

JAERI-M

9876

プルトニウム燃料の出力平坦化に
関する臨界実験 (1)

— 出力分布の測定 —

1982年1月

村上 清信・鶴田 晴通・須崎 武則・大野 秋男^{*}
小林 岩夫・湯本 鎧三^{**}・松本 忠邦^{**}・笹島 秀吉^{**}

JAERI-M レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の問合せは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）
あて、お申しこしください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 茨城
県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

JAERI-M reports are issued irregularly.
Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Section, Division
of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun,
Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1982

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 山田軽印刷所

プルトニウム燃料の出力平坦化に関する

臨界実験 (1)

— 出力分布の測定 —

日本原子力研究所東海研究所安全工学部

村上 清信・鶴田 晴通・須崎 武則⁺
大野 秋男・小林 岩夫・湯本 鎌三^{**}
松本 忠邦・笛島 秀吉^{**}

(1981年12月10日受理)

軽水炉におけるプルトニウムのリサイクル使用に関する実験の一環として、出力分布の平坦化に関する実験を、軽水臨界実験装置（TCA）を用いて行った。使用した燃料棒は、 P_uO_2 富化度が5種類、U-235濃縮度が6種類である。実験は、 $P_uO_2-UO_2$ および UO_2 燃料棒格子内の出力分布について行い、水平方向の出力分布に与える水ギャップ並びに P_uO_2 富化度の異なる燃料棒の配列をパラメータとして測定した。

この実験から、 P_uO_2 富化度および水ギャップ幅が出力分布に与える効果を求め、かつBWR型燃料集合体中における各種燃料棒配列と出力ピーキング係数の関係を明らかにした。また、出力ピーキング係数の低い燃料棒配列を求めるには、燃料集合体の中心部に $P_uO_2-UO_2$ 燃料棒を配置し、外周に UO_2 燃料棒を配置するいわゆるアイランド方式よりも、中心部に UO_2 燃料棒を配置し、外周に $P_uO_2-UO_2$ 燃料棒を配置する逆アイランド方式の方が容易であることが実験的に明らかになった。

+ 研究炉管理部

* IAEA

** 動力炉・核燃料開発事業団

Critical Experiment for Power Flattening
in Plutonium Fuel Lattice (1)
— Measurement of Power Distribution —

Kiyonobu MURAKAMI, Harumichi TSURUTA⁺, Takenori SUZAKI,
Akio OHNO*, Iwao KOBAYASHI, Ryozo YUMOTO**,
Tadakuni MATSUMOTO** and Hideyoshi SASAJIMA**

Division of Reactor Safety,
Tokai Research Establishment, JAERI

(Received December 10, 1981)

Power distributions of mixed-oxide ($\text{PuO}_2\text{-UO}_2$) fuel rods in light-water lattices were measured using a light-water critical assembly to study reactor physical characteristics in the plutonium utilization to light-water reactor. The power distributions were measured about the test fuel rods; five kinds of $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel rods and six kinds of UO_2 fuel rods changing PuO_2 and ^{235}U enrichments respectively. In the $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ and UO_2 lattices, horizontal power distributions were measured by gamma scanning technique changing width of gap water and arrays of the test fuel rods parametrically.

The effects of the parameters to the power distributions were obtained and the local power peaking factors of a BWR type fuel assembly were also measured for several test fuel rod arrays. Although it has been considered that the island loading pattern - $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel rods are loaded in the internal region of a fuel assembly and UO_2 rods surrounding those, is more effective to guarantee reactivity worth of control rods, the above results show that the inverse loading pattern - $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel rods are in the peripheral region, is more easy to attain power

+) Division of Research Reactor Operation, Tokai Research Establishment,
JAERI

*) IAEA, Vienna, Austria

**) Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

flattening in the assembly.

Key words : Plutonium, Thermal Utilization, Light-water Lattice, Mixed-oxide, $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$, UO_2 , Fuel Rod, Power Peaking Factor, Gamma Scanning, Water Gap, Enrichments, Power Distributions, Critical Assembly.

目 次

1. 概 要	1
2. 実 験 装 置	1
2.1 軽水臨界実験装置 (TCA)	1
2.2 燃 料 棒	2
2.2.1 $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒	2
2.2.2 UO_2 燃料棒	2
2.3 炉 心 構 成	2
3. 出力分布の測定	5
3.1 測 定 方 法	5
3.2 1次元出力分布	5
3.2.1 水ギャップ無し炉心	5
3.2.2 1行水ギャップ付炉心	6
3.3 2次元出力分布	6
3.3.1 井型水ギャップ付炉心	6
3.3.2 BWR 模擬炉心	9
4. 出力分布の検討	10
4.1 水ギャップ無し炉心および1行水ギャップ付炉心	10
4.2 井型水ギャップ付炉心	11
4.2.1 一様水ギャップ巾の場合	11
4.2.2 広狭水ギャップ巾共存の場合	12
4.3 BWR 模擬炉心	15
5. 結 論	17
謝 辞	17
参 考 文 献	18
付 錄 円環炉心および1次元炉心における燃料反応度価値の比較	77

Contents

1. Introduction -----	1
2. Experimental facility -----	1
2.1 Light-water critical assembly -----	1
2.2 Fuel rods -----	2
2.2.1 $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ fuel rods -----	2
2.2.2 UO_2 fuel rods -----	2
3. Measurement of power distribution -----	5
3.1 Measurement method -----	5
3.2 One dimensional power distribution -----	5
3.2.1 No water gap core -----	5
3.2.2 Core with one-row water gap -----	6
3.3 Two dimensional power distribution -----	6
3.3.1 Core with parallel cross water gaps -----	6
3.3.2 BWR mock-up core -----	9
4. Discussion for power distribution -----	10
4.1 Core with no water gap and one-row water gap -----	10
4.2 Core with parallel cross water gaps -----	11
4.2.1 Core with one-row parallel cross water gaps -----	11
4.2.2 Core with one and tow-row parallel cross water gaps -----	12
4.3 BWR mock-up core -----	15
5. Conclusion -----	17
Acknowlegements -----	17
References -----	18
Appendix A.1 Comparison of reactivety worth of fuel rod in an annular core and in one dimensional core. -----	77

1. 概 要

原子力発電の商業化が一般化され、使用済燃料の再処理が進むにしたがい相当量のプルトニウムが入手されるようになった。プルトニウムは、その核的特性から、高速炉において利用するのが望ましいとされているが核不拡散問題に関する安全上の観点からは、プルトニウムを早期に軽水炉等に有効利用することも重要であるとも考えられている。

このプルトニウムの軽水炉利用に関して、その炉物理的な研究が動力炉・核燃料開発事業団との共同研究の下に、軽水臨界実験装置（TCA）を用いて進めてきた。

今回、ここに報告するものは、この共同研究の下に行われた一連の臨界実験のうちから、特に混合酸化物燃料 (PuO_2-UO_2) の出力特性に関するものをまとめたものである。現在の軽水動力炉では、燃料集合体の平均出力を高めると同時に、燃料バーンアウトに対する余裕を取るために、燃料集合体を数種類のウラン濃縮度を持つ燃料棒によって構成し、出力ピーキング係数を低く抑えている。プルトニウム燃料集合体を軽水炉に装荷する場合においても同様の問題が生ずる。燃料集合体の出力分布を平坦化するためには、プルトニウム富化度の種類および配列に関して、十分な配慮が必要となる。このための基礎データを得ると同時に、核設計手法を検証するに足るベンチマークデータの提供を目的として、TCAを用いた出力平坦化に関する実験が行われた。

実験では、まず最初に PuO_2-UO_2 燃料棒格子内における異種の PuO_2 富化燃料棒が出力分布に与える効果、およびそれらが水ギャップの近くで示す出力分布の変化を測定した。次に井型水ギャップで囲まれた燃料集合体領域を 5 種類の PuO_2 富化度の異なる燃料棒で構成し、その内部の出力分布を燃料棒の配置、および燃料棒の 1 ないし 2 本を取出した水チャンネルの位置を変えて測定した。最後に、2.6%濃縮 UO_2 燃料棒を用いた BWR 模擬炉心において、1 燃料集合体を各種の PuO_2-UO_2 燃料棒および UO_2 燃料棒により構成し、それら燃料棒の配置を変えて出力分布を測定した。

測定結果は、核計算との対応が容易なように整理し、テーブル化している。さらに、出力分布を PuO_2 富化度、水ギャップ巾、燃料棒の反応度価値等をパラメータとして整理している。

2. 実 験 装 置

2.1 軽水臨界実験装置（TCA）

TCA は軽水減速低濃縮 UO_2 および PuO_2-UO_2 燃料格子の炉物理特性を測定するための臨界実験装置である。炉心は上部開放型の直径 1.8 m 高さ 2.1 m の円筒状ステンレススチール製タンクの中央部に構成される。燃料棒は上方から挿入され、上下 2 枚の燃料格子板によって固定される。この格子板は実験の種類によって交換することが出来る構造になっており、単純な炉

1. 概 要

原子力発電の商業化が一般化され、使用済燃料の再処理が進むにしたがい相当量のプルトニウムが入手されるようになった。プルトニウムは、その核的特性から、高速炉において利用するのが望ましいとされているが核不拡散問題に関係した安全保障上の観点からは、プルトニウムを早期に軽水炉等に有効利用することも重要であるとも考えられている。

このプルトニウムの軽水炉利用に関して、その炉物理的な研究が動力炉・核燃料開発事業団との共同研究の下に、軽水臨界実験装置（TCA）を用いて進めてきた。

今回、ここに報告するものは、この共同研究の下に行われた一連の臨界実験のうちから、特に混合酸化物燃料 (PuO_2-UO_2) の出力特性に関するものをまとめたものである。現在の軽水動力炉では、燃料集合体の平均出力を高めると同時に、燃料バーンアウトに対する余裕を取るため、燃料集合体を数種類のウラン濃縮度を持つ燃料棒によって構成し、出力ピーキング係数を低く抑えている。プルトニウム燃料集合体を軽水炉に装荷する場合においても同様の問題が生ずる。燃料集合体の出力分布を平坦化するためには、プルトニウム富化度の種類および配列に関して、十分な配慮が必要となる。このための基礎データを得ると同時に、核設計手法を検証するに足るベンチマークデータの提供を目的として、TCAを用いた出力平坦化に関する実験が行われた。

実験では、まず最初に PuO_2-UO_2 燃料棒格子内における異種の PuO_2 富化燃料棒が出力分布に与える効果、およびそれらが水ギャップの近くで示す出力分布の変化を測定した。次に井型水ギャップで囲まれた燃料集合体領域を 5 種類の PuO_2 富化度の異なる燃料棒で構成し、その内部の出力分布を燃料棒の配置、および燃料棒の 1 ないし 2 本を取出した水チャンネルの位置を変えて測定した。最後に、2.6% 濃縮 UO_2 燃料棒を用いた BWR 模擬炉心において、1 燃料集合体を各種の PuO_2-UO_2 燃料棒および UO_2 燃料棒により構成し、それら燃料棒の配置を変えて出力分布を測定した。

測定結果は、核計算との対応が容易なように整理し、テーブル化している。さらに、出力分布を PuO_2 富化度、水ギャップ巾、燃料棒の反応度値等をパラメータとして整理している。

2. 実 験 装 置

2.1 軽水臨界実験装置（TCA）

TCA は軽水減速低濃縮 UO_2 および PuO_2-UO_2 燃料格子の炉物理特性を測定するための臨界実験装置である。炉心は上部開放型の直径 1.8 m 高さ 2.1 m の円筒状ステンレススチール製タンクの中央部に構成される。燃料棒は上方から挿入され、上下 2 枚の燃料格子板によって固定される。この格子板は実験の種類によって交換することが出来る構造になっており、単純な炉

心から複雑な動力炉の模擬炉心まで広範囲な実験が行えるように設計されている。反応度の制御は炉心タンクの水位を制御することによって行われる。

2.2 燃料棒

この実験に使用した燃料棒は UO_2 燃料棒 6 種類, $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒 5 種類である。ここでは一般的仕様について述べ、詳細を Fig. 1 および Table 1 に示す。

2.2.1 $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒

$\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒は、燃料有効長 706 mm, ペレット直径 10.7 mm, 被覆管は Zry-2 である。ペレットは予備焼結状態のものを使用しており、中に含まれるウランは、天然ウランである。5 種類の燃料棒は、 PuO_2 富化度以外の仕様はほとんど同じであるが、3.01% $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒はそれ以外のものと比べ、核分裂性プルトニウムの割合が 1.5 % 大きく、密度が 8.8 % 低い。

2.2.2 UO_2 燃料棒

UO_2 燃料棒の燃料有効長はいずれも約 1440 mm であるが、ペレット直径は 12.5, 10.7, 9.6 mm の 3 種類である。このうち直径 10.7 mm のものについては濃縮度が 4 種類あり、主として BWR 模擬炉心の実験に用いた。直径 12.5 mm のものは BWR 模擬炉心を構成するために用い、直径 9.6 mm のものは 3.01% $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒によって構成した炉心の、臨界調整用として用いた。

2.3 炉心の構成

測定を行った炉心はその目的および形状から、大きく 4 つに分類される。まず 1 次元出力分布測定用炉心としての水ギャップ無し炉心と 1 行水ギャップ付炉心、および 2 次元出力分布測定用炉心としての井型水ギャップ付炉心と BWR の水ギャップを模擬した炉心である。これらの炉心形状を Fig. 2 に、測定炉心の一覧を Table 2 に示す。燃料格子の正方格子間隔は BWR 模擬炉心が 19.56 mm で、他の炉心は 16.6 mm である。炉心タンク内に装荷した燃料棒は、燃料有効部の外側で燃料格子板により位置決めされる。炉心の縦断面を Fig. 3 および 4 に示す。出力分布を測定した炉心の臨界水位は、燃料有効部上端よりやや下にあるものがほとんどであった。したがって、炉心の上部には水反射体が無く、炉心の下部には約 30 cm、水平方向には 50 cm 以上の水反射体がある。この実験では出力分布の測定を、すべて軸方向燃料有効部中央付近の平面内において行った。

Table 1 Fuel rod specifications

Fuel	UO ₂	PuO ₂ -UO ₂
<u>Fuel pellet</u>		
Fabrication method		
Enrichment, w/o	2.596	1.880
U composition, w/o	2.596	2.080
U-235	97.404	98.120
U-238	97.920	97.715
Pu composition, w/o	97.412	96.705
Date of assay		
Pu-238		Aug. 19, 1971
Pu-239		0.494
Pu-240		68.18
Pu-241		22.02
Pu-242		7.26
Am content		2.04
Date of assay		530 ppm
O/M	2.0	Aug. 16, 1971
Pellet density (g/cm ³)	10.4	Aug. 5, 1975
Pellet diameter (mm)	12.5	
Stack length (mm)	1441	
<u>Cladding</u>		
Material	Al	Zircaloy-2
Inner diameter (mm)	12.65	9.77
Thickness (mm)	0.76	10.83
		1.04
		0.70
Mechanically blended and pre-sintered		
	3.01*	3.14*
	1.95*	3.39*
	4.60*	

*) PuO₂/(PuO₂-UO₂)

Table 2 List of experimental core

Core no.	Fig. no.	Run no.	Date	Critical water level (mm)	Enrichment of test fuel rod (w/o) PuO ₂ -UO ₂		Note
					UO ₂	PuO ₂ -UO ₂	
I - 1	6	6042	June 25, '76	645.2	3.01		One dimensional core, No water gap
I - 2	6	6043	June 30, '76	675.2	1.14		
I - 3	6	6044	July 2, '76	657.3	1.95		
I - 4	6	6045	July 5, '76	639.3	3.39		
I - 5	7	6046	July 7, '76	635.8	4.60		
II - 1	8	6047	July 9, '76	622.2	3.14		One dimensional core, With water gap
II - 2	9	6048	July 13, '76	654.3	1.14		
II - 3	9	6049	July 15, '76	619.9	1.95		
II - 4	10	6050	July 20, '76	583.6	4.60		
II - 5	11	6051	July 23, '76	663.0	1.14, 1.95		
II - 6	12	6052	July 27, '76	581.1	3.39, 4.60		
II - 7	13	6059	Oct. 14, '76	696.4	1.14		
II - 8	13	6060	Oct. 15, '76	646.4	1.95		
II - 9	14	6061	Oct. 18, '76	594.7	4.60		
II - 10	15	6062	Oct. 22, '76	701.4	1.14, 1.95		
III - 1	24	6067	Oct. 27, '76	612.4	3.01		Two dimensional core, Double cross water gap
III - 2	24	6068	Oct. 29, '76	690.3	1.14, 3.01		
III - 3	24	6069	Nov. 1, '76	640.5	1.95, 3.01		
III - 4	25	6070	Nov. 5, '76	690.5	1.14, 1.95, 3.01		
III - 5	25	6071	Nov. 9, '76	680.9	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 6	25	6130	Mar. 4, '77	639.2	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 7	25	6129	Mar. 2, '77	650.1	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 8	25	6141	Sep. 8, '77	683.45	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 9	25	6131	Mar. 24, '77	588.55	1.880, 2.080, 2.285, 2.588		
III - 10	26	6076	Nov. 16, '76	631.8	3.01		
III - 11	27	6077	Nov. 19, '76	702.6	1.14, 3.01		
III - 12	27	6078	Nov. 24, '76	731.1	1.14, 1.95, 3.01		
III - 13	27	6079	Nov. 26, '76	718.6	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 14	27	6083	Dec. 9, '76	646.5	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 15	27	6080	Nov. 30, '76	649.2	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 16	27	6081	Dec. 3, '76	646.3	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 17	27	6082	Dec. 6, '76	645.0	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 18	27	6084	Dec. 17, '76	652.3	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 19	27	6085	Dec. 21, '76	659.7	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 20	27	6087	Dec. 27, '76	660.3	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
III - 21	27	6086	Dec. 24, '76	648.1	1.14, 1.95, 3.39, 4.60		
IV - 1	49	6152	Nov. 8, '77	533.2	2.588		Two dimensional core, Mock-up
IV - 2	49	6153	Nov. 11, '77	546.05	1.880, 2.285, 2.588		
IV - 3	49	6154	Nov. 15, '77	563.15	1.880, 2.285, 2.588		
IV - 4	49	6151	Nov. 4, '77	566.2	3.01		
IV - 5	49	6156	Nov. 22, '77	562.4	3.01		
IV - 6	49	6155	Nov. 18, '77	559.4	3.01, 4.60		
IV - 7	49	6157	Nov. 25, '77	592.0	1.14, 1.95, 3.01		
IV - 8	49	6158	Nov. 29, '77	574.5	1.14, 1.95	2.588	

3. 出力分布の測定

3.1 測定方法

出力分布は、炉を一定の出力で運転した後、燃料棒を炉心から取出し、燃料棒内に生成した核分裂生成物から放出される γ 線を計測することにより求めた。 γ 線の検出には、直径2インチ、長さ2インチのNaI(Tl)シンチレーションデテクターを用いた。測定系のブロック図をFig. 5に示す。計測は0.6 MeV以上の γ 線について行い、時間減衰、バックグラウンド、不感時間の補正をほどこした。核分裂生成物から放出される0.6 MeV以上の γ 線の時間減衰は、あらかじめ行った測定結果から、照射後34分から165分まで、最大誤差1%の範囲で次の式により表わされる。

(1) UO_2 燃料棒(ペレット直径12.5 mm)

$$F(t) = 6.494 e^{-0.001709t} + 3.663 e^{-0.0005711t} + 1.273 e^{-0.0001276t}$$

(2) UO_2 燃料棒(ペレット直径10.7 mm)

$$F(t) = 5.528 e^{-0.001207t} + 2.693 e^{-0.0004664t} + 1.096 e^{-0.0001175t}$$

(3) $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒(ペレット直径10.7 mm)

$$F(t) = 6.174 e^{-0.001594t} + 4.112 e^{-0.0005706t} + 1.241 e^{-0.0001337t}$$

ここで、tは照射後の時間である。

この式を用いて時間減衰を行った。また、測定系の時間に依存したシンチレーションデテクタの感度の変動をチェックするために、特定燃料をモニター燃料として用い、変動があった場合には、変動率を用いて補正を行った。計数値の統計誤差は、1.5%以下である。

3.2 1次元出力分布

3.2.1 水ギャップ無し炉心

一様な $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料格子によって構成される炉心の、1列または2列の燃料棒を、他の $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒に置換した場合の出力分布を、Fig. 6に示す炉心を用いて求めた。炉心には、中央部に3.01% $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒、両サイドに3.205% UO_2 燃料棒が装荷してある。後者の燃料棒は、前者のみでは炉心が臨界に達しないために、臨界調整用として装荷したものである。炉心の中央部に1列ないし2列の試験領域を設け、ここに試験用燃料棒(1.14, 1.95, 3.39, 4.60% $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$)を装荷した。4.60% $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒は、本数が他の燃料棒に比べて少ないために、Fig. 7に示す炉心を用いた。

このように燃料棒を装荷した炉心について、図中に示した符号および番号(a-a'; 1~19,

$b - b'$; 1 ~ 19) に対応する燃料棒の γ 線を測定し、試験領域の燃料棒種類を変化させた場合の出力分布を求めた。

求めた出力分布を、他の炉心の分布と比較するために、規格化を行った。この場合、中央部の出力分布は試験領域の燃料棒の置換によって変化しているので、その影響が無いと考えられる領域(炉心の外側から 9 本; Fig. 6 および Fig. 7 の No 1 ~ 9) の燃料棒の平均出力を 1 とした。

また、試験燃料棒が仮想的に 3.01% PuO₂ - UO₂ 燃料格子の無限体系に装荷された場合の出力分布を得るために、炉のバックリングによる補正を行った。すなわち、バックリング補正後の出力を $P(x, y)$ とすると、

$$P(x, y) = P_0(x, y) \left(\cos \frac{\pi}{Lx + 2\lambda} x \cdot \cos \frac{\pi}{Ly + 2\lambda} y \right)^{-1} \quad \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 $P_0(x, y)$: 水平面内の座標 (x, y) における出力分布の測定値

λ : 反射体節約 ($= 7.85$ cm)

Lx, Ly : x, y 方向の水ギャップを含む炉心の大きさ

で与えられる。バックリング補正後の出力分布は、3.01% PuO₂ - UO₂ 燃料棒のみの格子と比較するため規格化を行った。この場合は、燃料棒の置換および反射体による影響が無いと考えられる領域(炉心外側から 4 本目から 6 本; Fig. 6 および Fig. 7 の No 4 ~ 9) の燃料棒の平均出力を 1 とした。

このようにして得た I - 1 炉心 ~ I - 5 炉心の結果を Table 3 に示し、Fig. 16 および Fig. 19 にグラフとして示した。Table に示した各炉心の値のうち、上の値は、規格化されたものであり、下の値は、バックリング補正されたものである。グラフに示した値は、バックリング補正されたものである。

3.2.2 1 行水ギャップ付炉心

一様な PuO₂ - UO₂ 燃料格子によって構成される炉心の中央部に 1 行の水ギャップを作り、水ギャップに面した 1 列または 2 列の燃料棒を、他の PuO₂ - UO₂ 燃料棒に置換した場合の出力分布を、Fig. 8 ~ 15 に示す炉心を用いて求めた。試験燃料棒が、水ギャップを狭んで対称位置に、ある場合と無い場合、および水ギャップの巾が、格子間隔で 1 ピッチの場合と 2 ピッチの場合がある。測定方法およびデーター処理方法は、3.2.1 と同様である。II - 1 から、II - 10 炉心の結果を Table 3 および Fig. 17, 18 および 20 から 23 に示した。

3.3 2 次元出力分布

3.3.1 井型水ギャップ付炉心

3.01% PuO₂ - UO₂ 燃料格子によって構成される炉心の中央部に 8×8 の試験領域を作り、その外側に井型水ギャップを設け、試験領域の PuO₂ - UO₂ 燃料棒配置を変えた場合の出力分布を求めた。測定は、井型水ギャップ巾が格子間隔で 1 ピッチの場合、1 ピッチと 2 ピッチの場合について行った。測定炉心を Fig. 24 および 26 に示す。炉心には、中央部に 3.01%

$\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒、外周に臨界調整用の 3.205% UO_2 燃料棒が装荷してある。試験領域の $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料棒配置を変えた場合に、Fig. 24 および 26 の炉心では燃料有効部の範囲の水位で臨界にならないため、周囲に燃料棒を追加して Fig. 25 および 27 の炉心を作り実験を行った。このように装荷した炉心について、図中に示した番号 ($a-a'$; 1~18 または 1~20, $b-b'$; 1~18 または 1~20) に対応する燃料棒および試験領域の燃料棒の γ 線を測定し、試験領域の燃料配置を変えた場合の出力分布を求めた。ただし、臨界調整用の 3.205% UO_2 燃料棒の相対的出力値は、F.P. の γ 線強度から相対出力分布を求める時に、燃料ペレット直径の違いによる補正を行っていないので、直接計算と比較できないものである。

これらの測定値から次のような 3 種の規格化を行った出力分布を求めた。第 1 の規格化は、試験領域の燃料棒の置換による影響が無いと考えられる位置の燃料棒（炉心外側から臨界調整用の燃料棒を除いた 5 本；Fig. 24 および 25 では、No. 2~6 と No. 13~17, Fig. 26 および 27 では、No. 3~7 と No. 14~18）の平均出力を 1 とするものである。

次に、試験領域および水ギャップが 3.01% $\text{PuO}_2 - \text{UO}_2$ 燃料格子の無限体系にある場合の出力分布を得ることを目的として、(1)式を用いて炉心のバックリングの補正を行うとともに、試験領域の燃料配置の変更および反射体による影響が無いと考えられる位置の燃料棒（炉心から臨界調整用の燃料棒を除いた 4 本目と 5 本目；Fig. 24 および 25 では、No. 5, 6, 13, 14, Fig. 26 および 27 では、No. 6, 7, 14, 15）の平均出力を 1 とする規格化を行った。

さらに、試験領域を 1 燃料集合体とみなしたときの、水平断面内における出力ピーキング係数を求めるために、試験領域内燃料棒のバックリング補正した値を 1 に規格化した。

このようにして得た結果を Fig. 28~48 に示す。図には、左上には炉心形状、左下には試験領域の燃料棒配置、右側に測定値を示した。測定値のうち、右上のものは、炉心の $a-a'$ および $b-b'$ 方向の測定燃料棒位置の番号、第 1 の規格化をした値およびバックリング補正した値である。右下のものは、試験領域の燃料棒配置に対応しており、第 1 の規格化をした値、バックリング補正した値および出力ピーキング係数である。

3.3.2 BWR 模擬炉心

2.596% UO_2 燃料格子によって構成される BWR 模擬炉心の 1 燃料集合体を試験燃料集合体とし、集合体内の燃料棒配列を変えた場合の出力分布を Fig. 49 に示す炉心を用いて求めた。炉心は、中央に Al 製の模擬チャンネルボックスを持つ 4 体の燃料集合体と、その外側に装荷した臨界調整用の燃料棒により成っている。中央の 4 体のうちの 1 体を、格子間隔 16.6 mm の 7×7 試験燃料集合体とし、外径 12.23 mm の燃料棒で構成した。燃料集合体および水ギャップ寸法を Fig. 50 に示す。他の 3 体の燃料集合体および臨界調整領域は、格子間隔 19.56 mm、外径 14.17 mm の 2.596% UO_2 燃料棒で構成した。この炉心には、制御棒フォロワー、ポイズンカーテン等は、装荷されていない。

このように配置した炉心について、Fig. 49 に示した番号 ($a-a'$; 1~14, $b-b'$; 1~14) に対応する燃料棒および試験燃料集合体の燃料棒の γ 線を測定し、試験燃料集合体の燃料配置を変えた場合の出力分布を求めた。

この求めた出力分布を、他の炉心の分布と比較するために、規格化を行った。規格化は、試

試験燃料集合体以外の領域の燃料棒の平均出力を 1 とした。また、試験燃料集合体が 2.596% UO_2 燃料格子の無限体系に装荷された場合の出力分布を得るために、(1)式を用いて炉心のバックリングの補正を行った。この式に用いた反射体節約は $6.95^{\frac{1}{cm}}$ である。このバックリング補正した出力分布は、同様に試験燃料集合体以外の領域の燃料棒の平均出力を用いて規格化を行った。さらに、試験燃料集合体の水平断面内における出力ピーピング係数を求めるために、試験燃料集合体の燃料棒のバックリング補正した値の平均値を 1 に規格化した。

このようにして得た結果を Fig. 51～58 に示す。図には、左上には炉心形状、左下には試験燃料集合体内の燃料棒配置、右側に測定値を示した。測定値のうち、右上のものは、炉心の $a-a'$ および $b-b'$ 方向の測定燃料棒位置の番号、規格化した値およびバックリング補正した値である。右下のものは、試験燃料集合体内の燃料棒配置に対応しており、規格化した値、バックリング補正した値および出力ピーピング係数である。

4. 出力分布の検討

4.1 水ギャップ無し炉心および1行水ギャップ付炉心

水ギャップ無し炉心および1行水ギャップ付炉心における試験燃料棒のバックリング補正後の出力と、試験燃料棒の PuO_2 富化度の関係を Fig. 59 に示す。この図から、試験燃料棒の出力は、 PuO_2 富化度に伴って大きくなっている。1行水ギャップ付炉心の試験燃料棒の出力を、水ギャップ無し炉心の試験燃料棒の出力と比較した場合、出力の大きくなる割合は、水ギャップ巾が1列の場合約 50%，水ギャップ巾が2列の場合約 70% であり、この値は試験燃料棒の PuO_2 富化度が変わっても変化しない。また、同図中 3.01% PuO_2 - UO_2 燃料棒の出力の値が、他の富化度の燃料棒の値に比べて小さいのは、2.2 節に述べたように、Pu の組成およびペレット密度にわずかながら差があるためと考えられる。

PuO_2 富化度にかわるものとして、付録に示すような円環炉心における燃料棒の反応度価値を指標として、出力値の整理を試みた。試験燃料棒の円環炉心における反応度価値を以下に示す。この反応度価値と、バックリング補正後の出力の関係を Fig. 60 に示す。その結果、すべての場合に、Pu の組成およびペレット密度に関係なく、良い直線関係が得られた。

Reactivity worth of test fuel rod
in annular core.

Test fuel rod	Reactivity worth (%)
1.14w/o PuO_2 - UO_2	34.97
1.95w/o PuO_2 - UO_2	47.14
3.01w/o PuO_2 - UO_2	57.09
3.39w/o PuO_2 - UO_2	61.90
4.60w/o PuO_2 - UO_2	71.64

試験燃料集合体以外の領域の燃料棒の平均出力を 1 とした。また、試験燃料集合体が 2.596% UO₂ 燃料格子の無限体系に装荷された場合の出力分布を得るために、(1)式を用いて炉心のバックリングの補正を行った。この式に用いた反射体節約は 6.95¹⁾ cm である。このバックリング補正した出力分布は、同様に試験燃料集合体以外の領域の燃料棒の平均出力を用いて規格化を行った。さらに、試験燃料集合体の水平断面内における出力ピーピング係数を求めるために、試験燃料集合体の燃料棒のバックリング補正した値の平均値を 1 に規格化した。

このようにして得た結果を Fig. 51 ~ 58 に示す。図には、左上には炉心形状、左下には試験燃料集合体内の燃料棒配置、右側に測定値を示した。測定値のうち、右上のものは、炉心の a-a' および b-b' 方向の測定燃料棒位置の番号、規格化した値およびバックリング補正した値である。右下のものは、試験燃料集合体内の燃料棒配置に対応しており、規格化した値、バックリング補正した値および出力ピーピング係数である。

4. 出力分布の検討

4.1 水ギャップ無し炉心および1行水ギャップ付炉心

水ギャップ無し炉心および1行水ギャップ付炉心における試験燃料棒のバックリング補正後の出力と、試験燃料棒の PuO₂ 富化度の関係を Fig. 59 に示す。この図から、試験燃料棒の出力は、PuO₂ 富化度に伴って大きくなっている。1行水ギャップ付炉心の試験燃料棒の出力を、水ギャップ無し炉心の試験燃料棒の出力と比較した場合、出力の大きくなる割合は、水ギャップ巾が 1 列の場合約 50%，水ギャップ巾が 2 列の場合約 70% であり、この値は試験燃料棒の PuO₂ 富化度が変わっても変化しない。また、同図中 3.01% PuO₂-UO₂ 燃料棒の出力の値が、他の富化度の燃料棒の値に比べて小さいのは、2.2 節に述べたように、Pu の組成およびペレット密度にわずかながら差があるためと考えられる。

PuO₂ 富化度にかわるものとして、付録に示すような円環炉心における燃料棒の反応度価値を指標として、出力値の整理を試みた。試験燃料棒の円環炉心における反応度価値を以下に示す。この反応度価値と、バックリング補正後の出力の関係を Fig. 60 に示す。その結果、すべての場合に、Pu の組成およびペレット密度に関係なく、良い直線関係が得られた。

Reactivity worth of test fuel rod
in annular core.

Test fuel rod	Reactivity worth (%)
1.14w/o PuO ₂ -UO ₂	34.97
1.95w/o PuO ₂ -UO ₂	47.14
3.01w/o PuO ₂ -UO ₂	57.09
3.39w/o PuO ₂ -UO ₂	61.90
4.60w/o PuO ₂ -UO ₂	71.64

次に、燃料棒を他の富化度の燃料棒に置換した場合に周辺の燃料棒の出力の変化を見るために、置換した燃料棒の円環炉心における反応度価値に対する周辺の燃料棒のバックリング補正後の出力値の関係を、水ギャップのない場合をFig. 61に、水ギャップ巾が1列および2列の場合をFig. 62および63に示す。これらの図から、一様な炉心を構成する燃料棒を反応度価値のより低い燃料棒に置換した場合、その燃料棒が低い出力値を示すが、周辺の燃料棒は逆に、一様な炉心の場合よりも高い出力値を示すことが分る。反対に、反応度価値の高い燃料棒に置換した場合には、より低い出力値を示す。これらの周辺の燃料棒の出力値に関しても、置換した燃料棒の反応度価値に対応して、直線関係が得られた。燃料棒置換の場合に、周辺燃料棒の出力値に影響を及ぼす範囲は、置換した燃料棒から約2ピッチ以内であり、3ピッチ目の燃料棒はほとんど影響を受けていない。このことから、3.2節で行った規格化の範囲は妥当なものであることが示される。さらに、置換した燃料棒と、巾1行以上の水ギャップを狭んで反対側にある燃料棒の出力値に対する影響は、Fig. 20および21からほとんど無いことがわかった。

4.2 井型水ギャップ付炉心

4.2.1 一様水ギャップ巾の場合

一様な水ギャップ巾の井型水ギャップ付炉心について、試験領域の測定値を検討した結果、以下のTableに示す結論を得た。なお、Tableの中で使用している用語の意味は次のとおりである。

平均出力 : バックリング補正した出力の試験領域の平均値

ピーキング係数: 試験領域の平均出力を1とした時の最大出力値

最低出力 : 試験領域の平均出力を1とした時の最低出力値

これらの値について、試験領域内の対称な位置および値の近い複数の側定点がある場合は、これらの平均値を示してある。また、Table中の燃料配置の記述は、試験領域の燃料配置についてであり、前欄に記述している燃料配置を基準にして変更した燃料配置について主に説明している。

一様水ギャップ巾の井型
水ギャップ付炉心における出力分布の特徴

Core no.	燃料棒配置	Fig. no.	平均出力	ピーキングファクター	最低出力	出力分布の特徴
III - 1	3.01% PuO ₂ - UO ₂ 燃料棒のみ	28	1.272	1.500	0.761	出力ピーキングは、コーナーの燃料棒に出ており、外周の燃料棒が平均より高い出力になっている。
III - 2	外側の1重を 1.14% PuO ₂ - UO ₂ 燃料棒に変えた。	29	1.136	1.265	0.856	出力ピーキングは、3.01% PuO ₂ - UO ₂ 燃料棒領域のコーナーに出てている。
III - 3	外側の1重を 1.95% PuO ₂	30	1.207	1.373	0.793	出力ピーキングは、コーナー

Core no.	燃料棒配置	Fig. no.	平均出力	ピーキングファクター	最低出力	出力分布の特徴
	-UO ₂ 燃料棒に変えた。					の燃料棒に出ている。
III-4	外側の1重を1.14% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、その内側の1重を1.95% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にした。	31	1.114	1.213	0.893	出力ピーキングは、コーナーの燃料棒に出ている。
III-5	中央の4本を4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、その外側の1重を3.39% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にした。	32	1.124	1.204	0.918	出力ピーキングは、コーナーの燃料棒に出ている。コーナーを除くと出力分布が良く平坦化されている。
III-6	コーナーと中央4本の燃料棒を除き、他の燃料棒を富化度の高いものにした。	33	1.248	1.147	0.829	出力ピーキングは、コーナーの周りの3本の燃料棒に出ている。
III-7	コーナーの周りの3本の燃料棒を富化度の低いものにし、中央の対角線上に2本のウォーターロッドを設けた。	34	1.284	1.154	0.884	出力ピーキングは、2本のウォーターロッドに接している燃料棒に出ている。
III-8	コーナーの燃料棒を富化度の高いものにし、周辺の燃料棒の富化度を低いものにした。	35	1.171	2.238	0.761	コーナーの燃料棒のみが高い出力ピーキングである。
III-9	4種類の濃縮度のUO ₂ 燃料棒によって構成した。中央6×6領域を2.588、コーナーを1.880、外周を1.880、2.080、2.285% UO ₂ 燃料棒により構成した。	36	1.551	1.237	0.831	出力ピーキングは、外周の濃縮度の高い列が交差しているコーナーの燃料棒に出ている。PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒のみによって構成した場合に比較して、高い平均出力である。

