1	0.255			4A2	8.326				0.035			
		1D1	0.250			4A3	8.268				0.196			
		1F1	0.250			4A4	8.402		内側反射体	6A6	0.088			
	測定結果平均		0.259			4B1	8.289			6B4	0.057			
	解析結果		0.325			4B2	8.254			6C2	0.074			
	燃料集合体	1A1	9.168			4B3	8.277			6D6	0.092			
		1C1	9.170			4B4	8.339			6F2	0.073			
		1E1	9.190			4C1	8.226		測定結果平均		0.077			
		測定結果平均				4C2	8.259		解析結果		0.196			
1	燃料集合体	測定結果平均				4C3	8.365	外側反射体	6A1		0.111			
		解析結果				4C4	8.389		測定結果平均		0.111			
		2A1	9.068			4D1	8.298		解析結果		0.168			
		2A2	9.143			4D2	8.339		7	7A1	0.120			
		2B1	9.151			4D3	8.322		7A7		0.117			
		2B2	9.128			4D4	8.288		7C2		0.117			
		2C1	9.111			4E1	8.233		7D7		0.115			
		2C2	9.102			4E2	8.319		7F2		0.112			
		2D1	9.109			4E3	8.249	測定結果平均			0.116			
		2D2	9.125			4E4	8.350	解析結果			0.168			
2	燃料集合体	2E1	9.082			4F1	8.346	外側反射体	8A1		0.123			
		2E2	9.101			4F2	8.358		8A8		0.121			
		2F1	9.084			4F3	8.352		8B5		0.122			
		2F2	9.064			4F4	8.406		8C2		0.126			
		測定結果平均				測定結果平均			8D8		0.123			
		解析結果				解析結果			8F2		0.124			
		3A1	8.586	5	燃料集合体	5A2	6.930	測定結果平均			0.123			
		3A2	8.597			5A3	7.026	解析結果			0.168			
		3B1	8.500			5A4	7.099	9	9A1		0.114			
		3B2	8.593			5A5	7.083		9A9		0.129			
		3B3	8.635			5B3	6.945		9B5		0.131			
		3C1	8.487			5B4	6.956		9B6		0.134			
		3C2	8.651			5B5	7.016		9C2		0.138			
		3D1	8.539			5C1	7.090		9D1		0.129			
		3D2	8.548			5C3	7.018		9D9		0.129			
		3E1	8.559			5C4	7.186		9F2		0.137			
		3E2	8.680			5C5	7.143	測定結果平均			0.130			
		3E3	8.619			5D2	6.907	解析結果			0.203			
		3F1	8.450			5D3	7.036	10	10B6		0.143			
		3F2	8.639			5D4	7.084		測定結果平均		0.143			
		測定結果平均				5D5	7.134		解析結果		0.203			
		解析結果				5E3	7.039							
						5E4	7.026							
						5E5	7.060							
						5F1	7.151							
						5F3	7.064							
						5F4	6.967							
						5F5	7.054							
						測定結果平均								
						解析結果								

## &lt;注記&gt;

流量測定結果は、圧損補正、流量  
75%→100%外挿を行った値である。

表 4.1-17(1/4) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

実施日：2003年3月4日

項目	制限値等	時刻	13:28	13:35	13:40	13:46	13:57	14:10	14:23	14:29	14:35	14:41
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約250°C	247.8	247.8	247.6	247.3	247.9	248.1	248.3	247.9	247.4	247.4	247.5
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		248.8	248.8	248.6	248.3	248.9	249.1	249.3	248.9	248.9	248.9	249.0
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差が 40m <sup>3</sup> /h以下であること	250	251	250	251	250	250	252	252	252	252	252
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		252	251	251	251	252	252	251	252	252	252	253
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数差が 30rpm以下であること	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		158	158	158	158	158	158	158	158	158	158	158
炉内カバーガス圧力 [kPa]		0.73	0.75	0.80	0.94	1.11	1.31	1.34	1.36	1.31	1.31	1.31
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下であること	-7.5	-7.5	-8.0	-8.0	-7.7	-7.6	-7.8	-7.7	-7.9	-7.9	-7.6
原子炉出口Na温度－1次主循環ポンプ軸受温度差 (B) [°C]		-4.1	-3.8	-4.6	-4.6	-4.2	-3.8	-3.9	-4.1	-3.7	-3.7	-3.7
1次補助系IHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下であること	243.8	243.2	242.6	243.2	242.9	243.8	243.2	243.2	242.9	242.9	243.2
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-4.0	-4.1	-2.2	-4.1	-4.1	-4.2	-4.0	-4.0	-4.0	-4.1	-4.1	-3.9
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-4.0	-4.1	-6.5	-4.4	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9	-3.9	-3.9	-3.9
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入懸上端(-810)より上であること	-472	-473	-473	-473	-473	-473	-472	-473	-473	-473	-472
主IHX (B) 液位 [cm]		-482	-481	-481	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482	-482
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-1.8	-1.8	-4.2	-2.1	-2.1	-2.0	-1.8	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7	-1.7
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm以上	-6.4	-6.4	-4.2	-6.8	-6.8	-6.7	-6.6	-6.6	-6.4	-6.4	-6.3
備考 (対象集合体)	IA1	4F2	3F2	2F2	2A2	000	4A4	5A5	6A6	7A7		

表 4.1-17(2/4) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：低流量分布測定(16.4%流量)

項目	時刻 制限値等	15:17	15:24	15:29	15:35	15:43	15:54	
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	248.1	247.6	247.8	248.0	247.6	247.6	
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.6	248.6	248.8	249.0	248.6	248.6	
1次主循環流量 (A) [m³/h]	(A)(B)流量差 が 40m³/h 以 下であること	251	251	250	250	251	251	
1次主循環流量 (B) [m³/h]		252	250	251	251	250	250	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30 rpm 以 下であること	161	161	161	161	162	162	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		158	158	158	158	158	158	
炉内ガバーガス圧力 [kPa]		1.18	1.06	1.05	1.00	0.93	0.91	
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.6	-7.9	-7.8	-7.4	-7.5	-7.8	
原子炉出口Na温度－1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-4.3	-4.2	-4.1	-4.0	-4.2	-4.5	
1次補助系IIHX出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	243.8	242.9	243.2	242.9	243.2	243.2	
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		237	237	237	237	236	237	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30～80cm	-4.1	-4.1	-4.0	-3.9	-4.0	-4.3	
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-4.0	-4.0	-4.0	-3.9	-4.0	-4.3	
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入懸上 端(-810)より上 であること	-473	-472	-473	-472	-472	-472	
主IHX (B) 液位 [cm]		-481	-482	-482	-482	-482	-482	
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-1.8	-1.8	-1.8	-1.7	-1.8	-2.2	
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-6.5	-6.7	-6.4	-6.5	-6.7	-7.0	
備 考 (対象集合体)		9F2	8F2	7F2	6F2	9D9	1A1	

表 4.1-17(3/4) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

実施日：2003年3月5日  
試験項目：低流量分布測定(16.4%流量)

項目	時刻 制限値等	9:50	10:02	10:07	10:13	10:19	10:25	10:31	10:38	10:44	10:50
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	247.8	248.3	248.4	247.8	247.8	247.8	247.9	247.6	247.9	247.9
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		248.3	249.3	248.9	248.8	248.8	248.8	248.9	248.6	248.9	249.4
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	250	251	249	250	250	250	250	250	250	249
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		252	251	248	250	251	251	250	250	250	250
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30 rpm 以 下であること	161	161	161	161	161	161	161	161	161	161
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		157	157	157	157	157	157	157	157	157	157
炉内ガバガス圧力 [kPa]		0.85	0.96	1.02	1.13	1.18	1.31	1.36	1.38	1.38	1.36
原子炉出口Na温度 - 1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C以下 であること	-7.8	-7.6	-8.1	-8.0	-7.8	-7.5	-7.4	-7.5	-7.4	-8.0
原子炉出口Na温度 - 1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-4.7	-3.6	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-4.4	-4.8	-4.7	-3.9
1次補助系 IHX 出口温度 [°C]	温度差が 40°C以下 であること	243.8	243.8	243.5	243.2	243.2	242.9	243.2	243.2	243.8	243.8
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]		237	237	237	237	237	236	236	237	237	237
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	-30~80cm	-4.0	-4.0	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.9	-4.0	-4.1	-3.9
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]		-4.1	-4.0	-3.9	-3.8	-4.0	-4.1	-4.1	-4.2	-4.1	-3.9
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入線上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-473	-474	-474	-473	-473	-473	-473
主IHX (B) 液位 [cm]		-482	-482	-483	-482	-482	-482	-482	-482	-481	-482
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-1.8	-1.8	-1.7	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3	-1.8	-1.7	-1.7
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]	-181cm 以上	-6.4	-6.4	-6.0	-6.1	-6.6	-6.4	-6.6	-6.5	-6.4	-6.4
備 考 (対象集合体)	IA1	8D8	7D7	6D6	5D5	4D4	2D2	ID1	2C2	3C2	

表 4.1-17(4/4) 炉心内流量分布測定試験時のプラント状態に関するデータ

試験項目：低流量分布測定(16.4%流量)

項目		時刻 制限値等	10:55	11:02	11:07	11:12	11:17	11:25	11:30	11:50	
原子炉出口Na温度 (A) [°C]	約 250°C	247.9	248.3	247.8	247.9	247.8	247.9	247.9	247.9	247.9	
原子炉出口Na温度 (B) [°C]		249.4	249.3	249.3	248.9	248.8	248.9	248.9	248.9	248.9	
1次主循環流量 (A) [m <sup>3</sup> /h]	(A)(B)流量差 が 40m <sup>3</sup> /h 以 下であること	249	250	248	252	250	249	249	249	252	
1次主循環流量 (B) [m <sup>3</sup> /h]		250	248	249	250	250	250	250	250	250	
1次主循環ポンプ (A) 回転数 [rpm]	(A)(B)回転数 差が 30rpm 以 下であること	162	161	161	161	161	161	161	161	161	
1次主循環ポンプ (B) 回転数 [rpm]		157	157	157	157	158	157	158	157	157	
炉内ガス圧力 [kPa]		1.34	1.25	1.26	1.28	1.31	1.26	1.24	1.24	1.22	
原子炉出口Na温度 -1次主循環ポン プ軸受温度差 (A) [°C]	15°C 以下 であること	-7.5	-7.6	-8.1	-7.7	-7.5	-7.1	-7.4	-7.4	-8.0	
原子炉出口Na温度 -1次主循環ポン プ軸受温度差 (B) [°C]		-3.6	-4.1	-3.3	-3.2	-4.1	-4.7	-4.7	-4.7	-4.1	
1次補助系IHX出口温度 [°C]	242.3	243.5	243.2	243.2	243.2	243.2	243.2	243.2	243.2	243.8	
1次補助系電磁ポンプダクト温度 [°C]	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	
1次主循環ポンプ (A) 液位 [cm]	温度差が 40°C 以下 であること	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9	-4.0	-3.8	-3.8	-3.9	-4.1	
1次主循環ポンプ (B) 液位 [cm]	-30~80cm	-3.9	-3.9	-4.0	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	-4.1	
主IHX (A) 液位 [cm]	上部流入管上 端(-810)より上 であること	-473	-473	-473	-474	-474	-473	-474	-474	-473	
主IHX (B) 液位 [cm]		-482	-482	-482	-482	-482	-481	-481	-481	-483	
オーバーフローコラム (A) 液位 [cm]	-181cm 以上	-1.7	-1.8	-1.7	-1.8	-1.8	-1.3	-1.7	-1.7	-1.7	
オーバーフローコラム (B) 液位 [cm]		-6.6	-6.4	-6.1	-6.4	-6.4	-6.4	-6.4	-6.4	-6.6	
備 考 (対象集合体)		4C2	6C2	7C2	8C2	9C2	9A9	8A8	1A1		

