

JAERI - M
91-096

FCA XV炉心におけるB₄C模擬制御棒
半挿入体系の出力分布測定と解析

1991年6月

大井川宏之・大杉 俊隆・大野 秋男
佐藤 邦雄・田島 淳一*

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。
入手の問い合わせは、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 Division, Department of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1991

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 ㈱原子力資料サービス

FCA XV 炉心における B,C 模擬制御棒半挿入体系の出力分布測定と解析

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

大井川宏之・大杉 俊隆・大野 秋男

佐藤 邦雄・田島 淳一*

(1991 年 5 月 15 日受理)

B,C 模擬制御棒の反応度値の予測精度向上に資するため、高転換軽水炉模擬炉心である FCA XV-1 及び XV-2 (95 V) 炉心における B,C 模擬制御棒半挿入体系の軸方向及び径方向の出力分布を測定し、計算と比較・検討した。B,C 模擬制御棒の反応度値と出力の歪みには密接な関係があり、本測定の範囲内では両者はほぼ正比例していることがわかった。よって、反応度値を正しく計算するためには、出力の歪みを正しく計算する必要があると考えられる。JENDL-2, SRAC を用いた計算は反応度値と出力の歪みの両方を 10 ~ 20 % 程度小さく見積る傾向があり、その原因の一つとしてセル計算における均質化の効果により、出力の歪みが約 5 % 小さく計算されていることがわかった。

Experimental Study of Power Distribution in FCA XV Cores
with Half-Inserted B₄C Control Rod

Hiroyuki OIGAWA, Toshitaka OSUGI, Akio OHNO, Kunio SATOH
and Junichi TAJIMA*

Department of Reactor Engineering
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received May 15, 1991)

Axial and radial power distributions were measured in FCA XV-1 and XV-2(95V) cores with half-inserted B₄C control rod to improve the calculational accuracy of reactivity worth of B₄C control rod. FCA XV-1 core has a zone type test region simulating a plutonium fueled HCLWR and XV-2(95V) core simulated a 95% voided state of coolant in HCLWR.

Experimental results showed that reactivity worth and power depression by B₄C control rod were closely related and there was a nearly linear relation between them in the range of present measurement. Therefore, the calculation which gives an accurate power depression was considered to give an accurate reactivity worth. The calculation using JENDL-2 and SRAC gave smaller reactivity worth and power depression than the experiment. The homogenization effect in cell calculation was considered as one of main causes of these underestimation and estimated to be about 5%.

Keywords: Experiment, Power Distribution, FCA XV Cores, B₄C Control Rod,
High Conversion Light Water Reactor, JENDL-2, SRAC,
Power Depression, Reactivity Worth, Cell Homogenization Effect

* The Japan Research Institute, LTD.

目 次

1. 序 論	1
2. 実 験	2
2.1 実験体系	2
2.2 測定方法	2
3. 解 析	9
4. 結果及び検討	13
5. 結 論	39
謝 辞	39
参考文献	39

Contents

1. Introduction	1
2. Experiment	2
2.1 FCA XV Cores	2
2.2 Experimental Method	2
3. Calculation	9
4. Results and Discussion	13
5. Summary	39
Acknowledgement	39
References	39

1. 序 論

高速炉臨界実験装置（F C A）を用いて高転換軽水炉を模擬した一連の炉物理実験が行われてきた。高転換軽水炉の設計においてB₄C制御棒の反応度価値を精度良く計算することは、経済性及び安全性の面から重要な課題である。そこでF C Aにおいて、B₄C模擬制御棒の反応度価値測定が行われ、計算値との比較・検討がなされてきた¹⁾。これによると、計算は一般にB₄C模擬制御棒反応度価値を小さく見積る傾向があった。実験値と計算値の不一致の原因は大きく分けて、基準となる反応度（F C A制御棒位置の変化量）から%ΔK/K単位に変換する際の反応度スケールの誤差と、計算手法の正当性に起因する誤差とに分けられる。本研究は、後者の要因に焦点を当て、B₄C模擬制御棒半挿入体系の相対出力分布及び出力の歪みを検討することにより、B₄C制御棒の反応度価値の予測精度向上に資することを目的とする。

B₄C模擬制御棒半挿入体系の相対出力分布測定には、F C Aで通常行われているγ-カウンティング法²⁾を用いた。測定対象はF C A X V-1炉心及び冷却材の95%ボイド状態を模擬したX V-2(95V)炉心であり、B₄C模擬制御棒の¹⁰B濃縮度はX V-1炉心が20%、40%、60%及び90%、X V-2(95V)炉心が20%及び90%である。

本報告書では、第2章で実験体系及び測定方法、第3章で解析に用いた計算手法、第4章で測定結果と計算結果を示し検討を行う。

2. 実 験

2.1 実験体系

F C A X V-1炉心

F C A X V-1炉心は、高転換軽水炉の組成を模擬したテスト領域を中央に配し、その回りを炉を臨界に保つための濃縮ウラン・ドライバーで囲んだ炉心である。テスト領域とドライバー領域の間には中性子スペクトルの緩衝のためステンレス・バッファーが配されている。テスト領域は核分裂性プルトニウムの富化度8.11%、減速材対燃料体積比0.6、水素対重核種原子数密度比1.10の組成を持つ。Fig. 2.1にテスト領域を構成するPU08ドロワーの装填図を、Fig. 2.2に炉心装荷図を示す。

制御棒の半挿入状態を模擬するため、テスト領域中心ドロワーをFig. 2.3のように変更した。即ち、F C Aの固定側集合体（F側）中心ドロワーの炉心領域を構成するセルの1/16"アルミナ板2枚を抜き、中心の1/4"劣化ウラン酸化物板1枚を1/8"2枚にして、その間に1/8"のステンレス被覆のB₄C板を1枚挿入した。ブランケット部は両端の1/8"ポリスチレン板2枚を1/16"2枚に変更し、中心の1/4"劣化ウラン板を1/8"2枚にして、その間にB₄C板を挿入した。移動側集合体（M側）中心ドロワーには、F側と同様の変更を行ったが、B₄C板の代わりにボイド・カンを挿入した。実験に使用したB₄C板の組成をTable 2.1に示す。

測定は、B₄C板の¹⁰B濃縮度20%、40%、60%及び90%の4ケースで行い、さらに、基準体系の出力分布として、B₄C板をすべてボイド・カンに変更した炉心についても測定を行った。また、炉心を臨界に保つために、ドライバー領域を構成するEUDDドロワーの本数を基準体系及び各¹⁰B濃縮度についてそれぞれ84本、88本、90本、92本、92本と変更して測定した。EUDDドロワーの装荷位置をFig. 2.2に示す。

F C A X V-2(95V)炉心

F C A X V-2(95V)炉心は、X V-1炉心と同様、ゾーン型の炉心でありX V-1炉心のテスト領域のポリスチレン板をすべて95%ボイドを含んだものに置換したものである。この結果、テスト領域は水素対重核種原子数密度が0.06となり、高転換軽水炉における冷却水のボイド状態を模擬している。Fig. 2.4に炉心装荷図を示す。

制御棒の半挿入状態はX V-1炉心と同様に模擬した。測定はB₄C板の¹⁰B濃縮度が20%及び90%の2ケースと基準体系について行った。EUDDドロワーの本数は、全てのケースで102本であった。

2.2 測定方法

軸方向及び径方向の出力分布を、基準体系及びそれぞれの¹⁰B濃縮度の模擬制御棒半挿入体系について、γ-カウンティング法により測定した。γ-カウンティング法とは、照射後の燃

料板から放出されるFP γ 線を燃料板1枚毎に計数し、時間経過に伴う γ 線減衰の補正及び燃料板種類によって異なる γ 線自己吸収係数の補正を行い、燃料板毎の相対核分裂率を求める方法である。 γ -カウンティング法による測定方法の詳細、測定系、データ処理等は参考文献(2)を参照されたい。

軸方向出力分布はF側及びM側中心ドロワーの炉心領域18セル(F側及びM側についてFig. 2.1の1~9Zの位置)のセルの片側について(但し、プルトニウム板は両側)測定した。 γ -カウンティング法の対象とした燃料板は、1セル当りプルトニウム(Pu)板2枚、天然ウラン金属(NU)板2枚、劣化ウラン酸化物(DUO₂)(1/8")板1枚、DUO₂(1/4")板1枚計108枚である。

径方向出力分布はF側密着面より3セル目(+3Z:密着面から約18cmにあるセル)を炉心水平方向9セル(Fig. 2.2及びFig. 2.4に示した-4~+4R)について測定した。中心のB₄Cプレートを含んだセルではPu板2枚、NU板4枚、DUO₂(1/8")板2枚、DUO₂(1/4")板2枚、その他の8セルについてはPu板2枚、NU板4枚、DUO₂(1/4")板3枚合計82枚を γ -カウンティング法の対象とした。照射量はXV-1炉心が約220~300W \cdot min(15~20W \times 15min)、XV-2(95V)炉心が約450W \cdot min(30W \times 15min)である。

Table 2.1 Composition of B₄C plates

Plate	Total weight	Composition			
		Can	B-10	B-11	C
B ₄ C(20)	24.54 g	9.85 g	2.11 g	9.29 g	3.14 g
B ₄ C(40)	24.35 g	9.78 g	4.23 g	6.96 g	3.19 g
B ₄ C(60)	24.04 g	9.87 g	6.29 g	4.58 g	3.16 g
B ₄ C(90)	23.84 g	9.84 g	9.48 g	1.16 g	3.21 g
		Fe	Cr	Ni	----
Void can	9.89 g	7.08 g	1.79 g	0.83 g	----

