

分置

# D C Aハンドブック (II)

核計算用入力定数

1995年12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)

## D C A ハンドブック (Ⅱ)

### 核計算用入力定数

相原永史\*<sup>1</sup>、有賀正訓\*<sup>2</sup>

#### 要旨

重水臨界実験装置 (D C A) の炉物理実験のために製作してきた炉心を構成する各種の燃料及び構造材に関する核計算用の入力定数を系統的にまとめた。

入力定数の一部は、既刊の S N 9 4 1 7 4 - 2 2 「D C A ハンドブック (Ⅰ)」としてまとめられているが、今回は、その後新たに製作された多数本クラスター燃料、高富化度 (濃縮度) 燃料、ガドリニア添加燃料及びこれらの燃料に関する構造材等についてまとめた。入力定数は、各種物質の組成、密度及び寸法等からなり、工場製作段階の検査成績値を基に作成した。

これらの入力定数は、今後、当研究室で計画している未臨界度測定実験の解析を進めるに当たって、使用の便に供していく。

---

\* 1 大洗工学センター、実験炉部、臨界工学試験室

\* 2 原子力システム (株)、大洗事務所、技術開発部

D C A   H a n d b o o k   ( II )  
Input Constants for Nuclear Calculation

Nagafumi Aihara\*<sup>1</sup> and Masanori Ariga\*<sup>2</sup>

Abstract

Input constants of fuels or structural materials which compose the core were summarized to perform a nuclear calculation. These fuels or structural materials were produced to perform experiments of reactor physics by using Deuterium Critical Assembly(DCA).

Although a part of DCA input constants were shown in the previous DCA handbook (I) published as the first edition(SN941 74-22), a report of this time was summarized on new fuels or structural materials produced after those such as multi-fuel rods cluster, high enriched fuels, fuels with  $Gd_2O_3$  and so on. Input constants are consisted of composition, density and dimension on each material and are made of score-sheets or mill-sheets based on the fabrication materials.

These input constants are utilized for the analysis of criticality safety experiment to measure sub-criticality that is our program in near future.

---

\*1 Criticality Engineering Section, Experimental Reactor Division, Oarai Engineering Center, PNC

\*2 Technology Development Division, Oarai office, Nuclear Energy System Incorporation

# 目 次

1. はじめに .....	1
2. DCA定数 .....	2
2. 1 多数本（54 / 60本）燃料集合体燃料 .....	2
2. 2 36本燃料集合体燃料 .....	8
2. 3 軸方向富化度分布付36本燃料集合体燃料 .....	19
2. 4 軸方向濃縮度分布付36本燃料集合体Gd添加燃料 .....	28
2. 5 36本燃料集合体の構造材 .....	40
2. 6 36本特殊燃料集合体Gd添加燃料 .....	44
3. 参考資料 .....	54
4. 参考図 .....	55

## 1. はじめに

重水臨界実験装置（DCA）を用いて得られた炉物理実験データを解析コードによって解析する場合、炉心を構成している各種物質の組成、密度及び寸法等を解析コードに入力する定数が必要である。入力定数は、実験値と解析値を比較し、解析精度を評価する上で解析手法、解析モデルを論じる前の最も基本的な解析条件であることから正確な値が要求され、通常、工場製作時の検査成績値を基に作成する。

DCAの主な入力定数は、新型転換炉（ATR）原型炉「ふげん」を対象とした炉物理実験の解析を行う段階で作成されており、詳細は、PNCレポートSN941 74-22「DCAハンドブック、核計算用入力定数（Ⅰ）」としてまとめられ、使用の便に供してきた。

ATRの開発が、原型炉「ふげん」から実証炉への移行に伴い、DCAの炉物理実験は実証炉が対象となり、実証炉の模擬実験を行うため、「ふげん」型に比べて多数本（36本、54本及び60本）からなる燃料集合体、高富化度（濃縮度）燃料、軸方向富化度（濃縮度）分布付燃料及びガドリニア添加燃料等を製作した。これらの燃料に関する入力定数は、実験解析の都度、何回かにわたって作成してきたが、全てを系統的にまとめておく機会がなかった。多種類の新しい燃料が蓄積されてきたこの機会を踏まえて、新たに「核計算用入力定数（Ⅱ）」としてDCAハンドブックにまとめておき、今後、これらの燃料を用いて実施する計画である未臨界度測定のための臨界安全実験の解析にも使用の便に供するようにしておく。

入力定数は、炉心を構成する各種の燃料及び構造材等の物質における組成、密度及び寸法等について、工場製作段階の検査成績値を基に作成した。作成方法は、既刊のPNCレポート「DCAハンドブック、核計算用入力定数（Ⅰ）」に記載されている方法に準じて行った。

## 2. DCA定数

## 2. 1 多数本(54/60本)燃料集合体燃料

表 2. 1-1 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	1812.6±0.44	抜取率 40%
スタック長さ (cm/rod)	199.5±0.1	198.83±0.027	抜取率 40%
ペレット直径 (cm)	1.05±0.01	1.050±0.000	ロット平均 (抜取率 10%)
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	10.4±0.3	10.511±0.003	スタック平均 $\rho = \frac{W}{\pi \left[ \frac{D}{2} \right]^2 L}$
		10.553±0.000	参考値(ペレット平均) $\rho = \frac{W}{\pi \left[ \frac{d}{2} \right]^2 h}$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	0.8	0.79±0.00	$\frac{\text{Pu fiss.}}{\text{Pu+U}}$
Pu含有率 (w/o)	86.0以上	87.505	ロットNo. D-009、 D-010 の平均
U含有率 (w/o)	87.5以上	87.68	ロットNo. DCA30の 分析
O/M	1.97~2.03	2.00±0.00	ロット全数の平均
O/U	2.03~2.10	2.06	ロットNo. DCA30の 分析

表 2. 1 - 2 燃料粉末の分析結果

		仕様値	検査成績値		
			ロットNo. D-009	ロットNo. D-010	平均値
PuO <sub>2</sub> 粉末の重量 (kg)		—	4.15	7.96	—
Pu含有率 (w/o)		86.0以上	87.43	87.61	87.55
Pu (w/o)	<sup>238</sup> Pu	—	0.12	0.12	0.12
	<sup>239</sup> Pu	<sup>239</sup> Pu + <sup>241</sup> Pu = 80	75.58	75.61	75.60
	<sup>240</sup> Pu	20	20.22	20.20	20.21
	<sup>241</sup> Pu	—	3.45	3.44	3.44
	<sup>242</sup> Pu	—	0.63	0.63	0.63
U含有率 (w/o)		87.5以上	87.68		
U (w/o)	<sup>235</sup> U	0.7	0.71		
	<sup>238</sup> U	—	99.29		

分析日 1976年1月13日



表 2. 1 - 3 0.79Pu fiss. 燃料の組成比

PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub> 富化度 (w/o)			0.9988	PuO <sub>2</sub> -UO <sub>2</sub> 100に対する値 (w/o)
PuO <sub>2</sub> (w/o)	Pu	87.55	0.87445	
	O	12.45	0.12435	
Pu (w/o)	<sup>238</sup> Pu	0.12	0.0010493	0.0010493
	<sup>239</sup> Pu	75.60	0.66108	0.66108
	<sup>240</sup> Pu	20.21	0.17673	0.17673
	<sup>241</sup> Pu	3.44	0.030081	0.030081
	<sup>242</sup> Pu	0.63	0.0055090	0.0055090
UO <sub>2</sub> (w/o)			99.0012	
UO <sub>2</sub> (w/o)	U	87.68	86.80425	
	O	12.32	12.19695	
U (w/o)	<sup>235</sup> U	0.71	0.61631	0.61631
	<sup>238</sup> U	99.29	86.18794	86.18794
O (w/o)				12.32130
合 計				100.0

表 2. 1 - 4 燃料集合体各構造材の寸法

		仕様値 (cm)	検査成績書 (cm)	材質	備考
中央部燃料棒ホルダー 直径		1.2±0.05	1.20±0.00	Al A 5052	全数
中空管 (模擬流路管)	内径	3.4±0.15	3.39±0.00	Al A 5052	全数
	外形	4.0±0.15	3.99±0.00	Al A 5052	
被覆管	内径	1.080±0.005	1.079±0.000	Zry-2	抜取率10%
	外形	1.252±0.005	1.250±0.001	Zry-2	
圧力管	内径	13.05±0.20	13.03±0.00	Al A 5052	全数
	外形	13.65±0.20	13.63±0.00	Al A 5052	
カランドリア管	内径	14.65±0.20	14.65±0.00	Al A 5052	全数
	外形	15.35±0.20	15.35±0.00	Al A 5052	

表 2. 1 - 5 Al A5052材質の組成、密度

元素 (w/o)	仕様値	検査成績値
Cu	/	0.04
Si		0.06
Fe		0.21
Mn		0.04
Mg		2.70
Zn		0.02
Cr		0.18
Al		96.75
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		2.673

表 2. 1 - 6 Zry-2材質の組成、密度

元素 (w/o)	仕様値	検査成績値
Sn	1.20~1.70	1.54
Fe	0.07~0.20	0.16
Fe+Cr+Ni	0.18~0.38	
Cr	0.05~0.15	0.10
Ni	0.03~0.08	0.05
Zr	—	98.15
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		6.523

表 2. 1 - 7 Zry-2被覆管の組成 (w/o)

