

「常陽」を用いたATWS模擬試験の 実施計画に関する研究

(技 術 報 告)

2005年3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

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)

2005

「常陽」を用いた ATWS 模擬試験の実施計画に関する研究

(技術報告)

大山一弘¹⁾、黒羽隆也²⁾、高松 操¹⁾、関根 隆¹⁾

要 旨

高速実験炉「常陽」では、高速炉の固有安全性の実証を目的として、安全特性試験の実施に向けた研究を進めている。本研究では、試験条件を安全上許容される範囲に制限し、かつ、固有安全性の実証に有効な試験計画を策定するために過渡時のプラント挙動を精度良く予測することが重要であり、「常陽」では、プラント動特性解析コード Mimir-N2 により、過渡時のプラント挙動の評価を行っている。

上記研究では、これまで、MK-II で実施した運転特性試験、自然循環試験および MK-III 性能試験等のデータに基づき、Mimir-N2 の整備・検証を進めてきた。

今年度は、安全特性試験として計画している UTOP 予備、模擬試験および ULOF 模擬試験の実施に向けた見通しを得るため、Mimir-N2 による投入反応度等をパラメータとした UTOP および ULOF 事象解析および試験時のプラント構造健全性の簡易評価を実施した。その結果、安全特性試験として計画している UTOP 予備および模擬試験、ULOF 模擬試験が実施できる見通しを得た。(70MWt の場合 ; UTOP 予備試験 : 反応度投入量 20¢ 以下、UTOP 模擬試験 : 反応度投入量 80¢ 以下、ULOF 模擬試験 : 流量変化 100→20% 流量)

1) 核燃料サイクル開発機構 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) (株) NESI

Planning of the ATWS Simulation Tests by using Experimental Fast Reactor JOYO

(Technical Document)

Kazuhiro OHYAMA¹⁾, Takaya KUROHA²⁾, Misao TAKAMATSU¹⁾ and Takashi SEKINE¹⁾

Abstract

A study of passive safety test using JOYO has been carried out to demonstrate the inherent safety of sodium cooled fast reactors. In this study, emphasis was placed on the improvement of the accuracy of plant dynamics calculations. The Mimir-N2 analysis code, developed to analyze JOYO plant dynamics, was selected as the standard code for predicting plant behavior during transients.

Mimir-N2 was upgraded to be modified based on the plant data of plant characteristics, natural circulation tests during JOYO MK-II and the manual scram tests and loss of power tests, etc. during MK-III performance tests.

This year, the analysis of the UTOP and the ULOF tests by the Mimir-N2, which are planned for the passive safety tests, and evaluations of the plant structure response were carried out. As a result, we could plan the future UTOP and the ULOF tests conditions.

1) Reactor Technology Section, Experimental Reactor Division, Irradiation Center, O-arai Engineering Center, JNC
2) NESI

目 次

1. 緒言	1
2. UTOP 予備試験、模擬試験における試験条件の検討	3
2.1 UTOP 解析条件	3
2.2 UTOP 解析結果	3
2.3 UTOP 予備試験、模擬試験における試験条件	4
3. ULOF 模擬試験における試験条件の検討	12
3.1 ULOF 解析条件	12
3.2 ULOF 解析結果	12
3.3 ULOF 模擬試験における試験条件	14
4. UTOP、ULOF 試験時におけるプラント構造健全性評価	28
4.1 評価方法	28
4.2 評価結果	28
5. 結言	48
6. 参考文献	49

表リスト (1 / 2)

表 2-1	Mimir-N2 解析で使用した反応度係数	6
表 2-2	Mimir-N2 解析で使用した出力流量比に対する炉心湾曲反応度	6
表 2-3	燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度のピーク値と熱的制限値、 熱設計基準値の比較 (UTOP 解析結果)	7
表 3-1	燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度のピーク値と熱的制限値、 熱設計基準値の比較 (ULOF 解析結果)	15
表 4-1(1/2)	UTOP 解析(70MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性【定格時の設計熱 過渡条件で評価】	30
表 4-1(2/2)	UTOP 解析(70MWt)外部電源喪失条件での熱過渡特性【定格時の設計熱 過渡条件で評価】	31
表 4-2(1/2)	UTOP 解析(70MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性【MK-II 設工認に おける熱過渡条件 (最大温度変化率) で評価】	32
表 4-2(2/2)	UTOP 解析(70MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性【MK-II 設工認に おける熱過渡条件 (最大温度変化率) で評価】	33
表 4-3(1/2)	UTOP 解析(140MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性	34
表 4-3(2/2)	UTOP 解析(140MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性	35
表 4-4(1/2)	ULOF 解析(70MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性【定格時の設計熱 過渡条件で評価】	36
表 4-4(2/2)	ULOF 解析(70MWt)外部電源喪失条件での熱過渡特性【定格時の設計熱 過渡条件で評価】	37
表 4-5(1/2)	ULOF 解析(100MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性【定格時の設計熱 過渡条件で評価】	38

表リスト (2 / 2)

表 4-5(2/2) ULOF 解析(100MWt)外部電源喪失条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】	39
表 4-6(1/2) ULOF 解析(70MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件（最大温度変化率）で評価】	40
表 4-6(2/2) ULOF 解析(70MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件（最大温度変化率）で評価】	41
表 4-7(1/2) ULOF 解析(100MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件（最大温度変化率）で評価】	42
表 4-7(2/2) ULOF 解析(100MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件（最大温度変化率）で評価】	43
表 4-8(1/2) ULOF 解析(140MWt)手動スクラム条件での熱過渡特性	44
表 4-8(2/2) ULOF 解析(140MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性	45
表 4-9 原子炉容器（1次ナトリウム出口ノズル）の簡易応力評価結果 【UTOP 事象】	46
表 4-10 原子炉容器（1次ナトリウム出口ノズル）の簡易応力評価結果 【ULOF 事象】	47

図リスト

図 2-1 UTOP 解析結果（原子炉出力、燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度の推移（初期出力 70MWt(50%)）） 8

図 2-2 UTOP 解析結果（原子炉出力、原子炉出入口冷却材温度、主冷却器出入口冷却材温度の推移（初期出力 70MWt(50%)）） 9

図 2-3 UTOP 解析結果（原子炉出力、燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度の推移（初期出力 140MWt(100%)）） 10

図 2-4 UTOP 解析結果（原子炉出力、原子炉出入口冷却材温度、主冷却器出入口冷却材温度の推移（初期出力 140MWt(100%)）） 11

図 3-1 ULOF 解析結果（初期出力 140MWt） (1/2) 16

図 3-1 ULOF 解析結果（初期出力 140MWt） (2/2) 17

図 3-2 ULOF 解析結果（初期出力 100MWt） (1/2) 18

図 3-2 ULOF 解析結果（初期出力 100MWt） (2/2) 19

図 3-3 ULOF 解析結果（初期出力 70MWt） (1/2) 20

図 3-3 ULOF 解析結果（初期出力 70MWt） (2/2) 21

図 3-4 ULOF 解析結果（初期出力 40MWt） (1/2) 22

図 3-4 ULOF 解析結果（初期出力 40MWt） (2/2) 23

図 3-5 ULOF 解析結果（初期出力 30MWt） (1/2) 24

図 3-5 ULOF 解析結果（初期出力 30MWt） (2/2) 25

図 3-6 ULOF 解析結果（初期出力 20MWt） (1/2) 26

図 3-6 ULOF 解析結果（初期出力 20MWt） (2/2) 27

1. 緒言

高速実験炉「常陽」では、高速炉の固有安全性の実証を目的として、安全特性試験の実施に向けた研究を進めている。本研究では、過渡時のプラント挙動を精度良く予測することにより、試験条件を安全上許容される範囲に制限し、かつ、固有安全性の実証に有効な試験計画を策定することが重要である。

「常陽」では、プラント動特性解析コード Mimir-N2 を開発し、MK-II 炉心で実施した運転特性試験、自然循環試験および MK-III 炉心の性能試験で実施した手動スクラム試験、外部電源喪失試験等のデータに基づいて、整備・検証^{1),2)}を行ってきた。

今年度は、安全特性試験として計画している過渡過出力時スクラム失敗事象（以下、UTOP と称する）の予備および模擬試験^{*1}、流量低下時スクラム失敗事象（以下、ULOF と称する）の模擬試験^{*1}の実施に向けた見通しを得るため、Mimir-N2 による投入反応度等をパラメータとした UTOP および ULOF 事象解析、および試験時のプラント構造健全性の簡易評価を実施した。

(*1) 安全特性試験では、MK-III 炉心において低出力での UTOP 予備試験を行い、この結果等に基づき、UTOP および ULOF 模擬試験を実施する計画である。また、UTOP および ULOF 模擬試験の結果等に基づき、End of Life 試験の実施計画を策定する。

UTOP 予備試験は、運転特性試験として実施する（インターロック等の変更をせず、模擬試験よりも初期出力もしくは過渡が小さい条件で実施する）。

UTOP および ULOF 模擬試験は、特殊試験として実施する（一部のインターロックを変更し、運転時において、熱設計基準値を超えることのないよう定めた通常運転時における制限値（以下、熱的制限値と称する）を超えないよう部分出力等で実施する）。

End of Life 試験は、炉心燃料集合体が原子炉内における使用期間中、通常運転

時および運転時の異常な過渡変化時において原子炉冷却系および計測制御系の機能とあいまって、燃料ペレットが熔融温度に達することなく、被覆管が機械的に損傷せず、かつ、冷却材が沸騰しないように定めた設計限界値（以下、熱設計基準値と称する）を超えない範囲で実施する。

2. UTOP 予備試験、模擬試験における試験条件の検討

UTOP 予備試験、模擬試験の実施に向けた見通しを得るため、Mimir-N2により、初期出力および反応度投入量をパラメータとした UTOP 事象解析を実施した。

2.1 UTOP 解析条件

(1) 入力パラメータ

表 2-1、表 2-2 に示す反応度係数を用いた³⁾。その他の入力パラメータ等については、JNC TN9410 2004-005 「常陽」 MK-III 性能試験結果に基づくプラント動特性解析コードの整備²⁾と同じ値を用いた。

(2) 主要な解析条件

- ① 炉心構成 ……MK-III 性能試験炉心
- ② 初期出力 ……70MWt(50%)、140MWt(100%)
- ③ 反応度投入量 ……10、20、30、50、70、80、90、100 ϕ (初期出力 70MWt(50%))
5、10、20、30、50、70、100 ϕ (初期出力 140MWt(100%))
- ④ 反応度投入率 ……5ϕ/s
- ⑤ 温度制御モード ……AUTO

2.2 UTOP 解析結果

Mimir-N2により上記条件で解析した結果を図 2-1～図 2-4 に示す。燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度のピーク値と熱的制限値、熱設計基準値を比較した結果を表 2-3 に示す。解析結果の概要を以下に示す。

① 初期出力 70MWt(50%) : 図 2-1、図 2-2、表 2-3

- ・ 燃料最高温度について、熱的制限値 (2530°C) を満足するケースは、投入反応度量 80ϕ以下であり、熱設計基準値 (2650°C) を満足するケースは、投入反応度量 90ϕ以下である。被覆管最高温度は、全てのケースで熱的制限値(675°C)、熱設計基準値 (830°C) を満足する。冷却材最高温度は、全てのケースで熱設計基準値を満足する。

これらより、熱的制限値を満足するケースは、投入反応度量 80¢以下であり、熱設計基準値を満足するケースは、投入反応度量 90¢以下である。

- ・ 原子炉出口温度について、警報設定値（505℃）を満足するケースは、投入反応度量 50¢以下である。原子炉入口温度について、警報設定値（360℃）を満足するケースは、投入反応度量 20¢以下である。主冷却器出口温度は、全てのケースで警報設定値（360℃）を満足する。

これらより、警報設定値を満足するケースは、投入反応度量 20¢以下である。

② 初期出力 140MWt(100%)：図 2-3、図 2-4、表 2-3

- ・ 燃料最高温度について、熱的制限値を満足するケースは、投入反応度量 10¢以下であり、熱設計基準値を満足するケースは、投入反応度量 20¢以下である。被覆管最高温度について、熱的制限値を満足するケースは、投入反応度量 50¢以下であり、熱設計基準値は、全てのケースで満足する。冷却材最高温度は、全てのケースで熱設計基準値を満足する。

これらより、熱的制限値を満足するケースは、投入反応度量 10¢以下であり、熱設計基準値を満足するケースは、投入反応度量 20¢以下である。

- ・ 原子炉出口温度について、警報設定値（505℃）を満足するケースは無い。原子炉入口温度について、警報設定値（360℃）を満足するケースは、投入反応度量 20¢以下である。主冷却器出口温度は、全てのケースで警報設定値（360℃）を満足する。

これらより、警報設定値を満足するケースは無い。

2.3 UTOP 予備試験、模擬試験における試験条件

UTOP 予備試験は、運転特性試験として実施することから、熱的制限値を満足するだけでなく、プラント各部の温度等が警報設定値以下とする必要がある。2.2 節に示すとおり、初期出力 140MWt では、これらの条件を満足するものはなかったが、初期出力 70MWt では、20¢の反応度投入が可能である（原子炉入口冷却材温度のピーク

温度：359.5℃、原子炉出力：62.3%（約 87MWt）。一方、UTOP 模擬試験は、熱的制限値を満足する範囲とすることから、2.2 節に示すとおり、初期出力 140MWt では 10 φ（燃料最高温度のピーク温度：2513℃、原子炉出力：109%（約 153MWt）、初期出力 70MWt では 80 φ（燃料最高温度のピーク温度：2434℃、原子炉出力：101%（約 141MWt））の反応度投入が可能である。

本研究では、End of Life 試験における UTOP 試験を、熱設計基準値を超えない範囲で実施するとした場合、2.2 節に示すとおり、初期出力を 70MWt とすると、UTOP 予備試験、UTOP 模擬試験および End of Life 試験における反応度投入量を 20 φ、80 φ、90 φ（燃料最高温度のピーク温度：2650℃、原子炉出力：108%（約 151MWt））と大きく変更した試験を実施できることが分かった。なお、4 章の構造健全性評価を踏まえた上で、試験条件を策定する。

表 2-1 Mimir-N2 解析で使用した反応度係数

			燃料	被覆管	ラッパ管	冷却材	ドブブラ
			$\times 10^{-6} (\Delta k/kk') / ^\circ C$				$\times 10^{-3} T \cdot dk/dT$
			-3.8	-0.97	-1.19	-8.09	-1.71
		体数	燃料	被覆管	ラッパ管	冷却材	ドブブラ
			$\Delta k/k / ^\circ C / cc$				$T \cdot \Delta k / \Delta T / cc$
Mimir-N2 入力値	第1列	3	-1.641E-11	-4.190E-12	-5.140E-12	-3.494E-11	-7.386E-09
	第2列	12	-1.641E-11	-4.190E-12	-5.140E-12	-3.494E-11	-7.386E-09
	第3列(内側)	6	-1.641E-11	-4.190E-12	-5.140E-12	-3.494E-11	-7.386E-09
	第3列(外側)	8	-1.641E-11	-4.190E-12	-5.140E-12	-3.494E-11	-7.386E-09
	第4列	24	-1.641E-11	-4.190E-12	-5.140E-12	-3.494E-11	-7.386E-09
	第5列	22	-1.641E-11	-4.190E-12	-5.140E-12	-3.494E-11	-7.386E-09
	反射体	132			-2.380E-12	-2.724E-12	

上表の反応度係数は、MK-Ⅲ標準炉心の詳細核熱計算書より引用した。

表 2-2 Mimir-N2 解析で使用した出力流量比に対する炉心湾曲反応度

出力流量比 (P/F)	炉心湾曲 反応度 [$\Delta k/k$]
0.0	6.800E-03
0.2	6.278E-03
0.4	5.997E-03
0.6	5.847E-03
0.8	5.718E-03
1.0	5.500E-03

出力流量比(P/F): (当該出力/定格出力) / (当該流量/定格流量)
 炉心湾曲反応度: JNC TN9400 2003-012「常陽」MK-Ⅲ性能試験炉心の湾曲反応度解析³⁾
 で求めた原子炉熱出力を20、40、60、80、100、120、140MWtにおける炉心湾曲反応度
 (直立状態の炉心湾曲反応度を0とする)より、算出

表 2-3 燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度のピーク値と熱的制限値、熱設計基準値の比較 (UTOP 解析結果)