4.2.2 広狭水ギャップ巾共存の場合

広狭水ギャップ巾の井型水ギャップ付炉心について、試験領域の測定値を検討した結果、以下のTableに示す結論を得た。

なお、Tableの中で使用している用語の意味は次の通りである。

W.W. コーナー：2ピッチ巾の水ギャップが交差しているところのコーナー

W.N. コーナー：2ピッチ巾と1ピッチ巾の水ギャップが交差しているところのコーナー

N.N. コーナー：1ピッチ巾の水ギャップが交差しているところのコーナー

その他は、4.2.1と同じである。

広狭水ギャップ巾の井型水ギャップ
付炉心における出力分布の特徴

Core no.	燃料棒配置	Fig. no.	平均出力	ピーキングファクター	最低出力	出力分布の特徴
III-10	3.01% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒のみ	37	1.339	1.637	0.706	出力ピーキングは、W.W.コーナーの燃料棒に出ており、W.N.およびN.N.コーナーの燃料棒もほぼ同じ値を示している。外周の燃料棒が平均より高い出力になっている。
III-11	外側の1重を1.14% PuO ₂ -UO ₂ に変えた。	38	1.168	1.309	0.793	出力ピーキングは、W.W.コーナーの燃料棒に出ていている。
III-12	外側から2重目を1.95% PuO ₂ -UO ₂ に変えた。	39	1.145	1.304	0.834	出力ピーキングは、W.W.およびW.N.コーナーの燃料棒に出ていている。
III-13	中央の4本を4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、その外側の1重を3.39% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にした。	40	1.150	1.317	0.888	出力ピーキングは、W.W.およびW.N.コーナーの燃料棒に出ている。III-12炉心と比較して、中央4×4領域が高く、その外側が低く、外側が高い出力になっている。
III-14	中央のN.N.コーナー寄の3×3領域を4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、その外側の中央6×6領域を3.39% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、外側を1.95% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、コーナーを1.14% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にした。	41	1.262	1.240	0.760	出力ピーキングは、W.N.コーナーの隣のW.W.コーナー寄の燃料棒に出ていている。
III-15	W.W.コーナーの隣を1.14% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒に変えた。	42	1.271	1.259	0.766	出力ピーキングは、W.N.コーナーの隣のW.W.コーナー寄の燃料棒に出ていている。
III-16	4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料領域の中にウォーターロッドを1本設けた。	43	1.301	1.220	0.753	出力ピーキングは、W.N.コーナーの隣のW.W.コーナー寄の燃料棒に出てている。
III-17	4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料領域の中にウォーターロッドを2本設けた。	44	1.321	1.276	0.740	出力ピーキングは、ウォーターロッドに接したN.N.コーナー寄の燃料棒に出てている。

Core no.	燃料棒配置	Fig. no.	平均出力	ピーキングファクター	最低出力	出力分布の特徴
III-18	中央のN.N.コーナー寄にウォーターロッドを1本設け、4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料領域のW.ウォーターギャップ側の外側中央2本を4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、W.N.コーナー隣のW.W.コーナー寄を1.14% PuO ₂ -UO ₂ に変えた。	45	1.295	1.253	0.788	出力ピーキングは、W.N.コーナーの隣のW.W.コーナー寄の2本目の燃料棒に出ている。
III-19	中央の4×4領域を4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、中央のN.N.コーナー寄にウォーターロッドを1本設け、その外側を3.39% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、N.N.コーナーの隣を1.95% PuO ₂ -UO ₂ にした。	46	1.298	1.193	0.852	出力ピーキングは、W.N.コーナーの内側の燃料棒に出ている。
III-20	中央のW.N.コーナー寄のウォーターロッドを2本設け、各コーナーの内側を1.95% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、W.N.およびN.N.コーナーの隣を1.14% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にした。	47	1.312	1.159	0.903	出力ピーキングは、W.W.およびW.N.コーナーの燃料棒に出ている。
III-21	III-19の燃料棒配置で中央のW.W.コーナー寄をウォーターロッドに変えた。	48	1.334	1.155	0.896	出力ピーキングは、W.N.コーナーの内側の燃料棒に出ている。

広狭水ギャップ巾の井型水ギャップ付炉心の出力分布実験から、8×8燃料集合体について、出力ピーキングが1.155の富化度配列が得られた。

さらに、燃料集合体内の富化度分布を変化させた場合の燃料集合体出力と反応度価値の関係について検討した。基準は、3.01% PuO₂-UO₂燃料棒のみで構成している燃料集合体とした。燃料集合体の出力としては、炉心の形状が一定であり、試験領域の富化度配列を除いて変化していないので、外側領域の燃料棒の出力を基準にした出力(バックリング補正後の値)を用いた。この出力を、基準燃料集合体の出力を用いて規格化した。反応度価値については、臨界水位と基準燃料集合体との時の臨界水位の水位差から求めた。一様水ギャップ巾の井型水ギャップ付炉心における反応度価値と燃料集合体の出力の関係をFig. 64に、広狭水ギャップ巾の井型水ギャップ付炉心における反応度価値と燃料集合体の出力の関係をFig. 65に示す。この2枚の図から、燃料集合体の反応度価値と出力の間には、直線関係が認められる。したがって、燃料集合体内の富化度配列を色々変えた場合でも、反応度価値について整合させれば、燃

料集合体の出力についても整合すると推定出来る。

1 燃料集合体当りの出力は、ウォーターロッドの有無により変化しないと推定される。これは、燃料集合体中から取り出された燃料棒による水ギャップの生成が、熱中性子束の増大をもたらし、その近傍の燃料棒の出力を増大させることによる。

4.3 BWR 模擬炉心

BWR 模擬炉心について、試験燃料集合体の測定値を検討した結果、以下の Table に示す結論を得た。

なお、Table の中で使用している用語の意味は次の通りである。

W.W. コーナー：中央の 19.1 mm 巾の水ギャップが交差しているところのコーナー

W.N. コーナー：19.1 mm 巾と 10.1 mm 巾の水ギャップが交差しているところのコーナー

N.N. コーナー：10.1 mm 巾の水ギャップが交差しているところのコーナー

その他は、4.2.1 と同じである。

BWR 模擬炉心における出力分布の特徴

Core no.	燃料棒配置	Fig. no.	平均出力	ピーキングファクター	最低出力	出力分布の特徴
N-1	2.588% UO ₂ 燃料棒のみ	51	0.738	1.542	0.753	出力ピーキングは、W.W. コーナーの燃料棒に出ており、外周の燃料棒が平均より高い出力になっている。
N-2	各コーナーを 1.880% UO ₂ 燃料棒にし、W. ウォーターギャップ側 1 列を 2.285% UO ₂ 燃料棒にした。	52	0.674	1.290	0.781	出力ピーキングは、W.W. コーナーの燃料棒に出ていている。
N-3	中央 5×5 領域を 3.01% PuO ₂ - UO ₂ 燃料棒にした。	53	0.650	1.278	0.780	出力ピーキングは、W.W. コーナーの燃料棒に出てている。
N-4	3.01% PuO ₂ - UO ₂ 燃料棒のみ	54	0.560	1.558	0.724	出力ピーキングは、W.W. コーナーの燃料棒に出ており、外周の燃料棒が平均より高い出力になっている。
N-5	N-3 の燃料棒配置の中央にウォーターロッドを 1 本設けた。	55	0.629	1.340	0.756	出力ピーキングは、W.W. コーナーの燃料棒にでている。 N-3 炉心と比較して、中央の燃料棒がなくなったことにより、中央領域の出力が低下し、結果として出力ピーキン

Core no.	燃料棒配置	Fig. no.	平均出力	ピーキングファクター	最低出力	出力分布の特徴
						グの値が大きくなつた。
N-6	中央の3×3領域を4.60% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にした。	56	0.615	1.364	0.742	出力ピーキングは、W.W.コーナーの燃料棒に出ている。N-3炉心と比較して、中央の3×3領域は高くなっているが、この領域に接している外側は低くなり、外周は高い出力となつた。結果として出力ピーキングの値が大きくなつた。また、平均出力も高い富化度の燃料棒を増したにもかかわらず低くなっている。
N-7	中央の5×5領域を3.01% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、外側を1.95% PuO ₂ -UO ₂ 燃料棒にし、コーナーを1.14% PuO ₂ -UO ₂ にした。	57	0.547	1.262	0.774	出力ピーキングは、W.W.コーナーの隣の燃料棒に出ている。
N-8	中央の5×5領域を2.588% UO ₂ にした。	58	0.583	1.176	0.864	出力ピーキングは、W.W.コーナーの隣の燃料棒に出ている。この値は、BWR模擬炉心での実験中最小である。最低出力も高い値を示しており、出力分布が良く平坦化されている。

一般に、PuO₂-UO₂燃料棒とUO₂燃料棒を使用して燃料集合体を構成する場合に、UO₂燃料棒を外側に、PuO₂-UO₂燃料棒を内側に配置することが通説となっている。しかし、BWR模擬炉心における実験では、Fig. 53から56に見られるように、燃料集合体の中央部にPuO₂-UO₂燃料棒を配置すると、コーナロッドの出力ピーキングは高い値を示している。さらにその富化度を上げたFig. 56の場合には、出力ピーキングが増大している。これとは反対に、燃料集合体の中央部にUO₂燃料棒、外側にPuO₂-UO₂燃料棒を配置したFig. 58の場合に、最小の出力ピーキングを得ている。したがって、出力ピーキングを低く押える立場からは、UO₂燃料棒を燃料集合体の中央部に配置し、PuO₂-UO₂燃料棒を外側に配置した方が良いと言える。

また、出力の最低値を見ても、燃料集合体の中央部にUO₂燃料棒を配置する方が、PuO₂-UO₂燃料棒を配置するよりも高い値を示しており、出力の平坦化が良く行われている。これは、出力値が体系格子の巨視的核分裂断面積と巨視的吸収断面積の比 (Σ_f / Σ_a) にほぼ比例しており、この比が通常格子では、UO₂燃料棒格子の方がPuO₂-UO₂燃料棒格子よりも大きい。したが

って、出力を抑えたい燃料集合体の外周部には、 PuO_2-UO_2 燃料棒を配置する方が合理的である。

5. 結論

今回の実験結果から、下記の結論を得た。

- (1) 一様な富化度の燃料棒で構成される炉心の一部を富化度の異なる燃料棒に置き換えたことによって、周囲の出力分布に与える影響は、置換した燃料棒から格子 3 ピッチ以内の燃料棒に現われる。富化度の高い燃料棒に置換した場合には、周囲の出力分布を低下させ、富化度の低い燃料棒に置換した場合には、周囲の出力分布を上昇させる。その大きさは、置換した燃料棒から離れるに従って小さくなる。しかし、間に水ギャップが存在する場合には、富化度の異なる燃料棒に置換したことによる影響は、無視出来る。
- (2) 燃料棒の富化度が増加すると、出力は、飽和する。
- (3) 燃料棒の反応度価値と出力の間には、直線関係が存在する。
- (4) 1列井型水ギャップ付炉心において、4種類の富化度燃料棒を使用して、出力ピーキングファクター 1.147 を得た。
- (5) 2列1列井型水ギャップ付炉心において、4種類の富化度燃料棒を使用して、出力ピーキングファクター 1.155 を得た。
- (6) 炉心における燃料集合体の反応度価値と出力との間には、直線関係が認められる。したがって、ある炉心の燃料集合体を設計する場合に、基準燃料集合体と反応度価値について整合を取れば、出力についても整合すると推定される。
- (7) 1燃料集合体当たりの出力は、ウォーターロッドの有無により変化しないと推定される。
- (8) PuO_2-UO_2 燃料棒と UO_2 燃料棒により燃料集合体を構成する場合には、 PuO_2-UO_2 燃料棒を外側に配置し、 UO_2 燃料棒を中心部に配置する方が、出力の平坦化が容易で、出力ピーキングの値が低い。

謝辞

この実験を進めるにあたり、強力なお力添えをいただきました動燃 plutoniウム燃料部長安久津英男氏（現：原子力株式会社社長）、ならびに、 PuO_2-UO_2 燃料棒の製作に当って、種々御協力下さいました同開発課長小泉益通氏（現：東海事業所副所長）、同開発資料係長鹿島定光氏（現：燃料製造第1製造係長）をはじめ、製造、加工グループの方々、および、燃料棒の検査に当って、種々御協力下さいました品質管理課長井滝俊幸氏（現：大洗工学センター燃料試験部長代理）、品質管理係長大西絢一氏（現：技術部分析課長代理）をはじめ検査グループの方々に対して深く感謝いたします。

また、この実験の計画および実施にあたり、有意義な御指導、御鞭撻をいただきました原研

って、出力を抑えたい燃料集合体の外周部には、 PuO_2-UO_2 燃料棒を配置する方が合理的である。

5. 結論

今回の実験結果から、下記の結論を得た。

- (1) 一様な富化度の燃料棒で構成される炉心の一部を富化度の異なる燃料棒に置き換えたことによって、周囲の出力分布に与える影響は、置換した燃料棒から格子 3 ピッチ以内の燃料棒に現われる。富化度の高い燃料棒に置換した場合には、周囲の出力分布を低下させ、富化度の低い燃料棒に置換した場合には、周囲の出力分布を上昇させる。その大きさは、置換した燃料棒から離れるに従って小さくなる。しかし、間に水ギャップが存在する場合には、富化度の異なる燃料棒に置換したことによる影響は、無視出来る。
- (2) 燃料棒の富化度が増加すると、出力は、飽和する。
- (3) 燃料棒の反応度値と出力の間には、直線関係が存在する。
- (4) 1列井型水ギャップ付炉心において、4種類の富化度燃料棒を使用して、出力ピーキングファクター -1.147 を得た。
- (5) 2列1列井型水ギャップ付炉心において、4種類の富化度燃料棒を使用して、出力ピーキングファクター -1.155 を得た。
- (6) 炉心における燃料集合体の反応度値と出力との間には、直線関係が認められる。したがって、ある炉心の燃料集合体を設計する場合に、基準燃料集合体と反応度値について整合を取れば、出力についても整合すると推定される。
- (7) 1燃料集合体当たりの出力は、ウォーターロッドの有無により変化しないと推定される。
- (8) PuO_2-UO_2 燃料棒と UO_2 燃料棒により燃料集合体を構成する場合には、 PuO_2-UO_2 燃料棒を外側に配置し、 UO_2 燃料棒を中心部に配置する方が、出力の平坦化が容易で、出力ピーキングの値が低い。

謝辞

この実験を進めるにあたり、強力なお力添えをいただきました動燃プルトニウム燃料部長安久津英男氏（現：原子力株式会社社長）、ならびに、 PuO_2-UO_2 燃料棒の製作に当って、種々御協力下さいました同開発課長小泉益通氏（現：東海事業所副所長）、同開発資料係長鹿島定光氏（現：燃料製造第1製造係長）をはじめ、製造、加工グループの方々、および、燃料棒の検査に当って、種々御協力下さいました品質管理課長井滝俊幸氏（現：大洗工学センター燃料試験部長代理）、品質管理係長大西紘一氏（現：技術部分析課長代理）をはじめ検査グループの方々に対して深く感謝いたします。

また、この実験の計画および実施にあたり、有意義な御指導、御鞭撻をいただきました原研

って、出力を抑えたい燃料集合体の外周部には、 PuO_2-UO_2 燃料棒を配置する方が合理的である。

5. 結論

今回の実験結果から、下記の結論を得た。

- (1) 一様な富化度の燃料棒で構成される炉心の一部を富化度の異なる燃料棒に置き換えたことによって、周囲の出力分布に与える影響は、置換した燃料棒から格子 3 ピッチ以内の燃料棒に現われる。富化度の高い燃料棒に置換した場合には、周囲の出力分布を低下させ、富化度の低い燃料棒に置換した場合には、周囲の出力分布を上昇させる。その大きさは、置換した燃料棒から離れるに従って小さくなる。しかし、間に水ギャップが存在する場合には、富化度の異なる燃料棒に置換したことによる影響は、無視出来る。
- (2) 燃料棒の富化度が増加すると、出力は、飽和する。
- (3) 燃料棒の反応度値と出力の間には、直線関係が存在する。
- (4) 1列井型水ギャップ付炉心において、4種類の富化度燃料棒を使用して、出力ピーキングファクター -1.147 を得た。
- (5) 2列1列井型水ギャップ付炉心において、4種類の富化度燃料棒を使用して、出力ピーキングファクター -1.155 を得た。
- (6) 炉心における燃料集合体の反応度値と出力との間には、直線関係が認められる。したがって、ある炉心の燃料集合体を設計する場合に、基準燃料集合体と反応度値について整合を取れば、出力についても整合すると推定される。
- (7) 1燃料集合体当たりの出力は、ウォーターロッドの有無により変化しないと推定される。
- (8) PuO_2-UO_2 燃料棒と UO_2 燃料棒により燃料集合体を構成する場合には、 PuO_2-UO_2 燃料棒を外側に配置し、 UO_2 燃料棒を中心部に配置する方が、出力の平坦化が容易で、出力ピーキングの値が低い。

謝辞

この実験を進めるにあたり、強力なお力添えをいただきました動燃プルトニウム燃料部長安久津英男氏（現：原子力株式会社社長）、ならびに、 PuO_2-UO_2 燃料棒の製作に当って、種々御協力下さいました同開発課長小泉益通氏（現：東海事業所副所長）、同開発資料係長鹿島定光氏（現：燃料製造第1製造係長）をはじめ、製造、加工グループの方々、および、燃料棒の検査に当って、種々御協力下さいました品質管理課長井滝俊幸氏（現：大洗工学センター燃料試験部長代理）、品質管理係長大西紘一氏（現：技術部分析課長代理）をはじめ検査グループの方々に対して深く感謝いたします。

また、この実験の計画および実施にあたり、有意義な御指導、御鞭撻をいただきました原研

動力試験炉部長日高丘平氏（現：大洗試験炉部長）、同開発室長石塚信氏（現：同技術課長）
並びに同主任研究員松浦祥次郎氏（現：原子炉工学部次長）に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) TSURUTA, H., et al. : Critical experiments and analyses on 7×7 $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ lattices in light-water moderated UO_2 core, JAERI-1234, (1974)
- (2) TSURUTA, H., et al. : Critical sizes on light-water moderated UO_2 and $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ lattices, JAERI-1254 (1978)
- (3) KOBAYASHI, I., et al. : Critical experiments on light-water moderated $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ lattices, JNST Vol. 15, No. 3, (1978)
- (4) KOBAYASHI, I., et al. : Buckling correction for experimental power distribution within fuel assemblies in a finite system JNST Vol. 7, No. 3, (1970)

動力試験炉部長日高丘平氏（現：大洗試験炉部長）、同開発室長石塚信氏（現：同技術課長）
並びに同主任研究員松浦祥次郎氏（現：原子炉工学部次長）に深く感謝いたします。

参考文獻

- (1) TSURUTA, H., et al. : Critical experiments and analyses on 7×7 $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ lattices in light-water moderated UO_2 core, JAERI-1234, (1974)
- (2) TSURUTA, H., et al. : Critical sizes on light-water moderated UO_2 and $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ lattices, JAERI-1254 (1978)
- (3) KOBAYASHI, I., et al. : Critical experiments on light-water moderated $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ lattices, JNST Vol. 15, No. 3, (1978)
- (4) KOBAYASHI, I., et al. : Buckling correction for experimental power distribution within fuel assemblies in a finite system JNST Vol. 7, No. 3, (1970)

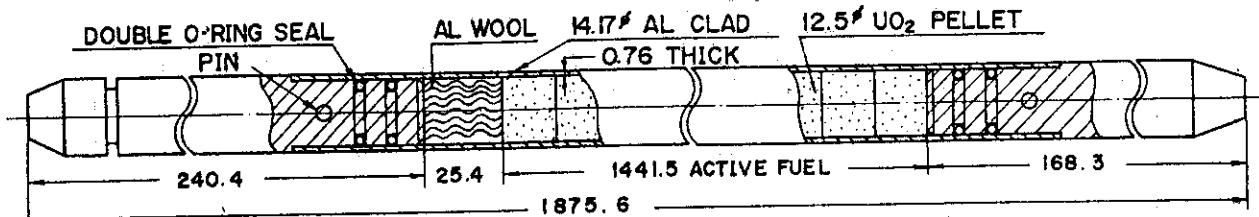
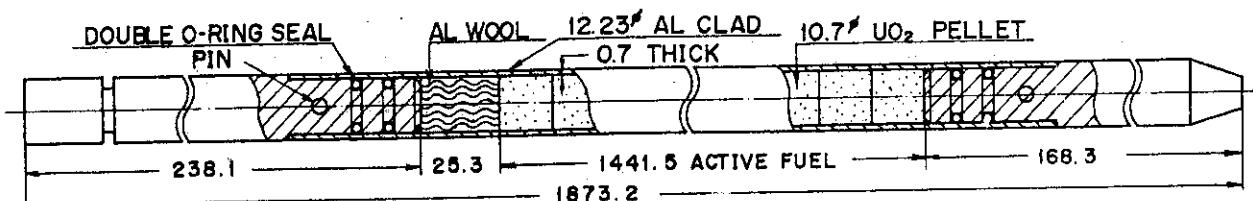
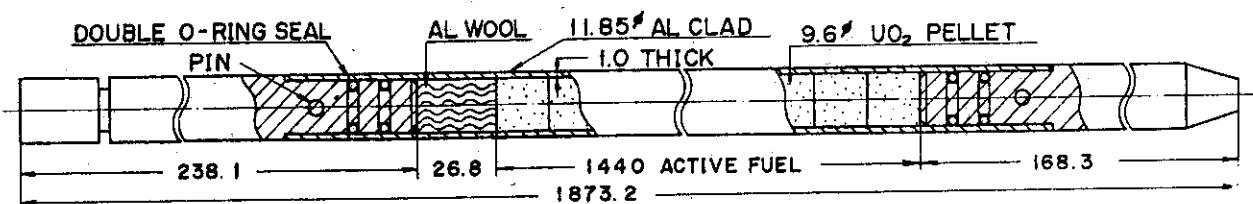
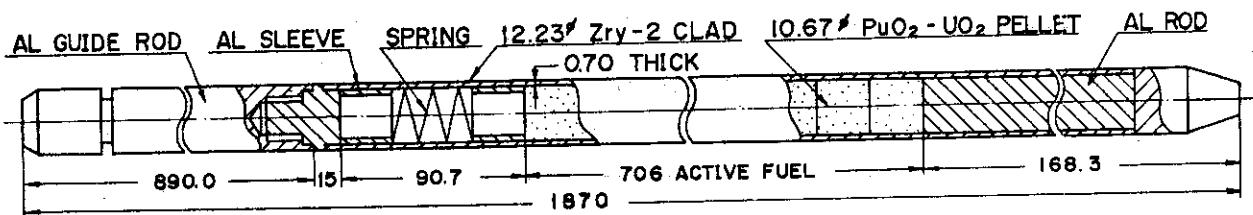
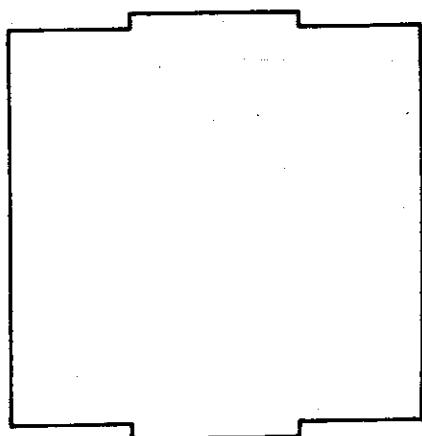
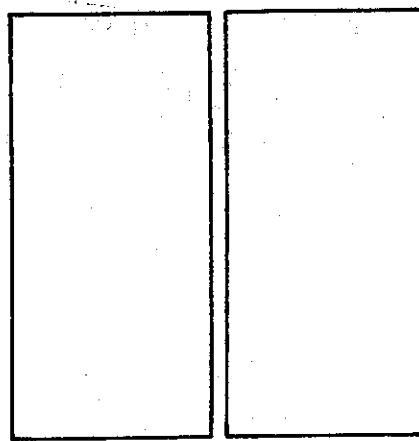
2.596w/oUO₂ fuel rod1.880, 2.080, 2.285, 2.588w/oUO₂ fuel rod3.205w/oUO₂ fuel rodPuO₂-UO₂ fuel rod

Fig. 1 Fuel rods

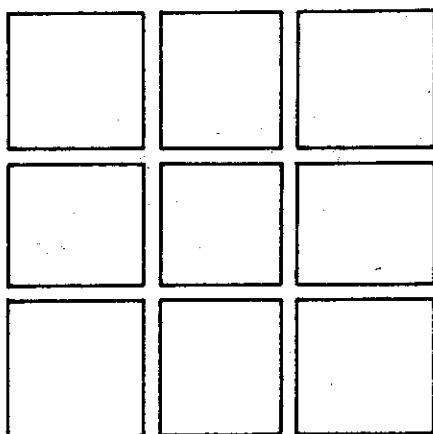


No water gap

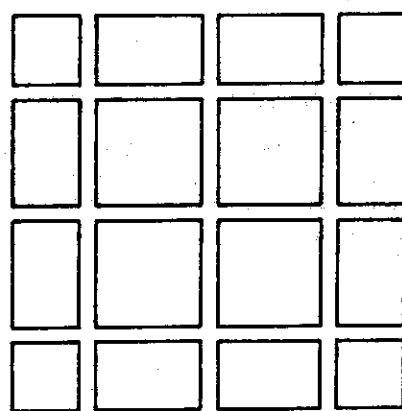


With water gap

One dimensional core



Double cross water gap



Mock-up

Two dimensional core

Fig. 2 Plane view of core

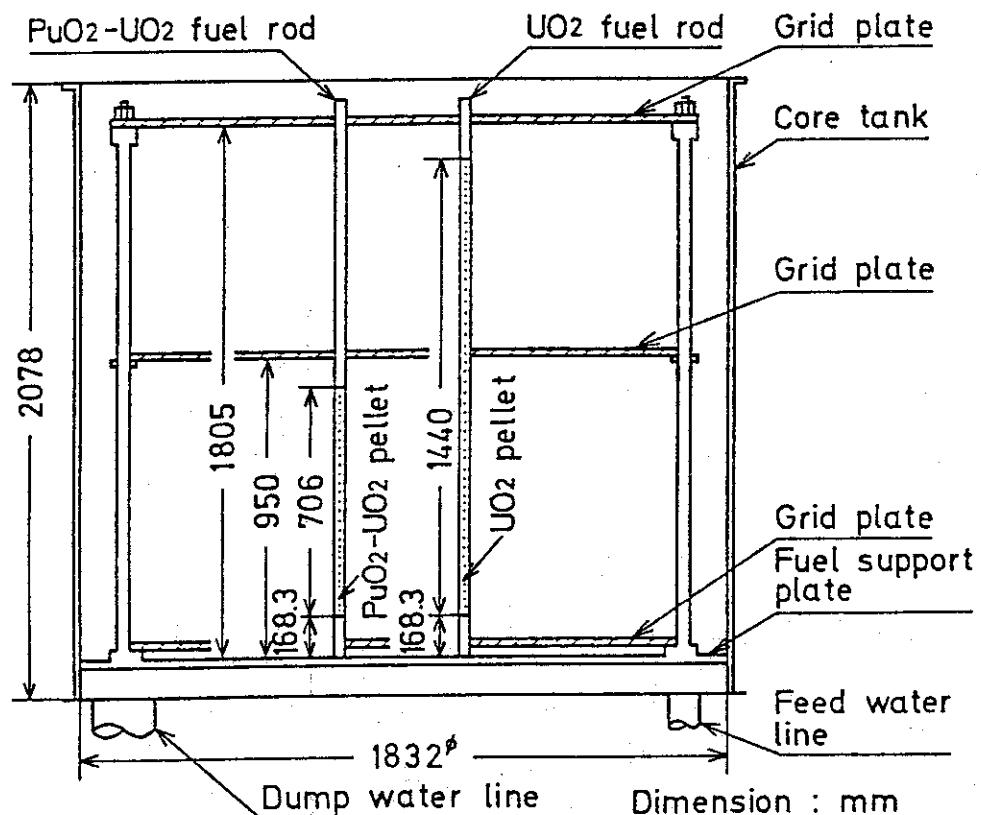


Fig. 3 Vertical cross - sectional view of core

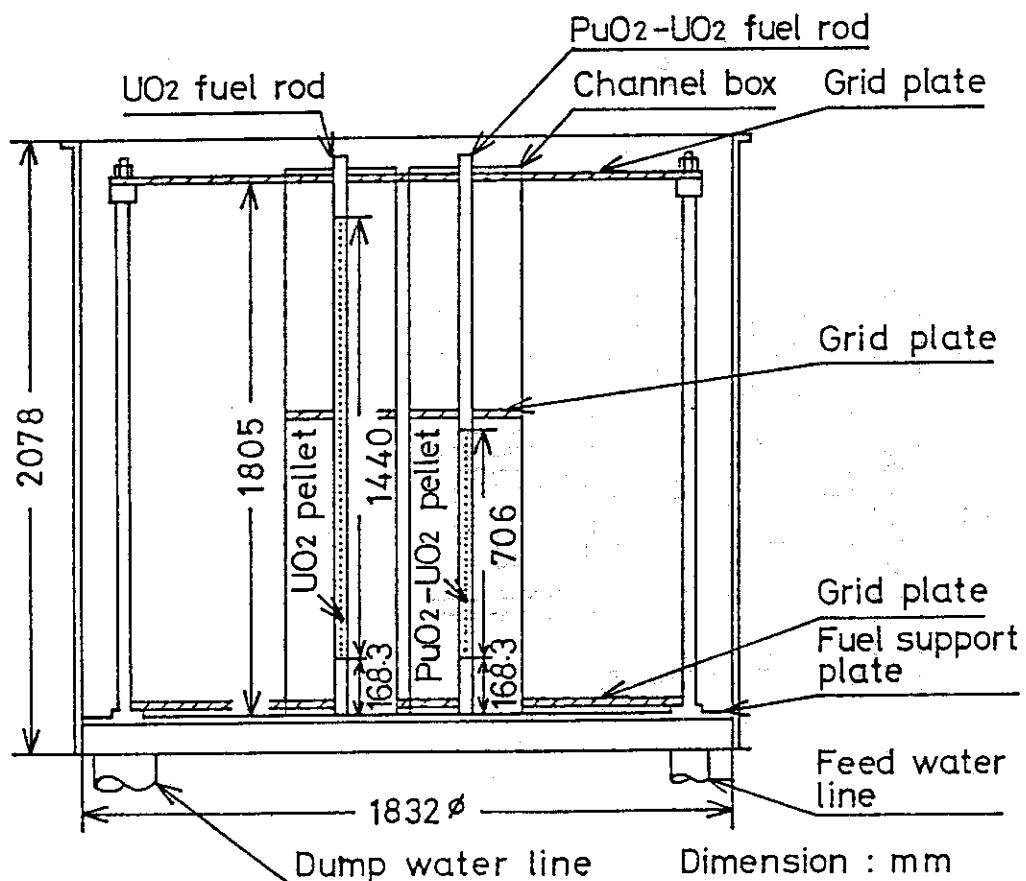


Fig. 4 Vertical cross-sectional view of BWR mock-up core

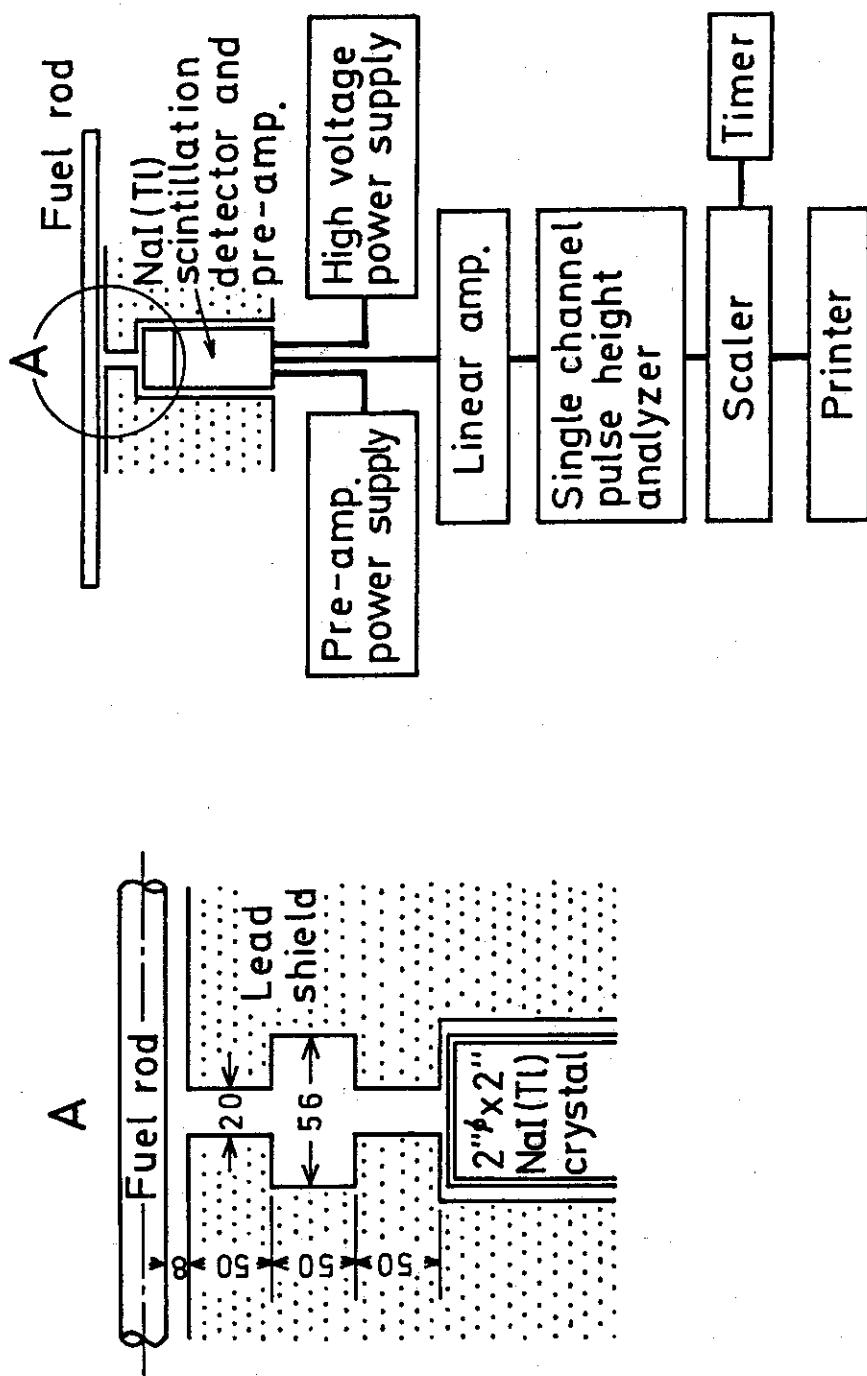


Fig. 5 Block diagram of γ -ray counting system for power distribution measurement

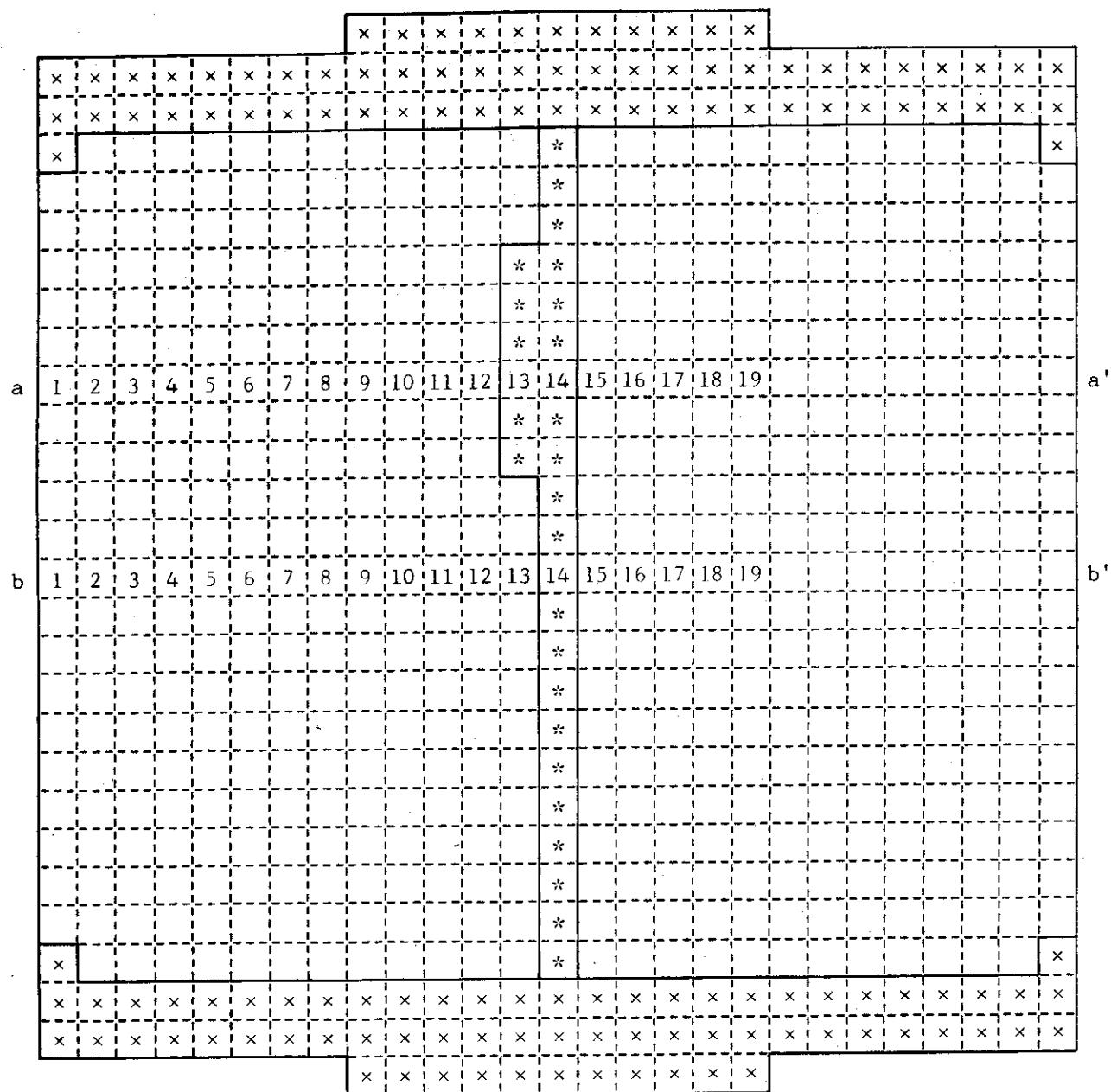
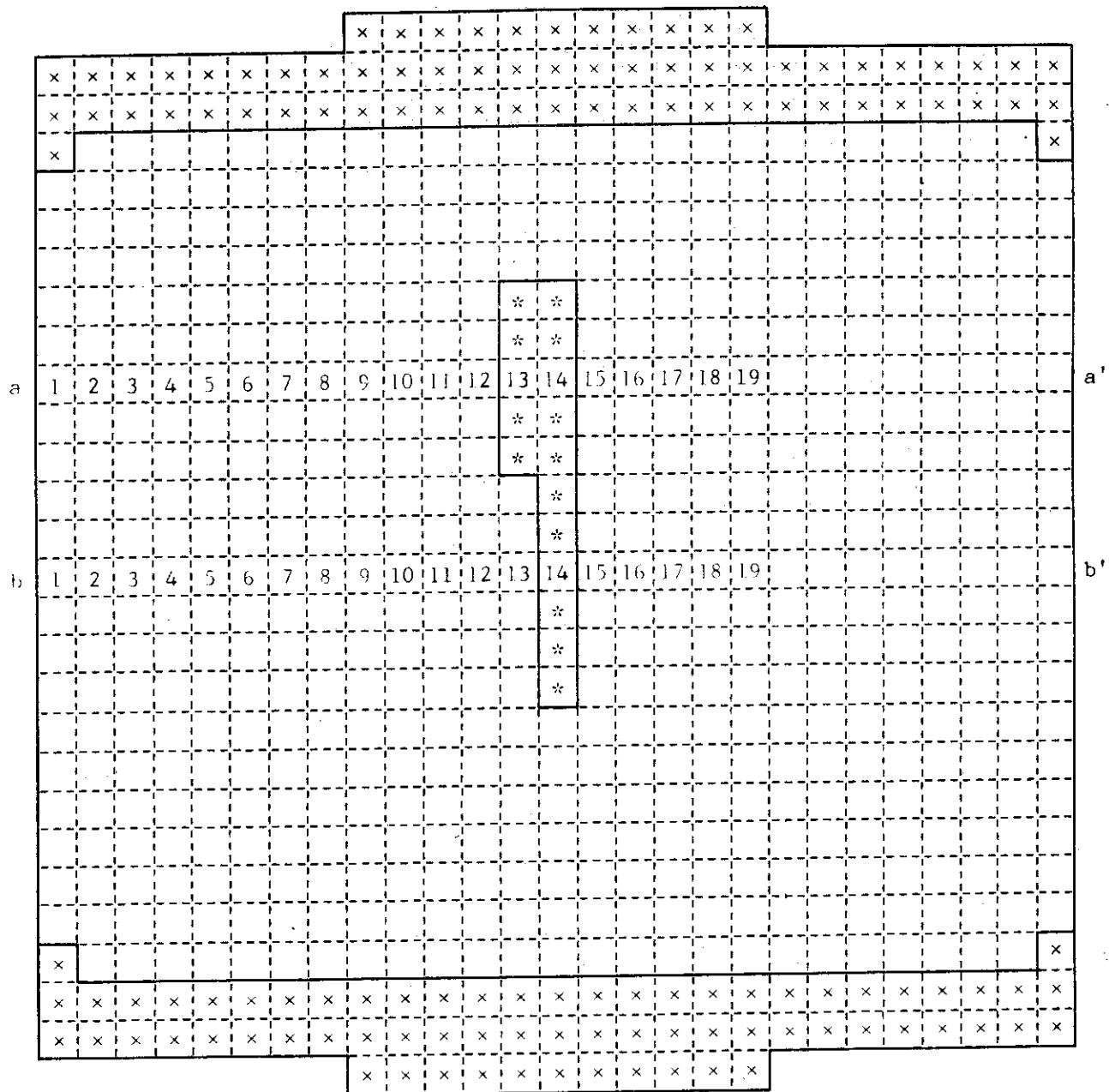


Fig. 6 Plan view of fuel arrangement in no water gap core with one and two-row test fuels.



