

JAERI-M
86-197

高転換軽水炉格子の燃焼パラメータ・
サーベイ

1987年2月

秋江 拓志・石黒 幸雄・井戸 勝*

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、お申しこしてください。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, 1986

編集兼発行 日本原子力研究所
印 刷 山 田 軽 印 刷 所

目 次

1. まえがき	1
2. 格子モデルと計算条件	2
3. 計算結果	9
4. 燃料組成の影響	23
5. 2種類の燃料棒からなる格子モデル	25
6. まとめ	31
謝 辞	32
参考文献	33
付 録	35
1. 燃焼計算結果	35
2. ボイド反応度計算結果	58

Contents

1. Introduction	1
2. Lattice Model and Calculation Conditions	2
3. Calculated Results	9
4. The Effect of Fuel Composition on Burnup or Void Characteristics	23
5. Lattice Model with Two Rods	25
6. Conclusions	31
Acknowledgement	32
References	33
Appendices	35
1. Results of Depletion Calculations	35
2. Results of Void Reactivity Calculations	58

高転換軽水炉格子の燃焼パラメータ・サーベイ

日本原子力研究所東海研究所原子炉工学部

秋江拓志・石黒幸雄・井戸 勝*

(1986年12月26日受理)

高転換軽水炉 (HCLWR) の概念成立の可能範囲を明確にし核特性の概要を把握する上で参考とするデータを得るため、HCLWR 格子モデルに対する燃焼計算を行なった。プルトニウム富化度、減速材対燃料体積比、燃料ピン径等の格子パラメータを広範囲に変化させ、それ等と燃焼度、転換率、核分裂性 Pu インベントリ、ボイド反応度等との関係をパラメトリックにサーベイした。

Parameter Survey for Burnup of High Conversion
Light Water Reactor Lattice

Hiroshi AKIE, Yukio ISHIGURO and Masaru IDO*

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

(Received December 26, 1986)

Burnup calculations were made on a lattice model for high conversion light water reactor (HCLWR) in order to assess the feasibility of HCLWR concept and to obtain reference data on considering its neutronic characteristics. In these calculations, lattice parameters such as Pu enrichment, moderator to fuel volume ratio and fuel pin diameter are widely and parametrically changed to survey the relations between these parameters and the basic characteristics of the lattice, i.e. burnup, conversion ratio, fissile Pu inventory, void reactivity and so on.

Keywords : HCLWR, Lattice Parameters, Conversion Ratio, Burnup,
Fissile Pu Inventory, Void Reactivity, Parametric Survey

* I.S.L. Co. Ltd.

1. ま え が き

高速炉の本格的導入時期が大幅に遅れることがほぼ確実となり、軽水炉利用の長期化の見通しが定着しつつある。このような動向に対処するため、天然U及び再処理Puを一層有効に利用できる高転換軽水炉（HCLWR）の開発が期待されている。HCLWRにおいては、MOX燃料を使用し、予想される転換率は0.8～0.9程度であり、従来の軽水炉の0.55に比べ、資源有効利用率は優れている。さらに、Puサーマルに比べ、燃焼によるPu同位体元素組成中の核分裂核種の劣化が少ないことにより核分裂性Puの目減りが少なく、HCLWRはPu貯蔵炉と呼び得る特性を持っている。従って、Puの保有制限による高速炉導入制約を少なくでき、軽水炉から高速炉への柔軟な橋渡しの役目を果すものとして関心を集め、近年各国・各機関において積極的に開発研究が行われている^{1), 2)}。

これまで提案されているHCLWRの概念設計に用いられた核計算は、FBR又はLWRに対して開発された標準的なセル・スペクトル計算コードを改良して行われている。しかし、これ等の解析手法の実験的な検証が充分なされているとはいえないのが現状である。1981年の夏以来スイスのEIRのPROTEUS臨界実験施設で、 PuO_2/UO_2 の稠密格子に対する適当な積分ベンチマーク問題設定のための実験研究が精力的になされてきた³⁾。ここでは、減速材のボイド率を変えて k_∞ 及び各種の中心反応率比などが測定されており、ボイド反応度係数に主眼を置いた実験がなされている。これらの測定値に対して世界各国で行われた解析の結果がChawlaによってまとめられている⁴⁾。この報告によれば、HCLWR系での解析結果は、LWR格子系での積分量に対して一般的に得られている予測精度に比べてはるかに悪いものであると結論されている。特に、実験値に対する予測値の比(C/E)がボイド率に大きく依存しており、計算された中性子スペクトルが実験体系内のスペクトルを充分再現してないと見なすべきであろう。

一方、EIRでは、1つのレファレンスHCLWR格子に対して、データ及び手法の冷却材ボイド係数の予測値に対する不確定性を調べる目的で、ベンチマーク計算が行われた⁵⁾。その結果、減速材密度の関数としての k_∞ の変化は種々のデータ及び手法間で大きくバラつき、HCLWR系のATWS計算等の動特性解析に関して動特性的振舞いの予測に大きな影響があることが示された。このように、少なくとも1985年以前に整備された核設計コードに基づいて設計されたHCLWR概念は、信頼性に乏しく再検討の必要があると判断される。

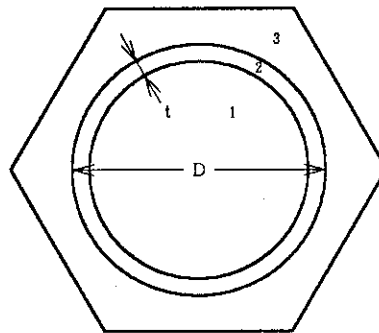
新しい原子炉の核特性を把握するためには、まず、炉心の主要パラメータである核分裂性核種の濃縮度（富化度）、燃料ピン直径（D）対ピン・ピッチ（P）の比P/D等を変数とするパラメータ・サーベイを主な炉物理特性量に対して行う必要がある。ここでは、HCLWRの核特性の概要を把握するとともに、そのエネルギー戦略上の位置付けを考えるうえでの参考データを得るために、HCLWR格子モデルに対する格子燃焼パラメータ・サーベイを行った。特に、HCLWRの概念成立の可能な範囲を明確にすることが本サーベイ計算の主要な目的である。なお、燃焼計算はSRACシステム⁶⁾を用いて行った。ChawlaのPROTEUSの実験解析のまとめにおいて、このシステムは実験値の予測精度が総合的に最も高いと評価されたものである⁴⁾。その後もSRAC

システムの改良が進められる一方、MAPI及びNAIGとの研究協力^{7), 8)}によって、信頼度がさらに高まっていると考えられる。

HCLWRの概念、その目標や諸問題に関しては文献9)および10),あるいは第18回炉物理夏期セミナーテキスト¹¹⁾等の解説を参照されたい。なお文献11)には本サーベイ計算の予備的な結果についてもまとめてある。

2. 格子モデルと計算条件

HCLWRでは同じ燃料ピンピッチで正方格子よりも減速材/燃料体積比を小さくできる六角格子がこれまでの設計例で採用されている。本計算においても格子モデルはFig.1にあるように、燃料、被覆管、減速材の3領域からなる六角格子とした。その諸元をTable 1に、各材質の組成をTable 2に示す。



1. $\text{PuO}_2 + \text{UO}_2$
2. Stainless steel or Zr
3. H_2O

Fig. 1 Unit cell of hexagonal lattice

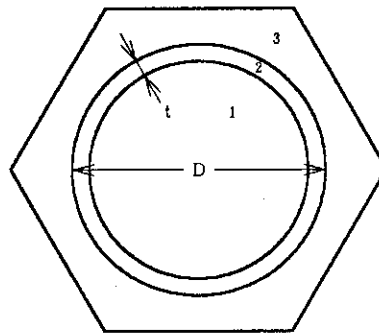
燃料としては、減損U (0.2% U-235) とPu (Am-241を含む) からなるMOX燃料を仮定した。ここで燃料組成、特にPuの組成はHCLWRの核特性上重要である。例えばPu-240及びPu-242の割合が増えるとこれらの核種の数eVの共鳴吸収の重要性が増し、ボイド特性は悪化する。Pu-241は λ 値の高い非常に良い核分裂性核種であるが、一方14.4年という比較的短い半減期を持つ。一般には軽水炉燃料の燃焼度、炉外取り出し後の冷却期間や再処理の時期によってPuの組成は決定されるが、本サーベイ計算では3.2%濃縮UをPWRで33GWD/t燃焼させた後、再処理前3年再処理後2年冷却させたものを用いた (Table 1)。これは、西独 GKSS による3.2%濃縮Uを33GWD/t燃焼させ、炉外で1年冷却したという組成¹²⁾をもとに、再処理前のPu-241の崩壊 (半減期14.4年) 及び再処理後のPu-241の崩壊とAm-241の生成を考慮して求めたものである。なお、燃料ペレット-被覆管間のギャップは燃料領域に含めて燃料は被覆管内に均一に存在させた。

システムの改良が進められる一方、MAPI及びNAIGとの研究協力^{7), 8)}によって、信頼度がさらに高まっていると考えられる。

HCLWRの概念、その目標や諸問題に関しては文献9)および10),あるいは第18回炉物理夏期セミナーテキスト¹¹⁾等の解説を参照されたい。なお文献11)には本サーベイ計算の予備的な結果についてもまとめてある。

2. 格子モデルと計算条件

HCLWRでは同じ燃料ピンピッチで正方格子よりも減速材/燃料体積比を小さくできる六角格子がこれまでの設計例で採用されている。本計算においても格子モデルはFig.1にあるように、燃料、被覆管、減速材の3領域からなる六角格子とした。その諸元をTable 1に、各材質の組成をTable 2に示す。



1. $\text{PuO}_2 + \text{UO}_2$
2. Stainless steel or Zr
3. H_2O

Fig. 1 Unit cell of hexagonal lattice

燃料としては、減損U (0.2% U-235) とPu (Am-241を含む) からなるMOX燃料を仮定した。ここで燃料組成、特にPuの組成はHCLWRの核特性上重要である。例えばPu-240及びPu-242の割合が増えるとこれらの核種の数eVの共鳴吸収の重要性が増し、ボイド特性は悪化する。Pu-241は λ 値の高い非常に良い核分裂性核種であるが、一方14.4年という比較的短い半減期を持つ。一般には軽水炉燃料の燃焼度、炉外取り出し後の冷却期間や再処理の時期によってPuの組成は決定されるが、本サーベイ計算では3.2%濃縮UをPWRで33GWD/t燃焼させた後、再処理前3年再処理後2年冷却させたものを用いた (Table 1)。これは、西独 GKSS による3.2%濃縮Uを33GWD/t燃焼させ、炉外で1年冷却したという組成¹²⁾をもとに、再処理前のPu-241の崩壊 (半減期14.4年) 及び再処理後のPu-241の崩壊とAm-241の生成を考慮して求めたものである。なお、燃料ペレット-被覆管間のギャップは燃料領域に含めて燃料は被覆管内に均一に存在させた。

Table 1 Cell specification

fuel (PuO ₂ + UO ₂)	
U composition (%)	
U-235	0.2
U-238	99.8
Pu composition (%)	
Pu-239	57.5
Pu-240	24.5
Pu-241	10.6
Pu-242	6.3
Am-241	1.1
fissile Pu enrichment (%)	5.0 , 6.0 , 7.0 , 8.0 , 9.0
cladding (zircaloy or stainless steel)	
outer diameter (cm)	0.85 , 0.95 , 1.05
thickness (cm)	0.06 (for Zry) , 0.04 (for SUS)
moderator (H ₂ O)	
void fraction (%)	0.0 , 100.0
moderator/fuel	
volume ratio	0.6 , 0.7 , 0.8 , 0.9 , 1.0 (for SUS)
	0.9 , 1.0 , 1.1 , 1.4 (for Zry)

Table 2 Composition of each material (10²⁴/cm³)

(a) fuel

nuclide	5% Puf	6% Puf	7% Puf	8% Puf	9% Puf
U235	4.099E-5	4.035E-5	3.971E-5	3.908E-5	3.844E-5
U238	2.020E-2	1.988E-2	1.957E-2	1.925E-2	1.894E-2
Pu239	9.018E-4	1.082E-3	1.263E-3	1.443E-3	1.623E-3
Pu240	3.836E-4	4.603E-4	5.370E-4	6.137E-4	6.904E-4
Pu241	1.660E-4	1.992E-4	2.325E-4	2.657E-4	2.989E-4
Pu242	9.827E-5	1.179E-4	1.376E-4	1.572E-4	1.769E-4
Am241	1.678E-5	2.014E-5	2.349E-5	2.685E-5	3.020E-5
O	4.361E-2	4.361E-2	4.360E-2	4.360E-2	4.359E-2

(b) cladding

nuclide	Zry	SUS	
Zr	4.290E-2	-	(Zr natural)
Fe	-	5.960E-2	(Fe natural)
Cr	-	1.740E-2	(Cr natural)
Ni	-	8.100E-3	(Ni natural)
Mn	-	8.660E-4	

(c) moderator

nuclide	H ₂ O+SUS
H	4.403E-2
O	2.201E-2
Fe	3.577E-3
Cr	1.043E-3
Ni	4.859E-4
Mn	5.195E-5

被覆管はステンレス・スチール (SUS) あるいはジルカロイ (Zry) とした。ステンレス被覆管は強度的にジルカロイ被覆管に勝るため、ピッチの狭いより稠密な格子での LOCA 時の被覆管の膨れによる流路閉塞の問題は軽減するとされている¹³⁾。一方、ジルカロイは Fig.2 に見られるように 100 eV 以下での中性子捕獲がステンレスに比べはるかに小さい。稠密度の低い格子は、被覆管の膨れの問題が軽減され、かつスペクトルが柔らかくなるためジルコニウム被覆管が有利となる。これらの理由から稠密な格子ではステンレス被覆管を、稠密度が低くなるとジルコニウム被覆管を用いた (Table 1)。在来軽水炉の被覆管の使用例及びこれまでの HCLWR の設計例から、被覆管厚はステンレス 0.04 cm ジルカロイ 0.06 cm とした。なお、この厚さのステンレスとジルカロイは稠密格子炉では核的に等価であるという計算結果がある¹³⁾。

減速材は、ヘリカル・フィンまたはワイヤ・スペーサ、燃料集合体内の制御棒案内管等の構造材を考慮するため、ステンレスを減速材体積の 6% 分軽水に溶かし込んだものとした。ジルカロイ被覆管を用いた場合でも構造材はステンレスとしたが、上でも述べたようにステンレスの方が中性子吸収が大きいので、燃焼特性等はより控え目な結果を与えるものと思われる。軽水の密度は運転状態の PWR の水の温度 ($\sim 580\text{K}$) と圧力 ($\sim 1.55 \times 10^7\text{ Pa}$) 条件下のものに相当する 0.7 g/cm^3 とした。

計算上の各領域の温度は運転時を考慮して燃料 900 K、被覆管と減速材を 600 K とした。

サーベイを行った格子パラメータは次の通りである。

D : 燃料ピン外径 (cm)

$V_m / V_f (R_v)$: 減速材体積 (V_m) / 燃料体積 (V_f)

E : 初装荷時の燃料の核分裂性 Pu 富化度 (%)

ただし、ここで V_m は減速材中に溶かし込んだ構造材の分を除いた体積、 V_f は被覆管内の体積である。サーベイ範囲は Table 1 にある通りで、さきにも述べたように、 V_m / V_f によって被覆管材質を変えてあるが、 $V_m / V_f = 0.9$ と 1.0 については、ステンレスとジルカロイの両方について計算を行った。また、核分裂性 Pu 富化度については、 V_m / V_f に応じて適当な燃焼度を確保する条件のもとで 5%~9% の範囲から選んだ。

さらに、減速材ボイド反応度の様子を検討するために、各計算ケースにおいて減速材をボイド状態にした計算も行った。実際の計算では減速材の数密度を 0% ボイド時の 0.01% にして 100% ボイド状態に対応するものとした。各ケースの燃焼計算の 0 及び 50 GWD/t 燃焼時点で減速材をボイド状態にした計算を行い、ボイド特性の燃焼依存性についても調べた。

本サーベイにおける格子燃焼計算は原研の SRAC システムを用いた。HCLWR 系は軽水炉ともあるいは高速炉とも異なる中性子スペクトルを有しており、特に、共鳴エネルギー領域の重要性が非常に高い。SRAC システムでは実効共鳴断面積の計算法として 3 種類が用意されているが、本計算では超詳細群に対する衝突確率法による中性子スペクトル計算ルーチン PEACO¹⁴⁾ を用いる方法を採用した。SRAC システムによるスイス EIR の PROTEUS 炉実験解析¹⁵⁾ における連続エネルギー・モンテカルロ・コード VIM との比較に見られるように稠密格子系における PEACO の計算精度は他の 2 つの方法に比べて最も高いと考えられる。ただし、PEACO ルーチンを用いる方法は中性子エネルギー $E < 131\text{ eV}$ でのみ使用可能であり (現在は $E < 275\text{ eV}$ まで可能¹⁶⁾) それ以上のエネルギー領域では NR 近似に基づく Table - look - up 法を用いている。

これらの方法により得られた多群実効断面積を用いて多群格子スペクトルが衝突確率法により計算される。用いたエネルギー群構造はTable 3にある通り高速群(10MeV~0.683 eV)66群、熱群(0.683 eV~10⁻⁵ eV)20群である。群定数ライブラリーはJENDL-2に基づいて作成されたSRACLIB-JENDL 2¹⁷⁾を使用した。

格子計算においては各ケースに応じて炉心の大きさを想定しバックリングB²を決めて中性子のもれの影響を考慮した。ここでB²は、炉心半径Rを195 cmに固定し炉心高さHを以下のようにして決め、 $B^2 = (\pi/H)^2 + (2.405/R)^2$ として決定した。格子の燃料ピンピッチPはピン径をD、体積比V_m/V_fをR_v、被覆管厚さをt、減速材領域の構造材の体積割合をxとすると

$$P = \sqrt{\frac{2}{\sqrt{3}} \left[\frac{\pi D^2}{4} + R_v \frac{\pi (D - 2t)^2}{4} \frac{x}{1-x} \right]}$$

となる。一方、燃料ピンの平均線出力をq'、炉心の全熱出力をQとすると燃料ピンの炉心内の総延長はQ/q'となる。従って炉心体積は

$$\pi R^2 H = \frac{Q}{q'} \frac{\sqrt{3} P^2}{2}$$

となりHを計算できる。ここでは、Q=3400MW、q'=160 W/cmという値を採用してB²を決めた。線出力密度は炉心の熱設計上重要なパラメータであり燃料中心温度によって制限を受ける。160 W/cmという値は出力ピーキング・ファクター等を考慮しても中心温度<2100℃程度におさまると考えられ、現行PWR(~180 W/cm)や種々のHCLWR設計例と比較しても充分現実的である。Fig. 3にV_m/V_fと上の方法で求められた炉心高さHの関係をピン径Dをパラメータとして示す。

燃焼計算においては、各燃焼ステップでの格子計算に引き続き、一定出力のもとでそれぞれの燃焼チェーンに沿って各核種の数密度の燃焼変化が計算される。SRACシステムにおいては、燃焼チェーンに沿った各核種の数密度の時間変化を表わす燃焼方程式の解析的な解を用いることによって数値解法による誤差を避けるというCITATIONコードと同様の方法¹⁸⁾を用いている。

HCLWRでは転換率が高いため、燃焼反応度損失は核分裂性核種の減少によるよりも主としてF、P核種の蓄積によって起こる。また、燃焼度が高くなると、AmやCmなどのアクチナイドの影響も無視できない。SRACでは、F、Pの燃焼チェーンとしていくつかのチェーンモデルから選択できるようになっている。本サーベイ計算では45 F、P核種と1つの擬似F、P核種を扱う飯島等のモデル¹⁹⁾を用いた(Fig. 4)。重核種のチェーンについては文献20)にあるものからFig. 5に示されている、AmやCmを含むより詳細なチェーン^{6), 21)}に改良されたものを用いた。

SRACシステムにおける群定数作成法は文献(17)を、格子スペクトル計算法あるいは燃焼計算等の詳細は文献(6)を参照して頂きたい。

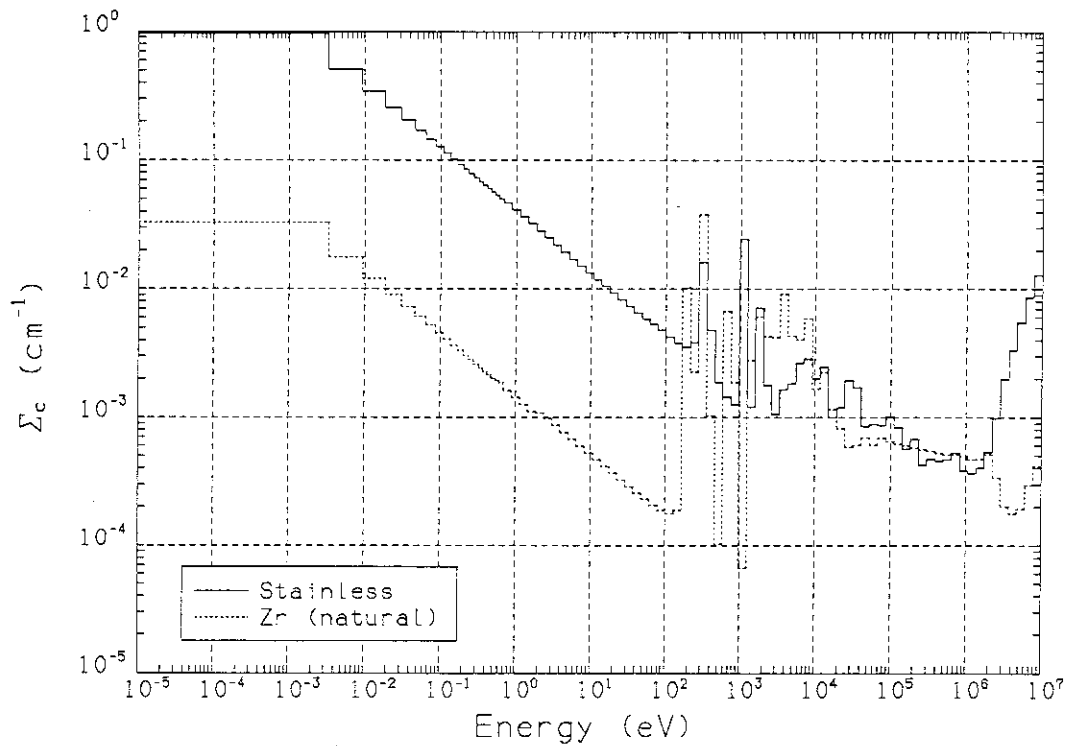


Fig. 2 Macroscopic capture cross sections of cladding materials

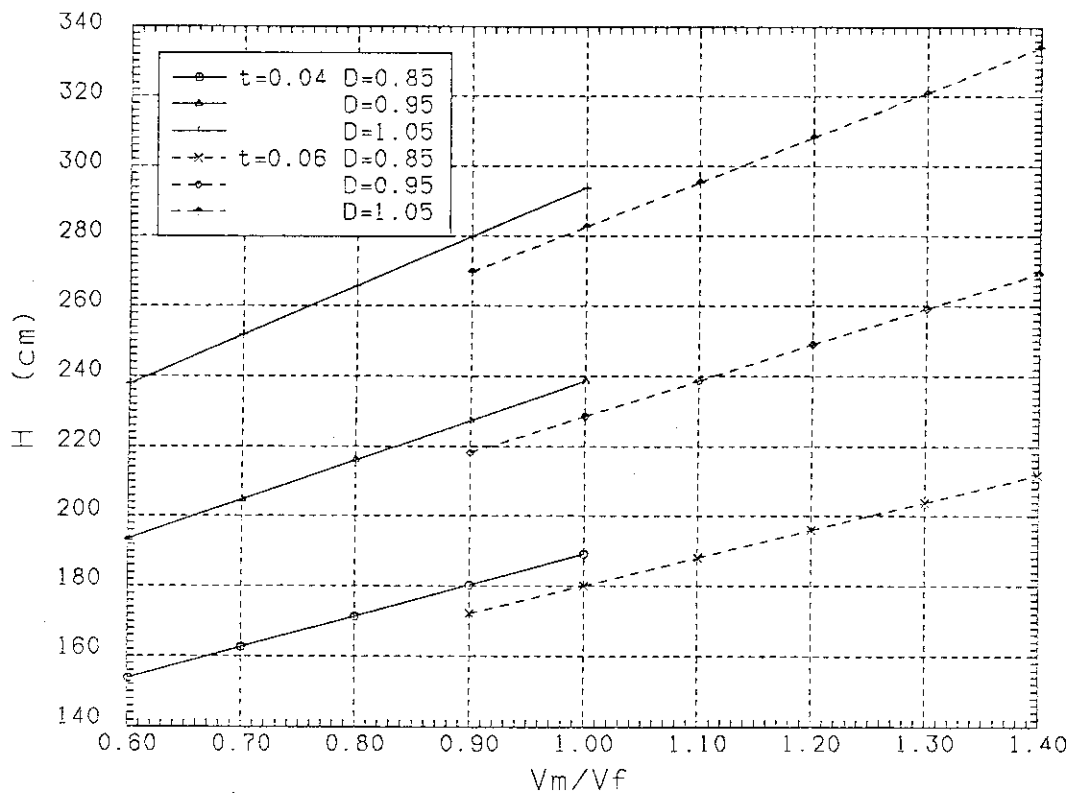


Fig. 3 V_m/V_f vs core height decided by linear heat $q' = 160 \text{ W/cm}$ and core power $Q = 3400 \text{ MWt}$

Table 3 Energy Group Structure of User Library.

Total number of users fast groups 66
 Total number of users thermal groups 20

group	E_{upper} (ev)	ΔU	group	E_{upper} (ev)	ΔU
<<<< fast >>>>			45	0.16702E+03	0.2500
1	0.10000E+08	0.2500	46	0.13007E+03	0.2500
2	0.77880E+07	0.2500	47	0.10130E+03	0.2500
3	0.60653E+07	0.2500	48	0.78893E+02	0.2500
4	0.47237E+07	0.2500	49	0.61442E+02	0.2500
5	0.36788E+07	0.2500	50	0.47851E+02	0.2500
6	0.28651E+07	0.2500	51	0.37266E+02	0.2500
7	0.22313E+07	0.2500	52	0.29023E+02	0.2500
8	0.17377E+07	0.2500	53	0.22603E+02	0.2500
9	0.13534E+07	0.2500	54	0.17604E+02	0.2500
10	0.10540E+07	0.2500	55	0.13710E+02	0.2500
11	0.82085E+06	0.2500	56	0.10677E+02	0.2500
12	0.63928E+06	0.2500	57	0.83153E+01	0.2500
13	0.49787E+06	0.2500	58	0.64760E+01	0.2500
14	0.38774E+06	0.2500	59	0.50435E+01	0.2500
15	0.30197E+06	0.2500	60	0.39279E+01	0.2500
16	0.23518E+06	0.2500	61	0.30590E+01	0.2500
17	0.18316E+06	0.2500	62	0.23824E+01	0.2500
18	0.14264E+06	0.2500	63	0.18554E+01	0.2500
19	0.11109E+06	0.2500	64	0.14450E+01	0.2500
20	0.86517E+05	0.2500	65	0.11253E+01	0.2500
21	0.67380E+05	0.2500	66	0.87643E+00	0.2500
22	0.52475E+05	0.2500	<<<< thermal >>>>		
23	0.40868E+05	0.2500	67	0.68256E+00	0.1250
24	0.31828E+05	0.2500	68	0.60236E+00	0.1250
25	0.24788E+05	0.2500	69	0.53158E+00	0.1250
26	0.19305E+05	0.2500	70	0.46912E+00	0.1250
27	0.15034E+05	0.2500	71	0.41399E+00	0.1252
28	0.11709E+05	0.2500	72	0.36528E+00	0.1252
29	0.91188E+04	0.2500	73	0.31961E+00	0.1432
30	0.71017E+04	0.2500	74	0.27699E+00	0.1541
31	0.55308E+04	0.2500	75	0.23742E+00	0.1670
32	0.43074E+04	0.2500	76	0.20090E+00	0.1823
33	0.33546E+04	0.2500	77	0.16743E+00	0.2006
34	0.26126E+04	0.2500	78	0.13700E+00	0.2228
35	0.20347E+04	0.2500	79	0.10963E+00	0.2498
36	0.15846E+04	0.2500	80	0.85397E-01	0.2882
37	0.12341E+04	0.2500	81	0.64017E-01	0.3352
38	0.96112E+03	0.2500	82	0.45785E-01	0.4029
39	0.74852E+03	0.2500	83	0.30602E-01	0.5051
40	0.58295E+03	0.2500	84	0.18467E-01	0.6773
41	0.45400E+03	0.2500	85	0.93805E-02	1.0320
42	0.35357E+03	0.2500	86	0.33423E-02	5.8117
43	0.27536E+03	0.2500		1.00000E-05	
44	0.21445E+03	0.2500			

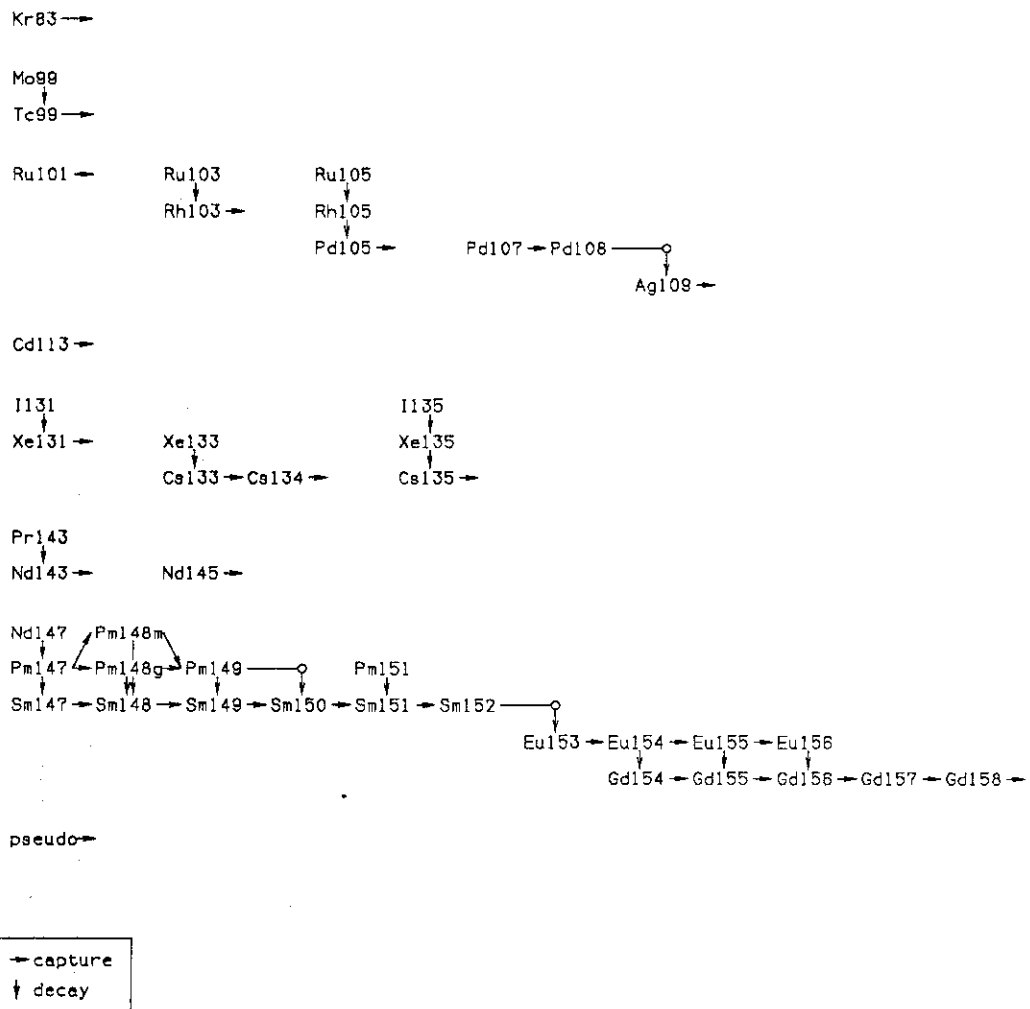


Fig. 4 Fission product chain model (45 explicit and 1 pseudo F.P)

