

高速増殖大型炉の設計主要目に関する研究 (Ⅱ)

固有の負の反応度効果の最適化解析 (Ⅰ)

(炉心支持板の熱変形挙動解析)

1988年9月

動力炉・核燃料開発事業団
大洗工学センター

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)

高速増殖大型炉の設計主要目に関する研究 (Ⅱ)

固有の負の反応度効果の最適化解析 (Ⅰ)

(炉心支持板の熱変形挙動解析)

大岩 章夫* 谷川 信吾* 山口 彰*
山口 勝久* 本田 明成** 大鹿 順司**
川副 博**

要 旨

高速炉のATWS (Anticipated Transient Without Scram) 事象に対し、これまでの解析評価によりプラントの熱流動挙動が要因となって生じる負の反応度効果として炉心支持板の熱膨張が大きく影響する。これを定量化する上では、炉心支持板の熱的機械的挙動を評価することが必要である。そこで、炉心支持板の熱変形挙動の解明および解析対象のモデル化の範囲の違いによる変形挙動の相違を明らかにするため、炉心支持板の熱変形挙動解析を実施した。

解析対象は、これまで反応度効果について解析評価してきた1000MWe級ループ型高速増殖炉とし、別途システムコードにより得られたATWS事象の代表事象であるULOF

(Unprotected Loss of Flow) 時のプラント熱流動解析結果を温度境界条件として、炉容器を含める全体系について炉心の荷重も考慮し、汎用非線形構造解析システム「FINAS」を用い変形挙動解析を実施した。その結果、以下の知見が得られた。

- ① 上部炉心支持板の変形挙動は、支持板の温度変化による自由膨張量により評価できる。
- ② モデル化の範囲の違いによる半径方向変位量への影響はなく、半径方向変位量は炉心支持板部の変位により支配される。

*大洗工学センター 安全工学部 原子炉工学室

**センチュリリサーチセンタ株式会社

- ③ 燃料集合体による半径方向への変位の拘束条件は、炉心支持板の軸方向のたわみに影響し、拘束がある場合たわみ量は小さくなる。
- ④ 全体モデルと一軸モデルでは、冷却材温度の過渡変化が大きい時刻で変形挙動に差を生じ、一軸モデルによる変位は全体モデルに比べ応答遅れを生じる。

なお、本解析結果に基づく炉心部分の変位に伴う反応度投入量については、別途解析評価を進めている。

Key Design Parameter Study (II)
for Large Scale-up Fast Breeder Reactor
- Optimizing Analysis of Inherent
Negative Reactivity Feedback Effect (I) -
(Analysis on Thermal Transformation of Core Support Plate)

OIWA Akio, TANIGAWA Shingo,
YAMAGUCHI Akira,
YAMAGUCHI Kastuhisa, HONDA Akinari *,
OHSHIKA Junji*, KAWAZOE Hiroshi*

Abstract

The structural analyses of the core support plate have been applied to study thermal transformation behaviors and the differences of the movement by changing analytical model, under anticipated transient without scram (ATWS) conditions of FBR.

The analyses have been performed for 1000 MWe class loop type fast breeder reactor using a structural analysis code FINAS. The thermal-hydraulic results, which have been performed to ATWS conditions using a plant system code, were used as the thermal boundary conditions to the calculation. The scope of the analyses included a whole section of reactor vessel and the dead load of core assemblies was also considered.

Following results were obtained from these studies.

Reactor Engineering Section, Safety Engineering Division, O-arai Engineering Center

* Century Research Center Corporation

- (1) The thermal transformation of a upper core support plate can be evaluated according to the free expansion behavior owing to the temperature change of core support plate itself.
- (2) The radial restriction due to core subassemblies has much influence on the axial bend of the core support plate.
- (3) There are some differences to the transformation results between by the whole model and by the one dimensional model during the thermal transient is large.

Another analysis will be needed, however, about the reactivity change according to the displacement of the core structure.

目 次

1. 緒 言	1
1.1 背 景	1
1.2 目的および解析方法	2
2. 熱伝導解析	9
2.1 概 要	9
2.2 解析モデル	9
2.3 断面定数	10
2.4 物性値	10
2.5 境界条件	10
2.6 解析ステップ	11
2.8 解析結果	11
3. 熱応力解析	33
3.1 概 要	33
3.2 モデル化	33
3.3 断面定数	35
3.4 物性値	37
3.5 荷重条件	38
3.6 境界条件	39
3.7 解析ケース	40
3.8 解析結果	40
4. 結 言	91
謝 辞	93
参考文献	94
APPENDIX.1 解析タイプの決定について	95
APPENDIX.2 炉容器内各部の熱伝達率の検討	96
APPENDIX.3 「FINAS」入力データ例（熱伝導解析入力データ（ケース1））	103

APPENDIX.4 「FINAS」入力データ例（熱応力解析入力データ（ケース1）） …… 135

表リスト

表 1. 1	熱過渡解析ケースのパラメータ値	4
表 2. 1	SUS316物性値	13
表 2. 2	熱伝導解析ステップと各部の温度（ケース－1）	14
表 2. 3	熱伝導解析ステップと各部の温度（ケース－2）	15
表 3. 1	各部の断面定数一覧表	47
表 3. 2	SUS316のヤング率、ポアソン比、線膨張係数	48
表 3. 3	熱応力解析ステップ	49
表 3. 4	モデル－4, 5の強制変位量	49
表 3. 5	炉心上部支持板半径方向変位量（熱過渡ケース－1）	50
表 3. 6	炉心上部支持板のたわみ量（熱過渡ケース－1）	51
表 3. 7	炉心上部支持板半径方向変位量（熱過渡ケース－2）	52
表 3. 8	炉心上部支持板のたわみ量（熱過渡ケース－2）	53
表 3. 9	炉心中央部最外周の半径方向変位量（熱過渡ケース－1）	54
表 3. 10	炉心中央部最外周の半径方向変位量（熱過渡ケース－2）	54

図リスト

図 1. 1	熱過渡境界条件 ケース-1	5
図 1. 2	熱過渡境界条件 ケース-2	6
図 1. 3	原子炉構造概念図	7
図 1. 4	炉心支持板と周辺構造概念図	8
図 2. 1	解析モデル全体寸法図	16
図 2. 2	熱伝導解析モデル全体図	18
図 2. 3	節点番号図	18
図 2. 4	熱伝達境界条件	19
図 2. 5	熱伝導解析結果の評価ライン、評価節点	20
図 2. 6	ケース1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(1)	21
図 2. 7	ケース1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(2)	21
図 2. 8	ケース1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(3)	22
図 2. 9	ケース1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(4)	22
図 2.10	ケース1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(5)	23
図 2.11	ケース1 熱伝導解析結果 評価ライン1の温度分布 (at 400sec)	24
図 2.12	ケース1 熱伝導解析結果 評価ライン2の温度分布 (at 400sec)	24
図 2.13	ケース1 熱伝導解析結果 評価ライン2内側の温度分布 (at 400sec)	25
図 2.14	ケース1 熱伝導解析結果 評価ライン2外側の温度分布 (at 400sec)	25
図 2.15	ケース1 熱伝導解析結果 評価ライン3の温度分布 (at 400sec)	26
図 2.16	ケース1 熱伝導解析結果 評価ライン4の温度分布 (at 400sec)	26
図 2.17	ケース2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(1)	27
図 2.18	ケース2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(2)	27
図 2.19	ケース2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(3)	28
図 2.20	ケース2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(4)	28
図 2.21	ケース2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(5)	29
図 2.22	ケース2 熱伝導解析結果 評価ライン1の温度分布 (at 381sec)	30

図 2.23	ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 2 の温度分布 (at 381sec)	30
図 2.24	ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 2 内側の温度分布 (at 381sec)	31
図 2.25	ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 2 外側の温度分布 (at 381sec)	31
図 2.26	ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 3 の温度分布 (at 381sec)	32
図 2.27	ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 4 の温度分布 (at 381sec)	32
図 3. 1	熱応力解析使用要素モデル全体図	55
図 3. 2	熱応力解析モデル図 (モデルー 1)	56
図 3. 3	熱応力解析モデル図 (モデルー 2)	57
図 3. 4	熱応力解析モデル図 (モデルー 3)	58
図 3. 5	熱応力解析モデル図 (モデルー 4)	59
図 3. 6	熱応力解析モデル図 (モデルー 5)	60
図 3. 7	リガメント効率	61
図 3. 8	熱応力解析境界条件	62
図 3. 9	燃料集合体、連結管、支持柱の結合条件	63
図 3.10	熱応力解析結果の評価ライン、評価節点	64
図 3.11	全体モデルの変形挙動 (モデルー 1、熱過渡ケース 1)	65
図 3.12	上部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)	67
図 3.13	下部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)	68
図 3.14	底板の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)	69
図 3.15	炉心下端の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)	70
図 3.16	炉心上部の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)	71
図 3.17	上部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 1)	72
図 3.18	下部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 1)	73
図 3.19	底板の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 1)	74
図 3.20	炉心下端の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 1)	75
図 3.21	炉心上部の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 1)	76
図 3.22	支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 1、モデル 1)	77

図 3.23	上部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 2)	78
図 3.24	上部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 2)	79
図 3.25	支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 1、モデル 2)	80
図 3.26	炉心下端の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 2)	81
図 3.27	炉心上部の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 2)	82
図 3.28	炉心下端の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 2)	83
図 3.29	炉心上部の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 2)	84
図 3.30	上部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 3)	85
図 3.31	上部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 3)	86
図 3.32	支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 1、モデル 3)	87
図 3.33	支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 1、モデル 4)	88
図 3.34	支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 1、モデル 5)	89
図 3.35	支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 2、モデル 1)	90

1. 緒 言

1.1 背 景

高速増殖炉においては、安全保護系および原子炉停止系の多重化に加えて、高速炉固有の負の反応度効果を積極的に活用することにより、核的炉停止機能の信頼性を一段と向上させることができる。これにより仮想的炉心崩壊事故（HCDA：Hypothetical Core Disruptive Accident）を設計基準外事象として位置付けることが可能となるものと考えらる。

大型炉の設計主要目に関する研究の一環として、プラントの熱流動挙動が要因となって生じる負の反応度効果を定量化し、ATWS緩和達成に必要な設計条件を抽出するため、1000MWe級のループ型高速増殖炉を対象に、炉容器内の熱流動と炉心の反応度効果を扱えるプラントシステムコードを用い、HCDAに至る最も重要な事象シーケンスの一つであると考えられている反応度抑制機能喪失事象（ATWS：Anticipated Transient Without Scram）の解析評価を実施してきた^{(1)~(4)}。これまでに得られた知見によると、ATWSの代表事象として、除熱系統の流量喪失に加えスクラム失敗を仮定した、いわゆるULOF（Unprotected Loss of Flow）についての解析検討結果から以下の事が分かっている^{(3)・(4)}。

① ATWS事象が発生したとしても、それに伴った冷却材の温度上昇等による負の反応度効果が十分発揮される場合には、それまで炉心に蓄積されていたエネルギーの放出による一時的な炉心温度の上昇があるものの、その後炉は受動的な停止に導かれることにより、炉心損傷を回避できる可能性がある。

② 過渡変化による温度変化がプラントを一巡し、炉容器下部プレナム内の冷却材温度が上昇を始めた後は、主として炉心支持板の熱膨張による負の反応度効果が長期的なプラント過渡応答の緩和と最終的に到達するプラントの温度レベルに影響を及ぼす。

炉容器内から一次系、二次系を含めたプラント全体の動特性解析を行うプラントシステムコードによる解析では、炉心支持板の熱変形挙動は、下部プレナム内の冷却材の温度上昇にともなう構造材の温度上昇による半径方向への自由膨張のみを仮定していた。しかし現実のプラント設計では、炉心支持板はこれを支持する構造物や炉心全体を支える炉容器により半径方向の変位を制限される構造となっていることが多い。さらに、炉

心支持板にはその自重だけでなく炉心の荷重がかかっており、半径方向の変位を制限する構造と相まって、軸方向に大きな変位を生じる可能性がある。このため、炉心部には半径方向の移動のみでは扱えない変位を生じることが予想される。また、炉心支持板は燃料集合体を支持するため多孔板構造であり、集合体へのナトリウム入口流路を形成するため支持板間には連結管、支持柱が設けられている。ATWS事象時には過渡的に600℃を越える温度に炉心支持板はさらされる可能性があることから、孔の周囲における温度分布の不均一あるいは連結管、支持柱による変位の拘束により過渡時の変形挙動は、プラントシステムコードにおいてモデル化されている単純な一軸モデルによる変形挙動とは異なることが考えられる。

このように、ATWS事象解析における炉心支持板の熱変形挙動の評価に対し、そのモデルおよび解析条件は現実の荷重あるいは変位条件と隔たりがある。そのため、炉心支持板の熱変形挙動を、炉容器による拘束、炉心の荷重、連結管や支持柱による拘束等を考慮して、詳細に解析評価する必要がある。

1.2 目的および解析方法

前項で述べたような背景から、本研究では以下に示す事項を明らかにすることを目的として、汎用非線形構造解析システム「FINAS」^{(5)・(6)}による炉心支持板の熱変形挙動解析を実施する。

- ① 炉容器内部の冷却材の熱過渡による炉心支持板の変形挙動の解明と、プラントシステムコードでの解析モデルによる自由膨張変位量の妥当性の定量的評価
- ② 変形挙動解析において、炉容器を含めた全体モデルから炉心支持板部のみをモデル化した部分モデルまでモデル化の範囲を変えることによる炉心支持板変形挙動の相違の解明

解析対象は、要素技術設計研究のプラント基本仕様をベースとしたものであり、これまで反応度効果について解析評価を実施してきた1000MWe級のループ型高速増殖炉である⁽⁷⁾。この大型炉におけるATWSの事故緩和能力解析においては、緩和能力の評価クライテリアとして、

- ① 冷却材は沸騰しない

② 燃料は溶融しない

③ 構造物温度は650℃を長時間越えない

を目標に、ポンプモータ流量、制御棒の待機位置など事故緩和に影響を及ぼす各種の因子についてパラメータサーベイによる解析評価を行ってきた^{(1)~(4)}。そこで今回の炉心支持板の熱変形挙動解析における熱過渡境界条件としては、これまでに行ってきた負の反応度効果の解析結果⁽²⁾より以下に示す2ケースを境界条件とし、炉心支持板の熱変形挙動解析を行う。

a) ケース1 (図1.1)

ULOF事象に影響の大きいパラメータ、未だ影響の判明していないパラメータそれぞれを現実的な範囲で変化させる上での基準となるケースとして、上記評価クライテリアを満足する範囲において出来る限り保守的なパラメータ値を設定したケースの熱流動解析結果

b) ケース2 (図1.2)

ケース1のパラメータ値を基準としパラメータサーベイの結果、上記緩和能力の評価目標に対しULOF事故緩和能力の観点から基準ケースに比べより適切な組み合わせと判断されるパラメータ値を設定をしたケースの熱流動解析結果

表1.1に各ケースの反応度解析に用いたパラメータ値を示す。

炉心支持板の熱変形挙動解析では、まず各熱過渡境界条件に基づき構造物の非定常熱伝導解析をいくつかの時刻について行い、構造物の温度履歴を求める。次に、これらの結果と各部の自重および炉心の荷重を荷重条件とし、各ケースの各時刻における熱応力解析を行い、各部の変位量を求める。

想定したプラントの原子炉容器構造を図1.3に、炉心支持板とその周辺の構造概念を図1.4に示す⁽⁷⁾。解析モデルは、炉心支持板とこれに関係する構造物を対象に軸対称の二次元モデルとする。ただし、軸対称の二次元モデルにより燃料集合体をモデル化すると同心円上の集合体全てを一つの剛体と見なすことになり、周方向の剛性を不当に過大評価してしまうことになる。このため集合体部分は二次元平面問題として扱う。解析には、汎用非線形構造解析システム「FINAS」VERSION8.0を用いる。なお、熱変形の解析タイプとしては、微小変形の弾性解析によるものとする (APPENDIX.1参照)。

表 1.1 熱過渡解析ケースのパラメータ値

項 目	ケ ー ス 1	ケ ー ス 2
一次冷却系流量半減時間 (前提条件)	1 0 sec	1 0 sec
一次冷却系ポンプモータ流量	定格の 3 0 %	定格の 2 0 %
制御棒待機位置	2 0 cm	*
二次冷却系ポンプモータ流量	定格の 7. 5 %	*
除熱条件	1 2 0 MW (一定) (定格出力の 4. 6 %)	*
反応度係数		
・ドップラー反応度係数		
non-void core	-1.07×10^{-2}	ケース 1 に対し-20%
voided core	-8.09×10^{-3}	ケース 1 に対し-20%
・冷却材反応度係数	1.873×10^{-2}	ケース 1 に対し-20%
・燃料反応度係数 (total worth)	3.597×10^{-1}	*
・制御棒反応度係数	0.1138	*
・炉心支持板反応度係数	-11.5×10^{-6}	*
・被覆管/ラッパ管反応度係数 (total worth)	-6.627×10^{-2}	*

* ケース 1 の値と同一

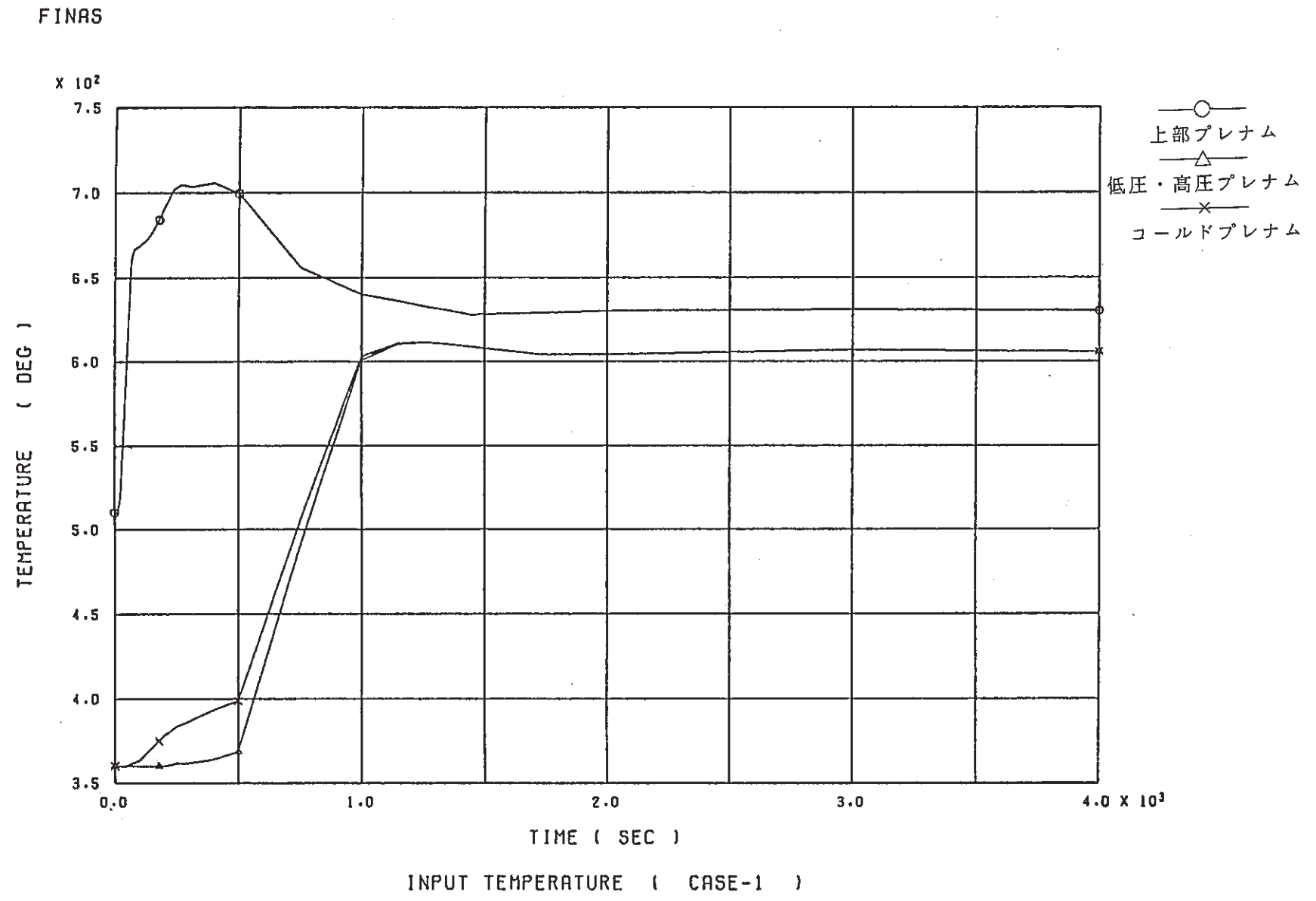


図1.1 熱過渡境界条件 ケース1

FINAS

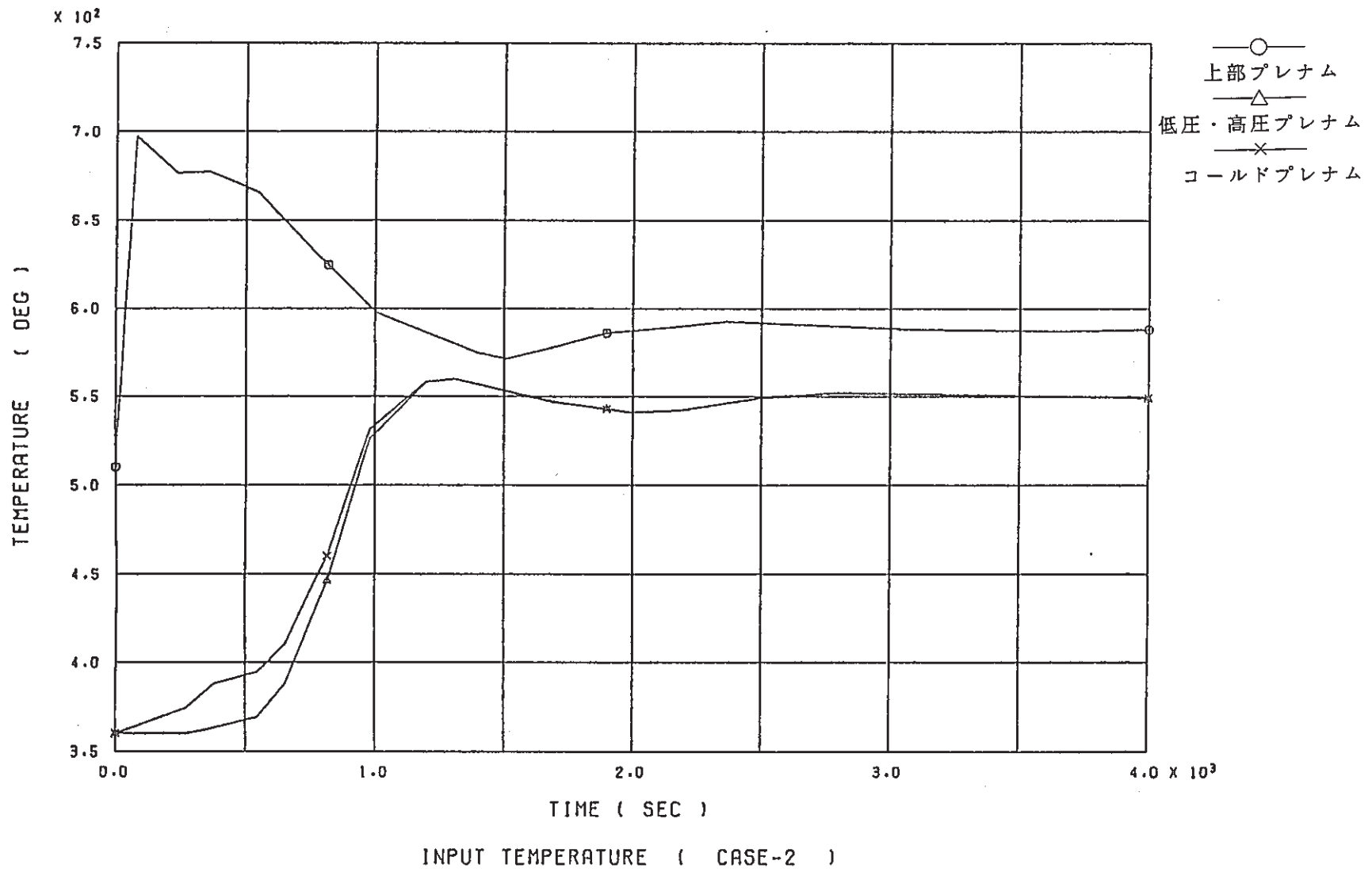


図1.2 熱過渡境界条件 ケース2

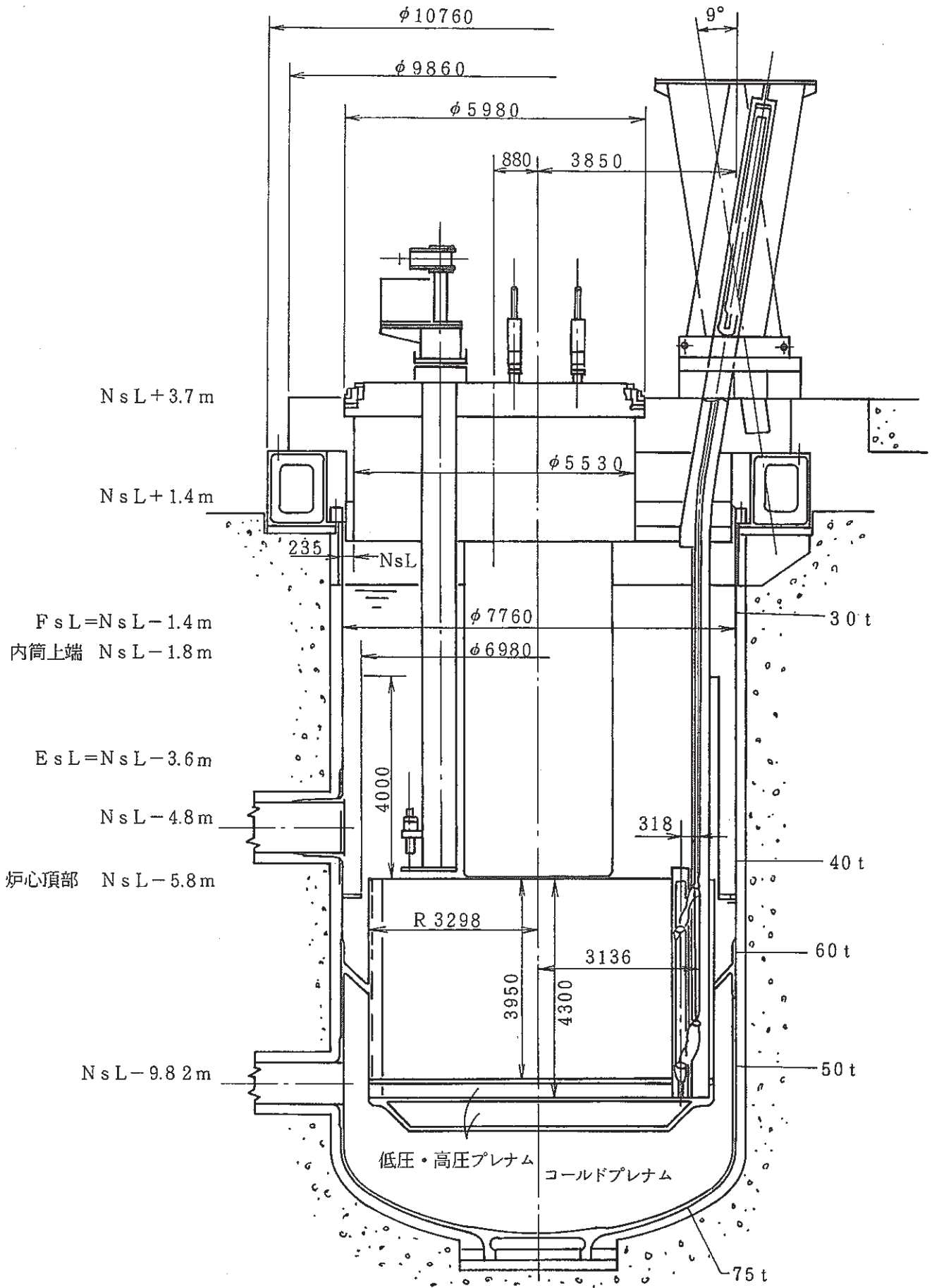


図1.3 原子炉構造概念図

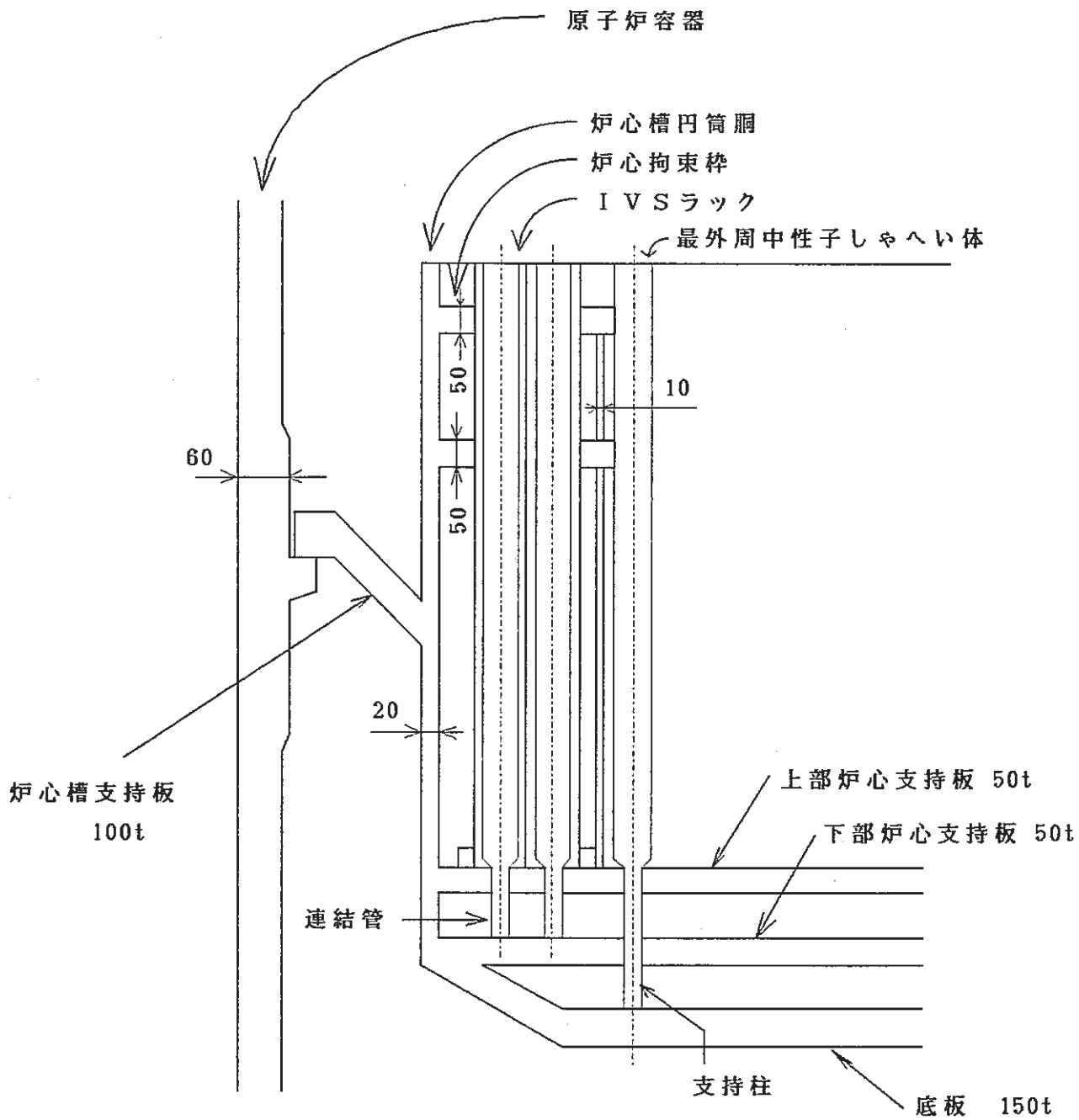


図1.4 炉心支持板と周辺構造概念図

2. 熱伝導解析

2.1 概 要

図1.4に示すように、炉心を支持する構造物として燃料集合体下部には上部・下部炉心支持板、および底板からなる支持板構造物が、集合体周方向には炉心槽がある。これらは炉心槽支持板により炉容器に吊下げられている。炉心を支持する構造物の変位量を求める第一段階として各構造物の温度分布を求めるため、汎用非線形構造解析システム「FINAS」を用い非定常熱伝導解析を行った。熱伝導解析の解析ケースは、プラントシステムコード「ARGO」を用い固有の負の反応度効果を考慮したATWS解析の解析ケース（第1章表1.1参照）⁽²⁾に対応した2ケースとする。各ケースの熱過渡境界条件である冷却材温度の過渡変化はATWS解析により求められたものであり、第1章図1.1および図1.2に示す。

熱伝導解析で対象とする範囲としては炉心支持板だけでなく、図1.3および図1.4に示すように支持板の変位を拘束すると考えられる原子炉容器、炉心槽、および燃料集合体までを含めた。

2.2 解析モデル

対象とする範囲の有限要素法によるモデル化として、上部及び下部炉心支持板、炉心槽、燃料集合体、炉容器などの薄肉構造物については、板厚方向の温度分布は均一と考え、長手方向のみの温度分布を考慮する2節点熱伝導棒要素（HROD2）を用いモデル化した。この要素の節点は2点であるため、それぞれの節点座標は各部の板厚中心とした。炉心部の底板の板厚は他の構造部材に比べ3～7倍程度厚く、また、コールドプレナムと低圧プレナムの境界に位置しそれぞれの面は過渡時には温度が異なる冷却材と接するため、板厚方向の温度分布も考慮する熱伝導4節点四辺形軸対称要素（HQAX4）を用いモデル化した。

図2.1にモデル全体および燃料集合体部の寸法を示す。図2.2に熱伝導解析モデル全体の要素分割を、また、図2.3には各要素の節点番号を示す。図2.3に示す節点番号1400番台の節点は下部ブラケット下端に位置し、1500番台の節点は炉心の上端に位置

する。また、径方向には中心より13列目までが炉心燃料部に相当する。

構造物と炉容器内部ナトリウムとの間の熱伝達を考慮するため、2節点熱伝導棒要素との間の熱伝達には熱伝達リンク棒要素（CRLINK2）を、熱伝導4節点四辺形軸対称要素との間の熱伝達には熱伝達リンク4節点四辺形軸対称要素（CALINK4）を用い、各要素の面での熱伝達をモデル化した。

2.3 断面定数

構造物は軸対称構造であるので、このモデル化に使用したHROD2およびCRLINK2要素の入力データとして必要なGEOMETRY（断面積）データは、次式で与えるものとする。

$$A_i = 2 \cdot \pi \cdot R_i \cdot t_i \quad (2.1)$$

ここで、 R_i ： i 節点の半径

t_i ： i 節点での板厚

である。

2.4 物性値

本モデルの構造材の材料はSUS316とする。この熱伝導率、比熱、密度は構造解析システム「FINAS」に内蔵されているSUS316の値を用いる。表2.1に各温度に対するそれぞれの値を示す。

ただし、今回の解析では燃料集合体、連結管、支持柱の温度はその周りにある冷却材温度と同一であると仮定し、解析に必要な物性値は下記の通りとした。

- ・熱伝導率： $1.0 \times 10^{-12} \text{kcal/mm} \cdot \text{sec} \cdot \text{℃}$
- ・比熱： 0.0kcal/kg℃
- ・密度： 0.0kg/mm^3

2.5 境界条件

各構造部材と炉容器内部ナトリウムとの間の熱伝達率は、図2.4に示す値を用いた。これらは各部の幾何形状、冷却材温度、冷却材流量から概略計算により求めたものであり、その概要をAPPENDIX.2に示す。

また冷却材の熱過渡境界条件は、図1.1をケース1、図1.2をケース2とした2ケースを用いた。

2.6 解析ステップ

図1.1および図1.2に示した炉容器内部ナトリウムの温度時刻歴について、表2.2および表2.3に示す解析ステップで熱伝導計算を行った。「FINAS」入力データの一例としてケース1の熱伝導解析入力データをAPPENDIX.3に示す。

2.7 解析結果

解析結果として各部の温度時刻歴を把握するため、図2.5に示す各節点の温度履歴を各熱過渡ケース毎に示す。また、炉心支持板等の構造部材の温度分布を把握するため、図2.5に示す評価ラインについて、上部プレナム内のナトリウム温度がピークを過ぎ、高温ナトリウムがループ内を一巡して下部プレナム内へ流入し、下部プレナム内ナトリウム温度が上昇を始めたのちのある時刻における温度分布を、各熱過渡ケース毎に示す。

(1) ケース1に関する結果

図2.6～図2.10 各節点の温度履歴図

図2.11～図2.16 各評価ラインの400secにおける温度分布図

(2) ケース2に関する結果

図2.17～図2.21 各節点の温度履歴図

図2.22～図2.27 各評価ラインの381secにおける温度分布図

図2.6に示すように、コールドプレナムに接する炉容器部の温度変化は冷却材の温度変化よりも約400秒の時間遅れを生じている。また、この部分の温度変化は、上部プレナムと接する炉容器部（図2.6参照）、あるいは炉容器の板厚とほぼ同じである上部および下部炉心支持板部の温度変化（図2.9参照）と比較してもかなりゆっくりとしたものである。これはコールドプレナム部に接する炉容器部のナトリウムとの熱伝達率が、図2.4に示すように他の部分に比べ50～5%と非常に小さいためと考えられる。

冷却材温度変化に対する時間遅れの傾向は、図2.7に示すように、同様に底板部においても認められ、底板の板厚中央における温度変化は炉容器部に比べさらに時間遅れが

大きくなっている。これは上述した炉容器部の場合と同じくコールドプレナム内でのナトリウムとの熱伝達率が小さいことと、さらに底板部の板厚が他の部分に比べ厚く、熱容量が大きいことによるものと考えられる。底板部の板厚方向の各部における温度変化を見ると、図2.8に示すように、過渡時には板厚方向に大きな温度差を生じ、最大約160℃にも達している。表面温度の変化はその面でのナトリウムとの熱伝達率により大きく影響され、熱伝達率が大きい低圧プレナム部と接する表面温度はほぼ冷却材温度に追随しているが、熱伝達率の小さいコールドプレナム部と接する表面温度は上述したように時間遅れを生じている。この事は、冷却材との熱伝達率が最も大きい高圧プレナム部および低圧プレナム部と接し、板厚の小さい上部および下部炉心支持板部が、図2.9および図2.10に示すように冷却材温度変化に追随していることとときわだって対照的である。

冷却材の温度変化が異なるケース2の場合についても、図2.17～図2.27に示すように、構造物の温度変化の様子は上述のケース1の結果とほぼ同様である。これらの結果から、各構造物の温度変化はそこでの冷却材との間の熱伝達によりほとんど決定されることが分かる。

各部材の温度分布については、図2.11～図2.16に示すようにコールドプレナム部、低圧・高圧プレナム部それぞれに接する面では部材内の温度は均一であり、温度差は見られない。

表 2.1 SUS316物性値

温 度 (℃)	熱 伝 導 係 数 (kcal/mm·sec·℃)	比 熱 (kcal/kg·℃)	密 度 (kg/mm ³)
20	3.48×10^{-6}	0.108	7.97×10^{-6}
50	3.53	0.112	7.96
100	3.73	0.118	7.94
150	3.89	0.122	7.92
200	4.05	0.125	7.89
250	4.21	0.128	7.87
300	4.37	0.129	7.85
350	4.53	0.131	7.83
400	4.70	0.132	7.80
450	4.86	0.133	7.78
500	5.02	0.134	7.76
550	5.18	0.136	7.74
600	5.34	0.138	7.72
650	5.51	0.140	7.69
700	5.67	0.142	7.67
750	5.83	0.145	7.65
800	5.98	0.147	7.63

集合体、連結管、支持柱などについては

熱伝導係数： $K = 1.0 \times 10^{-12} \text{kcal/mm} \cdot \text{sec} \cdot \text{℃}$

比 熱： $C = 0.0 \text{kcal/kg} \cdot \text{℃}$

密 度： $\rho = 0.0 \text{kg/mm}^3$

とする。

表 2.2 熱伝導解析ステップと各部の温度 (ケース-1)

ステップ 番号	サブステップ 番号	解 析 時 刻		上 部 プ レ ナ ム 温 度		低 圧 ・ 高 圧 プ レ ナ ム 温 度		コ ー ル ド プ レ ナ ム 温 度	
		時 刻 (sec)	ステップ間の増分 (sec)	温 度 (℃)	ステップ間の増分 (℃)	温 度 (℃)	ステップ間の増分 (℃)	温 度 (℃)	ステップ間の増分 (℃)
3	3	0.00	0.00	5.100E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00
4	1	13.97	13.97	5.100E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00
5	1	24.45	10.48	5.200E+02	1.000E+01	3.600E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00
13	8	50.00	25.55	6.000E+02	8.000E+01	3.600E+02	0.000E+00	3.600E+02	5.000E-02
19	6	66.38	16.38	6.600E+02	6.000E+01	3.600E+02	0.000E+00	3.611E+02	1.100E+00
20	1	76.86	10.48	6.665E+02	6.540E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.619E+02	7.100E-01
21	1	90.83	13.97	6.676E+02	1.030E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.628E+02	9.400E-01
22	1	100.00	9.17	6.687E+02	1.120E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.634E+02	6.200E-01
23	1	132.75	32.75	6.727E+02	4.020E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.680E+02	4.570E+00
24	1	150.00	17.25	6.770E+02	4.300E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.704E+02	2.400E+00
25	1	178.17	28.17	6.840E+02	7.010E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.747E+02	4.330E+00
26	1	200.00	21.83	6.908E+02	6.820E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.781E+02	3.350E+00
28	2	234.06	34.06	7.015E+02	1.065E+01	3.609E+02	8.900E-01	3.814E+02	3.340E+00
29	1	250.00	15.94	7.031E+02	1.570E+00	3.616E+02	7.400E-01	3.833E+02	1.850E+00
30	1	265.50	15.50	7.046E+02	1.520E+00	3.616E+02	0.000E+00	3.842E+02	9.300E-01
31	1	300.00	34.50	7.037E+02	-8.500E-01	3.616E+02	0.000E+00	3.863E+02	2.090E+00
32	1	307.42	7.42	7.035E+02	-1.800E-01	3.618E+02	1.700E-01	3.869E+02	5.700E-01
33	1	350.00	42.58	7.045E+02	9.500E-01	3.628E+02	9.900E-01	3.901E+02	3.270E+00
34	1	400.00	50.00	7.056E+02	1.110E+00	3.640E+02	1.160E+00	3.930E+02	2.900E+00
35	1	450.00	50.00	7.025E+02	-3.080E+00	3.663E+02	2.330E+00	3.960E+02	3.030E+00
36	1	500.00	50.00	6.994E+02	-3.090E+00	3.686E+02	2.320E+00	3.986E+02	2.550E+00
48	12	750.00	250.00	6.560E+02	-4.348E+01	4.900E+02	1.214E+02	5.049E+02	1.063E+02
59	11	1000.00	250.00	6.400E+02	-1.596E+01	6.008E+02	1.108E+02	6.030E+02	9.812E+01
60	1	1150.68	150.68	6.359E+02	-4.110E+00	6.102E+02	9.340E+00	6.107E+02	7.700E+00
61	1	1260.27	109.59	6.329E+02	-2.990E+00	6.113E+02	1.160E+00	6.113E+02	5.800E-01
62	1	1424.66	164.39	6.284E+02	-4.490E+00	6.090E+02	-2.330E+00	6.090E+02	-2.330E+00
63	1	1436.89	12.23	6.281E+02	-3.300E-01	6.088E+02	-1.900E-01	6.088E+02	-1.900E-01
64	1	1726.03	289.14	6.291E+02	1.060E+00	6.043E+02	-4.480E+00	6.043E+02	-4.480E+00
65	1	2000.00	273.97	6.301E+02	1.000E+00	6.043E+02	0.000E+00	6.043E+02	0.000E+00
66	1	3000.00	1000.00	6.312E+02	1.030E+00	6.067E+02	2.340E+00	6.067E+02	2.340E+00
67	1	4000.00	1000.00	6.301E+02	-1.030E+00	6.055E+02	-1.170E+00	6.055E+02	-1.170E+00

表 2.3 熱伝導解析ステップと各部の温度 (ケース-2)

ステップ 番号	サブステップ 番号	解 析 時 刻		上 部 プ レ ナ ム 温 度		低 圧 ・ 高 圧 プ レ ナ ム 温 度		コ ー ル ド プ レ ナ ム 温 度	
		時 刻 (sec)	ステップ間の増分 (sec)	温 度 (℃)	ステップ間の増分 (℃)	温 度 (℃)	ステップ間の増分 (℃)	温 度 (℃)	ステップ間の増分 (℃)
3	3	0.00	0.00	5.100E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00	3.600E+02	0.000E+00
21	18	77.46	77.46	6.972E+02	1.872E+02	3.600E+02	0.000E+00	3.640E+02	4.040E+00
23	2	232.39	154.93	6.766E+02	-2.056E+01	3.600E+02	0.000E+00	3.721E+02	8.080E+00
24	1	272.28	39.89	6.769E+02	3.000E-01	3.600E+02	0.000E+00	3.742E+02	2.080E+00
25	1	356.34	84.06	6.776E+02	6.300E-01	3.623E+02	2.320E+00	3.848E+02	1.058E+01
26	1	381.19	24.85	6.760E+02	-1.550E+00	3.630E+02	6.800E-01	3.879E+02	3.120E+00
27	1	542.25	161.06	6.660E+02	-1.004E+01	3.690E+02	6.000E+00	3.944E+02	6.480E+00
28	1	544.55	2.30	6.656E+02	-3.500E-01	3.690E+02	0.000E+00	3.944E+02	2.000E-02
30	2	653.47	108.92	6.492E+02	-1.647E+01	3.880E+02	1.900E+01	4.104E+02	1.600E+01
35	5	774.60	121.13	6.308E+02	-1.832E+01	4.310E+02	4.301E+01	4.473E+02	3.693E+01
37	2	816.83	42.23	6.247E+02	-6.110E+00	4.460E+02	1.499E+01	4.602E+02	1.287E+01
45	8	980.20	163.37	6.011E+02	-2.365E+01	5.260E+02	8.000E+01	5.312E+02	7.100E+01
46	1	1007.04	26.84	5.972E+02	-3.880E+00	5.299E+02	3.940E+00	5.346E+02	3.370E+00
49	3	1198.02	190.98	5.861E+02	-1.106E+01	5.580E+02	2.806E+01	5.586E+02	2.403E+01
50	1	1306.93	108.91	5.798E+02	-6.310E+00	5.600E+02	2.000E+00	5.598E+02	1.200E+00
51	1	1394.37	87.44	5.748E+02	-5.060E+00	5.570E+02	-2.980E+00	5.567E+02	-3.070E+00
52	1	1510.56	116.19	5.714E+02	-3.370E+00	5.531E+02	-3.960E+00	5.527E+02	-4.080E+00
53	1	1665.49	154.93	5.766E+02	5.240E+00	5.478E+02	-5.290E+00	5.472E+02	-5.460E+00
54	1	1688.12	22.63	5.775E+02	9.100E-01	5.470E+02	-7.700E-01	5.464E+02	-7.900E-01
55	1	1851.49	163.37	5.841E+02	6.570E+00	5.440E+02	-3.000E+00	5.436E+02	-2.800E+00
56	1	1897.89	46.40	5.860E+02	1.860E+00	5.430E+02	-1.020E+00	5.426E+02	-9.900E-01
57	1	1987.62	89.73	5.871E+02	1.080E+00	5.410E+02	-1.980E+00	5.407E+02	-1.910E+00
58	1	2052.82	65.20	5.878E+02	7.900E-01	5.413E+02	3.400E-01	5.411E+02	4.400E-01
59	1	2178.22	125.40	5.897E+02	1.890E+00	5.420E+02	6.600E-01	5.420E+02	8.600E-01
60	1	2362.68	184.46	5.925E+02	2.780E+00	5.460E+02	3.950E+00	5.461E+02	4.060E+00
61	1	2504.95	142.27	5.916E+02	-9.000E-01	5.490E+02	3.050E+00	5.492E+02	3.140E+00
62	1	2777.23	272.28	5.899E+02	-1.730E+00	5.520E+02	3.000E+00	5.520E+02	2.800E+00
63	1	3098.59	321.36	5.878E+02	-2.040E+00	5.514E+02	-5.900E-01	5.514E+02	-5.900E-01
64	1	3321.78	223.19	5.875E+02	-3.800E-01	5.510E+02	-4.100E-01	5.510E+02	-4.100E-01
65	1	3640.85	319.07	5.869E+02	-5.500E-01	5.501E+02	-9.400E-01	5.501E+02	-9.400E-01
66	1	4000.00	359.15	5.878E+02	9.300E-01	5.490E+02	-1.060E+00	5.490E+02	-1.060E+00