初期出力	項目	投入反応度量 (φ)									熱的 制限値	熱設計 基準値
		5	10	20	30	50	70	80	90	100		
50% (70MWt)	燃料最高温度	—	1474°C	1620°C	1765°C	2048°C	2312°C	2434°C	<u>2551°C</u>	<u>2664°C</u>	2530°C	2650°C
	被覆管最高温度	—	465°C	481°C	496°C	529°C	562°C	579°C	595°C	612°C	675°C	830°C
	冷却材最高温度	—	462°C	477°C	493°C	525°C	557°C	574°C	590°C	607°C	—	910°C
100% (140MWt)	燃料最高温度	2454°C	2513°C	<u>2628°C</u>	<u>2737°C</u>	<u>2954°C</u>	<u>3123°C</u>	—	—	<u>3398°C</u>	2530°C	2650°C
	被覆管最高温度	558°C	567°C	584°C	601°C	638°C	<u>678°C</u>	—	—	<u>739°C</u>	675°C	830°C
	冷却材最高温度	553°C	562°C	578°C	595°C	632°C	672°C	—	—	733°C	—	910°C

黒字：熱的制限値以下、下線付き：熱設計基準値以下、下線付き、斜字：熱設計基準値以上

※燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度：Mimir-N2 による計算結果

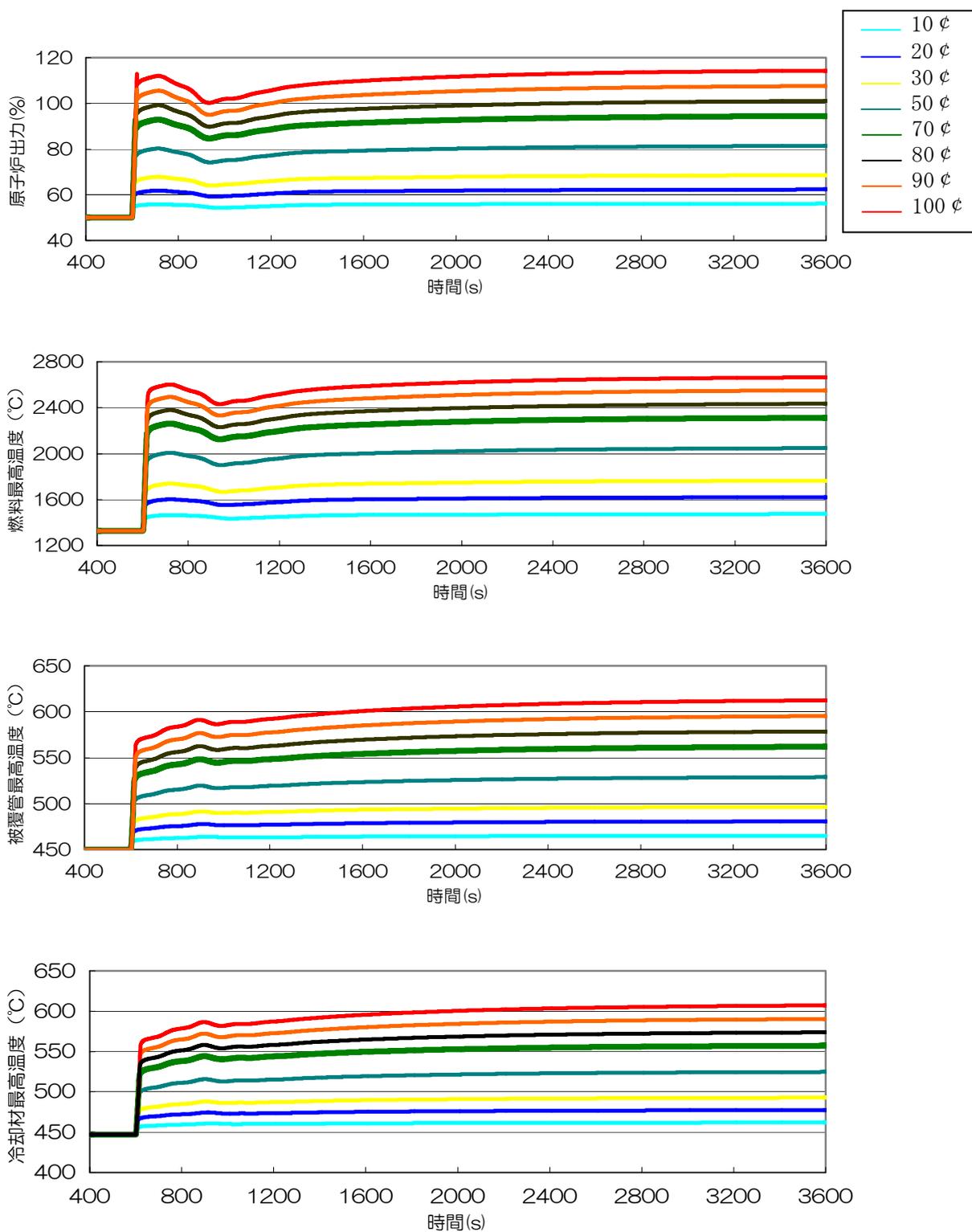


図 2-1 UTOP 解析結果

(原子炉出力、燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度の推移 (初期出力 70Mwt(50%))

(反応度投入開始時間 : 600 秒)

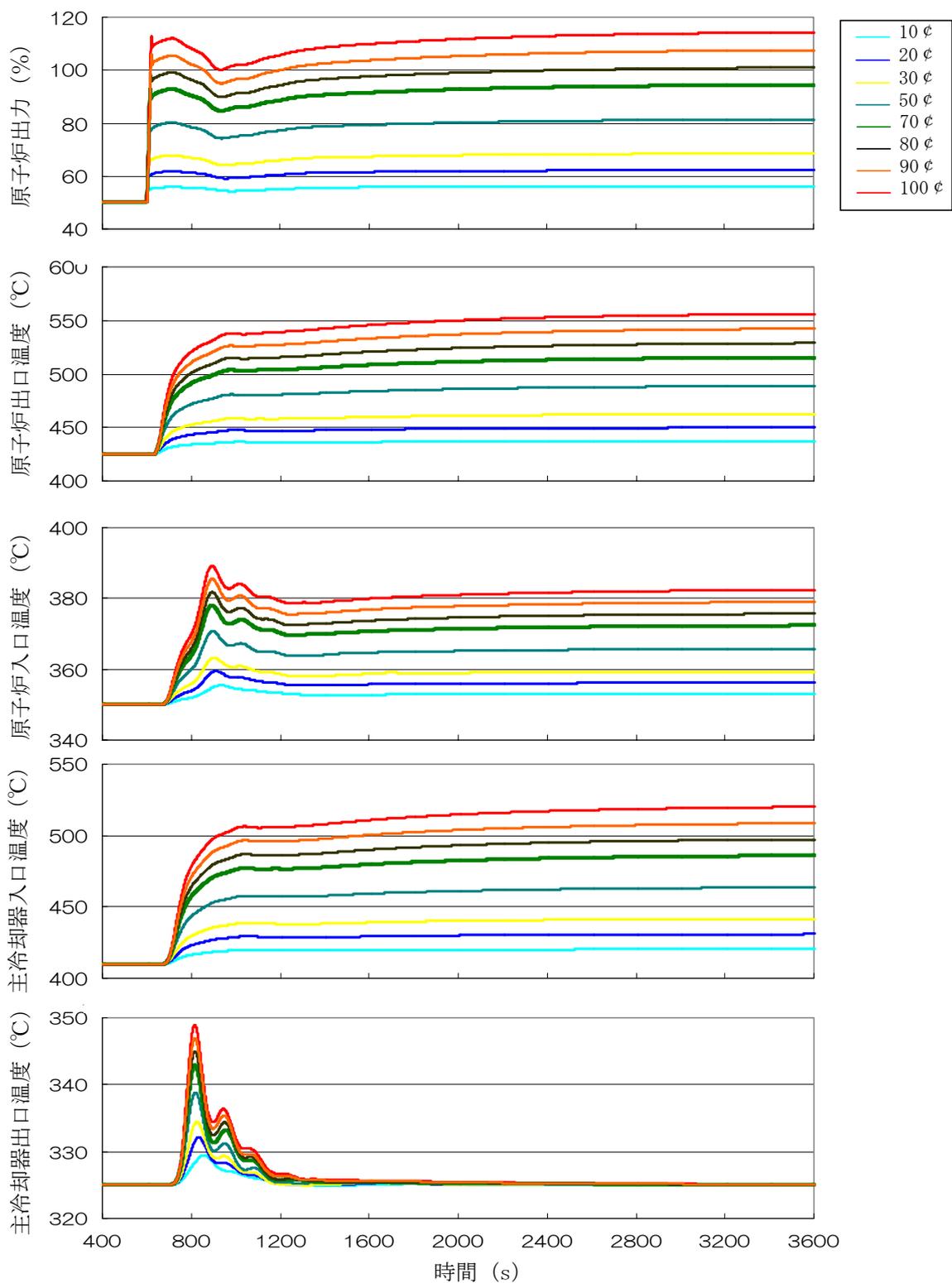


図 2-2 UTOP 解析結果

(原子炉出力、原子炉出入口冷却材温度、主冷却器出入口冷却材温度の推移(初期出力 70MWt(50%))

(反応度投入開始時間：600 秒)

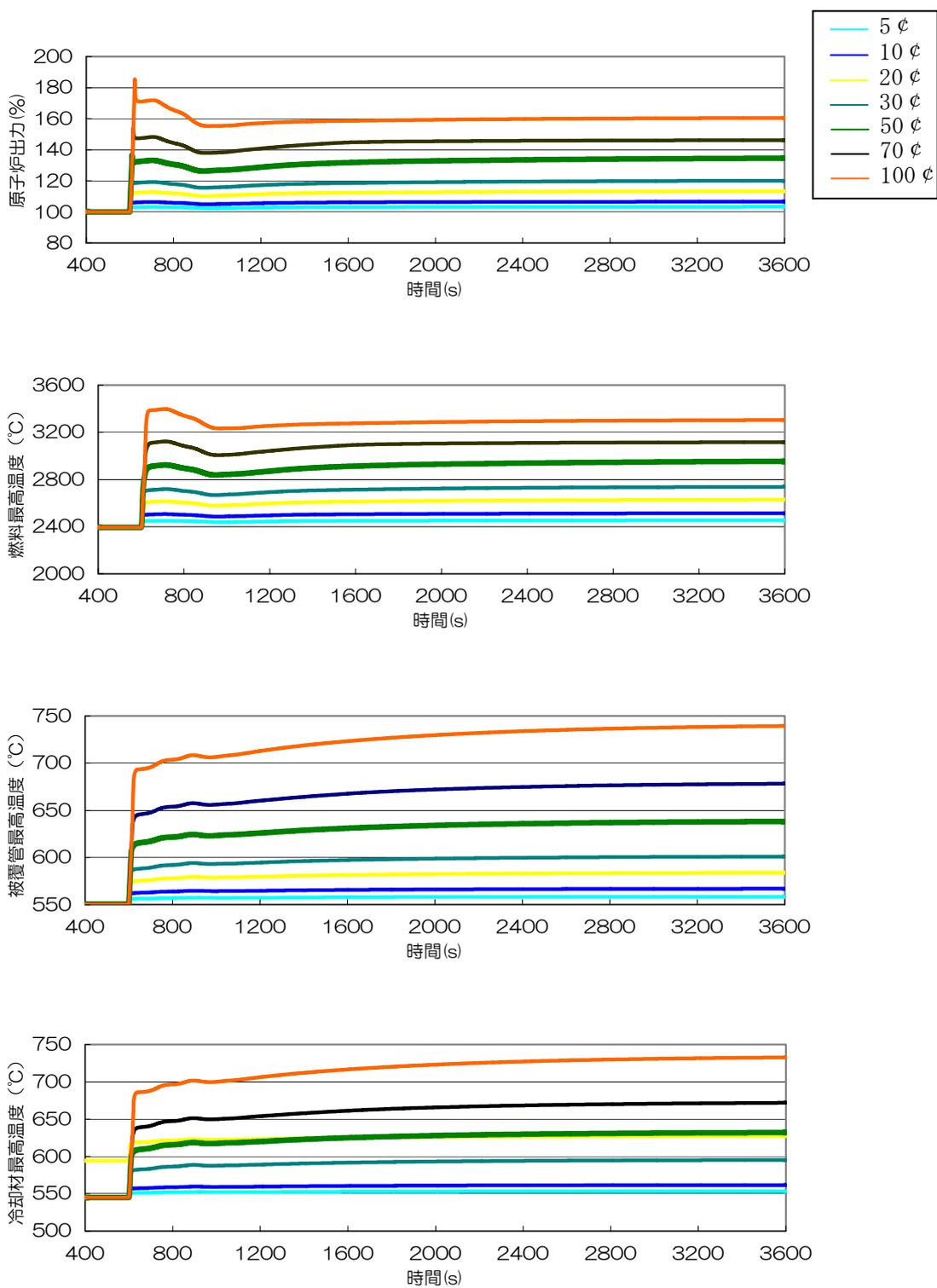


図 2-3 UTOP 解析結果

(原子炉出力、燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度の推移 (初期出力 140MWt(100%)))

(反応度投入開始時間 : 600 秒)

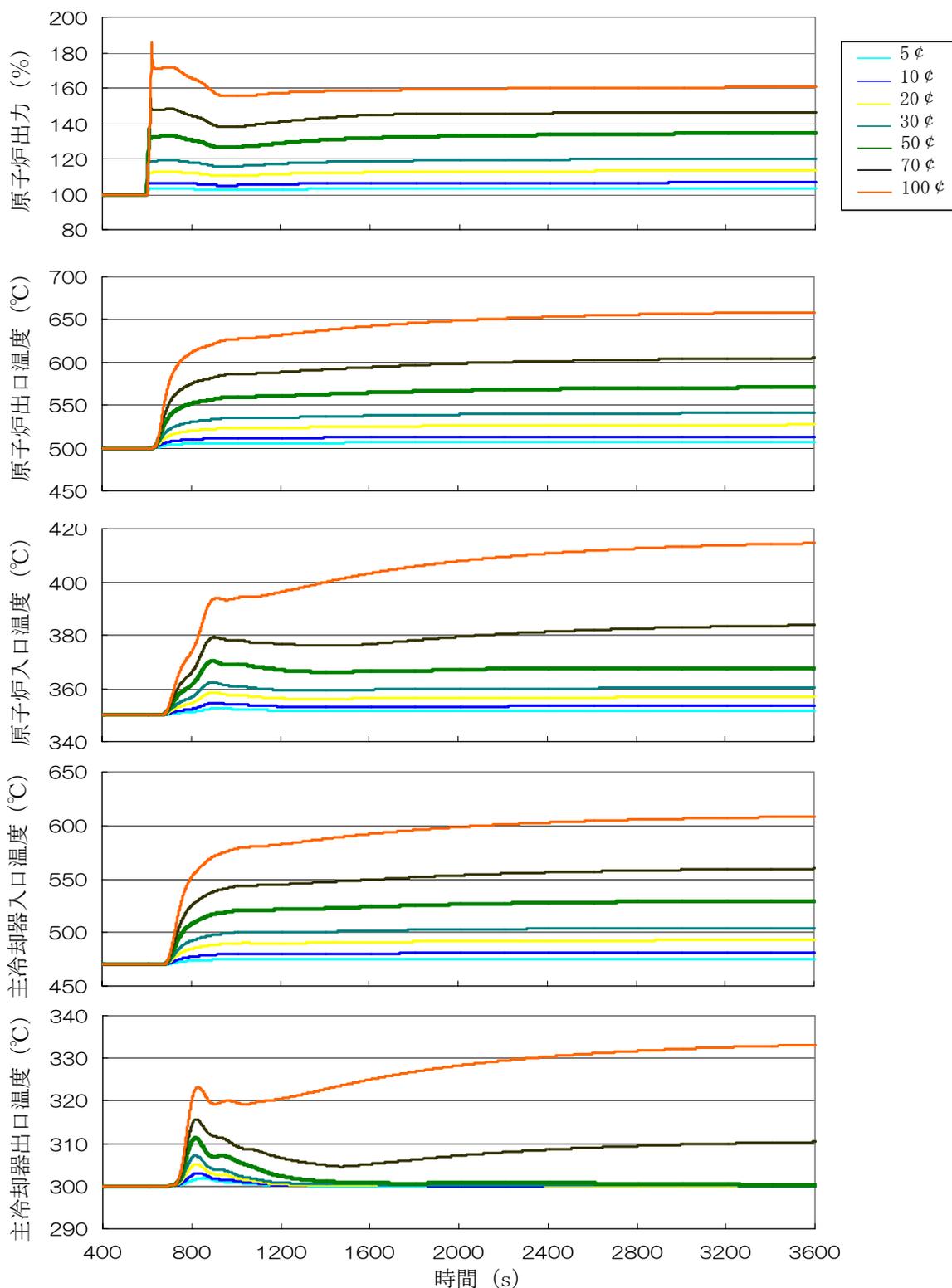


図 2-4 UTOP 解析結果

(原子炉出力、原子炉出入口冷却材温度、主冷却器出入口冷却材温度の推移(初期出力 140MWt(100%)))

