

「常陽」におけるSASS 炉内試験のための予備計算

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

1995年9月



新型炉技術開発株式会社

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)

1995年 9月29日

「常陽」におけるSASS炉内試験のための予備計算

長田博夫* 池田一三**

河北孝司** 碇本岩男**

要 旨

本計算は、高速実験炉「常陽」のMK-III炉心で計画している自己作動型炉停止機構（以下、SASSという）の炉内試験のための許認可申請に資するため、SASS挿入による投入反応度曲線を求めるものである。

主な内容は、次のとおりである。

(1) SASS挿入による投入反応度曲線の作成

SASSの模擬試験体を炉心中心に配置し、2次元RZ直接輸送計算により挿入反応度を求めた。模擬試験体の反応度価値は炉心中央で負、炉心と反射体の境界付近で正であることが確認された。

(2) 装荷位置によるSASS反応度価値の補正係数の計算

SASSの模擬試験体は炉心3列に装荷される計画であることから、SASS反応度価値の補正係数を2次元RZ輸送コード(TWOTRAN-II)および摂動コード(SN-PERT)で計算した。今回のSASSの構造では、全引抜から落下により約3¢(ノミナル)の反応度が挿入されることがわかった。

本報告書は、新型炉技術開発株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した研究の成果である。

契約番号：07C3442

事業団担当部課室：実験炉部技術課 長沖 吉弘

* 新型炉技術開発株式会社 技術部

** 三菱重工業株式会社 新型炉技術部

PNC-TJ9678 96-004
29 September, 1995

Preliminary analysis of irradiation test of JOYO for SASS

Hiroo Osada * Kazumi Ikeda **
Takashi Kawakita ** Iwao Ikarimoto **

Abstract

This calculation is evaluation of reactivity curve of a testing model of Self-Actuating Shutdown System(SASS) which gives data for application of permit of irradiation test in MK- III core of JOYO.

The contents of this calculation are as follows.

(1) Reactivity curve of testing model of SASS

Two dimensional RZ direct transport calculations are done on condition that the testing model is loaded in the radial center of core. Reactivity worth of the testing model of SASS is negative in the axial center region of core and positive in the region near the boundary between the core and the axial reflector.

(2) Correction factor of reactivity worth of SASS for loading position

Correction factor of reactivity worth of SASS is calculated by two dimensional RZ transport code(TWOTRAN - II) and perturbation code(SN-PERT) because the testing model is planed to be loaded in the third row of core. The present structure of testing model is found to give 3 ¢ when it fall down from the full-out position.

Work performed under the contract between Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation and Advanced Reactor Technology Co., Ltd.

PNC Liaison: Reactor Technology Section, Experimental Fast Reactor Division,
Yoshihiro Nagaoki

* Advanced Reactor Technology Co., Ltd. Engineering Department

** Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Advanced Reactors Engineering Department

目 次

要 旨	i
Abstract	ii
図表リスト	iv
1. まえがき	1 - 1
2. S A S S 插入による投入反応度曲線の作成	
2.1 概 要	2 - 1
2.2 解析条件	2 - 1
2.3 解析方法	2 - 1
2.4 解析結果	2 - 2
2.5 検 討	2 - 2
3. 装荷位置による S A S S 反応度価値の補正係数の計算	
3.1 概 要	3 - 1
3.2 解析条件	3 - 1
3.3 解析方法	3 - 1
3.4 解析結果	3 - 2
3.5 検 討	3 - 2
4. まとめ	4 - 1
5. 関連資料	5 - 1
6. 謝 辞	6 - 1
付録 1 S A S S の反応度予測誤差	付 1 - 1
付録 2 S A S S 体積比の算出根拠	付 2 - 1

図表リスト

- 第2.3.1表 エネルギー群構造及び核分裂スペクトル
第2.3.2表 原子数密度 (R Z計算体系, サイクル初期)
第2.3.3表 SASSのミート部領域およびNaフォロナーの原子数密度
第2.4.1表 置換反応度の計算条件とその結果 (拡散計算)
第2.4.2表 置換反応度の計算条件とその結果 (輸送計算)

- 第2.2.1図 MK-III炉心の構成
第2.2.2図 「常陽」SASS制御棒の体積比 (20°C)
第2.3.1図 解析手順
第2.3.2図 SASS反応度の直接計算体系
第2.3.3図 2次元R Z計算体系

- 第3.4.1表 SASS反応度の比較 (0列と3列)
第3.4.2表 SASS挿入時の反応度

- 第3.3.1図 SASS反応度の比較の計算体系
第3.3.2図 摂動計算のための計算体系
第3.4.1図 SASS挿入による反応度曲線

1. まえがき

本計算は、高速実験炉「常陽」のMK-III炉心で計画している自己作動型炉停止機構（以下、SASSという）の炉内試験のための許認可申請に資するため、SASS挿入による投入反応度曲線を求めるものである。

第2章では、第0列にSASS装荷した場合* の投入反応度の計算を述べ、第3章では、第0列と第3列のSASS投入反応度の比から補正係数を求め、実際に装荷される第3列のSASSの投入反応度の結果を述べる。

* 2次元RZ計算体系で扱う場合、第3列ではSASSを円筒化した効果が予測されることから第0列に装荷した。

2. SASS挿入による投入反応度曲線の作成

2.1 概要

SASSの吸収体部を模擬したSUS316相当鋼製の円柱がNaと置換されるものとしてSASS挿入による炉心への反応度の投入について計算した。

2.2 解析条件

(1) MK-III標準平衡炉心の構成

第2.2.1図にMK-III標準平衡炉心⁽¹⁾を示す。実際のSASSの装荷位置は制御棒予備孔（炉心3列）である。しかし、2次元RZ体系では以下の効果が考えられる。

- 2次元RZ体系では、3列は円筒形状でモデル化されるために、漏洩を阻止する効果を過大評価するおそれがある。
- 2次元RZ体系では、3列にSASSを配置すると制御棒に近接し、実体系とは異なる投入反応度曲線となる。

上記の理由により計算モデルでは0列位置におけるSASSの反応度を求め、第3章の補正係数により制御棒予備孔位置（炉心3列）のSASS反応度を求める。

(2) SASSの吸収体部を模擬した構造

動燃殿支給の図面から求めた第2.2.2図に示す体積比をもとに検討する。この図の体積比は20°C（製造時）の体系に基づく。計算体系では、定格時相当（入口温度350°C）に換算して扱う。定格時相当では第2.2.2図の*に示すステンレスの体積比は46.7%で、そのうち制御棒案内管の体積割合は7.4%，SASSの体積割合は、39.3%である。投入反応度空間分布の計算にあたっては、第2.2.2図の**に示す領域（「Naフォロワー」という）体積比から、*に示す領域（「ミート部領域」という）の体積比に置換して計算した。

2.3 解析方法

(1) エネルギー群構造

第2.3.1表にエネルギー群構造及び核分裂スペクトルを示す。核分裂スペクトルは²³⁹Puの核分裂スペクトルを用いた。

(2) 原子数密度

第2.3.2表にMK-III炉心の原子数密度（サイクル初期）⁽¹⁾を、第2.3.3表にミート部領域およびNa フォロナーの原子数密度を示す。

(3) 計算手順

ODDBURN コードにより、7群ミクロ断面積を作成し、SNGC コードによりマクロ断面積を作成する。これをもとにTWOTRAN-II コードによるS4, 7群 2次元RZ計算を行う。
拡散コードはHANYO-DIF を用いた。第2.3.1 図に解析手順を示す。

(4) 計算体系

第2.3.2 図にSASS 反応度の直接計算のための円筒体系を示す。第2.3.3 図に2次元RZ 計算体系のSASS の領域分割を示す。

反応度を求めるSASS の領域の周囲をミート部領域の組成とする場合とNa フォロナーの組成とする場合では、ミート部領域の組成とした場合、反応度のうち、漏洩を抑制する効果（正の反応度）がNa フォロナー相当とした場合より小さ目になると推定されることから、SASS の領域の周囲の組成はNa フォロナー相当とした。

2.4 解析結果

(1) SASS 反応度

第2.4.1表にNa フォロナーの組成からミート部領域の組成への置換反応度の拡散計算の結果を、第2.4.2表に置換反応度の輸送計算の結果を示す。

なお、SASS挿入による投入反応度曲線は、第2.4.2表の値に補正係数を考慮して求める。結果は第3章に示す。

2.5 検討

(1) 置換反応度の分布

置換反応度は、炉心の軸方向中央（第2.4.2表のステップ5, 6 及び7の和）で $-3.9 \times 10^{-4} \Delta k/kk'$ の負の反応度が分布し、その上側で $4.0 \times 10^{-4} \Delta k/kk'$ の正の反応度が分布し、その下側に $3.2 \times 10^{-4} \Delta k/kk'$ の正の反応度が分布する。SASS挿入開始位置でステンレス鋼円柱下端が炉心中心近傍にあった場合、SASS

の挿入初期には負の反応度、その後、正の反応度が投入される。

(2) 輸送計算と拡散計算の比較

輸送計算と拡散計算の置換反応度の値は炉心の中央ではほぼ一致し、炉心と反射体の境界付近で大きくずれる。すなわち、拡散計算の漏洩の近似が十分でなく、より厳密な輸送計算の補正が必要となる。

第2.3.1表 エネルギー群構造及び核分裂スペクトル(1/2)

エネルギー範囲	70群		7群	
	群番号	核分裂スペクトル	群番号	核分裂スペクトル
10.0 (MeV) ~ 7.7880 (MeV)	1	8.32536×10^{-3}	1	5.83321×10^{-1}
7.7880 ~ 6.0653	2	2.26610×10^{-2}		
6.0653 ~ 4.7237	3	4.57986×10^{-2}		
4.7237 ~ 3.6788	4	7.32197×10^{-2}		
3.6788 ~ 2.8650	5	9.73698×10^{-2}		
2.8650 ~ 2.2313	6	1.12073×10^{-1}		
2.2313 ~ 1.7377	7	1.15202×10^{-1}		
1.7377 ~ 1.3534	8	1.08394×10^{-1}		
1.3534 ~ 1.0540	9	9.51769×10^{-2}	2	3.22741×10^{-1}
1.0540 ~ 0.82085	10	7.91807×10^{-2}		
0.82085 ~ 0.63928	11	6.31562×10^{-2}		
0.63928 ~ 0.49787	12	4.87468×10^{-2}		
0.49787 ~ 0.38774	13	3.66733×10^{-2}		
0.38774 ~ 0.30197	14	2.70447×10^{-2}	3	8.27080×10^{-2}
0.30197 ~ 0.23518	15	1.96360×10^{-2}		
0.23518 ~ 0.18316	16	1.40851×10^{-2}		
0.18316 ~ 0.14264	17	1.00083×10^{-2}		
0.14264 ~ 0.11109	18	7.05936×10^{-3}		
0.11109 ~ 0.086517	19	4.95084×10^{-3}	4	1.08480×10^{-2}
86.517 (keV) ~ 67.379 (keV)	20	3.45662×10^{-3}		
67.379 ~ 52.475	21	2.40499×10^{-3}		
52.475 ~ 40.868	22	1.66878×10^{-3}		
40.868 ~ 31.828	23	1.15549×10^{-3}		
31.828 ~ 24.788	24	7.98769×10^{-4}		
24.788 ~ 19.305	25	5.51467×10^{-4}		
19.305 ~ 15.034	26	3.80351×10^{-4}		
15.034 ~ 11.709	27	2.62127×10^{-4}		
11.709 ~ 9.1188	28	1.80541×10^{-4}		
9.1188 ~ 7.1017	29	1.24290×10^{-4}	5	3.83306×10^{-4}
7.1017 ~ 5.5308	30	8.55336×10^{-5}		
5.5308 ~ 4.3074	31	5.88455×10^{-5}		
4.3074 ~ 3.3546	32	4.04756×10^{-5}		
3.3546 ~ 2.6126	33	2.78354×10^{-5}		
2.6126 ~ 2.0347	34	1.91401×10^{-5}		
2.0347 ~ 1.5846	35	1.31597×10^{-5}		
1.5846 ~ 1.2341	36	9.04709×10^{-6}		
1.2341 ~ 0.96112	37	5.38145×10^{-6}		