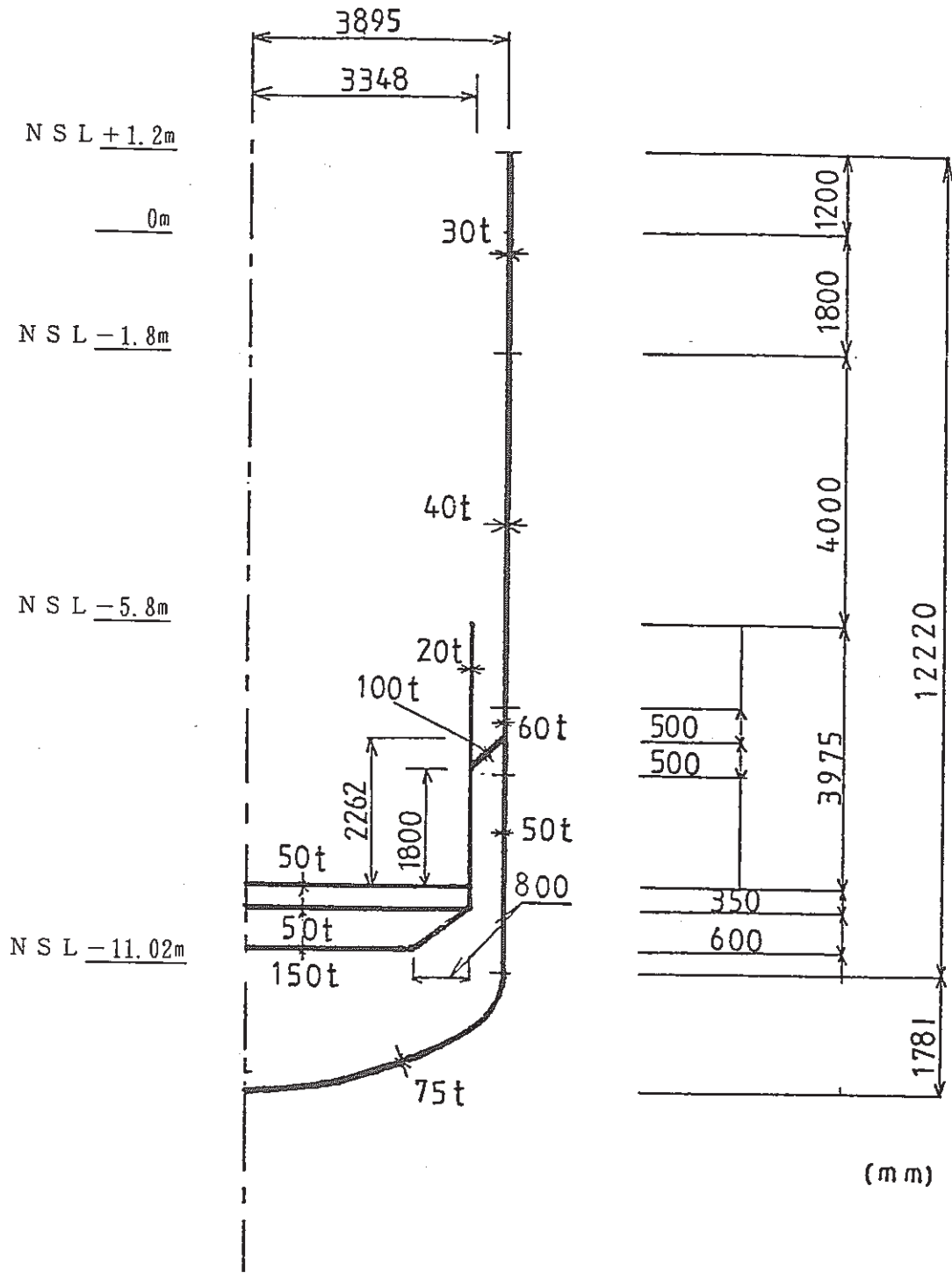


図 2.1 (a) 解析モデル全体寸法図



図2.1 (b) 集合体部解析モデル寸法図

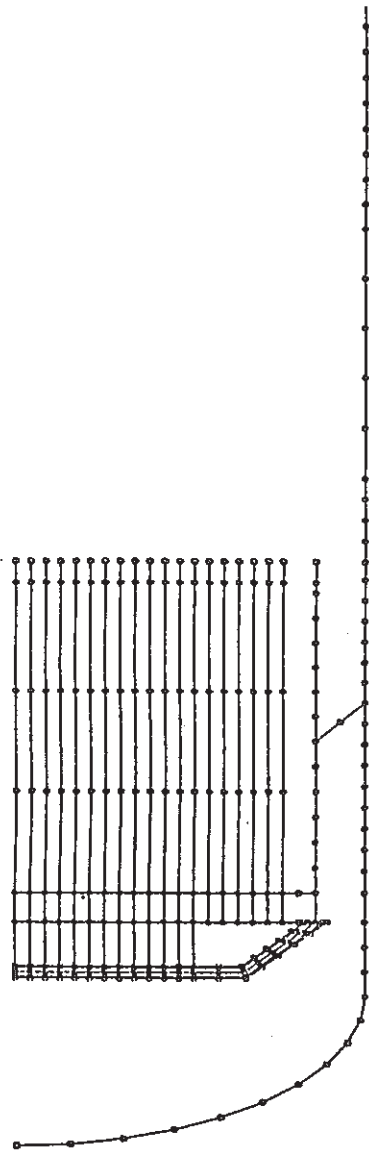


図 2.2 熱伝導解析モデル全体図

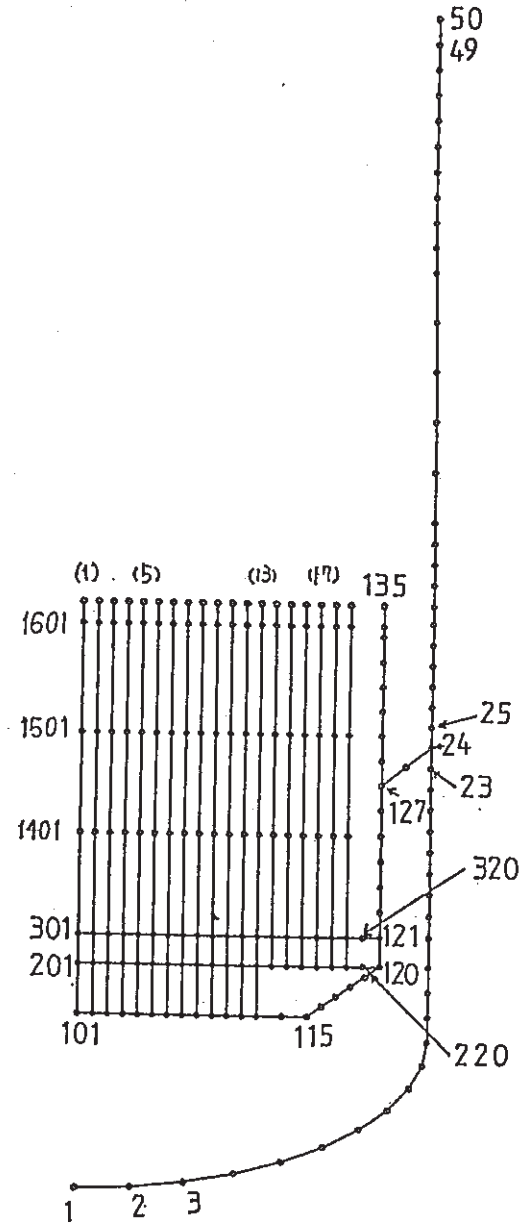


図 2.3 節点番号図

L 0 : 100℃～上部プレナム内温度までを線形補間

$$(\alpha = 1.0 \times 10^3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

L 1 : 上部プレナム内温度

$$(\alpha = 1.0 \times 10^3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

L 2 : 上部プレナム内温度～コールドプレナム

内温度までを線形補間

$$(\alpha = 1.0 \times 10^3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

NSL+1.2m

NSL-1.8m

L 3 : 上部プレナム内温度～低圧・高圧プレナム

内温度までを線形補間

$$(\alpha = 1.0 \times 10^3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

L 4 : 低圧・高圧プレナム内温度

$$(\alpha = 1.0 \times 10^3 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

NSL-5.8m

L 5 : 低圧・高圧プレナム内温度

$$(\alpha = 5.0 \times 10^4 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

L 6 : 低圧・高圧プレナム内温度

$$(\alpha = 1.0 \times 10^4 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

NSL-11.02m

L 7 : コールドプレナム内温度

$$(\alpha = 5.0 \times 10^2 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$$

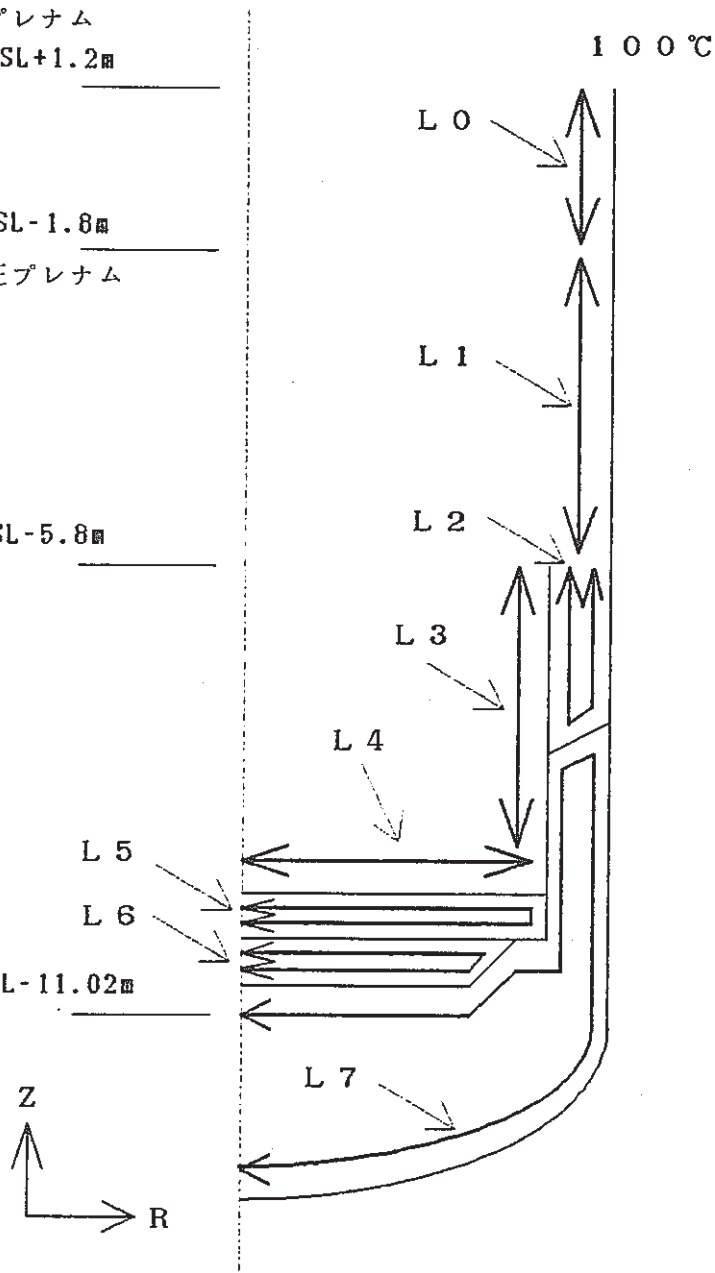


図 2.4 熱伝達境界条件

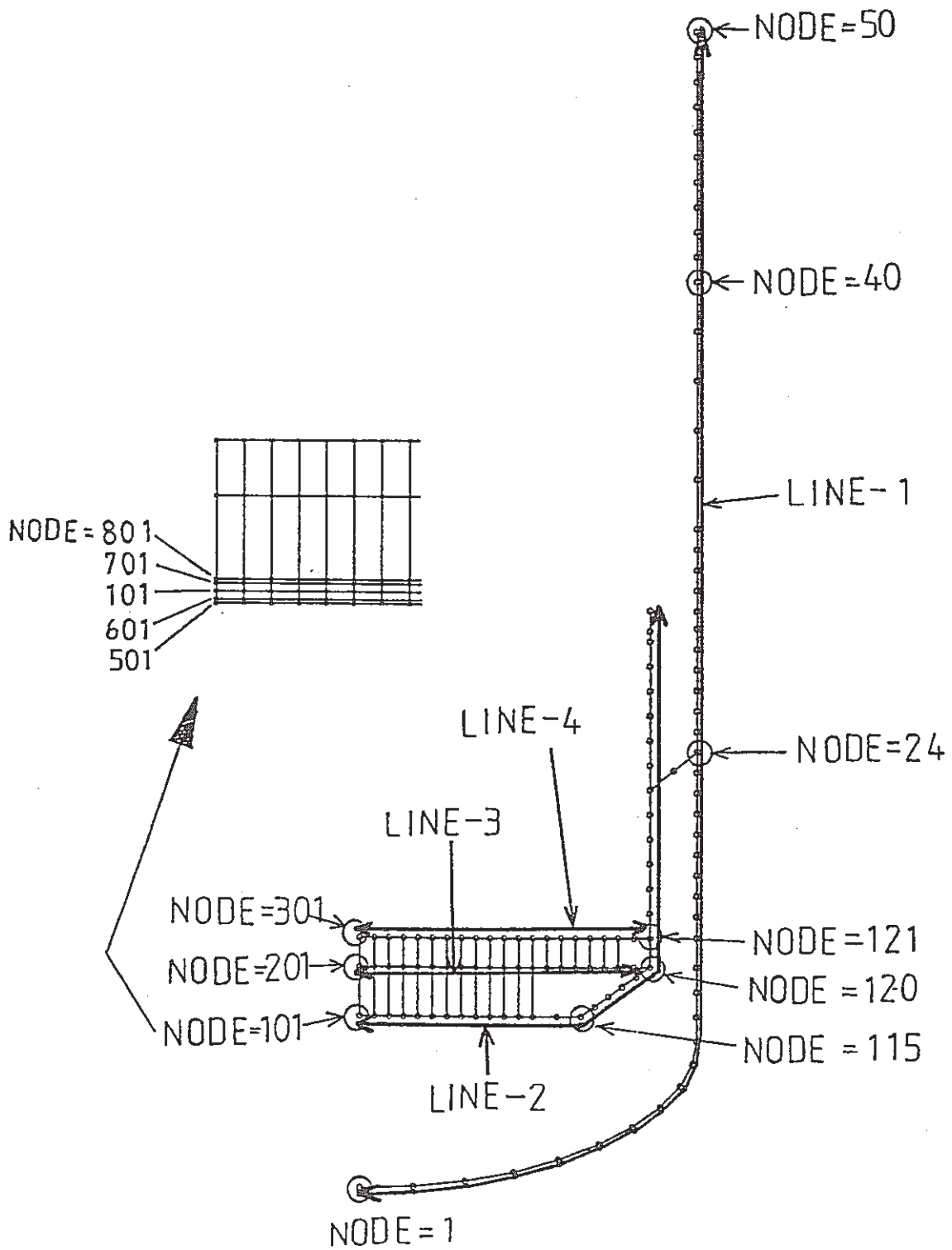


図 2.5 熱伝導解析結果の評価ライン、評価節点

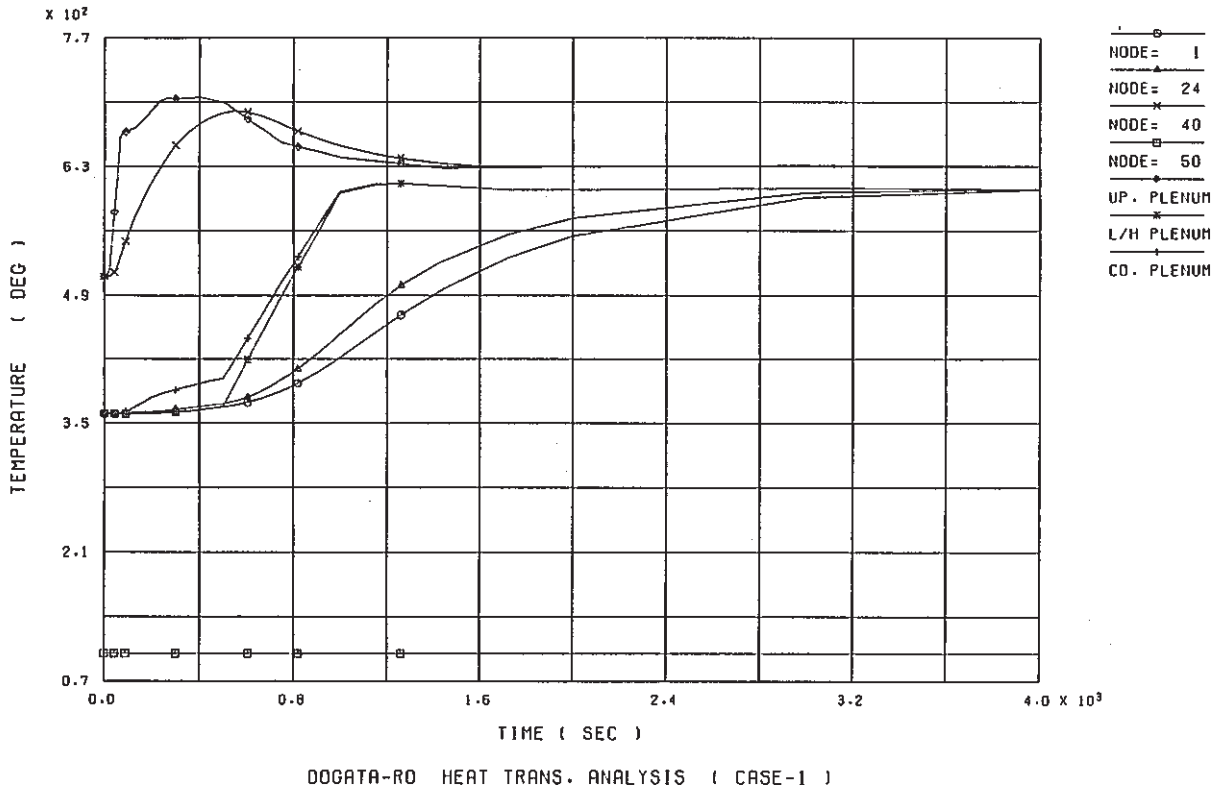


図 2.6 ケース 1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(1)

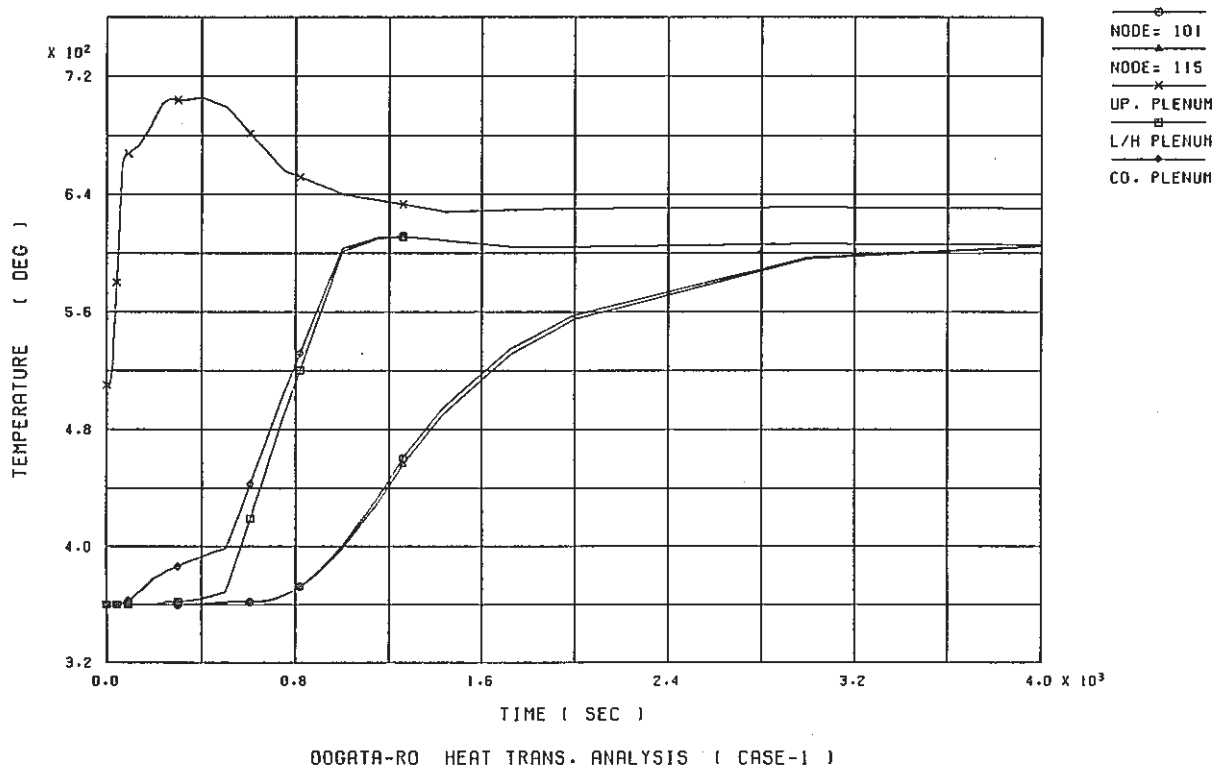


図 2.7 ケース 1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(2)

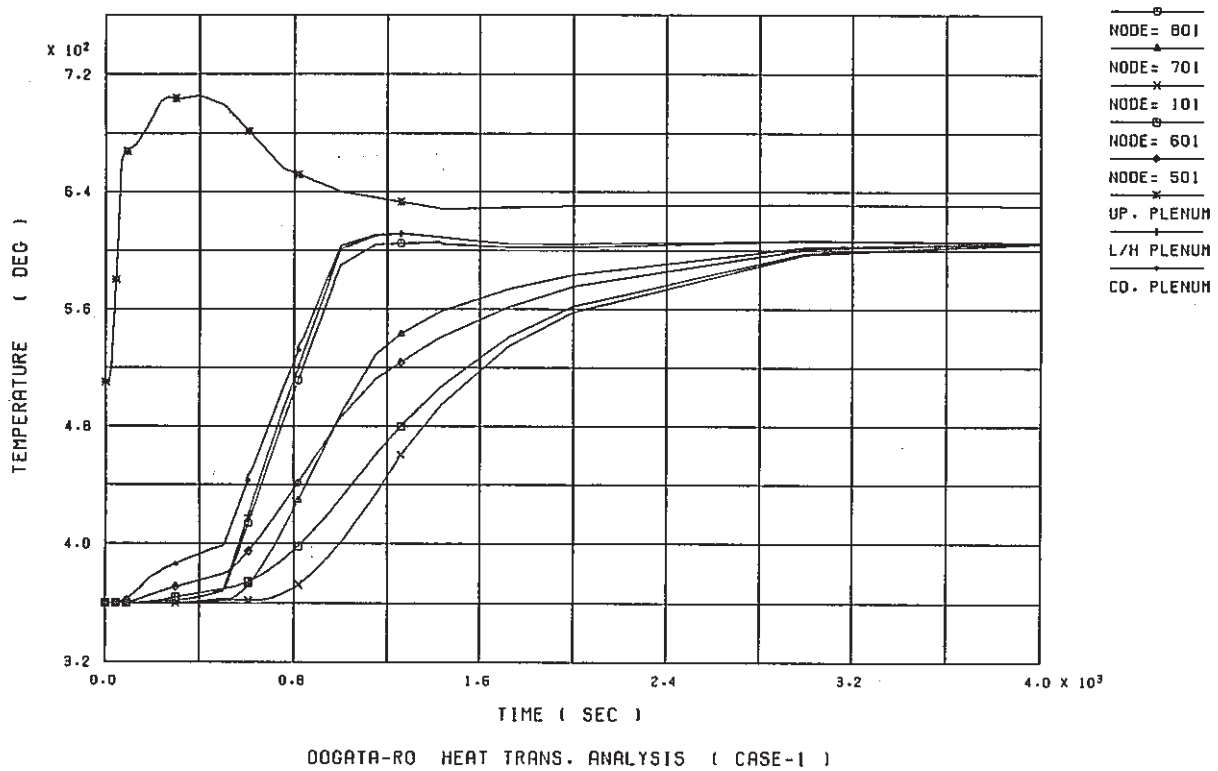


図 2.8 ケース 1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(3)

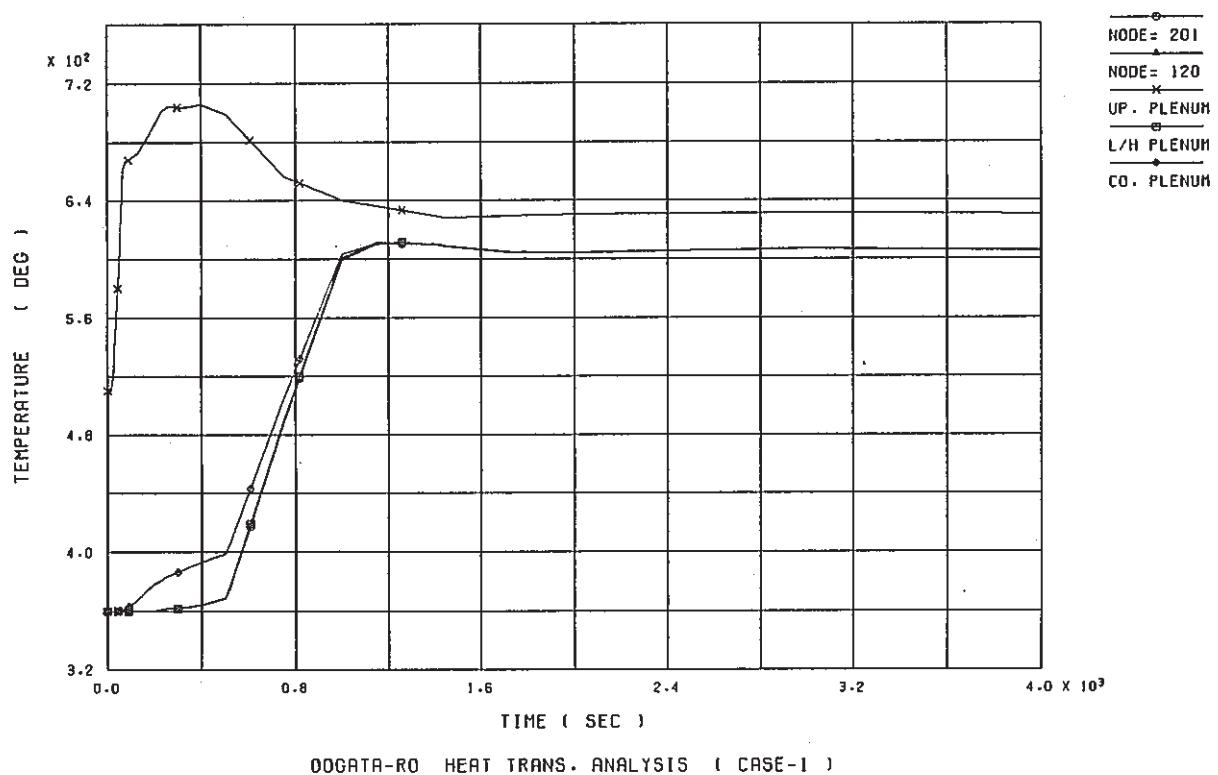


図 2.9 ケース 1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(4)

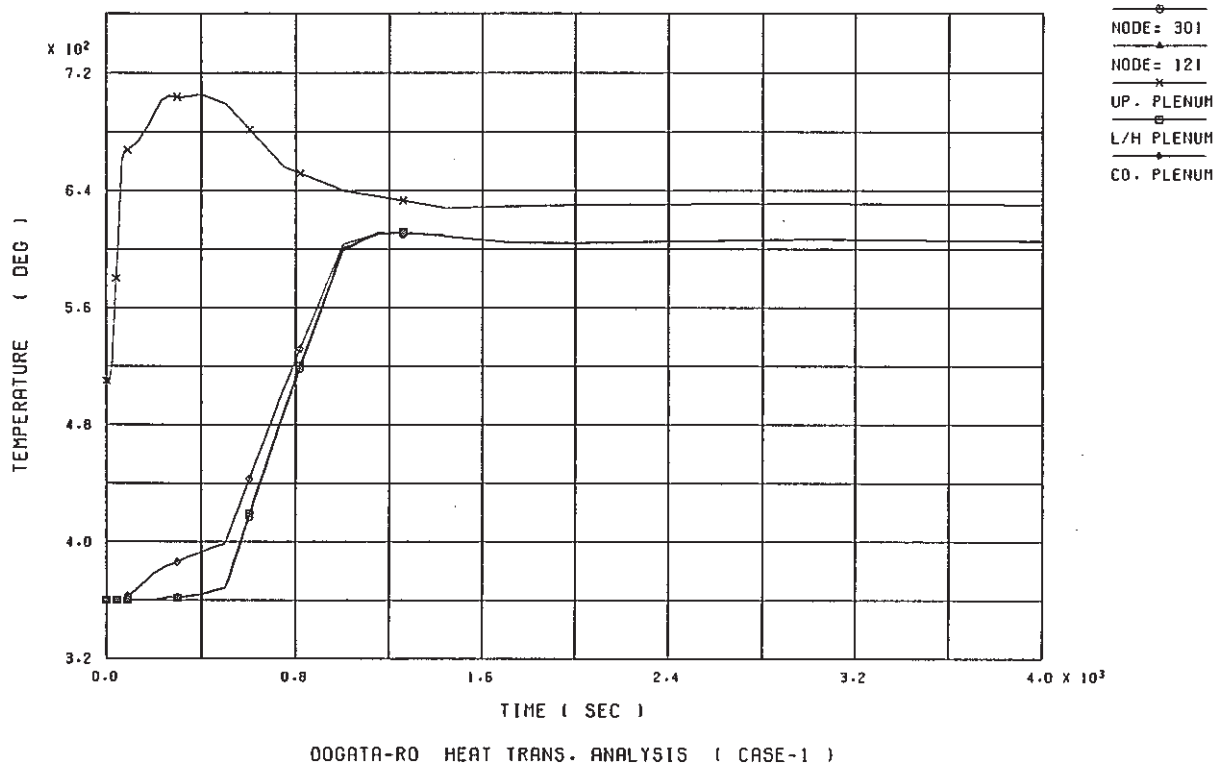


図 2.10 ケース 1 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(5)

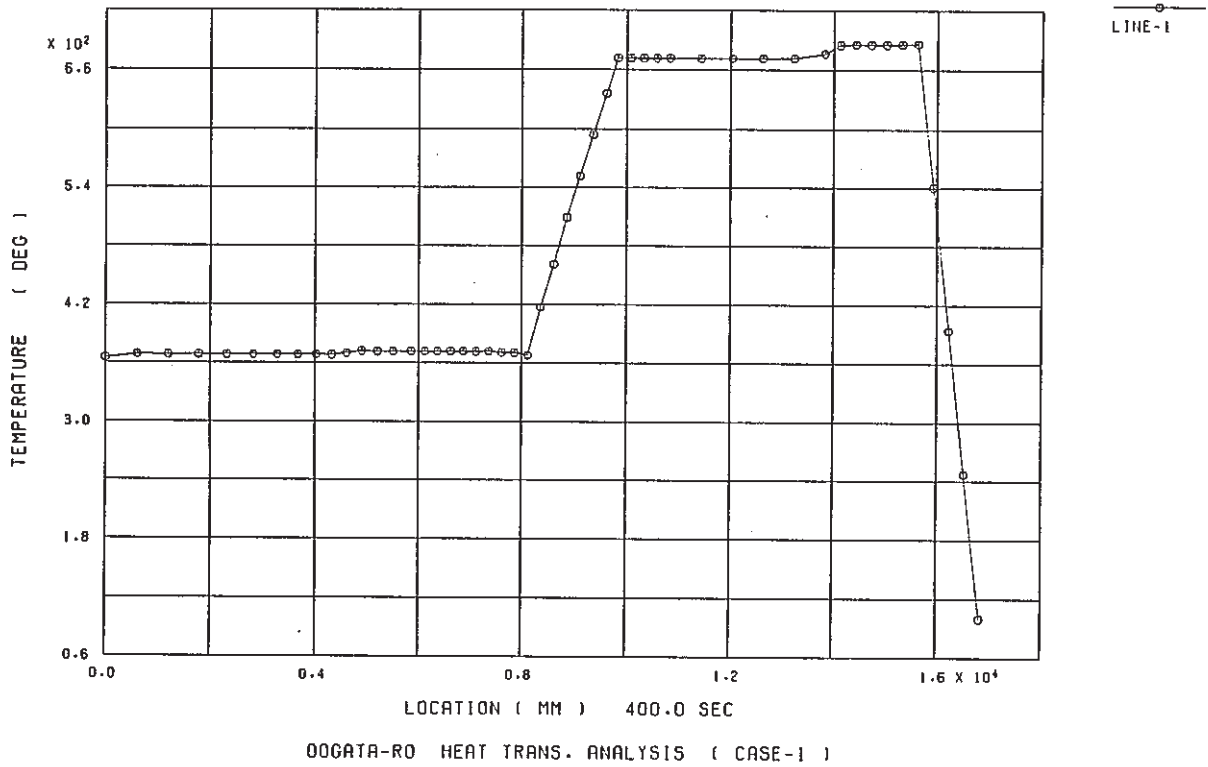


図 2.11 ケース 1 熱伝導解析結果 評価ライン 1 の温度分布 (at 400sec)

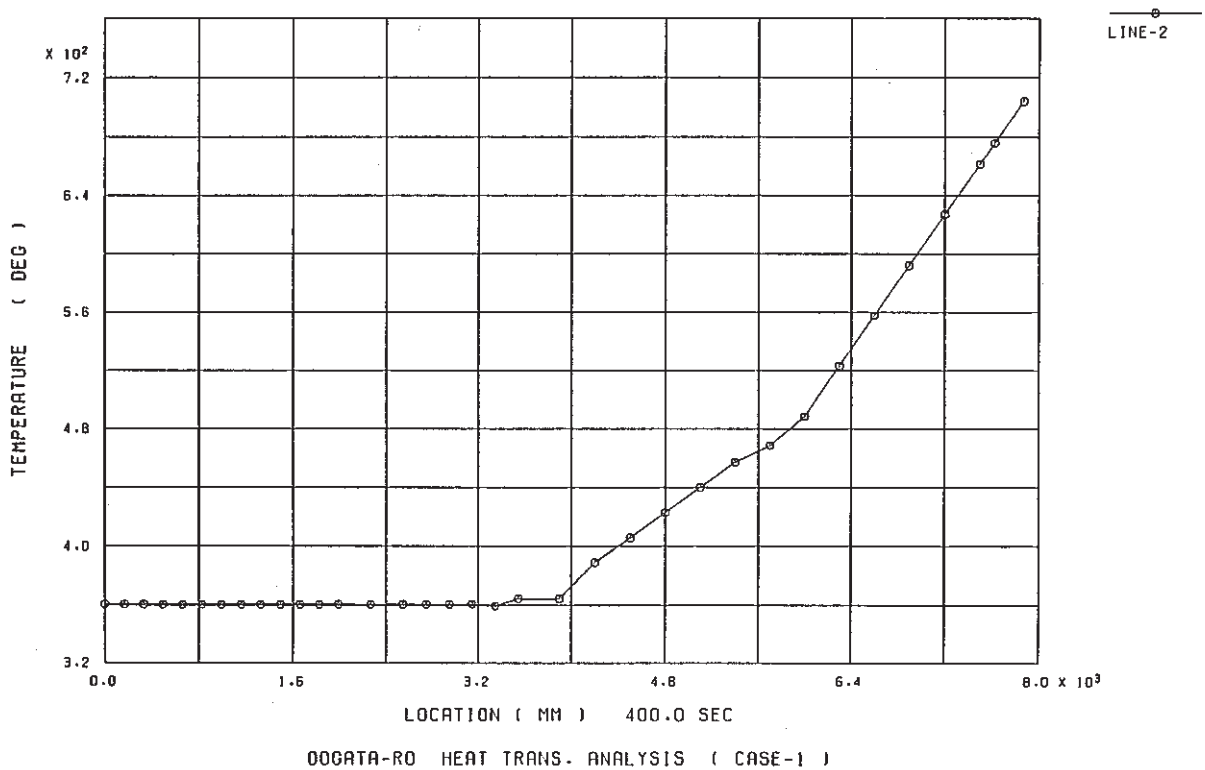


図 2.12 ケース 1 熱伝導解析結果 評価ライン 2 の温度分布 (at 400sec)

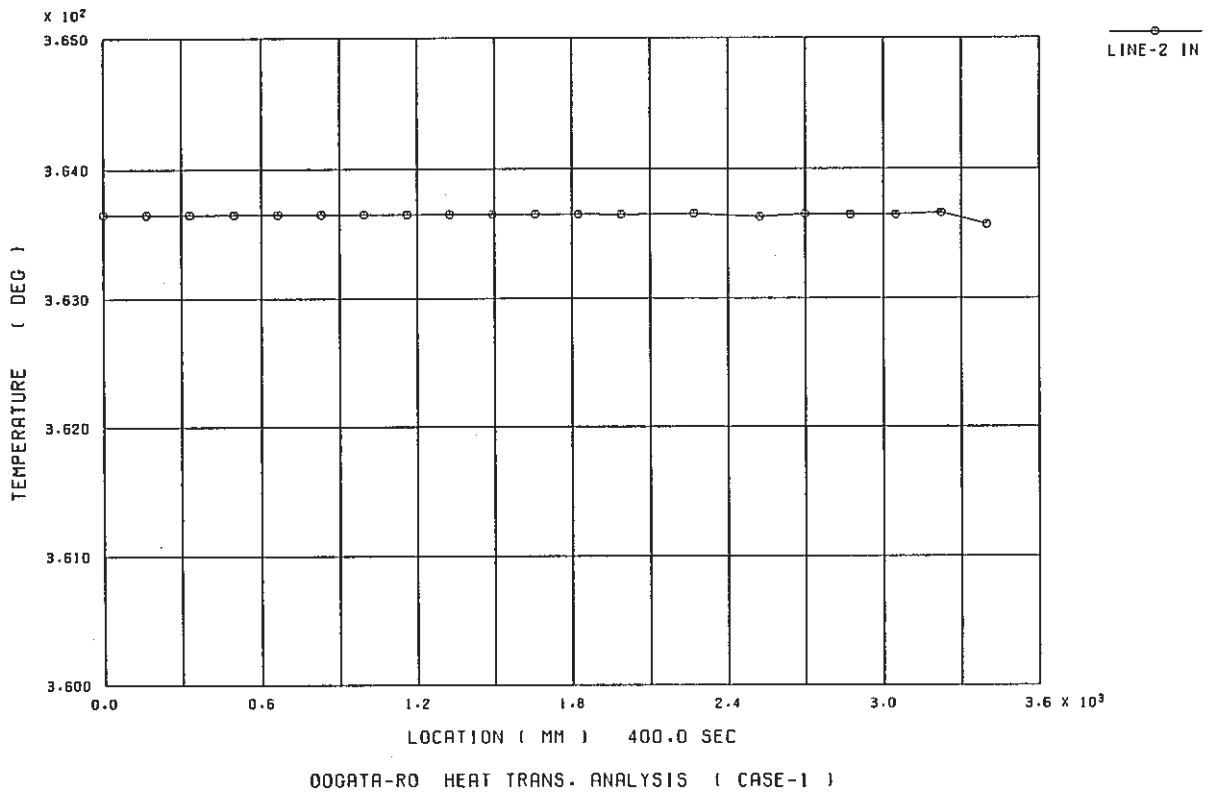


図 2.13 ケース 1 熱伝導解析結果 評価ライン 2 内側の温度分布 (at 400sec)

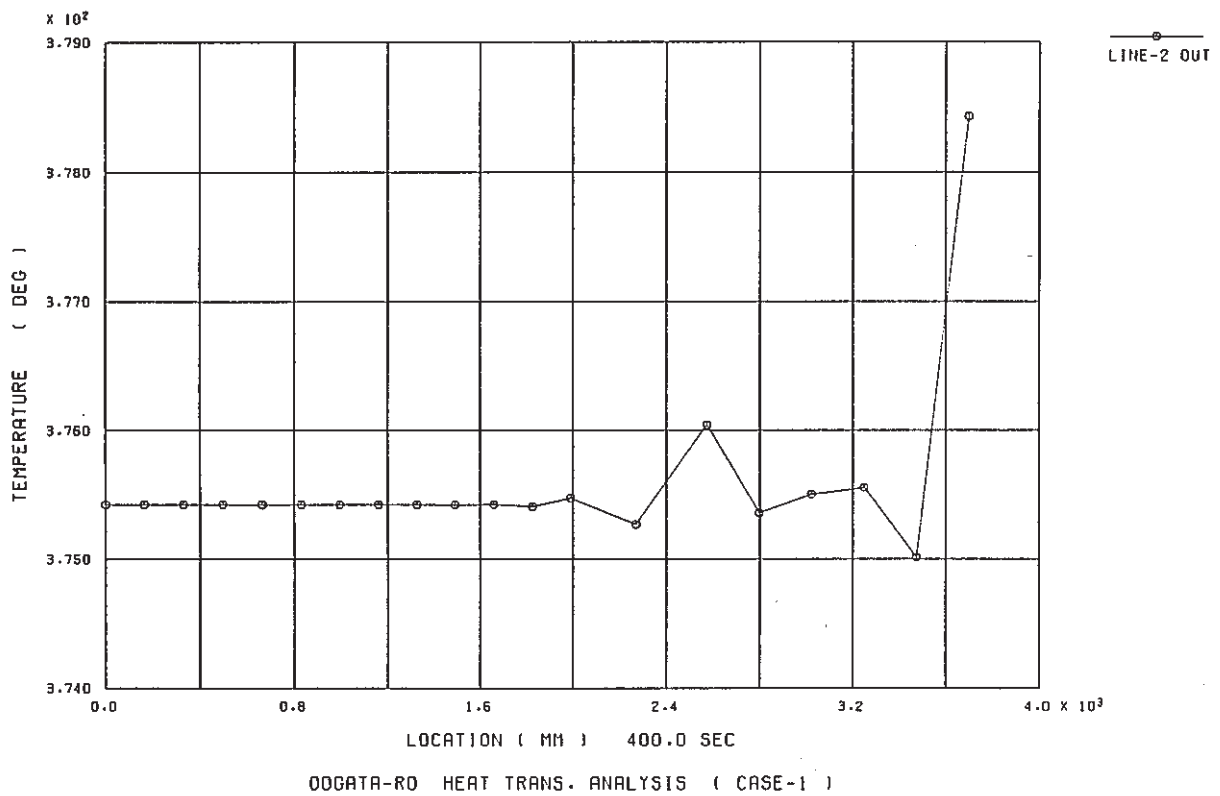


図 2.14 ケース 1 熱伝導解析結果 評価ライン 2 外側の温度分布 (at 400sec)

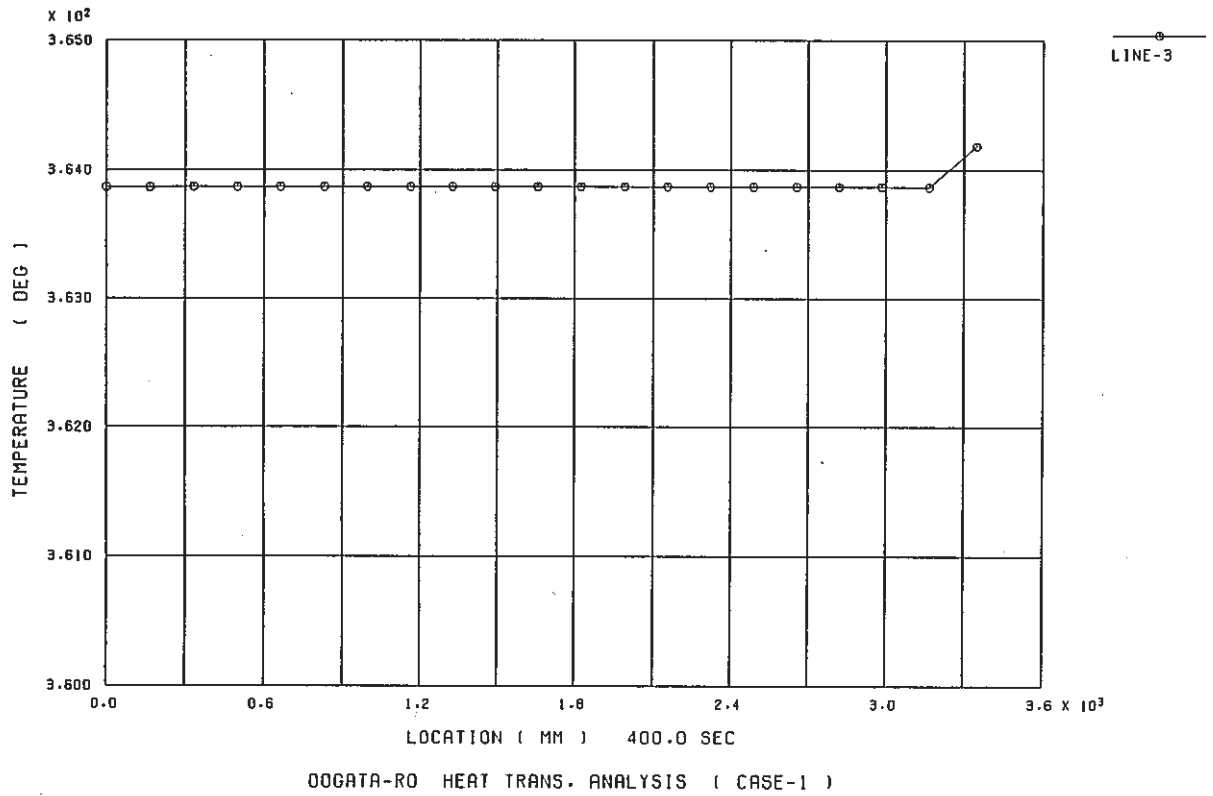


図 2.15 ケース 1 熱伝導解析結果 評価ライン 3 の温度分布 (at 400sec)

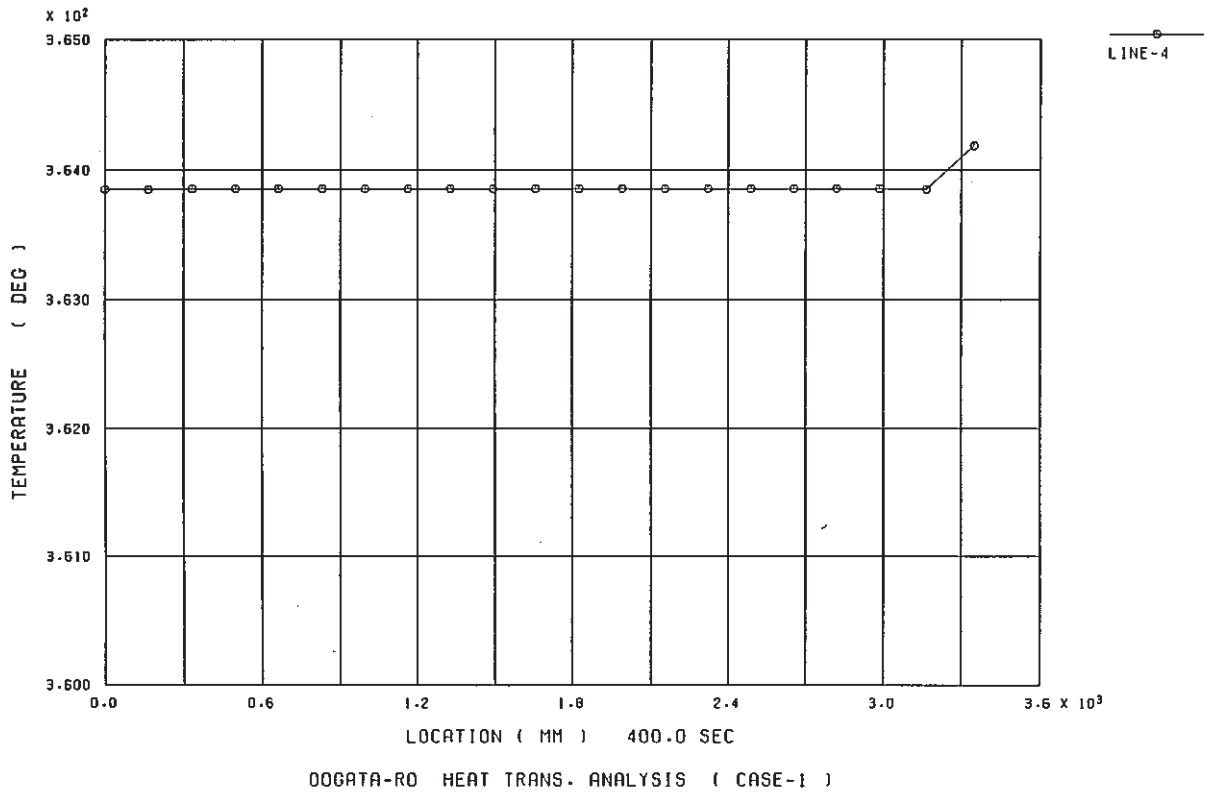


図 2.16 ケース 1 熱伝導解析結果 評価ライン 4 の温度分布 (at 400sec)

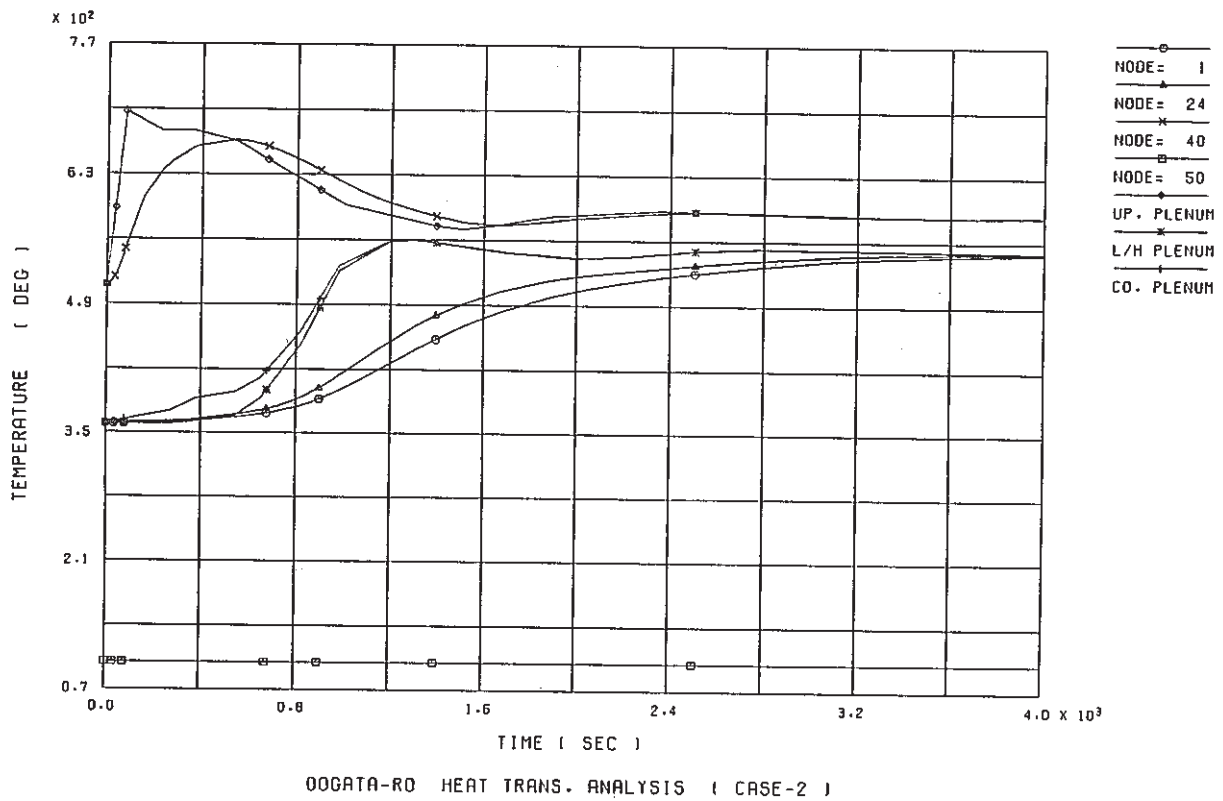


図 2.17 ケース 2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(1)

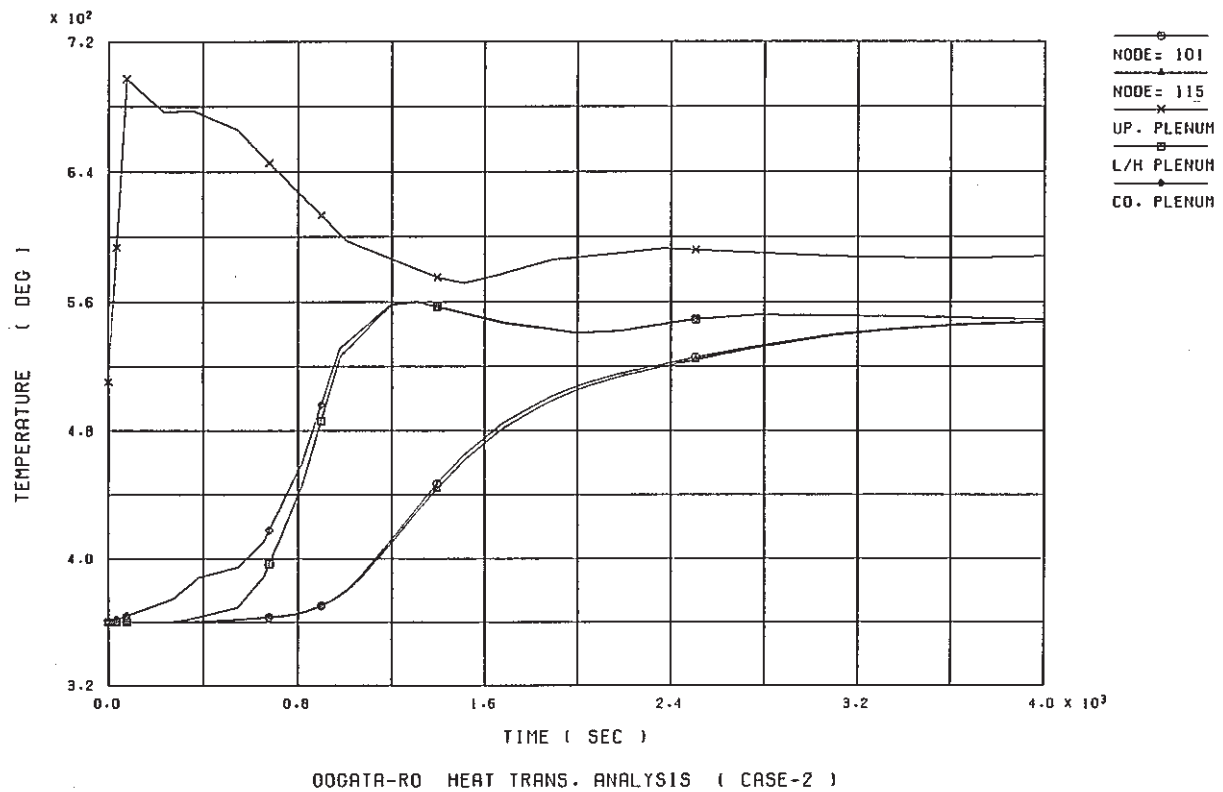


図 2.18 ケース 2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(2)