(反応度投入開始時間：600 秒)

3. ULOF 模擬試験における試験条件の検討

ULOF 模擬試験の実施に向けた見通しを得るため、Mimir-N2 により、初期出力および1次冷却系流量をパラメータとした ULOF 事象解析を実施した。

3.1 ULOF 解析条件

(1) 入力パラメータ

反応度係数等の入力パラメータは、2.1 章 UTOP 解析条件と同じものを用いた。

(2) 主要な解析条件

- ① 炉心構成 …MK-III 性能試験炉心
- ② 初期出力 …20、30、40、70、100、140MWt
- ③ 流量変化 …100→80%流量、100→60%流量、100→40%流量、
100→20%流量（流量変化率：35m³/h/min^{*1}）、
100%→ポニーモータ流量（12%流量）（流量変化率：フローコ
ーストダウン特性に従う）

(*1) 1次主循環ポンプ流量制御装置の流量変化率の上限値
- ④ 温度制御モード …AUTO

3.2 ULOF 解析結果

Mimir-N2 により、上記条件で解析した結果を図 3-1～図 3-6 に示す。燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度のピーク値と熱的制限値、熱設計基準値を比較した結果を表 3-1 に示す。解析結果より、以下が確認できる。

- ① 初期出力 140MWt：図 3-1、表 3-1
 - ・ 燃料最高温度は、全てのケースで熱的制限値および熱設計基準値を満足する。被覆管最高温度について、熱的制限値を満足するケースは、流量変化 100→60%であり、熱設計基準値を満足するケースは、流量変化 100→40%である。冷却材最高温度について、熱設計基準値を満足するケースは、流量変化 100→40%である。

これらより、熱的制限値を満足するケースは、流量変化 100→60%であり、熱設計基準値を満足するケースは、流量変化 100→40%である。

- ・ 原子炉出口温度は、全てのケースで警報設定値を満足しない。原子炉入口温度および主冷却器出口温度は、全てのケースで警報設定値を満足する。

これらより、警報設定値を満足するケースは無い。

② 初期出力 100MWt : 図 3-2、表 3-1

- ・ 燃料最高温度は、いずれのケースも熱的制限値および熱設計基準値を満足する。被覆管最高温度について、熱的制限値を満足するケースは、流量変化 100→40%であり、熱設計基準値を満足するケースは、流量変化 100→20%である。冷却材最高温度は、全てのケースで熱設計基準値を満足する。

これらより、熱的制限値を満足するケースは、流量変化 100→40%であり、熱設計基準値を満足するケースは、流量変化 100→20%である。

- ・ 原子炉出口温度について、警報設定値を満足するケースは、流量変化 100→60%である。原子炉入口温度および主冷却器出口温度は、全てのケースで警報設定値を満足する。

これらより、警報設定値を満足するケースは、流量変化 100→60%である。

③ 初期出力 70MWt : 図 3-3、表 3-1

- ・ 燃料最高温度及び被覆管最高温度は、全てのケースで熱的制限値および熱設計基準値を満足する。また、冷却材最高温度は、全てのケースで熱設計基準値を満足する。

これらより、全てのケースで熱的制限値及び熱設計基準値を満足する。

- ・ 原子炉出口温度について、警報設定値を満足するケースは、流量変化 100→40%である。原子炉入口温度および主冷却器出口温度は、全てのケースで警報設定値を満足する。

これらより、警報設定値を満足するケースは、流量変化 100→40%である。

④ 初期出力 40MWt : 図 3-4、表 3-1

- ・ 燃料最高温度及び被覆管最高温度は、全てのケースで熱的制限値および熱設計基準値を満足する。また、冷却材最高温度は、全てのケースで熱設計基準値を満足する。

これらより、全てのケースで熱的制限値及び熱設計基準値を満足する。

- ・ 原子炉出口温度、原子炉入口温度および主冷却器出口温度について、警報設定値を満足するケースは、流量変化 100%→ポニーモータである。

⑤ 初期出力 30MWt : 図 3-5、表 3-1

- ・ 上記④初期出力 40MWt と同様である。

⑥ 初期出力 20MWt : 図 3-6、表 3-1

- ・ 上記④初期出力 40MWt と同様である。

3.3 ULOF 模擬試験における試験条件

ULOF 模擬試験は、熱的制限値を超えない範囲で実施する。3.2 節に示すとおり、全てのケースにおいて、燃料最高温度は初期値を下回ることから、被覆管最高温度が熱的制限値を超えるか否かにより判断し、この範囲を満足する 1 次冷却系流量は、初期出力 140MWt では 60%、初期出力 100MWt では 40%、初期出力 70MWt 以下では、ポニーモータ流量である。

本研究では、End of Life 試験における ULOF 試験を、熱設計基準値を超えない範囲で実施するとした場合、3.2 節に示すとおり、この範囲を満足する 1 次冷却系流量は、初期出力 140MWt では 40%、初期出力 100MWt では 20%、初期出力 70MWt 以下ではポニーモータ流量である。初期出力を 70MWt とすると、ULOF 模擬試験、End of Life 試験における 1 次冷却系流量をポニーモータ流量とした試験を実施できることが分かった。なお、4 章の構造健全性評価を踏まえた上で、試験条件を策定する。

表 3-1 燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度のピーク値と熱的制限値、熱設計基準値の比較 (ULOF 解析結果)

初期出力	項目	流量変化					熱的 制限値	熱設計 基準値
		100→80%	100→60%	100→40%	100→20%	100%→ポニーモータ		
140MWt	燃料最高温度	2394℃	2394℃	2394℃	2394℃	2394℃	2530℃	2650℃
	被覆管最高温度	579℃	636℃	<u>745℃</u>	<u>1005℃</u>	<u>1084℃</u>	675℃	830℃
	冷却材最高温度	578℃	636℃	745℃	<u>1005℃</u>	<u>1084℃</u>	—	910℃
100MWt	燃料最高温度	1818℃	1818℃	1818℃	1818℃	1818℃	2530℃	2650℃
	被覆管最高温度	515℃	550℃	614℃	<u>746℃</u>	<u>803℃</u>	675℃	830℃
	冷却材最高温度	513℃	550℃	614℃	746℃	803℃	—	910℃
70MWt	燃料最高温度	1329℃	1329℃	1329℃	1329℃	1329℃	2530℃	2650℃
	被覆管最高温度	464℃	490℃	531℃	603℃	663℃	675℃	830℃
	冷却材最高温度	463℃	490℃	531℃	603℃	663℃	—	910℃
40MWt	燃料最高温度	857℃	852℃	852℃	852℃	852℃	2530℃	2650℃
	被覆管最高温度	416℃	431℃	455℃	494℃	558℃	675℃	830℃
	冷却材最高温度	415℃	431℃	455℃	494℃	558℃	—	910℃
30MWt	燃料最高温度	718℃	711℃	708℃	708℃	708℃	2530℃	2650℃
	被覆管最高温度	400℃	412℃	431℃	460℃	520℃	675℃	830℃
	冷却材最高温度	400℃	412℃	431℃	460℃	520℃	—	910℃
20MWt	燃料最高温度	578℃	575℃	575℃	575℃	576℃	2530℃	2650℃
	被覆管最高温度	384℃	390℃	403℃	420℃	476℃	675℃	830℃
	冷却材最高温度	384℃	390℃	403℃	420℃	476℃	—	910℃

黒字：熱的制限値以下、下線付き：熱設計基準値以下、下線付き、斜字：熱設計基準値以上

※燃料最高温度、被覆管最高温度、冷却材最高温度：Mimir-N2 による計算結果

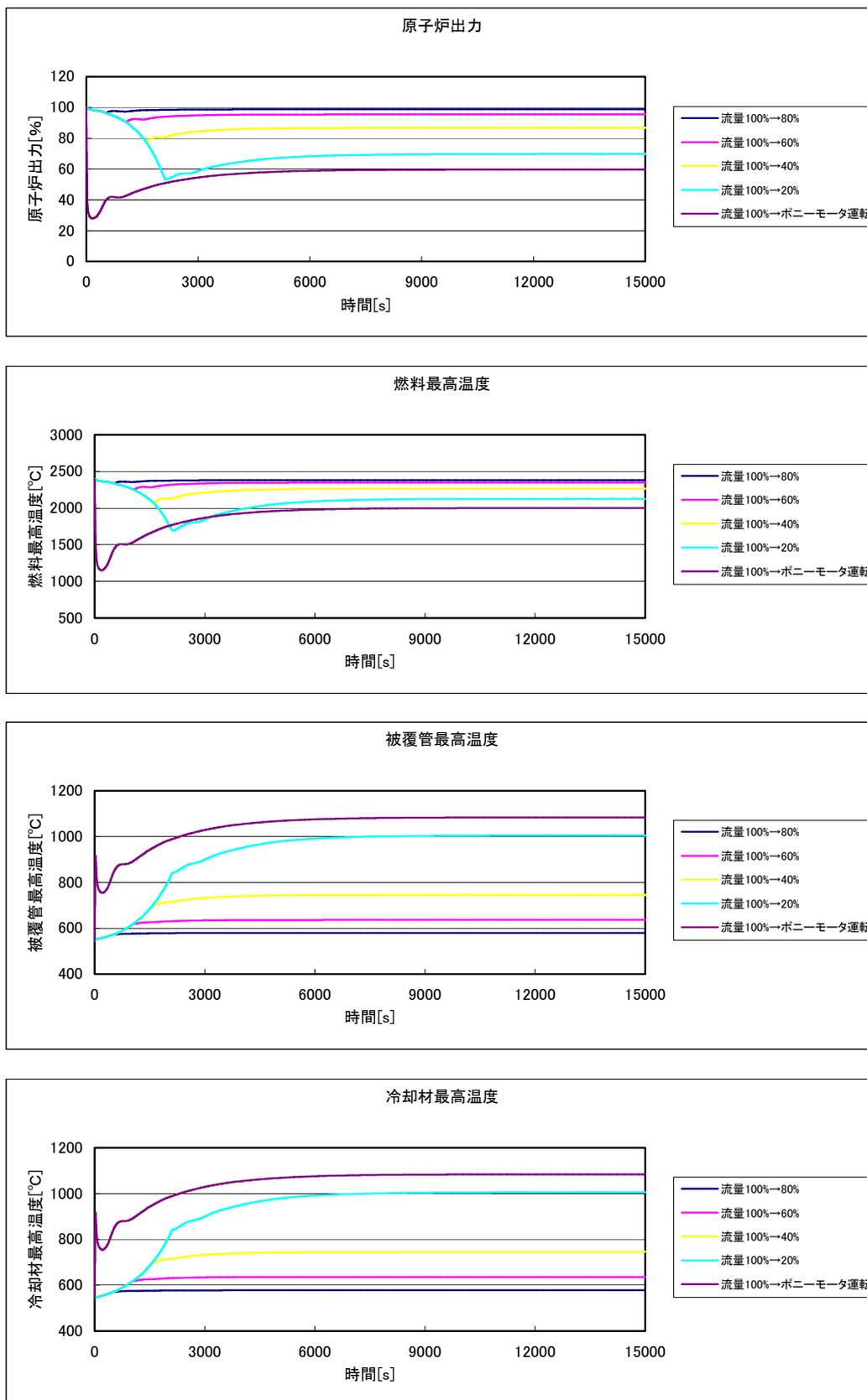


図 3-1 ULOF 解析結果 (初期出力 140MWt) (1/2)

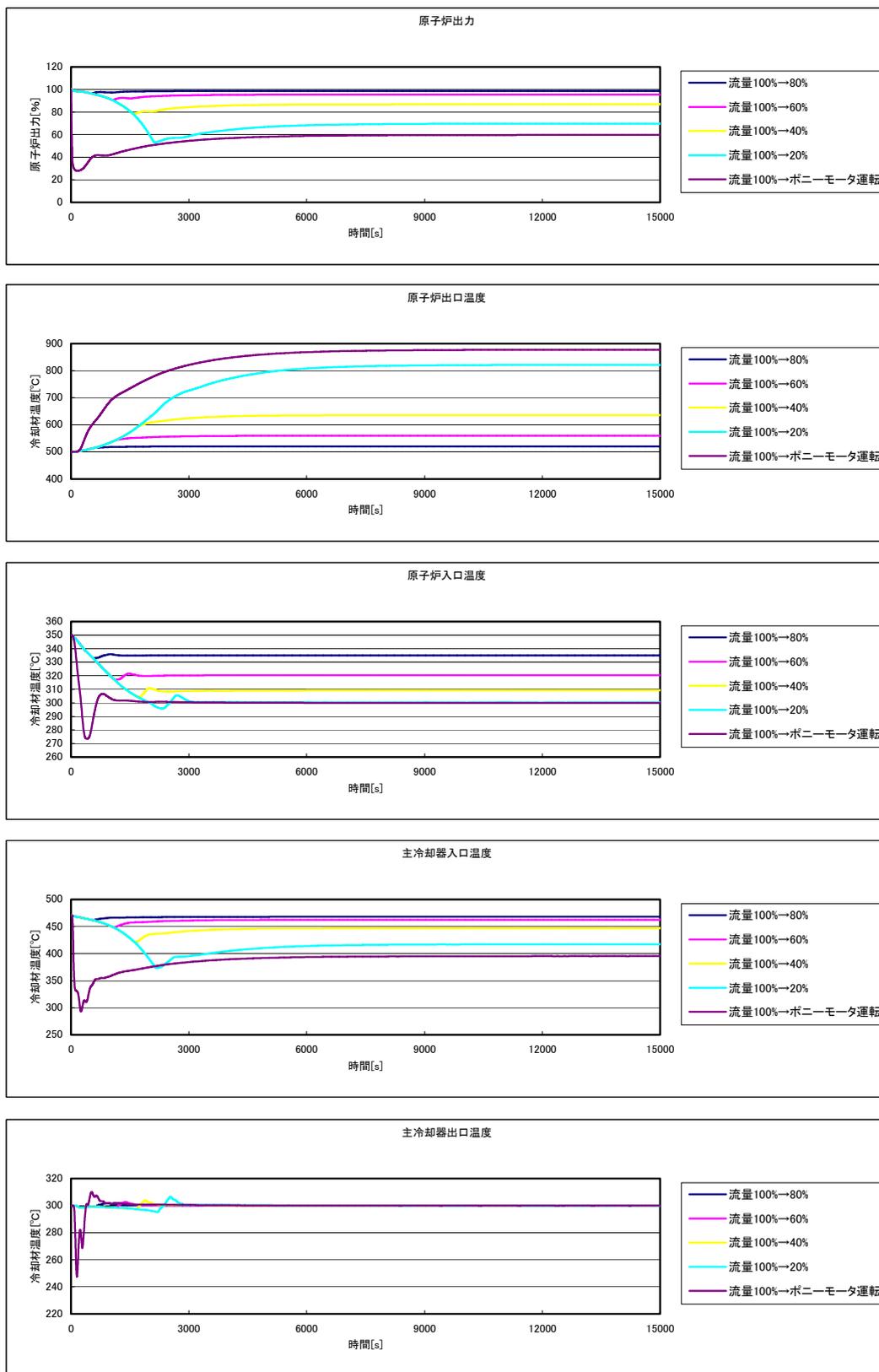


図 3-1 ULOF 解析結果 (初期出力 140MWt) (2/2)