Lot No.	Pos.	S n	F e	C r	N i
302	TOP	1.53	0.15	0.10	0.05
	MID	1.55	0.15	0.10	0.05
	BOT	1.54	0.16	0.10	0.05
431	TOP	1.59	0.16	0.10	0.05
	MID	1.53	0.16	0.11	0.05
	BOT	1.52	0.15	0.11	0.05
442	TOP	1.59	0.16	0.10	0.05
	MID	1.53	0.16	0.11	0.05
	BOT	1.52	0.15	0.11	0.05
Total		13.90	1.40	0.94	
平均		$1.54 \pm 0.009$	$0.16 \pm 0.002$	$0.10 \pm 0.002$	$0.05 \pm 0.00$
Zr	98.15				

表2. 1-8 Al (A5052) の組成 (w/o)

材 料 番 号	C u	S i	F e	M n	M g	Z n	C r	T i
OD-26886 (カランドリア管) (重み2)	0.03	0.06	0.20	0.03	2.8	0.02	0.18	
OD-27051 (圧力管) (重み1)	0.08	0.06	0.24	0.05	2.5	0.02	0.18	
OD-26886 (圧力管) (重み2)	0.03	0.06	0.20	0.03	2.8	0.02	0.18	
4-02437 (流路模擬管)	0.01		0.28 (Si+Fe)	0.02	2.28	0.02	0.19	
W-3362 (中央部ホルダー)	0.02	0.11	0.18	0.02	2.35	0.01	0.21	0.02
上段3ヶ所のみ 平 均	0.04	0.06	0.21	0.04	2.70	0.02	0.18	
Al	96.75							

## 2. 2 36本燃料集合体燃料

表2. 2-1 36本プルトニウム燃料集合体3.4w/oPu fiss.燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	2502.00	W
スタック長さ (cm/rod)	200±0.7	————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.243±0.002	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.309±0.033 10.326±0.045	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	3.4±0.13	3.345±0.005	ロットNo. C3-10001~10008
U-235濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.73±0.00	ロットNo. C3-10001~10008
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.2±0.00	ロットNo. C3-10001~10008
O/M	2.00±0.03	1.99±0.00	ロットNo. C3-10001~10008

注) W: 平均スタック重量  
 L: 平均スタック長さ  
 D: 平均ペレット直径  
 w: ペレット1個当りの重量  
 d: ペレット1個当りの直径  
 h: ペレット1個当りの高さ

(以下同様)

表2. 2-2 36本プルトニウム燃料集合体1. 6w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	—————	2500.73	W
スタック長さ (cm/rod)	200±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.243±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	—————	10.304±0.017 10.302±0.042	$\rho = W/\pi(D/2)^2L$ (参考値) $\rho = w/\pi(d/2)^2h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	1.6±0.06	1.567±0.005	ロットNo. C2-10001~10006
U-235濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.73±0.00	ロットNo. C2-10001~10006
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.2±0.00	ロットNo. C2-10001~10006
O/M	2.00±0.03	2.00±0.00	ロットNo. C2-10001~10006

表2. 2-3 36本ウラン燃料集合体2. 7w/oUO<sub>2</sub>燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	2493.5±9.8	W 抜取率 1.37%
スタック長さ (cm/rod)	200±0.7	199.97±0.37	L 抜取率 1.37%
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.326±0.000 10.332±0.029	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)	2.70±0.04	2.687	ロットNo. DCA1B1
U含有率 (w/o)	≥87.3	88.1	ロットNo. DCA1B1
O/U	2.00~2.03	2.015	ロットNo. DCA1B1

表2. 2-4 36本プルトニウム燃料集合体1. 2w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	2498.39	W
スタック長さ (cm/rod)	200±0.7	————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.246±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.245±0.016 10.226±0.031	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	1.2±0.06	1.17±0.00	ロットNo. C1-10001~10006
U-235濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.73±0.00	ロットNo. C1-10001~10006
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.1±0.00	ロットNo. C1-10001~10006
O/M	2.00±0.03	2.00±0.00	ロットNo. C1-10001~10006



表2. 2-5 36本ウラン燃料集合体3. 2w/oUO<sub>2</sub>燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	2492.0±4.2	W 抜取率 5%
スタック長さ (cm/rod)	200±0.7	199.75±0.35	L 抜取率 5%
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.239±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.347±0.000 10.344±0.039	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)	3.20±0.04	3.188	ロットNo. DCA1A1
U含有率 (w/o)	≥87.3	88.1	ロットNo. DCA1A1
O/U	2.00~2.03	2.016	ロットNo. DCA1A1

表 2. 2-6 36本ウラン燃料集合体2. 2w/oUO<sub>2</sub> 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	2497.5±4.9	W 抜取率 5%
スタック長さ (cm/rod)	200±0.7	199.85±0.35	L 抜取率 5%
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.348±0.000 10.352±0.018	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)	2.20±0.04	2.188	ロットNo. DCA1C1
U含有率 (w/o)	≥87.3	88.1	ロットNo. DCA1C1
O/U	2.00~2.03	2.013	ロットNo. DCA1C1

表2. 2-7 36本プルトニウム燃料集合体3.4 w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

ロットNo.	仕様値	C3-10001	C3-10002	C3-10003	C3-10004	C3-10005	C3-10006	C3-10007	C3-10008	平均値
Pu fiss. 富化度 (w/o)	$3.4 \pm 0.13$	3.34	3.34	3.35	3.35	3.34	3.34	3.35	3.35	$3.345 \pm 0.005$
Pu+U含有率 (w/o)	$\geq 85.0$	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	$88.2 \pm 0.00$
O/M	$2.00 \pm 0.03$	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	$1.99 \pm 0.00$
U濃縮度 (w/o)	$0.71 \pm 0.03$	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	$0.73 \pm 0.00$

表2. 2-8 36本プルトニウム燃料集合体1.6w/oPu fiss.燃料ペレットの諸元

ロットNo.	仕様値	C2-10001	C2-10002	C2-10003	C2-10004	C2-10005	C2-10006	平均値
Pu fiss. 富化度 (w/o)	1.6±0.06	1.57	1.57	1.57	1.57	1.56	1.56	1.567±0.005
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2	88.2±0.00
O/M	2.00±0.03	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00±0.00
U濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73±0.00

表 2. 2 - 9 DCA (実証炉) 燃料の Pu 同位体組成

(Pu 燃製造第二課)

	238-Pu	239-Pu	240-Pu	241-Pu	242-Pu	241-Am	分析日
高富化度燃料 (3.4%Puf)	(%) 0.83	(%) 67.25	(%) 21.75	(%) 7.27	(%) 2.90	(%) 1.42	S60.2.27

中富化度燃料 (1.6%Puf)、低富化度燃料 (1.2%Puf) とともに高富化度燃料と同じ原料 Pu を使用しているため、分析値はなし。

表 2. 2-10 燃料ペレット元素組成及び重量密度

燃料タイプ	燃料ペレット	核種	組成 (w/o)	
			Pu	全体
36本プルトニウム燃料集合体	3.4 w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.326	U-234 U-235 U-236 U-238 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Pu-242 Am-241 O		0.00933 0.61456 0.01684 83.54534 0.03208 2.66226 0.86108 0.24217 0.11463 0.10172 11.80000
	1.6 w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.302	U-234 U-235 U-236 U-238 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Pu-242 Am-241 O		0.00906 0.63013 0.01726 85.66275 0.01503 1.24746 0.40348 0.11347 0.05371 0.04766 11.80000
36本ウラン燃料集合体	2.7w/oUO <sub>2</sub> 重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.332	U-235 U-238 O		2.36725 85.73275 11.90000

表 2. 2-11 燃料ペレット元素組成及び重量密度

燃料タイプ	燃料ペレット	核種	組成 (w/o)	
			Pu	全体
36本プルトニウム燃料集合体	1.2 w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.226	U-234		0.00899
		U-235		0.63289
		U-236		0.01734
		U-238		86.03817
		Pu-238	0.82	0.01121
		Pu-239	68.05	0.93029
		Pu-240	22.01	0.30089
		Pu-241	6.19	0.08462
		Pu-242	2.93	0.04006
		Am-241	2.60	0.03554
		O		11.9
36本ウラン燃料集合体	3.2 w/o UO <sub>2</sub> 重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.344	U-235		2.80863
		U-238		85.29137
		O		11.9
36本ウラン燃料集合体	2.2 w/o UO <sub>2</sub> 重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.352	U-235		1.92763
		U-238		86.17237
		O		11.9

## 2. 3 軸方向富化度分布付 36 本燃料集合体燃料

表 2. 3-1 標準燃料集合体 3. 78 w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	————	W
スタック長さ (cm/rod)	————	————	L
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.239±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.305±0.037	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	3.78±0.15	3.738±0.015	ロットNo. C4-13001~13004
U-235 濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.730±0.000	ロットNo. C4-13001~13004
Pu+U 含有率 (w/o)	≥85.0	88.23±0.05	ロットNo. C4-13001~13004
O/M	1.97~2.02	1.985±0.006	ロットNo. C4-13001~13004



表2. 3-2 標準燃料集合体3. 14w/oPu fiss. 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	————	W
スタック長さ (cm/rod)	————	————	L
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.239±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	———— 10.348±0.053	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	3.14±0.13	3.120±0.000	ロットNo. C3-13001~13004
U-235濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.730±0.000	ロットNo. C3-13001~13004
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.20±0.00	ロットNo. C3-13001~13004
O/M	1.97~2.02	1.993±0.005	ロットNo. C3-13001~13004