- : 3.01w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$
- : 3.205w/o UO_2
- * : Test fuel rod (4.60w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$)
- N : Position number of measured fuel rod

Fig. 7 Plan view of fuel arrangement in no water gap core with one and two-row test fuels.

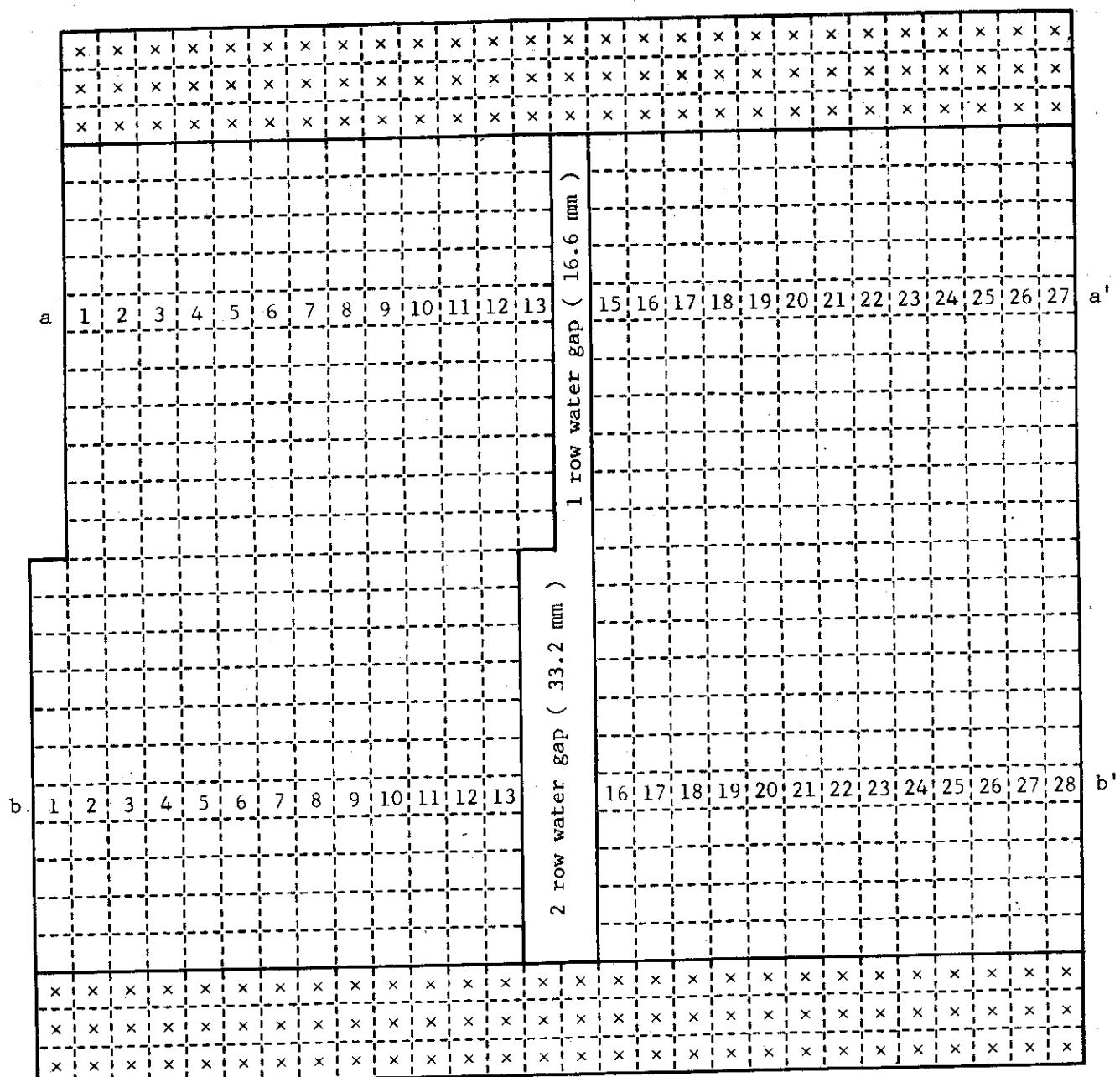


Fig. 8 Plan view of fuel arrangement in one and two-row water gap core.

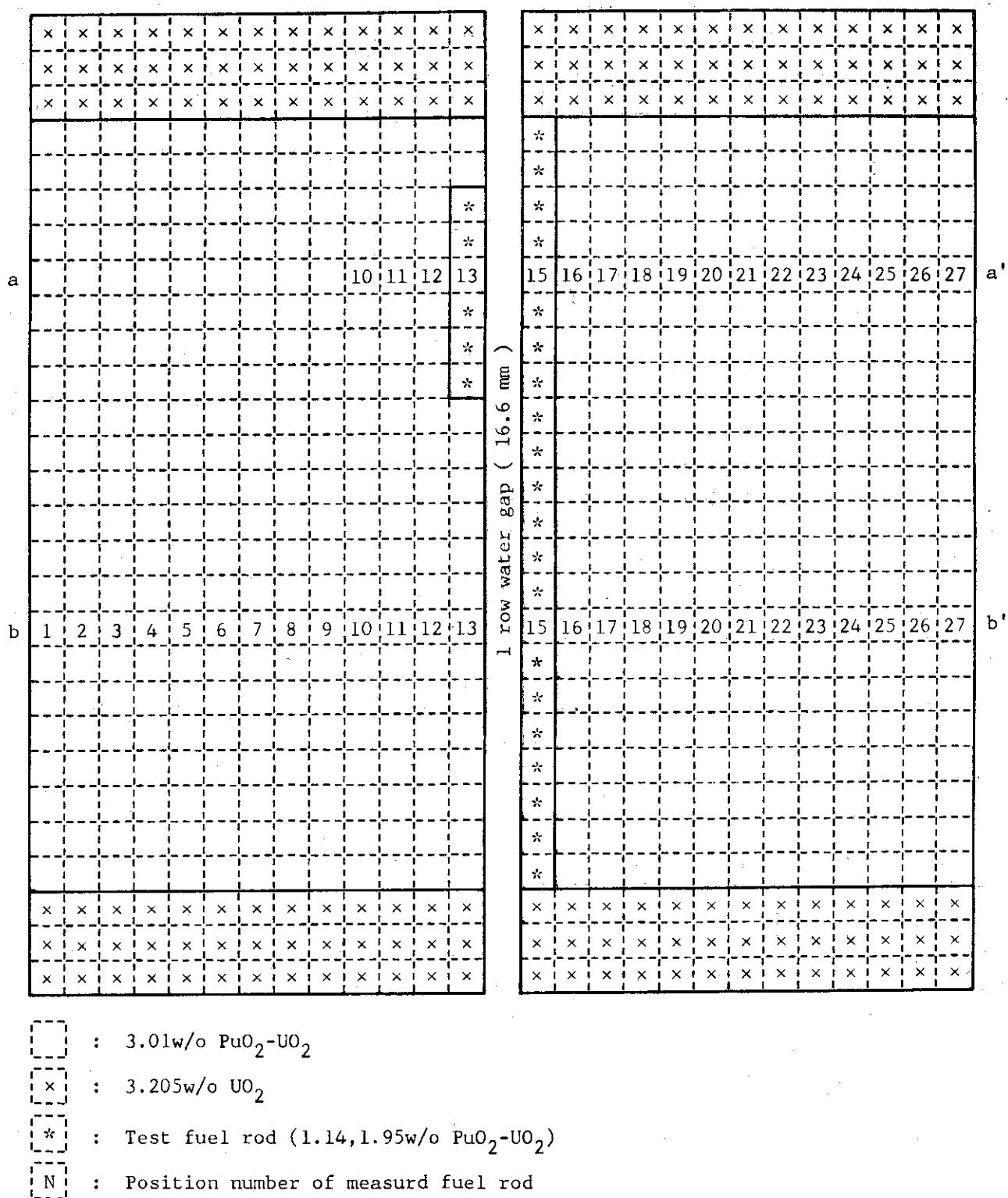


Fig. 9 Plan view of fuel arrangement in one-row water gap core with one-row test fuels.

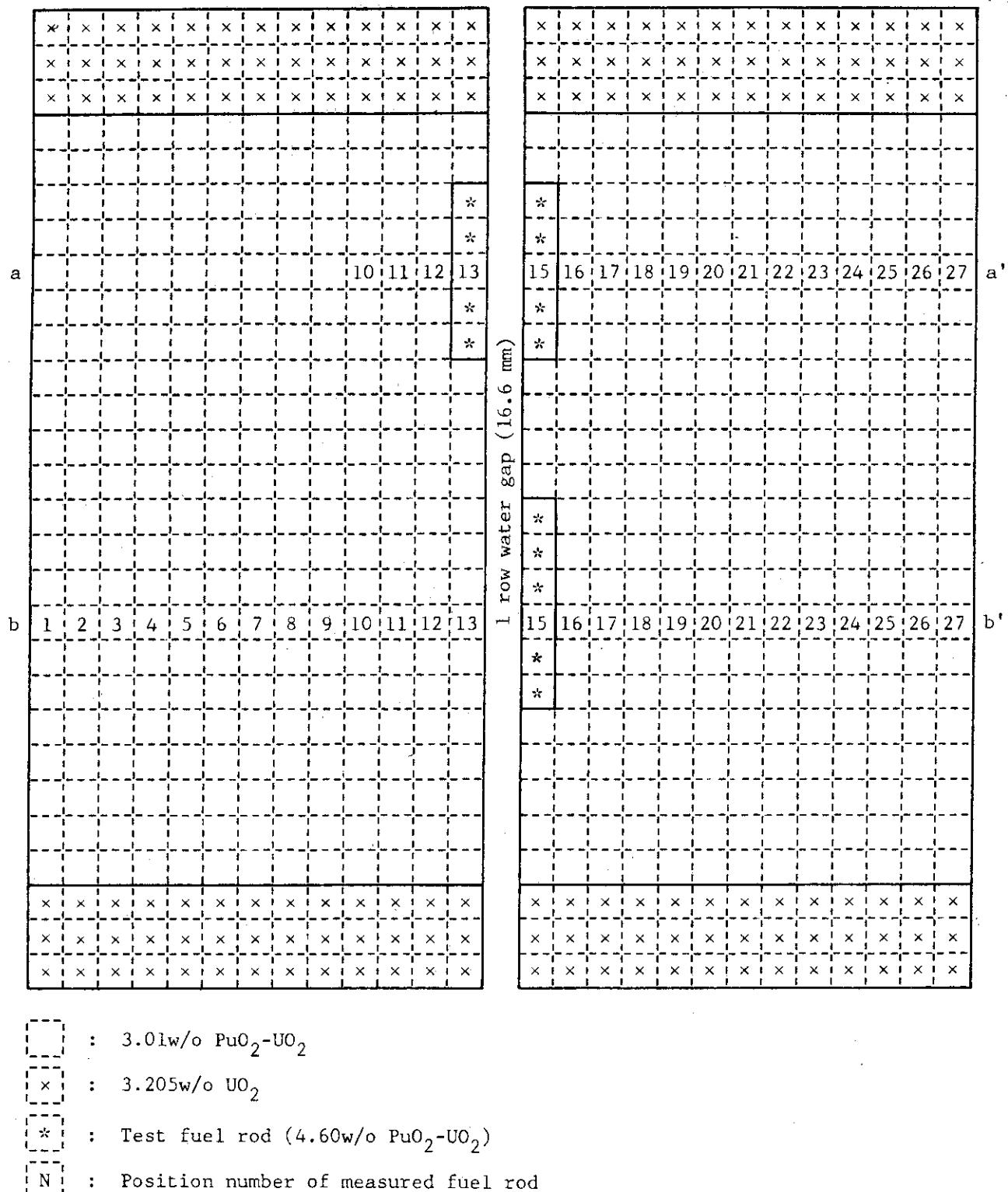


Fig. 10 Plan view of fuel arrangement in one-row water gap core with one-row test fuels.

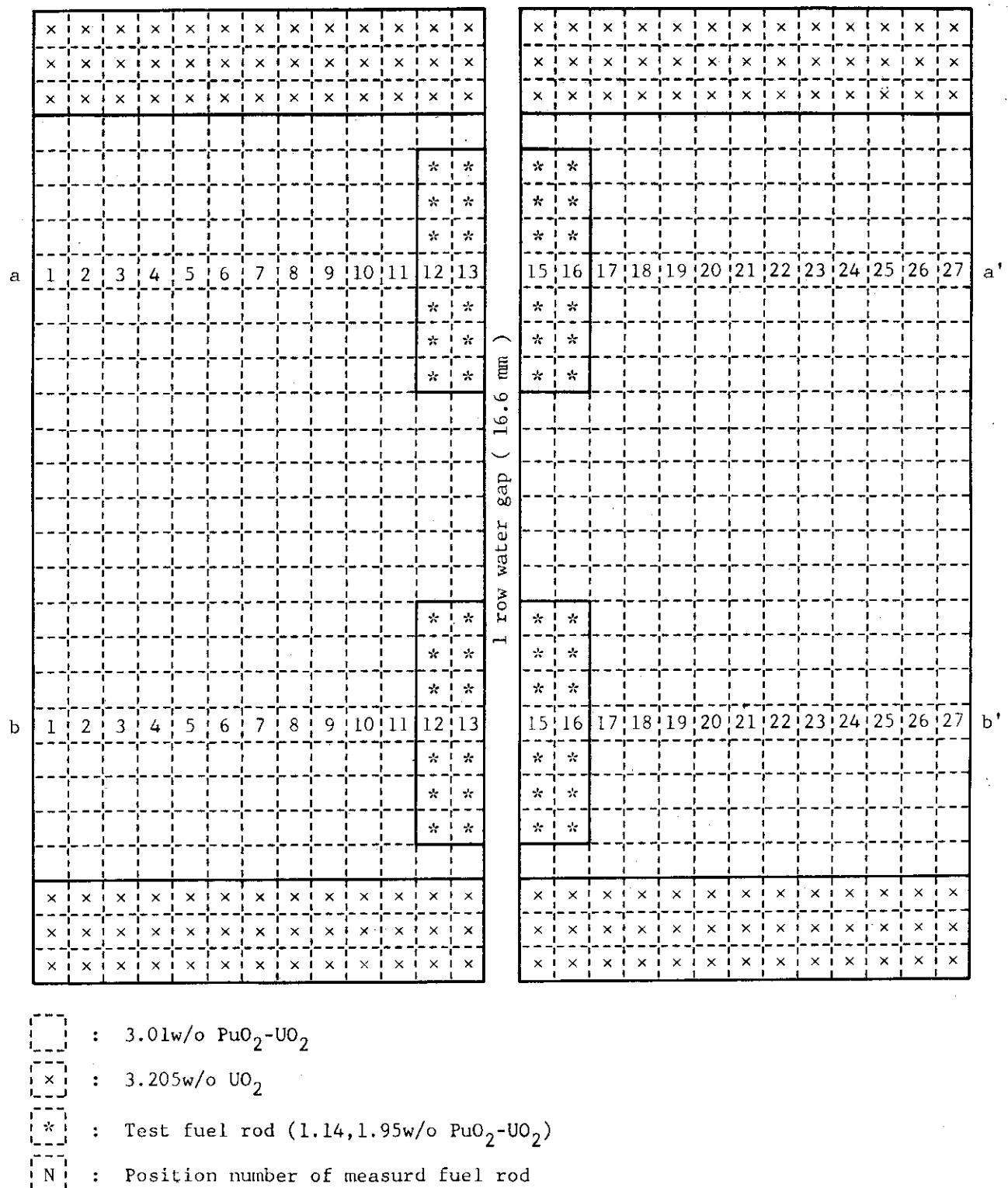


Fig. 11 Plan view of fuel arrangement in one-row water gap core with two-row test fuels.

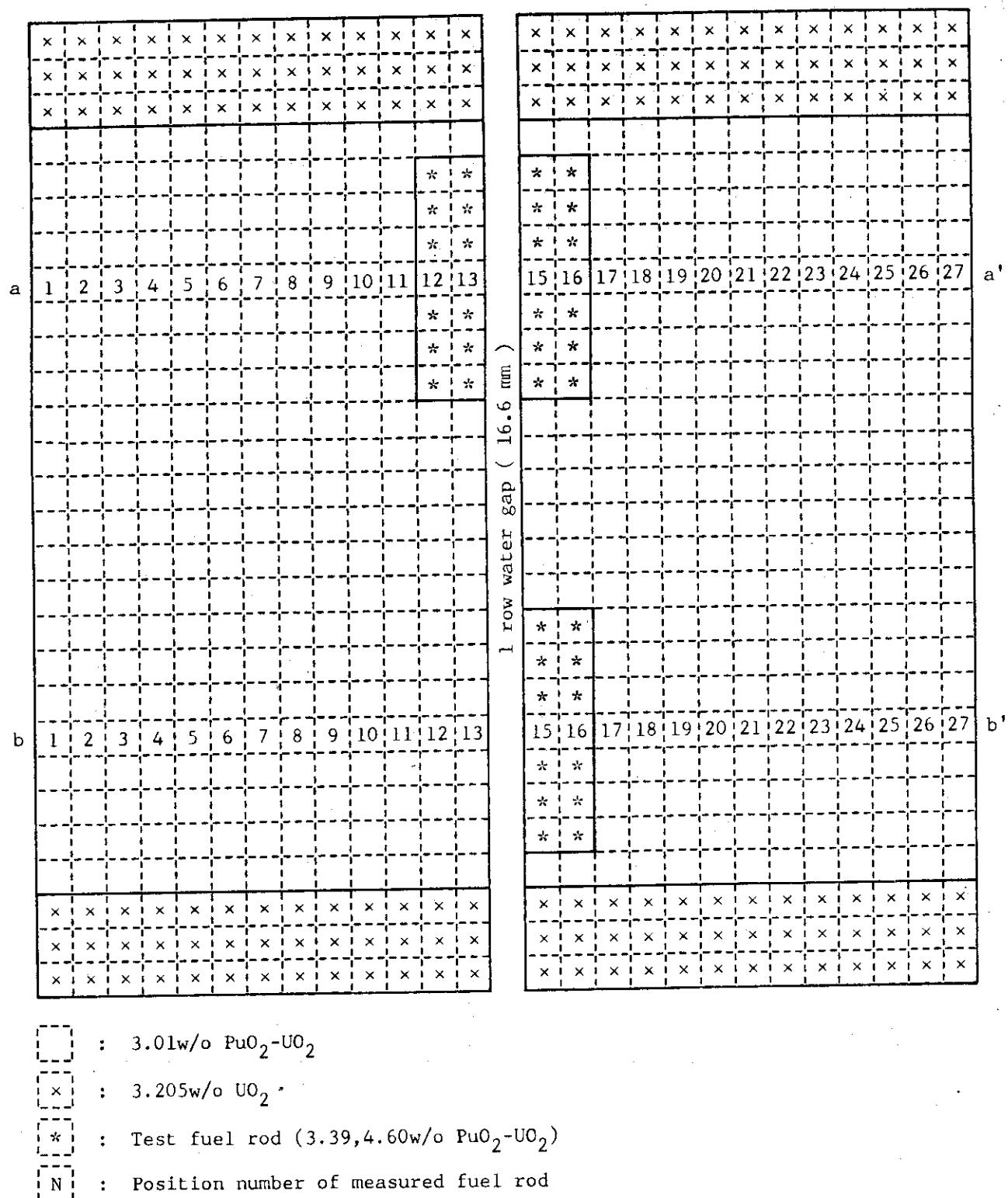


Fig. 12 Plan view of fuel arrangement in one-row water gap core with two-row test fuels.

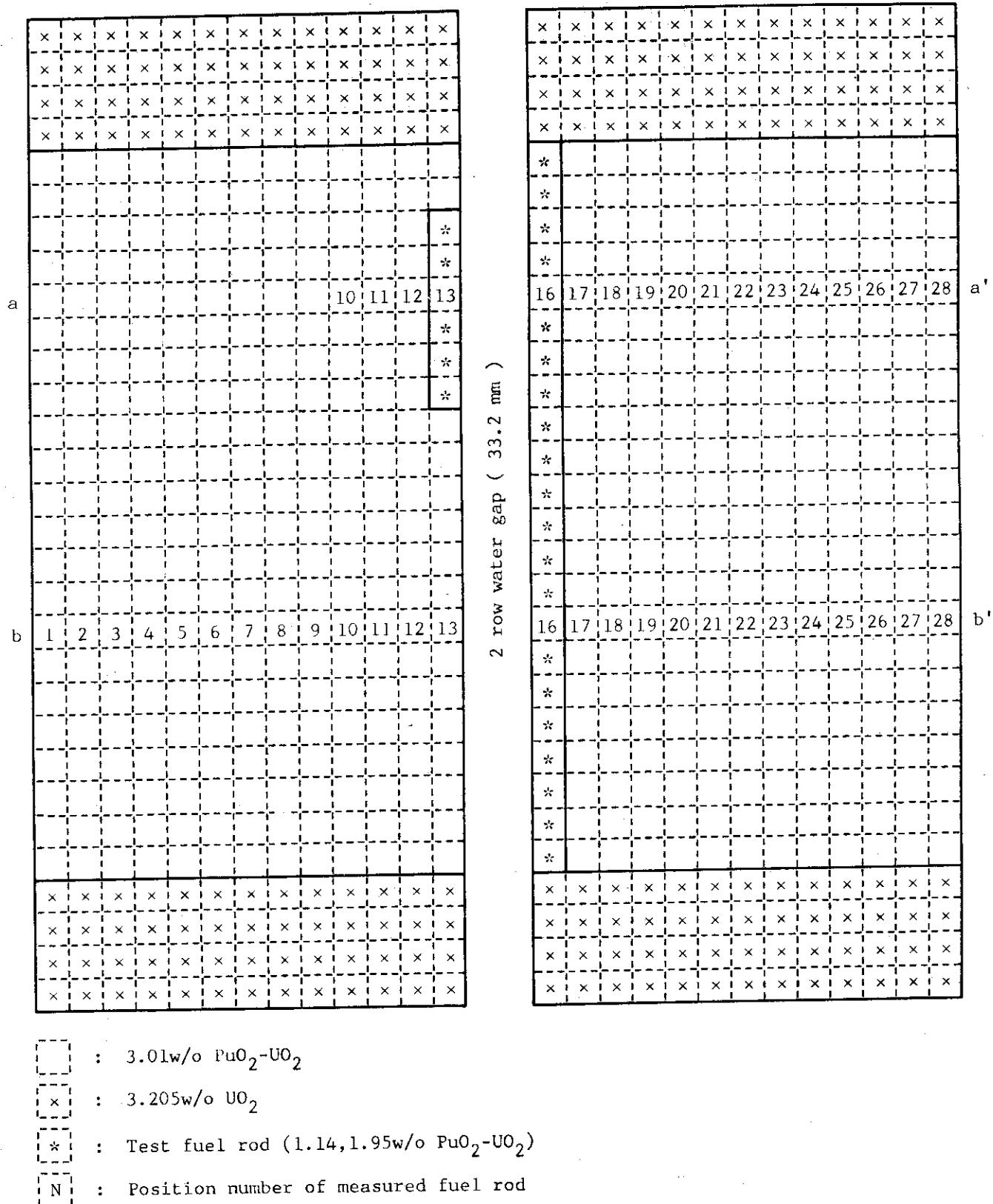


Fig. 13 Plan view of fuel arrangement in two-row water gap core with one-row test fuels.

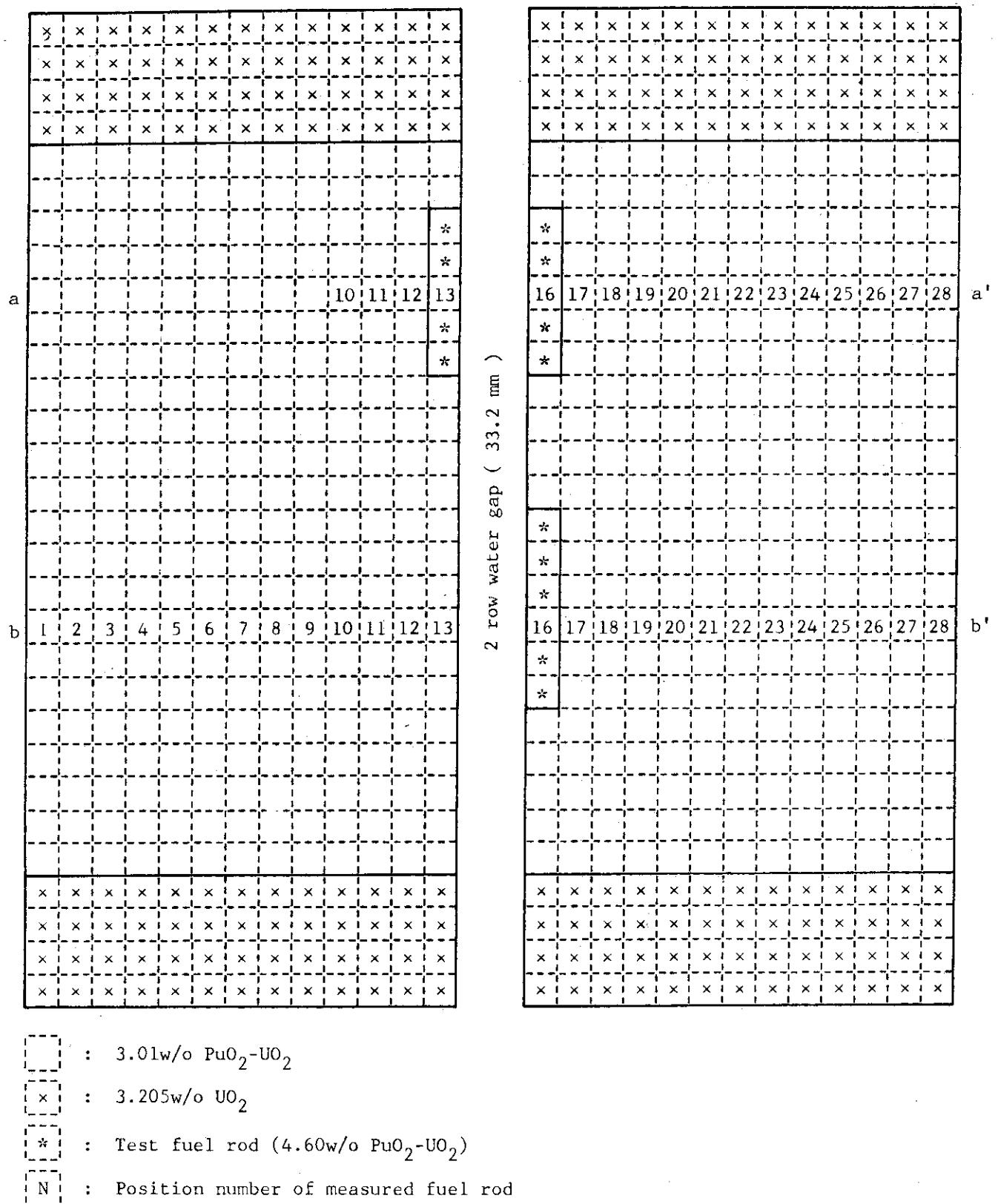


Fig. 14 Plan view of fuel arrangement in two-row water gap core with one-row test fuels.

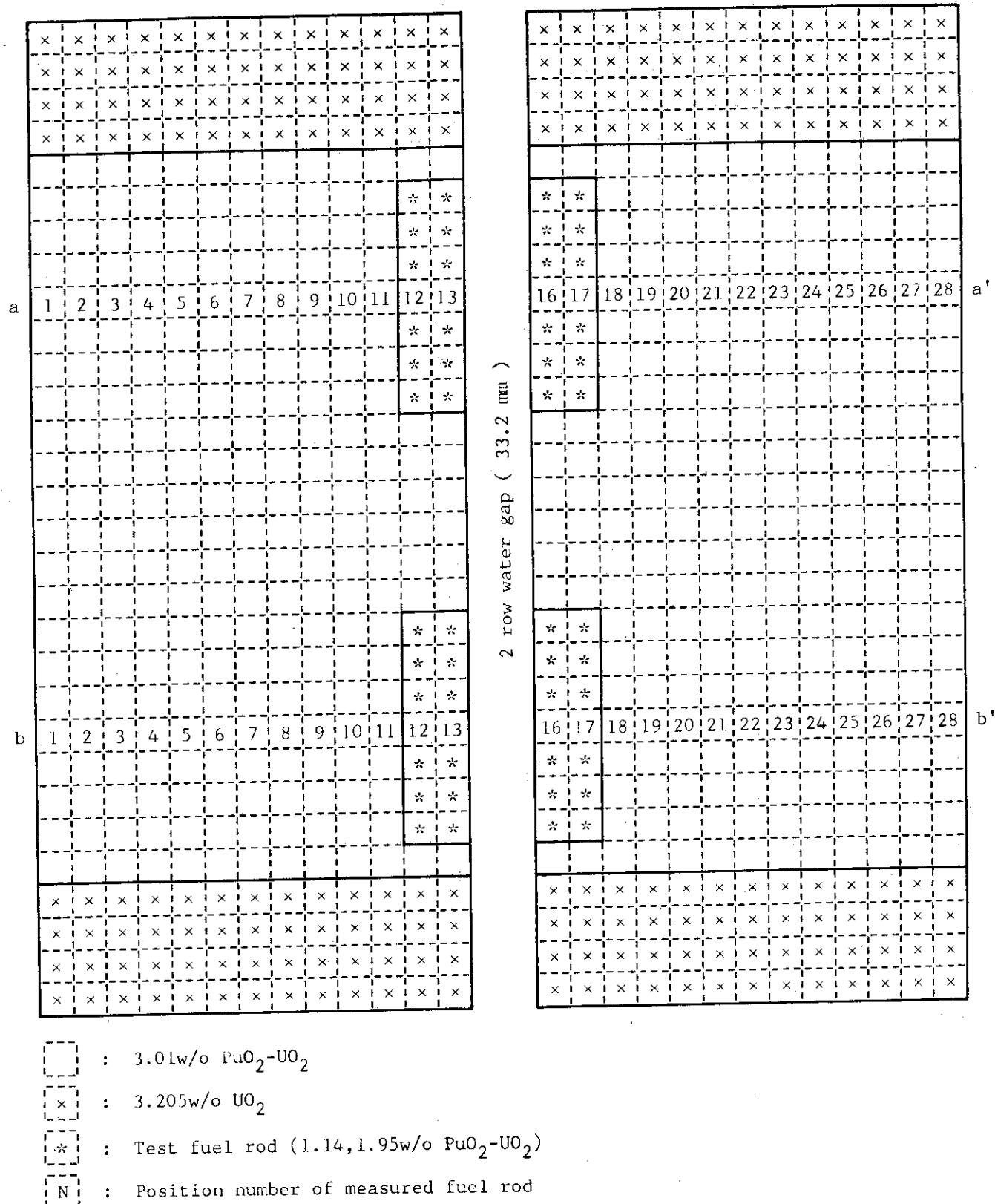


Fig. 15 Plan view of fuel arrangement in two-row water gap core with two-row test fuels.

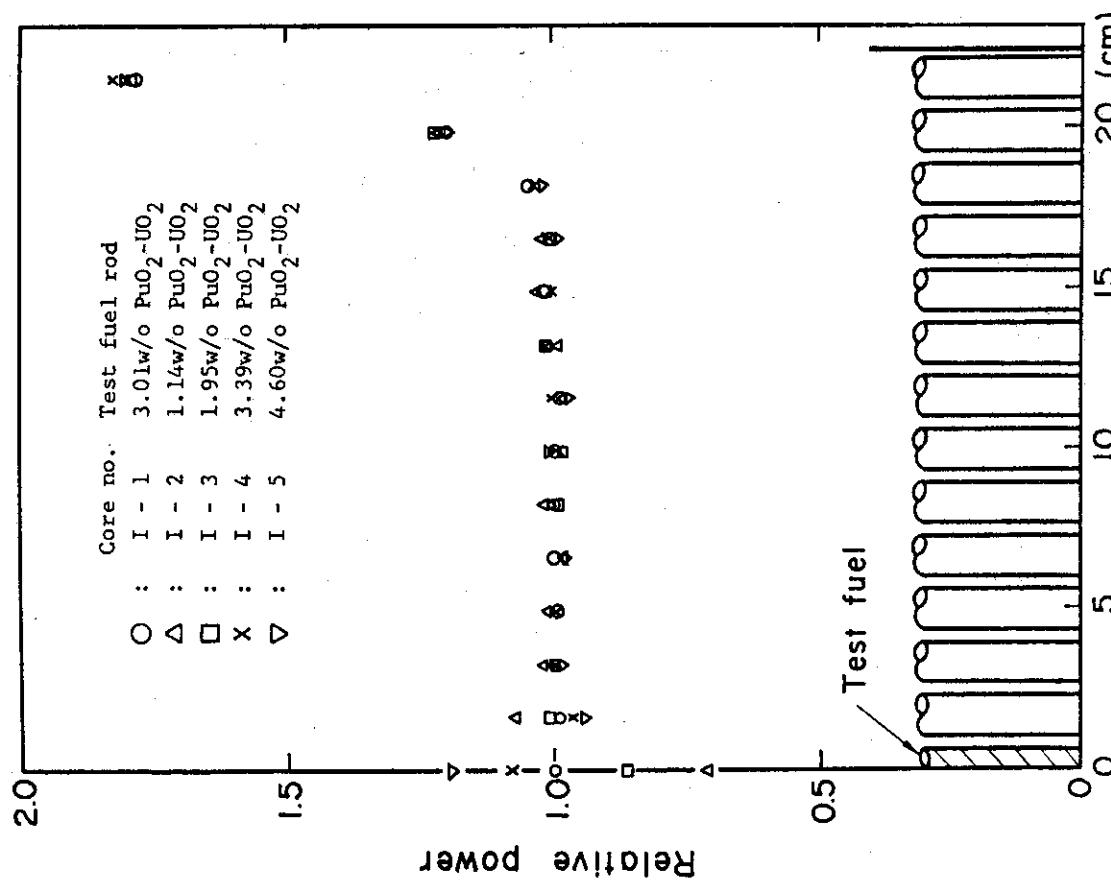


Fig. 16 Power distribution in no water gap core with one-row test fuels.

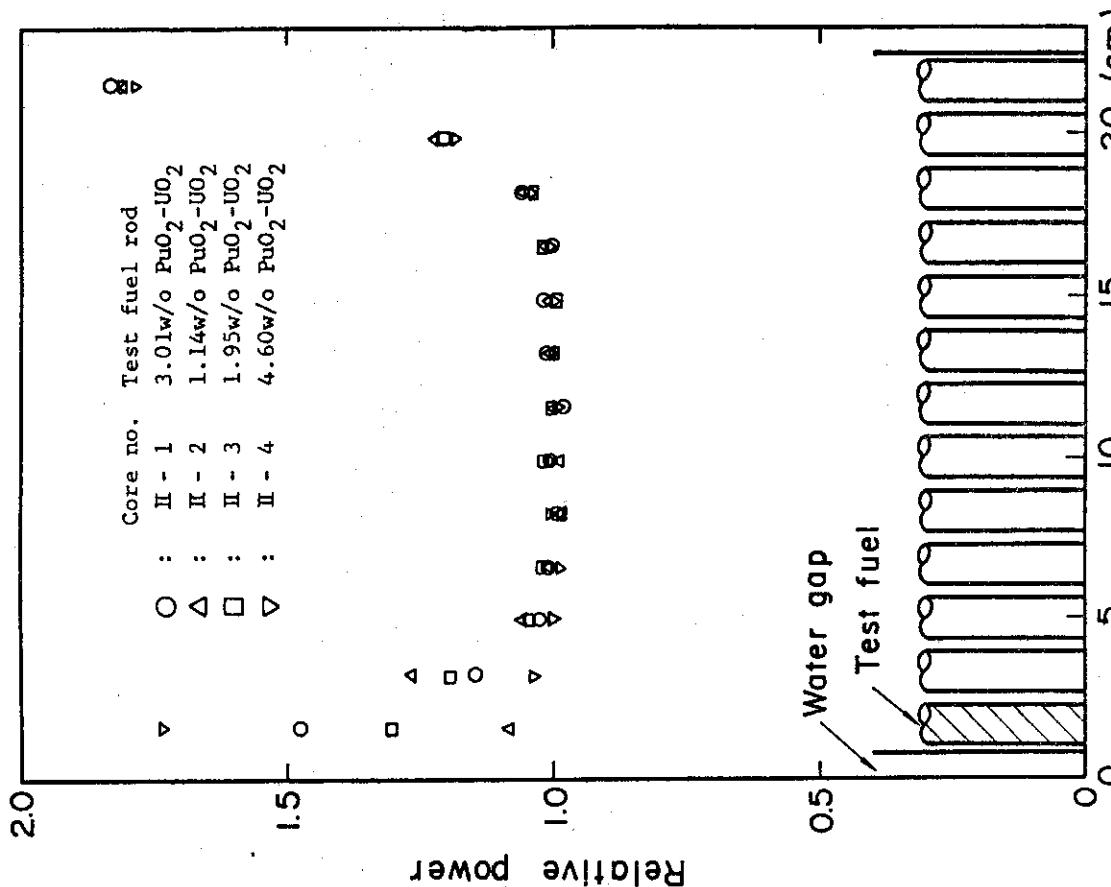


Fig. 17 Power distribution in one-row water gap core with one-row test fuels.