表4.1-18 集合体流量測定結果(低流量、材料照射用反射体)

項目	単位	2003/3/4 14:11	2003/3/5 10:39
測定位置(ADR)	—	000	1D1
集合体種別	—	材料照射用反射体	
測定時温度(T)	°C	250.6	250.4
周辺流量比(Rq3)	—	45.004	45.004
測定電圧(Qmv)	mV	0.095	0.083
測定電圧0調整値	mV	-0.001	0
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	222.92	222.93
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	224.70	222.93
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.387E-02	1.085E-02
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	8.264E-04	6.466E-04
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.304E-02	1.020E-02
集合体流量(Q0R)	l/min	3.537	3.128
流量計通過流量(Q1R)	l/min	3.429	3.033
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.253	0.224
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.053	0.046
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.051	0.045
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.004	0.003

表4.1-19 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第1列)

項目	単位	2003/3/4 13:30	2003/3/4 15:56	2003/3/5 11:52	2003/3/5 9:54
測定位置(ADR)	—	1A1	1A1	1A1	1A1
集合体種別	—	燃料集合体			
測定時温度(T)	°C	249.8	249.7	250.6	250.4
周辺流量比(Rq3)	—	1.202	1.202	1.202	1.202
測定電圧(Qmv)	mV	2.775	2.764	2.761	2.765
測定電圧0調整値	mV	-0.001	-0.001	0	0
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	222.96	223.86	224.70	222.93
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	224.75	222.97	222.92	224.71
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.162E-01	1.153E-01	1.151E-01	1.154E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	9.519E-03	9.446E-03	9.427E-03	9.454E-03
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.067E-01	1.060E-01	1.057E-01	1.060E-01
集合体流量(Q0R)	l/min	97.453	97.064	96.983	97.118
流量計通過流量(Q1R)	l/min	93.037	92.666	92.589	92.718
漏洩流量(Q2R)	l/min	6.875	6.848	6.842	6.852
集合体流量(Q0T)	kg/sec	1.449	1.443	1.441	1.443
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	1.383	1.377	1.376	1.378
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.102	0.102	0.102	0.102

表4.1-20 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第2列)

項目	単位	2003/3/4 14:00	2003/3/5 10:46	2003/3/5 10:33	2003/3/4 13:48
測定位置(ADR)	—	2A2	2C2	2D2	2F2
集合体種別	—		燃料集合体		
測定時温度(T)	℃	250.3	250.4	250.1	249.7
周辺流量比(Rq3)	—	1.359	1.359	1.359	1.359
測定電圧(Qmv)	mV	2.777	2.768	2.738	2.747
測定電圧0調整値	mV	-0.001	0	0	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	222.93	222.93	222.95	223.86
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	224.72	222.93	222.95	223.86
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.222E-01	1.214E-01	1.190E-01	1.198E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	9.652E-03	9.591E-03	9.390E-03	9.450E-03
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.125E-01	1.119E-01	1.097E-01	1.103E-01
集合体流量(Q0R)	l/min	97.378	97.065	96.005	96.310
流量計通過流量(Q1R)	l/min	93.117	92.818	91.805	92.096
漏洩流量(Q2R)	l/min	6.881	6.859	6.784	6.806
集合体流量(Q0T)	kg/sec	1.447	1.443	1.427	1.432
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	1.384	1.379	1.365	1.369
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.102	0.102	0.101	0.101

表4.1-21 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第3列)

項目	単位	2003/3/5 10:51	2003/3/4 13:42
測定位置(ADR)	—	3C2	3F2
集合体種別	—	燃料集合体	
測定時温度(T)	℃	250.3	249.6
周辺流量比(Rq3)	—	1.359	1.359
測定電圧(Qmv)	mV	2.656	2.647
測定電圧0調整値	mV	0	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	222.04	222.97
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	222.93	223.87
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.207E-01	1.199E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	8.852E-03	8.793E-03
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.118E-01	1.111E-01
集合体流量(Q0R)	l/min	92.833	92.500
流量計通過流量(Q1R)	l/min	89.062	88.742
漏洩流量(Q2R)	l/min	6.582	6.558
集合体流量(Q0T)	kg/sec	1.380	1.375
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	1.324	1.319
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.098	0.097

表4.1-22 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第4列)

項目	単位	2003/3/4 14:25	2003/3/5 10:57	2003/3/5 10:27	2003/3/4 13:37
測定位置(ADR)	—	4A4	4C2	4D4	4F2
集合体種別	—		燃料集合体		
測定時温度(T)	°C	250.3	250.1	250	249.6
周辺流量比(Rq3)	—	1.189	1.359	1.189	1.359
測定電圧(Qmv)	mV	2.598	2.539	2.564	2.58
測定電圧0調整値	mV	-0.001	0	0	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	224.72	222.05	222.95	223.87
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	223.83	222.95	223.84	223.87
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.197E-01	1.149E-01	1.169E-01	1.184E-01
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	8.369E-03	8.111E-03	8.158E-03	8.366E-03
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.114E-01	1.068E-01	1.087E-01	1.100E-01
集合体流量(Q0R)	l/min	90.586	88.597	89.394	90.013
流量計通過流量(Q1R)	l/min	87.118	85.137	85.972	86.497
漏洩流量(Q2R)	l/min	6.438	6.292	6.353	6.392
集合体流量(Q0T)	kg/sec	1.346	1.317	1.329	1.338
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	1.295	1.265	1.278	1.286
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.096	0.094	0.094	0.095

表4.1-23 集合体流量測定結果(低流量、燃料集合体 第5列)

項目	単位	2003/3/4 14:31	2003/3/5 10:21	
測定位置(ADR)	—	5A5	5D5	
集合体種別	—	燃料集合体		
測定時温度(T)	°C	250.1	249.9	
周辺流量比(Rq3)	—	1.206	1.206	
測定電圧(Qmv)	mV	2.268	2.264	
測定電圧0調整値	mV	-0.001	0	
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	224.73	222.96	
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	224.73	223.85	
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	1.112E-01	1.108E-01	
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	6.440E-03	6.418E-03	
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	1.047E-01	1.044E-01	
集合体流量(Q0R)	l/min	78.513	78.370	
流量計通過流量(Q1R)	l/min	76.059	75.921	
漏洩流量(Q2R)	l/min	5.621	5.611	
集合体流量(Q0T)	kg/sec	1.167	1.165	
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	1.131	1.129	
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.084	0.083	

表4.1-24 集合体流量測定結果(低流量、内側反射体)

項目	単位	2003/3/4 14:38	2003/3/5 11:03	2003/3/4 15:37	2003/3/5 10:15
測定位置(ADR)	—	6A6	6C2	6F2	6D6
集合体種別	—		内側反射体		
測定時温度(T)	℃	249.8	249.9	249.6	249.8
周辺流量比(Rq3)	—	30.735	30.735	30.735	30.735
測定電圧(Qmv)	mV	0.027	0.022	0.024	0.03
測定電圧0調整値	mV	-0.001	0	-0.001	0
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	224.75	222.96	222.97	222.96
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	224.75	221.17	223.87	222.96
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	4.585E-03	3.382E-03	3.813E-03	5.403E-03
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	4.635E-05	3.425E-05	3.858E-05	5.457E-05
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	4.543E-03	3.350E-03	3.777E-03	5.352E-03
集合体流量(Q0R)	l/min	1.175	1.009	1.071	1.275
流量計通過流量(Q1R)	l/min	1.169	1.004	1.066	1.269
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.086	0.074	0.079	0.094
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.017	0.015	0.016	0.019
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.017	0.015	0.016	0.019
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.001	0.001	0.001	0.001

表4.1-25 集合体流量測定結果(低流量、外側反射体)

項目	単位	2003/3/4 14:44	2003/3/5 11:08	2003/3/5 10:08	2003/3/4 15:31
測定位置(ADR)	—	7A7	7C2	7D7	7F2
集合体種別	—		外側反射体		
測定時温度(T)	℃	249.7	249.8	250	249.7
周辺流量比(Rq3)	—	1.744	1.744	1.744	1.744
測定電圧(Qmv)	mV	0.031	0.029	0.027	0.03
測定電圧0調整値	mV	-0.001	0	0	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	224.75	221.18	222.06	223.86
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	225.64	222.07	221.17	223.86
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	4.807E-02	4.335E-02	3.898E-02	4.563E-02
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	3.144E-06	2.868E-06	2.610E-06	3.002E-06
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	4.803E-02	4.332E-02	3.895E-02	4.559E-02
集合体流量(Q0R)	l/min	1.302	1.237	1.173	1.268
流量計通過流量(Q1R)	l/min	1.301	1.236	1.173	1.268
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.096	0.091	0.087	0.094
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.019	0.018	0.017	0.019
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.019	0.018	0.017	0.019
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.001	0.001	0.001	0.001

表4.1-26 集合体流量測定結果(低流量、外側反射体)

項目	単位	2003/3/5 11:32	2003/3/5 11:13	2003/3/5 10:03	2003/3/4 15:26
測定位置(ADR)	—	8A8	8C2	8D8	8F2
集合体種別	—		外側反射体		
測定時温度(T)	°C	249.8	249.8	250.2	249.9
周辺流量比(Rq3)	—	1.744	1.744	1.744	1.744
測定電圧(Qmv)	mV	0.031	0.031	0.033	0.034
測定電圧0調整値	mV	0	0	0	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	222.07	224.75	223.83	223.85
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	222.96	222.96	223.83	222.96
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	4.819E-02	4.819E-02	5.321E-02	5.604E-02
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	3.151E-06	3.151E-06	3.442E-06	3.605E-06
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	4.815E-02	4.815E-02	5.317E-02	5.600E-02
集合体流量(Q0R)	l/min	1.303	1.303	1.369	1.405
流量計通過流量(Q1R)	l/min	1.303	1.303	1.369	1.404
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.096	0.096	0.101	0.104
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.019	0.019	0.020	0.021
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.019	0.019	0.020	0.021
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.001	0.001	0.002	0.002

表4.1-27 集合体流量測定結果(低流量、遮へい集合体)