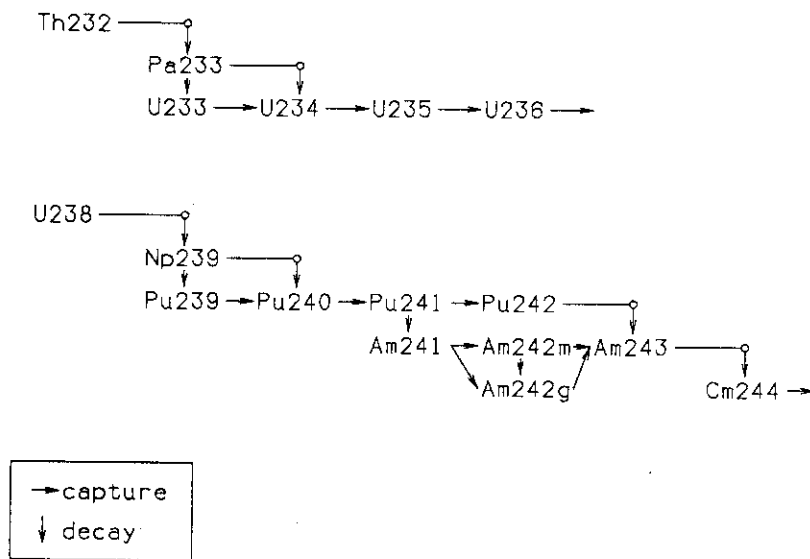


Fig. 5 Heavy nuclide chain model

3. 計算結果

ここでは数百ケースに及ぶサーベイ結果を整理し、各格子パラメータと格子の特性との関係を論じる。

まず、サーベイ結果を検討するに先立って、臨界調整の有無が燃焼特性に及ぼす影響を調べた。今回のサーベイ計算では、余剰反応度に対する制御は行っていないため燃焼期間の大部分で k_{eff} は1より大きい。実際の原子炉は $k_{eff}=1$ で運転されているのであるからこれを模擬する格子計算では臨界調整を行いながら燃焼を進めないと転換率等の中性子スペクトルに依存する量が正確に評価されない恐れがある。臨界調整の方法としては模擬 $1/\nu$ 吸収物質による調整(PWR等)とボイド率あるいはバックリングによる調整(BWR等)の2つが考えられる。Fig.6はHCLWR系において、 $1/\nu$ 吸収物質による簡単な調界調整を行って燃焼計算を進めた例である。HCLWR系では余剰反応度が小さいため臨界調整の影響はほとんど無いことがわかる。

なお Fig. 6 及び以下の図や文中には次に定義される2つの転換率が用いられている。

転換率 (Conversion Ratio)

各燃焼時点における核分裂性核種の中性子吸収率に対する親核種の中性子捕獲率の割合として表わされる。 $\Sigma_c^{fer}(t)$ と $\Sigma_a^{fis}(t)$ を燃焼時刻 t における、それぞれU-238とPu-240の中性子捕獲及びU-235, Pu-239, Pu-241の中性子吸収の一群巨視断面積として、転換率を次式で定義する。

$$\text{転換率} = \Sigma_c^{fer}(t) / \Sigma_a^{fis}(t)$$

平均転換率 (Average Conversion Ratio)

燃焼度ゼロ時での核分裂性核種の量に対する各燃焼時点での核分裂性核種の量の割合として表わす。燃焼時刻 t におけるU-235, Pu-239, Pu-241の個数密度の総和を $N^{fis}(t)$ として平均転換率は

$$\text{平均転換率} = N^{fis}(t) / N^{fis}(0)$$

と定義される。

Fig.7は k_{eff} , 転換率, 平均転換率の燃焼変化を燃料ピン径 D をパラメータとしてまとめた例である。図に示した以外の全ケースを通じて D が大きいほど燃焼度は高く、転換率, 平均転換率は低くなる。これはU-238の中性子吸収の自己遮蔽, 及びピン径の違いによるPuインベントリの差によると理解される。即ち D が大きくなれば、空間的な遮蔽効果が大きくなり相対的にU-238の中性子吸収は減る。一方、Puインベントリが増加することによってPuの中性子吸収(核分裂)は増えるため余剰反応度は大きくなり燃焼度は延びるが転換率は低下する。しかし、細径のピンで太径のピンと同じ燃焼度を達成しようとするれば富化度を高める必要があり、その結果、転換率は低下してしまい両者に著しい差異は現われない。

Fig.8は V_m / V_f をパラメータとして変化させた例である。 V_m / V_f が小さい稠密な格子ほど転換率は上がるが燃焼度は低下する。これは格子の稠密化による中性子スペクトルの硬化のため、U-238の中性子吸収が増加し転換率を高め逆に余剰反応度を減少させるからである。しか

し、格子の体積比変化に伴う k_{eff} の変化の割合は富化度が高くなると小さくなる。Fig. 8は Fig. 7よりも拡大して示してあるが、それでも富化度9%の図などでは体積比0.6～0.8の稠密な格子に対する k_{eff} の線の区別がつけにくい。さらにこれらの線が交差している事からわかるように、燃焼が進むと稠密な格子の方が高い k_{eff} を与える場合も出てくる。これは与えられた富化度において、増倍率が体積比の変化に対して最小値を持つこと（あるいは最小値がサーベイ範囲の近傍にあること）を意味する。このような特性は、HCLWRの安全性を考える上で重要な冷却材ボイド反応度係数の富化度特性と関係がある。ここで注意すべきことは、ボイド率を高めることと体積比を小さくすることは同等であるということである。富化度が上がったたり燃焼が進んだりするとPu-240やPu-242が増加し、燃焼が進んだ状態ではさらにF.P.の蓄積も多くなる。このような状態ではPu-240やPu-242の1～数eVの共鳴吸収やF.P核種の熱領域における中性子吸収の全中性子吸収率に対する比率が大きくなる。体積比の減少やボイド率の増加に伴うスペクトルの硬化によるこれら低エネルギーでの中性子吸収の減少の効果が富化度が高い燃焼の進んだ格子ではU-238の共鳴吸収の増加等の効果よりも大きくなり k_{eff} の増加をもたらす。ボイド反応度については後で改めて述べるが、これを負にするためには体積比0.6～0.8の格子では富化度を9%より高くできないことはFig. 8からもうかがえる。

上に述べたことからわかるように中性子スペクトルの硬化の影響は k_{eff} に対しては打ち消し合うように働く。即ち、上にも述べた低エネルギー領域での中性子吸収の減少あるいは核分裂の減少、U-238の共鳴吸収や高速核分裂の増加、Pu-239とPu-241の η 値の増加等が k_{eff} に与える効果は相殺する。一方、これらは転換率に対しては増加させる方向へ働くため、体積比 V_m/V_f の効果は転換率に大きく増倍率に対しては比較的小さい。

Fig. 9は核分裂性Pu富化度Eをパラメータとした場合である。富化度を上げると余剰反応度が大きくなり、取り出し燃焼度は高くなる。一方核分裂性核種の中性子吸収率が相対的に増えることにより転換率は下がる。しかし、この転換率の低下は必ずしも平均転換率の低下にはつながらない。即ち、富化度の高い格子は初装荷時の核分裂性核種の量も多くなるので、転換率が低下して、ある燃焼期間を通じての核分裂性核種の減少量が多くなっても、初装荷量に対する減少割合としては大きくならない可能性がある。Fig. 9を見るとわかるように体積比 ≤ 1.1 までの格子では転換率が増加すると平均転換率も増加しているが、体積比が1.4になると逆に富化度の低い高転換率の格子ほど平均転換率は低くなっている。 V_m/V_f が大きい格子はFig. 9からもわかるように、転換率が低いだけでなく富化度の増加による転換率の減少率も小さくなる。即ち、 V_m/V_f の大きな格子では平均転換率に対する転換率の寄与が富化度の変化によって稠密な格子ほど大きくは変化しない。このため、 V_m/V_f が1.1から1.4に変わる間に、富化度の変化による初装荷量の変化が転換率の変化の寄与に比べて大きくなるものと考えられる。

Fig. 10は、 k_{eff} あるいは転換率の0及び50GWD/t時における富化度依存性をピン径D=0.95cmについてまとめたものである。この図にはまた、100%ボイド状態での k_{eff} の値も示されている。0%及び100%ボイド時の k_{eff} を比べることによってボイド反応度の大小あるいはボイド反応度が正となる富化度を読み取ることができる。例えば、体積比1.4の格子では50GWD/tまでの燃焼段階を通して富化度9%でもボイド反応度は負であるが、体積比0.6の格子では燃焼初期でも富化度～8.7%になるとボイド反応度が正になっている。その他にも余剰反応度とそ

の富化度依存性、燃焼に伴う反応度損失や転換率の増加、あるいは余剰反応度や反応度損失から可能燃焼度等に関してその概要をこの図からつかむことができよう。

ボイド反応度については、Fig. 11 に体積比との関係を各燃料ピン径ごとに整理して示している。前述の通り、格子の稠密化や富化度の増加はPu-240やPu-242のインベントリの増加につながり、ボイド特性を悪化させる。ジルカロイ被覆の方が管が厚いため、構造材を含めた実効的減速材領域が大きくなるのでボイド特性が良いこともわかる。

Fig. 12 及び 13 は達成可能な取り出し燃焼度、即ち、3 バッチ燃料交換を想定して $k_{eff} = 1$ となる燃焼度の 1.5 倍、とその時の平均転換率値を体積比や富化度をパラメータとして示している。また、これらの図にはボイド反応度係数が 0 となる線も示されている。この線は以下のようにして得られた。まず、各体系の炉心の達成燃焼度として格子燃焼計算で $k_{eff} = 1.0$ となる点を求める。次に燃焼度 0 及び 50 GWD/t におけるボイド状態の k_{eff} の計算結果から、炉心達成燃焼度におけるボイド状態での k_{eff} を一次内挿によって求める。体積比、富化度を変えた各サーベイ・ケースごとに、この k_{eff} (ボイド状態、炉心達成燃焼度) と k_{eff} (通常状態、炉心達成燃焼度：即ち 1.0) とからボイド反応度を得ることができる。これらの計算結果を体積比、富化度に対し、内、外挿することによりボイド反応度 = 0 となる体積比-富化度の組合わせが決定される。この組合わせに対応する点を Fig. 12 及び 13 上にプロットし、ボイド係数 = 0 となる限界ラインを評価した。図中で、これら曲線上部の斜線部分はボイド係数が正となる領域である。同じ体積比、同じ富化度に 2 つの点があるのは 2 種の被覆管に対応している。ここで、体積比を固定した場合、転換率と燃焼度の関係は被覆管材質が異なっても同一の線上にあることは注目すべきである。被覆管材質が核的な特性におよぼす影響は小さいことがわかる。被覆管による違いが比較的はっきり現われるのはボイド係数であり、これは管厚の違いによる Pu インベントリの大小及び SUS 中の Fe の吸収によるものである。

Fig. 12 から高転換率と高燃焼度を同時に達成することが非常に困難であることがわかる。転換率、燃焼度を共に高める方向は格子の稠密度を上げかつ富化度を高める方向であり、その結果として Pu のインベントリもまた増加してボイド反応度も正側へと向かう。ボイド係数 = 0 の線は、また設計上の転換率・燃焼度の上限でもある。ここで、安全性の観点から、適当なマージンを設ける必要がある。Fig. 12 及び 13 からこの線はピン径によらずほぼ同じ所にあることもわかる。

Fig. 14 は、ピン径 $D = 0.95$ cm の格子について上記の達成可能な燃焼度における平均転換率と核分裂性 Pu インベントリ-の関係をもとめたものである。ここでインベントリ-は、バックリングを決めた際に想定した炉心の大きさから求めたものであり、出力 1 GWe あたりに換算されている。炉心内の燃料組成は、3 領域炉心を仮定し可能燃焼度の 0/3、1/3、2/3 時点での組成の平均とした。各サーベイ点の燃焼度を内、外挿することによって 35 あるいは 45 GWD/t の燃焼度が得られるような線も示している。この図からわかるように、燃焼度と転換率を共に高くしようとするとインベントリ-が急速に増加することがわかる。インベントリ-の増加は燃料の有効利用という点からみて望ましくないとされている。

Fig. 15, 16 は、35 及び 45 GWD/t 時の平均転換率や Pu インベントリと体積比の関係を示したもので、Fig. 14 から読みとれる値をまとめ直したものである。

以上、今回のパラメータ・サーベイ計算の結果を様々な方法で簡単にまとめてみた。なお、巻末にサーベイ計算結果をまとめて添付したので興味のある向きは各人なりの方法で整理して頂きたい。

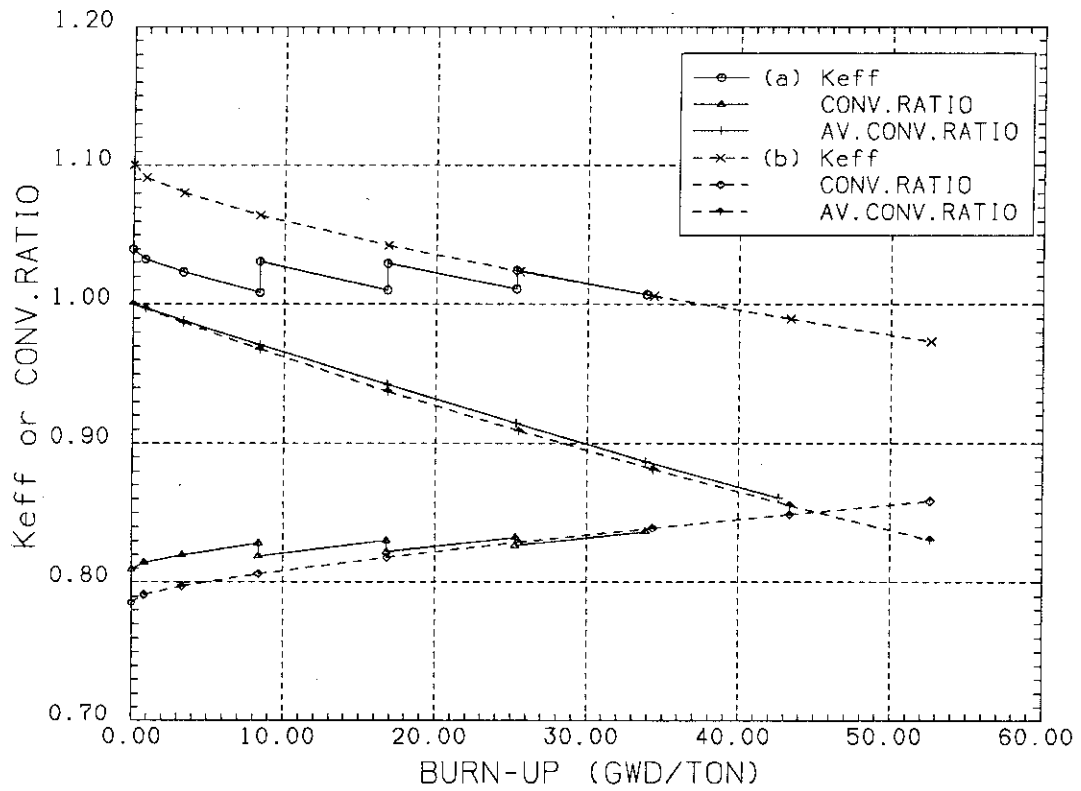
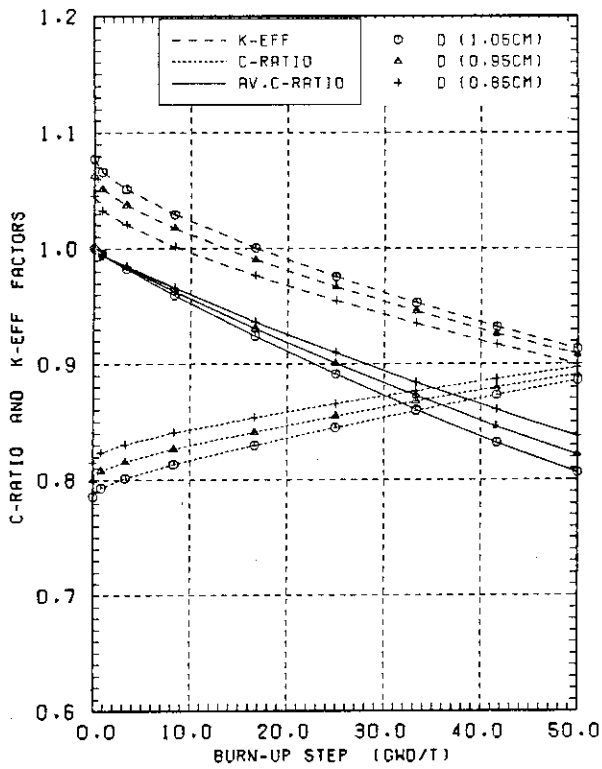
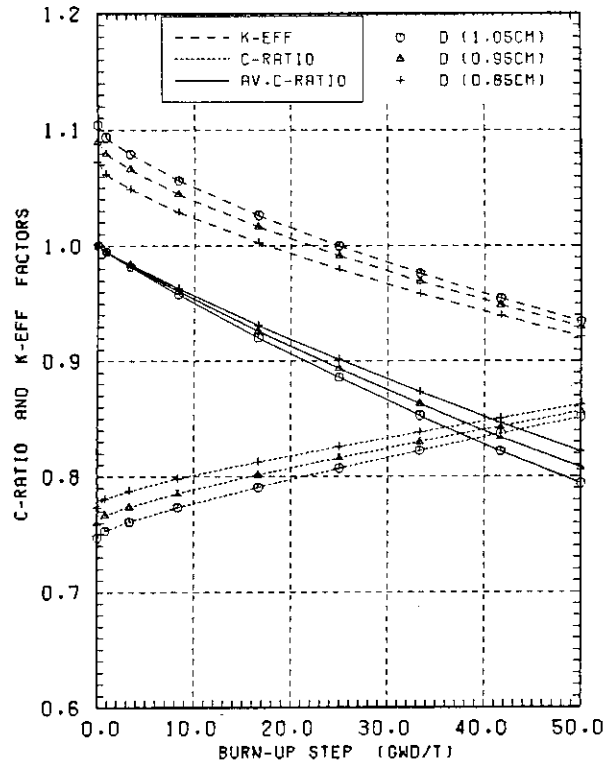


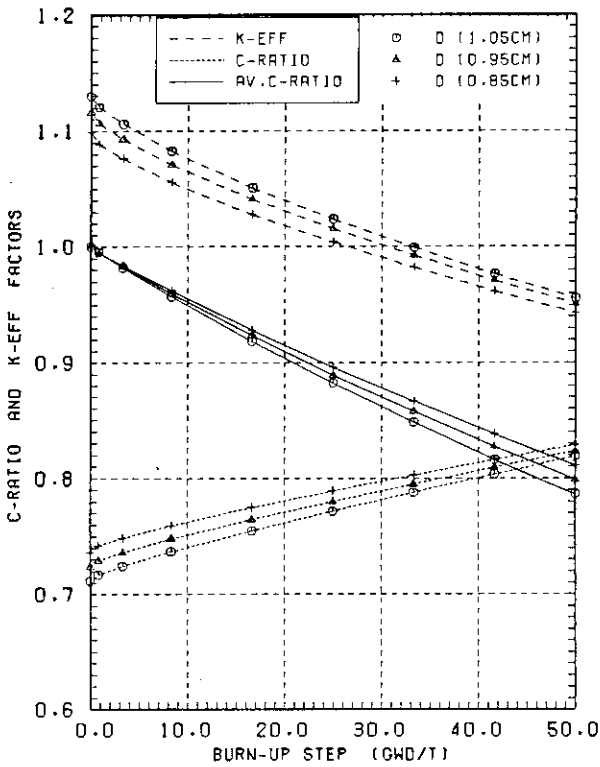
Fig. 6 Burnup reactivity loss and conversion ratios in controlled and uncontrolled cells ($D=1.0\text{cm}$ $V_m/V_f=0.8$ $E=8\%$)
 (a) controlled by $1/v$ absorber (b) uncontrolled



$V_m/V_f=0.9$ enrich.=7.0(%) clad.=SUS

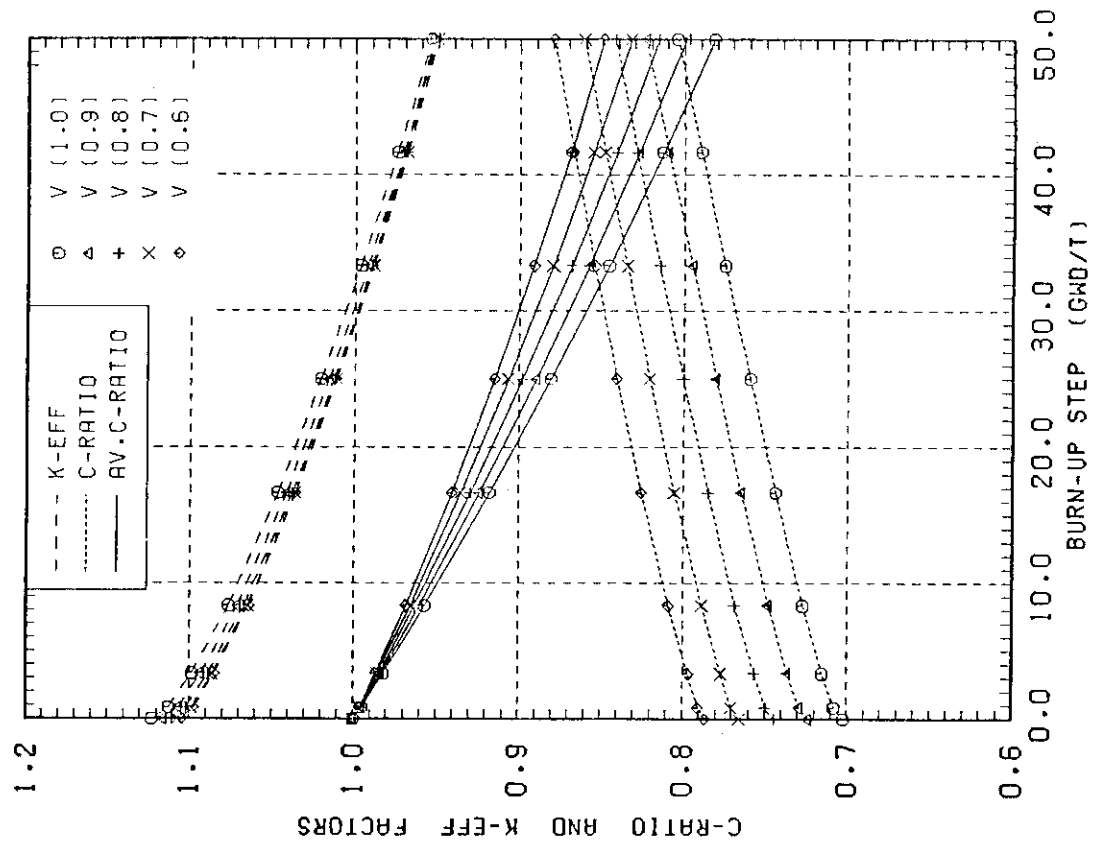


$V_m/V_f=0.9$ enrich.=8.0(%) clad.=SUS

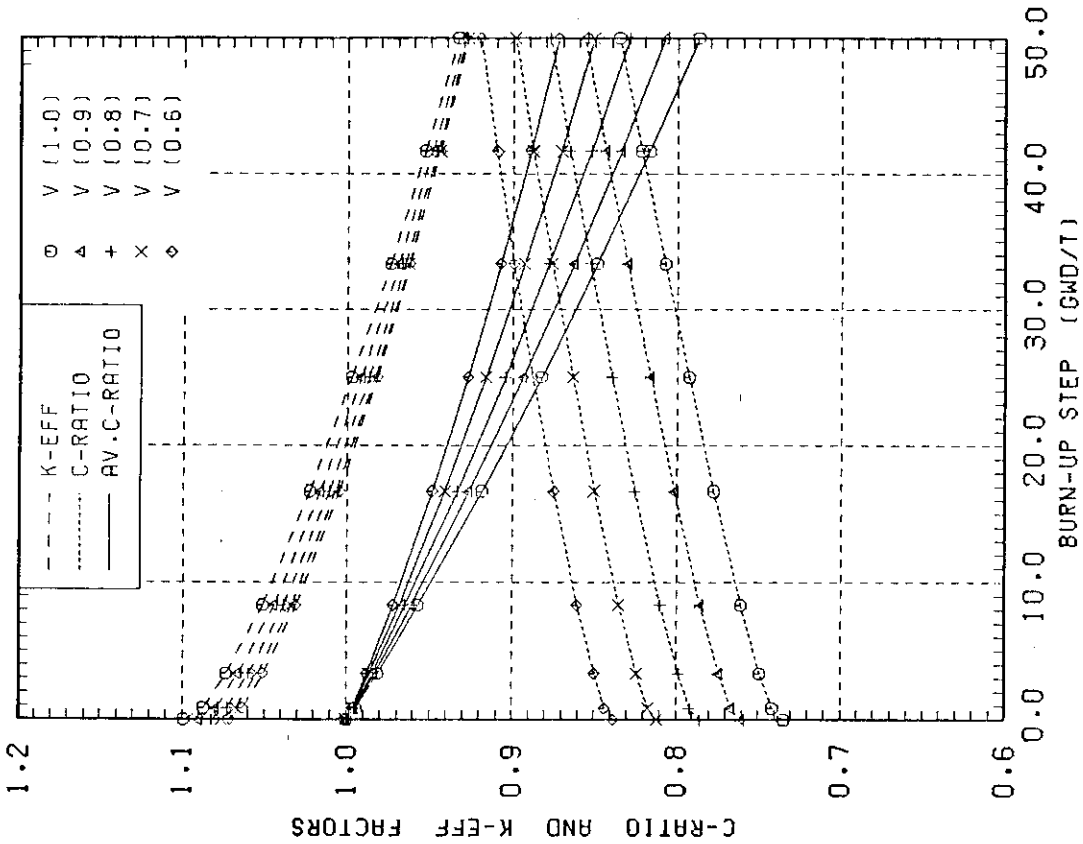


$V_m/V_f=0.9$ enrich.=9.0(%) clad.=SUS

Fig. 7 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio (parameter:D)



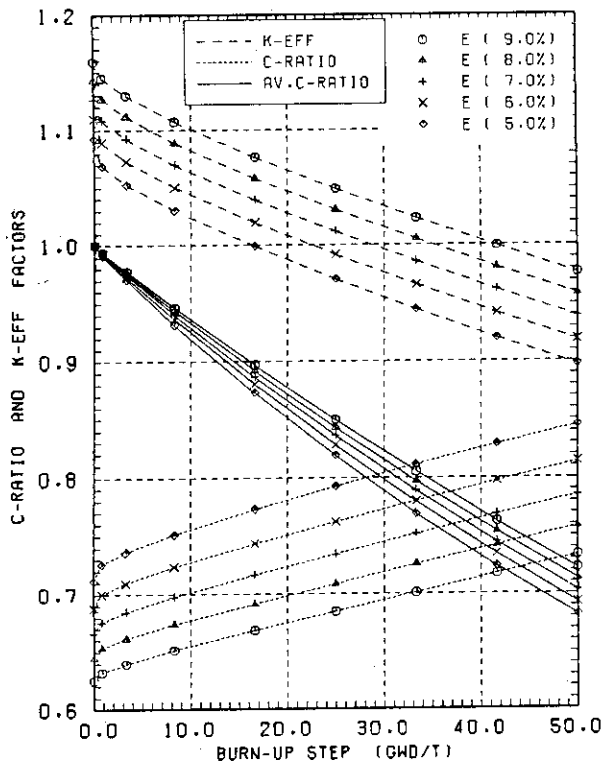
D=0.95(cm) enrich.=9.0(%) clad.=SUS



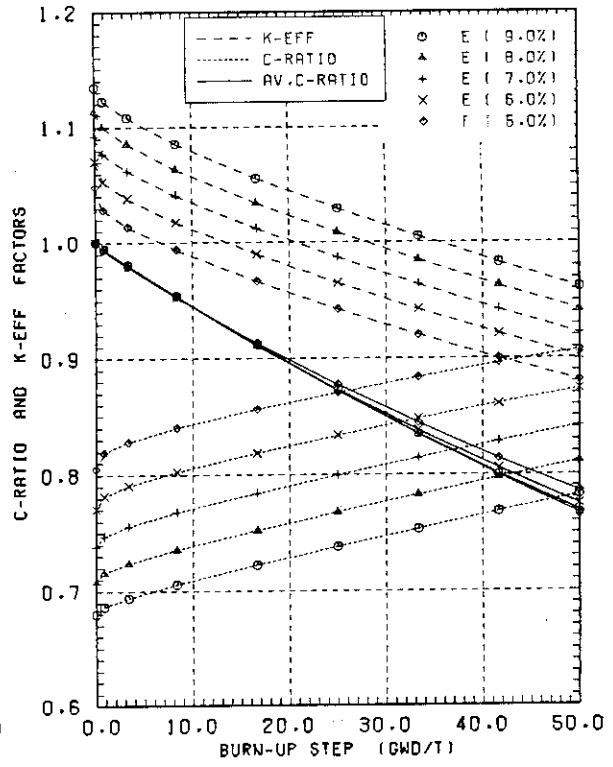
D=0.95(cm) enrich.=8.0(%) clad.=SUS

Fig. 8 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio

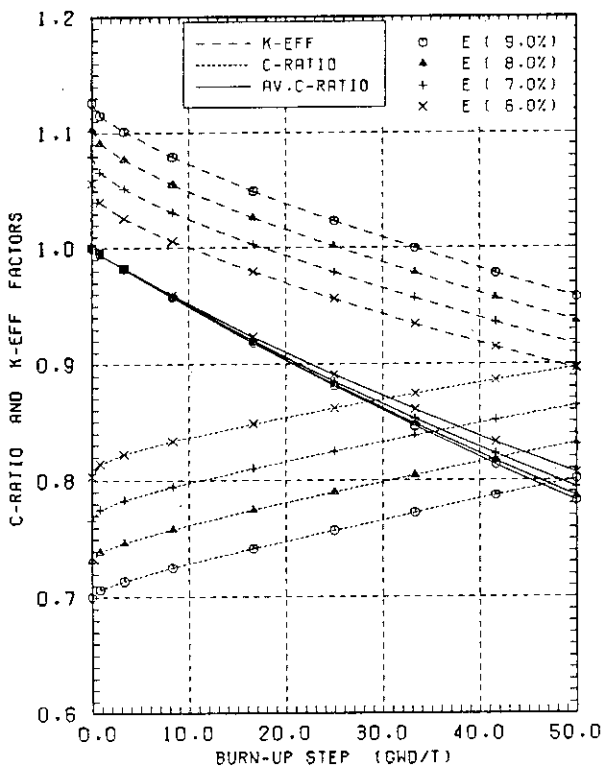
(parameter: V_m/V_f)



