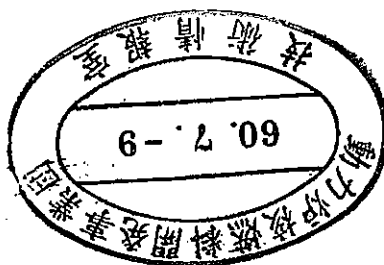


本資料は200/年 7月 3/日付けで
登録区分変更する。 [技術展開部技術協力課]

JUPITERフェイズII実験解析(II-C)

(受託研究)

1984年6月



三菱原子力工業株式会社

本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部または一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)



配布限定

PNC T&J 206 84-03

1984年6月30日

JUPITER フェイズⅡ 実験解析(Ⅰ-C)*

佐々木 誠^{**}, 池田一三^{**}

要

旨

本報告書では、大型径方向非均質炉心に関する日米共同モックアップ実験である JUPITER フェイズⅡ 実験の解析について、昨年度に引続き実施した結果を報告する。

本年度は、各社と共同作業である JUPITER ワーキング、グループ(W/G)作業としての ZPPR-13A, 13B 炉心基準解析と、弊社担当のトピックス研究である板状燃料臨界集合体のセル計算法(中性子バランスの取扱い法と一次元セルモデル化の検討)について研究を実施した。

以下に、得られた主要な結果を示す。

- (1) W/G 基準解析の制御棒価置解析結果は、炉中心位置で C/E が約 0.9、最外層制御棒位置で C/E が約 1.0 と成った。JUPITER フェイズⅠ 解析と同程度の C/E 値径方向依存性が見られた。
- (2) セル計算における中性子バランス取扱い法は、W/G が採用しているゼロ・バックリング法に比較し、炉心体系の中性子漏洩量を擬似吸収項として取扱う方が、炉内反応率分布解析値を改善し、米国 ANL の解析結果とも一致する。今後、ZPPR-13B/4 の詳細反応率分布解析を実施し、更に検討・評価することが望まれる。
- (3) 一次元セルモデルと三次元セルモデルで作成したセル平均断面積の比較した結果、セル平均断面積にモデル間の差が無かった。今回の検討範囲(中性子束微細構造の観点から)、JUPITER W/G の用いている一次元セルモデルの妥当性が確認された。

* 本報告は、三菱原子力工業株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

** 三菱原子力工業株式会社新型炉開発部



NOT FOR PUBLICATION
PNC T&J 206 84-03
30th June, 1984

Analysis of JUPITER Phase II Experiments (II-C)*

Makoto Sasaki**
Kazumi Ikeda**

Abstract

This report describes the analysis of the JUPITER Phase II Experiments for the LMFBR radial heterogeneous core design.

It contains the reference analysis of the ZPPR assemblies 13A and 13B and the topics study (the treatment of neutron balance for the cell calculation and the comparison of cell calculation models). The reference analysis was performed co-operatively with other members of the JUPITER Working Group. The topics study was performed only by the authors using the 3D transport code ENSEMBLE-XYZ.

The main results are as follows:

- (1) The C/E values of the control rod worth on the ZPPR assembly 13A are about 0.9 for the first fuel ring, and about 1.0 for the third one. The radial dependence of these C/E values is similar to the one on the ZPPR assemblies 9 and 10.
- (2) The cell calculation with core neutron balance improves the C/E values of the reaction rate distribution.

* Work performed under the contract between Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation and Mitsubishi Atomic Power Industries, Inc.

** Mitsubishi Atomic Power Industries, Inc., Advanced Reactors Engineering Department.

This result is consistent with the one of the US (ANL) analysis.

A future analysis of detailed reaction rate measurements on ZPPR assembly 13B/4 and detail discussions will be hoped.

- (3) There is no difference between cell micro cross sections, averaged with 1-D and 3-D cell models. In this present analysis (on the point of neutron flux fine structure in a cell), the varidity of the 1-D cell model used in the JUPITER W/G is confirmed.

目 次

要 旨	i
Abstract	ii
List of Tables	vi
List of Figures	xi
1. ま え が き	1
2. ZPPR-13A, 13B実験の基準解析	2
2.1 概 要	2
2.2 実験の説明	2
2.3 解析手法	3
2.4 解析項目と結果	6
2.5 検 討	7
2.6 今後の課題	9
3. セル計算モデルの検討	40
3.1 概 要	40
3.2 中性子バランスの取扱い法の検討	41
3.3 一次元セルモデル化の検討	53
4. あ と が き	115

謝	辞		116
参	考 文 献		117
付	録		
	A	SLAROM コードの修正	122
	B	CITATION コードの修正	124
	C	ナトリウム・ボイド反応度群縮約効果	125
	D	ENSEMBLE コードの検証の側	136
	E	セル平均断面積のリスト	138
	F	セル内中性子束分布微細構造	169

List of Tables

Table 2.1	The Extent of ZPPR-13 Program	10
2.2	Control Rod Patterns	11
2.3	Basic Calculation and Uncorrected C/E Values	12
2.4	Mesh Size Effects on Control Rod Worths in ZPPR-13A	13
2.5	Energy Group Collapse Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A	14
2.6	Buckling Approximation Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A	15
2.7	XY Transport Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A...	16
2.8	Axial Transport Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A	17
2.9	C/E Values of Control Rod Worth in ZPPR-13A	18
2.10	Uncorrected CR to CRP Worths and C/E Values in ZPPR-13A	19
2.11	Corrected CR to CRP Worths and C/E Values in ZPPR-13A...	20
2.12	ZPPR-13A Irradiation No.1 Reaction Rates Measured along the X-axis	21
2.13	ZPPR-13A Irradiation No.1 Reaction Rates Measured along the Y-axis	22
2.14	Sensitivity Coefficients of CR Worth with Respects to CR X-Secs $[(\Delta\rho/\rho)/(\Delta\Sigma/\Sigma)]$	23
2.15	C/E Radial Dependencies of Rod Worth in ZPPR-9	24
2.16	C/E Radial Dependencies of Rod Worth in ZPPR-10A, ZPPR-10C and ZPPR-10D	25

Table 3.1	Region Leakage Data in Normal Core of ZPPR Assembly 13A	59
3.1	Region Leakage Data in Sodium-Void Core of ZPPR Assembly 13A	60
3.2	Pseudo-Absorption used in Cell Calculation	61
3.4	Result of Normal Cell Calculations	62
3.5	Result of Sodium-Voided Cell Calculations	63
3.6	Comparison of Reactivity Change Effect on Treatment of Cell Leakage	64
3.7	Reactivity Change Effect by Treatment of Cell Leakage ..	66
3.8	Comparison of Cell Buckling Effect on Reaction Rate -U235(N,F)-	67
3.9	Comparison of Cell Buckling Effect on Reaction Rate -238(N,F)-	68
3.10	Comparison of Cell Buckling Effect on Reaction Rate -P239(N,F)-	69
3.11	Comparison of Cell Buckling Effect on Reaction Rate -U238(N,G)-	70
3.12	Comparison of Step-wise Na-Void Reactivity Worth on Cell Leakage Treatment Step-3	71
3.13	Comparison of Step-wise Na-Void Reactivity Worth on Cell Leakage Treatment Step-7	72
3.14	Comparison of Cross Section Differences between Method A, B and C	73
3.15	Physical Constans	74
3.16	Number Density of Each Material Region for	75
	3D Cell Model	
3.17	Comparison of K_{eff} Values in 70 Gronp Calculation	76
3.18	Comparison of K_{eff} Valuea in 18 Gronp Calculation	77
3.19	Comparison of cell Average Micro Cross	78
	Section $\nu\sigma_f$ (Pu239)	

Table C.1	Comparison of Sodium-Void Reactivity Worth between 70 and 18 Group Calculations	128
C.2	Energy Group Structures of 70 Groups, 18 Groups and 7 Groups	129
C.3	Comparison of Step-Wise Na-Void Reactivity Worth between 70G and 18G Calculations	130
C.4	Comparison of Cumulative Na-Void	131
	Reactivity Worth between 70G and 18G Calculations	
C.5	Comparison of Cumulative Na-Void Reactivity Worth between 70G and 18G EP Calculations	132
C.6	Comparison of Na-Void Reactivity Worth Components between 70G and 18G Calculations	133
C.7	Components of Sodium-Void Reactivity Comparison of 16 Group Calculation with 70 Group Calculation	134
C.8	Groupwise Components of Sodium-Void Reactivity Comparison of 16 Group Calculation with 70 Group Calculation	135

Table E.1	Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core Drawer in Case of Method A	139
E.2	Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core Drawer in Case of Method B	140
E.3	Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core Drawer in Case of Method C	141
E.4	Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core Drawer in Case of Method D	142
E.5	Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core Drawer in Case of Method E	143
E.6	Cell Averaged Cross Section of DCF Normal Core Drawer in Case of Method A	144
E.7	Cell Averaged Cross Section of DCF Normal Core Drawer in Case of Method B	145
E.8	Cell Averaged Cross Section of DCF Normal Core Drawer in Case of Method C	146
E.9	Cell Averaged Cross Section of DCF Normal Core Drawer in Case of Method D	147
E.10	Cell Averaged Cross Section of DCF Normal Core Drawer in Case of Method E	148
E.11	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Normal Drawer in Case of Method A	149
E.12	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Normal Drawer in Case of Method B	150
E.13	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Normal Drawer in Case of Method C	151
E.14	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Normal Drawer in Case of Method D	152
E.15	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Normal Drawer in Case of Method E	153

Table E.16	Cell Averaged Cross Section of SCF Voided Core Drawer in Case of Method A	154
E.17	Cell Averaged Cross Section of SCF Voided Core Drawer in Case of Method B	155
E.18	Cell Averaged Cross Section of SCF Voided Core Drawer in Case of Method C	156
E.19	Cell Averaged Cross Section of SCF Voided Core Drawer in Case of Method D	157
E.20	Cell Averaged Cross Section of SCF Voided Core Drawer in Case of Method E	158
E.21	Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core Drawer in Case of Method A	159
E.22	Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core Drawer in Case of Method B	160
E.23	Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core Drawer in Case of Method C	161
E.24	Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core Drawer in Case of Method D	162
E.25	Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core Drawer in Case of Method E	163
E.26	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Voided Drawer in Case of Method A	164
E.27	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Voided Drawer in Case of Method B	165
E.28	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Voided Drawer in Case of Method C	166
E.29	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Voided Drawer in Case of Method D	167
E.30	Cell Averaged Cross Section of RBLOW Voided Drawer in Case of Method E	168

List of Figures

Fig. 2.1	Core Layouts for the ZPPR-13 Assemblies	26
2.2	Foil Locations in ZPPR-13A Irradiation No.1	27
2.3	Zone Void Map in ZPPR-13A	28
2.4	Configurations of Control Rod Positions in ZPPR-13A ...	29
2.5	Flow Diagram of Basic Calculation for Analysis of Control Rod Worth	30
2.6	Flow Diagram of Correction Calculation for Analysis of Control Rod Worth	31
2.7	XY Model for ZPPR-13A (Control Rod Worth)	32
2.8	1D-R Super Cell Model	33
2.9	2D-RZ Super Cell Model	34
2.10	Radial Dependencies of Control Rod Worth C/E in ZPPR-13A	35
2.11	Corrected C/E Distributions of $P_u^{239}(n,f)$	36
2.12	Comparison of Control Rod Worth C/E in ZPPR-13A and ZPPR-9	37
2.13	Radial Dependencies of Control Rod Worth C/E (Relative to CRPs) in ZPPR-9, ZPPR-10A, ZPPR-10C and ZPPR-13A	38
2.14	Correction Factors for Control Rod Worth in ZPPR-10A and ZPPR-13A	39

Fig. 3.1	2D (RZ) Calculation Model of ZPPR-13A Core	79
3.2	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 1st Group -	80
3.3	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 10th Group -	81
3.4	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 20th Group -	82
3.5	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 30th Group -	83
3.6	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 40th Group -	84
3.7	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 50th Group -	85
3.8	N.F.F.S. in SCF Core Drawer - 60th Group -	86
3.9	Drawer Position analysed for Intra-Cell Reaction Rate	87
3.10	Intra-Cell ^{235}U Fission Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer	88
3.11	Intra-Cell ^{238}U Fission Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer	89
3.12	Intra-Cell ^{238}U Capture Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer	90
3.13	Intra-Cell ^{239}Pu Fission Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer	91
3.14	Intra-Cell ^{235}U Fission Reaction Rate Distribution in DCF Core Drawer	92
3.15	Intra-Cell ^{238}U Fission Reaction Rate Distribution in DCF Core Drawer	93
3.16	Intra-Cell ^{238}U Capture Reaction Rate Distribution in DCF Core Drawer	94
3.17	Intra-Cell ^{239}Pu Fission Reaction Rate Distribution in DCF Core Drawer	95
3.18	Intra-Cell ^{235}U Fission Reaction Rate Distribution in Low Rd/Bl Drawer	96

Fig. 3.19	Intra-Cell ^{238}U Fission Reaction Rate Distribution in Low Rd/Bl Drawer	97
3.20	Intra-Cell ^{238}U Capture Reaction Rate Distribution in Low Rd/Bl Cell	98
3.21	Comparison of the Present Results with the US Results ...	99
3.22	Na-Void Zone of ZPPR-13A Core	100
3.23	Typical Loading Pattern for Double-Column Fuel Drawers in ZPPR-13 (X-Z Cross Section)	101
3.24	Matrix Tube and Drawer Dimensions	102
3.25	Modeling Method of 3D Cell	103
3.26	Flow of Comparison between ENSEMBLE-XYZ and SLAROM in 1D Cell Calculation	104
3.27	Flow of Plate-wise 18G Cross Section Production	105
3.28	Flow of Comparison between 1D Cell and 3D Cell Calculation in Cell Average Constants	106
3.29	Input Data of PLUTO Code for DCFCO Cell	107
3.30	XY Cross Section of 3D Cell Model	108
3.31	XZ Cross Section of 3d Cell Model	109
3.32	1D Cell Model of DCF Drawer	110
3.33	The effects of mesh size and comparisons with the SLAROM code/5G	111
3.34	The effects of Sn order and comparisons with the SLAROM code/5G	112
3.35	The effects of mesh size and comparisons with the SLAROM code/55G	113
3.36	The effects of Sn order and comparisons with the SLAROM code/55G	114

Fig. D.1	Calculation Model for Validity Check of ENSEMBLE-XYZ	137
Fig. F.1	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 1st Group -	170
F.2	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 10th Group -	171
F.3	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 20th Group -	172
F.4	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 30th Group -	173
F.5	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 40th Group -	174
F.6	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 50th Group -	175
F.7	N.F.F.S. of Normal DCFCO Drawer - 60th Group -	176
F.8	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 1st Group -	177
F.9	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 10th Group -	178
F.10	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 20th Group -	179
F.11	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 30th Group -	180
F.12	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 40th Group -	181
F.13	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 50th Group -	182
F.14	N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer - 60th Group -	183
F.15	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 1st Group -	184
F.16	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 10th Group -	185
F.17	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 20th Group -	186
F.18	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 30th Group -	187
F.19	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 40th Group -	188

Fig. F.20	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 50th Group -	189
F.21	N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer - 60th Group -	190
F.22	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 1st Group -	191
F.23	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 10th Group -	192
F.24	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 20th Group -	193
F.25	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 30th Group -	194
F.26	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 40th Group -	195
F.27	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 50th Group -	196
F.28	N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer - 60th Group -	197
F.29	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 1st Group -	198
F.30	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 10th Group -	199
F.31	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 20th Group -	200
F.32	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 30th Group -	201
F.33	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 40th Group -	202
F.34	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 50th Group -	203
F.35	N.F.F.S. of Voided RBLOW Drawer - 60th Group -	204

1. ま え が き

大型径方向非均質炉心に関する日米共同モックアップ実験である JUPITER phase II 実験の解析を昨年度に引続き実施した。

本年度は，メーカ各社と共同作業である JUPITER ワーキング・グループ（以下 W/G とも略す）作業として ZPPR-13A, 13B 炉心の基準解析を実施した。本報告書では，第 2 章に，W/G 作業のうち，制御棒実験解析についてまとめている。又，弊社のトピックス研究として，板状燃料臨界集合体のセル計算法に関し，中性子バランスの取扱い法と一次元セルモデル化の検討を行った。検討結果は，第 3 章にまとめている。

2. ZPPR-13A, 13B 実験の基準解析

2.1 概 要

本年度の JUPITER phase II 実験解析では、メーカー各社から、解析作業実務者を派遣し、動燃殿と共同で JUPITER W/G^{*} を設立し ZPPR-13A, 13B 炉心の基準解析を実施した。

本基準解析の目的は、大型径方向非均質炉心の核特性の把握、大型炉の炉心構成としての炉心概念の成立性評価の設計最適化に資すること、並びに非均質炉心の特性解析法の開発と精度評価である。又、上記目的のため、本基準解析結果と経験を広く一般に利用できるよう、解析に使用するコード、群定数は公開のものをを用いたことも、今回の特徴である。

本年度 W/G 作業では、ZPPR-13A 炉心全実験の基準解析と詳細解析及び、ZPPR-13B 炉心実験の内、実効増倍率、反応率分布、制御棒価値の基準解析を実施した。

本報告書では、これ等 W/G 作業の内、制御棒価値の実験解析についてのみ分担し、報告するものである。尚、他社報告書における執筆分担を以下に示す。

○基準解析手法の概要	
セル定数作成	高速炉エンジニアリング(株) ^{<2.1>}
臨界性の解析	
○反応率分布解析	日本原子力事業(株) ^{<2.2>}
○ナトリウム・ボイド反応度解析	富士電機(株) ^{<2.3>}

2.2 実験の説明

大型径方向非均質炉心(700MWe級)のベンチ・マーク実験が行なわれた ZPPR-13 集合体は、6 個のフェイズから成っており、実施された時期の順に、それぞれ 13A, 13B/1, 13B/2, 13B/3, 13B/4, 13C と呼ばれている。これ等の炉心構成を、Fig.2.1 に示す。

* 高速炉エンジニアリング(株), 日本原子力事業(株), 日本情報サービス(株)
富士電機(株), 三菱原子力工業(株) (アイウエオ順)

フェイズ 13A は、単純な円筒形状に炉心及び内部ブランケットが配置されており、ZPPR-13 集合体中、基本と成る炉型をしている。炉心体積約 5,700ℓ の中で内部ブランケットが約 80% の体積を占めている。フェイズ 13B/1 は、13A の 2 層の内部ブランケットリングをそれぞれ 6 ケ所切断し、3 層の燃料リングをつなげている形状をしている。フェイズ 13B/2 は、13B/1 の内部ブランケットを六角配列にし、フェイズ 13B/3 では、内部ブランケットを更に分散させている。フェイズ 13B/4 は、日本側の要請で組まれた炉心であり炉心 30 ケ所に制御棒位置 (CRP) を設けている。フェイズ 13C は、米国大型径方向非均質炉心設計のリファレンスであった、スノー・フレイクの形状の炉心である。

これ等の炉心で測定された項目を Table 2.1 に整理し、示した。

この内、反応率分布は、臨界炉心における箔 (^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu) の照射と、未臨界炉心で炉内 64 ケの核分裂計数管 (^{235}U) の応答測定の二種類がある。フェイズ 13A での径方向反応率分布測定位置の側を Fig. 2.2 に示した。又、特にフェイズ 13B/4 では、日本側の要請により、中性子束勾配の大きい、炉心ブランケット境界領域での詳細反応率分布が測定されている。

制御棒価値は、単一及び複数本の制御棒価値が測定されている。板状吸収体のみだけでなく、ピン型吸収体による測定も行なわれている。詳細は、次節 2.3 にて述べる。

ナトリウム・ボイド反応度は、炉心燃料リング領域のみならず、内部ブランケットリング領域を含め、炉中心からステップ状に広領域ボイド反応度が測定されている。フェイズ 13A におけるボイド測定位置の例を、Fig. 2.3 に示した。

2.3 制御棒価値の解析手法

ZPPR-13A 炉心 (Fig. 2.4 参照) の制御棒価値の解析手法について述べる。

2.3.1 解析手順と計算モデル

解析手順と Fig. 2.5, Fig. 2.6 に示す。計算モデルのうち、2 次元 XY 体系 (1/4 炉心) を Fig. 2.7, 1 次元 Super Cell モデルを Fig. 2.8, 2 次元 Super Cell モデルを Fig. 2.9 に示す。

2.3.2 基準計算

制御棒価値の基準計算は、7群X Y拡散計算により求めた。また、断面積、拡散係数及び軸方向バックリングは下記の通りである。

(1) 断面積及び拡散係数

<21>

CR, CRPを除く断面積は、臨界計算と同じく非均質セル計算から作成した70群断面積を臨界体系での中性子束により縮約して作成した。

CR, CRPの断面積は、70群断面積を一次元Super Cellモデルにより求めた中性子束を用い縮約して作成した。

拡散係数は、異方性(Benoist方式)を考慮した。

(2) 軸方向バックリング

CR, CRP領域を除き、2次元RZ拡散計算から求めた臨界体系における炉心高さ平均の軸方向バックリングを用いた。

CR, CRP領域では、2次元RZ Super Cellモデルを用いて炉心高さ平均の軸方向バックリングを求め、これを用いた。

2.3.3 補正計算

基準計算値の補正として、(1)メッシュ効果補正、(2)群縮約効果補正、(3)3次元効果補正、(4)径方向輸送理論効果、(5)軸方向輸送理論効果補正を施した。

(1) メッシュ効果補正

メッシュ効果補正係数は、7群X Y拡散計算により求めた。

無限メッシュでの外挿値 ρ_{∞} の求め方は次の通りである。まず下記の関係式を用いて無限メッシュでの K_{eff} を求めた。

$$K_{\text{eff}\infty} = \frac{4 \cdot K_{\text{eff doub.m}} - K_{\text{eff ref.m}}}{3}$$

* (68×68)メッシュ ** (34×34)メッシュ

この $K_{\text{eff}\infty}$ を用いて無限メッシュでの制御棒価値 ρ_{∞} を評価した。

$$\rho_{\infty} = \frac{K_{\text{eff}\infty} - K'_{\text{eff}\infty}}{K_{\text{eff}\infty} \cdot K'_{\text{eff}\infty}}$$

(2) 群縮約効果補正

群縮約補正係数は、18群、7群X Y拡散計算により求めた。

(3) 3次元効果補正

3次元効果補正係数は、7群XYZ, XY拡散計算により求めた。

(4) 径方向輸送理論効果補正

径方向輸送理論効果補正係数は、7群XY拡散計算と7群S_N計算により求めた。

拡散係数は、Benoistの非等方拡散係数D_∥, D_⊥から下記の関係式により求めた等方拡散係数D_{iso}を用いた。

$$D_{iso} = \frac{2 D_{\parallel} + D_{\perp}}{3}$$

ここで

D_{iso} ; 等方拡散係数

D_∥ ; プレート・セルの並びと平行方向の非等方拡散係数

D_⊥ ; プレート・セルの並びと垂直方向の非等方拡散係数

またS_N計算に用いた輸送断面積Σ_{tr}は、この等方拡散係数から下記の関係式から与えた。

$$\Sigma_{tr} = 1 / 3 \cdot D_{iso}$$

拡散計算については、メッシュ効果補正を行なった。

(5) 軸方向輸送理論効果補正

軸方向輸送理論効果補正係数は、1次元Super Cellモデル, 2次元RZ Super Cellモデルについて、7群拡散計算, 7群S_N計算により求めた。

補正係数fは下記の関係で定義した。

$$f = \left\{ \rho_{RZ}^{SN} / \rho_R^{SN} \right\} / \left\{ \rho_{RZ}^{Diff} / \rho_R^{Diff} \right\}$$

またCR + CRP^(注)の補正係数は、下記のようにして求めた。

$$f_{CR+CRP} = \frac{\rho_{RZ\ CR}^{SN} + \rho_{RZ\ CRP}^{SN}}{\rho_{R\ CR}^{SN} + \rho_{R\ CRP}^{SN}} \bigg/ \frac{\rho_{RZ\ CR}^{Diff} + \rho_{RZ\ CRP}^{Diff}}{\rho_{R\ CR}^{Diff} + \rho_{R\ CRP}^{Diff}}$$

(注) CRとCRPが混在して挿入された場合

(1)～(5)の補正計算に用いた断面積，軸方向バックリングは，基準計算と同じである。また(1)～(3)の拡散計算に用いた拡散係数は，基準計算と同じ Beonist の非等方拡散係数である。

2.4 解析項目と結果

2.4.1 解析項目

本解析では，ZPPR-13A 炉心のリング毎の制御棒挿入パターンについて評価した。すなわち，Fig.2.4 に示す制御棒位置の制御棒 (CR), Na フォロー (CRP) を，Table 2.2 に示すように挿入した場合の燃料ドロワーに対する置換反応度を求めた。

2.4.2 解析結果

ZPPR-13A 炉心の制御棒価値の解析結果を Table 2.3～2.11 に示す。

(1) 基準計算と補正前 C/E 値

基準計算値とそれを用いた補正前の C/E 値を Table 2.3 に示す。これから下記のことわかる。

ア) 基準計算値を用いた C/E 値で燃料ドロワーに対する CR の置換反応度の C/E 値は，0.92～1.03 に分布した。また，CRP の置換反応度の C/E 値は，1.00～1.12 に分布した。

イ) CR, CRP の C/E 値には，炉中心から遠い位置ほど大きくなるという径方向依存性が見られた。これは，反応率分布 $U^{235}(n, f)$, $Pu^{239}(n, f)^{(2.2)}$ と同様の結果である。

(2) 補正係数と補正後の C/E 値

補正計算の結果を Table 2.4～2.8 に示す。

ア) CR, CRP のメッシュ効果補正係数は，それぞれ 1.06～1.08, 1.00～1.01 であった。

イ) CR, CRP のエネルギー群縮約効果補正係数は，それぞれ 0.98～0.99, 0.99～1.00 であった。

ウ) CR, CRP のバックリングを用いた 3 次元効果補正係数は，それぞれ 1.00, 0.99, であり，その補正効果はわずかであった。

エ) CR, CRP の径方向輸送効果補正係数は，それぞれ 0.96～0.95, 0.97～0.98 であった。

オ) CR, CRPの軸方向輸送効果補正係数は, それぞれ1.00, 0.98であった。CRの軸方向輸送効果はみられなかった。

カ) CR + CRP^(注)の挿入パターンの補正係数の値は, 反応度の大きなCRに近い値を示し, CR, CRPの補正係数の間にある。

上記の補正係数を用いて, 求めた補正後のC/E値をTable 2.9 からTable 2.11に示す。下記のことになった。

ア) CR, CRP, CR + CRPの全補正係数は, 1.00 ~ 1.02, 0.99 ~ 1.01, 0.94 ~ 0.97に分布した。CRPの場合, 補正効果が大きく, 特に輸送効果が重要である。

イ) CR, CRP, CR + CRPの補正後のC/E値は, 0.94 ~ 1.04, 0.96 ~ 1.05, 0.99 ~ 1.04に分布した。

ウ) CR, CR + CRP, CRPのC/E値は補正により, 約1%, 約2%, 約6%改善されたが, 炉中心からほど遠いほど大きくなる径方向依存性は補正前と同様であった。Fig.2.10参照。また, この傾向は, Table 2.12 ~ Table 2.13及びFig.2.11に示すように, $U^{235}(n, f)$, $Pu^{239}(n, f)$ の反応率分布のC/E値と同様であった。

2.5 検 討

2.5.1 解析モデルと手法

(1) CR, CRPの縮約体系

本解析では, CR, CRPの断面積の縮約モデルとして, 炉心からの径方向の中性子漏洩を考慮したスーパー・セルモデルを採用した。CR, CRPの反応度値に対する中性子束スペクトルの効果が極めて小さく, またスーパー・セルモデルで良く炉心の中性子束スペクトルが求められていることから, 本モデルの採用は妥当であると推定する。CRの反応度値に対する断面積の感度係数をTable 2.13に示す。

(2) CR, CRPの軸方向バックリング

本解析ではCR, CRPの軸方向バックリングを(1)と同様にスーパー・セルモデルを用いて求めた。Table 2.6に示すように, 3次元XYZ計算とほぼ同値のCR, CRPの反応度がこれを用いた2次元XY計算から得

(注) CR, CRP とが混在する場合

られているので、このモデル化は妥当であると推定する。

(3) 軸方向輸送効果

本解析では CR, CRP の軸方向輸送理論効果を 2 次元 RZ スーパー・セルモデルと無限円柱セルモデルとの比較から求めた。このうち CR の軸方向輸送効果は、ほとんど無視しうる程度であった。また CRP の場合 ZPPR-9 の検討では、軸方向輸送効果は、16% であったのに対し、今回の検討では 2% 程度であった。この原因として下記のものが考えられる。

1) 計算手法の違い

ZPPR-9 の解析では、炉中心の制御棒位置について RZ 輸送計算とバックリング（拡散計算）を用いた XY 輸送計算との比較から下記のようにして求めた。

$$f_{S_n}^Z = \Delta \rho_{S_n}^{RZ} / \Delta \rho_{S_n}^{XY}$$

今回の ZPPR-13A の解析では、炉中心に制御棒位置がないことから、第 2 リングの制御棒の周囲を模擬したスーパー・セルモデルを用いて下記の通りにして求めた。

$$f_{S_n}^Z = \frac{\Delta \rho_{S_n}^{RZ}}{\Delta \rho_{Diff}^{RZ}} \bigg/ \frac{\Delta \rho_{S_n}^R}{\Delta \rho_{Diff}^R}$$

前者については、RZ 体系と XYZ 体系の違い、後者についてはスーパーモデルの妥当性が問題となる。

2) 挿入反応度の大きさ

ZPPR-9 の解析で用いたモデルでは、CRP の反応度価値は、0.19 % $\Delta k/kk'$ のものを扱い、今回の解析のスーパー・セルモデルでは、5.50 % $\Delta k/kk'$ となっている。

2.5.2 均質炉と非均質炉との比較

JUPITER 実験解析で均質炉を模擬した ZPPR-9, 10 炉心の実験解析結果と、今回の非均質炉心 ZPPR-13A の結果とを比較する。

均質炉の解析を見直した最新データを Table 2.11, 2.12^(2.4) に示す。CR の

燃料との置換反応度についてC/E値の径方向依存性をZPPR-9 炉心と-13A 炉心とにおいて比較する。Fig.2.11参照。CRのCRPとの置換反応度についてC/E値の径方向依存性を比較する。Fig.2.12～2.13参照。下記のことになった。

- ア) CRの燃料に対する置換反応度について外側炉心に位置するCRを除き、ZPPR-9と-13Aとで同様のC/E値の径方向依存性がみられる。ただし、その傾向は-13A 炉心の方が顕著である。
- イ) CRのCRPに対する置換反応度についても均質炉心と非均質炉心とでア)と同様の傾向がみられる。
- ウ) C/E値の絶対値を比較すると、 r/r_0 が同じ値の所では、外側炉心のCRを除き、非均質炉心ZPPR-13AのC/E値は、他の均質炉心のC/E値のどれよりも小さい。また均質炉では、体系が大きいほど大きいC/E値を与える。
- エ) 実効増倍率について非均質炉心では、メッシュ効果、群縮約効果、輸送効果がそれぞれ均質炉の2～3倍程度であるのにくらべ、制御棒反応度では同程度である。Fig.2.14参照。

2.6 今後の課題

ZPPR-13Aの制御棒価値の解析から下記のことになった。

- (1) 非均質炉心ZPPR-13Aでは、均質炉心と同様に、炉中心から遠くなるほど大きくなるC/E値の径方向依存性がみられた。
- (2) 非均質炉心は均質炉にくらべ実効増倍率のメッシュ効果、群縮約効果、輸送効果がいずれも2～3倍になっているが、^(2.5)制御棒反応度価値については顕著な違いがみられなかった。
- (3) 非均質炉心の制御棒価値の計算値は実験値にくらべ過小評価となった。今後の検討として、下記のものと考えられる。
 - (1) 均質炉、非均質炉でみられるC/E値の径方向依存性の原因の検討
 - (2) 内部ブランケットの配置の異なるZPPR-13B、-13C 炉心におけるC/E値とZPPR-13AのC/E値との比較

Table 2.1 The Extent of ZPPR-13 Program

Parameters	Assembly 13A	13B/1	13B/2	13B/3	13B/4	13C	
Criticality	○	○	○	○	○	○	
Reaction Rates							
. Foil Irradiations	○	○		○ (F5)	○	○	Pu239 (N,f) , U235 (n,f)
. Ratios	○	○		○	○	○	U238 (n,f) , (n,γ)
. In-Core Chambers (U235F)	○	○	○	○	○	○	Blanket Variations Approach to Critical CR insertions
. Gamma Heating	○	○		○	○	○	TLD
Control Rod Worths	○	○ (Rod Size)		○	○ (Pin, Enrich- ment)	○	CR, CRP
Zone Sodium-Void Worths	○				○	○	
Doppler Reactivity	○					○	Nat. UO , S.S. Mixed Oxide
Material Worth Traverses	○					○	
Zone Substitutions	○					○	High-Pu, U235, Pin
Kinetic Parameters	○					○	

Table 2.2 Control Rod Patterns

No.	Ring CRP No. Pattern Name	First						Second												Third																
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
0	Reference	_____						_____												_____																
1	6CRP in F1	△	△	△	△	△	△	_____												_____																
2	6CR in F1	○	○	○	○	○	○	_____												_____																
3	12CRP in F2	_____						△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	_____																
4	6CR+6CRP in F2	_____						△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	_____																
5	12CR in F2	_____						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	_____																
6	12CRP in F3	_____						_____												△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
7	6CR in F3	_____						_____												-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	
8	6CR+6CRP in F3	_____						_____												△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△	○	
9	12CRP in F3	_____						_____												○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Reference ; subcritical cove

; CR in

; CRP in

Table 2.3 Basic Calculation¹⁾ and Uncorrected C/E Values

No.	Rod Patterns			K_{eff}	Rod Worths (Calculation)		Rod Worths (Experiment) (\$)	C/E
	Ring	CR	CRP		($\% \Delta k/kk'$)	(β) ²⁾		
0	—	0	0	0.990468	—	—	—	—
1	First	0	6	0.984054	0.658	1.895	2.0129	0.941
2		6	0	0.973732	1.735	4.996	5.7250	0.872
3	Second	0	12	0.971269	1.996	5.748	5.7387	1.001
4		6	6	0.949758	4.328	12.463	13.428	0.928
5		12	0	0.932410	6.287	18.104	19.869	0.911
6	Third	0	12	0.975937	1.503	4.328	4.079	1.061
7		6	0	0.967356	2.412	6.946	7.082	0.981
8		6	6	0.960507	3.149	9.068	9.095	0.997
9		12	0	0.947255	4.606	13.263	13.559	0.978

1) 7G-XY Diffusion (D_{aniso}^* , reference mesh).

* Benoist's Diffusion Coefficients

2) $\beta_{eff} = 0.0034727$

Table 2.4 Mesh Size Effects on Control Rod Worths in ZPPR-13A

No.	Rod Patterns			Mesh Size (X × Y)	K _{eff} ¹⁾	Rod Worths (%Δk/k')	Correction Factors
	Ring	CR	CRP				
0	_____	0	0	34 × 34	0.991145	_____	_____
				∞ × ∞	0.989189	_____	
1	First	0	6	34 × 34	0.984698	0.6605	1.0072
				∞ × ∞	0.982721	0.6653	
2		6	0	34 × 34	0.974300	1.7443	1.0630
				∞ × ∞	0.971372	1.8542	
3	Second	0	12	34 × 34	0.971883	1.9996	1.0118
				∞ × ∞	0.969779	2.0233	
4		6	6	34 × 34	0.950263	4.3406	1.0675
				∞ × ∞	0.945835	4.6337	
5		12	0	34 × 34	0.932826	6.3077	1.0760
				∞ × ∞	0.926953	6.7874	
6	Third	0	12	34 × 34	0.976607	1.5019	1.0017
				∞ × ∞	0.974683	1.5045	
7		6	0	34 × 34	0.968003	2.4120	1.0643
				∞ × ∞	0.964690	2.5673	
8		6	6	34 × 34	0.961151	3.1485	1.0495
				∞ × ∞	0.957879	3.3044	
9		12	0	34 × 34	0.947871	4.6061	1.0586
				∞ × ∞	0.943671	4.8762	

1) 7GXY Diffusion (D_{iso}^* , reference mesh; 34 × 34, ∞ mesh; ∞ × ∞)

* Benoist's Diffusion Coefficients.