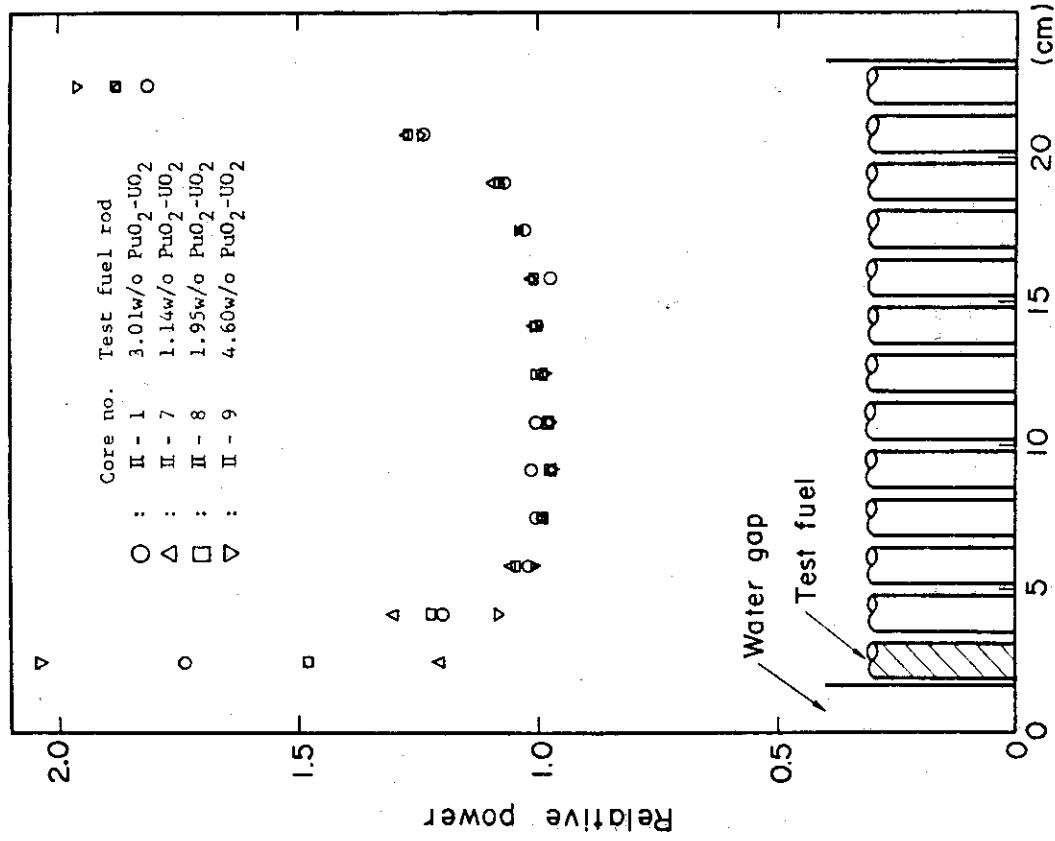


Fig. 18 Power distribution in two-row water gap core with one-row test fuels.

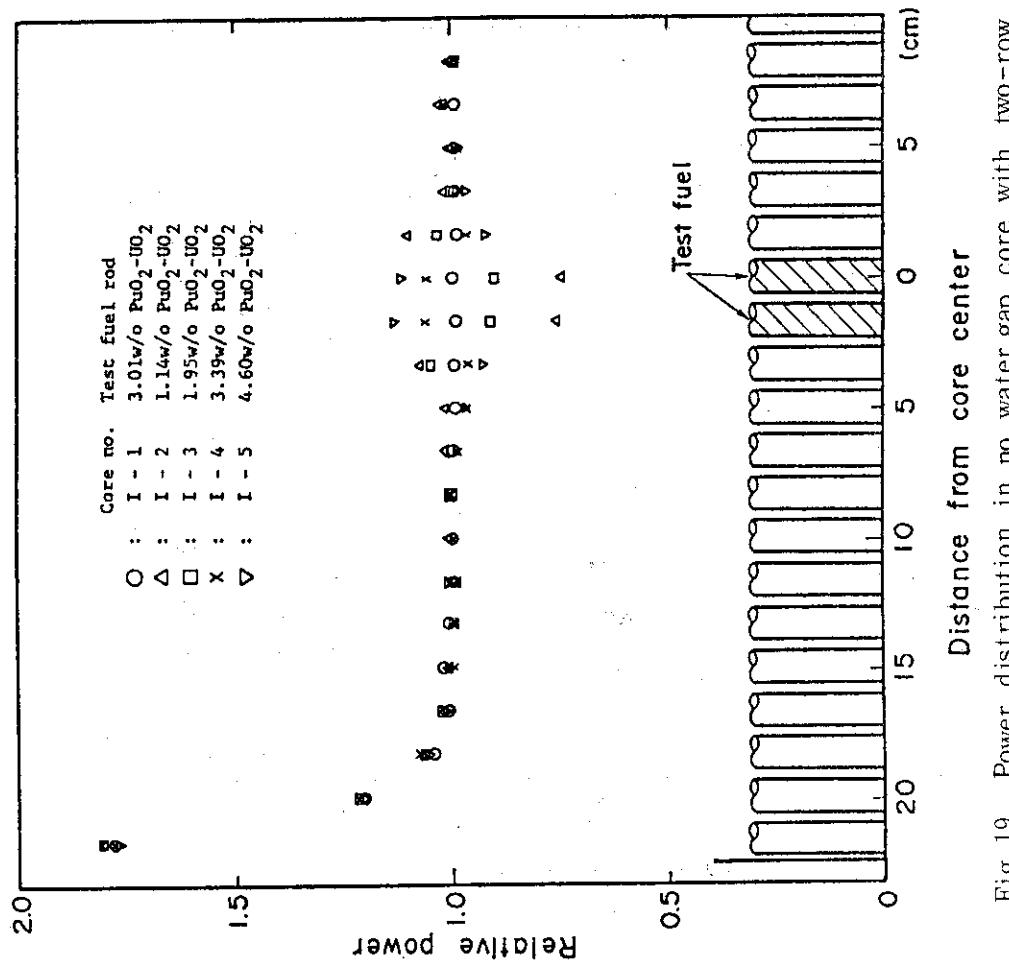


Fig. 19 Power distribution in no water gap core with two-row test fuels.

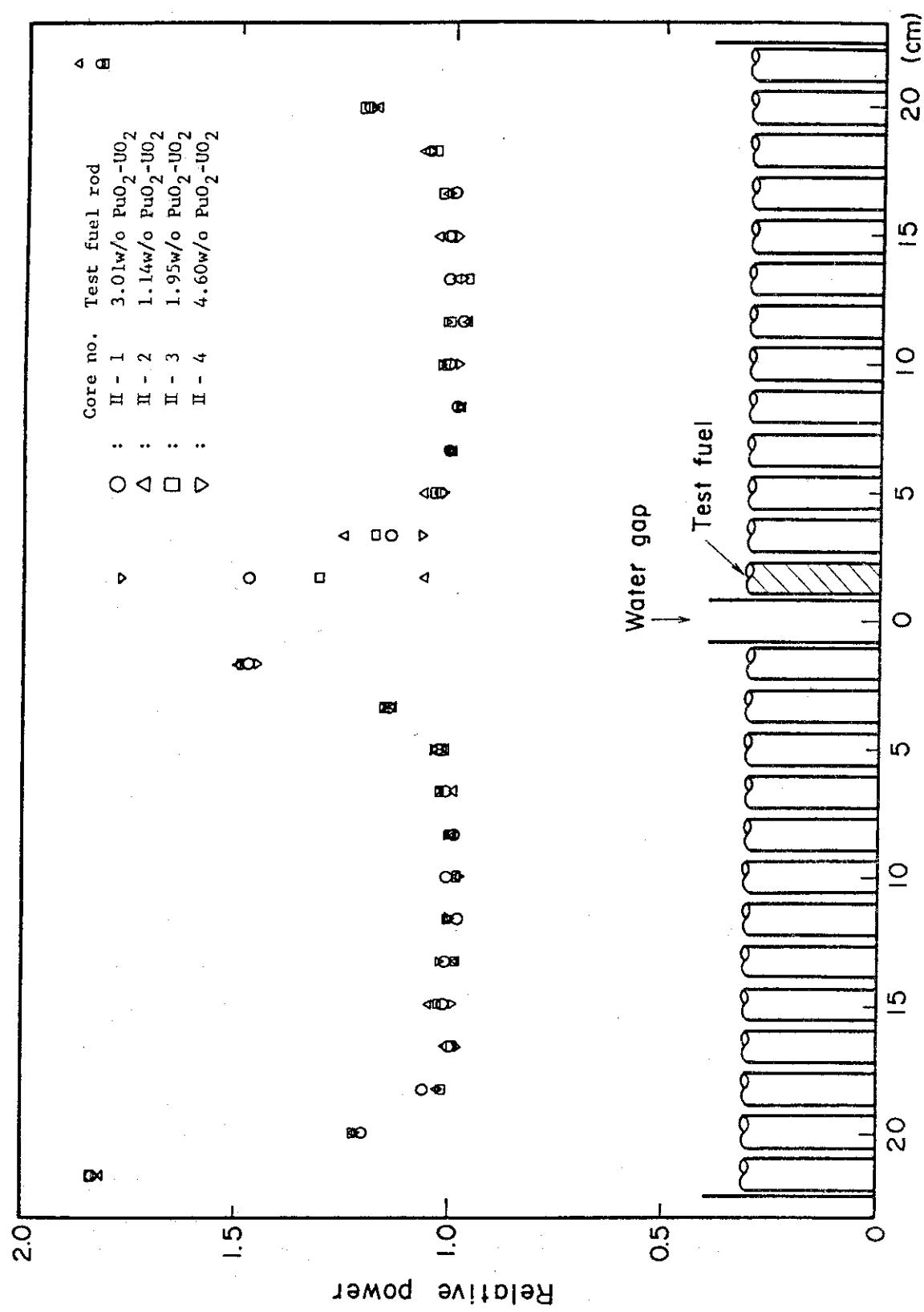


Fig. 20 Power distribution in one-row water gap core with one-row test fuels.
Distance from core center

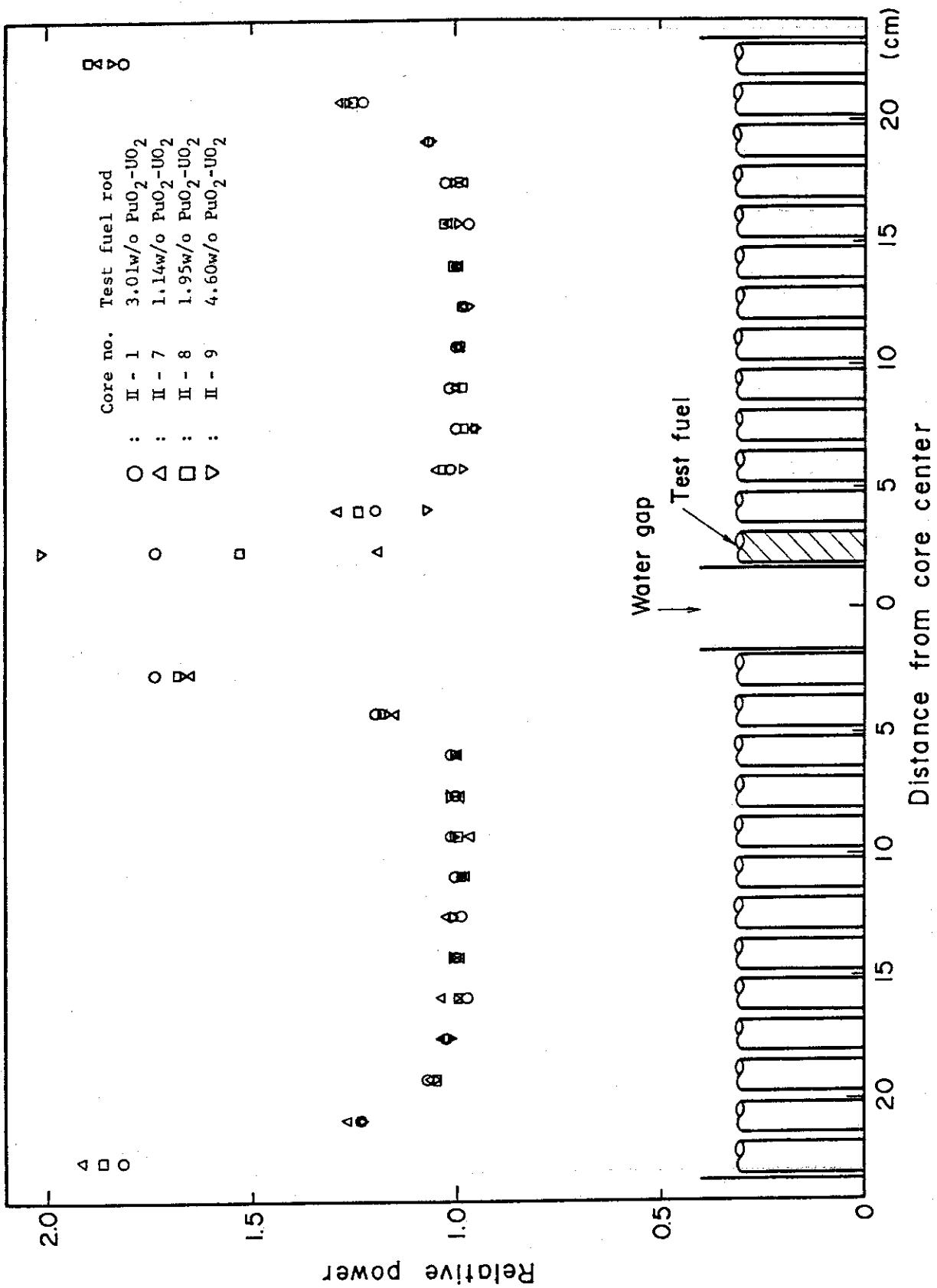


Fig. 21 Power distribution in two-row water gap core with one-row test fuels.

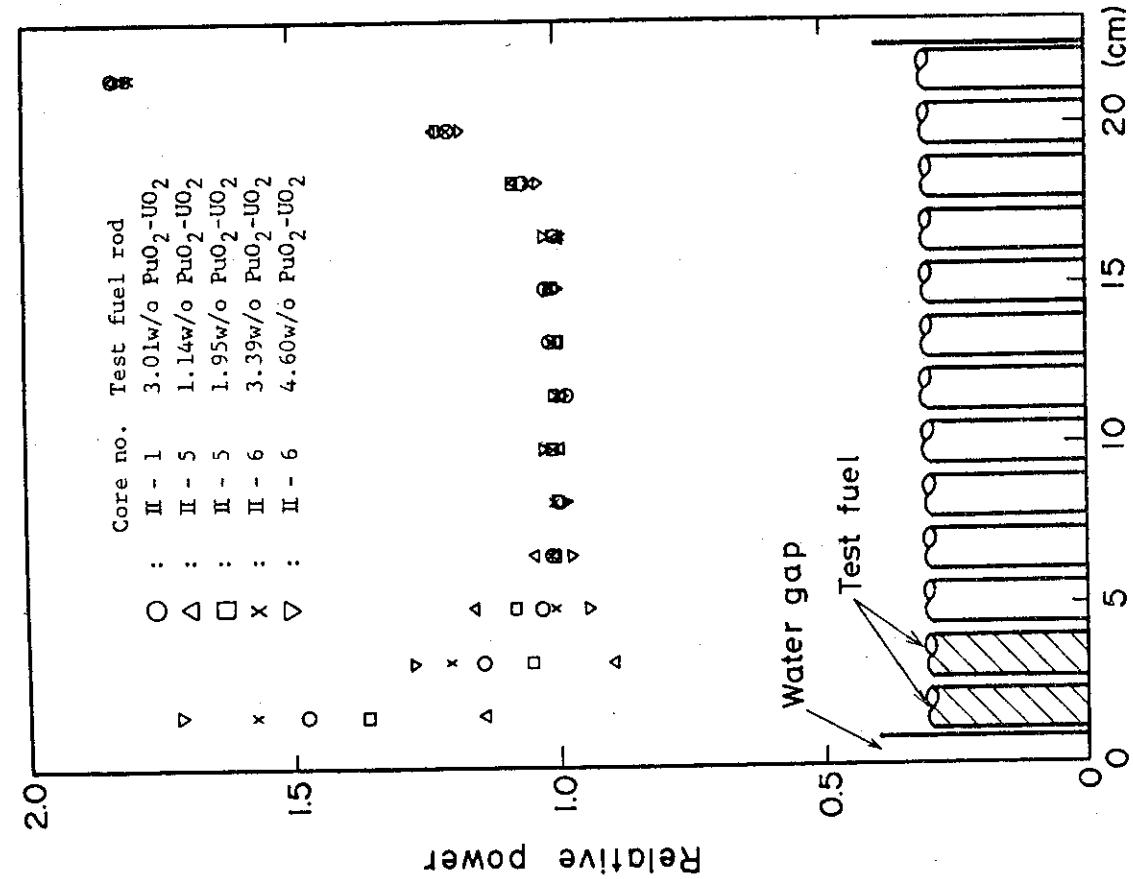


Fig. 22 Power distribution in one-row water gap core with two-row test fuels.

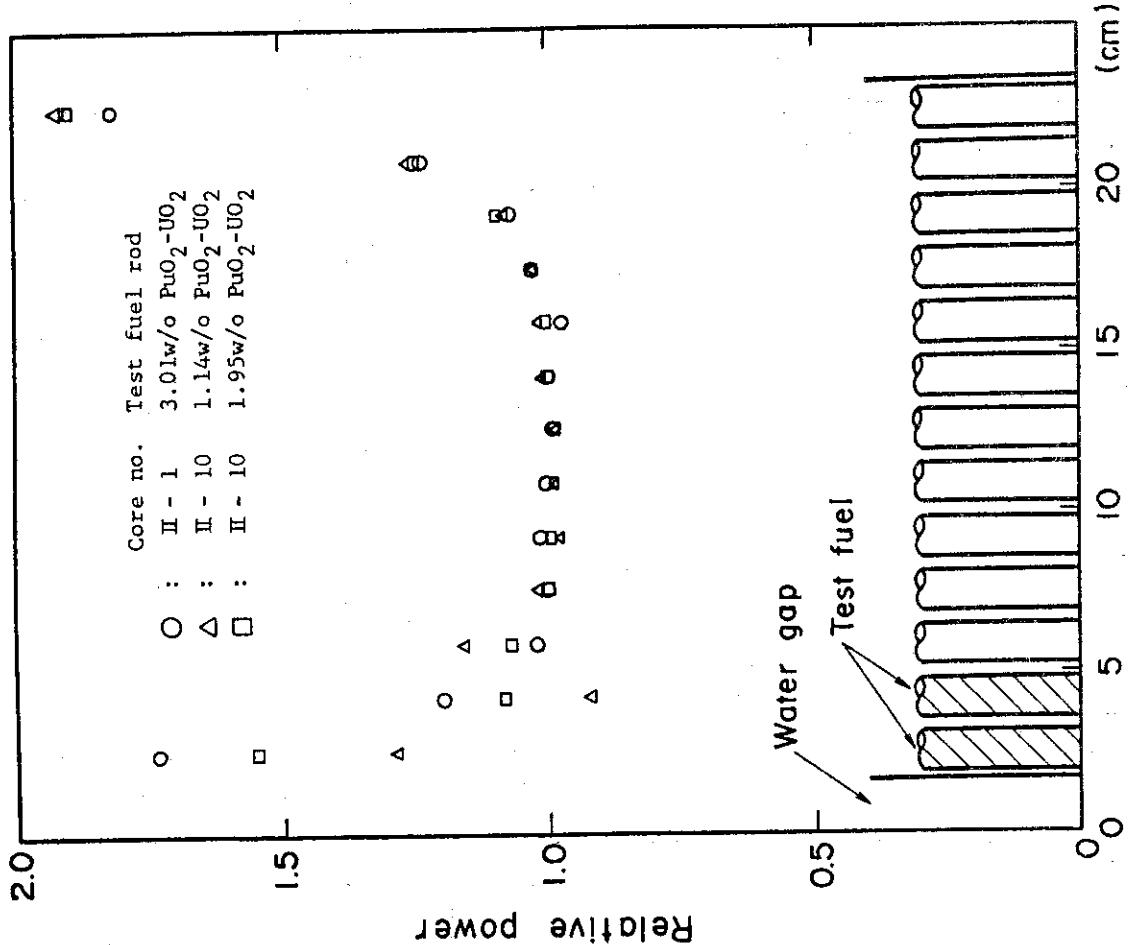


Fig. 23 Power distribution in two-row water gap core with two-row test fuels.

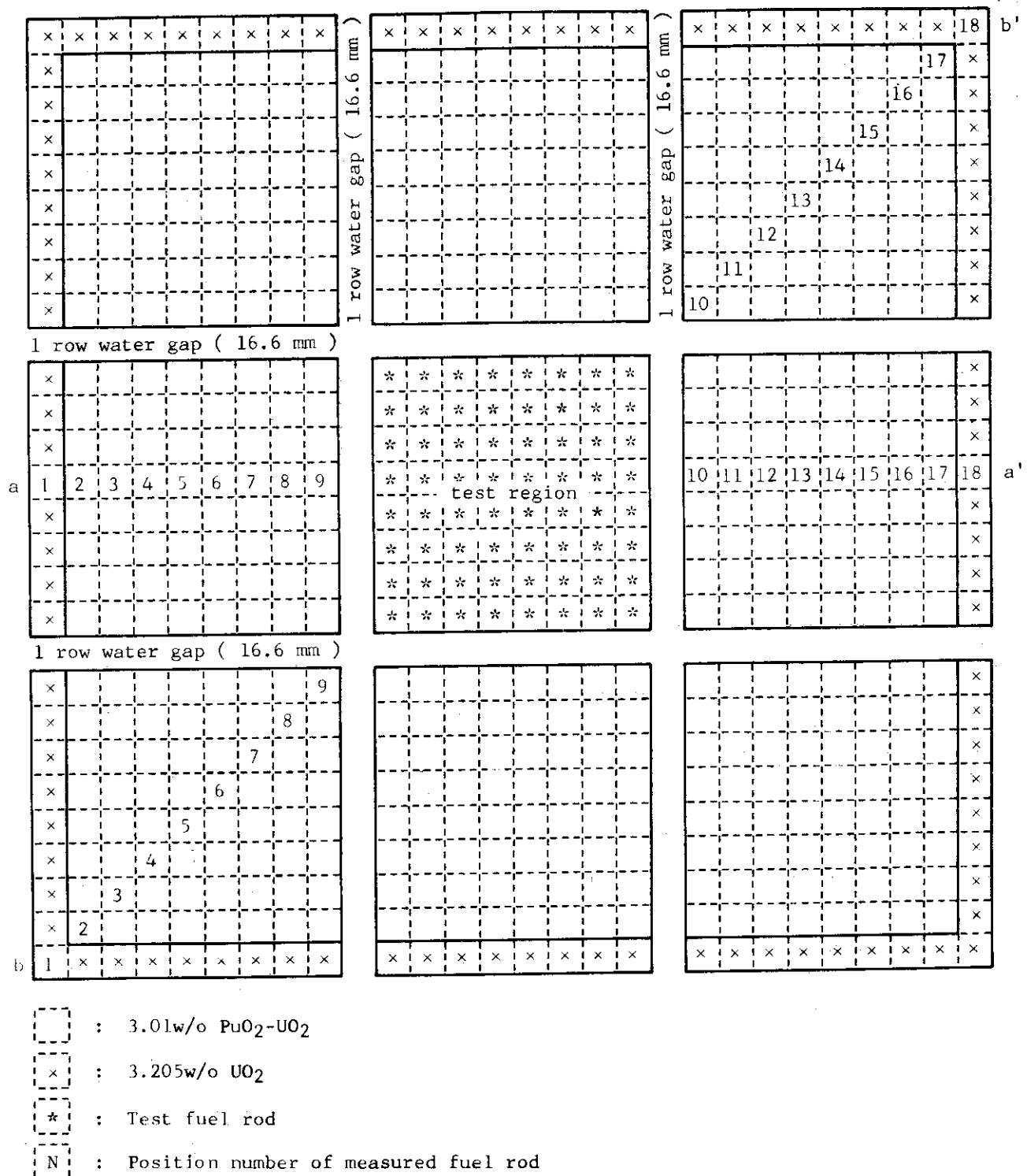


Fig. 24 Plan view of fuel arrangement in core with one-row double cross water gaps.

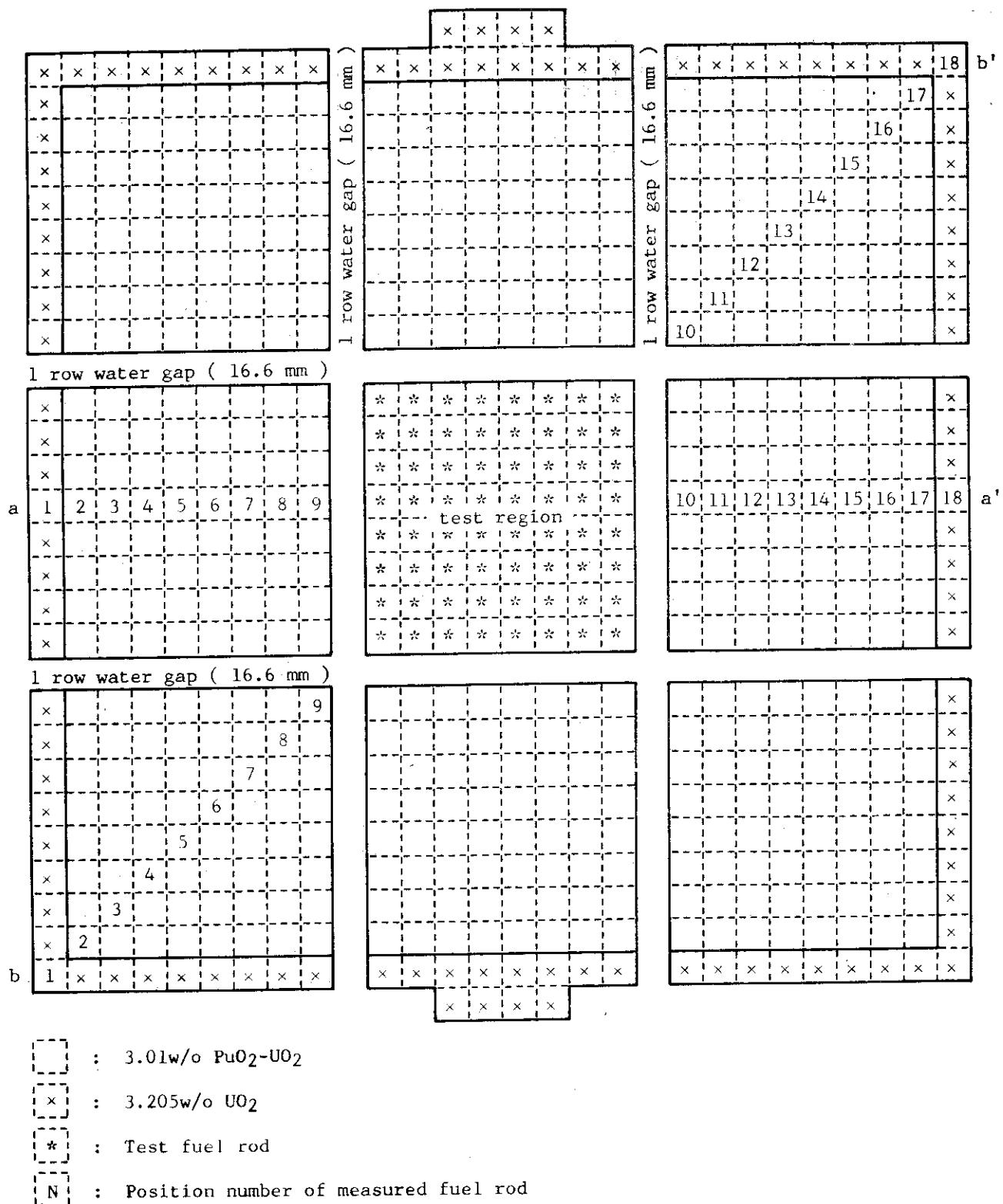


Fig. 25 Plan view of fuel arrangement in core with one-row double cross water gaps.

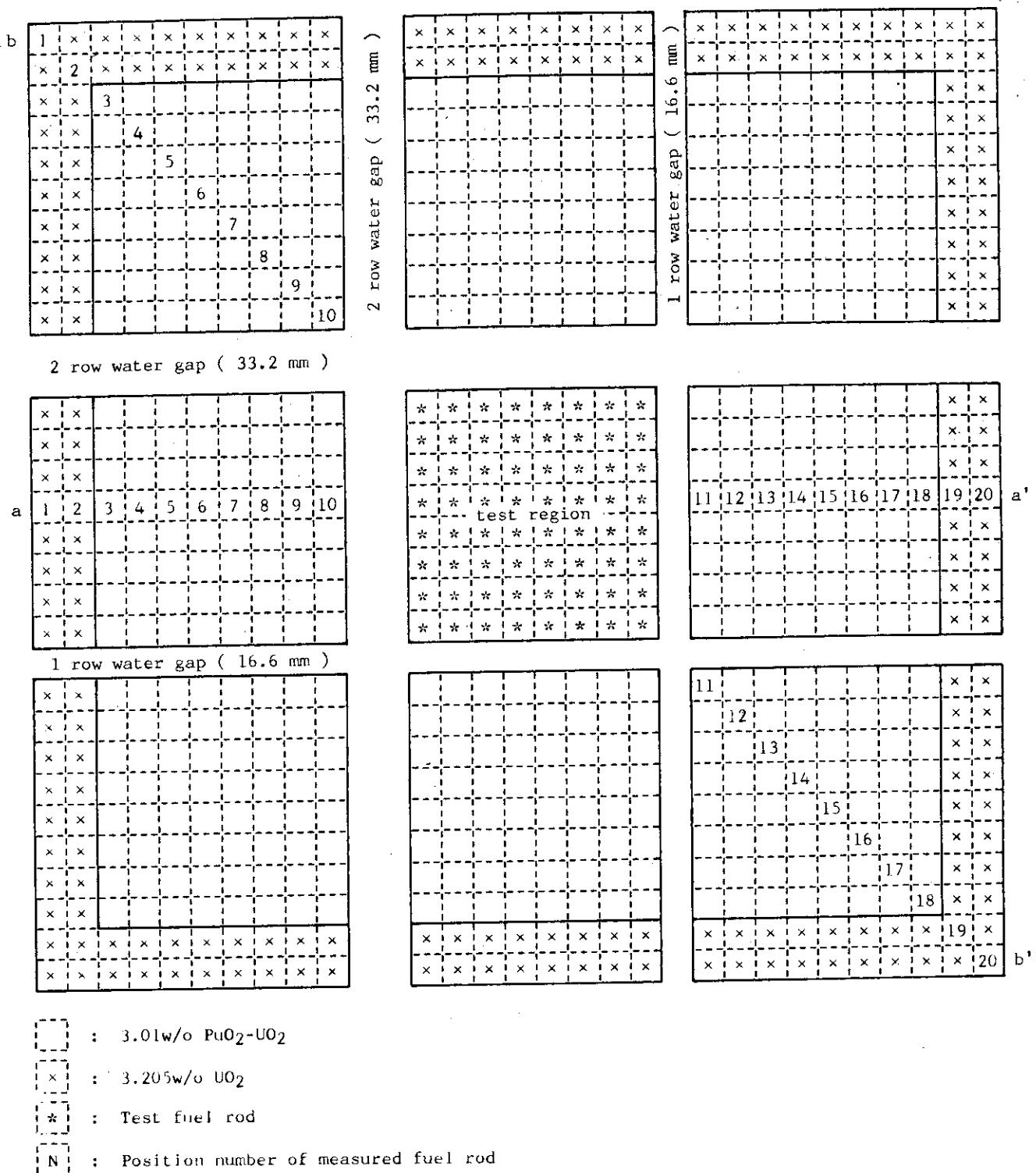


Fig. 26 Plan view of fuel arrangement in core with one and two-row double water gaps.

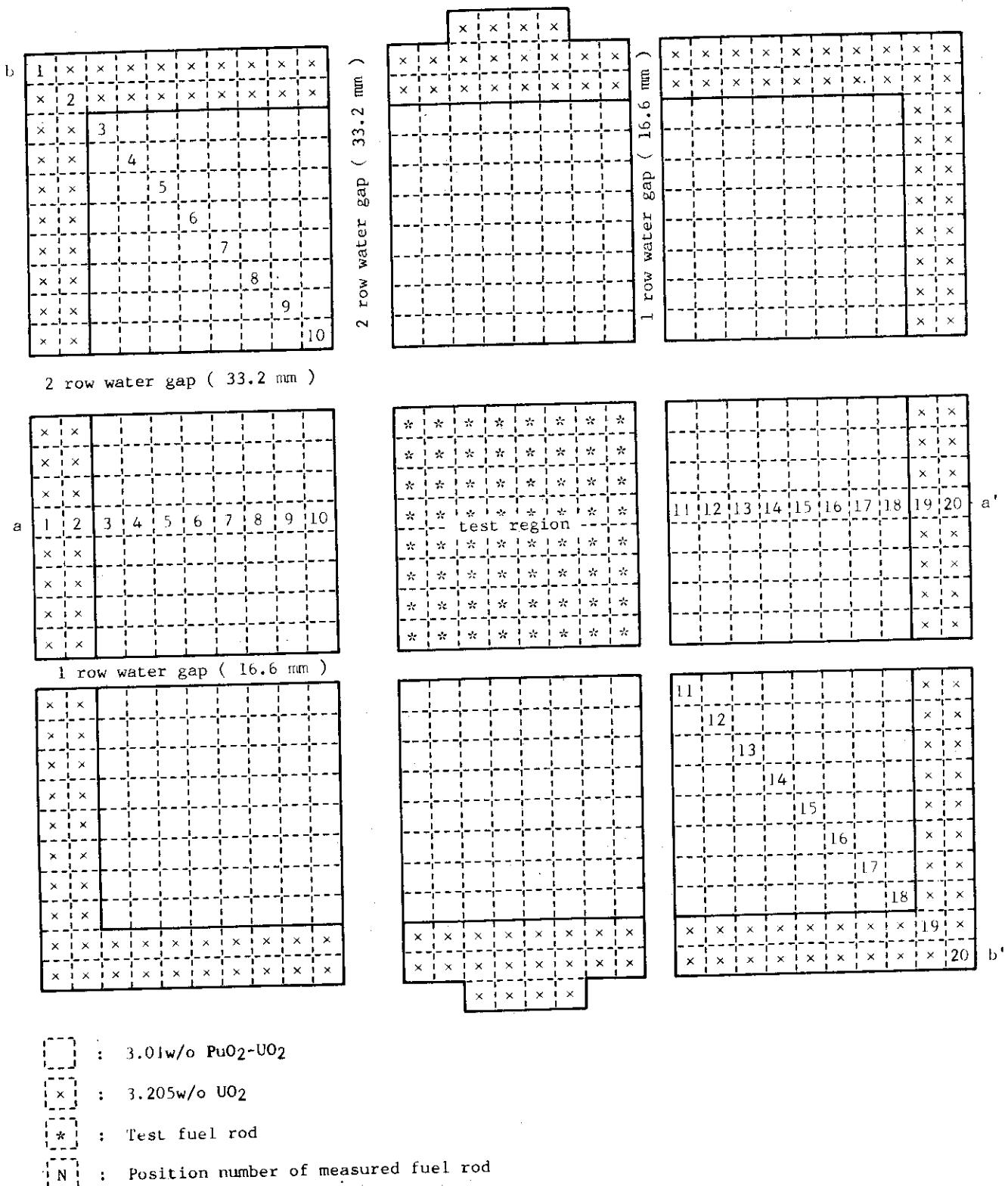
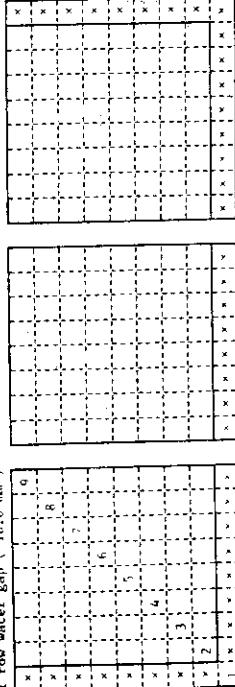
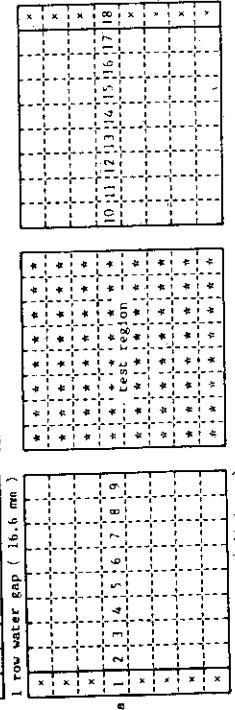
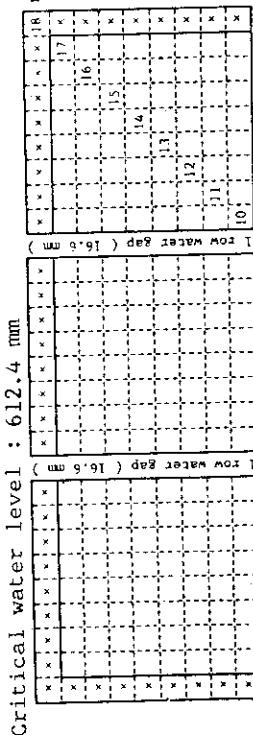


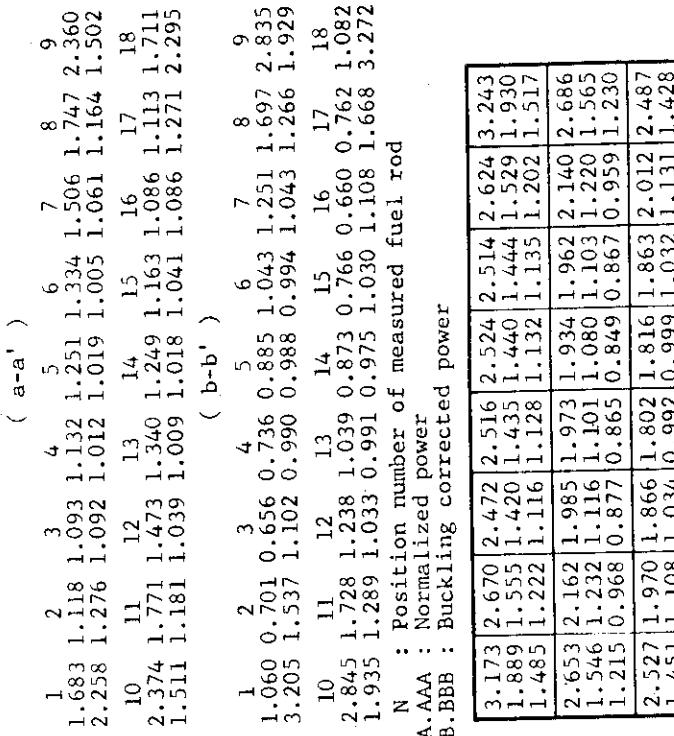
Fig. 27 Plan view of fuel arrangement in core with one and two-row double water gaps.