表 2. 3-3 標準燃料集合体 1. 78 w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	————	W
スタック長さ (cm/rod)	————	————	L
ペレット直径 (cm)	1.24 ± 0.01	1.240 ± 0.002	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	10.324 ± 0.043	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	1.78 ± 0.07	1.783 ± 0.006	ロットNo. C2-130 01, 13002, 13004
U-235 濃縮度 (w/o)	0.71 ± 0.03	0.720 ± 0.000	ロットNo. C2-130 01, 13002, 13004
Pu+U 含有率 (w/o)	≥ 85.0	88.17 ± 0.06	ロットNo. C2-130 01, 13002, 13004
O/M	1.97~2.02	2.000 ± 0.000	ロットNo. C2-130 01, 13002, 13004

表 2. 3-4 標準燃料集合体 1. 48w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

	仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)	————	————	W
スタック長さ (cm/rod)	————	————	L
ペレット直径 (cm)	1.24±0.01	1.238±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	————	———— 10.441±0.034	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
Pu fiss. 富化度 (w/o)	1.48±0.06	1.503±0.023	ロットNo. C1-130 01, 13002, 13004
U-235 濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.720±0.000	ロットNo. C1-130 01, 13002, 13004
Pu+U 含有率 (w/o)	≥85.0	88.13±0.06	ロットNo. C1-130 01, 13002, 13004
O/M	1.97~2.02	2.000±0.000	ロットNo. C1-130 01, 13002, 13004

表 2. 3 - 5 標準燃料集合体燃料（上下部）ペレット元素組成及び重量密度

燃料タイプ	燃料ペレット	核種	組成 (w/o)	
			Pu	全体
36本プルトリウム燃料	3.78w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.305	U-234 U-235 U-236 U-238 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Pu-242 Am-241 O	    1.05 65.08 22.45 7.96 3.46 1.58	0.00837 0.61083 0.01674 83.03924 0.04708 2.91817 1.00665 0.35692 0.15515 0.07085 11.77000
	1.78w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.324	U-234 U-235 U-236 U-238 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Pu-242 Am-241 O	    1.05 68.15 22.42 7.93 3.45 1.50	0.00860 0.61921 0.00860 85.36485 0.02243 1.39205 0.47905 0.16944 0.07372 0.03205 11.83000

表 2. 3 - 6 標準燃料集合体燃料（中央部）ペレット元素組成及び重量密度

燃料タイプ	燃料ペレット	核種	組成 (w/o)	
			Pu	全体
36本プルトニウム燃料	3.14 w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.348	U-234 U-235 U-236 U-238 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Pu-242 Am-241 O	    1.05 65.16 22.41 7.94 3.44 1.59	0.00844 0.61614 0.01688 83.76116 0.03925 2.43564 0.83767 0.29679 0.12859 0.05943 11.80001
	1.48 w/o Pu f i s s .  重量密度(g/cm <sup>3</sup> ) 10.411	U-234 U-235 U-236 U-238 Pu-238 Pu-239 Pu-240 Pu-241 Pu-242 Am-241 O	    1.06 65.14 22.41 7.94 3.45 1.58	0.00863 0.62137 0.00863 85.66246 0.01908 1.17282 0.40348 0.14296 0.06212 0.02845 11.87000

表 2. 3-7 標準燃料集合体 3. 78 w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

ロットNo.	仕様値	C4-13001	C4-13002	C4-13003	C4-13004	平均値
Pu fiss. 富化度 (w/o)	3.78±0.15	3.75	3.75	3.72	3.73	3.738±0.015
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.3	88.2	88.2	88.2	88.23±0.050
O/M	1.97~2.02	1.98	1.99	1.98	1.99	1.985±0.006
U濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.73	0.73	0.73	0.73	0.730±0.000

表 2. 3-8 標準燃料集合体 3. 14 w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

ロットNo.	仕様値	C3-13001	C3-13002	C3-13003	C3-13004	平均値
Pu fiss. 富化度 (w/o)	3.14±0.13	3.12	3.12	3.12	3.12	3.120±0.000
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.2	88.2	88.2	88.2	88.20±0.000
O/M	1.97~2.02	1.99	2.00	1.99	1.99	1.993±0.005
U濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.73	0.73	0.73	0.73	0.730±0.000

表 2. 3-9 標準燃料集合体 1. 78 w/o Pu fiss. 燃料ペレットの諸元

ロットNo.	仕様値	C2-13001	C2-13002	C2-13004	平均値
Pu fiss. 富化度 (w/o)	1.78±0.07	1.78	1.78	1.79	1.783±0.006
Pu+U含有率 (w/o)	≥85.0	88.2	88.2	88.1	88.17±0.058
O/M	1.97~2.02	2.00	2.00	2.00	2.000±0.000
U濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.72	0.72	0.72	0.720±0.000

表 2. 3 - 1 0 標準燃料集合体 1. 4 8 w/o P u fiss. 燃料ペレットの諸元

ロットNo.	仕様値	CI-13001	CI-13002	CI-13004	平均値
P u fiss. 富化度 (w/o)	1.48±0.06	1.49	1.49	1.53	1.503±0.023
P u + U 含有率 (w/o)	≥85.0	88.1	88.2	88.1	88.13±0.058
O/M	1.97~2.02	2.00	2.00	2.00	2.000±0.000
U 濃縮度 (w/o)	0.71±0.03	0.72	0.72	0.72	0.720±0.000

表 2. 3 - 1 1 標準燃料集合体通常燃料要素の Pu 同位体組成比 (w/o)

燃料要素 タイプ	Pu fiss 富化度	Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Pu-242	Am-241	分析日
3.78	3.738	1.06	67.74	22.33	8.43	3.44	1.06	S62.12.9
3.14	3.120	1.06	64.82	22.29	8.41	3.42	1.07	S63.1.12
1.78	1.783	1.06	64.81	22.30	8.40	3.43	0.98	S63.2.4
1.48	1.503	1.07	64.80	22.29	8.41	3.43	1.06	S63.2.4



## 2. 4 軸方向濃縮度分布付36本燃料集合体Gd添加燃料

表2. 4-1 Gd添加燃料要素2.7w/oUO<sub>2</sub>+3.0w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		————	2464.17	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.239±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		————	10.219±0.000 10.200±0.011	$\rho = W/\pi(D/2)^2L$ (参考値) $\rho = w/\pi(d/2)^2h$
U-235濃縮度 (w/o)		2.70±0.04	2.664	ロットNo. DC1R87Z10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R87Z10
O/U		2.01~2.04	2.029	ロットNo. DC1R87Z10
U (w/o)	U-235	2.70±0.04	2.664	ロットNo. DC1R87Z10
	U-238	————	97.336	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		3.0±0.3	3.06	ロットNo. DC1R87Z10

表2. 4-2 Gd添加燃料要素2.7w/oUO<sub>2</sub>+1.0w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		—————	2468.75	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.239±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	10.238±0.017 10.239±0.019	$\rho = W/\pi(D/2)^2L$ (参考値) $\rho = w/\pi(d/2)^2h$
U-235濃縮度 (w/o)		2.70±0.04	2.671	ロットNo. DC1R87Y10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R87Y10
O/U		2.00~2.03	2.012	ロットNo. DC1R87Y10
U (w/o)	U-235	2.70±0.04	2.671	ロットNo.
	U-238	—————	97.329	DC1R87Y10
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		1.0±0.1	1.01	ロットNo. DC1R87Y10

表2. 4-3 Gd添加燃料要素2. 7w/oUO<sub>2</sub>+0. 5w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		————	————	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.239±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		————	———— 10.273±0.024	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		2.70±0.04	2.667	ロットNo. DC1R87H10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R87H10
O/U		2.00~2.02	2.006	ロットNo. DC1R87H10
U (w/o)	U-235	2.70±0.04	2.667	ロットNo. DC1R87H10
	U-238	————	97.333	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		0.50±0.05	0.50	ロットNo. DC1R87H10

表2. 4-4 Gd添加燃料要素3. 0w/oUO<sub>2</sub>+1. 0w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		—————	2466.42(*)	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.005	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	10.212±0.000(*) 10.206±0.008	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88W10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R88W10
O/U		2.00~2.03	2.017	ロットNo. DC1R88W10
U (w/o)	U-235	3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88W10
	U-238	—————	97.024	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		1.0±0.1	1.06	ロットNo. DC1R88W10

(\*)参考値(上下・中央部の平均値)

表2. 4-5 Gd添加燃料要素3. 0w/oUO<sub>2</sub>+0. 5w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		————	————	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.005	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		————	———— 10.244±0.007	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88H10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R88H10
O/U		2.00~2.02	2.011	ロットNo. DC1R88H10
U (w/o)	U-235	3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88H10
	U-238	————	97.024	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		0.50±0.05	0.52	ロットNo. DC1R88H10

表 2. 4-6 Gd添加燃料要素 2.5w/o UO<sub>2</sub>+3.0w/o Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		—————	2466.42(*)	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.005	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	10.212±0.000(*) 10.223±0.018	$\rho = W/\pi(D/2)^2L$ (参考値) $\rho = w/\pi(d/2)^2h$
U-235濃縮度 (w/o)		2.50±0.04	2.469	ロットNo. DC1R88Z10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.2	ロットNo. DC1R88Z10
O/U		2.01~2.04	2.021	ロットNo. DC1R88Z10
U (w/o)	U-235	2.50±0.04	2.469	ロットNo. DC1R88Z10
	U-238	—————	97.531	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		3.0±0.2	2.99	ロットNo. DC1R88Z10