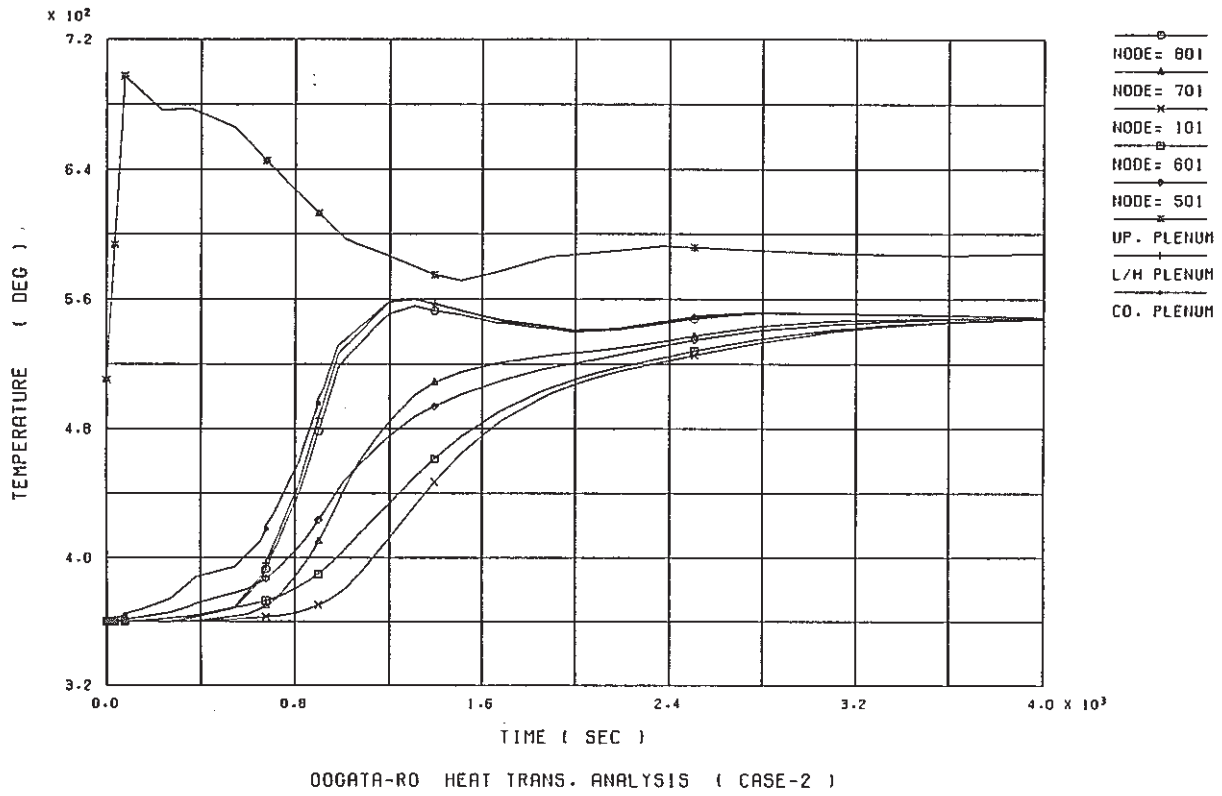


図 2.19 ケース 2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(3)

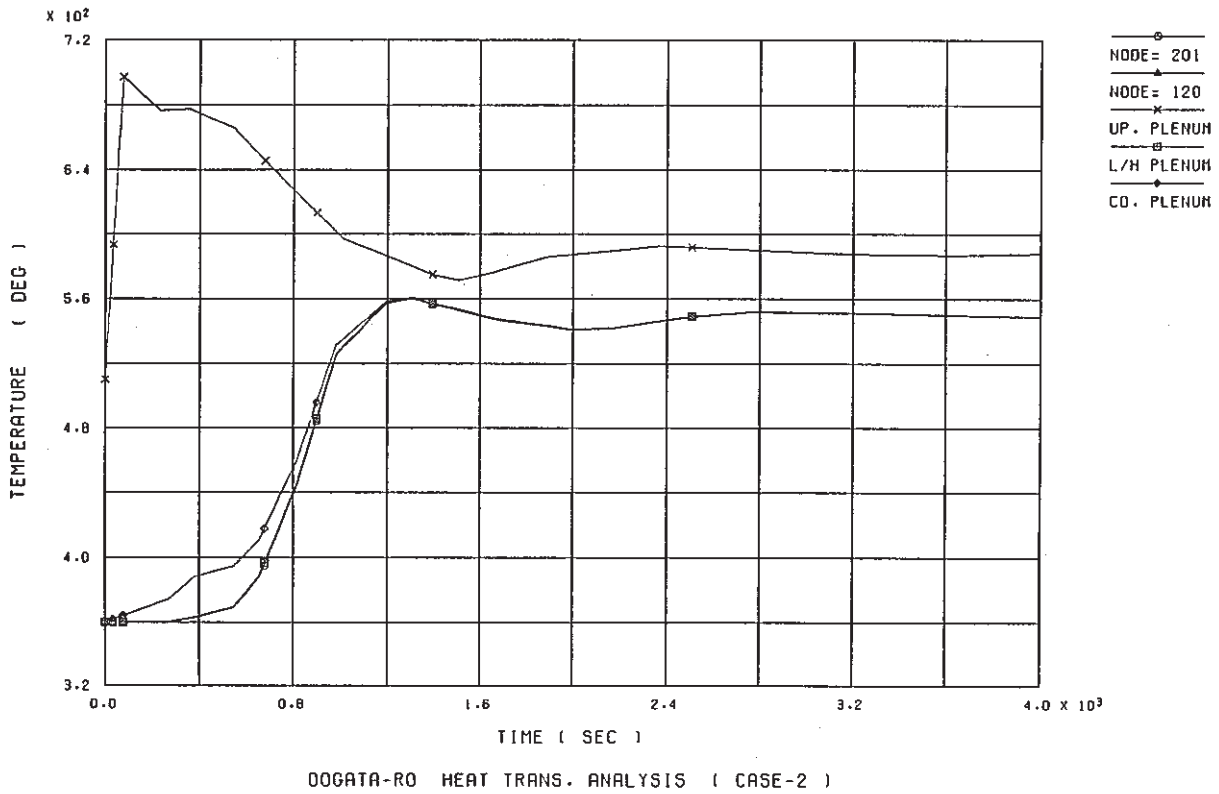


図 2.20 ケース 2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(4)

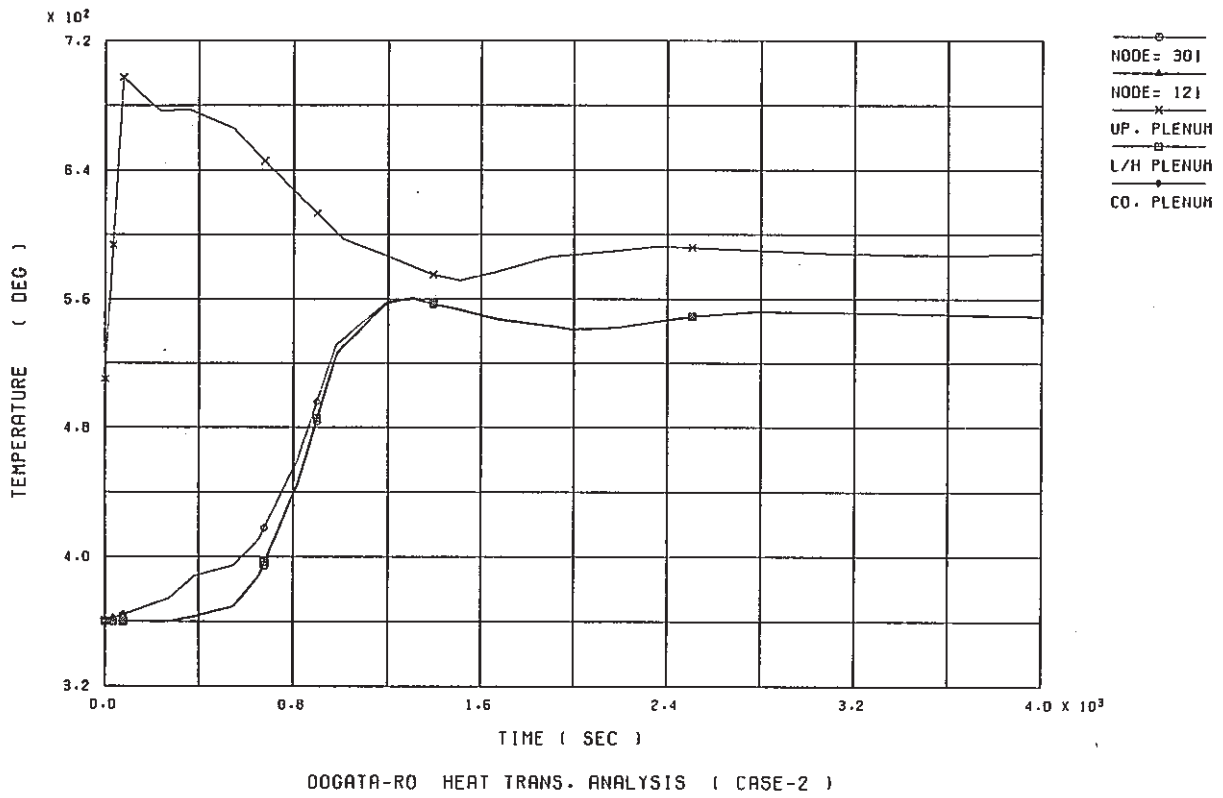


図 2.21 ケース 2 熱伝導解析結果 各節点の温度履歴(5)

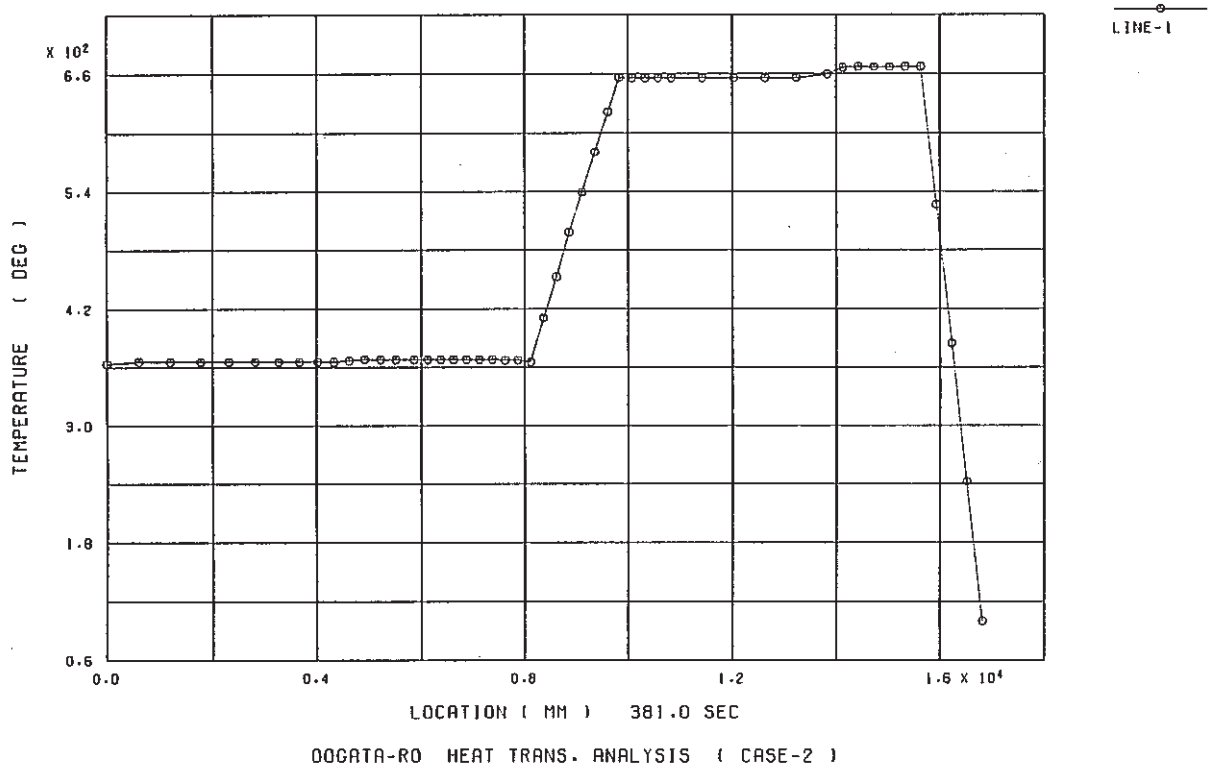


図 2.22 ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 1 の温度分布 (at 381sec)

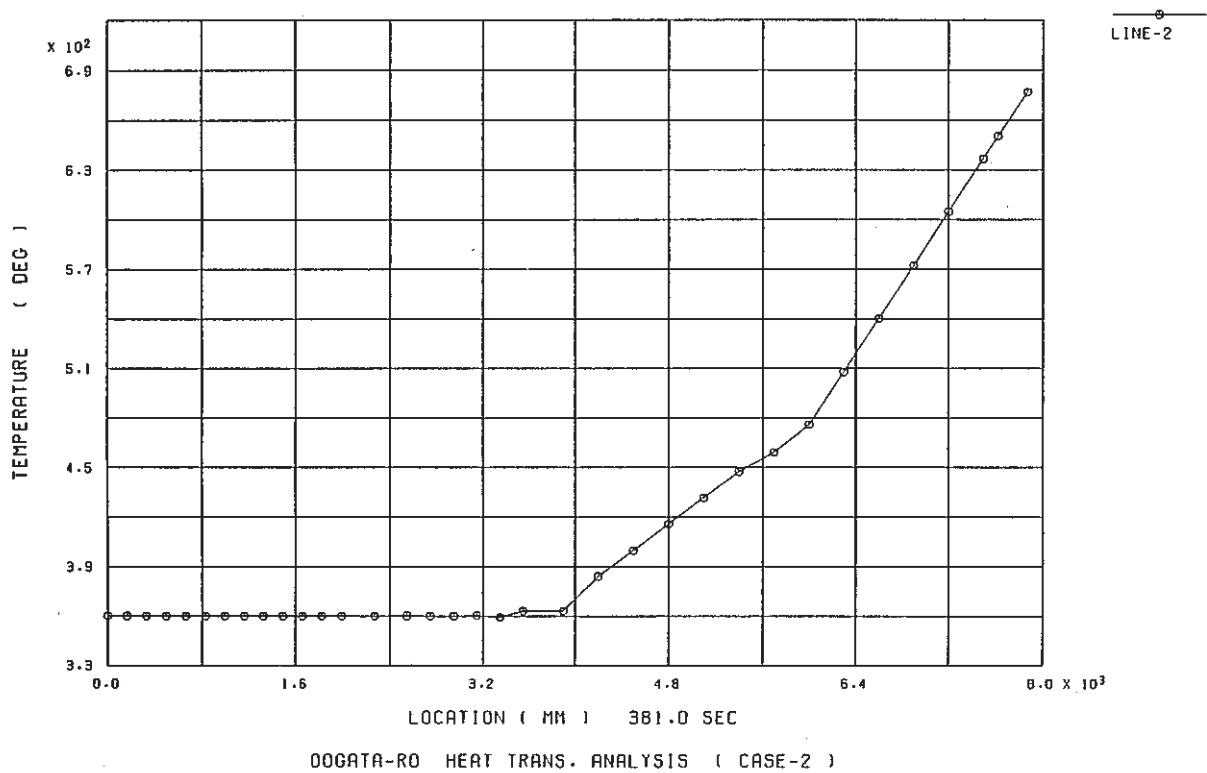


図 2.23 ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 2 の温度分布 (at 381sec)

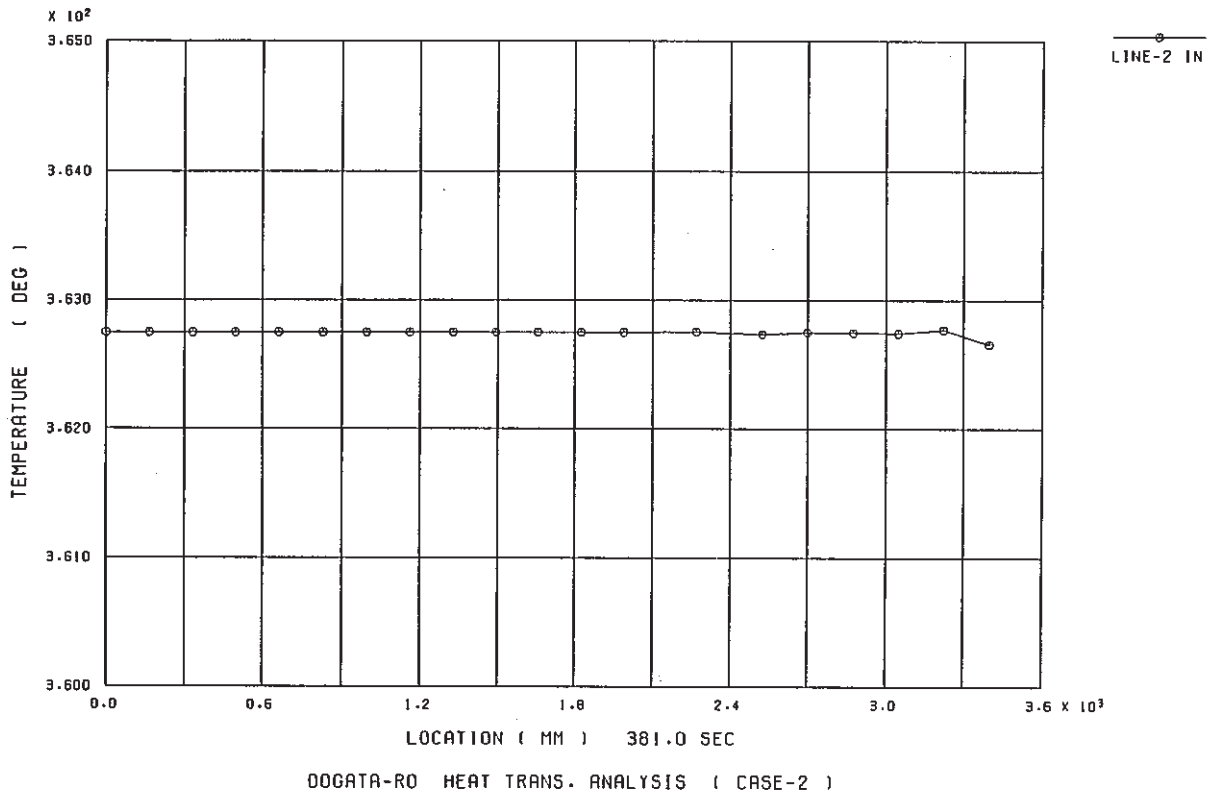


図2.24 ケース2熱伝導解析結果 評価ライン2内側の温度分布 (at 381sec)

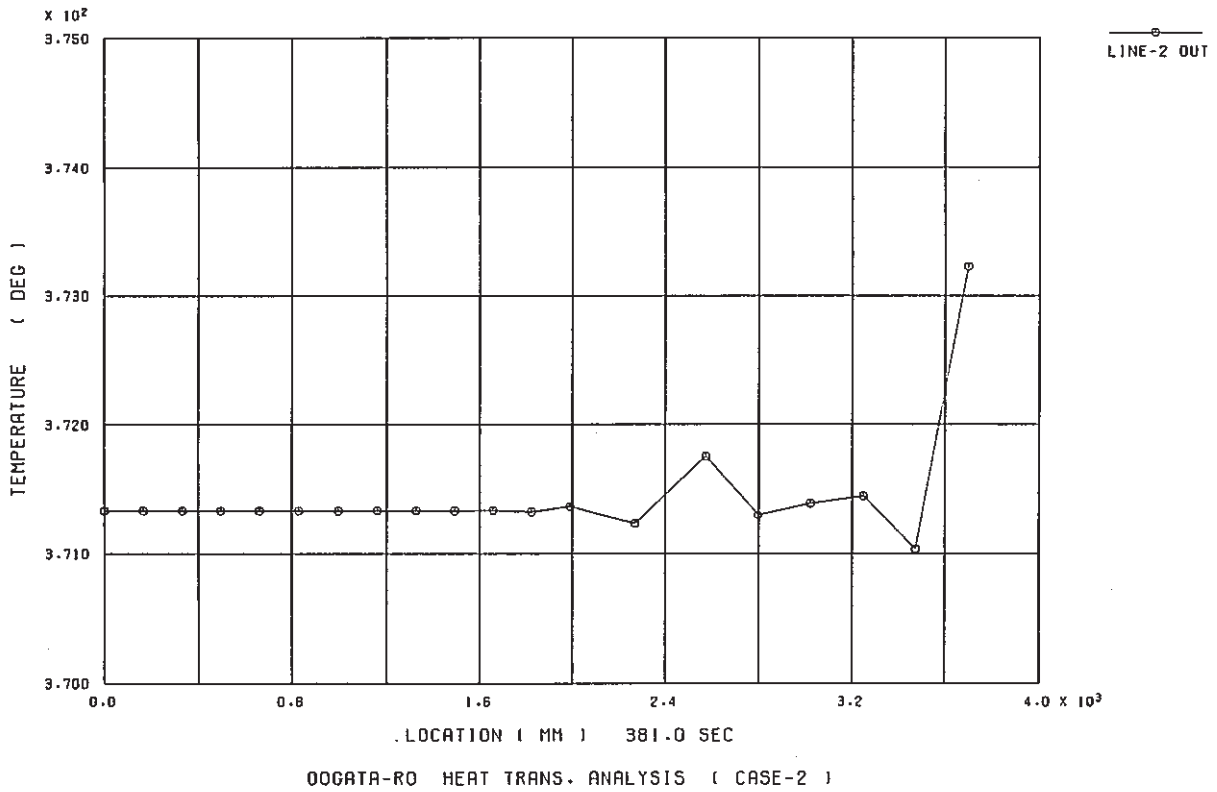


図2.25 ケース2熱伝導解析結果 評価ライン2外側の温度分布 (at 381sec)

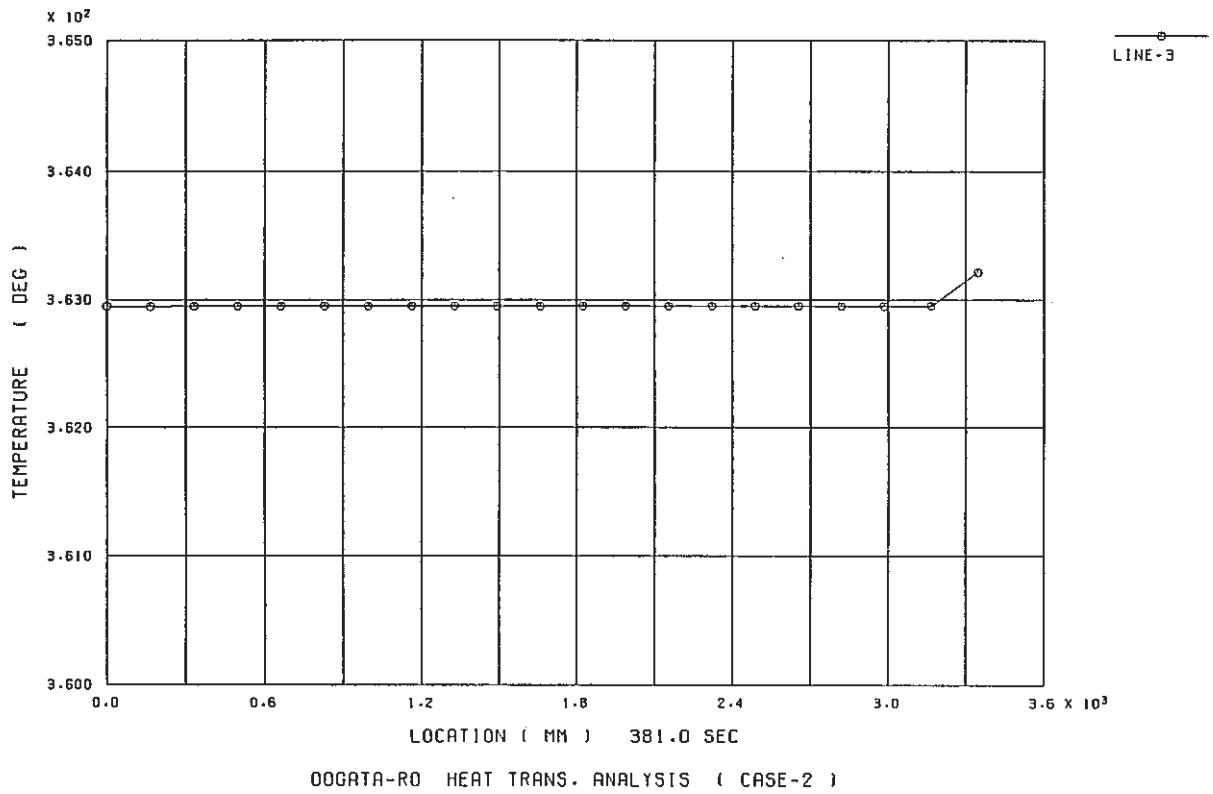


図 2.26 ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 3 の温度分布 (at 381sec)

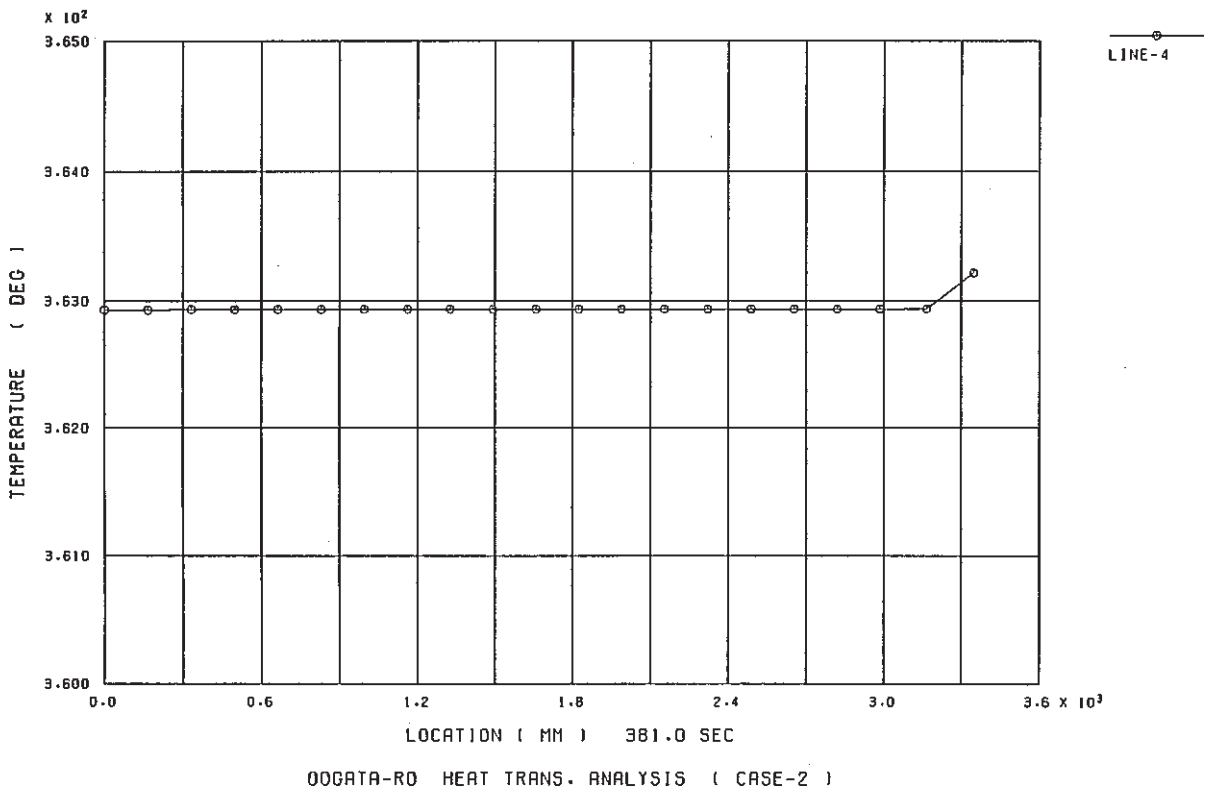


図 2.27 ケース 2 熱伝導解析結果 評価ライン 4 の温度分布 (at 381sec)

3. 熱応力解析

3.1 概 要

炉心支持板の熱変形挙動は、熱伝導解析により得られた構造物の温度分布を温度条件とし、各部材の自重を荷重条件として熱応力解析を行い求めた。本解析では解析モデルの違いが炉心支持板の変形挙動に与える影響を把握するため、炉容器を含めた全体モデルから炉心支持板部のみを一軸の板構造モデルとした場合までの5つのモデル化を行い、解析を行った。

3.2 モデル化

解析対象範囲内の構造物は軸対称構造であり、有限要素法によるモデル化として軸対称コニカルシェル要素 (CONIC2) を用いた。燃料集合体、連結管、支持柱については半径方向への変位が周方向剛性の影響を受けないようにするため、三次元梁要素 (SBEAM2) を用い、等価な半径方向剛性が設定出来るようにした。各使用要素の全体モデルを図3.1に示す。

本解析で取り扱ったモデルは以下に示す5つのモデルである。

モデル	内 容
モデル-1	面外変形モデルⅠ (集合体拘束全体モデル)
モデル-2	面外変形モデルⅡ (集合体無し全体モデル)
モデル-3	面外変形モデルⅢ (炉心支持板構造部部分モデル)
モデル-4	半径方向変形モデルⅠ (板構造三層モデル)
モデル-5	半径方向変形モデルⅡ (板構造一層モデル)

各解析モデルの概要を以下に示す。

(1) モデル-1 : 面外変形モデルⅠ (集合体拘束全体モデル)

本モデルは図3.2に示すように、炉容器までを含め、炉心を支持する構造物全体を

モデル化している。このモデルによる解析結果を、以下に示す各部の構造材を簡略化した他のモデルによる解析結果と比較検討することにより、炉心支持板の変形挙動に与える構造物全体の影響を評価することができる。モデル化の範囲は熱伝導解析の場合と同一であり、原子炉容器、炉心支持構造物、炉心槽、および燃料集合体を含んでいる。燃料集合体には接触要素を設け、集合体パッド部における集合体間の接触および集合体と炉心槽との間での接触による集合体の半径方向の変位を拘束できるようにした。接触を考慮する位置は集合体の頂部パッド部、すなわち上部炉心支持板より3725mmの位置とした。また集合体間のパッド部での初期ギャップは要素技術設計研究のプラント仕様に示された0.7mmに設定した。

(2) モデルー 2：面外変形モデルⅡ（集合体無し全体モデル）

本モデルは図3.3に示すように、モデルー 1 から燃料集合体を取り除いたモデルである。本モデルによる解析結果をモデルー 1 による結果と比較することにより、燃料集合体による炉心支持板部の変形挙動への影響を評価することが可能となる。燃料集合体部を除く他のモデルの形状、寸法等はモデルー 1 と同じである。

(3) モデルー 3：面外変形モデルⅢ（炉心支持構造部部分モデル）

本モデルは図3.4に示すように、モデルー 2 から原子炉容器を除き、炉心支持構造部のみ、すなわち炉心槽支持板、炉心槽、上部および下部炉心支持板、底板を含む範囲をモデル化したものである。炉容器との接続部に位置する本モデルの端点は半径方向にのみ自由膨張する。本モデルによる解析結果をモデルー 1 およびモデルー 2 の結果と比較することにより、炉容器による炉心支持構造部の変形挙動への影響を評価できる。炉心支持構造部の形状、寸法はモデルー 2 と同じである。

(4) モデルー 4：半径方向変位モデルⅠ（板構造三層モデル）

本モデルでは図3.5に示すように、モデルー 3 に示した炉心支持構造部を半径方向にのみ変位できる一軸モデルとしてモデル化したものである。炉心支持構造部のうち上部炉心支持板、下部炉心支持板、および底板の各要素は、炉心槽との接続部でそれぞれの半径方向変位が拘束されるものとした。炉心槽については半径方向の変位は考慮せず、炉心支持板と炉心槽支持板との間に炉心槽による等価剛性 K_r を与えることにより、炉心支持板の半径方向の変位に対する炉心槽の影響を考慮出来るようにした。

この等価剛性 K_r は以下により求める。

炉心槽の円筒胴部について、炉心支持板と炉心槽支持板との間を下図に示すようにモデル化する。炉心支持板との接続部に相当する位置に単位荷重を与えた時の載荷点での変位量 U_r を「FINAS」により求めると、

$$U_r = 6.49889 \times 10^{-6} \text{mm}$$

となる。したがって単位荷重に対する

等価剛性 K_r は

$$K_r = 1.0 / U_r$$

$$= 1.5387 \times 10^5 \text{kg/mm}^2$$

となる。

(5) モデル-5：半径方向変位モデルⅡ

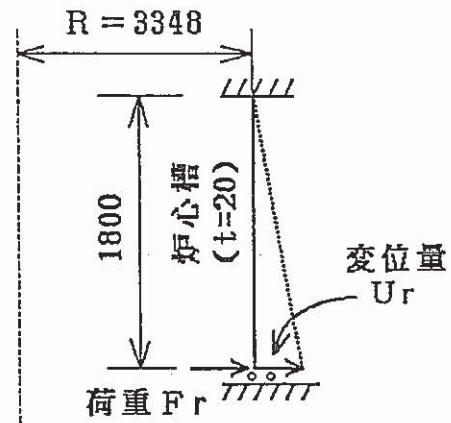
(板構造一層モデル)

本モデルはこれまでのATWS事象解

析における炉心支持板の自由膨張評価で使用されたものとほぼ同様のモデルである。

図3.6に示すように、上部および下部炉心支持板と底板からなる炉心支持板部

(図1.4参照)の三層構造を一層にまとめたものである。このモデルでもモデル-4と同様に炉心槽の影響を考慮するものとし、等価剛性 K_r はモデル-4と同一の値を用いる。



3.3 断面定数

上部・下部炉心支持板、底板、炉心槽等の各部の断面定数は、熱伝導解析モデル寸法図(図2.1参照)に示す各部の板厚を用い算出する。燃料集合体、連結管、および支持柱の断面定数(断面積、断面二次モーメント)は同じ円周内のもの合計断面定数を等価断面定数として入力する。すなわち、中心から i 列目に n_i 本あるとすると、この列における等価断面定数 (\bar{A}_i : 断面積、 \bar{I}_i : 断面二次モーメント) は次式により算出する。

$$\bar{A}_i = A \cdot n_i \tag{3.1}$$

$$\bar{I}_i = I \cdot n_i \tag{3.2}$$

ここで、 A : 1本の断面積

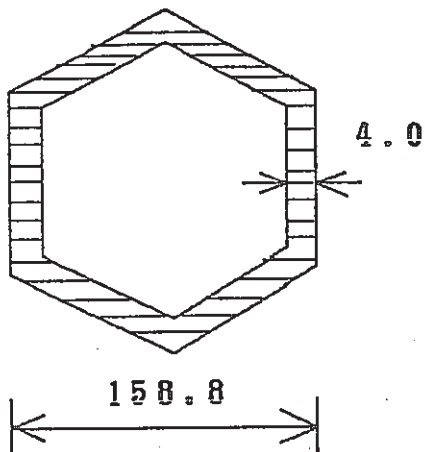
I : 1本の断面二次モーメント

n_i : 中心から i 列目の同一円周上の本数

燃料集合体、連結管、あるいは支持柱1本当りの断面定数は以下に示す通りである。

また、上式により算出された各 \bar{A}_i 、 \bar{I}_i を表 3. 1 に示す。

(1) 燃料集合体

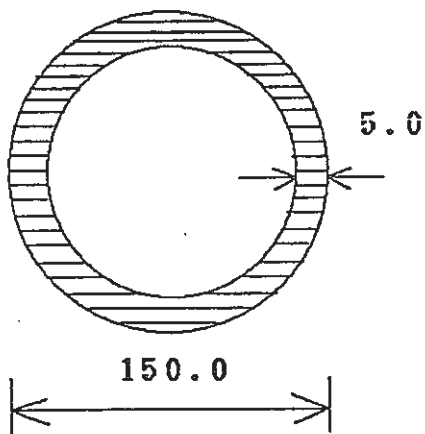


$$A = 2145.0 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{5}{48\sqrt{3}} (158.8^4 - 150.8^4)$$

$$= 7.144 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

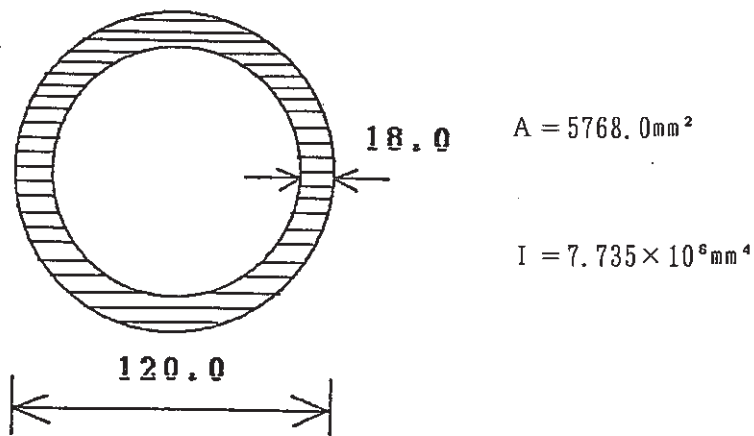
(2) 連結管



$$A = 2121.0 \text{ mm}^2$$

$$I = 4.838 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

(3) 支持柱



3.4 物性値

(1) ヤング率、ポアソン比

a) 上部炉心支持板、下部炉心支持板、底板

図3.7に示すようにこれらの板にはピッチ $p = 165.8 \text{ mm}$ 、穴同士の間隔 $h = 35.8 \text{ mm}$ の仕様値で多数の穴が開けられている。このような多孔板のリガメント効果を考えると、図3.7から実効ヤング率 E^* および実効ポアソン比 ν^* は以下の通りとなる。

ヤング率 $E^* = 0.14E$ (E : SUS316のヤング率)

ポアソン比 $\nu^* = 0.47$

図3.7は「ASME SECTION III, Division1 Appendix」に示されるリガメント効率である。

b) 他の部分

a)で述べた以外の部分については、ヤング率、ポアソン比共に表3.2に示すSUS316の値を用いる。

(2) 線膨張係数

全ての構造材について表3.2に示すSUS316の値を用いる。

3.5 荷重条件

(1) 自重

炉心を支持する構造物それぞれの自重は以下の通りである。ただし、上部・下部炉心支持板、および底板の単位体積重量は、欠損部を考慮した体積比から求めた。

モデル-4 およびモデル-5 においては上部・下部炉心支持板、底板、および炉心槽支持板を一軸モデルとしてモデル化し、半径方向変位のみを求めるため、モデル化した範囲の構造材の自重は考慮しない。

a) 上部、および下部炉心支持板の単位体積重量

上部および下部炉心支持板の半径は3348mmであり、径65mmの穴が1183個開いている。したがって欠損部を考慮しない体積 \bar{V} は、板厚を t mmとすると、

$$\bar{V} = \pi \cdot R^2 \cdot t = \pi \times 3348^2 \times t$$

となる。したがって欠損部を考慮した実効体積 V は、

$$V = \bar{V} - 1183 \times \pi \cdot 65^2 \cdot t = \pi \cdot (3348^2 - 1183 \times 65^2) \cdot t$$

であり、これらの体積比より求めた単位体積重量 $\bar{\rho}$ は

$$\bar{\rho} = \frac{V}{\bar{V}} \cdot \rho = 0.554 \cdot \rho = 4.415 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$$

となる。ここで ρ は20℃におけるSUS316の密度である。

b) 底板の単位体積重量

底板の半径は1989.6mmであり、径42mmの穴が42個開いている。したがって欠損部を考慮しない体積 \bar{V} は、板厚を t mmとすると、

$$\bar{V} = \pi \cdot R^2 \cdot t = \pi \times 1989.6^2 \times t$$

となる。したがって欠損部を考慮した実効体積 V は、

$$V = \bar{V} - 469 \times \pi \cdot r^2 \cdot t = \pi \cdot (1989.6^2 - 469 \times 42^2) \cdot t$$

であり、これらの体積比より求めた単位体積重量 $\bar{\rho}$ は

$$\bar{\rho} = \frac{V}{\bar{V}} \cdot \rho = 0.7919 \cdot \rho = 6.3043 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$$

となる。ここで ρ は20℃におけるSUS316の密度である。

c) 燃料集合体

燃料集合体のトータル重量は要素技術設計研究における設定値より $4.7 \times 10^5 \text{kg}$ である。この重量を上部炉心支持板に等分布圧力として載荷する。その圧力 P は以下の通りである。

$$P = \frac{4.7 \times 10^5}{\pi \cdot 3348^2} = 0.0133 \text{kg/mm}^2$$

集合体を含めたモデル-1についてはトータル重量 $4.7 \times 10^5 \text{kg}$ を単位体積重量に換算し、各列の集合体要素に載荷する。

d) その他の部材

SUS316の20℃での密度 ρ をもとに計算し、各要素に載荷する。

$$\rho = 7.97 \times 10^{-6} \text{kg/mm}^3 \text{ (at 20}^\circ\text{C)}$$

(2) 温度条件

構造物の各節点の温度条件は、第2章の熱伝導解析により得られた各時刻における各節点温度とする。また、参照温度は20℃とする。

3.6 境界条件

モデル-1からモデル-5のそれぞれの端点における境界条件を図3.8に示す。モデル-1からモデル-3の端点は炉容器部に位置し、各端点において軸方向および周方向の変位は拘束し、半径方向のみ変位するものとする。モデル-4およびモデル-5については、一軸モデルであるので、各モデルの節点における温度により各要素が膨張する場合と、モデルの最外周に位置する節点における温度によりモデル全体が膨張する場合とを比較するため、炉容器との接続点に相当する炉心槽支持板の端（図3.8の端点A）を自由端とするケースと、この端点の温度でモデル全体が自由膨張したと仮定して計算される膨張量を強制変位量として与えるケース（端点拘束ケース）の2ケースを考えた。

燃料集合体、連結管、および支持柱と上部・下部炉心支持板および底板との間の変位に対する結合関係は以下の通りとする。

- ① 燃料集合体と上部炉心支持板との半径方向、軸方向、および周方向の変位条件は同一とする。

② 連結管と上部および下部炉心支持板との変位条件は半径方向および軸方向についてのみ同一とする。

③ 支持柱と下部炉心支持板および底板との変位条件は半径方向および軸方向についてのみ同一とする。

これらの関係を図3.9に示す。

3.7 解析ケース

炉容器内冷却材の熱過渡条件2ケースについて実施した熱伝導解析の各ケースについて、下部プレナム内冷却材温度がほぼ定常となる約2000秒までの間を9ステップに分けて熱応力解析を実施した。表3.3に熱応力解析を実施した解析ステップを示す。

また、モデル-4およびモデル-5の端点拘束ケースにおいて上記の各解析ステップにおいて端点に与える強制変位量を、最外周の端点の温度とともに表3.4に示す。

3.8 解析結果

本解析結果の図示として、図3.10に示す各評価節点の半径方向変位の時刻歴、各評価ラインでの半径方向変位の分布、軸方向のたわみ分布、および各解析ステップでのモデル全体の変形状態を示す。

軸方向たわみは、以下に示すように各解析ステップ毎に最外周節点の軸方向変位と各節点の軸方向変位との差で表した。

$$U_a^i = U_z^i - U_z^s$$

ここで、 U_a^i : i 節点の軸方向たわみ

U_z^i : i 節点の軸方向変位

U_z^s : 最外層節点の軸方向変位

である。

(1) ケース1

a) モデル-1

図3.11は、ケース1の熱過渡を与えたときの各解析ステップにおけるモデル-1の全体変形挙動を示す。STEP No.1は自重のみの解析結果であり、熱過渡を与える

前の定常状態は、図のSTEP No. 2の状態である。図中の点線は参照温度（20℃）における位置を表わす。熱過渡を与えた時の各解析ステップにおける変形挙動をSTEP No. 3～STEP No. 9に示す。これらの図では冷却材温度が変化しても、上部炉心支持板、下部炉心支持板および底板はほとんど変形を受けていないように見える。また、燃料集合体部も大きな相対変位がないように見える。この事は、これらの間が連結管および支持柱によりつながれていることにより炉心支持板はかなりの剛性を保っているためと考えられる。

しかしこれらの図のスケールはかなり大きいので、各時刻の変形状態を詳しくみるため、上部・下部炉心支持板および底板の半径方向の変位量を参照温度20℃の位置を基準としてまとめ、図3.12～図3.14に示す。これらの図に見られるように、どの時刻においても支持板部の半径方向変位量は中心から最外節点までリニアに増加しており、支持板部に軸方向のたわみが生じていても（図3.18～図3.20参照）半径方向の変位量の増加傾向は影響されず、線形に増加することが分かる。

そこで最も変位量が大きくなる支持板部端点での半径方向変位量の時間変化を見るため、上部・下部炉心支持板部および底板の最外周節点に着目した半径方向変位量の時間変化を図3.15に示す。これより上部および下部炉心支持板は時刻1000secでほぼ最大変位量に達しているが、底板は時刻2000secにおいてもまだ変位量が増加する傾向を示している。これは熱伝導解析結果の温度変化に見られたように上部および下部炉心支持板は冷却材温度に追従し高温となるが、底板部の温度変化には時間遅れを生じているためである。

燃料集合体部の半径方向変位量を見るため、上述と同様に参照温度20℃の位置を基準にまとめ、図3.16に炉心下端に位置する1400番台の節点変位量を、図3.17に炉心上部に位置する1500番台の節点変位量を示す。図中13列目までが炉心燃料、14、15列目がブランケット燃料、その外側3列が中性子遮蔽体である。炉心下端における半径方向変位量は炉心支持板の半径方向変位量の増加に伴い時間とともに増加しているが、炉心燃料部に相当する13列目までの変位量は、炉心支持板のそれに比べ約40%も少なくなっている。また、炉心上端部では定常状態でマイナスの半径方向変位量を示し、炉心燃料集合体部が炉心中央にたわんでいる。さらに半径方向変位

量の時間変化はほとんど見られず、最大で数mm程度である。そこで定常時の集合体頂部パッド部に位置する1600番台の節点変位量を求めると、3列目以降12列目までの各集合体の半径方向変位量はパッド部の隙間0.7mmを越え、最大6.02mmのマイナス変位を生じている。これはパッド部において集合体同士が接触していることを示す。このため過渡時における集合体部の半径方向変位は集合体同士の接触による拘束の影響を受け、集合体部の半径方向変位量が支持板部に比べ小さくなるものと考えられる。

次に上記と同一箇所の軸方向の変位を見るため、図3.18～図3.22に最外周部の節点を基準とした相対値により各部の軸方向のたわみ量を示す。

図3.18および図3.19に見られるように、上部および下部炉心支持板の軸方向変位の挙動は両者とも同じ挙動を示し、13列目までの炉心燃料部では下方向に、それより外周部では上方向にたわみ、内と外とでたわみの挙動が異なっている。底板は図3.20に示すように炉心支持板の変形挙動とは異なり、全体が下方向にたわんでいる。これらの図より、炉心支持板の内と外とで変位の挙動が異なるのは、内側部分には連結管および支持柱により炉心支持板と底板とがつながれており、剛性の大きい底板の変位に影響されるためと考えられる。14列目より外周部には連結管および支持柱がないため直接底板の変位には影響されず、さらに過渡時には炉心支持板部は冷却材温度に早く追随し高温となり半径方向変位量が大きくなり底板との変位量の差を吸収するため上向きにたわむものと考えられる。このように軸方向の変位挙動は炉心支持板と底板とでは異なっているが、これらのたわみ量については両者とも最大でも10mm程度である。

燃料集合体部の軸方向変位の挙動について図3.21および図3.22に示す。集合体部の軸方向変位の挙動は炉心下端および炉心上部とも同様であり、上部炉心支持板とほとんど同様の変位挙動を示している。反応度に大きく影響する燃料集合体間の相対変位について見ると、炉心燃料部の13列目までの各列の軸方向たわみ量は時間とともに変化しているが、列間の相対変位はほぼ一定しており、その時間的变化はほとんど見られない。13列目より外側の集合体部が上方向にたわんでいるのは、上部炉心支持板の変形が上方向にたわむためと、それに伴い炉心槽の上部で過渡時に上

部プレナム内ナトリウム温度が高温となり外側にたわむためと考えられる。

b) モデル-2

図3.23に上部炉心支持板の半径方向変位量を、図3.24に上部・下部炉心支持板部および底板の最外周節点に着目した半径方向変位量の時間変化を示す。図3.23に相当するモデル-1の図3.12、および図3.24に相当するモデル-1の図3.15と比較すると、支持板の変位挙動および変位量はモデル-1の結果と変わりのないことが分かる。

図3.25に上部炉心支持板の軸方向の変位を示す。軸方向のたわみについて図3.25とモデル-1の図3.18とを比較すると、燃料集合体を考慮しないモデル-2の軸方向のたわみ量はモデル-1のそれに比べ10~20%程度大きくなる傾向を示している。これはモデル-2では燃料集合体を考慮していないことから、燃料集合体間の接触による拘束がないためと考えられる。

これらの結果より、燃料集合体を考慮するモデルと考慮しないモデルの違いにより軸方向のたわみ量が異なっても、半径方向の変位量は影響されないことが分かる。したがって炉心支持板の半径方向の変位量は燃料集合体を考慮しないモデルによっても評価し得るといえる。

なお、本モデルでは燃料集合体をモデル化していないので、参考として燃料集合体をモデル化し、集合体間の接触を考慮しない場合について解析を行った。燃料集合体の接触を考慮したモデル-1の図3.16、図3.17、図3.21、図3.22に示す箇所と同一箇所の半径方向変位量および軸方向たわみ量の時間変化を図3.26~図3.29に示す。これらの図より、燃料集合体間の接触による半径方向の拘束がないモデル-2では、モデル-1に比べて炉心に相当する集合体上部での内側への変位量が大きくなっている。このように、燃料集合体の接触の有無は燃料集合体の半径方向の変位量に対して影響を及ぼすが、前述のように炉心支持板の半径方向の変位量に対しては影響しないことが分かる。一方軸方向のたわみ量について見ると、モデル-1とモデル-2とで燃料集合体相互の相対変位量は接触の有無には影響されず、変わらないことが分かる。

c) モデルー 3

図 3.30 に上部炉心支持板の半径方向変位量を、図 3.31 に上部・下部炉心支持板部および底板の最外周節点に着目した半径方向変位量の時間変化を示す。図 3.30 に相当するモデルー 2 の図 3.23、および図 3.31 に相当するモデルー 2 の図 3.24 と比較すると、支持板の変位挙動および変位量はモデルー 2 の結果と変わりのないことが分かる。

図 3.32 に上部炉心支持板の軸方向の変位を示す。軸方向のたわみについて図 3.32 とモデルー 2 の図 3.25 とを比較すると、変位の挙動およびたわみ量ともにモデルー 2 の結果と変わりのないことが分かる。

これらの結果より、炉心支持板の変形に対して炉容器は影響を与えていないことが分かる。

d) モデルー 4

図 3.33 に炉心支持板の最外周部に位置する節点 12 の半径方向変位量の時間変化を示す。図 3.15、図 3.24 および図 3.31 に示すモデルー 1 ～モデルー 3 の炉心支持板部の最外周に位置する節点 120 および節点 121 の結果と比較すると、冷却材温度が大きく変化する時刻 500～1500 秒の間で本モデルによる解析結果は約 100 秒程度の応答遅れを生じていることが分かる。

e) モデルー 5

図 3.34 に炉心支持板最外周部の半径方向変位の時間変化を示す。図 3.33 のモデルー 4 の結果と時間変化および変位量は変わりが無く、炉心支持部を単純に一層でモデル化した場合と詳細に三層にモデル化した場合との変化は認められない。

(2) ケース 2

図 3.35 にモデルー 1 による炉心支持板部の最外周節点の半径方向変位量の時間変化を示す。ケース 1 の図 3.15 に比べると、熱過渡条件が異なるため各部での応答が変わってきているが、定性的結果は、モデルー 1 と変わりはない。

また、その他のモデルにおいても過渡応答の違い等は、熱過渡境界条件が異なっていることによるものであり、炉心支持板の変形挙動はケース 1 と同様の結果が得られた。

以上の解析結果より、各熱過渡解析ケースについて、上部炉心支持板の半径方向変位量および軸方向たわみ量の時間変化を各モデルについてまとめ、さらに半径方向の変位量については、上部炉心支持板の温度で自由膨張したときの変位量とあわせ比較したものを、表3.5～表3.8に示す。

これらの表より、炉容器まで含め全体をモデル化したモデル-1から炉心支持板部のみをモデル化したモデル-3までの上部炉心支持板の半径方向変位量は、自由膨張変位の場合の半径方向変位量と各解析ステップにおいてほとんど等しく、その差はわずかに1%以内であることが分かる。これは、炉心支持板部の半径方向の剛性が、これを支える構造物（炉容器等）のものより大きいため、炉心支持板部の変位により半径方向の変位量が支配されるものと考えられる。これにより、炉心支持板の半径方向変位量は支持板の温度による自由膨張により評価できる。

また、炉心支持板部を面外変形モデルでモデル化したモデル-1～モデル-3と、これらを単純形状の一軸モデルでモデル化したモデル-4、5との間での変形挙動は、一軸モデルの場合応答遅れを生じ、冷却材の温度変化が大きくなる時刻（500～1000秒）で変位量に差を生じ、過渡時における変位挙動が異なる。これは、一軸モデルは温度挙動および半径方向剛性が上部炉心支持板から底板まで平均化しているためであり、過渡応答の遅い部分（底板など板厚の大きな部分）に全体が引っ張られてしまうことが原因と考えられる。

(3) 炉心部分の変位量

前項までに、各モデルに関する炉心支持板の変形挙動が得られたが、反応度に直接効いてくるのは、炉心部の変位量である。そこで、モデル-1の解析結果より、軸方向に炉心の中央に相当する位置での炉心燃料集合体最外周（13列目）の半径方向の変位量を求め、炉心支持板のたわみを考慮しない自由膨張変位量、およびモデル-5による変位量とそれぞれ比較検討した。冷却材熱過渡ケース-1の場合の結果を表3.9に、熱過渡ケース-2の場合の結果を表3.10に示す。