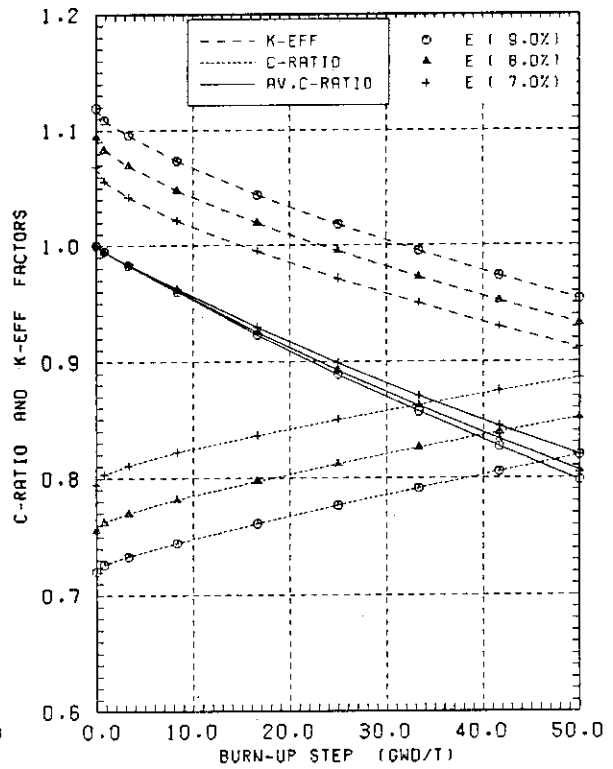
$V_m/V_f=1.4$ D 0.95(cm) clad.=Zry



$V_m/V_f=1.1$ D=0.95(cm) clad.=Zry

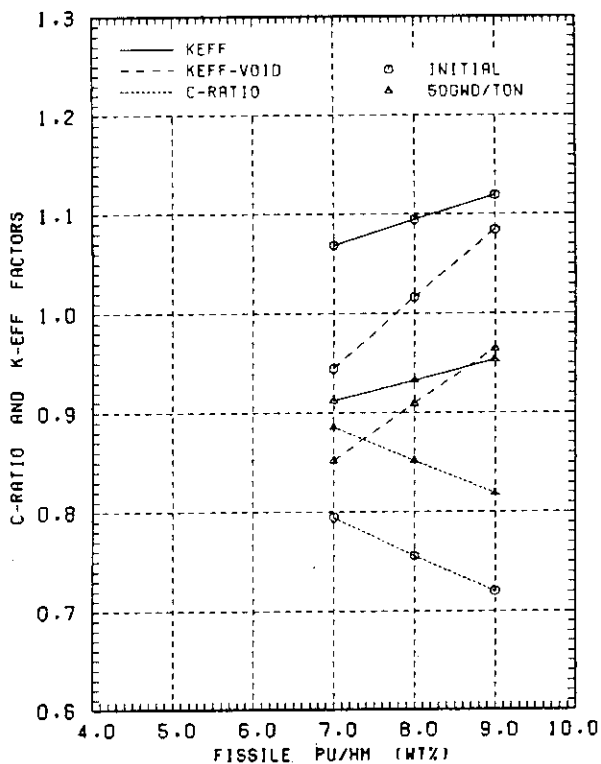


$V_m/V_f=1.0$ D=0.95(cm) clad.=Zry

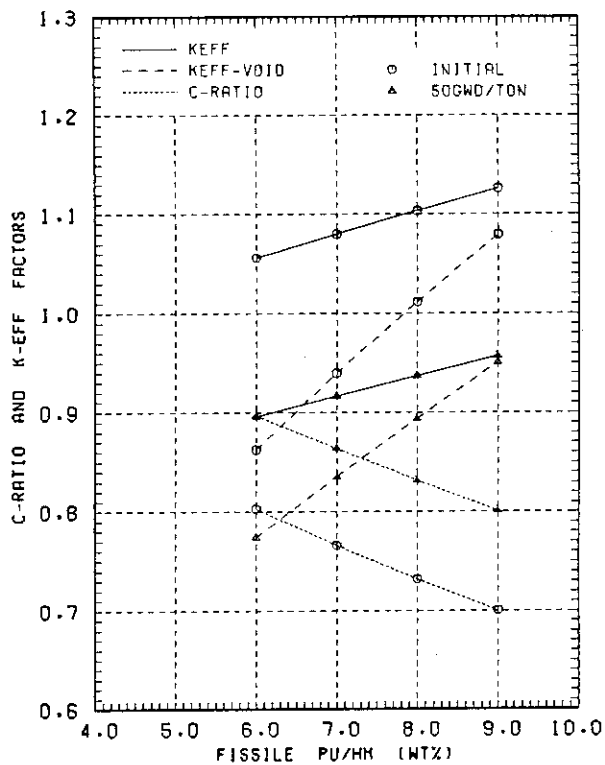


$V_m/V_f=0.9$ D=0.95(cm) clad.=Zry

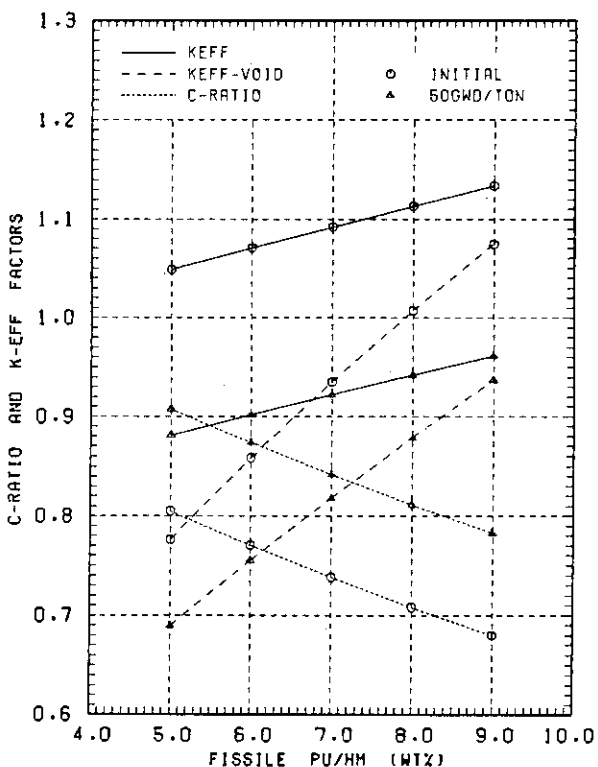
Fig. 9 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio (parameter:E)



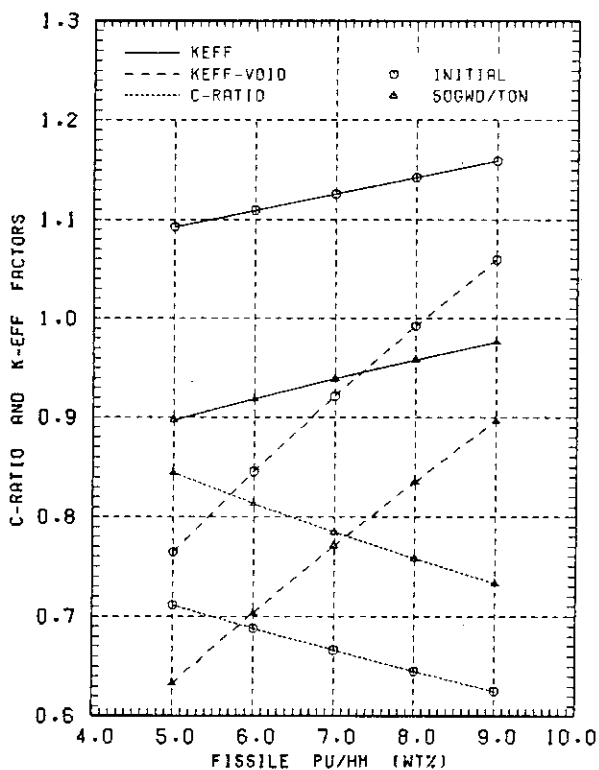
D=0.95(cm) $V_m/V_f=0.9$ Clad.=Zry



D=0.95(cm) $V_m/V_f=1.0$ Clad.=Zry

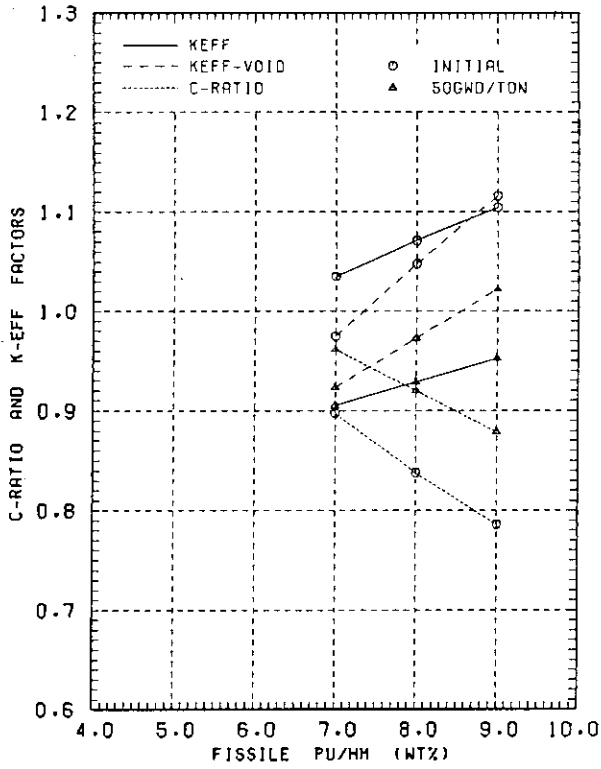


D=0.95(cm) $V_m/V_f=1.1$ Clad.=Zry

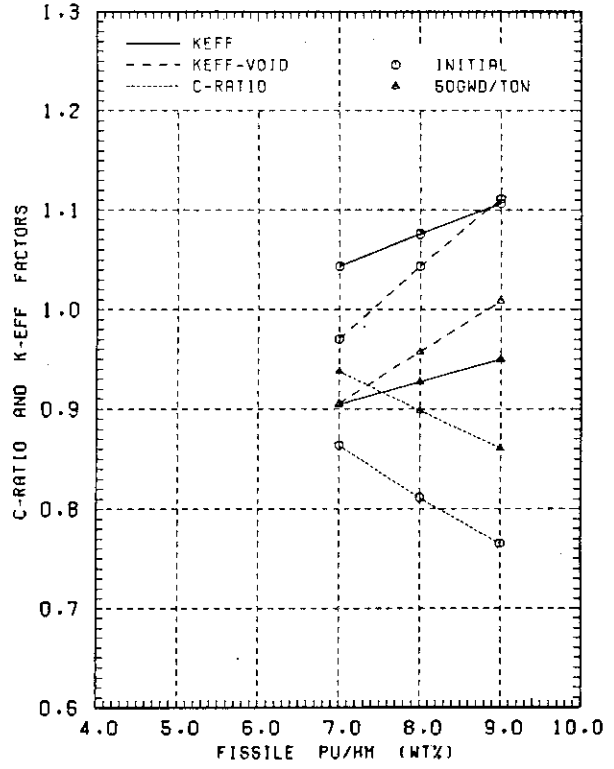


D=0.95(cm) $V_m/V_f=1.4$ Clad.=Zry

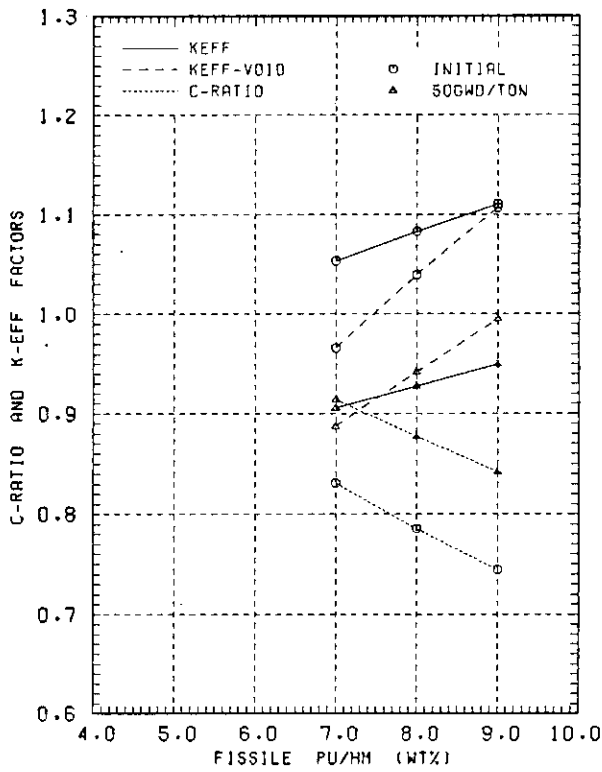
Fig.10 Conversion ratio and k_{eff} as function of fissile Pu enrichment



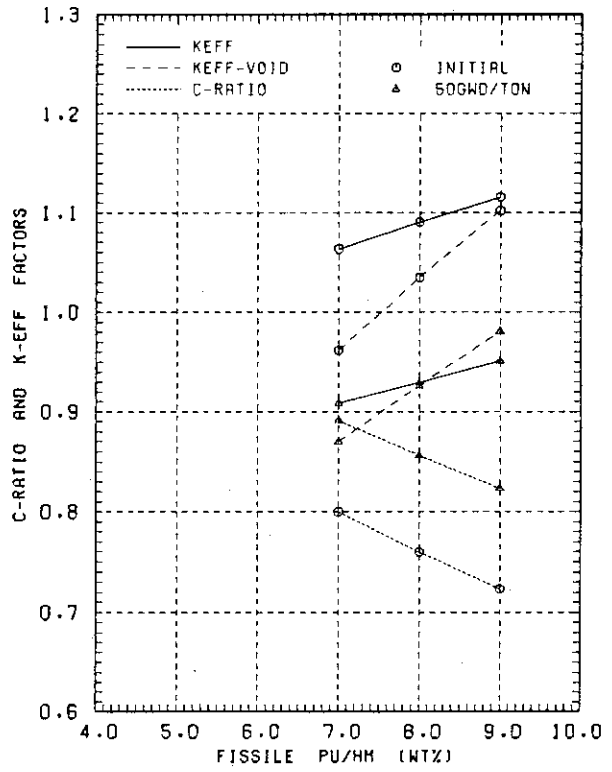
D=0.95(cm) Vm/Vf=0.6 Clad.=SUS



D=0.95(cm) Vm/Vf=0.7 Clad.=SUS



D=0.95(cm) Vm/Vf=0.8 Clad.=SUS



D=0.95(cm) Vm/Vf=0.9 Clad.=SUS

Fig.10 (continued)

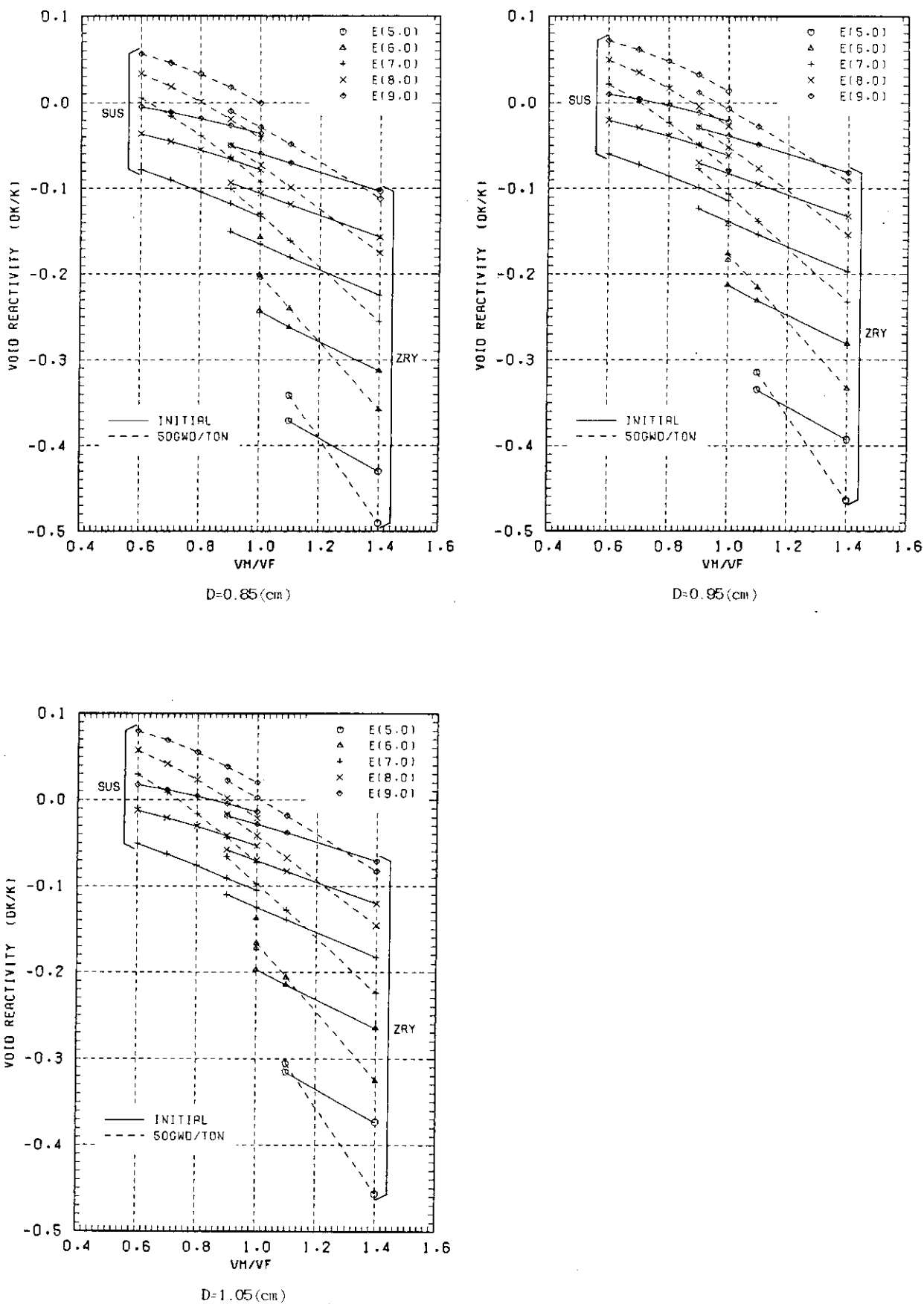


Fig.11 Void reactivity $\Delta k/k$ as function of V_m/V_f

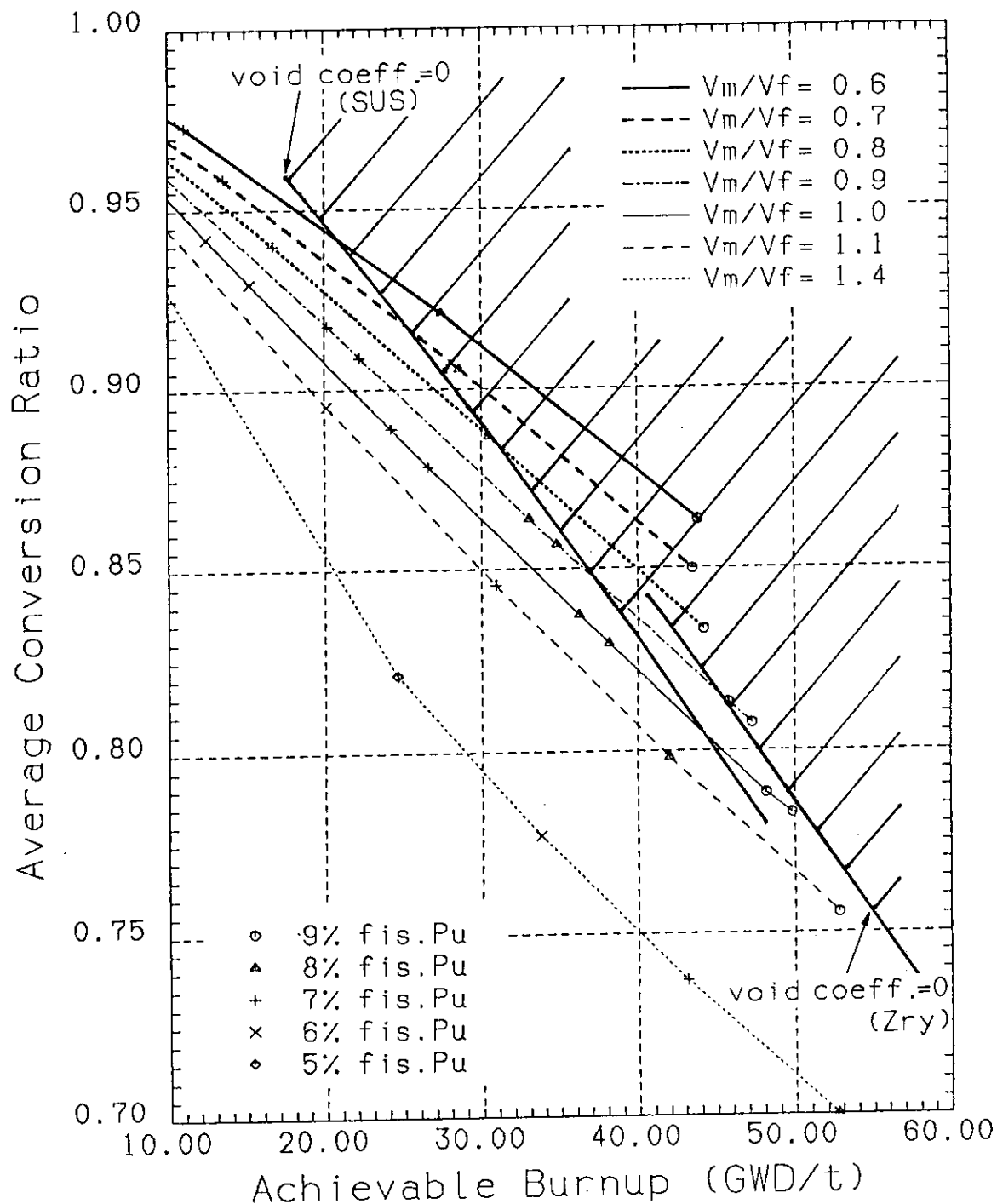
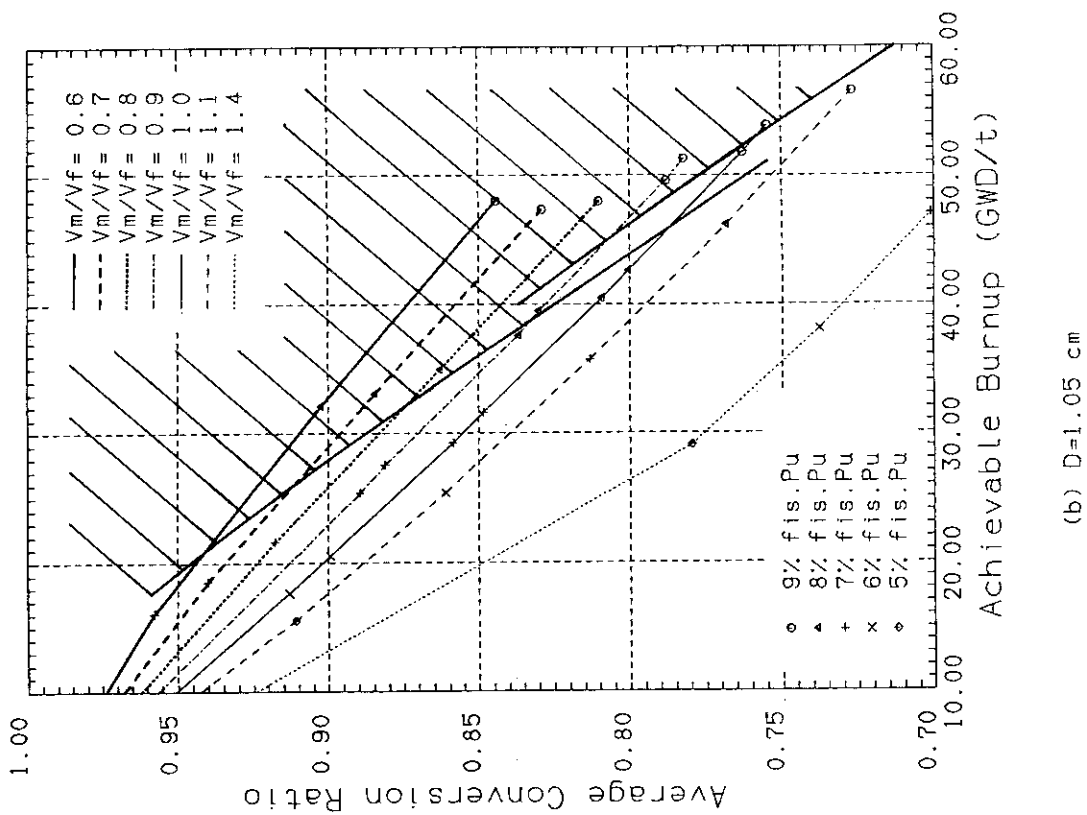
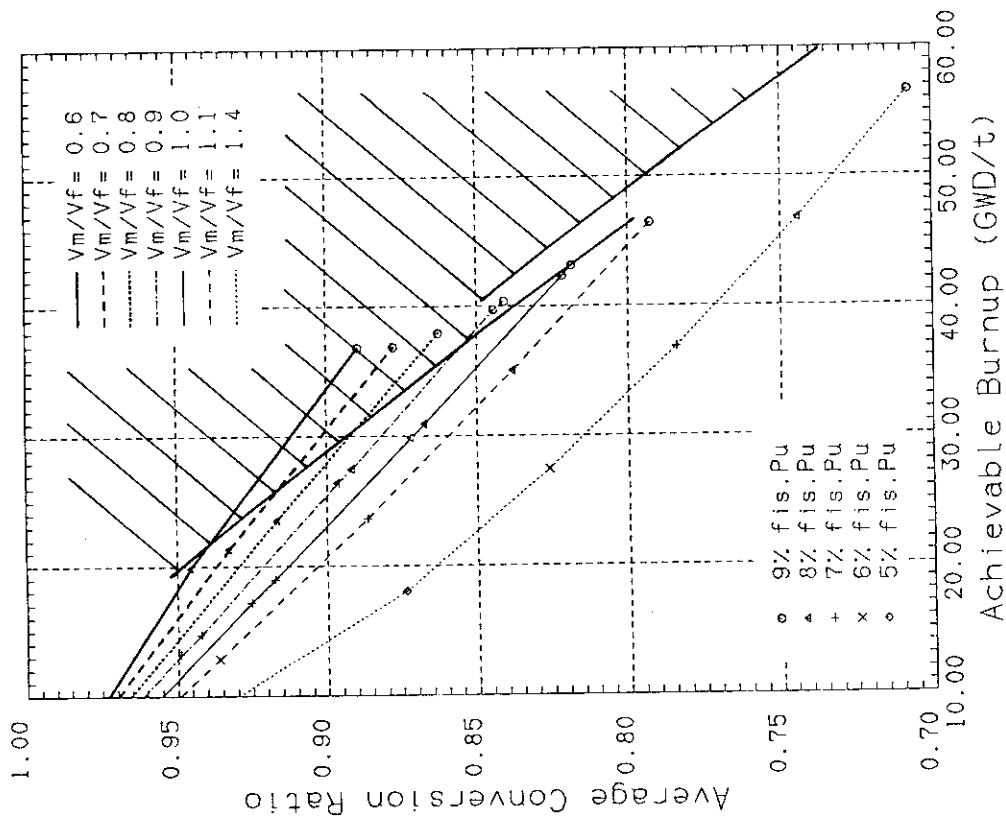


Fig.12 Achievable burnup and conversion ratio (D=0.95cm)



(a) $D=0.85$ cm



(b) $D=1.05$ cm

Fig.13 Achievable burnup and conversion ratio

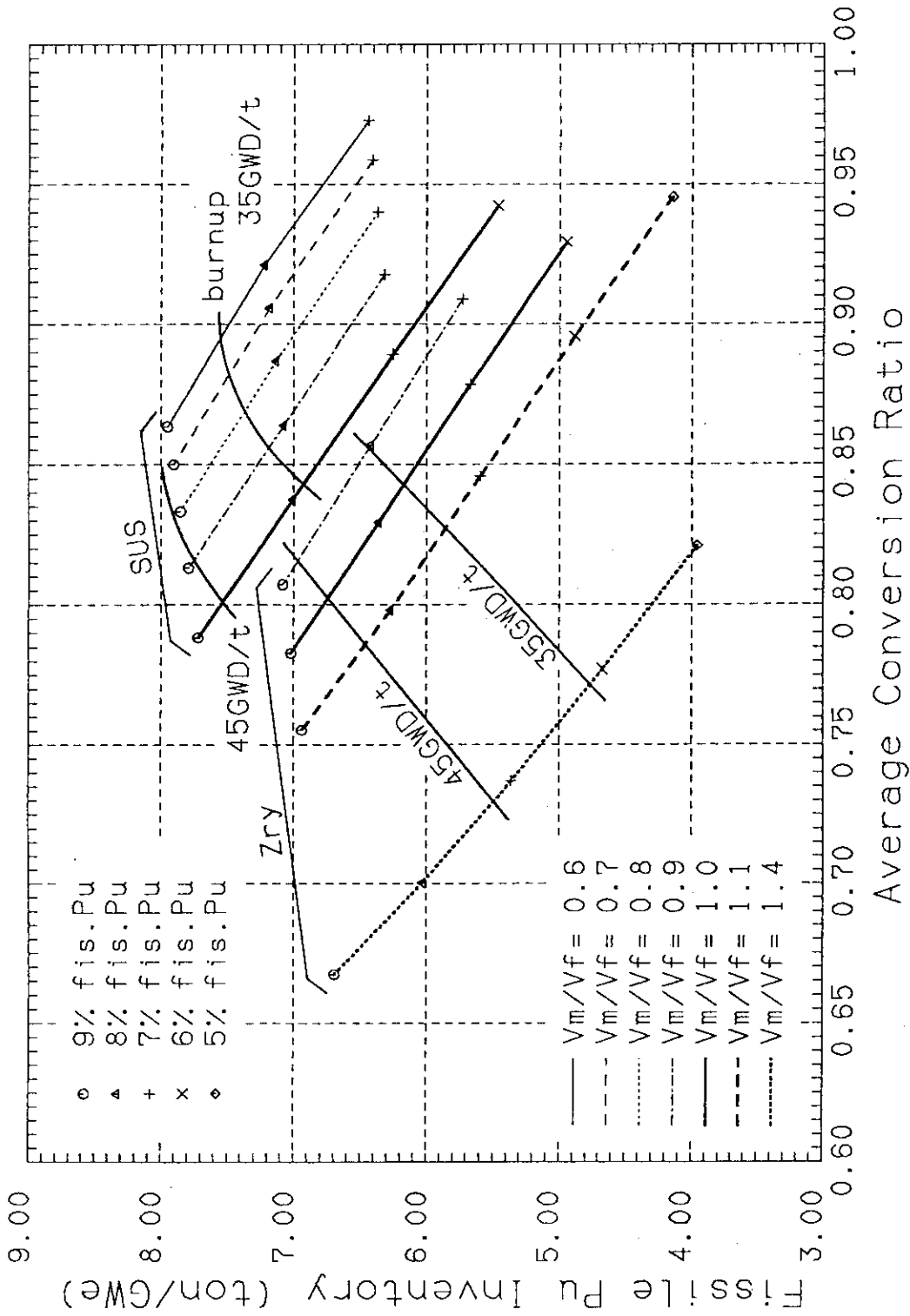


Fig.14 Average conversion ratio vs fissile Pu inventory
(D=0.95cm)

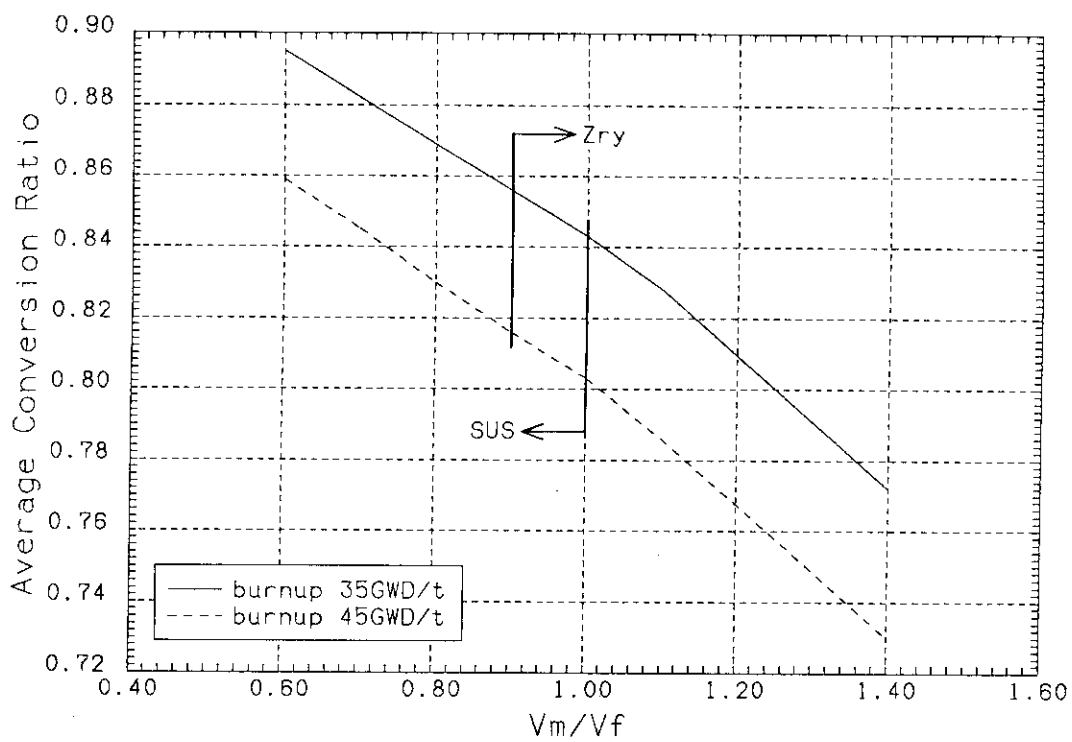


Fig.15 V_m/V_f vs average conversion ratio ($D=0.95\text{cm}$)