第2.3.1表 エネルギー群構造及び核分裂スペクトル(2/2)

エネルギー範囲	70群		7群	
	群番号	核分裂スペクトル	群番号	核分裂スペクトル
961.12 (eV) ~ 748.52 (eV)	38	0.0	6	0.0
748.52 ~ 582.95	39	0.0		
582.95 ~ 454.00	40	0.0		
454.00 ~ 353.58	41	0.0		
353.58 ~ 275.36	42	0.0		
275.36 ~ 214.45	43	0.0		
214.45 ~ 167.02	44	0.0		
167.02 ~ 130.07	45	0.0		
130.07 ~ 101.30	46	0.0		
101.30 ~ 78.893	47	0.0		
78.893 ~ 61.442	48	0.0		
61.442 ~ 47.851	49	0.0		
47.851 ~ 37.267	50	0.0		
37.267 ~ 29.023	51	0.0		
29.023 ~ 22.603	52	0.0		
22.603 ~ 17.603	53	0.0		
17.603 ~ 13.710	54	0.0		
13.710 ~ 10.677	55	0.0		
10.677 ~ 8.3153	56	0.0	7	0.0
8.3153 ~ 6.4760	57	0.0		
6.4760 ~ 5.0435	58	0.0		
5.0435 ~ 3.9279	59	0.0		
3.9279 ~ 3.0590	60	0.0		
3.0590 ~ 2.3824	61	0.0		
2.3824 ~ 1.8554	62	0.0		
1.8554 ~ 1.4450	63	0.0		
1.4450 ~ 1.1254	64	0.0		
1.1254 ~ 0.87642	65	0.0		
0.87642 ~ 0.68256	66	0.0		
0.68256 ~ 0.53158	67	0.0		
0.53158 ~ 0.41399	68	0.0		
0.41399 ~ 0.32242	69	0.0		
0.32242 ~ 10 ⁻⁵	70	0.0		