Table 2.5 Energy Group Collapse Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A

No.	Rod Patterns			Group	K _{eff} ¹⁾	Rod Worth (%Δk/kk')	Correction Factors
	Ring	CR	CRP				
0	—	0	0	7	0.990468	—	—
				18	0.987038	—	
1	First	0	6	7	0.984054	0.6580	1.0047
				18	0.980639	0.6611	
2		6	0	7	0.973732	1.7352	0.9941
				18	0.970513	1.7250	
3	Second	0	12	7	0.971269	1.9957	1.0045
				18	0.967885	2.0048	
4		6	6	7	0.949758	4.3276	0.9960
				18	0.946756	4.3106	
5		12	0	7	0.932410	6.2865	0.9957
				18	0.929604	6.2594	
6	Third	0	12	7	0.975937	1.5032	0.9924
				18	0.972715	1.4918	
7		6	0	7	0.967356	2.4121	0.9815
				18	0.964500	2.3674	
8		6	6	7	0.960507	3.1493	0.9835
				18	0.957758	3.0972	
9		12	0	7	0.947255	4.6058	9.9812
				18	0.944891	4.5190	

1) 7G, 18G-XY Diffusion (D_{aniso}^* , reference mesh; 34×34).

* Benoist's Diffusion Coefficients.

Table 2.6 Buckling Approximation Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A

No.	Rod Patterns			Geometry	¹⁾ K_{eff}	Rod Worth (% $\Delta k/k'$)	Correction Factors
	Ring	CR	CRP				
0	—	0	0	XY	0.990468	—	—
				XYZ	0.990509	—	
1	First	0	6	XY	0.984054	0.6581	0.9938
				XYZ	0.984134	0.6540	
2		6	0	XY	0.973732	1.735	0.9989
				XYZ	0.973793	1.733	
3	Second	0	12	XY	0.971269	1.996	0.9926
				XYZ	0.971448	1.981	
4		6	6	XY	0.949758	4.328	0.9944
				XYZ	0.950013	4.304	
5		12	0	XY	0.932410	6.287	0.9961
				XYZ	0.932660	6.262	
6	Third	0	12	XY	0.975937	1.503	0.9934
				XYZ	0.976071	1.493	
7		6	0	XY	0.967356	2.412	0.9985
				XYZ	0.967429	2.409	
8		6	6	XY	0.960507	3.149	0.9979
				XYZ	0.960605	3.143	
9		12	0	XY	0.947255	4.606	1.0003
				XYZ	0.947280	4.607	

- 1) 7G-XY, 7G-XYZ Diffusion (D_{aniso} *, reference mesh; $34 \times 34 (\times 22)$.
 * Benoist's Diffusion Coefficient.

Table 2.7 XY Transport Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A

No.	Rod Patterns			Rod Worth ($\Delta k/k'$)		Correction Factors
	Ring	CR	CRP	Diffusion ¹⁾	Transport ²⁾	
1	First	0	6	0.6653	0.6548	0.9842
2		6	0	1.8542	1.7814	0.9607
3	Second	0	12	2.0233	1.9654	0.9713
4		6	6	4.6337	4.4300	0.9560
5		12	0	6.7874	6.4554	0.9510
6	Third	0	12	1.5045	1.4691	0.9764
7		6	0	2.5673	2.4647	0.9600
8		6	6	3.3044	3.1749	0.9608
9		12	0	4.8762	4.6697	0.9576

1) 7G-XY Diffusion, (D_{av} , ∞ mesh).

2) 7G-XY Transport (S_4 , $\Sigma_t = 1/3D_{av}$, reference mesh).

Table 2.8 Axial Transport Effects on Control Rod Worth in ZPPR-13A

Case	Model	Diffusion ¹⁾		Transport ²⁾		Correction Factors
		k _{eff} (-)	ρ (% $\Delta k/kk'$)	k _{eff} (-)	ρ (% $\Delta k/kk'$)	
Reference	RZ	1.016437	-	1.024495	-	-
	R ³⁾	1.017207	-	1.021804	-	-
CR	RZ	0.774252	30.77 ₄	0.789298	29.08 ₆	0.9452
	R ³⁾	0.774619	30.78 ₇	0.787614	29.10 ₀	0.9452
						1.0000
CRP	RZ	0.961078	5.66 ₇	0.969763	5.50 ₉	0.9721
	R ³⁾	0.962034	5.63 ₈	0.966429	5.60 ₈	0.9947
						0.9773

1) 7G-RZ, R Diffusion(D_{iso} , fine mesh (<1 cm))2) 7G-RZ, R Transport (S_4 , reference mesh)3) B_Z^2 is calculated from 7G-RZ Diffusion

Table 2.9 C/E Values of Control Rod Worth in ZPPR-13A

Rod Patterns			Correction Factors					C/E	
Ring	CR	CRP	Mesh Size	Collapse	Transport *	Buckling	Total	Uncorrected	Corrected
First	0	6	1.0072	1.0047	0.9619	0.9938	0.9673	0.941	0.910
	6	0	1.0630	0.9941	0.9607	0.9989	1.0141	0.872	0.884
Second	0	12	1.0118	1.0045	0.9493	0.9926	0.9577	1.001	0.959
	6	6	1.0675	0.9961	0.9525	0.9944	1.0072	0.928	0.935
	12	0	1.0760	0.9957	0.9510	0.9961	1.0149	0.911	0.925
Third	0	12	1.0017	0.9924	0.9542	0.9934	0.9423	1.061	1.000
	6	0	1.0643	0.9815	0.9600	0.9985	1.0013	0.981	0.982
	6	6	1.0495	0.9835	0.9572	0.9979	0.9859	0.997	0.983
	12	0	1.0586	0.9812	0.9576	1.0003	0.9950	0.978	0.973

* = XY Transport Correction Factor $\times$ Axial Transport Correction Factor.

Table 2.10 Uncorrected CR to CRP Worth and C/E Values in ZPPR-13A

Control Rod Patterns					Control Rod Worth (\$)				C/E (CR to CRP)
					Calculation		Experimental		
Ring	CR	CRP	Position (r/r ₀)	No. of Rods	to Fuel	to CRP	to Fuel	to CRP	
First	6	0	0.315	6	4.996	3.101	5.7250	3.7121	0.835
	0	6			1.895		2.0129		
Second	6	6	0.587	6	12.463	6.714	13.4284	7.6897	0.873
	0	12			5.748		5.7387		
	12	0	0.588	12	18.104	12.356	19.8690	14.1303	0.874
	0	12			5.748		5.7387		
Third	6	6	0.862	6	9.068	4.740	9.0947	5.0159	0.945
	0	12			4.328		4.0788		
	12	0	0.860	12	13.263	8.935	13.5588	9.480	0.943
	0	12			4.328		4.0788		

Table 2.11 Corrected CR to CRP Worths and C/E Values in ZPPR-13A

Control Rod Position					Control Rod Worth (\$)				C/E (CR to CRP)
					Calculation		Experimental		
Ring	CR	CRP	Position (r/r ₀)	No. of Rod	to Fuel	to CRP	to Fuel	to CRP	
First	6	0	0.315	6	5.066	3.233	5.7250	3.7121	0.871
	0	6			1.833		2.0129		
Second	6	6	0.587	6	12.553	7.048	13.4284	7.6897	0.917
	0	12			5.505		5.7387		
	12	0	0.588	12	18.374	12.869	19.8690	14.1303	0.911
	0	12			5.505		5.7387		
Third	6	6	0.862	6	8.940	4.862	9.0947	5.0159	0.969
	0	12			4.078		4.0788		
	12	0	0.860	12	13.197	9.118	13.5588	9.480	0.962
	0	12			4.078		4.0788		

Table 2.12 ZPPR-13A Irradiation No.1
Reaction Rates Measured along the X-axis

Matrix ^a Position	Zone	²³⁹ Pu(n,f)		²³⁵ U(n,f)		²³⁸ U(n,γ)		²³⁸ U(n,f)		
		Exp. ^b	C/E	Exp. ^b	C/E	Exp. ^b	C/E	Exp. ^b	C/E	
148	50	CB	4.357	0.929	5.116	0.976	0.6111	0.993	0.0189	0.960
149	50	CB	4.260	0.950	5.099	0.979	0.6138	0.989	0.0185	0.981
147	49	CB	4.473	0.941	5.340	0.967	0.6268	1.007	0.0220	0.983
148	49	CB	4.248	0.953	5.191	0.962	0.6065	1.001	0.0189	0.960
149	49	CB	4.341	0.933	5.176	0.965	0.6113	0.993	0.0185	0.981
147	48	CB	4.588	0.952	5.491	0.970	0.6521	1.002	0.0255	0.997
148	47	CB	4.669	0.969	5.511	0.996	0.6649	1.017	0.0289	1.017
148	46	CB	5.095	0.976	5.965	0.992	0.7207	1.022	0.0378	1.166
148	45	CB	5.610	0.980	6.295	1.013	0.7739	1.033	0.0612	1.143
148	44	CB	6.118	0.983	6.545	1.029	0.8217	1.028	0.1006	1.127
147	44	F1 S	6.146	0.950	6.554	1.007	0.8763	1.008	0.1421	0.998
147	43	F1	6.434	0.954	6.731	0.987	0.8544	1.031	0.2089	0.911
147	42	F1 S	6.717	0.987	6.915	1.016	0.9121	1.022	0.2009	1.007
147	41	F1	6.895	0.958	7.221	0.991	0.9277	1.025	0.2250	0.911
147	40	F1 S	7.023	0.965	7.559	1.018	1.0090	1.028	0.1666	0.962
147	39	B1	7.222	0.999	7.954	1.035	1.0130	1.034	0.0951	1.152
147	38	B1	7.350	1.011	8.189	1.037	1.0330	1.047	0.0910	1.175
147	37	B1	7.559	1.014	8.087	1.057	1.0330	1.049	0.1267	1.147
147	36	F2	7.567	0.994	7.985	1.040	1.0250	1.067	0.2419	0.911
147	35	F2 S	7.709	1.018	7.970	1.049	1.0560	1.043	0.2397	1.011
147	34	F2	7.654	1.004	7.918	1.036	1.0120	1.071	0.2618	0.954
147	33	F2 S	7.403	1.027	7.996	1.051	1.0500	1.069	0.2020	0.998
147	32	B2	7.343	1.045	7.879	1.099	1.0210	1.080	0.1102	1.165
147	31	B2	6.985	1.076	7.790	1.102	1.0050	1.091	0.0846	1.261
147	30	B2	6.847	1.084	7.517	1.107	0.9617	1.101	0.1028	1.249
147	29	F3	6.764	1.038	7.057	1.085	0.9143	1.119	0.2050	0.969
147	28	F3 S	6.611	1.068	6.749	1.098	0.8874	1.091	0.1988	1.126
147	27 ^C	F3	6.431	1.050	6.324	1.090	0.7932	1.135	0.2261	1.039
147	26	F3 S	5.818	1.071	5.863	1.099	0.7578	1.101	0.1838	1.124
147	25	F3	5.102	1.072	5.243	1.095	0.6627	1.131	0.1773	1.034
147	24	F3 S	4.388	1.048	4.631	1.092	0.6026	1.113	0.1125	1.072
147	23	RB	3.628	1.084	3.925	1.124	0.4870	1.131	0.0493	1.252
147	22	RB	2.911	1.074	3.255	1.107	0.3947	1.124	0.0262	1.201
147	21	RB	2.339	1.080	2.655	1.112	0.3114	1.123	0.0141	1.166
147	20	RB	2.095	1.055	2.324	1.094	0.2540	1.099	0.0079	1.118

a : Foils were positioned at 90.8 mm (²³⁹Pu), 63.1 mm (²³⁵U) and 77.0 mm (²³⁸U) above the midplane.

b : 10⁻¹⁸ reactions per atom per second at a reactor power of approximately 1 watt.

c : Axial traverse location, all foils were at 77.0 mm from the midplane.

d : JENDL-2B-70, 18G, (Cell B=0).

Table 2.13 ZPPR-13A Irradiation No.1
Reaction Rates Measured along the Y-axis

Matrix ^a Position	Zone	²³⁹ Pu(n,f)		²³⁵ U(n,f)		²³⁸ U(n,γ)		²³⁸ U(n,f)		
		Exp. ^b	C/E	Exp. ^b	C/E	Exp. ^b	C/E	Exp. ^b	C/E	
149	50	CB	4.260	0.950	5.099	0.979	0.6138	0.989	0.0185	0.981
148	50	CB	4.357	0.929	5.116	0.976	0.6111	0.993	0.0189	0.960
149	49	CB	4.341	0.933	5.176	0.965	0.6113	0.993	0.0185	0.981
148	49	CB	4.248	0.953	5.191	0.962	0.6065	1.001	0.0189	0.960
147	49	CB	4.473	0.941	5.340	0.967	0.6268	1.007	0.0220	0.983
147	48	CB	4.588	0.952	5.491	0.970	0.6521	1.002	0.0255	0.997
146	49	CB	4.802	0.942	5.527	0.992	0.6701	1.008	0.0284	1.040
145	49	CB	5.145	0.963	5.873	1.004	0.7207	1.018	0.0382	1.159
144	49	CB	5.597	0.976	6.233	1.015	0.7858	1.009	0.0595	1.179
143	49	CB	6.035	0.986	6.551	1.014	0.8195	1.017	0.1003	1.131
143	48	F2 S	6.002	0.962	6.535	1.012	0.8761	0.996	0.1443	0.976
142	48	F1	6.376	0.953	6.722	0.976	0.8472	1.026	0.2124	0.899
141	48	F1 S	6.639	0.973	6.891	1.008	0.9130	1.003	0.2065	0.955
140	48	F1	6.727	0.960	7.147	0.980	0.9152	1.018	0.2233	0.894
139	48	F1 S	6.807	0.968	7.453	1.005	0.9928	1.017	0.1631	0.950
138	48	B1	6.954	1.004	7.910	1.008	0.9812	1.034	0.0891	1.180
137	48	B1	7.202	0.994	7.929	1.031	1.0070	1.034	0.0886	1.172
136	48	B1	7.413	0.992	7.993	1.024	1.0090	1.029	0.1247	1.131
135	48	F2	7.459	0.965	7.814	0.997	1.0080	1.029	0.2407	0.911
134	48	F2 S	7.469	0.996	7.741	1.026	1.0170	1.028	0.2247	1.022
133	48	F2	7.479	0.966	7.561	1.023	0.9811	1.041	0.2542	0.922
132	48	F2 S	7.142	0.996	7.734	1.019	1.0250	1.029	0.1905	0.978
131	48	B2	6.921	1.029	7.618	1.058	0.9715	1.056	0.0995	1.169
130	48	B2	6.659	1.040	7.338	1.080	0.9422	1.075	0.0762	1.262
129	48	B2	6.522	1.042	7.212	1.060	0.9074	1.072	0.0934	1.225
128	48	F3 S	6.407	1.013	6.672	1.066	0.8988	1.052	0.1683	1.039
127	48	F3	6.350	0.989	6.319	1.047	0.7929	1.091	0.2176	0.967
126	48 ^C	F3 S	5.952	1.026	5.962	1.064	0.7733	1.063	0.1915	1.051
125	48	F3	5.434	1.015	5.506	1.039	0.6838	1.083	0.1954	0.996
124	48	F3	4.787	1.012	4.892	1.041	0.6163	1.078	0.1677	0.972
123	38	F3 S	4.071	1.017	4.347	1.050	0.5616	1.079	0.1032	1.043
122	48	RB	3.382	1.048	3.700	1.076	0.4566	1.089	0.0471	1.154
121	48	RB	2.768	1.020	3.068	1.061	0.3713	1.079	0.0230	1.209
120	48	RB	2.215	1.036	2.515	1.067	0.2935	1.079	0.0129	1.136
119	48	RB	1.933	1.051	2.209	1.055	0.2385	1.066	0.0084	0.946

a : Foils were positioned at 90.8 mm (²³⁹Pu), 63.1 mm (²³⁵U) and 77.0 mm (²³⁸U) above the midplane.

b : 10⁻¹⁸ reactions per atom per second at a reactor power of approximately 1 watt.

c : Axial traverse location, all foils were at 77.0 mm from the midplane.

d : JENDL-2B-70, 18G, (Cell B=0).

Table 2.14 Sensitivity Coefficients of CR Worth with Respects to CR X-Secs $[(\Delta\rho/\rho)/(\Delta\Sigma/\Sigma)]$

Energy Group	Energy Range	First Ring				Second Ring	Third Ring
		Σ_a	D	B^2	$\Sigma_6^{G \rightarrow G+1}$	Σ_a	
1	10.5 ~ 4.0 MeV	1.302^{-3}	1.189^{-3}	5.216^{-4}	-1.846^{-3}	1.636^{-3}	1.635^{-3}
2	4.0 ~ 1.4 MeV	5.765^{-3}	5.512^{-3}	1.757^{-3}	-9.470^{-3}	7.312^{-3}	7.522^{-3}
3	1.4 ~ 0.1 MeV	5.864^{-2}	3.687^{-2}	1.566^{-3}	-3.255^{-2}	7.210^{-2}	7.371^{-2}
4	100 ~ 10 KeV	6.143^{-2}	2.683^{-2}	-2.784^{-4}	-1.549^{-2}	7.489^{-2}	7.480^{-2}
5	10 ~ 1 KeV	1.332^{-2}	9.661^{-3}	-1.473^{-4}	-2.699^{-3}	1.612^{-2}	1.557^{-2}
6	1 ~ 0.1 KeV	1.352^{-3}	6.086^{-3}	-5.526^{-5}	-1.676^{-5}	1.543^{-3}	1.385^{-3}
7	100 ~ eV	1.083^{-5}	2.699^{-3}	-1.584^{-6}	—	1.095^{-5}	8.536^{-6}
	—	1.418^{-1}	8.642^{-2}	3.362^{-3}	-6.207^{-2}	1.720^{-1}	1.746^{-1}

Table 2.15 C/E Radial Dependencies of Rod Worth in ZPPR-9 <2.4>

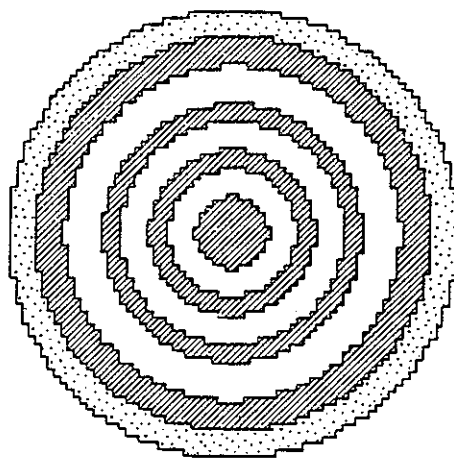
Control Rod Pattern			Correction Factor						Rod Worth (\$)			C/E
Rod.	Position (r/r ₀)	Number	Mesh	Transport	Buckling	Collapse	Cell Asym.	Total	Calculation		Experi- mental	
									Un- corrected	Corrected		
CR 1 (3×3)	0.0	1	1.079	0.930	1.042	0.971	0.983	0.998	2.604	2.598	2.765	0.940
CR A,B*	0.1842	2	1.087	0.939	1.043	0.968	0.987	1.018	4.544	4.624	4.950	0.934
CR 4,7	0.3685	2	1.093	0.950	1.043	0.967	0.992	1.039	5.129	5.327	5.518	0.965
CR C,D*	0.5527	2	1.086	0.961	1.040	0.965	0.998	1.045	4.446	4.646	4.669	0.995
CR 13,19	0.6909	2	1.074	0.967	1.037	0.961	1.003	1.038	3.469	3.601	3.623	0.994
CR E,F*	0.8290	2	1.078	0.967	1.043	0.949	1.008	1.040	1.888	1.964	1.989	0.987
CR G,H	0.9211	2	1.104	0.966	1.048	0.941	1.012	1.065	1.088	1.158	1.173	0.988
CR 1 (2×3)	0.0	1	1.105	0.922	1.042	0.980	-		2.237	2.326	2.337	0.995

* to CRP Worth

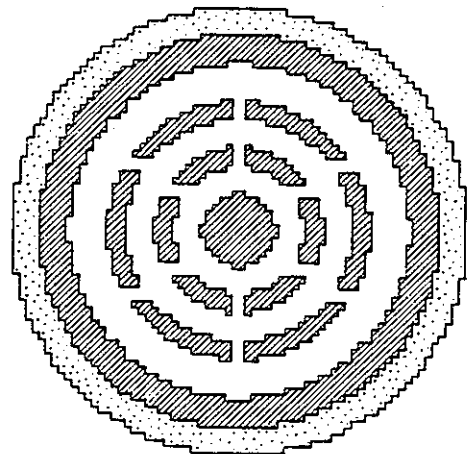
Table 2.16 C/E Radial Dependencies of Rod Worth in ZPPR-10A, -10C and -10D <2.4>

Core	Control Rod Patterns			Correction Factors						Rod Worths (%Δk/k')			C/E
	Ring	Position (r/r ₀)	No.	Mesh	Transport	Buckling	Collapse	Cell Asym /Aniso.*	Total	Calculation		Experi- mental	
										un- corrected	corrected		
10A	Center	0.0	1	1.060	0.933	1.018	0.988	0.983	0.978	0.906	0.886	0.886	1.000
	First	0.3910	6	1.057	0.936	1.002	0.988	0.993	0.972	4.608	4.479	4.496	0.996
	Second	0.6819	6	1.054	0.953	0.999	0.980	1.006	0.989	4.350	4.302	4.170	1.032
		0.7610	6	1.054	0.953	0.999	0.980	1.006	0.989	3.403	3.366	3.237	1.040
		0.7215	12	1.048	0.961	1.002	0.968	1.007	0.983	7.436	7.310	7.156	1.021
10C	Center	0.0	1	1.053	0.956	1.027	0.969	0.972/ (0.998)*	0.972	0.830	0.807	0.838	0.963
	First	0.3892	6	1.050	0.960	1.026	0.973	0.986/ (0.997)*	0.989	4.226	4.180	4.223	0.990
	Second	0.6773	6	1.044	0.986	1.021	0.962	/ (0.998)*				2.875	
		0.7746	6	1.037	0.992	1.017	0.963	1.011/ (0.999)*	1.018	2.064	2.100	1.999	1.051
		0.7259	12	1.036	0.989	1.020	0.963	/ 0.963				4.591	
10D	Center	0.0	1	0.975	0.908	0.992	0.984	1.000	0.864	0.761	0.658	0.664	0.991
	First	0.2960	6	0.970	0.929	0.992	0.976	1.008	0.879	2.836	2.493	2.487	1.002
	Second	0.5540	6	0.965	0.921	0.993	0.981	1.014	0.878	3.356	2.947	2.796	1.054
	Third	0.7888	6	0.973	0.953	0.994	0.986	1.014	0.922	2.140	1.973	1.783	1.107
		0.7419	12	0.973	0.953	0.994	0.986	1.025	0.932	4.813	4.486	4.066	1.103

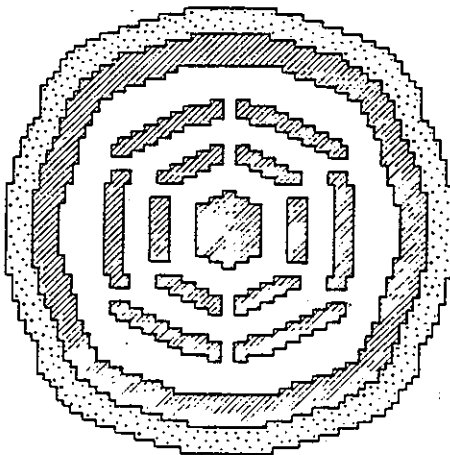
* $D_{\text{aniso}}/D_{\text{iso}}$ $\beta_{\text{eff}}=0.003393\Delta k/k'$ (ZPPR-10A), $0.03406\Delta k/k'$ (-10C), $0.03394\Delta k/k'$ (-10D)



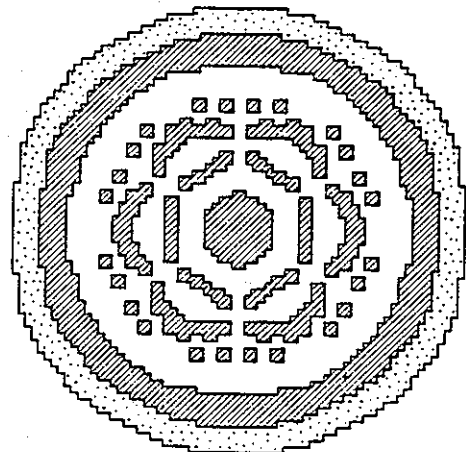
 BLANKET
  REFLECTOR
 ZPPR-13A



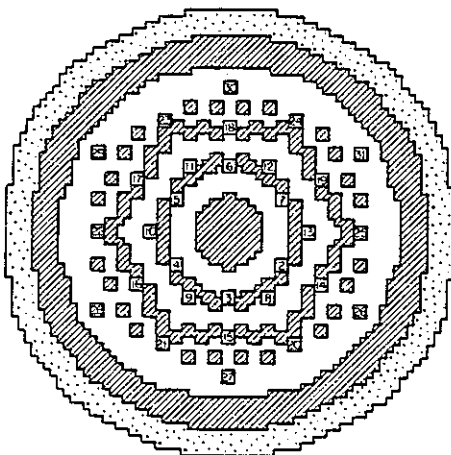
 BLANKET
  REFLECTOR
 ZPPR-13B/1



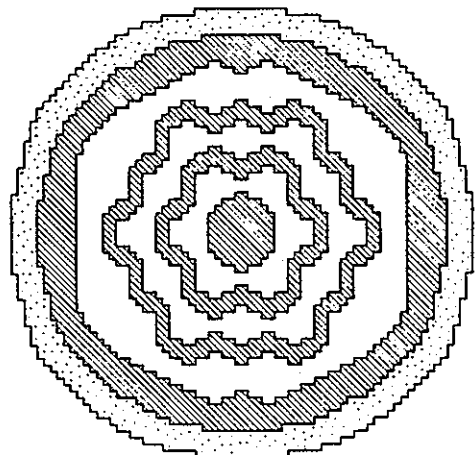
 BLANKET
  REFLECTOR
 ZPPR-13B/2



 BLANKET
  REFLECTOR
 ZPPR-13B/3



 BLANKET
  REFLECTOR
 CONTROL ROD POSITION
 ZPPR-13B/4



 BLANKET
  REFLECTOR
 ZPPR-13C

Fig. 2.1 Core Layouts for the ZPPR-13 Assemblies

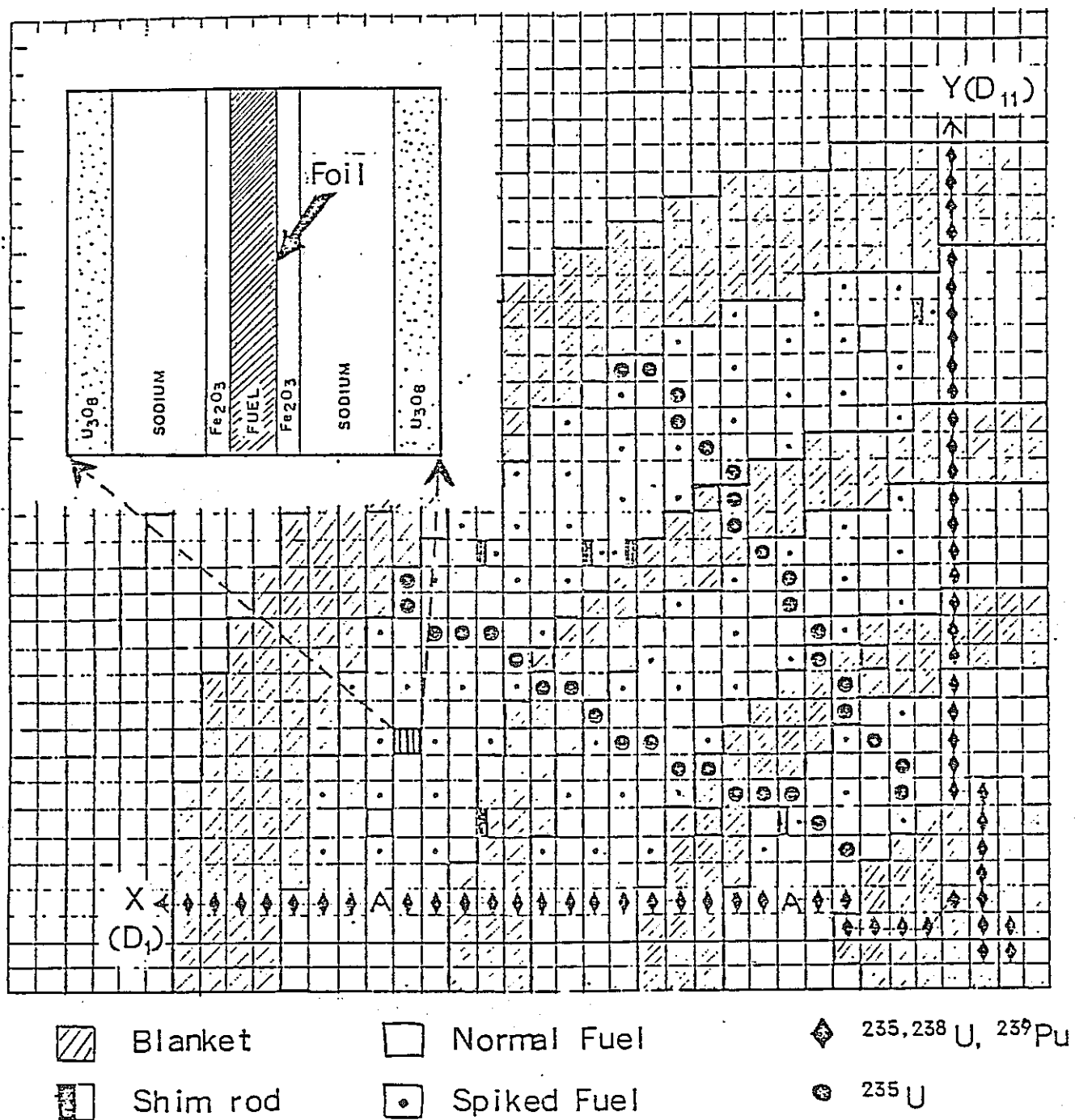


Fig. 2.2 Foil Locations in ZPPR-13A Irradiation No. 1.

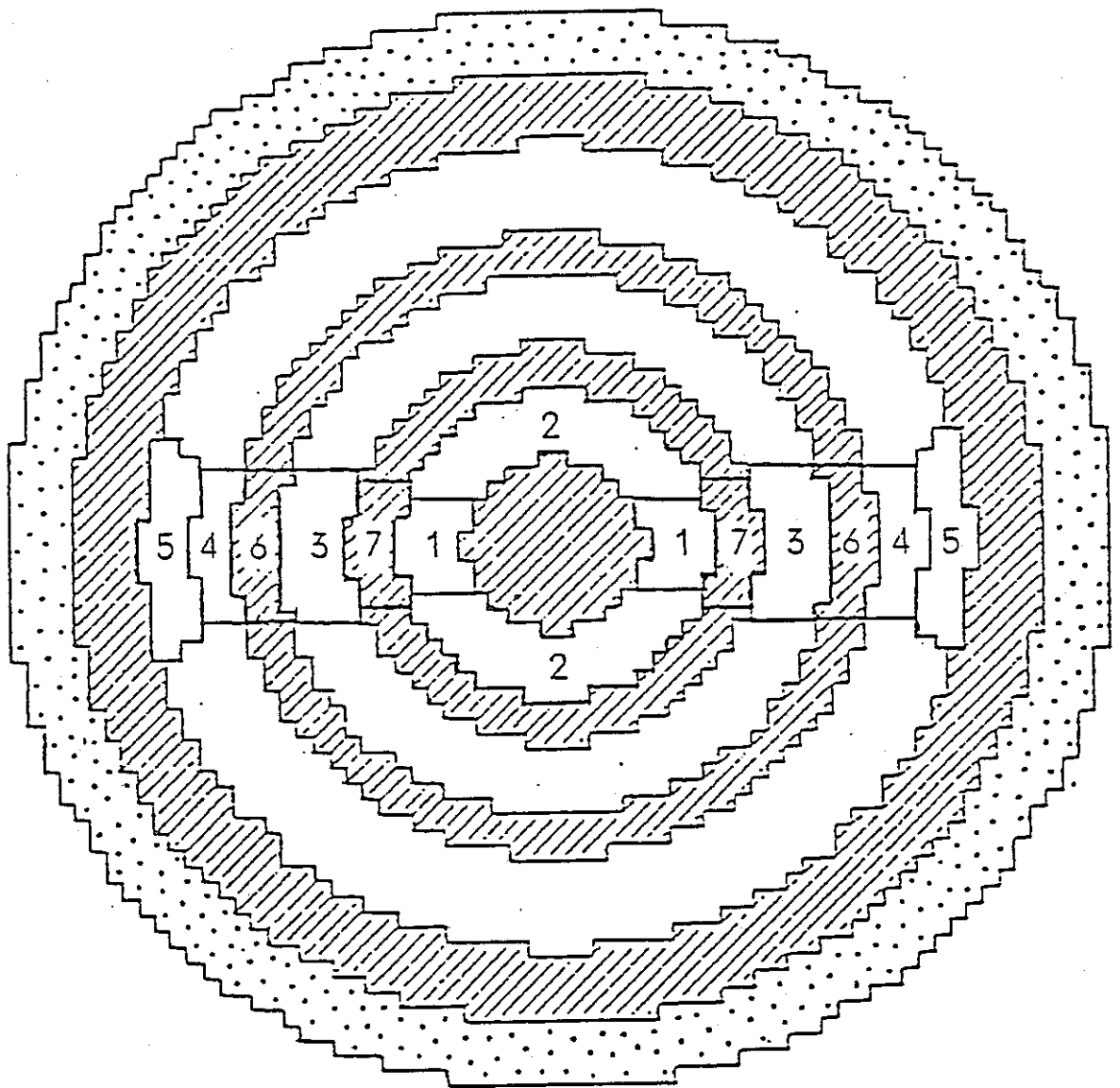
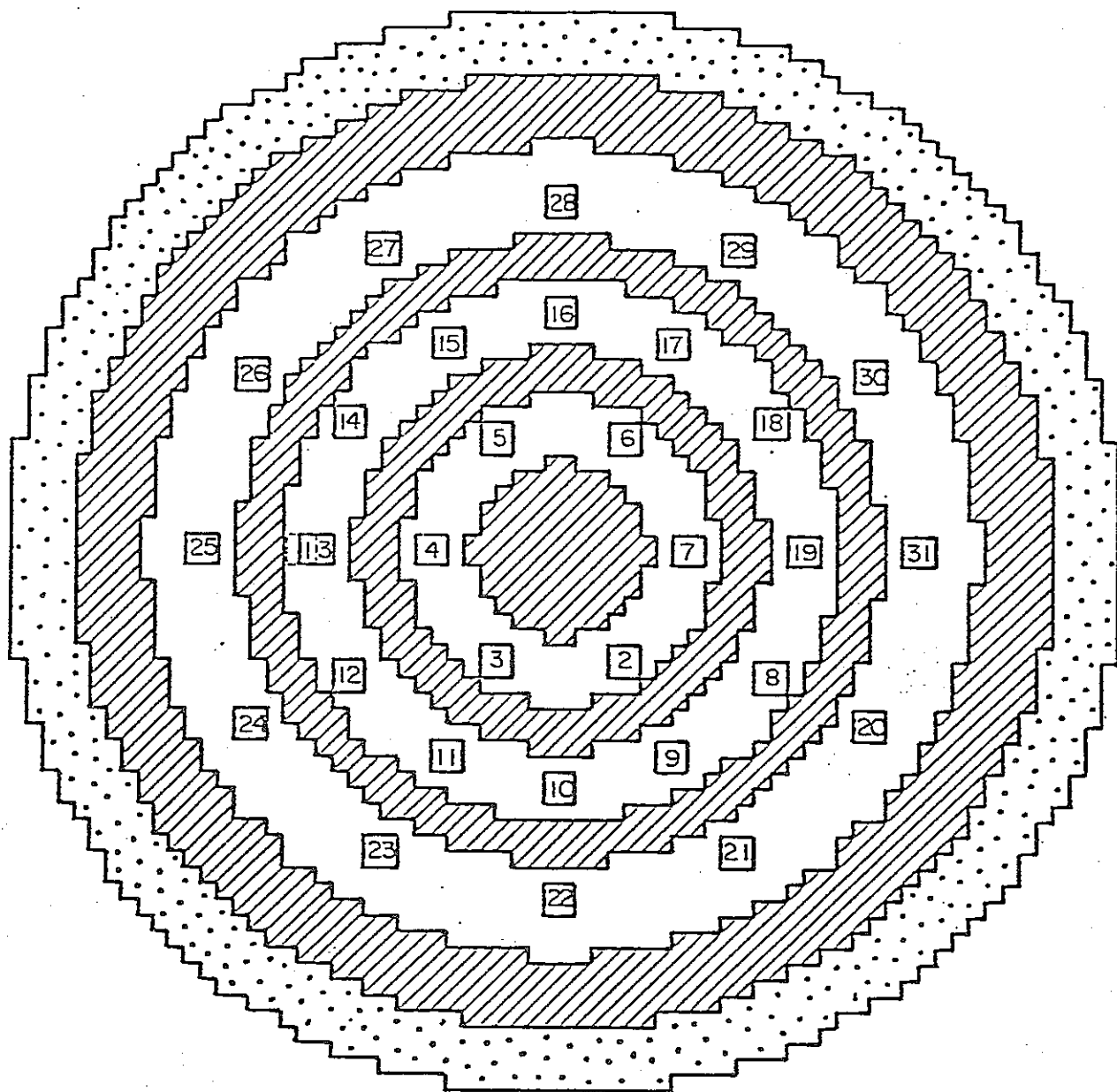