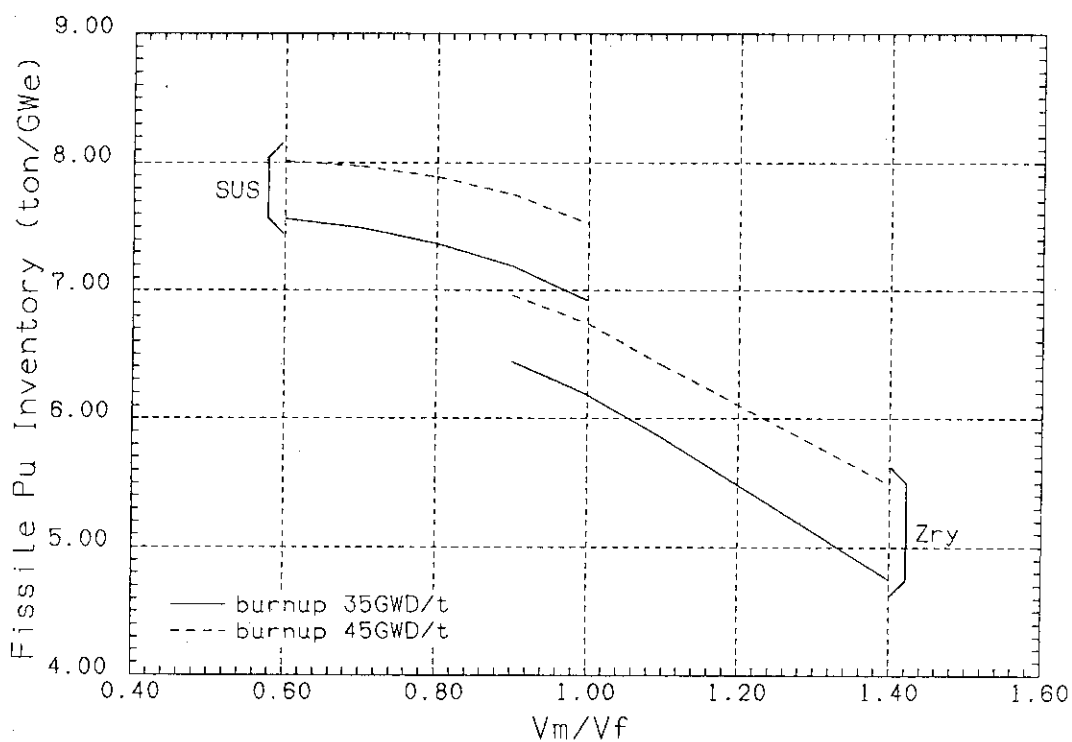


Fig.16 V_m/V_f vs fissile Pu inventory ($D=0.95\text{cm}$)

4. 燃料組成の影響

本サーベイに先立って、重核種のチェーンについてはAm及びCmを無視してPu-242までのものを用いた予備的なサーベイが行なわれた¹¹⁾。これらの結果は、燃焼特性については誤差が大きいものと思われるが、燃焼初期の計算結果については信頼できるものである。特に本サーベイとは異なるPu組成を用いているため、ボイド特性についてPu組成の影響を見るためにここで比較検討することにする。

前の計算で用いられたPu組成は、Braunschweig大学によるPWRで34 GWD/t燃焼後10年冷却したものに相当する組成(Pu-239 : Pu-240 : Pu-241 : Pu-242 = 57.81 : 26.57 : 9.47 : 6.15)²²⁾である。本サーベイのPu組成(Table 1)と比べPu-240がかなり多いことがわかる。そのためボイド反応度係数はより大きな(正側の)値になるものと考えられる。Fig. 17は0 GWD/t時のボイド係数をFig. 11と同様に整理したもので、ピン径は1.0 cmでFig. 11に対応するものはないが、Fig. 11におけるD=0.95 cmやD=1.05 cmの場合と比べてもより大きなボイド係数が得られている。Fig. 11と17からPu中のPu-240の割合の増加1%当たりのボイド反応度の増加は約0.015 Δk/k程度であろうと予想される。

Puの組成は、軽水炉燃料の燃焼度や取り出し後の冷却期間によってかなり異なる。高転換軽水炉設計上非常に重要なパラメータの一つであると考えられる。

次に、Uの組成が燃焼度や転換率に及ぼす影響を見てみる。Puのインベントリの増加は繰返し述べたように燃料有効利用やボイド特性から見て望ましくない。Puの量が制約条件となる場合U-235を増やすことによってPuのインベントリをおさえたり、またPuの富化度を上げずにU-235を加えてボイド特性の悪化を避けながら燃焼度を延ばすことが考えられる。

ここではUに軽水炉からの回収Uを用いることを想定して、ピン径Dが0.95 cmのケースについてサーベイを行った。用いたUの濃縮度は1.045%U-235で、3.3%U-235の燃料をPWRで33 GWD/t燃焼させたものに相当する。

Fig. 18はこの回収Uを用いた場合のサーベイ結果をFig. 12及び13と同様のまとめ方をしたものである。

Fig. 18をFig. 12と比較してみると、同じ稠密度で同じPu富化度の格子ではU-235の分だけ核分裂性核種が増えたので(燃料中の核分裂性核種の富化度にして0.77%程度)当然燃焼度は延び、転換率は低下している。しかしFig. 18とFig. 12から、0.77%の核分裂性Puを加えた場合ほど燃焼度は延びず(約0.4%Pu富化度相当しか延びていない)、また転換率はPuを増やした場合以上に低下することがわかる。同一の体積比の線で比較するとわかるように、回収Uを用いた場合減損Uより体積比にして0.1程度稠密度の低い格子に相当する特性を与える。この原因としてはU-235とPu-239及び241のエピサーマル領域での η 値の違いが考えられる。燃焼特性だけから見ると、稠密格子系ではPuの方がU-235より良い燃料であると言える。

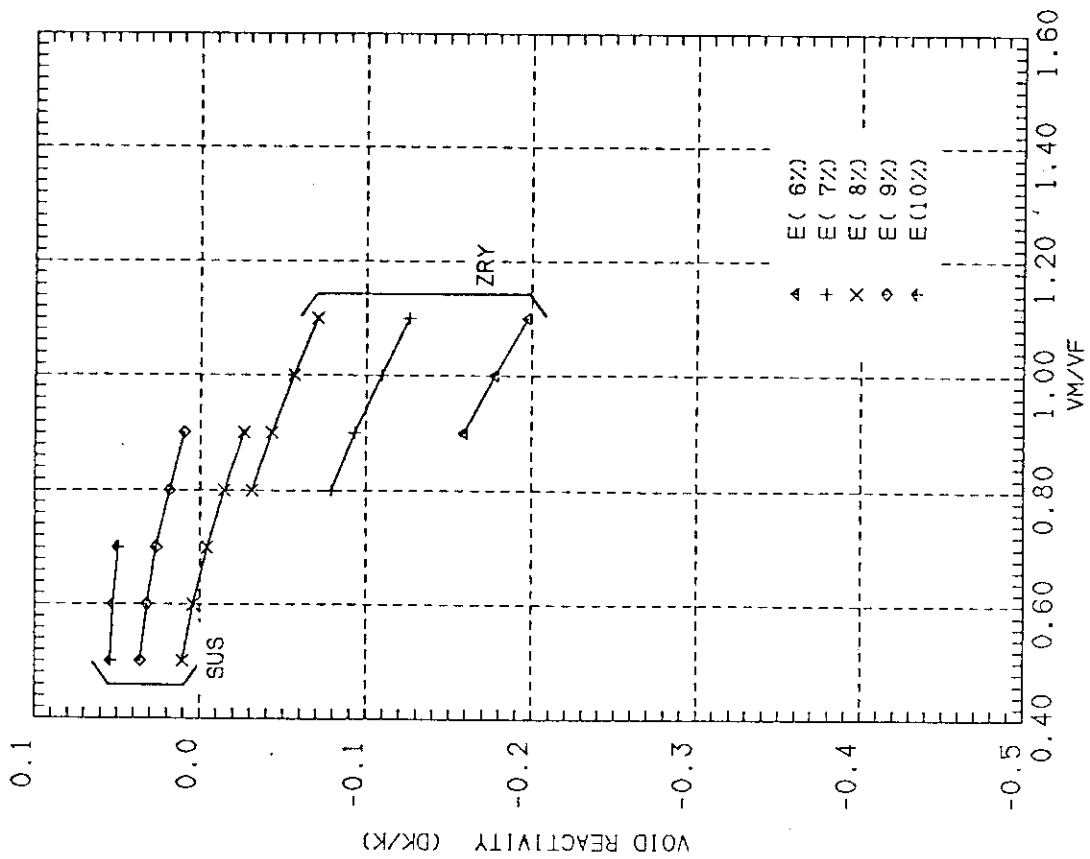
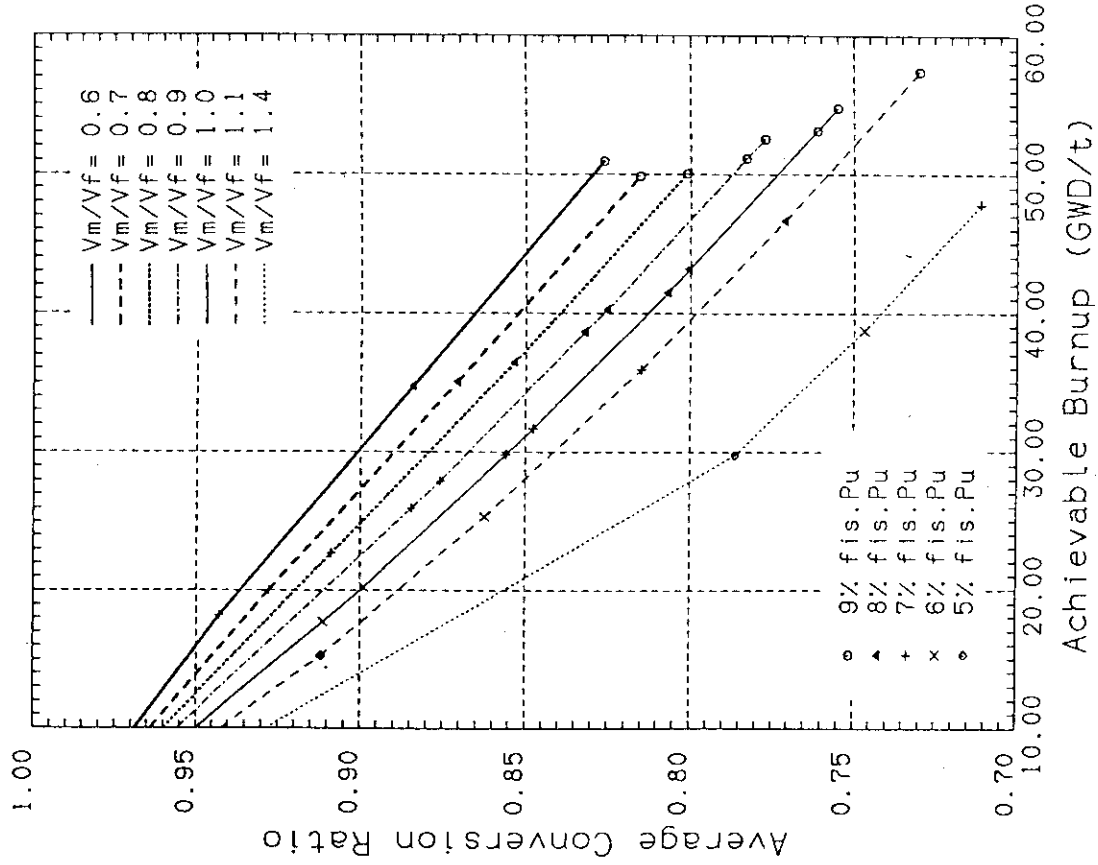


Fig.17 Void reactivity as function of V_m/V_f

(Pu from PWR fuel with 34 GWD/t burnup and 10 years of cooling time is used ; $D=1.0\text{cm}$ 0 GWD/t)



Achievable Burnup (GWD/t)

Fig.18 Achievable burnup and conversion ratio (using recovery U from LWRs ; $D=0.95\text{cm}$)

5. 2種類の燃料棒からなる格子モデル

ここまでの結果からわかるように、燃焼度を高く保ちながら転換率を高めることは困難である。前節までは、同じ燃料ピンを燃料集合体中に均質に並べることが前提となっていたが、ここでは1つの試みとして富化度の異なる燃料棒を非均質に並べることの効果を調べる。考え方としては、親物質の燃料棒を設け、その径を小さくして親物質に効率良く中性子を吸わせることで転換率の向上を目指したものである。格子のモデルはFig. 19にあるように現行の17×17型PWR格子（rod 1）の間に同数の細径のピン（rod 2）を挿入したものである。燃料はMOXとし親物質棒として減損Uを用いた。Uの組成はTable 1にあるものを、Puの組成は第3章のPWRで34 GWD/t 燃焼後10年冷却したのものを使用した。被覆管はジルカロイとした。格子ピッチPはPWR格子の集合体単位の体積比から1.323 cmとした。ここでは、体積比 V_m/V_f やrod 1とrod 2の径 D_1 , D_2 や富化度 E_1 , E_2 を変化させてTable 4に指定してあるケースについて計算を行なった。P1C5というケースではrod 2に ThO_2 を用いている。計算法では重核種のチェーンがAm, Cm等を含まない簡単なモデルである点が第2章と異なる。Am, Cmを考慮すると燃焼度もっと低下するであろうが、各ケース間の比較については有意義と考えられる。

Fig. 20は、体積比 $V_m/V_f = 1.0$ 、rod 1の径 $D_1 = 0.95$ cm、rod 2の径 $D_2 = 0.6$ cmのセルについてrod 1にPuを集めたP1C1とrod 1とrod 2の富化度を同一にしたP1C3とを比較している。図に見られるように両者の差は小さい。ここで考えている2本の燃料ピンから成る格子内のPuの量を変えないでrod 1の富化度 E_1 とrod 2の富化度 E_2 を変化させた場合、 E_2 が E_1 より多少大きい場合に転換率が最も大きくなる。しかし、転換率の増加は高々1%である。また、その分 k_{eff} は減少している。

Fig. 21及び22は、体積比、平均の富化度を固定し、 D_1 と D_2 を変化させたケースの比較である。ピン径 D_1 と D_2 を多少変えても特性にはほとんど影響がない。P3C1のように太い燃料棒を用いた場合、燃焼度はかなり上がるが転換率は落ちる。

Fig. 23及びFig. 24は体積比を変化させた場合である。ピン径の変化としては0.02 cm程度でFig. 21及び22におけるピン径の変化と比べても大きくはないが、転換率に影響があることがわかる。 k_{eff} に対してはあまり大きな影響はない。

以上の結果から体積比や平均の富化度を変えずに転換率を上げるには、rod 1とrod 2の径や富化度をそろえた方が良いことがわかる。しかし、その差はあまり大きくなく、また、転換率を上げるとそれだけ k_{eff} は下がる。それ故、これまで提案されているHCLWRの設計で用いられている同じ燃料ピンの均質な配列は、燃料集合体を考える上で充分であると結論される。

最後に、上で考えた2種類のピンから成る格子をTh利用の観点から検討して見よう。Thを用いることの利点はよく言われるように、生成する核分裂性核種であるU-233の η 値が高く中性子を効率良く利用できることである。一方、問題点としてはU-233やU-234、あるいはTh-232の(n, 2n)反応等を通してできるU-232、Th-228に始まる崩壊系列による強い α 及び γ 放射能がある。このため、中性子に照射されたThの再処理は非常にやっかいになると言

われている。Thを用いる場合にこれをUやPuと分けて別の燃料棒に入れて使用するとすれば再処理を別々に行えるし、あるいはThだけそのまま保存することもできて都合が良いと思われる。

Fig. 25 は rod 2 に減損 UO_2 を用いた場合と ThO_2 を用いた場合を比較している。ThはU-238に比べて核分裂が少ないので燃焼初期の k_{eff} は下がる。しかし、これは初期の余剰反応度をおさえる上で好都合であり、U-233の η 値が高いので燃焼反応度変化も小さい。特に燃焼初期の転換率が高いので、燃焼末期まで平均転換率は高くなる。Thを用いた場合燃焼度、転換率共に上がる可能性がある。それ故、将来の核エネルギー資源としてTh利用は検討に値すると思われる。

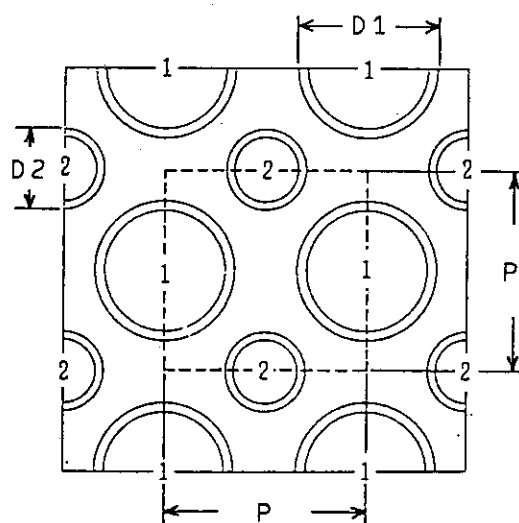


Fig.19 Lattice arrangement of two-rod-cell

Table 4 Case specifications

case name	V_m/V_f	D1 (cm)	D2 (cm)	E1 (%)	E2 (%)
P1C1	1.0	0.95	0.6	9.5	0.0
P1C3	1.0	0.95	0.6	6.8	6.8
P1C5	1.0	0.95	0.6	9.5	0.0 (ThO ₂)
P2C1	1.0	0.79	0.79	6.8	6.8
P2C4	1.0	0.79	0.79	13.6	0.0
P3C1	1.0	1.12	0.0	6.8	-
P8C1	1.0	0.87	0.71	11.6	0.0
P4C1	0.9	0.98	0.6	8.9	0.0
P5C2	0.9	0.81	0.81	6.8	6.8
P6C1	1.1	0.93	0.6	9.7	0.0
P7C1	1.1	0.78	0.78	6.8	6.8

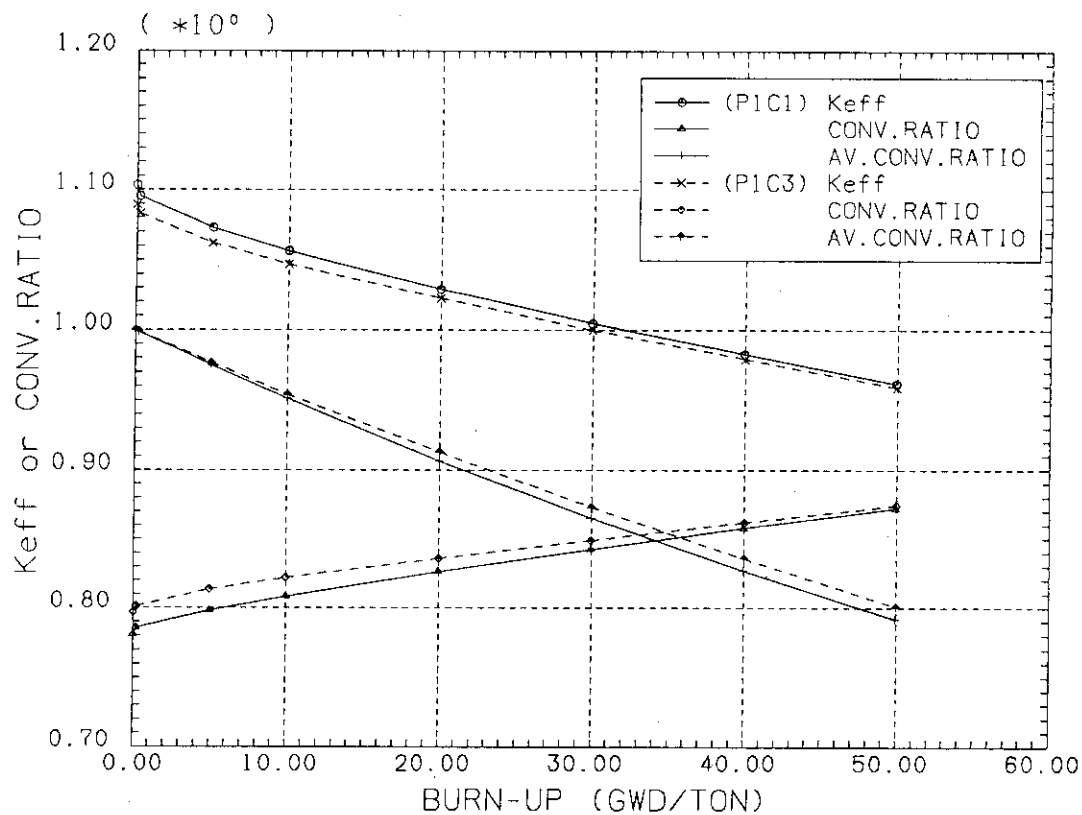


Fig.20 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio
 (D1=0.95cm D2=0.6cm parameter:E1,E2)

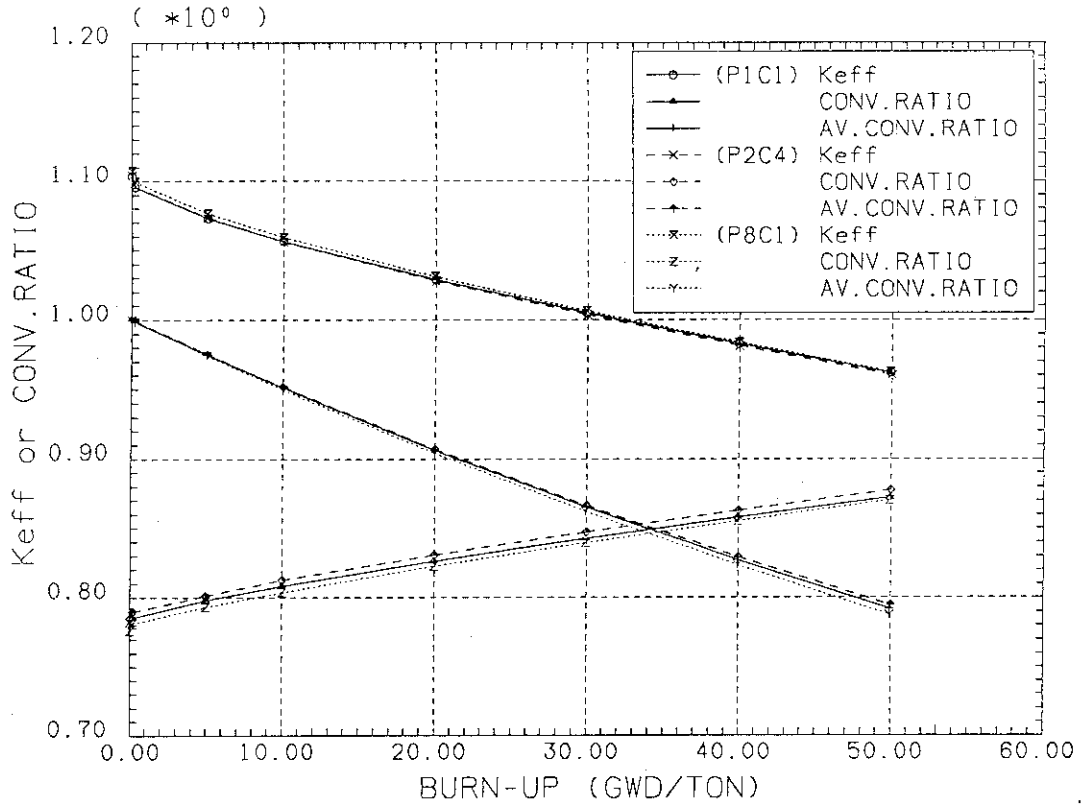


Fig.21 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio
($V_m/V_f=1.0$ $E_2=0.0\%$ parameter:D1,D2)

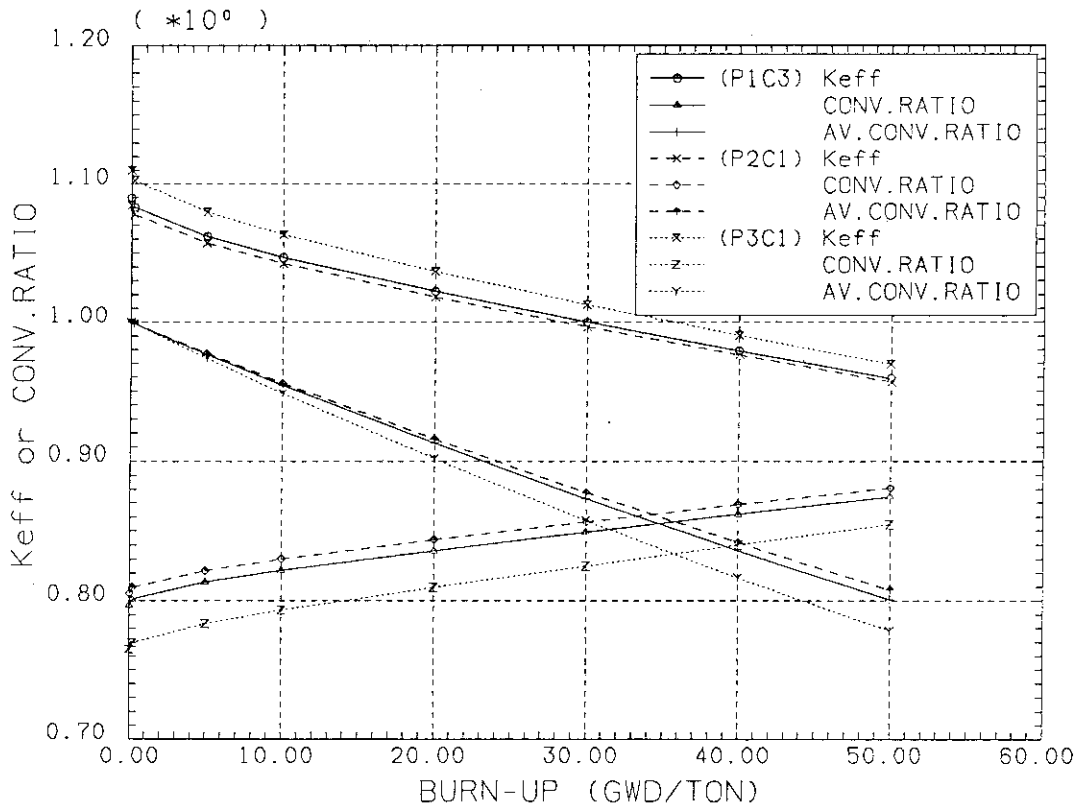


Fig.22 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio
($V_m/V_f=1.0$ $E_1=E_2$ parameter:D1,D2)

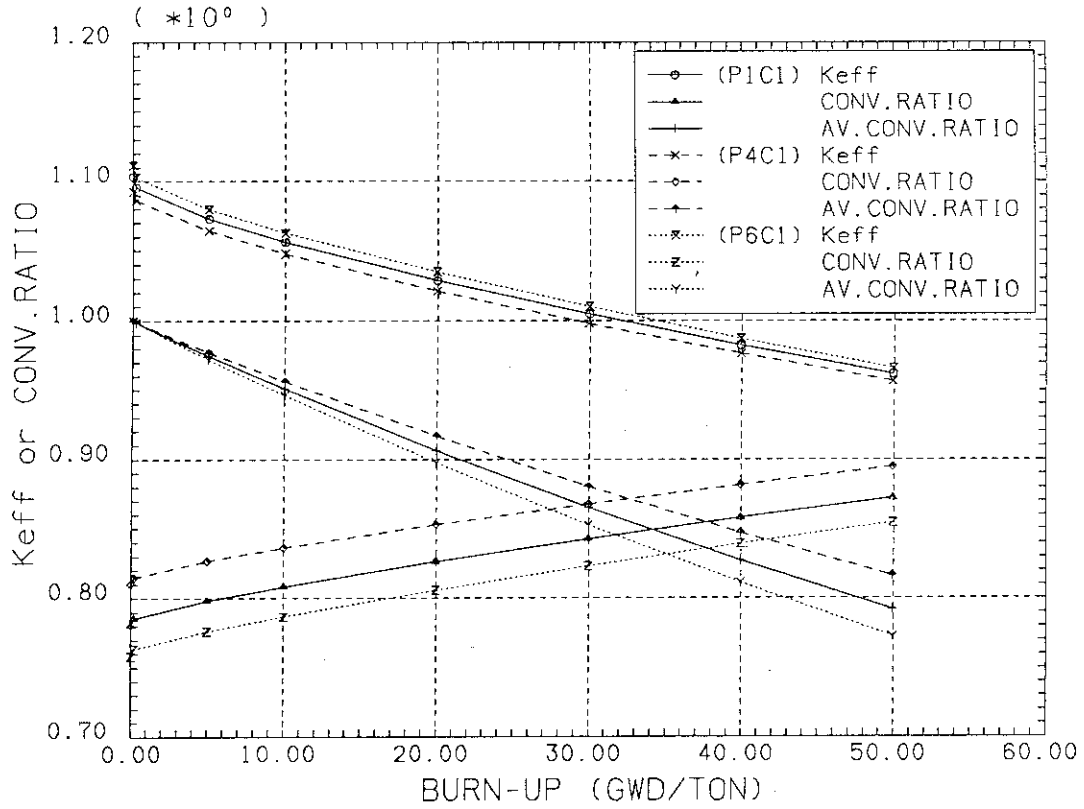


Fig.23 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio
(D2=0.6cm E2=0.0% parameter:Vm/Vf)

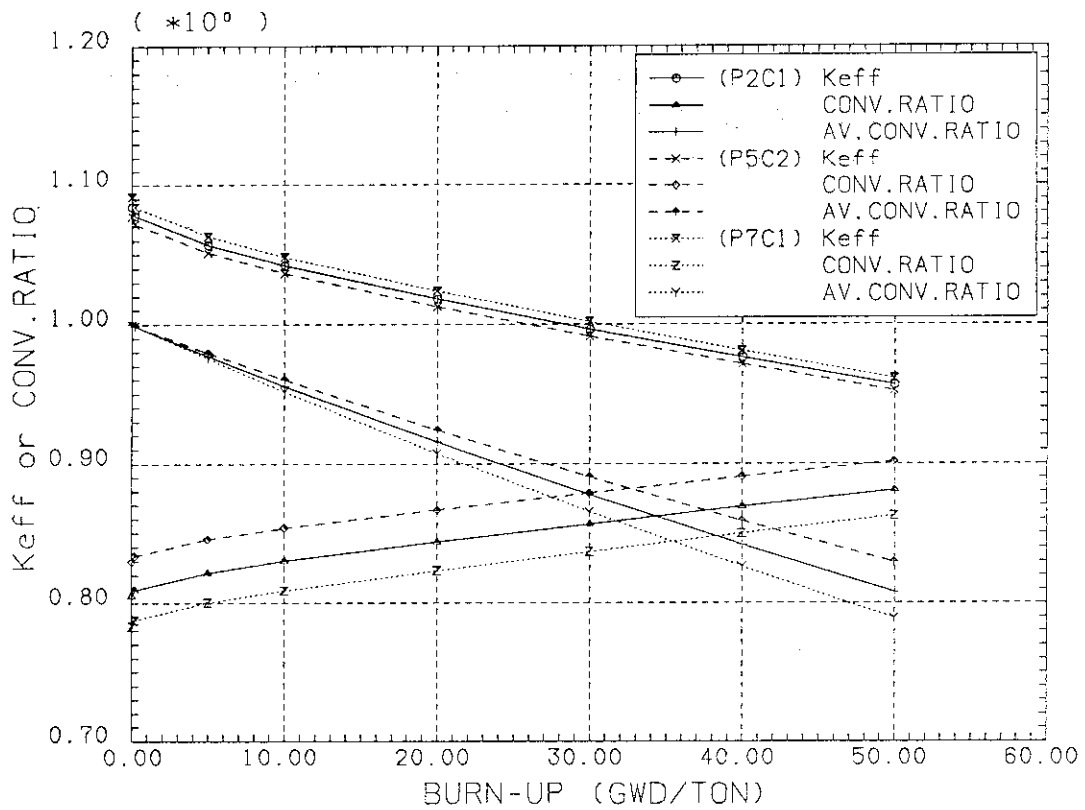


Fig.24 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio
(D1=D2 E1=E2 parameter:Vm/Vf)

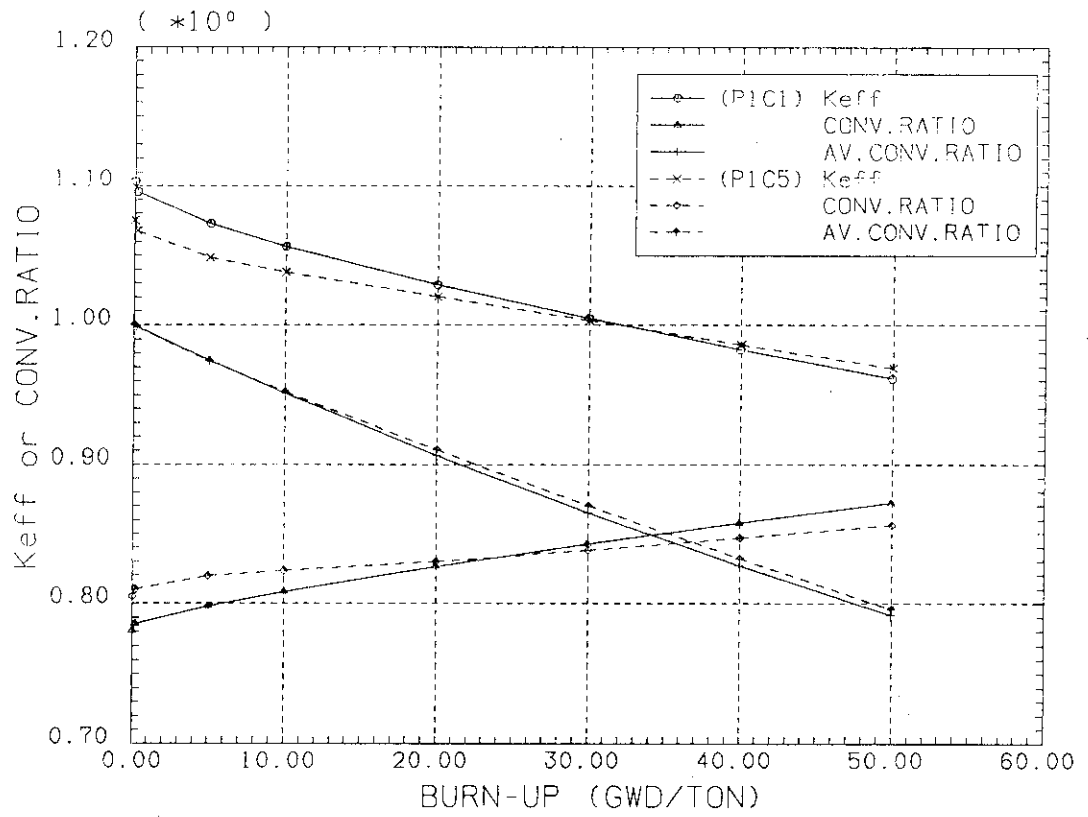


Fig.25 Burnup characteristics of k_{eff} and conversion ratio
 (D1=0.95cm D2=0.6cm E1=9.5%)
 (P1C1) dep.UO₂ in rod 2 (P1C5) ThO₂ in rod 2

