

LEAPコード用ブローダウンコード の改良と検証

—50MWtSGブローダウン試験データとの比較—

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1997年3月

株式会社 日立製作所

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

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

1997年 3月

LEAP コード用ブローダウンコード の改良と検証

—50MWtSG ブローダウン試験データとの比較—

糸岡 聡(*), 岡部綾夫(**),
藤又和博(**), 市毛晴夫(**)

要旨

次期大型炉蒸気発生器（SG）伝熱管の合理的設計基準水リーク率（DBL）の選定にあたって、高温ラプチャによる破損伝播の可能性を定量的に評価する必要がある。このためには、SGのブローダウン挙動を適切に評価することが重要となる。

また、高温ラプチャの評価にあたっては伝熱管内の水蒸気による冷却効果を適切に評価することが必要であり、水蒸気側の伝熱相関式等の伝熱に関するモデルを適切に選定することが重要である。そこで、軽水炉のLOCA解析で使用されている伝熱相関式の調査を行い、適用可能と考えられる計算モデルを解析コードへ組み込み、解析モデルの高度化を図った。加えて、50MWtSGのブローダウン試験結果を用いて解析コードの検証を行うとともに、最適なモデルの組み合わせを選定した。また、入出力機能の簡易化等の改良を行い、LEAP-BLOWコードの高度化を行った。

本報告書は、（株）日立製作所が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：08C3399

事業団担当部課室及び担当者：大洗工学センター 安全工学部 プラント安全工学室 濱田 広次

*：日立工場 原子力開発技術センタ

**：日立エンジニアリング（株）コンサルティングエンジニアリング部

MARCH, 1997

Improvement and verification of blow down code for LEAP code

— Comparison with blow down test data of 50MWtSG —

Satoshi Itooka(*), Ayao Okabe(**),
Kazuhiro Fujimata(**), Haruo Ichige(**)

Abstract

In selecting the reasonable DBL(Design Basis Leak) on steam generator of next large LMFBR, it is indicated that the possibility of failure propagation due to overheating should be evaluated.

Therefore, it is important to appropriately evaluate blow down behavior of water and steam in SG.

For this purpose, cooling effect by water or steam in the tube should be considered appropriately or an evaluation of overheating tube rupture, and it is important adequately to select a heat transfer mode on the steam side. There, heat transfer models used in LOCA(Loss of Coolant Accident) analysis of a LWR(Light Water Reactor) have been investigated and applicable models have been employed in the LEAP-BLOW code.

In addition, verification of analysis code and selection of a combination of the most suitable model has been performed using the test data of 50MWt SG. Then input and output functions have been improved.

Work performed by Hitachi,Ltd. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison:Hirotsugu Hamada, FBR Plant Safety Section,

Safety Engineering Division, Oarai Engineering Center

* : Advanced Reactor Engineering Center, Hitachi Works

** : Consulting Engineering Dept., Hitachi Engineering Co. ,Ltd.

目次

1. 目的	1-1
2. 解析モデルの拡充	2.1-1
2.1 各種計算モデルの文献調査	2.1-1
2.2 各種モデルの解析コードへの組み込み	2.2-1
3. 入出力機能の改良	3.1-1
3.1 入力データのグルーピング化	3.1-1
3.2 出力変数の指定方法の改善	3.2-1
4. 解析コードの検証	4.1-1
4.1 50MWtSGのブローダウン試験を対象とした検証解析	4.1-1
4.2 最適なモデルの組み合わせの選定	4.2-1
5. まとめ	5-1
6. あとがき	6-1
7. 謝辞	7-1
8. 参考文献	8-1

[付録]

付録A. 入力マニュアル

付録B. 50MWtSGのブローダウン試験検証解析データ

付録C. 単位換算表

表一覧表

表 2.1-1	強制対流バーンアウト熱流速表示の代表例	2.1-13
表 2.1-2	強制対流バーンアウト熱流速の計算例	2.1-14
表 3.1-1	グルーピングブロック	3.1-13
表 3.1-2	従来解析コードの入力形式	3.1-14
表 3.1-3	入力機能改良後の入力形式	3.1-22
表 3.2-1	従来解析コードによる出力の指定	3.2-11
表 3.2-2	出力機能改良後の出力の指定	3.2-12
表 3.2-3	時系列プリント出力例	3.2-13
表 4.1.1.1-1	SGブローダウン試験TR54720の試験条件	4.1-3
表 4.1.1.2-1	SGブローダウン試験Ewe1-51E1の試験条件	4.1-13
表 4.1.2.1-1	50MWt SGヘッダー条件(TR54720)	4.1-18
表 4.1.2.1-2	50MWt SG水／蒸気側流路条件(TR54720)	4.1-19
表 4.1.2.1-3	50MWt SGナトリウム側側流路条件(TR54720)	4.1-20
表 4.1.2.2-1	50MWt SGヘッダー条件(EWE151E1)	4.1-46
表 4.1.2.2-2	50MWt SG水／蒸気側流路条件(EWE151E1)	4.1-47
表 4.1.2.2-3	50MWt SGナトリウム側側流路条件(EWE151E1)	4.1-48

図一覧表

図 2.1-1	膜沸騰熱伝達モデルの考え方	2.1-11
図 2.1-2	蒸気単相熱伝達率の無次元整理	2.1-11
図 2.1-3	プール沸騰ドライアウト熱流束の比較	2.1-12
図 2.2- 1	熱伝達率のパラメータサーベイ解析	
	(核沸騰オプション: Jeans-Lottes) -1	2.2- 5
図 2.2- 2	" (核沸騰オプション: Jeans-Lottes) -2	2.2- 6
図 2.2- 3	" (核沸騰オプション: Jeans-Lottes) -3	2.2- 7
図 2.2- 4	" (核沸騰オプション: Thom) -1	2.2- 8
図 2.2- 5	" (核沸騰オプション: Thom) -2	2.2- 9
図 2.2- 6	" (核沸騰オプション: Thom) -3	2.2-10
図 2.2- 7	" (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougall) -1	2.2-11
図 2.2- 8	" (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougall) -2	2.2-12
図 2.2- 9	" (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougall) -3	2.2-13
図 2.2-10	" (膜沸騰オプション: Groenveld) -1	2.2-14
図 2.2-11	" (膜沸騰オプション: Groenveld) -2	2.2-15
図 2.2-12	" (膜沸騰オプション: Groenveld) -3	2.2-16
図 2.2-13	" (膜沸騰オプション: Bromley) -1	2.2-17
図 2.2-14	" (膜沸騰オプション: Bromley) -2	2.2-18
図 2.2-15	" (膜沸騰オプション: Bromley) -3	2.2-19
図 2.2-16	" (限界熱流束オプション: LEAPコード関連式) -1	2.2-20
図 2.2-17	" (限界熱流束オプション: LEAPコード関連式) -2	2.2-21
図 2.2-18	" (限界熱流束オプション: LEAPコード関連式) -3	2.2-22
図 2.2-19	" (限界熱流束オプション: Roko) -1	2.2-23
図 2.2-20	" (限界熱流束オプション: Roko) -2	2.2-24
図 2.2-21	" (限界熱流束オプション: Roko) -3	2.2-25
図 2.2-22	" (限界熱流束オプション: Jeans-Lottes) -1	2.2-26
図 2.2-23	" (限界熱流束オプション: Jeans-Lottes) -2	2.2-27
図 2.2-24	" (限界熱流束オプション: Jeans-Lottes) -3	2.2-28
図 3.1- 2	入力フォーマット改良前解析結果	3.1-29
図 3.1- 3	入力フォーマット改良後解析結果	3.1-30
図 3.2- 1	出力変数の指定方法の改善後のプロッタ出力例 (1)	3.2-16
図 3.2- 2	出力変数の指定方法の改善後のプロッタ出力例 (2)	3.2-17
図 3.2- 3	50MWt SG・安定性解析結果	3.2-18
図 3.2- 4	50MWt SG・ナトリウム入口温度外乱解析結果	3.2-23

図 3.2- 5	50MWt SG・ナトリウム流量外乱解析結果	3.2-28
図 3.2- 6	50MWt SG・水系隔離解析結果	3.2-33
図 3.2- 7	50MWt SG・水系隔離／蒸気ブロー解析結果	3.2-38
図 3.2- 8	50MWt SG・水系隔離／給水ブロー解析結果	3.2-43
図 3.2- 9	50MWt SG・水系隔離／両端ブロー解析結果	3.2-48
図 4.1.1.1-1	SGブローダウン試験TR54720の試験実施手順	4.1- 4
図 4.1.1.1-2	SGブローダウン試験TR54720の操作計画	4.1- 5
図 4.1.1.1-3	水／蒸気系ループ主要計装点位置	4.1- 6
図 4.1.1.1-4	ナトリウム系ループ主要計装点位置	4.1- 7
図 4.1.1.1-5	水蒸気側圧力実験計測値 (TR54720)	4.1- 8
図 4.1.1.1-6	水蒸気側温度実験計測値 (TR54720)	4.1- 9
図 4.1.1.1-7	ナトリウム側温度実験計測値 (TR54720)	4.1-10
図 4.1.1.2-1	水蒸気側圧力実験計測値 (EWel-51E1)	4.1-14
図 4.1.1.2-2	水蒸気側温度実験計測値 (EWel-51E1)	4.1-15
図 4.1.1.2-3	ナトリウム側温度実験計測値 (EWel-51E1)	4.1-16
図 4.1.2.1-1	50MWt SG 水／蒸気系鳥瞰図	4.1-21
図 4.1.2.1-2	50MWt SG ナトリウム系鳥瞰図	4.1-22
図 4.1.2.1-3	LEAP用ブローダウンコードの50MWt SG解析モデル	4.1-23
図 4.1.2.1-4 (1/6)	水蒸気側圧力比較(TR54720:EV 給水圧力)流出係数:0.6	4.1-27
図 4.1.2.1-4 (2/6)	水蒸気側圧力比較(TR54720:SH 出口圧力)流出係数:0.6	4.1-27
図 4.1.2.1-4 (3/6)	水蒸気側温度比較(TR54720:EV 出口蒸気温度)流出係数:0.6	4.1-28
図 4.1.2.1-4 (4/6)	水蒸気側温度比較(TR54720:SH 出口蒸気温度)流出係数:0.6	4.1-28
図 4.1.2.1-4 (5/6)	ナトリウム側温度比較 (TR54720:EV 出口Na 温度)流出係数:0.6	4.1-29
図 4.1.2.1-4 (6/6)	ナトリウム側温度比較 (TR54720:SH 出口Na 温度)流出係数:0.6	4.1-29
図 4.1.2.1-5 (1/6)	水蒸気側圧力比較(TR54720:EV 給水圧力)流出係数:0.5	4.1-30
図 4.1.2.1-5 (2/6)	水蒸気側圧力比較(TR54720:SH 出口圧力)流出係数:0.5	4.1-30
図 4.1.2.1-5 (3/6)	水蒸気側温度比較(TR54720:EV 出口蒸気温度)流出係数:0.5	4.1-31
図 4.1.2.1-5 (4/6)	水蒸気側温度比較(TR54720:SH 出口蒸気温度)流出係数:0.5	4.1-31
図 4.1.2.1-5 (5/6)	ナトリウム側温度比較 (TR54720:EV 出口Na 温度)流出係数:0.5	4.1-32
図 4.1.2.1-5 (6/6)	ナトリウム側温度比較 (TR54720:SH 出口Na 温度)流出係数:0.5	4.1-32
図 4.1.2.1-6 (1/6)	水蒸気側圧力比較(TR54720:EV 給水圧力)流出係数:0.4	4.1-33
図 4.1.2.1-6 (2/6)	水蒸気側圧力比較(TR54720:SH 出口圧力)流出係数:0.4	4.1-33

図 4.1.2.1-6 (3/6)水蒸気側温度比較(TR54720:EV 出口蒸気温度)流出係数:0.4	4.1-34
図 4.1.2.1-6 (4/6)水蒸気側温度比較(TR54720:SH 出口蒸気温度)流出係数:0.4	4.1-34
図 4.1.2.1-6 (5/6)ナトリウム側温度比較 (TR54720:EV 出口Na 温度)流出係数:0.4	4.1-35
図 4.1.2.1-6 (6/6) ナトリウム側温度比較 (TR54720:SH 出口Na 温度)流出係数:0.4	4.1-35
図 4.1.2.1-7 (1/6)水蒸気側圧力比較(TR54720:EV 給水圧力)流出係数:0.3	4.1-36
図 4.1.2.1-7 (2/6)水蒸気側圧力比較(TR54720:SH 出口圧力)流出係数:0.3	4.1-36
図 4.1.2.1-7 (3/6)水蒸気側温度比較(TR54720:EV 出口蒸気温度)流出係数:0.3	4.1-37
図 4.1.2.1-7 (4/6)水蒸気側温度比較(TR54720:SH 出口蒸気温度)流出係数:0.3	4.1-37
図 4.1.2.1-7 (5/6)ナトリウム側温度比較 (TR54720:EV 出口Na 温度)流出係数:0.3	4.1-38
図 4.1.2.1-7 (6/6) ナトリウム側温度比較 (TR54720:SH 出口Na 温度)流出係数:0.3	4.1-38
図 4.1.2.1-8 (1/6)水蒸気側圧力比較 (TR54720:EV 給水圧力)ブロー配管モデル化(12.3m)	4.1-38
図 4.1.2.1-8 (2/6)水蒸気側圧力比較 (TR54720:SH 出口圧力)ブロー配管モデル化(12.3m)	4.1-39
図 4.1.2.1-8 (3/6)水蒸気側温度比較 (TR54720:EV 出口蒸気温度)ブロー配管モデル化(12.3m)	4.1-40
図 4.1.2.1-8 (4/6)水蒸気側温度比較 (TR54720:SH 出口蒸気温度)ブロー配管モデル化(12.3m)	4.1-40
図 4.1.2.1-8 (5/6)ナトリウム側温度比較 (TR54720:EV 出口Na 温度)ブロー配管モデル化(12.3m)	4.1-41
図 4.1.2.1-8 (6/6) ナトリウム側温度比較 (TR54720:SH 出口Na 温度)ブロー配管モデル化(12.3m)	4.1-41
図 4.1.2.1-9 (1/6)水蒸気側圧力比較 (TR54720:EV 給水圧力)ブロー配管 5 倍	4.1-42
図 4.1.2.1-9 (2/6)水蒸気側圧力比較 (TR54720:SH 出口圧力)ブロー配管 5 倍	4.1-42
図 4.1.2.1-9 (3/6)水蒸気側温度比較 (TR54720:EV 出口蒸気温度)ブロー配管 5 倍	4.1-43
図 4.1.2.1-9 (4/6)水蒸気側温度比較 (TR54720:SH 出口蒸気温度)ブロー配管 5 倍	4.1-43
図 4.1.2.1-9 (5/6)ナトリウム側温度比較 (TR54720:EV 出口Na 温度)ブロー配管 5 倍	4.1-44

図 4.1.2.1-9 (6/6) ナトリウム側温度比較 (TR54720:SH 出口 N a 温度)ブロー配管 5 倍	4.1-44
図 4.1.2.2-1 (1/6)水蒸気側圧力比較 (EWel-51E1:給水圧力)開口面積 0.00385 m ²	4.1-52
図 4.1.2.2-1 (2/6)水蒸気側圧力比較 (EWel-51E1:SH 出口圧力)開口面積 0.00385 m ²	4.1-52
図 4.1.2.2-1 (3/6)水蒸気側温度比較 (EWel-51E1:EV 出口蒸気温度)開口面積 0.00385 m ²	4.1-53
図 4.1.2.2-1 (4/6)水蒸気側温度比較 (EWel-51E1:SH 出口蒸気温度)開口面積 0.00385 m ²	4.1-53
図 4.1.2.2-1 (5/6)ナトリウム側温度比較 (EWel-51E1:EV 出口 N a 温度)開口面積 0.00385 m ²	4.1-54
図 4.1.2.2-1 (6/6) ナトリウム側温度比較 (EWel-51E1:SH 出口 N a 温度)開口面積 0.0025 m ²	4.1-54
図 4.1.2.2-2 (1/6)水蒸気側圧力比較 (EWel-51E1:給水圧力)開口面積 0.0025 m ²	4.1-55
図 4.1.2.2-2 (2/6)水蒸気側圧力比較 (EWel-51E1:SH 出口圧力)開口面積 0.0025 m ²	4.1-55
図 4.1.2.2-2 (3/6)水蒸気側温度比較 (EWel-51E1:EV 出口蒸気温度)開口面積 0.0025 m ²	4.1-56
図 4.1.2.2-2 (4/6)水蒸気側温度比較 (EWel-51E1:SH 出口蒸気温度)開口面積 0.0025 m ²	4.1-56
図 4.1.2.2-2 (5/6)ナトリウム側温度比較 (EWel-51E1:EV 出口 N a 温度)開口面積 0.0025 m ²	4.1-57
図 4.1.2.2-2 (6/6) ナトリウム側温度比較 (EWel-51E1:SH 出口 N a 温度)開口面積 0.0025 m ²	4.1-57
図 4.1.2.2-3 (1/6)水蒸気側圧力比較 (EWel-51E1:給水圧力)開口面積 0.0020 m ²	4.1-58
図 4.1.2.2-3 (2/6)水蒸気側圧力比較 (EWel-51E1:SH 出口圧力)開口面積 0.0020 m ²	4.1-58
図 4.1.2.2-3 (3/6)水蒸気側温度比較 (EWel-51E1:EV 出口蒸気温度)開口面積 0.0020 m ²	4.1-59
図 4.1.2.2-3 (4/6)水蒸気側温度比較 (EWel-51E1:SH 出口蒸気温度)開口面積 0.0020 m ²	4.1-59
図 4.1.2.2-3 (5/6)ナトリウム側温度比較 (EWel-51E1:EV 出口 N a 温度)開口面積 0.0020 m ²	4.1-60

図 4.1.2.2-3 (6/6) ナトリウム側温度比較	(EWe1-51E1:SH 出口N a 温度)開口面積 0.0020 m ²	4.1-60
図 4.1.2.2-4 (1/6)水蒸気側圧力比較	(EWe1-51E1:給水圧力)開口面積 0.0015 m ²	4.1-61
図 4.1.2.2-4 (2/6)水蒸気側圧力比較	(EWe1-51E1:SH 出口圧力)開口面積 0.0015 m ²	4.1-61
図 4.1.2.2-4 (3/6)水蒸気側温度比較	(EWe1-51E1:EV 出口蒸気温度)開口面積 0.0015 m ²	4.1-62
図 4.1.2.2-4 (4/6)水蒸気側温度比較	(EWe1-51E1:SH 出口蒸気温度)開口面積 0.0015 m ²	4.1-62
図 4.1.2.2-4 (5/6)ナトリウム側温度比較	(EWe1-51E1:EV 出口N a 温度)開口面積 0.0015 m ²	4.1-63
図 4.1.2.2-4 (6/6) ナトリウム側温度比較	(EWe1-51E1:SH 出口N a 温度)開口面積 0.0015 m ²	4.1-63
図 4.1.2.2-5 (1/6)水蒸気側圧力比較	(EWe1-51E1:給水圧力)ブロー配管モデル化(2.55m)	4.1-64
図 4.1.2.2-5 (2/6)水蒸気側圧力比較	(EWe1-51E1:SH 出口圧力)ブロー配管モデル化(2.55m)	4.1-64
図 4.1.2.2-5 (3/6)水蒸気側温度比較	(EWe1-51E1:EV 出口蒸気温度)ブロー配管モデル化(2.55m)	4.1-65
図 4.1.2.2-5 (4/6)水蒸気側温度比較	(EWe1-51E1:SH 出口蒸気温度)ブロー配管モデル化(2.55m)	4.1-65
図 4.1.2.2-5 (5/6)ナトリウム側温度比較	(EWe1-51E1:EV 出口N a 温度)ブロー配管モデル化(2.55m)	4.1-66
図 4.1.2.2-6 (6/6) ナトリウム側温度比較	(EWe1-51E1:SH 出口N a 温度)ブロー配管モデル化(2.55m)	4.1-66
図 4.1.2.2-6 (1/6)水蒸気側圧力比較	(EWe1-51E1:給水圧力)ブロー配管 5 倍	4.1-67
図 4.1.2.2-6 (2/6)水蒸気側圧力比較	(EWe1-51E1:SH 出口圧力)ブロー配管 5 倍	4.1-67
図 4.1.2.2-6 (3/6)水蒸気側温度比較	(EWe1-51E1:EV 出口蒸気温度)ブロー配管 5 倍	4.1-68
図 4.1.2.2-6 (4/6)水蒸気側温度比較	(EWe1-51E1:SH 出口蒸気温度)ブロー配管 5 倍	4.1-68
図 4.1.2.2-6 (5/6)ナトリウム側温度比較	(EWe1-51E1:EV 出口N a 温度)ブロー配管 5 倍	4.1-69

図 4.1.2.2-6 (6/6) ナトリウム側温度比較		
(EWel-51El:SH 出口Na 温度)ブロー配管 5 倍		4.1-69
図 4.1.2.2-7 (1/6)水蒸気側圧力比較		
(EWel-51El:給水圧力)ブロー配管 10 倍		4.1-70
図 4.1.2.2-7 (2/6)水蒸気側圧力比較		
(EWel-51El:SH 出口圧力)ブロー配管 10 倍		4.1-70
図 4.1.2.2-7 (3/6)水蒸気側温度比較		
(EWel-51El:EV 出口蒸気温度)ブロー配管 10 倍		4.1-71
図 4.1.2.2-7 (4/6)水蒸気側温度比較		
(EWel-51El:SH 出口蒸気温度)ブロー配管 10 倍		4.1-71
図 4.1.2.2-7 (5/6)ナトリウム側温度比較		
(EWel-51El:EV 出口Na 温度)ブロー配管 10 倍		4.1-72
図 4.1.2.2-7 (6/6) ナトリウム側温度比較		
(EWel-51El:SH 出口Na 温度)ブロー配管 10 倍		4.1-72
図 4.1.2.2-8 (1/6)水蒸気側圧力比較		
(EWel-51El:給水圧力)ブロー配管 5 倍		4.1-73
図 4.1.2.2-8 (2/6)水蒸気側圧力比較		
(EWel-51El:SH 出口圧力)ブロー配管 5 倍		4.1-73
図 4.1.2.2-8 (3/6)水蒸気側温度比較		
(EWel-51El:EV 出口蒸気温度)ブロー配管 5 倍		4.1-74
図 4.1.2.2-8 (4/6)水蒸気側温度比較		
(EWel-51El:SH 出口蒸気温度)ブロー配管 5 倍		4.1-74
図 4.1.2.2-8 (5/6)ナトリウム側温度比較		
(EWel-51El:EV 出口Na 温度)ブロー配管 5 倍		4.1-75
図 4.1.2.2-8 (6/6) ナトリウム側温度比較		
(EWel-51El:SH 出口Na 温度)ブロー配管 5 倍		4.1-75
図 4.2- 1 熱伝達率のパラメータ解析		
(膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougall)		4.2- 7
図 4.2- 2 " (膜沸騰オプション: Groenvelt)		4.2-11
図 4.2- 3 " (膜沸騰オプション: Rohsenow)		4.2-15
図 4.2- 4 " (膜沸騰オプション: Schrock Grossman)		4.2-19
図 4.2- 5 " (膜沸騰オプション: Bishop)		4.2-23
図 4.2- 6 " (膜沸騰オプション: 修正 Bromley)		4.2-27
図 4.2- 7 " (サブクール・過熱蒸気オプション: 森・中山)		4.2-31
図 4.2- 8 " (サブクール・過熱蒸気オプション: Dittus-Boelter)		4.2-35
図 4.2- 9 " (スリップ相関式オプション: Smith)		4.2-39

図 4.2-10	〃	(スリップ相関式オプション: Homogeneous)	4.2-43
図 4.2-11	〃	(スリップ相関式オプション: Fauske)	4.2-47
図 4.2-12	〃	(スリップ相関式オプション: Moody)	4.2-51
図 4.2-13	〃	(スリップ相関式オプション: Jones)	4.2-55
図 4.2-14	〃	(スリップ相関式オプション: HTL)	4.2-59
図 4.2-15	〃	(二相流管摩擦圧損増倍係数オプション: Thom)	4.2-63
図 4.2-16	〃	(二相流管摩擦圧損増倍係数オプション : Martinelli-Nelson+Thom)	4.2-67
図 4.2-17	〃	(二相流管摩擦圧損増倍係数オプション : Homogeneous 1)	4.2-71
図 4.2-18	〃	(二相流管摩擦圧損増倍係数オプション : Martinelli-Nelson)	4.2-75
図 4.2-19	〃	(二相流臨界流オプション: Moody)	4.2-79
図 4.2-20	〃	(二相流臨界流オプション: 小笠原テーブル)	4.2-84

1. 目的

蒸気発生器（SG）のブローダウン挙動を評価する上で、スリップモデル・臨界流モデル等の流動に関するモデル及びドライアウト相関式・各状態伝熱相関式等の伝熱に関するモデルを適切に選定することが重要である。現在のLEAP-BLOWコードにはそれぞれ数種類の相関モデルが組み込まれているが、SGのブローダウン挙動で使用する最適なモデルの組み合わせは選定されていない。そこで現状のモデルに加えて、必要な各種計算モデルを解析コードへ組み込み、解析モデルの拡張を図る。加えて、50MWt SGのブローダウン試験結果を用いて解析コードの検証を行うとともに、最適なモデルの組み合わせを選定する。また、入出力機能の簡易化等の改良を行い、LEAP-BLOWコードの高度化を行う。

2. 解析モデルの拡充

2.1 各種計算モデルの文献調査

(1) 伝熱相関式の調査

a. 軽水炉安全解析での沸騰熱伝達相関式

国内軽水炉（BWR,PWR）のE C C S性能評価の中で用いている伝熱相関式に関する調査結果を以下に示す。

i. BWR^{(1),(2)}

(i) 核沸騰熱伝達

核沸騰冷却時の熱伝達率は、Jens-Lottesの関係式で計算される値を用いる。

燃料棒が核沸騰により冷却されているかどうかは最小限界出力比（M C P R）の値より判定される。

[Jens-Lottes の相関式]

$$\Delta T_{sat} = \frac{50.98(\dot{Q}/A)^{1/4}}{\exp(P/900)}$$

ここで、 ΔT_{sat} : 壁面の過熱度 ($T_w - T_{sat}$) ($^{\circ}F$)

T_w : 壁面の温度 ($^{\circ}F$)

T_{sat} : 冷却材飽和温度 ($^{\circ}F$)

$\dot{Q}/A$: 表面熱流束 ($Btu/sec-in^2$)

P : 冷却材圧力 (psia)

H : 熱伝達率 ($Btu/sec-in^2 \cdot ^{\circ}F$) = $(\dot{Q}/A) / \Delta T_{sat}$

適用範囲 ; 圧力6~176kg/cm², 流量 $3.9 \times 10^4 \sim 3.7 \times 10^7$ kg/m²h

(ii) 遷移沸騰熱伝達

燃料棒が二相中にありクオリティが限界クオリティ以下でしかも被覆管の過熱度が最小膜沸騰温度以下の場合を遷移沸騰による熱伝達であると考慮している。

遷移沸騰熱伝達は核沸騰熱伝達と膜沸騰熱伝達を内挿することにより得られる。

$$\log H_{TB} = \log H_{NB} - \frac{\Delta T - \Delta T_{CHF}}{\Delta T_{min} - \Delta T_{CHF}} \cdot (\log H_{NB} - \log H_{FB})$$

H_{TB} = 遷移沸騰熱伝達率

H_{NB} = 核沸騰熱伝達率

H_{FB} = 膜沸騰熱伝達率

ΔT = 過熱度

ΔT_{min} = 最小膜沸騰温度

ΔT_{CHF} = 限界熱流束温度

(iii) 膜沸騰熱伝達

従来の手法では、燃料棒のドライアウト後下部プレナムのフラッシングにより炉心流量が存在する期間においては、燃料棒の熱除去に係る熱伝達率は次のDougall-Rohsenowの関係式で計算される値を用いている。

[Dougall-Rohsenow の相関式]

$$H = 0.023 \left(\frac{kg}{D_E} \right) \left[\frac{\rho_g \cdot D_E}{\mu_g} \left(\frac{G(1-X)}{\rho_l} + \frac{G(X)}{\rho_g} \right) \right]^{0.3} \times (Pr_s)^{0.4}$$

ここで、 H : 熱伝達率 (Btu/hr·ft²·°F)

kg : 蒸気の熱伝導率 (Btu/hr·ft·°F)

D_E : 水力学的直径 (ft)

$D_E = 4 \cdot (\text{流路断面積}) / (\text{加熱面濡れ縁長さ})$

$\rho_g \cdot \rho_l$: 蒸気及び水の密度 (lb/ft³)

μ_g : 蒸気の粘性係数 (lb/ft·hr)

G : 質量速度 (lb/ft²·hr)

X : 蒸気重量率

Pr_s : プラントル数

適用範囲 ; $Re > 10^4$, $X: 0.1 \sim 0.5$

燃料棒のドライアウト後の炉心流量停滞時及び下部プレナムのフラッシングが終了して炉心流量がほぼ零となった後、シュラウド内の水位が低下して炉心が露出するまでの間は燃料棒はプール膜沸騰により冷却される。

この期間の熱伝達率は修正Bromleyの関係式で計算される値を用いている。

新評価手法では、膜沸騰熱伝達率は、対流膜沸騰に関しては噴霧流冷却熱伝達式で、プール及び低流量膜沸騰に関しては、修正Bromley式で計算している。図2.1-1に示すように、低ボイド率の領域では、プール膜沸騰又は低流量時の膜沸騰に適用される修正Bromley相関式を用いた値を用いる。高ボイド率（ α ）0.65程度では流れは噴霧流になるので熱伝達率も噴霧流冷却熱伝達率を用い、その間はこれらの熱伝達率を内挿して求めている。

[Bromley の相関式]

$$H = 0.62 \left\{ \frac{kg^3 \cdot g \cdot \rho_g \cdot (\rho_f - \rho_g)(h_g - h_f)}{L_H \cdot \mu_g (T_w - T_{sat})} \right\}^{1/4}$$

ここで、H : 熱伝達率 (Btu/hr・ft²・°F)

$T_w - T_{sat}$: 壁温と冷却材飽和温度の差 (°F)

g : 重力加速度 (ft/hr²)

$\rho_g \cdot \rho_f$: 蒸気及び水の密度 (lb/ft³)

kg : 蒸気の熱伝導率 (Btu/hr・ft・°F)

hfg : 水の蒸発潜熱 (Btu/lb)

μ_g : 蒸気の粘性係数 (lb/ft・hr)

L_H : 沸騰代表長さ (Helmholz の不安定波長)

$$L_H = 16.24 \left\{ \frac{\sigma^4 \cdot hfg^3 \cdot \mu_g^5}{\rho_g \cdot (\rho_f - \rho_g)^5 \cdot g^5 \cdot kg^3 \cdot (T_w - T_{sat})^3} \right\}^{1/11}$$

σ : 表面張力 (lb/ft)

適用範囲 ; $\Delta T_{sat} < 940^\circ\text{C}$ (水), 圧力 大気圧から60kg/cm²

試験で確認されているのは60kg/cm²程度であるが、更に高圧力系へも適用性があるものと期待される(大気圧～60kg/cm²の広い範囲で適用性が確認されているため、60kg/cm²を超える領域でもある程度の適用性が期待できると考えられる)。

[噴霧流冷却熱伝達]

$$Nu_g = Nu_{g,s} F$$

$Nu_{g,s}$: Dittus-Boelter式による蒸気冷却熱伝達の

ヌセルト数

F : 液滴を考慮した補正項

$$F = \left[2X - 1 + \frac{(Nu_{g,s} + 1)^2}{Nu_{g,s} + 1 + 2X} \right] / Nu_{g,s}$$

$$X = \frac{D_h}{2} \sqrt{\frac{\beta h_g}{k_g h_{fg}}}$$

$$\beta = Nu_d k_g n_d \pi d_d$$

D_h : 水力等価直径 (ft)

h_g : 蒸気エンタルピー (Btu)

h_{fg} : 蒸発潜熱 (Btu/lb)

k_g : 蒸気の熱伝導率 (Btu/hr·ft·°F)

Nu_d : 蒸気-液滴間の熱伝達を示すヌッセルト数

n_d : 液滴の単位体積当りの密度 (lb/ft³)

d_d : 液滴の直径 (ft)

(iv) 蒸気冷却熱伝達

燃料棒が露出している部分で、下部プレナム及び燃料集合体からの蒸気による冷却効果のモデルは蒸気単相流に対するDittus-Boelterの式を使用している。

Dittus-Boelterの式はR R T Fの実験データと比較すると保守的である (図 2.1-2)。これは、スペーサによる乱流促進効果及び炉心入口部の助走区間の効果によるものであるとされている。

[Dittus-Boelterの式]

$$H_{sc} = 0.023 \frac{K_g}{D_H} Re_g^{0.8} Pr_g^{0.4}$$

H_{sc} = 熱伝達率 (Btu/hr·ft²·°F)

K_g = 蒸気の熱伝導率 (Btu/hr・ft・°F)

D_H = 水力直径 (ft)

Re_g = 蒸気のレイノルズ数

Pr_g = 蒸気のプラントル数

適用範囲 ; $Re > 10^4$, $0.7 < Pr < 17,000$

ii. PWR^{(3),(4)}

(i) 核沸騰熱伝達

核沸騰冷却時の熱伝達率は、Thomの相関式を用いて決定される。サブクール領域の強制対流と核沸騰の間の熱伝達率は、以下の式で内挿される。

$$H_{INCP} = H_{FC} + (H_{NB} - H_{FC}) \left(\frac{T_W - T_{sat}}{\Delta T_{Thom}} \right)$$

ここで、

H_{INCP} = 強制対流と核沸騰間の熱伝達率 (kcal/m²h・°C)

H_{FC} = 強制対流熱伝達率 (kcal/m²h・°C)

H_{NB} = 核沸騰熱伝達率 (kcal/m²h・°C)

T_W = クラッド表面温度 (°C)

T_{sat} = 冷却材飽和温度 (°C)

ΔT_{Thom} = Thomの式によるクラッド表面低下温度 (°C)

[Thomの相関式]

$$\Delta T_{sat} = 0.0243q^{0.5} e^{-P/88.6}$$

ここで、 ΔT_{sat} : 壁面の過熱度 ($T_W - T_{sat}$) (°C)

T_W : 壁面の温度 (°C)

T_{sat} : 冷却材飽和温度 (°C)

q : 表面熱流束 (kcal/m²h)

P : 冷却材圧力 (kgf/cm²)

H : 熱伝達率 (kcal/m²h・℃) = q / Δ T_{sat}

適用範囲 ; 圧力 54~141kg/cm², 流量 3.9×10⁶~1.4×10⁷kg/m²h

(ii) 遷移沸騰熱伝達

Westinghouse Transition Boiling Correlationに従っている。クオリティが1.0に近づくに従ってスムーズに遷移するような相関式で、クラッドの温度に対して保守的なモデルとされている。

但し、具体的な関係式については非公開である。

(iii) 膜沸騰熱伝達

膜沸騰熱伝達の相関式としては、以下が考慮されている。

イ. サブクール膜沸騰

Tong, Bishop及びSandbergの相関式によって計算される。

[Tong-Bishop Sandbergの式]

$$H_w = 0.0193 \frac{k_s}{D_e} \left(\frac{D_e G}{\mu_s} \right)^{0.8} \left(\frac{C_{FS} \mu_s}{k_s} \right)^{1.23} \left(\frac{\rho_s}{\rho_l} \right)^{0.748}$$

これは、サブクール膜沸騰の関数式であり、高温ラプチャ評価で問題となるドライアウト後の熱伝達相関式としては適用できない。

ロ. ボイドDNB相関式

下記の3つの相関式が考慮される。

- Westinghouse Transition Boiling Correlation (非公開)
- Dougall-Rohsenow (前述の通り)
- Groeneveld

[Groeneveldの相関式]

$$H = \frac{k_g}{D_E} \cdot 0.052 \left[Re_g + \frac{\rho_g}{\rho_l} (1-x) \right]^{0.688} Pr_s^{1.26} Y^{-1.06}$$
$$Y = 1 - 0.1 \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} - 1 \right)^{0.4} \cdot (1-x)^{0.4}$$

ここで、H : 熱伝達率 (Btu/hr・ft²・°F)

kg : 蒸気の熱伝導率 (Btu/hr・ft・°F)

D_E : 水力学的直径 (ft)

ρ_g・ρ_l : 蒸気及び水の密度 (lb/ft³)

X : 蒸気重量率

Pr_s : プラントル数

Reg : 蒸気のレイノルズ数

適用範囲 ; 圧力 6.8~21.5MPa, 流量 700~5300kg/m²・s

クオリティ 0.1~0.9

(iv) 蒸気冷却熱伝達

レイノルズ数 (Re) に応じて、下記によって計算される。

・ Re > 5000 (乱流)

McEligotの相関式

[McEligotの相関式]

$$H_T = 0.021 \cdot \frac{K}{De} \cdot Pr^{0.4} \cdot Re^{0.8} \left(\frac{T_w}{T_s} \right)^{0.5}$$

・ Re < 3000 (層流)

[Hausen-Kaysの相関式]

$$H_L = 3.66 \cdot \frac{K}{De} \left(\frac{T_w}{T_s} \right)^{0.25}$$

・ 3000 ≤ Re ≤ 5000

$$H_L + (H_T - H_L) \cdot \left(\frac{Re - 3000}{5000 - 3000} \right)$$

ここで、H_L = 層流の対流熱伝達

H_T = 乱流の対流熱伝達

(2) ドライアウト相関式

高温ラプチャ発生の有無は、管内の冷却効果に大きく依存し、水蒸気流量が低流量になった場合に特に問題となる。そこで、ドライアウト相関式としては、プール沸騰のド

ライアウト相関式の適用が考えられることから、まず、これらの相関式について調査した。また、FBR の SG では一般には管内流動を伴う沸騰となることから、強制対流のドライアウト相関式について合わせて調査した。

a. プール沸騰のドライアウト相関式

(i)飽和水の場合

[Kutateladze のドライアウト相関式]

$$q_{BO} = K \cdot L / \nu_v \cdot \left[\sigma \cdot \nu_v \cdot g^2 \cdot (\nu_v - \nu_\ell) / \nu_\ell \right]^{1/4} \quad 3600$$

ここで、 q_{BO} : ドライアウト熱流束 (kcal/m²h)

K : 定数 0.13~0.19 (0.13 を適用)

L : 蒸発潜熱 (kcal/kg)

σ : 表面張力 (kg/m)

g : 動力加速度 (m/s²)

ν : 比容積 (m³/kg)

添字

ℓ : 液体

v : 蒸気

[Rohsenow-Griffith の相関式]

$$q_{BO} = 43 \cdot L / \nu_v \left[(\nu_v - \nu_\ell) / \nu_\ell \right]^{0.6}$$

図 2.1-3 に上記よりバーンアウト熱流束の計算例を示すが、高圧領域で Kutateladze が保守的な値となるが全体的には同様の傾向を示している。

(ii)サブクール水の場合

[Kutateladze の相関式]

$$q_{BO}^{sub} = q_{BO} \left\{ 1 + 0.065 \left(\nu_v / \nu_\ell \right)^{0.8} \left(C_{pt} \Delta T_{sub} \right) / L \right\}$$

ここで、 q_{BO} は前述の式による。

(注) バーンアウト (ドライアウト) の判定として、BWR の例では LOCA 後、最小限界出力比 (MCPR) ≥ 1 の間は核沸騰冷却状態にあるとしている。ここで MCPR は、実形状模擬の集合体を用いた GE 社開発の GEXL 関係式等に基づいて求められる。このバーンアウトの判定方法を SG の評価に適用するのには無理がある。

b. 強制対流のドライアウト相関式

強制対流のドライアウト相関式としては表 2.1-1⁽⁶⁾に示すように、Jens & Lottes(A.N.L)、Zenkevich (ソ連)、P.Griffith(MIT)、Tong (W.H 社)、Janssen & Levy (GE 社) 等の式があげられる。これらの式により、ある条件下でのドライアウト熱流束 (限界熱流束) が比較されており、その結果を表 2.1-2⁽⁶⁾に示すが、限界熱流束は概ね約 $3 \sim 5 \times 10^6 \text{kcal/m}^2\text{h}$ (Griffith の場合のみ約 $8.5 \times 10^6 \text{kcal/m}^2\text{h}$ でやや大きめ) となっている。また、一様加熱垂直円管内の強制流動沸騰の限界熱流束について、甲藤が実験データを整理し提案した相関式がある。甲藤⁽⁶⁾⁽⁷⁾は 4 つの特性領域に分けて、限界熱流束の無次元整理式を提案し、既存実験データにより次の整理式が限界熱流束の一般特性を良く表していることを示した。

これは、入口サブクールエンタルピが ΔH_i の場合の限界熱流束 q_c に対し、

$$q_c = q_{c0} \{1 + K(\Delta H_i / H_{fg})\}$$

ここで、 q_{c0} は $\Delta H_i = 0$ の時の限界熱流束 q_c であり、また H_{fg} は蒸発潜熱で、係数 K は無次元である。 q_{c0} は L 領域 (いわゆるドライアウトの近傍領域) では、下記によって定まる。

$$\frac{q_{c0}}{GH_{fg}} = C \cdot \left(\frac{\sigma \rho_l}{G^2 l} \right)^{0.043} \frac{1}{l/d}$$

ここに、 C は定数で、 $C = 0.25 (l/d < 50)$ 、 $C = 0.34 (150 < l/d)$ 、また $50 < l/d < 150$ では $0.25 \sim 0.34$ まで直線的に変化。また、右辺の K は下記により求まる。

$$K = \frac{1043}{4C(\sigma \rho_l / G^2 l)^{0.043}}$$

d : 加熱管内径 (m)

G : 質量速度 ($\text{kg/m}^2\text{h}$)

l : 加熱管長 (m)

σ : 表面張力 (kg/m)

ρ_l : 液体密度 (kgf/m³)

本相関式を表 2.1-2 で評価した計算例に適用してみると、限界熱流束は約 $4.4 \times 10^6 \text{kcal/m}^2\text{h}$ で各種相関式の評価値とほぼ同程度の値となっている。

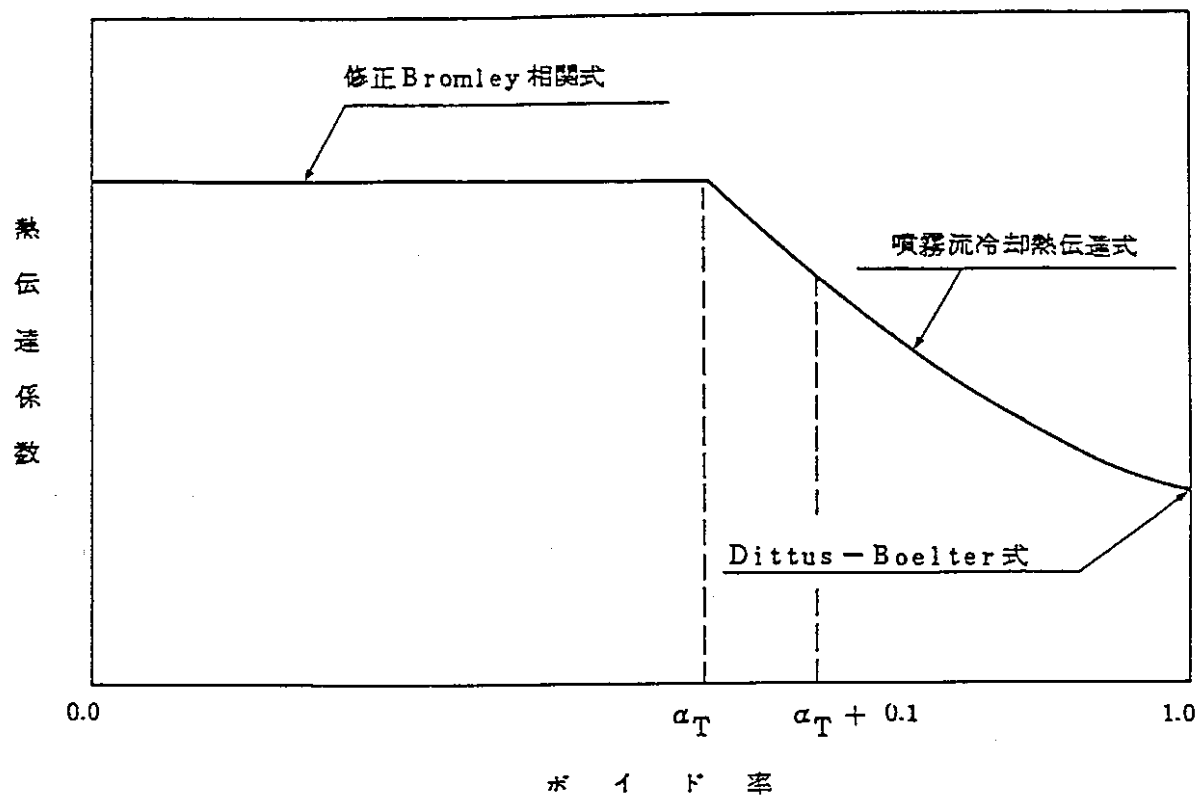


図 2.1-1 膜沸騰熱伝達モデルの考え方

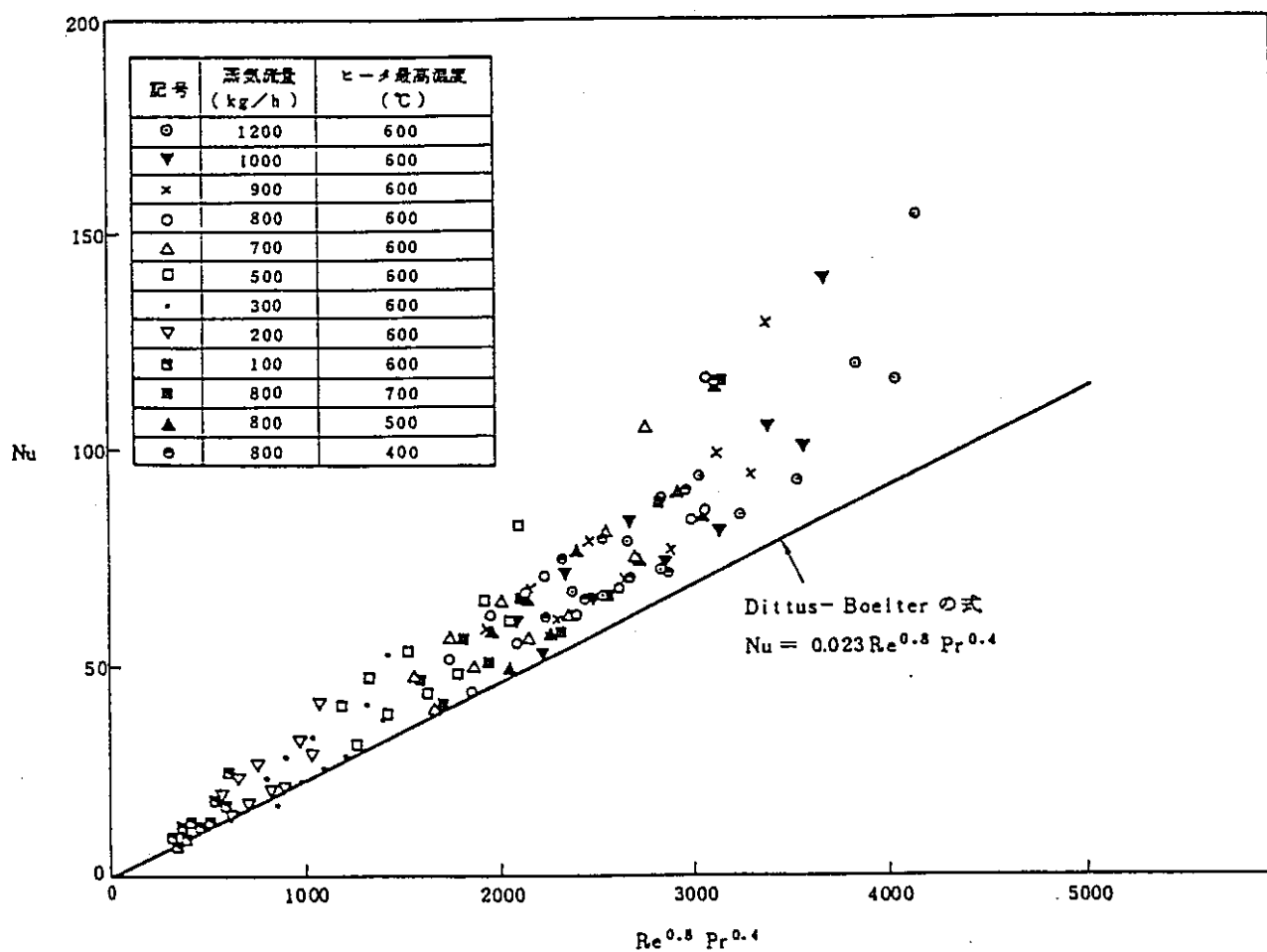


図 2.1-2 蒸気单相熱伝達率の無次元整理

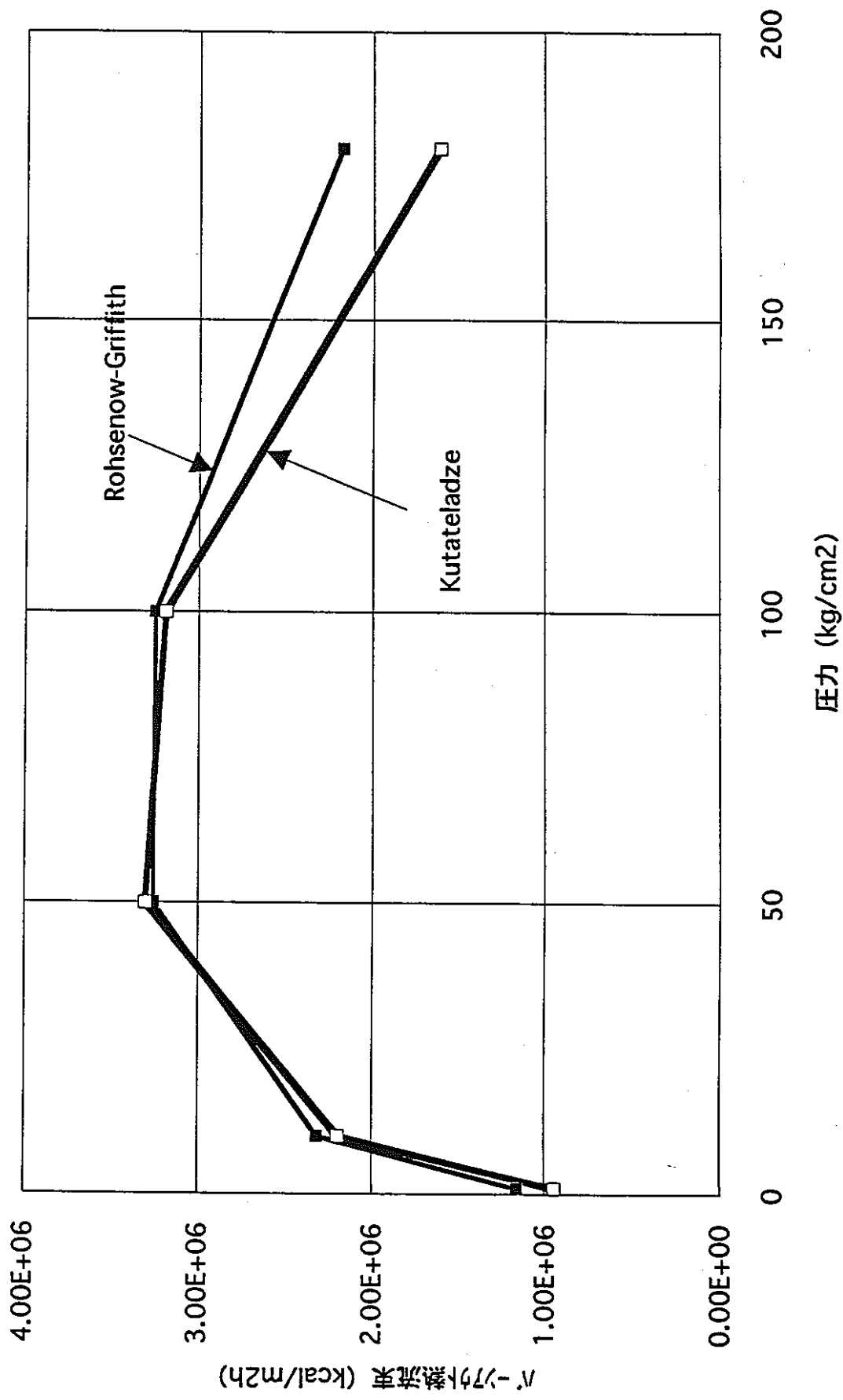


図 2.1-3 プール沸騰ドライアウト熱流束の比較

表 2.1-1 強制対流バーンアウト熱流速表示の代表例

提出者名 (および所属)	使用流体 (領域)	流路形状 (加熱方式)	圧力範囲 p kg/cm ²	$\Delta T_{\text{sub}}^{\circ}\text{C}$ もしくは x	重量速度 G kg/m ² h	表示式 (kg・m・h・kcal 単位) (圧力 p は kg/cm ²)	備考 (精度% ^{**})
W. H. Jens & P.A. Lottes (A. N. L.) ⁽²²⁾	水 (サブクール域) (高圧)	円管内 正方形管内 (均一加熱)	35~140	$\Delta T_{\text{sub}} = 3.1 \sim 91$	$(4.7 \sim 37.4) \times 10^6$	$q_{\text{BO}} = 2.71 c \left(\frac{0.204 G}{10^6} \right)^m$ $\times \left(\frac{9}{5} \Delta T_{\text{sub}} \right)^{0.22} \times 10^6$ (32) $p = 70$ のとき $c = 0.626$ $m = 0.275$ $p = 100$ のとき $c = 0.540$ $m = 0.370$ $p = 140$ のとき $c = 0.445$ $m = 0.500$	(±約 40%) c, m はグラフにて与えられている
B. A. Zenkevich ⁽²³⁾ (ソ連)	水 (サブクール域) (低圧および高圧)	円管内流 管群間流 (均一加熱)	(a) 1~15 (b) 35~210	(a) $\Delta T_{\text{sub}} = 10 \sim 40$ (b) $\Delta T_{\text{sub}} = 10 \sim 100$	(a) $(2.3 \sim 17) \times 10^6$ (b) $(3 \sim 18) \times 10^6$	(a) 低圧域 $q_{\text{BO}} = L(\sigma g G / \nu_l)^{1/2} (2.5 + 184 K_2) \times 10^{-5}$ (33) (b) 高圧域 $q_{\text{BO}} = L(\sigma g G / \nu_l)^{1/2} K_1^{0.65} (95 + 420 K_2) \times [1 + 0.32 \times 10^6 R - (1.1 + 2.6 K_1 + 0.92 K_2)] \times 10^{-5}$ (34) (33) (34) 式で $K_1 = \frac{\gamma_g}{\gamma_l}, K_2 = \frac{(i_{\text{ts}} - i_l)}{L}$ $R = \frac{G \sqrt{\sigma / (\gamma_l - \gamma_g)}}{\nu_l \gamma_l}$	
P. Griffith ⁽²⁴⁾ (MIT)	水・ベンゼン ペンタン ヘプタン (サブクール域より低クオリティ域まで)	各種管内流 均一加熱 (低圧より高圧まで)	$p/p_c = 0.0045 \sim 0.95$ (低圧より高圧まで)	$\Delta T_{\text{sub}} = 0 \sim 125$ $x = 0 \sim 0.7$	$(0 \sim 130) \times 10^6$	$q_{\text{BO}} = \frac{f_1(p/p_c)}{41.5} (i_{\text{vs}} - i_l) \gamma_g (g \nu_l)^{1/3}$ $\times P_{r,l}^{-2/3} \left(\frac{\gamma_l - \gamma_g}{\gamma_l} \right)^{1/3} f_2^*$ $f_2^* = 1 + 10^{-6} R_{e,l} + 0.0144 S + 0.5 \times 10^{-3} \times [R_{e,l} \times S]^{1/2}$ (35) $R_{e,l} = \frac{u^* D_l}{\nu_l}, S = \frac{c_l \Delta T_{\text{sub}}}{L} \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} \right)$ $f_1(p/p_c)$ は右のとおり u^* は二相流のバーンアウト点平均速度	p/p_c $f_1(p/p_c)$ 0.005 5×10^3 0.01 4×10^3 0.05 1.8×10^3 0.10 1.0×10^3 0.50 3×10^2 1.0 1×10^2 (±33%)
L. S. Tong ⁽²⁵⁾ (W. H. 社 Bettis)	水 (サブクール域)	円管内 長方形管内 管群間 二重管 長さ 76~640mm (均一)	60~193	$\Delta T_{\text{sub}} = 0 \sim 127$ (流路入口)	$(1 \sim 40) \times 10^6$	$q_{\text{BO}} = 2.71 \times 10^6 \times (0.23 + 0.094 G^*) (3.0 + 0.018 \Delta T_{\text{sub}}) \times (0.435 + 1.23 e^{-0.00921/D}) (1.7 - 1.4 e^{-a})$ (36) $a = 0.532 \left(\frac{i_{\text{ts}} - i_{\text{lin}}}{L} \right)^{3/4} \left(\frac{\rho_l}{\rho_g} \right)^{1/3}$ $G^* = 0.205 \times 10^{-6} G$	(±25%) (熱負荷バーンアウト域と称している) i_{lin} は入口
	水 (クオリティ域)	(均一および不均一加熱)	60~193	$x = 0 \sim 0.9$	$(1 \sim 20) \times 10^6$	$\frac{i_{\text{BO}} - i_l}{L} = 0.529 \frac{(i_{\text{ts}} - i_{\text{lin}})}{L} + (0.825 + 2.36 e^{-17D^*}) e^{-1.5G^*} - 0.41 e^{-0.00481/D} - 1.12 \frac{\rho_g}{\rho_l} + 0.548$ (37) $G^* = 0.205 \times 10^{-6} G$ $D^* = 39.4 D_l$	(±20%) (クオリティバーンアウト域と称し、バーンアウトはエンタルピーによってきまるとしている)
E. Janssen & S. Levy ⁽²⁶⁾ (GE 社)	水 (サブクール域より低クオリティ域まで)	円管 二重管 偏心管	40~100	$\Delta T_{\text{sub}} = 0 \sim 60$ $x = 0 \sim 0.44$	$(1 \sim 30) \times 10^6$	$q_{\text{BO}} = 2.71 \times 10^6 \times \left[\frac{1 + 0.16 \left(\frac{1000 - p^*}{400} \right) - 0.04 \left(\frac{1000 - p^*}{400} \right)^2}{1 - 0.008 E^* (G^*)^{0.8}} \right] \times [0.0172 E^* (G^*)^{0.8} - \{0.3175 (G^*)^{-2} - 1.8534 (G^*)^{-1} - \{2.4 + 3.2 D^* + 0.83 D^* \times (G^*)\} \{x - 0.0629 (G^*)^{-2} + 0.3429 (G^*)^{-1} - 0.2494 + 0.0020 (G^*)^2\}]$ (38) ここで $p^* = 14.22 p$ $G^* = 0.205 \times 10^{-6} G$ $D^* = 39.4 D_l$ $E^* = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{0.4} \{3.28 (D_2 - D_1)\}^{-0.2}$	(±25%) (データは 658 点) D_1 は内筒外径 D_2 は外筒内径 D_l は水力半径 いずれも m 単位

注** 各提出者の使用データに対する自己表示精度であって一般的なものではない。

表 2.1-2 強制対流バーンアウト熱流速の計算例

〔計算例〕 水力直径 10 mm, 長さ 600 mm の加熱管路を 100 kg/cm^2 の水が流量速度 $G = 5 \times 10^6 \text{ kg/m}^2\text{h}$ で流れるときの q_{BO} を求めよ. ただし入口サブクール 80°C , 出口サブクール $\Delta T_{\text{sub}} = 30^\circ\text{C}$ とする.

(イ) Jens & Lottes の (32) 式による.

$$\begin{aligned} q_{\text{BO}} &= 2.71 \times 0.540 (0.204 \times 5)^{0.370} \times (54)^{0.22} \times 10^6 \\ &= 3.54 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2\text{h} (\pm 40\%) \end{aligned}$$

(ロ) Zenkevich の (34) 式による.

$$\begin{aligned} K_1 &= 0.001446/0.01848 = 0.0782 \\ K_2 &= (334.3 - 294.8)/318.0 = 0.124 \\ R &= 5 \times 10^6 \sqrt{1.18 \times 10^{-3}/637.6} / (0.130 \times 10^{-6} \times 3600 \times 691.7) = 2.10 \times 10^4 \\ q_{\text{BO}} &= 318.0 [(1.18 \times 10^{-3} \times 1.27 \times 10^8 \times 5 \times 10^6) / (0.130 \times 10^{-6} \times 3600)]^{1/2} \\ &\quad \times (0.0782)^{0.65} (95 + 420 \times 0.124) [1 + 0.32 \times 10^6 (2.10 \times 10^4)^{-1.417}] \times 10^{-5} \\ &= 4.43 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2\text{h} (\pm 15\%) \end{aligned}$$

(ハ) Griffith の (35) 式による

$$\begin{aligned} R_{el} &= (5 \times 10^6 \times 10^{-2} \times 3600) / (9.96 \times 10^{-6} \times 1.27 \times 10^8) = 1.42 \times 10^5 \\ S &= (1.24 \times 30/318) (0.01848/0.001446) = 1.49 \\ P_{rl} &= 0.90 \\ f_1 &= 320 \\ f_2^* &= 1 + 10^{-6} \times 1.42 \times 10^5 + 0.0144 \times 1.49 + 0.5 \times 10^{-3} \times (1.42 \times 10^5 \times 1.49)^{1/2} = 1.393 \\ q_{\text{BO}} &= (320/41.5) [(652.3 - 294.4)/0.01848] (9.8 \times 0.130 \times 10^{-6})^{1/3} \\ &\quad \times 3600 (0.90)^{-2/3} (637.6/691.7)^{1/3} \times 1.393 \\ &= 8.48 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2\text{h} (\pm 33\%) \end{aligned}$$

(ニ) Tong の (36) 式による

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.532 [(334.3 - 236.4)/318.0]^{3/4} (0.01848/0.001446)^{1/3} = 0.54 \\ q_{\text{BO}} &= 2.71 \times 10^6 (0.23 + 0.094 \times 1.024) (3.0 + 0.018 \times 30) \\ &\quad \times (0.435 + 1.23 e^{-0.0093 \times 60}) (1.7 - 1.4 e^{-0.514}) \\ &= 3.08 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2\text{h} (\pm 25\%) \end{aligned}$$

(ホ) Janssen & Levy の (38) 式による

ただし $x = -0.12$ ($\Delta T_{\text{sub}} = 29^\circ\text{C}$)

$$\begin{aligned} E^* &= 2^{0.5} (0.01 \times 3.28)^{-0.2} = 2.80 \\ q_{\text{BO}} &= 2.71 \times 10^6 [(1 + 0.16 (-422/400) - 0.04 (-422/400)^2) / \{1 - 0.008 \times 2.8 \times (1.024)^{0.8}\}] \\ &\quad \times [\{0.0172 \times 2.8 (1.024)^{0.8}\} - \{0.3175 (1.024)^{-2}\} + \{1.8534 (1.024)^{-1}\} \\ &\quad - \{2.4 + (3.2 \times 0.394) + (0.83 \times 0.394 \times 1.024)\} \times \{-0.12 - 0.0629 (1.024)^{-2} \\ &\quad + 0.3429 (1.024)^{-1} - 0.2494 + 0.002 (1.024)^2\}] \\ &= 4.57 \times 10^6 \text{ kcal/m}^2\text{h} (\pm 25\%) \end{aligned}$$

2.2 各種モデルの解析コードへの組み込み

(1) 追加モデルの選定

前節の 2.1 節で調査した伝熱相関式及びドライアウト熱流束相関式の中から、高温ラプチャ評価に適切と考えられる相関式をLEAP-BLOWコードに組み込むための追加モデルの選定を行う。組み込む際には、入力データの指定により下記に示すそれぞれで用意されている任意のモデルを任意の組み合わせで選択できるようにするものとする。

- ・スリップモデル（クオリティボイド相関式）
- ・二相流管摩擦圧損増倍係数モデル
- ・臨界流量計算モデル
- ・限界熱流束計算モデル（ドライアウト相関式）
- ・伝熱相関式モデル

現状のLEAP-BLOWコードには伝熱相関式モデル及び限界熱流束計算モデル（ドライアウト相関式）として下記の計算モデルが組み込まれている。

- ・伝熱相関式モデル

修正 Schrock-Grossman の式

Dittus-Boelter の式

修正 Chen の式

森・中山の式

Jens-Lottes の式

McDonough, Milch, and King の式

Heineman の式

Groeneveld の式

Rohsenow-Dougall の式

Bishop の式

McEligot の式

- ・限界熱流束計算モデル（ドライアウト相関式）

Roko の式

LEAP コード評価式

（注） LEAP コード評価式とは、動力炉・核燃料開発事業団 大洗工学センターのHTL（Heat Transfer Test Loop）で実施された実験データの下限相関式⁽¹²⁾であり、限界熱流束が次の式に示すようにクオリティの関数として表されたとしたモデルである。

$$Q_{BO} = (2.2 - 3x) \times 10^6$$

ここで、 Q_{BO} : 限界熱流束 (kcal/m²h)

χ : クオリティ

伝熱相関式に関しては、前節の 2.1 で調査した伝熱相関式がほぼ組み込まれている。核沸騰熱伝達に関しては、事象の極く初期の短期間の問題であり、いずれの伝熱相関式を適用しても大きな影響はないものと推定される。しかし、BWRでは Jens-Lottes の式が PWR では Thom の相関式がそれぞれ炉心冷却性の評価に適用されている。そこで、LEAP-BLOWコードに既に組み込み済みの Jens-Lottes の式に加え、核沸騰熱伝達相関式として Thom の相関式の追加、改良を行い、SG 伝熱管の高温ラプチャ評価への影響を把握する。

SG 伝熱管の高温ラプチャの評価にあたっては、核沸騰領域からドライアウトした後の膜沸騰領域の伝熱相関式が重要となる。また、水蒸気ブロー時の比較的早期の段階においても極低流量域が現れ、伝熱管の冷却性が悪くなることが懸念されることから、低流量時の膜沸騰伝熱相関式が重要となる。この流れが停滞している低流量領域に関しては、プール膜沸騰熱伝達相関式の適用が考えられことから、軽水炉の LOCA 解析に使用されている修正 Bromley の式の追加、改良を行う。

限界熱流束計算モデル（ドライアウト相関式）に関しては、2.1 で示したようにいずれの相関式を適用しても大きな相違はないものと推定され、また低流量になった場合にも管内では冷却材の沸騰に伴う流動が生じるものと考えられることから、管内強制対流の限界熱流束の相関式である次の Jens-Lottes の相関式を追加、改良し、組み込み済みの相関式との影響を確認する。

$$q_{BO} = 2.71c \left(\frac{0.204G}{10^6} \right)^m \times \left(\frac{9}{5} \Delta T_{sub} \right)^{0.22} \times 10^6$$

ここで q_{BO} : バーンアウト熱流束 (kcal/m²h℃)

G : 重量速度 (kg/m²h)

ΔT_{sub} : サブクール度 (℃)

c, m : P = 70 のとき c = 0.626 m = 0.275

P = 100 のとき c = 0.540 m = 0.370

P = 140 のとき c = 0.445 m = 0.500

(2) 感度解析

ここでは、組み込んだ各種モデルの特徴を調べる目的で、ブローダウン挙動を対象とした感度解析を実施する。具体的には、平成 6 年度に実施した高温ラプチャ適

用計算で使用したデータを基に、新たに組み込んだモデルを適用した場合の解析評価を行い、影響の把握を行う。

基本解析条件は以下に示す通りである。

- ・スリップ相関式 : Smith
- ・二相流管摩擦圧損増倍係数 : Thom
- ・熱伝達モデル
 - サブクール領域 : Dittus - Boelter
 - 核沸騰領域 : Jens - Lottes
 - 膜沸騰領域 : Rohsenow - Dougall
 - 過熱蒸気領域 : Dittus - Boelter

a. 核沸騰熱伝達相関式の影響

Jens-Lottes と Thom の伝熱相関式を適用した場合の高温ラプチャ評価への適用計算結果の比較を図 2.2-1 から図 2.2-6 に示す。

Jens-Lottes と Thom の伝熱相関式のいずれを適用した場合にも、過熱管では約 1 秒後に核沸騰が開始し熱伝達率が約 $0.05 \text{ MJ/m}^2\text{s}$ 程度まで急激に上昇するが、直ちにドライアウトに至り膜沸騰領域に移行するため熱伝達率が急激に低下している。また、健全管では約 4 秒後に核沸騰が開始し熱伝達率が約 $0.07 \text{ MJ/m}^2\text{s}$ 程度まで急激に上昇する。過熱管と比べてナトリウム側から水蒸気側への熱流束が小さいことから、核沸騰が約 10 秒後まで継続し、その後膜沸騰に移行して熱伝達率が急激に低下している。

二つの核沸騰熱伝達相関式の影響は、過熱管ではナトリウム側から伝熱管への熱流束が非常に大きく、沸騰開始後急激にクオリティが上昇しすぐにドライアウトに至っているためほとんど出ていない。健全管では、過熱管と比べて熱流束が小さいことから、核沸騰が約 4 秒後～10 秒後まで継続しており、この後半で熱伝達率に多少の相違が現れているもののその影響は小さい。

このことから、核沸騰熱伝達相関式としては、Jens-Lottes と Thom の伝熱相関式のいずれを適用しても問題はないものと考えられる。

b. 膜沸騰熱伝達相関式の影響

ここでは、膜沸騰熱伝達相関式として代表的な Groeneveld の式、Rohsenow-Dougall の式及び修正 Bromley の式を比較した。上記と同様に高温ラプチャ評価への適用

計算を行い比較した。結果を図 2.2-7 から図 2.2-15 に示す。

Groeneveld の式と Rohsenow-Dougall の式を比較すると、Rohsenow-Dougall の式による熱伝達率が大きく、過熱管及び健全管ともにクオリティが大きくなる傾向となっている。また、この影響により過熱管での 2 秒から 8 秒程度における逆流流速に相違が出ている。Rohsenow-Dougall の伝熱相関式を適用した場合の逆流流速が大きくなっている。これは Rohsenow-Dougall の熱伝達率が大きく、管内の温度が高くなるため流体の密度が小さくなり、流速が増加しているものと推定される。

Groeneveld 及び Rohsenow-Dougall の式と Bromley の式を比較すると、ドライアウト後の熱伝達率が Bromley の式が大きく、過熱管及び健全管ともに管内の温度及びクオリティの増加が大きくなっている。この影響で伝熱管壁の温度上昇は抑制される傾向にあるが、過熱管では急激な外部からの入熱の影響で直ちにクオリティが 100% となるため、その影響は比較的小さい。なお、Bromley の式はプール沸騰の熱伝達相関式でありボイド率が比較的低いところで適用されるもので、過熱管のように急激にクオリティが増加する場合には適用性に課題が残る。

c. 限界熱流束計算モデルの影響

限界熱流束計算モデル（ドライアウト相関式）として LEAP コード相関式、Roko の式及び Jens-Lottes の式を比較した。上記と同様に高温ラプチャ評価への適用計算を行い比較した。結果を図 2.2-16 から図 2.2-24 に示す。

LEAP コード相関式、Roko の式、Jens-Lottes の式の順でドライアウト熱流束が大きくなる傾向にある。但し、過熱管については急激にクオリティが増加しドライアウトするため、その影響は小さい。健全管についてはクオリティの変化が比較的ゆるやかであり、LEAP コード相関式に対して Roko の式及び Jens-Lottes の式がドライアウトまでの時間が長くなる傾向がある。高温ラプチャが問題となる過熱管については、核沸騰からドライアウトに至るまでの極短時間の熱流束の違いであり、初期の 1 ～ 2 秒の伝熱管壁あるいは水側温度に影響はあるが、その後の挙動については大きな影響は出でらず、いずれの相関式を用いても大きな影響はないものと考えられる。伝熱管内の圧力挙動に若干の影響はあるが、ヘッダの圧力挙動への影響は殆どなく、ブローダウン挙動への影響は殆どないものと考えられる。

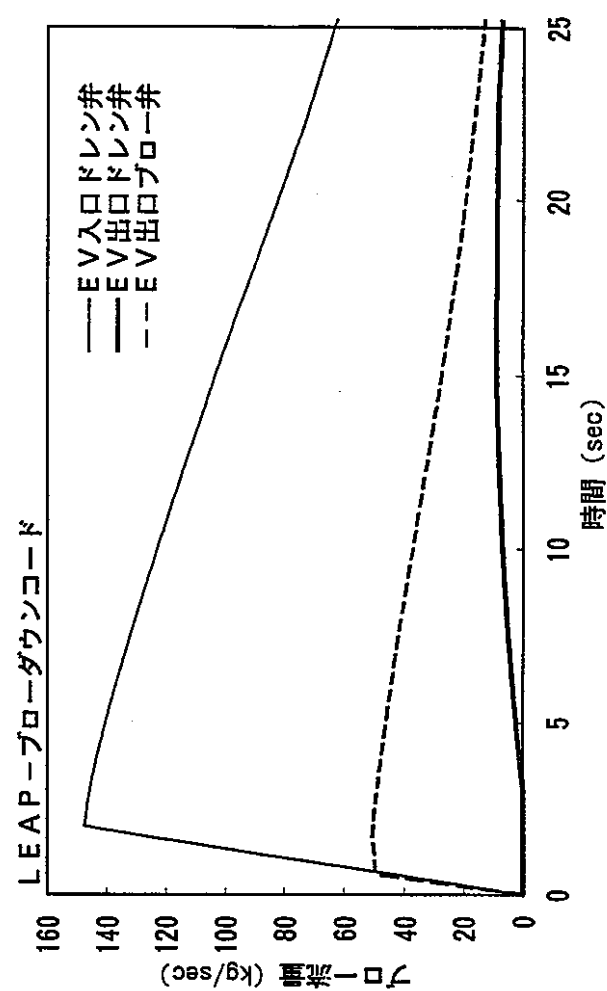
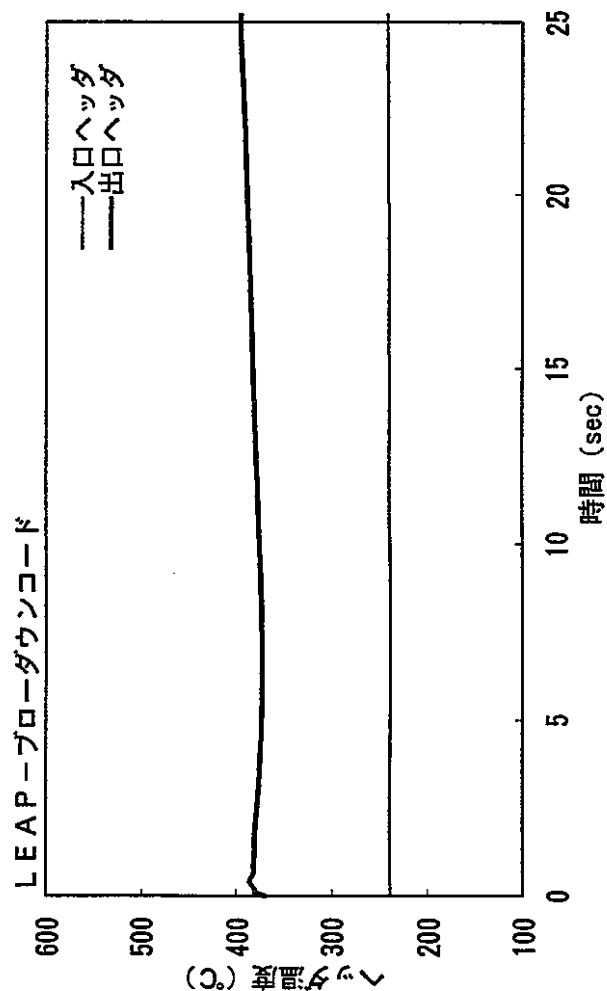
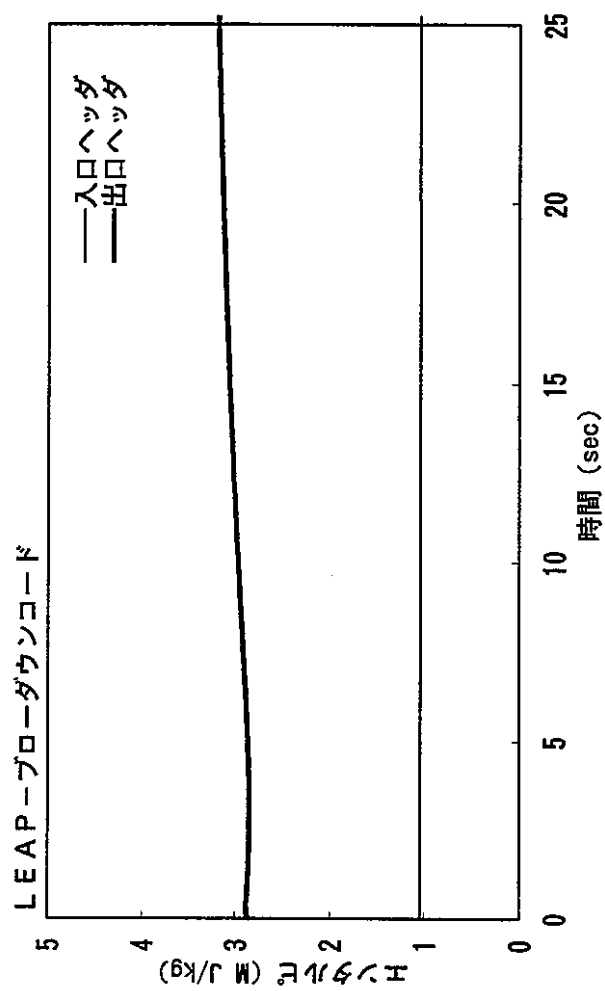
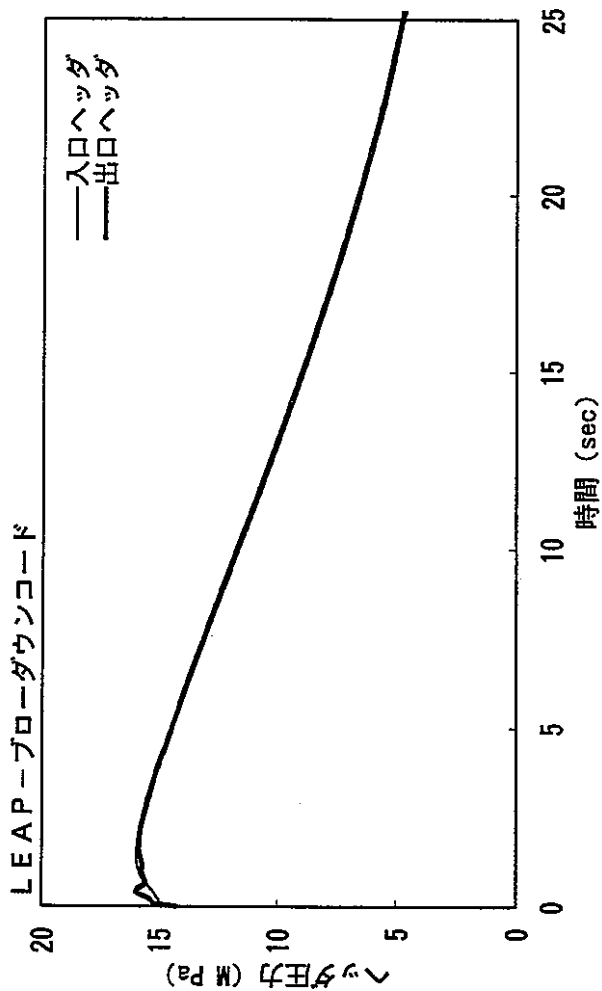


図 2.2-1 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (核沸騰オプション: Jeans-Lottes)-1

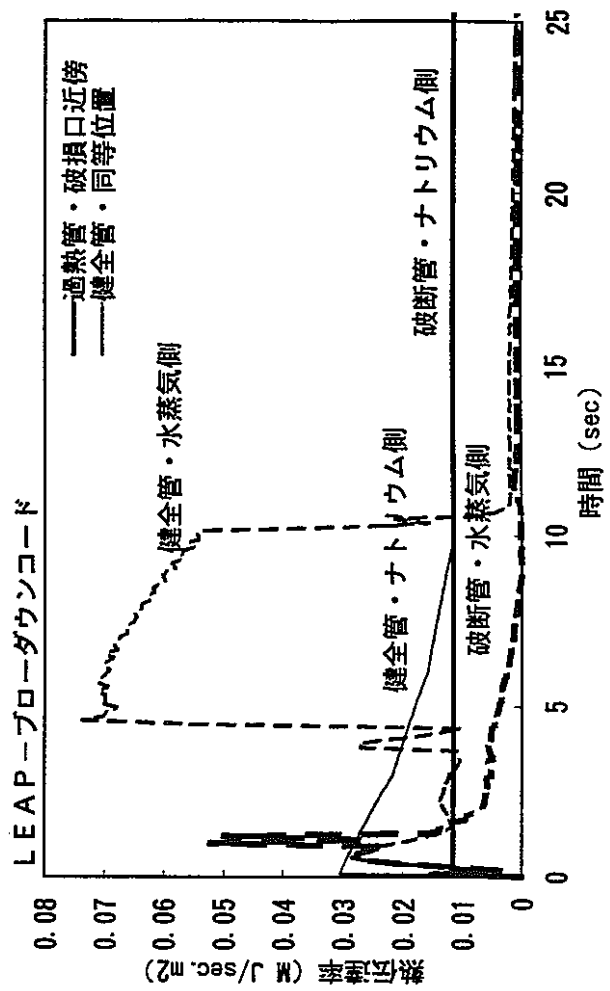
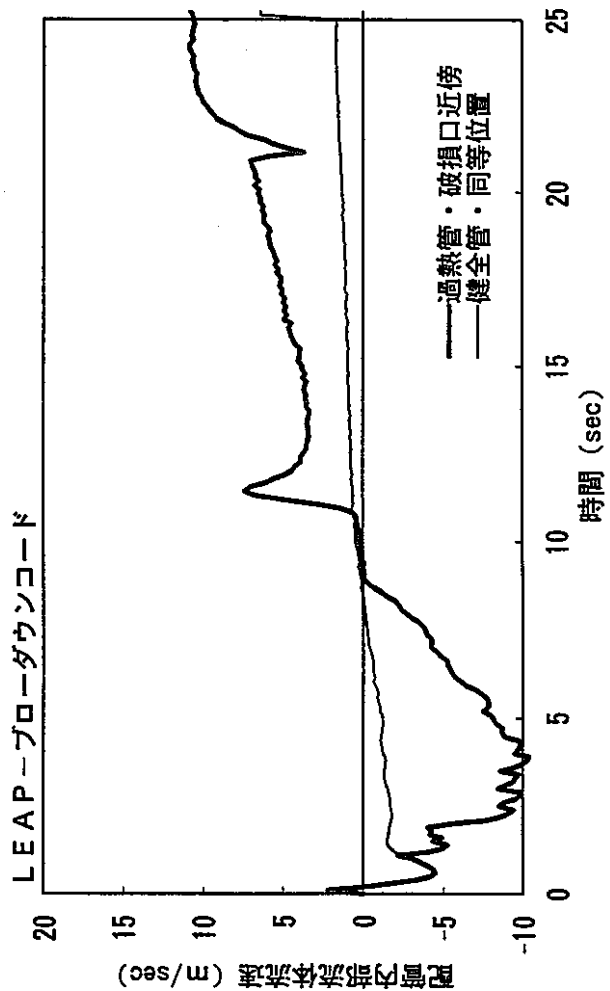
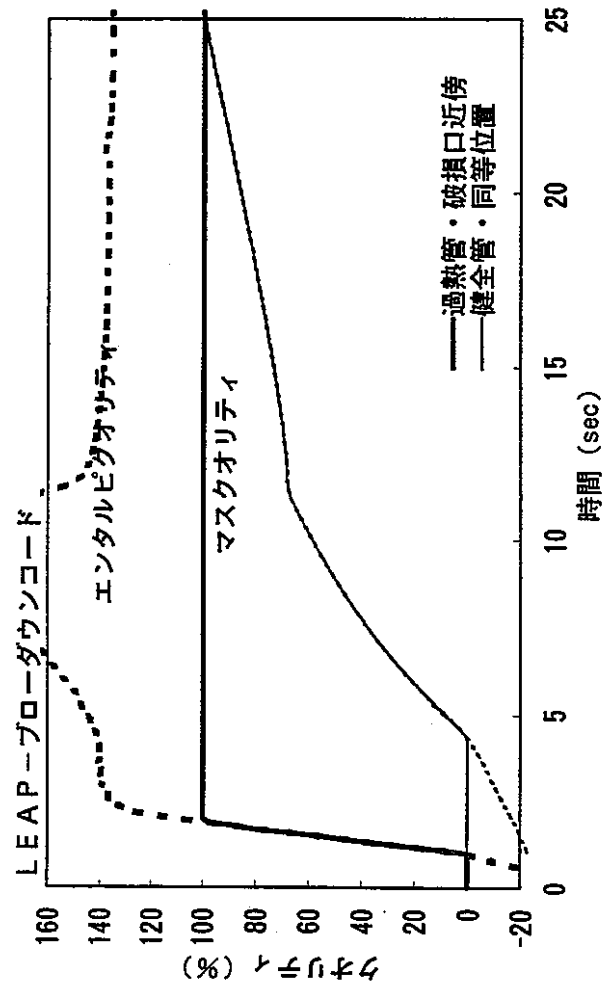
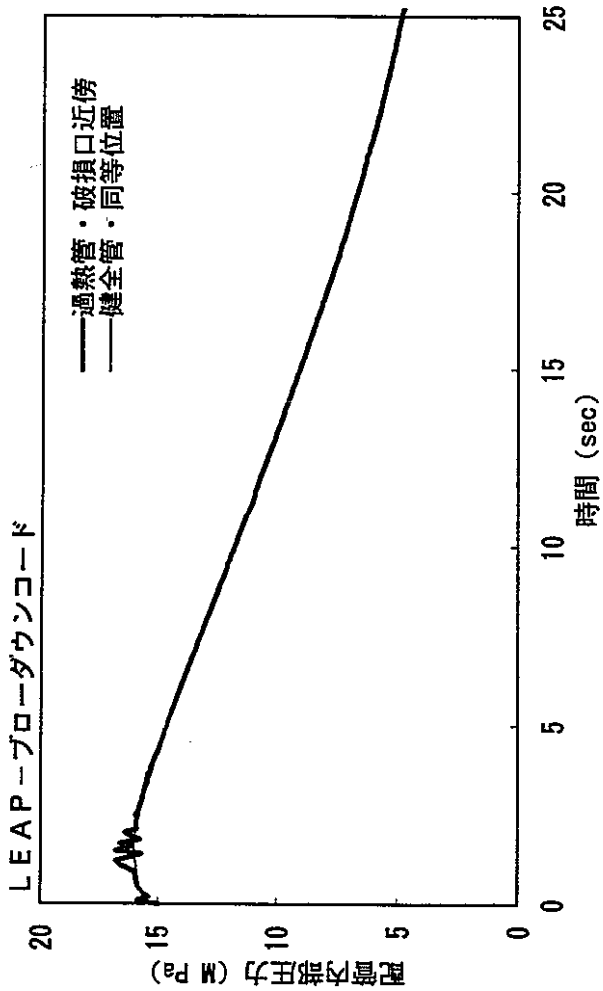


図 2.2-2 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (核沸騰オプション: Jeans-Lottes)-2

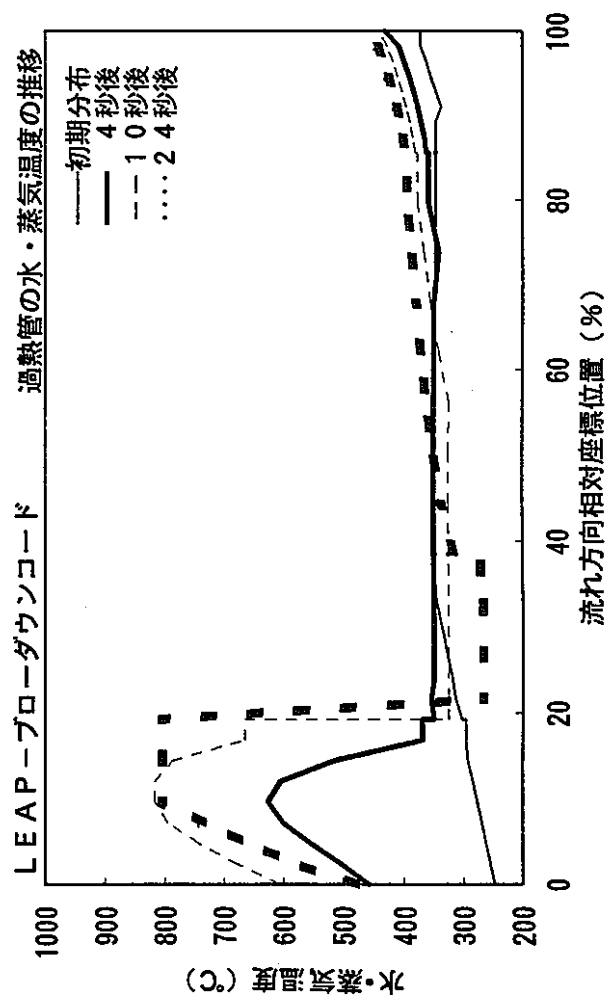
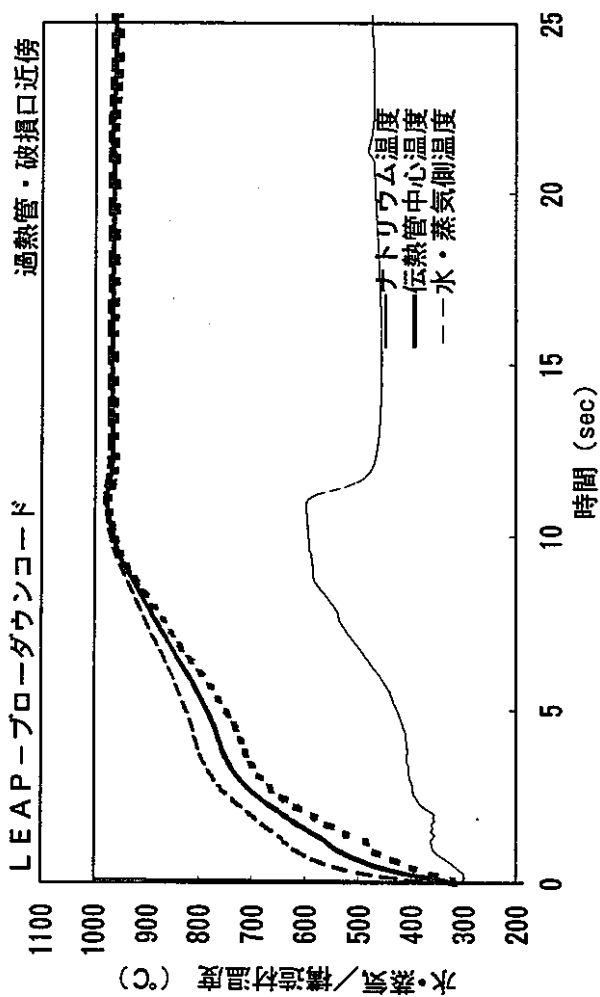
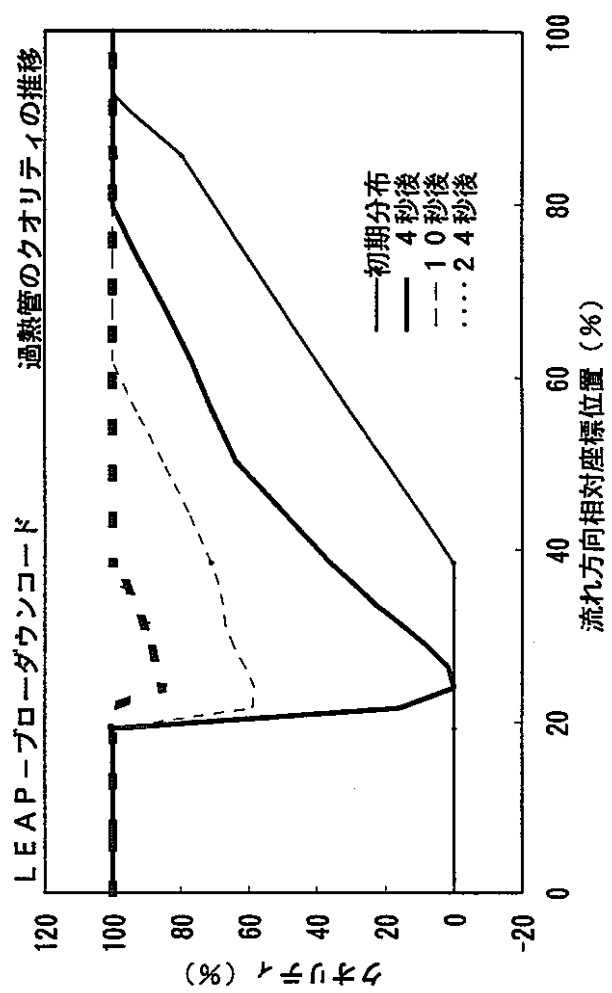
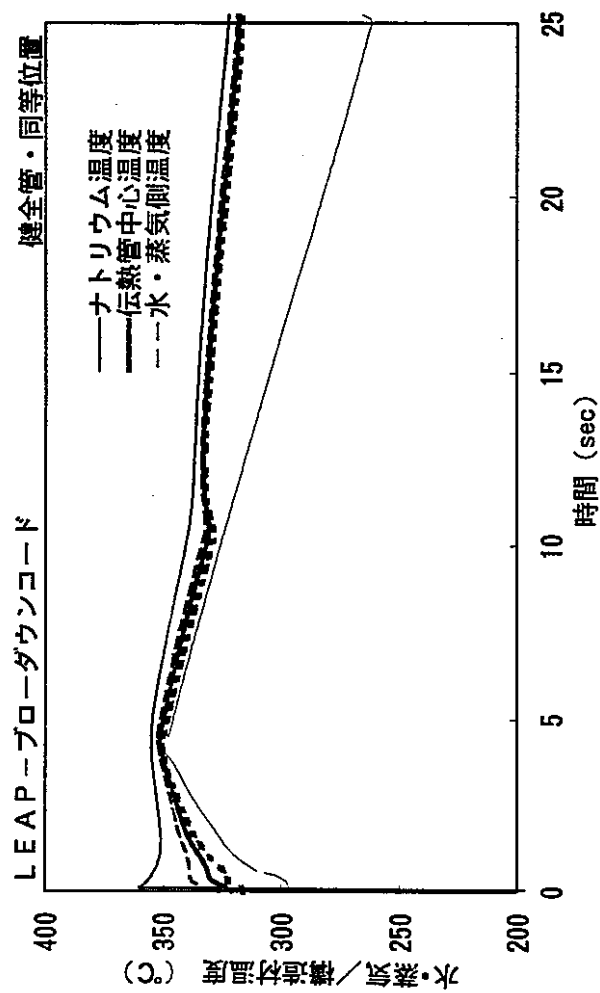


図 2.2-3 熱伝達率のパラメータベイ解析 (核沸騰オブション: Jeans-Lottes)-3

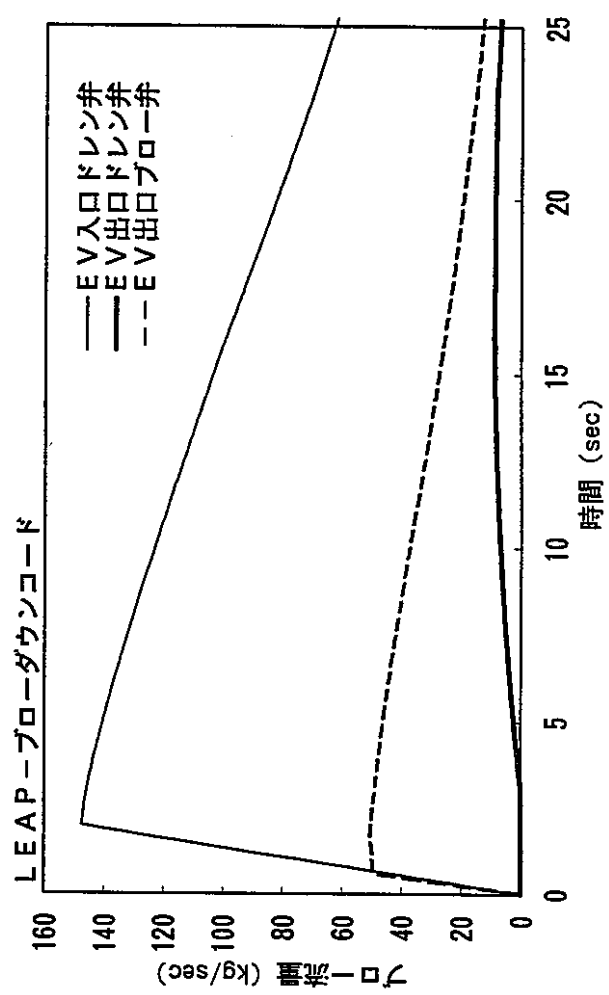
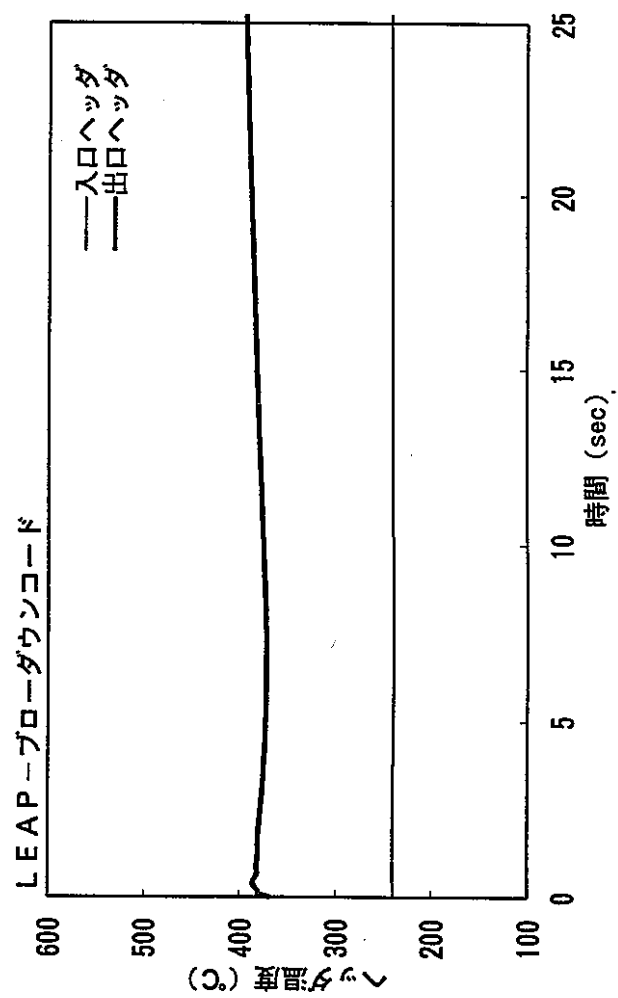
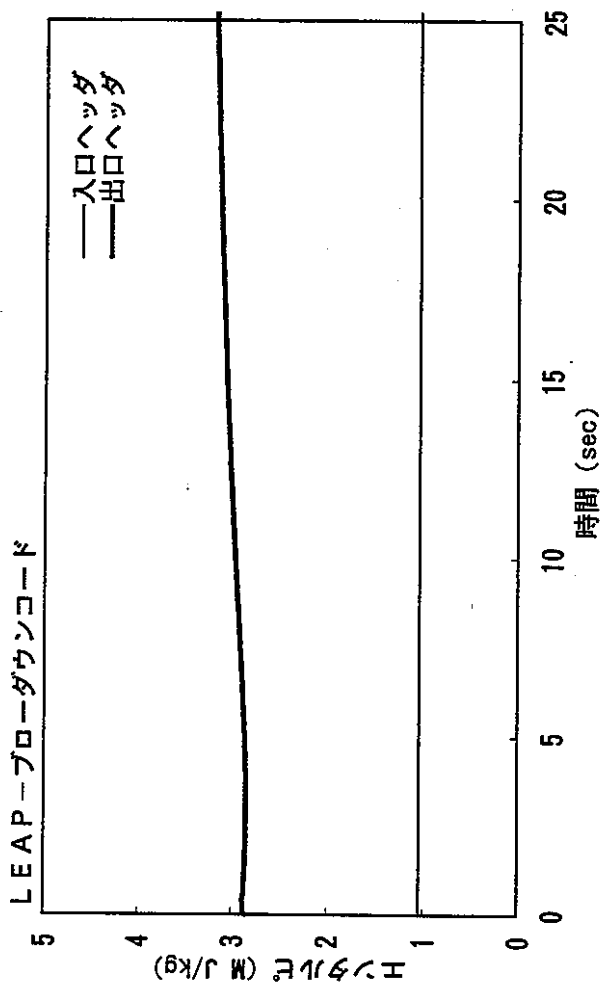
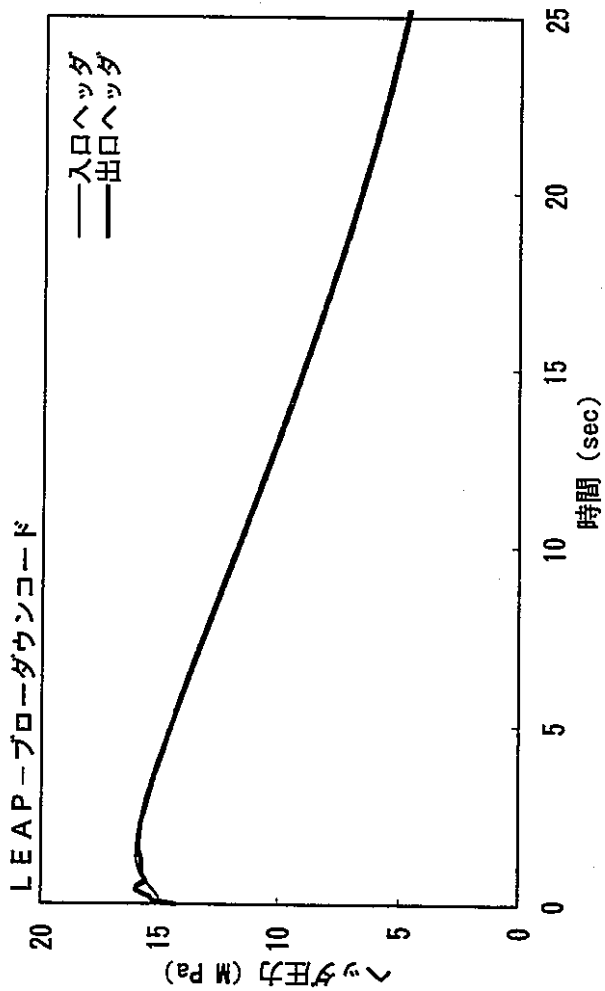


図 2.2-4 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (核沸騰オプション: Thom)-1

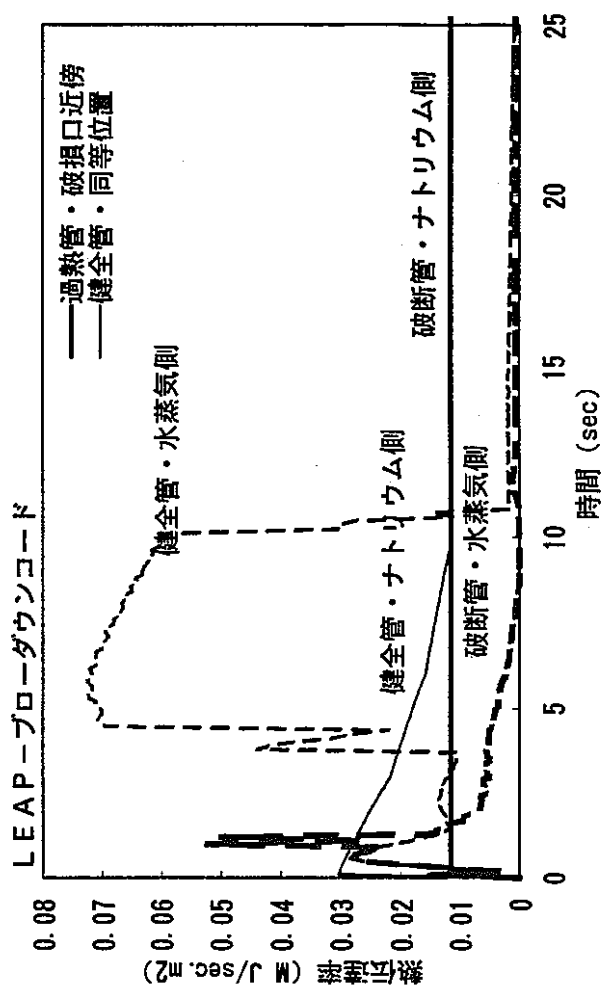
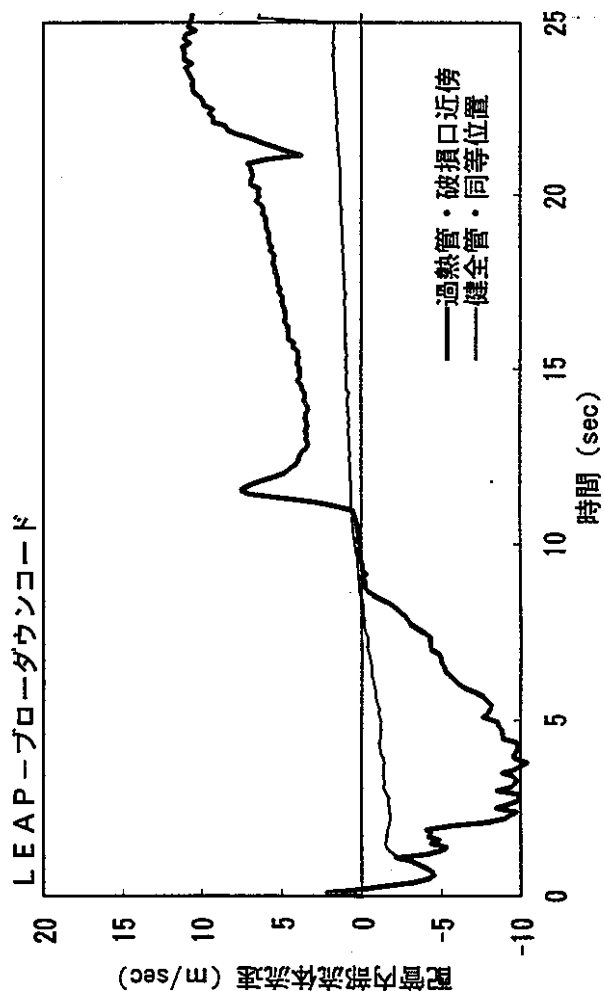
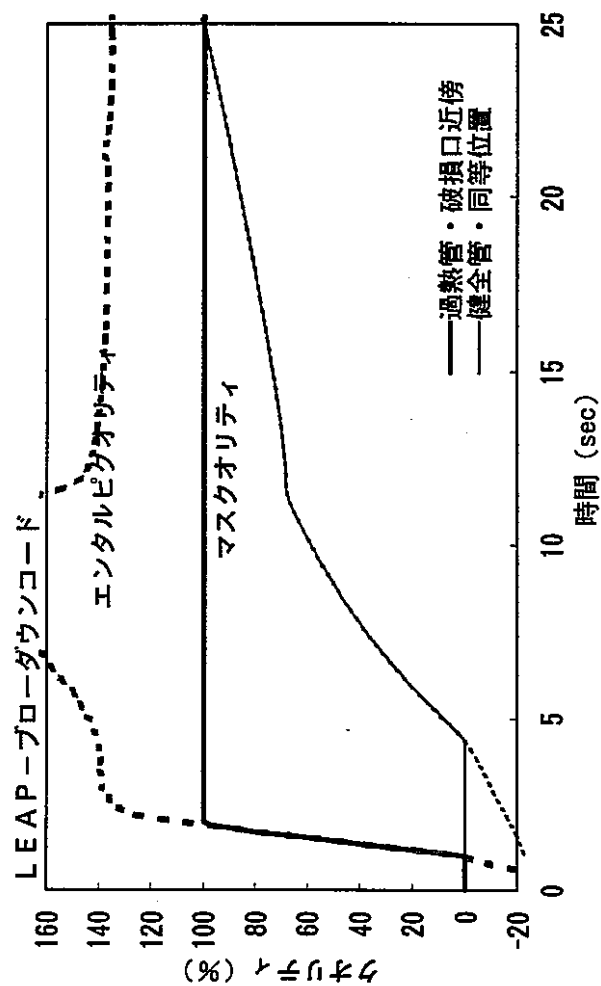
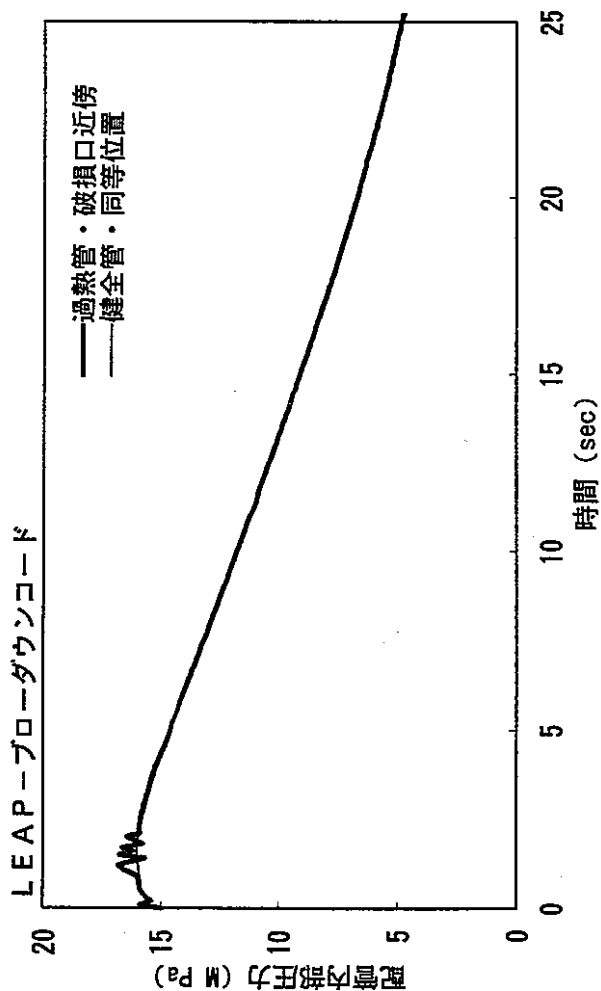


図 2.2-5 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (核沸騰オプション: Thom)-2

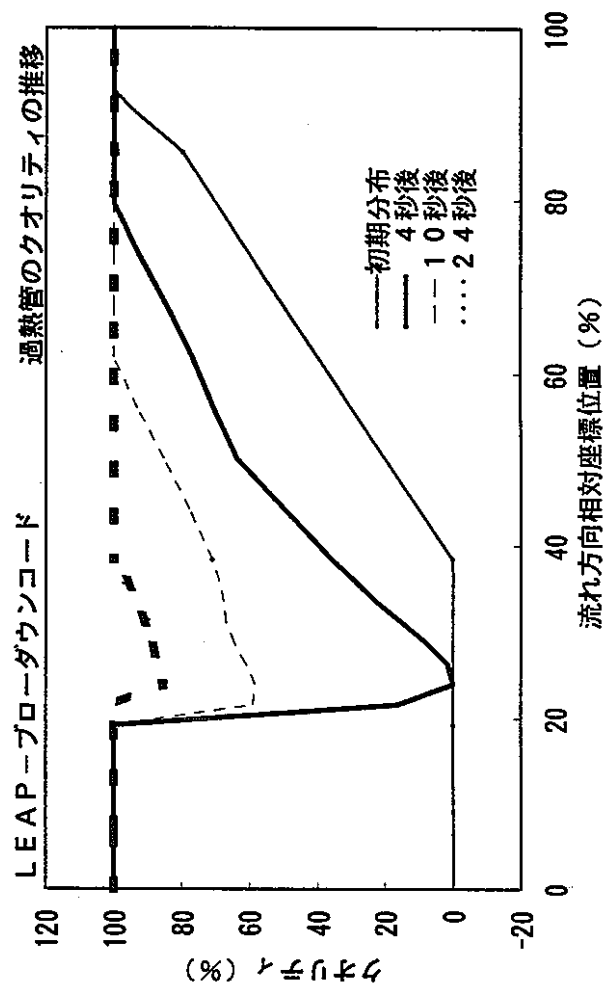
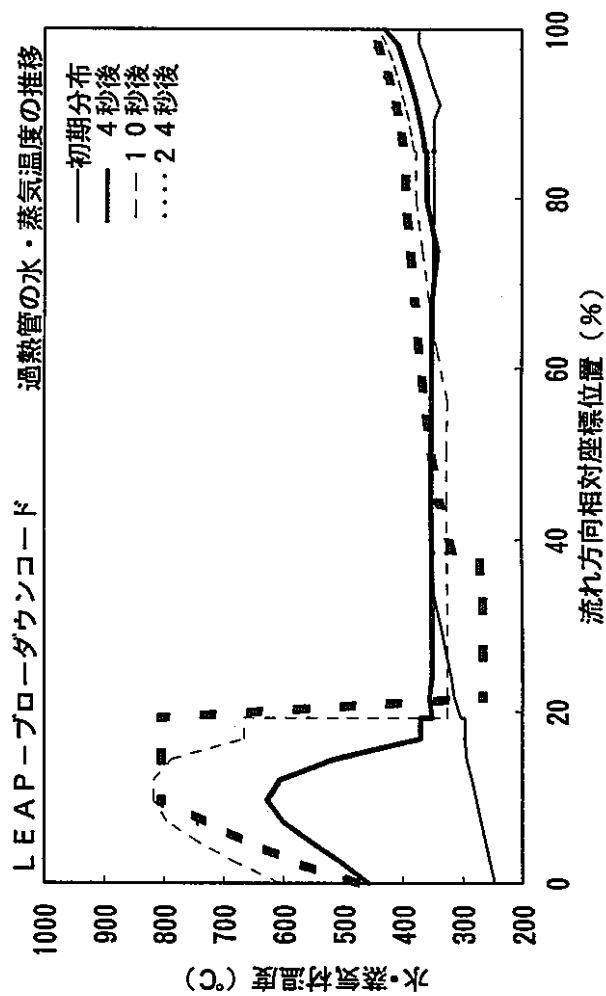
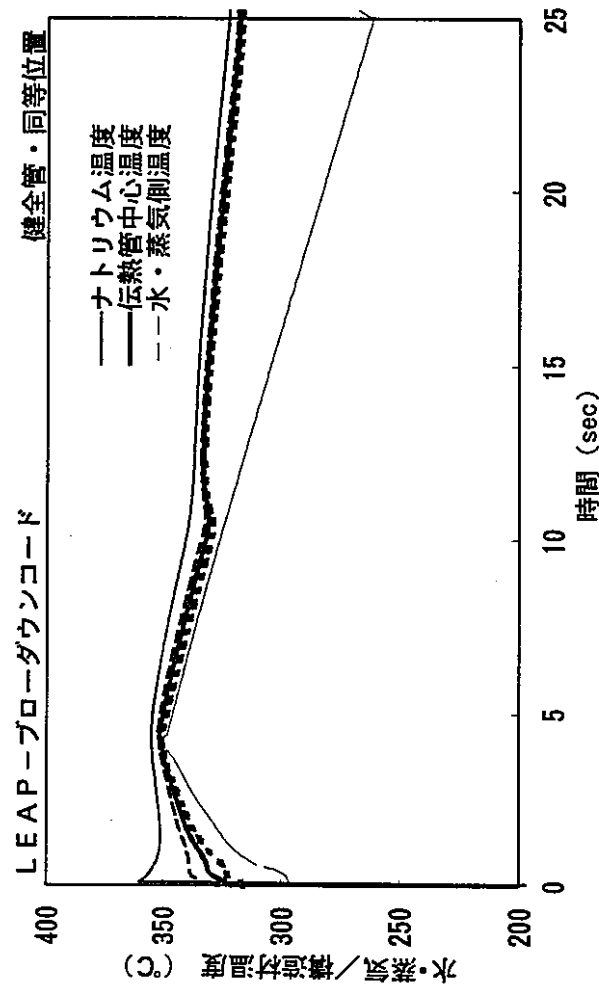
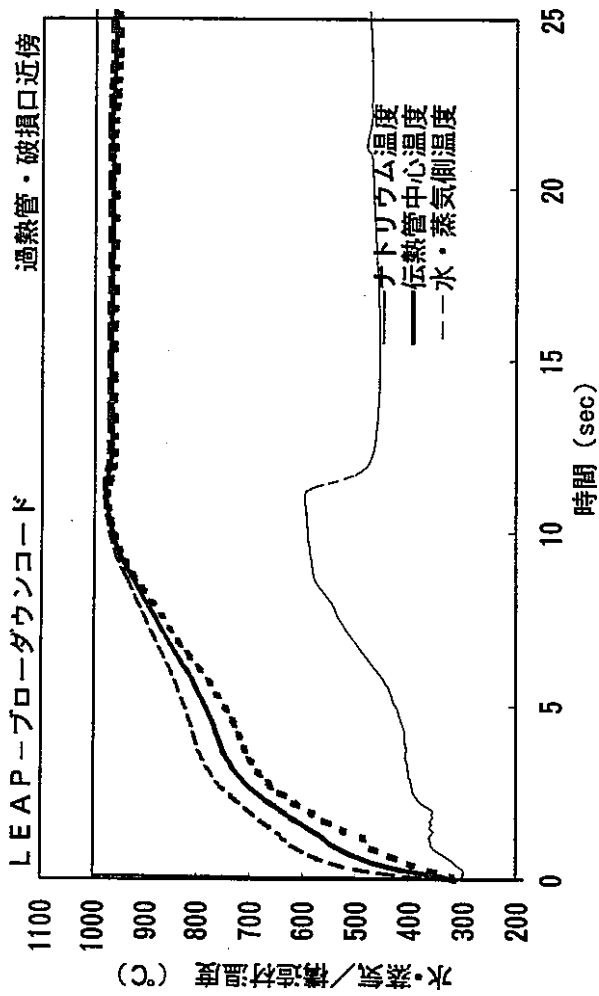


図 2.2-6 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (核沸騰オプション: Thom)-3

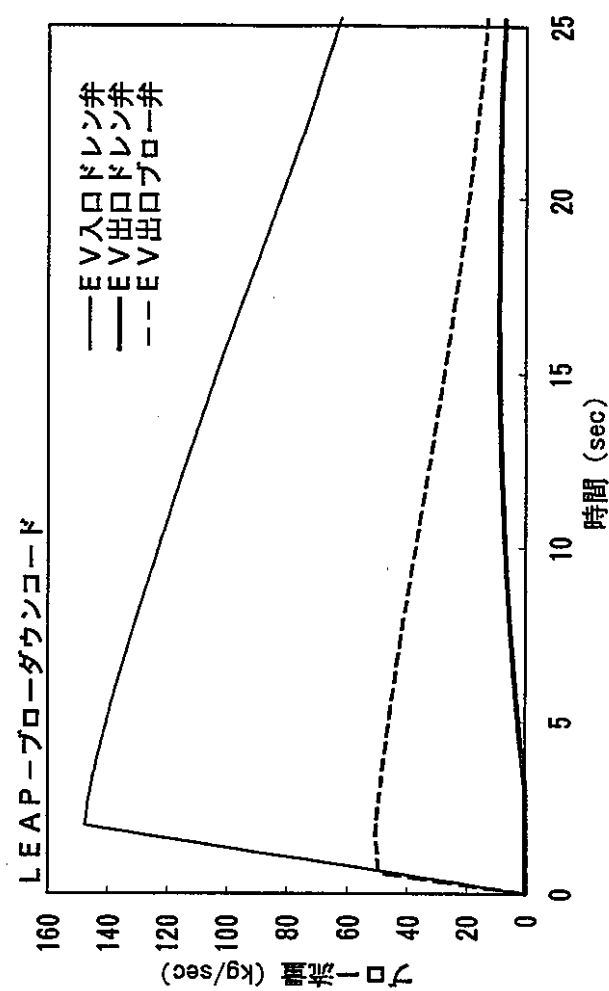
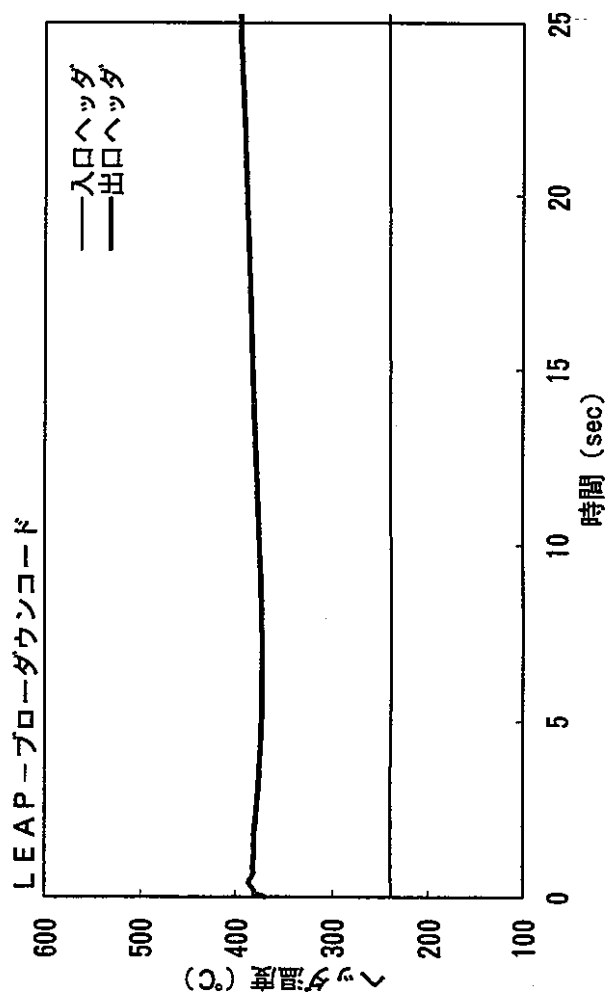
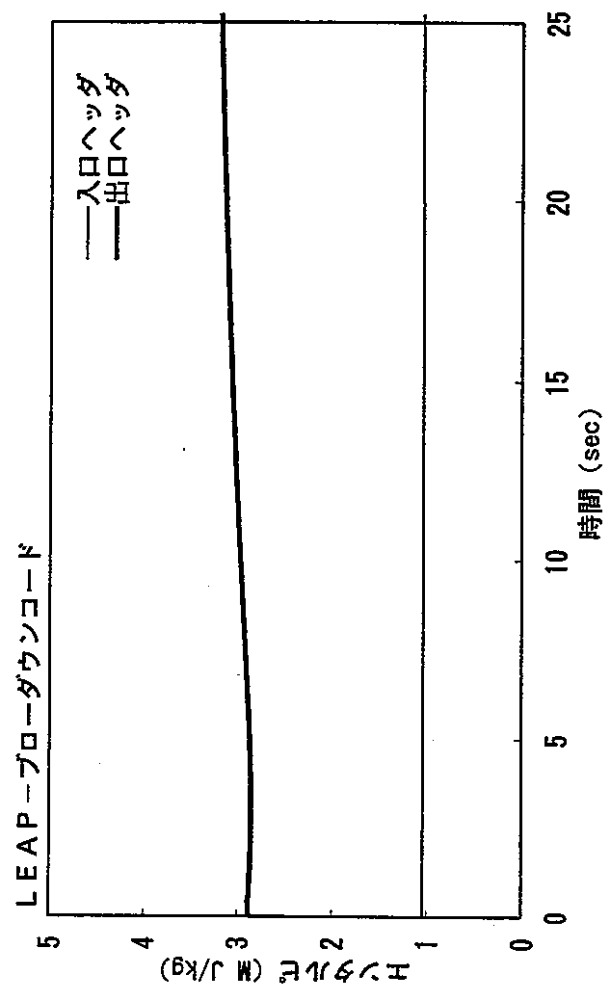
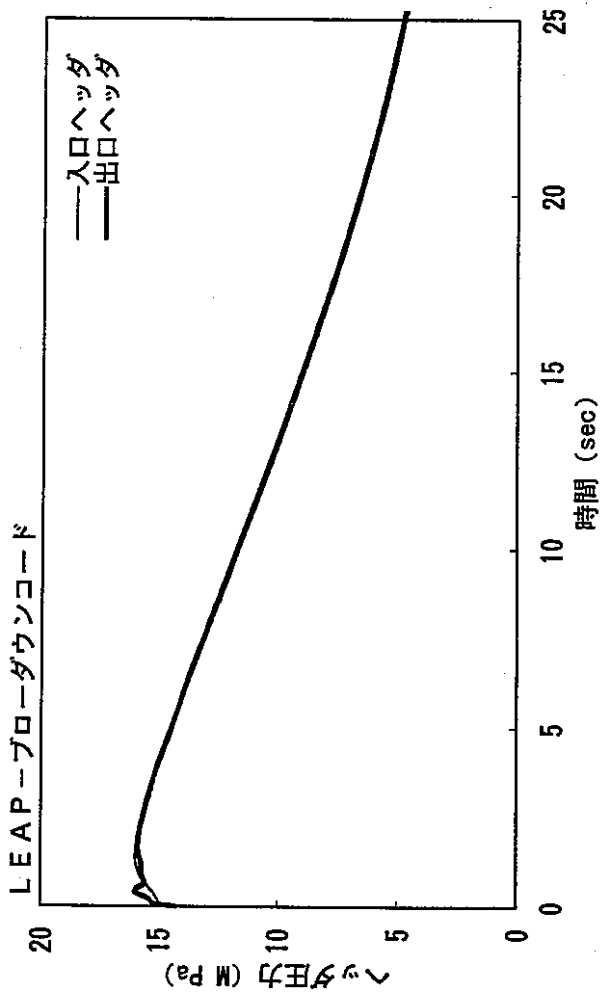


図 2.2-7 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougal I) -1

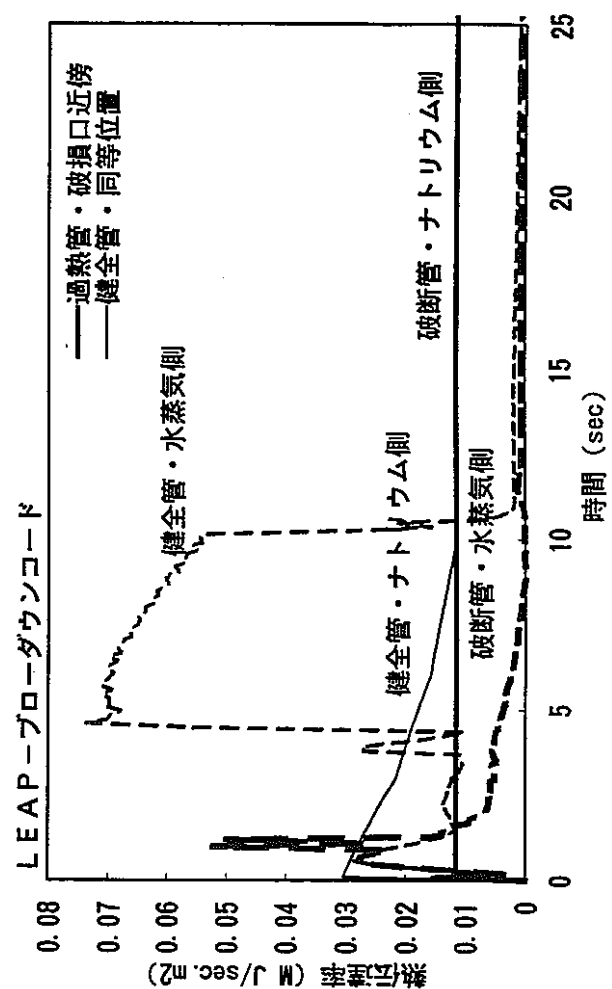
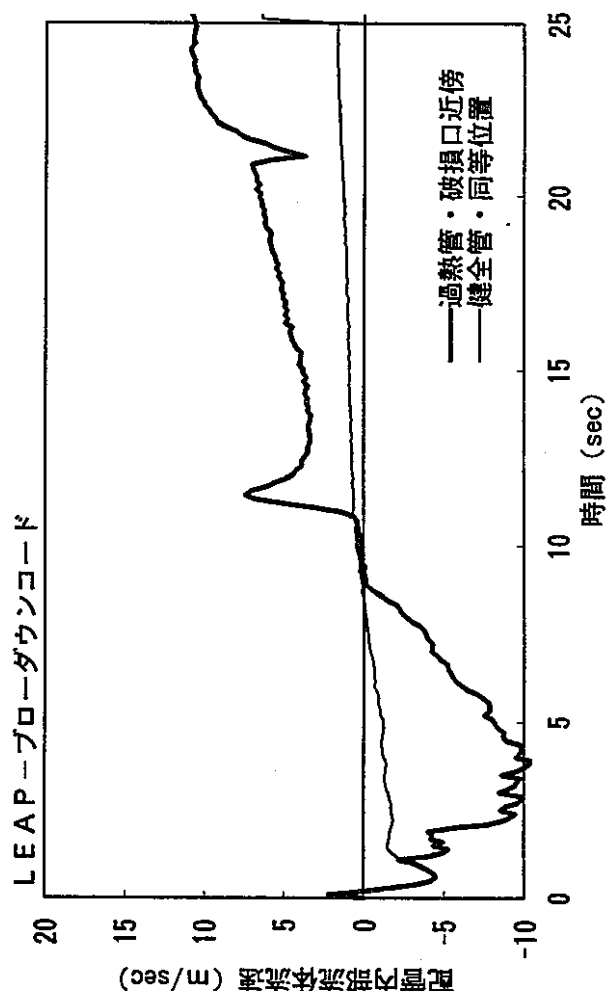
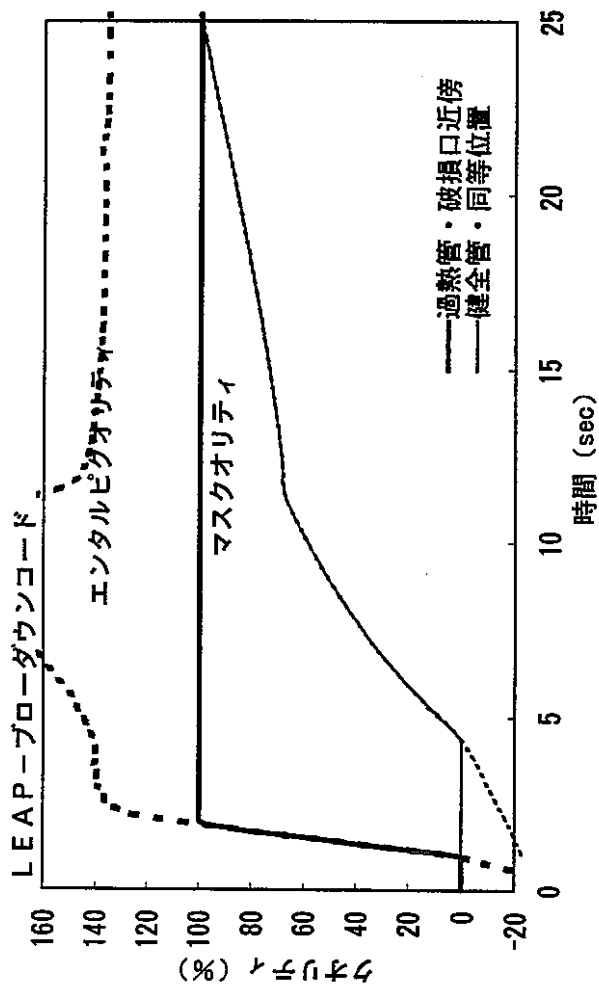
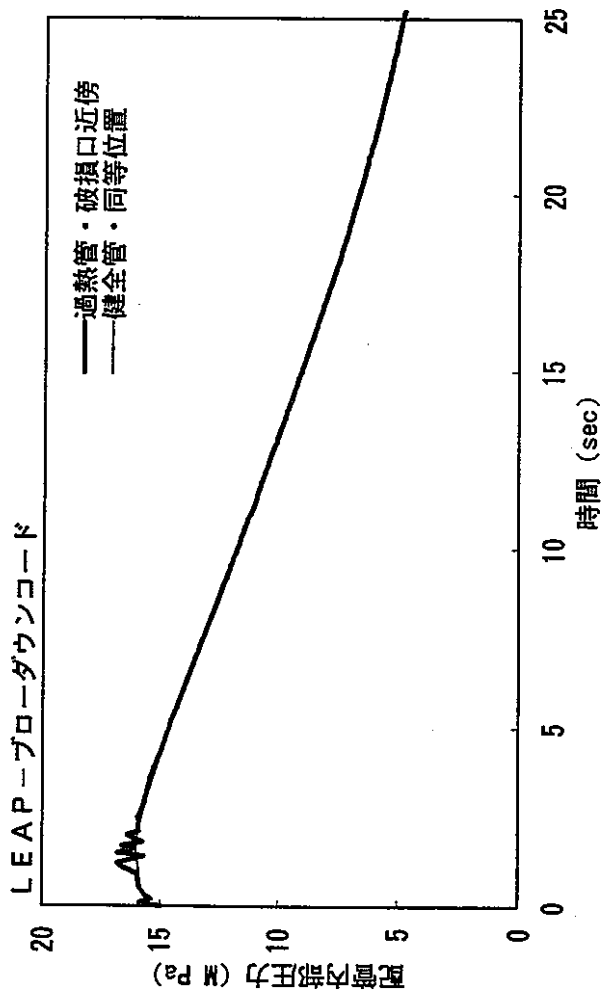


図 2.2-8 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougall)-2

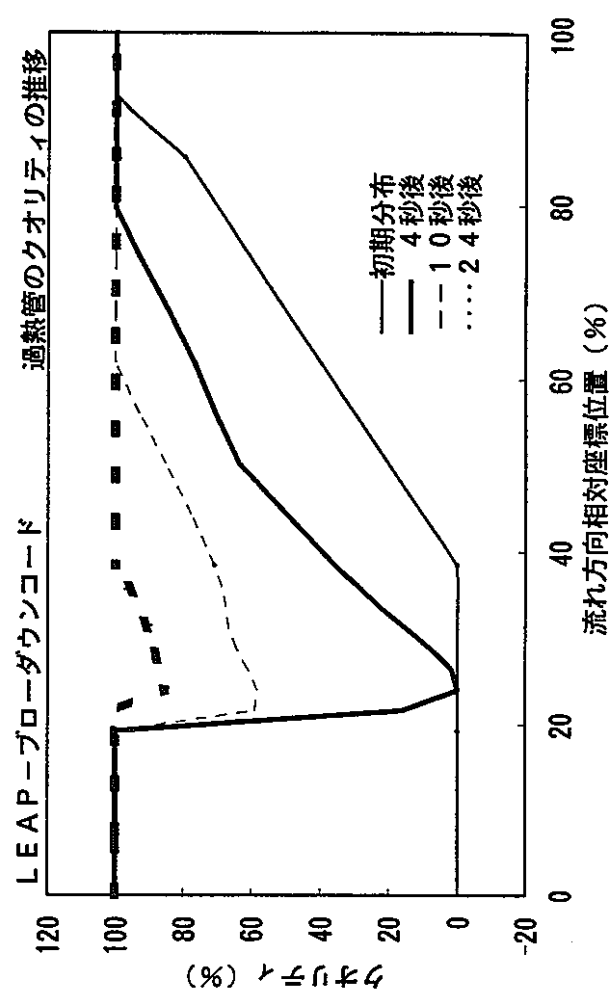
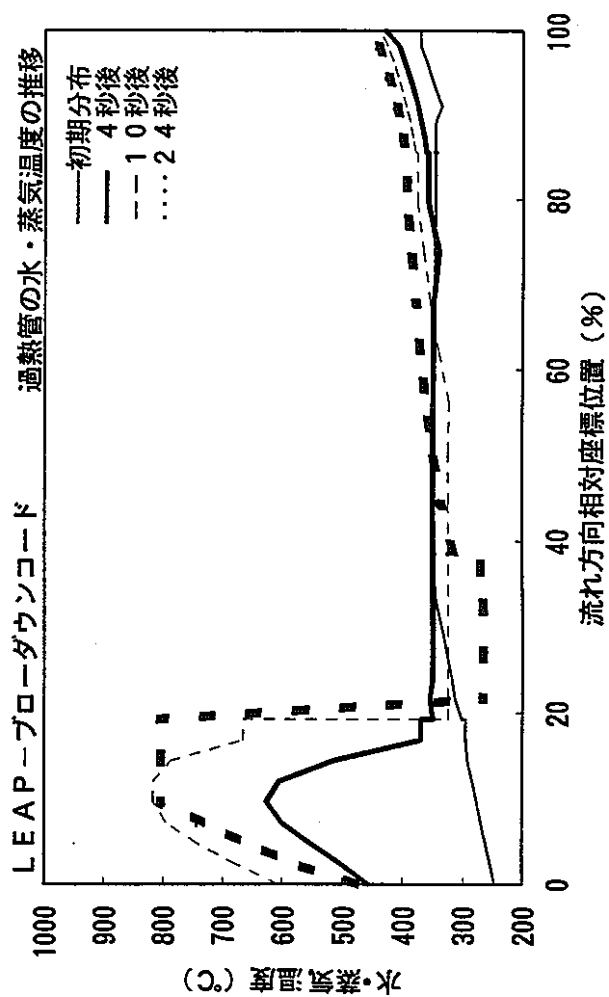
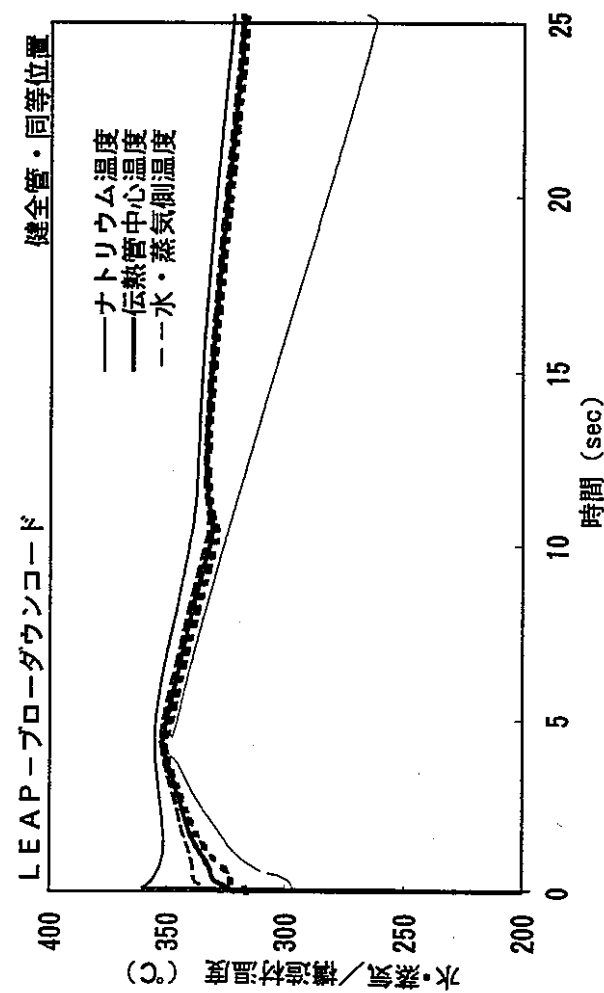
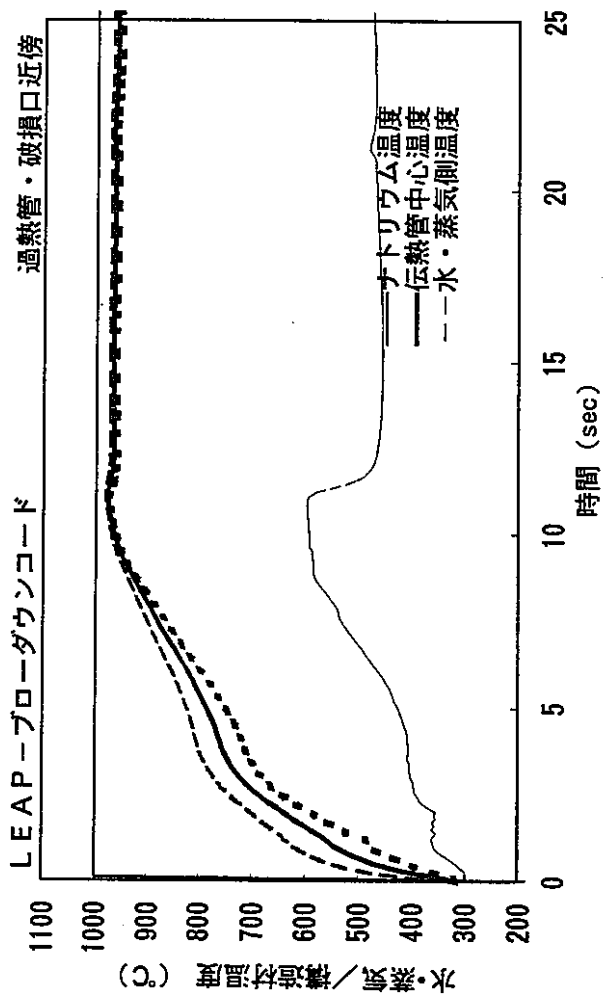


図 2.2-9 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougall)-3

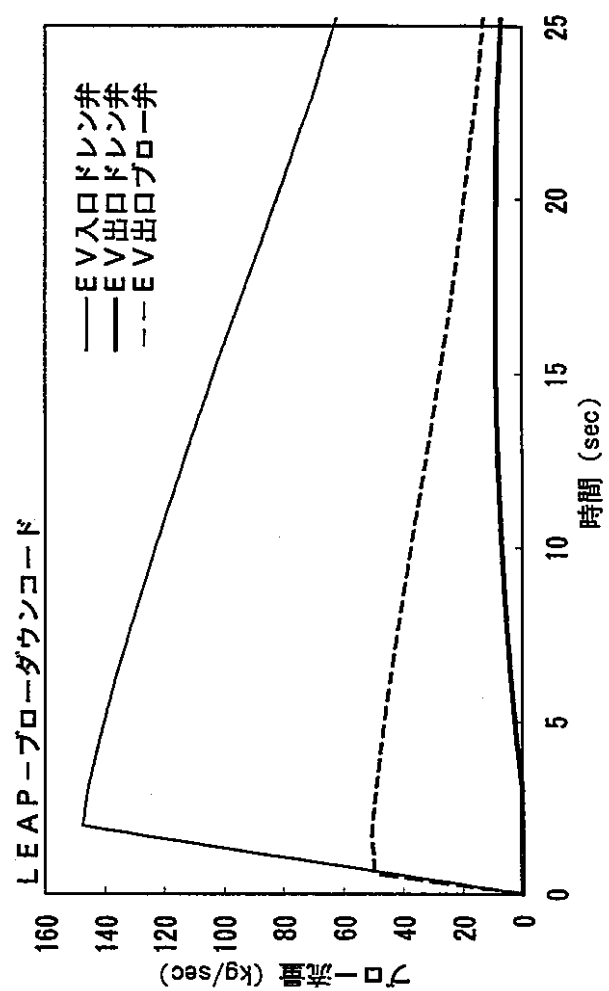
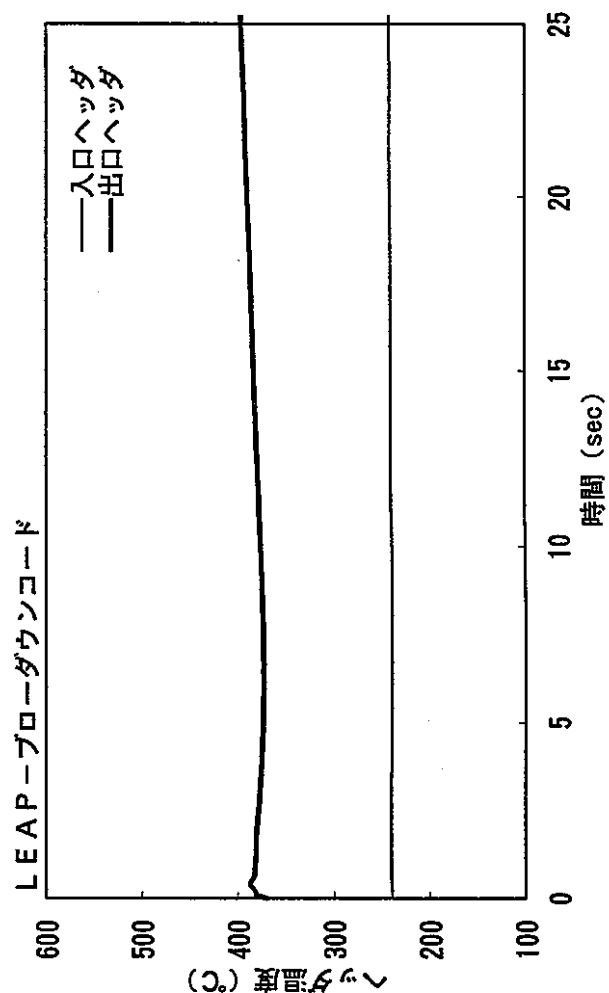
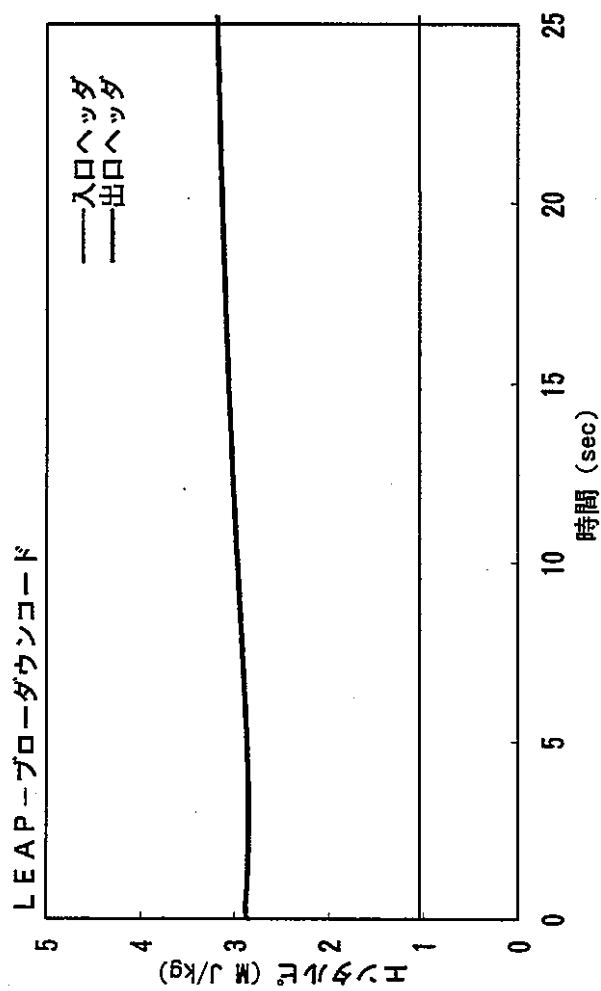
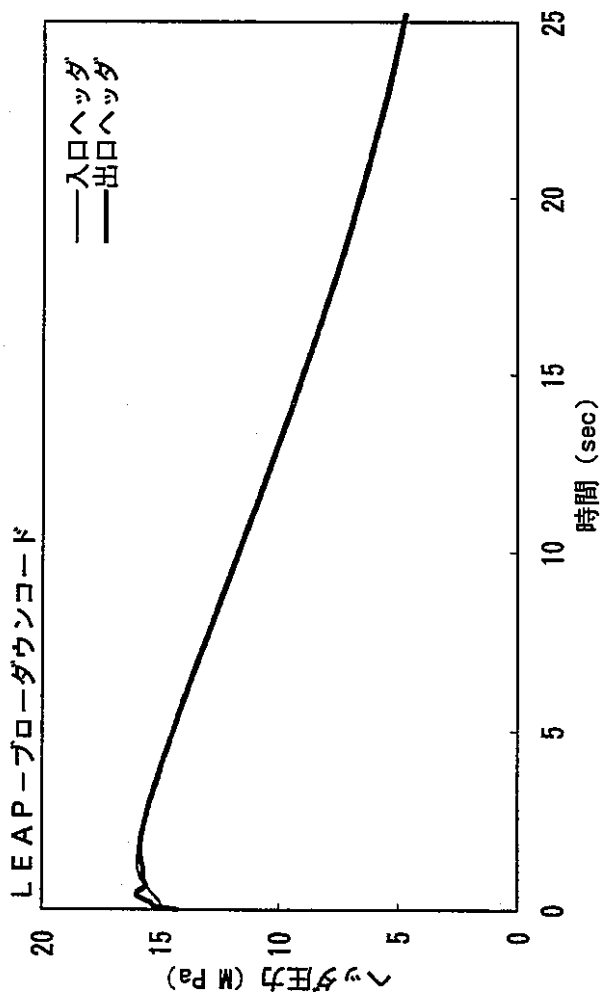
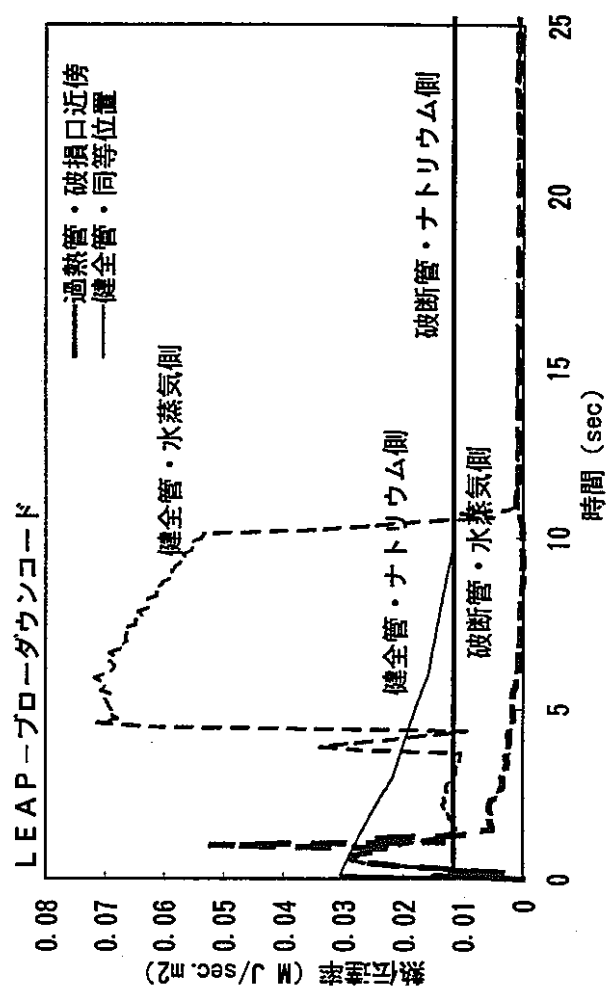
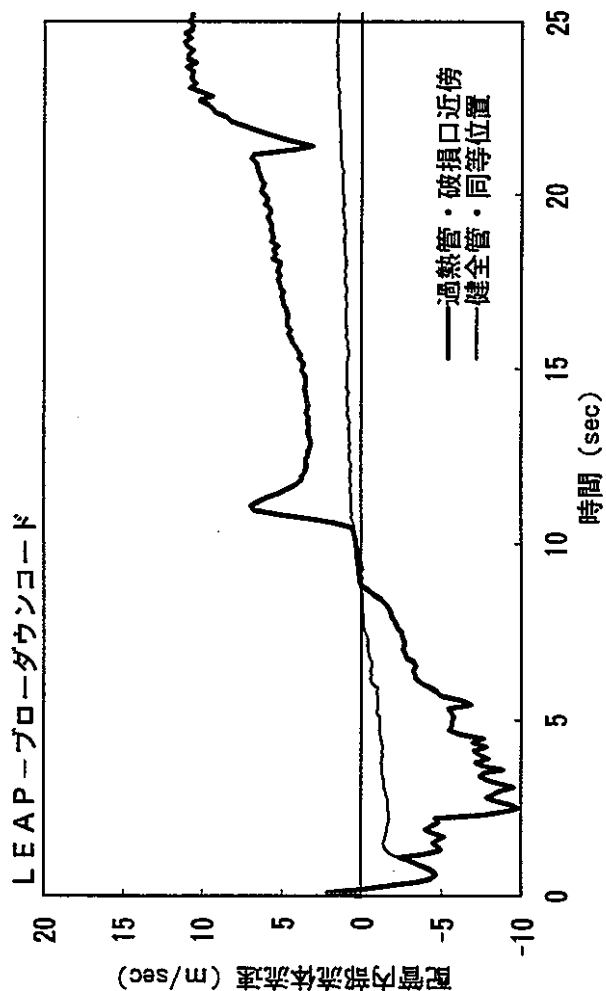
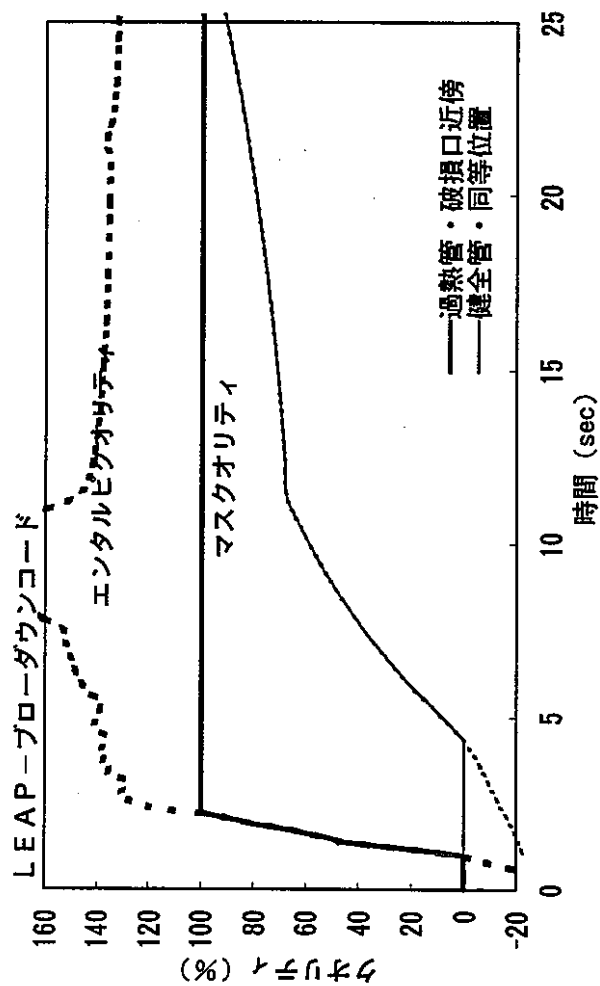
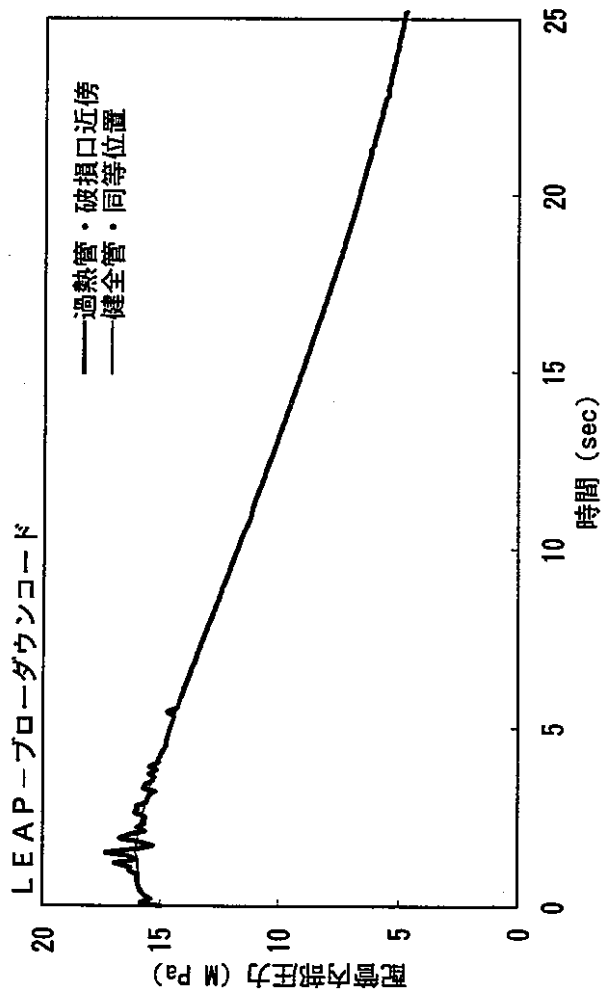


図 2.2-10 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Groenveld) -1



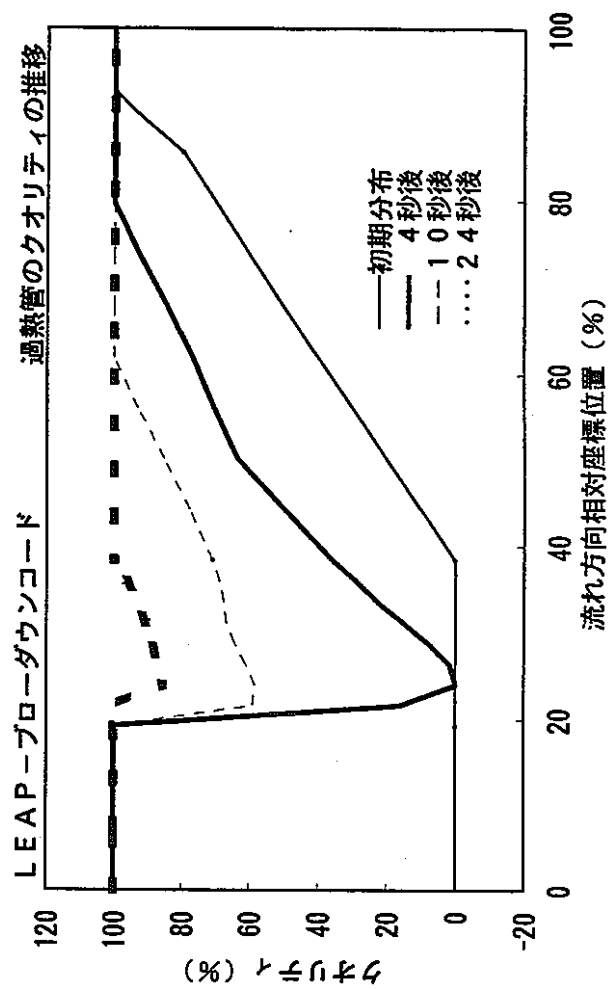
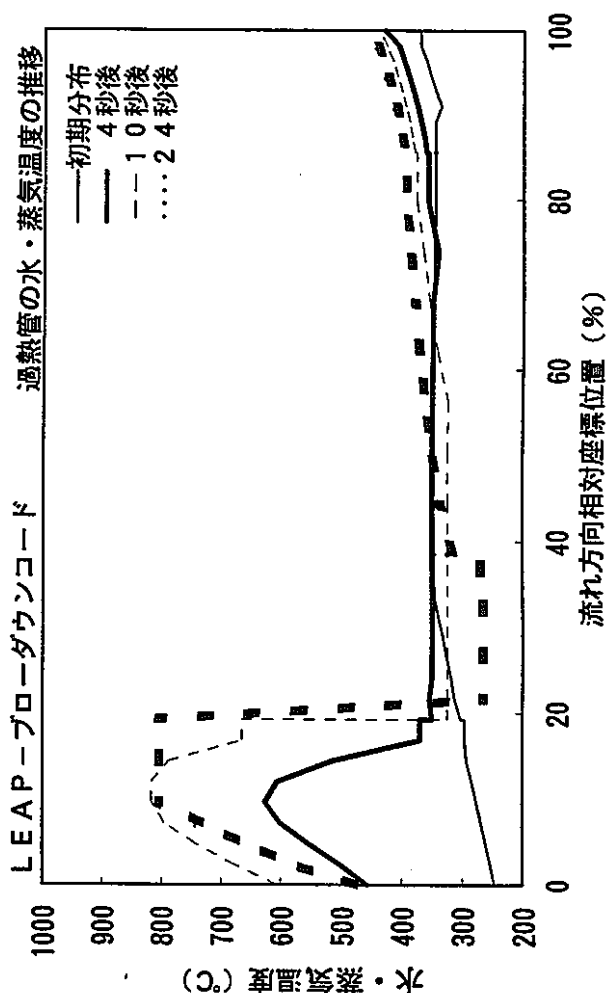
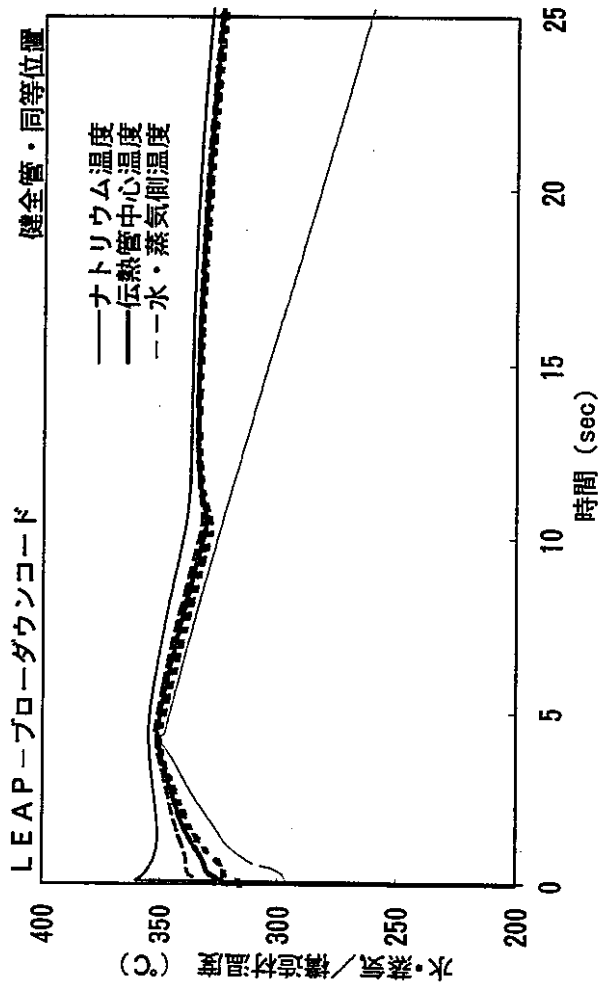
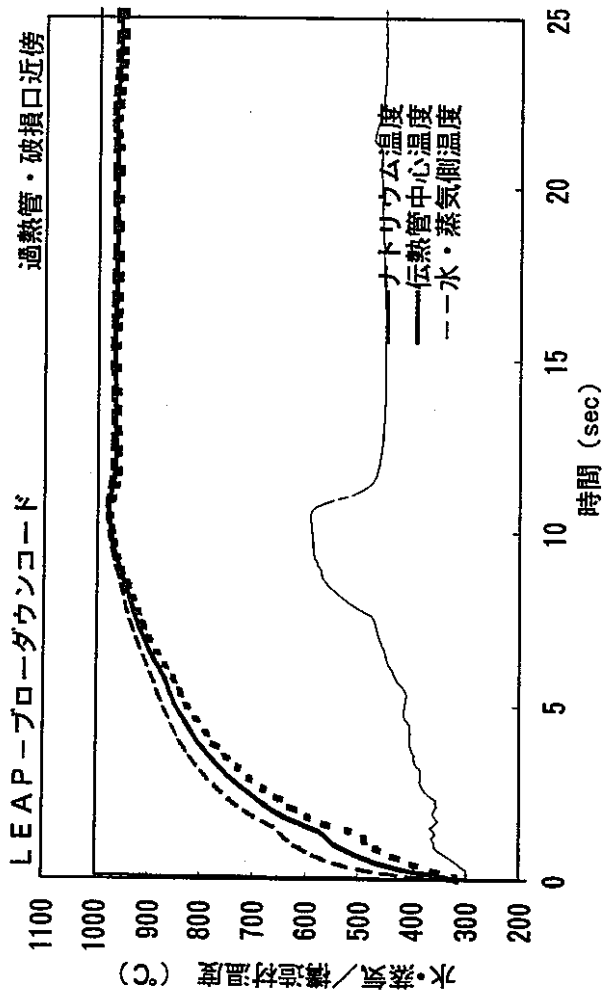


図 2.2-12 熱伝達率のパラメータベイ解析 (膜沸騰オプション: Groenveld)-3

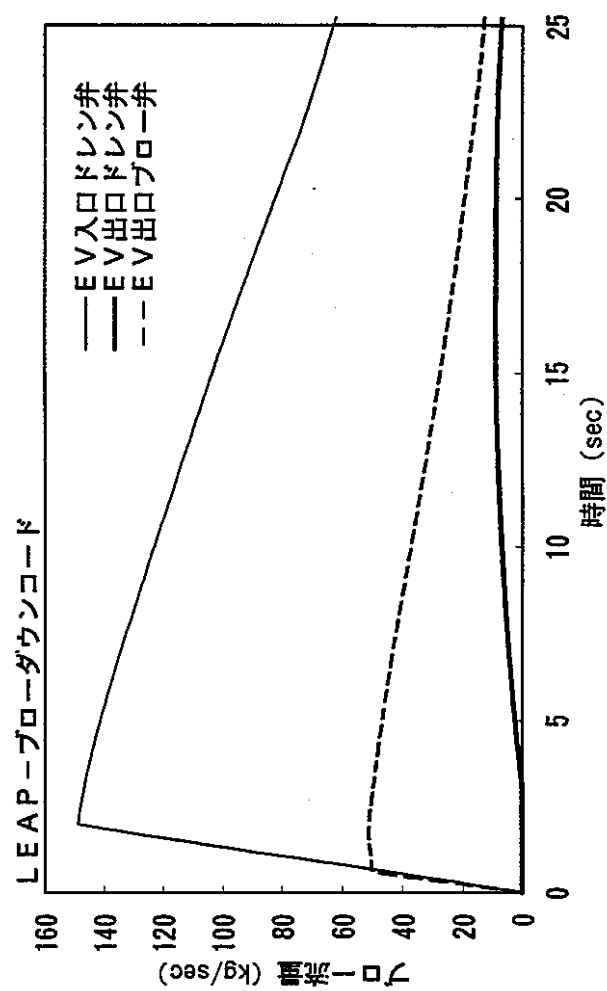
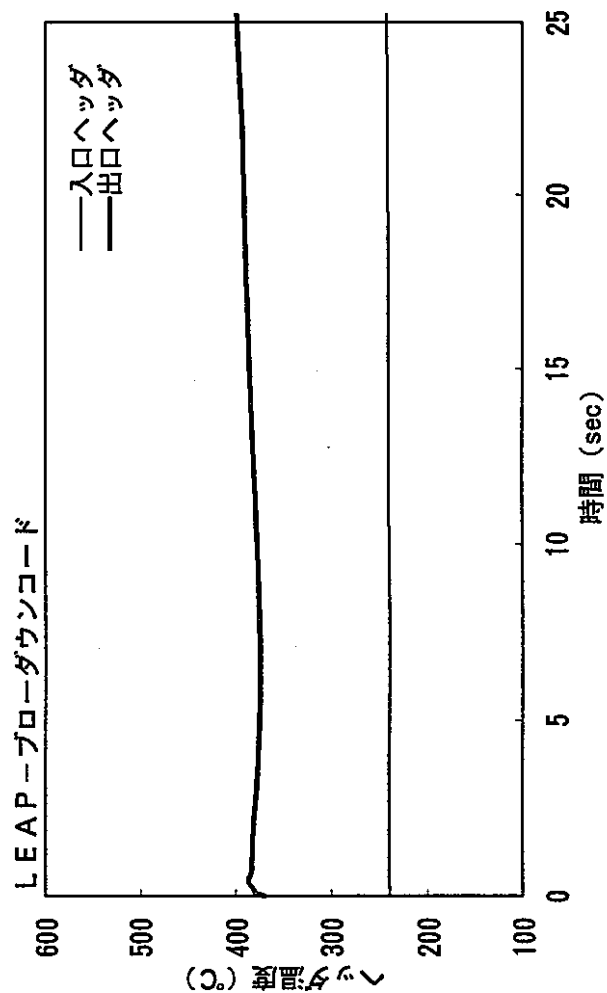
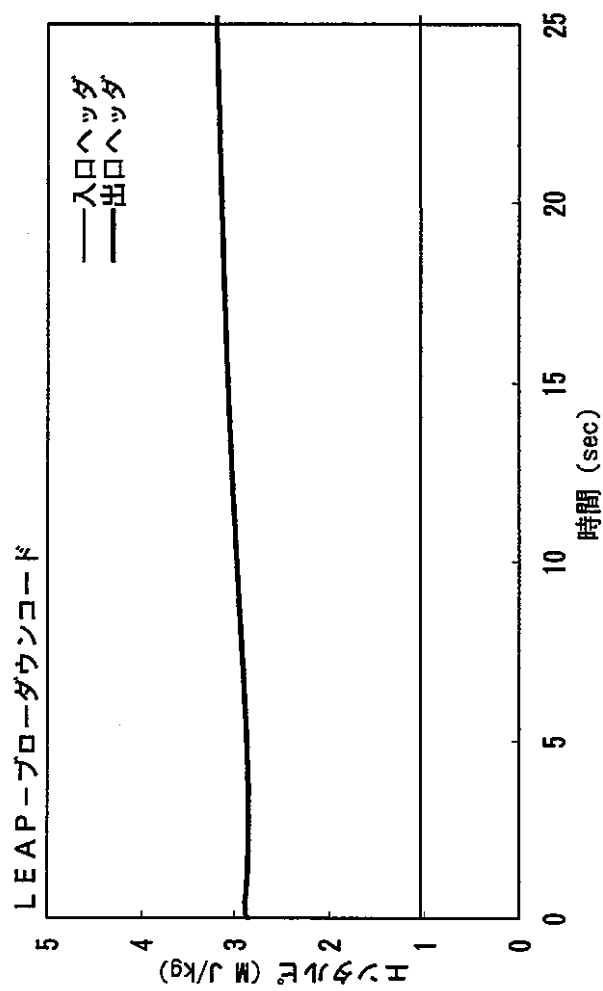
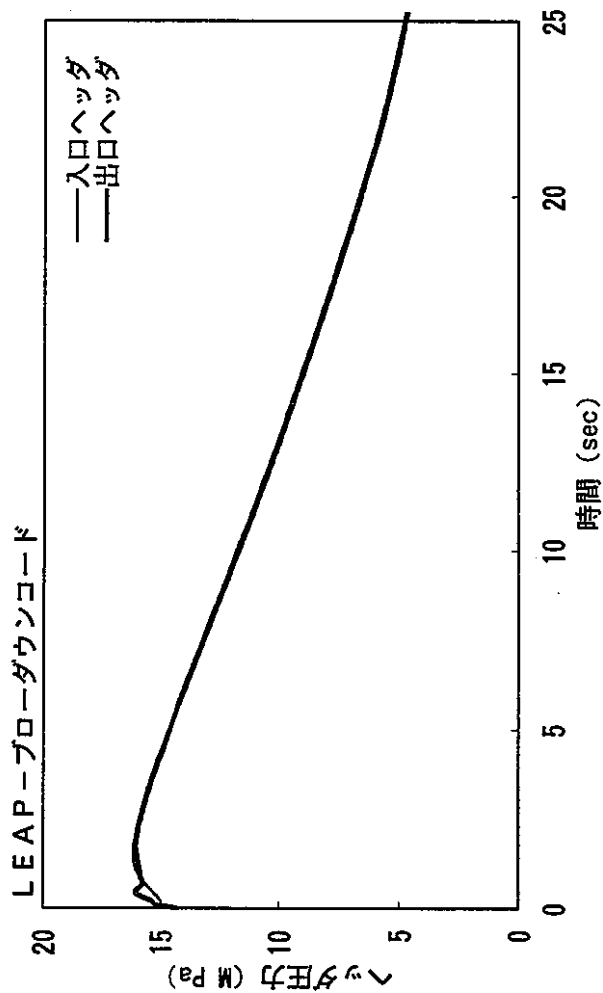


図 2.2-13 熱伝達率のパラメータベイ解析 (膜沸騰オプション: Bromley)-1

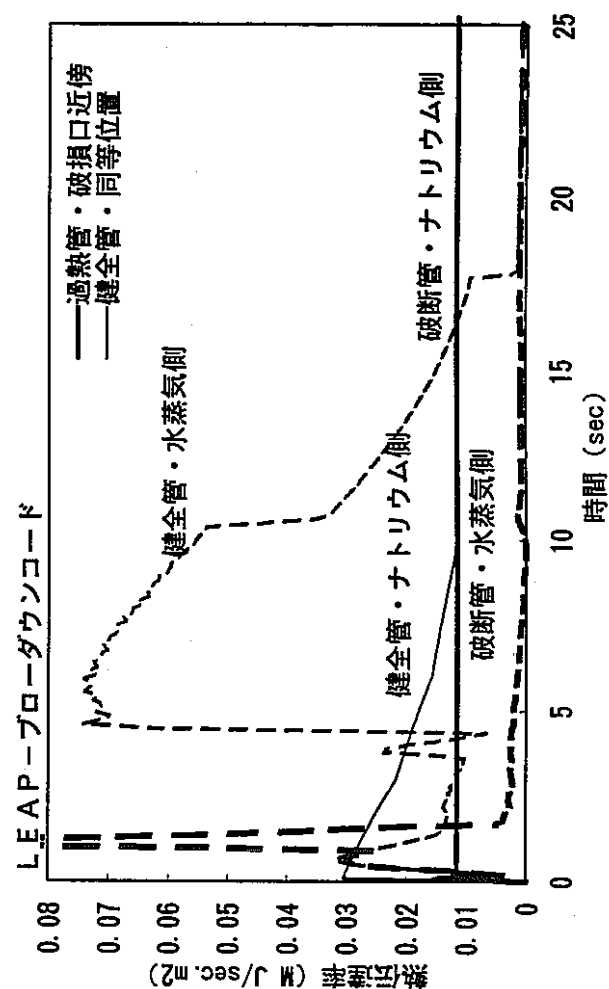
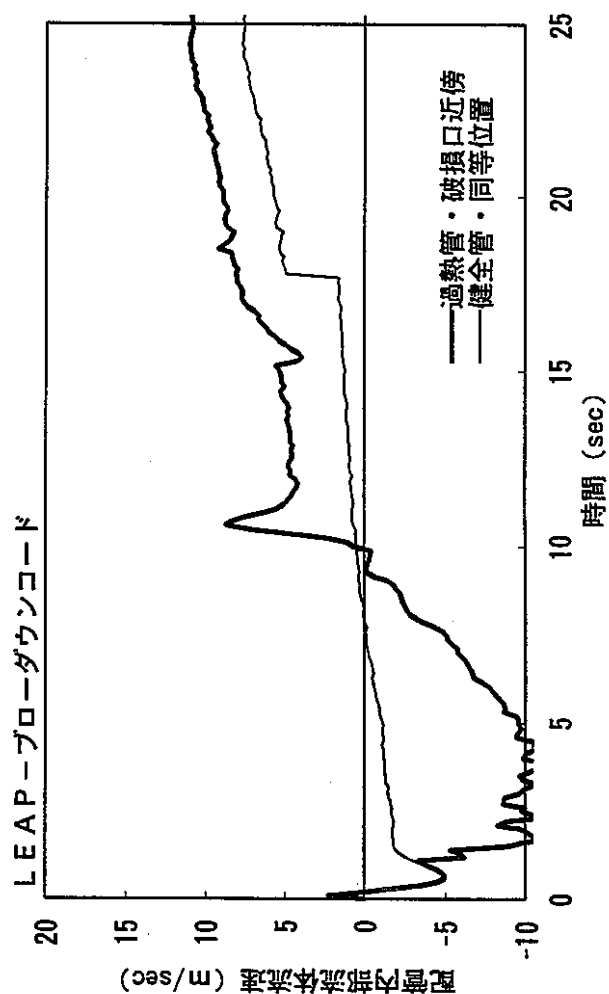
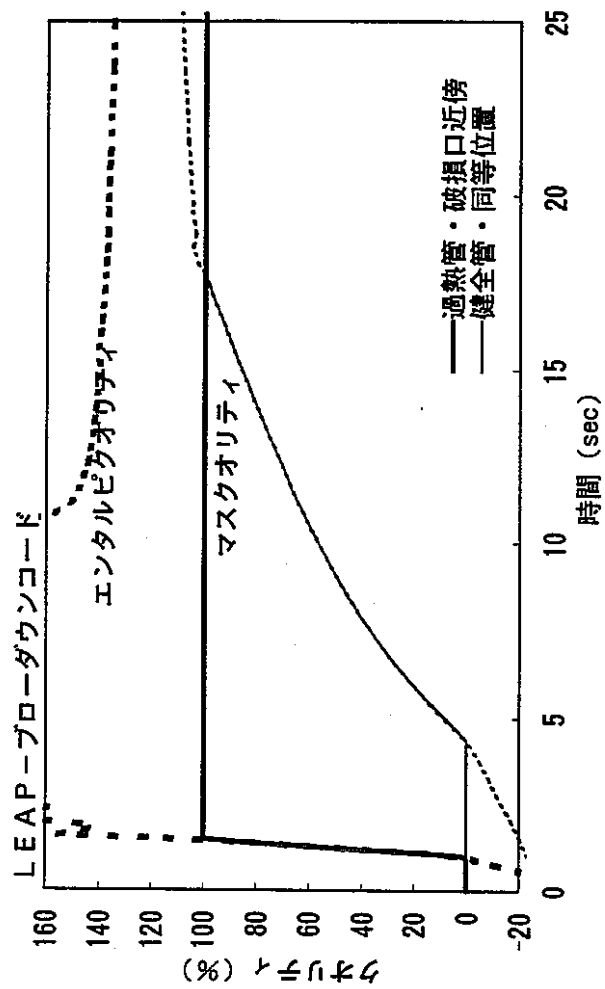
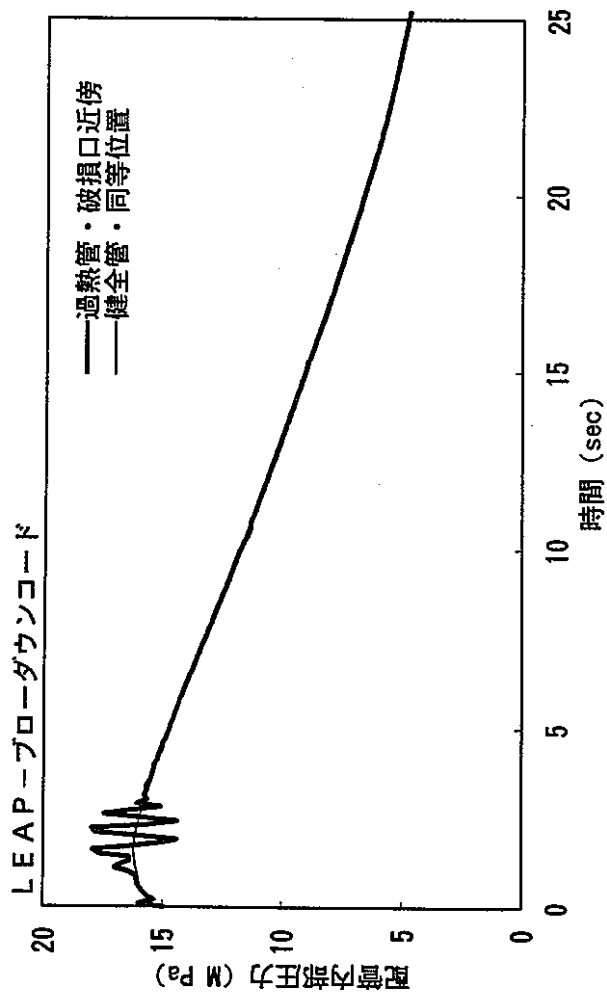


図 2.2-14 熱伝達率のパラメータベイ解析 (膜沸騰オプション: Bromley)-2

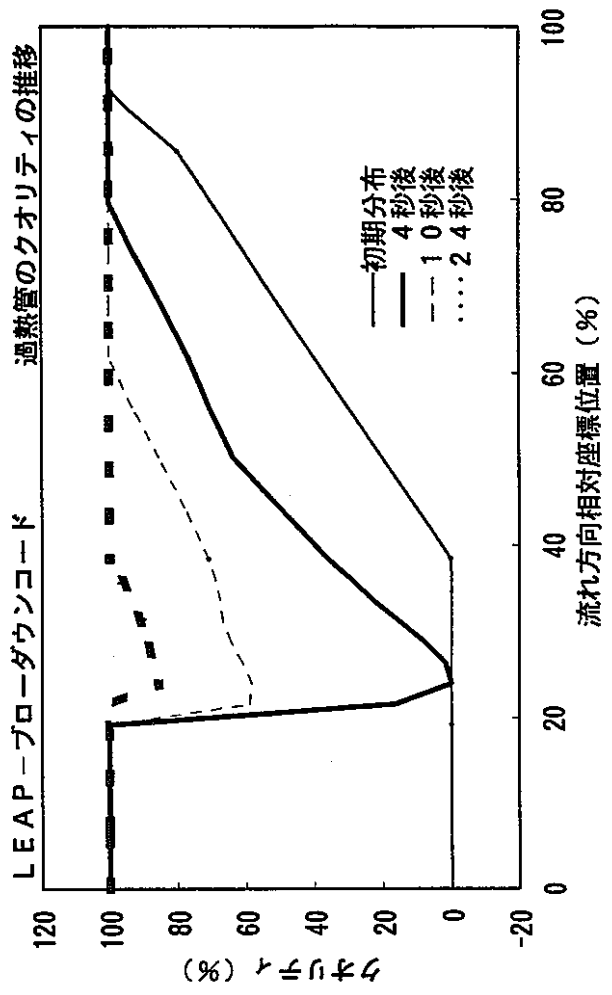
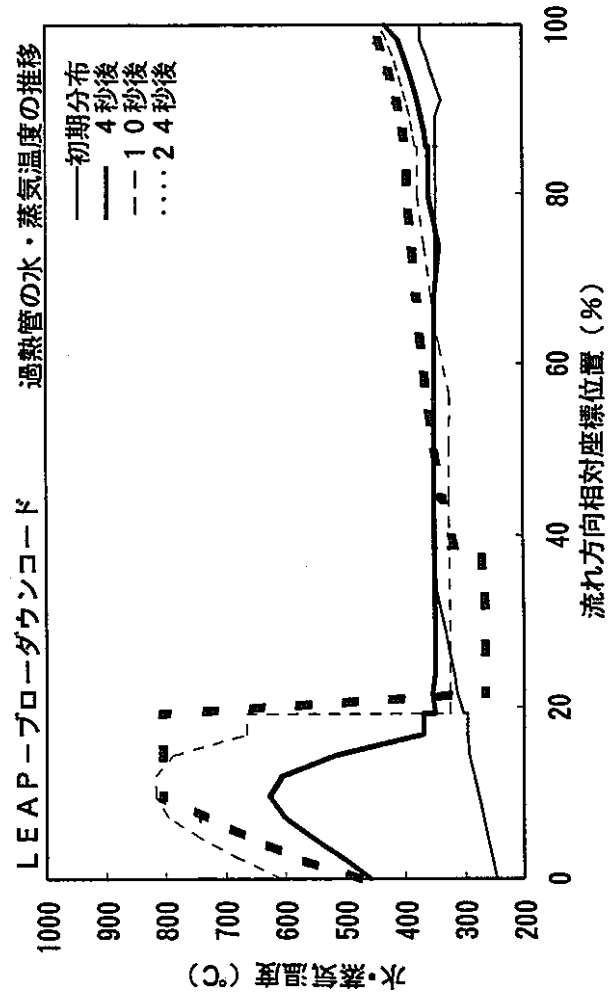
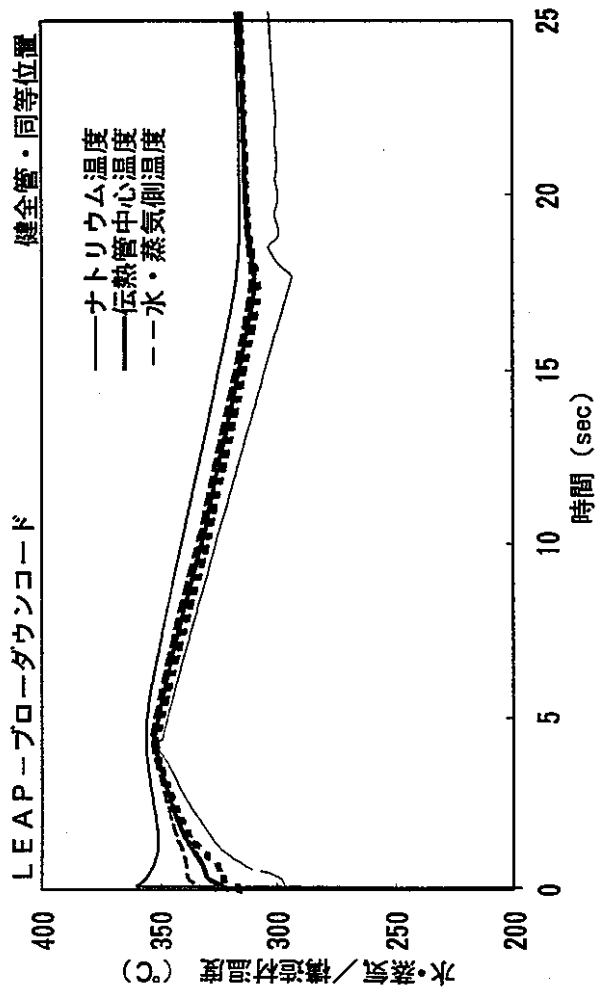
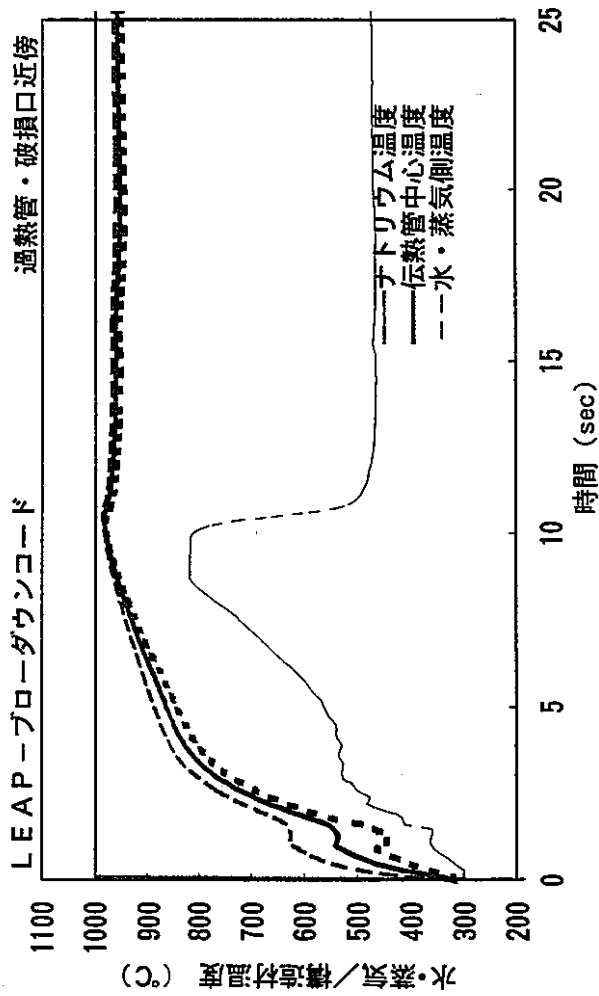


図 2.2-15 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (膜沸騰オブション: Bromley)-3

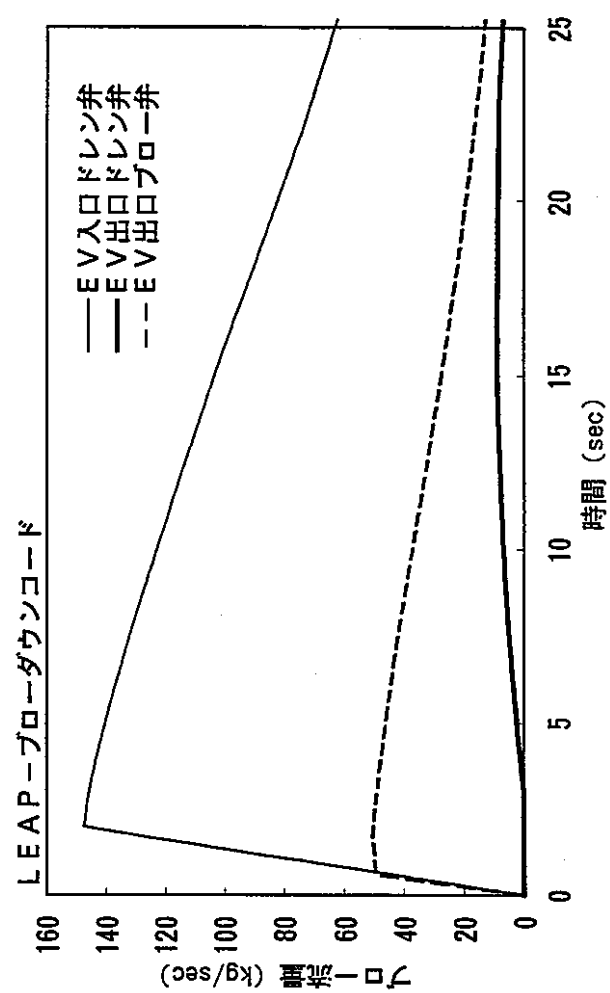
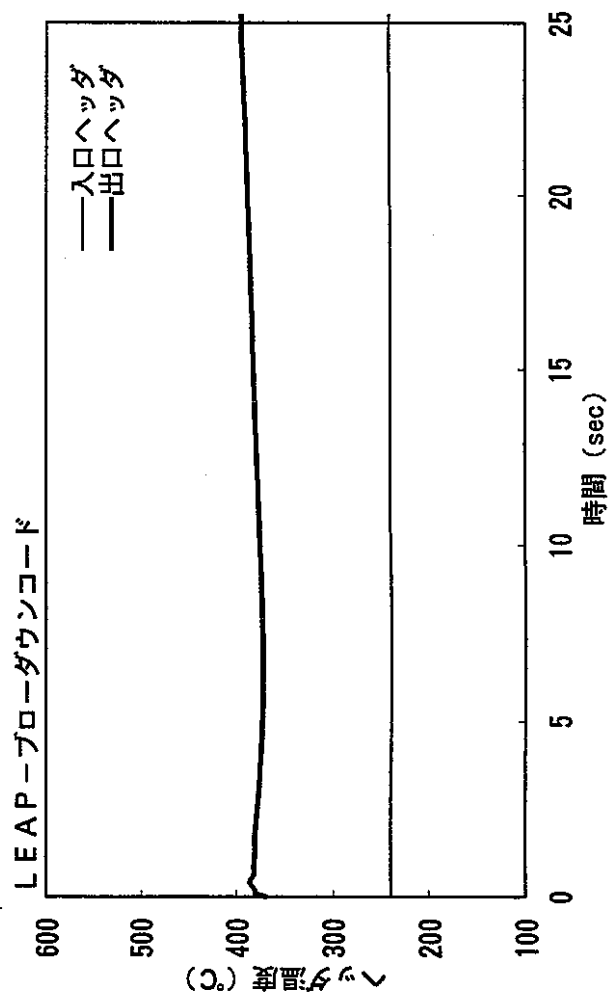
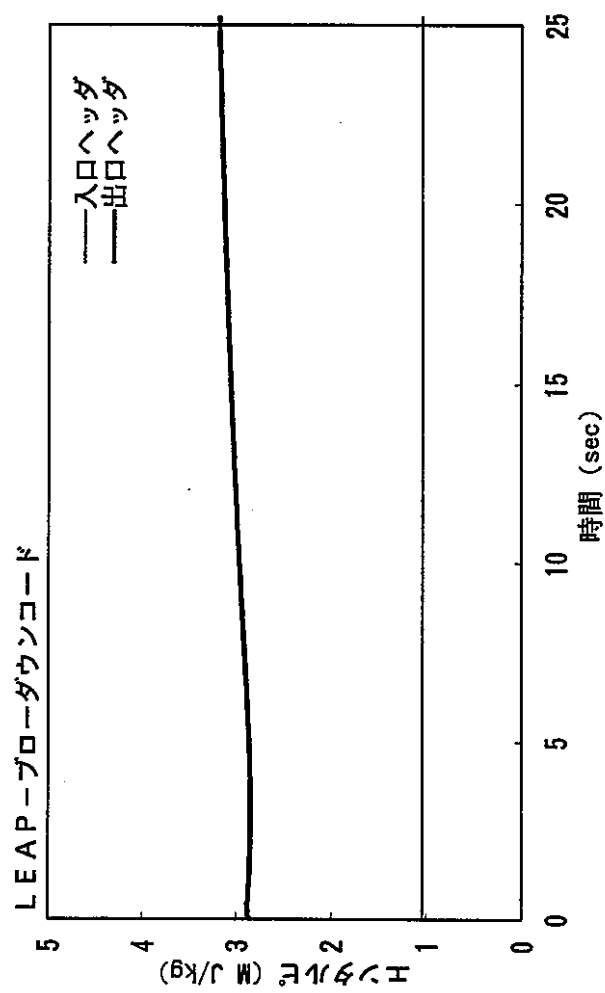
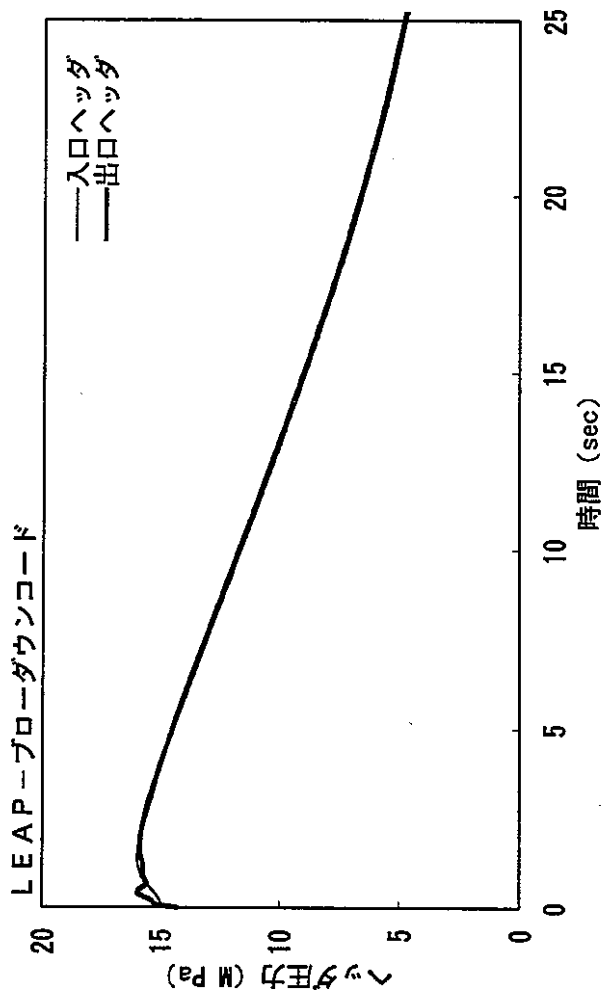
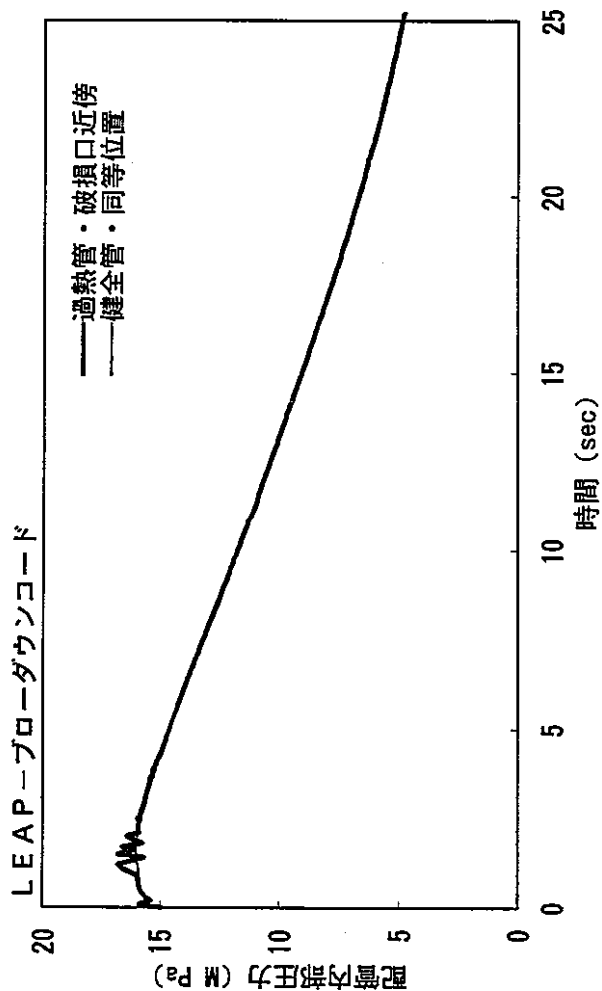


図 2.2-16 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (限界熱流束オプション: LEAPコード相関式)-1



2.2-21

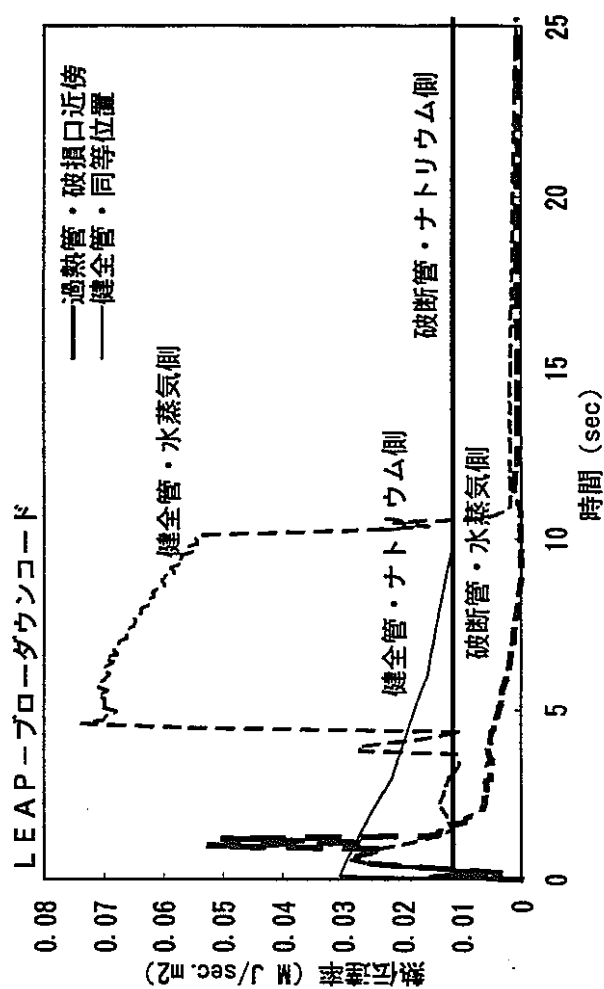
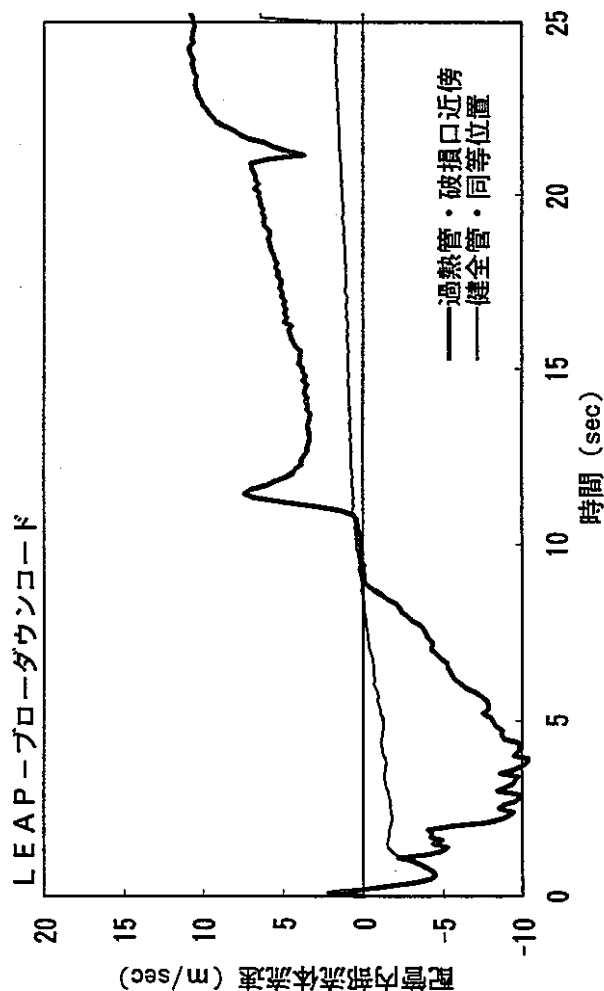
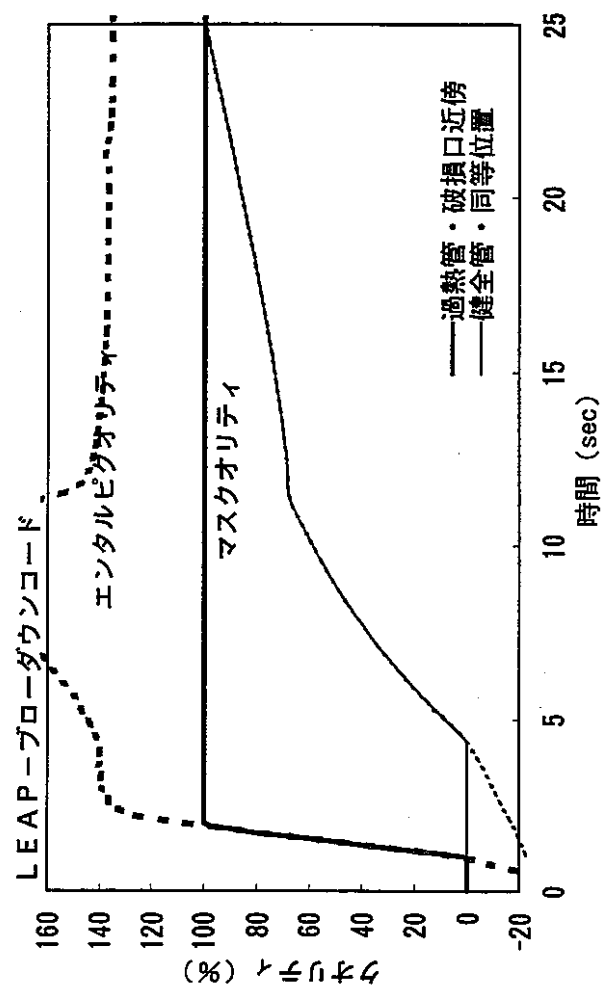