(注) 核分裂スペクトルは合計が 1.0で規格化されている。

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (1/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	1	2	3	4	5	6	7	
NAME	REG 1	REG 2	REG 3	REG 4	REG 5	REG 6	REG 7	
COMMENT	B型特燃 0列(1/6)	B型特燃 0列(2/6)	B型特燃 0列(5/6)	B型特燃 0列(6/6)	内側燃料 1列(1/6)	内側燃料 1列(2/6)	内側燃料 1列(5/6)	
ELEMENT								
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	6.301E-03	6.301E-03	6.301E-03	6.301E-03	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02
5 11	NA	9.757E-03	9.757E-03	9.757E-03	9.757E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03
6 19	CR	4.422E-03	4.422E-03	4.422E-03	4.422E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20	FE	1.655E-02	1.655E-02	1.655E-02	1.655E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21	NI	5.117E-03	5.117E-03	5.117E-03	5.117E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2	MN	4.779E-04	4.779E-04	4.779E-04	4.779E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25	MO	3.795E-04	3.795E-04	3.795E-04	3.795E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30	PU238	9.164E-06	9.164E-06	9.164E-06	9.164E-06	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05
12 34	U235	4.137E-04	4.137E-04	4.137E-04	4.137E-04	1.079E-03	1.061E-03	1.061E-03
13 35	U236	0.0	0.0	0.0	0.0	2.093E-05	2.355E-05	2.356E-05
14 36	U238	1.861E-03	1.861E-03	1.861E-03	1.861E-03	5.243E-03	5.230E-03	5.230E-03
15 37	PU239	5.751E-04	5.751E-04	5.751E-04	5.751E-04	1.156E-03	1.143E-03	1.143E-03
16 38	PU240	2.182E-04	2.182E-04	2.182E-04	2.182E-04	4.604E-04	4.580E-04	4.579E-04
17 39	PU241	7.242E-05	7.242E-05	7.242E-05	7.242E-05	1.421E-04	1.400E-04	1.399E-04
18 40	PU242	3.607E-05	3.607E-05	3.607E-05	3.607E-05	7.603E-05	7.585E-05	7.585E-05
19 52	FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	8.017E-05	9.540E-05	9.554E-05
20 55	FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	1.420E-05	1.936E-05	1.936E-05
21 58	FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	9.628E-05	1.193E-04	1.195E-04
22 61	FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	1.489E-05	1.795E-05	1.798E-05
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (2/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	8	9	10	11	12	13	14	
NAME	REG 8	REG 9	REG 10	REG 11	REG 12	REG 13	REG 14	
COMMENT	内側燃料 1列(6/6)	内側燃料 2列(1/6)	内側燃料 2列(2/6)	内側燃料 2列(5/6)	内側燃料 2列(6/6)	内側燃料 3列(1/6)	内側燃料 3列(2/6)	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	1.663E-02							
5 11 NA	8.248E-03							
6 19 CR	3.179E-03							
7 20 FE	1.190E-02							
8 21 NI	3.679E-03							
9 2 MN	3.436E-04							
10 25 MO	2.728E-04							
11 30 PU238	1.928E-05							
12 34 U235	1.081E-03	1.063E-03	1.042E-03	1.042E-03	1.066E-03	1.068E-03	1.050E-03	
13 35 U236	2.010E-05	2.424E-05	2.715E-05	2.712E-05	2.304E-05	2.343E-05	2.583E-05	
14 36 U238	5.245E-03	5.232E-03	5.216E-03	5.216E-03	5.234E-03	5.236E-03	5.222E-03	
15 37 PU239	1.156E-03	1.147E-03	1.132E-03	1.131E-03	1.148E-03	1.150E-03	1.136E-03	
16 38 PU240	4.596E-04	4.605E-04	4.574E-04	4.574E-04	4.593E-04	4.611E-04	4.580E-04	
17 39 PU241	1.419E-04	1.402E-04	1.378E-04	1.378E-04	1.401E-04	1.408E-04	1.385E-04	
18 40 PU242	7.599E-05	7.602E-05	7.580E-05	7.580E-05	7.596E-05	7.606E-05	7.584E-05	
19 52 FP U235	7.876E-05	9.331E-05	1.107E-04	1.107E-04	9.099E-05	8.892E-05	1.045E-04	
20 55 FP U238	1.417E-05	1.684E-05	2.296E-05	2.294E-05	1.679E-05	1.550E-05	2.120E-05	
21 58 FP PU239	9.559E-05	1.129E-04	1.395E-04	1.397E-04	1.114E-04	1.065E-04	1.307E-04	
22 61 FP PU241	1.464E-05	1.738E-05	2.088E-05	2.089E-05	1.695E-05	1.652E-05	1.964E-05	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (3/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	15	16	17	18	19	20	21	
NAME	REG 15	REG 16	REG 17	REG 18	REG 19	REG 20	REG 21	
COMMENT	内側燃料 3列(5/6)	内側燃料 3列(6/6)	外側燃料 3列(1/6)	外側燃料 3列(2/6)	外側燃料 3列(5/6)	外側燃料 3列(6/6)	外側燃料 4列(1/6)	
ELEMENT								
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	1.663E-02	1.663E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02
5 11	NA	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03
6 19	CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20	FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21	NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2	MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25	MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30	PU238	1.928E-05	1.928E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05
12 34	U235	1.050E-03	1.073E-03	9.962E-04	9.802E-04	9.804E-04	1.001E-03	9.904E-04
13 35	U236	2.576E-05	2.182E-05	2.032E-05	2.247E-05	2.240E-05	1.893E-05	2.144E-05
14 36	U238	5.222E-03	5.239E-03	4.858E-03	4.846E-03	4.846E-03	4.861E-03	4.854E-03
15 37	PU239	1.136E-03	1.152E-03	1.434E-03	1.415E-03	1.415E-03	1.436E-03	1.428E-03
16 38	PU240	4.579E-04	4.596E-04	5.788E-04	5.752E-04	5.751E-04	5.773E-04	5.787E-04
17 39	PU241	1.385E-04	1.407E-04	1.775E-04	1.748E-04	1.748E-04	1.774E-04	1.762E-04
18 40	PU242	7.584E-05	7.598E-05	9.560E-05	9.533E-05	9.533E-05	9.550E-05	9.557E-05
19 52	FP U235	1.043E-04	8.561E-05	7.763E-05	9.141E-05	9.125E-05	7.465E-05	8.226E-05
20 55	FP U238	2.117E-05	1.546E-05	1.396E-05	1.907E-05	1.902E-05	1.388E-05	1.517E-05
21 58	FP PU239	1.307E-04	1.041E-04	1.256E-04	1.543E-04	1.541E-04	1.226E-04	1.336E-04
22 61	FP PU241	1.962E-05	1.590E-05	1.953E-05	2.330E-05	2.326E-05	1.880E-05	2.067E-05
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (4/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)							
COMP	22	23	24	25	26	27	28
NAME	REG 22	REG 23	REG 24	REG 25	REG 26	REG 27	REG 28
COMMENT	外側燃料 4列(2/6)	外側燃料 4列(5/6)	外側燃料 4列(6/6)	外側燃料 5列(1/6)	外側燃料 5列(2/6)	外側燃料 5列(5/6)	外側燃料 5列(6/6)
ELEMENT							
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	1.667E-02						
5 11 NA	8.248E-03						
6 19 CR	3.179E-03						
7 20 FE	1.190E-02						
8 21 NI	3.679E-03						
9 2 MN	3.436E-04						
10 25 MO	2.728E-04						
11 30 PU238	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.424E-05	2.424E-05	2.424E-05	2.424E-05
12 34 U235	9.737E-04	9.740E-04	9.950E-04	9.869E-04	9.727E-04	9.734E-04	9.928E-04
13 35 U236	2.372E-05	2.362E-05	2.007E-05	2.347E-05	2.535E-05	2.517E-05	2.174E-05
14 36 U238	4.841E-03	4.841E-03	4.857E-03	4.853E-03	4.842E-03	4.842E-03	4.857E-03
15 37 PU239	1.408E-03	1.409E-03	1.431E-03	1.429E-03	1.412E-03	1.413E-03	1.433E-03
16 38 PU240	5.749E-04	5.748E-04	5.772E-04	5.832E-04	5.799E-04	5.798E-04	5.815E-04
17 39 PU241	1.734E-04	1.734E-04	1.761E-04	1.765E-04	1.741E-04	1.741E-04	1.765E-04
18 40 PU242	9.528E-05	9.528E-05	9.549E-05	9.586E-05	9.562E-05	9.562E-05	9.576E-05
19 52 FP U235	9.665E-05	9.638E-05	7.909E-05	8.368E-05	9.593E-05	9.542E-05	7.952E-05
20 55 FP U238	2.061E-05	2.054E-05	1.499E-05	1.275E-05	1.718E-05	1.709E-05	1.250E-05
21 58 FP PU239	1.637E-04	1.633E-04	1.301E-04	1.300E-04	1.553E-04	1.546E-04	1.250E-04
22 61 FP PU241	2.463E-05	2.456E-05	1.990E-05	2.079E-05	2.414E-05	2.401E-05	1.975E-05
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (5/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	29	30	31	32	33	34	35	
NAME	REG 29	REG 30	REG 31	REG 32	REG 33	REG 34	REG 35	
COMMENT	B型特燃 0列(3/6)	B型特燃 0列(4/6)	内側燃料 1列(3/6)	内側燃料 1列(4/6)	C型特燃 1列(3/6)	C型特燃 1列(4/6)	内側燃料 2列(3/6)	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	6.301E-03	6.301E-03	1.663E-02	1.663E-02	1.090E-02	1.090E-02	1.663E-02	
5 11 NA	9.757E-03	9.757E-03	8.248E-03	8.248E-03	1.075E-02	1.075E-02	8.248E-03	
6 19 CR	4.422E-03	4.422E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.586E-03	3.586E-03	3.179E-03	
7 20 FE	1.655E-02	1.655E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.342E-02	1.342E-02	1.190E-02	
8 21 NI	5.117E-03	5.117E-03	3.679E-03	3.679E-03	4.150E-03	4.150E-03	3.679E-03	
9 2 MN	4.779E-04	4.779E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.876E-04	3.876E-04	3.436E-04	
10 25 MO	3.795E-04	3.795E-04	2.728E-04	2.728E-04	3.077E-04	3.077E-04	2.728E-04	
11 30 PU238	9.164E-06	9.164E-06	1.928E-05	1.928E-05	1.586E-05	1.586E-05	1.928E-05	
12 34 U235	4.137E-04	4.137E-04	1.056E-03	1.056E-03	7.157E-04	7.157E-04	1.036E-03	
13 35 U236	0.0	0.0	2.446E-05	2.447E-05	0.0	0.0	2.817E-05	
14 36 U238	1.861E-03	1.861E-03	5.226E-03	5.226E-03	3.219E-03	3.219E-03	5.212E-03	
15 37 PU239	5.751E-04	5.751E-04	1.139E-03	1.139E-03	9.951E-04	9.951E-04	1.128E-03	
16 38 PU240	2.182E-04	2.182E-04	4.577E-04	4.577E-04	3.775E-04	3.775E-04	4.571E-04	
17 39 PU241	7.242E-05	7.242E-05	1.395E-04	1.395E-04	1.253E-04	1.253E-04	1.373E-04	
18 40 PU242	3.607E-05	3.607E-05	7.583E-05	7.583E-05	6.240E-05	6.240E-05	7.577E-05	
19 52 FP U235	0.0	0.0	9.958E-05	9.962E-05	0.0	0.0	1.154E-04	
20 55 FP U238	0.0	0.0	2.044E-05	2.044E-05	0.0	0.0	2.422E-05	
21 58 FP PU239	0.0	0.0	1.251E-04	1.251E-04	0.0	0.0	1.462E-04	
22 61 FP PU241	0.0	0.0	1.877E-05	1.878E-05	0.0	0.0	2.183E-05	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (6/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)							
COMP	36	37	38	39	40	41	42
NAME	REG 36	REG 37	REG 38	REG 39	REG 40	REG 41	REG 42
COMMENT	内側燃料 2列(4/6)	内側燃料 3列(3/6)	内側燃料 3列(4/6)	外側燃料 3列(3/6)	外側燃料 3列(4/6)	外側燃料 4列(3/6)	外側燃料 4列(4/6)
ELEMENT							
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10	O	1.663E-02	1.663E-02	1.663E-02	1.667E-02	1.667E-02	1.667E-02
5 11	NA	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03	8.248E-03
6 19	CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03
7 20	FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02
8 21	NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03
9 2	MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04
10 25	MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04
11 30	PU238	1.928E-05	1.928E-05	1.928E-05	2.425E-05	2.425E-05	2.425E-05
12 34	U235	1.036E-03	1.044E-03	1.044E-03	9.755E-04	9.755E-04	9.688E-04
13 35	U236	2.817E-05	2.677E-05	2.676E-05	2.330E-05	2.329E-05	2.457E-05
14 36	U238	5.212E-03	5.218E-03	5.218E-03	4.842E-03	4.842E-03	2.456E-05
15 37	PU239	1.128E-03	1.133E-03	1.133E-03	1.410E-03	1.410E-03	4.837E-03
16 38	PU240	4.571E-04	4.576E-04	4.576E-04	5.748E-04	5.748E-04	1.403E-03
17 39	PU241	1.373E-04	1.381E-04	1.380E-04	1.742E-04	1.742E-04	5.744E-04
18 40	PU242	7.577E-05	7.582E-05	7.582E-05	9.530E-05	9.530E-05	1.728E-04
19 52	FP U235	1.155E-04	1.089E-04	1.088E-04	9.525E-05	9.524E-05	9.525E-05
20 55	FP U238	2.421E-05	2.237E-05	2.236E-05	2.010E-05	1.006E-04	1.006E-04
21 58	FP PU239	1.463E-04	1.369E-04	1.369E-04	1.615E-04	2.169E-05	2.168E-05
22 61	FP PU241	2.184E-05	2.051E-05	2.051E-05	2.433E-05	1.711E-04	1.711E-04
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (7 / 14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	43	44	45	46	47	48	49	
NAME	REG 43	REG 44	REG 45	REG 46	REG 47	REG 48	REG 49	
COMMENT	外側燃料 5列(3/6)	外側燃料 5列(4/6)	インシレータ 0列下	インシレータ 0列上	インシレータ 1列下	インシレータ 1列上	インシレータ 1列下	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	1.667E-02	1.667E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	
5 11 NA	8.248E-03	8.248E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	
6 19 CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	
7 20 FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	
8 21 NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	
9 2 MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	
10 25 MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	
11 30 PU238	2.424E-05	2.424E-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12 34 U235	9.682E-04	9.683E-04	1.167E-05	1.248E-05	1.165E-05	1.246E-05	1.167E-05	
13 35 U236	2.617E-05	2.614E-05	1.151E-06	8.662E-07	1.155E-06	8.711E-07	1.151E-06	
14 36 U238	4.839E-03	4.839E-03	7.981E-03	8.007E-03	7.980E-03	8.006E-03	7.981E-03	
15 37 PU239	1.408E-03	1.408E-03	2.412E-04	2.143E-04	2.421E-04	2.155E-04	2.412E-04	
16 38 PU240	5.796E-04	5.796E-04	1.117E-05	5.911E-06	1.128E-05	5.999E-06	1.117E-05	
17 39 PU241	1.736E-04	1.736E-04	3.683E-07	1.132E-07	3.741E-07	1.158E-07	3.683E-07	
18 40 PU242	9.560E-05	9.560E-05	6.971E-09	1.583E-09	7.110E-09	1.628E-09	6.971E-09	
19 52 FP U235	9.955E-05	9.947E-05	3.804E-06	3.275E-06	3.818E-06	3.291E-06	3.804E-06	
20 55 FP U238	1.806E-05	1.804E-05	5.240E-05	5.262E-05	5.248E-05	5.270E-05	5.240E-05	
21 58 FP PU239	1.619E-04	1.618E-04	3.413E-05	2.585E-05	3.441E-05	2.612E-05	3.413E-05	
22 61 FP PU241	2.511E-05	2.509E-05	3.459E-08	8.782E-09	3.525E-08	9.014E-09	3.459E-08	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (8/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
CQMP	50	51	52	53	54	55	56	
NAME	REG 50	REG 51	REG 52	REG 53	REG 54	REG 55	REG 56	
COMMENT	インシレータ 1列上	インシレータ 1列下	インシレータ 1列上	インシレータ 2列下	インシレータ 2列上	インシレータ 3列下	インシレータ 3列上	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	
5 11 NA	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	
6 19 CR	3.179E-03							
7 20 FE	1.190E-02							
8 21 NI	3.679E-03							
9 2 MN	3.436E-04							
10 25 MO	2.728E-04							
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12 34 U235	1.248E-05	1.169E-05	1.250E-05	1.174E-05	1.257E-05	1.178E-05	1.266E-05	
13 35 U236	8.662E-07	1.146E-06	8.611E-07	1.136E-06	8.449E-07	1.132E-06	8.280E-07	
14 36 U238	8.007E-03	7.983E-03	8.009E-03	7.987E-03	8.015E-03	7.992E-03	8.021E-03	
15 37 PU239	2.143E-04	2.403E-04	2.132E-04	2.377E-04	2.094E-04	2.353E-04	2.054E-04	
16 38 PU240	5.911E-06	1.107E-05	5.823E-06	1.084E-05	5.560E-06	1.082E-05	5.306E-06	
17 39 PU241	1.132E-07	3.628E-07	1.106E-07	3.519E-07	1.029E-07	3.561E-07	9.582E-08	
18 40 PU242	1.583E-09	6.837E-09	1.538E-09	6.542E-09	1.405E-09	6.525E-09	1.284E-09	
19 52 FP U235	3.275E-06	3.789E-06	3.258E-06	3.748E-06	3.200E-06	3.715E-06	3.138E-06	
20 55 FP U238	5.262E-05	5.226E-05	5.246E-05	5.149E-05	5.167E-05	5.029E-05	5.061E-05	
21 58 FP PU239	2.585E-05	3.384E-05	2.557E-05	3.301E-05	2.462E-05	3.235E-05	2.360E-05	
22 61 FP PU241	8.782E-09	3.394E-08	8.550E-09	3.242E-08	7.839E-09	3.202E-08	7.177E-09	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (9/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	57	58	59	60	61	62	63	
NAME	REG 57	REG 58	REG 59	REG 60	REG 61	REG 62	REG 63	
COMMENT	インシレータ 3列下	インシレータ 3列上	インシレータ 4列下	インシレータ 4列上	インシレータ 5列下	インシレータ 5列上	内側反射 下部	
ELEMENT								
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10 O	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.642E-02	1.640E-02	1.640E-02	
5 11 NA	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.481E-03	8.013E-03	8.013E-03	
6 19 CR	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	3.179E-03	
7 20 FE	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	1.190E-02	
8 21 NI	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	3.679E-03	
9 2 MN	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	3.436E-04	
10 25 MO	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	2.728E-04	
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12 34 U235	1.185E-05	1.272E-05	1.204E-05	1.287E-05	1.224E-05	1.307E-05	0.0	
13 35 U236	1.115E-06	8.156E-07	1.074E-06	7.867E-07	1.042E-06	7.590E-07	0.0	
14 36 U238	7.997E-03	8.026E-03	8.012E-03	8.039E-03	8.030E-03	8.057E-03	0.0	
15 37 PU239	2.320E-04	2.021E-04	2.234E-04	1.942E-04	2.134E-04	1.846E-04	0.0	
16 38 PU240	1.045E-05	5.139E-06	9.592E-06	4.798E-06	9.091E-06	4.585E-06	0.0	
17 39 PU241	3.367E-07	9.153E-08	2.947E-07	8.308E-08	2.774E-07	7.885E-08	0.0	
18 40 PU242	6.072E-09	1.208E-09	5.122E-09	1.054E-09	4.610E-09	9.487E-10	0.0	
19 52 FP U235	3.660E-06	3.088E-06	3.516E-06	2.962E-06	3.350E-06	2.795E-06	0.0	
20 55 FP U238	4.967E-05	4.987E-05	4.745E-05	4.739E-05	4.207E-05	4.174E-05	0.0	
21 58 FP PU239	3.130E-05	2.282E-05	2.867E-05	2.089E-05	2.575E-05	1.844E-05	0.0	
22 61 FP PU241	2.984E-08	6.746E-09	2.518E-08	5.839E-09	2.212E-08	5.091E-09	0.0	
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.354E-04