項目	単位	2003/3/5 11:26	2003/3/5 11:18	2003/3/4 15:46	2003/3/4 15:20
測定位置(ADR)	—	9A9	9C2	9D9	9F2
集合体種別	—		遮へい集合体		
測定時温度(T)	°C	249.7	249.8	249.2	249.9
周辺流量比(Rq3)	—	1.744	1.744	1.744	1.744
測定電圧(Qmv)	mV	0.036	0.036	0.039	0.039
測定電圧0調整値	mV	0	0	-0.001	-0.001
1次系循環流量(F)(Aループ)	ton/h	222.08	222.96	223.00	223.85
1次系循環流量(F)(Bループ)	ton/h	222.97	222.96	223.00	223.85
推定集合体圧損(AAA)	kg/cm <sup>2</sup>	9.294E-03	9.312E-03	1.046E-02	1.060E-02
流量計圧損(BBB1)	kg/cm <sup>2</sup>	3.904E-06	3.912E-06	4.359E-06	4.412E-06
測定時集合体圧損(BBB2)	kg/cm <sup>2</sup>	9.287E-03	9.305E-03	1.045E-02	1.059E-02
集合体流量(Q0R)	l/min	1.469	1.470	1.561	1.572
流量計通過流量(Q1R)	l/min	1.468	1.470	1.560	1.571
漏洩流量(Q2R)	l/min	0.108	0.109	0.115	0.116
集合体流量(Q0T)	kg/sec	0.022	0.022	0.023	0.023
流量計通過流量(Q1T)	kg/sec	0.022	0.022	0.023	0.023
漏洩流量(Q2T)	kg/sec	0.002	0.002	0.002	0.002

表4.1-28 各集合体流量測定結果と解析結果のまとめ（16.4%流量時）

列	種類	アドレス	流量(kg/s)	列	種類	アドレス	流量(kg/s)
0, 1	材料照射用 反射体	000	0.053	6	内側反射体	6A6	0.017
		1D1	0.046			6C2	0.015
	測定結果平均		0.050			6D6	0.019
1	燃料集合体	1A1	1.443			6F2	0.016
	測定結果平均		1.443	測定結果平均			0.017
2	燃料集合体	2A2	1.447	7	外側反射体	7A7	0.019
		2C2	1.443			7C2	0.018
		2D2	1.427			7D7	0.017
		2F2	1.432			7F2	0.019
	測定結果平均		1.437	測定結果平均			0.019
3	燃料集合体	3C2	1.380	8	外側反射体	8A8	0.019
		3F2	1.375			8C2	0.019
	測定結果平均		1.377			8D8	0.020
4	燃料集合体	4A4	1.346			8F2	0.021
		4C2	1.317			測定結果平均	0.020
		4D4	1.329		9	遮へい集合体	9A9
		4F2	1.338			9C2	0.022
	測定結果平均		1.333			9D9	0.023
5	燃料集合体	5A5	1.167			9F2	0.023
		5D5	1.165	測定結果平均			0.023
	測定結果平均		1.166				

表4.1-29 炉内流路構成要素圧力損失係数

流路要素		圧力損失係数 <sup>*1)</sup>	圧力損失係数の定義			
			定義場所	等価直径 (mm)	流路面積 (mm <sup>2</sup> )	
内側炉心	第0,1列	$\zeta = 1.303 \cdot Re^{-0.001518}$	エントランスノズル内径	34.0	907.9	
	第2列	$\zeta = 1.747 \cdot Re^{-0.0201}$	"	"	"	
	第3列	$\zeta = 2.410 \cdot Re^{-0.01470}$	"	"	"	
外側炉心	第3列	$\zeta = 2.410 \cdot Re^{-0.01470}$	"	"	"	
	第4列	$\zeta = 2.921 \cdot Re^{-0.006033}$	"	"	"	
	第5列	$\zeta = 5.012 \cdot Re^{-0.004421}$	"	"	"	
炉心集合体部		$\zeta = 147.1 \cdot Re^{-0.2057}$	燃料束部	2.48	1755.0	
反射体	内側	$\zeta = 1.853 \cdot Re^{-0.01025}$	オリフィス径	5.8	26.42	
	外側A	オリフィス部	$\zeta = 2.615 \cdot Re^{-0.04844}$	"	5.6	
	内部流配		$\zeta = 0.0881 \cdot Re^{0.01534}$	"	3.9	
遮へい集合体(B <sub>4</sub> C)		$\zeta = *2)$	"	27.0	572.56	
制御棒 <sup>*3)</sup>	内側	$\zeta = 27.98 \cdot Re^{-0.11}$	"	34.2	919.3	
	外側	$\zeta = 27.98 \cdot Re^{-0.11}$	"	"	"	
炉内貯蔵ラック		$\zeta = 41.08 \cdot Re^{-0.2}$	オリフィス径	10.0	78.54	
炉内貯蔵ラック周辺のガス抜孔		$\zeta = 1.005$	ガス抜き孔径	5.0	19.64	
炉容器側壁バルクへの漏えい		$\zeta = 2.301 \cdot 10^4 \cdot Re^{-1.0}$	フランジ面ギャップ	0.1	346.7	
炉心構造物取付部ガス抜孔		$\zeta = 1.005$	ガス抜き孔径	5.0	19.64	
補助冷却系への逆流		$\zeta = 713.6$	配管内径	81.1	5166.0	
炉心構造物底板ガス抜孔		$\zeta = 1.005$	ガス抜き孔径	5.0	19.64	
高圧プレナム入口		$\zeta = 2.105$	入口部	90.0	$1.91 \cdot 10^5$	
上部嵌合部	内側炉心	$\zeta = 76.44$	エントランスノズル上部嵌合部	0.5	35.30	
	外側炉心	$\zeta = 76.44$	"	"	"	
	反射体	内側	$\zeta = 76.44$	"	"	
		外側A	$\zeta = 68.52$	"	33.42	
	遮へい集合体(B <sub>4</sub> C)		$\zeta = 68.52$	"	"	
	制御棒	内側	$\zeta = 76.44$	"	35.30	
		外側	$\zeta = 76.44$	"	"	
下部嵌合部	内側炉心	第0,1列	$\zeta = 21.65 \cdot Re^{-0.2824}$	エントランスノズル下部嵌合部	0.2	13.82
		第2列	$\zeta = 12.33 \cdot Re^{-0.2145}$	"	"	"
		第3列	$\zeta = 24.33 \cdot Re^{-0.2990}$	"	"	"
	外側炉心	第3列	$\zeta = 24.33 \cdot Re^{-0.2990}$	"	"	"
		第4列	$\zeta = 59.65 \cdot Re^{-0.3778}$	"	"	"
		第5列	$\zeta = 2.650 \cdot 10^4 \cdot Re^{-1.029}$	"	"	"
	内側反射体		$\zeta = 8.201 \cdot Re^{-0.18}$	"	0.2	13.82
	遮へい集合体(B <sub>4</sub> C)		$\zeta = 0.4315 \cdot Re^{-0.01}$	"	"	13.03
	遮へい集合体スリット付		$\zeta = 6.606 \cdot Re^{-0.017}$	"	9.0	600.8
	制御棒	内側	$\zeta = 1.209 \cdot Re^{-0.007}$	"	0.3	20.71
		外側	$\zeta = 1.209 \cdot Re^{-0.007}$	"	"	"
集合体部	特殊燃料集合体	B型	$\zeta = 3.305$	エントランスノズル内径	20.0	314.2
		C型	$\zeta = 1.021$	"	"	"
	材料照射用反射体SVIR		$\zeta = 84.21 *4)$	"	"	"
	上部嵌合部	B型	$\zeta = 76.44$	エントランスノズル上部嵌合部	0.5	35.30
		C型	$\zeta = 76.44$	"	"	"
		材料照射用反射体SVIR	$\zeta = 76.44$	"	"	"
下部嵌合部	特殊燃料集合体	B型	$\zeta = 23.81 \cdot Re^{-0.299}$	エントランスノズル下部嵌合部	0.2	13.82
		C型	$\zeta = 23.81 \cdot Re^{-0.299}$	"	"	"
	材料照射用反射体SVIR		$\zeta = 23.81 \cdot Re^{-0.299}$	"	"	"

\*1)  $\Delta P = \zeta \cdot (v^2/2g) \cdot \gamma$  ( $\Delta P : \text{kg}/\text{m}^2$ ,  $v : \text{m/sec}$ ,  $\gamma : \text{kg}/\text{m}^3$ ,  $g : \text{m/sec}^2$ )

\*2) オリフィス部圧損係数 (711.77)、バンドル部 (727.18\*Re<sup>-0.50369</sup>)

\*3) MK-II仕様

\*4) MAGIによる34サイクル記録計算結果より算出

表 4.1-30 定格流量時の燃料集合体流量測定結果と解析結果の比較

位置	必要流量	測定結果 [kg/s]		解析結果 [kg/s]	C/E (計算値/解析値)
		75%流量 (実測値)	定格流量 (外挿値)		
燃料集合体 (1列)	7.87	6.98	9.18	9.46	1.03
燃料集合体 (2列)	7.71	6.93	9.11	9.42	1.03
燃料集合体 (3列)	7.92	6.53	8.58	8.90	1.04
燃料集合体 (4列)	7.28	6.32	8.31	8.42	1.01
燃料集合体 (5列)	6.47	5.36	7.05	7.40	1.05

## 4. 2 系統圧損測定 (SKS-402)

### 4.2.1 試験目的

1次主循環ポンプには、静圧軸受の機能確保の観点から、流量とポンプ揚程（すなわち系統圧損）との関係において運転制限（圧損下限）が設けられている。そこで、MK-III炉心構成のための燃料交換が終了し原子炉の運転を開始する前に、系統圧損を測定し、1次主循環ポンプの運転条件を満足していることを確認する。

### 4.2.2 試験方法

1次主循環ポンプの昇速及び降速の各流量ステップにて、ポンプ回転数、流量、原子炉入口温度等を測定し、ポンプのQ-H曲線を用いて揚程を求め、その揚程を系統圧損とする。

各流量段階において測定した系統圧損が、1次主循環ポンプ軸受の健全性確保上の運転制限値より大きいことを確認する。

なお、流量制御モードは、ポンプ回転数一定制御となるマニュアルモード（以下、Mモード）と、流量一定制御となるカスケードモード（以下、Cモード）にて測定を実施する。

#### ① Mモードでの測定

[昇速側] 約  $170\text{m}^3/\text{h}$  → 20% → 30% → 40% → 50% → 60% → 70%  
→ 75% → 90% → 98.7% → 100% (約  $1,538\text{m}^3/\text{h}$ )

[降速側] 100% (約  $1,538\text{m}^3/\text{h}$ ) → 90% → 75% → 70% → 60% → 50%  
→ 40% → 30% → 20% → 約  $170\text{m}^3/\text{h}$

#### ② Cモードでの測定

[昇速側] 約  $252\text{m}^3/\text{h}$  → 20% → 30% → 40% → 50% → 60% → 70%  
→ 75% → 90% → 98.7% → 100% ( $1,538\text{m}^3/\text{h}$ )

注) 上記の%表示の値は定格流量( $1,538\text{m}^3/\text{h}$ )に対する割合

### 4.2.3 試験結果

試験の結果を図4.2-1～図4.2-6に、試験時の測定データを表4.2-1～表4.2-3に示す。また、系統圧損測定結果と運転制限値をまとめて表4.2-4に示す。

Mモードで測定した MK・III性能試験炉心の圧力損失を含む1次主冷却系統全体の圧力損失は、MK-IIIの定格流量(1,538m<sup>3</sup>/h)においてAループが約54.4mNa、Bループが約49.6mNaで、定格流量での運転制限値；40.6mNaを十分上回る結果であった。また、Cモードでの測定においても、同様の結果が得られた。