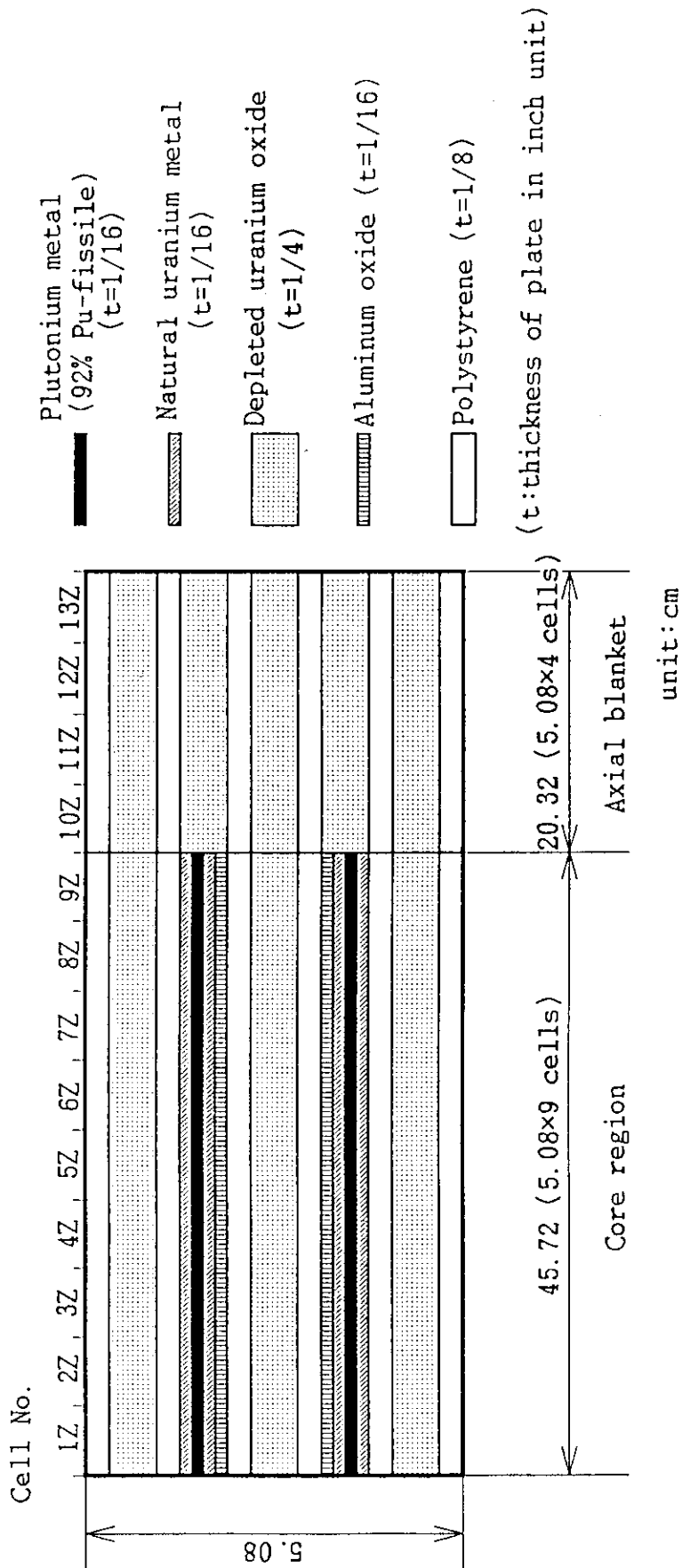
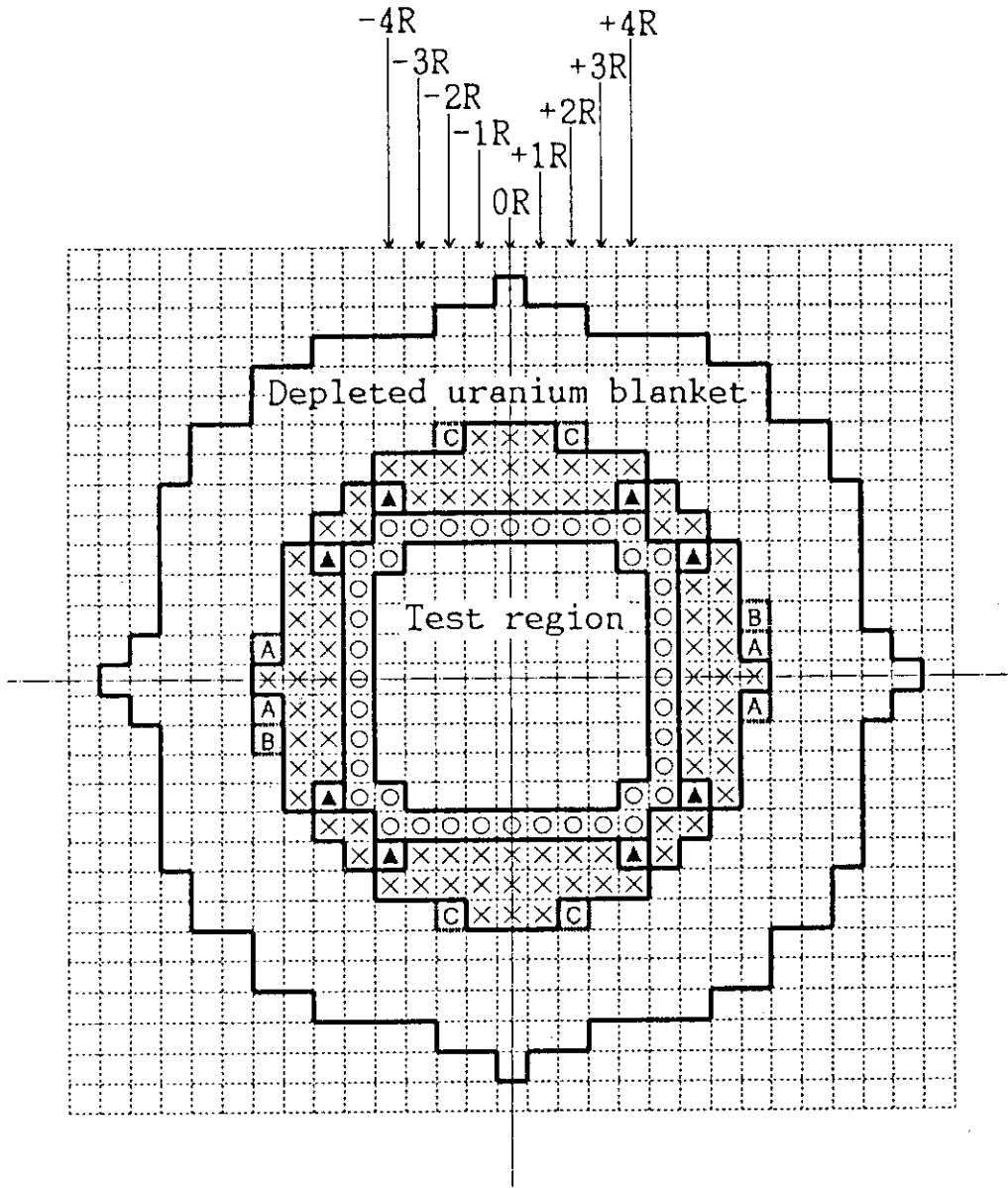


Fig. 2.1 Plate configuration of PU08 drawers



- ⊙ Buffer region
- ▲ FCA control/safety rod
- ⊗ Enriched uranium driver
(EUDD drawer)

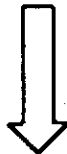
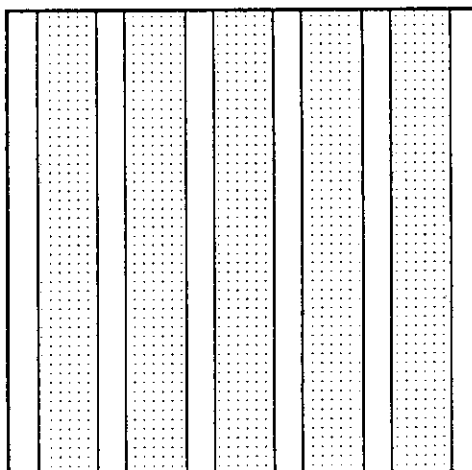
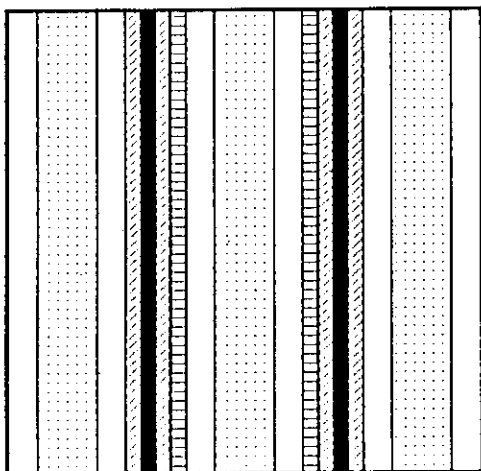
Fig. 2.2 Loading pattern of FCA XV-1 core. Depleted uranium blanket drawers marked "A" were replaced to EUDD drawers for measurement of 20% B₄C. Similarly, "A" and "B" for 40%, "A" and "C" for both 60% and 90%

Core region

Blanket region

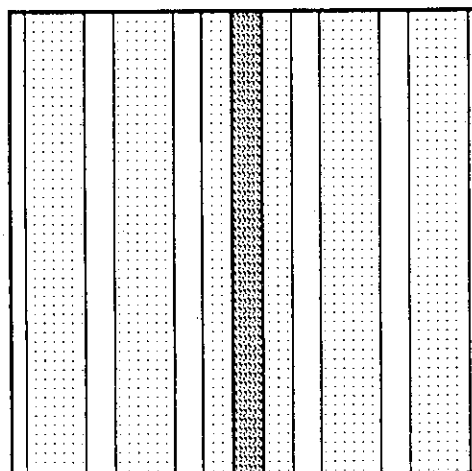
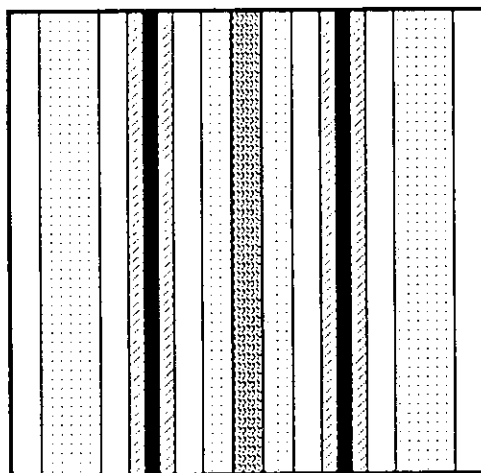
Normal PU08 cell