Fig. 2.3 Zone Void Map in ZPPR-13A



 CONTROL ROD POSITION
 BLANKET

 REFLECTOR
 ALTERNATE CRP

Fig. 2.4 Configurations of Control Rod Positions in ZPPR-13A

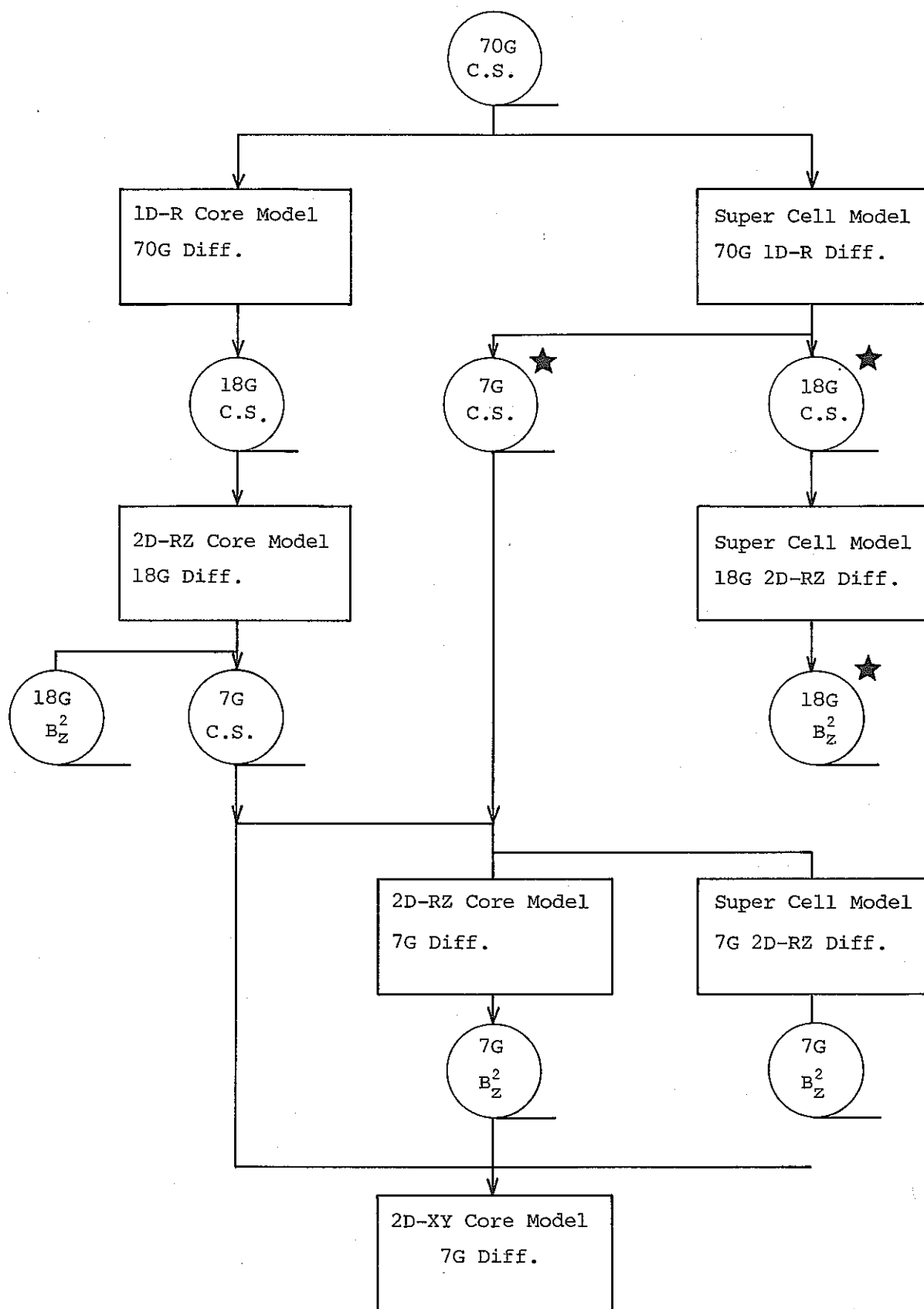


Fig.2.5 Flow Diagram of Basic Calculation for Analysis of Control Rod Worth

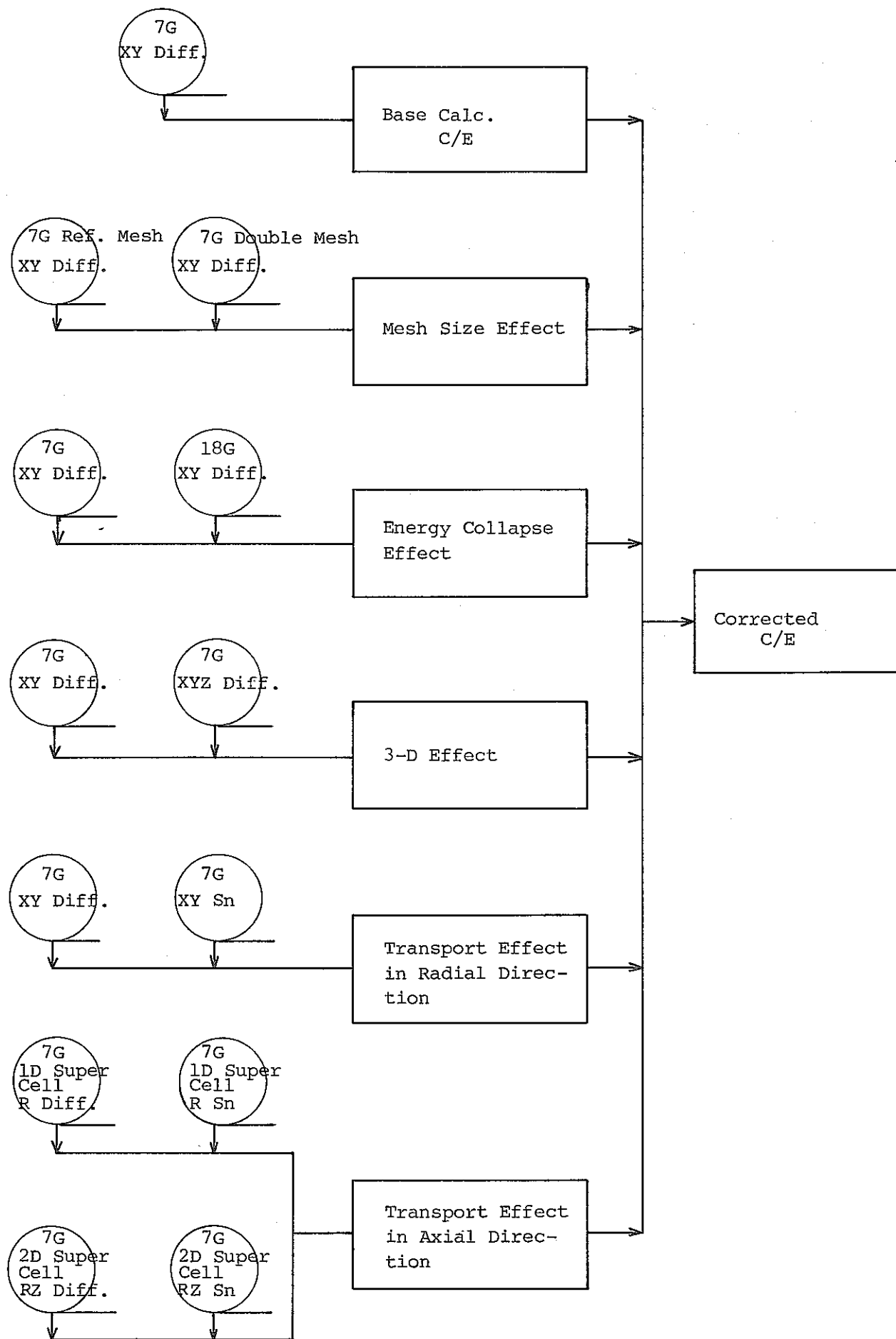
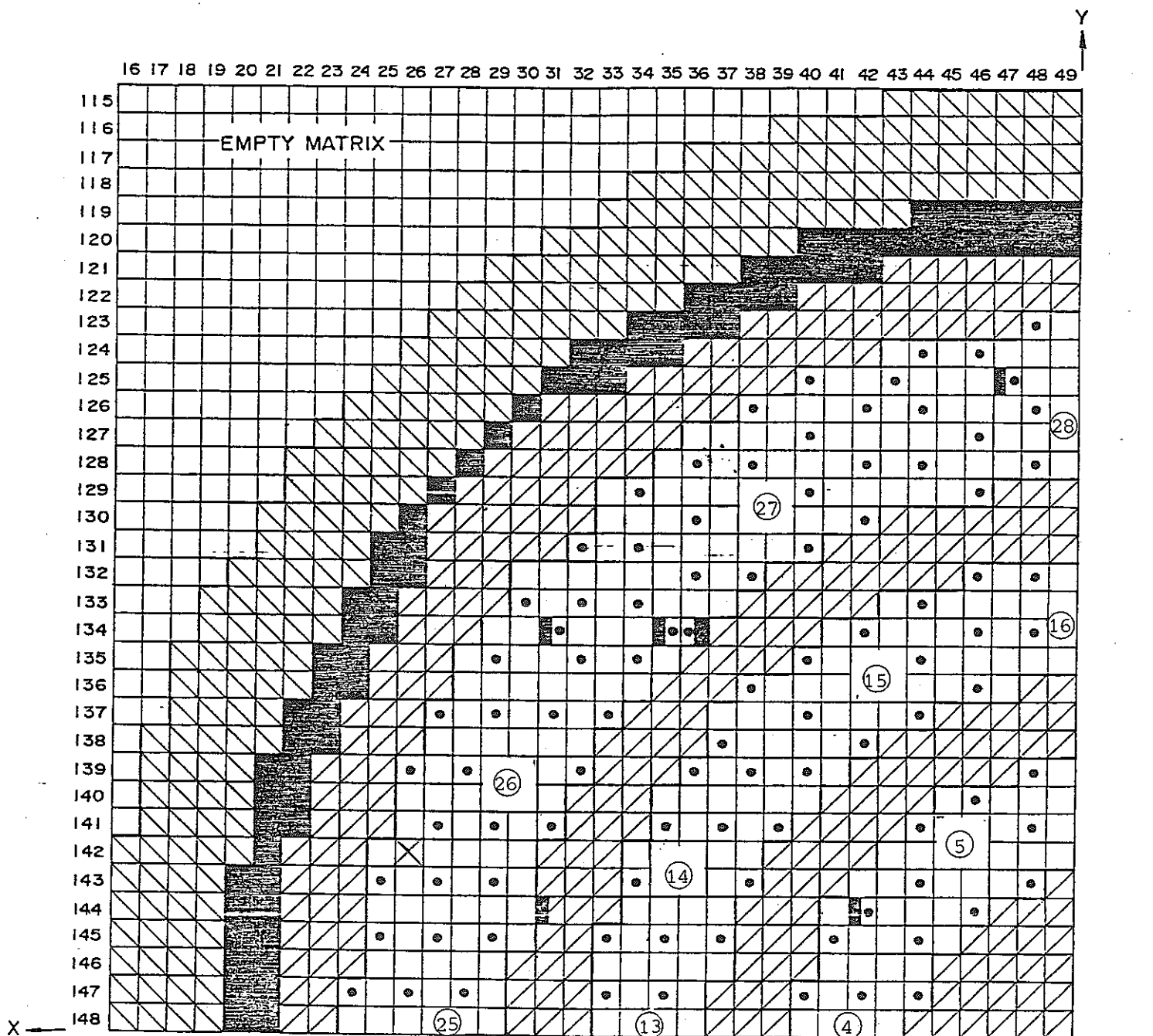


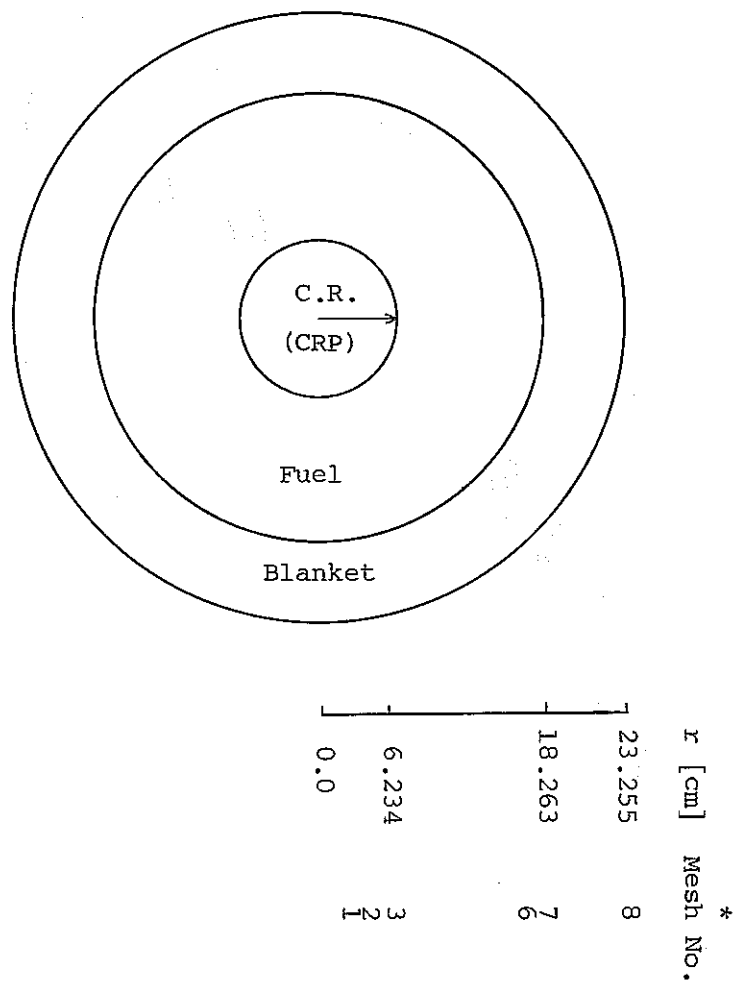
Fig.2.6 Flow Diagram of Correction Calculation for Analysis of Control Rod Worth



ZPPR - 13A

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Double Column Fuel | Radial Blanket |
| Single Column Fuel | Lower-Density Na plate Radial Blanket |
| PSR | Control Rod Position (No.) |
| Radial Reflector | Double Column
→ Single Column |

Fig. 2.7 XY Model for ZPPR-13A (Control Rod Worth)



* Transport Calculation

Fig.2.8 1D-R Super Cell Model

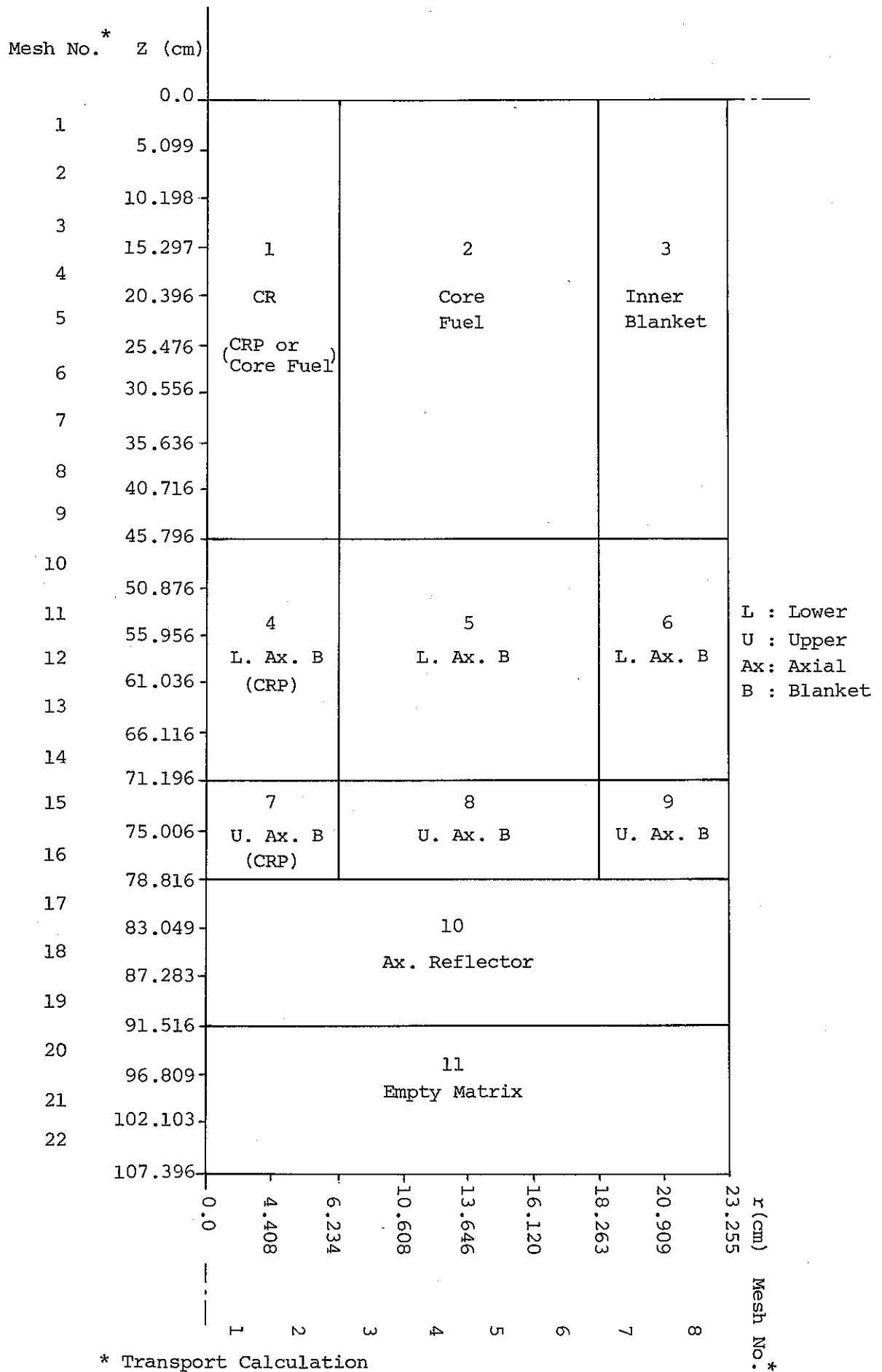


Fig.2-9 2D-RZ Super Cell Model

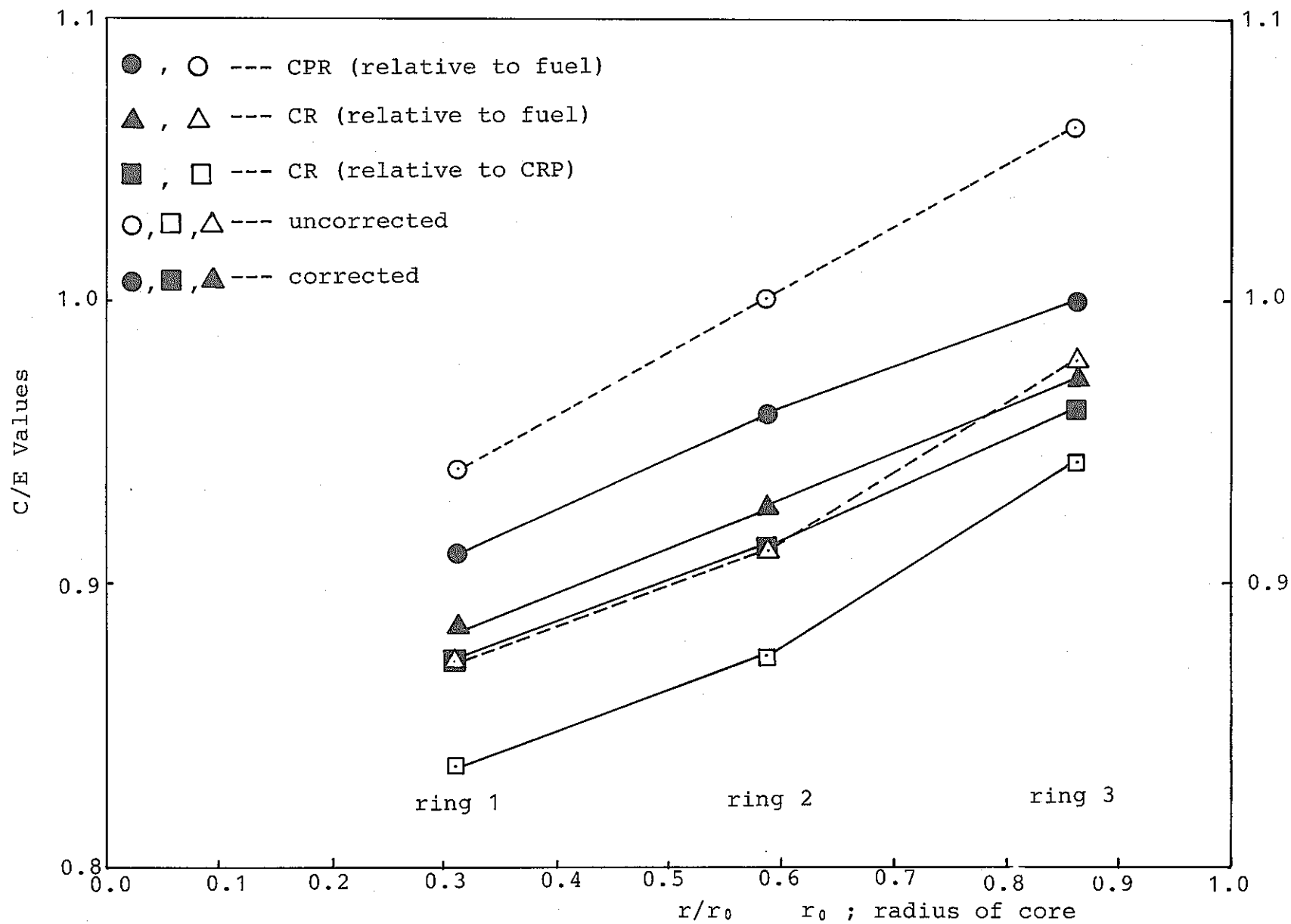


Fig. 2.10 Radial Dependencies of Control Rod Worth C/E in ZPPR-13A

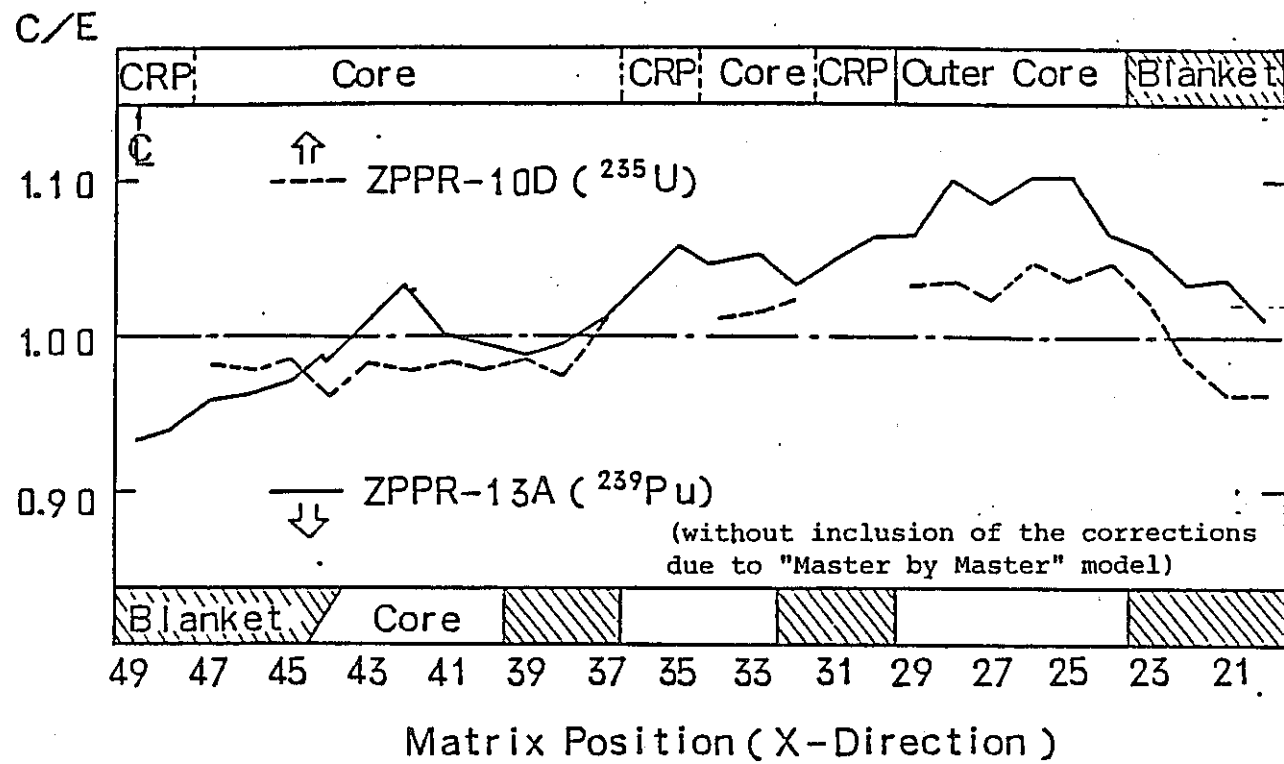


Fig.2.11 Corrected C/E Distributions of $^{239}\text{Pu}(n,f)$

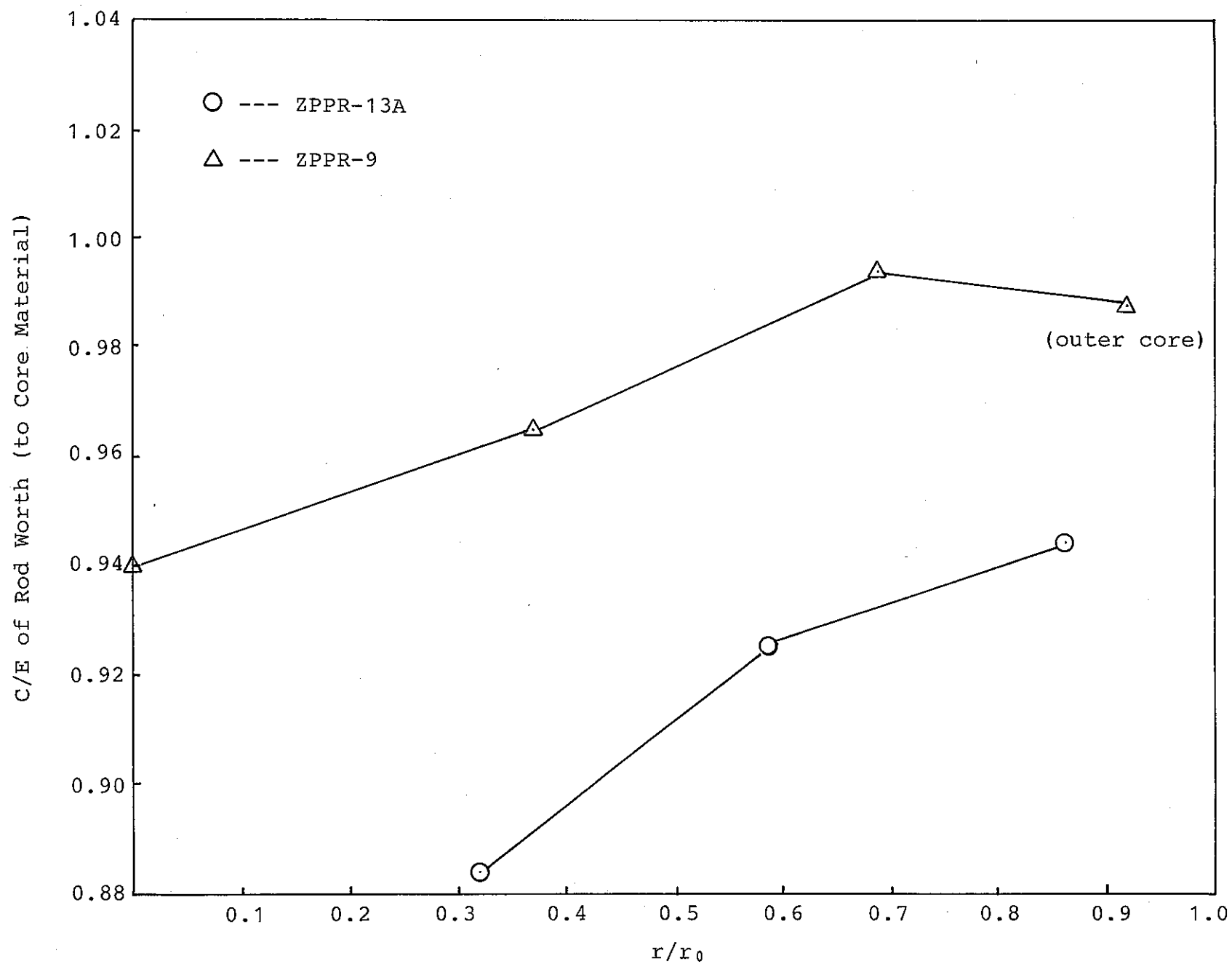


Fig. 2.12 Comparison of Control Rod Worth C/E in ZPPR-13A and -9

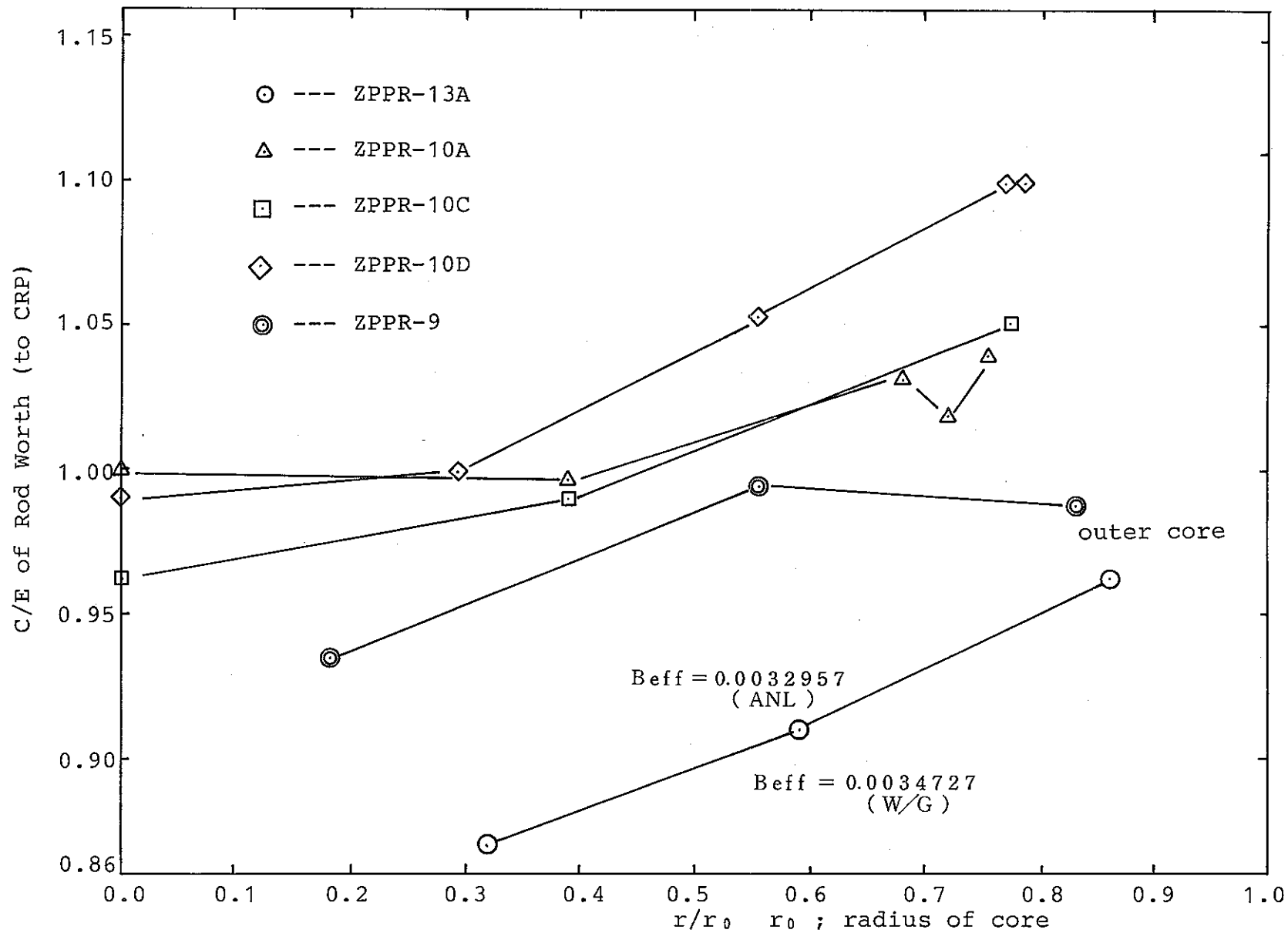


Fig. 2.13 Radial Dependencies of Control Rod Worth C/E (relative to CRPs) in ZPPR-9, -10A, -10C, -10D and -13A

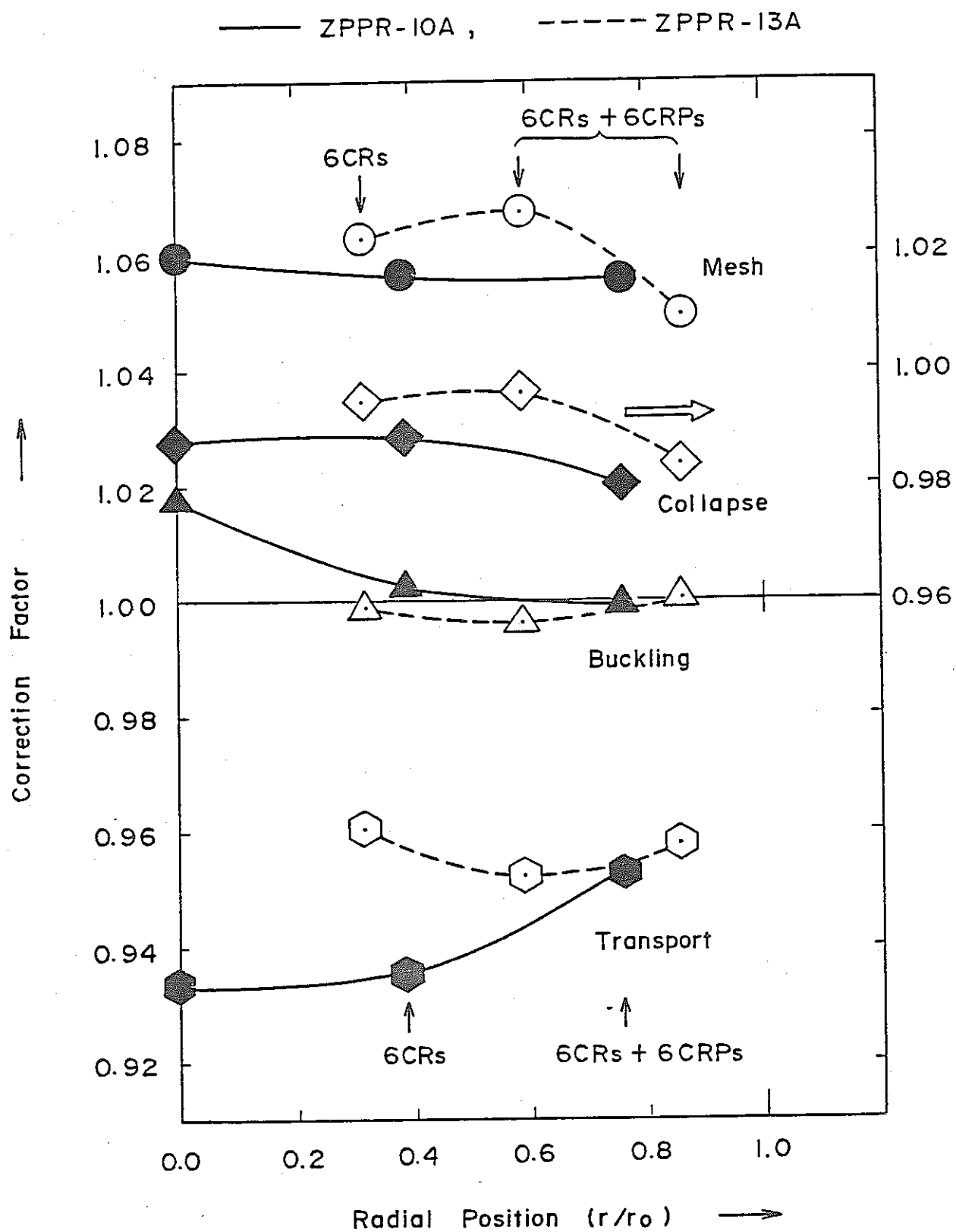


Fig. 214 Correction Factors for Control Rod worth in ZPPR-10A and ZPPR-13A

3. セル計算モデルの検討

3.1 概 要

大型径方向非均質炉心のモックアップ実験を行なっている ZPPR 臨界集合体は、板状燃料を使い、炉心を模擬している。^{<3.1><3.2>} 臨界実験解析では、この板状燃料使用による非均質効果をセル計算手法によって考慮することと^{<3.3><3.4>}している。