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (10/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	64	65	66	67	68	69	70	
NAME	REG 64	REG 65	REG 66	REG 67	REG 68	REG 69	REG 70	
COMMENT	内側反射 上部	遮蔽体 下部	遮蔽体 スプレム	内側反射 中央部	外側反射	遮蔽体 中央部	マトリクス	
ELEMENT								
1 6 810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.077E-02	0.0	
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.337E-02	0.0	
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.354E-02	0.0	
4 10 O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
5 11 NA	1.118E-02	6.026E-03	5.776E-03	5.926E-03	4.361E-03	5.926E-03	1.923E-02	
6 19 CR	6.877E-03	9.893E-03	1.946E-03	1.030E-02	1.132E-02	1.946E-03	2.176E-03	
7 20 FE	2.097E-02	4.020E-02	1.045E-02	2.926E-02	3.173E-02	1.045E-02	8.164E-03	
8 21 NI	1.421E-02	1.047E-02	1.271E-03	2.231E-02	2.471E-02	1.271E-03	1.360E-03	
9 2 MN	6.133E-04	1.020E-03	1.611E-04	9.375E-04	1.034E-03	1.611E-04	0.0	
10 25 MO	5.594E-04	7.913E-04	1.093E-04	8.687E-04	9.609E-04	1.093E-04	1.734E-04	
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12 34 U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13 35 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
14 36 U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15 37 PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16 38 PU240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17 39 PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
18 40 PU242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
19 52 FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20 55 FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
21 58 FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
22 61 FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23 27 W	2.354E-04	8.972E-06	8.972E-06	3.646E-04	4.030E-04	8.972E-06	0.0	

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (11/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)							
COMP	71	72	73	74	75	76	77
NAME	REG 71	REG 72	REG 73	REG 74	REG 75	REG 76	REG 77
COMMENT	エントラス ノアル	下部 反射体(2)	下部 空間部	下部 反射体(1)	上部 反射体	ガスフレム	パンタリング ヘッド
ELEMENT							
1 6 B10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7 B11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10 O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 11 NA	2.181E-02	8.913E-03	1.905E-02	8.013E-03	8.013E-03	8.013E-03	1.822E-02
6 19 CR	5.716E-04	8.477E-03	2.259E-03	8.045E-03	8.045E-03	3.609E-03	2.119E-03
7 20 FE	2.140E-03	3.173E-02	8.455E-03	3.011E-02	3.011E-02	1.340E-02	7.933E-03
8 21 NI	6.617E-04	9.812E-03	2.164E-03	9.312E-03	9.312E-03	3.887E-03	2.453E-03
9 2 MN	4.906E-05	9.163E-04	2.441E-04	8.695E-04	8.695E-04	3.814E-04	2.291E-04
10 25 MO	6.179E-05	7.275E-04	1.938E-04	6.904E-04	6.904E-04	3.058E-04	1.819E-04
11 30 PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 34 U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 35 U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 36 U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 37 PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 38 PU240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 39 PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 40 PU242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 52 FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 55 FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21 58 FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 61 FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 27 W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (12/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	78	79	80	81	82	83	84	
NAME	REG 78	REG 79	REG 80	REG 81	REG 82	REG 83	REG 84	
COMMENT	ハンドリング ヘッド	C/R 3列 引抜部	C/R 3列 アダプター部	C/R 3列 吸收体部	C/R 3列 上部	C/R 5列 引抜部	C/R 5列 アダプター部	
ELEMENT								
1 6	B10	0.0	0.0	0.0	2.240E-02	0.0	0.0	0.0
2 7	B11	0.0	0.0	0.0	2.489E-03	0.0	0.0	0.0
3 8	C	0.0	0.0	0.0	6.199E-03	0.0	0.0	0.0
4 10	O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 11	NA	1.848E-02	2.103E-02	1.612E-02	1.288E-02	1.778E-02	2.103E-02	1.612E-02
6 19	CR	2.119E-03	1.097E-03	4.168E-03	2.486E-03	2.998E-03	1.097E-03	4.168E-03
7 20	FE	7.933E-03	4.196E-03	1.595E-02	9.511E-03	1.147E-02	4.196E-03	1.595E-02
8 21	NI	2.453E-03	8.499E-04	3.230E-03	1.926E-03	2.323E-03	8.499E-04	3.230E-03
9 2	MN	2.291E-04	1.135E-04	4.315E-04	2.574E-04	3.104E-04	1.135E-04	4.315E-04
10 25	MO	1.819E-04	9.285E-05	3.528E-04	2.105E-04	2.538E-04	9.285E-05	3.528E-04
11 30	PU238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12 34	U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13 35	U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 36	U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 37	PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 38	PU240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17 39	PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 40	PU242	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19 52	FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 55	FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21 58	FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 61	FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (R Z計算体系, サイクル初期) (13/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)							
COMP	85	86	87	88	89	90	91
NAME	REG 85	REG 86	REG 87	REG 88	REG 89	REG 90	REG 91
COMMENT	C/R 5列 吸收体部	C/R 5列 上部	C型特燃 1列(1/6)	C型特燃 1列(2/6)	C型特燃 1列(5/6)	C型特燃 1列(5/6)	CMIR& B型 3列(1/6)
ELEMENT							
1 6	B10	2.240E-02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 7	B11	2.489E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3 8	C	6.199E-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 10	O	0.0	0.0	1.090E-02	1.090E-02	1.090E-02	3.150E-03
5 11	NA	1.288E-02	1.778E-02	1.075E-02	1.075E-02	1.075E-02	9.588E-03
6 19	CR	2.486E-03	2.998E-03	3.586E-03	3.586E-03	3.586E-03	4.163E-03
7 20	FE	9.511E-03	1.147E-02	1.342E-02	1.342E-02	1.342E-02	1.558E-02
8 21	NI	1.926E-03	2.323E-03	4.150E-03	4.150E-03	4.150E-03	4.818E-03
9 2	MN	2.574E-04	3.104E-04	3.876E-04	3.876E-04	3.876E-04	4.499E-04
10 25	MO	2.105E-04	2.538E-04	3.077E-04	3.077E-04	3.077E-04	3.572E-04
11 30	PU238	0.0	0.0	1.586E-05	1.586E-05	1.586E-05	4.582E-06
12 34	U235	0.0	0.0	7.157E-04	7.157E-04	7.157E-04	2.068E-04
13 35	U236	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 36	U238	0.0	0.0	3.219E-03	3.219E-03	3.219E-03	9.303E-04
15 37	PU239	0.0	0.0	9.951E-04	9.951E-04	9.951E-04	2.876E-04
16 38	PU240	0.0	0.0	3.775E-04	3.775E-04	3.775E-04	1.091E-04
17 39	PU241	0.0	0.0	1.253E-04	1.253E-04	1.253E-04	3.621E-05
18 40	PU242	0.0	0.0	6.240E-05	6.240E-05	6.240E-05	1.803E-05
19 52	FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20 55	FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21 58	FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 61	FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

第2.3.2表 原子数密度 (RZ計算体系, サイクル初期) (14/14)

ATOMIC NUMBER DENSITIES (ATOMS PER BARN-CM)								
COMP	92	93	94	95	96	97	98	
NAME	REG 92	REG 93	REG 94	REG 95	REG 96	REG 97	REG 98	
COMMENT	CMIR& B型 3列(2/6)	CMIR& B型 3列(3/6)	CMIR& B型 3列(4/6)	CMIR& B型 3列(5/6)	CMIR& B型 3列(6/6)	CMIR& B型 インシレータ下	CMIR& B型 インシレータ上	
ELEMENT								
1 6	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2 7	SiI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3 8	C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4 10	O	3.150E-03	3.150E-03	3.150E-03	3.150E-03	1.642E-02	1.640E-02	
5 11	NA	9.588E-03	9.588E-03	9.588E-03	9.588E-03	8.481E-03	8.013E-03	
6 19	CR	4.163E-03	4.163E-03	4.163E-03	4.163E-03	3.179E-03	3.179E-03	
7 20	FE	1.558E-02	1.558E-02	1.558E-02	1.558E-02	1.190E-02	1.190E-02	
8 21	NI	4.818E-03	4.818E-03	4.818E-03	4.818E-03	3.679E-03	3.679E-03	
9 2	MN	4.499E-04	4.499E-04	4.499E-04	4.499E-04	3.436E-04	3.436E-04	
10 25	MO	3.572E-04	3.572E-04	3.572E-04	3.572E-04	2.728E-04	2.728E-04	
11 30	PU238	4.582E-06	4.582E-06	4.582E-06	4.582E-06	0.0	0.0	
12 34	U235	2.068E-04	2.068E-04	2.068E-04	2.068E-04	1.167E-05	1.248E-05	
13 35	U236	0.0	0.0	0.0	0.0	1.151E-06	8.662E-07	
14 36	U238	9.303E-04	9.303E-04	9.303E-04	9.303E-04	7.981E-03	8.007E-03	
15 37	PU239	2.876E-04	2.876E-04	2.876E-04	2.876E-04	2.412E-04	2.143E-04	
16 38	PU240	1.091E-04	1.091E-04	1.091E-04	1.091E-04	1.117E-05	5.911E-06	
17 39	PU241	3.621E-05	3.621E-05	3.621E-05	3.621E-05	3.683E-07	1.132E-07	
18 40	PU242	1.803E-05	1.803E-05	1.803E-05	1.803E-05	6.971E-09	1.583E-09	
19 52	FP U235	0.0	0.0	0.0	0.0	3.804E-06	3.275E-06	
20 55	FP U238	0.0	0.0	0.0	0.0	5.240E-05	5.262E-05	
21 58	FP PU239	0.0	0.0	0.0	0.0	3.413E-05	2.585E-05	
22 61	FP PU241	0.0	0.0	0.0	0.0	3.459E-08	8.782E-09	
23 27	W	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

第2.3.3表 SASSのミート部領域およびNa フォロアーの原子数密度
 $(\times 10^{24}/\text{cm}^3)$

核種	ミート部領域 *	Na フォロアー**
B 1 0	0.0	0.0
B 1 1	0.0	0.0
C	0.0	0.0
N A	1.213E-2	2.105E-2
C R	7.356E-3	1.169E-3
F E	2.631E-2	4.180E-3
N I	5.176E-3	8.225E-4
M N	6.959E-4	1.106E-4
M O	5.862E-4	9.315E-5
P U 2 3 8	0.0	0.0
U 2 3 5	0.0	0.0
U 2 3 6	0.0	0.0
U 2 3 8	0.0	0.0
P U 2 3 9	0.0	0.0
P U 2 4 0	0.0	0.0
P U 2 4 1	0.0	0.0
P U 2 4 2	0.0	0.0
F P - U 2 3 5	0.0	0.0
F P - P U 2 3 9	0.0	0.0
F P - P U 2 4 1	0.0	0.0
W	0.0	0.0
ステンレスの体積割合 (20°C)	0.472	0.075
	(350°C)	0.467
		0.0742