Normal blanket cell



PU08 cell with B.C

Blanket cell with B.C



B.C

B.C

Fig. 2.3 Plate configurations of simulated control rod cell

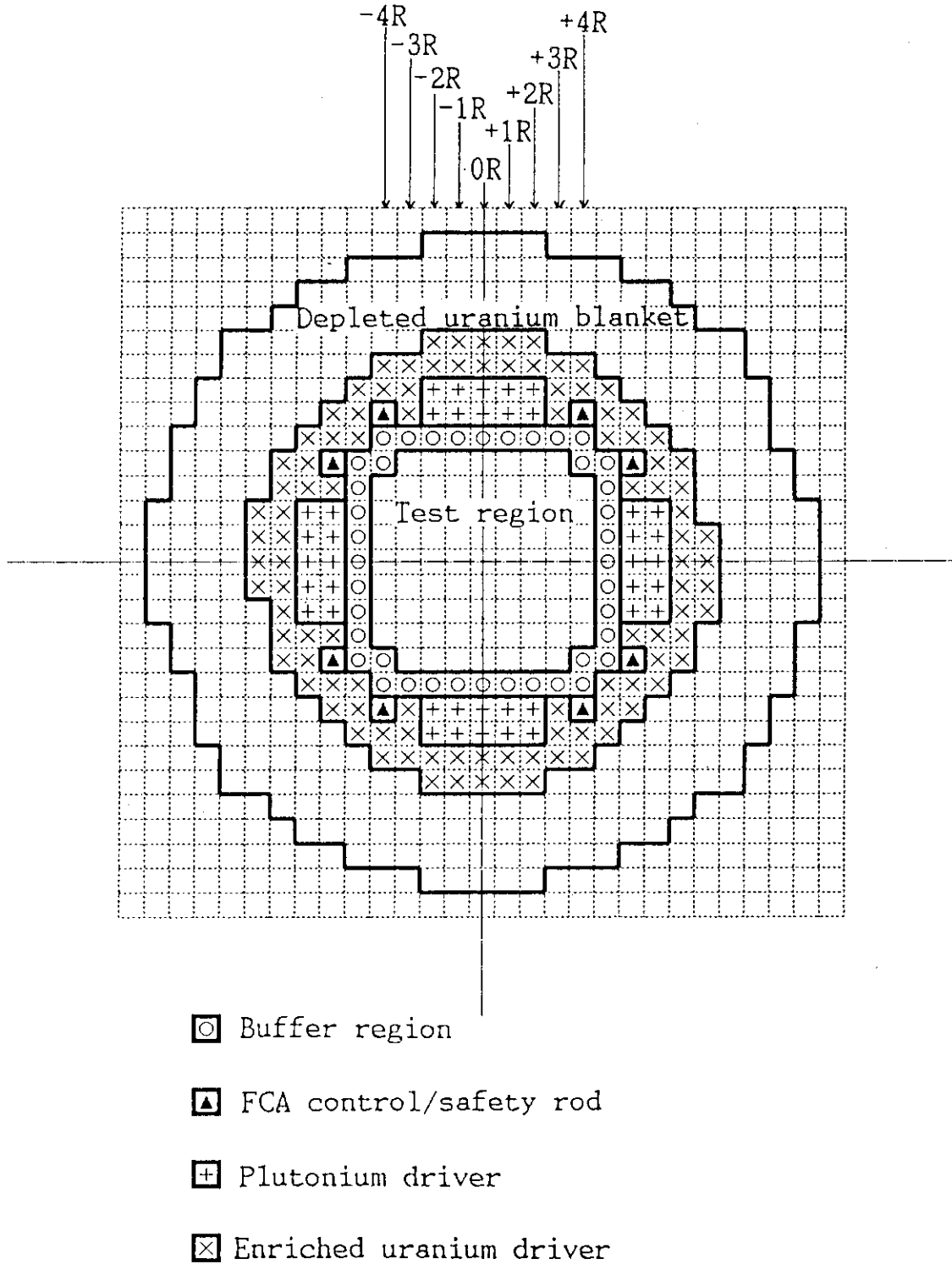


Fig. 2.4 Loading pattern of FCA XV-2(95V) core

3. 解 析

出力分布の解析手法の概略をFig. 3.1に示す。核データセットとしてJENDL-2³⁾から作成されたSRAC用86群ライブラリーを用い、各領域セル毎に、衝突確率法に基づくセル計算コードSRAC⁴⁾で86群セル計算を行いセル平均実効断面積を作成した。この時、B₄C板の入ったPU08セルについては、セルの回りに通常のPU08セルが取り巻く1次元板状スーパーセルモデルを使用した。この実効断面積を用いて、R-Z体系の86群拡散計算をCITATION-FBRコードで行い、得られたスペクトルで各領域の実効断面積を10群に縮約した。FCA XV-1炉心の90%B₄C模擬制御棒半挿入体系についてR-ZモデルをFig. 3.2に示す。縮約にはFig. 3.2のR-Zモデルに示した領域毎の平均のスペクトルを使用しており、領域によるスペクトルの変化を考慮している。次に、3次元XYZ体系の10群拡散計算をCITATION-FBRコードで行い、10群の中性子束分布を求めた。出力分布は、各セル内のプレート毎、核種毎の出力が計算できるように、実効断面積とは別に実効的なプレート毎、核種毎の核分裂断面積を10群に縮約し、計算された10群の中性子束分布に掛け合わせて求める。出力分布に対する輸送効果を補正するために、軸方向についてはR-Z体系10群の拡散計算及び輸送計算をそれぞれCITATION-FBRコード及びTWO TRAN-IIコードを用いて行い、計算結果の比を3次元拡散計算の結果に乗じて最終的な結果とした。径方向出力分布の場合は、上と同様にX-Y体系10群計算で輸送補正を行った。但し、このときに用いる軸方向バックリングとしては、1次元R体系の10群拡散計算をCITATION-FBRコードで行い求めた。FCA XV-1及びXV-2(95V)炉心の90%B₄C半挿入時の軸方向出力分布に用いた輸送補正係数をTable 3.1に示す。補正は模擬制御棒の先端付近で最大となり、約3%であった。

Table 3.1 Transport correction factor for axial power distribution in FCA XV-1 and XV-2(95V) core with half-inserted 90% B₄C control rod. (Normalized at -5Z)

Position	Transport correction factor	
	FCA XV-1	FCA XV-2(95V)
-9Z	1.023	1.001
-8Z	1.007	1.004
-7Z	1.005	1.002
-6Z	1.002	1.001
-5Z	1	1
-4Z	0.998	0.999
-3Z	0.996	0.999
-2Z	0.994	0.998
-1Z	0.993	0.997
+1Z	0.973	0.984
+2Z	0.970	0.982
+3Z	0.970	0.983
+4Z	0.971	0.983
+5Z	0.973	0.984
+6Z	0.976	0.985
+7Z	0.978	0.986
+8Z	0.981	0.988
+9Z	0.996	0.985

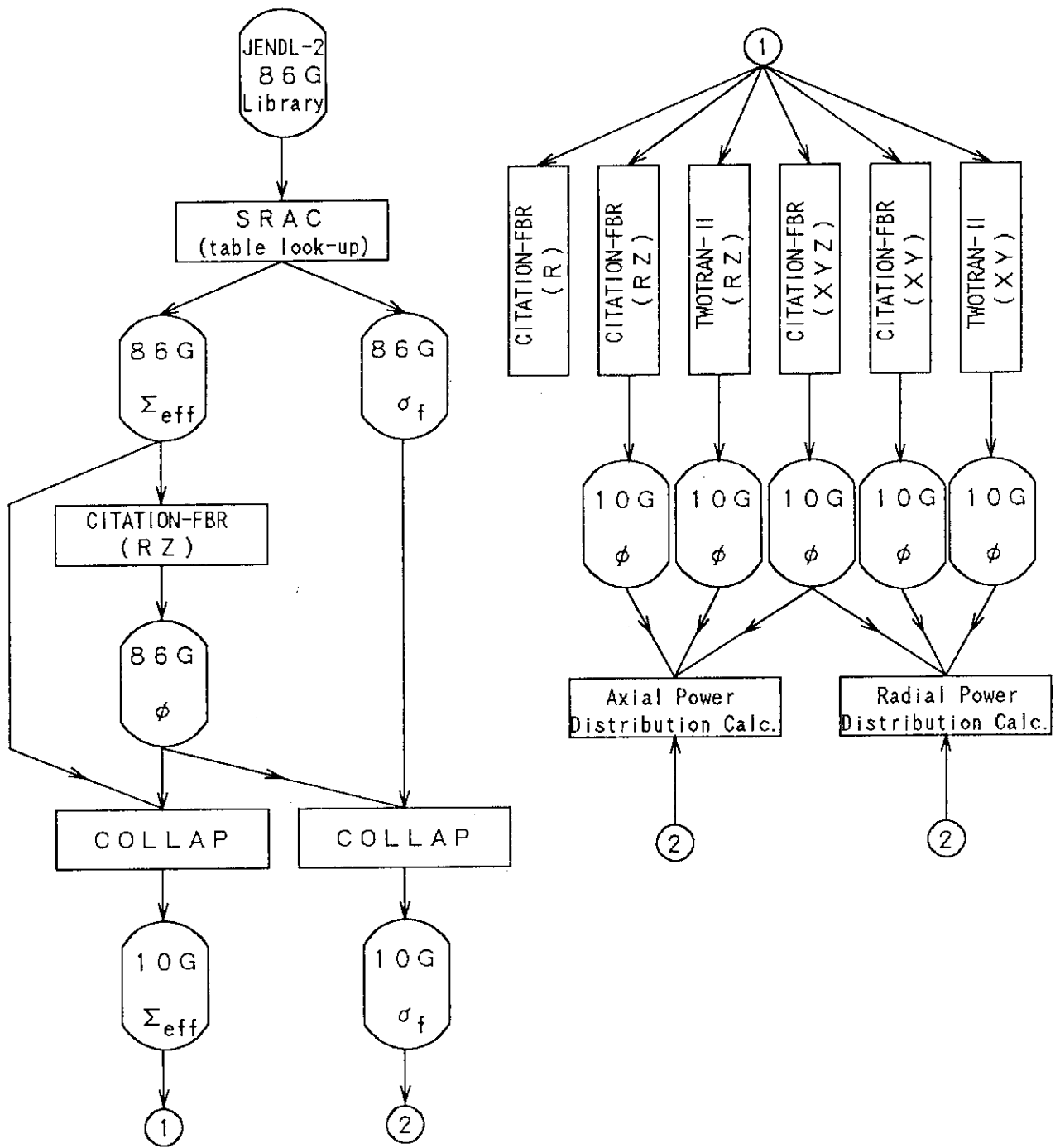


Fig. 3.1 Calculational flow chart

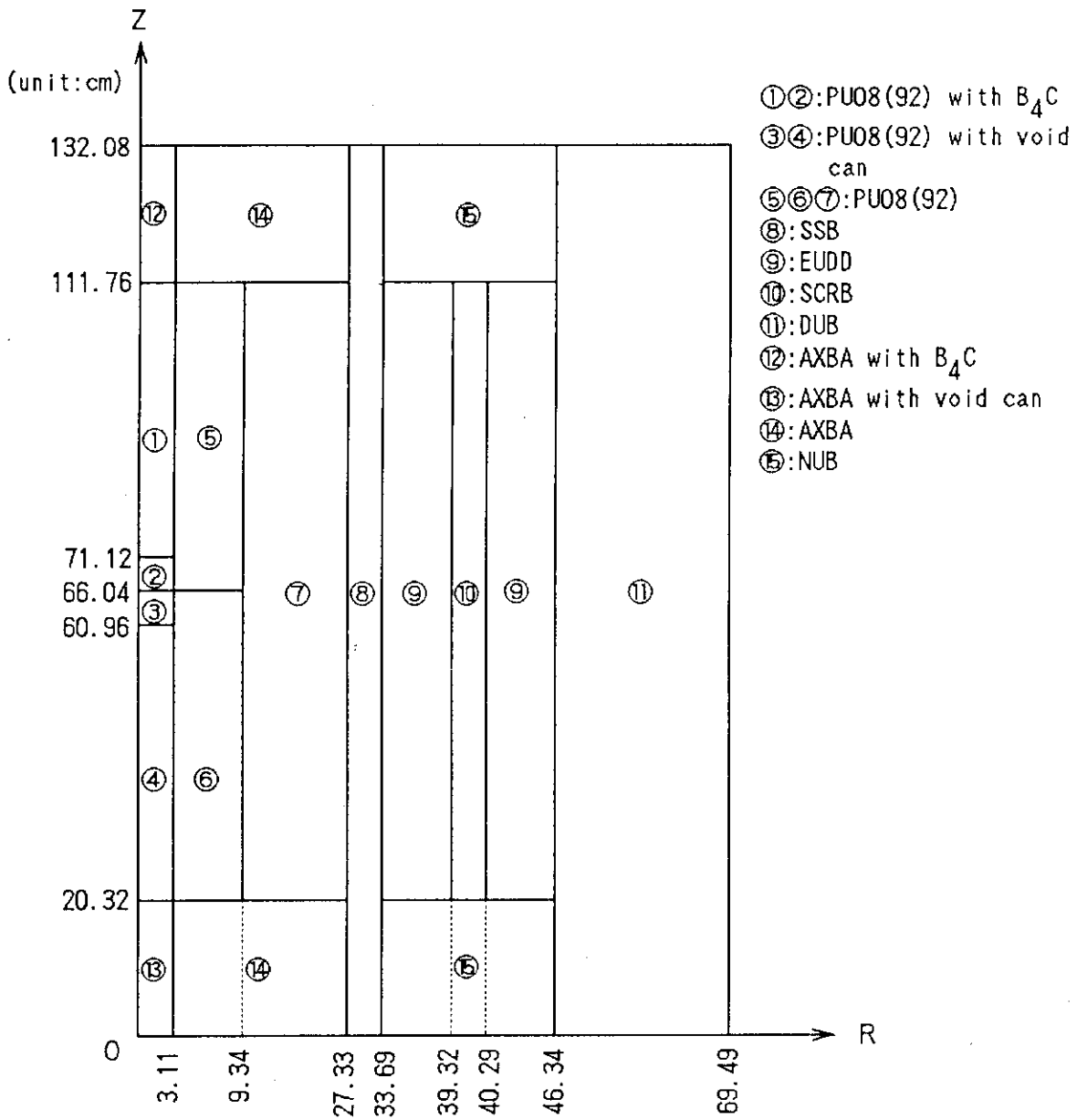


Fig. 3.2 R-Z model of FCA XV-1 core with half-inserted 90% B_4C control rod

4. 結果及び検討

出力分布

Table 4.1~4.10に F C A X V-1炉心における基準体系及び20%、40%、60%、90% B₄C 模擬制御棒半挿入体系の軸方向及び径方向出力分布を、Table 4.11~4.16に F C A X V-2(95V)炉心における基準体系及び20%、90% B₄C 模擬制御棒半挿入体系の軸方向及び径方向出力分布を示す。模擬制御棒半挿入体系については、基準体系の出力分布に対する各体系での出力分布の比（以下、出力比と呼ぶ）も示した。F C A X V-1炉心の基準体系の軸方向分布はF側、M側で対称になるので、M側についてのみ測定したものである。Fig. 4.1及びFig. 4.2には両炉心における軸方向出力分布を基準体系及び20%、90% B₄C について、Fig. 4.3及びFig. 4.4には両炉心における軸方向出力比分布を20%、90% B₄C について、Fig. 4.5及びFig. 4.6には両炉心における径方向出力比分布を90% B₄C について示す。軸方向分布については、B₄C 模擬制御棒の影響が十分小さくなると思われる-5Z（M側密着面から約23cmにあるセル）で規格化した。径方向分布については、+3R（炉心中心軸から約17cmにあるセル）で規格化した。実験結果を見ると、両炉心とも¹⁰B濃縮度が増すにつれて出力の歪みが大きくなっているが、X V-2(95V)炉心では中性子スペクトルが硬いため¹⁰Bの吸収が減りX V-1炉心に比べて出力の歪みが小さくなっていることが分かる。