(\*)参考値(上下・中央部の平均値)

表2. 4-7 Gd添加燃料要素3.0w/oUO<sub>2</sub>+3.0w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		—————	—————	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	————— 10.203±0.012	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88X10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R88X10
O/U		2.01~2.04	2.028	ロットNo. DC1R88X10
U (w/o)	U-235	3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88X10
	U-238	—————	97.024	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		3.0±0.2	3.00	ロットNo. DC1R88X10

表2. 4-8 Gd添加燃料要素3. 0w/oUO<sub>2</sub>+0. 1w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重畳 (g/rod)		—————	—————	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.240±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	————— 10.324±0.007	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88G10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R88G10
O/U		2.00~2.02	2.008	ロットNo. DC1R88G10
U (w/o)	U-235	3.00±0.04	2.976	ロットNo. DC1R88G10
	U-238	—————	97.024	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		0.10±0.02	0.12	ロットNo. DC1R88G10



表 2. 4-9 Gd添加燃料要素 2.7w/o UO<sub>2</sub>+0.1w/o Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		—————	—————	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.239±0.001	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	————— 10.329±0.007	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		2.70±0.04	2.666	ロットNo. DC1R87G10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R87G10
O/U		2.00~2.02	2.008	ロットNo. DC1R87G10
U (w/o)	U-235	2.70±0.04	2.666	ロットNo. DC1R87G10
	U-238	—————	97.334	
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		0.10±0.02	0.10	ロットNo. DC1R87G10

表2. 4-10 Gd添加燃料要素2.5w/oUO<sub>2</sub>+0.1w/oGd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>燃料ペレットの諸元

		仕様値	検査成績値	備考
スタック重量 (g/rod)		—————	—————	W
スタック長さ (cm/rod)		200.0±0.7	—————	L (仕様値採用)
ペレット直径 (cm)		1.240±0.003	1.239±0.000	D
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—————	————— 10.304±0.003	$\rho = W / \pi (D/2)^2 L$ (参考値) $\rho = w / \pi (d/2)^2 h$
U-235濃縮度 (w/o)		2.50±0.04	2.469	ロットNo. DC1R88Y10
U含有率 (w/o)		≥87.3	88.1	ロットNo. DC1R88Y10
O/U		2.00~2.02	2.013	ロットNo. DC1R88Y10
U (w/o)	U-235	2.50±0.04	2.469	ロットNo. DC1R88Y10
	U-238	—————	97.531	DC1R88Y10
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (w/o)		0.10±0.02	0.12	ロットNo. DC1R88Y10

表2. 4-11 Gd添加燃料要素の元素組成及び重量密度

	2.7w/oUO <sub>2</sub> +3.0w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.7w/oUO <sub>2</sub> +1.0w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.7w/oUO <sub>2</sub> +0.5w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.0w/oUO <sub>2</sub> +1.0w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.0w/oUO <sub>2</sub> +0.5w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.5w/oUO <sub>2</sub> +3.0w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
燃料ペレット						
重量密度	10.200	10.239	10.273	10.206	10.244	10.223
U-235濃縮度	2.664	2.671	2.667	2.976	2.976	2.469
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 濃度	3.060	1.010	0.500	1.060	0.520	2.990
元素組成 (w/o)						
U-235	2.27517	2.32938	2.33788	2.59406	2.60822	2.11255
U-238	83.12897	84.88081	85.32162	84.57208	85.0336	83.45027
O	11.94103	11.91354	11.90670	11.91421	11.90696	11.84308
Gd-155	0.38710	0.12777	0.06325	0.13409	0.06578	0.37824
Gd-157	0.41594	0.13729	0.06796	0.14408	0.07069	0.40643
その他 Gd	1.85179	0.61121	0.30259	0.64148	0.31477	1.80943

表2. 4-12 Gd添加燃料要素の元素組成及び重量密度

	$3.0w/oUO_2$ $+3.0w/oGd_2O_3$	$3.0w/oUO_2$ $+0.1w/oGd_2O_3$	$2.7w/oUO_2$ $+0.1w/oGd_2O_3$	$2.5w/oUO_2$ $+0.1w/oGd_2O_3$
燃料ペレット				
重量密度	10.203	10.324	10.329	10.304
U-235濃縮度	2.976	2.976	2.666	2.469
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 濃度	3.00	0.12	0.10	0.12
元素組成 (w/o)				
U-235	2.54320	2.61871	2.34640	2.17258
U-238	82.91380	85.37557	85.66550	85.82170
O	11.94023	11.90161	11.90134	11.90161
Gd-155	0.37951	0.01518	0.01265	0.01518
Gd-157	0.40779	0.01631	0.01359	0.01631
その他 Gd	1.81547	0.07262	0.06052	0.07262

## 2. 5 36本燃料集合体の構造材

表2. 5-1 中空管・被覆管の寸法

燃料タイプ	構造材		仕様値 (cm)	検査成績値	材質	備考
36本ウラン 燃料集合体	中空管	内径	$1.27 \pm 0.005$	適合	Zry-2	ロットNo. 5740 5741
		外径	$1.45 \pm 0.008$	適合		
36本プルト ニウム燃料集 合体	被覆管	内径	$1.27 \pm 0.005$	適合	Zry-2	ロットNo. 5740 5741
		外径	$1.45 \pm 0.008$	適合		
Gd添加燃料 要素	被覆管	内径	$1.27 \pm 0.005$	適合	Zry-2	ロットNo. S7421 S7422 7627
		外径	$1.45 \pm 0.008$	適合		

表2. 5-2 36本ウラン燃料集合体のジルカロイ-2中空管・被覆管の元素組成及び重量密度

元素	仕様値 (w/o)	検査成績値 (w/o)						平均値 (w/o)
		ロットNo. 5740 T M B			ロットNo. 5741 T M B			
Sn	1.20~1.70	1.47	1.50	1.54	1.47	1.50	1.54	1.50
Fe	0.07~0.20	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14
Cr	0.05~0.15	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10
Ni	0.03~0.08	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
Fe+Cr+Ni	0.18~0.38	0.29	0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29
Zr	—	—			—			98.21
重量密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—			—			6.523

表 2. 5 - 3 36本プルトニウム燃料集合体のジルカロイ-2中空管・被覆管の  
元素組成及び重量密度

元素	仕様値 (w/o)	検査成績値 (w/o)						平均値 (w/o)
		ロットNo. 5740 T M B			ロットNo. 5741 T M B			
S n	1.20~1.70	1.47	1.50	1.54	1.47	1.50	1.54	1.50
F e	0.07~0.20	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.14
C r	0.05~0.15	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10
N i	0.03~0.08	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05
Fe+Cr+Ni	0.18~0.38	0.29	0.29	0.30	0.29	0.29	0.30	0.29
Z r	—	—			—			98.21
重量密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—			—			6.523

表 2. 5-4 Gd 添加燃料要素のジルカロイ-2 被覆管の元素組成及び重量密度

元素	仕様値 (w/o)	検査成績値 (w/o)									平均値 (w/o)
		ロットNo. S7421 T M B			ロットNo. S7422 T M B			ロットNo. 7627 T M B			
Sn	1.20~1.70	1.41	1.44	1.46	1.44	1.45	1.46	1.44	1.45	1.46	1.45
Fe	0.07~0.20	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13
Cr	0.05~0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Ni	0.03~0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Fe+Cr+Ni	0.18~0.38	0.28	0.29	0.28	0.28	0.29	0.29	0.28	0.29	0.29	0.29
Zr	—	—			—			—			98.27
重量密度 (g/cm <sup>3</sup> )		—			—			—			6.523



## 2. 6 3 6 本特殊燃料集合体 G d 添加燃料

表 2. 6 - 1 特殊燃料集合体・G d 添加 U 燃料（内層）の検査成績値（平成元年度製作）

## G d 添加 U 燃料諸元

項目	仕様値	検査成績値	備考
スタック長さ (cm)	$200^{+0}_{-0.8}$	$199.58 \pm 0.15$	ロット N o. G1501~G1506 (抜取数 6)
スタック重量 (g)	—	$1104.3 \pm 1.2$	
燃料ペレット			ロット N o. DC1R90G (抜取数 64)
外径 (cm)	$0.84 \pm 0.02$	$0.827 \pm 0.001$	
密度 ( $g/cm^3$ )	$10.3 \pm 0.3$	$10.330 \pm 0.015$	
U-235濃縮度(w/o)	$1.5 \pm 0.1$	1.5	ロット N o. DC1R90G
G d <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 濃度(w/o)	$1.5 \pm 0.1$	1.5	DC1R90G
U含有量(w/o)	$\geq 86$	88.1	DC1R90G
O/U比	$2.00 \pm 0.04$	2.01	DC1R90G
被覆管			Z r y - 2 管 N o. NQ11~4 (抜取数 4)
外径 (cm)	$0.97 \pm 0.01$	$0.966 \pm 0.001$	
内径 (cm)	$0.85 \pm 0.01$	$0.846 \pm 0.001$	

表 2. 6 - 2 G d 添加 U 燃料ペレットの組成

項目	検査成績値
U-235濃縮度 (w/o)	1.5
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 濃度 (w/o)	1.5
ペレット外径 (cm)	0.827 ± 0.001
ペレット密度 (g/cm <sup>3</sup> )	10.330 ± 0.015
ペレット組成 (w/o)	
U-235	1.3016775
U-238	85.4768225
O	11.9200658
Gd-155	0.1897603
Gd-157	0.2039002
その他Gd	0.9077737