図 2.2-17 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (限界熱流束オプシオン: LEAPコード相関式)-2

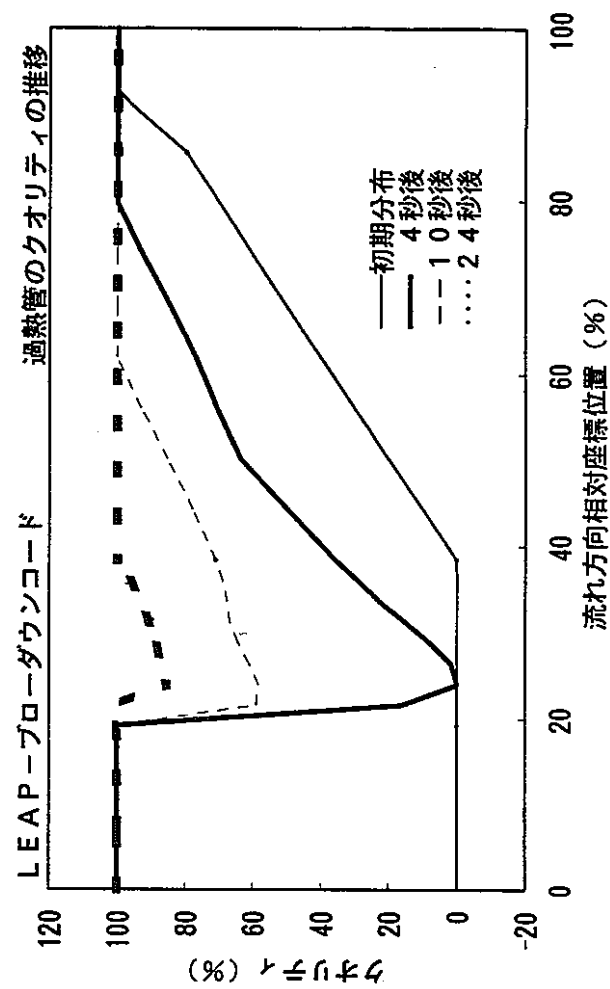
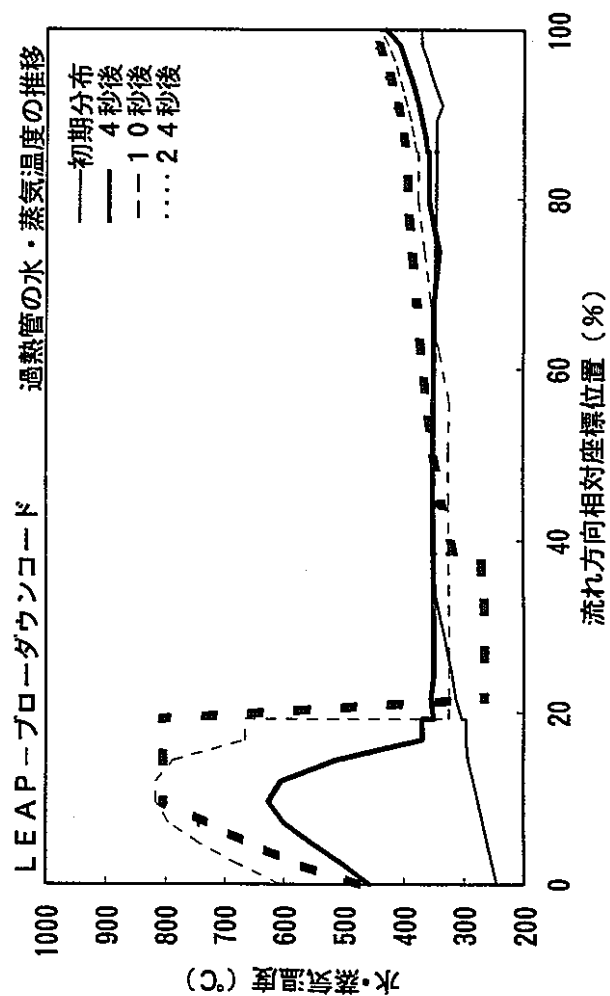
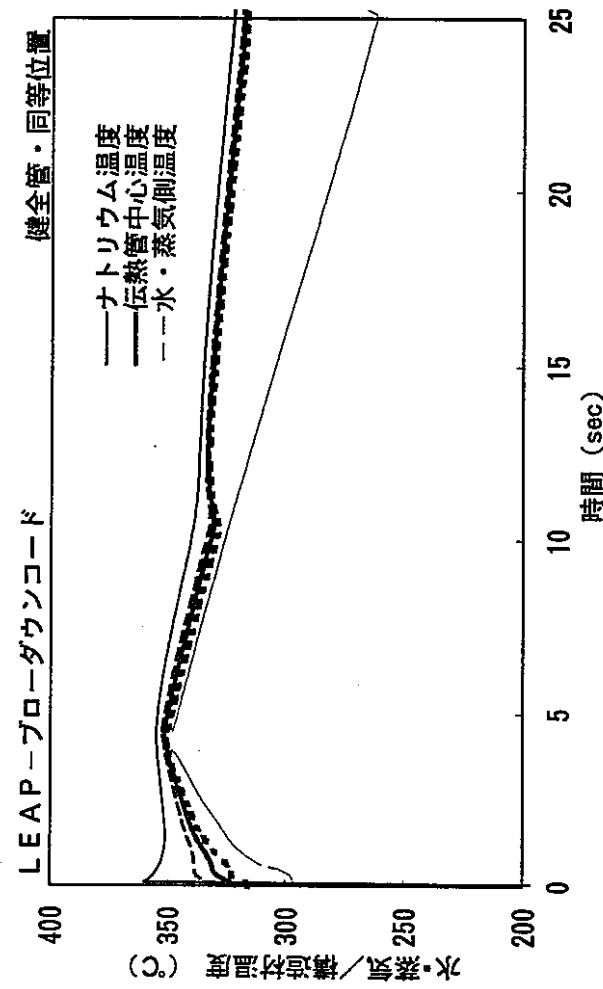
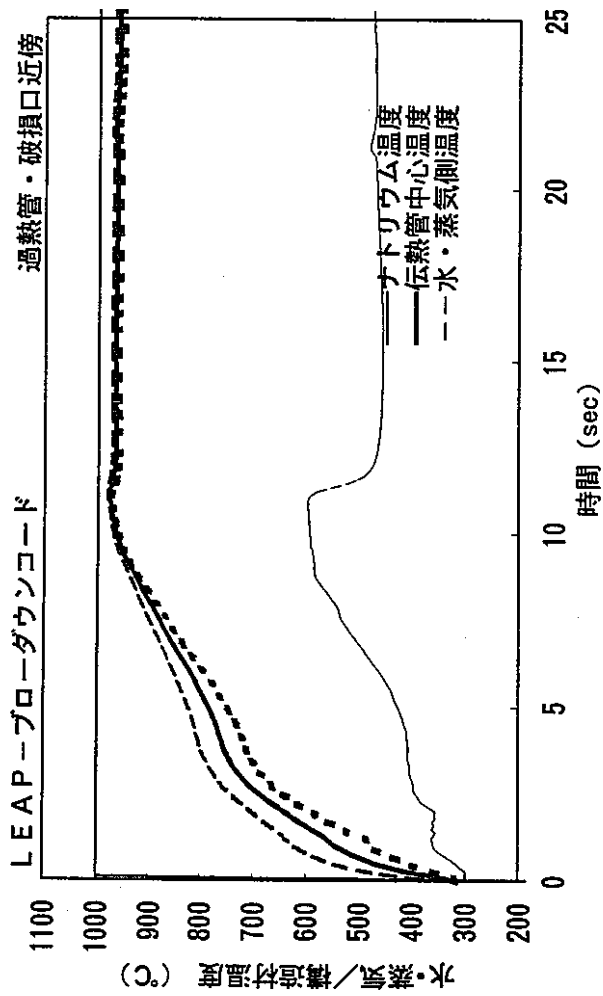


図 2.2-18 熱伝達率のパラメーターベイ解析 (限界熱流束オプション: LEAPコード相関式)-3

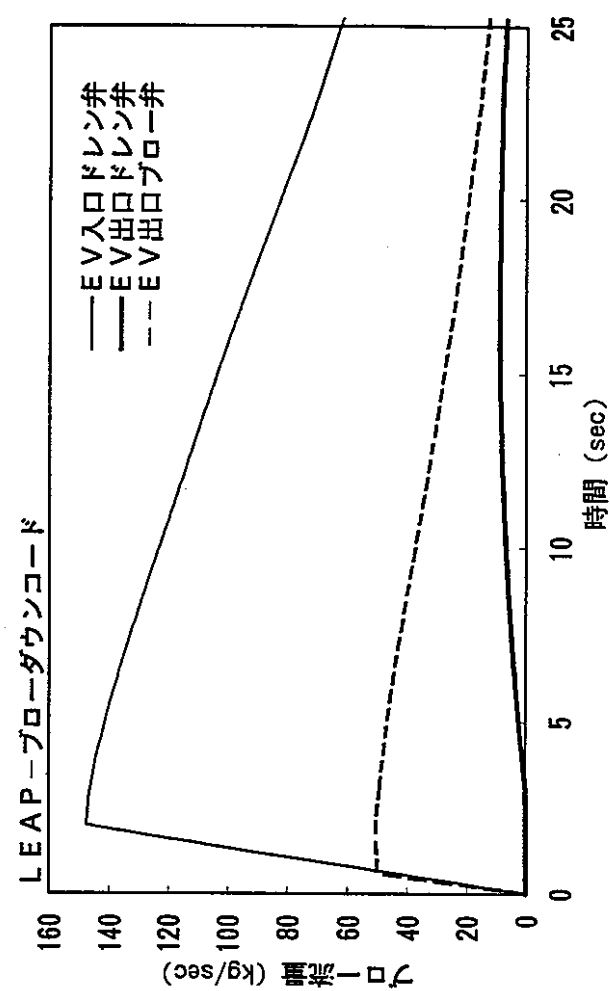
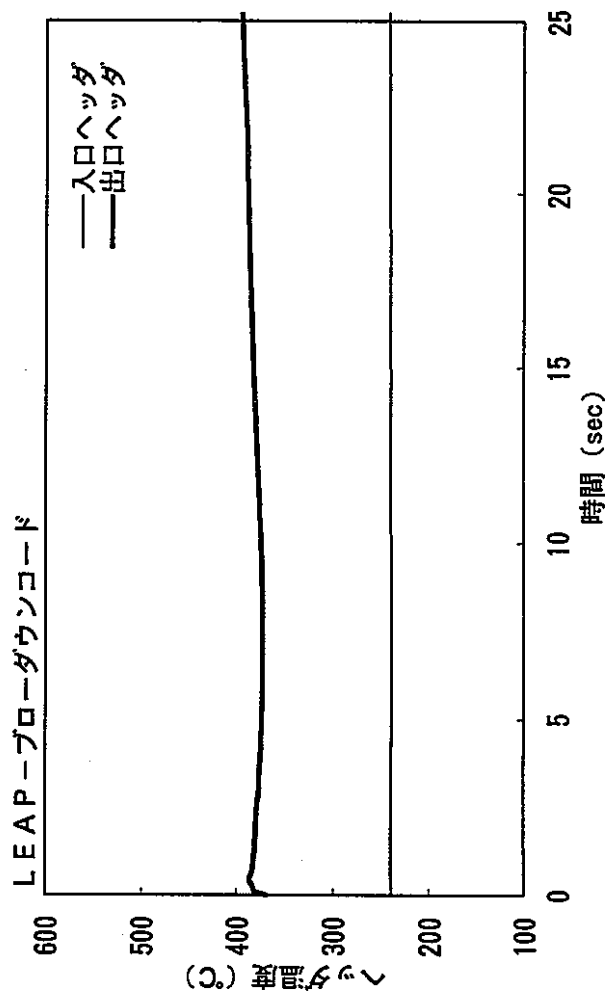
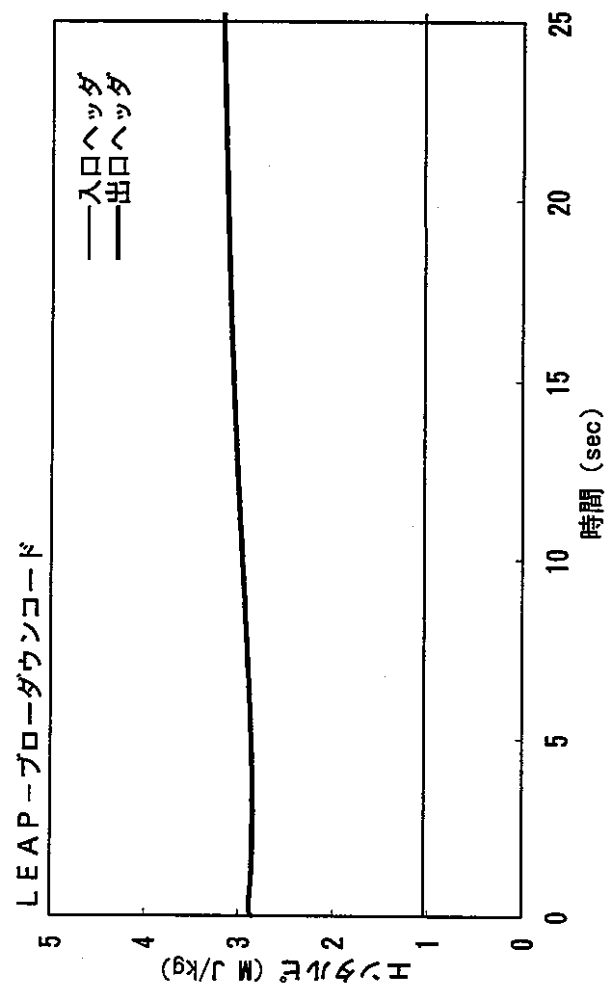
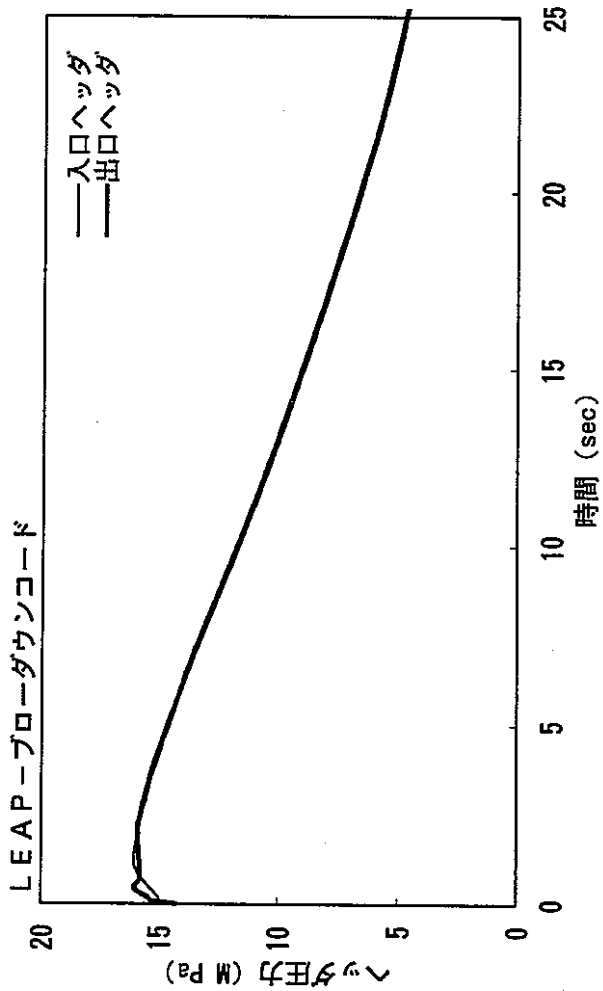


図 2.2-19 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (限界熱流束オプション: Roko) -1

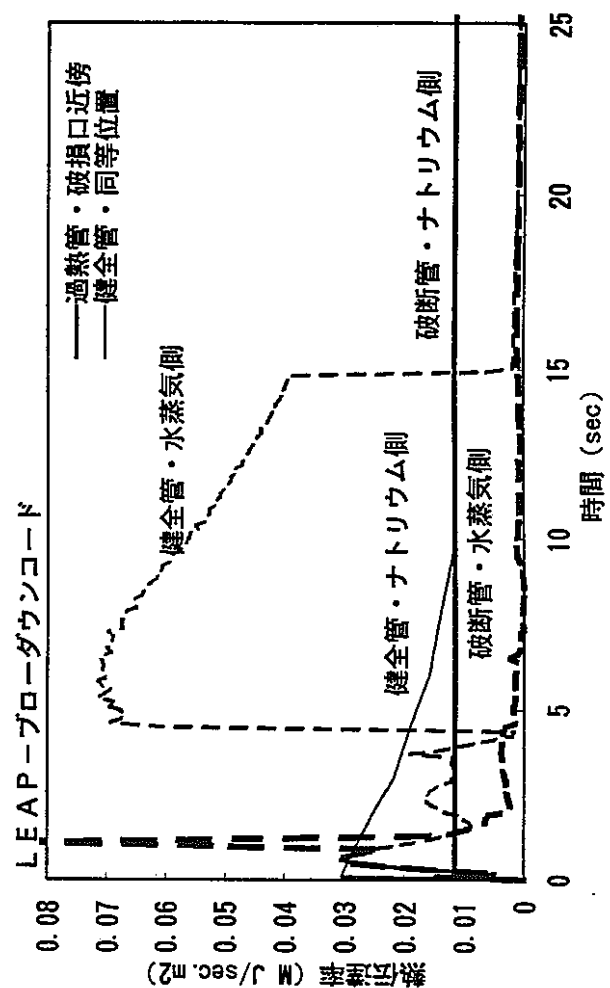
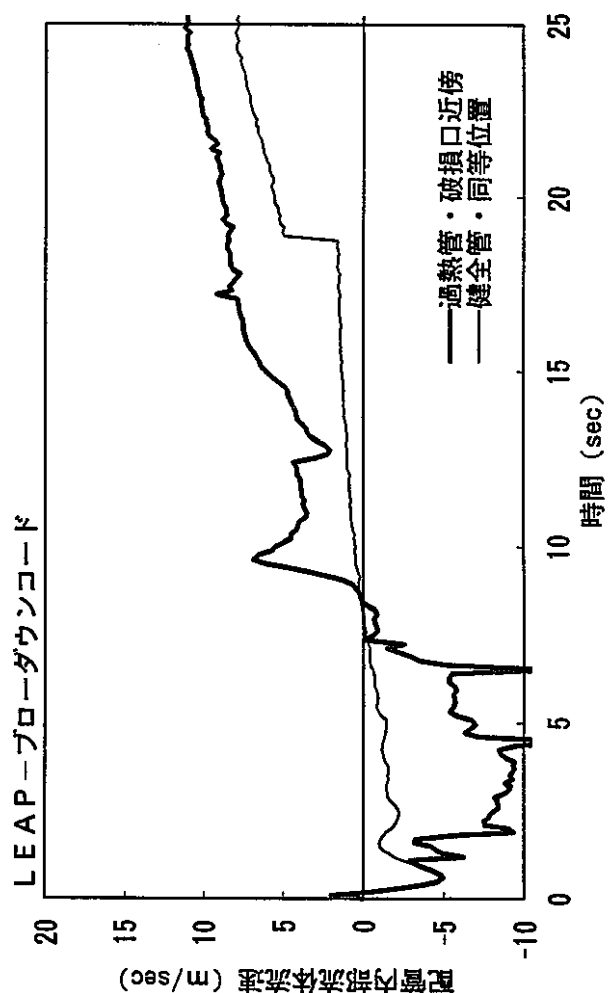
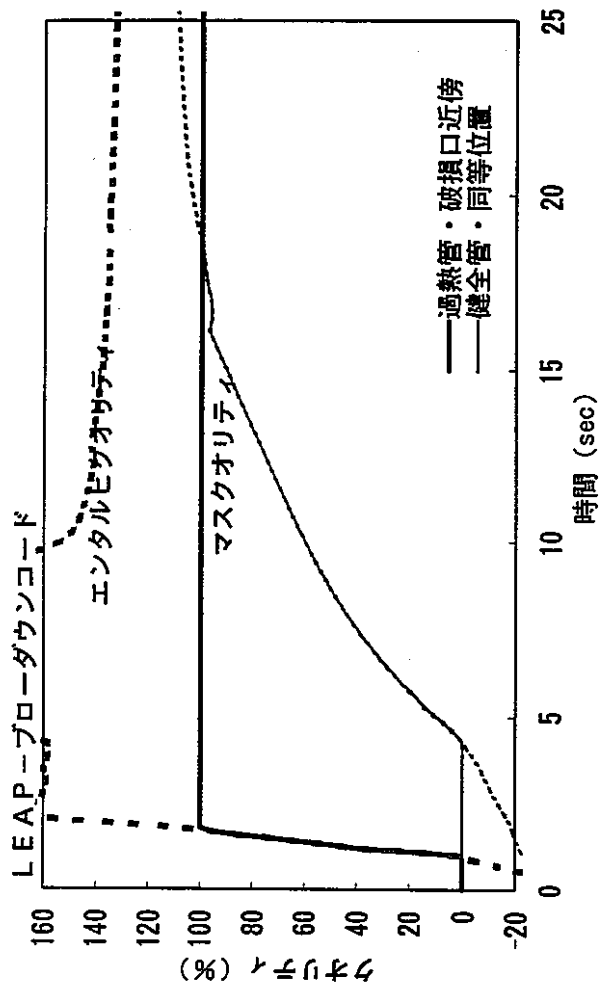
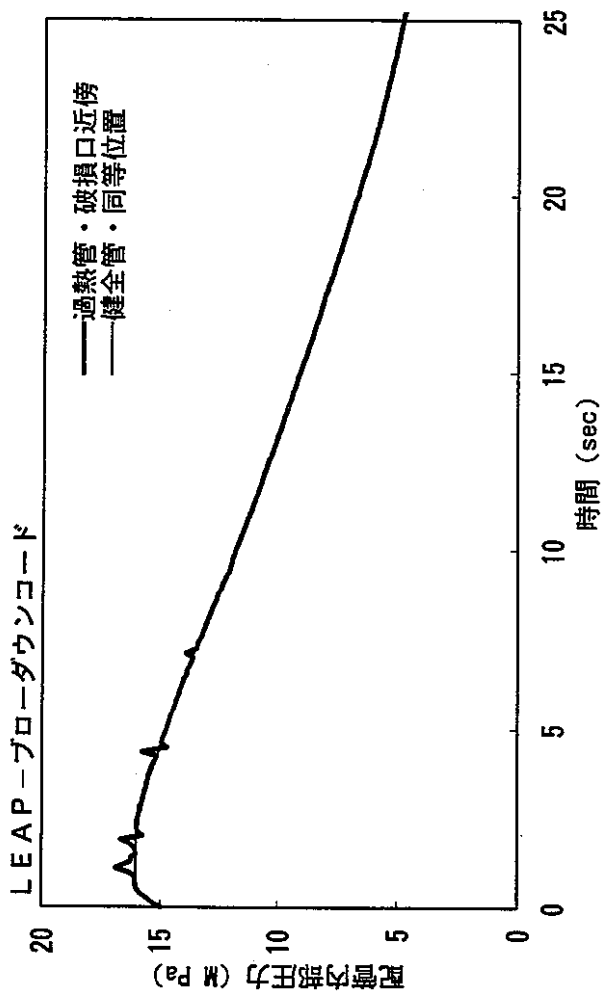


図 2.2-20 熱伝達率のパラメータベイ解析 (限界熱流束オブション: Roko)-2

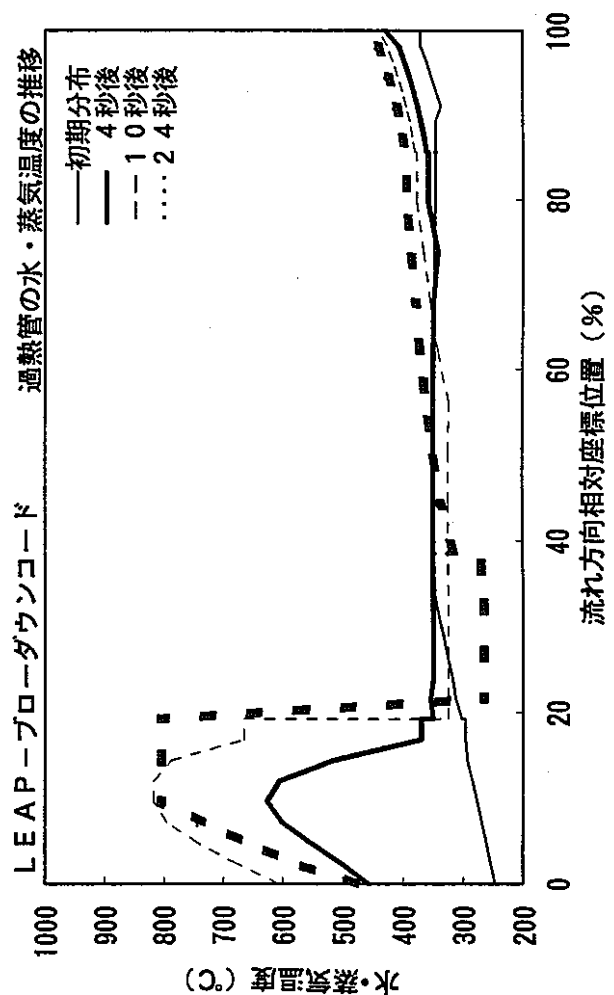
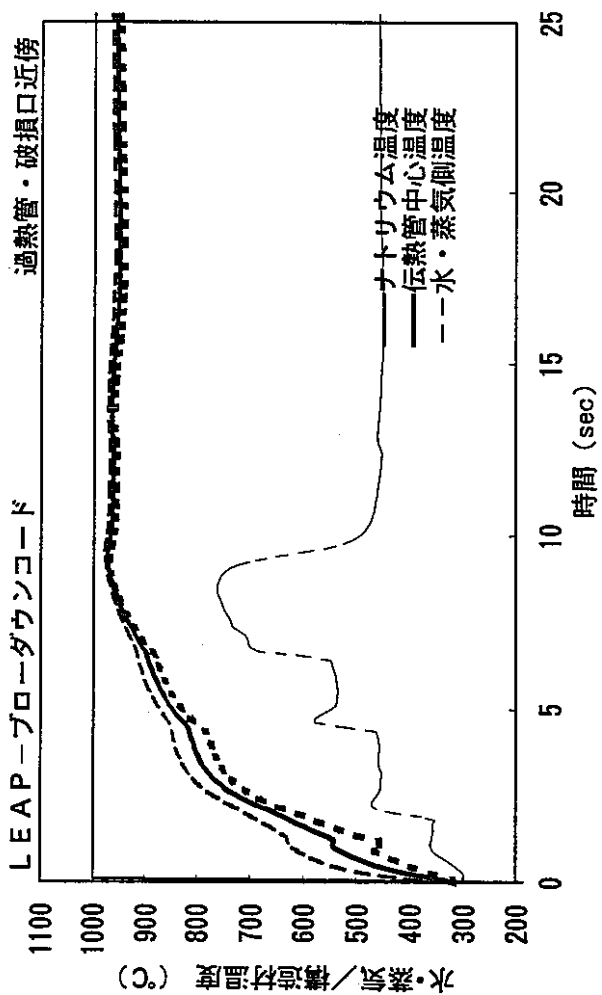
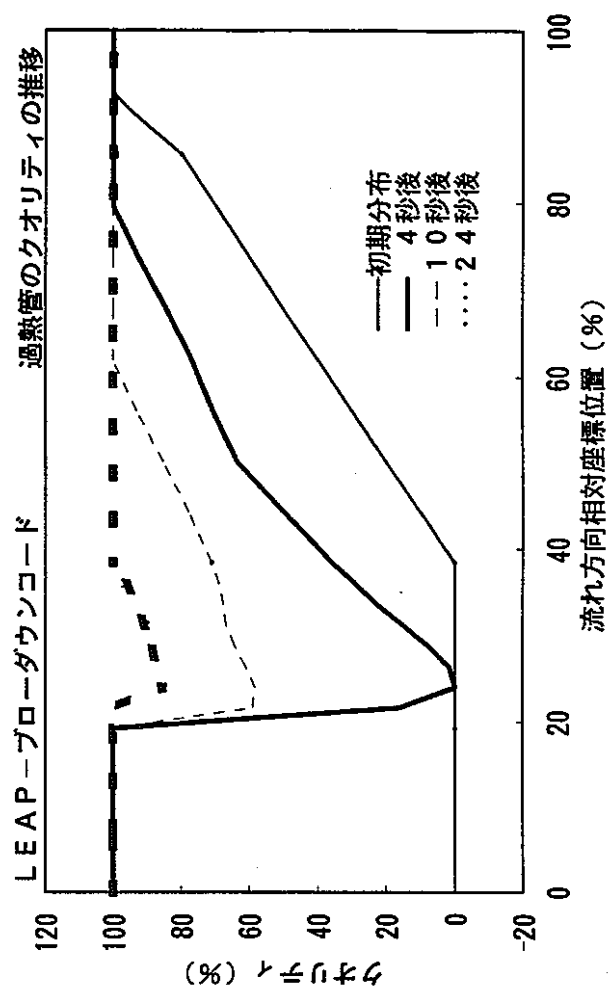
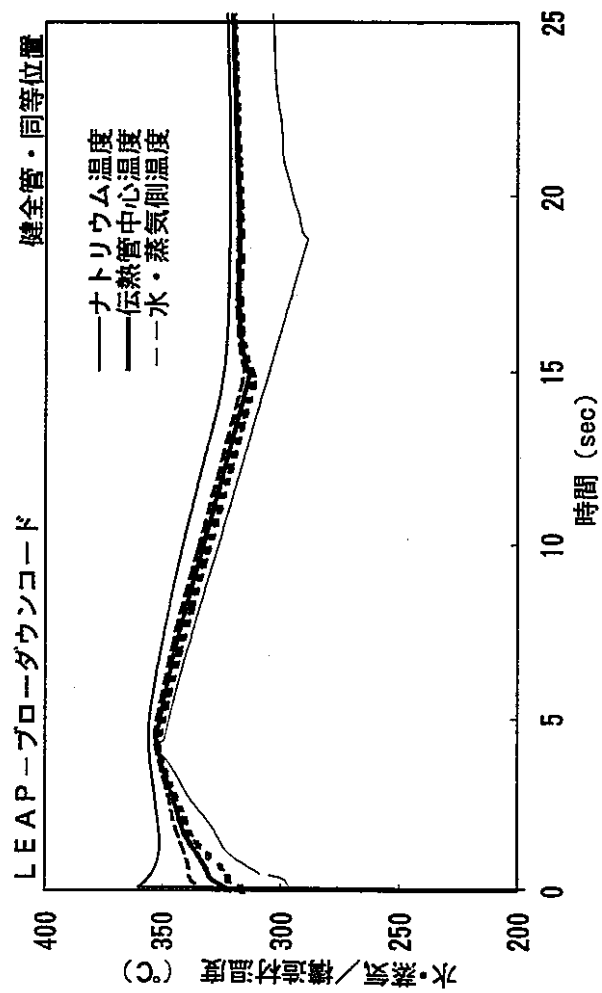


図 2.2-21 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (限界熱流束オブション: Roko) -3

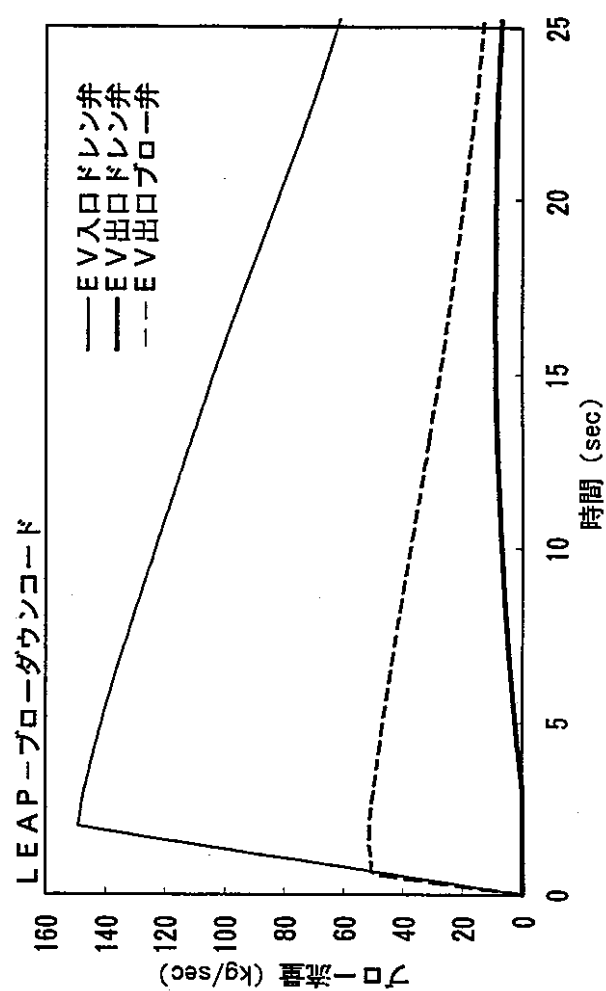
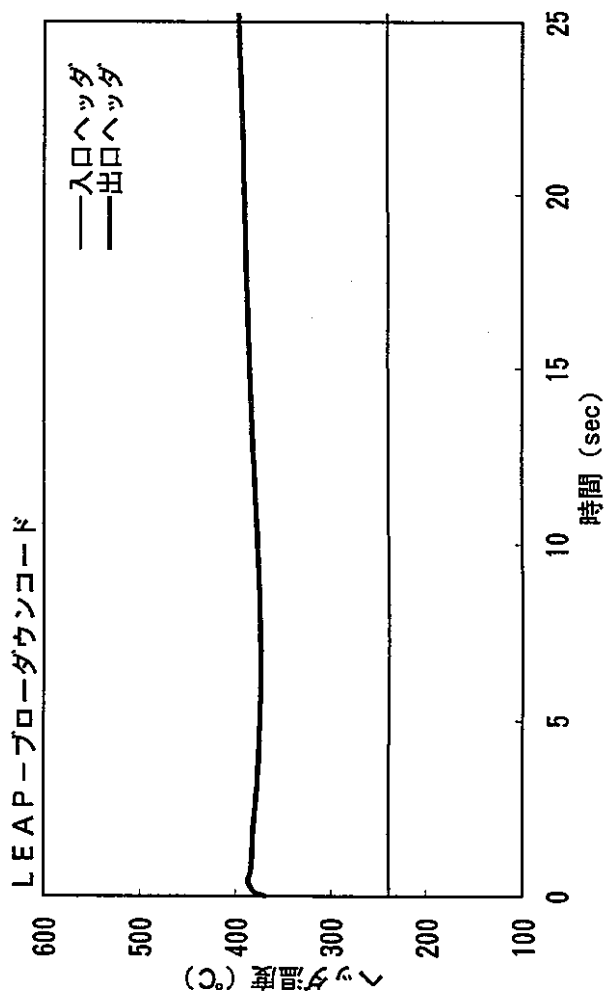
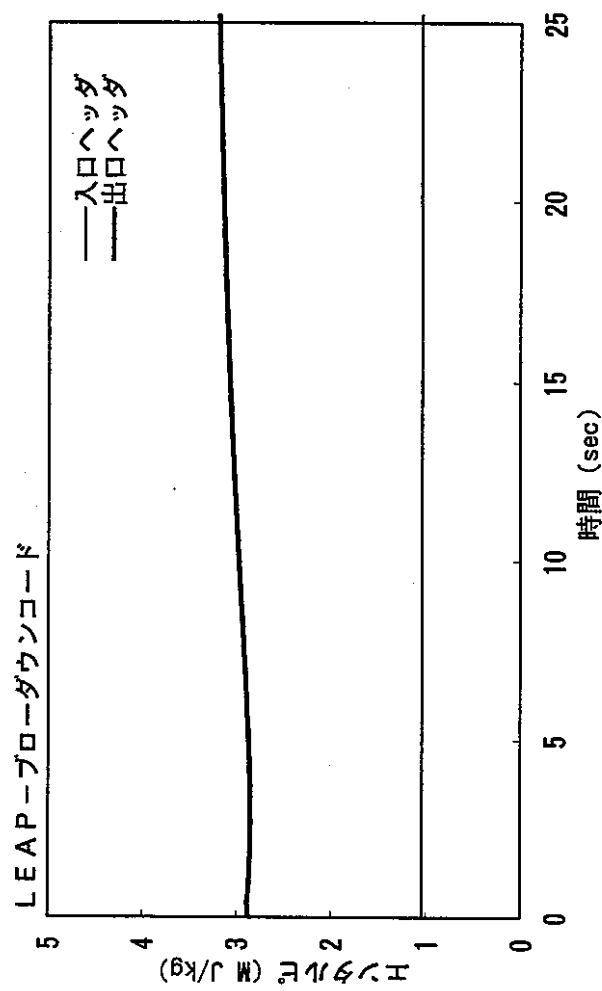
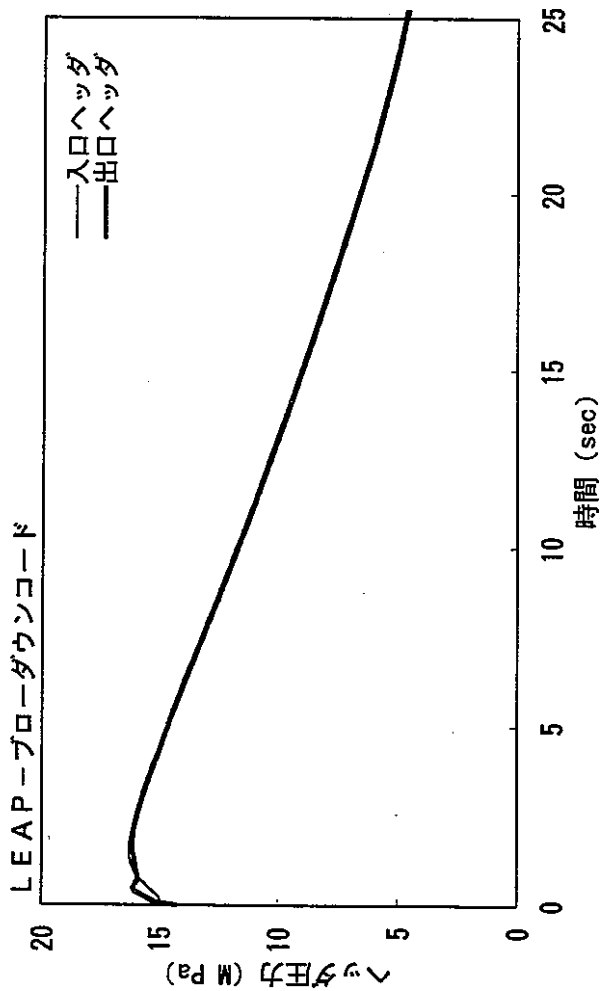
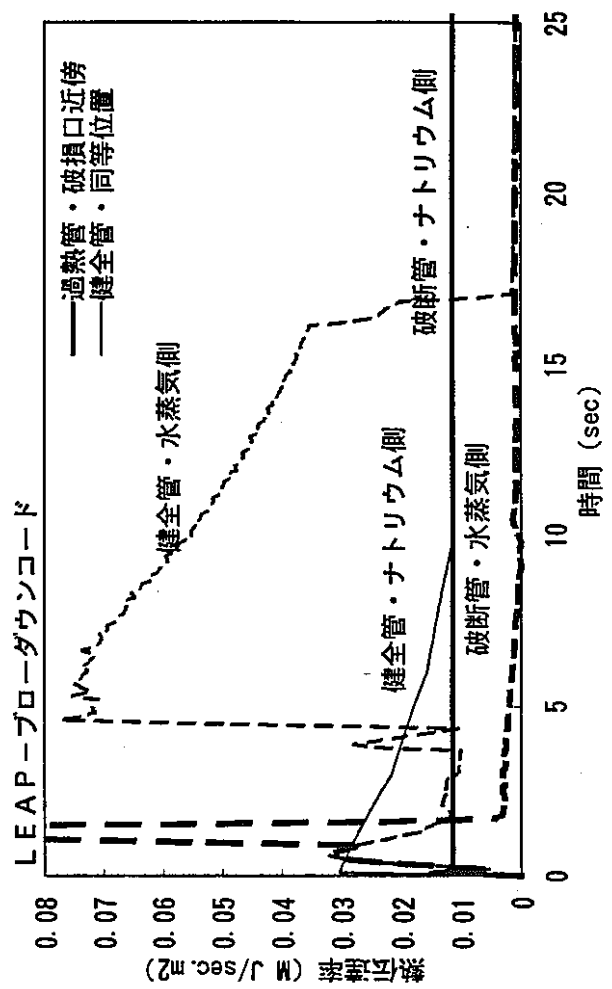
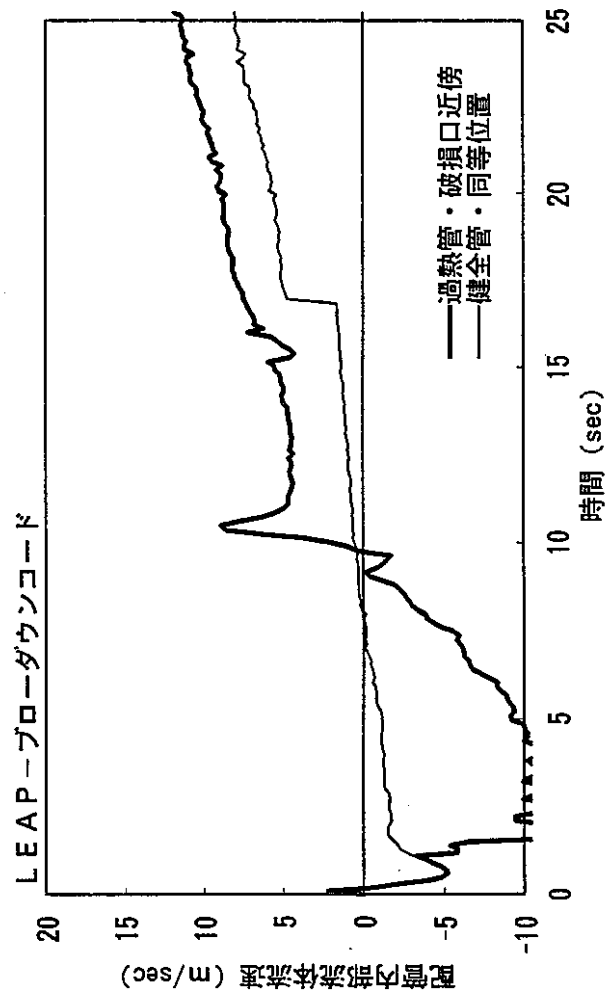
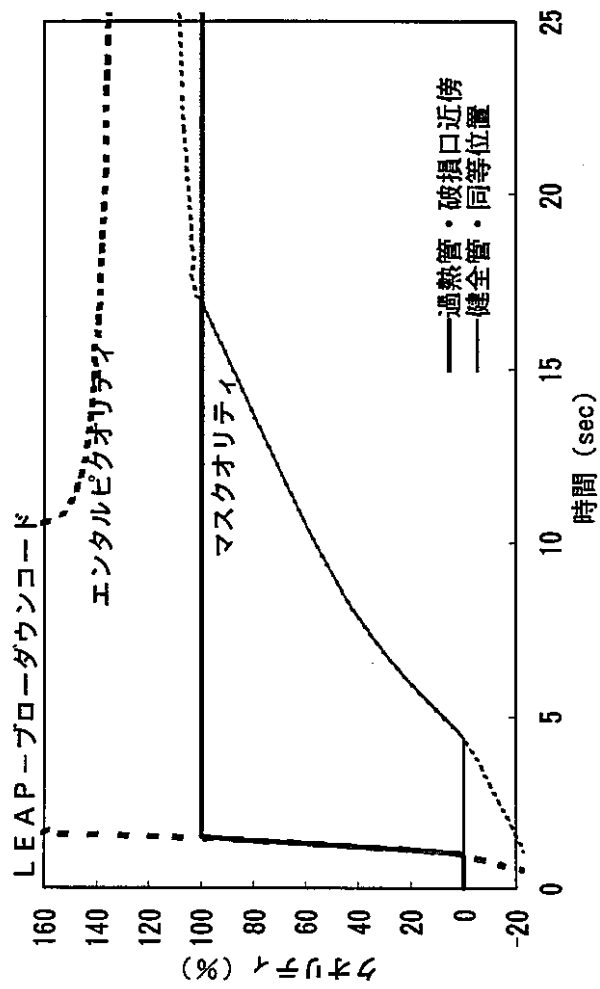
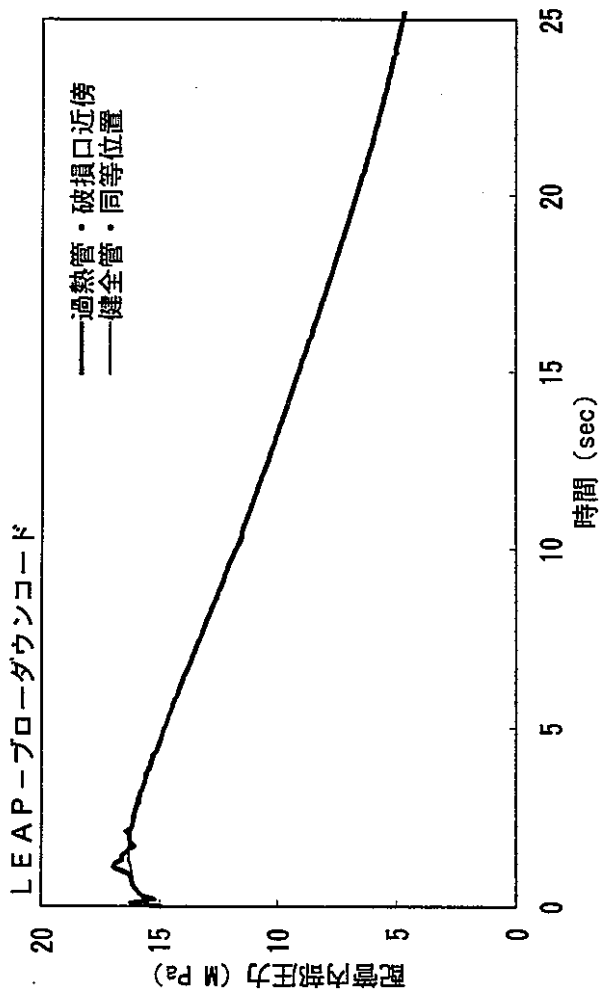
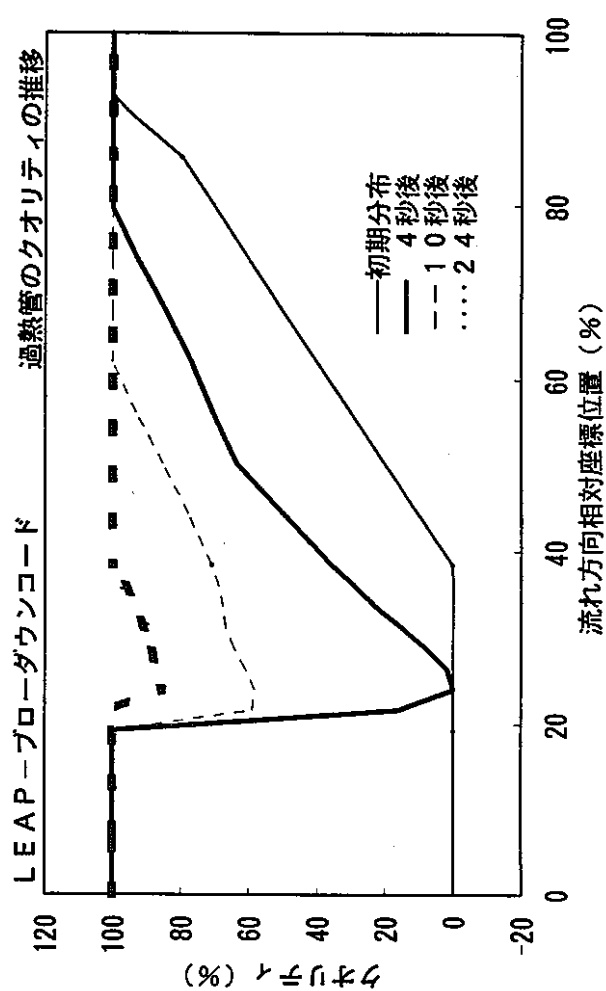
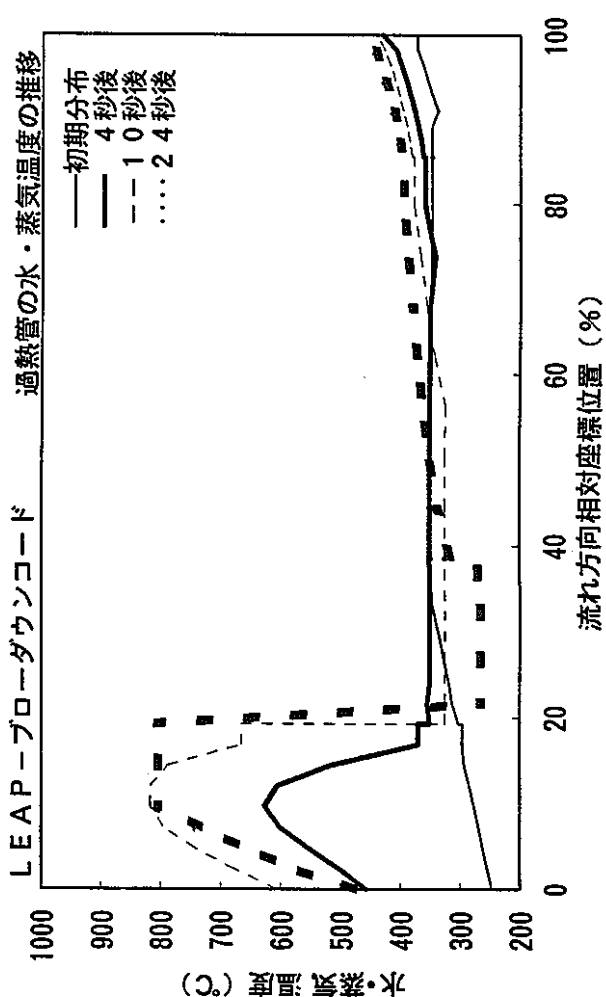
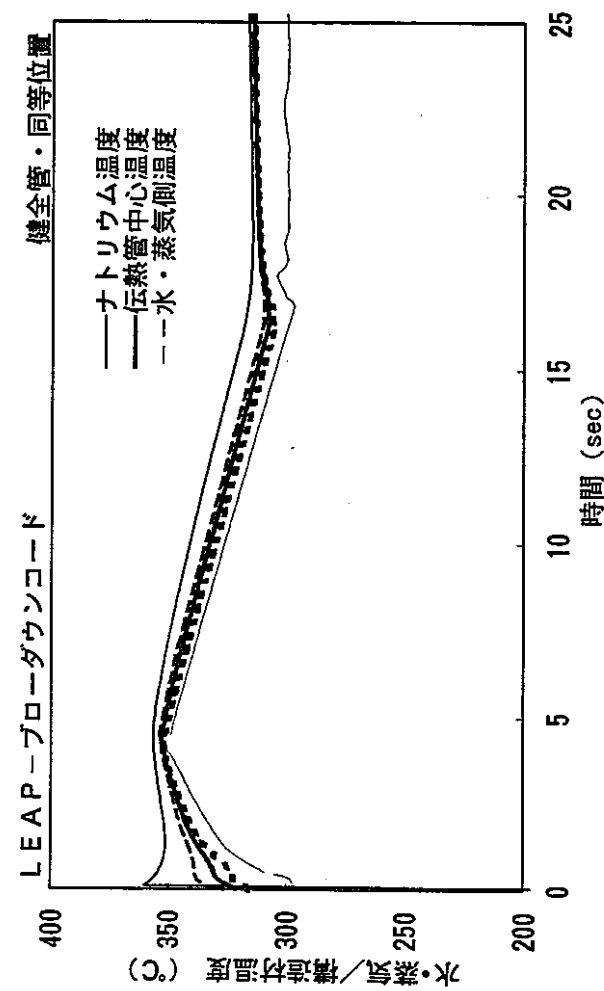
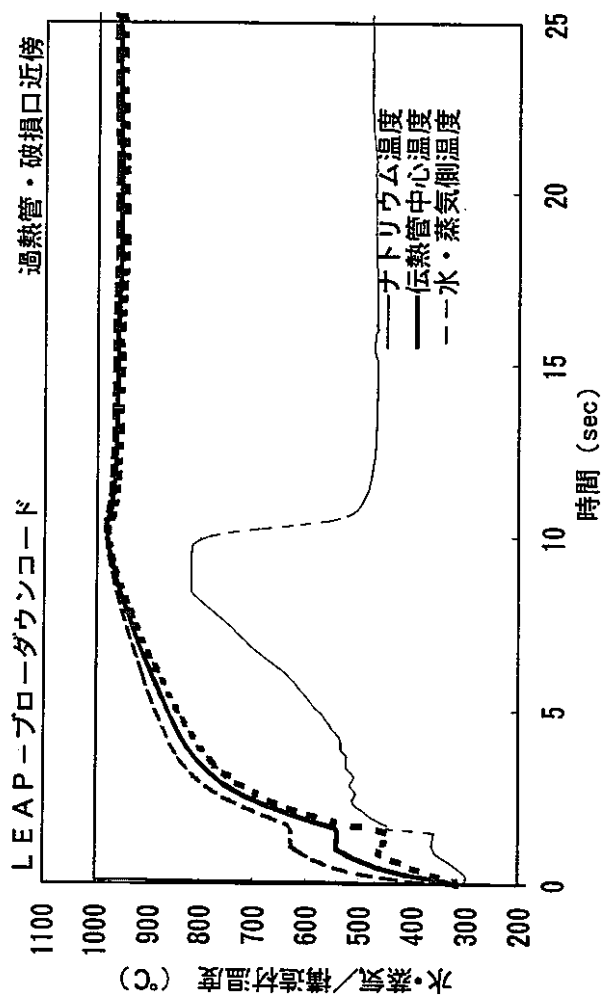


図 2.2-22 熱伝達率のパラメータサーベイ解析 (限界熱流束オプション: Jens-Lottes) -1





3. 入出力機能の改良

入出力機能の改良は、以下の5項目に分けて実施する。

- ① 入力データの分析とグルーピング
- ② 入力機能の改良及び機能確認
- ③ 出力に必要な変数の整理
- ④ 出力機能の改良及び機能確認
- ⑤ その他の改良内容

3.1 入力データのグルーピング

(1) 改良の概要

現在のLEAPブローダウン解析コードの入力は下記のデータフォーマット1に示すように、使用する変数毎にデータを入力するようになっている。このため、関連するデータ（例えば****，???? に示すデータ）も入力データリストの中に点在している。この方法はプログラム作成上での手間が簡単であり同一のデータ（等価直径等）をまとめて入力できるといった特徴がある反面、解析に使用する際にデータ間の関係を熟知する必要があり、データの入力ミスや修正忘れ等が発生しやすい。そこで、入力を簡便に行えるように、関係するデータ（例えば、配管の長さ、流路面積、水力等価直径等）を一括して入力できるようなデータフォーマット2に変更する。この方法により、データの相互関係が分かり易く、入力ミスのポテンシャルを低下させることができる。

データフォーマット1

```
address comment .... **** ..... ???? ..... /
address comment .... **** ..... ???? ..... /
address comment .... ..... ???? ..... /
address comment .... ???? ..... **** ..... /
address comment .... ???? ..... **** ..... /
```

データフォーマット2

```
address comment ..... /
address comment ..... /
address comment **** **** **** **** /
address comment ???? ???? ???? ???? ???? /
address comment ..... /
address comment ..... /
```

以上のデータフォーマットの変更を目的として、LEAPブローダウンコードの入力データを分析を実施し、関連する機能毎に入力データを整理した。関連する機能としては表2.1-1に示すグルーピングして展開することができる。

(2) 入力データのグルーピング・ブロックへの割り当て

LEAPブローダウン解析コードの個々の入力データを分析し、関連するデータをそれぞれのグルーピング・ブロックに割り当てた。また、グルーピング・ブロック内で重要性の高いデータより順にアドレスを割り振り、感覚的にデータの相関関係が理解できるようした。それぞれのグルーピング・ブロック毎にグルーピング・ブロックアドレスとグルーピング・ブロック内の入力データ変数のアドレスを以下にまとめた。

a. 全体計算実行制御オプション

1000 1 DATA(10)

- (1), ICLHD リザーバ計算モジュールの実行オプション
- (2), ICLLG 配管流動計算モジュールの実行オプション
- (3), ICLNA ナトリウム温度計算モジュールの実行オプション
- (6), ICLST 定常計算オプション
- (7), ISPRT 計算結果の出力コントロール

b. 計算時間コントロールオプション

1000 11 DATA(10)

- (1), IDTIM タイムステップ計算オプション
- (2), NDTIM タイムステップテーブル入力個数
- (3), TIINT 計算開始時間
- (4), TIMAX 計算打切時間
- (5), DTINT 初期タイムステップ
- (6), DTMIN 最小許容タイムステップ
- (7), DTMAX 最大許容タイムステップ
- (8), CPUMX 計算で使用する計算機のCPU時間

c. タイムステップ・プラント間隔指定データ

1000 21 DATA(10,3) /(I,3), I=NDTIM

- (I,1), TDTBL タイムステップの切り替え時間
- (I,2), DTTBL タイムステップテーブル
- (I,3), NPTBL プリント出力間隔テーブル

d. リスタート計算オプション

1000 61 DATA(10)

- (1), KREST リスタートオプション
- (2), IREST ケースID番号

e. 計算ネットワークモデルデータ

1000 71 DATA(10)

- (1), NHEAD ヘッダの数
- (2), NUMGR 配管数
- (3), MDLVL バルブ数

1000 81 DATA(10)

- (1), MSLIP スリップ・モデル計算オプション
- (2), MCRIT 臨界流オプション
- (3), MFRIC 二層流管摩擦圧損増倍係数モデルオプション
- (4), MMULT 局所圧損二相増倍モデル

1000 91 DATA(10)

(1), MHTCF 熱伝達モデルオプション

f. 水系プレナム部・計算共通オプション

2000 1 DATA(10)

(1), IPAHD ヘッド圧力計算の時間平均化オプション

(2), IWLHD ヘッド構造材の熱容量計算オプション

(3), FCFHD ヘッドに設置したブロー弁の流出係数

(4), FXSHD ヘッド内でのサブクール水ミキシング効率

(5), FVIHD 液中のボイドの上昇速度

(6), SVDHD サブクール・ヘッドの体積変化率

(7), DTXHD タイムステップ減少判定の容積変化量

(8), DTNHD タイムステップ増加判定の容積変化量

g. 水系プレナム部・個別計算オプション

2000 101 DATA(10, 10) /(10, I), I=NHEAD

(1), MLHD ヘッド計算モデルオプション

(2), NZHD ヘッドの液面高さ, 液面下体積テーブル数

(3), NWHD ヘッド構造材壁メッシュ分割数

(4), KFWHD ヘッドへの流入流量テーブル番号

(5), KFHHD ヘッドへの流入流量エンタルピーテーブル番号

(6), KBAHD ヘッドのブロー弁の開口面積テーブル番号

(7), KBZHD ヘッドのブロー弁の圧損係数テーブル番号

(8), KBAHD ヘッドの第2ブロー弁の開口面積テーブル番号

(9), KBZHD ヘッドの第2ブロー弁の圧損係数テーブル番号

h. 水系プレナム部・形状データ

2000 201 DATA(10, 10) /(10, I), I=NHEAD

(1), VLHD ヘッド体積

(2), POHD ヘッド初期圧力

- (3), TOHD ヘッダ初期温度
- (4), VOHD ヘッダ初期液面下ボイド率
- (5), WOHD ヘッダ初期液面下保有水量
- (6), FXHD ヘッダ内でのサブクール水ミキシング効率
- (7), DSHD ヘッダ内サブクール水ミキシング量計算用内径
- (8), DVHD ヘッダの水面下ボイド分布

i. 水系プレナム部・構造材データ

2000 301 DATA(10,10) /(10,I), I=NHEAD

- (1), ASWHD ヘッダの壁表面積
- (2), THWHD ヘッダの壁面厚さ
- (3), CPWHD ヘッダの壁面比熱
- (4), GMWED ヘッダの壁面比重量
- (5), CNWHD ヘッダの壁面熱伝導率
- (6), TOWHD ヘッダ壁外気側境界温度
- (7), HFWHD ヘッダ壁外気側表面熱伝達率

j. 水系プレナム部・分離モデル計算オプション

2000 401 DATA(10,10) /(10,I), I=NHEAD

- (1), ZTBHD ヘッダ液面高さテーブル
- (6), VTBHD ヘッダ液面下体積テーブル

2000 501 DATA(10,10) /(I,J), I=NLEGS, J=NHEAD

- (), ZLGHD 配管取付高さ (ヘッダ底部 = 0.0)

k. 水系配管系・計算共通オプション

3000 1 DATA(10)

- (1), ITNLG 配管過渡計算における収束計算最大回数
- (2), IGVLG 流動計算における重力項考慮のオプション
- (3), INTLG 流動計算における慣性項考慮のオプション
- (4), IWLLG 配管熱容量オプション

- (5), MSTLG 定常収束計算モデルのオプション
- (6), NSTLG 定常収束計算打ち切り回数
- (7), ERRLG 配管過渡計算における収束判定誤差
- (8), ERPLG 定常状態の収束判定圧力
- (9), ERSLG 配管内流動計算スキップ判定圧力

1. 水系配管系・逆止弁関係データ

2000 31 DATA(10)

- (1), KCCV 逆止弁オプション
- (2), J1CV 逆止弁の存在する配管番号指定
- (3), J2CV 逆止弁の存在するセクション番号指定
- (4), J3CV 逆止弁の存在するノード番号指定

m. 水系配管系・破損関連データ

3000 81 DATA(10)

- (1), KCBK 破断オプション (=0の場合は破断なし)
- (2), J1BK 破断配管番号
- (3), J2BK 破断セクション位置
- (4), NPBK 破断口境界圧力テーブル番号
- (5), NZBK 放出係数テーブルの指定 (=0の場合は一定値)
- (6), ZFBK 流出係数 ($0.0 < ZFBK \leq 1.0$)

3000 91 DATA(10)

- (1), KCLK スプリット破断口形状オプション
- (2), J1LK スプリット破断口の存在する配管番号指定
- (3), J2LK スプリット破断口の存在するセクション番号指定
- (4), J3LK スプリット破断口の存在するノード番号指定
- (5), AXLK スプリット破断口の形状
- (6), AYLK スプリット破断口の高さ
- (7), ZFLK スプリット破断口からの流出係数

(8), TILK スプリット破断口径が最大となる時間

n. 水系配管系・個別配管計算オプション

3000 101 DATA(10,10) /(10,I), I=NLEGS

- (1), NSLG 配管セクション（直管部）の数
- (2), NPLG 配管の接続指定（入口側）
- (3), NPLG 配管の接続指定（出口側）
- (4), ICLG 各配管の臨界流計算オプション
- (5), IFLG 積分方向指定オプション
- (6), IDLG 各配管定常時流れ方向
- (7), WOLG 配管初期流量
- (8), FHLG ヘッダーの巻き込みが始まる配管直径に対する割合

o. 水系配管系・境界条件データ

3000 201 DATA(10,10) /(10,I), I=1, NLEGS

- (1), IPILG 配管入口境界圧力テーブル番号
- (2), IPOLG 配管出口境界圧力テーブル番号
- (3), IGILG 配管入口側流量テーブル番号
- (4), IGOLG 配管出口側流量テーブル番号
- (5), IHILG 配管入口境界エンタルピーテーブル番号
- (6), IHOLG 配管出口境界エンタルピーテーブル番号

p. 水系配管系・配管セクション関連データ

3000 501 DATA(10,50) /(10,I), I=SUM(NSLG)

- (1), I 配管の番号
- (2), J 配管セクションの番号
- (3), MSLG 配管セクションのノード分割数
- (4), ASLG 配管セクションの流路断面積
- (5), DSLG 配管セクションの等価直径
- (6), XSLG 配管セクションの長さ

(7), ZSLG 配管セクションの入口から出口のエレベーション差

(8), FSLG 配管セクション管摩擦圧損係数

q. 水系配管系・配管オリフィス関連データ

3000 1001 DATA(10, 50) /(10, I), I=1, SUM(NSLG)

(1), I 配管の番号

(2), J 配管セクションの番号

(3), A00R 配管オリフィス（絞り部）断面積

(4), FNOR 配管オリフィス圧損係数（正流時）

(5), FNOR 配管オリフィス圧損係数（逆流時）

(6), FCOR 臨界流発生時配管オリフィス圧損係数（正流時）

(7), FCOR 臨界流発生時配管オリフィス圧損係数（逆流時）

3000 1501 DATA(10, 50) /(10, I), I=1, SUM(NSLG)

(1), I 配管の番号

(2), J 配管セクションの番号

(3), P00R 配管オリフェス部の初期圧力

(4), T00R 配管オリフェス部の初期温度

(5), V00R 配管オリフェス部の初期ボイド率

r. 水系配管系・配管セクション壁関連データ

3000 2001 DATA(10, 50) /(10, I), I=1, SUM(NSLG)

(1), I 配管の番号

(2), J 配管セクションの番号

(3), NDWLG 配管セクションの管壁の厚さ方向のノード分割数

(4), ASWLG 配管セクション単位長さ当たりの管壁との接触面積

(5), THWLG 配管セクションの管壁の厚さ

(6), CPWLG 配管セクションの管壁の比熱

(7), GMWLG 配管セクションの管壁の比重量

(8), CNWLG 配管セクションの管壁の熱伝導率

3000 2501 DATA(10, 50) /(10, I), I=1, SUM(NSLG)

- (1), I 配管の番号
- (2), J 配管セクションの番号
- (3), TOWLG 配管セクション壁外気側境界温度
- (4), HFWLG 配管セクション壁外気側境界表面熱伝達率
- (5), QFWLG 配管構造材からの初期放熱量

s. 水系配管系・バルブ関係データ

3000 3001 DATA(10, 4) /(10, I), I=MDLVL

- (1), NTVL バルブの開度及び圧損係数テーブル入力点数
- (2), J1VL バルブの存在する配管番号指定
- (3), J2VL バルブの存在するオリフィス番号指定
- (4), TSVL バルブの作動開始時間

3000 3101 DATA(10, 10, 4) /(I, 10, J), I=NTVL, J=MDLVL

- (1), TIVL バルブ開度及び圧損係数に対する時間テーブル
- (2), AOVL バルブ開度テーブル (TIVLに対応)
- (3), FNVL 正流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)
- (4), FNVL 逆流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)
- (5), FCVL 臨界流正流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)
- (6), FCVL 臨界流逆流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)

t. ナトリウム側・モデルオプションデータ

4000 1 DATA(10)

- (1), NDNA 流れ方向のメッシュ分割数
- (2), JPNA 反応部の反応領域の反応開始点のメッシュ番号
- (3), KPNA 反応部の反応領域の反応終了点のメッシュ番号

4000 11 DATA(10)

- (1), IUNA ナトリウムと伝熱管の熱伝達率の指定
- (2), IUNA ナトリウムと構造材の熱伝達率の指定

- (3), UNAO IUNA=0 の場合の熱伝達率の入力
- (4), UNAO IUNA=0 の場合の熱伝達率の入力
- (5), PDNA 伝熱管ピンピッチ／伝熱管口径

u. ナトリウム側・プラント挙動関連データ

4000 31 DATA(10)

- (1), NATI S Gナトリウム流入温度テーブルの指定
- (2), NAFI S Gナトリウム流入流量テーブルの指定
- (3), NAHR N a－水反応部 熱伝達率テーブルの指定
- (4), NATR N a－水反応部 流体温度テーブルの指定
- (5), NAQR N a－水反応部 反応熱テーブルの指定

4000 41 DATA(10)

- (1), F012 反応領域と隣接領域の混合割合
- (2), F013 反応領域と健全領域の混合割合
- (3), F023 隣接領域と健全領域の混合割合

v. ナトリウム側・流動関連形状データ

4000 51 DATA(10)

- (1), TONA ナトリウム上部プレナム初期温度
- (2), TONA ナトリウム下部プレナム初期温度
- (6), WPNA ナトリウム上部プレナム冷却材重量
- (7), WPNA ナトリウム下部プレナム冷却材重量

4000 101 DATA(10, 3) /(I, J), I=3

- (1), FONA 伝熱管部の各領域の初期冷却材流量
- (2), WFNA 伝熱管部の各領域のナトリウム重量
- (3), AFNA 伝熱管部の各領域の冷却材流路面積
- (4), DFNA 伝熱管部の各領域の冷却材水力等価直径
- (5), AINA 伝熱管部の各領域での伝熱管との伝熱面積

w. ナトリウム側・構造材関連データ

4000 201 DATA(10, 3) /(10, I), I=3

- (1), A2NA 伝熱管部の各領域での構造材との伝熱面積
- (2), X2NA 伝熱管部の各領域の構造材板厚
- (3), W2NA 伝熱管部の各領域の構造材重量
- (4), C2NA 伝熱管部の各領域の構造材比熱
- (5), S2NA 伝熱管部の各領域の構造材熱伝導率

x. ナトリウム側と水蒸気側の接続情報

4000 301 DATA(10, 10) /(I, J), I=NSLG, J=NLEFS

- (1), JDNA 配管が接続（熱交換）するナトリウム流路
- (2), KDNA 配管とナトリウム流路方向の関係
- (3), LDNA 第1メッシュが接続するナトリウムメッシュ番号

y. テーブルデータ関連データ

8000 1 DATA(10, 2, 50) /(I, 2, 50), I=NTB1(入力不要)

- (1), TBL1 テーブルデータのX軸データ (10個以下)
- (2), TBL1 テーブルデータのY軸データ (10個以下)

8000 1001 DATA(20, 2, 50) /(I, 2, 50), I=NTB2(入力不要)

- (1), TBL2 テーブルデータのX軸データ (20個以下)
- (2), TBL2 テーブルデータのY軸データ (20個以下)

(3) 入力データの改良

以上の検討に従い、入力フォーマットの改良を実施した。改良では実際に入力したデータブロック毎の入力データを所定のデータアドレスに割り振る処理ルーチンとして「MN I N P V」を作成した。また、この入力フォーマットの変更により、従来の倍精度の実数アドレスから単精度の整数アドレスへの変換を行っていた「MN I N P 2」が不要となったため削除しメインルーチン群の再整備を実施した。

表3.1-2 には従来の入力例を、表3.1-3 には改良後の入力例を示す。本ケースは、平成6年度に実施した高温ラプチャの予備検討データである。データブロック3000に、アンダーラインを記した破損伝熱管のセクションデータを例にすると、従来のフォーマットでは入力データ全体を調べ修正する必要があったものが、新しいフォーマットでは、わずかに7行に縮約されているおり、データの相関も理解しやすくなっていることが判る。

また、データブロック8000で入力するテーブルデータに関しても従来は相関が理解しづらかった入力データ点数と2つのデータテーブル軸（仮にX軸データ、Y軸データと称する）の関係を、X軸データとY軸データを連続して入力できるように改良した。これによりテーブルデータ間の相互関係が理解しやすくなった。また、データの入力点数はコード内で自動設定するように改良し、データ点数とX軸データ、Y軸データの入力相互不整合による計算ミスのポテンシャルを低減した。

以上の入力フォーマットの改良によっても、解析結果には影響を与えないことを前述の平成6年度に実施した高温ラプチャの予備検討データを使用したブローダウン特性解析により確認した。図3.1-2 には従来の解析コードによる解析結果を示し、図3.1-3 には入力フォーマットの改良を行った解析コードによる解析結果を示した。両者のブローダウン挙動は同一の結果を示し、入力データのフォーマットの変更が挙動計算に影響を与えないことが確認できた。

表3.1-1 グループینگブロック

大項目	中項目	番地	ブロック指定内容
1 全体	1	1	全体計算実行制御オプション
	2	11	計算時間コントロールオプション
	3	21	計算間隔／結果出力間隔の指定
	4	61	リスタート計算制御オプション
	5	71	ネットワークモデル・各種モデルの指定
2 水系 ヘッダ	1	1	ヘッダ部計算オプション
	2	101	個別ヘッダ計算オプション
	3	201	基本形状データ
	4	301	構造材データ
	5	401	分離モデル関連データ
3 水系 配管	1	1	配管計算共通オプション
	2	31	配管系逆止弁関係データ
	3	81	配管破損(ギロチン破断)関連データ
	4	91	配管破損(リーク)関連データ
	5	101	個別配管計算オプション
	6	201	境界条件の指定
	7	1001	配管オリフィス関連データ(1)
	8	1501	配管オリフィス関連データ(2)
	9	2001	配管セクション壁関連データ(1)
	10	2501	配管セクション壁関連データ(2)
	11	3001	配管系バルブ関係データ(1)
	12	3101	配管系バルブ関係データ(2)
4 ナトリウム 系	1	1	ナトリウム側モデルオプションデータ
	2	31	ナトリウム側プラント挙動関連データ
	3	51	ナトリウム側流動関連形状データ(1)
	4	101	ナトリウム側流動関連形状データ(2)
	5	301	ナトリウム側構造材関連データ
8	1	1	テーブルデータ関連データ(1)
	2	1001	テーブルデータ関連データ(2)

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

```

C*****
C*      PROGRAM NAME = LEAP                                     *
C*****
TITLE=20A4 /
MONJU SG BLOW DOWN CALCULATION
C * /
C *      RESTART CONTROL DATA
C * /
C      REST NRET FILE KEEP MCPU MTIN MTOT /
1000 11 OPTION 0 0 1010 1 1.00 1 2 /
C * /
C*****
END
C * /
C *      MAIN CONTROL DATA
C * /
C      CALC DUMY LEGS RESV NATM TSTP DUMY STDY /
1000 1 OPTION 1 0 1 1 1 1 0 3 /
1000 15 CPUMAX 300.0 /
C      TSTART TMAX DTS0 DTMIN DTMAX /
1000 101 TIME 0.00 30.00 0.020 0.001 0.500 /
1000 109 'NDT' 07 'ISEPRT' 0 /
1000 111 TDT ( 1) 0.00 10.0 30.0 50.0 100. 200. 1.E9 /
1000 121 DTT ( 1) 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 /
1000 131 ISTEP(1) 100 100 250 250 200 200 200 /
1000 151 IDT 5 1 /
C * /
C *      RESERVOIR CONTROL DATA
C * /
C * /
2000 20 MHEAD 4 /
2000 38 IPAVRG 1 /
2000 41 IRVCAP 0 /
2000 48 DBLHD 0.600 /
C      HEAD-1 HEAD-2 HEAD-3 HEAD-4 /
2000 21 MHEAD 0 0 0 0 /
2000 31 NZVHDT 0 0 0 0 /
2000 51 NWLHD 2 2 2 2 /
C2000 61 IGLGTB 11 12 0 0 /
2000 71 IHLGTB 13 14 0 0 /
2000 81 NABLHD 15 16 0 0 /
2000 86 ( 2) 0 17 0 0 /
2000 91 NZBLHD 18 18 0 0 /
2000 96 ( 2) 0 19 0 0 /
2000 351 VOLHED 1.2866 2.6360 2.1455 1.3379 /
2000 356 SAWHED 24.486 32.389 23.397 6.861 /
2000 361 CPWHED 0.118 0.118 0.118 0.118 /
2000 366 GAMWED 7820.0 7820.0 7820.0 7820.0 /

```

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

2000	371	CONWHD	0.013	0.013	0.013	0.013						/
2000	376	ADWHD	0.0286	0.0405	0.0452	0.0750						/
2000	396	TWOBHD	30.00	30.00	30.00	30.00						/
2000	401	HFWOHD	0.0	0.0	0.0	0.0						/
2000	511	PHEDO	154.8	145.0	153.0	145.4						/
2000	521	VOIHDO	0.0	1.001	0.0	1.001						/
2000	526	THEDO	240.0	369.0	240.0	369.0						/
2000	541	FVCHNO	5.0E-7									/
C *												/
C * TUBE DATA												/
C *												/
3000	1	NUMGR	4									/
C ERAT GRAV NERT SLIP FRIC CRIT MULT DYMY GCAP												/
3000	22	OPTION	20	1	100	3	1	2	0	0	0	/
3000	42	'ERROR'	0.010		'ERPRES'	0.010			'DPERIN'	1.0E4		/
C NVAL NUMV J1-1 J1-2 J1-3 J1-4 J2-1 J2-2 J2-3 J2-4												/
3000	51	VALVE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
C ISPT J1SP J2SP J3SP NPBK												/
3000	69	SPLIT	0	0	0	0	1					/
C *												/
3000	2	NPLG(,1)	8	8	6	9	1					/
3000	12	NPLG(,2)	9	9	8	7	9					/
3000	81	ICRITS	0	0	0	0	0					/
3000	91	IFLOW	0	0	0	0	1					/
3000	101	IHILG	21	21	21	22	31					/
3000	111	IHOLG	22	22	21	22	22					/
3000	121	IPILG	23	23	25	24	32					/
3000	131	IPOLG	24	24	23	26	24					/
3000	141	IGILG	27	28	29	29	28					/
3000	151	IGOLG	27	28	29	29	28					/
3000	201	LEGSEC	6	6	2	2	4					/
C *												/
3000	211	MM (1,1)	8	8	8	8	8					/
3000	221	(1,2)	8	8	8	8	8					/
3000	231	(1,3)	8	8	0	0	8					/
3000	241	(1,4)	8	8	0	0	8					/
3000	251	(1,5)	8	8								/
3000	261	(1,6)	8	8								/
3000	271	(1,7)	8	8								/
3000	311	AA (1,1)	0.06577		0.00184	0.03470	0.08320	0.00184				/
3000	321	(1,2)	0.06577		0.00184	0.03470	0.08320	0.00184				/
3000	331	(1,3)	0.06577		<u>0.00184</u>	0	0	0.00184				/
3000	341	(1,4)	0.06577		0.00184	0	0	0.00184				/
3000	351	(1,5)	0.06577		0.00184							/
3000	361	(1,6)	0.06577		0.00184							/
3000	411	DD (1,1)	0.0242		0.0242	0.2102	0.3254	0.0242				/
3000	421	(1,2)	0.0242		0.0242	0.2102	0.3254	0.0242				/

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

3000	431	(1,3)	0.0242	<u>0.0242</u>	0	0	0.0242	/
3000	441	(1,4)	0.0242	0.0242	0	0	0.0242	/
3000	451	(1,5)	0.0242	0.0242				/
3000	461	(1,6)	0.0242	0.0242				/
3000	511	SLLG (1)	12.300	12.300	8.200	6.4315	12.300	/
3000	521	(1,2)	12.300	12.300	8.200	6.4315	30.160	/
3000	531	(1,3)	12.300	<u>12.300</u>	0	0	9.240	/
3000	541	(1,4)	30.160	30.160	0	0	8.700	/
3000	551	(1,5)	9.240	9.240				/
3000	561	(1,6)	8.700	8.700				/
3000	611	SS (1,1)	10.872	0.3041	0.6604	1.0223	0.3041	/
3000	621	(1,2)	10.872	0.3041	0.6604	1.0223	0.3041	/
3000	631	(1,3)	10.872	<u>0.3041</u>	0	0	0.3041	/
3000	641	(1,4)	10.872	0.3041	0	0	0.3041	/
3000	651	(1,5)	10.872	0.3041				/
3000	661	(1,6)	10.872	0.3041				/
3000	711	CPWLLG	<u>0.118</u>	<u>*100</u>				/
3000	811	GAMWLG	<u>7820.0</u>	<u>*100</u>				/
3000	911	CONWLG	<u>0.0130</u>	<u>*100</u>				/
3000	1011	ADWLG(1)	0.00380	0.00380	0.02860	0.04050	0.00380	/
3000	1021	(1,2)	0.00380	0.00380	0.02860	0.04050	0.00380	/
3000	1031	(1,3)	0.00380	<u>0.00380</u>	0	0	0.00380	/
3000	1041	(1,4)	0.00380	0.00380	0	0	0.00380	/
3000	1051	(1,5)	0.00380	0.00380				/
3000	1061	(1,6)	0.00380	0.00380				/
3000	1111	NWLLG(1)	3 3	0 0	3			/
3000	1121	(1,2)	3 3	0 0	3			/
3000	1131	(1,3)	3 <u>3</u>	0 0	3			/
3000	1141	(1,4)	3 3	0 0	3			/
3000	1151	(1,5)	3 3					/
3000	1161	(1,6)	3 3					/
3000	1211	ZZLG (1)	11.46	11.46	0.0	0.0	-1.08	/
3000	1221	(1,2)	-1.08	-1.08	0.0	0.0	-2.65	/
3000	1231	(1,3)	-1.08	<u>-1.08</u>	0	0	-0.82	/
3000	1241	(1,4)	-2.65	-2.65	0	0	-5.83	/
3000	1251	(1,5)	-0.82	-0.82				/
3000	1261	(1,6)	-5.83	-5.83				/
3000	1211	ZZLG (1)	<u>0.0</u>	<u>*100</u>				/
3000	1311	AO (1,1)	0.06577	0.00184	0.03470	0.08320	0.00184	/
3000	1321	(1,2)	0.06577	0.00184	0.03470	0.08320	0.00184	/
3000	1331	(1,3)	0.06577	<u>0.00184</u>	0.03470	0.08320	0.00184	/
3000	1341	(1,4)	0.06577	<u>0.00184</u>	0	0	0.00184	/
3000	1351	(1,5)	0.06557	0.00184	0	0	0.00184	/
3000	1361	(1,6)	0.06577	0.00184				/
3000	1371	(1,7)	0.06577	0.00184				/
3000	1411	ALMD1(1)	6.6 6.6	5.0 5.0	0.5			/
3000	1421	(1,2)	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0			/

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

3000	1431	(1,3)	0.0	<u>0.0</u>	10.0	10.0	0.0	/
3000	1441	(1,4)	0.0	<u>0.0</u>	0	0	0.0	/
3000	1451	(1,5)	0.0	0.0	0	0	13.2	/
3000	1461	(1,6)	0.0	0.0				/
3000	1471	(1,7)	13.2	13.2				/
3000	1511	ALMD2(1)	13.2	13.2	10.0	10.0	1.0	/
3000	1521	(1,2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1531	(1,3)	0.0	<u>0.0</u>	5.0	5.0	0.0	/
3000	1541	(1,4)	0.0	<u>0.0</u>	0	0	0.0	/
3000	1551	(1,5)	0.0	0.0	0	0	6.6	/
3000	1561	(1,6)	0.0	0.0				/
3000	1571	(1,7)	6.6	6.6				/
3000	1611	ALMDO-1	6.6	6.6	5.0	5.0	0.5	/
3000	1621	(1,2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1631	(1,3)	0.0	<u>0.0</u>	10.0	10.0	0.0	/
3000	1641	(1,4)	0.0	<u>0.0</u>	0	0	0.0	/
3000	1651	(1,5)	0.0	0.0	0	0	13.2	/
3000	1661	(1,6)	0.0	0.0				/
3000	1671	(1,7)	13.2	13.2				/
3000	1711	ALMDO-2	13.2	13.2	10.0	10.0	1.0	/
3000	1721	(1,2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1731	(1,3)	0.0	<u>0.0</u>	5.0	5.0	0.0	/
3000	1741	(1,4)	0.0	<u>0.0</u>	0	0	0.0	/
3000	1751	(1,5)	0.0	0.0	0	0	6.6	/
3000	1761	(1,6)	0.0	0.0				/
3000	1771	(1,7)	6.6	6.6				/
C *								
3000	2101	PI (1,1)	153.00	153.00	154.80	145.40	150.72	/
3000	2111	(1,2)	151.48	151.48	153.90	145.20	149.96	/
3000	2121	(1,3)	150.72	<u>150.72</u>	153.00	145.00	148.44	/
3000	2131	(1,4)	149.96	<u>149.96</u>	0	0	146.92	/
3000	2141	(1,5)	148.44	148.44	0	0	145.40	/
3000	2151	(1,6)	146.92	146.92				/
3000	2161	(1,7)	145.40	145.40				/
3000	2201	TI (1,1)	240.0	240.0	240.0	369.0	300.0	/
3000	2211	(1,2)	240.0	240.0	240.0	369.0	350.0	/
3000	2221	(1,3)	300.0	<u>300.0</u>	240.0	369.0	350.0	/
3000	2231	(1,4)	350.0	<u>350.0</u>	0	0	369.0	/
3000	2241	(1,5)	350.0	350.0	0	0	369.0	/
3000	2251	(1,6)	369.0	369.0				/
3000	2261	(1,7)	369.0	369.0				/
3000	2301	VOID (1)	0.0	0.0	0.0	1.001	0.0	/
3000	2311	(1,2)	0.0	0.0	0.0	1.001	0.001	/
3000	2321	(1,3)	0.0	<u>0.0</u>	0.0	1.001	0.800	/
3000	2331	(1,4)	0.001	<u>0.001</u>	0	0	1.001	/
3000	2341	(1,5)	0.800	0.800	0	0	1.001	/
3000	2351	(1,6)	1.001	1.001				/

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

3000	2361	(1.7)	1.001	1.001					/
3000	3501	WW (1)	102.68	2.87	105.55	105.55	2.87	/	
3000	3531	INDFLW	01	01	01	01	01	/	
C *									
C			MSTEDY	ITSTDY	NP1PBK	NLEGBK	NSECBK	ISECBK	
3000	3521	RUPTURE	2	50	0	2	2	0	
3000	1911	DISCH	1.000						
C3000	3902	'XSPLIT'	0.07071	'YSPLIT'	0.000	'TDSP'	0.600		
C *									
C3000	3601	TVAL(1)	0.0	2.00	100.	1.E9			
C3000	3641	AOV	0.0	0.0035	*3				
C3000	3681	ALMD1	8.50		*4				
C3000	3721	ALMD01	8.50		*4				
C3000	3761	ALMD2	8.50		*4				
C3000	3801	ALMD02	8.50		*4				
C3000	3611	TVAL(2)	0.0	3.00	23.0	1.E9			
C3000	3651	AOV	0.0	*2	0.0030	*2			
C3000	3691	ALMD1	8.50		*4				
C3000	3731	ALMD01	8.50		*4				
C3000	3771	ALMD2	8.50		*4				
C3000	3811	ALMD02	8.50		*4				
C *									
3000	3981	IHFMDL	0	0	0	2	0	-1	
3000	3981	IHFMDL	0	0	0	2	0	2	
3000	4001	TWOBLG	327.0	327.0	0.0	0.0	382.0		
3000	4011	(1.2)	382.0	382.0	0.0	0.0	459.0		
3000	4021	(1.3)	382.0	<u>382.0</u>	0	0	470.0		
3000	4031	(1.4)	459.0	459.0	0	0	470.0		
3000	4041	(1.5)	470.0	470.0					
3000	4051	(1.6)	470.0	470.0					
3000	4101	TWOBLG	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0		
3000	4111	(1.2)	-1.0	-1.0	0.0	0.0	-1.0		
3000	4121	(1.3)	-1.0	<u>-1.0</u>	0	0	-1.0		
3000	4131	(1.4)	-1.0	-1.0	0	0	0.0		
3000	4141	(1.5)	-1.0	-1.0					
3000	4151	(1.6)	0.0	0.0					
3000	4201	QLOSS	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.961E2		
3000	4211	(1.2)	-7.016E3	-1.961E2	0.0	0.0	-5.508E2		
3000	4221	(1.3)	-7.016E3	<u>-1.961E2</u>	0	0	-3.016E2		
3000	4231	(1.4)	-1.971E4	-5.508E2	0	0	0.0		
3000	4241	(1.5)	-1.079E4	-3.016E2					
3000	4251	(1.6)	0.0	0.0					
C *									
C *	SODIUM TEMPETARURE DATA								
C *									
4000	1	NODE	'NDNA'	32		'JPNA'	24		
4000	11	IUNA	06	03					

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

C		NATI	NAFI	NAHR	NATR	NAQR	/
4000	31 TABLE	41	42	43	44	45	/
4000	41 MIXTURE	'F012-F013-F023'		0.000	0.0	0.0	/
4000	51 TONA(1)	468.9	325.0				/
4000	61 WPNA(1)	5900.0	13700.0				/
4000	101 WFNA(J)	335.8	12004.2	1.000			/
4000	111 W2NA(J)	705.85	25234.2	1.000			/
4000	121 C2NA(J)	0.118	0.118	0.118			/
4000	131 S2NA(J)	0.0130	0.0130	0.0130			/
4000	141 X2NA(J)	0.030	0.030	0.030			/
4000	151 A1NA(J)	20.552	734.75	0.000			/
4000	161 A2NA(J)	2.304	82.376	0.000			/
4000	171 AFNA(J)	0.0395	1.4135	1.000			/
4000	181 DFNA(J)	0.050	0.050	0.050			/
4000	191 FONA(J)	28.193	1007.9	0.010			/
4000	201 JDNA(K)	02 01	0 0				/
4000	211 KDNA(K)	-1 -1	0 0				/
4000	301 LDNA(K)	0 0	0 0				/
4000	311 (2)	32 32	0 0				/
4000	321 (3)	24 24	0 0				/
4000	331 (4)	16 16	0 0				/
4000	341 (5)	08 08	0 0				/
4000	351 (6)	0 0	0 0				/
C *							/
C *	TABLE DATA						/
C *							/
8000	1 ND10(1)	04					/
8000	1001 XD10(1)	0.0	0.001	0.002	1.0E9		/
8000	1501 YD10(1)	152.66	152.66	1.000	1.000		/
8000	11 ND10(11)	03 03	02 02	04 04	04 02	02	/
8000	1101 XD10(11)	0.0	6.000	1.0E9			/
8000	1111 (12)	0.0	6.000	1.0E9			/
8000	1121 (13)	0.0	1.0E9				/
8000	1131 (14)	0.0	1.0E9				/
8000	1141 (15)	0.0	0.001	2.000	1.0E9		/
8000	1151 (16)	0.0	3.000	23.00	1.0E9		/
8000	1161 (17)	0.0	0.600	3.000	1.0E9		/
8000	1171 (18)	0.0	1.0E9				/
8000	1181 (19)	0.0	1.0E9				/
8000	1601 YD10(11)	105.56	0.0	0.0			/
8000	1611 (12)	-105.56	0.0	0.0			/
8000	1621 (13)	248.2	248.2				/
8000	1631 (14)	681.8	681.8				/
8000	1641 (15)	0.0	0.0	0.0035	0.0035		/
8000	1651 (16)	0.0	0.0	0.00300	0.0030		/
8000	1661 (17)	0.0	0.00393	0.00393	0.00393		/
8000	1671 (18)	8.500	8.500				/

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

8000	1681	(19)	0.00	0.00								/
8000	21	ND10(21)	02	02	02	02	02	02	02	02	02	/
8000	1201	XD10(21)	0.0	1.0E9								/
8000	1211	(22)	0.0	1.0E9								/
8000	1221	(23)	0.0	1.0E9								/
8000	1231	(24)	0.0	1.0E9								/
8000	1241	(25)	0.0	1.0E9								/
8000	1251	(26)	0.0	1.0E9								/
8000	1261	(27)	0.0	1.0E9								/
8000	1271	(28)	0.0	1.0E9								/
8000	1281	(29)	0.0	1.0E9								/
8000	1701	YD10(21)	248.15	248.15								/
8000	1711	(22)	681.79	681.79								/
8000	1721	(23)	153.00	153.00								/
8000	1731	(24)	145.40	145.40								/
8000	1741	(25)	154.80	154.80								/
8000	1751	(26)	145.00	145.00								/
8000	1761	(27)	102.68	102.68								/
8000	1771	(28)	2.87	2.87								/
8000	1781	(29)	105.55	105.55								/
8000	41	ND10(41)	02	05	04	04	05					/
8000	1401	XD10(41)	0.0	1.0E9								/
8000	1411	(42)	0.0	3.000	6.000	10.00	1.0E9					/
8000	1421	(43)	0.0	0.001	0.002	1.0E9						/
8000	1431	(44)	0.0	0.001	0.002	1.0E9						/
8000	1441	(45)	0.0	3.000	6.000	10.00	1.0E9					/
8000	1901	YD10(41)	468.9	468.9								/
8000	1911	(42)	1.000	0.500	0.250	0.100	0.100					/
8000	1921	(43)	0.0	0.0	2.778	2.778						/
8000	1931	(44)	0.0	0.0	1000.0	1000.0						/
8000	1941	(45)	5920.53	2960.27	1480.13	592.05	592.05					/
C *												
C * PLOTER CONTROL DATA												
C *												
9000	1	PLOTER	-10	2	10	0.100	0	1.000				/
9000	11	OPTION	5*20		1*20		1*100					/
9000	151	X-ADRS	100101		0.0		120.0					/
9000	161	Y-ADRS	200103	200104	200083	200084		1	/	PHD - VOIDHD		
9000	166	(2)	200183	200184	200133	200134		1	/	THD - HHD		
9000	171	(3)	200441	200442	200447		1		/	WSPLIT		
9000	176	(4)	311721	305521	306521	309521	310311	/	PP PIPE-1			
9000	181	(5)	311722	305522	306522	309522	310312	/	PP PIPE-2			
9000	186	(6)	401201	401202	401203	400274	308521	/	WALL TEMP			
9000	191	(7)	401211	401212	401213	400224	308522	/	WALL TEMP			
9000	196	(8)	400674	400729	315021	315022		1	/	WALL TEMP		
9000	201	(9)	327621	327622	327631	327632	327642	/	HENT. QUALTY			
9000	206	(10)	327521	327522	327531	327532	327542	/	MASS. QUALTY			

表3.1-2 従来解析コードの入力形式

```

9000 261 YDATA 1*100 0.00*100 600.*100 1.00*100 /
C *
C * TABLE PRINT OUT DATA FOR FT11F001, FT12F001
C *
0000 1 TB-PRINT 02 01 10 0.100 /
0000 11 NFILE(N) 03 00 00 00 00 00 00 00 /
0000 21 KEXC( 1) 01 12 12 00 00 00 00 00 00 /
0000 101 NDIV( 1) 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 /
0000 181 NSYM( 1) 08 08 10 00 00 00 00 00 00 /
0000 261 Y-ADRS 200701 200702 200703 200704 1 / PHD
0000 265 200106 200107 200108 200109 1 / VOIDHD
0000 271 (2,1) 200181 200182 200183 200184 1 / THD
0000 275 200206 200207 200208 200209 1 / RHD
0000 281 (3,1) 313001 313011 313021 313031 313041 / THD
0000 286 313002 313012 313003 313013 313023 / THD
LITERAL=15A4, NCARD=2
0000 1061 HEAD( 1) TEST PRINT FOR LEAP-BW ( HEADER PRESSURE )
0000 1076 (2,1) TEST PRINT FOR LEAP-BW ( HEADER TEMP, RHO )
LITERAL=10A4, NCARD=8
0000 2261 SYM1( 1) PHD (1) PHD (2) PHD (3) PHD (4) VHD (1)
0000 2271 VHD (2) VHD (3) VHD (4)
0000 2281 (2,1) THD (1) THD (2) THD (3) THD (4) RHD (1)
0000 2291 RHD (2) RHD (3) RHD (4)
0000 3861 SYM2( 1) (Pa) (Pa) (Pa) (Pa) (--)
0000 3871 (--) (--) (--)
0000 3881 (2,1) (D.C) (D.C) (D.C) (D.C) (KG/M3)
0000 3891 (KG/M3) (KG/M3) (KG/M3)
C * /
C * END OF DATA /
C * /
LAST

```

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

```

C*****
C*      PROGRAM NAME = LEAP      *
C*****
TITLE=20A4 /
MONJU SG BLOW DOWN CALCULATION
C * /
C *      MAIN CONTROL DATA      /
C * /
C *      CLHD CLLG CLNA DUMY DUMY CLST SPRT /
1000  1 OPTION  5  1  1  0  0  3  0 /
C      IDT NDT TIINT TIMAX DTINT DTMIN DTMAX CPUMX /
1000  11 TIME   1  07 0.0  30.00 0.020 0.001 0.500 10.00 /
1000  21 TDTBL(1) 0.00 10.0 30.0 50.0 100. 200. 1.E9 /
1000  31 DTTBL(1) 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 /
1000  41 NPTBL(1) 100 100 250 250 200 200 200 /
C * /
C *      OPT. CASE-ID            /
1000  61 RESTART 0 1010 /
C * /
C *      HEAD LEGS VALV          /
1000  71 NETWORK 04 04 00 /
C * /
C *      CALC. MDL SLIP CRIT FRIC MULT /
1000  81          03 02 01 00 /
1000  91 HEAT-FLW 00 00 00 02 00 02 /
C * /
C *      HEADER DATA            /
C * /
C *      OPTION  IPA  IWL  BDL  FXS  SVD  FVI  DTX  DTN /
2000  1          1  0  0.600 2.000 0.0  5.0E-7 /
C * /
C *      MODEL  MLHD  NZHD  NWHD  KFW  KFH  KBA1  KBZ1  KBA2  KBZ2 /
C2000 101  ( 1) 0  0  2  11  13  15  18  0  0 /
C2000 111  ( 2) 0  0  2  12  14  16  18  17  19 /
2000 101  ( 1) 0  0  2  0  13  15  18  0  0 /
2000 111  ( 2) 0  0  2  0  14  16  18  17  19 /
2000 121  ( 3) 0  0  2  0  0  0  0  0  0 /
2000 131  ( 4) 0  0  2  0  0  0  0  0  0 /
C * /
C *      HEADER  VLHD  POHD  TOHD  VOHD  WOHD  FXHD  DSHD  DVHD /
2000 201  ( 1) 1.2866 154.8 240.0 0.0  S1  1.0 0.0 0.0 /
2000 211  ( 2) 2.6360 145.0 369.0 1.001 S1  1.0 0.0 0.0 /
2000 221  ( 3) 2.1455 153.0 240.0 0.0  S1  1.0 0.0 0.0 /
2000 231  ( 4) 1.3379 145.4 369.0 1.001 S1  1.0 0.0 0.0 /
C * /
C *      WALL  ASWHD  THWHD  CPWHD  GMWHD  CNWHD  TOWHD  HFWHD /
2000 301  ( 1) 24.486 0.0286 0.118 7820.0 0.013 30.00 0.0 /

```

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

2000	311	(2)	32.389	0.0405	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/		
2000	321	(3)	23.397	0.0130	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/		
2000	331	(4)	6.861	0.0750	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/		
C *												
C *	VOLIU M		HIGH-TABLE			VOLIU M-TABLE					/	
C2000	401	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
C *												
C *	HD /	LG NO.1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	/
C2000	501	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
C *												
C * TUBE DATA											/	
C *											/	
C *	OPTION	ITN	IGV	INT	IWL	MST	NST	ERRLG	ERPLG	ERSLG	/	
3000	1	20	0	100	0	2	50	0.010	0.0	1.0E4	/	
C *											/	
C *	CHEK VALV	MDCV	J1CV	J2CV	J3CV							/
3000	31	0	0	0	0							/
C *											/	
C *	RUPTURE	KCBK	J1BK	J2BK	NPBK	NZBK	ZFBK					/
3000	81	0	2	2	01	0	1.000					/
C *	PIPE LEAK	KCLK	J1LK	J2LK	J3LK	AXLK	AYLK	ZFLK	ZFLK			/
3000	91	0	0	0	0	0.0707	0.0	0.600	0.100			/
C *											/	
C *	PIPE	NSLG	NPLG	ICLG	IFLG	IDLG	WOLG	FHLG				/
3000	101	(1)	06	08	09	0	0	1	102.68			/
3000	111	(2)	06	08	09	0	0	1	2.87			/
3000	121	(3)	02	06	08	0	0	1	105.55			/
3000	131	(4)	02	09	07	0	0	1	105.55			/
C3000	141	(5)	04	01	09	0	1	1	2.87			/
C *											/	
C *	BND. CND.	IPI	IPO	IGI	IGO	IHI	IHO					/
3000	201	(1)	23	24	27	27	21	22				/
3000	211	(2)	23	24	28	28	21	22				/
3000	221	(3)	25	23	29	29	21	21				/
3000	231	(4)	24	26	29	29	22	22				/
C3000	241	(5)	32	24	28	28	31	22				/
C *											/	
C *	SECTION	I	J	MSLG	ASLG	DSLG	XSLG	ZSLG	FSLG			/
3000	501	(1,1)	1	1	08	0.06577	0.0242	12.30	11.46	0.0	/	
3000	511	(,2)	1	2	08	0.06577	0.0242	12.30	-1.08	0.0	/	
3000	521	(,3)	1	3	08	0.06577	0.0242	12.30	-1.08	0.0	/	
3000	531	(,4)	1	4	08	0.06577	0.0242	30.16	-2.65	0.0	/	
3000	541	(,5)	1	5	08	0.06577	0.0242	9.24	-0.82	0.0	/	
3000	551	(,6)	1	6	08	0.06577	0.0242	8.70	-5.83	0.0	/	
3000	561	(2,1)	2	1	08	0.00184	0.0242	12.30	11.46	0.0	/	
3000	571	(,2)	2	2	08	0.00184	0.0242	12.30	-1.08	0.0	/	
3000	581	(,3)	2	3	08	0.00184	0.0242	12.30	-1.08	0.0	/	

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

3000	591	(.4)	2	4	08	0.00184	0.0242	30.16	-2.65	0.0	/
3000	601	(.5)	2	5	08	0.00184	0.0242	9.24	-0.82	0.0	/
3000	611	(.6)	2	6	08	0.00184	0.0242	8.70	-5.83	0.0	/
3000	621	(3.1)	3	1	08	0.0347	0.2102	8.20	0.0	0.0	/
3000	631	(.2)	3	2	08	0.0347	0.2102	8.20	0.0	0.0	/
3000	641	(4.1)	4	1	08	0.0832	0.3254	6.4315	0.0	0.0	/
3000	651	(.2)	4	2	08	0.0832	0.3254	6.4315	0.0	0.0	/
C *											
C *		ORIFES	I	J	A00R	FNOR	FNOR	FCOR	FCOR		/
3000	1001	(1.1)	1	1	0.06577	6.60	13.20	6.60	13.20		/
3000	1011	(.2)	1	2	0.06577	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1021	(.3)	1	3	0.06577	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1031	(.4)	1	4	0.06577	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1041	(.5)	1	5	0.06577	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1051	(.6)	1	6	0.06577	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1061	(.7)	1	7	0.06577	13.20	6.60	13.20	6.60		/
3000	1071	(2.1)	2	1	0.00184	6.60	13.20	6.60	13.20		/
3000	1081	(.2)	2	2	0.00184	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1091	(.3)	2	3	0.00184	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1101	(.4)	2	4	0.00184	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1111	(.5)	2	5	0.00184	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1121	(.6)	2	6	0.00184	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1131	(.7)	2	7	0.00184	13.20	6.60	13.20	6.60		/
3000	1141	(3.1)	3	1	0.0347	5.00	10.00	5.00	10.00		/
3000	1151	(.2)	3	2	0.0347	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1161	(.3)	3	3	0.0347	10.00	5.00	10.00	5.00		/
3000	1171	(4.1)	4	1	0.0832	5.00	10.00	5.00	10.00		/
3000	1181	(.2)	4	2	0.0832	0.0	0.0	0.0	0.0		/
3000	1191	(.3)	4	3	0.0832	10.00	5.00	10.00	5.00		/
C *											
C *		INITAL	I	J	P00R	T00R	A00R				/
3000	1501	(1.1)	1	1	153.00	240.0	0.0				/
3000	1511	(.2)	1	2	151.48	240.0	0.0				/
3000	1521	(.3)	1	3	150.72	300.0	0.0				/
3000	1531	(.4)	1	4	149.96	350.0	0.001				/
3000	1541	(.5)	1	5	148.44	350.0	0.800				/
3000	1551	(.6)	1	6	146.92	369.0	1.001				/
3000	1561	(.7)	1	7	145.40	369.0	1.001				/
3000	1571	(2.1)	2	1	153.00	240.0	0.0				/
3000	1581	(.2)	2	2	151.48	240.0	0.0				/
3000	1591	(.3)	2	3	150.72	300.0	0.0				/
3000	1601	(.4)	2	4	149.96	350.0	0.001				/
3000	1611	(.5)	2	5	148.44	350.0	0.800				/
3000	1621	(.6)	2	6	146.92	369.0	1.001				/
3000	1631	(.7)	2	7	145.40	369.0	1.001				/
3000	1641	(3.1)	3	1	154.80	240.0	0.0				/
3000	1651	(.2)	3	2	153.90	240.0	0.0				/

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

3000	1661	(, 3)	3	3	153.00	240.0	0.0			/
3000	1671	(4, 1)	4	1	145.40	369.0	1.001			/
3000	1681	(, 2)	4	2	145.20	369.0	1.001			/
3000	1691	(, 3)	4	3	145.00	369.0	1.001			/
C *										
C *		WALL DATA	I	J	NDW	ASWLG	THWLG	CPWLG	GMWLG	CNWLG /
3000	2001	(1, 1)	1	1	03	10.872	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2011	(, 2)	1	2	03	10.872	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2021	(, 3)	1	3	03	10.872	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2031	(, 4)	1	4	03	10.872	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2041	(, 5)	1	5	03	10.872	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2051	(, 6)	1	6	03	10.872	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2061	(2, 1)	2	1	03	0.3041	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2071	(, 2)	2	2	03	0.3041	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2081	(, 3)	2	3	03	0.3041	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2091	(, 4)	2	4	03	0.3041	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2101	(, 5)	2	5	03	0.3041	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2111	(, 6)	2	6	03	0.3041	0.0038	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2121	(3, 1)	3	1	00	0.6604	0.0286	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2131	(, 2)	3	2	00	0.6604	0.0286	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2141	(4, 1)	4	1	00	1.0223	0.0405	0.118	7820.0	0.0130 /
3000	2151	(, 2)	4	2	00	1.0223	0.0405	0.118	7820.0	0.0130 /
C *										
C *		WALL B. C.	I	J	TOWLG	HFWLG	QFWLG			/
3000	2501	(1, 1)	1	1	327.0	0.0	0.0			/
3000	2511	(, 2)	1	2	382.0	-1.00	-7.016E3			/
3000	2521	(, 3)	1	3	382.0	-1.00	-7.016E3			/
3000	2531	(, 4)	1	4	459.0	-1.00	-1.971E4			/
3000	2541	(, 5)	1	5	470.0	-1.00	-1.079E4			/
3000	2551	(, 6)	1	6	470.0	0.0	0.0			/
3000	2561	(2, 1)	2	1	327.0	0.0	0.0			/
3000	2571	(, 2)	2	2	382.0	-1.00	-1.961E2			/
3000	2581	(, 3)	2	3	382.0	-1.00	-1.961E2			/
3000	2591	(, 4)	2	4	459.0	-1.00	-5.508E2			/
3000	2601	(, 5)	2	5	470.0	-1.00	-3.016E2			/
3000	2611	(, 6)	2	6	470.0	0.0	0.0			/
3000	2621	(3, 1)	3	1	0.0	0.0	0.0			/
3000	2631	(, 2)	3	2	0.0	0.0	0.0			/
3000	2641	(4, 1)	4	1	0.0	0.0	0.0			/
3000	2651	(, 2)	4	2	0.0	0.0	0.0			/
C *										
C *		VALV CNTL	NTVL	J1VL	J2VL	TSVL				/
3000	3001	(1)	04	00	00	0.0				/
3000	3011	(2)	04	00	00	0.0				/
C *										
C3000	3101	TIVL	(1)	0.0	2.000	10.00	1.0E9			/
C3000	3111	AOVL	0.0	0.0035	0.0035	0.0035				/

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

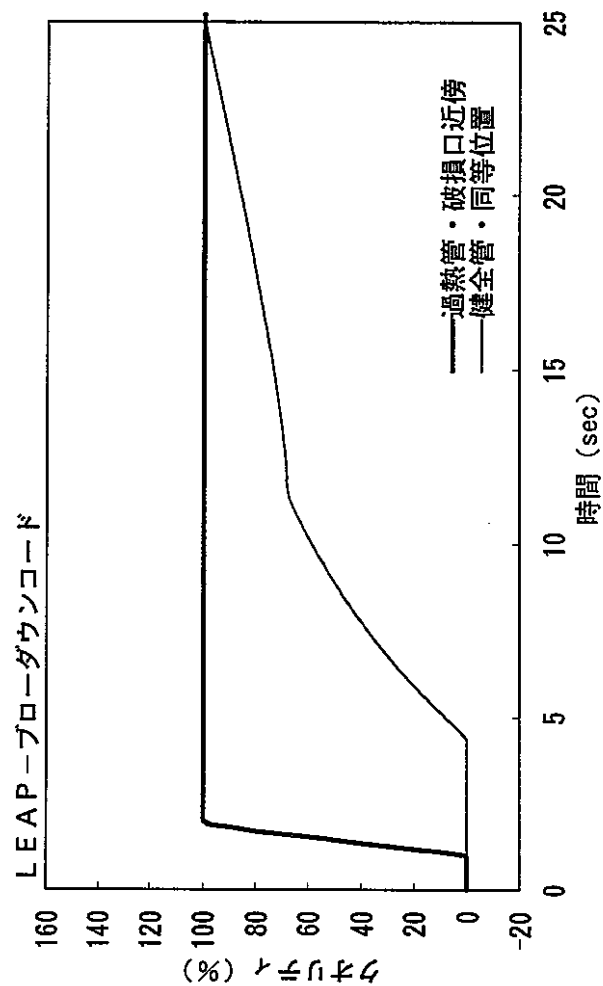
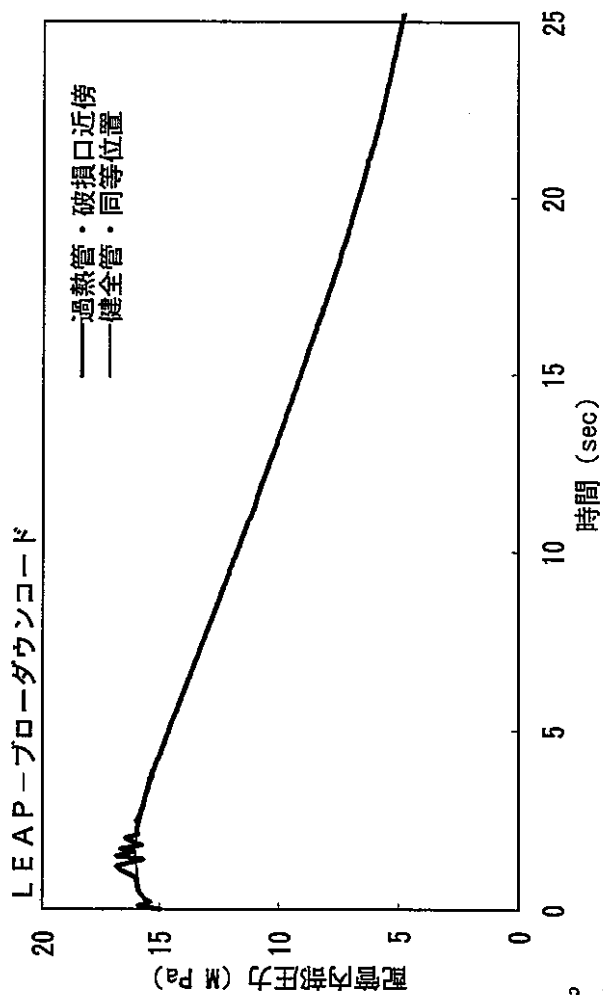
C3000	3121	FNVL1	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3131	FNVL2	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3141	FCVL1	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3151	FCVL2	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3201	TIVL(2)	0.0	3.00	23.0	1.0E9	/
C3000	3211	AOVL	0.0	0.0	0.0030	0.0030	/
C3000	3221	FNVL1	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3231	FNVL2	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3241	FCVL1	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C3000	3251	FCVL2	8.50	8.50	8.50	8.50	/
C *							/
C *		SODIUM TEMPETARURE DATA					/
C *							/
C *		NODE MDL	NDNA	JPNA	KDNA		/
4000	1		32	24	0		/
C *							/
C *		HEAT TR	IU-1	IU-2	UONA	UONA	PDNA
4000	11	IUNA	06	03			/
C *							/
C *		TABLE	NATI	NAFI	NAHR	NATR	NAQR
4000	31	TABLE	41	42	43	44	45
C *							/
C *		MIXTURE	F012	F013	F023		/
4000	41		0.0	0.0	0.0		/
C *							/
C *		PRENUM	TONA			WPNA	/
4000	51		468.9	325.0	S3	5900.0	13700.0
C *							/
C *		FLOW PATH	FONA	WFNA	AFNA	DFNA	A1NA
4000	101	(1)	28.193	335.8	0.0395	0.050	20.552
4000	111	(2)	1007.9	12004.2	1.4135	0.050	734.75
4000	121	(3)	0.010	1.000	1.000	0.050	0.0
C *							/
C *		FLOW PATH	A2NA	X2NA	W2NA	C2NA	S2NA
4000	201	(1)	2.304	0.030	705.85	0.118	0.0130
4000	211	(2)	82.376	0.030	25234.2	0.118	0.0130
4000	221	(3)	0.0	0.030	1.0	0.118	0.0130
C *							/
C *		FLOW PATH	JDNA	KDNA	LDNA		/
4000	301	(1)	02	-1	0	32	24
4000	311	(2)	01	-1	0	32	24
4000	321	(3)	0	0	0	0	0
4000	331	(4)	0	0	0	0	0
C *							/
C *		TABLE DATA					/
C *							/
8000	1	TBL1(1)	0.0	0.001	0.002	1.0E9	/

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

8000	11		152.66	152.66	1.000	1.000	/
8000	201	TBL1(11)	0.0	6.000	1.0E9		/
8000	211		105.56	0.0	0.0		/
8000	221	(12)	0.0	6.000	1.0E9		/
8000	231		-105.56	0.0	0.0		/
8000	241	(13)	0.0	1.0E9			/
8000	251		248.2	248.2			/
8000	261	(14)	0.0	1.0E9			/
8000	271		681.8	681.8			/
8000	281	(15)	0.0	0.001	2.000	1.0E9	/
8000	291		0.0	0.0	0.0035	0.0035	/
8000	301	(16)	0.0	3.000	23.00	1.0E9	/
8000	311		0.0	0.0	0.00300	0.0030	/
8000	321	(17)	0.0	0.600	3.000	1.0E9	/
8000	331		0.0	0.00393	0.00393	0.00393	/
8000	341	(18)	0.0	1.0E9			/
8000	351		8.500	8.500			/
8000	361	(19)	0.0	1.0E9			/
8000	371		0.00	0.00			/
C...							
8000	401	TBL1(21)	0.0	1.0E9			/
8000	411		248.15	248.15			/
8000	421	(22)	0.0	1.0E9			/
8000	431		681.79	681.79			/
8000	441	(23)	0.0	1.0E9			/
8000	451		153.00	153.00			/
8000	461	(24)	0.0	1.0E9			/
8000	471		145.40	145.40			/
8000	481	(25)	0.0	1.0E9			/
8000	491		154.80	154.80			/
8000	501	(26)	0.0	1.0E9			/
8000	511		145.00	145.00			/
8000	521	(27)	0.0	1.0E9			/
8000	531		102.68	102.68			/
8000	541	(28)	0.0	1.0E9			/
8000	551		2.87	2.87			/
8000	561	(29)	0.0	1.0E9			/
8000	571		105.55	105.55			/
C...							
8000	801	TBL1(41)	0.0	1.0E9			/
8000	811		468.9	468.9			/
8000	821	(42)	0.0	3.000	6.000	10.00	1.0E9
8000	831		1.000	0.500	0.250	0.100	0.100
8000	841	(43)	0.0	0.001	0.002	1.0E9	/
8000	851		0.0	0.0	2.778	2.778	/
8000	861	(44)	0.0	0.001	0.002	1.0E9	/
8000	871		0.0	0.0	1000.0	1000.0	/

表3.1-3 入力機能改良後の入力形式

8000	881	(45)	0.0	3.000	6.000	10.00	1.0E9	/
8000	891		5920.53	2960.27	1480.13	592.05	592.05	/
C *								/
C *		END OF DATA						/
C *								/
LAST								



62-1-29

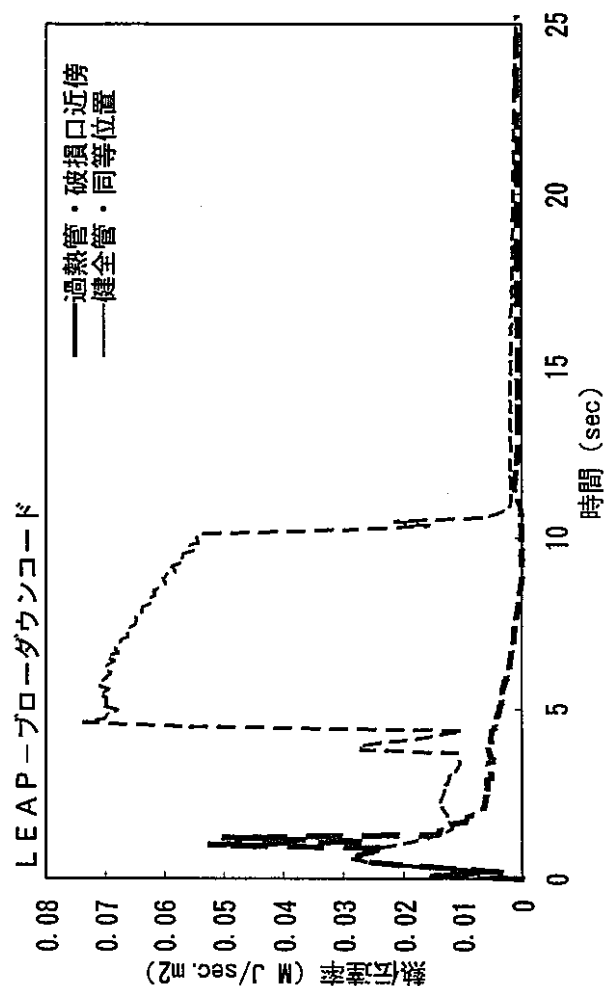
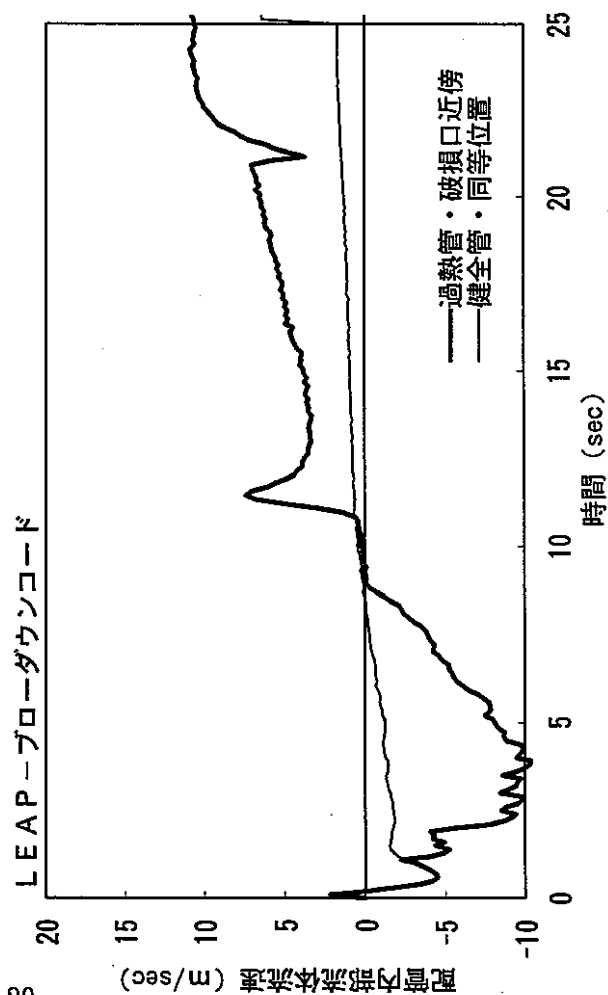
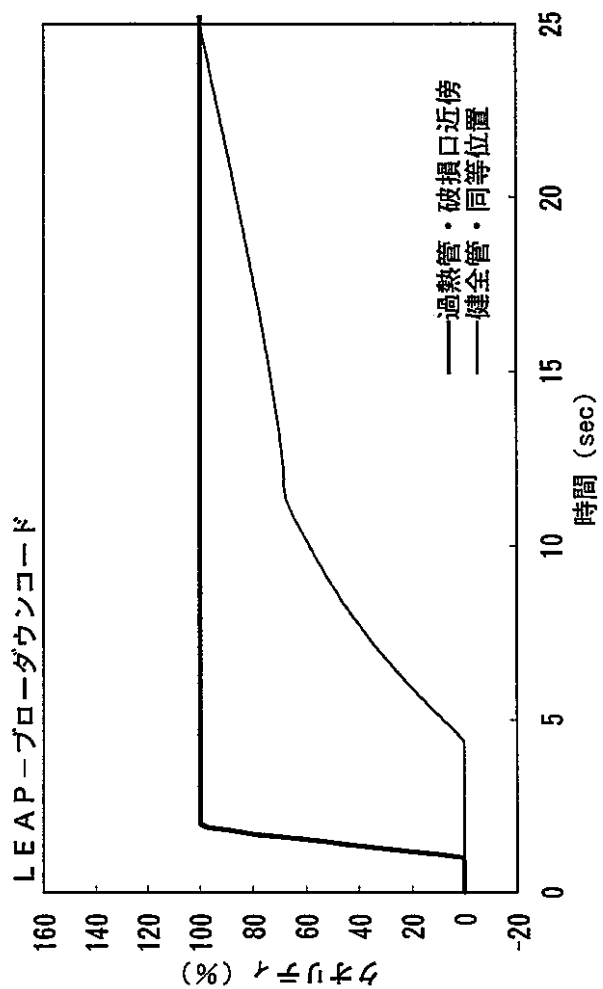
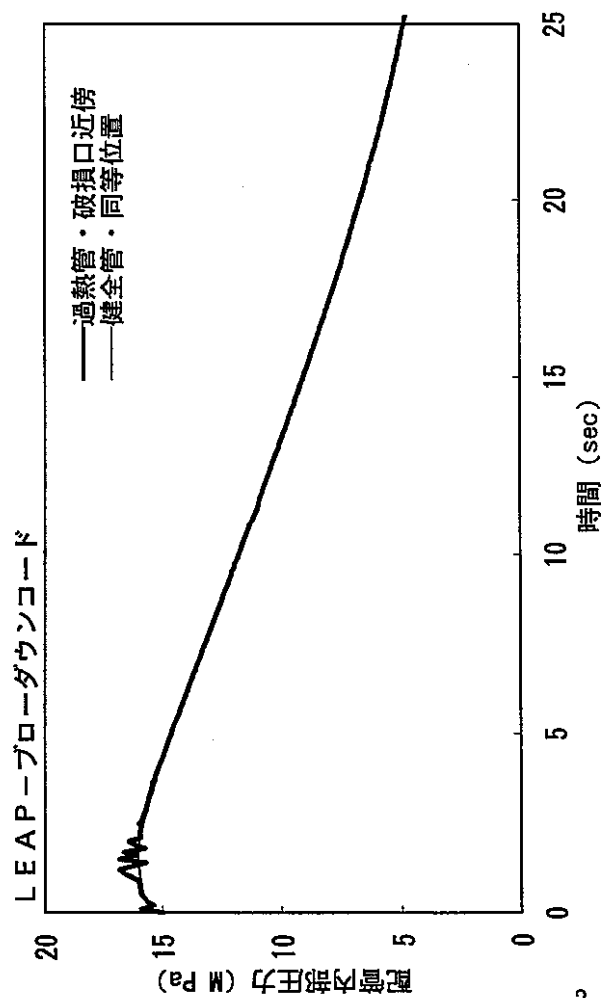


図 3.1-2 入力フォーマット改良前解析結果



08-1-30

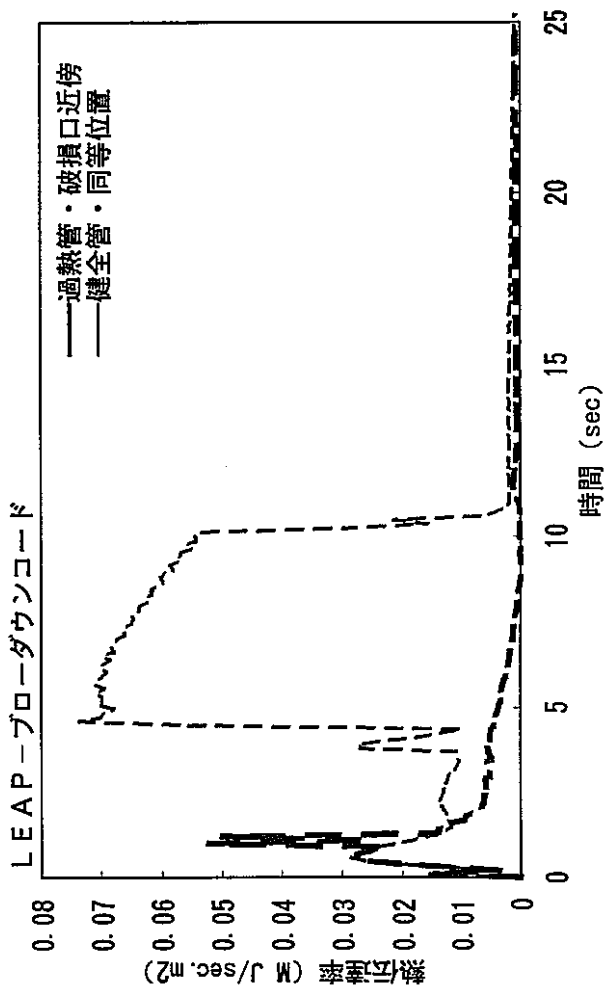
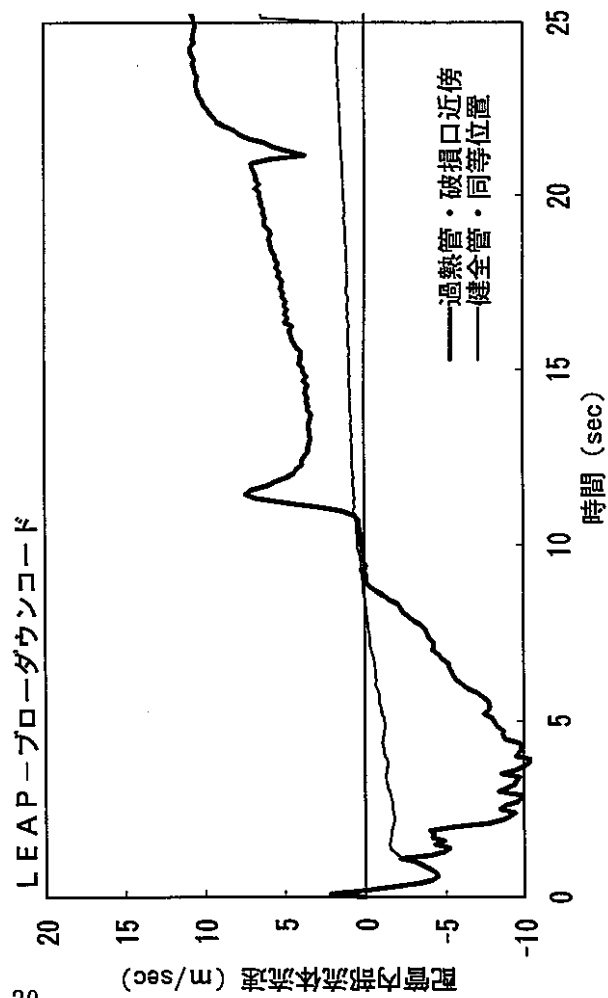


図 3.1-3 入力フォーマット改良後解析結果

3.2 出力変数の指定方法の改善

(1) 概要

従来のLEAPブローダウン解析コードでは、解析コード内で使用している任意の変数についてプリント出力及びプロット出力が可能である。しかし、プリント出力／プロット出力する変数を指定する際には、入力マニュアルを見ながら出力したい変数の番地を計算して、指定する必要がある。この方法は、計算コード内で使用している全ての変数が出力可能であるとした特徴を有する反面、使用に際して入力マニュアルに依存し変数の番地指定が煩雑となり使用しづらい欠点も有している。

そこで、プリント出力／プロット出力に関して、変数の番地の指定を容易にする目的で、出力したい物理量と、出力したい場所を指定すると内部で計算している変数をプリント出力／プロット出力できる機能を追加した。

(2) 出力変数指定方法の検討

計算結果の出力としては、全変数を出力する方法と、所定の変数を指定して出力する方法が考えられる。前者は、出力としては単純であるが、変数が膨大となるため、磁気ディスク等の記憶装置を圧迫することが容易に想定できる。また、記憶装置の容量との関係より出力間隔を大きくする必要もあり、重要な経時変化に対して、十分な分析ができない可能性もある。これらの理由により、LEAPブローダウン解析コードでは、特定の変数を指定して着目する変数の経時変化を詳細に調べる方式を採用している。

従来のLEAPブローダウン解析コードでは、解析コードの変数のアドレスを指定することにより、解析コード内で使用している全変数を出力できる機能を有していた。この出力変数の指定方法の問題点としては、指定方法が解析コード内で使用されている変数のアドレスを指定しているため、いずれの変数を指定しているか理解しづらい点にある。また、解析結果の分析に不要な変数まで含めてマニュアルを調べる必要があり、変数のアドレスの指

定ミスで解析結果の分析に必要とされる物理量を出力できない可能性もある。そこで、実際に解析結果の分析に必要となる物理量を整理し、物理量と出力したい部位の指定が視覚的かつ容易に確認できるようにプリント／プロット出力変数の指定を改善する。

実際に解析結果の分析に必要となる物理量は下記の 11 変数に整理できる。

温度	圧力	エンタルピ	流量
流速	質量	比重量	クオリティ
ボイド率	熱伝達率	熱流束	

以上の物理量を、プリント出力／プロット出力する変数を直感的に理解できるように、次の 6 桁の数値を用いて指定するものとする。

A A B B C D : 出力変数の指定

A A : 出力したい物理量 (下記の通り)

01 : 温度	02 : 圧力	03 : エンタルピ
04 : 流量	05 : 流速	06 : 質量
07 : 比重量	08 : クオリティ	09 : ボイド率
10 : 熱伝達率	11 : 熱流束	

B B : 出力したい配管番号

1 ~ 9 : 水系配管	11 ~ 19 : 水系ヘッダ
	91 ~ 95 : ナトリウム系

C : 出力したい配管セクション番号

D : 出力したいノード番号

ただし、指定した物理量と指定した箇所の組み合わせによっては、出力できない場合もあるため (例えばクオリティとナトリウムの組み合わせ)、それらの組み合わせが指定された場合は、プリント出力に警告を出力し実際の出力は行わないものとする。実際に出力が可能な物理量と指定する箇所および計算コード内で使用している変数の関係を以下に整理した。表記中で×印を記載したものは、出力できない組み合わせを示している。また、()で記載した物理量に関しては解析コード内で直接は計算していないが、()に記した関

連する変数より求めていることを示している。

AA	変数	水系配管	水系ヘッダ	ナトリウム系
01	温度	TTLG	TAHD	TXNA
02	圧力	PPLG	PAHD	×
03	エンタルピ	HHLG	HAHD	×
04	流量	(GGLG)	FBLHD *1	FANA
05	流速	(GGLG)	(FBLHD) *1	×
06	質量	(RRLG)	WAHD	×
07	比重量	RRLG	RAHD	×
08	クオリティ	XXLG	XHHD	×
09	ボイド率	VRLG	VAHD	×
10	熱伝達率	HFWL	HFWH	H1NA
11	熱流束	QHLG	QHHD	×
部位指定	BB	配管番号	プレナム	流路番号
	C	セクション	— *1	CD 二桁で
	D	ノード	—	ノード指定

*1) 水系プレナムに2つまで設置できるブロー弁の物理量

BB でプレナムの番号を指定し、C でブロー弁番号を指定する

以上の指定方法を使用することにより、入力マニュアルを熟読しなくとも必要となる物理量のプリント出力／プロット出力の変数を指定することが可能となり、解析結果の分析に必要な変数を出力できないポテンシャルは低減する。

(3) 解析コードの改良

上記の検討にもとづき、解析コードの出力機能を改良した。実際の改良に際してはプリント出力／プロット出力する変数のアドレスを設定し、必要な物理量を指定したアドレスへの変換等をコントロールする「MNPLOT」ルーチンを作成した。また、この改良に際し、初期定常計算部、過渡計算部

等の処理フローの見直しを行い、コントロールモジュールを整理した。

表3.2-1 には従来解析コードの出力指定データを、表3.2-2 には改良後の出力指定データを示す。出力変数の指定は視覚的に理解しやすくなると同時に、大幅な入力簡素化が図られた。

また、それぞれの物理量の出力テストを行い、改良した機能が妥当であることを確認した。改良後の解析コードを用いて、平成6年度に実施した高温ラプチャ適用解析ケースのグラフ出力例を図3.2-1 及び図3.2-2 に示し、径時リスト出力例を表3.2-3 に示す。以上の出力により、予定する機能の妥当性が確認された。

(4) その他の解析コード改良

以上にまとめた入出力機能の改善と平行して、下記の機能に関して解析の改良を実施した。

a. 初期定常計算機能改善

解析開始時間 (TIINT) に負の時間を入力すると、負の時間の間はプリント出力及びプロット出力は実施しないようにした。この機能は負の時間をマルチランジェントとし定常計算として使用する機能として活用できる。この機能を使用することにより、50 MW蒸気発生器の隔離状態からの過渡解析も可能となる。

b. 水・蒸気系ヘッダの改良

水・蒸気系のヘッダの数は、ベースとなった解析コードにより、5個に制限されていた。これはベースとなった解析コードでは、圧力基準となる蒸気ドラムが設けられており、これを基準とした循環流をモデル化していたためである。しかし、LEAPブローダウン解析コードで50 MW蒸気発生器をモデル化するには、水・蒸気系ヘッダの数が最低6個必要となり、ヘッダ数を拡張することが必要となった。

これに加えて、配管出入口境界の指定 (NPLG) をヘッダを指定する場合、

ベースとなった解析コードの指定方法同様に下記のようにヘッダ番号に5を加算した値を接続データとして与えていたが、これではヘッダ番号と接続情報の関連性が混乱する原因ともなっていた。

そこで、水・蒸気系のヘッダの数を最大9個まで考慮できるように各変数の配列の拡張、及びD Oループの繰り返し制御変数の修正等を行った。また、配管の接続情報として、直接ヘッダ番号を指定できるように改善した。これによって、従来は破損口の接続情報は「1」を指定していたものを、「10」を指定するように変更した。これらの改良は、水・蒸気系のヘッダ計算モジュール、水・蒸気系の配管計算モジュール、初期定常状態計算モジュールの全般にわたり、解析コードの内容を全面的に修正した。配管の接続情報の改良前と改良後の指定を以下にまとめた。なお、解析コードの改良による機能確認として、平成6年度高温ラプチャ体系の解析を実施し、改良前の解析コードと同一の結果が得られることを確認した。また、ナトリウム系モジュールの拡張後に実施した50MW蒸気発生器体系の解析により、水・蒸気系のヘッダ数拡張の機能を確認した。

ヘッダ番号と接続情報の関係

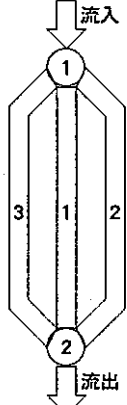
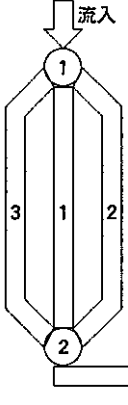
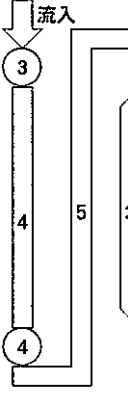
ヘッダ番号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	破損口
改良前	06	07	08	09	10	-	-	-	-	01
改良後	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10

c. ナトリウム系モジュールの拡張

従来のLEAPブローダウン解析コードでは、蒸気発生器が1器に制限されていたため、50MW蒸気発生器の蒸発器及び加過熱器の両方をモデル化することが不可能であった。そこで、50MW蒸気発生器の試験解析を実施できるように、蒸気発生器として2器まで考慮できるように改良した。

改良では、従来考慮していた事故蒸気発生器に加えて、健全蒸気発生器及び蒸気発生器間をつなぐ配管をモデル化した。

これを解析モデル指定変数 MDNA を用いて、下表に示す様に切り替えて使用できるようにした。

変数	MDNA=0	MDNA=1	MDNA=2
事故蒸気発生器	蒸気発生器 1 器	過熱器	蒸発器
解析モデル			

ここで、ナトリウム系モジュールのナトリウム流路番号及びプレナム番号は下記の関係にある。

番号	ナトリウム流路番号	プレナム番号
1	事故 S G リーク部	事故 S G 上部プレナム
2	事故 S G 隣接部	事故 S G 下部プレナム
3	事故 S G 健全部	健全 S G 上部プレナム
4	健全 S G 伝熱管部	健全 S G 下部プレナム
5	S G 間配管	—

なお、各ナトリウム流路及びプレナム部の温度計算では従来の計算手法を用いている。

以上の水・蒸気系ヘッダ数の拡張及びナトリウムモジュールの拡張の有効性を確認するため、50 MW 蒸気発生器体系での下記の機能確認を実施した。

- ① 安定性解析
- ② ナトリウム外乱（入口温度）
- ③ ナトリウム外乱（ナトリウム流量）

④ 水系隔離（給水，主蒸気隔離）

⑤ 水系隔離・蒸気ブロー

⑥ 水系隔離・給水ブロー

⑦ 水系隔離・両端ブロー

各解析条件は下記の通りである。

	給水 主蒸気	給水 ブロー	主蒸気 ブロー	N a 流量	N a 温度
安定性解析	一定	－	－	一定	一定
N a 外乱（入口温度）	一定	－	－	一定	低下
N a 外乱（N a 流量）	一定	－	－	低下	一定
水系隔離	停止	－	－	低下	一定
水系隔離・蒸気ブロー	停止	－	開	低下	一定
水系隔離・給水ブロー	停止	開	－	低下	一定
水系隔離・両端ブロー	停止	開	開	低下	一定

① 安定性解析

図3.2-3 に示す安定性解析では、外乱を与えない条件で過渡解析を実施しているが、約20秒で温度流量及び圧力ともに安定していることが確認できる。初期にやや変動が生じているのは、出入口プレナム温度より直線補間で設定している伝熱管部のナトリウム温度が、水・蒸気系温度の不連続（サブクールー2相状態ー過熱蒸気）を反映した温度分布に移行するためと考えられる。約30秒後のナトリウム温度及び水・蒸気温度が定格運転時の温度と一致していることから、ナトリウムから水・蒸気系の熱移行が正常に計算できていることが確認できる。

② ナトリウム外乱（入口温度）

図3.2-4 に示すナトリウム入口温度外乱は、ナトリウム系の温度変化が水・蒸気系に反映され、不安定計算とならないことを確認したものである。図3.2-4(10/10) に示すように入口ナトリウム温度を20

0℃に低下させると、ナトリウム温度は輸送遅れを有して温度が低下し、図3.2-4(4/10)に示す主蒸気温度も低下することが確認できた。なお、図3.2-4(2/10)に示すように過熱器出口は2相状態となるため、水系の流速は低下していることも確認できる。

③ ナトリウム外乱（ナトリウム流量）

図3.2-5に示すナトリウム流量外乱は、図3.2-5(9/10)に示すようにナトリウム系流量変化が水・蒸気系に反映され、不安定計算とならないことを確認したものである。ナトリウム流量を低下させるとナトリウム側から水・蒸気側への伝熱量が低下するため、水・蒸気側のエンタルピが低下し、クオリティも低下することが確認できた。

④ 水系隔離（給水，主蒸気隔離）

図3.2-6に示す水系隔離は、給水及び主蒸気流量を停止した状態で不安定計算とならないことを確認したものである。図3.2-6(7/10) 3.2-6(8/10)に示す流量，流速を見ると、給水停止直後には振動を生じるものの、約10秒で振動が収束しており、かつ不安定計算とならないことが確認できた。この機能確認計算では仮想的に給水・主蒸気流量を瞬時に停止しているが、実際の弁操作のように数秒の時間遅れを有すれば振動は緩和できると予想される。

なお、水系隔離直後もナトリウム側の温度が高いため、ナトリウムからの伝熱でサブクール水が沸騰する効果でヘッダ圧力が上昇するが、ナトリウム側からの伝熱量の低下に伴い、ヘッダ圧力上昇も抑制される。

⑤ 水系隔離・蒸気ブロー

図3.2-7に示す水系隔離・蒸気ブローは、④水系隔離状態より主蒸気ブロー弁を開いた場合の挙動を確認したものである。④水系隔離に比べて、ヘッダの圧力が低下していることが確認できる。また、図3.2-7(6/10)のブロー弁からの流量と、図3.2-7(8/10)

図3.2-7(7/10)の過熱器流量、蒸発器出口流量はほぼ等しいことから、蒸発器内で減圧沸騰した蒸気が輸送されて大気に放出されていると予想される。

なお、ブロー弁での流速は一定であることから、ブロー流量の変動は開口面積及びブロー点での比重量に依存していると言える。

⑥ 水系隔離・給水ブロー

図3.2-8に示す水系隔離・給水ブローは、④水系隔離状態より給水部ブロー弁を開いた場合の挙動を確認したものである。④水系隔離に比べて、ヘッダの圧力が極端に低下していることが確認できる。ヘッダ圧力で変曲点を有するのは図3.2-8(1/10)に示すように給水ヘッダが減圧沸騰を生じたためである。また、図3.2-8(3/10)に示す給水ヘッダの冷却材温度の挙動では伝熱管部からの逆流で比較的高温の水が供給されるため温度が上昇し、減圧沸騰で飽和温度に制限され、その後過熱蒸気状態となって再度温度が上昇している挙動が見られる。

なお、図3.2-8(6/10)のブロー弁からの流量と、図3.2-8(7/10)の蒸発器入口流量よりブロー流量の大部分は、蒸発器内の減圧沸騰により輸送されていることが判る。なお、過熱器の流量は停滞してブロー流量への寄与が小さいことを示している。なお、ブロー弁での流速が約20秒から急激に上昇しているのは、減圧沸騰により2相状態と変化したためである。

⑦ 水系隔離・両端ブロー

図3.2-9に示す水系隔離・両端ブローは、④水系隔離状態より給水部ブロー弁及び主蒸気ブロー弁を開いた場合の挙動を確認したものである。⑤水系隔離・主蒸気ブローの特徴と⑥水系隔離・給水ブローの特徴が現れている。特に、図3.2-9(8/10)に示す過熱器流量は、主蒸気ブロー流量とほぼ等しいが、図3.2-9(7/10)に示すように蒸発器流量では出入口流量方向が逆方向を示しており内部で分岐流となってい

ることが確認できる。

d. 配管逆流時の数値解法の変更

配管で流量が0近傍になると数値解放法の安定のため流動計算をスキップしていたものを、強制的に計算を行う様に変更した。この変更により、流量停滞時に計算が不可能であったものが改善された。ただし、流量停滞時には正逆流の流動振動が発生するようになった。この変更により、蒸気発生器の両端よりブローした場合の配管中での分岐流も解析できるようになった。

e. 計算変数名の変更

解析コード内で使用している計算変数名を使用しているモジュール毎に整理し、変更した。また、今後の機能拡張が容易にできるように、データプール方式を変更し common 文を独立させ include 文により必要なサブルーチンに組み込む方式に変更した。

f. 解析コードの整理

LEAPブローダウン解析コードのベースとなった解析コードで使用していた機能に特有で、LEAPブローダウン解析には使用しない機能（燃料ピンモデル等）を整理した。

表3.2-1 従来解析コードによる出力の指定

```

C *
C *      PLOTTER CONTROL DATA
C *
9000    1 PLOTTER  -10 2    10 0.100    0    1.000      /
9000    11 OPTION  5*20    1*20    1*100      /
9000   151 X-ADRS  100101    0.0    120.0      /
9000   161 Y-ADRS  200103 200104 200083 200084    1 / PHD - VOIDHD
9000   166      ( 2) 200183 200184 200133 200134    1 / THD - HHD
9000   171      ( 3) 200441 200442 200447    1    1 / WSPLIT
9000   176      ( 4) 311721 305521 306521 309521 310311 / PP PIPE-1
9000   181      ( 5) 311722 305522 306522 309522 310312 / PP PIPE-2
9000   186      ( 6) 401201 401202 401203 400274 308521 / WALL TEMP
9000   191      ( 7) 401211 401212 401213 400224 308522 / WALL TEMP
9000   196      ( 8) 400674 400729 315021 315022    1 / WALL TEMP
9000   201      ( 9) 327621 327622 327631 327632 327642 / HENT. QUALTY
9000   206      (10) 327521 327522 327531 327532 327542 / MASS. QUALTY
9000   261 YDATA  1*100    0.00*100 600.*100 1.00*100      /
C *
C *      TABLE PRINT OUT DATA      FOR FT11F001, FT12F001
C *
0000    1 TB-PRINT 02    01    10 0.100      /
0000    11 NFILE(N) 03    00    00    00    00    00    00    00      /
0000    21 KEXC( 1) 01    12    12    00    00    00    00    00    00    00 /
0000   101 NDIV( 1) 11    12    13    14    15    16    17    18    19    20 /
0000   181 NSYM( 1) 08    08    10    00    00    00    00    00    00    00 /
0000   261 Y-ADRS  200701 200702 200703 200704    1 / PHD
0000   265      200106 200107 200108 200109    1 / VOIDHD
0000   271      (2.1) 200181 200182 200183 200184    1 / THD
0000   275      200206 200207 200208 200209    1 / RHD
0000   281      (3.1) 313001 313011 313021 313031 313041 / THD
0000   286      313002 313012 313003 313013 313023 / THD
LITERAL=15A4, NCARD=2
0000  1061 HEAD( 1) TEST PRINT FOR LEAP-BW ( HEADER PRESSURE )
0000  1076      (2.1) TEST PRINT FOR LEAP-BW ( HEADER TEMP, RHO )
LITERAL=10A4, NCARD=8
0000  2261 SYM1( 1) PHD (1) PHD (2) PHD (3) PHD (4) VHD (1)
0000  2271      VHD (2) VHD (3) VHD (4)
0000  2281      (2.1) THD (1) THD (2) THD (3) THD (4) RHD (1)
0000  2291      RHD (2) RHD (3) RHD (4)
0000  3861 SYM2( 1)      (Pa)      (Pa)      (Pa)      (Pa)      (--)
0000  3871      (--)      (--)      (--)
0000  3881      (2.1)      (D.C)      (D.C)      (D.C)      (D.C) (KG/M3)
0000  3891      (KG/M3) (KG/M3) (KG/M3)

```

表3. 2-2 出力機能改良後の出力の指定

C *								/
C *			NPRT	NPLT	DTPRT	DTPLT		/
1000	51	PLOTOUT	1	1	0. 200	0. 190		/
C *								/
C *		PLOT-ID	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	/
1000	101	(1)	021300	021400	020131	020231		/ PRES.
1000	106	(2)	091300	091400	090131	090231		/ VOID.
1000	111	(3)	011300	011400	010131	010231		/ TEMP.
1000	116	(4)	071300	071400	070131	070231		/ DENSITY
1000	121	(5)	081100	081200	080131	080231		/ QUALTY
1000	126	(6)	100131	100231	110131	110231		/ H. T. F
1000	131	(7)	041110	041210	041220	040131	040231	/ FLOW
1000	136	(8)	051110	051210	051220	050131	050231	/ SPEED

表3.2-3 時系列プリント出力例

MODULE NO. 0 FILE NO. ONSTEP	1 2	MONJU SG BLOW DOWN CALCULATION										-----	
		TIME (SEC)	DT (SEC)	TEMP-HD3 (C)	TEMP-HD4 (C)	TEMP-LG1 (C)	TEMP-LG2 (C)	DENS-HD3 (KG/M3)	DENS-HD4 (KG/M3)	DENS-LG1 (KG/M3)	DENS-LG2 (KG/M3)	-----	
510		.200	.0200	2.395E+02	3.886E+02	3.089E+02	3.091E+02	8.255E+02	7.057E+01	7.156E+02	7.149E+02		
520		.400	.0200	2.395E+02	3.913E+02	3.095E+02	3.117E+02	8.256E+02	7.189E+01	7.141E+02	7.082E+02		
530		.600	.0200	2.395E+02	3.886E+02	3.119E+02	3.251E+02	8.256E+02	7.117E+01	7.076E+02	6.771E+02		
540		.800	.0200	2.395E+02	3.867E+02	3.150E+02	3.441E+02	8.257E+02	7.083E+01	6.999E+02	6.313E+02		
550		1.000	.0200	2.395E+02	3.856E+02	3.173E+02	3.561E+02	8.257E+02	7.078E+01	6.945E+02	5.697E+02		
560		1.200	.0200	2.395E+02	3.850E+02	3.186E+02	3.582E+02	8.257E+02	7.085E+01	6.915E+02	3.050E+02		
570		1.400	.0200	2.395E+02	3.848E+02	3.192E+02	3.540E+02	8.257E+02	7.100E+01	6.901E+02	2.148E+02		
580		1.600	.0200	2.395E+02	3.846E+02	3.196E+02	3.520E+02	8.256E+02	7.111E+01	6.891E+02	1.528E+02		
590		1.800	.0200	2.395E+02	3.844E+02	3.205E+02	3.521E+02	8.256E+02	7.112E+01	6.868E+02	1.169E+02		
600		2.000	.0200	2.395E+02	3.837E+02	3.220E+02	3.588E+02	8.256E+02	7.091E+01	6.833E+02	8.839E+01		
610		2.200	.0200	2.395E+02	3.829E+02	3.236E+02	3.846E+02	8.255E+02	7.060E+01	6.795E+02	6.956E+01		
620		2.400	.0200	2.395E+02	3.823E+02	3.253E+02	3.987E+02	8.255E+02	7.030E+01	6.756E+02	6.499E+01		
630		2.600	.0200	2.395E+02	3.818E+02	3.268E+02	4.044E+02	8.255E+02	7.001E+01	6.717E+02	6.308E+01		
640		2.800	.0200	2.394E+02	3.813E+02	3.283E+02	4.120E+02	8.255E+02	6.968E+01	6.682E+02	6.113E+01		
650		3.000	.0200	2.394E+02	3.809E+02	3.296E+02	4.114E+02	8.255E+02	6.934E+01	6.649E+02	6.092E+01		
660		3.200	.0200	2.394E+02	3.806E+02	3.307E+02	4.113E+02	8.254E+02	6.897E+01	6.621E+02	6.055E+01		
670		3.400	.0200	2.394E+02	3.803E+02	3.318E+02	4.138E+02	8.254E+02	6.857E+01	6.593E+02	5.977E+01		
680		3.600	.0200	2.394E+02	3.800E+02	3.328E+02	4.101E+02	8.254E+02	6.814E+01	6.567E+02	6.006E+01		
690		3.800	.0200	2.394E+02	3.797E+02	3.338E+02	4.090E+02	8.253E+02	6.769E+01	6.542E+02	6.015E+01		
700		4.000	.0200	2.394E+02	3.795E+02	3.348E+02	4.082E+02	8.253E+02	6.725E+01	6.516E+02	5.977E+01		
710		4.200	.0200	2.394E+02	3.794E+02	3.357E+02	4.069E+02	8.253E+02	6.679E+01	6.492E+02	5.953E+01		
720		4.400	.0200	2.394E+02	3.792E+02	3.366E+02	4.073E+02	8.252E+02	6.628E+01	6.467E+02	5.899E+01		
730		4.600	.0200	2.394E+02	3.790E+02	3.374E+02	4.052E+02	8.252E+02	6.576E+01	6.445E+02	5.920E+01		
740		4.800	.0200	2.393E+02	3.789E+02	3.382E+02	4.010E+02	8.251E+02	6.524E+01	6.423E+02	5.951E+01		
750		5.000	.0200	2.393E+02	3.787E+02	3.390E+02	3.993E+02	8.251E+02	6.470E+01	6.401E+02	5.956E+01		
760		5.200	.0200	2.393E+02	3.786E+02	3.399E+02	3.965E+02	8.251E+02	6.416E+01	6.376E+02	5.955E+01		
770		5.400	.0200	2.393E+02	3.785E+02	3.409E+02	3.960E+02	8.250E+02	6.360E+01	6.350E+02	5.921E+01		
780		5.600	.0200	2.393E+02	3.786E+02	3.422E+02	3.945E+02	8.250E+02	6.306E+01	6.314E+02	5.905E+01		
790		5.800	.0200	2.393E+02	3.785E+02	3.438E+02	3.943E+02	8.249E+02	6.250E+01	6.272E+02	5.860E+01		
800		6.000	.0200	2.393E+02	3.784E+02	3.403E+02	3.956E+02	8.249E+02	6.191E+01	6.086E+02	5.916E+01		
810		6.200	.0200	2.393E+02	3.784E+02	3.396E+02	4.083E+02	8.248E+02	6.133E+01	5.613E+02	5.478E+01		
820		6.400	.0200	2.393E+02	3.784E+02	3.390E+02	4.139E+02	8.247E+02	6.075E+01	5.209E+02	5.341E+01		

表3.2-3 時系列プリント出力例

MONJU SG BLOW DOWN CALCULATION													
1MODULE NO.		-----											
0 FILE NO.		-----											
ONSTEP	TIME (SEC)	DT (SEC)	TEMP-HD3 (C)	TEMP-HD4 (C)	TEMP-LG1 (C)	TEMP-LG2 (C)	DENS-HD3 (KG/M3)	DENS-HD4 (KG/M3)	DENS-LG1 (KG/M3)	-----			
1010	10.200	.0200	2.397E+02	3.807E+02	3.264E+02	5.410E+02	8.231E+02	4.962E+01	2.187E+02	3.443E+01			
1020	10.400	.0200	2.397E+02	3.809E+02	3.257E+02	5.494E+02	8.230E+02	4.907E+01	2.115E+02	3.367E+01			
1030	10.600	.0200	2.398E+02	3.812E+02	3.250E+02	5.577E+02	8.229E+02	4.852E+01	2.043E+02	3.290E+01			
1040	10.800	.0200	2.398E+02	3.813E+02	3.244E+02	5.657E+02	8.228E+02	4.796E+01	1.976E+02	3.222E+01			
1050	11.000	.0200	2.399E+02	3.816E+02	3.236E+02	5.710E+02	8.226E+02	4.742E+01	1.910E+02	3.166E+01			
1060	11.200	.0200	2.399E+02	3.818E+02	3.229E+02	5.771E+02	8.225E+02	4.689E+01	1.848E+02	3.110E+01			
1070	11.400	.0200	2.399E+02	3.820E+02	3.222E+02	5.839E+02	8.224E+02	4.635E+01	1.788E+02	3.050E+01			
1080	11.600	.0200	2.400E+02	3.822E+02	3.215E+02	5.915E+02	8.223E+02	4.581E+01	1.732E+02	2.989E+01			
1090	11.800	.0200	2.400E+02	3.824E+02	3.208E+02	5.995E+02	8.222E+02	4.528E+01	1.678E+02	2.926E+01			
1100	12.000	.0200	2.401E+02	3.826E+02	3.201E+02	6.043E+02	8.220E+02	4.475E+01	1.624E+02	2.882E+01			
1110	12.200	.0200	2.401E+02	3.828E+02	3.194E+02	6.071E+02	8.219E+02	4.422E+01	1.571E+02	2.847E+01			
1120	12.400	.0200	2.402E+02	3.831E+02	3.187E+02	6.077E+02	8.218E+02	4.371E+01	1.523E+02	2.817E+01			
1130	12.600	.0200	2.402E+02	3.834E+02	3.179E+02	6.101E+02	8.217E+02	4.321E+01	1.473E+02	2.780E+01			
1140	12.800	.0200	2.402E+02	3.835E+02	3.172E+02	6.135E+02	8.215E+02	4.269E+01	1.426E+02	2.741E+01			
1150	13.000	.0200	2.403E+02	3.837E+02	3.165E+02	6.158E+02	8.214E+02	4.218E+01	1.382E+02	2.706E+01			
1160	13.200	.0200	2.403E+02	3.839E+02	3.158E+02	6.160E+02	8.213E+02	4.168E+01	1.336E+02	2.680E+01			
1170	13.400	.0200	2.404E+02	3.841E+02	3.151E+02	6.162E+02	8.211E+02	4.118E+01	1.293E+02	2.655E+01			
1180	13.600	.0200	2.405E+02	3.843E+02	3.144E+02	6.160E+02	8.210E+02	4.070E+01	1.252E+02	2.630E+01			
1190	13.800	.0200	2.405E+02	3.845E+02	3.136E+02	6.155E+02	8.209E+02	4.021E+01	1.211E+02	2.604E+01			
1200	14.000	.0200	2.406E+02	3.847E+02	3.129E+02	6.132E+02	8.207E+02	3.972E+01	1.172E+02	2.586E+01			
1210	14.200	.0200	2.406E+02	3.849E+02	3.120E+02	5.918E+02	8.206E+02	3.924E+01	1.132E+02	2.629E+01			
1220	14.400	.0200	2.407E+02	3.850E+02	3.113E+02	5.251E+02	8.205E+02	3.875E+01	1.099E+02	2.886E+01			
1230	14.600	.0200	2.407E+02	3.852E+02	3.106E+02	4.830E+02	8.203E+02	3.827E+01	1.076E+02	3.087E+01			
1240	14.800	.0200	2.408E+02	3.854E+02	3.099E+02	4.693E+02	8.202E+02	3.780E+01	1.060E+02	3.134E+01			
1250	15.000	.0200	2.408E+02	3.856E+02	3.091E+02	4.636E+02	8.200E+02	3.733E+01	1.047E+02	3.136E+01			
1260	15.200	.0200	2.409E+02	3.858E+02	3.083E+02	4.605E+02	8.199E+02	3.686E+01	1.036E+02	3.120E+01			
1270	15.400	.0200	2.410E+02	3.860E+02	3.076E+02	4.588E+02	8.197E+02	3.641E+01	1.023E+02	3.097E+01			
1280	15.600	.0200	2.410E+02	3.862E+02	3.068E+02	4.580E+02	8.196E+02	3.595E+01	1.008E+02	3.068E+01			
1290	15.800	.0200	2.411E+02	3.864E+02	3.062E+02	4.569E+02	8.194E+02	3.549E+01	9.961E+01	3.043E+01			
1300	16.000	.0200	2.411E+02	3.867E+02	3.054E+02	4.561E+02	8.193E+02	3.506E+01	9.819E+01	3.011E+01			
1310	16.200	.0200	2.412E+02	3.869E+02	3.046E+02	4.560E+02	8.191E+02	3.462E+01	9.672E+01	2.981E+01			
1320	16.400	.0200	2.413E+02	3.871E+02	3.038E+02	4.561E+02	8.190E+02	3.418E+01	9.531E+01	2.944E+01			

表3.2-3 時系列プリント出力例

MODULE NO.	FILE NO.	MONJU SG BLOW DOWN CALCULATION										-----		
		ONSTEP	TIME (SEC)	DT (SEC)	TEMP-HD3 (C)	TEMP-HD4 (C)	TEMP-LG1 (C)	TEMP-LG2 (C)	DENS-HD3 (KG/M3)	DENS-HD4 (KG/M3)	DENS-LG1 (KG/M3)	DENS-LG2 (KG/M3)	-----	
1510	20.200	.0200	2.425E+02	3.901E+02	2.885E+02	4.641E+02	8.160E+02	2.648E+01	6.730E+01	2.306E+01	2.777E+01	2.244E+01		
1520	20.400	.0200	2.425E+02	3.903E+02	2.878E+02	4.646E+02	8.159E+02	2.612E+01	6.593E+01	2.277E+01	2.244E+01	2.216E+01		
1530	20.600	.0200	2.426E+02	3.906E+02	2.870E+02	4.653E+02	8.157E+02	2.577E+01	6.455E+01	2.244E+01	2.216E+01	2.184E+01		
1540	20.800	.0200	2.427E+02	3.908E+02	2.862E+02	4.660E+02	8.156E+02	2.541E+01	6.317E+01	2.216E+01	2.184E+01	2.156E+01		
1550	21.000	.0200	2.428E+02	3.910E+02	2.853E+02	4.666E+02	8.154E+02	2.507E+01	6.174E+01	2.184E+01	2.156E+01	2.126E+01		
1560	21.200	.0200	2.428E+02	3.912E+02	2.845E+02	4.670E+02	8.153E+02	2.472E+01	6.037E+01	2.156E+01	2.126E+01	2.097E+01		
1570	21.400	.0200	2.429E+02	3.914E+02	2.837E+02	4.676E+02	8.151E+02	2.438E+01	5.900E+01	2.126E+01	2.097E+01	2.071E+01		
1580	21.600	.0200	2.430E+02	3.916E+02	2.829E+02	4.681E+02	8.149E+02	2.404E+01	5.768E+01	2.097E+01	2.071E+01	2.043E+01		
1590	21.800	.0200	2.430E+02	3.918E+02	2.821E+02	4.682E+02	8.148E+02	2.371E+01	5.636E+01	2.071E+01	2.043E+01	2.019E+01		
1600	22.000	.0200	2.431E+02	3.920E+02	2.813E+02	4.684E+02	8.146E+02	2.338E+01	5.502E+01	2.043E+01	2.019E+01	1.992E+01		
1610	22.200	.0200	2.432E+02	3.922E+02	2.805E+02	4.683E+02	8.145E+02	2.306E+01	5.376E+01	2.019E+01	1.992E+01	1.965E+01		
1620	22.400	.0200	2.432E+02	3.925E+02	2.797E+02	4.687E+02	8.143E+02	2.274E+01	5.248E+01	1.992E+01	1.965E+01	1.938E+01		
1630	22.600	.0200	2.433E+02	3.927E+02	2.789E+02	4.693E+02	8.141E+02	2.243E+01	5.120E+01	1.965E+01	1.938E+01	1.911E+01		
1640	22.800	.0200	2.434E+02	3.930E+02	2.782E+02	4.697E+02	8.140E+02	2.212E+01	4.997E+01	1.938E+01	1.911E+01	1.885E+01		
1650	23.000	.0200	2.435E+02	3.932E+02	2.773E+02	4.706E+02	8.138E+02	2.182E+01	4.872E+01	1.911E+01	1.885E+01	1.860E+01		
1660	23.200	.0200	2.435E+02	3.934E+02	2.766E+02	4.712E+02	8.136E+02	2.152E+01	4.751E+01	1.885E+01	1.860E+01	1.831E+01		
1670	23.400	.0200	2.436E+02	3.937E+02	2.758E+02	4.719E+02	8.135E+02	2.123E+01	4.633E+01	1.860E+01	1.831E+01	1.806E+01		
1680	23.600	.0200	2.437E+02	3.939E+02	2.749E+02	4.730E+02	8.133E+02	2.094E+01	4.510E+01	1.831E+01	1.806E+01	1.781E+01		
1690	23.800	.0200	2.438E+02	3.940E+02	2.741E+02	4.737E+02	8.131E+02	2.064E+01	4.395E+01	1.806E+01	1.781E+01	1.753E+01		
1700	24.000	.0200	2.438E+02	3.941E+02	2.734E+02	4.744E+02	8.130E+02	2.036E+01	4.282E+01	1.781E+01	1.753E+01	1.725E+01		
1710	24.200	.0200	2.439E+02	3.942E+02	2.725E+02	4.755E+02	8.128E+02	2.007E+01	4.168E+01	1.753E+01	1.725E+01	1.697E+01		
1720	24.400	.0200	2.440E+02	3.942E+02	2.716E+02	4.767E+02	8.126E+02	1.979E+01	4.054E+01	1.725E+01	1.697E+01	1.671E+01		
1730	24.600	.0200	2.441E+02	3.942E+02	2.708E+02	4.779E+02	8.125E+02	1.950E+01	3.944E+01	1.697E+01	1.671E+01	1.646E+01		
1740	24.800	.0200	2.441E+02	3.942E+02	2.699E+02	4.788E+02	8.123E+02	1.922E+01	3.837E+01	1.671E+01	1.646E+01	1.618E+01		
1750	25.000	.0200	2.442E+02	3.942E+02	2.690E+02	4.797E+02	8.121E+02	1.894E+01	3.731E+01	1.646E+01	1.618E+01	1.593E+01		
1760	25.200	.0200	2.443E+02	3.942E+02	2.681E+02	4.807E+02	8.119E+02	1.866E+01	3.626E+01	1.618E+01	1.593E+01	1.567E+01		
1770	25.400	.0200	2.444E+02	3.941E+02	2.673E+02	4.816E+02	8.118E+02	1.838E+01	3.524E+01	1.593E+01	1.567E+01	1.542E+01		
1780	25.600	.0200	2.445E+02	3.940E+02	2.664E+02	4.827E+02	8.116E+02	1.811E+01	3.424E+01	1.567E+01	1.542E+01	1.515E+01		
1790	25.800	.0200	2.445E+02	3.940E+02	2.655E+02	4.836E+02	8.114E+02	1.783E+01	3.326E+01	1.542E+01	1.515E+01	1.490E+01		
1800	26.000	.0200	2.446E+02	3.939E+02	2.646E+02	4.848E+02	8.112E+02	1.756E+01	3.229E+01	1.515E+01	1.490E+01	1.465E+01		
1810	26.200	.0200	2.447E+02	3.938E+02	2.637E+02	4.857E+02	8.110E+02	1.729E+01	3.131E+01	1.490E+01	1.465E+01	1.440E+01		

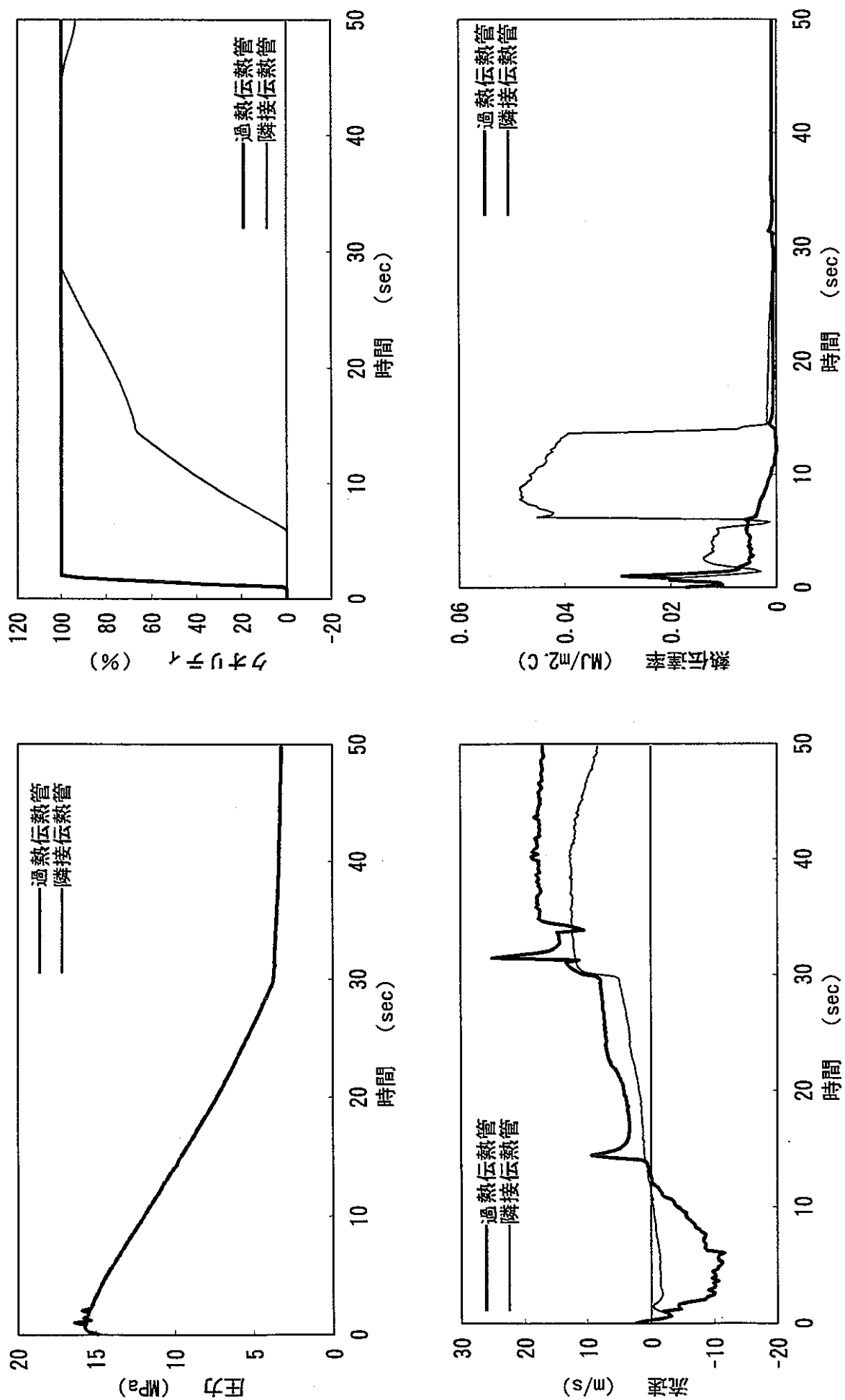


図3.2-1 出力変数の指定方法の改善後のプロット出力例 (1)

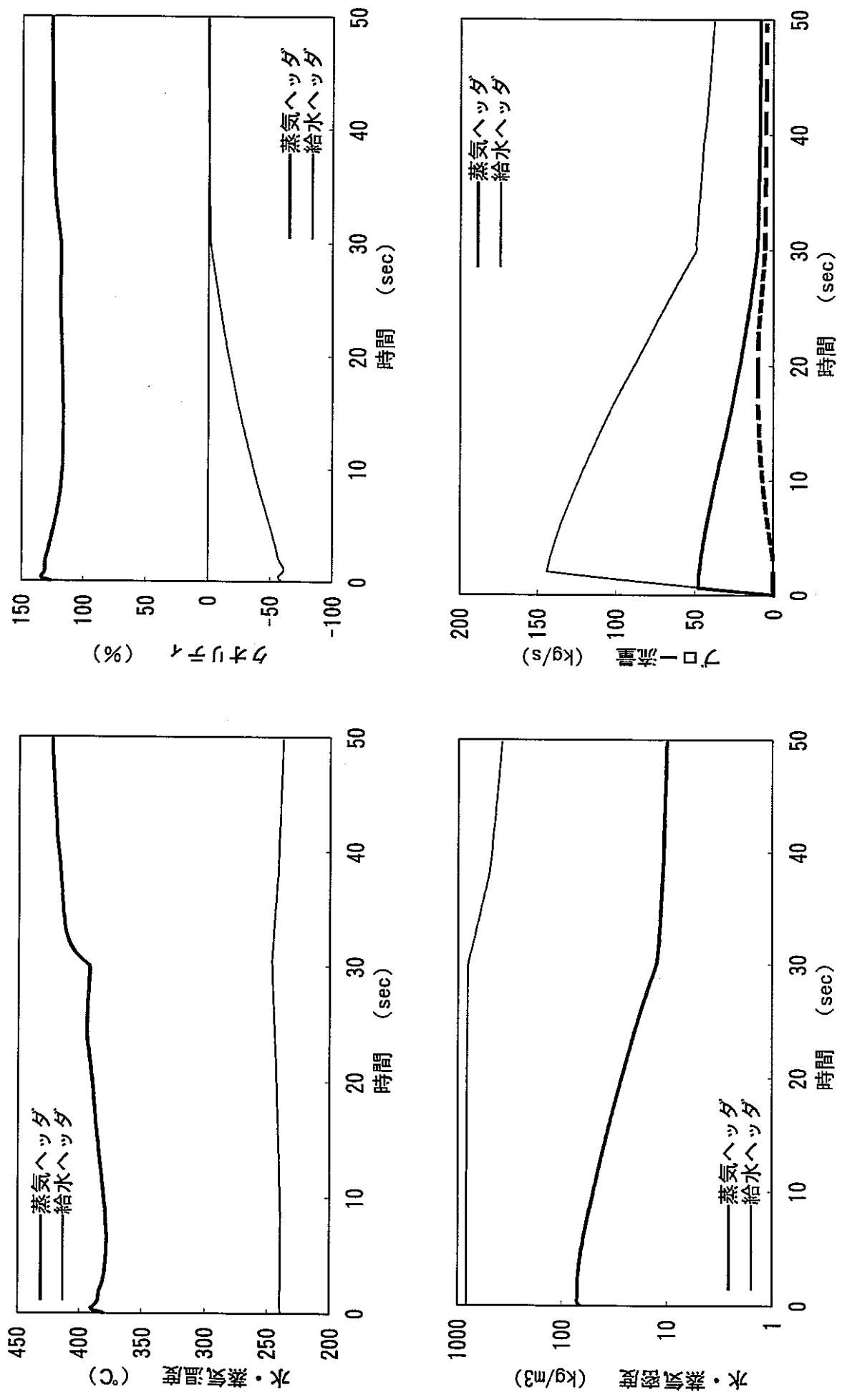


図3.2-2 出力変数の指定方法の改善後のプロット出力例(2)

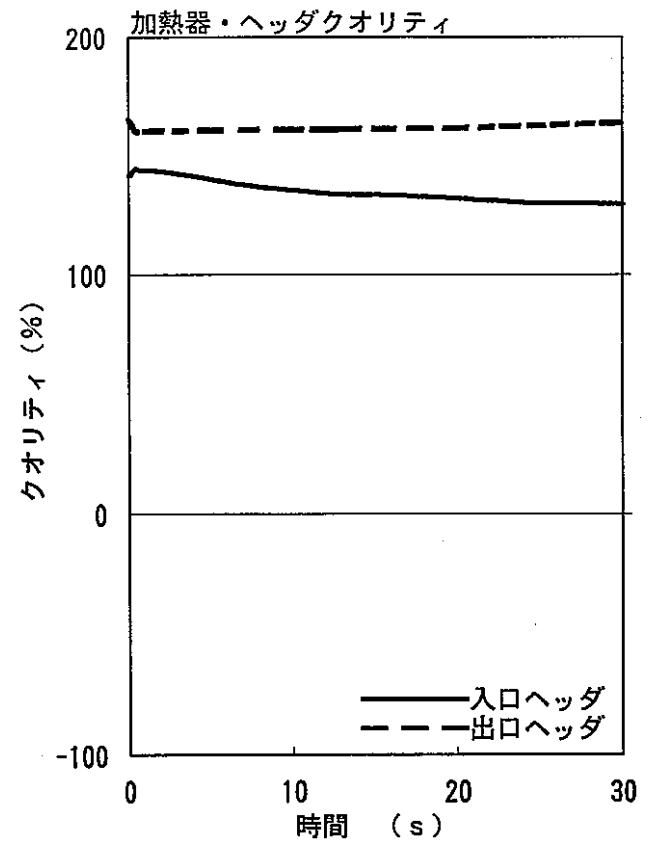
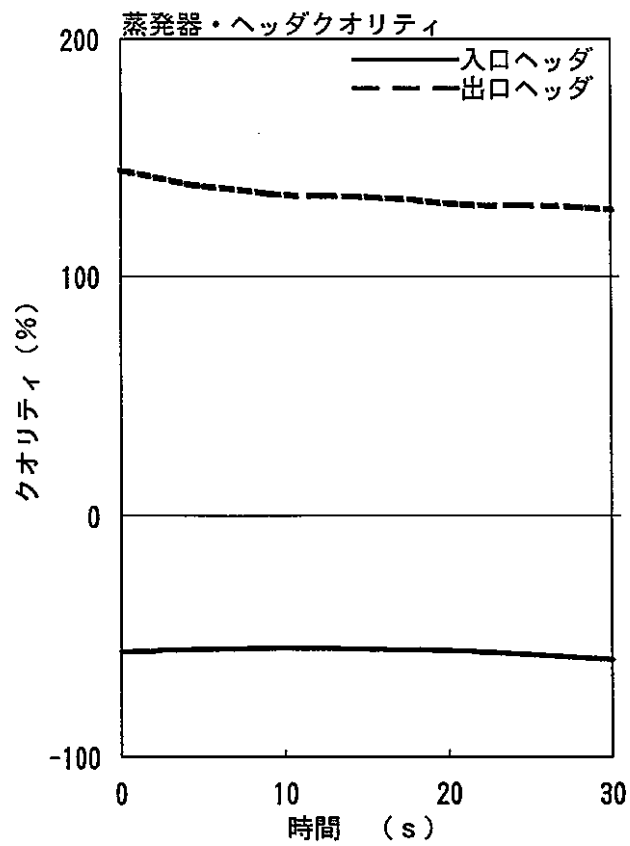
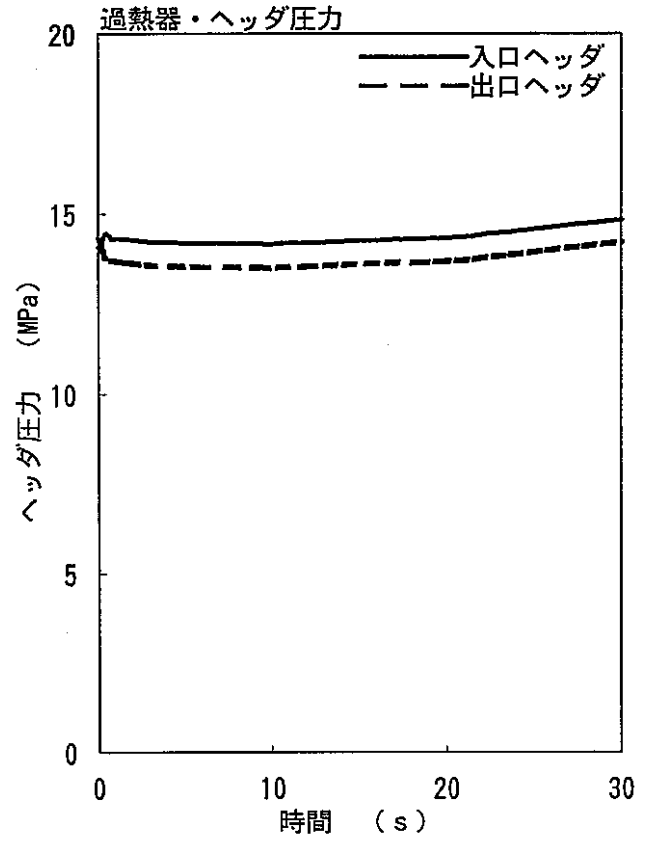
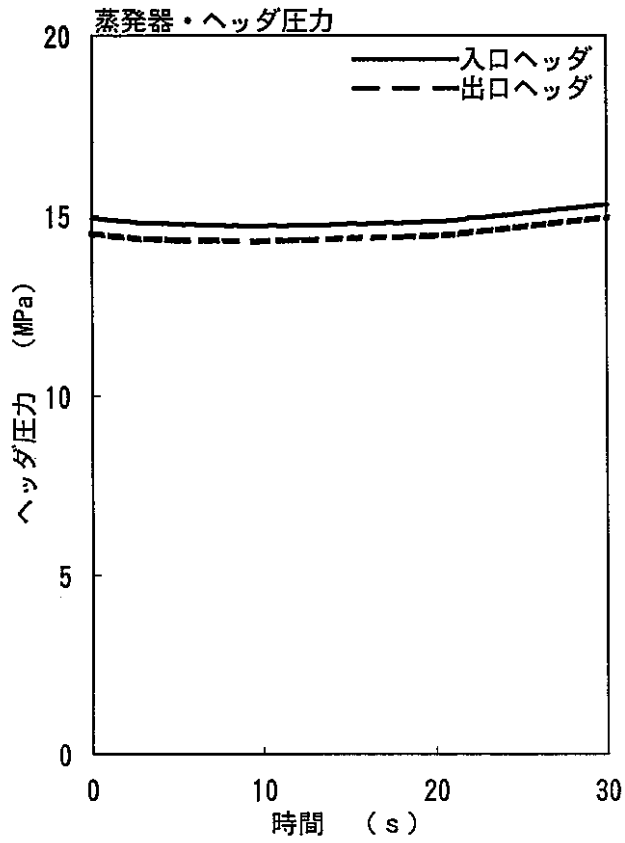


図3.2-3(1/5) 50MWtSG・安定性解析結果

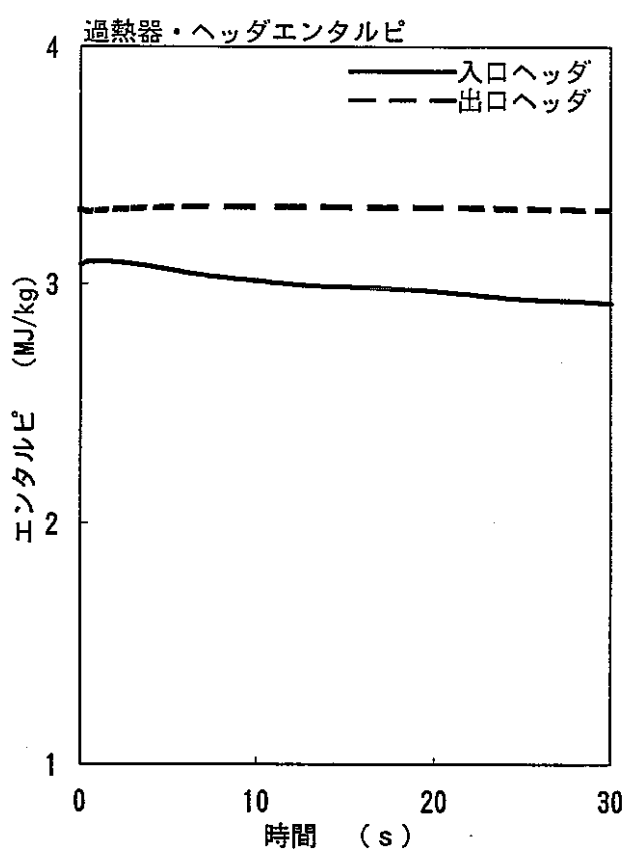
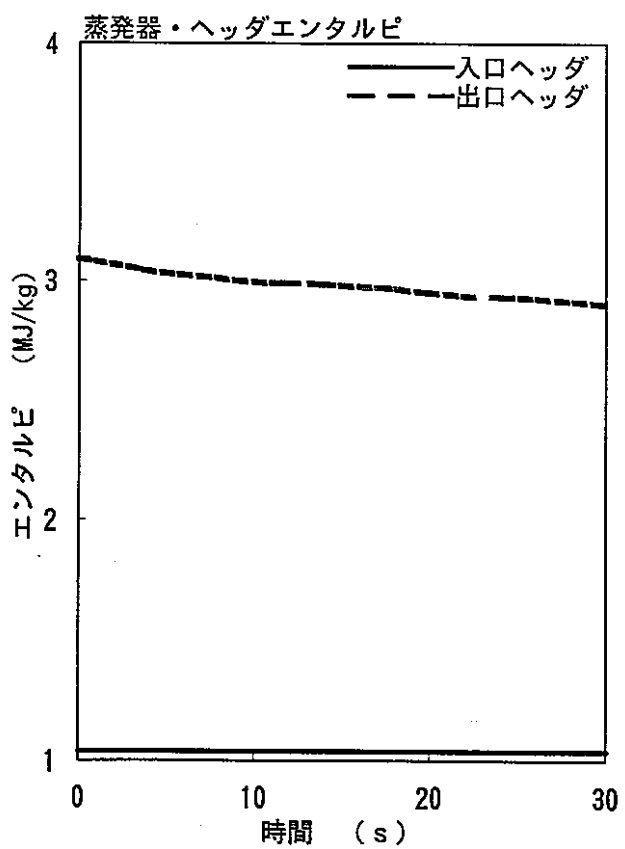
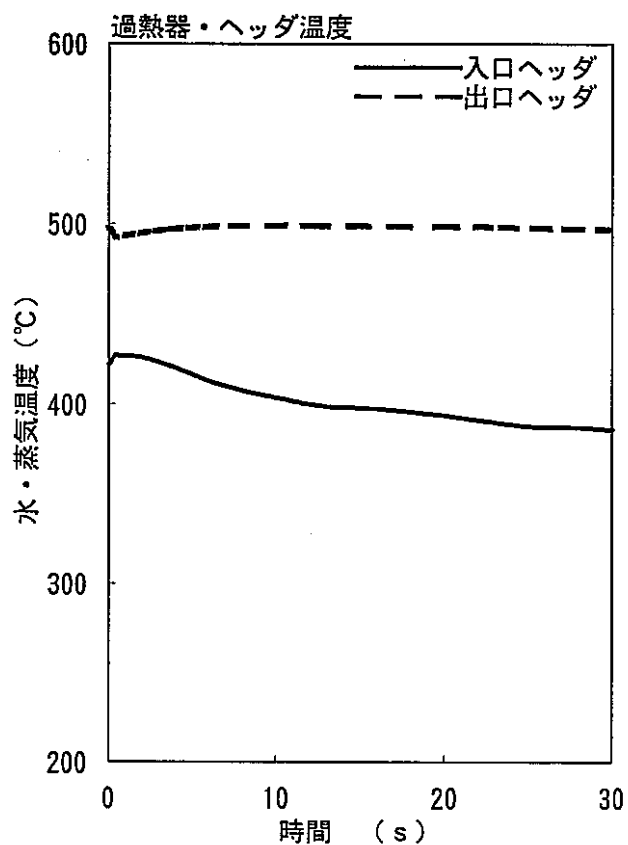
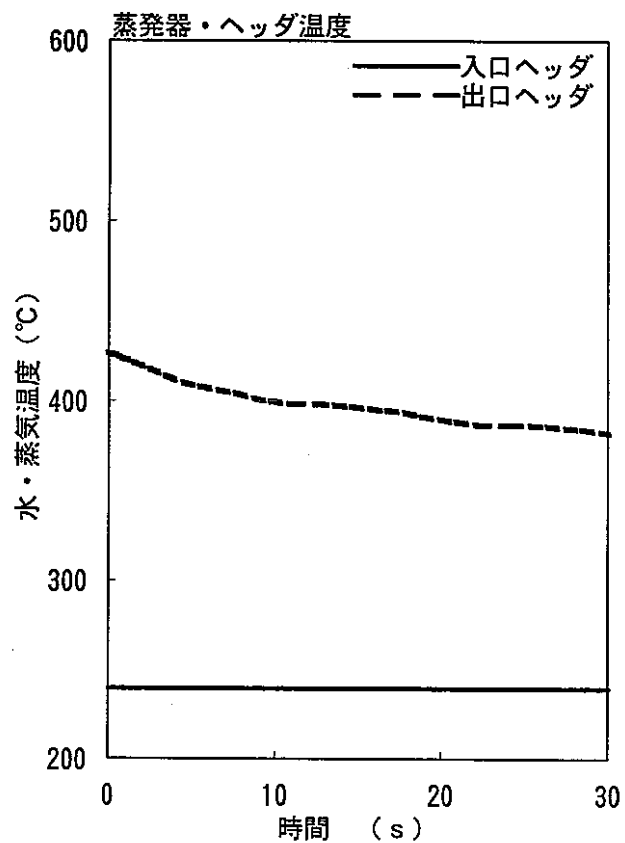


図3.2-3(2/5) 50MW_tSG・安定性解析結果

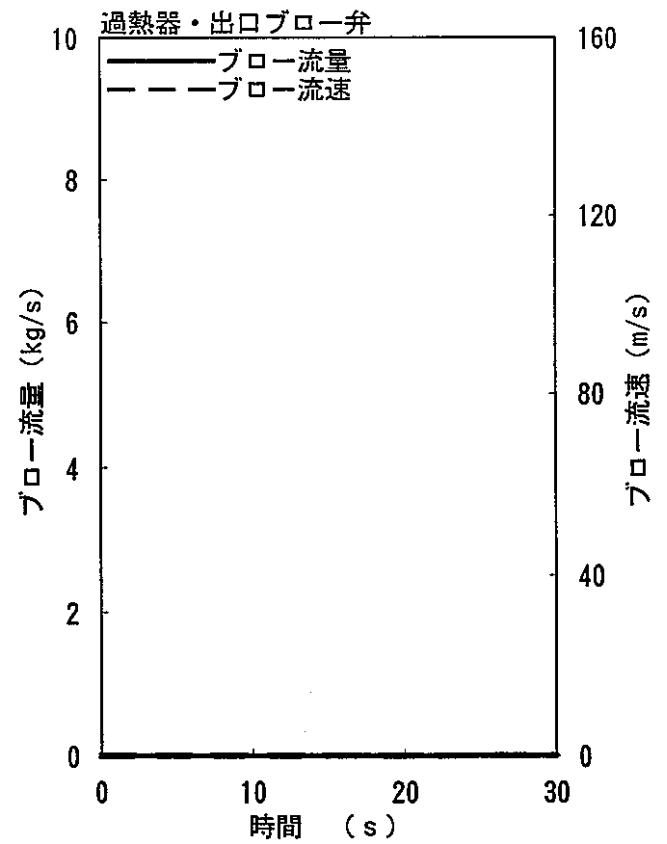
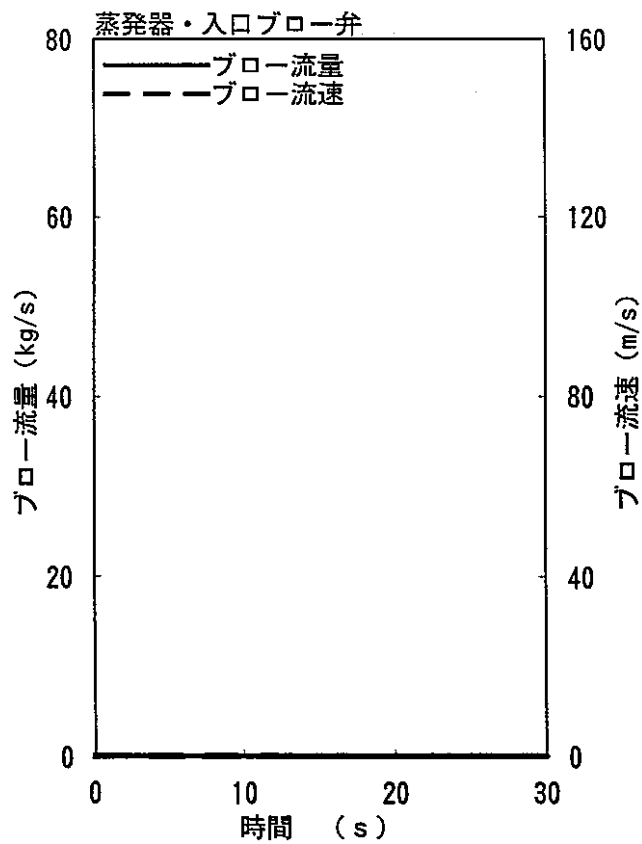
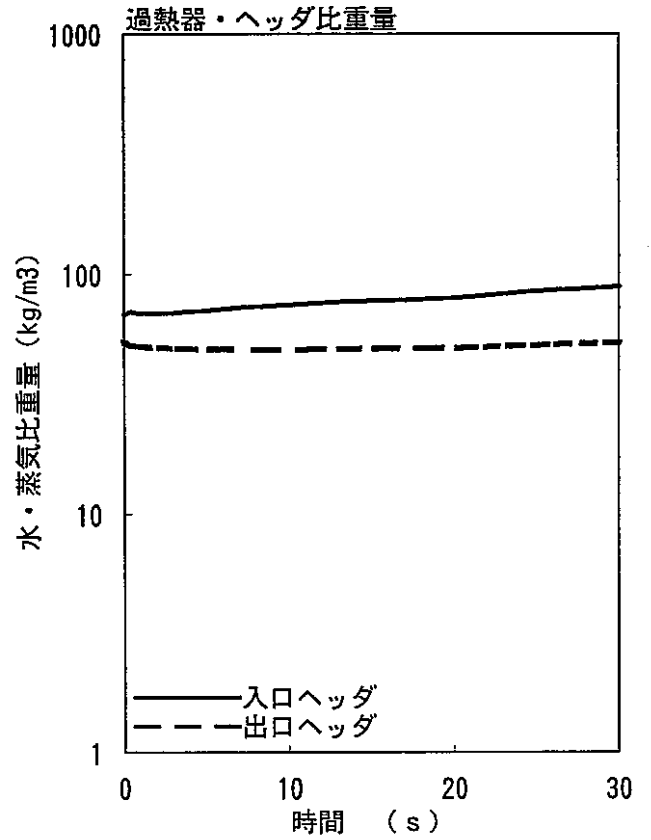
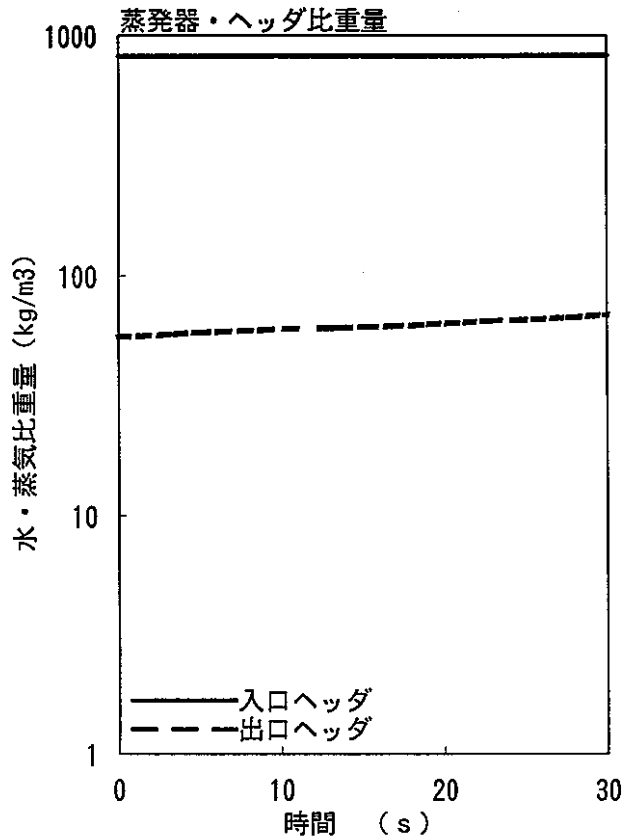


図3.2-3(3/5) 50MWtSG・安定性解析結果

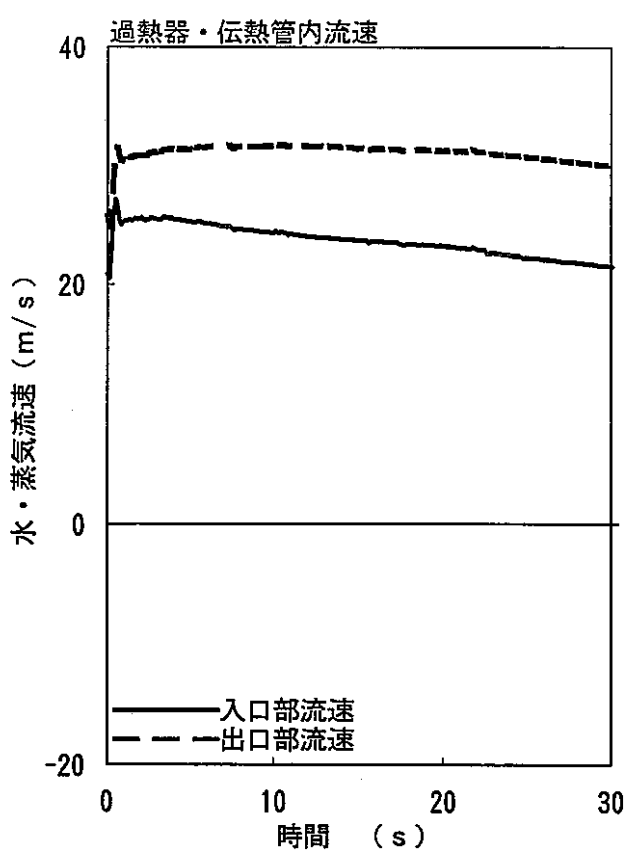
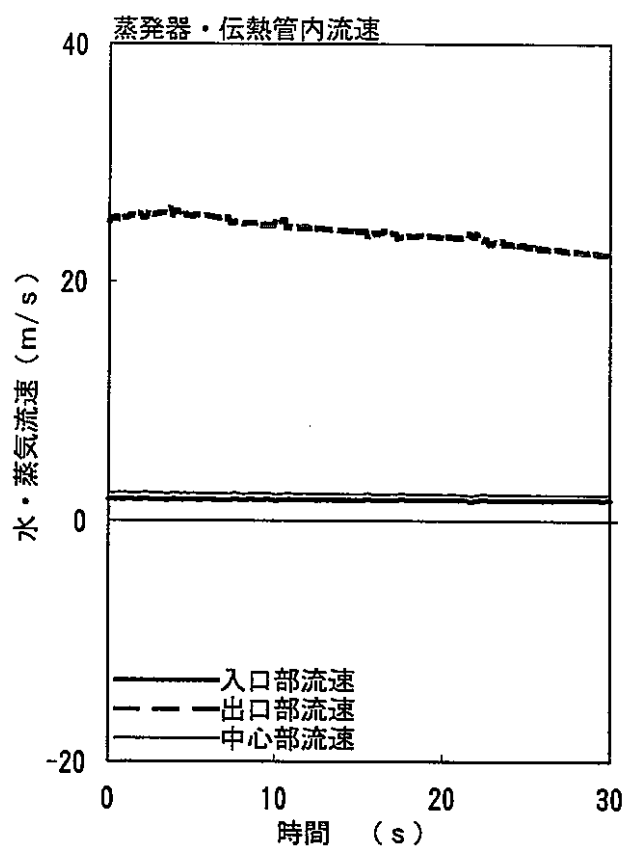
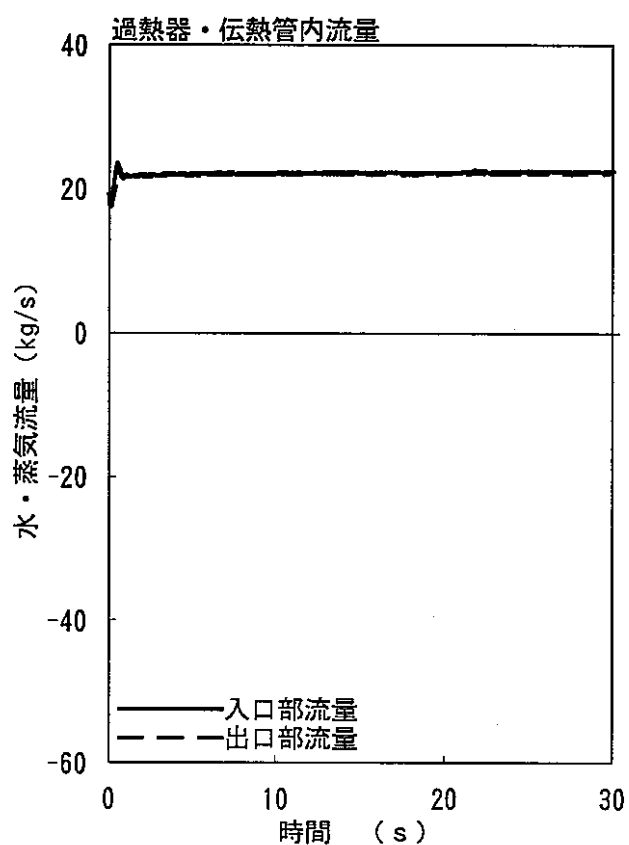
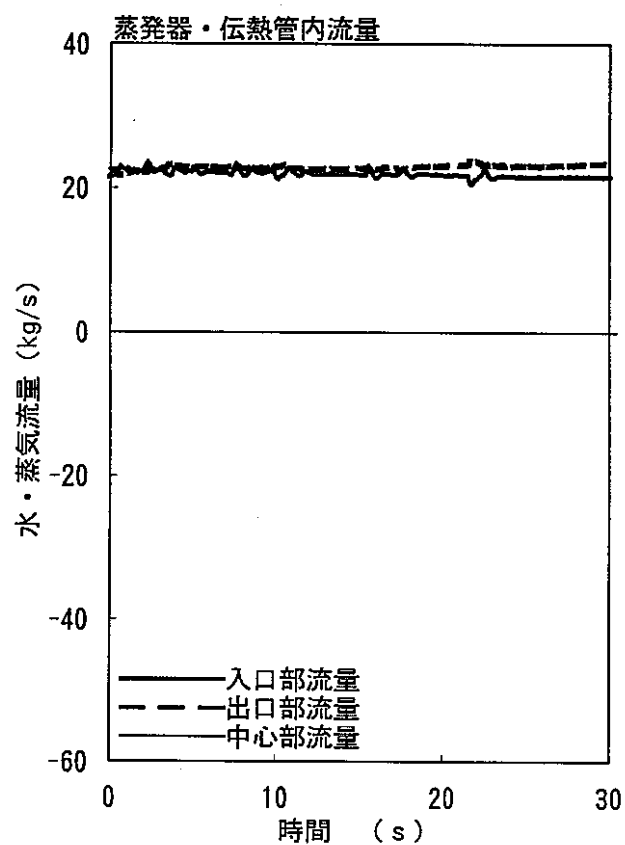