次に、実験と計算を比較する。基準体系の軸方向分布では、炉心と軸方向ブランケットの境界に位置する±9Zを除いて実験と計算はよく一致している。これに対して、B₄C 模擬制御棒半挿入体系では、模擬制御棒が挿入された側（F側）で計算が出力を2~3%程度大きく見積っている。径方向分布を見ると、X V-1炉心においては、基準体系では炉心中心付近の-1~+1Rで計算は出力を若干小さく見積っているのに対し、模擬制御棒挿入体系では中心0Rで大きく見積っている。その結果、出力比で見ると計算は中心0Rのみ約3%程度大きく見積っている。一方X V-2(95V)炉心では、基準体系と20% B₄C 模擬制御棒半挿入体系において実験と計算はよく一致しているが、90% B₄C 模擬制御棒半挿入体系においては0Rのみが有意に計算の方が大きい。

以上をまとめると、X V-2(95V)炉心の20% B₄C 模擬制御棒半挿入体系を除いて、計算はB₄C 模擬制御棒の挿入されたセルでのみ出力を大きく見積る傾向、即ち、模擬制御棒挿入による出力の歪みを小さく評価する傾向があるといえる。X V-2(95V)炉心の20% B₄C 模擬制御棒半挿入体系では出力の歪みが非常に小さいため、上述の傾向は実験誤差に隠れてしまったものと思われる。

出力歪みに対する検討

Fig. 4.3及びFig. 4.4に示したように、軸方向出力比分布は過渡領域（炉心中心から-20~+10 cm）を除いて模擬制御棒の挿入された側と挿入されない側でそれぞれほぼ一定値を取る。模擬制御棒の挿入されない側での出力比は全てのケースでほぼ1であり、出力分布が歪んでいないことを示す。一方、模擬制御棒の挿入された側では出力比は各炉心、各¹⁰B濃縮度で特有の値を示す。そこで、軸方向出力比分布の、模擬制御棒の挿入された側へ3セル目（+3Z:中心から

約18cm)の値を1から差し引いた値を「出力歪み(power depression)」として定義すれば、模擬制御棒により分布がどのくらいの割合で歪んだかを示す指標となる。ここで定義した「出力歪み」という値は、出力分布の歪みを+3%の位置で軸方向について見たものであるが、径方向について考えた場合や+3%以外の位置で見た場合には若干異なる値を取る。さらに、「出力歪み」は制御棒の挿入位置にも依存し、例えば模擬制御棒の全挿入体系ではもはや軸方向で出力分布の歪みを見ることはできなくなる。しかし、前述のように軸方向出力比分布が模擬制御棒挿入側と非挿入側でそれぞれほぼ一定値を取ることで、軸方向出力分布にはドライバー領域の影響が少ないこと等の点から、出力分布の歪みと反応度値の関係や高転換軽水炉におけるB₄C模擬制御棒特性の計算精度を議論する上で、ここで定義した「出力歪み」を指標に使うことは適当かつ有効であると考えられる。

Fig. 4.7に¹⁰B濃縮度に対する出力歪みの変化を示す。両炉心とも¹⁰B濃縮度の増加に対して出力歪みは大きくなるものの、飽和する傾向にある。XV-1炉心では90%B₄Cの出力歪みは20%B₄Cに対する約1.5倍、XV-2(95V)炉心では約3倍程度であり、中性子スペクトルの軟らかいXV-1炉心で飽和の傾向は顕著である。計算はこの傾向をほぼ再現しており、出力歪みの予測精度に対する¹⁰B濃縮度依存性は見られない。しかし、計算は出力歪みをXV-1炉心で約10%、XV-2(95V)炉心で約20%小さく評価している。

出力歪みと制御棒値の関係

上で述べた出力歪みを小さく評価する傾向がFCAで行われたB₄C模擬制御棒反応度値測定¹⁾の予測精度に及ぼす影響について考察する。Fig. 4.8、4.9にB₄C模擬制御棒の半挿入による反応度値と出力歪みの関係を示す。反応度値の測定は、出力分布測定とは別に修正中性子源増倍法により行われたものであり、ブランケット部のセル・パターンが出力分布測定のものとは若干異なること、臨界にする必要がないため、各濃縮度の測定でBUDDの本数を調整していないことの2点を除いて、出力分布測定の体系と同じ体系で行っている。よって、測定された出力歪みは反応度値測定において挿入されたB₄C模擬制御棒による出力分布の歪みをよく再現しているものと考えられる。

Fig. 4.8、4.9を見ると、反応度値と出力歪みは本測定における反応度値の範囲内ではほぼ正比例の関係にあり、反応度値と出力歪みの間に密接な関係があることがわかる。また、計算は反応度値と出力歪みの両方について過小評価をしており、その結果、計算と実験はFig. 4.8、4.9でほぼ同一直線上に並んでいる。反応度値の過小評価の程度はXV-1炉心で20%程度、XV-2(95V)炉心で15%程度である。

反応度値における計算と実験の不一致は、基準となる反応度(FCA制御棒位置の変化量)から%Δk/k単位に変換する際の誤差と計算の不確かさに起因する誤差に分けられる。一方、出力歪みの不一致は計算の不確かさに起因する誤差のみによると考えられ、Fig. 4.8、4.9で示した反応度値と出力歪みの関係から見て、出力歪みを精度良く予測できる計算を行えば反応度値の不一致のうち後者の要因は解消でき、予測精度向上に資することができると思われる。

セルの均質化の影響

反応 x エネルギー群 g のセル平均実効巨視的断面積 $\bar{\Sigma}_{gx}$ は次の式で求められている。

$$\bar{\Sigma}_{gx} = \frac{\sum_{i,m \in \text{cell}} \sigma_{mgx} \cdot N_{mi} \cdot \phi_{gi} \cdot V_i}{\sum_{i \in \text{cell}} \phi_{gi} \cdot V_i} \quad (1)$$

σ_{mgx} : 核種 m の g 群における反応 x の実効マイクロ断面積

N_{mi} : 核種 m の領域 i における原子数密度

ϕ_{gi} : g 群の領域 i における中性子束

V_i : 領域 i の体積

ここで ϕ_{gi} は衝突確率法により求められるセル内の微細中性子束であり、FCAでは通常1/16"燃料板1枚を一つの領域として計算する。

今、Fig. 4.10に示すように、1/8" B₄C板が中心にある模擬制御棒挿入セル（セル3）のまわりに通常のPU08セルが2セル（セル1、2）巻き付けてある1次元スーパーセルモデルを考える。このモデルの微細中性子束分布を衝突確率法によって求めた結果を非均質計算と呼び、非均質計算によって得られた微細中性子束分布を用いて各セルの平均実効巨視的断面積を式(1)から求め、それを用いて非均質計算と同じメッシュ構造で衝突確率法により中性子束分布を求めた結果を均質計算と呼ぶことにする。Fig. 4.10(a), (b)はPU08セルに90%B₄Cを挿入した場合の非均質計算と均質計算の結果を示したものである。これらの中性子束分布を用いて求めたセル1、2、3の核分裂反応率の分布をTable 4.17に示す。全てのケースでセル1で規格化した。セルの平均実効巨視的断面積が均質計算において出力の歪みを正しく与えるとすれば、非均質計算と均質計算でセル1に対するセル3の核分裂反応率の落込みが等しくなるはずである。ところがTable 4.17を見ると、均質計算は非均質計算よりセル2は若干小さく、セル3はかなり大きく核分裂率を与えており、セル1に対するセル3の核分裂反応率の落込みを両炉心の各¹⁸B濃縮度で約5%小さく見積っていることが分かる。その結果、現在のFCAの解析手法ではFCA XV-1やXV-2(95V)炉心のB₄C模擬制御棒による出力の歪みを5%程度小さく見積っていると考えられる。

Table 4.1 Axial power distribution in FCA XV-1 core with void can

Position	Power distribution		
	Exp.	Calc.	C/E
$\pm 1Z$	1.238 ± 0.025	1.239	1.001
$\pm 2Z$	1.220 ± 0.024	1.214	0.995
$\pm 3Z$	1.172 ± 0.023	1.165	0.994
$\pm 4Z$	1.099 ± 0.022	1.094	0.995
$\pm 5Z$	1	1	1
$\pm 6Z$	0.887 ± 0.018	0.886	0.999
$\pm 7Z$	0.749 ± 0.015	0.753	1.005
$\pm 8Z$	0.603 ± 0.012	0.606	1.005
$\pm 9Z$	0.477 ± 0.010	0.505	1.059

Table 4.2 Axial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 20% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.481±0.010	0.511	1.062	1.007±0.030	1.011	1.004
-8Z	0.603±0.012	0.612	1.015	1.002±0.030	1.009	1.007
-7Z	0.760±0.015	0.758	0.997	1.014±0.030	1.007	0.993
-6Z	0.888±0.018	0.889	1.001	1.001±0.030	1.004	1.003
-5Z	1	1	1	1	1	1
-4Z	1.092±0.022	1.088	0.996	0.994±0.030	0.995	1.001
-3Z	1.156±0.023	1.152	0.997	0.986±0.030	0.988	1.002
-2Z	1.192±0.024	1.186	0.995	0.977±0.029	0.977	1.000
-1Z	1.172±0.023	1.168	0.997	0.947±0.028	0.943	0.995
+1Z	0.970±0.019	1.016	1.047	0.783±0.024	0.820	1.047
+2Z	0.930±0.019	0.961	1.033	0.762±0.023	0.792	1.039
+3Z	0.886±0.018	0.913	1.030	0.756±0.023	0.783	1.036
+4Z	0.829±0.017	0.851	1.027	0.754±0.023	0.778	1.032
+5Z	0.760±0.015	0.774	1.018	0.760±0.023	0.774	1.018
+6Z	0.666±0.013	0.683	1.026	0.751±0.023	0.771	1.027
+7Z	0.563±0.011	0.578	1.027	0.751±0.023	0.769	1.024
+8Z	0.451±0.009	0.463	1.027	0.748±0.022	0.764	1.021
+9Z	0.345±0.007	0.367	1.064	0.724±0.022	0.726	1.003