これらの表より、モデル-1より求めた炉心の半径方向変位量は、自由膨張による変位量およびモデル-5の変位量に比べ熱過渡変化初期から大きく出始める。その後冷却材温度変化が大きくなる500秒～750秒付近で炉心部の変位量はピーク値を示すが、

構造材の温度変化が大きくなる1000秒から1500秒付近では、炉心部は内側に変位するため逆に変位量は減少し、その後再び増加する。しかし、750秒以降のモデルー1より求めた変位量は自由膨張による変位量およびモデルー5の変位量に比べかなり小さいものとなっている。このように炉心部において変位量の時間変化が複雑な動きを見せるのは、それを支える炉心支持板の軸方向たわみの影響と考えられる。また、モデルー1とモデルー2の比較において見られた軸方向のたわみに対する燃料集合体の拘束条件の影響も大きく寄与しているものと考えられる。

このように炉心支持板の熱変形、特に軸方向のたわみの時間変化により炉心部分の変位は複雑な挙動を示し、反応度への影響を詳細に評価するためには炉心支持板の半径方向の変位だけでは必ずしも評価できない動きを示す。そのため、この炉心部における変位量を冷却材温度等から簡易的に評価するためには、炉構造、熱過渡条件等に関するパラメータサーベイを実施することにより、温度感度係数等を求め詳細に評価することが必要であると考えられる。なお、本解析で得られたような炉心部分での変位があるときに、投入される反応度がどの程度かを概略的に評価するため、システムコードによる反応度計算を別途進めている。

表 3.1 各部の断面定数一覧表

燃 料 集 合 体				
中心から の本数	同円周 の本数	半 径 (mm)	\bar{A}' (mm ²)	\bar{I} (mm ⁴)
1	1	0.0	2.145E+03	7.144E+06
2	6	165.8	1.287E+04	4.286E+07
3	12	331.6	2.574E+04	8.573E+07
4	18	497.4	3.861E+04	1.286E+08
5	24	663.2	5.148E+04	1.715E+08
6	30	829.0	6.435E+04	2.143E+08
7	36	994.8	7.722E+04	2.572E+08
8	42	1160.6	9.009E+04	3.000E+08
9	48	1326.4	1.030E+05	3.429E+08
10	54	1492.2	1.158E+05	3.858E+08
11	60	1658.0	1.287E+05	4.286E+08
12	66	1823.8	1.416E+05	4.715E+08
13	72	1989.6	1.544E+05	5.144E+08
14	78	2155.4	1.673E+05	5.572E+08
15	84	2321.2	1.802E+05	6.001E+08
16	90	2487.0	1.930E+05	6.430E+08
17	96	2652.8	2.059E+05	6.858E+08
18	102	2818.6	2.188E+05	7.287E+08
19	264	2984.4	5.663E+05	1.886E+09

燃 料 集 合 体				
中心から の本数	同円周 の本数	半 径 (mm)	\bar{A}' (mm ²)	\bar{I} (mm ⁴)
1	1	0.0	2.121E+03	4.838E+06
2	6	165.8	1.273E+04	2.903E+07
3	12	331.6	2.545E+04	5.806E+07
4	18	497.4	3.818E+04	8.708E+07
5	24	663.2	5.090E+04	1.161E+08
6	30	829.0	6.363E+04	1.451E+08
7	36	994.8	7.636E+04	1.742E+08
8	42	1160.6	8.908E+04	2.032E+08
9	48	1326.4	1.018E+05	2.322E+08
10	54	1492.2	1.145E+05	2.613E+08
11	60	1658.0	1.273E+05	2.903E+08
12	66	1823.8	1.400E+05	3.193E+08
13	72	1989.6	1.527E+05	3.483E+08
14	78	2155.4	1.654E+05	3.774E+08
15	84	2321.2	1.782E+05	4.064E+08
16	90	2487.0	1.909E+05	4.354E+08
17	96	2652.8	2.036E+05	4.644E+08
18	102	2818.6	2.163E+05	4.935E+08
19	264	2984.4	5.599E+05	1.277E+09

燃 料 集 合 体				
中心から の本数	同円周 の本数	半 径 (mm)	\bar{A}' (mm ²)	\bar{I} (mm ⁴)
1	1	0.0	5.768E+03	7.735E+06
2	6	165.8	3.461E+04	4.641E+07
3	12	331.6	6.922E+04	9.282E+07
4	18	497.4	1.038E+05	1.392E+08
5	24	663.2	1.384E+05	1.856E+08
6	30	829.0	1.730E+05	2.320E+08
7	36	994.8	2.076E+05	2.785E+08
8	42	1160.6	2.423E+05	3.249E+08
9	48	1326.4	2.769E+05	3.713E+08
10	54	1492.2	3.115E+05	4.177E+08
11	60	1658.0	3.461E+05	4.641E+08
12	66	1823.8	3.807E+05	5.105E+08
13	72	1989.6	4.153E+05	5.569E+08

表 3.2 SUS316のヤング率、ポアソン比、線膨張係数

温 度 (℃)	ヤング係数 (kg/mm ²)	ポアソン比	線膨張係数 (1/℃)
20	1.98×10^4	0.266	15.15×10^{-6}
50	1.96×10^4	0.268	15.65×10^{-6}
100	1.94×10^4	0.272	16.48×10^{-6}
150	1.91×10^4	0.275	17.22×10^{-6}
200	1.88×10^4	0.279	17.85×10^{-6}
250	1.84×10^4	0.283	18.36×10^{-6}
300	1.80×10^4	0.287	18.79×10^{-6}
350	1.76×10^4	0.291	19.19×10^{-6}
400	1.72×10^4	0.295	19.57×10^{-6}
450	1.67×10^4	0.298	19.93×10^{-6}
500	1.62×10^4	0.302	20.28×10^{-6}
550	1.57×10^4	0.306	20.60×10^{-6}
600	1.52×10^4	0.310	20.87×10^{-6}
650	1.47×10^4	0.314	21.09×10^{-6}

表 3.3 熱応力解析ステップ

ケース - 1			ケース - 2		
応力解析 ステップ	熱伝導解析 ステップ	時 刻 (sec)	応力解析 ステップ	熱伝導解析 ステップ	時 刻 (sec)
1	--	----	1	--	---
2	3	定常状態	2	3	定常状態
3	22	100.0	3	26	381.0
4	31	300.0	4	29	599.0
5	36	500.0	5	37	816.0
6	48	750.0	6	46	1007.0
7	59	1000.0	7	49	1198.0
8	61	1260.0	8	55	1851.0
9	65	2000.0	9	60	2363.0

注) 第一ステップは自重のみのケース

表 3.4 モデル - 4、5 の強制変位量

応力解析 ステップ	ケース - 1				ケース - 2			
	熱伝導解析 ステップ	時 刻 (sec)	温 度 (℃)	変 位 (mm)	熱伝導解析 ステップ	時 刻 (sec)	温 度 (℃)	変 位 (mm)
1	3	定常状態	360.48	23.24	3	定常状態	360.48	23.26
2	22	100.0	361.29	23.31	26	381.0	365.02	23.59
3	31	300.0	364.96	23.58	29	599.0	372.34	24.14
4	36	500.0	371.27	24.06	37	816.0	388.63	25.37
5	48	750.0	397.43	26.05	46	1007.0	417.40	27.56
6	59	1000.0	447.59	29.89	49	1198.0	449.95	30.09
7	61	1260.0	500.14	34.01	55	1851.0	514.75	35.17
8	65	2000.0	573.25	39.86	60	2363.0	530.41	36.41

表3.5 炉心上部支持板半径方向変位量 (熱過渡ケース-1)

応力解析 ステップ	時刻 (SEC)	温度 (℃)	炉心上部支持板半径方向変位量 (mm)							
			自由膨張 変位量 *1)	モデル-1	モデル-2	モデル-3	モデル-4	モデル-4 *2)	モデル-5	モデル-5 *2)
2	定常	360	19.96	19.93	19.92	19.92	19.98	19.95	19.98	19.95
3	100	360	0.0	0.0	0.01	0.0	0.01	0.01	0.02	0.01
4	300	361.8	0.11	0.11	0.11	0.12	0.21	0.12	0.20	0.17
5	500	368.8	0.56	0.55	0.55	0.56	0.55	0.44	0.56	0.52
6	750	489.0	8.52	8.43	8.44	8.45	4.86	4.74	4.91	4.85
7	1000	599.0	16.09	16.05	16.09	16.09	9.98	9.86	10.13	10.06
8	1260	610.7	16.91	16.89	16.91	16.92	12.46	12.34	12.50	12.44
9	2000	604.0	16.43	16.45	16.46	16.46	15.10	15.04	15.07	15.07

*1) 炉心上部支持板を各時刻の温度で自由膨張させた場合の変位量

*2) 本モデルは端点で強制変位を与えた場合の変位量

*3) 解析ステップ3以降の変位量は定常時との相対変位量を示す

表 3.6 炉心上部支持板のたわみ量 (熱過渡ケース-1)

応力解析 ステップ	時刻 (SEC)	温度 (℃)	モデル - 1		モデル - 2		モデル - 3	
			最外節点(121)	中心節点(301)	最外節点(121)	中心節点(301)	最外節点(121)	中心節点(301)
			軸方向絶対変位	軸方向相対変位	軸方向絶対変位	軸方向相対変位	軸方向絶対変位	軸方向相対変位
1	自重	20	-1.101	-4.984	-1.101	-6.508	-0.609	-6.508
2	定常	360	-87.352	-6.758	-87.352	-7.437	-16.261	-7.437
3	100	360	-95.231	-6.731	-95.231	-7.402	-17.323	-7.404
4	300	361.8	-111.758	-6.125	-111.756	-6.584	-19.037	-6.584
5	500	368.8	-117.521	-5.349	-117.521	-5.633	-19.523	-5.633
6	750	489.0	-119.730	-0.871	-119.729	-1.307	-22.977	-1.307
7	1000	599.0	-121.537	-0.821	-121.535	-1.868	-27.192	-1.868
8	1260	610.7	-121.144	-4.914	-121.142	-6.761	-28.096	-6.761
9	2000	604.0	-119.016	-7.437	-119.016	-8.255	-26.443	-8.255

*1) 相対変位は最外節点との絶対変位量の差を示す

表 3.7 炉心上部支持板半径方向変位量 (熱過渡ケース-2)

応力解析 ステップ	時刻 (SEC)	温度 (℃)	炉心上部支持板半径方向変位量 (mm)							
			自由膨張 変位量 *1)	モデル-1	モデル-2	モデル-3	モデル-4	モデル-4 *2)	モデル-5	モデル-5 *2)
2	定常	360	19.95	19.93	19.92	19.92	19.98	19.95	19.98	19.95
3	381	363	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.16	0.26	0.21
4	599	378	1.17	1.12	1.13	1.13	0.77	0.72	0.84	0.79
5	816	445	5.58	5.53	5.53	5.53	3.23	3.16	3.30	3.23
6	1007	530	11.32	11.29	11.31	11.31	6.79	6.70	6.91	6.82
7	1198	557	13.18	13.17	13.20	13.20	8.86	8.81	8.96	8.91
8	1851	544	12.28	13.28	12.29	12.29	10.94	10.91	10.95	10.93
9	2363	546	12.42	12.40	12.41	12.41	11.65	11.75	11.67	11.76

*1) 炉心上部支持板を各時刻の温度で自由膨張させた場合の変位量

*2) 本モデルは端点で強制変位を与えた場合の変位量

*3) 解析ステップ3以降の変位量は定常時との相対変位量を示す

表 3.8 炉心上部支持板のたわみ量 (熱過渡ケース-2)

応力解析 ステップ	時刻 (SEC)	温度 (℃)	モデル - 1		モデル - 2		モデル - 3	
			最外節点(121)	中心節点(301)	最外節点(121)	中心節点(301)	最外節点(121)	中心節点(301)
			軸方向絶対変位	軸方向相対変位	軸方向絶対変位	軸方向相対変位	軸方向絶対変位	軸方向相対変位
1	自重	20	-1.101	-4.984	-1.101	-6.508	-0.609	-6.508
2	定常	360	-87.352	-6.758	-87.352	-7.437	-16.261	-7.437
3	381	363	-112.499	-6.005	-112.500	-6.445	-18.873	-6.445
4	599	378	-113.677	-4.921	-113.678	-5.236	-19.186	-5.236
5	816	445	-112.700	-2.513	-112.696	-2.952	-20.933	-2.952
6	1007	530	-112.624	-1.449	-112.623	-2.247	-23.918	-2.247
7	1198	557	-111.387	-3.501	-111.385	-4.833	-25.145	-4.833
8	1851	544	-107.723	-7.173	-107.723	-8.108	-23.756	-8.108
9	2363	546	-109.451	-7.254	-109.451	-7.878	-23.587	-7.878

*1) 相対変位は最外節点との絶対変位量の差を示す

表 3.9 炉心中央部最外周の半径方向変位量 (熱過渡ケース-1)

応力解析 ステップ	時刻 (SEC)	温度 (℃)	① モデル-1の変位量	② 自由膨張変位量	①/②	③ モデル-5の変位量	①/③
2	定 常	360	0.0	0.0	---	0.0	---
3	100	360	0.056	0.0	---	0.011	51.40
4	300	361.8	1.25	0.060	20.90	0.109	11.50
5	500	368.8	2.48	0.305	8.14	0.305	8.14
6	750	489.0	3.79	4.64	0.818	2.68	1.420
7	1000	599.0	1.29	8.76	0.147	5.52	0.234
8	1260	610.7	0.457	9.21	0.050	6.81	0.067
9	2000	604.0	4.68	8.95	0.522	8.21	0.570

注) 各変位量は定常時との相対変位量を示す

単位 [mm]

表 3.10 炉心中央部最外周の半径方向変位量 (熱過渡ケース-2)

応力解析 ステップ	時刻 (SEC)	温度 (℃)	① モデル-1の変位量	② 自由膨張変位量	①/②	③ モデル-5の変位量	①/③
2	定 常	360	0.0	0.0	---	0.0	---
3	381	363	1.38	0.109	12.70	0.142	9.74
4	599	378	2.61	0.637	4.10	0.458	5.70
5	816	445	3.28	3.04	1.08	1.80	1.83
6	1007	530	2.04	6.17	0.331	3.76	0.543
7	1198	557	0.247	7.18	0.034	4.88	0.051
8	1851	544	2.70	6.69	0.404	5.97	0.453
9	2363	546	4.51	6.77	0.667	6.36	0.710

注) 各変位量は定常時との相対変位量を示す

単位 [mm]

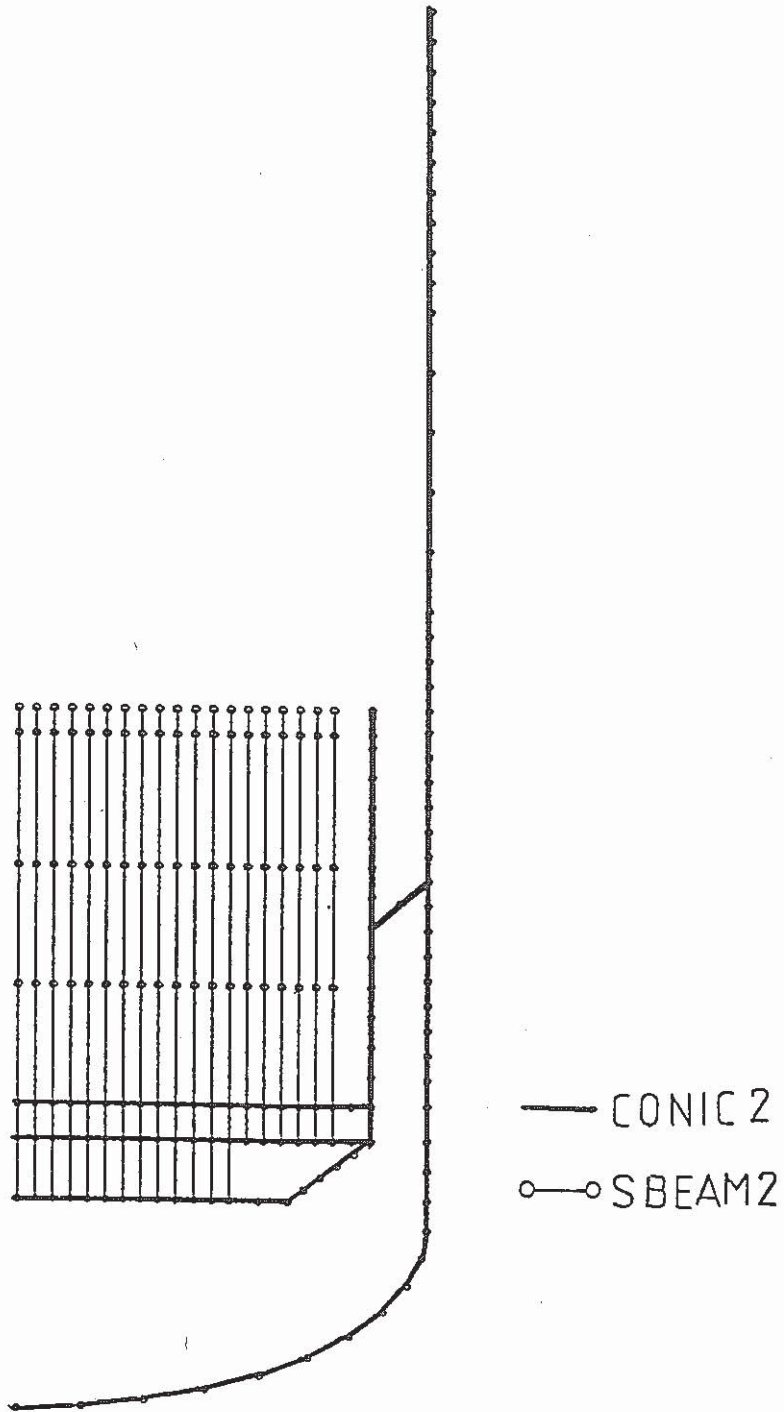


図 3. 1 熱応力解析使用要素モデル全体図

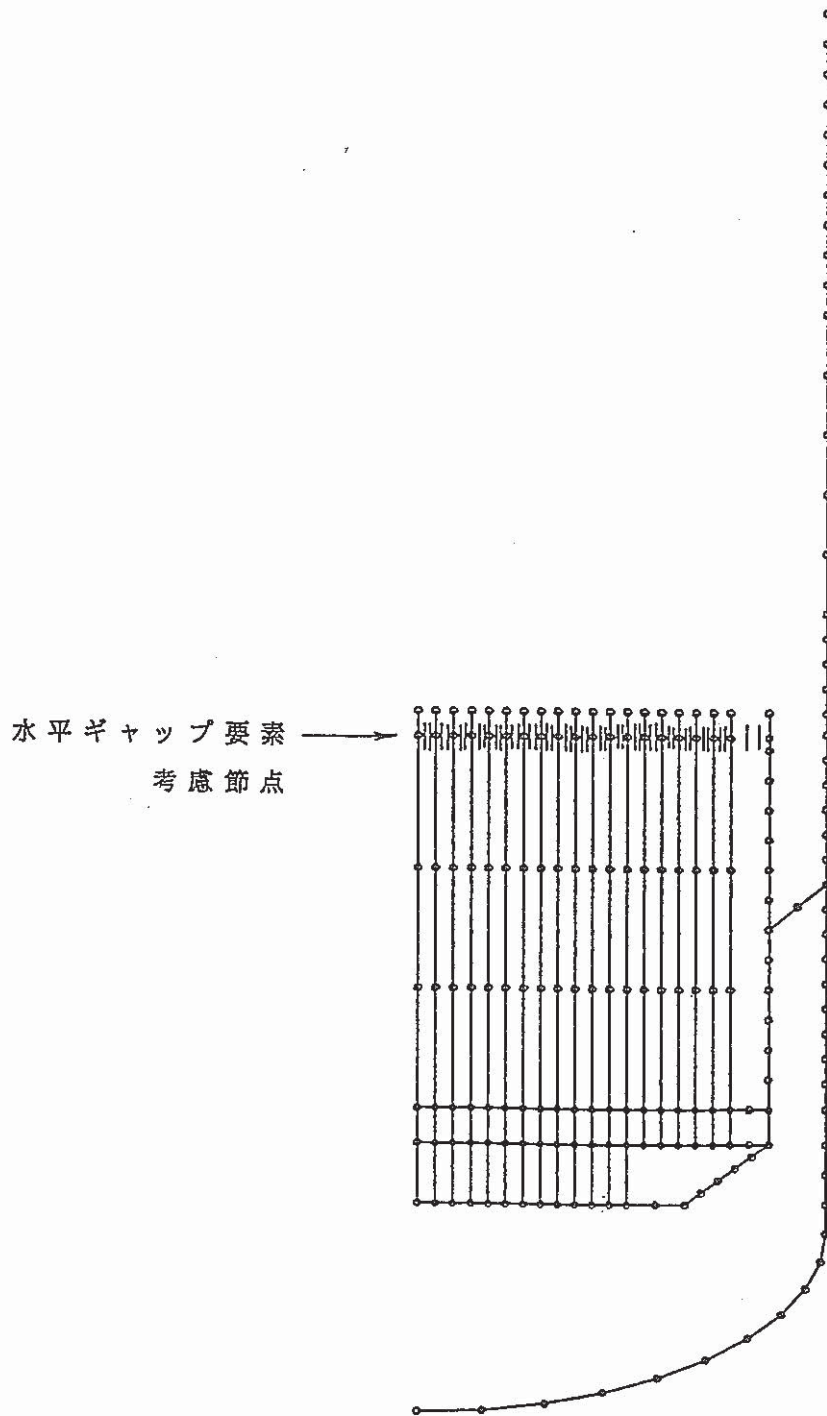


図3.2 熱応力解析モデル図 (モデル-1)

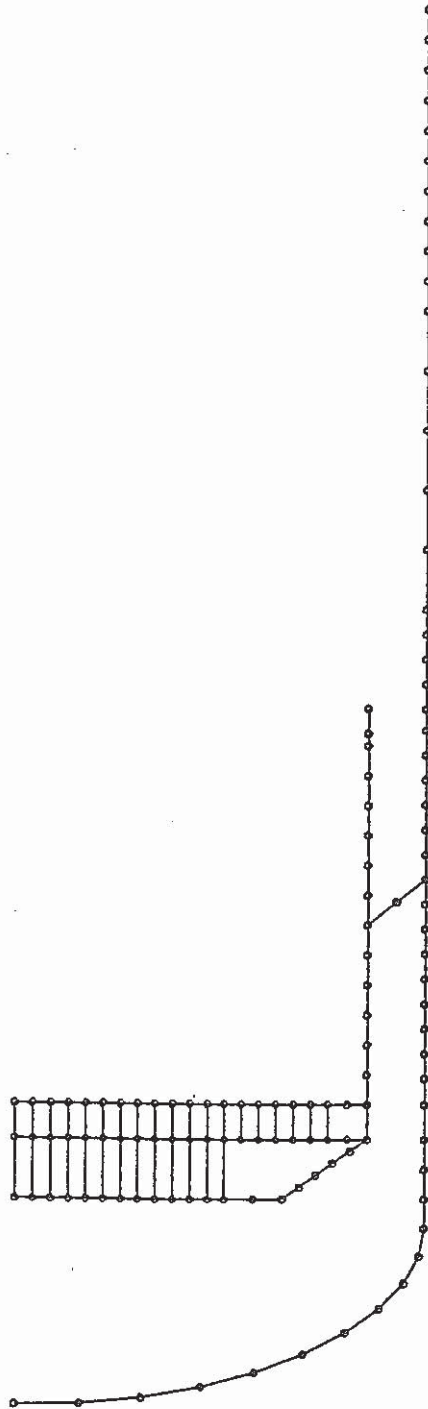


図3.3 熱応力解析モデル図 (モデル-2)

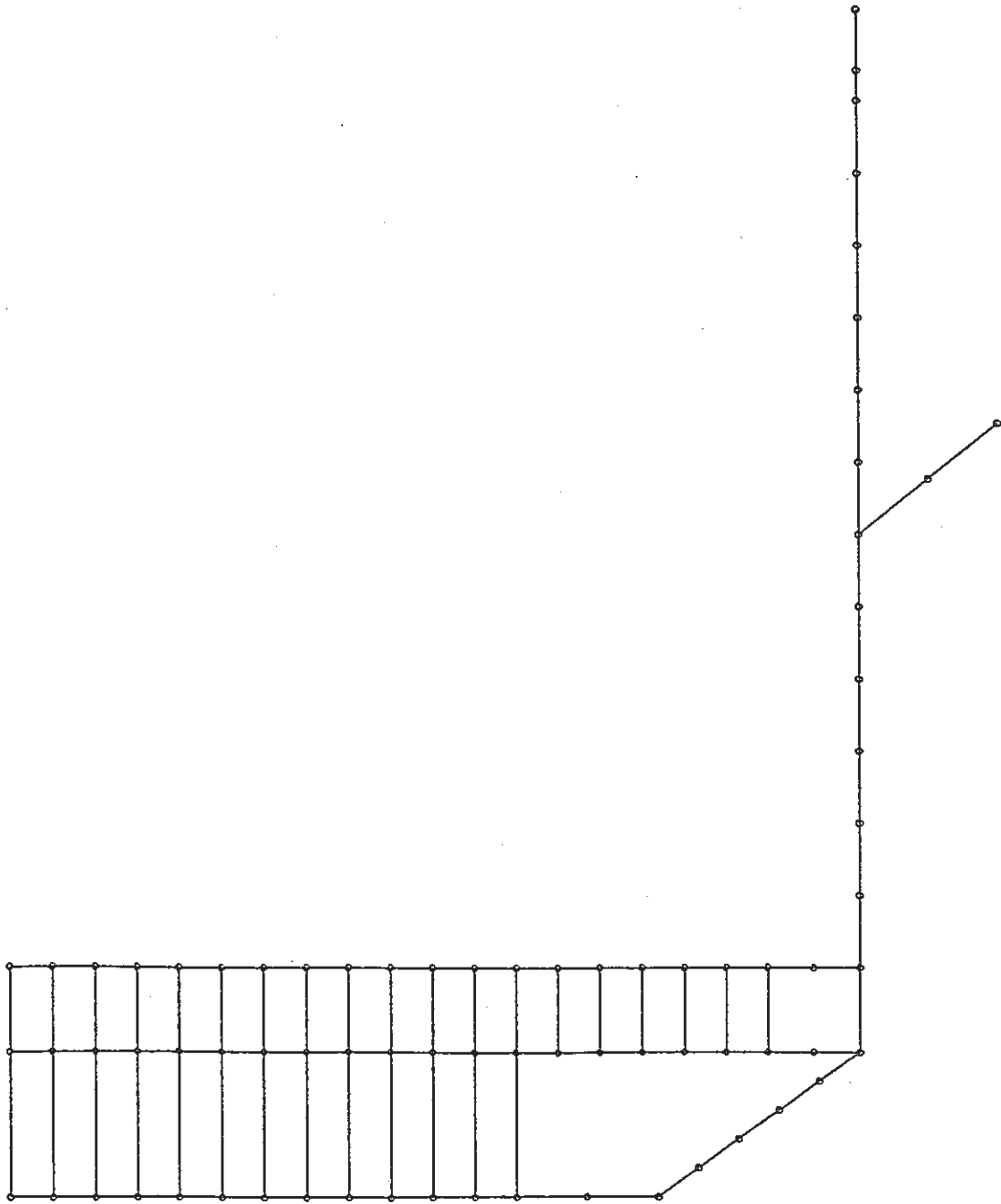


図3.4 熱応力解析モデル図 (モデル-3)

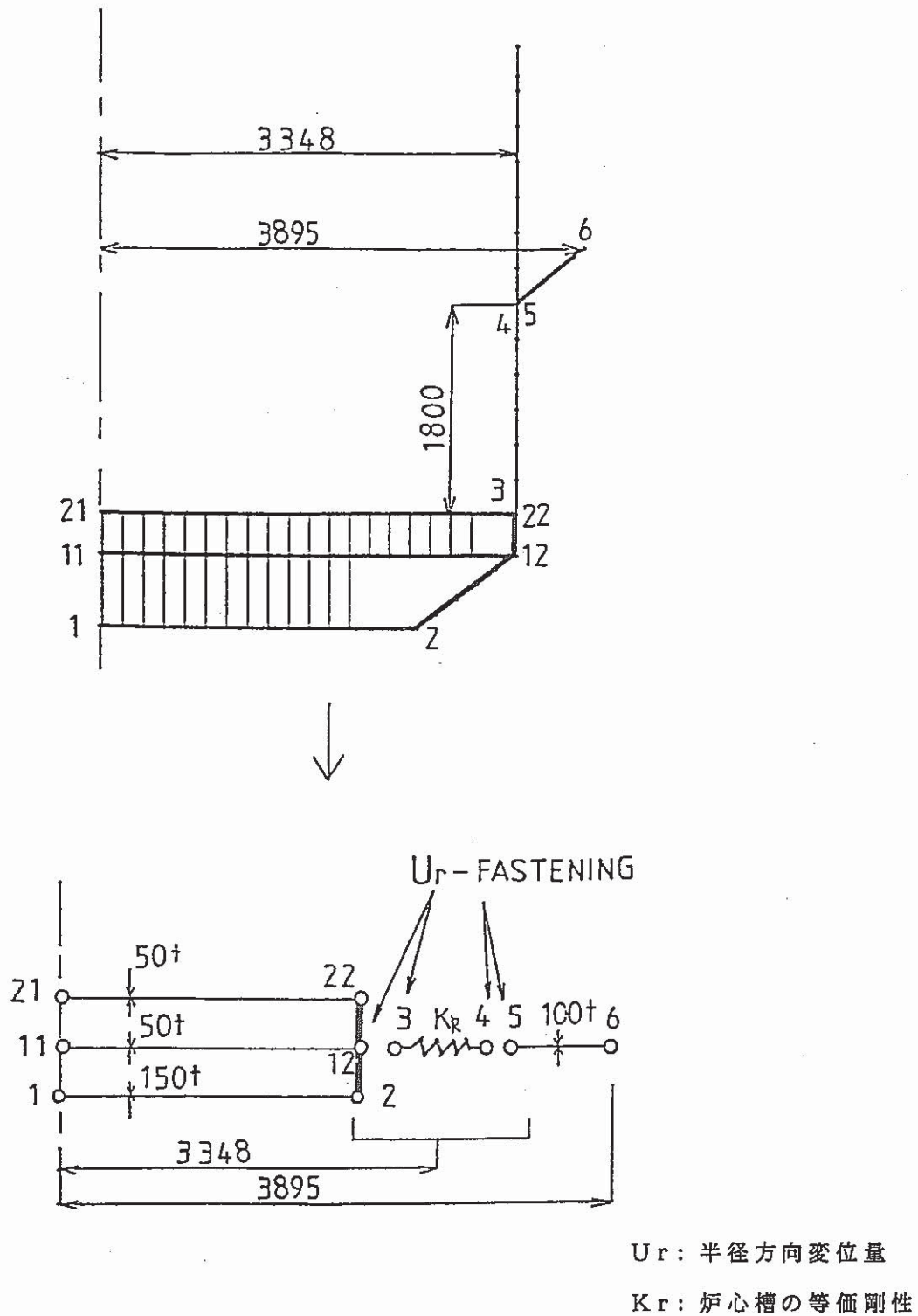


図3.5 熱応力解析モデル図 (モデル-4)

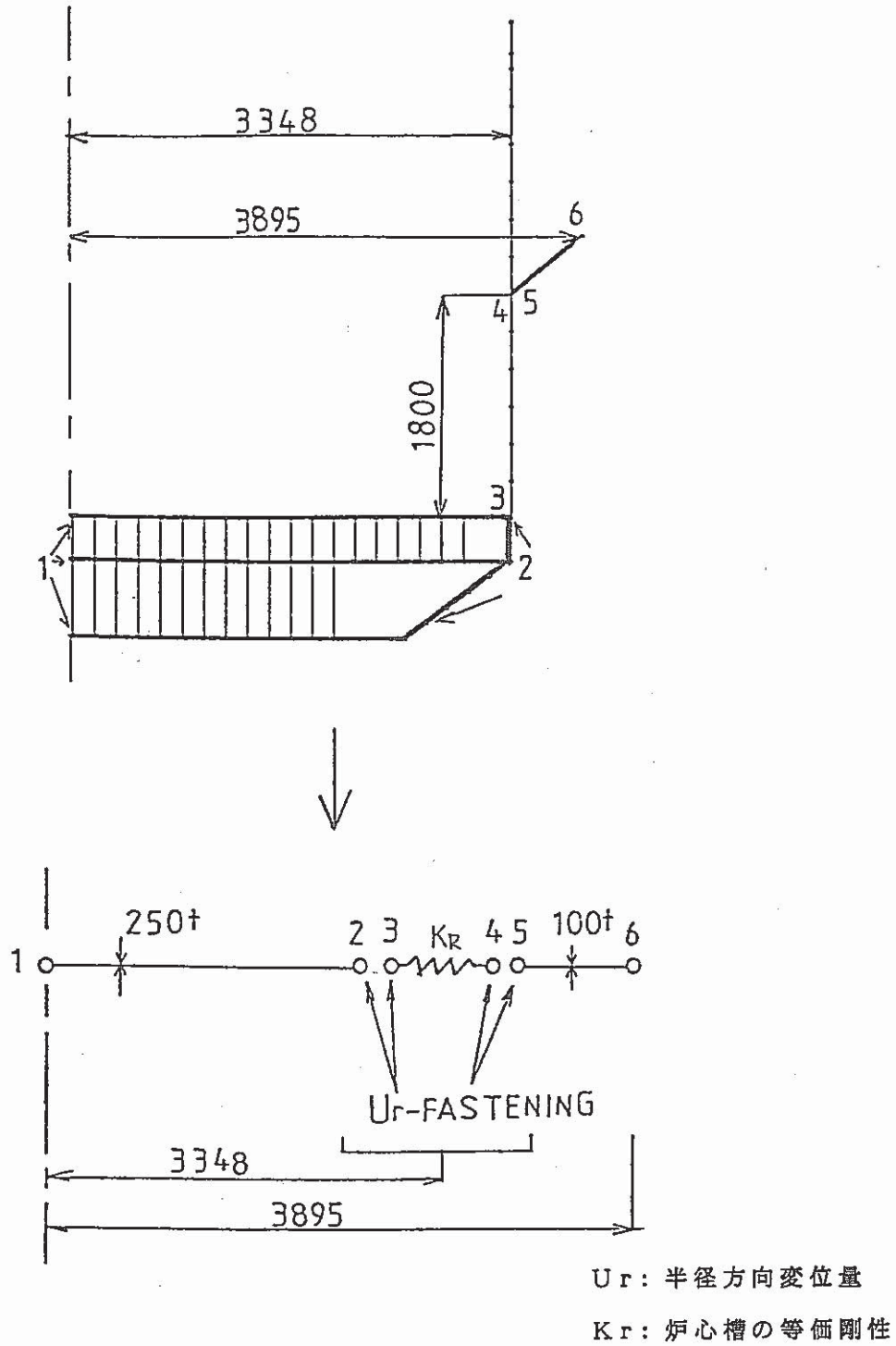
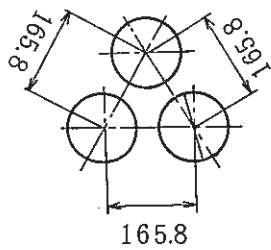
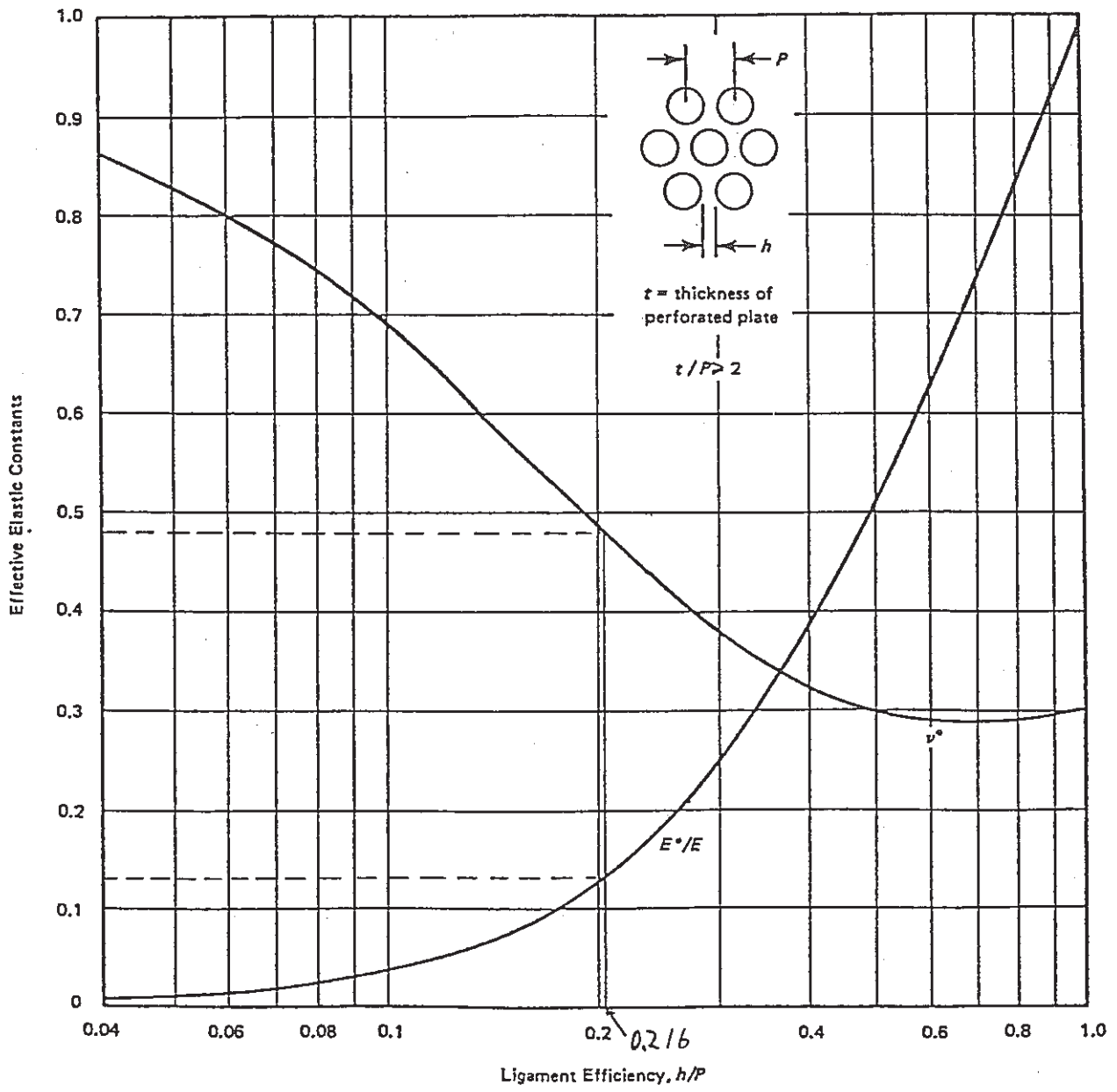
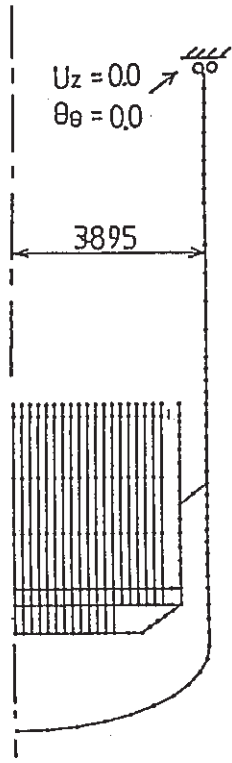


図3.6 熱応力解析モデル図 (モデル-5)

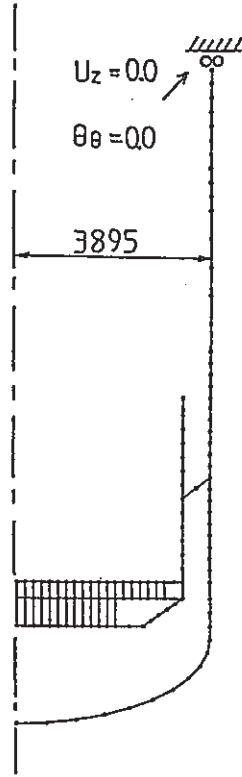


上部支持板
穴配置図

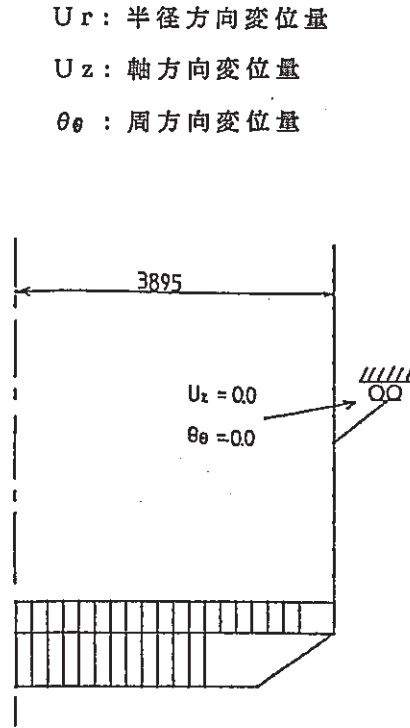
図3.7 リガメント効率



モデル - 1

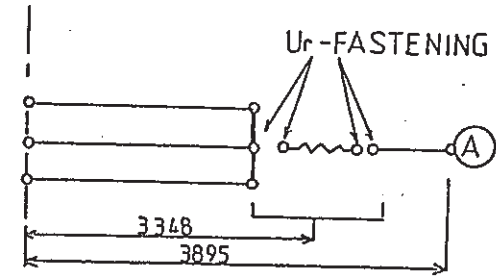


モデル - 2

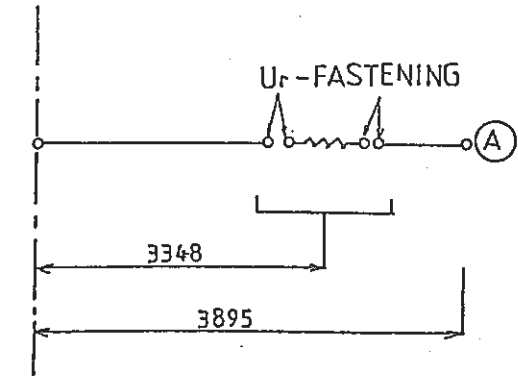


モデル - 3

U_r : 半径方向変位量
 U_z : 軸方向変位量
 θ_θ : 周方向変位量



モデル - 4



モデル - 5

モデル - 4、5 については 炉容器との接続点 A で

$$U_r = \text{free}$$

$$U_r = \gamma \cdot \alpha \cdot (T_A - T_{\text{ref}})$$

の 2 ケースを解析する。ここで γ : SUS316 の比重量

α : SUS316 の線膨張係数

T_A : 節点 A の温度

T_{ref} : 参照温度 (20°C)

図 3.8 熱応力解析境界条件

- ： 集合体節点 U_r ： 半径方向変位量
- ： 支持板および底板の節点 U_z ： 軸方向変位量
- △： 連結管および支持柱の節点 θ ： 周方向変位量

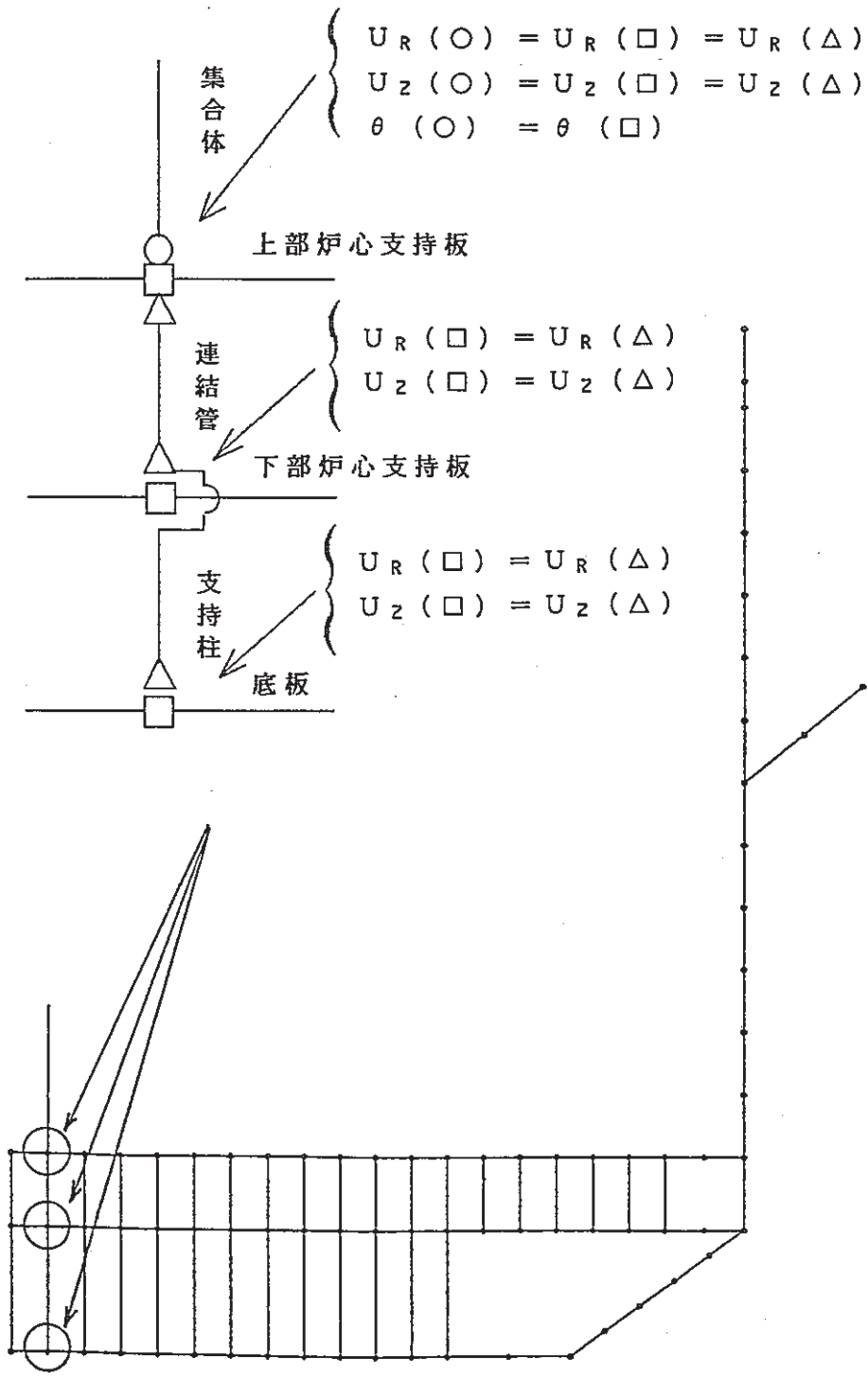


図 3.9 燃料集合体、連結管、支持柱の結合条件

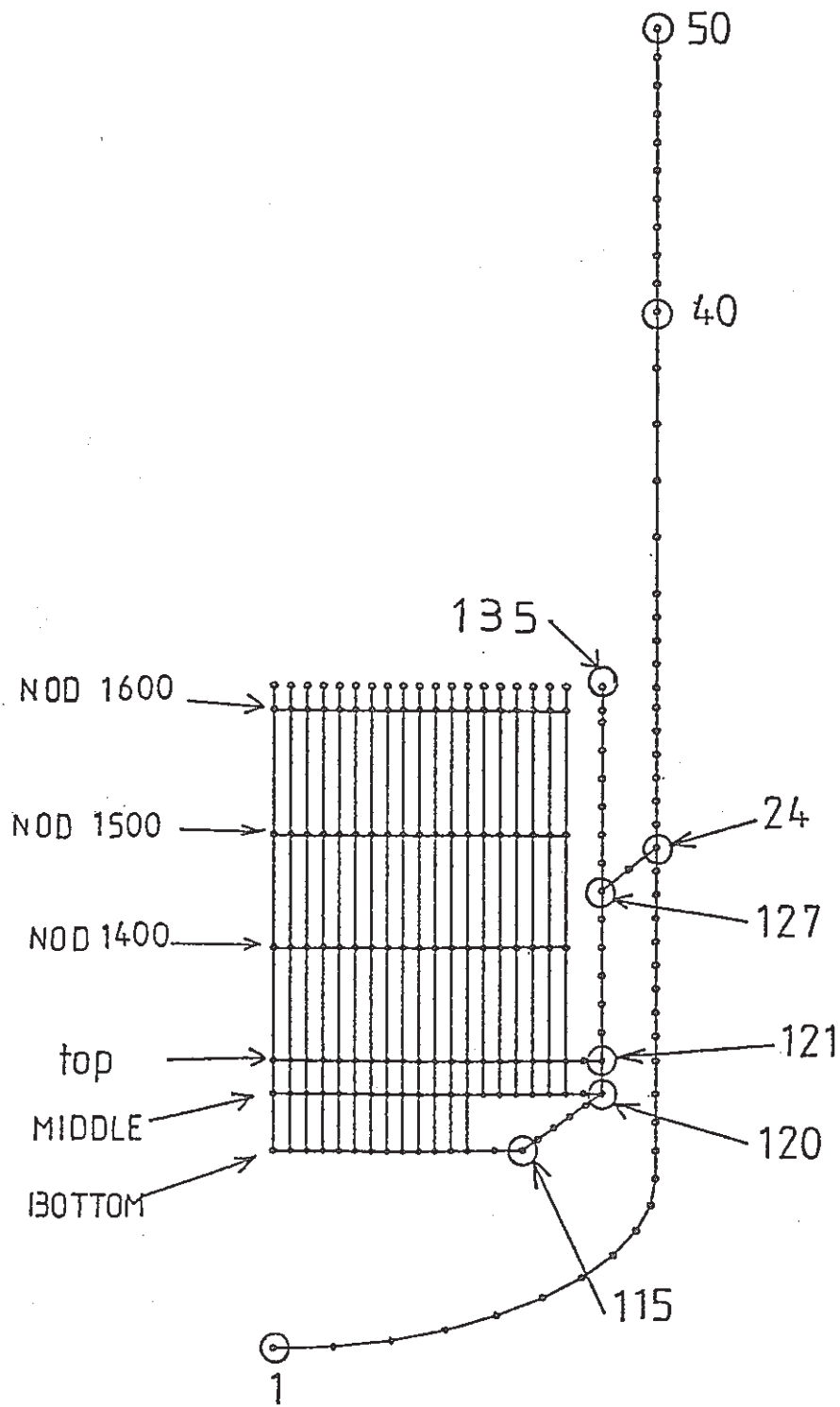


図3.10 熱応力解析結果の評価ライン、評価節点

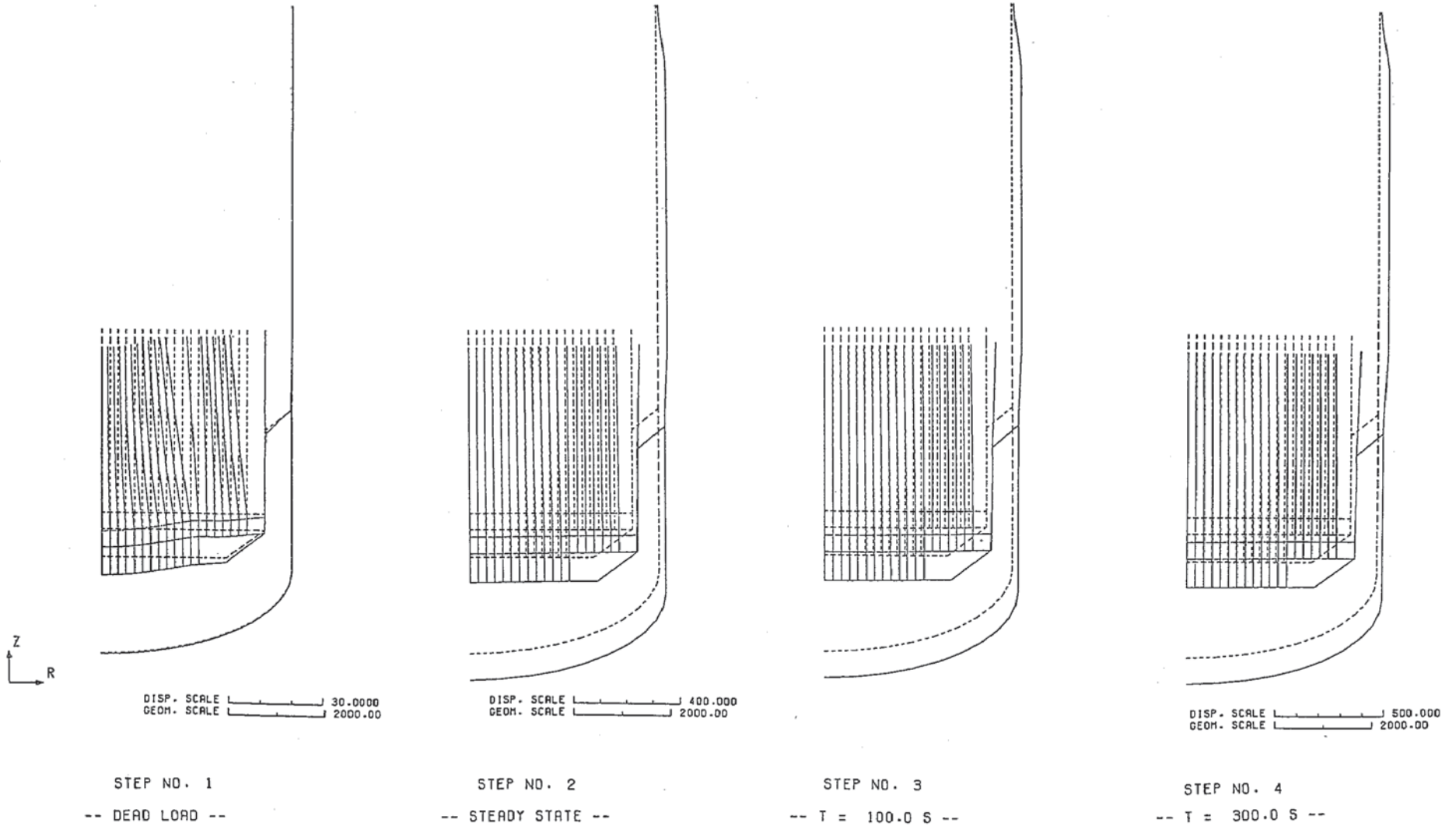


図3.11(a) 全体モデルの変形挙動 (モデル-1、熱過渡ケース1)