図3.2-3(4/5) 50 MWtSG・安定性解析結果

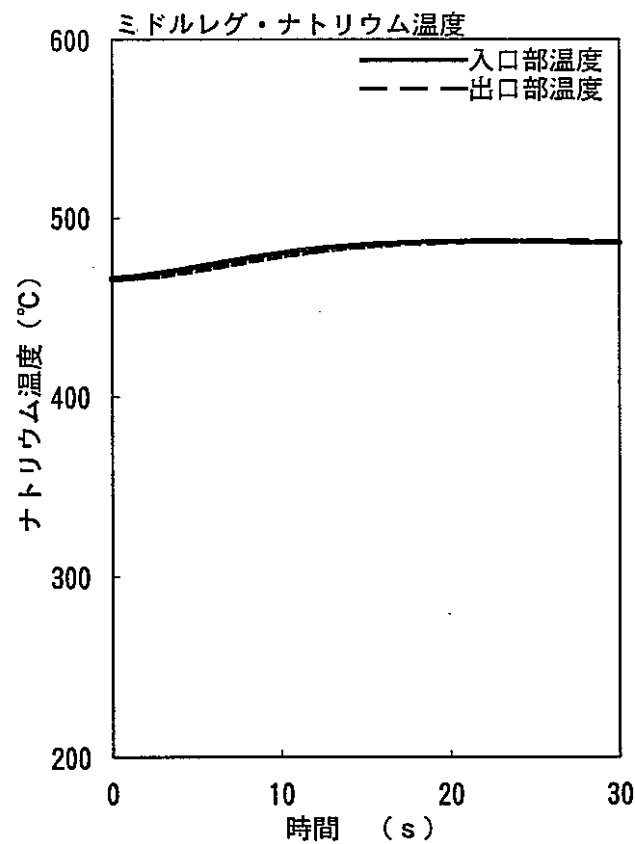
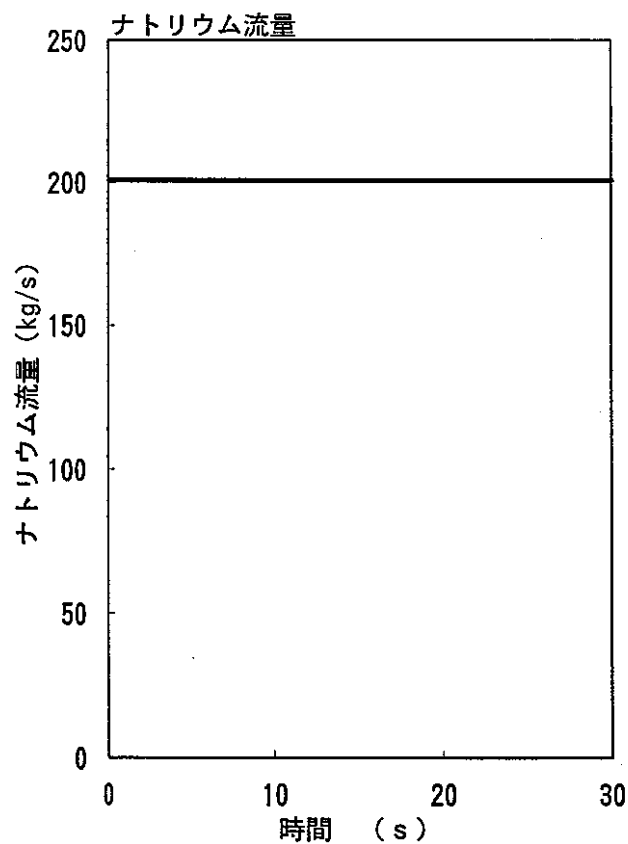
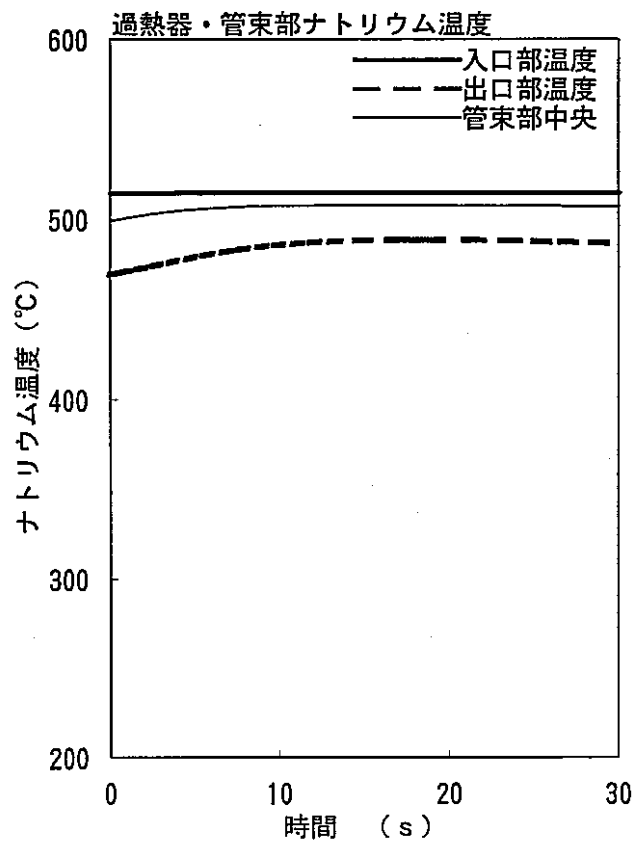
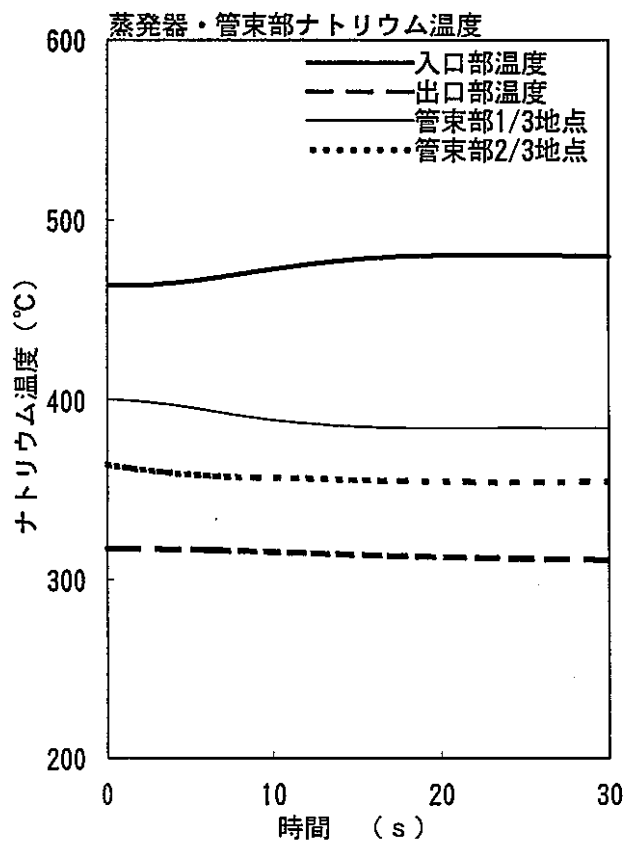


図3.2-3(5/5) 50MWtSG・安定性解析結果

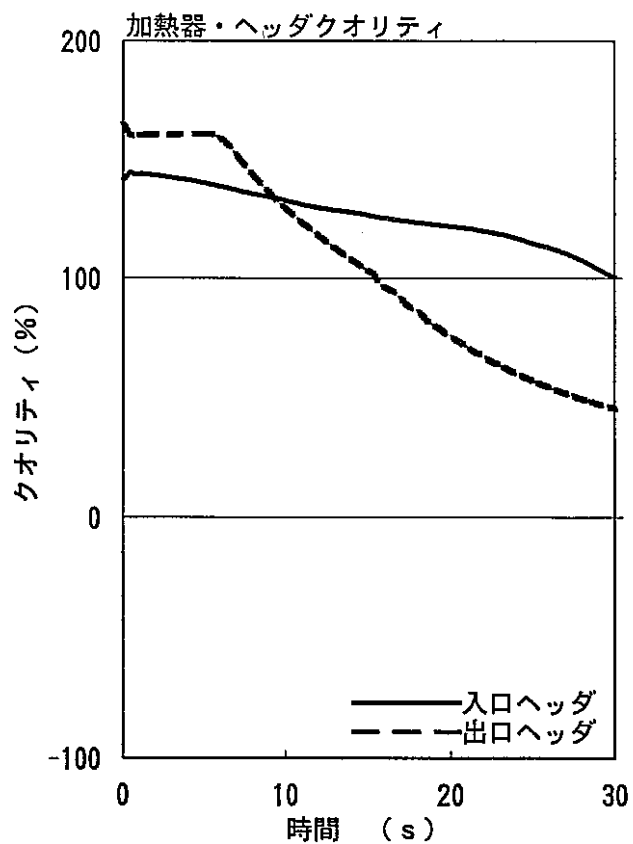
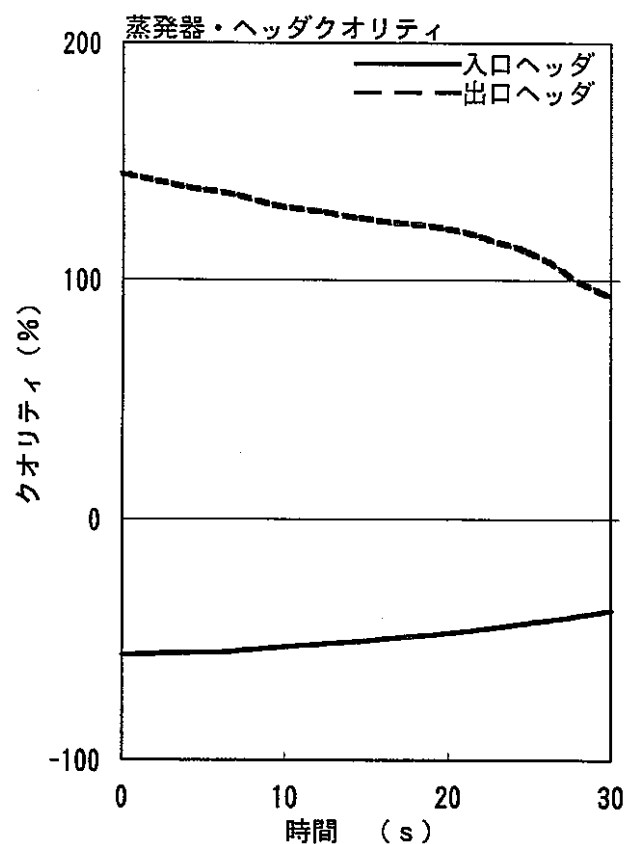
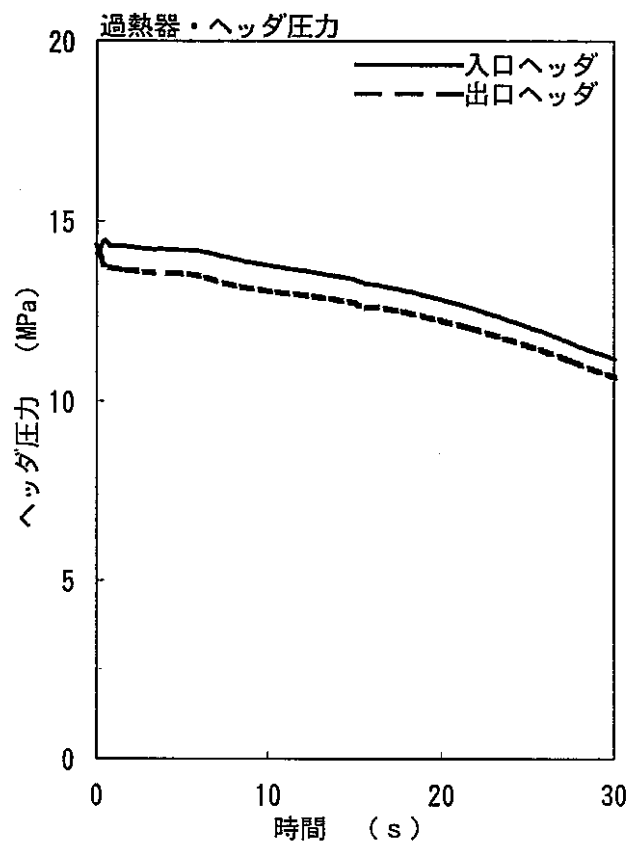
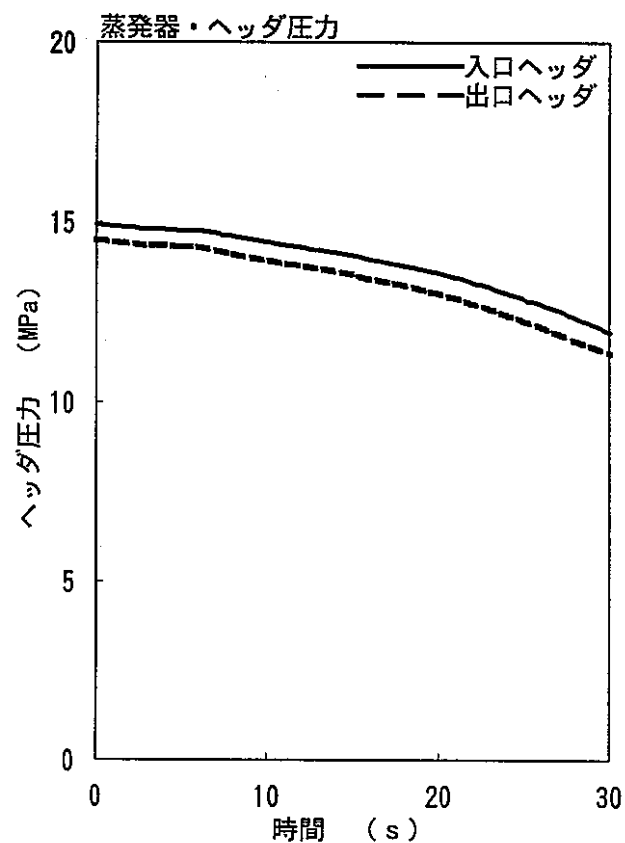


図3.2-4(1/5) 50MWtSG・ナトリウム入口温度外乱解析結果

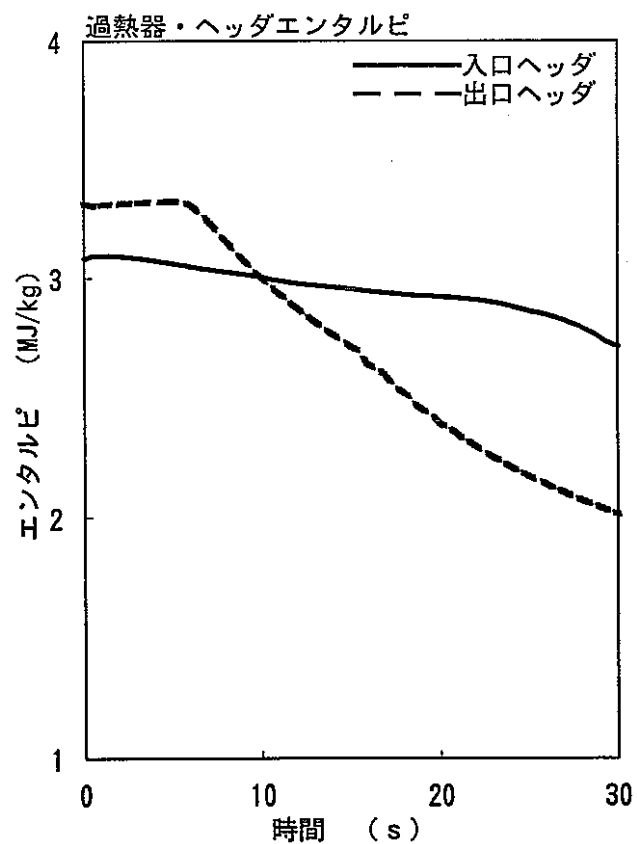
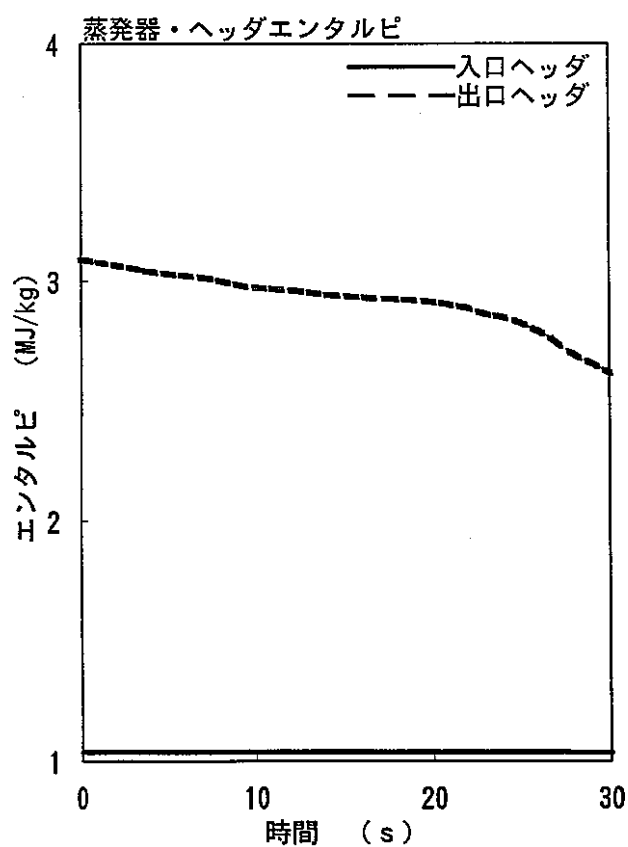
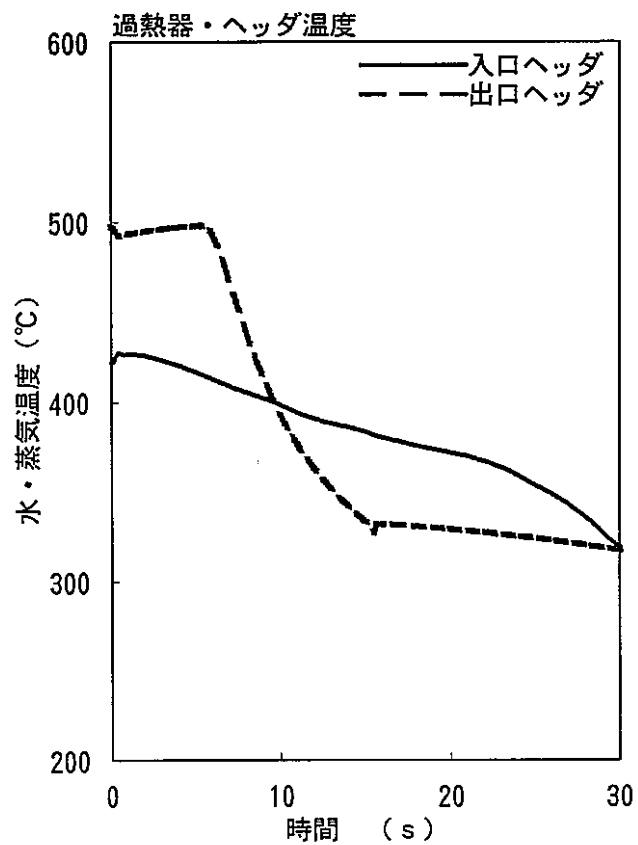
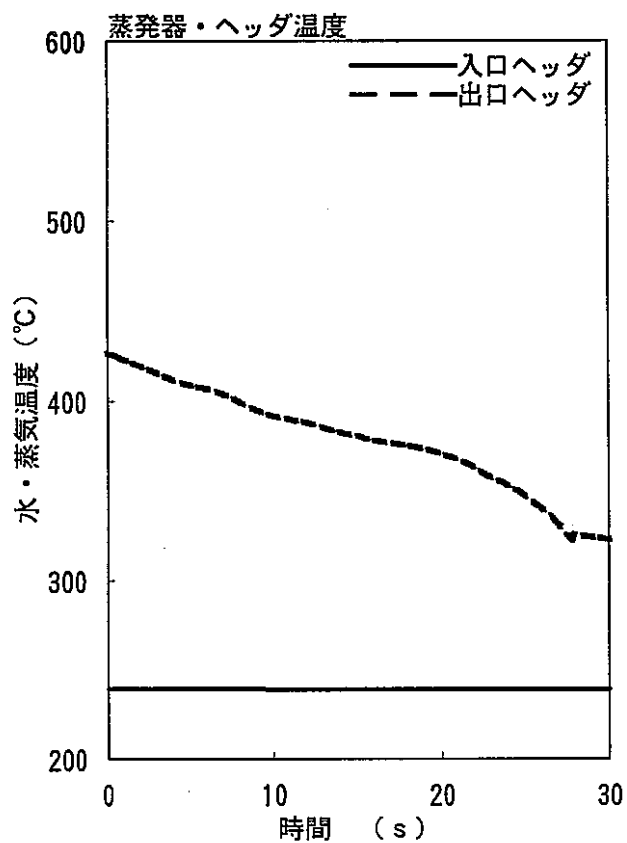


図3.2-4(2/5) 50MWtSG・ナトリウム入口温度外乱解析結果

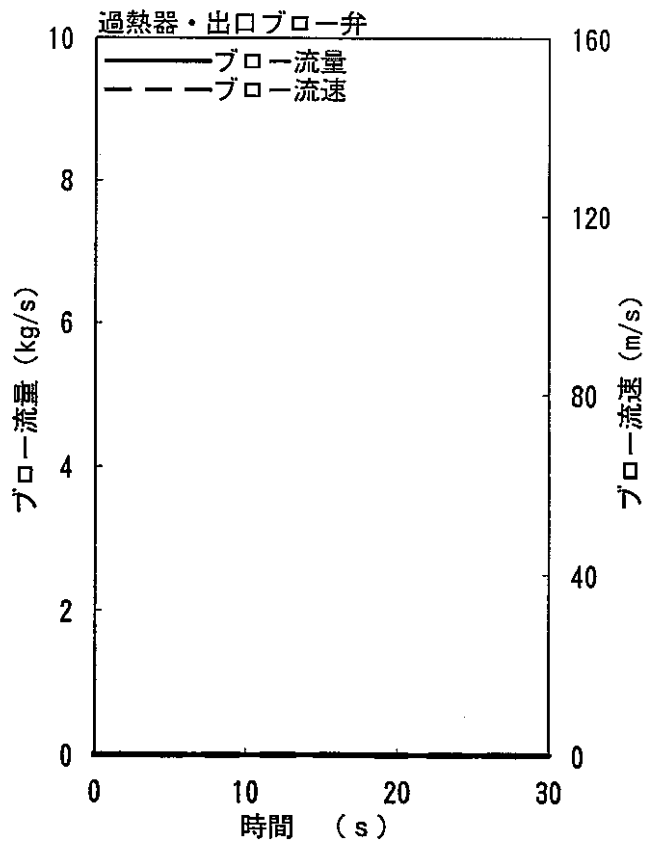
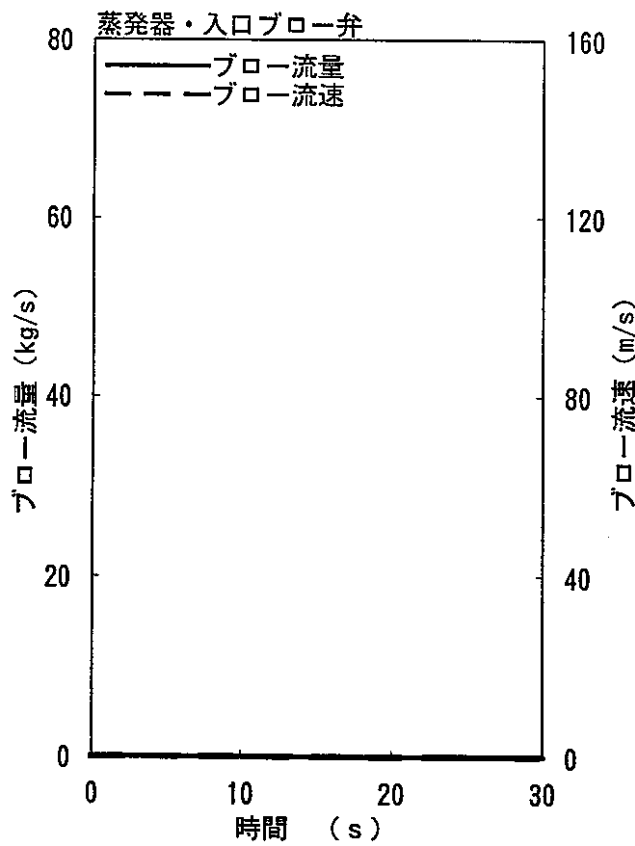
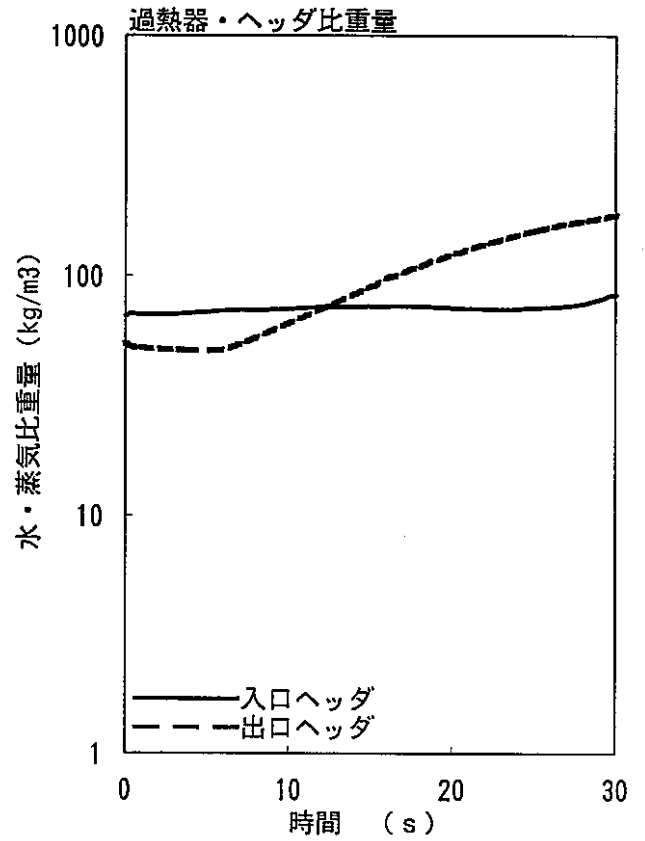
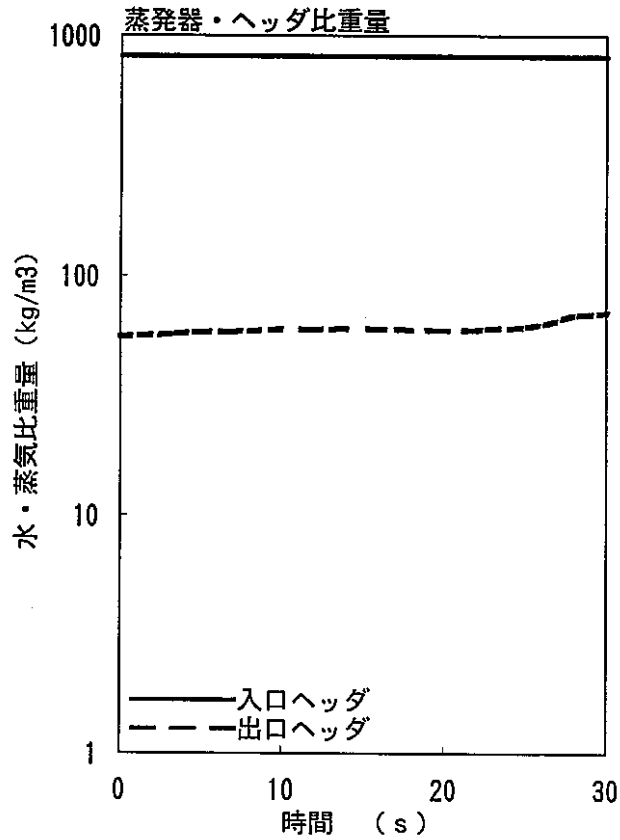


図3.2-4(3/5) 50MWtSG・ナトリウム入口温度外乱解析結果

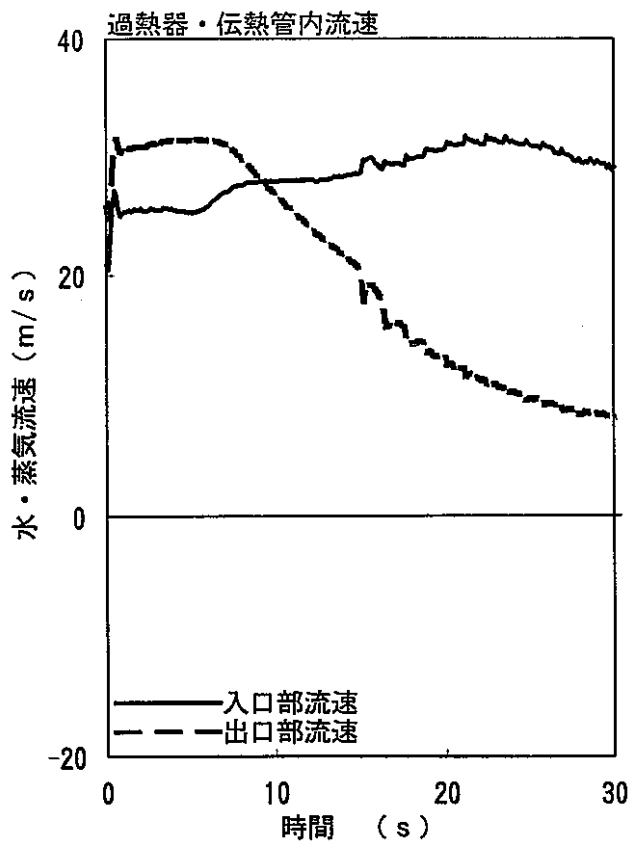
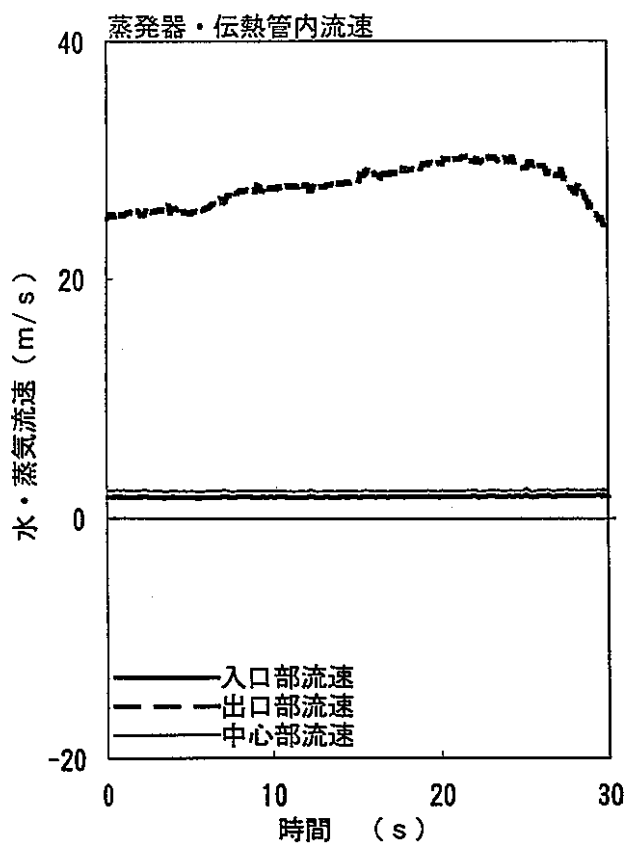
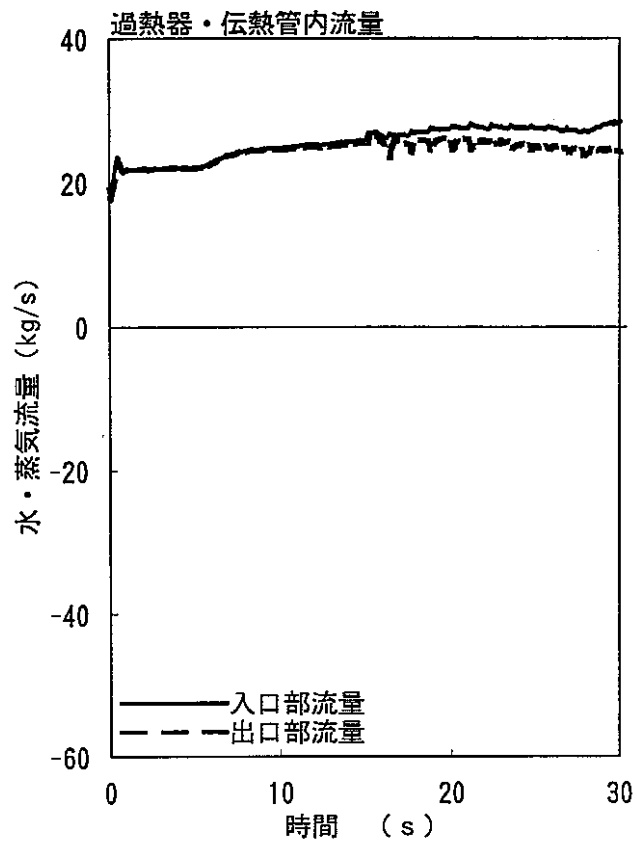
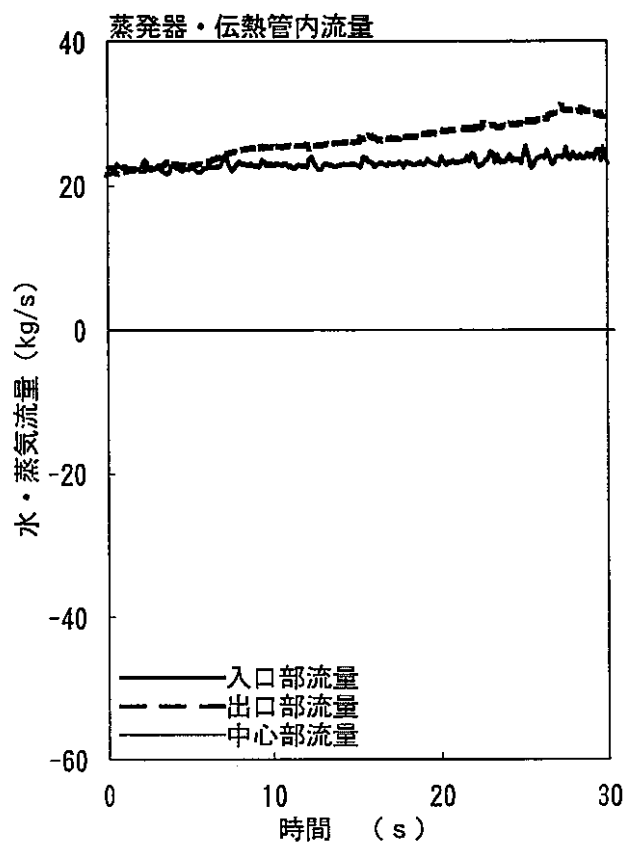


図3.2-4(4/5) 50MWtSG・ナトリウム入口温度外乱解析結果

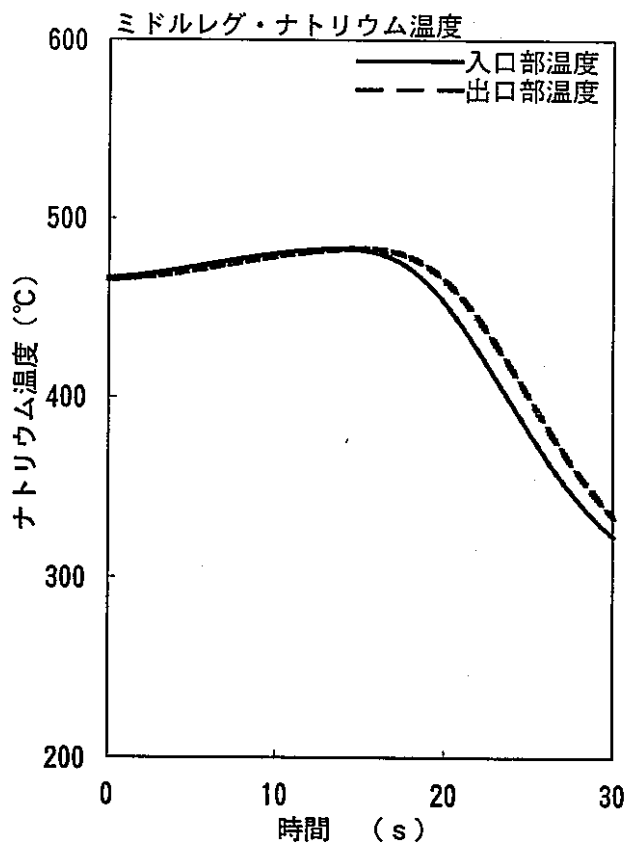
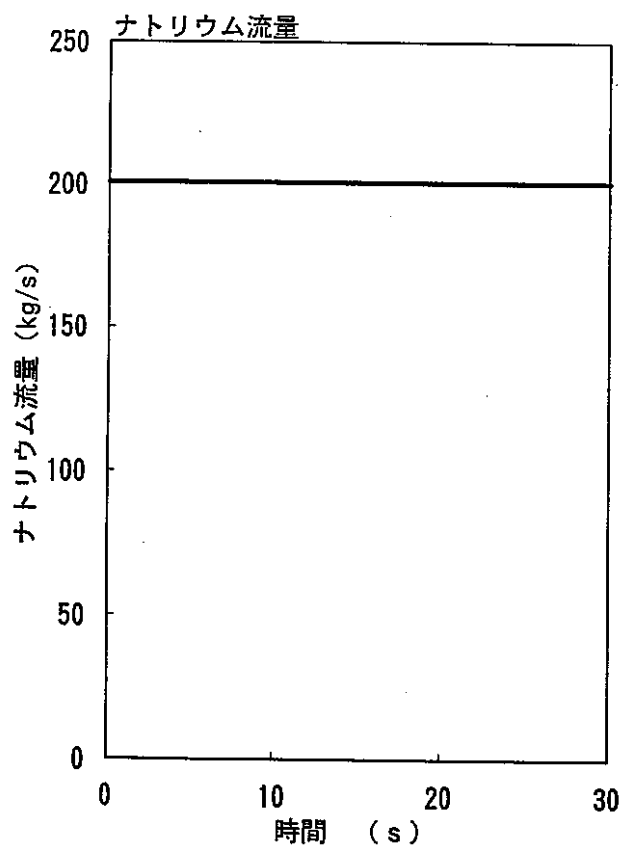
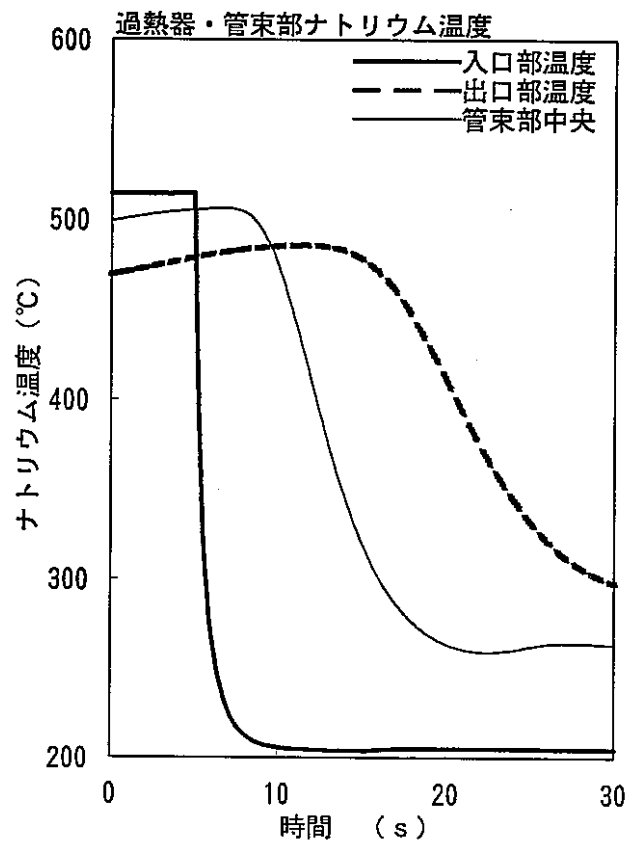
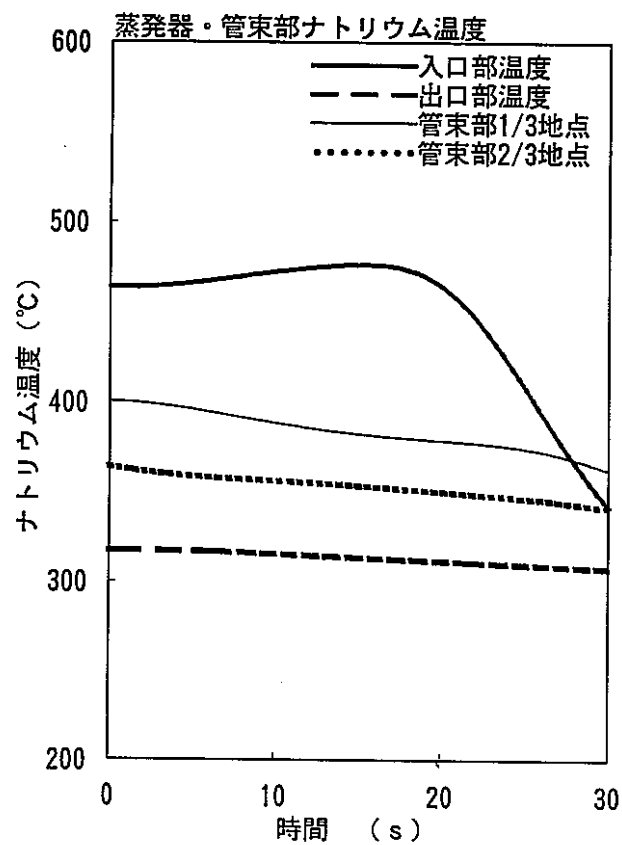


図3.2-4(5/5) 50MWtSG・ナトリウム入口温度外乱解析結果

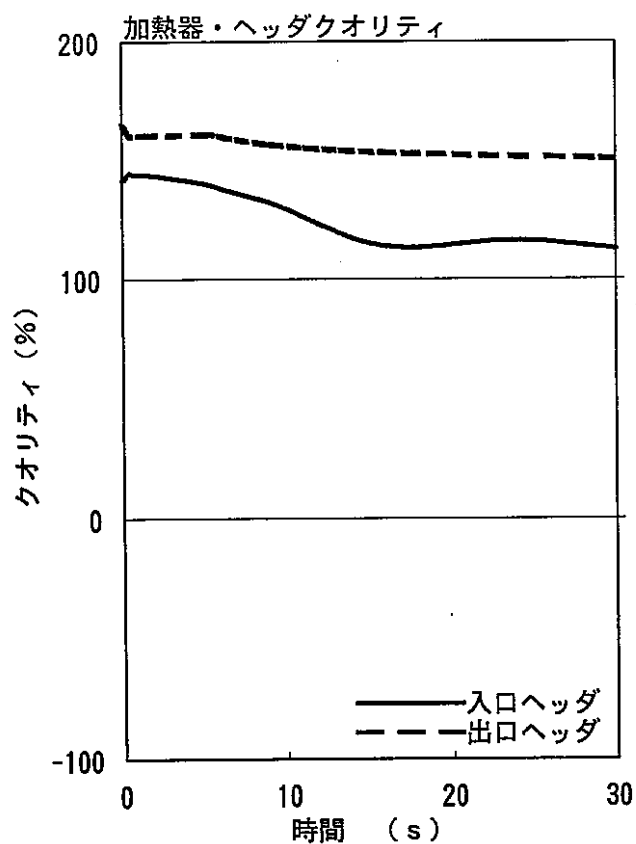
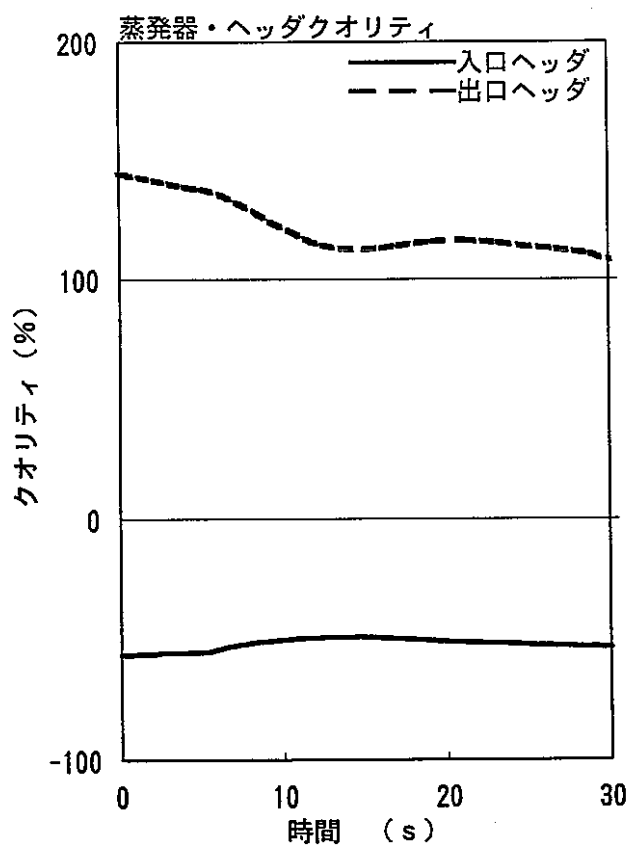
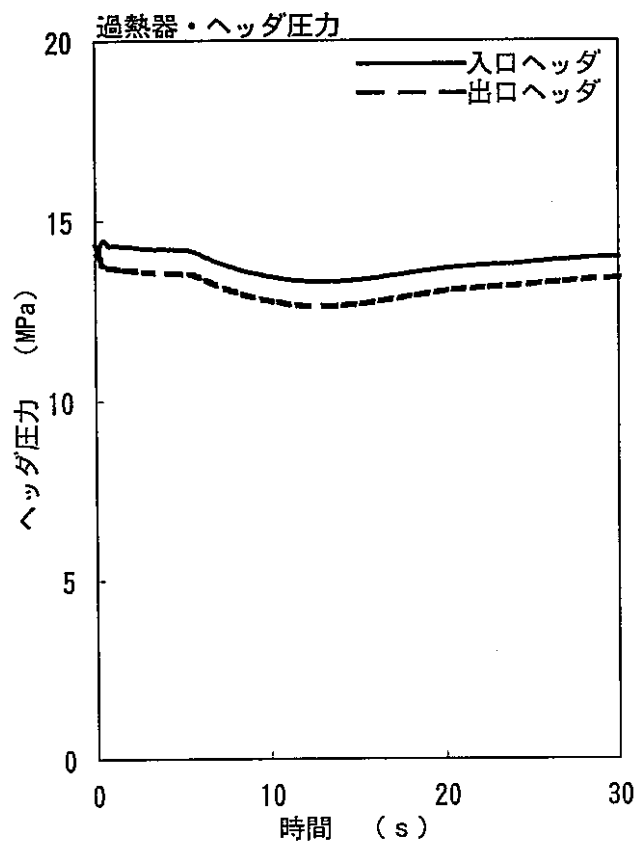
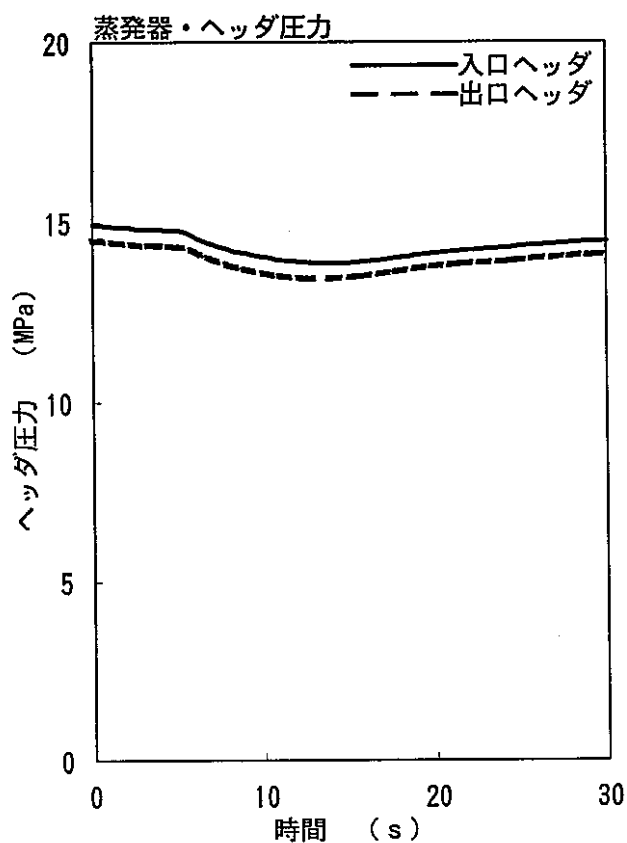


図3.2-5(1/5) 50MWtSG・ナトリウム流量外乱解析結果

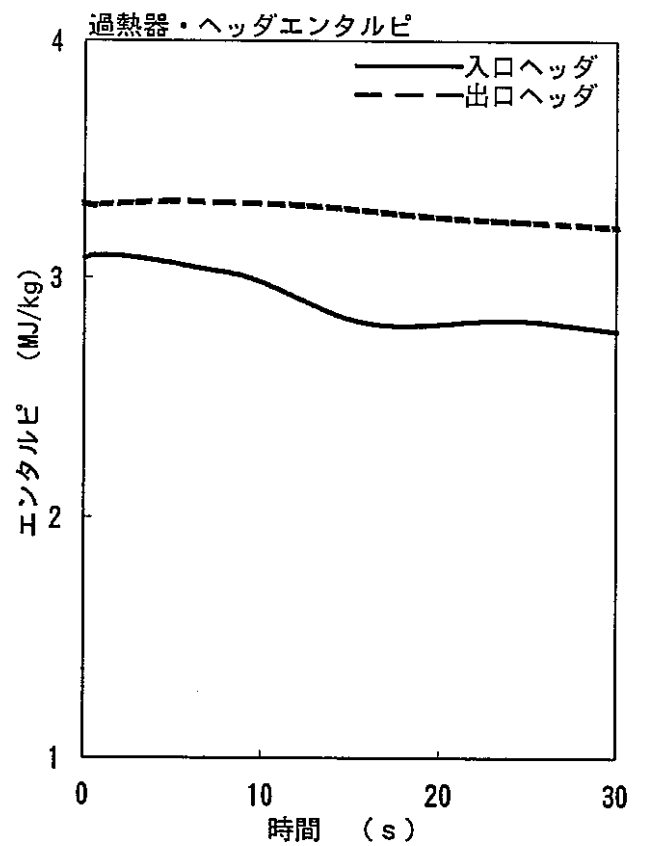
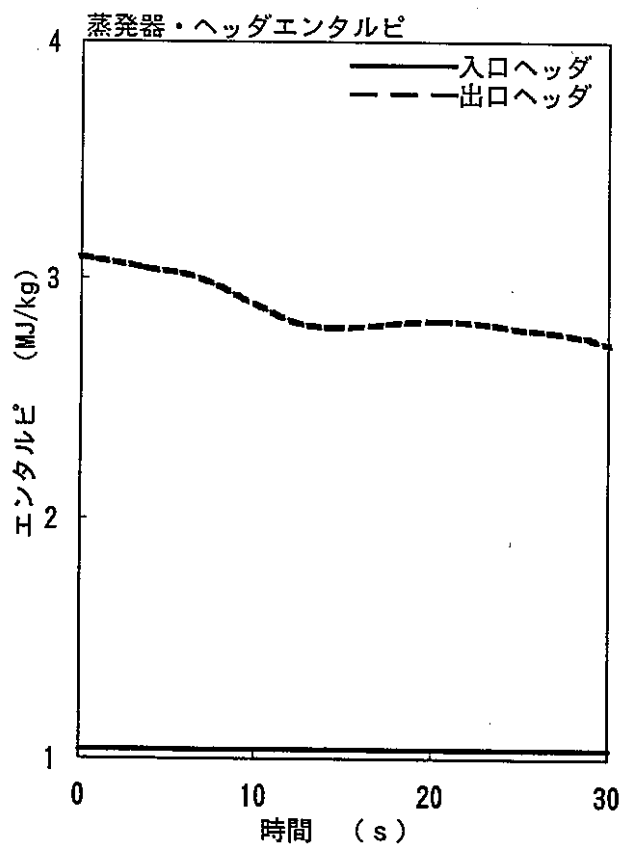
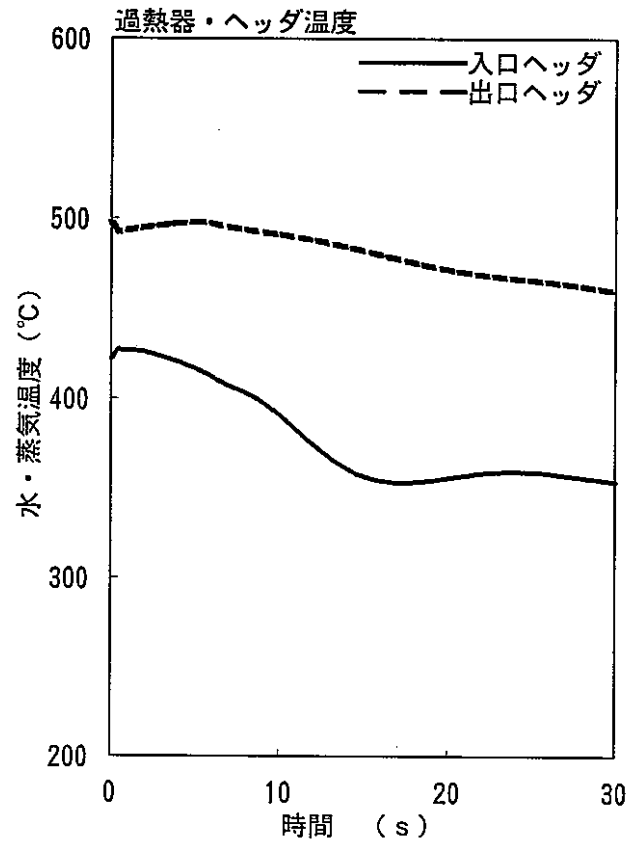
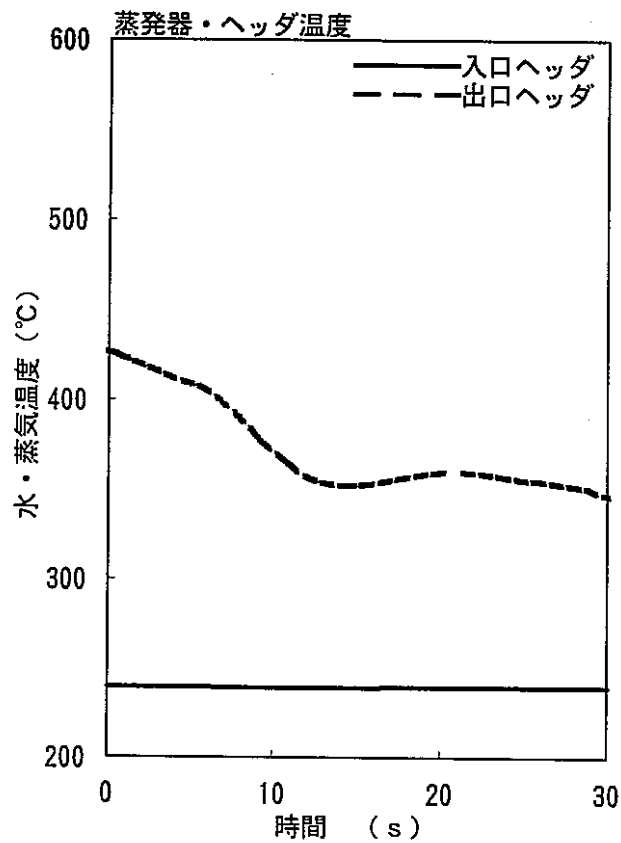


図3.2-5(2/5) 50MWtSG・ナトリウム流量外乱解析結果

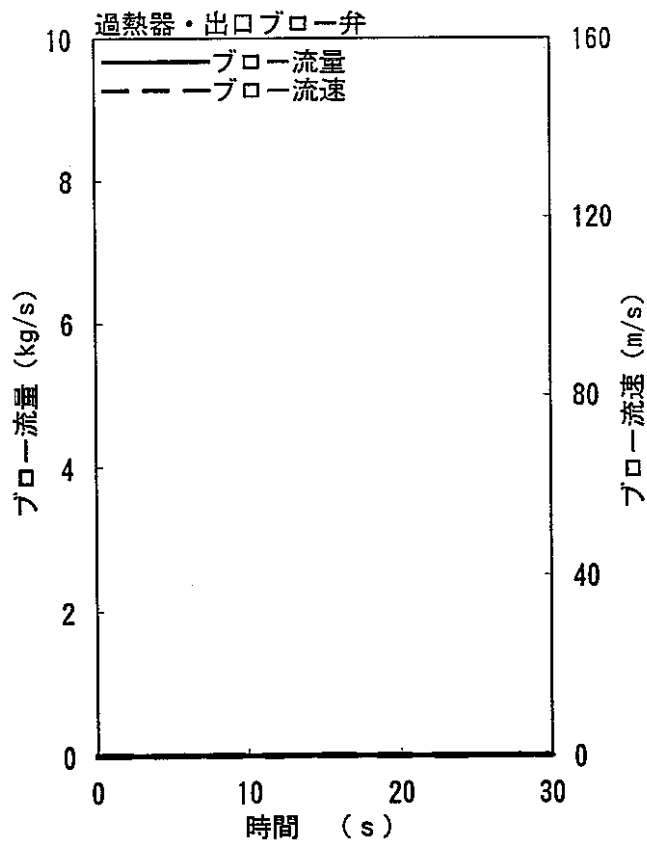
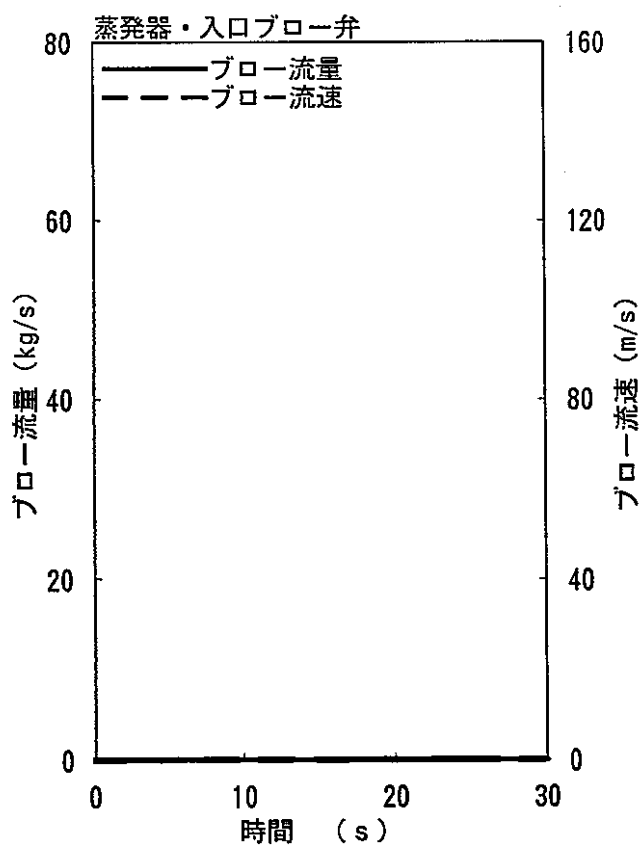
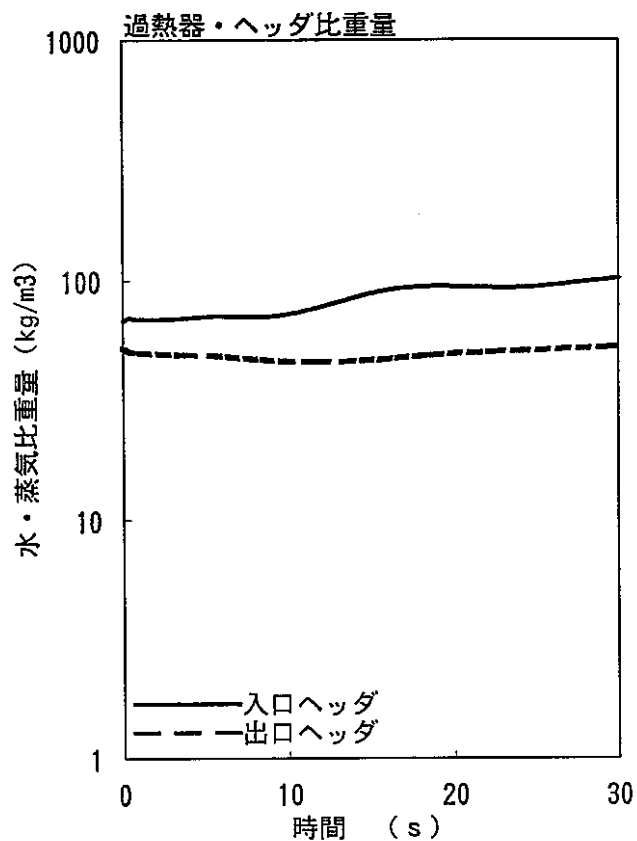
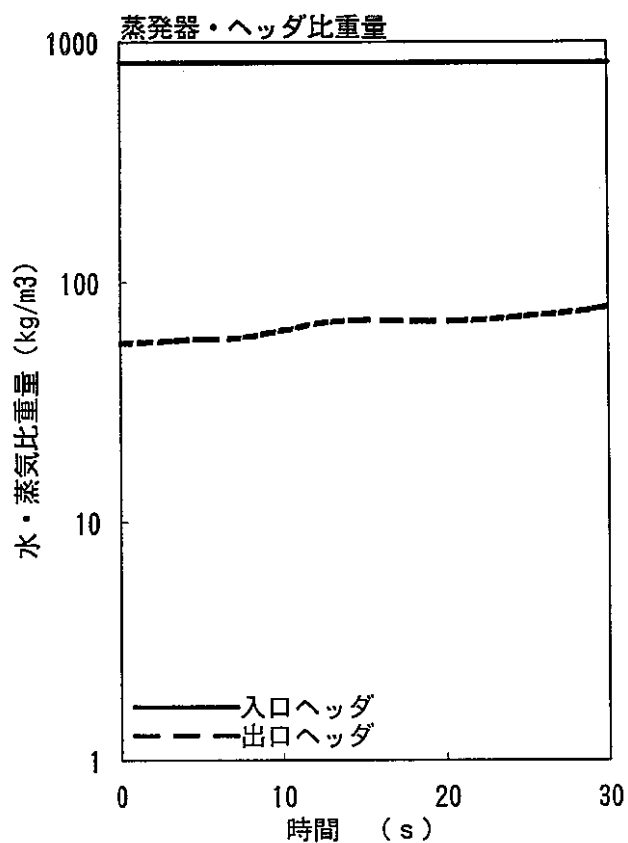


図3.2-5(3/5) 50MWtSG・ナトリウム流量外乱解析結果

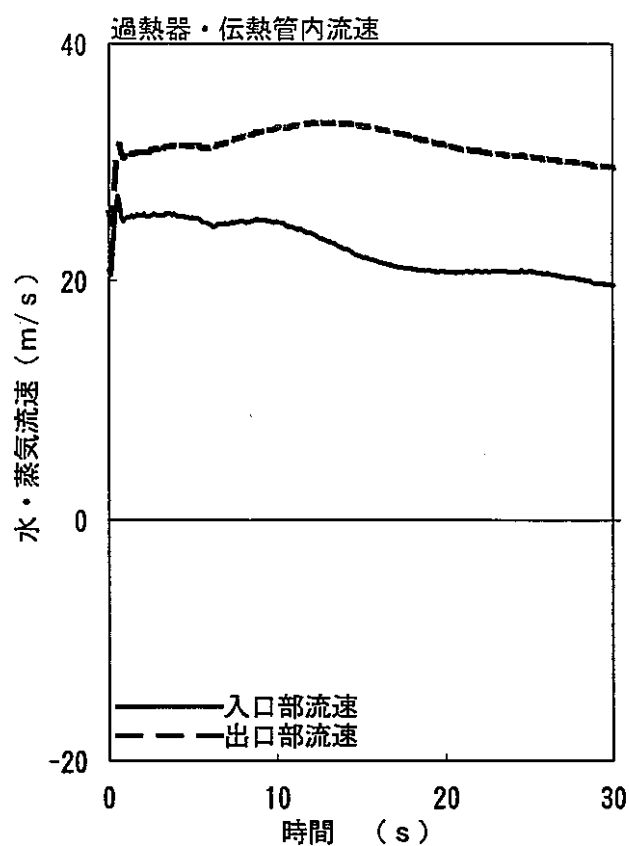
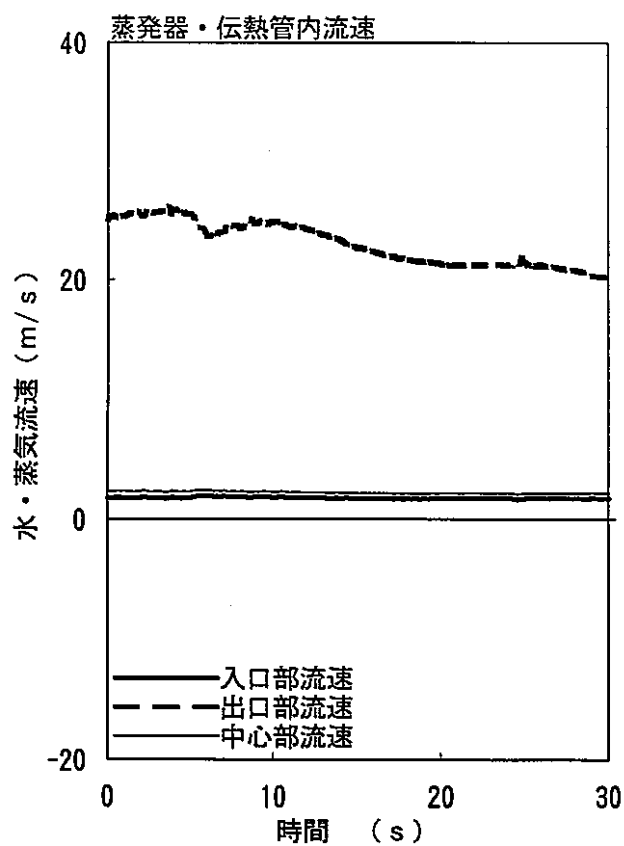
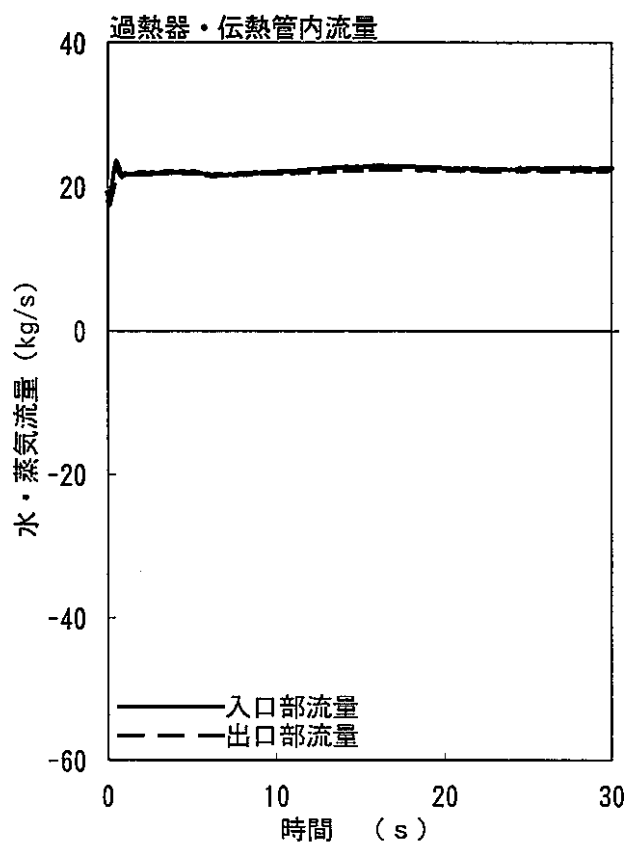
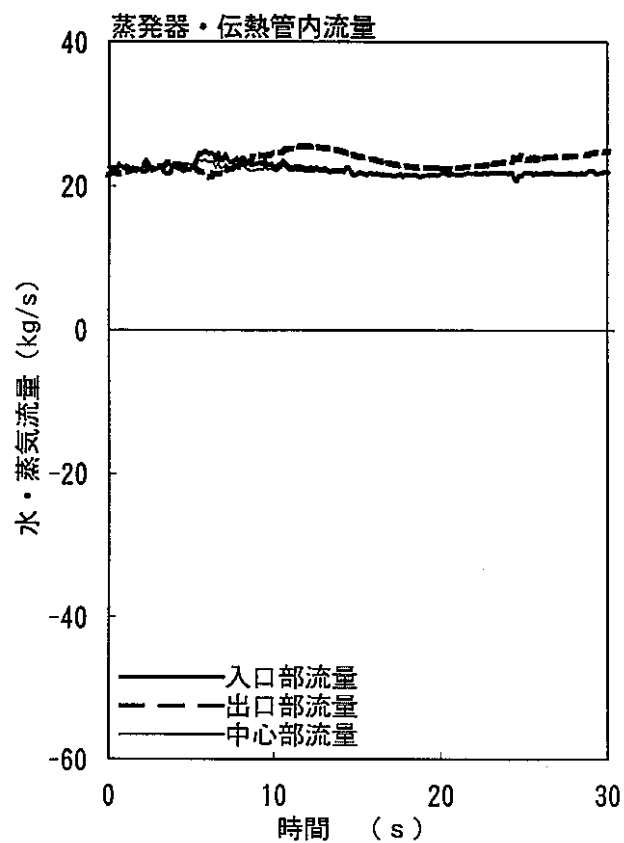


図3.2-5(4/5) 50MWtSG・ナトリウム流量外乱解析結果

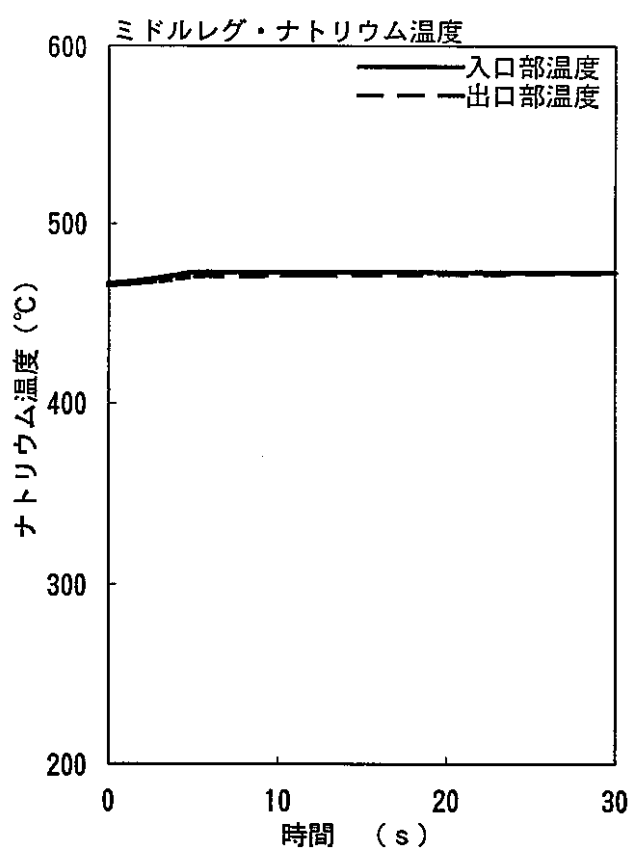
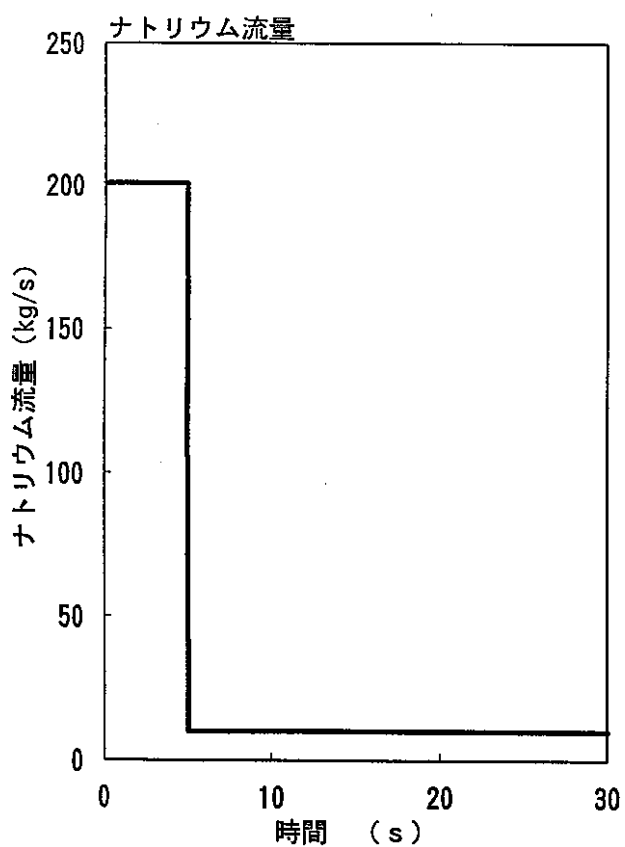
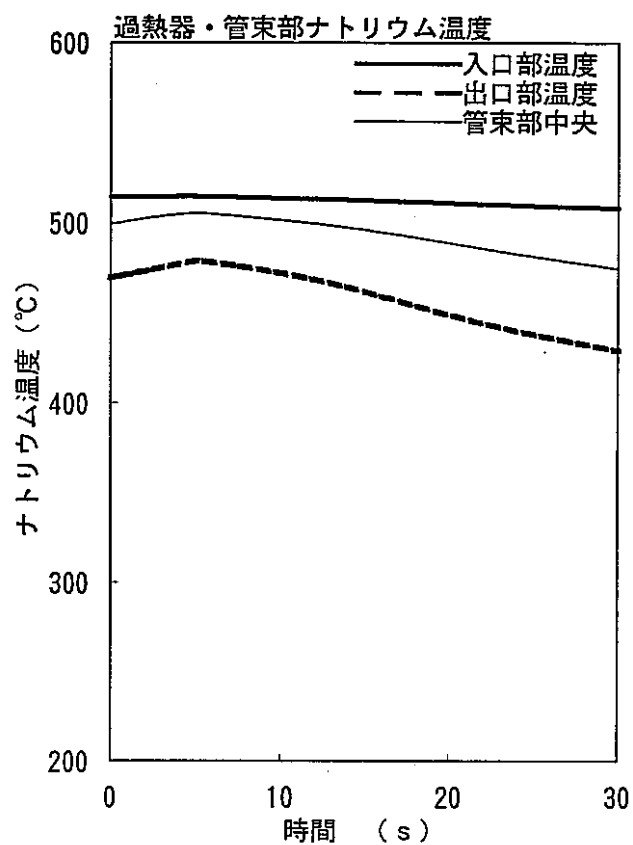
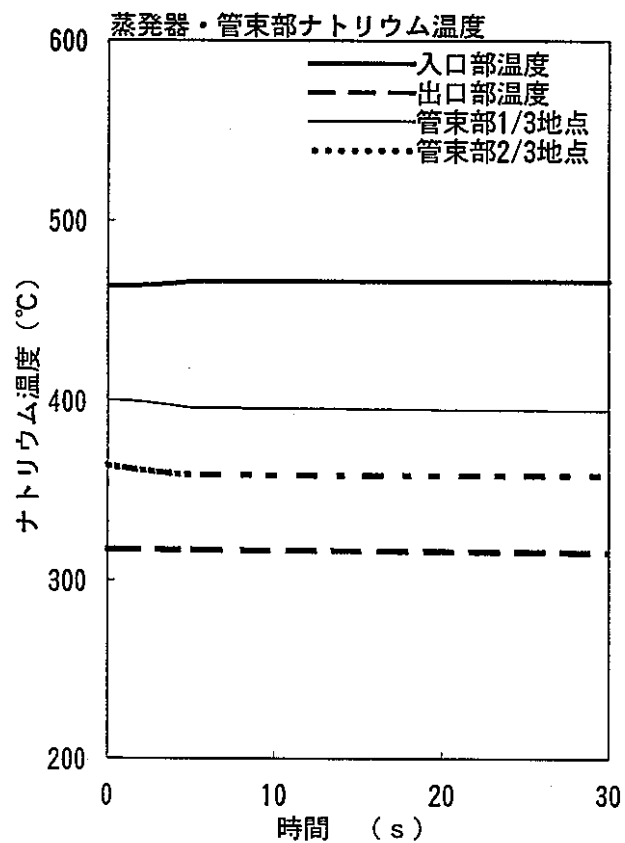


図3.2-5(5/5) 50MWtSG・ナトリウム流量外乱解析結果

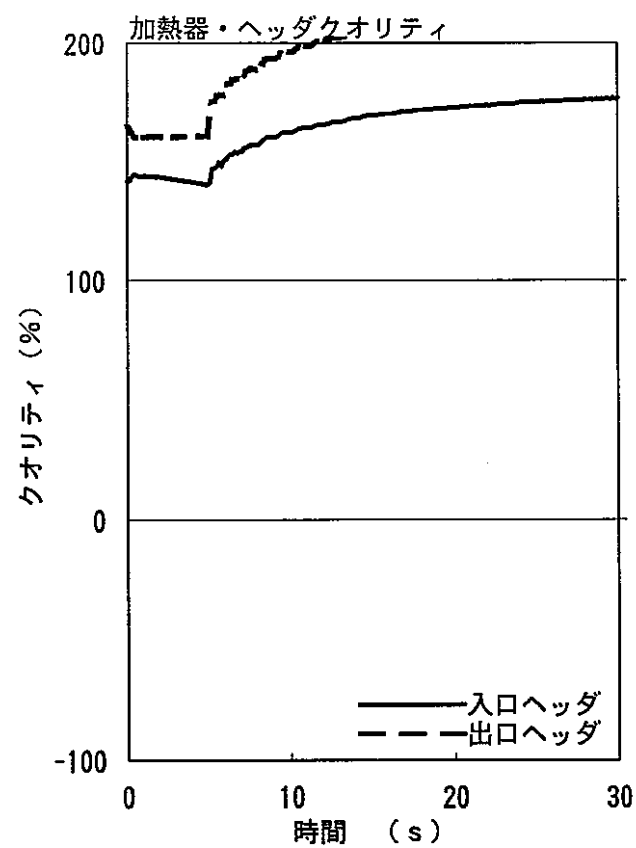
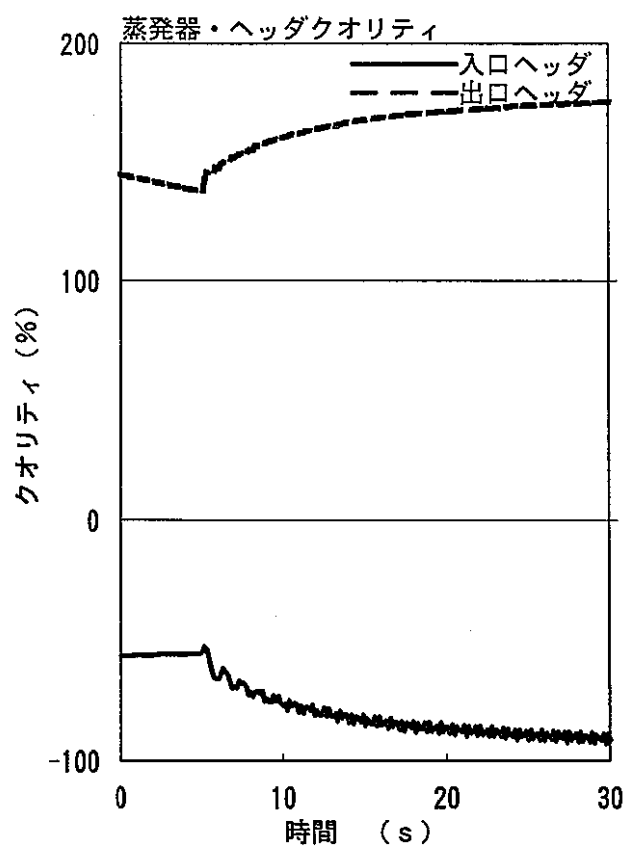
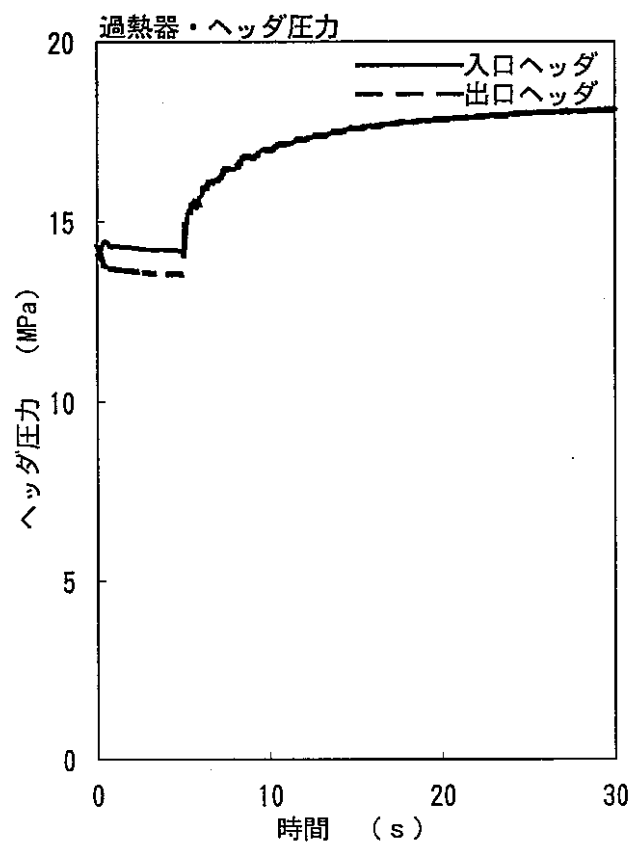
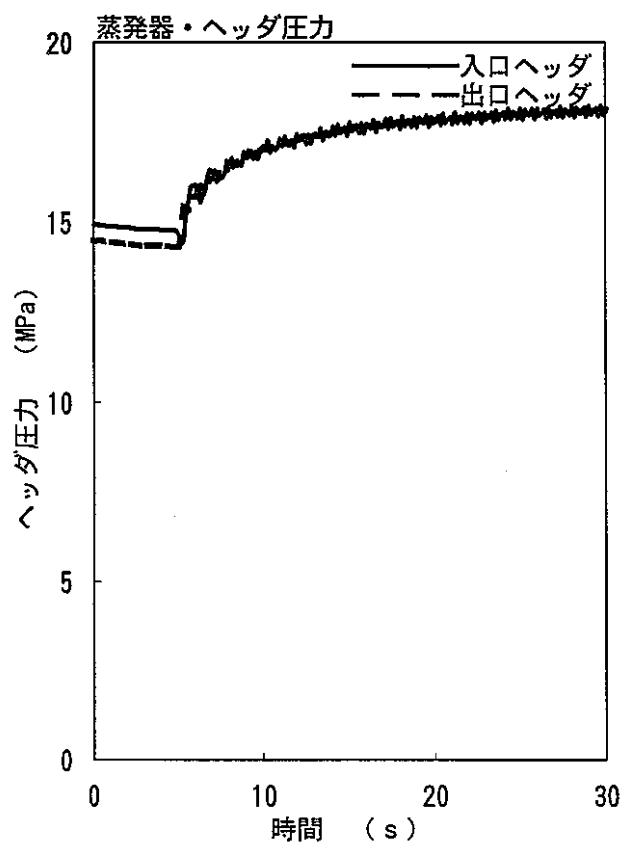


図3.2-6(1/5) 50MWtSG・水系隔離解析結果

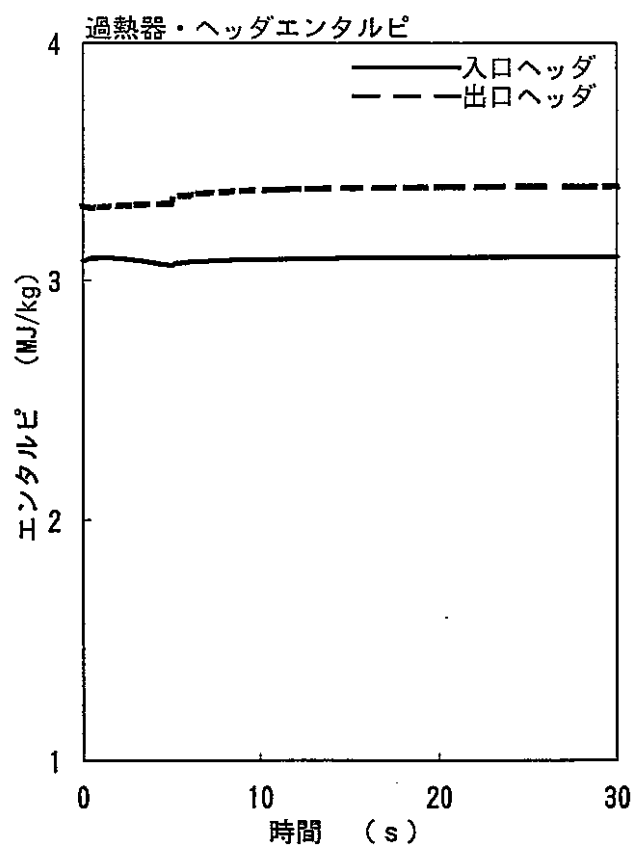
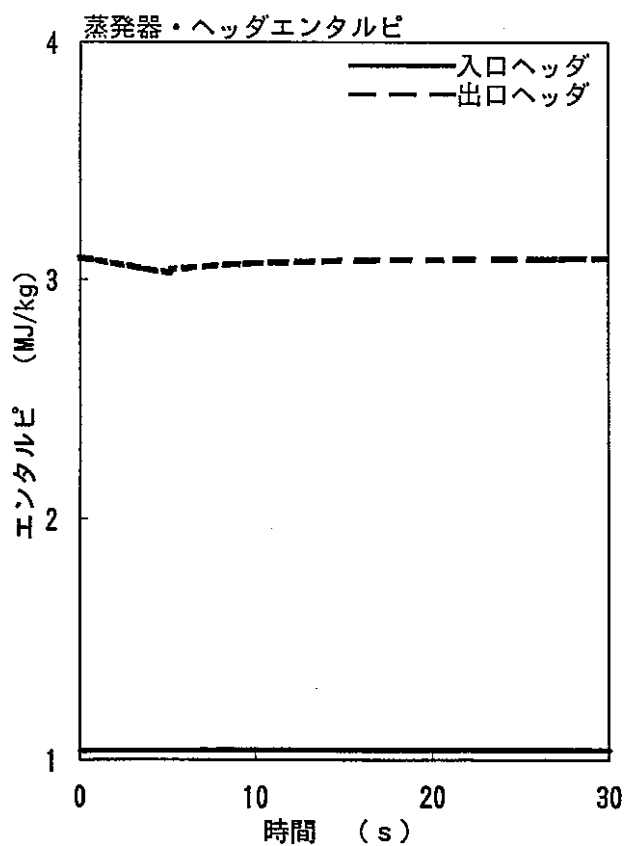
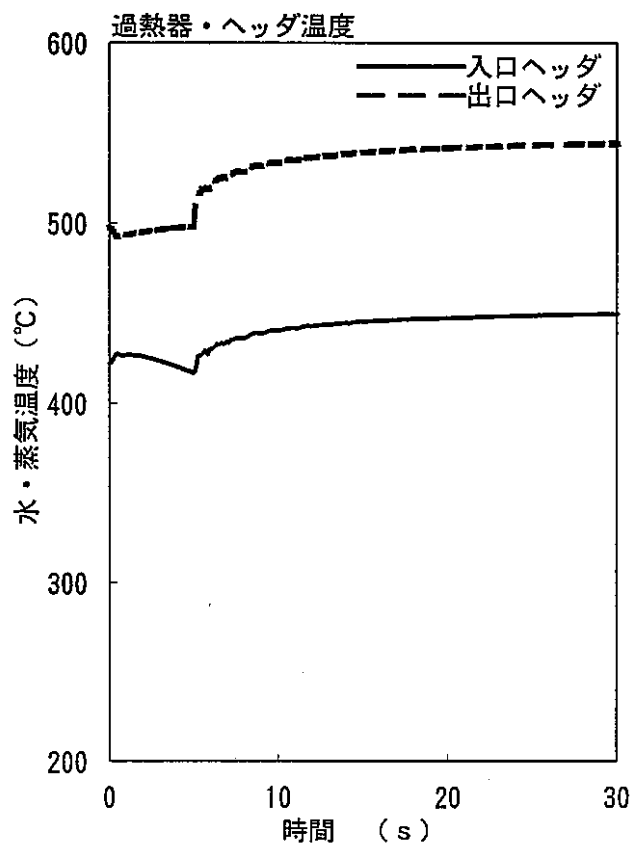
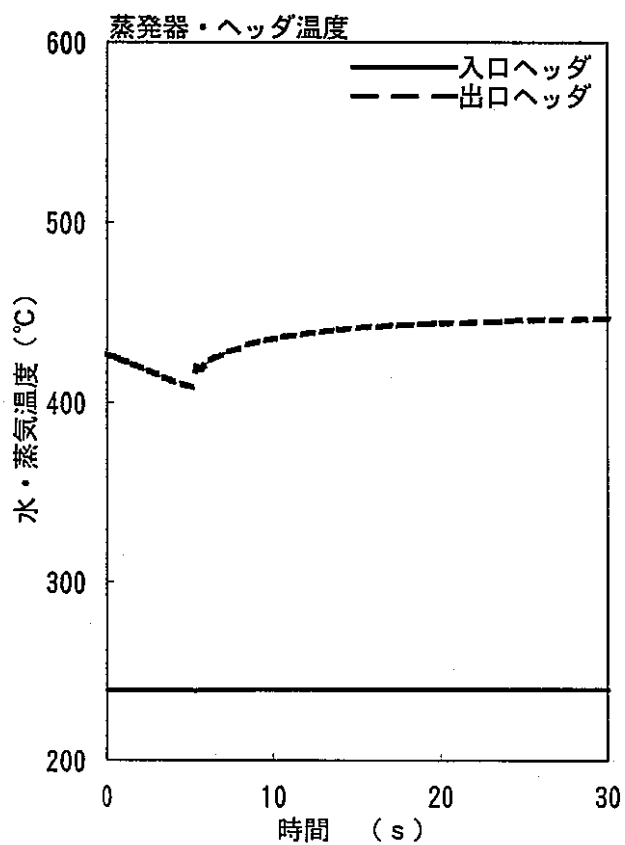


図3.2-6(2/5) 50MWtSG・水系隔離解析結果

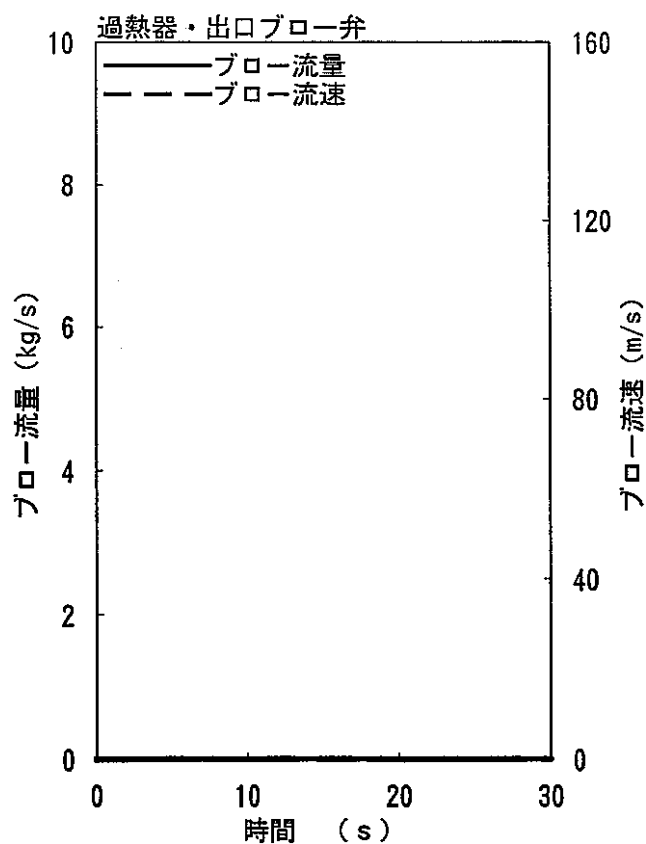
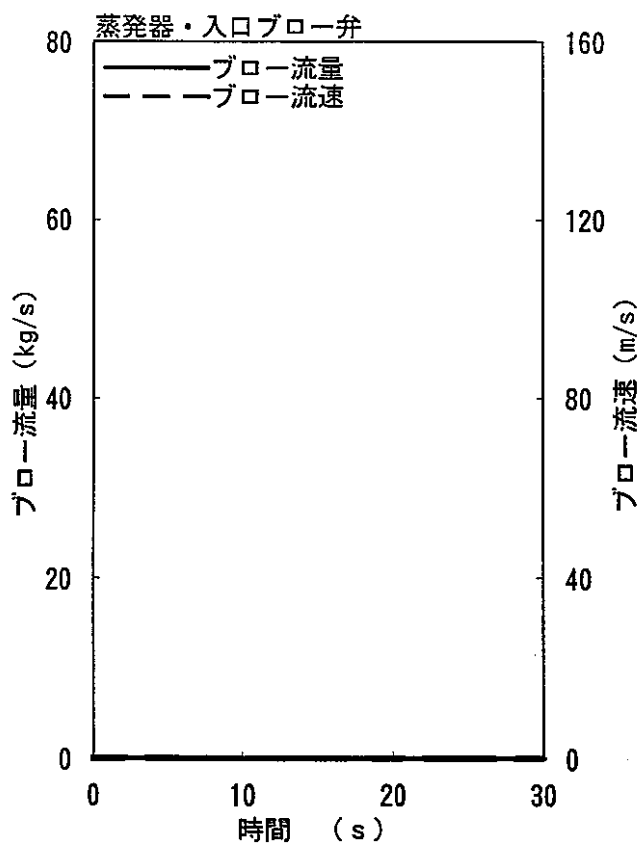
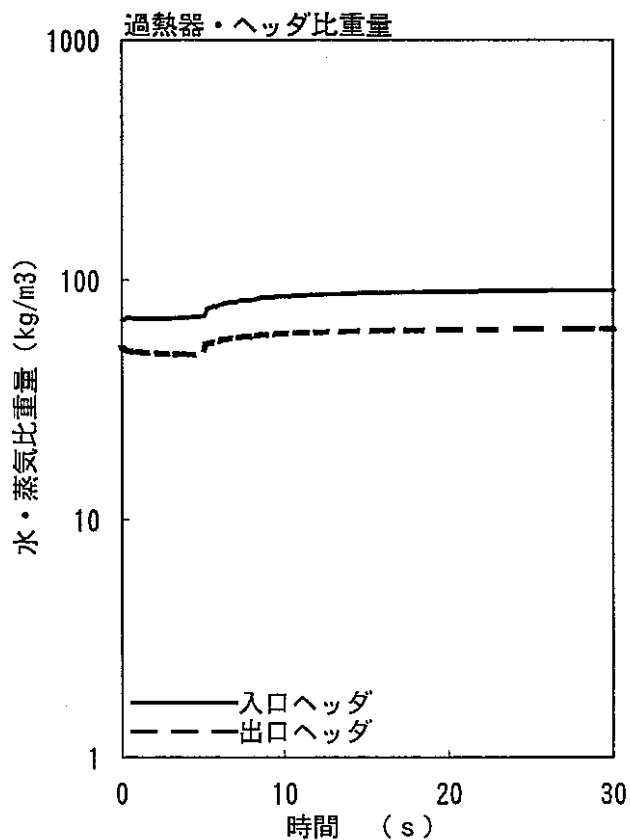
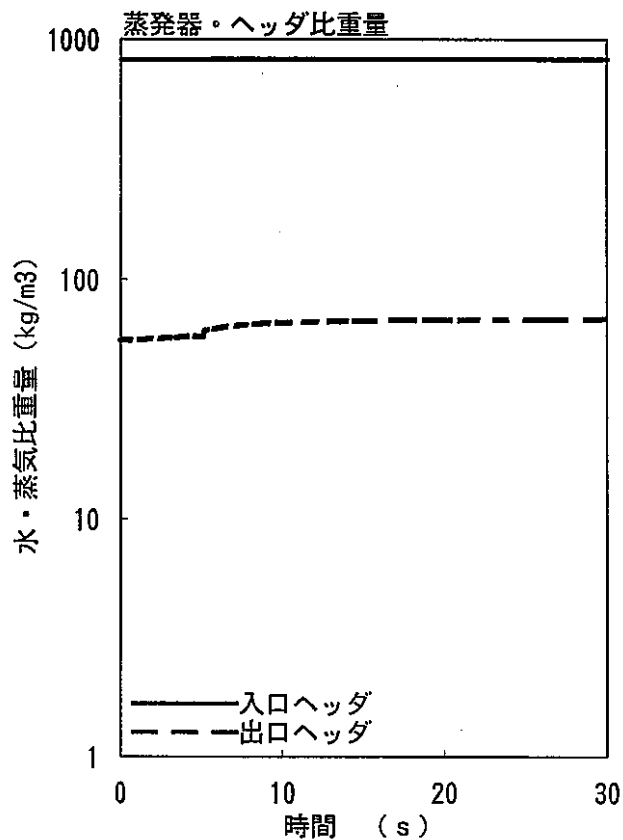


図3.2-6(3/5) 50MWtSG・水系隔離解析結果

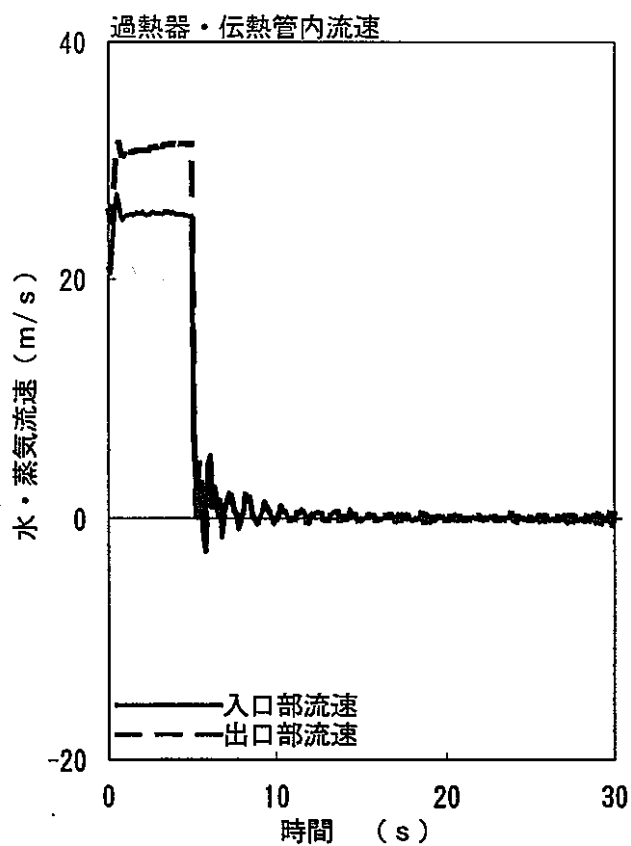
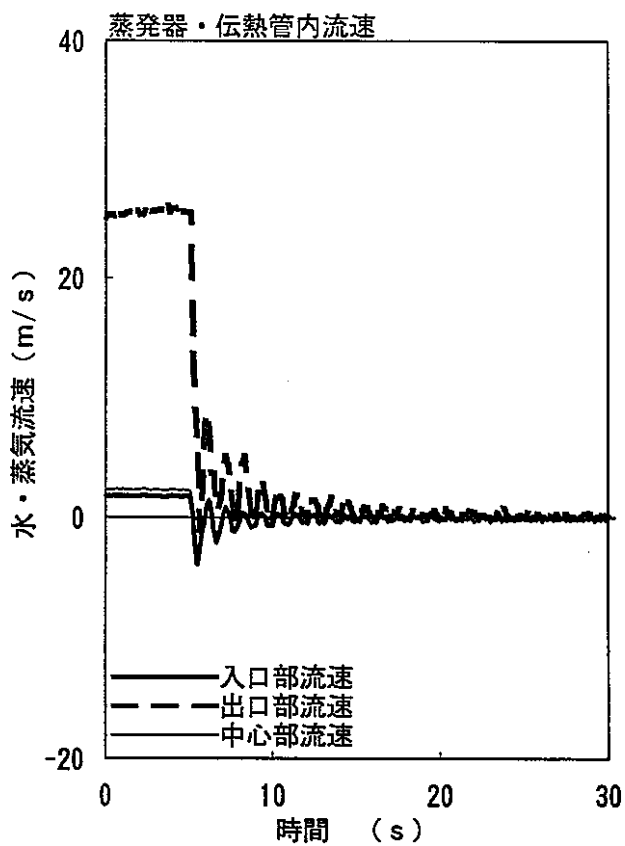
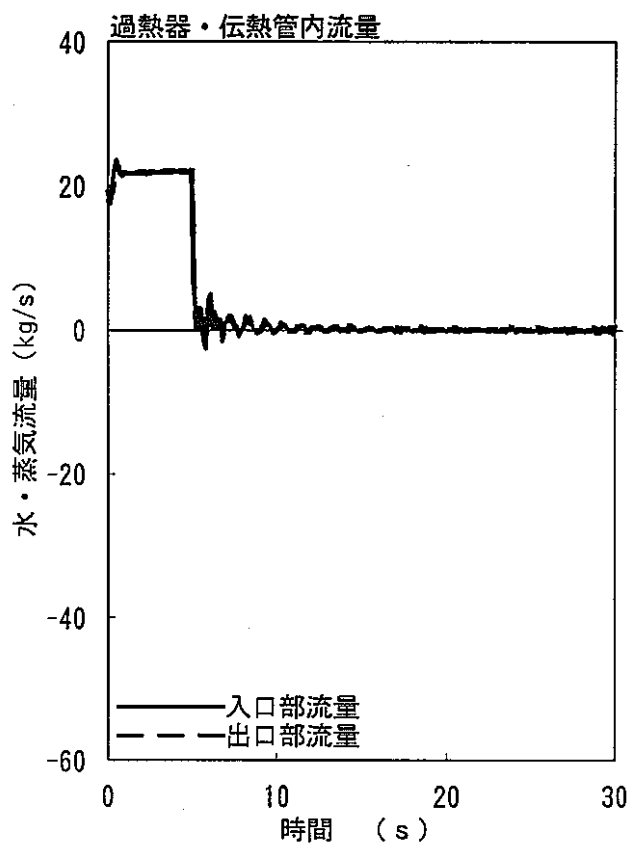
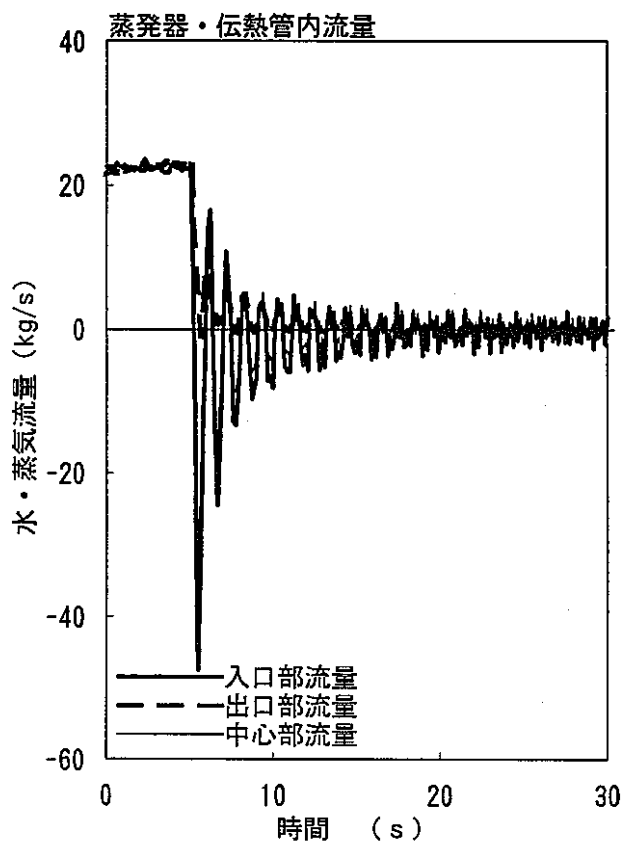


図3.2-6(4/5) 50MWtSG・水系隔離解析結果

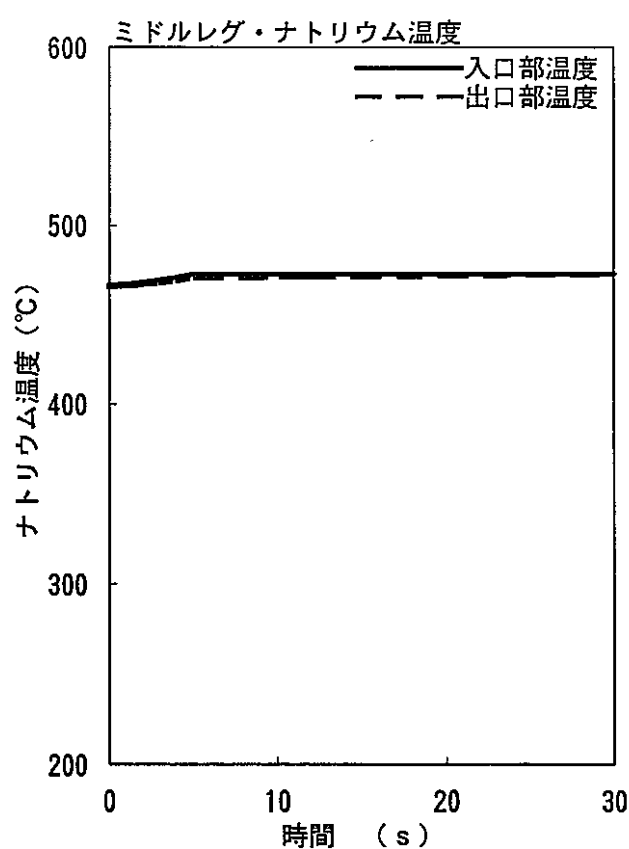
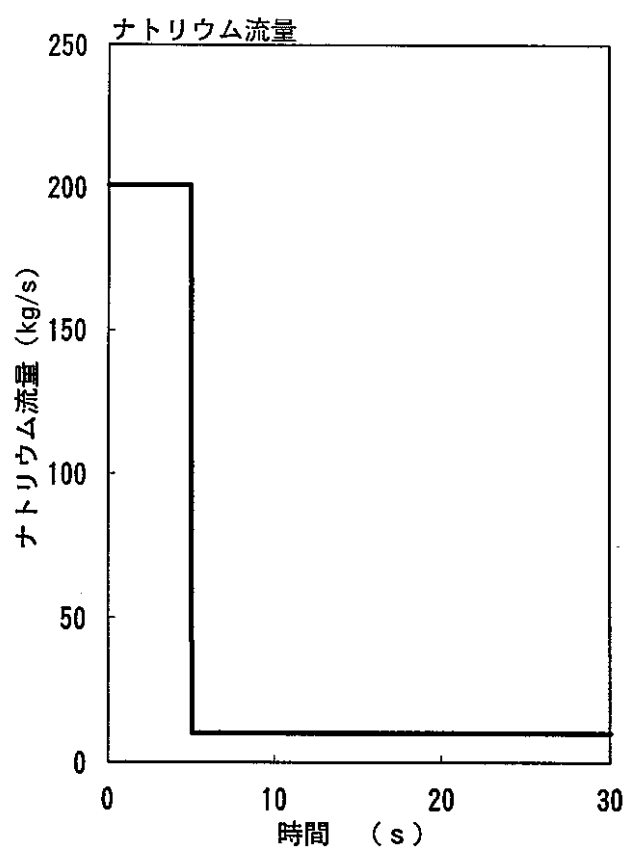
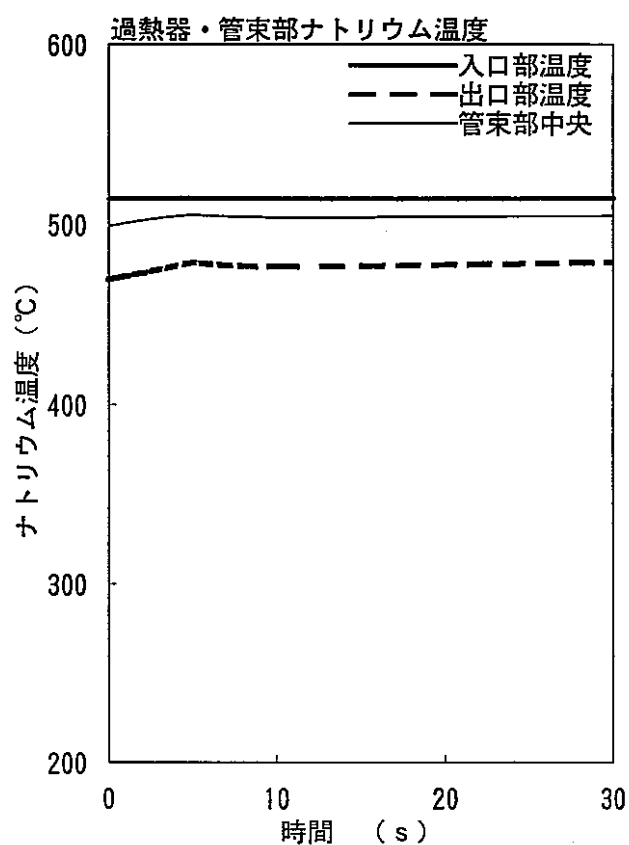
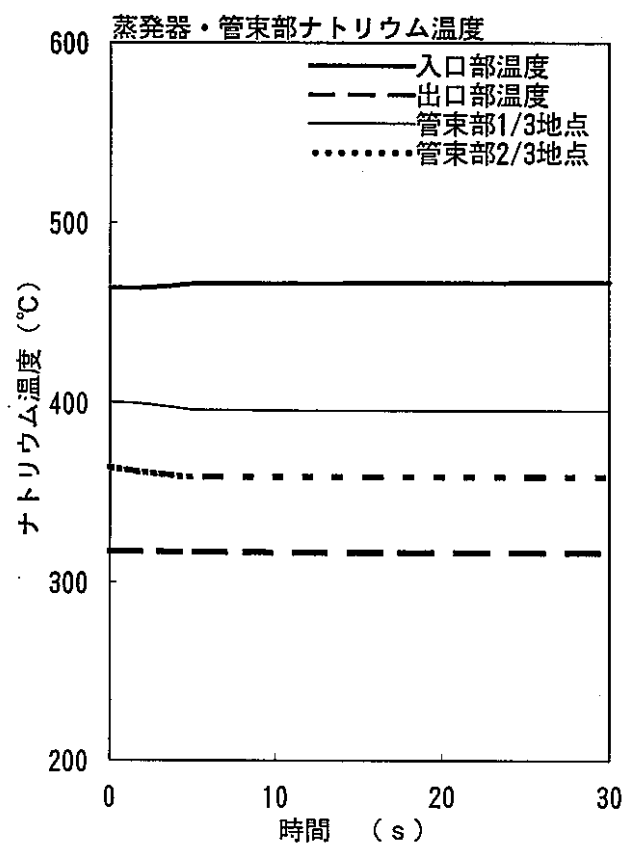


図3.2-6(5/5) 50MWtSG・水系隔離解析結果

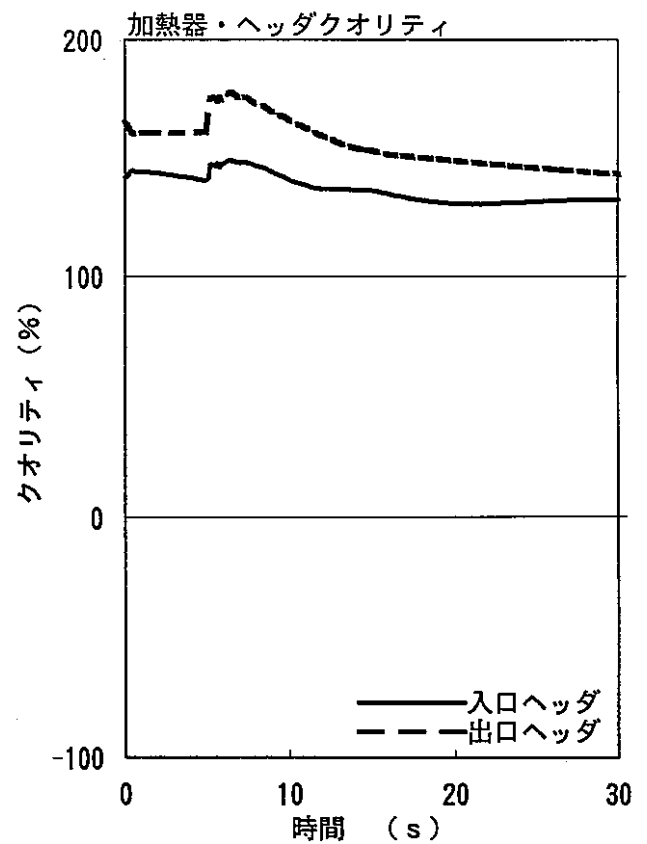
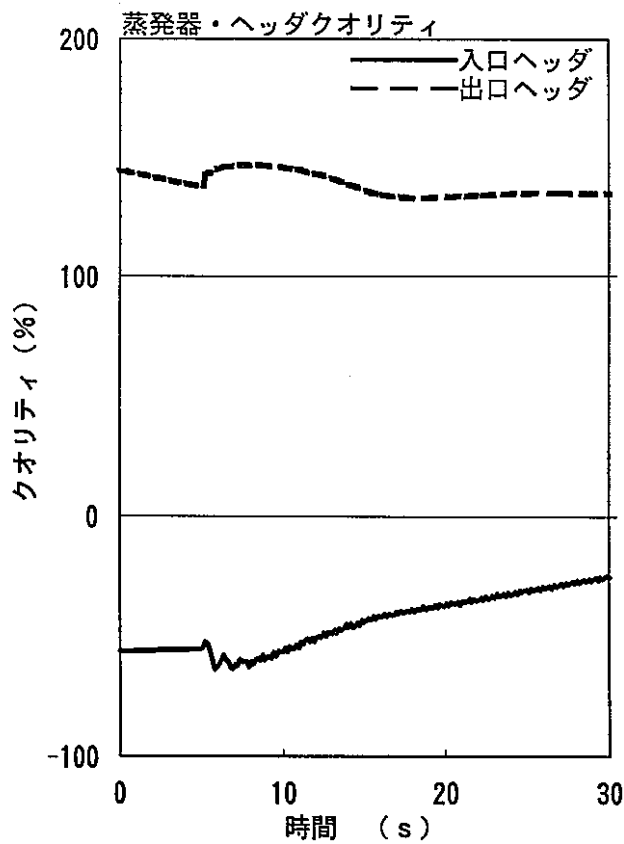
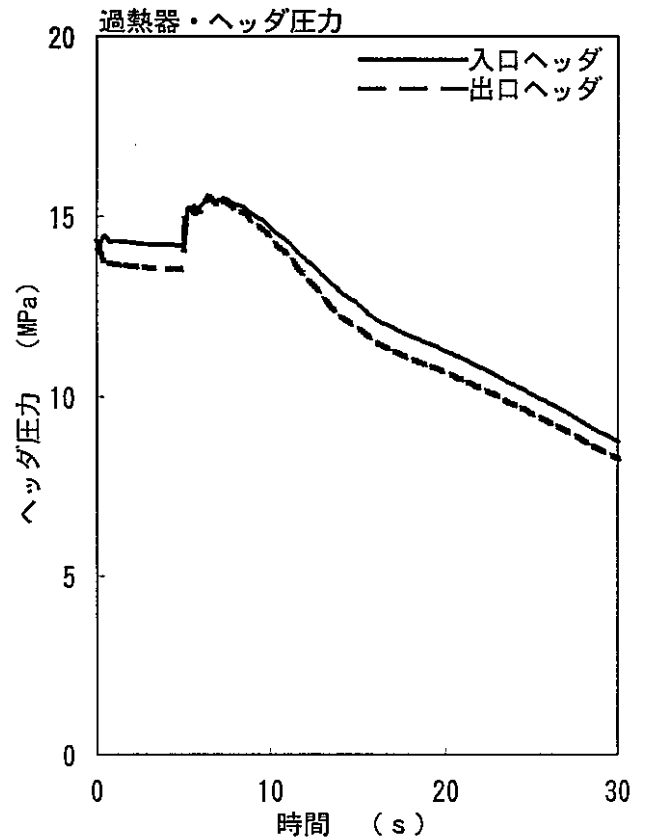
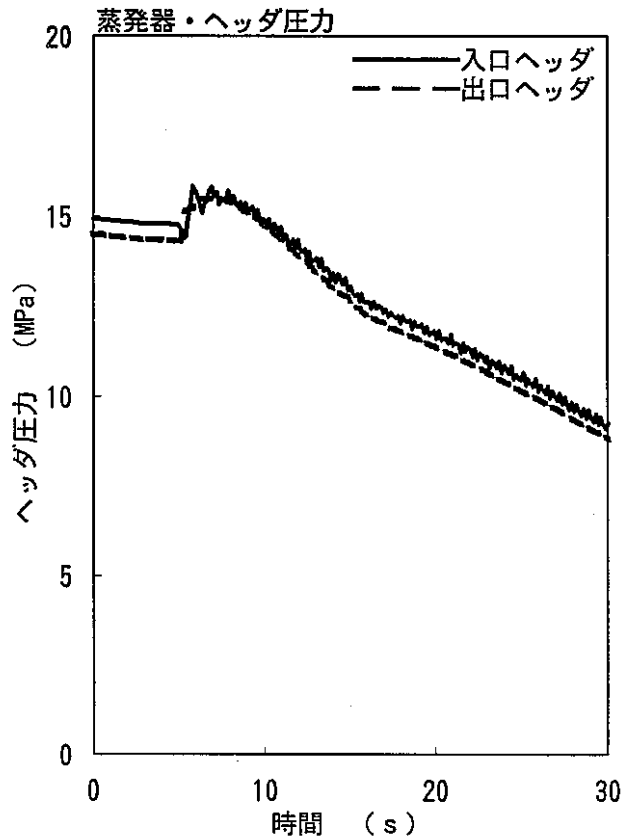


図3.2-7(1/5) 50MWtSG・水系隔離／蒸気ブロー解析結果

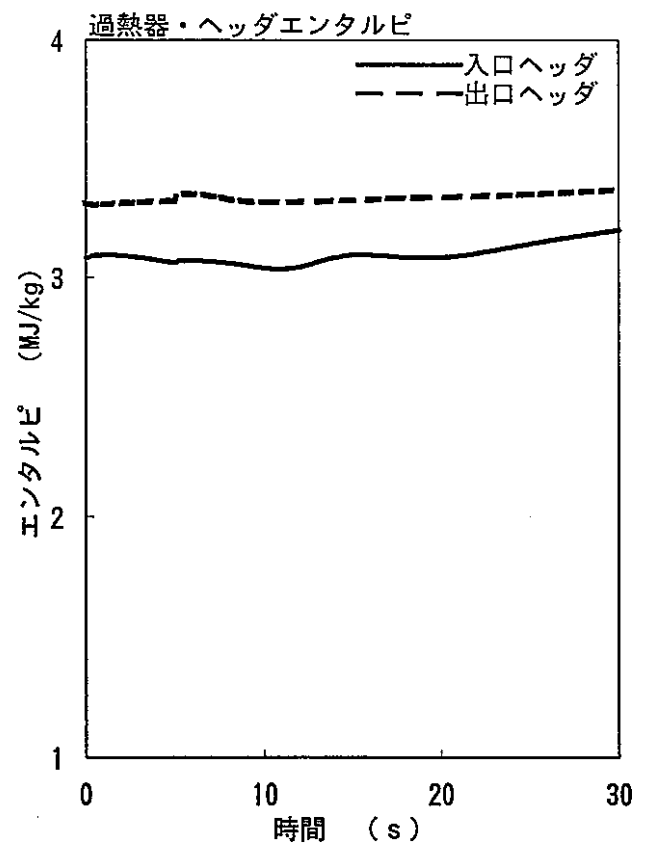
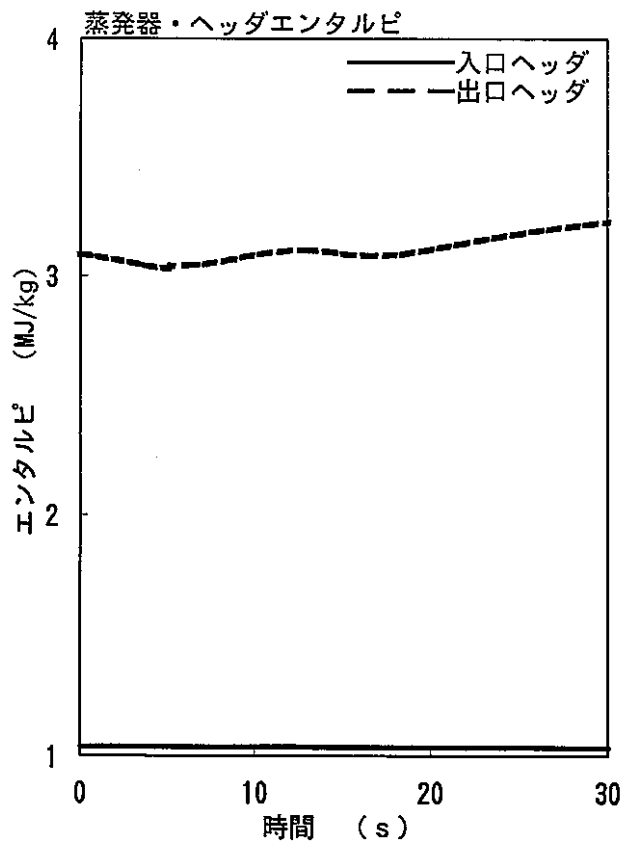
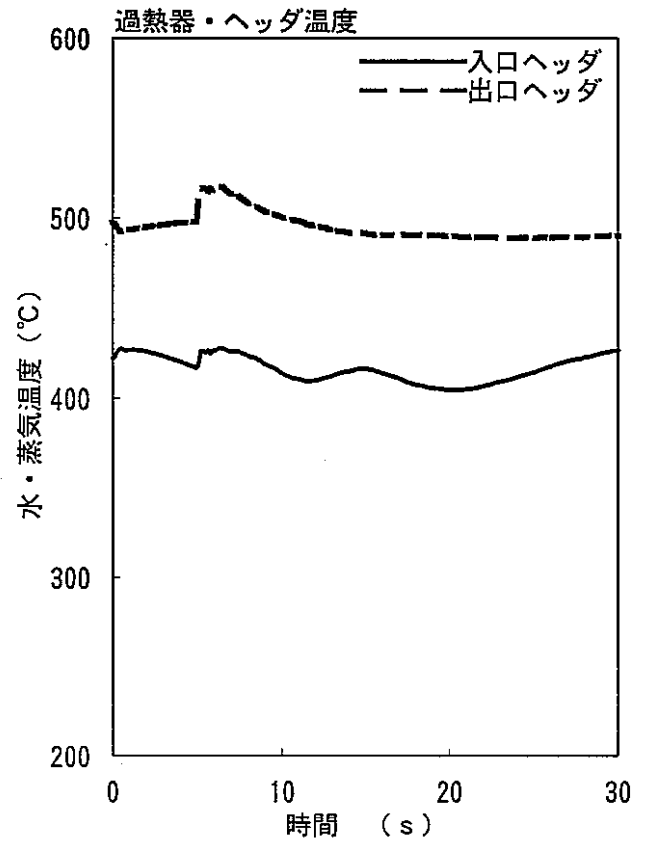
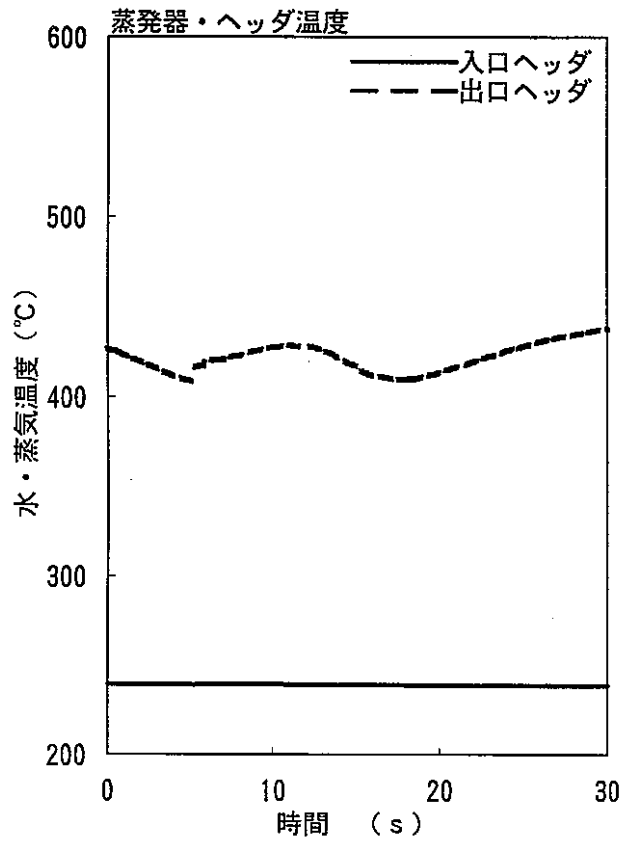


図3.2-7(2/5) 50MWtSG・水系隔離／蒸気ブロー解析結果

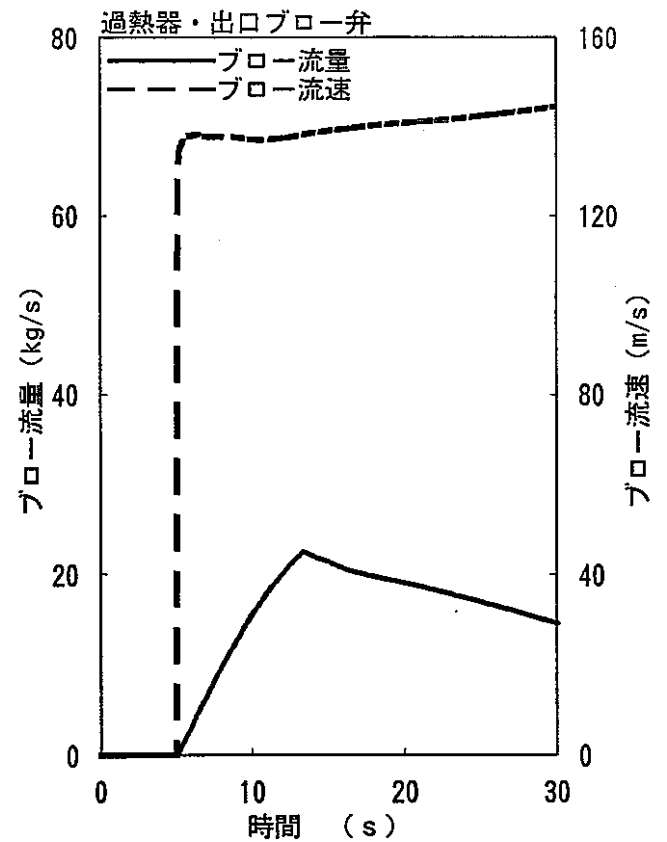
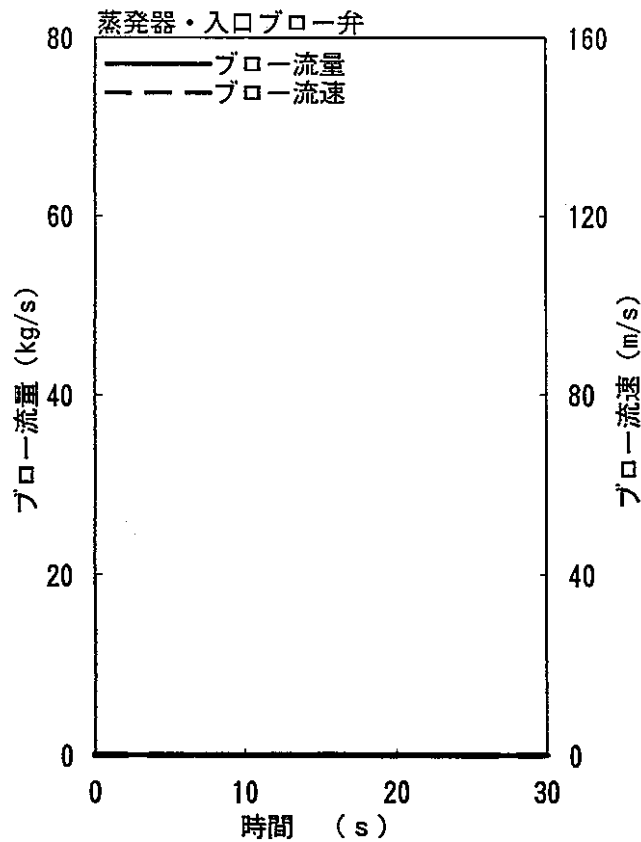
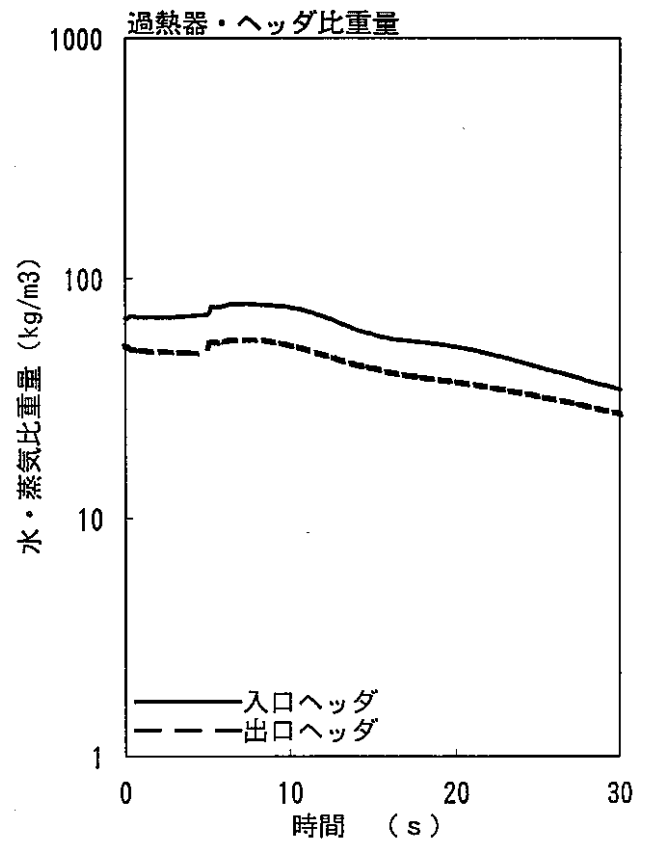
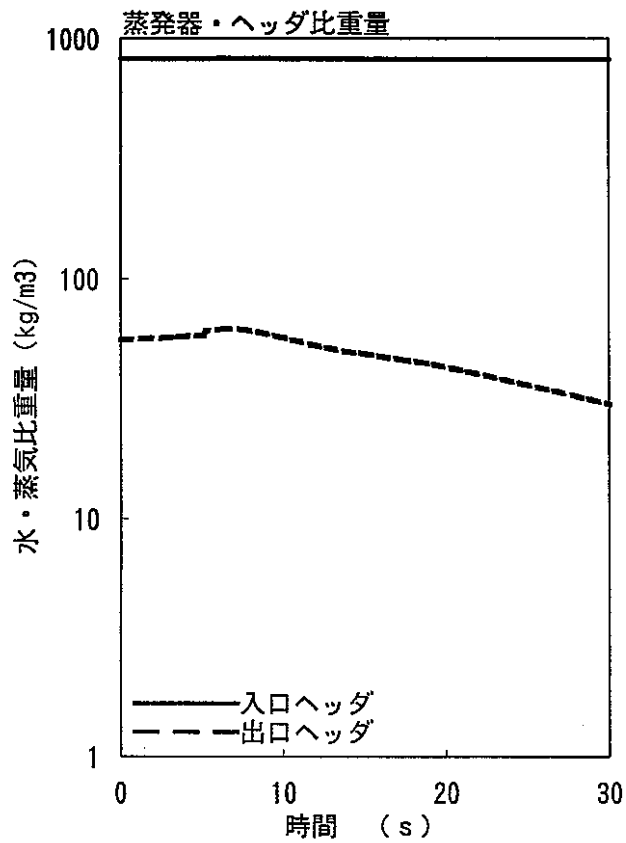


図3.2-7(3/5) 50MWtSG・水系隔離／蒸気ブロー解析結果

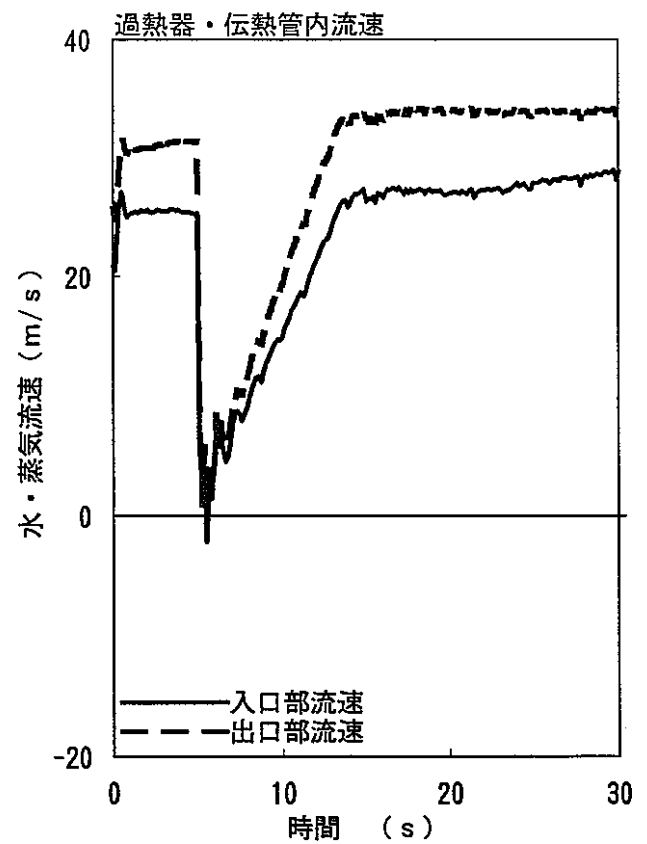
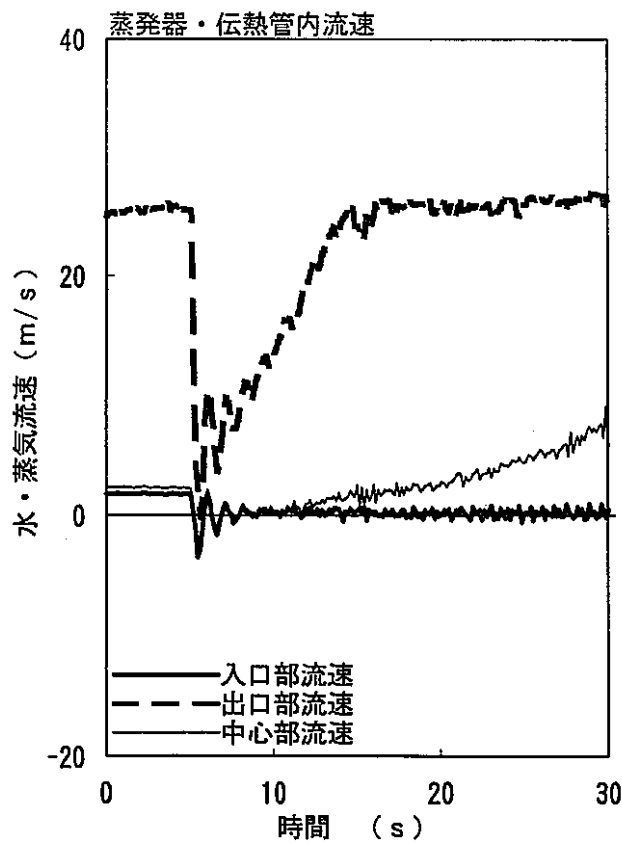
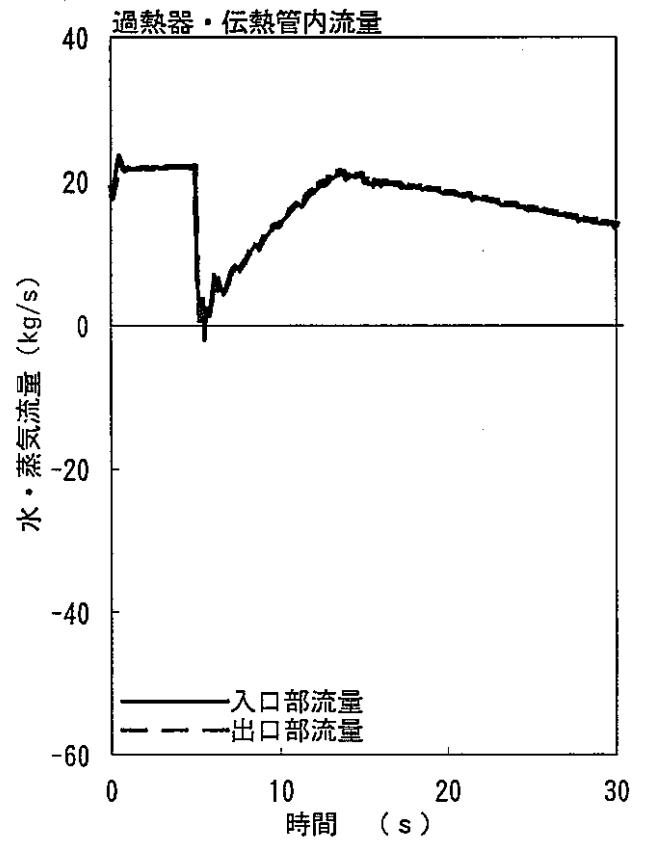
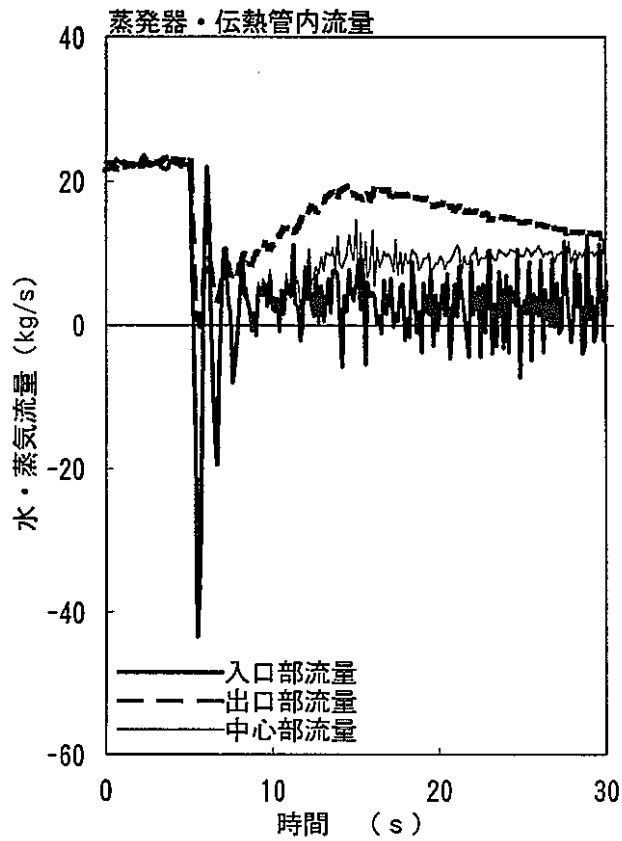


図3.2-7(4/5) 50MWtSG・水系隔離／蒸気ブロー解析結果

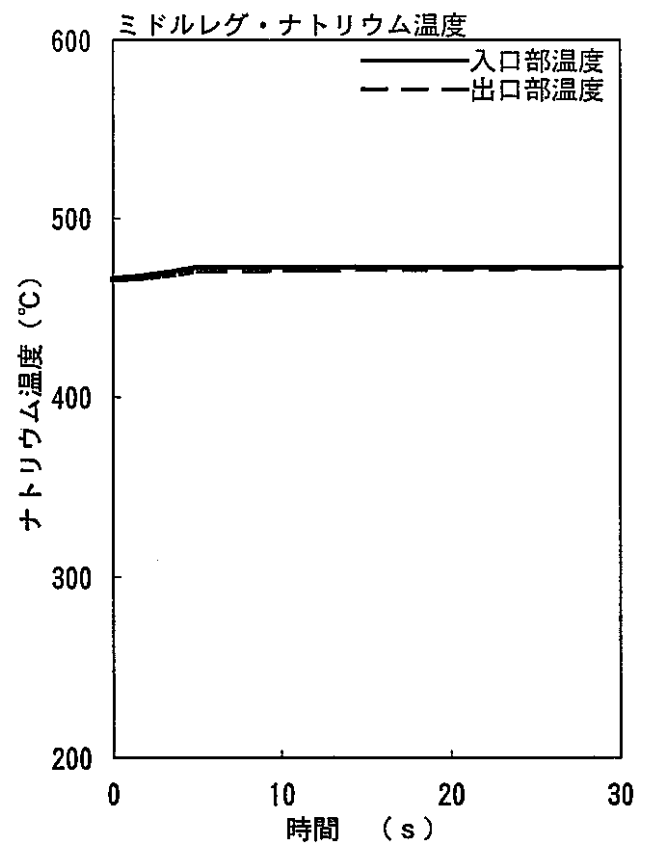
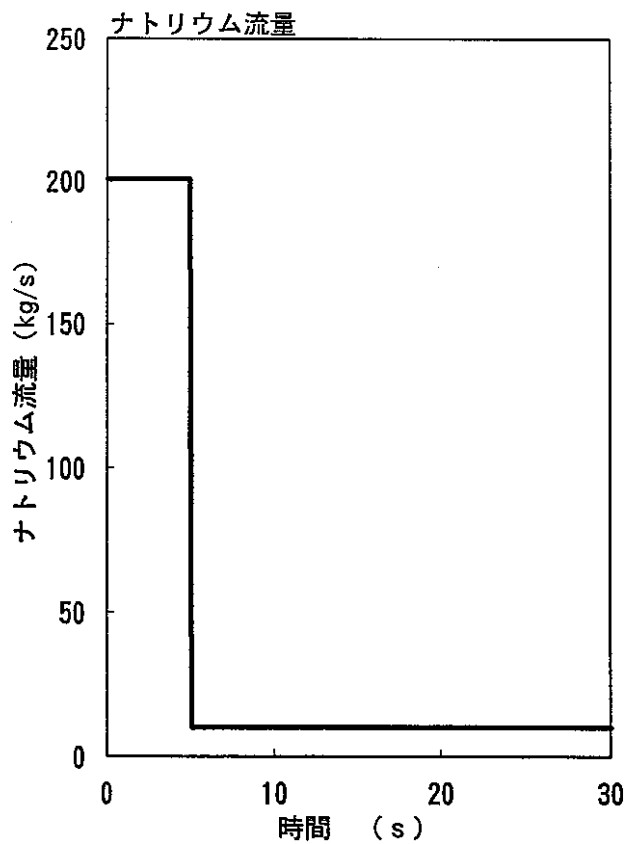
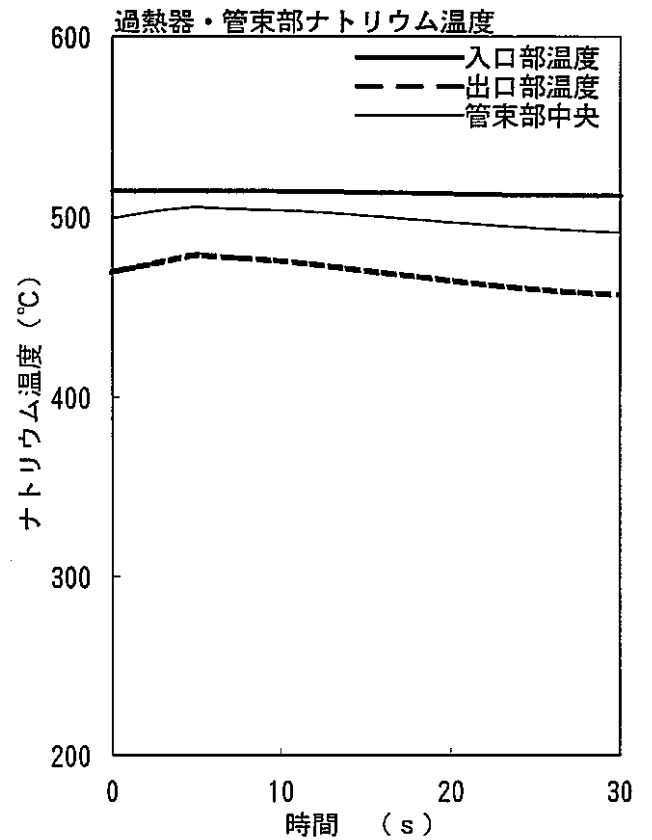
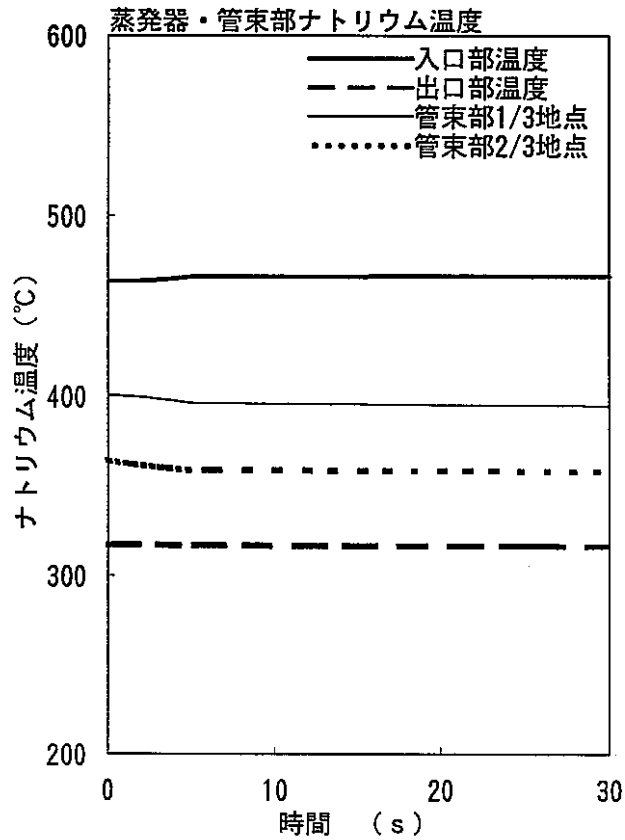


図3.2-7(5/5) 50MWtSG・水系隔離／蒸気ブロー解析結果

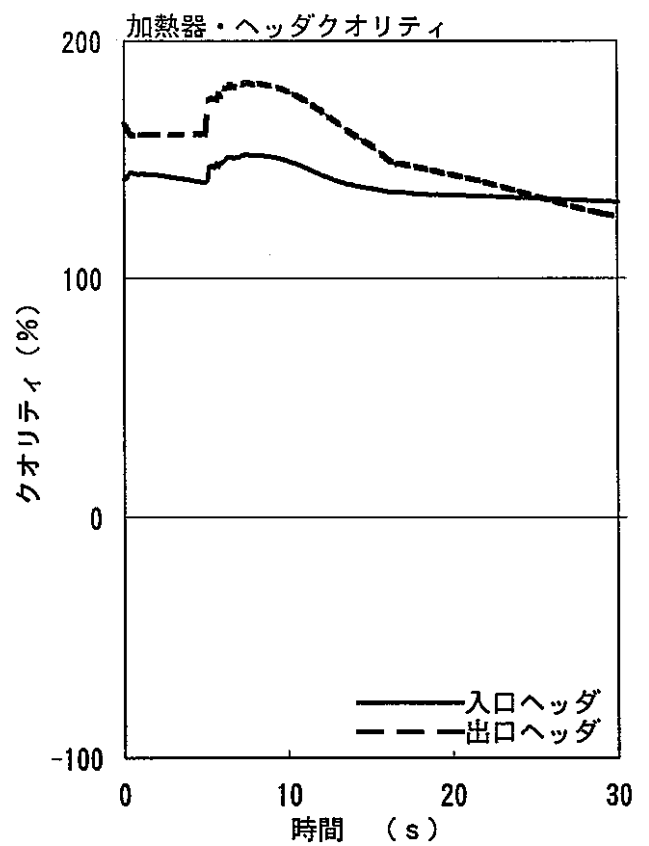
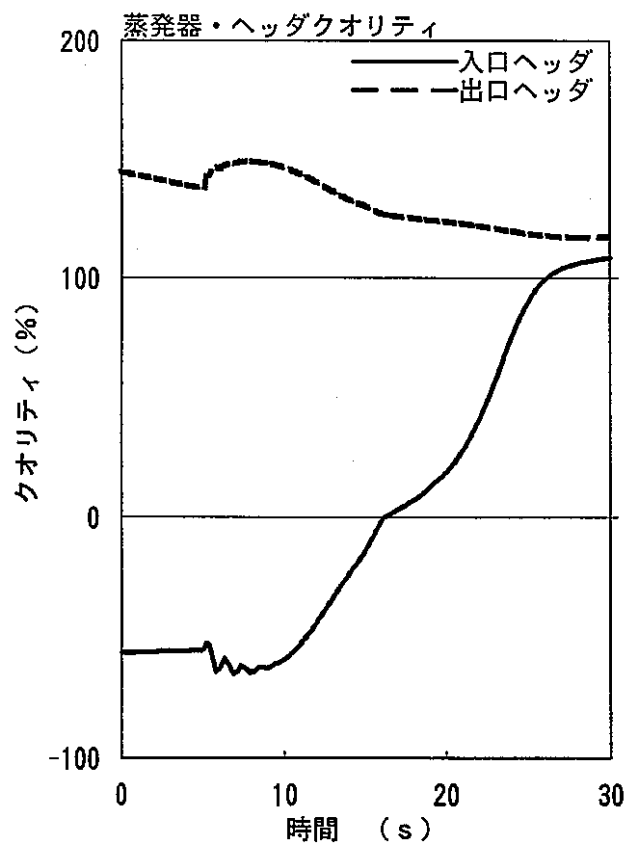
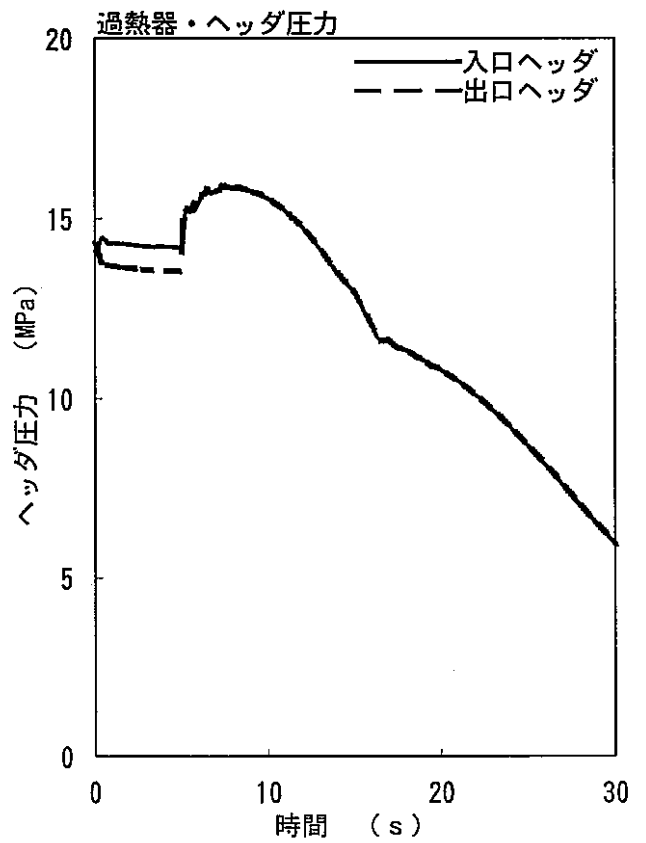
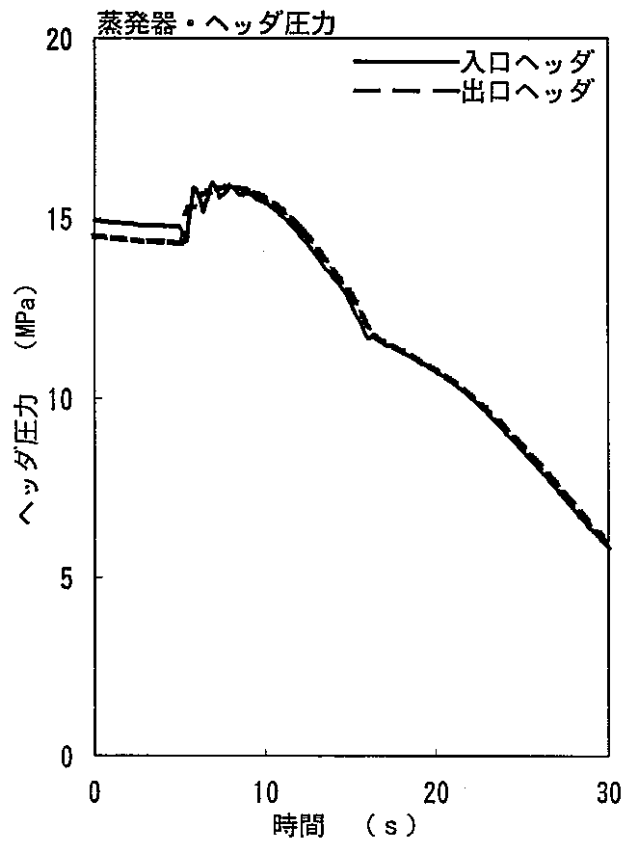


図3.2-8(1/5) 50MWtSG・水系隔離／給水ブロー解析結果

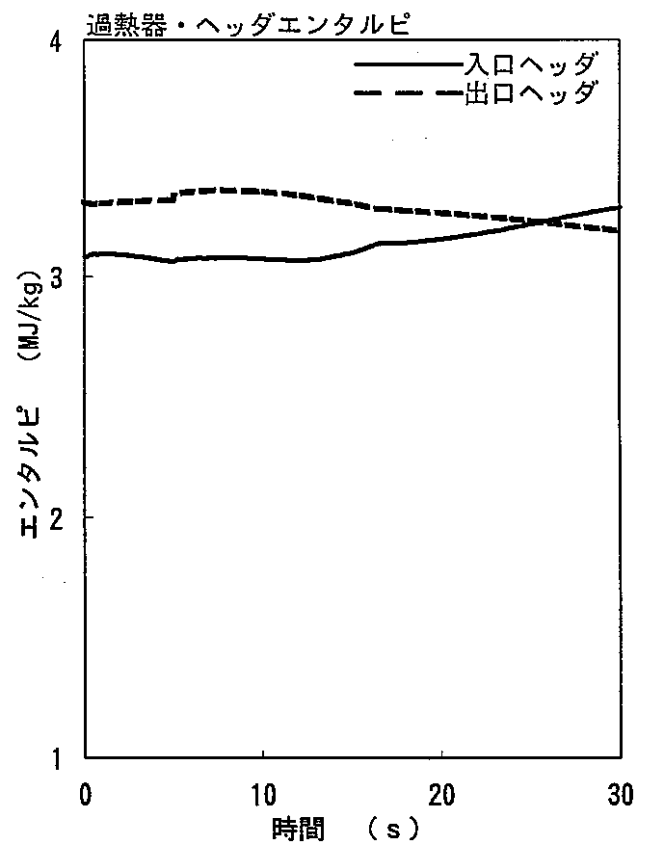
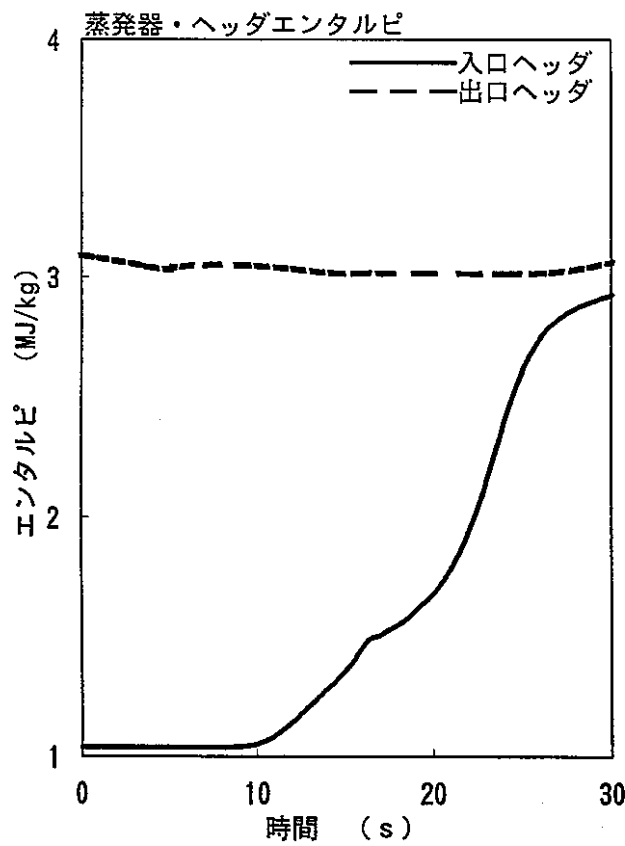
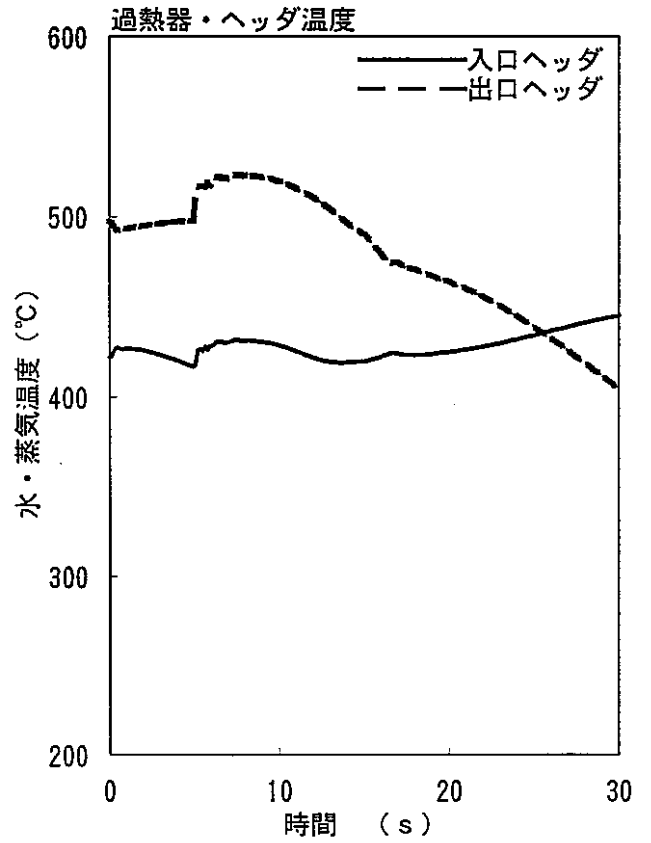
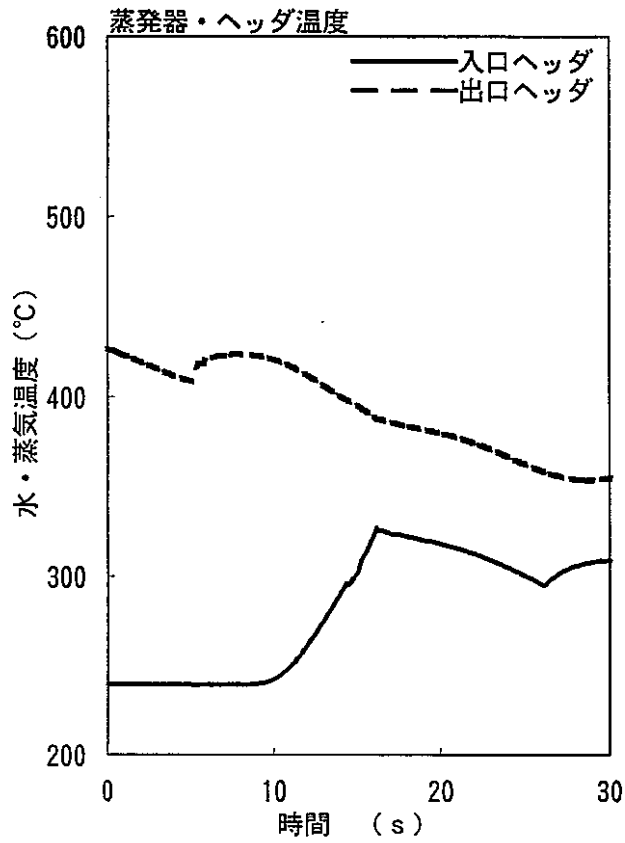


図3.2-8(2/5) 50MWtSG・水系隔離／給水ブロー解析結果

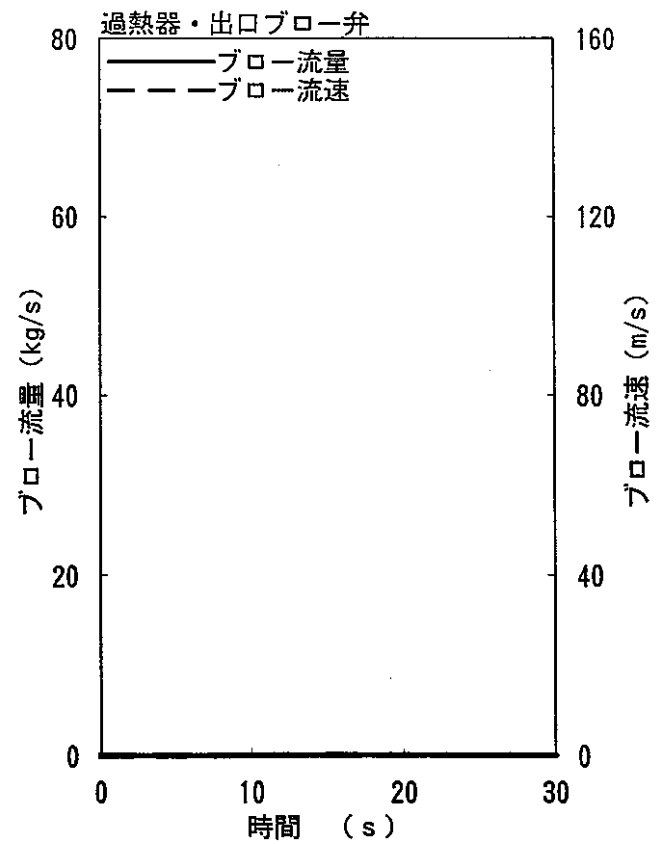
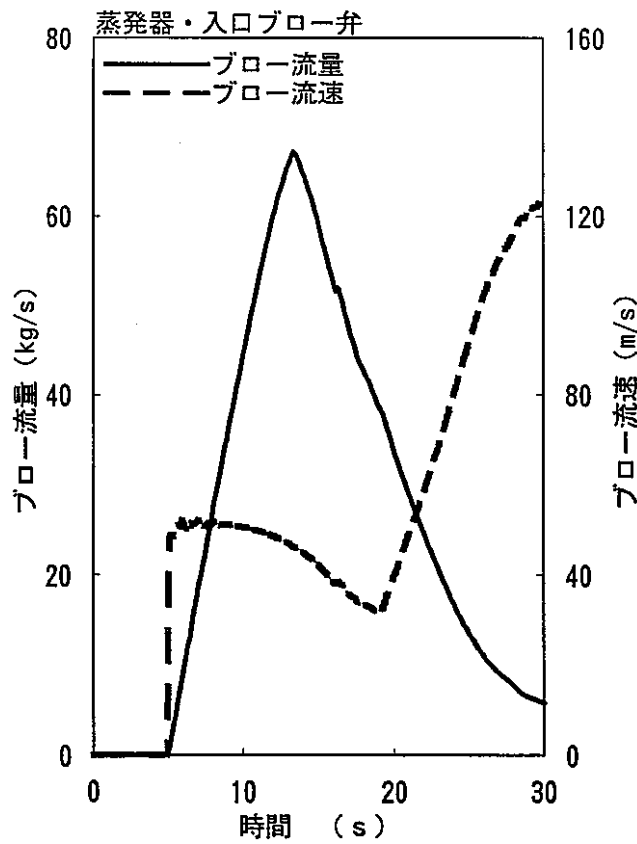
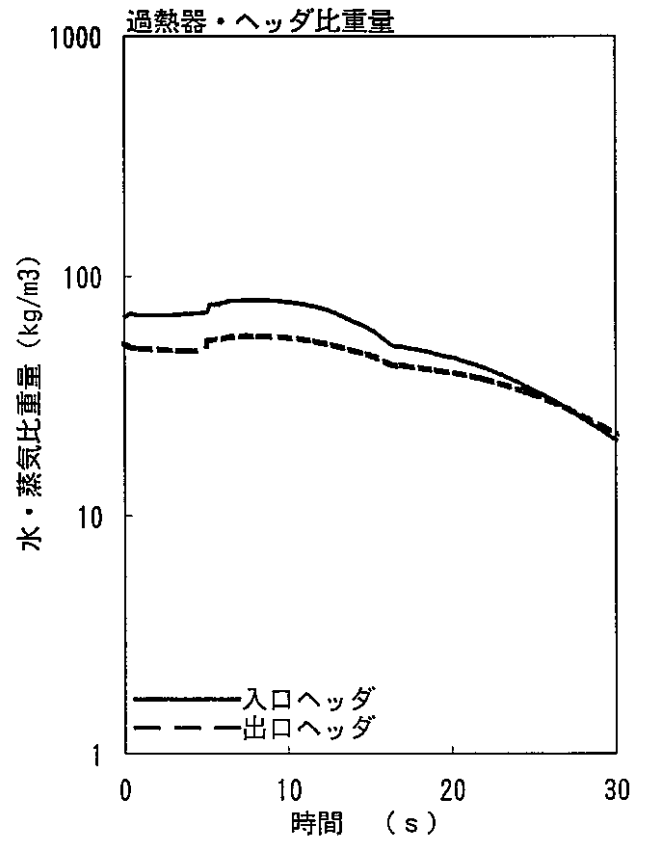
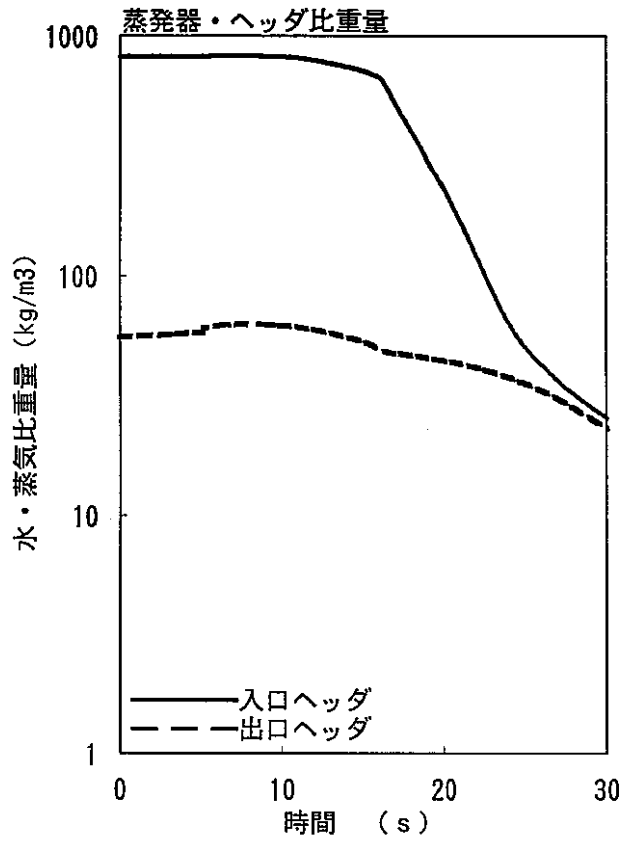


図3.2-8(3/5) 50MWtSG・水系隔離／給水ブロー解析結果

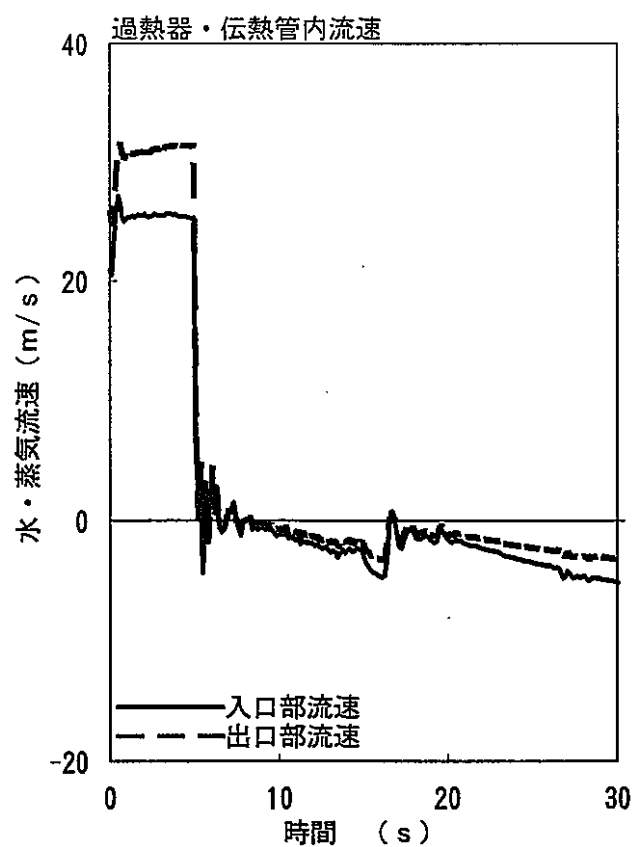
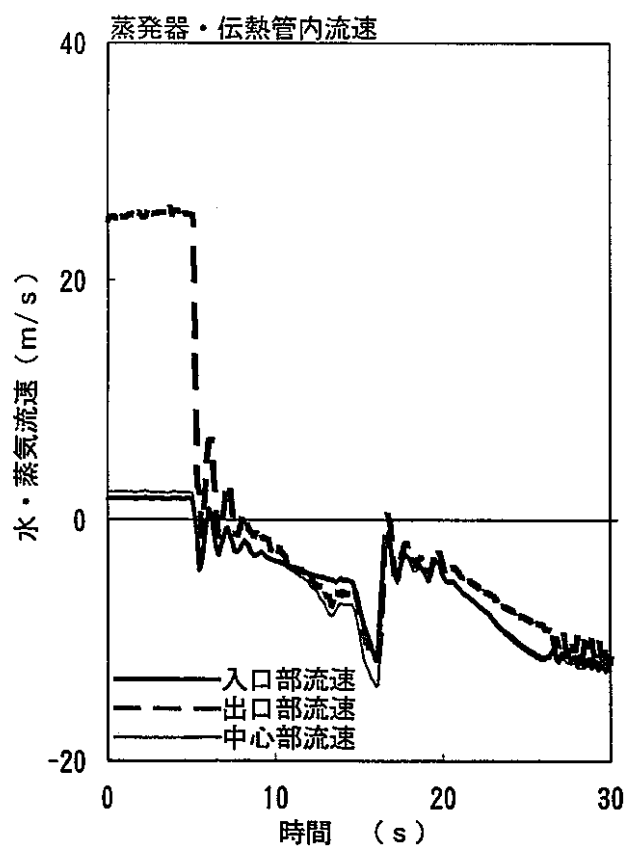
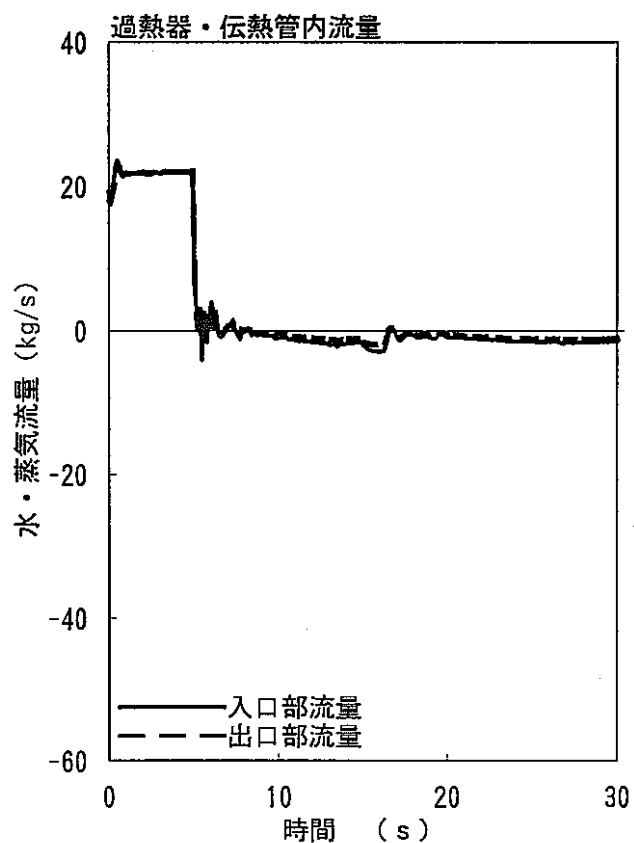
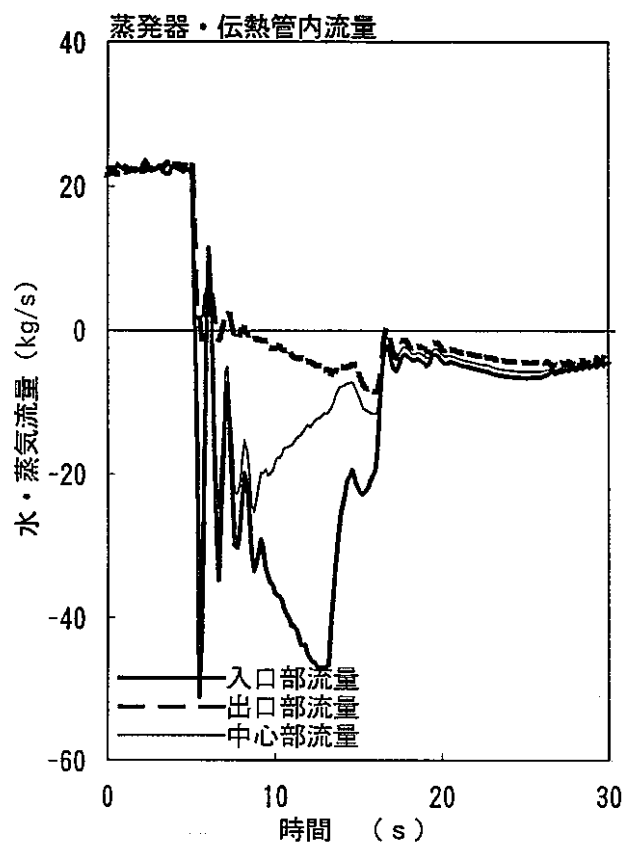


図3.2-8(4/5) 50MWtSG・水系隔離／給水ブロー解析結果

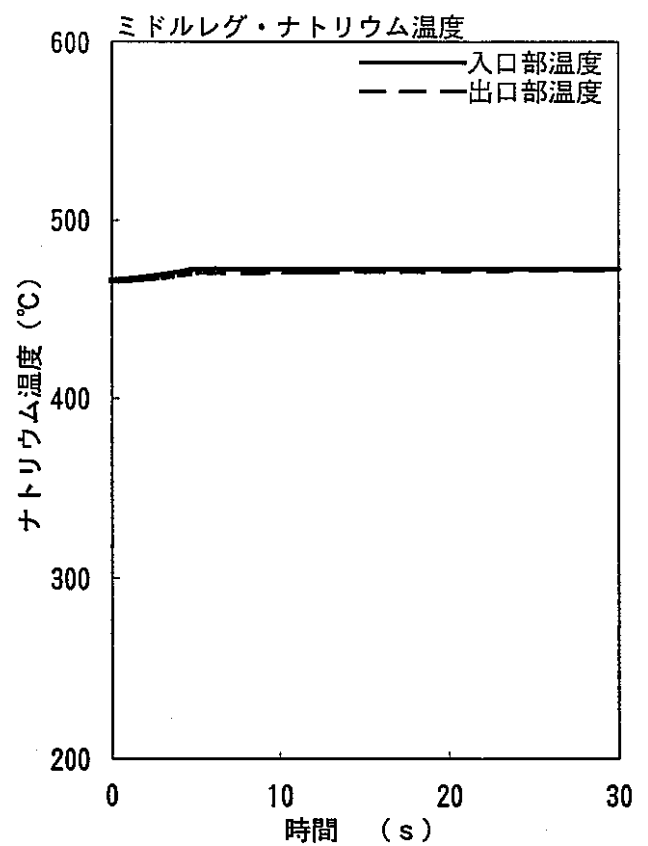
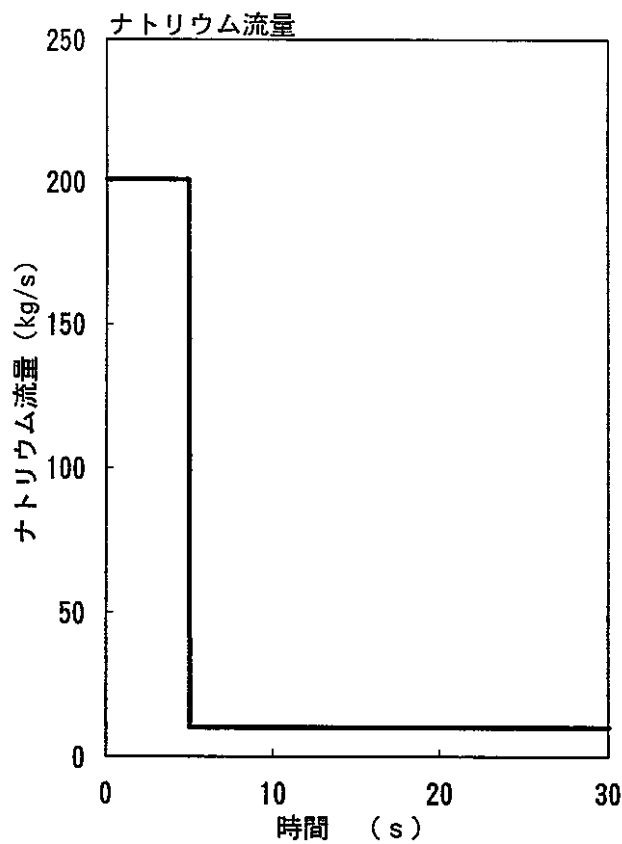
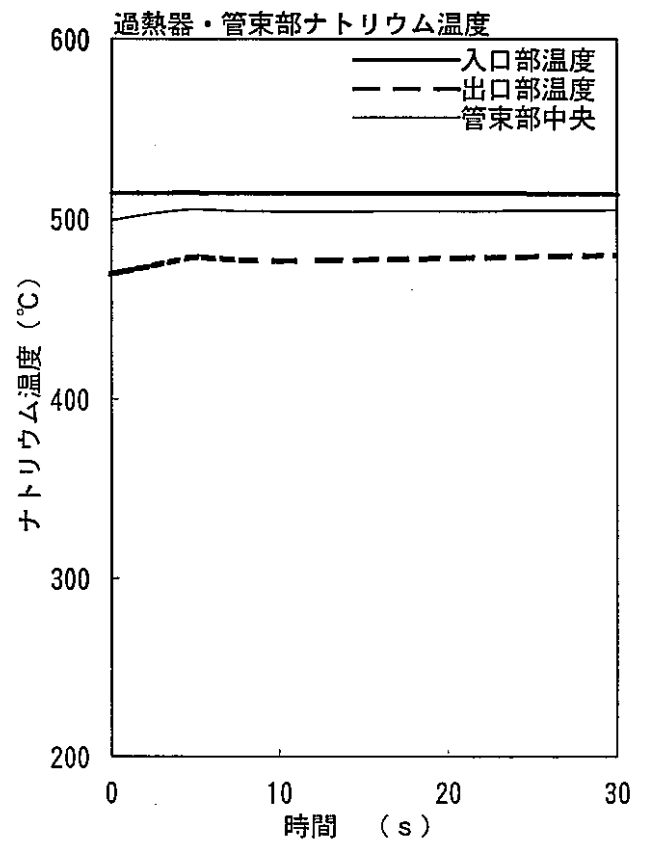
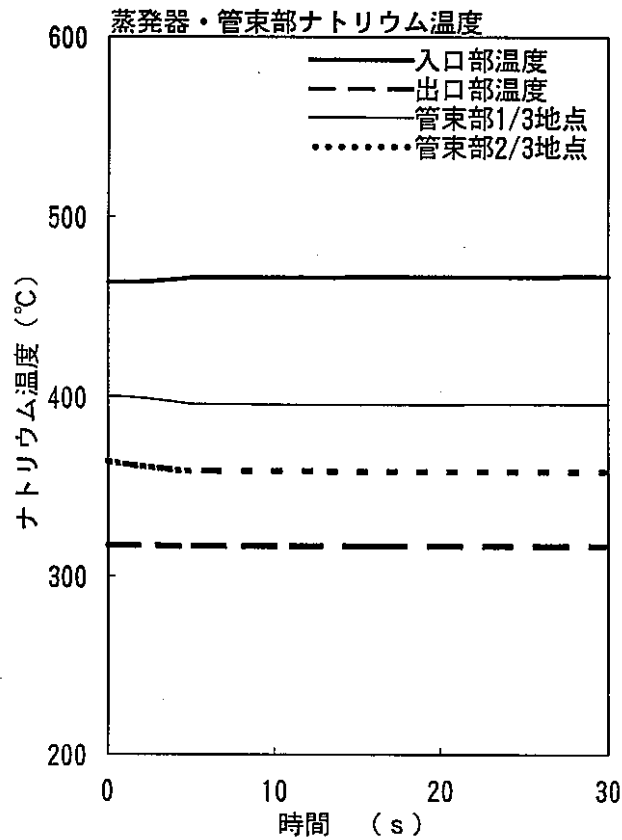


図3.2-8(5/5) 50MWtSG・水系隔離／給水ブロー解析結果

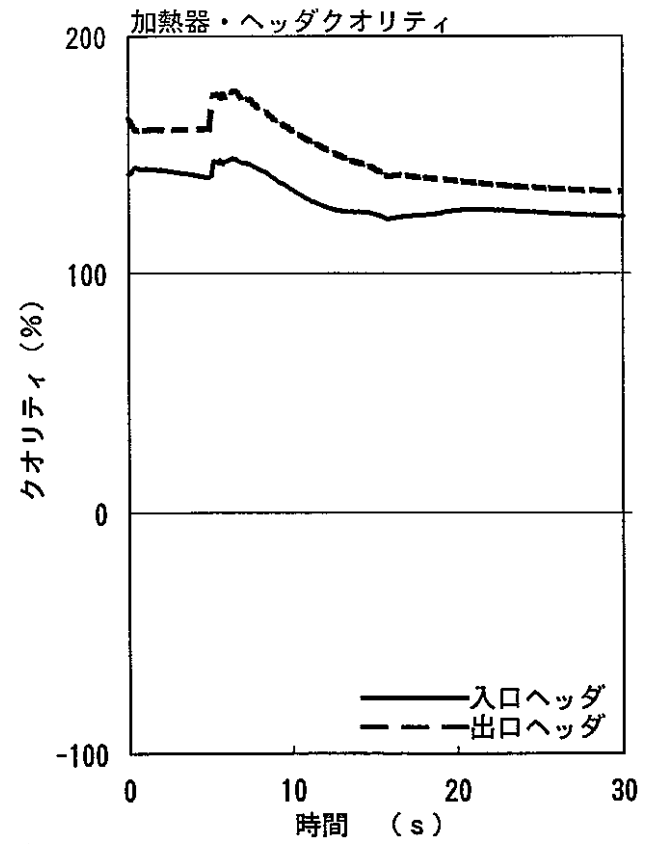
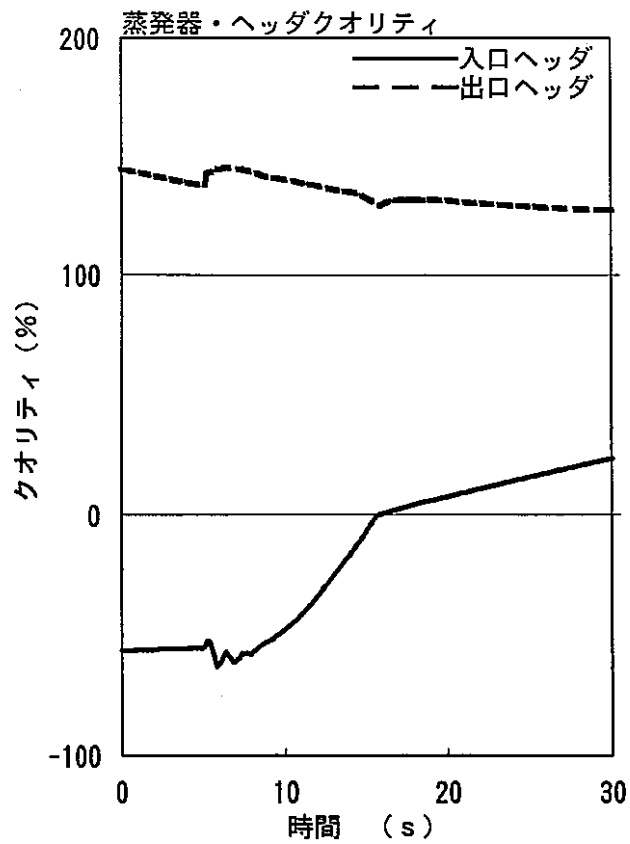
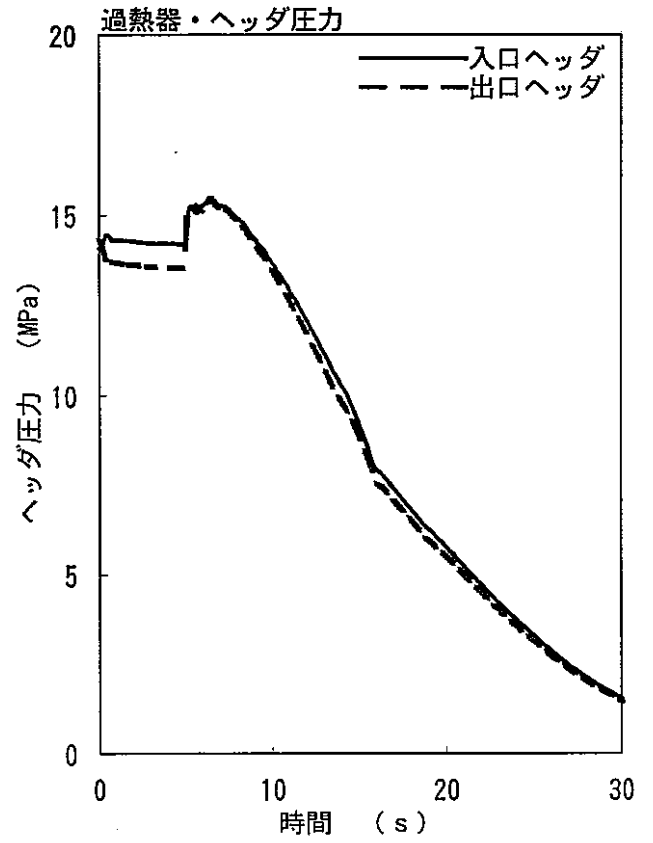
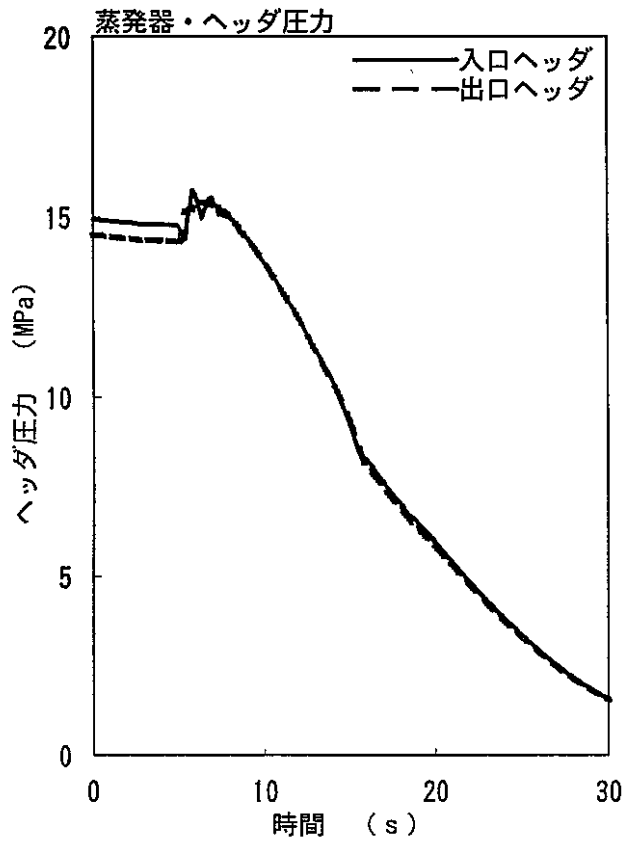


図3.2-9(1/5) 50MWtSG・水系隔離／両端ブロー解析結果

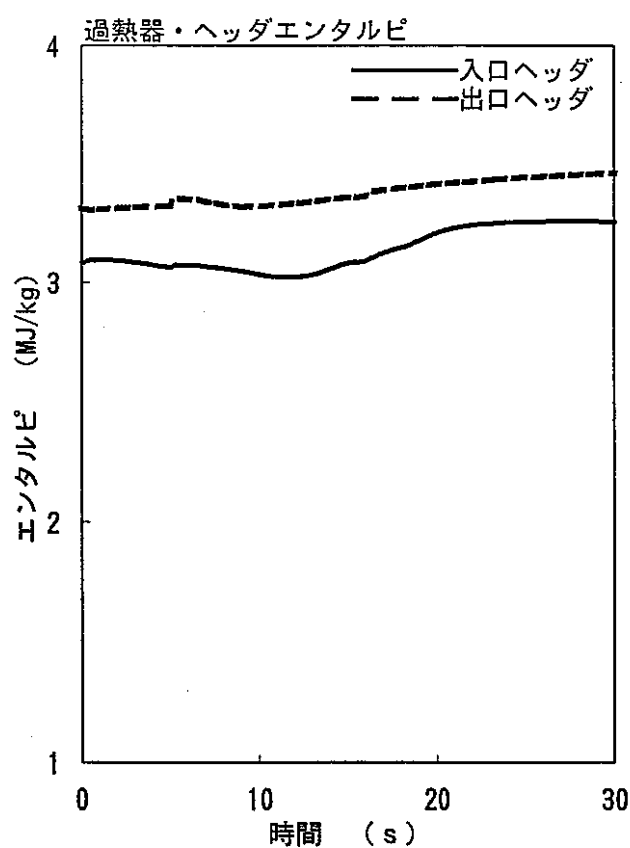
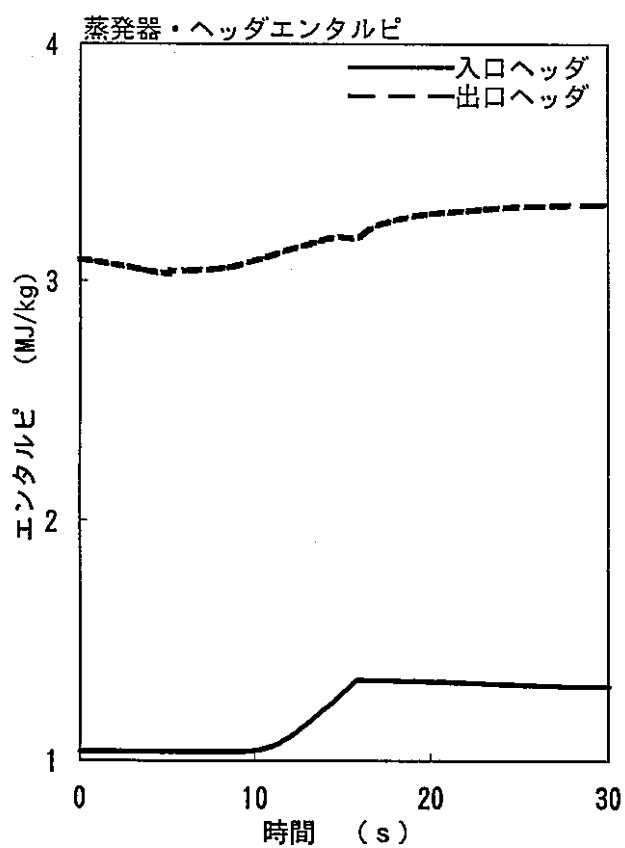
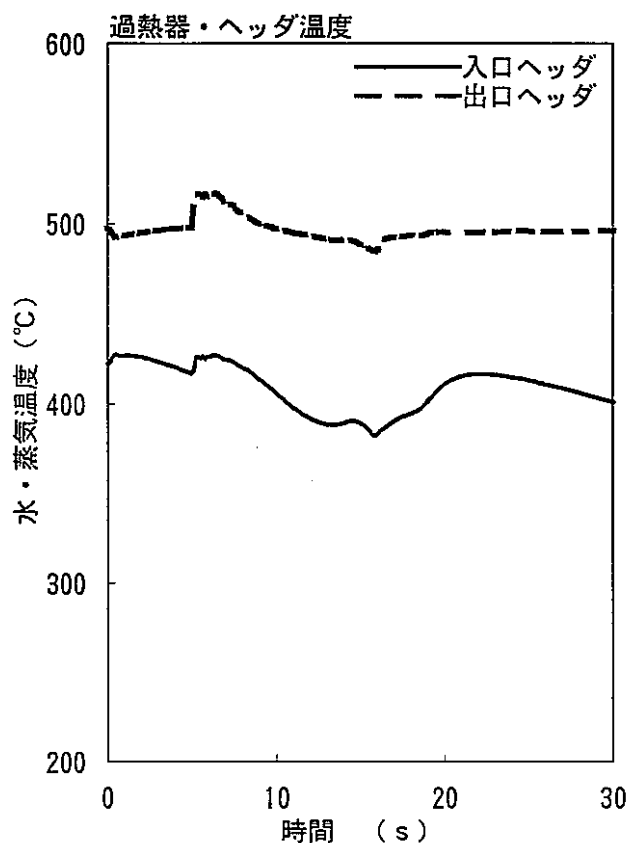
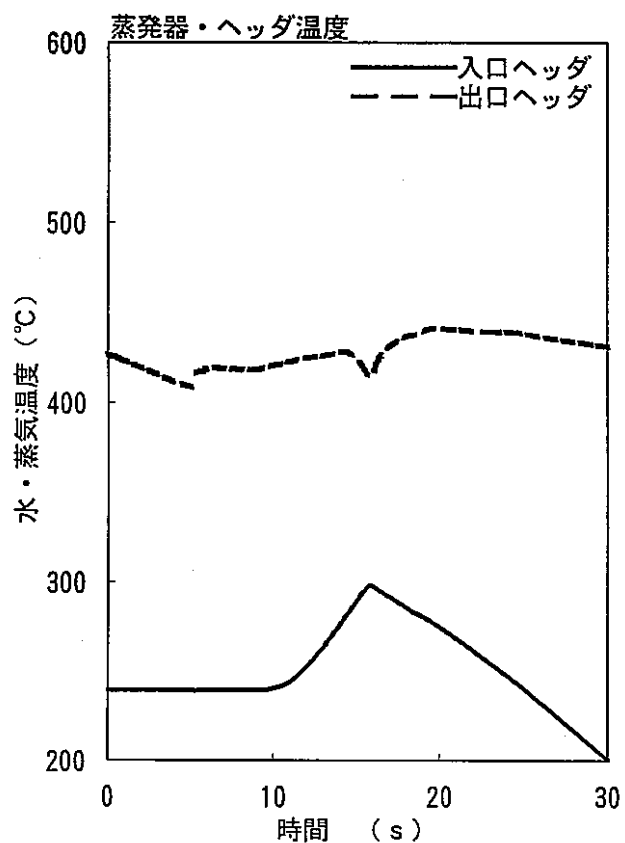


図3.2-9(2/5) 50 MW_t SG・水系隔離／両端ブロー解析結果

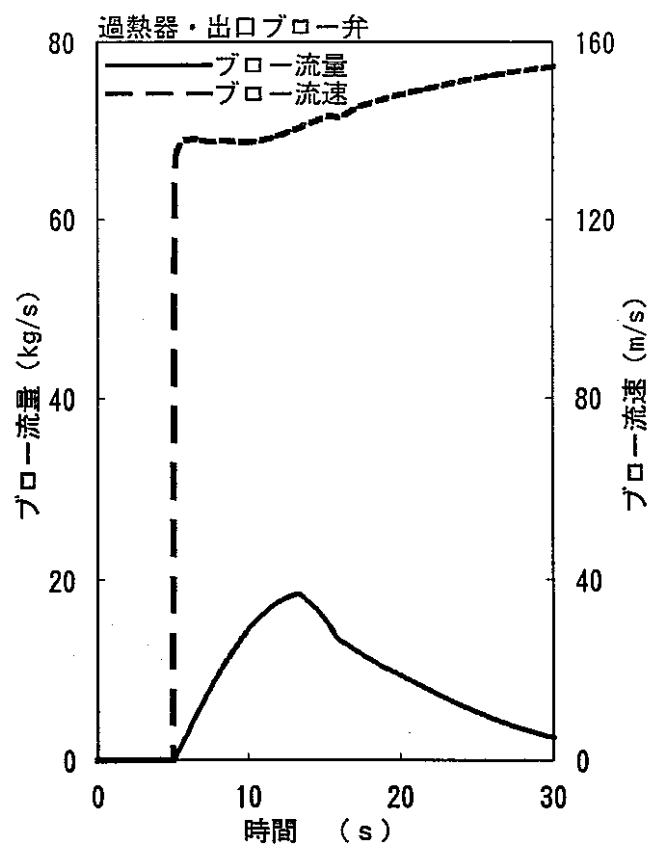
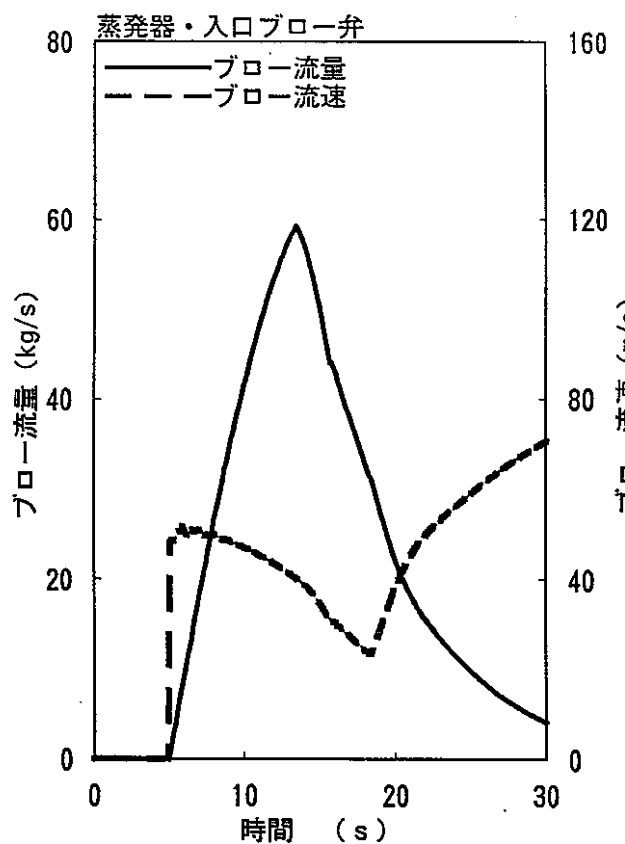
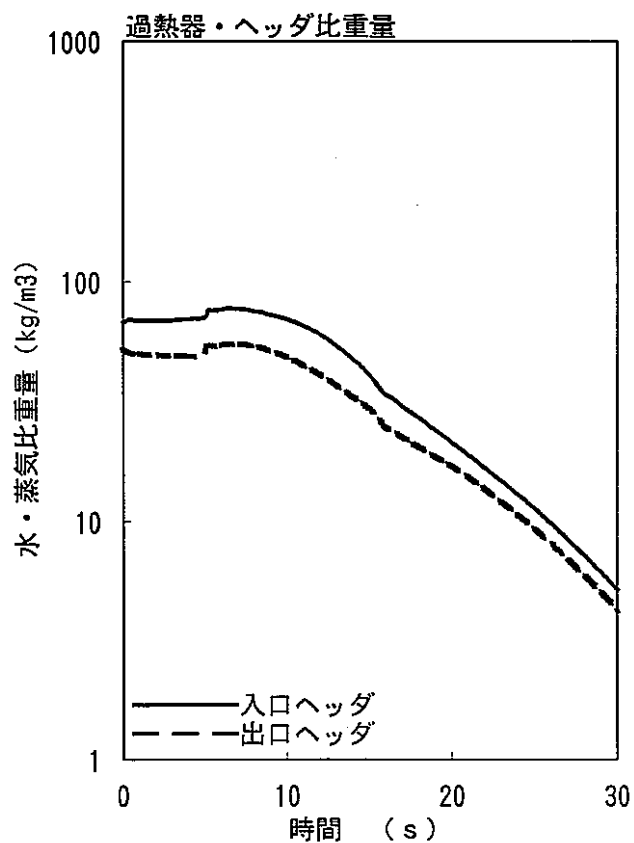
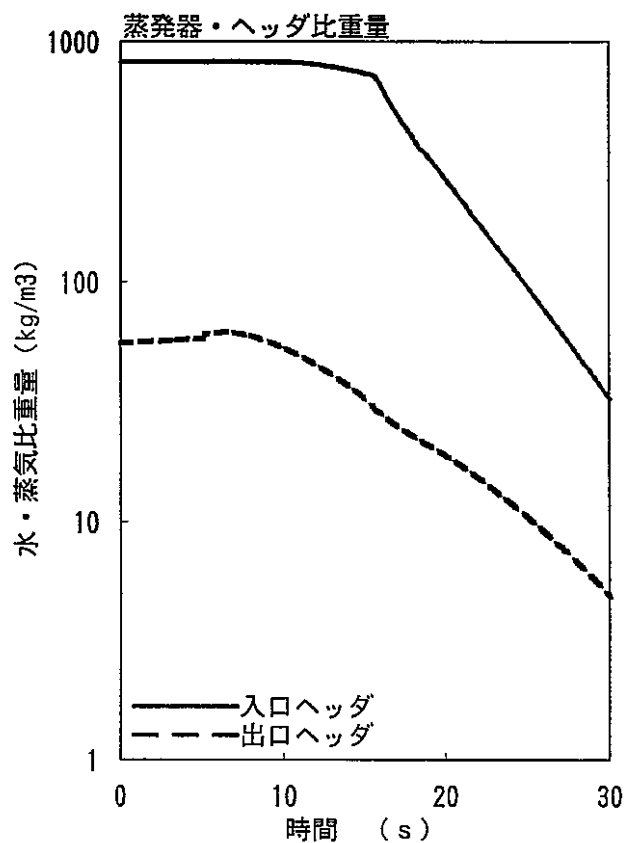