Table 4.3 Axial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 40% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.487 ± 0.010	0.512	1.051	1.021 ± 0.031	1.014	0.993
-8Z	0.615 ± 0.012	0.613	0.997	1.021 ± 0.031	1.011	0.990
-7Z	0.763 ± 0.015	0.759	0.995	1.018 ± 0.031	1.009	0.991
-6Z	0.893 ± 0.018	0.890	0.997	1.006 ± 0.030	1.005	0.999
-5Z	1	1	1	1	1	1
-4Z	1.083 ± 0.022	1.087	1.004	0.985 ± 0.030	0.994	1.009
-3Z	1.148 ± 0.023	1.148	1.000	0.980 ± 0.029	0.985	1.005
-2Z	1.175 ± 0.024	1.178	1.003	0.963 ± 0.029	0.970	1.007
-1Z	1.155 ± 0.023	1.148	0.994	0.933 ± 0.028	0.927	0.994
+1Z	0.916 ± 0.018	0.963	1.051	0.740 ± 0.022	0.777	1.050
+2Z	0.876 ± 0.018	0.900	1.027	0.718 ± 0.022	0.742	1.033
+3Z	0.825 ± 0.017	0.852	1.033	0.704 ± 0.021	0.731	1.038
+4Z	0.776 ± 0.016	0.793	1.022	0.705 ± 0.021	0.725	1.028
+5Z	0.698 ± 0.014	0.721	1.033	0.698 ± 0.021	0.721	1.033
+6Z	0.621 ± 0.012	0.635	1.023	0.700 ± 0.021	0.717	1.024
+7Z	0.525 ± 0.011	0.538	1.025	0.701 ± 0.021	0.714	1.019
+8Z	0.418 ± 0.008	0.431	1.031	0.693 ± 0.021	0.710	1.025
+9Z	0.322 ± 0.006	0.341	1.059	0.675 ± 0.020	0.674	0.999

Table 4.4 Axial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 60% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.477 ± 0.010	0.513	1.075	0.999 ± 0.030	1.016	1.017
-8Z	0.604 ± 0.012	0.614	1.017	1.002 ± 0.030	1.013	1.011
-7Z	0.746 ± 0.015	0.760	1.019	0.996 ± 0.030	1.009	1.013
-6Z	0.879 ± 0.018	0.890	1.013	0.991 ± 0.030	1.005	1.014
-5Z	1	1	1	1	1	1
-4Z	1.072 ± 0.021	1.086	1.013	0.975 ± 0.029	0.993	1.018
-3Z	1.129 ± 0.023	1.146	1.015	0.963 ± 0.029	0.983	1.021
-2Z	1.155 ± 0.023	1.173	1.016	0.947 ± 0.028	0.966	1.020
-1Z	1.115 ± 0.022	1.136	1.019	0.901 ± 0.027	0.917	1.018
+1Z	0.868 ± 0.017	0.933	1.075	0.701 ± 0.021	0.753	1.074
+2Z	0.825 ± 0.017	0.867	1.051	0.676 ± 0.020	0.714	1.056
+3Z	0.784 ± 0.016	0.819	1.045	0.669 ± 0.020	0.703	1.051
+4Z	0.726 ± 0.015	0.761	1.048	0.660 ± 0.020	0.696	1.055
+5Z	0.661 ± 0.013	0.691	1.045	0.661 ± 0.020	0.691	1.045
+6Z	0.582 ± 0.012	0.609	1.046	0.656 ± 0.020	0.688	1.049
+7Z	0.498 ± 0.010	0.515	1.034	0.665 ± 0.020	0.685	1.030
+8Z	0.394 ± 0.008	0.413	1.048	0.653 ± 0.020	0.680	1.044
+9Z	0.303 ± 0.006	0.327	1.079	0.634 ± 0.019	0.647	1.021

Table 4.5 Axial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 90% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.479 ± 0.010	0.514	1.073	1.003 ± 0.030	1.017	1.014
-8Z	0.608 ± 0.012	0.615	1.012	1.010 ± 0.030	1.014	1.004
-7Z	0.749 ± 0.015	0.761	1.016	1.000 ± 0.030	1.011	1.011
-6Z	0.889 ± 0.018	0.891	1.002	1.002 ± 0.030	1.006	1.004
-5Z	1	1	1	1	1	1
-4Z	1.080 ± 0.022	1.085	1.005	0.983 ± 0.029	0.992	1.009
-3Z	1.139 ± 0.023	1.143	1.004	0.972 ± 0.029	0.981	1.009
-2Z	1.156 ± 0.023	1.168	1.010	0.947 ± 0.028	0.962	1.016
-1Z	1.122 ± 0.022	1.123	1.001	0.907 ± 0.027	0.907	1.000
+1Z	0.844 ± 0.017	0.903	1.070	0.682 ± 0.020	0.729	1.069
+2Z	0.799 ± 0.016	0.833	1.043	0.655 ± 0.020	0.686	1.047
+3Z	0.759 ± 0.015	0.785	1.034	0.648 ± 0.019	0.674	1.040
+4Z	0.709 ± 0.014	0.729	1.028	0.645 ± 0.019	0.666	1.033
+5Z	0.643 ± 0.013	0.661	1.028	0.643 ± 0.019	0.662	1.030
+6Z	0.565 ± 0.011	0.582	1.030	0.637 ± 0.019	0.658	1.033
+7Z	0.478 ± 0.010	0.493	1.031	0.639 ± 0.019	0.655	1.025
+8Z	0.381 ± 0.008	0.394	1.034	0.632 ± 0.019	0.651	1.030
+9Z	0.291 ± 0.006	0.313	1.076	0.609 ± 0.018	0.619	1.016

Table 4.6 Radial power distribution in FCA XV-1 core with void can

Position	Power distribution		
	Exp.	Calc.	C/E
-4R	0.843 ± 0.017	0.847	1.005
-3R	1.006 ± 0.020	1	0.994
-2R	1.093 ± 0.022	1.083	0.991
-1R	1.162 ± 0.023	1.137	0.978
0R	1.169 ± 0.023	1.150	0.984
+1R	1.166 ± 0.023	1.137	0.975
+2R	1.097 ± 0.022	1.083	0.987
+3R	1	1	1
+4R	0.839 ± 0.017	0.847	1.010

Table 4.7 Radial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 20% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-4R	0.856 ± 0.017	0.858	1.002	1.016 ± 0.030	1.013	0.997
-3R	1.018 ± 0.020	1	0.982	1.012 ± 0.030	1	0.988
-2R	1.089 ± 0.022	1.064	0.977	0.996 ± 0.030	0.983	0.987
-1R	1.091 ± 0.022	1.064	0.975	0.939 ± 0.028	0.936	0.997
0R	0.918 ± 0.018	0.933	1.016	0.786 ± 0.024	0.811	1.032
+1R	1.091 ± 0.022	1.064	0.975	0.935 ± 0.028	0.936	1.001
+2R	1.074 ± 0.021	1.064	0.991	0.979 ± 0.029	0.983	1.004
+3R	1	1	1	1	1	1
+4R	0.846 ± 0.017	0.858	1.014	1.009 ± 0.030	1.013	1.004

Table 4.8 Radial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 40% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-4R	0.854 ± 0.017	0.862	1.009	1.013 ± 0.030	1.018	1.005
-3R	1.013 ± 0.020	1	0.987	1.008 ± 0.030	1	0.992
-2R	1.073 ± 0.021	1.057	0.985	0.981 ± 0.029	0.976	0.995
-1R	1.068 ± 0.021	1.041	0.975	0.919 ± 0.028	0.916	0.997
0R	0.859 ± 0.017	0.879	1.023	0.735 ± 0.022	0.764	1.039
+1R	1.061 ± 0.021	1.041	0.981	0.910 ± 0.027	0.916	1.007
+2R	1.068 ± 0.021	1.057	0.990	0.973 ± 0.029	0.976	1.003
+3R	1	1	1	1	1	1
+4R	0.846 ± 0.017	0.862	1.019	1.008 ± 0.030	1.018	1.010

Table 4.9 Radial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 60% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-4R	0.858 ± 0.017	0.861	1.003	1.019 ± 0.031	1.017	0.998
-3R	1.015 ± 0.020	1	0.985	1.010 ± 0.030	1	0.990
-2R	1.087 ± 0.022	1.056	0.971	0.994 ± 0.030	0.975	0.981
-1R	1.066 ± 0.021	1.031	0.967	0.918 ± 0.028	0.907	0.988
0R	0.844 ± 0.017	0.852	1.009	0.722 ± 0.022	0.741	1.026
+1R	1.054 ± 0.021	1.033	0.980	0.904 ± 0.027	0.909	1.006
+2R	1.070 ± 0.021	1.056	0.987	0.975 ± 0.029	0.975	1.000
+3R	1	1	1	1	1	1
+4R	0.847 ± 0.017	0.861	1.017	1.010 ± 0.030	1.017	1.007

Table 4.10 Radial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 90% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-4R	0.848 ± 0.017	0.863	1.018	1.007 ± 0.030	1.018	1.011
-3R	0.998 ± 0.020	1	1.002	0.992 ± 0.030	1	1.008
-2R	1.064 ± 0.021	1.052	0.989	0.973 ± 0.029	0.971	0.998
-1R	1.040 ± 0.021	1.018	0.979	0.895 ± 0.027	0.895	1.000
0R	0.804 ± 0.016	0.823	1.024	0.688 ± 0.021	0.715	1.039
+1R	1.033 ± 0.021	1.018	0.985	0.886 ± 0.027	0.895	1.010
+2R	1.055 ± 0.021	1.052	0.997	0.962 ± 0.029	0.971	1.009
+3R	1	1	1	1	1	1
+4R	0.842 ± 0.017	0.863	1.025	1.004 ± 0.030	1.018	1.014

Table 4.11 Axial power distribution in FCA XV-2(95V) core with void can

Position	Power distribution		
	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.559 ± 0.011	0.547	0.979
-8Z	0.672 ± 0.013	0.672	1.000
-7Z	0.791 ± 0.016	0.792	1.001
-6Z	0.901 ± 0.018	0.903	1.002
-5Z	1	1	1
-4Z	1.085 ± 0.022	1.081	0.996
-3Z	1.138 ± 0.023	1.143	1.004
-2Z	1.172 ± 0.023	1.185	1.011
-1Z	1.194 ± 0.024	1.205	1.009
+1Z	1.196 ± 0.024	1.205	1.008
+2Z	1.190 ± 0.024	1.185	0.996
+3Z	1.144 ± 0.023	1.143	0.999
+4Z	1.080 ± 0.022	1.081	1.001
+5Z	1.001 ± 0.020	1.000	0.999
+6Z	0.914 ± 0.018	0.903	0.988
+7Z	0.804 ± 0.016	0.792	0.985
+8Z	0.692 ± 0.014	0.672	0.971
+9Z	0.569 ± 0.011	0.547	0.961

Table 4.12 Axial power distribution in FCA XV-2(95V) core with half-inserted 20% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.561 ± 0.011	0.548	0.977	1.003 ± 0.030	1.001	0.998
-8Z	0.686 ± 0.014	0.672	0.980	1.021 ± 0.031	1.001	0.980
-7Z	0.794 ± 0.016	0.793	0.999	1.003 ± 0.030	1.001	0.998
-6Z	0.895 ± 0.018	0.903	1.009	0.994 ± 0.030	1.001	1.007
-5Z	1	1	1	1	1	1
-4Z	1.070 ± 0.021	1.080	1.009	0.986 ± 0.030	0.999	1.013
-3Z	1.129 ± 0.023	1.141	1.011	0.992 ± 0.030	0.998	1.006
-2Z	1.166 ± 0.023	1.180	1.012	0.995 ± 0.030	0.996	1.001
-1Z	1.176 ± 0.024	1.192	1.014	0.985 ± 0.030	0.989	1.004
+1Z	1.150 ± 0.023	1.170	1.017	0.962 ± 0.029	0.971	1.009
+2Z	1.109 ± 0.022	1.143	1.031	0.932 ± 0.028	0.965	1.035
+3Z	1.075 ± 0.022	1.100	1.023	0.940 ± 0.028	0.963	1.024
+4Z	1.020 ± 0.020	1.039	1.019	0.945 ± 0.028	0.961	1.017
+5Z	0.948 ± 0.019	0.961	1.014	0.947 ± 0.028	0.961	1.015
+6Z	0.860 ± 0.017	0.867	1.008	0.941 ± 0.028	0.960	1.020
+7Z	0.755 ± 0.015	0.759	1.005	0.938 ± 0.028	0.958	1.021
+8Z	0.647 ± 0.013	0.642	0.992	0.935 ± 0.028	0.955	1.021
+9Z	0.524 ± 0.010	0.518	0.989	0.922 ± 0.028	0.947	1.027