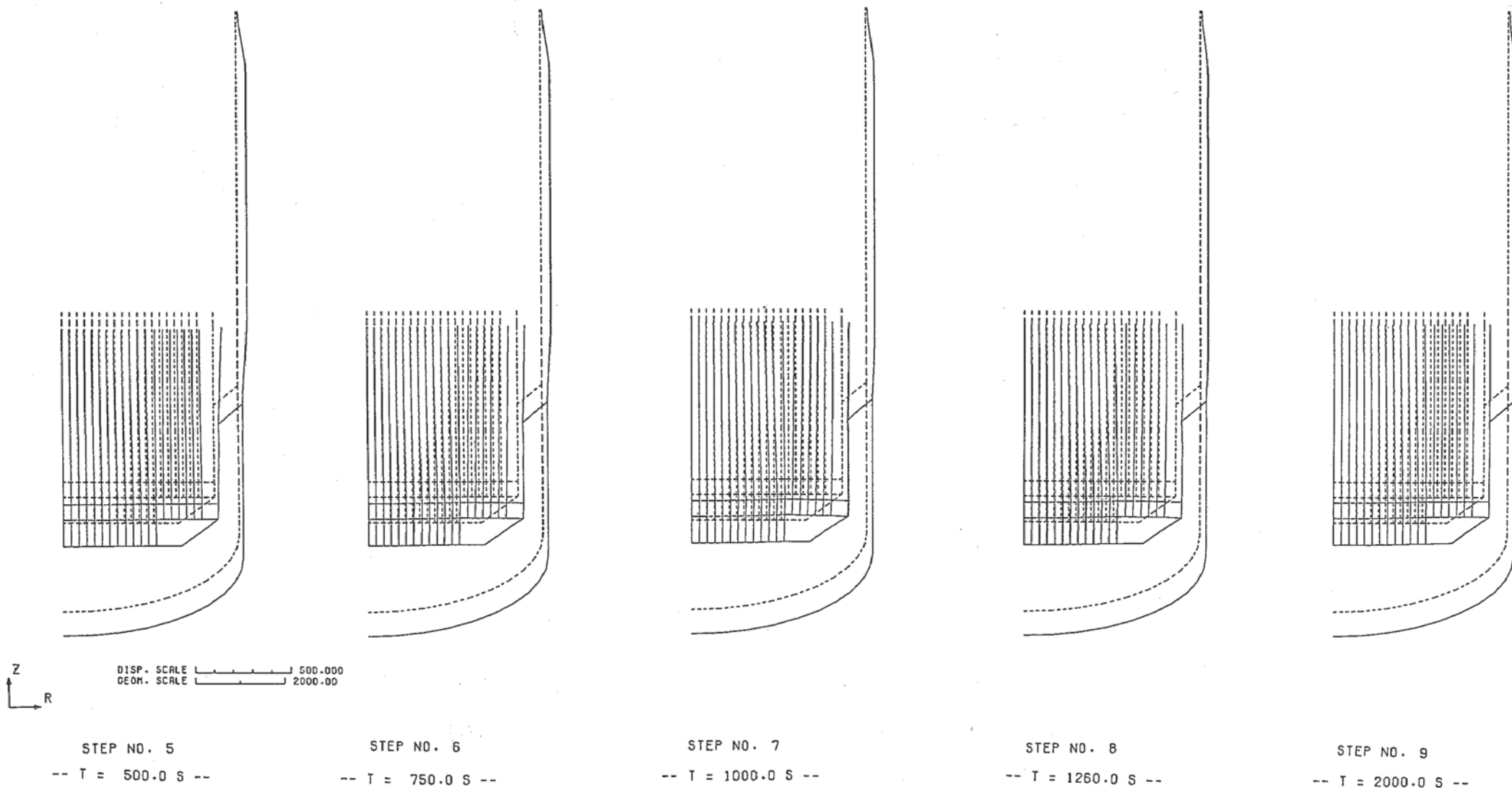
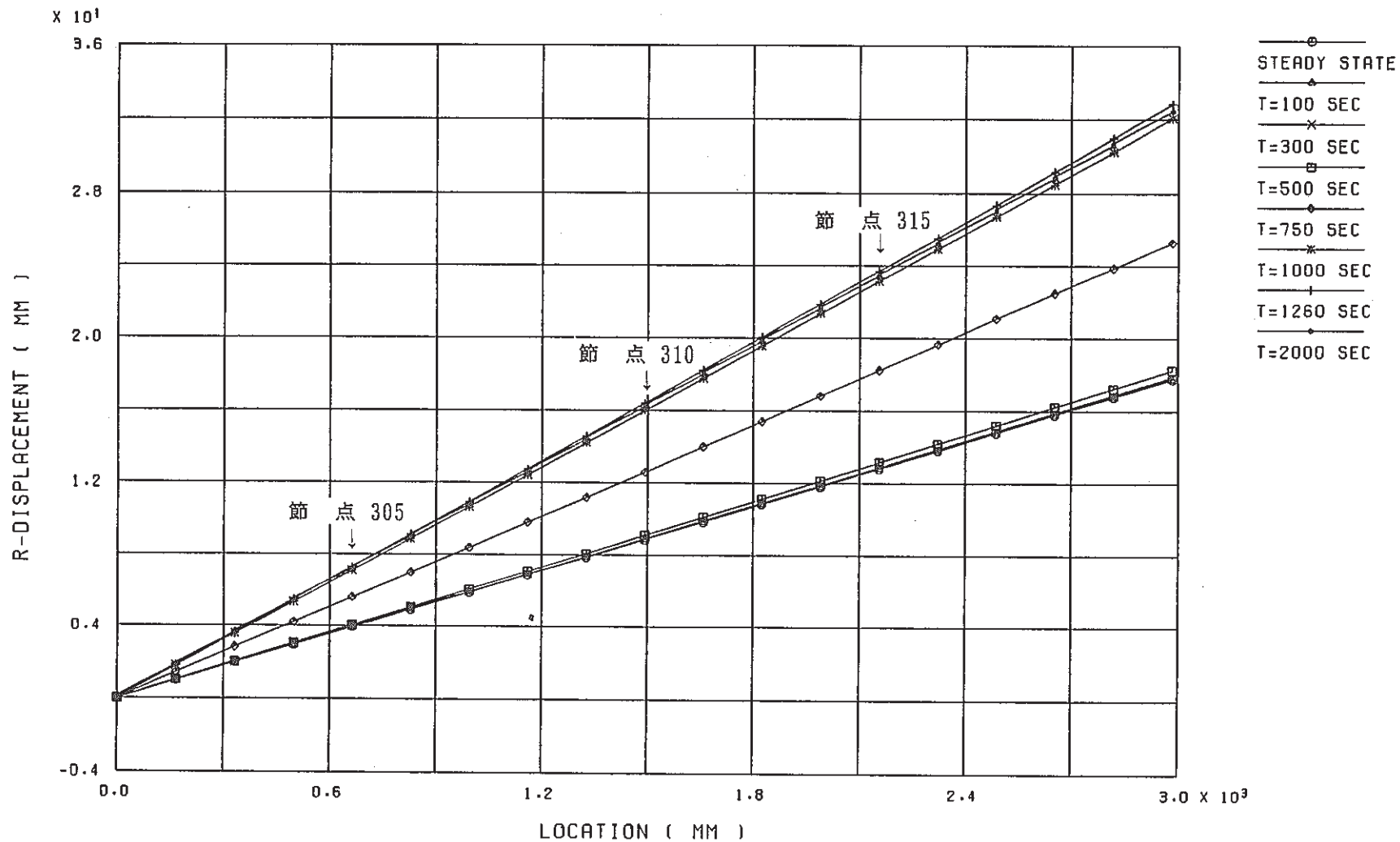
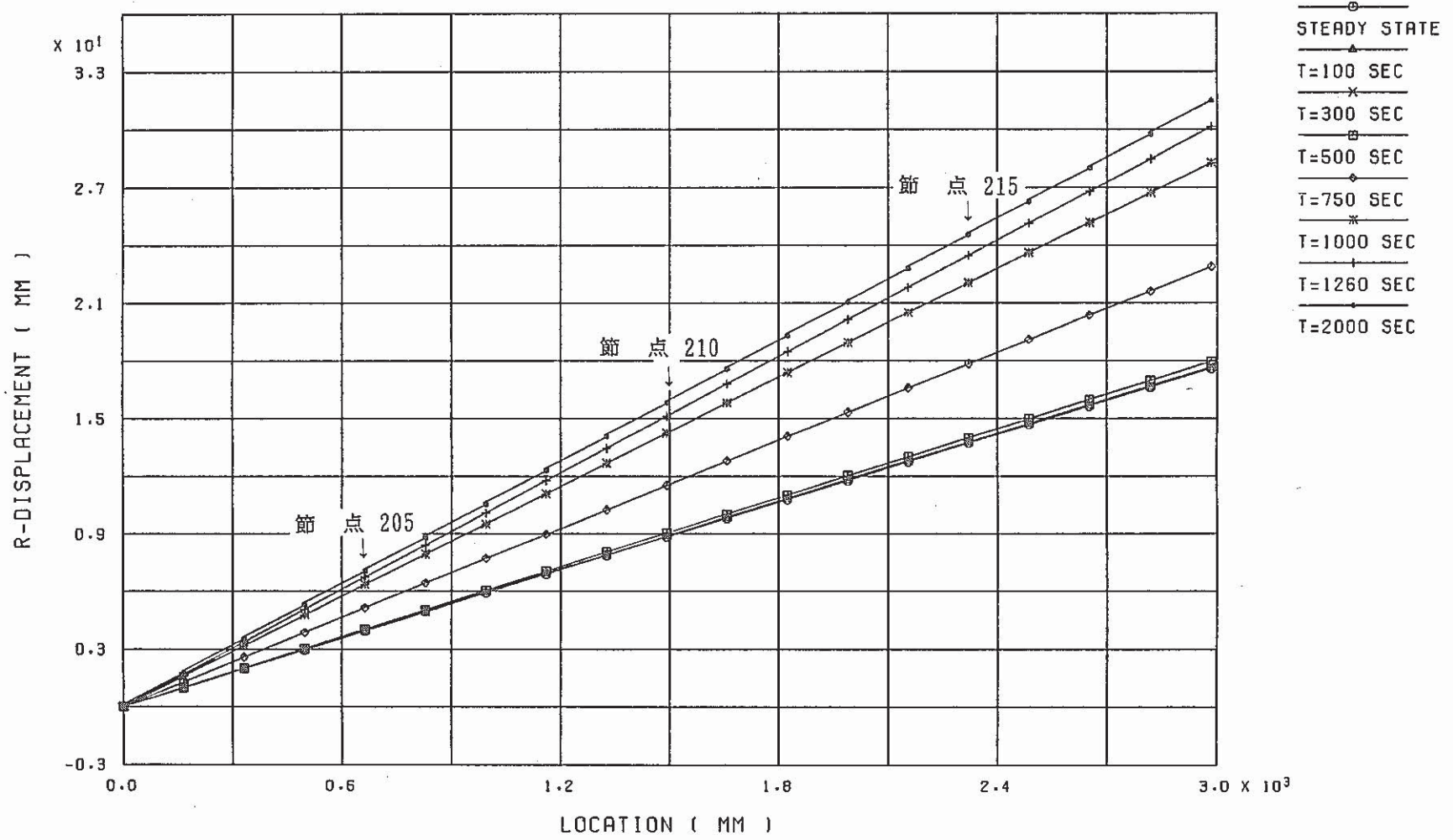


図3.11(b) 全体モデルの変形挙動 (モデル-1、熱過渡ケース1)



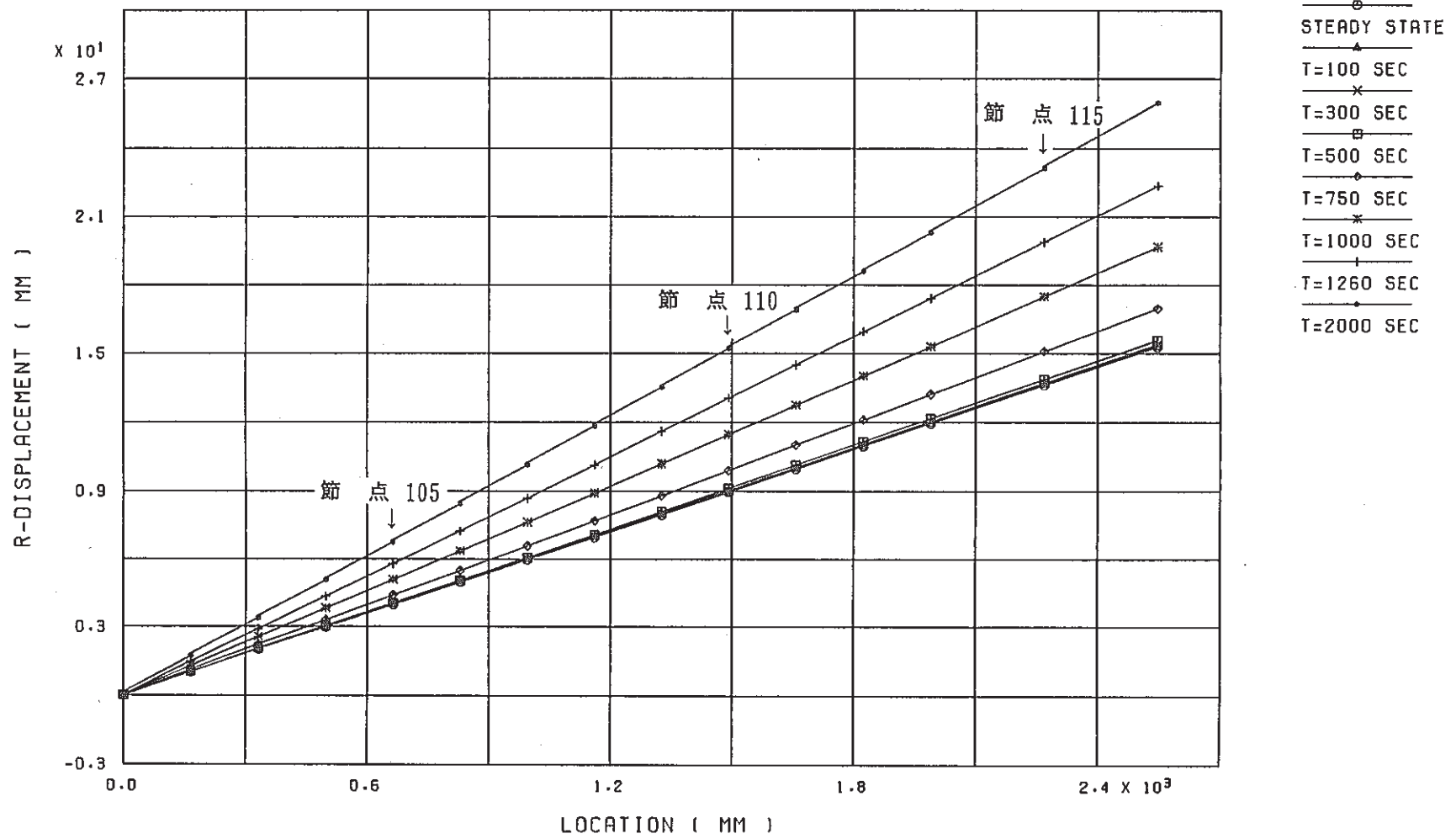
DOGATAR-RO DISPLACEMENT OF TOP PLATE (CASE-1 MODEL-1)

図3.12 上部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース1、モデル1)



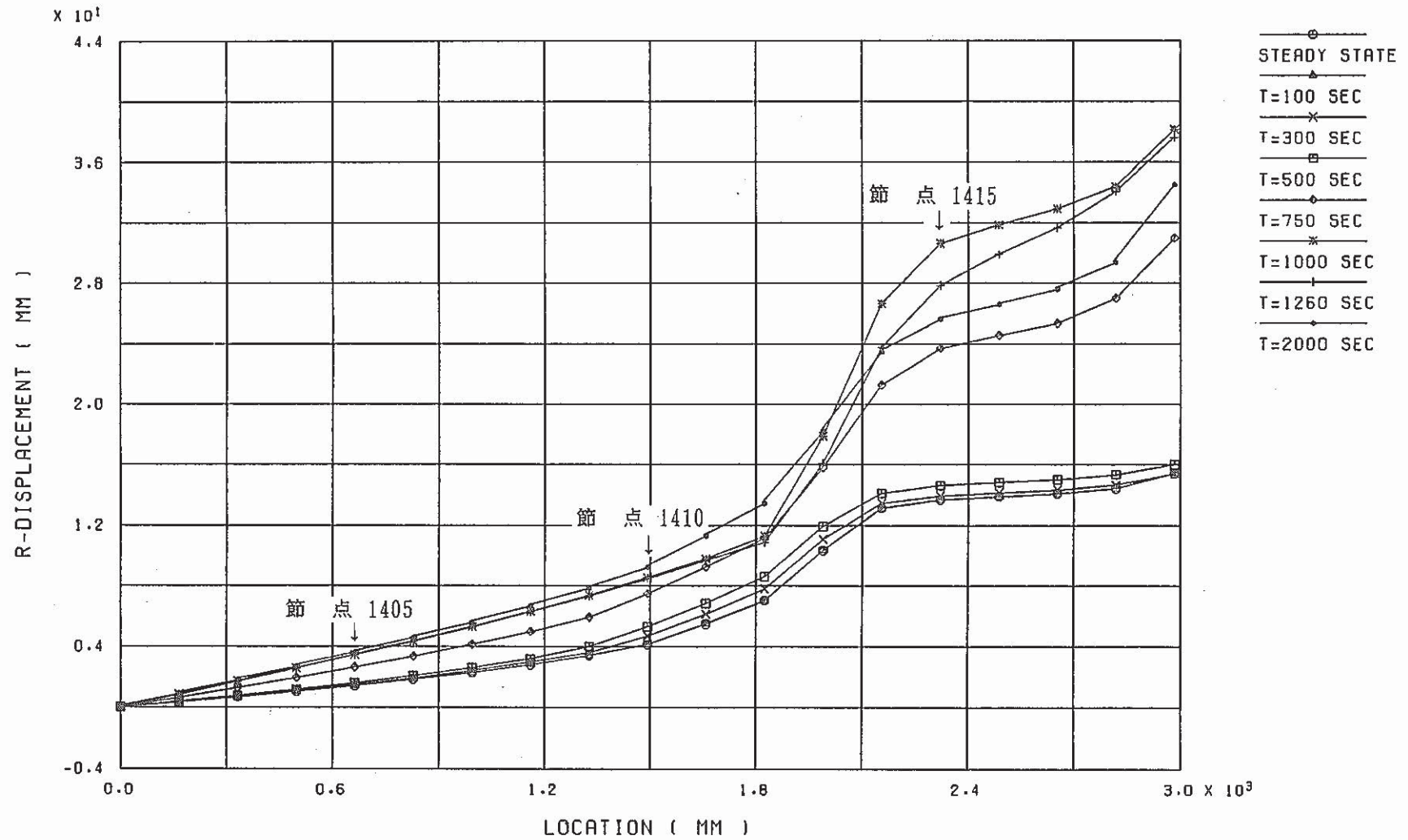
OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF MID PLATE (CASE-1 MODEL-1)

図3.13 下部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース1、モデル1)



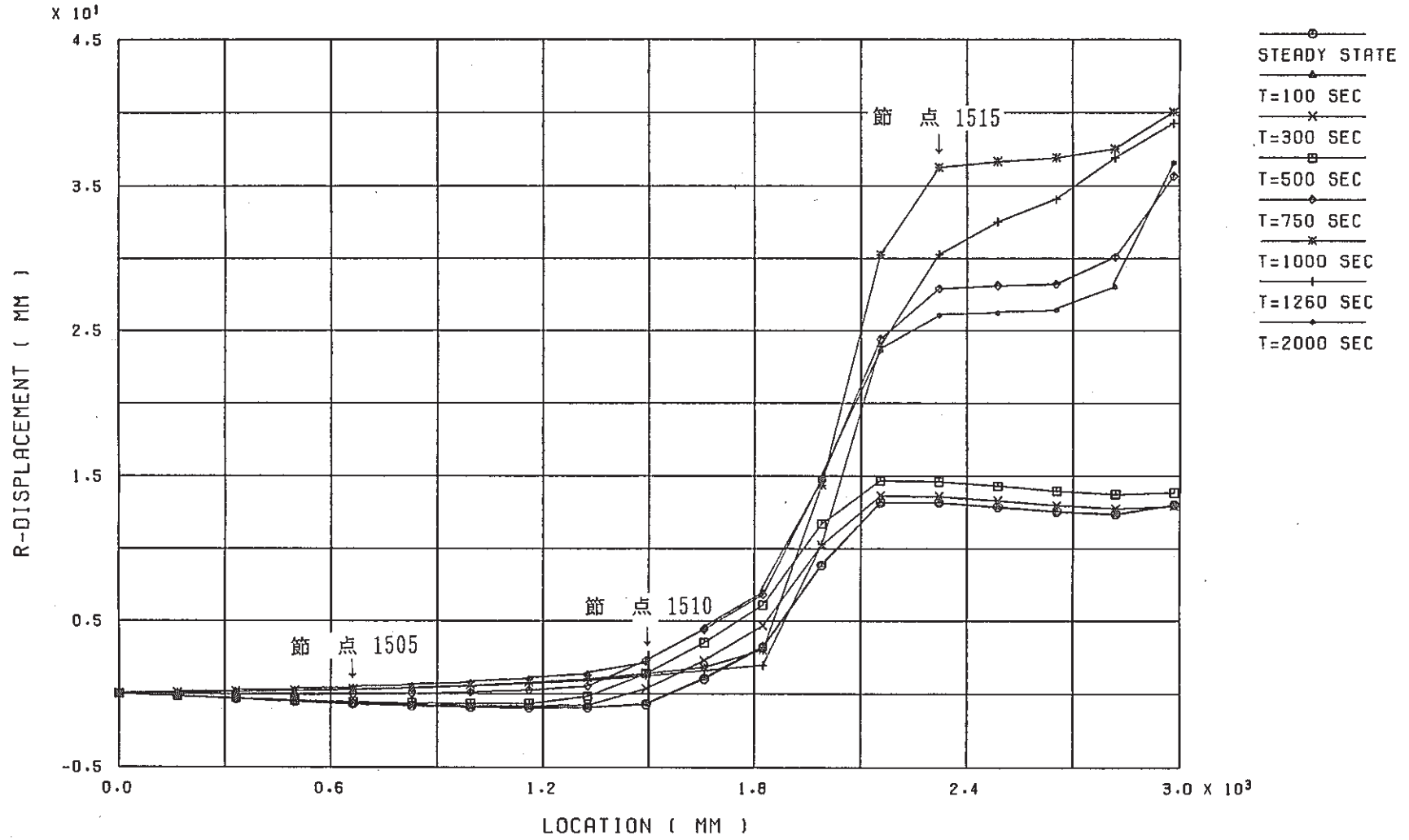
DOGATAR-RO DISPLACEMENT OF BOTTOM PLATE (CASE-1 MODEL-1)

図 3.14 底板の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)



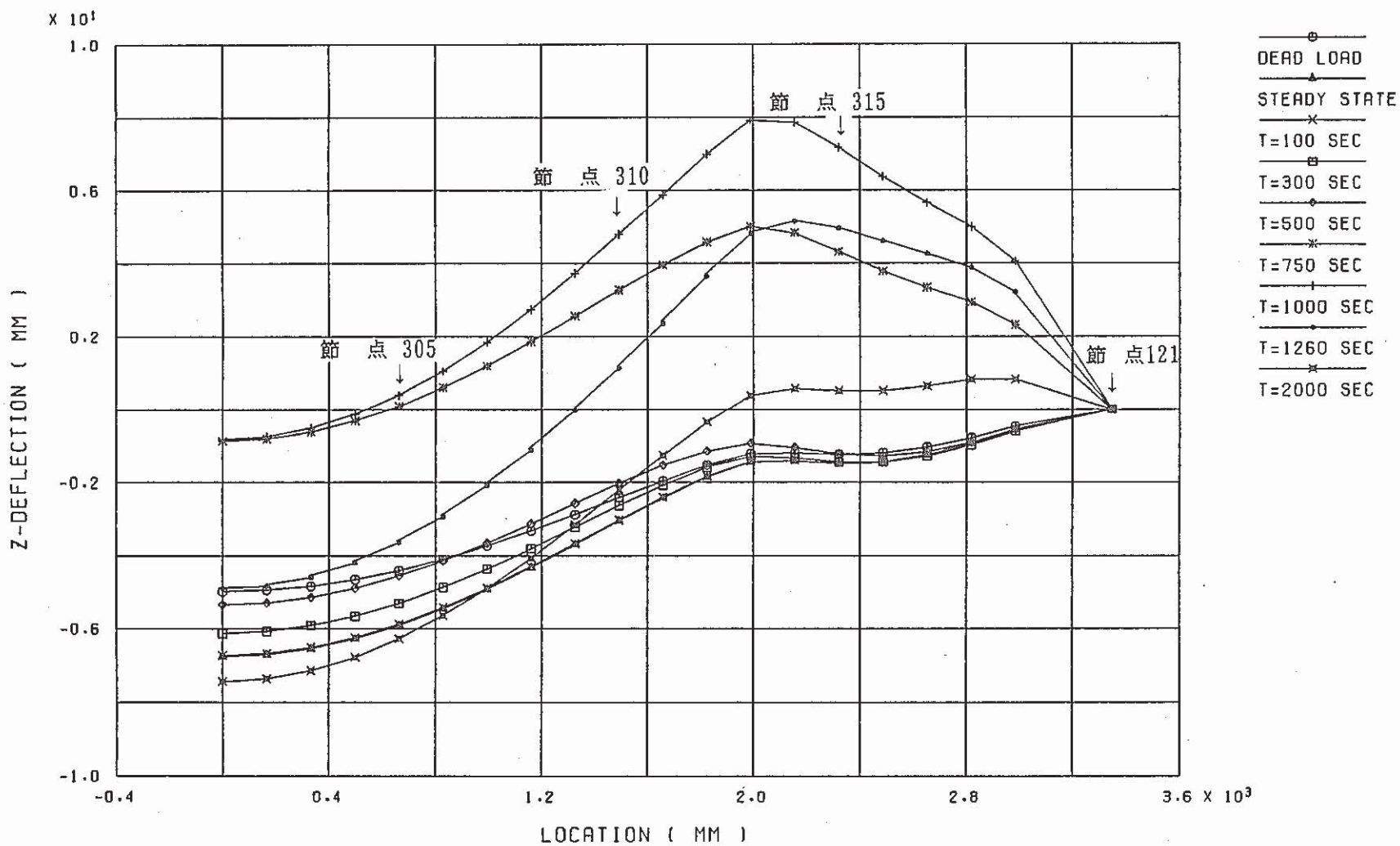
DOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1400 (CASE-1 MODEL-1)

図 3.15 炉心下端の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 1)



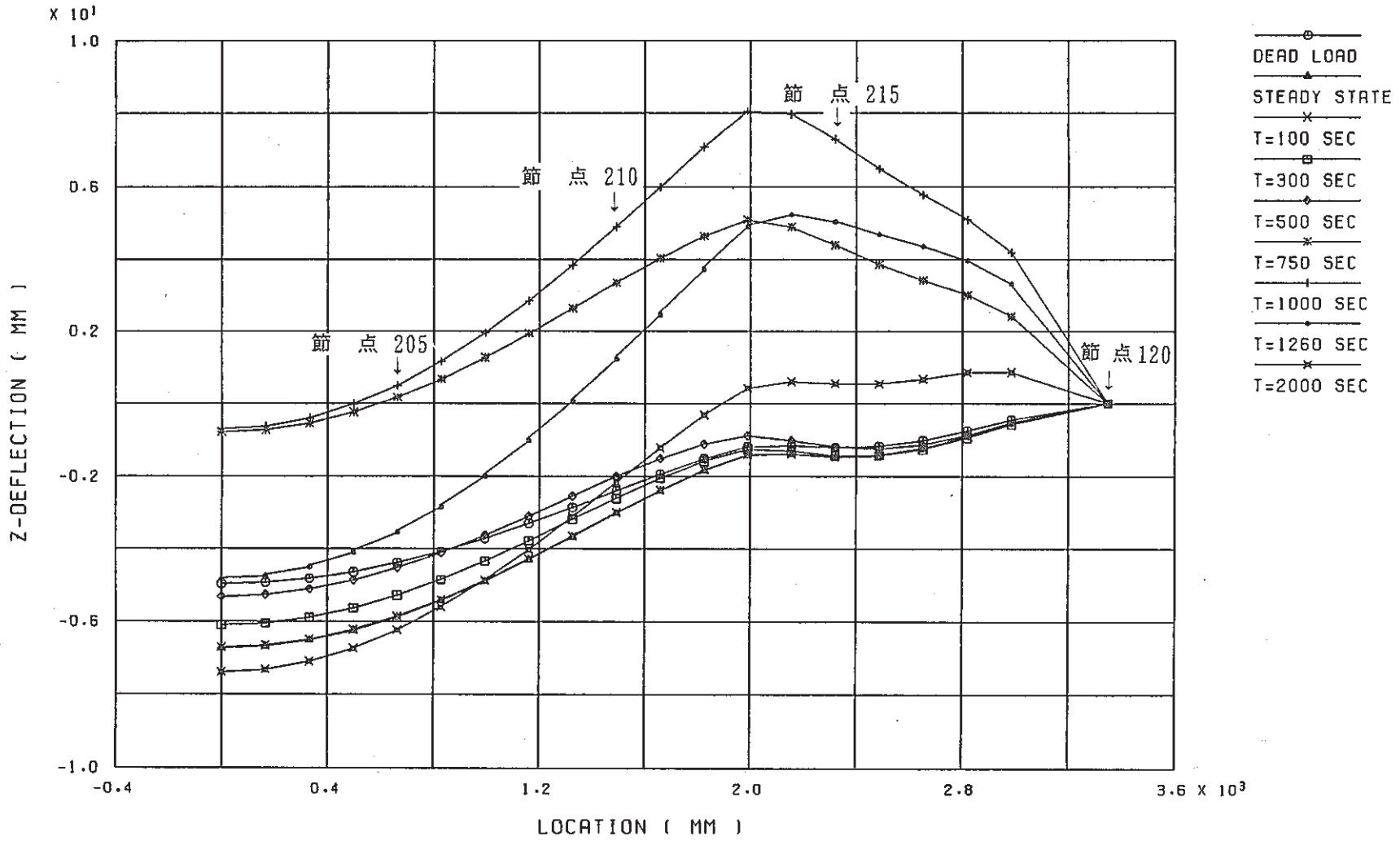
DOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1500 (CASE-1 MODEL-1)

図3.16 炉心上部の半径方向変位量 (ケース1、モデル1)



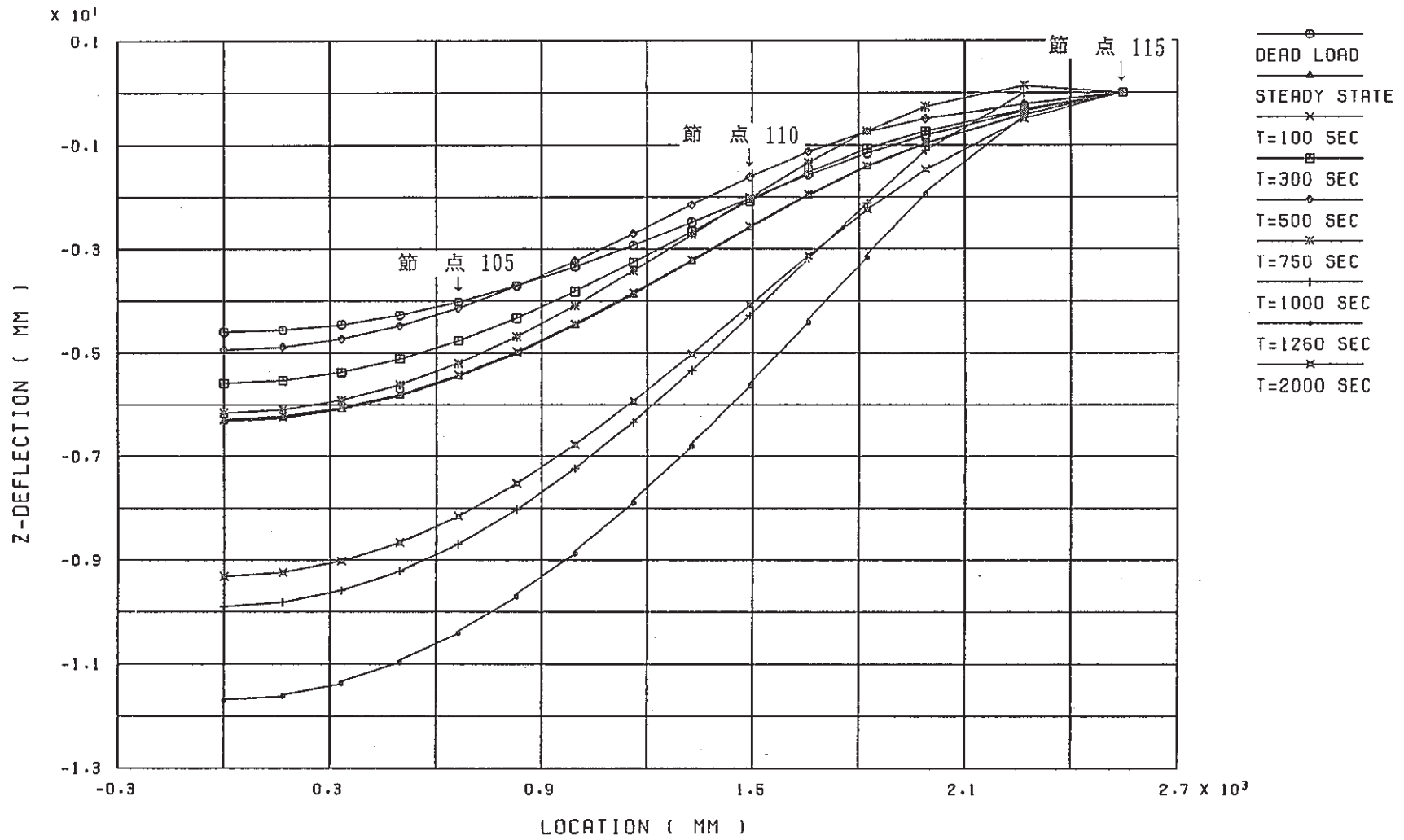
OOGATA-RO Z-DEFLECTION TOP PLATE (CASE-1 MODEL-1)

図3.17 上部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル1)



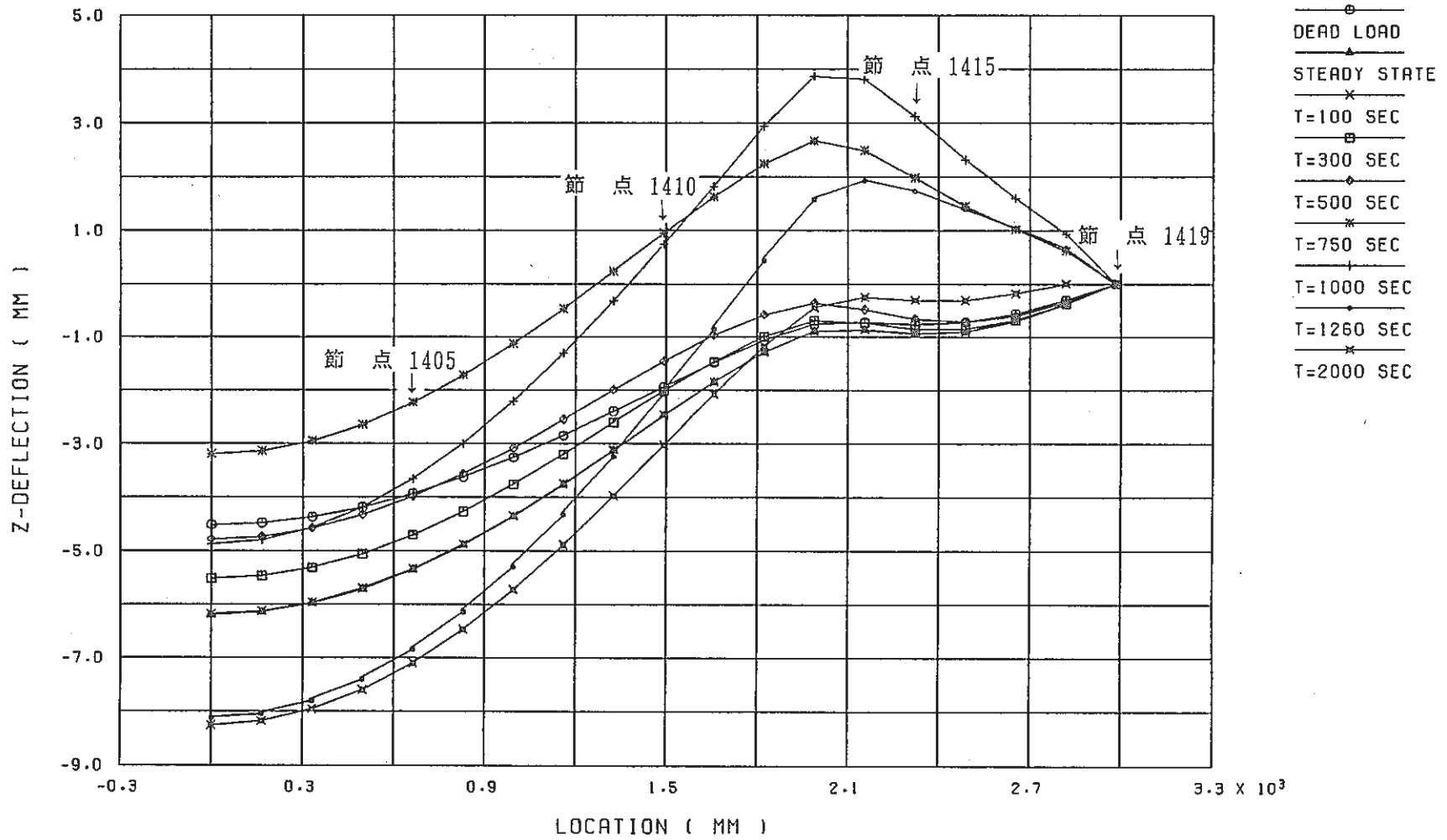
OOGATA-RO Z-DEFLECTION MIDDLE PLATE (CASE-1 MODEL-1)

図3.18 下部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル1)



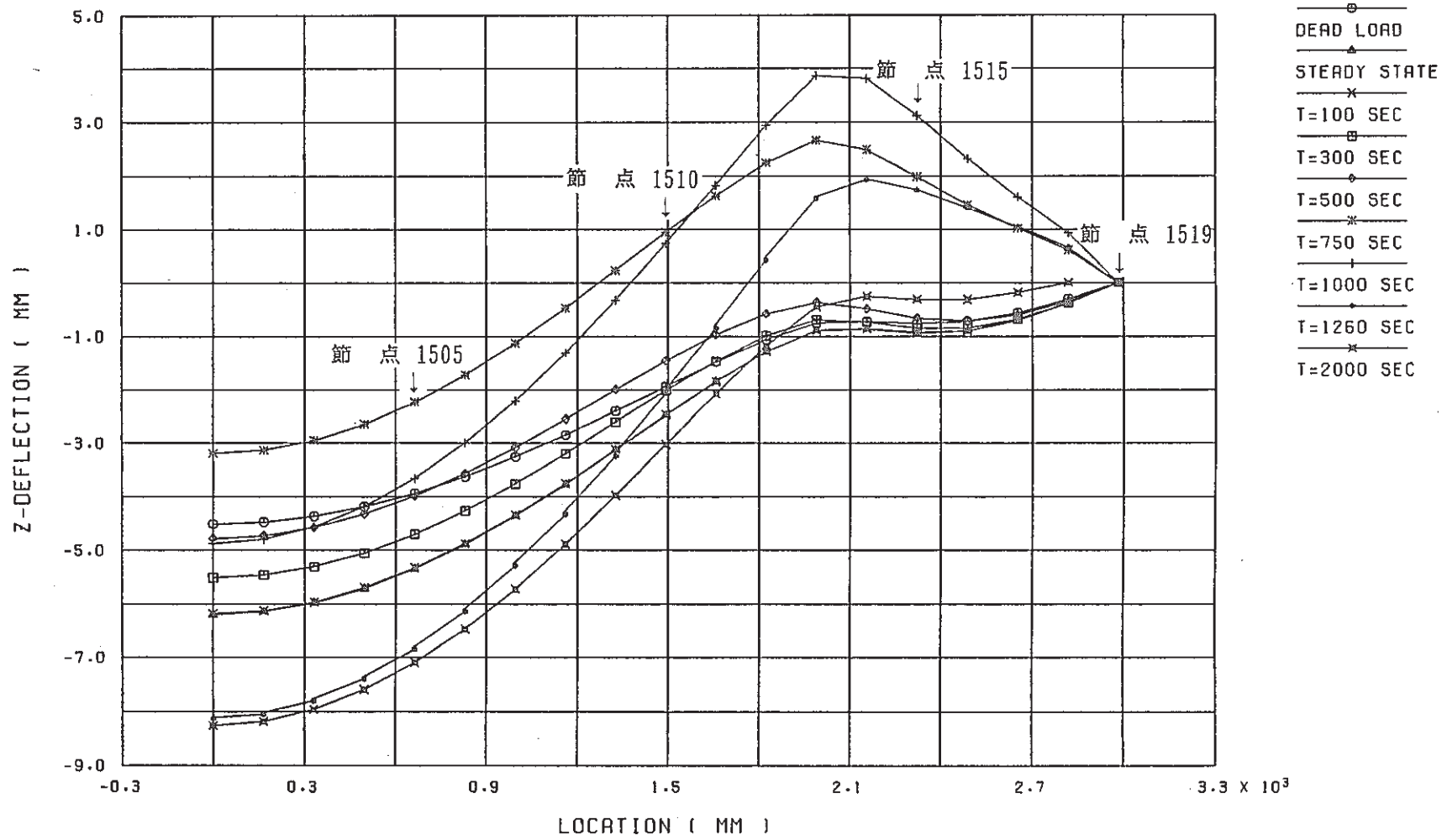
OOGATA-RO Z-DEFLECTION BOTTOM PLATE (CASE-1 MODEL-1)

図3.19 底板の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル1)



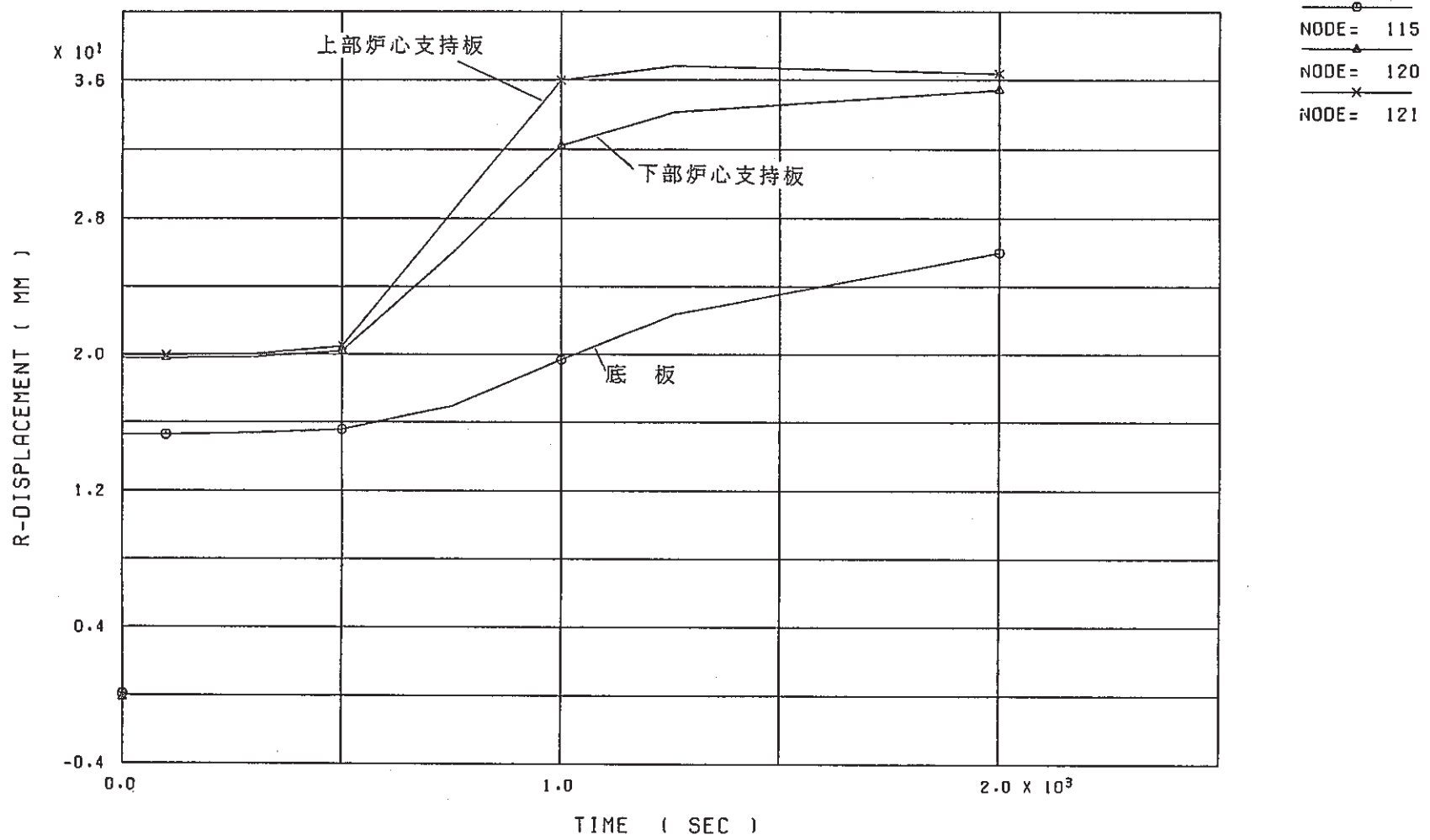
OOGATA-RO Z-DEFLECTION NOD= 1400 (CASE-1 MODEL-1)

図3.20 炉心下端の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル1)



OOGATA-RO Z-DEFLECTION NOD= 1500 (CASE-1 MODEL-1)

図3.21 炉心上部の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル1)



OOGATAR-RO DISPLACEMENT TIME HISTORY (CASE-1 MODEL-1)

図3.22 支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース1、モデル1)