各図に示すとおり、系統圧損は定格流量までの全ての流量範囲において、運転制限値を満足している（運転制限値以上である）。

#### 4.2.4 評価

MK-II炉心（第31サイクル）、移行炉心（第35サークル及びSKS（その1））及びMK-III炉心（性能試験炉心）の系統圧損と炉心圧損の比較を表4.2-5に示す。

MK-III性能試験炉心の系統圧損は、1次主循環流量約1,538m<sup>3</sup>/h、系統温度約250°CにおいてA、Bループ平均で約51.9mNa（約0.47MPa）であった。MK-IIの定格流量1,260m<sup>3</sup>/hの条件においては平均で35.9mNa（約0.32MPa）で、MK-II第31サイクル、第35サイクルの値より6～23%程度小さく、MK-III性能試験炉心及び交換した主中間熱交換器の1次側の圧損は、MK-IIの時より小さくなっていることが分かる。

1次主循環ポンプの運転制限値は流量の増加に伴い2次曲線的に増加するが、MK-IIより定格運転点の流量が大きく系統圧損が小さいMK-III性能試験炉心においては、1次主循環ポンプの運転制限値に対する余裕がMK-II炉心の場合より減少している。

#### 4.2.5 考察

MK-III性能試験炉心の1次主冷却系全体の圧力損失は、前述のとおり、A、Bループ平均で約51.9mNaであり、炉心圧損は0.36MPaであった。これに対して、GENERALコードによる炉心圧損計算結果（図4.1-8参照）は約0.37MPaであった。前項4.1.5(3)に示すとおり、1次主循環流量測定値は過大評価の傾向にある。炉心圧損の実測と解析との比較に基づいて考察すると、下記のとおり流量計測誤差はA、Bループ平均で約1.4%程度と考えられる。