6. ま と め

本サーベイを通じて、HCLWRの転換率（資源利用率）、取り出し燃焼度（経済性）及び冷却材ボイド係数（安全性）の間の関係が定量的に明確になった。ここで、従来の軽水炉技術をベースに炉構造回り以外のプラント設備変更を最少限とする、というHCLWRに対して広く受け入れられている基本的前提に基づいて議論を行った。この前提のもとで、HCLWRに期待されている核的性能（或は核的性能に対する目標）は、以下のようなものであるとされている。

- ① 平均転換率 0.9 以上
- ② 達成可能な取り出し平均燃焼度 45000 MWD/t
- ③ 従来軽水炉と同等かそれ以上の安全性の確保

目標③を最低限の条件“冷却材ボイド係数が負”の条件に置き換えたとしても、上記の3つの目標を同時に満たすことは困難である（Fig. 12 及び 13）。ここでの計算は、あくまでも格子燃焼計算に基づくものであり、炉心計算を行うと全ての集合体を均一に燃焼させることが難しく、さらに取り出し平均燃焼度の低下が懸念される。

一方、これまでの設計経験から、ブランケットを付けることにより平均転換率を0.05程度上げることが可能であるとされている。さらに、ファータイルロッドや水排除棒による平均転換率に対する効果が0.03程度期待できると仮定すると、計0.08程度格子計算による結果より高い平均転換率が期待できることになる。このような大胆な仮定のもとでは、目標②及び③を前提にしても、転換率0.88～0.83 (V_m/V_f ; 1.0～1.4)が何とか達成できそうである。それ故、原研のHCLWRの設計研究分野における平均転換率に対する目標値として、前記①の0.9を採用し研究計画を進めていきたい。但し、ここで、炉の制御性に関して何らの制約も設けずに議論を進めたことに注意されたい。

本サーベイで得られたその他の結果を以下に簡単にまとめておく。

- 1) Pu インベントリーと転換率及び燃焼度とのトレード・オフの関係が定量的に確認された。（Fig. 14）
- 2) Pu の組成がボイド係数に及ぼす影響は無視できない。
HCLWR設計上のような履歴のPuを用いるかは、1つの重要な設計パラメータとなる。
- 3) V_m/V_f が低い炉心では、U-235は、Puに比べ燃焼特性上かなり効率が落ちる。
回収UをHCLWRで使用する場合、稠密度の低い炉心 ($V_m/V_f \geq 1.5$)に限られると考えられる。
- 4) Thをファータイルロッドとして用いると、理想的な燃焼核特性が得られる。
Thは核エネルギー資源として高い潜在力を持っており、Thを利用するHCLWRは将来検討に値すると判断される。
- 5) 富化度や径の異なる燃料棒を集合体内で非均質に配置しても、核特性は向上しない。
- 6) 燃料棒径の変化の転換率及び取り出し燃焼度への影響は小さいが、Pu インベントリーやボイド係数に対して影響がある。

- 7) V_m/V_f は転換比に，富化度は燃焼度に対して影響が大きい。
- 8) 被覆管について，0.04 cm厚のステンレスと0.06 cm厚のジルカロイは，ほぼ同じ核特性を与える。

謝 辞

草稿に目を通し数多くの有用なコメントを下された高野秀機原子炉システム研究室主任研究員に謝意を表します。

また，特に燃料組成に関して様々な情報をいただいた原子炉システム研究室奥村啓介氏，及び本サーベイ計算に御助力をいただいたI. S. Lの土井英示，古沢真人の両氏に感謝致します。

- 7) V_m/V_f は転換比に，富化度は燃焼度に対して影響が大きい。
- 8) 被覆管について，0.04 cm厚のステンレスと0.06 cm厚のジルカロイは，ほぼ同じ核特性を与える。

謝 辞

草稿に目を通し数多くの有用なコメントを下された高野秀機原子炉システム研究室主任研究員に謝意を表します。

また，特に燃料組成に関して様々な情報をいただいた原子炉システム研究室奥村啓介氏，及び本サーベイ計算に御助力をいただいたI. S. Lの土井英示，古沢真人の両氏に感謝致します。

参 考 文 献

- 1) Barre B. et al. : "Advanced PWRs: Prospects and Experimental Basis," ENC (European Nuclear Conf.) '86, June 1-5 1986 (Geneva).
- 2) Brogli R. et al. : "Assessing High Conversion PWR Concepts," ENC '86, June 1-5 1986 (Geneva).
- 3) Chawla R. et al. : "Reactivity and Reaction Rate Ratio Changes with Moderator Voidage in a Light Water High Converter Reactor Lattice," Nucl. Technol., 67, 360 (1984).
- 4) Chawla R. : "A Review of Lattice Calculation for the PROTEUS-LWHCR Phase I Experiments," NEACRP A-726 (1985).
- 5) Brogli R. et al. : "Research Activities on LWHCRs at EIR: Present Status and Future Development," EIR-Bericht Nr. 525 (1984).
- 6) Tsuchihashi K. et al. : "Revised SRAC Code System," JAERI 1302 (1986).
- 7) 桜田光一他 : "高転換沸騰水型炉の燃焼ベンチマーク計算," 日本原子力学会昭和61年秋の分科会F9.
- 8) 秋江拓志他 : "高転換加圧水型炉のベンチマーク計算," 同上F18
- 9) 松浦祥次郎 : "高転換加圧水炉の概念と技術課題," 日本原子力学会誌 Vol. 26 No. 26 (1984).
- 10) 竹田敏一 : "高転換軽水炉 — 各国の開発状況とわが国の現状 —," 日刊工業新聞社「原子力工業」第31巻3号, 4号 (1985).
- 11) 松浦祥次郎他 : "高転換軽水炉の諸問題," 第18回炉物理夏期セミナー (1986).
- 12) Penndorff K. et al. : "Some Neutron Physical Consequences of Maximizing the Conversion Ratio of Pressurized Water Reactors Operated in the Uranium-Plutonium Cycle," Nucl. Technol. 59, 256 (1982).
- 13) Broeders C.H.M. et al. : "Conceptual Design of a (Pu,U)₂O₂ Core with a Tight Fuel Rod Lattice for an Advanced Pressurized Light Water Reactor," Nucl. Technol. 71, 82 (1985).
- 14) Ishiguro Y. : "PEACO-II: A Code for Calculation of Effective Cross Section in Heterogeneous Systems," JAERI-M 5527 (1974).
- 15) 石黒幸雄他 : "高転換加圧水炉 (HCPWR) の核特性解析上の問題点 (SRACシステムによるPROTEUS-LWHCR炉心の解析)," JAERI-M 84-180 (1984).
- 16) 石黒幸雄他 : to be published.
- 17) Takano H. et al. : to be published.
- 18) Fowler T.B. et al. : "Nuclear Reactor Core Analysis Code: CITATION," ORNL-TM-2496 (1969).

- 19) Iijima S. et al. : "Fission Product Model for BWR Lattice Calculation Code," J. Nucl. Sci. Technol. 19, No.2 (1982).
- 20) Tsuchihashi K. et al. : "SRAC: JAERI Thermal Reactor Standard Code System for Reactor Design and Analysis," JAERI 1285 (1983).
- 21) 高野秀機他 : to be published.
- 22) Oldekop W. et al. : "General Features of Advanced Pressurized Water Reactors with Improved Fuel Utilization," Nucl. Technol. 59, 212 (1982).

付録 1. 燃焼計算結果

ピン径 D , 体積比 V , 富化度 E の格子に対する k_{eff} , 転換率, 平均転換率の燃焼時間 (Day 及び MWD/t) 依存性をまとめた表を示す。さらに, E をパラメータとして k_{eff} , 転換率, 平均転換率の燃焼変化をプロットした図も示す。

```
*****  
*****  
**      RESULT OF DEPLETION CALCULATION      **  
**      CLADDING MATERIAL IS ZRY              **  
*****  
*****
```

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0.851	0.91	7.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.25	188.41	377.72	567.77	758.58	950.15	1142.51
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.50	24986.20	33314.90	41643.60	49972.40
				K-EFF	1.05030	1.03666	1.02398	1.00480	0.97956	0.95761	0.93760	0.91908	0.90184
				C-RATIO	0.80824	0.81762	0.82464	0.83459	0.84751	0.85930	0.87050	0.88116	0.89123
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99481	0.98433	0.96559	0.93518	0.90757	0.88132	0.85667	0.83411
2	0.851	0.91	8.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.26	188.45	377.83	567.93	758.76	950.34	1142.70
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
				K-EFF	1.07598	1.06390	1.05124	1.03120	1.00460	0.98153	0.96049	0.94099	0.92279
				C-RATIO	0.76822	0.77591	0.78273	0.79326	0.80755	0.82069	0.83327	0.84536	0.85691
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99466	0.98381	0.96291	0.93043	0.90032	0.87159	0.84446	0.81967
3	0.851	0.91	9.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.26	188.48	377.90	568.02	758.85	950.43	1142.76
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.64	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.50	49974.70
				K-EFF	1.10094	1.09011	1.07755	1.05694	1.02918	1.00512	0.98318	0.96281	0.94375
				C-RATIO	0.73169	0.73811	0.74467	0.75544	0.77059	0.78466	0.79891	0.81132	0.82398
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99506	0.98391	0.96185	0.92768	0.89544	0.86512	0.83646	0.80951
4	0.851	1.01	6.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.25	188.42	377.74	567.80	758.60	950.16	1142.48
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.09	3332.35	8330.87	16661.80	24992.70	33323.50	41654.40	49985.30
				K-EFF	1.03781	1.02079	1.00766	0.98896	0.96418	0.94233	0.92228	0.90368	0.88639
				C-RATIO	0.81871	0.83089	0.83856	0.84843	0.86107	0.87263	0.88358	0.89393	0.90360
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99432	0.98319	0.96233	0.93072	0.90120	0.87368	0.84812	0.82442
5	0.851	1.01	7.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.26	188.46	377.85	567.95	758.78	950.34	1142.66
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.50	24986.20	33314.90	41643.60	49972.40
				K-EFF	1.06172	1.04685	1.03370	1.01410	0.98818	0.96542	0.94453	0.92510	0.90695
				C-RATIO	0.78046	0.79031	0.79771	0.80819	0.82206	0.83485	0.84710	0.85883	0.86997
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99423	0.98280	0.96066	0.92646	0.89427	0.86380	0.83591	0.80964
6	0.851	1.01	8.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.27	188.48	377.92	568.04	758.87	950.42	1142.72
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
				K-EFF	1.08513	1.07196	1.05890	1.03859	1.01161	0.98802	0.96637	0.94619	0.92727
				C-RATIO	0.74520	0.75331	0.76038	0.77116	0.78585	0.79951	0.81268	0.82543	0.83769
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99479	0.98247	0.95989	0.92368	0.89011	0.85837	0.82811	0.80058
7	0.851	1.01	9.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.79	75.27	188.50	377.95	568.08	758.90	950.43	1142.68
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.64	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.50	49974.70
				K-EFF	1.10801	1.09628	1.08340	1.06262	1.03473	1.01043	0.98814	0.96733	0.94776
				C-RATIO	0.71268	0.71947	0.72618	0.73701	0.75220	0.76642	0.78021	0.79365	0.80671
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99465	0.98276	0.95925	0.92282	0.88761	0.85475	0.82387	0.79452
8	0.851	1.11	5.01	BURN-UP (MWD/TON)	0.0	18.80	75.26	188.46	377.85	567.97	758.81	950.38	1142.70
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.88	3331.54	8328.85	16657.70	24986.60	33315.40	41644.20	49973.10
				K-EFF	1.03019	1.00890	0.99534	0.97682	0.95167	0.92929	0.90869	0.88960	0.87191
				C-RATIO	0.82232	0.83799	0.84657	0.85702	0.87054	0.88275	0.89413	0.90470	0.91439
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99318	0.98077	0.95774	0.92252	0.89014	0.86038	0.83293	0.80774

NO.	D	V	F	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9	1	0.851	1.11	6.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.79	75.27	188.49	377.94	568.10	758.97	950.55	1142.88
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	833.09	3332.35	8330.87	16661.80	24992.70	33323.50	41654.40	49985.30
					K-EFF	1.05204	1.03366	1.01999	1.00069	0.97481	0.95186	0.93068	0.91096	0.89255
					C-RATIO	0.78658	0.79914	0.80732	0.81811	0.83236	0.84547	0.85793	0.86975	0.88083
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99357	0.98111	0.95682	0.91906	0.88414	0.85172	0.82154	0.79344
10	1	0.851	1.11	7.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.79	75.27	188.51	377.99	568.16	759.02	950.59	1142.89
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.50	24986.20	33314.90	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.07375	1.05767	1.04407	1.02407	0.99743	0.97386	0.95213	0.93182	0.91276
					C-RATIO	0.75322	0.76345	0.77119	0.78218	0.79697	0.81074	0.82399	0.83674	0.84890
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99431	0.98114	0.95610	0.91727	0.88088	0.84738	0.81525	0.78553
11	1	0.851	1.11	8.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.79	75.27	188.52	378.02	568.18	759.02	950.56	1142.82
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.09512	1.08094	1.06751	1.04695	1.01959	0.99551	0.97329	0.95249	0.93290
					C-RATIO	0.72215	0.73061	0.73790	0.74892	0.76405	0.77823	0.79199	0.80537	0.81830
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99428	0.98106	0.95606	0.91697	0.87989	0.84503	0.81203	0.78112
12	1	0.851	1.11	9.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.79	75.28	188.52	378.02	568.18	758.99	950.49	1142.69
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	832.91	3331.64	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41644.20	49974.70
					K-EFF	1.11613	1.10343	1.09021	1.06925	1.04117	1.01655	0.99383	0.97253	0.95243
					C-RATIO	0.69521	0.70033	0.70719	0.71810	0.73342	0.74786	0.76195	0.77576	0.78944
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99476	0.98155	0.95696	0.91705	0.87976	0.84469	0.81100	0.77927
13	1	0.851	1.41	5.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.80	75.32	188.72	378.65	569.21	760.41	952.26	1144.78
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	832.88	3331.54	8328.85	16657.70	24986.60	33315.40	41644.20	49973.10
					K-EFF	1.07458	1.04943	1.03436	1.01352	0.98445	0.95827	0.93391	0.91108	0.88970
					C-RATIO	0.72918	0.74514	0.75523	0.76911	0.78836	0.80601	0.82258	0.83808	0.85241
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99122	0.97224	0.93655	0.88227	0.83218	0.78626	0.74396	0.70515
14	1	0.851	1.41	6.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.80	75.31	188.68	378.53	569.00	760.11	951.87	1144.29
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	833.09	3332.35	8330.87	16661.80	24992.70	33323.50	41654.40	49985.30
					K-EFF	1.08126	1.06935	1.05444	1.03362	1.00493	0.97910	0.95499	0.93228	0.91084
					C-RATIO	0.70522	0.71832	0.72750	0.74037	0.75839	0.77525	0.79141	0.80687	0.82152
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99209	0.97448	0.94063	0.88941	0.83979	0.79438	0.75209	0.71282
15	1	0.851	1.41	7.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.80	75.30	188.65	378.42	568.81	759.83	951.49	1143.80
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.50	24986.20	33314.90	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.10795	1.08866	1.07400	1.05302	1.02446	0.99880	0.97483	0.95217	0.93068
					C-RATIO	0.68235	0.69324	0.70167	0.71384	0.73096	0.74718	0.76295	0.77828	0.79306
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99309	0.97626	0.94404	0.89360	0.84656	0.80209	0.76027	0.72109
16	1	0.851	1.41	8.01	BURN-UP(DAY)	0.0	18.80	75.30	188.62	378.34	568.65	759.58	951.14	1143.36
					BURN-UP(NWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.12455	1.10745	1.09309	1.07194	1.04341	1.01785	0.99399	0.97139	0.94989
					C-RATIO	0.66055	0.66972	0.67749	0.68910	0.70351	0.72117	0.73653	0.75163	0.76639
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99327	0.97753	0.94688	0.89652	0.85248	0.80891	0.76804	0.72913

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
17	0.851	1.41	9.01	BURN-UP(DAY)	18.80	75.29	186.60	378.26	568.50	759.35	950.83	1142.94	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3331.64	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.50	49974.70	
				K-EFF	1.14106	1.112572	1.11168	1.09036	1.06169	1.03612	1.01225	0.98805	
				C-RATIO	0.63978	0.64760	0.65479	0.68177	0.69696	0.71195	0.72681	0.74147	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99386	0.97949	0.94907	0.90267	0.85811	0.81549	0.77500	0.73670
18	0.951	0.91	7.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.29	243.63	488.47	734.28	981.08	1228.89	1477.72	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3331.49	8328.73	16657.40	24986.30	33315.00	41643.70	49972.30	
				K-EFF	1.08864	1.05593	1.04226	1.02166	0.99462	0.97110	0.94970	0.91167	
				C-RATIO	0.79469	0.80309	0.81071	0.82171	0.83628	0.84965	0.86235	0.87441	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99461	0.98368	0.96273	0.92978	0.89923	0.87024	0.84427	0.81929
19	0.951	0.91	8.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.30	243.67	488.59	734.45	981.27	1229.08	1477.90	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3332.34	8330.84	16661.70	24992.60	33323.40	41654.20	49985.00	
				K-EFF	1.09424	1.08294	1.06933	1.04792	1.01954	0.99494	0.97294	0.93256	
				C-RATIO	0.75583	0.76275	0.77009	0.78152	0.79721	0.81173	0.82564	0.83899	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99506	0.98318	0.96092	0.92357	0.89271	0.86208	0.83318	0.80614
20	0.951	0.91	9.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.31	243.70	488.67	734.55	981.37	1229.15	1477.94	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3331.65	8329.11	16658.20	24987.40	33316.50	41645.60	49974.60	
				K-EFF	1.11913	1.10895	1.09547	1.07350	1.04398	1.01840	0.99512	0.95343	
				C-RATIO	0.72032	0.72615	0.73316	0.74470	0.76109	0.77636	0.79109	0.80535	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99495	0.98279	0.95997	0.92315	0.88891	0.85685	0.82656	0.79812
21	0.951	1.01	6.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.30	243.65	488.54	734.39	981.20	1229.00	1477.81	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3332.36	8330.88	16661.80	24992.70	33323.60	41654.40	49985.30	
				K-EFF	1.05613	1.04029	1.02613	1.00599	0.97927	0.95574	0.93421	0.89586	
				C-RATIO	0.80315	0.81403	0.82237	0.83345	0.84802	0.86140	0.87407	0.88601	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99409	0.98244	0.95900	0.92360	0.89083	0.86049	0.83234	0.80642
22	0.951	1.01	7.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.31	243.69	488.65	734.54	981.37	1229.17	1477.97	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3331.49	8328.73	16657.40	24986.30	33315.00	41643.70	49972.30	
				K-EFF	1.07997	1.06612	1.05196	1.03094	1.00315	0.97876	0.95642	0.91641	
				C-RATIO	0.76611	0.77493	0.78291	0.79440	0.80988	0.82426	0.83803	0.85121	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99475	0.98209	0.95773	0.92027	0.88501	0.85239	0.82233	0.79397
23	0.951	1.01	8.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.31	243.71	488.72	734.62	981.45	1229.23	1477.98	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3332.34	8330.84	16661.70	24992.60	33323.40	41654.20	49985.00	
				K-EFF	1.10329	1.09099	1.07695	1.05527	1.02646	1.00128	0.97820	0.93669	
				C-RATIO	0.73194	0.73925	0.74681	0.75844	0.77453	0.78957	0.80410	0.81815	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99462	0.98184	0.95720	0.91859	0.88232	0.84806	0.81653	0.78619
24	0.951	1.01	9.01	BURN-UP(DAY)	24.30	97.31	243.73	488.75	734.66	981.46	1229.19	1477.89	
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	3331.65	8329.11	16658.20	24987.40	33316.50	41645.60	49974.60	
				K-EFF	1.12608	1.11508	1.10124	1.07909	1.04942	1.02355	0.99986	0.97779	
				C-RATIO	0.70042	0.70656	0.71371	0.72529	0.74170	0.75714	0.77213	0.78675	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99501	0.98215	0.95732	0.91819	0.88092	0.84623	0.81320	0.78231

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
25	1	0.951	1.11	5.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.31	243.71	488.73	734.68	981.58	1229.43	1478.26
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.89	3331.55	8328.86	16657.70	24986.70	33315.50	41644.30	49973.10
					K-EFF	1.04850	1.02854	1.01401	0.99396	0.96673	0.94254	0.92035	0.89987	0.88096
					C-RATIO	0.80504	0.81908	0.82838	0.84023	0.85597	0.87028	0.88362	0.89597	0.90725
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99327	0.97925	0.95333	0.91376	0.87739	0.84418	0.81372	0.78589
26	1	0.951	1.11	6.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.32	243.74	488.81	734.79	981.70	1229.56	1478.39
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.09	3332.36	8330.88	16661.80	24992.70	33323.60	41654.40	49985.30
					K-EFF	1.07032	1.05320	1.03850	1.01773	0.98987	0.96515	0.94242	0.92130	0.90167
					C-RATIO	0.77046	0.78169	0.79050	0.80243	0.81855	0.83349	0.84769	0.86114	0.87373
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99342	0.97953	0.95267	0.91165	0.87338	0.83791	0.80507	0.77468
27	1	0.951	1.11	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.32	243.76	488.84	734.83	981.72	1229.54	1478.32
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.73	16657.40	24986.30	33315.00	41643.70	49972.30
					K-EFF	1.09197	1.07699	1.06237	1.04094	1.01238	0.98713	0.96387	0.94219	0.92192
					C-RATIO	0.73819	0.74736	0.75564	0.76759	0.78397	0.79932	0.81441	0.82834	0.84192
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99411	0.97977	0.95311	0.91089	0.87208	0.83524	0.80096	0.76900
28	1	0.951	1.11	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.32	243.76	488.86	734.82	981.67	1229.44	1478.15
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.60	33323.40	41654.20	49985.00
					K-EFF	1.11325	1.10001	1.08558	1.06363	1.03442	1.00869	0.98498	0.96284	0.94204
					C-RATIO	0.70814	0.71576	0.72352	0.73536	0.75186	0.76743	0.78255	0.79727	0.81149
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99411	0.98038	0.95331	0.91120	0.87188	0.83443	0.79965	0.76644
29	1	0.951	1.11	9.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.32	243.76	488.85	734.79	981.59	1229.30	1477.93
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.11	16658.20	24987.40	33316.50	41645.60	49974.60
					K-EFF	1.13416	1.12227	1.10808	1.08574	1.05584	1.02960	1.00543	0.98282	0.96152
					C-RATIO	0.68015	0.68658	0.69386	0.70550	0.72202	0.73768	0.75298	0.76800	0.78267
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99461	0.98089	0.95441	0.91226	0.87287	0.83494	0.79957	0.76624
30	1	0.951	1.41	5.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.39	244.07	489.79	736.34	983.74	1232.00	1481.15
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.89	3331.55	8328.86	16657.70	24986.70	33315.50	41644.30	49973.10
					K-EFF	1.09261	1.06906	1.05294	1.03050	0.99917	0.97095	0.94472	0.92021	0.89733
					C-RATIO	0.71147	0.72583	0.73646	0.75152	0.77279	0.79252	0.81114	0.82861	0.84477
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99114	0.97063	0.93185	0.87295	0.81878	0.76914	0.72373	0.68218
31	1	0.951	1.41	6.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.37	244.00	489.59	736.01	983.26	1231.38	1480.38
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.09	3332.36	8330.88	16661.80	24992.70	33323.60	41654.40	49985.30
					K-EFF	1.10934	1.08890	1.07296	1.05063	1.01980	0.99201	0.96612	0.94178	0.91885
					C-RATIO	0.68827	0.70003	0.70969	0.72354	0.74327	0.76192	0.77987	0.79709	0.81346
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99186	0.97282	0.93670	0.88053	0.82819	0.77950	0.73430	0.69260
32	1	0.951	1.41	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	97.36	243.95	489.43	735.72	982.83	1230.79	1479.64
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.73	16657.40	24986.30	33315.00	41643.70	49972.30
					K-EFF	1.12602	1.10806	1.09237	1.06995	1.03936	1.01183	0.98614	0.96190	0.93897
					C-RATIO	0.66619	0.67597	0.68482	0.69782	0.71641	0.73418	0.75152	0.76843	0.78478
					AV. C-RATIO	1.00000	0.99289	0.97477	0.94078	0.88683	0.83644	0.78903	0.74459	0.70312

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9
33	1.0951	1.41	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	833.08	833.08	833.08	833.08	833.08	833.08
				K-EFF	1.14257	1.12664	1.11128	1.08872	1.05823	1.00308	0.98123	0.95832
				C-RATIO	0.64517	0.65341	0.66156	0.67390	0.69158	0.70860	0.72536	0.74186
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99361	0.97621	0.94396	0.89240	0.84337	0.79716	0.75388
34	1.0951	1.41	9.0	BURN-UP(DAY)	0.0	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30	24.30
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	833.165	832.91	832.91	832.91	832.91	832.91
				K-EFF	1.15901	1.14470	1.12967	1.10697	1.07639	1.04908	1.02360	0.99949
				C-RATIO	0.62516	0.63220	0.63973	0.65152	0.66849	0.68487	0.70111	0.71723
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99365	0.97778	0.94637	0.89701	0.84974	0.80317	0.76238
35	1.051	0.91	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.16	305.94	613.49	922.25	1232.27	1543.58
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.40	24986.10	33314.90	41643.70
				K-EFF	1.08264	1.07057	1.05596	1.03403	1.00518	0.98012	0.95738	0.93648
				C-RATIO	0.78219	0.78992	0.79812	0.81015	0.82636	0.84130	0.85548	0.86892
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99513	0.98303	0.95980	0.92359	0.89076	0.86025	0.83154
36	1.051	0.91	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.17	305.99	613.62	922.43	1232.47	1543.77
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.30
				K-EFF	1.10813	1.09735	1.08282	1.06007	1.02993	1.00380	0.98008	0.95821
				C-RATIO	0.74436	0.75078	0.75863	0.77095	0.78807	0.80398	0.81921	0.83382
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99490	0.98256	0.95823	0.92048	0.88549	0.85292	0.82229
37	1.051	0.91	9.0	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.18	306.02	613.70	922.53	1232.56	1543.82
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.10	16658.20	24987.30	33316.50	41645.60
				K-EFF	1.13290	1.12314	1.10876	1.08546	1.05418	1.02710	1.00291	0.97980
				C-RATIO	0.70980	0.71523	0.72269	0.73503	0.75267	0.76917	0.78509	0.80050
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99475	0.98218	0.95748	0.91997	0.88274	0.84838	0.81644
38	1.051	1.01	6.0	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.17	305.99	613.63	922.47	1232.54	1543.87
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.09	3332.35	8330.87	16661.80	24992.60	33323.60	41654.50
				K-EFF	1.07087	1.05586	1.04069	1.01913	0.99046	0.96523	0.94222	0.92104
				C-RATIO	0.78794	0.79791	0.80690	0.81916	0.83565	0.85088	0.86528	0.87882
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99386	0.98085	0.95561	0.91642	0.88044	0.84714	0.81655
39	1.051	1.01	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.18	306.02	613.74	922.61	1232.69	1544.01
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.40	24986.10	33314.90	41643.70
				K-EFF	1.09460	1.08144	1.06629	1.04389	1.01420	0.98816	0.96437	0.94238
				C-RATIO	0.75204	0.76016	0.76870	0.78119	0.79832	0.81432	0.82962	0.84426
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99456	0.98072	0.95467	0.91389	0.87628	0.84149	0.80849
40	1.051	1.01	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.19	306.05	613.80	922.68	1232.74	1544.02
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.30
				K-EFF	1.11779	1.10606	1.09106	1.06799	1.03734	1.01053	0.98603	0.96332
				C-RATIO	0.71894	0.72569	0.73375	0.74625	0.76376	0.78022	0.79612	0.81151
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99444	0.98059	0.95446	0.91333	0.87431	0.83804	0.80416

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
41	1.051	1.01	9.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.19	306.06	613.82	922.69	1232.71	1543.92	1856.36
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.10	16658.20	24987.30	33316.50	41645.60	49974.60
				K-EFF	1.14044	1.12989	1.11511	1.09159	1.06009	1.03264	1.00754	0.98423	0.96244
				C-RATIO	0.68837	0.69409	0.70167	0.71403	0.73170	0.74838	0.76460	0.78043	0.79579
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99486	0.98098	0.95472	0.91279	0.87403	0.83699	0.80221	0.76933
42	1.051	1.11	5.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.19	306.08	613.91	922.92	1233.12	1544.55	1857.23
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.88	3331.54	8328.84	16657.70	24986.50	33315.40	41644.30	49973.10
				K-EFF	1.06293	1.04418	1.02854	1.00702	0.97776	0.95180	0.92807	0.90625	0.88621
				C-RATIO	0.78930	0.80212	0.81209	0.82525	0.84312	0.85946	0.87469	0.88877	0.90159
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99318	0.97771	0.94900	0.90927	0.86536	0.82879	0.79551	0.76531
43	1.051	1.11	6.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.20	306.10	613.97	922.99	1233.19	1544.61	1857.26
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.09	3332.35	8330.87	16661.80	24992.60	33323.60	41654.50	49985.20
				K-EFF	1.08470	1.06851	1.05282	1.03065	1.00082	0.97439	0.95014	0.92770	0.90690
				C-RATIO	0.75572	0.76601	0.77539	0.78841	0.80634	0.82306	0.83895	0.85400	0.86808
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99320	0.97794	0.94919	0.90445	0.86299	0.82478	0.78935	0.75675
44	1.051	1.11	7.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.20	306.11	613.99	922.98	1233.14	1544.50	1857.07
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.40	24986.10	33314.90	41643.70	49972.30
				K-EFF	1.10627	1.09209	1.07649	1.05369	1.02323	0.99630	0.97155	0.94856	0.92712
				C-RATIO	0.72442	0.73284	0.74163	0.75451	0.77245	0.78937	0.80567	0.82136	0.83632
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99392	0.97899	0.94999	0.90509	0.86321	0.82369	0.78711	0.75319
45	1.051	1.11	8.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.20	306.11	613.98	922.94	1233.04	1544.31	1856.79
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.30	49985.00
				K-EFF	1.12745	1.11486	1.09948	1.07617	1.04510	1.01772	0.99256	0.96912	0.94717
				C-RATIO	0.69528	0.70231	0.71052	0.72318	0.74105	0.75799	0.77447	0.79052	0.80602
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99394	0.97912	0.95046	0.90582	0.86375	0.82429	0.78710	0.75222
46	1.051	1.11	9.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.50	122.20	306.10	613.95	922.87	1232.89	1544.07	1856.44
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.10	16658.20	24987.30	33316.50	41645.60	49974.60
				K-EFF	1.14823	1.13689	1.12176	1.09807	1.06635	1.03849	1.01289	0.98899	0.96655
				C-RATIO	0.66814	0.67410	0.68178	0.69415	0.71188	0.72876	0.74530	0.76152	0.77737
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99440	0.97972	0.95176	0.90731	0.86537	0.82605	0.78842	0.75305
47	1.051	1.41	5.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.51	122.29	306.53	615.28	925.08	1235.96	1547.95	1861.08
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.88	3331.54	8328.84	16657.70	24986.50	33315.40	41644.30	49973.10
				K-EFF	1.10717	1.08490	1.06778	1.04380	1.01025	0.98003	0.95199	0.92584	0.90152
				C-RATIO	0.69543	0.70858	0.71971	0.73586	0.75907	0.78079	0.80140	0.82079	0.83875
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99105	0.96891	0.92734	0.86400	0.80609	0.75299	0.70466	0.66083
48	1.051	1.41	6.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.51	122.27	306.44	614.99	924.58	1235.25	1547.03	1859.95
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.09	3332.35	8330.87	16661.80	24992.60	33323.60	41654.50	49985.20
				K-EFF	1.12394	1.10463	1.08770	1.06391	1.03097	1.00128	0.97364	0.94771	0.92336
				C-RATIO	0.67289	0.68366	0.69376	0.70852	0.72991	0.75027	0.76997	0.78894	0.80698
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99163	0.97191	0.93276	0.87288	0.81711	0.76537	0.71766	0.67350