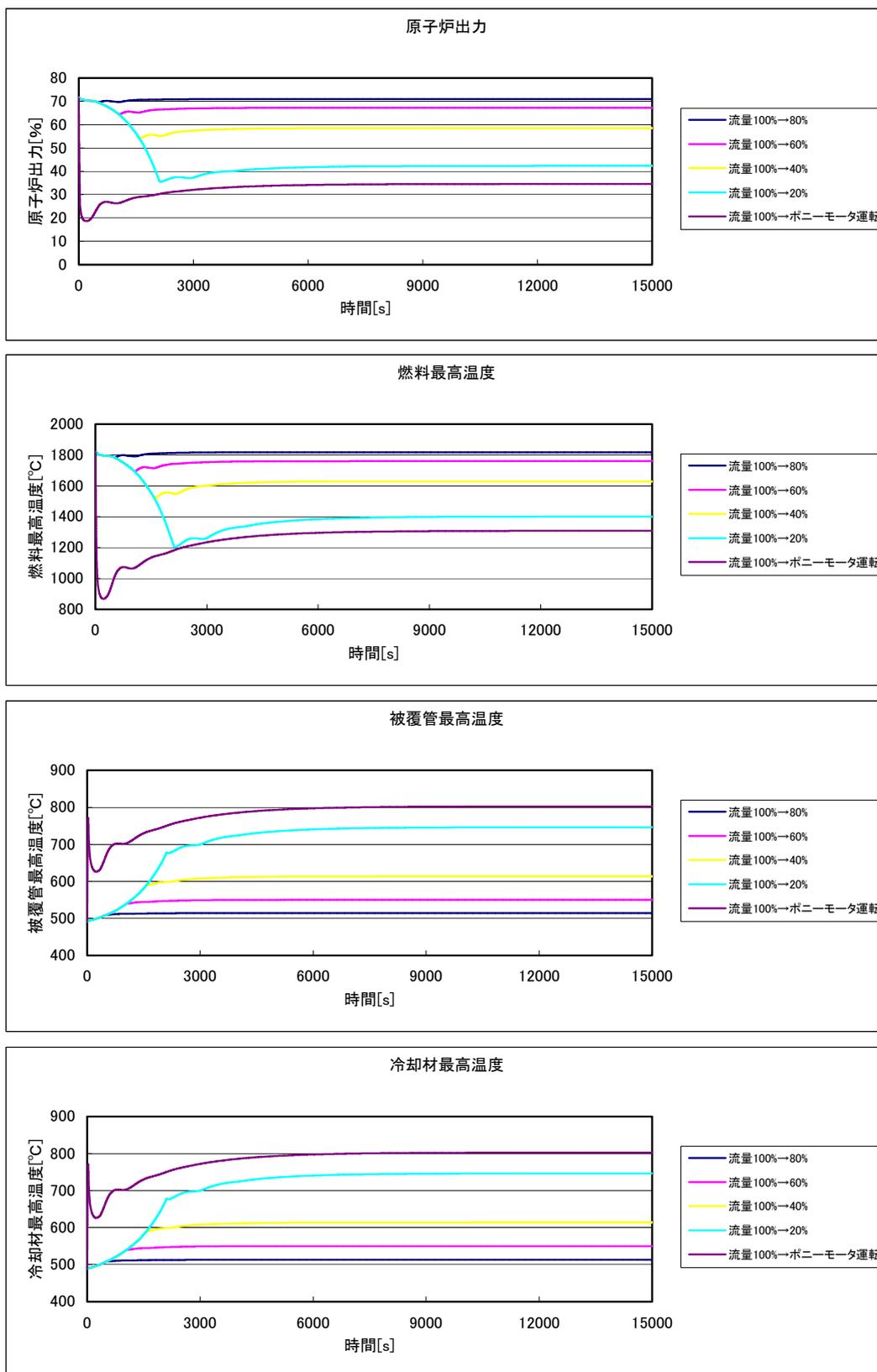


図 3-2 ULOF 解析結果 (初期出力 100MWt) (1/2)

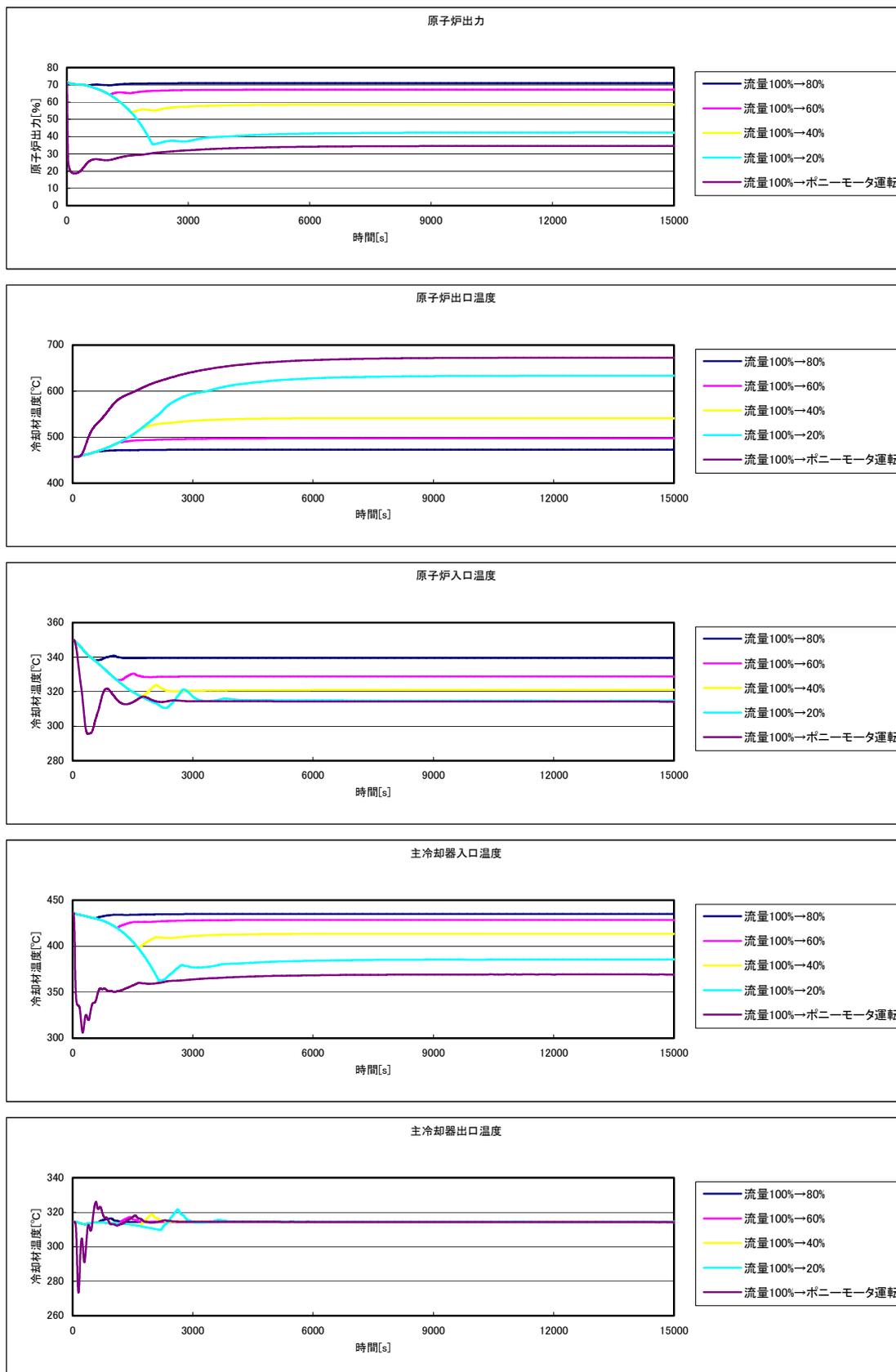


図 3-2 ULOF 解析結果 (初期出力 100MWt) (2/2)

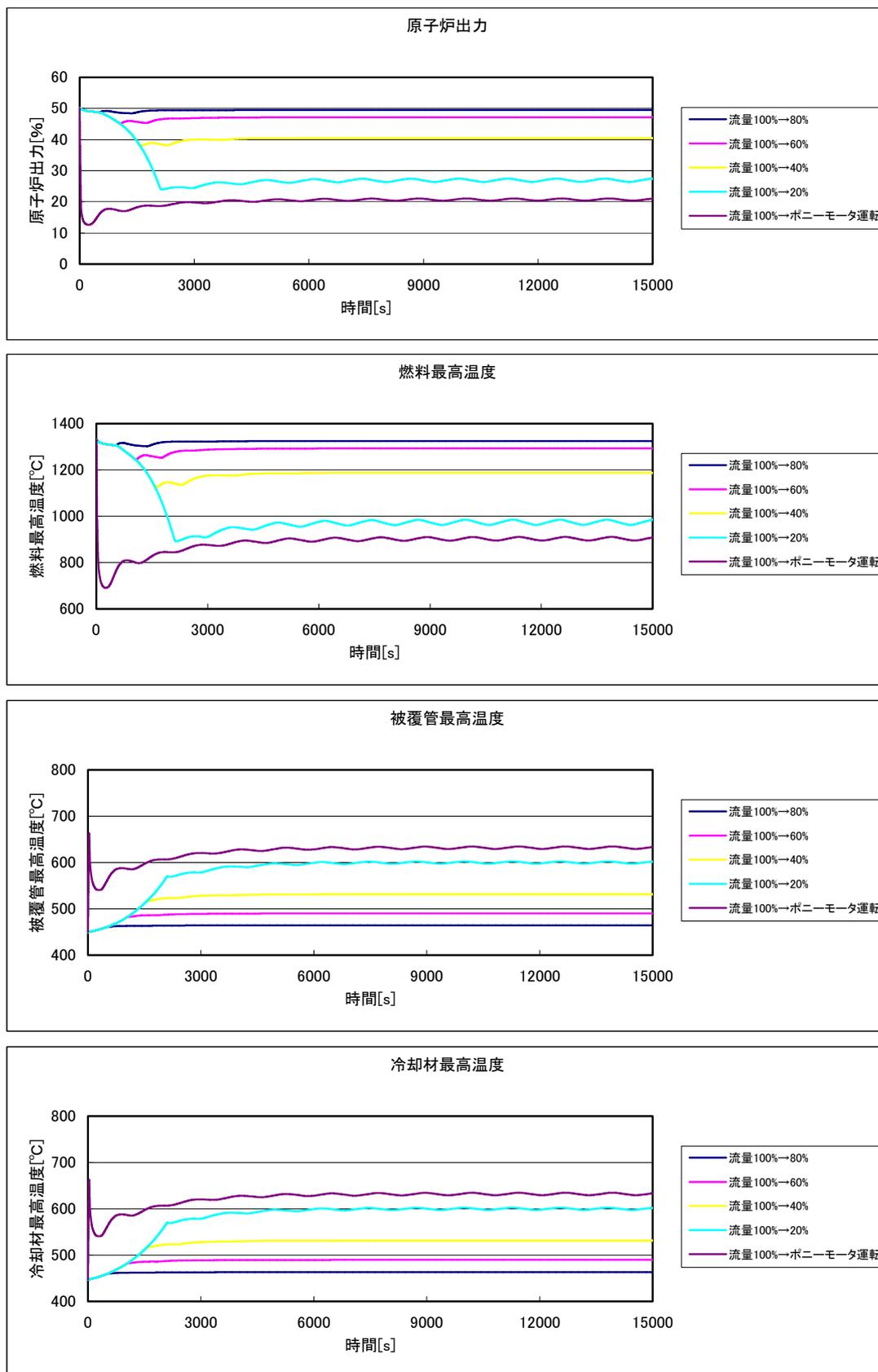


図 3-3 ULOF 解析結果 (初期出力 70MWt) (1/2)

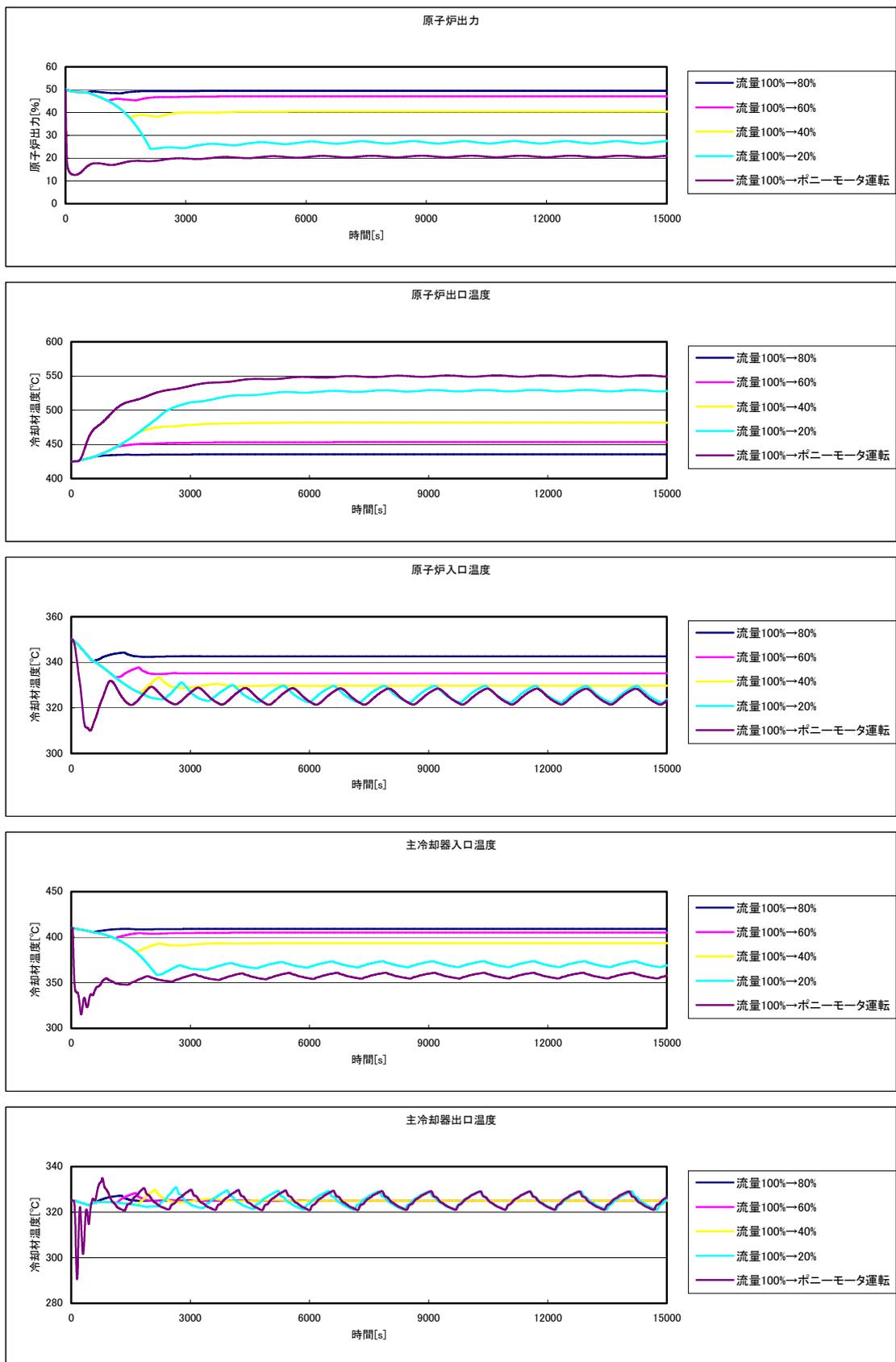


図 3-3 ULOF 解析結果 (初期出力 70MWt) (2/2)