Table 4.13 Axial power distribution in FCA XV-2(95V) core with half-inserted 90% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-9Z	0.565 ± 0.011	0.549	0.972	1.010 ± 0.030	1.004	0.994
-8Z	0.697 ± 0.014	0.674	0.967	1.037 ± 0.031	1.004	0.968
-7Z	0.802 ± 0.016	0.794	0.990	1.013 ± 0.030	1.003	0.990
-6Z	0.906 ± 0.018	0.904	0.998	1.005 ± 0.030	1.002	0.997
-5Z	1	1	1	1	1	1
-4Z	1.084 ± 0.022	1.078	0.994	0.999 ± 0.030	0.998	0.999
-3Z	1.136 ± 0.023	1.136	1.000	0.998 ± 0.030	0.994	0.996
-2Z	1.159 ± 0.023	1.170	1.009	0.989 ± 0.030	0.987	0.998
-1Z	1.160 ± 0.023	1.166	1.005	0.971 ± 0.029	0.968	0.997
+1Z	1.062 ± 0.021	1.097	1.033	0.889 ± 0.027	0.911	1.025
+2Z	1.033 ± 0.021	1.058	1.024	0.868 ± 0.026	0.893	1.029
+3Z	0.990 ± 0.020	1.014	1.024	0.866 ± 0.026	0.887	1.024
+4Z	0.936 ± 0.019	0.955	1.020	0.867 ± 0.026	0.884	1.020
+5Z	0.872 ± 0.017	0.882	1.011	0.871 ± 0.026	0.881	1.011
+6Z	0.789 ± 0.016	0.794	1.006	0.864 ± 0.026	0.879	1.017
+7Z	0.692 ± 0.014	0.694	1.003	0.861 ± 0.026	0.876	1.017
+8Z	0.587 ± 0.012	0.585	0.997	0.848 ± 0.025	0.870	1.026
+9Z	0.473 ± 0.009	0.468	0.989	0.831 ± 0.025	0.856	1.030

Table 4.14 Radial power distribution in FCA XV-2(95V) core with void can

Position	Power distribution		
	Exp.	Calc.	C/E
-4R	1.025 ± 0.021	1.024	0.999
-3R	1.002 ± 0.020	1	0.998
-2R	0.993 ± 0.020	0.994	1.001
-1R	0.990 ± 0.020	0.996	1.006
0R	0.998 ± 0.020	0.996	0.998
+1R	1.001 ± 0.020	0.996	0.995
+2R	0.999 ± 0.020	0.994	0.995
+3R	1	1	1
+4R	1.025 ± 0.021	1.024	0.999

Table 4.15 Radial power distribution in FCA XV-2(95V) core with half-inserted 20% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-4R	1.038 ± 0.021	1.026	0.988	1.012 ± 0.030	1.002	0.990
-3R	0.996 ± 0.020	1	1.004	0.995 ± 0.030	1	1.005
-2R	0.991 ± 0.020	0.991	1.000	0.998 ± 0.030	0.997	0.999
-1R	0.988 ± 0.020	0.983	0.995	0.998 ± 0.030	0.987	0.989
0R	0.957 ± 0.019	0.964	1.007	0.959 ± 0.029	0.968	1.009
+1R	0.980 ± 0.020	0.983	1.003	0.979 ± 0.029	0.987	1.008
+2R	1.002 ± 0.020	0.991	0.989	1.003 ± 0.030	0.997	0.994
+3R	1	1	1	1	1	1
+4R	1.034 ± 0.021	1.026	0.992	1.009 ± 0.030	1.002	0.993

Table 4.16 Radial power distribution in FCA XV-2(95V) core with half-inserted 90% B₄C control rod

Position	Power distribution			Relative to void can		
	Exp.	Calc.	C/E	Exp.	Calc.	C/E
-4R	1.038 ± 0.021	1.030	0.992	1.012 ± 0.030	1.006	0.994
-3R	0.995 ± 0.020	1	1.005	0.993 ± 0.030	1	1.007
-2R	0.980 ± 0.020	0.983	1.003	0.988 ± 0.030	0.989	1.001
-1R	0.959 ± 0.019	0.957	0.998	0.969 ± 0.029	0.960	0.991
0R	0.878 ± 0.018	0.900	1.025	0.880 ± 0.026	0.903	1.026
+1R	0.952 ± 0.019	0.957	1.005	0.951 ± 0.029	0.960	1.009
+2R	0.976 ± 0.020	0.983	1.007	0.978 ± 0.029	0.989	1.011
+3R	1	1	1	1	1	1
+4R	1.030 ± 0.021	1.030	1.000	1.005 ± 0.030	1.006	1.001

Table 4.17 Effect of cell homogenization

Cell	¹⁰ B enrichment	Calculational model	Fission rate (relative to cell-1)		Power depression 1 - (cell-3)	Homo ----- Hetero
			cell-2	cell-3		
PU08	20 %	Hetero	0.943	0.758	0.242	0.945
		Homo	0.932	0.771	0.229	
	40 %	Hetero	0.922	0.699	0.301	0.945
		Homo	0.911	0.716	0.284	
	60 %	Hetero	0.909	0.666	0.334	0.949
		Homo	0.898	0.683	0.317	
PU08(95V)	90 %	Hetero	0.896	0.634	0.366	0.939
		Homo	0.884	0.656	0.344	
	20 %	Hetero	0.981	0.947	0.053	0.943
		Homo	0.980	0.950	0.050	
	90 %	Hetero	0.951	0.865	0.135	0.954
		Homo	0.949	0.871	0.129	

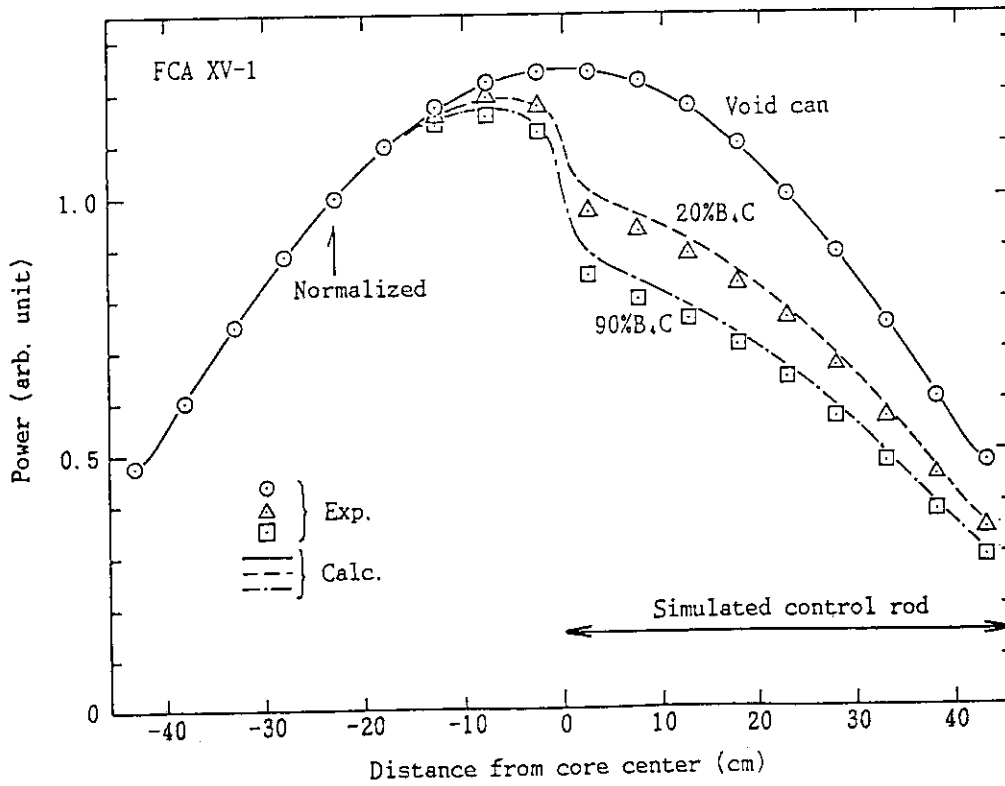


Fig. 4.1 Axial power distribution in FCA XV-1 core with half-inserted 20% and 90% B₄C control rod

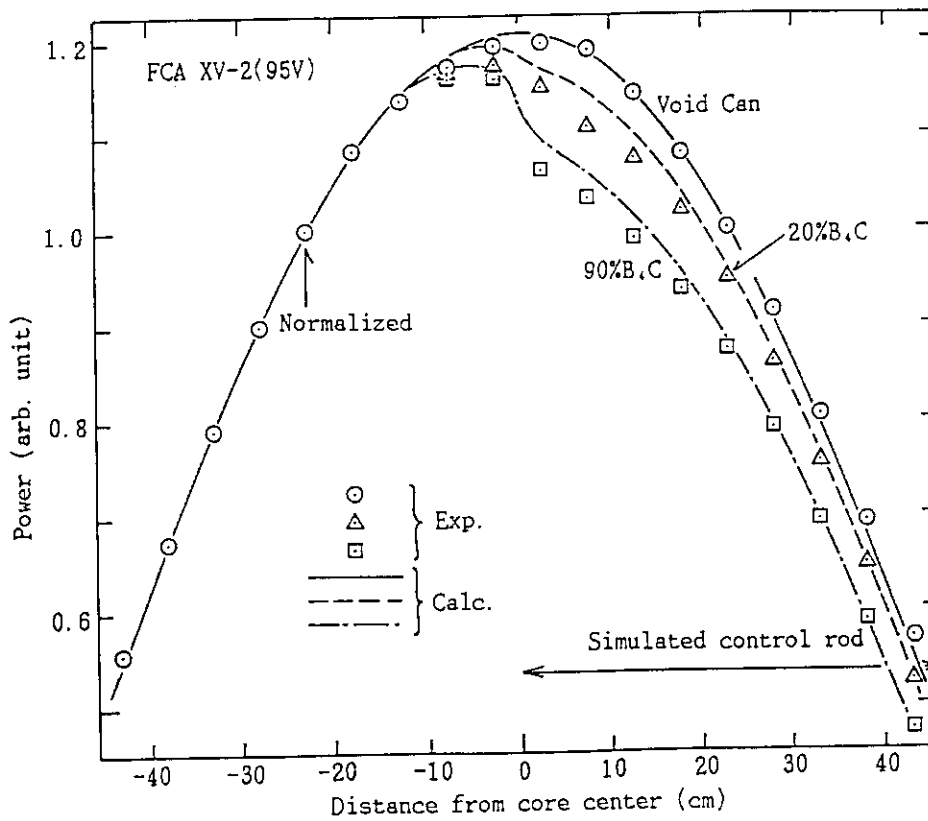


Fig. 4.2 Axial power distribution in FCA XV-2(95V) core with half-inserted 20% and 90% B₄C control rod