Run no. : 6067 Date : Oct. 27, '76



Fuel rod arrangement in experimental core

PO																
PO																
PO																
PO																
PO																
PO																
PO																
PO																



N : Position number of measured fuel rod
A.AAA : Normalized power
B.BBB : Buckling corrected power
C.CCC : Peaking factor

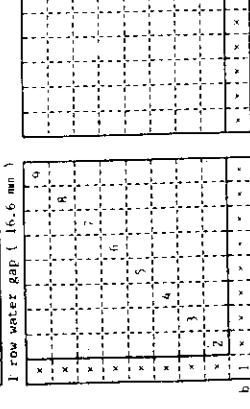
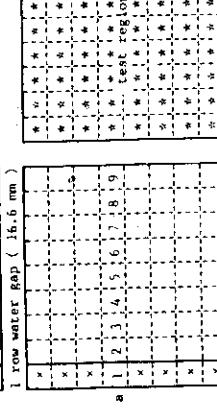
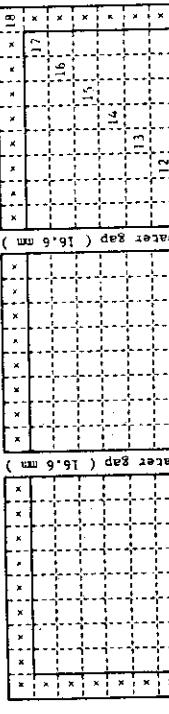
3.173	2.670	2.472	2.516	2.524	2.514	2.624	3.243		
1.889	1.555	1.420	1.435	1.440	1.444	1.529	1.930		
1.485	1.222	1.116	1.128	1.132	1.135	1.202	1.517		
2.653	2.162	1.985	1.973	1.934	1.962	2.140	2.686		
1.546	1.232	1.116	1.101	1.080	1.103	1.220	1.565		
1.215	0.968	0.877	0.865	0.849	0.867	0.959	1.230		
2.527	1.970	1.866	1.802	1.816	1.863	2.012	2.487		
1.451	1.108	1.034	0.992	0.999	1.032	1.131	1.428		
1.140	0.871	0.813	0.780	0.785	0.811	0.889	1.122		
2.465	1.957	1.802	1.765	1.813	1.823	1.960	2.455		
1.406	1.093	0.992	0.964	0.990	1.004	1.094	1.400		
1.105	0.859	0.780	0.758	0.778	0.860	0.860	1.100		

A.AAA : Normalized power
B.BBB : Buckling corrected power
C.CCC : Peaking factor

Fig. 28 Power distribution of III - 1 core

Run no. : 6068 Date : Oct.29, '76

Critical water level : 690.3 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1				P0 : 3.01w/o PuO ₂ -UO ₂ (36)			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 : 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂ (28)			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1			
P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1				P1 P0 P0 P0 P0 P0 P1			

P0 : 3.01w/o PuO₂-UO₂ (36)
 P1 : 1.14w/o PuO₂-UO₂ (28)

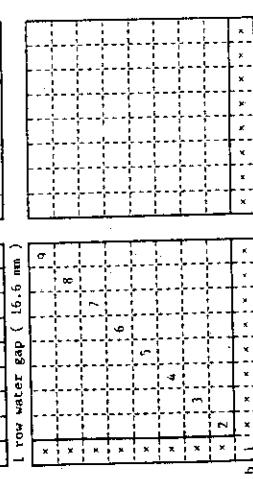
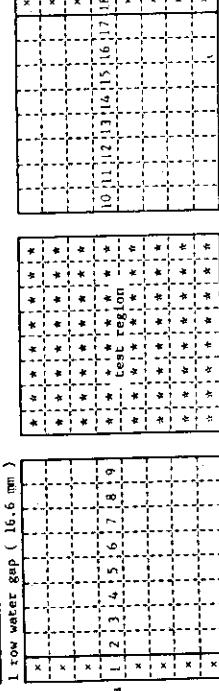
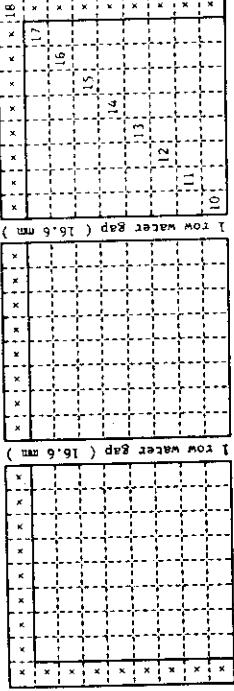
1.642	2	3	4	5	6	7	8	9
2.191	1.261	1.066	1.003	1.013	1.010	1.064	1.167	1.513
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.454	1.794	1.493	1.337	1.247	1.174	1.104	1.110	1.663
1.554	1.190	1.047	1.002	1.012	1.046	1.098	1.261	2.220
(a-a')								
1.605	0.691	0.762	0.741	0.899	1.063	1.245	1.677	2.861
3.205	1.507	1.123	0.993	0.999	1.008	1.034	1.245	1.936
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.823	1.698	1.238	1.035	0.878	0.762	0.683	0.699	1.083
1.911	1.260	1.027	0.981	0.975	1.021	1.141	1.524	3.259
(b-b')								
2.255	1.970	1.829	1.770	1.786	1.817	1.941	2.262	
1.335	1.142	1.045	1.005	1.014	1.038	1.125	1.340	
1.175	1.005	0.920	0.885	0.893	0.914	0.990	1.180	
1.948	2.555	2.241	2.161	2.128	2.206	2.548	1.981	
1.129	1.449	1.254	1.200	1.182	1.234	1.446	1.149	
0.994	1.276	1.104	1.056	1.041	1.086	1.273	1.011	
1.815	2.236	1.972	1.879	1.865	1.958	2.268	1.871	
1.038	1.251	1.088	1.029	1.021	1.079	1.269	1.069	
0.914	1.101	0.958	0.906	0.899	0.950	1.117	0.941	
1.761	2.181	1.897	1.809	1.790	1.849	2.218	1.782	
1.000	1.211	1.039	0.984	0.973	1.012	1.232	1.011	
0.880	1.066	0.915	0.866	0.857	0.891	1.085	0.890	
Fuel rod loading pattern in test region								
1.764	0.959	0.844						
1.900	0.923							
2.493	1.415	1.246						
2.291	1.357	1.195						

A,AAA : Normalized power
 B,BBB : Buckling corrected power
 C,CCC : Peaking factor

Fig. 29 Power distribution of III-2 core
 Fuel rod loading pattern in test region

Run no. : 6069 Date : Nov. 1, '76

Critical water level : 640.5 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

| P2 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| P2 | PO |
| P2 | PO |
| P2 | PO |
| P2 | PO |
| P2 | PO |
| P2 | PO |
| P2 | PO |
| P2 | PO |

P0 : 3.01w/o PuO_2 - UO_2 (36)
P2 : 1.95w/o PuO_2 - UO_2 (28)

1.857
1.022
0.847

2.284
1.293
1.072

2.782
1.644
1.363

0.941
0.780

(a-a')

1.621	2	3	4	5	6	7	8	9
1.621	1.105	1.084	1.132	1.258	1.356	1.506	1.738	2.398
2.160	1.253	1.076	1.006	1.019	1.014	1.054	1.150	1.515
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.381	1.792	1.502	1.338	1.265	1.168	1.089	1.118	1.621
1.504	1.186	1.051	1.000	1.024	1.037	1.082	1.268	2.283

(b-b')

1.072	2	3	4	5	6	7	8	9
1.072	0.691	0.675	0.742	0.901	1.054	1.240	1.702	2.808
3.220	1.503	1.125	0.991	0.999	1.027	1.261	1.896	

10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.768	1.679	1.250	1.048	0.861	0.733	0.686	0.694	1.100
1.869	1.244	1.036	0.992	0.954	0.980	1.144	1.509	3.304

N : Position number of measured fuel rod

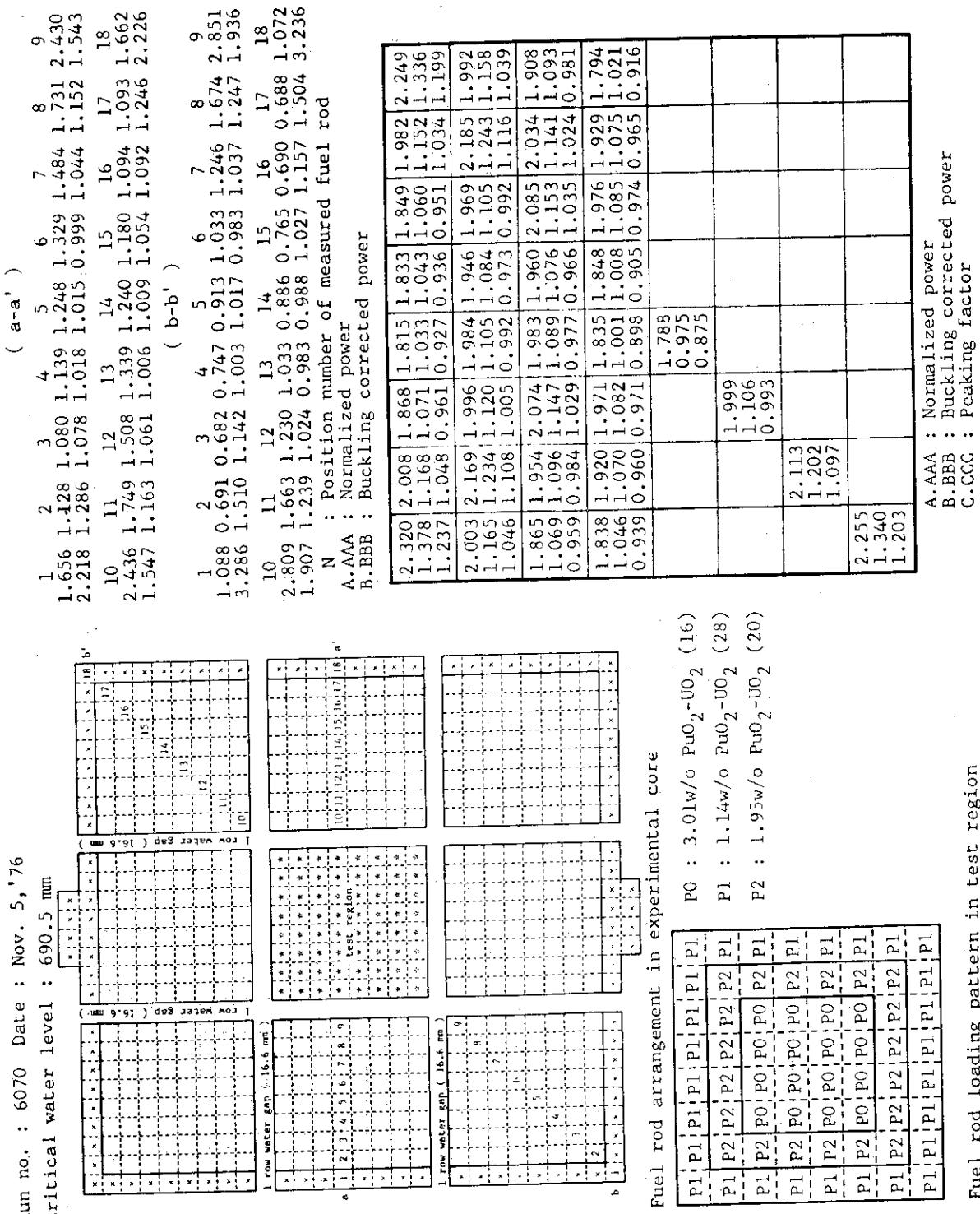
A. AAA : Normalized Power

B. BBB : Buckling corrected power

C. CCC : Peaking factor

A. AAA : Normalized power
B. BBB : Buckling corrected power
C. CCC : Peaking factor

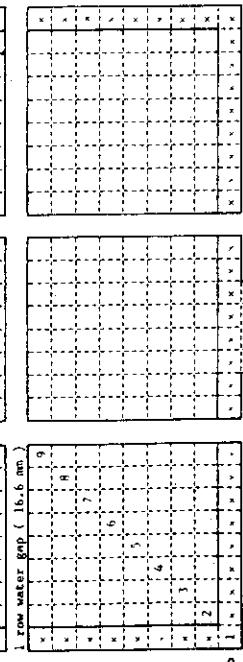
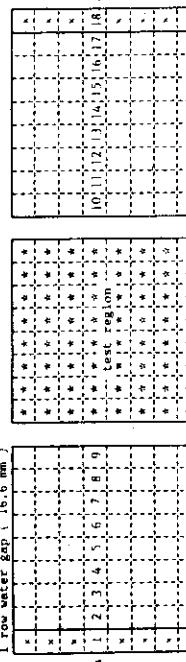
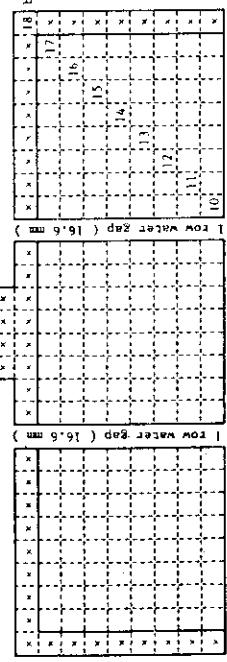
Fig. 30 Power distribution of III - 3 core



A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fig. 31 Power distribution of III - 4 core

Run no. : 6071 Date : Nov. 9, '76
 Critical water level : 680.9 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1	P1 : 1.14w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ (28)
P1 P2 P2 P2 P2 P2 P2 P1	P2 : 1.95w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ (20)
P1 P2 P3 P3 P3 P2 P1	P3 : 3.39w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ (12)
P1 P2 P3 P4 P4 P3 P2 P1	P4 : 4.60w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ (4)
P1 P2 P3 P4 P4 P3 P2 P1	2.142
P1 P2 P3 P3 P3 P2 P1	1.221
P1 P2 P2 P2 P2 P2 P1	2.242
P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1	1.335
	1.187

Fuel rod loading pattern in test region

Fig. 32 Power distribution of III - 5 core

(a-a')

1.611	2	3	4	5	6	7	8	9
2.162	1.292	1.075	1.121	1.248	1.331	1.485	1.735	2.400
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.345	1.728	1.507	1.349	1.237	1.157	1.093	1.127	1.631

(b-b')

1.492	1.152	1.062	1.016	1.009	1.035	1.093	1.287	2.189
1.053	0.704	0.689	0.738	0.899	1.037	1.253	1.709	2.783
3.186	1.543	1.157	0.992	1.003	0.988	1.045	1.275	1.893

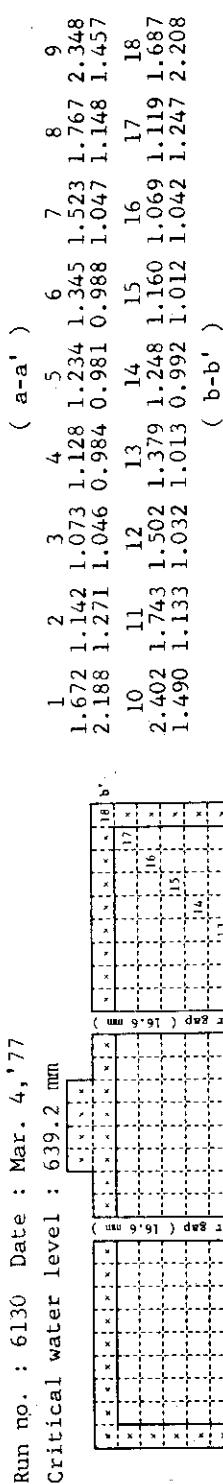
N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized power

B.BBB : Buckling corrected power

2.296	1.992	1.872	1.787	1.792	1.846	1.961	2.281
1.367	1.160	1.076	1.019	1.022	1.060	1.142	1.358
1.216	1.032	0.957	0.906	0.909	0.943	1.016	1.208
1.967	2.156	1.914	1.844	1.888	1.962	2.188	2.013
1.146	1.229	1.076	1.029	1.054	1.103	1.248	1.173
1.019	1.093	0.957	0.915	0.937	0.981	1.110	1.043
1.842	1.900	2.184	1.972	2.009	2.224	2.054	2.037
1.058	1.068	1.210	1.105	1.105	1.232	1.155	1.169
0.941	0.950	1.076	0.965	0.983	1.096	1.027	1.040

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Run no. : 6130 Date : Mar. 4, '77
 Critical water level : 639.2 mm


(a-a')
 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 1.672 1.142 1.073 1.128 1.234 1.345 1.523 1.767 2.348
 2.188 1.271 1.046 0.984 0.981 0.988 1.047 1.148 1.457
 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 2.402 1.743 1.502 1.379 1.248 1.160 1.069 1.119 1.687
 1.490 1.133 1.032 1.013 0.992 1.012 1.042 1.247 2.208

 (b-b')
 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 1.081 0.687 0.686 0.734 0.894 0.997 1.294 1.702 2.867
 3.329 1.532 1.172 1.005 1.016 0.968 1.099 1.293 1.985
 10 11 12 13 14 15 16 17 18
 2.876 1.765 1.276 1.040 0.910 0.760 0.683 0.713 1.072
 1.991 1.340 1.083 1.009 1.034 1.041 1.167 1.589 3.297

N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized power

B.BBB : Buckling corrected Power

B.CCC : Peaking factor

2.147	2.442	2.220	2.097	2.116	2.167	2.391	2.120
1.301	1.447	1.297	1.217	1.228	1.266	1.418	1.284
1.043	1.160	1.040	0.975	0.984	1.015	1.137	1.029
2.454	2.169	2.087	2.105	2.164	2.499	2.410	
	1.423	1.241	1.185	1.195	1.238	1.450	1.429
	1.141	0.995	0.950	0.958	0.992	1.162	1.145
2.121	2.019	2.017	2.174	2.208	2.204		
	1.196	1.131	1.129	1.226	1.263	1.288	
	0.959	0.907	0.905	0.983	1.012	1.032	
2.162	2.063	1.979	1.886	1.839	1.978	2.036	2.134
1.255	1.172	1.109	1.049	1.023	1.108	1.157	1.238
1.006	0.939	0.889	0.841	0.820	0.888	0.927	0.992

Fuel rod arrangement in experimental core

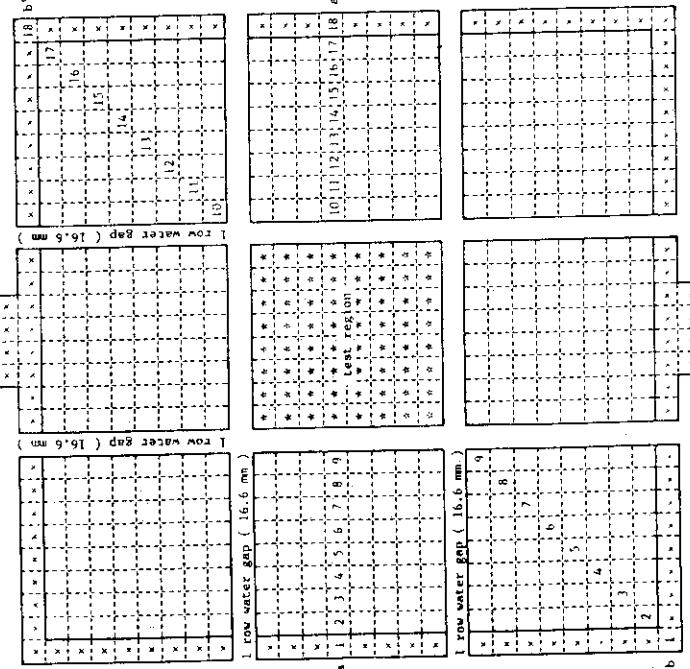
P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1 : 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂ (4)
P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2 : 1.95w/o PuO ₂ -UO ₂ (24)
P2	P3	P4	P4	P4	P2	P2	P3 : 3.39w/o PuO ₂ -UO ₂ (20)
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P4 : 4.60w/o PuO ₂ -UO ₂ (16)
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	
P1	P2	P3	P3	P3	P2	P1	
P1	P2	P2	P2	P2	P1		

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fig. 33 Power distribution of III - 6 core

Fuel rod loading pattern in test region

Run no. : 6129 Date : Mar. 2, '77
 Critical water level : 650.1 mm



(a-a')									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.607	1.154	1.111	1.121	1.255	1.337	1.521	1.754	2.351	
2.112	1.290	1.088	0.983	1.002	0.986	1.049	1.144	1.465	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2.447	1.734	1.487	1.365	1.252	1.154	1.088	1.120	1.681	
1.512	1.132	1.026	1.007	0.999	1.011	1.065	1.252	2.209	

(b-b')									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1.059	0.684	0.690	0.741	0.887	1.001	1.263	1.694	2.901	
3.277	1.532	1.185	1.019	1.012	0.975	1.076	1.292	2.017	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2.845	1.760	1.260	1.019	0.899	0.746	0.664	0.714	1.053	
1.978	1.342	1.075	0.993	1.025	1.026	1.139	1.599	3.256	

N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized Power

B.BBB : Buckling corrected power

C.CCC : Peaking factor

2.220	1.904	2.253	2.176	2.186	2.262	1.898	2.190		
1.351	1.134	1.323	1.269	1.274	1.328	1.130	1.332		
1.052	0.883	1.030	0.988	0.992	1.034	0.880	1.037		
2.031	2.313	2.216	2.222	2.302	1.962	1.891			
1.183	1.329	1.265	1.268	1.323	1.144	1.126			
0.921	1.035	0.985	0.988	1.030	0.891	0.877			
2.292	2.325	2.464	2.367	2.275	2.299				
1.299	1.308	1.386	1.341	1.307	1.350				
1.012	1.019	1.079	1.044	1.018	1.051				
2.180	2.170	2.290	2.650	2.449	2.135	2.141			
1.271	1.238	1.288	1.480	1.377	1.218	1.248			
0.990	0.964	1.003	1.153	1.072	0.949	0.972			

Fuel rod arrangement in experimental core

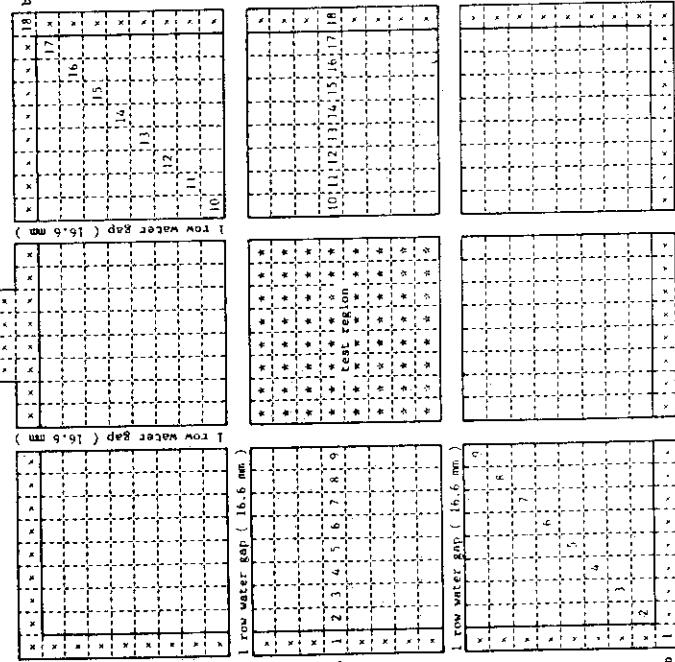
P1 : 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂ (12)											
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region

Fig. 34 Power distribution of III - 7 core

Run no. : 6141 Date : Sep. 8, '77
 Critical water level : 683.45 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P4	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P4
P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1
P1	P2	P3	P4	P4	P3	P2	P1
P1	P2	P4	P4	P4	P3	P2	P1
P1	P2	P4	P4	P4	P3	P2	P1
P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1
P4	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P4

P1 : 1.14w/o PuO₂-UO₂ (28)
 P2 : 1.95w/o PuO₂-UO₂ (16)
 P3 : 3.39w/o PuO₂-UO₂ (4)
 P4 : 4.60w/o PuO₂-UO₂ (16)

(a-a')
 (b-b')

1.576	1.147	1.078	1.113	1.251	1.351	1.491	1.763	2.350
2.058	1.276	1.049	0.970	0.992	0.990	1.022	1.143	1.455
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.485	1.747	1.459	1.350	1.261	1.145	1.077	1.128	1.647
1.539	1.133	1.000	0.990	1.000	0.998	1.048	1.254	2.152

1.025	0.695	0.678	0.758	0.877	1.046	1.238	1.666	2.850
3.150	1.547	1.157	1.036	0.994	1.013	1.049	1.263	1.969
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.788	1.700	1.277	1.061	0.876	0.745	0.659	0.704	1.014
1.926	1.289	1.082	1.028	0.994	1.019	1.124	1.567	3.116

N : Position number of measured fuel rod
 A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power

Fig. 35 Power distribution of III - 8 core

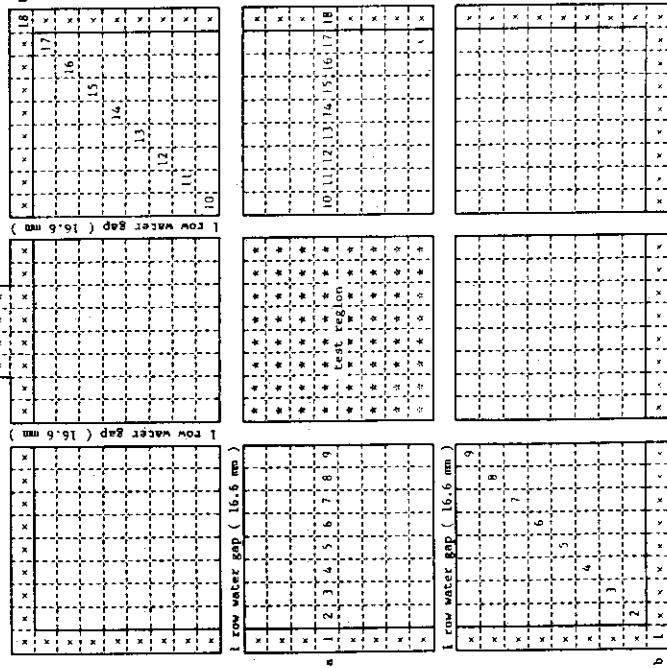
Fuel rod loading pattern in test region

A.AAA : Normalized power

B.BBB : Buckling corrected power

C.CCC : Peaking factor

Run no. : 6131 Date : Mar. 24, '77
 Critical water level : 588.55 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

U1	U1	U2	U2	U2	U2	U2	U1	U0 : 2.588w/o U0 ₂ (38)
U1	U0	U0	U0	U0	U0	U0	U3	U1 : 1.880w/o U0 ₂ (8)
U2	U0	U0	U0	U0	U0	U0	U3	U2 : 2.080w/o U0 ₂ (10)
U2	U0	U0	U0	U0	U0	U0	U3	U3 : 2.285w/o U0 ₂ (10)
U2	U0	U0	U0	U0	U0	U0	U3	
U2	U0	U0	U0	U0	U0	U0	U3	
U1	U3	U3	U3	U3	U3	U1	U1	

(a-a')								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.593	1.124	1.078	1.131	1.234	1.349	1.514	1.802	2.451
2.075	1.245	1.046	0.983	0.976	0.986	1.036	1.166	1.514
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.558	1.798	1.521	1.386	1.263	1.145	1.081	1.127	1.564
1.581	1.163	1.041	1.014	0.999	0.995	1.049	1.250	2.038

(b-b')

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.021	0.689	0.683	0.803	0.907	1.041	1.280	1.716	2.934
3.131	1.529	1.163	1.008	1.027	1.006	1.081	1.297	2.022
10	11	12	13	14	15	16	17	18
2.865	1.781	1.294	1.048	0.866	0.726	0.640	0.679	0.994
1.974	1.346	1.094	1.013	0.980	0.990	1.091	1.508	3.048

N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized power

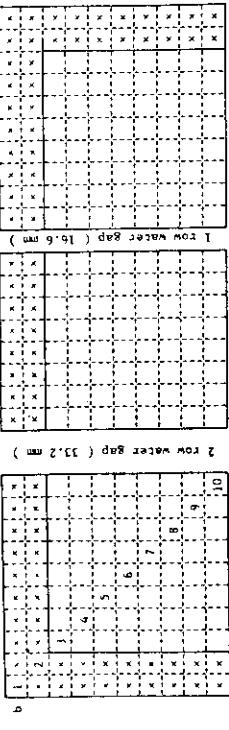
B.BBB : Buckling corrected power

C.CCC : Peaking factor

Fig. 36 Power distribution of III - 9 core
 Fuel rod loading pattern in test region
 A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Run no. : 6076 Date : Nov.16, '76

Critical water level : 631.8 mm



(a-a')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.523	1.171	0.990	0.993	1.085	1.127	1.240	1.370	1.672	2.482
2.184	1.426	1.053	0.942	0.935	0.894	0.917	0.953	1.106	1.573
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.383	1.800	1.575	1.427	1.306	1.244	1.147	1.111	1.342	1.743
1.510	1.191	1.096	1.055	1.037	1.073	1.090	1.181	1.633	2.498

(b-b')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.829	0.660	0.570	0.595	0.692	0.797	0.910	1.079	1.593	3.073
3.007	1.729	1.140	0.946	0.908	0.887	0.879	0.924	1.232	2.180
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.208	1.464	1.218	1.178	1.153	1.214	1.289	1.550	2.217	4.143

2.208 (1.464) (1.218) (1.178) (1.153) (1.214) (1.289) (1.550) 2.217 4.143

a

b

c

d

e

f

g

h

i

j

k

l

m

n

o

p

q

r

s

t

u

v

w

x

y

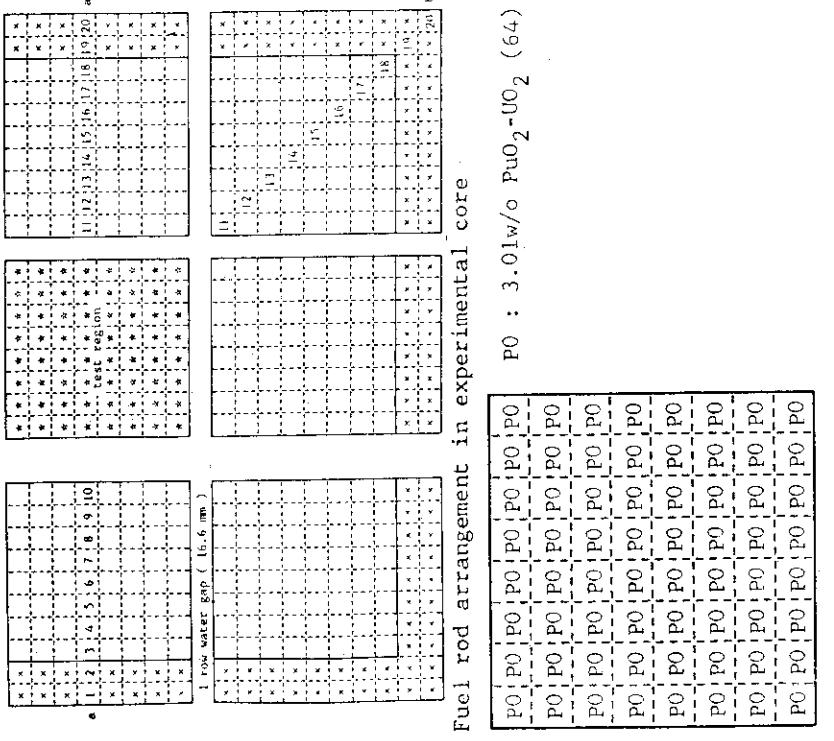
z

aa

bb

cc

dd

Fuel rod arrangement in experimental core
PO : 3.01w/o PuO₂-UO₂ (64)

3.665	2.983	2.691	2.759	2.743	2.822	2.871	3.523		
2.192	1.757	1.571	1.606	1.601	1.662	1.717	2.153		
1.637	1.312	1.173	1.199	1.195	1.241	1.282	1.608		
3.114	1.894	1.423	1.219	1.036	0.925	0.809	0.775	0.846	1.142
2.208	1.464	1.218	1.178	1.153	1.214	1.289	1.550	2.217	4.143

A.AAA : Normalized power

B.BBB : Buckling corrected power

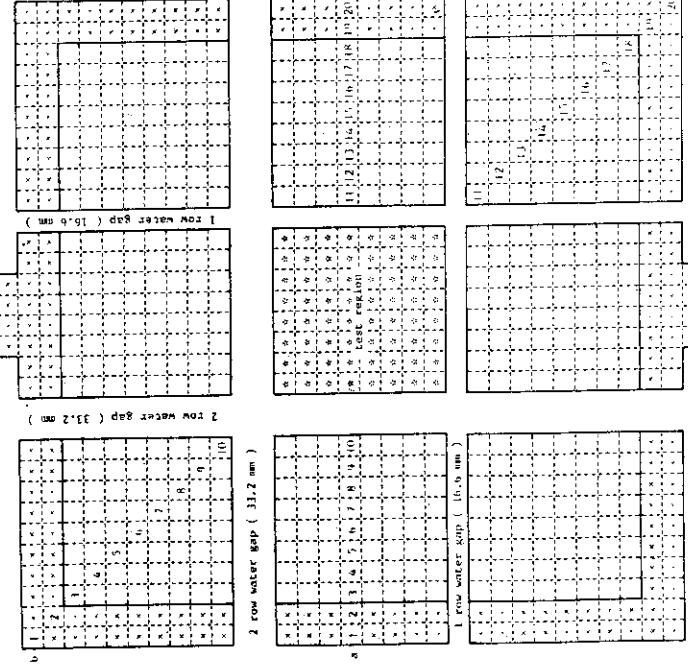
C.CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region

Fig. 37

Power distribution of III - 10 core

Run no. : 6077 Date : Nov.19, '76
Critical water level : 702.6 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

| P1 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|
| P1 | PO | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 |
| P1 | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 | P1 |
| P1 | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 | P1 |
| P1 | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 | P1 |
| P1 | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 | P1 |
| P1 | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 | P1 |
| P1 | PO | PO | PO | PO | P1 | P1 | P1 |

P0 : 3.01w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ (36)
P1 : 1.14w/o $\text{PuO}_2\text{-UO}_2$ (28)

(a-a')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.523	1.186	0.979	0.996	1.046	1.092	1.218	1.347	1.645	2.451
2.200	1.447	1.043	0.948	0.907	0.868	0.902	0.940	1.090	1.557
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.351	1.760	1.521	1.389	1.297	1.250	1.167	1.125	1.348	1.780
1.493	1.167	1.061	1.030	1.031	1.080	1.110	1.199	1.644	2.558

(b-b')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.862	0.650	0.573	0.599	0.711	0.795	0.943	1.082	1.559	3.053
3.137	1.704	1.147	0.956	0.934	0.887	0.913	0.929	1.208	2.170
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.083	1.866	1.431	1.240	1.047	0.927	0.824	0.904	1.180	
2.191	1.445	1.228	1.200	1.168	1.220	1.315	1.556	2.371	4.291

N : Position number of measured fuel rod

A. AAA : Normalized power

B. BBB : Buckling corrected power

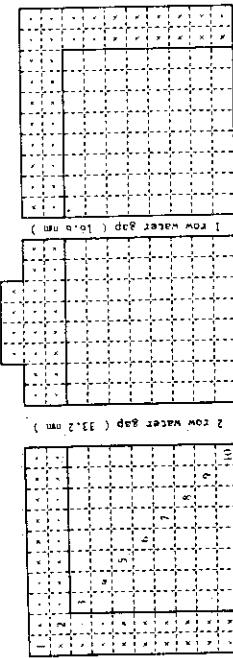
C. CCC : Peaking factor

2.550	2.120	1.940	1.851	1.881	1.958	2.063	2.407
1.528	1.251	1.134	1.079	1.100	1.155	1.236	1.473
1.309	1.071	0.972	0.924	0.942	0.989	1.059	1.261
2.074	2.478	2.152	2.096	2.108	2.213	2.503	1.954
1.224	1.440	1.239	1.204	1.214	1.286	1.477	1.178
1.048	1.233	1.061	1.031	1.040	1.101	1.265	1.009
1.937	2.170	1.831	1.734	1.722	1.846	2.175	1.766
1.133	1.250	1.045	0.987	0.983	1.063	1.272	1.055
0.970	1.071	0.895	0.845	0.842	0.910	1.089	0.903
1.948	2.083	1.713	1.631	1.657	1.777	2.079	1.733
1.135	1.196	0.975	0.926	0.943	1.020	1.212	1.032
0.972	1.024	0.835	0.793	0.808	0.874	1.038	0.884
1.880	2.101	1.735	1.635	1.666	1.814	2.114	1.716
1.099	1.210	0.990	0.930	0.950	1.045	1.236	1.025
0.942	1.036	0.848	0.797	0.814	0.895	1.059	0.878

A. AAA : Normalized power
B. BBB : Buckling corrected power
C. CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region
Fig. 38 Power distribution of III-11 core

Run no. : 6078 Date : Nov. 24, '76
 Critical water level : 731.1 mm
 (a-a')



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.502	1.154	0.978	0.977	1.062	1.097	1.203	1.335	1.637	2.423	
2.164	1.412	1.045	0.932	0.920	0.875	0.894	0.934	1.088	1.543	
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	20	
2.361	1.760	1.533	1.387	1.334	1.234	1.168	1.132	1.352	1.824	
1.503	1.170	1.072	1.031	1.064	1.069	1.115	1.209	1.653	2.628	