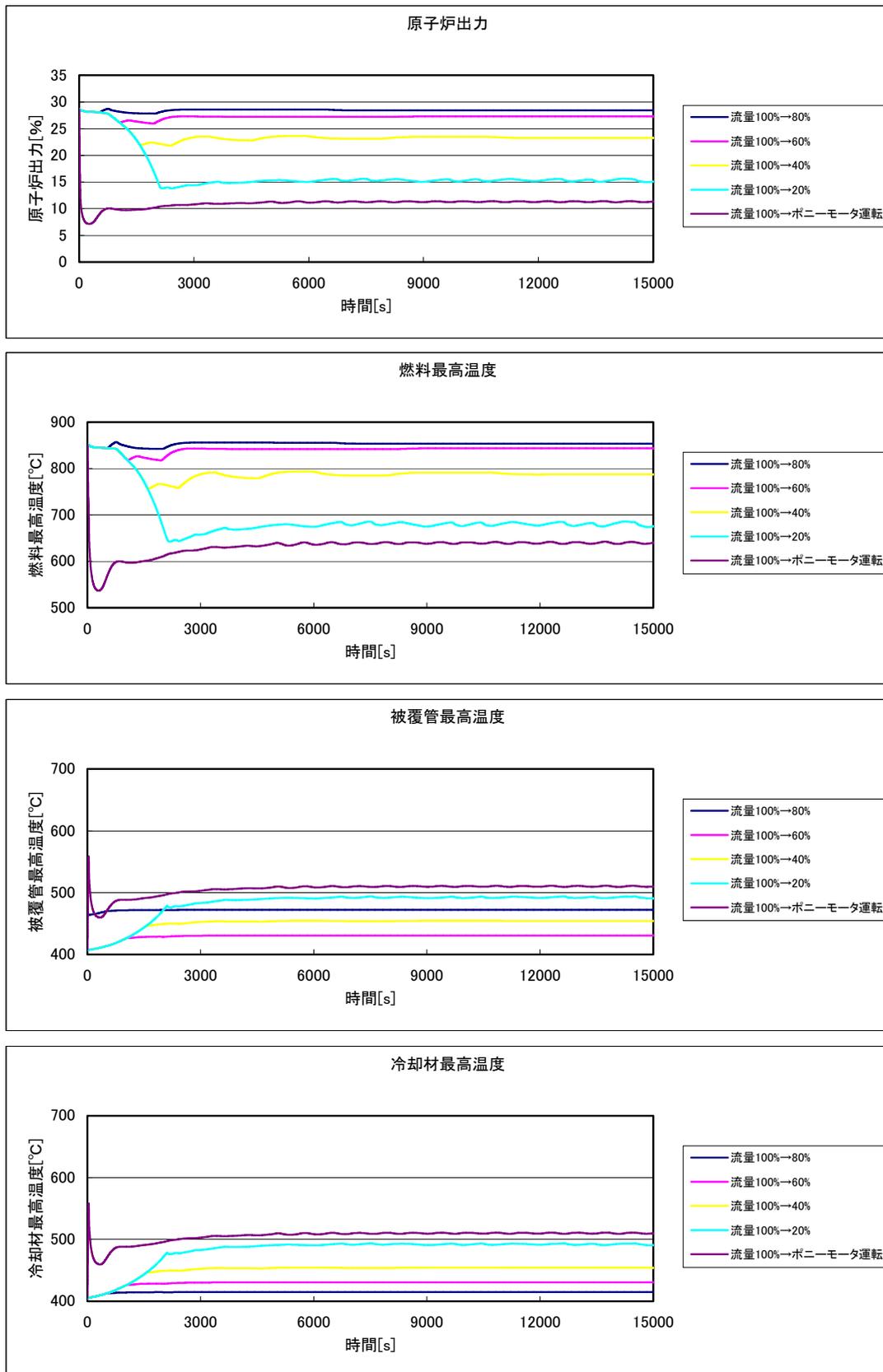


図 3-4 ULOF 解析結果 (初期出力 40MWt) (1/2)

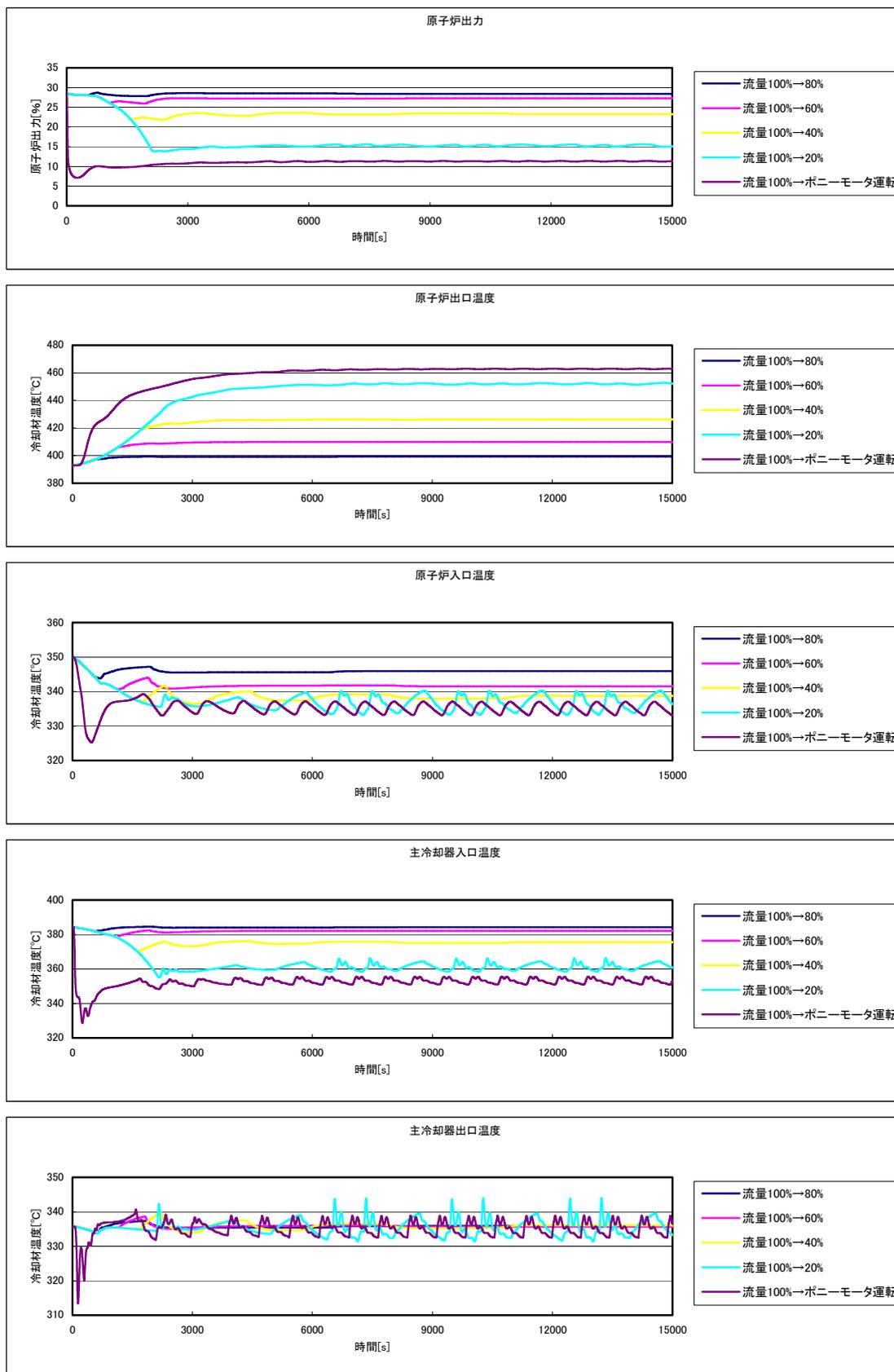


図 3-4 ULOF 解析結果 (初期出力 40MWt) (2/2)

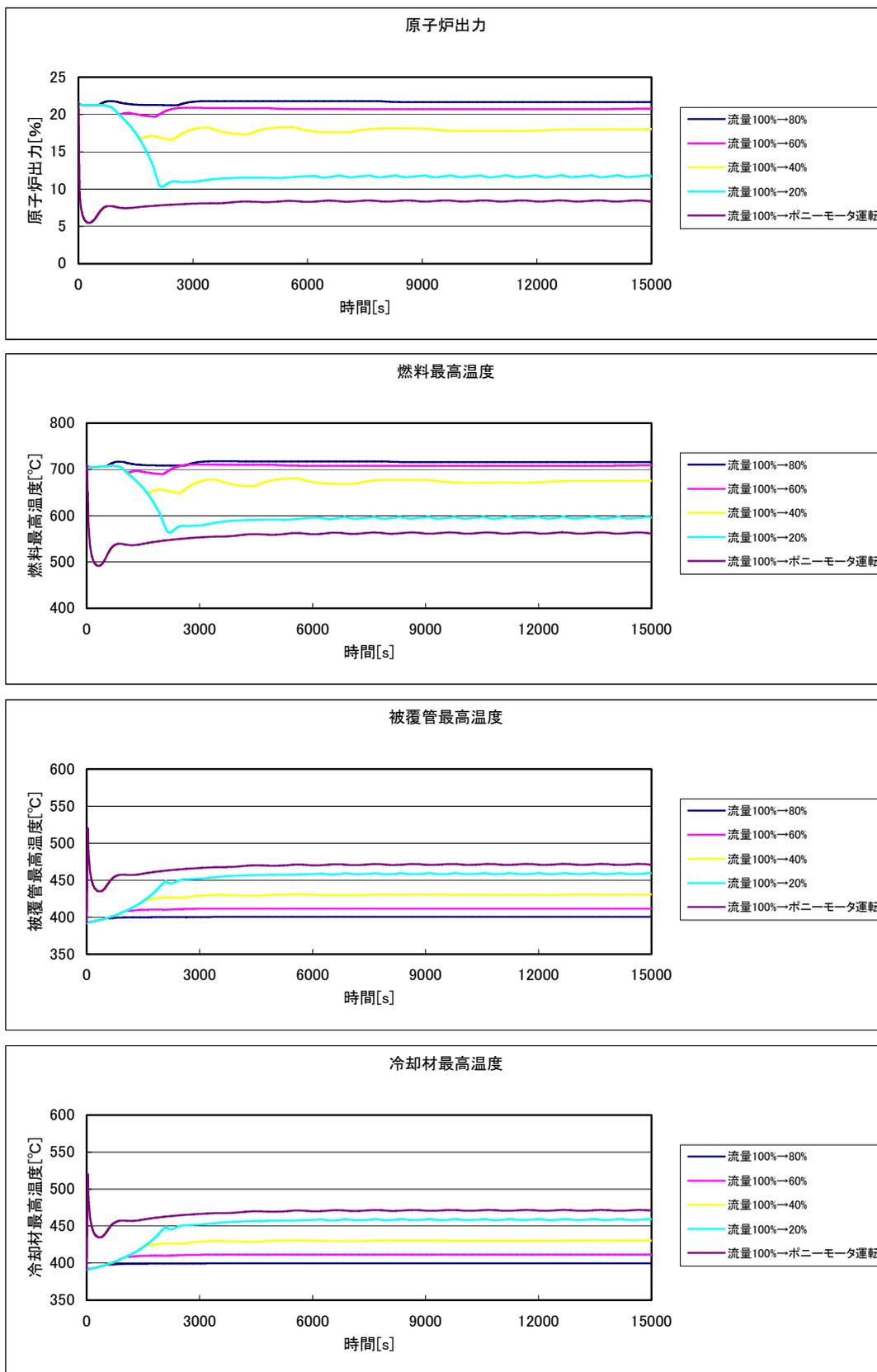


図 3-5 ULOF 解析結果 (初期出力 30MWt) (1/2)

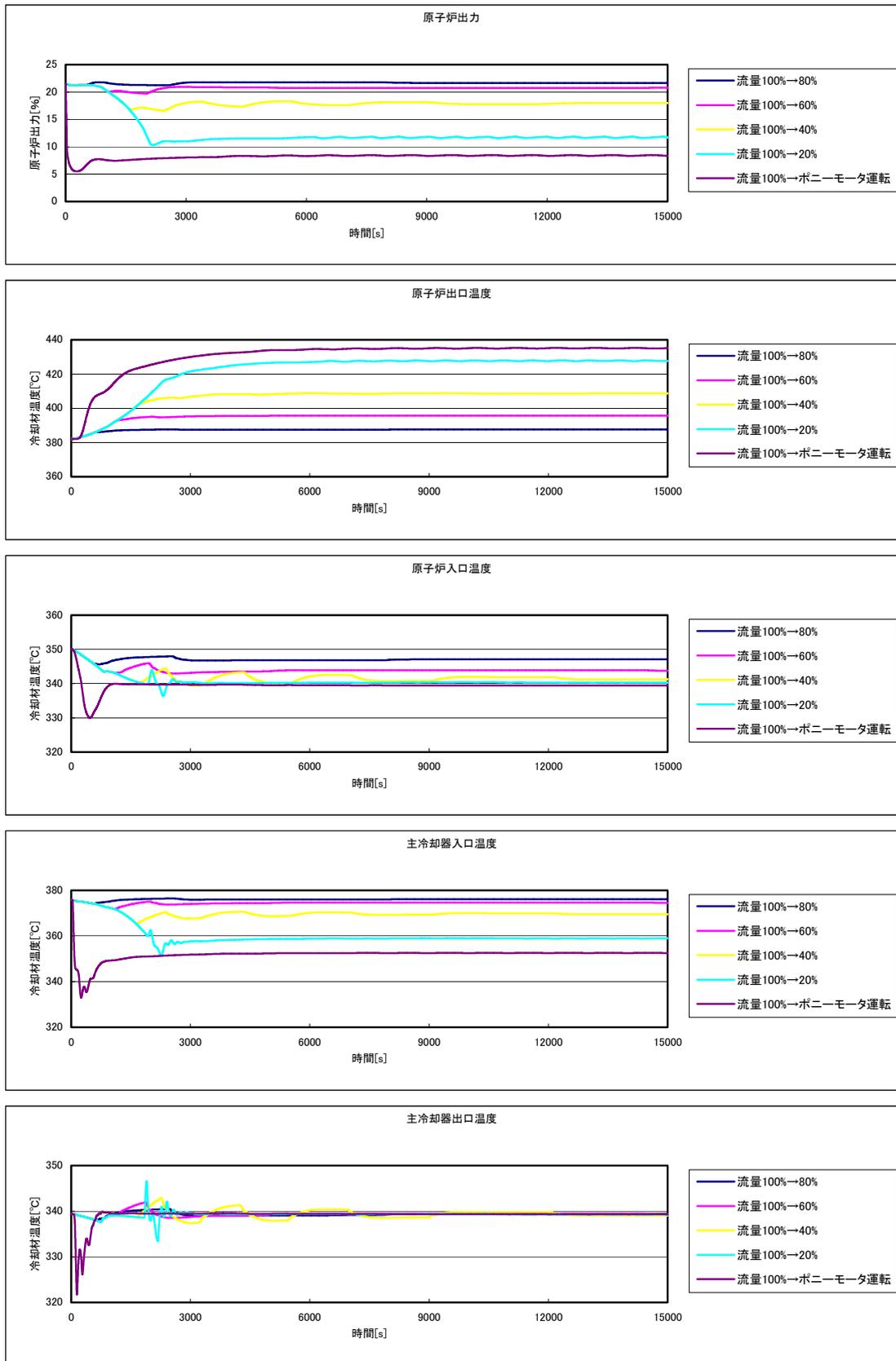


図 3-5 ULOF 解析結果 (初期出力 30MWt) (2/2)