そこで、本トピックス研究では、板状燃料の非均質効果を考慮するため W/G で採用している一次元セル計算手法に関し、以下の検討を実施した。

(1) 中性子バランスの取扱い法の検討

W/G 作業では、セル計算の際に、炉心体系中の中性子バランスを考慮しない手法を基準に採用している。そこで、セル計算に於けるリーケージの取扱い方により、炉物理特性量解析値が、どの程度変わるものなのかを把握するために検討を実施した。

(2) 一次元セルモデル化の検討

W/G 作業で採用しているセル計算法は、これ迄一般に広くセル計算法として採用されている一次元モデルである。そこで、実際の三次元セルを三次元計算により計算し、一次元セルモデル計算との違いを比較・検討し、一次元セルモデルの妥当性を検討した。

3.2 中性子バランスの取扱い法の検討

3.2.1 目的

JUPITER W/G による ZPPR-13 集合体実験の解析では、板状燃料の非均質効果を取扱うセル計算に於いて、セルの中性子バランスを考慮しない（零バックリング）方法を基準としている。又、同W/Gでは、この基準セル計算に対し、セルの固有値が1.0と成る様な一群バックリングを与え、これを擬似吸収項として取扱うことにより、炉心体系の中性子バランスを近似的に考慮しようとする方法も参考として採用している。

ところで、高速原型炉級炉心のモックアップ解析に於いては、このセル計算に於ける中性子バランス取扱い方法が、炉心炉物理特性評価に大きな影響を与えることが判かっている^{<3.5><3.6><3.7>}。

大型均質炉心では、必ずしも十分に評価されている訳ではないが、「ナトリウム・ボイド反応度に対し、セル計算に於ける中性子バランス取扱いの効果はほとんど無視し得る」との報告がある。

ところで、JUPITER phase II 実験のような大型径方向非均質炉心では、炉内の中性子束及び、エネルギー・スペクトルが、内部ブランケットの存在により、均質炉心と比べ複雑な分布を呈するため、セル非均質効果が大きく成ると考えられている。そこで今回、大型径方向非均質炉心のセル計算に於ける中性子バランスの取扱い方による、セル内反応率分布、炉心体系実効増倍率、反応率分布及び、ナトリウム・ボイド反応度等の解析結果への影響の効果を把握することを目的とした検討を実施した。

尚、本検討で対象とした炉心及びセルは、ZPPR-13A炉心及びそのDCF^{*}、SCF^{*}炉心燃料セルと径方向Lowブランケットセルとした。又縮約の影響を避けるため、検討は全て70群計算で実施した。

3.2.2 セル計算における中性子バランスの取扱い法

セル計算における中性子バランスの取扱い法として、以下に示す擬似吸収法による取扱い方を、検討の対象とした。

尚、下記に示す方法以外にも、KfKのFisher等の方法^{<3.9><3.10><3.11>}があるが、W/Gで使用しているセル計算コードSLAROMをFisher流に手直しすることは、非常に困難を伴うため、今回の検討の対象範囲外とした。

* DCF : Double Column Fuel Drawer, 1 ユニットセル中に Pu 燃料プレートが、2 枚装荷されている。

SCF : Single Column Fuel Drawer, 1 ユニットセル中に Pu 燃料プレートが、1 枚装荷されている。

Method A : 擬似吸収項の取扱いをしない。

(根拠) W/G 基準手法を取扱う。

B : 一群のセル・クリティカル・バックリング (B^2) にて考慮する。

(根拠) W/G の参考解析手法を取扱う。

$$\Sigma_x^{ir, ig} = \Sigma_x^{ir, ig} + \bar{D}^{ig} \times B^2$$

C : セルが代表する領域面での中性子漏洩量 (L^{ig}) をセル内の各プレート共通に, 擬似吸収項とする。

(根拠) 各セルでの中性子漏洩量が不明なので, 各プレート共通に, 巨視的なセル中性子漏洩量を割振る。

$$\Sigma_x^{ir, ig} = \Sigma_x^{ir, ig} + L^{ig}$$

D : 上記中性子漏洩量 (L^{ig}) をセル内各プレートの輸送断面積 ($\Sigma_{tr}^{ir, ig}$) に比例して振分け, 擬似吸収項とする。

(根拠) セル内に中性子が周囲より流込んで来る場合,

$\Sigma_{tr}^{ir, ig}$ が大きいプレート程反応も大きいと考える。

$$\Sigma_x^{ir, ig} = \Sigma_x^{ir, ig} + \frac{\Sigma_{tr}^{ir, ig}}{\Sigma_{tr}^{ig}} \times L^{ig}$$

E : 上記中性子漏洩量 (L^{ig}) をセル内各プレートの拡散係数 ($D^{ir, ig}$) に比例して振分け, 擬似吸収項とする。

(根拠) セルから周囲に中性子が漏洩する場合, $D^{ir, ig}$ が大きいプレート程, 中性子漏洩量も多いと考える。

$$\Sigma_x^{ir, ig} = \Sigma_x^{ir, ig} + \frac{D^{ir, ig}}{\bar{D}^{ig}} \times L^{ig}$$

ここで i_r : プレート

i_g : エネルギー群

Σ_x : 輸送断面積と吸収断面積

$$\bar{\Sigma}_{tr}^{ig} = \frac{\text{Sum}_{ir} \sum_{tr}^{ir, ig} \times V^{ir}}{\text{Sum}_{ir} V^{ir}}$$

$$\bar{D}^{ig} = \frac{1}{3} \frac{\text{Sum}_{ir} (\sum_{tr}^{ir, ig}) V^{ir}}{\text{Sum}_{ir} V^{ir}}$$

V : プレートの体積 (厚み)

又 $\Sigma'_x{}^{ir, ig} < 0$ の場合, $\Sigma'_x{}^{ir, ig} = \Sigma_x{}^{ir, ig}$ とした。

これ等の方法の内, 現 SLAROM コードでは Method A, B のみしか取扱えないため, Method C ~ E の方法が検討できるように, コードを修正した。SLAROM コードの修正については, 付録 A に示した。尚, Method C ~ E が取扱えるようにするため, Benoist の拡散係数の計算式を同付録に示すように修正している。

又, 炉心体系の任意の領域からの中性子漏洩量を求めるために, CITATION-FBR コード^{<3.13>}を一部修正した。

本件については, 付録 B に簡単に内容を示した。

3.2.3 解析手法

(1) セル計算条件

a) 使用群定数セット: JENDL-2 B-70

b) セル計算モデル: 一次元単一セルモデル^{<3.14><3.15>}

c) 対象セル: DCF 炉心ドロワー・セル (以下 DCFCO と略す)

SCF " (以下 SCFCO ")

径方向 Low ブランケット・ドロワー・セル

(以下 RBLOW ")

d) 擬似吸収量:

(正 常 炉 心) セル内反応率分布解析, 炉心反応率分布解析
に着目し, 第1燃料リング領域 (DCFCO, SCFCO
に対し) と第2内部ブランケットリング領域

(RBLOW に対し) 炉心高さ約 10 cm で求めた。
(Na ボイド炉心) ナトリウム・ボイド実験ステップ 3(DCF CO,
SCFCO に対し) とステップ 7 (RBLOW に対
し) に対応したボイド炉心^{*}で, ボイド領域から
の漏洩量を求めた。

これ等中性子漏洩量は, Fig. 3.1 に示す 2 次元 RZ 70 群拡散計算に
よって求めた。得られた中性子漏洩量を Table 3.1 と Table 3.2 に示した。

e) 使用コード: SLAROM

CITATION-FBR

(2) 炉物理特性計算

a) 実効増倍率への効果: 二次元 (1/2) RZ 体系拡散一次近似の摂動
(FOP) 計算

CIPER コードによる。

b) 詳細反応率分布: 一次元積分輸送計算と二次元 (1/4) XY 拡散
計算

SLAROM と CITATION-FBR コードによ
る。

c) 炉内反応率分布: 二次元 (1/4) XY 拡散計算

軸方向バックリング (B_2^2) は, 二次元 (1/2)
RZ 拡散計算より, 炉中心面近傍領域で求め
た。

CITATION-FBR と LAGOON コードによ
る。

d) ナトリウム・ボイド反応度: 二次元 (1/2) RZ 拡散直接計算と厳密 (EP)
又は, FOP 計算

CITATION-FBR と CIPER コードによる。

* ボイド・ステップ 7 の炉心は, 第 1 ~ 第 3 燃料リング領域の炉心高さ 12
inch 及び, 第 2 内部ブランケットリング領域高さ 8 inch が完全 Na ボイド
化しているモデルで, 中性子漏洩量を求めている。

e) その 他：セル計算で作成した断面積から炉心平均組成に合わせた実効断面積の作成，及び DCFCO と SCFCO セル断面積の混ぜ合わせは，XMIX コードによった。

3.2.4 解析結果

(1) セル計算

クリティカル・バックリング (B^2) 及び，Table 3.1, 3.2 に示した中性子漏洩量を用い，正常炉心とナトリウム・ボイド炉心に対するセル計算を Method A～E の方法について実施した。

対象としたセルは，DCFCO，SCFCO，RBLOW である。

Table 3.3 に，ナトリウム・ボイド炉心のセル計算で使われた Method C での擬似吸収量を示した。RBLOW の第 1 群から第 15 群の擬似吸収量が零と成っているが，これは，負の擬似吸収量が，輸送断面積又は吸収断面積より大きいため処置 (3.2.2 節) による。尚，正常炉心セル計算においてこの様な問題は，発生しない。

又，RBLOW セルでは，同様の事情からナトリウム・ボイド炉心のクリティカル・バックリングが求められない。そこで Method B では，負の衝突確率が発生しない範囲で，セル実効増倍率が 1.0 に近く成るようバックリングを求めた。この方法は W/G に習っている。^{<3.16>}

Table 3.4 と Table 3.5 に，正常炉心，ナトリウム・ボイド炉心用セル計算から得られたセル実効増倍率，及びクリティカル・バックリング値 (中性子漏洩量) を示した。上記に述べたセル計算上の制約からナトリウム・ボイド炉心の RBLOW セルでは，Method B～E 計算のセル実効増倍率が 1.0 より大巾にずれている。

次にセル内の中性子束微細構造分布 (N. F. F. S と略す) を正常 SCFCO セルについて，Fig. 3.2～3.8 に示した。又，他のセルについては，付録 F にまとめて示した。

Method A (零擬似吸収量) に比べ，他の Method では，正の擬似吸収量が各プレートに付加される。高エネルギー領域の Pu 燃料プレートでは，Fig. 3.2 に示されるように，衝突確率 P_{ii} が大きく成るため，自領

域で発生した中性子が、他領域に逃れられなくなり、中性子束がたまり込み N. F. F. S. が大きく成る。

Method B に比べ、Method C の擬似吸収量は、約 3 倍大きいため、Method B の N. F. F. S. に比べ Method C の N. F. F. S. は大きく成る。

又、低エネルギー領域では擬似吸収量による修正された断面積が相対的に Pu プレートより減速材領域で大きく変化する。このため、Method A に比べ正の擬似吸収量を与えられる Method B では、減速材領域での吸収量が大きくなるため、Pu プレートに達する中性子数が少なくなり、N. F. F. S. が小さく成る。又、負の擬似吸収量を与えられる Method C, D, E では、減速材領域での中性子吸収量が減少するため、相対的に Pu プレート内の中性子束レベルが Method A に比し高くなり、N. F. F. S. も大きく成る。

(2) 実効増倍率

Method A により作成したセル断面積を用い、二次元 (1/2) RZ 70 群拡散計算を実施し、正常炉心の中性子束分布を求めた。この中性子束を用い、FOP 計算によって、中性子バランス取扱いの違いによる炉心実効増倍率への影響を調べた。

FOP 計算では、次式の様に、Method A とその他の方法で求めたセル断面積の差から、実効増倍率の変化量を求めている。

$$\Delta \Sigma_x = \Sigma_x (\text{Method B} \sim \text{E}) - \Sigma_x (\text{Method A})$$

Table 3.6, 3.7 に、第 1 燃料リング領域と第 2 内部ブランケット・リング領域での、実効増倍率に対するセル中性子バランス取扱いの違いによる効果を調べ示した。

尚、3.2.3 節に説明した様にセル計算に用いた中性子漏洩量は、第 1 燃料リング領域の炉中心面 ± 5 cm の高さで求めている。従って、炉心実効増倍率計算に対応した中性子漏洩量の取扱いをしていないので、上記結果は参考値として、位置付ける必要がある。

Table 3.6 に示した中性子バランス取扱いの違いによる実効増倍率への効果では、W/G で採用している Method A と Method B との間の差に比べ、Method A と他のケース (Method C, D, E) との間の差が 2 倍あ

る。一方、同表中で、核分裂成分のみに着目すると、Method AとBとの間では、他のケース（Method AとMethod C, D又はE）に比べ、約半分の値を示している。

Fig. 3.2に示した第1群でのSCFCOのN.F.F.S.図を例にとって、以上の効果は説明付けられる。全プレート中のD.A.F.は、Method AとBの間で、最大2%程度である。一方、Method CのN.F.F.S.はMethod Aの値に比べ約10%大きい。又、 U_3O_8 プレート中では逆に5%程小さい。プレートの厚みを考慮しても、第1群の ^{238}U 核分裂断面積には、Method A, Bに比し、Method Cでは大きなN.F.F.S.の荷重がかかる。その結果、第1群セル平均 ^{238}U 核分裂断面積は、Method A, Bに比べ、Method Cでは大きな値を示す。（付録E参照）低エネルギー側でも同様な推論が成立し、上記に示した実効増倍率への効果が生じると考えられる。

炉心全体の実効増倍率へのセル・リーケージ取扱い法の違いによる効果は、Table 3.7に示す通りである。

即ち、Method AからBへセル・リーケージの取扱いを変えると、炉心実効増倍率が約0.25% Δk 程度増加する。

又、Method AからC, D, Eへ変えることにより、約2倍程大きな変化を生ずることが判かる。

(3) 詳細反応率分布

ZPPR-13A炉心のセルファクター決定のためのセル内反応率分布測定がある。これを、セル中性子の取扱い法の違いによる、セル内中性子束微細構造の再現性の違いの確認のため解析した。

セル内反応率分布計算式は、以下の通りである。

$$R_{\text{ceee}}(i) = \int_E \phi_R(E, I) \times f_i(E) \times \sigma_x^i(E) dE$$

$$f_i(E) = \frac{\phi_c(E, i)}{V^i} \bigg/ \frac{\sum_i \phi_c(E, i)}{\sum_i V^i}$$

ここで、 $\phi_R(E, I)$ ：着目セルのある炉心中性子束計算点(I)での中性子束

$\sigma_x^i(E, i)$: セル・プレート i のミクロ断面積

V^i : // i の体積

$\phi_c(E, i)$: セル計算によるプレート i の中性子束

f_i : N. F. F. S.

対象としたセル内反応率分布測定データは，中性子漏洩量を求めた位置に対応し，以下の通りとした。（Fig. 3.9 参照）

ドロワー〔141-48〕位置 : SCF セル

〔141-46〕 : DCF セル

〔147-31〕 : RBLOW セル

得られたセル内反応率分布を ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu 核分裂反応について，Fig. 3.10 ～ 3.20 に実験値と比較し示した。

〔SCFCO ドロワー〕

a) Method A と B 間にあまり差異が見られない。又，Method C ～ E 間にもあまり差異が見られない。

b) ^{235}U 核分裂率分布の実験値と一致が良い方法は Method C ～ E である。逆に， ^{238}U 核分裂分布の実験値との一致が良い方法は Method A, B である。 ^{238}U 捕獲率分布に関しては全方法とも実験値との一致が悪い。

〔DCF CO ドロワー〕

a) 全反応率分布実験値と各解析方法の比較は，実験点の不足から優劣の判断をし難い。

〔RBLOW ドロワー〕

a) 全反応率分布実験値と各解析方法の比較からは，DCF CO ドロワー同様手法の優劣の判断をし難い。しかし，Method D は，他の方法及び実験データとは全く異なる結果を与えている。

従って，セルの周囲から中性子が多量に流込むような場合 Method D は，中性子バランス取扱い法として不適であろう。

(4) 炉心反応率分布

ZPPR-13A 炉心の箔による炉内反応率分布 (^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu 核分裂, ^{238}U 捕獲) 測定の内，X 軸，Y 軸上の一部のデータをセル計算に於ける

中性子バランス取扱い法の検討のため解析した。

実験と計算は、領域の中性子漏洩量を求めた第1燃料リング領域と第2内部ブランケット領域に対応し、ドロワー位置〔143～139, 48〕〔147, 44～40〕, 〔131～129, 48〕と〔147, 32～30〕である。

X軸方向の計算結果について、各Method間の比較をTable 3.8～3.11に示した。

a) ^{235}U 核分裂反応率分布

各Method間で、計算結果にほとんど差異は無かった。これは、Fig. 3.9や付録のFig. F.7に示されている通り、低エネルギー群での燃料プレート中でのN.F.F.S.がMethod間でほとんど差がないためである。

b) ^{238}U 核分裂反応率分布

Method Aに比較し、Method Bでは、第2内部ブランケット領域で、最大2%反応率を過少評価している。又、Method C, Eでは、Method Aに比べ、第1燃料リング領域で最大2%、第2内部ブランケット領域で最大5%程度、反応率を過小評価している。即ち、Method Aは他の方法に比べ、反応率を過大評価する。これは、Fig. 3.2と付録のFig. F.8に示しているように、SCFCOのPuプレート中とRBLOW中のUプレート中のN.F.F.S.の比が、Method Aでは、他のMethodに比べ大きいためである。

c) ^{239}Pu 核分裂反応率

第1燃料リング領域のDCFCOで、Method A, BとC, D, E間で最大1%の差異を生じている。

d) ^{238}U 捕獲反応率

セル計算における中性子バランスの取扱い法による、反応率分布計算値への影響は、ほぼ無いと考えられる。

ところで、米国ANLと日本の反応率分布解析値の比較をFig. 3.21に示した。^{<317>}この図によると、W/GがJFS-3-J2定数得た解析結果と米国ANLが解析した結果は、 ^{239}Pu 核分裂反応率でほとんど差がなく、 ^{238}U 核分裂率では、第2内部ブランケット領域で約5%差異を生じてい

る。一方、W/G の解析でこれ等の反応率分布では、本報告書の解析で用いた JENDL-2B-70 定数と JES-3-J2 定数の間で、結果にほとんど差が無かった。

上記日米の差と今回得られた Method A, B と C, D, E の差がほぼ一致し、W/G ではセル計算において Method A を採用し、ANL では Method C ~ E 相当の方法を採用している。従って、日米の解析結果の差がセル計算における中性子バランスの取扱い法の違にあると結論付けられよう。

(5) ナトリウム・ボイド反応度

ZPPR-13A 炉心のナトリウム・ボイド反応度実験の内、ステップ 3 とステップ 7 について解析した。

解析は、二次元 $1/2(RZ)$ 拡散計算及び FOP 計算にて実なった。解析モデルを Fig.3.22 に示した。(図中の番号は、ボイドゾーン番号を示す。実験では、ボイドゾーン 1,2 をステップ状にボイドし、次にボイドゾーン 1,2 のボイド反応度和を測定しているため、実験ステップ 4 以降は、ボイドゾーン番号に 1 加えたものと成っている。)

FOP 計算は、Method A ~ E を用い作成した正常及びボイドセル断面積の差と、Method A で作成した断面積で求めた正常炉心の中性子束、随伴中性子束を使用した。

$$\Delta \Sigma_x = \Sigma_x^{\text{void}} (\text{Method } i) - \Sigma_x^{\text{normal}} (\text{Method } i) \\ i = A, B \sim E$$

尚、ボイド・ステップ 7 の反応度を得るためにボイドゾーン 3 ~ 5 のボイド断面積は、ボイドゾーン 3 の第 1 燃料リング領域セル計算に用いた中性子漏洩量 (Table 3.2) を代用したセル計算にて求めた。

得られたナトリウム・ボイド反応度を Table 3.12, 3.13 に示した。同表から以下の事が判かった。

- a) 非漏洩成分の内、特に核分裂項にセルの中性子バランス取扱い効果が大きく現われている。ステップ 3 (ゾーン 1,2 がボイド) では、Method A に比べ、他の Method の核分裂項が約 8 割から約 3 割の値を示している。又、ステップ 7 (ゾーン 1 ~ 6 がボイド) では、Method A に比べ他の Method

が 2.6 倍から 4.6 倍の値を示す。

この様な効果の生ずる原因について、Method A～Cについて検討した。Table 3.14 に、正常及びボイド炉心の SCFCO セルの断面積、及びその差を示している。同表から判かるように中性子発生断面積 (Σ_{nf}) が、正常炉心とボイド炉心で大きく異なっている。この原因は、Fig. 3.2 ～ 3.4 と Fig. F.15～F.17 に示されるように、Pu プレート中での N.F.F.S. が、正常セルに比し、ボイドセルで小さく成ることにある。

又、Method A に比べ、Method B と C は、N.F.F.S. の正常炉心からボイド炉心への変化率が相対的に小さいため、Method A の断面積変化量が大きく、Table 3.12 に示す結果が得られる。

- ii) 吸収項には、最大の 20 ～ 30 % の効果を示すが、非漏洩成分の主項である散乱項への効果が最大 5 % 程度である。その結果非漏洩成分全体として、本中性子バランス取扱い効果は、最大 6 % 程度の小さな値と成っている。
- iii) 漏洩成分は、Method A と D はほとんど差が無く、他の Method B, C, E との間に大きな差異を生じている。これは、セル計算において、体系の中性子漏洩量 (L^{ig}) の振り分け方そのものの違いに起因していると考えられる。

Fig. 3.2 と Fig. F.15 に示すように、Na プレート中の N.F.F.S. の正常セルからボイドセルへの変化量は、Method A, B に比し、Method C ではいくぶん大きい。(全 Method 共、1.0 側へ増大している。) 一方、Na プレート中の拡散係数は、正常セルに比し、ボイドセルでは、Na が除去された結果増大する。これ等の状況から、Table 3.14 に示したような SCFCO セルの拡散係数の変化が示される。

- iv) 非漏洩成分が漏洩成分より大きいと考えられるステップ 3 で、Method A に比べ他の Method は、全ボイド反応度を過小評価している。Method E では反応度の正負も逆転している。

* Table 3.14 の断面積変化量は、特定のエネルギー群のみを示しているため、同表の断面積変化量と Table 3.12 の結果は比例しない。

非漏洩成分と、漏洩成分の大きさがほぼ同程度と考えられるステップ7では、Method B が他のMethod に比べ大きい値（Method A に比し20%過大評価）と成っている。

3.2.5 まとめと検討

本3.2節では、セル計算における中性子バランスの取扱い法について検討した。3.2.2に示した5種の取扱い法に対し、炉心実効増倍率、詳細反応率分布、炉心反応率分布、ナトリウム・ボイド反応度への効果を調べた。

しかしながら、本解析・検討のため立案した詳細反応率分布測定は、ZPPR-13B/4で実施されることに成り、本解析の開始時には、実験が行われていなかった。そこで、本研究では炉内反応率分布測定データ整理の為にセルファクターを測定した、ZPPR-13Aの詳細反応率分布データを代用した。ところがこのZPPR-13Aのデータは、特定燃料プレート位置での反応率のみしか測定されておらず、セル内の十分詳細な反応率分布データを測定していなかった。

その結果、本年度の研究としては、限られた実験データの範囲内での検討・評価と成っている。その内で、以下の結論を得た。

- (1) Method Dの方法は、セル内の詳細反応率分布測定値を再現できず、不適当な中性子バランス取扱い法である。
- (2) 炉内反応率分布の解析結果を改善し、かつ米国ANLと同程度の解析結果を得るためには、炉内中性子漏洩量をMethod C, E等の方法で取扱う必要がある。
- (3) 今後、ZPPR-13B/4の詳細反応率分布データを用い、中性子バランスの取扱い法としてFischer等の方法を試みることを有益と考える。

3.3 一次元セルモデル化の検討

3.3.1 目 的

JUPIER phase II 実験解析のみならず，通常，FCA, ZPR, ZEBRA 等の板状燃料によって構成された臨界集合体の実験解析において，三次元構造を持った臨界集合体を一次元モデルにて取扱っている。

ところが，この JUPITER W/G でも採用している一次元セルモデル計算では，三次元セル体系の実効的断面積を取扱えないとの研究結果^{<3.18><3.19><3.20><3.21>}も，これ迄に発表されている。そこで，本研究では，W/G で用いている SLAROM コードによる一次元輸送積分型セル計算と，弊社開発の三次元 SN 輸送コード ENSEMBLE-XYZ^{<3.22><3.23><3.24><3.25><3.26>}による三次元厳密セルモデル計算を比較し，一次元セルモデル計算の妥当性を検討することとした。

尚，本研究では特に，W/G が採用している一次元セル計算と厳密三次元セルモデル計算とのセル内中性子微細構造分布の比較に重点を置く事とした。又，両セル計算法共，共通のセル平均断面積計算法にて，セル非均質断面積を作成し，炉心特性量に対するセルモデルの効果を検討することとした。

3.3.2 一次元セルモデルの説明

以下に W/G が採用し，一次元セルモデル用原子数密度作成コードが処理する，一次元セルモデル化の方法を簡単に説明する。^{<3.27>}

例えば ZPPR-13 集合体のダブル・カラム燃料ドロワー (DCF) の X-Z 投影面の構造図を Fig. 3.23 に示した。同図は，ドロワー中の燃料の並びのみを示したものである。実際は，Fig. 3.24 に示すように，ZPPR マトリックス中に挿入されたドロワーにこれ等燃料が組込まれという。又，ZPPR Pu 燃料板や Na 板は，SUS 製のキャンと，内味 (ミート) である Pu-U-Mo Na から構成されている。Fig. 3.23 に示した各プレートは，軸方向 18 インチ巾の中に 2～4 枚重ねられている。

この様な構造を持った板状セル構造を，セル計算では Fig. 3.25 に示すような一次元モデルで取扱っている。即ち，左右のマトリックスとドロワー壁は，混合して取扱い，平均セル巾 (2.175 inch) とドロワー内法 (2 inch) の間に薄めた組成領域を設けている。各プレートは，その高さを平均セル

高さ (2.175 inch) に薄めた組成領域として取扱われている。マトリックス上下の部分，ドロワーの床部分及び，被覆キャンの上下部分は，燃料板のミート部以外の領域に均等に組成を薄められ，ばらまかれている。又，通常の規格巾 ($1/2$, $1/4$, $1/8$ inch) より狭い巾の板 (例えば， Fe_2O_2 ，薄板 $7/64$ inch 巾) は，通常の巾として取扱われ板間の間隙や，上部マトリックスと板の間隙は一次元モデルにおいて，全て無視されている。

3.3.3 手順と計算方法

本解析では，下記の項目について検討を行なった。

- a) 1次元セル計算における ENSEMBLE-XYZ (SNコード) と SLAROM (積分型輸送計算コード) との比較
- b) 3次元セル計算の計算条件の設定
- c) 1次元セル計算の妥当性の検討

上記の手順と検討方法について述べる。

(1) コードの検証

SNコード ENSEMBLE-XYZ は，2次元体系で2次元 SNコード TWOTRAN-II と比較することによりコードのアルゴリズム上の妥当性を確認している。付録D参照。

このため，今回は，ENSEMBLE-XYZ によるセル計算の妥当性を SLAROM との比較により検証する。

(2) 3次元セル計算の計算条件の設定

SNコードによるセル計算の計算条件として下記のものを設定する必要がある。

- ア) SN分点
- イ) メッシュ分割

Fig.3.26 に示す手順に沿って，SLAROM と ENSEMBLE-XYZ のそれぞれのセル内の中性子束分布を比較することにより決める。

(3) 3次元セル計算と1次元セル計算との比較

ENSEMBLE-XYZ により，(2) で設定した条件のもとで，1次元セルモデルと3次元セルモデルを用いて，それぞれ DCF ドロワーについて18群セル定数を作成する。手順を Fig.3.27, 3.28 に示す。

このセル定数を比較することにより，3次元セル計算と1次元セル計算の違いを検討する。

3.3.4 三次元セルモデルの組成と構造

厳密三次元セル計算を実施するため可能な限り、Fig. 3.23, 3.24 に示した三次元セル構造を忠実にモデル化した。その際、W/G が採用している一次元セルモデルと比較できるように、基本と成るセル構造の各部寸法データ、組成データは、共通のプレートデータ（米国ANL ADEN ライブラリーから作成した）PLUTOライブラリーを使用した。

(1) オリジナル・プレートデータ

○ PLUTO コード ライブラリー ^{<3.27>}

1 Dセルモデル用のプレート原子数密度を作成する PLUTO コード用のプレート原始データである。本データ作成には、1 Dセルモデルと3 Dセルモデルの一貫性を保つため、このライブラリーを使い、3 Dセルモデル用の寸法、原子数密度を作成した。

○ plate data list ^{<3.28>}

上記ライブラリー・データのリストである。しかし、内容的に上記添付リストと矛盾（数値が一致していない）があるので参考とした。^{*}

(2) 原子数密度の作成式

1 Dセル・モデル・原子数密度作成に使用している仮定、Avogadro No. inch, Atomic weight 等を3 Dモデルと共通した。

(i) Avogadro No. : Table 3.44

inch vs cm :

Atomic weight :

(ii) Average lattice pitch と Matrix size

ZPPR 14×14 ft 炉心のMatrix sizeは、Fig. 3.23, 3.24 に示すように、 2.173×2.173 (inch)である。一方、Average lattice pitchは 2.175×2.175 (inch)である。

JUPITER W/Gでは、Matrix sizeをAverage lattice pitch と等しく、かつMatrixのThickness 0.040 (inch)はそのまま保存し、原子数密度を作成している。

* 現在、PNC 鈴木殿が米国へ照会中。

そこで、3Dセル・モデルでも、同様の仮定を採用した。

(iii) 不純物等の取扱いも PLUTO コードと同様とした。

(3) DCF Core Drawer Cell 内のプレート^{<3.29>}

○ Fig. 3.31 に、プレートの並びとプレート名 (PLUTO 用の入力データリスト) を示した。

(4) 三次元モデルの各部組成

Table 3.45 に三次元厳密モデルの各部組成を示した。尚、本組成と一次元モデルで使った組成の一貫性を確認している。

(5) 三次元モデルの各部寸法と構造

Fig. 3.32, 3.33 に三次元厳密モデルの各部寸法と構造を示した。

3.3.5 計算結果

(1) 1次元セル計算における ENSEMBLE-XYZ と SLAROM との比較

Fig. 3.32 に示す 1次元セル体系において ENSEMBLE-XYZ と SLAROM の比較を行なった。

この時 S_N 計算の条件は下記の通りである。

ア) エネルギー群数は 70 群

イ) S_N 分点は DG (Double Gaussian Quadrature) 分割により S_4 , S_8 , S_{16} とした。

ウ) メッシュ分割は、11, 29, 58 メッシュとした。これは、メッシュ巾で 6 mm 以内、1 mm 以内、0.5 mm 以内に相当する。

エ) セル計算の収束条件は $1/\phi_{N-1} - 1/\phi_N$ の値が 2×10^{-4} 以内とする。

セル計算の R_{eff} を Table 3.46 に示す。また 5 群のセル内中性子束分布を Fig. 3.33, 3.34 に示す。同様に 55 群のセル内中性子束分布を Fig. 3.35, 3.36 に示す。

これより下記のことになる。

ア) S_N 分点数を S_8 以上、メッシュ巾を 1 mm 以内とすると、 k_{eff} の ENSEMBLE-XYZ と SLAROM との計算結果の違いは、0.002 以内であった。

イ) S_N 分点数をより高次に、メッシュ巾を更に細かくすると ENSEMBLE-XYZ のセル内の中性子束分布はより良く一致する方向にある。

上記の結果より、 S_N コード ENSEMBLE-XYZ により、ある精度の範囲内でセル計算ができることがわかった。

(2) 3次元セル計算の計算条件の設定

セル内中性子束分布の比較から下記のことわかる。

ア) 処女中性子の多い5群では、メッシュ巾は1 mmと0.5 mm とで中性子分布の違いはわずかであるが、共鳴効果のみられる55群では、分布に有意な差がみられる。

イ) 5群、55群ともに S_8 、 S_{16} とでもセル内の中性子束分布に有意な差がみられる。

上記の結果を考慮するとメッシュ数、 S_N 分点数をより多くすることが望ましい。しかし、3次元 S_N 計算の計算時間の制約内である精度内でセル計算を行う為に下記の通り設定する。

ア) S_N 分点数はDG分割法の S_8 。

イ) メッシュ巾は1 mm以内。

(3) 1次元セル計算と3次元セル計算の比較

ENSEMBLE-XYZにより、Fig. 3.32に示す1次元セルモデルとFig. 3.30, 3.31に示す3次元セルモデルとの比較を行う。

(2)で決めた以外の条件として、下記のものがある。

ア) エネルギー群数は18群とする。

イ) 断面積として、第2リングのDCFドロワーの18群断面積を用いる。

k_{eff} の計算をTable 3.47に、またセル平均断面積の比較をTable 3.48に示す。下記のことわかった。

ア) セル計算の k_{eff} で1次元セルモデルと3次元セルモデルとで0.0016の差がみられた。

イ) モデルの違いにより、セル平均断面積に2%以内の効果がみられた。

3.3.6 検討と今後の課題

S_N コードにより、セル内の中性子束分布をより良く求める為には、メッ

シュ数及びSN分点数をより多くとる必要があるが、これは、多くの計算時間及び大きな計算容量を必要とする。

この為、セル計算法の工夫及び収束の加速の検討が必要である。

3.3.7 結 論

SNコードENSEMBLE-XYZにより、1次元セルモデルと3次元セルモデルの比較を行なった。定量的にその大きさ十分な精度で求める為にはより微細なメッシュ巾でより高次のSN計算を行なう必要があるとは云え、セルモデルの3次元効果が比較的小さいことがわかった。