* (ミート部領域) : 第2.2.2図の*部
 ** (Na フォロアー) : 第2.2.2図の**部

第2.4.1表 置換反応度の計算条件とその結果（拡散計算）

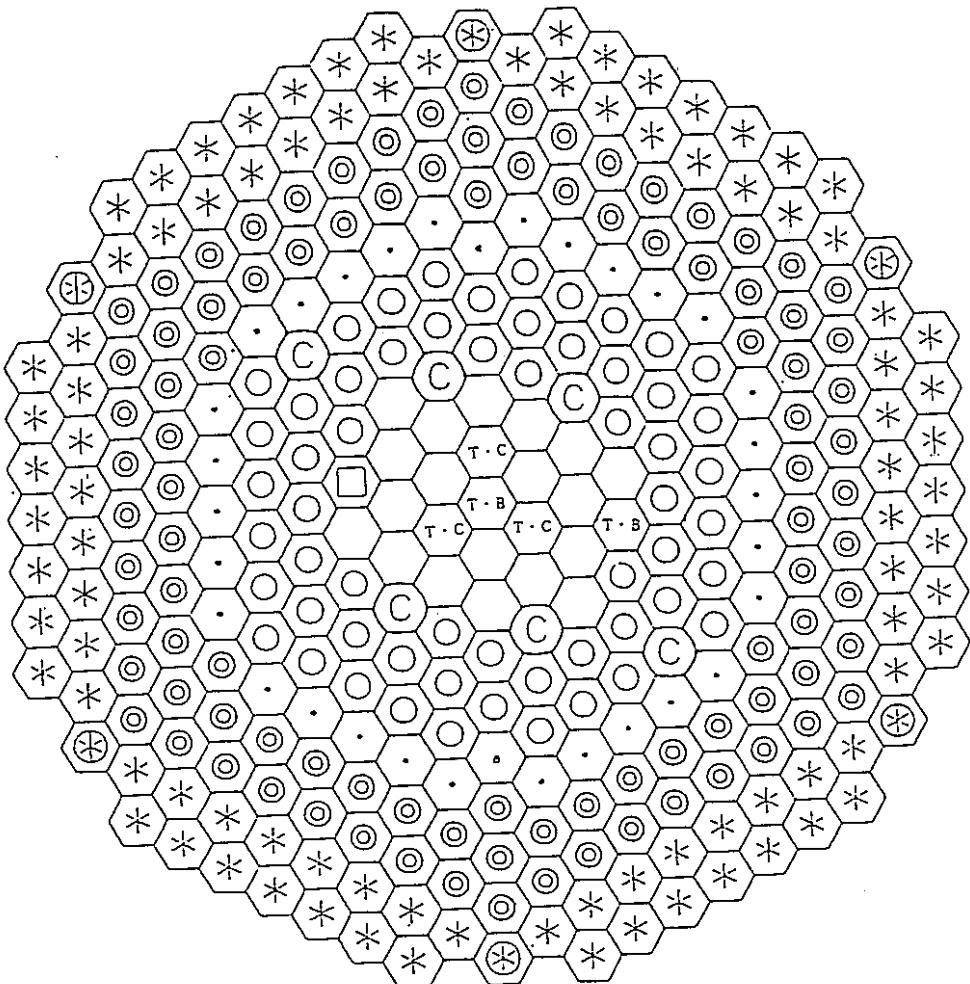
ステップ	ミート部領域に置換の範囲(cm)	範囲の長さ(cm)	実効増倍係数	反応度($\Delta \rho$)	微分反応度($\Delta \rho / \text{cm}$)
置換なし	—	—	0.981553		
1	0.0 ~ 37.673	37.673	0.981554	9.6-7	2.55-8
2	37.673 ~ 63.000	25.327	0.981570	1.73-5	6.83-7
3	63.000 ~ 87.035	24.035	0.981837	2.94-4	1.22-5
4	87.035 ~ 100.539	13.504	0.982079	5.46-4	4.04-5
5	100.539 ~ 113.203	12.664	0.981639	8.96-5	7.08-6
6(中心)	113.203 ~ 125.866	12.663	0.981325	- 2.37-4	- 1.87-5
7	125.866 ~ 138.530	12.664	0.981647	9.76-5	7.71-6
8	138.530 ~ 151.194	12.664	0.981984	4.47-4	3.53-5
9	151.194 ~ 167.566	16.372	0.981669	1.21-4	7.39-6
10	167.566 ~ 202.566	35.000	0.981643	9.30-5	2.66-6

(注) 反応度の計算にあたって、上記の実効増倍係数の記載値よりもケタ数を多くとった。

第2.4.2表 置換反応度の計算条件とその結果（輸送計算）

ステップ	ミート部領域に置換の範囲(cm)	範囲の長さ(cm)	実効増倍係数	反応度($\Delta \rho$)	微分反応度($\Delta \rho/cm$)
置換なし	—	—	1.004808	—	—
1	0.0 ~ 37.673	37.673	1.004809	9.7-7	2.57-8
2	37.673 ~ 63.000	25.327	1.004820	1.15-5	4.54-7
3	63.000 ~ 87.035	24.035	1.004962	1.52-4	6.32-6
4	87.035 ~ 100.539	13.504	1.005051	2.40-4	1.78-5
5	100.539 ~ 113.203	12.664	1.004744	- 6.30-5	- 4.97-6
6(中心)	113.203 ~ 125.866	12.663	1.004547	- 2.59-4	- 2.05-5
7	125.866 ~ 138.530	12.664	1.004740	- 6.78-5	- 5.35-6
8	138.530 ~ 151.194	12.664	1.005003	1.93-4	1.52-5
9	151.194 ~ 167.566	16.372	1.004889	7.95-5	4.86-6
10	167.566 ~ 202.566	35.000	1.004858	4.95-5	1.41-6

(注) 反応度の計算にあたって、上記の実効増倍係数の記載値よりもケタ数を多くとった。



: 内側炉心燃料

: 中性子遮蔽体 (B+C)

: 外側炉心燃料

: 中性子遮蔽体 (B+C) スリット付き

: 開口格 (6 体)