図3.2-9(3/5) 50MWtSG・水系隔離／両端ブロー解析結果

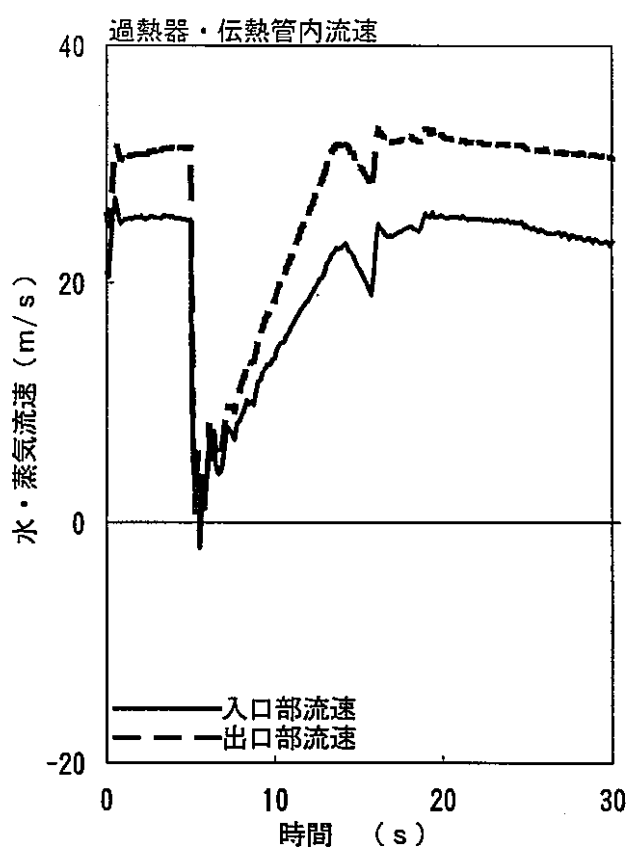
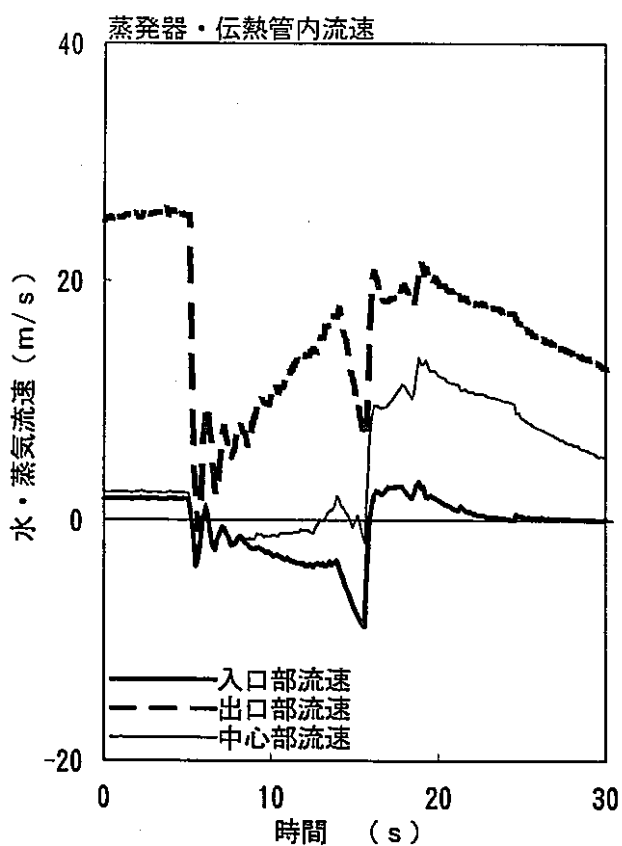
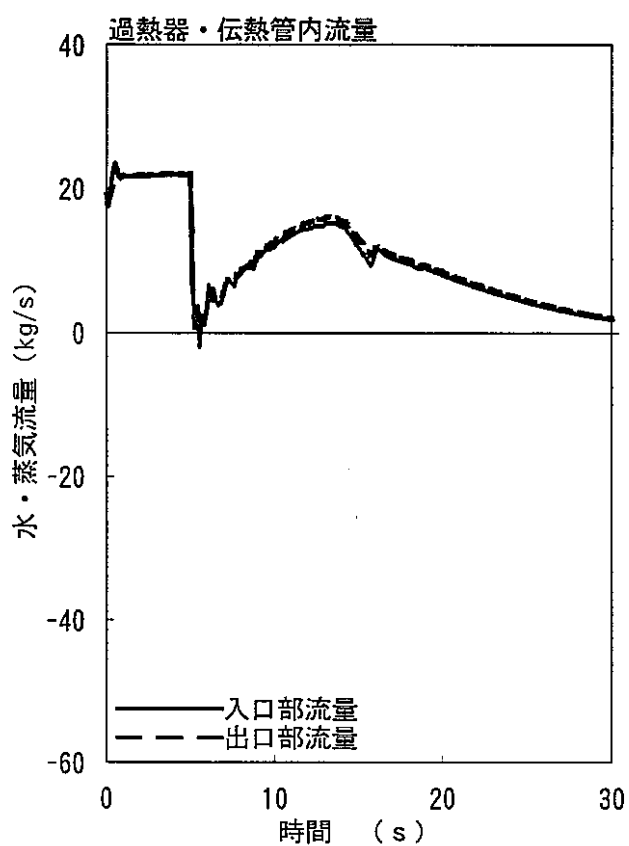
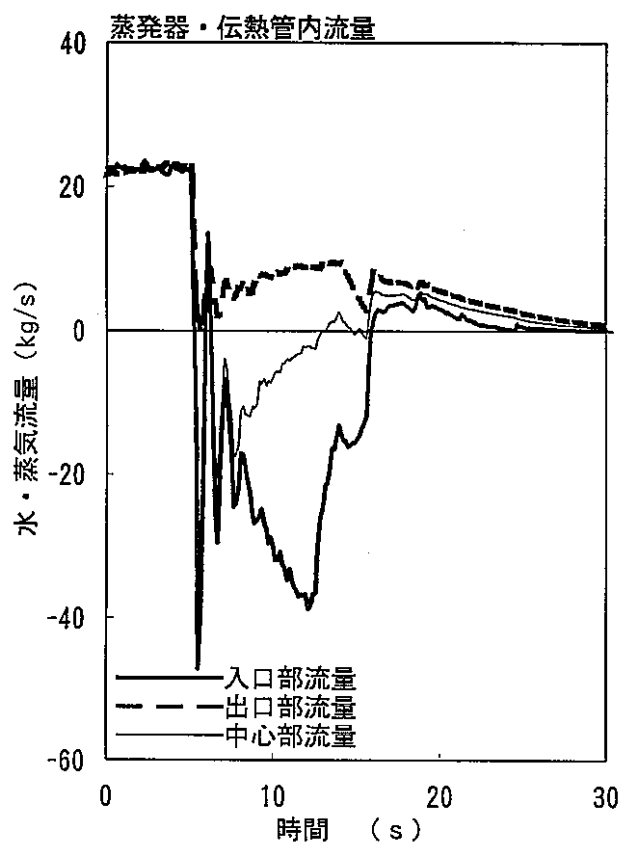


図3.2-9(4/5) 50MWtSG・水系隔離／両端ブロー解析結果

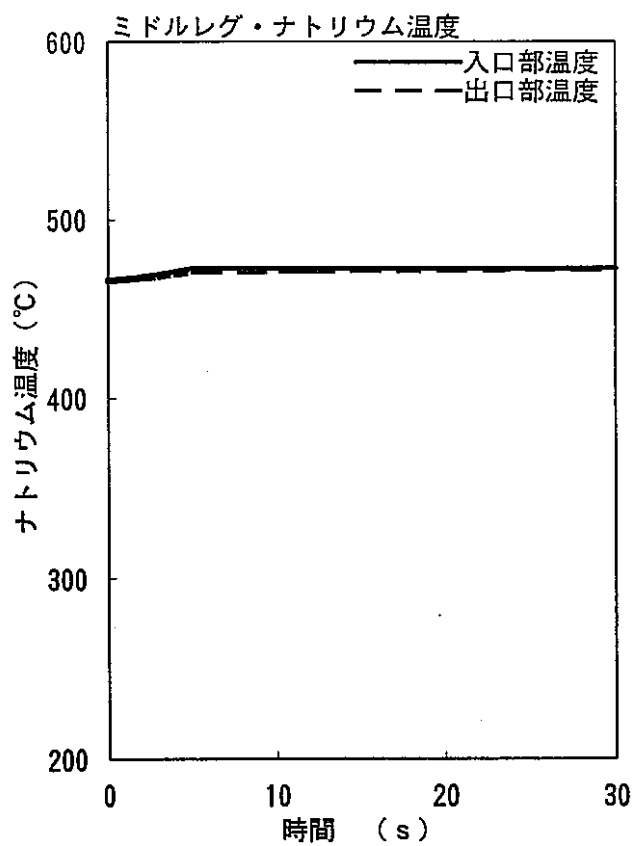
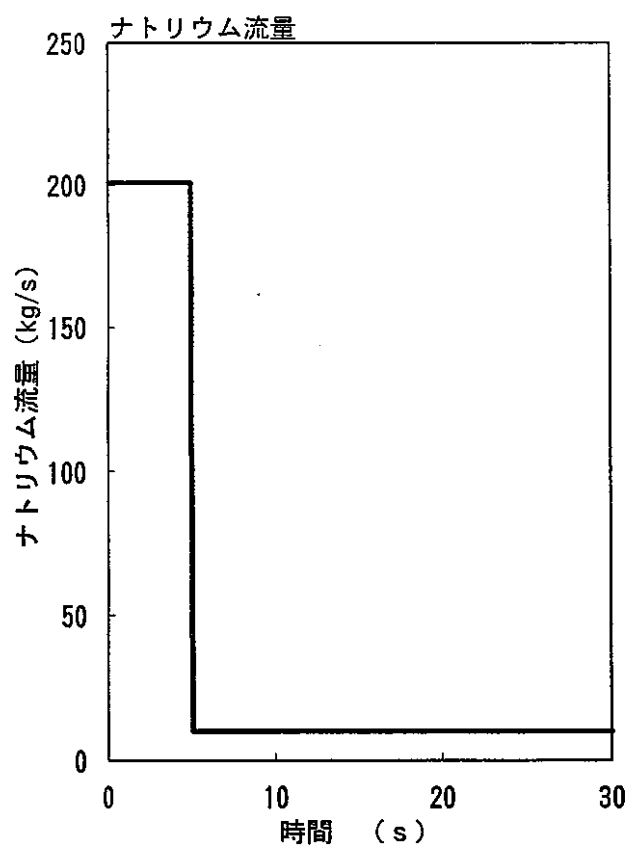
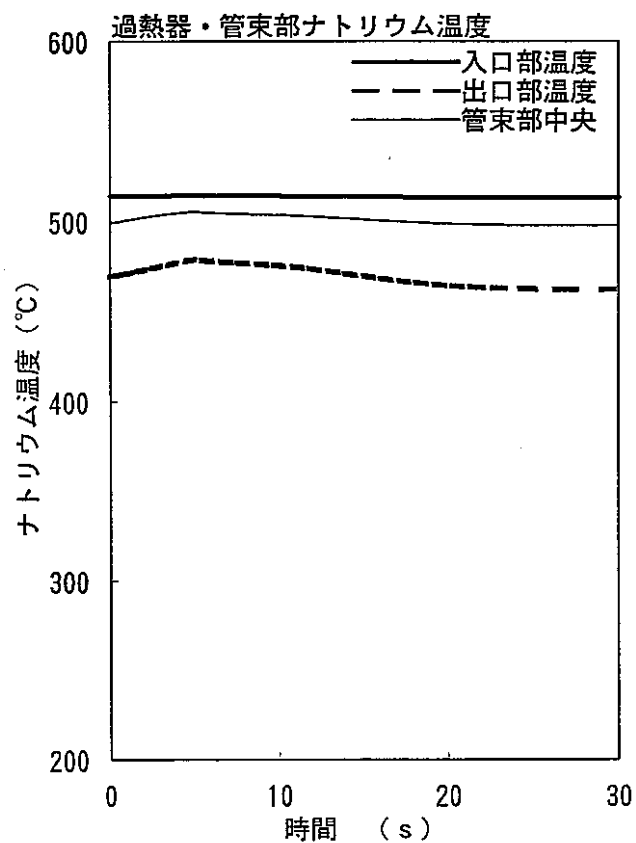
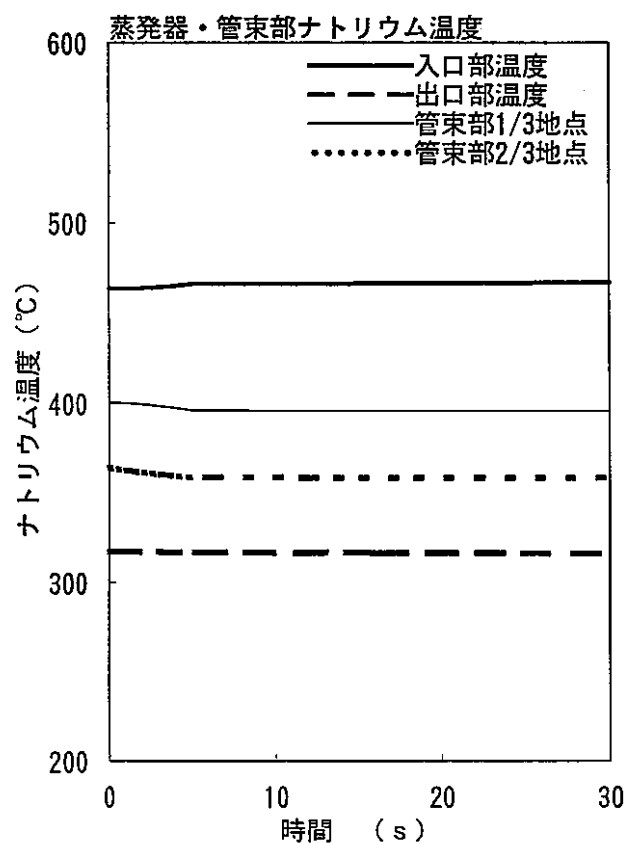


図3.2-9(5/5) 50MWtSG・水系隔離／両端ブロー解析結果

4.解析コードの検証

4.1 50MW t S Gのブローダウン試験を対象とした検証解析

4.1.1 試験ケースと試験条件

4.1.1.1 S Gブローダウン試験TR 5 4 7 2 0 (9),(10),(11)

(1)目的

事故後のS G内保有水ブローによる冷却能力、S G水側隔離後のブローダウン状況及びブローダウン時S G熱過渡等を確認するために実施された試験であり、S H出口ブロー弁からの水蒸気ブローが行われた試験である。

(2)試験条件

表 4.1.1.1-1 に試験時初期条件を、図 4.1.1.1-1 に試験実施手順及び図 4.1.1.1-2 に操作計画を示す。本試験は、「もんじゅ」の手動トリップを模擬するため、下記の条件を設定している。

a.運転条件

- ・出力状態：100%負荷とし、S H出口蒸気 485℃、E V出口蒸気 370℃としている。
- ・N aフローパターン：2次N aポンプはコストダウン後 30ton/h で継続運転する。
- ・S H入口N a温度：505℃を可能な範囲で保持する。
- ・ブロー条件：定格圧力より、20kg/cm²g まで6～15分で減圧することを目安とする。

b.弁の操作条件

- ・時刻 0 : S H出口ブロー弁 VA-17-5 開（閉→開 13 秒）
- ・時刻 13 秒：S H出口遮断弁 VA-17-17 閉（開→閉 30 秒）
- ・時刻 240 秒：E V入口遮断弁 VA-17-50 閉（開→閉 13 秒）

（注）時刻はブロー開始からの時間

(3)計算結果の比較項目及び比較ポイント

水側の計装点位置及びN a 側の計装点位置を図 4.1.1.1-3 及び図 4.1.1.1-4 に示す。S G 伝熱管内の水蒸気側の状態量は測定されていないため、S G に出来るだけ近接した代表ポイントとして以下の箇所の圧力、蒸気温度、N a 温度に関して比較を行う。それぞれの実験測定値を図 4.1.1.1-5～図 4.1.1.1-7 に示す。

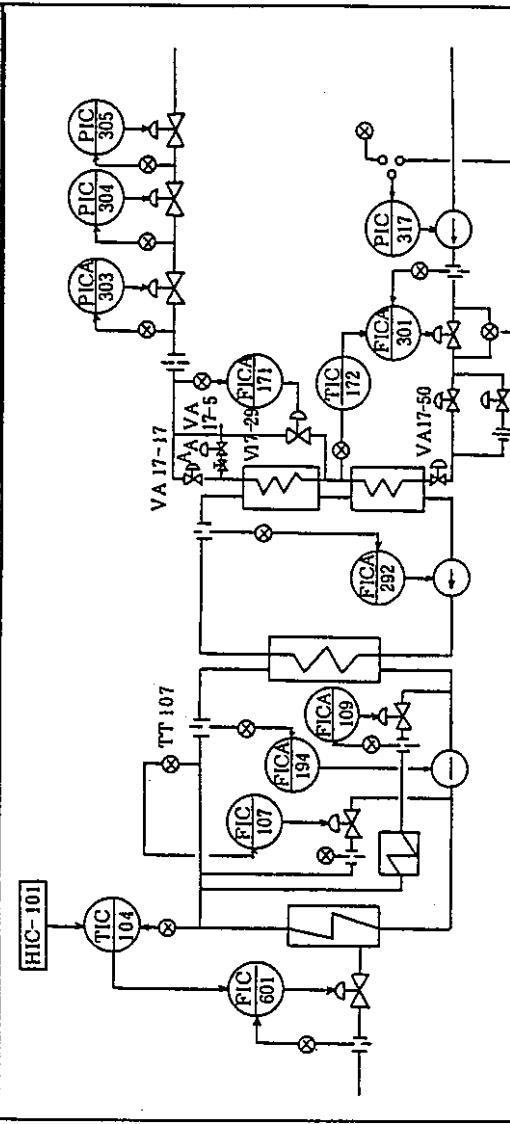
- ・ E V 給水圧力 (PT17-1 : P27010) E V 入口より 3466.5mm
- ・ S H 出口蒸気圧力 (PT17-3 : P27030) S H 出口より 800mm
- ・ E V 出口蒸気温度 (TE17-2 : T27002) E V 出口より 3025mm
- ・ S H 出口蒸気温度 (TE17-4 : T27004) S H 出口より 350mm
- ・ E V 出口 N a 温度 (TE13-3 : T23003) E V 出口より 575mm
- ・ S H 出口 N a 温度 (TE13-2 : T23002) S H 出口より 155mm

表 4.1.1.1-1 SGプロローダウン試験TR54720の試験条件

実施月日		担当直々長	
54年7月20日		鹿志村	

試験番号		基準負荷		外乱印加条件		試験目的・内容の概略		実施時間		収録MTNa		立会者	
TR 54720		EV単体(EV+SH) 100%		給水ポンプトリップ 2次NaPもんじゅコースト ダウン模擬		事故後SGの内部熱過渡挙動把握および再起動、移行時のSG 内部熱過渡挙動の把握		14:50 17:20		#2-1637, 1638 14:50~17:20		土屋 岡仲井	

初期条件		制御条件		制御数		備考	
プロセス名	設定値	モード	調整器番号	P	I	D	備
TAG No	計	画	実	分	分	分	
EV給水温度 T13002	240℃		240.1				プロロー井の上流にある手動弁V17-29を20分間としプロロー井の調整を行なう。
EV出口蒸気温度 T27002	370℃		369.5				
SH出口蒸気温度 T27004	487℃		485.2				
EV給水流速 F13021	80 T/h		80.0				
出口蒸気圧力 P27030	130 kg/cm ² g		130.5				
SH入口Na温度 T23001	(500℃)		503.4				
SH出口Na温度 T23002	(460℃)		470.8				
EV出口Na温度 T23003	(325℃)		313.0				
二次Na流量 F12002	(780 T/h)		747.1				

主要制御系構成図						
						

一次系						
IHX1次入口Na温度 T11007 (510℃) 518.6						
IHX1次入口Na流量 F11005 (960 T/h) 892.5						
クローババイパス流量 F11009 2H×入口温度 510℃以下Max 238.1						
コールドバイパス流量 F11007 min 49.6						

単位 T:℃, F: ℓ/h, P: kg/cm ² G ()は参考値						
--	--	--	--	--	--	--

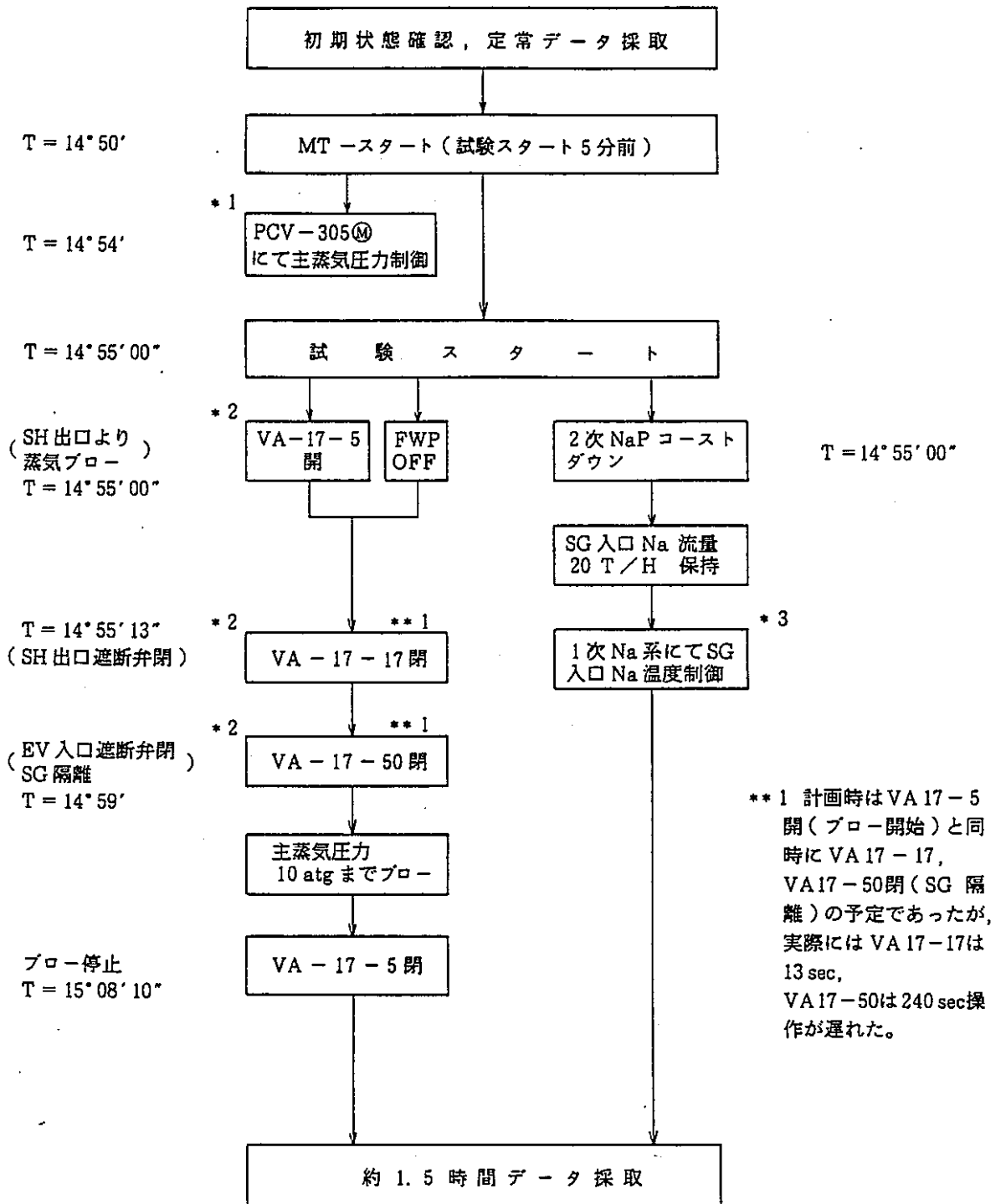


図 4.1.1.1-1 SG ブローダウン試験 TR 54720 の試験実施手順

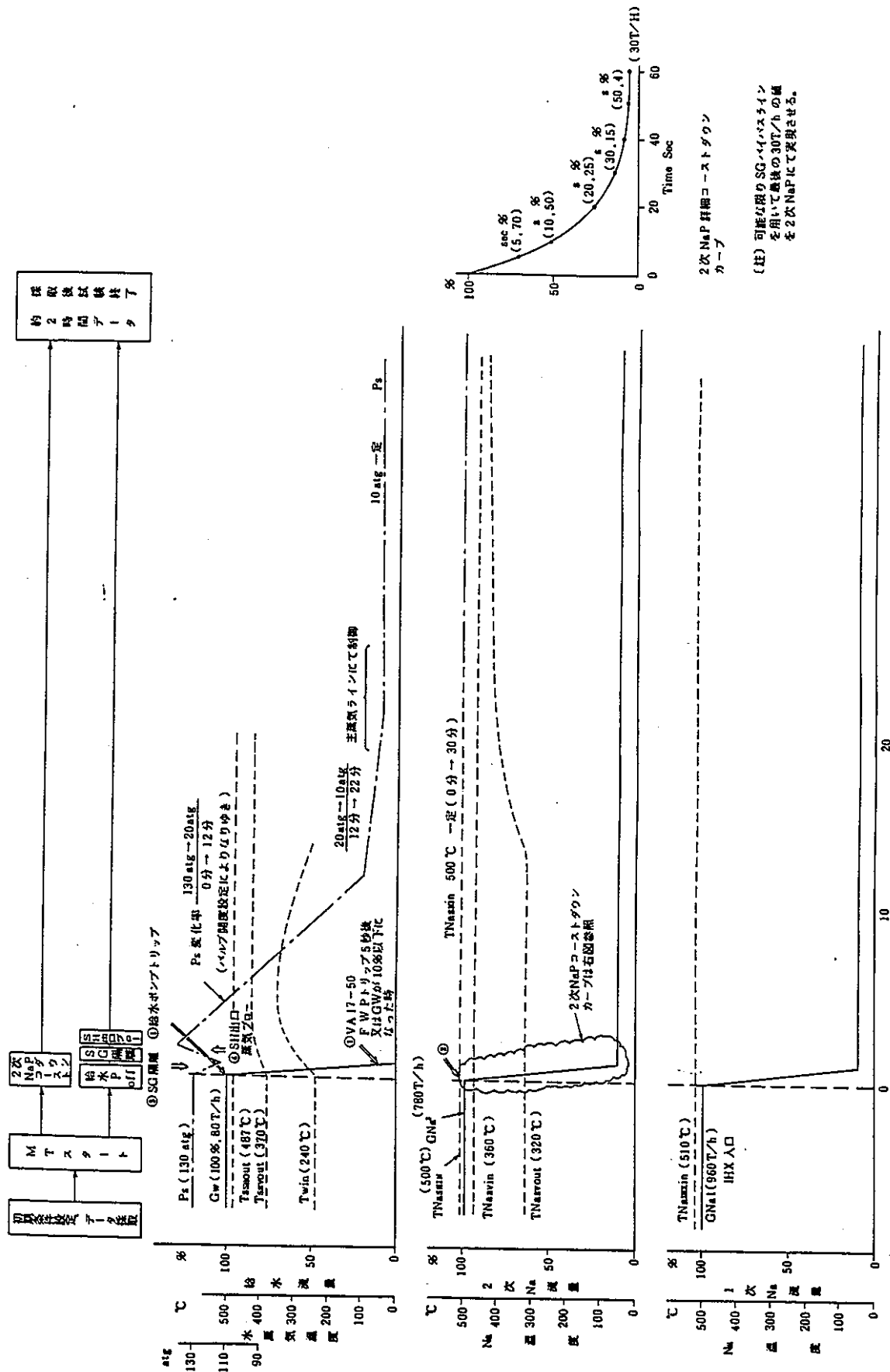
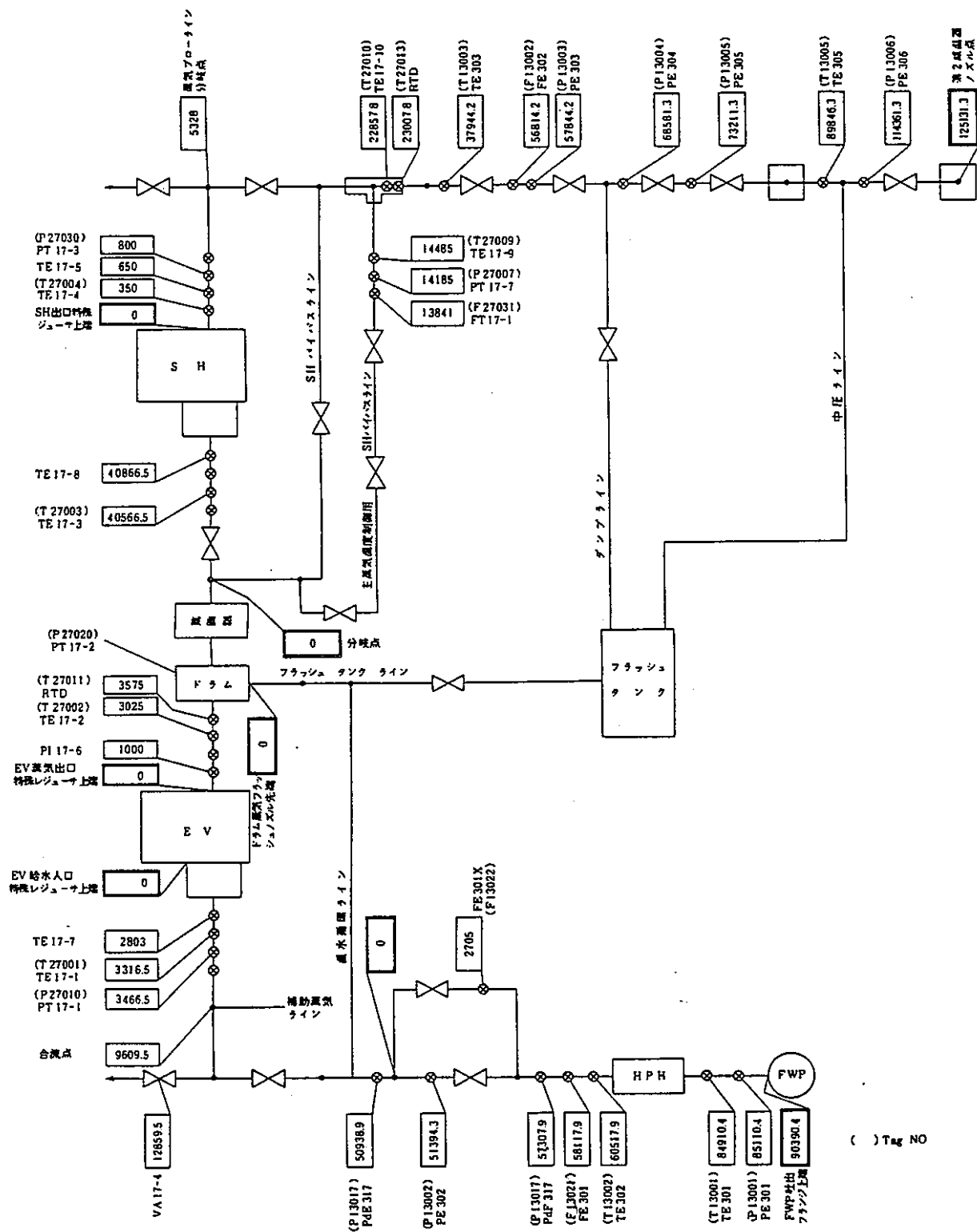


図 4.1.1.1-2 SGプロダウン試験TR54720の操作計画



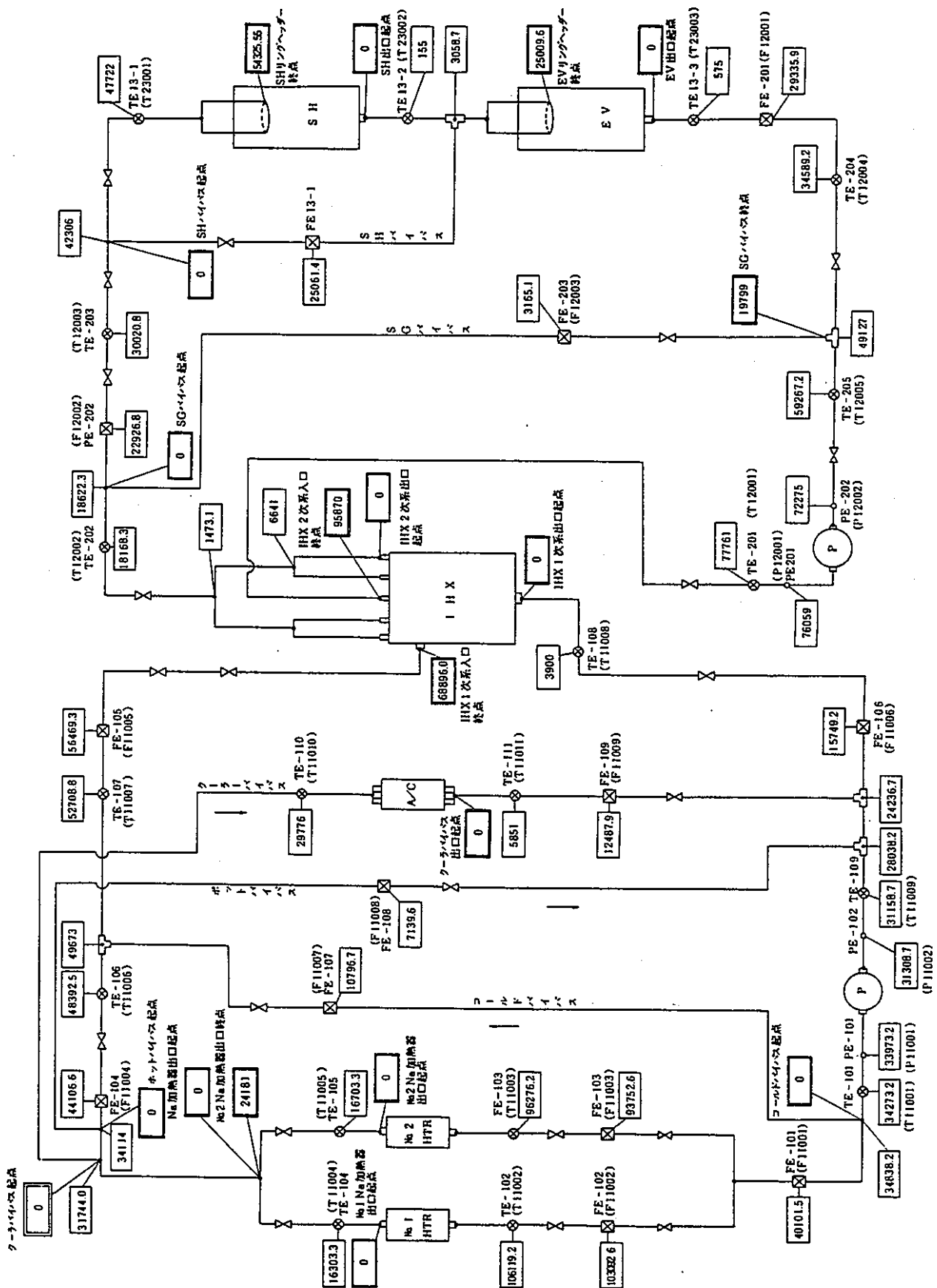


図 4.1.1.1-4 ナトリウム系ループ主要計装点位置

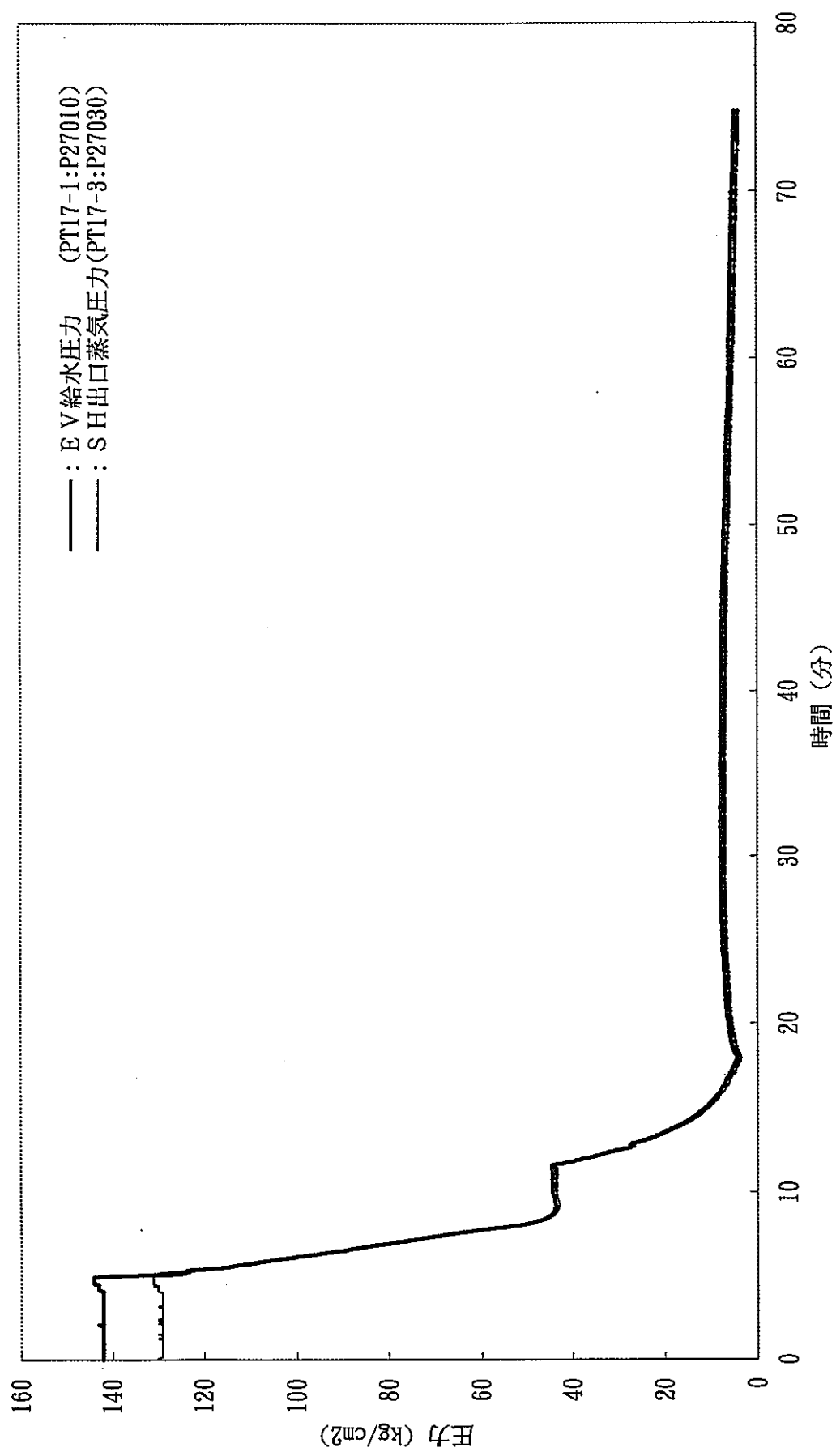


図 4.1.1.1-5 水蒸気側圧力実験計測値 (TR54720)

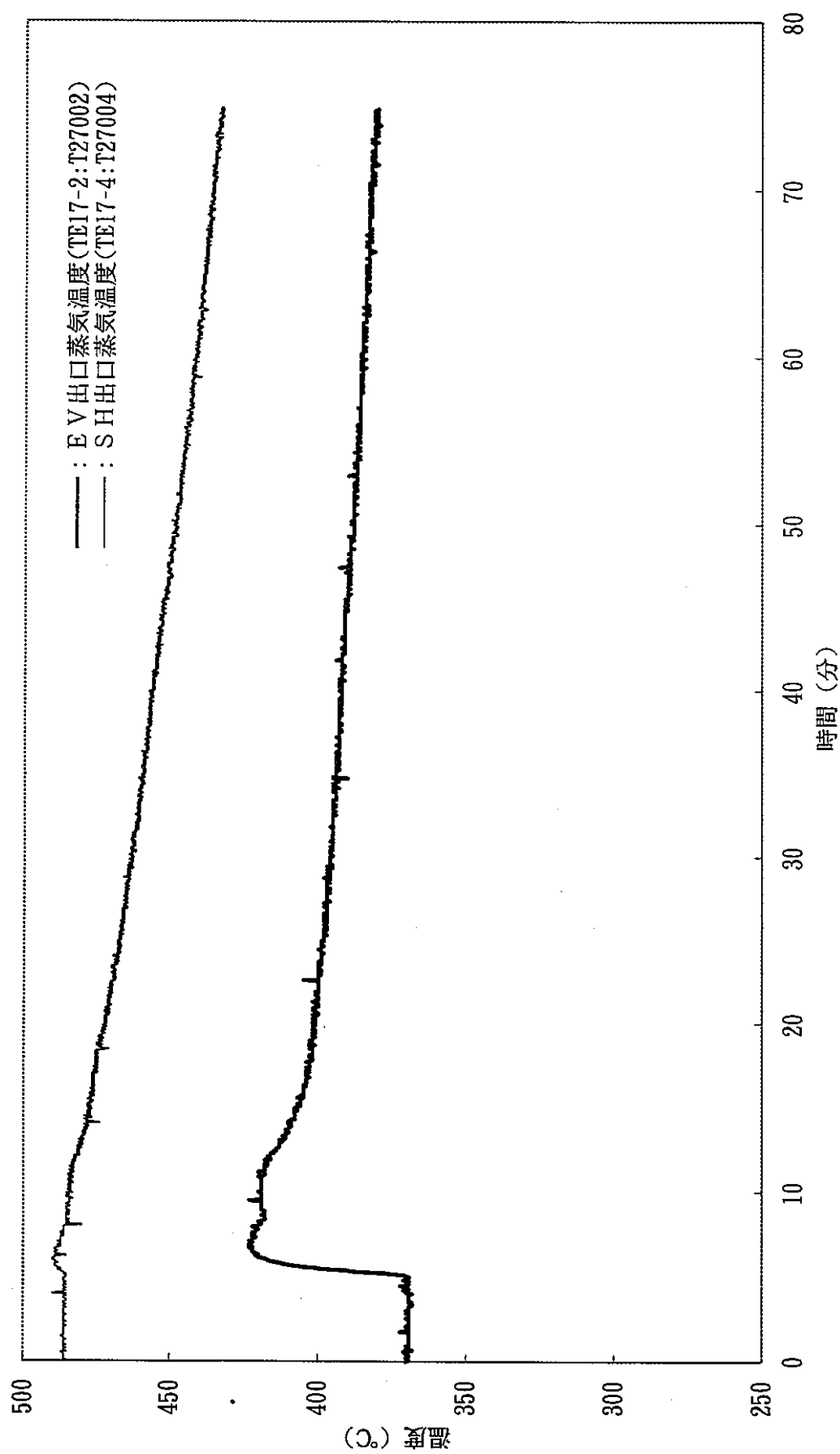


図 4.1.1.1-6 水蒸気側温度実験計測値 (TR54720)

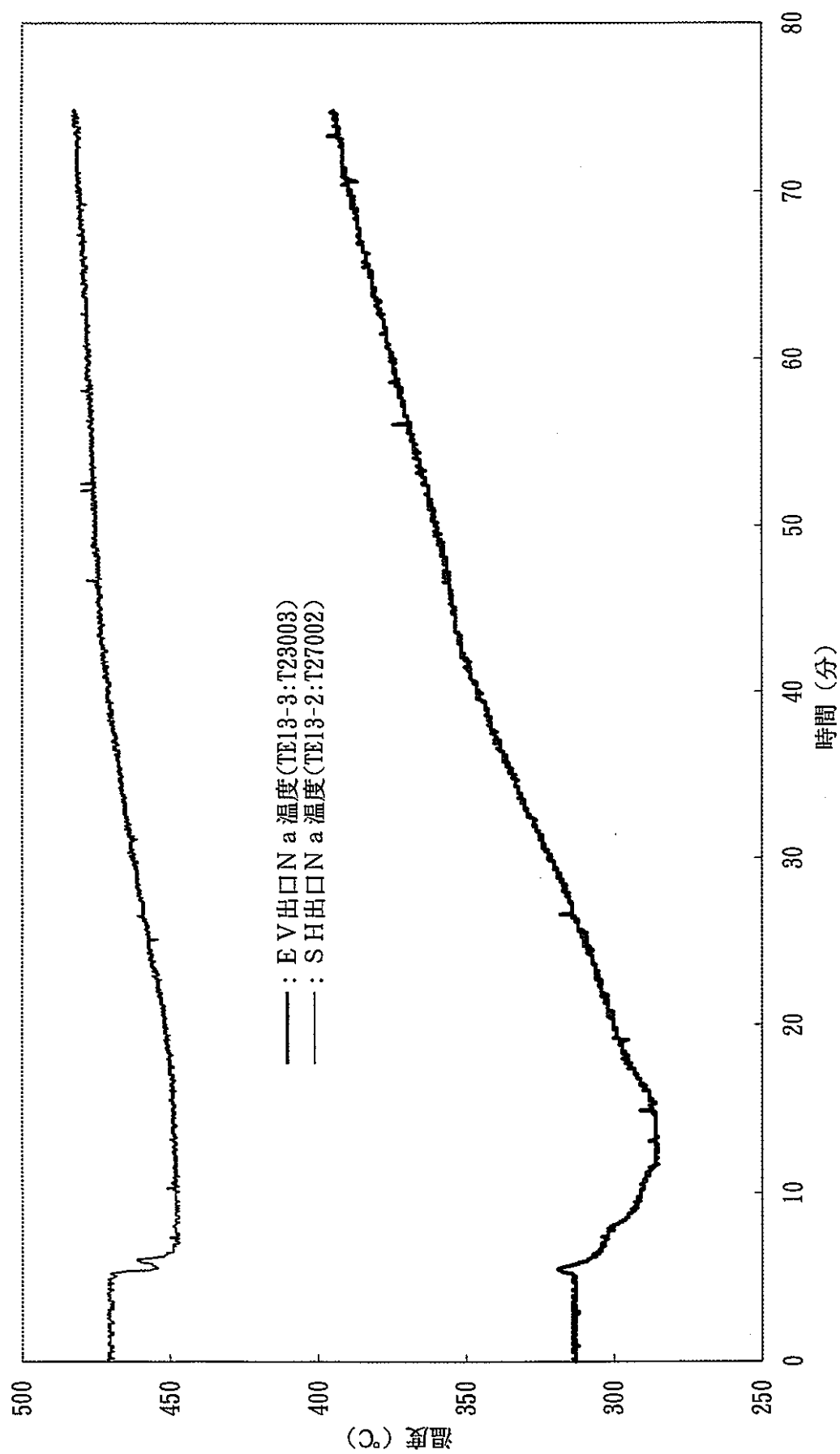


図 4.1.1.1-7 ナトリウム側温度実験計測値 (TR54720)

4.1.1.2 S Gブローダウン試験 EWe1-51E1 (9),(10),(11)

(1)目的

S G水リーク事故後のS G内保有水緊急ブロー特性等を確認するために実施された試験であり、E V入口、S H出口ブロー弁からの水蒸気ブローが行われた試験である。

(2)試験条件

表 4.1.1.2-1 に試験時初期条件を示す。本試験は、下記の条件を設定している。

a.運転条件

- ・出力状態：100%負荷とし、S H出口蒸気 462℃、E V出口蒸気 353℃としている。
- ・S H入口Na温度は約 473℃としている。
- ・E V入口遮断弁 VA17-50、S H出口遮断弁 VA-17-17 及びE VとS Hの隔離弁 VA17-1 を閉としてS G隔離後、約13分後にS H出口ブロー弁 VA-17-5 及びE V入口ブロー弁 VA-17-4 よりブローを行っている。

(注) 操作記録からは、上記の通りS G隔離後にブローを開始しているがあるが、計測データから推測すると(隔離によるS G内圧力等の変動がない)ブロー前にS G隔離操作を実施しているとは考えにくい。ため、実際の実験解析ではブロー開始と同時にS G隔離弁等の操作を開始するものと想定した解析を行っている(4.1.2.2 参照)。

b.弁の操作条件

- ・時刻 0 : S H出口ブロー弁 VA-17-5 開 (閉→開 2.7 秒)
- ・時刻 0 : E V入口ブロー弁 VA-17-4 開 (閉→開 8.4 秒)
- ・時刻 50 秒 : VA-17-4、VA-17-5 (開→閉)

(注) 時刻はブロー開始からの時間。弁の開放時間は 79.11.10 の低圧蒸気ブロー特性の試験結果に基づく値。

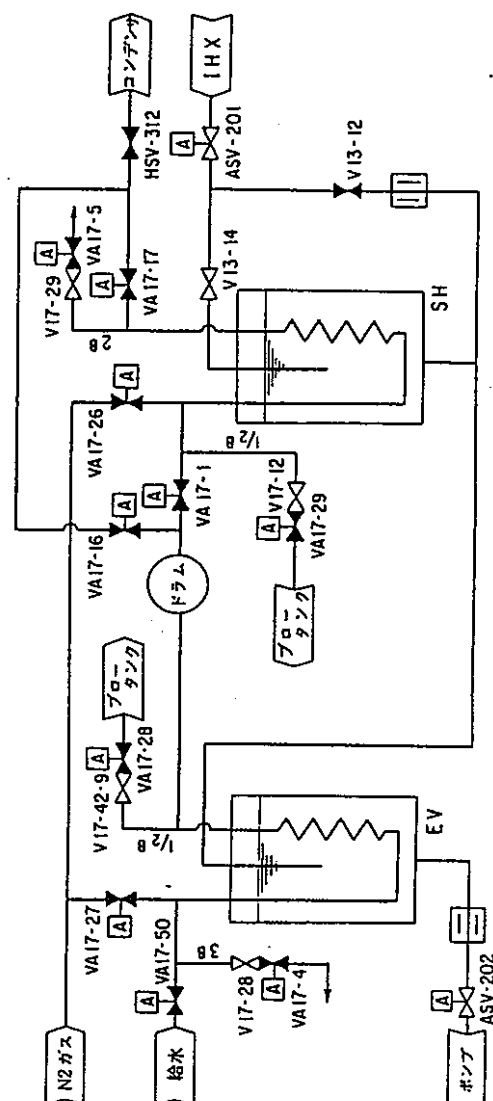
(3)計算結果の比較項目及び比較ポイント

SGブローダウン試験TR54720と同様、SGに出来るだけ近接した代表ポイントとして以下の箇所の圧力、蒸気温度、Na温度に関して比較を行う。それぞれの実験測定値を図4.1.1.2-1～図4.1.1.2-3に示す。

- ・EV給水圧力 (PT17-1 : P27010) EV入口より 3466.5mm
- ・SH出口蒸気圧力 (PT17-3 : P27030) SH出口より 800mm
- ・EV出口蒸気温度 (TE17-2 : T27002) EV出口より 3025mm
- ・SH出口蒸気温度 (TE17-4 : T27004) SH出口より 350mm
- ・EV出口Na温度 (TE13-3 : T23003) EV出口より 575mm
- ・SH出口Na温度 (TE13-2 : T23002) SH出口より 155mm

表 4.1.1.2-1 SGプロダウン試験 EWe1-51E1 の試験条件

試験番号		基準負荷	外乱印加条件	試験目的・内容の概略		実施月	口	担当者
EWe1-51E1		EV単体 (EV+SH)	水リーク			79年12月14日		
		50%				実施時間		収録MT No
						14:30		14:30
						15:45		15:45
								#2-1730
初期条件		条件		制御条件 (主要部のみ)				
プロセス名 TAG 名	設定値	計画	実績	系統	調整器番号	モード	制御定数	
							P	I D
EV給水温度 T13002	200		198.5					
EV出口蒸気温度 T27002	360		353.4					
SH出口蒸気温度 T27004	(460)		462.0					
EV給水流速 F13021	(35)		40.5					
出口蒸気圧力 P27030	132		131.0					
SH入口Na温度 T23001	470		472.8					
SH出口Na温度 T23002	(440)		441.9					
EV出口Na温度 T23003	(320)		296.6					
二次Na流速 F12001	400		400.3					
N ₂ ガスガードル圧力	150		122.5					
N ₂ ガス供給圧力	8.0		8.3					
IHX1次入口Na温度 T11007			473.2					
IHX1次入口Na流量 F11005			780					
単位 T:℃, F:ℓ/h, P:Kg/cm ² ()は参考値								



主要制御系構成図

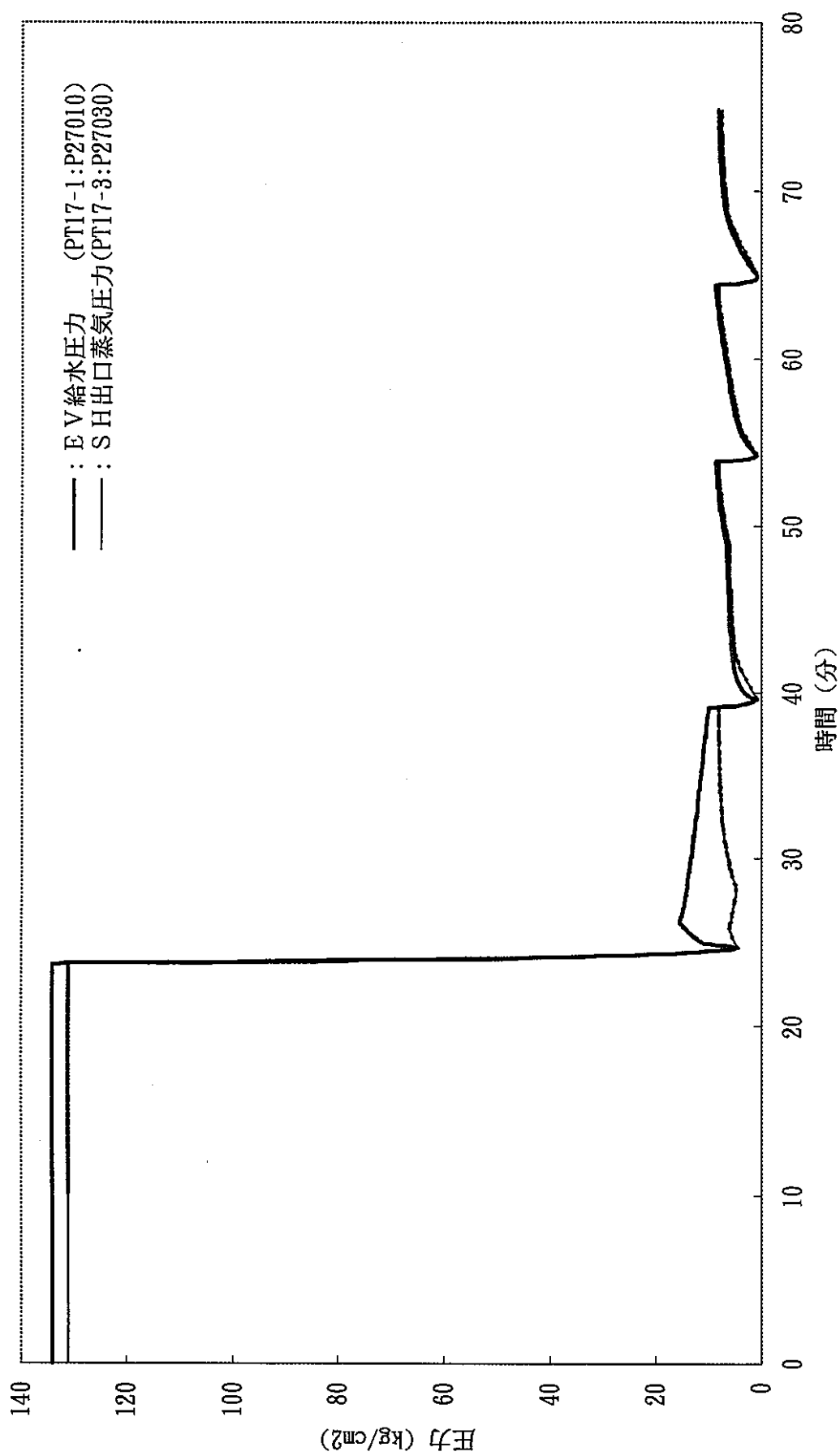


図 4.1.1.2-1 水蒸気側圧力実験計測値 (EWel-51E1)

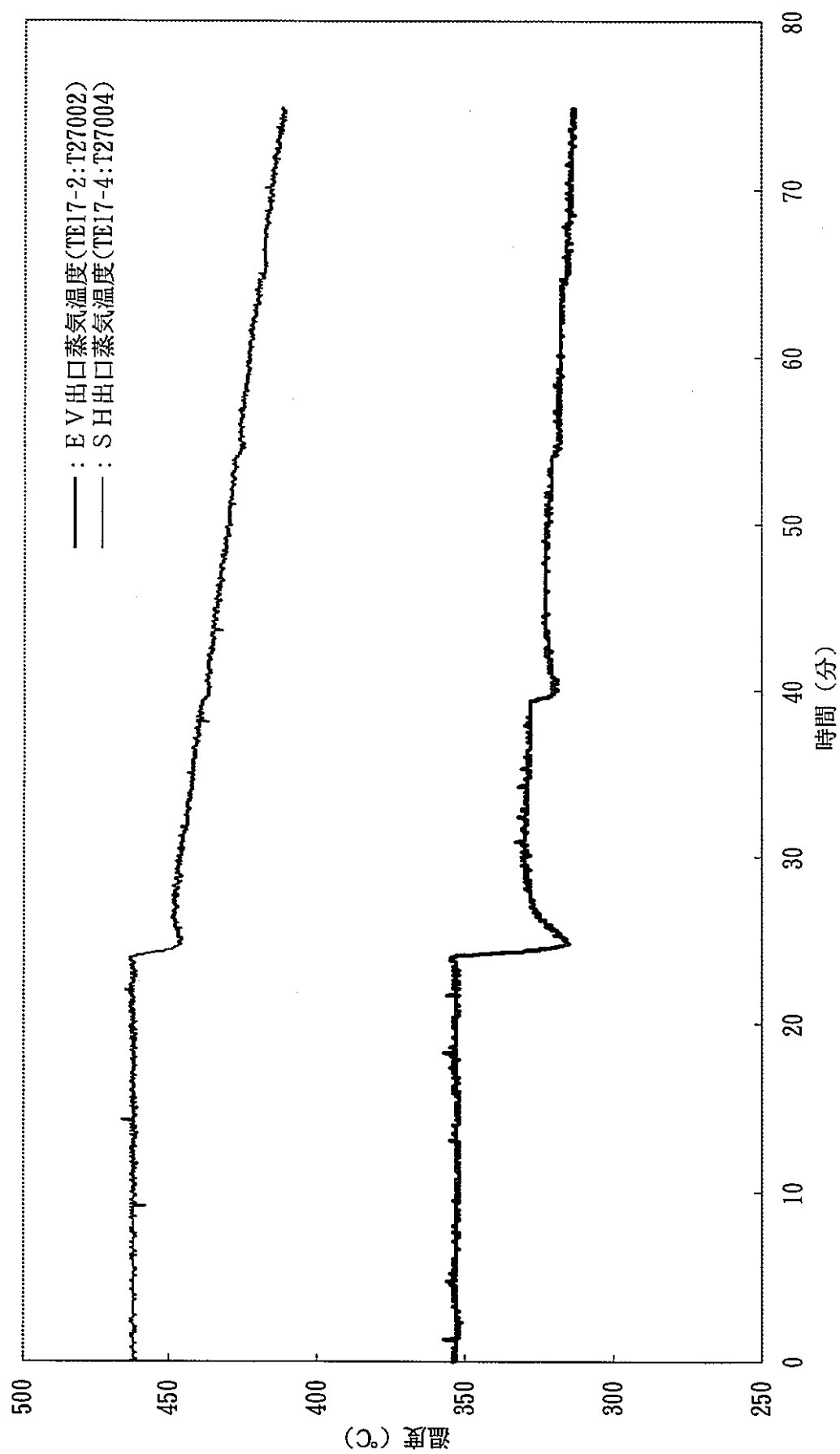


図 4.1.1.2-2 水蒸気側温度実験計測値 (EWe1-51E1)

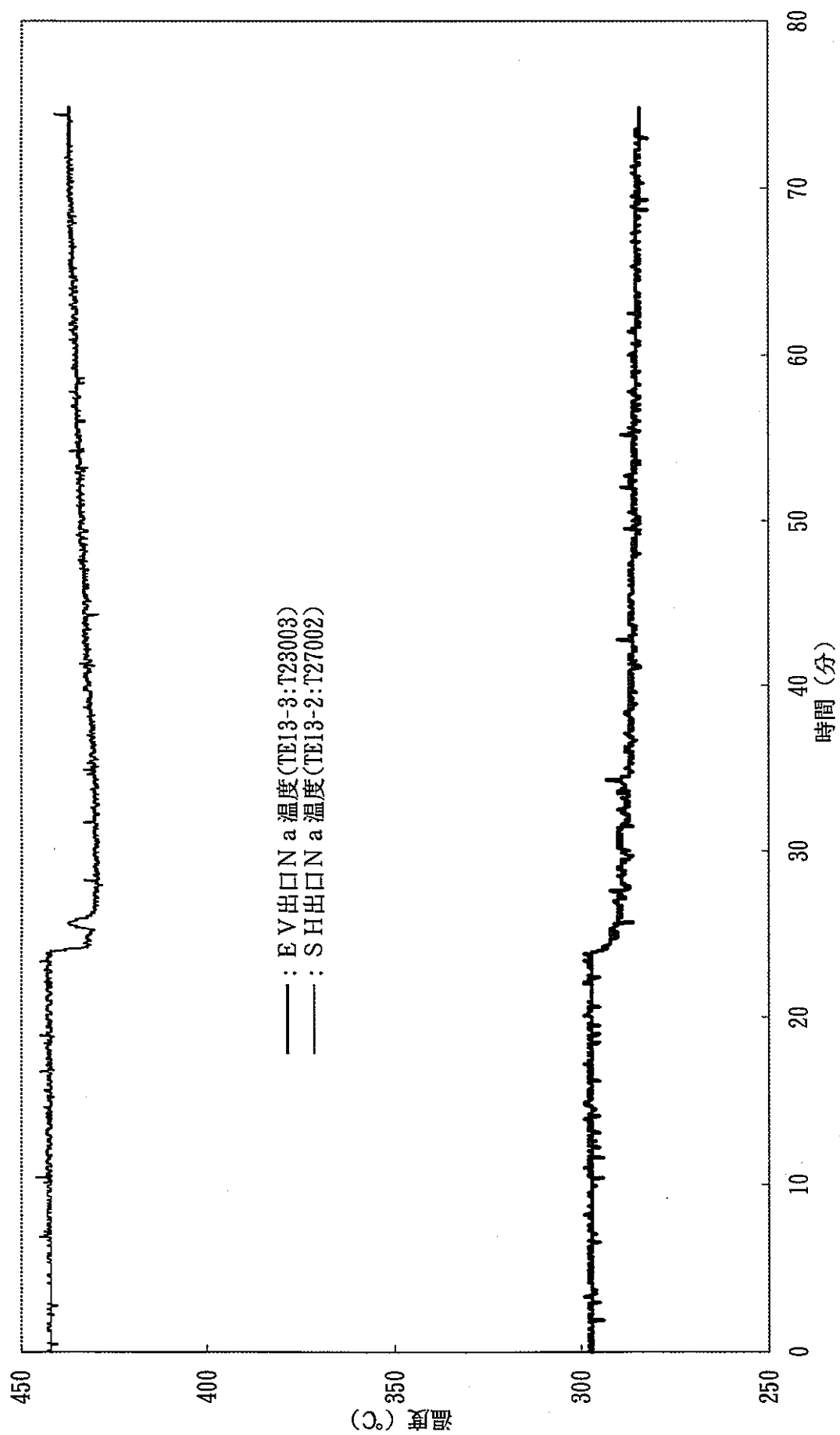


図 4.1.1.2-3 ナトリウム側温度実験計測値 (EWe1-51E1)

4.1.2 検証解析

4.1.2.1 SGブローダウン試験TR54720による検証解析

(1) 解析モデル

50MWtSGの水蒸気系鳥瞰図を図4.1.2.1-1にナトリウム系鳥瞰図を図4.1.2.1-2に示す。解析モデルは、鳥瞰図と配管、蒸発器、過熱器の形状寸法をもとに図4.1.2.1-3に示すモデルを使用する。モデル対象範囲は、EV入口隔離弁からSH出口隔離弁とした。

(2) 解析データ

解析に使用するヘッダ、配管、ナトリウム関連のデータを表4.1.2.1-1～表4.1.2.1-3に示す。また、SH出口ブロー弁の開く時間は13秒後に設定した。

LEAP-BLOWコードの検証解析に使用した主要なモデルは以下の通りである。

・タイムステップ	: 0.02
・スリップ相関式	: Smith
・二相流管摩擦圧損増倍係数	: Thom
・二相流臨界流オプション	: Moody
・流体慣性力	: 100%
・熱伝達モデル	
サブクール領域	: 森一中山
核沸騰領域	: Jens - Lottes
膜沸騰領域	: Rohsenow - Dougall
過熱蒸気領域	: 森一中山
限界熱流束モデル	: Jens - Lottes

表 4.1.2.1-1 50MWtSGヘッダー条件(TR54720)

ヘッダ番号	体積 (m ³)	表面積 (m ²)	壁厚 (m)	初期圧力 (kg/cm ²)	ボイド率 (-)	初期温度 (°C)
1	0.052	0.405	0.0182	132.7	0.0	240.0
2	0.190	2.177	0.0400	132.5	0.0	240.0
3	0.238	2.068	0.0550	128.0	1.0	366.0
4	0.088	0.405	0.0182	127.8	1.0	366.0
5	0.178	2.036	0.0182	127.5	1.0	366.0
6	0.212	1.843	0.0550	122.0	1.0	487.0
7	0.130	0.405	0.0182	121.8	1.0	487.0

表 4.1.2.1-2 50 MW tSG 水／蒸気側流路条件 (TR54720)

配管番号	流路断面積 (m ²)	水力等価直径 (m)	長さ (m)	肉厚 (m)	初期圧力 (kg/cm ²)	初期温度 (°C)	初期流量 (kg/s)
1	1	0.0130	0.1288	5.55500	0.0182	132.7	22.22
	2	0.0130	0.1288	5.55500	0.0182		
2	1	0.0152	0.0242	8.38600	0.0038	132.5	22.22
	2	0.0152	0.0242	22.70000	0.0038		
	3	0.0152	0.0242	22.70000	0.0038		
	4	0.0152	0.0242	22.70000	0.0038		
	5	0.0152	0.0242	2.73600	0.0038		
3	1	0.0130	0.1288	15.58300	0.0182	128.0	22.22
	2	0.0130	0.1288	15.58300	0.0182		
4	1	0.0130	0.1288	3.01600	0.0182	127.8	22.22
	2	0.0130	0.1288	3.01600	0.0182		
5	1	0.0159	0.0248	4.58600	0.0035	127.5	22.22
	2	0.0159	0.0248	10.45000	0.0035		
	3	0.0159	0.0248	10.45000	0.0035		
	4	0.0159	0.0248	2.93600	0.0035		
6	1	0.0130	0.1288	5.32800	0.0182	122.0	22.22
	2	0.0130	0.1288	12.02000	0.0182		

表 4.1.2.1-3 50MW tSG Na 側流路条件(TR54720)

項目	単位	蒸発器	過熱器
		EV	SH
プレナム初期温度・上部	(°C)	476.0	515.0
下部	(°C)	320.0	476.0
プレナム冷却材重量・上部	(kg)	39.8	39.8
下部	(kg)	1057.0	528.5
ナトリウム重量	(kg)	6118.7	3094.3
構造材重量	(kg)	6917.50	3458.00
構造材比熱	(kcal/kg・°C)	0.118	0.118
構造材熱伝導度	(kcal/m・s・°C)	0.013	0.013
構造材板厚	(m)	0.03	0.03
伝熱管との伝熱面積	(m ²)	178	41
構造材との伝熱面積	(m ²)	38.360	19.180
冷却材流路面積	(m ²)	1.254	1.034
水力等価直径	(m)	0.050	0.050
冷却材流量	(kg/sec)	200.80	200.80

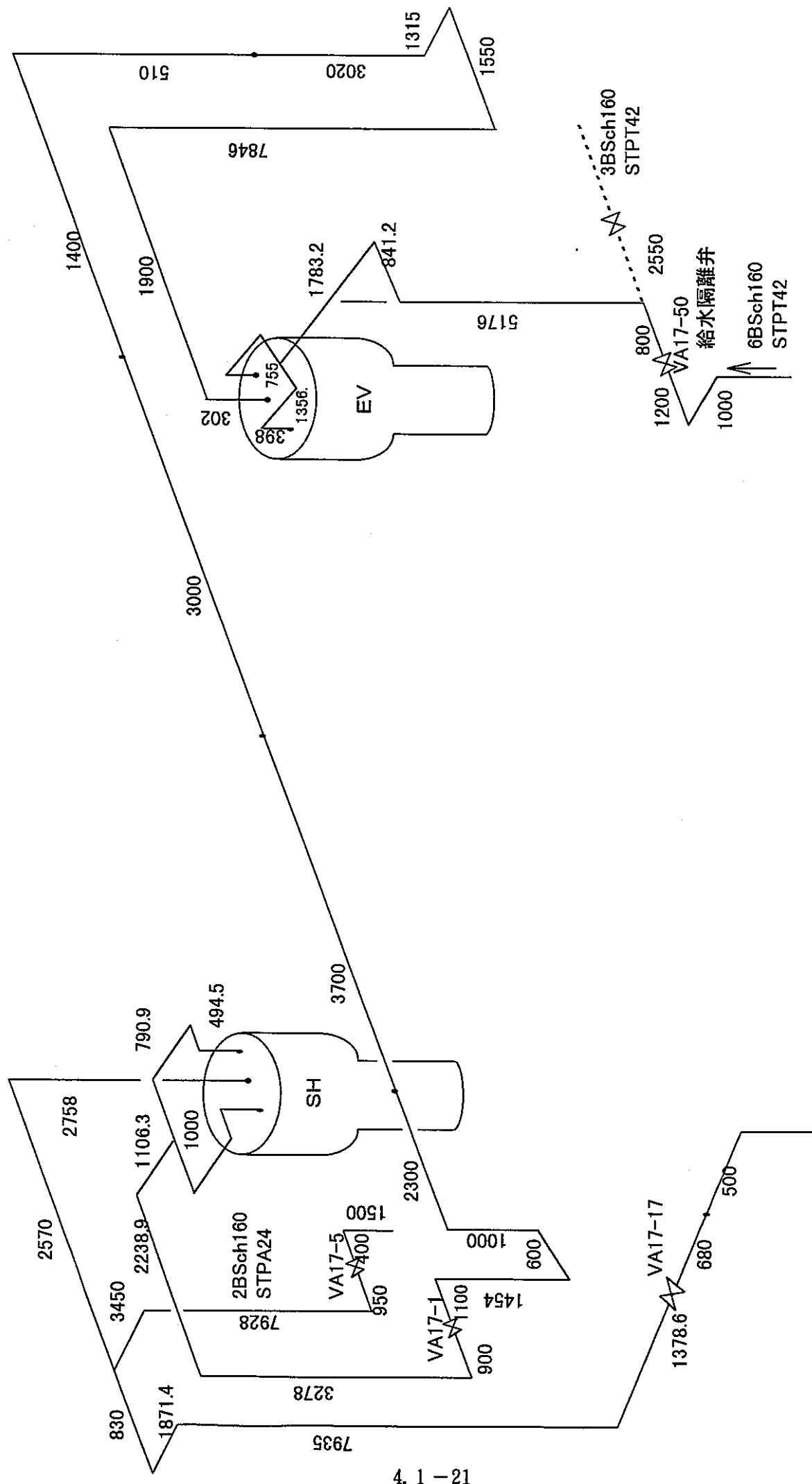


图 4.1.2.1-1 50MWt SG 水/蒸汽系鳥瞰図

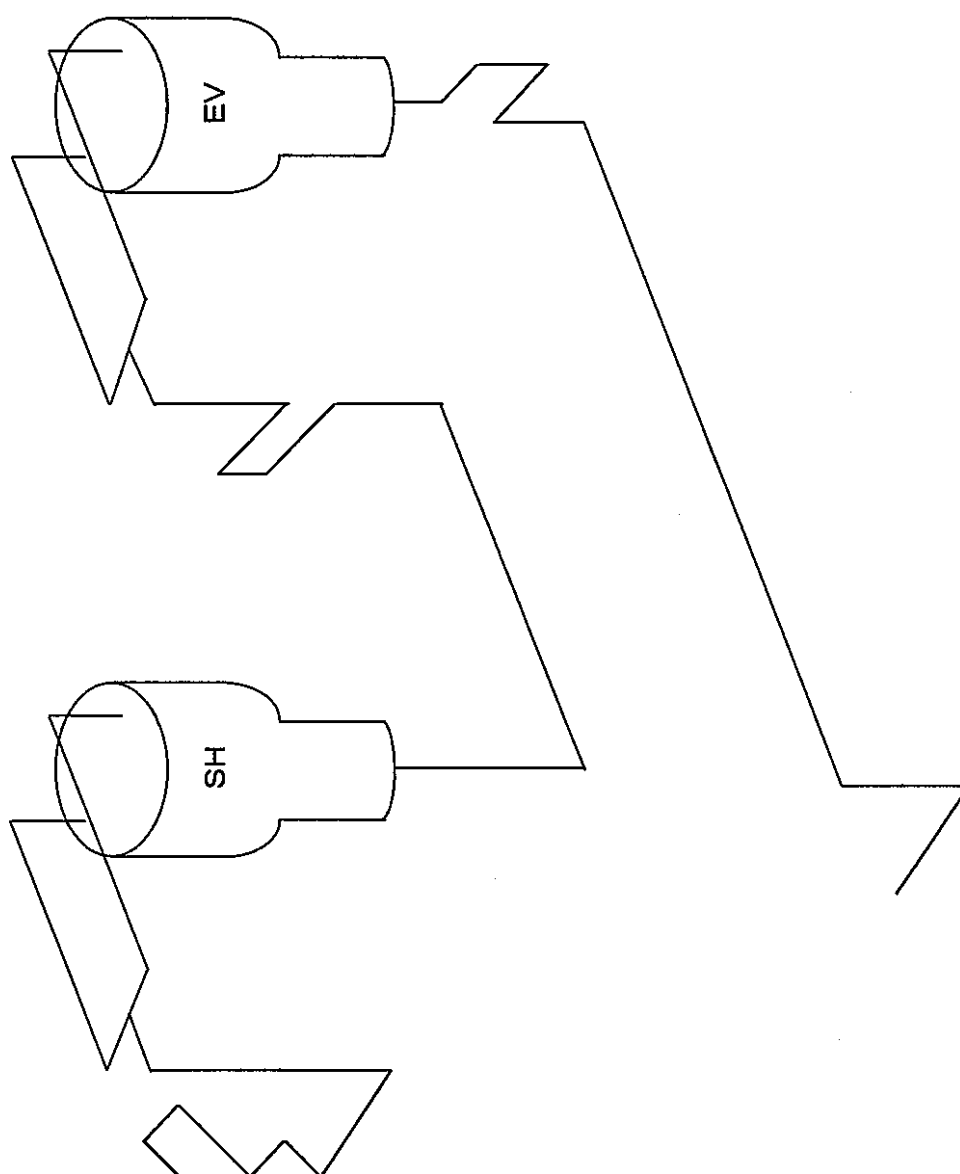


図 4.1.2.1-2 50MWt SG ナトリウム系鳥瞰図

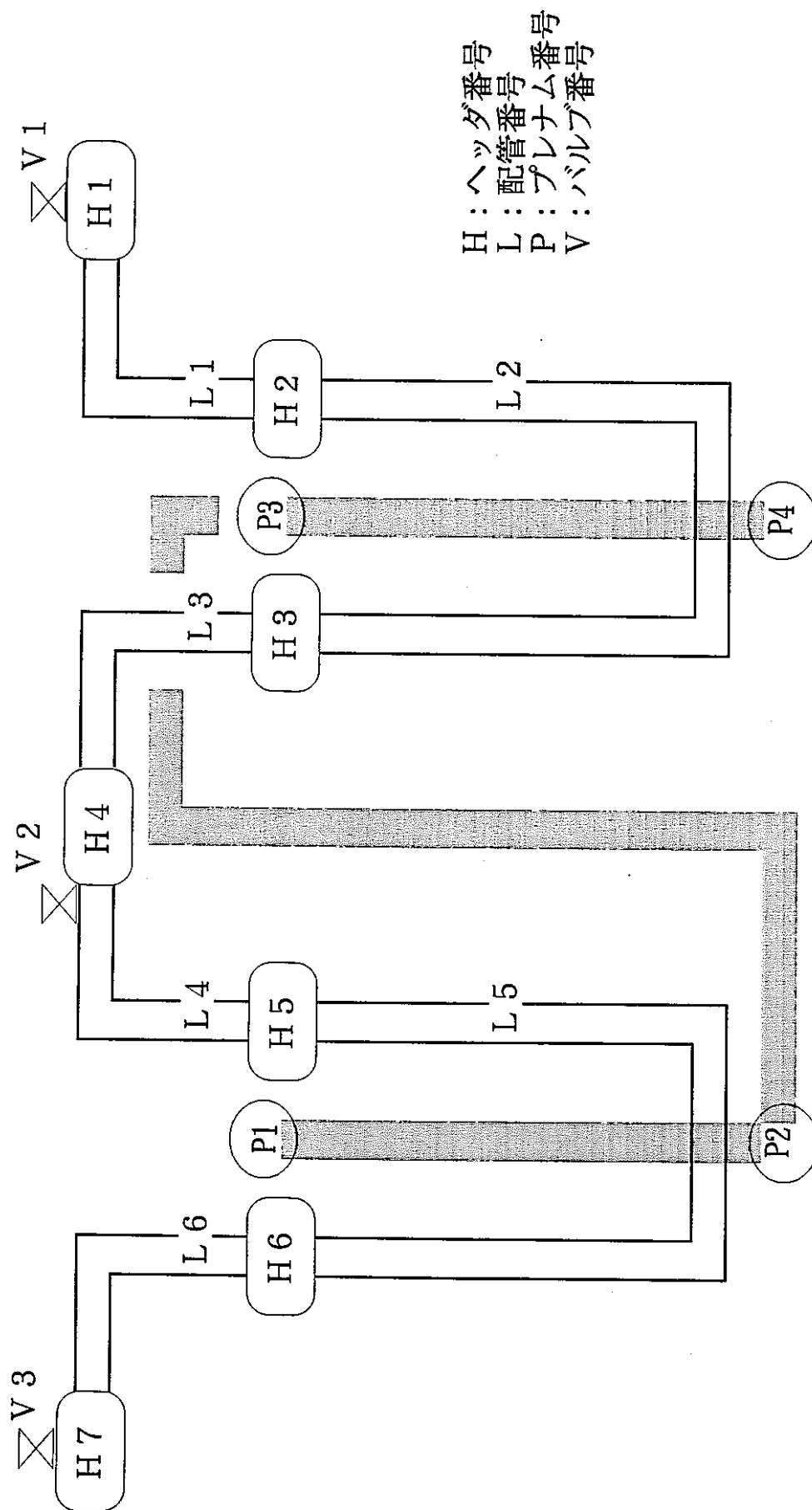


図 4.1.2.1-3 LEAP用ブローダウンコードの50MWtSG解析モデル

(3) TR 5 4 7 2 0 試験による検証解析結果

a. 基準ケースの解析

ブローダウン時の挙動は、ブロー弁からのブロー流量に最も大きく依存する。また、このブロー流量は、ブロー弁あるいは放出口で臨界流となることから、臨界流モデルとしてどのようなモデルを適用するかに依存するが、ここではリファレンスとして広く用いられている Moody のモデルを適用した。Moody の臨界流モデルでは、流出係数として 0.6 程度を用いると試験結果とよく一致するとの従来知見より、0.6 をリファレンスとし、その影響を確認する観点から流出係数をパラメータとした TR 5 4 7 2 0 試験の解析を実施した。

リファレンスケースの解析結果を図 4.1.2.1-4(1/6～6/6)に示す。また、流出係数をパラメータとした解析結果を図 4.1.2.1-5(1/6～6/6)及び図 4.1.2.1-6(1/6～6/6)に示す。

図 4.1.2.1-4(1/6)及び図 4.1.2.1-4(2/6)は、E V 給水圧力及び S H 出口圧力をそれぞれ示すものである。E V 入口遮断弁閉時間が 2 4 0 秒遅れたため、また、S H 出口ブロー弁からの蒸気ブローのみであることから、圧力の低下挙動は比較的緩やかとなっている。いずれの圧力ともにブロー開始後の 2 0 秒～2 5 秒程度は解析が計測値を上廻っているが、約 5 0 秒～6 0 秒以降は解析値が計測値を下廻り、その差が徐々に拡大する傾向となっている。これは、S H 出口のブロー流量を過大に評価している影響と考えられる。なお、解析結果の E V 給水圧力に脈動が発生しているが、これは主として E V 伝熱管をメッシュ分割しているため、各メッシュが主蒸気側より順次減圧沸騰を生じる時間ずれの効果と考えられる。しかし、このメッシュ効果も全体的な圧力挙動には大きな影響は与えない。

次に、図 4.1.2.1-4(3/6)及び図 4.1.2.1-4(4/6)は、E V 出口蒸気温度、S H 出口蒸気温度を示している。初期の E V 出口蒸気温度は約 5 0 ～6 0 ℃程度解析値が高く、約 1 5 秒程度で一旦計測値程度まで低下しその後上昇する挙動となっており、解析値が計測値をやや上回っているが比較的よく一致しているといえる。初期に解析値が高くなっている主な原因としては、S G 内部のナトリウム温度分布を出入口プレナム温度より直線内挿しているため、実際のナトリウム温度分布よりもナトリウム

温度を高めに設定していることになり、その影響でSGの蒸気側温度も高めに評価していることによるものである。これは、約10秒で水・蒸気側の温度がナトリウム温度に反映されると解消される。初期のナトリウム温度を高く評価している影響により、前述した圧力についても解析の初期に計測値よりも高くなっていることが考えられる。なお、EV出口蒸気温度は、ブローにより流量が増加してエンタルピーが増加することにより徐々に増加しているものと考えられる。

図 4.1.2.1-4(5/6)及び図 4.1.2.1-4(6/6)は、EV出口Na温度、SH出口Na温度を示す。これらよりNa側の温度は比較的良好に一致しているといえる。なお、EV出口Na温度をみると初期の10秒程度の温度はかなり良く一致しているが、20秒程度になると差が比較的大きくなる。これは、試験でナトリウム温度を測定している部位までの輸送遅れ時間が主な原因である。また、ブローと同時にナトリウムポンプをトリップしており、ナトリウム側流量は10秒程度では定格の50%程度、20秒では25%程度となっている。Na側の熱伝達率式としてHoeの式を用いているが、流量が小さいところでの誤差が大きくなっている可能性が考えられる。

b. 流出係数のサーベイ解析

図 4.1.2.1-5(1/6～6/6)～図 4.1.2.1-7(1/6～6/6)は、それぞれブロー弁からの流出係数を、0.5、0.4及び0.3とした場合の結果を示したものである。図 4.1.2.1-7(1/6)に示すように流出係数を0.3とした場合には圧力をかなり保守的に評価することになる。また、図 4.1.2.1-5(1/6)に示すように流出係数としては、0.5程度が実験値との一致が比較的良好、0.4程度にすると全体的（～100秒）に圧力が包絡される傾向となる。圧力に関して包絡性を持たせた流出係数を設定する観点からは、流出係数として0.4程度が選定される。

以上に示したように本試験解析では従来知見の流出係数よりも小さな値が選定されたが、これは現状の解析モデルが、主蒸気配管の一部をヘッドとしてモデル化しそのヘッドに直接ブロー弁を設置してモデル化している影響が考えられる。つまり、現モデルでは主蒸気配管の圧力によりブロー流量を計算している。しかし、実際に

は主配管から分岐した配管にブロー弁が設置されており、またブロー弁より先に配管が設けられていることからブロー弁の先の配管で臨界流となっていることの影響である可能性が考えられる。

この影響を確認する観点から、ブロー配管を設置した解析を追加解析として実施した。ブロー配管の長さとしては、主配管からの分岐点からブロー弁までの長さ 12.3m とこの長さの 5 倍（ブロー弁の先にもある程度長い配管が設置されていることを想定した場合の影響をみるため暫定的に設定）とした場合について解析を実施した。本解析結果を図 4.1.2.1-8(1/6～6/6)及び図 4.1.2.1-9(1/6～6/6)に示す。この結果から、ブロー配管の放出口で臨界流量になると、流出係数が 0.6 の場合でも解析による圧力低下が遅くなる方向となり、計測値との一致がよくなってくる。このことから流出係数が小さくなるのは上記の推定がある程度正しいことを示唆しているものと考えられる。

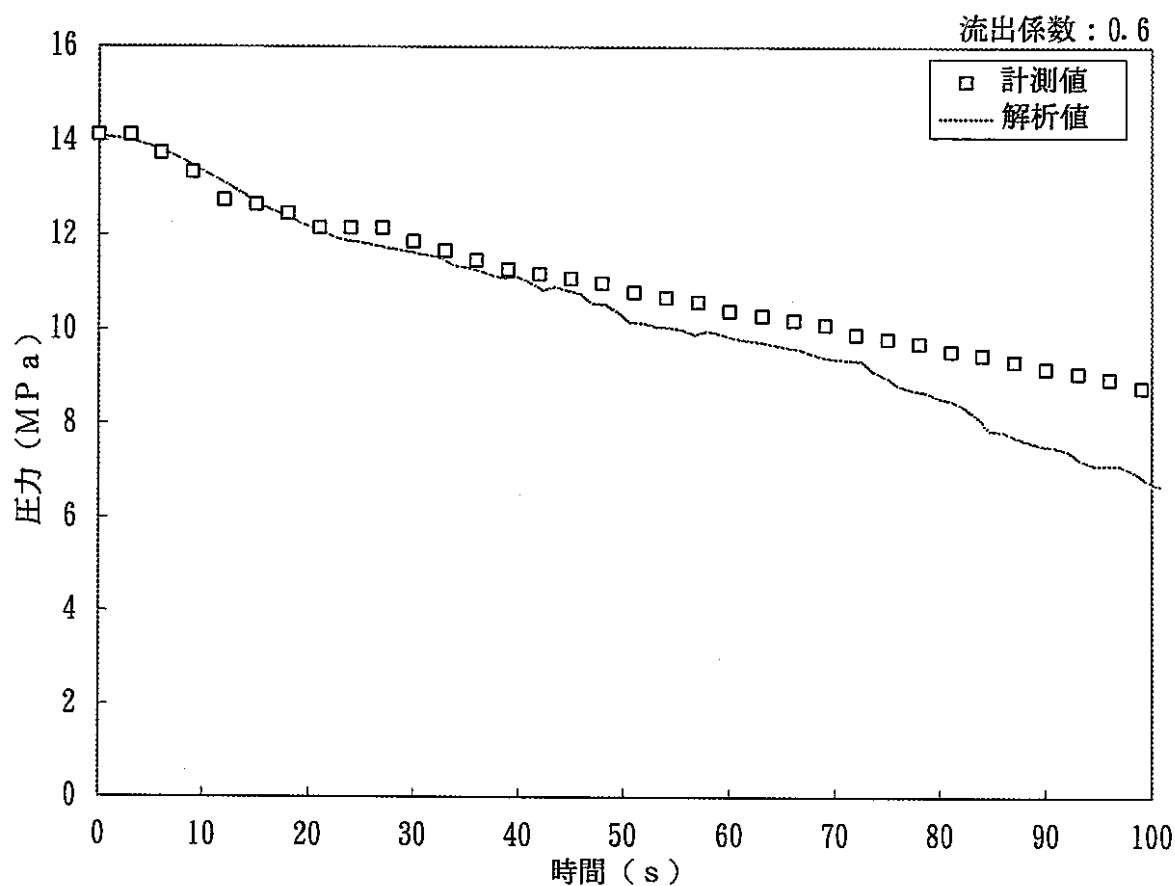


図 4.1.2.1-4(1/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV給水圧力)

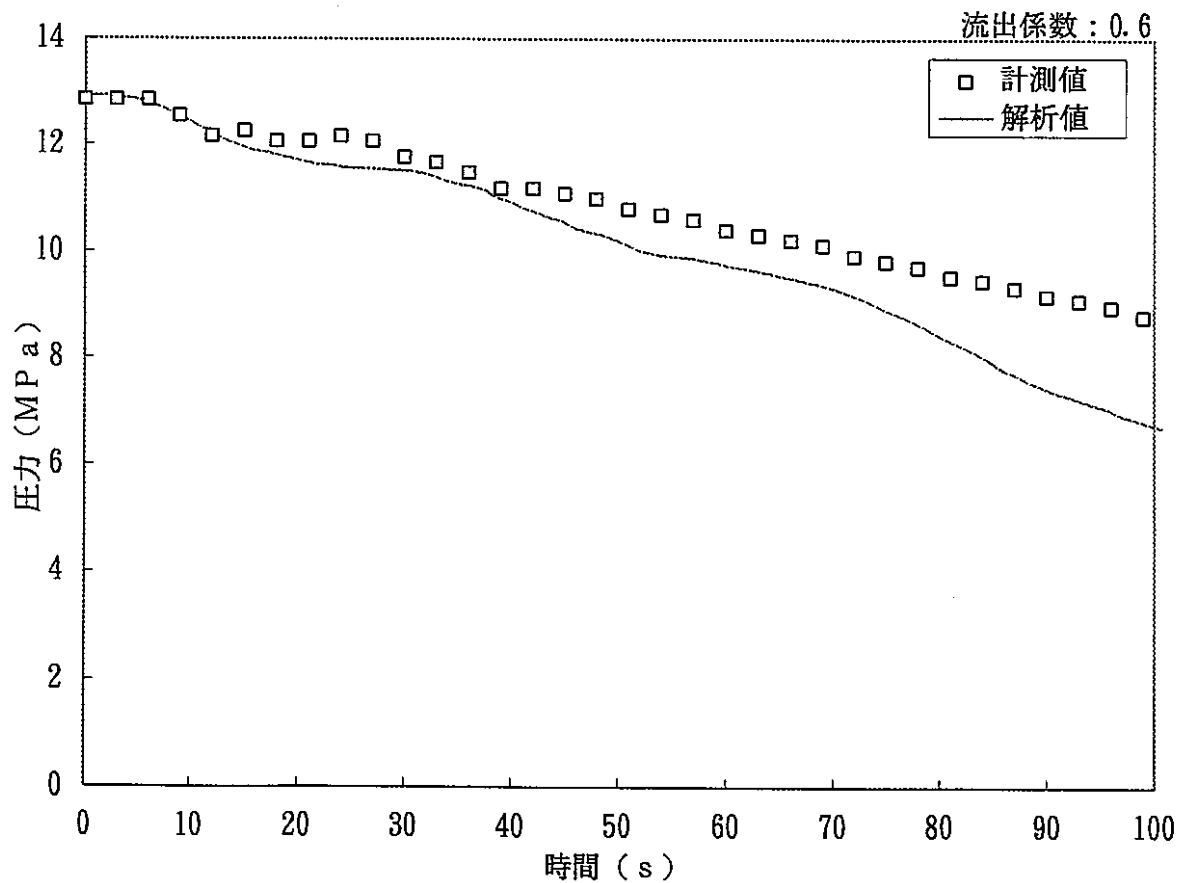


図 4.1.2.1-4(2/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH出口圧力)

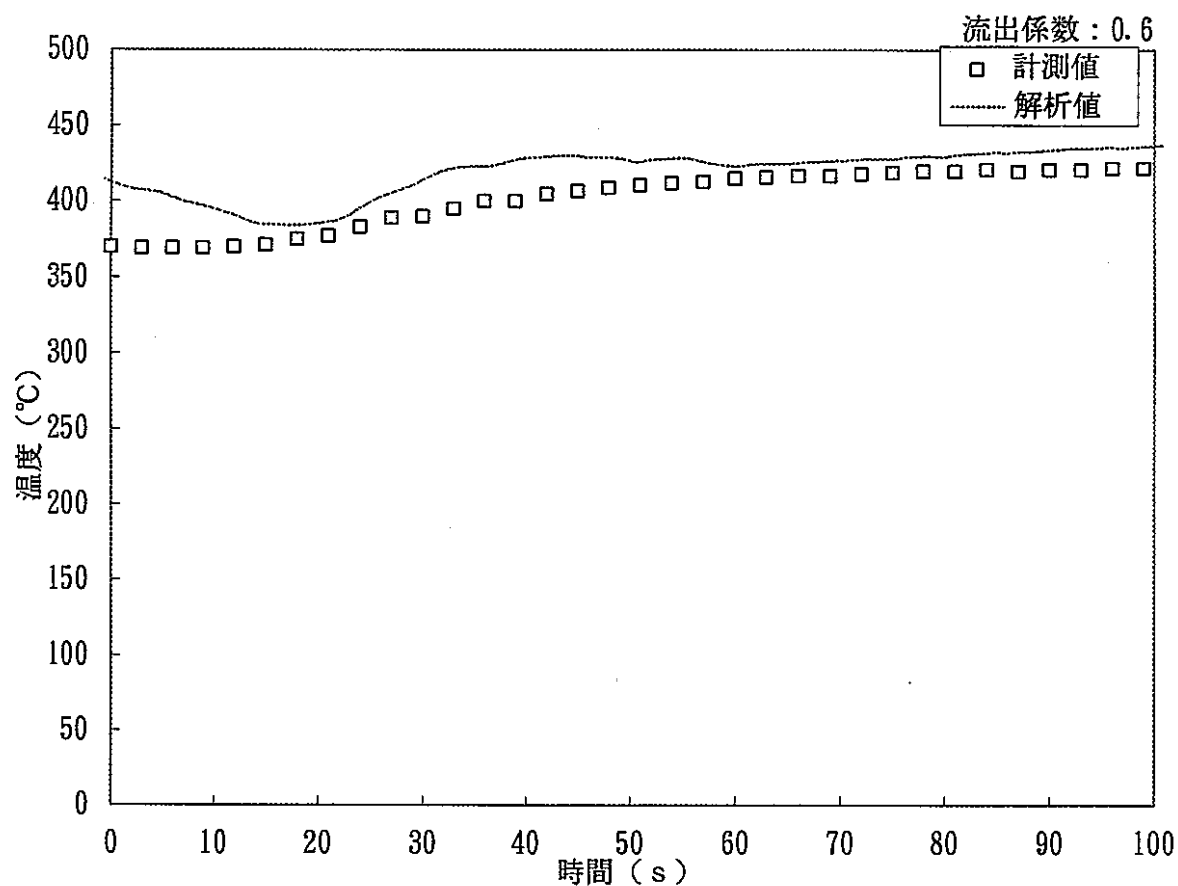


図 4.1.2.1-4(3/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV 出口蒸気温度)

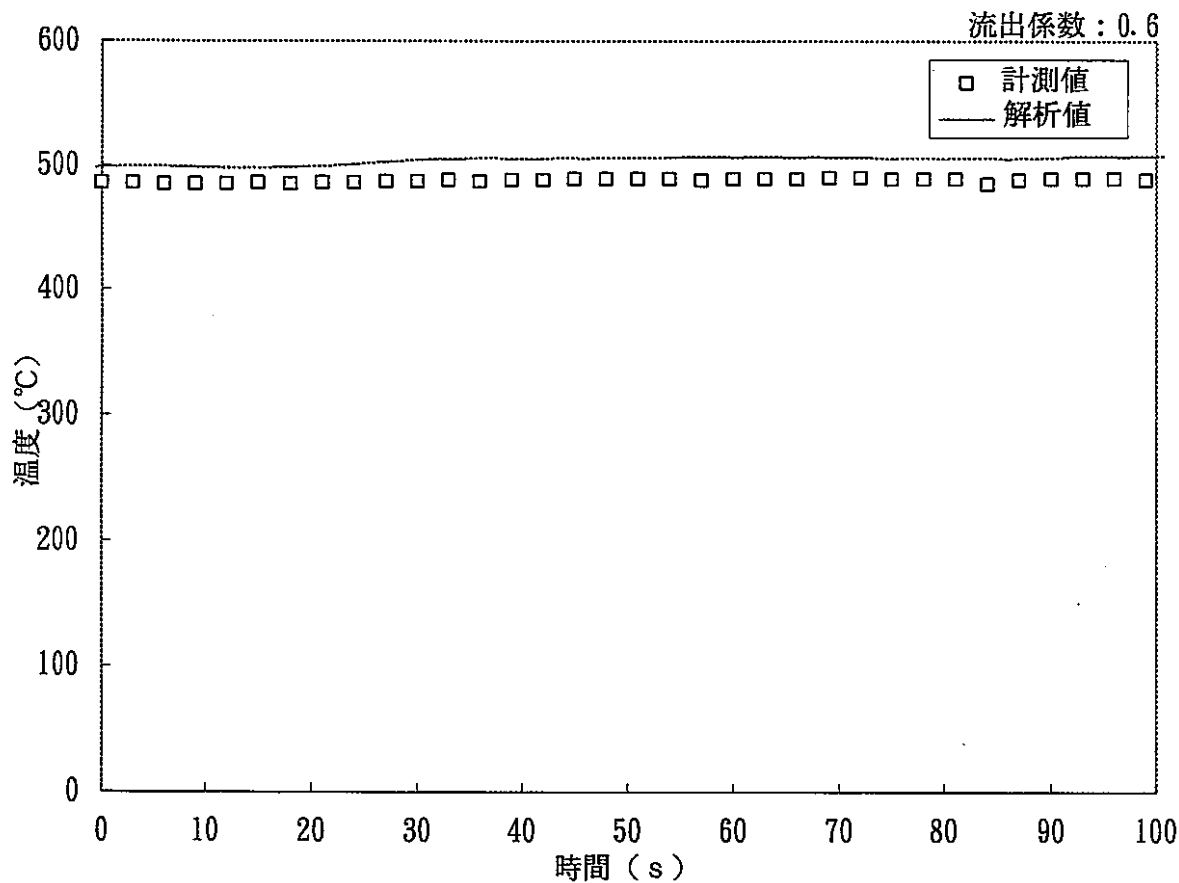


図 4.1.2.1-4(4/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH 出口蒸気温度)

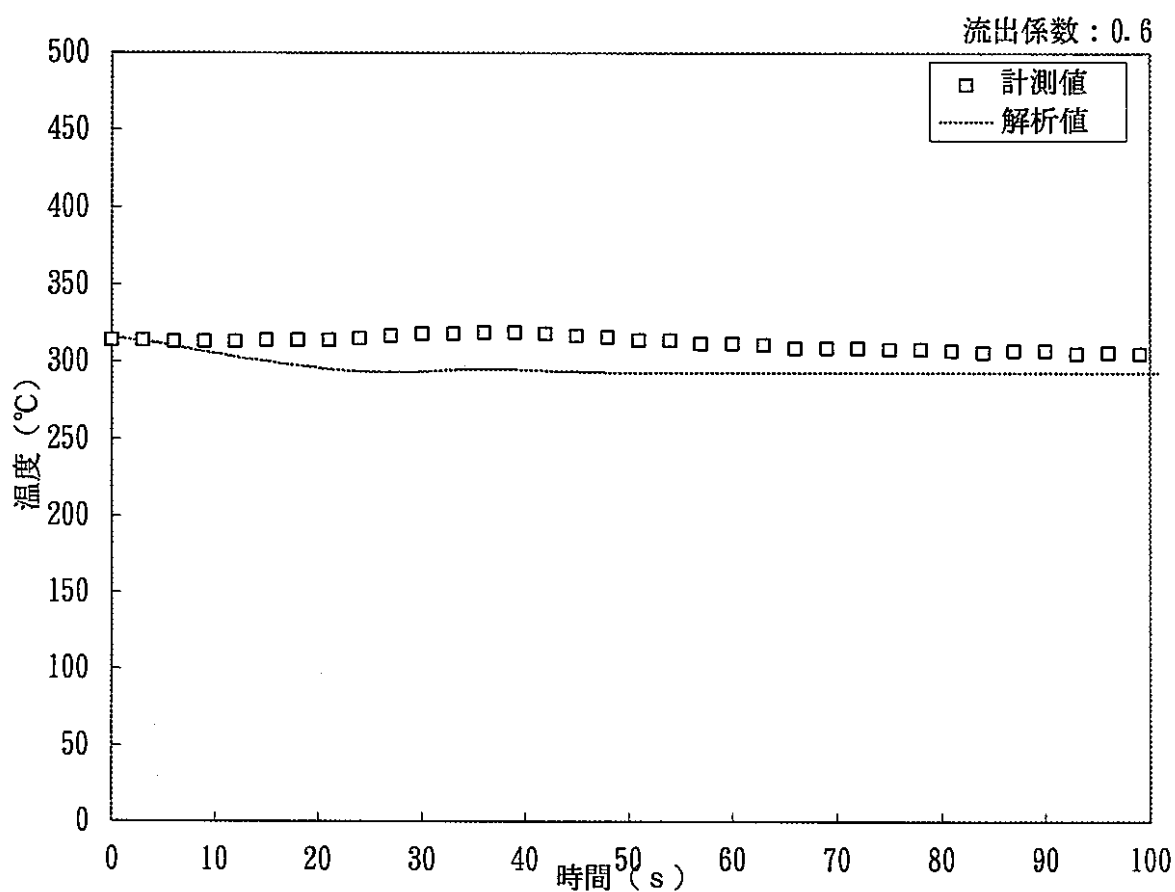


図 4.1.2.1-4(5/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : EV出口Na温度)

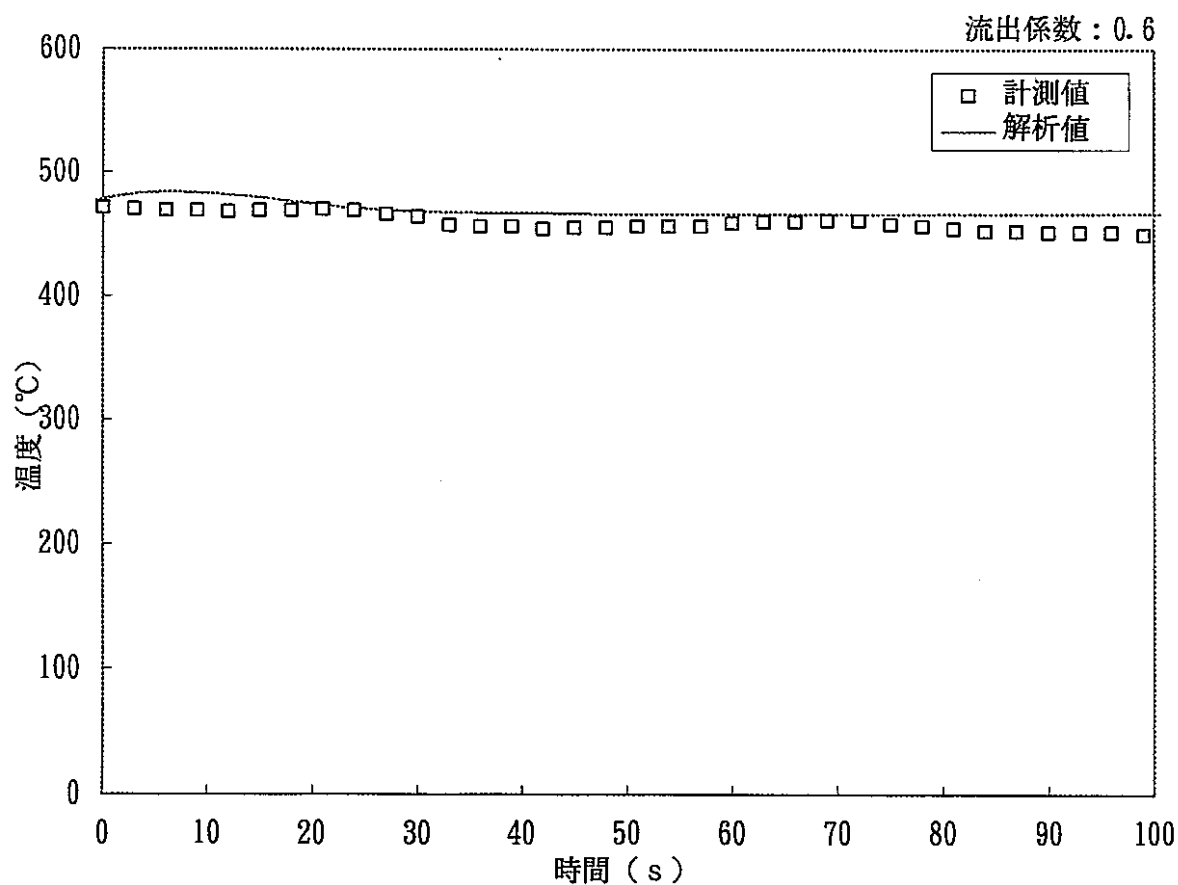


図 4.1.2.1-4(6/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : SH出口Na温度)

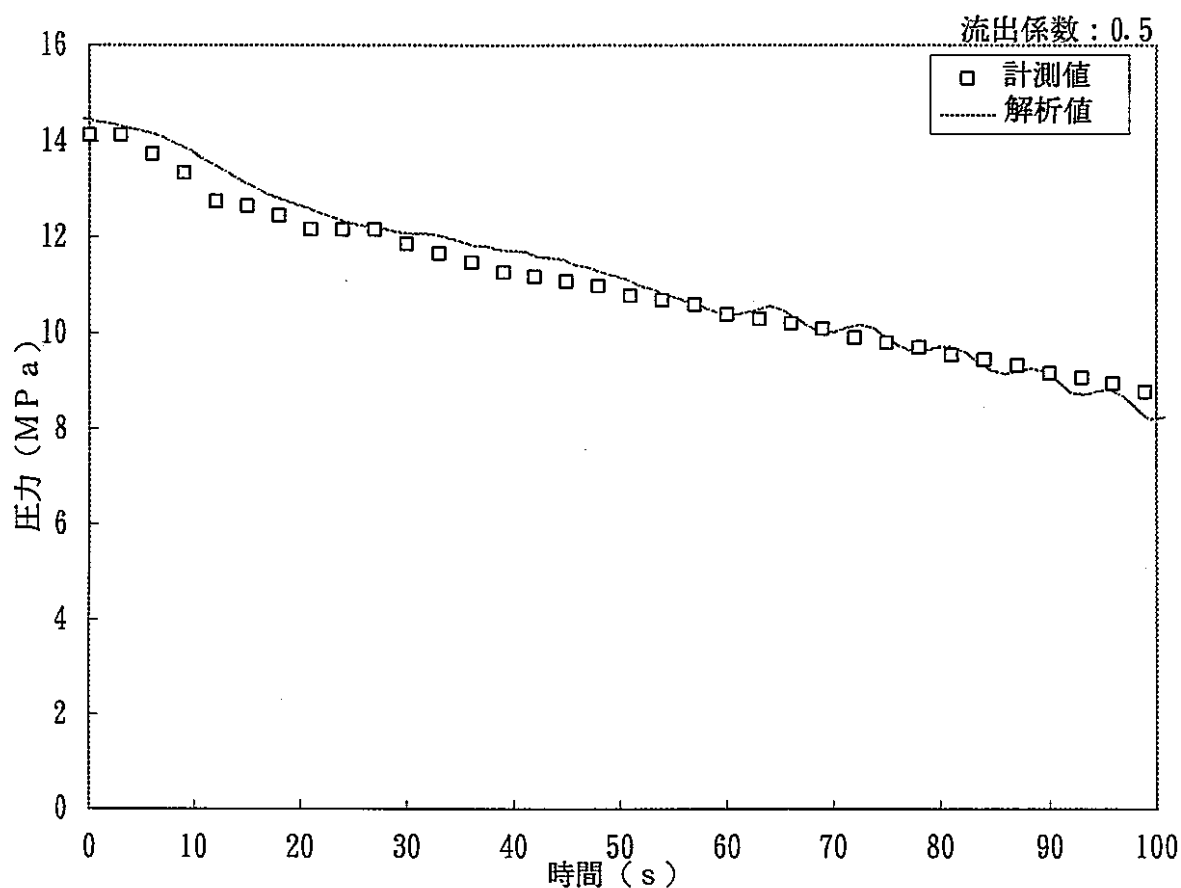


図 4.1.2.1-5(1/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV給水圧力)

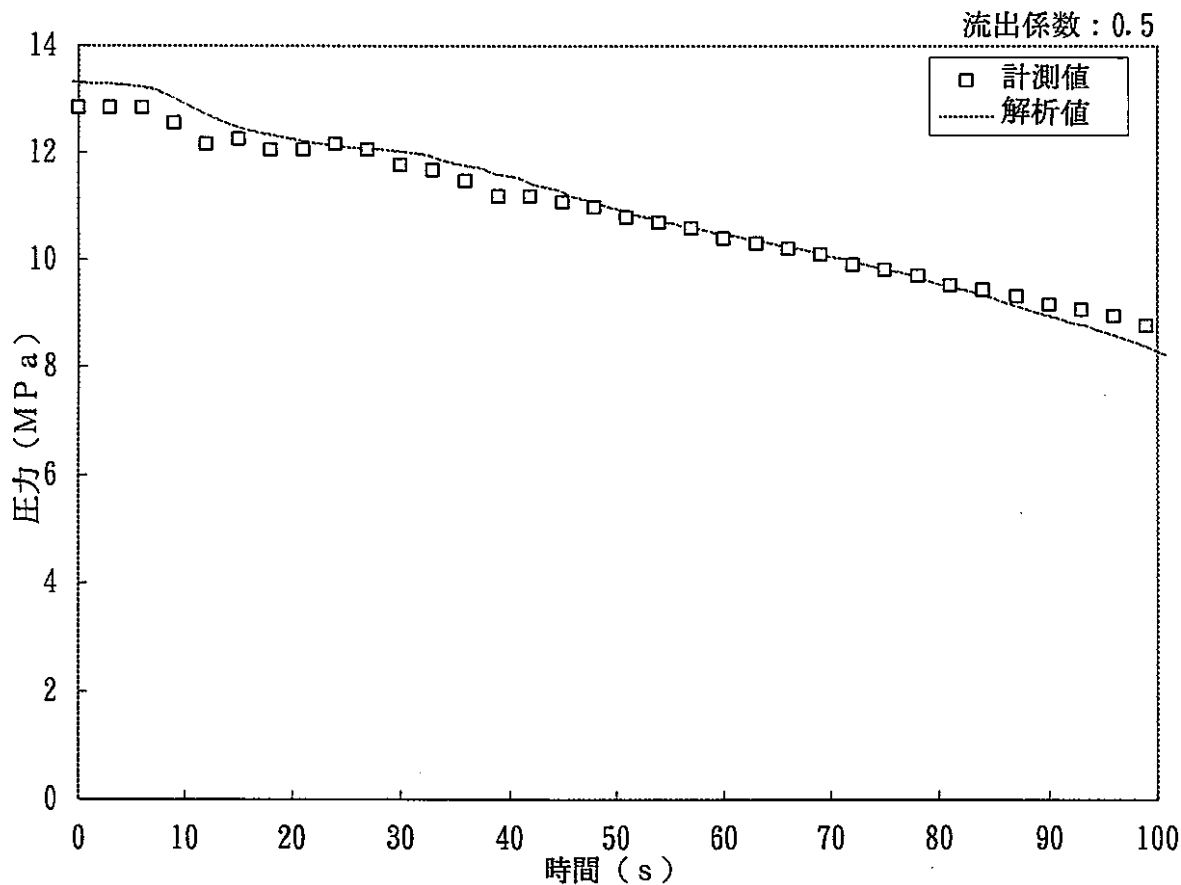


図 4.1.2.1-5(2/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH出口圧力)

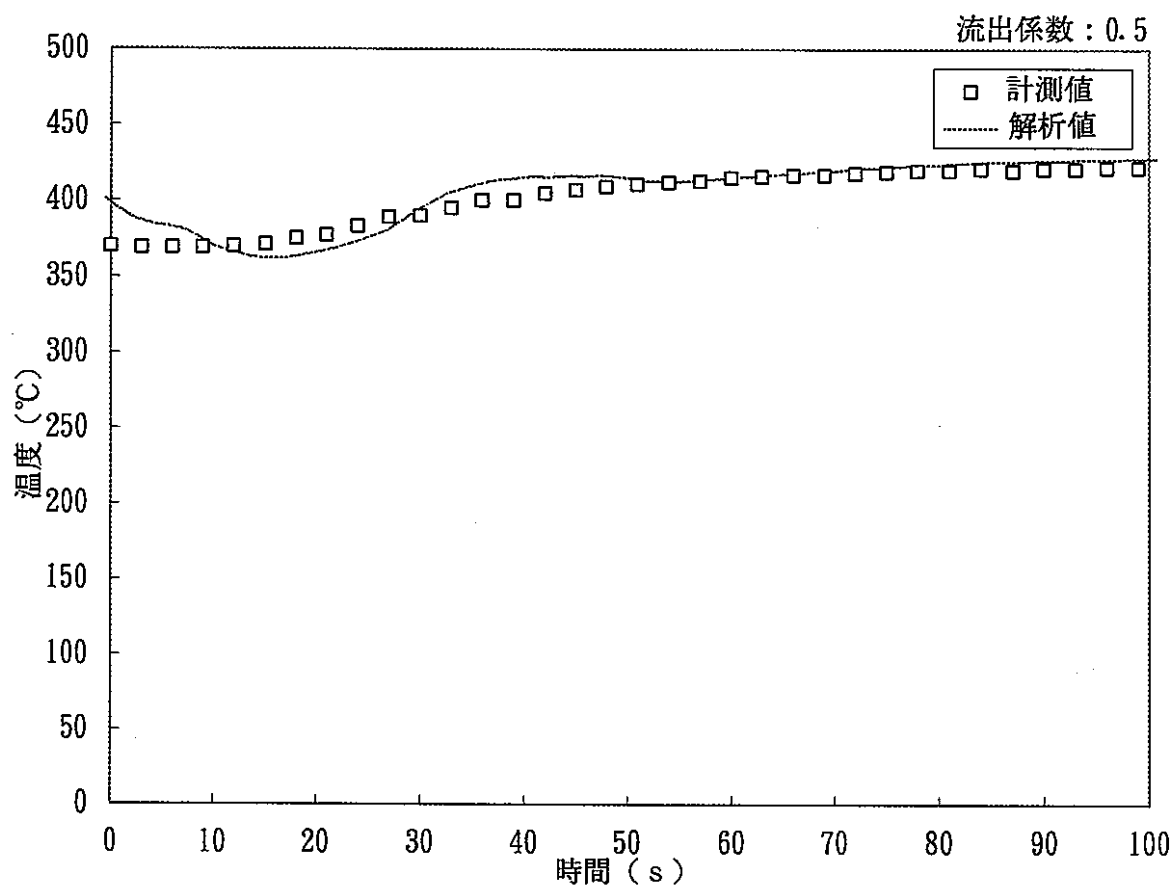


図 4.1.2.1-5(3/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : E V 出口蒸気温度)

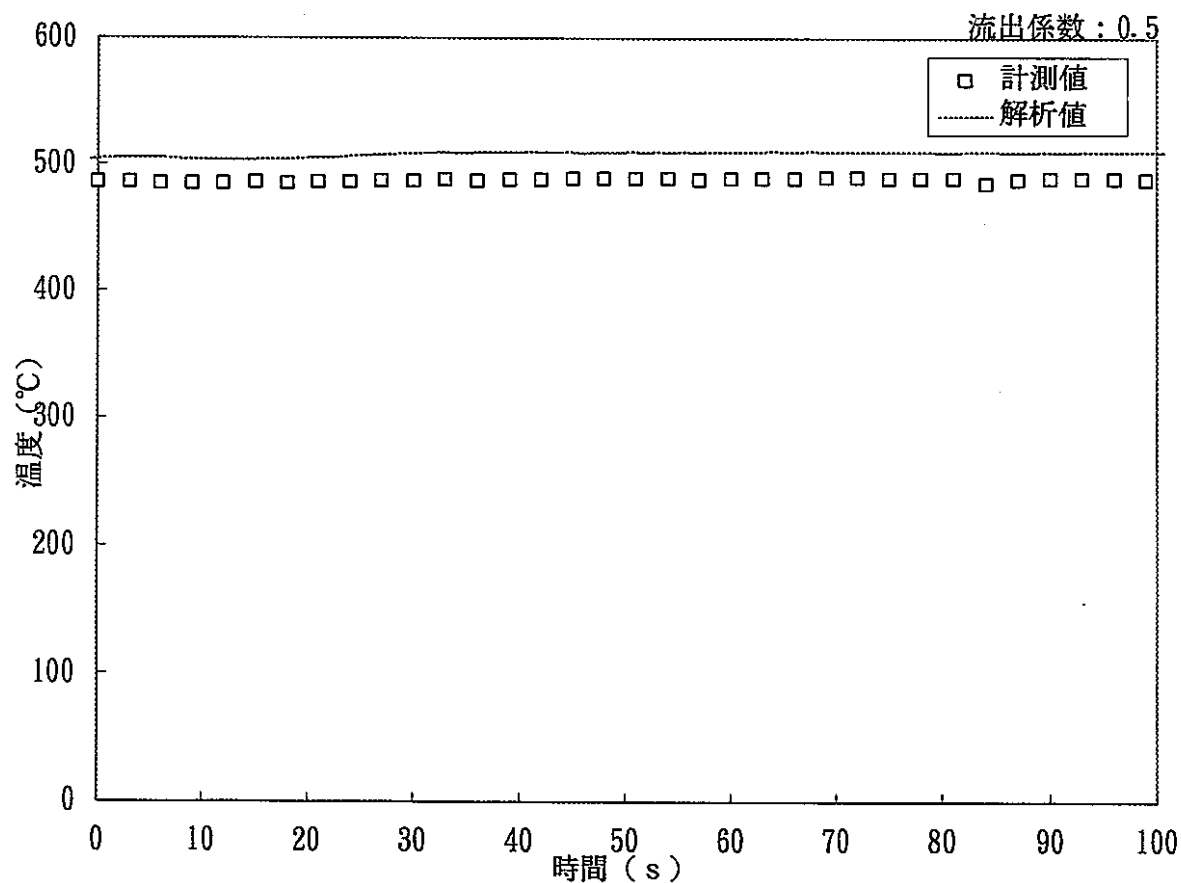


図 4.1.2.1-5(4/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : S H 出口蒸気温度)

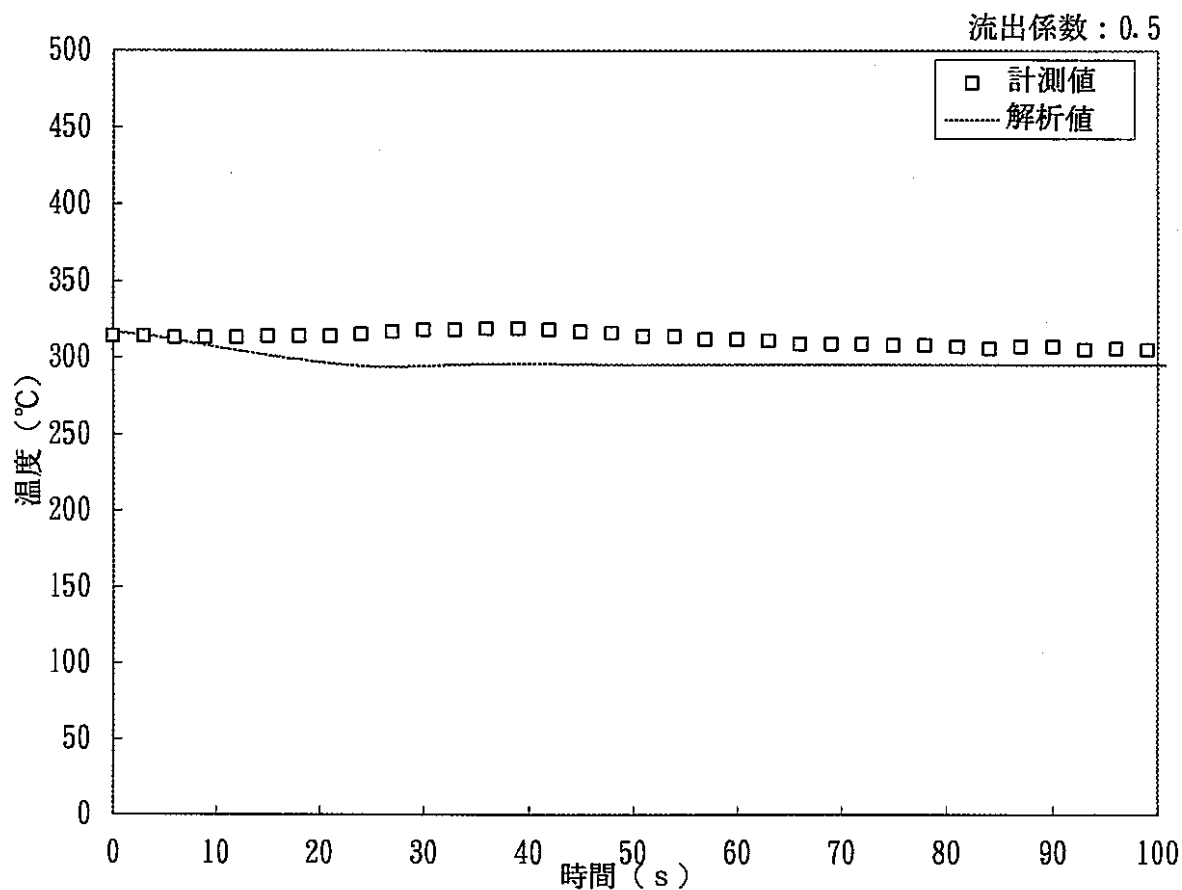


図 4.1.2.1-5(5/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : EV出口Na温度)

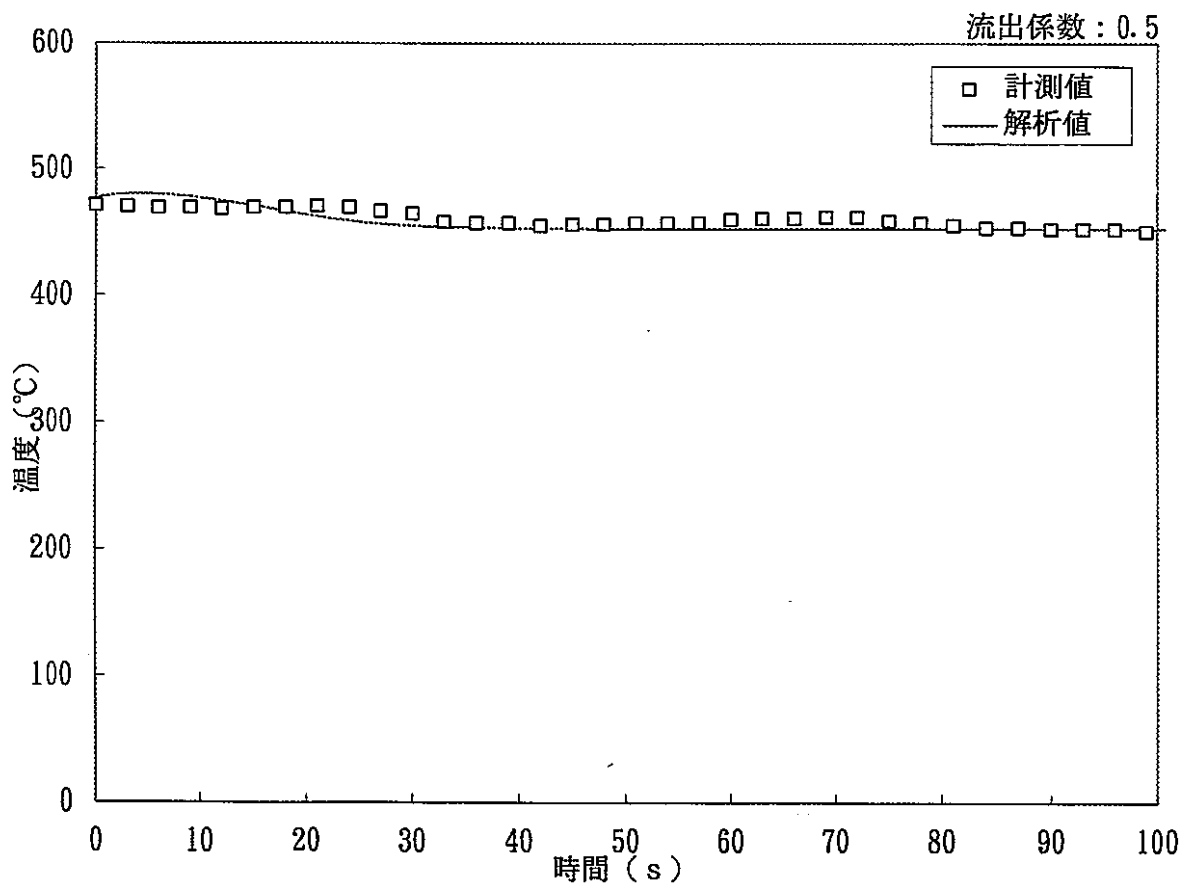


図 4.1.2.1-5(6/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : SH出口Na温度)

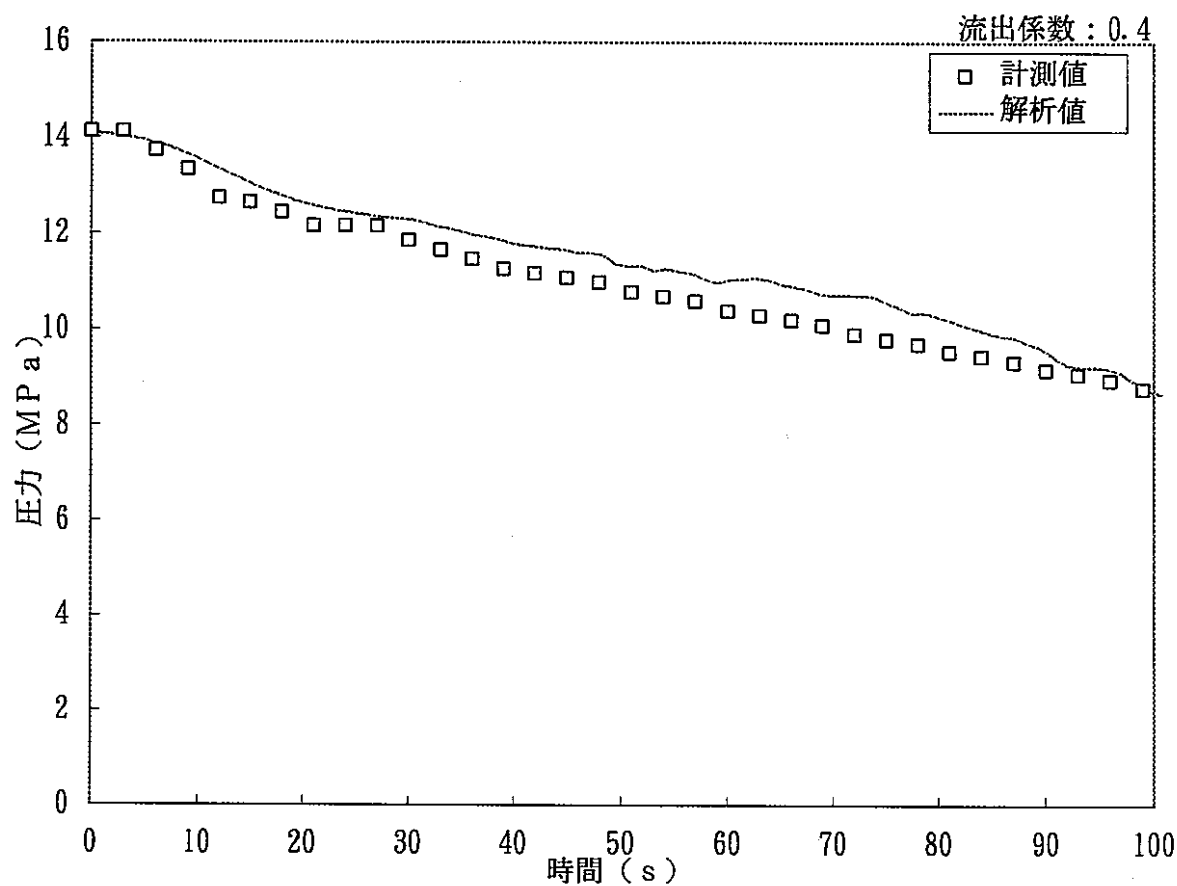


図 4.1.2.1-6(1/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV給水圧力)

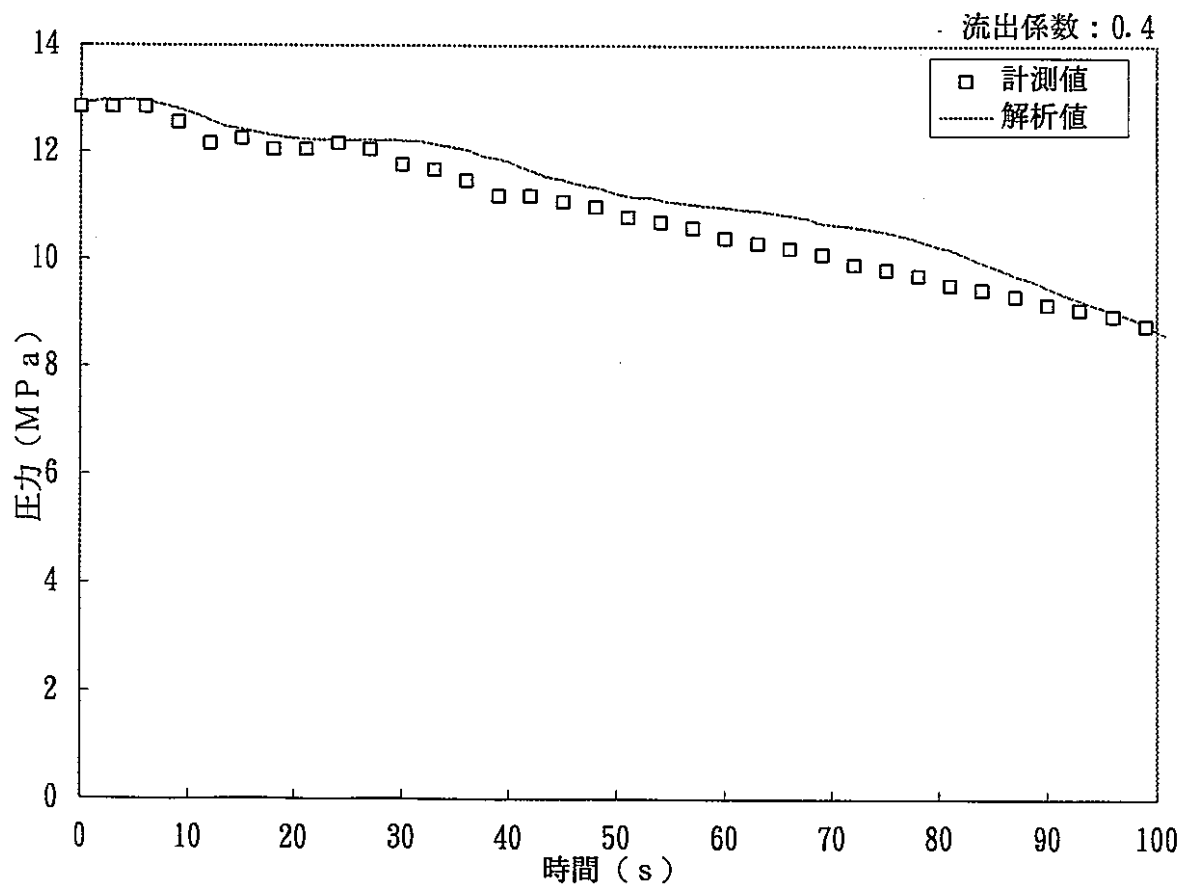


図 4.1.2.1-6(2/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH出口圧力)

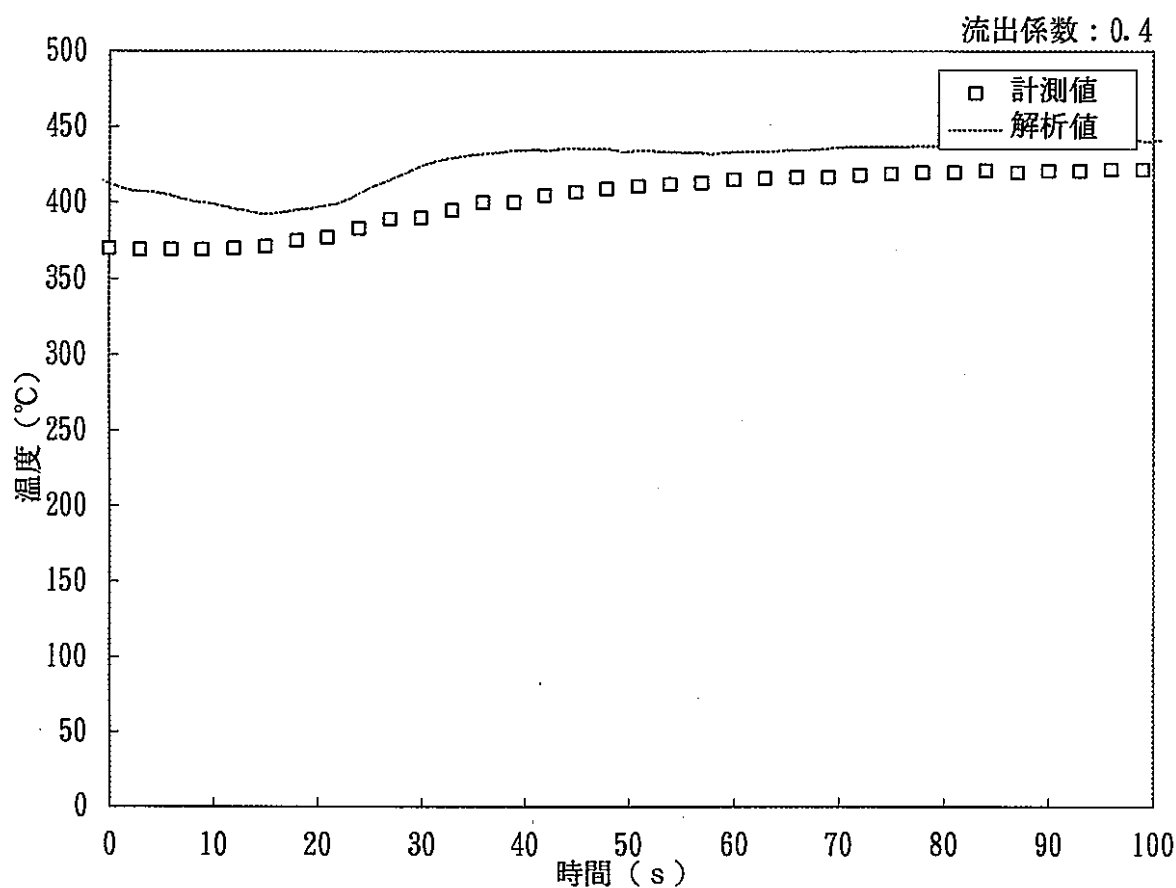


図 4.1.2.1-6(3/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV 出口蒸気温度)

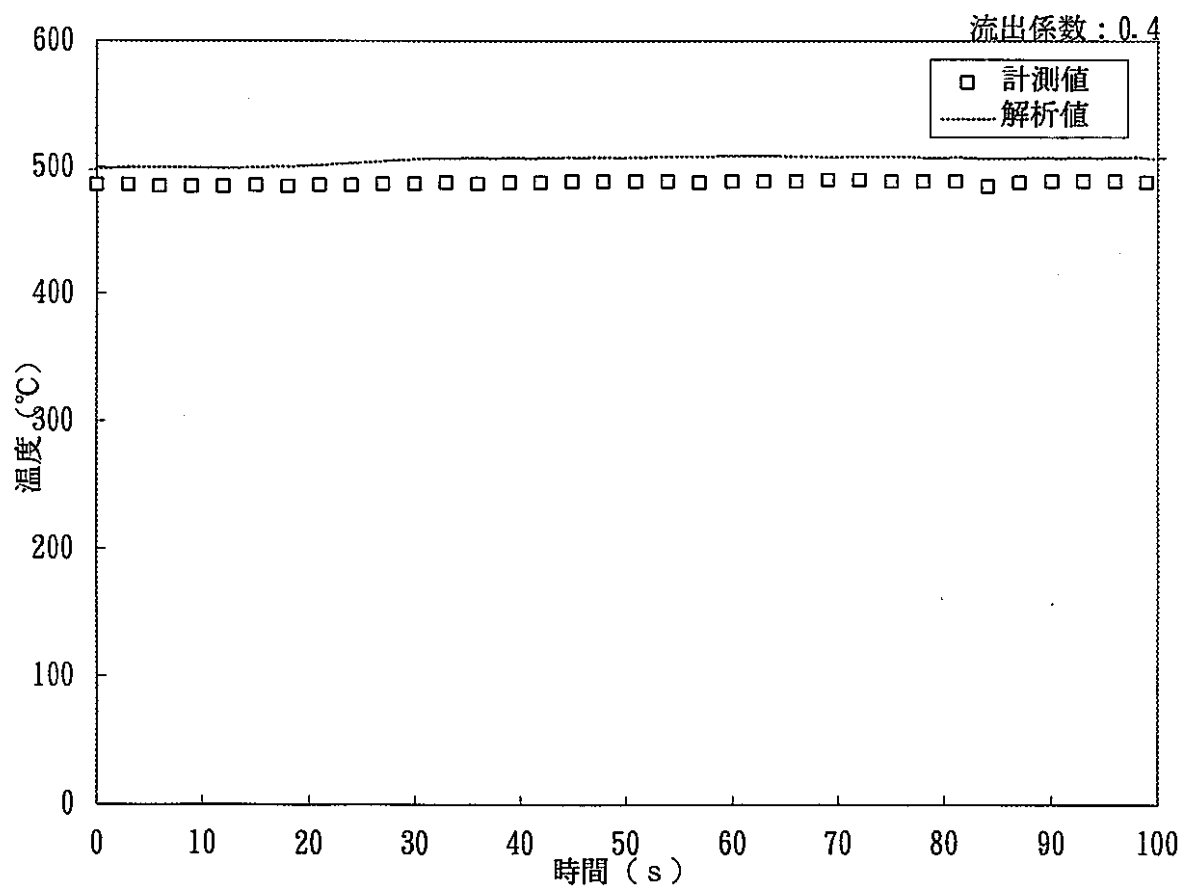


図 4.1.2.1-6(4/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH 出口蒸気温度)

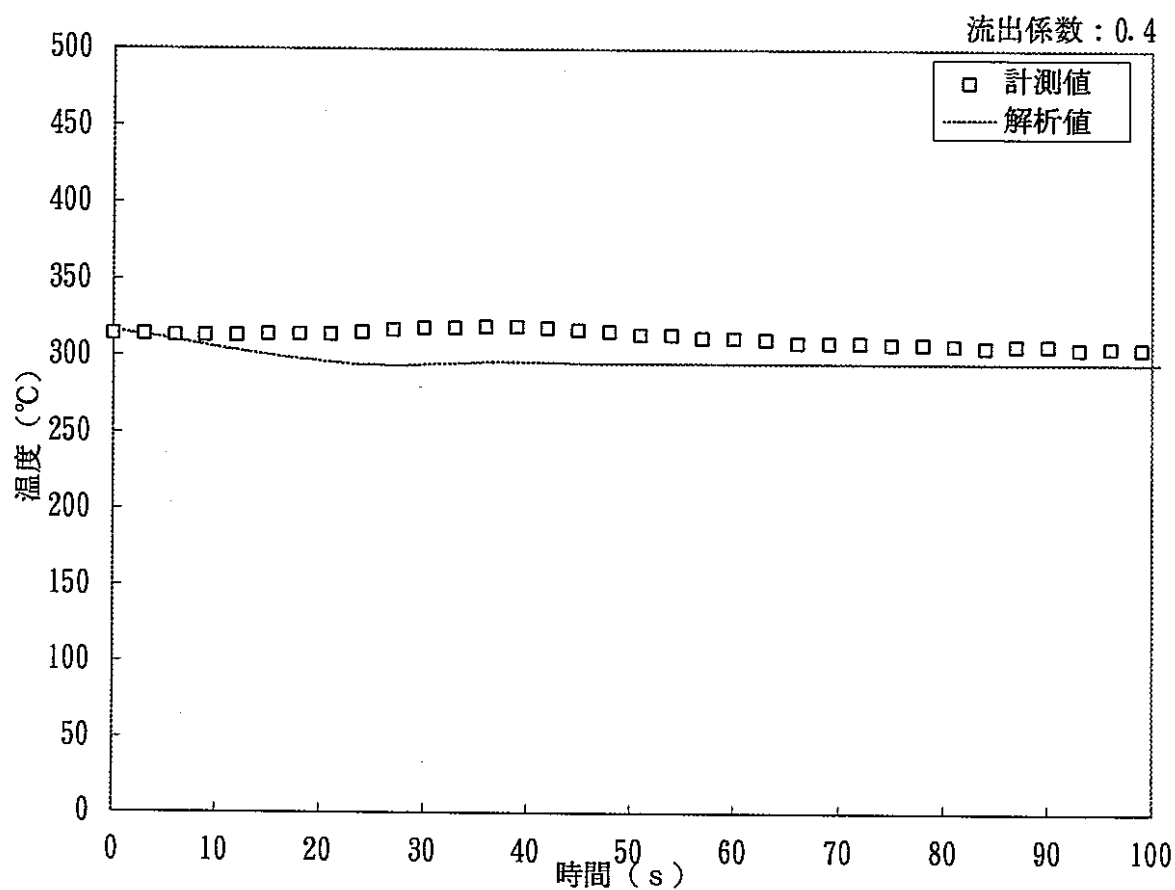


図 4.1.2.1-6(5/6) ナトリウム側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV出口Na 温度)

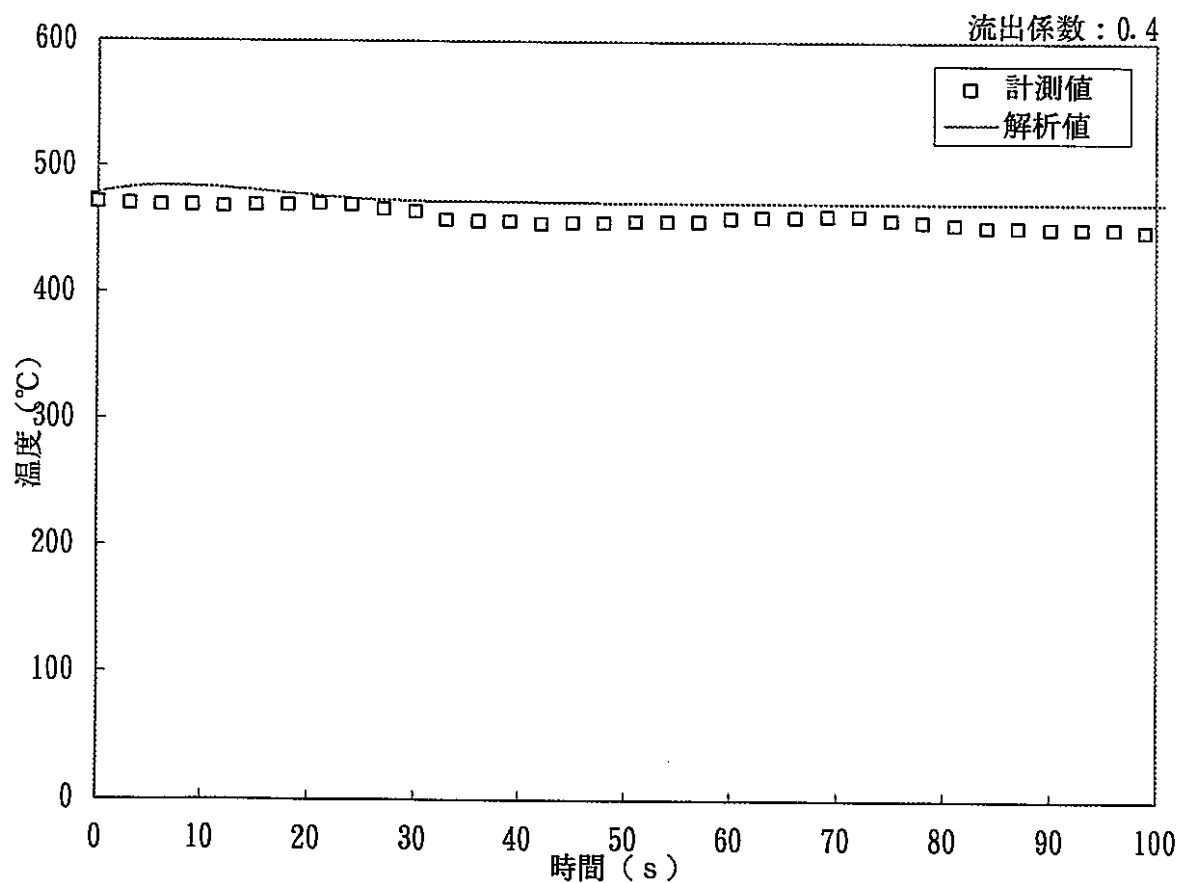


図 4.1.2.1-6(6/6) ナトリウム側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH出口Na 温度)

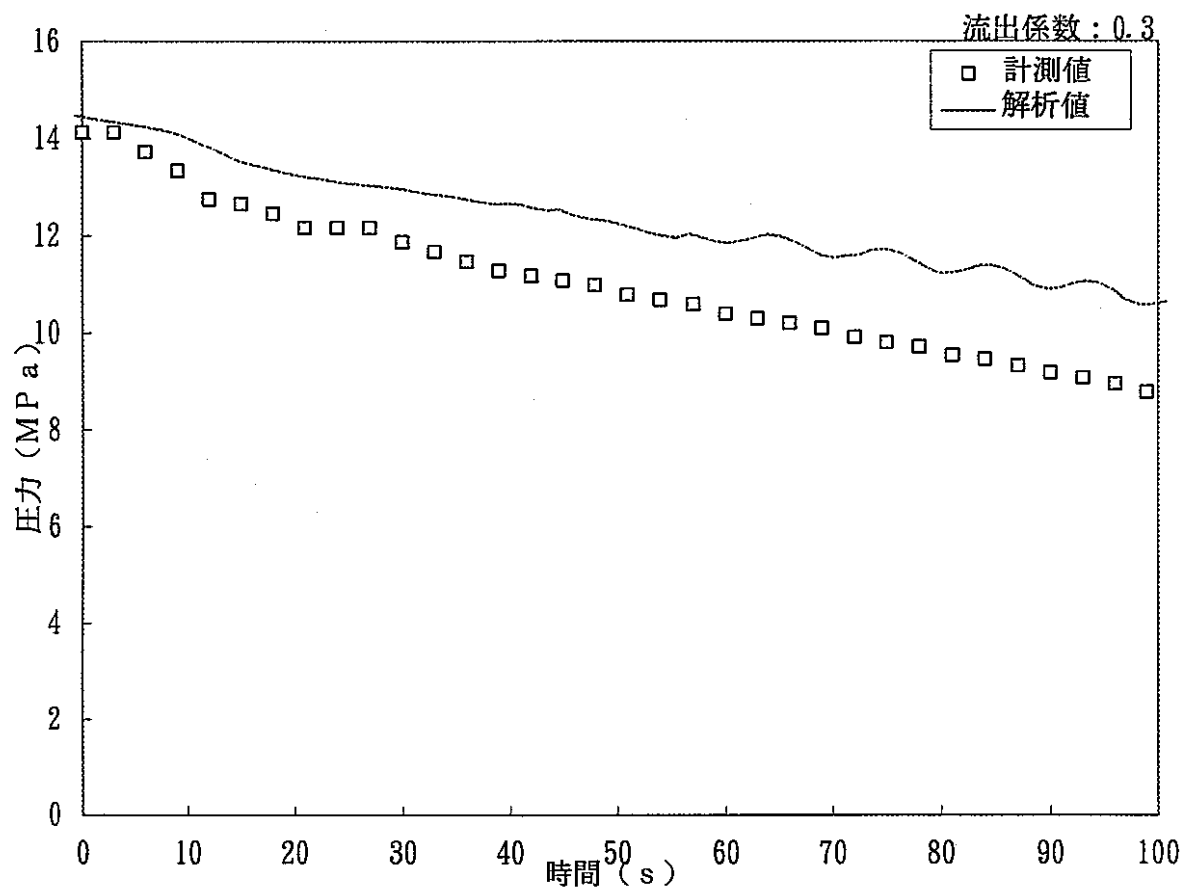


図 4.1.2.1-7(1/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : E V 給水圧力)

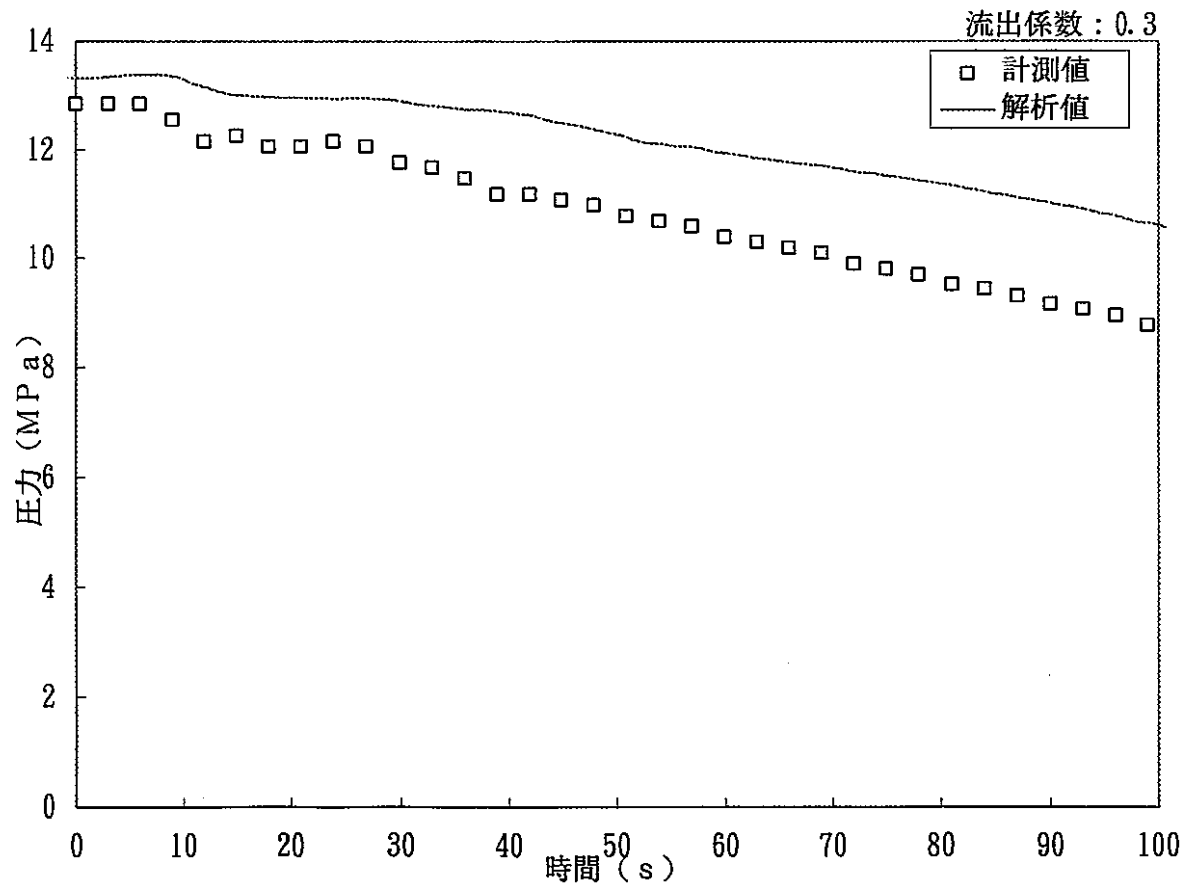


図 4.1.2.1-7(2/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : S H 出口圧力)

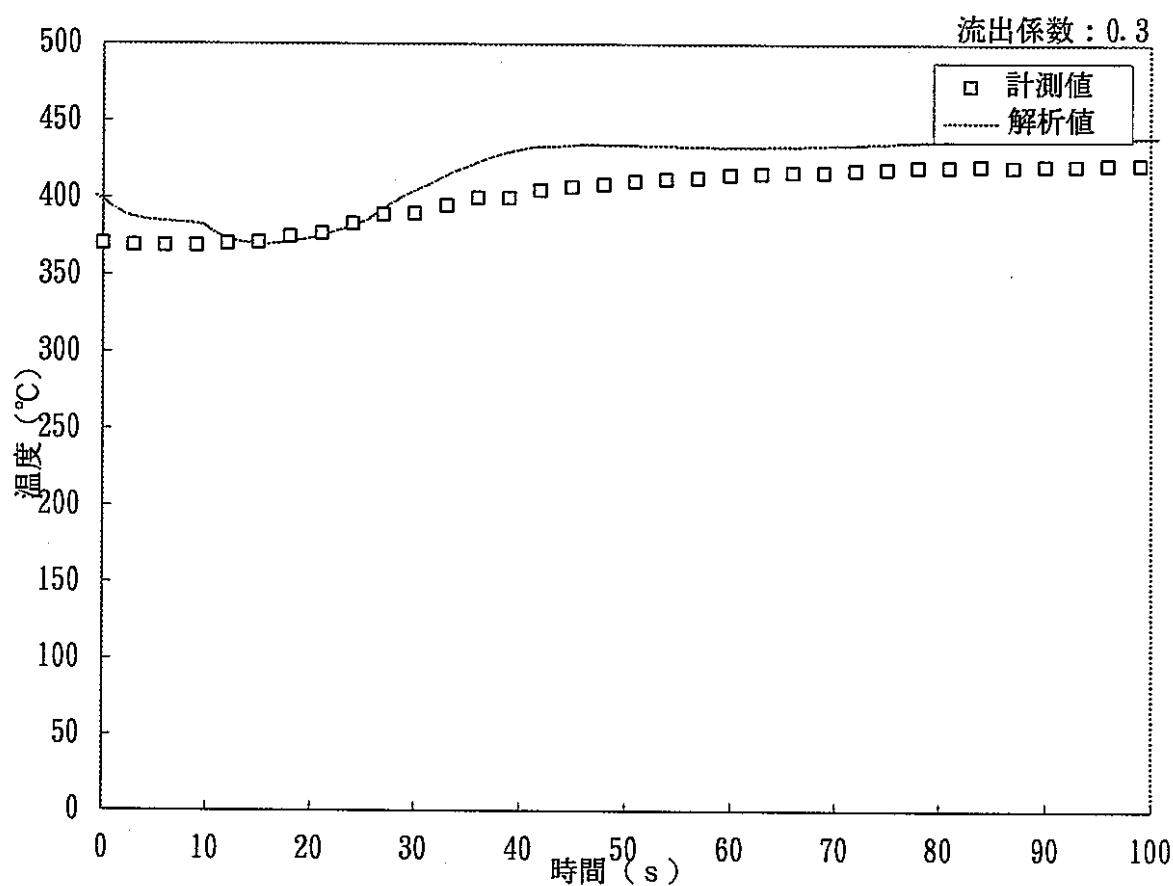


図 4.1.2.1-7(3/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV 出口蒸気温度)

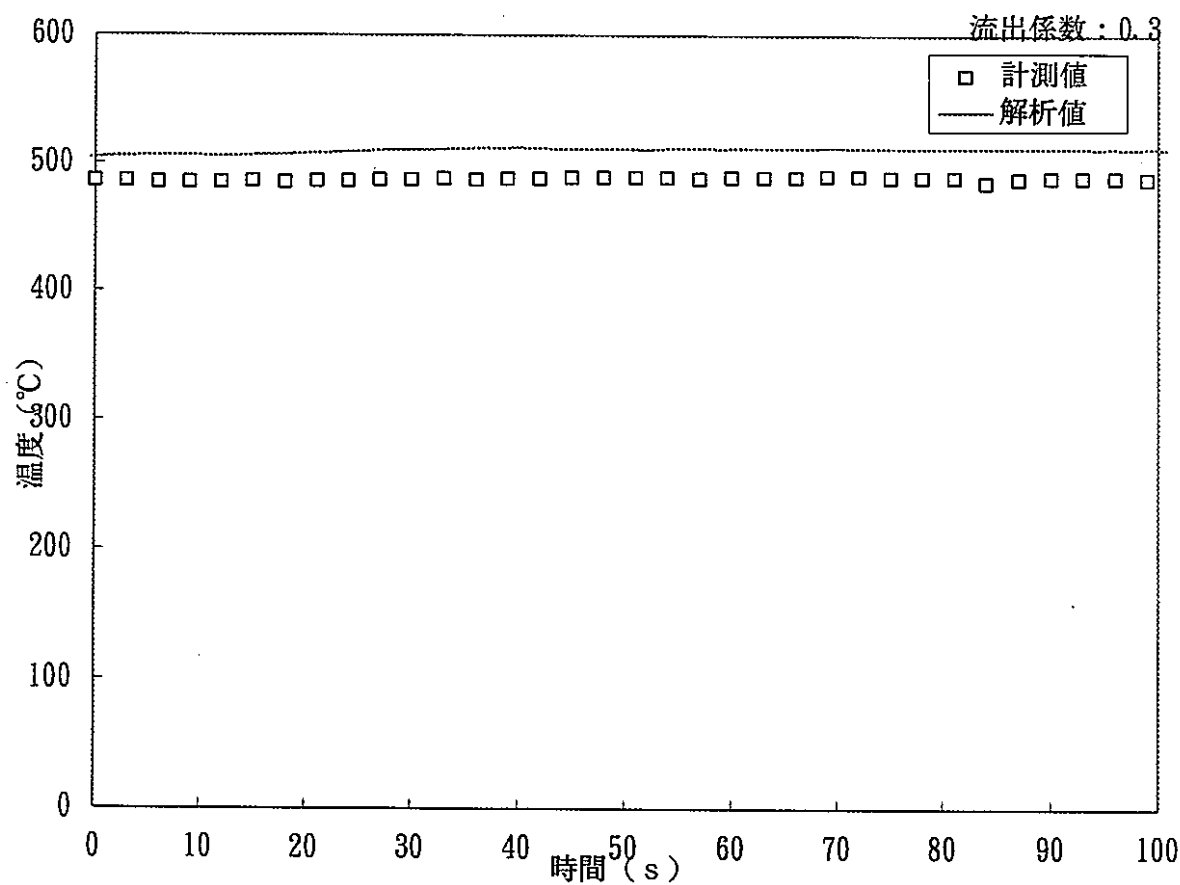


図 4.1.2.1-7(4/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH 出口蒸気温度)

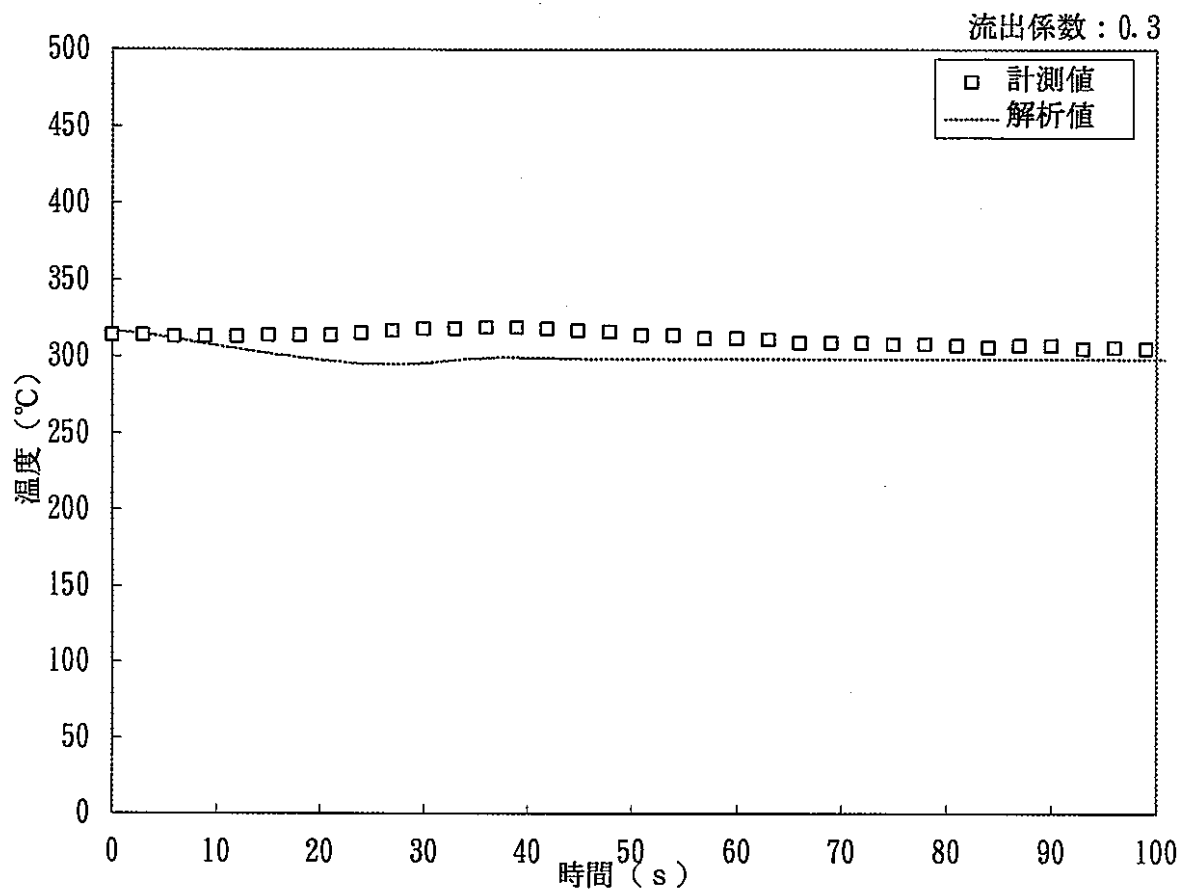


図 4.1.2.1-7(5/6) ナトリウム側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV出口Na 温度)

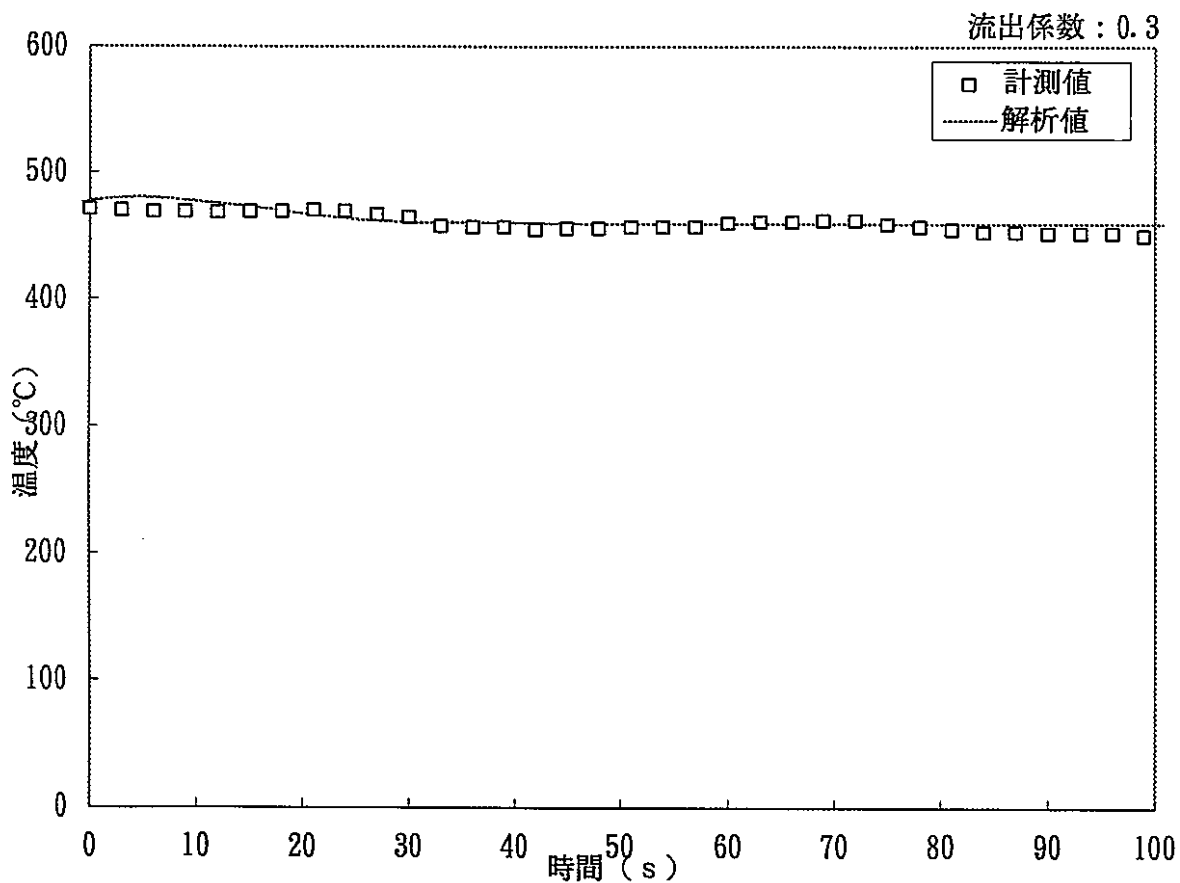


図 4.1.2.1-7(6/6) ナトリウム側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH出口Na 温度)

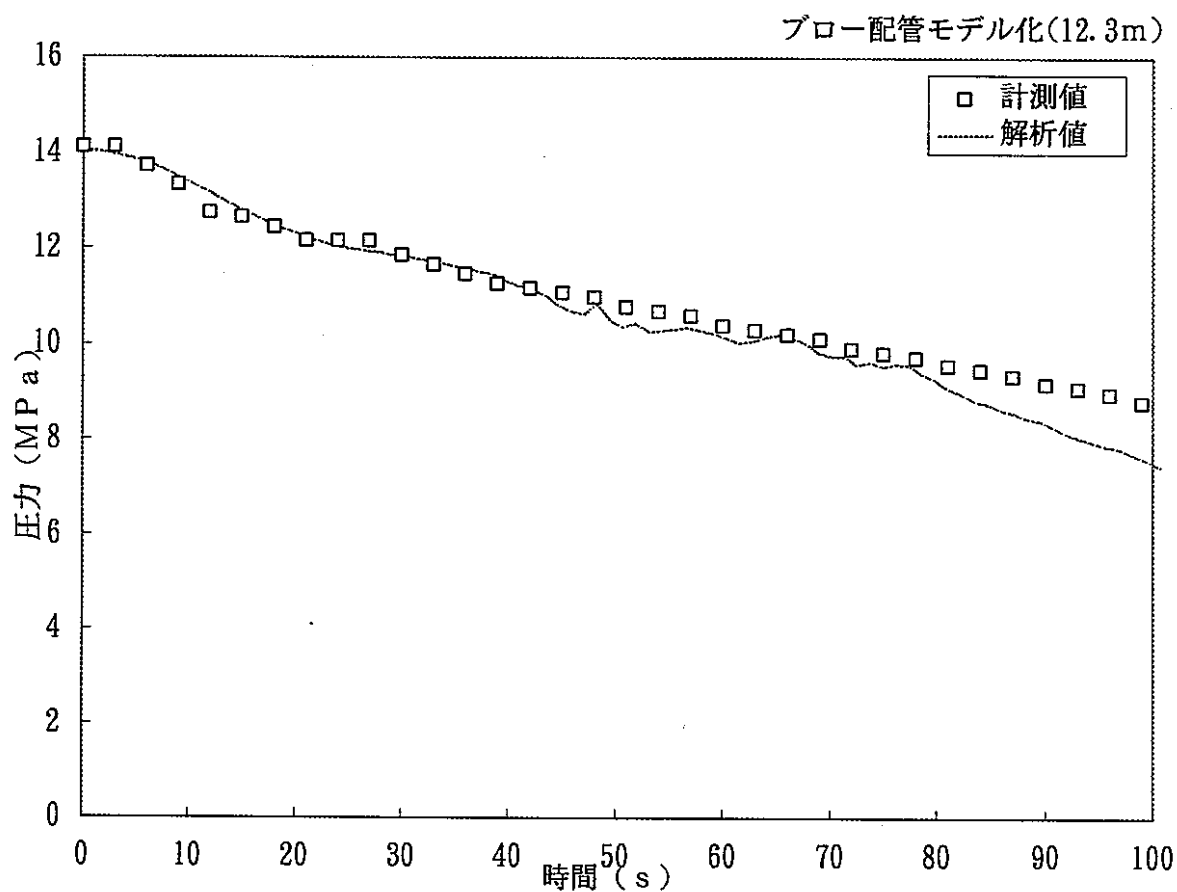


図 4.1.2.1-8(1/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 54720 : EV給水圧力)

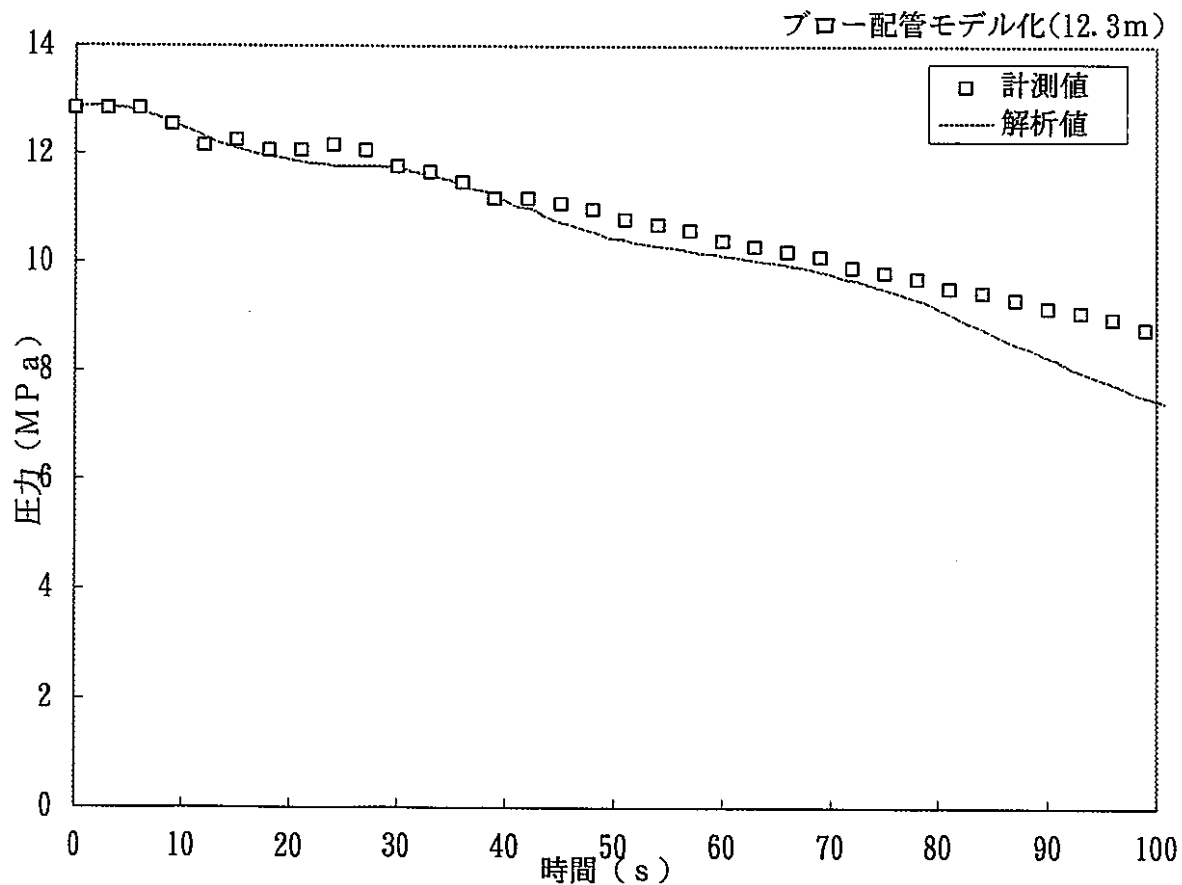


図 4.1.2.1-8(2/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 54720 : SH出口圧力)

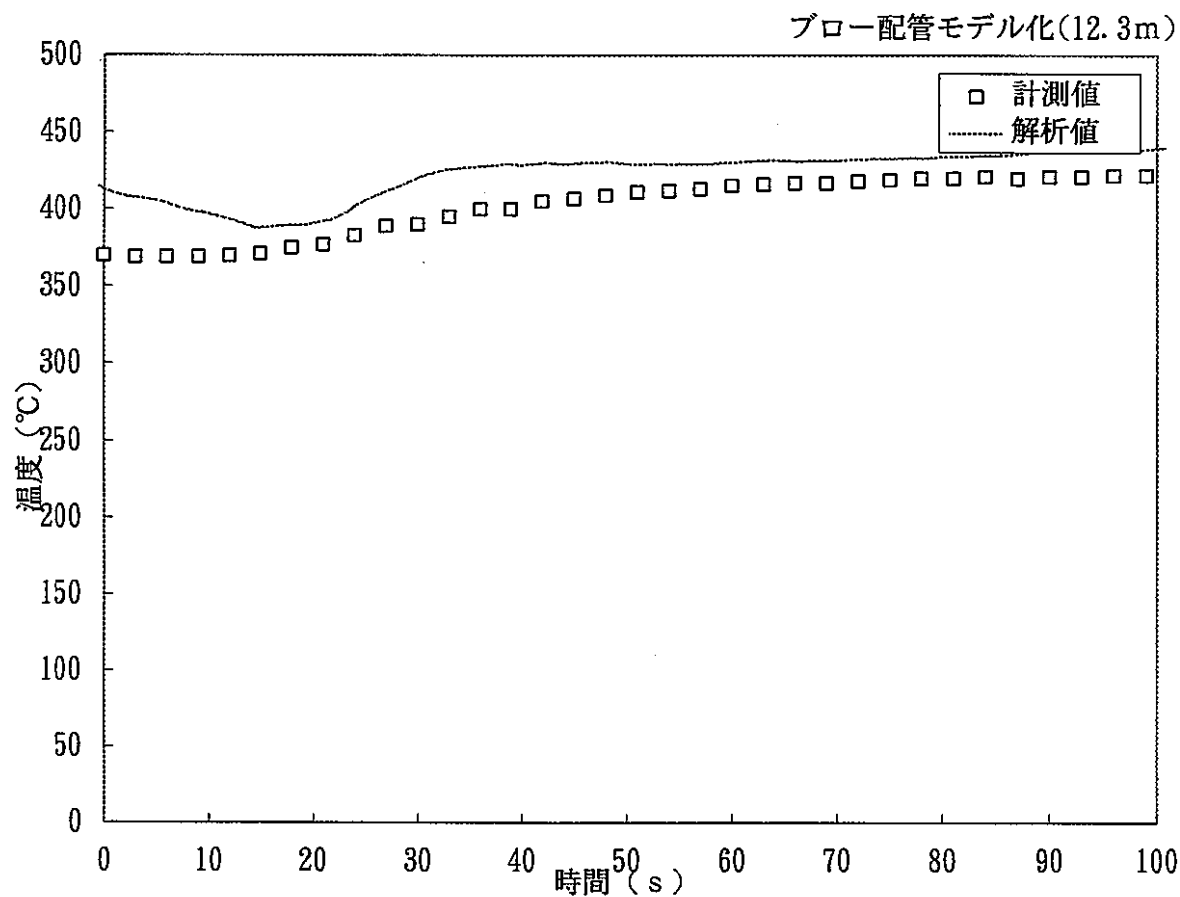


図 4.1.2.1-8(3/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : EV 出口蒸気温度)

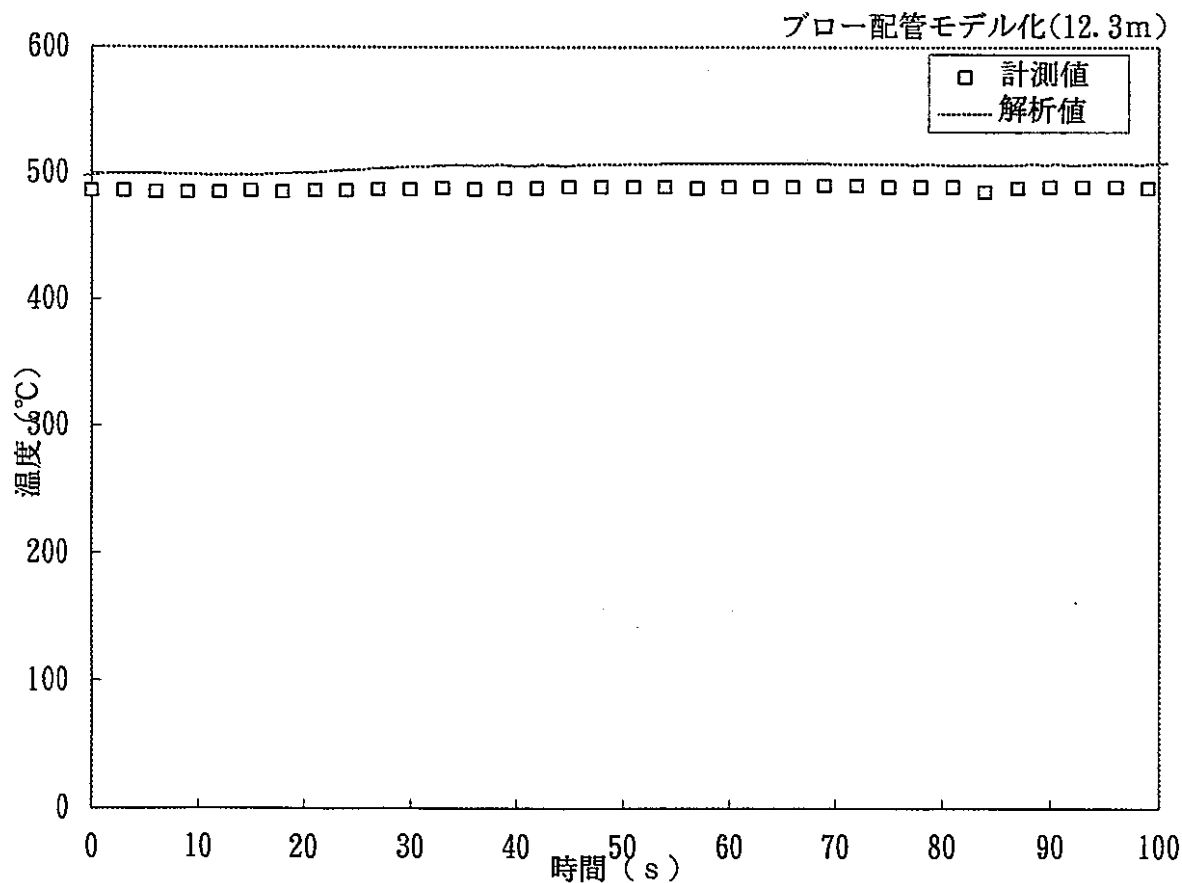


図 4.1.2.1-8(4/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : SH 出口蒸気温度)

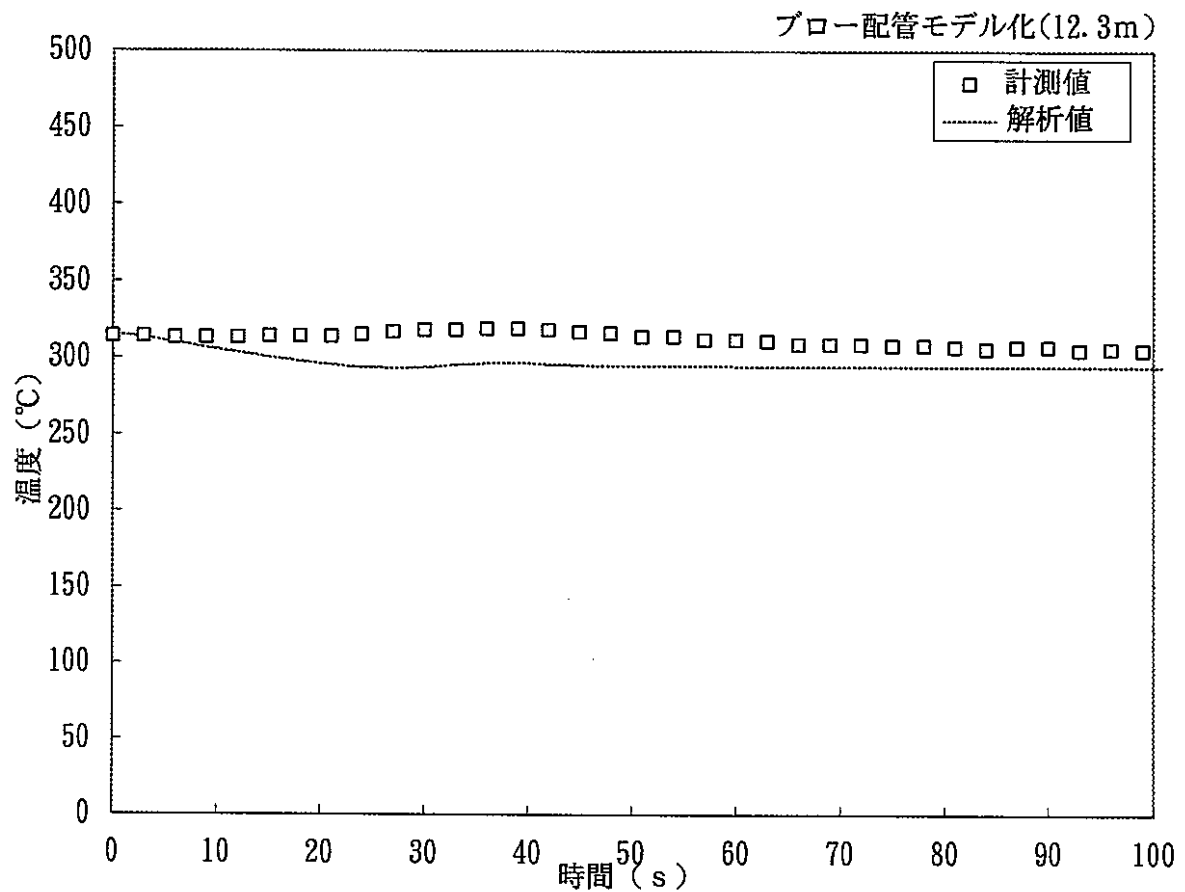


図 4.1.2.1-8(5/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : EV出口Na温度)

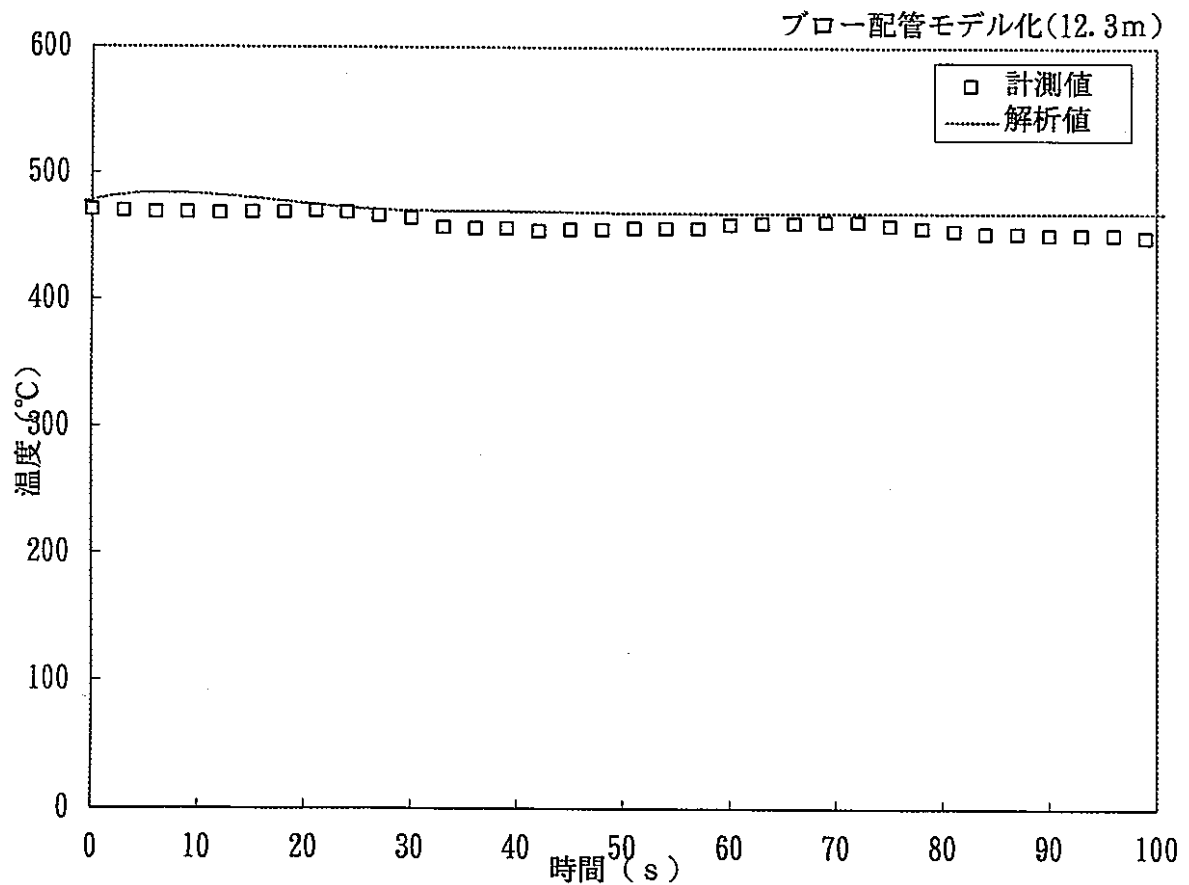


図 4.1.2.1-8(6/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : SH出口Na温度)

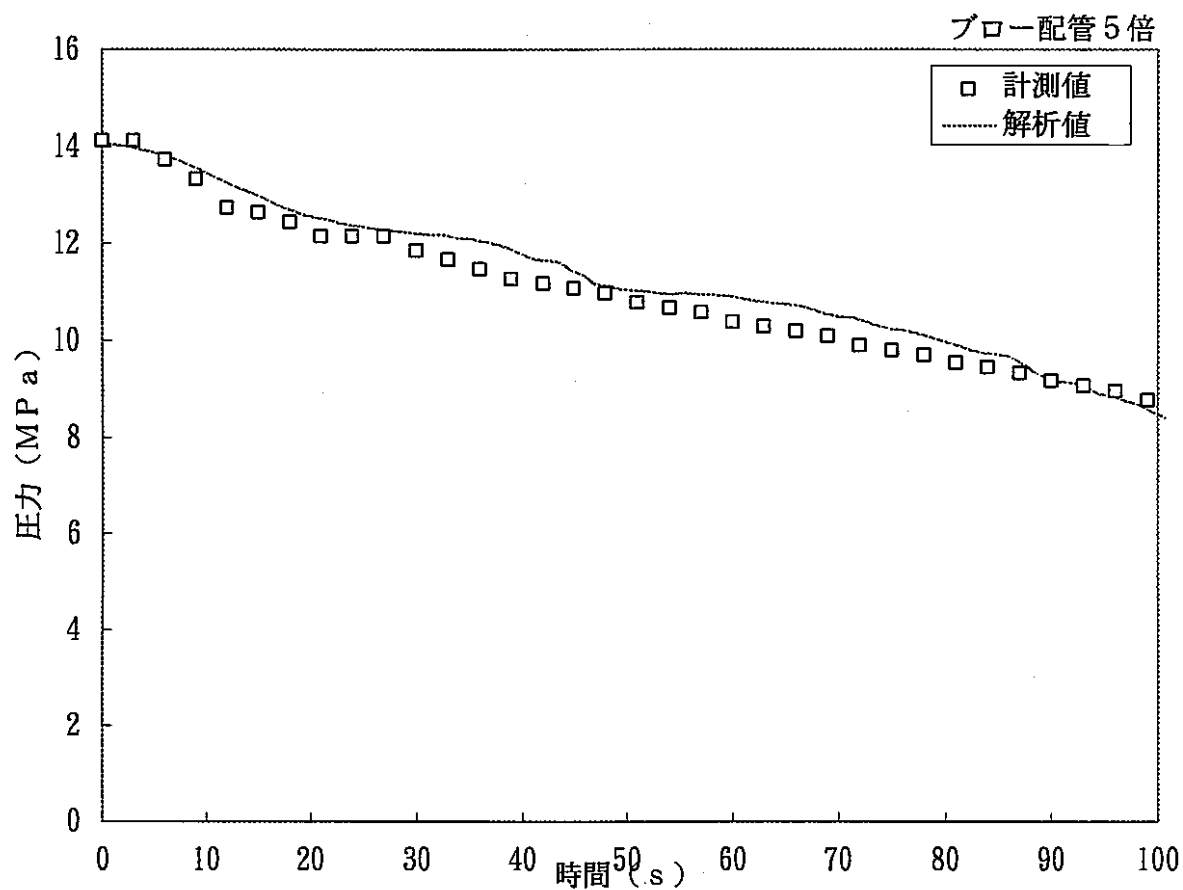


図 4.1.2.1-9(1/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : E V 給水圧力)

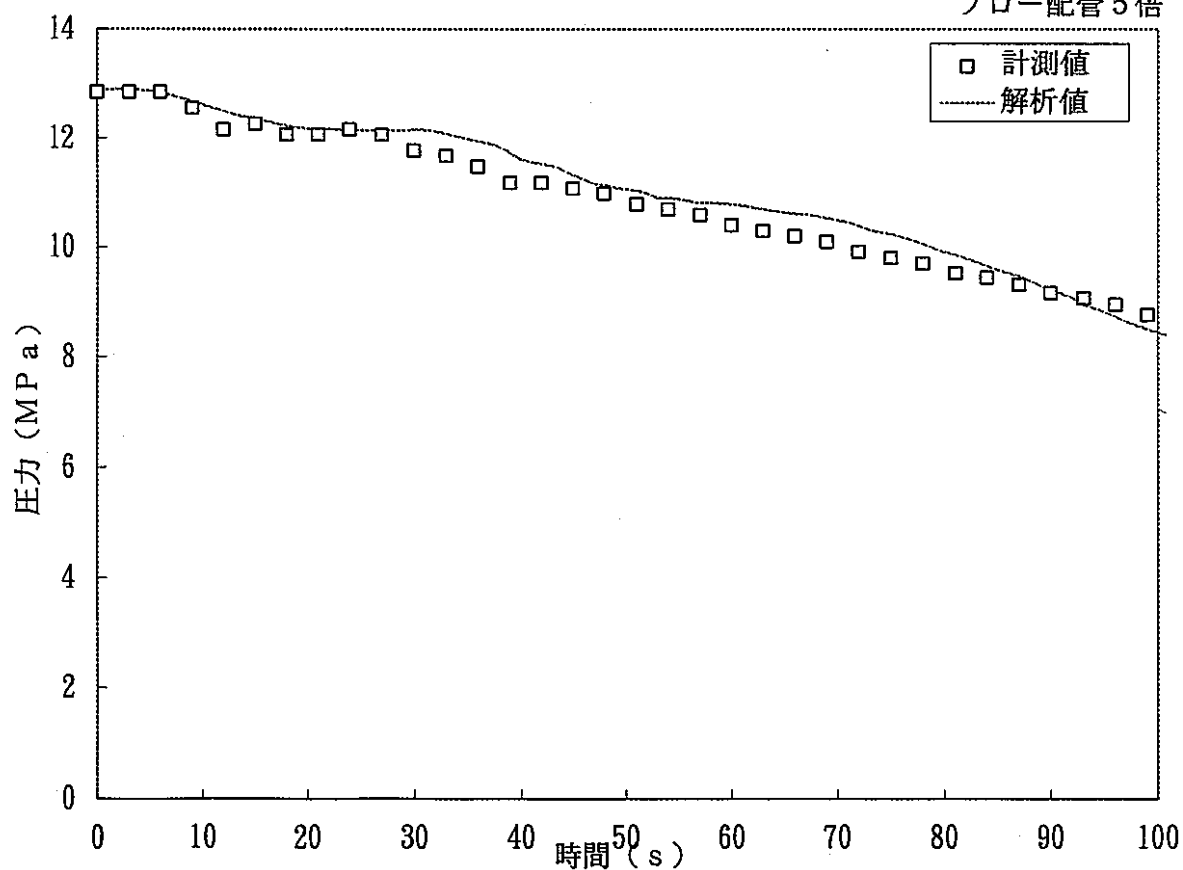


図 4.1.2.1-9(2/6) 水蒸気側圧力比較 (TR 5 4 7 2 0 : S H 出口圧力)

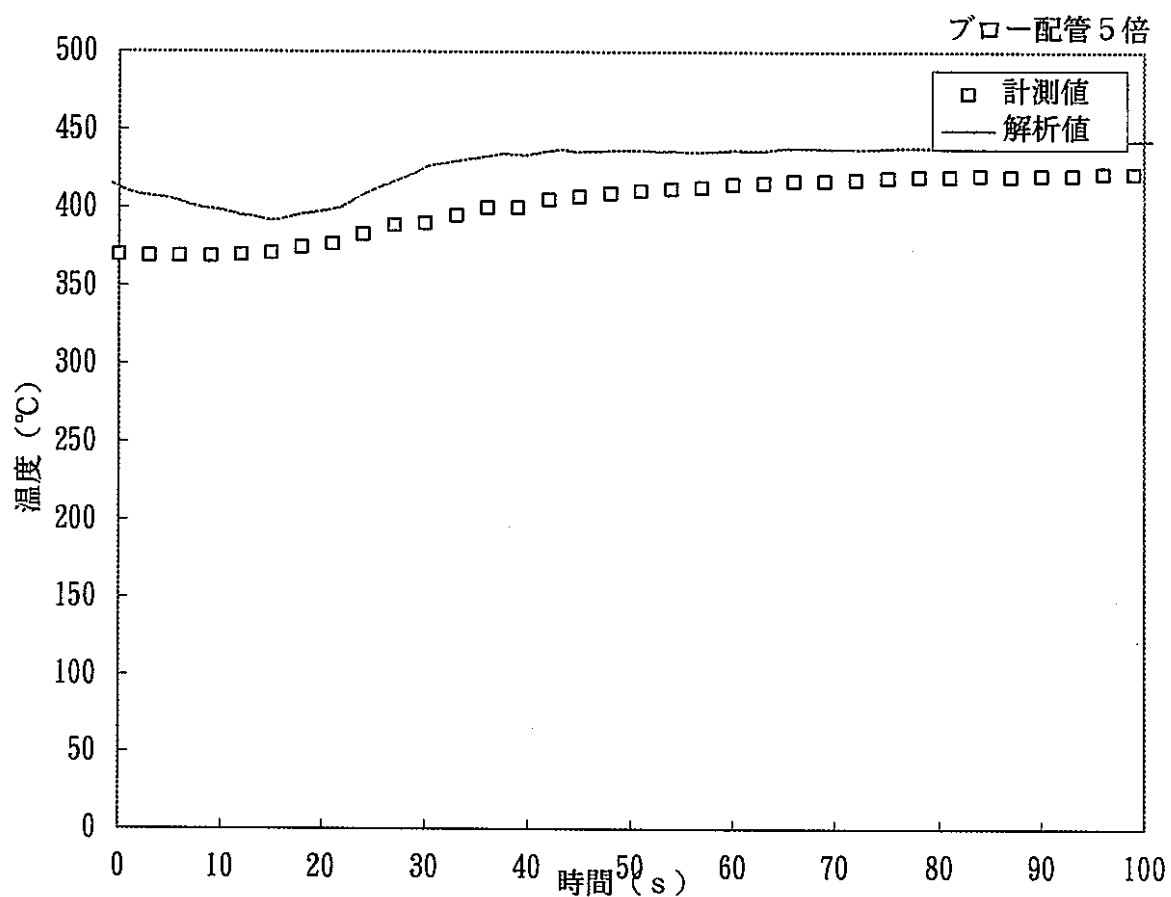


図 4.1.2.1-9(3/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : E V 出口蒸気温度)

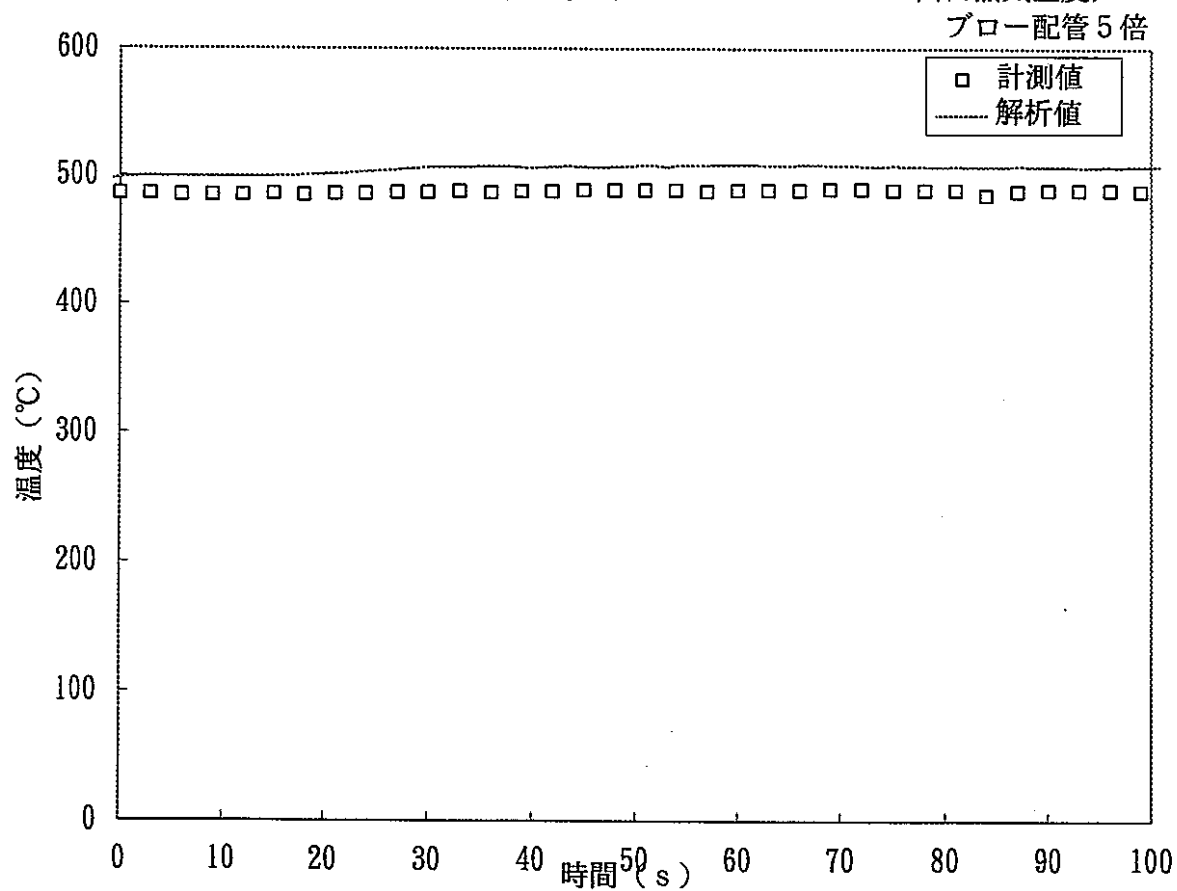


図 4.1.2.1-9(4/6) 水蒸気側温度比較 (TR 5 4 7 2 0 : S H 出口蒸気温度)