表 2. 6 - 3 G d 添加 U 燃料被覆管の組成

項目	仕様値	検査成績値	備考
外径 (cm)	$0.97 \pm 0.01$	$0.966 \pm 0.001$	
内径 (cm)	$0.85 \pm 0.01$	$0.846 \pm 0.001$	
密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	—————	6.523	
組成 (w/o)			Zry-2 ロットNo. S8104
Sn	1.20~1.70	$1.450 \pm 0.010$	
Fe	0.07~0.20	$0.137 \pm 0.006$	
Cr	0.05~0.15	$0.100 \pm 0.000$	
Ni	0.03~0.08	$0.050 \pm 0.000$	
Fe+Cr+Ni	0.18~0.38	$0.287 \pm 0.006$	
Zr	—————	98.263	

表 2. 6 - 4 特殊燃料集合体の検査成績値 (昭和 47 年度製作)

## 特殊燃料集合体諸元

項目	仕様値	検査成績値	備考
スタック長さ (cm)			抜取数 18
外層燃料	$200^{+0.5}_{-0.5}$	$199.71 \pm 0.06$	
内層燃料	$200^{+0.5}_{-0.5}$	$199.75 \pm 0.09$	
スタック重量 (g)			抜取数 18
外層燃料	$2650^{+10}_{-60}$	$2626.9 \pm 2.3$	
内層燃料	$1130^{+10}_{-40}$	$1120.4 \pm 0.8$	
U-235濃縮度(w/o)	1.5	1.499	DCA ハンドブック (I)
O/U比	2.00~2.03	2.010	
外層燃料リング径 (cm)	$9.688 \pm 0.007$	$9.688 \pm 0.000$	18点
内層燃料リング径 (cm)	$6.822 \pm 0.007$	$6.822 \pm 0.000$	18点
外層燃料本数	18	—————	
内層燃料本数	18	—————	

表 2. 6 - 5 特殊燃料集合体寸法

項目	仕様値	検査成績値	備考
燃料ペレット外径 (cm)			
外層燃料	$1.273^{+0}_{-0.005}$	$1.271 \pm 0.000$	抜取数 36
内層燃料	$0.831^{+0}_{-0.005}$	$0.830 \pm 0.000$	抜取数 50
被覆管外径 (cm)			Z r y - 2 管 N o.
外層燃料	$1.472^{+0}_{-0.008}$	$1.468 \pm 0.002$	AV1A~AV11A AV1B~AV11B (抜取数 22)
内層燃料	$0.974^{+0}_{-0.008}$	$0.970 \pm 0.002$	BV1A~BV11A BV1B~BV11B (抜取数 22)
被覆管内径 (cm)			Z r y - 2 管 N o.
外層燃料	$1.304 \pm 0.005$	$1.305 \pm 0.002$	AV1A~AV11A AV1B~AV11B (抜取数 22)
内層燃料	$0.862 \pm 0.005$	$0.862 \pm 0.002$	BV1A~BV11A BV1B~BV11B (抜取数 22)
キャプセル案内管 (cm)			Aluminum
外径	$5.348 \pm 0.012$	$5.344 \pm 0.003$	3点
内径	$5.148 \pm 0.012$	$5.127 \pm 0.009$	16点
キャプセル (cm)			Aluminum
Type A			
外径	$4.95 \pm 0.01$	$4.947 \pm 0.003$	3点
内径	$4.09 \pm 0.03$	$4.068 \pm 0.004$	2点
Type B			
外径	$4.95 \pm 0.01$	$4.943 \pm 0.003$	3点
内径	$3.00 \pm 0.03$	$3.005 \pm 0.007$	2点
Type C			
外径	$4.95 \pm 0.01$	$4.943 \pm 0.006$	3点
内径	$1.00 \pm 0.03$	$1.000 \pm 0.000$	2点
圧力管 (cm)			Aluminum DCA ハンドブック (I)
外径	$12.08 \pm 0.02$	12.08	
内径	$11.68 \pm 0.025$	11.68	

表 2. 6 - 6 特殊燃料集合体組成

項目	仕様値	検査成績値	備考
U235濃縮度 (w/o)			DCA ハンドブック (I)
外層燃料	1.5	1.499	
内層燃料	1.5	1.499	
ペレット密度 (g/cm <sup>3</sup> )			$\rho = \frac{W}{\pi (D/2)^2 L}$
外層燃料	10.41 ± 0.11	10.367 ± 0.012	
内層燃料	10.41 ± 0.11	10.367 ± 0.012	
燃料組成 (w/o)			DCA ハンドブック (I)
U-235	—————	1.317	外層、内層共通
U-238	—————	86.563	
O	—————	12.120	
被覆管組成 (w/o)			Zry-2 ロットNo. A94274 B95054 外層、内層共通
Sn		1.413 ± 0.081	
Fe		0.106 ± 0.007	
Cr		0.087 ± 0.020	
Ni		0.054 ± 0.004	
Fe + Cr + Ni		0.247 ± 0.019	
Zr		98.340	

表 2. 6 - 7 特殊燃料集合体組成

項目	仕様値	検査成績値	備考
被覆管密度 (g/cm <sup>3</sup> )	—————	6.522	外層、内層共通
キャプセル案内管、 キャプセル及び圧力 管  組成 (w/o)  Al  Mg  密度(g/cm <sup>3</sup> )	/	96.98  2.60  2.674	Aluminum DCA ハンドブック (I)

表 2. 6 - 8 G d 添加特殊燃料集合体解析用入力値 (1)

領域	項目	入力値	備考
燃料ペレット (1.5w/oUO <sub>2</sub> )	外径 (cm)		
	外層燃料	1.271	
	内層燃料	0.830	
	G d 内層燃料	0.827	G d 内層燃料 : 1.5 w/oGd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		
	通常燃料	10.367	外層、内層共通
	G d 内層燃料	10.330	
	組成 (w/o)		
	通常燃料		外層、内層共通
	U-235	1.317	
	U-238	86.563	
	O	12.120	
	G d 内層燃料		
	U-235	1.3016775	
	U-238	85.4768225	
	O	11.9200658	
	G d-155	0.1897603	
	G d-157	0.2039002	
	その他 G d	0.9077737	
	燃料棒本数		
外層燃料	18		
内層燃料	18		
燃料リング径 (cm)			
外層燃料	9.688		
内層燃料	6.822		



表 2. 6 - 9 G d 添加特殊燃料集合体解析用入力値 (2)

領域	項目	入力値	備考
被覆管	外径 (cm)		Z r y - 2
	外層燃料	1.468	
	内層燃料	0.970	
	G d 内層燃料	0.966	
	内径 (cm)		
	外層燃料	1.305	
	内層燃料	0.862	
	G d 内層燃料	0.846	
	密度 (g/cm <sup>3</sup> )		
	通常燃料	6.522	外層、内層共通
	G d 内層燃料	6.523	
	組成 (w/o)		Z r y - 2
	通常燃料		外層、内層共通
	S n	1.413	
	F e	0.106	
	C r	0.087	
	N i	0.054	
	Z r	98.340	
G d 内層燃料			
S n	1.450		
F e	0.137		
C r	0.100		
N i	0.050		
Z r	98.263		

表 2. 6 - 1 0 G d 添加特殊燃料集合体解析用入力値 ( 3 )

領域	項目	入力値	備考
キャプセル案内管	外径 (cm)	5.344	Aluminum
	内径 (cm)	5.127	
キャプセル			Aluminum
タイプA	外径 (cm)	4.947	
	内径 (cm)	4.068	
タイプB	外径 (cm)	4.943	
	内径 (cm)	3.005	
タイプC	外径 (cm)	4.943	
	内径 (cm)	1.000	
圧力管	外径 (cm)	12.08	Aluminum
	内径 (cm)	11.68	
キャプセル案内管、キャプセル及び圧力管	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.674	キャプセル案内管、キャプセル、圧力管共通
	組成 (w/o)		
	Al	96.98	
	Mg	2.60	

### 3. 参考資料

今回のDCA定数の作成に当たり、参考に用いた資料を以下に記載する。

- (1) SN941 74-22 DCAハンドブック(Ⅰ)核計算用入力定数  
1974年5月 動力炉・核燃料開発事業団  
大洗工学センター
- (2) 大型炉用多数本クラス燃料体検査成績書(No.1)  
昭和53年3月 原子燃料工業株式会社
- (3) 大型炉用多数本クラス燃料体検査成績書(No.2~12, No.14, No.15)  
昭和53年7月~11月 動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所プルトニウム燃料部
- (4) 大型炉用多数本クラス燃料体検査成績書(No.13, No.16)  
昭和53年11月~12月 富士電機製造株式会社
- (5) 36本ウラン燃料集合体検査成績書  
昭和60年1月~4月 原子燃料工業株式会社
- (6) 36本プルトニウム燃料集合体検査成績書  
昭和60年1月~4月 原子燃料工業株式会社
- (7) 36本プルトニウム燃料集合体検査成績書  
昭和60年3月~7月 動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所プルトニウム燃料部
- (8) 36本軸方向富化度分布付ガドリニア入り燃料集合体検査成績書  
(No.1, No.2, No.4, No.6)  
昭和62年12月~昭和63年3月 原子燃料工業株式会社
- (9) 36本軸方向富化度分布付ガドリニア入り燃料集合体検査成績書  
(No.3, No.5, No.7)  
昭和63年2月~6月 動力炉・核燃料開発事業団  
東海事業所プルトニウム燃料部
- (10) 重水臨界実験用ガドリニウム入燃料棒製造検査成績書  
平成2年4月 原子燃料工業株式会社