Table 3.1 Region Leakage Data in Normal Core
of ZPPR Assembly 13A

Energy Group	1st Fuel Ring	2nd I/B& Ring
1	2.393250E-02	-5.433445E-02
2	2.240022E-02	-4.889968E-02
3	2.104525E-02	-4.448107E-02
4	2.007033E-02	-4.408136E-02
5	1.862649E-02	-4.580118E-02
6	1.749174E-02	-3.570796E-02
7	1.736861E-02	-3.791837E-02
8	1.537718E-02	-3.426647E-02
9	1.265069E-02	-2.625313E-02
10	9.514785E-03	-1.778510E-02
11	6.927654E-03	-9.255625E-03
12	6.273907E-03	-7.098328E-03
13	5.382322E-03	-7.857535E-03
14	4.734199E-03	-5.554184E-03
15	3.996335E-03	-3.357948E-03
16	1.514261E-03	4.908894E-04
17	2.334504E-03	-9.109615E-04
18	1.951996E-03	-4.676131E-04
19	9.639170E-04	1.294893E-03
20	1.410749E-03	2.896811E-04
21	3.343055E-04	1.945440E-03
22	-7.450220E-04	3.015774E-03
23	-7.506288E-04	3.198486E-03
24	-5.239297E-03	6.481469E-03
25	1.705601E-03	-2.503570E-04
26	-5.460687E-04	2.840763E-03
27	-7.228903E-04	2.652772E-03
28	-7.305667E-04	2.710124E-03
29	-2.711938E-03	4.313182E-03
30	-8.054781E-04	2.256937E-03
31	-8.002545E-04	2.327266E-03
32	-2.437820E-03	3.707581E-03
33	-5.320340E-03	4.650943E-03
34	-2.584371E-04	1.064235E-03
35	1.034528E-03	-1.826617E-04
36	-5.591915E-04	2.220769E-03
37	-1.237635E-03	2.913189E-03
38	-2.693573E-03	4.541628E-03
39	-2.939252E-03	4.684571E-03
40	-6.021209E-03	6.975591E-03
41	-6.411403E-03	6.889530E-03
42	-6.245509E-03	5.875327E-03
43	-1.095001E-02	8.792315E-03
44	-1.137179E-02	8.657601E-03
45	-1.604407E-02	1.050773E-02
46	-1.388645E-02	8.897903E-03
47	-2.254781E-02	1.193491E-02
48	-2.485845E-02	1.128004E-02
49	-3.989319E-02	1.360871E-02
50	-2.902994E-02	1.030435E-02
51	-2.538365E-02	1.247168E-02
52	-2.212130E-02	1.071428E-02
53	-1.603206E-02	8.660361E-03
54	-3.961440E-02	1.365082E-02
55	-5.567614E-02	1.444237E-02
56	-4.538741E-02	1.368086E-02
57	-1.576240E-02	7.568359E-03
58	-1.615373E-02	9.655759E-03
59	-1.541985E-02	9.697016E-03
60	-1.331469E-02	9.064283E-03
61	-1.708964E-02	1.018941E-02
62	-1.794112E-02	1.031404E-02
63	-2.830699E-02	1.206565E-02
64	-7.495254E-02	1.397597E-02
65	-1.164210E-01	1.490026E-02
66	-1.224889E-01	1.517293E-02
67	-1.474034E-01	1.479819E-02
68	-1.811327E-01	1.444627E-02
69	-1.968625E-01	1.429133E-02
70	-2.031512E-01	1.455106E-02

in unit of cm^{-1}

Table 3.2 Region Leakage Data in Sodium-Voided Core
of ZPPR Assembly 13A

ENERGY GROUP	1st Fuel Ring	2nd I/B ℓ Ring
1	2.597166E-02	-5.081186E-02
2	2.439898E-02	-4.547765E-02
3	2.305865E-02	-4.117087E-02
4	2.188288E-02	-4.102988E-02
5	1.999752E-02	-4.321505E-02
6	1.901375E-02	-3.334013E-02
7	1.875085E-02	-3.609459E-02
8	1.616362E-02	-3.270772E-02
9	1.383019E-02	-2.521850E-02
10	1.073293E-02	-1.640903E-02
11	1.003533E-02	-9.557705E-03
12	5.580820E-03	-3.929377E-03
13	4.398178E-03	-5.388156E-03
14	4.626751E-03	-4.238214E-03
15	3.884484E-03	-2.162866E-03
16	2.310862E-03	8.844072E-04
17	1.518754E-03	3.284079E-04
18	1.759352E-03	1.785752E-04
19	1.140800E-04	2.547621E-03
20	1.433164E-03	6.189374E-04
21	-2.618162E-04	2.822044E-03
22	-2.776941E-04	3.548842E-03
23	-2.578407E-03	4.445262E-03
24	-9.393051E-03	8.049384E-03
25	-2.292357E-03	-7.011301E-04
26	-2.069193E-03	4.074745E-03
27	-1.710770E-03	3.394094E-03
28	-1.466674E-03	3.252650E-03
29	-5.228676E-03	5.538888E-03
30	-8.867991E-04	2.393431E-03
31	5.565044E-04	1.823930E-03
32	1.872939E-03	3.070226E-03
33	7.346369E-03	5.797818E-03
34	-5.999781E-03	2.059975E-03
35	-9.383339E-03	9.373918E-04
36	-1.014826E-02	4.086185E-03
37	-9.046089E-03	4.442580E-03
38	-9.537503E-03	5.667578E-03
39	-8.554660E-03	5.428851E-03
40	-1.205168E-02	7.516675E-03
41	-1.209837E-02	7.238645E-03
42	-1.042758E-02	5.948655E-03
43	-1.701506E-02	8.978073E-03
44	-1.702588E-02	8.758560E-03
45	-2.253538E-02	1.048350E-02
46	-1.956418E-02	8.871678E-03
47	-3.050567E-02	1.180247E-02
48	-3.303674E-02	1.117461E-02
49	-4.975592E-02	1.340319E-02
50	-3.693297E-02	1.012064E-02
51	-2.952010E-02	1.174002E-02
52	-2.653291E-02	1.012931E-02
53	-2.169687E-02	8.433815E-03
54	-5.046336E-02	1.337983E-02
55	-6.677067E-02	1.404677E-02
56	-5.132339E-02	1.305681E-02
57	-2.120614E-02	7.111993E-03
58	-2.089204E-02	8.923236E-03
59	-1.878491E-02	8.935671E-03
60	-1.563659E-02	8.062772E-03
61	-1.976298E-02	9.329066E-03
62	-2.050193E-02	9.333767E-03
63	-3.241869E-02	1.132597E-02
64	-8.735228E-02	1.346453E-02
65	-1.309351E-01	1.427098E-02
66	-1.314743E-01	1.441105E-02
67	-1.571014E-01	1.397176E-02
68	-1.922580E-01	1.353364E-02
69	-2.069404E-01	1.326349E-02
70	-2.114009E-01	1.310964E-02

in unit of cm^{-1}

Table 3.3 Pseudo-absorption used in Cell Calculation

[cm⁻²]

ENERGY GROUP	SCFCO	DCFCO	RBLow
1	2.59716E-02	2.59716E-02	0.0
2	2.43989E-02	2.43989E-02	0.0
3	2.30586E-02	2.30586E-02	0.0
4	2.18829E-02	2.18829E-02	0.0
5	1.99975E-02	1.99975E-02	0.0
6	1.90137E-02	1.90137E-02	0.0
7	1.87509E-02	1.87509E-02	0.0
8	1.61636E-02	1.61636E-02	0.0
9	1.38302E-02	1.38302E-02	0.0
10	1.07329E-02	1.07329E-02	0.0
11	1.00355E-02	1.00355E-02	0.0
12	5.58081E-03	5.58081E-03	0.0
13	4.39817E-03	4.39817E-03	0.0
14	4.62674E-03	4.62674E-03	0.0
15	3.83448E-03	3.88448E-03	0.0
16	2.31086E-03	2.31086E-03	8.84405E-04
17	1.51875E-03	1.51875E-03	3.28407E-04
18	1.75935E-03	1.75935E-03	1.78575E-04
19	1.14030E-04	1.14080E-04	2.54762E-03
20	1.43316E-03	1.43316E-03	6.18936E-04
21	-2.61815E-04	-2.61815E-04	2.82204E-03
22	-2.77693E-04	-2.77693E-04	3.54884E-03
23	-2.57840E-03	-2.57840E-03	4.44325E-03
24	-9.39304E-03	-9.39304E-03	8.04937E-03
25	2.29235E-03	2.29235E-03	-7.01129E-04
26	-2.06919E-03	-2.06919E-03	4.07474E-03
27	-1.71077E-03	-1.71077E-03	3.39409E-03
28	-1.46667E-03	-1.46667E-03	3.25264E-03
29	-5.22866E-03	-5.22866E-03	5.53888E-03
30	-8.86797E-04	-8.86797E-04	2.39343E-03
31	5.56503E-04	5.56503E-04	1.82393E-03
32	1.87294E-03	1.87294E-03	3.07022E-03
33	7.34635E-03	7.34635E-03	5.79781E-03
34	-5.99977E-03	-5.99977E-03	2.05997E-03
35	-9.38332E-03	-9.38332E-03	9.37390E-04
36	-1.01482E-02	-1.01482E-02	4.08618E-03
37	-9.04607E-03	-9.04607E-03	4.4257E-03
38	-9.53749E-03	-9.53749E-03	5.66757E-03
39	-8.55464E-03	-8.55464E-03	5.42884E-03
40	-1.20517E-02	-1.20517E-02	7.51666E-03
41	-1.20984E-02	-1.20984E-02	7.23863E-03
42	-1.04276E-02	-1.04276E-02	5.94864E-03
43	-1.70150E-02	-1.70150E-02	8.97806E-03
44	-1.70259E-02	-1.70259E-02	8.75854E-03
45	-2.25354E-02	-2.25354E-02	1.04835E-02
46	-1.95642E-02	-1.95642E-02	8.87166E-03
47	-3.05056E-02	-3.05056E-02	1.18024E-02
48	-3.30367E-02	-3.30367E-02	1.11746E-02
49	-4.97559E-02	-4.97559E-02	1.34032E-02
50	-3.69329E-02	-3.69329E-02	1.01206E-02
51	-2.95201E-02	-2.95201E-02	1.17400E-02
52	-2.65329E-02	-2.65329E-02	1.01293E-02
53	-2.16968E-02	-2.16968E-02	8.43380E-03
54	-5.04633E-02	-5.04633E-02	1.33798E-02
55	-6.67706E-02	-6.67706E-02	1.40468E-02
56	-5.13233E-02	-5.13233E-02	1.30568E-02
57	-2.12061E-02	-2.12061E-02	7.11198E-03
58	-2.08920E-02	-2.08920E-02	8.92322E-03
59	-1.87849E-02	-1.87849E-02	8.93566E-03
60	-1.56366E-02	-1.56366E-02	8.06276E-03
61	-1.97630E-02	-1.97630E-02	9.32905E-03
62	-2.05019E-02	-2.05019E-02	9.33375E-03
63	-3.24187E-02	-3.24187E-02	1.13260E-02
64	-8.73522E-02	-8.73522E-02	1.34645E-02
65	-1.30935E-01	-1.30935E-01	1.42710E-02
66	-1.31474E-01	-1.31474E-01	1.44110E-02
67	-1.57101E-01	-1.57101E-01	1.39717E-02
68	-1.92258E-01	-1.92258E-01	1.35336E-02
69	-2.06940E-01	-2.06940E-01	1.32635E-02
70	-2.11401E-01	-2.11401E-01	1.31096E-02

Table 3.4 Results of Normal Cell Calculations

Method Item		A	B	C	D	E
SCFCO	Cell k_{eff}	1.2250	1.0002	0.81957	0.80037	0.81538
	Leakage or B^2 *	0.0	8.6785^{-4}	Table 3.1		
DCFCO	Cell k_{eff}	1.6927	1.0002	1.0598	1.0559	1.0655
	Leakage or B^2 *	0.0	2.9659^{-3}	Table 3.1		
RBLOW	Cell k_{eff}	0.26988	1.0000	0.96367	0.97376	0.971418
	Leakage or B^2 *	0.0	-7.8320^{-3}	Table 3.1		

* in unit of cm^{-1} for leakage and cm^{-2} for buckling.

Table 3.5 Results of Sodium-Voided Cell Calculations

Method Item		A	B	C	D	E
SCFCO	Cell k_{eff}	1.29986	1.0000	0.87557	0.85501	0.88012
	Leakage or B^2 *	0.0	8.3484^{-4}	Table 3.3		
DCFCO	Cell k_{eff}	1.79253	1.0000	1.05748	1.05001	1.07013
	Leakage or B^2 *	0.0	2.5420^{-3}	Table 3.3		
RBLow	Cell k_{eff}	0.27945	0.88391	0.26773	0.26758	0.27838
	Leakage or B^2 *	0.0	-6.5000^{-3}	Table 3.3		

* in unit of cm^{-1} for leakage and cm^{-2} for buckling.

Table 3,6(1) Comparison of Reactivity Change Effect
on Treatment of Cell Leakage (1/2)

Region Fuel Ring 1

Case Method		Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage (R)	Leakage (Z)	L	Total
A ↓ B	SCF	5.8636^{-5}	-1.7955^{-5}	-4.1757^{-6}	3.6504^{-5}	-2.6924^{-6}	-5.0926^{-6}	-7.7851^{-6}	2.8719^{-5}
	DCF	5.2342^{-5}	-1.8201^{-4}	-3.5023^{-5}	3.0638^{-4}	-2.5032^{-5}	-4.6743^{-5}	-7.1776^{-5}	2.3461^{-4}
	Total	5.8206^{-4}	-2.0007^{-4}	-3.9198^{-5}	3.4279^{-4}	-2.7725^{-5}	-5.1835^{-5}	-7.9561^{-5}	2.6323^{-4}
A ↓ C	SCF	3.8907^{-4}	-1.2057^{-4}	-2.8663^{-5}	2.2983^{-4}	-1.6427^{-5}	-2.2327^{-5}	-3.8754^{-5}	1.9108^{-4}
	DCF	8.6346^{-4}	-2.9807^{-4}	-6.8656^{-5}	4.9673^{-4}	-4.7891^{-5}	-6.6404^{-5}	-1.1430^{-4}	3.8243^{-4}
	Total	1.2525^{-3}	-4.2867^{-4}	-9.7318^{-5}	7.2654^{-4}	-6.4318^{-5}	-8.8731^{-5}	-1.5305^{-4}	5.7349^{-4}
A ↓ D	SCF	3.3561^{-4}	-1.2310^{-4}	-2.2566^{-5}	2.0995^{-4}	-7.3938^{-7}	-1.3171^{-6}	-2.0565^{-6}	2.0789^{-4}
	DCF	7.5363^{-4}	-2.7449^{-4}	-5.2930^{-5}	4.2621^{-4}	-1.7624^{-6}	-3.4096^{-6}	-5.1720^{-6}	4.2103^{-4}
	Total	1.1092^{-3}	-3.9748^{-4}	-7.5496^{-5}	6.3627^{-4}	-2.0517^{-6}	-4.7265^{-6}	-7.2282^{-6}	6.2904^{-4}
A ↓ E	SCF	4.2294^{-4}	-1.3865^{-4}	-3.5049^{-5}	2.4924^{-4}	-3.2615^{-5}	-4.4002^{-5}	-7.6617^{-5}	1.7262^{-4}
	DCF	9.7644^{-4}	-3.1884^{-4}	-8.5518^{-5}	5.7208^{-4}	-1.0039^{-4}	-1.3733^{-4}	-2.3772^{-4}	3.3436^{-4}
	Total	1.3994^{-3}	-4.5757^{-4}	-1.2057^{-4}	8.2124^{-4}	-1.3300^{-4}	-1.8133^{-4}	-3.1433^{-4}	5.0690^{-4}

in unit of $\Delta k/k$
by FOP Calcu.

Table 3,6(2) Comparison of Reactivity Change Effect
on Treatment of Cell Leakage (2/2)

Region I. Blanket Ring 2

Case Method		Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage(R)	Leakage(Z)	L	Total
A	SCF								
↓	DCF								
B	Total	-1.6490^{-4}	9.7135^{-5}	6.3665^{-5}	-4.0971^{-6}	5.4052^{-5}	8.5221^{-5}	1.3927^{-4}	1.3518^{-4}
A	SCF								
↓	DCF								
C	Total	-2.917^{-4}	1.5249^{-4}	9.2906^{-5}	-4.6319^{-5}	1.0746^{-4}	1.1767^{-4}	2.2513^{-4}	1.7881^{-4}
A	SCF								
↓	DCF								
D	Total	-2.4328^{-4}	1.3160^{-4}	6.3729^{-5}	-4.7950^{-5}	3.2366^{-6}	3.9048^{-6}	7.1415^{-6}	-4.0809^{-5}
A	SCF								
↓	DCF								
E	Total	-2.7507^{-4}	1.4533^{-4}	1.1347^{-4}	-1.6275^{-5}	1.7545^{-4}	1.4922^{-4}	3.2466^{-4}	3.0839^{-4}

in unit of $\Delta k/k$
by FOP Calcu.

Table 3.7 Reactivity Change Effect by Treatment of Cell Leakage

in unit of $\% \Delta k/k$

Method	Method	Core Region	B1 Region	Total
A	→ B	0.191	0.061	0.252
A	→ C	0.433	0.086	0.519
A	→ D	0.498	-0.066	0.491
A	→ E	0.358	0.126	0.484

Table 3.8 Comparison of Cell Bucking Effect on Reaction Rate -U²³⁵ (N,F)-

U²³⁵ (N,F) R. RATE: XY REF. DIFF. 70G: X-TRAVERS 147 - [48-20]

Position \ Method		Method	A	B		C		D		E	
			R.R. (a)	R.R.	B/A	R.R.	C/A	R.R.	D/A	R.R.	E/A
147	44	S (b)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
147	43		0.9787	0.9809	1.0022	0.9795	1.0008	0.9802	1.0015	0.9784	0.9997
147	42	Core(1) S	1.0144	1.0140	0.9996	1.0140	0.9996	1.0153	1.0009	1.0122	0.9978
147	41		0.9848	0.9866	1.0018	0.9852	1.0004	0.9864	1.0016	0.9833	0.9985
147	40	S	1.0175	1.0169	0.9994	1.0172	0.9997	1.0177	1.0002	1.0161	0.9986
147	32		1.1088	1.1081	0.9994	1.1069	0.9983	1.1074	0.9987	1.1040	0.9957
147	31	I/B1(3)	1.1142	1.1135	0.9994	1.1121	0.9981	1.1132	0.9991	1.1084	0.9948
147	30		1.1199	1.1195	0.9996	1.1189	0.9991	1.1193	0.9995	1.1153	0.9959

Note: (a) R.R.: Reaction Rate Normalized to Experimental Value at the Position [147, 44]

(b) S : SCF Core Drawer
D : DCF Core Drawer

Table 3.9 Comparison of Cell Ruckling Effect on Reaction Rate -U²³⁸ (N,F)-

U238 (N,F) R. RATE: XY REF. DIFF. 70G: X-TRAVERS 147 - [48-20]

Position \ Case			A		B		C		D		E	
			R.R.	(a)	R.R.	B/A	R.R.	C/A	R.R.	D/A	R.R.	E/A
147	44	S	1.0000		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
147	43		0.9171		0.9230	1.0064	0.9139	0.9965	0.9216	1.0049	0.9080	0.9901
147	42	Core (1) S	1.0111		1.0047	0.9937	0.9979	0.9869	1.0108	0.9997	0.9882	0.9774
147	41		0.9182		0.9223	1.0045	0.9117	0.9930	0.9228	1.0050	0.9039	0.9844
147	40	S	0.9668		0.9641	0.9972	0.9613	0.9943	0.9669	1.0001	0.9588	0.9917
147	32		1.1778		1.1632	0.9876	1.1333	0.9622	1.1476	0.9744	1.1310	0.9603
147	31	I/B ₁ (3)	1.2728		1.2529	0.9844	1.2145	0.9542	1.2408	0.9749	1.2119	0.9522
147	30		1.2668		1.2519	0.9882	1.2188	0.9621	1.2354	0.9752	1.2145	0.9587

Note: (a) R.R.: Reaction Rate Normalized to Experimental Value at the Position [147, 44]

(b) S : SCF Core Drawer
D : DCF Core Drawer

Table 3.10 Comparison of Cell Buckling Effect on Reaction Rate -PU²³⁹ (N,F)-

PU239 (N,F) R. RATE: XY REF. DIFF. 70G: X-TRAVERS 147 - [48-20]

Position \ Case		A	B		C		D		E	
		R.R. (a)	R.R.	B/A	R.R.	C/A	R.R.	D/A	R.R.	E/A
147 44	S (b)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
147 43	D	1.0038	1.0054	1.0016	0.9951	0.9913	0.9966	0.9928	0.9932	0.9894
147 42	S	1.0325	1.0318	0.9993	1.0331	1.0006	1.0349	1.0023	1.0306	0.9982
147 41	D	1.0097	1.0107	1.0010	1.0002	0.9906	1.0025	0.9929	0.9974	0.9878
147 40	S	1.0210	1.0202	0.9992	1.0198	0.9988	1.0209	0.9999	1.0184	0.9975

Note: (a) R.R.: Reaction Rate Normalized to Experimental Value at the Position [147, 44]

(b) S : SCF Core Drawer
D : DCF Core Drawer

Table 3.11 Comparison of Cell Buckling Effect on Reaction Rate -U²³⁸ (N,G)-

U238 (N,G) R. RATE: XY REF. DIFF. 70G: X-TRAVERS 147 - [48-20]

Position \ Case			A		B		C		D		E	
			R.R.	(a)	R.R.	B/A	R.R.	C/A	R.R.	D/A	R.R.	E/A
147	44	(b) S	1.0000		1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
147	43	D	1.0214		1.0230	1.0015	1.0223	1.0008	1.0225	1.0010	1.0215	1.0000
147	42	Core (1) S	1.0141		1.0139	0.9998	1.0142	1.0000	1.0147	1.0005	1.0132	0.9991
147	41	D	1.0192		1.0205	1.0012	1.0199	1.0006	1.0204	1.0011	1.0186	0.9994
147	40	S	1.0277		1.0273	0.9996	1.0279	1.0001	1.0281	1.0003	1.0268	0.9991
147	32	I/B1 (3)	1.0917		1.0918	1.0000	1.0922	1.0004	1.0922	1.0004	1.0892	0.9977
147	31		1.1054		1.1055	1.0000	1.1059	1.0004	1.1061	1.0006	1.1023	0.9971
147	30		1.1154		1.1158	1.0003	1.1168	1.0012	1.1167	1.0011	1.1131	0.9979

Note: (a) R.R.: Reaction Rate Normalized to Experimental Value at the Position [147, 44]

(b) S : SCF Core Drawer
D : DCF Core Drawer

Table 3.12 Comparision of Step-wise Na-Void Reactivity Worth
on Cell Leakage Treatment

in unit of $\Delta k/k$

Step 3

Method	Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage (R)	Leakage (Z)	L	Total
A	-3.1186^{-4}	3.6543^{-4}	1.9800^{-3}	2.0335^{-3}	-3.8704^{-4}	-5.6341^{-4}	-9.5045^{-4}	1.0831^{-3}
B	-1.5107^{-4} 0.484	2.9245^{-4} 0.800	1.9549^{-3} 0.987	2.0963^{-3} 1.031	-6.5828^{-4} 1.701	-7.6047^{-4} 1.350	-1.4188^{-3} 1.493	6.7755^{-4} 0.626
C	-1.8299^{-4} 0.587	3.3977^{-4} 0.930	1.9208^{-3} 0.970	2.0776^{-3} 1.022	-8.9826^{-4} 2.321	-8.5513^{-4} 1.518	-1.7534^{-3} 1.845	3.2421^{-4} 0.299
D	-2.5564^{-4} 0.820	3.2711^{-4} 0.895	1.9541^{-3} 0.987	2.0256^{-3} 0.996	-3.9150^{-4} 1.012	-5.6585^{-4} 1.004	-9.5736^{-4} 1.007	1.0682^{-3} 0.986
E	-1.1258^{-4} 0.361	3.4740^{-4} 0.951	1.8860^{-3} 0.953	2.1208^{-3} 1.043	-1.5007^{-3} 3.877	-1.2182^{-3} 2.162	-2.7189^{-3} 2.861	-5.9808^{-4} -0.552

(Note) The Lower values are the ratios of Method A to the others.

Table 3.13 Comparison of Step-wise Na-Void Reactivity Worth
on Cell Leakage Treatment

in unit of $\Delta k/k$

Step 7

Method	Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage(R)	Leakage(Z)	L	Total
A	-1.4285^{-5}	1.9187^{-4}	9.7737^{-4}	1.1550^{-3}	-1.3142^{-4}	-4.1291^{-5}	-1.7271^{-4}	9.8224^{-4}
B	-3.7858^{-5} 2.650	2.4722^{-4} 1.288	1.0176^{-3} 1.041	1.2270^{-3} 1.062	-1.7446^{-5} 0.133	-2.6255^{-5} 0.636	-4.3701^{-5} 0.253	1.1833^{-3} 1.205
C	6.4705^{-5} -4.530	1.8849^{-4} 0.982	9.6779^{-4} 0.990	1.2210^{-3} 1.057	-1.9113^{-4} 1.454	-4.7830^{-5} 1.158	-2.3896^{-4} 1.384	9.8203^{-4} 0.9998
D	4.7390^{-5} -3.317	1.9960^{-4} 1.040	9.7980^{-4} 1.002	1.2268^{-3} 1.062	-1.3605^{-4} 1.035	-4.2106^{-5} 1.020	-1.7815^{-4} 1.031	1.0486^{-3} 1.068
E	6.6449^{-5} -4.652	1.8135^{-4} 0.945	9.5452^{-4} 0.977	1.2023^{-3} 1.041	-2.2855^{-4} 1.739	-5.1169^{-5} 1.239	-2.7972^{-4} 1.630	9.2260^{-4} 0.939

(Note) The Lower values are the ratios of Method A to the others.

Table 3.14 Comparison of Cross Section Differences between Method A, B and C
(SCFCO Drawer)

Cross Section		Normal Core			Na-Voided Core			Difference		
		Method A	Method B	Method C	Method A	Method B	Method C	Method A	Method B	Method C
$D_{ave.}$	4 gr	3.664	3.697	3.844	4.377	4.658	5.782	0.713	0.961	1.938
	5 gr	3.095	3.121	3.253	3.652	3.850	4.790	0.557	0.729	1.537
	6 gr	3.456	3.483	3.595	4.139	4.362	5.204	0.683	0.879	1.609
Σ_{VF}	4 gr	1.823^{-2}	1.834^{-2}	1.907^{-2}	1.773^{-2}	1.786^{-2}	1.868^{-2}	-0.050^{-2}	-0.048^{-2}	-0.039^{-2}
	5 gr	1.758^{-2}	1.768^{-2}	1.839^{-2}	1.717^{-2}	1.728^{-2}	1.808^{-2}	-0.041^{-2}	-0.040^{-2}	-0.031^{-2}
	6 gr	1.646^{-2}	1.655^{-2}	1.715^{-2}	1.612^{-2}	1.623^{-2}	1.689^{-2}	-0.034^{-2}	-0.032^{-2}	-0.026^{-2}
Σ_a	4 gr	7.362^{-3}	7.395^{-3}	7.607^{-3}	7.201^{-3}	7.239^{-3}	7.476^{-3}	-0.161^{-3}	-0.156^{-3}	-0.131^{-3}
	5 gr	6.140^{-3}	6.171^{-3}	6.393^{-3}	6.011^{-3}	6.046^{-3}	6.294^{-3}	-0.129^{-3}	-0.125^{-3}	-0.099^{-3}
	6 gr	5.873^{-3}	5.905^{-3}	6.098^{-3}	5.762^{-3}	5.799^{-3}	6.014^{-3}	-0.111^{-3}	-0.106^{-3}	-0.084^{-3}
Σ_s	4 gr	8.634^{-2}	8.642^{-2}	8.690^{-2}	7.283^{-2}	7.296^{-2}	7.366^{-2}	-1.351^{-2}	-1.346^{-2}	-1.324^{-2}
	5 gr	1.048^{-1}	1.048^{-1}	1.053^{-1}	9.037^{-2}	9.050^{-2}	9.122^{-2}	-1.443^{-2}	-1.430^{-2}	-1.408^{-2}
	6 gr	9.302^{-2}	9.310^{-2}	9.357^{-2}	7.848^{-2}	7.862^{-2}	7.933^{-2}	-1.454^{-2}	-1.448^{-2}	-1.424^{-2}

Table 3.15 Physical Constants

atomic weight

1	PU38	238.049	26	CO	58.933
2	PU39	239.052	27	N	14.007
3	PU40	240.054	28	TI	47.90
4	PU41	241.054	29	F	18.998
5	PU42	242.059	30	LIP	23.0
6	AM41	241.057	31	HIP	63.0
7	U235	235.044	32	MG	24.305
8	U238	238.051	33	H	1.008
9	AL	26.982	34	BE	9.012
10	MO	95.94	35	CS	132.905
11	O	15.999	36	B	10.81
12	B10	10.013	37	NB	92.906
13	B11	11.009	38	TA	180.948
14	C	12.011	39	TH	232.038
15	NA	22.990	40	ZR	91.22
16	CA	40.08	41	NP37	237.048
17	CL	35.453	42	U234	234.041
18	FE	55.847	43	U236	236.046
19	CR	51.996	44	EU51	150.92
20	NI	58.71	45	EU53	152.921
21	MN	54.938	46		
22	SI	28.086	47		
23	CU	63.546	48		
24	P	30.974	49		
25	S	32.06	50		

Na (Avogadro No.) = 6.022045×10^{23} /mol

1 inch = 2.54 cm

Table 3.16 Number Density of Each Material Region for 3D Cell Model

in unit of atoms/cc

Isotope	ZPPR Matrix	Drawer	Meat of Na (1)*	Can of Na (1)*	Fe ₂ O ₃	Meat of ZPPR Pu	Can of ZPPR Pu	Fe ₂ O ₃ THIN	Meat of Na (2)**	Can of Na (2)**
²³⁹ Pu						9.7075 ₆ ⁺²¹				
²⁴⁰ Pu						1.2847 ₉ ⁺²¹				
²⁴¹ Pu						1.0246 ₈ ⁺²⁰				
²⁴² Pu						2.8603 ₃ ⁺¹⁹				
²⁴¹ Am						9.5793 ₂ ⁺¹⁹				
²³⁵ U						6.3179 ₉ ⁺¹⁹				
²³⁸ U						2.7588 ₆ ⁺²²				
Fe	5.9258 ₉ ⁺²²	5.8812 ₇ ⁺²²		5.8083 ₃ ⁺²²	3.5007 ₀ ⁺²²		6.5610 ₈ ⁺²²	3.6338 ₀ ⁺²²		5.8725 ₁ ⁺²²
Cr	1.6466 ₉ ⁺²²	1.6266 ₀ ⁺²²		1.6723 ₄ ⁺²²			1.9064 ₉ ⁺²²			1.6908 ₃ ⁺²²
Ni	6.6496 ₆ ⁺²¹	6.6283 ₆ ⁺²¹		8.5698 ₀ ⁺²¹			9.5422 ₃ ⁺²¹			8.6646 ₇ ⁺²¹
Mn	1.4666 ₇ ⁺²¹	1.4558 ₄ ⁺²¹		1.2483 ₂ ⁺²¹			9.2835 ₀ ⁺²⁰			1.2617 ₀ ⁺²¹
Si	9.4608 ₉ ⁺²⁰	1.0304 ₇ ⁺²¹		1.0433 ₁ ⁺²¹			9.1964 ₃ ⁺²⁰			1.0553 ₃ ⁺²¹
Cu	2.3780 ₁ ⁺²⁰	1.9079 ₅ ⁺²⁰		8.9702 ₂ ⁺¹⁹			1,1212 ₇ ⁺²⁰			9.0593 ₆ ⁺¹⁹
Mo	1.1437 ₃ ⁺²⁰	1.0191 ₄ ⁺²⁰		1.0211 ₈ ⁺¹⁹		2.4817 ₄ ⁺²¹				9.7305 ₁ ⁺¹⁸
C	2.5974 ₂ ⁺²⁰	2.6049 ₈ ⁺²⁰	2.2467 ₄ ⁺¹⁸	9.6399 ₇ ⁺¹⁹					2.2693 ₈ ⁺¹⁸	9.7155 ₂ ⁺¹⁹
Na			2.3251 ₁ ⁺²²						2.3844 ₄ ⁺²²	
O			1.6867 ₀ ⁺¹⁸		5.0532 ₇ ⁺²²			5.3411 ₅ ⁺²²	1.7037 ₀ ⁺¹⁸	
A				8.2523 ₄ ⁺¹⁹			9.9028 ₁ ⁺¹⁹			8.6497 ₀ ⁺¹⁹

* Na plate of JTY = 8

** Na plate of JTY = 13

Table 3.17 Comparison of K_{eff} Values in 70 Group Calculation

number of mesh S_N order	11	29	58
S_4	1.6871*	1.6898*	-
S_8	1.6878*	1,6909*	1.6950*
S_{16}	-	1,6919*	-
integral transport	1.6927**		

* by the 3D S_N code "ENSEMBLE-XYZ"

** by the integral transport code "SLAROM"

Table 3.18 Comparison of K_{eff} Values in 18 Group Calculation

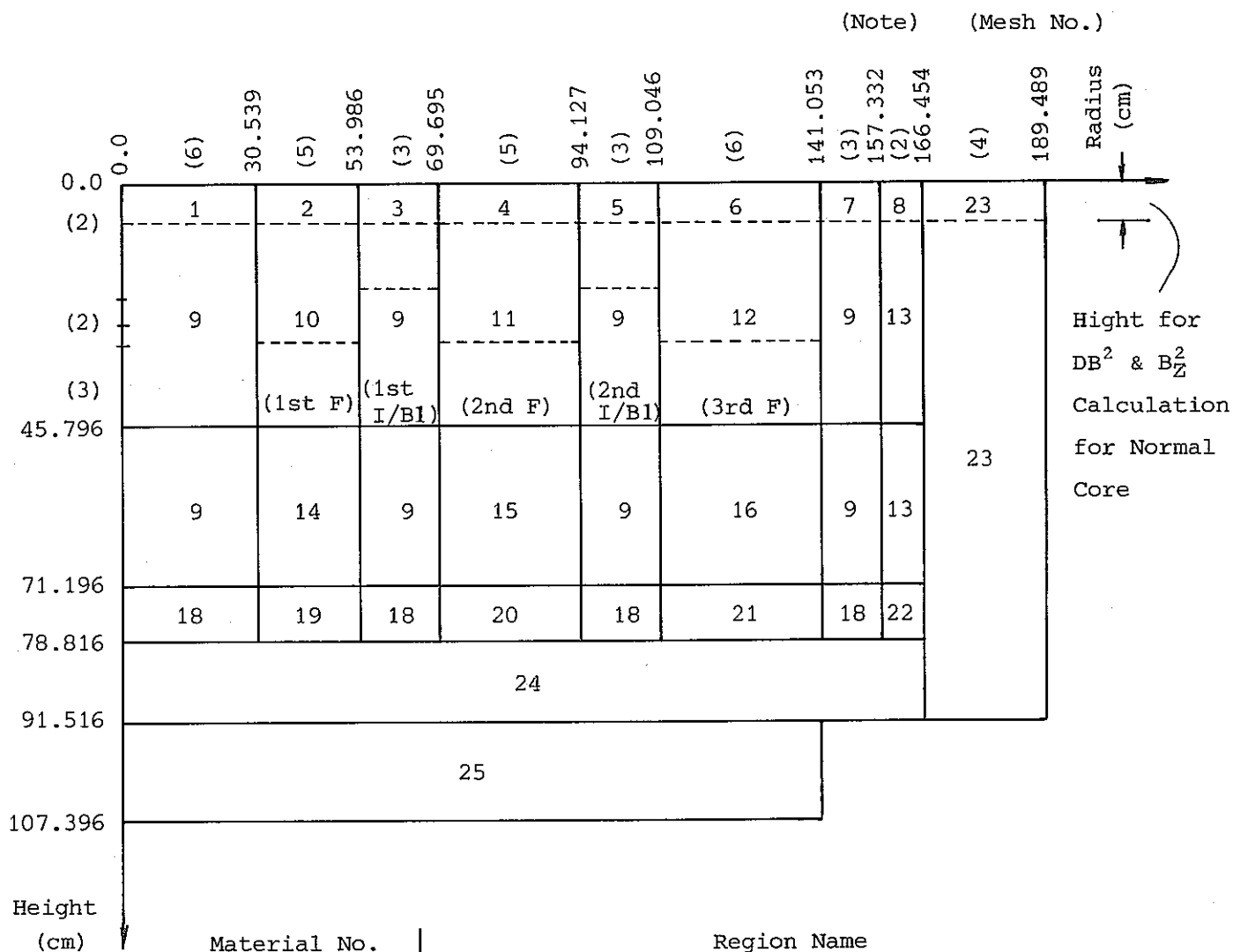
model	1D cell model	3D cell model
K_{eff}	1.6947	1.6931
Codition of Calculation	$S_8^* \times (31 \times 1 \times 1)^{**}$	$S_8^* \times (31 \times 7 \times 7)^{**}$