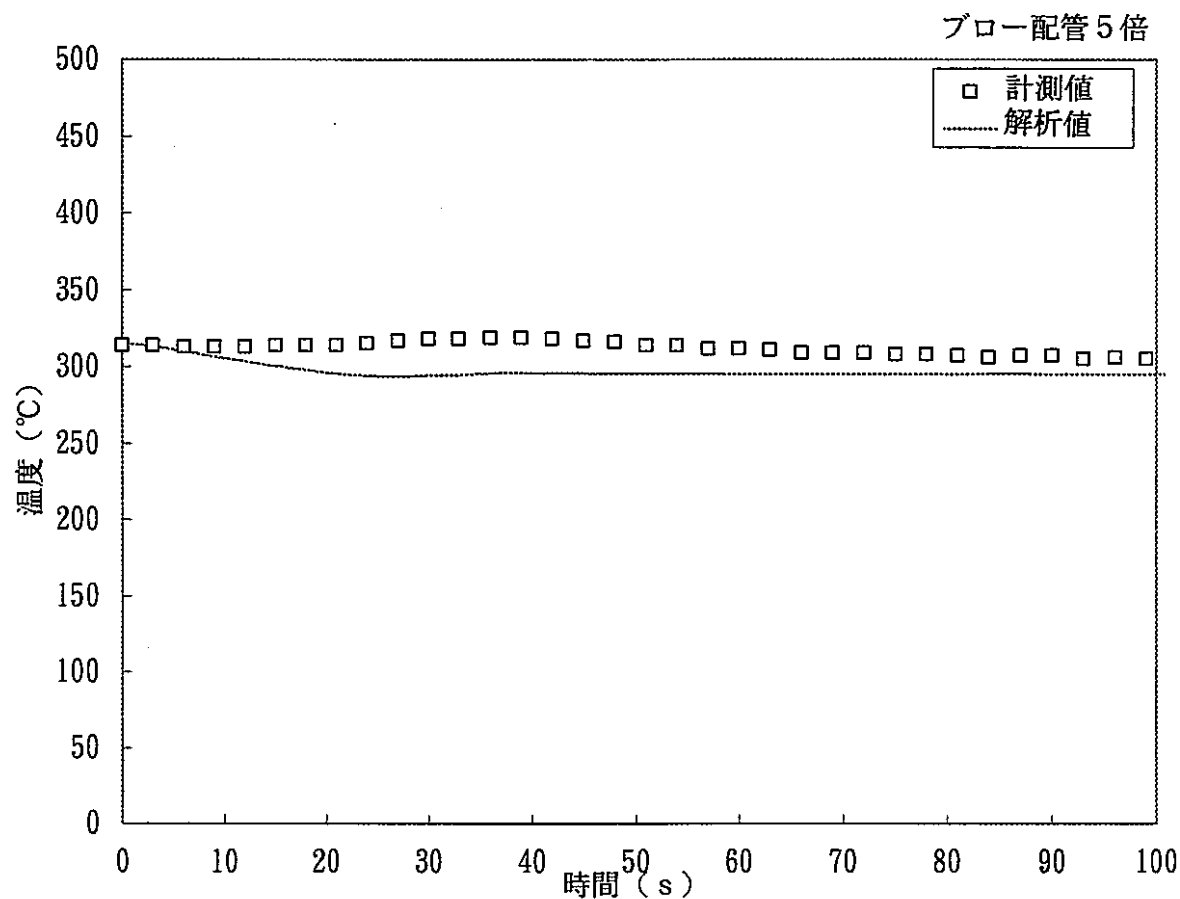


図 4.1.2.1-9(5/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : EV出口Na 温度)

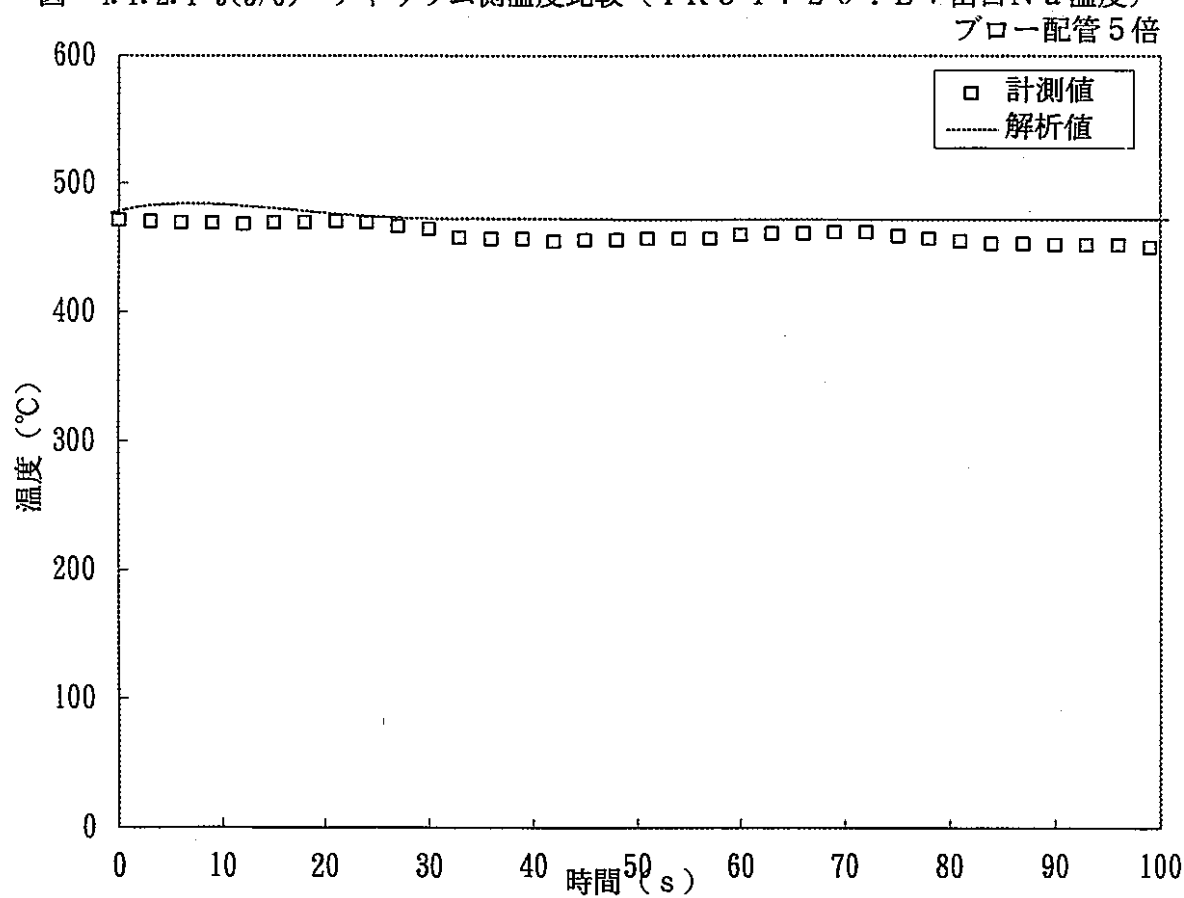


図 4.1.2.1-9(6/6) ナトリウム側温度比較 (TR 54720 : SH出口Na 温度)

4.1.2.2 SGブローダウン試験EWE151E1による検証解析

(1) 解析モデル

50Mwt SGの水蒸気系鳥瞰図を図 4.1.2.1-1 にナトリウム系鳥瞰図を図 4.1.2.1-2 に示す。解析モデルは、鳥瞰図と配管、蒸発器、過熱器の形状寸法をもとに図 4.1.2.1-3 に示すモデルを使用する。モデル対象範囲は、EV入口隔離弁からSH出口隔離弁とした。

(2) 解析データ

解析に使用するヘッダ、配管、ナトリウム関連のデータを表 4.1.2.2-1～表 4.1.2.2-3 に示す。また、EV給水ブロー弁は8.4秒後、SH出口ブロー弁は2.7秒後に全開するように設定し、EVとSHの隔離弁は36.3秒後に閉鎖するよう設定した。

LEAP-BLOWコードの検証解析に使用した主要なモデルは以下の通りである。

・タイムステップ	: 0.02
・スリップ相関式	: Smith
・二相流管摩擦圧損増倍係数	: Thom
・二相流臨界流オブション	: Moody
・流体慣性力	: 100%
・熱伝達モデル	
サブクール領域	: 森一中山
核沸騰領域	: Jens - Lottes
膜沸騰領域	: Rohsenow - Dougall
過熱蒸気領域	: 森一中山
限界熱流束モデル	: Jens - Lottes

表 4.1.2.2-1 50MWtSGヘッダー条件(EWE15IE1)

ヘッダ番号	体積 (m ³)	表面積 (m ²)	壁厚 (m)	初期圧力 (kg/cm ²)	ボイド率 (-)	初期温度 (°C)
1	0.052	0.405	0.0182	124.2	0.0	198.5
2	0.190	2.177	0.0400	124.0	0.0	198.5
3	0.238	2.068	0.0550	122.8	1.0	353.0
4	0.088	0.405	0.0182	122.6	1.0	353.0
5	0.178	2.036	0.0182	122.5	1.0	353.0
6	0.212	1.843	0.0550	121.0	1.0	462.0
7	0.130	0.405	0.0182	120.8	1.0	462.0

表 4.1.2.2-2 50MW t S G 水／蒸汽侧流路条件(EWE151E1)

配管番号	流路断面積 (m ²)	水力等価直径 (m)	長さ (m)	肉厚 (m)	初期圧力 (kg/cm ²)	初期温度 (°C)	初期流量 (kg/s)
1	1	0.0130	0.1288	5.55500	0.0182	124.2	11.25
	2	0.0130	0.1288	5.55500	0.0182		
2	1	0.0152	0.0242	8.38600	0.0038	124.0	11.25
	2	0.0152	0.0242	22.70000	0.0038		
	3	0.0152	0.0242	22.70000	0.0038		
	4	0.0152	0.0242	22.70000	0.0038		
	5	0.0152	0.0242	2.73600	0.0038		
3	1	0.0130	0.1288	15.58300	0.0182	122.8	11.25
	2	0.0130	0.1288	15.58300	0.0182		
4	1	0.0130	0.1288	3.01600	0.0182	122.6	11.25
	2	0.0130	0.1288	3.01600	0.0182		
5	1	0.0159	0.0248	4.58600	0.0035	122.5	11.25
	2	0.0159	0.0248	10.45000	0.0035		
	3	0.0159	0.0248	10.45000	0.0035		
	4	0.0159	0.0248	2.93600	0.0035		
6	1	0.0130	0.1288	5.32800	0.0182	121.0	11.25
	2	0.0130	0.1288	12.02000	0.0182		

表 4.1.2.2-3 50MW tSG Na側流路条件(EWE151E1)

項目	単位	蒸発器	過熱器
		EV	SH
プレナム初期温度・上部	(°C)	420.0	470.0
下部	(°C)	295.0	420.0
プレナム冷却材重量・上部	(kg)	39.8	39.8
下部	(kg)	1057.0	528.5
ナトリウム重量	(kg)	6118.7	3094.3
構造材重量	(kg)	6917.50	3458.00
構造材比熱	(kcal/kg・°C)	0.118	0.118
構造材熱伝導度	(kcal/m・s・°C)	0.013	0.013
構造材板厚	(m)	0.03	0.03
伝熱管との伝熱面積	(m ²)	178	41
構造材との伝熱面積	(m ²)	38.360	19.180
冷却材流路面積	(m ²)	1.254	1.034
水力等価直径	(m)	0.050	0.050
冷却材流量	(kg/sec)	111.20	111.20

(3) E W e 1 - 5 1 E 1 試験による検証解析結果

a. 基準ケースとブロー弁の開口面積のサーベイ

T R 5 4 7 2 0 試験の解析結果から本試験解析の流出係数として、0.4 をリファレンスとした。

リファレンスケースの解析結果を図 4.1.2.2-1(1/6～6/6)に示す。また、リファレンスケースにおいて圧力が計測値に対してかなり過小評価となることからブロー弁の開口面積を基準ケースの 0.00385 m^2 に対して、 0.0025 m^2 、 0.002 m^2 、 0.0015 m^2 とパラメータにした場合の解析結果を図 4.1.2.2-2～4(1/6～6/6)に示す。

図 4.1.2.2-1(1/6)及び図 4.1.2.2-1(2/6)は、リファレンスケースの E V 給水圧力及び S H 出口圧力をそれぞれ示すものである。いずれの圧力ともに解析値はその降下が早く、計測値を大きく下廻る結果となっている。これは、E V 入口からのブロー流量を過大に評価している影響と考えられる。次に、図 4.1.2.2-1(3/6)及び

図 4.1.2.2-1(4/6)は、E V 出口蒸気温度、S H 出口蒸気温度を示すものであるが、圧力同様に解析が計測値を大きく下回る結果となっている。これは圧力低下によって、飽和蒸気温度が低下したことに起因する。

図 4.1.2.2-1(5/6)及び図 4.1.2.2-1(6/6)は、E V 出口 N a 温度、S H 出口 N a 温度を示す。N a 側の温度も解析値が計測値を下回る結果となっている。本試験は 50 % 負荷試験であることからナトリウム側流量が小さい。試験の最初から温度がずれており、これは前述の T R 5 4 7 2 0 試験でも述べたように、N a 側の熱伝達率式として H o e 式を用いているが、流量が小さいところでの誤差が大きくなっている可能性が考えられる。

図 4.1.2.2-2～4 はブロー弁の開口面積をパラメータとした場合の結果であるが、ブロー弁の開口面積を 0.002 m^2 (約 0.5 倍) とした場合の圧力挙動が最も計測値との一致性がよくなることが確認された。

図 4.1.2.2-3(1/2～2/2)は、E V 入口ブロー弁の開口面積を 0.002 m^2 (約 0.5 倍) とした場合の結果を示したものである。開口面積を 0.5 倍とした場合には、ブロー流量が大きく絞られることから圧力の降下が緩やかとなり圧力の挙動が解析と実験で

比較的よく一致してくる。また、蒸気側の温度も比較的よく一致してくる。初期に解析値が高くなっている原因としては、TR54720試験と同様、SG内部のナトリウム温度を直線内挿しているためナトリウム温度を高めに設定していることになり、その影響でSGの蒸気側温度も高めに評価していることによるものである。なお、EV出口蒸気温度は挙動が少し異なっているが、これは解析ではヘッダの箇所の出力を示しているのに対し、計測値はヘッダ部に近い配管部の温度を示しているための影響によるものと考えられる。現状の解析モデルでは、EV入口ブローにおいてもTR54720試験の主蒸気ブローと同様、配管の一部をヘッダとしてモデル化し、そのヘッダにブロー弁をモデル化している。しかし、実際には主配管から分岐した配管にブロー弁が設置されていることから、その影響を把握する観点から開口面積を絞った評価をパラメータとして実施したものである。なお、「4.2章の最適なモデルの組み合わせの選定」における各種パラメータのサーベイ解析は、上述のブロー弁の開口面積を0.002 m²（約0.5倍）としたケースをベースに実施するものとした。

b. ブロー配管の影響検討

上記のa.では、ブロー配管の先で臨界流量となっている効果を擬似的に模擬する観点から、ブロー弁の開口面積をパラメータとしたが、ここではブロー配管を設置したモデルの影響を確認する観点から、これをモデル化し且つ配管の長さをパラメータとして影響を評価した。

EV入り口ブロー配管をモデル化した場合の解析結果を図4.1.2.2-5～7(1/6～6/6)に示す。ブロー配管のモデル化（分岐点からブロー弁2.55m）により前述の基準ケースと比べて圧力の低下が少し緩やかとなり、計測値に近づく傾向を示すが未だ過小評価の範疇とみなされる。ブロー配管の長さを5倍及び10倍（分岐点～ブロー取り合い点まで16.444m：約6.4倍）とすると、EV給水ヘッダ圧力はかなり良く一致してくる。5倍及び10倍とした場合で大きな差はない。但し、SH出口圧力についてはそれでも過小評価となっている。図4.1.2.2-5～7の圧力の計測値をみると、

圧力の低下開始に若干の時間遅れがある。試験におけるブロー開始時間が必ずしも明確といえず、急激な圧力開始時点をブロー開始時間と考え、解析との比較を再プロットしたものを図4.1.2.2-8(1/6～6/6)に示すが解析値と計測値が非常に良く一致することが分かる。これらの結果により、E V入り口のブロー配管等を適切にモデル化すること、及び正確なブロー開始時間を把握することが重要なことが示唆される。これらの条件を詳細に設定できれば、ブロー弁の開口面積で調整することなく、LEAP-BLOWコードにより50MWSG試験のブローダウン挙動を模擬できるものと考えられる。なお、本試験に関するブロー弁の詳細な運用データ等が不明なため、これ以上の詳細を詰めることは難しい。

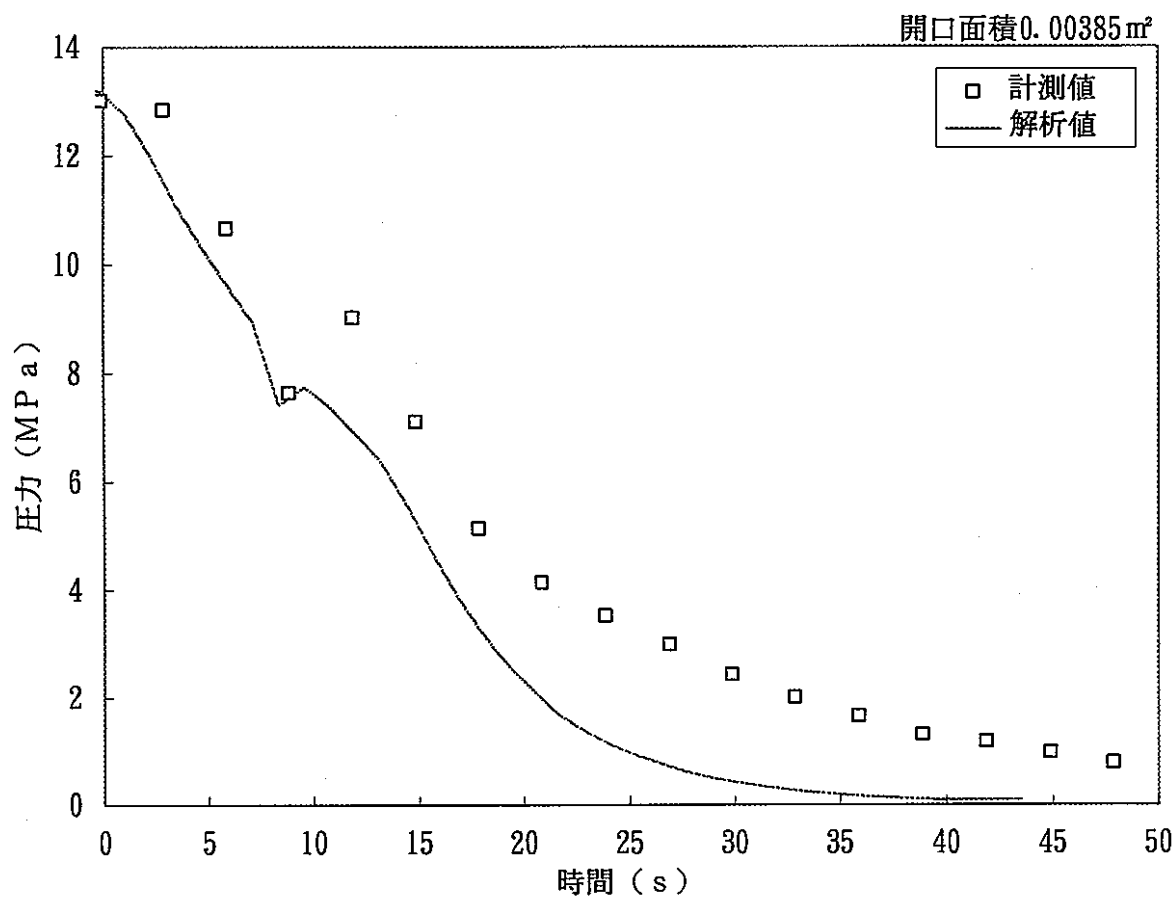


図 4.1.2.2-1(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : EV給水圧力)

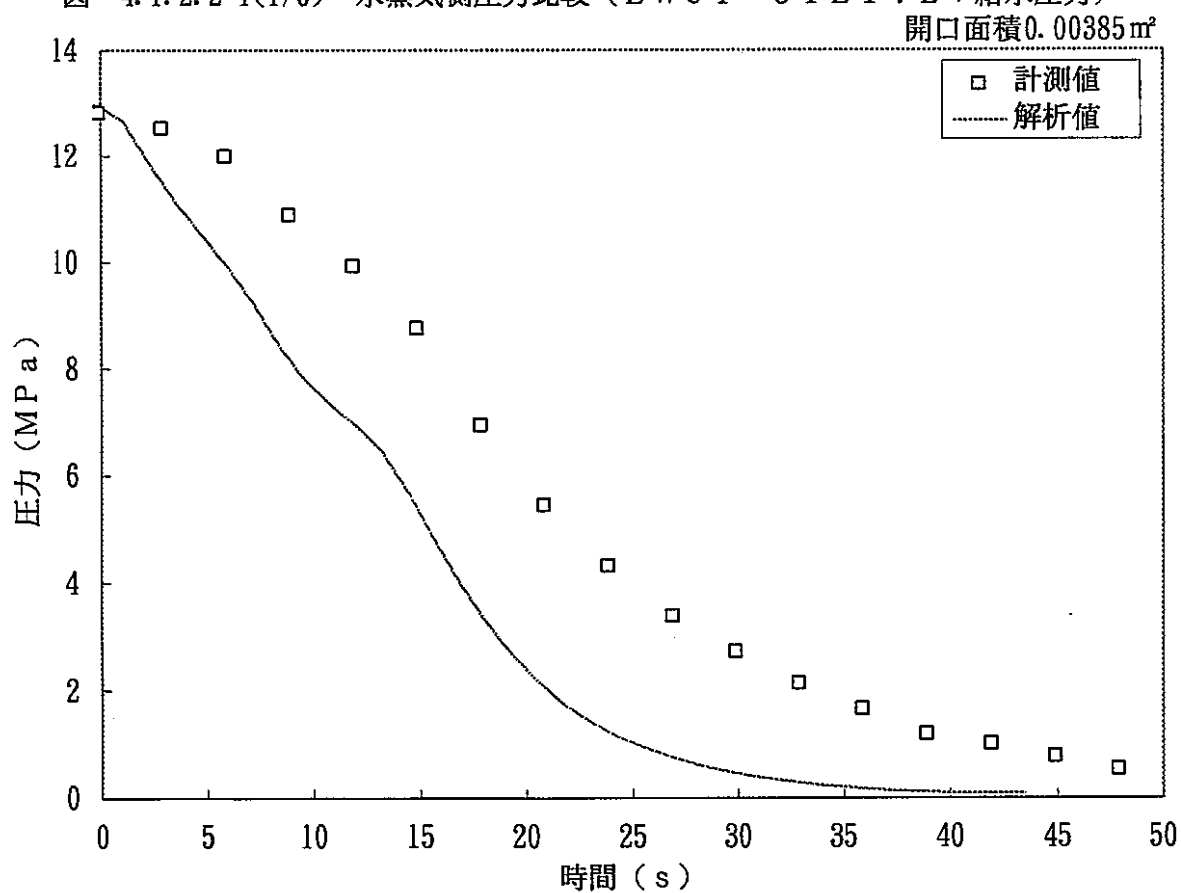


図 4.1.2.2-1(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : SH出口圧力)

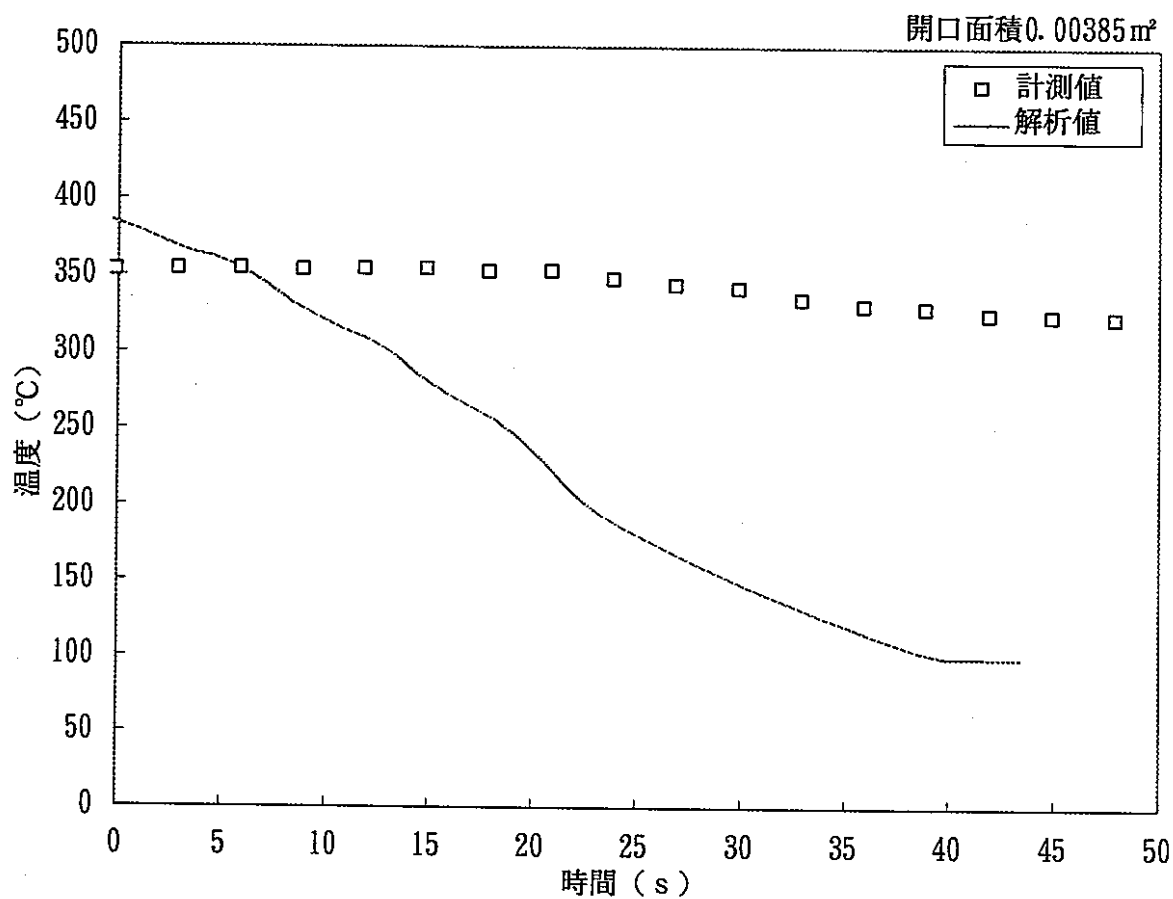


図 4.1.2.2-1(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1: EV出口蒸気温度)

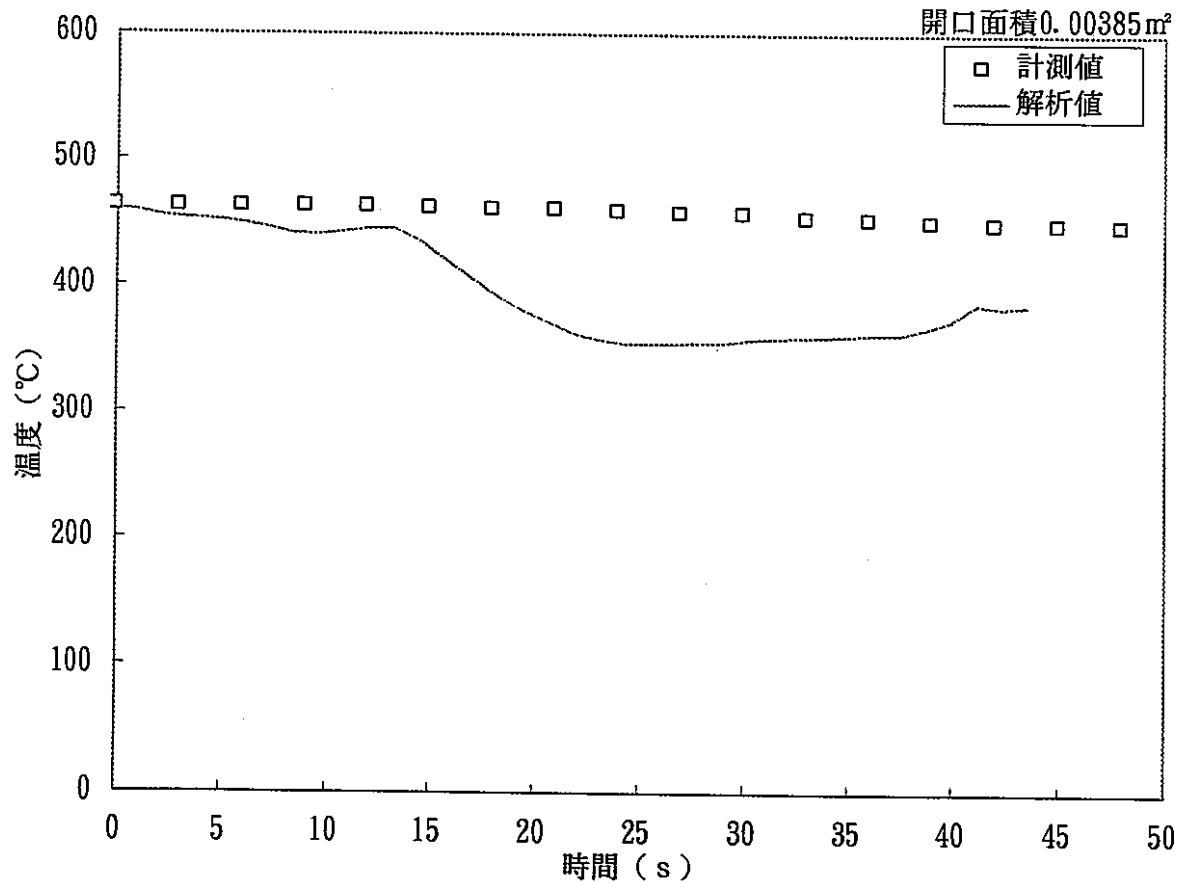


図 4.1.2.2-1(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1: SH出口蒸気温度)

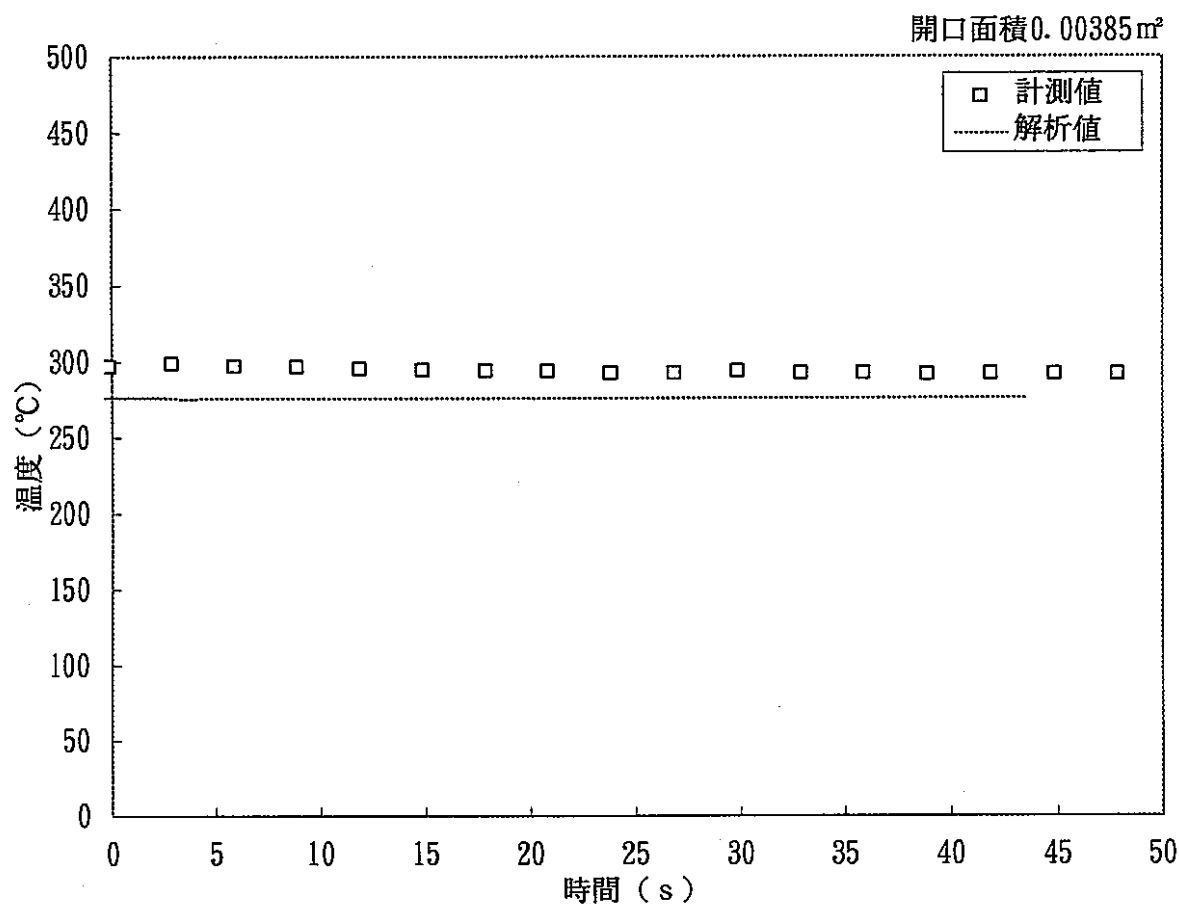


図 4.1.2.2-1(5/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : EV出口Na温度)

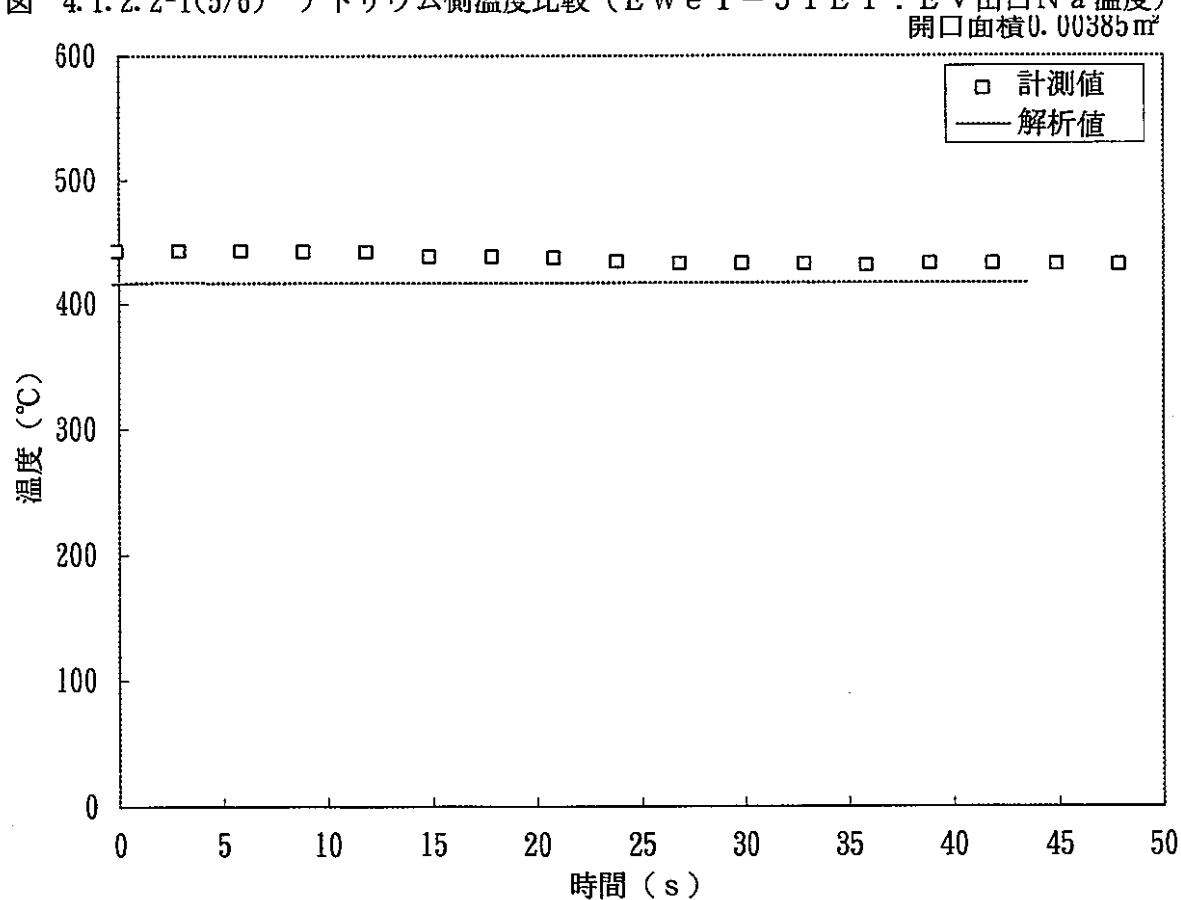


図 4.1.2.2-1(6/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : SH出口Na温度)

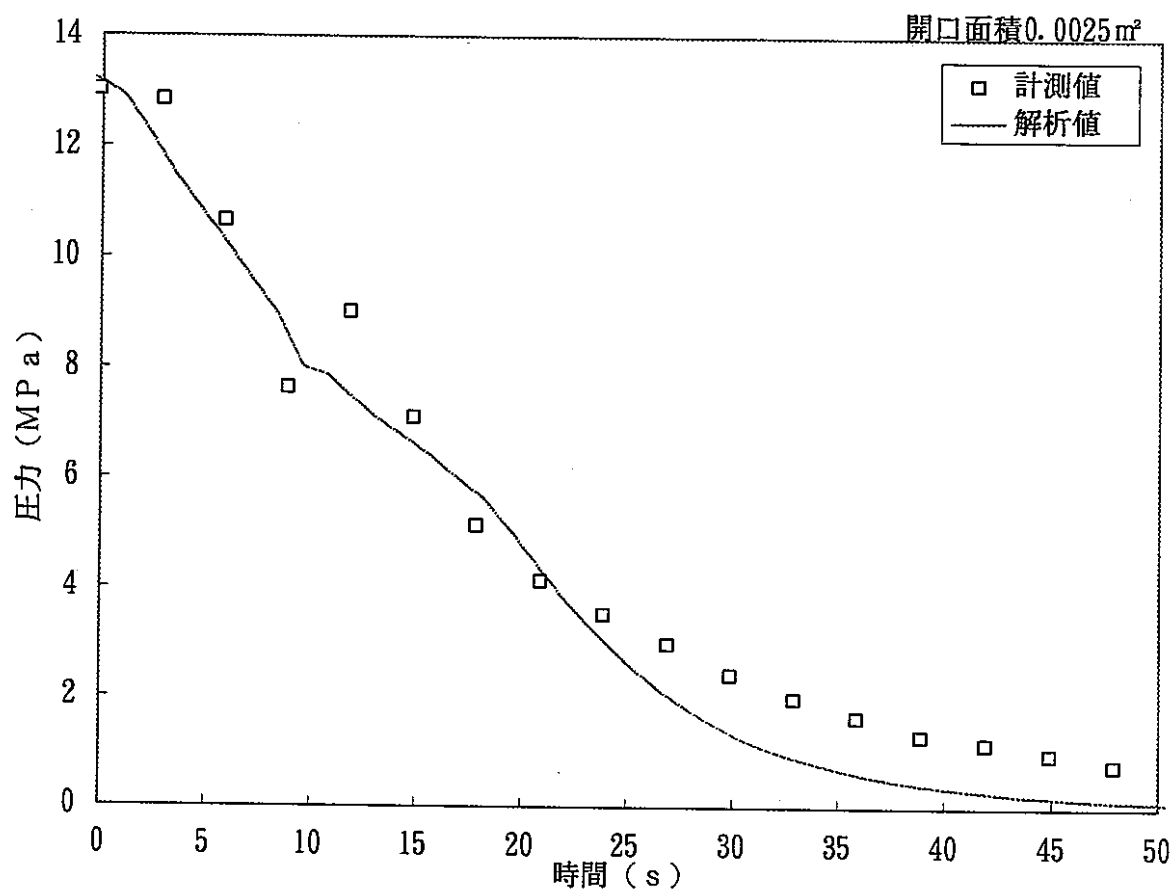


図 4.1.2.2-2(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : EV給水圧力)

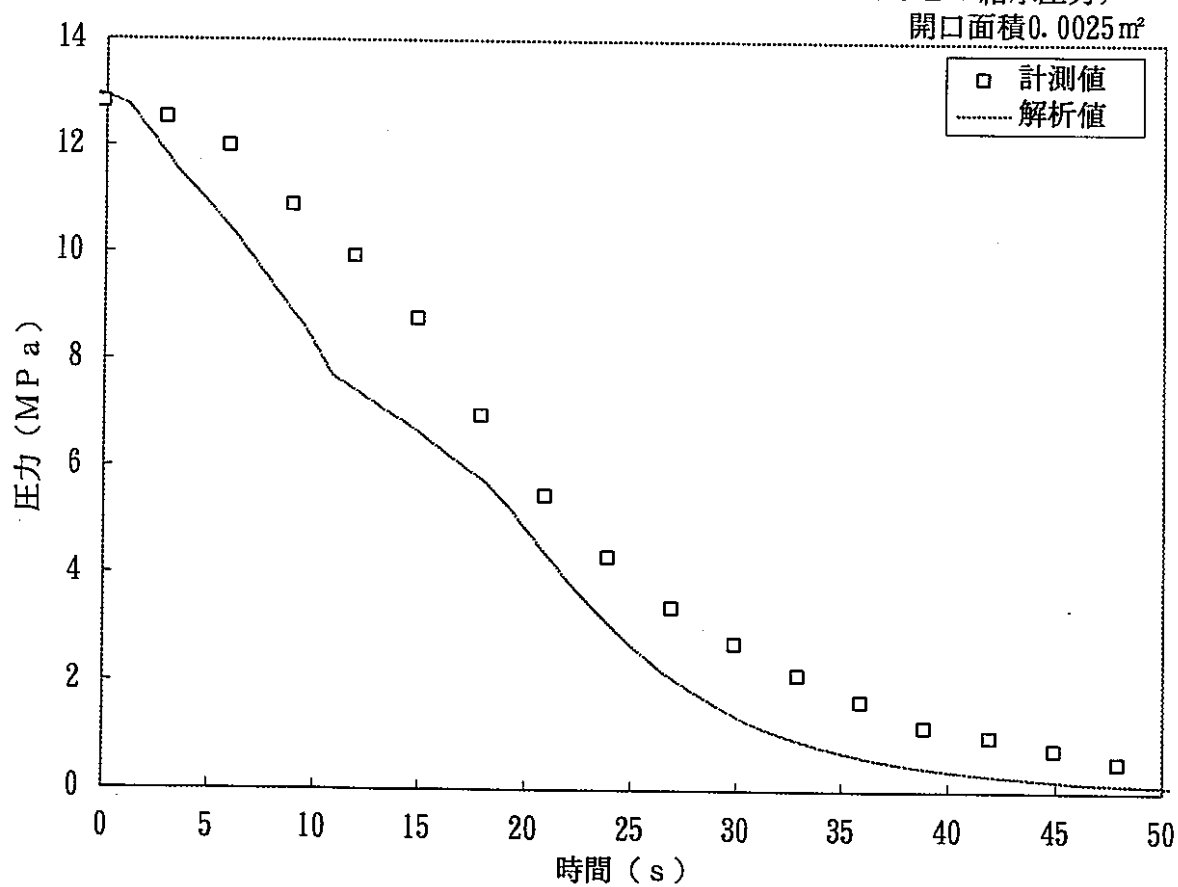


図 4.1.2.2-2(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : SH出口圧力)

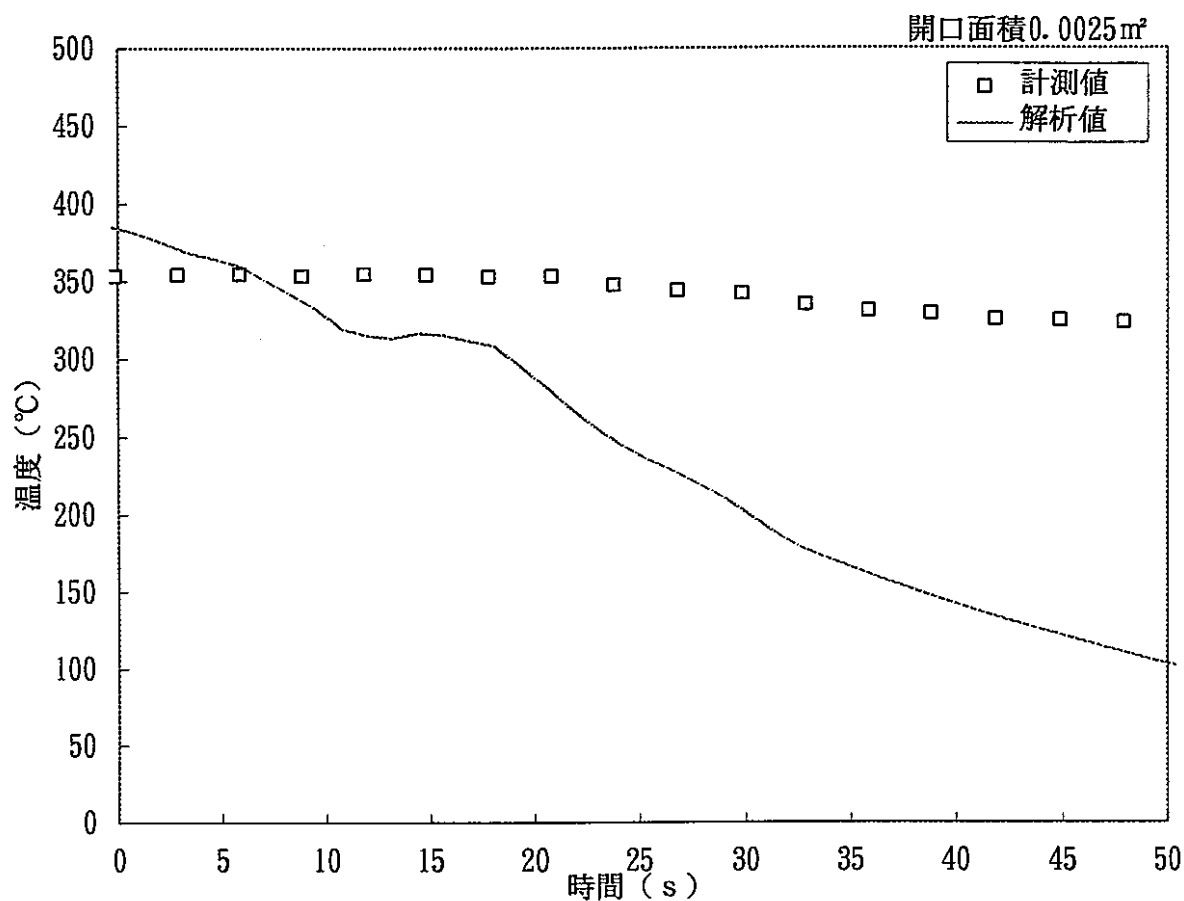


図 4.1.2.2-2(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1:EV出口蒸気温度)

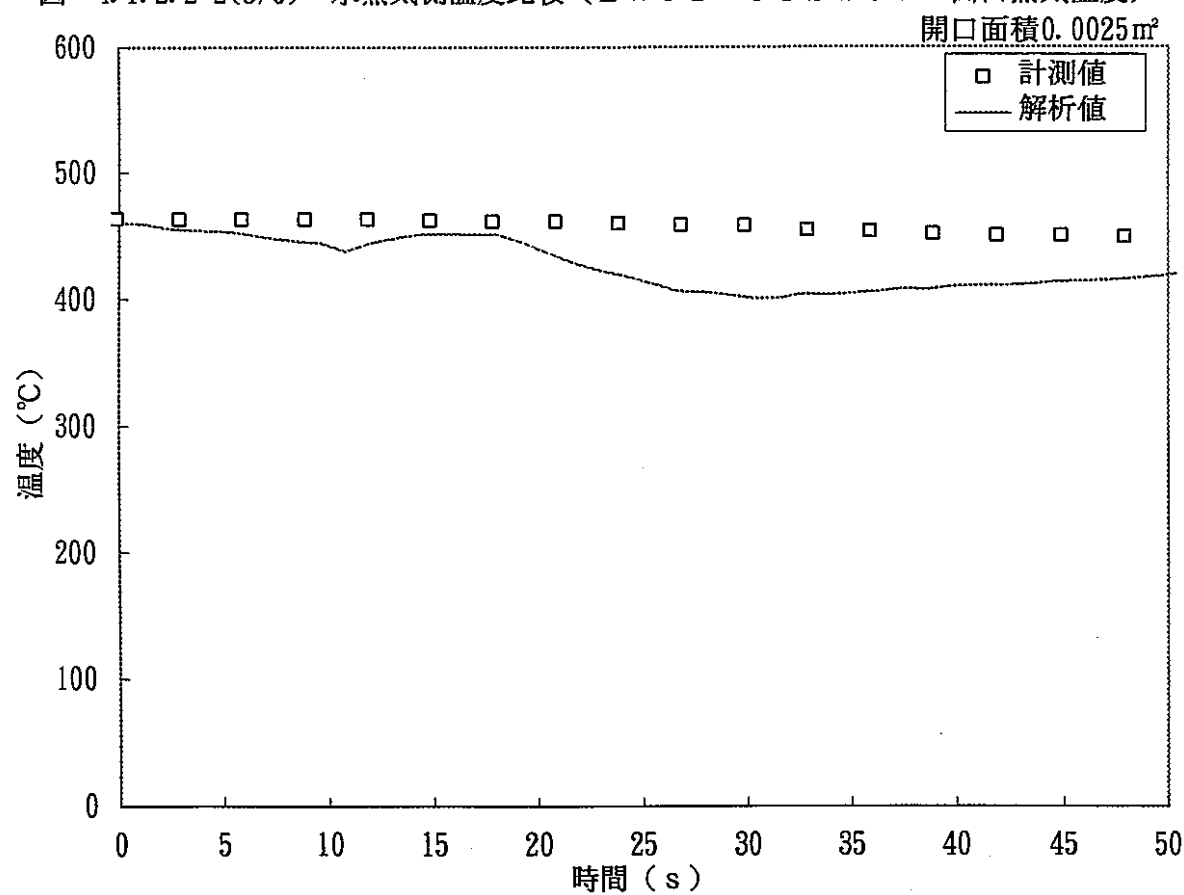


図 4.1.2.2-2(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1:SH出口蒸気温度)

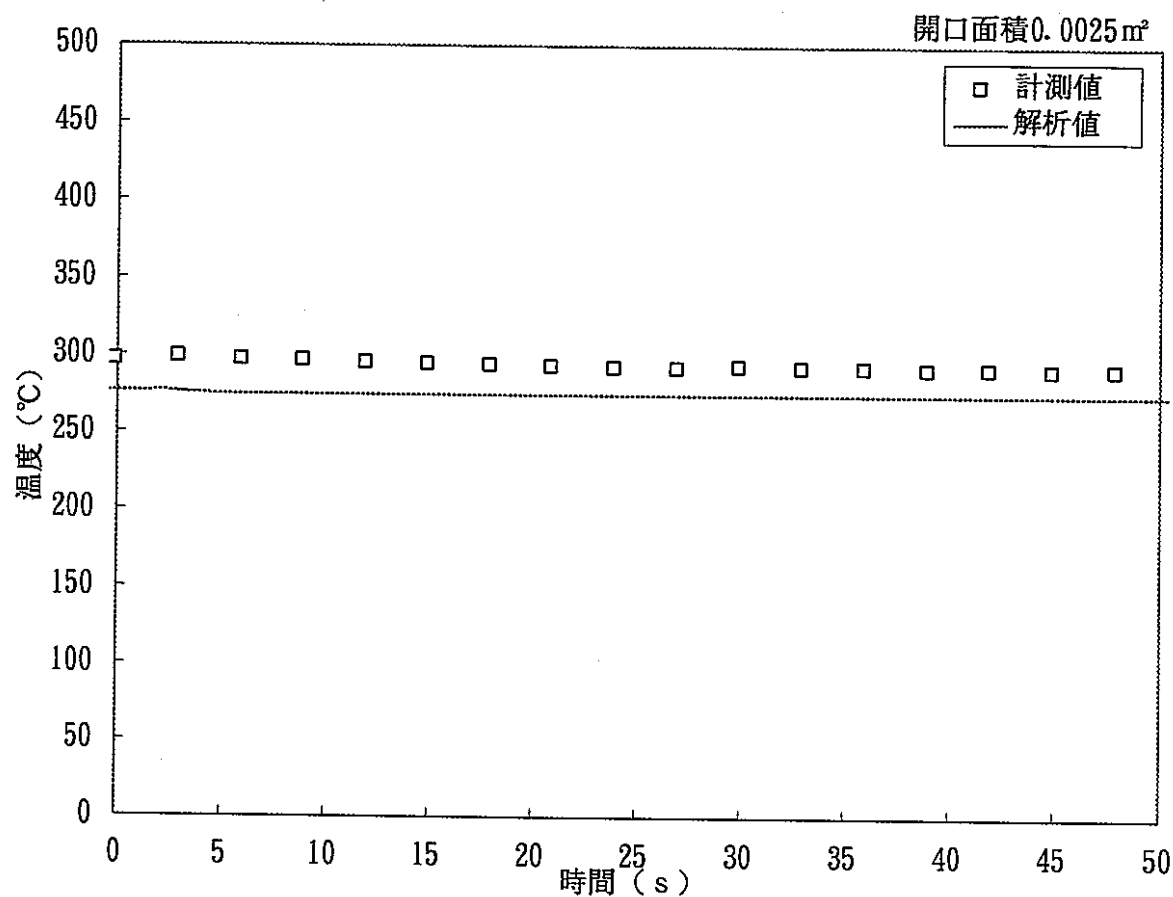


図 4.1.2.2-2(5/6) ナトリウム側温度比較 (EWe1-51E1: EV出口Na温度)

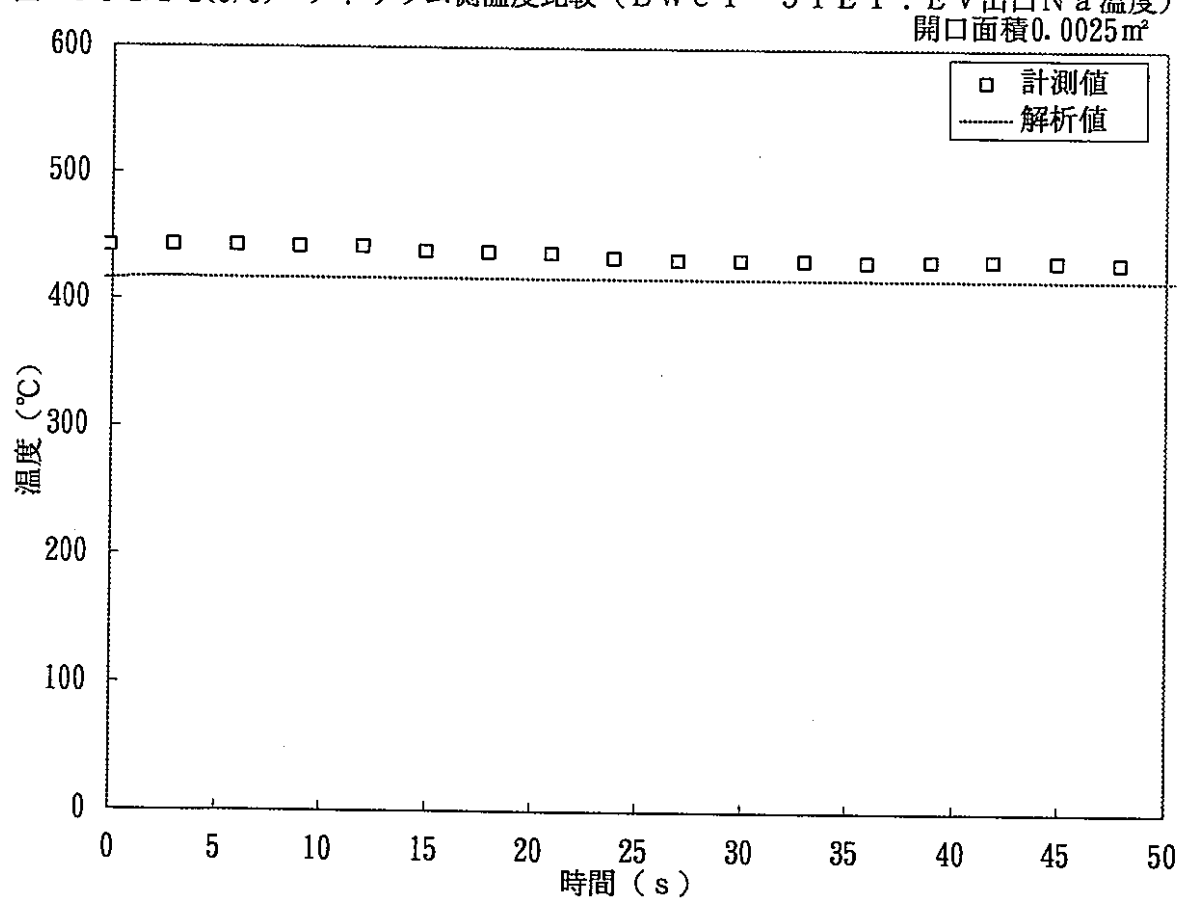


図 4.1.2.2-2(6/6) ナトリウム側温度比較 (EWe1-51E1: SH出口Na温度)

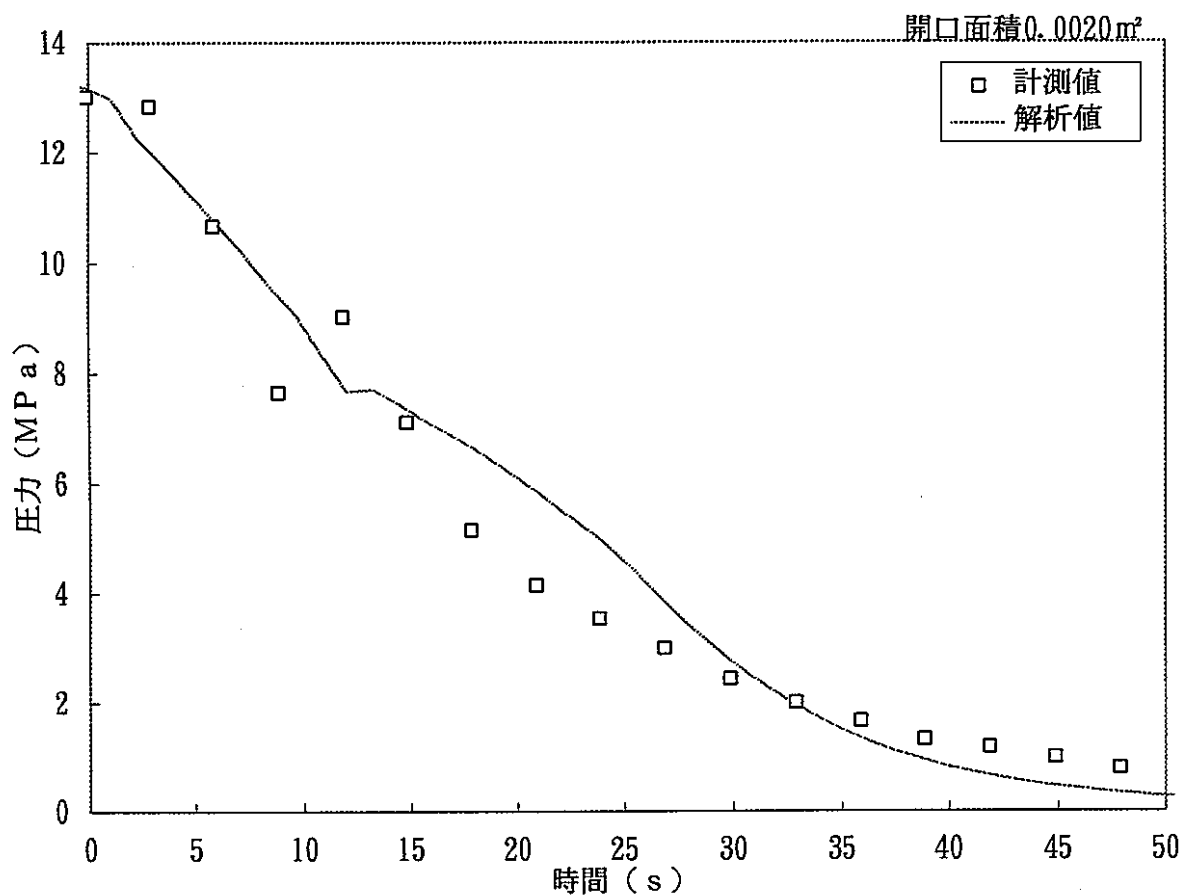


図 4.1.2.2-3(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : EV給水圧力)

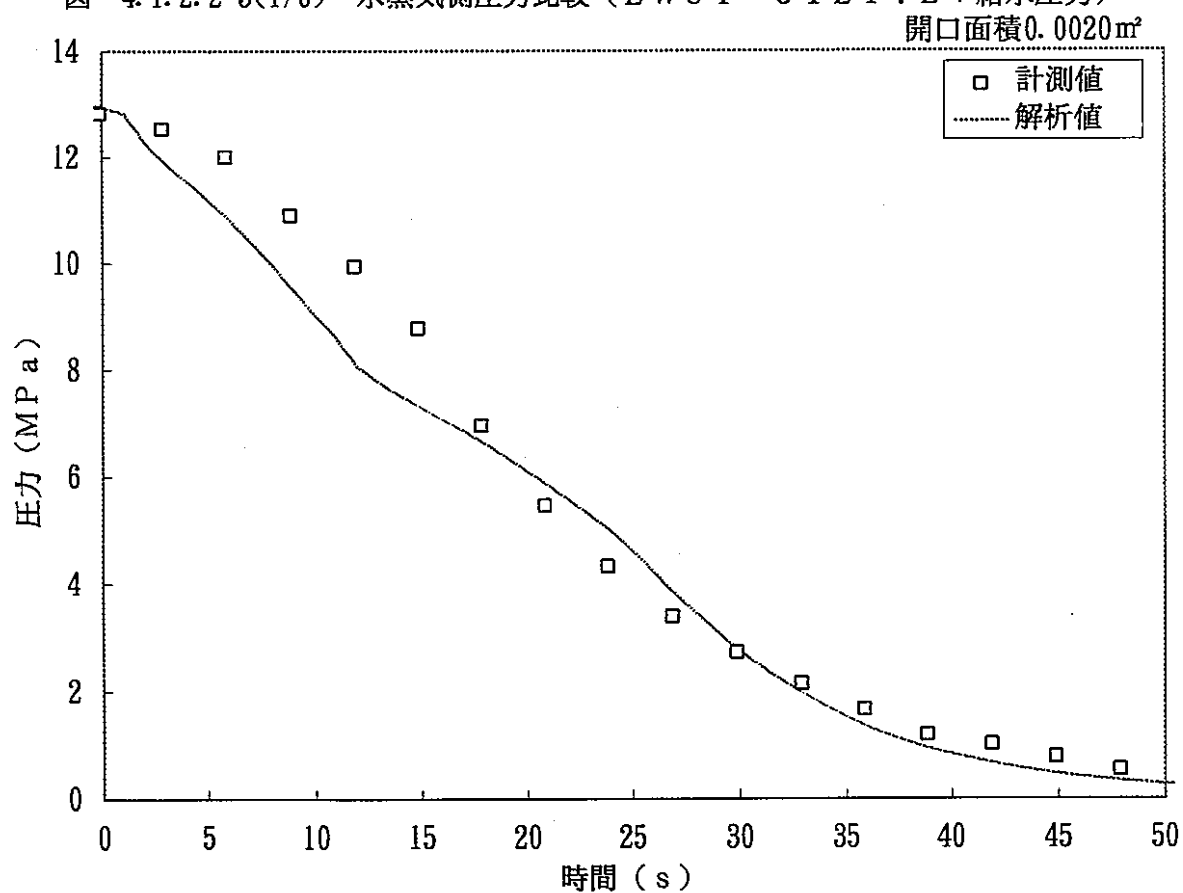


図 4.1.2.2-3(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : SH出口圧力)

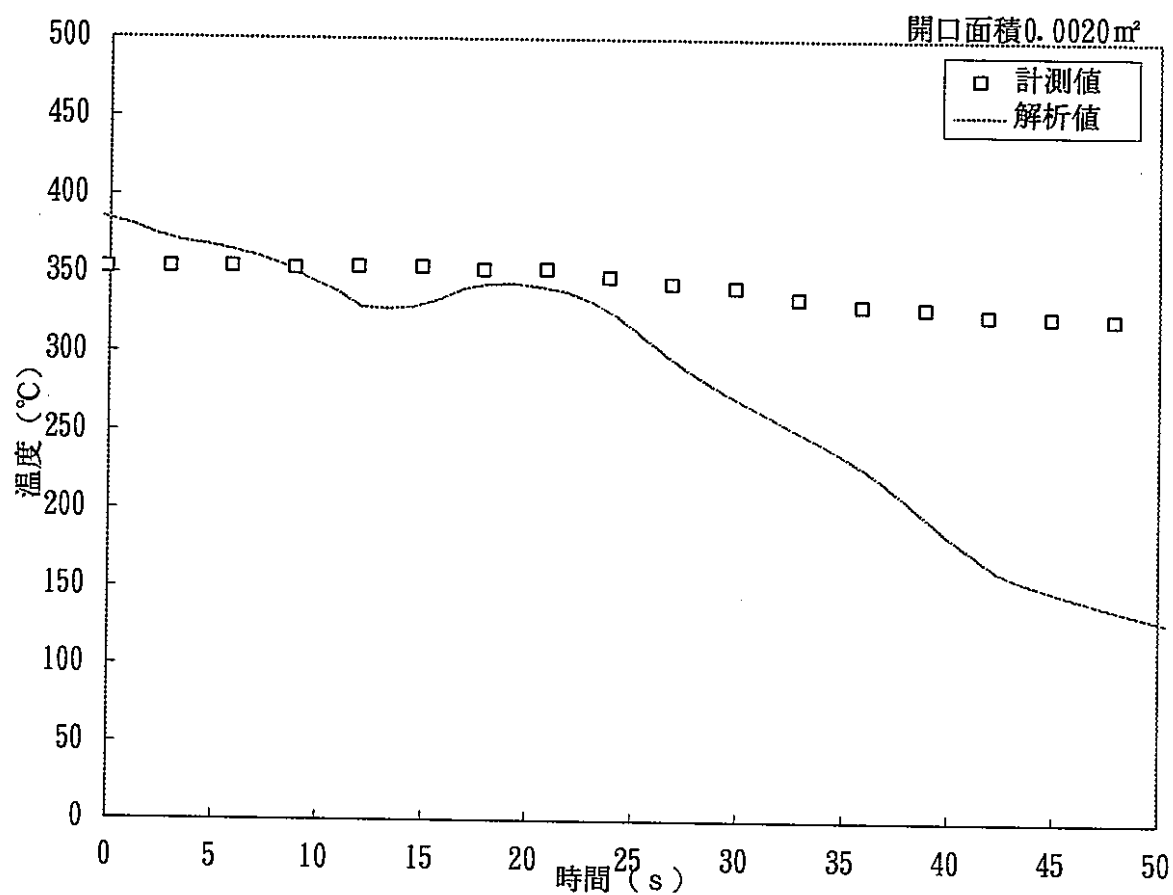


図 4.1.2.2-3(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : EV出口蒸気温度)

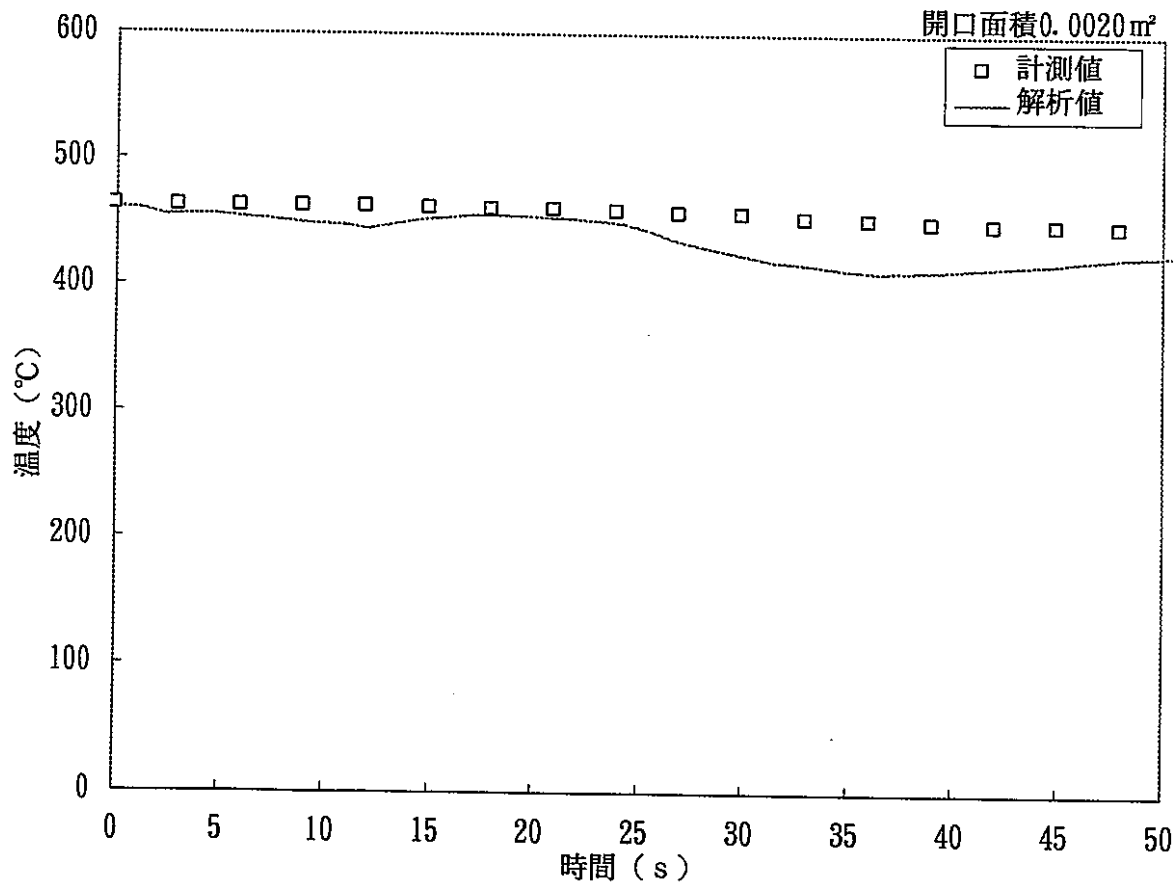


図 4.1.2.2-3(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : SH出口蒸気温度)

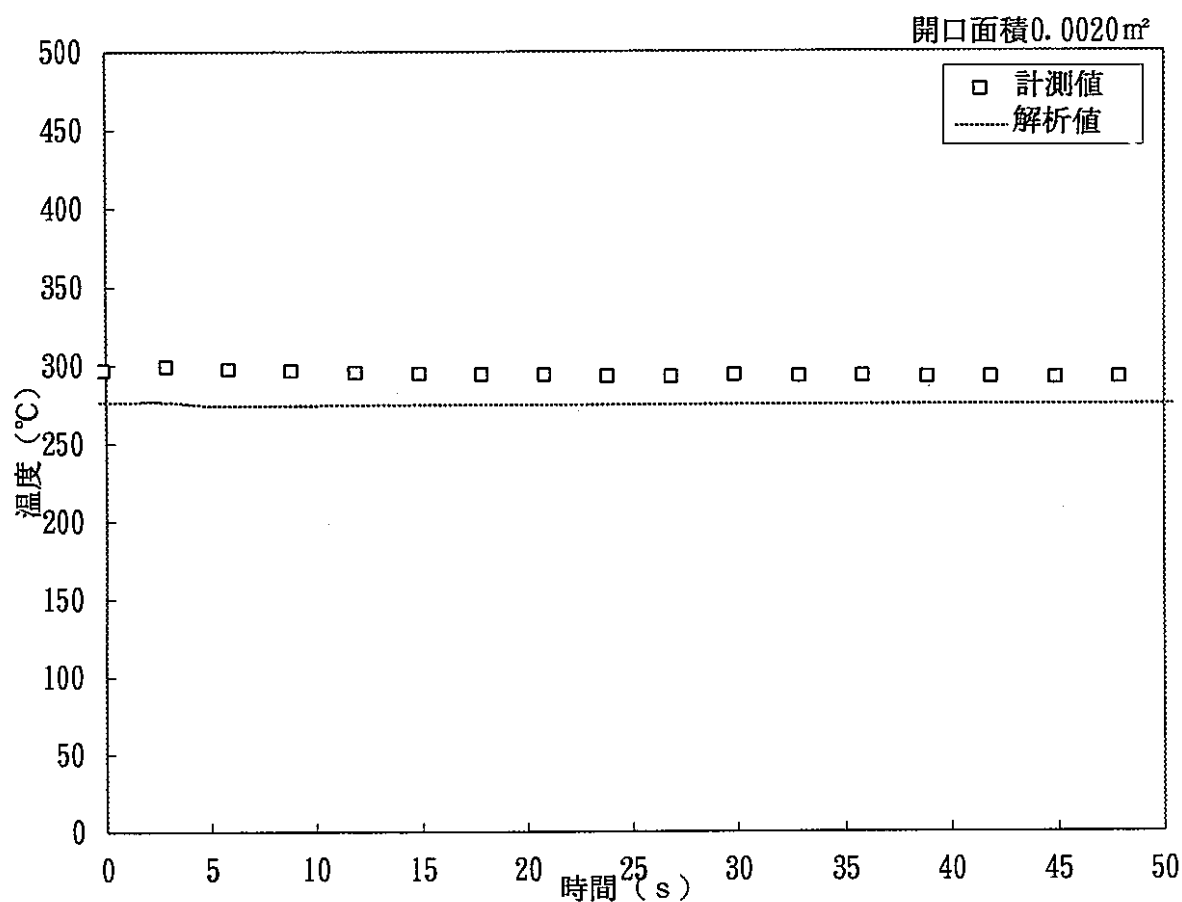


図 4.1.2.2-3(5/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : EV出口Na温度)

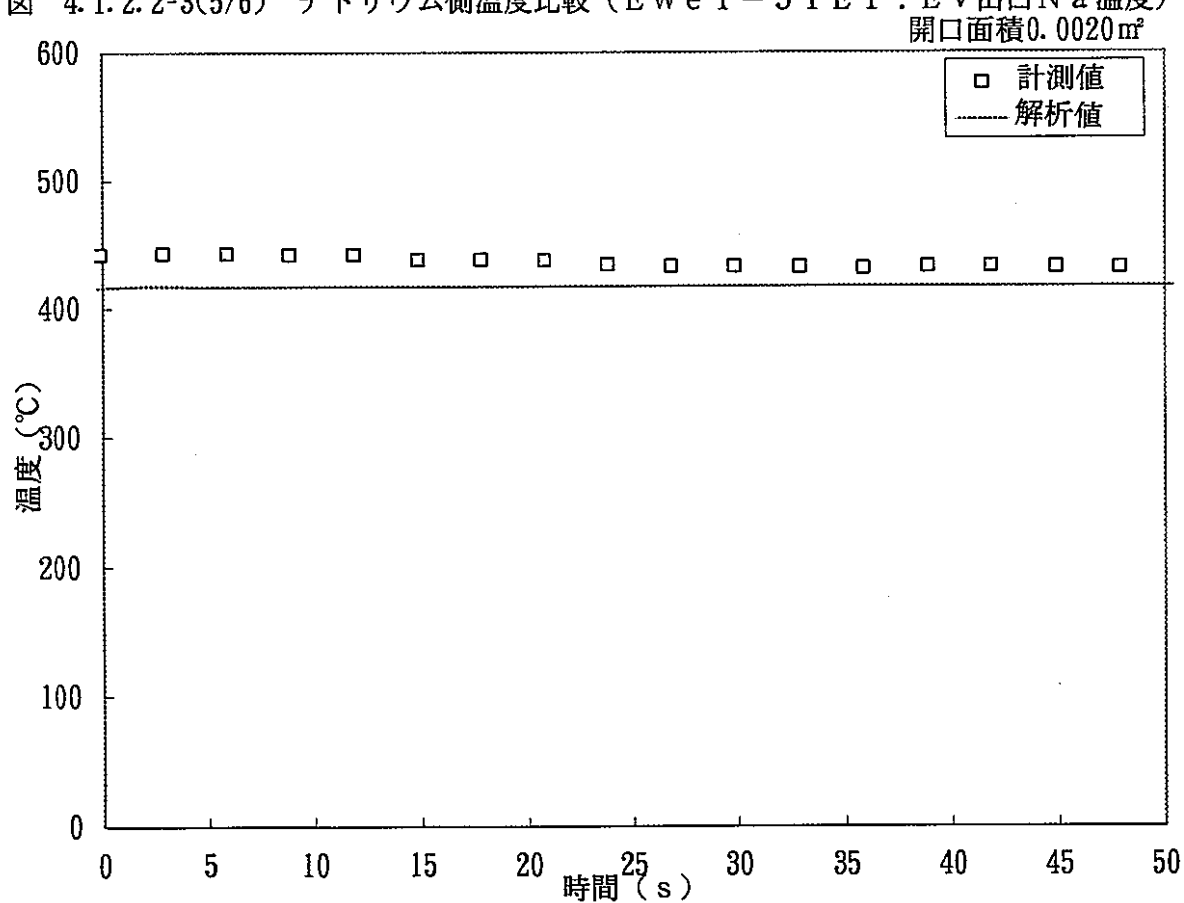


図 4.1.2.2-3(6/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : SH出口Na温度)

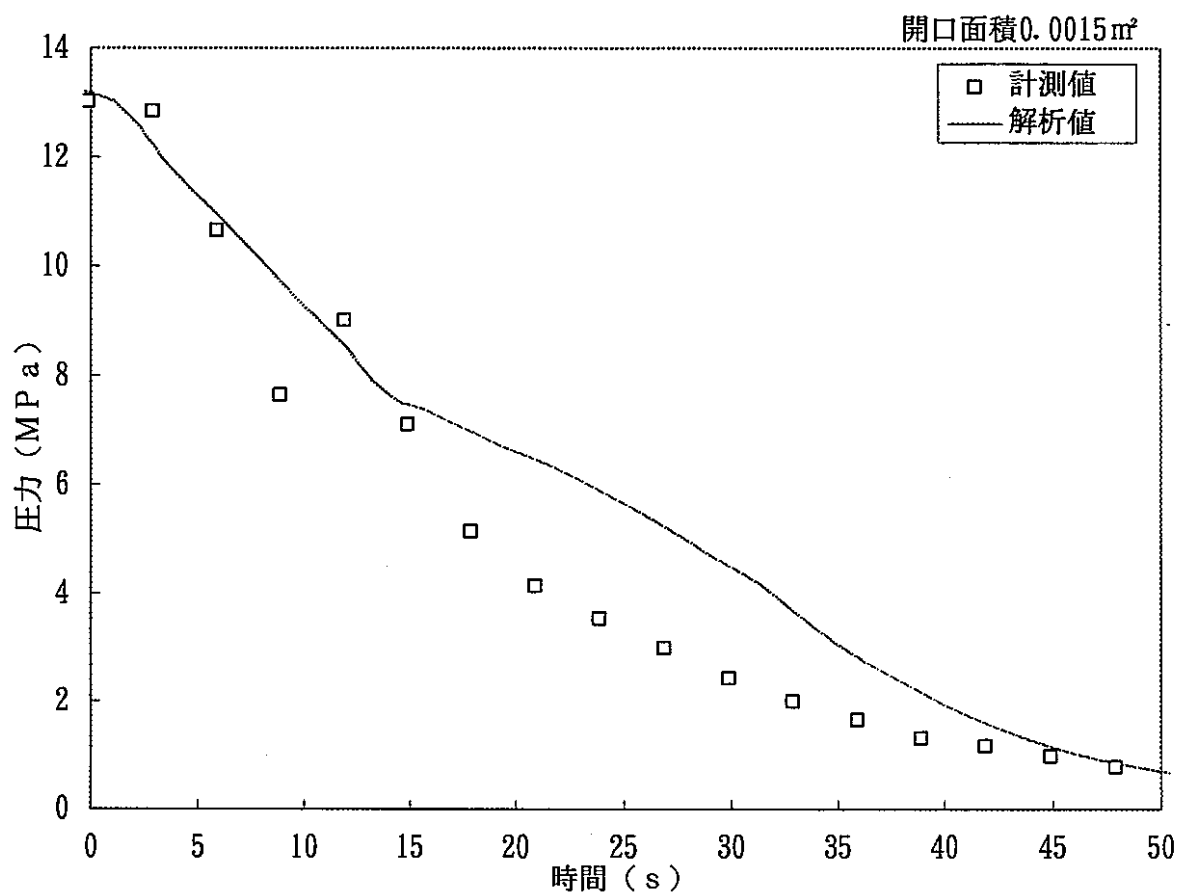


図 4.1.2.2-4(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1: EV給水圧力)

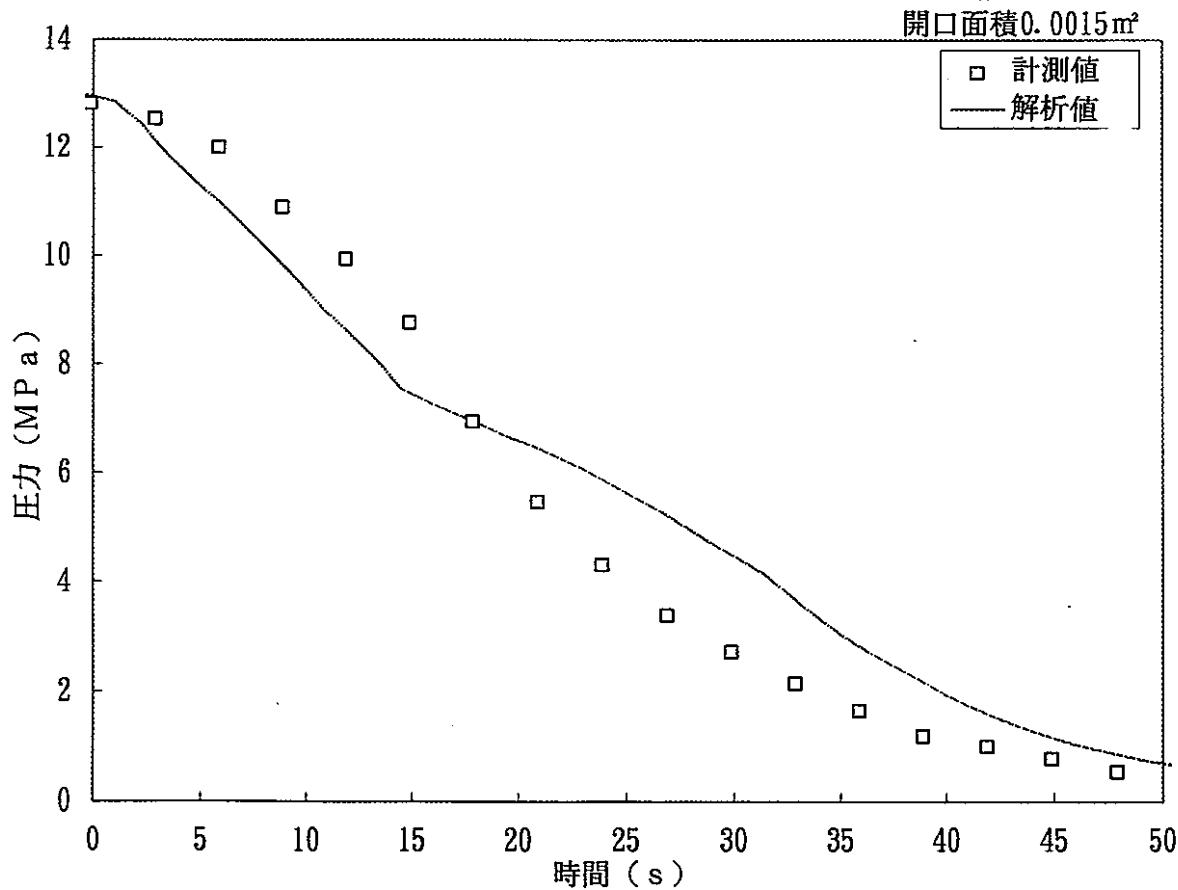


図 4.1.2.2-4(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1: SH出口圧力)

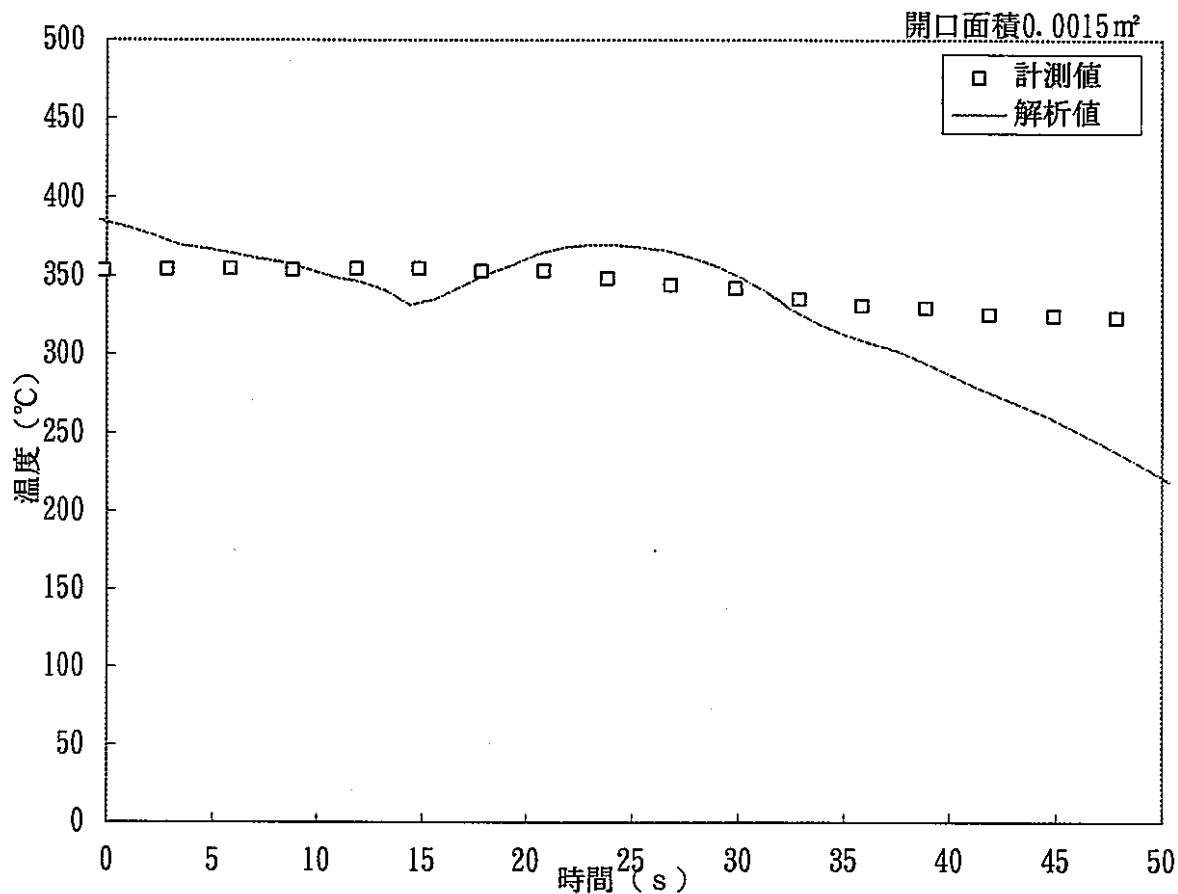


図 4.1.2.2-4(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1:EV出口蒸気温度)

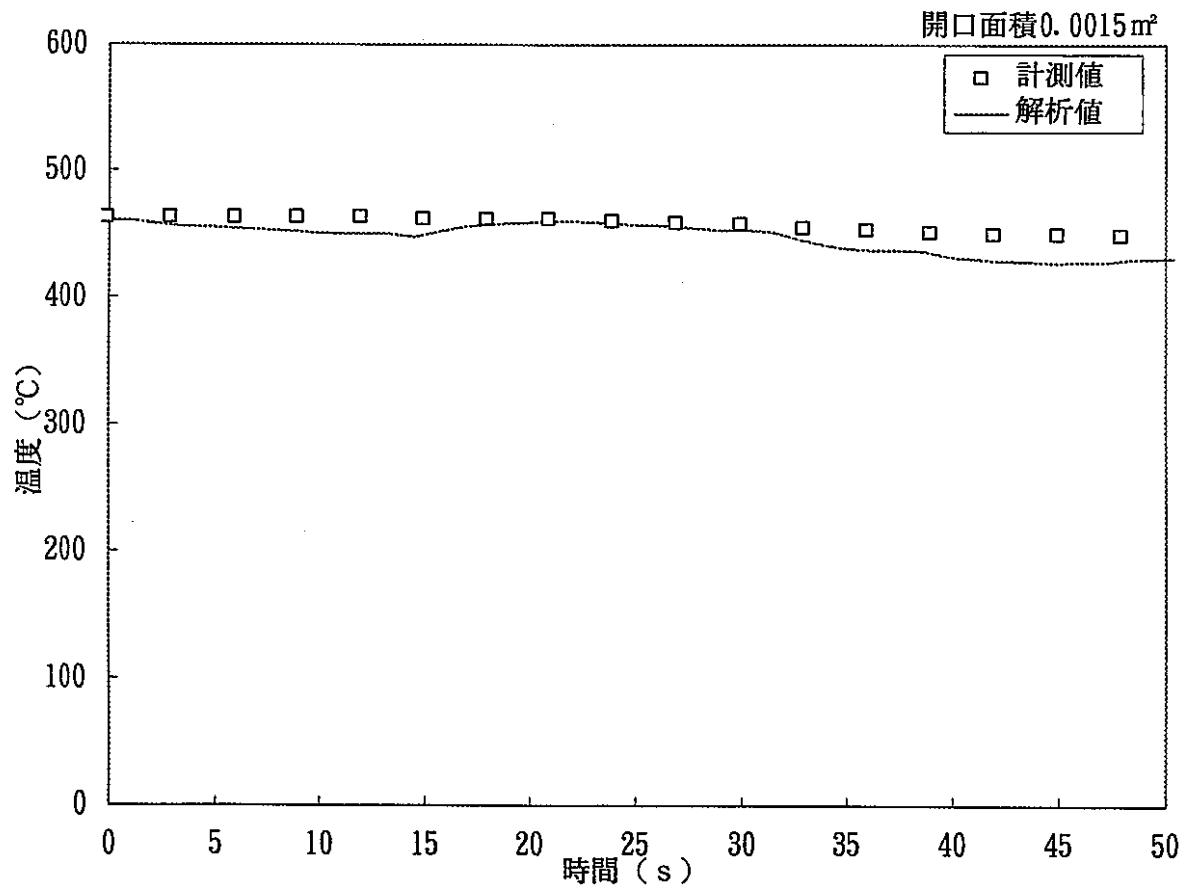


図 4.1.2.2-4(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1:SH出口蒸気温度)

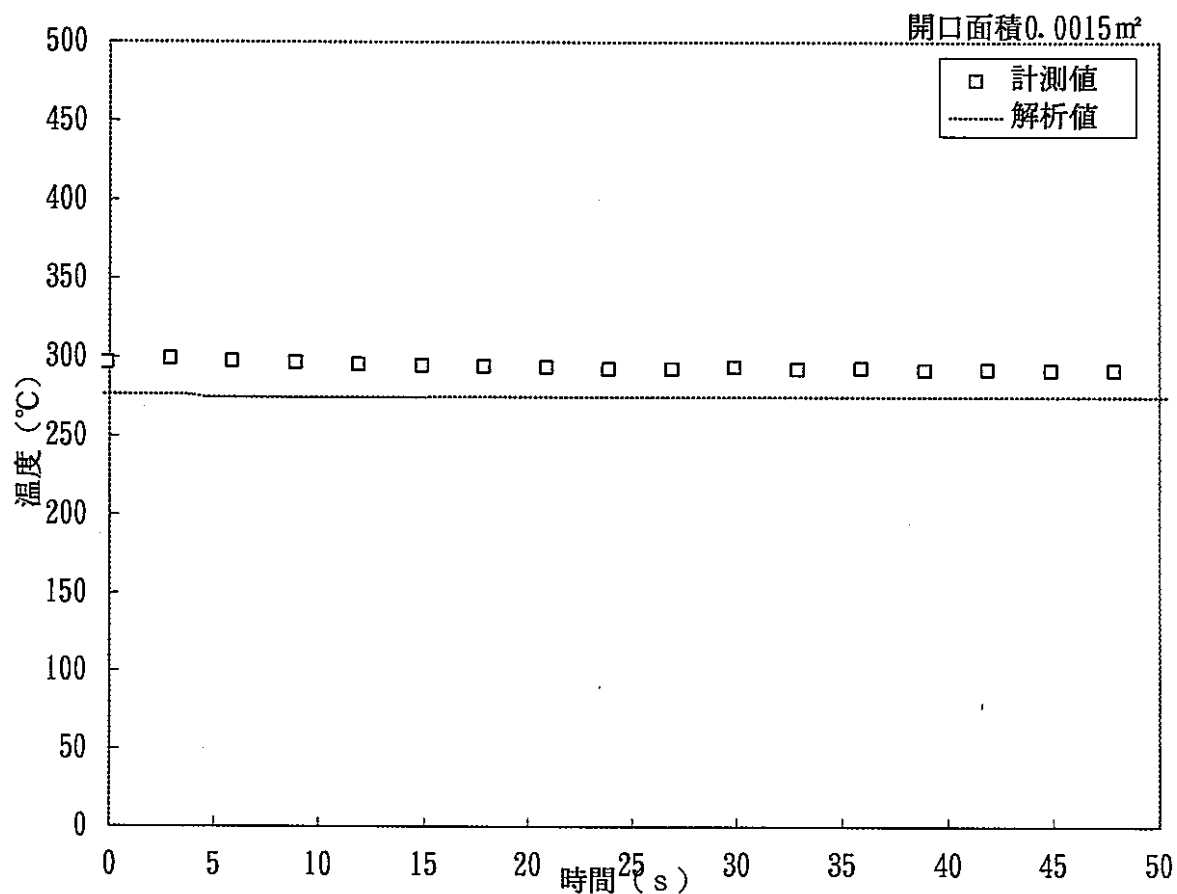


図 4.1.2.2-4(5/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : EV出口Na温度)

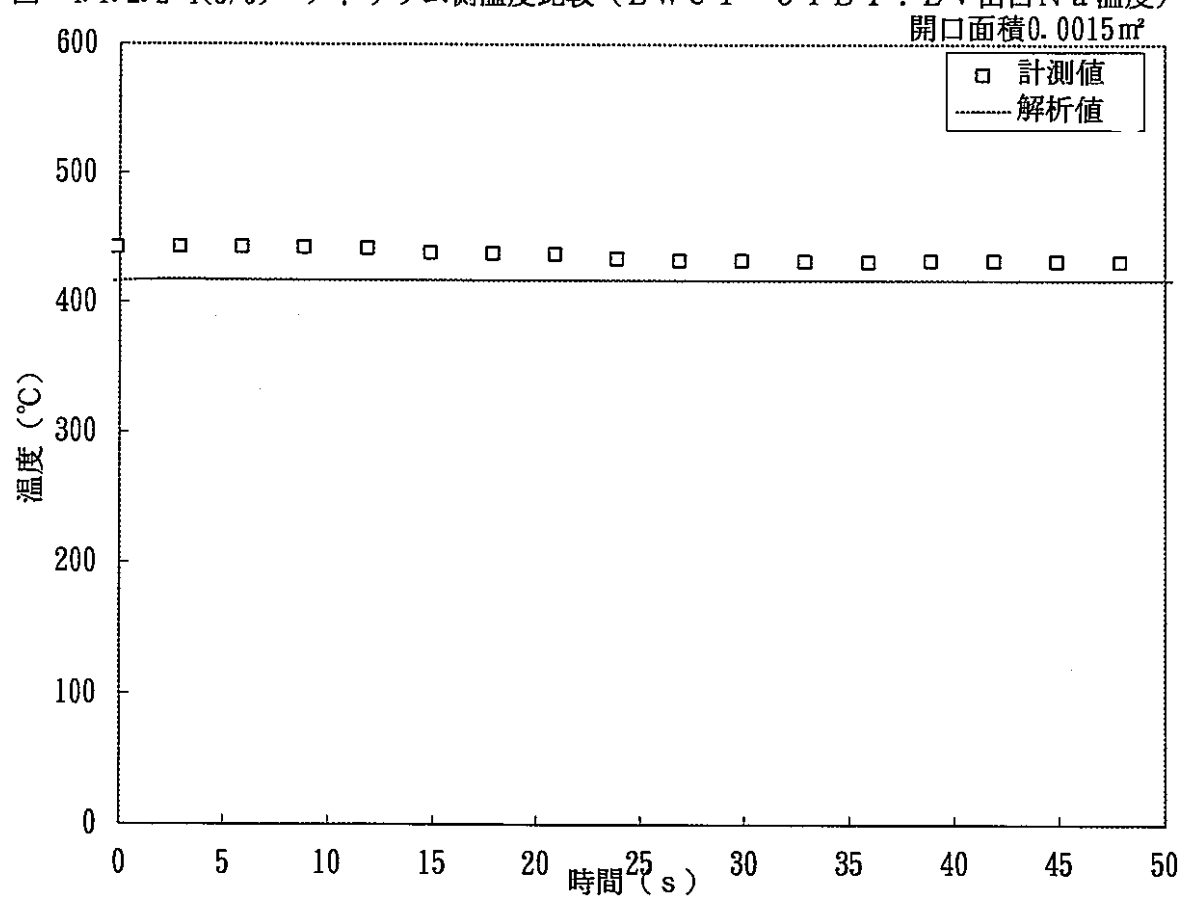


図 4.1.2.2-4(6/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : SH出口Na温度)

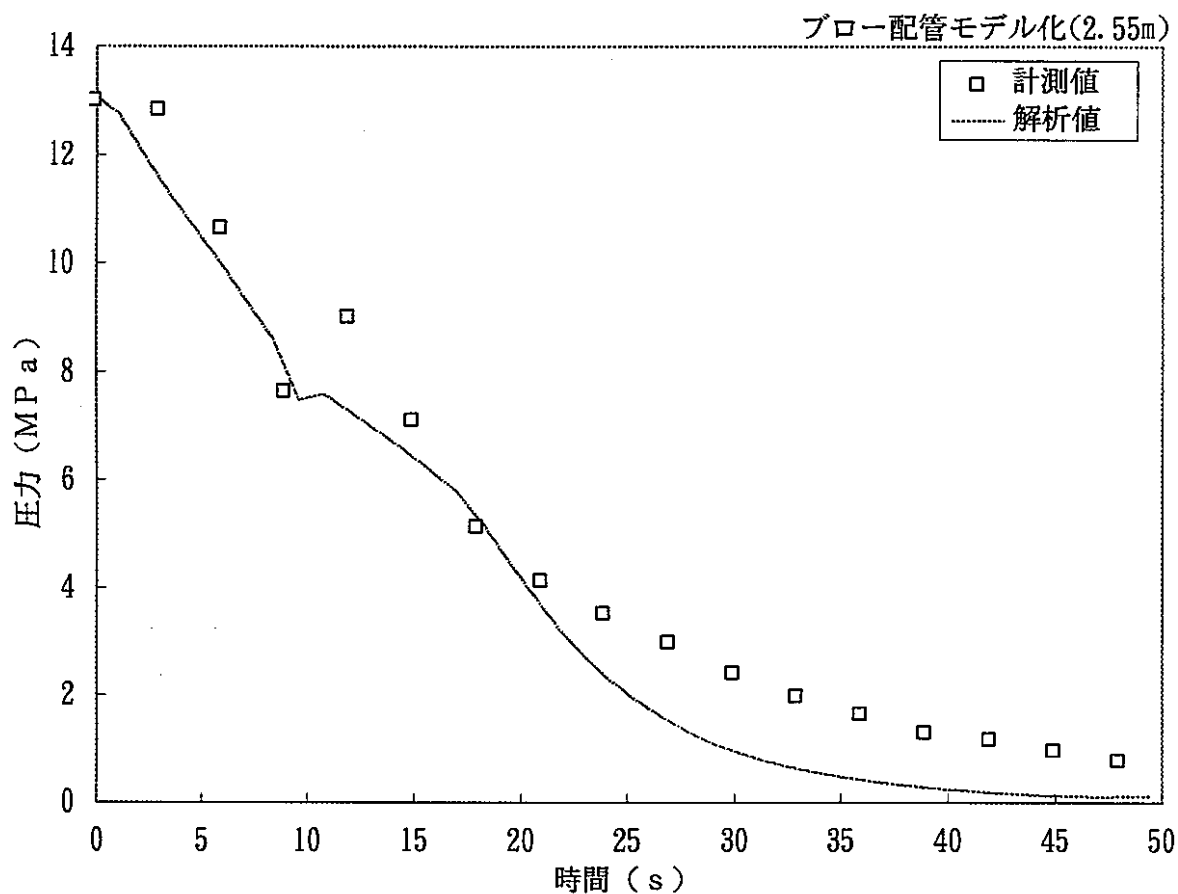


図 4.1.2.2-5(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1: EV給水圧力)

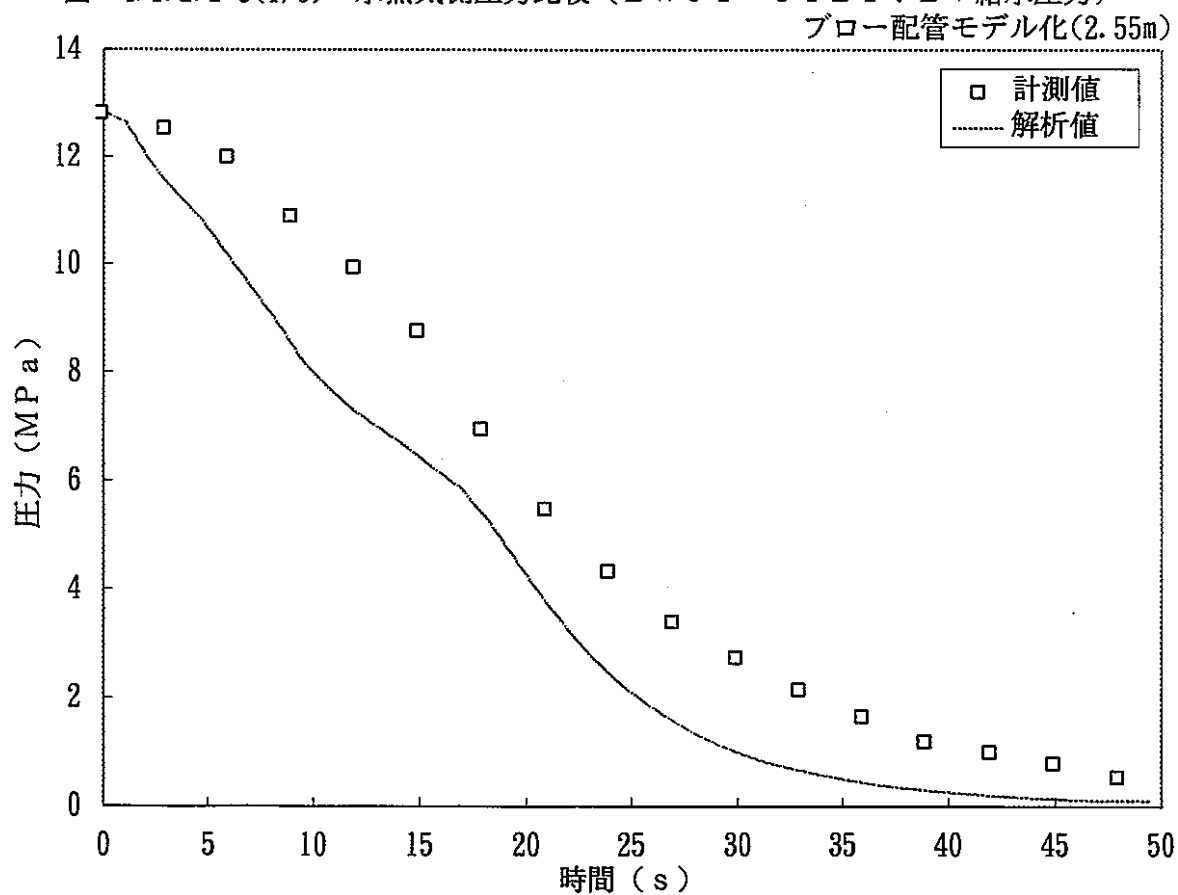


図 4.1.2.2-5(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1: SH出口圧力)

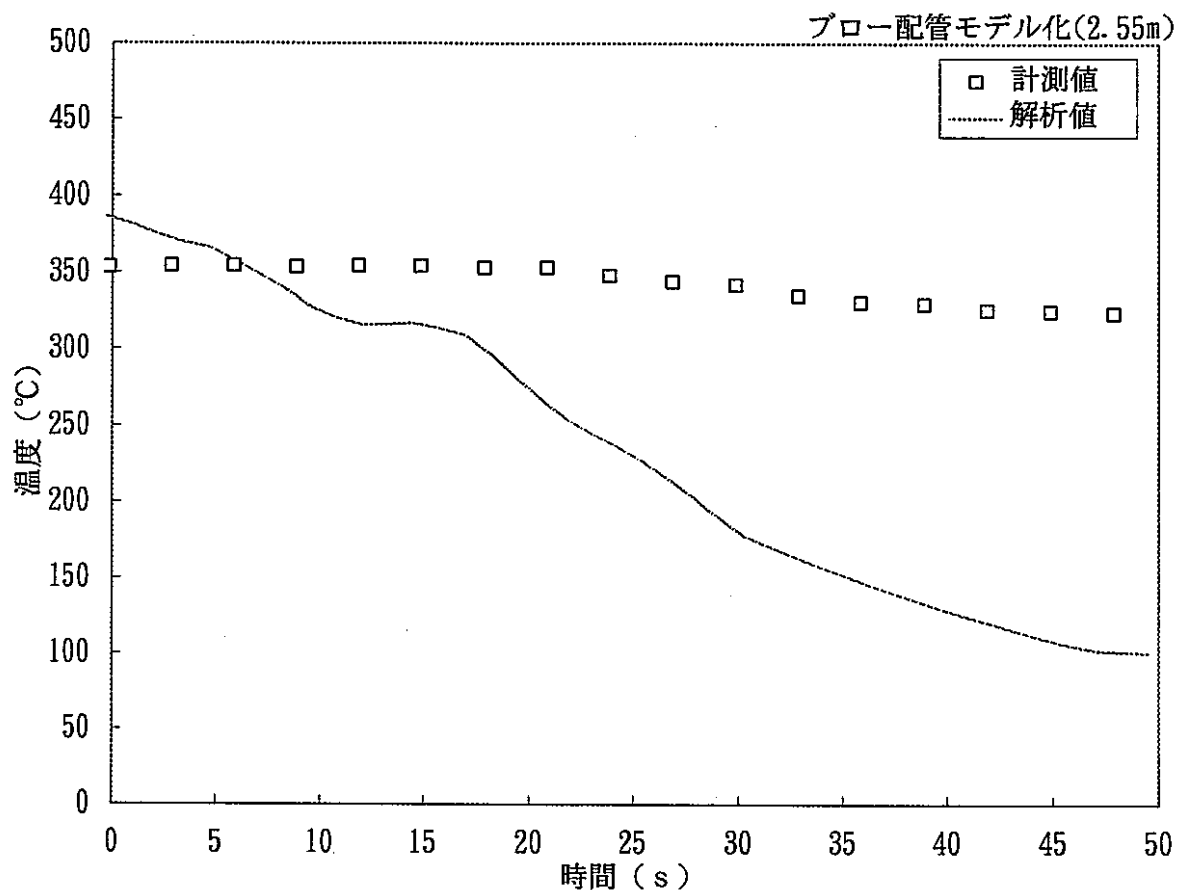


図 4.1.2.2-5(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1: EV出口蒸気温度)

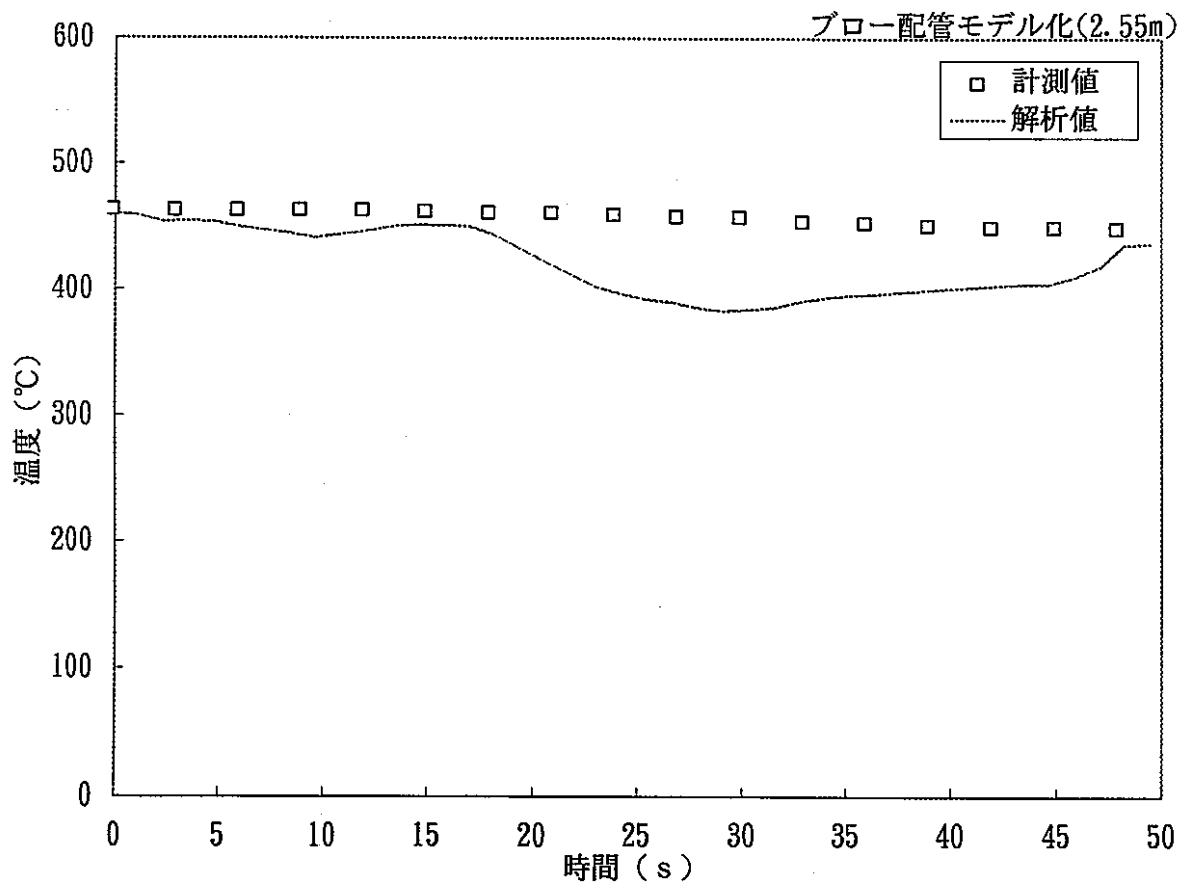


図 4.1.2.2-5(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1: SH出口蒸気温度)

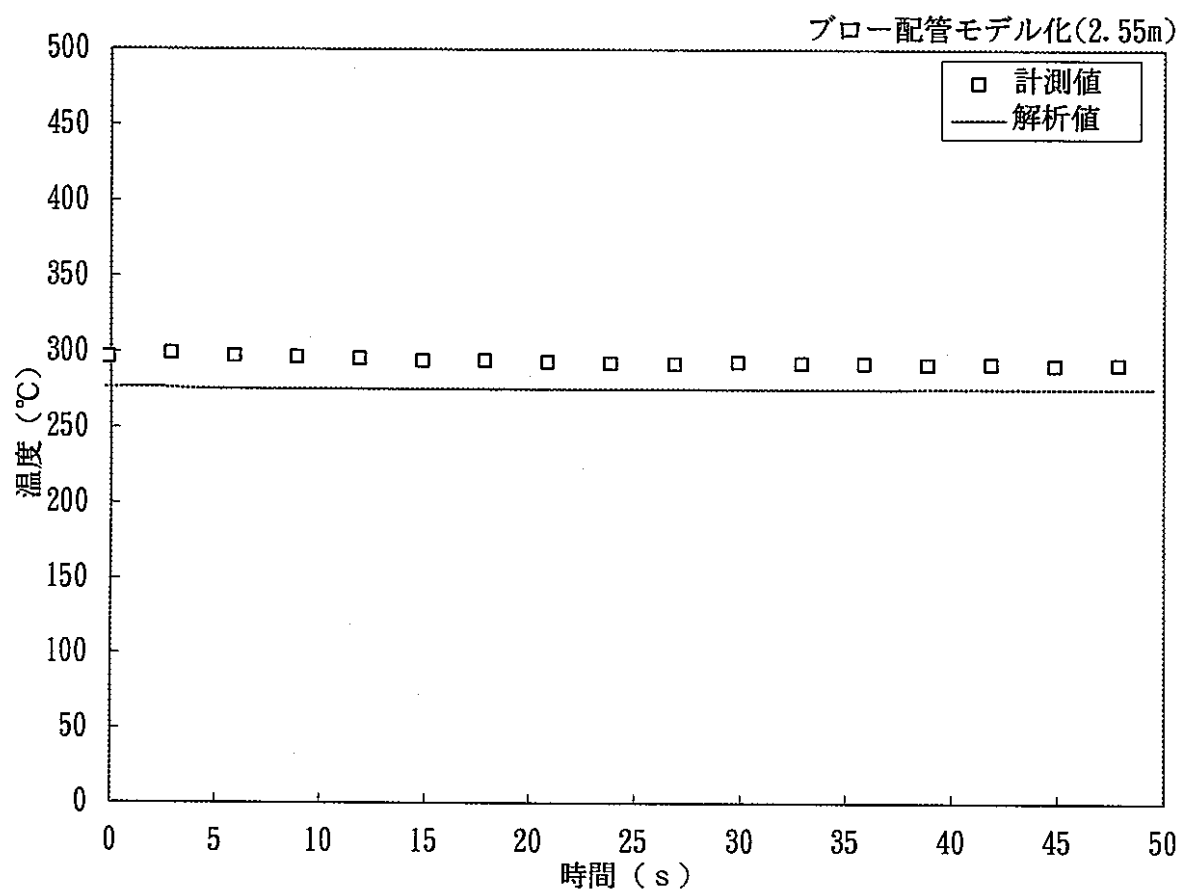


図 4.1.2.2-5(5/6) ナトリウム側温度比較 (EWe1-51E1: EV出口Na温度)

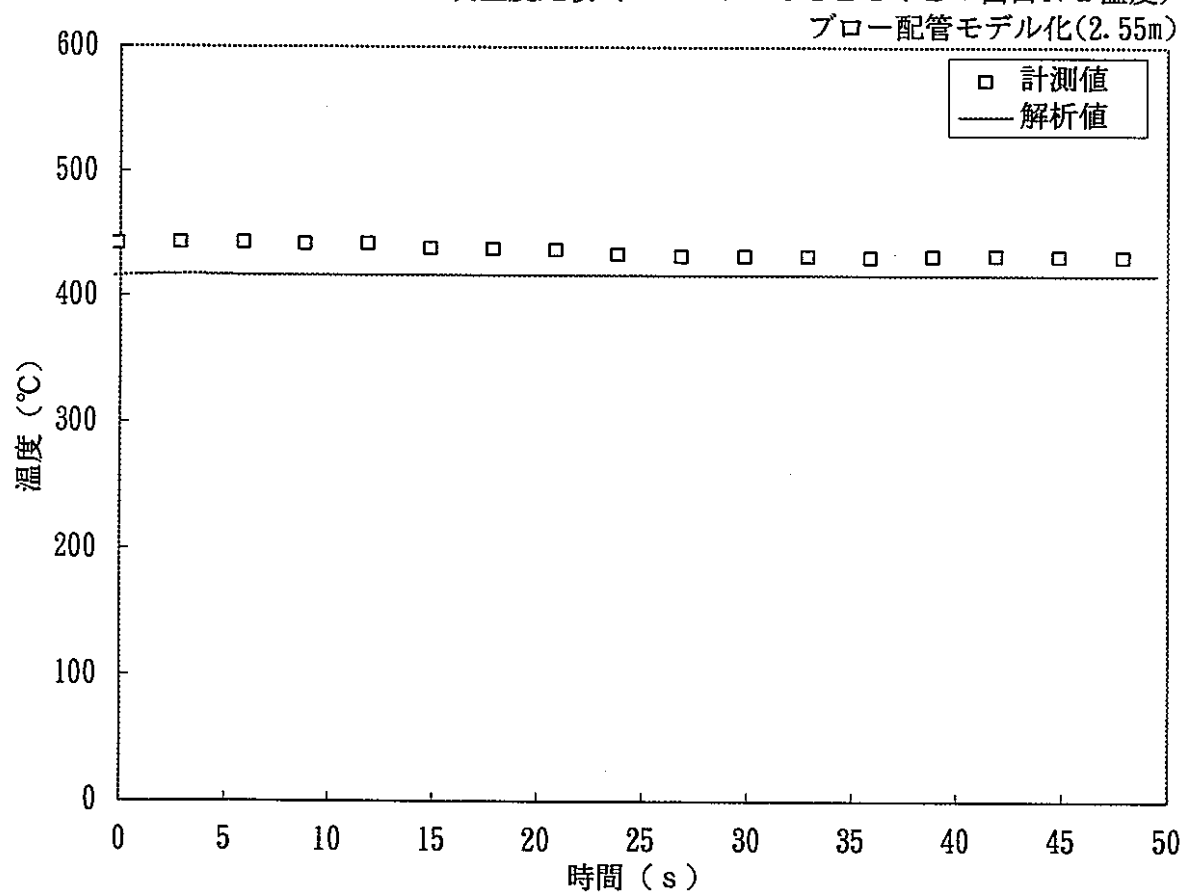


図 4.1.2.2-5(6/6) ナトリウム側温度比較 (EWe1-51E1: SH出口Na温度)

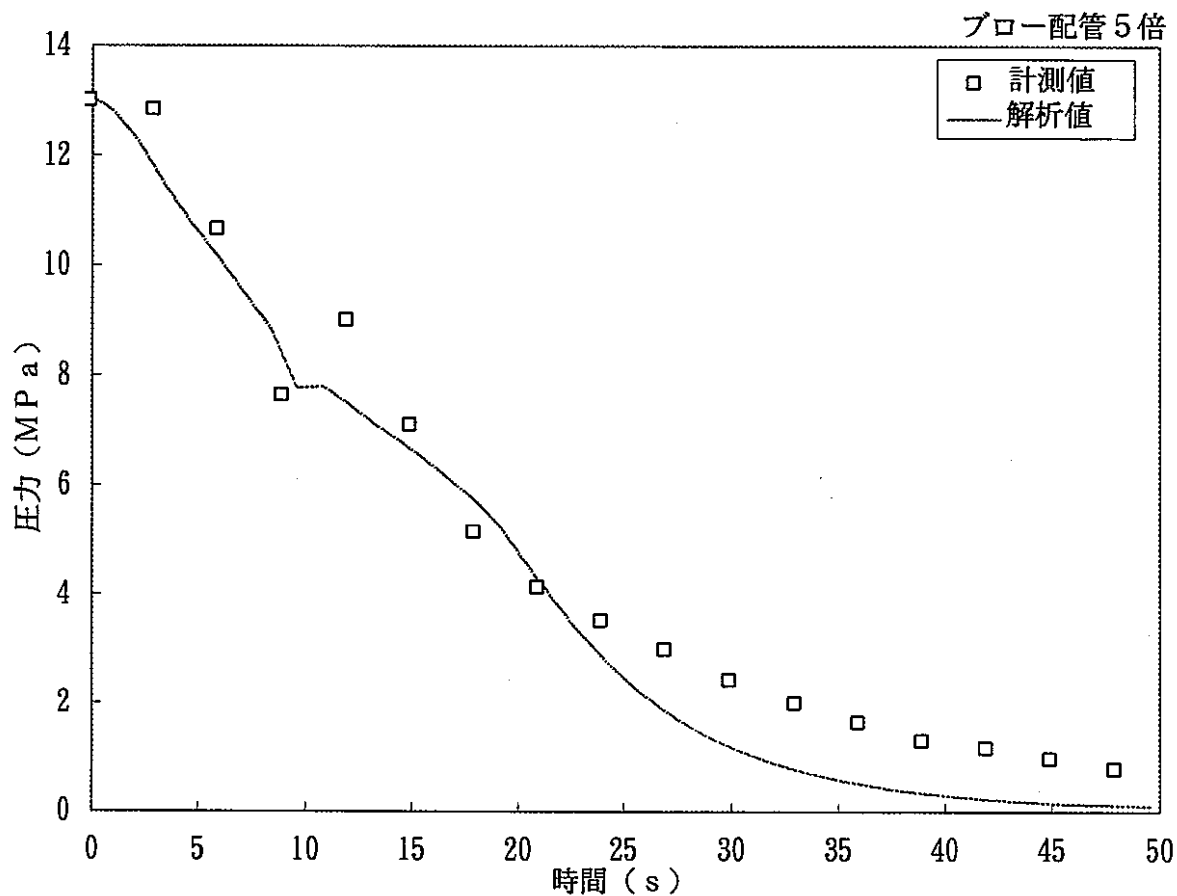


図 4.1.2.2-6(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : EV給水圧力)

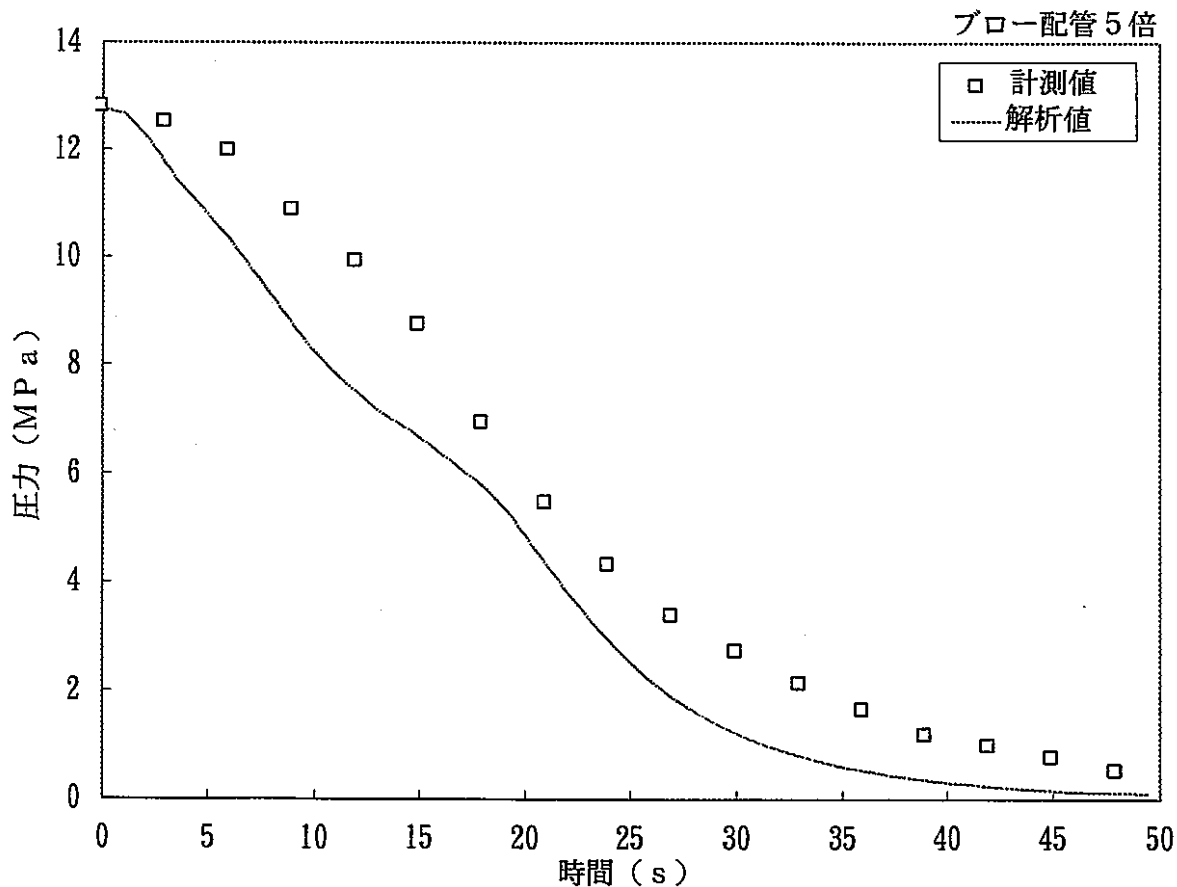


図 4.1.2.2-6(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : SH出口圧力)

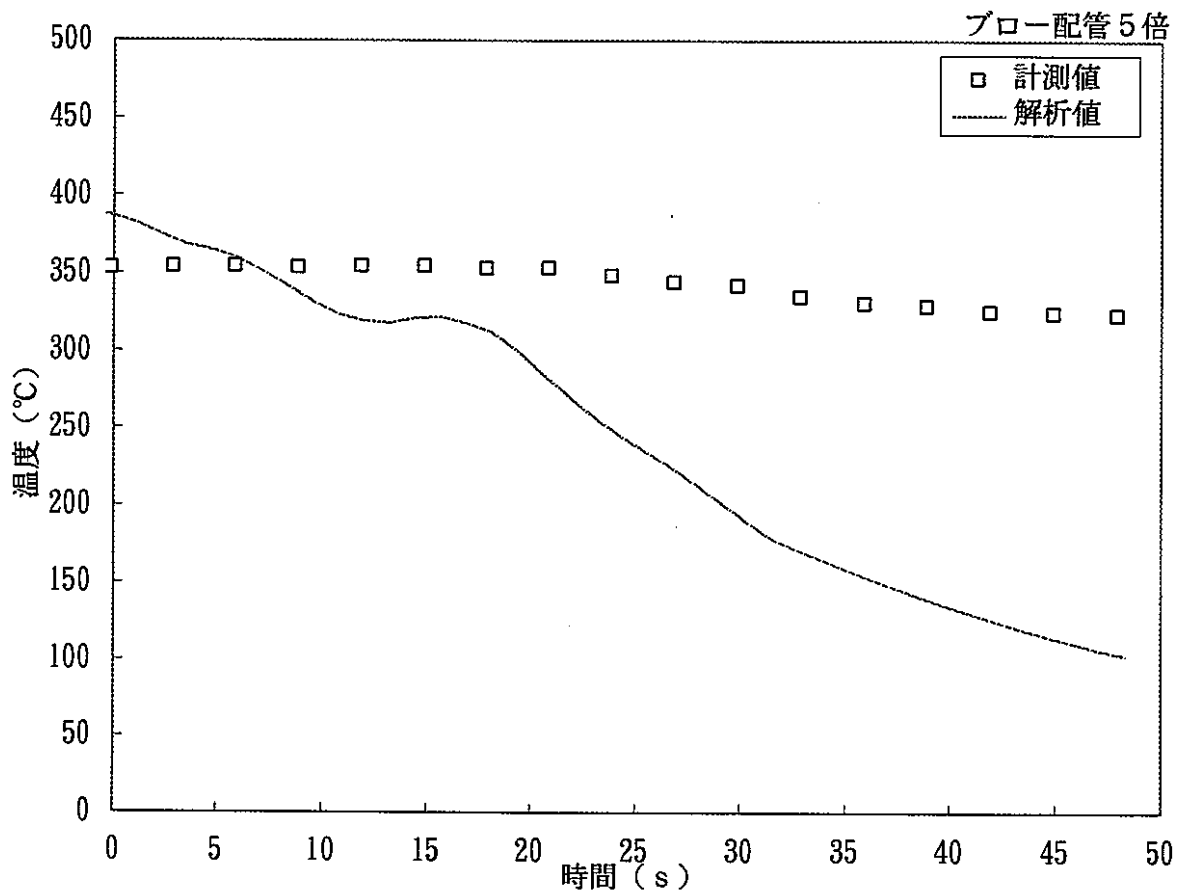


図 4.1.2.2-6(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : EV 出口蒸気温度)

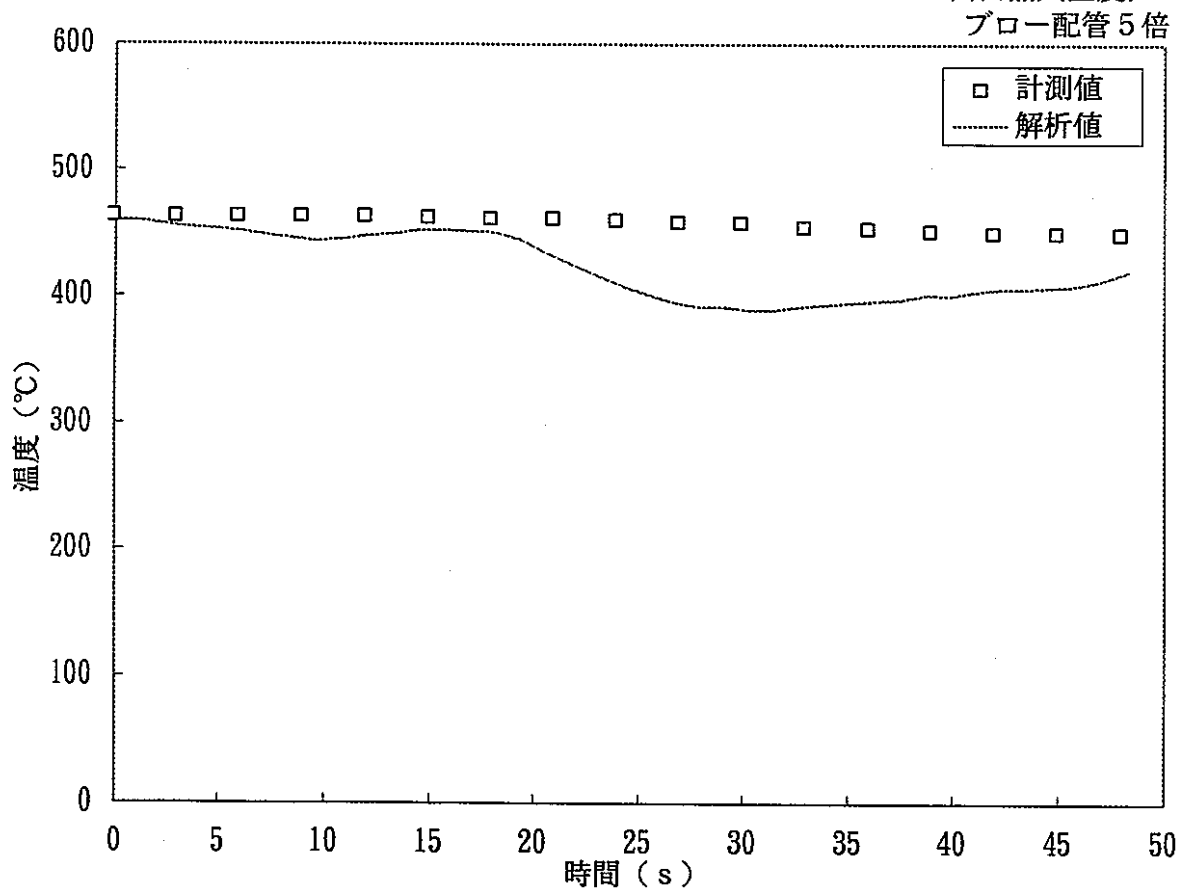


図 4.1.2.2-6(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : SH 出口蒸気温度)

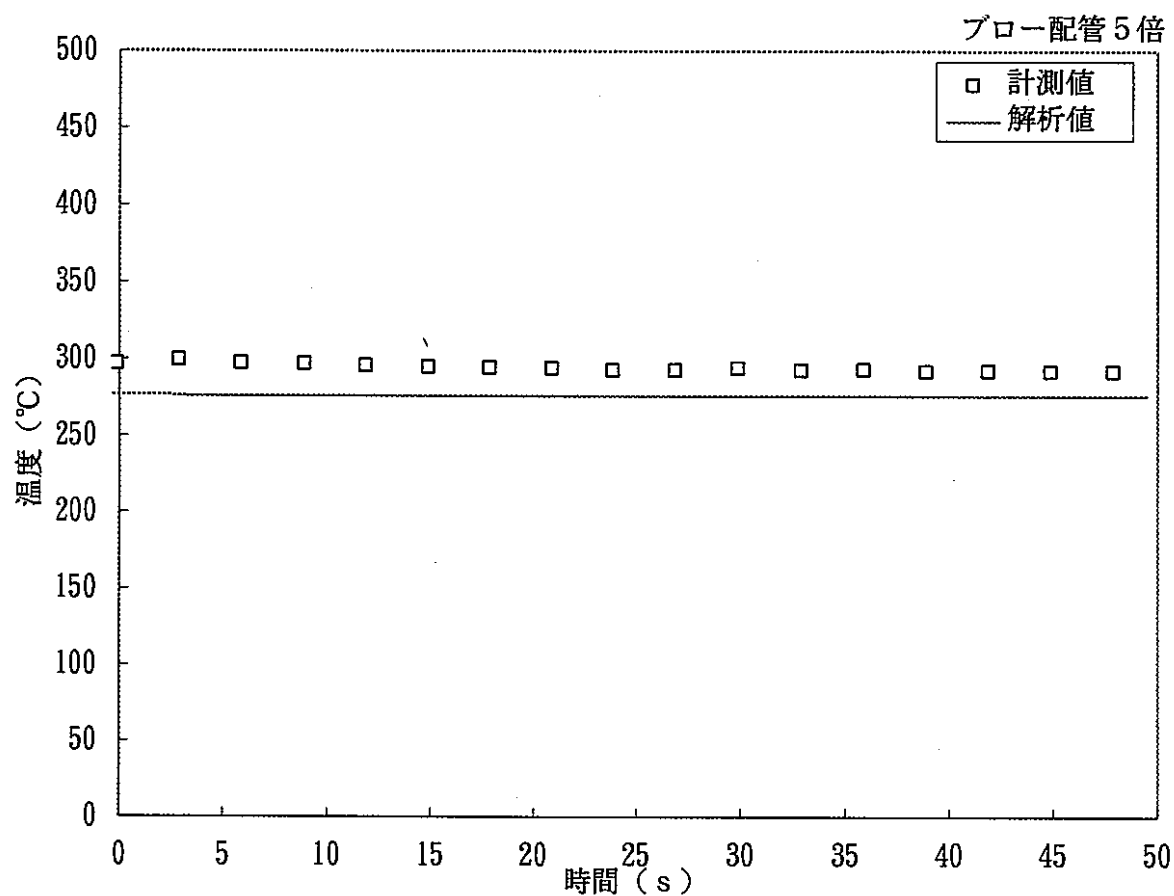


図 4.1.2.2-6(5/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : EV出口Na温度)

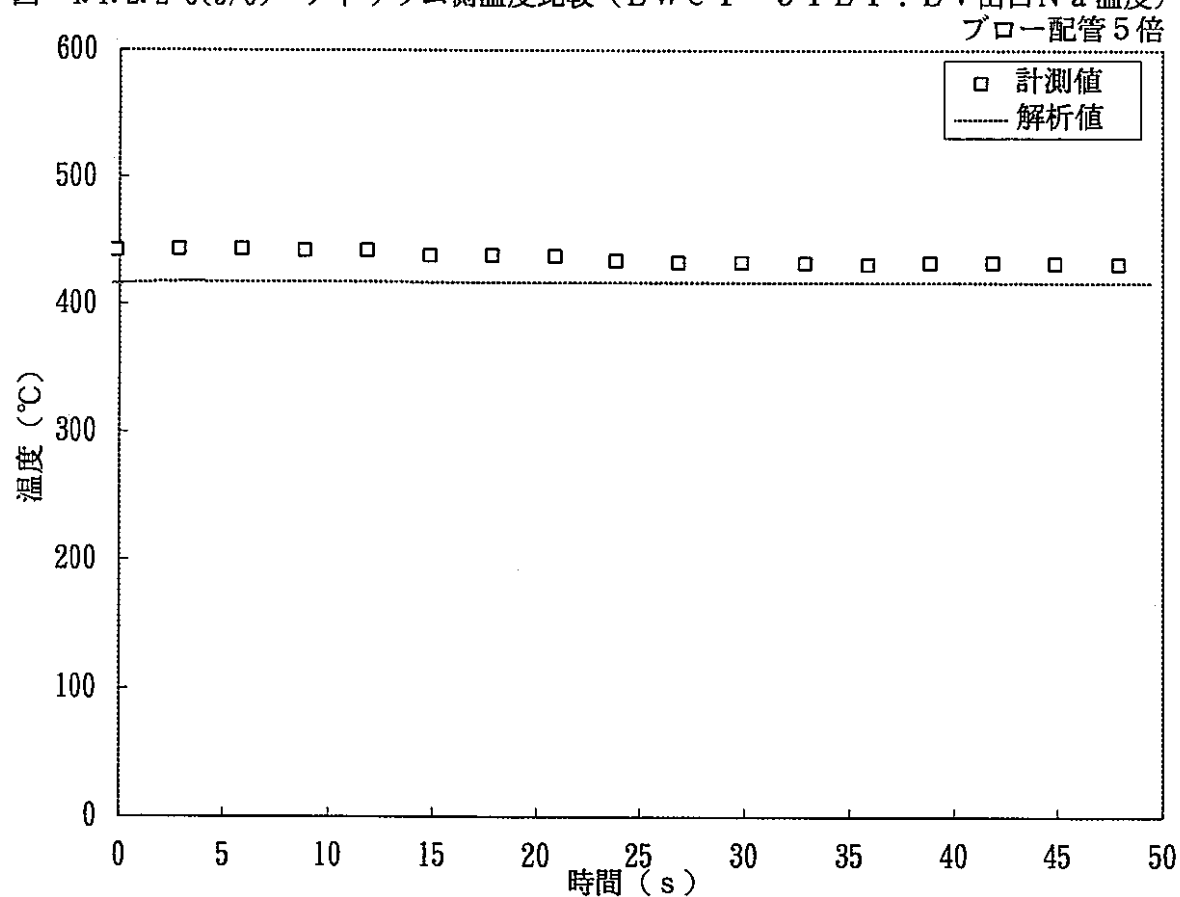


図 4.1.2.2-6(6/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : SH出口Na温度)

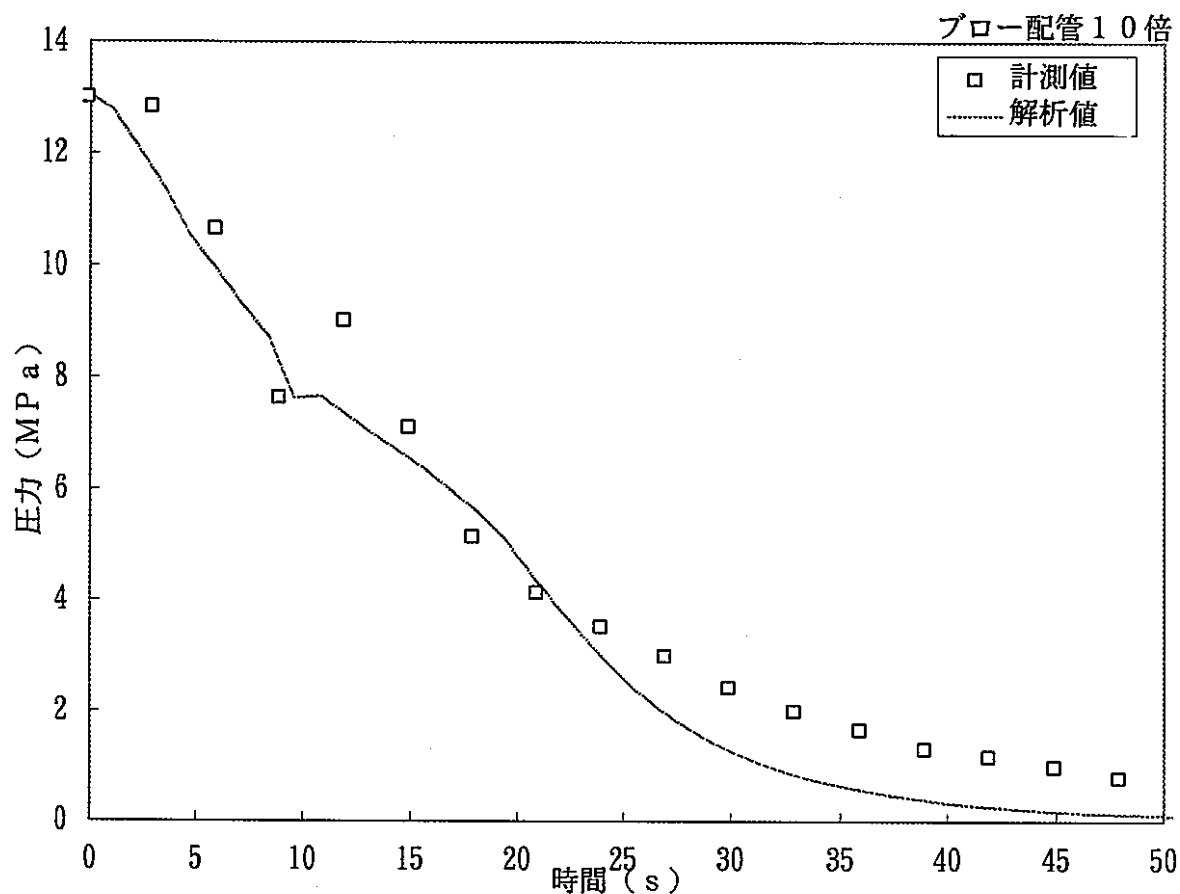


図 4.1.2.2-7(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : EV給水圧力)

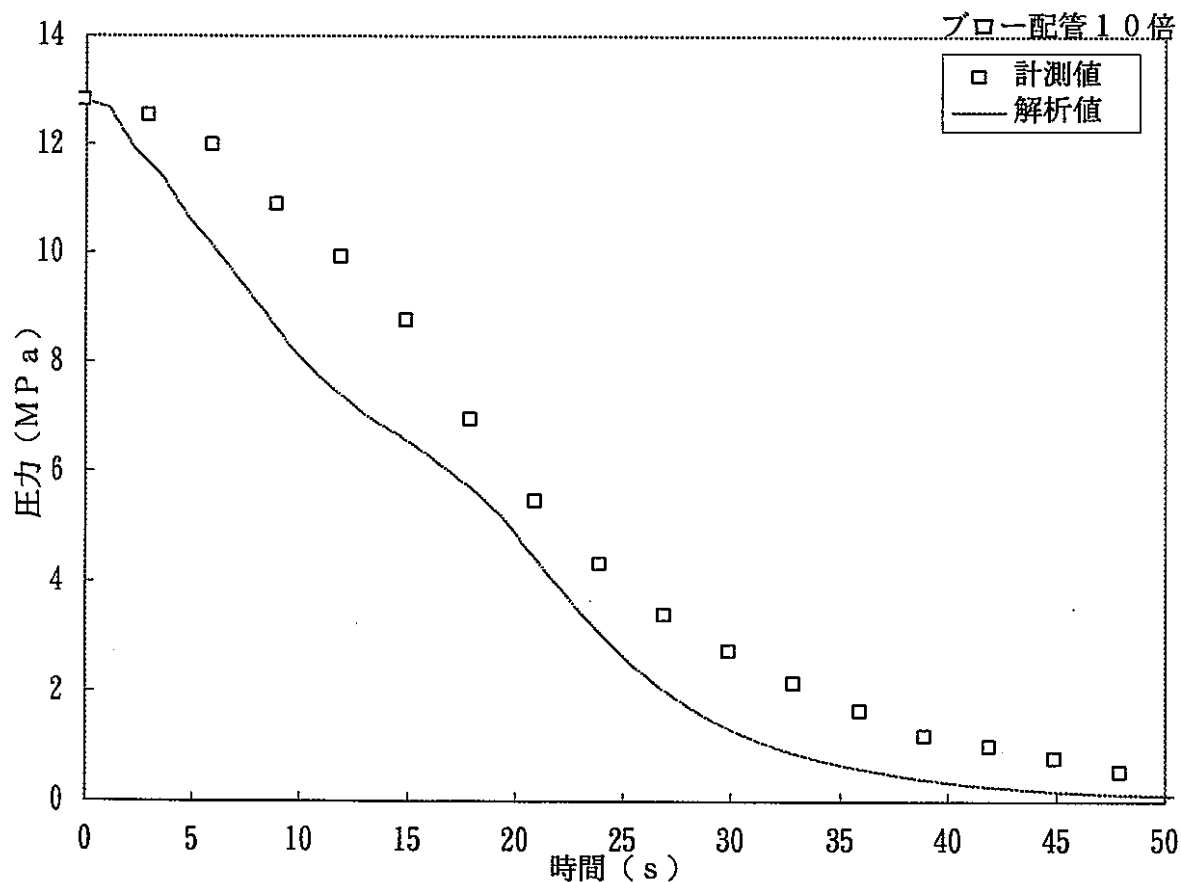


図 4.1.2.2-7(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : SH出口圧力)

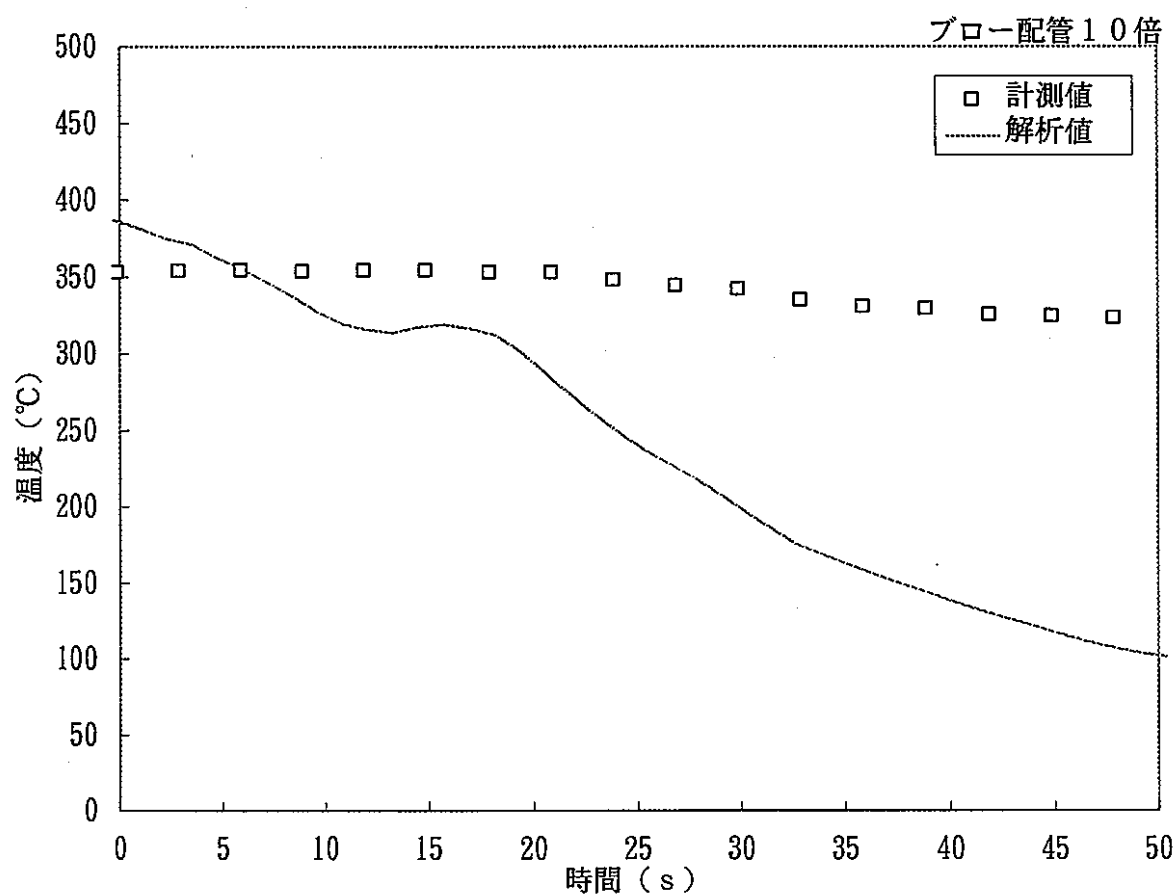


図 4.1.2.2-7(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : EV 出口蒸気温度)

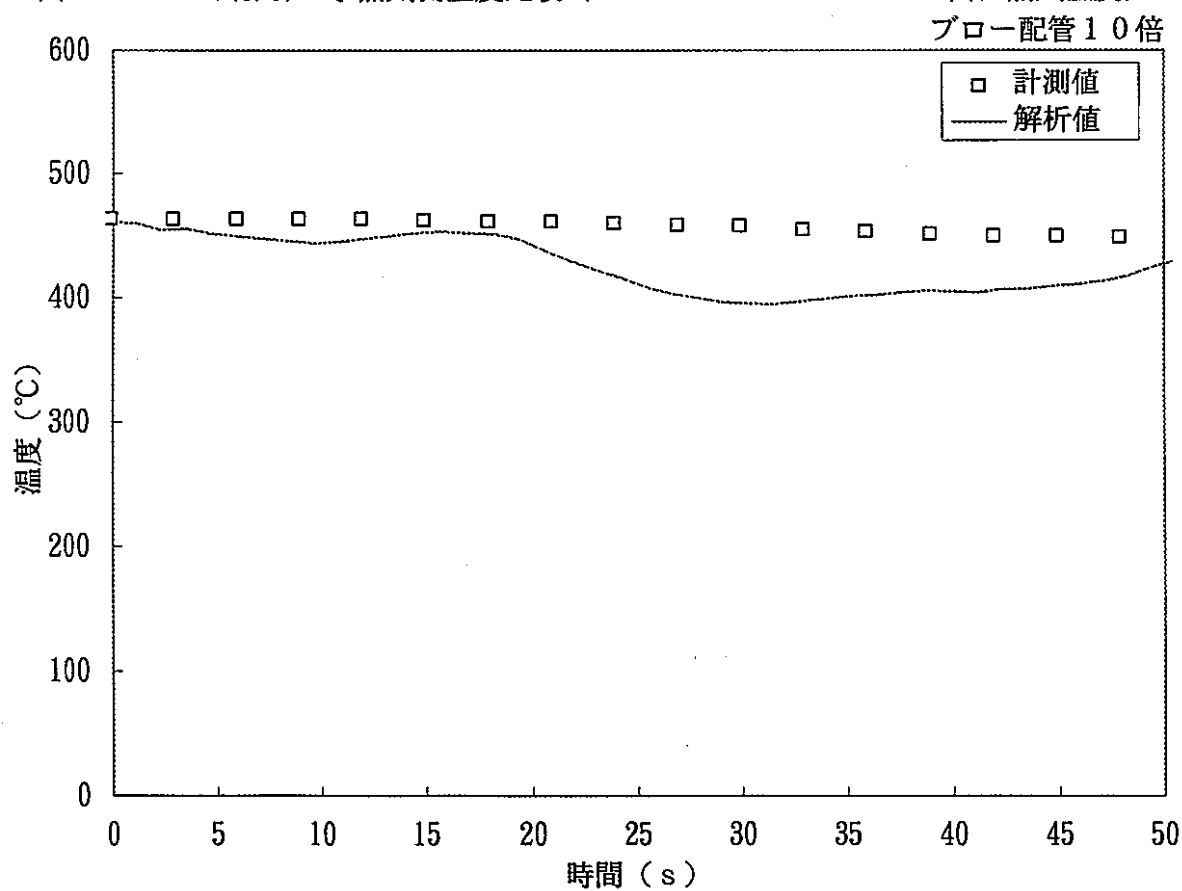


図 4.1.2.2-7(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : SH 出口蒸気温度)

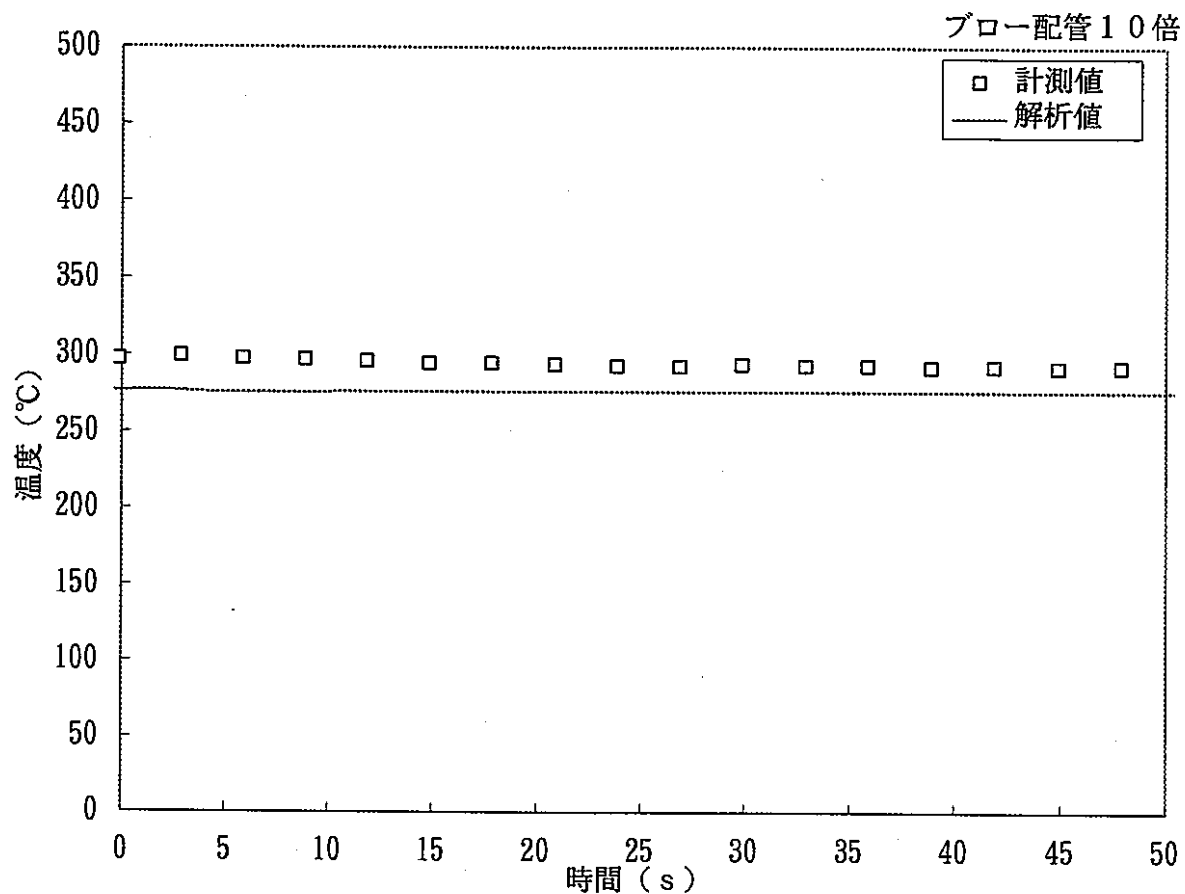


図 4.1.2.2-7(5/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : EV出口 Na 温度)

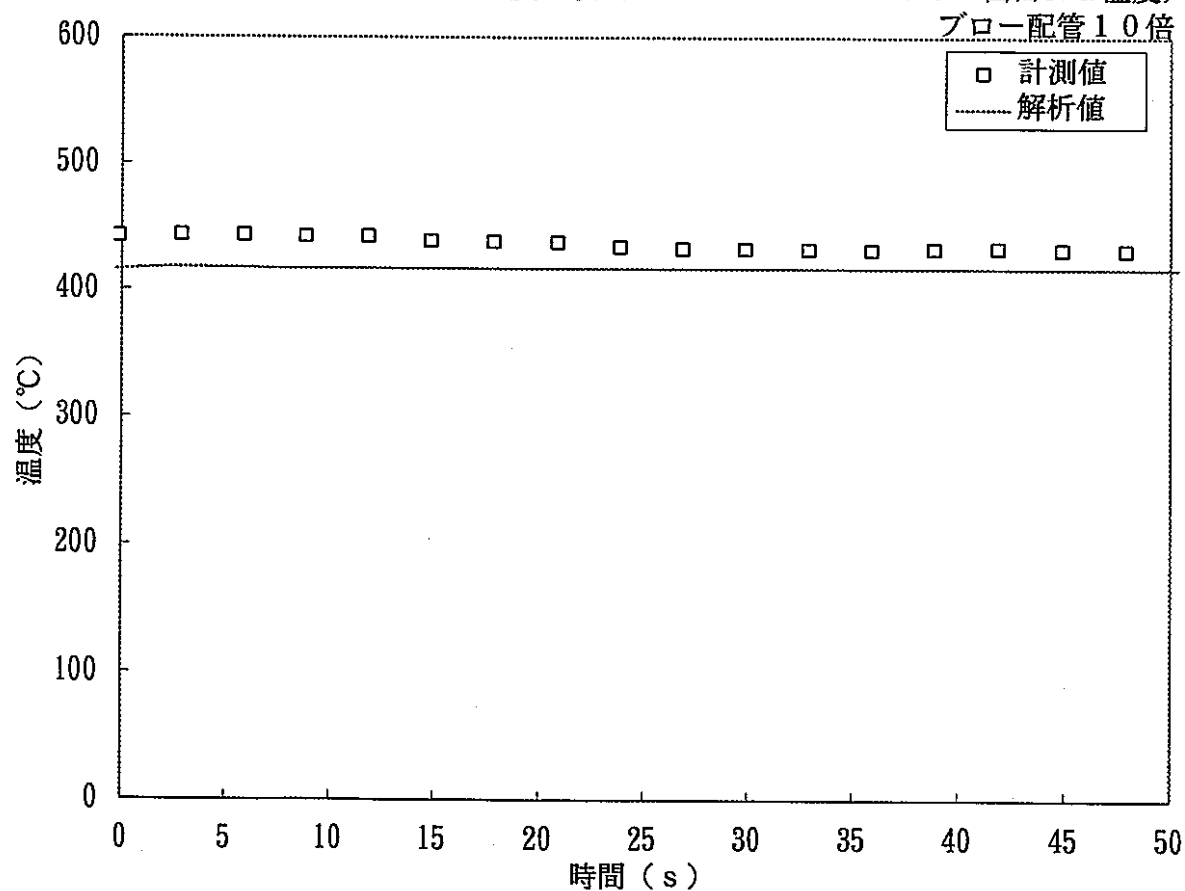


図 4.1.2.2-7(6/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1 - 5 1 E 1 : SH出口 Na 温度)

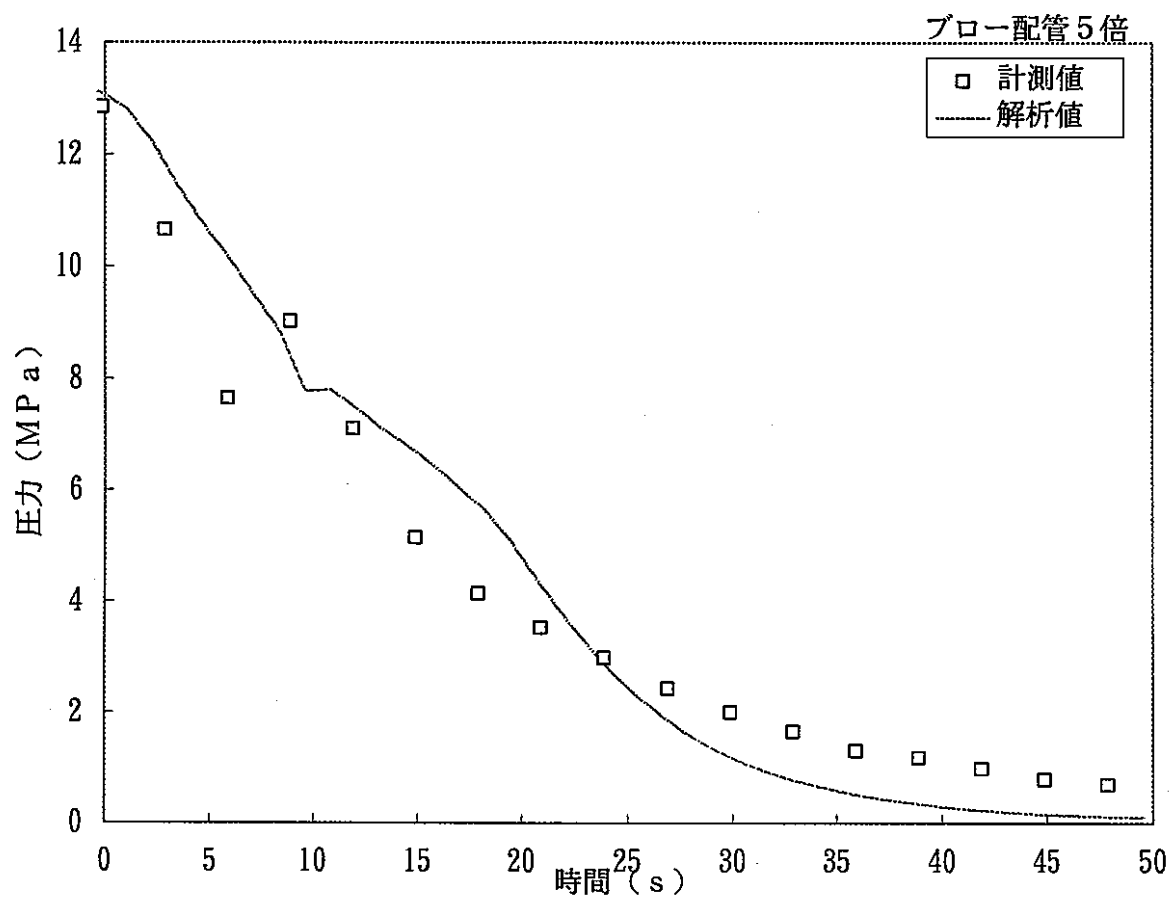


図 4.1.2.2-8(1/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : EV給水圧力)

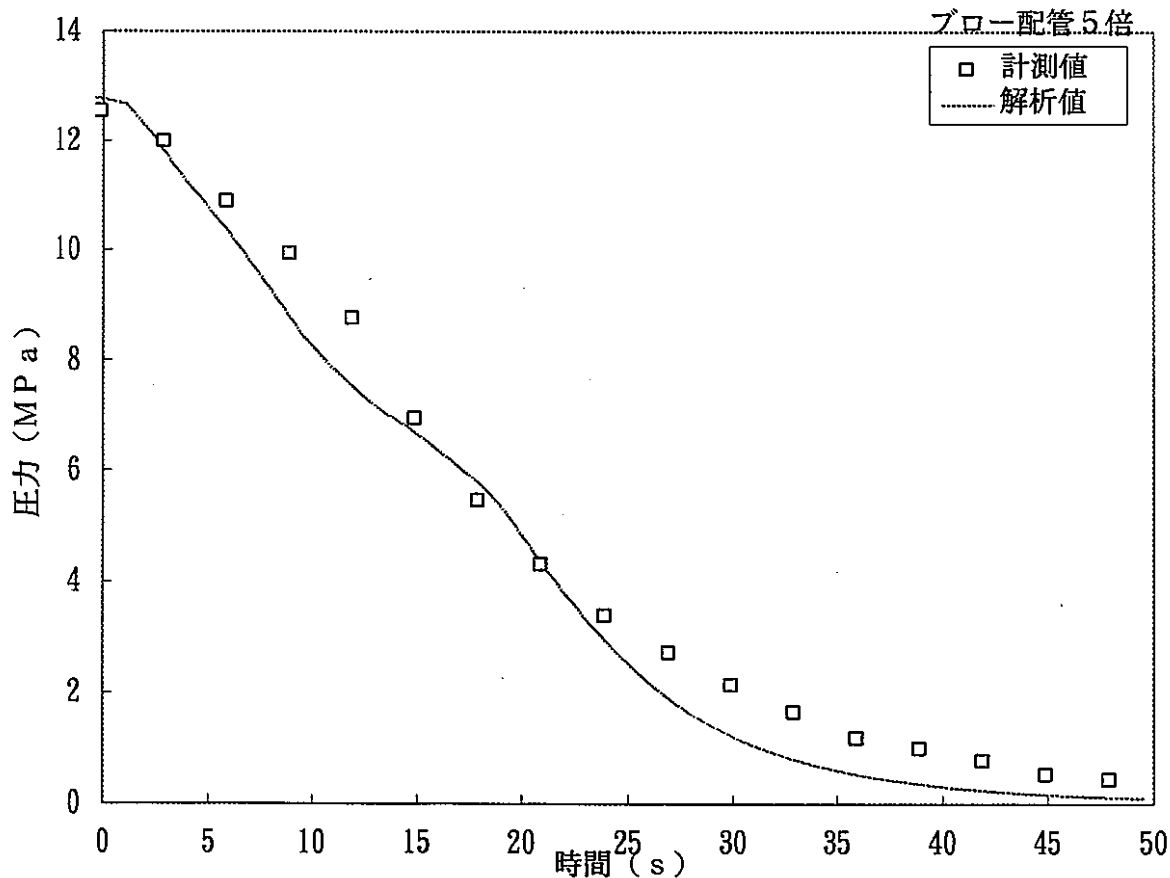


図 4.1.2.2-8(2/6) 水蒸気側圧力比較 (EWe1-51E1 : SH出口圧力)

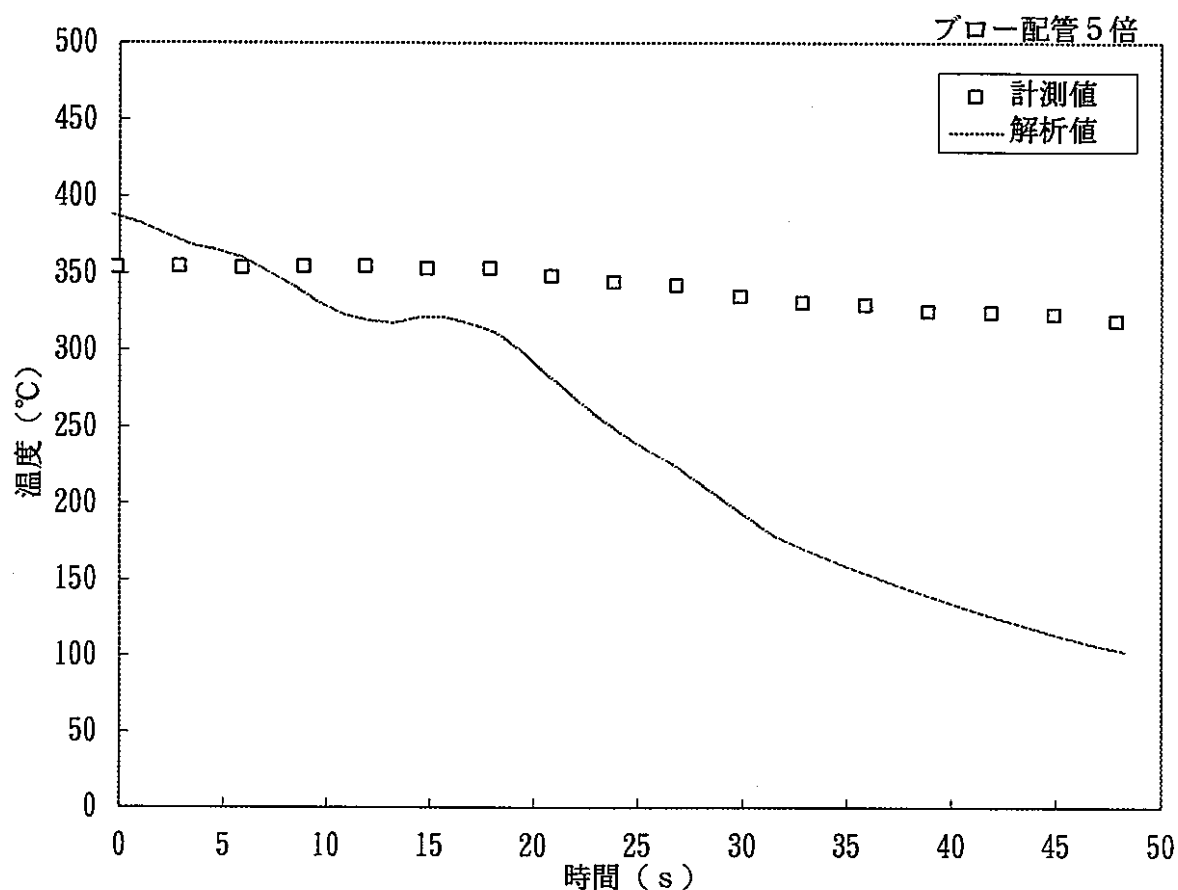


図 4.1.2.2-8(3/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : EV出口蒸気温度)

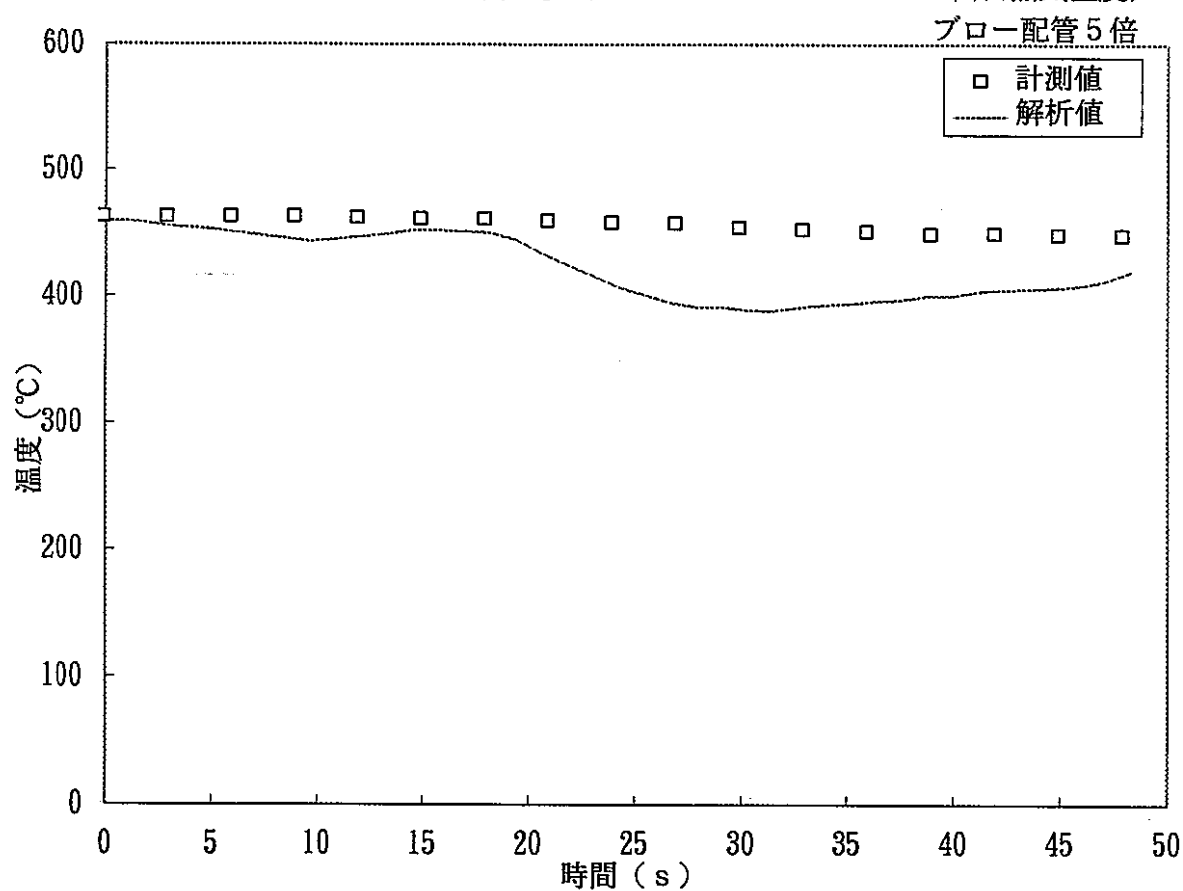


図 4.1.2.2-8(4/6) 水蒸気側温度比較 (EWe1-51E1 : SH出口蒸気温度)

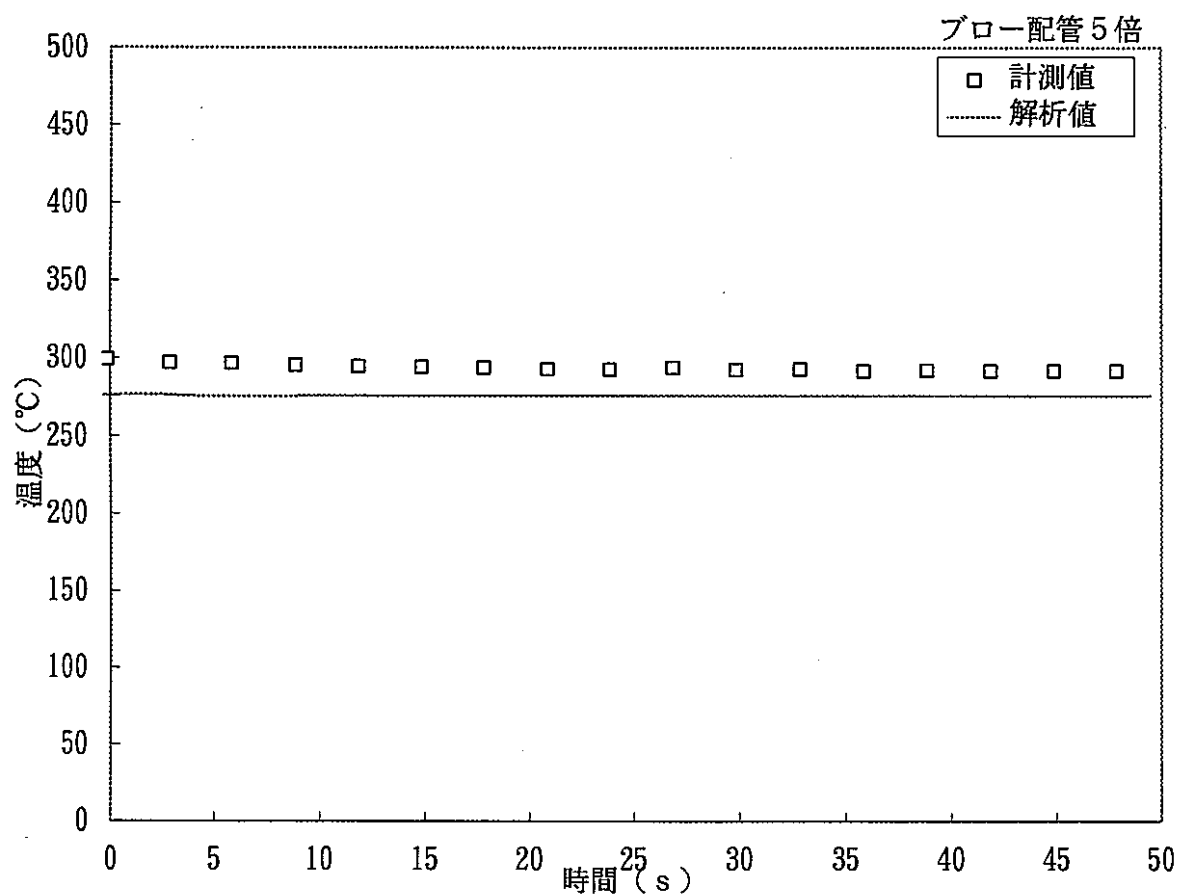


図 4.1.2.2-8(5/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1-5 1 E 1 : EV出口 Na 温度)

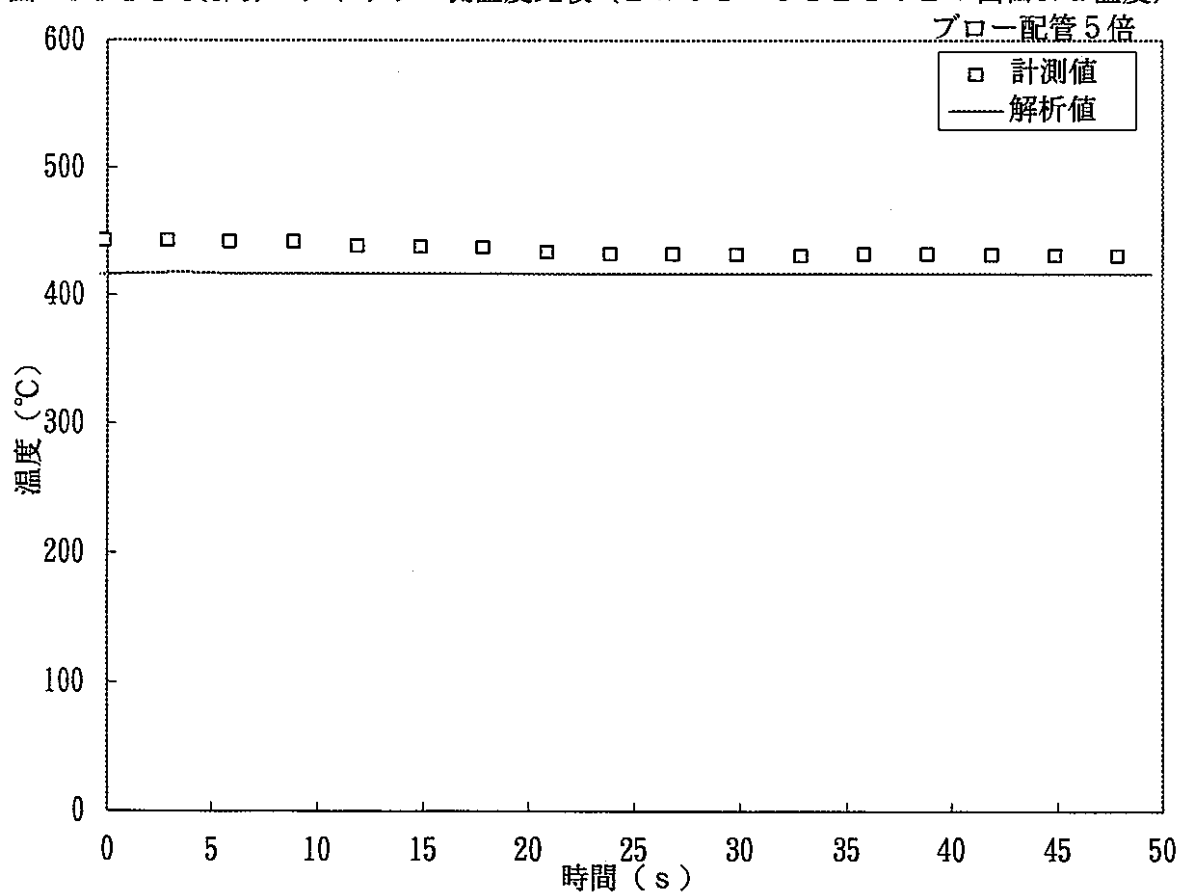


図 4.1.2.2-8(6/6) ナトリウム側温度比較 (EW e 1-5 1 E 1 : SH出口 Na 温度)

4.2 最適なモデルの組み合わせの選定

LEAP-BLOWコードによる50MWtSGを対象とした検証解析データを用いて、ブローダウン挙動を評価する上で重要と考えられるパラメータに関して、最適なモデルの組み合わせの選定を行うため、下記パラメータに関するサーベイ解析を実施した。

- ・伝熱相関式モデル (Rohsenow - Dougall)
- ・スリップモデル (Smith)
- ・二相流管摩擦圧損増倍係数モデル (Thom)
- ・臨界流量計算モデル (Moody)

(注) サーベイ解析を行う上での基準モデルは () に示すモデルとした。

なお、核沸騰熱伝達モデルは Jens - Lottes、サブクール及び過熱蒸気領域の熱伝達モデルは森－中山、限界熱流束は Jens - Lottes を基準モデルとした。

(1) 伝熱相関式モデルのサーベイ

伝熱相関式モデルに関しては、2.2の各種モデルの解析コードへの組み込みにおける(2)の感度解析で影響を評価しており、核沸騰熱伝達モデル及び限界熱流束モデルに関しては、ブローダウン挙動（ヘッダ圧力、ブロー流量）に大きな影響はないとの結果が得られていることから、ここでは膜沸騰熱伝達モデル及びサブクールと過熱蒸気領域の熱伝達モデルの影響についてサーベイを行うものとした。サーベイした膜沸騰熱伝達モデルは、図 4.2-1～図 4.2-6 に示す通り Rohsenow-Dougall、Groenveld、Rohsenow、Schrock-Grossman、Bishop、修正 Bromley の6種であるが、Rohsenow-Dougall、Schrock-Grossman、Bishop のモデルは、ほぼ同程度のブローダウン挙動を示しており、実験値との一致も比較的よい結果となっている。この3種の中では Schrock-Grossman が他の2種に対してやや圧力が低い結果となっている。これらに対して、Groenveld、Rohsenow のモデルは、圧力が低い結果となっている。これは水蒸気側への熱伝達率が小さいことによる影響である。Groenveld のモデルはやや圧力が低い程度であるが、Rohsenow のモデルはかなり圧力が低くなっている。修正 Bromley のモデルは、

圧力の低下挙動がゆるやかで、E V 入り口に対しては保守的な結果を示し、S H 出口圧力の模擬性も比較的よい結果を示す。修正 Bromley のモデルはプール沸騰の熱伝達モデルであり、熱伝達率が大きいことにより圧力が維持される結果となっているものと考えられる。この影響により、修正 Bromley のモデルは比較的伝熱管内流量が小さいブロー初期の水蒸気温度を高目に評価する結果となっている。以上を総合すると、膜沸騰熱伝達モデルとしては、Rohsenow-Dougall、Schrock-Grossman、Bishop のモデルが比較的实验値を良く模擬出来そうといえる。なお、詳細な点では、ブロー弁からの臨界流量の流出係数に対する依存性がある程度あることに留意しておく必要がある（他のパラメータについても同様）。

次に、サブクールと過熱蒸気領域の熱伝達モデルの影響について、森・中山と Dittus-Boelter のモデルの比較結果を図 4.2-7 及び図 4.2-8 に示す。両者を比較しても大きな差はないが、森・中山のモデルはヘイリカルコイルによる旋回流の影響を考慮しているため熱伝達率が大きくなる方向であり、この影響で水蒸気側の温度が高目になる方向で、圧力も若干高目となる（但し、影響は非常に小さい）。

(2) スリップ相関式モデルのサーベイ

ここでは、LEAP-BLOW コードで用意されている 9 種のスリップ相関式の中から、特徴を考慮した代表的な 6 種の相関式を選択してサーベイを行うものとした。具体的には、スリップ比が 1.0 の Homogeneous モデル、圧力依存性のみを考慮した Fauske、Moody のモデル、圧力とボイド率依存性を考慮した Smith のモデル、Jones（修正 Bankoff）のモデル、流量依存性を考慮した A T R の H T L のモデルについて比較検討した。

スリップ比に関するサーベイ結果を図 4.2-9～図 4.2-14 に示す。

Smith のモデルに対して、スリップが 1 の Homogeneous モデルでは、ブローダウン開始直後の圧力が低くなる傾向となっている。スリップ比が大きい Fauske のモデルは、ブローダウン開始後初期の約 15 秒程度は、計測値に対して圧力が低めの値を示すが、約 15（～20）秒以降については計測値との一致性が比較的高くなっている。Moody のモデルは結果的には、Homogeneous モデルと似

た挙動を示し、ブローダウン開始直後の圧力が低くなる傾向となっている。Jones (修正 Bankoff) のモデルは、圧力をかなり保守的に評価する結果となり、計算が途中で不可となり停止したため適用性に課題が残る。流量依存性を考慮した HTL のモデルも、同様にブローダウン開始直後の圧力が低くなる傾向となっている。ブローダウン開始後、SG 内流速が比較的停滞した状況になっており、流量の依存性が小さいことによる影響と推定される。

ブローダウン開始直後は、Smith のモデルが、EV 入口のサブクール領域が減圧沸騰を開始して圧力低下挙動が緩やかとなる約 15 秒以降の圧力挙動は、Fauske のモデルを適用した場合が試験との一致が良いが、保守性を考慮した場合には全般的には Smith のモデルを適用するのが妥当と言えそうである。

(3) 二相流管摩擦圧損増倍係数モデルのサーベイ

ここでは、LEAP-BLOW コードで用意されている二相流管摩擦圧損増倍係数モデルの中から代表的な 4 種の相関式を選択してサーベイを行うものとした。具体的には、Thom、Thom (250psi 以上) + Martinelli-Nelson (250psi 以下) の組み合わせ、Homogeneous 及び Martinelli-Nelson のモデルについて比較検討した。二相流管摩擦圧損増倍係数に関するサーベイ結果を図 4.2-15～図 4.2-18 に示す。比較の結果いずれのモデルを用いても水蒸気系ヘッダの圧力挙動に大きな影響は生じていないことが分かる。これは、ブローダウン挙動が臨界流により支配されることから流動圧損の影響は比較的小さくなっていることによるものと推定される。影響は小さいことが分かったが、ブローダウン挙動の評価では大気圧程度に低下する時間までを解析対象とすること、LWR の ECCS 性能評価指針で Thom (250psi 以上) + Martinelli-Nelson (250psi 以下) の組み合わせの使用が妥当と認められていること、ATR の安全解析でもこのモデルが適用されていることから、本モデルの適用が妥当と考えられる。

(4) 二相流臨界流モデルのサーベイ

ここでは、LEAP-BLOW コードで用意されている二相流臨界流モデルのうち Moody のモデル (但し、サブクール領域は Henry-Fauske) と小笠原テーブル (サ

ブクール領域：Henry-Fauske、二相領域：小笠原、過熱蒸気領域：理論式）の2つについてサーベイを行うものとした。

臨界流モデルに関するサーベイ結果を図 4.2-19～図 4.2-20 に示す。比較の結果いずれのモデルを用いても水蒸気系ヘッダの圧力挙動に大きな影響は生じていないことが分かる。但し、35 秒以降の比較的長時間後の圧力挙動については、小笠原テーブル（サブクール領域：Henry-Fauske、二相領域：小笠原、過熱蒸気領域：理論式）の方が計測値との一致性がよい。Moody のモデルは、一般に破断口に達する冷却材のクオリティが2 %以上100 %未満の場合に使用するものであり、また上記の結果からも冷却材の状態に応じて細かく組み合わせを考慮した、小笠原テーブルの適用が本ブローダウン解析には適切な選択と考えられる。ちなみにATRの安全解析でも本モデルを適用している。

以上の50 MWt SGのブローダウン試験を対象とした実験解析の結果、並びにパラメータに関する検討結果を基にベストフィット解析のための最適なモデルの組み合わせと安全評価に使用すべき最適なモデルの組み合わせを、次の通り選定した。

(a) ベストフィット解析のための最適なモデルの組み合わせ

- ・スリップ相関式 : Smith
- ・二相流管摩擦圧損増倍係数 : Thom + Martinelli-Nelson
- ・二相流臨界流オプション : 小笠原テーブル
 - サブクール領域 : Henry-Fauske
 - 二相領域 : 小笠原
 - 過熱蒸気領域 : 理論式
- ・熱伝達モデル
 - サブクール領域 : 森一中山
 - 核沸騰領域 : Jens - Lottes

膜沸騰領域	: Rohsenow - Dougall
過熱蒸気領域	: 森一中山
限界熱流束モデル	: Jens - Lottes

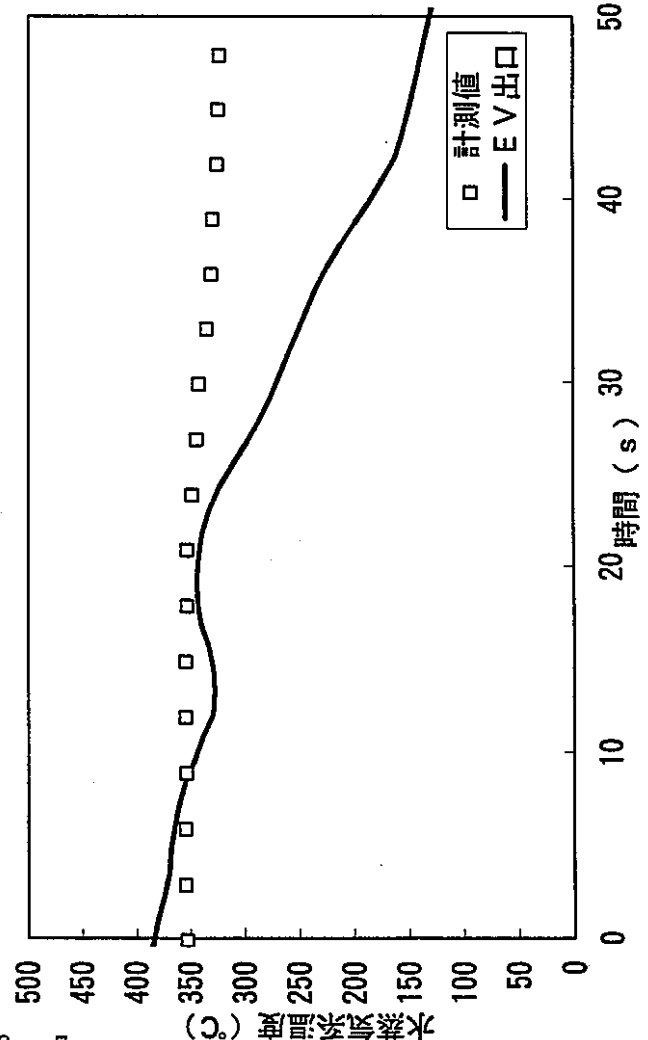
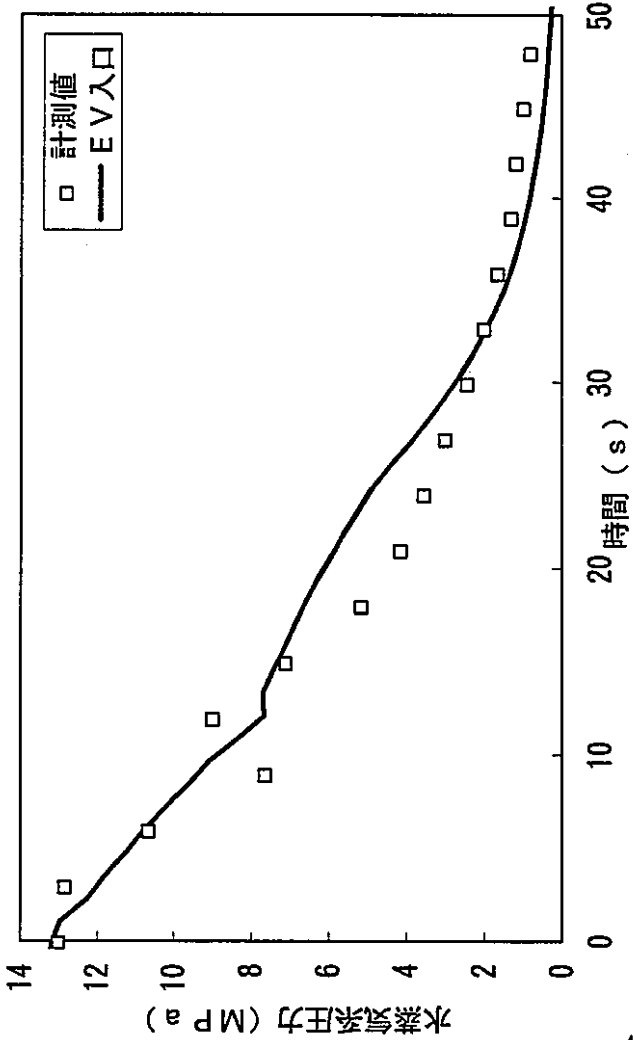
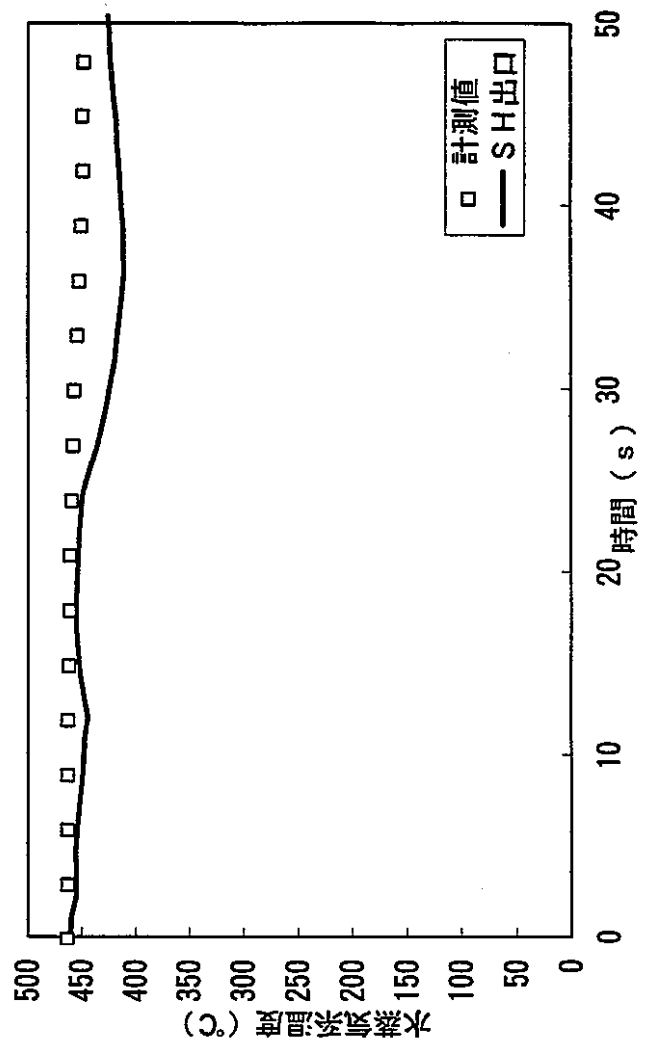
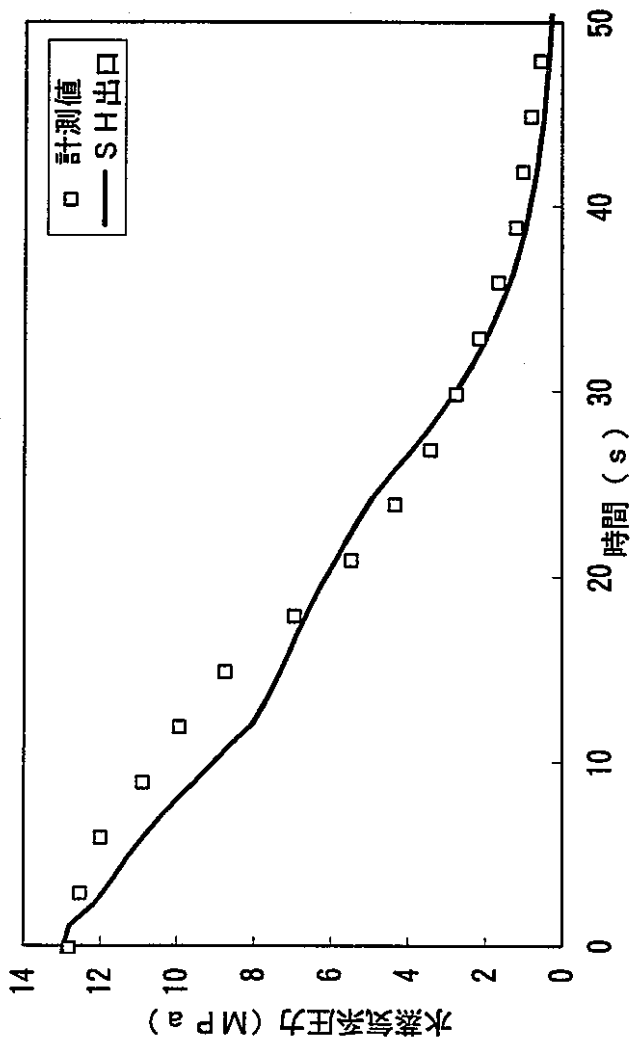
(b) 安全評価に使用すべき最適なモデルの組み合わせ

50 MWt SGのブローダウン試験は、実際にナトリウム・水反応を模擬した試験ではないため、また、ブローダウン時の圧力挙動のみに着目するのか、高温ラプチャ評価のための伝熱管の冷却効果にも着目するのか等によって変わってくるため、上記の解析結果からだけで、安全評価に使用すべき最適なモデルの組み合わせ一概に設定することは難しい。上記(a)では、ブローダウン時の圧力挙動をある程度保守側に、且つ、出来るだけ解析値と計測値の一致性がよく、また先行炉の安全解析で使用しているモデル等も考慮してモデルを選定した。即ち、ブローダウン時の圧力挙動をある程度保守側に評価するモデルとして設定した。

一方、高温ラプチャ評価を行うに当たっては、過熱伝熱管の冷却効果を評価する際の熱伝達モデルを適切に設定することが重要となる。安全評価として伝熱管温度を保守側に評価する上では、水蒸気側の熱伝達率が小さくなるようなモデルの選定を考えることが必要となる。適切な保守性が示せば、上記(a)で選定したモデルの適用でも問題ない訳であるが、現状では加熱管内の詳細な熱伝達挙動に関するデータがないことから、上記のパラメータ解析の結果として水蒸気側圧力、温度を低めに評価する（熱伝達率が小さい）モデルを安全評価で使用するモデルとして選定する方法が1つの考え方として推奨される。

以上の考え方に基づき、安全評価に使用すべき最適なモデルの組み合わせとして選択したものを以下に示す。なお、本モデルの組み合わせはあくまで暫定的に選定したものであり、詳細にはナトリウム・水反応によるナトリウム側の加熱条件等を模擬したブローダウン試験等により検証を図って行く必要があるものと考えられる。

- ・スリップ相関式 : Smith
- ・二相流管摩擦圧損増倍係数 : Thom + Martinelli-Nelson
- ・二相流臨界流オブション : 小笠原テーブル
 - サブクール領域 : Henry-Fauske
 - 二相領域 : 小笠原
 - 過熱蒸気領域 : 理論式
- ・熱伝達モデル（健全管）
 - サブクール領域 : 森一中山
 - 核沸騰領域 : Jens - Lottes
 - 膜沸騰領域 : Rohsenow - Dougall
 - 過熱蒸気領域 : 森一中山
 - 限界熱流束モデル : Jens - Lottes
- ・熱伝達モデル（加熱管：高温ラプチャ評価用伝熱管）
 - サブクール領域 : Dittus - Boelter
 - 核沸騰領域 : Jens - Lottes
 - 膜沸騰領域 : Groeneveld
 - 過熱蒸気領域 : Dittus - Boelter
 - 限界熱流束モデル : Jens - Lottes