$$(0.36 \div 0.37)^{0.5} = 0.986$$

$$(1 - 0.986) \times 100 = 1.36 [\%]$$

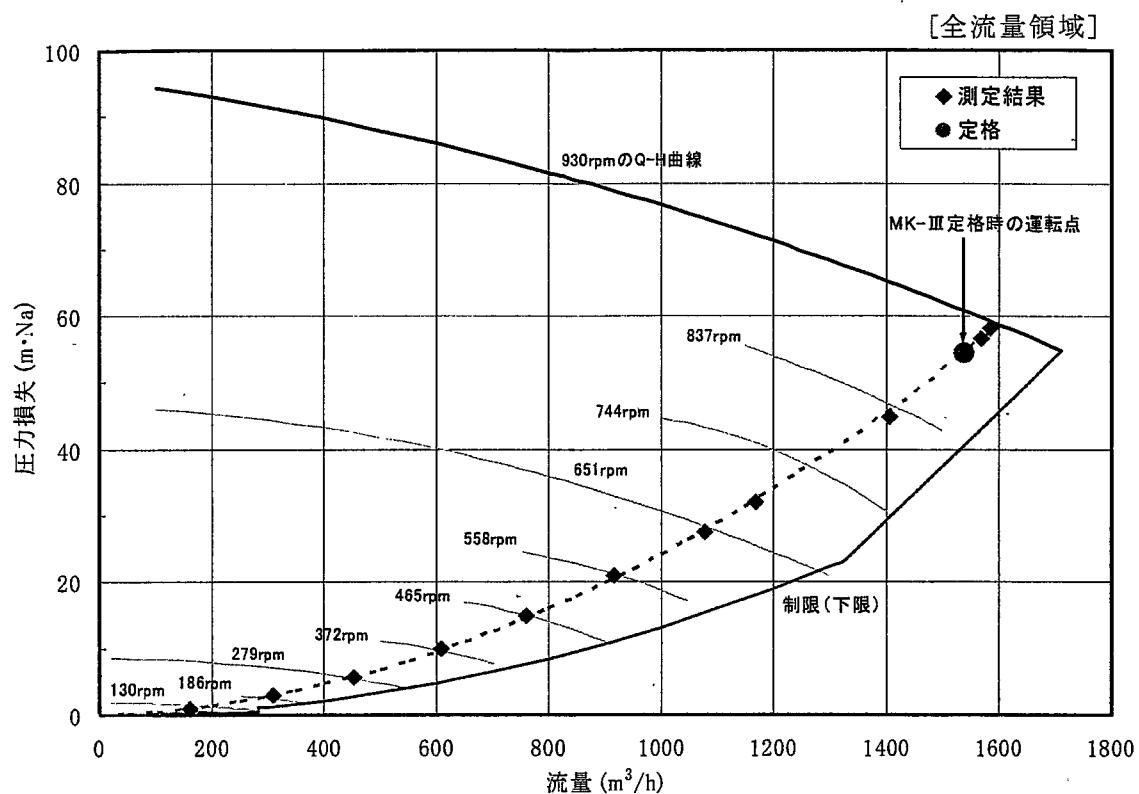


図 4.2-1(1/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Mモード、昇速時）

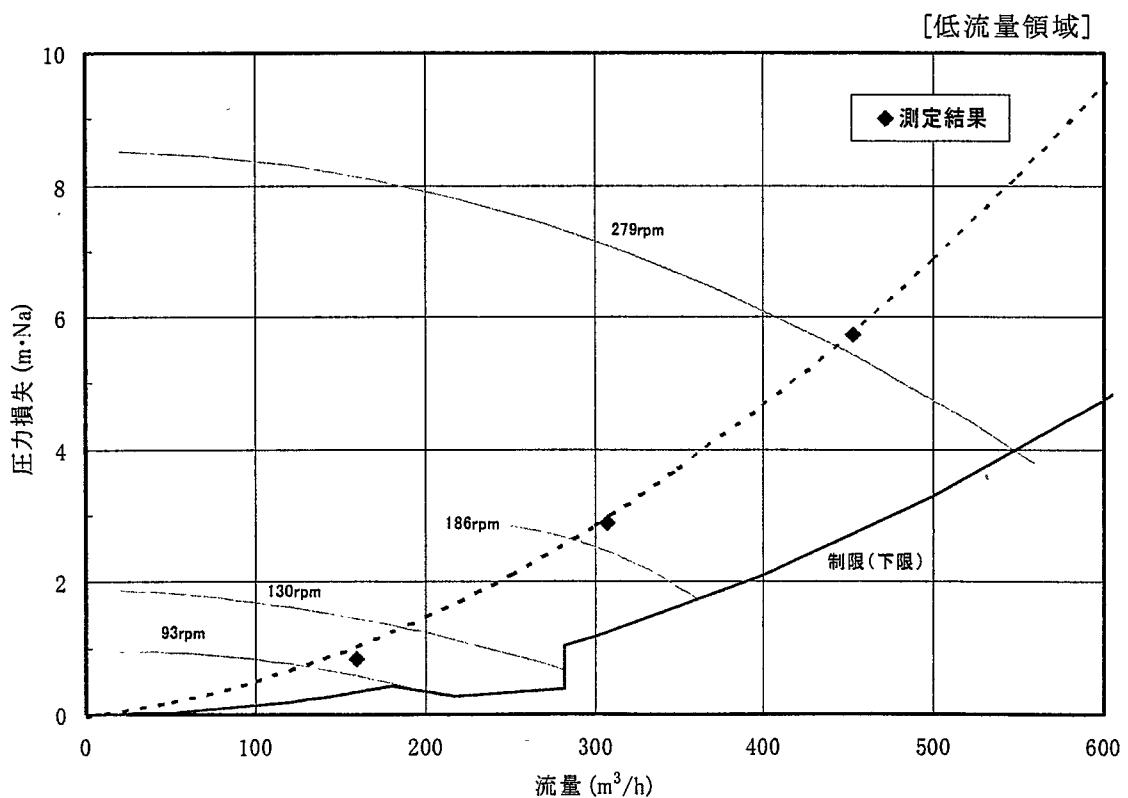


図 4.2-1(2/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Mモード、昇速時）

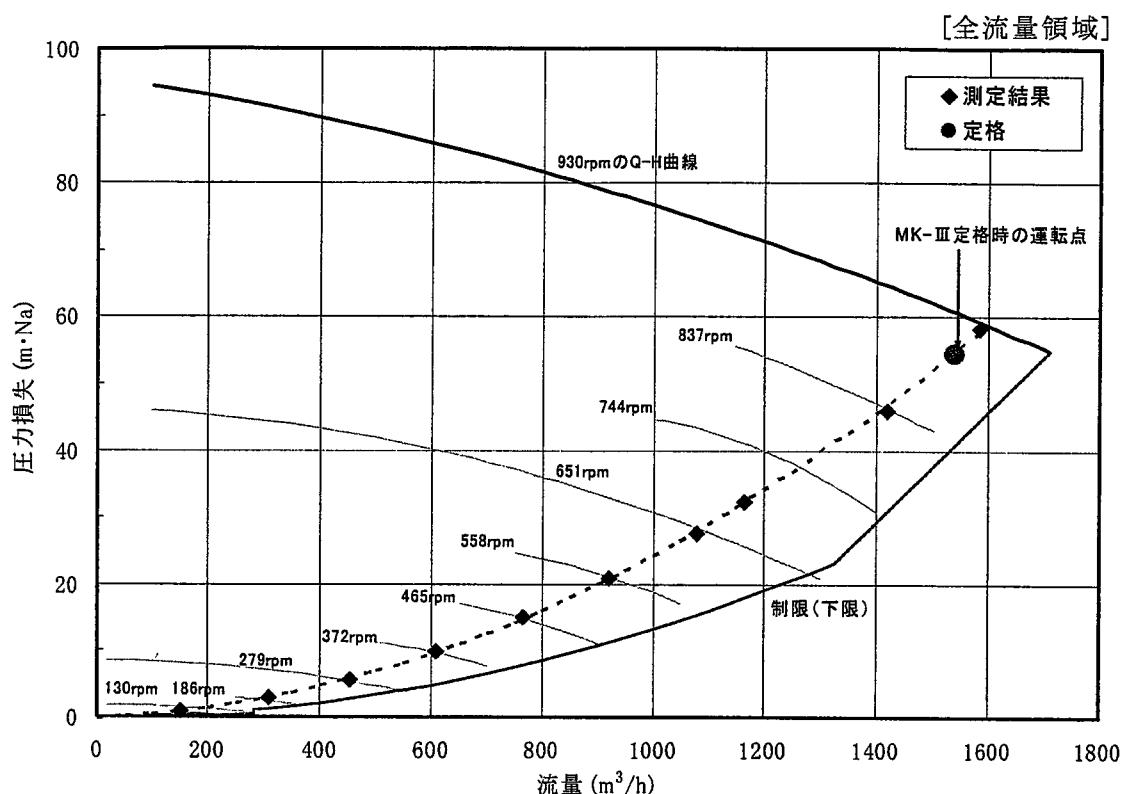


図 4.2-2(1/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ B、M モード、昇速時）

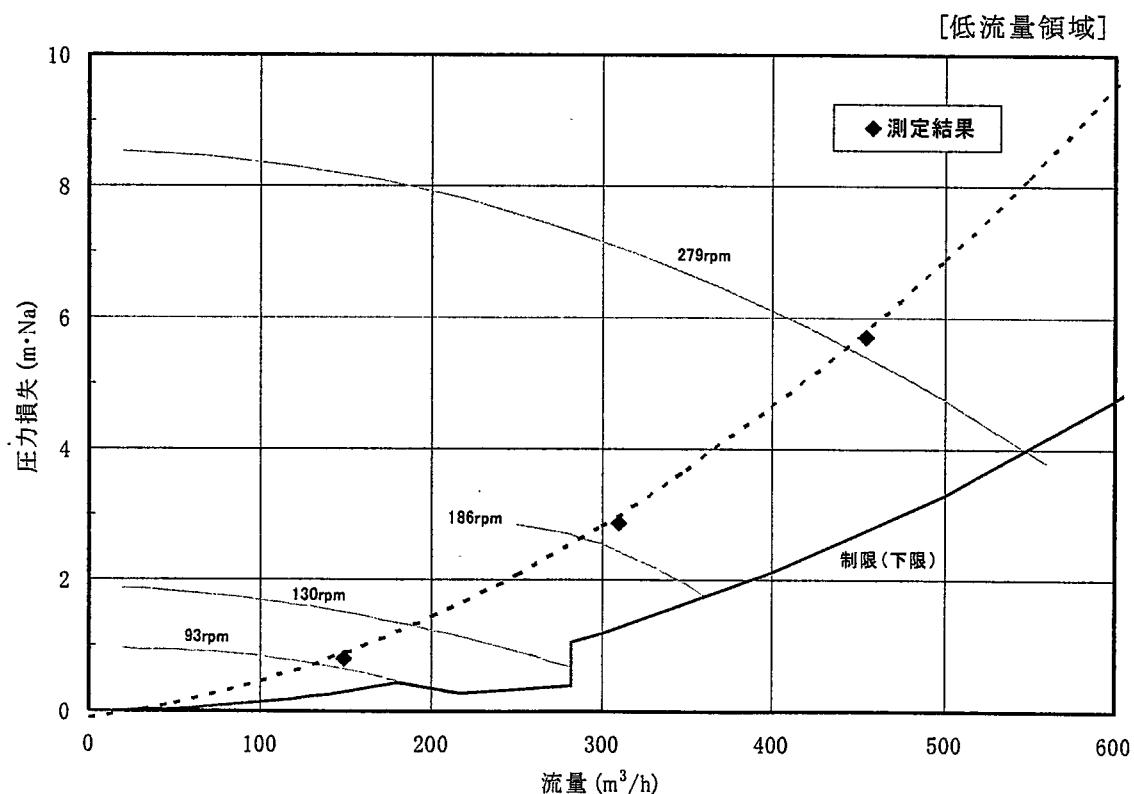


図 4.2-2(2/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ B、M モード、昇速時）

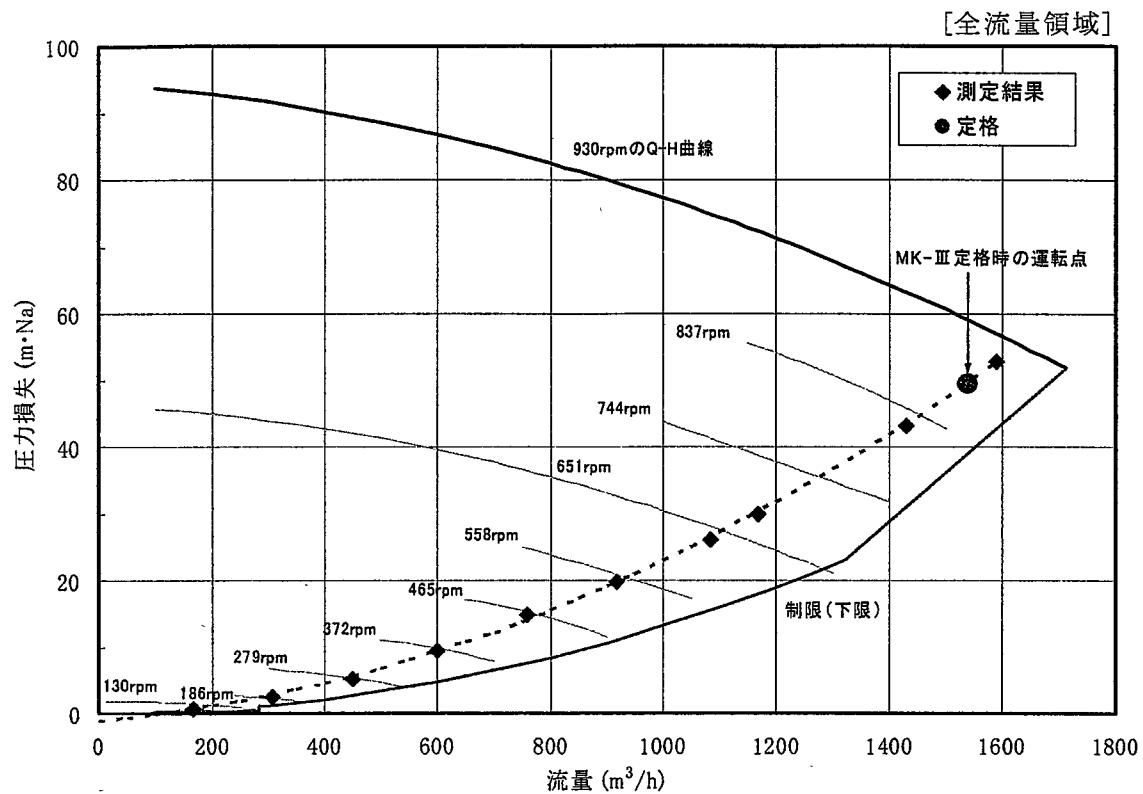


図 4.2-3(1/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Mモード、降速時）

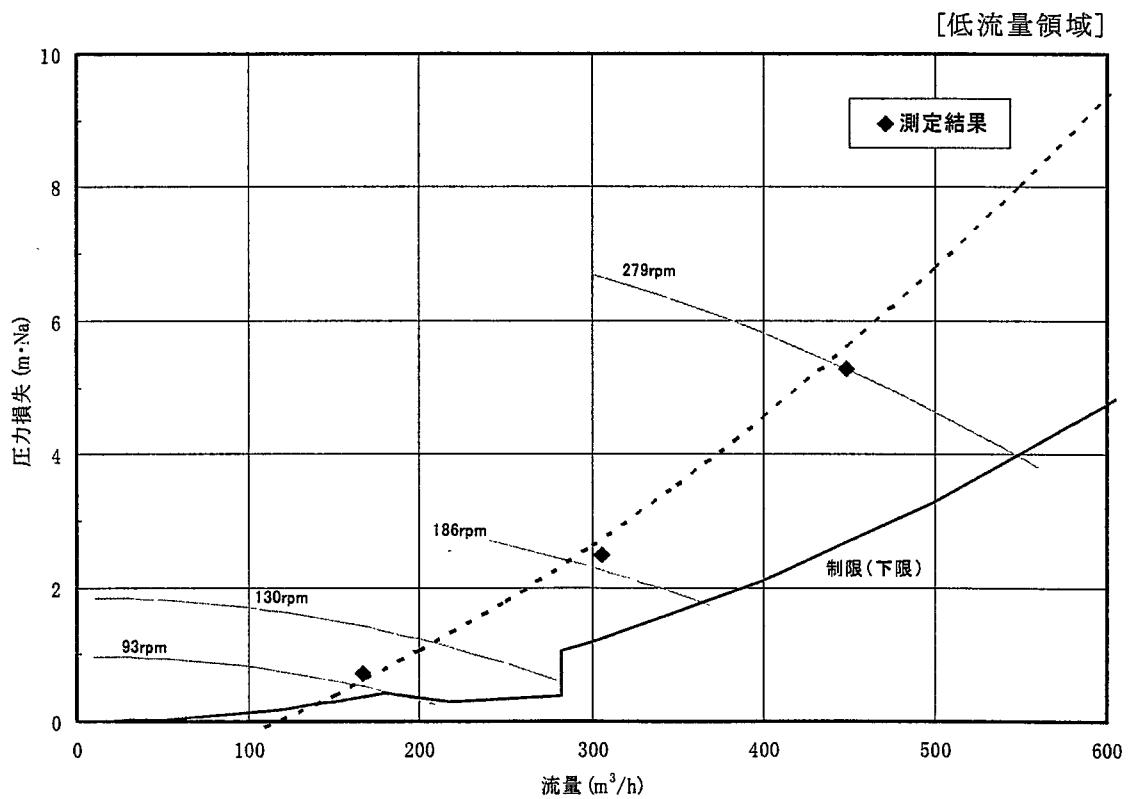


図 4.2-3(2/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプA、Mモード、降速時）

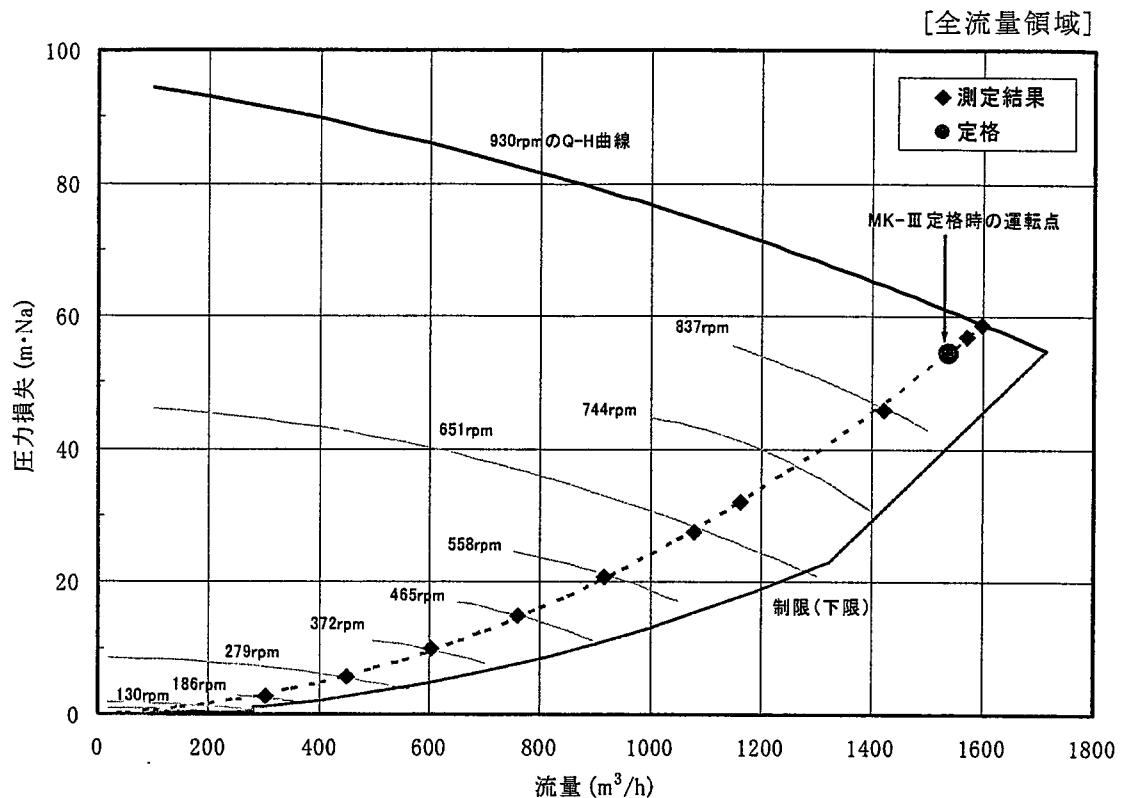


図 4.2.4(1/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ B、M モード、降速時）

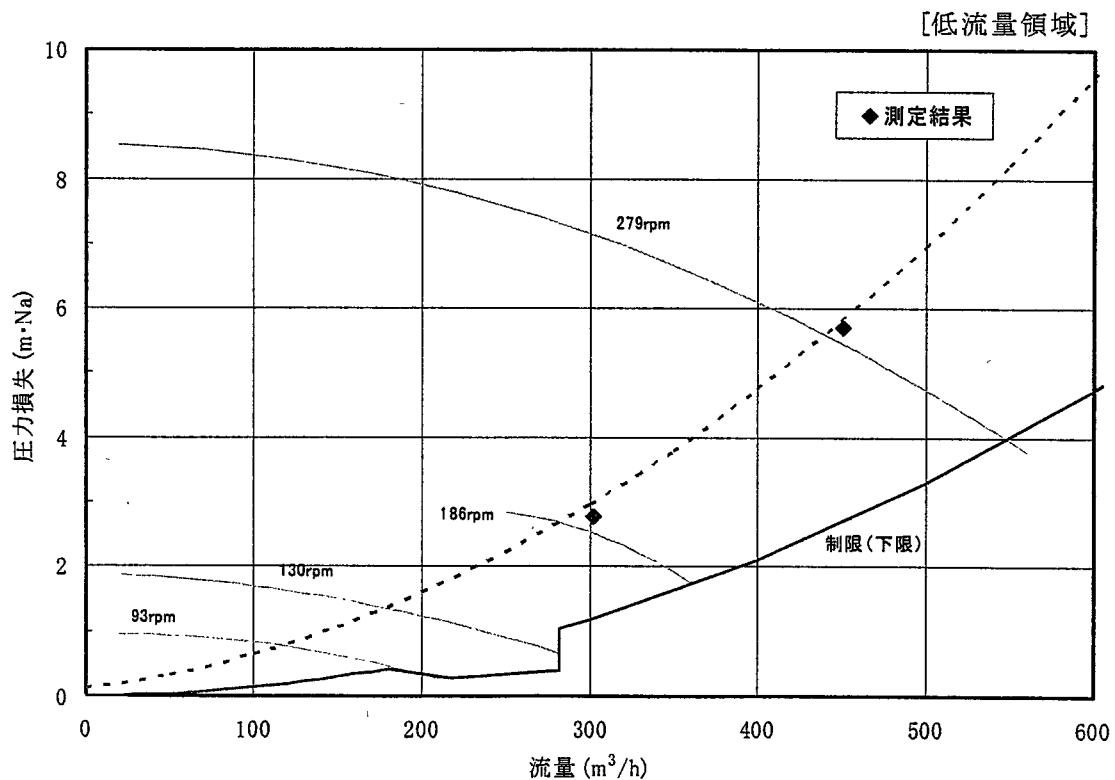


図 4.2.4(2/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ B、M モード、降速時）

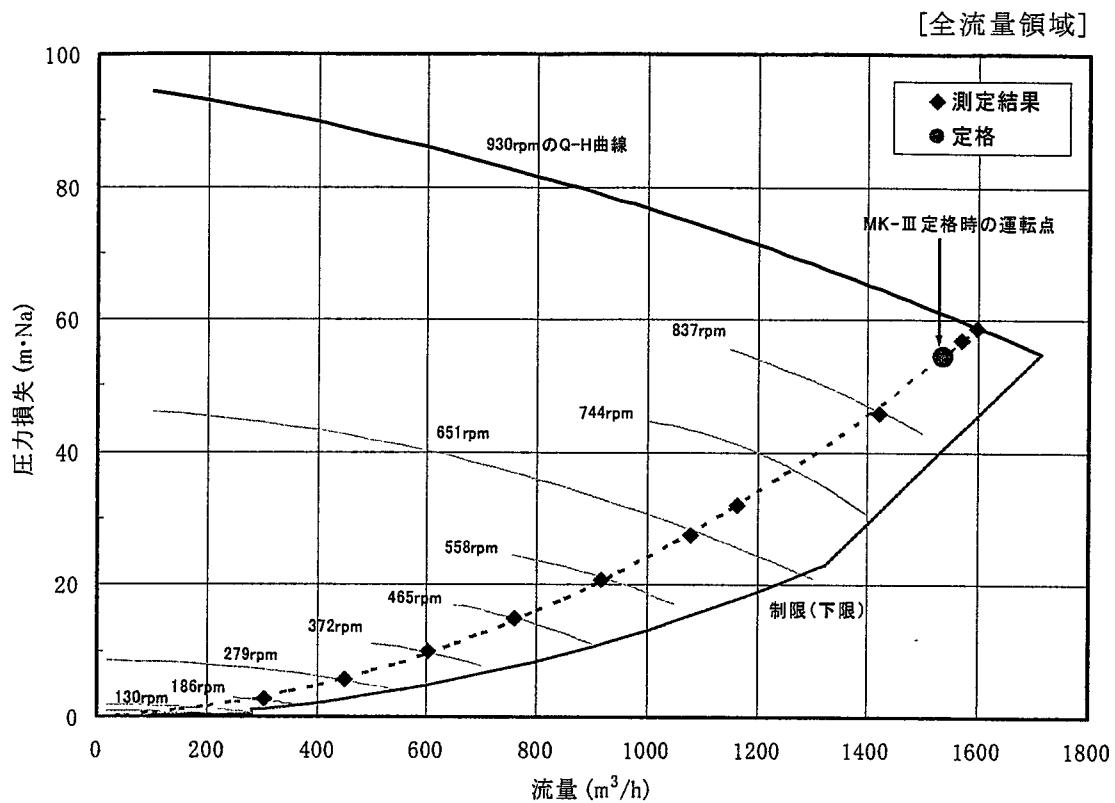


図 4.2-5(1/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ A、C モード、昇速時）

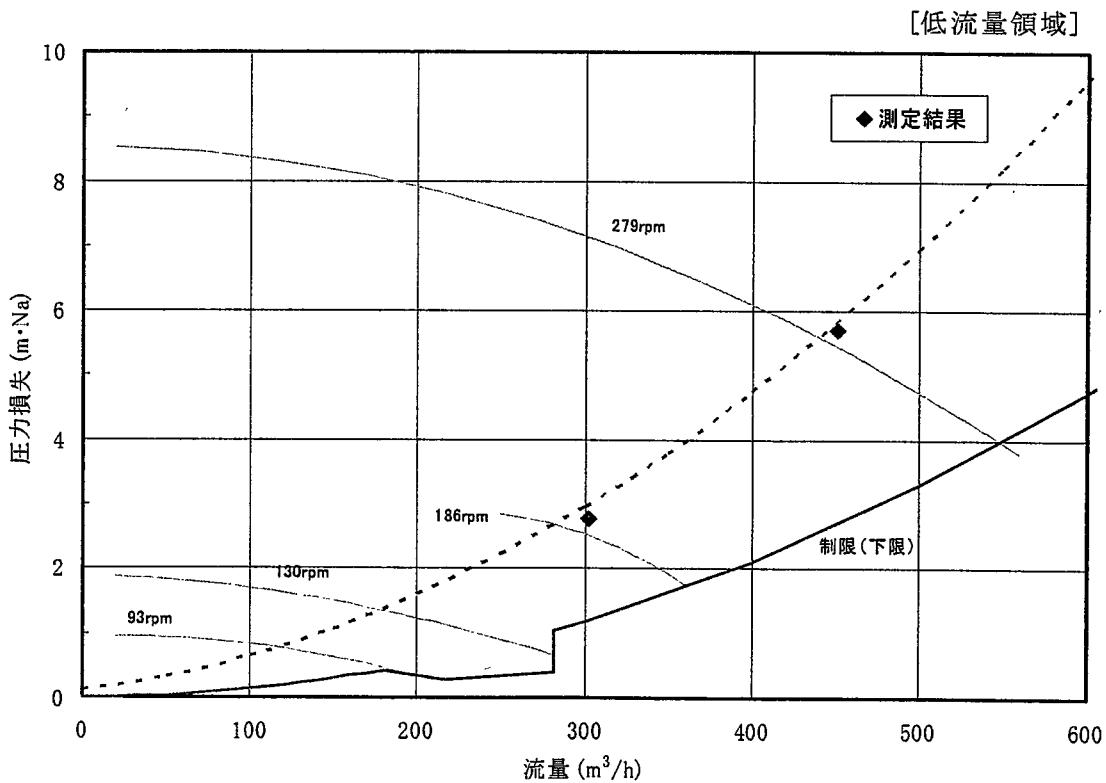


図 4.2-5(2/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ A、C モード、昇速時）

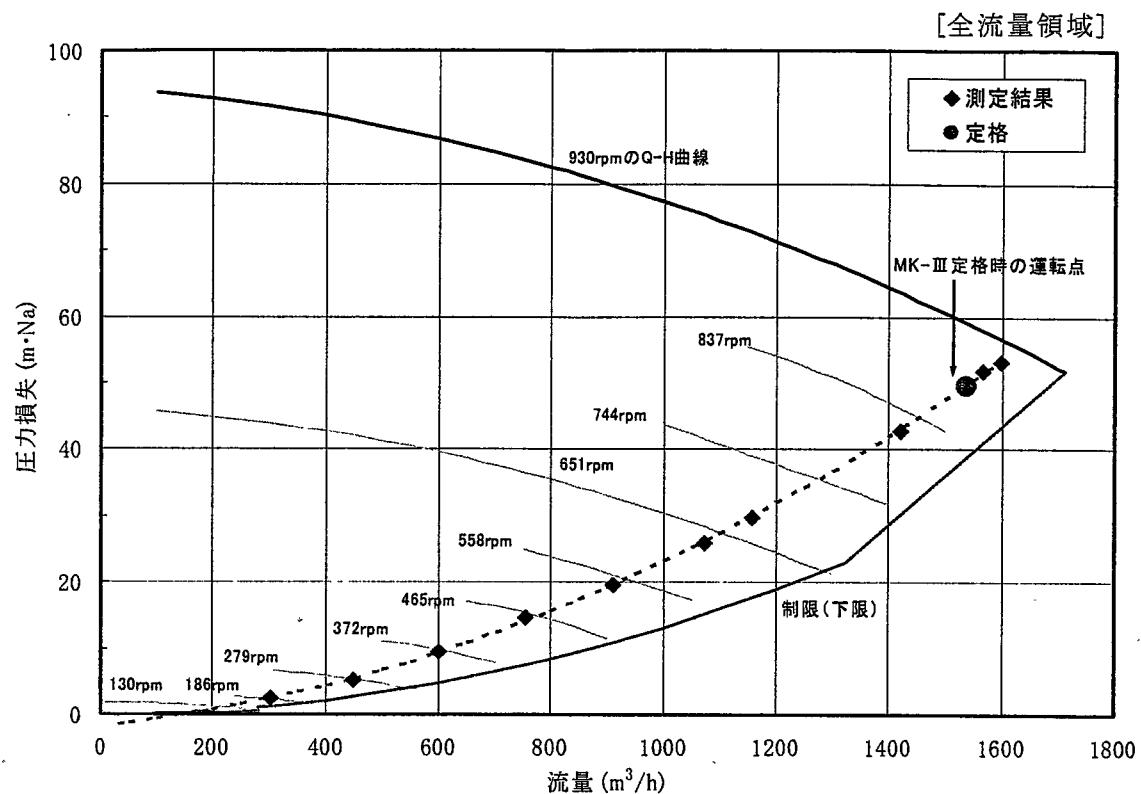


図 4.2-6(1/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ B、C モード、昇速時）

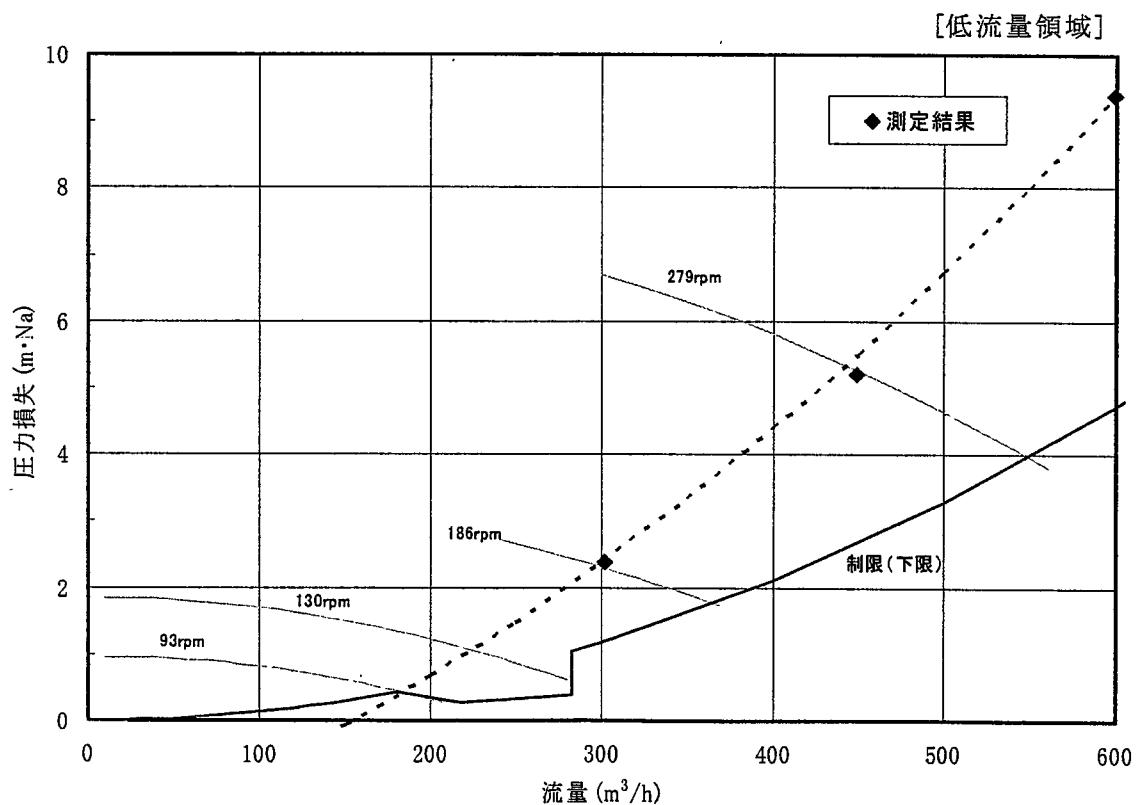


図 4.2-6(2/2) 1 次主冷却系系統圧損測定結果（ポンプ B、C モード、昇速時）

測定日: 2003/1/28  
流量制御モード: Mモード(昇速)

表4.2-1 統計測定データ(Mモード、昇速)

項目	計器番号	単位	設定流量								100%	
			10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	75%		
1次主循環流量 (A)	熱出力測定システム	m <sup>3</sup> /h	160.1	307.6	452.2	606.4	758.1	915.2	1077.3	1167.8	1406.8	1569.4
主ポンプ回転数* (A)	光学式回転計	rpm	105.0	196.0	284.0	375.0	464.0	555.4	644.0	692.0	826.0	915.0
系統圧損(揚程) (A)	Q+H曲線より算出	mNa	0.84	2.88	5.74	9.93	14.87	20.91	27.48	31.95	44.98	56.63