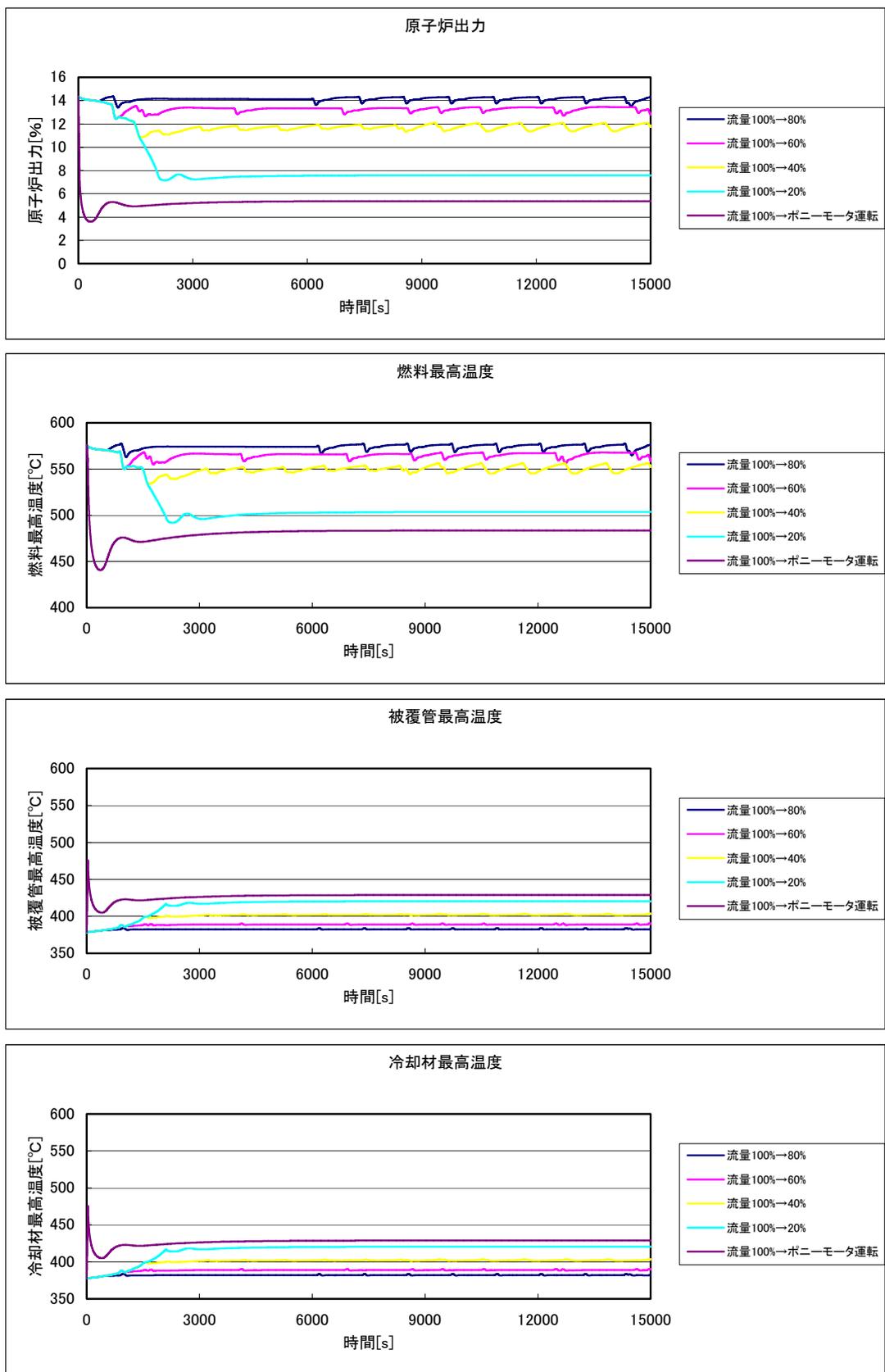


図 3-6 ULOF 解析結果 (初期出力 20MWt) (1/2)

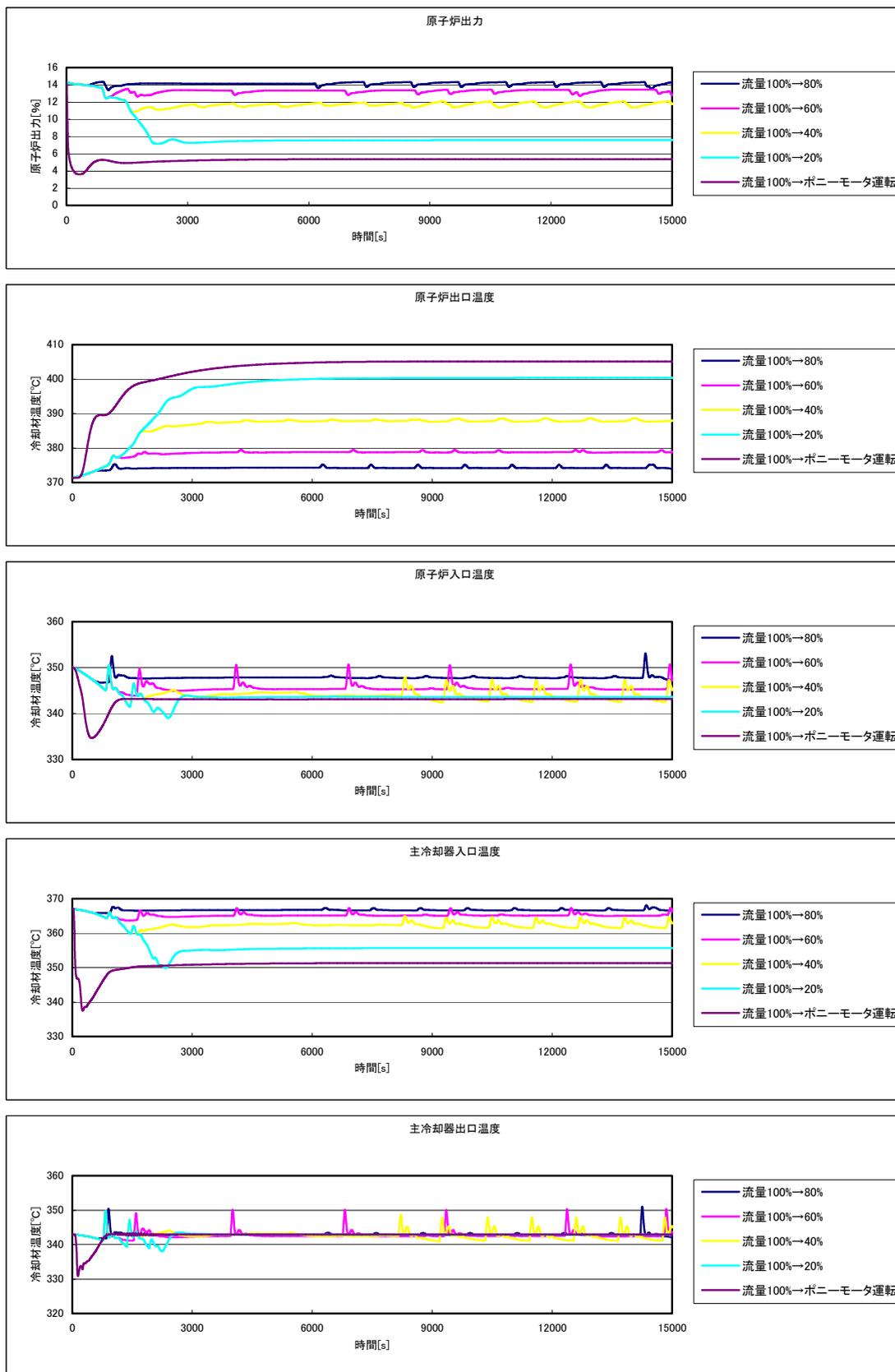


図 3-6 ULOF 解析結果 (初期出力 20MWt) (2/2)

4. UTOP、ULOF 試験時におけるプラント構造健全性評価

2章、3章での UTOP 予備試験、模擬試験および ULOF 模擬試験における試験条件の検討結果より、試験実施の可能性がある試験条件について、プラント各部の熱過渡が構造健全性の観点で問題ないか確認した。

4.1 評価方法

- (1) 運転状態Ⅱ（手動スクラム、外部電源喪失）を対象とし、原子炉出入口温度および主冷却器出入口温度の温度変化幅 ΔT 、温度変化率（ $\Delta T/t$ ）について、設計熱過渡条件と Mimir-N2 による計算値を比較する。比較した結果を整理して、表 4-1～表 4-8 に示す。
- (2) 設計熱過渡条件に対する Mimir-N2 計算値の比（ $\Delta T_{E/C}$ 、 $\Delta T/t_{E/C}$ ）をみると原子炉出口冷却材温度が 1.0 を超えていることから、当該温度挙動による熱過渡が厳しい 1 次ナトリウム出口ノズル部について、汎用非線形構造解析コード FINAS による温度分布解析および応力解析を実施する。FINAS 解析結果とその他の荷重とを組み合わせ、一次＋二次応力強さの範囲およびクリープ疲労損傷が制限値を満足していることを確認する。解析モデル等は、PNC TN9400 93-036「常陽」MK-III 冷却系改造に係わる機器・配管構造健全性評価－原子炉容器－⁴⁾を使用し、Mimir-N2 解析結果による原子炉出口冷却材温度カーブを熱過渡条件として与える。
- (3) 設計熱過渡条件は定格出力からの過渡に対する値（熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じる）とし、70MWt および 100MWt のケースについては、各部最高温度が設計熱過渡条件以下であるため、MK-II 設工認における熱過渡条件（最大温度変化率）での評価も行う。

4.2 評価結果

表 4-9～表 4-10 に、1 次ナトリウム出口ノズル部の簡易応力評価結果を示す。UTOP 予備試験、模擬試験および ULOF 模擬試験について、試験実施の可能性がある試験

条件は、FINAS 解析結果とその他の荷重とを組み合わせた一次＋二次応力強さの範囲およびクリープ疲労損傷が制限値を満足しており、これらの試験条件ではプラント構造健全性に問題ないことが確認できた。

表 4-1(1/2) UTOP 解析 (70MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-10ε		50%出力-20ε			
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}		ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	49.7	5.3	0.11	9.2	0.19	0.12	0.02	0.13	0.04	0.31
		B		5.4	0.11	9.5	0.19		0.02	0.13	0.04	0.31
	出口	A	1.9	11.6	6.10	22.5	11.87	0.02	0.09	4.57	0.20	9.89
		B		11.6	6.10	22.5	11.87		0.09	4.57	0.20	9.89
DHX	入口	A	22.7	10.0	0.44	19.5	0.86	0.12	0.06	0.53	0.14	1.15
		B		10.1	0.44	21.0	0.93		0.06	0.53	0.14	1.15
	出口	A	72.2	4.3	0.06	7.0	0.10	0.30	0.03	0.10	0.07	0.22
		B		4.4	0.06	7.1	0.10		0.03	0.10	0.07	0.22

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-10ε		50%出力-20ε			
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}		ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	-29.9	-2.7	0.09	-1.8	0.06	-0.13	-0.01	0.04	-0.02	0.19
		B		-2.7	0.09	-1.8	0.06		-0.01	0.04	-0.02	0.19
	出口	A	-111.0	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
DHX	入口	A	-118.6	-	-	-	-	-0.23	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
	出口	A	-34.8	-4.5	0.13	-3.8	0.11	-0.59	-0.03	0.06	-0.04	0.07
		B		-4.5	0.13	-3.8	0.11		-0.03	0.06	-0.04	0.07

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-1(2/2) UTOP 解析 (70MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-10ε		50%出力-20ε			
			熱過渡条件 (ΔT _c) ^{*3}	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} ^{*1}	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} ^{*1}	熱過渡条件 (ΔT/t) ^{*3}	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} ^{*2}
R/V	入口	A	37.3	5.3	0.14	9.2	0.25	0.13	0.02	0.12	0.04	0.29
		B		5.4	0.14	9.5	0.25		0.02	0.12	0.04	0.29
	出口	A	1.6	11.6	7.24	22.5	14.09	0.08	0.09	1.14	0.20	2.47
		B		11.6	7.24	22.5	14.09		0.09	1.14	0.20	2.47
DHX	入口	A	18.1	10.0	0.56	19.5	1.08	0.11	0.06	0.58	0.14	1.25
		B		10.1	0.56	21.0	1.16		0.06	0.58	0.14	1.25
	出口	A	51.7	4.3	0.08	7.0	0.14	0.28	0.03	0.11	0.07	0.23
		B		4.4	0.08	7.1	0.14		0.03	0.11	0.07	0.23

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) ΔT_{E/c} = ΔT_E / ΔT_c

(*2) [ΔT/t]_{E/c} = [ΔT/t]_E / [ΔT/t]_c

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

ΔT_{E/c} 又は [ΔT/t]_{E/c} が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-10ε		50%出力-20ε			
			熱過渡条件 (ΔT _c) ^{*3}	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} ^{*1}	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} ^{*1}	熱過渡条件 (ΔT/t) ^{*3}	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} ^{*2}
R/V	入口	A	-25.1	-2.7	0.11	-1.8	0.07	-0.13	-0.01	0.04	-0.02	0.19
		B		-2.7	0.11	-1.8	0.07		-0.01	0.04	-0.02	0.19
	出口	A	-133.8	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
DHX	入口	A	-120.0	-	-	-	-	-0.23	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
	出口	A	-23.8	-4.5	0.19	-3.8	0.16	-0.59	-0.03	0.06	-0.04	0.07
		B		-4.5	0.19	-3.8	0.16		-0.03	0.06	-0.04	0.07

(*1) ΔT_{E/c} = ΔT_E / ΔT_c

(*2) [ΔT/t]_{E/c} = [ΔT/t]_E / [ΔT/t]_c

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

ΔT_{E/c} 又は [ΔT/t]_{E/c} が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-2(1/2) UTOP 解析 (70MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件(最大温度変化率)で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ([\Delta T/t]_c)^{*2}	50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-80ε		50%出力-90ε	
				[\Delta T/t]_{E1}	[\Delta T/t]_{E1/c}^{*1}						
R/V	入口	A	1.0	0.02	0.02	0.04	0.04	0.24	0.24	0.24	0.24
		B		0.02	0.02	0.04	0.04	0.24	0.24	0.24	0.24
	出口	A	3.0	0.09	0.03	0.20	0.07	1.00	0.33	1.07	0.36
		B		0.09	0.03	0.20	0.07	1.00	0.33	1.07	0.36
DHX	入口	A	2.0	0.06	0.03	0.14	0.07	0.73	0.36	0.78	0.39
		B		0.06	0.03	0.14	0.07	0.73	0.36	0.78	0.39
	出口	A	1.7	0.03	0.02	0.07	0.04	0.39	0.23	0.42	0.25
		B		0.03	0.02	0.07	0.04	0.39	0.23	0.42	0.25

(*1)[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c

(*2)原設工認における温度変化率

[\Delta T/t]_{E/c} が1.0を超えた部位は、FINASによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ([\Delta T/t]_c)^{*2}	50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-80ε		50%出力-90ε	
				[\Delta T/t]_{E1}	[\Delta T/t]_{E1/c}^{*1}						
R/V	入口	A	-1.0	-0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.11	0.11	-0.12	0.12
		B		-0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.11	0.11	-0.12	0.12
	出口	A	-3.0	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-2.0	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-
	出口	A	-1.7	-0.03	0.02	-0.04	0.02	-0.28	0.16	-0.25	0.15
		B		-0.03	0.02	-0.04	0.02	-0.28	0.16	-0.25	0.15

(*1)[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c

(*2)原設工認における温度変化率

[\Delta T/t]_{E/c} が1.0を超えた部位は、FINASによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-2(2/2) UTOP 解析 (70MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性

【MK-II 設工認における熱過渡条件(最大温度変化率)で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ([\Delta T/t]_c)^*2	50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-80ε		50%出力-90ε	
				[\Delta T/t]_{E1}	[\Delta T/t]_{E1/c}^*1						
R/V	入口	A	0.2	0.02	0.08	0.04	0.19	0.24	1.22	0.24	1.20
		B		0.02	0.08	0.04	0.19	0.24	1.22	0.24	1.20
	出口	A	1.3	0.09	0.07	0.20	0.15	1.00	0.77	1.07	0.82
		B		0.09	0.07	0.20	0.15	1.00	0.77	1.07	0.82
DHX	入口	A	0.4	0.06	0.16	0.14	0.35	0.73	1.82	0.78	1.96
		B		0.06	0.16	0.14	0.35	0.73	1.82	0.78	1.96
	出口	A	3.0	0.03	0.01	0.07	0.02	0.39	0.13	0.42	0.14
		B		0.03	0.01	0.07	0.02	0.39	0.13	0.42	0.14

(*1) [\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c

(*2) 原設工認における温度変化率

[\Delta T/t]_{E/c} が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ([\Delta T/t]_c)^*2	50%出力-10ε		50%出力-20ε		50%出力-80ε		50%出力-90ε	
				[\Delta T/t]_{E1}	[\Delta T/t]_{E1/c}^*1						
R/V	入口	A	-0.2	-0.01	0.03	-0.02	0.12	-0.11	0.55	-0.12	0.58
		B		-0.01	0.03	-0.02	0.12	-0.11	0.55	-0.12	0.58
	出口	A	-1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-
	出口	A	-3.0	-0.03	0.01	-0.04	0.01	-0.28	0.09	-0.25	0.08
		B		-0.03	0.01	-0.04	0.01	-0.28	0.09	-0.25	0.08

(*1) [\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c

(*2) 原設工認における温度変化率

[\Delta T/t]_{E/c} が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-3(1/2) UTOP 解析 (140MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}	100%出力-5ε		100%出力-10ε		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}	100%出力-5ε		100%出力-10ε	
				ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}		$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	49.7	2.5	0.05	4.5	0.09	0.12	0.01	0.09	0.02	0.16
		B		2.6	0.05	4.5	0.09		0.01	0.09	0.02	0.16
	出口	A	1.9	6.0	3.14	11.8	6.23	0.02	0.05	2.50	0.11	5.38
		B		6.0	3.14	11.8	6.23		0.05	2.50	0.11	5.38
DHX	入口	A	22.7	5.2	0.23	10.2	0.45	0.12	0.04	0.32	0.07	0.62
		B		5.2	0.23	10.2	0.45		0.04	0.32	0.07	0.62
	出口	A	72.2	1.8	0.03	3.0	0.04	0.30	0.02	0.06	0.03	0.10
		B		1.8	0.03	3.0	0.04		0.02	0.06	0.03	0.10