: 特殊燃料集合体・タイプB

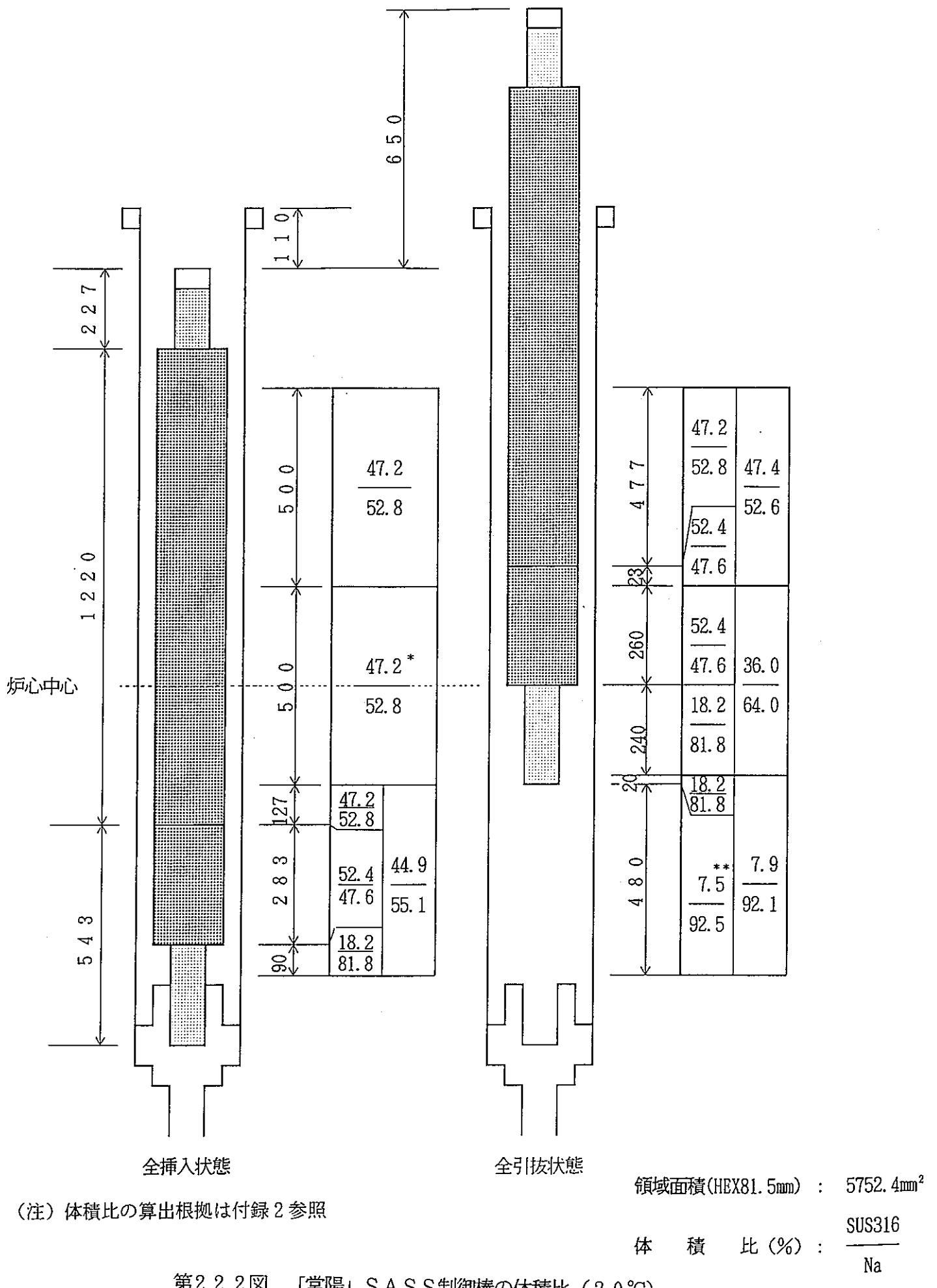
: 内側反射体

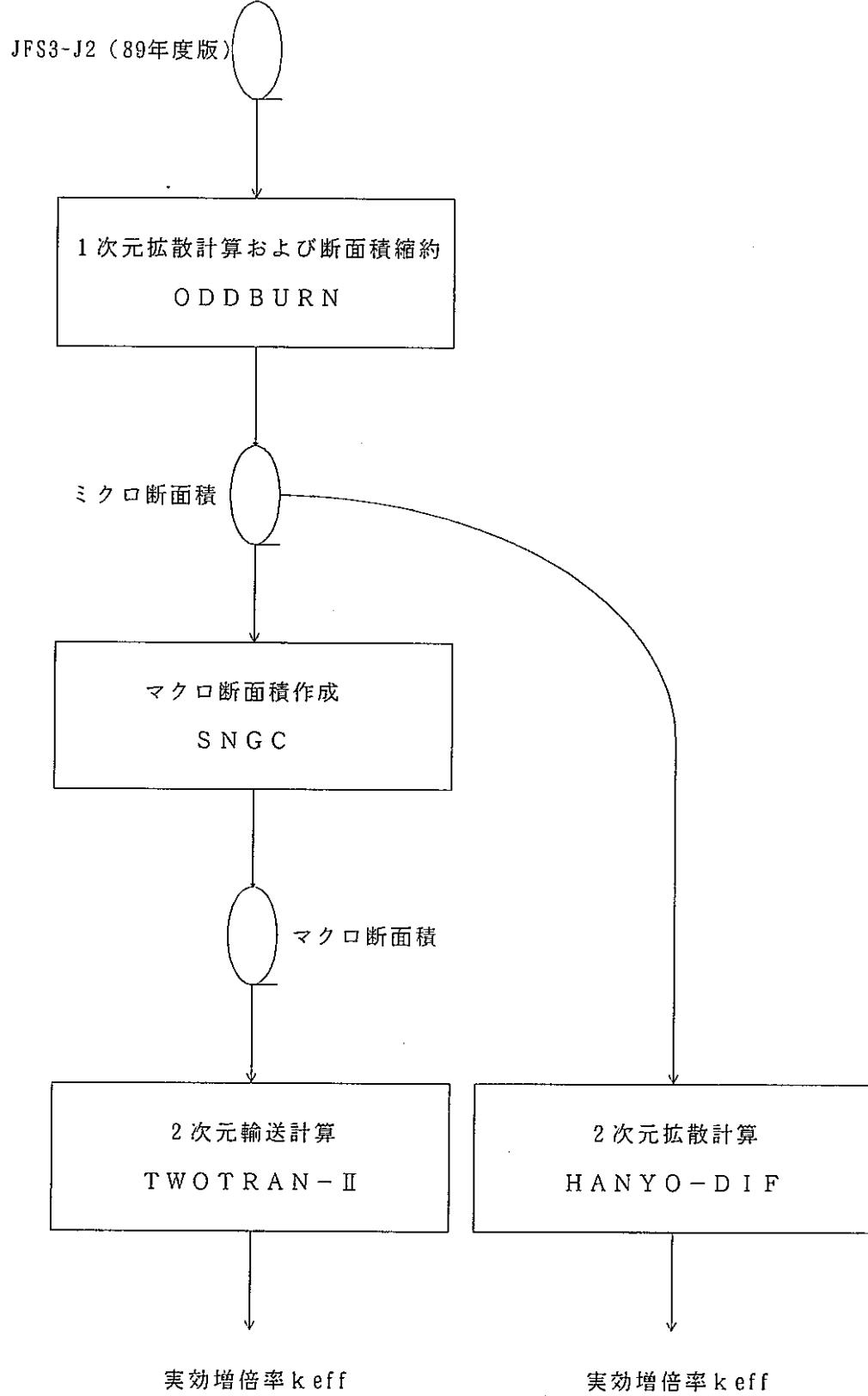
: 特殊燃料集合体・タイプC

: 外側 (A) 反射体

: CMIR

第2.2.1図 MK-III炉心の構成

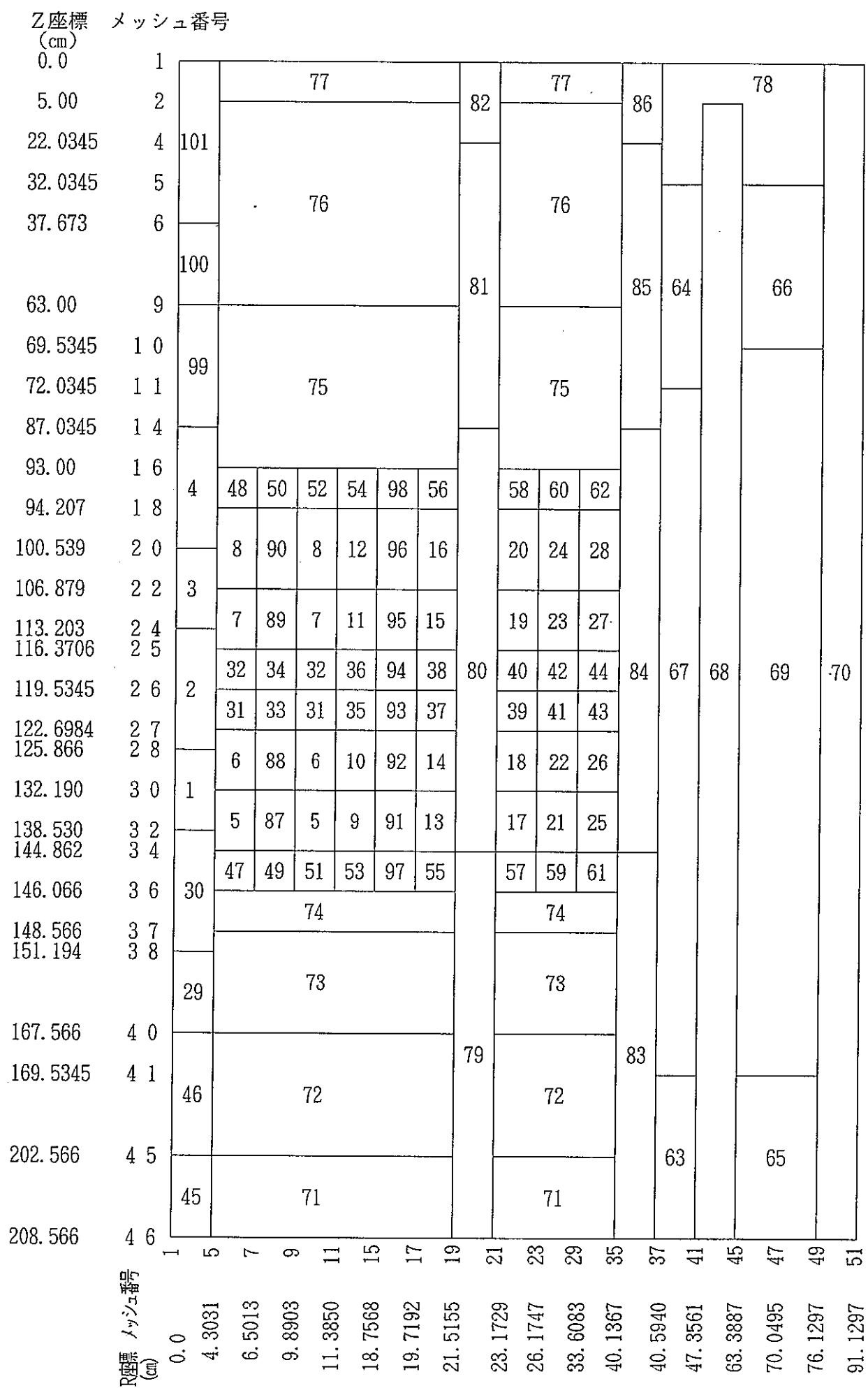




第2.3.1図 解析手順

Z座標 (cm)	メッシュ番号	R座標 (cm)	メッシュ番号	マトリックス
0.0	1	0.0	4.3031	
5.00	2	4.3031	6.5013	ハンドリングヘッド
22.0345	4	6.5013	9.8903	ハンドリングヘッド
32.0345	5	9.8903	11.3850	ガスプレナム
50.336	7	11.3850	18.7568	ガスプレナム
63.00	9	18.7568	19.7192	ガスプレナム
69.5345	10	19.7192	21.5155	ガスプレナム
72.0345	11	21.5155	23.1729	ハンドリングヘッド
75.211	12	23.1729	26.1747	内側反射体上部
87.0345	14	26.1747	33.6083	内側反射体上部
93.00	16	33.6083	40.1367	内側反射体上部
94.207	18	40.1367	44.0	内側反射体上部
	22	44.0	47.3561	外側反射体
113.203	24	47.3561	51.1297	中性子遮蔽体
	25	51.1297	51.9129	マトリックス
119.5345	26	51.9129	54.495	
125.866	27			
	28			
	30			
138.530	32			
144.862	34			
146.066	36			
148.566	37			
151.194	38			
163.857	39			
167.566	40			
169.5345	41			
202.566	45			
208.566	46			

第2.3.2図 SASS反応度の直接計算体系



第2.3.3図 2次元R Z計算体系

3. 装荷位置による SASS 反応度値の補正係数の計算

3.1 概要

炉心中心位置と 3 列（実際に装荷される位置）の装荷位置による SASS 反応度値の比較から補正係数を計算し、実際に装荷される位置の SASS 插入による反応度を算出した。

3.2 解析条件

(1) MK-III 炉心の構成

第 2.2.1 図に MK-III 標準平衡炉心を示す。SASS の装荷される位置は制御棒予備孔相当の位置である。

(2) SASS の吸収体部を模擬した構造

2.2 参照。第 2.2.2 図に SASS の全引抜状態と全挿入状態を示す。

3.3 解析方法

(1) 計算手順

TWOTRAN-II コードによる S4, 7 群 2 次元 RZ 計算から求めた中性子束、随伴中性子束を用いて SN-PERT により摂動計算を行う。

(2) 計算体系

第 3.3.1 図に SASS 反応度の比較のための円筒体系を示す。第 3.3.2 図に 2 次元 RZ 計算体系の SASS の領域分割を示す。

(3) SASS 插入による反応度の算出

第 2.2.2 図に SASS の全引抜状態と全挿入状態の変化を示す。第 3.4.1 表の補正係数を用いて、第 2.4.2 表から第 3 列の置換反応度を求める。この値と第 2.2.2 図から以下の式により、SASS 插入による反応度曲線を求める。

$$\Delta \rho \text{ (全抜きから挿入位置)} = \sum \Delta \rho_{x,i} \times \Delta V_i / \Delta V_x$$

ここで $\Delta \rho_{x,i}$: SUS の体積割合が、7.4% から 46.7% に置換される領域 i の反応度

ΔV_i : 全抜きからの領域 i の体積変化(%)

ΔV_x : 39.3% (= 46.7% - 7.4%)

3.4 解析結果

(1) 置換反応度

SUS/Na の体積割合が、7.4%/92.6%から46.7%/53.3% に置換されることを想定した場合の各位置の置換反応度と 0 列と 3 列の反応度の比（補正係数）を第 3.4.1 表に示す。

(2) SASS 挿入による反応度と反応度曲線

全引抜からの SASS 挿入による反応度を第 3.4.2 表に示す。また、反応度曲線を第 3.4.1 図に示す。

3.5 検討

(1) SASS 挿入反応度と出力上昇

3 列の SASS が全引抜状態から全挿入状態まで挿入された場合の反応度は $1.4 \times 10^{-4} \Delta k/kk'$ は約 3ϕ ($1\$=0.0045 \Delta k/kk'$) 相当であり、MK-III 標準平衡炉心の出力係数 $4.16 \times 10^{-5} \Delta k/kk' / MW^{(1)}$ からノミナルで 2.4% 出力上昇に相当する。

SASS 挿入反応度の誤差について付録 1 に示す。

第3.4.1表 SASS反応度の比較（0列と3列）

ステップ	ミート部領域に 置換の範囲(cm)	SASS反応度 ($\Delta k/kk'$)		相対比 3列／0列 (補正係数)
		0列	3列 (1体)	
置換なし	—			
1	0.0 ~ 37.673	1.877-6	1.714-6	0.9132
2	37.673 ~ 63.000	1.210-5	9.183-6	0.7589
3	63.000 ~ 87.035	1.223-4	7.075-5	0.5785
4	87.035 ~ 100.539	1.710-4	1.206-4	0.7053
5	100.539 ~ 113.203	- 9.771-5	- 6.775-5	0.6934
6 (中心)	113.203 ~ 125.866	- 2.590-4	- 1.688-4	0.6517
7	125.866 ~ 138.530	- 7.101-5	- 5.605-5	0.7893
8	138.530 ~ 151.194	1.712-4	1.340-4	0.7827
9	151.194 ~ 167.566	6.659-5	6.318-5	0.9488
10	167.566 ~ 202.566	4.424-5	2.447-5	0.5531