* Double Gaussian Quadrature

** numbers of space mesh in X-, Y- and Z-direction

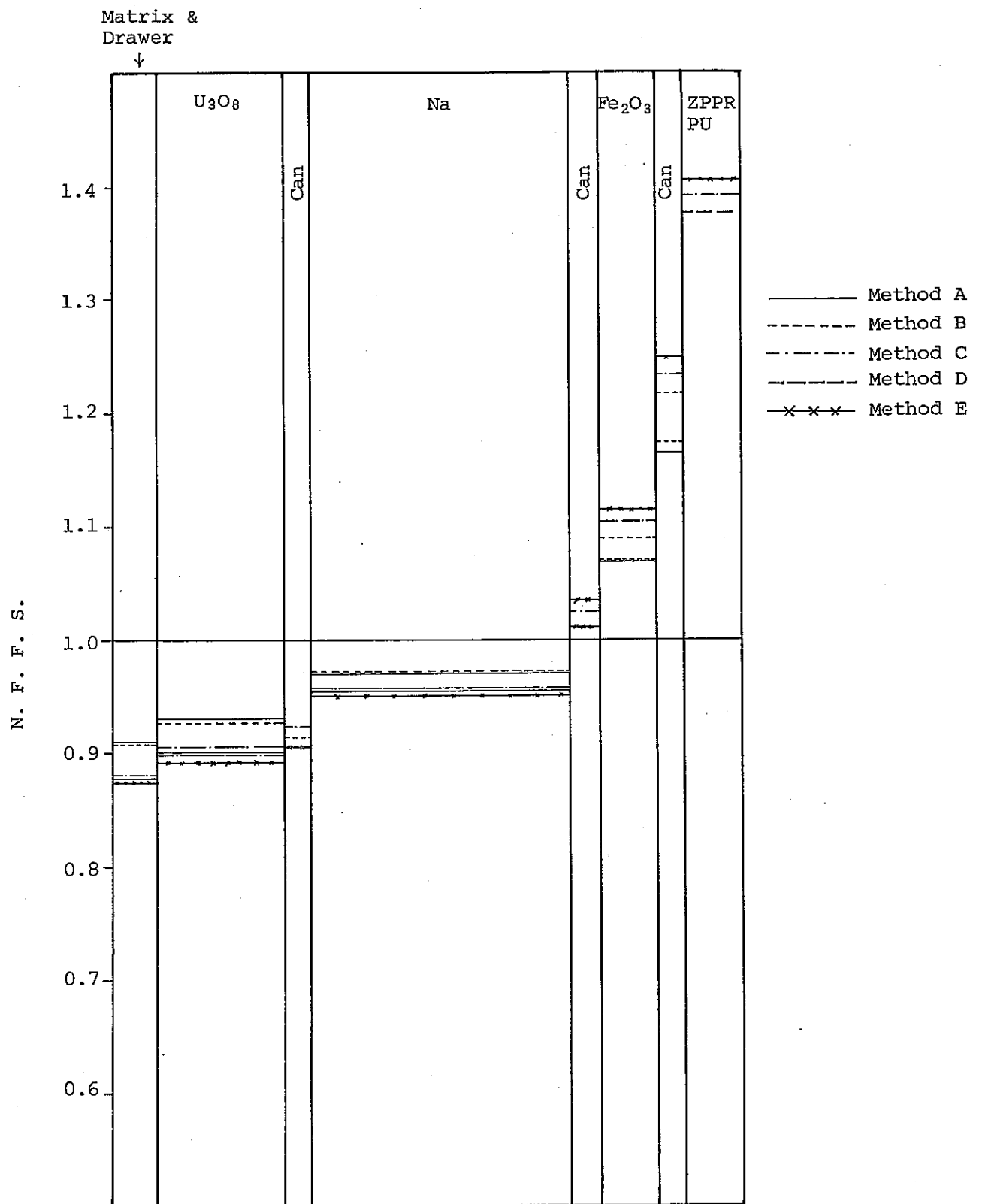
Table 3. 19 Comparison of Cell Average Micro Cross Section $\bar{\nu}f$ (Pu²³⁹)

GROUP	1D CELL MODEL	3D CELL MODEL	3D/1D
1	8.66831E+00	8.75524E+00	1.0100
2	6.40812E+00	6.46627E+00	1.0091
3	6.35799E+00	6.39888E+00	1.0064
4	6.27872E+00	6.29777E+00	1.0030
5	5.47091E+00	5.48016E+00	1.0017
6	4.87140E+00	4.87473E+00	1.0007
7	4.54665E+00	4.54728E+00	1.0001
8	4.50391E+00	4.50179E+00	0.9995
9	4.69989E+00	4.69667E+00	0.9993
10	4.78012E+00	4.77533E+00	0.9990
11	4.85650E+00	4.85261E+00	0.9992
12	5.74911E+00	5.73882E+00	0.9982
13	8.28635E+00	8.25665E+00	0.9964
14	1.01652E+01	1.01284E+01	0.9964
15	1.73027E+01	1.72001E+01	0.9941
16	2.73429E+01	2.71328E+01	0.9923
17	3.64437E+01	3.60162E+01	0.9883
18	8.40009E+01	8.24806E+01	0.9819



Material No.	Region Name
10,11,12 } 2,4,6, }	Core
1,3,5,9	Internal Blanket
7,9	Inner Radial Blanket
8,13	Outer Radial Blanket (Lower Density Na plate)
14,15,16	Lower Axial Blanket
9	Lower Axial Blanket of Internal Blanket
19,20,21	Upper Axial Blanket
18	Upper Part of Radial Blanket
22	Upper Part of Radial Blanket (Lower Density Na plate)
23,25	SS Reflector
24	Steel Reflector
18	Upper Axial Blanket of Internal Blanket

Fig. 3.1 2D (RZ) Calculation Model of ZPPR-13A Core



(Note) N.F.F.S. : Neutron Flux Fine Structure

Fig. 3.2 N.F.F.S. in SCF Core Drawer

- 1st Group -

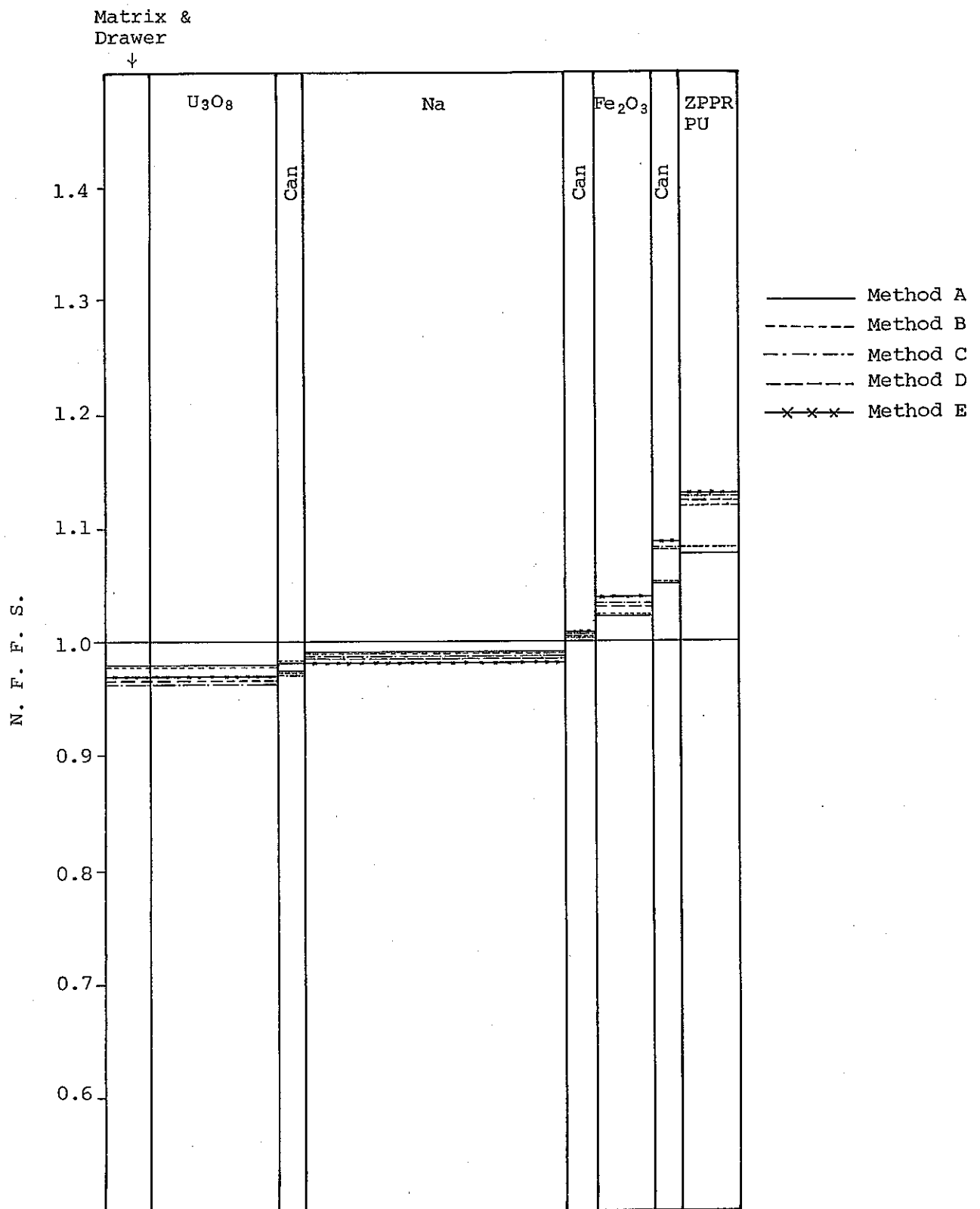


Fig. 3.3 N.F.F.S. in SCF Core Drawer

- 10th Group -

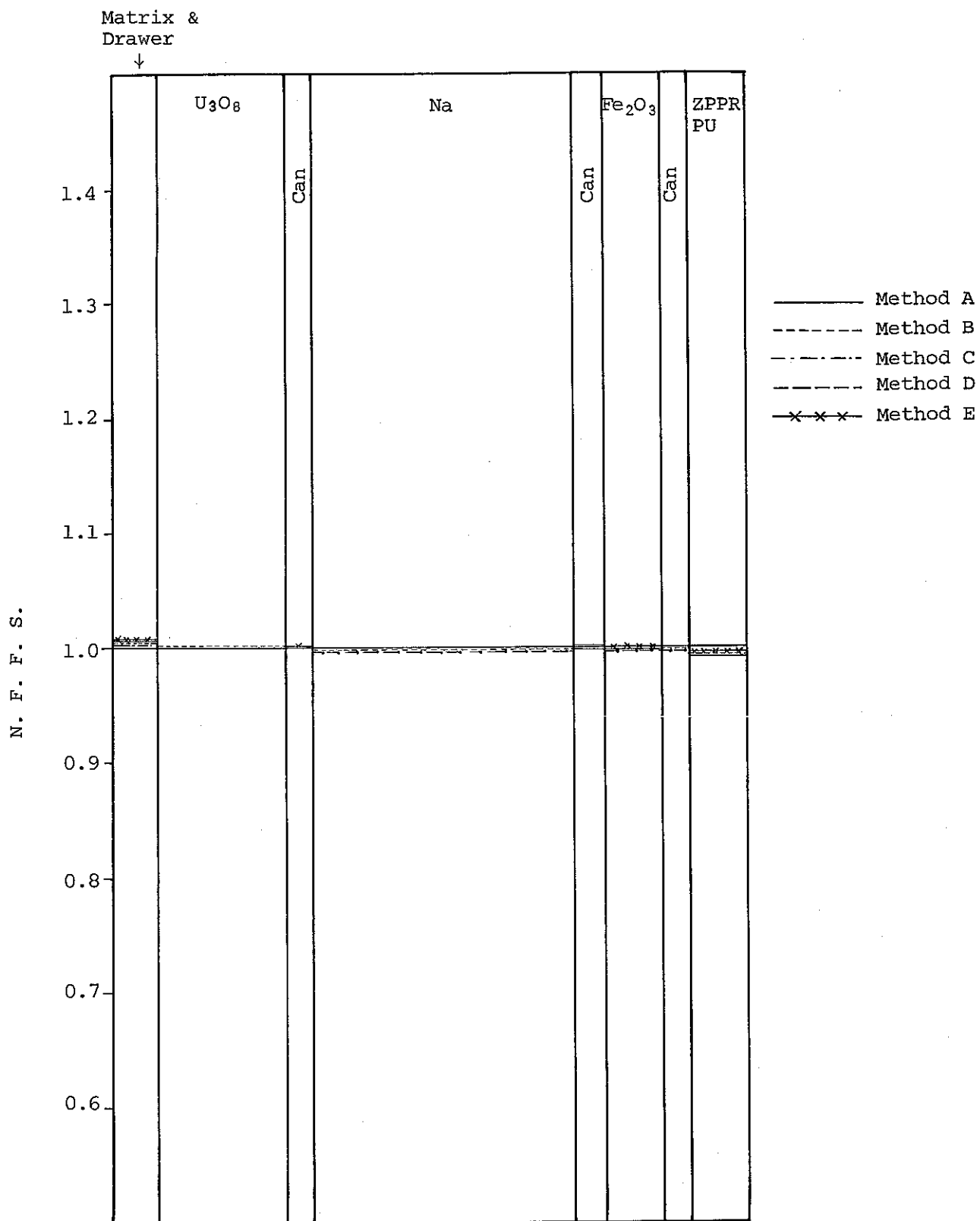


Fig. 3.4 N.F.F.S. in SCF Core Drawer

- 20th Group -

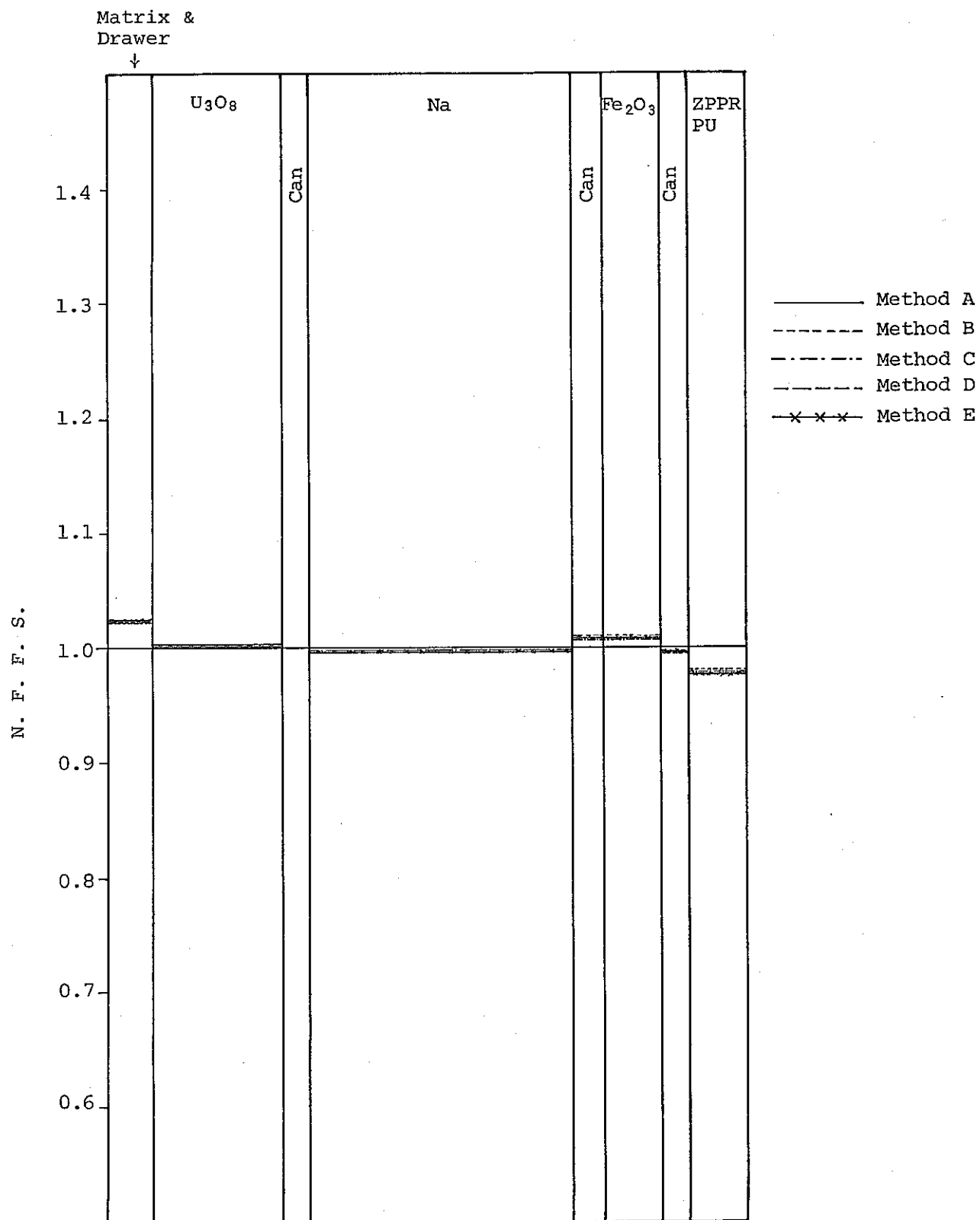


Fig. 3.5 N.F.F.S. in SCF Core Drawer

- 30th Group -

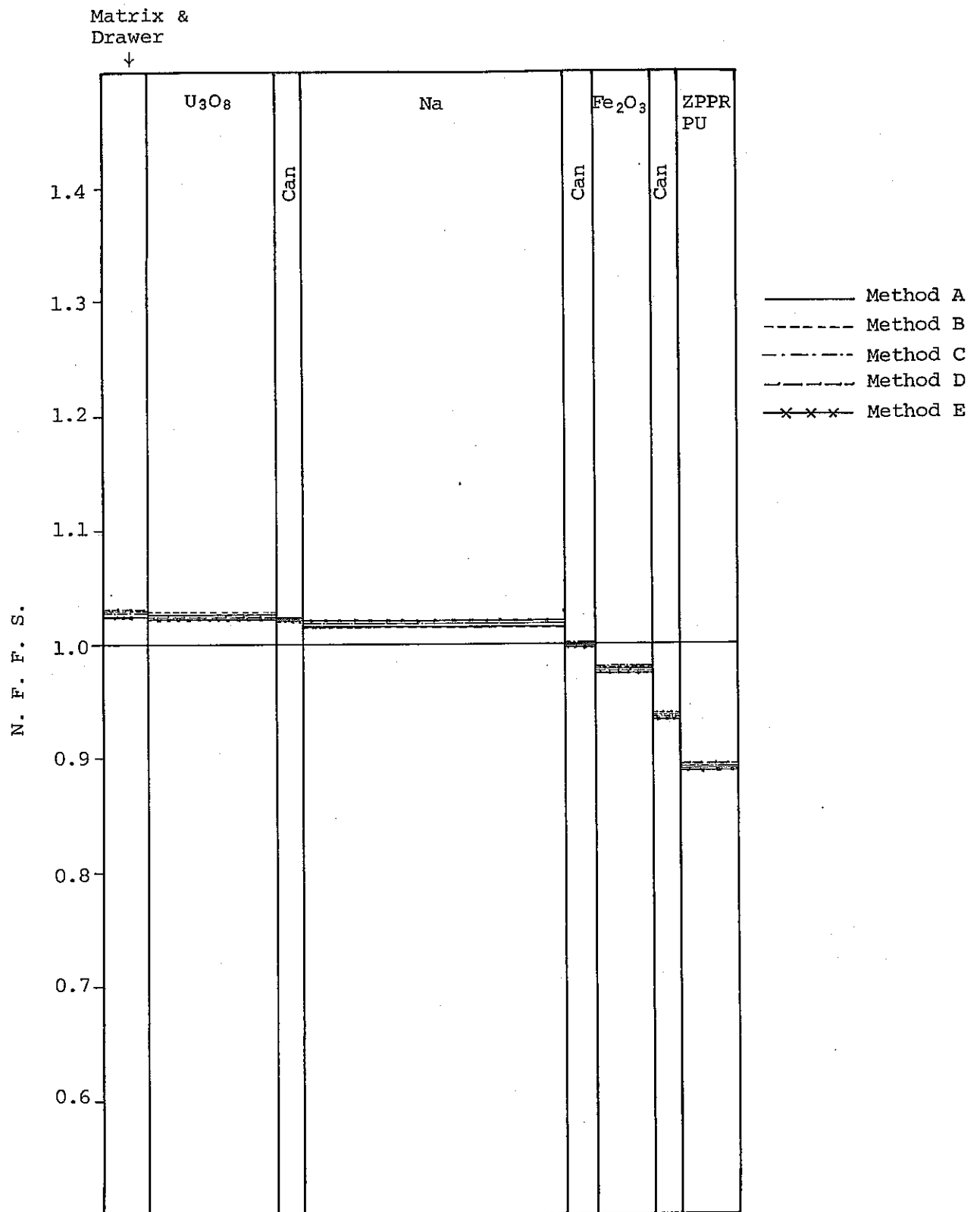


Fig. 3.6 N.F.F.S. in SCF Core Drawer

- 40th Group -

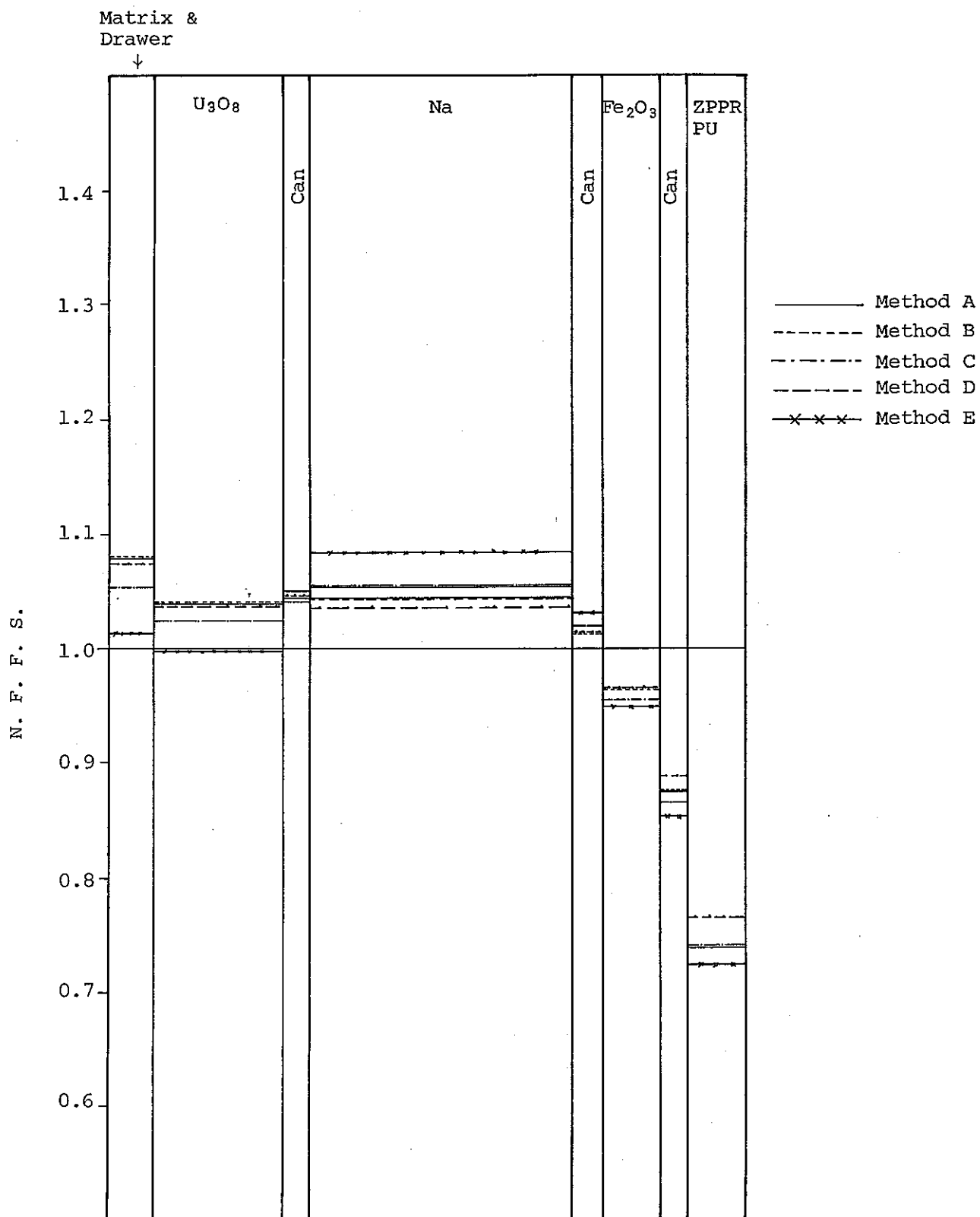


Fig. 3.7 N.F.F.S. of SCF Core Drawer

- 50th Group -

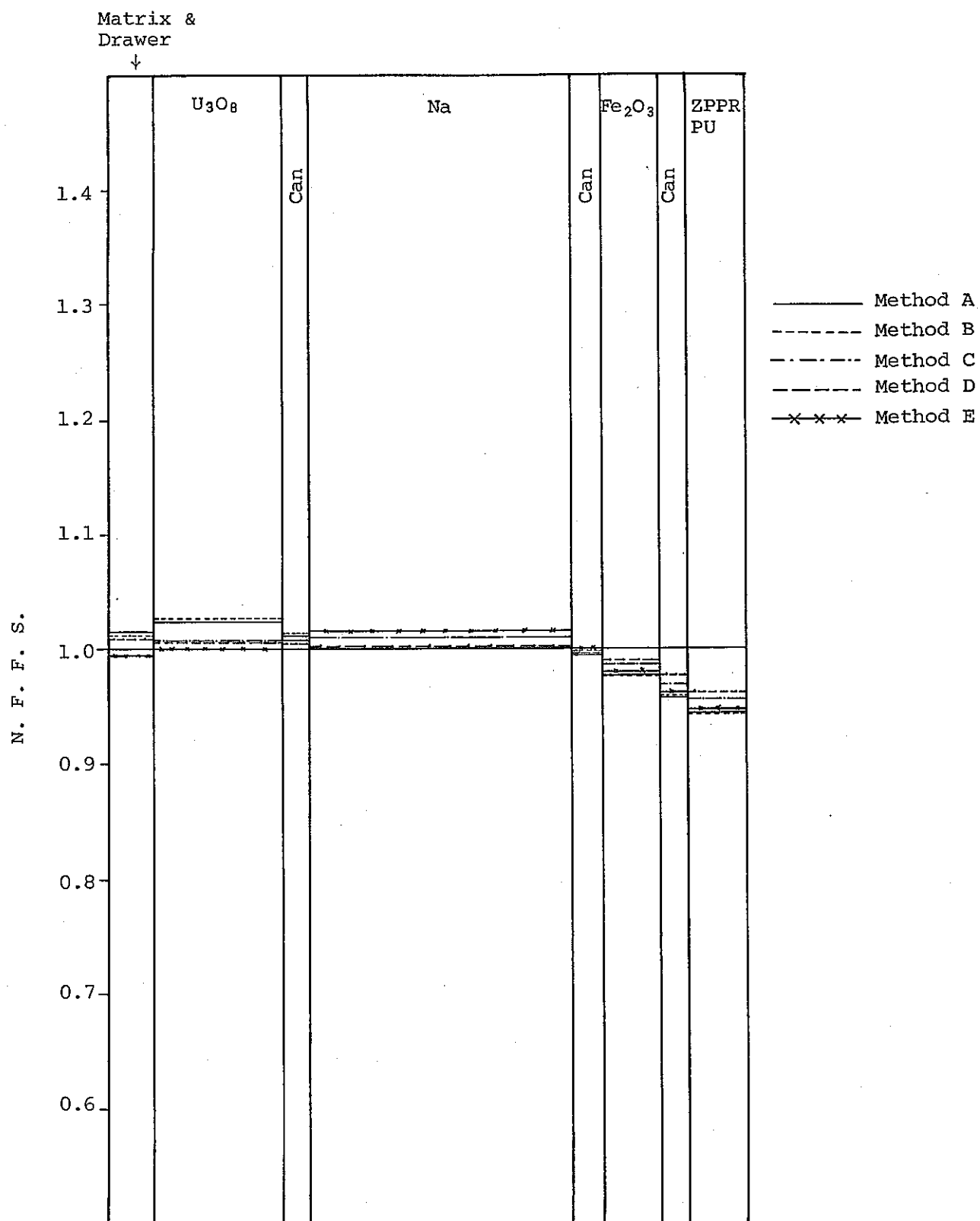


Fig. 3.8 N.F.F.S. of SCF Core Drawer

- 60th Group -

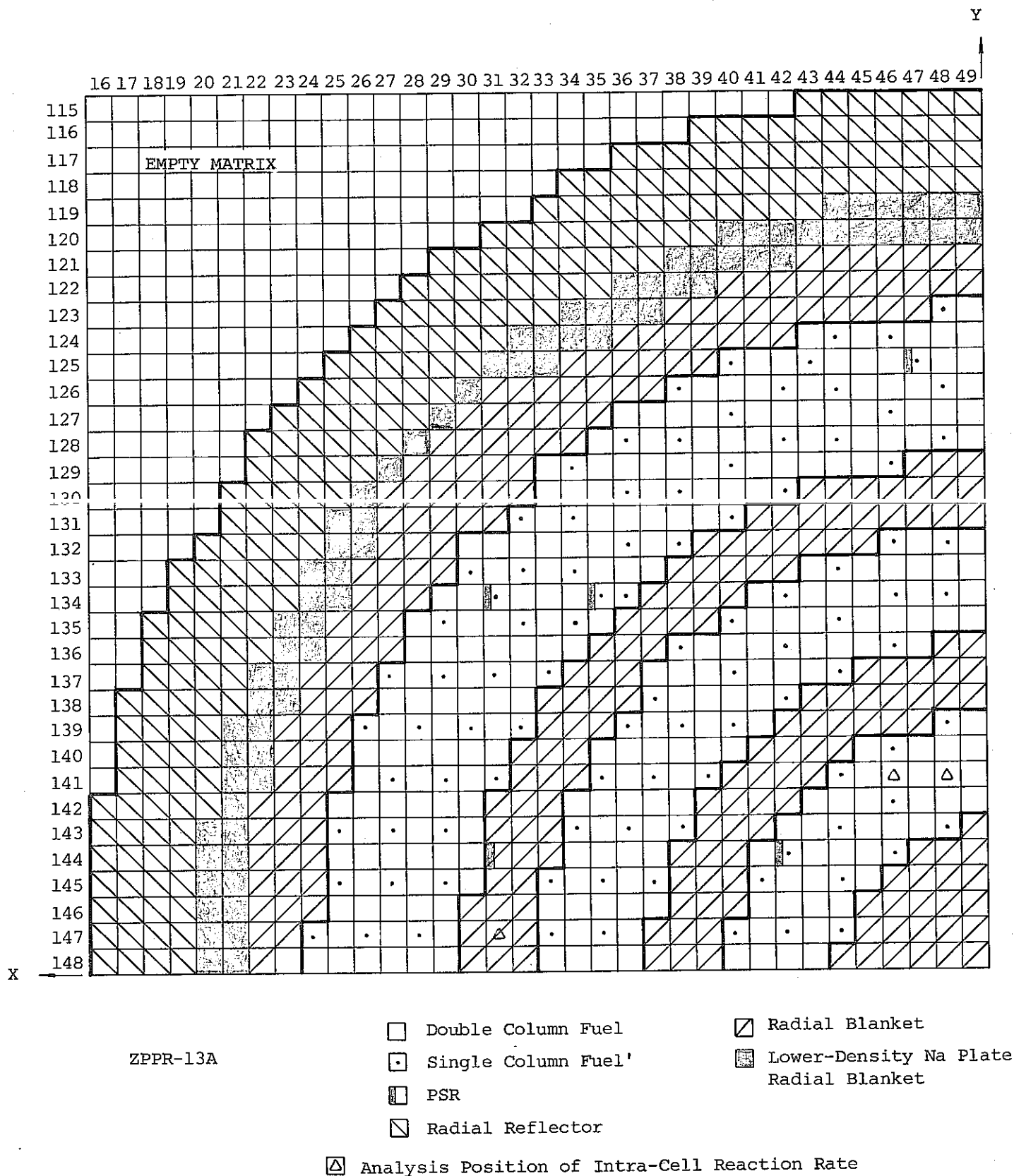


Fig. 3.9 Drawer Position analysed for Intra-Cell Reaction Rate

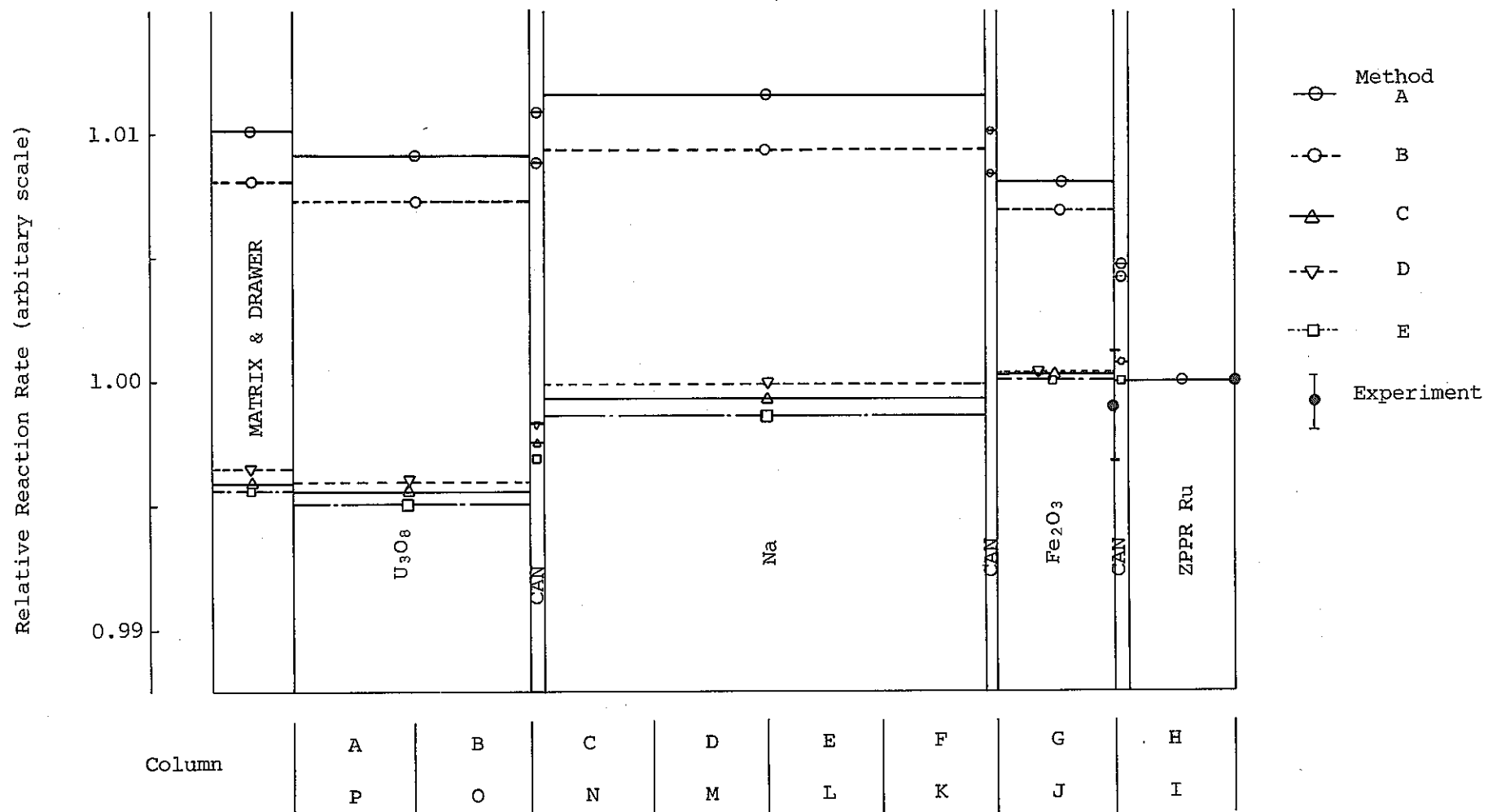


Fig. 3.10 Intra-Cell ^{235}U Fission Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer