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$ (*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

 $\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}	100%出力-5ε		100%出力-10ε		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}	100%出力-5ε		100%出力-10ε	
				ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}		$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	-29.9	-0.5	0.02	-0.7	0.02	-0.13	-0.005	0.04	-0.01	0.08
		B		-0.5	0.02	-0.7	0.02		-0.005	0.04	-0.01	0.08
	出口	A	-111.0	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
DHX	入口	A	-118.6	-	-	-	-	-0.23	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
	出口	A	-34.8	-0.9	0.03	-1.5	0.04	-0.59	-0.01	0.02	-0.01	0.01
		B		-0.9	0.03	-1.5	0.04		-0.01	0.02	-0.01	0.01

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$ (*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

 $\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINASI による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-3(2/2) UTOP 解析 (140MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			100%出力-5ε		100%出力-10ε		100%出力-5ε		100%出力-10ε			
			熱過渡条件 (ΔT _c)*3	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} *1	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} *1	熱過渡条件 (ΔT/t)*3	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} *2	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} *2
R/V	入口	A	37.3	2.5	0.07	4.5	0.12	0.13	0.01	0.08	0.02	0.15
		B		2.6	0.07	4.5	0.12		0.01	0.08	0.02	0.15
	出口	A	1.6	6.0	3.72	11.8	7.39	0.08	0.05	0.63	0.11	1.35
		B		6.0	3.72	11.8	7.39		0.05	0.63	0.11	1.35
DHX	入口	A	18.1	5.2	0.28	10.2	0.56	0.11	0.04	0.35	0.07	0.68
		B		5.2	0.28	10.2	0.56		0.04	0.35	0.07	0.68
	出口	A	51.7	1.8	0.04	3.0	0.06	0.28	0.02	0.06	0.03	0.10
		B		1.8	0.04	3.0	0.06		0.02	0.06	0.03	0.10

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) ΔT_{E1/c} = ΔT_{E1} / ΔT_c

(*2) [ΔT/t]_{E1/c} = [ΔT/t]_{E1} / [ΔT/t]_c

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

ΔT_{E1/c} 又は [ΔT/t]_{E1/c} が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅(°C)				温度変化率(°C/s)					
			100%出力-5ε		100%出力-10ε		100%出力-5ε		100%出力-10ε			
			熱過渡条件 (ΔT _c)*3	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} *1	ΔT _{E1}	ΔT _{E1/c} *1	熱過渡条件 (ΔT/t)*3	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} *2	[ΔT/t] _{E1}	[ΔT/t] _{E1/c} *2
R/V	入口	A	-25.1	-0.5	0.02	-0.7	0.03	-0.13	-0.005	0.04	-0.01	0.08
		B		-0.5	0.02	-0.7	0.03		-0.005	0.04	-0.01	0.08
	出口	A	-133.8	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
DHX	入口	A	-120.0	-	-	-	-	-0.23	-	-	-	-
		B		-	-	-	-		-	-	-	-
	出口	A	-23.8	-0.9	0.04	-1.5	0.06	-0.59	-0.01	0.02	-0.01	0.01
		B		-0.9	0.04	-1.5	0.06		-0.01	0.02	-0.01	0.01

(*1) ΔT_{E1/c} = ΔT_{E1} / ΔT_c

(*2) [ΔT/t]_{E1/c} = [ΔT/t]_{E1} / [ΔT/t]_c

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

ΔT_{E1/c} 又は [ΔT/t]_{E1/c} が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-4(1/2) ULOF 解析 (70MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅(°C)										温度変化率(°C/s)													
			熱過渡条件 (ΔT_0) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニーマータ		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニーマータ	
			ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	49.7	3.5	0.07	4.0	0.08	6.3	0.13	7.2	0.14	21.5	0.43	0.12	0.01	0.04	0.01	0.07	0.01	0.11	0.01	0.12	0.04	0.36		
		B	49.7	3.5	0.07	4.0	0.08	6.3	0.13	7.2	0.14	21.5	0.43	0.12	0.01	0.04	0.01	0.07	0.01	0.11	0.01	0.12	0.04	0.36		
	出口	A	1.9	10.0	5.26	25.9	13.63	51.2	26.95	87.6	46.11	115.3	60.68	0.02	0.02	0.81	0.03	1.44	0.04	2.19	0.05	2.26	0.17	8.71		
		B	1.9	10.0	5.26	25.9	13.63	51.2	26.95	87.6	46.11	115.3	60.68	0.02	0.02	0.81	0.03	1.44	0.04	2.19	0.05	2.26	0.17	8.71		
DHX	入口	A	22.7	3.8	0.17	5.6	0.25	8.9	0.39	10.4	0.46	18.4	0.81	0.12	0.00	0.04	0.01	0.08	0.02	0.13	0.02	0.15	0.27	2.29		
		B	22.7	3.8	0.17	5.6	0.25	8.9	0.39	10.4	0.46	18.4	0.81	0.12	0.00	0.04	0.01	0.08	0.02	0.13	0.02	0.15	0.27	2.29		
	出口	A	72.2	0.9	0.01	0.9	0.01	0.9	0.01	0.9	0.01	2.8	0.04	0.30	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.07		
		B	72.2	0.9	0.01	0.9	0.01	0.9	0.01	0.9	0.01	2.8	0.04	0.30	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.07		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_0$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS1による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅(°C)										温度変化率(°C/s)													
			熱過渡条件 (ΔT_0) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニーマータ		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニーマータ	
			ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	-29.9	-9.5	0.32	-16.7	0.56	-23.1	0.77	-26.1	0.87	-38.6	1.29	-0.13	-0.018	0.14	-0.02	0.12	-0.01	0.10	-0.01	0.09	-0.11	0.88		
		B	-29.9	-9.5	0.32	-16.7	0.56	-23.1	0.77	-26.1	0.87	-38.6	1.29	-0.13	-0.018	0.14	-0.02	0.12	-0.01	0.10	-0.01	0.09	-0.11	0.88		
	出口	A	-111.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		B	-111.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
DHX	入口	A	-118.6	-0.6	0.00	-11.1	0.09	-25.9	0.22	-52.6	0.44	-70.6	0.59	-0.23	-0.01	0.04	-0.01	0.05	-0.03	0.13	-0.05	0.23	-1.16	5.03		
		B	-118.6	-0.6	0.00	-11.1	0.09	-25.9	0.22	-52.6	0.44	-70.6	0.59	-0.23	-0.01	0.04	-0.01	0.05	-0.03	0.13	-0.05	0.23	-1.16	5.03		
	出口	A	-34.8	-2.1	0.06	-2.1	0.06	-2.1	0.06	-2.1	0.06	-34.5	0.99	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.51	0.86		
		B	-34.8	-2.1	0.06	-2.1	0.06	-2.1	0.06	-2.1	0.06	-34.5	0.99	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.51	0.86		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_0$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS1による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-4(2/2) ULOF 解析 (70MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅(°C)										温度変化率(°C/s)													
			熱過渡条件 (ΔT _c) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ		熱過渡条件 (ΔT/t) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ	
			ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}
R/V	入口	A	37.3	3.5	0.09	4.0	0.11	6.3	0.17	7.2	0.19	21.5	0.58	0.13	0.01	0.04	0.01	0.06	0.01	0.10	0.01	0.11	0.04	0.33		
		B		3.5	0.09	4.0	0.11	6.3	0.17	7.2	0.19	21.5	0.58		0.01	0.04	0.01	0.06	0.01	0.10	0.01	0.11	0.04	0.33		
	出口	A	1.6	10.0	6.25	25.9	16.19	51.2	32.00	87.6	54.75	115.3	72.06	0.08	0.02	0.20	0.03	0.36	0.04	0.55	0.05	0.56	0.17	2.18		
		B		10.0	6.25	25.9	16.19	51.2	32.00	87.6	54.75	115.3	72.06		0.02	0.20	0.03	0.36	0.04	0.55	0.05	0.56	0.17	2.18		
DHX	入口	A	18.1	3.8	0.21	5.6	0.31	8.9	0.49	10.4	0.57	18.4	1.02	0.11	0.00	0.04	0.01	0.08	0.02	0.14	0.02	0.16	0.27	2.50		
		B		3.8	0.21	5.6	0.31	8.9	0.49	10.4	0.57	18.4	1.02		0.00	0.04	0.01	0.08	0.02	0.14	0.02	0.16	0.27	2.50		
	出口	A	51.7	0.9	0.02	0.9	0.02	0.9	0.02	0.9	0.02	2.8	0.05	0.28	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.04	0.02	0.07		
		B		0.9	0.02	0.9	0.02	0.9	0.02	0.9	0.02	2.8	0.05		0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.04	0.02	0.07		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) ΔT_{EI/c} = ΔT_{EI} / ΔT_c

(*2) [ΔT/t]_{EI/c} = [ΔT/t]_{EI} / [ΔT/t]

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

ΔT_{EI/c} 又は [ΔT/t]_{EI/c} が1.0を超えた部位は、FINASによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅(°C)										温度変化率(°C/s)													
			熱過渡条件 (ΔT _c) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ		熱過渡条件 (ΔT/t) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ	
			ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	ΔT _{EI}	ΔT _{EI/c} ^{*1}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}	[ΔT/t] _{EI}	[ΔT/t] _{EI/c} ^{*2}
R/V	入口	A	-25.1	-9.5	0.38	-16.7	0.66	-23.1	0.92	-26.1	1.04	-38.6	1.54	-0.13	-0.018	0.14	-0.02	0.12	-0.01	0.10	-0.01	0.09	-0.11	0.88		
		B		-9.5	0.38	-16.7	0.66	-23.1	0.92	-26.1	1.04	-38.6	1.54		-0.018	0.14	-0.02	0.12	-0.01	0.10	-0.01	0.09	-0.11	0.88		
	出口	A	-133.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		B		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
DHX	入口	A	-120.0	-0.6	0.00	-11.1	0.09	-25.9	0.22	-52.6	0.44	-70.6	0.59	-0.23	-0.01	0.04	-0.01	0.05	-0.03	0.13	-0.05	0.23	-1.16	5.03		
		B		-0.6	0.00	-11.1	0.09	-25.9	0.22	-52.6	0.44	-70.6	0.59		-0.01	0.04	-0.01	0.05	-0.03	0.13	-0.05	0.23	-1.16	5.03		
	出口	A	-23.8	-2.1	0.09	-2.1	0.09	-2.1	0.09	-2.1	0.09	-34.5	1.45	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.51	0.86		
		B		-2.1	0.09	-2.1	0.09	-2.1	0.09	-2.1	0.09	-34.5	1.45		-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.51	0.86		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) ΔT_{EI/c} = ΔT_{EI} / ΔT_c

(*2) [ΔT/t]_{EI/c} = [ΔT/t]_{EI} / [ΔT/t]

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

ΔT_{EI/c} 又は [ΔT/t]_{EI/c} が1.0を超えた部位は、FINASによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-5(1/2) ULOF 解析 (100MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅 (°C)								温度変化率 (°C/s)											
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
					ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}			$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}												
R/V	入口	A	49.7	2.8	0.06	3.7	0.07	6.4	0.13	10.6	0.21	0.12	0.01	0.05	0.01	0.10	0.02	0.15	0.02	0.19		
		B		2.8	0.06	3.7	0.07	6.4	0.13	10.6	0.21		0.01	0.05	0.01	0.10	0.02	0.15	0.02	0.19		
	出口	A	1.9	14.3	7.53	36.0	18.95	59.0	31.05	129.4	68.11	0.02	0.03	1.40	0.04	2.02	0.05	2.32	0.07	3.61		
		B		14.3	7.53	36.0	18.95	59.0	31.05	129.4	68.11		0.03	1.40	0.04	2.02	0.05	2.32	0.07	3.61		
DHX	入口	A	22.7	3.8	0.17	6.2	0.27	8.8	0.39	16.2	0.71	0.12	0.02	0.13	0.01	0.12	0.02	0.16	0.03	0.24		
		B		3.8	0.17	6.2	0.27	8.8	0.39	16.2	0.71		0.02	0.13	0.01	0.12	0.02	0.16	0.03	0.24		
	出口	A	72.2	0.8	0.01	0.8	0.01	0.8	0.01	0.8	0.01	0.30	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03		
		B		0.8	0.01	0.8	0.01	0.8	0.01	0.8	0.01		0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS1による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅 (°C)								温度変化率 (°C/s)											
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→40%流量		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
					ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}			$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}												
R/V	入口	A	-29.9	-12.2	0.41	-23.5	0.78	-32.6	1.09	-39.4	1.32	-0.13	-0.022	0.17	-0.02	0.17	-0.02	0.15	-0.02	0.13		
		B		-12.2	0.41	-23.5	0.78	-32.6	1.09	-39.4	1.32		-0.022	0.17	-0.02	0.17	-0.02	0.15	-0.02	0.13		
	出口	A	-111.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-	-	-		
		B		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-		
DHX	入口	A	-118.6	-5.5	0.05	-15.5	0.13	-36.9	0.31	-74.5	0.63	-0.23	-0.01	0.05	-0.02	0.11	-0.05	0.21	-0.07	0.32		
		B		-5.5	0.05	-15.5	0.13	-36.9	0.31	-74.5	0.63		-0.01	0.05	-0.02	0.11	-0.05	0.21	-0.07	0.32		
	出口	A	-34.8	-1.6	0.05	-1.6	0.05	-1.6	0.05	-1.6	0.05	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01		
		B		-1.6	0.05	-1.6	0.05	-1.6	0.05	-1.6	0.05		-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS1による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-5(2/2) ULOF 解析 (100MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性【定格時の設計熱過渡条件で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅 (°C)								温度変化率 (°C/s)											
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
					ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}			$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}												
R/V	入口	A	37.3	2.8	0.07	3.7	0.10	6.4	0.17	10.6	0.28	0.13	0.01	0.04	0.01	0.10	0.02	0.14	0.02	0.18		
		B		2.8	0.07	3.7	0.10	6.4	0.17	10.6	0.28		0.01	0.04	0.01	0.10	0.02	0.14	0.02	0.18		
	出口	A	1.6	14.3	8.94	36.0	22.50	59.0	36.88	129.4	80.88	0.08	0.03	0.35	0.04	0.51	0.05	0.58	0.07	0.90		
		B		14.3	8.94	36.0	22.50	59.0	36.88	129.4	80.88		0.03	0.35	0.04	0.51	0.05	0.58	0.07	0.90		
DHX	入口	A	18.1	3.8	0.21	6.2	0.34	8.8	0.49	16.2	0.89	0.11	0.02	0.14	0.01	0.13	0.02	0.17	0.03	0.26		
		B		3.8	0.21	6.2	0.34	8.8	0.49	16.2	0.89		0.02	0.14	0.01	0.13	0.02	0.17	0.03	0.26		
	出口	A	51.7	0.8	0.02	0.8	0.02	0.8	0.02	0.8	0.02	0.28	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03		
		B		0.8	0.02	0.8	0.02	0.8	0.02	0.8	0.02		0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS1による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅 (°C)								温度変化率 (°C/s)											
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→40%流量		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
					ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}			$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}												
R/V	入口	A	-25.1	-12.2	0.48	-23.5	0.93	-32.6	1.30	-39.4	1.57	-0.13	-0.022	0.17	-0.02	0.17	-0.02	0.15	-0.02	0.13		
		B		-12.2	0.48	-23.5	0.93	-32.6	1.30	-39.4	1.57		-0.022	0.17	-0.02	0.17	-0.02	0.15	-0.02	0.13		
	出口	A	-133.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-	-	-		
		B		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-		
DHX	入口	A	-120.0	-5.5	0.05	-15.5	0.13	-36.9	0.31	-74.5	0.62	-0.23	-0.01	0.05	-0.02	0.11	-0.05	0.21	-0.07	0.32		
		B		-5.5	0.05	-15.5	0.13	-36.9	0.31	-74.5	0.62		-0.01	0.05	-0.02	0.11	-0.05	0.21	-0.07	0.32		
	出口	A	-23.8	-1.6	0.07	-1.6	0.07	-1.6	0.07	-1.6	0.07	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01		
		B		-1.6	0.07	-1.6	0.07	-1.6	0.07	-1.6	0.07		-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01		