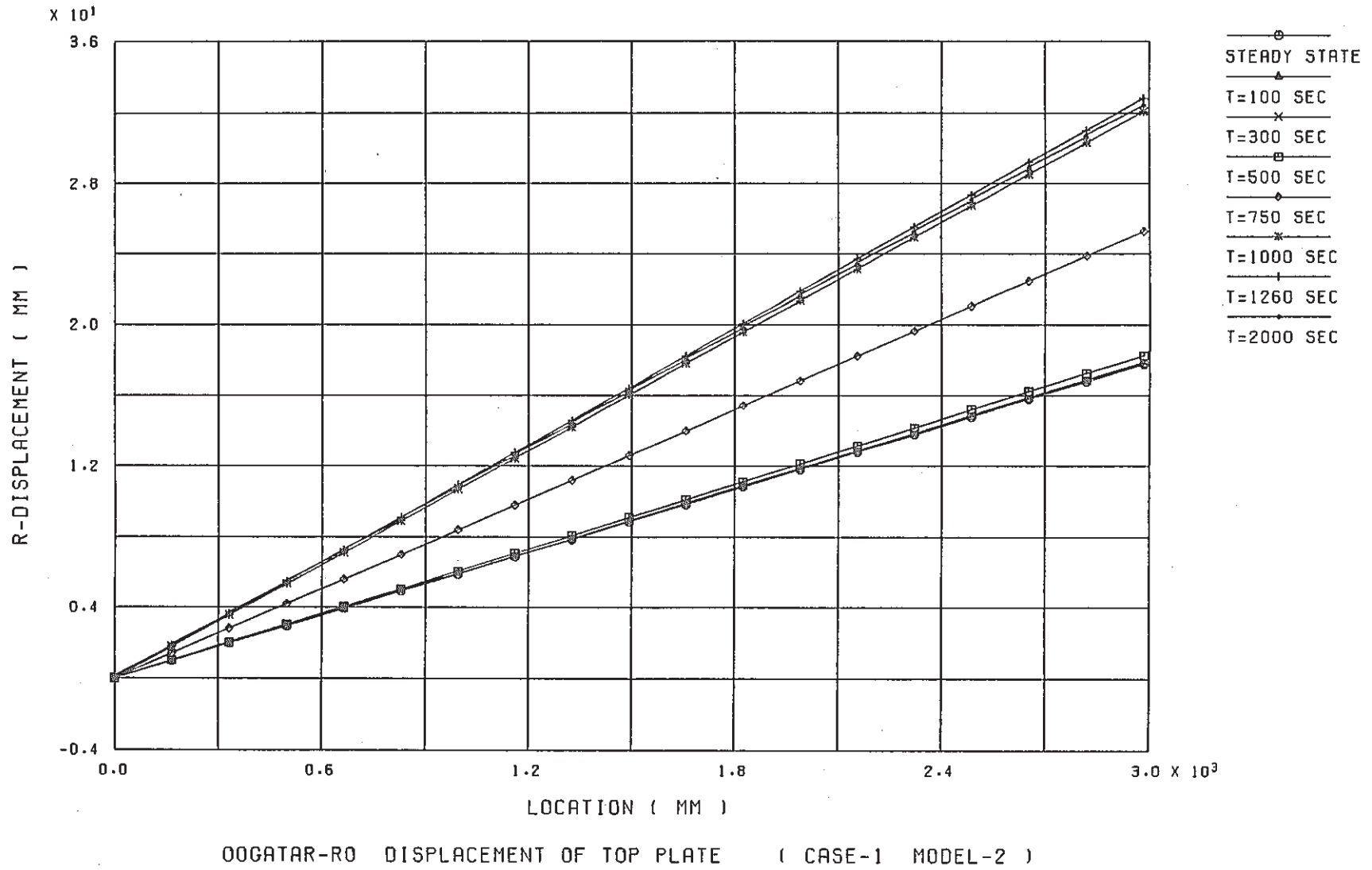
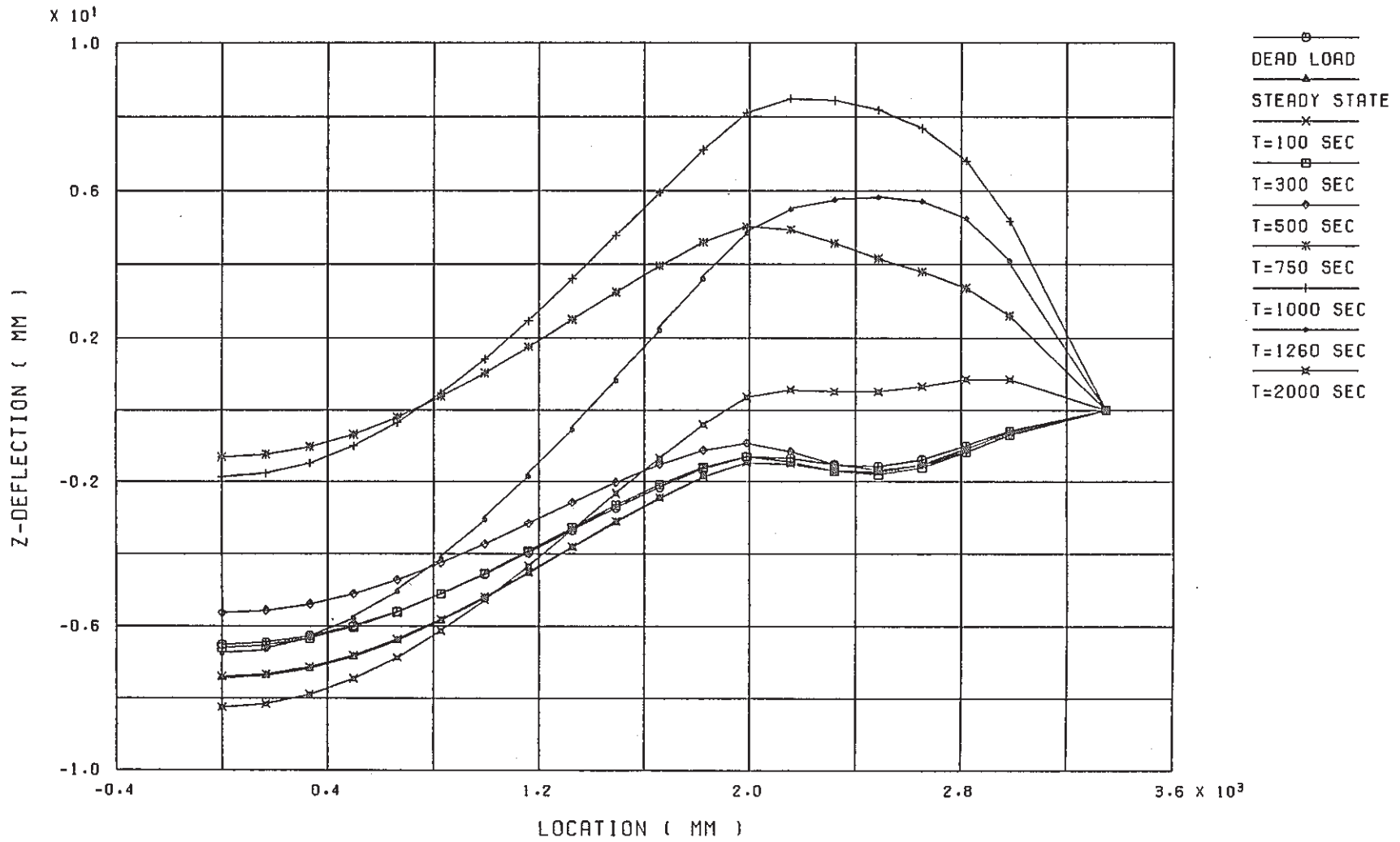
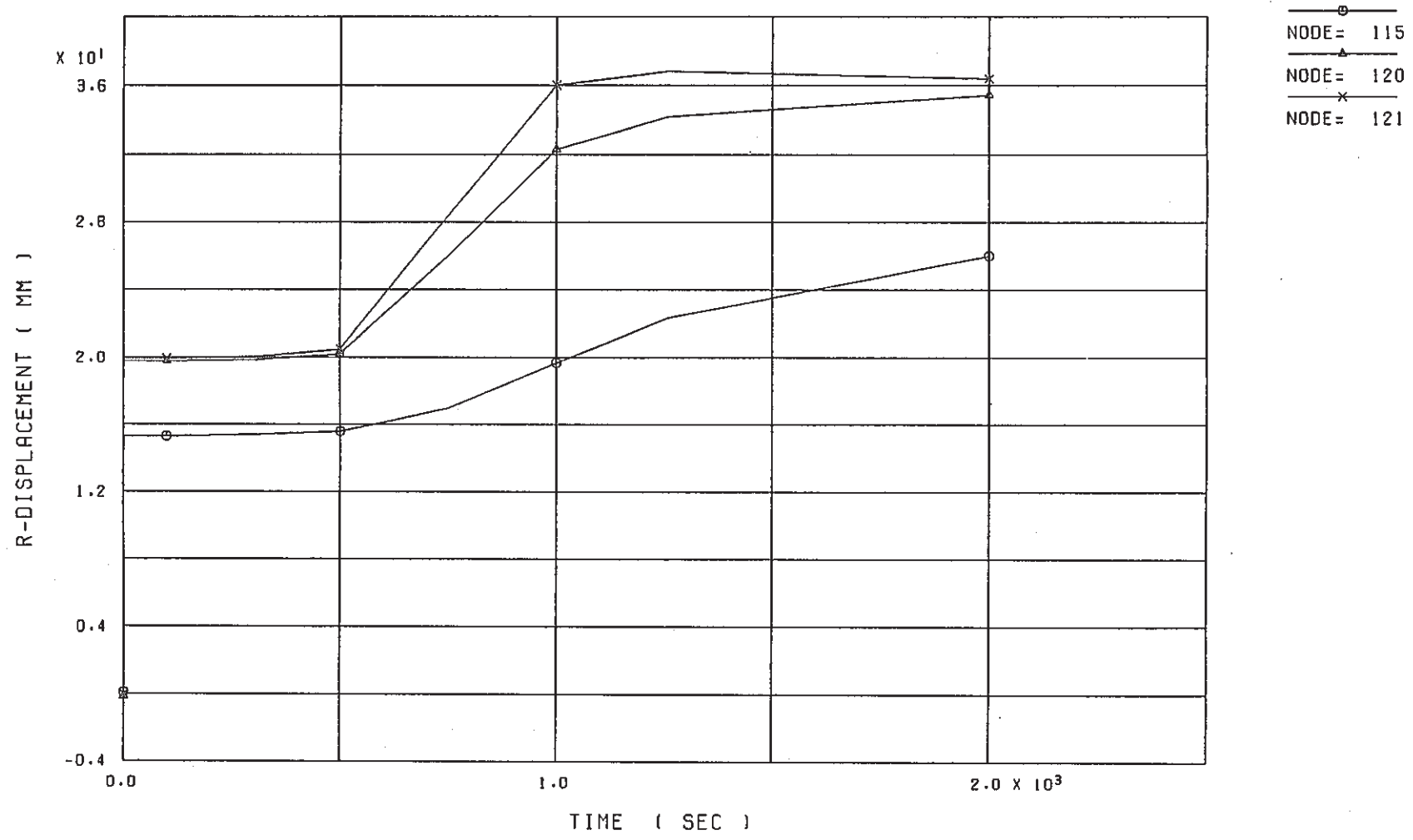


図3.23 上部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース1、モデル2)



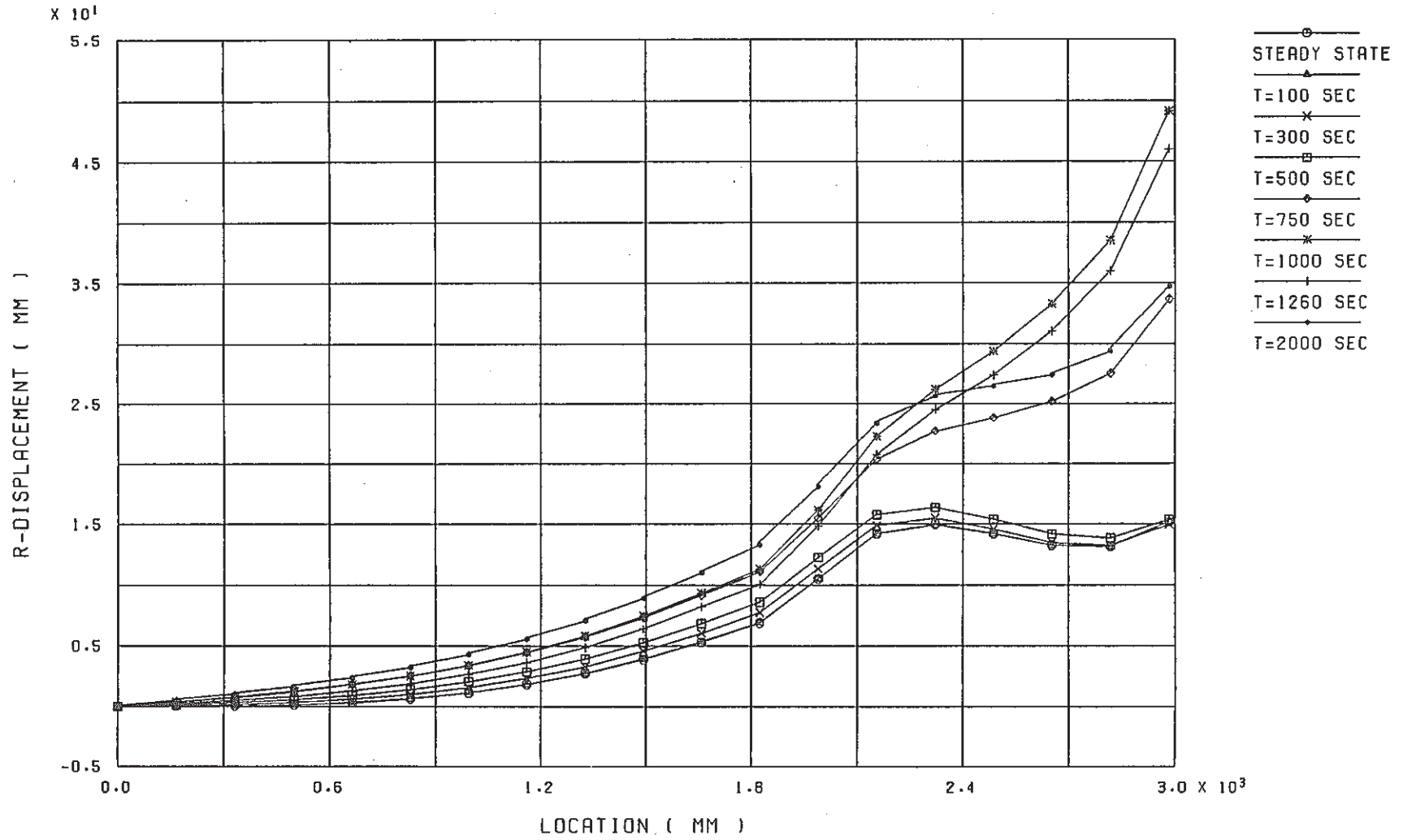
OOGATA-RO Z-DEFLECTION TOP PLATE (CASE-1 MODEL-2)

図3.24 上部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース 1、モデル 2)



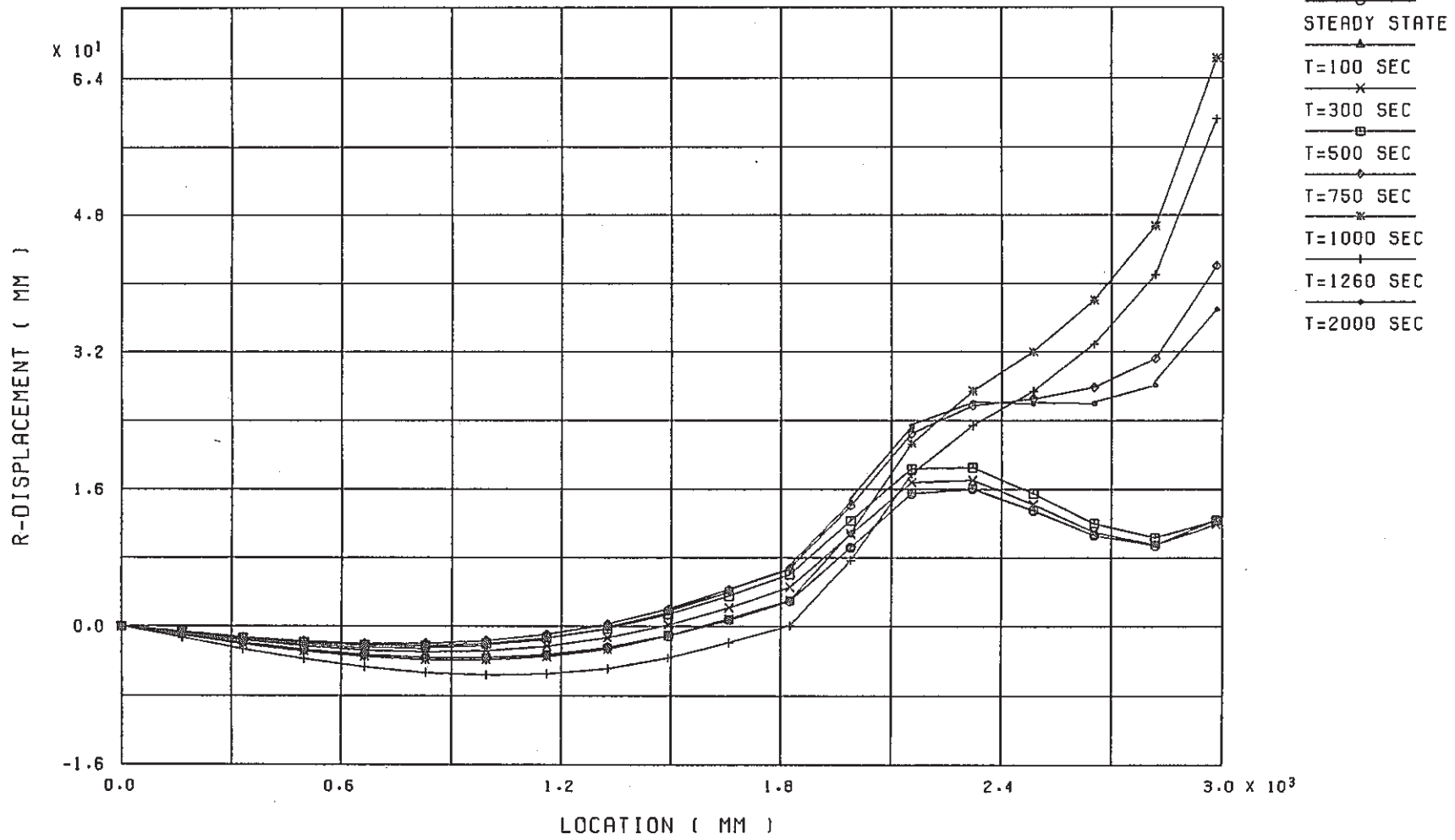
OOGATAR-RO DISPLACEMENT TIME HISTORY (CASE-1 MODEL-2)

図3.25 支持最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース1、モデル2)



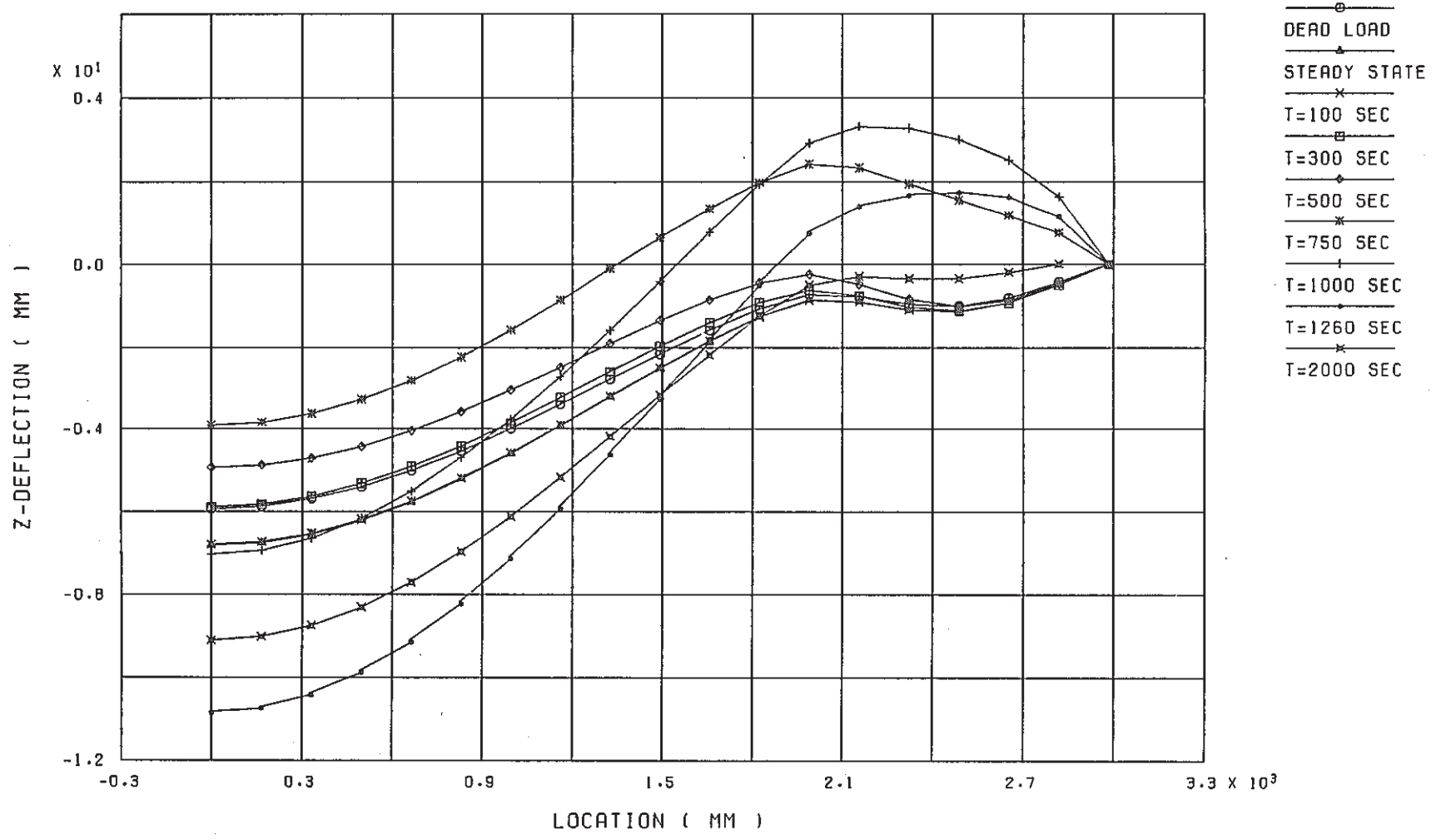
DOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1400 (CASE-1 MODEL-2)

図 3.26 炉心下端の半径方向変位量 (ケース 1、モデル 2)



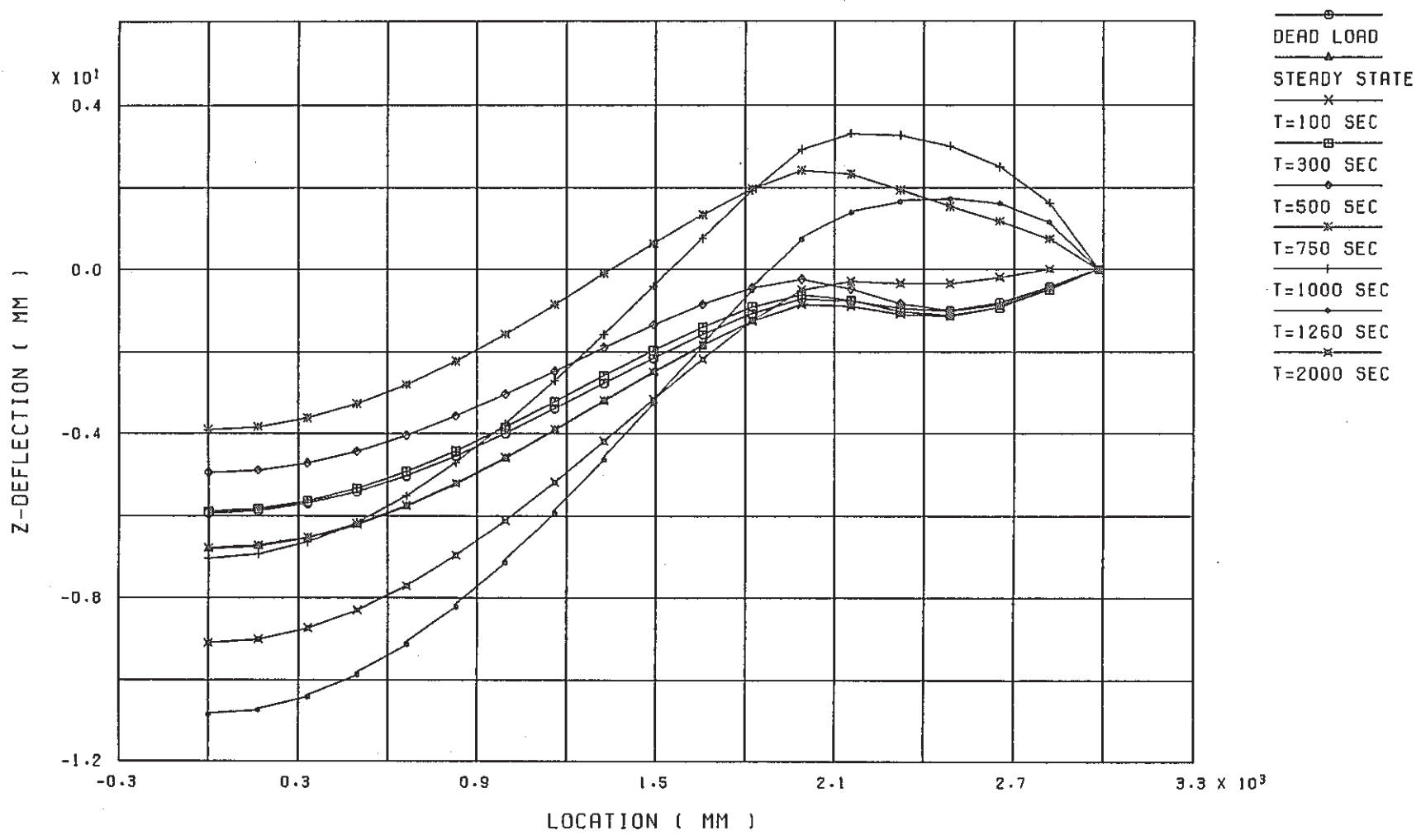
OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1500 (CASE-1 MODEL-2)

図3.27 炉心上部の半径方向変位量 (ケース1、モデル2)



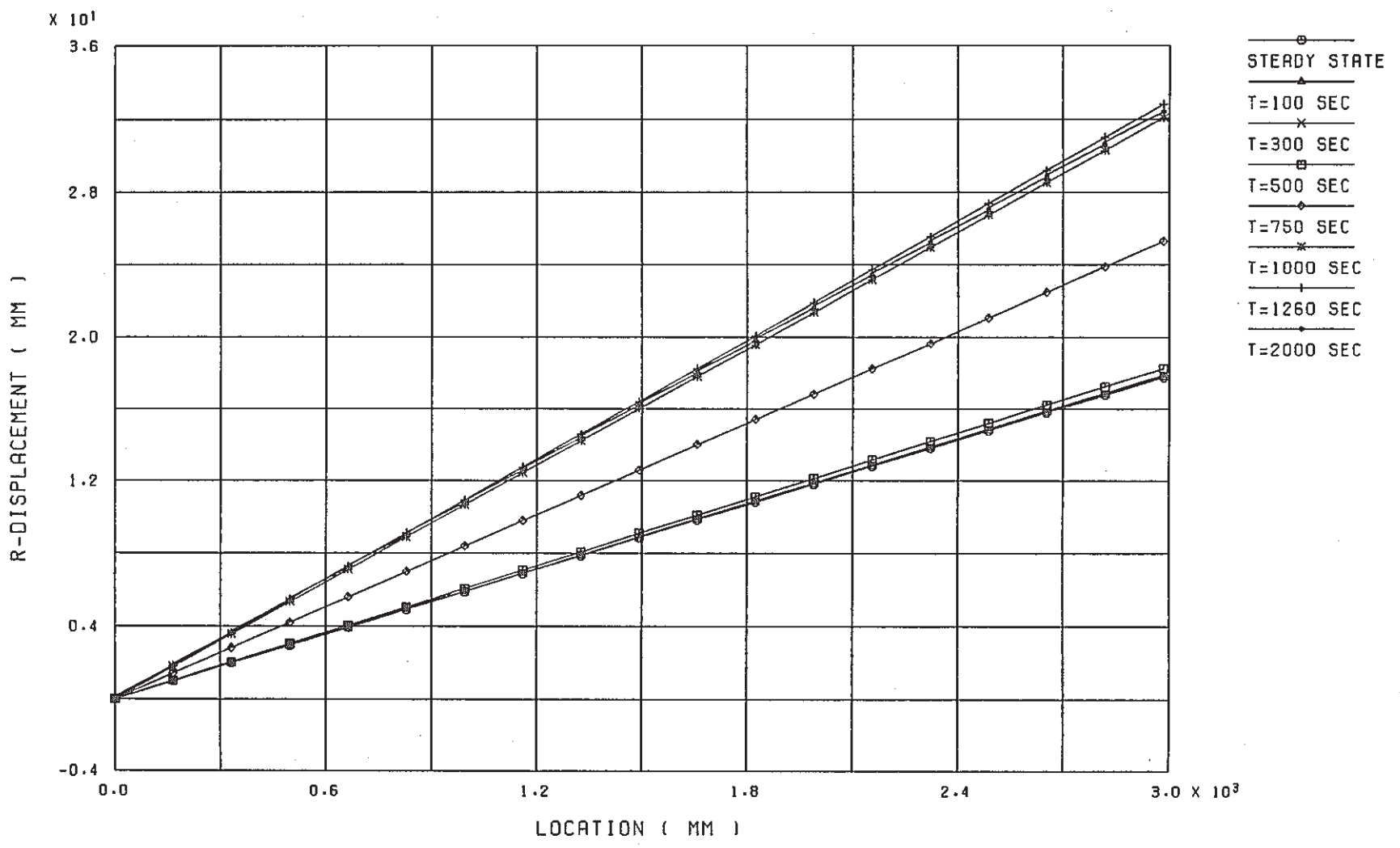
00GATA-RO Z-DEFLECTION NOD= 1400 (CASE-1 MODEL-2)

図3.28 炉心下端の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル2)



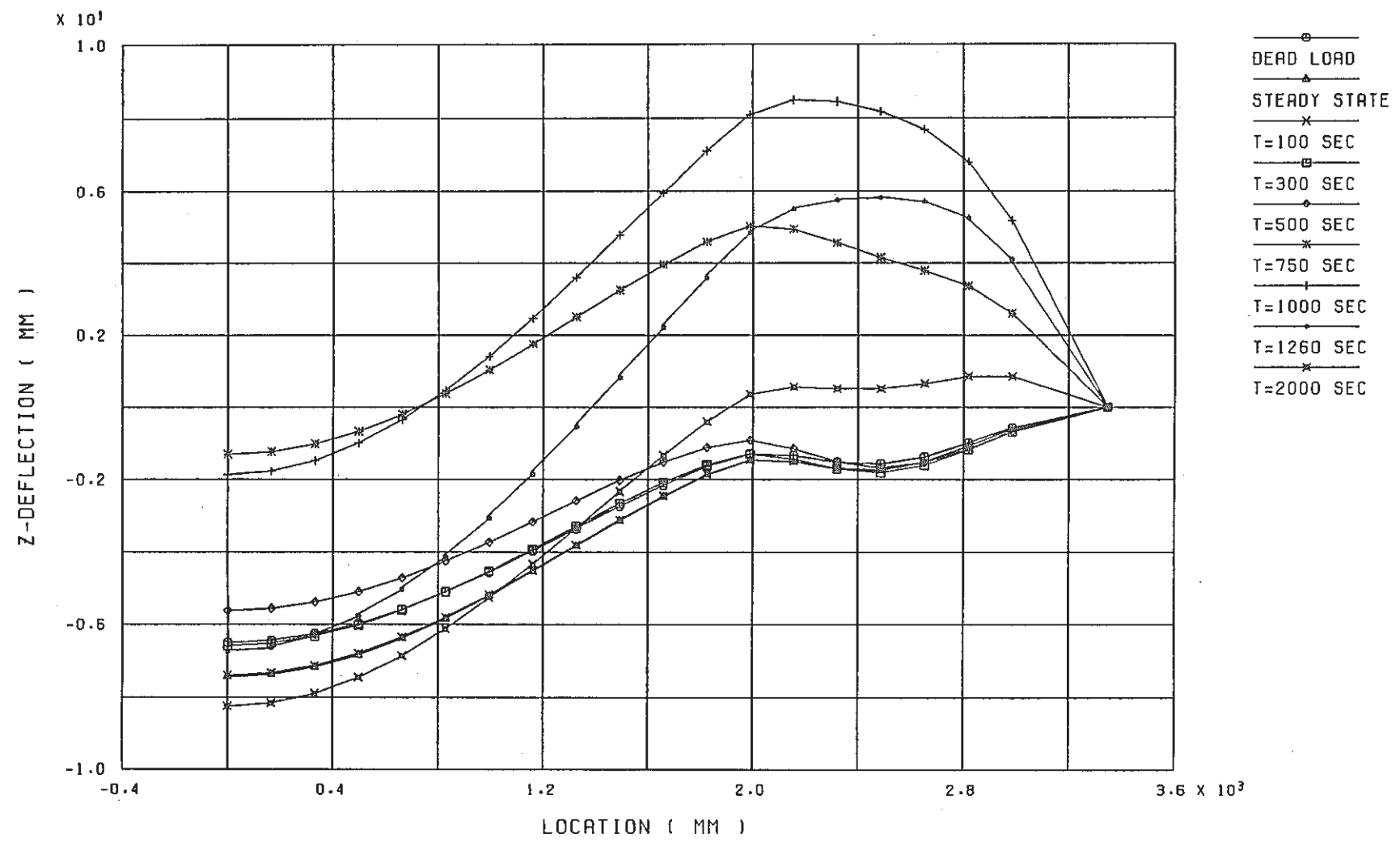
OOGATA-RO Z-DEFLECTION NOD= 1500 (CASE-1 MODEL-2)

図3.29 炉心上部の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル2)



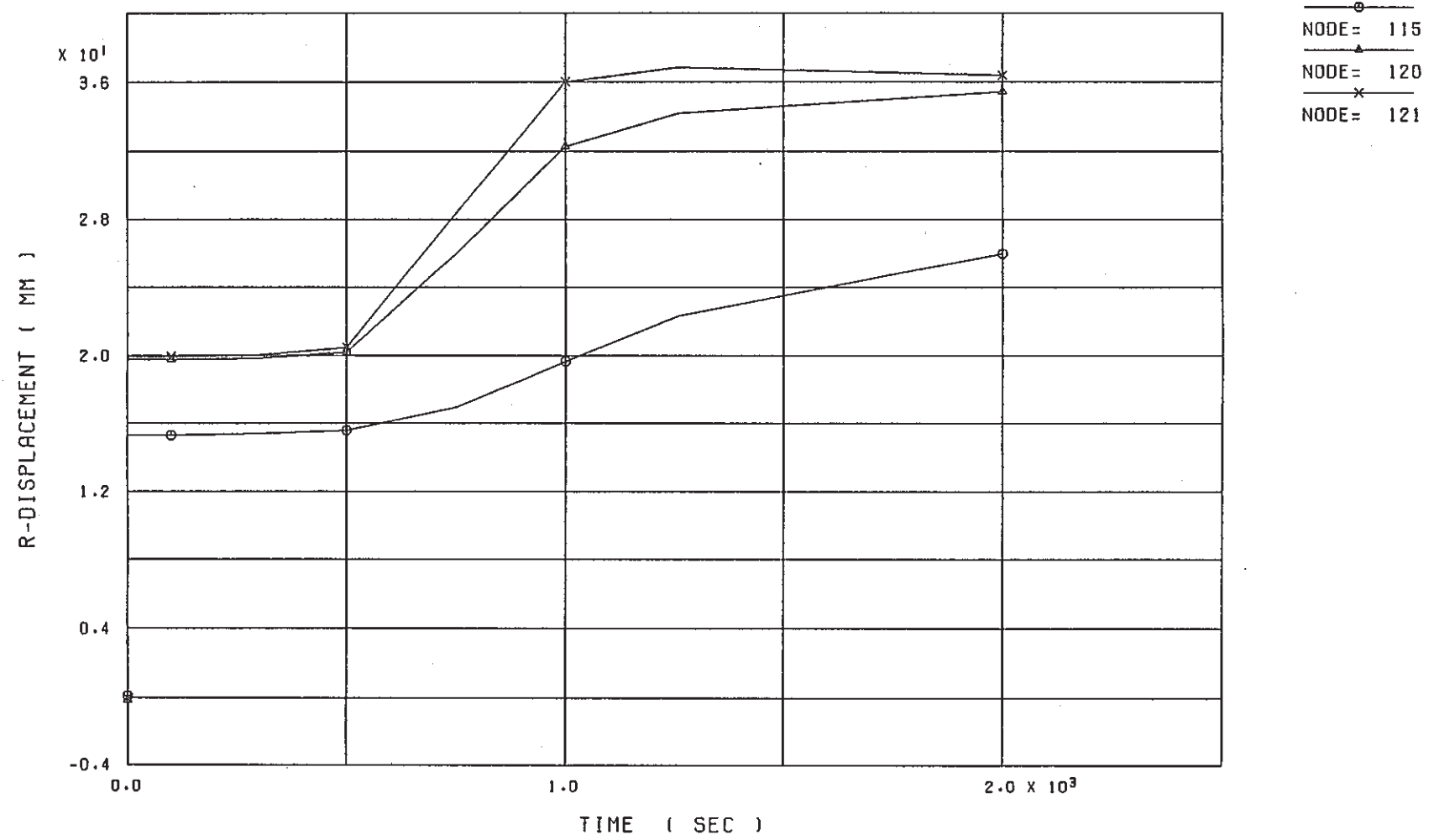
OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF TOP PLATE (CASE-1 MODEL-3)

図3.30 上部炉心支持板の半径方向変位量 (ケース1、モデル3)



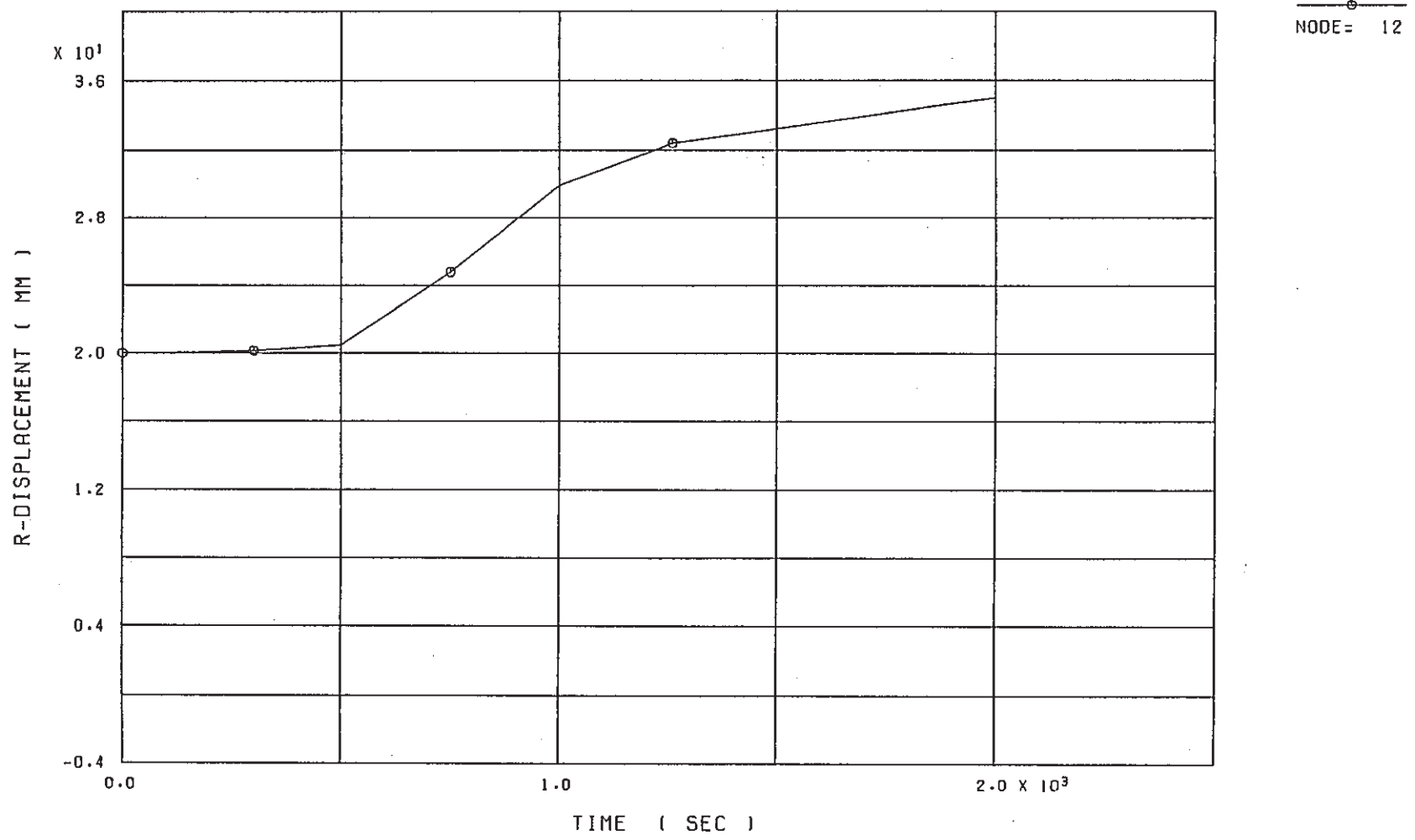
OOGATA-RO Z-DEFLECTION TOP PLATE (CASE-1 MODEL-3)

図3.31 上部炉心支持板の軸方向たわみ量 (ケース1、モデル3)



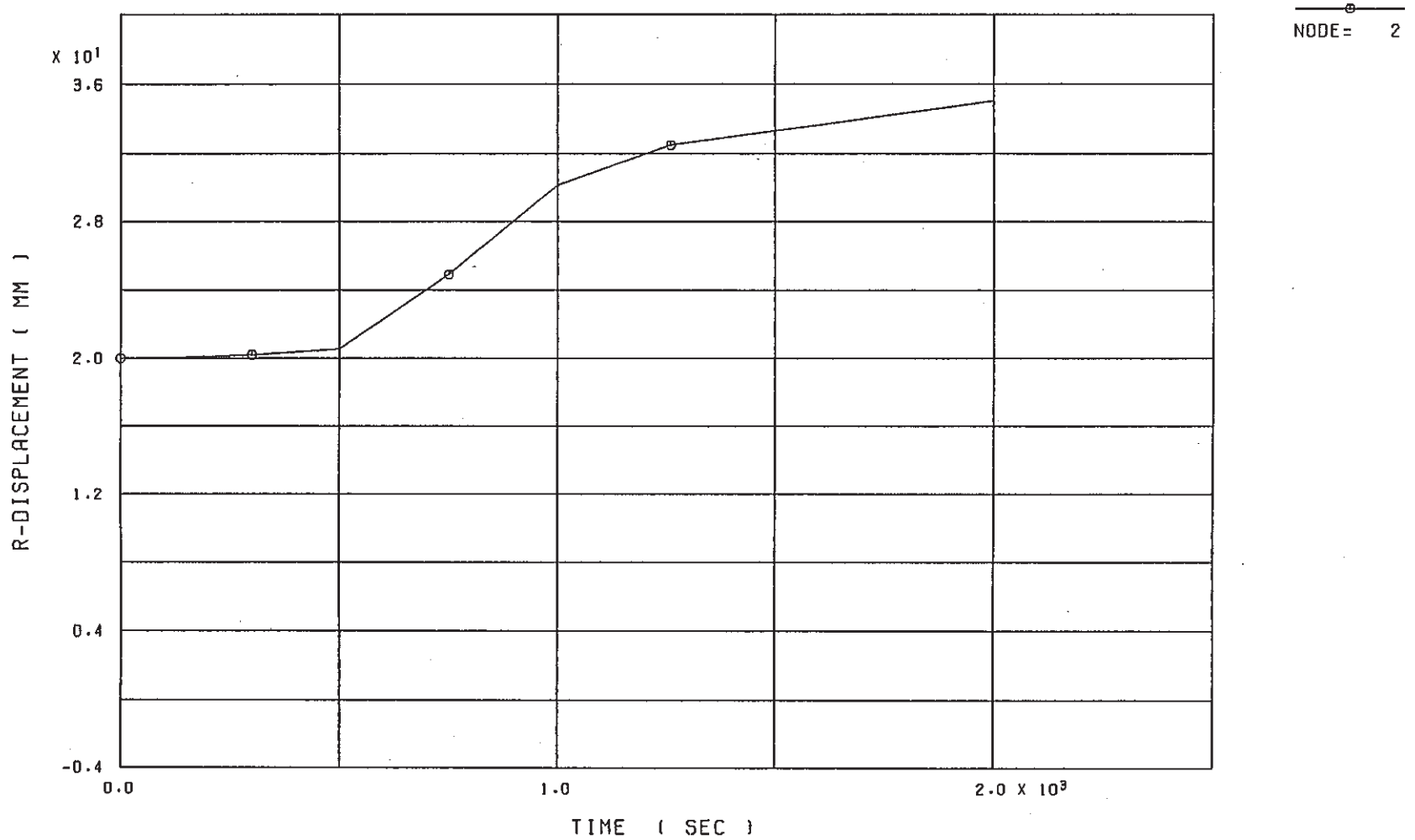
OOGATAR-RO DISPLACEMENT TIME HISTORY (CASE-1 MODEL-3)

図3.32 支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース1、モデル3)



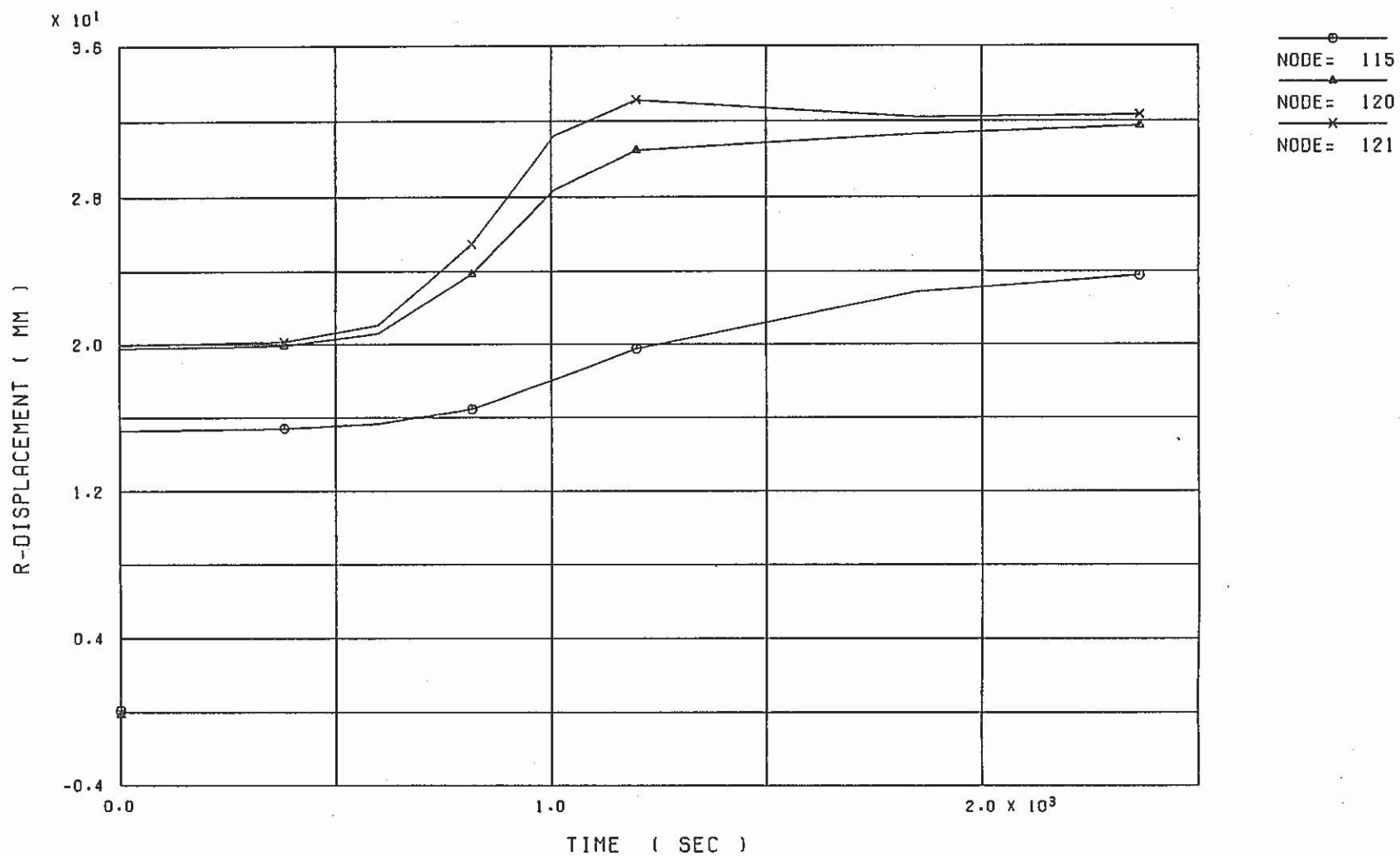
OOGATA-RO DISPLACEMENT TIME HISTORY (CASE-1 MODEL-4)

図 3.33 支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 1、モデル 4)



OOGATA-R0 DISPLACEMENT TIME HISTORY (CASE-1 MODEL-5)

図3.34 支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース1、モデル5)



OOGATAR-RO DISPLACEMENT TIME HISTORY (CASE-2 MODEL-1)

図3.35 支持板最外周ノードの半径方向変位量時間変化 (ケース 2、モデル 1)

4. 結 言

ATWS事象の代表事象として除熱系統の流量喪失に加えスクラム失敗を仮定した、いわゆるULOF時の炉心支持板熱変形挙動を解明するとともに、プラントシステム解析コードでの解析モデルによる半径方向のみの自由膨張変位量の妥当性を定量的に評価するため、また、変形挙動解析においてモデル化の範囲を変えることにより変形挙動の相違を明らかにするため、汎用非線形構造解析システム「PINAS」を用い、炉心支持板の変形挙動の解析を行った。解析対象は、これまで負の反応度効果による事故緩和能力について解析評価を実施してきた1000MWe級のループ型高速増殖炉である。その結果、炉心支持板の熱変形挙動について以下の事がわかった。

- (1) 上部炉心支持板の半径方向変位量と支持板自体の温度により自由膨張させた場合の半径方向変位量の差は1%以内であり、半径方向変位量は自由膨張により評価できる。
- (2) 炉容器を含めた全体モデルによる上部炉心支持板の半径方向変位量と炉心支持板部のみのモデルによる変位量には差はなく、炉心支持板部の変位により半径方向変位量が支配される。
- (3) 燃料集合体による半径方向の拘束を考慮した場合と考慮しない場合の比較により、炉心支持板の半径方向変位量にはこの拘束条件は影響しないが、軸方向のたわみ量には拘束条件が影響し、拘束のある場合の方がたわみの絶対量は10~20%小さくなる。
- (4) 炉心支持板部のみを考慮した一軸モデルと、炉容器までを含めて考えた面外変形モデルとでは、冷却材温度の過渡変化が大きくなる時刻において、炉心支持板の変形挙動に差を生じ、一軸モデルでは支持板部の温度およびその剛性を平均化することにより面外変形モデルに比べ応答遅れを生じる。

炉心支持板の変形挙動については、上記のような知見が得られたが、反応度効果に直接寄与する炉心部の相対変位量に関しては、炉心支持板の軸方向のたわみと集合体の拘束条件が大きく影響し、冷却材温度の過渡変化に対する炉心支持板の自由膨張による半径方向の変位挙動とは異なる変位挙動を示す。このため、反応度への影響を詳細に評価するには炉心支持板の半径方向変位量による変位挙動だけでは評価できない。本解析で得られた炉心部での変位が、どの程度反応度にフィードバックされるかを評価するため、本解析の熱

流動境界条件を与えたシステムコードによる反応度解析を別途進めている。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、プラント工学室の森山正敏氏の全面的協力があったことに、感謝の意を表わします。

参 考 文 献

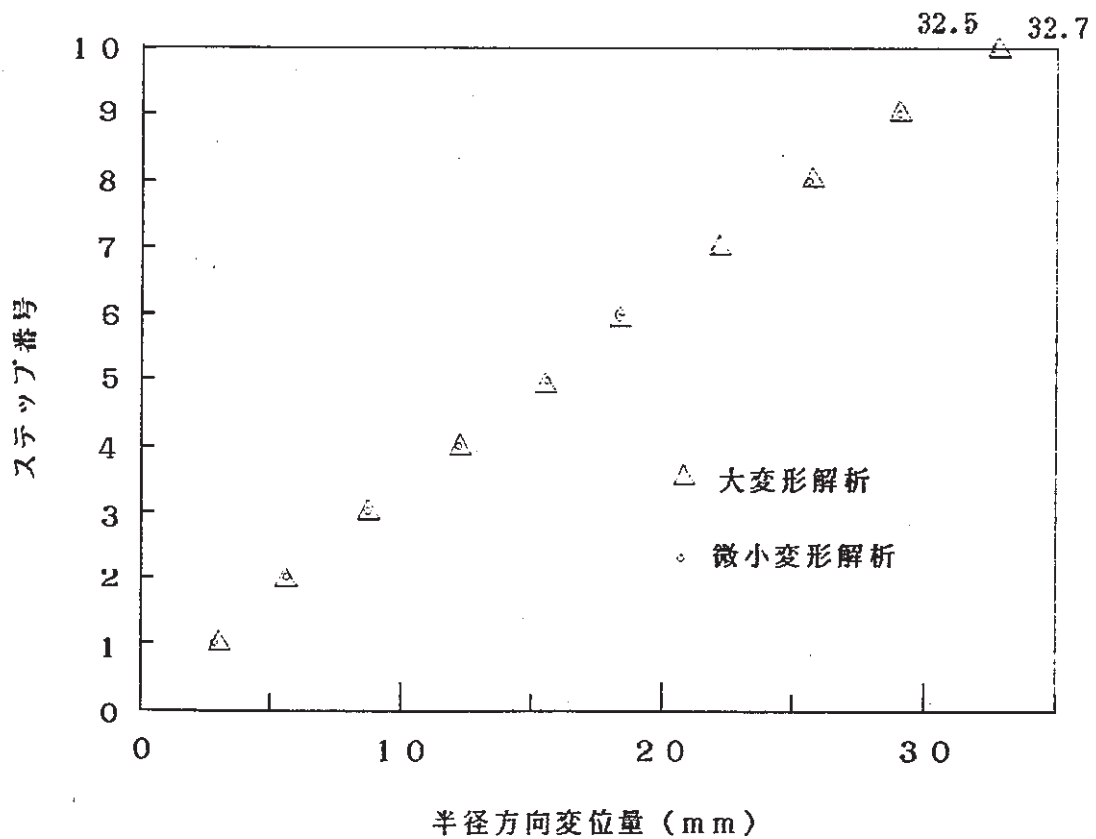
- (1) 「FBR固有の事故緩和能力の検討に関する解析役務 成果報告書」,
PNC SJ9124 86-002, 昭和61年3月
- (2) 大田修一、他、「FBR固有の負の反応度効果を考慮したATWSの解析」、
PNC SJ9164 87-004, 昭和62年3月
- (3) Yamaguchi, K., et. al., "Key Technological Design Study of a Large LMFBR
(I), System Dynamics Analysis for Mitigating ATWS Consequences of a 1000MWe
Loop-Type LMFBR", PNC N9410 87-161, Nov. 1987
- (4) Yamaguchi, K., et. al., "Key Design Parameter Study (I) for Large Scale-up
Fast Breeder Reactor, Inherent Safety Performance of a Mixed-Oxide-Fueled
1000MWe Loop-type LMFBR under ATWS Conditions", PNC N9410 87-160, Nov. 1987
- (5) 「FINAS 汎用非線形構造解析システム使用説明書」, PNC N 952 85-28,
FINAS:RM002, 1985
- (6) 「FINAS 汎用非線形構造解析システム解析例題書」, PNC N 941 85-172,
FINAS:RM003, 1985
- (7) 「要素技術設計研究(Ⅱ) 大型化に関する設計研究に伴う設備設計役務(1)
—原子炉構造及び1次熱輸送系設備等—」, PNC SJ2216 86-001(2), 1986

APPENDIX.1 解析タイプの決定について

微小変形の弾性解析による計算を実施する前に、大変形解析との差を把握し、解析タイプを決定するため、大変形解析によるチェック計算を実施した。

対象は本文と同一とし、解析モデルは熱応力解析で使用したモデル-2を使用する。また、温度条件は熱過渡ケース-1の1000秒時の温度分布を使用する。

原子炉容器下端（節点1）の半径方向変位量は下図の通りとなり、解析タイプの差はほとんど認められない。よって本解析では微小変形の弾性解析により実施することとした。



APPENDIX.2 炉容器内各部の熱伝達率の検討

炉心を支持する構造物の熱伝導解析において炉容器内各部の構造材とナトリウムとの間の熱伝達を考慮するため、付図2.1に示す炉容器内のコールドプレナム、高圧プレナム、低圧プレナム、炉心槽および上部プレナムの各部における構造物への熱伝達率を求める。