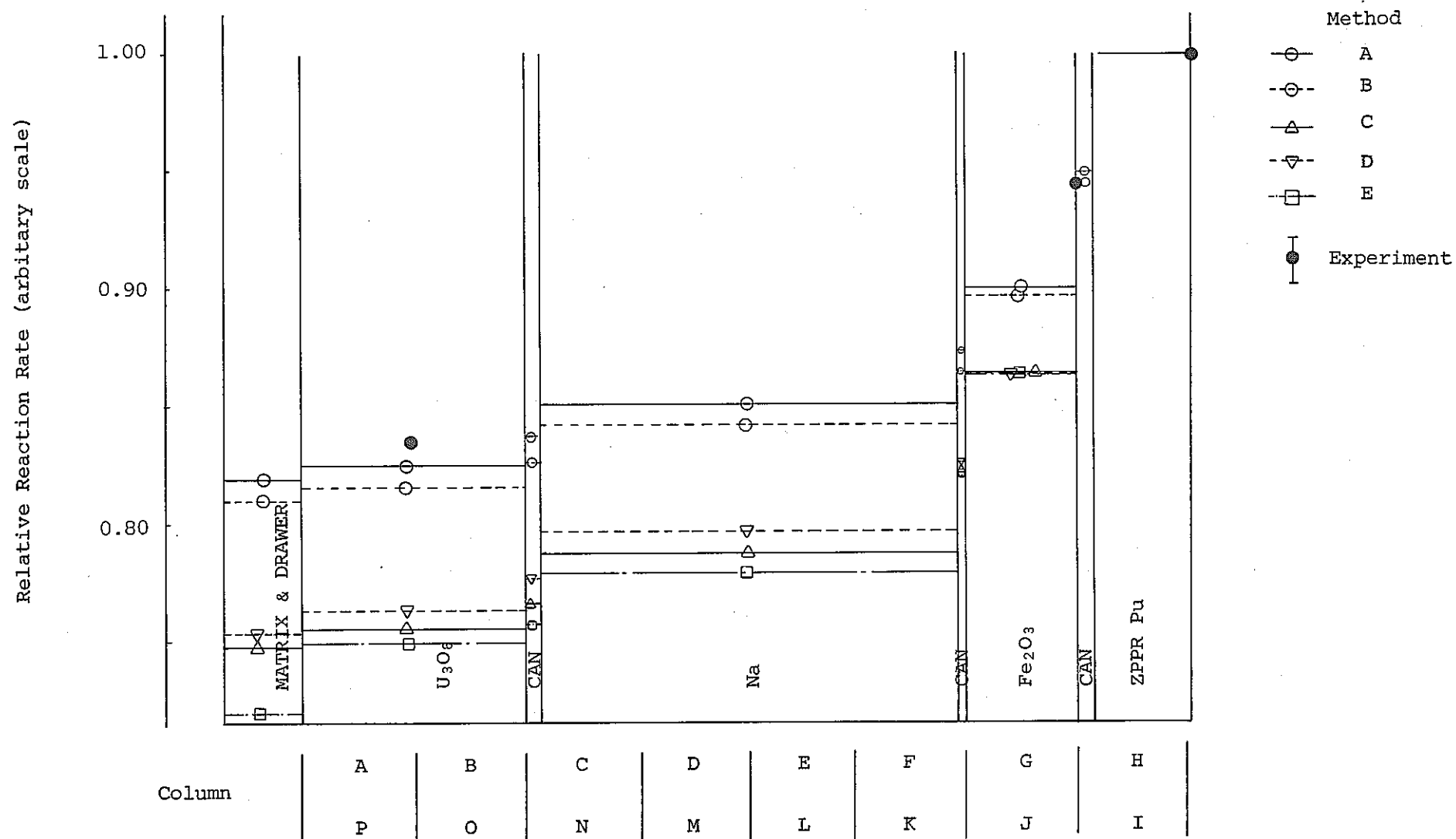


Fig. 3.11 Intra-Cell ^{238}U Fission Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer

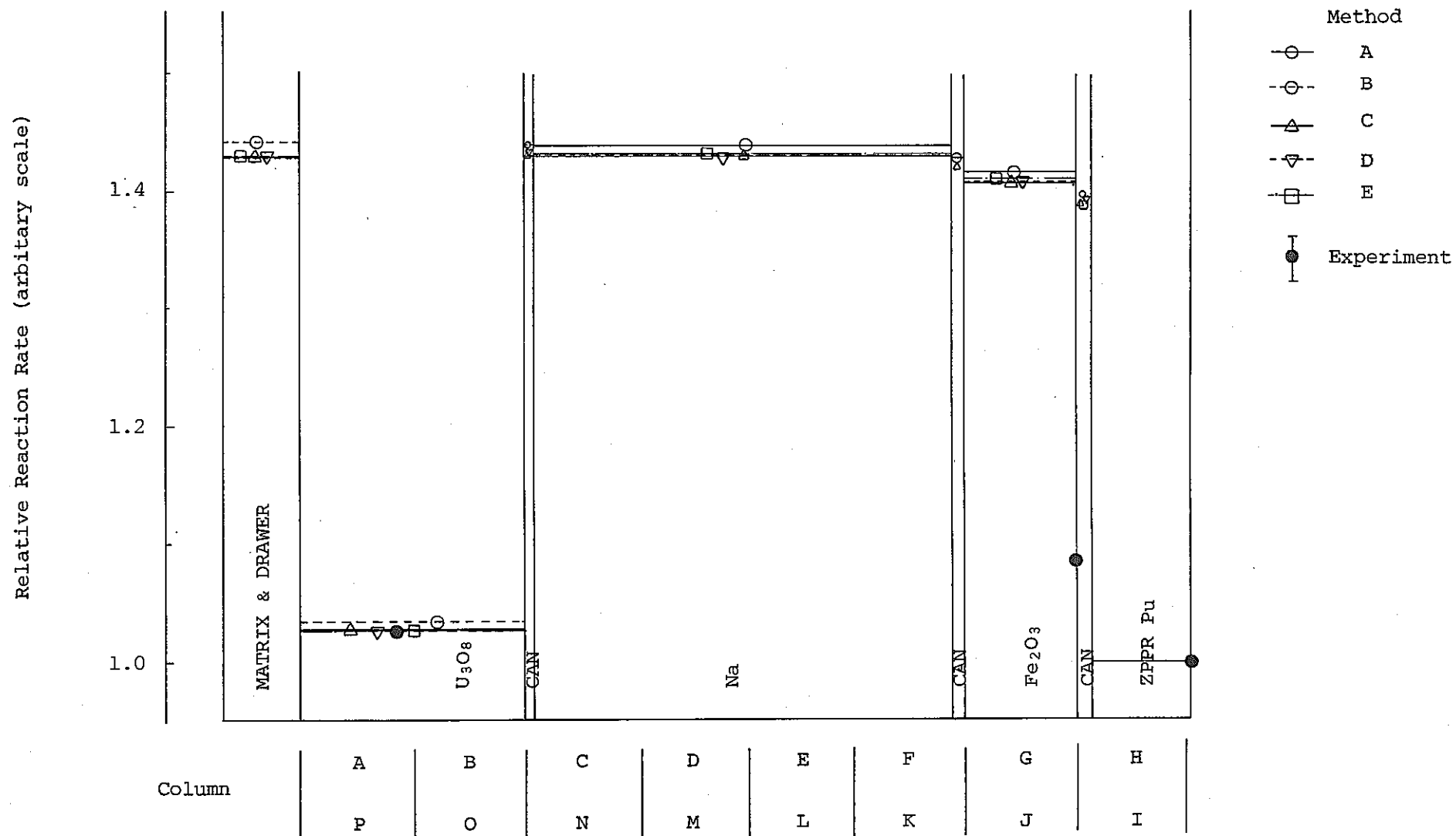


Fig. 3.12 Intra-Cell ^{238}U Capture Reaction Rate Distribution
in SCF Core Drawer

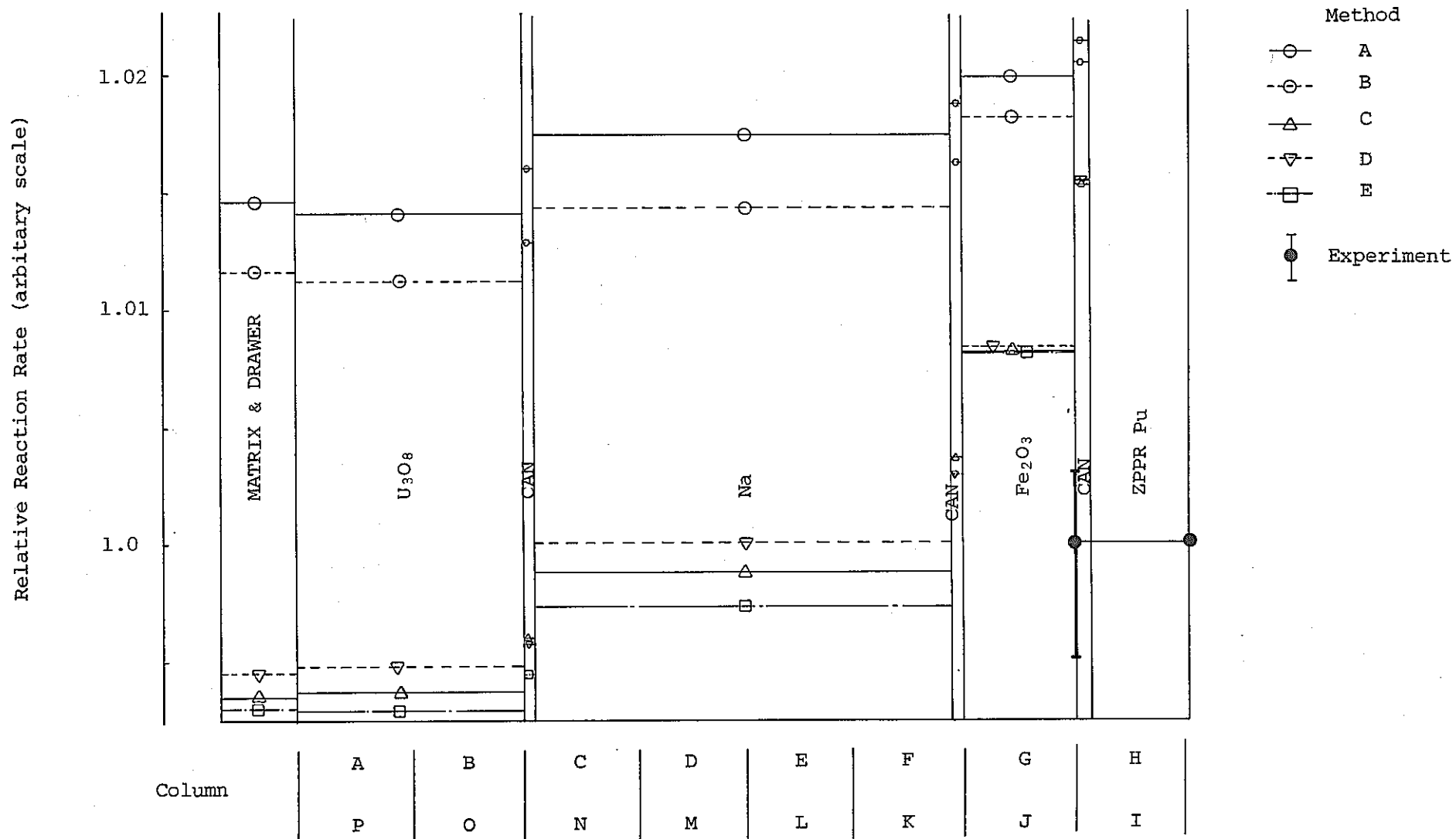


Fig. 3.13 Intra-Cell ²³⁹Pu Fission Reaction Rate Distributions in SCF Core Drawer

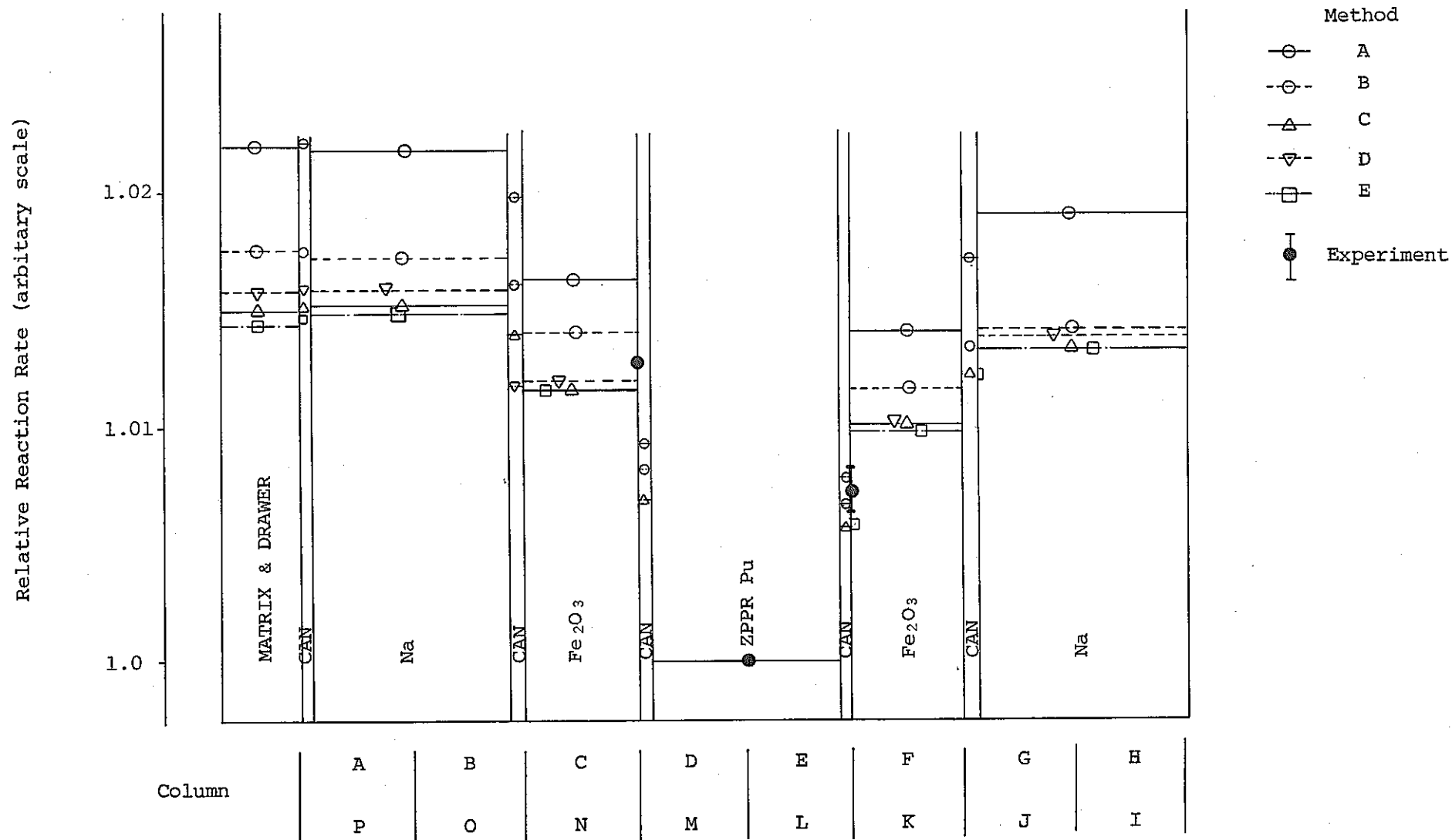


Fig. 3.14 Intra-Cell ^{235}U Fission Reaction Rate Distribution in DCF Core Cell

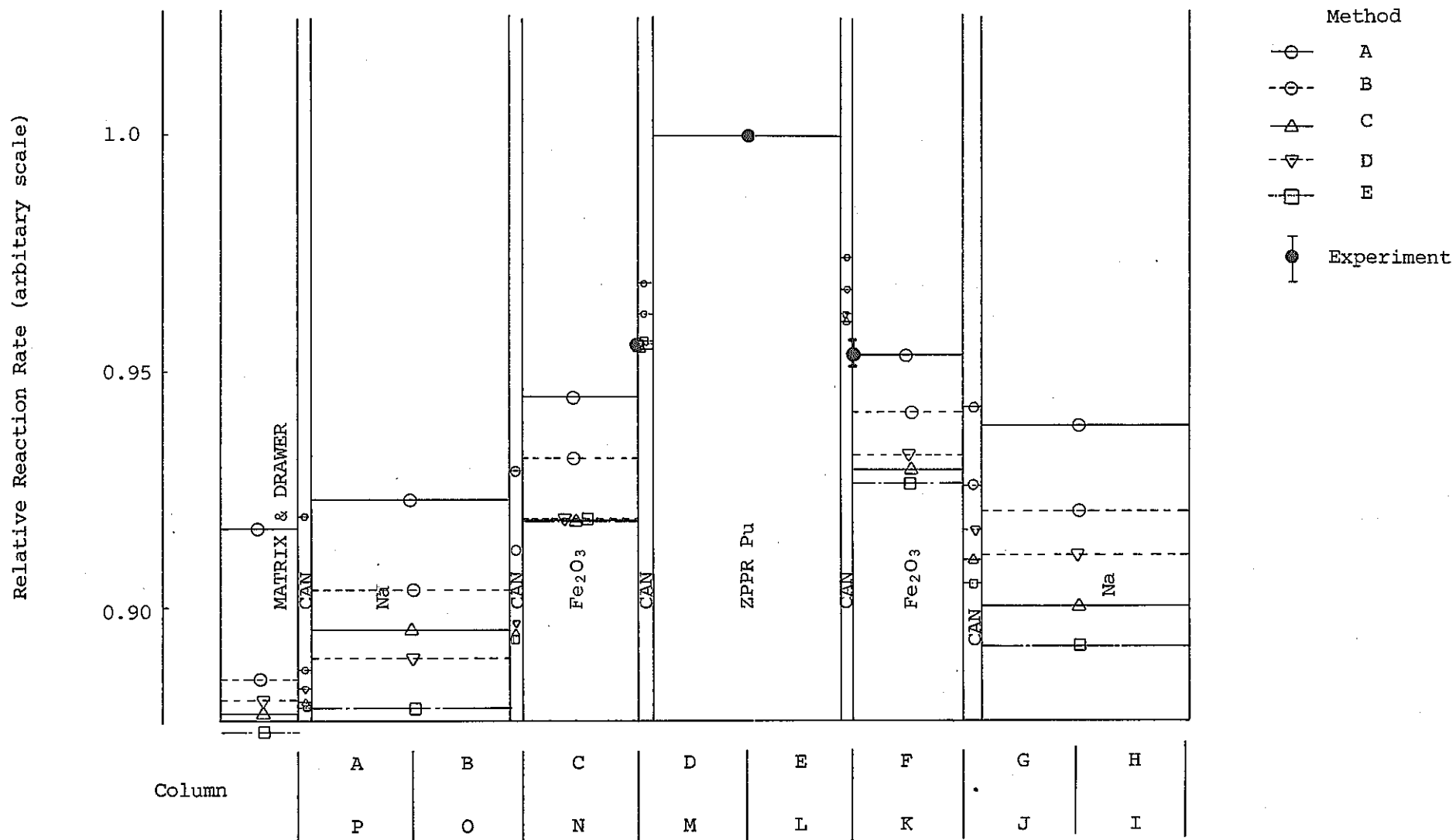


Fig. 3.15 Intra-Cell ^{238}U Fission Reaction Rate Distribution in DCF Core Cell

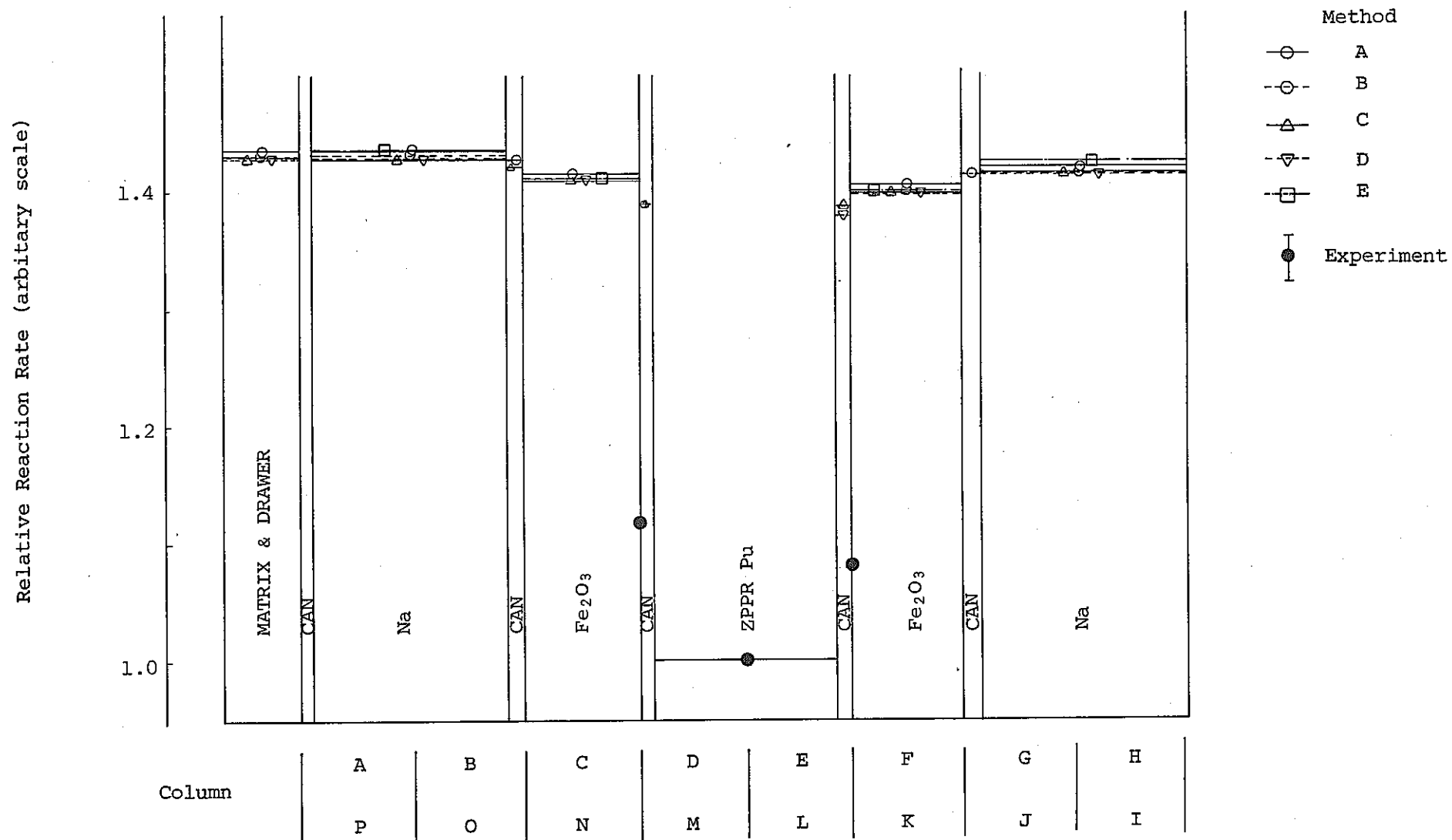


Fig. 3.16 Intra-Cell ^{238}U Capture Reaction Rate Distributions in DCF Core Cell

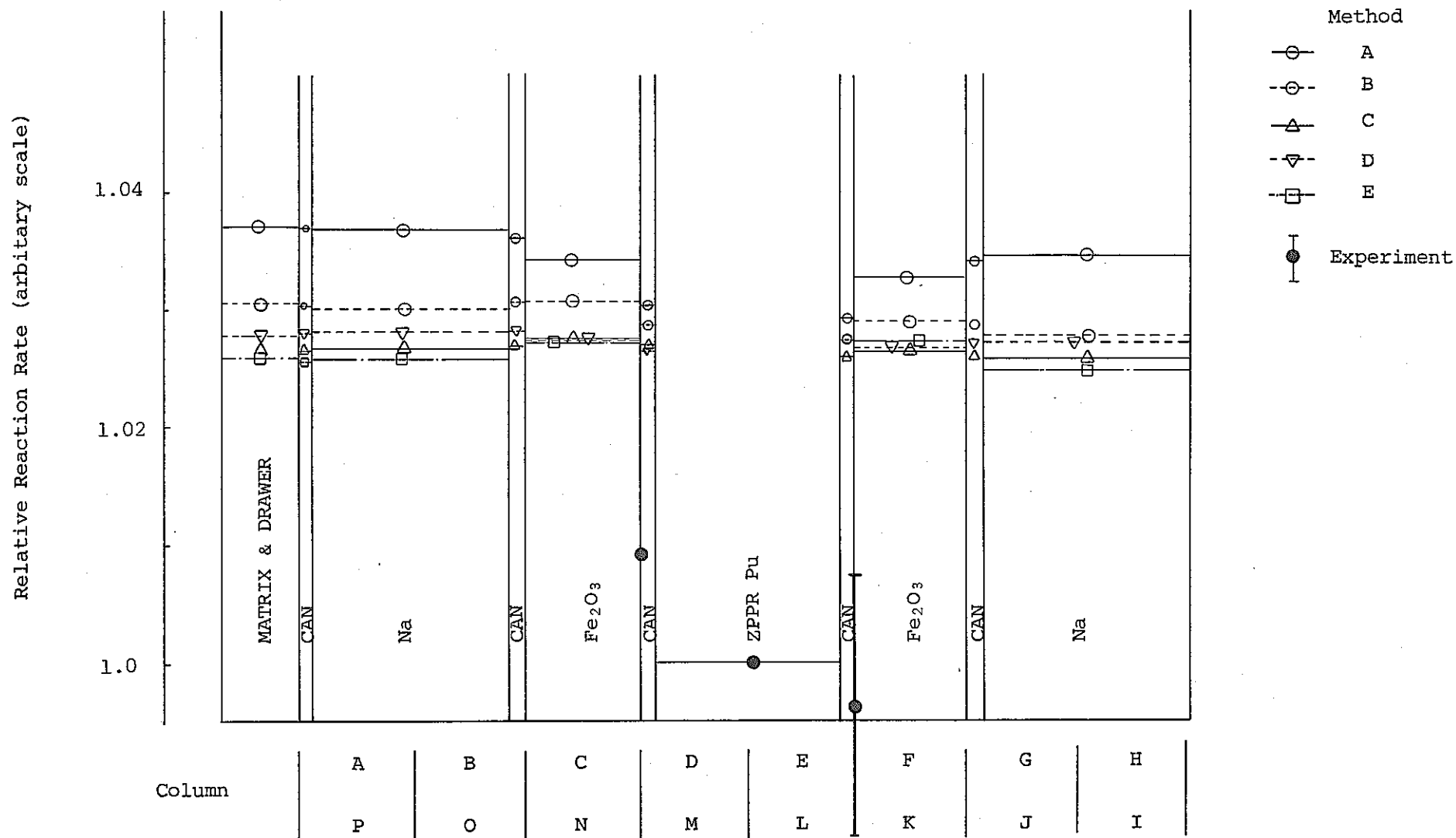


Fig. 3.17 Intra-Cell ²³⁹Pu Fission Reaction Rate Distributions in DCF Core Cell

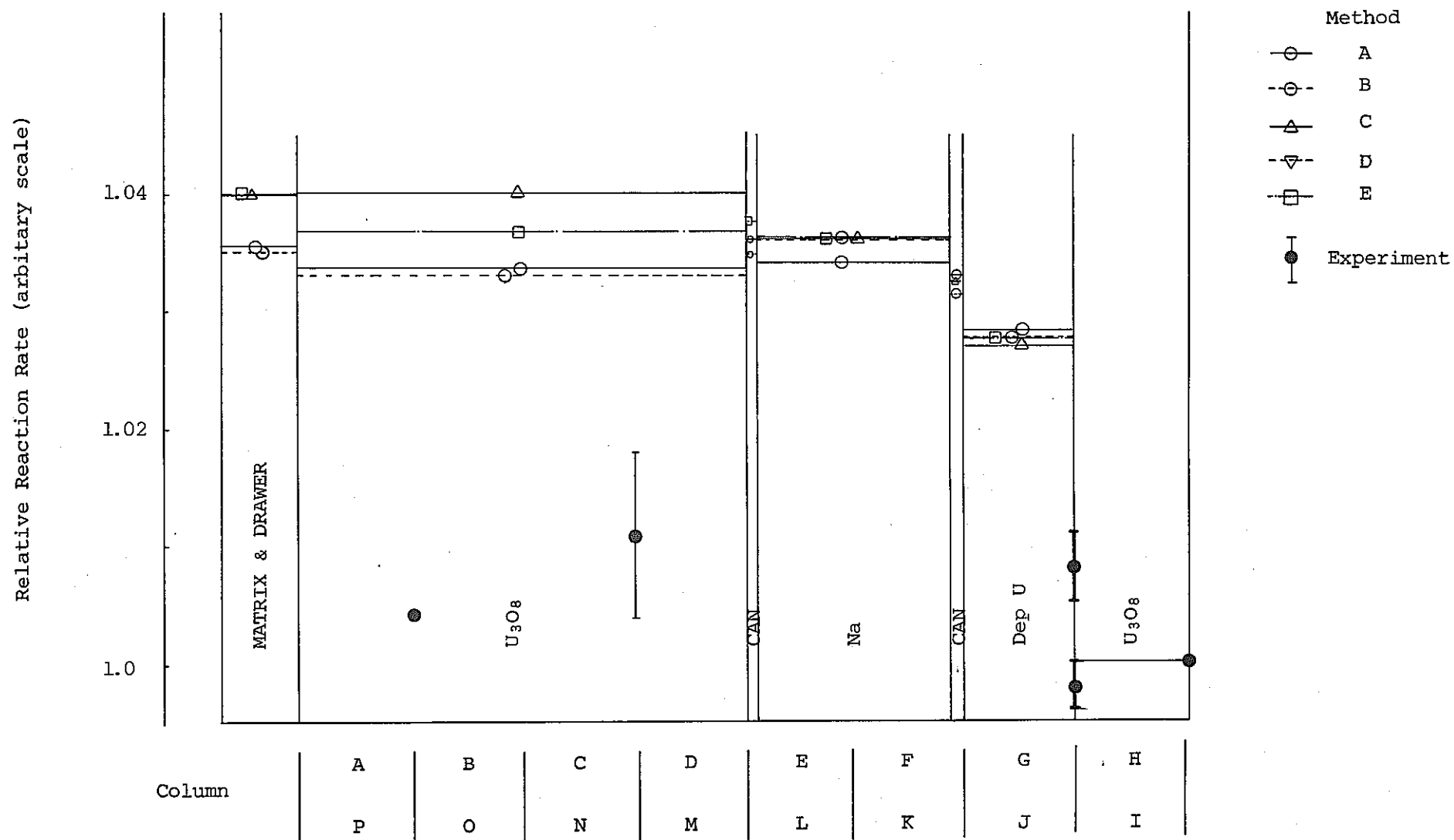


Fig. 3.18 Intra-Cell ^{235}U Fission Reaction Rate Distribution in Low Rd/Bl Drawer

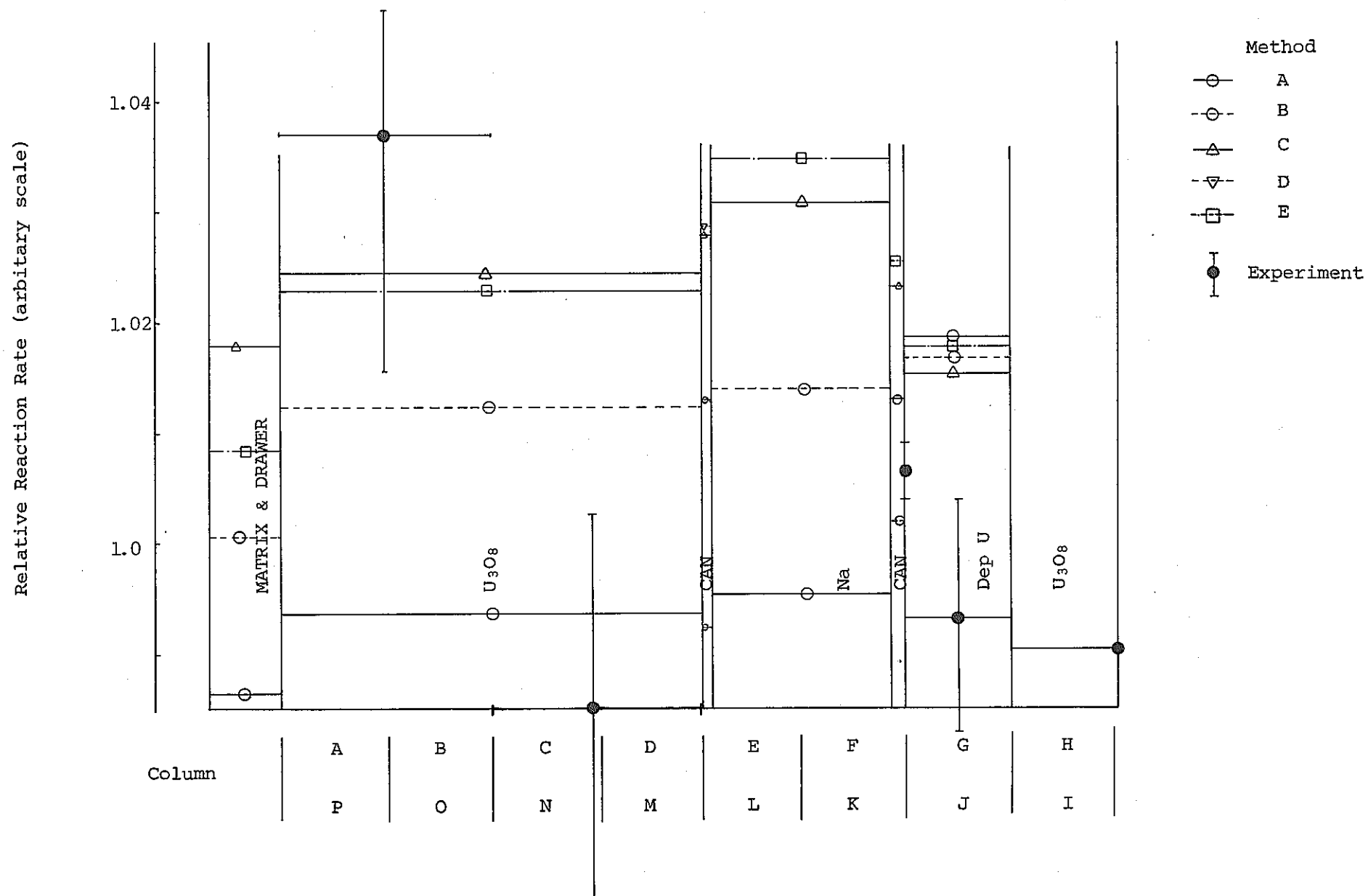


Fig. 3.19 Intra-Cell ^{238}U Fission Reaction Rate Distribution in Low Rd/B1 Drawer

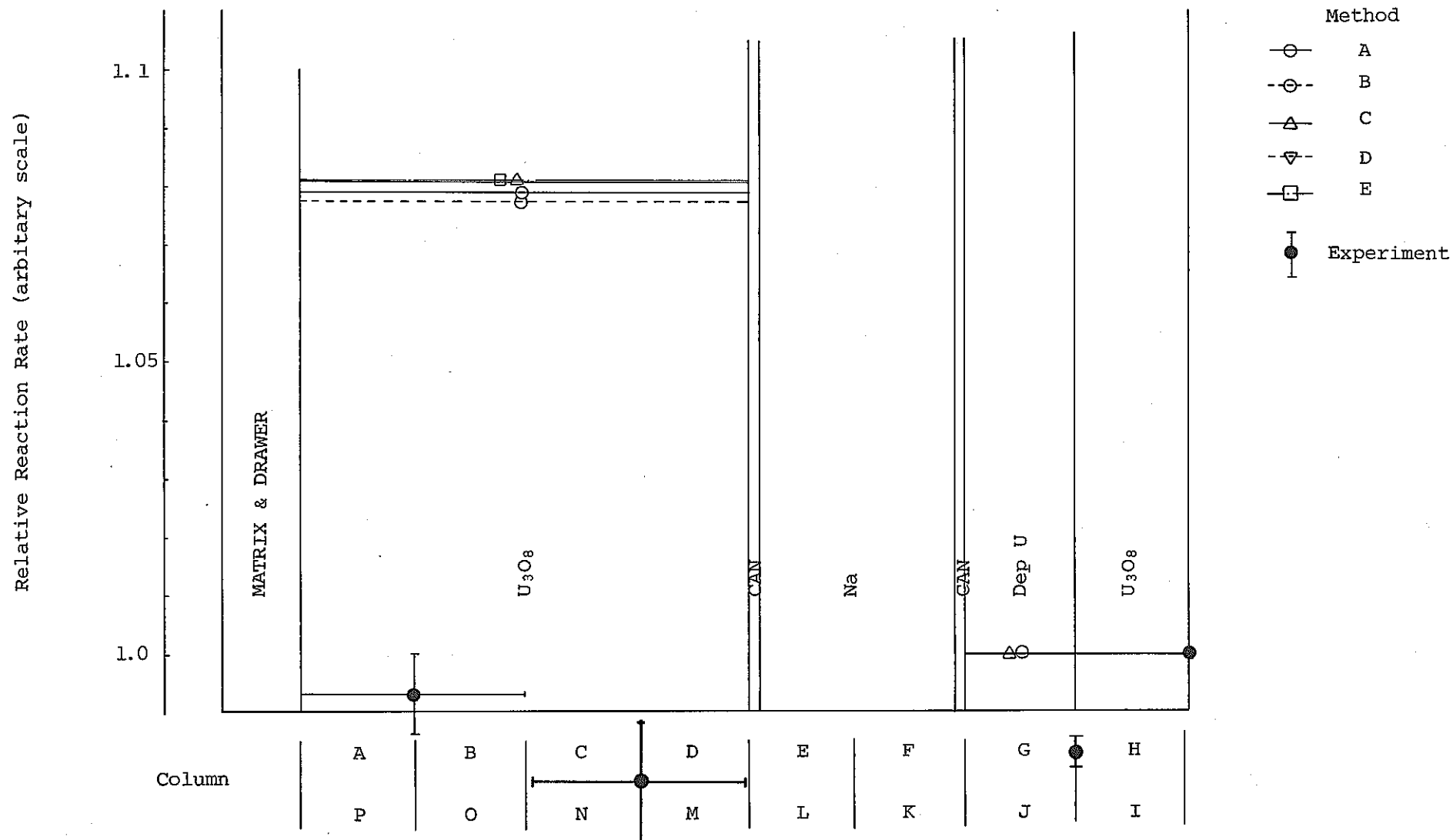


Fig. 3.20 Intra-Cell ^{238}U Capture Reaction Rate Distributions in Low Rd/Bl Cell