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
49	1.051	1.41	7.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.51	122.25	306.36	614.75	924.15	1234.62	1546.19	1858.89
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.72	16657.40	24986.10	33314.90	41643.70	49972.30
				K-EFF	1.14062	1.12364	1.10698	1.08315	1.05053	1.02115	0.99378	0.96801	0.94366
				C-RATIO	0.65150	0.66045	0.66970	0.68349	0.70351	0.72279	0.74167	0.76013	0.77803
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99270	0.97393	0.93747	0.87998	0.82665	0.77649	0.72969	0.68598
50	1.051	1.41	8.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.51	122.24	306.30	614.55	923.80	1234.09	1545.46	1857.95
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.30	49985.00
				K-EFF	1.15713	1.14204	1.12571	1.10177	1.06931	1.04017	1.01301	0.98740	0.96311
				C-RATIO	0.63115	0.63872	0.64723	0.66027	0.67922	0.69757	0.71569	0.73360	0.75118
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99344	0.97541	0.94093	0.88616	0.83484	0.78649	0.74040	0.69740
51	1.051	1.41	9.01	BURN-UP(DAY)	0.0	30.51	122.23	306.25	614.38	923.49	1233.62	1544.81	1857.09
				BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.10	16658.20	24987.30	33316.50	41645.60	49974.60
				K-EFF	1.17348	1.15990	1.14391	1.11985	1.08735	1.05829	1.03122	1.00566	0.98137
				C-RATIO	0.61181	0.61829	0.62616	0.63858	0.65667	0.67424	0.69170	0.70908	0.72631
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99350	0.97656	0.94357	0.89175	0.84178	0.79475	0.75017	0.70817

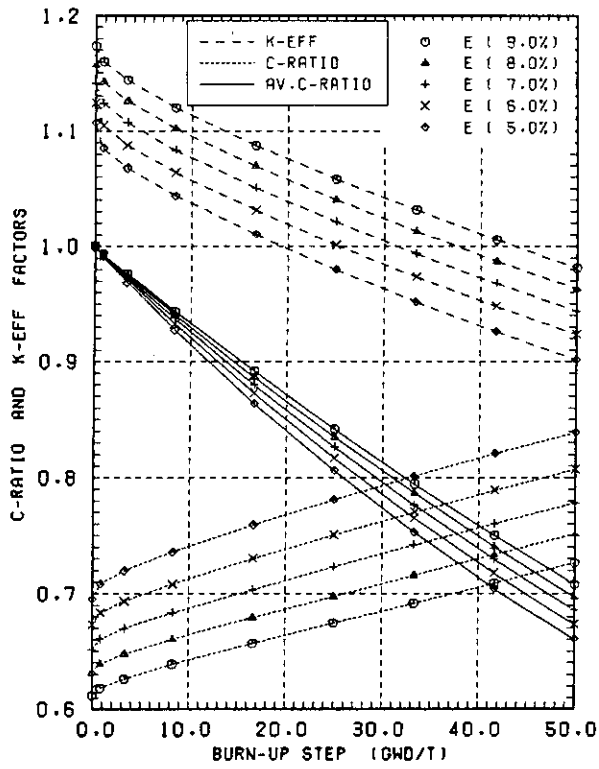


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.4 D=1.05(CM) CLAD= ZRY

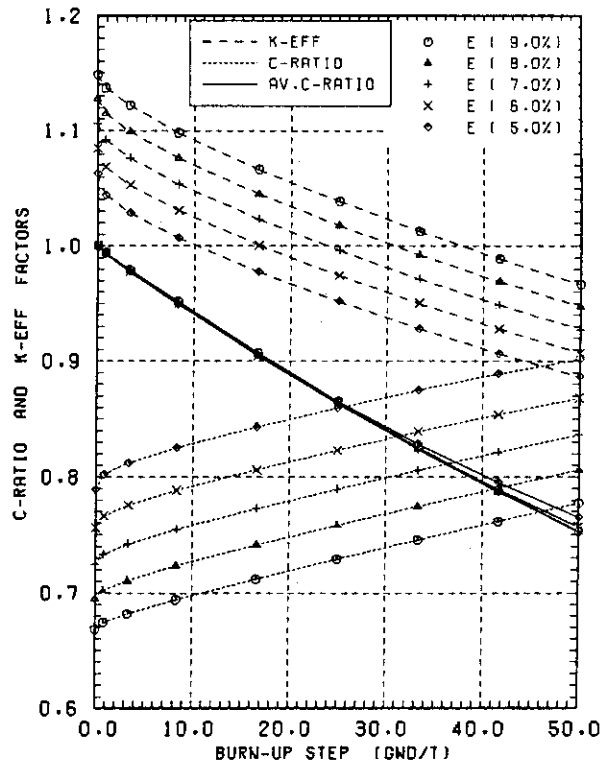


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.1 D=1.05(CM) CLAD= ZRY

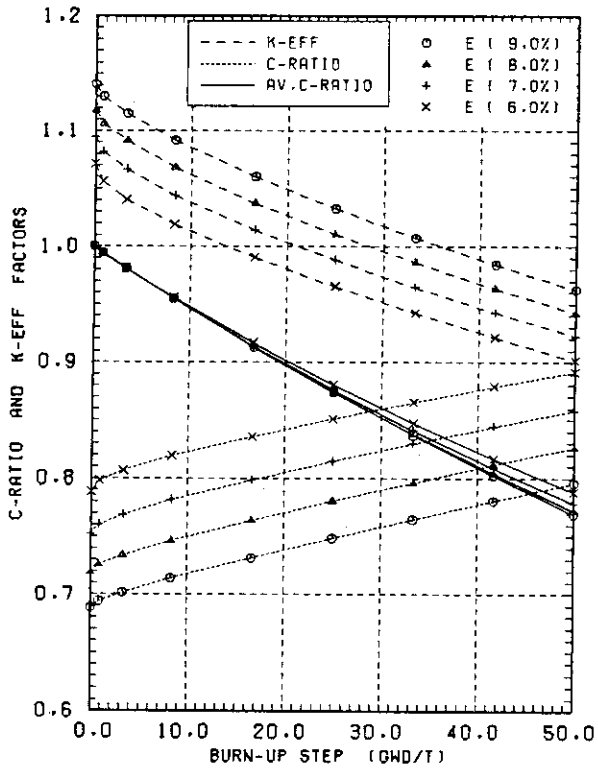


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.0 D=1.05(CM) CLAD= ZRY

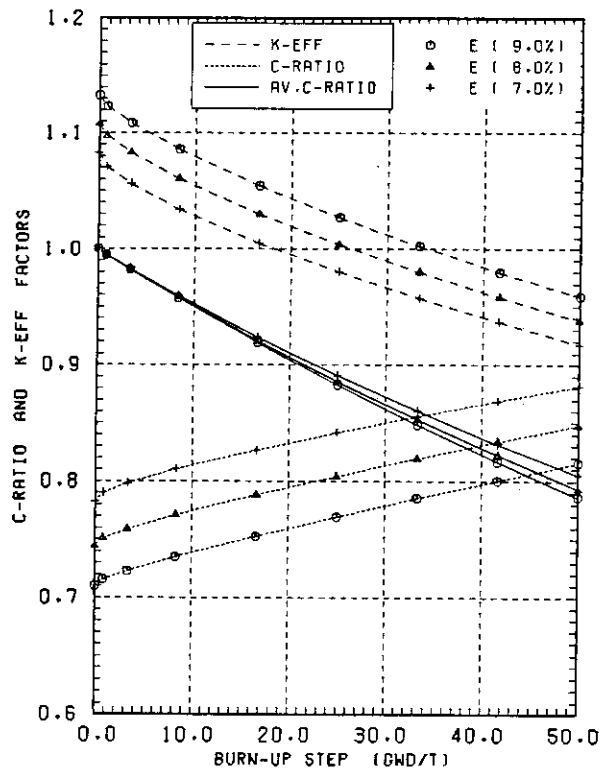


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.9 D=1.05(CM) CLAD= ZRY

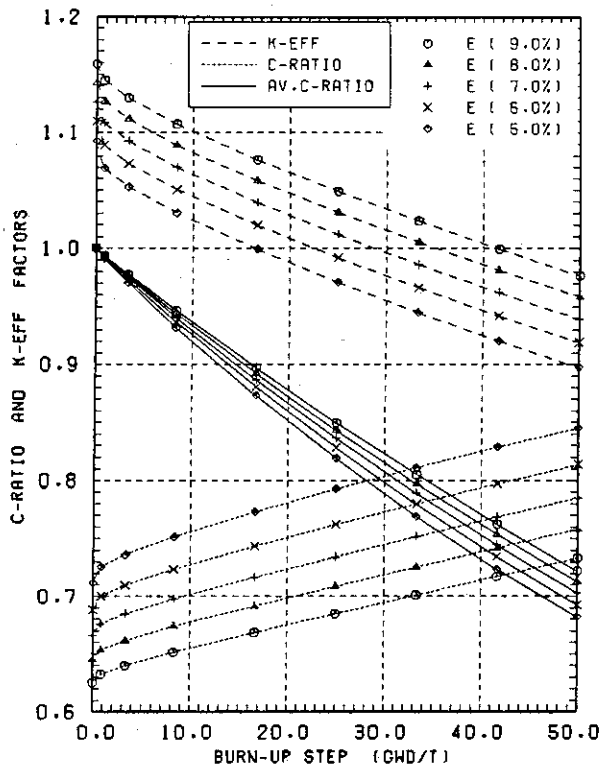


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.4 D=0.95(CM) CLAD= ZRY

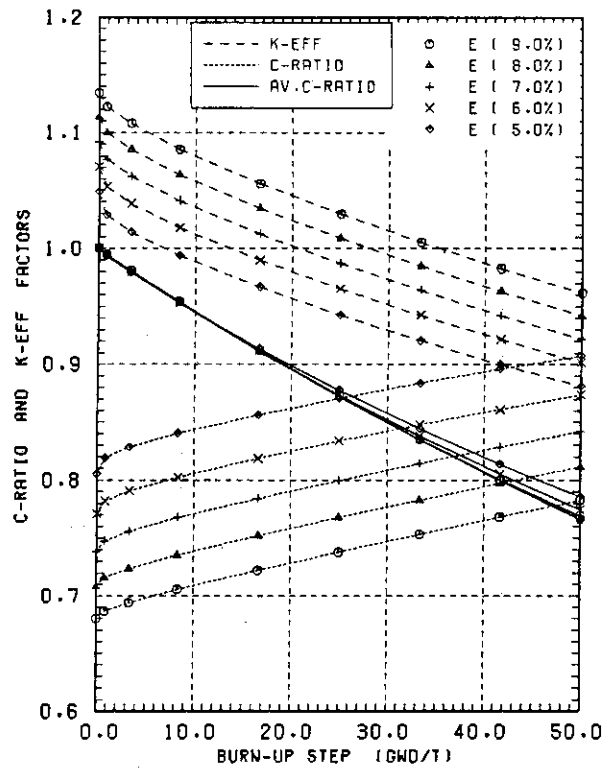


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.1 D=0.95(CM) CLAD= ZRY

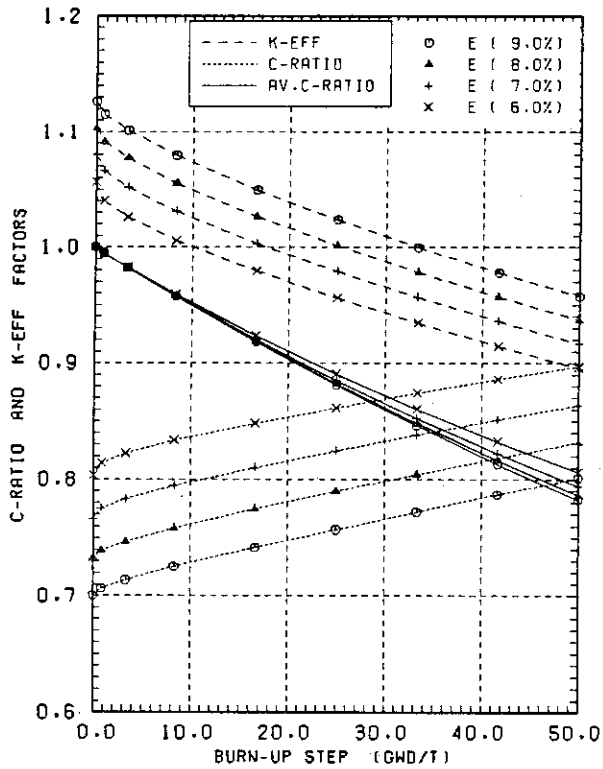


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.0 D=0.95(CM) CLAD= ZRY

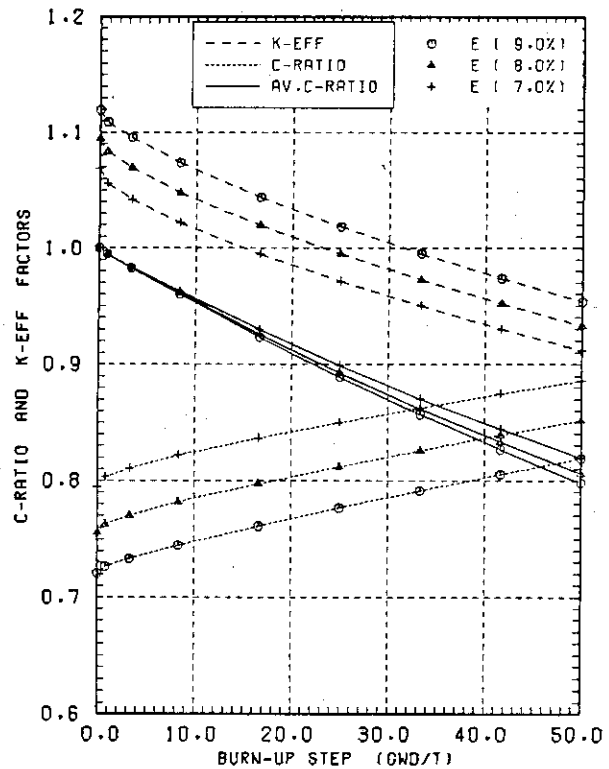


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.9 D=0.95(CM) CLAD= ZRY

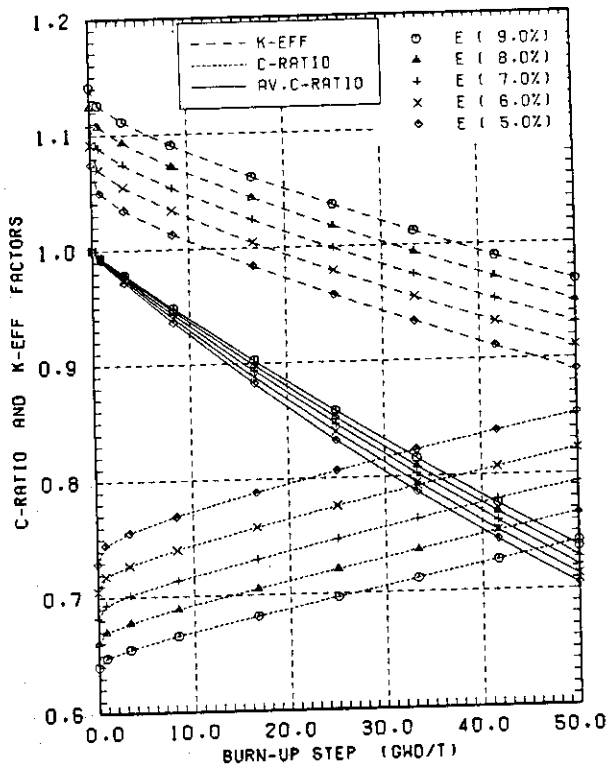


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
 VM/VF=1.4 D=0.85(CM) CLAD= ZRY

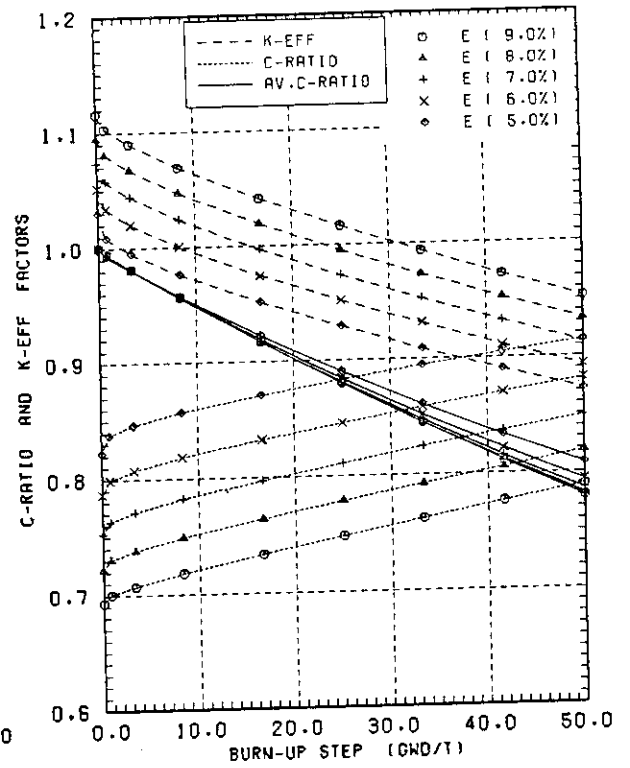


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
 VM/VF=1.1 D=0.85(CM) CLAD= ZRY

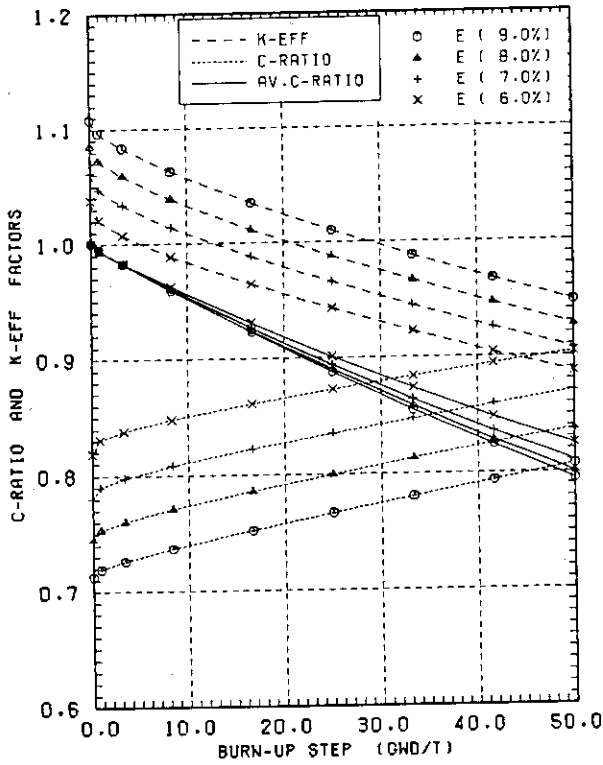


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
 VM/VF=1.0 D=0.85(CM) CLAD= ZRY

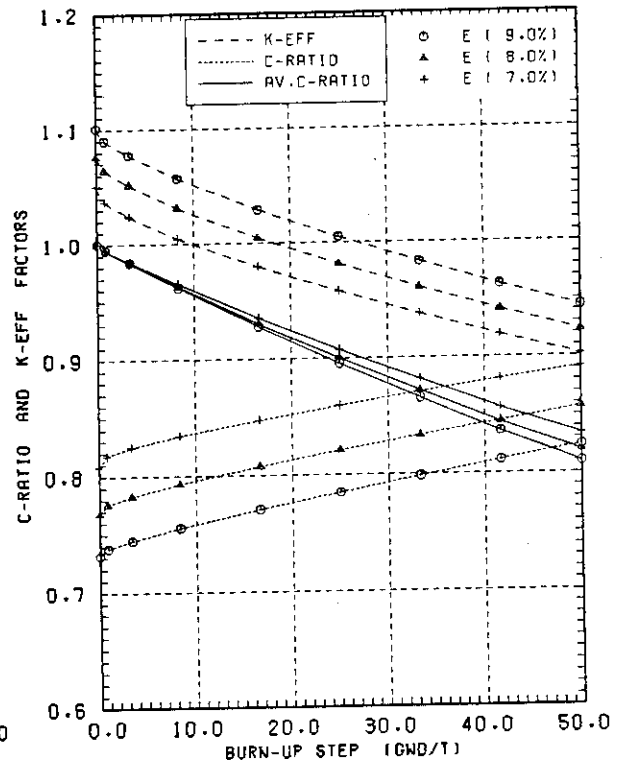


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
 VM/VF=0.9 D=0.85(CM) CLAD= ZRY

```
*****  
*****  
**      RESULT OF DEPLETION CALCULATION      **  
**      CLADDING MATERIAL IS SUS              **  
*****  
*****
```

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
52	0.85	0.61	7.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.69	209.50	419.90	631.28	843.66	1057.05	1271.47
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.73	16657.40	24986.10	33314.80	41643.50	49972.50
				K-EFF	1.01727	1.00842	0.99782	0.98078	0.95858	0.94000	0.92358	0.90876	0.89526
				C-RATIO	0.90974	0.91643	0.92170	0.92933	0.93856	0.94623	0.95303	0.95913	0.96457
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99614	0.99111	0.98147	0.96631	0.95246	0.93963	0.92791	0.91741
53	0.85	0.61	8.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.71	209.59	420.17	631.68	844.15	1057.60	1272.06
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.30	41654.10	49985.20
				K-EFF	1.05282	1.04481	1.03380	1.01533	0.99055	0.96962	0.95108	0.93433	0.91903
				C-RATIO	0.84864	0.85421	0.86008	0.86970	0.88270	0.89406	0.90435	0.91377	0.92237
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99584	0.98847	0.97484	0.95313	0.93356	0.91506	0.89837	0.88290
54	0.85	0.61	9.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.73	209.66	420.35	631.94	844.47	1057.95	1272.41
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.30	33316.30	41645.40	49974.80
				K-EFF	1.08652	1.07917	1.06795	1.04852	1.02174	0.99888	0.97854	0.96009	0.94318
				C-RATIO	0.79528	0.80002	0.80613	0.81678	0.83210	0.84592	0.85869	0.87056	0.88160
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99611	0.98695	0.97027	0.94445	0.92033	0.89842	0.87768	0.85826
55	0.85	0.71	7.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.70	209.54	419.99	631.38	843.72	1057.01	1271.29
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.73	16657.40	24986.10	33314.80	41643.50	49972.50
				K-EFF	1.02584	1.01573	1.00442	0.98660	0.96339	0.94368	0.92604	0.90996	0.89520
				C-RATIO	0.87679	0.88427	0.89020	0.89872	0.90928	0.91845	0.92687	0.93467	0.94182
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99570	0.98940	0.97578	0.95638	0.93789	0.92066	0.90491	0.89018
56	0.85	0.71	8.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.72	209.61	420.22	631.71	844.12	1057.47	1271.77
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.30	41654.10	49985.20
				K-EFF	1.03827	1.04919	1.03761	1.01854	0.99311	0.97146	0.95207	0.93437	0.91808
				C-RATIO	0.82311	0.82928	0.83551	0.84549	0.85898	0.87099	0.88214	0.89255	0.90226
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99545	0.98696	0.97108	0.94571	0.92268	0.90107	0.88096	0.86239
57	0.85	0.71	9.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.73	209.67	420.37	631.93	844.38	1057.74	1272.05
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.30	33316.30	41645.40	49974.80
				K-EFF	1.08919	1.08092	1.06923	1.04932	1.02214	0.99885	0.97795	0.95884	0.94118
				C-RATIO	0.77559	0.78079	0.78707	0.79780	0.81310	0.82704	0.84012	0.85247	0.86414
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99576	0.98616	0.96793	0.93893	0.91230	0.88766	0.86453	0.84293
58	0.85	0.81	7.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.71	209.58	420.11	631.52	843.84	1057.08	1271.25
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.73	16657.40	24986.10	33314.80	41643.50	49972.50
				K-EFF	1.03536	1.02401	1.01207	0.99363	0.96953	0.94881	0.93007	0.91286	0.89695
				C-RATIO	0.84526	0.85340	0.85991	0.86918	0.88095	0.89146	0.90131	0.91057	0.91922
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99525	0.98684	0.97092	0.94632	0.92357	0.90245	0.88255	0.86410
59	0.85	0.81	8.0	BURN-UP (DAY)	0.0	20.91	83.73	209.64	420.29	631.79	844.16	1057.43	1271.61
				BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.30	41654.10	49985.20
				K-EFF	1.06499	1.05484	1.04275	1.02322	0.99726	0.97496	0.95480	0.93625	0.91906
				C-RATIO	0.79805	0.80475	0.81131	0.82162	0.83557	0.84820	0.86012	0.87142	0.88210
				AV-C-RATIO	1.00000	0.99563	0.98591	0.96749	0.93874	0.91215	0.88718	0.86354	0.84189

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
60	1	0.851	0.81	9.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.73	209.68	420.41	631.96	844.35	1057.62	1271.79
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.30	33316.30	41645.40	49974.80
					K-EFF	1.09339	1.08420	1.07208	1.05181	1.02435	1.00069	0.97930	0.95958	0.94125
					C-RATIO	0.75575	0.76138	0.76783	0.77864	0.79395	0.80802	0.82140	0.83420	0.84643
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99541	0.98522	0.96477	0.93388	0.90462	0.87709	0.85138	0.82708
61	1	0.851	0.91	7.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.72	209.62	420.24	631.71	844.03	1057.22	1271.32
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.73	16657.40	24986.10	33314.80	41643.50	49972.50
					K-EFF	1.04555	1.03301	1.02050	1.00152	0.97661	0.95495	0.93520	0.91695	0.89999
					C-RATIO	0.81509	0.82380	0.83079	0.84073	0.85362	0.86534	0.87647	0.88703	0.89698
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99474	0.98478	0.96638	0.93683	0.90962	0.88377	0.86023	0.83801
62	1	0.851	0.91	8.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.73	209.67	420.37	631.89	844.25	1057.46	1271.55
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.30	41654.10	49985.20
					K-EFF	1.07268	1.06150	1.04893	1.02903	1.00260	0.97969	0.95881	0.93947	0.92144
					C-RATIO	0.77350	0.78068	0.78754	0.79815	0.81256	0.82579	0.83842	0.85054	0.86209
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99518	0.98416	0.96355	0.93125	0.90137	0.87299	0.84685	0.82194
63	1	0.851	0.91	9.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.74	209.70	420.46	632.01	844.37	1057.57	1271.63
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.30	33316.30	41645.40	49974.80
					K-EFF	1.09881	1.08872	1.07620	1.05565	1.02796	1.00395	0.98208	0.96180	0.94283
					C-RATIO	0.73583	0.74186	0.74848	0.75938	0.77474	0.78898	0.80267	0.81590	0.82864
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99501	0.98371	0.96237	0.92836	0.89628	0.86627	0.83793	0.81133
64	1	0.851	1.01	6.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.72	209.63	420.26	631.73	844.04	1057.21	1271.26
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.09	3332.34	8330.88	16661.70	24992.60	33323.40	41654.30	49985.40
					K-EFF	1.03078	1.01516	1.00225	0.98382	0.95942	0.93789	0.91815	0.89983	0.88282
					C-RATIO	0.82567	0.83699	0.84461	0.85442	0.86697	0.87843	0.88928	0.89953	0.90910
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99424	0.98372	0.96400	0.93263	0.90381	0.87697	0.85210	0.82908
65	1	0.851	1.01	7.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.73	209.68	420.40	631.92	844.27	1057.45	1271.50
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.73	16657.40	24986.10	33314.80	41643.50	49972.50
					K-EFF	1.05663	1.04289	1.02986	1.01038	0.98465	0.96206	0.94133	0.92207	0.90408
					C-RATIO	0.78547	0.79466	0.80208	0.81264	0.82661	0.83949	0.85181	0.86358	0.87476
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99481	0.98319	0.96144	0.92745	0.89553	0.86612	0.83822	0.81228
66	1	0.851	1.01	8.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.74	209.71	420.48	632.03	844.39	1057.57	1271.59
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.50	33323.30	41654.10	49985.20
					K-EFF	1.08151	1.06928	1.05627	1.03602	1.00910	0.98556	0.96396	0.94385	0.92501
					C-RATIO	0.74884	0.75644	0.76357	0.77448	0.78939	0.80324	0.81659	0.82948	0.84186
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99473	0.98282	0.95990	0.92438	0.89047	0.85908	0.82974	0.80152
67	1	0.851	1.01	9.01	BURN-UP(DAV)	0.0	20.91	83.74	209.73	420.53	632.09	844.44	1057.59	1271.57
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.30	33316.30	41645.40	49974.80
					K-EFF	1.10558	1.09463	1.08174	1.06094	1.03303	1.00869	0.98638	0.96557	0.94602
					C-RATIO	0.71533	0.72171	0.72851	0.73950	0.75497	0.76944	0.78346	0.79711	0.81034
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99511	0.98307	0.95926	0.92289	0.88783	0.85519	0.82410	0.79316

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9
68	0.951	0.61	7.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.85	267.50	536.21	806.16	1077.39	1349.94	1623.81
				BURN-UP(MWD/TON)	832.87	3331.48	8328.72	16657.40	24986.20	33314.80	41643.60	49972.40
				K-EFF	1.03515	1.02673	1.01520	0.99676	0.97279	0.95275	0.93510	0.90485
				C-RATIO	0.89767	0.90377	0.90978	0.91868	0.92979	0.93913	0.94744	0.95489
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99666	0.99053	0.97887	0.96436	0.94542	0.93062	0.91707
69	0.951	0.61	8.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.88	267.62	536.53	806.65	1078.00	1350.62	1624.53
				BURN-UP(MWD/TON)	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.60	33323.30	41654.20	49985.10
				K-EFF	1.07062	1.06293	1.05104	1.03120	1.00465	0.98228	0.96252	0.94472
				C-RATIO	0.83810	0.84323	0.84970	0.86035	0.87494	0.88773	0.89934	0.90996
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99624	0.98790	0.97250	0.94861	0.92709	0.90739	0.88902
70	0.951	0.61	9.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.90	267.69	536.75	806.97	1078.38	1351.03	1624.95
				BURN-UP(MWD/TON)	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.60	49974.70
				K-EFF	1.10425	1.09714	1.08507	1.06429	1.03575	1.01144	0.98988	0.97038
				C-RATIO	0.78598	0.79040	0.79699	0.80853	0.82521	0.84027	0.85421	0.86717
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99596	0.98645	0.96859	0.94072	0.91476	0.89121	0.86899
71	0.951	0.71	7.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.87	267.55	536.34	806.32	1077.51	1349.95	1623.66
				BURN-UP(MWD/TON)	832.87	3331.48	8328.72	16657.40	24986.20	33314.80	41643.60	49972.40
				K-EFF	1.04347	1.03388	1.02159	1.00235	0.97732	0.95608	0.93713	0.91993
				C-RATIO	0.86362	0.87042	0.87707	0.88682	0.89924	0.91011	0.92009	0.92929
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99622	0.98816	0.97311	0.95059	0.92994	0.91067	0.89310
72	0.951	0.71	8.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.89	267.65	536.61	806.72	1078.00	1350.49	1624.22
				BURN-UP(MWD/TON)	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.60	33323.30	41654.20	49985.10
				K-EFF	1.07574	1.06707	1.05456	1.03410	1.00687	0.98372	0.96304	0.94423
				C-RATIO	0.81145	0.81711	0.82393	0.83494	0.84999	0.86345	0.87595	0.88763
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99591	0.98645	0.96862	0.94102	0.91598	0.89253	0.87069
73	0.951	0.71	9.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.90	267.71	536.79	806.98	1078.30	1350.81	1624.54
				BURN-UP(MWD/TON)	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.60	49974.70
				K-EFF	1.10653	1.09858	1.08599	1.06471	1.03574	1.01097	0.98879	0.96856
				C-RATIO	0.76519	0.77001	0.77678	0.78838	0.80503	0.82023	0.83451	0.84800
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99561	0.98560	0.96563	0.93506	0.90658	0.87974	0.85503
74	0.951	0.81	7.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.88	267.61	536.51	806.53	1077.71	1350.08	1623.67
				BURN-UP(MWD/TON)	832.87	3331.48	8328.72	16657.40	24986.20	33314.80	41643.60	49972.40
				K-EFF	1.05290	1.04215	1.02920	1.00932	0.98335	0.96104	0.94091	0.92250
				C-RATIO	0.83110	0.83851	0.84570	0.85617	0.86976	0.88198	0.89342	0.90413
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99578	0.98625	0.96812	0.94033	0.91470	0.89149	0.86903
75	0.951	0.81	8.0	BURN-UP(DAY)	26.69	106.90	267.68	536.72	806.84	1078.08	1350.48	1624.07
				BURN-UP(MWD/TON)	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.60	33323.30	41654.20	49985.10
				K-EFF	1.08232	1.07267	1.05961	1.03867	1.01088	0.98702	0.96551	0.94577
				C-RATIO	0.78536	0.79151	0.79864	0.80995	0.82543	0.83953	0.85283	0.86545
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99546	0.98492	0.96492	0.93337	0.90465	0.87784	0.85241