4. 参考図

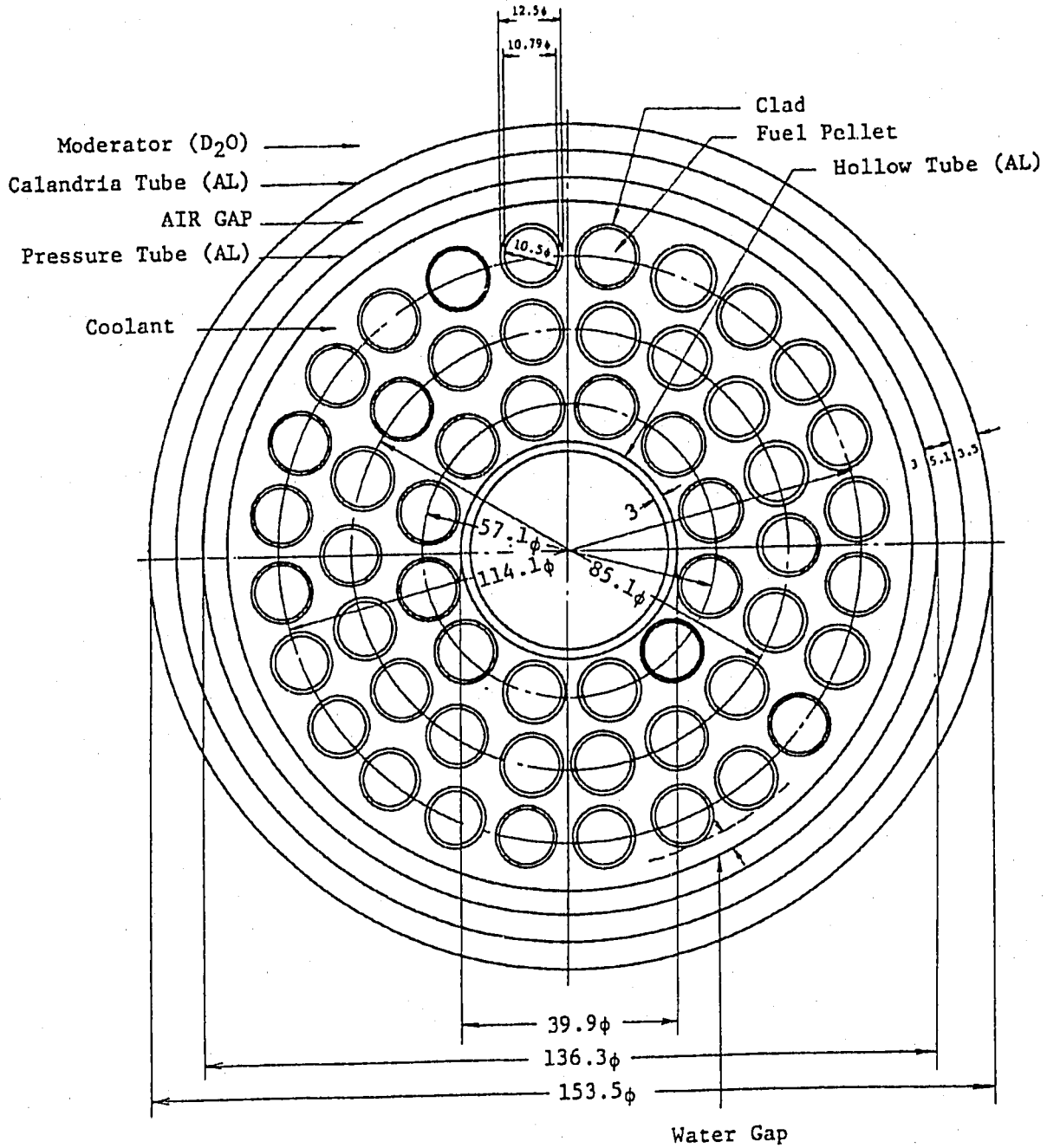


Fig.4-1 Cross-sectional View of 54-rod Fuel Cluster in D2O  
 (Pellet Dia. : 10.5 mm)

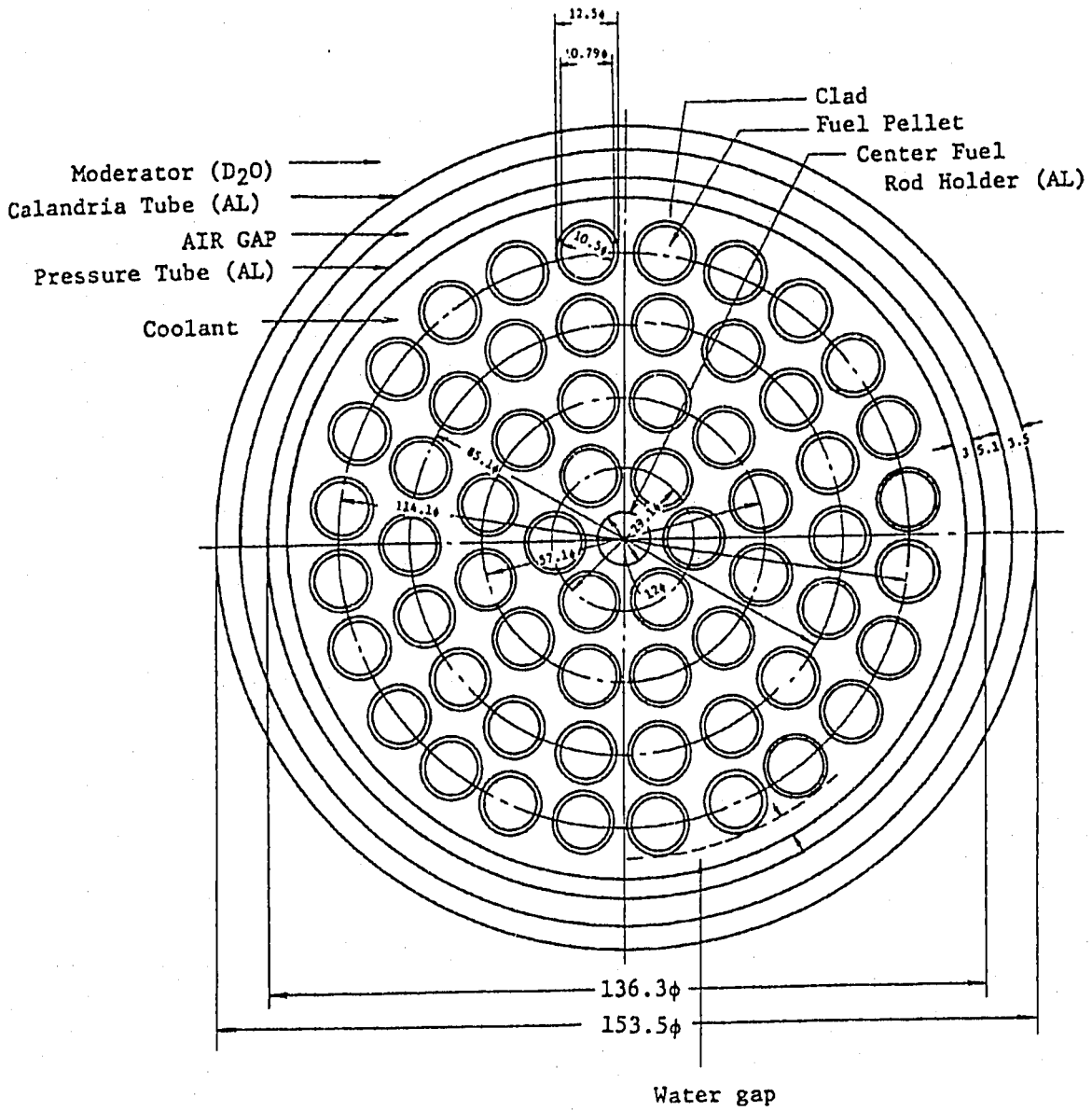


Fig.4-2 Cross-sectional View of 60-rod Fuel Cluster in D<sub>2</sub>O  
 (Pellet Dia. : 10.5 mm)