(b-b')

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.878	0.672	0.578	0.616	0.705	0.798	0.907	1.081	1.572	2.994	
3.201	1.768	1.161	0.985	0.931	0.892	0.881	0.930	1.220	2.134	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3.032	1.844	1.444	1.217	1.058	0.923	0.822	0.803	0.896	1.197	
2.161	1.433	1.243	1.181	1.182	1.217	1.315	1.612	2.356	4.363	

N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized power

B.BBB : Buckling corrected power

2.484	2.055	1.926	1.846	1.872	1.941	2.104	2.423
1.493	1.216	1.130	1.079	1.098	1.149	1.265	1.488
1.304	1.062	0.987	0.943	0.959	1.003	1.105	1.300
2.123	2.306	1.956	1.903	1.917	1.955	2.182	1.984
1.256	1.286	1.129	1.096	1.107	1.140	1.291	1.200
1.098	1.123	0.987	0.958	0.967	0.996	1.128	1.049
3.044	1.947	1.941	1.817	1.821	1.938	1.899	1.801
1.168	1.125	1.111	1.037	1.042	1.119	1.113	1.079
1.020	0.983	0.970	0.906	0.911	0.978	0.973	0.943
1.966	1.869	1.799	1.690	1.677	1.841	1.816	1.717
1.150	1.076	1.027	0.961	0.957	1.060	1.062	1.026
1.004	0.940	0.897	0.840	0.836	0.926	0.928	0.896
1.966	1.899	1.800	1.670	1.724	1.916	1.851	1.771
1.153	1.097	1.030	0.952	0.987	1.106	1.085	1.061
1.008	0.958	0.900	0.832	0.862	0.966	0.948	0.927

Fuel rod arrangement in experimental core

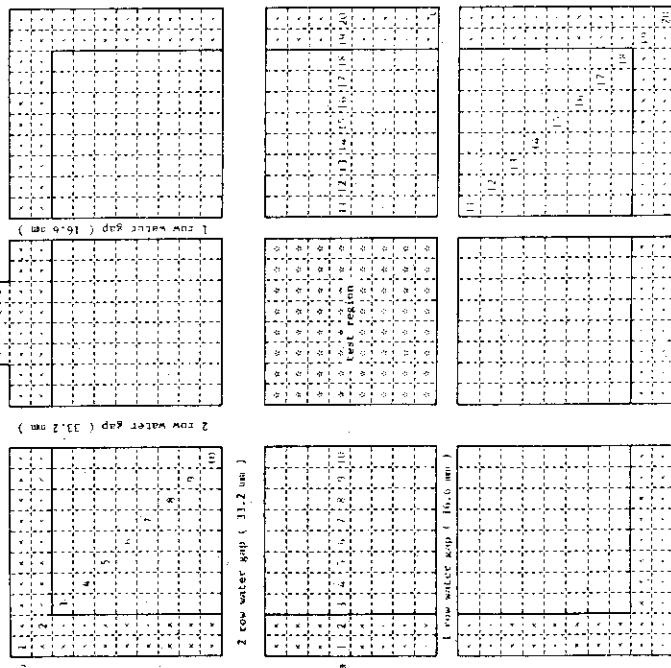
P0 : 3.01w/o PuO ₂ -UO ₂ (16)	P1 : 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂ (28)	P2 : 1.95w/o PuO ₂ -UO ₂ (20)
P1	P1 P2 P2 P2 P2 P2 P1 P1 P1 P1	P0
P1 P2 P2 P2 P2 P2 P1 P1 P1 P1	P1 P2 P2 P2 P2 P2 P1 P1 P1 P1	P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0
P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0	P1 P2 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0 P0

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fig. 39 Power distribution of III - 12 core

Fuel rod loading pattern in test region

Run no. : 6083 Date : Dec. 9, '76
Critical water level : 646.5 mm



	(a-a')									
1	1.531	1.172	0.957	0.994	1.052	1.114	1.231	1.362	1.648	2.459
2	1.186	1.421	1.013	0.940	0.903	0.881	0.907	0.945	1.085	1.552
11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	
2	2.381	1.807	1.530	1.402	1.338	1.263	1.166	1.112	1.345	1.772
1	1.503	1.191	1.061	1.033	1.058	1.084	1.102	1.178	1.631	2.531
	(b-b')									
1	0.859	0.663	0.567	0.605	0.686	0.802	0.926	1.098	1.587	3.024
3	1.104	1.727	1.129	0.959	0.897	0.888	0.891	0.936	1.221	2.136
11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	
2	2.189	1.477	1.234	1.182	1.161	1.196	1.297	1.547	2.334	4.208
1	2.448	2.564	2.393	2.378	2.389	2.467	2.611	2.323		
1	1.458	1.504	1.391	1.379	1.389	1.447	1.555	1.414		
1	1.155	1.192	1.102	1.093	1.101	1.147	1.233	1.120		
2	2.518	2.504	2.217	2.120	2.068	2.231	2.494	2.394		
1	1.477	1.447	1.269	1.210	1.184	1.289	1.463	1.435		
1	1.171	1.147	1.006	0.959	0.938	1.022	1.160	1.137		
2	2.354	2.215	1.826	1.705	1.720	1.782	2.132	2.156		
1	1.369	1.268	1.036	0.964	0.976	1.020	1.239	1.281		
1	1.085	1.005	0.821	0.764	0.773	0.809	0.982	1.015		
2	2.342	2.092	1.685	1.839	1.846	1.964	2.050	2.051		
1	1.357	1.194	0.953	1.037	1.044	1.121	1.188	1.214		
1	1.076	0.946	0.755	0.822	0.828	0.888	0.941	0.962		
2	2.297	2.064	1.682	1.786	1.826	1.933	2.040	2.069		
1	1.336	1.182	0.954	1.010	1.036	1.106	1.186	1.229		
1	1.059	0.937	0.756	0.801	0.821	0.877	0.940	0.974		

Fuel rod arrangement in experimental core

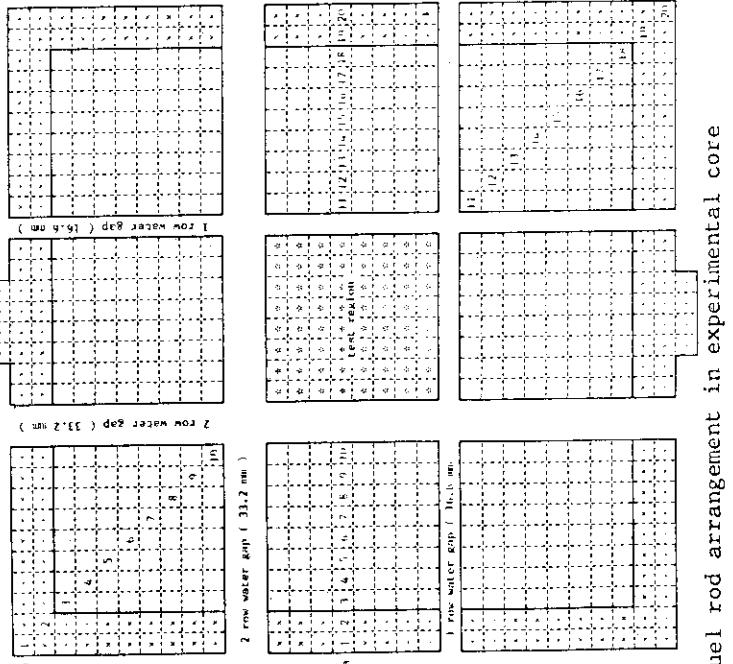
P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1	1.14w/o PuO ₂ -UO ₂ (4)			
P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	1.95w/o PuO ₂ -UO ₂ (24)			
P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	3.39w/o PuO ₂ -UO ₂ (27)			
P2	P3	P3	P3	P3	P2	P2	4.60w/o PuO ₂ -UO ₂ (9)			
P2	P3	P3	P4	P4	P3	P2				
P2	P3	P3	P4	P4	P3	P2				
P2	P3	P3	P4	P4	P3	P2				
P2	P3	P3	P4	P4	P3	P2				
P2	P3	P3	P4	P4	P3	P2				
P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1				

Fuel rod loading pattern in test region

Fig. 41 Power distribution of III - 14 core

A. AAA : Normalized power
B. BBB : Buckling corrected power
C. CCC : Peaking factor

Run no. : 6080 Date : Nov.30, '76
 Critical water level : 649.2 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P1	P2	P1						
P1	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1
P1	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P1
P1	P2	P1							

P1 : 1.14w/o PuO₂-UO₂ (6)
 P2 : 1.95w/o PuO₂-UO₂ (22)
 P3 : 3.39w/o PuO₂-UO₂ (27)
 P4 : 4.60w/o PuO₂-UO₂ (9)

(a-a')									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.746	1.169	0.982	0.991	1.053	1.091	1.191	1.341	1.640	2.451
2.117	1.424	1.045	0.941	0.908	0.866	0.882	0.935	1.086	1.554
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.404	1.789	1.531	1.403	1.324	1.265	1.164	1.131	1.353	1.769
1.524	1.184	1.066	1.038	1.051	1.091	1.106	1.204	1.648	2.537
(b-b')									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.882	0.667	0.577	0.605	0.696	0.802	0.905	1.109	1.609	3.014
3.202	1.747	1.152	0.964	0.914	0.893	0.875	0.950	1.244	2.139

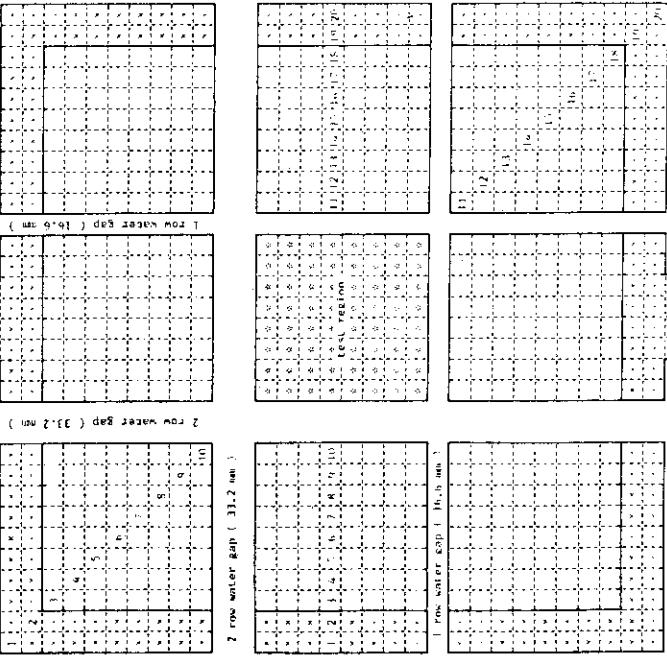
N	A.AAA	B.BBB	C.CCC						
1	2.506	2.077	2.497	2.326	2.359	2.433	2.660	2.346	
1.499	1.223	1.458	1.354	1.378	1.434	1.591	1.434		
1.180	0.963	1.147	1.066	1.084	1.128	1.252	1.129		
2	3.084	1.894	1.453	1.261	1.056	0.925	0.804	0.773	0.878
2.188	1.465	1.229	1.218	1.176	1.215	1.282	1.545	2.300	4.253
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0.932	1.206	0.992	0.930	0.967	1.011	1.152	1.148		

N : Position number of measured fuel rod
 A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region
 Fig. 42 Power distribution of III - 15 core

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Run no. : 6081 Date : Dec. 3, '76
 Critical water level : 646.3 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P1	P2	
P1	P1	P2	
P1	P3		
P2	P3		
P2	P3	P3	P4
P2	P3	P3	P4
P2	P3	P3	P4
P2	P3		
P2	P3		
P1	P2	P1	

(a-a')									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.512	1.176	0.966	0.990	1.059	1.114	1.219	1.340	1.668	2.508
2.167	1.432	1.027	0.939	0.913	0.884	0.901	0.932	1.103	1.589
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
2.365	1.809	1.550	1.400	1.302	1.253	1.169	1.118	1.381	1.791
1.498	1.196	1.079	1.035	1.032	1.080	1.110	1.189	1.680	2.566

(b-b')									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.890	0.677	0.588	0.601	0.693	0.899	1.04	1.104	1.603	3.053
3.226	1.771	1.114	0.956	0.908	0.869	0.944	1.239	2.164	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.094	1.904	1.454	1.250	1.055	0.938	0.833	0.776	0.908	1.182
2.194	1.471	1.244	1.208	1.173	1.231	1.325	1.549	2.375	4.286

N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized power

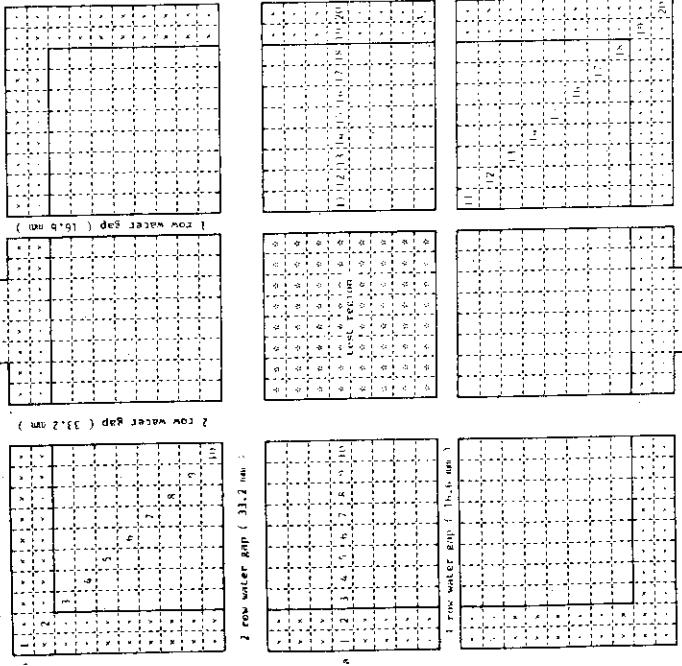
B.BBB : Buckling corrected power

C.CCC : Peaking factor

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fig. 43 Power distribution of III - 16 core

Run no. : 6082 Date : Dec. 6, '76
 Critical water level : 645.0 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P1	P2	P1							
P1	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P1
P2	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2
P2	P3	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2
P1	P2	P1								

(a-a')										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.496	1.164	0.956	0.961	1.052	1.128	1.197	1.308	1.632	2.440	
2.150	1.421	1.019	0.915	0.909	0.897	0.888	0.913	1.082	1.550	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2.361	1.803	1.530	1.389	1.318	1.261	1.154	1.139	1.384	1.760	
1.500	1.196	1.068	1.030	1.049	1.090	1.099	1.215	1.690	2.529	

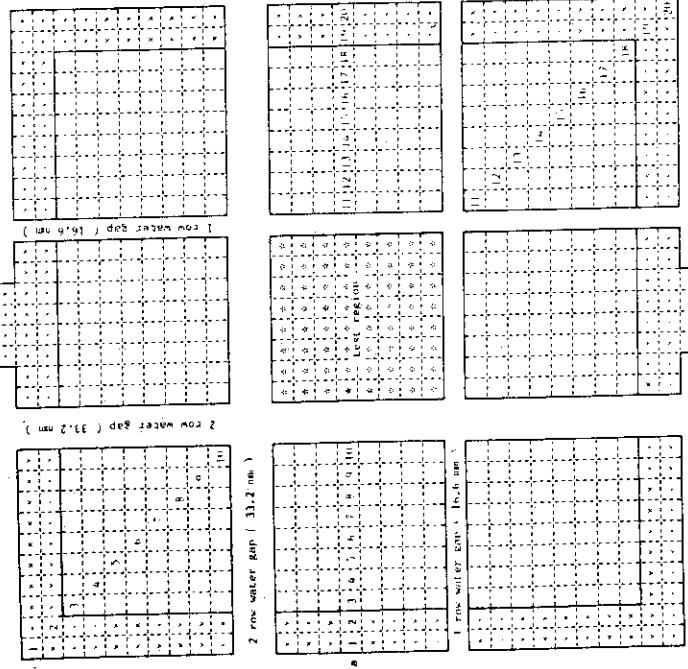
(b-b')										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.864	0.673	0.577	0.605	0.694	0.779	0.909	1.099	1.609	3.018	
3.142	1.764	1.156	0.967	0.913	0.868	0.880	0.943	1.247	2.146	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
3.191	1.900	1.443	1.250	1.056	0.966	0.834	0.774	0.889	1.152	
2.269	1.473	1.238	1.211	1.178	1.272	1.331	1.552	2.332	4.191	

N : Position number of measured fuel rod
 A. AAA : Normalized power
 B. BBB : Buckling corrected power
 C. CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region
 Fig. 44 Power distribution of III - 17 core

A. AAA : Normalized power
 B. BBB : Buckling corrected power
 C. CCC : Peaking factor

Run no. : 6084 Date : Dec.17, '76
 Critical water level : 652.3 mm



(a-a')									
1.541	1.181	0.950	1.061	1.106	1.210	1.337	1.337	1.657	2.479
2.222	1.446	1.015	0.944	0.919	0.883	0.900	0.936	1.102	1.580
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.379	1.821	1.534	1.379	1.306	1.280	1.170	1.126	1.366	1.797
1.516	1.211	1.074	1.026	1.042	1.110	1.116	1.205	1.673	2.591
(b-b')									
0.887	0.647	0.566	0.593	0.705	0.796	0.889	1.090	1.601	3.029
3.239	1.705	1.139	0.948	0.931	0.890	0.863	0.938	1.245	2.160
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.149	1.863	1.431	1.249	1.058	0.939	0.838	0.791	0.898	1.161
2.246	1.448	1.232	1.213	1.183	1.239	1.342	1.589	2.364	4.237

N : Position number of measured fuel rod

A.AAA : Normalized power

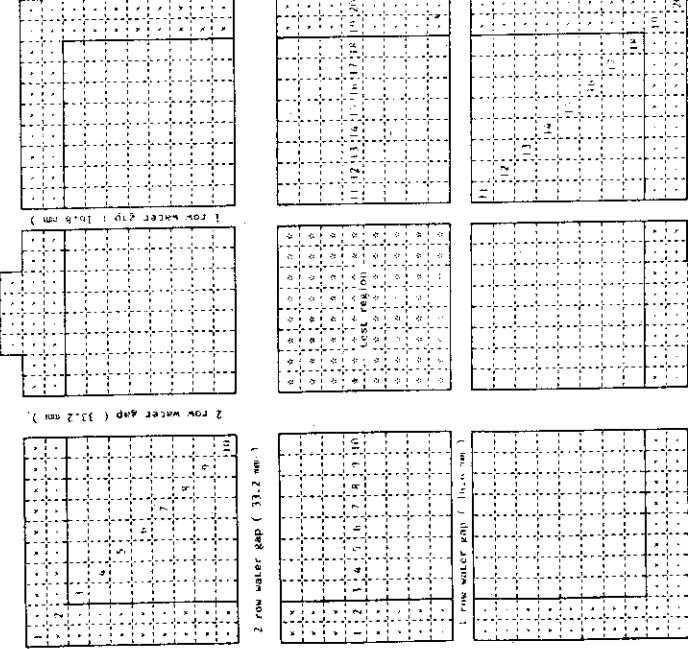
B.BBB : Buckling corrected power

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.549	2.080	2.440	2.436	2.414	2.966	2.025	2.372			
1.533	1.232	1.433	1.425	1.417	1.756	1.218	1.458			
1.184	0.952	1.107	1.101	1.094	1.357	0.941	1.126			
2.039	2.009	2.256	2.093	2.153	2.402	2.010	2.689			
1.208	1.172	1.304	1.206	1.244	1.401	1.190	1.628			
0.933	0.905	1.008	0.932	0.961	1.082	0.919	1.257			
2.458	2.234	1.781	1.993	2.060	1.905	2.302	2.355			
1.443	1.291	1.021	1.138	1.180	1.102	1.351	1.413			
1.115	0.998	0.788	0.879	0.911	0.851	1.044	1.091			
2.361	2.085	1.983	1.907	2.147	2.134	2.098	2.220			
1.382	1.202	1.133	1.086	1.226	1.230	1.228	1.328			
1.067	0.929	0.875	0.838	0.947	0.950	0.948	1.025			
2.272	2.147	2.000	2.098	2.302	2.108	2.140				
1.333	1.241	1.146	1.198	1.331	1.247	1.296				
1.030	0.959	0.885	0.926	1.028	0.963	1.001				

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region
 Fig. 45 Power distribution of III - 18 core

Run no. : 6085 Date : Dec. 21, '76
 Critical water level : 659.7



(a-a')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.496	1.164	0.968	0.971	1.063	1.122	1.222	1.332	1.678	2.475
2.147	1.418	1.031	0.923	0.917	0.891	0.904	0.929	1.112	1.570
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	20
2.409	1.778	1.566	1.389	1.303	1.250	1.164	1.101	1.401	1.820
1.529	1.177	1.092	1.029	1.035	1.079	1.106	1.172	1.707	2.612

(b-b')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.884	0.667	0.583	0.602	0.709	0.783	0.938	1.107	1.583	3.021
3.212	1.746	1.167	0.960	0.931	0.872	0.908	0.949	1.225	2.146
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.098	1.901	1.410	1.202	1.075	0.941	0.827	0.788	0.891	1.171
2.200	1.472	1.209	1.163	1.198	1.235	1.318	1.576	2.336	4.258

N : Position number of measured fuel rod

A. AAA : Normalized power

B. BBB : Buckling corrected power

C. CCC : Peaking factor

Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P1	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1 : 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂ (8)
P1	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2 : 1.95w/o PuO ₂ -UO ₂ (20)
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2	P3 : 3.39w/o PuO ₂ -UO ₂ (20)
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2	P4 : 4.60w/o PuO ₂ -UO ₂ (15)
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2	P : Water rod (1)
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2	
P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2	P2	P2	P2	
P1	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	
P1	P2									

Fuel rod loading pattern in test region

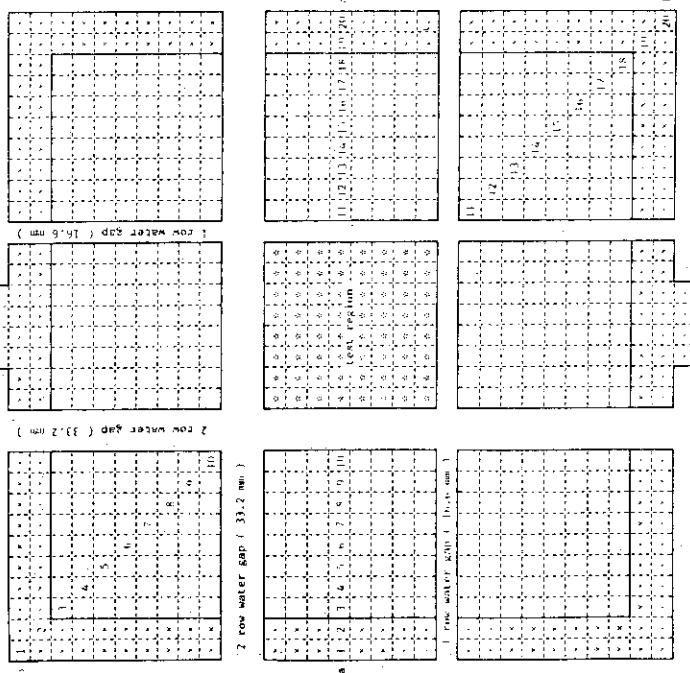
Fig. 46 Power distribution of III - 19 core

A. AAA : Normalized power

B. BBB : Buckling corrected power

C. CCC : Peaking factor

Run no. : 6087 Date : Dec. 27, '76
 Critical water level : 660.3 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P1	P2	P2	P2	P1	P1	P1
P1	P2	P3	P3	P3	P2	P1	P1
P2	P2	P3	P4	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	W	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	W	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P1	P2	P3	P3	P3	P2	P1	P1
P1	P1	P2	P2	P2	P1	P1	P1

(a-a')							
1.525	1.172	0.981	0.977	4	5	6	7
2.187	1.428	1.044	0.928	0.914	0.886	1.116	1.232
						1.336	1.645
11	12	13	14	15	16	17	18
2.381	1.813	1.523	1.399	1.323	1.265	1.124	1.140
1.509	1.200	1.061	1.035	1.050	1.091	1.067	1.140
						1.214	1.382
						1.683	1.796
						2.575	2.575

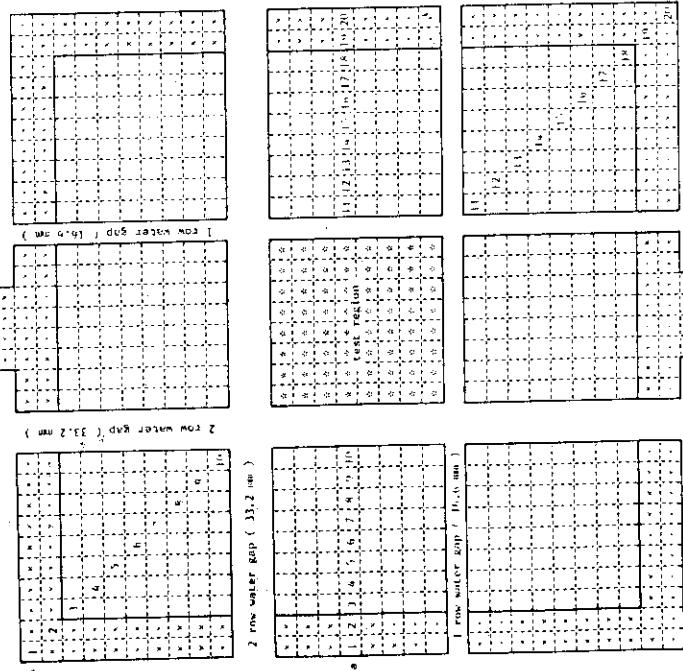
(b-b')							
1	2	3	4	5	6	7	8
0.891	0.663	0.567	0.600	0.696	0.785	0.912	1.124
3.236	1.736	1.134	0.955	0.913	0.874	0.881	0.962
						1.218	2.125
11	12	13	14	15	16	17	18
3.022	1.876	1.429	1.209	1.071	0.927	0.821	0.797
2.144	1.450	1.224	1.169	1.192	1.218	1.307	1.592
						1.325	4.328

N : Position number of measured fuel rod
 A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power

A. AAA : Normalized power
 B. BBB : Buckling corrected power
 C. CCC : Peaking factor

Fig. 47 Power distribution of III - 20 core

Run no. : 6086 Date : Dec. 24, '76
 Critical water level : 648.1 mm



Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1
P1	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	W	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P2	P3	P4	P4	P4	P4	P3	P2
P1	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P1
P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1

(a-a')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.514	1.172	0.983	0.988	1.048	1.105	1.223	1.347	1.643	2.509
2.179	1.432	1.049	0.942	0.942	0.907	0.880	0.908	0.942	1.091
1.1	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.394	1.780	1.528	1.380	1.323	1.248	1.148	1.168	1.364	1.784
1.523	1.182	1.068	1.024	1.054	1.080	1.094	1.247	1.667	2.567

(b-b')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.867	0.646	0.575	0.608	0.682	0.793	0.907	1.100	1.545	3.031
3.160	1.698	1.154	0.972	0.898	0.885	0.880	0.946	1.198	2.158
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
3.104	1.909	1.439	1.231	1.052	0.938	0.822	0.779	0.873	1.181
2.210	1.481	1.236	1.193	1.176	1.235	1.314	1.562	2.293	4.306

N : Position number of measured fuel rod
 A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power

2.511	2.040	2.427	2.325	2.406	2.513	2.074	2.434		
1.508	1.206	1.422	1.358	1.409	1.486	1.245	1.493		
1.130	0.904	1.066	1.018	1.056	1.113	0.933	1.119		
2.091	2.620	2.222	2.140	2.119	2.236	2.617	2.449		
1.236	1.525	1.282	1.231	1.223	1.302	1.535	1.480		
0.926	1.143	0.961	0.922	0.916	0.976	1.150	1.109		
2.447	2.224	2.162	2.277	2.164	2.152	2.139	2.231		
1.434	1.283	1.236	1.298	1.238	1.242	1.253	1.336		
1.074	0.961	0.927	0.973	0.927	0.931	0.939	1.001		
2.365	2.113	2.287	2.524	2.141	2.077	2.126	2.126		
1.381	1.215	1.304	1.439	1.232	1.213	1.269	1.269		
1.035	0.911	0.977	1.079	0.923	0.909	0.951	0.951		

A.AAA : Normalized power
 B.BBB : Buckling corrected power
 C.CCC : Peaking factor

Fuel rod loading pattern in test region
 Fig. 48 Power distribution of III - 21 core

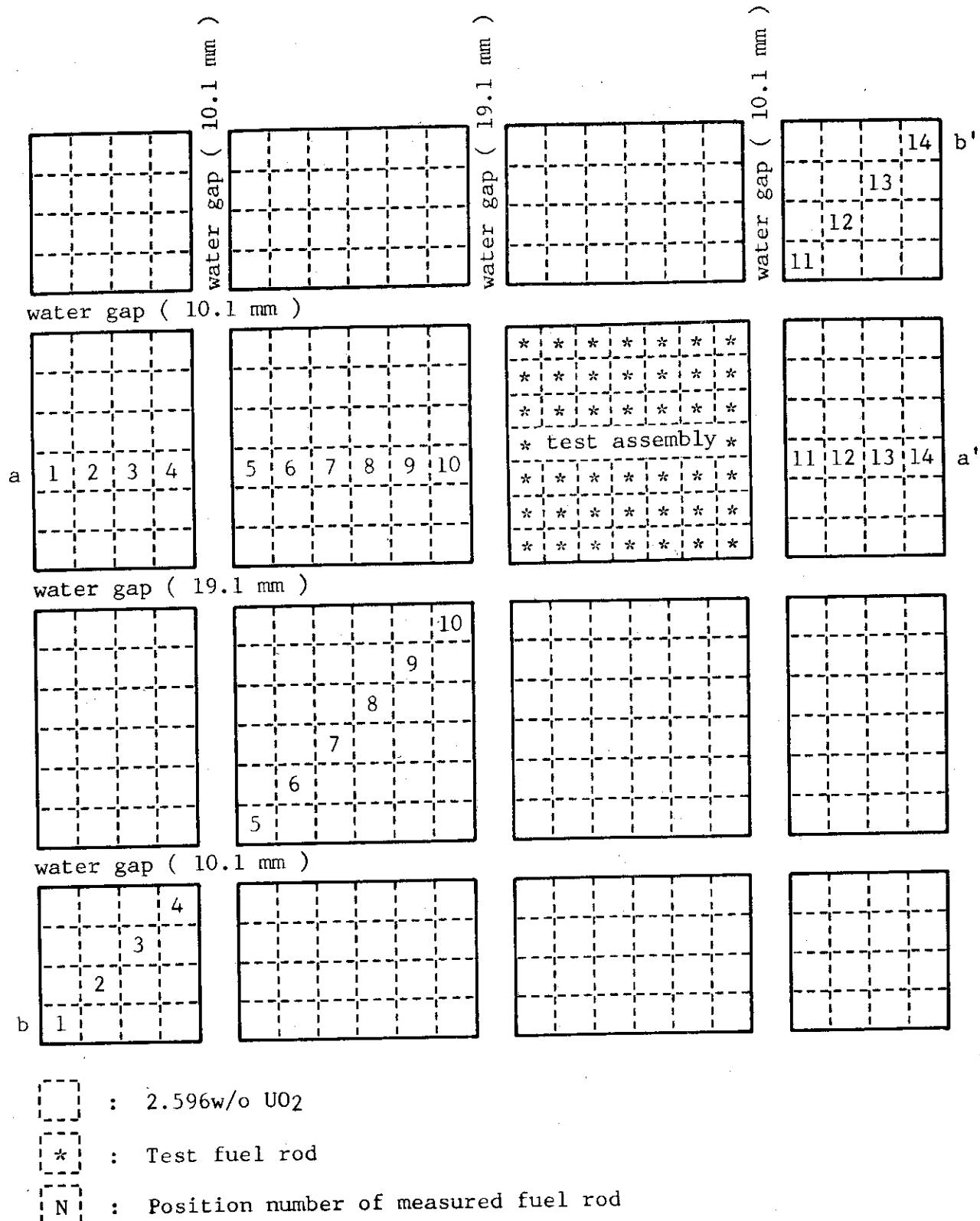


Fig. 49 Plan view of fuel arrangement in BWR mock-up core

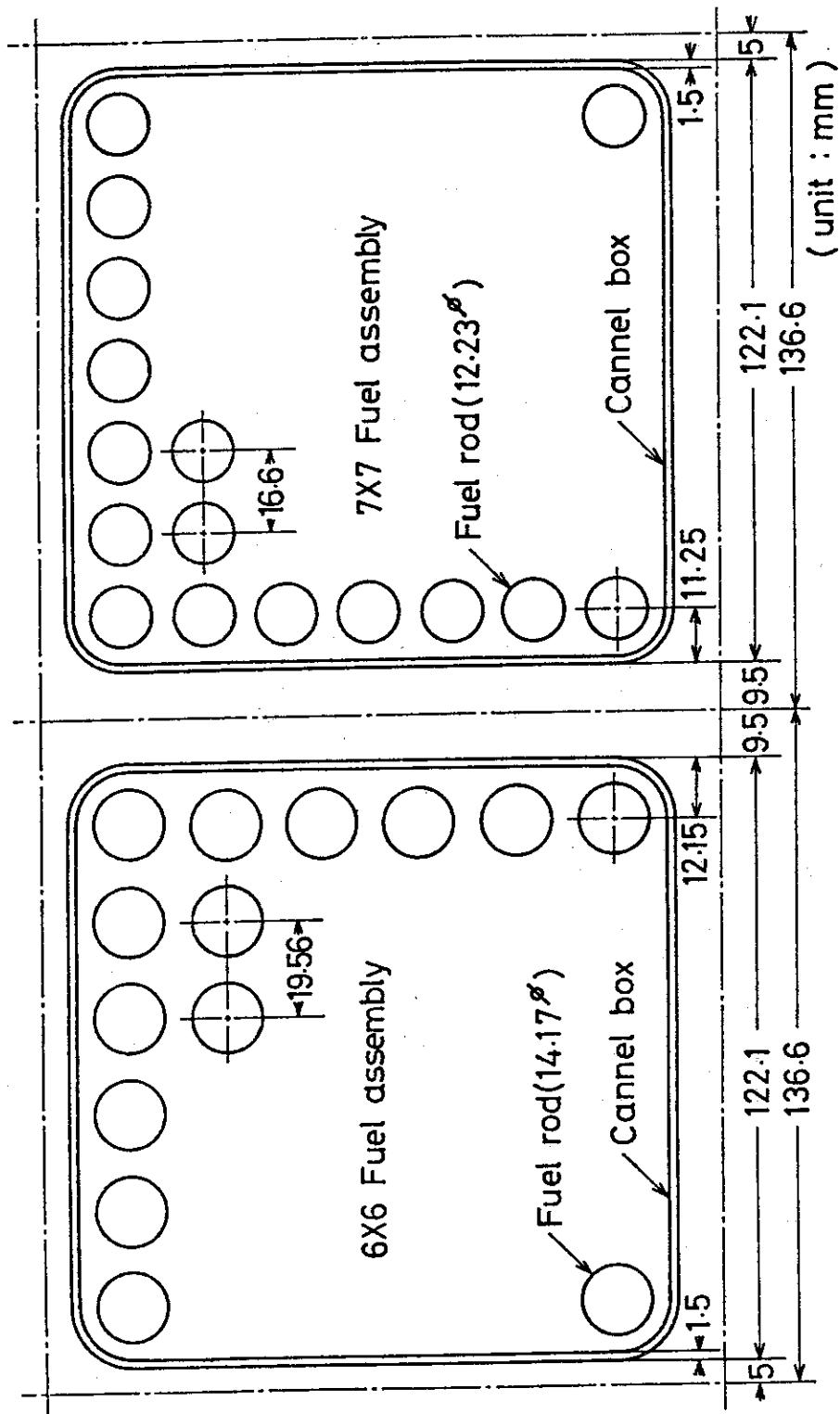
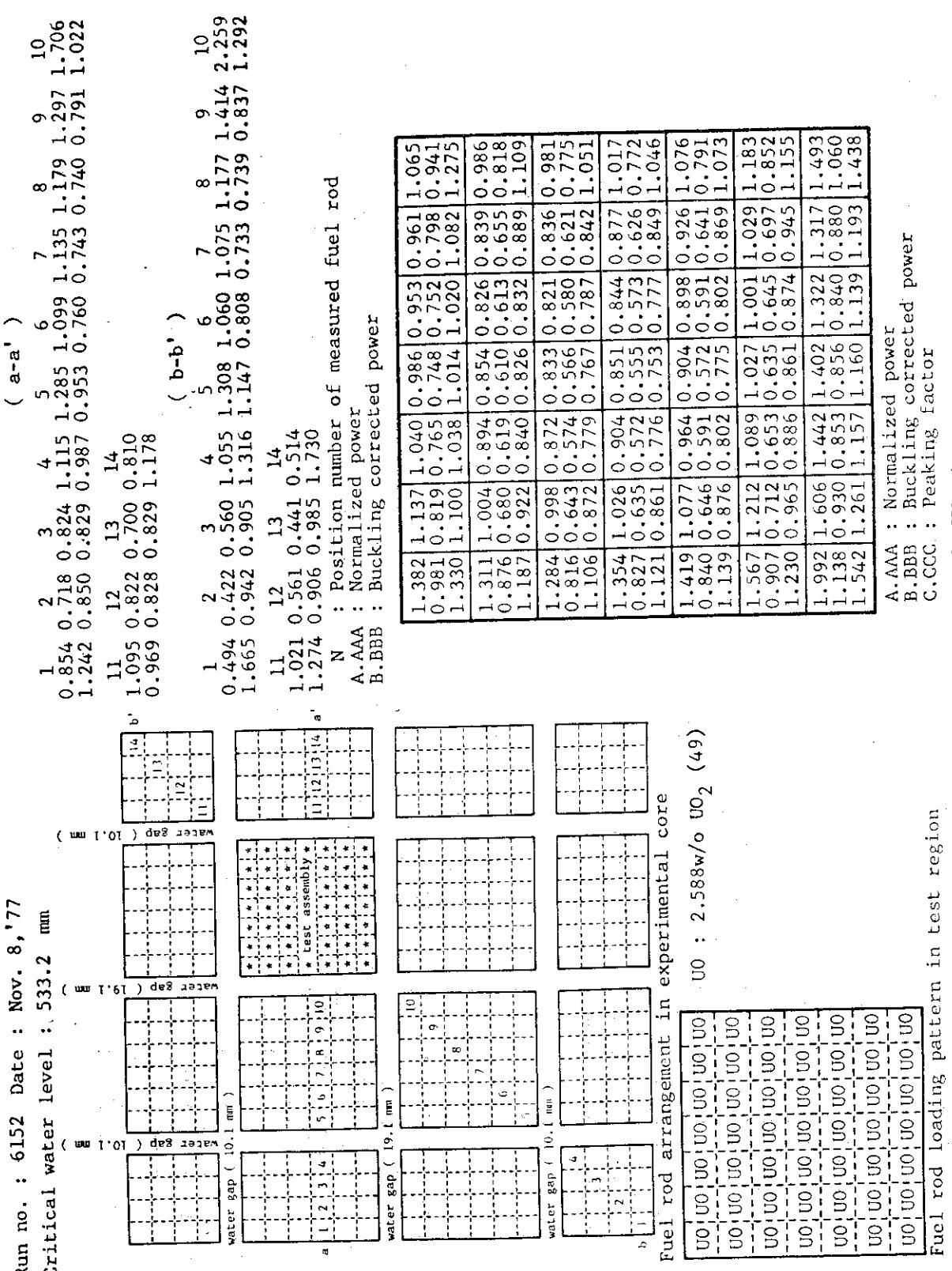