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
76	I	0.951	0.81	9.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.91	267.73	536.85	807.03	1078.29	1350.70	1624.26
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.60	49974.70
					K-EFF	1.11054	1.10176	1.09871	1.06705	1.03777	1.01258	0.98985	0.96895	0.94959
					C-RATIO	0.74431	0.74952	0.75645	0.76812	0.78476	0.80010	0.81470	0.82868	0.84202
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99526	0.98415	0.96294	0.92939	0.89819	0.86841	0.84111	0.81532
77	I	0.951	0.91	7.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.89	267.68	536.69	806.79	1077.99	1350.32	1623.82
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.72	16657.40	24986.20	33314.80	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.06311	1.05124	1.03771	1.01728	0.99044	0.96712	0.94591	0.92638	0.90830
					C-RATIO	0.80007	0.80799	0.81564	0.82671	0.84139	0.85483	0.86757	0.87963	0.89098
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99520	0.98414	0.96281	0.93071	0.90050	0.87255	0.84646	0.82207
78	I	0.951	0.91	8.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.90	267.73	536.84	807.00	1078.22	1350.57	1624.05
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.60	33323.30	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.09001	1.07939	1.06584	1.04450	1.01621	0.99168	0.96937	0.94878	0.92964
					C-RATIO	0.75989	0.76646	0.77386	0.78544	0.80136	0.81607	0.83012	0.84358	0.85641
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99501	0.98353	0.96092	0.92827	0.89371	0.86280	0.83424	0.80772
79	I	0.951	0.91	9.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.91	267.76	536.93	807.12	1078.35	1350.67	1624.11
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.60	49974.70
					K-EFF	1.11592	1.10630	1.09284	1.07088	1.04134	1.01575	0.99249	0.97096	0.95090
					C-RATIO	0.72344	0.72900	0.73609	0.74782	0.76449	0.78001	0.79495	0.80939	0.82329
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99485	0.98310	0.95998	0.92372	0.88914	0.85734	0.82735	0.79876
80	I	0.951	1.01	6.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.90	267.70	536.76	806.89	1078.10	1350.43	1623.89
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.09	3332.34	8330.88	16661.80	24992.70	33323.50	41654.40	49985.40
					K-EFF	1.04867	1.03394	1.01994	0.99999	0.97353	0.95021	0.92889	0.90920	0.89099
					C-RATIO	0.80843	0.81867	0.82702	0.83815	0.85278	0.86623	0.87894	0.89091	0.90203
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99477	0.98214	0.95993	0.92491	0.89259	0.86264	0.83502	0.80949
81	I	0.951	1.01	7.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.91	267.75	536.90	807.09	1078.33	1350.67	1624.11
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.87	3331.48	8328.72	16657.40	24986.20	33314.80	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.07426	1.06128	1.04720	1.02626	0.99856	0.97424	0.95199	0.93137	0.91220
					C-RATIO	0.76974	0.77809	0.78613	0.79776	0.81347	0.82806	0.84201	0.85532	0.86793
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99463	0.98183	0.95780	0.92048	0.88620	0.85398	0.82353	0.79543
82	I	0.951	1.01	8.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.92	267.78	536.99	807.20	1078.44	1350.75	1624.16
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	833.08	3332.33	8330.84	16661.70	24992.60	33323.30	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.09890	1.08731	1.07330	1.05160	1.02277	0.99756	0.97448	0.95305	0.93303
					C-RATIO	0.73444	0.74138	0.74903	0.76086	0.77725	0.79257	0.80734	0.82162	0.83531
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99456	0.98162	0.95721	0.91866	0.88257	0.84860	0.81690	0.78695
83	I	0.951	1.01	9.0	BURN-UP (DAY)	0.0	26.69	106.92	267.79	537.03	807.24	1078.46	1350.73	1624.07
					BURN-UP (MWD/TON)	0.0	832.91	3331.63	8329.11	16658.20	24987.40	33316.40	41645.60	49974.70
					K-EFF	1.12274	1.11232	1.09846	1.07625	1.04646	1.02049	0.99673	0.97462	0.95390
					C-RATIO	0.70210	0.70796	0.71521	0.72700	0.74376	0.75951	0.77479	0.78967	0.80411
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99496	0.98190	0.95672	0.91764	0.88053	0.84554	0.81281	0.78177

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
84	1	1.051	0.61	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.85	332.60	666.76	1002.47	1339.78	1678.74	2019.38
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.73	16657.50	24986.10	33314.90	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.04846	1.04030	1.02787	1.00809	0.98240	0.96097	0.94216	0.92533	0.91013
					C-RATIO	0.88677	0.89249	0.89321	0.90937	0.92232	0.93332	0.94310	0.95185	0.95964
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99647	0.98929	0.97621	0.95628	0.93818	0.92136	0.90663	0.89272
85	1	1.051	0.61	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.87	332.73	667.15	1003.05	1340.51	1679.54	2020.23
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.08377	1.07627	1.06352	1.04235	1.01407	0.99032	0.96940	0.95064	0.93362
					C-RATIO	0.82854	0.83342	0.84046	0.85217	0.86834	0.88257	0.89548	0.90729	0.91806
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99613	0.98733	0.97055	0.94450	0.92096	0.89948	0.87945	0.86144
86	1	1.051	0.61	9.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.89	332.82	667.41	1003.43	1340.96	1680.03	2020.72
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.11	16658.20	24987.30	33316.50	41645.50	49974.70
					K-EFF	1.11726	1.11028	1.09738	1.07527	1.04500	1.01930	0.99658	0.97611	0.95747
					C-RATIO	0.77753	0.78177	0.78886	0.80130	0.81937	0.83571	0.85082	0.86486	0.87790
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99581	0.98589	0.96675	0.93684	0.90956	0.88432	0.86106	0.83923
87	1	1.051	0.71	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.86	332.67	666.95	1002.70	1339.98	1678.81	2019.26
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.73	16657.50	24986.10	33314.90	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.05690	1.04763	1.03440	1.01379	0.98698	0.96427	0.94407	0.92582	0.90919
					C-RATIO	0.85165	0.85802	0.86535	0.87632	0.89056	0.90310	0.91460	0.92518	0.93484
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99609	0.98686	0.97031	0.94531	0.92244	0.90115	0.88166	0.86346
88	1	1.051	0.71	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.88	332.77	667.26	1003.17	1340.55	1679.45	2019.92
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.08896	1.08053	1.06713	1.04550	1.01631	0.99170	0.96979	0.94993	0.93177
					C-RATIO	0.80082	0.80617	0.81356	0.82559	0.84221	0.85712	0.87098	0.88390	0.89591
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99574	0.98582	0.96605	0.93673	0.90911	0.88376	0.86026	0.83853
89	1	1.051	0.71	9.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.90	332.85	667.47	1003.47	1340.90	1679.81	2020.26
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.91	3331.65	8329.11	16658.20	24987.30	33316.50	41645.50	49974.70
					K-EFF	1.11957	1.11180	1.09834	1.07570	1.04497	1.01875	0.99534	0.97407	0.95455
					C-RATIO	0.75568	0.76029	0.76754	0.78003	0.79806	0.81454	0.83003	0.84465	0.85843
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99545	0.98453	0.96375	0.93057	0.90066	0.87207	0.84578	0.82181
90	1	1.051	0.81	7.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.88	332.74	667.17	1002.99	1340.28	1679.05	2019.35
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	832.87	3331.49	8328.73	16657.50	24986.10	33314.90	41643.60	49972.40
					K-EFF	1.06650	1.05615	1.04224	1.02096	0.99316	0.96929	0.94784	0.92829	0.91036
					C-RATIO	0.81822	0.82514	0.83299	0.84461	0.86000	0.87389	0.88688	0.89903	0.91031
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99558	0.98488	0.96526	0.93492	0.90629	0.88039	0.85663	0.83464
91	1	1.051	0.81	8.0	BURN-UP(DAY)	0.0	33.18	132.90	332.83	667.41	1003.34	1340.69	1679.49	2019.79
					BURN-UP(MWD/TON)	0.0	833.08	3332.34	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10
					K-EFF	1.09570	1.08635	1.07237	1.05004	1.02044	0.99506	0.97224	0.95137	0.93217
					C-RATIO	0.77378	0.77957	0.78725	0.79954	0.81657	0.83212	0.84681	0.86072	0.87382
					AV.C-RATIO	1.00000	0.99529	0.98413	0.96229	0.92839	0.89755	0.86822	0.84112	0.81620

NO.	D	V	E	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
92	1.051	0.81	9.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.91	332.88	667.56	1003.55	1340.92	1679.71	2019.98	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.65	8329.11	16658.20	24987.30	33316.50	41645.50	49974.70	
				K-EFF	1.12372	1.10121	1.07818	1.04710	1.02040	0.99638	0.97436	0.95403	
				C-RATIO	0.73384	0.73878	0.74620	0.75873	0.79335	0.80919	0.82434	0.83878	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99510	0.98353	0.96049	0.92475	0.89155	0.86054	0.83110	0.80387
93	1.051	0.91	7.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.90	332.83	667.42	1003.36	1340.68	1679.43	2019.65	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.49	8328.73	16657.50	24986.10	33314.90	41643.60	49972.40	
				K-EFF	1.07740	1.06597	1.05143	1.02956	1.00078	0.97579	0.95315	0.93230	
				C-RATIO	0.78555	0.79293	0.80121	0.81341	0.82988	0.84503	0.85938	0.87295	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99500	0.98271	0.95981	0.92439	0.89117	0.86041	0.83236	0.80620
94	1.051	0.91	8.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.91	332.89	667.58	1003.57	1340.92	1679.66	2019.86	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.08	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10	
				K-EFF	1.10404	1.09376	1.07924	1.05648	1.02628	1.00013	0.97642	0.95459	
				C-RATIO	0.74669	0.75286	0.76081	0.77354	0.79080	0.80699	0.82247	0.83729	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99484	0.98227	0.95818	0.92056	0.88575	0.85289	0.82203	0.79384
95	1.051	0.91	9.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.92	332.92	667.67	1003.69	1341.03	1679.73	2019.86	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.65	8329.11	16658.20	24987.30	33316.50	41645.50	49974.70	
				K-EFF	1.12971	1.12035	1.10594	1.08257	1.05116	1.02398	0.99933	0.97659	
				C-RATIO	0.71140	0.71665	0.72422	0.73679	0.75480	0.77163	0.78784	0.80350	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99521	0.98193	0.95743	0.91842	0.88290	0.84819	0.81606	0.78644
96	1.051	1.01	6.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.91	332.87	667.55	1003.55	1340.92	1679.68	2019.89	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.09	8330.89	16661.80	24992.60	33323.60	41654.40	49985.40	
				K-EFF	1.06303	1.04893	1.03390	1.01249	0.98401	0.95895	0.93612	0.91513	
				C-RATIO	0.79282	0.80230	0.81132	0.82368	0.84032	0.85567	0.87017	0.88377	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99462	0.98131	0.95576	0.91741	0.88183	0.84906	0.81885	0.79111
97	1.051	1.01	7.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.92	332.92	667.69	1003.74	1341.13	1679.88	2020.06	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.49	8328.73	16657.50	24986.10	33314.90	41643.60	49972.40	
				K-EFF	1.08836	1.07591	1.06083	1.03847	1.00981	0.98280	0.95907	0.93716	
				C-RATIO	0.75544	0.76320	0.77181	0.78448	0.80190	0.81814	0.83367	0.84848	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99450	0.98047	0.95468	0.91403	0.87668	0.84164	0.80943	0.77942
98	1.051	1.01	8.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.93	332.95	667.77	1003.84	1341.21	1679.92	2020.03	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.08	8330.84	16661.70	24992.50	33323.40	41654.20	49985.10	
				K-EFF	1.11276	1.10160	1.08661	1.06351	1.03278	1.00592	0.98139	0.95868	
				C-RATIO	0.72130	0.72778	0.73594	0.74866	0.76653	0.78329	0.79948	0.81511	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99439	0.98087	0.95441	0.91282	0.87450	0.83794	0.80446	0.77227
99	1.051	1.01	9.01	BURN-UP(DAY)	33.18	132.93	332.97	667.80	1003.86	1341.19	1679.84	2019.86	
				BURN-UP(NWD/TON)	0.0	3331.65	8329.11	16658.20	24987.30	33316.50	41645.50	49974.70	
				K-EFF	1.13638	1.12628	1.11147	1.08786	1.05621	1.02862	1.00343	0.98007	
				C-RATIO	0.68999	0.69551	0.70320	0.71579	0.73384	0.75087	0.76741	0.78352	
				AV.C-RATIO	1.00000	0.99481	0.98072	0.95463	0.91269	0.87354	0.83624	0.80177	0.76925

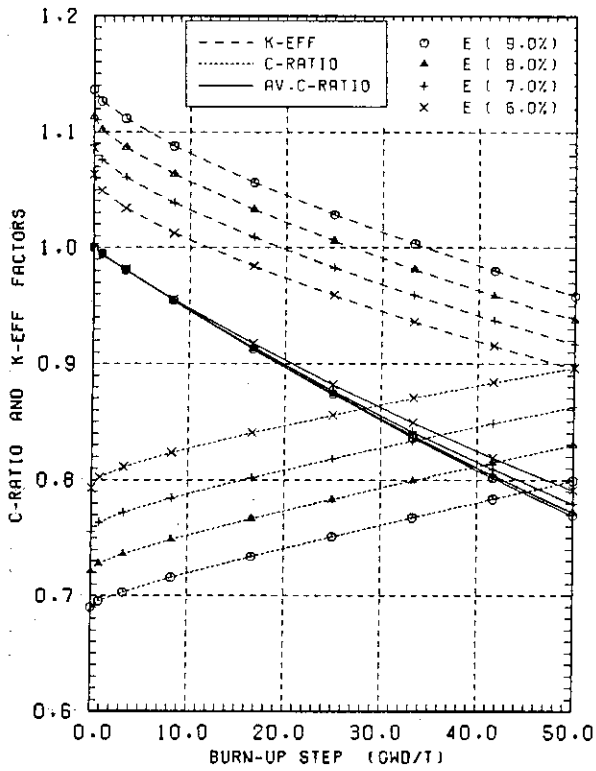


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.0 D=1.05(CM) CLAD= SUS

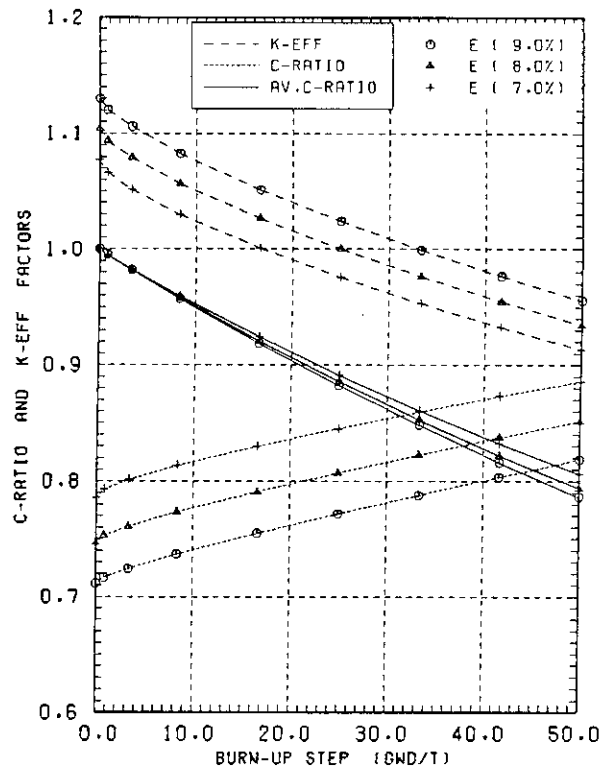


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.9 D=1.05(CM) CLAD= SUS

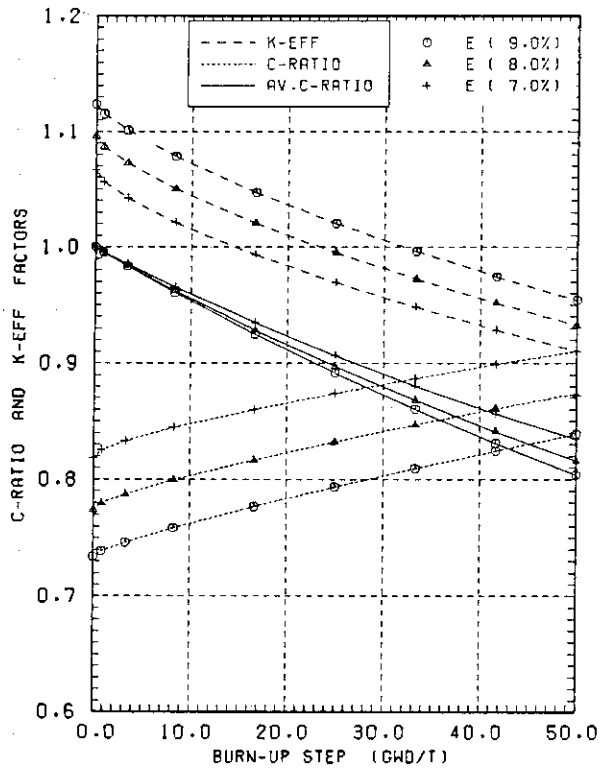


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.8 D=1.05(CM) CLAD= SUS

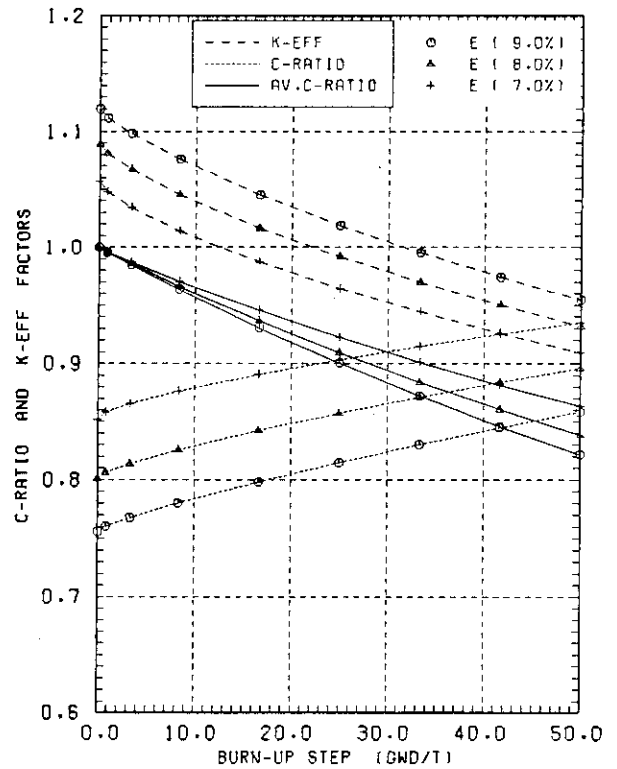


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.7 D=1.05(CM) CLAD= SUS

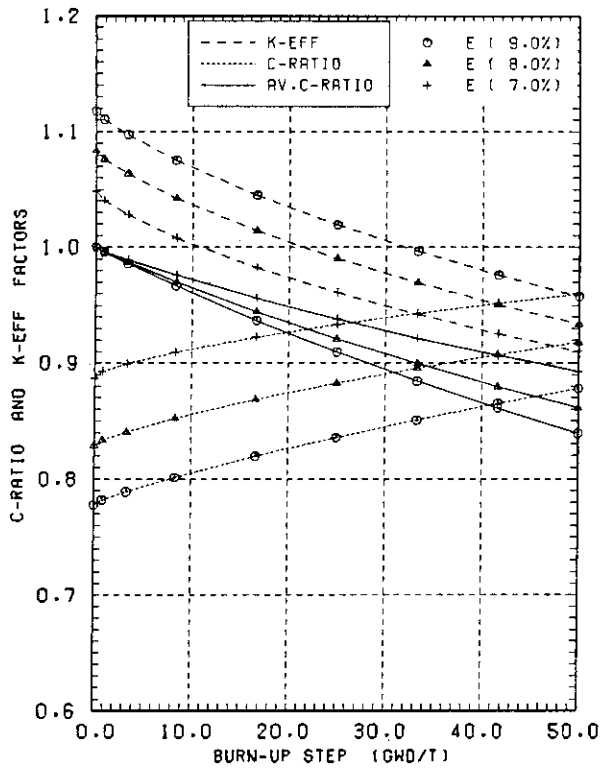


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.6 D=1.05(CM) CLAD= SUS

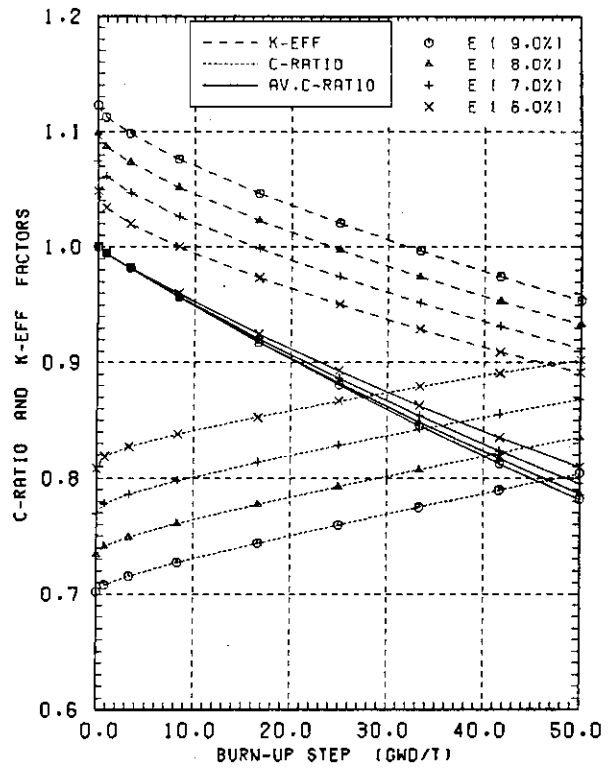


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.0 D=0.95(CM) CLAD= SUS

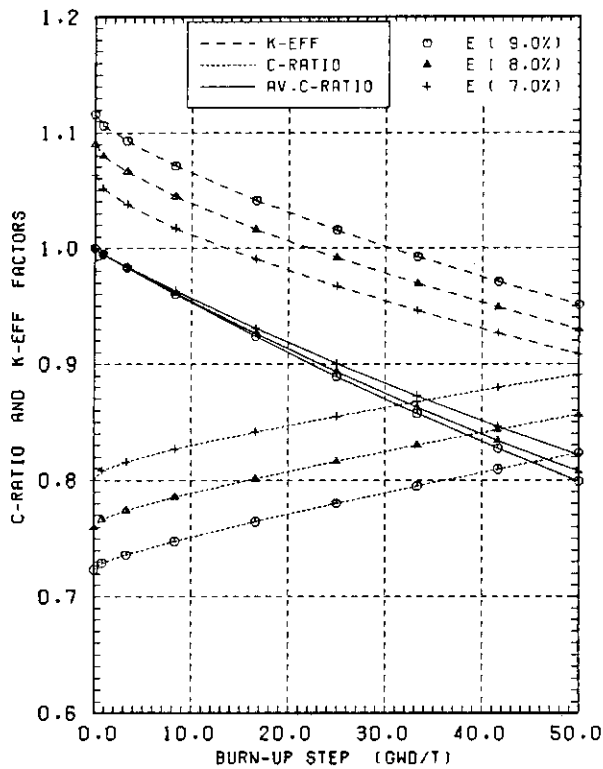


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.9 D=0.95(CM) CLAD= SUS

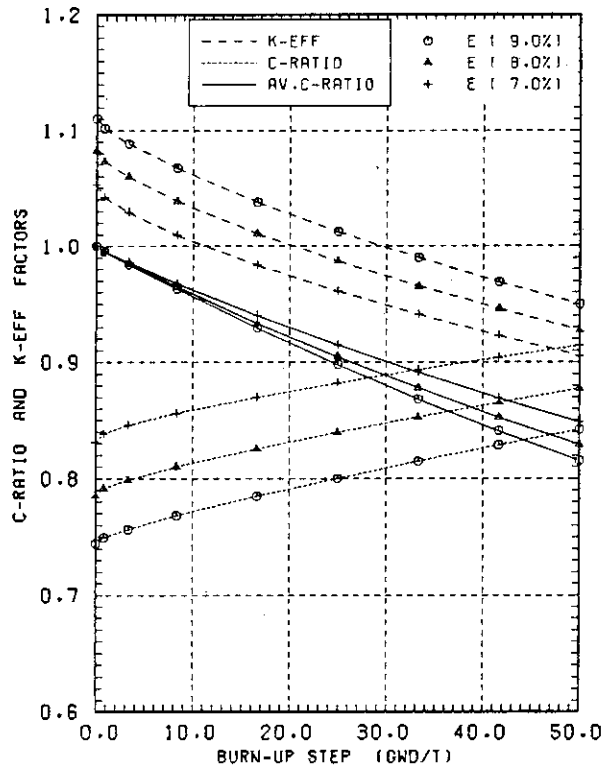


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.8 D=0.95(CM) CLAD= SUS

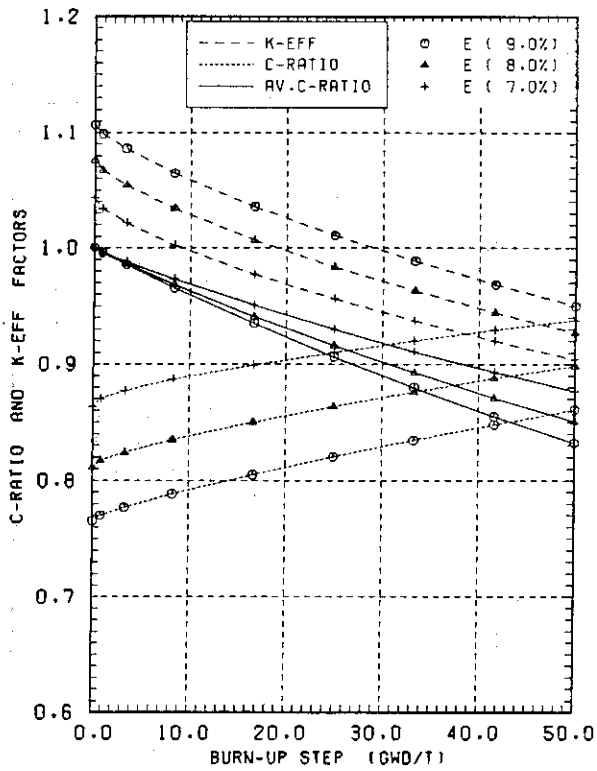


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.7 D=0.95(CM) CLAD= SUS

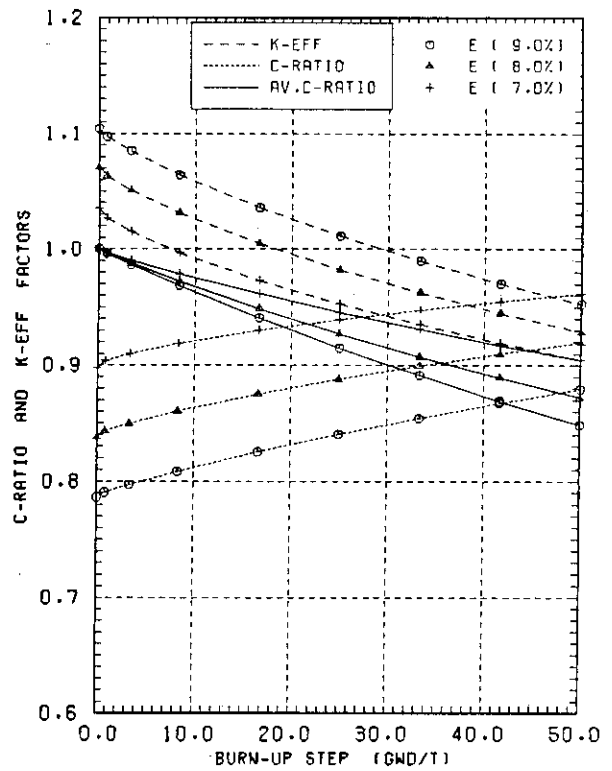


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.6 D=0.95(CM) CLAD= SUS

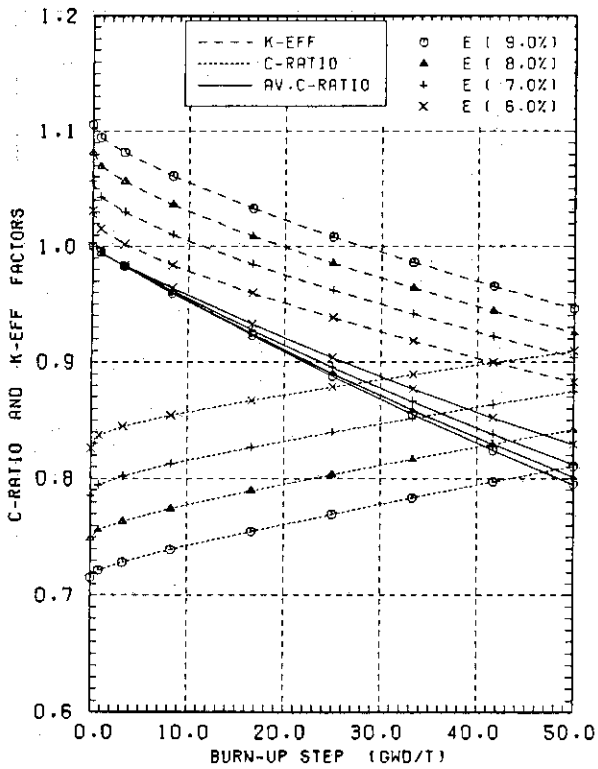


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=1.0 D=0.85(CM) CLAD= SUS

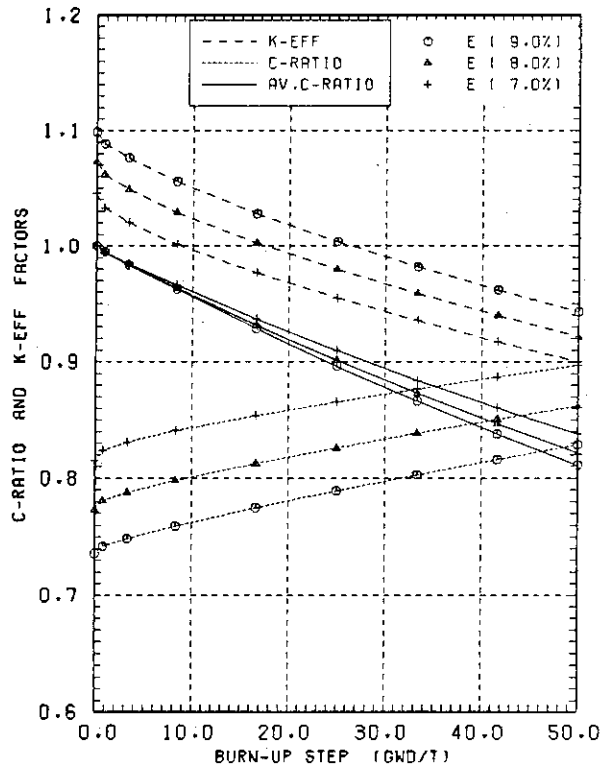


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.9 D=0.85(CM) CLAD= SUS

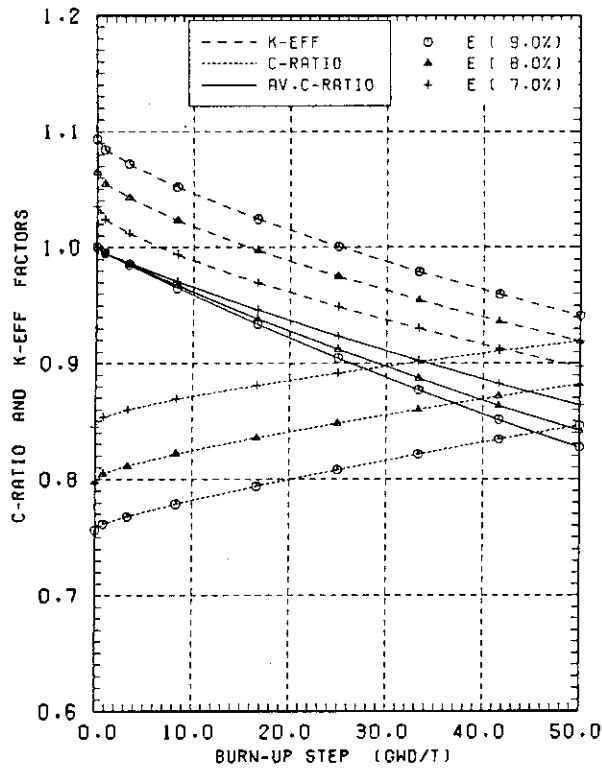


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.8 D=0.85(CM) CLAD= SUS

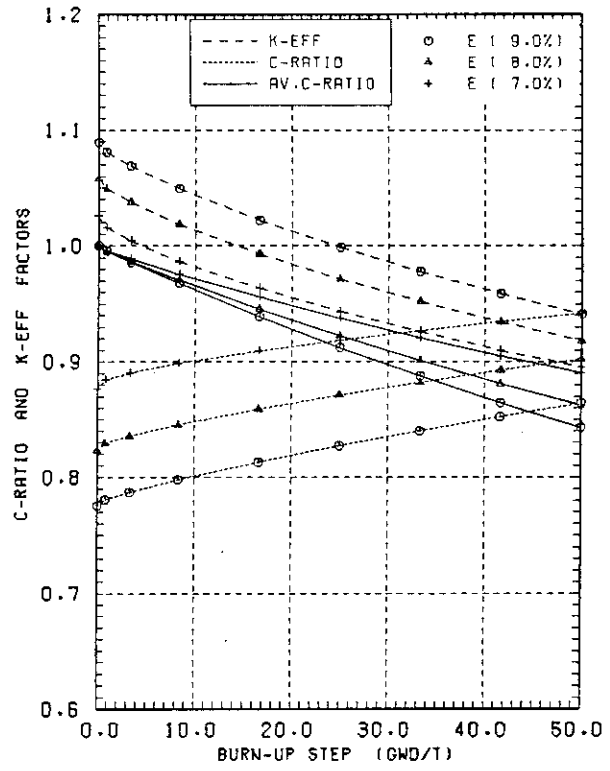


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.7 D=0.85(CM) CLAD= SUS

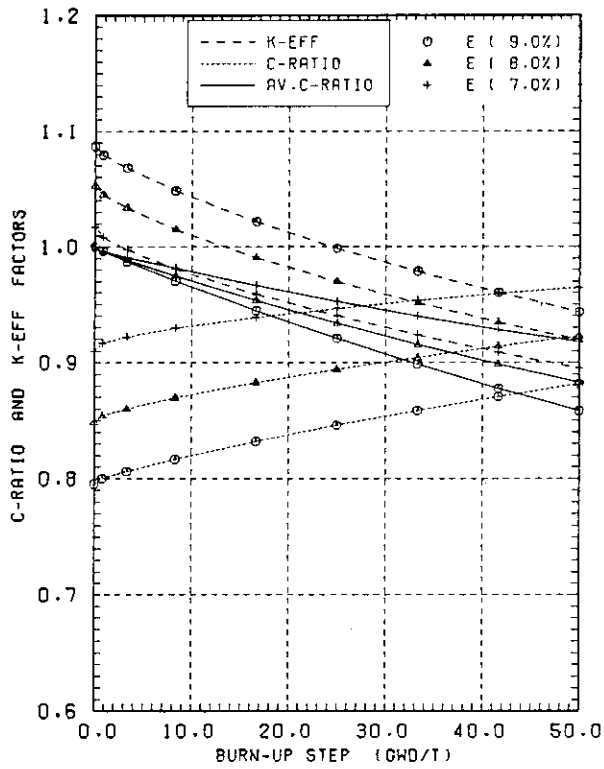


FIG. BURNUP CHARACTERISTICS OF C-RATIO AND K-EFF
VM/VF=0.6 D=0.85(CM) CLAD= SUS

付録2. ボイド反応度計算結果

燃焼度 0GWD/t (INITIAL) 及び 50GWD/t 時でのボイド 0% 状態 (OPERATION) と 99.99% 状態 (VOID) における k_{eff} と k_{∞} 及びボイド反応度 (REACTIVITY) をまとめた表を示す。