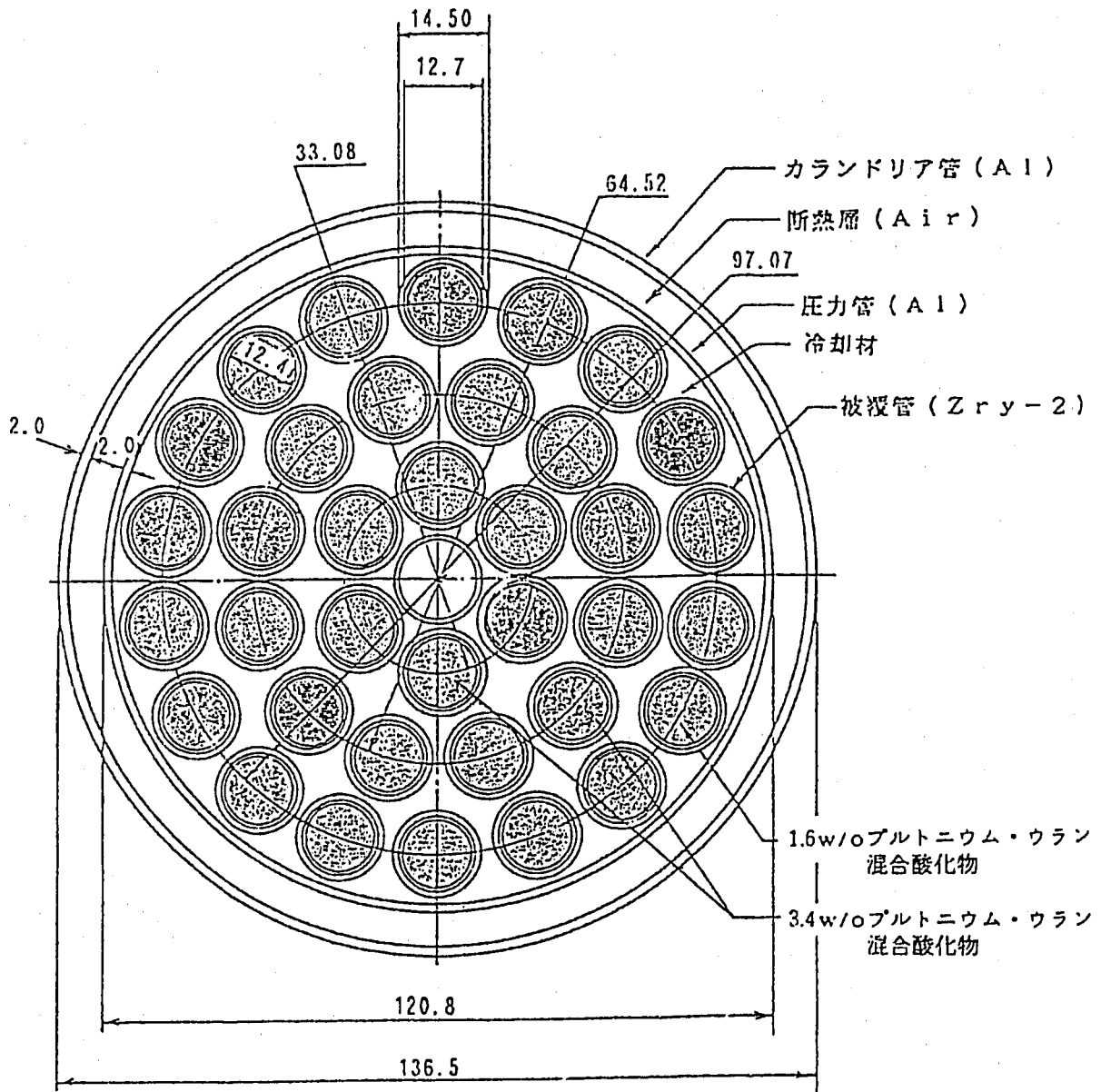


図4-3 MOX36本標準燃料集合体形状図

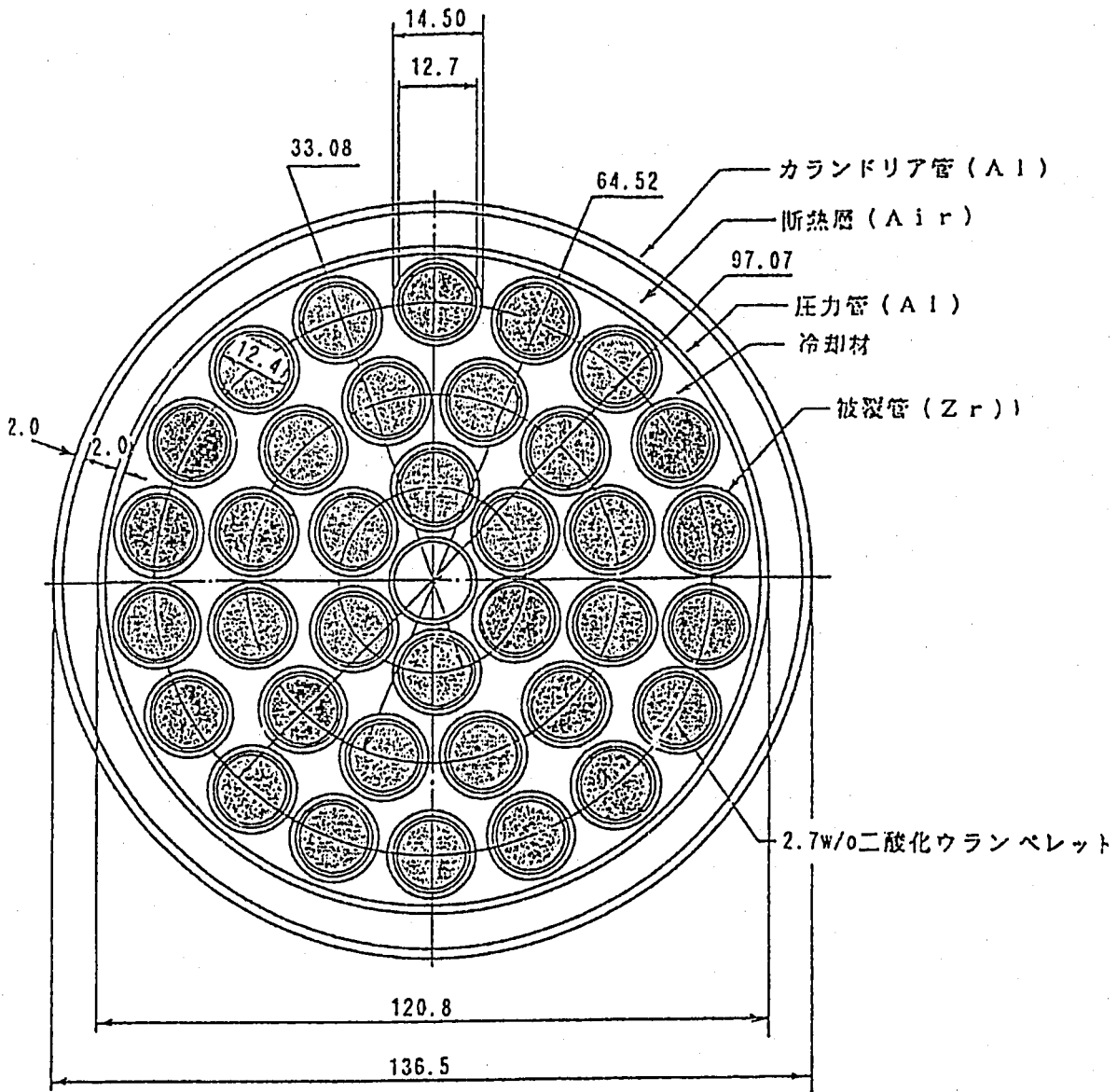


図4-4 2.7w/o二酸化ウラン36本燃料集合体形状図

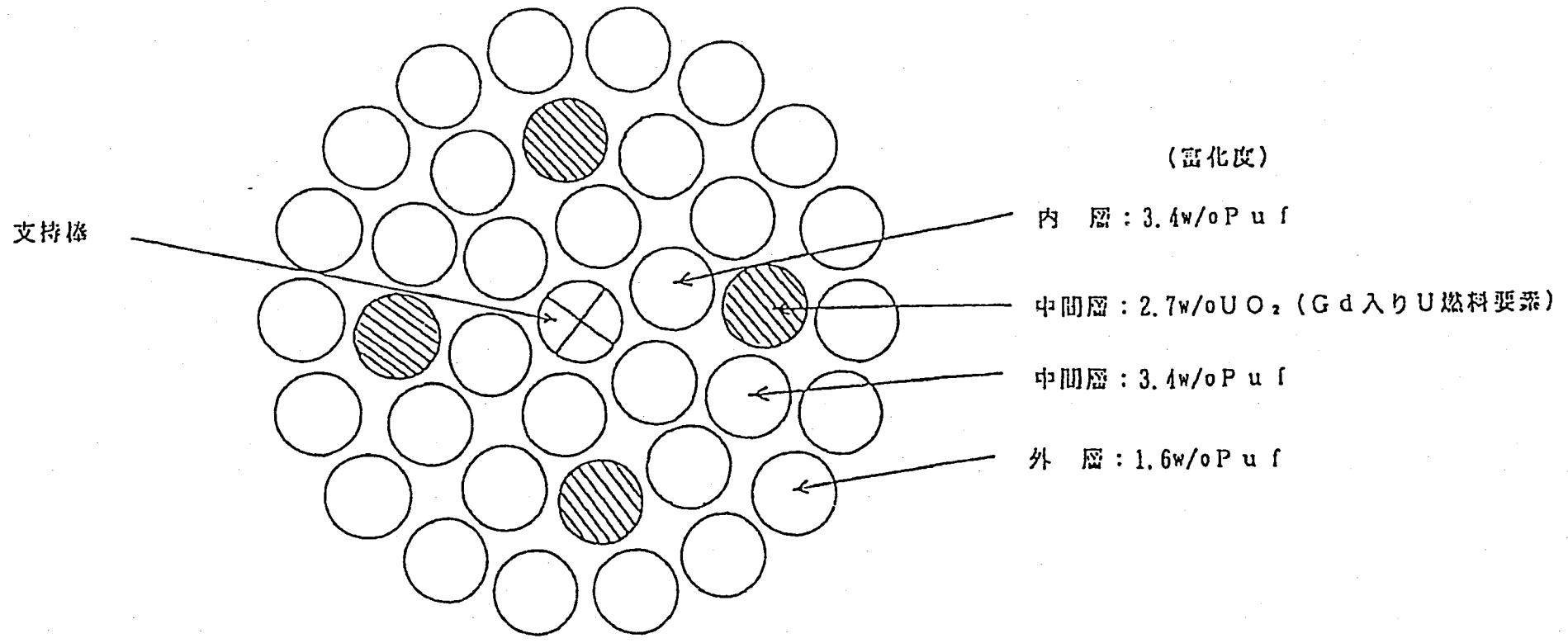


図4-5 MOX/U-Gd標準燃料集合体の構成