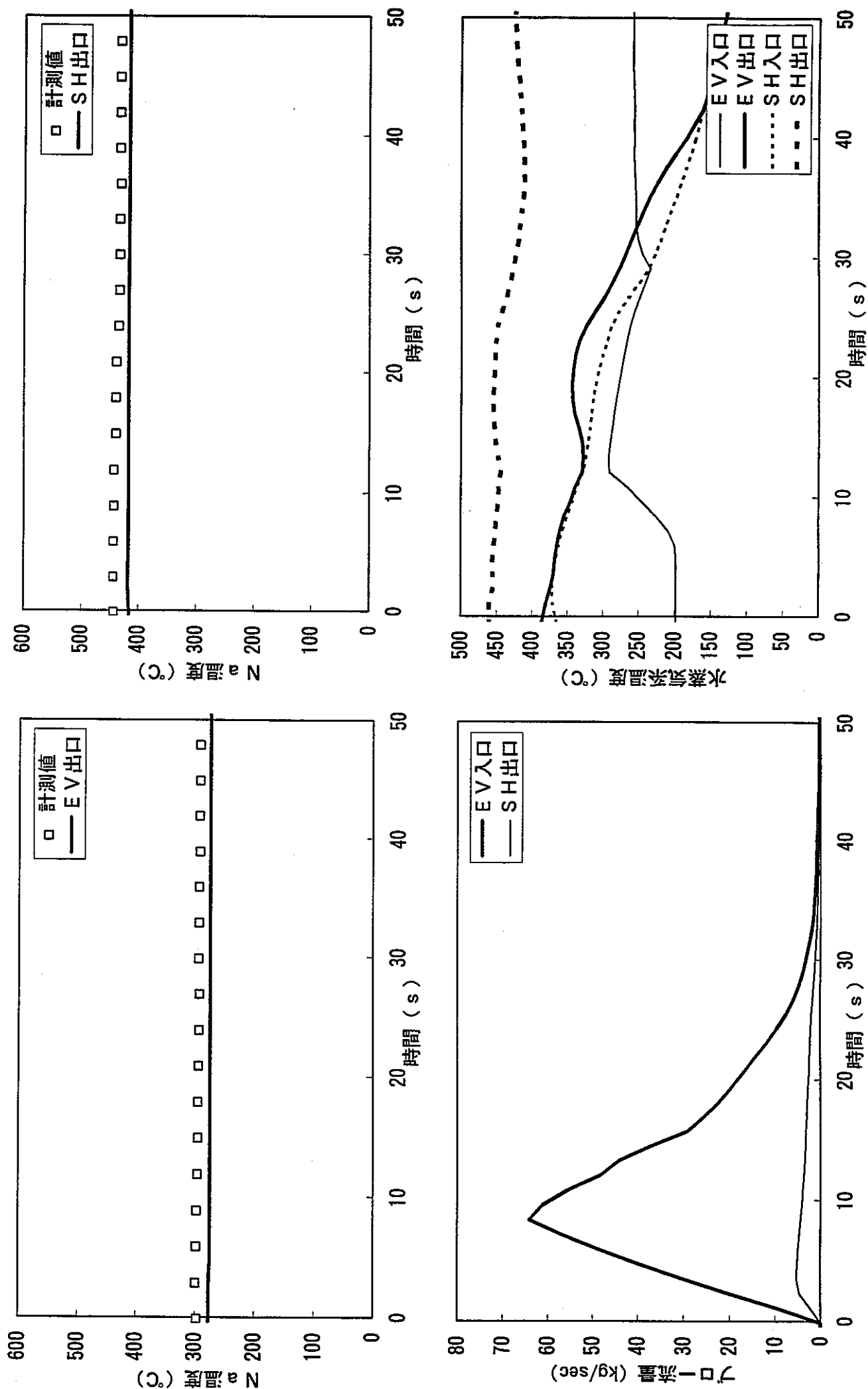
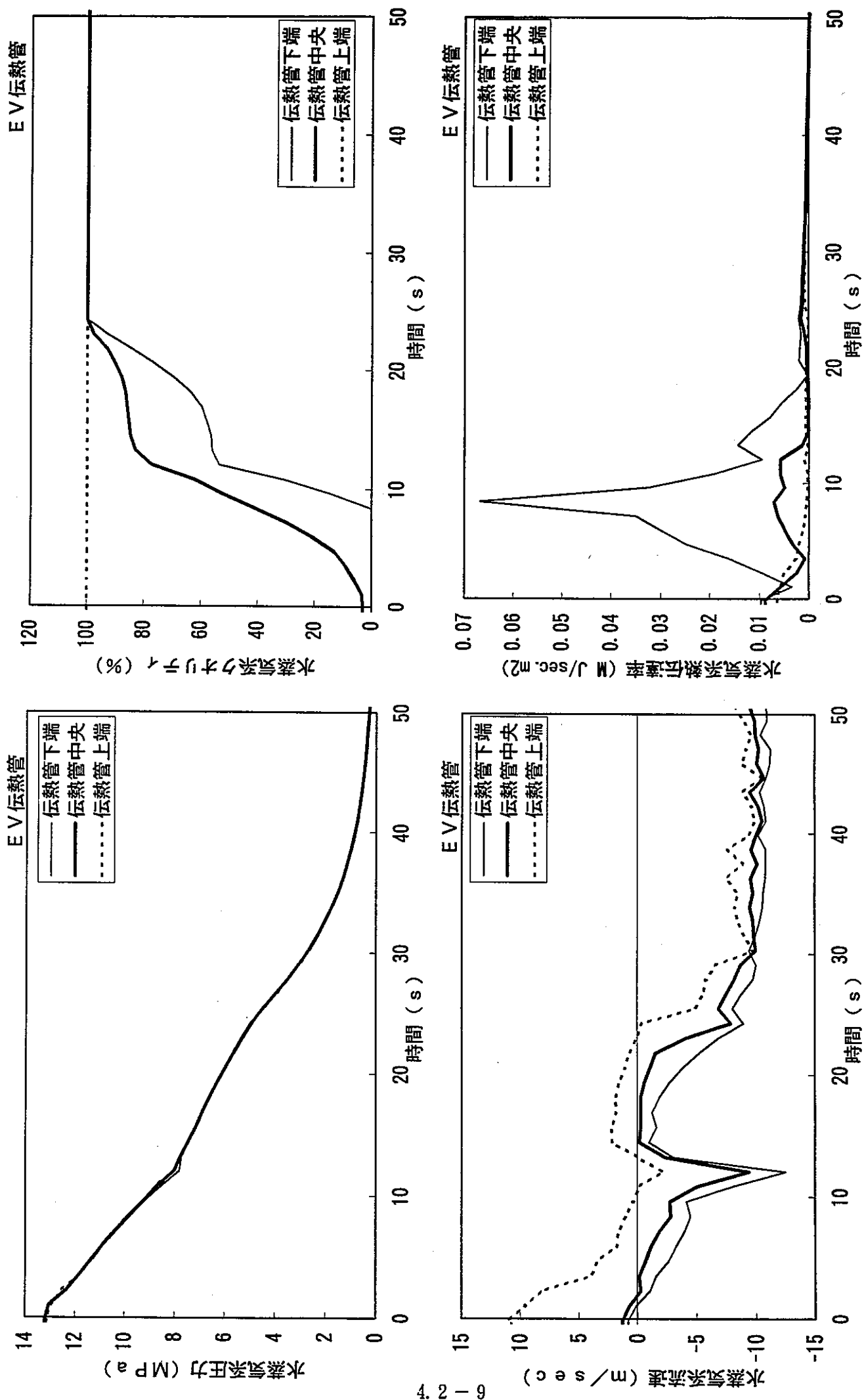


図 4.2-1 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Rohsenow-Dougal I)



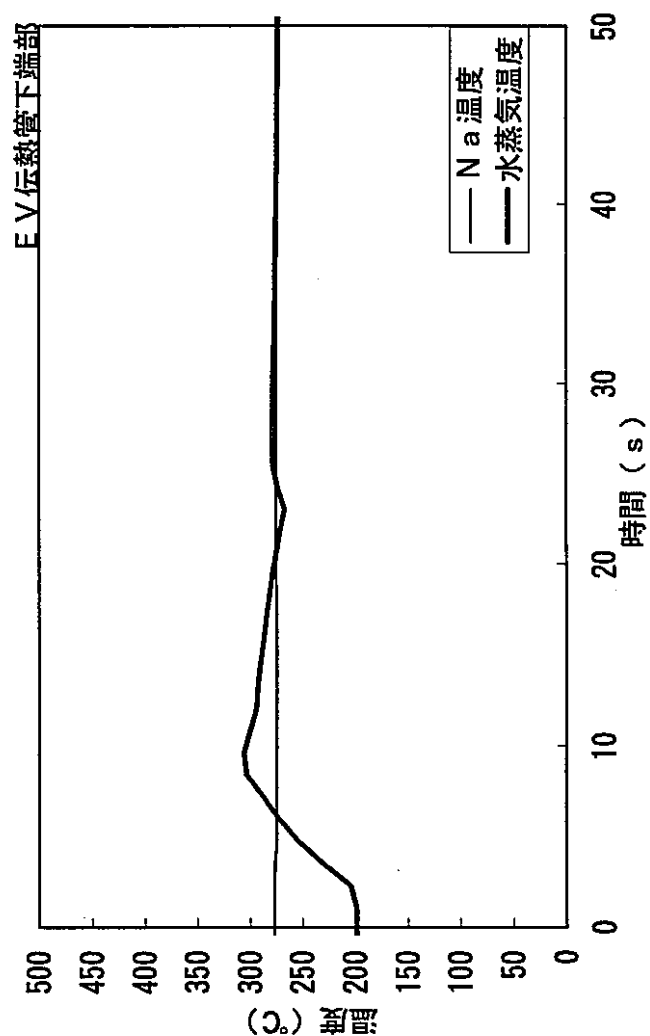
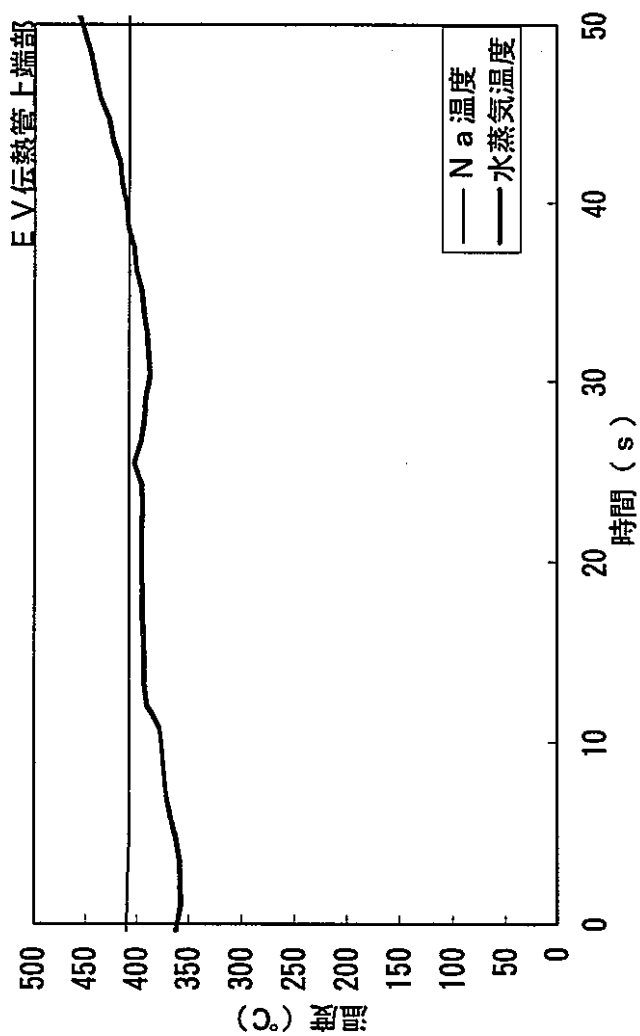
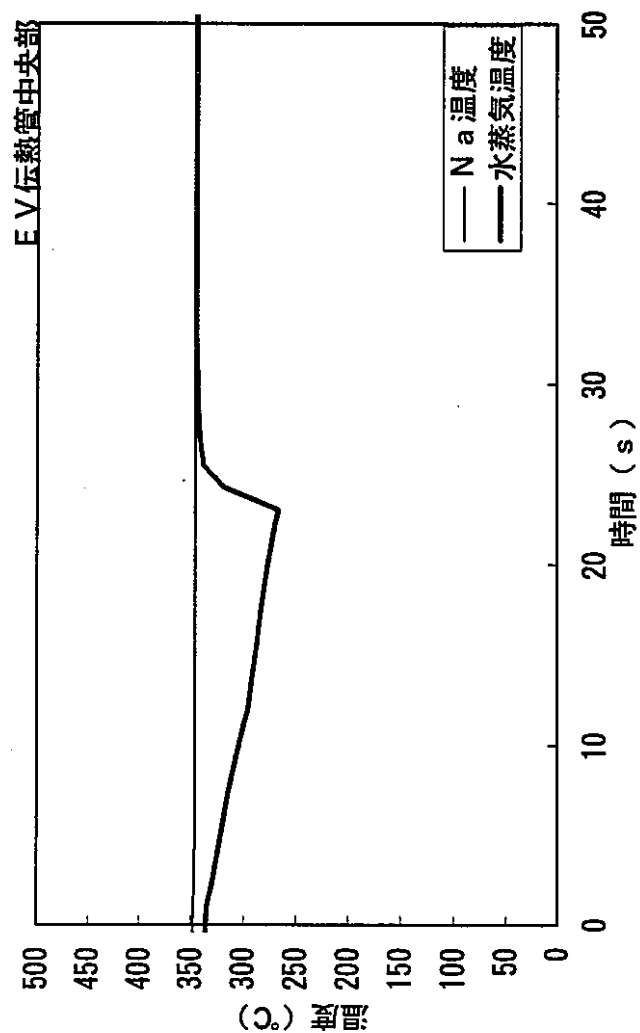


図 4.2-1 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション : Rohsenow-Dougall)

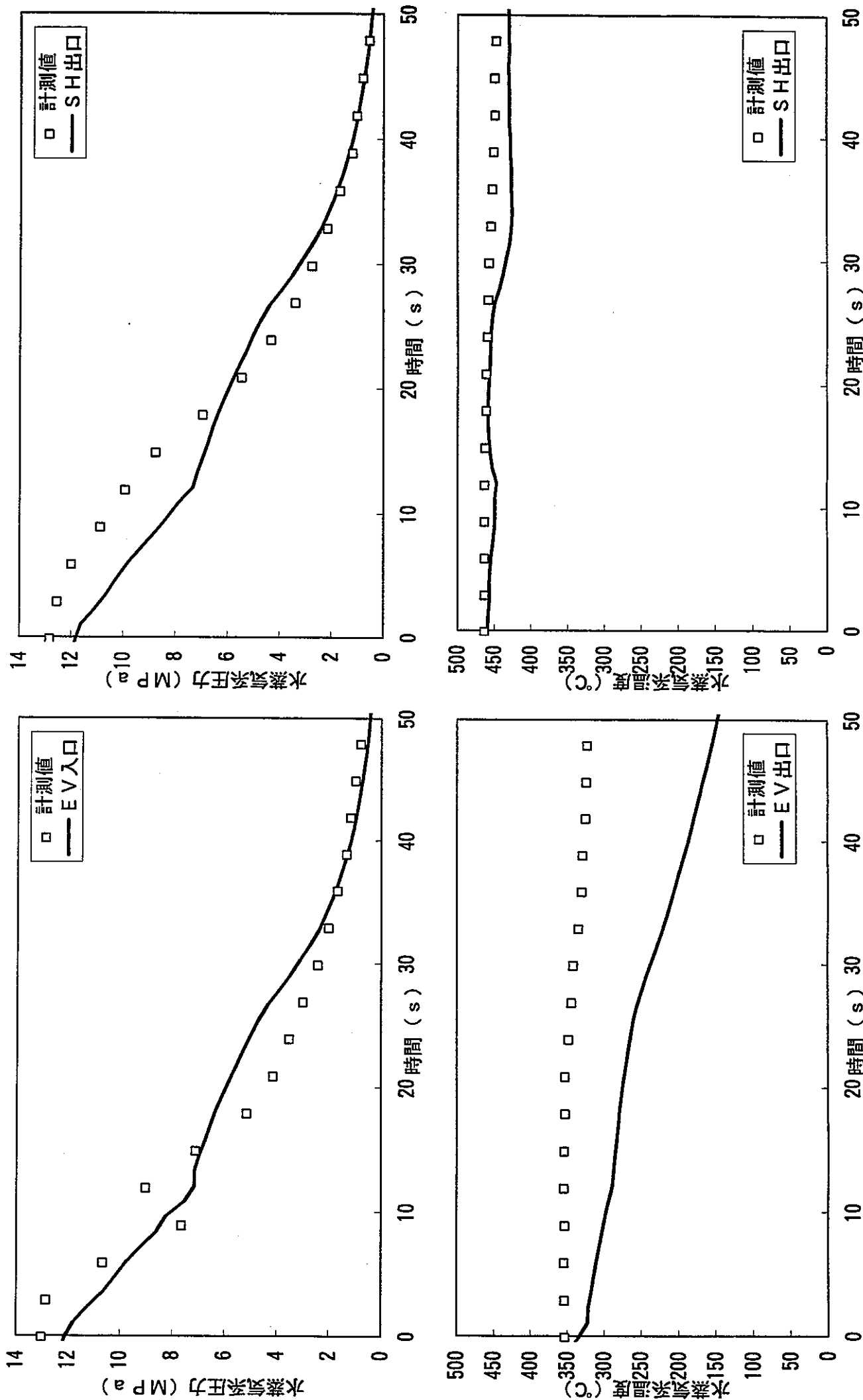


図 4.2-2 (1/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: Groenveld)

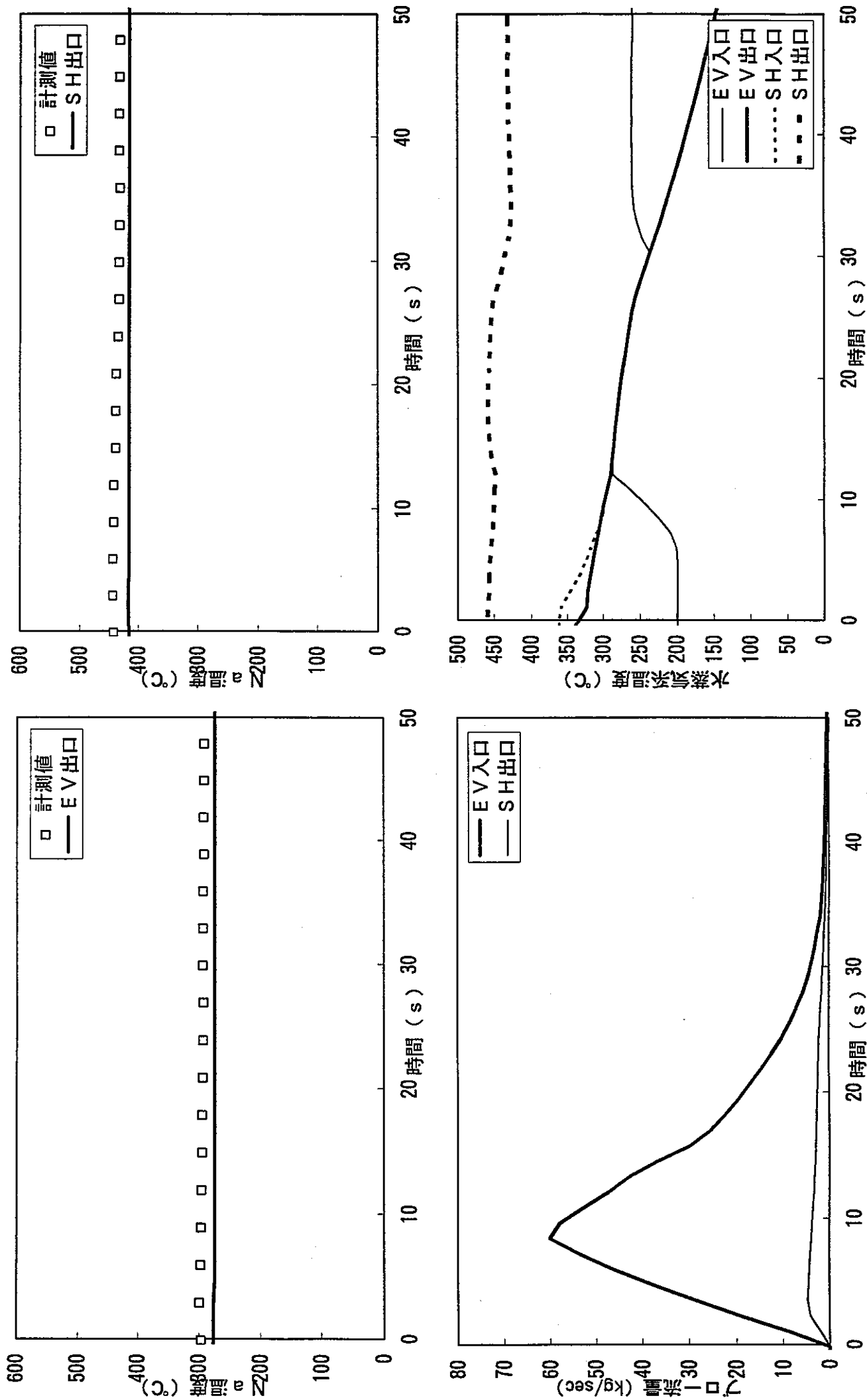
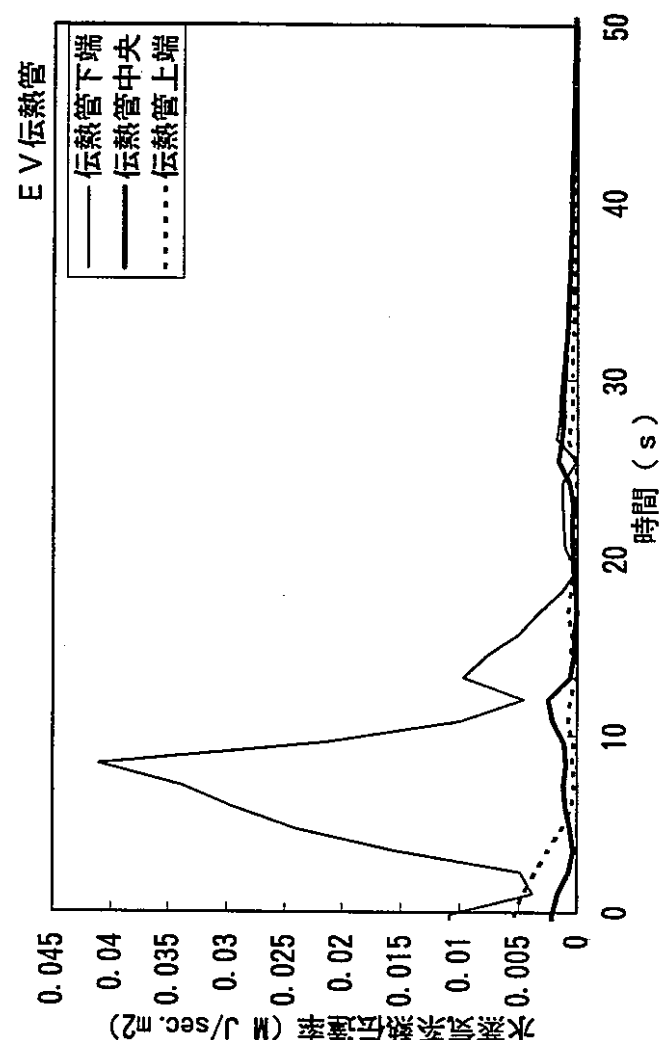
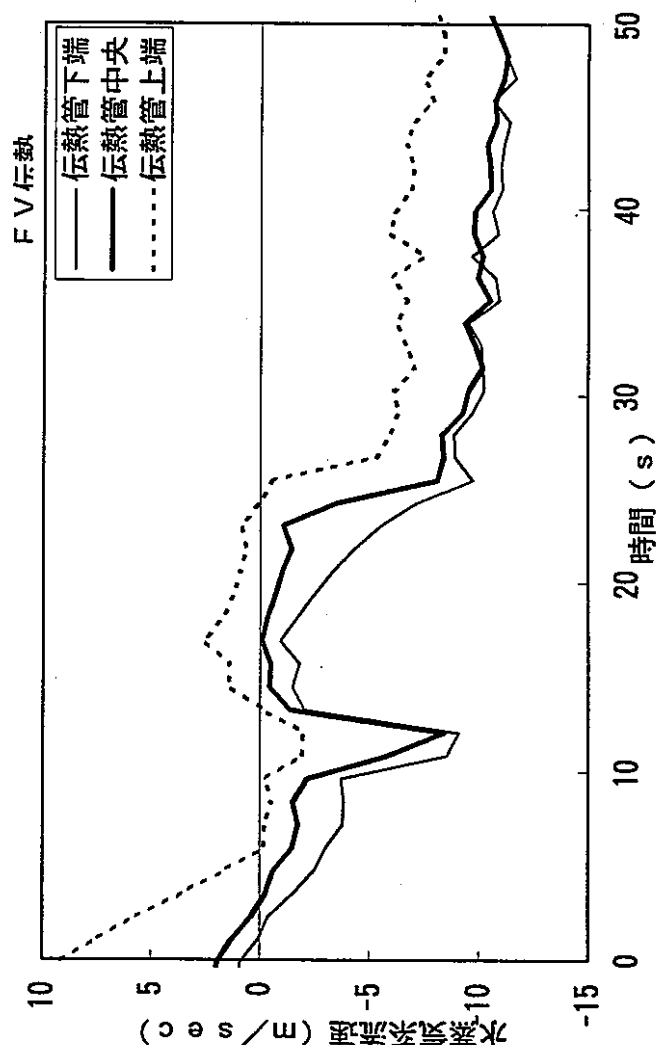
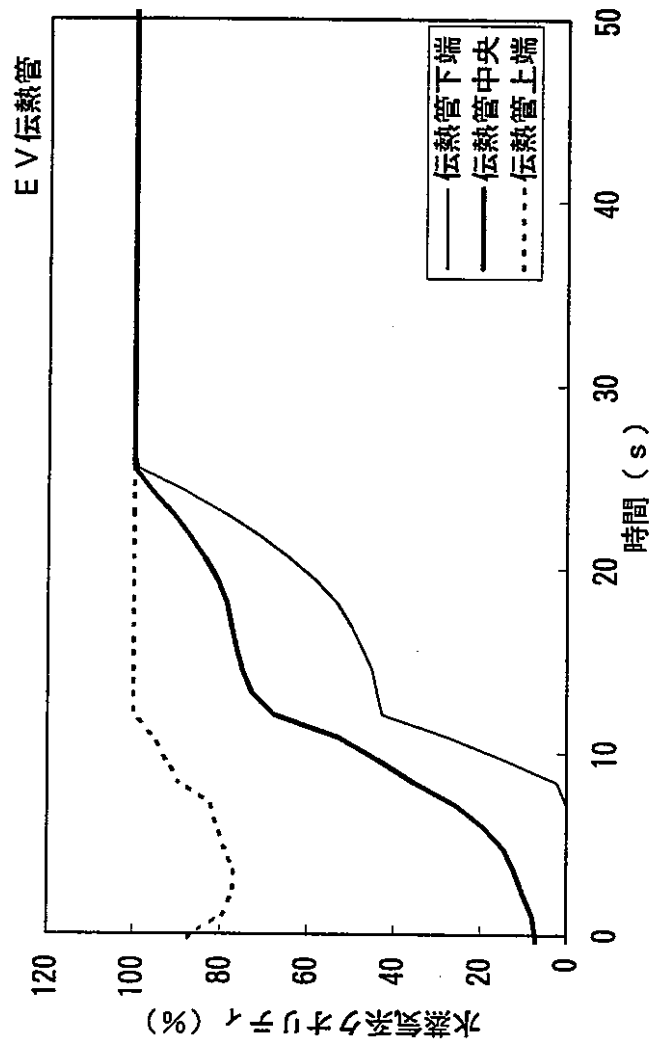
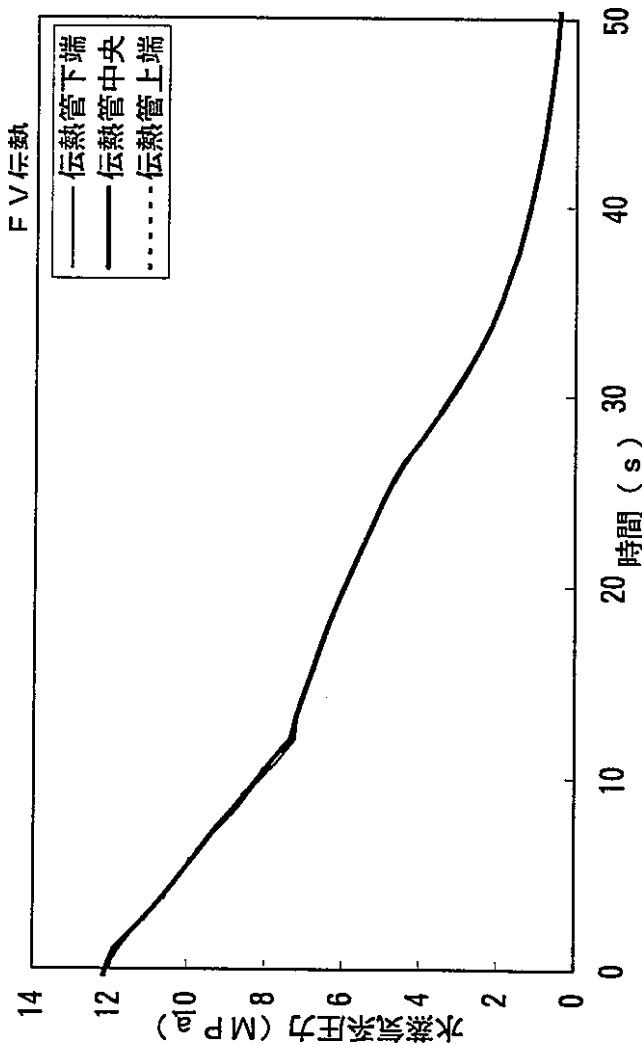


図 4.2-2 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション : Groenveld)



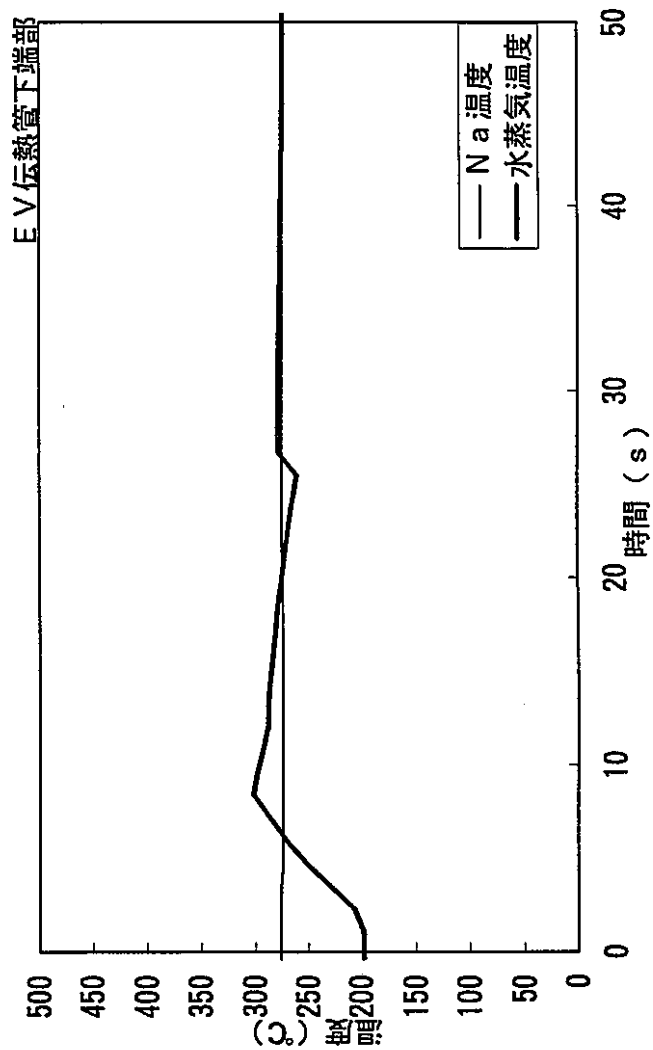
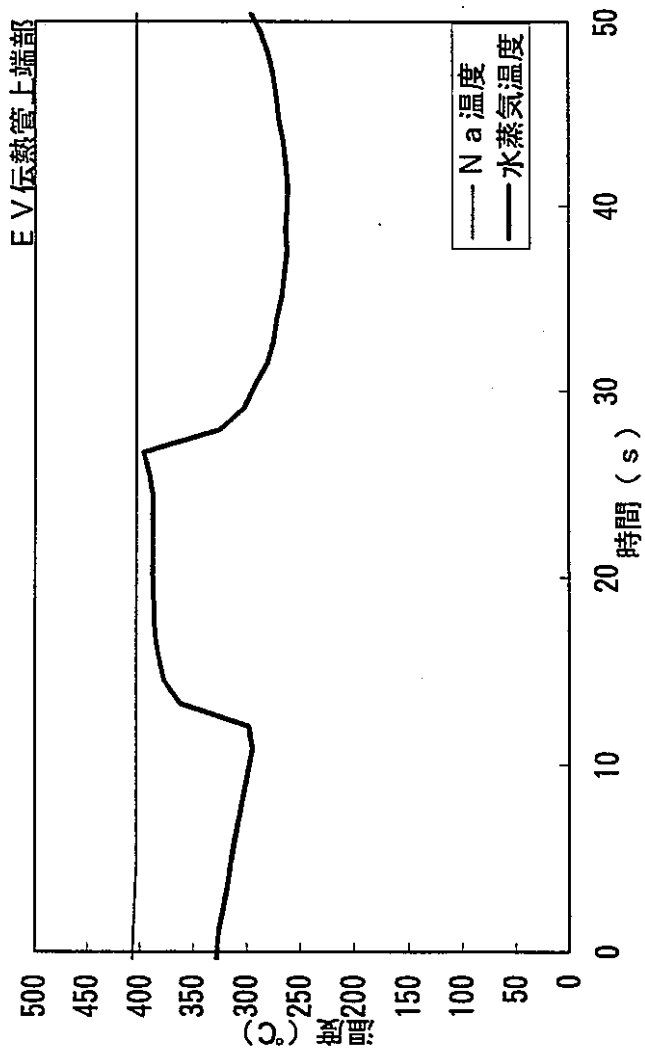
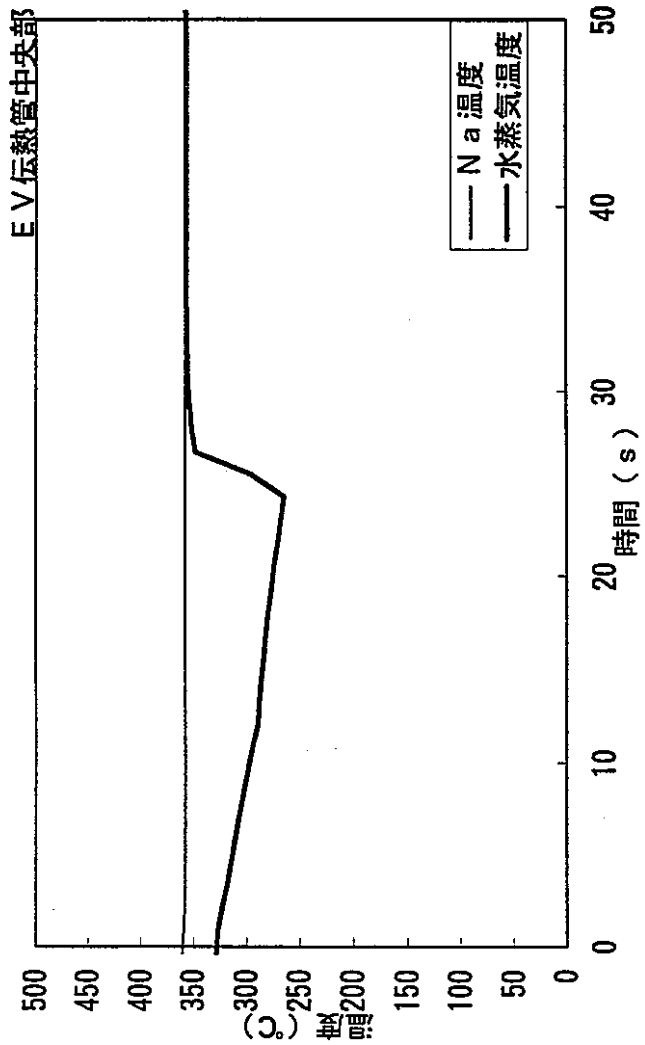
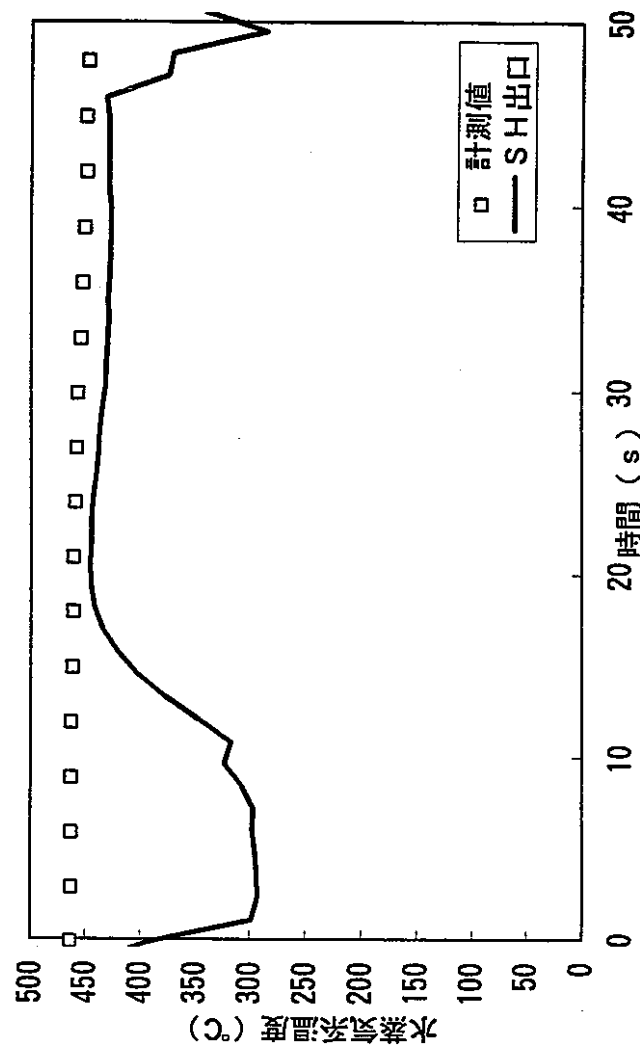
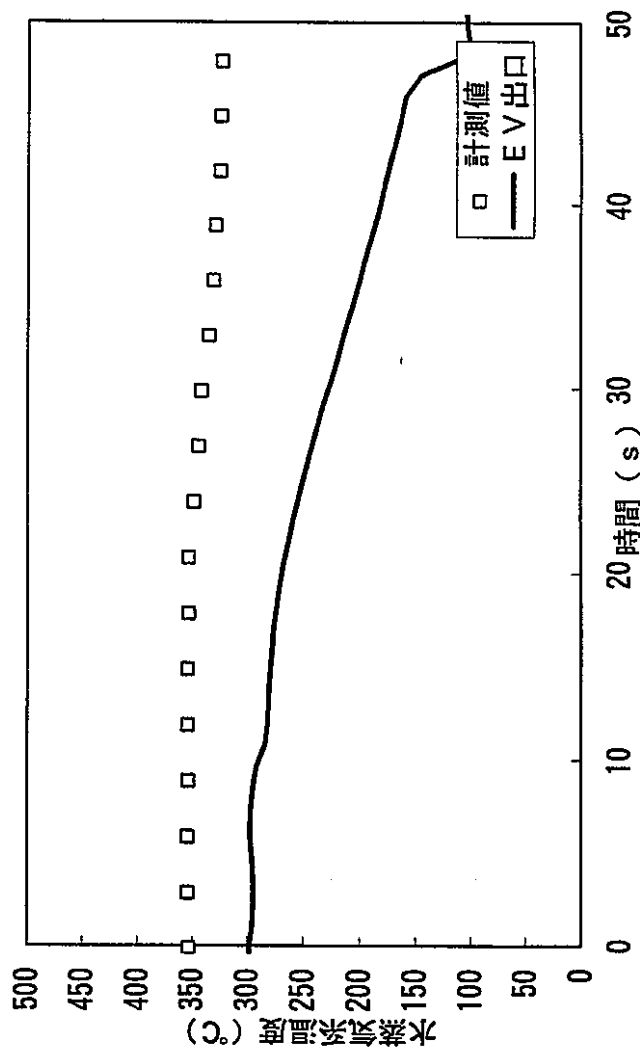
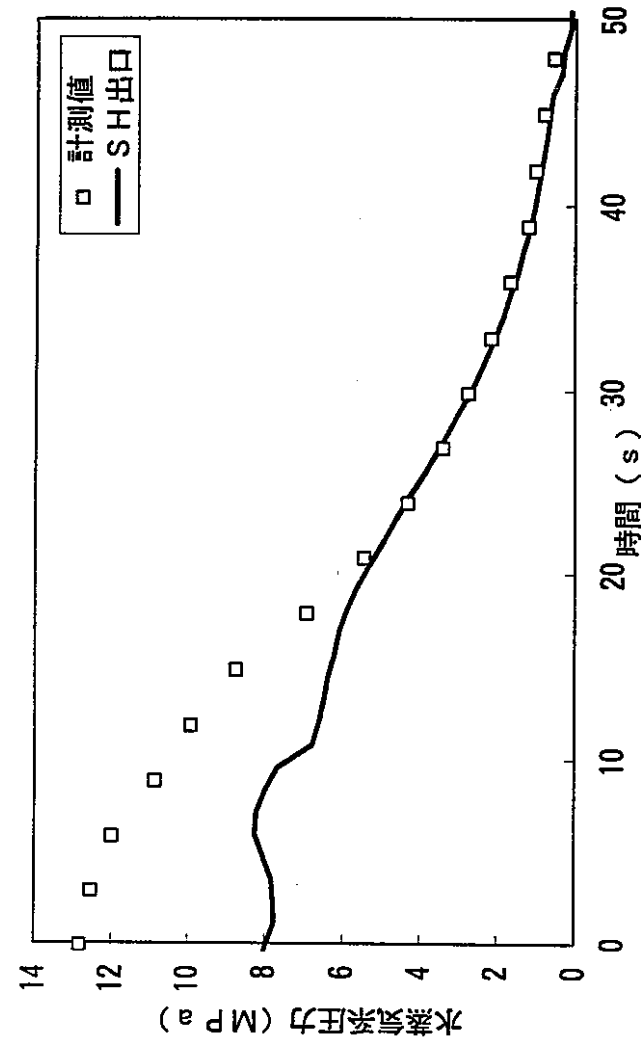
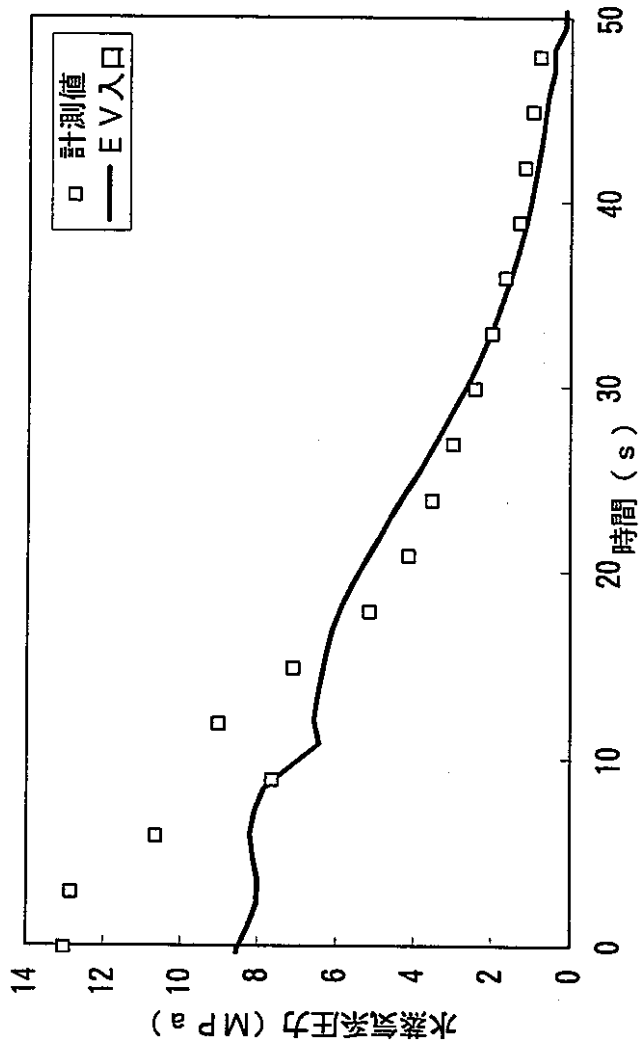


図 4.2-2 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション : Groenvelld)



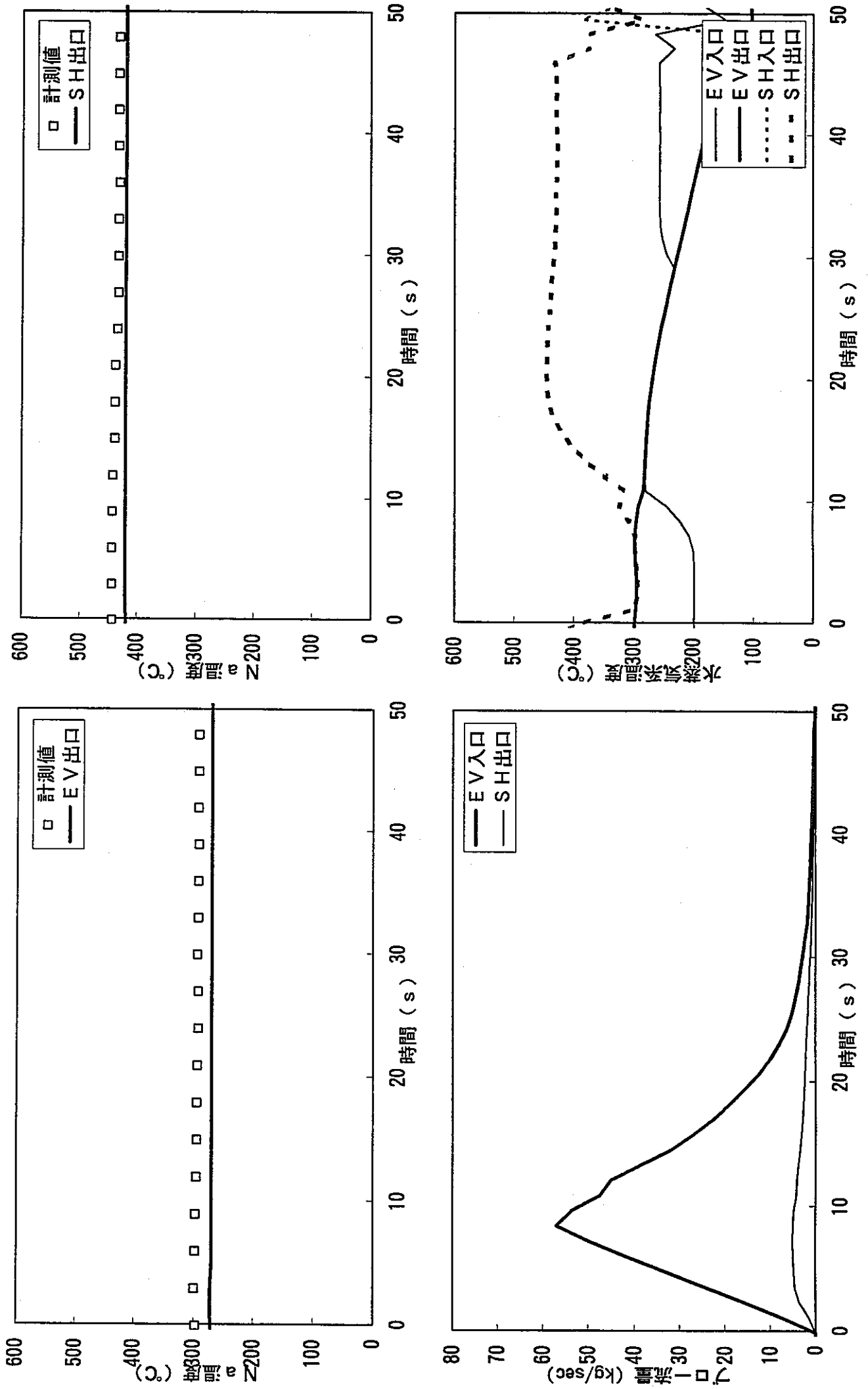


図 4.2-3 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Rohsenow)

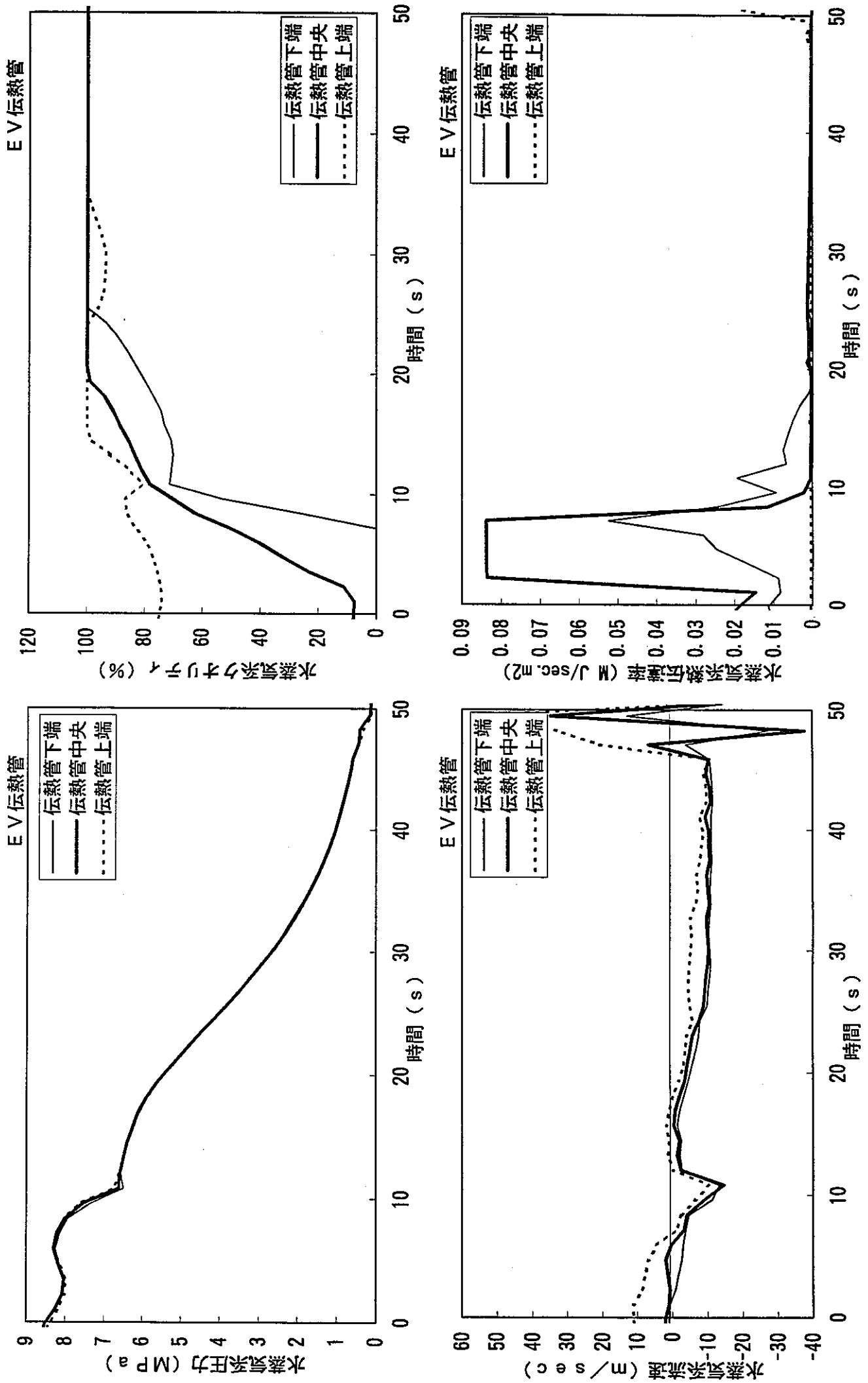


図 4.2-3 (3/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: Rohsenow)

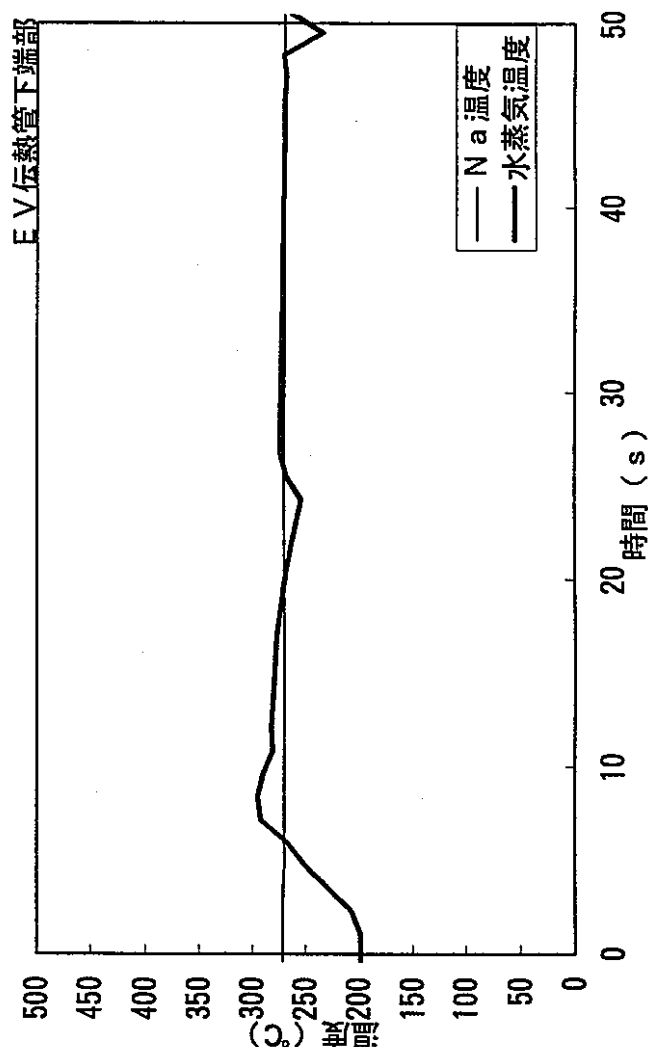
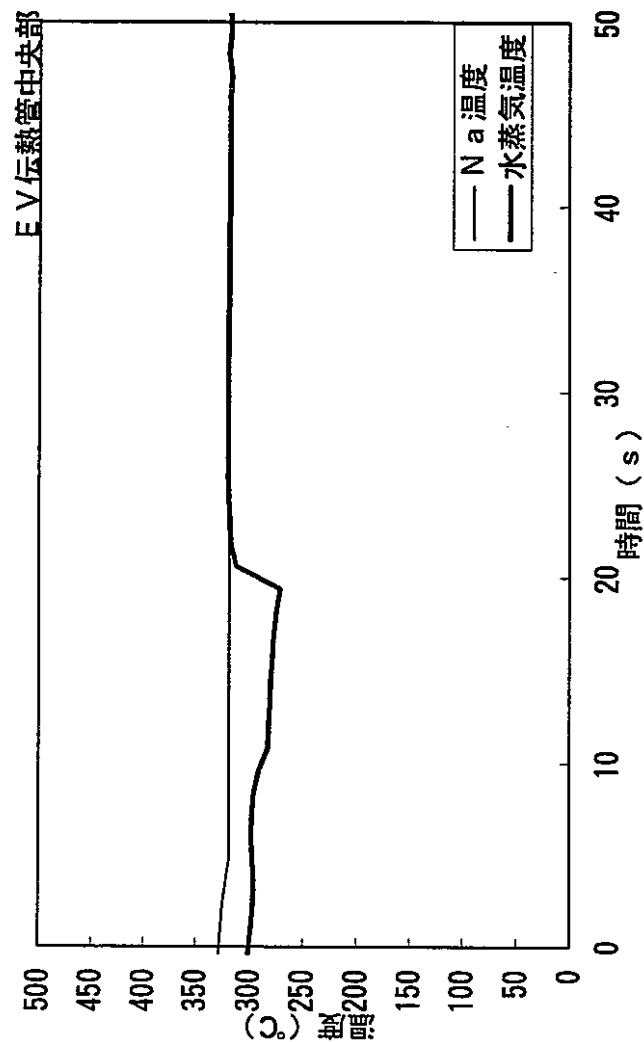
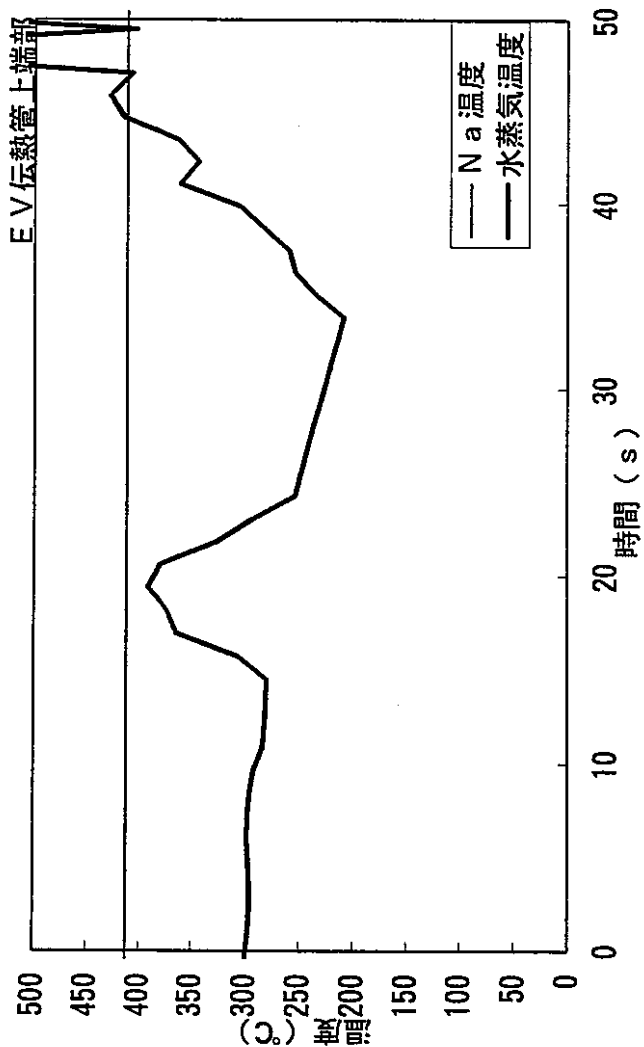


図 4.2-3 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Rohsenow)

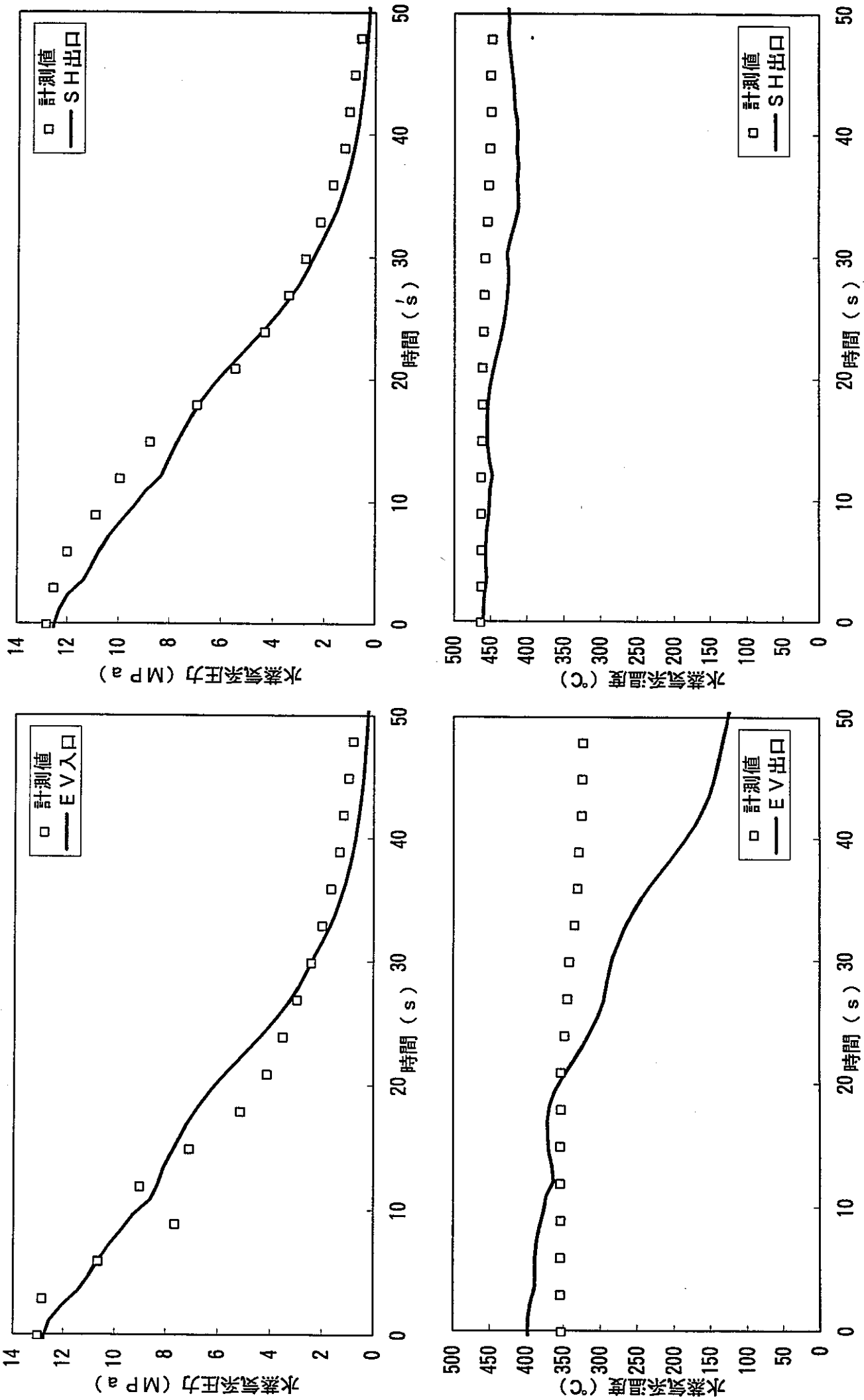


図 4.2-4 (1/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Schrock Grossman)

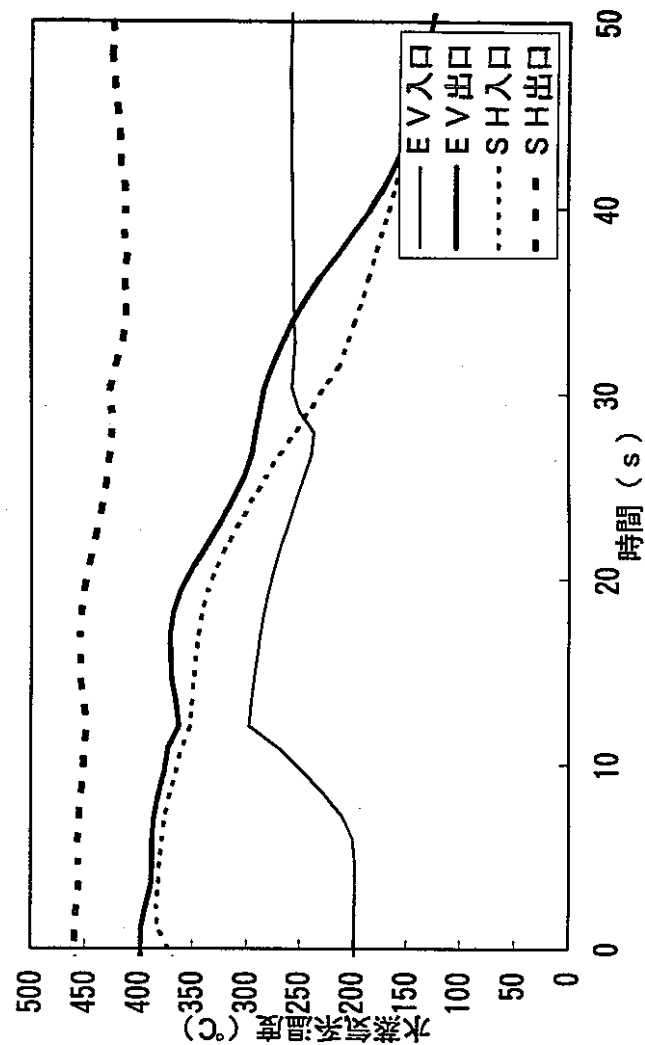
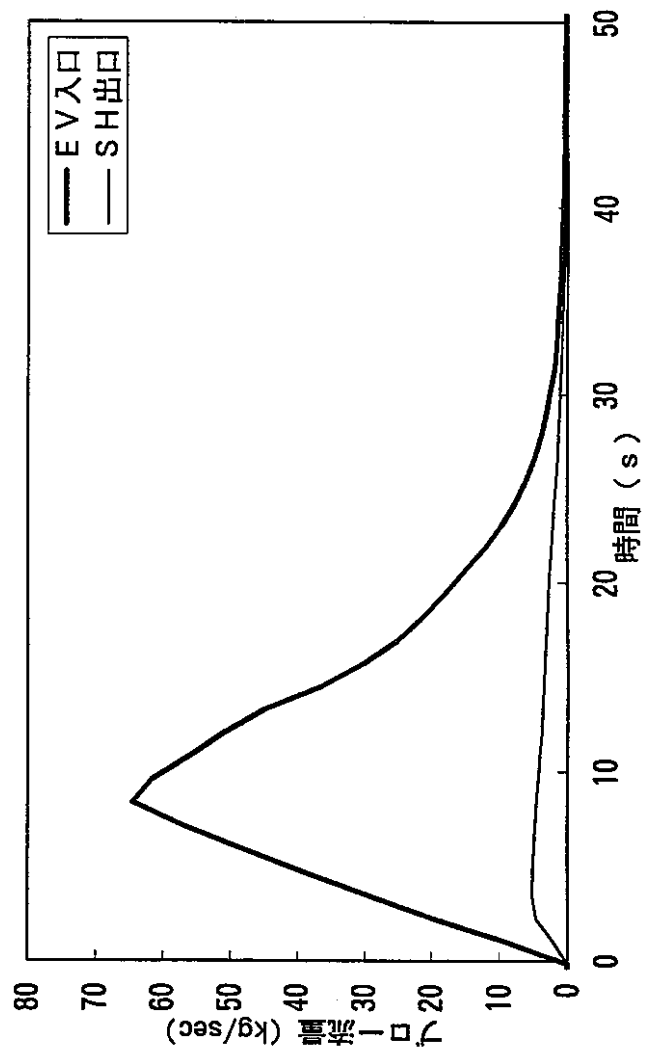
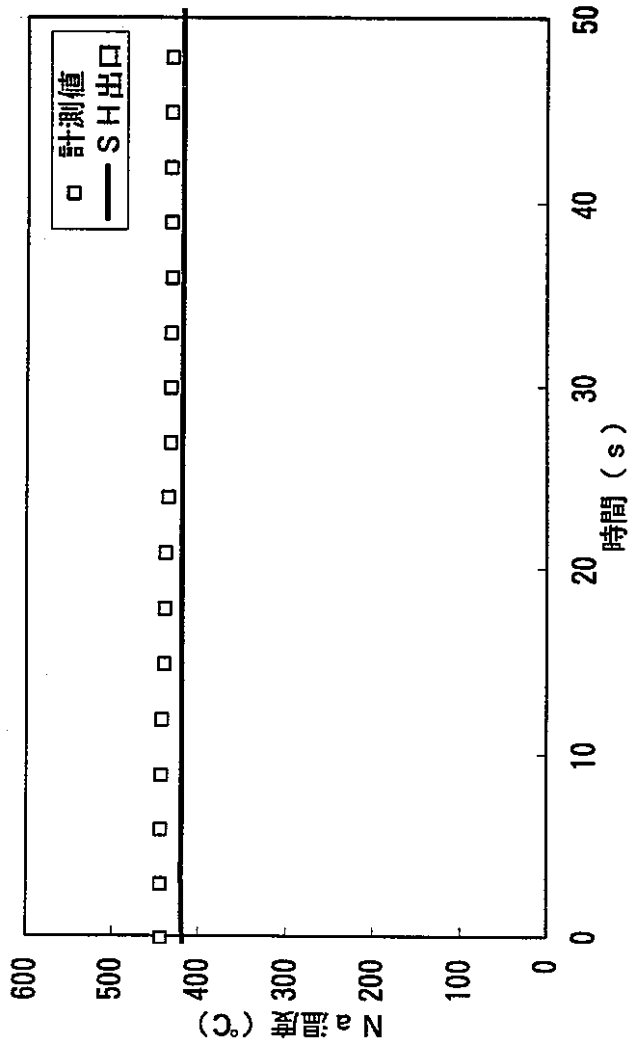
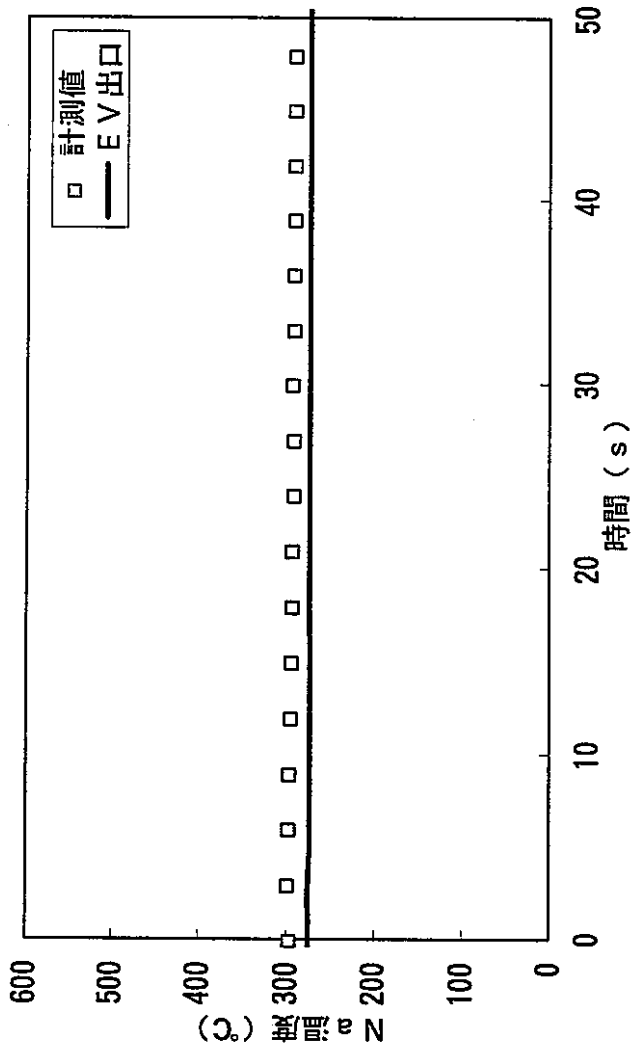
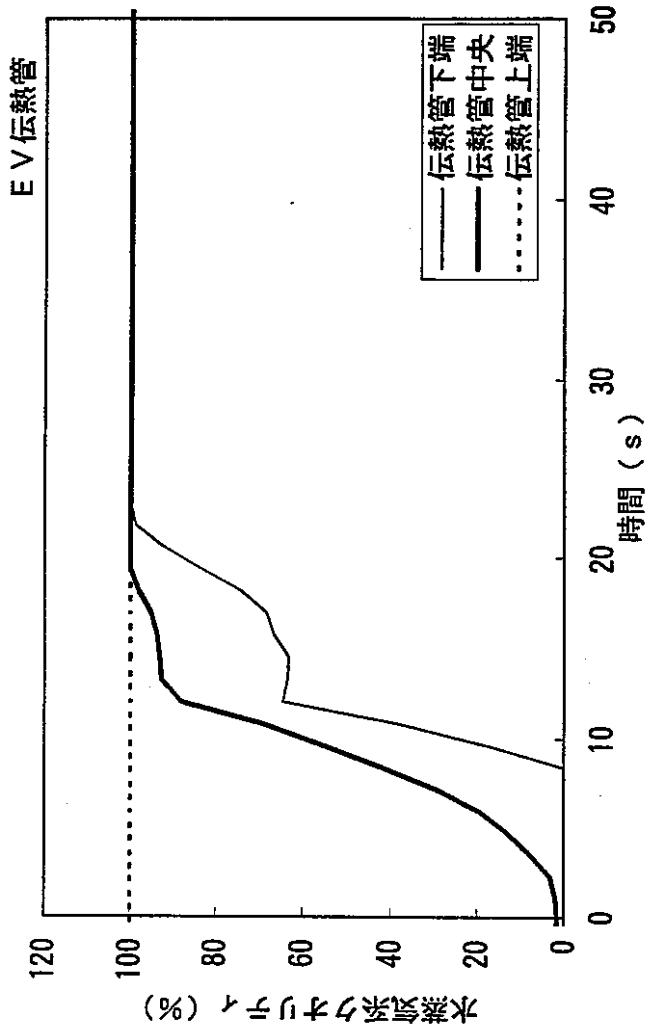
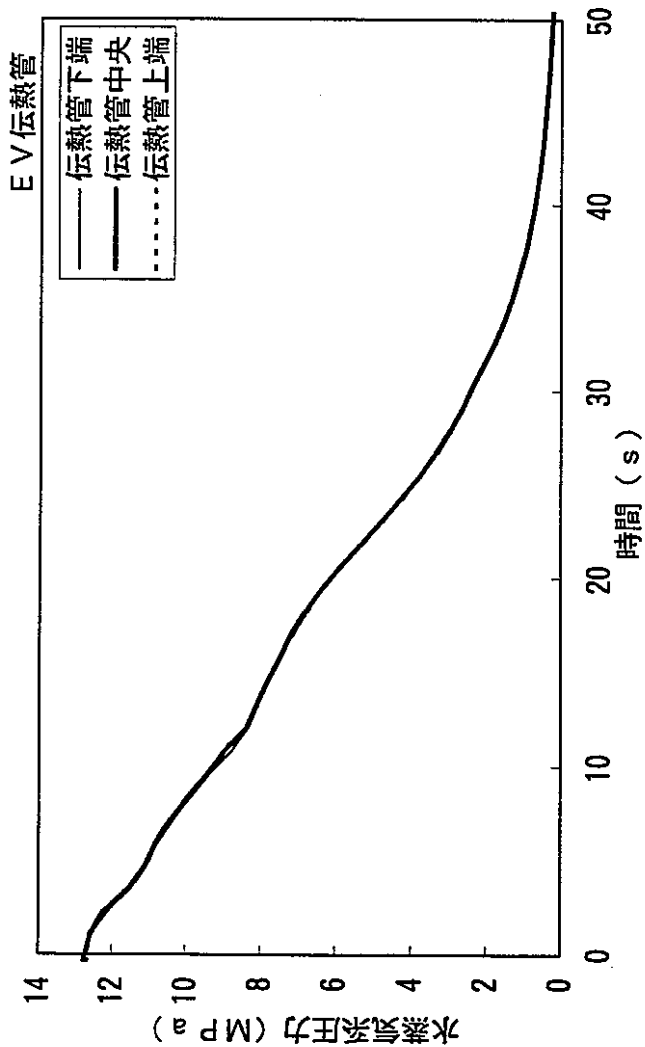


図 4.2-4 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Schrock Grossman)



4.2-21

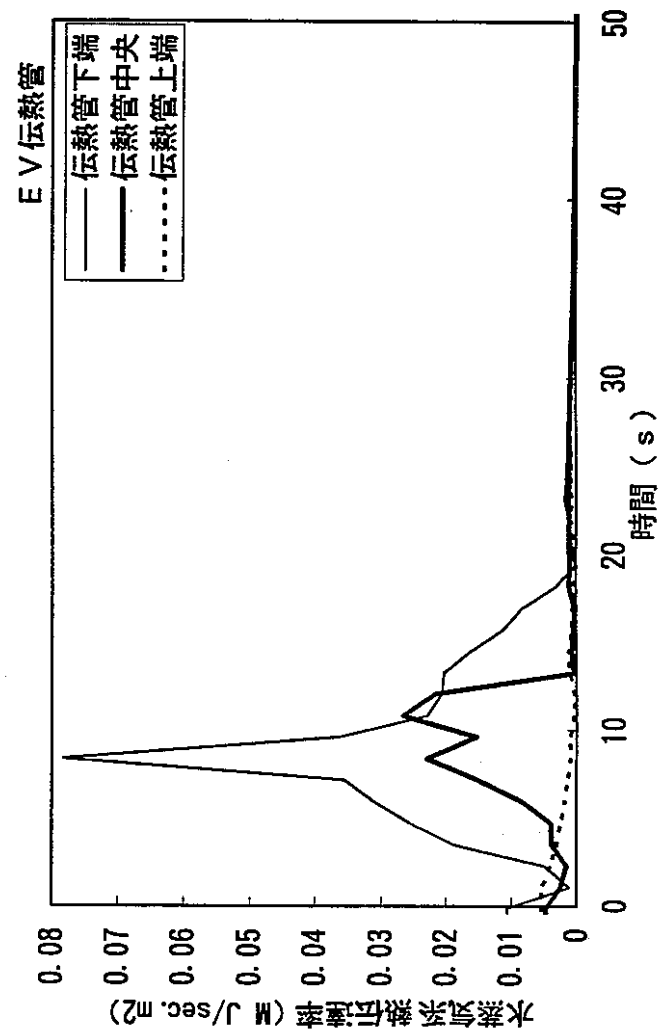
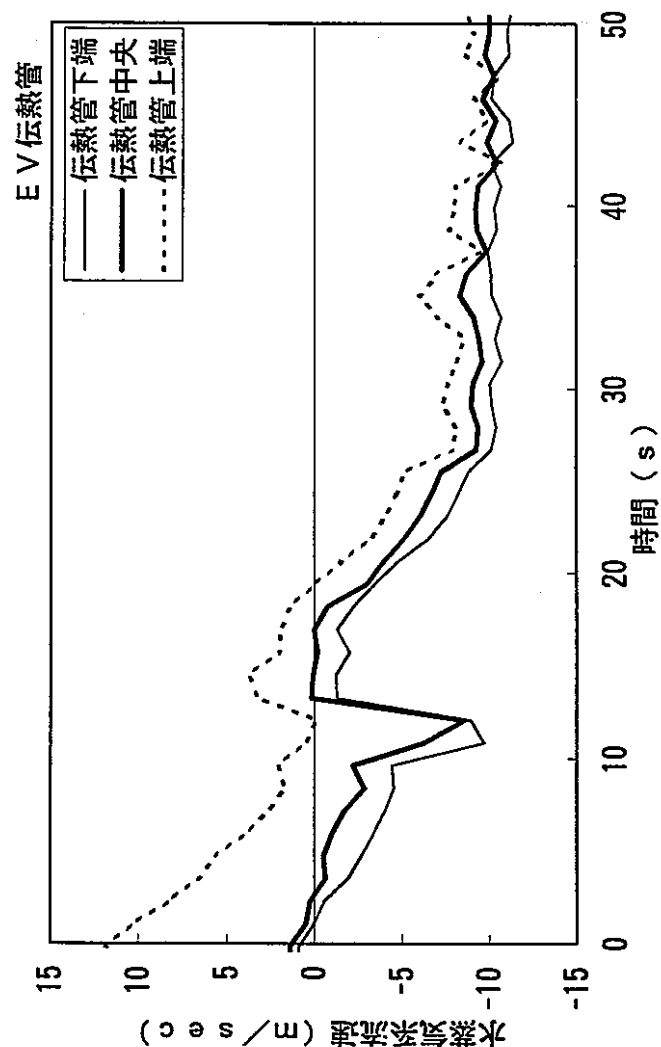


図 4.2-4 (3/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: Schrock Grossman)

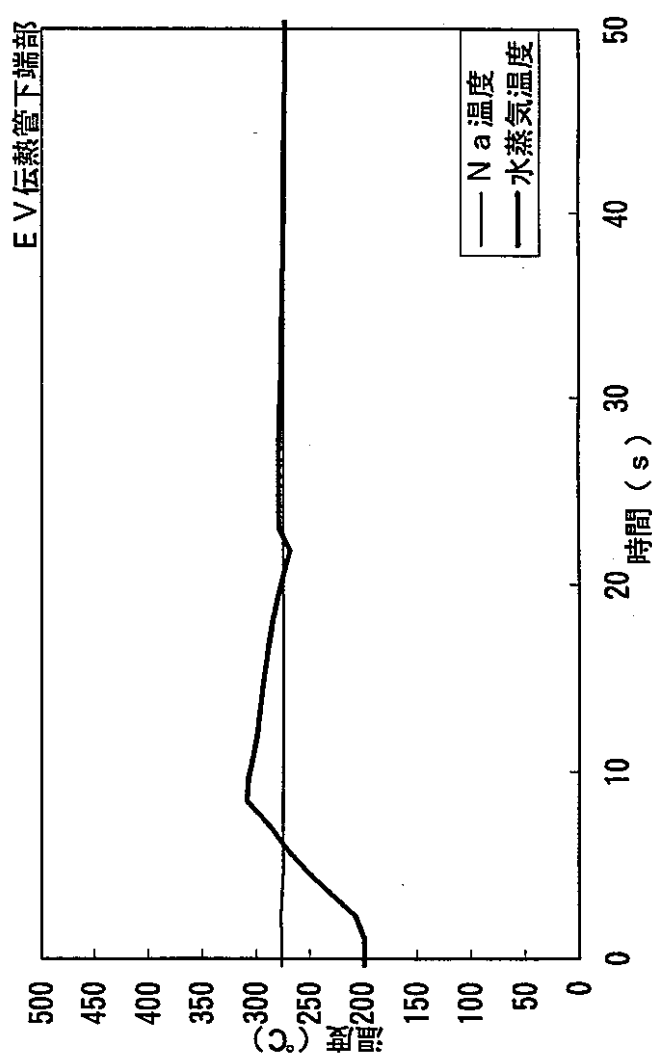
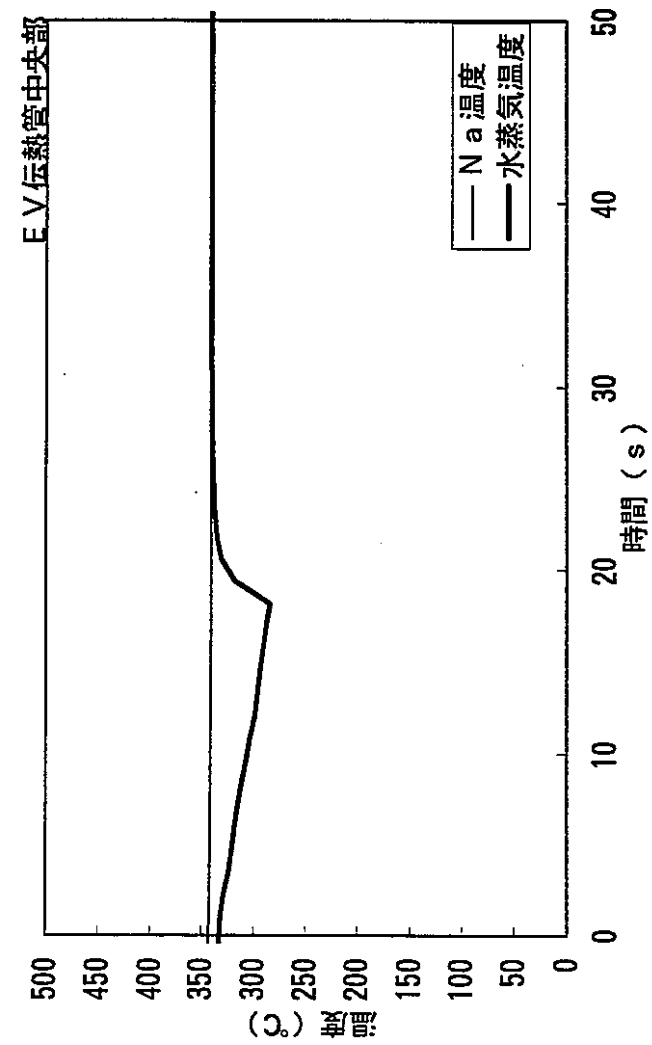
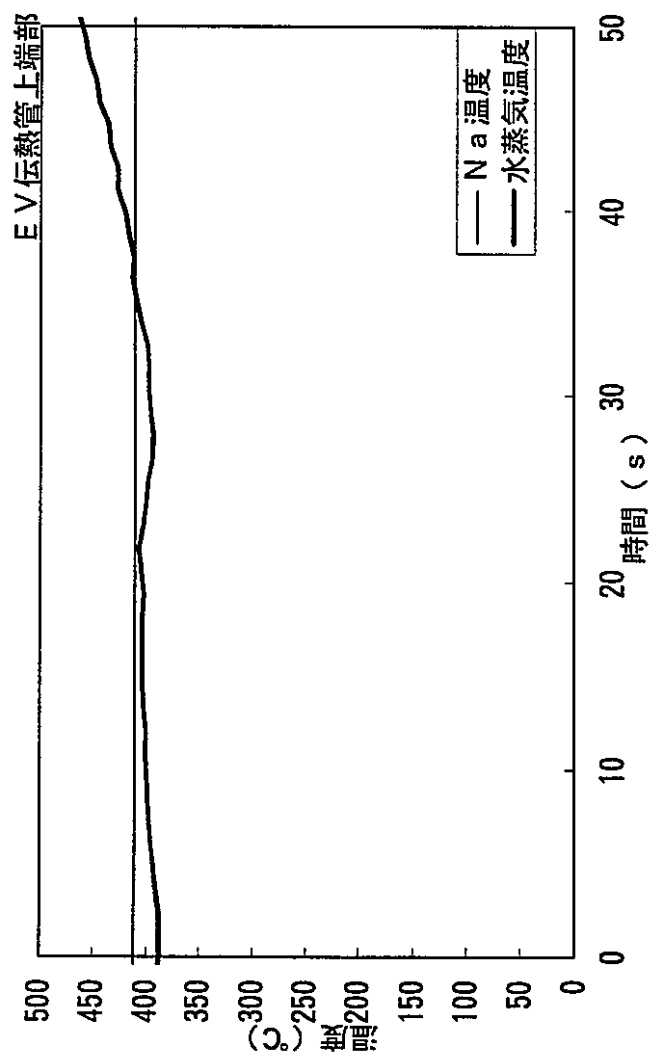


図 4.2-4 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: Schrock Grossman)

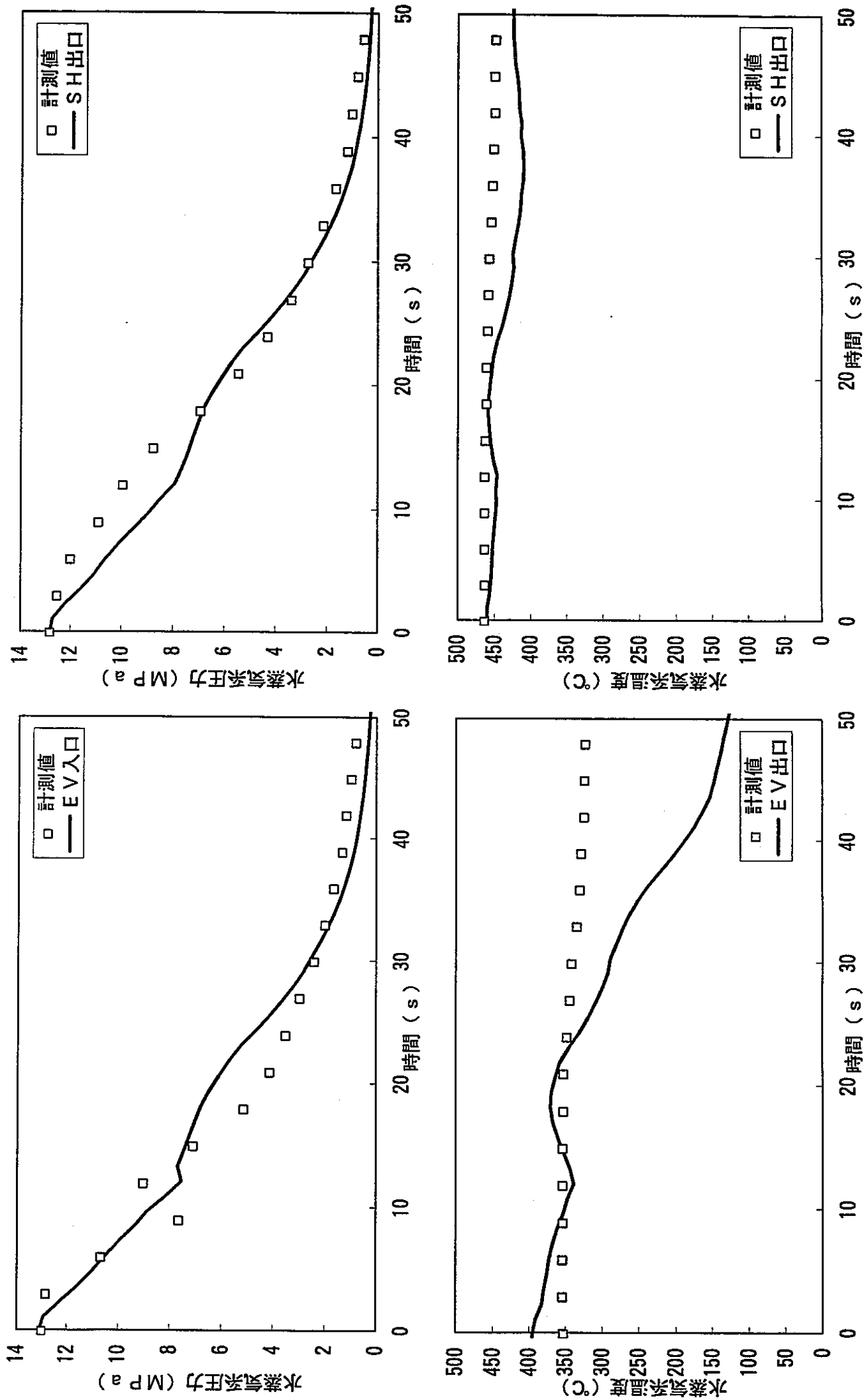


図 4.2-5 (1/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: Bishop)

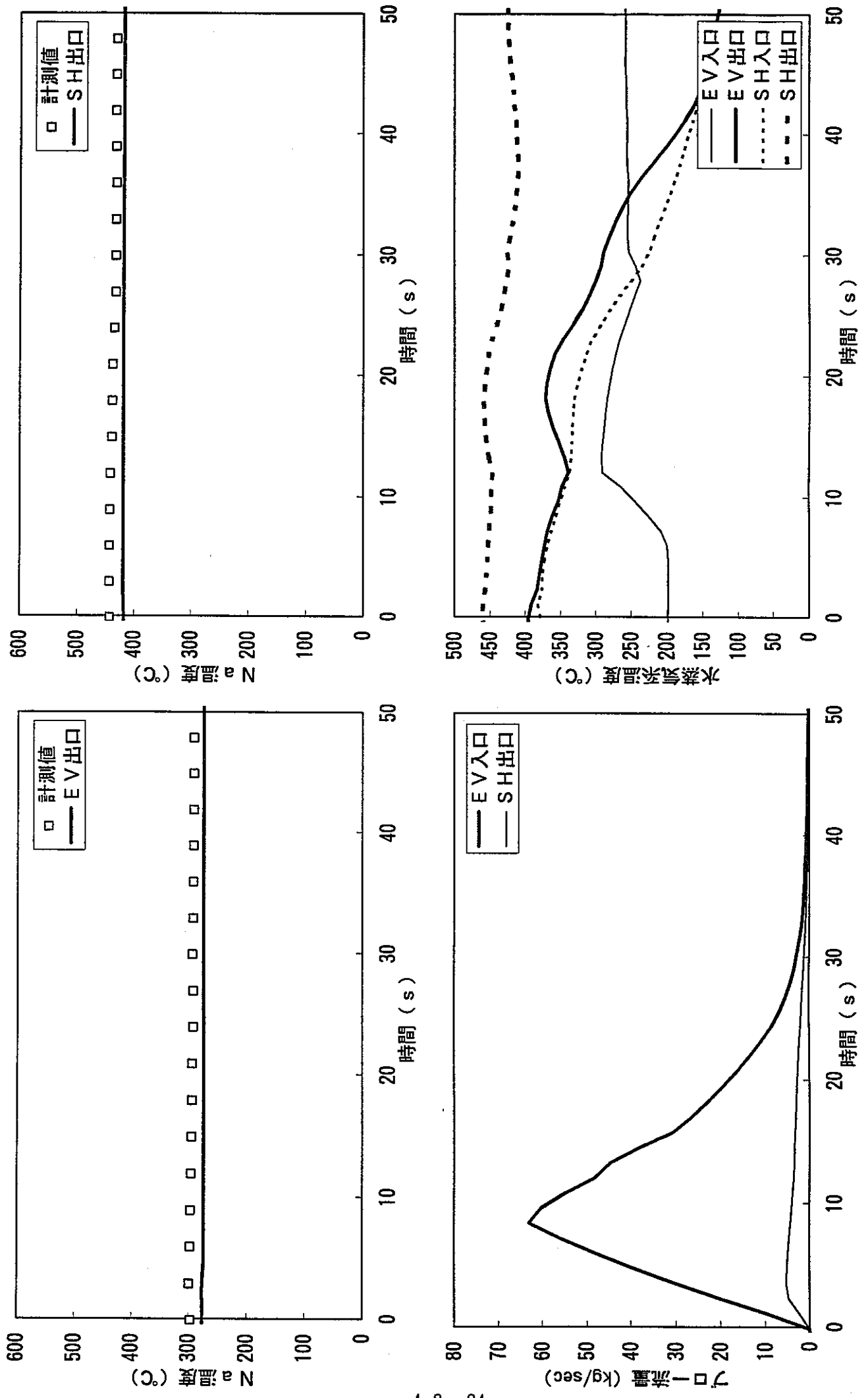


図 4.2-5 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: Bishop)

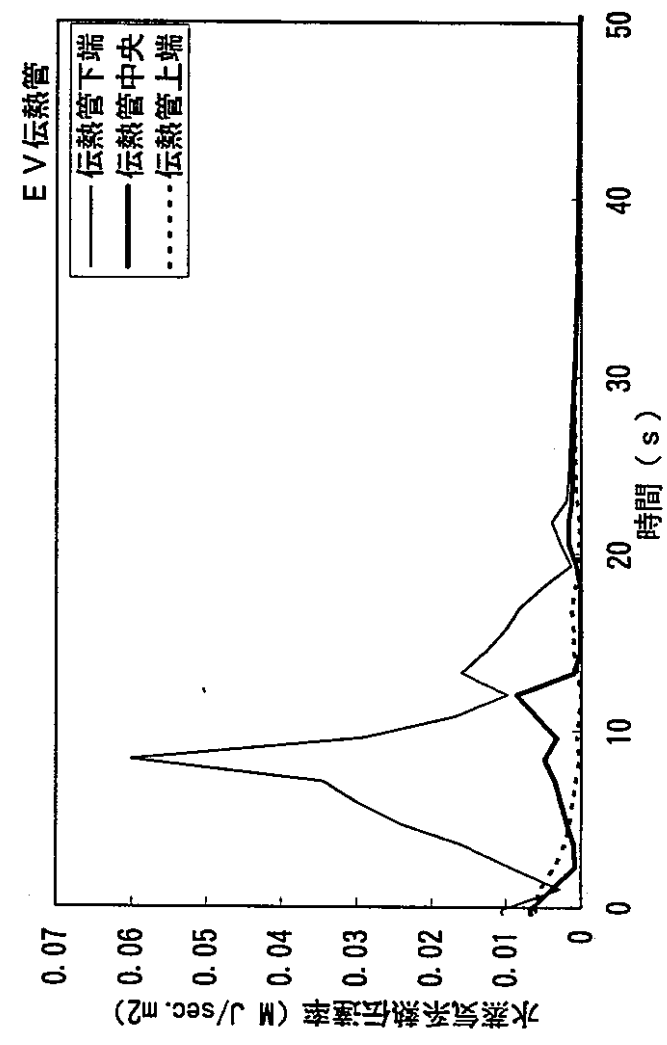
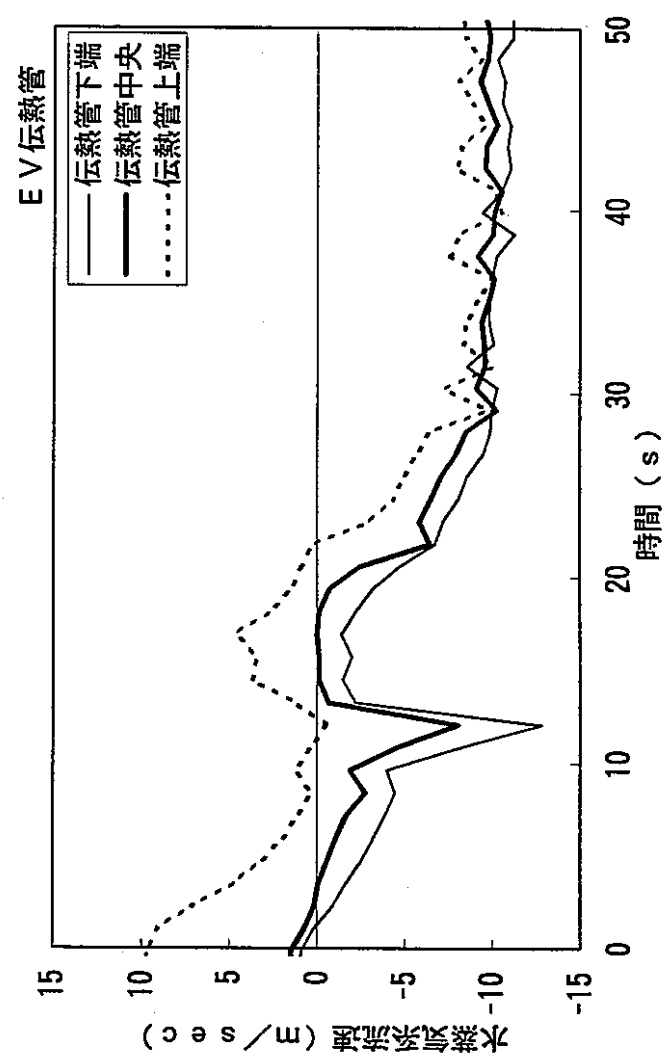
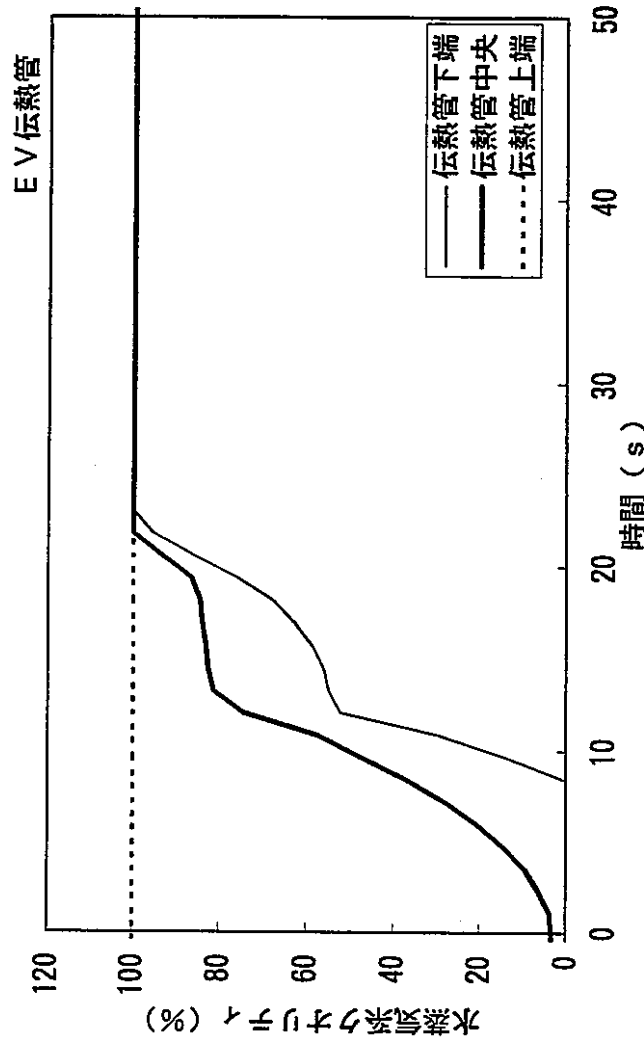
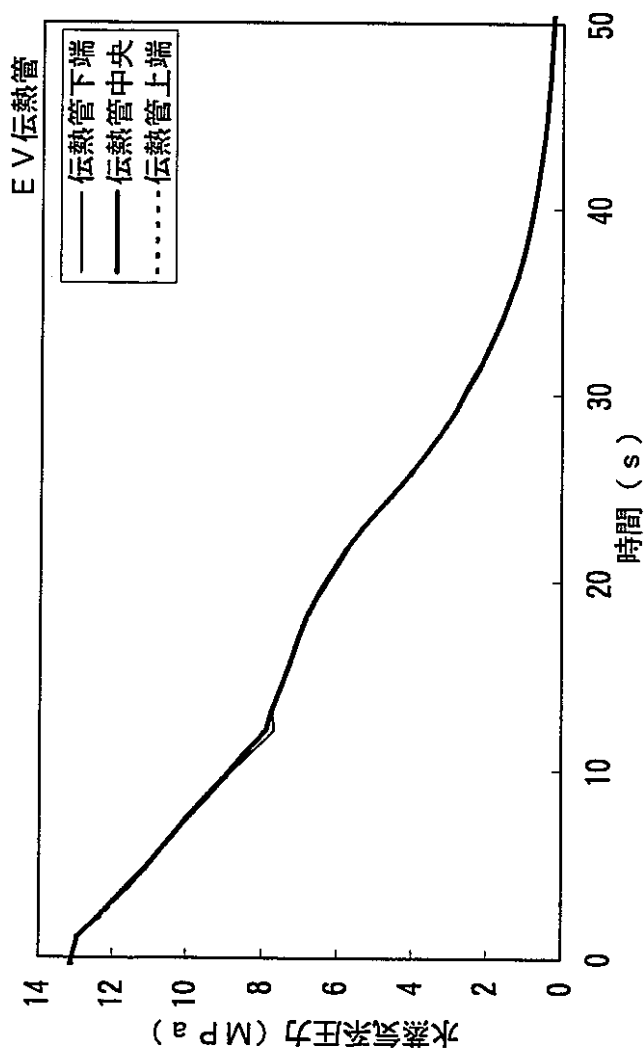
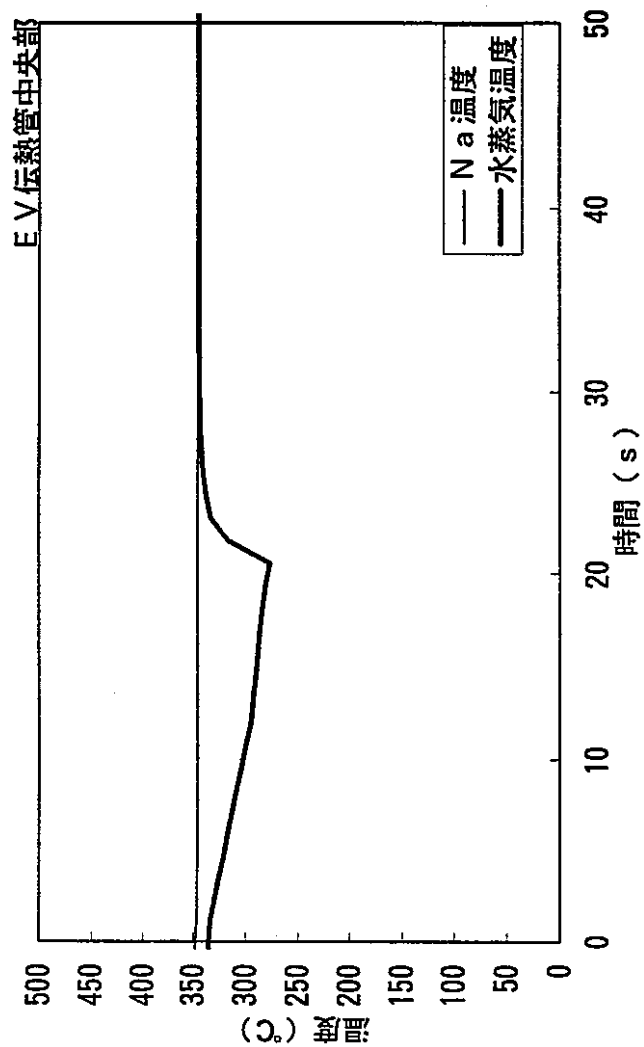
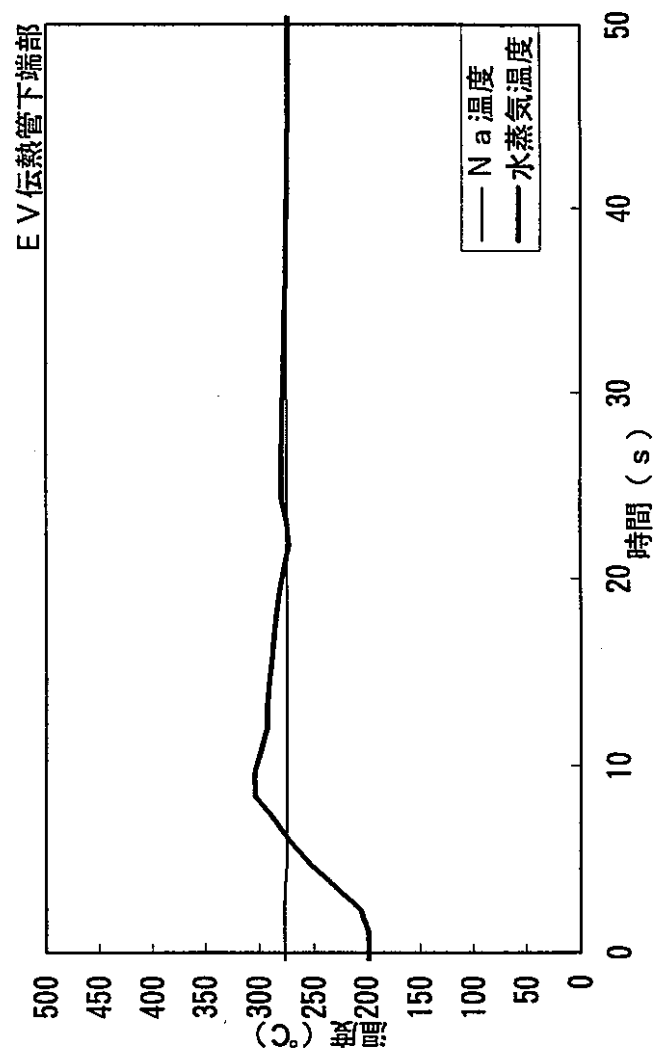
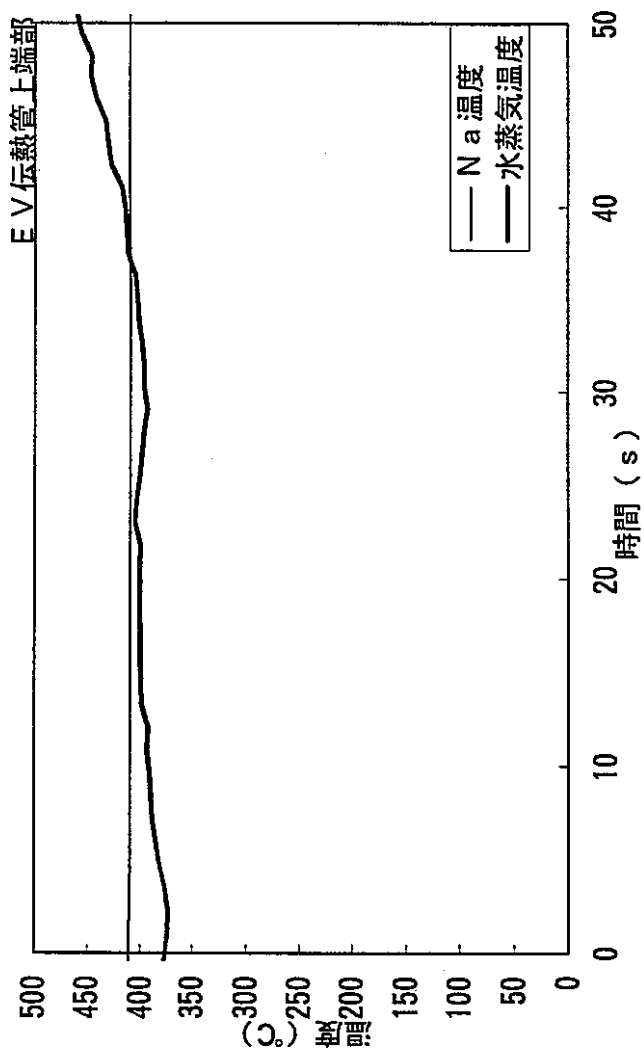


図 4.2-5 (3/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: Bishop)



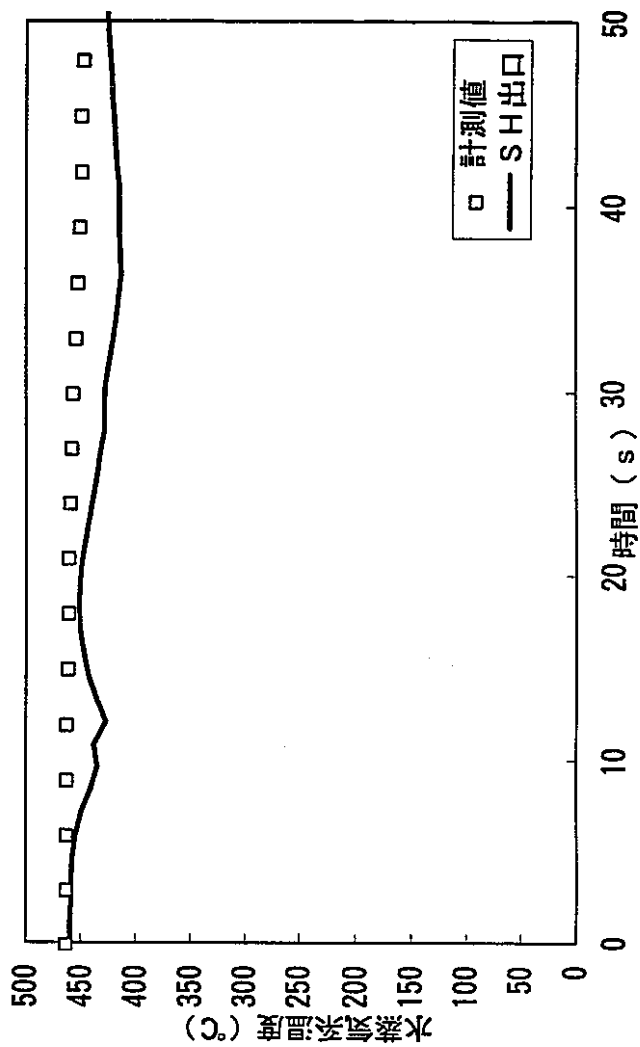
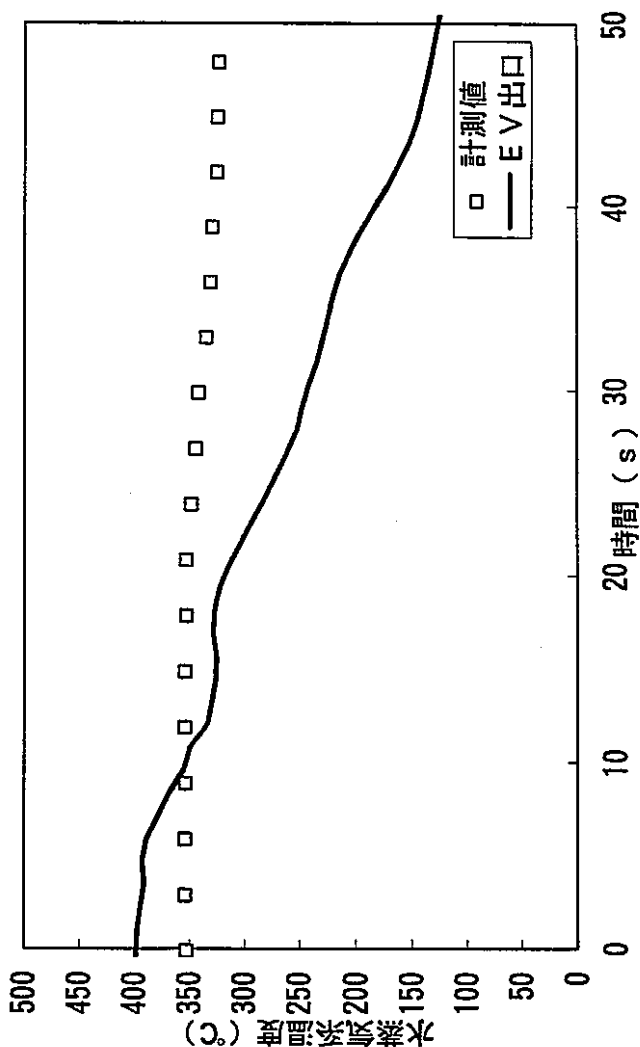
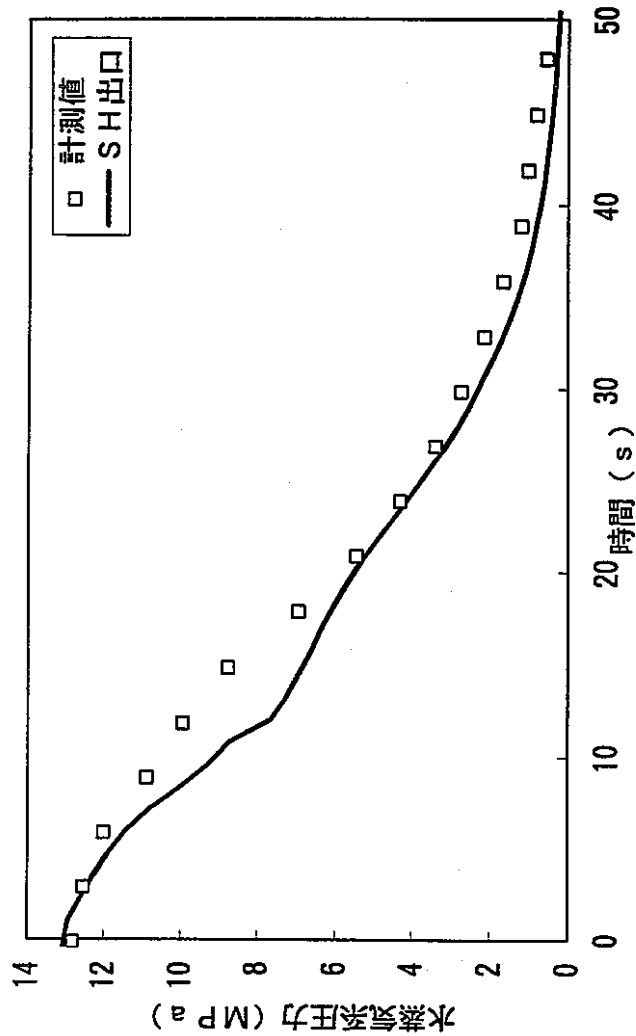
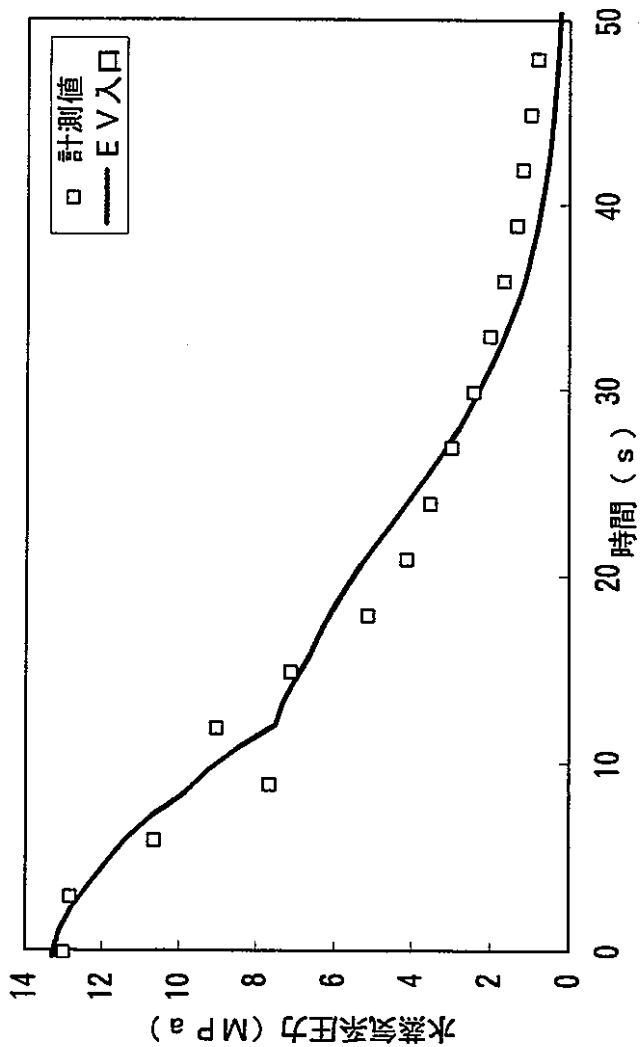


図 4.2-6 (1/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オブション: 修正Bromley)

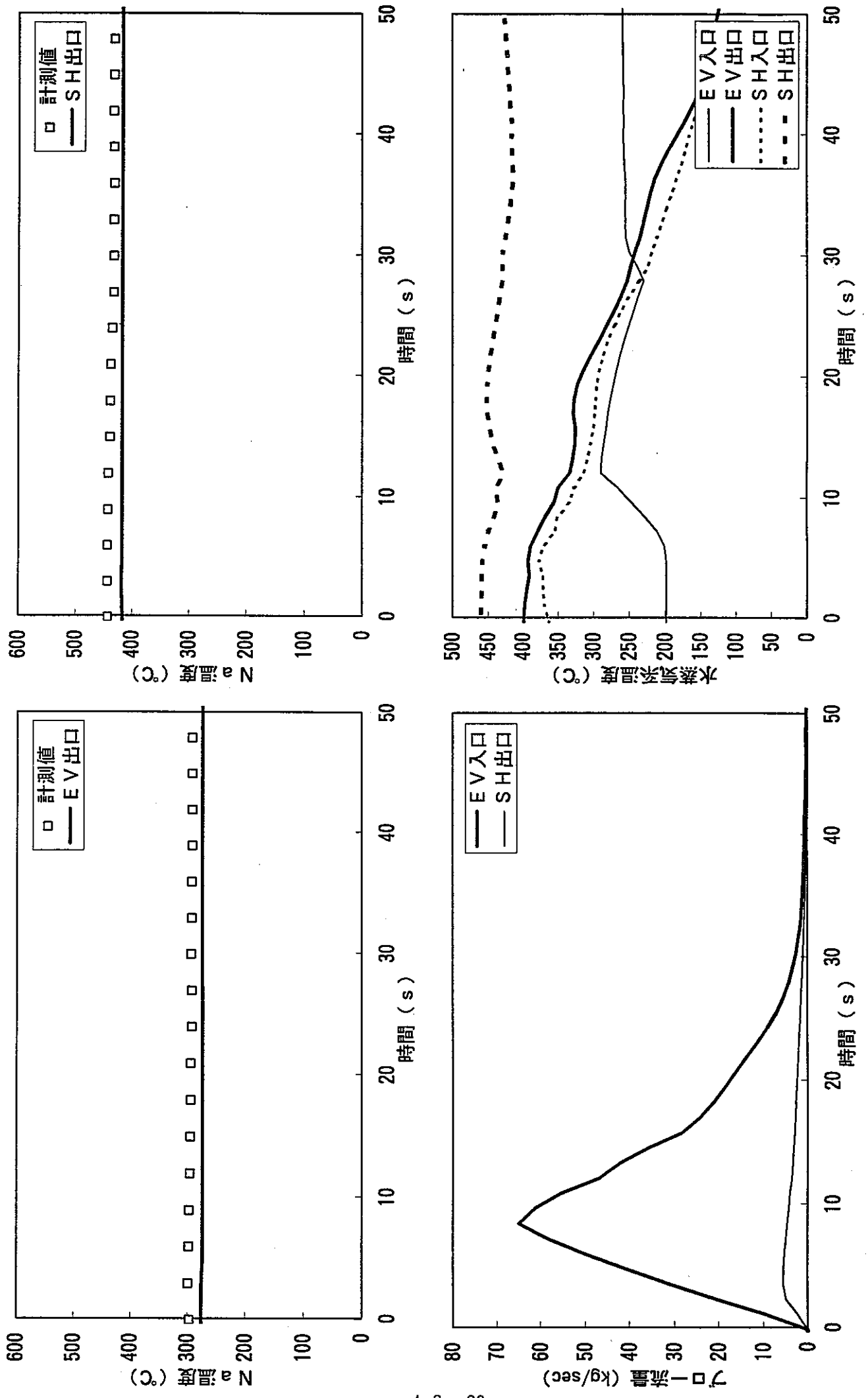


図 4.2-6 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: 修正Bromley)

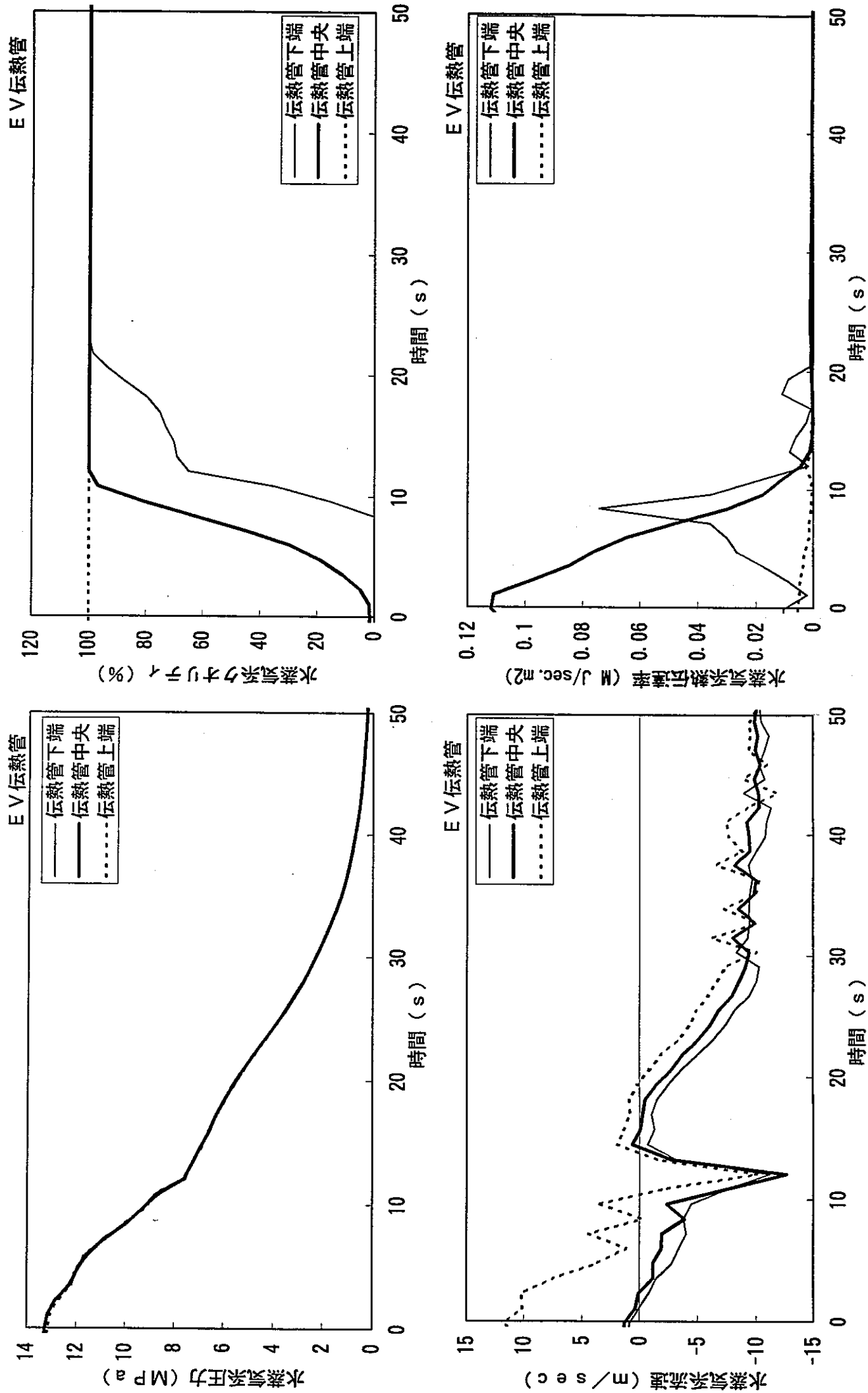


図 4.2-6 (3/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: 修正Bromley)

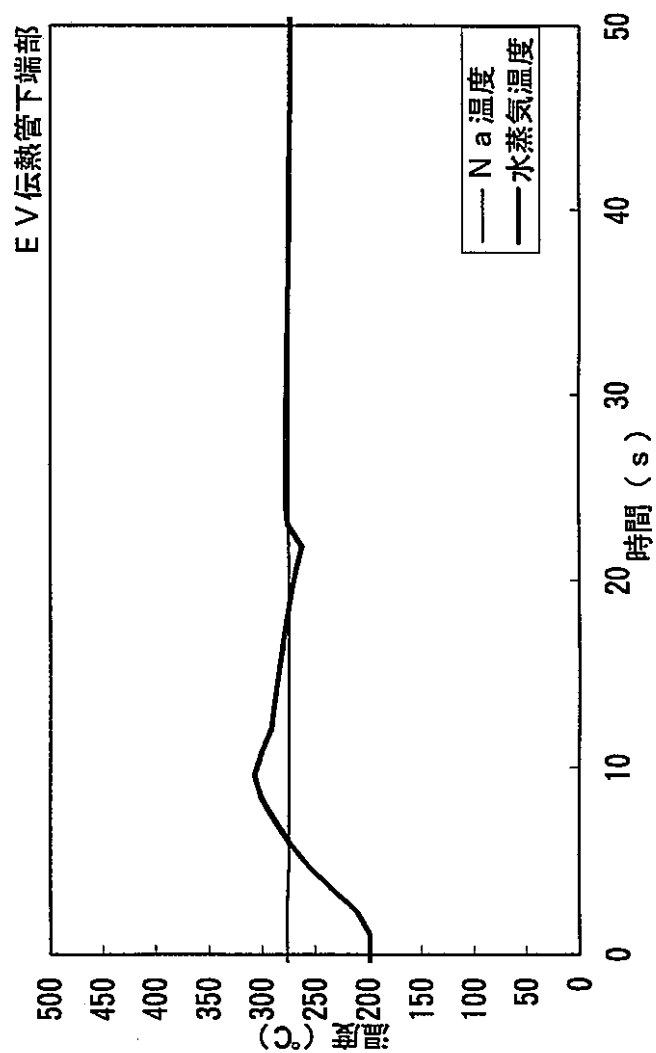
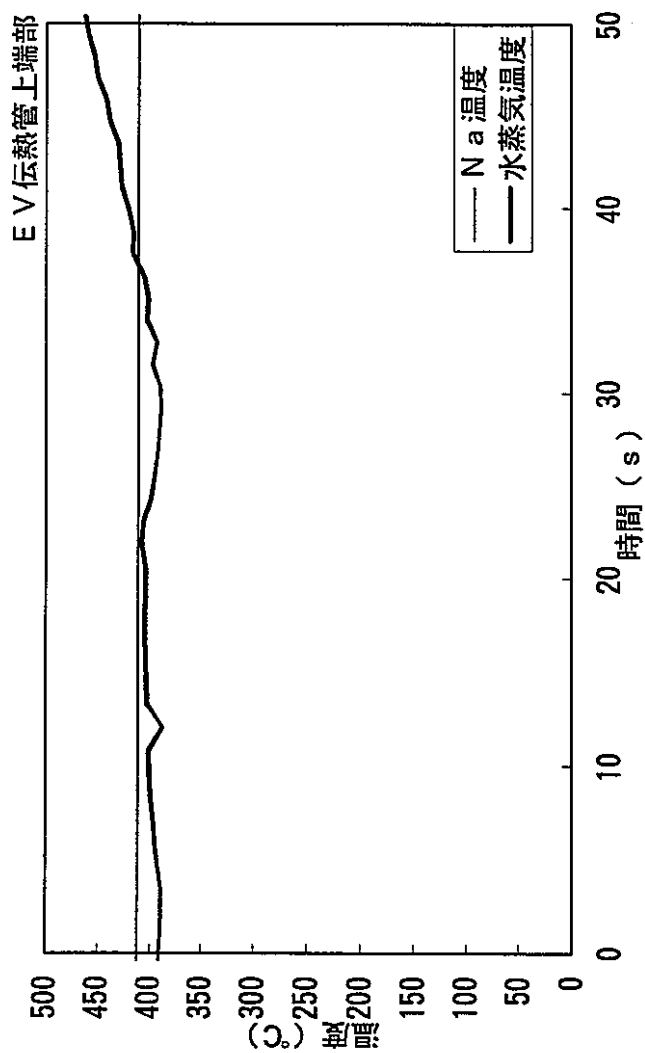
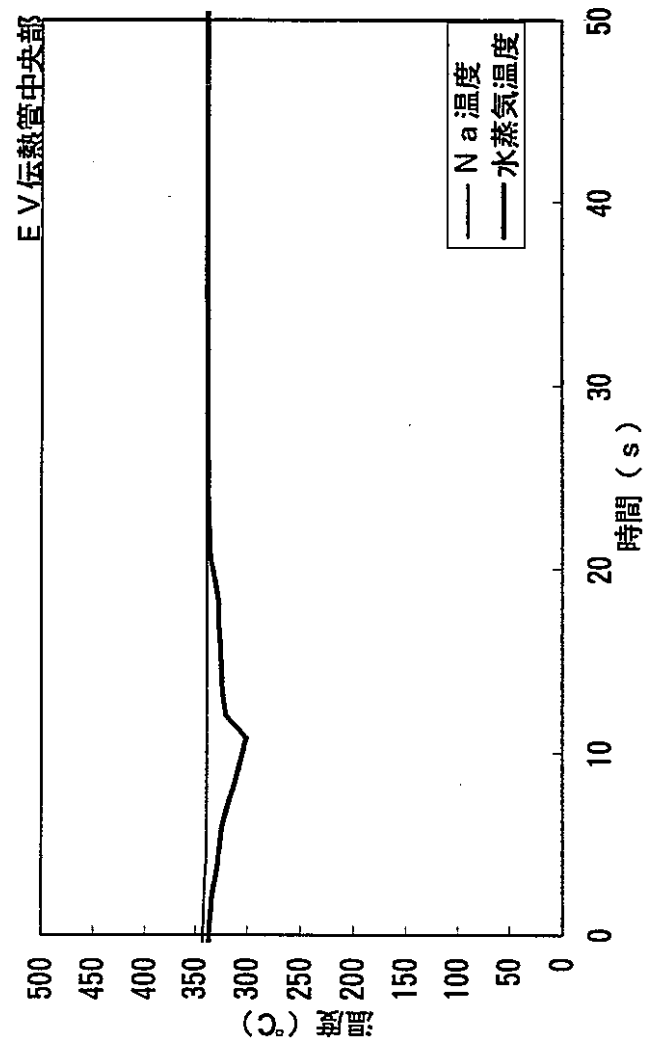


図 4.2-6 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (膜沸騰オプション: 修正Bromley)

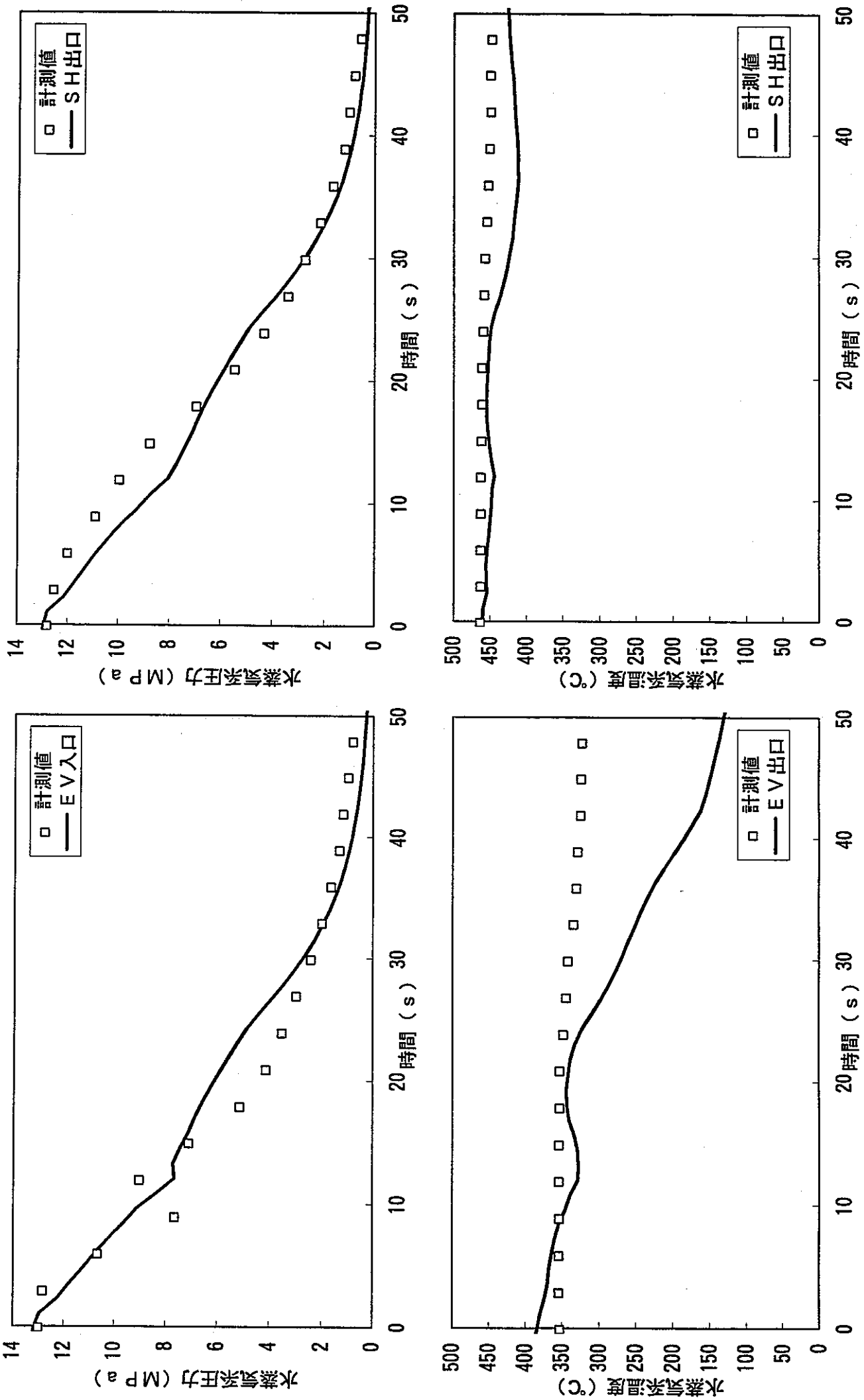


図 4.2-7 (1/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オプシオン: 森・中山)

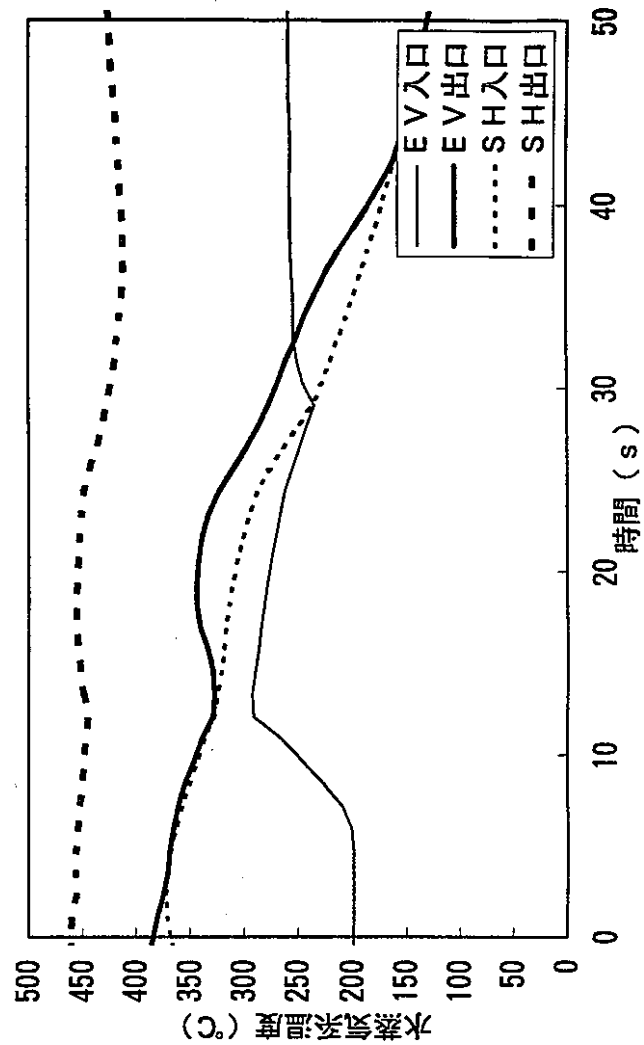
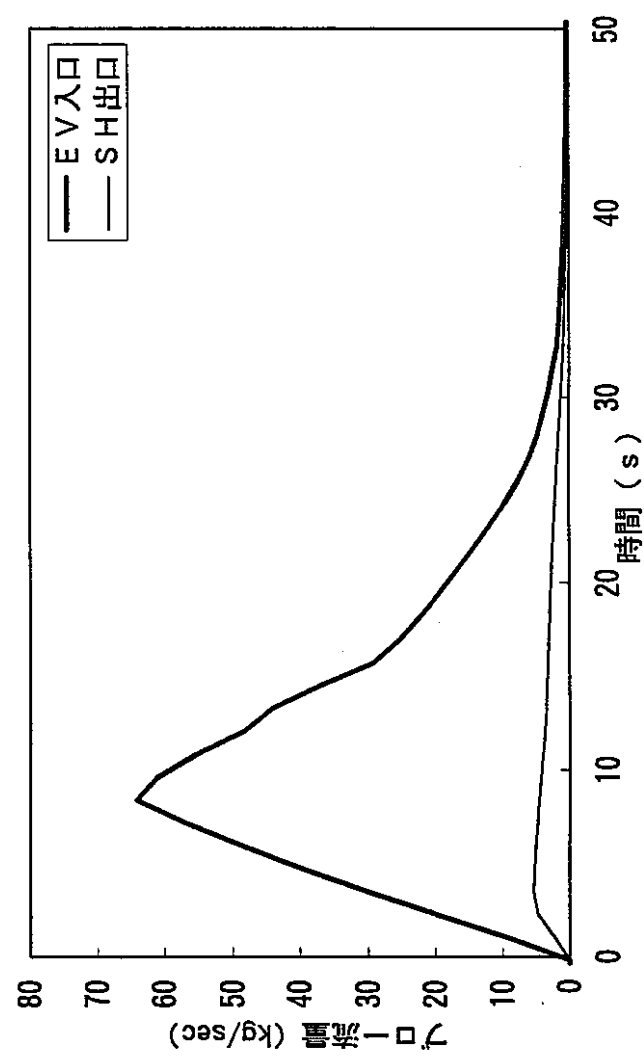
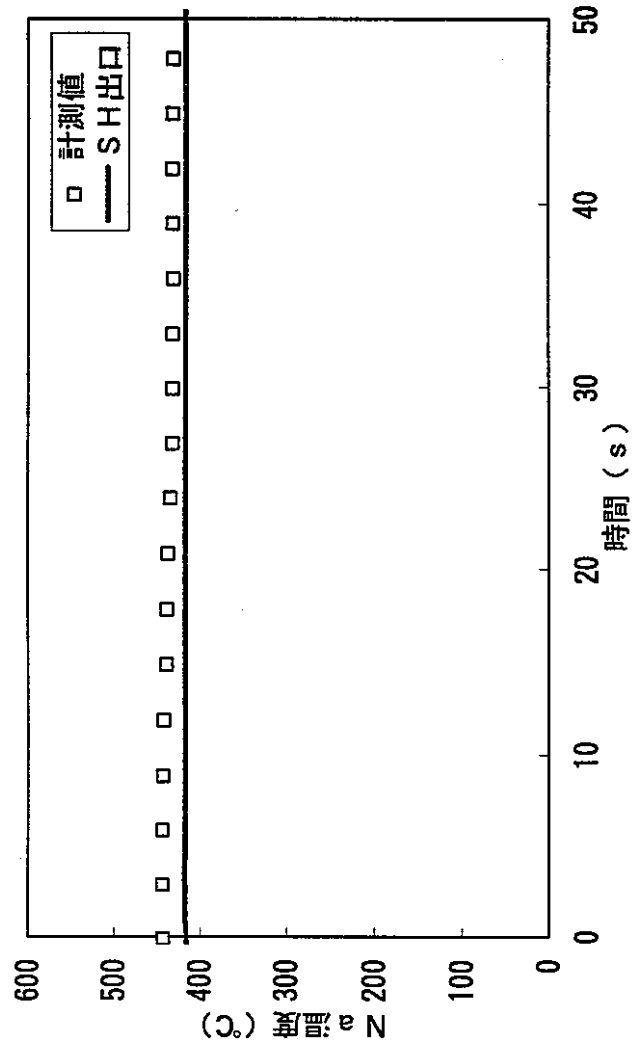
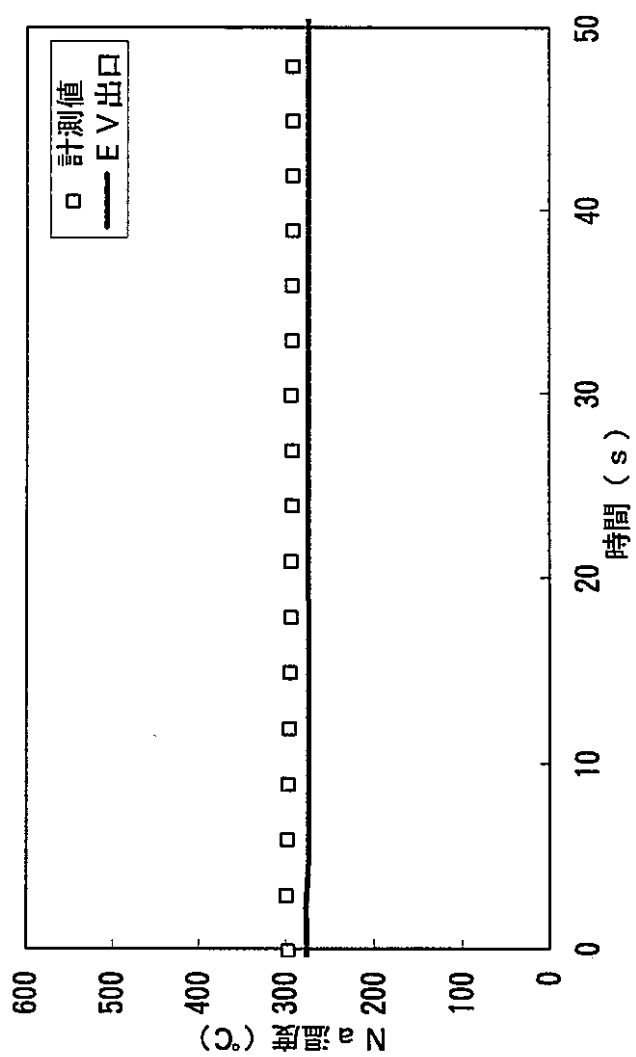
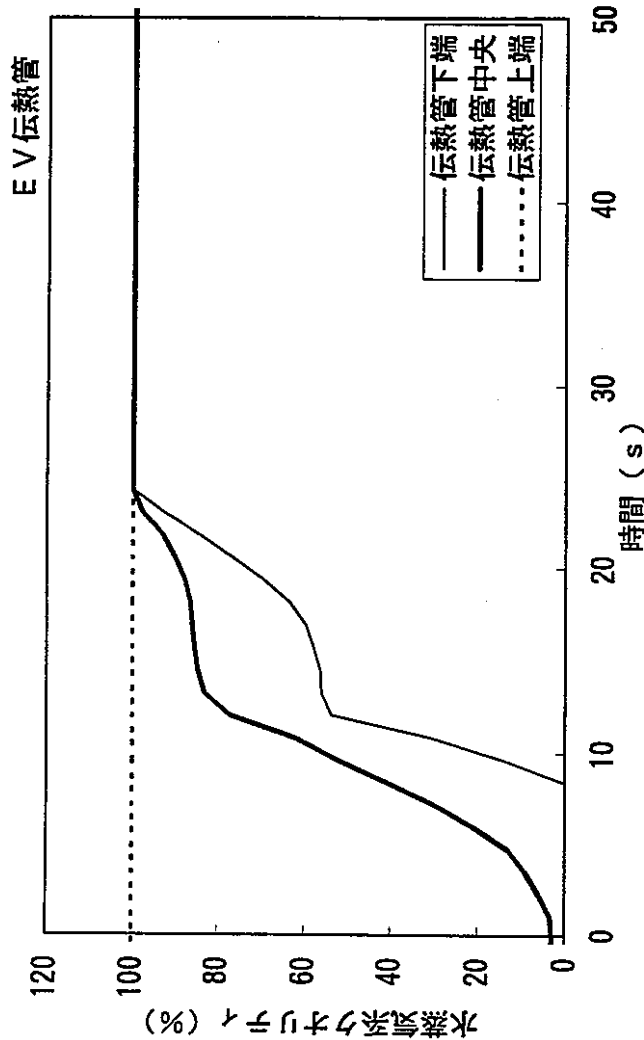
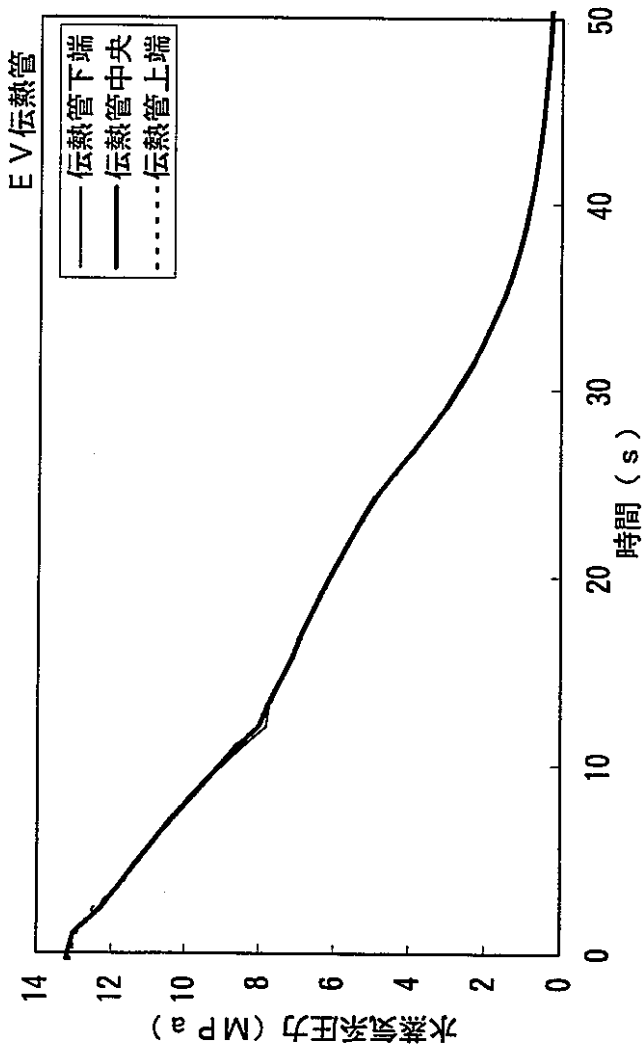


図 4.2-7 (2/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オプシオン: 森・中山)



4.2-33

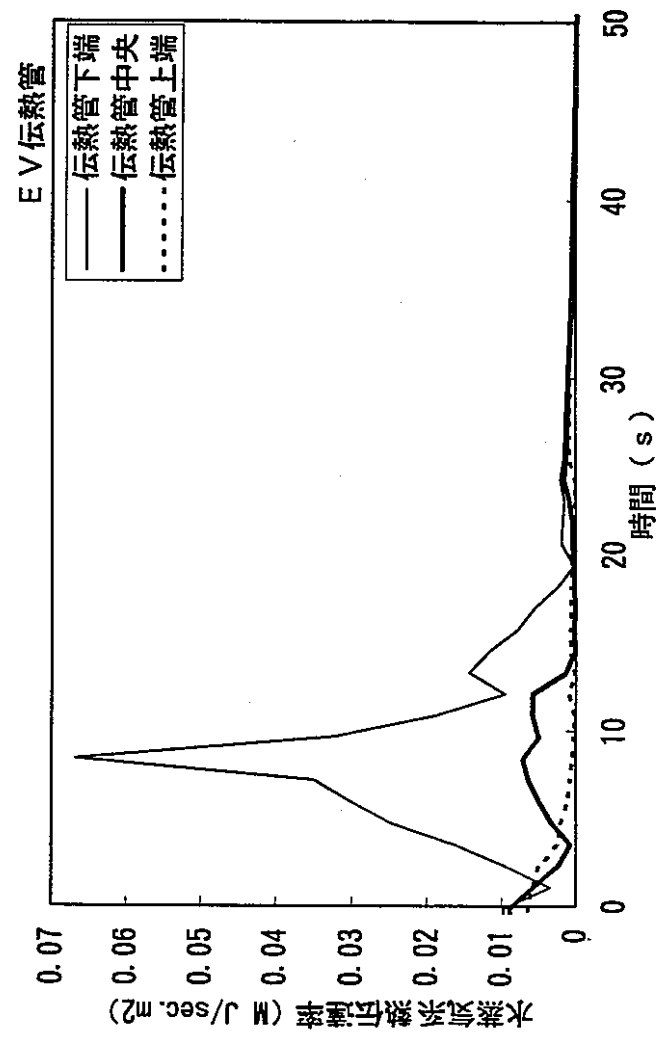
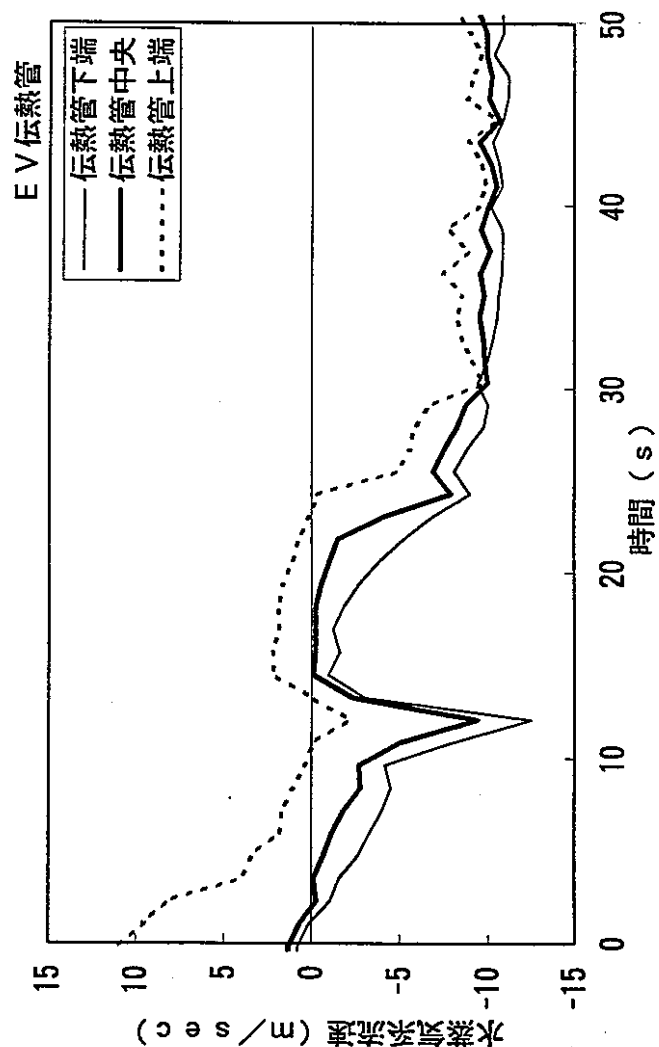


図 4.2-7 (3/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オブション: 森・中山)

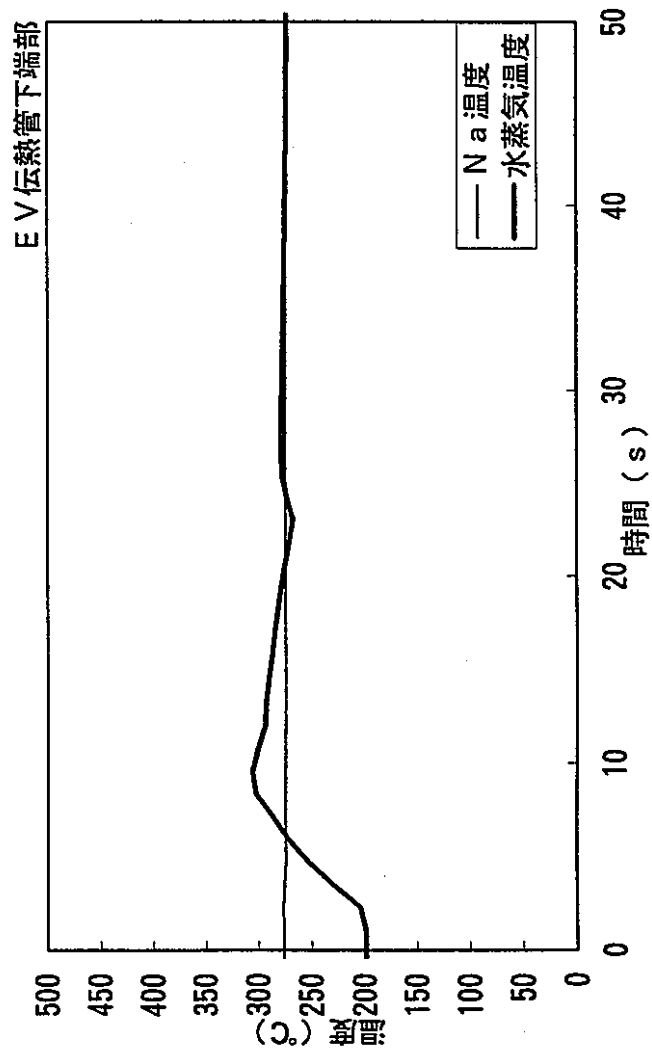
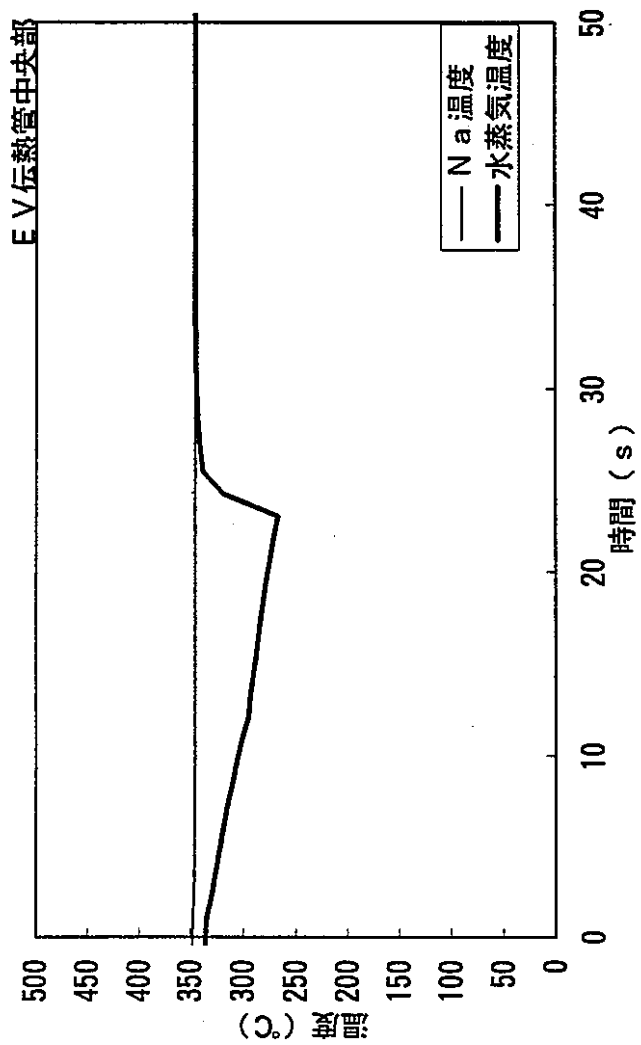
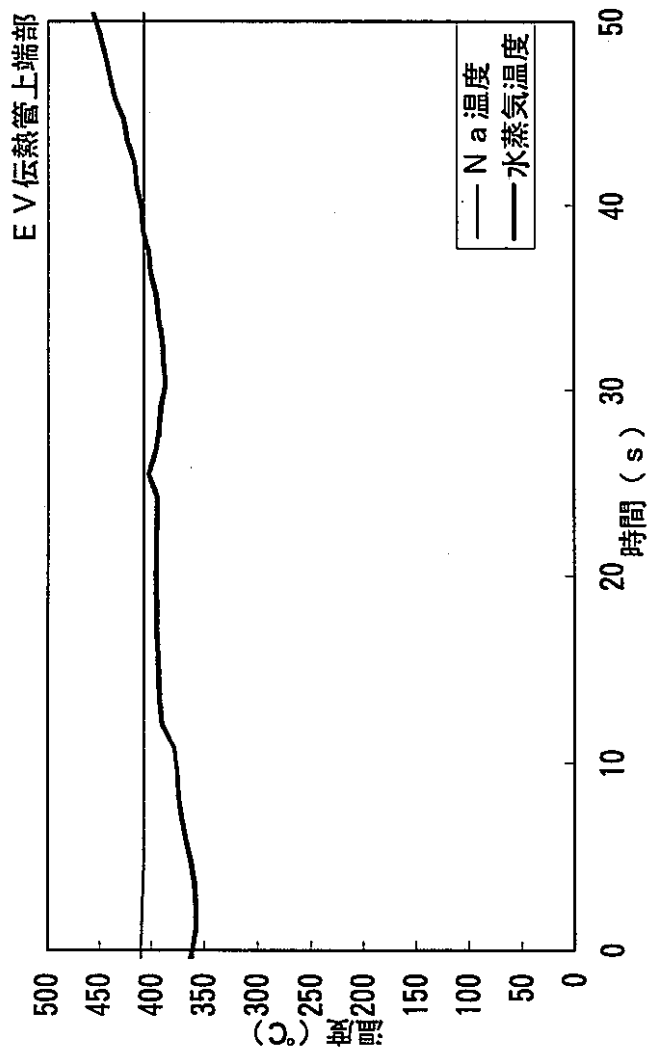


図 4.2-7 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オプション: 森・中山)

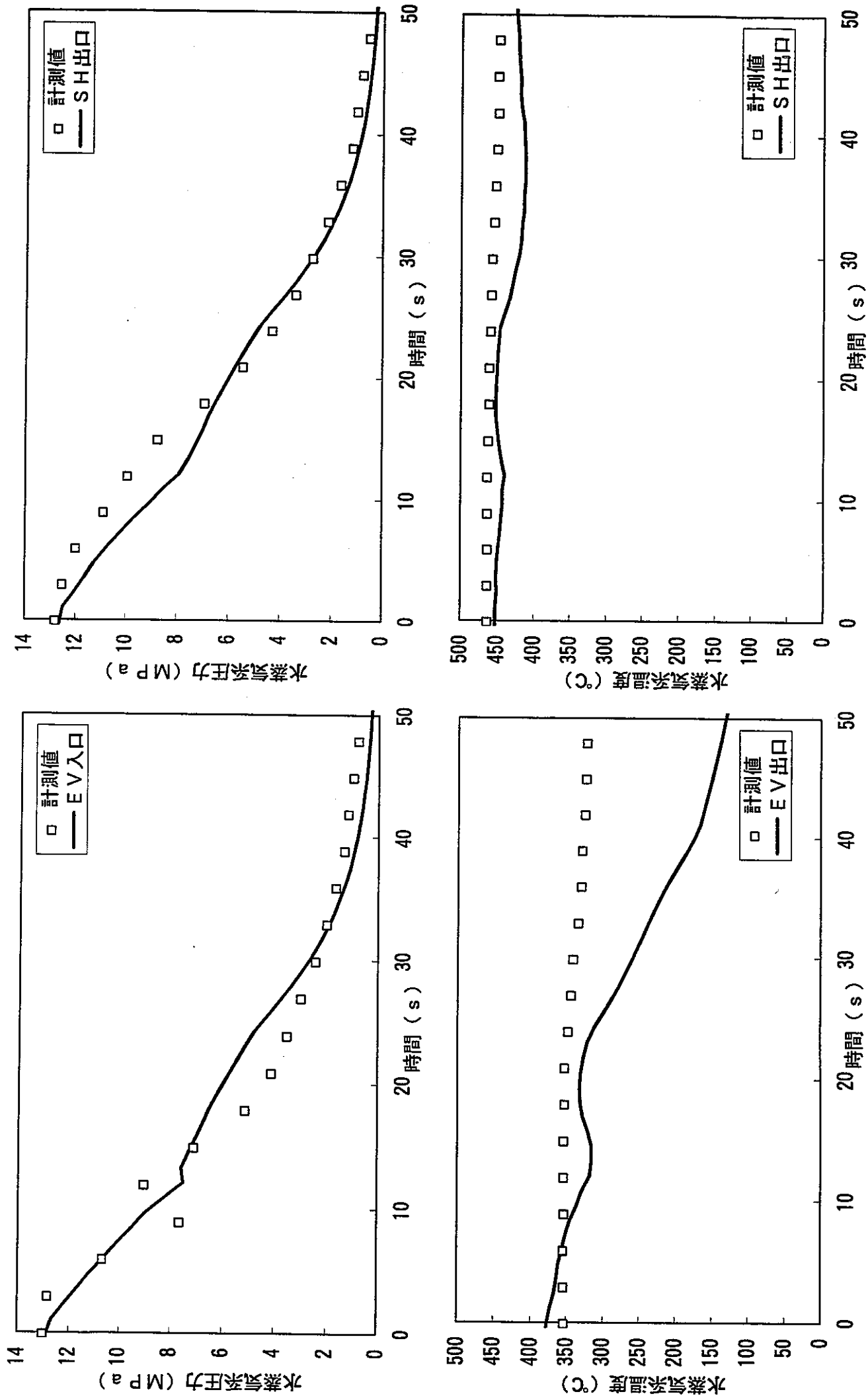
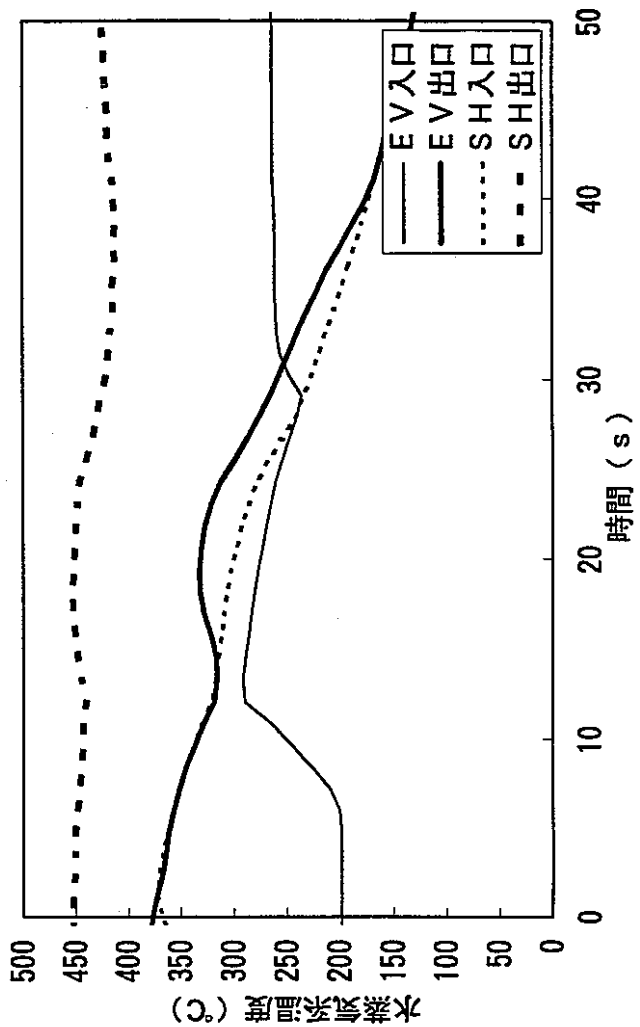
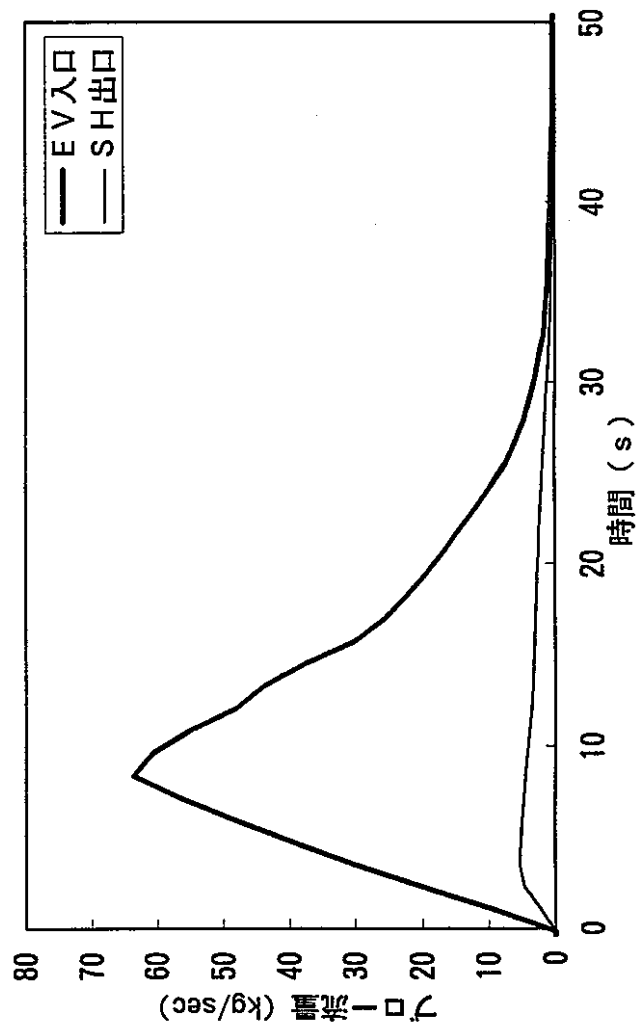
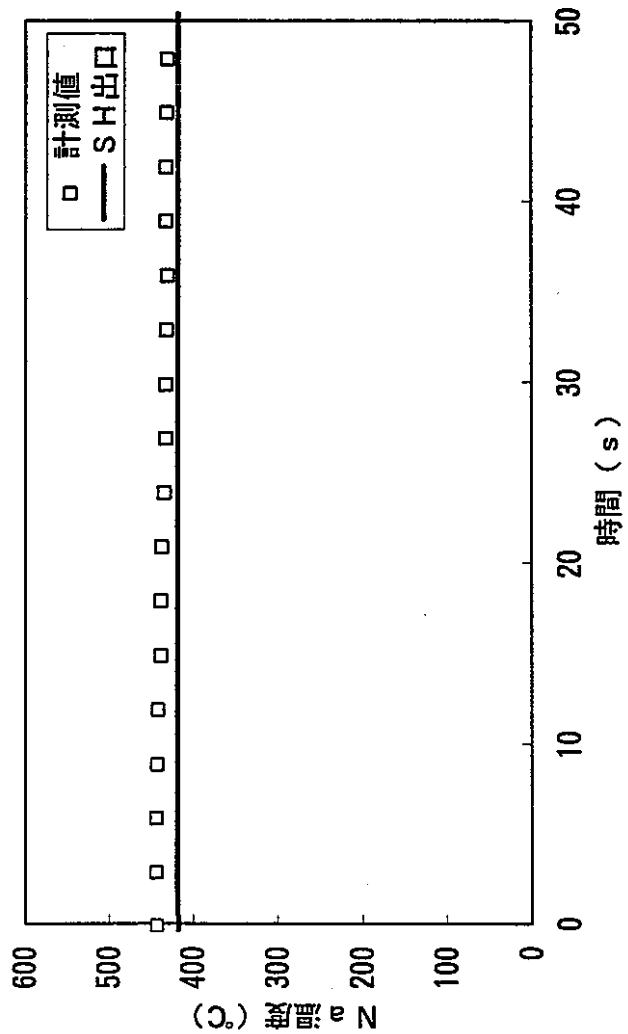
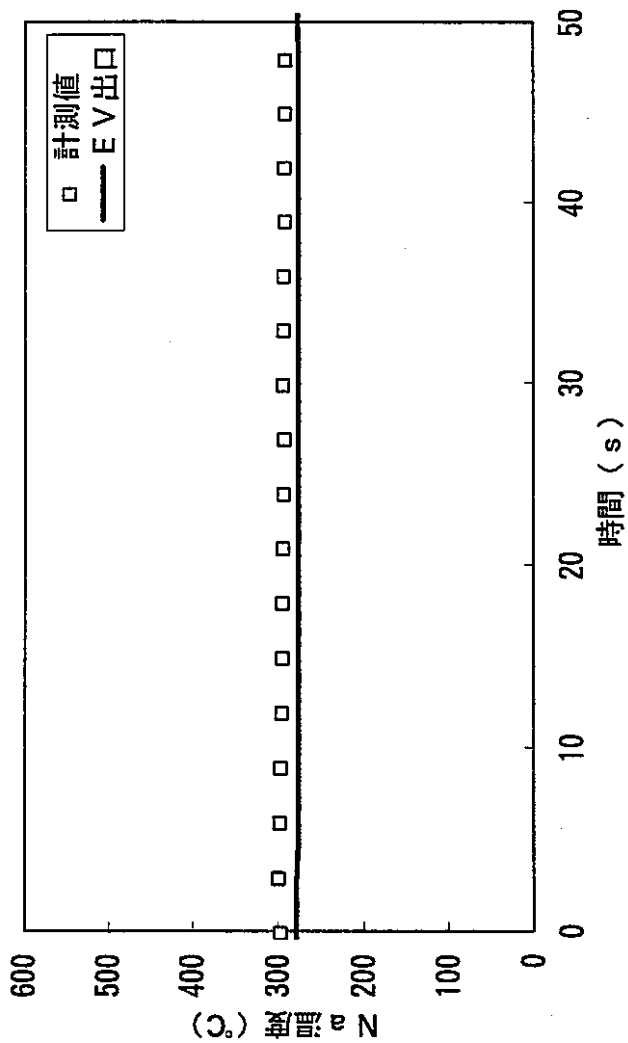


図 4.2-8 (1/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オプシオン: Dittus-Boelter)



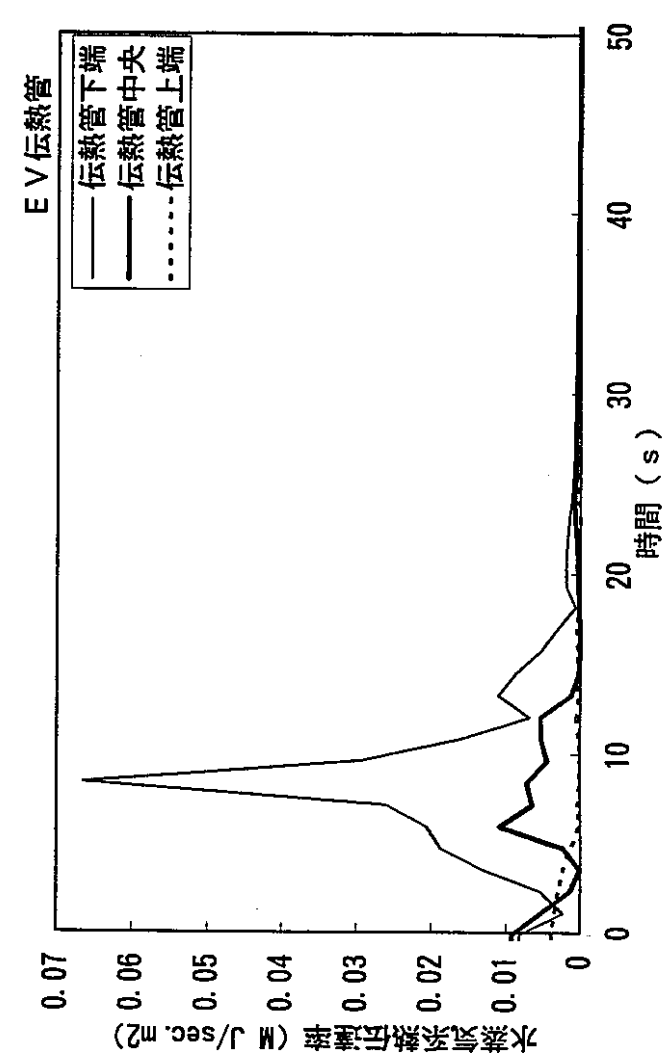
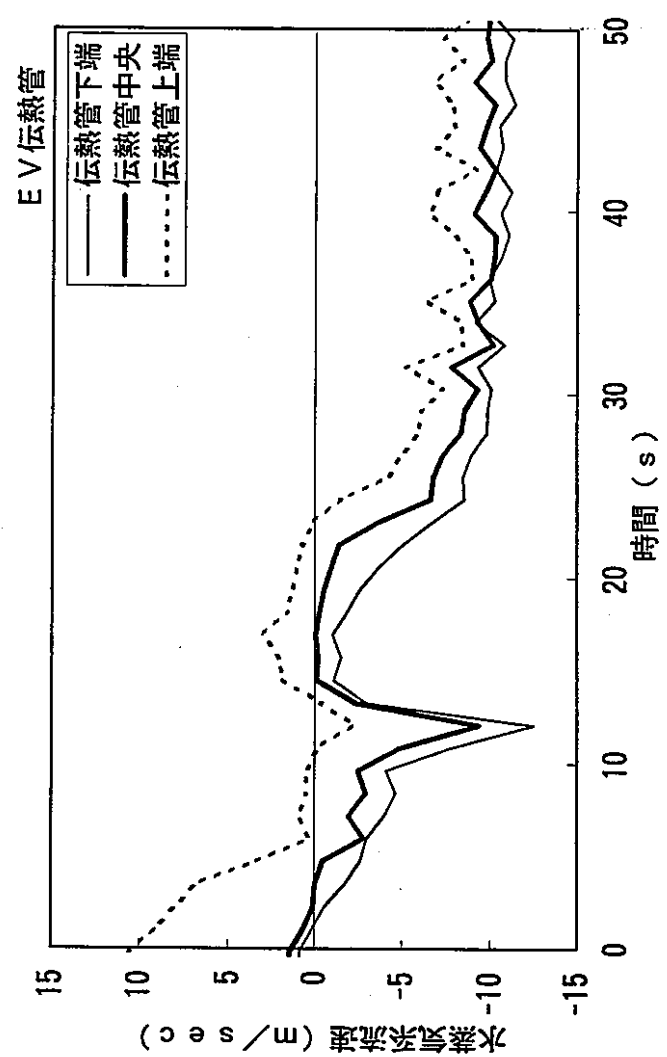
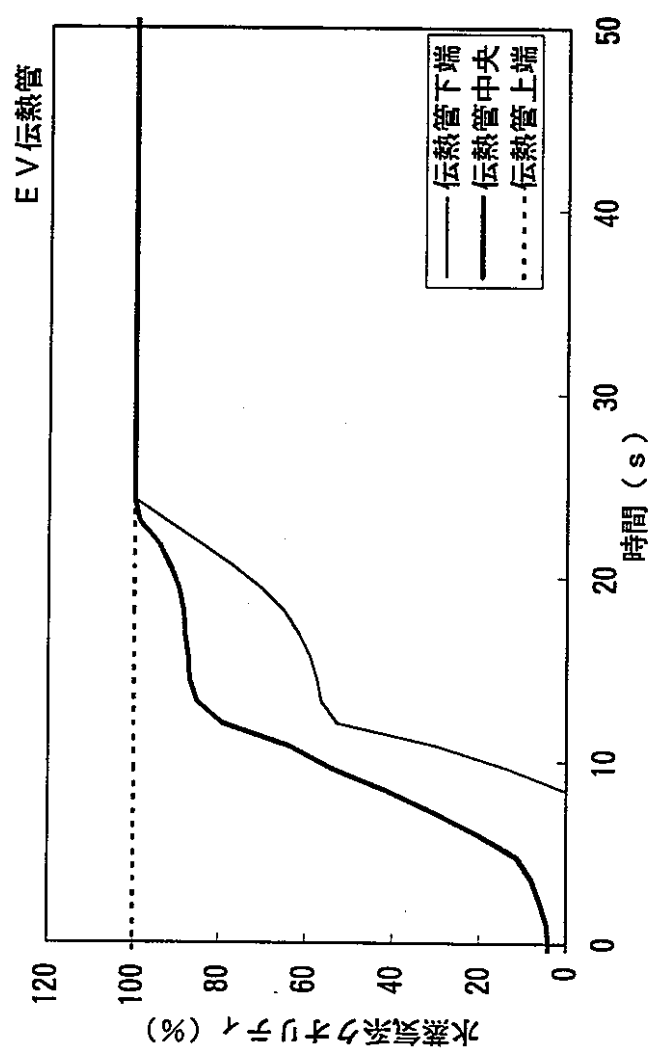
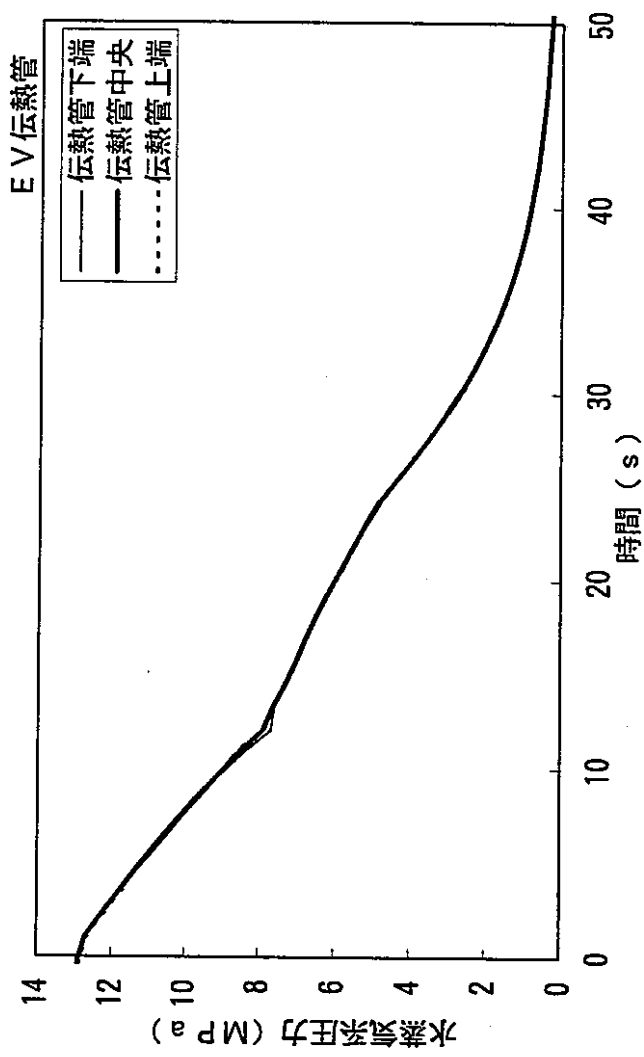


図 4.2-8 (3/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オプシオン: Dittus-Boelter)

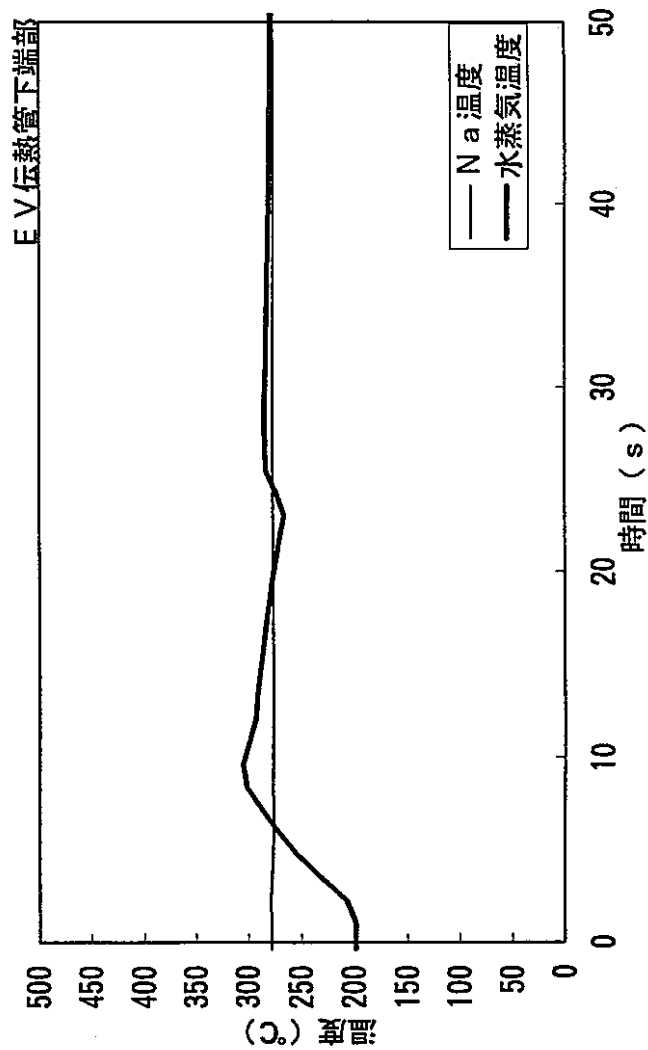
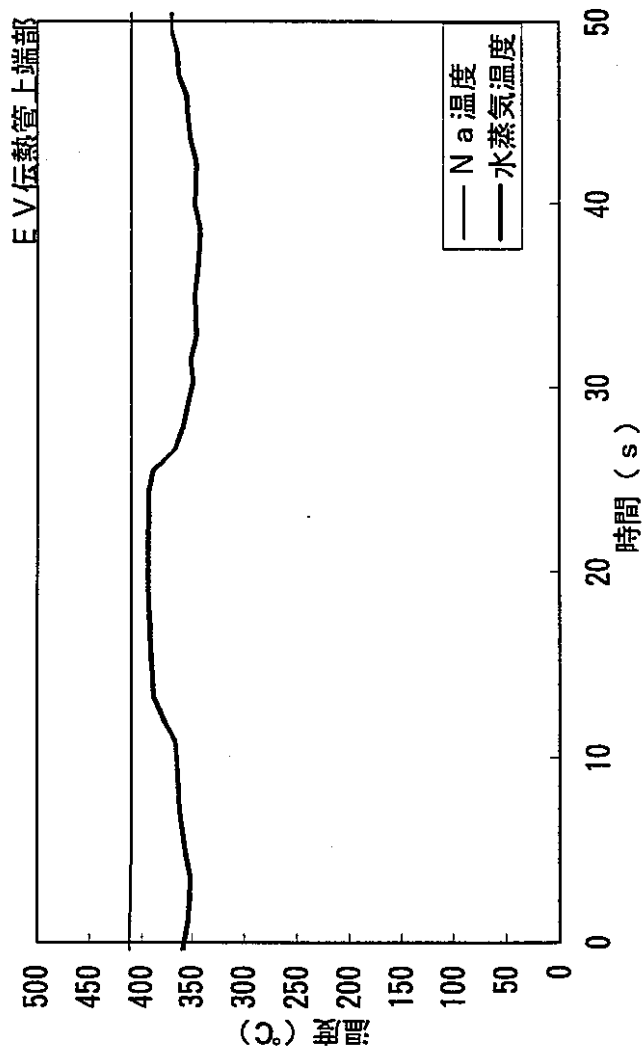
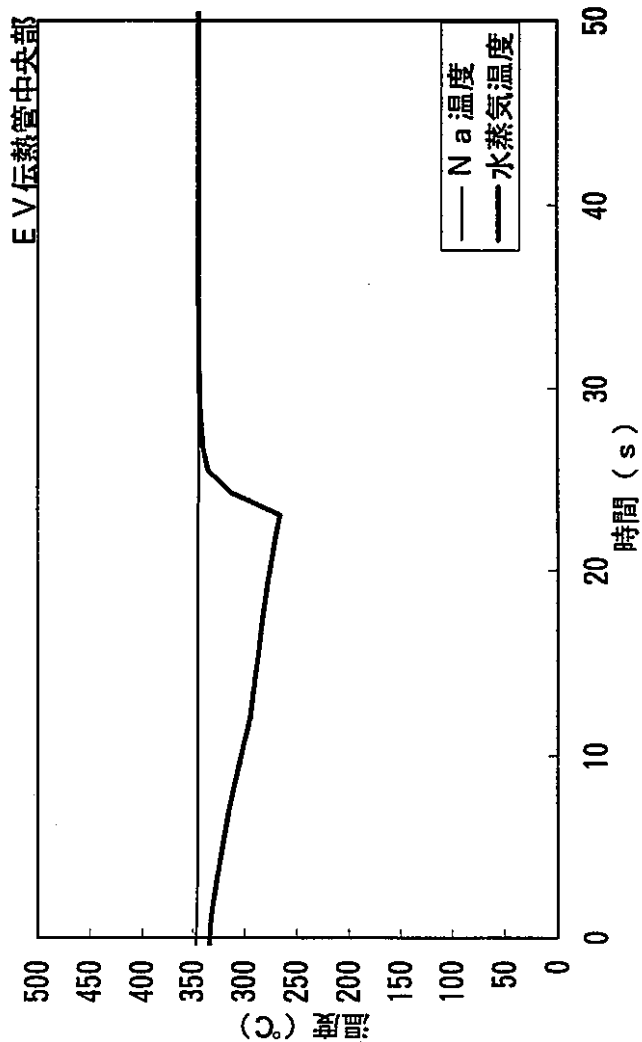


図 4.2-8 (4/4) 熱伝達率のパラメータ解析 (サブクール・過熱蒸気オプション: Dittus-Boelter)

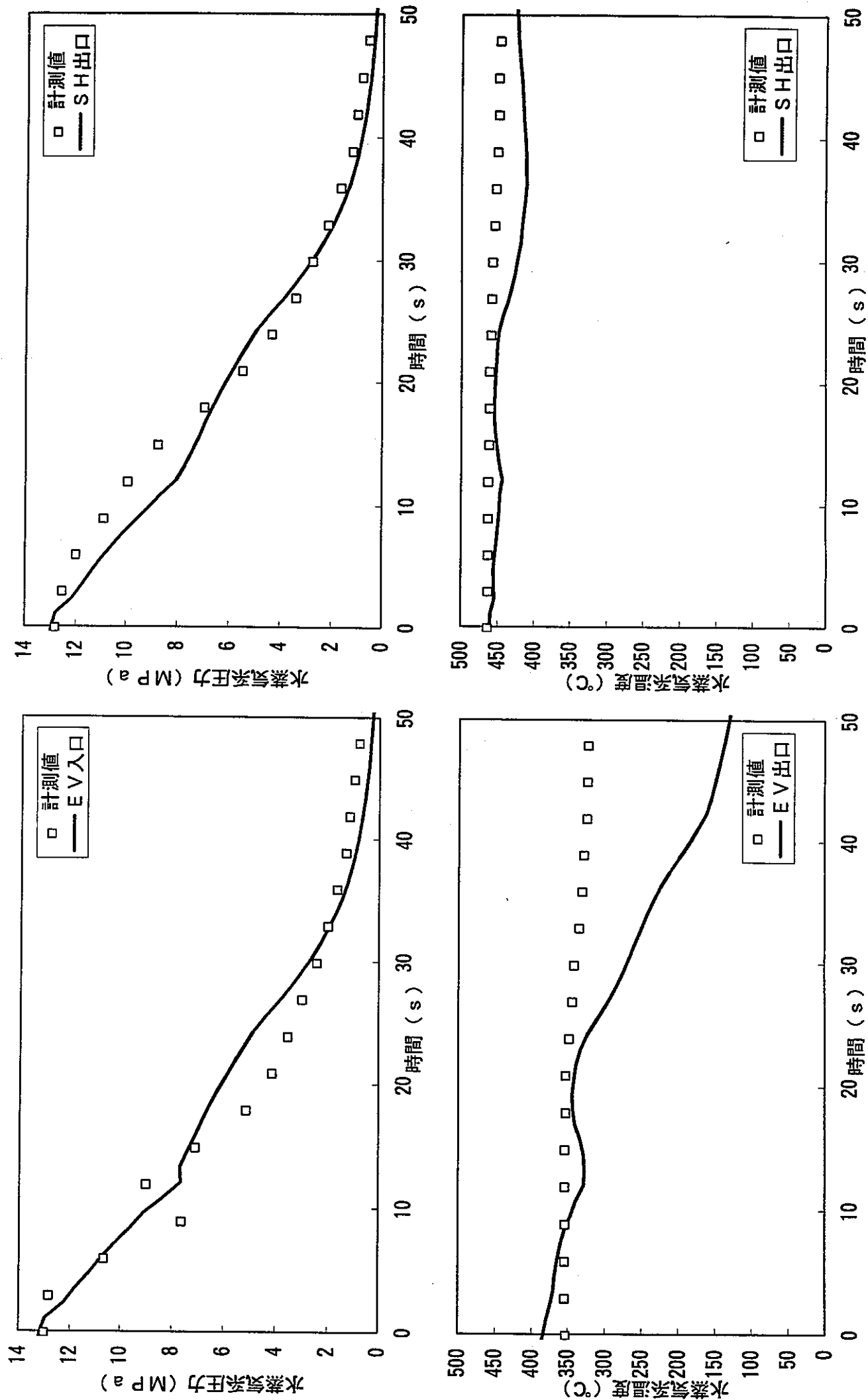


図 4.2-9 (1/4) スリップ相關式オブションパラメータ解析(Smith)

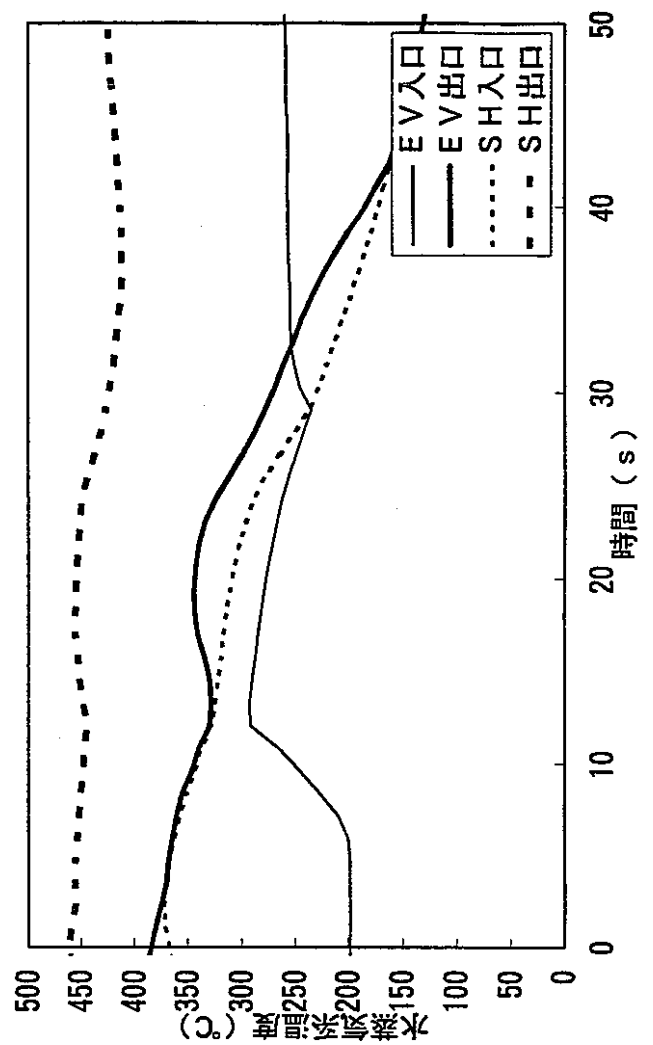
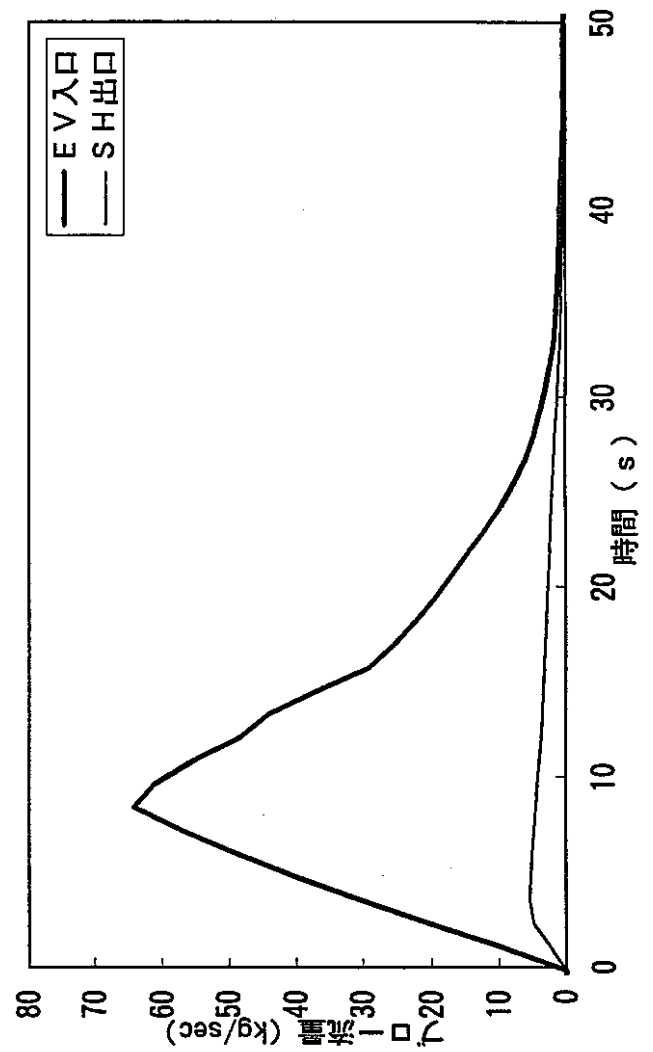
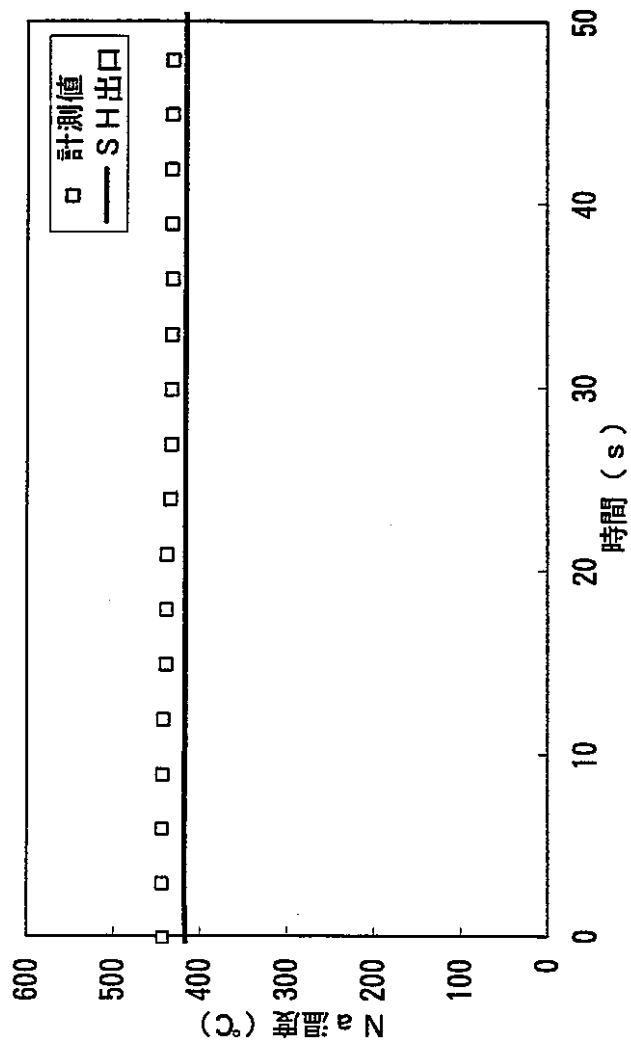
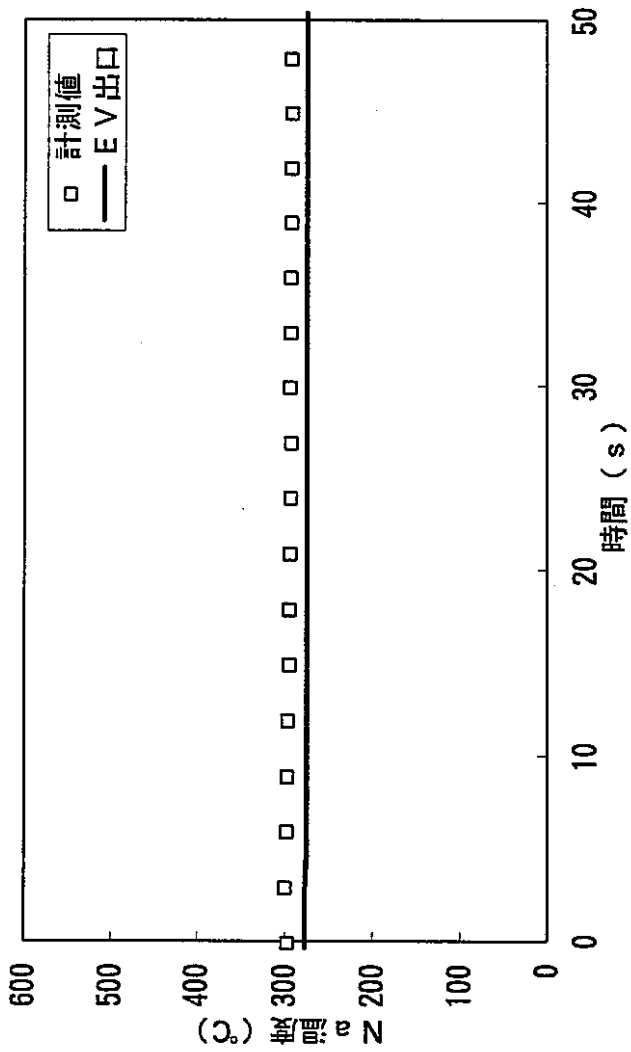
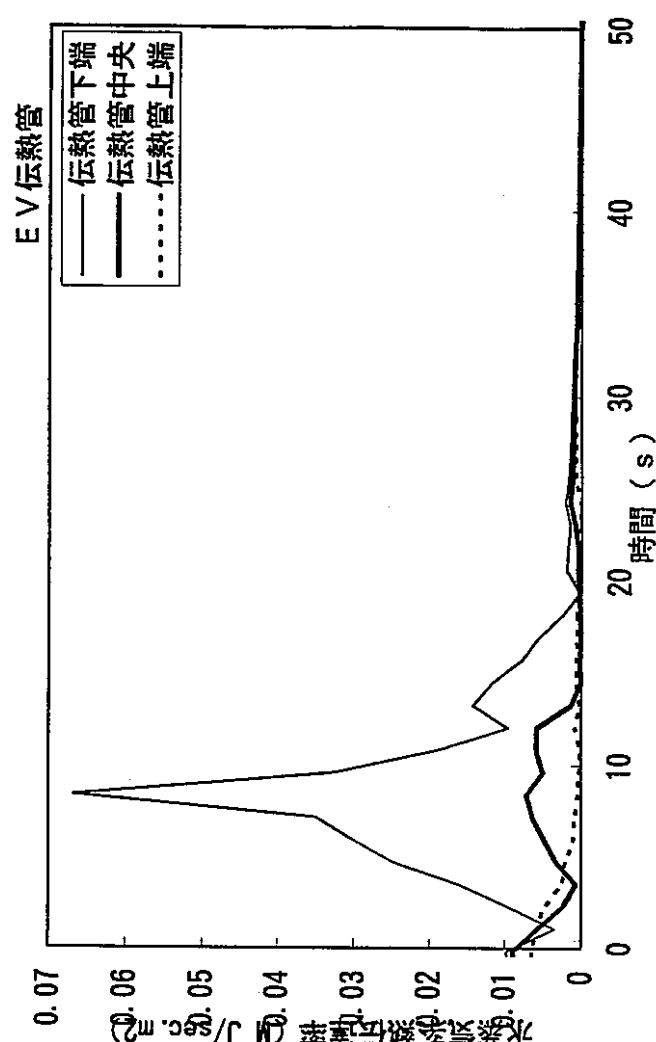
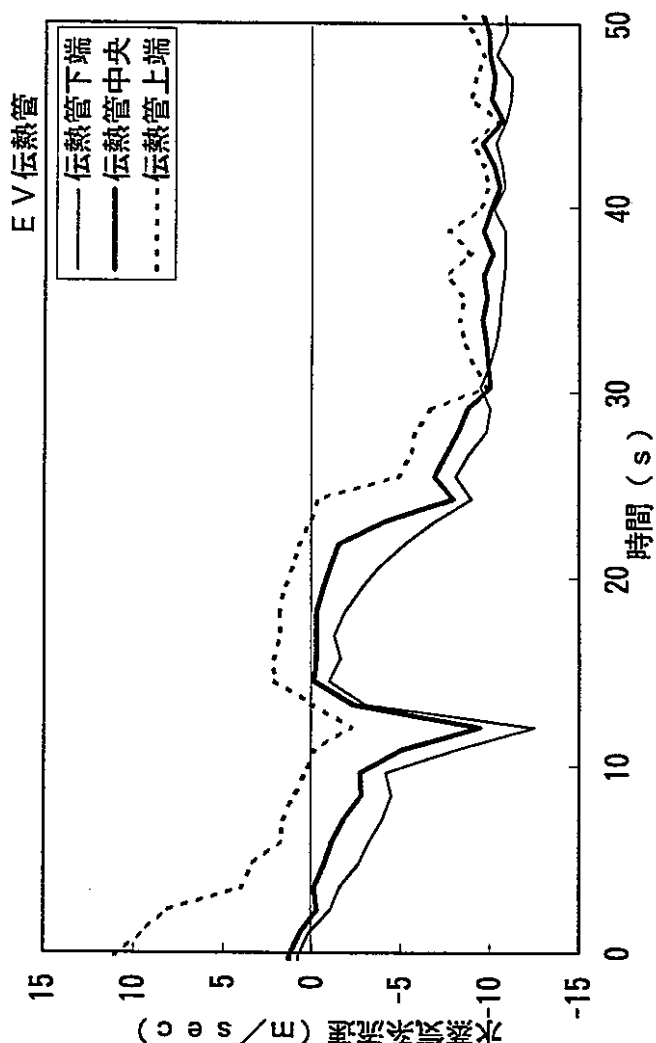
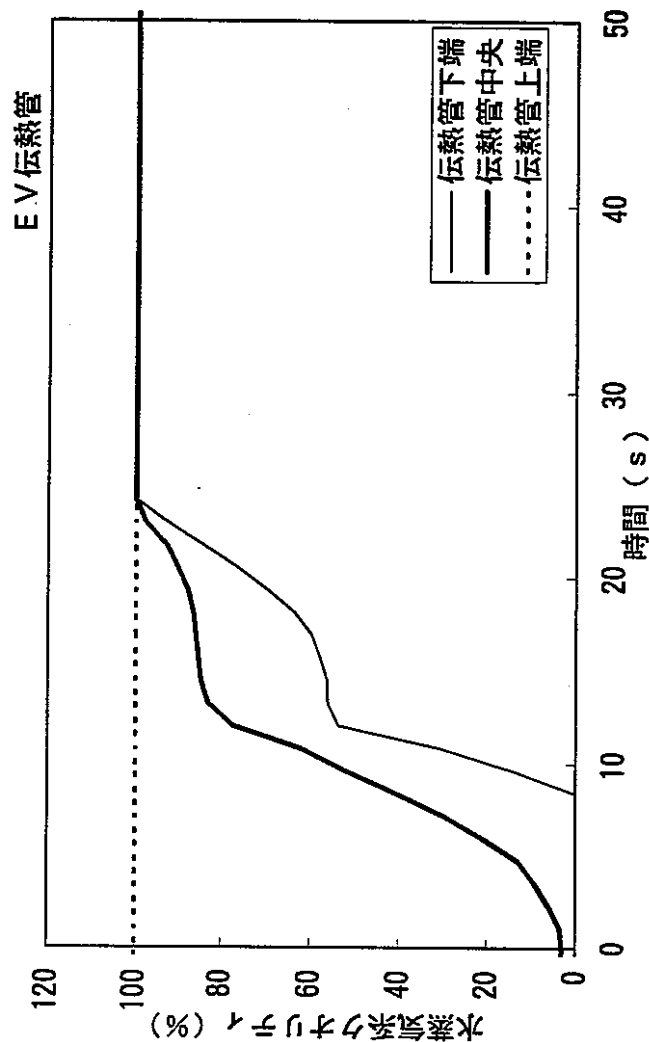
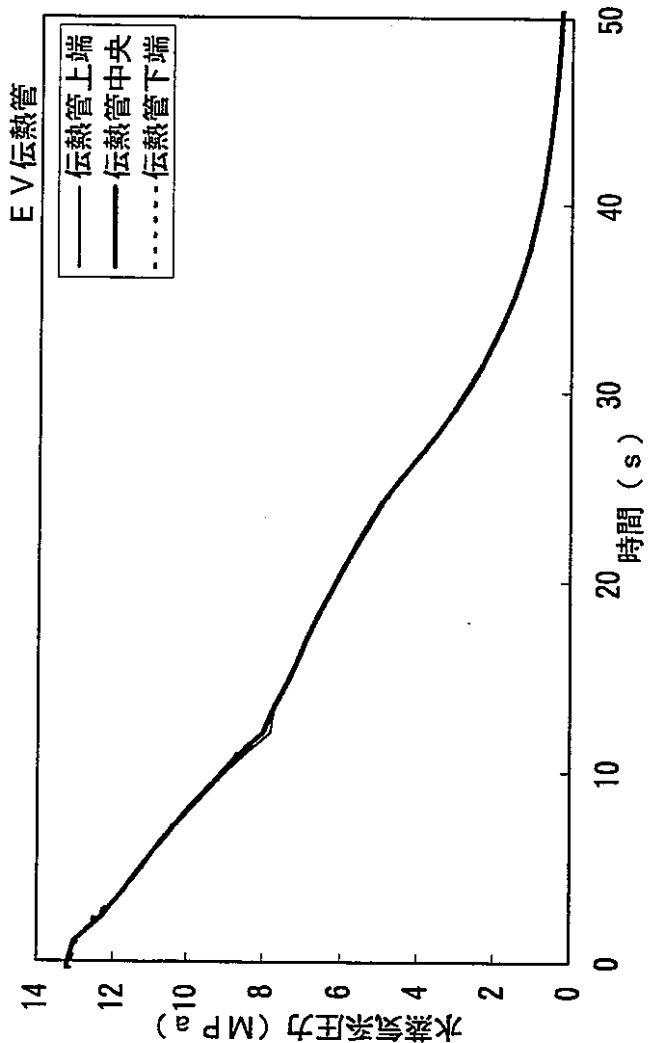