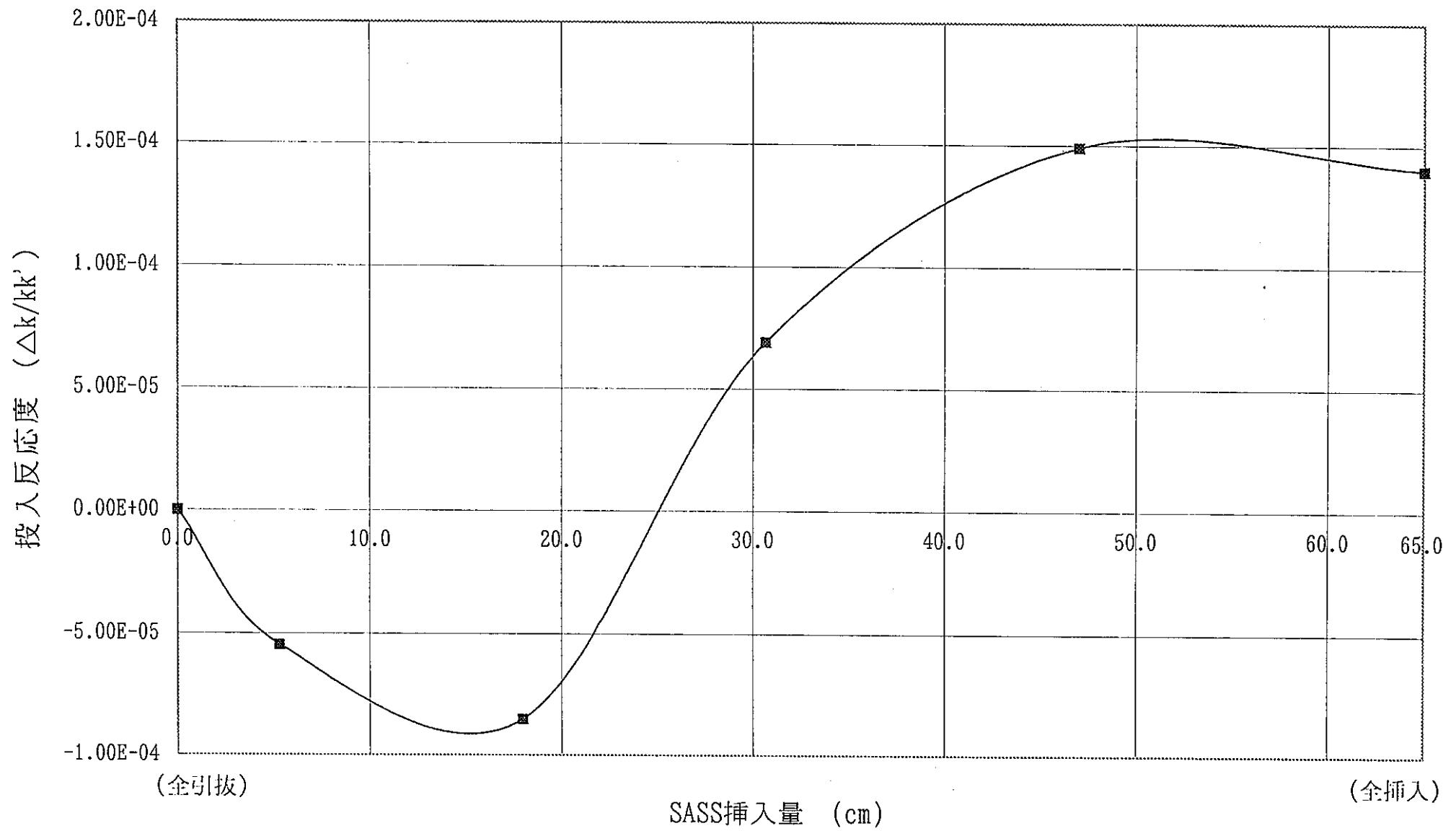
第3.4.2表 SASS挿入時の反応度

挿入位置*	SASS反応度($\Delta k/kk'$)
0.00cm挿入 (全引抜)	0.0
5.32cm挿入	-5.46-5
17.98cm挿入	-8.52-5
30.65cm挿入	6.91-5
47.02cm挿入	1.49-4
65.00cm挿入 (全挿入)	1.40-4

*挿入位置は第2.2.2 図参照。

第3.3.1図 SASS反応度の比較の計算体系

Z座標 (cm)	メッシュ番号							
0.0	1	2	3	4	5	6	7	
5.00	102							
22.0345	101	77						
32.0345		76						
37.673			77					
63.00	9							
69.5345	10	99	75					
72.0345	11							
87.0345	14							
93.00	16	4	48	50	52	54	98	56
94.207	18		8	90	8	12	96	16
100.539	20	3						
106.879	22		7	89	7	11	95	15
113.203	24		32	34	32	36	94	38
116.3706	25		31	33	31	35	93	37
119.5345	26	2						
122.6984	27		6	88	6	10	92	14
125.866	28		5	87	5	9	91	13
132.190	30	1	47	49	51	53	97	55
138.530	32							
144.862	34		74					
146.066	36	30						
148.566	37	29	73					
151.194	38							
167.566	40							
169.5345	41	46	72					
202.566	45		71					
208.566	46							
	0.0	4.3031	7	9.8903	11.3850	15	18.7568	21.5155
	5							
	7	6.5013						
	9							
	11							
	15							
	17							
	19							
	21							
	23							
	25							
	29							
	31							
	35							
	37							
	41							
	45							
	47							
	51							
	55							
	63							
	65							
	67							
	68							
	69							
	70							
	73							
	74							
	76							
	77							
	78							
	83							
	86							
	87							
	88							
	89							
	90							
	91							
	92							
	93							
	94							
	95							
	96							
	97							
	98							
	99							
	100							
	101							
	102							
	103							
	104							
	105							
	106							
	107							
	108							
	109							
	110							
	111							
	112							
	113							
	114							
	115							
	116							
	117							
	118							
	119							
	120							
	121							
	122							
	123							
	124							
	125							
	126							
	127							
	128							
	129							
	130							
	131							
	132							
	133							
	134							
	135							
	136							
	137							
	138							
	139							
	140							
	141							
	142							
	143							
	144							
	145							
	146							
	147							
	148							
	149							
	150							
	151							
	152							
	153							
	154							
	155							
	156							
	157							
	158							
	159							
	160							
	161							
	162							
	163							
	164							
	165							
	166							
	167							
	168							
	169							
	170							
	171							
	172							
	173							
	174							
	175							
	176							
	177							
	178							
	179							
	180							
	181							
	182							
	183							
	184							
	185							
	186							
	187							
	188							
	189							
	190							
	191							
	192							
	193							
	194							
	195							
	196							
	197							
	198							
	199							
	200							
	201							
	202							
	203							
	204							
	205							
	206							
	207							
	208							
	209							
	210							
	211							
	212							
	213							
	214							
	215							
	216							
	217							
	218							
	219							
	220							
	221							
	222							
	223							
	224							
	225							
	226							
	227							
	228							
	229							
	230							
	231							
	232							
	233							
	234							
	235							
	236							
	237							
	238							
	239							
	240							
	241							
	242							
	243							
	244							
	245							
	246							
	247							
	248							
	249							
	250							
	251							
	252							
	253							
	254							
	255							
	256							
	257							
	258							
	259							
	260							
	261							
	262					</td		



第3.4.1図 SASS挿入による反応度曲線

4.まとめ

(1) SASS挿入による投入反応度曲線の作成

SASSの模擬試験体を炉心中心に配置し、2次元RZ直接輸送計算により挿入反応度を求めた。模擬試験体の反応度価値は炉心中央で負、炉心と反射体の境界付近で正であることが確認された。

(2) 装荷位置によるSASS反応度価値の補正係数の計算

SASSの模擬試験体は炉心3列に装荷される計画であることから、SASS反応度価値の補正係数を2次元RZ輸送コード(TWOTRAN-II)および摂動コード(SN-PERT)で計算した。

微分反応度とSASSの位置から、今回のSASSの構造では、挿入初期には負の反応度が入り、後に正の反応度が入ること、全引抜からの落下により約3¢(ノミナル)の反応度が挿入されることがわかった。

上記の値は出力に有意な影響を与えることからSASSの構造および安全解析を含め更に検討が必要である。

5. 関連資料

(1) 池田 一三, 河北 孝司他「MK-III標準炉心の詳細核熱計算（II）」

PNC ZJ9214 93-002 三菱原子力工業株式会社 1993年 3月

6. 謝 辞

本計算にあたっては、小林孝良課長代理、有井祥夫副主任研究員、長沖吉弘研究員に
御指導いただいたことを感謝いたします。

付録 1 SASS の反応度予測誤差

SASSの反応度の予測誤差

— Naボイド反応度の実験解析からの外挿 —

1. 概 要

SUSサンプル反応度の実験解析の適当な例がない。このため、ZPR-III/51からのNaボイド反応度の実験解析の例から外挿する。この結果、Naボイド反応度と同等とするとC/E値は、0.74から1.1に分布した。

2. ZPR-III/51 の等価体系

ZPR-III/51 の2次元RZ等価体系を図1に示す。またボイドパターンを図2に示す。実験は炉心中央とこれを軸方向に拡大したもの、軸方向の端の部分のみ、径方向に拡大したものの4パターンがある。

3. 解析方法

基本計算をHANYO (DIF-2DH, MACRO-PERT), 16群RZ計算、補正計算をDTF-IV, 16群S8, 1次元球体系輸送計算で実施した。核データはmics-5.3を使用した。

4. 解析結果

表1に解析結果を示す。A、A+B、Bのボイド領域の場合、C/Eは0.97~1.1と良い。AからA+Cにボイド領域を拡大した場合解析値が小さくなるのに対し、実験値は大きくなった。

5. SASSの反応度の予測誤差 (1σ)

Cのような局所のボイド領域の反応度について十分な精度はないものの、炉心中央および炉心内の周辺の領域で、10%程度の誤差で求まる。以上からSASSの反応度の中央部の負の反応度は10%，炉心内外の周辺部の正の反応度で20%と推定する。

表 1 Z P R - III/51 の N a ボイド反応度の実験解析結果

ボイド領域	実験値 ($10^{-4} \Delta k/kk'$)	解析値 ($10^{-4} \Delta k/kk'$)	C/E 値
I A	0.88	0.854	0.97
II A + B	-1.8	-1.813	1.01
III B	-2.4	-2.681	1.12
IV A + C	1.00	0.743	0.74