これらの熱伝達率を求める条件として、各部の流量配分、ナトリウム温度は以下のよう
に仮定する。

- ① 炉心トータル流量は、ULOP事象発生後のポニーモータ運転状態とし、定格流量の10%、すなわち1.46t/secとする。
- ② コールドプレナムには炉心トータル流量の10%が流入し、残りの90%は高圧プレナムへ流入する。
- ③ 高圧プレナムにはコールドプレナムからの流入も含め炉心トータル流量100%が流入する。
- ④ 低圧プレナムには高圧プレナムより炉心トータル流量の15%が流入し、残りの85%は高圧プレナムより炉心へ流入する。
- ⑤ 炉心槽の壁部には低圧プレナムより炉心トータル流量の2%が流入し、13%は低圧プレナムより炉心に流入する。
- ⑥ 各部のナトリウム温度は時間と共に変化し、ナトリウムの物性値も変化するが、本検討は熱伝達率の概算を行うという観点から、下部プレナム内温度が上昇し始めた時点での温度として370℃の物性値を用いる。また、下部プレナム以外の部分においても同じナトリウム温度とし、物性値は同一とする。各物性値の値は以下に示す通りである。

密度 : $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$

動粘性係数 : $\nu = 3.23 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

熱伝導率 : $\lambda = 70 \text{ W/m}\cdot\text{k}$

プラントル数 : $Pr = 0.005$

炉容器内各部の流量配分を示すフローネットを付図2.2に示す。以下に各部の熱伝達率の計算結果を示す。

(1) コールドプレナム内での熱伝達率

コールドプレナム内には炉心トータル流量 ($W=1.46\text{t/sec}$) の10%が流入する。この内部での流れは円管内の流れとみなし、水力等価直径 d_e は、

$$\text{コールドプレナム内容積} : V \approx \pi \cdot 7.78^2 \cdot 2.0 / 4.0 = 95\text{m}^3$$

$$\text{平均流路長} : D \approx 7.78\text{m}$$

$$\text{水力等価直径} : d_e = 4 \cdot \sqrt{V/D} / \pi \approx 4.4\text{m}$$

なる。この時のレイノルズ数は、

$$\text{流速} : v = \frac{0.1 \cdot W}{\rho} \cdot \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = 0.011\text{m/sec}$$

$$\text{レイノルズ数} : R_e = \frac{v \cdot d_e}{\nu} \approx 1.5 \times 10^5$$

となる。従ってこの条件は乱流状態であり、ヌセルト数は液体金属熱伝達に関する最も基本的な式として知られているMartinelli-Lyonの式を用い求めると、

$$\text{ペクレ数} : P_e = R_e \cdot P_r = 750$$

$$\text{ヌセルト数} : N_u = 7 + 0.025 \cdot P_e^{0.8} = 12$$

となる。したがって熱伝達率は

$$\alpha = N_u \cdot \frac{\lambda}{d_e} = 190\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

となる。

(2) 高圧プレナム内での熱伝達率

高圧プレナム内にはコールドプレナムからの流量も含め炉心トータル流量 ($W=1.46\text{t/sec}$) の100%が流入する。この内部での流れは連結管、支持柱が建ち並ぶ中を流れるので管群に直交する流れとみなす。そこで、管群内の流速は集合体最外周 (集合体数108体) 部分を通過する流速を用いるものとし、

$$\text{流路面積} : A \approx 108 \cdot (0.1658 - 0.14) \cdot 0.3 = 0.836\text{m}^2$$

$$\text{濡れ縁長さ} : S \approx 108 \cdot 2 \cdot (0.3 + 0.0258) = 70.37\text{m}$$

$$\text{水力等価直径} : d_e = 4 \cdot A / S \approx 0.0475\text{m}$$

となる。この時のレイノルズ数は、

$$\text{流速} \quad : v = \frac{W}{\rho} \cdot \frac{1}{A} = 2.05 \text{m/sec}$$

$$\text{レイノルズ数} : R_e = \frac{v \cdot d_e}{\nu} \approx 3.0 \times 10^5$$

となる。ヌセルト数は管群に直交する流れとして

$$N_u = k \cdot \left(\frac{\Delta \phi}{d} \right)^{1/2} \cdot \left(\frac{p-d}{d} \right)^{1/2} \cdot P_e^{1/2}$$

の式を用い求めると、

$$\text{ペクレ数} \quad : P_e = R_e \cdot Pr = 1.5 \times 10^3$$

$$\text{ヌセルト数} : N_u = 0.718 \cdot \sqrt{4.4} \cdot \sqrt{(0.1658 - 0.14) / 0.14} \cdot \sqrt{1.5 \times 10^3} = 25$$

なる。したがって熱伝達率は、

$$\alpha = N_u \cdot \frac{\lambda}{d_e} = 3.68 \times 10^4 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

となる。

(3) 低圧プレナム内での熱伝達率

低圧プレナム内には高圧プレナムより炉心トータル流量 ($W = 1.46 \text{t/sec}$) の15%が流入する。この内部での流れは高圧プレナム内と同様であり、管群内の流速は低圧プレナム内での集合体最外周 (集合体数78体) 部分を通過する流速を用いる。この水力等価直径は、

$$\text{流路面積} \quad : A \approx 78 \cdot (0.1658 - 0.12) \cdot 0.6 = 2.14 \text{m}^2$$

$$\text{濡れ縁長さ} \quad : S \approx 78 \cdot 2 \cdot (0.6 + 0.0458) = 100.74 \text{m}$$

$$\text{水力等価直径} \quad : d_e = 4 \cdot A / S \approx 0.0850 \text{m}$$

となる。この時のレイノルズ数は、

$$\text{流速} \quad : v = \frac{0.15 \cdot W}{\rho} \cdot \frac{1}{A} = 0.120 \text{m/sec}$$

$$\text{レイノルズ数} : R_e = \frac{v \cdot d_e}{\nu} \approx 3.16 \times 10^4$$

となる。ヌセルト数は管群に直交する流れとして高圧プレナムで用いた同一の式を用い

求めると、

$$\text{ペクレ数} : P_e = R_e \cdot P_r = 158$$

$$\text{ヌセルト数} : N_u = 0.718 \cdot \sqrt{3.25} \cdot \sqrt{(0.1658 - 0.12)/0.12} \cdot \sqrt{158} = 10.1$$

となる。したがって熱伝達率は、

$$\alpha = N_u \cdot \frac{\lambda}{d_e} = 8.28 \times 10^3 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

となる。

(4) 炉心槽内での熱伝達率

炉心槽内には低圧プレナムより炉心トータル流量 ($W = 1.46 \text{t/sec}$) の2%が流入する。この内部での流れは外径6.7m、内径6.5mの円環内の流れとみなす。この流路面積、水力等価直径は、

$$\text{流路面積} : A \approx \pi \cdot (6.7^2 - 6.5^2)/4 = 2.07 \text{m}^2$$

$$\text{水力等価直径} : d_e = 0.2 \text{m}$$

となる。この時のレイノルズ数は、

$$\text{流速} : v = \frac{0.02 \cdot W}{\rho \cdot A} = 0.0166 \text{m/sec}$$

$$\text{レイノルズ数} : R_e = \frac{v \cdot d_e}{\nu} \approx 1.03 \times 10^4$$

となる。ヌセルト数は伝熱工学資料に示される環状流路の熱伝達に関する図より、

$$\text{ペクレ数} : P_e = R_e \cdot P_r = 51.4$$

におけるヌセルト数は、

$$\text{ヌセルト数} : N_u \approx 5$$

となる。したがって熱伝達率は、

$$\alpha = N_u \cdot \frac{\lambda}{d_e} = 1.75 \times 10^3 \text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

となる。

(5) 上部プレナム内での熱伝達率

上部プレナム内には炉心トータル流量 ($W=1.46\text{t/sec}$) の100%が流入する。この内部での流れは外径7.76m、内径7.0mの円環内の流れとみなす。この流路面積、水力等価直径は、

$$\text{流路面積} \quad : A \approx \pi \cdot (7.76^2 - 7.0^2) / 4 = 8.81\text{m}^2$$

$$\text{水力等価直径} \quad : d_e = 0.76\text{m}$$

となる。この時のレイノルズ数は、

$$\text{流速} \quad : v = \frac{W}{\rho} \cdot \frac{1}{A} = 0.195\text{m/sec}$$

$$\text{レイノルズ数} : R_e = \frac{v \cdot d_e}{\nu} \approx 4.59 \times 10^5$$

となる。ヌセルト数は伝熱工学資料に示される環状流路の熱伝達に関する図より、

$$\text{ペクレ数} \quad : P_e = R_e \cdot P_r = 2.29 \times 10^3$$

におけるヌセルト数は、

$$\text{ヌセルト数} : N_u \approx 10$$

となる。したがって熱伝達率は、

$$\alpha = N_u \cdot \frac{\lambda}{d_e} = 921\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$$

となる。

上記の各計算は概略計算ということからいくつかの仮定のもとに計算されている。このため不確定性が大きいので、熱伝導解析に用いる値としてはこれらの計算結果の数値を丸め、以下に示す値を用いた。

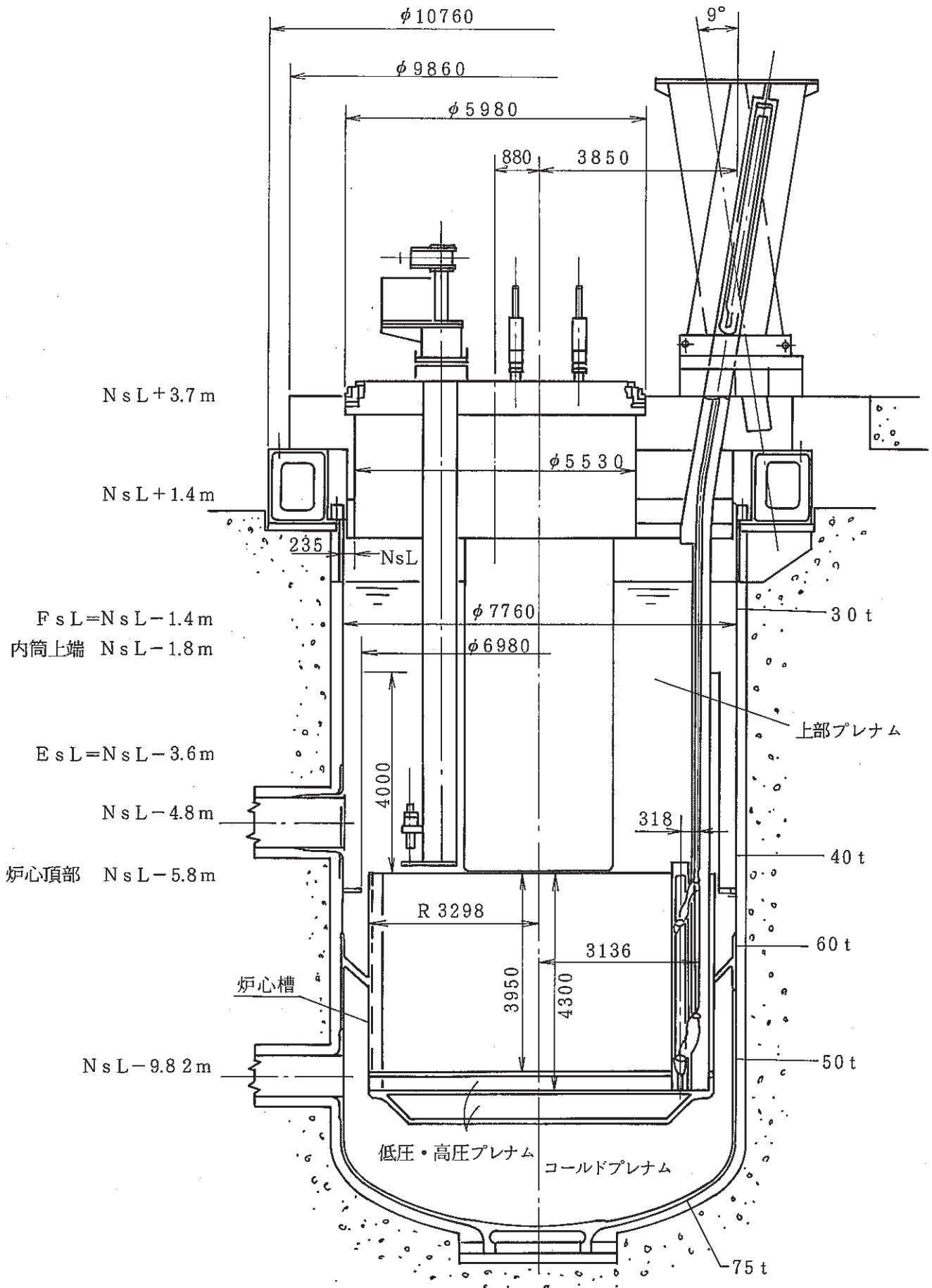
$$\text{コールドプレナム内} \quad \alpha = 5 \times 10^2 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\text{高圧プレナム内} \quad \alpha = 5 \times 10^4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

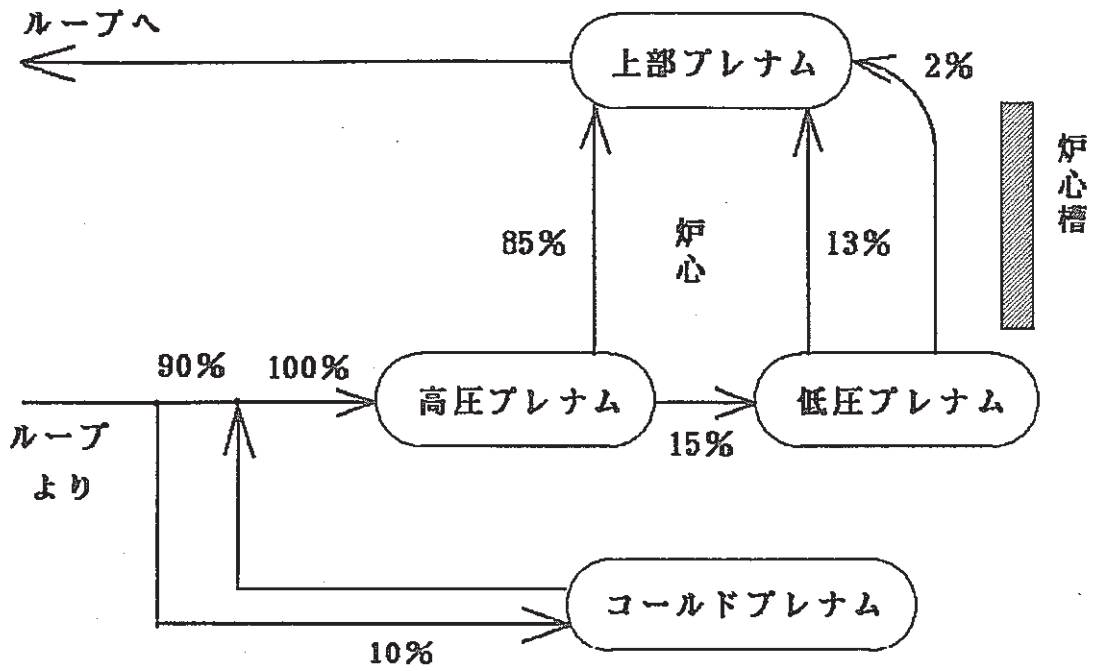
$$\text{低圧プレナム内} \quad \alpha = 1 \times 10^4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\text{炉心槽内} \quad \alpha = 1 \times 10^3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\text{上部プレナム内} \quad \alpha = 1 \times 10^3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



付図 2.1 原子炉構造概念図



付図 2.2 炉容器内流量配分フローネット

APPENDIX.3 「FINAS」入力データ例
 (熱伝導解析入力データ (ケース1))

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
001 SYSTEM 0/0
001 FINAS
001 TITLE      OOGATA-RO HEAT TRANS. ANALYSIS ( CASE-1 )
001 HEAT
001 SAVE
001 *NOPRINT  DESCR
001 %DATA CHECK
001 MODEL
001 NODE PITCH
005      2      12*165.8      279.2
001 NODE
005      1      0.000E+00 0.000E+00
005      2      6.093E+02 2.193E+01
005      3      1.204E+03 8.717E+01
005      4      1.768E+03 1.941E+02
005      5      2.289E+03 3.401E+02
005      6      2.754E+03 5.216E+02
005      7      3.151E+03 7.341E+02
005      8      3.470E+03 9.724E+02
005      9      3.704E+03 1.231E+03
004     10      3.847E+03 1.502E+03
004     11      3.895E+03 1.781E+03
004     12      3.895E+03 2.076E+03
004     13      3.895E+03 2.376E+03
004     14      3.895E+03 2.676E+03
004     15      3.895E+03 3.026E+03
004     16      3.895E+03 3.288E+03
004     17      3.895E+03 3.538E+03
004     18      3.895E+03 3.788E+03
004     19      3.895E+03 4.038E+03
004     20      3.895E+03 4.288E+03
004     21      3.895E+03 4.538E+03
004     22      3.895E+03 4.788E+03
004     23      3.895E+03 5.038E+03
004     24      3.895E+03 5.288E+03
004     25      3.895E+03 5.538E+03
004     26      3.895E+03 5.788E+03
004     27      3.895E+03 6.038E+03
004     28      3.895E+03 6.288E+03
004     29      3.895E+03 6.538E+03
004     30      3.895E+03 6.788E+03
004     31      3.895E+03 7.001E+03
004     32      3.895E+03 7.251E+03
004     33      3.895E+03 7.501E+03
004     34      3.895E+03 7.751E+03
004     35      3.895E+03 8.001E+03
004     36      3.895E+03 8.601E+03
004     37      3.895E+03 9.201E+03
004     38      3.895E+03 9.801E+03
004     39      3.895E+03 1.040E+04
004     40      3.895E+03 1.100E+04
004     41      3.895E+03 1.130E+04
004     42      3.895E+03 1.160E+04

```

	1	2	3	4	5	6	7	8
004	43	3.895E+03	1.190E+04					
004	44	3.895E+03	1.220E+04					
004	45	3.895E+03	1.250E+04					
004	46	3.895E+03	1.280E+04					
004	47	3.895E+03	1.310E+04					
004	48	3.895E+03	1.340E+04					
004	49	3.895E+03	1.370E+04					
004	50	3.895E+03	1.400E+04					
004	51	3.621E+03	5.057E+03					
003	101	0.000E+00	2.076E+03					
003	102	1.658E+02	2.076E+03					
003	103	3.316E+02	2.076E+03					
003	104	4.974E+02	2.076E+03					
003	105	6.632E+02	2.076E+03					
003	106	8.290E+02	2.076E+03					
003	107	9.948E+02	2.076E+03					
003	108	1.161E+03	2.076E+03					
003	109	1.326E+03	2.076E+03					
003	110	1.492E+03	2.076E+03					
003	111	1.658E+03	2.076E+03					
003	112	1.824E+03	2.076E+03					
003	113	1.990E+03	2.076E+03					
003	114	2.269E+03	2.076E+03					
003	115	2.548E+03	2.076E+03					
003	116	2.708E+03	2.196E+03					
003	117	2.868E+03	2.316E+03					
003	118	3.028E+03	2.436E+03					
003	119	3.188E+03	2.556E+03					
003	120	3.348E+03	2.676E+03					
003	121	3.348E+03	3.026E+03					
003	122	3.348E+03	3.326E+03					
003	123	3.348E+03	3.626E+03					
003	124	3.348E+03	3.926E+03					
003	125	3.348E+03	4.226E+03					
003	126	3.348E+03	4.526E+03					
003	127	3.348E+03	4.826E+03					
003	128	3.348E+03	5.126E+03					
003	129	3.348E+03	5.426E+03					
003	130	3.348E+03	5.726E+03					
003	131	3.348E+03	6.026E+03					
003	132	3.348E+03	6.326E+03					
003	133	3.348E+03	6.626E+03					
003	134	3.348E+03	6.751E+03					
003	135	3.348E+03	7.001E+03					
003	201	0.000E+00	2.676E+03					
003	202	1.658E+02	2.676E+03					
003	203	3.316E+02	2.676E+03					
003	204	4.974E+02	2.676E+03					
003	205	6.632E+02	2.676E+03					
003	206	8.290E+02	2.676E+03					
003	207	9.948E+02	2.676E+03					
003	208	1.161E+03	2.676E+03					
003	209	1.326E+03	2.676E+03					

		1	2	3	4	5	6	7	8
003	210			1.492E+03	2.676E+03				
003	211			1.658E+03	2.676E+03				
003	212			1.824E+03	2.676E+03				
003	213			1.990E+03	2.676E+03				
003	214			2.155E+03	2.676E+03				
003	215			2.321E+03	2.676E+03				
003	216			2.487E+03	2.676E+03				
003	217			2.653E+03	2.676E+03				
003	218			2.819E+03	2.676E+03				
003	219			2.984E+03	2.676E+03				
003	220			3.166E+03	2.676E+03				
003	301			0.000E+00	3.026E+03				
003	302			1.658E+02	3.026E+03				
003	303			3.316E+02	3.026E+03				
003	304			4.974E+02	3.026E+03				
003	305			6.632E+02	3.026E+03				
003	306			8.290E+02	3.026E+03				
003	307			9.948E+02	3.026E+03				
003	308			1.161E+03	3.026E+03				
003	309			1.326E+03	3.026E+03				
003	310			1.492E+03	3.026E+03				
003	311			1.658E+03	3.026E+03				
003	312			1.824E+03	3.026E+03				
003	313			1.990E+03	3.026E+03				
003	314			2.155E+03	3.026E+03				
003	315			2.321E+03	3.026E+03				
003	316			2.487E+03	3.026E+03				
003	317			2.653E+03	3.026E+03				
003	318			2.819E+03	3.026E+03				
003	319			2.984E+03	3.026E+03				
003	320			3.166E+03	3.026E+03				
002	1301			0.000E+00	3.026E+03				
002	1302			1.658E+02	3.026E+03				
002	1303			3.316E+02	3.026E+03				
002	1304			4.974E+02	3.026E+03				
002	1305			6.632E+02	3.026E+03				
002	1306			8.290E+02	3.026E+03				
002	1307			9.948E+02	3.026E+03				
002	1308			1.161E+03	3.026E+03				
002	1309			1.326E+03	3.026E+03				
002	1310			1.492E+03	3.026E+03				
002	1311			1.658E+03	3.026E+03				
002	1312			1.824E+03	3.026E+03				
002	1313			1.990E+03	3.026E+03				
002	1314			2.155E+03	3.026E+03				
002	1315			2.321E+03	3.026E+03				
002	1316			2.487E+03	3.026E+03				
002	1317			2.653E+03	3.026E+03				
002	1318			2.819E+03	3.026E+03				
002	1319			2.984E+03	3.026E+03				
002	1401			0.000E+00	4.226E+03				
002	1402			1.658E+02	4.226E+03				
002	1403			3.316E+02	4.226E+03				

		1	2	3	4	5	6	7	8
002	1404		4.974E+02	4.226E+03					
002	1405		6.632E+02	4.226E+03					
002	1406		8.290E+02	4.226E+03					
002	1407		9.948E+02	4.226E+03					
002	1408		1.161E+03	4.226E+03					
002	1409		1.326E+03	4.226E+03					
002	1410		1.492E+03	4.226E+03					
002	1411		1.658E+03	4.226E+03					
002	1412		1.824E+03	4.226E+03					
002	1413		1.990E+03	4.226E+03					
002	1414		2.155E+03	4.226E+03					
002	1415		2.321E+03	4.226E+03					
002	1416		2.487E+03	4.226E+03					
002	1417		2.653E+03	4.226E+03					
002	1418		2.819E+03	4.226E+03					
002	1419		2.984E+03	4.226E+03					
002	1501		0.000E+00	5.426E+03					
002	1502		1.658E+02	5.426E+03					
002	1503		3.316E+02	5.426E+03					
002	1504		4.974E+02	5.426E+03					
002	1505		6.632E+02	5.426E+03					
002	1506		8.290E+02	5.426E+03					
002	1507		9.948E+02	5.426E+03					
002	1508		1.161E+03	5.426E+03					
002	1509		1.326E+03	5.426E+03					
002	1510		1.492E+03	5.426E+03					
002	1511		1.658E+03	5.426E+03					
002	1512		1.824E+03	5.426E+03					
002	1513		1.990E+03	5.426E+03					
002	1514		2.155E+03	5.426E+03					
002	1515		2.321E+03	5.426E+03					
002	1516		2.487E+03	5.426E+03					
002	1517		2.653E+03	5.426E+03					
002	1518		2.819E+03	5.426E+03					
002	1519		2.984E+03	5.426E+03					
002	1601		0.000E+00	6.751E+03					
002	1602		1.658E+02	6.751E+03					
002	1603		3.316E+02	6.751E+03					
002	1604		4.974E+02	6.751E+03					
002	1605		6.632E+02	6.751E+03					
002	1606		8.290E+02	6.751E+03					
002	1607		9.948E+02	6.751E+03					
002	1608		1.161E+03	6.751E+03					
002	1609		1.326E+03	6.751E+03					
002	1610		1.492E+03	6.751E+03					
002	1611		1.658E+03	6.751E+03					
002	1612		1.824E+03	6.751E+03					
002	1613		1.990E+03	6.751E+03					
002	1614		2.155E+03	6.751E+03					
002	1615		2.321E+03	6.751E+03					
002	1616		2.487E+03	6.751E+03					
002	1617		2.653E+03	6.751E+03					
002	1618		2.819E+03	6.751E+03					

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	1619	2.984E+03	6.751E+03					
002	1701	0.000E+00	7.001E+03					
002	1702	1.658E+02	7.001E+03					
002	1703	3.316E+02	7.001E+03					
002	1704	4.974E+02	7.001E+03					
002	1705	6.632E+02	7.001E+03					
002	1706	8.290E+02	7.001E+03					
002	1707	9.948E+02	7.001E+03					
002	1708	1.161E+03	7.001E+03					
002	1709	1.326E+03	7.001E+03					
002	1710	1.492E+03	7.001E+03					
002	1711	1.658E+03	7.001E+03					
002	1712	1.824E+03	7.001E+03					
002	1713	1.990E+03	7.001E+03					
002	1714	2.155E+03	7.001E+03					
002	1715	2.321E+03	7.001E+03					
002	1716	2.487E+03	7.001E+03					
002	1717	2.653E+03	7.001E+03					
002	1718	2.819E+03	7.001E+03					
002	1719	2.984E+03	7.001E+03					
002	2101	0.000E+00	2.076E+03					
002	2102	1.658E+02	2.076E+03					
002	2103	3.316E+02	2.076E+03					
002	2104	4.974E+02	2.076E+03					
002	2105	6.632E+02	2.076E+03					
002	2106	8.290E+02	2.076E+03					
002	2107	9.948E+02	2.076E+03					
002	2108	1.161E+03	2.076E+03					
002	2109	1.326E+03	2.076E+03					
002	2110	1.492E+03	2.076E+03					
002	2111	1.658E+03	2.076E+03					
002	2112	1.824E+03	2.076E+03					
002	2113	1.990E+03	2.076E+03					
002	2201	0.000E+00	2.676E+03					
002	2202	1.658E+02	2.676E+03					
002	2203	3.316E+02	2.676E+03					
002	2204	4.974E+02	2.676E+03					
002	2205	6.632E+02	2.676E+03					
002	2206	8.290E+02	2.676E+03					
002	2207	9.948E+02	2.676E+03					
002	2208	1.161E+03	2.676E+03					
002	2209	1.326E+03	2.676E+03					
002	2210	1.492E+03	2.676E+03					
002	2211	1.658E+03	2.676E+03					
002	2212	1.824E+03	2.676E+03					
002	2213	1.990E+03	2.676E+03					
002	2214	2.155E+03	2.676E+03					
002	2215	2.321E+03	2.676E+03					
002	2216	2.487E+03	2.676E+03					
002	2217	2.653E+03	2.676E+03					
002	2218	2.819E+03	2.676E+03					
002	2219	2.984E+03	2.676E+03					
002	2301	0.000E+00	3.026E+03					

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	2302		1.658E+02	3.026E+03				
002	2303		3.316E+02	3.026E+03				
002	2304		4.974E+02	3.026E+03				
002	2305		6.632E+02	3.026E+03				
002	2306		8.290E+02	3.026E+03				
002	2307		9.948E+02	3.026E+03				
002	2308		1.161E+03	3.026E+03				
002	2309		1.326E+03	3.026E+03				
002	2310		1.492E+03	3.026E+03				
002	2311		1.658E+03	3.026E+03				
002	2312		1.824E+03	3.026E+03				
002	2313		1.990E+03	3.026E+03				
002	2314		2.155E+03	3.026E+03				
002	2315		2.321E+03	3.026E+03				
002	2316		2.487E+03	3.026E+03				
002	2317		2.653E+03	3.026E+03				
002	2318		2.819E+03	3.026E+03				
002	2319		2.984E+03	3.026E+03				
002	4001		-2.000E+02	0.000E+00				
002	4002		4.093E+02	2.193E+01				
002	4003		1.004E+03	8.717E+01				
002	4004		1.568E+03	1.941E+02				
002	4005		2.089E+03	3.401E+02				
002	4006		2.554E+03	5.216E+02				
002	4007		2.951E+03	7.341E+02				
002	4008		3.270E+03	9.724E+02				
002	4009		3.504E+03	1.231E+03				
002	4010		3.647E+03	1.502E+03				
002	4011		3.695E+03	1.781E+03				
002	4012		3.695E+03	2.076E+03				
002	4013		3.695E+03	2.376E+03				
002	4014		3.695E+03	2.676E+03				
002	4015		3.695E+03	3.026E+03				
002	4016		3.695E+03	3.288E+03				
002	4017		3.695E+03	3.538E+03				
002	4018		3.695E+03	3.788E+03				
002	4019		3.695E+03	4.038E+03				
002	4020		3.695E+03	4.288E+03				
002	4021		3.695E+03	4.538E+03				
002	4022		3.695E+03	4.788E+03				
002	4023		3.695E+03	5.038E+03				
002	4024		3.695E+03	5.288E+03				
001	14024		3.696E+03	5.288E+03				
002	4025		3.695E+03	5.538E+03				
002	4026		3.695E+03	5.788E+03				
002	4027		3.695E+03	6.038E+03				
002	4028		3.695E+03	6.288E+03				
002	4029		3.695E+03	6.538E+03				
002	4030		3.695E+03	6.788E+03				
002	4031		3.695E+03	7.001E+03				
001	14031		3.696E+03	7.001E+03				
002	4032		3.695E+03	7.251E+03				
002	4033		3.695E+03	7.501E+03				

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	4034		3.695E+03	7.751E+03				
002	4035		3.695E+03	8.001E+03				
002	4036		3.695E+03	8.601E+03				
002	4037		3.695E+03	9.201E+03				
002	4038		3.695E+03	9.801E+03				
002	4039		3.695E+03	1.040E+04				
002	4040		3.695E+03	1.100E+04				
002	4041		3.695E+03	1.130E+04				
002	4042		3.695E+03	1.160E+04				
002	4043		3.695E+03	1.190E+04				
002	4044		3.695E+03	1.220E+04				
002	4045		3.695E+03	1.250E+04				
002	4046		3.695E+03	1.280E+04				
001	14046		3.696E+03	1.280E+04				
002	4047		3.695E+03	1.310E+04				
002	4048		3.695E+03	1.340E+04				
002	4049		3.695E+03	1.370E+04				
002	4050		3.695E+03	1.400E+04				
001	14050		3.696E+03	1.400E+04				
002	4051		3.421E+03	5.076E+03				
002	5120		3.148E+03	2.676E+03				
002	5420		3.548E+03	2.676E+03				
002	5121		3.148E+03	3.026E+03				
001	15121		3.149E+03	3.026E+03				
002	5421		3.548E+03	3.026E+03				
002	5122		3.148E+03	3.326E+03				
002	5422		3.548E+03	3.326E+03				
002	5123		3.148E+03	3.626E+03				
002	5423		3.548E+03	3.626E+03				
002	5124		3.148E+03	3.926E+03				
002	5424		3.548E+03	3.926E+03				
002	5125		3.148E+03	4.226E+03				
002	5425		3.548E+03	4.226E+03				
002	5126		3.148E+03	4.526E+03				
002	5426		3.548E+03	4.526E+03				
002	5127		3.148E+03	4.826E+03				
002	5427		3.548E+03	4.826E+03				
001	15427		3.549E+03	4.826E+03				
002	5128		3.148E+03	5.126E+03				
002	5428		3.548E+03	5.126E+03				
002	5129		3.148E+03	5.426E+03				
002	5429		3.548E+03	5.426E+03				
002	5130		3.148E+03	5.726E+03				
002	5430		3.548E+03	5.726E+03				
002	5131		3.148E+03	6.026E+03				
002	5431		3.548E+03	6.026E+03				
002	5132		3.148E+03	6.326E+03				
002	5432		3.548E+03	6.326E+03				
002	5133		3.148E+03	6.626E+03				
002	5433		3.548E+03	6.626E+03				
002	5134		3.148E+03	6.751E+03				
002	5434		3.548E+03	6.751E+03				
002	5135		3.148E+03	7.001E+03				

	1	2	3	4	5	6	7	8
001	15135		3.149E+03	7.001E+03				
002	5435		3.548E+03	7.001E+03				
001	15435		3.549E+03	7.001E+03				
002	5201		0.000E+00	2.476E+03				
002	5501		0.000E+00	2.876E+03				
002	5202		1.658E+02	2.476E+03				
002	5502		1.658E+02	2.876E+03				
002	5203		3.316E+02	2.476E+03				
002	5503		3.316E+02	2.876E+03				
002	5204		4.974E+02	2.476E+03				
002	5504		4.974E+02	2.876E+03				
002	5205		6.632E+02	2.476E+03				
002	5505		6.632E+02	2.876E+03				
002	5206		8.290E+02	2.476E+03				
002	5506		8.290E+02	2.876E+03				
002	5207		9.948E+02	2.476E+03				
002	5507		9.948E+02	2.876E+03				
002	5208		1.161E+03	2.476E+03				
002	5508		1.161E+03	2.876E+03				
002	5209		1.326E+03	2.476E+03				
002	5509		1.326E+03	2.876E+03				
002	5210		1.492E+03	2.476E+03				
002	5510		1.492E+03	2.876E+03				
002	5211		1.658E+03	2.476E+03				
002	5511		1.658E+03	2.876E+03				
002	5212		1.824E+03	2.476E+03				
002	5512		1.824E+03	2.876E+03				
002	5213		1.990E+03	2.476E+03				
002	5513		1.990E+03	2.876E+03				
002	5214		2.155E+03	2.476E+03				
002	5514		2.155E+03	2.876E+03				
002	5215		2.321E+03	2.476E+03				
002	5515		2.321E+03	2.876E+03				
002	5216		2.487E+03	2.476E+03				
002	5516		2.487E+03	2.876E+03				
002	5217		2.653E+03	2.476E+03				
002	5517		2.653E+03	2.876E+03				
002	5218		2.819E+03	2.476E+03				
002	5518		2.819E+03	2.876E+03				
002	5219		2.984E+03	2.476E+03				
002	5519		2.984E+03	2.876E+03				
002	5220		3.166E+03	2.476E+03				
002	5520		3.166E+03	2.876E+03				
002	5301		0.000E+00	2.826E+03				
002	5601		0.000E+00	3.226E+03				
002	5302		1.658E+02	2.826E+03				
002	5602		1.658E+02	3.226E+03				
002	5303		3.316E+02	2.826E+03				
002	5603		3.316E+02	3.226E+03				
002	5304		4.974E+02	2.826E+03				
002	5604		4.974E+02	3.226E+03				
002	5305		6.632E+02	2.826E+03				
002	5605		6.632E+02	3.226E+03				

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	5306		8.290E+02	2.826E+03				
002	5606		8.290E+02	3.226E+03				
002	5307		9.948E+02	2.826E+03				
002	5607		9.948E+02	3.226E+03				
002	5308		1.161E+03	2.826E+03				
002	5608		1.161E+03	3.226E+03				
002	5309		1.326E+03	2.826E+03				
002	5609		1.326E+03	3.226E+03				
002	5310		1.492E+03	2.826E+03				
002	5610		1.492E+03	3.226E+03				
002	5311		1.658E+03	2.826E+03				
002	5611		1.658E+03	3.226E+03				
002	5312		1.824E+03	2.826E+03				
002	5612		1.824E+03	3.226E+03				
002	5313		1.990E+03	2.826E+03				
002	5613		1.990E+03	3.226E+03				
002	5314		2.155E+03	2.826E+03				
002	5614		2.155E+03	3.226E+03				
002	5315		2.321E+03	2.826E+03				
002	5615		2.321E+03	3.226E+03				
002	5316		2.487E+03	2.826E+03				
002	5616		2.487E+03	3.226E+03				
002	5317		2.653E+03	2.826E+03				
002	5617		2.653E+03	3.226E+03				
002	5318		2.819E+03	2.826E+03				
002	5618		2.819E+03	3.226E+03				
002	5319		2.984E+03	2.826E+03				
002	5619		2.984E+03	3.226E+03				
002	5320		3.166E+03	2.826E+03				
002	5620		3.166E+03	3.226E+03				
001	¥							
003	801		0.0	2151.00		13	2	814
003	814		2269.00	2151.00				
003	815		2523.00	2151.00		5		820
003	820		3223.00	2676.00				
001	¥							
003	701		0.0	2126.00		13	2	714
003	714		2269.34	2126.00				
003	715		2531.34	2126.00		5		720
003	720		3264.67	2676.00				
001	¥							
003	601		0.0	2026.00		13	2	614
003	614		2269.63	2026.00				
003	615		2564.63	2026.00		5		620
003	620		3431.30	2676.00				
001	¥							
003	501		0.0	2001.00		13	2	514
003	514		2269.00	2001.00				
003	515		2573.00	2001.00		5		520
003	520		3473.00	2676.00				
001	¥							
002	6501		0.0	2001.00		13	2	6514
002	6514		2269.00	2001.00				

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	6515		2573.00	2001.00				
002	6520		3473.00	2676.00			5	6520
001	¥							
002	6801		0.0	2151.00			13	2
002	6814		2269.00	2151.00				6814
002	6815		2523.00	2151.00			5	6820
002	6820		3223.00	2676.00				
001	¥							
001	CONNECTION							
005	1	1	1	10	1	2		
005	2	1	2	10	2	3		
005	3	1	3	10	3	4		
005	4	1	4	10	4	5		
005	5	1	5	10	5	6		
005	6	1	6	10	6	7		
005	7	1	7	10	7	8		
005	8	1	8	10	8	9		
005	9	1	9	10	9	10		
004	10	1	10	10	10	11		
004	11	1	11	10	11	12		
004	12	1	12	10	12	13		
004	13	1	13	10	13	14		
004	14	1	14	10	14	15		
004	15	1	15	10	15	16		
004	16	1	16	10	16	17		
004	17	1	17	10	17	18		
004	18	1	18	10	18	19		
004	19	1	19	10	19	20		
004	20	1	20	10	20	21		
004	21	1	21	10	21	22		
004	22	1	22	10	22	23		
004	23	1	23	10	23	24		
004	24	1	24	10	24	25		
004	25	1	25	10	25	26		
004	26	1	26	10	26	27		
004	27	1	27	10	27	28		
004	28	1	28	10	28	29		
004	29	1	29	10	29	30		
004	30	1	30	10	30	31		
004	31	1	31	10	31	32		
004	32	1	32	10	32	33		
004	33	1	33	10	33	34		
004	34	1	34	10	34	35		
004	35	1	35	10	35	36		
004	36	1	36	10	36	37		
004	37	1	37	10	37	38		
004	38	1	38	10	38	39		
004	39	1	39	10	39	40		
004	40	1	40	10	40	41		
004	41	1	41	10	41	42		
004	42	1	42	10	42	43		
004	43	1	43	10	43	44		
004	44	1	44	10	44	45		

	1	2	3	4	5	6	7	8
004	45	1	45	10	45	46		
004	46	1	46	10	46	47		
004	47	1	47	10	47	48		
004	48	1	48	10	48	49		
004	49	1	49	10	49	50		
004	50	1	50	10	127	51		
004	51	1	51	10	51	24		
003	120	1	120	10	120	121		
003	121	1	121	10	121	122		
003	122	1	122	10	122	123		
003	123	1	123	10	123	124		
003	124	1	124	10	124	125		
003	125	1	125	10	125	126		
003	126	1	126	10	126	127		
003	127	1	127	10	127	128		
003	128	1	128	10	128	129		
003	129	1	129	10	129	130		
003	130	1	130	10	130	131		
003	131	1	131	10	131	132		
003	132	1	132	10	132	133		
003	133	1	133	10	133	134		
003	134	1	134	10	134	135		
003	201	1	201	10	201	202		
003	202	1	202	10	202	203		
003	203	1	203	10	203	204		
003	204	1	204	10	204	205		
003	205	1	205	10	205	206		
003	206	1	206	10	206	207		
003	207	1	207	10	207	208		
003	208	1	208	10	208	209		
003	209	1	209	10	209	210		
003	210	1	210	10	210	211		
003	211	1	211	10	211	212		
003	212	1	212	10	212	213		
003	213	1	213	10	213	214		
003	214	1	214	10	214	215		
003	215	1	215	10	215	216		
003	216	1	216	10	216	217		
003	217	1	217	10	217	218		
003	218	1	218	10	218	219		
003	219	1	219	10	219	220		
003	220	1	220	10	220	120		
003	301	1	301	10	301	302		
003	302	1	302	10	302	303		
003	303	1	303	10	303	304		
003	304	1	304	10	304	305		
003	305	1	305	10	305	306		
003	306	1	306	10	306	307		
003	307	1	307	10	307	308		
003	308	1	308	10	308	309		
003	309	1	309	10	309	310		
003	310	1	310	10	310	311		
003	311	1	311	10	311	312		

	1	2	3	4	5	6	7	8
003	312	1 312	10 312 313					
003	313	1 313	10 313 314					
003	314	1 314	10 314 315					
003	315	1 315	10 315 316					
003	316	1 316	10 316 317					
003	317	1 317	10 317 318					
003	318	1 318	10 318 319					
003	319	1 319	10 319 320					
003	320	1 320	10 320 121					
002	1001	1 1001	20 1301 1401					
002	1002	1 1002	20 1302 1402					
002	1003	1 1003	20 1303 1403					
002	1004	1 1004	20 1304 1404					
002	1005	1 1005	20 1305 1405					
002	1006	1 1006	20 1306 1406					
002	1007	1 1007	20 1307 1407					
002	1008	1 1008	20 1308 1408					
002	1009	1 1009	20 1309 1409					
002	1010	1 1010	20 1310 1410					
002	1011	1 1011	20 1311 1411					
002	1012	1 1012	20 1312 1412					
002	1013	1 1013	20 1313 1413					
002	1014	1 1014	20 1314 1414					
002	1015	1 1015	20 1315 1415					
002	1016	1 1016	20 1316 1416					
002	1017	1 1017	20 1317 1417					
002	1018	1 1018	20 1318 1418					
002	1019	1 1019	20 1319 1419					
002	1101	1 1101	20 1401 1501					
002	1102	1 1102	20 1402 1502					
002	1103	1 1103	20 1403 1503					
002	1104	1 1104	20 1404 1504					
002	1105	1 1105	20 1405 1505					
002	1106	1 1106	20 1406 1506					
002	1107	1 1107	20 1407 1507					
002	1108	1 1108	20 1408 1508					
002	1109	1 1109	20 1409 1509					
002	1110	1 1110	20 1410 1510					
002	1111	1 1111	20 1411 1511					
002	1112	1 1112	20 1412 1512					
002	1113	1 1113	20 1413 1513					
002	1114	1 1114	20 1414 1514					
002	1115	1 1115	20 1415 1515					
002	1116	1 1116	20 1416 1516					
002	1117	1 1117	20 1417 1517					
002	1118	1 1118	20 1418 1518					
002	1119	1 1119	20 1419 1519					
002	1201	1 1201	20 1501 1601					
002	1202	1 1202	20 1502 1602					
002	1203	1 1203	20 1503 1603					
002	1204	1 1204	20 1504 1604					
002	1205	1 1205	20 1505 1605					
002	1206	1 1206	20 1506 1606					

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	1207	1 1207	20 1507 1607					
002	1208	1 1208	20 1508 1608					
002	1209	1 1209	20 1509 1609					
002	1210	1 1210	20 1510 1610					
002	1211	1 1211	20 1511 1611					
002	1212	1 1212	20 1512 1612					
002	1213	1 1213	20 1513 1613					
002	1214	1 1214	20 1514 1614					
002	1215	1 1215	20 1515 1615					
002	1216	1 1216	20 1516 1616					
002	1217	1 1217	20 1517 1617					
002	1218	1 1218	20 1518 1618					
002	1219	1 1219	20 1519 1619					
002	1301	1 1301	20 1601 1701					
002	1302	1 1302	20 1602 1702					
002	1303	1 1303	20 1603 1703					
002	1304	1 1304	20 1604 1704					
002	1305	1 1305	20 1605 1705					
002	1306	1 1306	20 1606 1706					
002	1307	1 1307	20 1607 1707					
002	1308	1 1308	20 1608 1708					
002	1309	1 1309	20 1609 1709					
002	1310	1 1310	20 1610 1710					
002	1311	1 1311	20 1611 1711					
002	1312	1 1312	20 1612 1712					
002	1313	1 1313	20 1613 1713					
002	1314	1 1314	20 1614 1714					
002	1315	1 1315	20 1615 1715					
002	1316	1 1316	20 1616 1716					
002	1317	1 1317	20 1617 1717					
002	1318	1 1318	20 1618 1718					
002	1319	1 1319	20 1619 1719					
002	2001	1 2001	20 2101 2201					
002	2002	1 2002	20 2102 2202					
002	2003	1 2003	20 2103 2203					
002	2004	1 2004	20 2104 2204					
002	2005	1 2005	20 2105 2205					
002	2006	1 2006	20 2106 2206					
002	2007	1 2007	20 2107 2207					
002	2008	1 2008	20 2108 2208					
002	2009	1 2009	20 2109 2209					
002	2010	1 2010	20 2110 2210					
002	2011	1 2011	20 2111 2211					
002	2012	1 2012	20 2112 2212					
002	2013	1 2013	20 2113 2213					
002	3001	1 3001	20 2201 2301					
002	3002	1 3002	20 2202 2302					
002	3003	1 3003	20 2203 2303					
002	3004	1 3004	20 2204 2304					
002	3005	1 3005	20 2205 2305					
002	3006	1 3006	20 2206 2306					
002	3007	1 3007	20 2207 2307					
002	3008	1 3008	20 2208 2308					

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	3009	1 3009	20 2209	2309				
002	3010	1 3010	20 2210	2310				
002	3011	1 3011	20 2211	2311				
002	3012	1 3012	20 2212	2312				
002	3013	1 3013	20 2213	2313				
002	3014	1 3014	20 2214	2314				
002	3015	1 3015	20 2215	2315				
002	3016	1 3016	20 2216	2316				
002	3017	1 3017	20 2217	2317				
002	3018	1 3018	20 2218	2318				
002	3019	1 3019	20 2219	2319				
002	4001	2 4001	1 4001	1				
002	4002	2 4002	1 4002	2				
002	4003	2 4003	1 4003	3				
002	4004	2 4004	1 4004	4				
002	4005	2 4005	1 4005	5				
002	4006	2 4006	1 4006	6				
002	4007	2 4007	1 4007	7				
002	4008	2 4008	1 4008	8				
002	4009	2 4009	1 4009	9				
002	4010	2 4010	1 4010	10				
002	4011	2 4011	1 4011	11				
002	4012	2 4012	1 4012	12				
002	4013	2 4013	1 4013	13				
002	4014	2 4014	1 4014	14				
002	4015	2 4015	1 4015	15				
002	4016	2 4016	1 4016	16				
002	4017	2 4017	1 4017	17				
002	4018	2 4018	1 4018	18				
002	4019	2 4019	1 4019	19				
002	4020	2 4020	1 4020	20				
002	4021	2 4021	1 4021	21				
002	4022	2 4022	1 4022	22				
002	4023	2 4023	1 4023	23				
002	4024	2 4024	1 4024	24				
002	4025	2 4025	4 4025	25				
002	4026	2 4026	4 4026	26				
002	4027	2 4027	4 4027	27				
002	4028	2 4028	4 4028	28				
002	4029	2 4029	4 4029	29				
002	4030	2 4030	4 4030	30				
002	4031	2 4031	4 4031	31				
002	4032	2 4032	4 4032	32				
002	4033	2 4033	4 4033	33				
002	4034	2 4034	4 4034	34				
002	4035	2 4035	4 4035	35				
002	4036	2 4036	4 4036	36				
002	4037	2 4037	4 4037	37				
002	4038	2 4038	4 4038	38				
002	4039	2 4039	4 4039	39				
002	4040	2 4040	4 4040	40				
002	4041	2 4041	4 4041	41				
002	4042	2 4042	4 4042	42				

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	4043	2 4043	4 4043	43				
002	4044	2 4044	4 4044	44				
002	4045	2 4045	4 4045	45				
002	4046	2 4046	4 4046	46				
002	4047	2 4047	4 4047	47				
002	4048	2 4048	4 4048	48				
002	4049	2 4049	4 4049	49				
001	¥4050	2 4050	1 4050	50				
002	4051	2 4051	1 4051	51				
002	5120	2 5120	2 5120	120				
002	5420	2 5420	1 5420	120				
002	5121	2 5121	2 5121	121				
002	5421	2 5421	1 5421	121				
002	5122	2 5122	4 5122	122				
002	5422	2 5422	1 5422	122				
002	5123	2 5123	4 5123	123				
002	5423	2 5423	1 5423	123				
002	5124	2 5124	4 5124	124				
002	5424	2 5424	1 5424	124				
002	5125	2 5125	4 5125	125				
002	5425	2 5425	1 5425	125				
002	5126	2 5126	4 5126	126				
002	5426	2 5426	1 5426	126				
002	5127	2 5127	4 5127	127				
002	5427	2 5427	1 5427	127				
002	5128	2 5128	4 5128	128				
002	5428	2 5428	4 5428	128				
002	5129	2 5129	4 5129	129				
002	5429	2 5429	4 5429	129				
002	5130	2 5130	4 5130	130				
002	5430	2 5430	4 5430	130				
002	5131	2 5131	4 5131	131				
002	5431	2 5431	4 5431	131				
002	5132	2 5132	4 5132	132				
002	5432	2 5432	4 5432	132				
002	5133	2 5133	4 5133	133				
002	5433	2 5433	4 5433	133				
002	5134	2 5134	4 5134	134				
002	5434	2 5434	4 5434	134				
002	5135	2 5135	4 5135	135				
002	5435	2 5435	4 5435	135				
002	5201	2 5201	3 5201	201				
002	5501	2 5501	2 5501	201				
002	5202	2 5202	3 5202	202				
002	5502	2 5502	2 5502	202				
002	5203	2 5203	3 5203	203				
002	5503	2 5503	2 5503	203				
002	5204	2 5204	3 5204	204				
002	5504	2 5504	2 5504	204				
002	5205	2 5205	3 5205	205				
002	5505	2 5505	2 5505	205				
002	5206	2 5206	3 5206	206				
002	5506	2 5506	2 5506	206				

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	5207	2 5207	3 5207	207				
002	5507	2 5507	2 5507	207				
002	5208	2 5208	3 5208	208				
002	5508	2 5508	2 5508	208				
002	5209	2 5209	3 5209	209				
002	5509	2 5509	2 5509	209				
002	5210	2 5210	3 5210	210				
002	5510	2 5510	2 5510	210				
002	5211	2 5211	3 5211	211				
002	5511	2 5511	2 5511	211				
002	5212	2 5212	3 5212	212				
002	5512	2 5512	2 5512	212				
002	5213	2 5213	3 5213	213				
002	5513	2 5513	2 5513	213				
002	5214	2 5214	3 5214	214				
002	5514	2 5514	2 5514	214				
002	5215	2 5215	3 5215	215				
002	5515	2 5515	2 5515	215				
002	5216	2 5216	3 5216	216				
002	5516	2 5516	2 5516	216				
002	5217	2 5217	3 5217	217				
002	5517	2 5517	2 5517	217				
002	5218	2 5218	3 5218	218				
002	5518	2 5518	2 5518	218				
002	5219	2 5219	3 5219	219				
002	5519	2 5519	2 5519	219				
002	5220	2 5220	3 5220	220				
002	5520	2 5520	2 5520	220				
002	5301	2 5301	2 5301	301				
002	5601	2 5601	4 5601	301				
002	5302	2 5302	2 5302	302				
002	5602	2 5602	4 5602	302				
002	5303	2 5303	2 5303	303				
002	5603	2 5603	4 5603	303				
002	5304	2 5304	2 5304	304				
002	5604	2 5604	4 5604	304				
002	5305	2 5305	2 5305	305				
002	5605	2 5605	4 5605	305				
002	5306	2 5306	2 5306	306				
002	5606	2 5606	4 5606	306				
002	5307	2 5307	2 5307	307				
002	5607	2 5607	4 5607	307				
002	5308	2 5308	2 5308	308				
002	5608	2 5608	4 5608	308				
002	5309	2 5309	2 5309	309				
002	5609	2 5609	4 5609	309				
002	5310	2 5310	2 5310	310				
002	5610	2 5610	4 5610	310				
002	5311	2 5311	2 5311	311				
002	5611	2 5611	4 5611	311				
002	5312	2 5312	2 5312	312				
002	5612	2 5612	4 5612	312				
002	5313	2 5313	2 5313	313				

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	5613	2 5613	4 5613	313				
002	5314	2 5314	2 5314	314				
002	5614	2 5614	4 5614	314				
002	5315	2 5315	2 5315	315				
002	5615	2 5615	4 5615	315				
002	5316	2 5316	2 5316	316				
002	5616	2 5616	4 5616	316				
002	5317	2 5317	2 5317	317				
002	5617	2 5617	4 5617	317				
002	5318	2 5318	2 5318	318				
002	5618	2 5618	4 5618	318				
002	5319	2 5319	2 5319	319				
002	5619	2 5619	4 5619	319				
002	5320	2 5320	2 5320	320				
002	5620	2 5620	4 5620	320				
001	14046	110000	3014046	4046				
001	14050	110000	3014050	4050				
001	14024	110000	3014024	4024				
001	14031	110000	3014031	4031				
001	15427	110000	3015427	5427				
001	15435	110000	3015435	5435				
001	15121	110000	3015121	5121				
001	15135	110000	3015135	5135				
001	¥							
003	501	3	10 501	502	601	602	19	1
003	601	3	10 601	602	101	102	19	1
003	701	3	10 101	102	701	702	19	1
003	801	3	10 701	702	801	802	19	1
001	¥							
002	6501	4	1 6501	6502	501	502	19	1
002	6801	4	3 6801	6802	801	802	19	1
001	¥							
001	GEOMETRY							
005	1	2 4.712E+02	2.871E+05					
005	2	2 2.871E+05	5.672E+05					
005	3	2 5.672E+05	8.333E+05					
005	4	2 8.333E+05	1.079E+06					
005	5	2 1.079E+06	1.298E+06					
005	6	2 1.298E+06	1.485E+06					
005	7	2 1.485E+06	1.635E+06					
005	8	2 1.635E+06	1.746E+06					
005	9	2 1.746E+06	1.813E+06					
004	10	2 1.813E+06	1.835E+06					
004	11	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	12	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	13	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	14	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	15	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	16	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	17	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	18	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	19	2 1.224E+06	1.224E+06					
004	20	2 1.224E+06	1.224E+06					

		1	2	3	4	5	6	7	8
004	21	2	1.224E+06	1.224E+06					
004	22	2	1.468E+06	1.468E+06					
004	23	2	1.468E+06	1.468E+06					
004	24	2	1.468E+06	1.468E+06					
004	25	2	1.468E+06	1.468E+06					
004	26	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	27	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	28	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	29	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	30	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	31	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	32	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	33	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	34	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	35	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	36	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	37	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	38	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	39	2	9.789E+05	9.789E+05					
004	40	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	41	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	42	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	43	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	44	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	45	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	46	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	47	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	48	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	49	2	7.342E+05	7.342E+05					
004	50	2	2.104E+06	2.275E+06					
004	51	2	2.275E+06	2.447E+06					
003	120	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	121	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	122	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	123	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	124	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	125	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	126	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	127	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	128	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	129	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	130	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	131	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	132	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	133	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	134	2	4.207E+05	4.207E+05					
003	201	2	0.0005	5.209E+04					
003	202	2	5.209E+04	1.042E+05					
003	203	2	1.042E+05	1.563E+05					
003	204	2	1.563E+05	2.084E+05					
003	205	2	2.084E+05	2.604E+05					
003	206	2	2.604E+05	3.125E+05					
003	207	2	3.125E+05	3.646E+05					

	1	2	3	4	5	6	7	8
003	208	2	3.646E+05	4.167E+05				
003	209	2	4.167E+05	4.688E+05				
003	210	2	4.688E+05	5.209E+05				
003	211	2	5.209E+05	5.730E+05				
003	212	2	5.730E+05	6.251E+05				
003	213	2	6.251E+05	6.771E+05				
003	214	2	6.771E+05	7.292E+05				
003	215	2	7.292E+05	7.813E+05				
003	216	2	7.813E+05	8.334E+05				
003	217	2	8.334E+05	8.855E+05				
003	218	2	8.855E+05	9.376E+05				
003	219	2	9.376E+05	9.947E+05				
003	220	2	9.947E+05	1.052E+06				
003	301	2	0.0005	5.209E+04				
003	302	2	5.209E+04	1.042E+05				
003	303	2	1.042E+05	1.563E+05				
003	304	2	1.563E+05	2.084E+05				
003	305	2	2.084E+05	2.604E+05				
003	306	2	2.604E+05	3.125E+05				
003	307	2	3.125E+05	3.646E+05				
003	308	2	3.646E+05	4.167E+05				
003	309	2	4.167E+05	4.688E+05				
003	310	2	4.688E+05	5.209E+05				
003	311	2	5.209E+05	5.730E+05				
003	312	2	5.730E+05	6.251E+05				
003	313	2	6.251E+05	6.771E+05				
003	314	2	6.771E+05	7.292E+05				
003	315	2	7.292E+05	7.813E+05				
003	316	2	7.813E+05	8.334E+05				
003	317	2	8.334E+05	8.855E+05				
003	318	2	8.855E+05	9.376E+05				
003	319	2	9.376E+05	9.947E+05				
003	320	2	9.947E+05	1.052E+06				
001								
002	1001	1	2.145E+03					
002	1002	1	1.287E+04					
002	1003	1	2.574E+04					
002	1004	1	3.861E+04					
002	1005	1	5.148E+04					
002	1006	1	6.435E+04					
002	1007	1	7.722E+04					
002	1008	1	9.009E+04					
002	1009	1	1.030E+05					
002	1010	1	1.158E+05					
002	1011	1	1.287E+05					
002	1012	1	1.416E+05					
002	1013	1	1.544E+05					
002	1014	1	1.673E+05					
002	1015	1	1.802E+05					
002	1016	1	1.930E+05					
002	1017	1	2.059E+05					
002	1018	1	2.188E+05					
002	1019	1	5.663E+05					

		1	2	3	4	5	6	7	8
002	1101	1	2.145E+03						
002	1102	1	1.287E+04						
002	1103	1	2.574E+04						
002	1104	1	3.861E+04						
002	1105	1	5.148E+04						
002	1106	1	6.435E+04						
002	1107	1	7.722E+04						
002	1108	1	9.009E+04						
002	1109	1	1.030E+05						
002	1110	1	1.158E+05						
002	1111	1	1.287E+05						
002	1112	1	1.416E+05						
002	1113	1	1.544E+05						
002	1114	1	1.673E+05						
002	1115	1	1.802E+05						
002	1116	1	1.930E+05						
002	1117	1	2.059E+05						
002	1118	1	2.188E+05						
002	1119	1	5.663E+05						
002	1201	1	2.145E+03						
002	1202	1	1.287E+04						
002	1203	1	2.574E+04						
002	1204	1	3.861E+04						
002	1205	1	5.148E+04						
002	1206	1	6.435E+04						
002	1207	1	7.722E+04						
002	1208	1	9.009E+04						
002	1209	1	1.030E+05						
002	1210	1	1.158E+05						
002	1211	1	1.287E+05						
002	1212	1	1.416E+05						
002	1213	1	1.544E+05						
002	1214	1	1.673E+05						
002	1215	1	1.802E+05						
002	1216	1	1.930E+05						
002	1217	1	2.059E+05						
002	1218	1	2.188E+05						
002	1219	1	5.663E+05						
002	1301	1	2.145E+03						
002	1302	1	1.287E+04						
002	1303	1	2.574E+04						
002	1304	1	3.861E+04						
002	1305	1	5.148E+04						
002	1306	1	6.435E+04						
002	1307	1	7.722E+04						
002	1308	1	9.009E+04						
002	1309	1	1.030E+05						
002	1310	1	1.158E+05						
002	1311	1	1.287E+05						
002	1312	1	1.416E+05						
002	1313	1	1.544E+05						
002	1314	1	1.673E+05						
002	1315	1	1.802E+05						

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	1316	1	1.930E+05					
002	1317	1	2.059E+05					
002	1318	1	2.188E+05					
002	1319	1	5.663E+05					
002	2001	1	2.121E+03					
002	2002	1	1.273E+04					
002	2003	1	2.545E+04					
002	2004	1	3.818E+04					
002	2005	1	5.090E+04					
002	2006	1	6.363E+04					
002	2007	1	7.636E+04					
002	2008	1	8.908E+04					
002	2009	1	1.018E+05					
002	2010	1	1.145E+05					
002	2011	1	1.273E+05					
002	2012	1	1.400E+05					
002	2013	1	1.527E+05					
002	3001	1	5.768E+03					
002	3002	1	3.461E+04					
002	3003	1	6.922E+04					
002	3004	1	1.038E+05					
002	3005	1	1.384E+05					
002	3006	1	1.730E+05					
002	3007	1	2.076E+05					
002	3008	1	2.423E+05					
002	3009	1	2.769E+05					
002	3010	1	3.115E+05					
002	3011	1	3.461E+05					
002	3012	1	3.807E+05					
002	3013	1	4.153E+05					
002	3014	1	4.499E+05					
002	3015	1	4.845E+05					
002	3016	1	5.191E+05					
002	3017	1	5.537E+05					
002	3018	1	5.883E+05					
002	3019	1	1.923E+06					
001	¥							
002	4001	1	2.918E+05					
002	4002	1	2.299E+06					
002	4003	1	4.410E+06					
002	4004	1	6.166E+06					
002	4005	1	7.442E+06					
002	4006	1	8.171E+06					
002	4007	1	8.361E+06					
002	4008	1	8.107E+06					
002	4009	1	7.597E+06					
002	4010	1	7.103E+06					
002	4011	1	7.058E+06					
002	4012	1	7.281E+06					
002	4013	1	7.342E+06					
002	4014	1	7.954E+06					
002	4015	1	7.489E+06					
002	4016	1	6.265E+06					

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	4017	1	6.118E+06					
002	4018	1	6.118E+06					
002	4019	1	6.118E+06					
002	4020	1	6.118E+06					
002	4021	1	6.118E+06					
002	4022	1	6.118E+06					
002	4023	1	6.118E+06					
002	4024	1	1.028E+07					
002	4025	1	6.118E+06					
002	4026	1	6.118E+06					
002	4027	1	6.118E+06					
002	4028	1	6.118E+06					
002	4029	1	6.118E+06					
002	4030	1	5.666E+06					
002	4031	1	5.666E+06					
002	4032	1	6.118E+06					
002	4033	1	6.118E+06					
002	4034	1	6.118E+06					
002	4035	1	1.040E+07					
002	4036	1	1.468E+07					
002	4037	1	1.468E+07					
002	4038	1	1.468E+07					
002	4039	1	1.468E+07					
002	4040	1	1.101E+07					
002	4041	1	7.342E+06					
002	4042	1	7.342E+06					
002	4043	1	7.342E+06					
002	4044	1	7.342E+06					
002	4045	1	7.342E+06					
002	4046	1	7.342E+06					
002	4047	1	7.342E+06					
002	4048	1	7.342E+06					
002	4049	1	7.342E+06					
002	4050	1	3.671E+06					
002	4051	1	8.148E+06					
002	5120	1	7.646E+06					
002	5420	1	7.646E+06					
002	5121	1	8.723E+06					
002	5421	1	8.723E+06					
002	5122	1	6.311E+06					
002	5422	1	6.311E+06					
002	5123	1	6.311E+06					
002	5423	1	6.311E+06					
002	5124	1	6.311E+06					
002	5424	1	6.311E+06					
002	5125	1	6.311E+06					
002	5425	1	6.311E+06					
002	5126	1	6.311E+06					
002	5426	1	6.311E+06					
002	5127	1	1.029E+07					
002	5427	1	1.029E+07					
002	5128	1	6.311E+06					
002	5428	1	6.311E+06					

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	5129	1 6.311E+06						
002	5429	1 6.311E+06						
002	5130	1 6.311E+06						
002	5430	1 6.311E+06						
002	5131	1 6.311E+06						
002	5431	1 6.311E+06						
002	5132	1 6.311E+06						
002	5432	1 6.311E+06						
002	5133	1 4.470E+06						
002	5433	1 4.470E+06						
002	5134	1 3.944E+06						
002	5434	1 3.944E+06						
002	5135	1 2.630E+06						
002	5435	1 2.630E+06						
002	5201	1 2.159E+04						
002	5501	1 2.159E+04						
002	5202	1 1.727E+05						
002	5502	1 1.727E+05						
002	5203	1 3.454E+05						
002	5503	1 3.454E+05						
002	5204	1 5.182E+05						
002	5504	1 5.182E+05						
002	5205	1 6.909E+05						
002	5505	1 6.909E+05						
002	5206	1 8.636E+05						
002	5506	1 8.636E+05						
002	5207	1 1.036E+06						
002	5507	1 1.036E+06						
002	5208	1 1.209E+06						
002	5508	1 1.209E+06						
002	5209	1 1.382E+06						
002	5509	1 1.382E+06						
002	5210	1 1.555E+06						
002	5510	1 1.555E+06						
002	5211	1 1.727E+06						
002	5511	1 1.727E+06						
002	5212	1 1.900E+06						
002	5512	1 1.900E+06						
002	5213	1 2.073E+06						
002	5513	1 2.073E+06						
002	5214	1 2.245E+06						
002	5514	1 2.245E+06						
002	5215	1 2.418E+06						
002	5515	1 2.418E+06						
002	5216	1 2.591E+06						
002	5516	1 2.591E+06						
002	5217	1 2.764E+06						
002	5517	1 2.764E+06						
002	5218	1 2.936E+06						
002	5518	1 2.936E+06						
002	5219	1 3.263E+06						
002	5519	1 3.263E+06						
002	5220	1 3.617E+06						

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
002 5520 1 3.617E+06
002 5301 1 2.159E+04
002 5601 1 2.159E+04
002 5302 1 1.727E+05
002 5602 1 1.727E+05
002 5303 1 3.454E+05
002 5603 1 3.454E+05
002 5304 1 5.182E+05
002 5604 1 5.182E+05
002 5305 1 6.909E+05
002 5605 1 6.909E+05
002 5306 1 8.636E+05
002 5606 1 8.636E+05
002 5307 1 1.036E+06
002 5607 1 1.036E+06
002 5308 1 1.209E+06
002 5608 1 1.209E+06
002 5309 1 1.382E+06
002 5609 1 1.382E+06
002 5310 1 1.555E+06
002 5610 1 1.555E+06
002 5311 1 1.727E+06
002 5611 1 1.727E+06
002 5312 1 1.900E+06
002 5612 1 1.900E+06
002 5313 1 2.073E+06
002 5613 1 2.073E+06
002 5314 1 2.245E+06
002 5614 1 2.245E+06
002 5315 1 2.418E+06
002 5615 1 2.418E+06
002 5316 1 2.591E+06
002 5616 1 2.591E+06
002 5317 1 2.764E+06
002 5617 1 2.764E+06
002 5318 1 2.936E+06
002 5618 1 2.936E+06
002 5319 1 3.263E+06
002 5619 1 3.263E+06
002 5320 1 3.617E+06
002 5620 1 3.617E+06
001 10000 1 1.000E+10
001 ELEMENT TYPE
005 1 HROD2
005 2 CRLINK2
005 3 HQAX4
005 4 CALINK4
001 MATERIAL
004 10 1 SUS316
004 20
011 KXX 1.0E-12
011 DENS 0.0
011 C 0.0