1次主循環流量 (B)	熱出力測定システム	m <sup>3</sup> /h	160.3	305.3	448.1	601.3	753.9	918.0	1080.6	1156.9	1416.9	1572.3
主ポンプ回転数* (B)	光学式回転計	rpm	102.0	192.0	279.0	369.0	456.6	547.0	635.0	678.8	814.6	899.0
系統圧損(揚程) (B)	Q+H曲線より算出	mNa	0.75	2.49	5.28	9.51	14.52	19.73	26.01	29.73	42.30	51.61
1次主循環流量 (A)	FR31.1-1A	m <sup>3</sup> /h	153	312	464	620	768	918	1072	1157	1356	1507
1次主循環流量 (B)	FR31.1-1B	m <sup>3</sup> /h	150	309	459	615	757	924	1092	1143	1382	1519
原子炉入口温度 (A)	TR31.1-8A	℃	250	250	250	250	250	250	250	250	250	255
原子炉入口温度 (B)	TR31.1-8B	℃	250	250	250	250	250	250	250	250	250	255
原子炉出口温度 (A)	TR31.1-5A	℃	250	250	250	250	250	250	250	250	250	255
原子炉出口温度 (B)	TR31.1-5B	℃	250	250	250	250	250	250	250	250	250	255
主ポンプ出口圧力 (A)	P131.1-1A	MPa	0.06	0.08	0.10	0.13	0.18	0.23	0.29	0.32	0.43	0.52
主ポンプ出口圧力 (B)	P131.1-1B	MPa	0.05	0.06	0.09	0.12	0.16	0.22	0.28	0.32	0.43	0.52
主ポンプ出ロ流量 (A)	FIS31.1-5A	l/min	25	45	65	90	112	135	155	168	200	225
サイフォンブレーキ流量 (A)	FIS31.1-5B	l/min	25	45	65	90	112	135	158	170	200	225
サイフォンブレーキ流量 (B)	FIS31.1-5B	l/min	-2	-4	-6	-8	-11	-13	-16	-17	-20	-22
1次補助系流量	FR32.1-1	m <sup>3</sup> /h	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
補助HX入口温度	TR32.1-1	℃	250	250	252	250	250	250	250	250	250	250
補助HX出口温度	TR32.1-1	℃	240	245	245	250	250	250	250	250	250	250
オーバフロー汲上流量	FR33-1	m <sup>3</sup> /h	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
オーバーフロータンクNa <sup>+</sup> 濃度	TR33-1	℃	250	240	240	238	238	240	240	240	240	240
主モータ電圧 (A)	#101-7N	kV	3.25	3.25	3.20	3.22	3.25	3.20	3.20	3.17	3.15	3.18
主モータ電圧 (B)	#111-7N	kV	3.25	3.25	3.22	3.23	3.25	3.20	3.21	3.18	3.17	3.20
主モータ電流 (A)	#101-7N	A	35.5	36.5	38.0	41.5	46.5	51.5	56.0	66.5	79.0	79.5
主モータ電流 (B)	#111-7N	A	35.0	36.0	37.0	40.0	45.0	50.5	54.5	67.0	78.5	79.0

\*: 主ポンプ回転数は、約30秒間隔で5回測定した結果の平均値。

測定日: 2003/1/28  
流量制御モード: Mモード(降速)

表4.2-2 系統圧損測定データ(Mモード、降速)

項目	計器番号	設定流量 単位	設定流量									
			100%	90%	75%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	