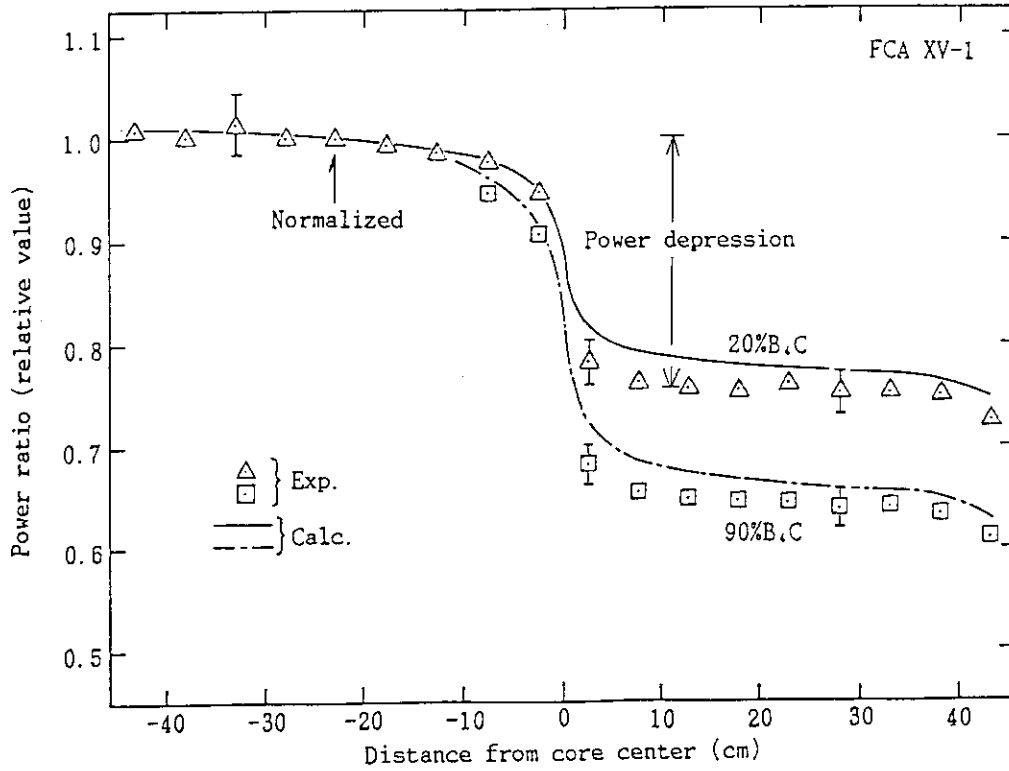


Fig. 4.3 Axial power ratio distribution relative to standard core with void can in FCA XV-1

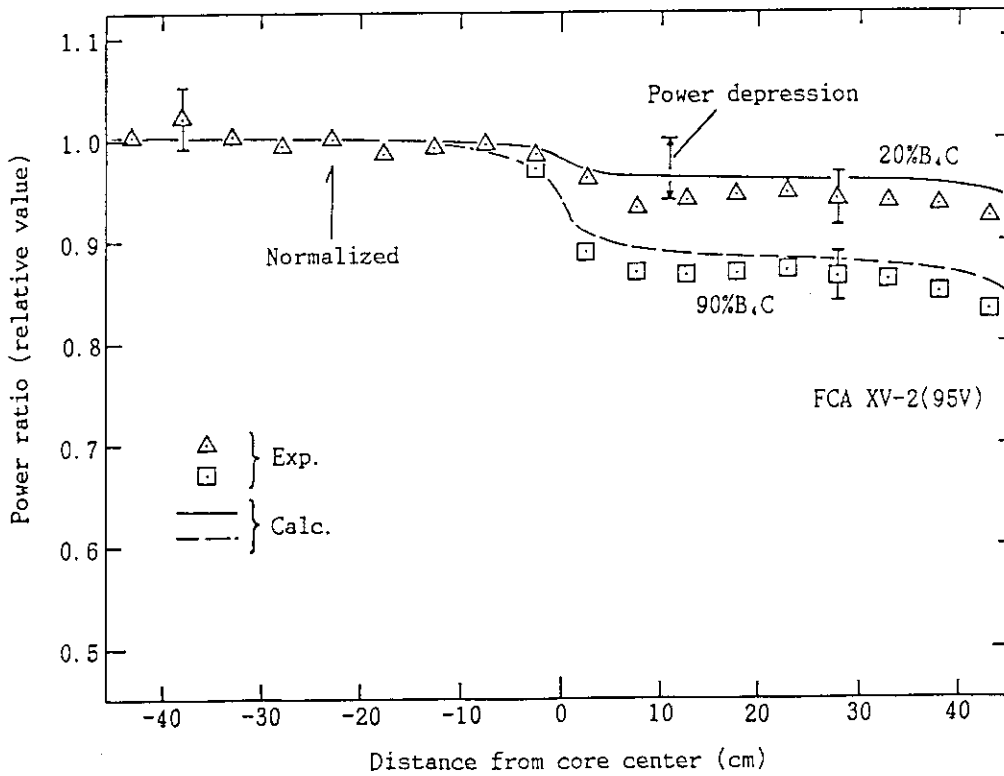


Fig.4.4 Axial power ratio distribution relative to standard core with void can in FCA XV-2(95V)

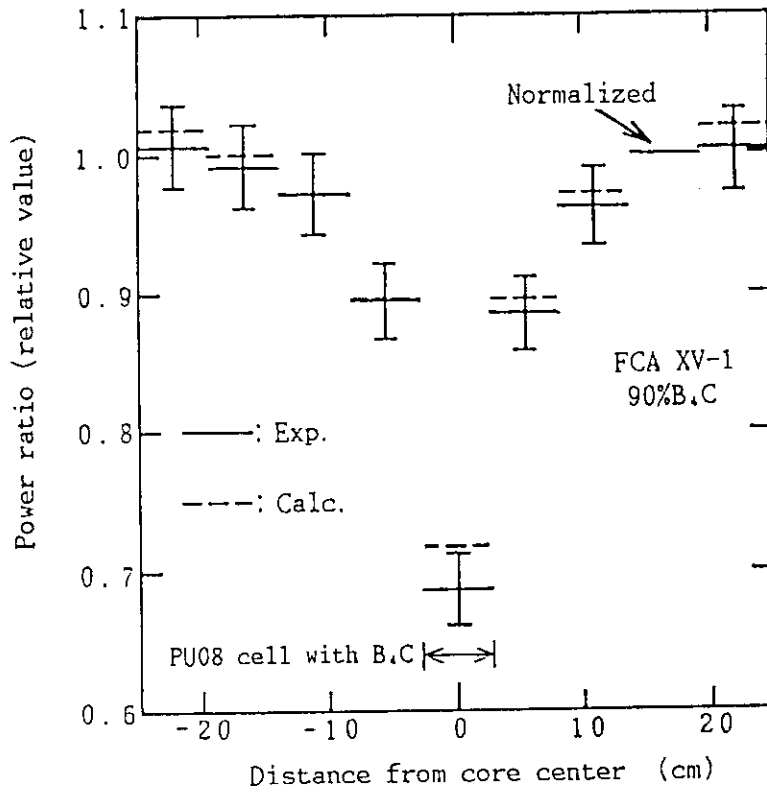


Fig. 4.5 Radial power ratio distribution relative to standard core with void can in FCA XV-1

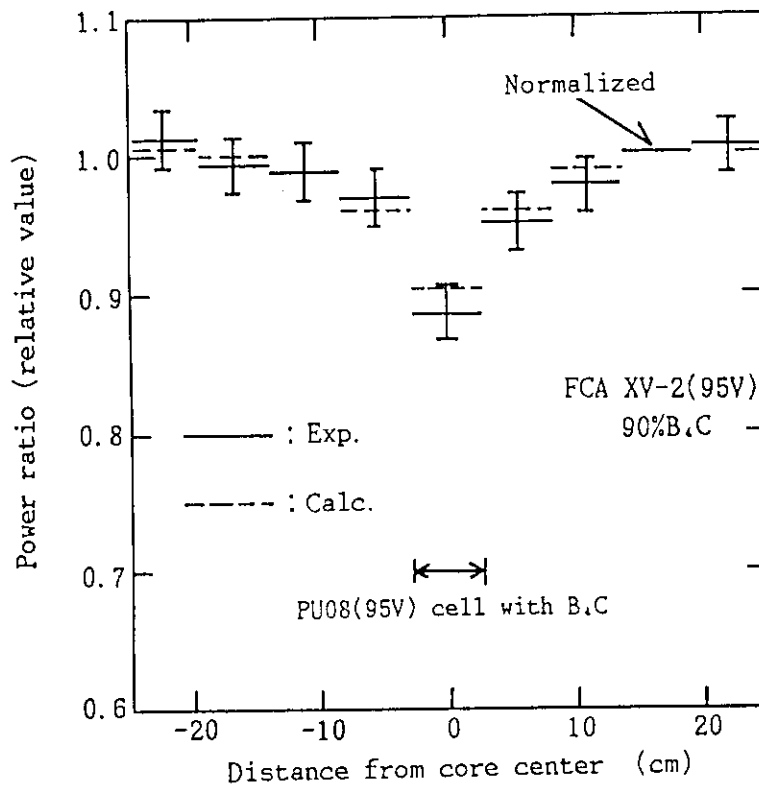


Fig. 4.6 Radial power ratio distribution relative to standard core with void can in FCA XV-2(95V)

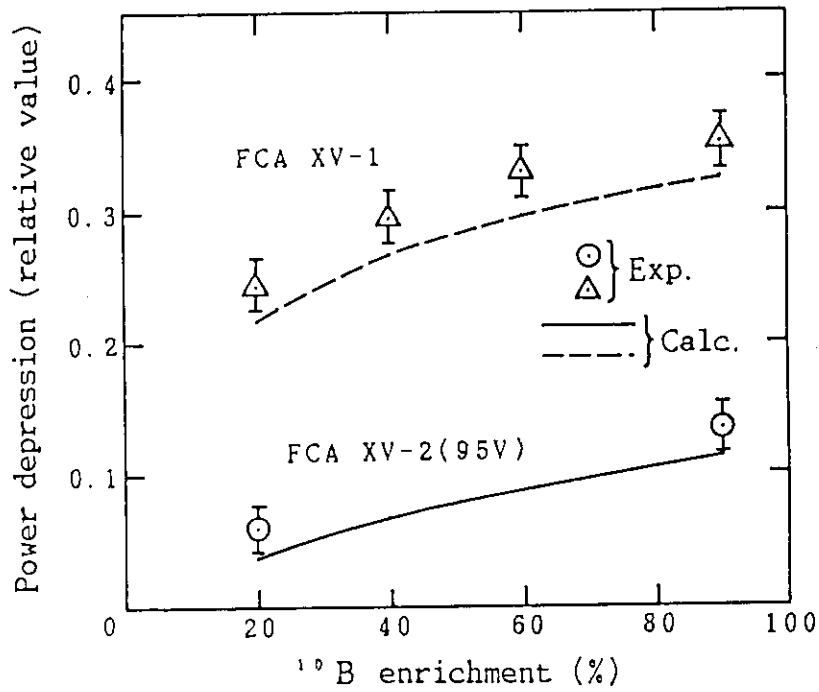


Fig. 4.7 Relation between ^{10}B enrichment and power depression

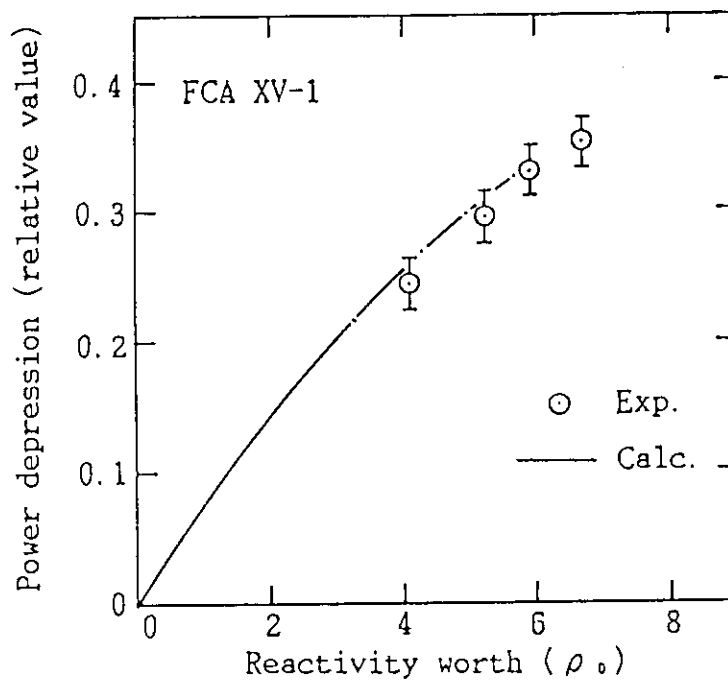


Fig. 4.8 Relation between reactivity worth and power depression caused by B_4C control rod FCA XV-1 core ($1\rho_0=0.0852\% \Delta\text{K}/\text{K}$)