 ** RESULT OF VOID REACTIVITY CALCULATION **
 -----* CLADDING MATERIAL IS ZRY *-----

NO.	D	V	E	BURN-UP	K-EFF			K-INF			CONVERSION RATIO
					OPERATION	VOID	REACTIVITY	OPERATION	VOID	REACTIVITY	
1	0.85	0.9	7.0	INITIAL	1.0503	0.9074	-1.49956E-01	1.0818	1.0660	-1.37108E-02	0.8082
				50GWD/TON	0.9018	0.8270	-1.00391E-01	0.9288	0.9747	5.06649E-02	0.8912
2	0.85	0.9	8.0	INITIAL	1.0760	0.9775	-9.35922E-02	1.1080	1.1440	2.84021E-02	0.7682
				50GWD/TON	0.9228	0.8820	-5.00784E-02	0.9503	1.0364	8.74792E-02	0.8569
3	0.85	0.9	9.0	INITIAL	1.1009	1.0434	-5.00721E-02	1.1334	1.2166	6.02999E-02	0.7317
				50GWD/TON	0.9437	0.9351	-9.83620E-03	0.9717	1.0954	1.16243E-01	0.8240
4	0.85	1.0	6.0	INITIAL	1.0378	0.8287	-2.43142E-01	1.0670	0.9810	-8.21136E-02	0.8187
				50GWD/TON	0.8864	0.7526	-2.00596E-01	0.9112	0.8938	-2.14128E-02	0.9036
5	0.85	1.0	7.0	INITIAL	1.0617	0.9035	-1.64926E-01	1.0913	1.0651	-2.25666E-02	0.7805
				50GWD/TON	0.9069	0.8114	-1.29783E-01	0.9322	0.9604	3.14522E-02	0.8700
6	0.85	1.0	8.0	INITIAL	1.0851	0.9734	-1.05738E-01	1.1152	1.1430	2.18648E-02	0.7452
				50GWD/TON	0.9273	0.8683	-7.32679E-02	0.9530	1.0243	7.30916E-02	0.8377
7	0.85	1.0	9.0	INITIAL	1.1080	1.0391	-5.98246E-02	1.1385	1.2156	5.57466E-02	0.7127
				50GWD/TON	0.9478	0.9229	-2.84691E-02	0.9739	1.0852	1.05355E-01	0.8067
8	0.85	1.1	5.0	INITIAL	1.0302	0.7454	-3.70839E-01	1.0575	0.8898	-1.78272E-01	0.8223
				50GWD/TON	0.8719	0.6721	-3.41033E-01	0.8950	0.8048	-1.25266E-01	0.9144
9	0.85	1.1	6.0	INITIAL	1.0520	0.8249	-2.61675E-01	1.0797	0.9803	-2.39518E-02	0.7866
				50GWD/TON	0.8925	0.7350	-2.40252E-01	0.9160	0.8768	-4.87804E-02	0.8808
10	0.85	1.1	7.0	INITIAL	1.0737	0.8995	-1.80438E-01	1.1018	1.0643	-3.19811E-02	0.7532
				50GWD/TON	0.9128	0.7958	-1.61018E-01	0.9366	0.9460	1.06421E-02	0.8489
11	0.85	1.1	8.0	INITIAL	1.0951	0.9692	-1.18658E-01	1.1235	1.1422	-1.45490E-02	0.7221
				50GWD/TON	0.9329	0.8541	-9.89103E-02	0.9571	1.0119	5.65102E-02	0.8183
12	0.85	1.1	9.0	INITIAL	1.1161	1.0347	-7.05311E-02	1.1449	1.2147	5.02201E-02	0.6932
				50GWD/TON	0.9524	0.9103	-4.85821E-02	0.9770	1.0749	9.31824E-02	0.7892
13	0.85	1.4	5.0	INITIAL	1.0746	0.7348	-4.30226E-01	1.0987	0.8879	-2.16073E-01	0.7292
				50GWD/TON	0.8897	0.6195	-4.90322E-01	0.9097	0.7527	-2.29286E-01	0.8524
14	0.85	1.4	6.0	INITIAL	1.0913	0.8135	-3.12945E-01	1.1156	0.9782	-1.25841E-01	0.7052
				50GWD/TON	0.9108	0.6870	-3.57653E-01	0.9312	0.8313	-1.28963E-01	0.8215
15	0.85	1.4	7.0	INITIAL	1.1079	0.8872	-2.24577E-01	1.1325	1.0621	-5.85324E-02	0.6823
				50GWD/TON	0.9307	0.7521	-2.55092E-01	0.9513	0.9064	-5.20344E-02	0.7931
16	0.85	1.4	8.0	INITIAL	1.1245	0.9562	-1.56586E-01	1.1493	1.1398	-7.22110E-03	0.6605
				50GWD/TON	0.9499	0.8143	-1.75310E-01	0.9708	0.9776	7.14302E-03	0.7664
17	0.85	1.4	9.0	INITIAL	1.1411	1.0210	-1.03027E-01	1.1660	1.2122	3.26859E-02	0.6398
				50GWD/TON	0.9680	0.8737	-1.11556E-01	0.9893	1.0450	5.38980E-02	0.7415
18	0.95	0.9	7.0	INITIAL	1.0686	0.9441	-1.23432E-01	1.0920	1.0646	-2.35420E-02	0.7947
				50GWD/TON	0.9117	0.8520	-7.68089E-02	0.9316	0.9634	3.54414E-02	0.8858
19	0.95	0.9	8.0	INITIAL	1.0942	1.0163	-7.00564E-02	1.1180	1.1428	1.94105E-02	0.7558
				50GWD/TON	0.9326	0.9088	-2.79989E-02	0.9528	1.0253	7.41672E-02	0.8517
20	0.95	0.9	9.0	INITIAL	1.1191	1.0841	-2.88984E-02	1.1433	1.2156	5.20727E-02	0.7203
				50GWD/TON	0.9534	0.9641	-1.16405E-02	0.9740	1.0852	1.05126E-01	0.8191
21	0.95	1.0	6.0	INITIAL	1.0561	0.8626	-2.12473E-01	1.0780	0.9796	-9.31770E-02	0.8031
				50GWD/TON	0.8959	0.7739	-1.75860E-01	0.9144	0.8813	-4.10595E-02	0.8971
22	0.95	1.0	7.0	INITIAL	1.0800	0.9397	-1.38174E-01	1.1022	1.0638	-3.26900E-02	0.7661
				50GWD/TON	0.9164	0.8351	-1.06261E-01	0.9353	0.9485	1.49250E-02	0.8637
23	0.95	1.0	8.0	INITIAL	1.1033	1.0117	-8.20279E-02	1.1258	1.1420	1.25623E-02	0.7319
				50GWD/TON	0.9367	0.8937	-5.13182E-02	0.9559	1.0126	5.86120E-02	0.8317
24	0.95	1.0	9.0	INITIAL	1.1261	1.0793	-3.85324E-02	1.1489	1.2147	4.71475E-02	0.7004
				50GWD/TON	0.9571	0.9506	-7.14397E-03	0.9766	1.0744	9.32222E-02	0.8009
25	0.95	1.1	5.0	INITIAL	1.0485	0.7762	-3.34624E-01	1.0692	0.8882	-1.90530E-01	0.8050
				50GWD/TON	0.8810	0.6897	-3.14864E-01	0.8983	0.7914	-1.50374E-01	0.9072

JAERI-M 86-197

NO.	D	V	E	BURN-UP	K-EFF			K-INF			CONVERSION RATIO
					OPERATION	VOID	REACTIVITY	OPERATION	VOID	REACTIVITY	
26	0.95	1.1	6.0	INITIAL	1.0703	0.8584	-2.30712E-01	1.0913	0.9789	-1.05177E-01	0.7704
				50GWD/TON	0.9017	0.7550	-2.15508E-01	0.9193	0.8639	-6.97927E-02	0.8737
27	0.95	1.1	7.0	INITIAL	1.0920	0.9352	-1.53482E-01	1.1132	1.0631	-4.23428E-02	0.7382
				50GWD/TON	0.9219	0.8180	-1.37730E-01	0.9399	0.9335	-7.26032E-03	0.8419
28	0.95	1.1	8.0	INITIAL	1.1132	1.0070	-9.48060E-02	1.1348	1.1412	4.94975E-03	0.7081
				50GWD/TON	0.9420	0.8784	-7.68433E-02	0.9603	0.9998	4.11634E-02	0.8115
29	0.95	1.1	9.0	INITIAL	1.1341	1.0743	-4.91556E-02	1.1559	1.2139	4.13068E-02	0.6801
				50GWD/TON	0.9615	0.9366	-2.76375E-02	0.9800	1.0632	7.98278E-02	0.7827
30	0.95	1.4	5.0	INITIAL	1.0926	0.7643	-3.93113E-01	1.1114	0.8866	-2.28112E-01	0.7115
				50GWD/TON	0.8973	0.6334	-4.64363E-01	0.9128	0.7383	-2.58970E-01	0.8448
31	0.95	1.4	6.0	INITIAL	1.1093	0.8455	-1.81309E-01	1.1283	0.9771	-1.37111E-01	0.6883
				50GWD/TON	0.9189	0.7034	-3.33309E-01	0.9346	0.8172	-1.53684E-01	0.8135
32	0.95	1.4	7.0	INITIAL	1.1260	0.9215	-1.97139E-01	1.1451	1.0611	-6.91386E-02	0.6662
				50GWD/TON	0.9390	0.7708	-2.32346E-01	0.9549	0.8925	-7.31773E-02	0.7848
33	0.95	1.4	8.0	INITIAL	1.1426	0.9924	-1.32407E-01	1.1618	1.1390	4.72285E-02	0.6452
				50GWD/TON	0.9583	0.8352	-1.53887E-01	0.9745	0.9642	-1.10369E-02	0.7580
34	0.95	1.4	9.0	INITIAL	1.1590	1.0590	-8.14638E-02	1.1784	1.2116	2.32176E-02	0.6252
				50GWD/TON	0.9765	0.8967	-9.12142E-02	0.9930	1.0322	3.82385E-02	0.7332
35	1.05	0.9	7.0	INITIAL	1.0826	0.9678	-1.02551E-01	1.1014	1.0660	-3.01862E-02	0.7822
				50GWD/TON	0.9172	0.8650	-6.57978E-02	0.9331	0.9549	2.45113E-02	0.8816
36	1.05	0.9	8.0	INITIAL	1.1081	1.0414	-5.78707E-02	1.1272	1.1442	1.32347E-02	0.7444
				50GWD/TON	0.9379	0.9231	-1.70927E-02	0.9541	1.0172	6.50063E-02	0.8478
37	1.05	0.9	9.0	INITIAL	1.1329	1.1102	-1.30402E-02	1.1522	1.2172	4.63174E-02	0.7098
				50GWD/TON	0.9587	0.9794	2.20480E-02	0.9751	1.0771	9.71533E-02	0.8154
38	1.05	1.0	6.0	INITIAL	1.0709	0.8845	-1.96762E-01	1.0886	0.9808	-1.00951E-01	0.7879
				50GWD/TON	0.9015	0.7839	-1.66480E-01	0.9164	0.8713	-5.65071E-02	0.8914
39	1.05	1.0	7.0	INITIAL	1.0946	0.9631	-1.24748E-01	1.1126	1.0652	-4.00133E-02	0.7520
				50GWD/TON	0.9220	0.8464	-9.69095E-02	0.9371	0.9387	1.80721E-03	0.8581
40	1.05	1.0	8.0	INITIAL	1.1178	1.0363	-7.03127E-02	1.1360	1.1434	5.69648E-03	0.7189
				50GWD/TON	0.9421	0.9063	-4.19502E-02	0.9576	1.0032	4.75199E-02	0.8263
41	1.05	1.0	9.0	INITIAL	1.1404	1.1049	-2.81565E-02	1.1589	1.2163	4.07130E-02	0.6984
				50GWD/TON	0.9624	0.9644	2.09045E-03	0.9781	1.0654	8.37301E-02	0.7958
42	1.05	1.1	5.0	INITIAL	1.0629	0.7962	-3.15138E-01	1.0799	0.8893	-1.98412E-01	0.7893
				50GWD/TON	0.8862	0.6974	-3.05381E-01	0.9003	0.7809	-1.69828E-01	0.9016
43	1.05	1.1	6.0	INITIAL	1.0847	0.8800	-2.14403E-01	1.1018	0.9802	-1.12676E-01	0.7557
				50GWD/TON	0.9069	0.7642	-2.05917E-01	0.9212	0.8536	-8.59718E-02	0.8681
44	1.05	1.1	7.0	INITIAL	1.1063	0.9583	-1.39564E-01	1.1236	1.0645	-4.94789E-02	0.7244
				50GWD/TON	0.9271	0.8287	-1.28129E-01	0.9417	0.9236	-2.08578E-02	0.8363
45	1.05	1.1	8.0	INITIAL	1.1274	1.0313	-8.26945E-02	1.1450	1.1427	-1.81127E-03	0.6953
				50GWD/TON	0.9472	0.8905	-6.71873E-02	0.9620	0.9903	2.97585E-02	0.8060
46	1.05	1.1	9.0	INITIAL	1.1482	1.0997	-3.84574E-02	1.1660	1.2155	3.49112E-02	0.6681
				50GWD/TON	0.9665	0.9497	-1.83239E-02	0.9816	1.0539	6.99361E-02	0.7774
47	1.05	1.4	5.0	INITIAL	1.1072	0.7835	-3.73145E-01	1.1229	0.8878	-2.35835E-01	0.6954
				50GWD/TON	0.9015	0.6387	-4.56430E-01	0.9144	0.7268	-2.82207E-01	0.8388
48	1.05	1.4	6.0	INITIAL	1.1239	0.8662	-2.64727E-01	1.1398	0.9785	-1.44698E-01	0.6729
				50GWD/TON	0.9234	0.7100	-3.25350E-01	0.9364	0.8058	-1.73159E-01	0.8070
49	1.05	1.4	7.0	INITIAL	1.1406	0.9435	-1.83122E-01	1.1566	1.0626	-7.65310E-02	0.6515
				50GWD/TON	0.9437	0.7789	-2.24142E-01	0.9570	0.8815	-8.94051E-02	0.7780
50	1.05	1.4	8.0	INITIAL	1.1571	1.0157	-1.20338E-01	1.1733	1.1406	-2.43966E-02	0.6312
				50GWD/TON	0.9631	0.8446	-1.45647E-01	0.9766	0.9534	-2.48833E-02	0.7512
51	1.05	1.4	9.0	INITIAL	1.1735	1.0833	-7.09053E-02	1.1898	1.2133	1.63134E-02	0.6118
				50GWD/TON	0.9814	0.9076	-8.28495E-02	0.9951	1.0219	2.63952E-02	0.7263

 ** RESULT OF VOID REACTIVITY CALCULATION **
 -----* CLADDING MATERIAL IS SUS *-----

NO.	D	V	E	BURN-UP	K-EFF			K-INF			CONVERSION RATIO
					OPERATION	VOID	REACTIVITY	OPERATION	VOID	REACTIVITY	
1	0.85	0.6	7.0	INITIAL	1.0173	0.9427	-7.77492E-02	1.0507	1.0740	2.06124E-02	0.9097
				50GWD/TON	0.8953	0.8996	5.35202E-03	0.9247	1.0260	1.06761E-01	0.9646
2	0.85	0.6	8.0	INITIAL	1.0528	1.0139	-3.64804E-02	1.0872	1.1517	5.15238E-02	0.8486
				50GWD/TON	0.9190	0.9479	3.31516E-02	0.9490	1.0787	1.26697E-01	0.9224
3	0.85	0.6	9.0	INITIAL	1.0865	1.0806	-5.03355E-03	1.1217	1.2240	7.45332E-02	0.7953
				50GWD/TON	0.9432	0.9957	5.59464E-02	0.9738	1.1308	1.42551E-01	0.8816
4	0.85	0.7	7.0	INITIAL	1.0258	0.9389	-9.02649E-02	1.0564	1.0729	1.45657E-02	0.8768
				50GWD/TON	0.8952	0.8832	-1.52168E-02	0.9219	1.0109	9.55042E-02	0.9418
5	0.85	0.7	8.0	INITIAL	1.0583	1.0099	-4.52889E-02	1.0896	1.1506	4.86586E-02	0.8231
				50GWD/TON	0.9181	0.9339	1.84288E-02	0.9453	1.0665	1.20211E-01	0.9022
6	0.85	0.7	9.0	INITIAL	1.0892	1.0764	-1.08836E-02	1.1212	1.2229	7.41763E-02	0.7756
				50GWD/TON	0.9412	0.9837	4.58946E-02	0.9689	1.1208	1.39873E-01	0.8641
7	0.85	0.8	7.0	INITIAL	1.0353	0.9350	-1.03661E-01	1.0637	1.0720	7.27081E-03	0.8453
				50GWD/TON	0.8969	0.8671	-3.84207E-02	0.9215	0.9962	8.14085E-02	0.9192
8	0.85	0.8	8.0	INITIAL	1.0650	1.0058	-5.52877E-02	1.0939	1.1496	4.42553E-02	0.7980
				50GWD/TON	0.9191	0.9197	-7.10487E-04	0.9441	1.0541	1.10596E-01	0.8821
9	0.85	0.8	9.0	INITIAL	1.0934	1.0721	-1.81274E-02	1.1229	1.2218	7.21183E-02	0.7557
				50GWD/TON	0.9412	0.9712	3.27635E-02	0.9667	1.1105	1.33958E-01	0.8464
10	0.85	0.9	7.0	INITIAL	1.0456	0.9310	-1.17667E-01	1.0720	1.0710	-8.62181E-04	0.8151
				50GWD/TON	0.9000	0.8507	-6.44360E-02	0.9228	0.9812	6.45313E-02	0.8970
11	0.85	0.9	8.0	INITIAL	1.0727	1.0016	-6.61982E-02	1.0997	1.1486	3.87321E-02	0.7735
				50GWD/TON	0.9214	0.9054	-1.91898E-02	0.9447	1.0418	9.87135E-02	0.8621
12	0.85	0.9	9.0	INITIAL	1.0988	1.0677	-2.64911E-02	1.1263	1.2208	6.87464E-02	0.7358
				50GWD/TON	0.9428	0.9586	1.74599E-02	0.9665	1.1003	1.25817E-01	0.8286
13	0.85	1.0	6.0	INITIAL	1.0308	0.8515	-2.04217E-01	1.0553	0.9866	-6.60136E-02	0.8257
				50GWD/TON	0.8828	0.7756	-1.56611E-01	0.9038	0.9010	-3.49903E-03	0.9091
14	0.85	1.0	7.0	INITIAL	1.0566	0.9269	-1.32496E-01	1.0816	1.0702	-9.86665E-03	0.7855
				50GWD/TON	0.9041	0.8341	-9.27429E-02	0.9255	0.9663	4.56476E-02	0.8748
15	0.85	1.0	8.0	INITIAL	1.0815	0.9972	-7.81942E-02	1.1069	1.1477	3.20858E-02	0.7488
				50GWD/TON	0.9250	0.8906	-4.17566E-02	0.9468	1.0290	8.43951E-02	0.8419
16	0.85	1.0	9.0	INITIAL	1.1056	1.0632	-3.60899E-02	1.1314	1.2198	6.40914E-02	0.7153
				50GWD/TON	0.9460	0.9454	-6.93321E-04	0.9682	1.0894	1.14950E-01	0.8103
17	0.95	0.6	7.0	INITIAL	1.0351	0.9747	-5.98702E-02	1.0599	1.0731	1.16236E-02	0.8977
				50GWD/TON	0.9049	0.9228	2.14615E-02	0.9264	1.0168	9.59326E-02	0.9615
18	0.95	0.6	8.0	INITIAL	1.0706	1.0478	-2.03519E-02	1.0960	1.1510	4.36088E-02	0.8381
				50GWD/TON	0.9285	0.9728	4.89693E-02	0.9505	1.0702	1.17611E-01	0.9197
19	0.95	0.6	9.0	INITIAL	1.1042	1.1161	9.66287E-03	1.1302	1.2235	6.74863E-02	0.7860
				50GWD/TON	0.9526	1.0219	7.12711E-02	0.9750	1.1225	1.34764E-01	0.8792
20	0.95	0.7	7.0	INITIAL	1.0435	0.9705	-7.20340E-02	1.0663	1.0721	5.06449E-03	0.8636
				50GWD/TON	0.9042	0.9051	1.08719E-03	0.9240	1.0012	8.34404E-02	0.9377
21	0.95	0.7	8.0	INITIAL	1.0757	1.0433	-2.88678E-02	1.0991	1.1500	4.02156E-02	0.8114
				50GWD/TON	0.9270	0.9574	3.43208E-02	0.9471	1.0573	1.09960E-01	0.8985
22	0.95	0.7	9.0	INITIAL	1.1065	1.1115	4.06539E-03	1.1304	1.2224	6.66077E-02	0.7652
				50GWD/TON	0.9499	1.0085	6.10863E-02	0.9705	1.1117	1.30881E-01	0.8607
23	0.95	0.8	7.0	INITIAL	1.0529	0.9662	-8.52043E-02	1.0743	1.0712	-2.70253E-03	0.8311
				50GWD/TON	0.9055	0.8873	-2.27518E-02	0.9239	0.9855	6.75564E-02	0.9141
24	0.95	0.8	8.0	INITIAL	1.0823	1.0388	-3.87080E-02	1.1041	1.1490	3.53298E-02	0.7854
				50GWD/TON	0.9275	0.9419	1.64032E-02	0.9463	1.0442	9.90915E-02	0.8773
25	0.95	0.8	9.0	INITIAL	1.1105	1.1068	-3.05933E-03	1.1328	1.2214	6.40661E-02	0.7443
				50GWD/TON	0.9496	0.9948	4.78182E-02	0.9687	1.1008	1.23904E-01	0.8420

JAERI-M 86-197

NO.	D	V	E	BURN-UP	K-EFF			K-INF			CONVERSION RATIO
					OPERATION	VOID	REACTIVITY	OPERATION	VOID	REACTIVITY	
26	0.95	0.9	7.0	INITIAL	1.0631	0.9618	-9.90713E-02	1.0833	1.0703	-1.12207E-02	0.8001
				50GWD/TON	0.9083	0.8696	-4.89845E-02	0.9256	0.9699	4.93803E-02	0.8910
27	0.95	0.9	8.0	INITIAL	1.0900	1.0342	-4.95465E-02	1.1106	1.1480	2.93729E-02	0.7599
				50GWD/TON	0.9296	0.9259	-4.28677E-03	0.9472	1.0307	8.55131E-02	0.8564
28	0.95	0.9	9.0	INITIAL	1.1159	1.1019	-1.13853E-02	1.1369	1.2204	6.02466E-02	0.7234
				50GWD/TON	0.9509	0.9808	3.21007E-02	0.9688	1.0897	1.14538E-01	0.8233
29	0.95	1.0	6.0	INITIAL	1.0487	0.8799	-1.82942E-01	1.0676	0.9857	-7.78355E-02	0.8084
				50GWD/TON	0.8910	0.7910	-1.41799E-01	0.9071	0.8882	-2.34346E-02	0.9020
30	0.95	1.0	7.0	INITIAL	1.0743	0.9572	-1.13799E-01	1.0935	1.0695	-2.05472E-02	0.7697
				50GWD/TON	0.9122	0.8516	-7.79428E-02	0.9286	0.9541	2.88496E-02	0.8679
31	0.95	1.0	8.0	INITIAL	1.0987	1.0293	-6.14954E-02	1.1185	1.1472	2.23680E-02	0.7344
				50GWD/TON	0.9330	0.9101	-2.69804E-02	0.9497	1.0175	7.02044E-02	0.8353
32	0.95	1.0	9.0	INITIAL	1.1227	1.0969	-2.09818E-02	1.1426	1.2195	5.52016E-02	0.7021
				50GWD/TON	0.9539	0.9665	1.36671E-02	0.9708	1.0784	1.02716E-01	0.8041
33	1.05	0.6	7.0	INITIAL	1.0485	0.9956	-5.05985E-02	1.0681	1.0743	5.2992E-03	0.8868
				50GWD/TON	0.9101	0.9354	2.96831E-02	0.9271	1.0102	8.86554E-02	0.9596
34	1.05	0.6	8.0	INITIAL	1.0838	1.0698	-1.20136E-02	1.1039	1.1523	3.81039E-02	0.8285
				50GWD/TON	0.9336	0.9863	5.72109E-02	0.9510	1.0637	1.11471E-01	0.9181
35	1.05	0.6	9.0	INITIAL	1.1173	1.1392	1.72607E-02	1.1378	1.2250	6.25750E-02	0.7775
				50GWD/TON	0.9575	1.0364	7.95682E-02	0.9751	1.1164	1.29731E-01	0.8779
36	1.05	0.7	7.0	INITIAL	1.0569	0.9911	-6.27661E-02	1.0752	1.0733	-1.63788E-03	0.8516
				50GWD/TON	0.9092	0.9164	8.71277E-03	0.9250	0.9937	7.47490E-02	0.9348
37	1.05	0.7	8.0	INITIAL	1.0890	1.0651	-2.05624E-02	1.1077	1.1513	3.42105E-02	0.8008
				50GWD/TON	0.9318	0.9696	4.18949E-02	0.9478	1.0498	1.02497E-01	0.8959
38	1.05	0.7	9.0	INITIAL	1.1196	1.1343	1.15989E-02	1.1387	1.2240	6.11889E-02	0.7557
				50GWD/TON	0.9546	1.0219	6.90632E-02	0.9709	1.1049	1.24899E-01	0.8584
39	1.05	0.8	7.0	INITIAL	1.0665	0.9865	-7.59965E-02	1.0838	1.0724	-9.82511E-03	0.8182
				50GWD/TON	0.9104	0.8974	-1.58386E-02	0.9252	0.9771	5.74770E-02	0.9103
40	1.05	0.8	8.0	INITIAL	1.0957	1.0603	-3.04974E-02	1.1134	1.1504	2.88721E-02	0.7738
				50GWD/TON	0.9322	0.9529	2.33936E-02	0.9473	1.0360	9.04638E-02	0.8738
41	1.05	0.8	9.0	INITIAL	1.1237	1.1292	4.35829E-03	1.1417	1.2230	5.1821E-02	0.7338
				50GWD/TON	0.9540	1.0069	5.50671E-02	0.9694	1.0931	1.16713E-01	0.8388
42	1.05	0.9	7.0	INITIAL	1.0774	0.9818	-9.03869E-02	1.0940	1.0716	-1.91000E-02	0.7855
				50GWD/TON	0.9132	0.8782	-4.36430E-02	0.9273	0.9605	3.72887E-02	0.8857
43	1.05	0.9	8.0	INITIAL	1.1040	1.0553	-4.18612E-02	1.1209	1.1495	2.21815E-02	0.7467
				50GWD/TON	0.9344	0.9358	1.63555E-03	0.9487	1.0218	7.54197E-02	0.8514
44	1.05	0.9	9.0	INITIAL	1.1297	1.1240	-4.48895E-03	1.1468	1.2220	5.36368E-02	0.7114
				50GWD/TON	0.9555	0.9919	3.84293E-02	0.9700	1.0813	1.06068E-01	0.8186
45	1.05	1.0	6.0	INITIAL	1.0630	0.8984	-1.72398E-01	1.0787	0.9868	-8.63107E-02	0.7928
				50GWD/TON	0.8958	0.7976	-1.37341E-01	0.9090	0.8780	-3.88422E-02	0.8964
46	1.05	1.0	7.0	INITIAL	1.0884	0.9770	-1.04730E-01	1.1043	1.0708	-2.83383E-02	0.7554
				50GWD/TON	0.9168	0.8596	-7.26948E-02	0.9303	0.9444	1.60370E-02	0.8625
47	1.05	1.0	8.0	INITIAL	1.1128	1.0502	-5.35238E-02	1.1290	1.1486	1.51762E-02	0.7213
				50GWD/TON	0.9375	0.9193	-2.11515E-02	0.9512	1.0083	5.94834E-02	0.8301
48	1.05	1.0	9.0	INITIAL	1.1364	1.1187	-1.38674E-02	1.1528	1.2211	4.85386E-02	0.6900
				50GWD/TON	0.9582	0.9768	1.98183E-02	0.9722	1.0695	9.35926E-02	0.7991