1次主循環流量 (A)	熱出力測定システム	m <sup>3</sup> /h	1584.0	1417.1	1165.7	1078.0	920.9	764.6	608.6	454.5	309.7	149.5
主ポンプ回転数* (A)	光学式回転計	rpm	925.2	834.0	693.0	645.0	557.0	468.0	376.0	284.0	196.0	101.0
系統圧損(揚程) (A)	Q-H曲線より算出	mNa	58.29	45.88	32.19	27.60	20.95	15.12	9.97	5.71	2.86	0.80
1次主循環流量 (B)	熱出力測定システム	m <sup>3</sup> /h	1588.3	1429.6	1168.7	1083.0	916.7	759.7	600.9	448.8	305.8	166.5
主ポンプ回転数* (B)	光学式回転計	rpm	909.0	822.0	683.0	635.6	548.0	460.6	369.0	279.0	192.0	102.2
系統圧損(揚程) (B)	Q-H曲線より算出	mNa	52.90	43.10	29.97	26.01	19.87	14.80	9.52	5.27	2.48	0.72
1次主循環流量 (A)	FR31.1-1A	m <sup>3</sup> /h	1539	1390	1184	1071	921	778	620	466	314	145
1次主循環流量 (B)	FR31.1-1B	m <sup>3</sup> /h	1536	1389	1156	1086	922	772	613	461	307	152
原子炉入口温度 (A)	TR31.1-8A	℃	255	260	260	260	255	255	255	250	250	250
原子炉入口温度 (B)	TR31.1-8B	℃	255	255	255	255	255	255	255	250	250	250
原子炉出口温度 (A)	TR31.1-5A	℃	255	260	260	260	255	255	255	250	250	250
原子炉出口温度 (B)	TR31.1-5B	℃	255	260	260	260	260	260	255	250	250	250
主ポンプ出口圧力 (A)	P131.1-1A	MPa	0.52	0.45	0.32	0.29	0.23	0.18	0.13	0.10	0.08	0.06
主ポンプ出口圧力 (B)	P131.1-1B	MPa	0.52	0.45	0.32	0.29	0.23	0.18	0.13	0.10	0.07	0.05
サифォンブレーキ流量 (A)	F131.1-5A	l/min	235	205	170	160	135	115	90	65	45	25
サифォンブレーキ流量 (B)	F131.1-5B	l/min	235	205	170	160	135	115	90	68	45	25
1次補助系流量	FR32.1-1	m <sup>3</sup> /h	-22	-20	-16	-15	-13	-11	-8	-6	-4	-2
補助HX入口温度	TR32.1-1	℃	250	255	255	255	255	255	255	255	255	250
補助HX出口温度	TR32.1-1	℃	250	255	255	255	255	250	250	250	250	245
オーバーフロー汲上流量	FR33-1	m <sup>3</sup> /h	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
オーバーフロータンクNa温度	TR33-1	℃	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
主モータ電圧 (A)	#101-7N	kV	3.18	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.22	3.25	3.24
主モータ電圧 (B)	#111-7N	kV	3.20	3.21	3.20	3.20	3.20	3.20	3.22	3.23	3.25	3.24
主モータ電流 (A)	#101-7N	A	79.5	69.0	55.5	51.5	46.0	41.5	38.0	36.0	35.5	35.0
主モータ電流 (B)	#111-7N	A	79.0	67.0	54.5	51.0	44.5	40.0	37.5	36.0	35.0	34.5