ZJ206 78-11(1) 「常陽」照射用炉心特性解析（II）第1分冊から引用。

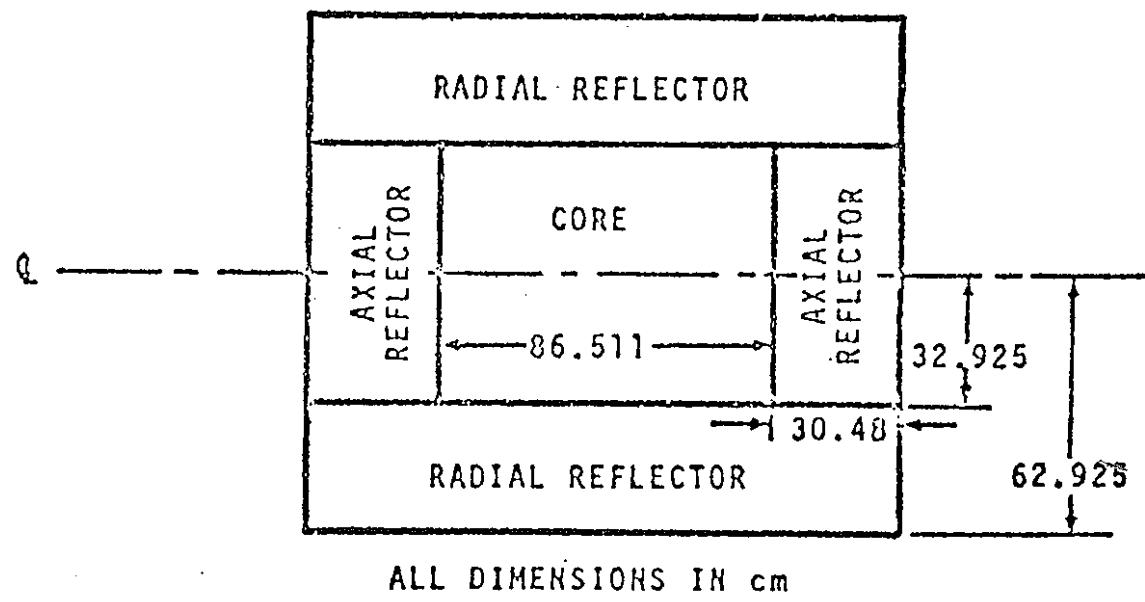
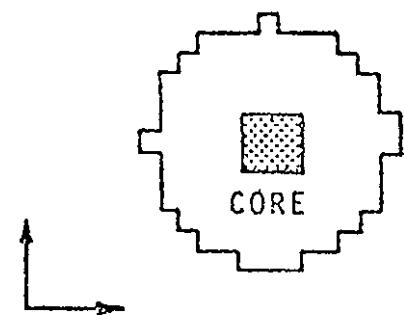
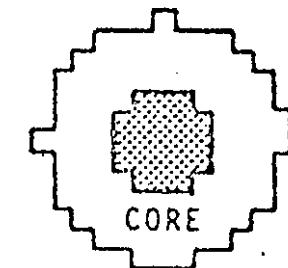


図1 ZPR-III/51 の等価体系

CORE REGION OF SODIUM VOIDING

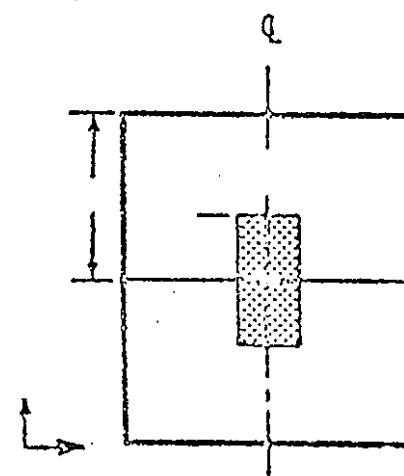


X-Y PLAN VIEW OF CORE,
ZPR-III ASSEMBLY 51, SODIUM WORTH
EXPERIMENTS I, II, III



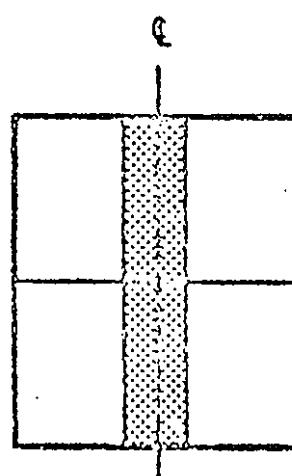
IV

41-5



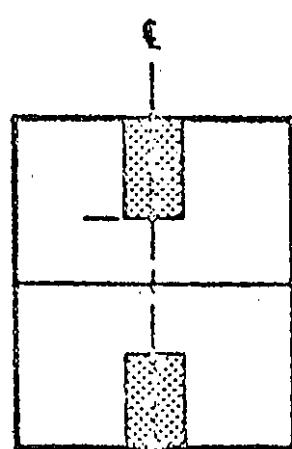
EXPERIMENT I

k/k , MEASURED, $1h + 9.1$



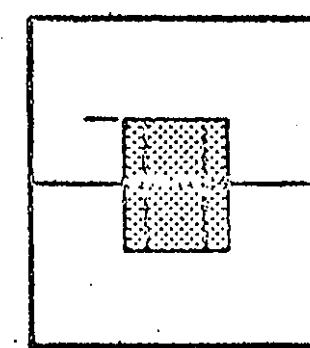
II

-18.6



III

-24.8



IV

+10.4

X-Z VIEWS OF ASSEMBLY 51 SODIUM VOIDING EXPERIMENT

B/NKL-1138

図2 ボイドパターン

付録2 SASS制御棒体積比の算出根拠

S A S S 体積比の算出根拠

以下のデータから本文の第2.2.2 図に示すS A S S 制御棒体積比を算出した。

1. 構造図

図1にS A S S のダミー制御棒の構造図を、図2にダミー制御棒の下部の構造図を示す。

2. S A S S 体積比の算出データ

次頁にS A S S 制御棒体積比の算出の基本的データを示す。

「常陽」 S A S S 制御棒の体積比等計算データ

・保護管

$$A_1 = \frac{\pi}{4} (64.7^2 - 61.7^2) = 297.8 \text{ mm}^2$$

・要素

$$A_2 = \frac{\pi}{4} 19^2 \times 7 = 1984.7 \text{ mm}^2$$

$$A_1 + A_2 = 2282.5 \text{ mm}^2$$

$$L = 1000 \text{ mm}$$

$$V = 2282.5 \times 1000 = 2.2825 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_1 = 2282.5 \times 7.98 = 18.2 \text{ kg}$$

・上部及び下部

$$A = \frac{\pi}{4} 40^2 = 1256.6 \text{ mm}^2$$

$$L = 600 \text{ (上部)} + 350 \text{ (下部)} = 950 \text{ mm}$$

$$V = 1256.6 \times 950 = 1.1938 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

$$W_2 = 1.1938 \times 7.98 = 9.5 \text{ kg}$$

・S A S S 制御棒重量

$$W_1 + W_2 = 27.7 \text{ kg}$$

・案内管

$$A = \frac{\pi}{4} (78.3^2 - 74.7^2) = 432.6 \text{ mm}^2$$

・ミート部領域

$$\cdot \text{SUS 316} \quad \frac{2282.5 + 432.6}{5752.4} \times 100 = 47.2 \text{ (\%)}$$

$$\cdot \text{Na} \quad 52.8 \text{ (\%)}$$

・制御棒下部

制御棒下部の543mmのうち外径64.7mmから外径39.9mmへのテーパ部中間を283mmとした。

① L=283mmの組成比

$$\frac{\pi}{4}(64.7^2 - 30^2) + \frac{\pi}{4}(78.3^2 - 74.7^2) = 3013.5 \text{ mm}^2$$

・SUS 316 $\frac{3013.5}{5752.4} \times 100 = 52.4 \text{ \%}$

・Na 47.6 \%

② L=260mm

$$\frac{\frac{\pi}{4}(39.9^2 - 30^2) \times 210 + \frac{\pi}{4}(34^2) \times 50}{260} + \frac{\pi}{4}(78.3^2 - 74.7^2)$$
$$= 1046.2 \text{ mm}^2$$

・SUS 316 $\frac{1046.2}{5752.4} \times 100 = 18.2 \text{ \%}$

・Na 81.8 \%

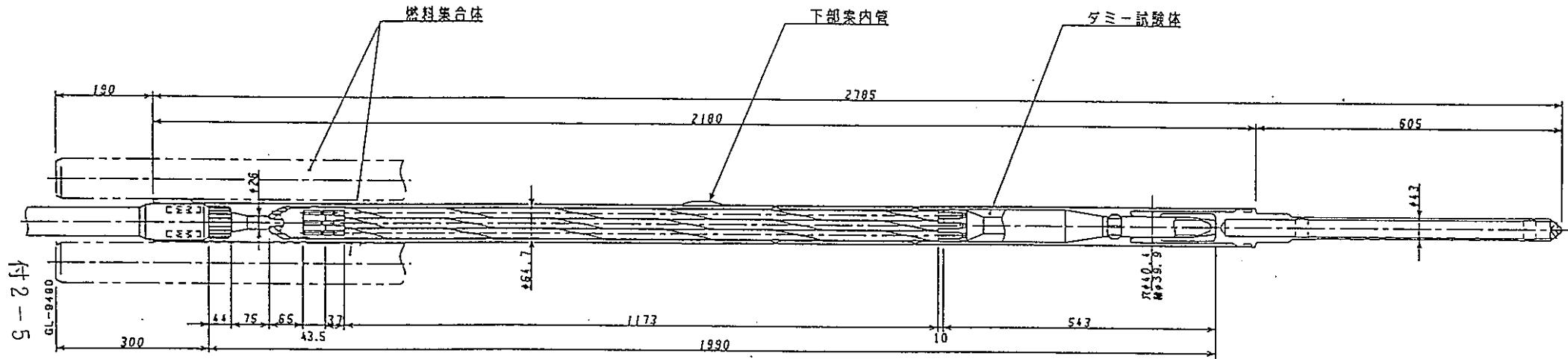


図1 ダミー制御棒の構造図

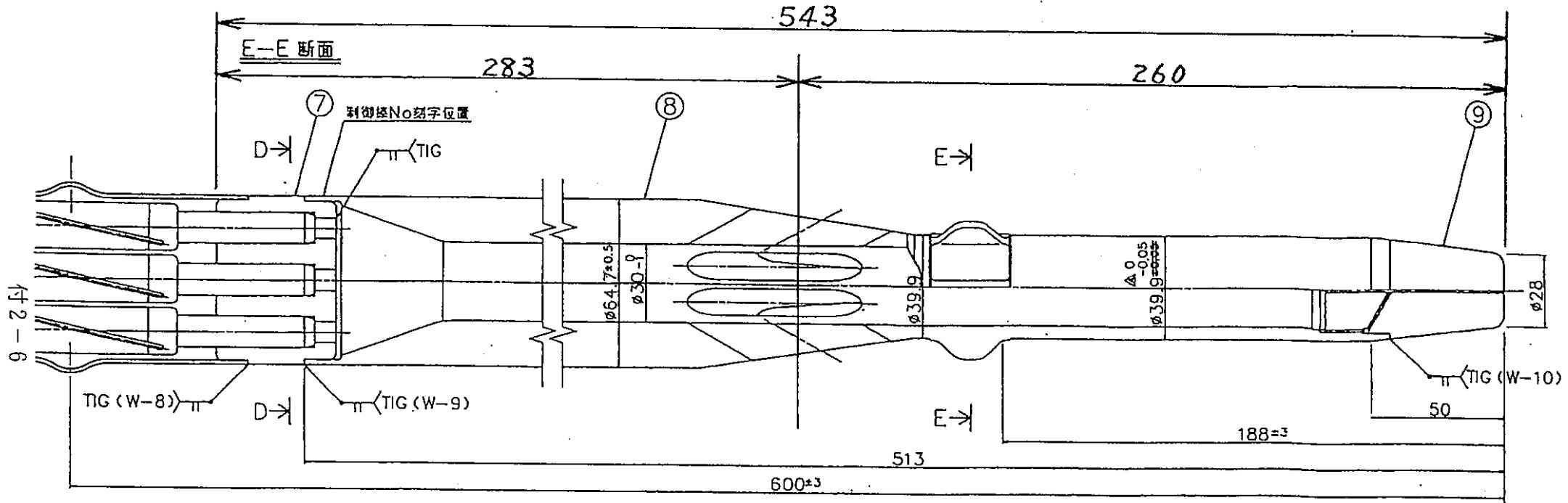


図2 ダミー制御棒の下部の構造図