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS1による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-6(1/2) ULOF 解析 (70MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件(最大温度変化率)で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)										
			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}^{*1}$								
R/V	入口	A	1.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.04
		B		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
	出口	A	3.0	0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.17	0.06
		B		0.02	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.17	0.06
DHX	入口	A	2.0	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.27	0.14
		B		0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.27	0.14
	出口	A	1.7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
		B		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*2)原設工認における温度変化率

 $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS による温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)										
			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}^{*1}$								
R/V	入口	A	-1.0	-0.018	0.02	-0.02	0.02	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.11	0.11
		B		-0.018	0.02	-0.02	0.02	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.11	0.11
	出口	A	-3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		B		-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DHX	入口	A	-2.0	-0.01	0.00	-0.01	0.01	-0.03	0.02	-0.05	0.03	-1.16	0.58
		B		-0.01	0.00	-0.01	0.01	-0.03	0.02	-0.05	0.03	-1.16	0.58
	出口	A	-1.7	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.51	0.30
		B		-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.51	0.30

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*2)原設工認における温度変化率

 $[\Delta T/t]_{E/c}$ が 1.0 を超えた部位は、FINAS による温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-6(2/2) ULOF 解析 (70MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性

【MK-II 設工認における熱過渡条件(最大温度変化率)で評価】

<温度上昇側>

評価部位			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	温度変化率 (°C/s)									
				100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*1}								
R/V	入口	A	0.2	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.06	0.01	0.07	0.04	0.21
		B		0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.06	0.01	0.07	0.04	0.21
	出口	A	1.3	0.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.03	0.17	0.13
		B		0.02	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.03	0.17	0.13
DHX	入口	A	0.4	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04	0.27	0.69
		B		0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.02	0.04	0.27	0.69
	出口	A	3.0	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01
		B		0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*2)原設工認における温度変化率

$[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	温度変化率 (°C/s)									
				100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量		100%→ホニモータ	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*1}								
R/V	入口	A	-0.2	-0.018	0.09	-0.02	0.08	-0.01	0.07	-0.01	0.06	-0.11	0.57
		B		-0.018	0.09	-0.02	0.08	-0.01	0.07	-0.01	0.06	-0.11	0.57
	出口	A	-1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-0.4	-0.01	0.02	-0.01	0.03	-0.03	0.08	-0.05	0.13	-1.16	2.89
		B		-0.01	0.02	-0.01	0.03	-0.03	0.08	-0.05	0.13	-1.16	2.89
	出口	A	-3.0	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.51	0.17
		B		-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.51	0.17

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*2)原設工認における温度変化率

$[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-7(1/2) ULOF 解析 (100MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性【MK-II 設工認における熱過渡条件(最大温度変化率)で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}^{*1}$						
R/V	入口	A	1.0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
		B		0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
	出口	A	3.0	0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.07	0.02
		B		0.03	0.01	0.04	0.01	0.05	0.02	0.07	0.02
DHX	入口	A	2.0	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
		B		0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
	出口	A	1.7	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		B		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*2)原設工認における温度変化率

 $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}^{*1}$						
R/V	入口	A	-1.0	-0.022	0.02	-0.02	0.02	-0.02	0.02	-0.02	0.02
		B		-0.022	0.02	-0.02	0.02	-0.02	0.02	-0.02	0.02
	出口	A	-3.0	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-2.0	-0.01	0.01	-0.02	0.01	-0.05	0.02	-0.07	0.04
		B		-0.01	0.01	-0.02	0.01	-0.05	0.02	-0.07	0.04
	出口	A	-1.7	-0.01	0.004	-0.01	0.004	-0.01	0.004	-0.01	0.004
		B		-0.01	0.004	-0.01	0.004	-0.01	0.004	-0.01	0.004

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*2)原設工認における温度変化率

 $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-7(2/2) ULOF 解析 (100MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性

【MK-II 設工認における熱過渡条件(最大温度変化率)で評価】

<温度上昇側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*1}						
R/V	入口	A	0.2	0.01	0.03	0.01	0.06	0.02	0.09	0.02	0.12
		B		0.01	0.03	0.01	0.06	0.02	0.09	0.02	0.12
	出口	A	1.3	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.07	0.06
		B		0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.04	0.07	0.06
DHX	入口	A	0.4	0.02	0.04	0.01	0.03	0.02	0.05	0.03	0.07
		B		0.02	0.04	0.01	0.03	0.02	0.05	0.03	0.07
	出口	A	3.0	0.01	0.003	0.01	0.003	0.01	0.003	0.01	0.003
		B		0.01	0.003	0.01	0.003	0.01	0.003	0.01	0.003

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*2)原設工認における温度変化率

 $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化率 (°C/s)								
			熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*2}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→20%流量	
				$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*1}						
R/V	入口	A	-0.2	-0.022	0.11	-0.02	0.11	-0.02	0.10	-0.02	0.09
		B		-0.022	0.11	-0.02	0.11	-0.02	0.10	-0.02	0.09
	出口	A	-1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-0.4	-0.01	0.03	-0.02	0.06	-0.05	0.12	-0.07	0.18
		B		-0.01	0.03	-0.02	0.06	-0.05	0.12	-0.07	0.18
	出口	A	-3.0	-0.01	0.002	-0.01	0.002	-0.01	0.002	-0.01	0.002
		B		-0.01	0.002	-0.01	0.002	-0.01	0.002	-0.01	0.002

(*1) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*2)原設工認における温度変化率

 $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-8(1/2) ULOF 解析 (140MWt) 手動スクラム条件での熱過渡特性

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅 (°C)						温度変化率 (°C/s)							
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		
				ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	
R/V	入口	A	49.7	3.0	0.06	4.4	0.09	6.1	0.12	0.12	0.01	0.06	0.01	0.11	0.02	0.19
		B		3.0	0.06	4.4	0.09	6.1	0.12		0.01	0.06	0.01	0.11	0.02	0.19
	出口	A	1.9	16.4	8.63	57.7	30.37	124.2	65.37	0.02	0.03	1.31	0.05	2.64	0.09	4.64
		B		16.4	8.63	57.7	30.37	124.2	65.37		0.03	1.31	0.05	2.64	0.09	4.64
DHX	入口	A	22.7	4.9	0.22	9.7	0.43	14.7	0.65	0.12	0.02	0.21	0.02	0.13	0.04	0.31
		B		4.9	0.22	9.7	0.43	14.7	0.65		0.02	0.21	0.02	0.13	0.04	0.31
	出口	A	72.2	2.7	0.04	4.3	0.06	6.6	0.09	0.30	0.02	0.05	0.03	0.09	0.03	0.09
		B		2.7	0.04	4.3	0.06	6.6	0.09		0.02	0.05	0.03	0.09	0.03	0.09

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅 (°C)						温度変化率 (°C/s)							
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		
				ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	
R/V	入口	A	-29.9	-17.0	0.57	-32.8	1.10	-45.1	1.51	-0.13	-0.030	0.23	-0.03	0.23	-0.03	0.20
		B		-17.0	0.57	-32.8	1.10	-45.1	1.51		-0.030	0.23	-0.03	0.23	-0.03	0.20
	出口	A	-111.0	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-118.6	-8.2	0.07	-21.7	0.18	-48.9	0.41	-0.23	-0.02	0.07	-0.03	0.14	-0.07	0.30
		B		-8.2	0.07	-21.7	0.18	-48.9	0.41		-0.02	0.07	-0.03	0.14	-0.07	0.30
	出口	A	-34.8	-1.4	0.04	-1.5	0.04	-1.5	0.04	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01
		B		-1.4	0.04	-1.5	0.04	-1.5	0.04		-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]_c$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-8(2/2) ULOF 解析 (140MWt) 外部電源喪失条件での熱過渡特性

<温度上昇側>

評価部位			温度変化幅 (°C)							温度変化率 (°C/s)						
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量	
				ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}		$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	37.3	3.0	0.08	4.4	0.12	6.1	0.16	0.13	0.01	0.05	0.01	0.10	0.02	0.18
		B		3.0	0.08	4.4	0.12	6.1	0.16		0.01	0.05	0.01	0.10	0.02	0.18
	出口	A	1.6	16.4	10.25	57.7	36.06	124.2	77.63	0.08	0.03	0.33	0.05	0.66	0.09	1.16
		B		16.4	10.25	57.7	36.06	124.2	77.63		0.03	0.33	0.05	0.66	0.09	1.16
DHX	入口	A	18.1	4.9	0.27	9.7	0.53	14.7	0.81	0.11	0.02	0.23	0.02	0.14	0.04	0.34
		B		4.9	0.27	9.7	0.53	14.7	0.81		0.02	0.23	0.02	0.14	0.04	0.34
	出口	A	51.7	2.7	0.05	4.3	0.08	6.6	0.13	0.28	0.02	0.06	0.03	0.10	0.03	0.10
		B		2.7	0.05	4.3	0.08	6.6	0.13		0.02	0.06	0.03	0.10	0.03	0.10

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

<温度降下側>

評価部位			温度変化幅 (°C)							温度変化率 (°C/s)						
			熱過渡条件 (ΔT_c) ^{*3}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量		熱過渡条件 ($\Delta T/t$) ^{*3}	100%→80%流量		100%→60%流量		100%→40%流量	
				ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}	ΔT_{E1}	$\Delta T_{E1/c}$ ^{*1}		$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}	$[\Delta T/t]_{E1}$	$[\Delta T/t]_{E1/c}$ ^{*2}
R/V	入口	A	-25.1	-17.0	0.68	-32.8	1.31	-45.1	1.80	-0.13	-0.030	0.23	-0.03	0.23	-0.03	0.20
		B		-17.0	0.68	-32.8	1.31	-45.1	1.80		-0.030	0.23	-0.03	0.23	-0.03	0.20
	出口	A	-133.8	-	-	-	-	-	-	-0.38	-	-	-	-	-	-
		B		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
DHX	入口	A	-120.0	-8.2	0.07	-21.7	0.18	-48.9	0.41	-0.23	-0.02	0.07	-0.03	0.14	-0.07	0.30
		B		-8.2	0.07	-21.7	0.18	-48.9	0.41		-0.02	0.07	-0.03	0.14	-0.07	0.30
	出口	A	-23.8	-1.4	0.06	-1.5	0.06	-1.5	0.06	-0.59	-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01
		B		-1.4	0.06	-1.5	0.06	-1.5	0.06		-0.01	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.01

※網掛け部は、応力評価対象箇所を示す。

(*1) $\Delta T_{E/c} = \Delta T_E / \Delta T_c$

(*2) $[\Delta T/t]_{E/c} = [\Delta T/t]_E / [\Delta T/t]$

(*3) 定格出力からの過渡における熱過渡条件(熱過渡条件事象の折れ線図に補正係数を乗じたもの)

$\Delta T_{E/c}$ 又は $[\Delta T/t]_{E/c}$ が1.0を超えた部位は、FINASIによる温度分布解析および応力解析を実施する。

表 4-9 原子炉容器（1次ナトリウム出口ノズル）の簡易応力評価結果 【UTOP事象】

● 定格時の設計熱過渡条件で評価

原子炉熱出力 (MWt)	投入反応度量 (e)	評価点	ひずみの制限			クリープ疲労損傷の制限			評価	
			1次+2次応力の制限 (kg/mm ²)			Df	Dc	Df+D _c		
			$\frac{S_n}{(3S_m)}$	$\frac{S_n}{(2.5(3S_m))}$	$\frac{S_n'}{(3S_m)}$					
70	80	1次ナトリウム出口ノズル	内面断面3	29.3 (30.6)	29.3 (76.5)	10.9 (30.6)	4.67E-07	0.3	0.3 (0.606)	○
			外面断面3	22.3 (30.6)	22.3 (76.5)	10.9 (30.6)	1.32E-07	0.3	0.3 (0.606)	○
140	10	1次ナトリウム出口ノズル	内面断面3	22.2 (30.6)	22.2 (76.5)	7.0 (30.6)	1.24E-07	0.3	0.3 (0.606)	○
			外面断面3	21.3 (30.6)	21.3 (76.5)	7.0 (30.6)	1.23E-07	0.3	0.3 (0.606)	○

カッコ内は許容値

表 4-10 原子炉容器（1次ナトリウム出口ノズル）の簡易応力評価結果 【ULOF事象】

●定格時の設計熱過渡条件で評価

原子炉熱出力 (MWt)	流量変化	評価点		ひずみの制限			クリープ疲労損傷の制限			評価
				1次+2次応力の制限 (kg/mm ²)						
				$\frac{S_n}{(3S_m)}$	$\frac{S_n}{(2.5(3S_m))}$	$\frac{S_n'}{(3S_m)}$	Df	Dc	Df+D _c	
70	100→20%	1次ナトリウム出口ノズル	内面断面 3	24.8 (30.6)	24.8 (76.5)	8.6 (30.6)	9.12E-08	0.3	0.3 (0.606)	○
			外面断面 3	22.1 (30.6)	22.1 (76.5)	8.6 (30.6)	8.72E-08	0.3	0.3 (0.606)	○
100	100→40%	1次ナトリウム出口ノズル	内面断面 3	25.0 (30.6)	25.0 (76.5)	8.7 (30.6)	1.85E-07	0.3	0.3 (0.606)	○
			外面断面 3	22.1 (30.6)	22.1 (76.5)	8.7 (30.6)	1.85E-07	0.3	0.3 (0.606)	○
140	100→60%	1次ナトリウム出口ノズル	内面断面 3	24.4 (30.6)	24.4 (76.5)	8.3 (30.6)	1.86E-07	0.3	0.3 (0.606)	○
			外面断面 3	21.8 (30.6)	21.8 (76.5)	8.3 (30.6)	1.86E-07	0.3	0.3 (0.606)	○

カッコ内は許容値

5. 結言

安全特性試験として計画している UTOP 予備、模擬試験および ULOF 模擬試験の実施に向けた見通しを得るため、プラント動特性解析コード Mimir-N2 による投入反応度等をパラメータとした UTOP および ULOF 事象解析結果および試験時のプラント構造健全性を簡易評価した。その結果、熱的制限条件を満足しているケースについて応力評価等を行い、以下のステップで End of Life 試験まで行うことが可能であることが分かった。

(1) UTOP 試験

- ①UTOP 予備試験：70MWt(50%) …反応度投入量 20¢以下 反応度投入率 5¢/s
- ②UTOP 模擬試験：70MWt(50%) …反応度投入量 80¢以下 反応度投入率 5¢/s
140MWt(100%)…反応度投入量 10¢以下 反応度投入率 5¢/s
- ③End of Life 試験：70MWt(50%) …反応度投入量 90¢以下 反応度投入率 5¢/s
140MWt(100%)…反応度投入量 10¢以下 反応度投入率 5¢/s

(2) ULOF 試験

- ①ULOF 模擬試験：40MWt(29%)以下…流量変化 100%→ポニーモータ流量
70MWt(50%) …流量変化 100→20%流量
100MWt(70%) …流量変化 100→40%流量
140MWt(100%) …流量変化 100→60%流量
- ②End of Life 試験：70MWt(50%)以下…流量変化 100→ポニーモータ流量
100MWt(70%) …流量変化 100→20%流量
140MWt(100%) …流量変化 100→40%流量

MK-III 性能試験および第 1、2 サイクルの結果より、出力係数には燃焼依存性があること、また、流量係数に、MK-II 炉心の値（測定値の平均値）を使用しており、試験条件の選定にはこれらを考慮する必要がある。

6. 参考文献

- (1) 吉田 昌宏他：”「常陽」実機データに基づくプラント動特性解析コードの検証
サイクル機構技術報告”、TN1340 2002-001、(2002)
- (2) 高松 操他：”「常陽」MK-III 性能試験結果に基づくプラント動特性解析コー
ドの整備 サイクル機構技術報告”、TN9410 2004-005、(2004)
- (3) 高松 操他：”「常陽」MK-III 性能試験炉心の湾曲反応度解析 サイクル機構
研究報告”、TN9400 2003-012、(2003)
- (4) 辰野 国光他：”「常陽」MK-III 冷却系改造に係わる機器・配管構造健全性評
価—原子炉容器— サイクル機構”、TN9400 93-036、(1993)