```

```

-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
004      30
011      KXX      1.0
011      DENS     0.0
011      C        0.0
001      FILM COEFFICIENT
005      1      1.1942E-7
005      2      1.1942E-5
005      3      2.3885E-6
005      4      2.3885E-7
001      SPECIFIED TEMPERATURE
005      1
012      4031 4046      1      1.0
012      5135 5435     300     1.0
005      2
012      5201 5220      1      1.0
012      5501 5520      1      1.0
012      5301 5320      1      1.0
012      5601 5620      1      1.0
012      5120 5121      1      1.0
012      6801 6820      1      1.0
005      3
012      4001 4024      1      1.0
012      4051 4051      1      1.0
012      6501 6520      1      1.0
012      5420 5427      1      1.0
005      4
014      50 4050 4000      1.0
001      FASTENING
005      1
001      * LINE-1
009      F2      6      1301 2301 301 1302 2302 302
009      F2      3      1303 2303 303
009      F2      3      1304 2304 304
009      F2      3      1305 2305 305
009      F2      3      1306 2306 306
009      F2      3      1307 2307 307
009      F2      3      1308 2308 308
009      F2      3      1309 2309 309
009      F2      3      1310 2310 310
009      F2      3      1311 2311 311
009      F2      3      1312 2312 312
009      F2      3      1313 2313 313
009      F2      3      1314 2314 314
009      F2      3      1315 2315 315
009      F2      3      1316 2316 316
009      F2      3      1317 2317 317
009      F2      3      1318 2318 318
009      F2      3      1319 2319 319
001      * LINE-2
009      F2      4      201 2201 202 2202
009      F2      2      203 2203
009      F2      2      204 2204
009      F2      2      205 2205

```

	1	2	3	4	5	6	7	8
009	F2	2	206	2206				
009	F2	2	207	2207				
009	F2	2	208	2208				
009	F2	2	209	2209				
009	F2	2	210	2210				
009	F2	2	211	2211				
009	F2	2	212	2212				
009	F2	2	213	2213				
009	F2	2	214	2214				
009	F2	2	215	2215				
009	F2	2	216	2216				
009	F2	2	217	2217				
009	F2	2	218	2218				
009	F2	2	219	2219				
001	¥	LINE-3						
009	F2	4	101	2101	102	2102		
001	¥	F2	2	102	2102			
009	F2	2	103	2103				
009	F2	2	104	2104				
009	F2	2	105	2105				
009	F2	2	106	2106				
009	F2	2	107	2107				
009	F2	2	108	2108				
009	F2	2	109	2109				
009	F2	2	110	2110				
009	F2	2	111	2111				
009	F2	2	112	2112				
009	F2	2	113	2113				
001	¥L1							
009	F3	4049	0.0	2				
011		14046	0.25	14050	0.75			
009	F3	4048	0.0	2				
011		14046	0.5	14050	0.50			
009	F3	4047	0.0	2				
011		14046	0.75	14050	0.25			
001	¥L2R							
009	F3	4030	0.0	2				
011		14024	0.12431	14031	0.8757			
009	F3	4029	0.0	2				
011		14024	0.27031	14031	0.7297			
009	F3	4028	0.0	2				
011		14024	0.41621	14031	0.5838			
009	F3	4027	0.0	2				
011		14024	0.56221	14031	0.4378			
009	F3	4026	0.0	2				
011		14024	0.70811	14031	0.2919			
009	F3	4025	0.0	2				
011		14024	0.85411	14031	0.1459			
001	¥L2L							
009	F3	5434	0.0	2				
011		15427	0.11491	15435	0.8851			
009	F3	5433	0.0	2				
011		15427	0.17241	15435	0.8276			

	1	2	3	4	5	6	7	8
009	F3 5432		0.0	2				
011	15427		0.310315435		0.6897			
009	F3 5431		0.0	2				
011	15427		0.448315435		0.5517			
009	F3 5430		0.0	2				
011	15427		0.586215435		0.4138			
009	F3 5429		0.0	2				
011	15427		0.724115435		0.2759			
009	F3 5428		0.0	2				
011	15427		0.862115435		0.1379			
001	¥L3							
009	F3 5134		0.0	2				
011	15121		0.062915135		0.9371			
009	F3 5133		0.0	2				
011	15121		0.094315135		0.9057			
009	F3 5132		0.0	2				
011	15121		0.169815135		0.8302			
009	F3 5131		0.0	2				
011	15121		0.245315135		0.7547			
009	F3 5130		0.0	2				
011	15121		0.320815135		0.6792			
009	F3 5129		0.0	2				
011	15121		0.396215135		0.6038			
009	F3 5128		0.0	2				
011	15121		0.471715135		0.5283			
009	F3 5127		0.0	2				
011	15121		0.547215135		0.4528			
009	F3 5126		0.0	2				
011	15121		0.622615135		0.3774			
009	F3 5125		0.0	2				
011	15121		0.698115135		0.3019			
009	F3 5124		0.0	2				
011	15121		0.773615135		0.2264			
009	F3 5123		0.0	2				
011	15121		0.849115135		0.1509			
009	F3 5122		0.0	2				
011	15121		0.924515135		0.0755			
001	HISTORY							
001	INTERVAL	1	0.0					
011	SPEC	1	510.0	2	360.0	3	360.0	
011	SPEC	4	100.0					
011	FAS	1	1.0					
001	INTERVAL	1	0.0					
001	INTERVAL	1	0.0					
001	INTERVAL	1	13.97					
011	SPEC	1	0.000E+00	2	0.000E+00	3	0.000E+00	
020		4	0.0					
011	FAS	1	1.0					
001	INTERVAL	1	10.48					
011	SPEC	1	1.000E+01	2	0.000E+00	3	0.000E+00	
020		4	0.0					
011	FAS	1	1.0					
001	INTERVAL	8	25.55					

	1	2	3	4	5	6	7	8	
011	SPEC	1	8.000E+01		2	0.000E+00		3	5.000E-02
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	6	16.38						
011	SPEC	1	6.000E+01		2	0.000E+00		3	1.100E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	10.48						
011	SPEC	1	6.540E+00		2	0.000E+00		3	7.100E-01
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	13.97						
011	SPEC	1	1.030E+00		2	0.000E+00		3	9.400E-01
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	9.17						
011	SPEC	1	1.120E+00		2	0.000E+00		3	6.200E-01
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	32.75						
011	SPEC	1	4.020E+00		2	0.000E+00		3	4.570E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	17.25						
011	SPEC	1	4.300E+00		2	0.000E+00		3	2.400E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	28.17						
011	SPEC	1	7.010E+00		2	0.000E+00		3	4.330E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	21.83						
011	SPEC	1	6.820E+00		2	0.000E+00		3	3.350E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	2	34.06						
011	SPEC	1	1.065E+01		2	8.900E-01		3	3.340E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	15.94						
011	SPEC	1	1.570E+00		2	7.400E-01		3	1.850E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	15.50						
011	SPEC	1	1.520E+00		2	0.000E+00		3	9.300E-01
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	34.50						
011	SPEC	1	1-8.500E-01		2	0.000E+00		3	2.090E+00
020		4	0.0						
011	FAS	1	1.0						
001	INTERVAL	1	7.42						
011	SPEC	1	1-1.800E-01		2	1.700E-01		3	5.700E-01

			1	2	3	4	5	6	7	8
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		42.58					
011		SPEC		1	9.500E-01	2	9.900E-01	3	3.270E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		50.00					
011		SPEC		1	1.110E+00	2	1.160E+00	3	2.900E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		50.00					
011		SPEC		1	3.080E+00	2	2.330E+00	3	3.030E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		50.00					
011		SPEC		1	3.090E+00	2	2.320E+00	3	2.550E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		12		250.00					
011		SPEC		1	4.348E+01	2	1.214E+02	3	1.063E+02	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		11		250.00					
011		SPEC		1	1.596E+01	2	1.108E+02	3	9.812E+01	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		150.68					
011		SPEC		1	4.110E+00	2	9.340E+00	3	7.700E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		109.59					
011		SPEC		1	2.990E+00	2	1.160E+00	3	5.800E-01	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		164.39					
011		SPEC		1	4.490E+00	2	2.330E+00	3	2.330E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		12.23					
011		SPEC		1	3.300E-01	2	1.900E-01	3	1.900E-01	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		289.14					
011		SPEC		1	1.060E+00	2	4.480E+00	3	4.480E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		273.97					
011		SPEC		1	1.000E+00	2	0.000E+00	3	0.000E+00	
020				4	0.0					
011		FAS		1	1.0					
001	INTERVAL		1		1000.00					
011		SPEC		1	1.030E+00	2	2.340E+00	3	2.340E+00	
020				4	0.0					

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
011          FAS      1      1.0
001  INTERVAL      1      1000.00
011          SPEC      1-1.030E+00      2-1.170E+00      3-1.170E+00
020          4      0.0
011          FAS      1      1.0
001  END MODEL
001  OUTPUT
001  %OTIME1      1      1
001  %
001  PRINT SELECT
001  TEMP      NONE
001  ELM      NONE
001  %
001  XYPLOT
001  FRAME      A4H
001  PTITLE      OOGATA-RO HEAT TRANS. ANALYSIS ( CASE-1 )
001  XTITLE      TIME ( SEC )
001  YTITLE      TEMPERATURE ( DEG )
001  CURVE      1      1      9  NODE= 1
001  CURVE      2      1      9  NODE= 24
001  CURVE      3      1      9  NODE= 40
001  CURVE      4      1      9  NODE= 50
001  CURVE      5      1      9  UP. PLENUM
001  CURVE      6      1      9  L/H PLENUM
001  CURVE      7      1      9  CO. PLENUM
001  PLOT1      TEMP      1      TEMP      24      TEMP      40      TEMP      50      RTIME
011          TEMP      4031      TEMP      5201      TEMP      4001
001  %
001  CURVE      1      1      9  NODE= 101
001  CURVE      2      1      9  NODE= 115
001  CURVE      3      1      9  UP. PLENUM
001  CURVE      4      1      9  L/H PLENUM
001  CURVE      5      1      9  CO. PLENUM
001  PLOT1      TEMP      101      TEMP      115      TEMP      4031      TEMP      5201      RTIME
011          TEMP      4001
001  %
001  CURVE      1      1      9  NODE= 801
001  CURVE      2      1      9  NODE= 701
001  CURVE      3      1      9  NODE= 101
001  CURVE      4      1      9  NODE= 601
001  CURVE      5      1      9  NODE= 501
001  CURVE      6      1      9  UP. PLENUM
001  CURVE      7      1      9  L/H PLENUM
001  CURVE      8      1      9  CO. PLENUM
001  PLOT1      TEMP      801      TEMP      701      TEMP      101      TEMP      601      RTIME
011          TEMP      501      TEMP      4031      TEMP      5201      TEMP      4001
001  %
001  CURVE      1      1      9  NODE= 201
001  CURVE      2      1      9  NODE= 120
001  CURVE      3      1      9  UP. PLENUM
001  CURVE      4      1      9  L/H PLENUM
001  CURVE      5      1      9  CO. PLENUM
001  PLOT1      TEMP      201      TEMP      120      TEMP      4031      TEMP      5201      RTIME

```



```

-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
011          TEMP 4001
001          *
001          CURVE      1      1      9  NODE= 301
001          CURVE      2      2      9  NODE= 121
001          CURVE      3      1      9  UP. PLENUM
001          CURVE      4      1      9  L/H PLENUM
001          CURVE      5      1      9  CO. PLENUM
001          PLOT1      TEMP 301      TEMP 121      TEMP 4031      TEMP 5201      RTIME
011          TEMP 4001
001          *****
001          *
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-1
001          NLIST2     1      1      50      1
001          NLIST2     2      101  135      1
001          NLIST2     3      201  220      1  120  120      1
001          NLIST2     4      301  320      1  121  121      1
001          NLIST2     21     801  820      1
001          NLIST2     22     501  520      1
001          *
001          XTITLE     LOCATION ( MM )      0.0 SEC
001          YTITLE     TEMPERATURE ( DEG )
001          *
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-1
001          PLOT2      TEMP NLIST      1      3
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2
001          PLOT2      TEMP NLIST      2      3
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2 IN
001          PLOT2      TEMP NLIST      21     3
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2 OUT
001          PLOT2      TEMP NLIST      22     3
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-3
001          PLOT2      TEMP NLIST      3      3
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-4
001          PLOT2      TEMP NLIST      4      3
001          *
001          XTITLE     LOCATION ( MM )      400.0 SEC
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-1
001          PLOT2      TEMP NLIST      1      34
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2
001          PLOT2      TEMP NLIST      2      34
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2 IN
001          PLOT2      TEMP NLIST      21     34
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2 OUT
001          PLOT2      TEMP NLIST      22     34
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-3
001          PLOT2      TEMP NLIST      3      34
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-4
001          PLOT2      TEMP NLIST      4      34
001          *
001          XTITLE     LOCATION ( MM )      500.0 SEC
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-1
001          PLOT2      TEMP NLIST      1      36
001          CURVE      1      1      1      0  LINE-2

```

```
-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
001 PLOT2 TEMP NLIST 2 36
001 CURVE 1 1 1 0 LINE-2 IN
001 PLOT2 TEMP NLIST 21 36
001 CURVE 1 1 1 0 LINE-2 OUT
001 PLOT2 TEMP NLIST 22 36
001 CURVE 1 1 1 0 LINE-3
001 PLOT2 TEMP NLIST 3 36
001 CURVE 1 1 1 0 LINE-4
001 PLOT2 TEMP NLIST 4 36
001 *
001 POST TAPE
001 END OUTPUT
001 END FINAS
```

APPENDIX.4 「FINAS」入力データ例 (熱応力解析入力データ (ケース1))

```

-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
001 SYSTEM 0/0
001 FINAS
001 TITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1)
001 STATIC TE
001 CONTROL
006 CONTACT 10 1 1 1.0E-10
001 SAVE
001 NOPRINT DESCR
001 MODEL
001 NODE PITCH
005 1 2*300.0 350.0 262.0 14*250.0 213.0 4*250.0 5*600.0
013 10*300.0
005 2 12*165.8 279.2
005 3 12*300.0 125.0 250.0 0.0
005 4 18*165.8 181.8
001 NODE
005 1 0.00 0.00
005 2 609.31 21.93
005 3 1203.62 87.17
005 4 1768.29 194.12
005 5 2289.42 340.14
005 6 2754.18 521.64
005 7 3151.12 734.15
005 8 3470.47 972.44
005 9 3704.37 1230.64
004 10 3847.05 1502.39
004 11 3895.00 1781.00
004 12 3895.00 2076.00 38 1 50
004 50 3895.00 14001.00
004 51 3621.50 5057.00
001 ¥
003 101 0.0 2076.00 13 2 114
003 114 2268.80 2076.00
003 115 2548.00 2076.00 5 120
003 120 3348.00 2676.00
001 ¥
003 121 3348.00 3026.00 14 3 135
003 135 3348.00 7001.00
002 2101 0.0 2076.00 12 2113
002 2113 1989.60 2076.00
001 ¥
003 201 0.0 2676.00 19 4 220
003 220 3166.20 2676.00
002 2201 0.0 2676.00 18 2219
002 2219 2984.40 2676.00
001 ¥
003 301 0.0 3026.00 19 4 320
003 320 3166.20 3026.00
002 1301 0.0 3026.00 18 1319
002 1319 2984.40 3026.00
002 2301 0.0 3026.00 18 2319
002 2319 2984.40 3026.00
001 ¥

```

	1	2	3	4	5	6	7	8	
002	1401		0.0	4226.00			18	1419	
002	1419		2984.40	4226.00					
001	¥								
002	1501		0.0	5426.00			18	1519	
002	1519		2984.40	5426.00					
001	¥								
002	1601		0.0	6751.00			18	1619	
002	1619		2984.40	6751.00					
002	1651		0.0	6751.00			18	1669	
002	1669		2984.40	6751.00					
002	1670		3348.00	6751.00					
001	¥								
002	1701		0.0	7001.00			18	1719	
002	1719		2984.40	7001.00					
001	ELEMENT TYPE								
005	1	CONIC2							
005	2	SBEAM2							
005	3	CONT2							
001	CONNECTION								
001	¥	CONIC2							
005	1	1	1	1	1	2	10	1	
004	11	1	2	1	11	12	11	1	
004	22	1	3	1	22	23	4	1	
004	26	1	4	1	26	27	14	1	
004	40	1	5	1	40	41	10	1	
004	50	1	6	1	127	51			
004	51	1	6	1	51	24			
003	101	1	101	101	101	102	12	1	
003	113	1	101	1	113	114	7	1	
003	120	1	102	1	120	121	15	1	
003	201	1	201	101	201	202	18	1	
003	219	1	201	1	219	220			
003	220	1	201	1	220	120			
003	301	1	301	101	301	302	18	1	
003	319	1	301	1	319	320			
003	320	1	301	1	320	121			
001	¥	SBEAM2							
001	**ELOOP1	4	100	100	100	0			
002	1001	2	1001	1	1301	1401	120		
002	1002	2	1002	1	1302	1402	120		
002	1003	2	1003	1	1303	1403	120		
002	1004	2	1004	1	1304	1404	120		
002	1005	2	1005	1	1305	1405	120		
002	1006	2	1006	1	1306	1406	120		
002	1007	2	1007	1	1307	1407	120		
002	1008	2	1008	1	1308	1408	120		
002	1009	2	1009	1	1309	1409	120		
002	1010	2	1010	1	1310	1410	120		
002	1011	2	1011	1	1311	1411	120		
002	1012	2	1012	1	1312	1412	120		
002	1013	2	1013	1	1313	1413	120		
002	1014	2	1014	1	1314	1414	120		
002	1015	2	1015	1	1315	1415	120		

```

-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
002      1016      2 1016      1 1316 1416 120
002      1017      2 1017      1 1317 1417 120
002      1018      2 1018      1 1318 1418 120
002      1019      2 1019      1 1319 1419 120
001      **END1
001      ¥      SBEAM2 (SIJITYUU)
002      2001      2 2001      1 2101 2201 120
002      2002      2 2002      1 2102 2202 120
002      2003      2 2003      1 2103 2203 120
002      2004      2 2004      1 2104 2204 120
002      2005      2 2005      1 2105 2205 120
002      2006      2 2006      1 2106 2206 120
002      2007      2 2007      1 2107 2207 120
002      2008      2 2008      1 2108 2208 120
002      2009      2 2009      1 2109 2209 120
002      2010      2 2010      1 2110 2210 120
002      2011      2 2011      1 2111 2211 120
002      2012      2 2012      1 2112 2212 120
002      2013      2 2013      1 2113 2213 120
001      ¥      SBEAM2 (RENKETU)
002      3001      2 3001      1 2201 2301 120
002      3002      2 3002      1 2202 2302 120
002      3003      2 3003      1 2203 2303 120
002      3004      2 3004      1 2204 2304 120
002      3005      2 3005      1 2205 2305 120
002      3006      2 3006      1 2206 2306 120
002      3007      2 3007      1 2207 2307 120
002      3008      2 3008      1 2208 2308 120
002      3009      2 3009      1 2209 2309 120
002      3010      2 3010      1 2210 2310 120
002      3011      2 3011      1 2211 2311 120
002      3012      2 3012      1 2212 2312 120
002      3013      2 3013      1 2213 2313 120
002      3014      2 3014      1 2214 2314 120
002      3015      2 3015      1 2215 2315 120
002      3016      2 3016      1 2216 2316 120
002      3017      2 3017      1 2217 2317 120
002      3018      2 3018      1 2218 2318 120
002      3019      2 3019      1 2219 2319 120
001      ¥      CONT2 (GAP)
002      4001      3      601      601 1651 1652      19      1
001      GEOMETRY
005      1      1      75.0
005      2      1      50.0
005      3      1      60.0
005      4      1      40.0
005      5      1      30.0
005      6      1      100.0
003      101      1      150.0
003      102      1      20.0
003      201      1      50.0
003      301      1      50.0
003      601      6      1.0      0.0      0.0      1.0E8      1.0E2      0.7

```

		1	2	3	4	5	6	7	8
001	¥ -- SHUGO-TAI								
002	1001	6	2.145E+03			7.144E+06	7.144E+06		
002	1002	6	1.287E+04			4.286E+07	4.286E+07		
002	1003	6	2.574E+04			8.573E+07	8.573E+07		
002	1004	6	3.861E+04			1.286E+08	1.286E+08		
002	1005	6	5.148E+04			1.715E+08	1.715E+08		
002	1006	6	6.435E+04			2.143E+08	2.143E+08		
002	1007	6	7.722E+04			2.572E+08	2.572E+08		
002	1008	6	9.009E+04			3.000E+08	3.000E+08		
002	1009	6	1.030E+05			3.429E+08	3.429E+08		
002	1010	6	1.158E+05			3.858E+08	3.858E+08		
002	1011	6	1.287E+05			4.286E+08	4.286E+08		
002	1012	6	1.416E+05			4.715E+08	4.715E+08		
002	1013	6	1.544E+05			5.144E+08	5.144E+08		
002	1014	6	1.673E+05			5.572E+08	5.572E+08		
002	1015	6	1.802E+05			6.001E+08	6.001E+08		
002	1016	6	1.930E+05			6.430E+08	6.430E+08		
002	1017	6	2.059E+05			6.858E+08	6.858E+08		
002	1018	6	2.188E+05			7.287E+08	7.287E+08		
002	1019	6	5.663E+05			1.886E+09	1.886E+09		
001	¥ -- SIJI-CHU								
002	2001	6	5.768E+03			7.735E+06	7.735E+06		
002	2002	6	3.461E+04			4.641E+07	4.641E+07		
002	2003	6	6.922E+04			9.282E+07	9.282E+07		
002	2004	6	1.038E+05			1.392E+08	1.392E+08		
002	2005	6	1.384E+05			1.856E+08	1.856E+08		
002	2006	6	1.730E+05			2.320E+08	2.320E+08		
002	2007	6	2.076E+05			2.785E+08	2.785E+08		
002	2008	6	2.423E+05			3.249E+08	3.249E+08		
002	2009	6	2.769E+05			3.713E+08	3.713E+08		
002	2010	6	3.115E+05			4.177E+08	4.177E+08		
002	2011	6	3.461E+05			4.641E+08	4.641E+08		
002	2012	6	3.807E+05			5.105E+08	5.105E+08		
002	2013	6	4.153E+05			5.569E+08	5.569E+08		
001	¥ -- RENKUTU-KAN								
002	3001	6	2.121E+03			4.838E+06	4.838E+06		
002	3002	6	1.273E+04			2.903E+07	2.903E+07		
002	3003	6	2.545E+04			5.806E+07	5.806E+07		
002	3004	6	3.818E+04			8.708E+07	8.708E+07		
002	3005	6	5.090E+04			1.161E+08	1.161E+08		
002	3006	6	6.363E+04			1.451E+08	1.451E+08		
002	3007	6	7.636E+04			1.742E+08	1.742E+08		
002	3008	6	8.908E+04			2.032E+08	2.032E+08		
002	3009	6	1.018E+05			2.322E+08	2.322E+08		
002	3010	6	1.145E+05			2.613E+08	2.613E+08		
002	3011	6	1.273E+05			2.903E+08	2.903E+08		
002	3012	6	1.400E+05			3.193E+08	3.193E+08		
002	3013	6	1.527E+05			3.483E+08	3.483E+08		
002	3014	6	1.654E+05			3.774E+08	3.774E+08		
002	3015	6	1.782E+05			4.064E+08	4.064E+08		
002	3016	6	1.909E+05			4.354E+08	4.354E+08		
002	3017	6	2.036E+05			4.644E+08	4.644E+08		
002	3018	6	2.163E+05			4.935E+08	4.935E+08		

	1	2	3	4	5	6	7	8
002	3019	6	5.599E+05			1.277E+09	1.277E+09	
001	MATERIAL							
005	1	1	SUS316				3	
011			EPLAST LIB					
003	101						3	
011		E	F5	13				
012		50.0	2.74E3	100.0	2.72E3	150.0	2.67E3	
012		200.0	2.63E3	250.0	2.58E3	300.0	2.52E3	
012		350.0	2.46E3	400.0	2.41E3	450.0	2.34E3	
012		500.0	2.27E3	550.0	2.20E3	600.0	2.13E3	
012		650.0	2.06E3					
011		NU	F5	2				
012		50.0	0.470	650.0	0.470			
011		ALPHA	F5	13				
012		50.0	15.65E-6	100.0	16.48E-6	150.0	17.22E-6	
012		200.0	17.85E-6	250.0	18.36E-6	300.0	18.79E-6	
012		350.0	19.19E-6	400.0	19.57E-6	450.0	19.93E-6	
012		500.0	20.28E-6	550.0	20.60E-6	600.0	20.87E-6	
012		650.0	21.09E-6					
003	601							
011		MU	1.0E-10					
001	BOUNDARY							
005	1							
001	¥ BOUN							
014		50	50	1	2	3	0.0	
001	¥ AXI							
015		1	301	100	1		0.0	
015		1	301	100	3		0.0	
012		1301	1701	100	1		0.0	
012		1301	1701	100	6		0.0	
012		2101	2301	100	1		0.0	
012		2101	2301	100	6		0.0	
001	¥ GAP							
012		1651			1		0.0	
012		1651	1670	1	3		0.0	
001	¥ SBEAM2							
012		2101	2113	1	3	5	0.0	
012		2201	2219	1	3	5	0.0	
012		2301	2319	1	3	5	0.0	
012		1301	1319	1	3	5	0.0	
012		1401	1419	1	3	5	0.0	
012		1501	1519	1	3	5	0.0	
012		1601	1619	1	3	5	0.0	
012		1701	1719	1	3	5	0.0	
001	FASTENING							
005	1							
001	¥ LINE-1							
009		F1	12	102	1	1 2102	1	1
009		F1	13	101	2	1 2101	2	1
001	¥ LINE-2							
009		F1	18	202	1	1 2202	1	1
009		F1	19	201	2	1 2201	2	1
001	¥ LINE-3							

	1	2	3	4	5	6	7	8
009	F2	3	1	302	1302	2302		
009	F2	3	1	303	1303	2303		
009	F2	3	1	304	1304	2304		
009	F2	3	1	305	1305	2305		
009	F2	3	1	306	1306	2306		
009	F2	3	1	307	1307	2307		
009	F2	3	1	308	1308	2308		
009	F2	3	1	309	1309	2309		
009	F2	3	1	310	1310	2310		
009	F2	3	1	311	1311	2311		
009	F2	3	1	312	1312	2312		
009	F2	3	1	313	1313	2313		
009	F2	3	1	314	1314	2314		
009	F2	3	1	315	1315	2315		
009	F2	3	1	316	1316	2316		
009	F2	3	1	317	1317	2317		
009	F2	3	1	318	1318	2318		
009	F2	3	1	319	1319	2319		
001	¥							
009	F2	3	2	301	1301	2301		
009	F2	3	2	302	1302	2302		
009	F2	3	2	303	1303	2303		
009	F2	3	2	304	1304	2304		
009	F2	3	2	305	1305	2305		
009	F2	3	2	306	1306	2306		
009	F2	3	2	307	1307	2307		
009	F2	3	2	308	1308	2308		
009	F2	3	2	309	1309	2309		
009	F2	3	2	310	1310	2310		
009	F2	3	2	311	1311	2311		
009	F2	3	2	312	1312	2312		
009	F2	3	2	313	1313	2313		
009	F2	3	2	314	1314	2314		
009	F2	3	2	315	1315	2315		
009	F2	3	2	316	1316	2316		
009	F2	3	2	317	1317	2317		
009	F2	3	2	318	1318	2318		
009	F2	3	2	319	1319	2319		
001	¥							
009	F1	18	302	3	1	1302	6	1
001	¥-- GAP							
009	F1	18	1602	1	1	1652	1	1
009	F1	18	1602	2	1	1652	2	1
009	F2	2	1	1670	134			
009	F2	2	2	1670	134			
001	FORCE							
005	1							
001	¥--- JOBU ROSHIN SIJIBAN							
010	6	301	320	1	2	1	2-4.4154E-6	4.4154E-6
001	¥--- KABU ROSHIN SIJIBAN							
010	6	201	220	1	2	1	2-4.4154E-6	4.4154E-6
001	¥--- TEIBANN							
010	6	101	112	1	2	1	2-6.3043E-6	6.3043E-6

	1	2	3	4	5	6	7	8
010	6	113	119	1	2	1	2-7.9700E-6-7.9700E-6	
001	¥--- ROSIN-SO							
010	6	120	134	1	2	1	2-7.9700E-6-7.9700E-6	
001	¥--- RENKETUKANN							
010	6	3001	3019	1	2	1	2-7.9700E-6-7.9700E-6	
001	¥--- SIJITYUU							
010	6	2001	2013	1	2	1	2-7.9700E-6-7.9700E-6	
001	¥--- ROYOUKI							
010	6	1	49	1	2	1	2-7.9700E-6-7.9700E-6	
010	6	50	51	1	2	1	2-7.9700E-6-7.9700E-6	
001	¥--- SHUUGO-TAI							
010	1	301	318	1		1	2	0.0133 0.0133
001	REFERENCE TEMP							
015		1	51	1				20.0
013		101	135	1				20.0
013		201	220	1				20.0
013		301	320	1				20.0
012		2101	2113	1				20.0
012		2201	2219	1				20.0
012		2301	2319	1				20.0
012		1301	1319	1				20.0
012		1401	1419	1				20.0
012		1501	1519	1				20.0
012		1601	1619	1				20.0
012		1701	1719	1				20.0
001	TEMPERATURE							
001	=READ 21							
001	HISTORY							
001	INTERVAL 1							
011		FORC	1					1.0
011		BOUN	1					1.0
011		FAS	1					1.0
001	INTERVAL 1							
011		TEMP	1					1.0
011		FORC	1					0.0
011		BOUN	1					1.0
011		FAS	1					1.0
001	INTERVAL 1							
011		TEMP	2					1.0
011		FORC	1					0.0
011		BOUN	1					1.0
011		FAS	1					1.0
001	INTERVAL 1							
011		TEMP	3					1.0
011		FORC	1					0.0
011		BOUN	1					1.0
011		FAS	1					1.0
001	INTERVAL 1							
011		TEMP	4					1.0
011		FORC	1					0.0
011		BOUN	1					1.0
011		FAS	1					1.0
001	INTERVAL 1							

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
011          TEMP      5      1.0
011          FORC      1      0.0
011          BOUN      1      1.0
011          FAS       1      1.0
001  INTERVAL      1
011          TEMP      6      1.0
011          FORC      1      0.0
011          BOUN      1      1.0
011          FAS       1      1.0
001  INTERVAL      1
011          TEMP      7      1.0
011          FORC      1      0.0
011          BOUN      1      1.0
011          FAS       1      1.0
001  INTERVAL      1
011          TEMP      8      1.0
011          FORC      1      0.0
011          BOUN      1      1.0
011          FAS       1      1.0
001  END MODEL
001  OUTPUT
001  *
001  *
001  *-----+
001  PRINT SELECT
001  *-----+
001  *
001  DISP      ALL
001  ELM       NONE
001  ELFO      NONE
001  REAC      NONE
001  *
001  *-----+
001  STRUCTURE PLOT
001  *-----+
001  FRAME      A4V
001  PTITLE     OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1)
001  AXES       Z      X      Y
001  VIEW       0.0    0.0    0.0
001  *  DPLOT
001  OTIME1     1      1
001  OTIME1     2      2
001  OTIME1     3      3
001  OTIME1     4      4
001  OTIME1     5      5
001  OTIME1     6      6
001  OTIME1     7      7
001  OTIME1     8      8
001  OTIME1     9      9
001  ESET2      1      1 4000  1
001  PTITLE     OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- DEAD LOAD --
001  DPLOT      1      1
001  *

```

```

-----+-----1-----+-----2-----+-----3-----+-----4-----+-----5-----+-----6-----+-----7-----+-----8
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- STEADY STATE --
001 DPLOT 1 2
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 100.0 S --
001 DPLOT 1 3
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 300.0 S --
001 DPLOT 1 4
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 500.0 S --
001 DPLOT 1 5
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 750.0 S --
001 DPLOT 1 6
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 1000.0 S --
001 DPLOT 1 7
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 1260.0 S --
001 DPLOT 1 8
001 ¥
001 PTITLE OOGATA-RO STRESS ANALYSIS ( CASE-1 MODEL-1) -- T = 2000.0 S --
001 DPLOT 1 9
001 ¥
001 POST TAPE
001 DISP ALL
001 ELM NONE
001 ELFO NONE
001 ¥
001 ¥-----+
001 XYPLOT
001 ¥-----+
001 ¥
001 FRAME A4H
001 NLIST2 1 101 115 1
001 NLIST2 2 201 219 1
001 NLIST2 3 301 319 1
001 NLIST2 4 1401 1419 1
001 NLIST2 5 1501 1519 1
001 NLIST2 6 1601 1619 1
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF BOTTOM PLATE ( CASE-1 MODEL-1 )
001 XTITLE LOCATION ( MM )
001 YTITLE R-DISPLACEMENT ( MM )
001 ¥***** CASE1
001 CURVE 1 1 0 STEADY STATE
001 CURVE 2 2 0 T=100 SEC
001 CURVE 3 3 0 T=300 SEC
001 CURVE 4 4 0 T=500 SEC
001 CURVE 5 5 0 T=750 SEC
001 CURVE 6 6 0 T=1000 SEC
001 CURVE 7 7 0 T=1260 SEC
001 CURVE 8 8 0 T=2000 SEC
001 ¥

```

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
001 PLOT2 DISP1NLIST 1 2 DISP1NLIST 1 3
011 DISP1NLIST 1 4 DISP1NLIST 1 5
011 DISP1NLIST 1 6 DISP1NLIST 1 7
011 DISP1NLIST 1 8 DISP1NLIST 1 9
001 ¥
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF MID PLATE ( CASE-1 MODEL-1 )
001 PLOT2 DISP1NLIST 2 2 DISP1NLIST 2 3
011 DISP1NLIST 2 4 DISP1NLIST 2 5
011 DISP1NLIST 2 6 DISP1NLIST 2 7
011 DISP1NLIST 2 8 DISP1NLIST 2 9
001 ¥
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF TOP PLATE ( CASE-1 MODEL-1 )
001 PLOT2 DISP1NLIST 3 2 DISP1NLIST 3 3
011 DISP1NLIST 3 4 DISP1NLIST 3 5
011 DISP1NLIST 3 6 DISP1NLIST 3 7
011 DISP1NLIST 3 8 DISP1NLIST 3 9
001 ¥
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1400 ( CASE-1 MODEL-1 )
001 PLOT2 DISP1NLIST 4 2 DISP1NLIST 4 3
011 DISP1NLIST 4 4 DISP1NLIST 4 5
011 DISP1NLIST 4 6 DISP1NLIST 4 7
011 DISP1NLIST 4 8 DISP1NLIST 4 9
001 ¥
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1500 ( CASE-1 MODEL-1 )
001 PLOT2 DISP1NLIST 5 2 DISP1NLIST 5 3
011 DISP1NLIST 5 4 DISP1NLIST 5 5
011 DISP1NLIST 5 6 DISP1NLIST 5 7
011 DISP1NLIST 5 8 DISP1NLIST 5 9
001 ¥
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT OF NOD=1600 ( CASE-1 MODEL-1 )
001 PLOT2 DISP1NLIST 6 2 DISP1NLIST 6 3
011 DISP1NLIST 6 4 DISP1NLIST 6 5
011 DISP1NLIST 6 6 DISP1NLIST 6 7
011 DISP1NLIST 6 8 DISP1NLIST 6 9
001 ¥ CASE-1
001 XVALU 100 0.0 0.0 100.0 300.0 500.0 750.0
025 1000.0 1260.0 2000.0
001 ¥
001 PTITLE OOGATAR-RO DISPLACEMENT TIME HISTORY ( CASE-1 MODEL-1 )
001 XTITLE TIME ( SEC )
001 YTITLE R-DISPLACEMENT ( MM )
001 X RANGE 0.0 2.5E+3
001 X DIVISION 5 1
001 CURVE 1 1 1 NODE= 1
001 CURVE 2 2 1 NODE= 24
001 CURVE 3 3 1 NODE= 40
031 CURVE 4 4 1 NODE= 50
001 PLOT3 XVALU 100 DISP1 1 XVALU 100 DISP1 24
011 XVALU 100 DISP1 40 XVALU 100 DISP1 50
001 ¥
001 CURVE 1 1 1 NODE= 115
001 CURVE 2 2 1 NODE= 120

```

```

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8
001 CURVE          3   3         1 NODE= 121
001 CURVE          4   4         1 NODE= 127
001 CURVE          5   5         1 NODE= 135
001 PLOT3         XVALU 100     DISP1 115     XVALU 100     DISP1 120
011              XVALU 100     DISP1 121     XVALU 100     DISP1 127
011              XVALU 100     DISP1 135
001 ¥
001 CURVE          1   1         1 NODE= 115
001 CURVE          2   2         1 NODE= 120
001 CURVE          3   3         1 NODE= 121
001 PLOT3         XVALU 100     DISP1 115     XVALU 100     DISP1 120
011              XVALU 100     DISP1 121
001 ¥
001 END OUTPUT
001 END FINAS

```