図 4.2-9 (2/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(Smith)



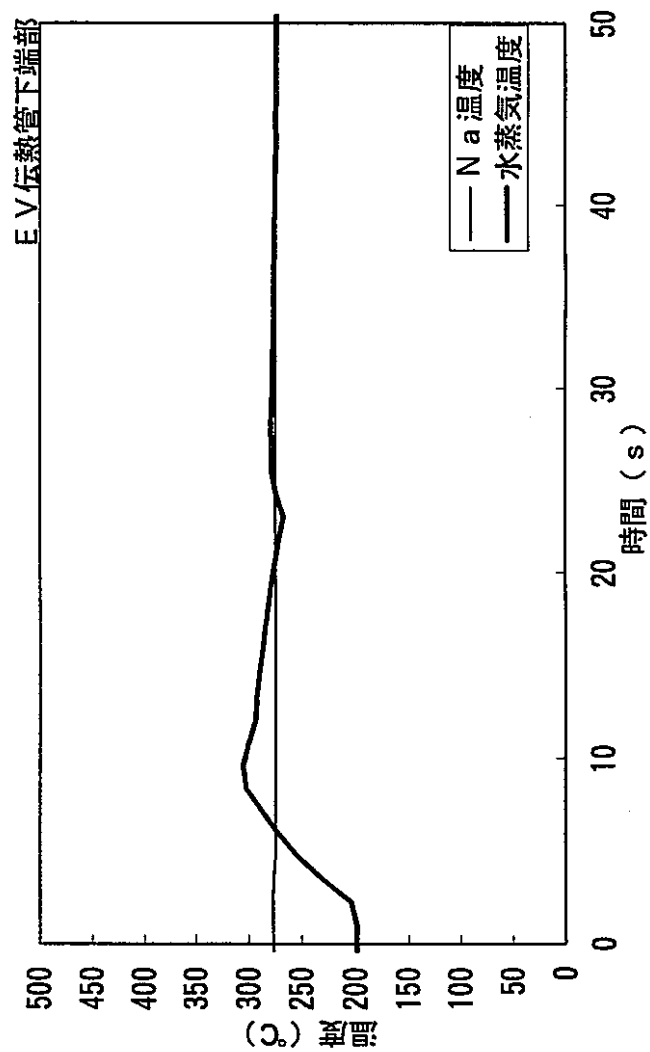
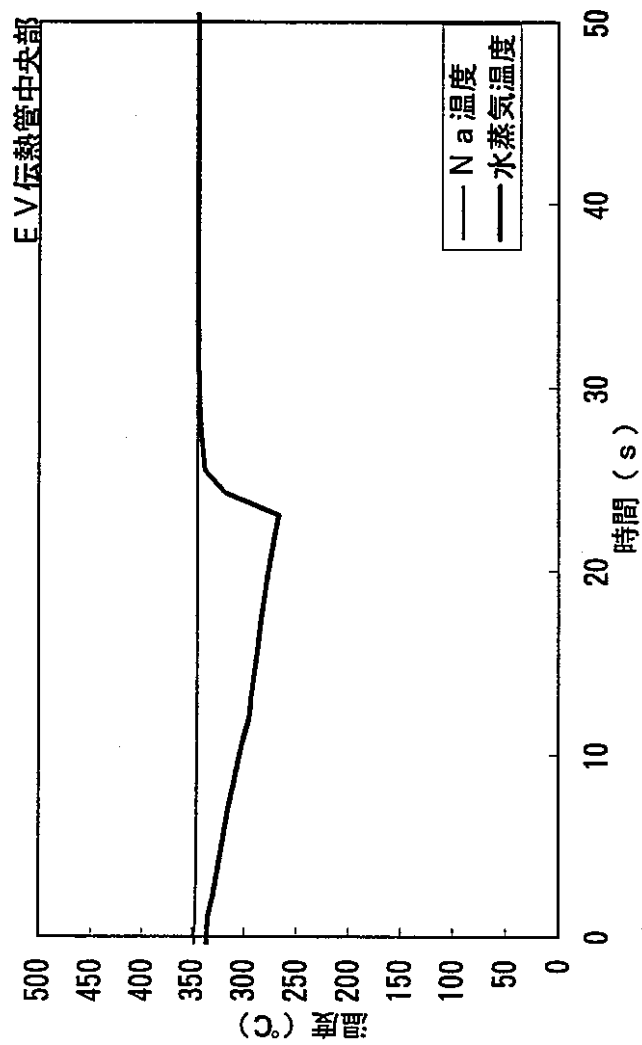
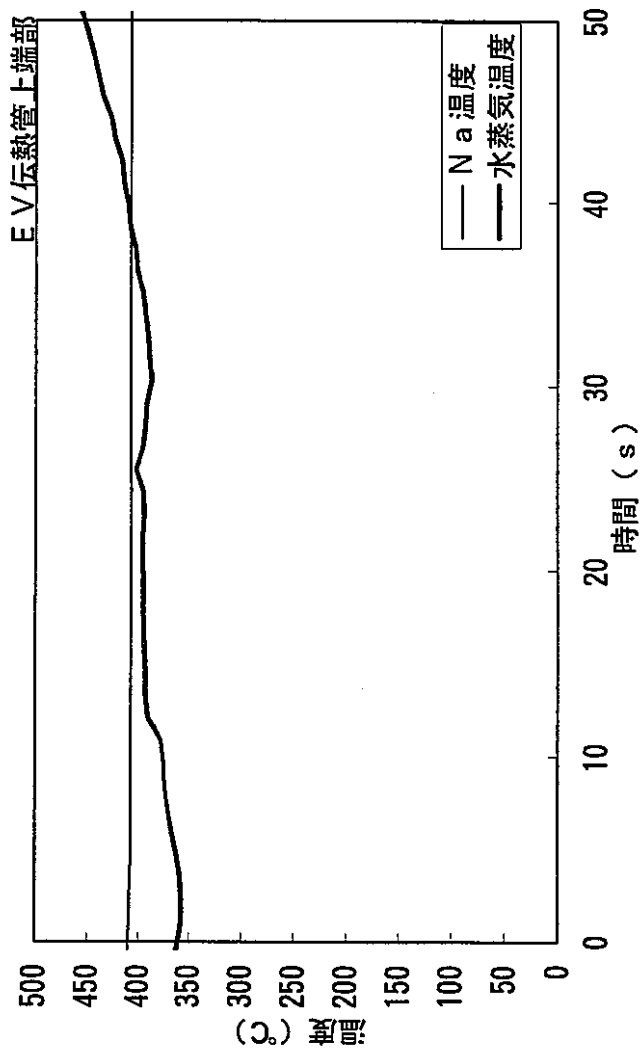


図 4.2-9 (4/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(Smith)

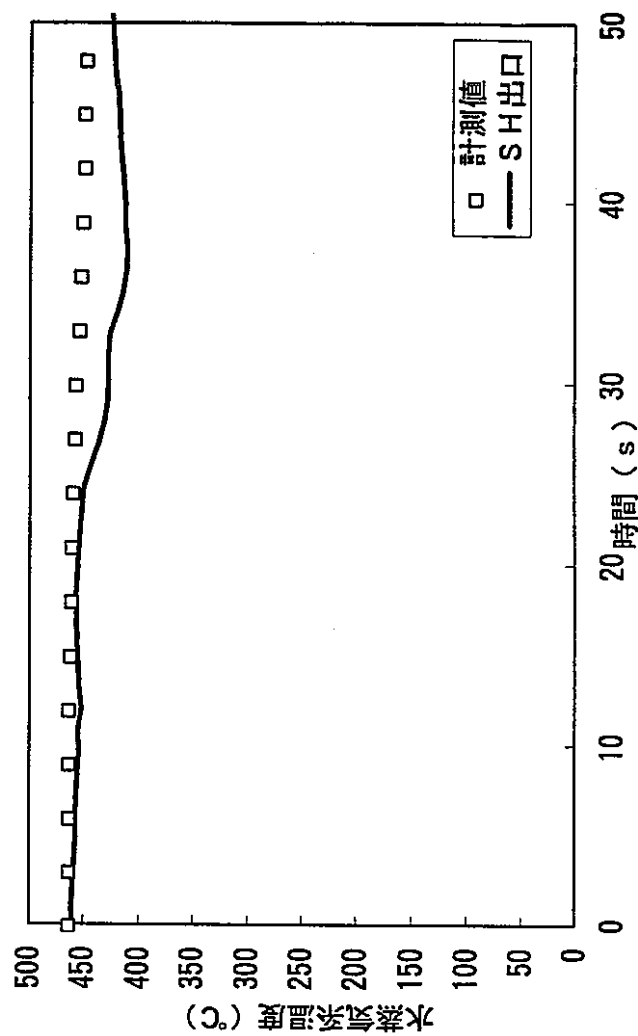
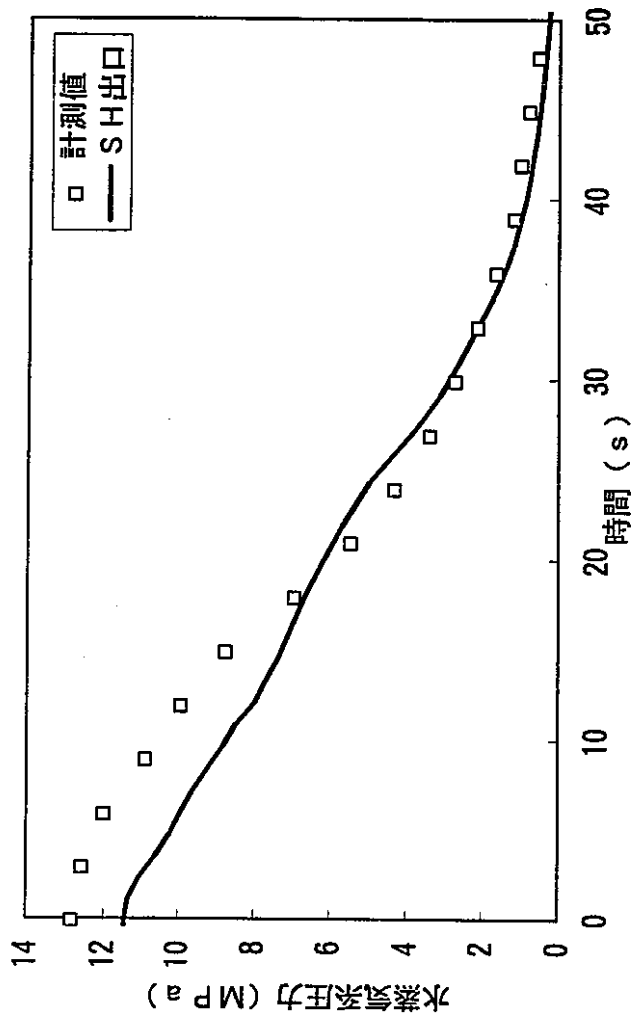
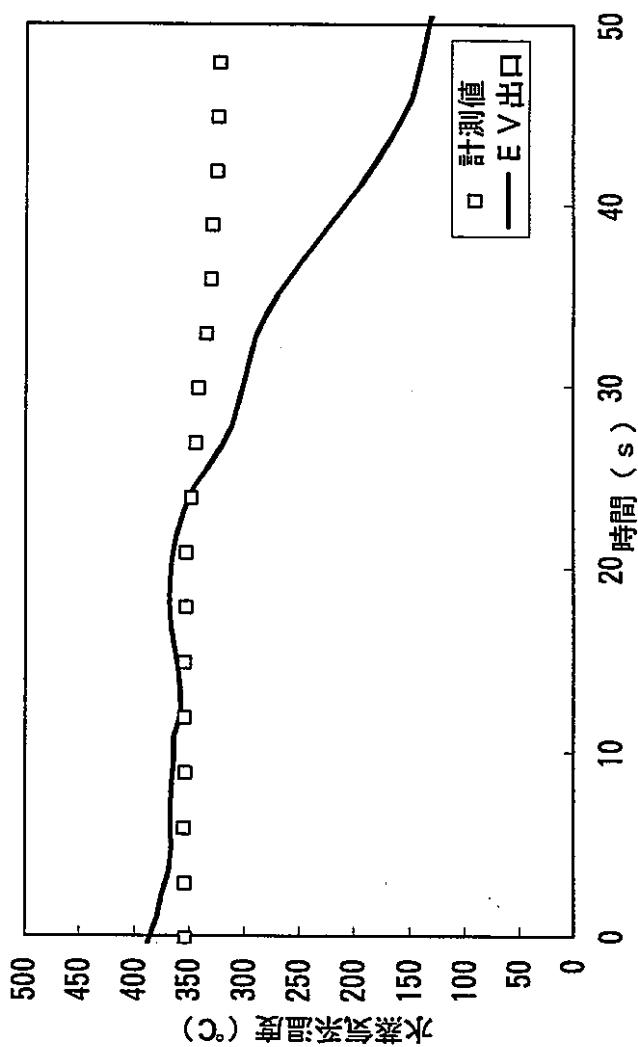
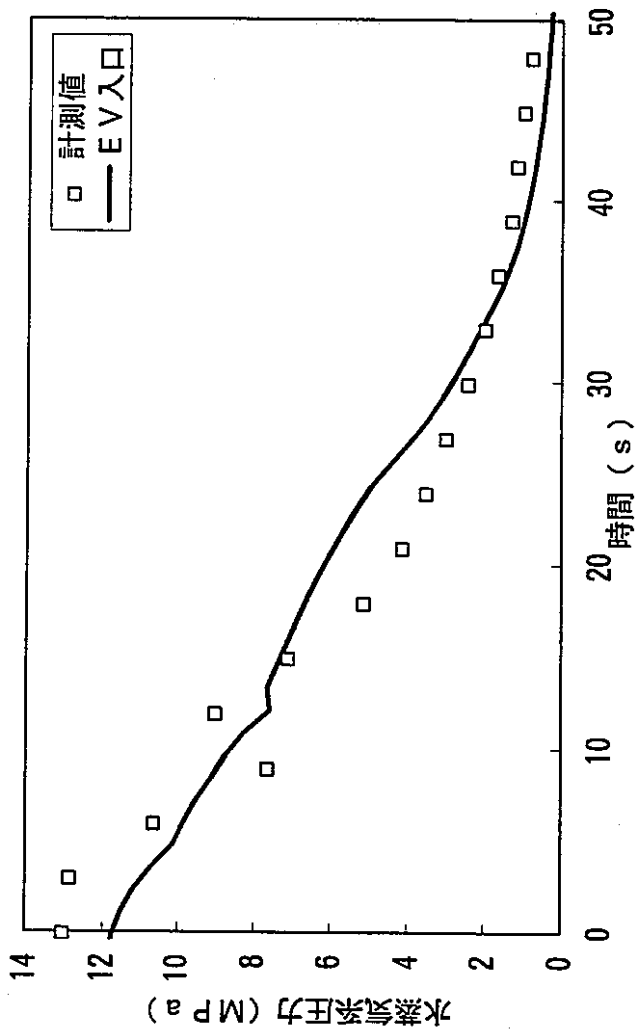


図 4.2-10 (1/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(Homogeneous)

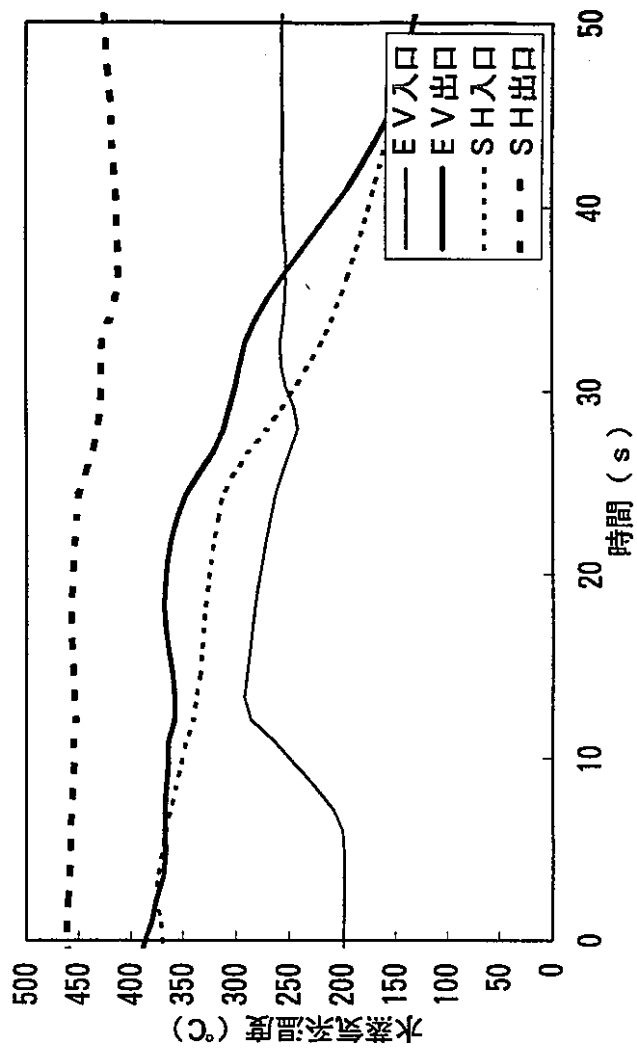
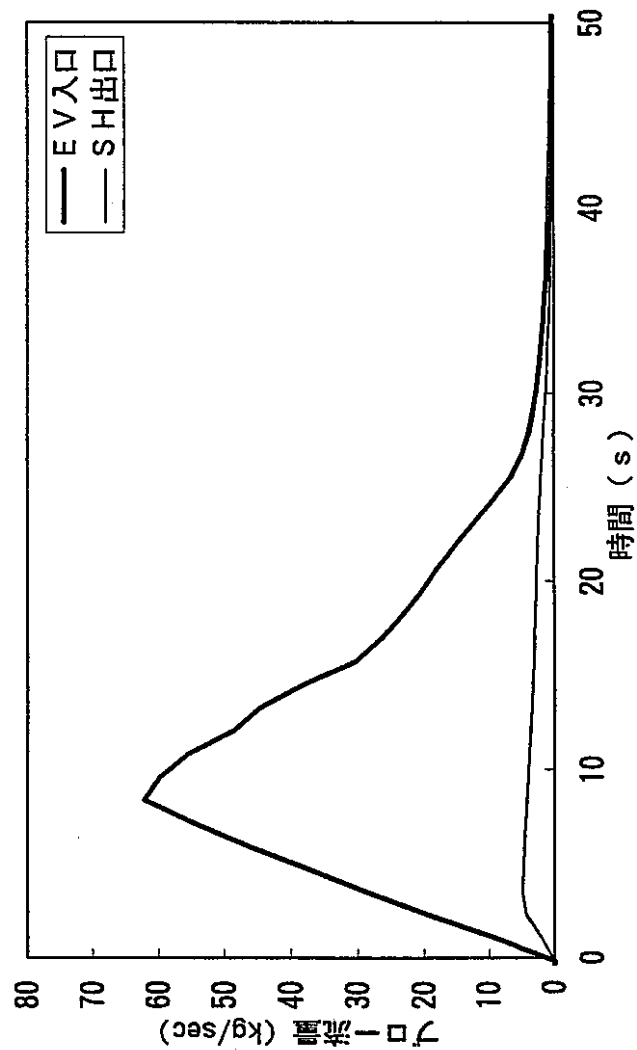
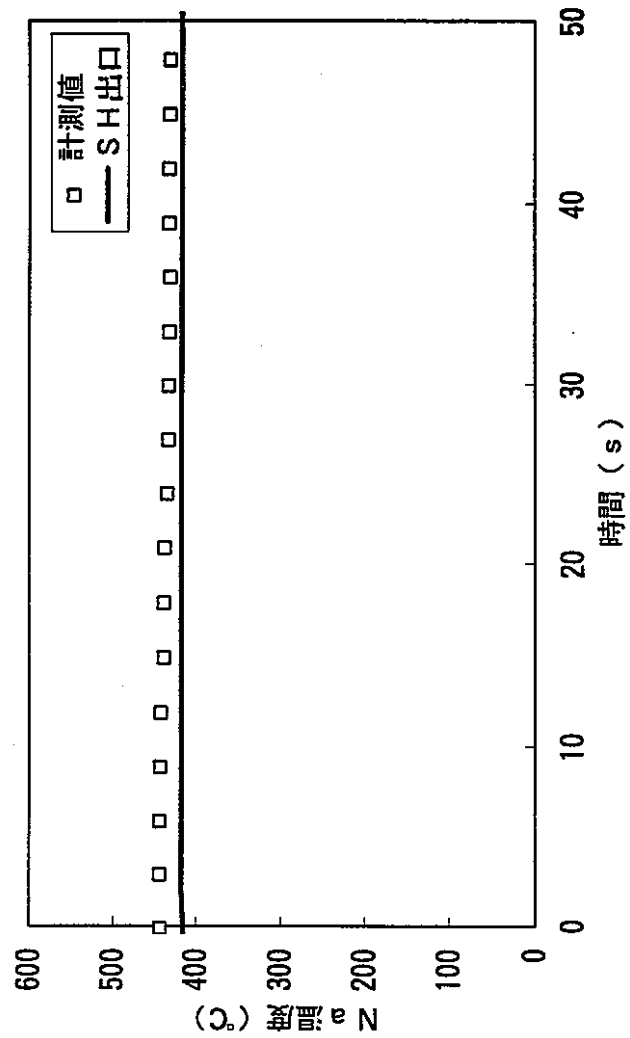
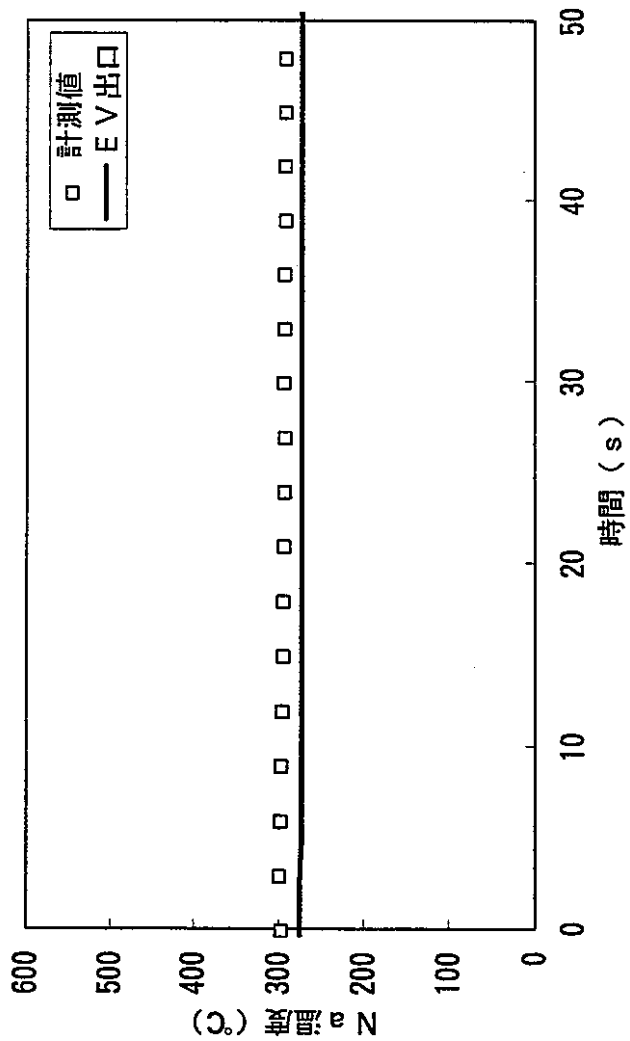
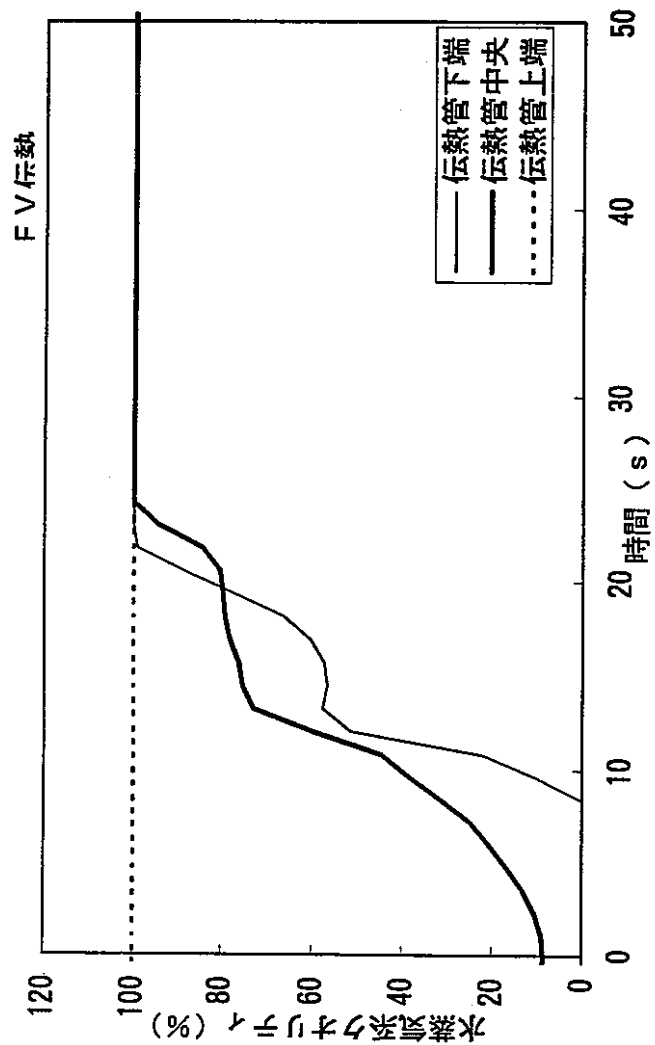
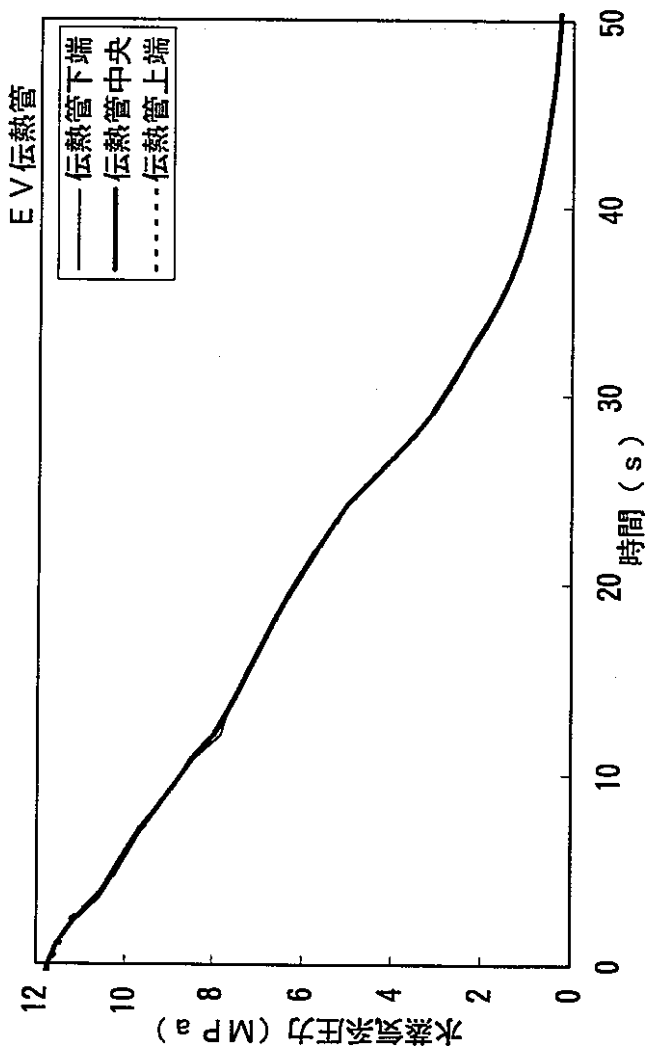


図 4.2-10 (2/4) スリップ相関式オブションパラメータ解析(Homogeneous)



4.2-45

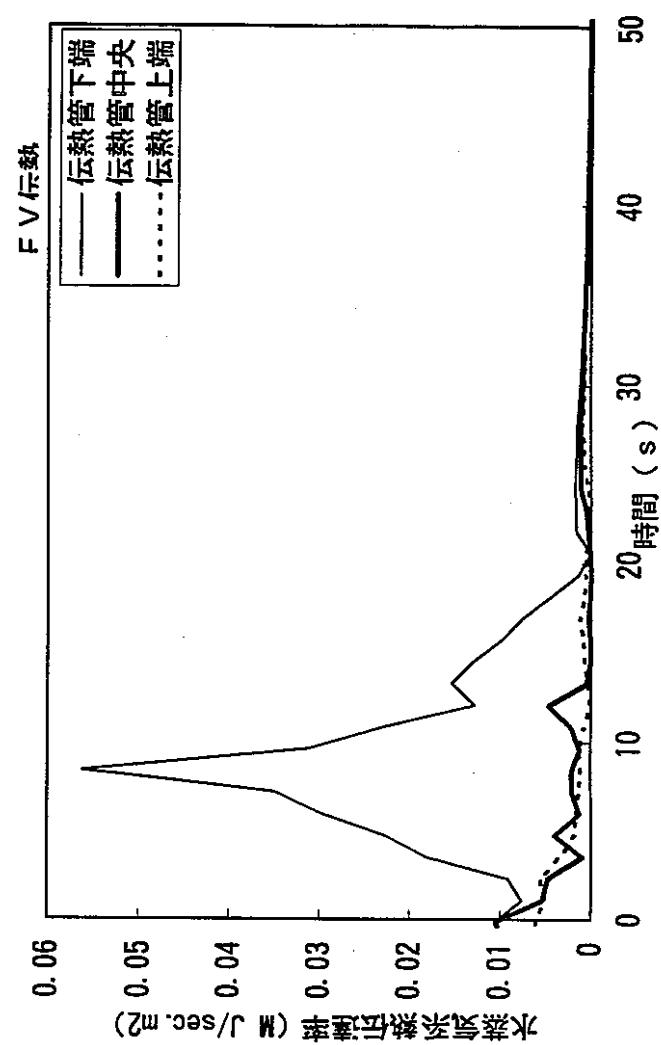
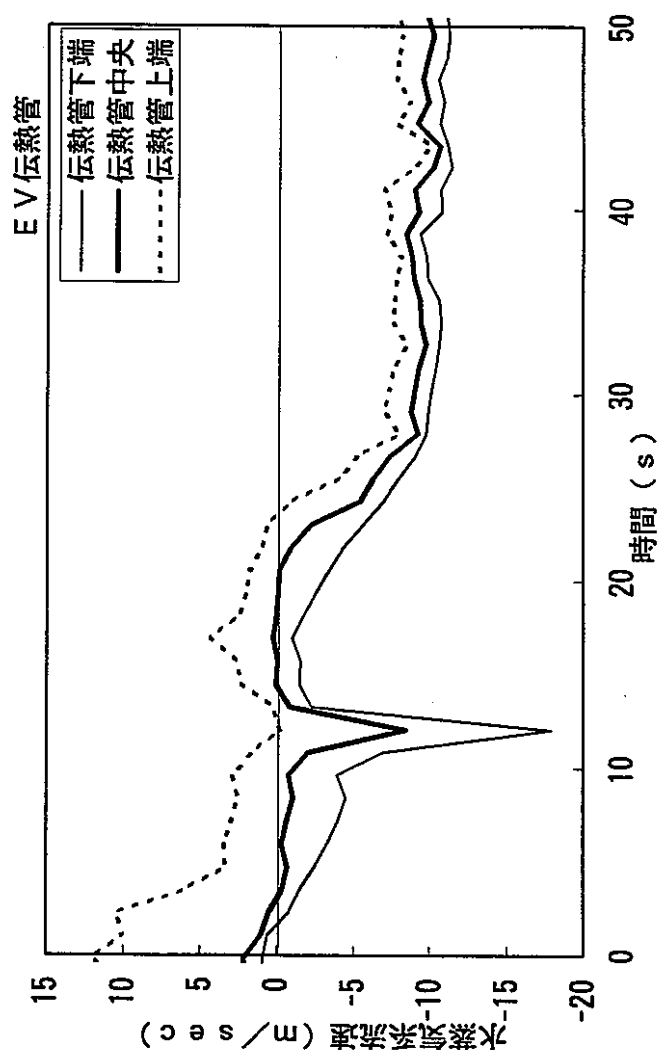


図 4.2-10 (3/4) スリップ相関式オブションパラメータ解析(Homogeneous)

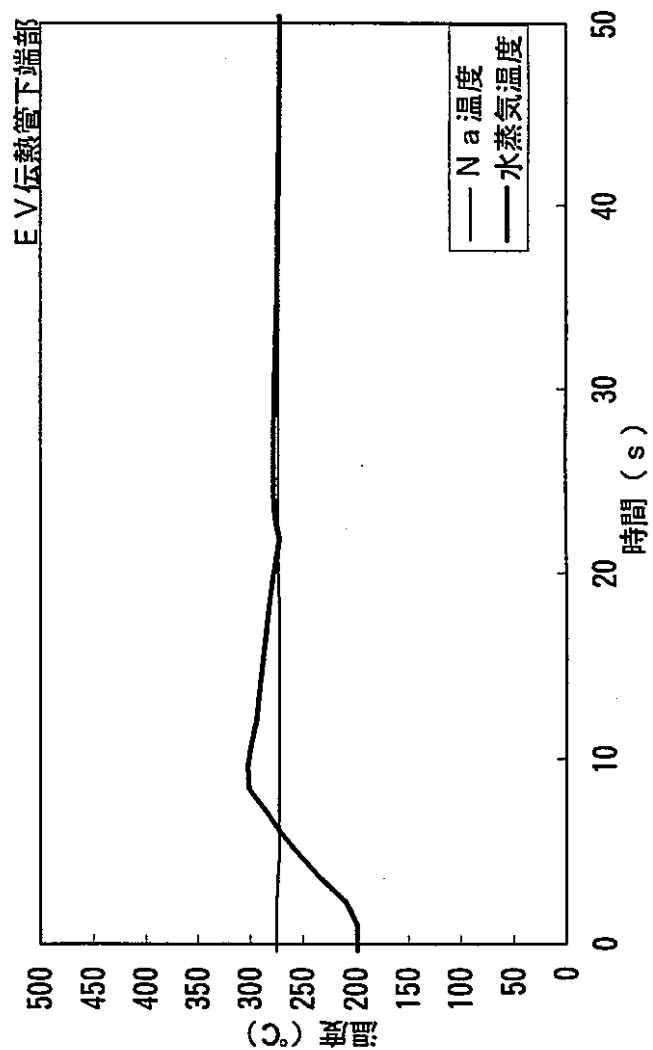
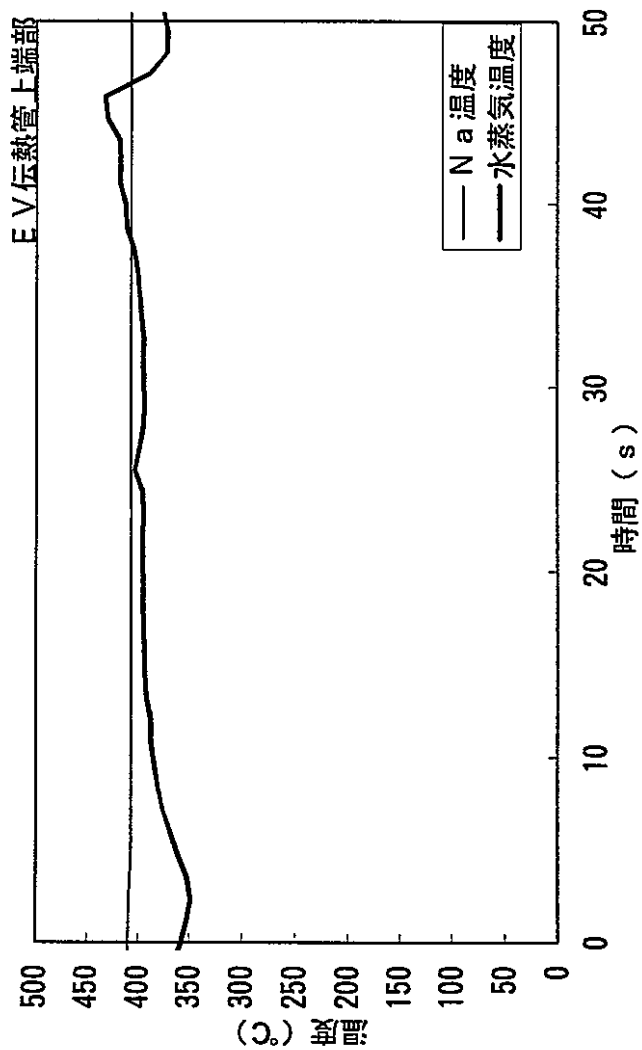
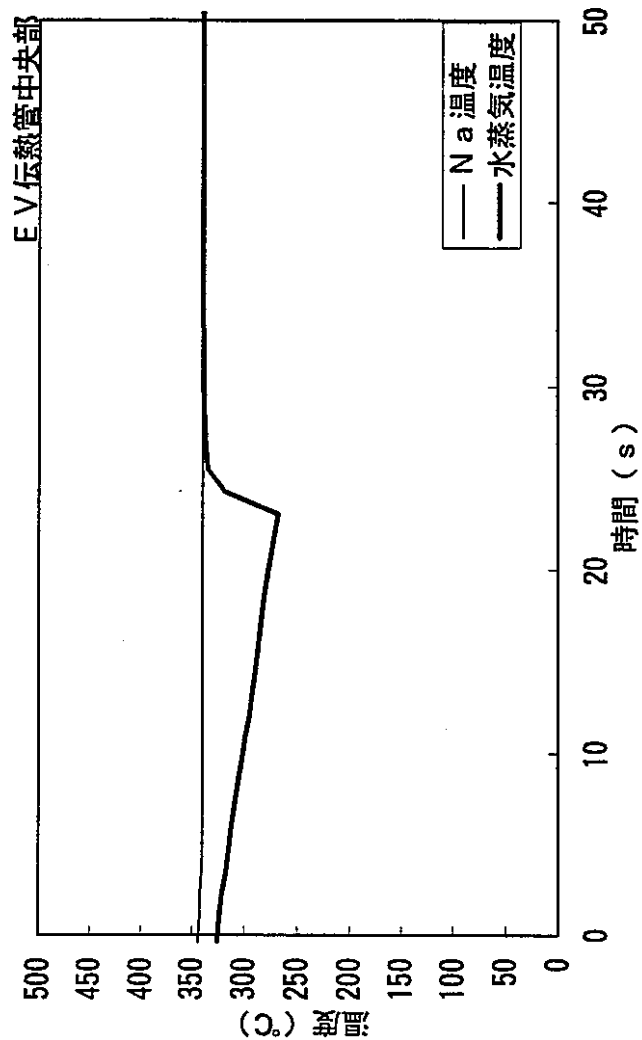


図 4.2-10 (4/4) スリップ相關式オプションパラメータ解析(Homogeneous)

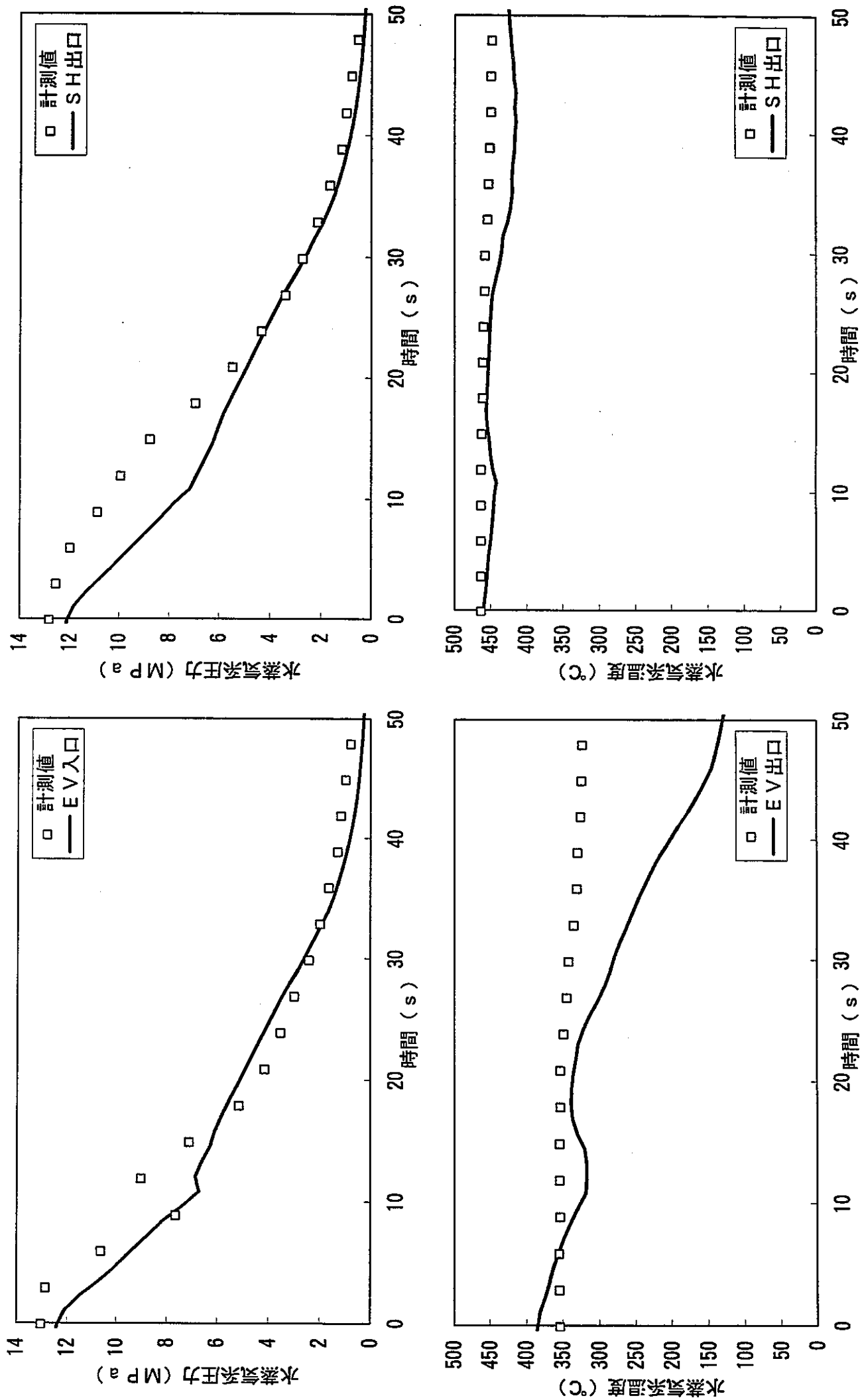


図 4.2-11 (1/4) スリップ相關式オプションパラメータ解析(Fauske)

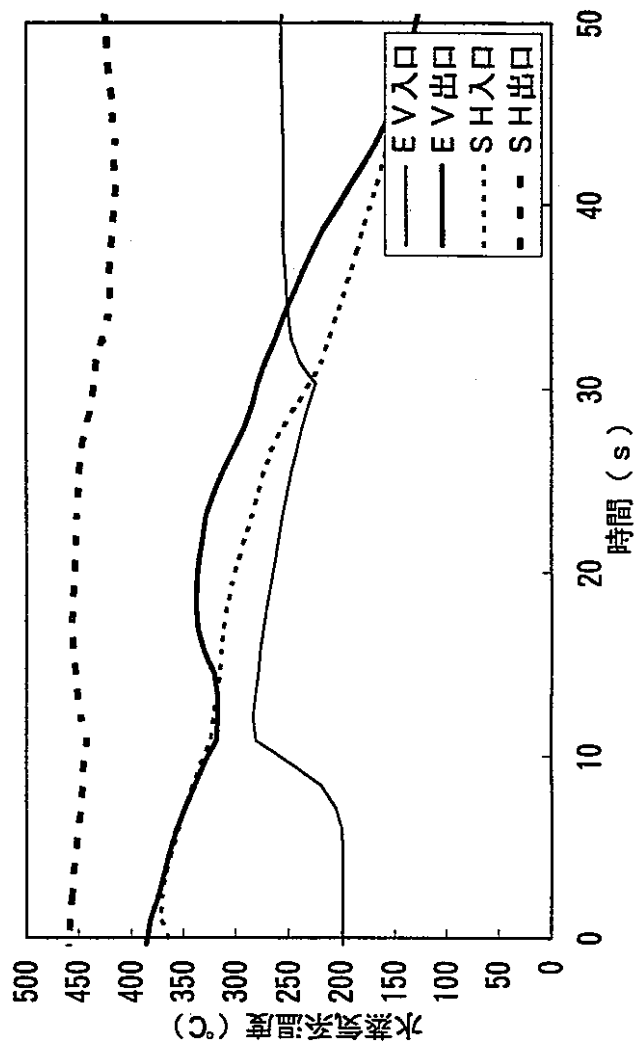
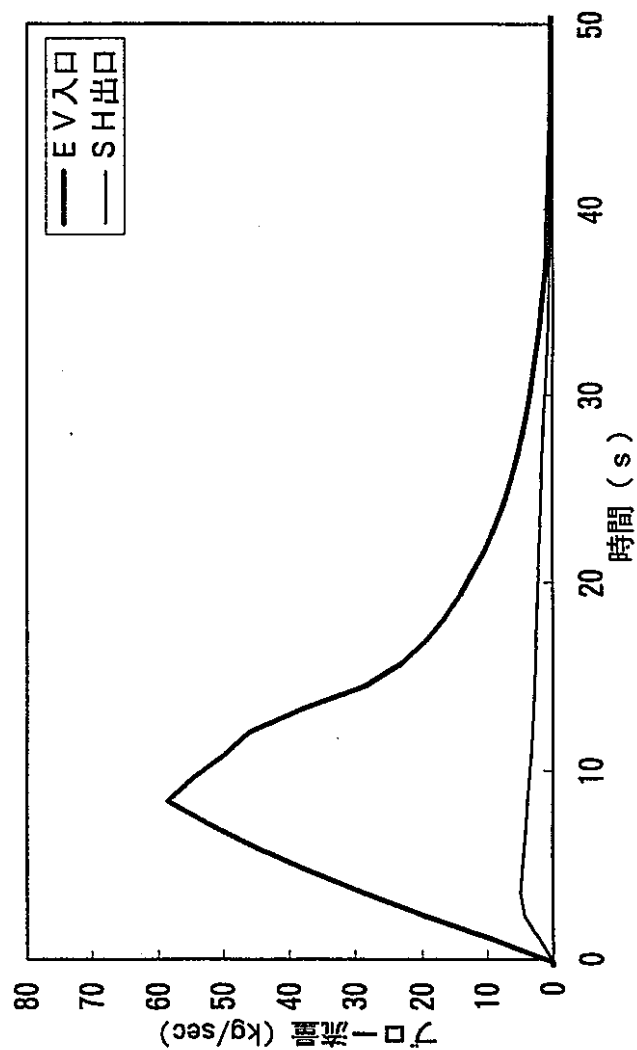
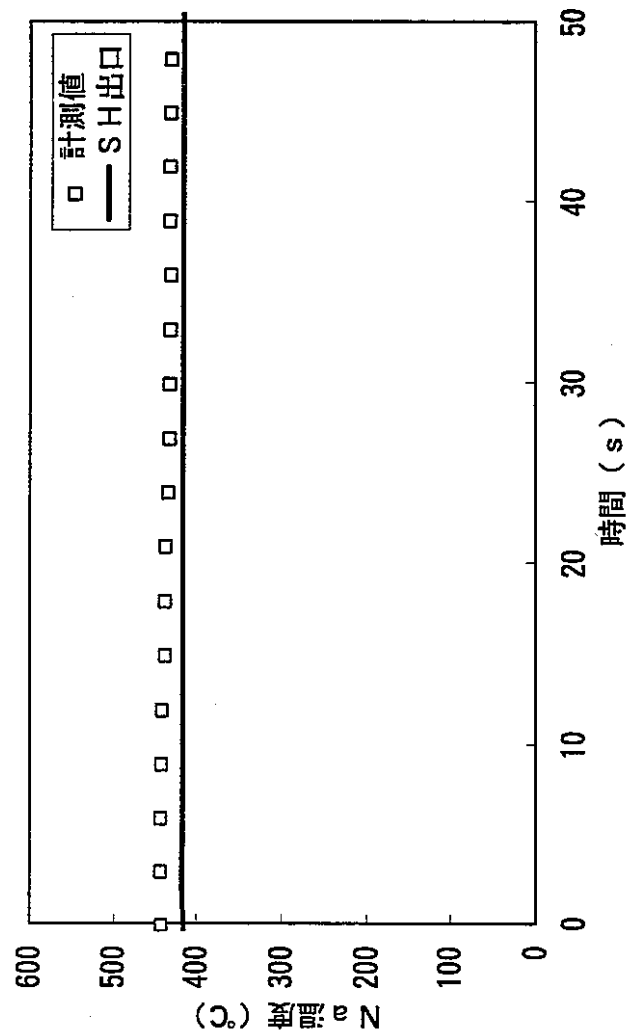
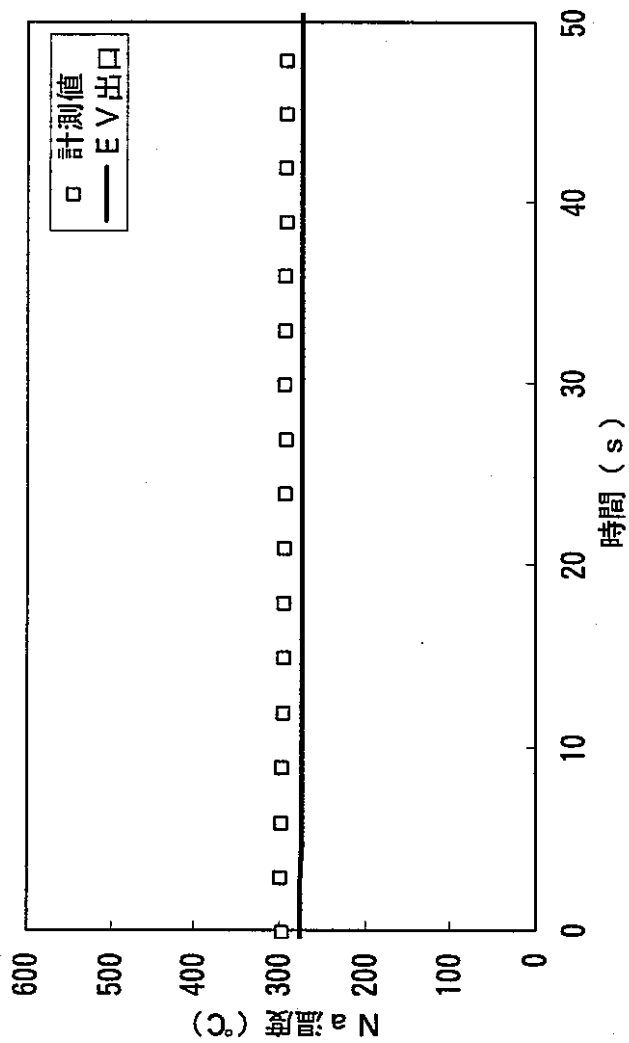
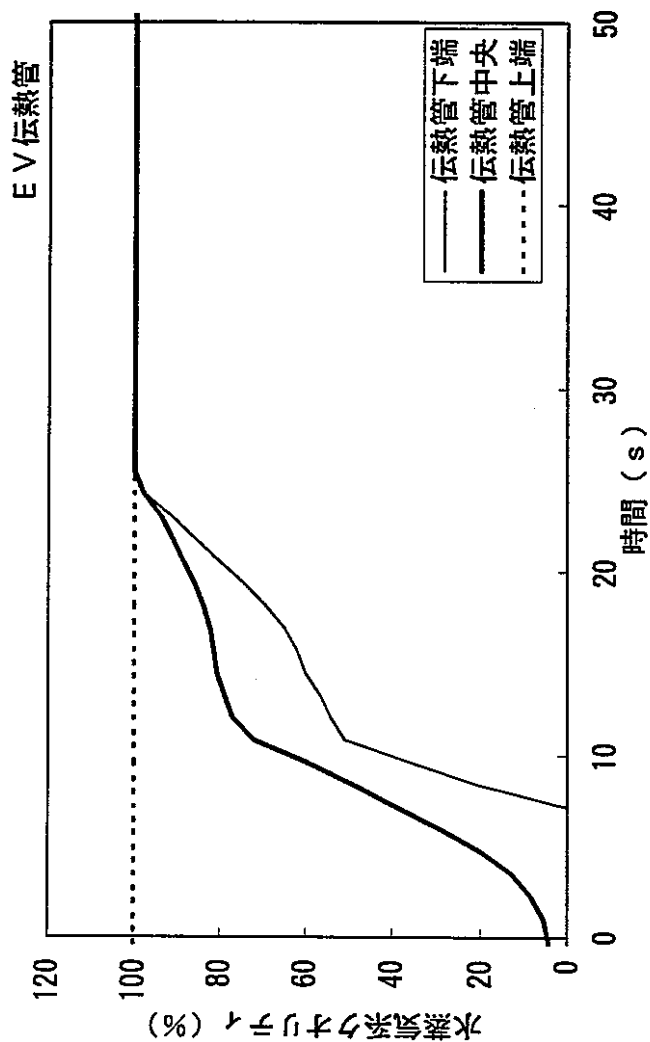
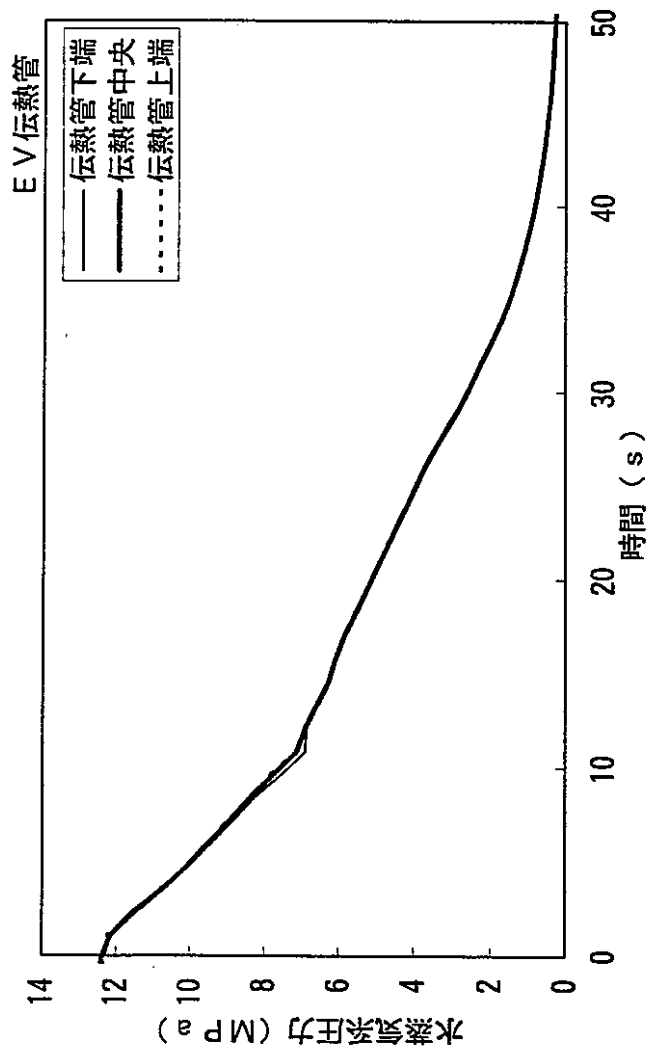


図 4.2-11 (2/4) スリップ相關式オプションパラメータ解析(Fauske)



4.2-49

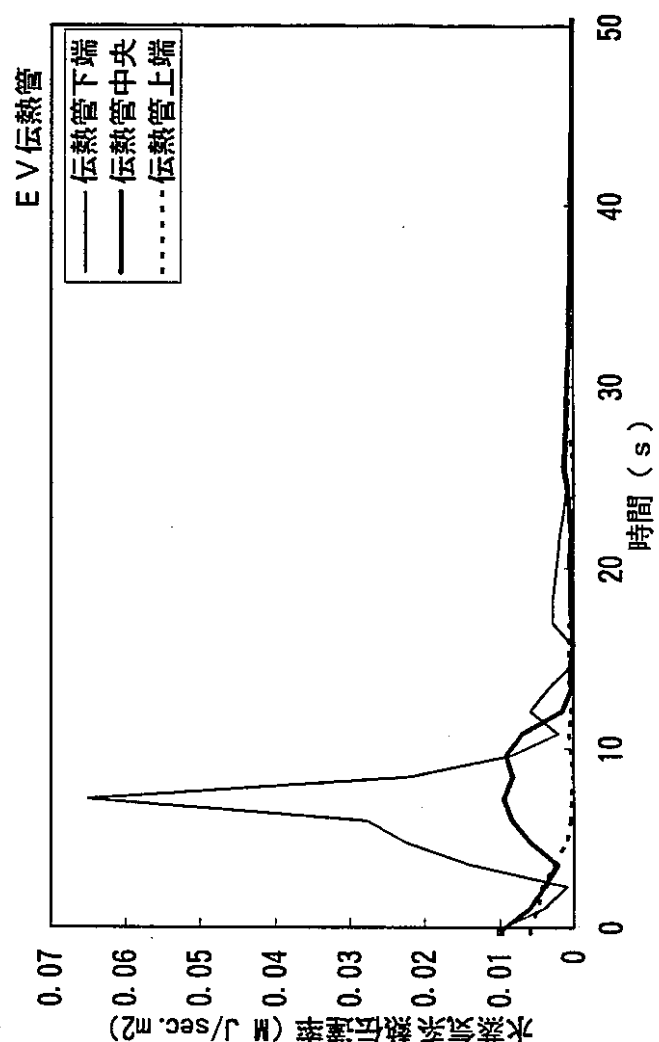
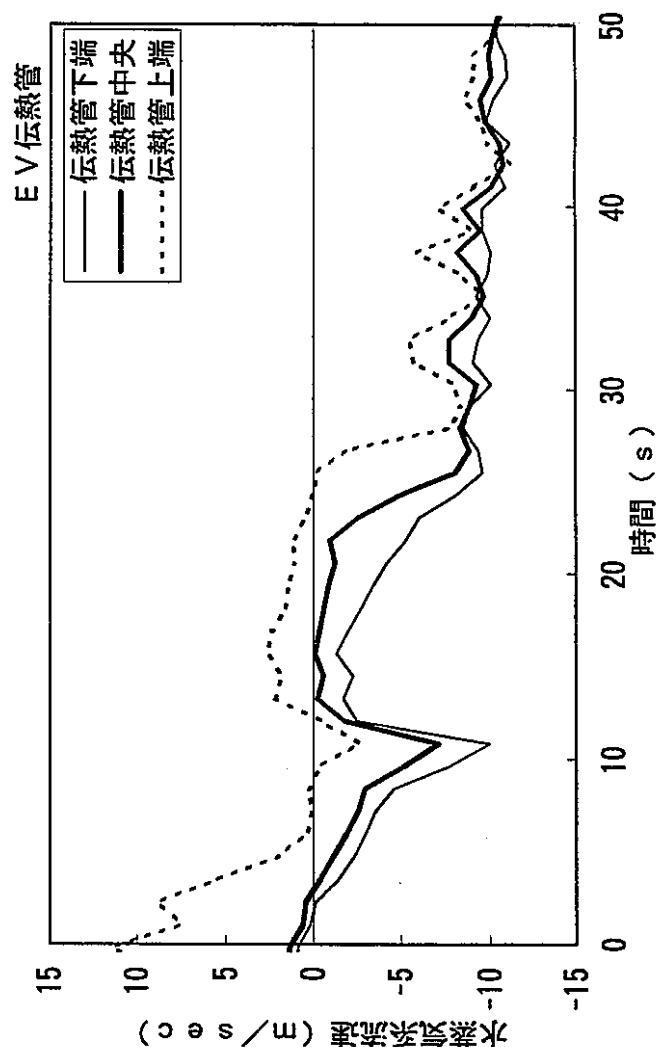
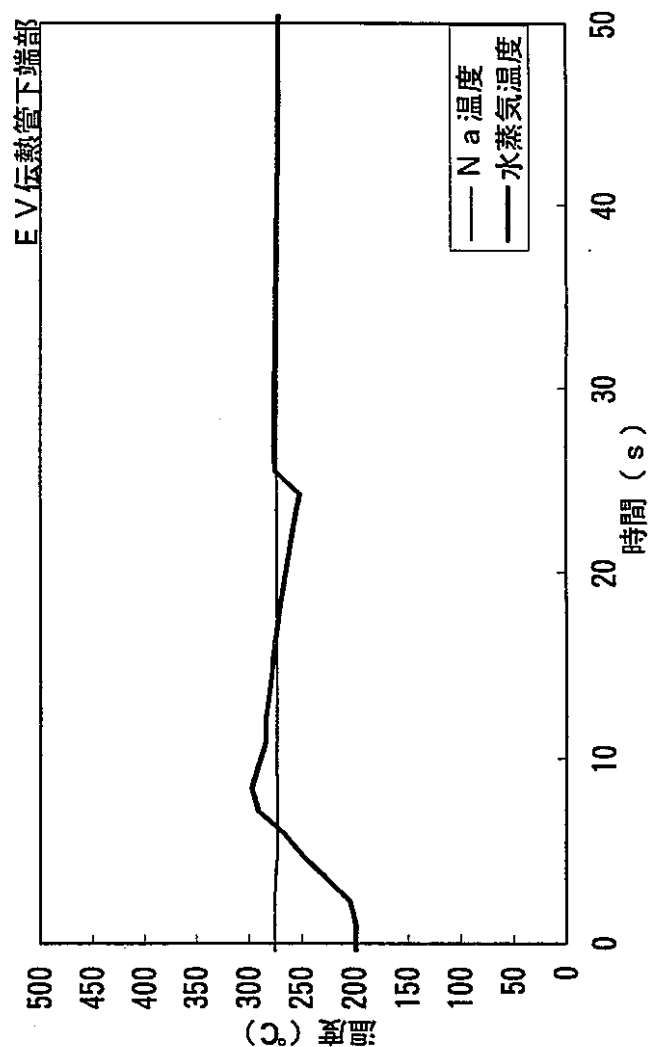
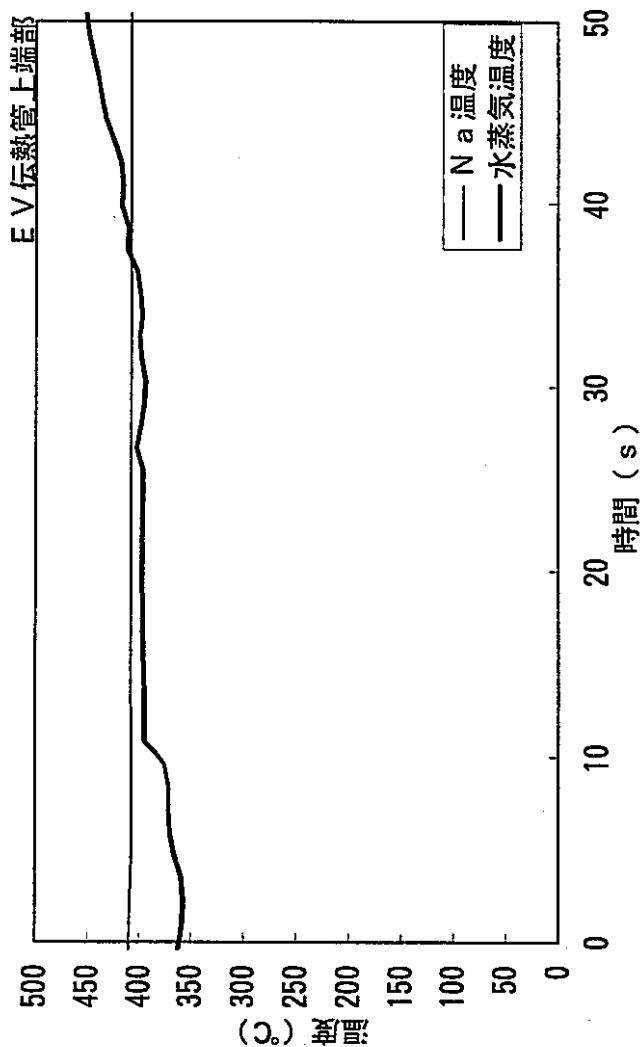
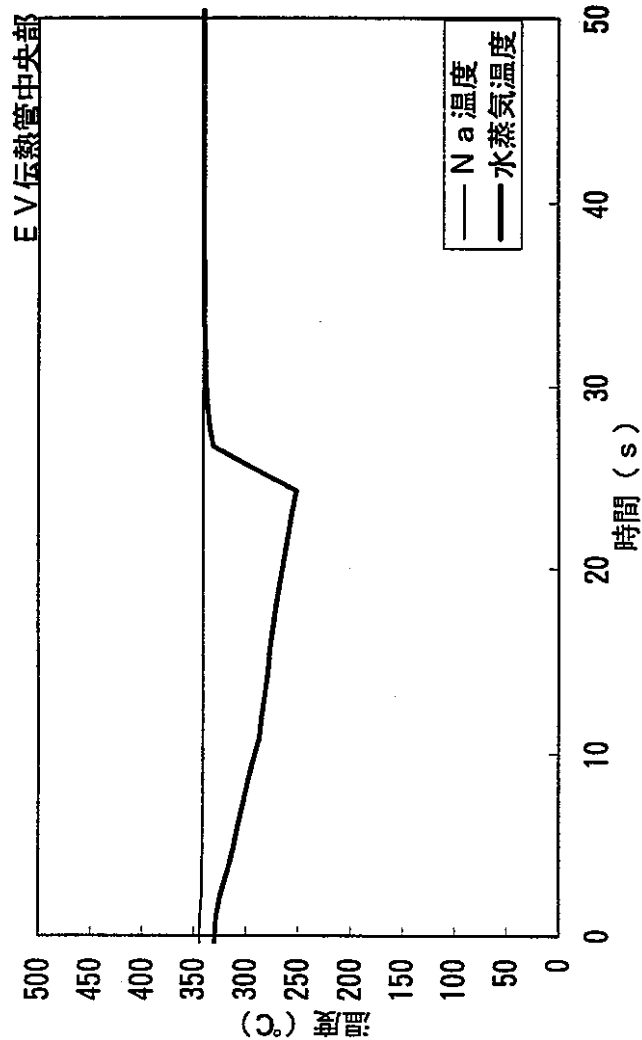


図 4.2-11 (3/4) スリップ相関式オブションパメータ解析(Fauske)



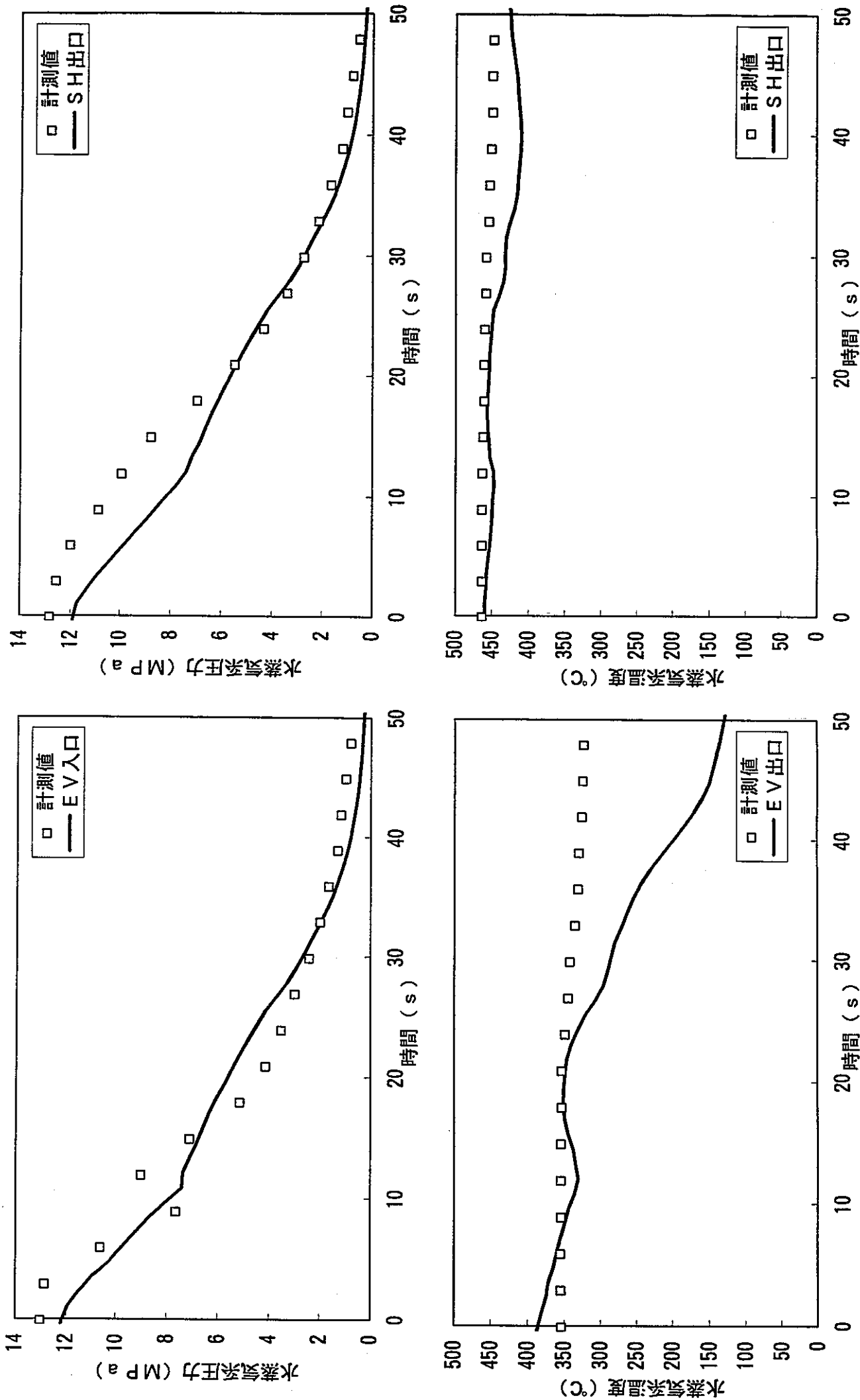
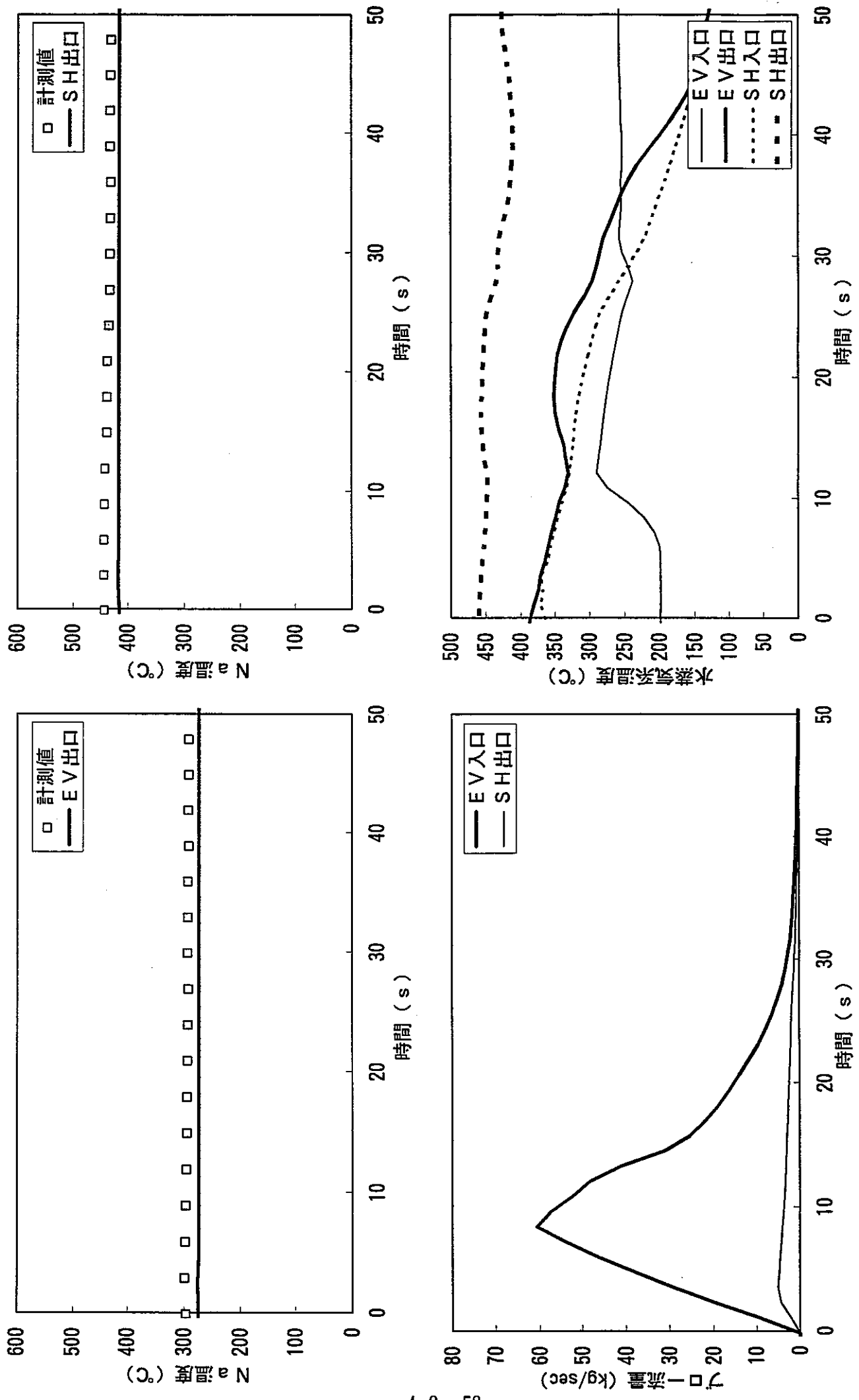


図 4.2-12 (1/4) スリップ相関式オブションパラメータ解析(Moody)

図 4.2-12 (2/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(Moody)



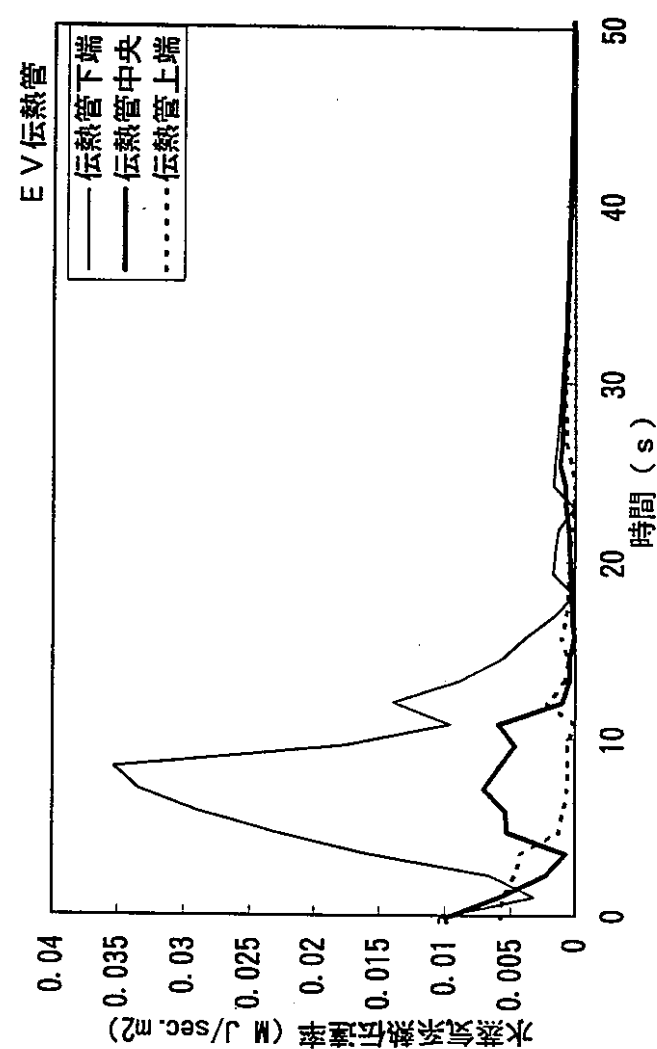
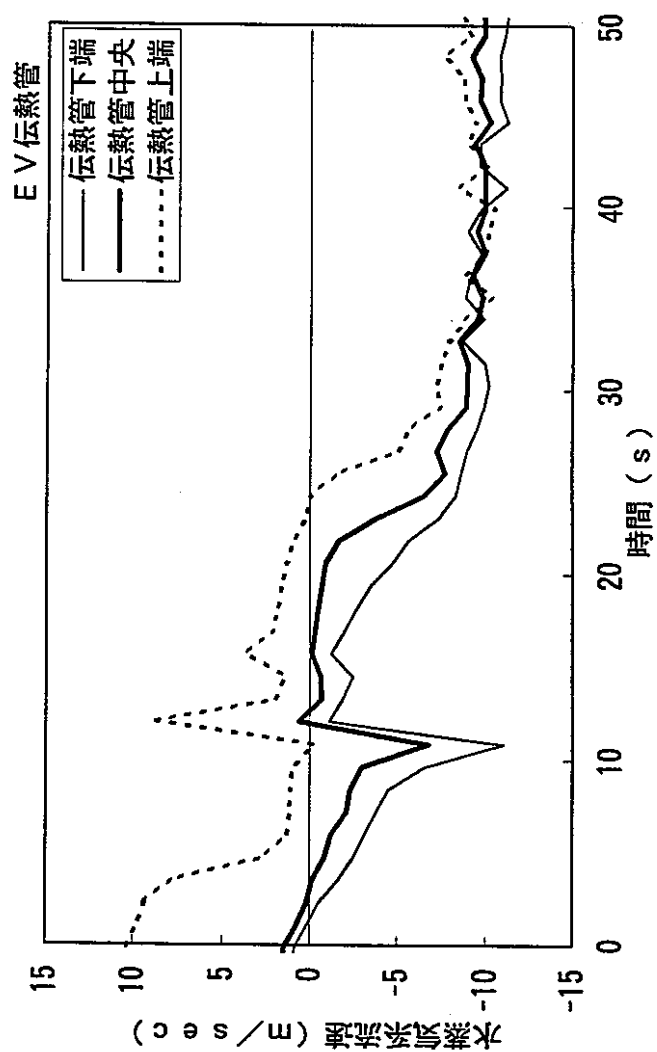
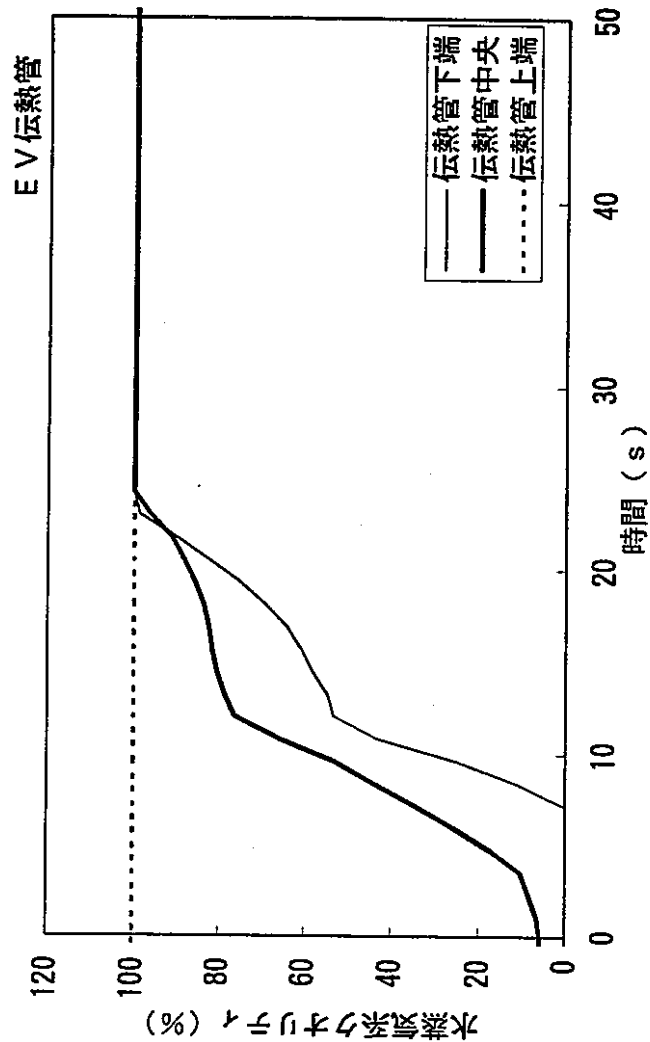
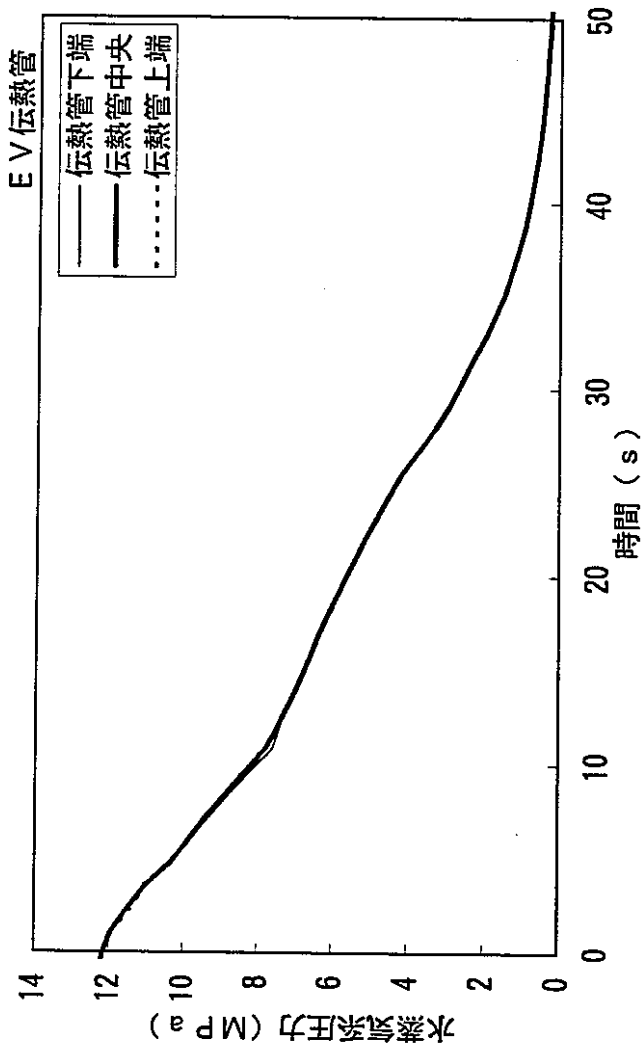


図 4.2-12 (3/4) スリップ相関式オブションパラメータ解析(Moody)

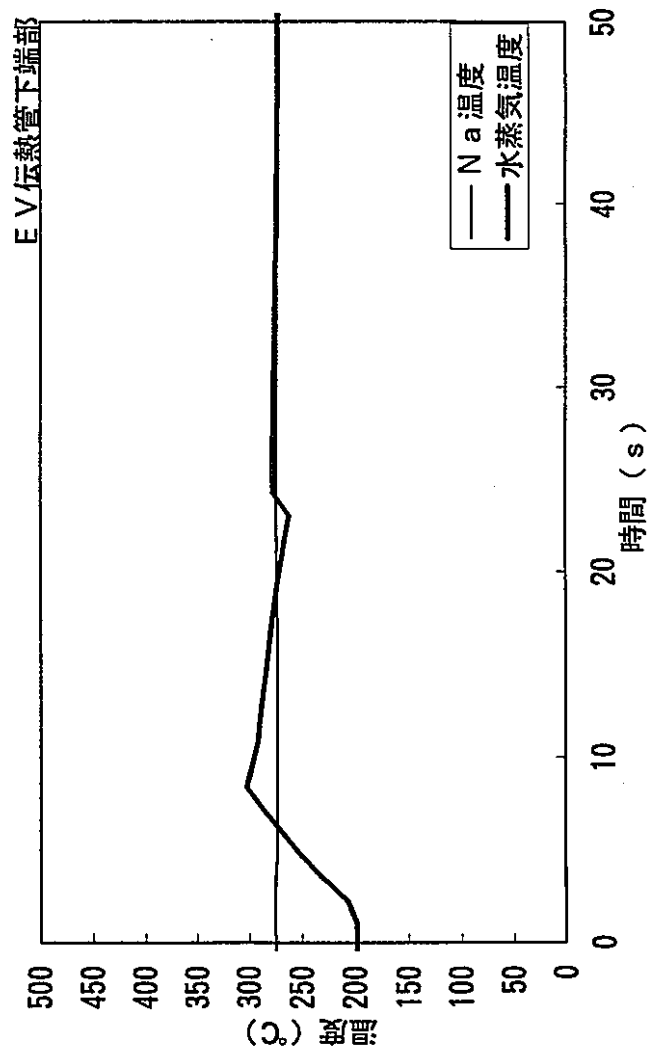
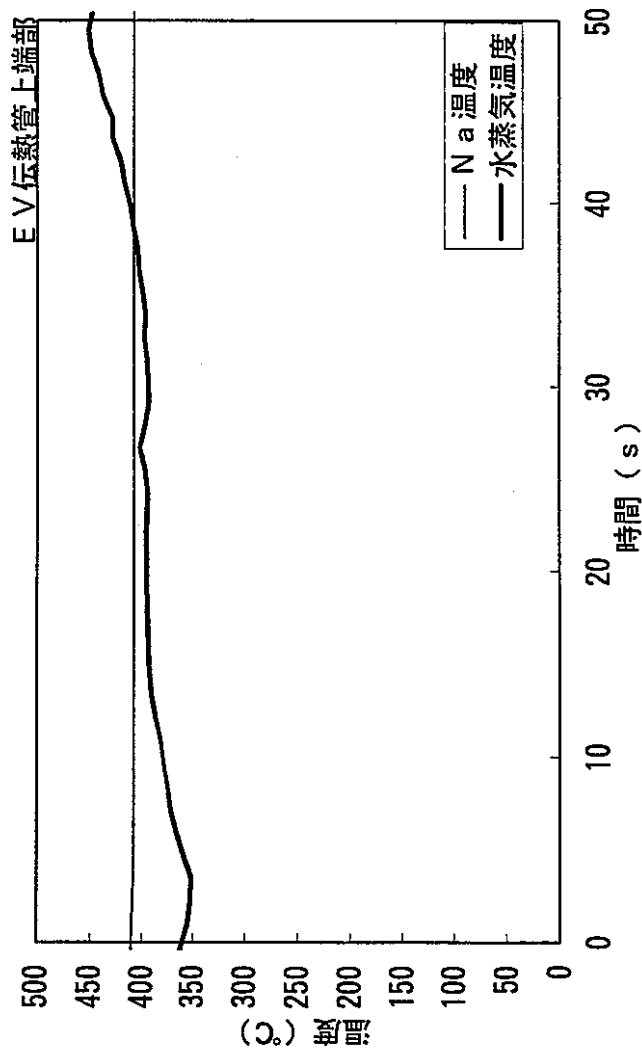
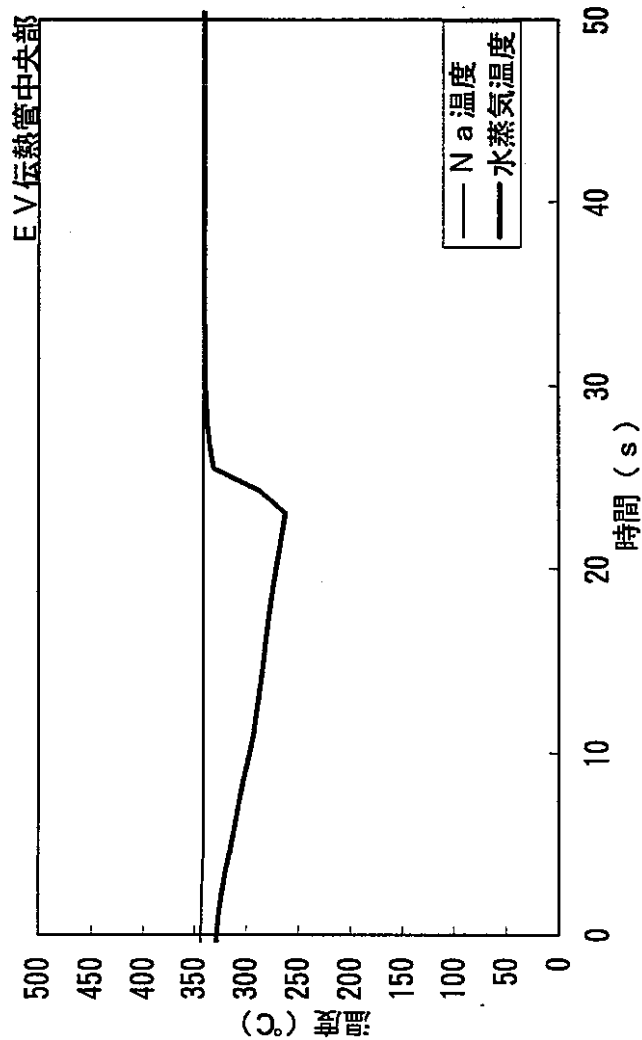


図 4.2-12 (4/4) スリップ相関式オブションパラメータ解析(Moody)

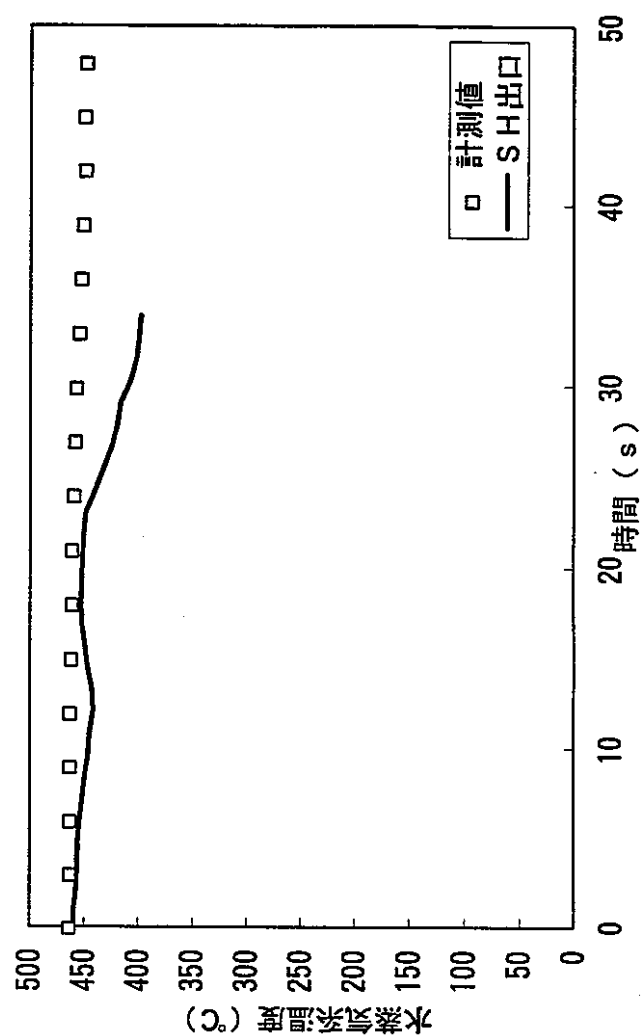
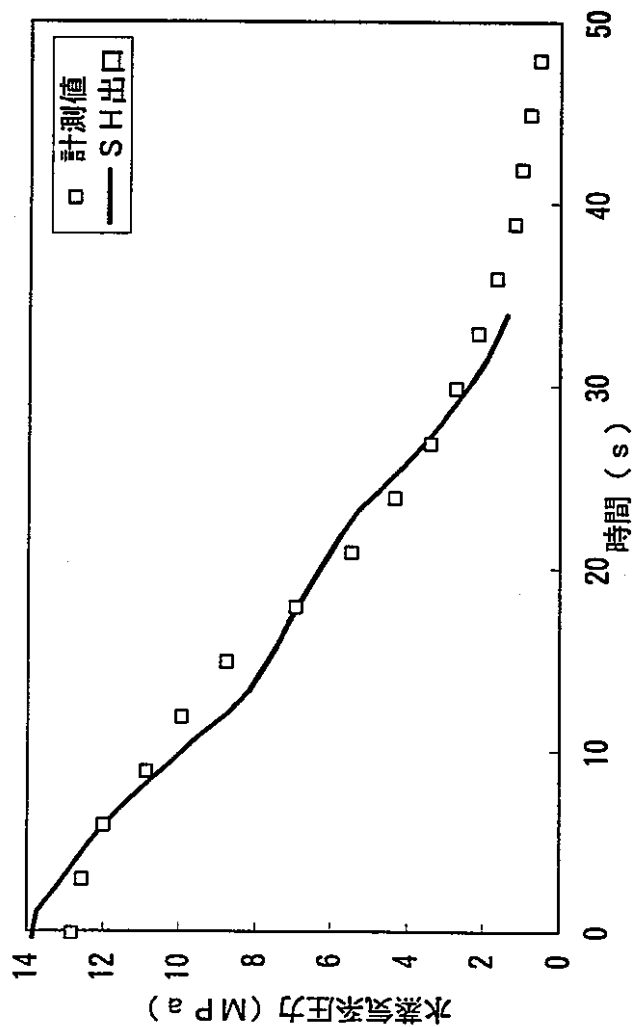
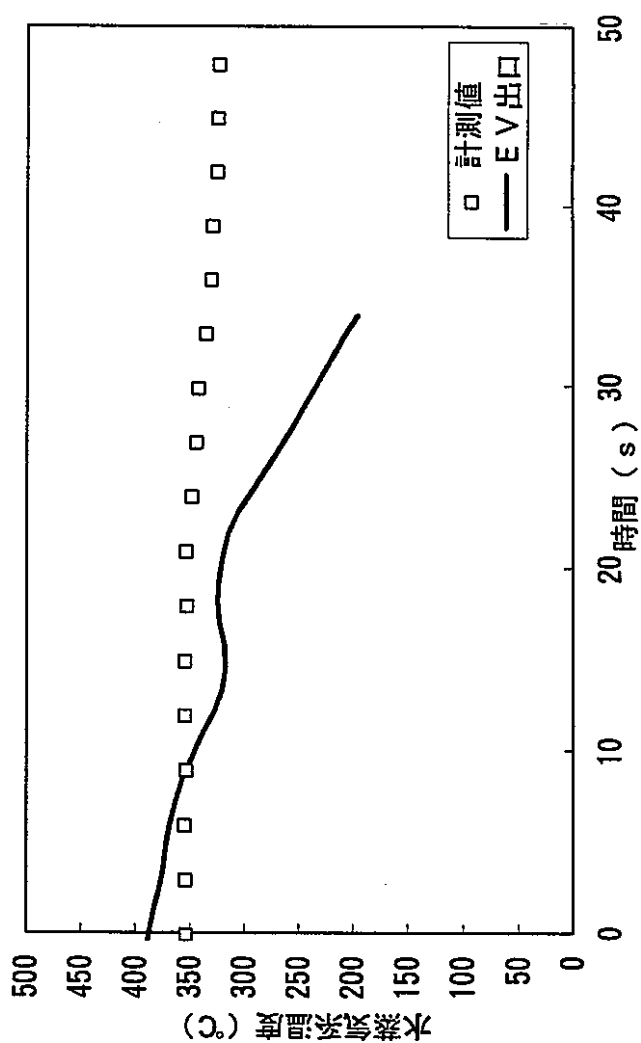
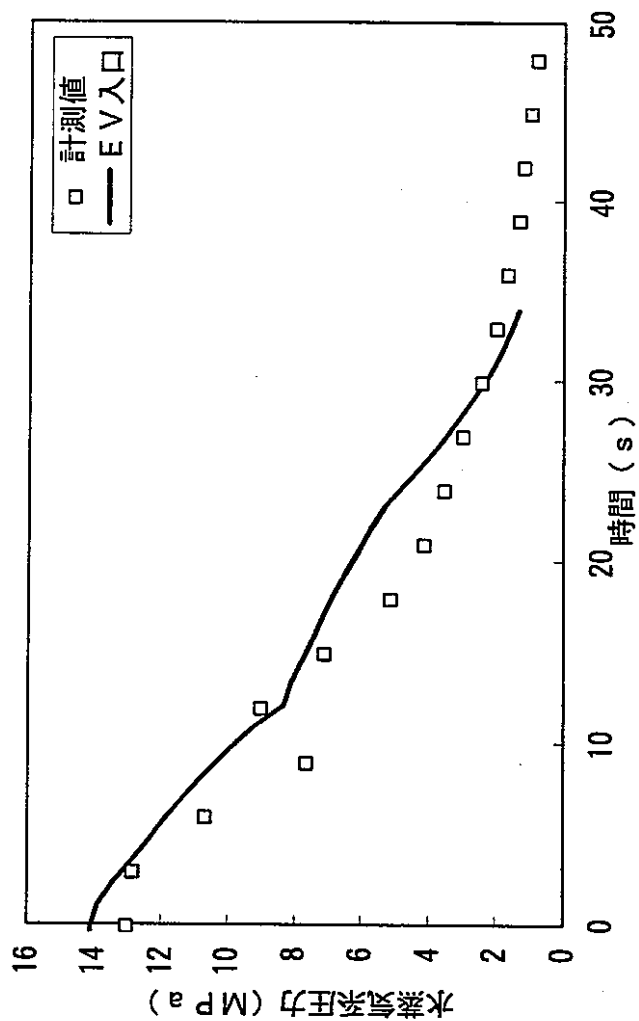


図 4.2-13 (1/4) スリップ相関式オブションポンプメータ解析(Jones)

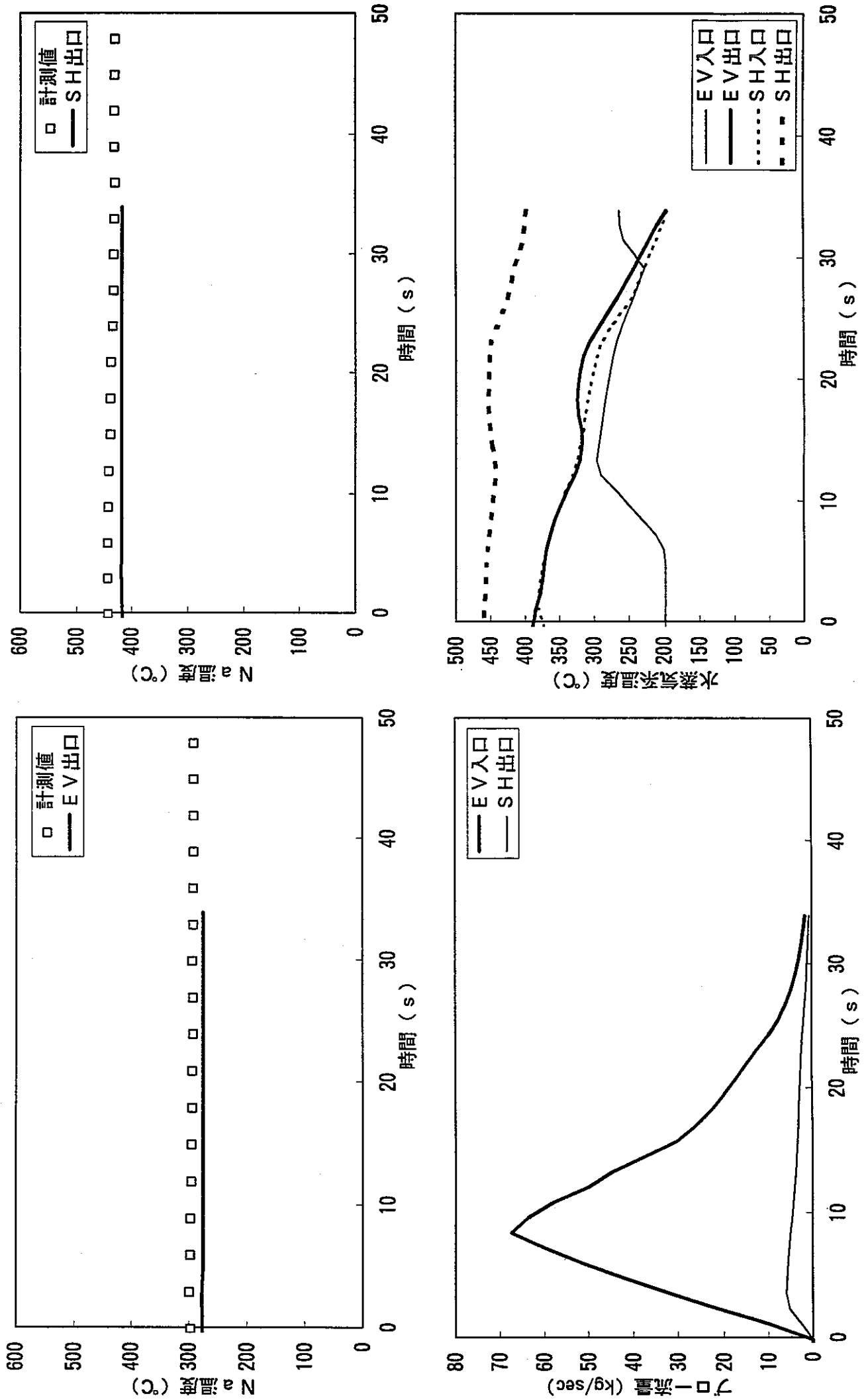
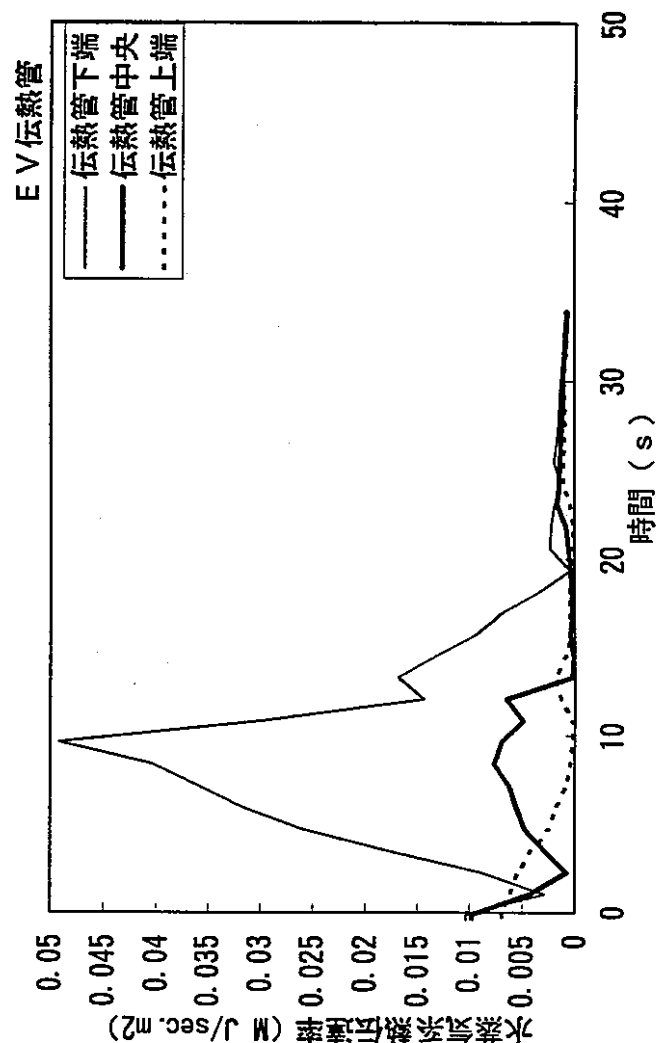
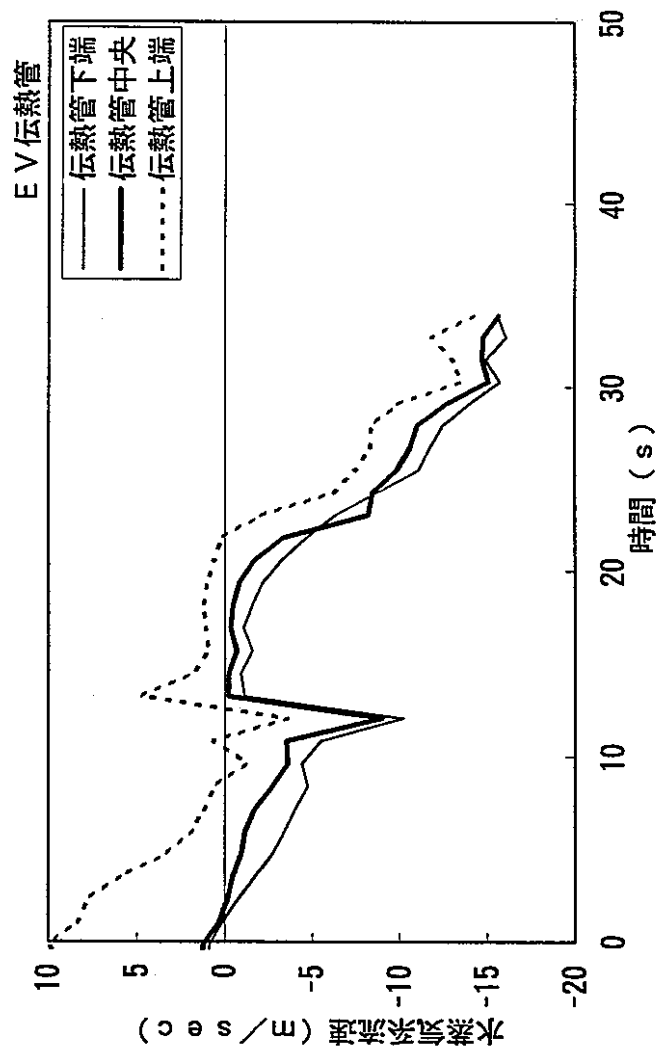
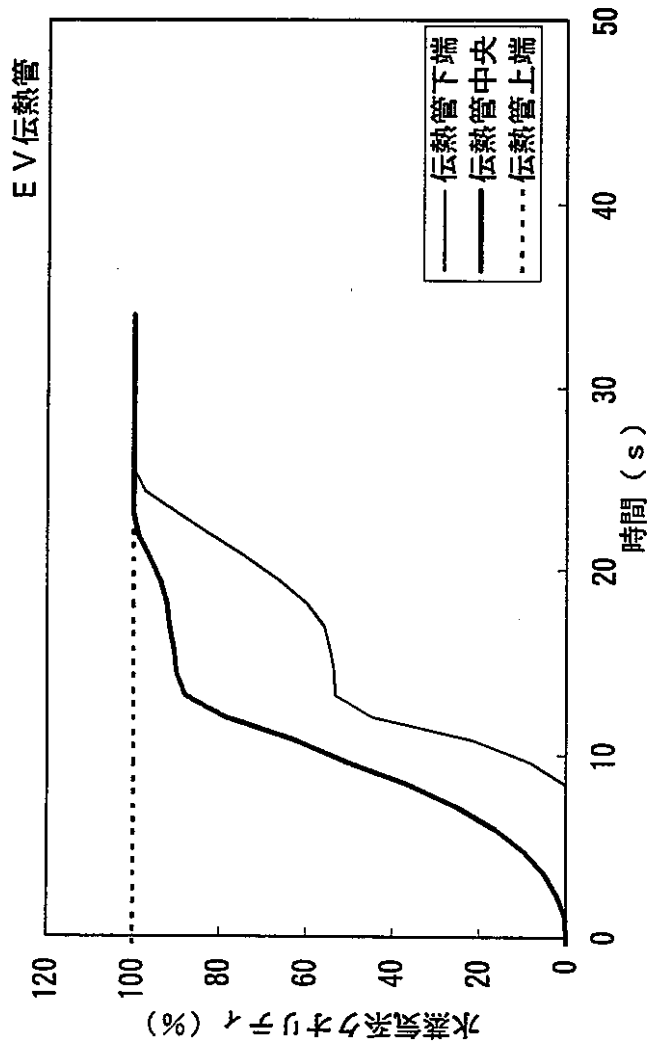
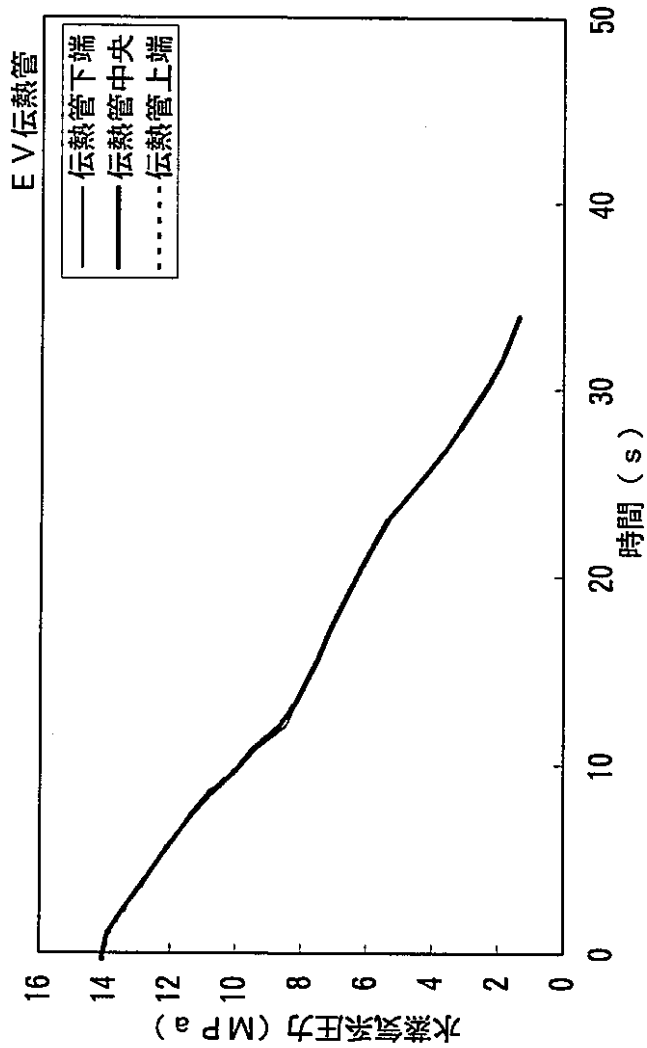


図 4.2-13 (2/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(Jones)



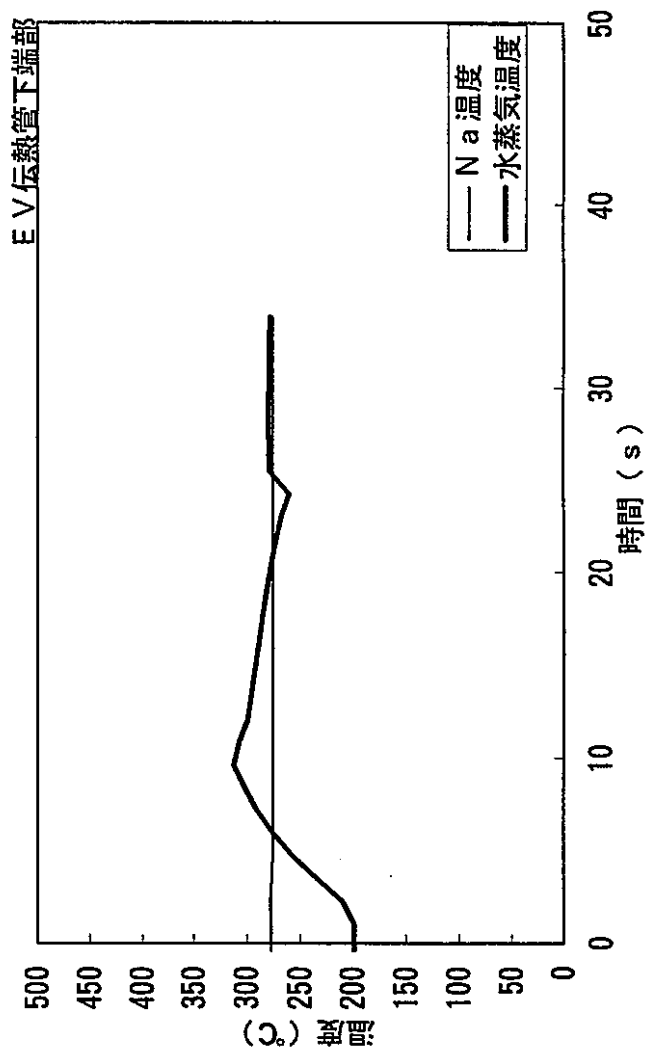
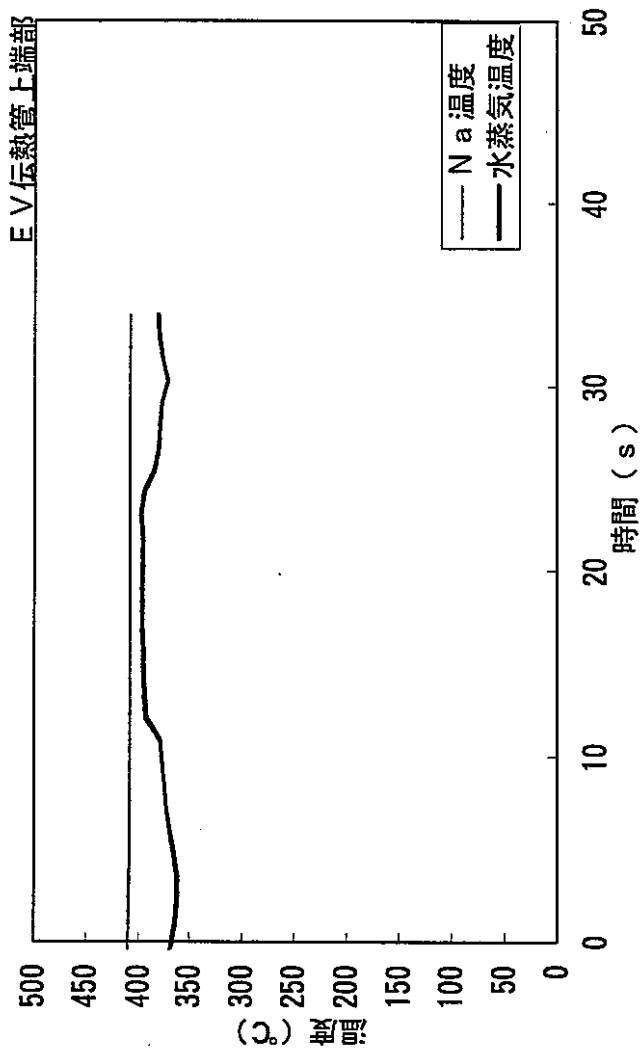
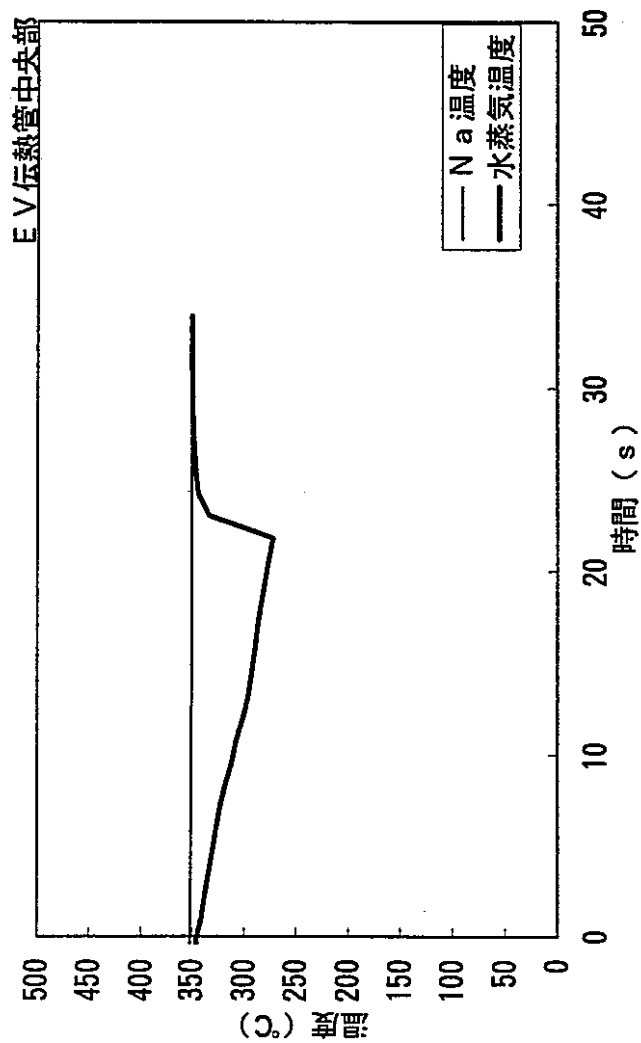


図 4.2-13 (4/4) スリップ相関式オブションパラメータ解析(Jones)

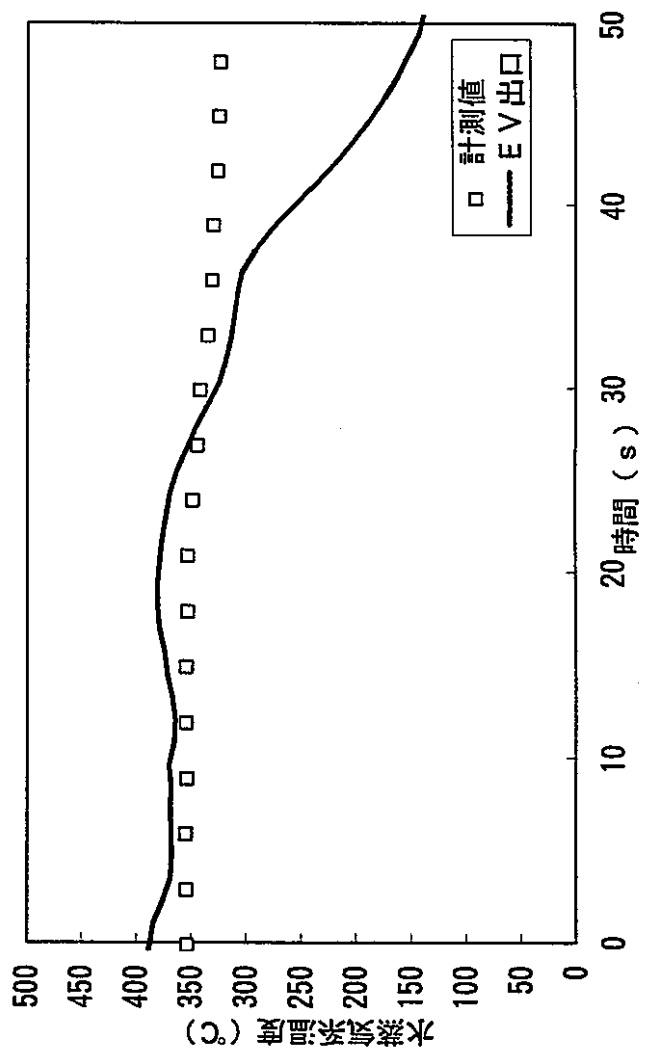
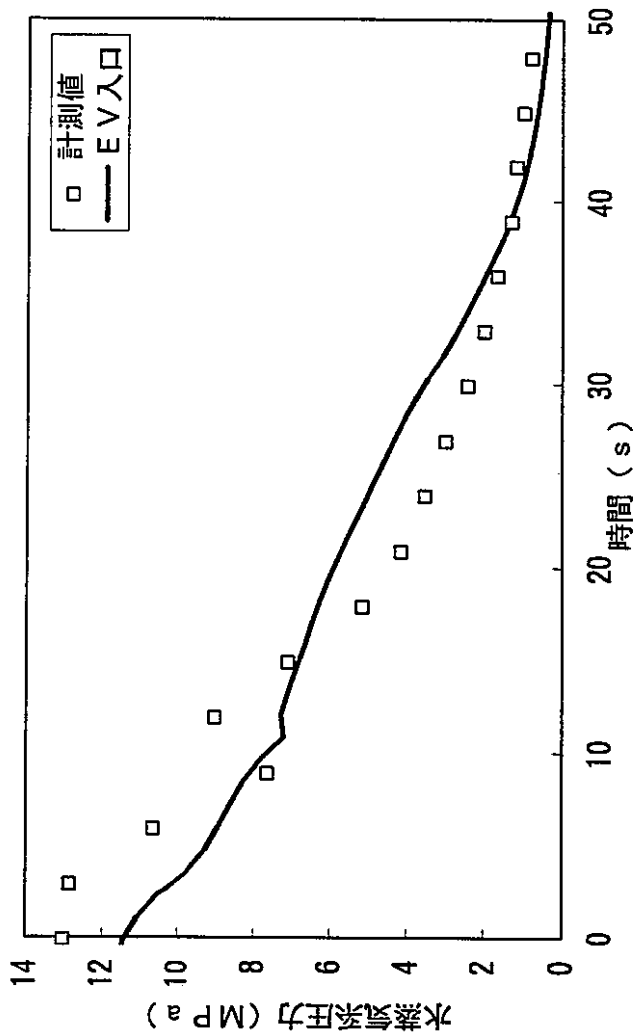
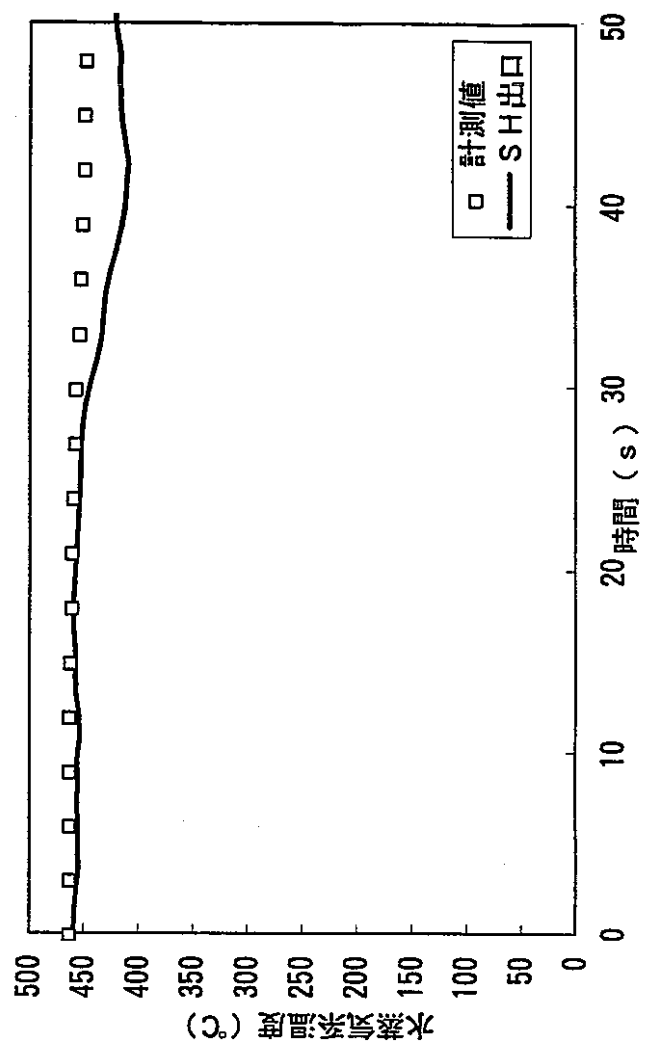
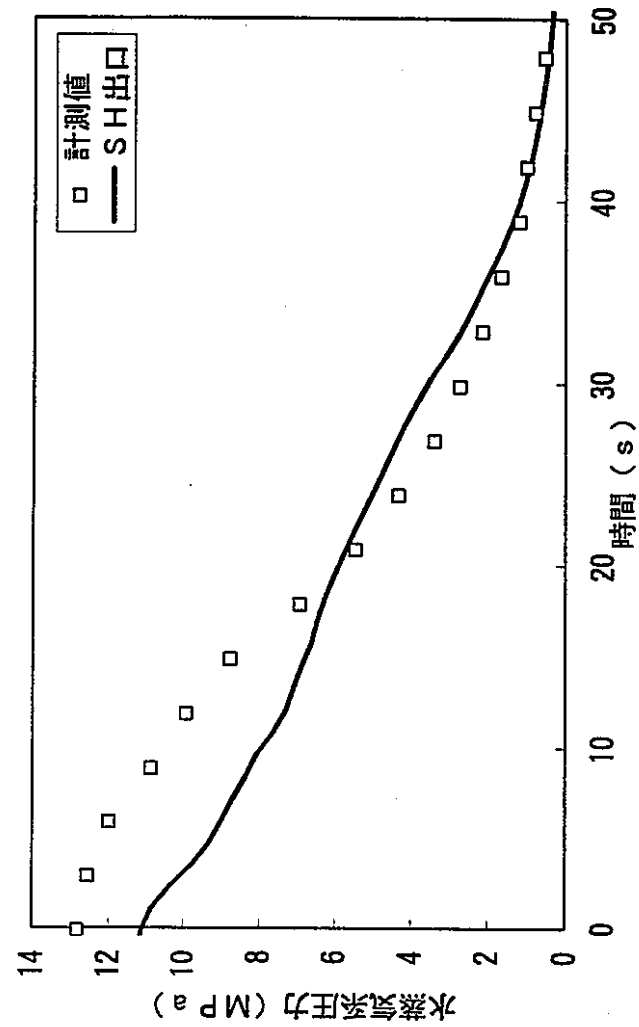


図 4.2-14 (1/4) スリップ相關式オブションパラメータ解析(HTL)

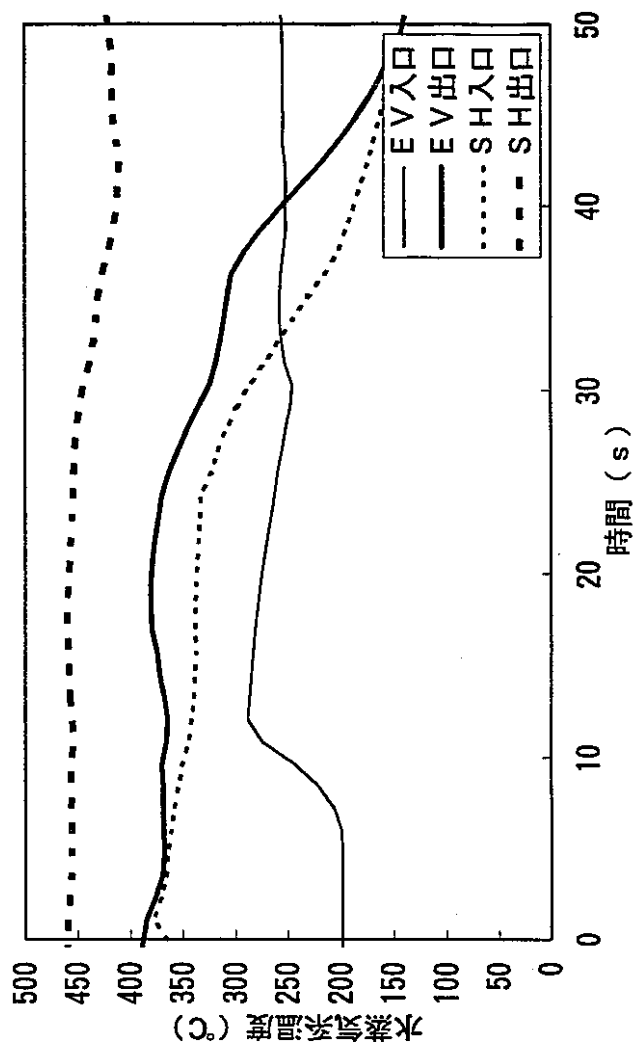
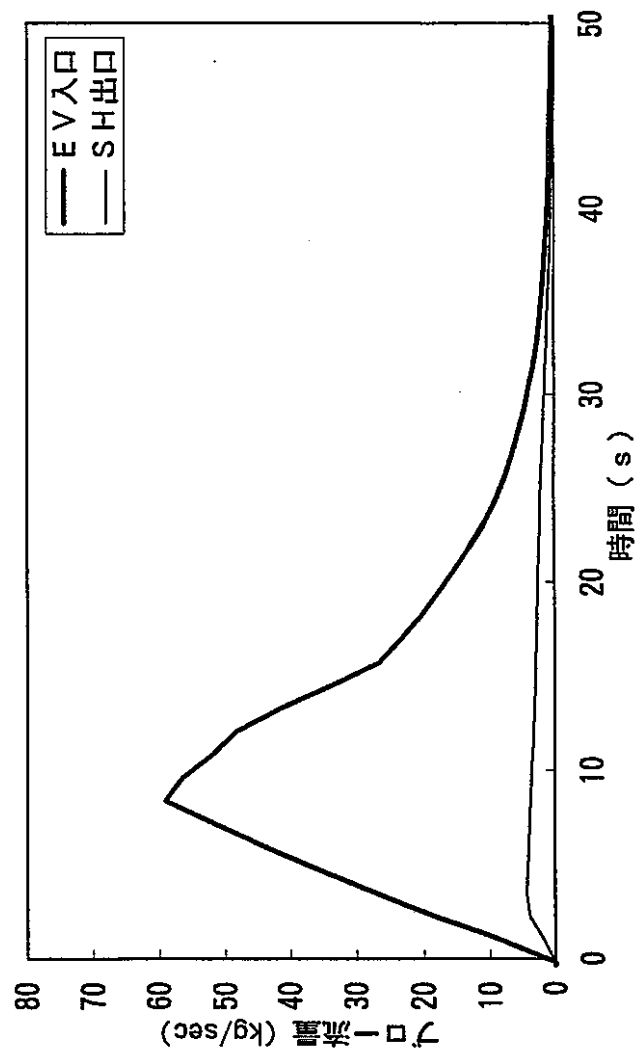
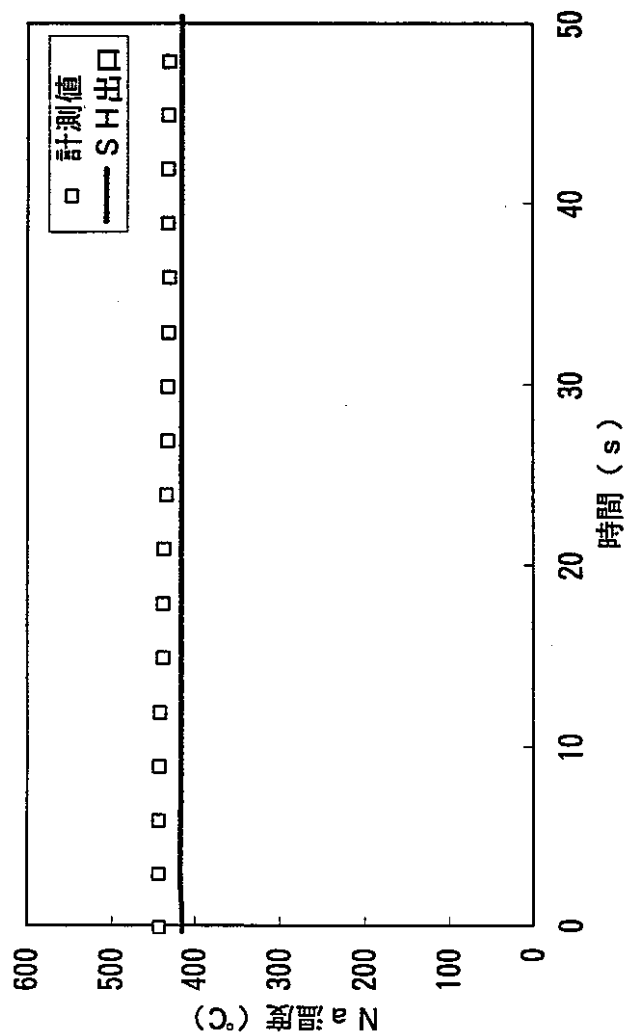
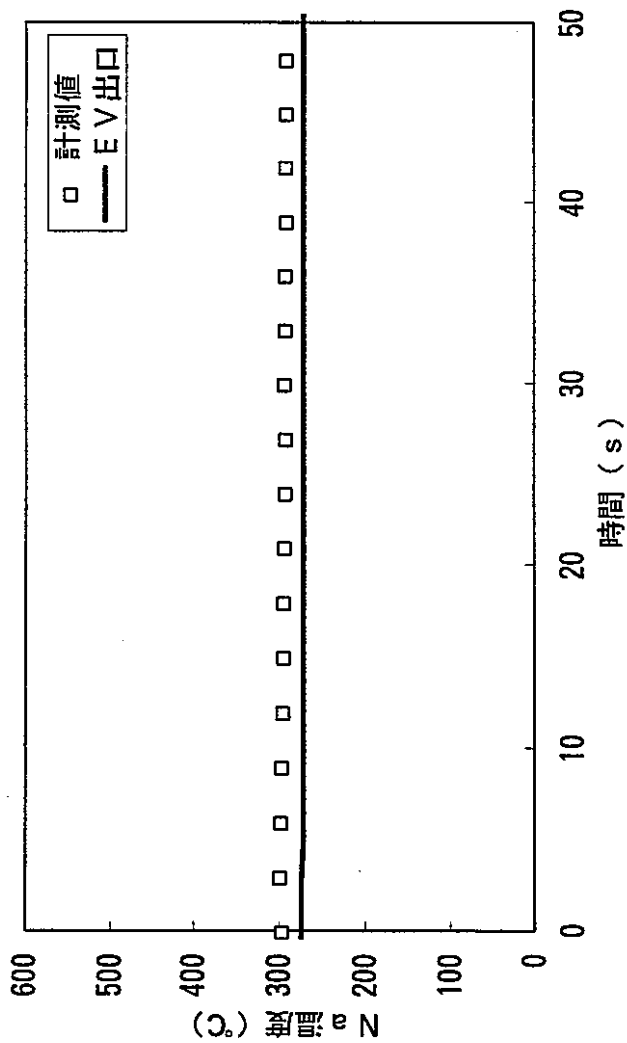
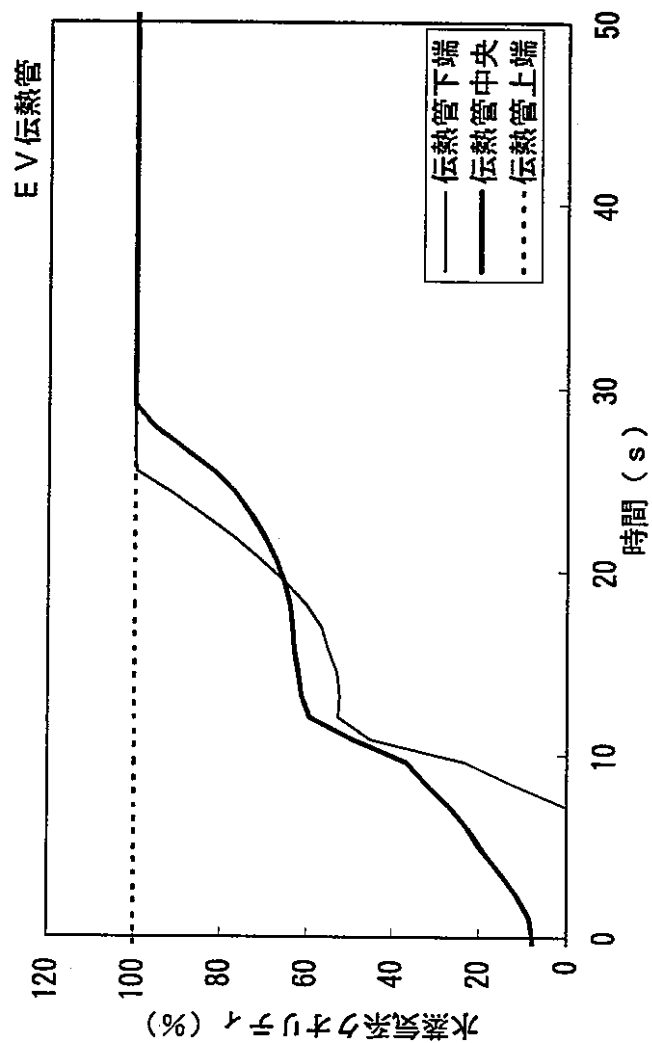
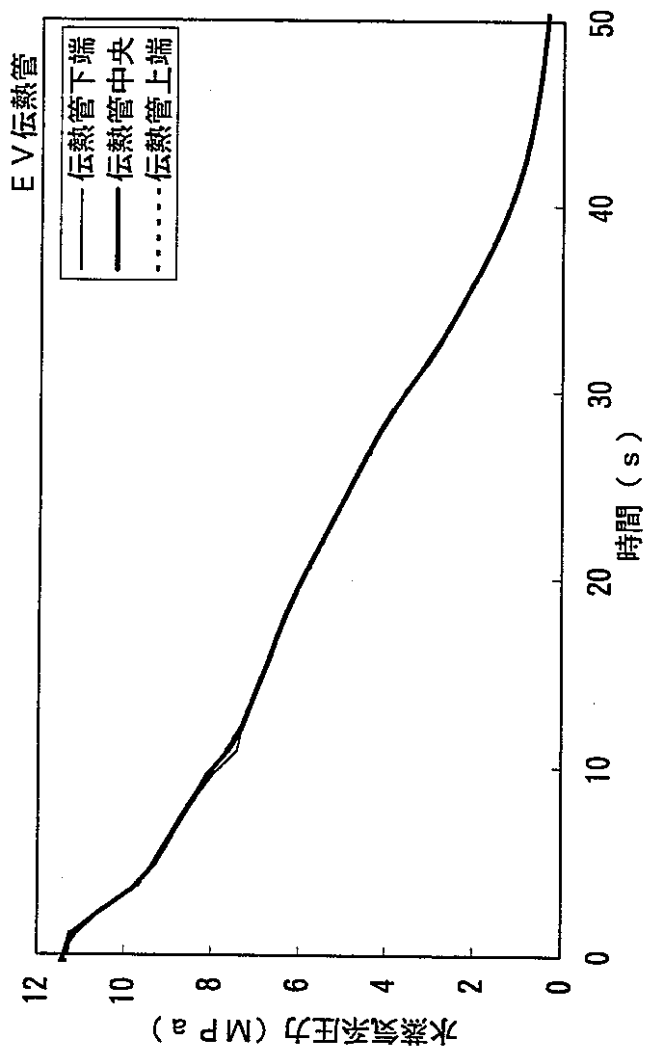


図 4.2-14 (2/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(HTL)



4.2-61

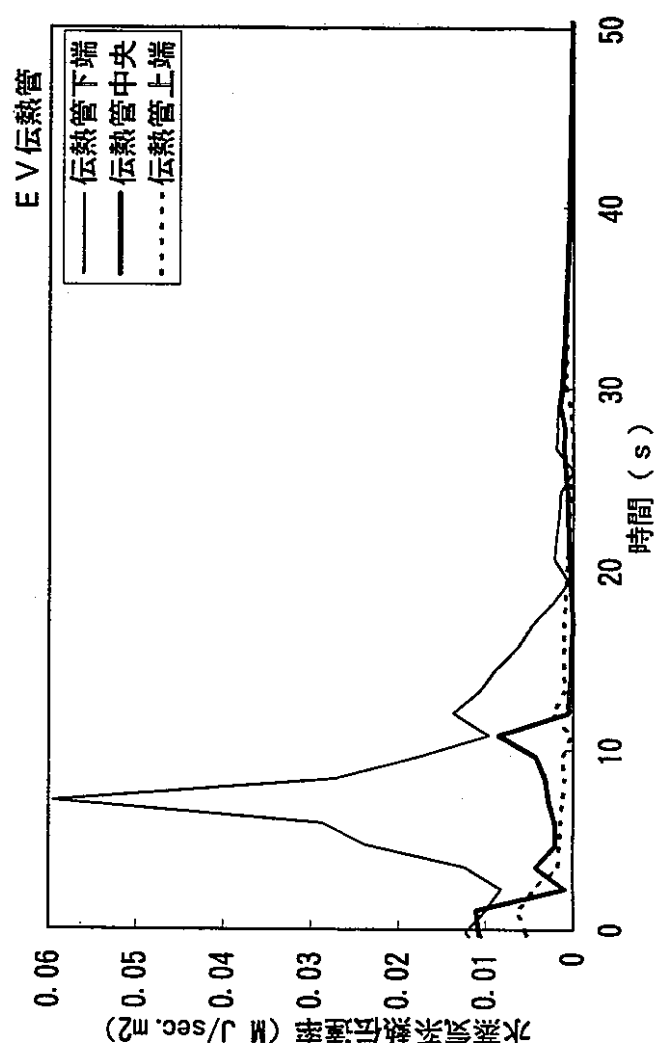
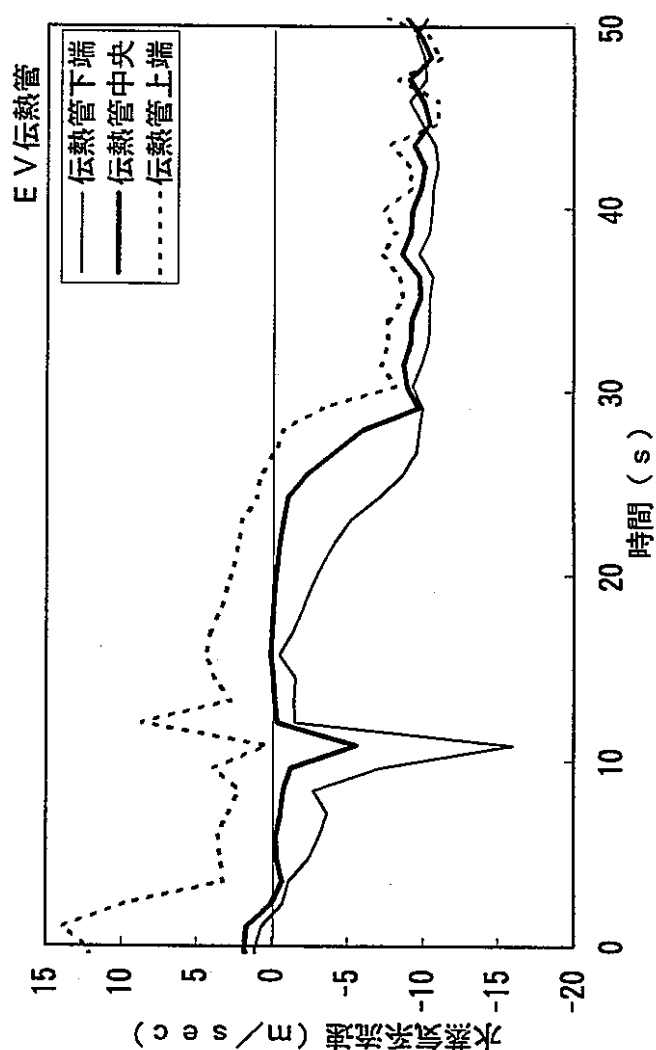


図 4.2-14 (3/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(HTL)

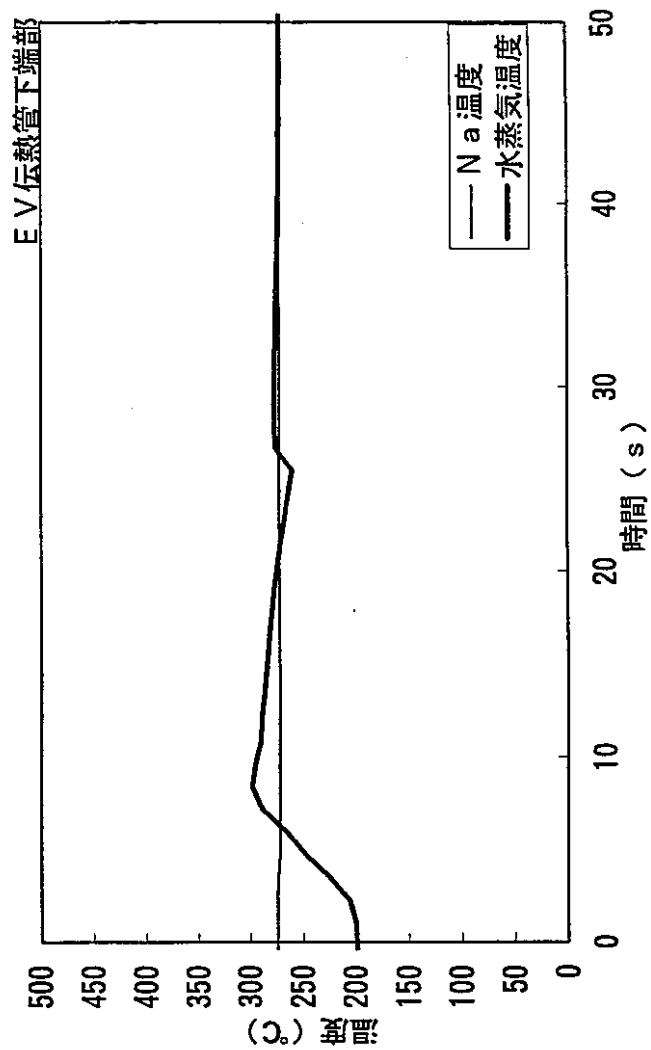
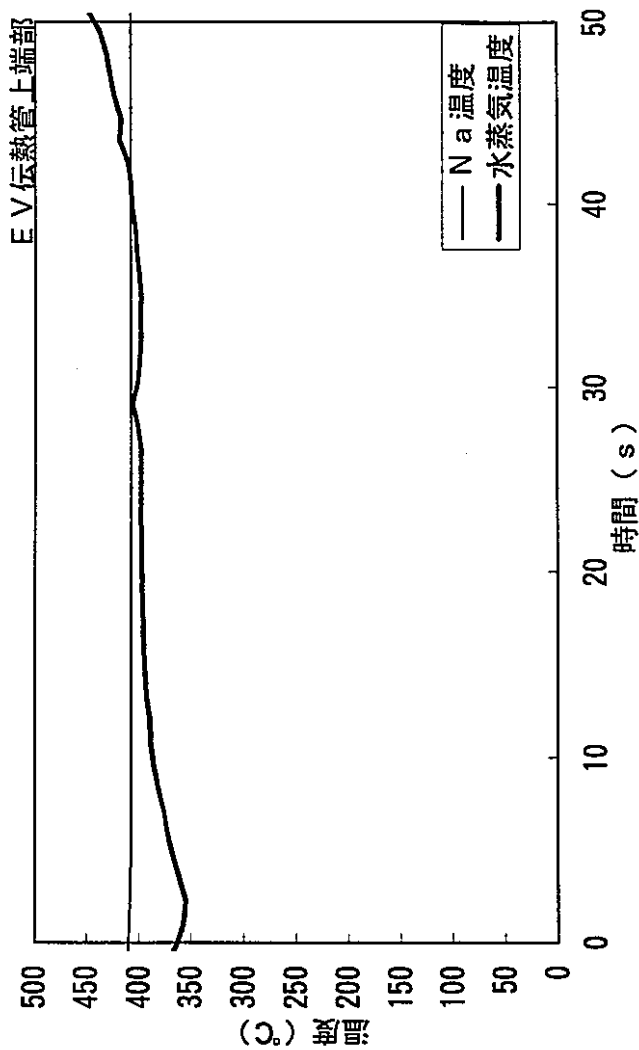
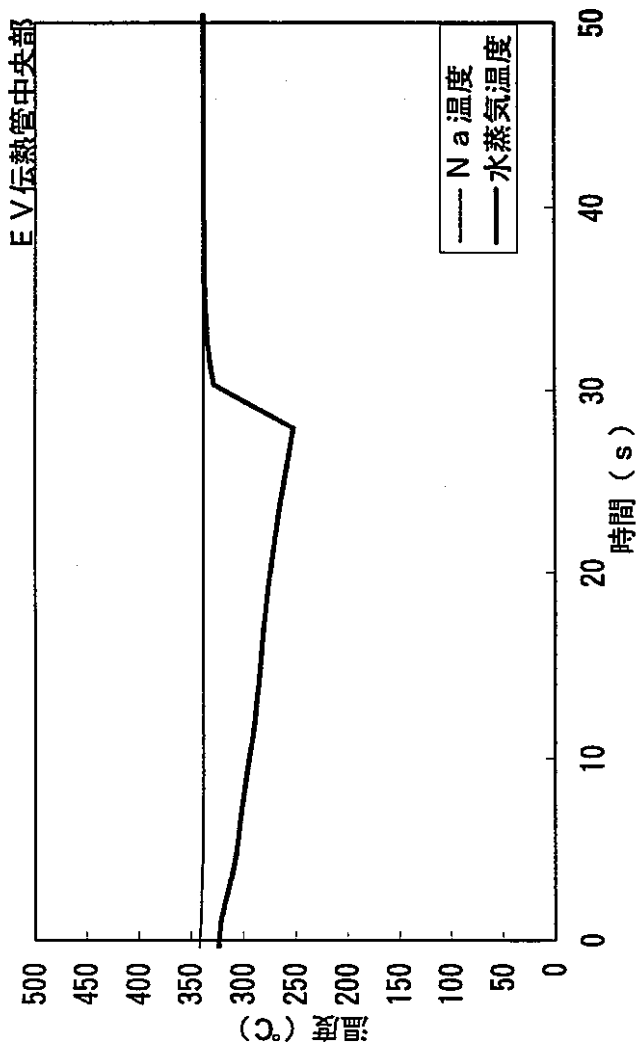


図 4.2-14 (4/4) スリップ相関式オプションパラメータ解析(HTL)

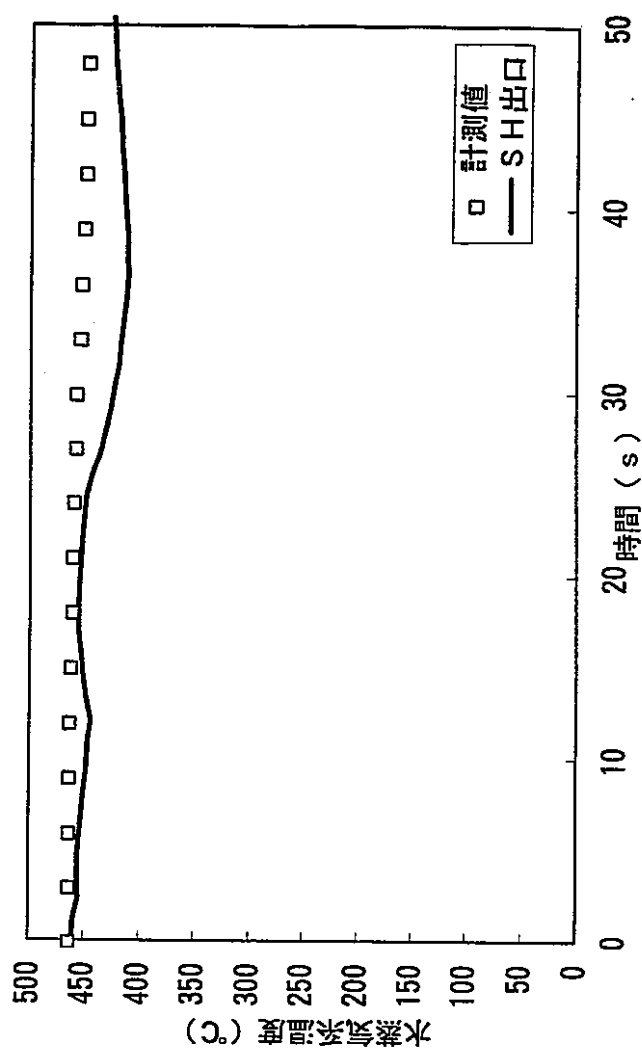
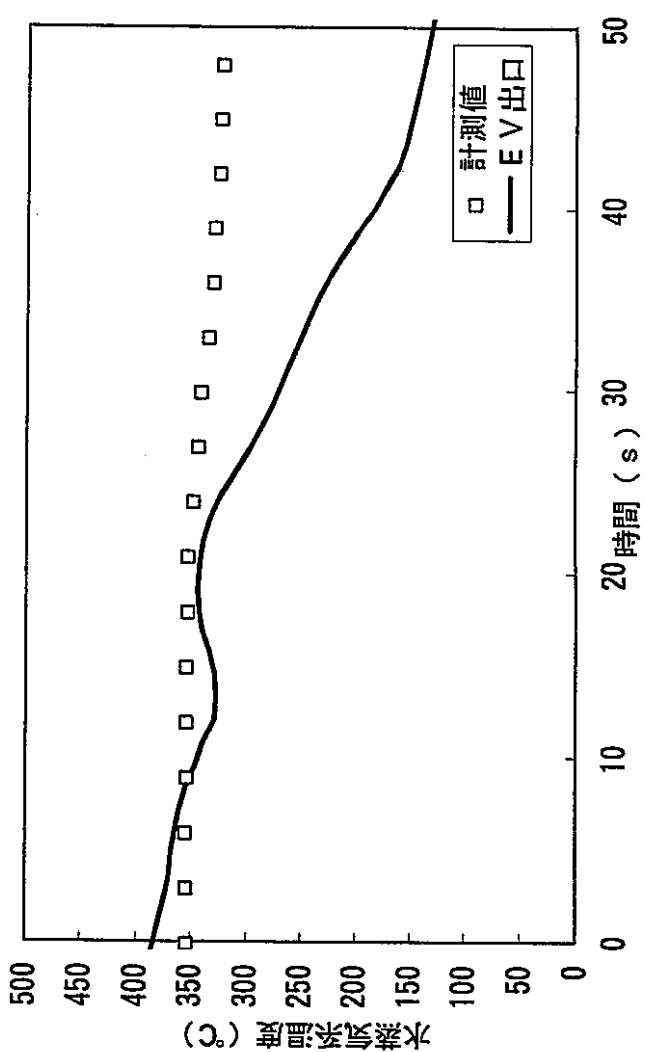
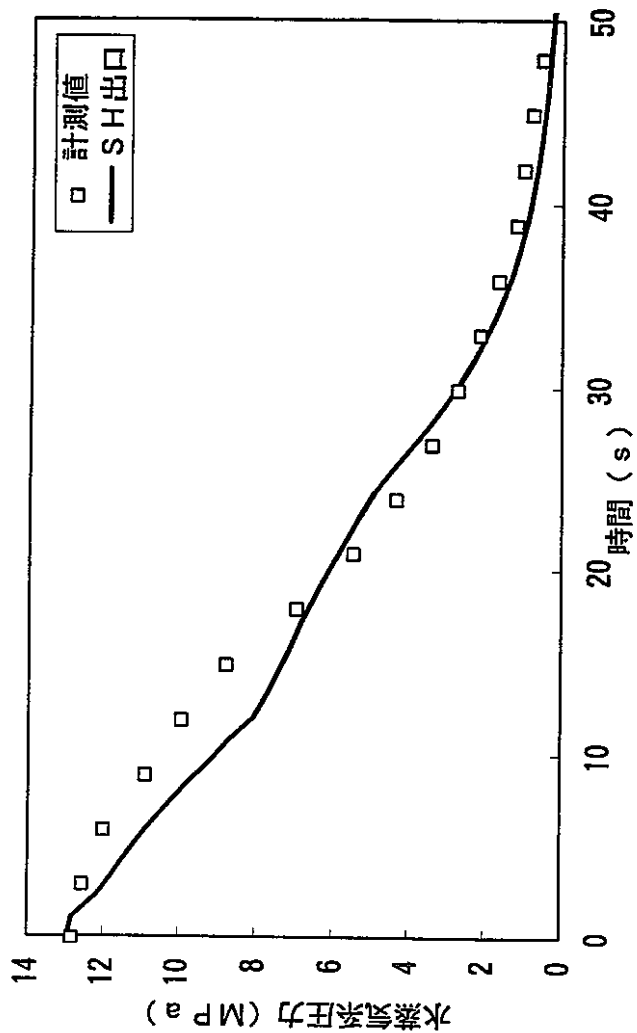
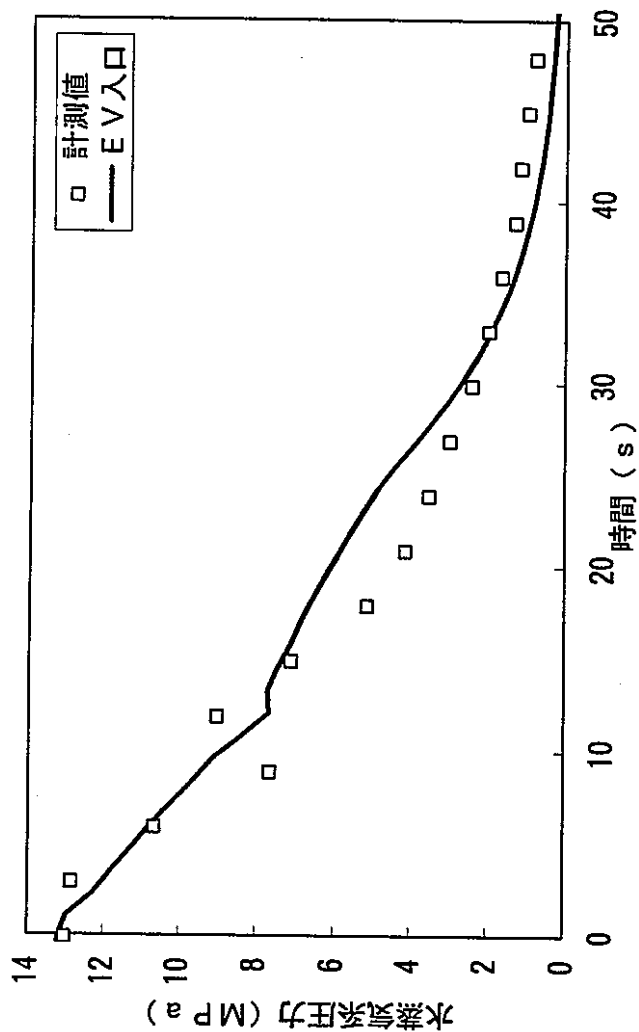


図 4.2-15 (1/4) 二相流摩擦圧増倍係数オプシヨンプラメータ解析(Thom)

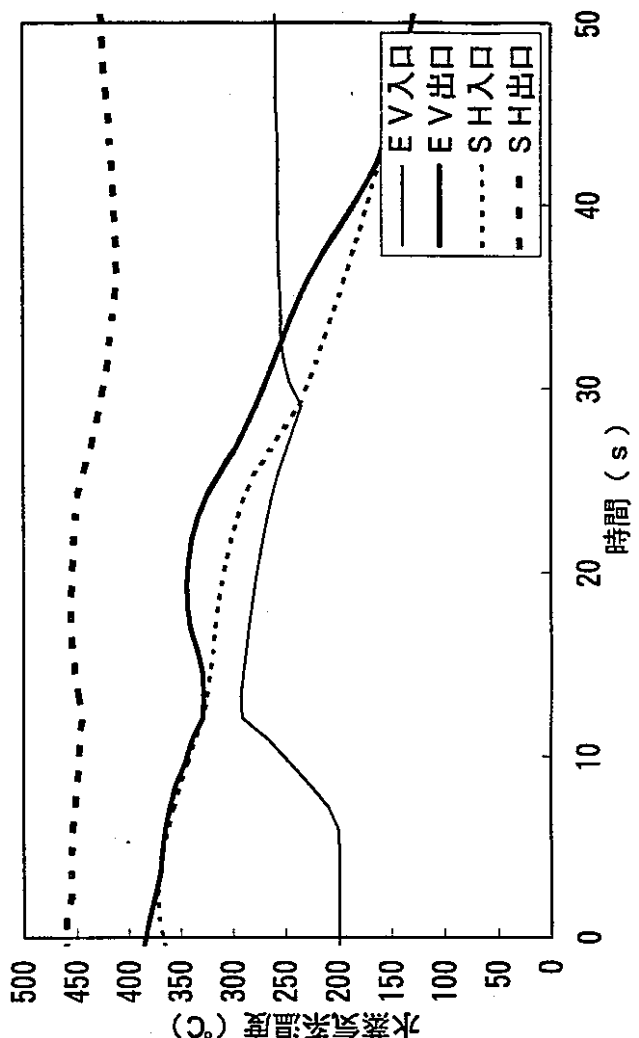
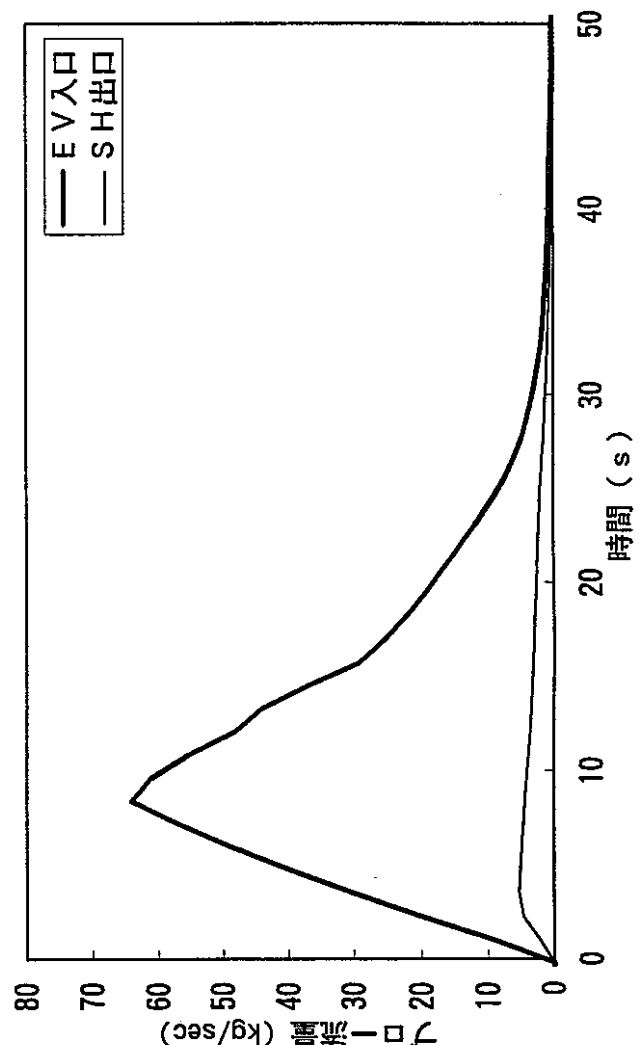
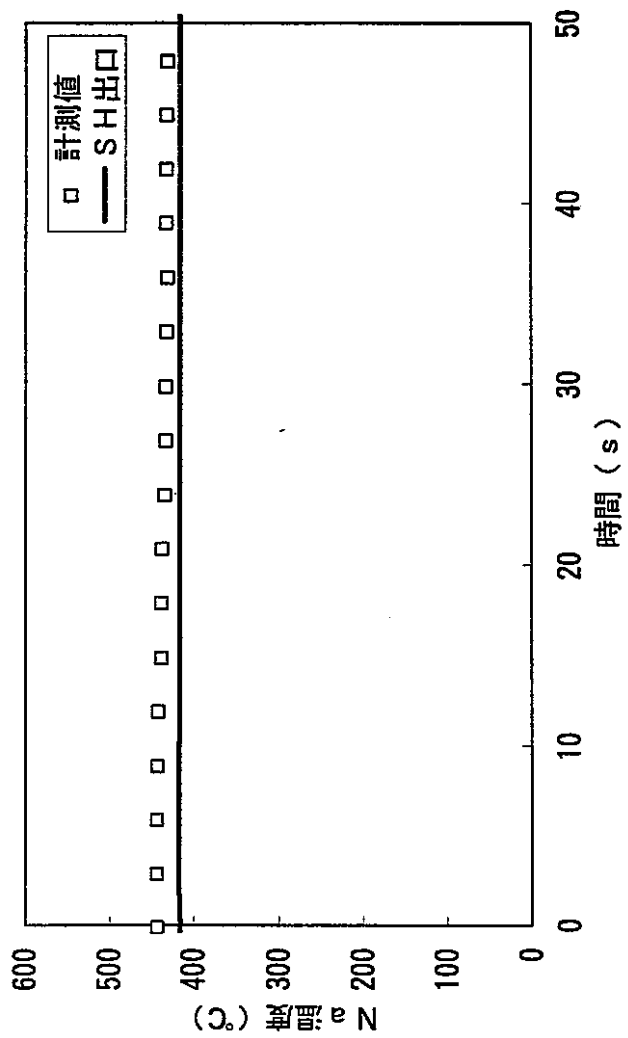
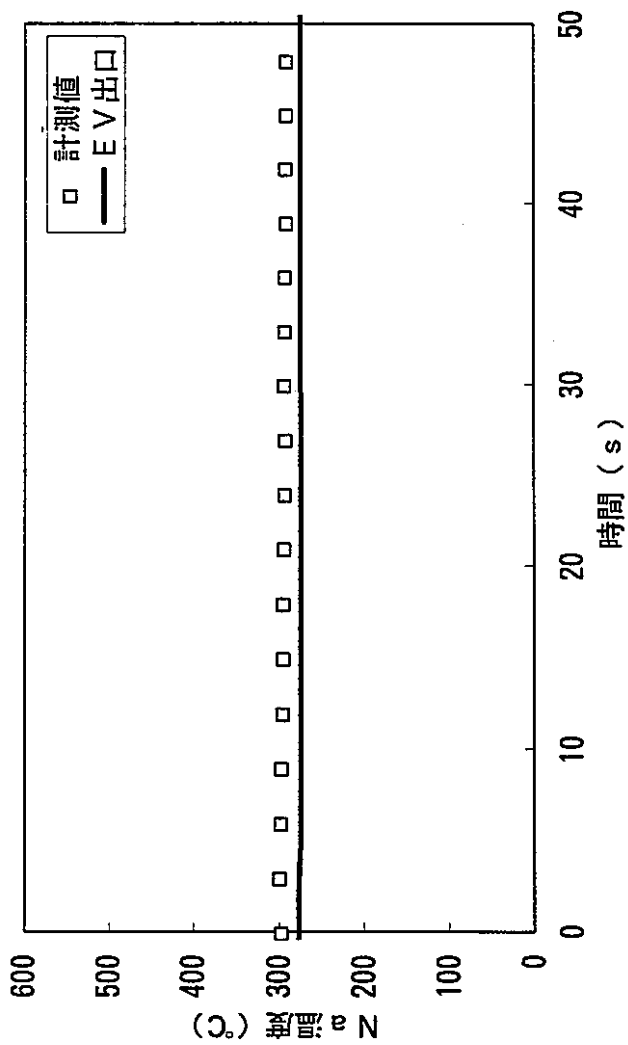
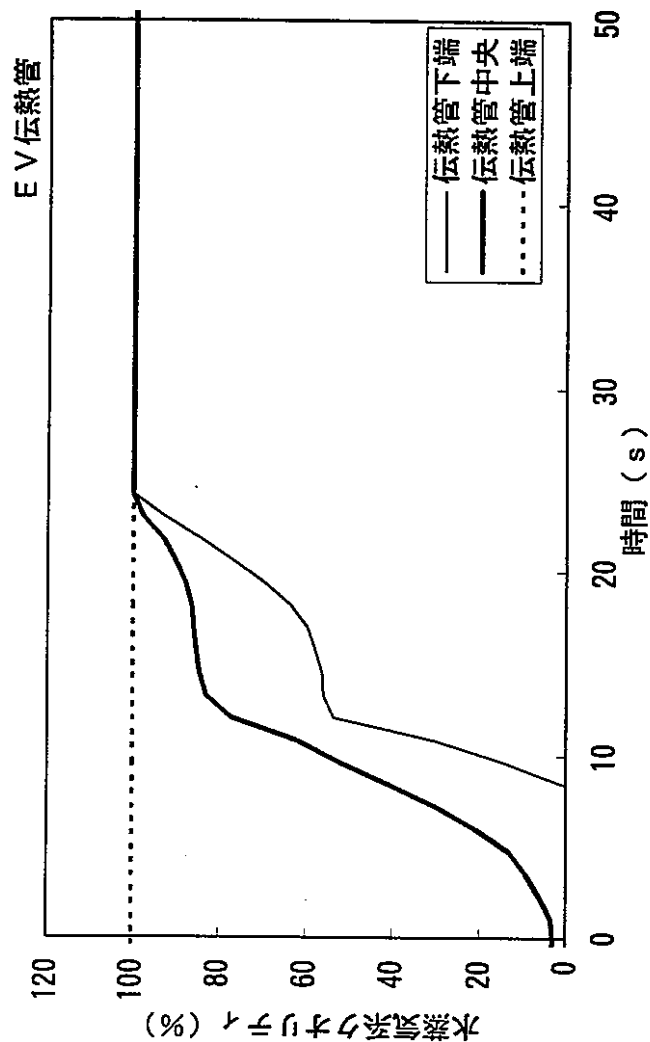
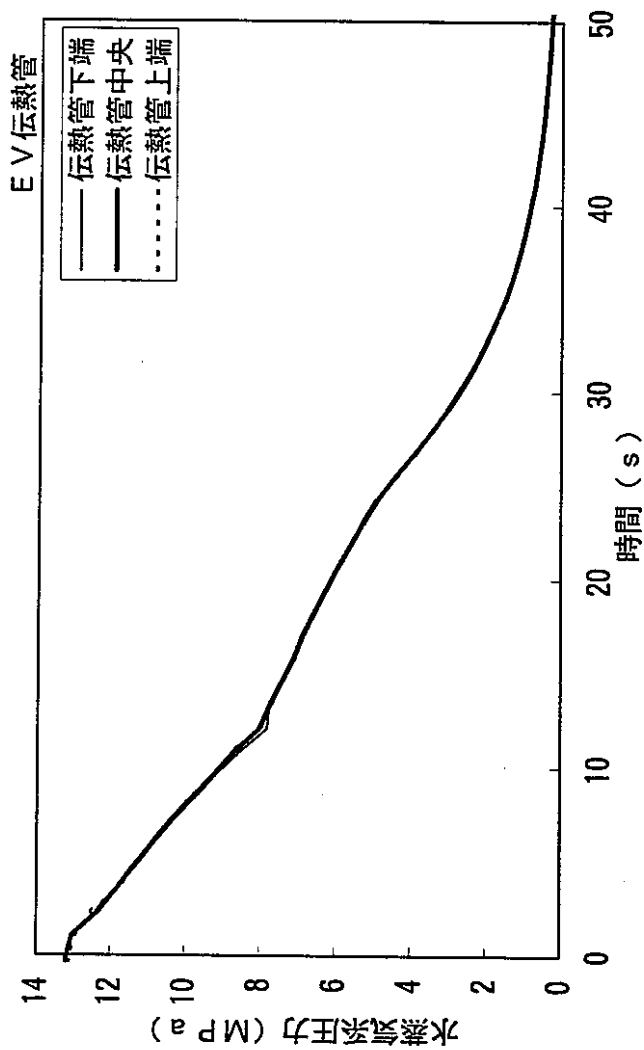


図 4.2-15 (2/4) 二相流管摩擦圧損増倍係数オプシヨンパラメータ解析(Thom)



4.2-65

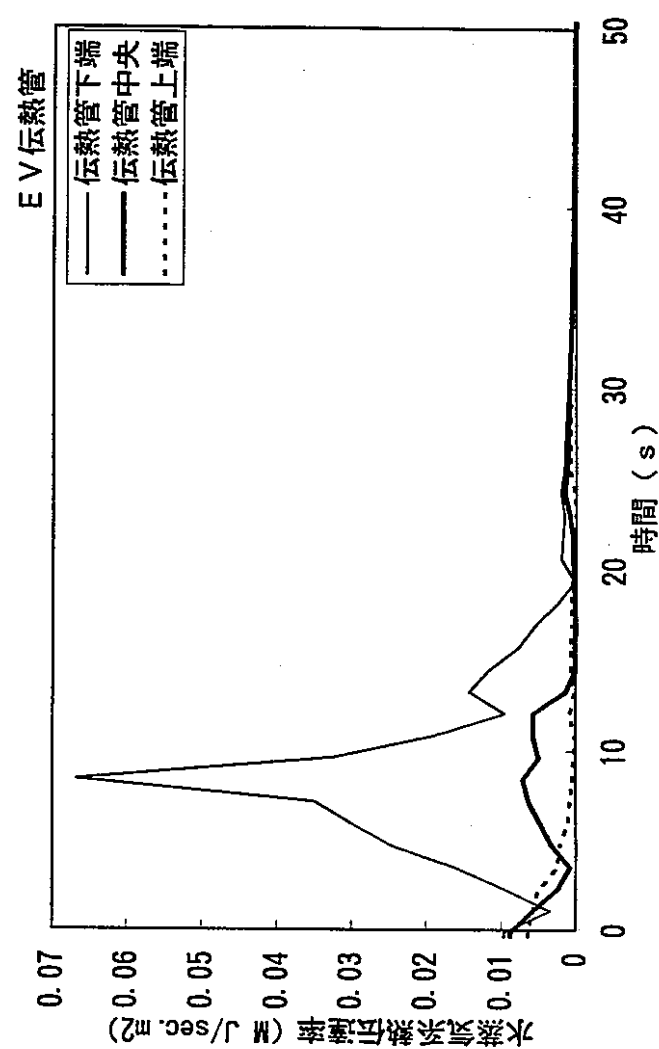
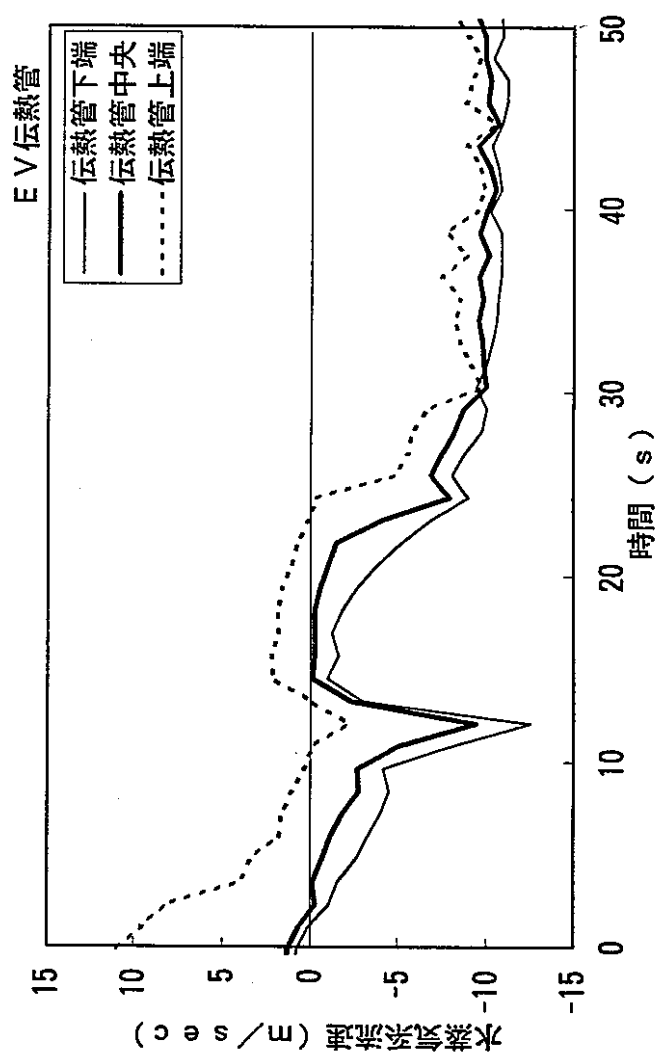
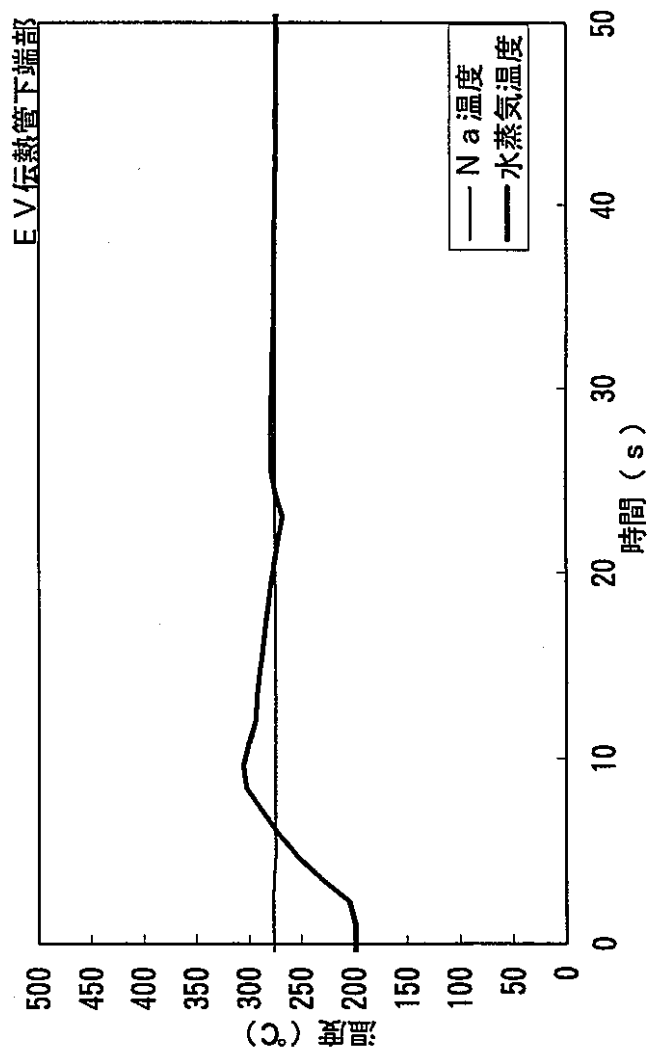
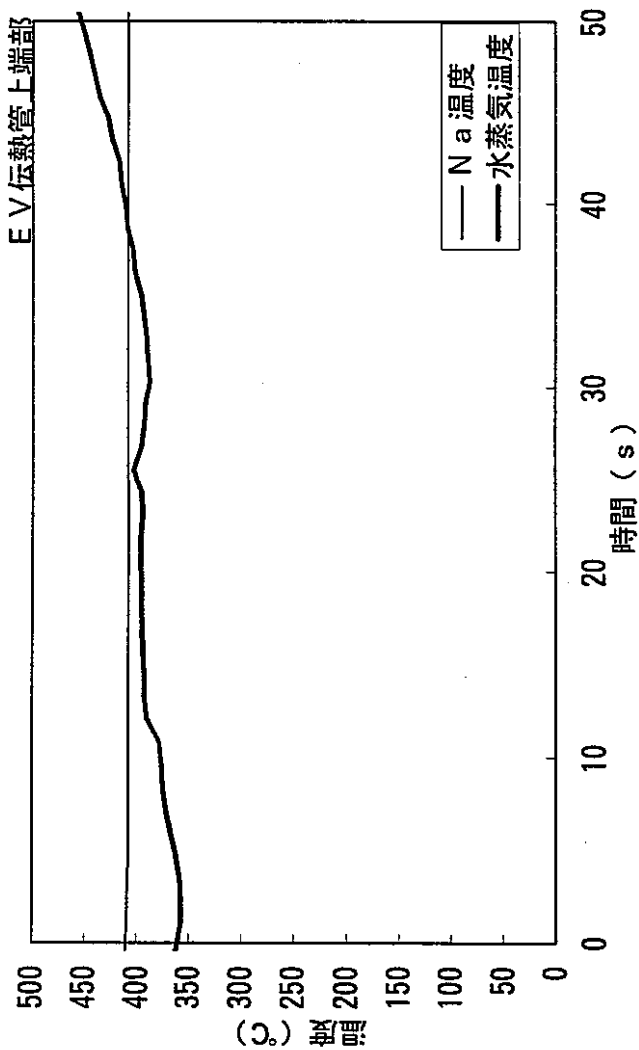
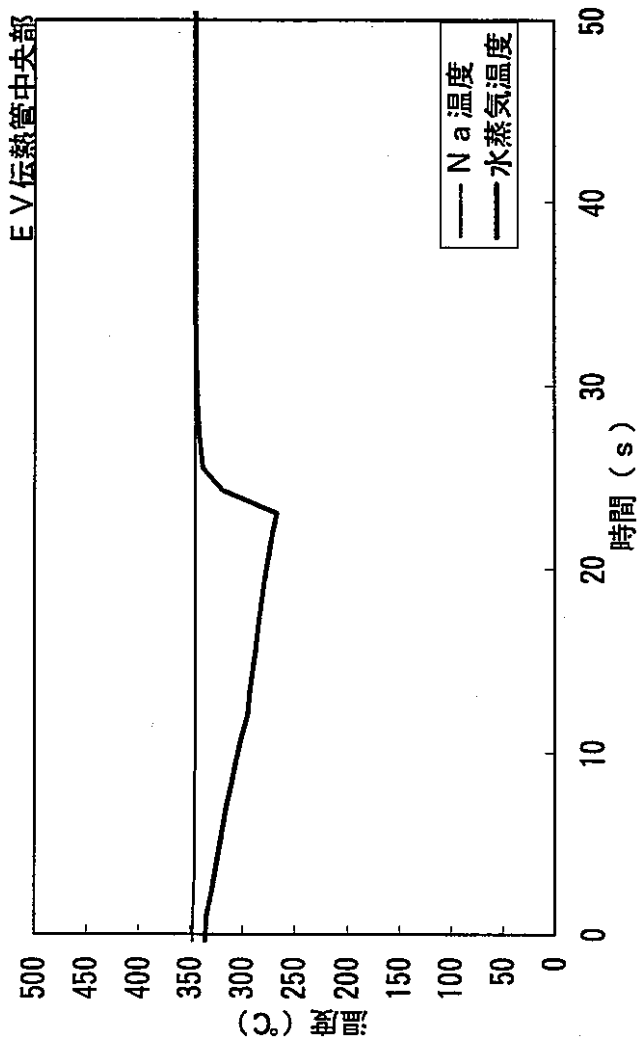


図 4.2-15 (3/4) 二相流管摩擦圧損増倍係数オプシオンパラメータ解析(Thom)



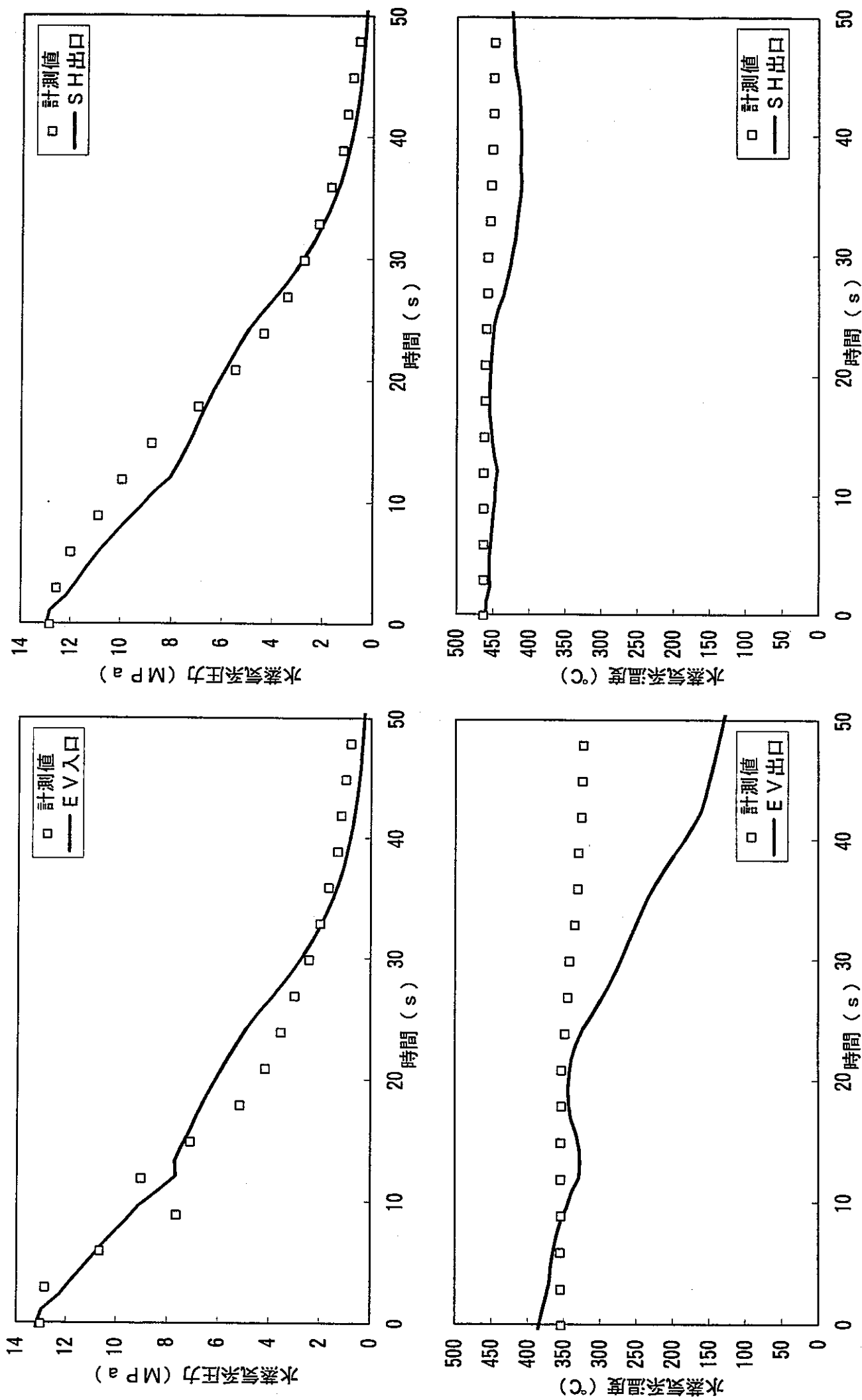
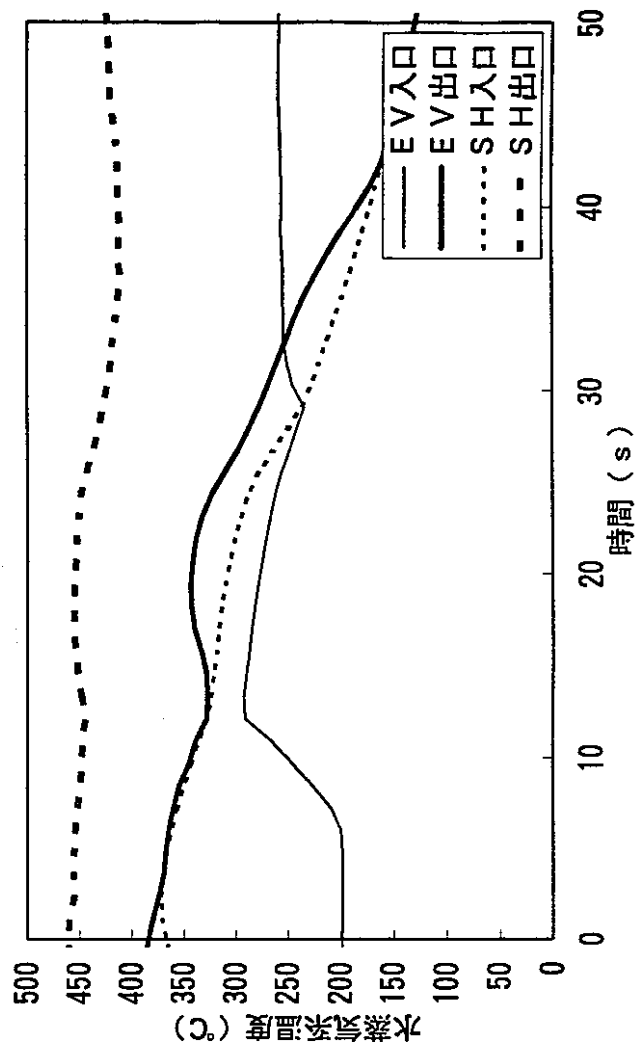
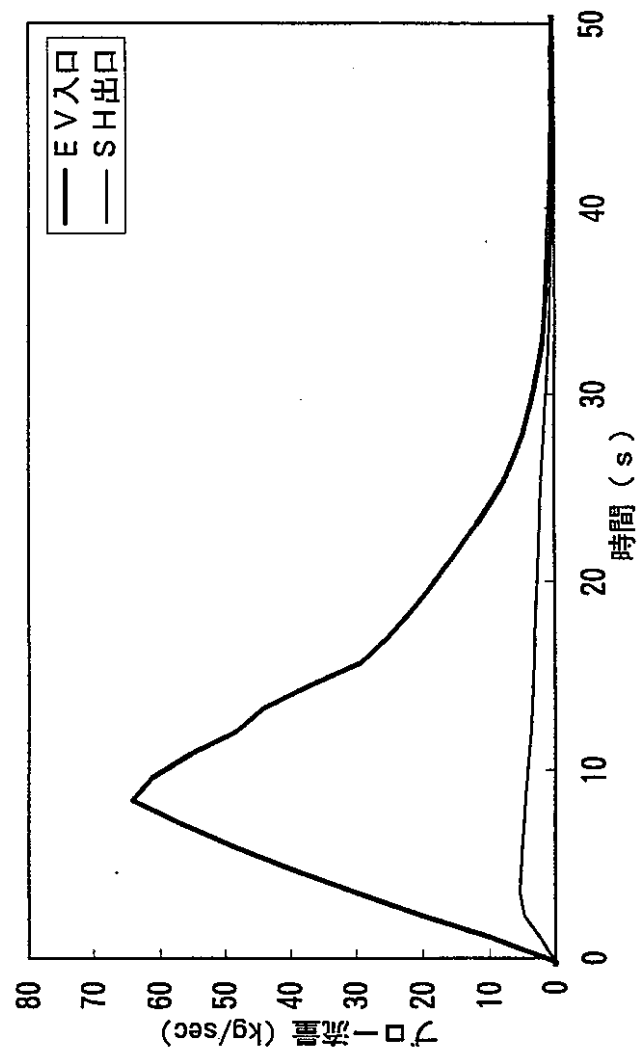
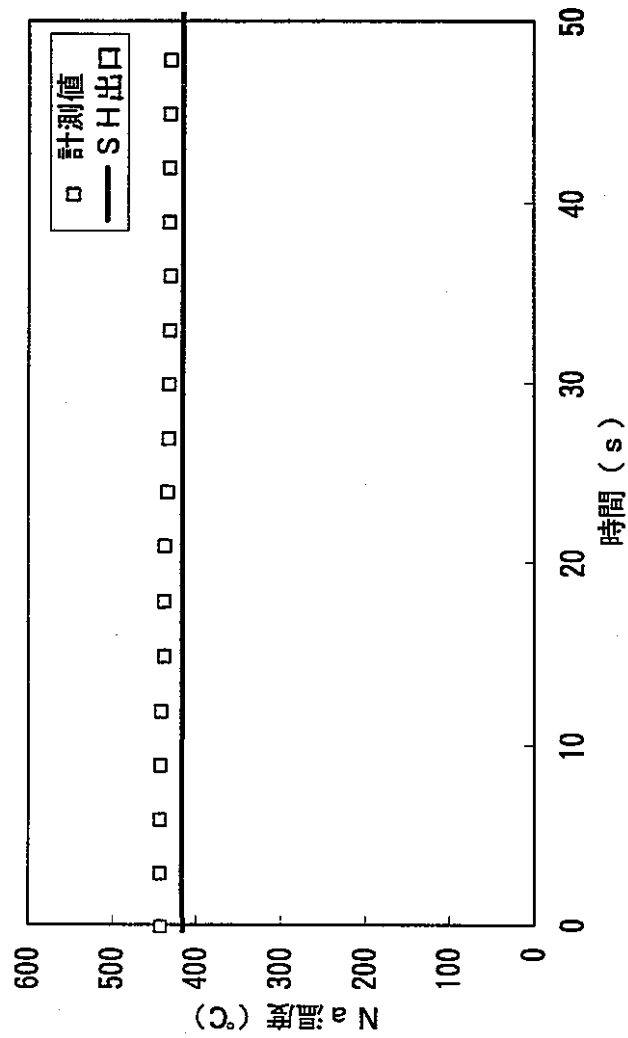
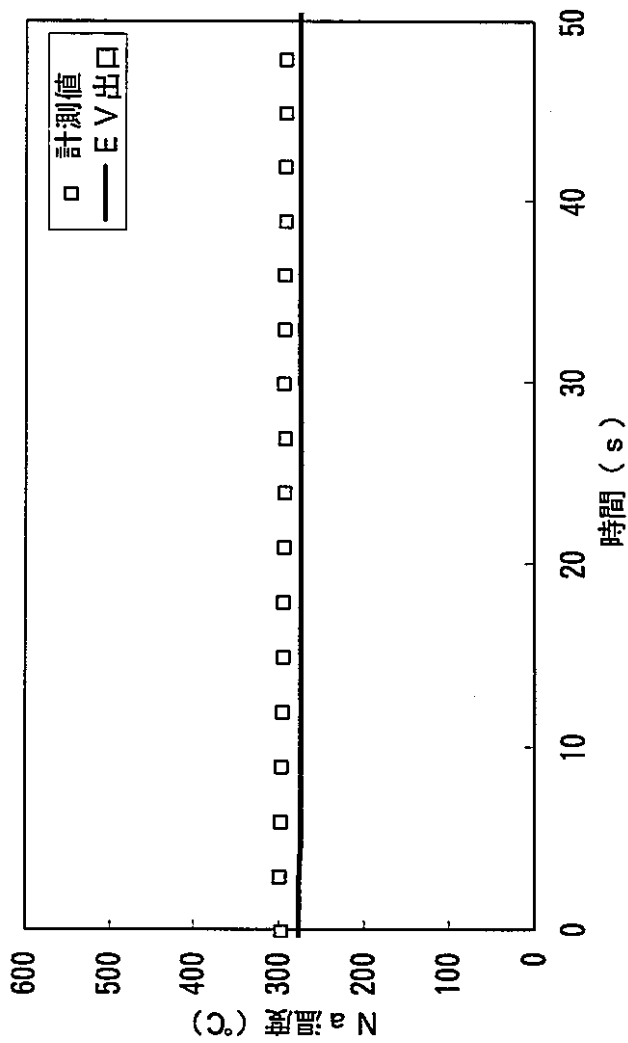
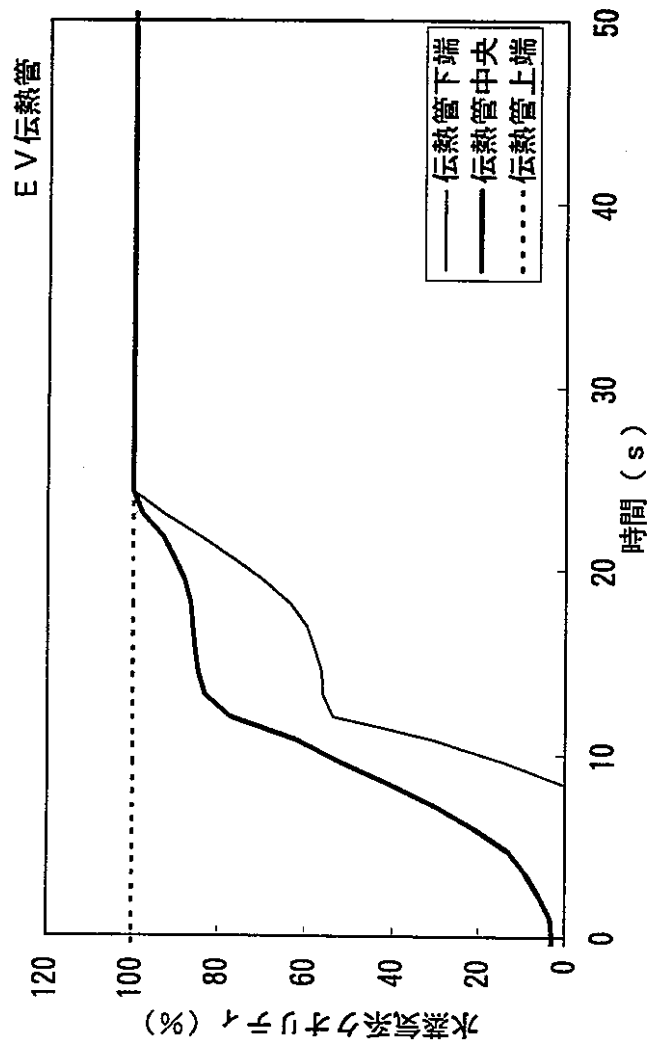
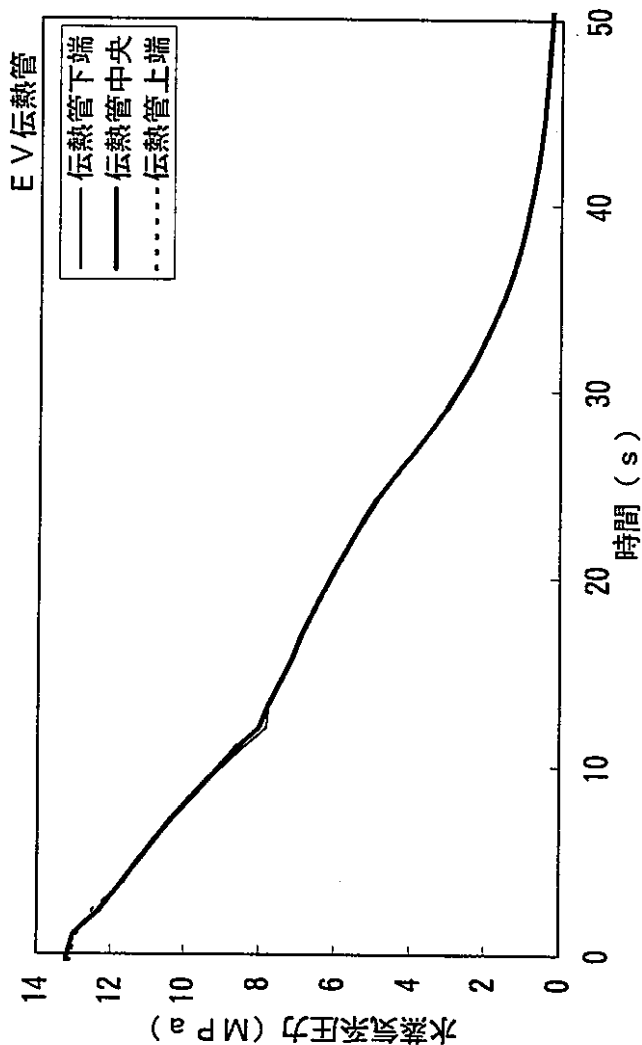