Fig. 50 Dimension of fuel assembly



Fuel rod loading pattern in test region

Fig. 51 Power distribution of IV-1 core

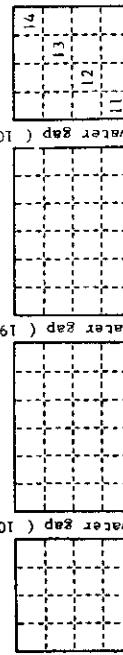
Run no. : 6153 Date : Nov. 11, '77

Critical water level : 546.05 mm

(a-a')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.828	0.717	0.835	1.139	1.258	1.129	1.134	1.168	1.280	1.678
1.204	0.848	0.840	1.008	0.933	0.780	0.742	0.733	0.780	1.005

water gap (10.1 mm)



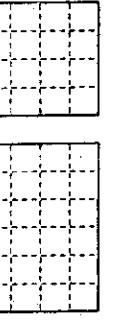
water gap (19.1 mm)



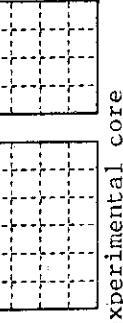
water gap (19.1 mm)



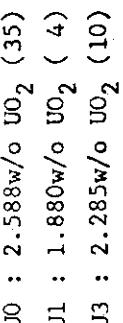
water gap (19.1 mm)



water gap (19.1 mm)



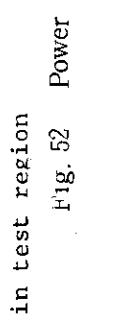
Fuel rod arrangement in experimental core



water gap (19.1 mm)



water gap (19.1 mm)

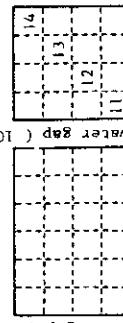


water gap (19.1 mm)

(b-b')

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.510	0.430	0.563	1.012	1.318	1.063	1.085	1.169	1.422	2.274
1.717	0.959	0.910	1.262	1.154	0.809	0.740	0.734	0.842	1.300

water gap (10.1 mm)



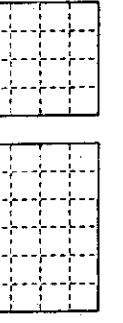
water gap (19.1 mm)



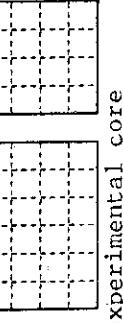
water gap (19.1 mm)



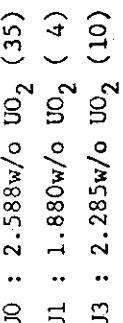
water gap (19.1 mm)



water gap (19.1 mm)



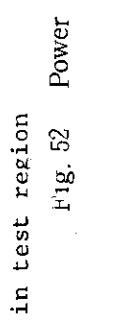
water gap (19.1 mm)



water gap (19.1 mm)



water gap (19.1 mm)



water gap (19.1 mm)

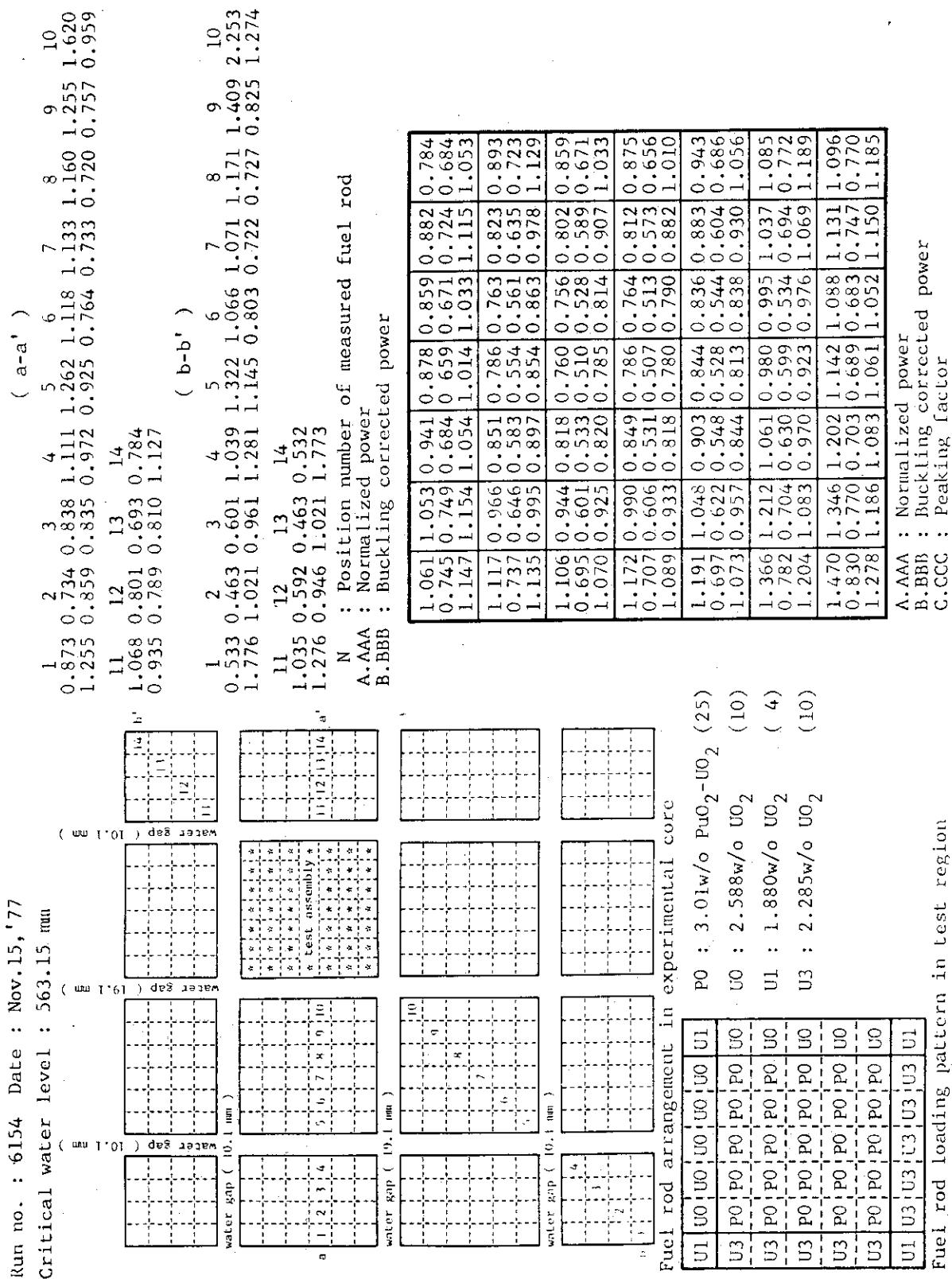
N : Position number of measured fuel rod
A. AAA : Normalized power
B. BBB : Buckling corrected power
C. CCC : Peaking factor

1.120	1.128	0.980	0.915	0.912	0.934	0.817
0.795	0.812	0.721	0.694	0.720	0.775	0.721
1.179	1.204	1.070	1.030	1.068	1.151	1.070
1.165	0.966	0.843	0.788	0.780	0.793	0.926
0.778	0.654	0.583	0.562	0.579	0.619	0.768
1.154	0.970	0.866	0.834	0.859	0.919	1.140
1.154	0.944	0.825	0.790	0.767	0.781	0.900
0.733	0.608	0.543	0.536	0.542	0.580	0.711
1.087	0.902	0.806	0.795	0.804	0.860	1.055
1.180	0.985	0.868	0.807	0.788	0.796	0.934
0.720	0.609	0.549	0.526	0.535	0.568	0.708
1.068	0.904	0.814	0.781	0.794	0.843	1.051
1.264	1.025	0.909	0.864	0.851	0.866	0.996
0.748	0.615	0.558	0.546	0.560	0.599	0.733
1.110	0.913	0.827	0.811	0.831	0.889	1.087
1.419	1.194	1.047	0.997	0.964	0.981	1.122
0.822	0.701	0.628	0.617	0.621	0.664	0.808
1.219	1.039	0.932	0.915	0.921	0.986	1.198
1.522	1.429	1.285	1.222	1.181	1.197	1.134
0.869	0.827	0.761	0.746	0.750	0.799	0.805
1.290	1.227	1.128	1.106	1.113	1.186	1.194

Fig. 52 Power distribution of IV-2 core
Fuel rod loading pattern in test region

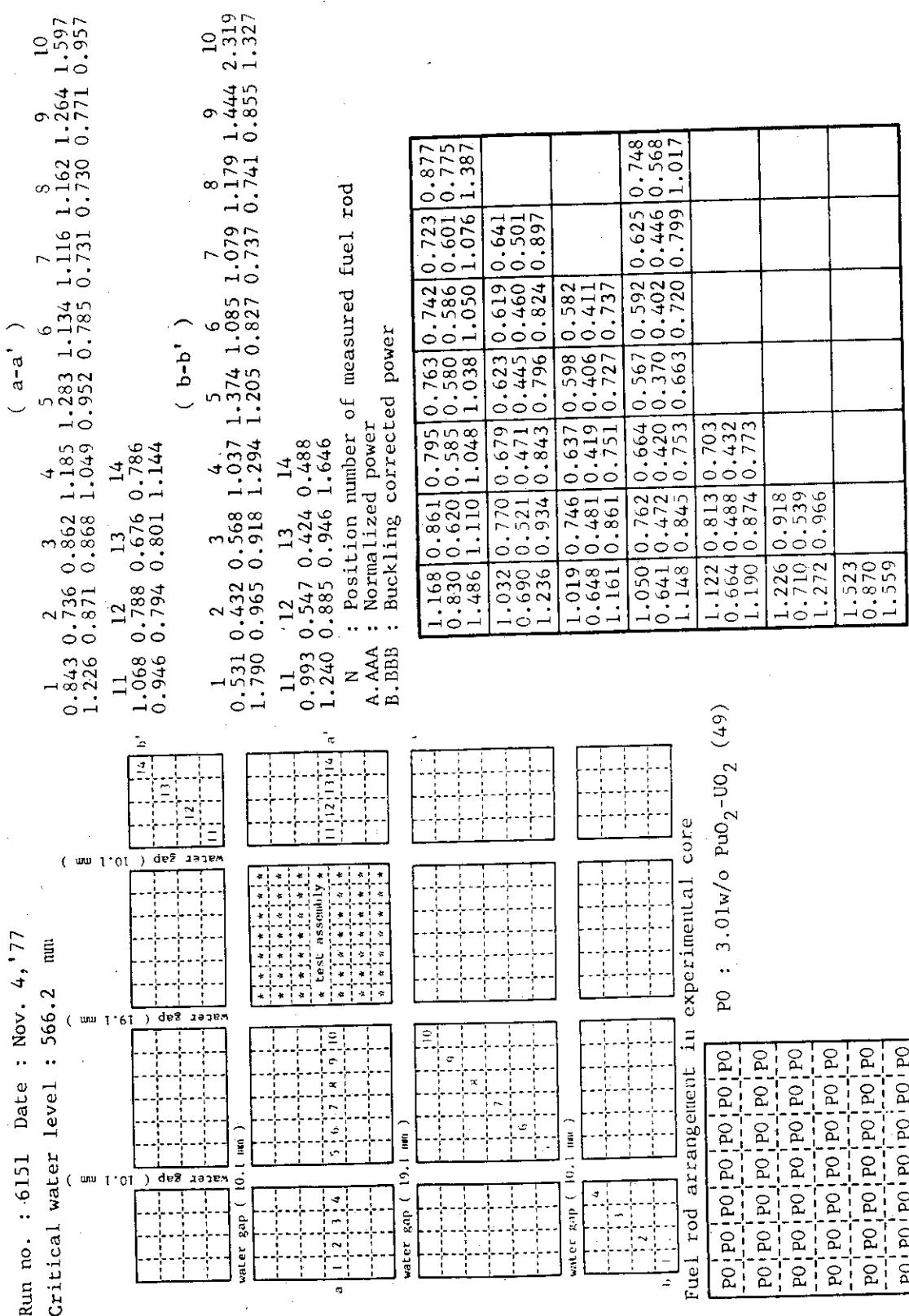
A. AAA : Normalized power
B. BBB : Buckling corrected power
C. CCC : Peaking factor

Fig. 52 Power distribution of IV-2 core



Fuel rod loading pattern in test region

Fig. 53 Power distribution of IV - 3 core



A. AAA : Normalized power
 B. BBB : Buckling corrected power
 C. CCC : Peaking factor
 Fuel rod loading pattern in test region
 Fig. 54 Power distribution of IV-4 core

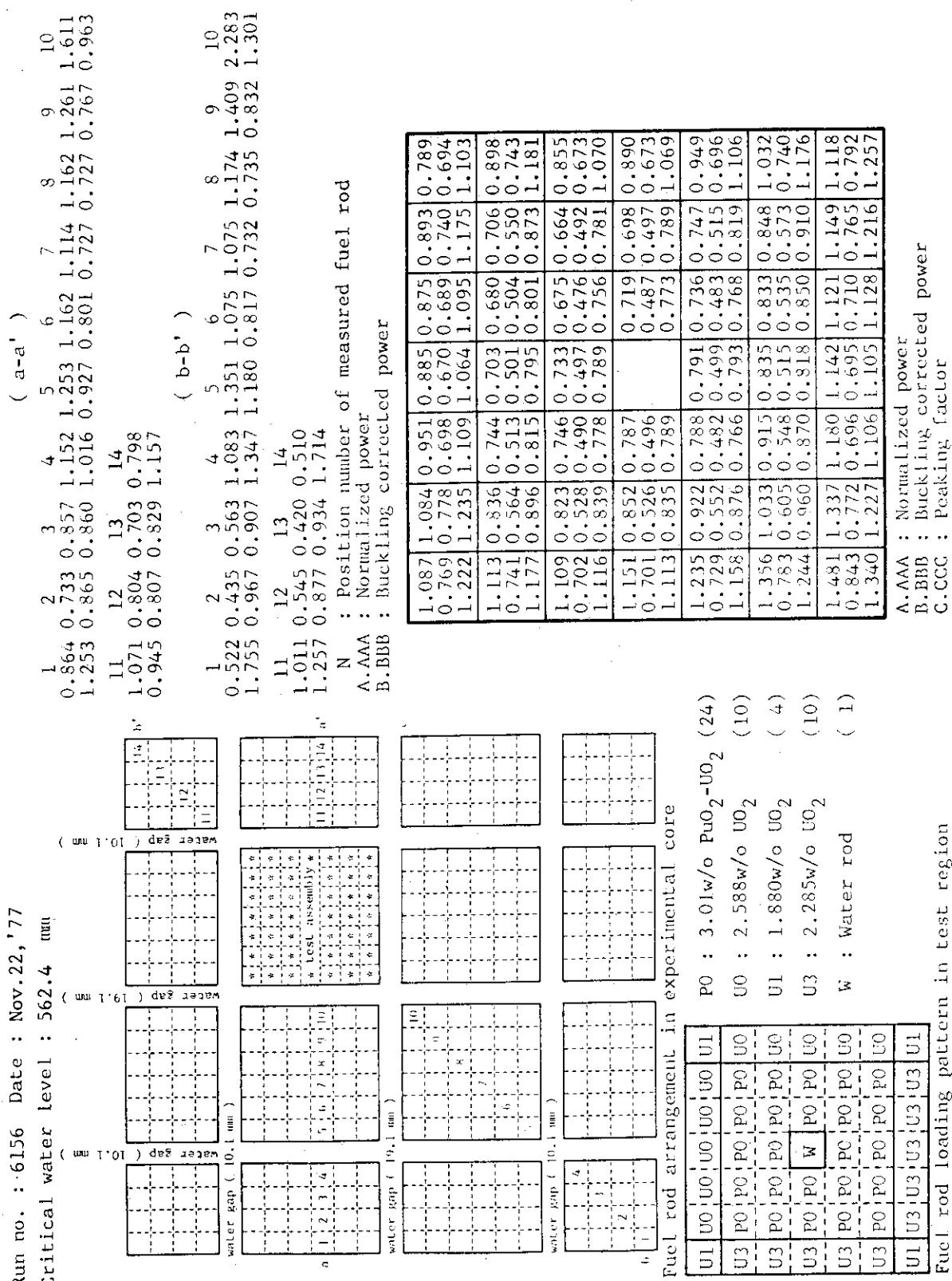


Fig. 55 Power distribution of IV - 5 core

Fuel rod loading pattern in test region

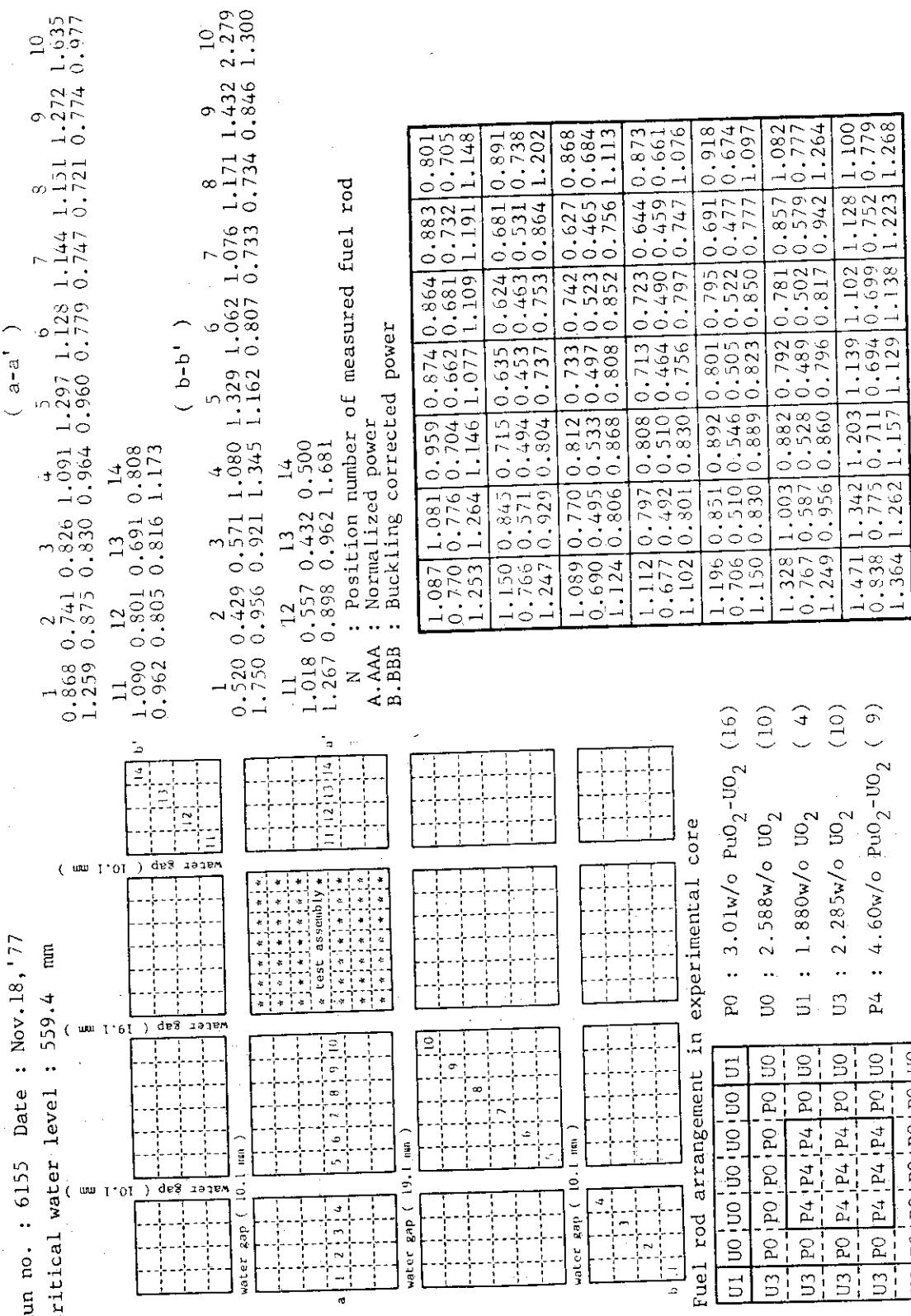
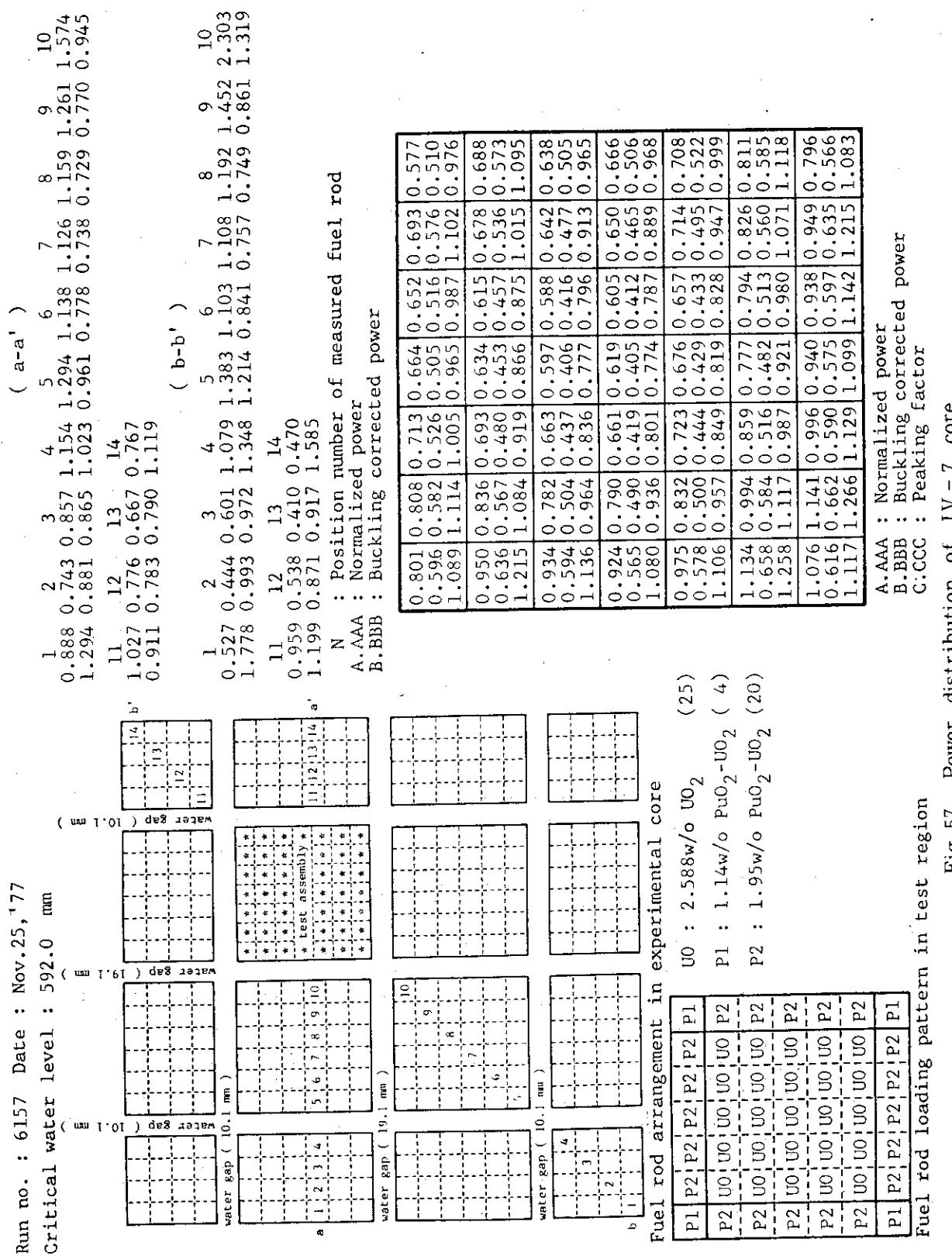
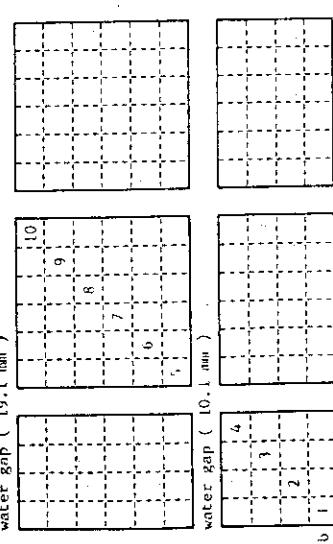
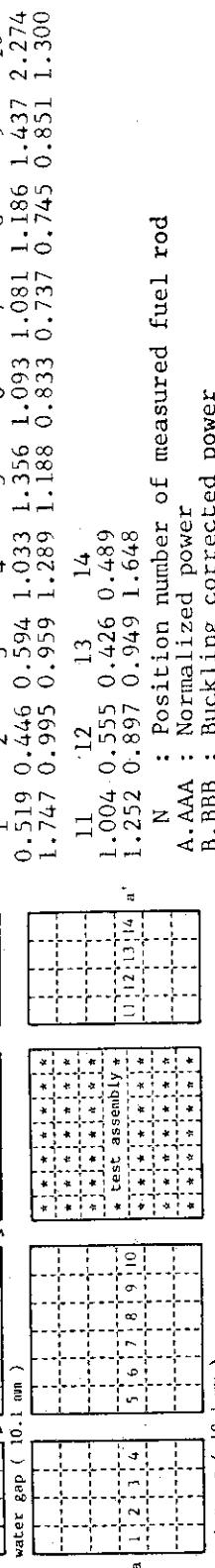
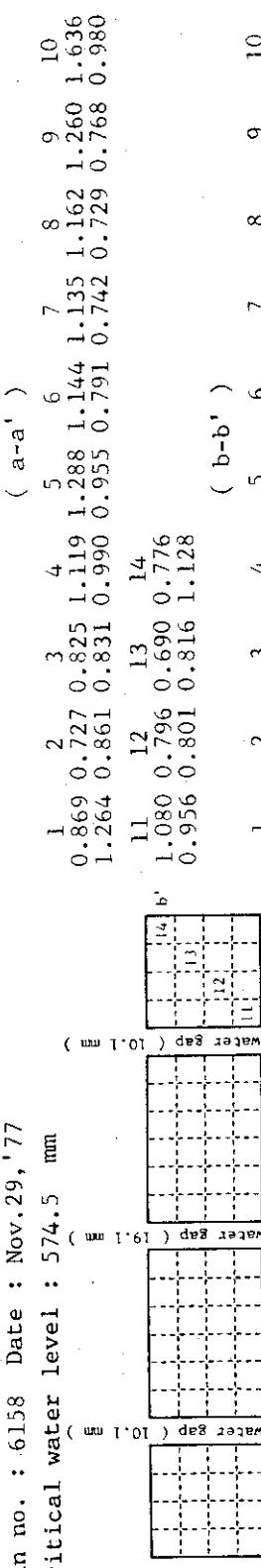


Fig. 56 Power distribution of IV - 6 core

Fuel rod loading pattern in test region



Run no. : 6158 Date : Nov. 29, '77
 Critical water level : 574.5 mm

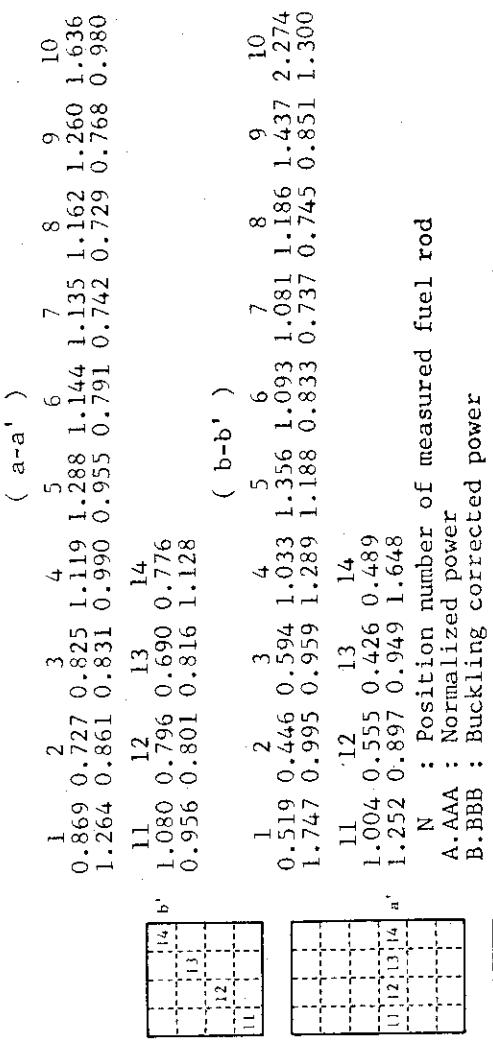


Fuel rod arrangement in experimental core

P1	P2	P2	P2	P2	P1	UO	: 2.588w/o UO ₂	(25)
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P1	: 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂	(4)
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2	: 1.95w/o PuO ₂ -UO ₂	(20)
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2		
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2		
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2		
P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1		

P1	P2	P2	P2	P2	P1	UO	: 2.588w/o UO ₂	(25)
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P1	: 1.14w/o PuO ₂ -UO ₂	(4)
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2	: 1.95w/o PuO ₂ -UO ₂	(20)
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2		
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2		
P2	UO	UO	UO	UO	P2	P2		
P1	P2	P2	P2	P2	P1	P1		

Fuel rod loading pattern in test region



Fuel rod loading pattern in test region

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.869	0.727	0.825	1.119	1.288	1.144	1.135	1.162	1.260	1.636
1.264	0.861	0.831	0.990	0.955	0.791	0.742	0.729	0.768	0.980
1.1	1.2	1.3	1.4						
1.080	0.796	0.690	0.776						
0.956	0.801	0.816	1.128						
11	12	13	14						
0.519	0.446	0.594	1.033	1.356	1.093	1.081	1.186	1.437	2.274
1.747	0.995	0.959	1.289	1.188	0.833	0.737	0.745	0.851	1.300
1.1	12	13	14						
1.004	0.555	0.426	0.489						
1.252	0.897	0.949	1.648						
a	11,12,13,14								
b									

A. AAA : Normalized power
 B. BBB : Buckling corrected power
 C. CCC : Peaking factor

Fig. 58 Power distribution of IV-8 core

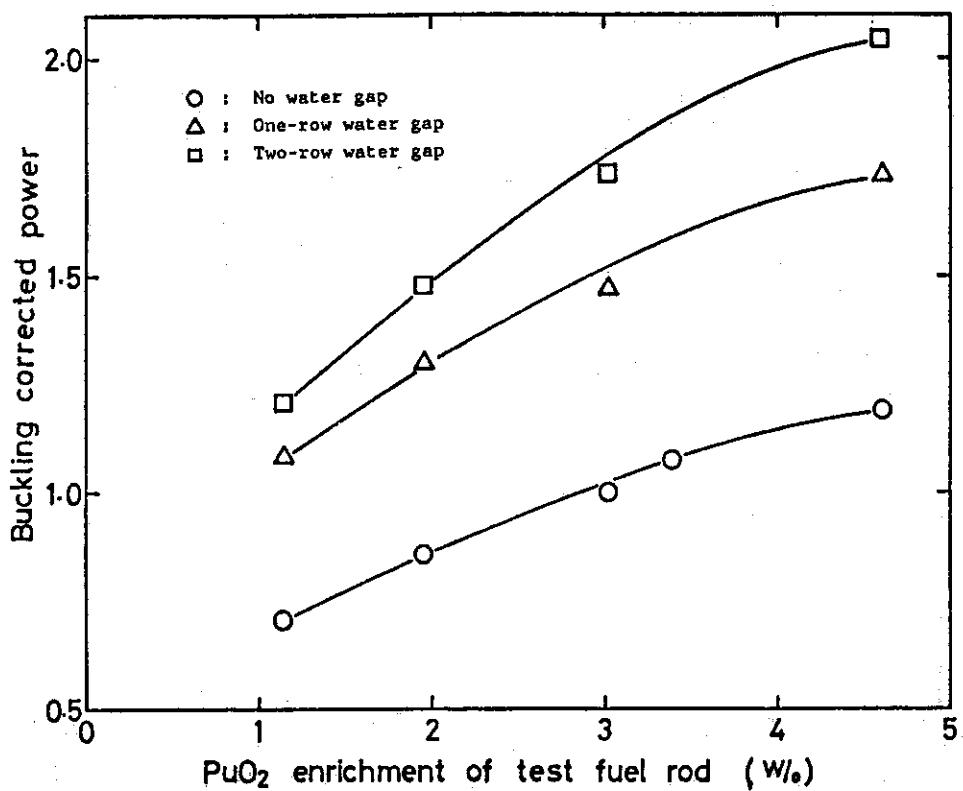


Fig. 59 Relative power of test fuel rod vs. PuO₂ enrichment dependent on width of water gap.

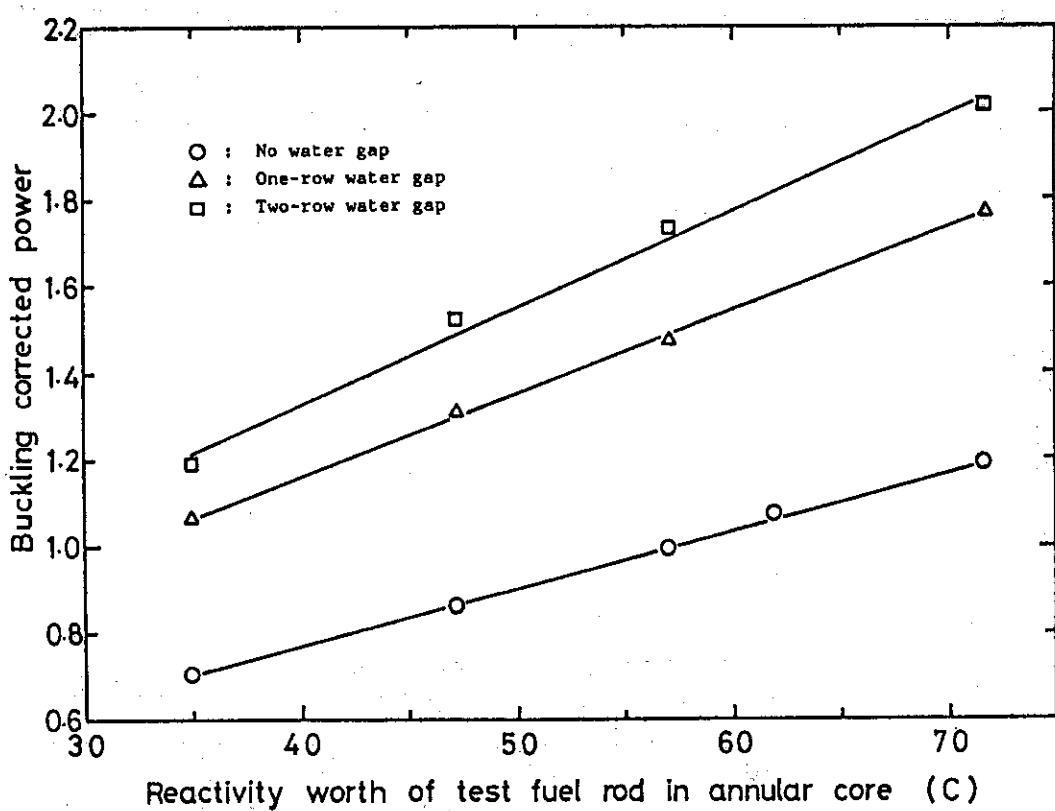


Fig. 60 Relative power of test fuel rod vs. reactivity worth dependent on width of water gap.

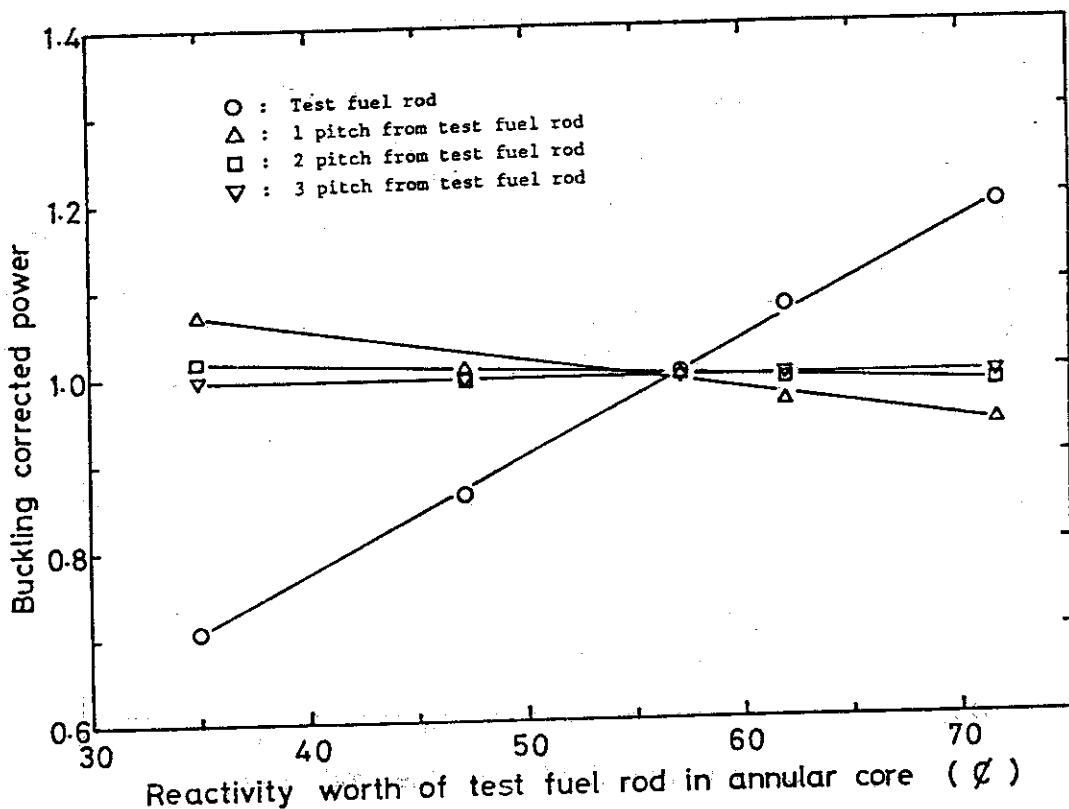


Fig. 61 Relative power of fuel rod in no water gap core one-row test fuel rod vs. reactivity worth dependent on distance from test fuel rod.