\*: 主ポンプ回転数は、約30秒間隔で5回測定した結果の平均値。

測定日: 2003/2/6  
流量制御モード: Cモード(昇速)  
表4.2-3 系統圧損測定データ(Cモード、昇速)

項目	計器番号	単位	設定流量 [M <sup>3</sup> /h]	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	75%	90%	98.7%	100%
1次主循環流量 (A)	熱出力測定システム	m <sup>3</sup> /h	134.0	302.4	450.8	602.6	760.3	917.0	1078.9	1163.6	1419.6	1568.6	1595.5	
主ポンプ回転数* (A)	光学式回転計	rpm	98.0	192.4	283.0	373.6	465.8	554.6	645.0	691.8	834.0	915.6	928.6	
系統圧損(揚程) (A)	Q-H曲線より算出	mNa		2.78	5.70	9.88	15.00	20.77	27.57	32.06	45.78	56.78	58.63	
1次主循環流量 (B)	熱出力測定システム	m <sup>3</sup> /h	149.0	302.0	448.0	598.7	754.6	911.2	1073.1	1158.5	1420.4	1567.6	1597.3	
主ポンプ回転数* (B)	光学式回転計	rpm	100.0	188.6	278.0	367.0	457.8	545.0	633.0	679.2	818.4	898.6	911.8	
系統圧損(揚程) (B)	Q-H曲線より算出	mNa		2.38	5.21	9.39	14.63	19.69	25.96	29.74	51.73	53.07		
1次主循環流量 (A)	FR31.1-1A	m <sup>3</sup> /h		303	458	609	770	921	1075	1155	1380	1504	1534	
1次主循環流量 (B)	FR31.1-1B	m <sup>3</sup> /h		304	459	616	767	917	1080	1143	1385	1504	1530	
原子炉入口温度 (A)	TR31.1-8A	℃	250	250	250	245	250	250	250	250	250	250	250	250
原子炉入口温度 (B)	TR31.1-8B	℃	250	250	250	245	250	250	250	250	250	250	250	250
原子炉出口温度 (A)	TR31.1-5A	℃	245	245	245	245	250	245	250	250	250	250	250	250
原子炉出口温度 (B)	TR31.1-5B	℃	245	245	245	245	250	250	250	250	250	250	250	250
主ポンプ出口圧力 (A)	P131.1-1A	MPa	0.06	0.08	0.10	0.13	0.18	0.22	0.29	0.32	0.44	0.52	0.52	
主ポンプ出口圧力 (B)	P131.1-1B	MPa	0.05	0.06	0.09	0.12	0.17	0.22	0.28	0.32	0.44	0.52	0.52	
サイフォンブレーキ流量 (A)	FIS31.1-5A	l/min	22.5	45	65	90	112	135	157	170	205	225	235	
サイフォンブレーキ流量 (B)	FIS31.1-5B	l/min	22.5	45	67.5	90	112	135	158	170	205	225	235	
1次補助系流量	FR32.1-1	m <sup>3</sup> /h	-2	-4	-6	-7	-11	-13	-16	-17	-20	-22	-22	
補助HX入口温度	TR32.1-1	℃	260	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
補助HX出口温度	TR32.1-1	℃	230	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
オーバーフロー汲上流量	FR33-1	m <sup>3</sup> /h	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
オーバーフロータンクNa温度	TR33-1	℃	230	235	235	235	235	235	235	235	235	240	240	
主モータ電圧 (A)	#101-7N	kV	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.18	3.15	3.20	3.20	3.20	3.20	
主モータ電圧 (B)	#111-7N	kV	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.18	3.15	3.20	3.20	3.20	3.20	
主モータ電流 (A)	#101-7N	A	34.0	34.0	37.0	40.0	46.0	51.0	55.0	70.0	78.0	79.5		
主モータ電流 (B)	#111-7N	A	33.0	34.0	36.0	39.0	43.0	50.0	55.0	67.0	78.0	79.5		

\* : 主ポンプ回転数は、約30秒間隔で5回測定した結果の平均値。

表 4.2・4 系統圧損測定結果と運転制限値

(Mモード)

A ループ				B ループ			
ポンプ回転数(rpm)	流量(m³/h)	系統圧損 (mNa)		ポンプ回転数(rpm)	流量(m³/h)	系統圧損 (mNa)	
		測定結果	運転制限値			測定結果	運転制限値
105	160	0.841	0.337	102	160	0.753	0.338
196	308	2.88	1.25	192	305	2.49	1.23
284	452	5.74	2.69	279	448	5.28	2.64
375	606	9.93	4.84	369	601	9.51	4.76
464	758	14.9	7.57	457	754	14.5	7.48
555	915	20.9	11.0	547	918	19.7	11.1
644	1,077	27.5	15.3	635	1,081	26.0	15.4
692	1,168	31.9	18.0	679	1,157	29.7	17.6
826	1,407	45.0	29.9	815	1,417	42.3	30.7
915	1,569	56.6	43.2	899	1,572	51.6	43.5
925	1,584	58.3	44.4	909	1,588	52.9	44.8
834	1,417	45.9	30.8	822	1,430	43.1	31.8
693	1,166	32.2	17.9	683	1,169	30.0	18.0
645	1,078	27.6	15.3	636	1,083	26.0	15.4
557	921	20.9	11.2	548	917	19.9	11.1
468	765	15.1	7.70	461	760	14.8	7.6
376	609	9.97	4.88	369	601	9.52	4.75
284	455	5.71	2.72	279	449	5.27	2.65
196	310	2.86	1.26	192	306	2.48	1.23
101	150	0.804	0.294	102	167	0.724	0.365
897	1,538	54.2*1	40.6	879	1,538	49.5*1	40.6

\*1 : 測定結果に基づく下記近似式より算出

$$[A \text{ ループ揚程}] = -0.0503 + 5.2424 \times Q + 49.2172 \times Q^2$$

$$[B \text{ ループ揚程}] = -1.0208 + 11.1874 \times Q + 39.4144 \times Q^2$$

Q : 1 次系流量／定格流量

(Cモード)

A ループ				B ループ			
ポンプ回転数(rpm)	流量(m³/h)	系統圧損 (mNa)		ポンプ回転数(rpm)	流量(m³/h)	系統圧損 (mNa)	
		測定結果	運転制限値			測定結果	運転制限値
192	302	2.78	1.20	189	302	2.38	1.20
283	451	5.70	2.68	278	449	5.21	2.65
374	603	9.88	4.78	367	599	9.39	4.72
466	760	15.0	7.61	458	755	14.6	7.50
555	917	20.8	11.1	545	911	19.7	10.9
645	1,079	27.6	15.3	633	1,073	26.0	15.2
692	1,164	32.1	17.8	679	1,159	29.7	17.7
834	1,420	45.8	31.0	818	1,420	42.8	31.0
916	1,569	56.8	43.2	899	1,568	51.7	43.1
929	1,596	58.6	45.4	912	1,597	53.1	45.5
898	(1,538)	54.4*2	40.7	882	(1,538)	49.6*2	40.7

\*2 : 測定結果に基づく下記近似式より算出

$$[A \text{ ループ揚程}] = -0.1096 + 4.9868 \times Q + 49.2547 \times Q^2$$

$$[B \text{ ループ揚程}] = -1.7691 + 13.8694 \times Q + 37.5485 \times Q^2$$

Q : 1 次系流量／定格流量

表 4.2・5 系統圧損測定結果に関するデータの比較

		MK-II炉心	移行炉心		MK-III炉心
		第31サイクル	第35サイクル	SKS(その1)	性能試験炉心
1次主循環流量 (m <sup>3</sup> /h)		1,260	1,260	1,260	1,260／1,538
系統圧損 (mNa)	Aループ	48.7	40.2	30.7	37.2／54.2
	Bループ	45.1	36.4	28.6	34.6／49.5
集合体数	炉心燃料集合体	64	74	74	75
	照射燃料集合体	2	2	1	0
	制御棒	6	6	6	6
	内側反射体	37	36	39	36
	外側反射体A	143	143	143	93
	外側反射体B	26	25	25	0
	MK-I反射体	20	20	18	0
	材料照射用反射体	10	6	3	6
	中性子源	1	1	1	1
	遮へい集合体	0	0	0	96
その他		2	—	3	—
炉心圧損 (MPa)	Aループ	0.37	0.29	0.21	0.26／0.38
	Bループ	0.34	0.26	0.19	0.24／0.34

## 5. おわりに

「常陽」MK-III改造後の性能試験炉心体系における炉心内流量配分及び炉心圧損を含む1次系の系統圧損を測定し、所定の条件を満足していることを確認した。

- ① 炉心内流量分布測定試験を行い、炉心内の冷却材流量が適切に配分され、各集合体を通過する冷却材流量が必要流量を十分上回ることを確認した。
- ② 炉心圧損を含む1次系の系統圧損を測定し、定格流量までの各流量段階における系統圧損が、1次主循環ポンプQ-H特性上の運転制限値内であることを確認した。

## 6. 謝 辞

試験を実施するにあたり、SKS全体の調整・運営をして頂いた実験炉部SKS運営班、運転管理チーム、プラント操作を担当された運転直の方々、炉上部での試験操作にご協力頂いた燃取チーム、試験装置の整備・洗浄作業にご協力頂いた原子炉第二課の方々、試験における放射線管理を実施頂いた放射線管理課第2チームの方々に感謝いたします。また、試験に向けて電磁流量計の校正試験を実施頂いた要素技術開発部原子炉工学グループの方々に感謝いたします。

## 7. 参考文献

- 1) 山本, 宮越 他 : 「常陽」炉心内流量分布測定用電磁流量計校正試験, JNC TN9410 2001-010 (2001)
- 2) 福家, 有井 他 : 「常陽」MK・III炉心の熱流力設計に関する解析, PNC ZN9410 96-230 (1996)
- 3) 碇本, 田中 他 : MK・III炉心流動特性確証試験, PNC ZJ9214 94-008 (1994)
- 4) 鈴木, 磯崎 他 : 「常陽」プラント特性試験結果報告書 照射用炉心の炉心冷却材流量配分の測定評価, PNC ZN9410 95-261 (1995)
- 5) 小倉, 庄野 他 : 高速実験炉「常陽」特殊試験結果報告書 照射用炉心平衡サイクルでの炉心内流量分布測定試験, PNC TN941 85-154 (1985)
- 6) 村松, 田村 他 : 高速実験炉「常陽」特殊試験結果報告書 炉心内流量分布測定試験(2), PNC TN941 83-06 (1983)