図 4.2-16 (1/4) 二相流管摩擦圧増増係数オプシヨンプラマータ解析(Martineilli-Nelson+Thom)





4.2-69

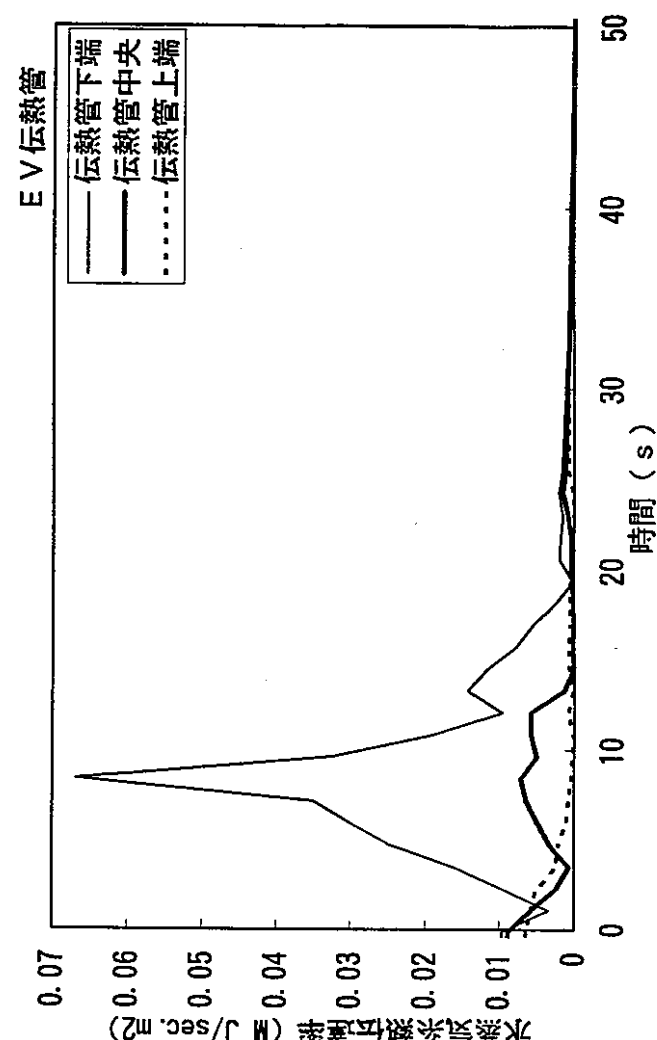
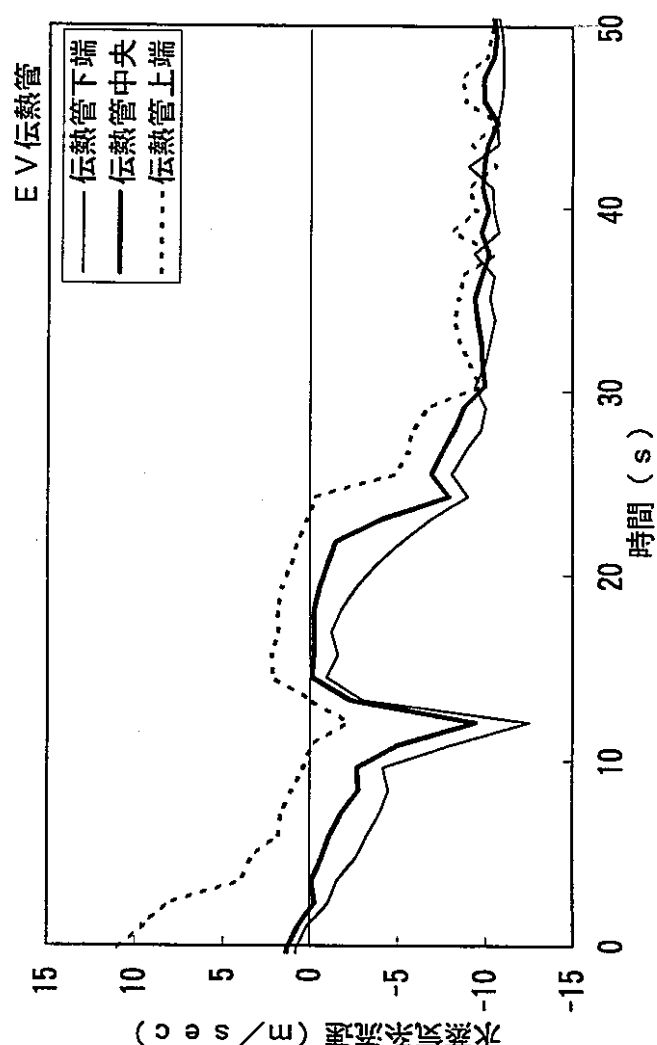


図 4.2-16 (3/4) 二相流管摩擦圧損増倍係数オブションパラメータ解析(Martinielli-Nelson+Thom)

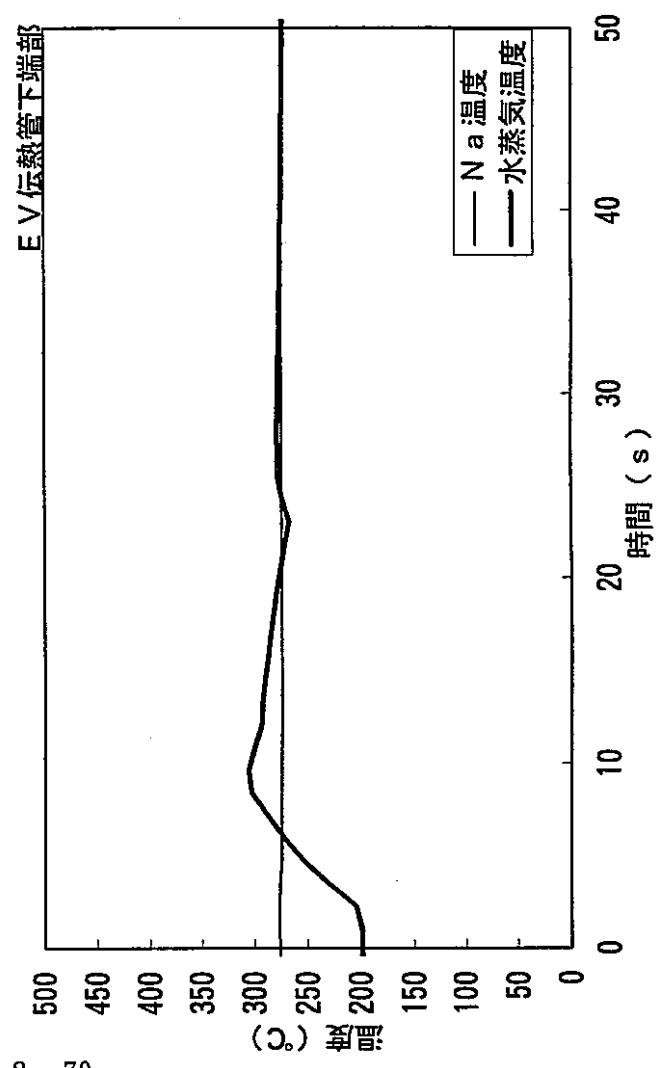
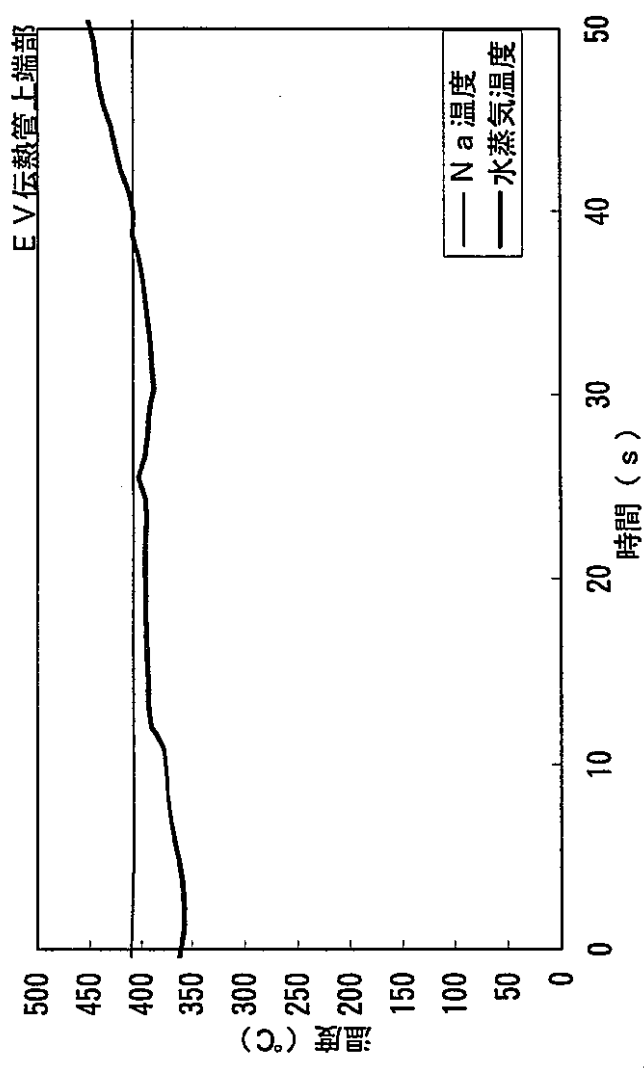
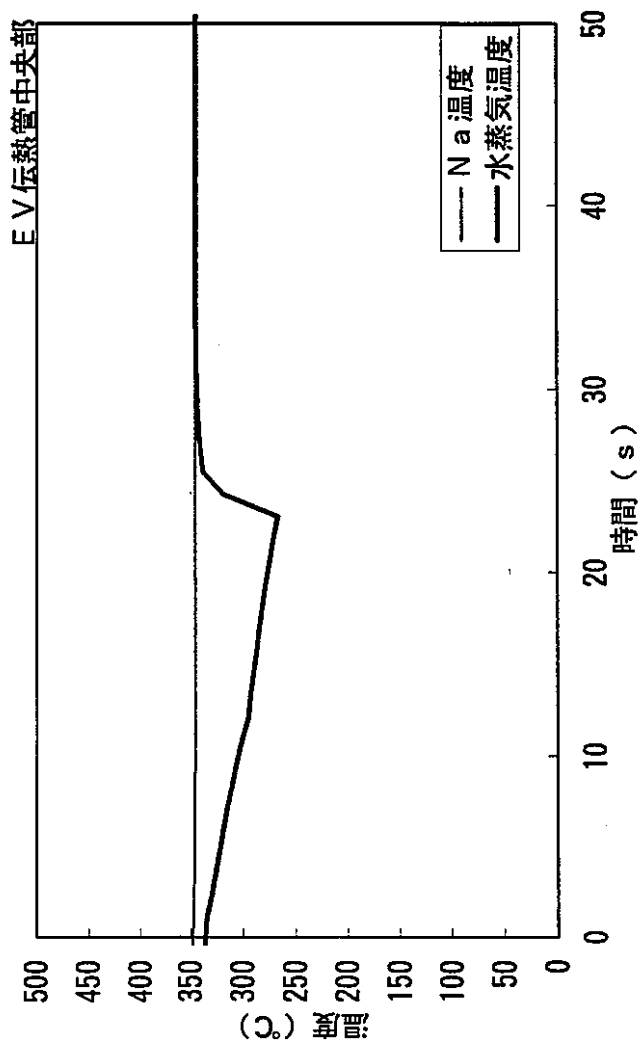


図 4.2-16 (4/4) 二相流管摩擦圧損増倍係数オブションパラメータ解析(Martinelii-Nelson+Thom)

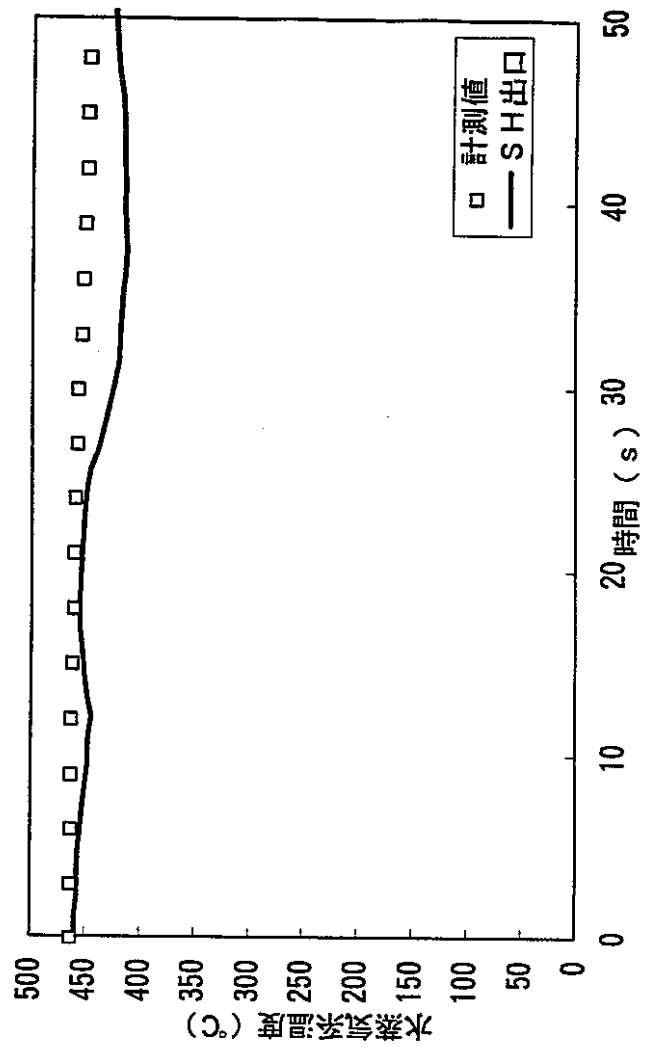
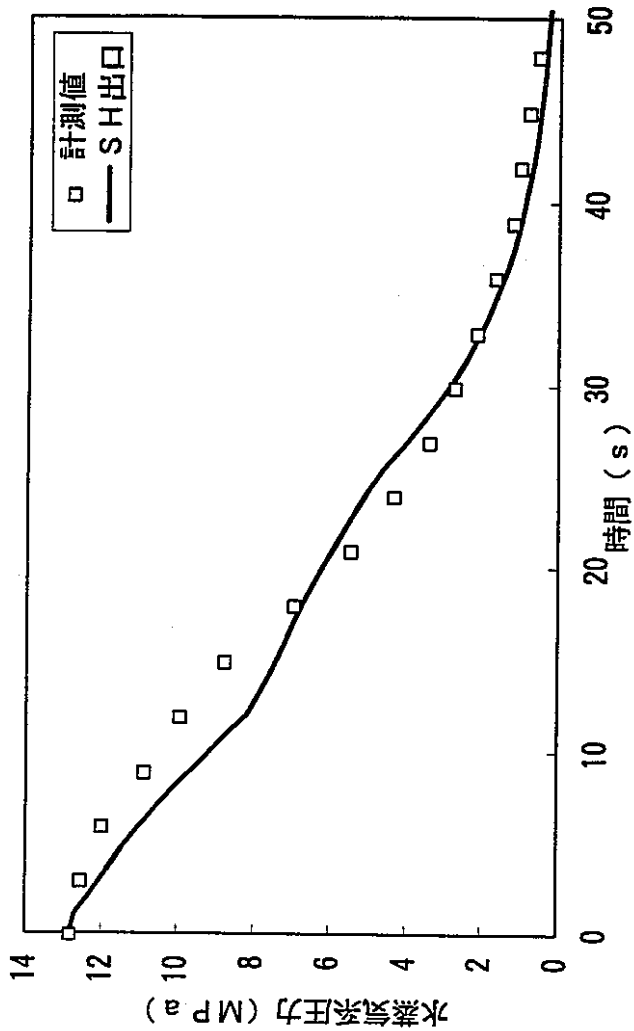
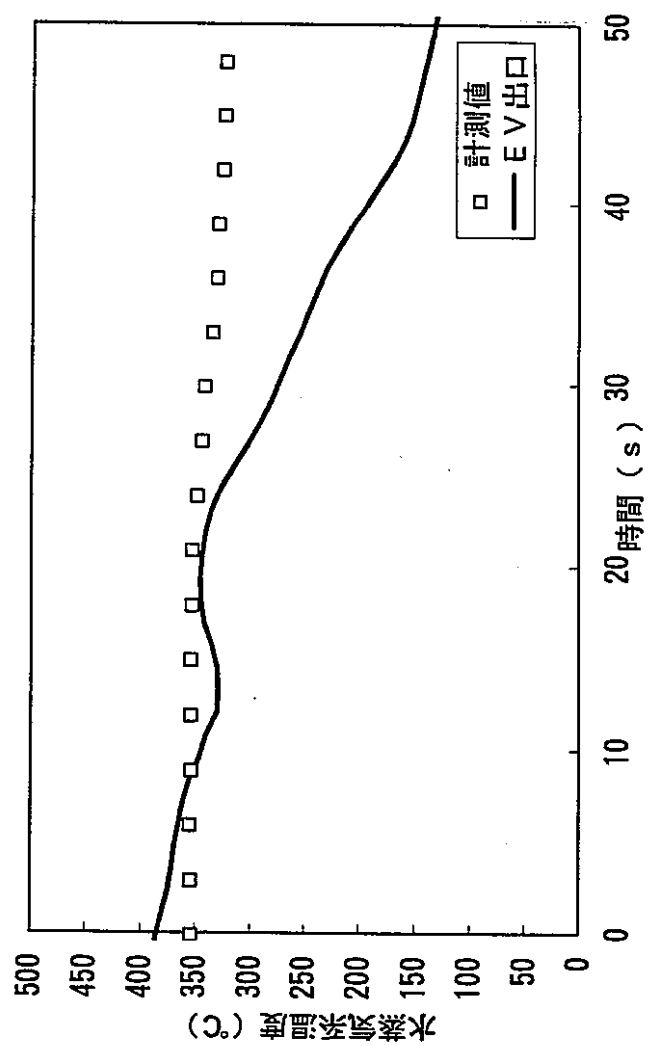
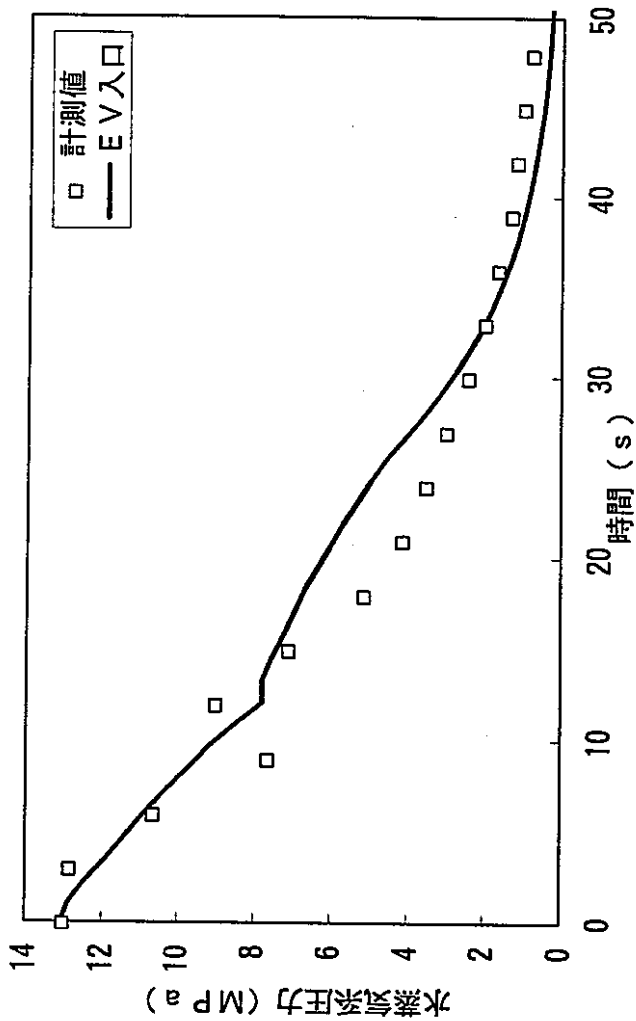
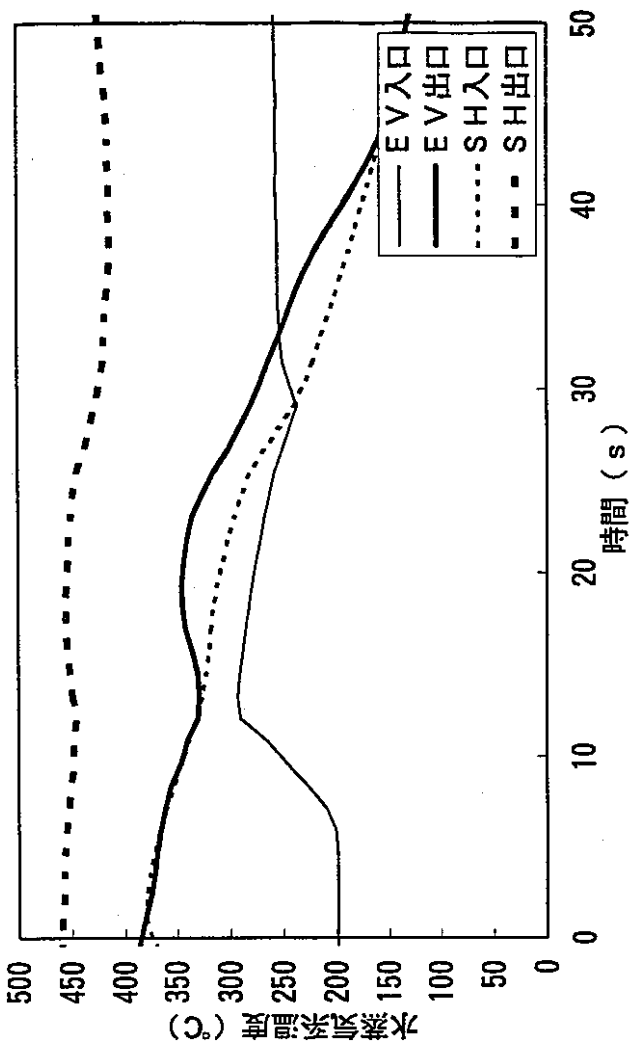
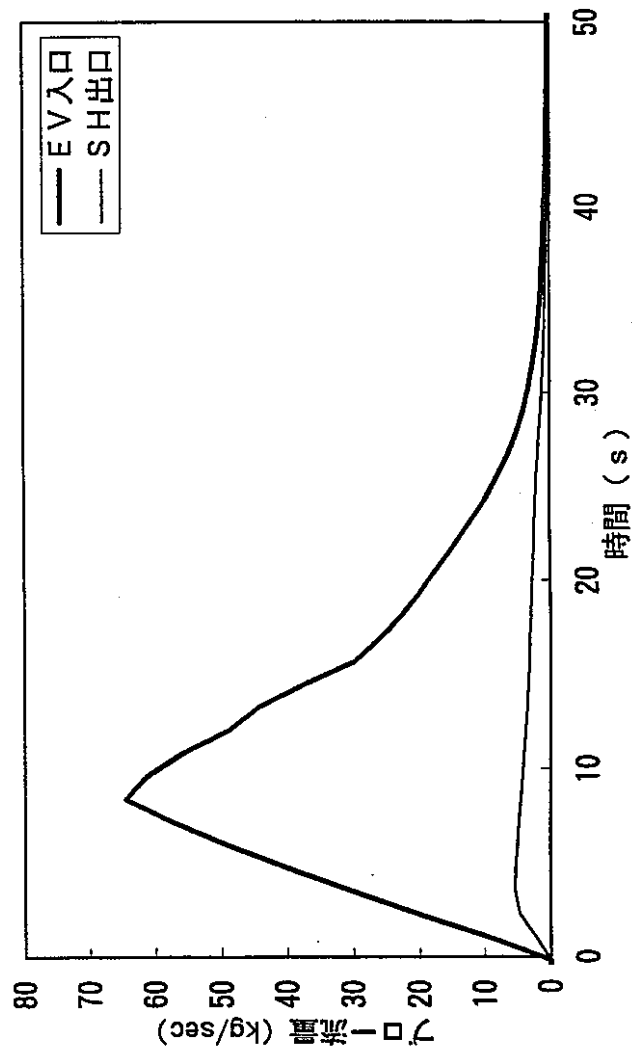
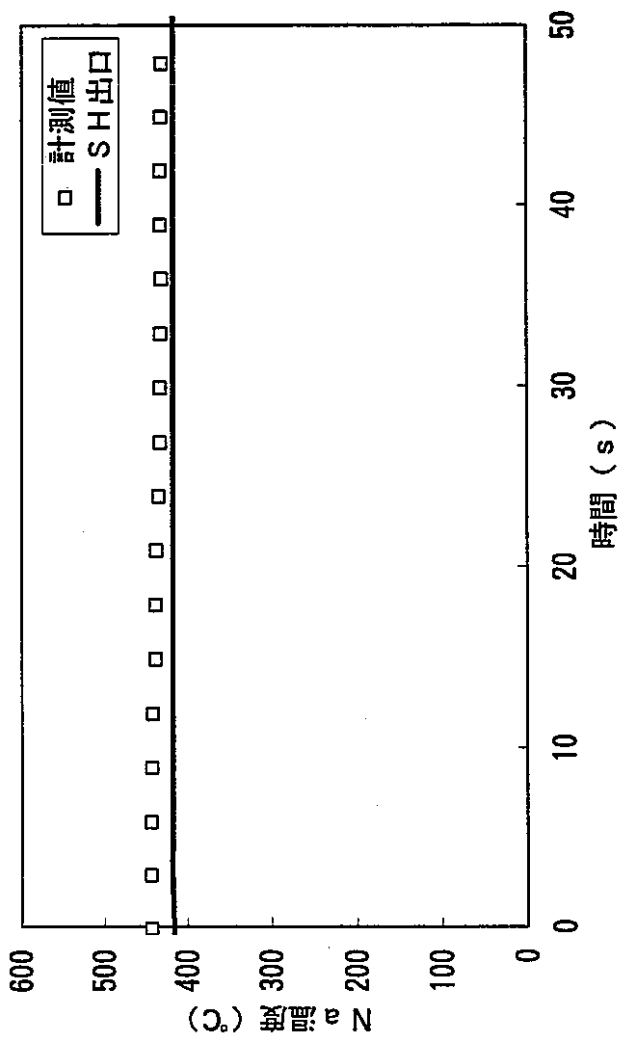
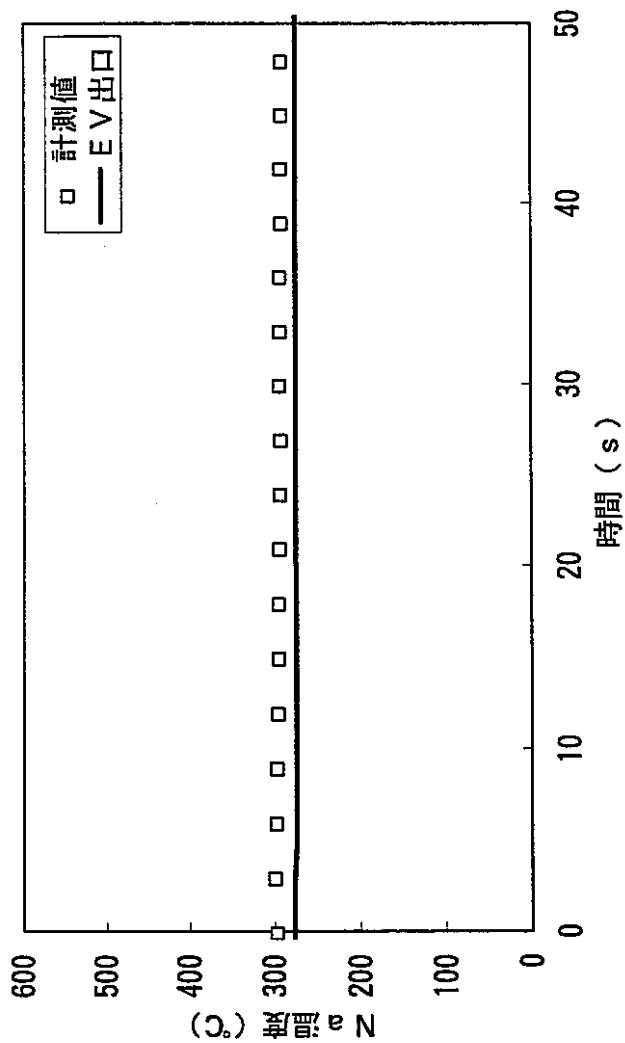


図 4.2-17 (1/4) 二相流管摩擦圧損増倍係数オプシオンパラメータ解析(Homogeneous 1)



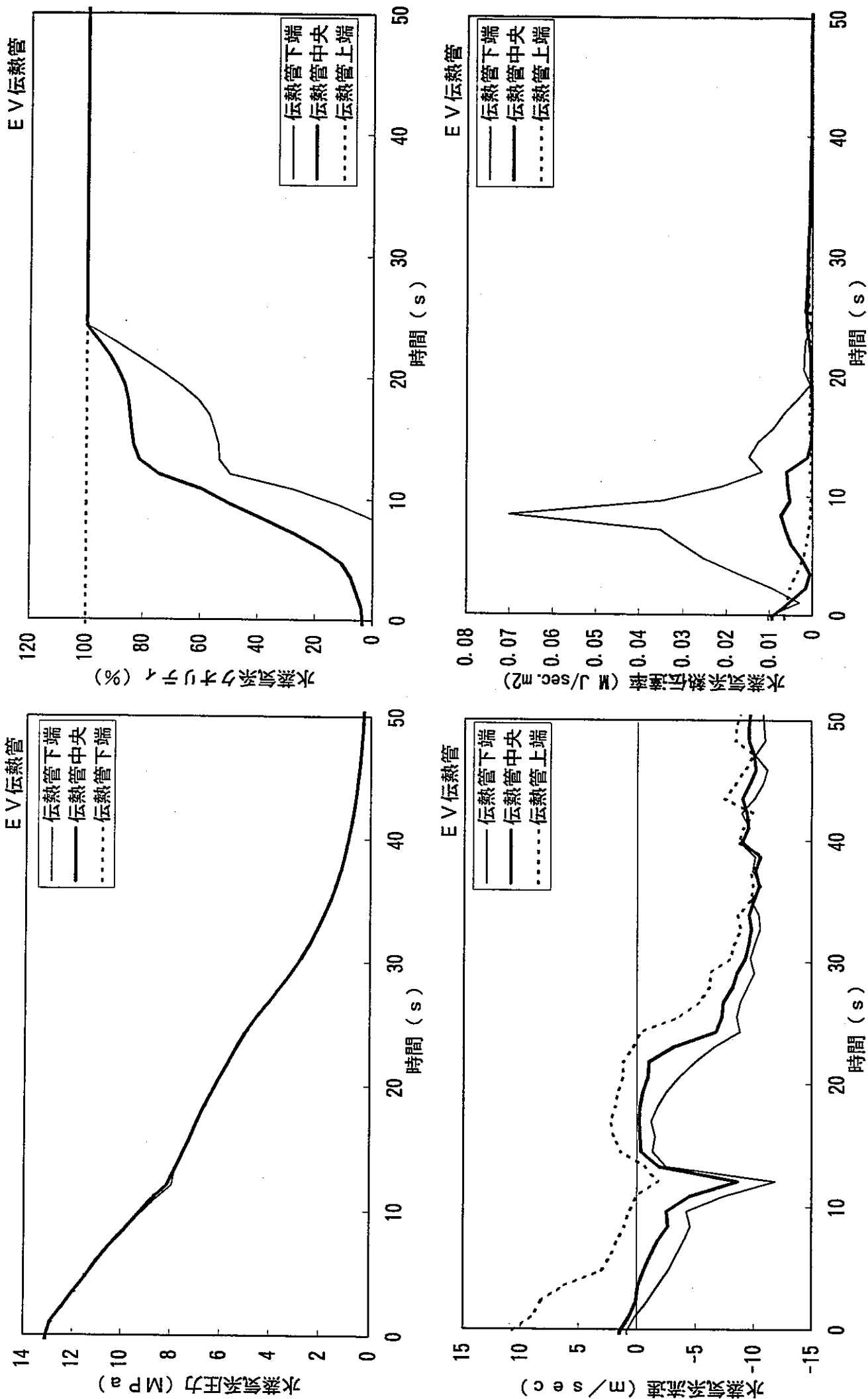


図 4.2-17 (3/4) 二相流管摩擦圧増倍係数オプシオンパラメータ解析(Homogeneous 1)

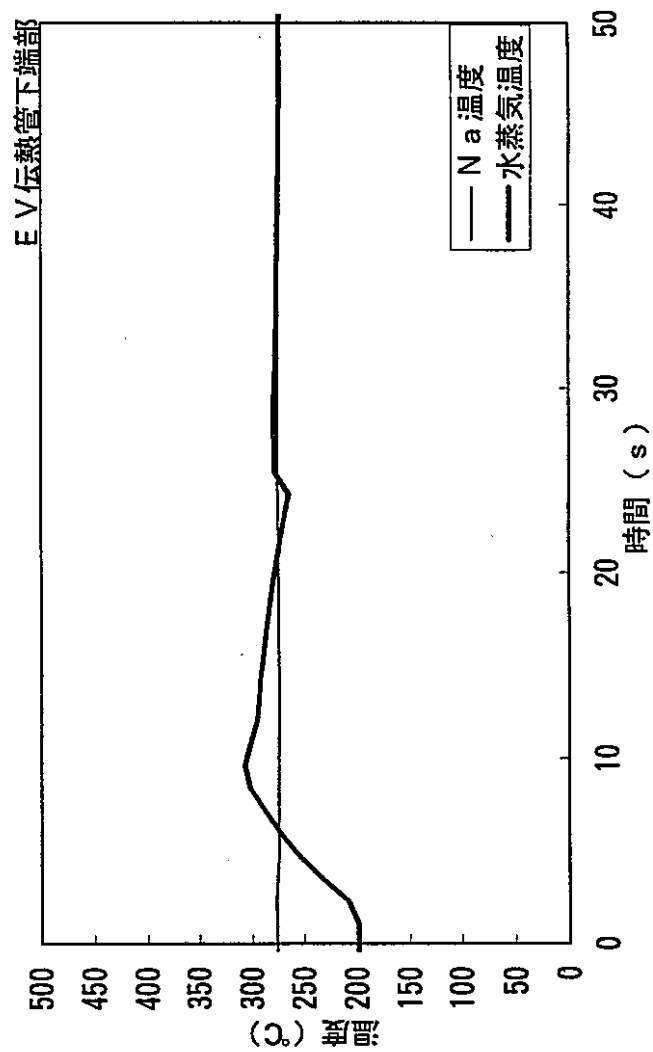
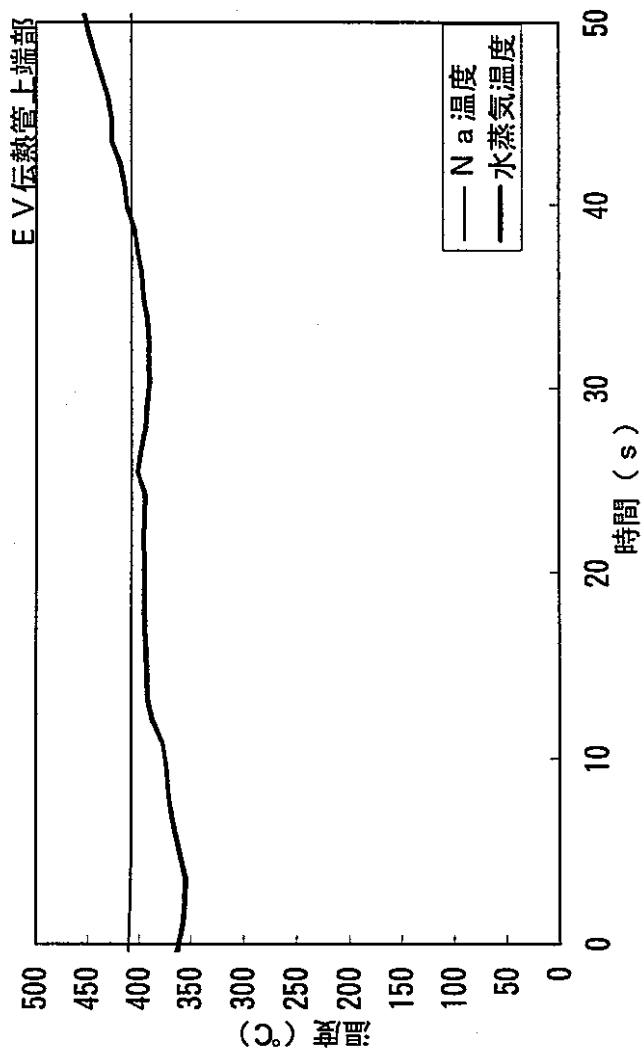
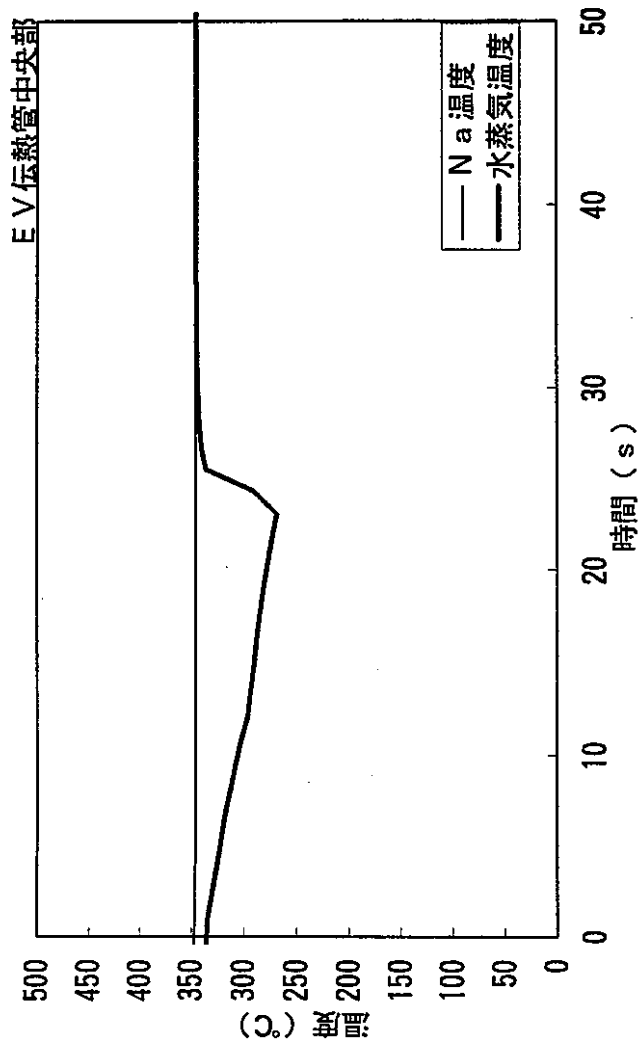


図 4.2-17 (4/4) 二相流摩擦圧増倍係数オプシオンパラメータ解析(Homogeneous 1)

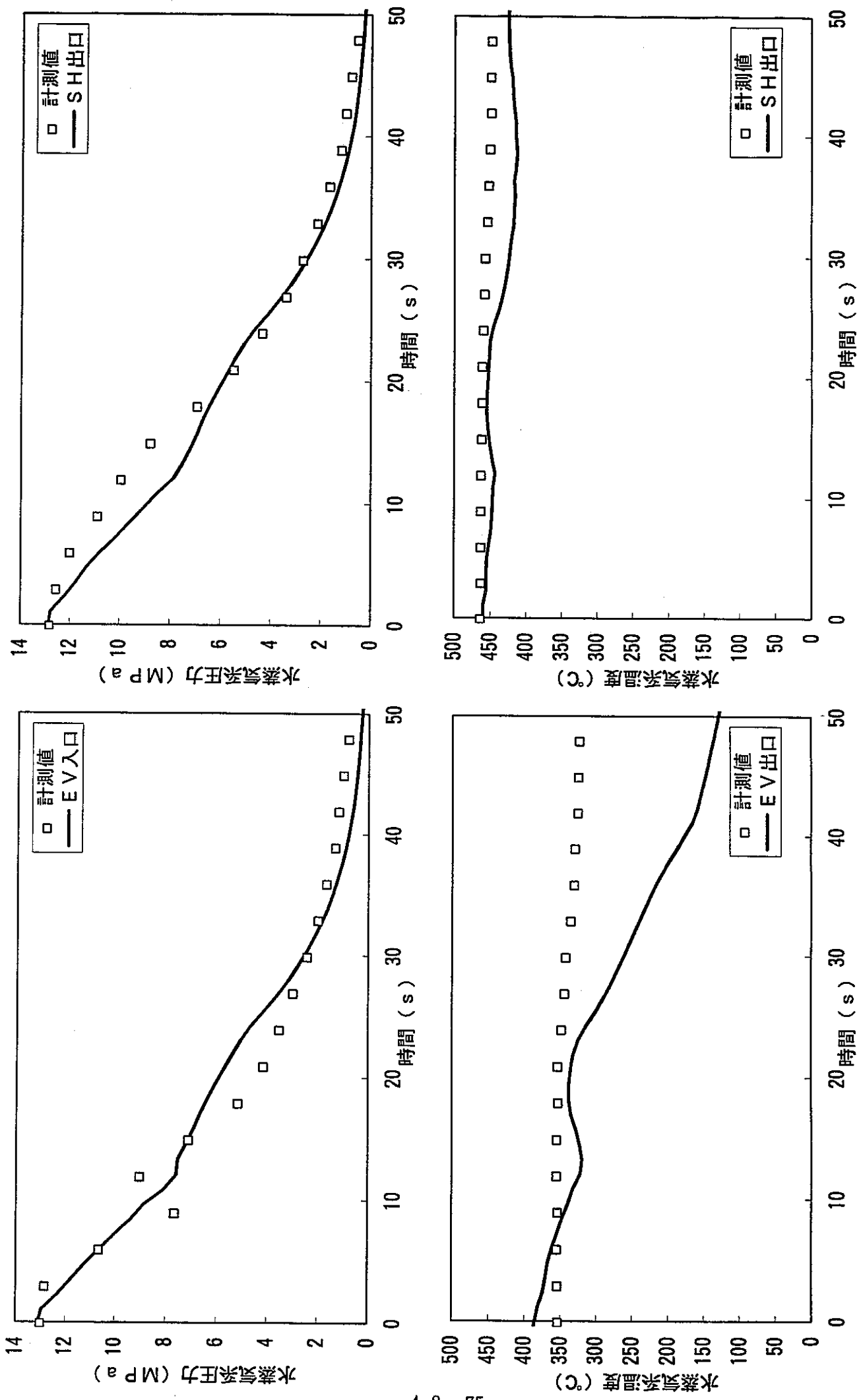
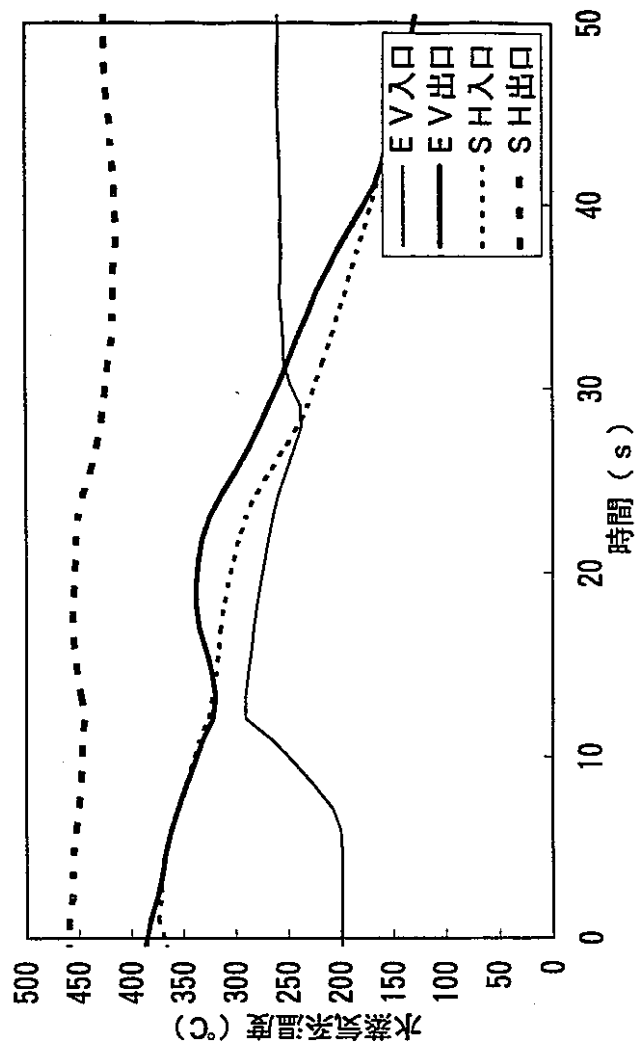
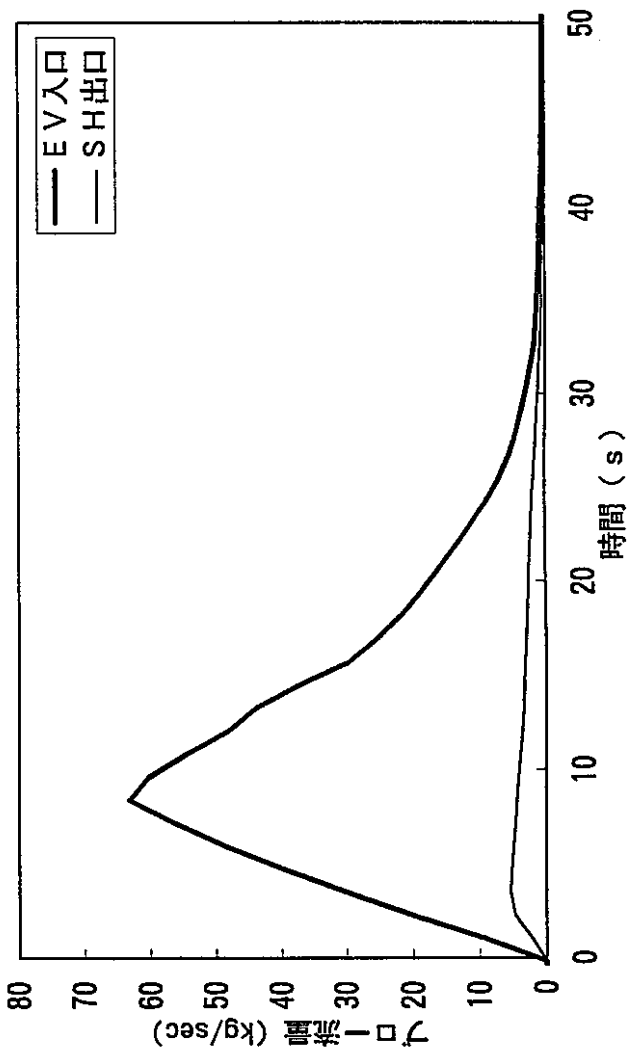
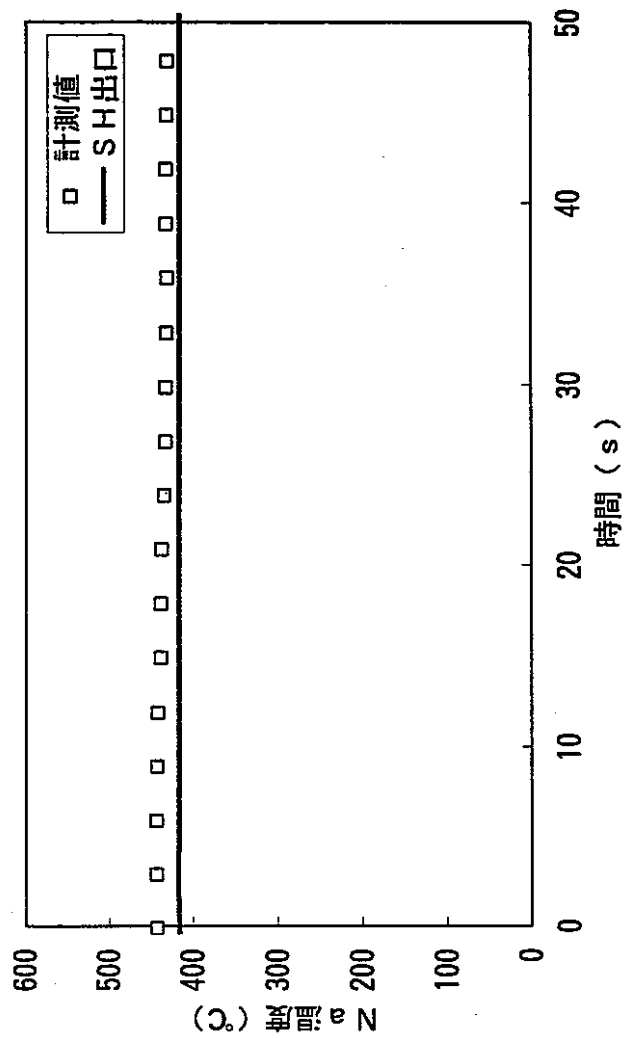
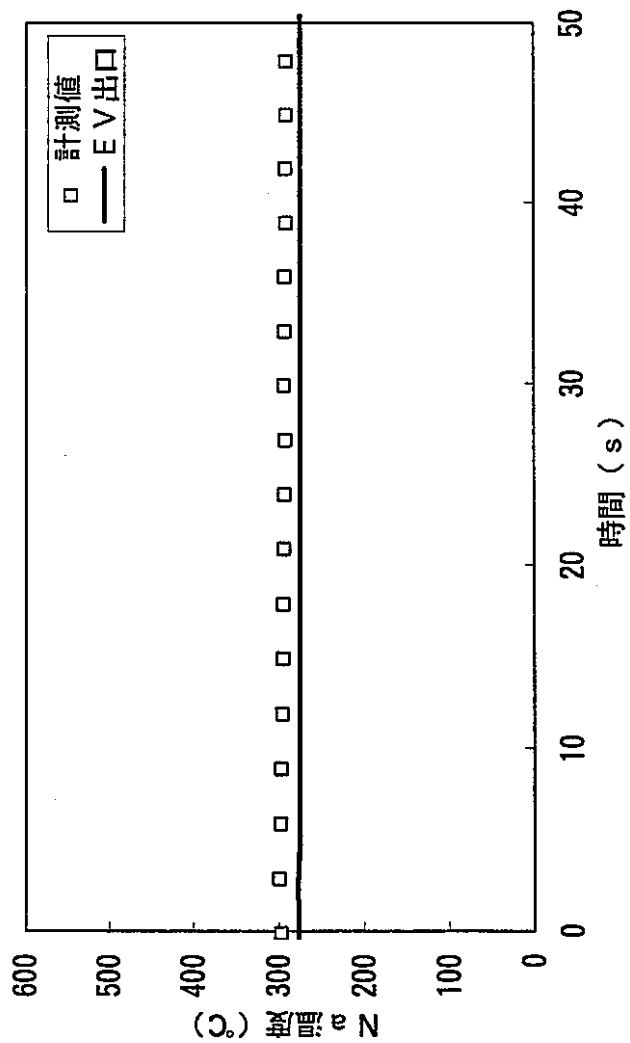
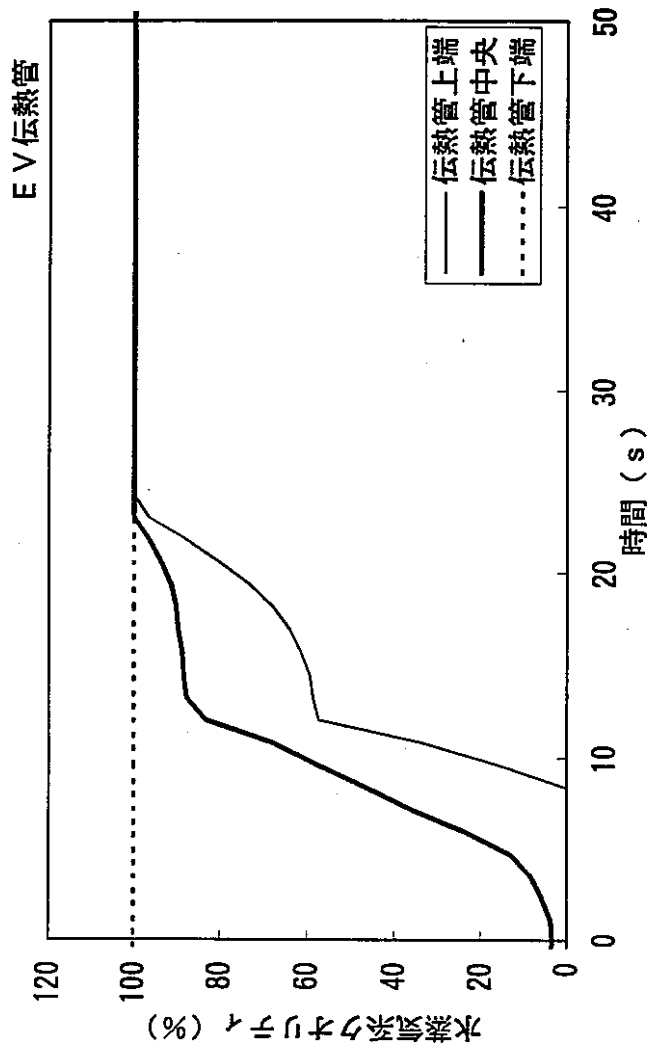
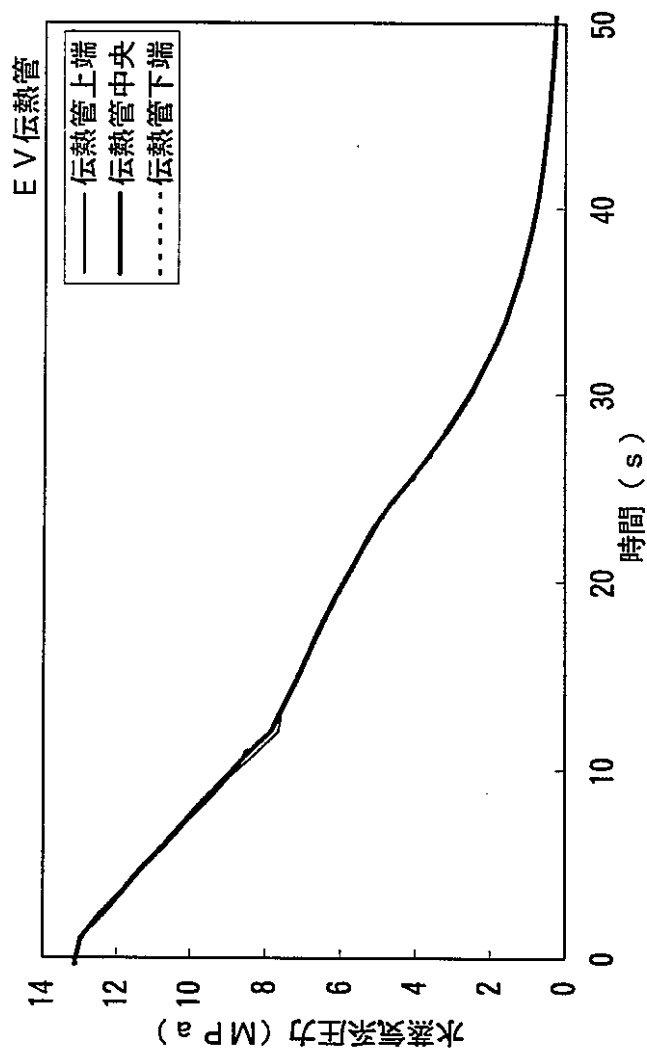


図 4.2-18 (1/4) 二相流管摩擦圧増倍係数オブションパラメータ解析(Martinielli-Nelson)





4.2-77

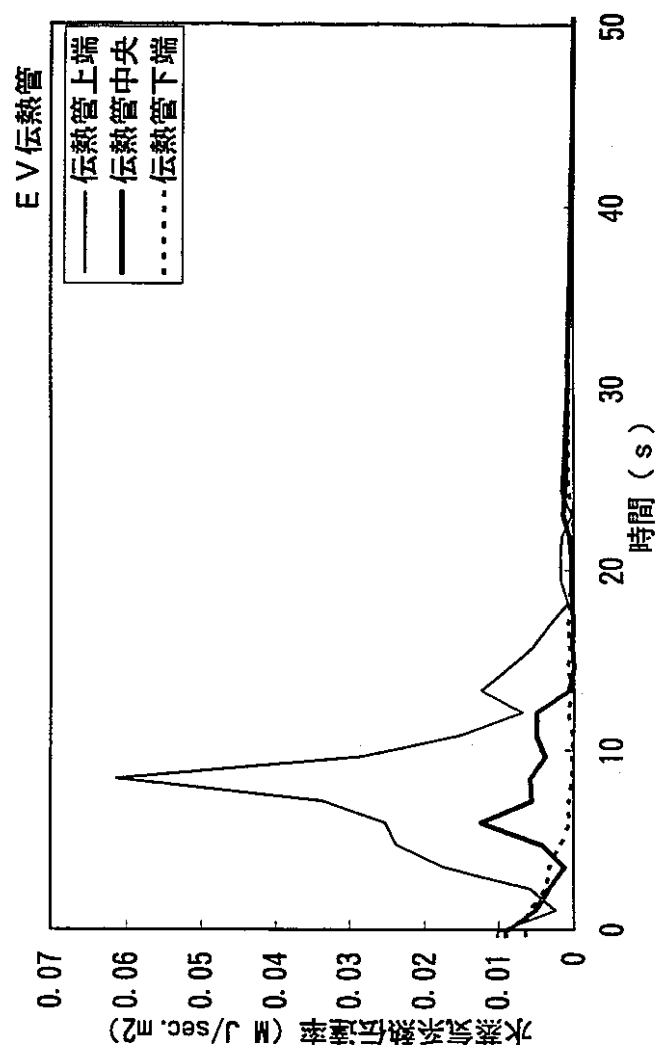
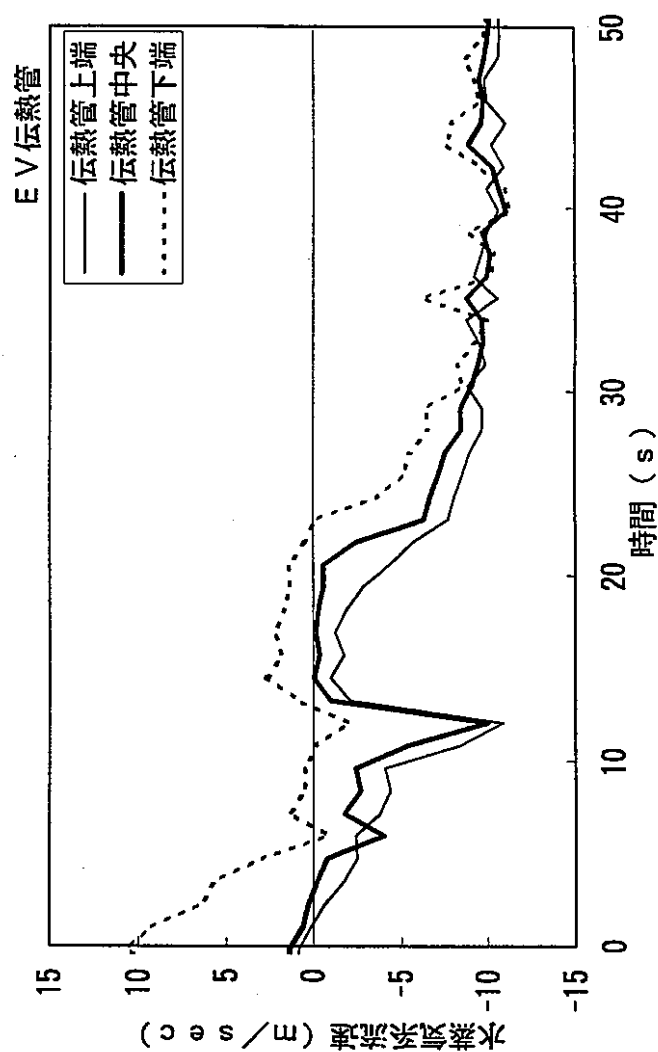


図 4.2-18 (3/4) 二相流管摩擦圧損増倍係数オブションパラメータ解析(Martinielli-Nelson)

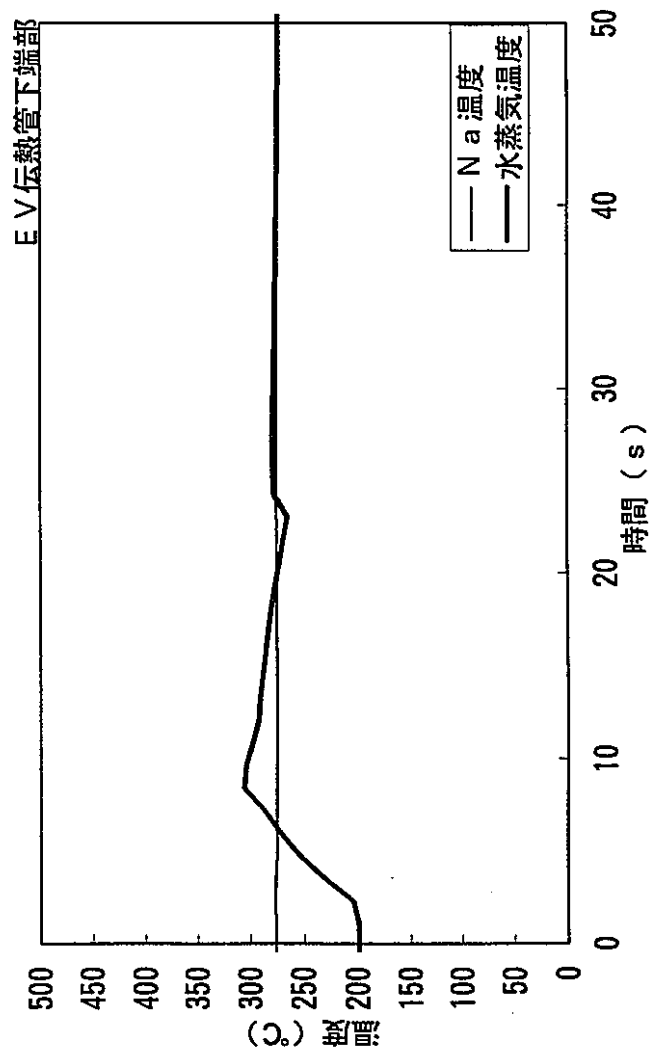
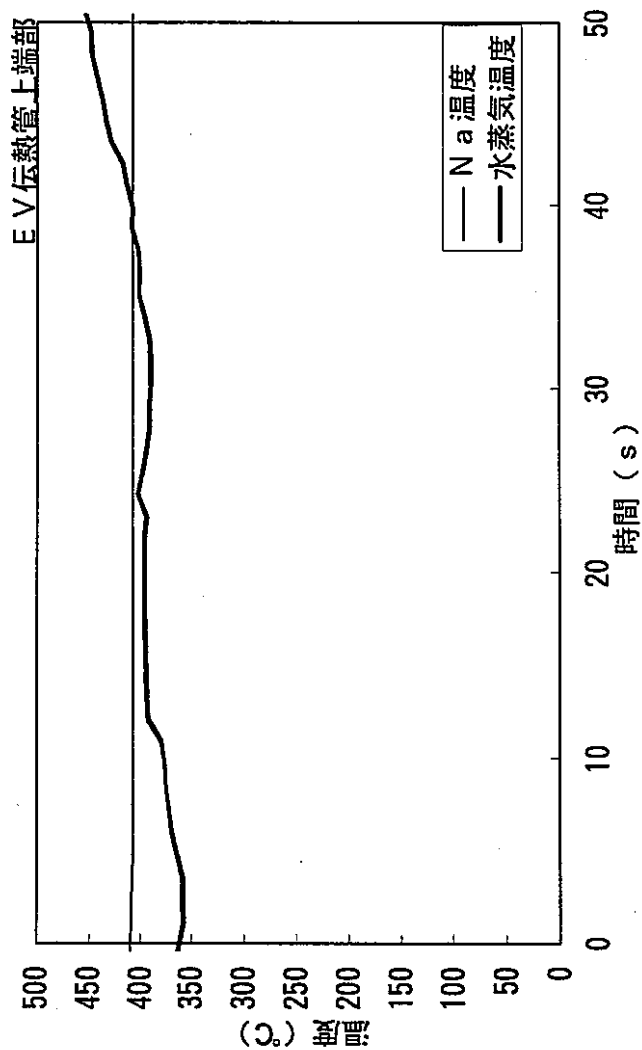
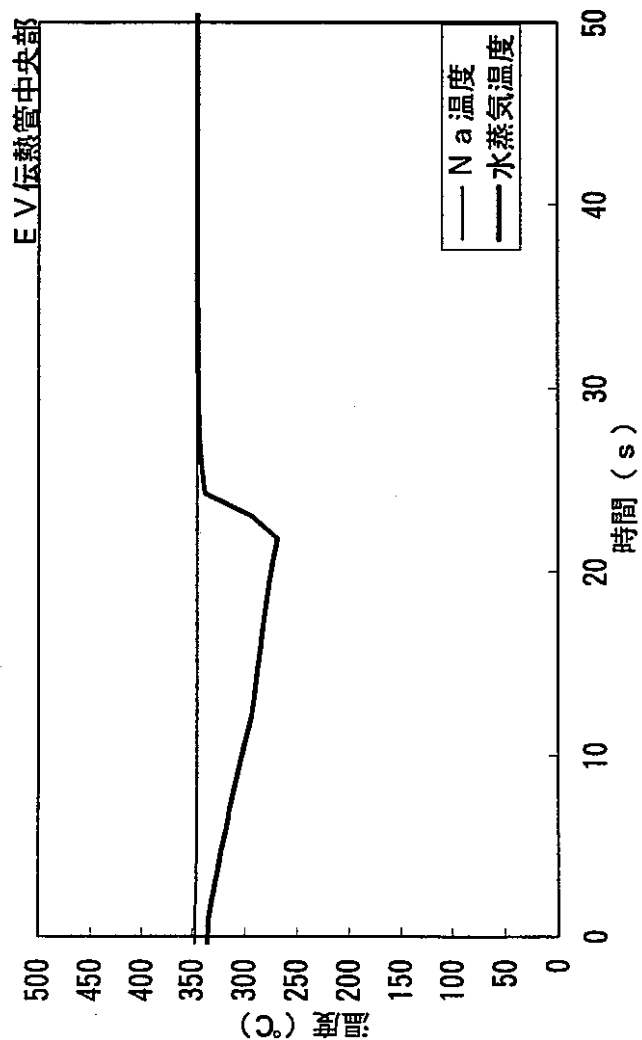


図 4.2-18 (4/4) 二相流摩擦圧増倍係数オプシオンパラメータ解析(Martinielli-Nelson)

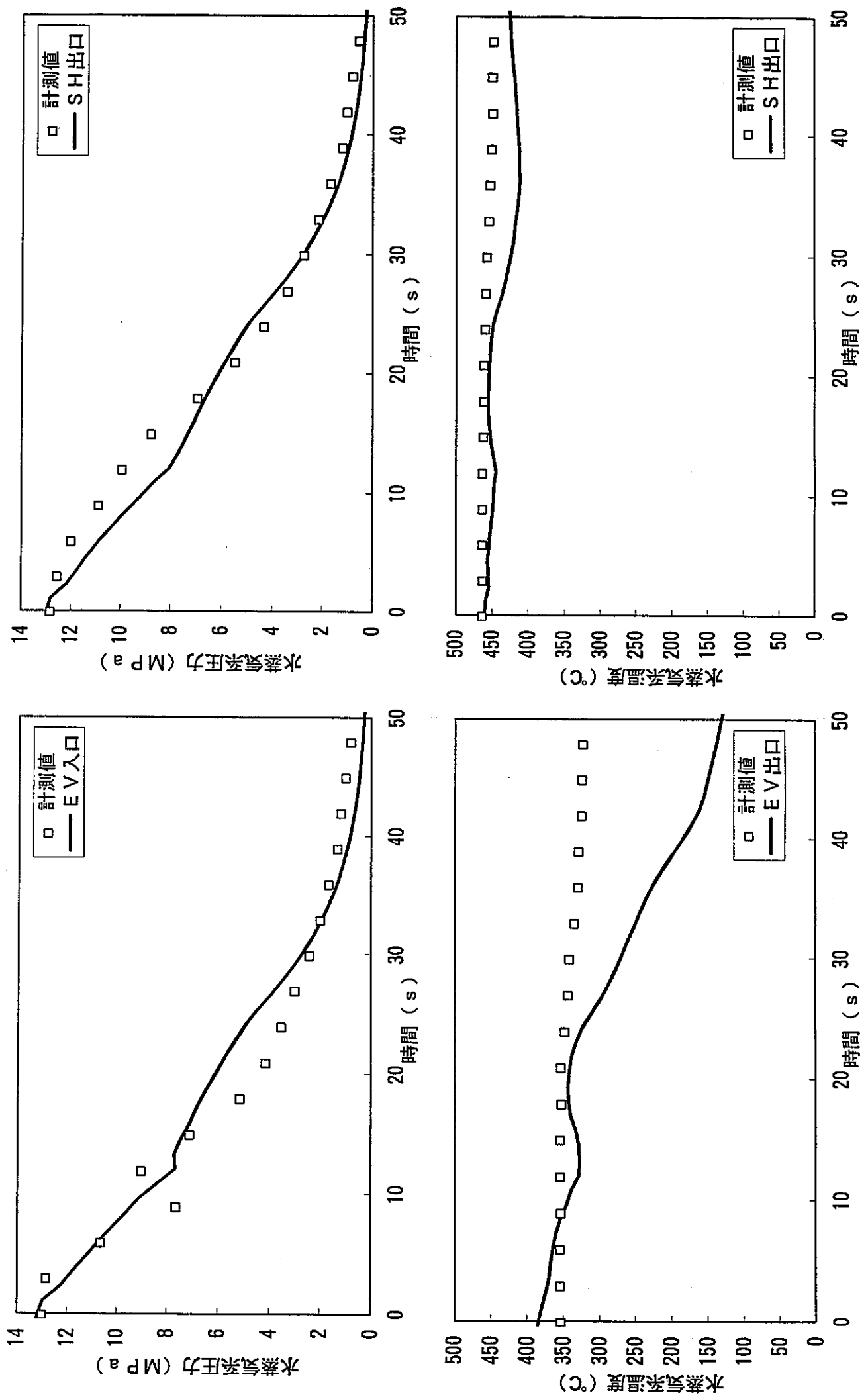
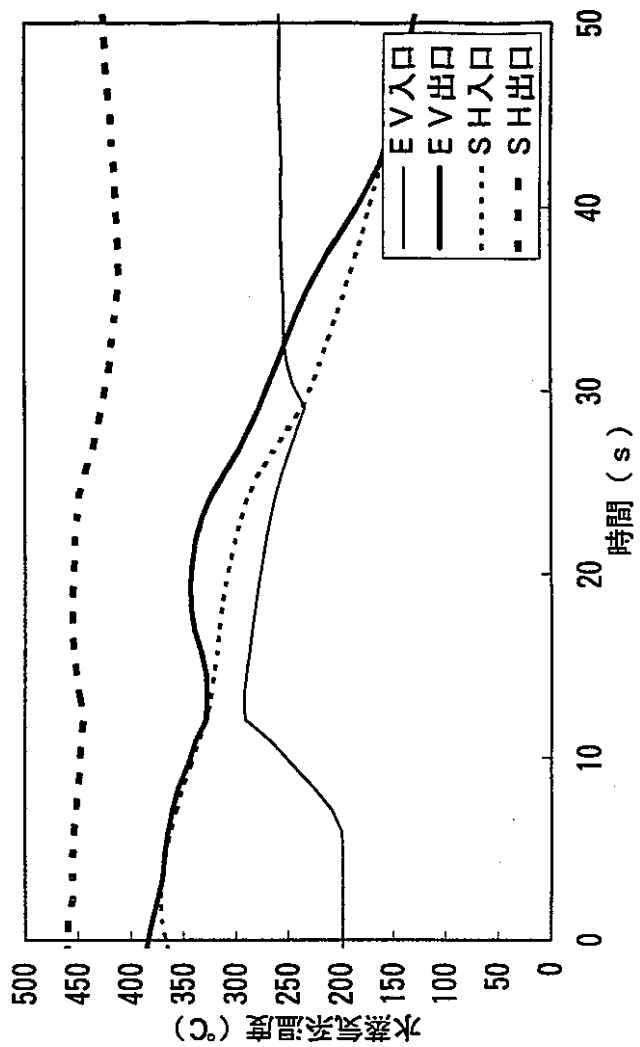
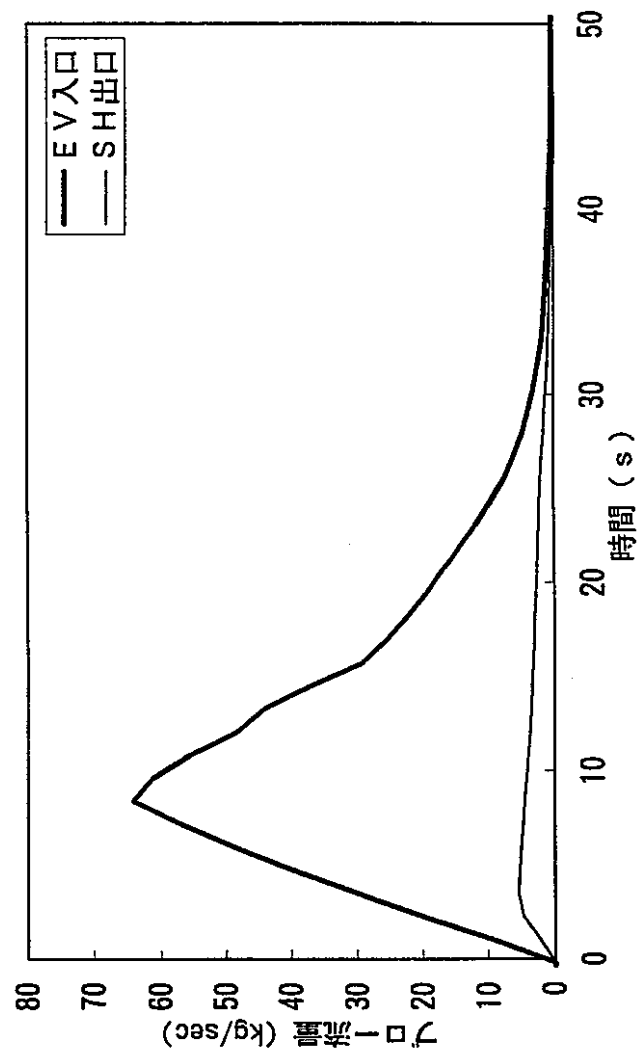
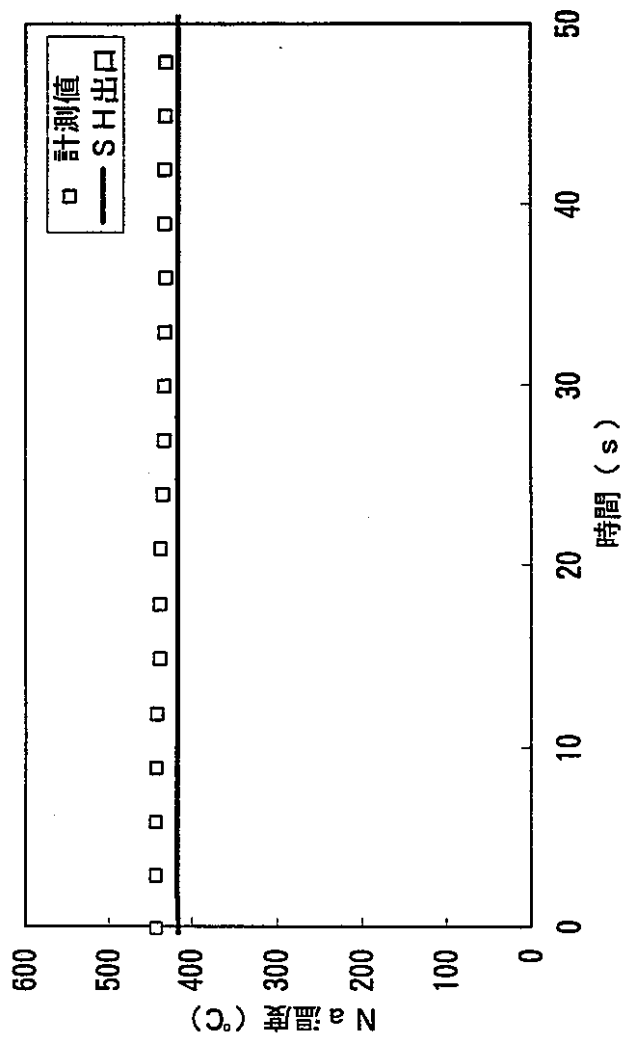
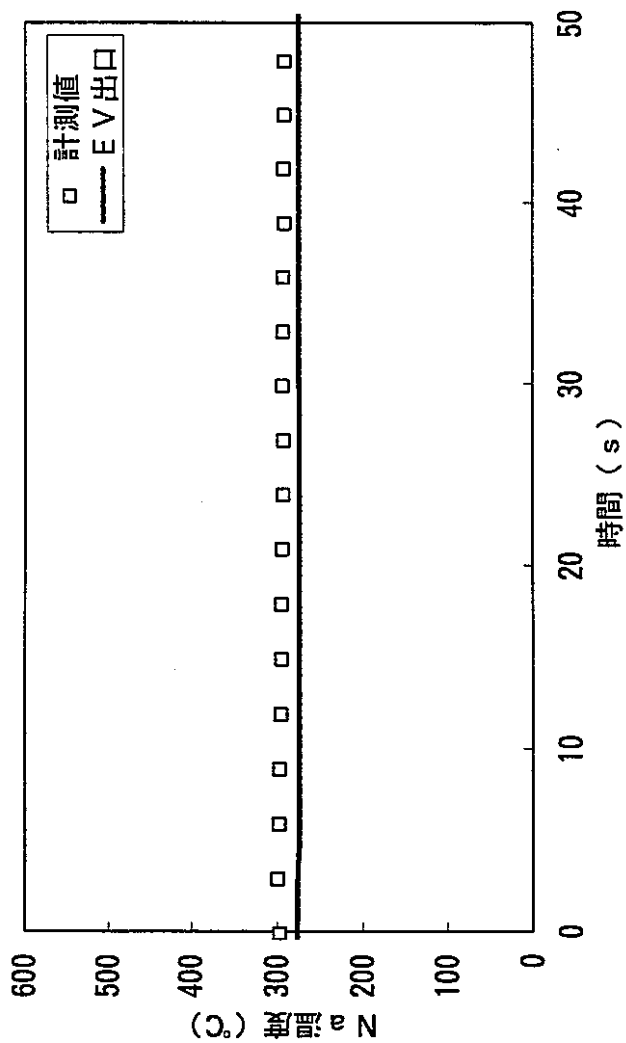
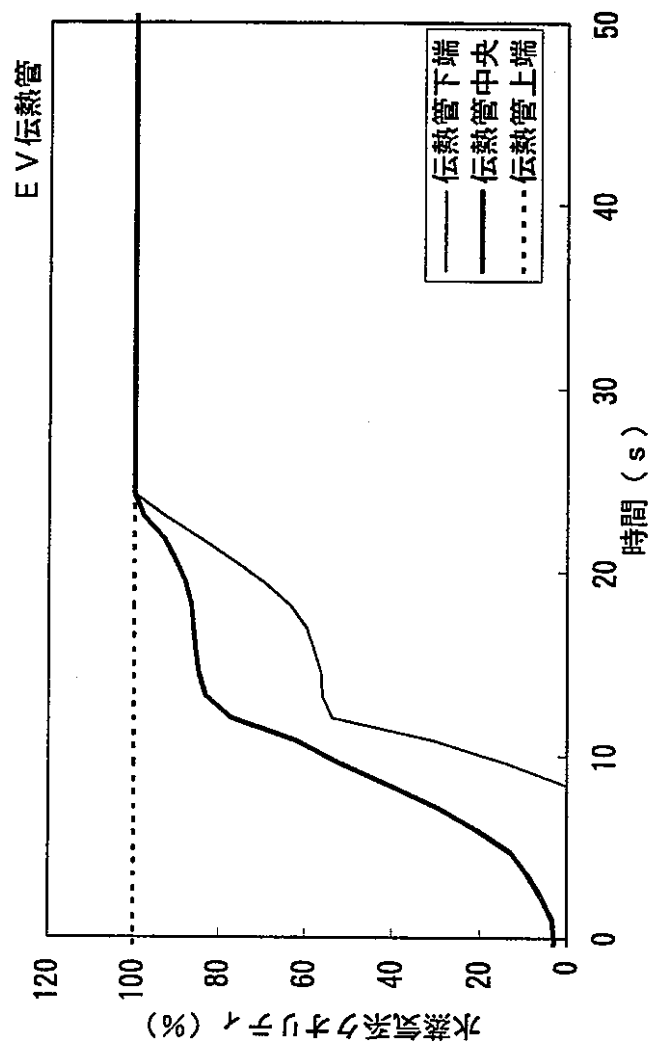
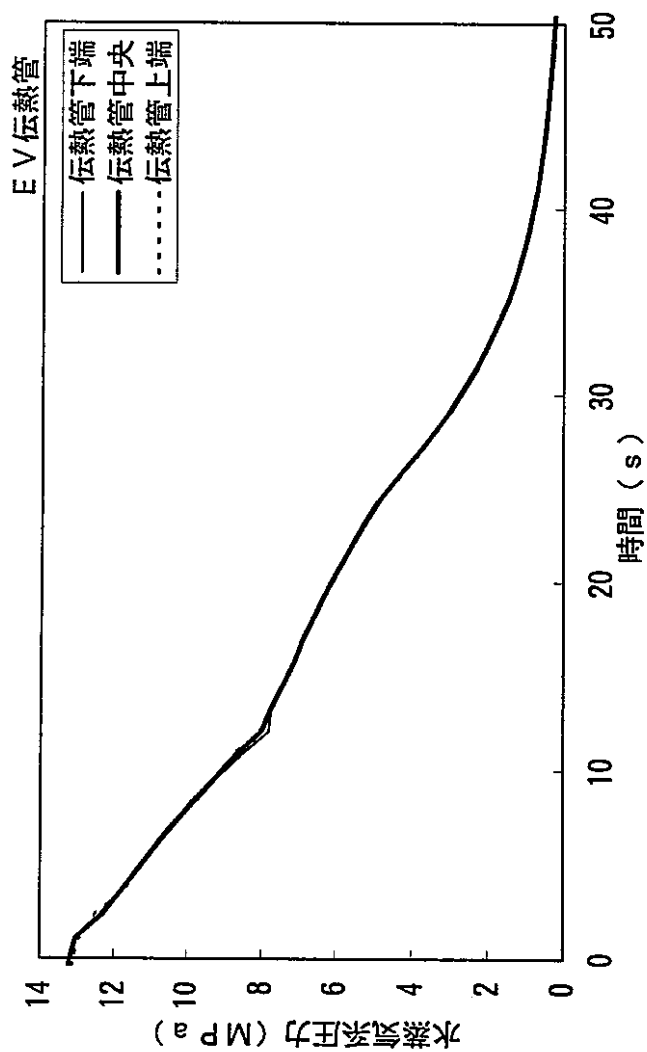


図 4.2-19 (1/4) 二相流臨界流オブションパラメータ解析(Moody)





4.2-81

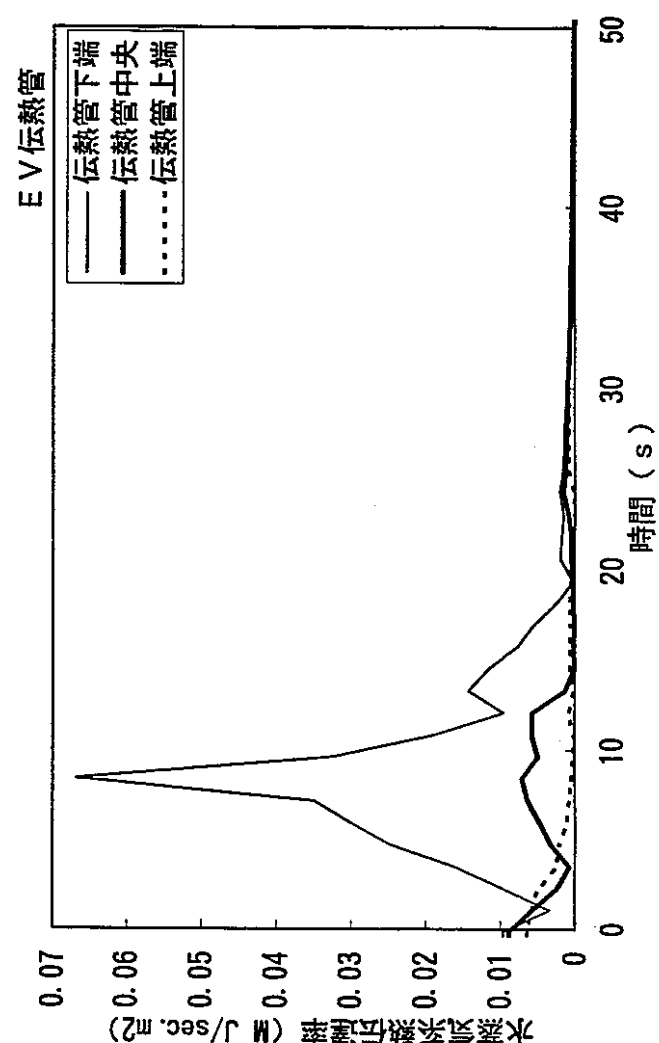
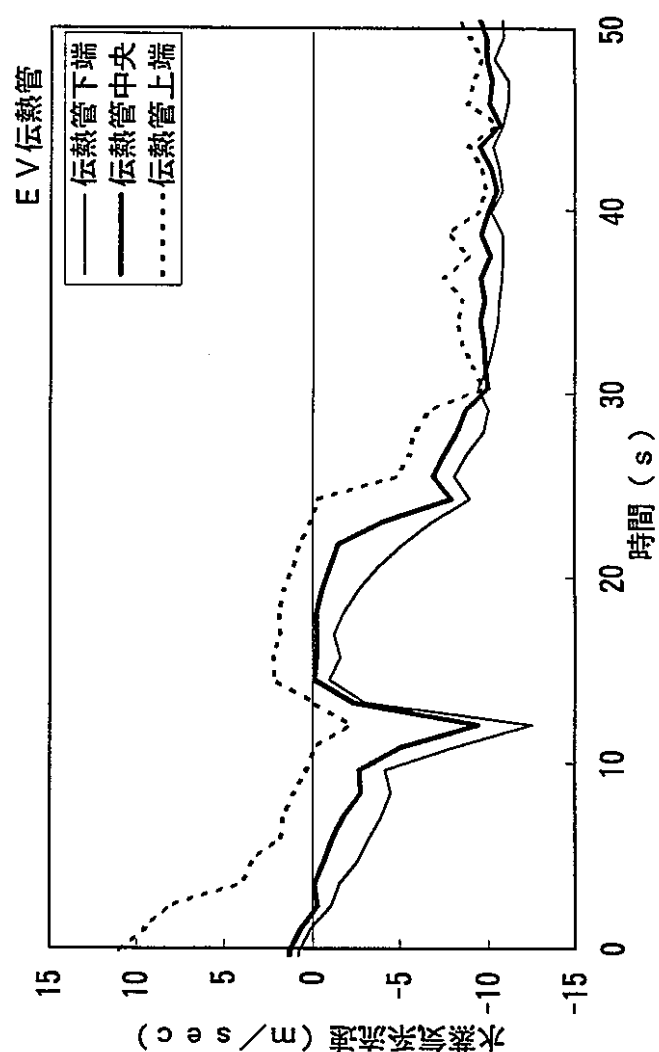


図 4.2-19 (3/4) 二相流臨界流オブションパラメータ解析(Moody)

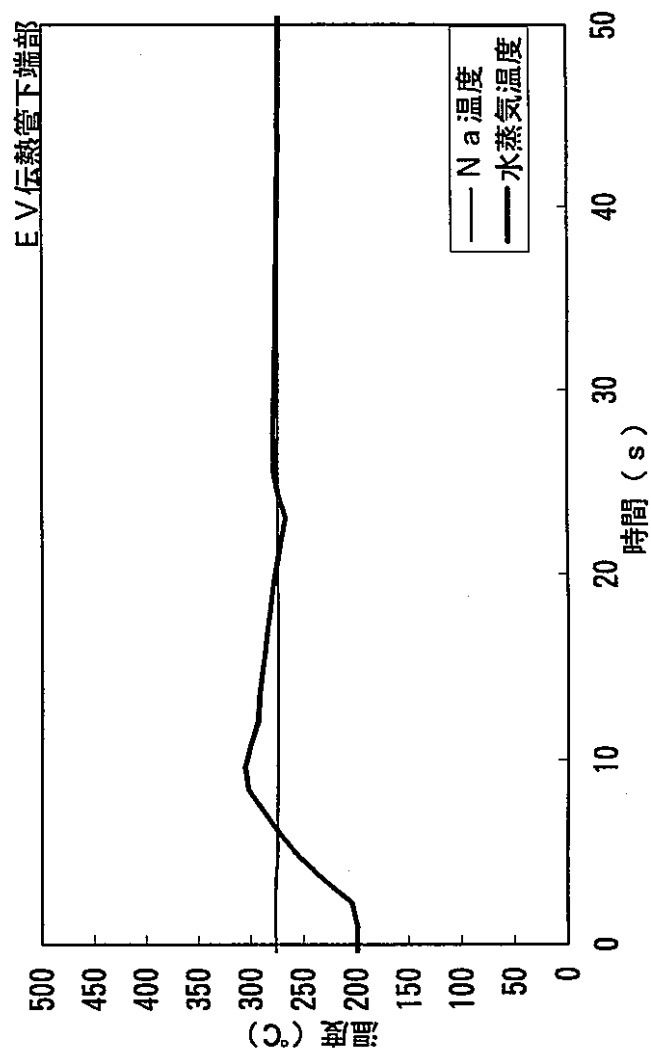
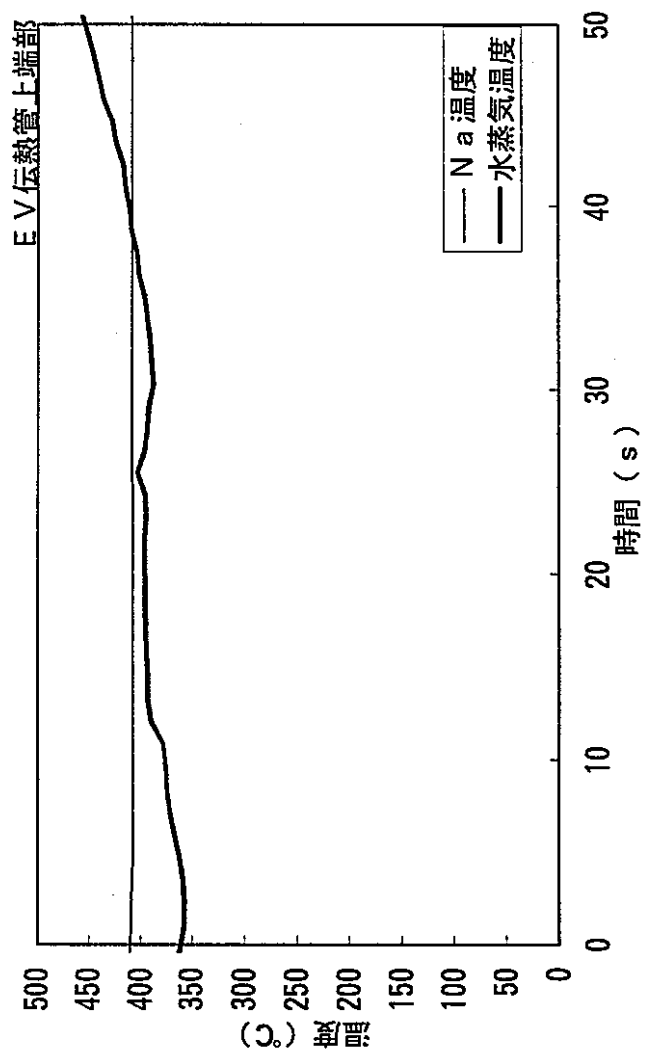
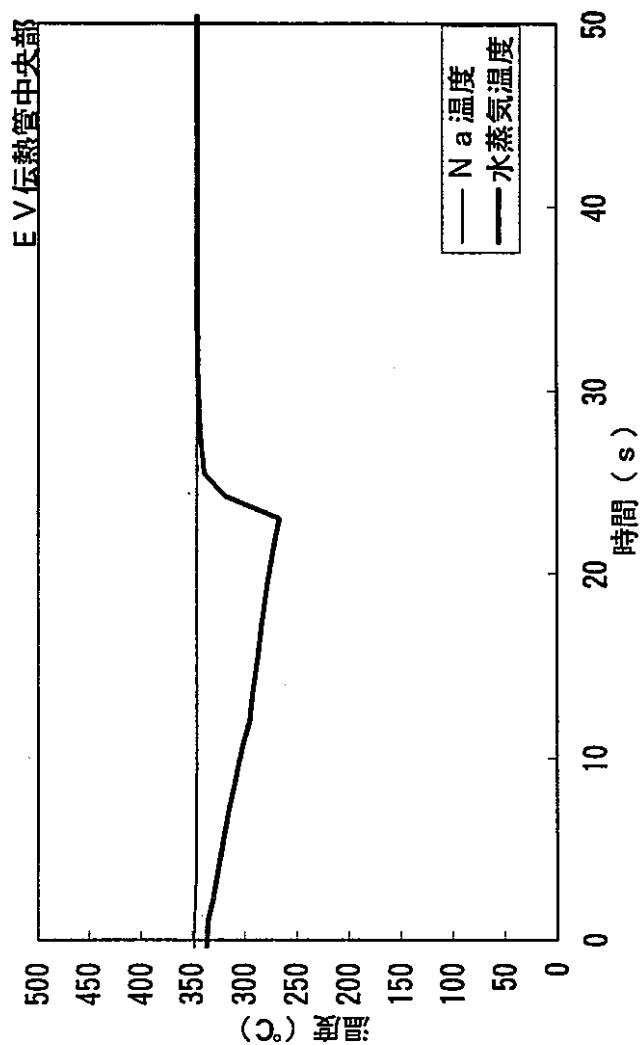


図 4.2-19 (4/4) 二相流臨界流オプシオンパラメータ解析(Moody)

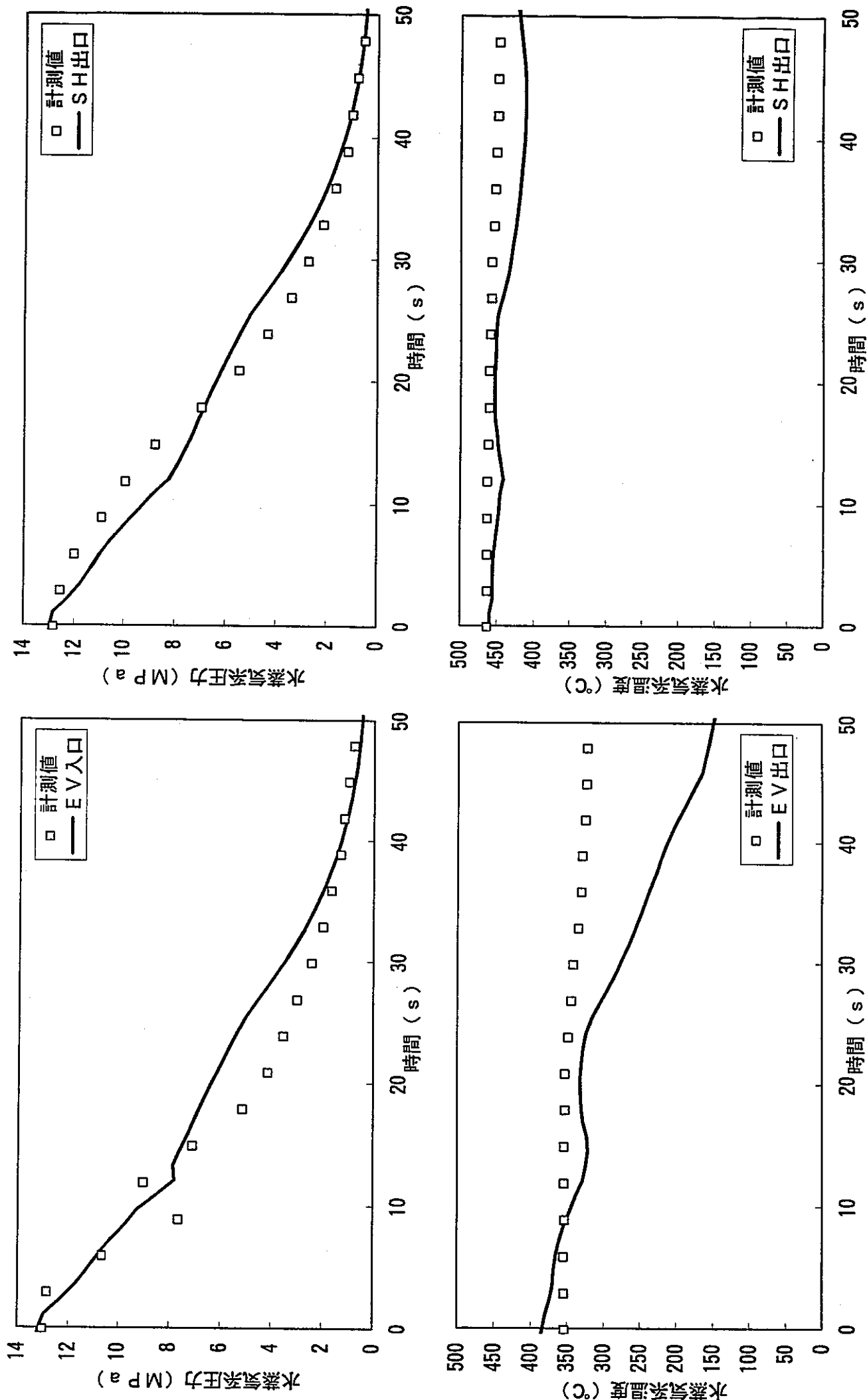
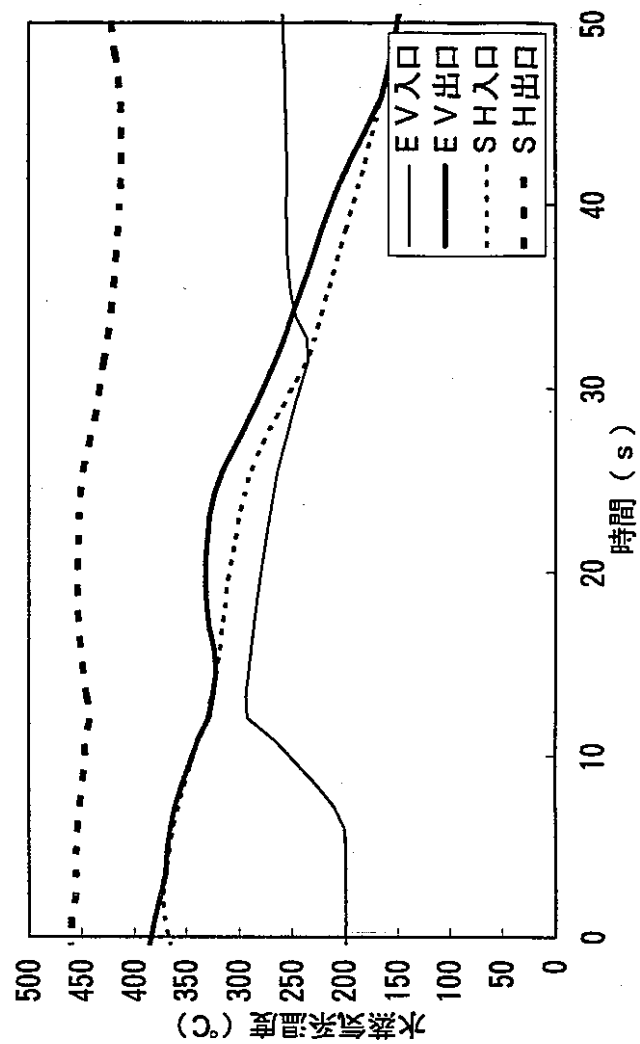
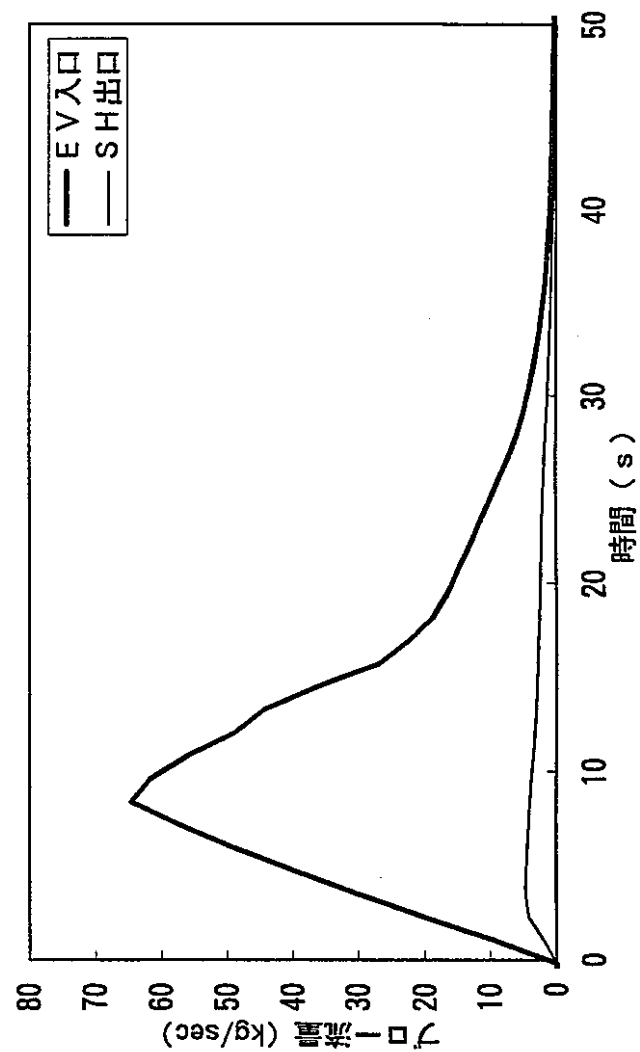
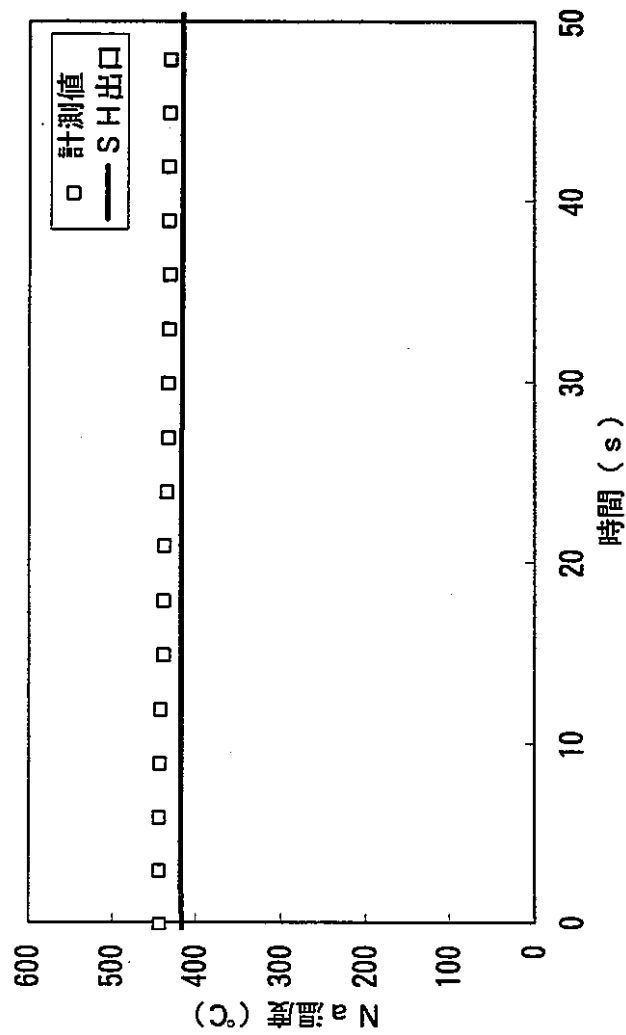
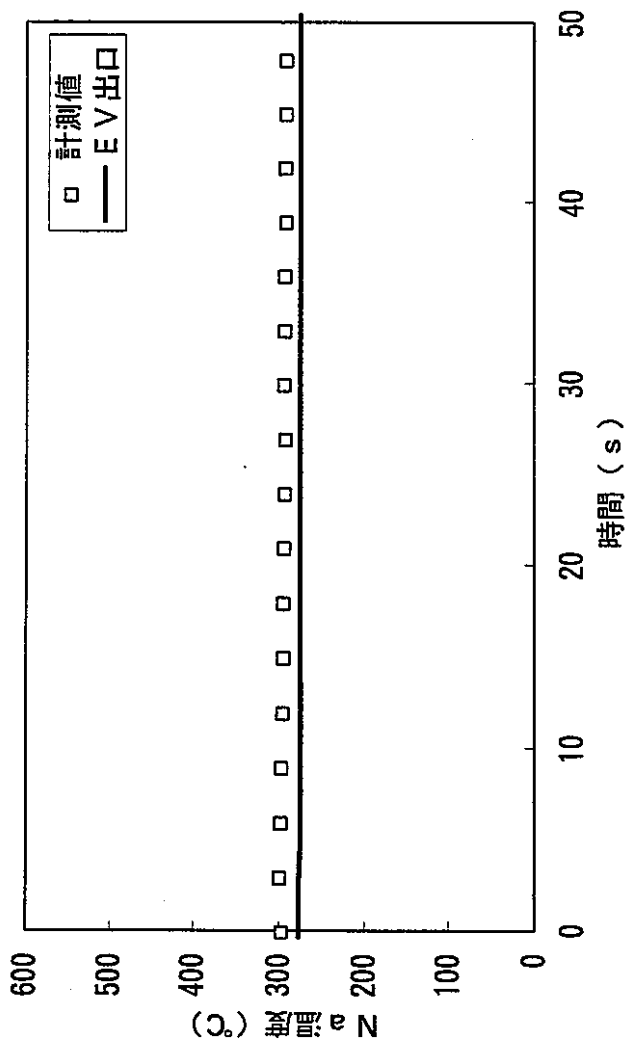
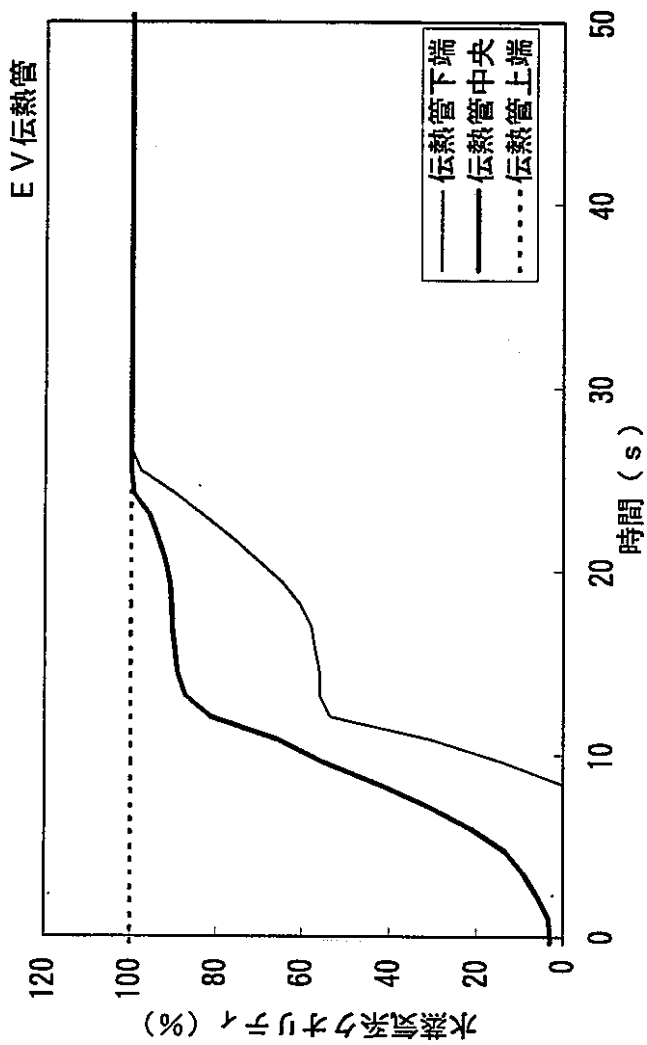
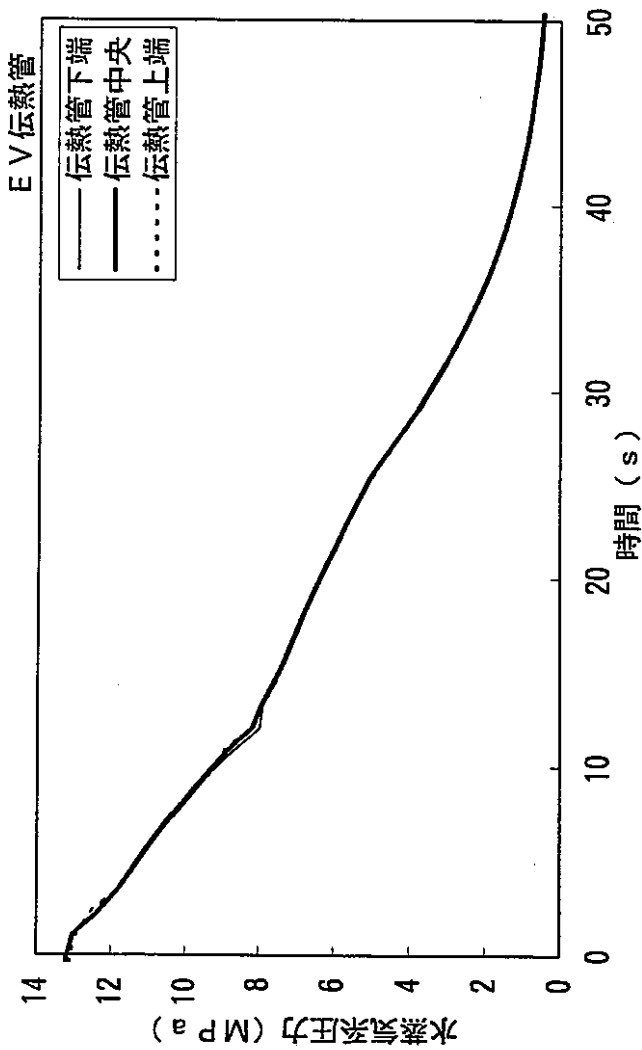


図 4.2-20 (1/4) 二相流臨界流オプシヨンパラメータ解析(小笠原テーブル)





4.2-85

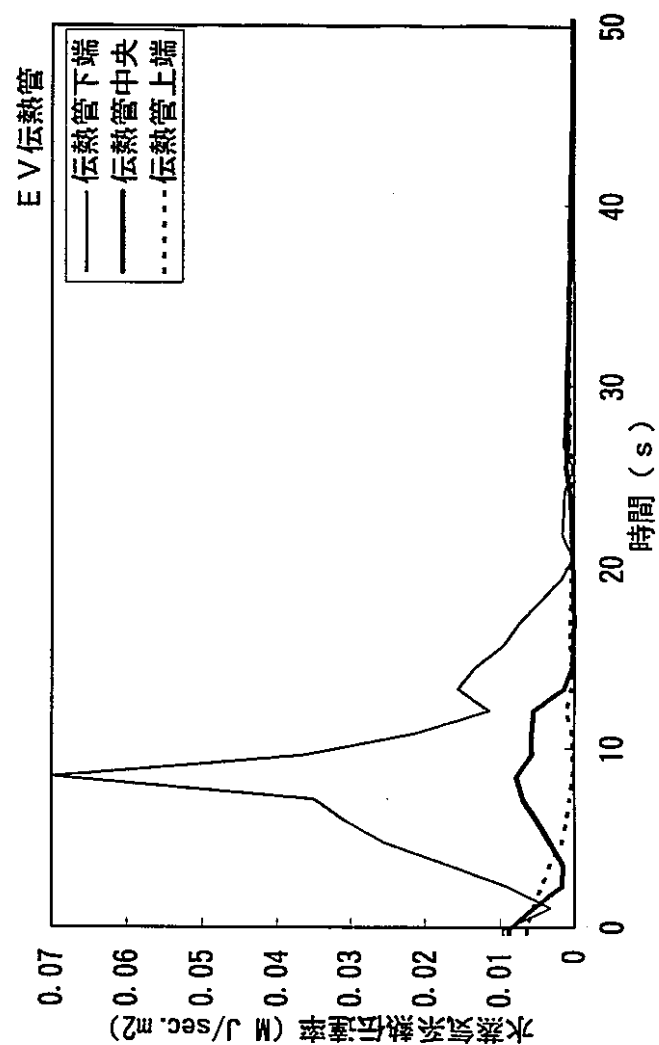
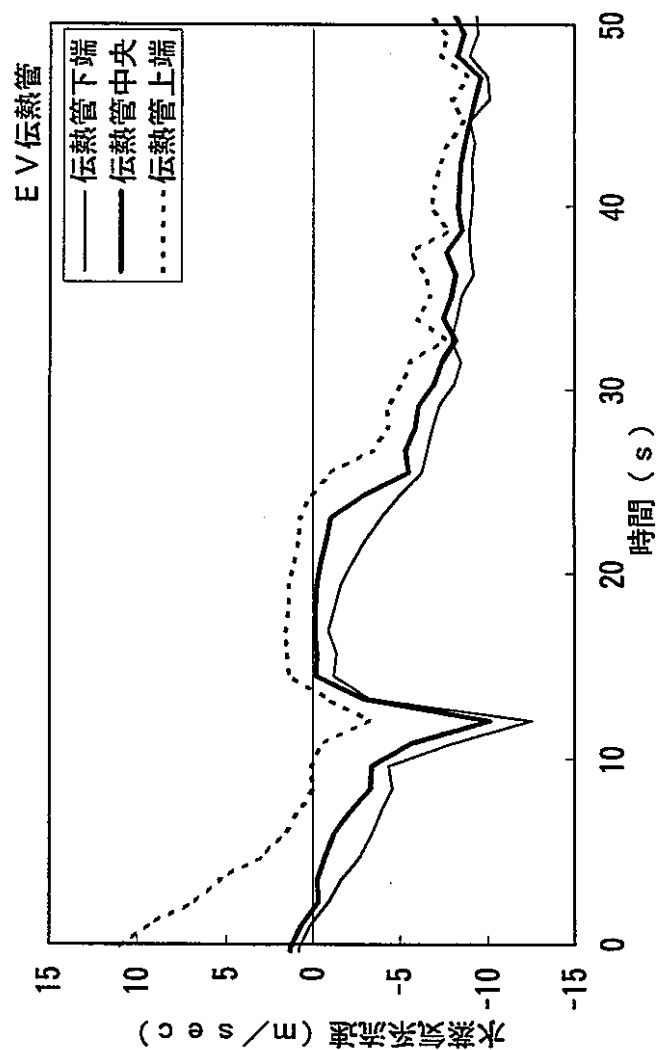
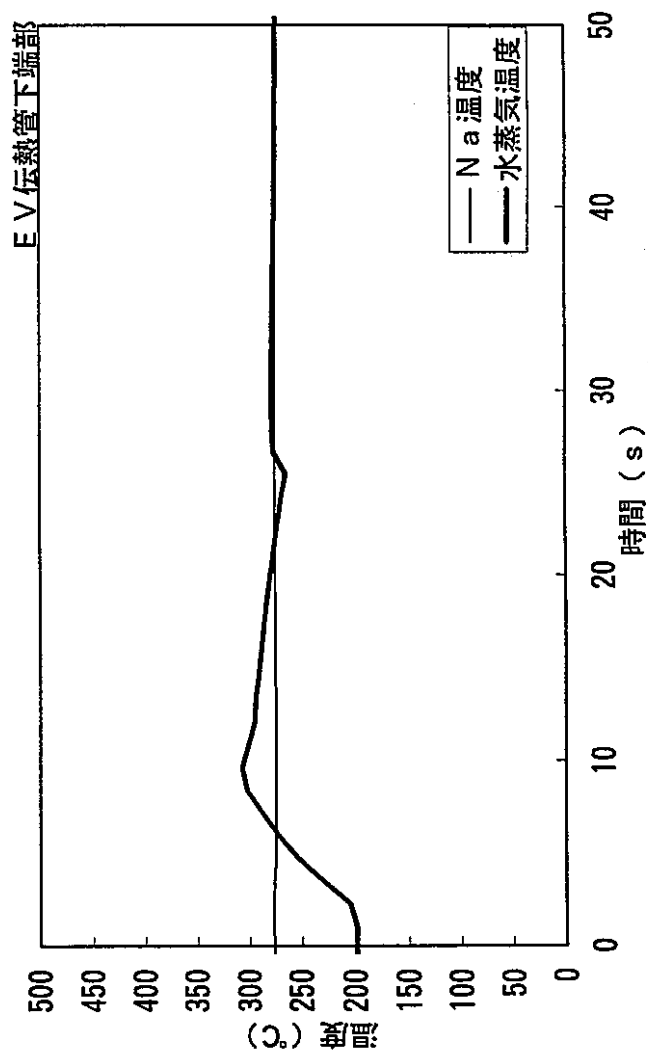
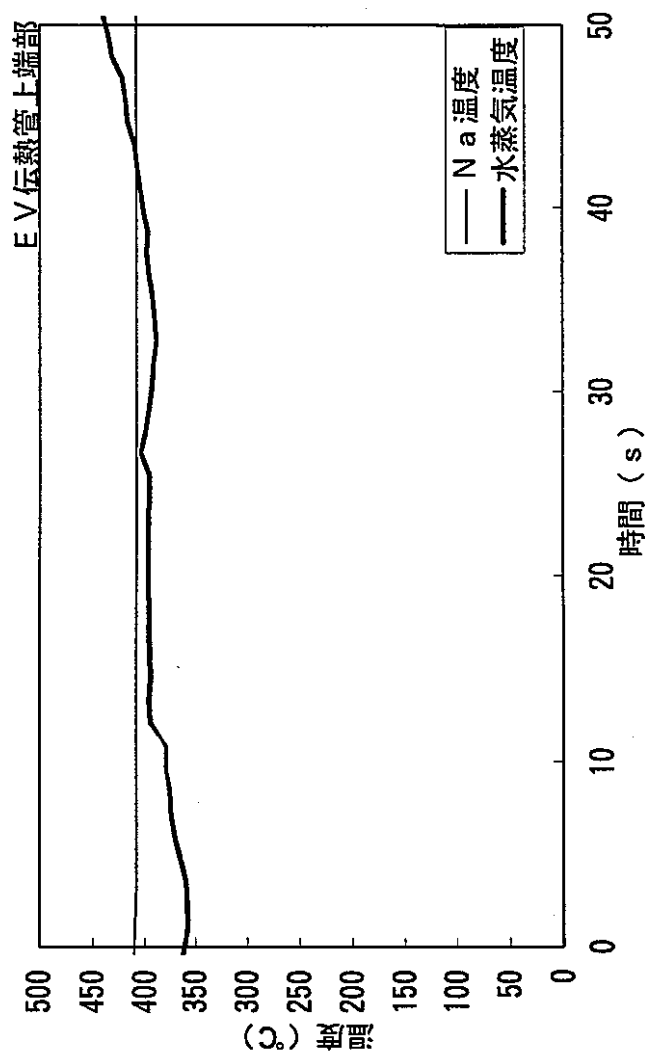
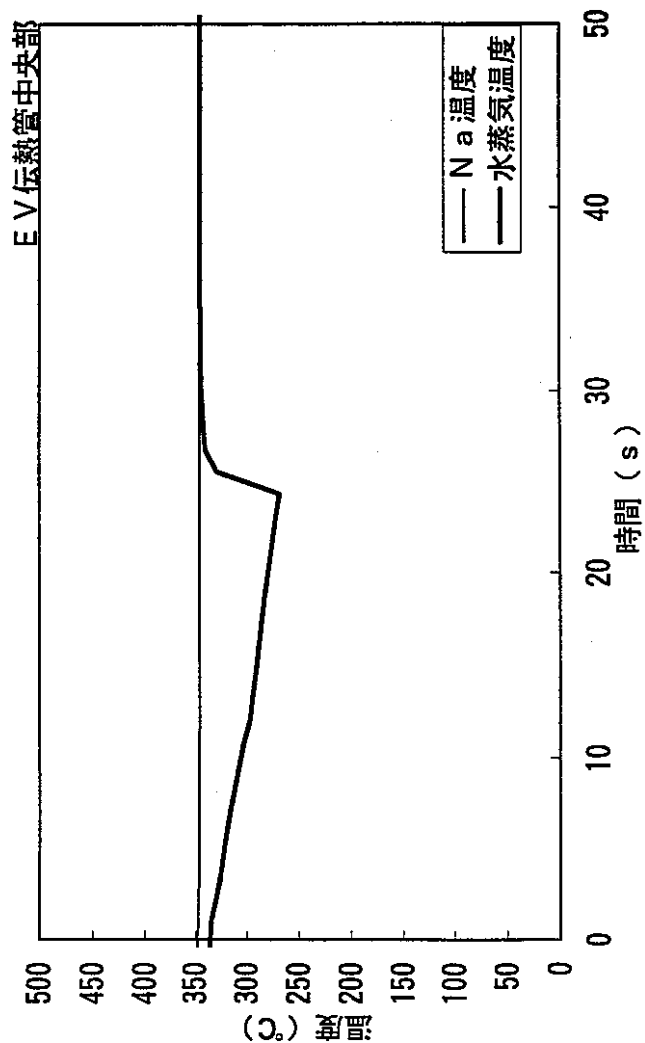


図 4.2-20 (3/4) 二相流臨界流オプシヨンパラメータ解析(小笠原テール)



5. まとめ

次期大型炉蒸気発生器（SG）伝熱管の合理的設計基準水リーク率（DBL）の選定にあたって、高温ラプチャによる破損伝播の可能性を定量的に評価する必要がある。このためには、SGのブローダウン挙動を適切に評価することが重要となる。また、高温ラプチャの評価にあたっては伝熱管内の水蒸気による冷却効果を適切に評価することが必要であり、水蒸気側の伝熱相関式等の伝熱に関するモデルを適切に選定することが重要である。

本ブローダウンコードの高度化では、軽水炉のLOCA解析で使用されている伝熱相関式等の調査を行い、適用可能と考えられる計算モデルを解析コードへ組み込み、解析モデルの高度化を図った。加えて、50MWt SGのブローダウン試験結果を用いて解析コードの検証を行うとともに、最適なモデルの組み合わせを選定した。また、入出力機能の簡易化等の改良を行い、LEAP-BLOWコードの高度化を行った。

6. あとがき

次期大型炉蒸気発生器（SG）伝熱管の合理的設計基準水リーク率（DBL）の選定にあたって重要となるSGのブローダウンコードの高度化並びにコードの検証ができた。但し、詳細な点では、検証解析等は50MwtSGのデータ等を整備しつつ、更なる検討が必要であると考えられる。

また、ブローダウン時の伝熱管内の温度、流動挙動に着目した実験データ等による、より細部に亘ってのコードの検証が重要と考えられる。例えば、今後予定されている高温ラプチャ試験等の伝熱管外部から高熱流束が加えられた場合の試験データによる検証が考えられる。

7. 謝辞

本作業の遂行にあたり、動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センタープラント安全工学室の田辺裕美室長、濱田広次氏、栗原成計氏をはじめ関係各位にデータの調査、御討論、御指導を頂くとともに各種の便宜をはかって頂くことにより本作業を達成することができました。ここにあらためて関係各位に対し深甚の謝意を表します。

8.参考文献

- (1) (株) 日立製作所, 沸騰水形原子力発電所非常用炉心冷却系(ECCS)性能解析モデルについて: HLR-018 訂1 (昭和 56 年 9 月)
- (2) (株) 日立製作所, 沸騰水形原子力発電所非常用炉心冷却系(ECCS)性能解析モデルについて: HLR-032 訂1 (昭和 61 年 12 月)
- (3) 軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針について: 昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定
- (4) Bordelon, F.M. et.al., LOCTA-IV PROGRAM:LOSS-OF-COOLANT TRANSIENT ANALYSIS: WCAP-8305(June 1974)
- (5) 日本機械学会編, 伝熱工学資料 改訂第 3 版: 日本機械学会(1975)
- (6) 甲藤好郎, 一様加熱垂直円管内の強制流動沸騰の限界熱流束(高圧領域の研究と CHF 特性領域線図): 日本機械学会論文集 47 巻 413 号 (昭和 56-1)
- (7) 甲藤好郎, 一様加熱垂直円管における強制流動沸騰の限界熱流束と流動様式との関係について: 日本機械学会論文集 47 巻 413 号 (昭和 56-1)
- (8) 真野多喜夫, 岡部綾夫, 石井孝信, 藤又和博, 国井誠, LEAP コード用ブローダウンモデルの開発: PNC PJ9124 95-003(1995)
- (9) 仲井 悟, 戸根哲治, 三村賀紀, 小杉敏夫, 土屋毎雄, 50MW蒸気発生器試験施設におけるもんじゅ模擬制御性関連試験 —事故模擬・再起動試験、SG廻り制御性、インターロック試験—: PNC N941 83-104(1983)
- (10) 仲井 悟, 斉藤洋治, 小杉敏夫, 土屋毎雄, 50MW蒸気発生器2号機データ集 動特性特試験(IV) —事故模擬・再起動試験、SG廻り制御性、インターロック試験—: PNC N941 83-103(1983)
- (11) 岡町正雄, 仲井 悟, 土屋毎雄, 50MW SG 試験施設動特性データ 処理システム及び計装系データ: PNC SN941 80-80(1980)
- (12) 動力炉・核燃料開発事業団, 新型転換炉ふげん発電所 原子炉設置許可申請書: 昭和 60 年 11 月

[付録]

付録A：入力マニュアル

付録B：50MW t S Gブローダウン試験検証解析データ

付録C：単位換算表

番 地 変数

意 味

1 DATA(10)

全体計算実行制御オプション

- (1), ICLHD ヘッダ計算モジュールの実行オプション
 >0 ; ヘッダ計算モジュールをメインタイム
 ステップにICLHD回計算する
 ≤ 0 ; ヘッダ計算モジュールを計算しない
- (2), ICLLG 配管流動計算モジュールの実行オプション
 >0 ; 配管流動計算モジュールをメインタイム
 ステップにICLLG回計算する
 ≤ 0 ; 配管流動計算モジュールを計算しない
- (3), ICLNA ナトリウム温度計算モジュールの実行オプション
 >0 ; ナトリウム温度計算モジュールを計算する
 ≤ 0 ; ナトリウム温度計算モジュールを計算しない
- (6), ICLST 定常計算オプション
 ≤ 0 ; 計算しない (初期値入力)
 $=3$; 配管の定常計算のみ
 及び過渡計算 (リザーバ初期値及び配管境界条件入力)
- (7), ISPRT 計算結果の出力コントロール
 <0 ; プリントしない
 $=0$; NPTBLテーブルによる
 >0 ; ISPRT回に1度プリント

11 DATA(10)

計算時間コントロールオプション

- (1), IDTIM タイムステップ計算オプション
 $=0$; 自動ステップ (現在、初期ヘッダ計算の場合のみ使用)
 $=1$; タイムステップの入力 (DTT, TDT入力)
- (2), NDTIM タイムステップテーブル入力個数 ≤ 10
- (3), TIINT 計算開始時間 sec
- (4), TIMAX 計算打切時間 sec
- (5), DTINT 初期タイムステップ sec
- (6), DTMIN 最小許容タイムステップ (自動タイムステップ時使用) sec
- (7), DTMAX 最大許容タイムステップ (自動タイムステップ時使用) sec
- (8), CPUMX 計算で使用する計算機のCPU時間 minute

21 DATA(10, 3) / (1, 3), I=NDTIM

タイムステップ・プラント間隔指定データ

- (1, 1), TDTBL タイムステップの切り替え時間 sec
 $I=1, \text{NDTIM}$
- (1, 2), DTTBL タイムステップテーブル sec
 $I=1, \text{NDTIM}$
- (1, 3), NPTBL プリント出力間隔テーブル
 $\text{NPTBL}(i)$ 回ごとにプリント
 $I=1, \text{NDTIM}$

61 DATA(10)

リスタート計算オプション

- (1), KREST リスタートオプション
 $=0$; 通常計算 (初期より計算)
 $\neq 0$; リスタート計算
- (2), IREST ケースID番号 (計算結果を書き込むファイル番号)

番 地 変数

意 味

71 DATA(10)

計算ネットワークモデルデータ

(1), NHEAD ヘッダの数

≤ 5

(2), NUMGR 配管数

≤ 10

(3), MDLVL バルブ数

≤ 4

81 DATA(10)

計算ネットワークモデルデータ2

(1), MSLIP スリップ・モデル計算オプション

=0; Homogeneous (均質) モデル

=1; Fauske モデル

=2; Moody モデル

=3; Smith モデル

=4; Zivi モデル

=5; Levy モデル

=6; Fujie モデル

=7; Bankoff モデル

=8; Jones (修正Bankoff) モデル

=9; HTL モデル (流量依存)

(2), MCRIT 臨界流オプション

=0; Fauske の式 (ダミー)

=1; 小笠原の式

=2; Moody の式 (サブクール領域; Henry-Fauske)

=3; 小笠原の式テーブル化

(サブクール領域; Henry-Fauske)

(二相領域; 小笠原, スーパーヒート; 単相流)

=4; ベルヌーイの式テーブル化 (全領域)

(3), MFRIC 二層流管摩擦圧損増倍係数モデルオプション

=1; Thom の式

=2; $-P < 250\text{psi}$Martinelli-Nelson の式

$P \geq 250\text{psi}$Thom の式

=3; Lottes-Flinn の式

=4; Homogeneous モデル1 *1

=5; Homogeneous モデル2 *2

=6; Martinelli-Nelson の式

$$*1 \quad \phi^2 = \left(1 + X \frac{\rho_l - \rho_g}{\rho_g} \right) / \left(1 + X \frac{\mu_l - \mu_g}{\mu_l} \right)^{0.25}$$

$$*2 \quad \phi^2 = 1 + \frac{X \cdot (\rho_l - \rho_g)}{\rho_g}$$

(4), MMULT 局所圧損二相増倍モデル

=0; 二相増倍の効果を平均比重量 (γ_m) で模規

=1; 二相増倍の効果を二相増倍係数 (Φ^2) で模規

(この時、二相増倍係数モデルは MFRIC による)

番 地 変数

意 味

91 DATA(10)

計算ネットワークモデルデータ3

(1), MHTCF 熱伝達モデルオプション

(1) サブクール流の熱伝達モデルオプション

=0 ; Dittus-Boelter の式

=1 ; サブクール沸騰 (修正 chen の式)

=2 ; 森・中山の液相の式

(2) 核沸騰熱伝達モデルオプション

=1 ; Jeans and Lottes の式

(3) 遷移沸騰熱伝達モデルオプション

=1 ; McDonough, Milch and King の式

(4) 膜沸騰熱伝達モデルオプション

=0 ; Heineman の式

=1 ; Groenveld の式

=2 ; Rohsenow-Dougall の式

=3 ; $x < 0.95$ Groenveld の式

$0.95 < x < 1.0$ Gr. と R. -D の補間

$x > 1.0$ Rohsenow-Dougall の式

=4 ; Rohsenow の式

=5 ; Schrock Grossman の式

=6 ; Bishop の式

=6 ; Bromly の式

(5) スーパーヒートでの熱伝達モデルオプション

=0 ; Dittus-Boelter の式

=1 ; Mcelligot の式

=2 ; 森・中山の気相の式

=3 ; Bishop の式

(6) 限界熱流束モデルオプション

=0 ; LEAP コード内評価式

=1 ; roko の式

=2 ; Jeans and Lottes の式

番 地 変数

意 味

1 DATA(10)

水系プレナム部・計算共通オプション

- (1), IPAHD ヘッダ圧力計算の時間平均化オプション
= 0 / 1 : 時間平均しない / 時間平均化する
- (2), IWLHD ヘッダ構造材の熱容量計算オプション
= 0 / 1 : 考慮しない / 考慮する
- (3), FCFHD ヘッダに設置したブロー弁の流出係数 ($0 < \text{FCFHD} \leq 1$)
- (4), FXSHD ヘッダ内でのサブクール水ミキシング効率
(液位依存のミキシングモデルを使用する場合に入力)
(通常 $\text{FXSHD} = 2.0$)
- (5), FVIHD 液中のボイドの上昇速度 (分離モデルのみ入力) m/sec
- (6), SVDHD サブクール・ヘッダの体積変化率 (通常 $1.0\text{E-}7 \sim 5.0\text{E-}7$)
- (7), DTXHD タイムステップ減少判定の容積変化量 ($\text{ITMSTP}=0$)
(自動タイムステップの場合のみ入力)
(通常 $\text{FVCHNO} \times (2500.0 \sim 5000.0)$)
- (8), DTNHD タイムステップ増加判定の容積変化量
(自動タイムステップの場合のみ入力)
(通常 $\text{ERCMA} \times 0.1$)

101 DATA(10,10)/(10,1),I=NHEAD

水系プレナム部・個別計算オプション

- (1), MLHD ヘッダ計算モデルオプション
= 0 : 均質モデル (ホモジニアスモデル)
= 1 : 分離モデル (セパレータモデル)
- (2), NZHD ヘッダの液面高さ, 液面下体積テーブル数 ≤ 5
(分離モデルのみ入力)
- (3), NWHD ヘッダ構造材壁メッシュ分割数 ≤ 10
- (4), KFWHD ヘッダへの流入流量テーブル番号 (INPT8で入力)
- (5), KFHDH ヘッダへの流入流量エンタルピーテーブル番号 (INPT8で入力)
- (6), KBAHD ヘッダのブロー弁の開口面積テーブル番号 (INPT8で入力)
- (7), KBZHD ヘッダのブロー弁の圧損係数テーブル番号 (INPT8で入力)
- (8), KBAHD ヘッダの第2ブロー弁の開口面積テーブル番号 (INPT8で入力)
- (9), KBZHD ヘッダの第2ブロー弁の圧損係数テーブル番号 (INPT8で入力)

201 DATA(10,10)/(10,1),I=NHEAD

水系プレナム部・形状データ

- (1), VLHD ヘッダ体積 m^3
- (2), POHD ヘッダ初期圧力 (分離モデルのみ入力) kg/cm^2
- (3), TOHD ヘッダ初期温度 $^{\circ}\text{C}$
(初期サブクール又はスーパーヒートの場合のみ入力)
- (4), VOHD ヘッダ初期液面下ボイド率 (分離モデルのみ入力)
(平均に対する上端でのボイド率の比, 直線分布)
- (5), WOHD ヘッダ初期液面下保有水量 (分離モデルのみ入力) kg
- (6), FXHD ヘッダ内でのサブクール水ミキシング効率 1/s
- (7), DSHD ヘッダ内サブクール水ミキシング量計算用内径 m
= 0.0 : 一定ミキシング率モデル
> 0.0 : 液位依存のミキシングモデル
- (8), DVHD ヘッダの水面下ボイド分布 (分離モデルのみ入力)
(均質モデルの場合は全体のボイド率)

番 地 変数

意 味

301 DATA(10, 10) / (10, 1), I=NHEAD

水系プレナム部・構造材データ

(1), ASWHD ヘッダの壁表面積 (壁伝熱計算に使用)

m^2

(2), THWHD ヘッダの壁面厚さ (壁伝熱計算に使用)

m

(3), CPWHD ヘッダの壁面比熱 (壁伝熱計算に使用)

kcal/kg $\cdot$ °C

(4), GMWED ヘッダの壁面比重量 (壁伝熱計算に使用)

kg/m³

(5), CNWHD ヘッダの壁面熱伝導率 (壁伝熱計算に使用)

kcal/m $\cdot$ s $\cdot$ °C

(6), TQWHD ヘッダ壁外気側境界温度

°C

(7), HFWHD ヘッダ壁外気側表面熱伝達率

kcal/m² $\cdot$ s $\cdot$ °C

401 DATA(10, 10) / (10, 1), I=NHEAD

水系プレナム部・分離モデル計算オプション

(1), ZTBHD ヘッダ液面高さテーブル (分離モデルのみ入力)

m

(6), VTBHD ヘッダ液面下体積テーブル (分離モデルのみ入力)

m³

501 DATA(10, 10) / (1, J), I=NLEGS, J=NHEAD

水系プレナム部・分離モデル計算オプション2

(1), ZLGHD 配管取付高さ (ヘッダ底部 = 0.0) (分離モデルのみ入力)

m

番 地 変数

意 味

1 DATA(10)

水系配管系・計算共通オプション

- (1), ITNLG 配管過渡計算における収束計算最大回数 (通常 20)
- (2), IGVLG 流動計算における重力項考慮のオプション
 < 0 ; 流動計算に重力項は考慮せず
 ≥ 0 ; 流動計算に重力項は考慮する (通常は考慮)
- (3), INTLG 流動計算における慣性項考慮のオプション
 $= 0$; 流動計算に慣性項を考慮しない
 > 0 ; 流動計算に慣性項を INERT % 考慮する
- (4), IWLLG 配管熱容量オプション
 < 0 ; 考慮しない
 $= 0$; 壁から流体、流体から壁ともに考慮
 $= 1$; 壁から流体のみ考慮
- (5), MSTLG 定常収束計算モデルのオプション
 $= 1 / 2$; 流量で修正する / 圧損係数で補正する
- (6), NSTLG 定常収束計算打ち切り回数 (通常 20)
- (7), ERRLG 配管過渡計算における収束判定誤差
 $|(\text{境界圧力}) - (\text{推定圧力})| \leq$
 $|(\text{入口境界圧力}) - (\text{出口境界圧力})| \cdot \text{ERRORの}$
 時収束 (通常 0.01 ~ 0.05)
- (8), ERPLG 定常状態の収束判定圧力 通常 0.01 kg/cm²
- (9), ERSLG 配管内流動計算スキップ判定圧力 kg/cm²
 収束圧力と境界圧力の差が DPERIN 以上の場合計算しない。
 通常 1.0E4

31 DATA(10)

水系配管系・逆止弁関係データ

- (1), KCCV 逆止弁オプション
 $= 0$; 逆止弁未存在
 $= 1$; 逆止弁存在し逆流の時は計算しない
 $= -1$; 逆止弁存在し逆流の時も計算する
- (2), J1CV 逆止弁の存在する配管番号指定
- (3), J2CV 逆止弁の存在するセクション番号指定
- (4), J3CV 逆止弁の存在するノード番号指定

81 DATA(10)

水系配管系・破損関連データ

- (1), KCBK 破断オプション (= 0 の場合は破断なし) ≤ 2
- (2), J1BK 破断配管番号
- (3), J2BK 破断セクション位置
- (4), NPBK 破断口境界圧力テーブル番号 (INPT8 で入力)
- (5), NZBK 放出係数テーブルの指定 (= 0 の場合は一定値) (INPT8 で入力)
- (6), ZFBK 流出係数 ($0.0 < ZFBK \leq 1.0$)

番 地 変数

意 味

91 DATA(10)

水系配管系・破損関連データ2

- (1), KCLK スプリット破断口形状オプション
= 0 / 1 ; 円形 / 長方形
- (2), J1LK スプリット破断口の存在する配管番号指定
- (3), J2LK スプリット破断口の存在するセクション番号指定
- (4), J3LK スプリット破断口の存在するノード番号指定
- (5), AXLK スプリット破断口の形状
・ ISPLIT = 0 / 1 ; 直径 / 長方形の幅
- (6), AYLK スプリット破断口の高さ (ISPLIT = 1 の時のみ入力)
- (7), ZFLK スプリット破断口からの流出係数
- (8), TILK スプリット破断口径が最大となる時間

m

m

sec

101 DATA(10, 10) / (10, 1), I=NLEGS

水系配管系・個別配管計算オプション

- (1), NSLG 配管セクション (直管部) の数
- (2), NPLG 配管の接続指定 (入口側)
= 1~9 ; ヘッダ
= 10 ; 破断口
- (3), NPLG 配管の接続指定 (出口側)
= 1~9 ; ヘッダ
= 10 ; 破断口
- (4), ICLG 各配管の臨界流計算オプション
= -1 / 0 ; 臨界流計算しない / 臨界流計算する
- (5), IFLG 積分方向指定オプション (積分計算を行う方向の指定)
= 0 / -1 / 1 ; 流れの下流側より / 配管出口より / 配管入口より
- (6), IDLG 各配管定常時流れ方向
= 1 / -1 ; 正流 (入口→出口) / 逆流 (出口→入口)
- (7), WOLG 配管初期流量
- (8), FHLG ヘッダーの巻き込みが始まる配管直径に対する割合
(接続するヘッダが気水分離モデルの場合のみ入力)

≤ 9

kg/s

201 DATA(10, 10) / (10, 1), I=1, NLEGS

水系配管系・境界条件データ

- (1), IPILG 配管入口境界圧力テーブル番号 (INPT8で入力)
- (2), IPOLG 配管出口境界圧力テーブル番号 (INPT8で入力)
- (3), IGILG 配管入口側流量テーブル番号 (INPT8で入力)
- (4), IGOLG 配管出口側流量テーブル番号 (INPT8で入力)
- (5), IHILG 配管入口境界エンタルピーテーブル番号 (INPT8で入力)
- (6), IHOLG 配管出口境界エンタルピーテーブル番号 (INPT8で入力)

501 DATA(10, 50) / (10, 1), I=SUM(NSLG)

水系配管系・配管セクション関連データ

- (1), I 配管の番号
- (2), J 配管セクションの番号
- (3), MSLG 配管セクションのノード分割数
- (4), ASLG 配管セクションの流路断面積
- (5), DSLG 配管セクションの等価直径
- (6), XSLG 配管セクションの長さ
- (7), ZSLG 配管セクションの入口から出口のエレベーション差
(流路の向きに上昇している場合を正とする)
- (8), FSLG 配管セクション管摩擦圧損係数
FSLG(J1, J2) = 0.0 の時コード内計算

≤ 9

m²

m

m

m

番 地 変数

意 味

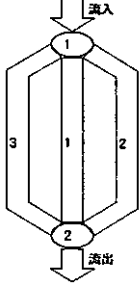
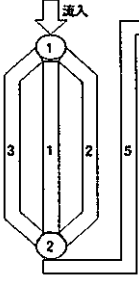
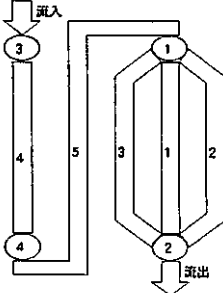
- 1001 DATA(10, 50) / (10, 1), I=1, SUM(NSLG)
 水系配管系・配管オリフィス関連データ
 (1), I 配管の番号
 (2), J 配管セクションの番号
 (3), A00R 配管オリフィス (絞り部) 断面積 m^2
 (4), FNOR 配管オリフィス圧損係数 (正流時)
 (5), FNOR 配管オリフィス圧損係数 (逆流時)
 (6), FCOR 臨界流発生時配管オリフィス圧損係数 (正流時)
 (7), FCOR 臨界流発生時配管オリフィス圧損係数 (逆流時)
- 1501 DATA(10, 50) / (10, 1), I=1, SUM(NSLG)
 水系配管系・配管オリフィス関連データ2
 (1), I 配管の番号
 (2), J 配管セクションの番号
 (3), P00R 配管オリフェス部の初期圧力 (定常計算を行わない時のみ入力) kg/cm^2
 (4), T00R 配管オリフェス部の初期温度 $^{\circ}C$
 (5), V00R 配管オリフェス部の初期ボイド率 (定常計算を行わない時のみ入力)
- 2001 DATA(10, 50) / (10, 1), I=1, SUM(NSLG)
 水系配管系・配管セクション壁関連データ
 (1), I 配管の番号
 (2), J 配管セクションの番号
 (3), NDWLG 配管セクションの管壁の厚さ方向のノード分割数 ≤ 10
 (4), ASWLG 配管セクション単位長さ当たりの管壁との接触面積 m^2/m
 (5), THWLG 配管セクションの管壁の厚さ m
 (6), CPWLG 配管セクションの管壁の比熱 $kcal/m \cdot s \cdot deg$
 (7), GMLWG 配管セクションの管壁の比重量 kg/m^3
 (8), CNWLG 配管セクションの管壁の熱伝導率 $kcal/m \cdot s \cdot deg$
- 2501 DATA(10, 50) / (10, 1), I=1, SUM(NSLG)
 水系配管系・配管セクション壁関連データ2
 (1), I 配管の番号
 (2), J 配管セクションの番号
 (3), TOWLG 配管セクション壁外気側境界温度 $^{\circ}C$
 (4), HFWLG 配管セクション壁外気側境界表面熱伝達率 $kcal/m^2 \cdot s \cdot ^{\circ}C$
 = 0.0 ; 断熱 = -1.0 ; コード内設定
 (5), QFWLG 配管構造材からの初期放熱量 $Kcal/sec$
- 3001 DATA(10, 4) / (10, 1), I=MDLVL
 水系配管系・バルブ関係データ
 (1), NTVL バルブの開度及び圧損係数テーブル入力点数 ≤ 10
 (2), J1VL バルブの存在する配管番号指定
 (3), J2VL バルブの存在するオリフィス番号指定
 (4), TSVL バルブの作動開始時間
- 3101 DATA(10, 10, 4) / (1, 10, J), I=NTVL, J=MDLVL
 水系配管系・バルブ関係データ2
 (1), TIVL バルブ開度及び圧損係数に対する時間テーブル sec
 (2), AOVL バルブ開度テーブル (TIVLに対応) m^2
 (3), FNVL 正流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)
 (4), FNVL 逆流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)
 (5), FCVL 臨界流正流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)
 (6), FCVL 臨界流逆流時バルブ圧力損失係数 (TIVLに対応)

番 地 変数

意 味

1 DATA(10)

ナトリウム側・モデルオプションデータ
(1), MDNA 蒸気発生器モデルオプション

変数	MDNA=0	MDNA=1	MDNA=2
事故蒸気発生器	蒸気発生器 1 器	過熱器	蒸発器
解析モデル			

- (2), NDNA 流れ方向のメッシュ分割数 (事故 SG) ≤ 50
 (3), NDNA 流れ方向のメッシュ分割数 (健全 SG) ≤ 50
 (4), NDNA 流れ方向のメッシュ分割数 (SG問題) ≤ 50
 (5), JPNA 反応部の反応領域の反応開始点のメッシュ番号 $\leq \text{NDNA}$
 (6), KPNA 反応部の反応領域の反応終了点のメッシュ番号 $\leq \text{NDNA}$

11 DATA(10)

ナトリウム側・モデルオプションデータ 2

- (1), IUNA ナトリウムと伝熱管の熱伝達率の指定
 (1) ナトリウムと伝熱管の熱伝達率の指定
 (2), IUNA ナトリウムと構造材の熱伝達率の指定
 (2) ナトリウムと構造材の熱伝達率の指定

=0 ; 熱伝達率は入力

=1 ; $Nu = 1.0$

=2 ; $Nu = 7.0 + 0.025 \times (0.5 \times Re \times Pr)^{0.8}$

=3 ; $Nu = 5 + 0.025 \times Pe^{0.8}$

=4 ; $Nu = 0.625 \times Pe^{0.4}$

=5 ; $Nu = 0.023 \times Re^{0.8} \times Pr^{0.4}$

=6 ; $Nu = 4.03 + 0.228 \times Pe^{2/3}$

=7 ; $Nu = (0.25 + 6.2P/d) - (0.007 - 0.032P/d) \times Pe^{0.8 - 0.024P/d}$

修正Lyon

Seban-Simazaki

Lubarsky-Kaufman

Dittus-Belter

Hoe

Graber-Liger

- (3), UNAO IUNA=0 の場合の熱伝達率の入力
 (1)/(2) = ナトリウムと伝熱管 / ナトリウムと構造材
 (4), UNAO IUNA=0 の場合の熱伝達率の入力
 (1)/(2) = ナトリウムと伝熱管 / ナトリウムと構造材
 (5), PDNA 伝熱管ピンピッチ/伝熱管口径 (IUNA=7 で使用)

31 DATA(10)

ナトリウム側・プラント挙動関連データ

- (1), NATI SGナトリウム流入温度テーブルの指定 (INPT8を使用)
 (2), NAFI SGナトリウム流入流量テーブルの指定 (INPT8を使用)
 (3), NAHR Na-水反応部 熱伝達率テーブルの指定 (INPT8を使用)
 (4), NATR Na-水反応部 流体温度テーブルの指定 (INPT8を使用)
 (5), NAQR Na-水反応部 反応熱テーブルの指定 (INPT8を使用)

番 地 変数

意 味

41 DATA(10)

ナトリウム側・プラント挙動関連データ2

- (1), F012 反応領域と隣接領域の混合割合 (反応領域の流量比)
- (2), F013 反応領域と健全領域の混合割合 (反応領域の流量比)
- (3), F023 隣接領域と健全領域の混合割合 (反応領域の流量比)

51 4000 51 DATA(10)

ナトリウム側・流動関連形状データ

- (1), TONA ナトリウム上部プレナム1初期温度 °C
- (2), TONA ナトリウム下部プレナム1初期温度 °C
- (3), TONA2 ナトリウム上部プレナム2初期温度 °C
- (4), TONA2 ナトリウム下部プレナム2初期温度 °C
- (6), WPNA ナトリウム上部プレナム1冷却材重量 kg
- (7), WPNA ナトリウム下部プレナム1冷却材重量 kg
- (8), WPNA2 ナトリウム上部プレナム2冷却材重量 kg
- (9), WPNA2 ナトリウム下部プレナム2冷却材重量 kg

101 DATA(10, 5) /(1, J), I=5

ナトリウム側・流動関連形状データ2

- (1), F0NA 伝熱管部の各領域の初期冷却材流量 kg/sec
- (2), WFNA 伝熱管部の各領域のナトリウム重量 kg
- (3), AFNA 伝熱管部の各領域の冷却材流路面積 m²
- (4), DFNA 伝熱管部の各領域の冷却材水力等価直径 m
- (5), A1NA 伝熱管部の各領域での伝熱管との伝熱面積 m²

番号	ナトリウム流路番号
1	事故SGリーク部
2	事故SG隣接部
3	事故SG健全部
4	健全SG伝熱管部
5	SG間配管

201 DATA(10, 5) /(10, I), I=5

ナトリウム側・構造材関連データ

- (1), A2NA 伝熱管部の各領域での構造材との伝熱面積 m²
- (2), X2NA 伝熱管部の各領域の構造材板厚 m
- (3), W2NA 伝熱管部の各領域の構造材重量 kg
- (4), C2NA 伝熱管部の各領域の構造材比熱 kcal/kg・°C
- (5), S2NA 伝熱管部の各領域の構造材熱伝導率 kcal/m・s・°C

301 DATA(10, 10) /(1, J), I=NSLG, J=NLEFS

ナトリウム側と水蒸気側の接続情報

- (1), JDNA 配管が接続 (熱交換) するナトリウム流路
=0/1/2/3/4/5 : 接続しない/事故SGリーク部/事故SG隣接部
/事故SG健全部/健全SG伝熱管部/SG間配管
- (2), KDNA 配管とナトリウム流路方向の関係
=0/-1 : 平行流/対向流
- (3), LDNA 第1メッシュが接続するナトリウムメッシュ番号

番 地	変数	意 味
1	DATA(10, 2, 50) / (1, 2, 50), I=NTB1(入力不要)	
	テーブルデータ関連データ	
	(1), TBL1	テーブルデータのX軸データ (10個以下)
	(2), TBL1	テーブルデータのY軸データ (10個以下)
1001	DATA(20, 2, 50) / (1, 2, 50), I=NTB2(入力不要)	
	テーブルデータ関連データ2	
	(1), TBL2	テーブルデータのX軸データ (20個以下)
	(2), TBL2	テーブルデータのY軸データ (20個以下)

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(TR54720)

```

C*****
C*      PROGRAM NAME = LEAP                      *
C*****
TITLE=20A4 /
50MWT SG BLOW DOWN CALCULATION
C * /
C *      MAIN CONTROL DATA                      /
C * /
C *      CLHD CLLG CLNA DUMY DUMY CLST SPRT      /
1000  1 OPTION  5  1  1  0  0  3  0 /
C      IDT NDT TIINT TIMAX DTINT DTMIN DTMAX CPUMX /
1000  11 TIME   1  07 -10.0 30.00 0.020 0.001 0.500 10.00 /
1000  11 TIME   1  07 -10.0 140.00 0.020 0.001 0.500 30.00 /
1000  21 TDTBL(1) 0.00 10.0 30.0 50.0 100. 200. 1.E9 /
1000  31 DTTBL(1) 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 /
1000  41 NPTBL(1) 100 100 100 100 100 100 100 /
C * /
C *      NPRT NPLT DTPRT DTPLT                  /
1000  51 PLOTOUT 1  1  0.100 0.120 /
1000  51 PLOTOUT 1  1  1.000 1.200 /
C * /
C *      OPT. CASE-ID                            /
1000  61 RESTART 0  1010 /
C * /
C *      HEAD LEGS VALV                          /
1000  71 NETWORK 07  06  01 /
C * /
C *      CALC. MDL SLIP CRIT FRIC MULT           /
1000  81          03  02  01  00 /
1000  91 HEAT-FLW 02  01  00  02  02  02 /
1000  91 HEAT-FLW 00  00  00  02  00  03 /
C * /
C *      PLOT-ID (1) (2) (3) (4) (5) /
1000  101 ( 1) 021200 021300 021500 021600 021700 / PRES.
1000  101 ( 1) 021200 021300 021500 021600 020122 / PRES.
1000  106 ( 2) 011200 011300 011500 011600 011700 / TEMP.
1000  111 ( 3) 031200 031300 031500 031600 031700 / ENTHALPY
1000  116 ( 4) 081200 081300 081500 081600 081700 / QUALITY
1000  121 ( 5) 071200 071300 071500 071600 071700 / DENSITY
1000  126 ( 6) 041110 041710 051110 051710 / BLOW FLW
1000  131 ( 7) 040221 040231 040251 040521 040541 / PIPE FLW
1000  136 ( 8) 050221 050231 050251 050521 050541 / PIPE SPED
1000  141 ( 9) 019201 019209 019218 019227 049200 / NA TEMP.
1000  146 (10) 019401 019409 019418 019501 019510 / NA TEMP.
C * /
C *      HEADER DATA                            /
C * /
C *      OPTION IPA IWL BDL FXS SVD FVI DTX DTN /
2000  1  1  0  0.600 2.000 0.0 5.0E-7 /
C * /
C *      MODEL MLHD NZHD NWHD KFW KFH KBA1 KBZ1 KBA2 KBZ2 /
2000  101 ( 1) 0  0  2  11  13  0  0  0  0 /
2000  111 ( 2) 0  0  2  0  0  0  0  0  0 /
2000  121 ( 3) 0  0  2  0  0  0  0  0  0 /

```

付録B. 50 MW t S Gのブロードダウン試験検証データ(TR54720)

2000	131	(4)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	/
2000	141	(5)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	/
2000	151	(6)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	/
2000	161	(7)	0	0	2	12	14	18	16	0	0	/
C *												/
C *	HEADER	VLHD	POHD	TOHD	VOHD	WOHD	FXHD	DSHD	DVHD			/
2000	201	(1)	0.052	132.7	240.0	0.0	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
2000	211	(2)	0.190	132.5	240.0	0.0	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
2000	221	(3)	0.238	128.0	366.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
2000	231	(4)	0.088	127.8	366.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
2000	241	(5)	0.178	127.5	366.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
2000	251	(6)	0.212	122.0	487.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
2000	261	(7)	0.130	121.8	487.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	/
C *				2								/
C *	WALL	ASWHD	THWHD	CPWHD	GMWHD	CNWHD	TOWHD	HFWDH				/
2000	301	(1)	1.620	0.0182	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
2000	311	(2)	2.177	0.0400	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
2000	321	(3)	2.068	0.0550	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
2000	331	(4)	2.726	0.0182	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
2000	341	(5)	2.036	0.0400	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
2000	351	(6)	1.843	0.0550	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
2000	361	(7)	4.050	0.0182	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0	/	/	/
C *												/
C *	VOLIUM	HIGH-TABLE					VOLIUM-TABLE					/
C2000	401	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
C *												/
C *	HD / LG	NO.1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	/
C2000	501	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
C *												/
C *	TUBE DATA											/
C *												/
C *	OPTION	ITN	IGV	INT	IWL	MST	NST	ERRLG	ERPLG	ERSLG		/
3000	1	20	0	100	0	2	50	0.010	0.010	1.0E4	/	/
C *												/
C *	CHEK VALV	MDCV	J1CV	J2CV	J3CV							/
3000	31	0	0	0	0						/	/
C *												/
C *	RUPTURE	KCBK	J1BK	J2BK	NPBK	NZBK	ZFBK					/
3000	81	0	2	2	01	0	1.000				/	/
C *	PIPE LEAK	KCLK	J1LK	J2LK	J3LK	AXLK	AYLK	ZFLK	ZFLK		/	/
3000	91	0	0	0	0	0.0707	0.0	0.600	0.100	/	/	/
C *												/
C *	PIPE	NSLG	NPLG		ICLG	IFLG	IDLG	WOLG	FHLG		/	/
3000	101	(1)	02	01	02	0	0	1	22.22	/	/	/
3000	111	(2)	05	02	03	0	0	1	22.22	/	/	/
3000	121	(3)	02	03	04	0	0	1	22.22	/	/	/
3000	131	(4)	02	04	05	0	0	1	22.22	/	/	/
3000	141	(5)	04	05	06	0	0	1	22.22	/	/	/
3000	151	(6)	02	06	07	0	0	1	22.22	/	/	/
C *												/
C *	BND. CND.	IPI	IPO	IGI	IGO	IHI	IHO				/	/
3000	201	(1)	21	22	29	29	31	31	/	/	/	/
3000	211	(2)	22	23	29	29	31	32	/	/	/	/
3000	221	(3)	23	24	29	29	32	32	/	/	/	/

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(TR54720)

3000	231	(4)	24	25	29	29	32	32	/	
3000	241	(5)	25	26	29	29	32	33	/	
3000	251	(6)	26	27	29	29	33	33	/	
C *										
C *	SECSION		I	J	MSLG	ASLG	DSLG	XSLG	ZSLG	FSLG
3000	501	(1,1)	1	1	06	0.0130	0.1288	5.555	0.0	0.0
3000	511	(,2)	1	2	06	0.0130	0.1288	5.555	0.0	0.0
3000	521	(2,1)	2	1	08	0.0152	0.0242	8.386	0.0	0.0
3000	531	(,2)	2	2	09	0.0152	0.0242	22.70	0.0	0.0
3000	541	(,3)	2	3	09	0.0152	0.0242	22.70	0.0	0.0
3000	551	(,4)	2	4	09	0.0152	0.0242	22.70	0.0	0.0
3000	561	(,5)	2	5	03	0.0152	0.0242	2.736	0.0	0.0
3000	571	(3,1)	3	1	09	0.0130	0.1288	15.583	0.0	0.0
3000	581	(,2)	3	2	09	0.0130	0.1288	15.583	0.0	0.0
3000	591	(4,1)	4	1	05	0.0130	0.1288	3.016	0.0	0.0
3000	601	(,2)	4	2	05	0.0130	0.1288	3.016	0.0	0.0
3000	611	(5,1)	5	1	05	0.0159	0.0248	4.586	0.0	0.0
3000	621	(,2)	5	2	09	0.0159	0.0248	10.45	0.0	0.0
3000	631	(,3)	5	3	09	0.0159	0.0248	10.45	0.0	0.0
3000	641	(,4)	5	4	03	0.0159	0.0248	2.936	0.0	0.0
3000	651	(6,1)	6	1	05	0.0130	0.1288	5.328	0.0	0.0
3000	661	(,2)	6	2	08	0.0130	0.1288	12.02	0.0	0.0
C *										
C *	ORIFES		I	J	A00R	FNOR	FNOR	FCOR	FCOR	
3000	1001	(1,1)	1	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/
3000	1011	(,2)	1	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1021	(,3)	1	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/
3000	1031	(2,1)	2	1	0.0152	0.5	1.0	0.5	1.0	/
3000	1041	(,2)	2	2	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1051	(,3)	2	3	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1061	(,4)	2	4	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1071	(,5)	2	5	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1081	(,6)	2	6	0.0152	1.0	0.5	1.0	0.5	/
3000	1091	(3,1)	3	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/
3000	1101	(,2)	3	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1111	(,3)	3	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/
3000	1121	(4,1)	4	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/
3000	1131	(,2)	4	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1141	(,3)	4	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/
3000	1151	(5,1)	5	1	0.0159	0.5	1.0	0.5	1.0	/
3000	1161	(,2)	5	2	0.0159	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1171	(,3)	5	3	0.0159	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1181	(,4)	5	4	0.0159	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1191	(,5)	5	5	0.0159	1.0	0.5	1.0	0.5	/
3000	1201	(6,1)	6	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/
3000	1211	(,2)	6	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/
3000	1221	(,3)	6	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/
C *										
C *	INITAL		I	J	P00R	T00R	A00R			
3000	1501	(1,1)	1	1	132.70	240.0	0.0			/
3000	1511	(,2)	1	2	132.60	240.0	0.0			/
3000	1521	(,3)	1	3	132.50	240.0	0.0			/
3000	1531	(2,1)	2	1	132.50	240.0	0.0			/
3000	1541	(,2)	2	2	131.50	240.0	0.0			/

付録B. 50 MW t S Gのブローダウン試験検証データ (TR54720)

3000	1551	(,3)	2	3	130.50	310.0	0.010		/		
3000	1561	(,4)	2	4	129.50	310.0	0.990		/		
3000	1571	(,5)	2	5	128.50	366.0	1.001		/		
3000	1581	(,6)	2	6	128.00	366.0	1.001		/		
3000	1591	(3,1)	3	1	128.00	366.0	1.001		/		
3000	1601	(,2)	3	2	127.90	366.0	1.001		/		
3000	1611	(,3)	3	3	127.80	366.0	1.001		/		
3000	1621	(4,1)	4	1	127.80	366.0	1.001		/		
3000	1631	(,2)	4	2	127.65	366.0	1.001		/		
3000	1641	(,3)	4	3	127.50	366.0	1.001		/		
3000	1651	(5,1)	5	1	127.50	366.0	1.001		/		
3000	1661	(,2)	5	2	126.50	366.0	1.001		/		
3000	1671	(,3)	5	3	124.75	422.0	1.001		/		
3000	1681	(,4)	5	4	123.00	478.0	1.001		/		
3000	1691	(,5)	5	5	122.00	478.0	1.001		/		
3000	1701	(6,1)	6	1	122.00	478.0	1.001		/		
3000	1711	(,2)	6	2	121.90	478.0	1.001		/		
3000	1721	(,3)	6	3	121.80	478.0	1.001		/		
C *											
C *	PIPE	WALL	I	J	NDW	ASWLG	THWLG	CPWLG	GMWLG	CNWLG	/
3000	2001	(1,1)	1	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2011	(,2)	1	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2021	(2,1)	2	1	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2031	(,2)	2	2	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2041	(,3)	2	3	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2051	(,4)	2	4	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2061	(,5)	2	5	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2071	(3,1)	3	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2081	(,2)	3	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2091	(4,1)	4	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2101	(,2)	4	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2111	(5,1)	5	1	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2121	(,2)	5	2	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2131	(,3)	5	3	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2141	(,4)	5	4	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2151	(6,1)	6	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
3000	2161	(,2)	6	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130	/
C *											
C *	WALL	B.C.	I	J	TOWLG	HFWLG	QFWLG				/
3000	2501	(1,1)	1	1	320.0	0.0	0.0				/
3000	2511	(,2)	1	2	320.0	0.0	0.0				/
3000	2521	(2,1)	2	1	320.0	0.0	0.0				/
3000	2531	(,2)	2	2	398.0	-1.00	-3.233E3				/
3000	2541	(,3)	2	3	398.0	-1.00	-3.233E3				/
3000	2551	(,4)	2	4	398.0	-1.00	-3.233E3				/
3000	2561	(,5)	2	5	476.0	0.0	0.0				/
3000	2571	(3,1)	3	1	476.0	0.0	0.0				/
3000	2581	(,2)	3	2	476.0	0.0	0.0				/
3000	2591	(4,1)	4	1	476.0	0.0	0.0				/
3000	2601	(,2)	4	2	476.0	0.0	0.0				/
3000	2611	(5,1)	5	1	476.0	0.0	0.0				/
3000	2621	(,2)	5	2	496.0	-1.00	-0.323E3				/
3000	2631	(,3)	5	3	496.0	-1.00	-0.323E3				/
3000	2641	(,4)	5	4	515.0	0.0	0.0				/

付録B. 50 MW t S Gのブローダウン試験検証データ(TR54720)

3000	2651	(6,1)	6	1	515.0	0.0	0.0	/
3000	2661	(,2)	6	2	515.0	0.0	0.0	/
C *								
C *	WALL B.C. NTVL J1VL J2VL TSVL							
3000	3001	(1)	04	00	00	0.0		/
C3000	3001	(1)	04	01	01	99.9		/
3000	3011	(2)	04	00	00	0.0		/
C *								
C3000	3101	TIVL(1)	0.0	100.000	140.01	1.0E9		/
C3000	3111	AOVL	0.0035	0.0035	0.0	0.0		/
C3000	3121	FNVL1	0.50	0.50	0.50	0.50		/
C3000	3131	FNVL2	0.50	0.50	0.50	0.50		/
C3000	3141	FCVL1	0.50	0.50	0.50	0.50		/
C3000	3151	FCVL2	0.50	0.50	0.50	0.50		/
C3000	3201	TIVL(2)	0.0	3.00	23.0	1.0E9		/
C3000	3211	AOVL	0.0	0.0	0.0030	0.0030		/
C3000	3221	FNVL1	8.50	8.50	8.50	8.50		/
C3000	3231	FNVL2	8.50	8.50	8.50	8.50		/
C3000	3241	FCVL1	8.50	8.50	8.50	8.50		/
C3000	3251	FCVL2	8.50	8.50	8.50	8.50		/
C *								
C *	SODIUM TEMPETARURE DATA							
C *								
C *	NODE	MDL	MDNA	NDNA	(2)	(3)	JPNA	KDNA
4000	1		2	27	18	10	0	0
C *								
C *	HEAT TR	IU-1	IU-2	UQNA		UQNA	PDNA	
4000	11	IUNA	06	03				
C *								
C *	TABLE	NATI	NAFI	NAHR	NATR	NAQR		
4000	31	TABLE	41	42	43	44	45	
C *								
C *	MIXTURE	F012		F013		F023		
4000	41		0.0	0.0		0.0		
C *								
4000	51	TONA (1)	476.0	320.0	515.0	476.0		
4000	56	WPNA (1)	39.80	1057.0	39.80	528.5		
C *								
C *	FLOW PATH	FQNA	WFNA	AFNA	DFNA	A1NA		
4000	101	(1)	0.01	1.0	1.000	0.050	0.0	
4000	111	(2)	200.8	6118.7	1.2540	0.050	178.0	
4000	121	(3)	0.01	1.0	1.000	0.050	0.0	
4000	131	(4)	200.8	3094.3	1.2540	0.050	41.0	
4000	141	(5)	200.8	300.0	1.000	1.000	0.0	
C *								
C *	FLOW PATH	A2NA	X2NA	W2NA	C2NA	S2NA		
4000	201	(1)	0.0	0.030	1.0	0.118	0.0130	
4000	211	(2)	38.36	0.030	6917.5	0.118	0.0130	
4000	221	(3)	0.0	0.030	1.0	0.118	0.0130	
4000	231	(4)	19.18	0.030	3458.0	0.118	0.0130	
4000	241	(5)	0.0	0.030	1.0	0.118	0.0130	
C *								
C *	FLOW PATH	JDNA	KDNA	LDNA	(2)	(3)	(4)	(5)
4000	301	(1)	0	0	0	0		

付録B. 50 MW t S Gのブロードダウン試験検証データ(TR54720)

4000	311	(2)	02	-1	0	27	18	09	0	/
4000	321	(3)	0	0	0	0				/
4000	331	(4)	0	0	0	0				/
4000	341	(5)	04	-1	0	18	09	0		/
C4000	341	(5)	0	0	0	0	0	0		/
4000	351	(6)	0	0	0	0				/
C *										/
C *	TABLE DATA									/
C *										/
8000	201	TBL1(11)	0.0		5.01	13.40		1.0E9		/
8000	211		22.22		22.22	22.22		22.22		/
8000	201	TBL1(11)	0.0		5.01	35.00		1.0E9		/
8000	211		22.22		22.22	0.0		0.0		/
8000	221	(12)	0.0		5.01	35.00		1.0E9		/
8000	231		-22.22		-22.22	0.0		0.0		/
8000	241	(13)	0.0		1.0E9					/
8000	251		248.1		248.1					/
8000	261	(14)	0.0		1.0E9					/
8000	271		788.7		788.7					/
8000	281	(15)	0.0		1.0E9					/
8000	291		0.120		0.120					/
8000	301	(16)	0.0		1.0E9					/
8000	311		6.460		6.460					/
8000	321	(17)	0.0	5.01	5.02	18.0	48.0	1.0E9		/
8000	331		0.0	0.0	0.01247	0.01247	0.0	0.0		/
8000	341	(18)	0.0	5.01		18.000		1.0E9		/
8000	351		0.0	0.0		0.00113		0.00113		/
C...										/
8000	401	TBL1(21)	0.0		1.0E9					/
8000	411		132.70		132.70					/
8000	421	(22)	0.0		1.0E9					/
8000	431		132.50		132.50					/
8000	441	(23)	0.0		1.0E9					/
8000	451		128.00		128.00					/
8000	461	(24)	0.0		1.0E9					/
8000	471		127.80		127.80					/
8000	481	(25)	0.0		1.0E9					/
8000	491		127.50		127.50					/
8000	501	(26)	0.0		1.0E9					/
8000	511		122.00		122.00					/
8000	521	(27)	0.0		1.0E9					/
8000	531		121.80		121.80					/
8000	561	(29)	0.0		1.0E9					/
8000	571		22.22		22.22					/
8000	601	TBL1(31)	0.0		1.0E9					/
8000	611		248.14		248.14					/
8000	621	(32)	0.0		1.0E9					/
8000	631		685.8		685.8					/
8000	641	(32)	0.0		1.0E9					/
8000	651		788.7		788.7					/
C...										/
8000	801	TBL1(41)	0.0		50.01	50.02		1.0E9		/
8000	811		515.0		515.0	515.0		515.0		/
C8000	821	(42)	0.0	0.01	5.00	10.0	20.0	30.0	50.0	1.E9 /

付録B. 50 MW t S Gのブローダウン試験検証データ(TR54720)

8000	821	(42)	0.0	5.0	10.0	15.0	25.0	35.0	55.0	1.E9	/
8000	831		1.00	1.00	0.70	0.50	0.25	0.15	0.04	0.04	/
C8000	821	(42)	0.00		5.01		5.02		1.0E9		/
C8000	831		1.000		1.000		0.050		0.050		/
8000	841	(43)	0.0		10.00		10.01		1.0E9		/
8000	851		0.0		0.0		2.778		2.778		/
8000	861	(44)	0.0		1.0E9						/
8000	871		0.0		0.0						/
8000	881	(45)	0.0		1.0E9						/
8000	891		0.0		0.0						/
C *											/
C *	END OF DATA										/
C *											/
LAST											/

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWE1-51E1)

```

C*****
C*      PROGRAM NAME = LEAP                      *
C*****
TITLE=20A4 /
50MWT SG BLOW DOWN CALCULATION (EWE151E1)
C * /
C *      MAIN CONTROL DATA                      /
C * /
C *      CLHD CLLG CLNA DUMY DUMY CLST SPRT      /
1000 1 OPTION 5 1 1 0 0 3 0 /
C      IDT NDT TIINT TIMAX DTINT DTMIN DTMAX CPUMX /
1000 11 TIME 1 07 -10.0 30.00 0.020 0.001 0.500 10.00 /
1000 11 TIME 1 07 -10.0 60.00 0.020 0.001 0.500 10.00 /
1000 21 TDTBL(1) 0.00 10.0 30.0 50.0 100. 200. 1.E9 /
1000 31 DTTBL(1) 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 /
1000 41 NPTBL(1) 100 100 100 100 100 100 100 /
C * /
C *      NPRT NPLT DTPRT DTPLT                  /
1000 51 PLOTOUT 1 1 0.100 0.120 /
1000 51 PLOTOUT 1 1 1.000 1.200 /
C * /
C *      OPT. CASE-ID                            /
1000 61 RESTART 0 1010 /
C * /
C *      HEAD LEGS VALV                          /
1000 71 NETWORK 07 06 01 /
C * /
C *      CALC. MDL SLIP CRIT FRIC MULT           /
1000 81 03 02 01 00 /
1000 91 HEAT-FLW 02 01 00 02 02 02 /
C * /
C *      PLOT-ID (1) (2) (3) (4) (5) /
1000 101 (1) 021200 021300 021500 021600 021700 / PRES.
1000 101 (1) 021200 021300 021500 021600 020122 / PRES.
1000 106 (2) 011200 011300 011500 011600 011700 / TEMP.
1000 111 (3) 031200 031300 031500 031600 031700 / ENTHALPY
1000 116 (4) 081200 081300 081500 081600 081700 / QUALITY
1000 121 (5) 071200 071300 071500 071600 071700 / DENSITY
1000 126 (6) 041110 041710 051110 051710 / BLOW FLW
1000 131 (7) 040221 040231 040251 040521 040541 / PIPE FLW
1000 136 (8) 050221 050231 050251 050521 050541 / PIPE SPED
1000 141 (9) 019201 019209 019218 019227 049200 / NA TEMP.
1000 146 (10) 019401 019409 019418 019501 019510 / NA TEMP.
C * /
C *      HEADER DATA                            /
C * /
C *      OPTION IPA IWL BDL FXS SVD FVI DTX DTN /
2000 1 1 0 0.400 2.000 0.0 5.0E-7 /
C * /
C *      MODEL MLHD NZHD NWHD KFW KFH KBA1 KBZ1 KBA2 KBZ2 /
2000 101 (1) 0 0 2 11 13 17 15 0 0 /
2000 111 (2) 0 0 2 0 0 0 0 0 0 /
2000 121 (3) 0 0 2 0 0 0 0 0 0 /
2000 131 (4) 0 0 2 0 0 0 0 0 0 /

```

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWe1-51E1)

2000	141	(5)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	/
2000	151	(6)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	/
2000	161	(7)	0	0	2	12	14	18	16	0	0	/
C *												/
C *	HEADER	VLHD	POHD	TOHD	VOHD	WOHD	FXHD	DSHD	DVHD			/
2000	201	(1)	0.052	124.2	198.5	0.0	S1	1.0	0.0	0.0	/	
2000	211	(2)	0.190	124.0	198.5	0.0	S1	1.0	0.0	0.0	/	
2000	221	(3)	0.238	122.8	353.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	
2000	231	(4)	0.088	122.6	353.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	
2000	241	(5)	0.178	122.5	353.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	
2000	251	(6)	0.212	121.0	462.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	
2000	261	(7)	0.130	120.8	462.0	1.001	S1	1.0	0.0	0.0	/	
C *												/
C *	WALL	ASWHD	THWHD	CPWHD	GMWHD	CNWHD	TOWHD	HFWD				/
2000	301	(1)	1.620	0.0182	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
2000	311	(2)	2.177	0.0400	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
2000	321	(3)	2.068	0.0550	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
2000	331	(4)	2.726	0.0182	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
2000	341	(5)	2.036	0.0400	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
2000	351	(6)	1.843	0.0550	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
2000	361	(7)	4.050	0.0182	0.118	7820.0	0.013	30.00	0.0		/	
C *												/
C *	VOLIUM	HIGH-TABLE					VOLIUM-TABLE					/
C2000	401	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
C *												/
C *	HD / LG	NO.1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	/
C2000	501	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	/
C *												/
C *	TUBE DATA											/
C *												/
C *	OPTION	ITN	IGV	INT	IWL	MST	NST	ERRLG	ERPLG	ERSLG		/
3000	1	20	0	100	0	2	50	0.010	0.010	1.0E4	/	
C *												/
C *	CHEK VALV	MDCV	J1CV	J2CV	J3CV							/
3000	31	0	0	0	0						/	
C *												/
C *	RUPTURE	KCBK	J1BK	J2BK	NPBK	NZBK	ZFBK					/
3000	81	0	2	2	01	0	1.000				/	
C *	PIPE LEAK	KCLK	J1LK	J2LK	J3LK	AXLK	AYLK	ZFLK	ZFLK		/	
3000	91	0	0	0	0	0.0707	0.0	0.600	0.100		/	
C *												/
C *	PIPE	NSLG	NPLG		ICLG	IFLG	IDLG	WOLG	FHLG		/	
3000	101	(1)	02	01	02	0	0	1	11.25		/	
3000	111	(2)	05	02	03	0	0	1	11.25		/	
3000	121	(3)	02	03	04	0	0	1	11.25		/	
3000	131	(4)	02	04	05	0	0	1	11.25		/	
3000	141	(5)	04	05	06	0	0	1	11.25		/	
3000	151	(6)	02	06	07	0	0	1	11.25		/	
C *												/
C *	BND. CND.	IPI	IPO	IGI	IGO	IHI	IHO				/	
3000	201	(1)	21	22	29	29	31	31			/	
3000	211	(2)	22	23	29	29	31	32			/	
3000	221	(3)	23	24	29	29	32	32			/	
3000	231	(4)	24	25	29	29	32	32			/	

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWe1-51E1)

3000	241	(5)	25	26	29	29	32	33	/		
3000	251	(6)	26	27	29	29	33	33	/		
C *									/		
C *	SECTION	I	J	MSLG	ASLG	DSLG	XSLG	ZSLG	FSLG	/	
3000	501	(1,1)	1	1	06	0.0130	0.1288	5.555	0.0	0.0	/
3000	511	(,2)	1	2	06	0.0130	0.1288	5.555	0.0	0.0	/
3000	521	(2,1)	2	1	08	0.0152	0.0242	8.386	0.0	0.0	/
3000	531	(,2)	2	2	09	0.0152	0.0242	22.70	0.0	0.0	/
3000	541	(,3)	2	3	09	0.0152	0.0242	22.70	0.0	0.0	/
3000	551	(,4)	2	4	09	0.0152	0.0242	22.70	0.0	0.0	/
3000	561	(,5)	2	5	03	0.0152	0.0242	2.736	0.0	0.0	/
3000	571	(3,1)	3	1	09	0.0130	0.1288	15.583	0.0	0.0	/
3000	581	(,2)	3	2	09	0.0130	0.1288	15.583	0.0	0.0	/
3000	591	(4,1)	4	1	05	0.0130	0.1288	3.016	0.0	0.0	/
3000	601	(,2)	4	2	05	0.0130	0.1288	3.016	0.0	0.0	/
3000	611	(5,1)	5	1	05	0.0159	0.0248	4.586	0.0	0.0	/
3000	621	(,2)	5	2	09	0.0159	0.0248	10.45	0.0	0.0	/
3000	631	(,3)	5	3	09	0.0159	0.0248	10.45	0.0	0.0	/
3000	641	(,4)	5	4	03	0.0159	0.0248	2.936	0.0	0.0	/
3000	651	(6,1)	6	1	05	0.0130	0.1288	5.328	0.0	0.0	/
3000	661	(,2)	6	2	08	0.0130	0.1288	12.02	0.0	0.0	/
C *										/	
C *	ORIFES	I	J	A00R	FNOR	FNOR	FCOR	FCOR		/	
3000	1001	(1,1)	1	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/	
3000	1011	(,2)	1	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1021	(,3)	1	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/	
3000	1031	(2,1)	2	1	0.0152	0.5	1.0	0.5	1.0	/	
3000	1041	(,2)	2	2	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1051	(,3)	2	3	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1061	(,4)	2	4	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1071	(,5)	2	5	0.0152	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1081	(,6)	2	6	0.0152	1.0	0.5	1.0	0.5	/	
3000	1091	(3,1)	3	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/	
3000	1101	(,2)	3	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1111	(,3)	3	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/	
3000	1121	(4,1)	4	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/	
3000	1131	(,2)	4	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1141	(,3)	4	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/	
3000	1151	(5,1)	5	1	0.0159	0.5	1.0	0.5	1.0	/	
3000	1161	(,2)	5	2	0.0159	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1171	(,3)	5	3	0.0159	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1181	(,4)	5	4	0.0159	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1191	(,5)	5	5	0.0159	1.0	0.5	1.0	0.5	/	
3000	1201	(6,1)	6	1	0.0130	0.5	1.0	0.5	1.0	/	
3000	1211	(,2)	6	2	0.0130	0.0	0.0	0.0	0.0	/	
3000	1221	(,3)	6	3	0.0130	1.0	0.5	1.0	0.5	/	
C *										/	
C *	INITAL	I	J	POOR	TOOR	A00R				/	
3000	1501	(1,1)	1	1	124.20	198.5	0.0			/	
3000	1511	(,2)	1	2	124.10	198.5	0.0			/	
3000	1521	(,3)	1	3	124.00	198.5	0.0			/	
3000	1531	(2,1)	2	1	124.00	198.5	0.0			/	
3000	1541	(,2)	2	2	123.80	198.5	0.0			/	
3000	1551	(,3)	2	3	123.60	280.0	0.010			/	

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWe1-51E1)

3000	1561	(,4)	2	4	123.30	280.0	0.990			/
3000	1571	(,5)	2	5	123.00	353.4	1.001			/
3000	1581	(,6)	2	6	122.80	353.4	1.001			/
3000	1591	(3,1)	3	1	122.80	353.4	1.001			/
3000	1601	(,2)	3	2	122.70	353.4	1.001			/
3000	1611	(,3)	3	3	122.60	353.4	1.001			/
3000	1621	(4,1)	4	1	122.60	353.4	1.001			/
3000	1631	(,2)	4	2	122.55	353.4	1.001			/
3000	1641	(,3)	4	3	122.50	353.4	1.001			/
3000	1651	(5,1)	5	1	122.50	353.4	1.001			/
3000	1661	(,2)	5	2	122.20	353.4	1.001			/
3000	1671	(,3)	5	3	122.80	410.0	1.001			/
3000	1681	(,4)	5	4	121.40	462.0	1.001			/
3000	1691	(,5)	5	5	121.00	462.0	1.001			/
3000	1701	(6,1)	6	1	121.00	462.0	1.001			/
3000	1711	(,2)	6	2	120.90	462.0	1.001			/
3000	1721	(,3)	6	3	120.80	462.0	1.001			/
C *										
C *	PIPE	WALL	I	J	NDW	ASWLG	THWLG	CPWLG	GMWLG	CNWLG
3000	2001	(1,1)	1	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2011	(,2)	1	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2021	(2,1)	2	1	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2031	(,2)	2	2	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2041	(,3)	2	3	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2051	(,4)	2	4	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2061	(,5)	2	5	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2071	(3,1)	3	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2081	(,2)	3	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2091	(4,1)	4	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2101	(,2)	4	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2111	(5,1)	5	1	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2121	(,2)	5	2	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2131	(,3)	5	3	03	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2141	(,4)	5	4	0	2.5089	0.0038	0.118	7820.0	0.0130
3000	2151	(6,1)	6	1	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
3000	2161	(,2)	6	2	0	0.4046	0.0182	0.118	7820.0	0.0130
C *										
C *	WALL	B.C.	I	J	TOWLG	HFwLG	QFWLG			
3000	2501	(1,1)	1	1	295.0	0.0	0.0			/
3000	2511	(,2)	1	2	295.0	0.0	0.0			/
3000	2521	(2,1)	2	1	295.0	0.0	0.0			/
3000	2531	(,2)	2	2	358.0	-1.00	-1.633E3			/
3000	2541	(,3)	2	3	358.0	-1.00	-1.633E3			/
3000	2551	(,4)	2	4	358.0	-1.00	-1.633E3			/
3000	2561	(,5)	2	5	420.0	0.0	0.0			/
3000	2571	(3,1)	3	1	420.0	0.0	0.0			/
3000	2581	(,2)	3	2	420.0	0.0	0.0			/
3000	2591	(4,1)	4	1	420.0	0.0	0.0			/
3000	2601	(,2)	4	2	420.0	0.0	0.0			/
3000	2611	(5,1)	5	1	420.0	0.0	0.0			/
3000	2621	(,2)	5	2	445.0	-1.00	-0.163E3			/
3000	2631	(,3)	5	3	445.0	-1.00	-0.163E3			/
3000	2641	(,4)	5	4	470.0	0.0	0.0			/
3000	2651	(6,1)	6	1	470.0	0.0	0.0			/

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWel-51E1)

```

3000 2661 ( ,2) 6 2 470.0 0.0 0.0 /
C * /
C * WALL B.C. NTVL J1VL J2VL TSVL /
3000 3001 ( 1) 04 00 00 0.0 /
3000 3001 ( 1) 04 04 01 0.0 /
3000 3011 ( 2) 04 00 00 0.0 /
C * /
3000 3101 TIVL( 1) 0.0 5.000 41.30 1.0E9 /
3000 3111 AOV L 0.00968 0.00968 0.00 0.00 /
3000 3121 FNV L1 0.12 0.12 0.12 0.12 /
3000 3131 FNV L2 0.12 0.12 0.12 0.12 /
3000 3141 FCV L1 0.12 0.12 0.12 0.12 /
3000 3151 FCV L2 0.12 0.12 0.12 0.12 /
C3000 3201 TIVL( 2) 0.0 3.00 23.0 1.0E9 /
C3000 3211 AOV L 0.0 0.0 0.0030 0.0030 /
C3000 3221 FNV L1 8.50 8.50 8.50 8.50 /
C3000 3231 FNV L2 8.50 8.50 8.50 8.50 /
C3000 3241 FCV L1 8.50 8.50 8.50 8.50 /
C3000 3251 FCV L2 8.50 8.50 8.50 8.50 /
C * /
C * SODIUM TEMPETARURE DATA /
C * /
C * NODE MDL MDNA NDNA (2) (3) JPNA KDNA /
4000 1 2 27 18 10 0 0 0 0 0 0 /
C * /
C * HEAT TR IU-1 IU-2 UONA UONA PDNA /
4000 11 IUNA 06 03 /
C * /
C * TABLE NATI NAFI NAHR NATR NAQR /
4000 31 TABLE 41 42 43 44 45 /
C * /
C * MIXTURE F012 F013 F023 /
4000 41 0.0 0.0 0.0 /
C * /
4000 51 TONA (1) 420.0 295.0 470.0 420.0 /
4000 56 WPNA (1) 39.80 1057.0 39.80 528.5 /
C * /
C * FLOW PATH FONA WFNA AFNA DFNA A1NA /
4000 101 ( 1) 0.01 1.0 1.000 0.050 0.0 /
4000 111 ( 2) 111.2 6118.7 1.2540 0.050 178.0 /
4000 121 ( 3) 0.01 1.0 1.000 0.050 0.0 /
4000 131 ( 4) 111.2 3094.3 1.2540 0.050 41.0 /
4000 141 ( 5) 111.2 300.0 1.000 1.000 0.0 /
C * /
C * FLOW PATH A2NA X2NA W2NA C2NA S2NA /
4000 201 ( 1) 0.0 0.030 1.0 0.118 0.0130 /
4000 211 ( 2) 38.36 0.030 6917.5 0.118 0.0130 /
4000 221 ( 3) 0.0 0.030 1.0 0.118 0.0130 /
4000 231 ( 4) 19.18 0.030 3458.0 0.118 0.0130 /
4000 241 ( 5) 0.0 0.030 1.0 0.118 0.0130 /
C * /
C * FLOW PATH JDNA KDNA LDNA (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) /
4000 301 ( 1) 0 0 0 0 /
4000 311 ( 2) 02 -1 0 27 18 09 0 /

```

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWe1-51E1)

4000	321	(3)	0	0	0	0				/
4000	331	(4)	0	0	0	0				/
4000	341	(5)	04	-1	0	18	09	0		/
C4000	341	(5)	0	0	0	0	0	0		/
4000	351	(6)	0	0	0	0				/
C *										/
C *	TABLE DATA									/
C *										/
8000	201	TBL1(11)	0.0		5.01	10.00		1.0E9		/
8000	211		11.25		11.25	0.0		0.0		/
8000	221	(12)	0.0		5.01	10.00		1.0E9		/
8000	231		-11.25		-11.25	0.0		0.0		/
8000	241	(13)	0.0		1.0E9					/
8000	251		203.0		203.0					/
8000	261	(14)	0.0		1.0E9					/
8000	271		772.0		772.0					/
8000	281	(15)	0.0		1.0E9					/
8000	291		6.120		6.120					/
8000	301	(16)	0.0		1.0E9					/
8000	311		6.460		6.460					/
8000	321	(17)	0.0	5.01	13.4	55.0		1.0E9		/
8000	331		0.0	0.0	0.00385	0.00385		0.00385		/
8000	341	(18)	0.0	5.01	7.7	55.0		1.0E9		/
8000	351		0.0	0.0	0.00113	0.00113		0.00113		/
C...										/
8000	401	TBL1(21)	0.0		1.0E9					/
8000	411		124.20		124.20					/
8000	421	(22)	0.0		1.0E9					/
8000	431		124.00		124.00					/
8000	441	(23)	0.0		1.0E9					/
8000	451		122.80		122.80					/
8000	461	(24)	0.0		1.0E9					/
8000	471		122.60		122.60					/
8000	481	(25)	0.0		1.0E9					/
8000	491		122.50		122.50					/
8000	501	(26)	0.0		1.0E9					/
8000	511		121.00		121.00					/
8000	521	(27)	0.0		1.0E9					/
8000	531		120.80		120.80					/
8000	561	(29)	0.0		1.0E9					/
8000	571		11.25		11.25					/
8000	601	TBL1(31)	0.0		1.0E9					/
8000	611		203.0		203.0					/
8000	621	(32)	0.0		1.0E9					/
8000	631		676.0		676.0					/
8000	641	(32)	0.0		1.0E9					/
8000	651		772.0		772.0					/
C...										/
8000	801	TBL1(41)	0.0		50.01	50.02		1.0E9		/
8000	811		470.0		470.0	470.0		470.0		/
8000	821	(42)	0.0	5.0	10.0	15.0	25.0	35.0	55.0	1.E9
8000	831		1.00	1.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8000	841	(43)	0.0		10.00		10.01		1.0E9	
8000	851		0.0		0.0		2.778		2.778	

付録B. 50MW t S Gのブローダウン試験検証データ(EWe1-51E1)

8000	861	(44)	0.0	1.0E9	/
8000	871		0.0	0.0	/
8000	881	(45)	0.0	1.0E9	/
8000	891		0.0	0.0	/
C *					/
C *	END OF DATA				/
C *					/
LAST					

単位換算表 (5)

- ・太枠は S I 単位系を表す
- ・質量を表す単位には * をつけてある

S I 基本単位

量	名 称	記 号	量	名 称	記 号
長さ	メートル	m	熱力学温度	ケルビン	K
質量	キログラム	kg	光 度	カンデラ	cd
時間	秒	s	物質の量	モ ル	mol

単位換算表

質 量	kg*	lb	(注) 質量 1 kg * の物体の標準重量は 1 kg である。		
	1	2.205			
	0.4536	1			
	ニュートン N	kg	lb	g*cm/s ² (dyne)	
重量あるいは力	1	0.102	0.224820144	100000	
	9.807	1	2.205	980700	
	4.448	0.4536	1	444800	
	0.00001	0.0000102	0.000002248	1	
	0.3048	30.48	12	1	
長 さ	m	cm	in	ft	
	1	100	39.37	3.281	
	0.01	1	0.3937	0.03281	
	0.0254	2.54	1	0.08333	
	0.3048	30.48	12	1	
面 積	m ²	cm ²	in ²	ft ²	
	1	10000	155	10.76	
	0.0001	1	0.155	0.001076	
	0.0006452	6.452	1	0.006944	
	0.0929	929	144	1	
体 積	m ³	cm ³	in ³	ft ³	
	1	1000000	61020	35.31	
	0.000001	1	0.01602	0.00003531	
	0.00001639	16.39	1	0.0005787	
	0.02832	28320	1728	1	
斗 量	m ³	英 gal	米 gal	litre	
	1	220	264.2	1000	
	0.004546	1	1.201	4.546	
	0.003785	0.8327	1	3.785	
	0.001	0.22	0.2642	1	
圧 力	パスカル Pa	kg/cm ²	lb/in ² (psi)	lb/ft ²	dyne/cm ²
	1	0.000102	0.000145	0.02089	10
	98070	1	14.22	2048	980700
	6895	0.07031	1	144	68950
	47.88	0.0004882	0.006944	1	478.8
	0.1	0.0000102	0.0000145	0.002089	1
速 度	m/s	m/h	ft/s	ft/h	
	1	3600	3.281	11810	
	0.0002778	1	0.0009114	3.281	
	0.3048	1097	1	3600	
	0.00008467	0.3048	0.0002778	1	
比 重 量 (または密度)	g/cm ³ (g*/cm ³)	kg/m ³ (kg*/m ³)	lb/in ³ (lb/in ³)	lb/ft ³ (lb/ft ³)	(注) 比重量を重力単位で表した数値は密度を絶対単位で表した数値に等しい。
	1	1000	0.03613	62.43	
	0.001	1	0.00003613	0.06243	
	27.68	27680	1	1728	(注) 密度を重力単位で表すには比重量を重力加速度gで割れば良い。
	0.01602	16.02	0.0005787	1	

単位換算表 (5)

- ・太枠は S I 単位系を表す
- ・質量を表す単位には * をつけてある

重力加速度	$g = 980.7 \text{ cm/s}^2 = 9.807 \text{ m/s}^2 = 1.271\text{E}8 \text{ m/h}^2 = 32.17 \text{ ft/s}^2 = 4.170\text{E}8 \text{ ft/h}^2$				
粘性係数	$\text{Pa}\cdot\text{s}$	kgs/m^2	$\text{g}\cdot\text{cm/s(Poise)}$	$\text{kg}\cdot\text{m/h}$	$\text{lb}\cdot\text{ft/s}$
	1	0.102	10	3600	0.6719
	9.807	1	98.07	35300	6.589
	0.1	0.0102	1	360	0.06719
	1.488	0.1517	14.88	5357	1
動粘性係数 (温度伝導率)	m^2/s	cm^2/s	m^2/h	ft^2/h	ft^2/s
	1	10000	3600	38740	10.76
	0.0001	1	0.36	3.874	0.001076
	0.0002778	2.778	1	10.76	0.002989
	0.00002581	0.2581	0.0929	1	0.0002778
	0.0929	929	334.4	3600	1
体積流量	m^3/s	m^3/h	ft^3/h	ft^3/s	
	1	3600	127200	35.31	
	0.0002778	1	35.31	0.009807	
	0.000007865	0.02832	1	0.0002778	
	0.02832	102	3600	1	
重量速度 (質量速度)	$\text{kg/m}^2\text{h}(\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{h})$	$\text{kg/m}^2\text{s}(\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s})$	$\text{kg/ft}^2\text{h}(\text{kg}\cdot\text{ft}^2/\text{h})$	$\text{kg/ft}^2\text{s}(\text{kg}\cdot\text{ft}^2/\text{s})$	(注) 重量速度を重量単位で表した数値は、質量速度を絶対単位で表した数値に等しい。
	1	0.0002778	0.2048	0.00005689	
	3600	1	737.3	0.2048	
	4.882	0.001356	1	0.0002778	
	17580	4.882	3600	1	
熱量	ジュール J	Kcal	BTU	kWh	PSH
	1	0.0002388	0.0009478	2.778E-07	3.777E-07
	4187	1	3.968	0.001163	0.001581
	1056	0.252	1	0.0002931	0.0003984
	3600000	859.8	3412	1	1.36
	2648000	632.5	2510	0.7355	1
動力	ワット W	kgm/s	lb ft/s	PS	kcal/s
	1	0.102	0.7376	0.00136	0.0002388
	9.807	1	7.233	0.01333	0.002343
	1.356	0.1383	1	0.001843	0.0003239
	735.5	75	542.5	1	0.1757
	4187	426.9	3087	5.691	1
熱量/面積	kcal/m^2	BTU/ft^2	熱量/体積	kcal/m^3	BTU/ft^3
	1	0.3687		1	0.1124
	2.713	1		8.9	1
熱量/重量	kcal/m^2	BTU/ft^2	比熱	1 kcal/kg°C = 1 BTU/lb°F = 1 Pcu/lb°C = 4.187 kJ/kgK	
	1	1.8			
	0.5556	1			
熱伝導率	$\text{W/(m}\cdot\text{K)}$	$\text{kcal/m h}^\circ\text{C}$	$\text{cal/cm s}^\circ\text{C}$	$\text{BTU/ft h}^\circ\text{F}$	$\text{BTU/in h}^\circ\text{F}$
	1	0.8598	0.002388	0.5778	0.04815
	1.163	1	0.002778	0.672	0.056
	418.7	360	1	241.9	20.16
	1.731	1.488	0.004134	1	0.08333
	20.77	17.86	0.0496	12	1
熱伝達率 熱通過率	$\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$	$\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	$\text{cal/cm}^2\text{s}^\circ\text{C}$	$\text{BTU/ft}^2\text{h}^\circ\text{F}$	$\text{W/cm}^2\text{C}$
	1	0.8598	0.0002388	0.1761	0.0001
	1.163	1	0.0002778	0.2049	0.0001163
	41870	36000	1	7373	4.187
	5.678	4.883	13560	1	0.0005678
	10000	8600	0.2388	1761	1

単位換算表 (5)

- ・太枠は S I 単位系を表す
- ・質量を表す単位には * をつけてある

熱抵抗	m^2K/W	$m^2h^{\circ}C/kcal$	$cm^2s^{\circ}C/cal$	ft^2hF/BTU	
	1	1.163	41870	5.678	
	0.8598	1	36000	4.881	
	0.0002388	0.0002778	1	4.881	
	0.1761	0.2048	7373	1	
熱流強さ	W/m^2	$kcal/m^2h$	cal/cm^2s	BTU/ft^2h	W/cm^2
	1	0.8598	0.0002388	0.317	0.0001
	1.163	1	0.0002778	0.3687	0.0001163
	41870	36000	1	13270	4.187
	3.154	2.712	0.0007535	1	0.0003154
熱量 面積・時間	10000	8600	0.2388	3170	1

注：上記以外で S I 単位系に含まれるか併用される重要な単位

セルシウス温度 $^{\circ}C$ ($t^{\circ}C = TK - 273.15$)

バール bar ($1 bar = 10^5 Pa = 0.9869 atm$)

ヘルツ Hz (s^{-1})

その他オングストローム ($\text{\AA}$)、標準大気圧 (atm) など。

リットル l ($1 l = 10^{-3} m^3$)

トン t ($1 t = 10^3 kg$)