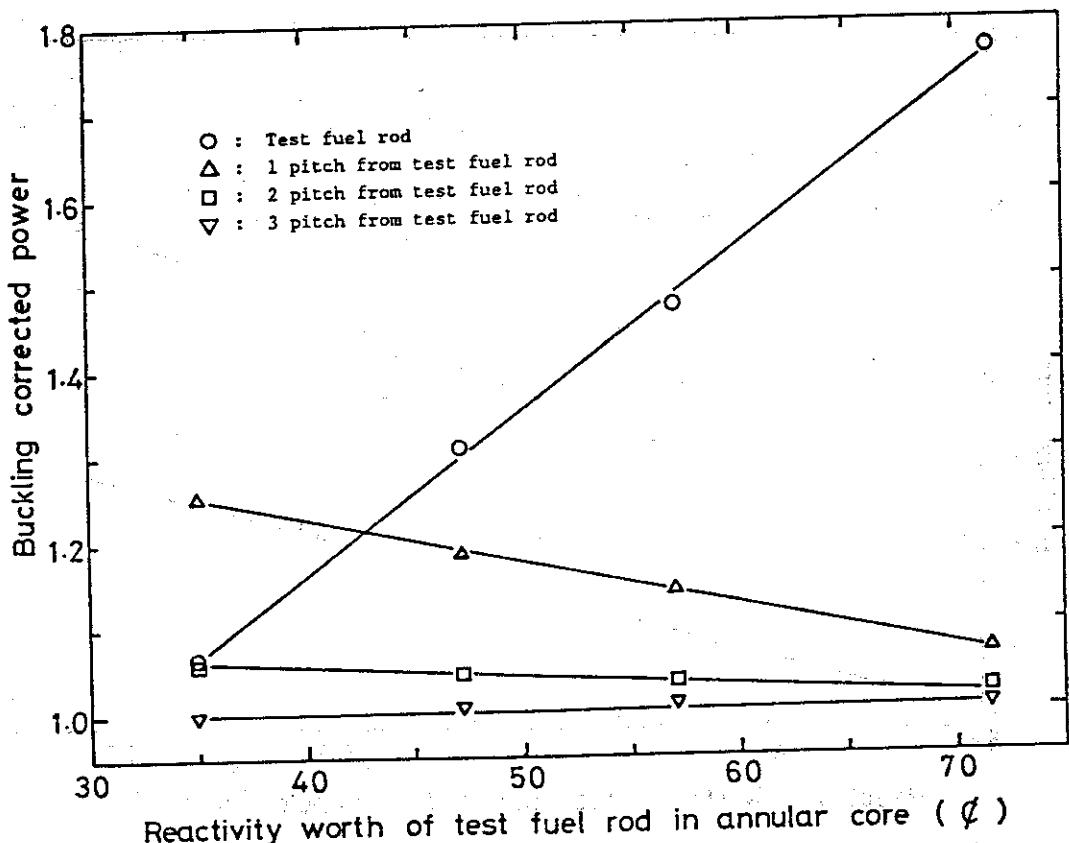


Fig. 62 Relative power of fuel rod in one-row water gap core with one-row test fuel rod vs. reactivity worth dependent on distance from test fuel rod.

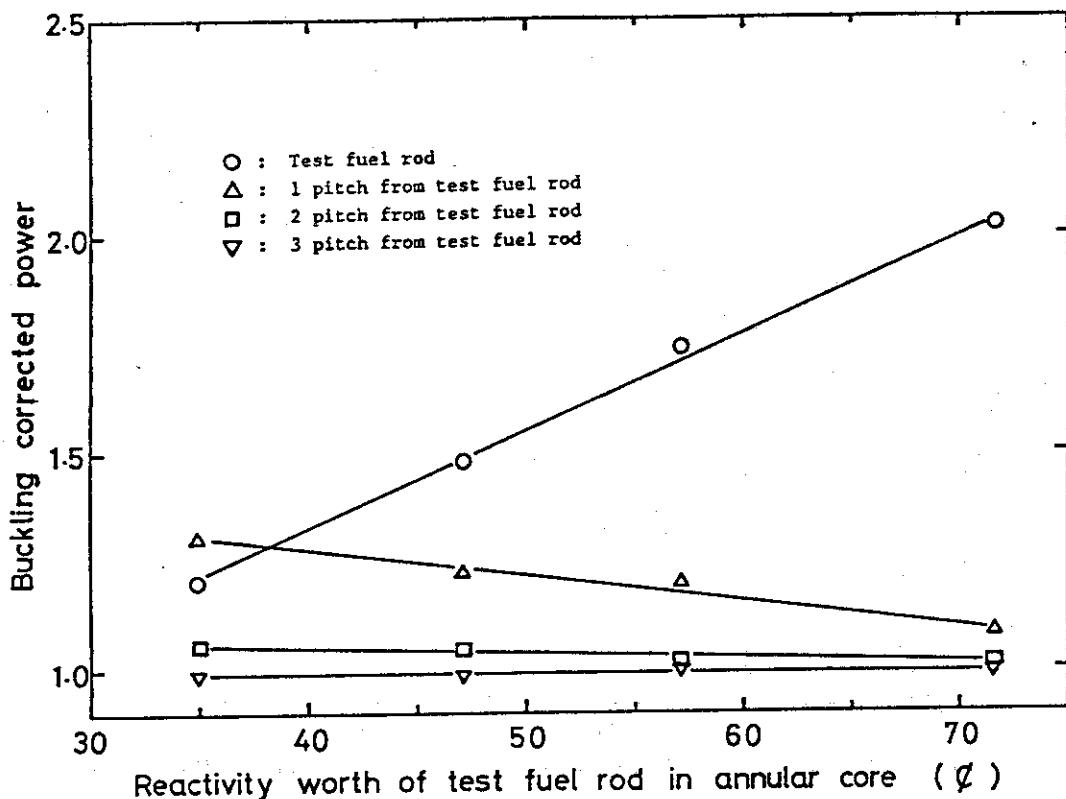


Fig. 63 Relative power of fuel rod in two-row water gap core with one one-row test fuel rod vs. reactivity worth dependent on distance from test fuel rod.

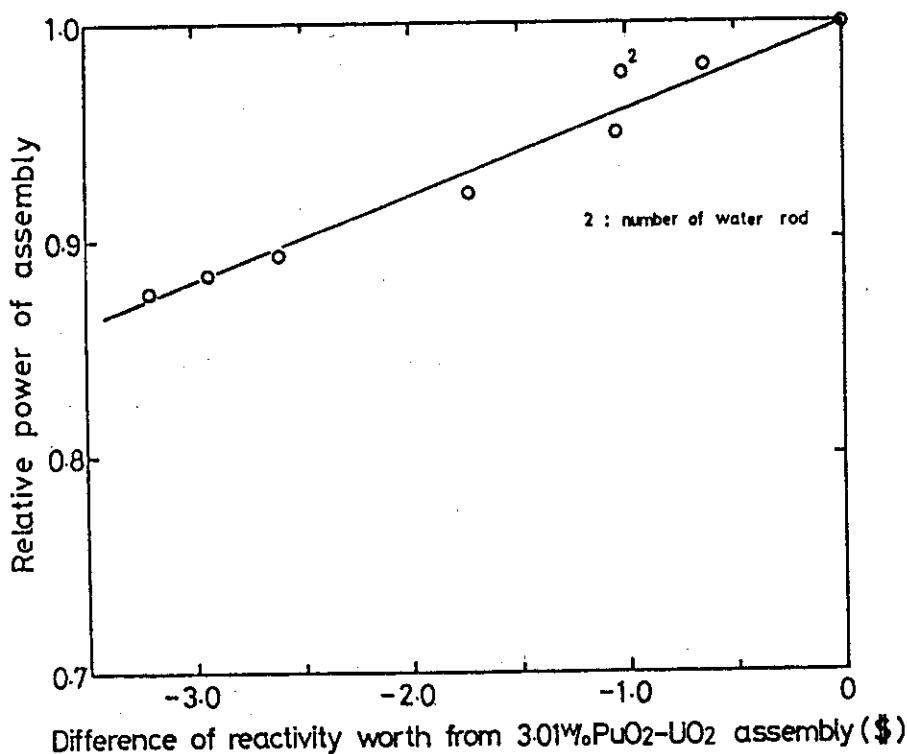


Fig. 64 Relative power of test fuel assembly in core with one-row parallel cross water gap vs. difference of reactivity worth from refalence fuel assembly.

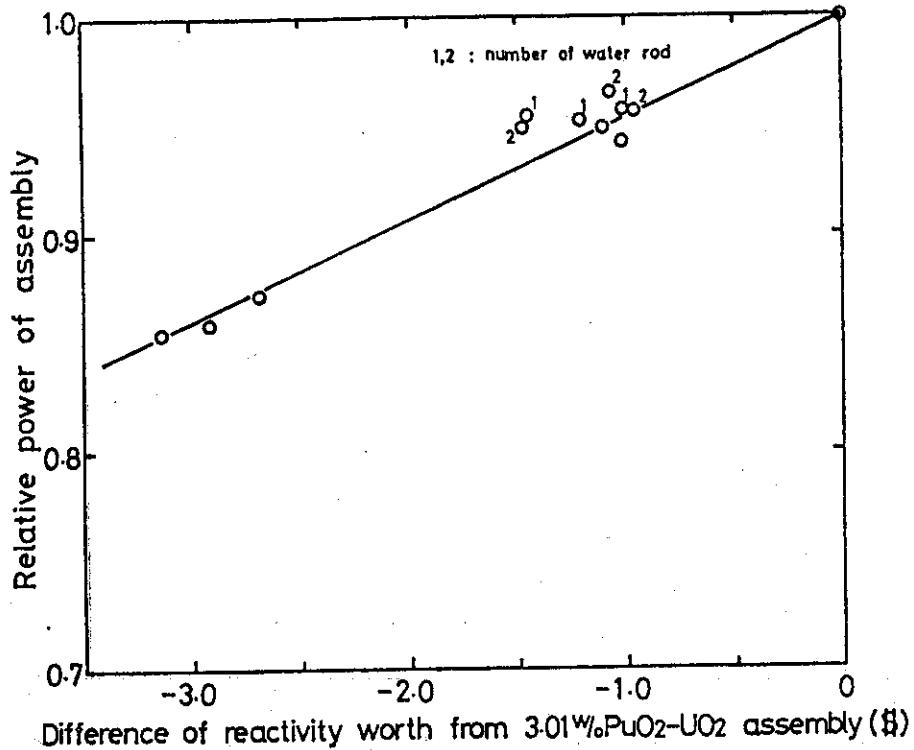


Fig. 65 Relative power of test fuel assembly in core with one and two-row parallel cross water gap vs. difference of reactivity worth from refalence fuel assembly.

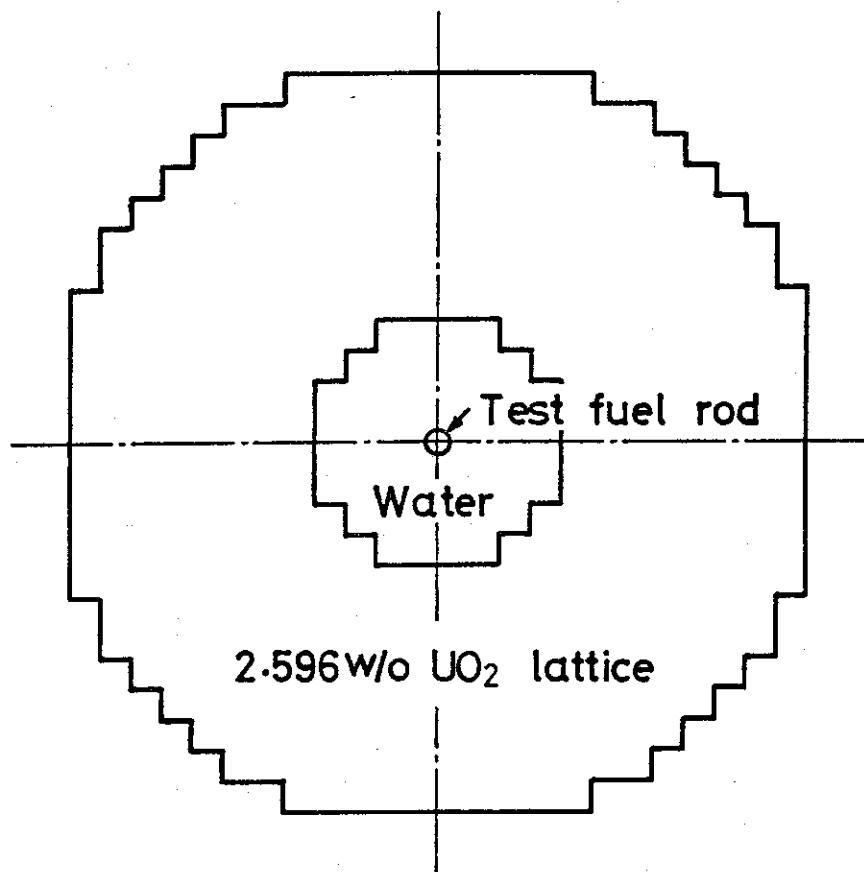
付録 円環炉心および1次元炉心における 燃料反応度価値の比較

4.1で使用した反応度価値は、燃料棒受入検査時にPuO₂–UO₂燃料棒の一様性を見るために、UO₂燃料棒によって構成される円環炉心（Fig. A1に示す）の中央部において測定した値である。この円環炉心における反応度価値とPuO₂–UO₂燃料棒により構成される1次元炉心において測定された相対反応度価値が、1対1の対応のとれるものかどうかを検討するために、円環炉心における反応度価値と、PuO₂–UO₂燃料棒により構成される1次元炉心における試験燃料棒の反応度価値との関係を求めた。

測定方法は、3.01% PuO₂–UO₂燃料棒によって構成した炉心の臨界水位を求め、次に燃料棒1行を他の燃料棒に置換して臨界水位を求め、それらの臨界水位の差から反応度価値を求ることにより行った。測定は、炉心の中央部に1列および2列巾の水ギャップがあり、試験燃料棒がこの水ギャップに面している場合についても行った。測定炉心をFig. A2～A7に、結果をTable A1およびFig. A8に示す。臨界水位の水位差から反応度価値を求める時に使用した微分水位反応度は、1次元炉心の出力分布を測定する時に得られた水位差と、出力上昇ペリオドの関係から求めた。この微分水位反応度と水位の関係をFig. A9に示す。以上の測定から、UO₂燃料棒による円環炉心での反応度価値と、PuO₂–UO₂燃料棒による1次元炉心での反応度価値との間には比例関係が得られた。したがって、UO₂燃料棒による円環炉心での反応度価値を、PuO₂–UO₂燃料棒による炉心に適用しても問題がないといえる。

Table A1 List of experimental core

Core no.	Fig. no.	Run no.	Date	Critical water level (mm)	Test fuel rod	Reactivity worth ($\frac{d}{f}$)	Note
A - 1	A2	6097	Feb. 15, '77	594.2	3.01w/o Pu02-U02	0	No water gap
A - 2	A2	6098	Feb. 15, '77	610.95	1.14w/o Pu02-U02	- 68.71	
A - 3	A2	6099	Feb. 15, '77	601.0	1.95w/o Pu02-U02	- 28.49	
A - 4	A2	6100	Feb. 15, '77	590.25	3.39w/o Pu02-U02	16.71	
A - 5	A3	6101	Feb. 15, '77	591.4	3.39w/o Pu02-U02	11.8	
A - 6	A3	6102	Feb. 15, '77	587.3	4.60w/o Pu02-U02	29.42	
A - 7	A3	6103	Feb. 15, '77	605.9	1.14w/o Pu02-U02	- 48.68	
A - 8	A2	6105	Feb. 15, '77	594.15	3.01w/o Pu02-U02	0	
A - 9	A4	6106	Feb. 16, '77	586.05	3.01w/o Pu02-U02	0	One-row water gap
A - 10	A4	6107	Feb. 16, '77	622.65	1.14w/o Pu02-U02	-150.09	
A - 11	A5	6108	Feb. 16, '77	612.3	1.14w/o Pu02-U02	-110.07	
A - 12	A4	6110	Feb. 16, '77	600.3	1.95w/o Pu02-U02	- 61.62	
A - 13	A4	6111	Feb. 16, '77	596.8	3.39w/o Pu02-U02	39.69	
A - 14	A5	6112	Feb. 16, '77	579.3	3.39w/o Pu02-U02	28.52	
A - 15	A5	6113	Feb. 16, '77	570.3	4.60w/o Pu02-U02	67.36	
A - 16	A4	6114	Feb. 16, '77	585.5	3.01w/o Pu02-U02	0	
A - 17	A6	6121	Feb. 25, '77	627.8	3.01w/o Pu02-U02	0	Two-row water gap
A - 18	A6	6122	Feb. 25, '77	687.3	1.14w/o Pu02-U02	-194.36	
A - 19	A7	6123	Feb. 25, '77	671.8	1.14w/o Pu02-U02	-149.14	
A - 20	A7	6124	Feb. 25, '77	603.15	4.60w/o Pu02-U02	95.33	
A - 21	A6	6125	Feb. 25, '77	649.1	1.95w/o Pu02-U02	- 76.28	
A - 22	A6	6126	Feb. 25, '77	614.45	3.39w/o Pu02-U02	50.14	
A - 23	A6	6128	Feb. 25, '77	627.4	3.01w/o Pu02-U02	0	



Equivalent outer radius : 24.48 cm

Equivalent inner radius : 7.96 cm

2.6w/o UO₂ : 432 rods

Fig. A1 Plan view of annular core and test fuel rod.

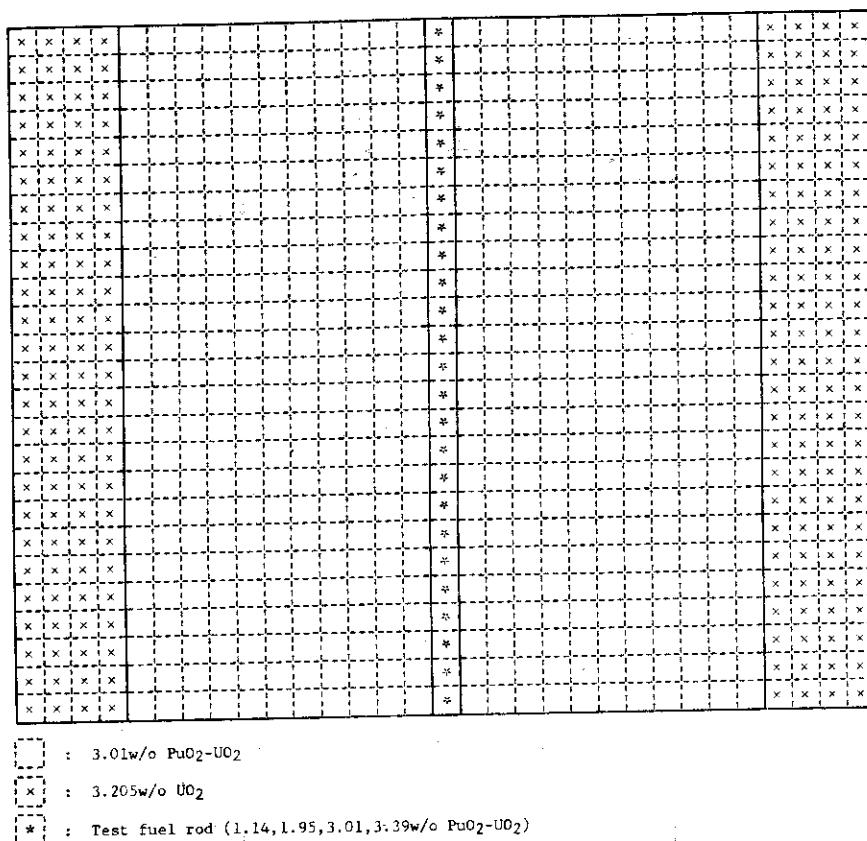


Fig. A2 Plan view of fuel arrangement in no water gap core with one-row test fuels.

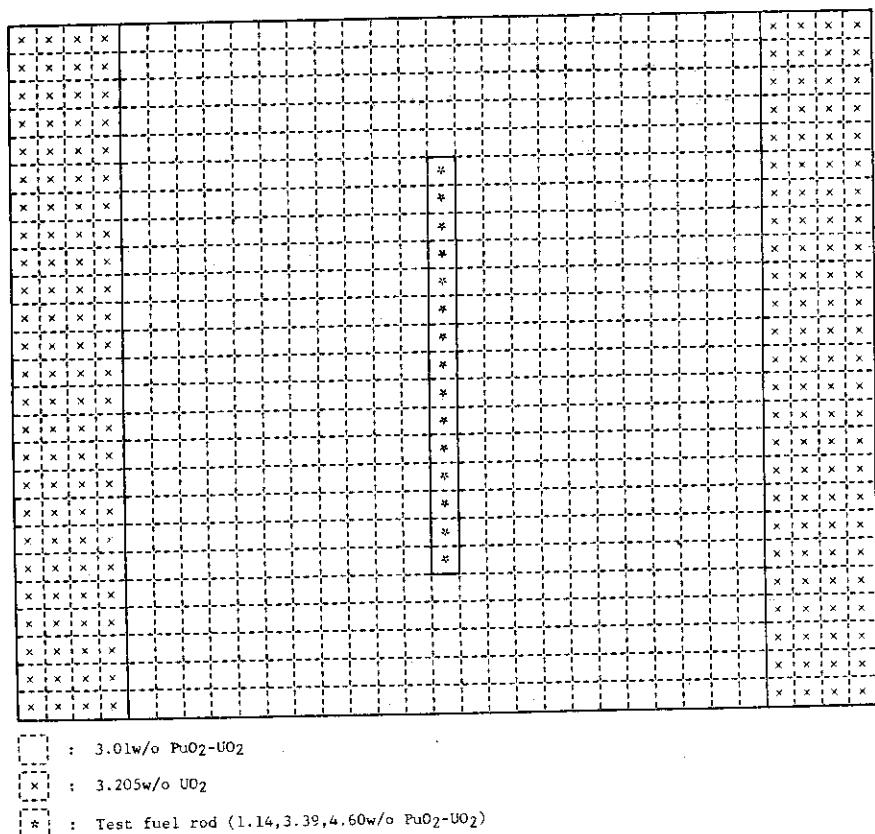


Fig. A3 Plan view of fuel arrangement in no water gap core with one-row test fuels.

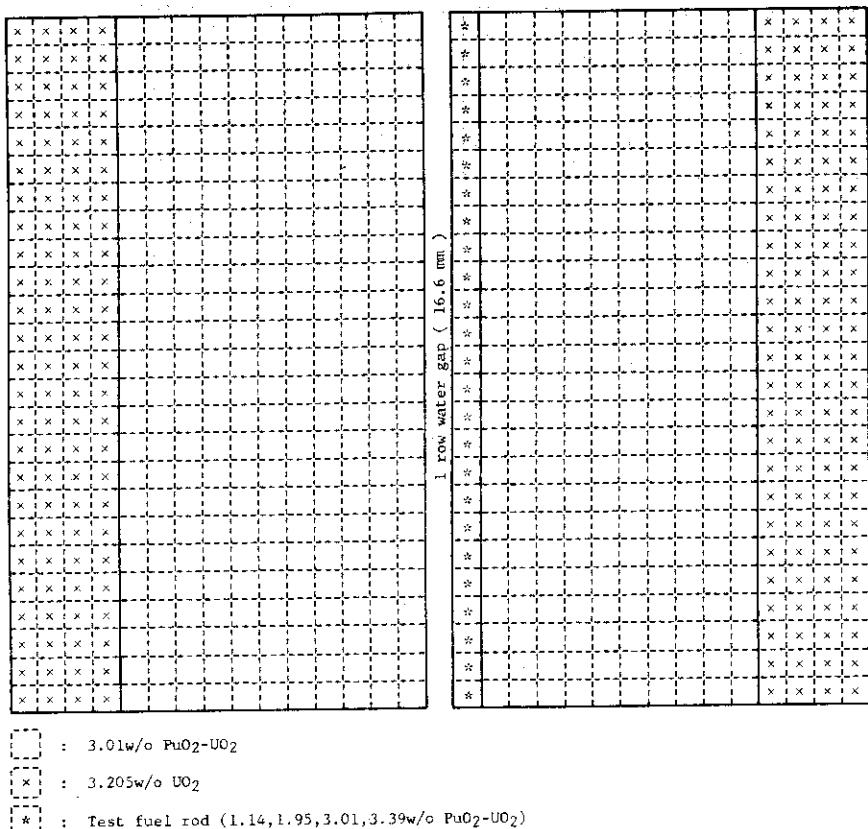


Fig.A4 Plan view of fuel arrangement in one-row water gap core with one-row test fuels.

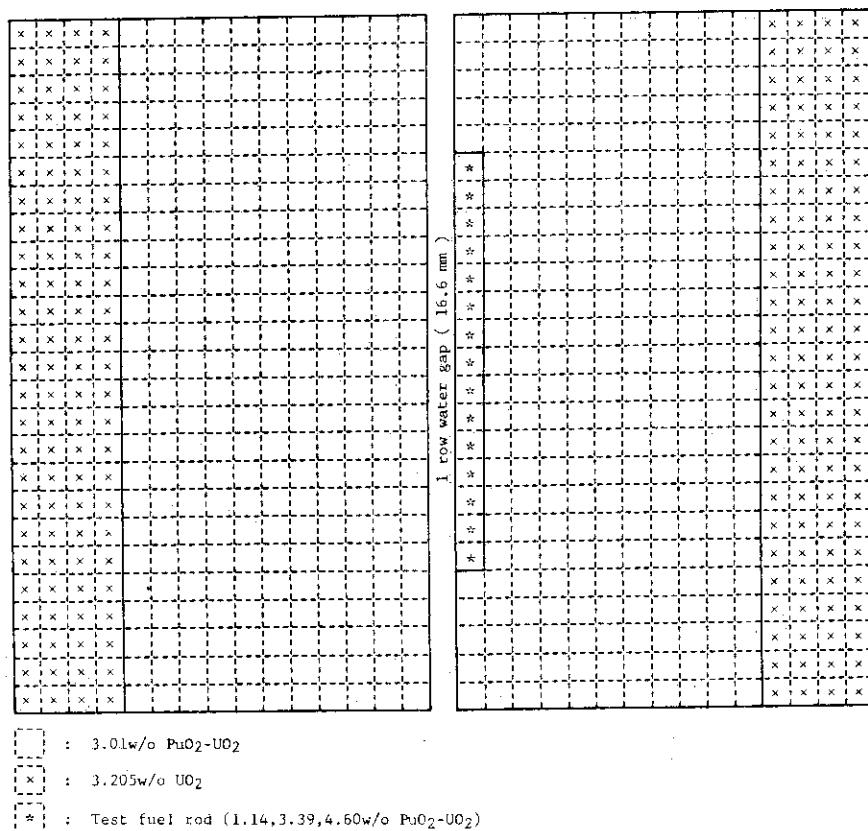


Fig.A5 Plan view of fuel arrangement in one-row water gap core with one-row test fuels.

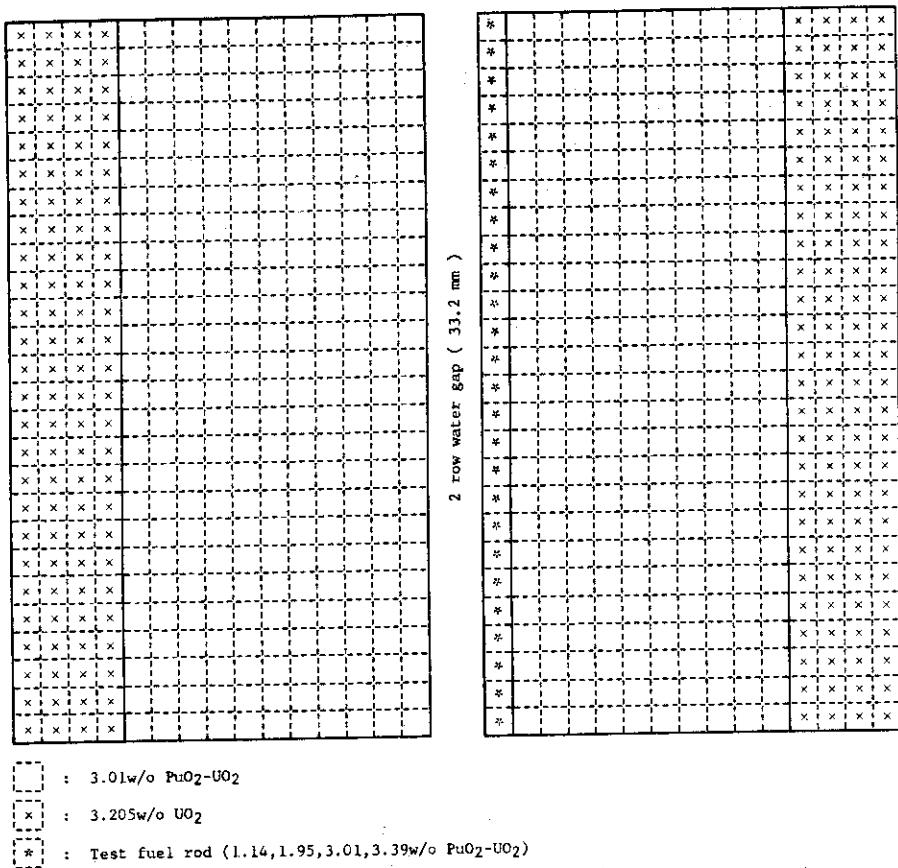


Fig.A6 Plan view of fuel arrangement in two-row water gap core with one-row test fuels.

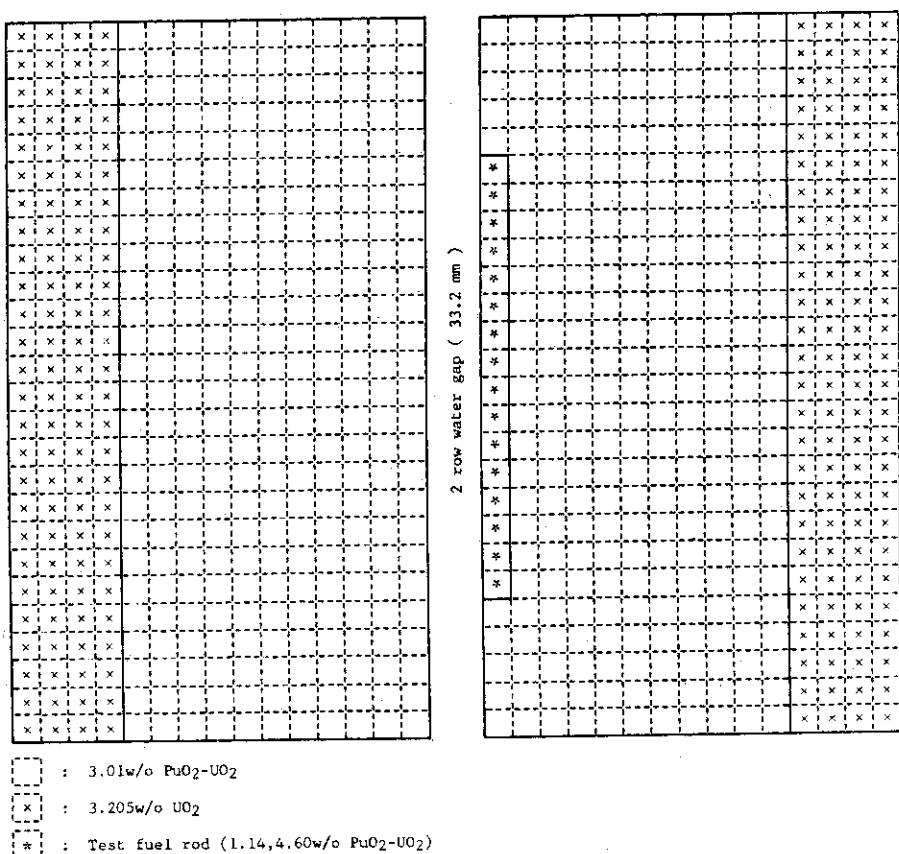


Fig.A7 Plan view of fuel arrangement in two-row water gap core with one-row test fuels.

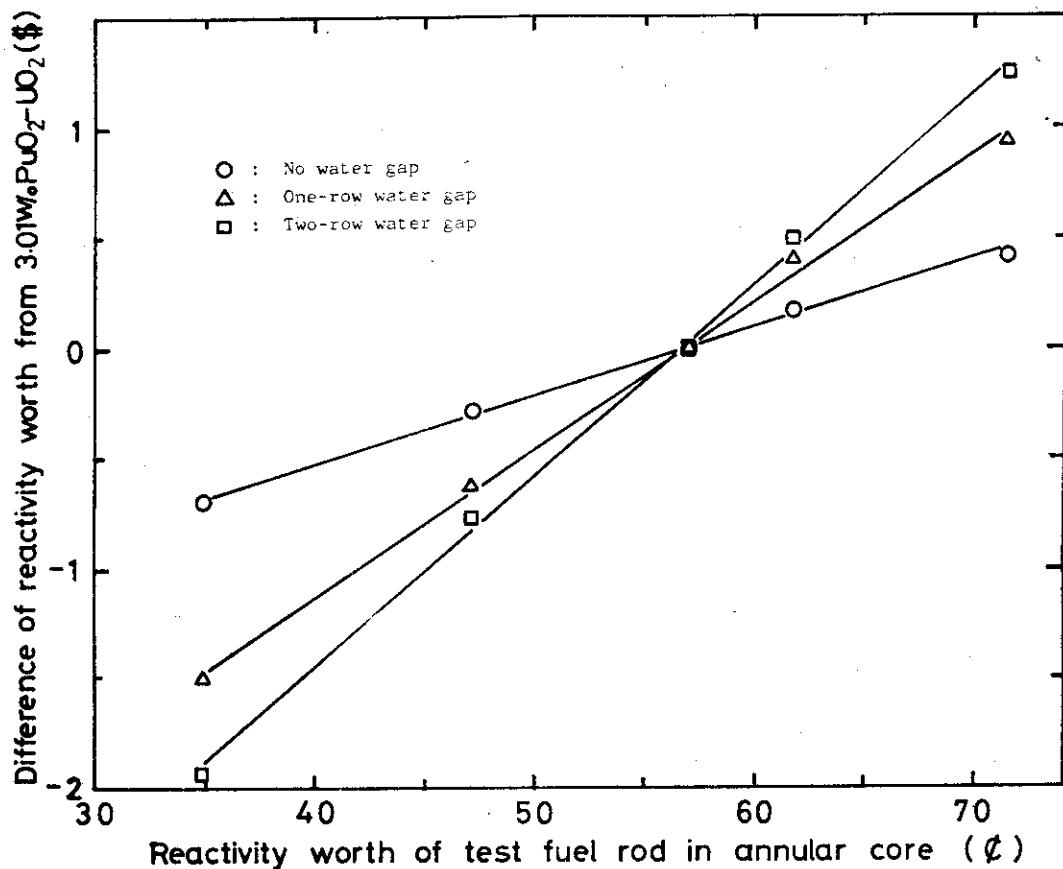


Fig.A8 Reactivity worth of test fuel rods in one dimensional core vs. reactivity worth of test fuel rod in annular core dependent on width of water gap.

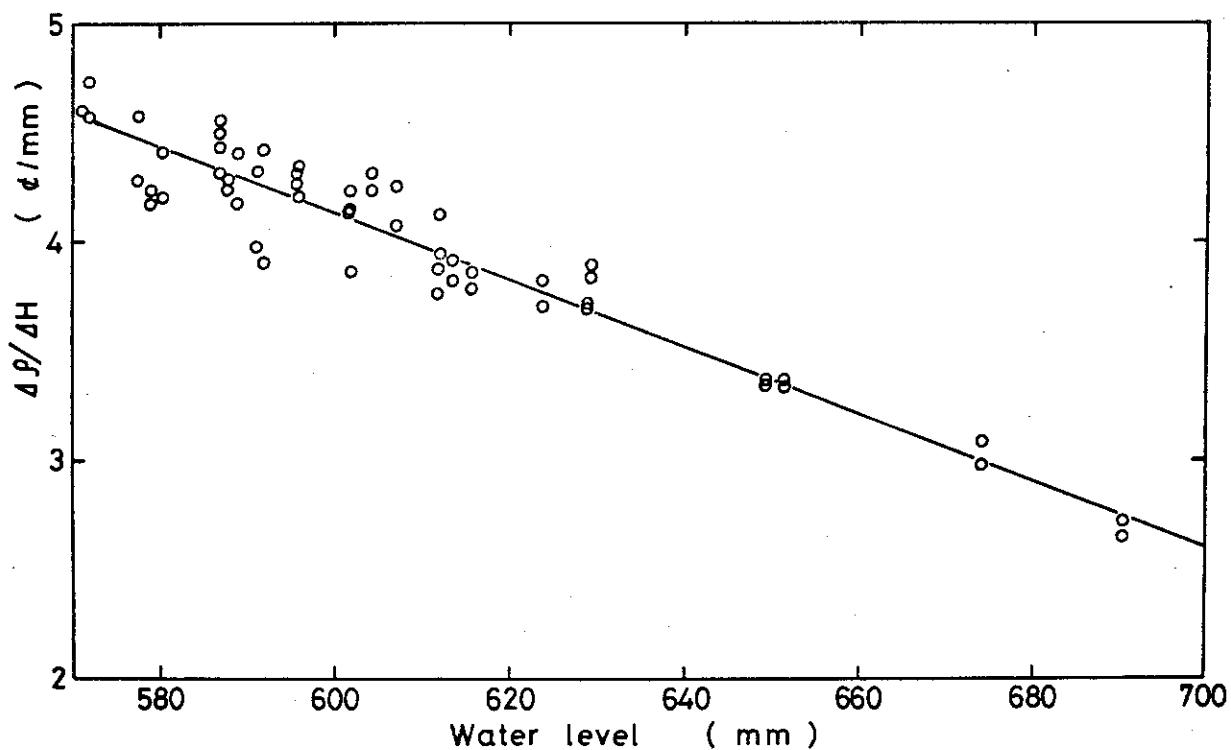


Fig.A9 Differential water-level worth vs. water-level