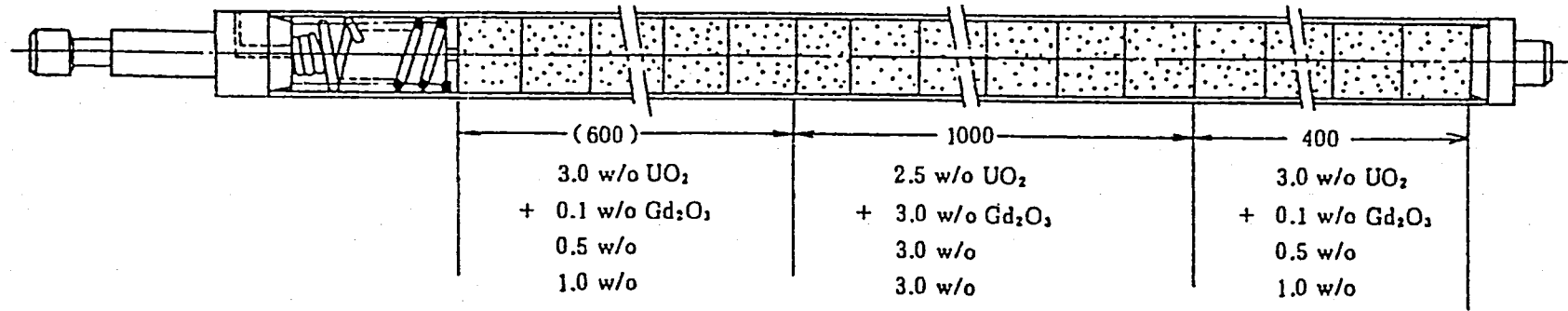
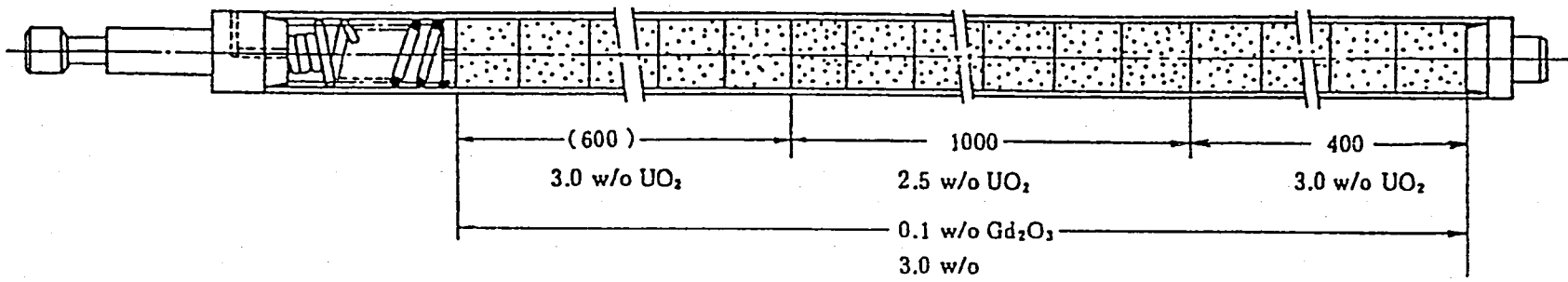
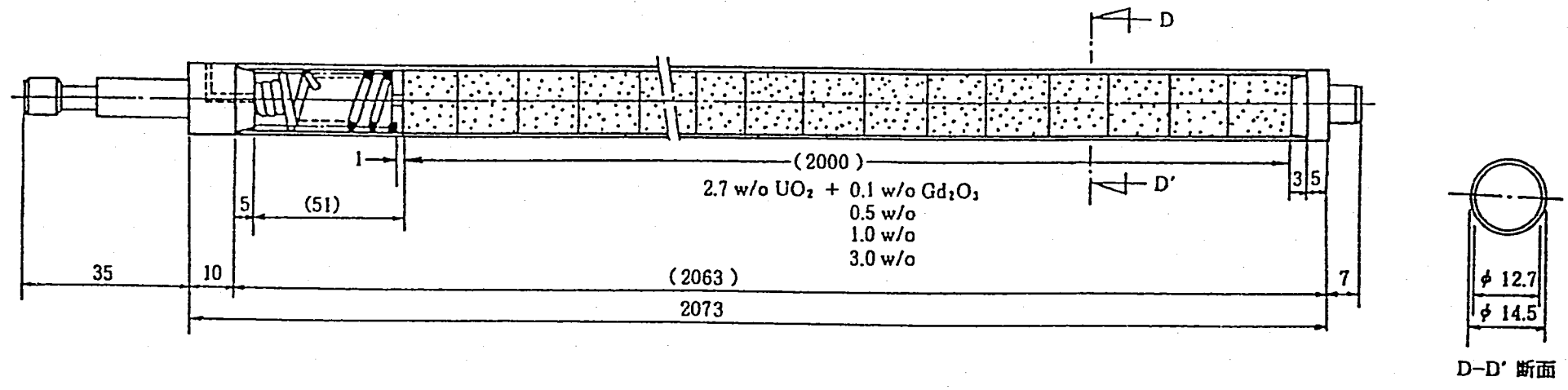


図4-6 ガドリニア入り36本二酸化ウラン燃料棒構造図

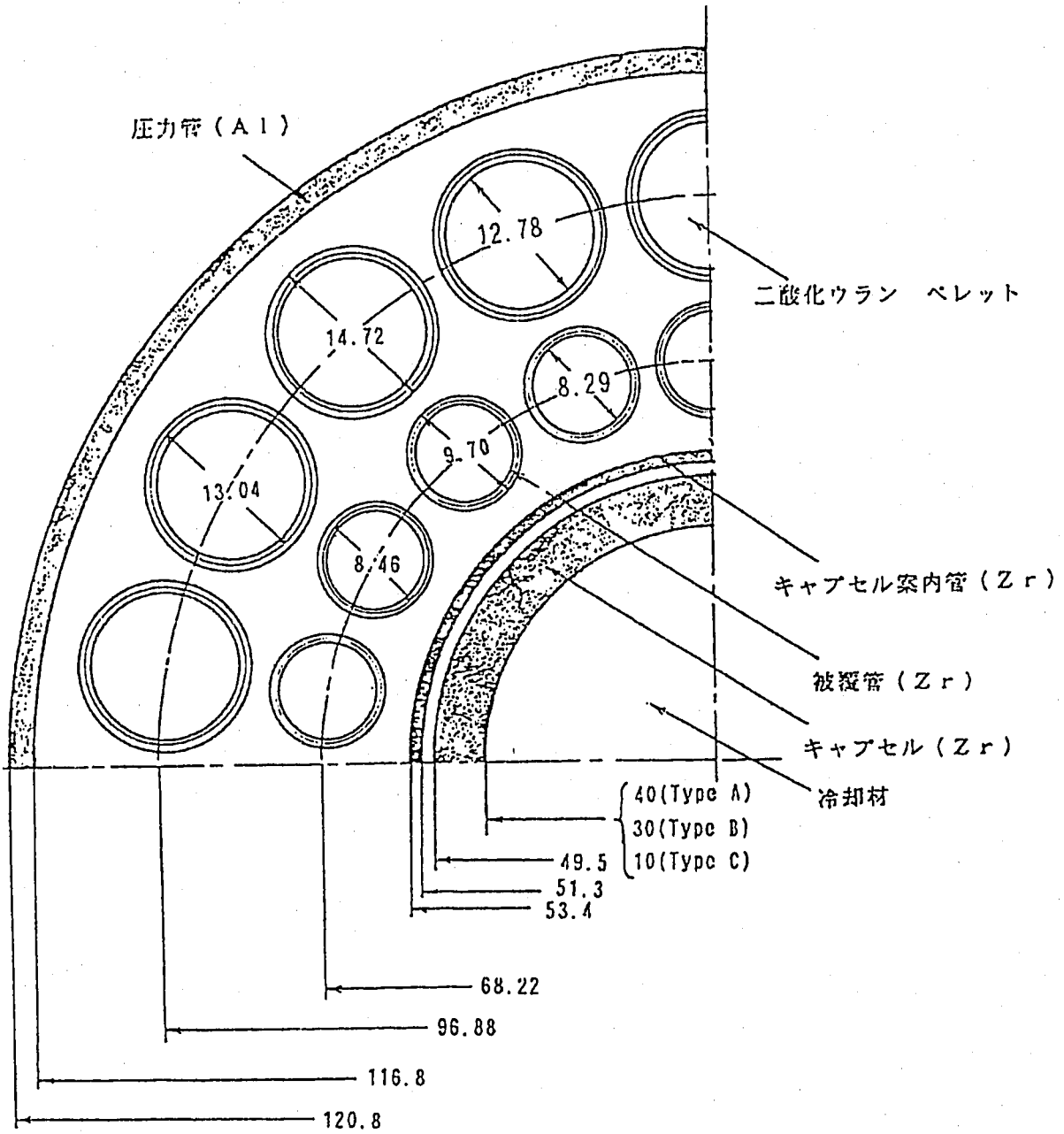


図 4 - 7 特殊燃料集合体形状図