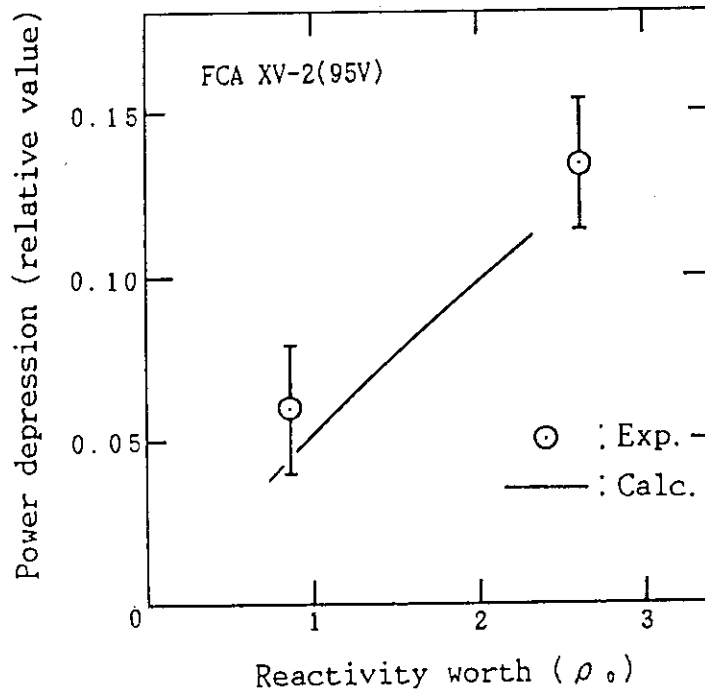


Fig. 4.9 Relation between reactivity worth and power depression caused by B_4C control rod in FCA XV-2(95V) core ($1\rho_0=0.0700\% \Delta K/K$)

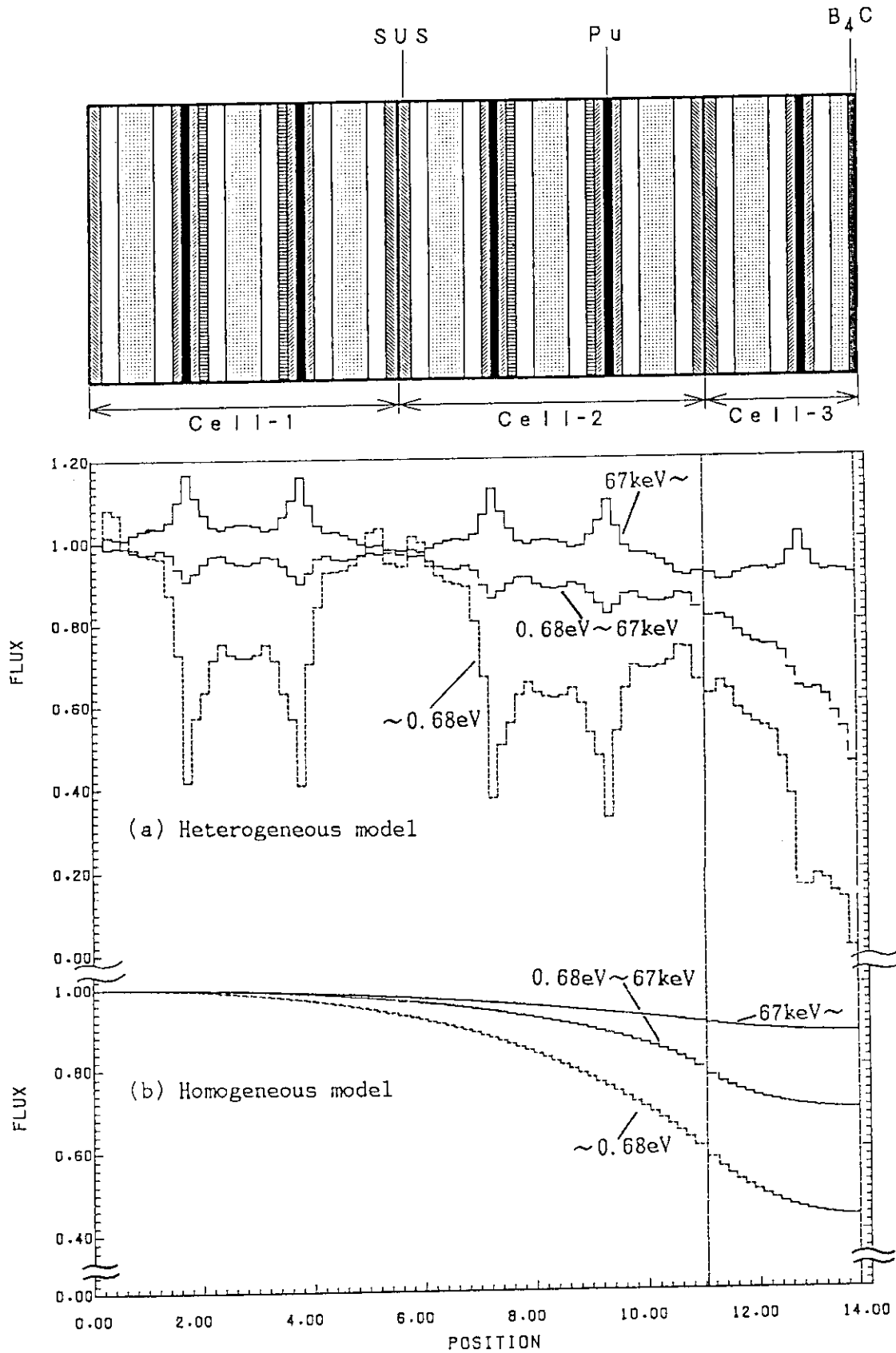


Fig. 4.10 One dimensional super cell model of B₄C inserted PU08 cell and neutron flux calculated by heterogeneous model(a) and homogeneous model(b)

5. 結 論

高転換軽水炉模擬炉心であるFCA XV-1及びXV-2(95V)炉心におけるB₄C模擬制御棒半挿入体系の出力分布を測定し、計算と比較・検討した。

両炉心の各¹⁰B濃縮度について、JENDL-2及びSRACを用いた計算はB₄C模擬制御棒による出力の歪みを10~20%程度小さく評価していることがわかったが、¹⁰B濃縮度依存性は見られなかった。B₄C模擬制御棒による出力の歪みとB₄C模擬制御棒の反応度値の間には密接な関係があり、本測定範囲内では両者はほぼ正比例していることがわかった。従って、出力の歪みを正しく与える計算を行うことにより、計算が反応度値を小さく見積ることを改善できると考えられる。

計算が出力の歪みを小さく評価する原因のひとつとしてセル計算におけるセルの均質化の影響について考察したところ、その効果により計算は出力歪みを約5%小さく与えることがわかった。今後、セルの均質化の方法を改善することによる反応度値の予測精度向上について検討する必要があると考えられる。

謝 辞

本実験を遂行するにあたり種々の御協力を戴いたFCA管理機関の皆様に感謝致します。また、本研究を遂行するにあたり、種々の議論に参加し、時には激励を下さった高速炉物理研究室長中野正文氏に感謝致します。

参考文献

- 1)岡嶋 成晃, 他 : "FCA高転換軽水炉模擬実験における反応度値実験", JAERI-M 90-042 (1990).
- 2)Ohno A., et al. : J. Nucl. Sci. Technol., 25[1], 32 (1988).
- 3)Nakagawa T. (Ed.) : "Summary of JENDL-2 General Purpose File", JAERI-M 84-103 (1984).
- 4)Tsuchihashi K., et al. : "Revised SRAC Code System", JAERI 1302 (1986).

5. 結 論

高転換軽水炉模擬炉心であるFCA XV-1及びXV-2(95V)炉心におけるB₄C模擬制御棒半挿入体系の出力分布を測定し、計算と比較・検討した。

両炉心の各¹⁰B濃縮度について、JENDL-2及びSRACを用いた計算はB₄C模擬制御棒による出力の歪みを10~20%程度小さく評価していることがわかったが、¹⁰B濃縮度依存性は見られなかった。B₄C模擬制御棒による出力の歪みとB₄C模擬制御棒の反応度値の間には密接な関係があり、本測定範囲内では両者はほぼ正比例していることがわかった。従って、出力の歪みを正しく与える計算を行うことにより、計算が反応度値を小さく見積ることを改善できると考えられる。

計算が出力の歪みを小さく評価する原因のひとつとしてセル計算におけるセルの均質化の影響について考察したところ、その効果により計算は出力歪みを約5%小さく与えることがわかった。今後、セルの均質化の方法を改善することによる反応度値の予測精度向上について検討する必要があると考えられる。

謝 辞

本実験を遂行するにあたり種々の御協力を戴いたFCA管理機関の皆様に感謝致します。また、本研究を遂行するにあたり、種々の議論に参加し、時には激励を下さった高速炉物理研究室長中野正文氏に感謝致します。

参考文献

- 1)岡嶋 成晃, 他 : "FCA高転換軽水炉模擬実験における反応度値実験", JAERI-M 90-042 (1990).
- 2)Ohno A., et al. : J. Nucl. Sci. Technol., 25[1], 32 (1988).
- 3)Nakagawa T. (Ed.) : "Summary of JENDL-2 General Purpose File", JAERI-M 84-103 (1984).
- 4)Tsuchihashi K., et al. : "Revised SRAC Code System", JAERI 1302 (1986).

5. 結 論

高転換軽水炉模擬炉心であるFCA XV-1及びXV-2(95V)炉心におけるB₄C模擬制御棒半挿入体系の出力分布を測定し、計算と比較・検討した。

両炉心の各¹⁰B濃縮度について、JENDL-2及びSRACを用いた計算はB₄C模擬制御棒による出力の歪みを10~20%程度小さく評価していることがわかったが、¹⁰B濃縮度依存性は見られなかった。B₄C模擬制御棒による出力の歪みとB₄C模擬制御棒の反応度値の間には密接な関係があり、本測定範囲内では両者はほぼ正比例していることがわかった。従って、出力の歪みを正しく与える計算を行うことにより、計算が反応度値を小さく見積ることを改善できると考えられる。

計算が出力の歪みを小さく評価する原因のひとつとしてセル計算におけるセルの均質化の影響について考察したところ、その効果により計算は出力歪みを約5%小さく与えることがわかった。今後、セルの均質化の方法を改善することによる反応度値の予測精度向上について検討する必要があると考えられる。

謝 辞

本実験を遂行するにあたり種々の御協力を戴いたFCA管理機関の皆様に感謝致します。また、本研究を遂行するにあたり、種々の議論に参加し、時には激励を下さった高速炉物理研究室長中野正文氏に感謝致します。

参考文献

- 1)岡嶋 成晃, 他 : "FCA高転換軽水炉模擬実験における反応度値実験", JAERI-M 90-042 (1990).
- 2)Ohno A., et al. : J. Nucl. Sci. Technol., 25[1], 32 (1988).
- 3)Nakagawa T. (Ed.) : "Summary of JENDL-2 General Purpose File", JAERI-M 84-103 (1984).
- 4)Tsuchihashi K., et al. : "Revised SRAC Code System", JAERI 1302 (1986).