C/E

* Calculated by JENDL-W/G

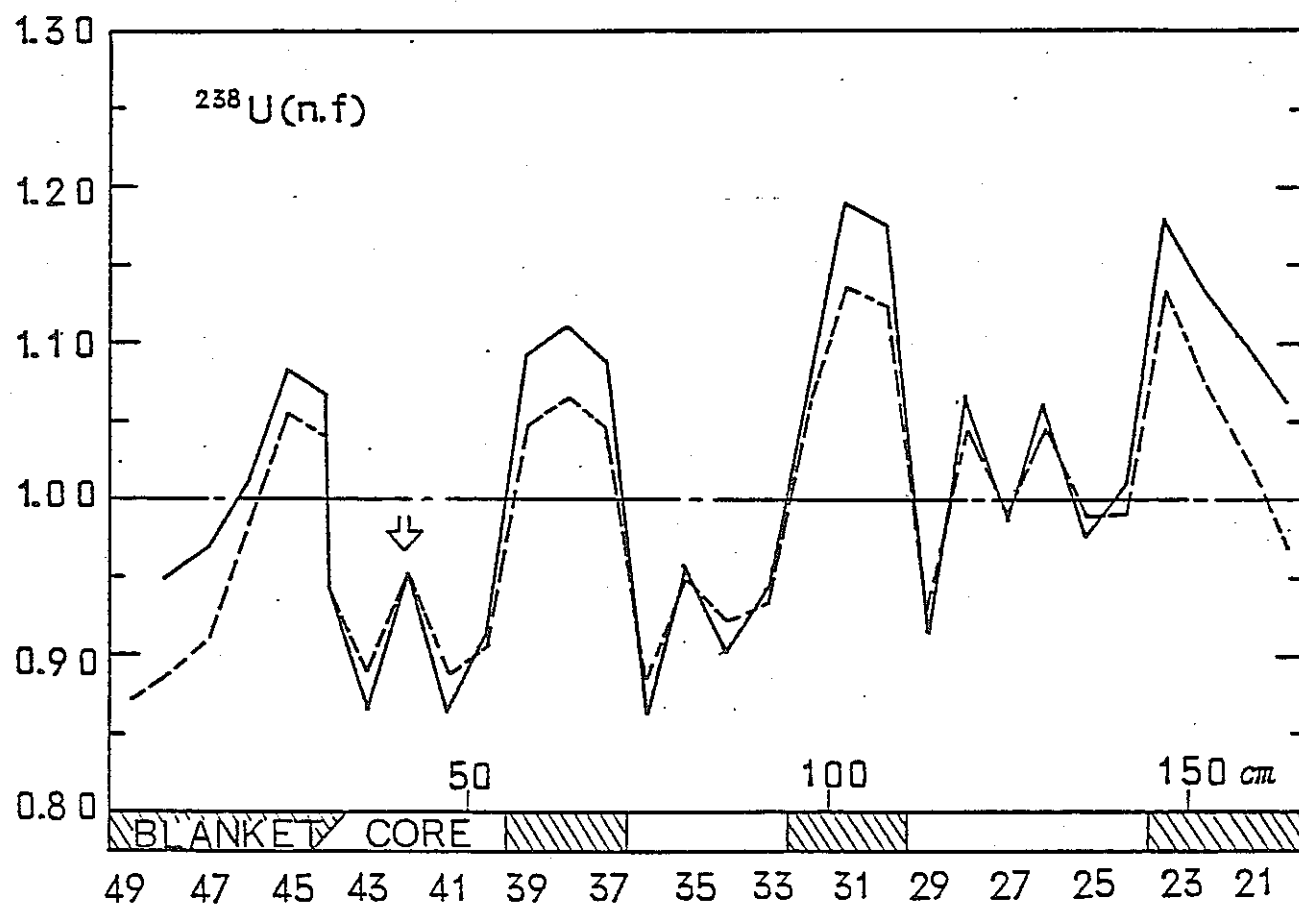
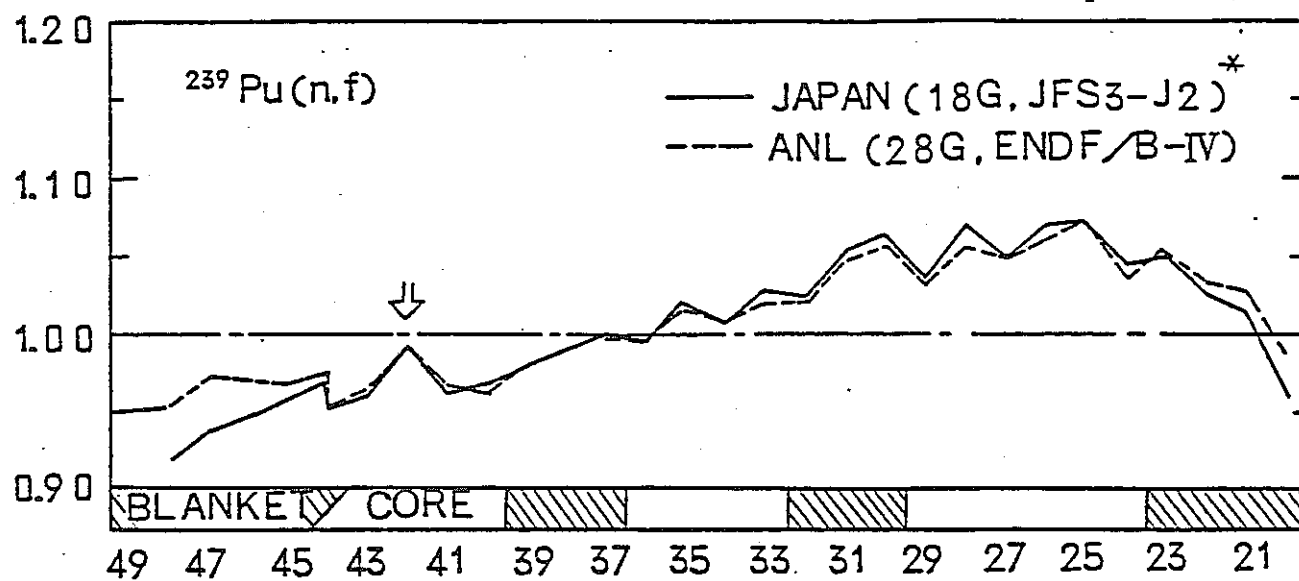
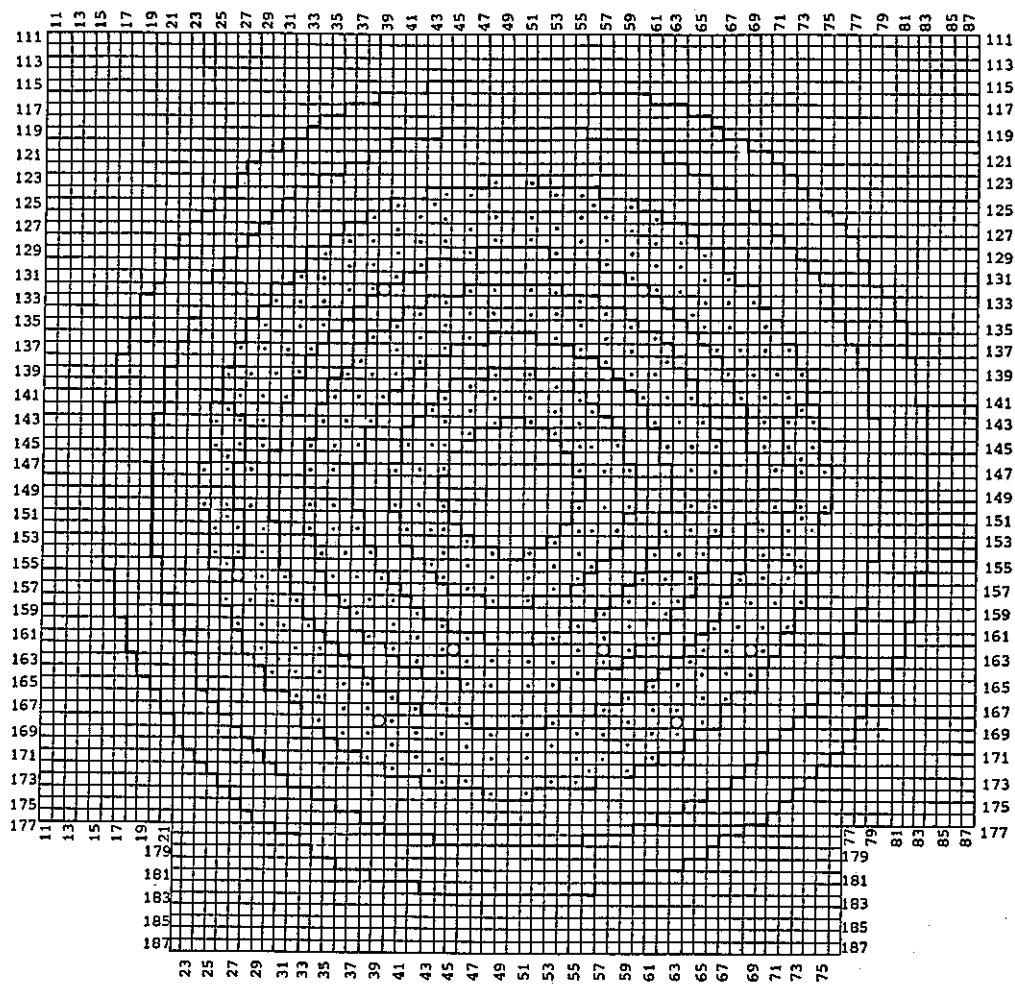
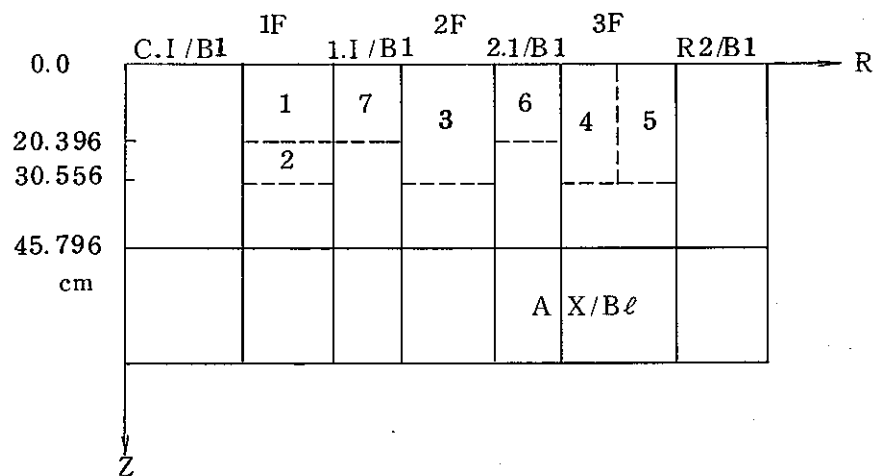


Fig.3.21 Comparison of the Present Results with the US Results



- PSR
- DETECTOR
- SIGNAL COLUMN FUEL

(a) Interface diagram showing the reference configuration for the sodium-voiding experiments and showing the voiding zones. Half 1.



(b) Na - Void Zone (Cumulative 12 拡大) of RZ Model

Fig. 3.22 Na-Void Zone of ZPPR-13A Core

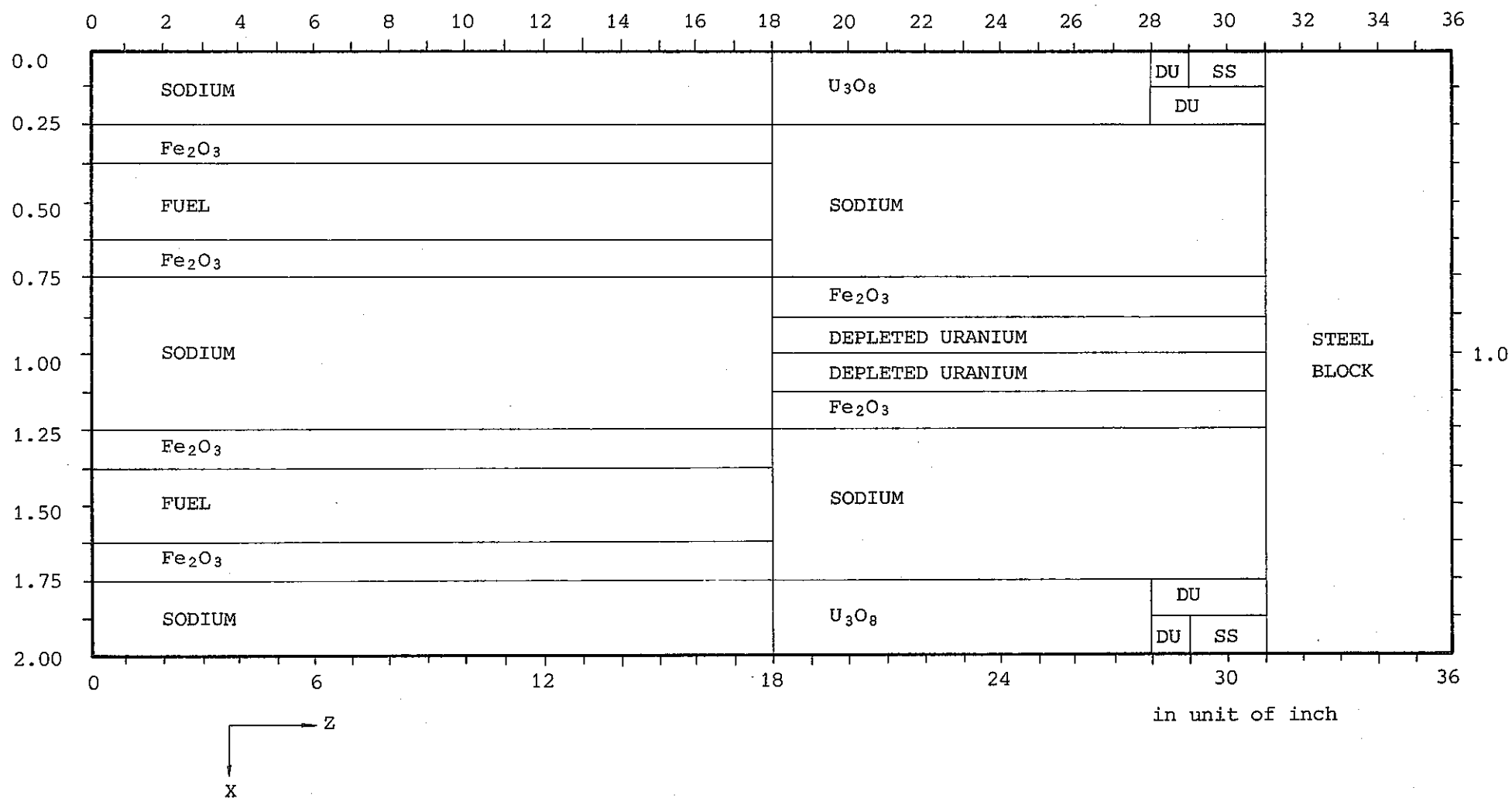


Fig. 3.23 Typical loading pattern for double-column fuel drawers in ZPPR-13. (X-Z cross section)

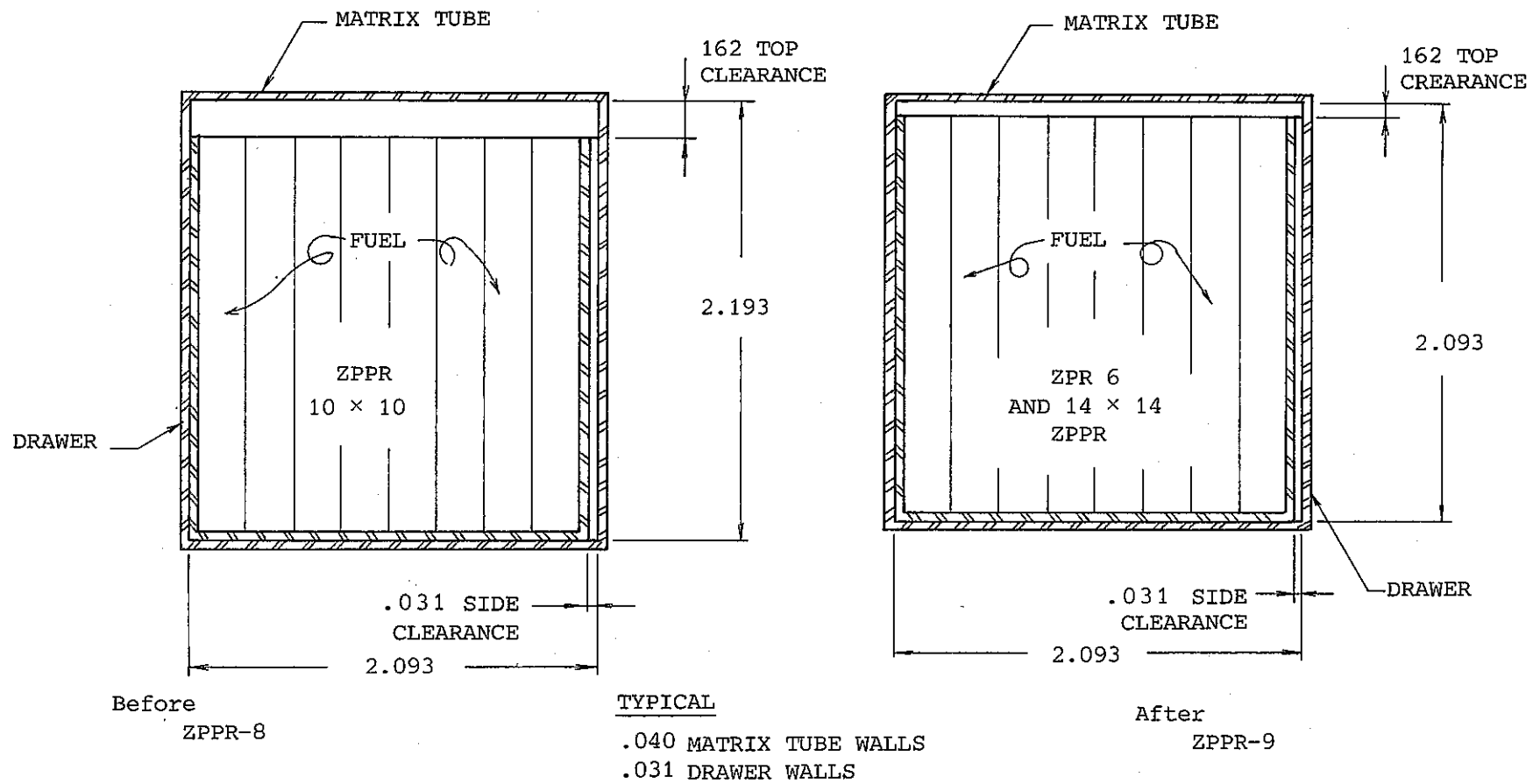
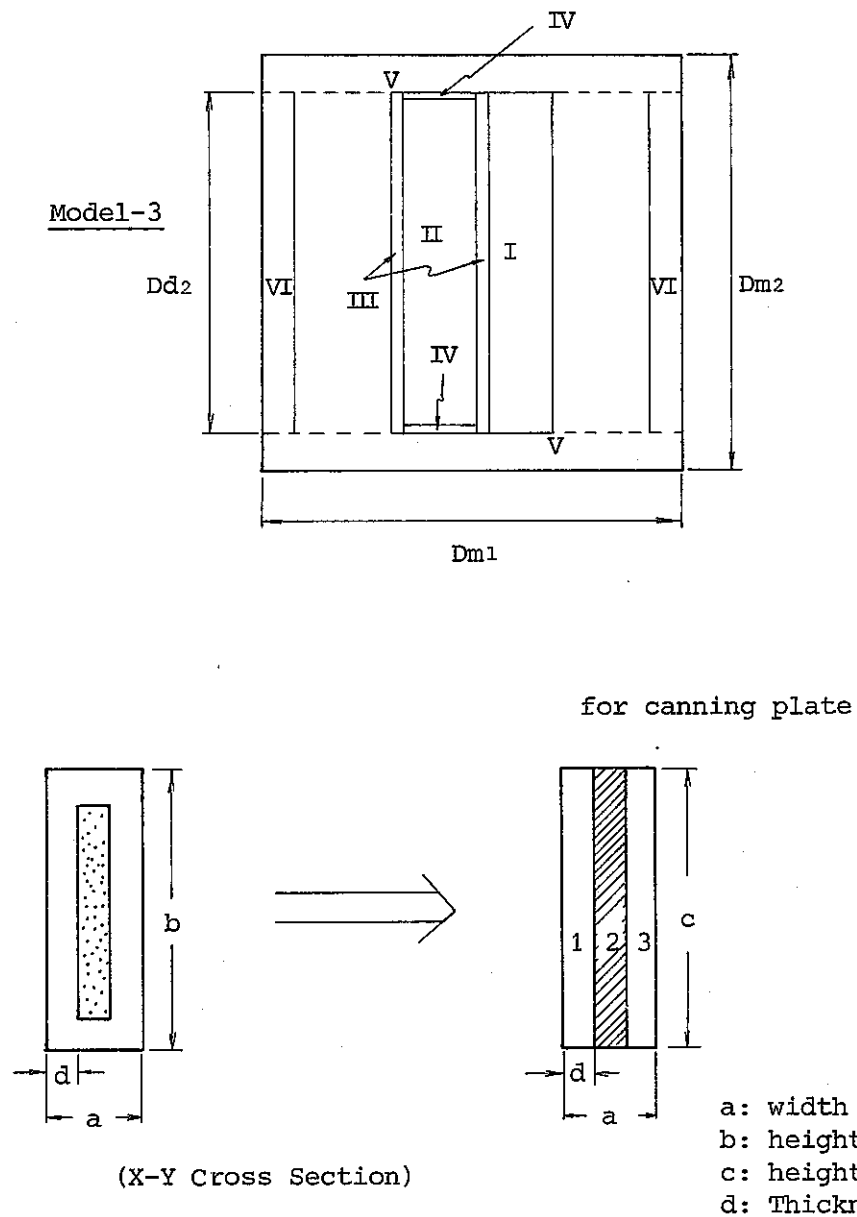


Fig. 3.24 MATRIX TUBE AND DRAWER
DIMENSIONS

Ref: U-28 (PNC, R & DGr)
"ZPPR 14 x 14 ft
Expansion Project"



(Note)

セルモデル 3 の各領域の物質の扱い方

被覆材付プレートで、被覆材(領域Ⅲ, Ⅳ)をミート部(Ⅱ)と混合する場合は、被覆材のないプレート(Ⅰ)と同様に扱う。

領域Ⅰ 被覆材なしプレート

高さ Dd_2 のプレートをマトリックス高さ Dm_2 としてスミアする。

(核種の総量を保存)

領域Ⅱ 被覆材付プレートのミート部

ミート部の高さをマトリックス高さ Dm_2 としてスミアする。

領域Ⅲ 被覆材付プレートの被覆材側面部

ミート部を挟む領域で、高さ Dd_2 をマトリックス高さ Dm_2 とみなしてスミアする。

領域Ⅳ 被覆材付プレートの被覆材帯部

ミート部を帯状につつむ被覆材を燃料を除いたマトリックス内の各領域に均一にスミアする。

領域Ⅴ マトリックスとドロウとの上下部(ギャップを含む)

燃料を除いた領域に均一にスミアする。

領域Ⅵ マトリックスとドロウの側面部

領域を設け、マトリックス高さ Dm_2 としてスミアする。

Fig 3.25 Modeling Method of 3D Cell

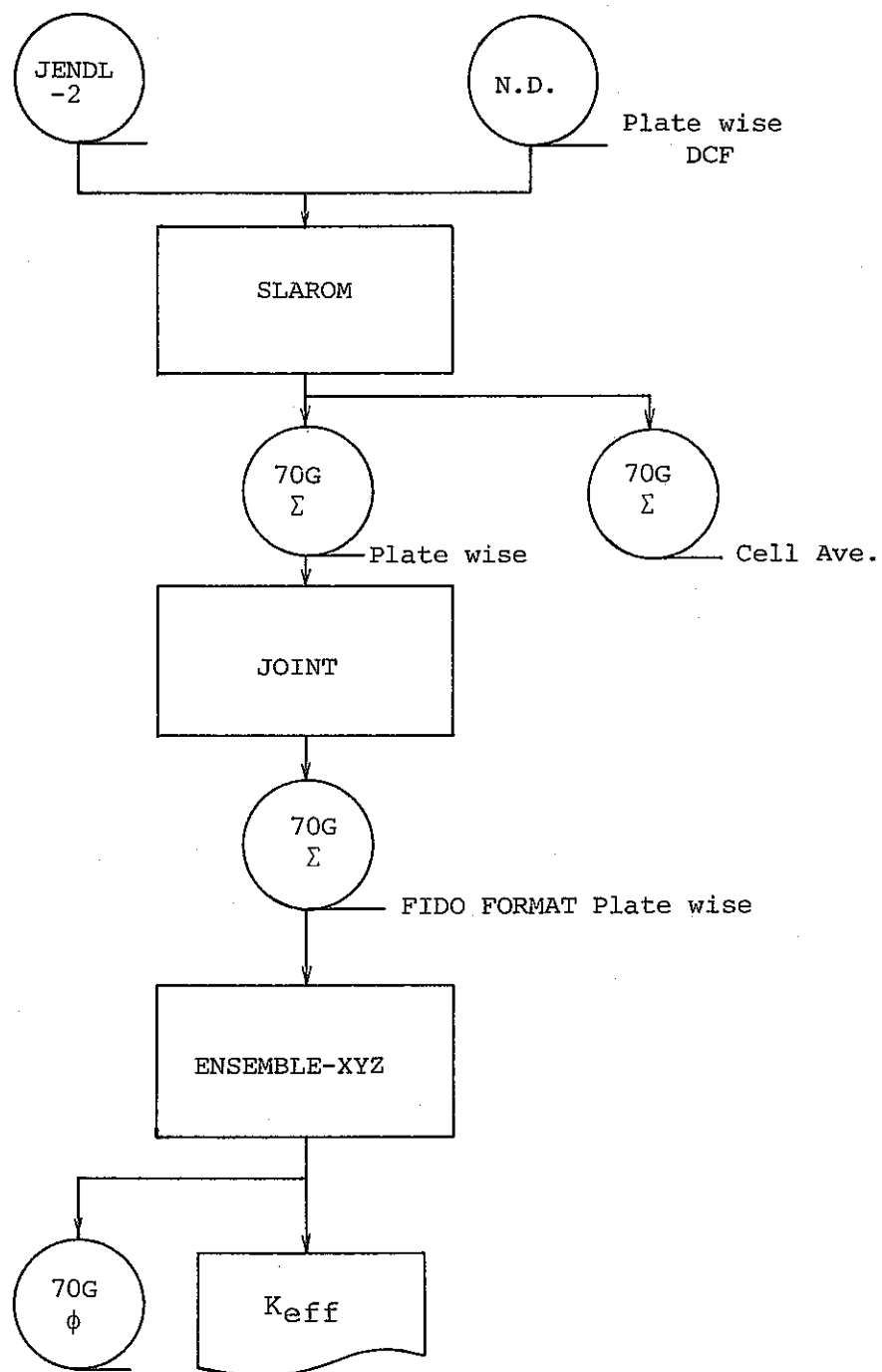


Fig. 3.26 Flow of Comparison between ENSEMBLE-XYZ and SLAROM in 1D Cell Calculation

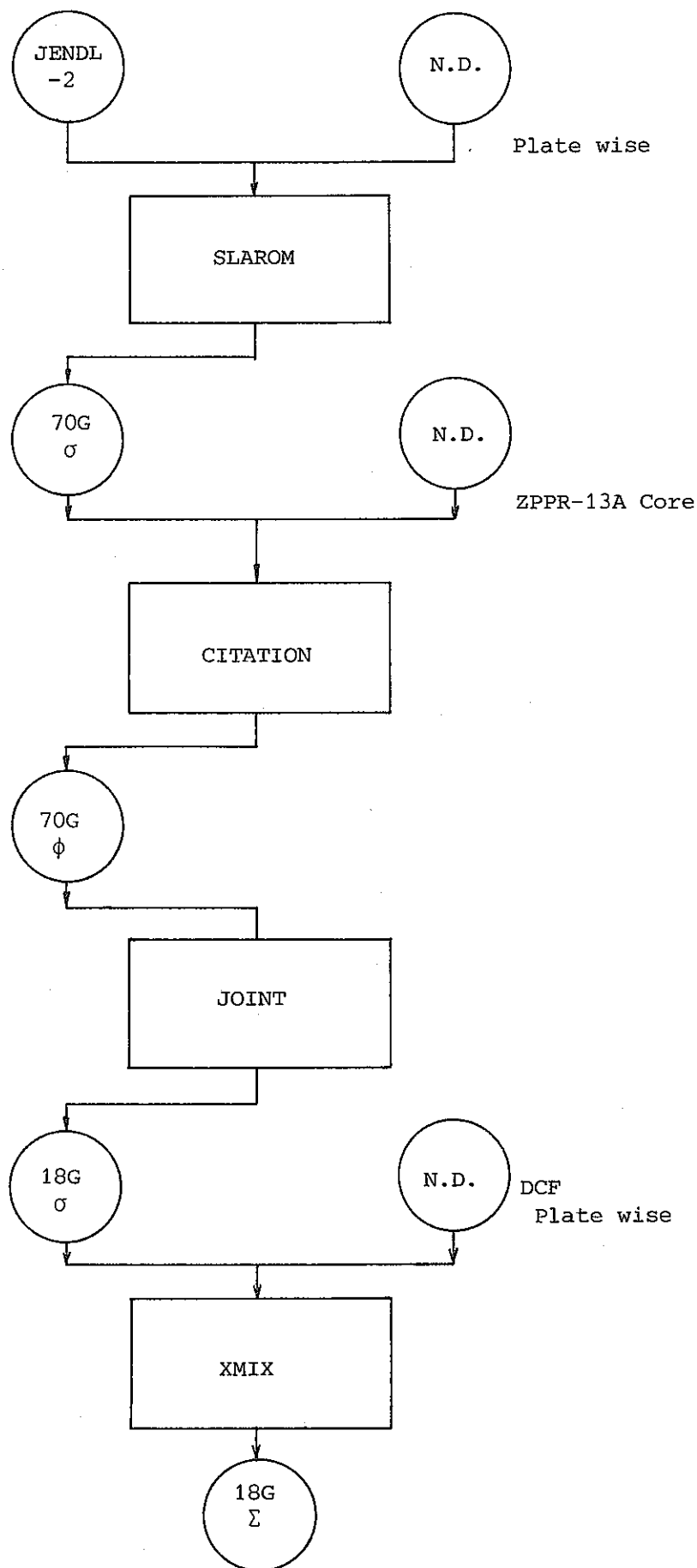


Fig. 3.27 Flow of Plate-wise 18G Cross Section Production

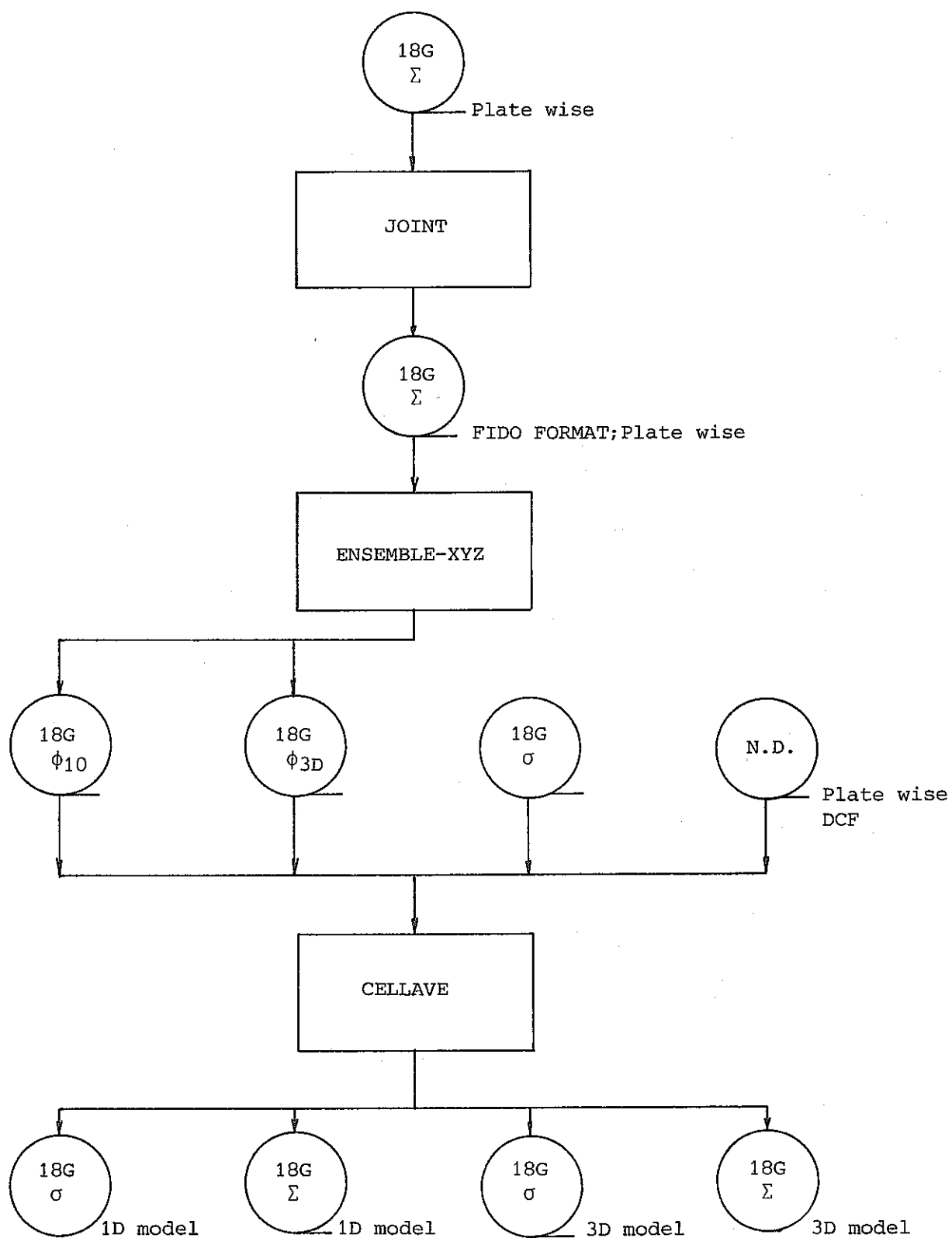


Fig. 3.28 Flow of Comparision between 1D Cell and 3D Cell Calculation in Cell Average Constants

Card1:

IDCL = DCF DRAWER CORE SECTION

MDL = 0 and 3, CINCH = 12.0

Card2:

IDPL	JTY	IPL	XPIN	DCAN	
MATRIX	227	1	12.0	0.0	
DRAWER	229	2	12.0	0.0	
NA	8	3	2.0	0.015	half
FE203	50	3	4.0	0.0	cell
ZPPR PU	93	3	2.0	0.015	model
FE203 THIN	52	3	4.0	0.0	
(IDモデルでは384)					
NA	13	3	2.0	0.015	
FE203 THIN	384	3	4.0	0.0	
ZPPR PU	93	3	2.0	0.015	
FE203	50	3	4.0	0.0	
NA	8	3	2.0	0.015	

- JTY : PLUTO library の plate data ID.No
- XPIN : PLUTO library の plate data を, XPIN 倍することにより,
軸方向 unit cell (12 inch) の平均組成を作る。
- DCAN : plate の canning material の Thickness (inch)

Fig. 3.29 Input Data of PLUTO Code for DCFCO Cell

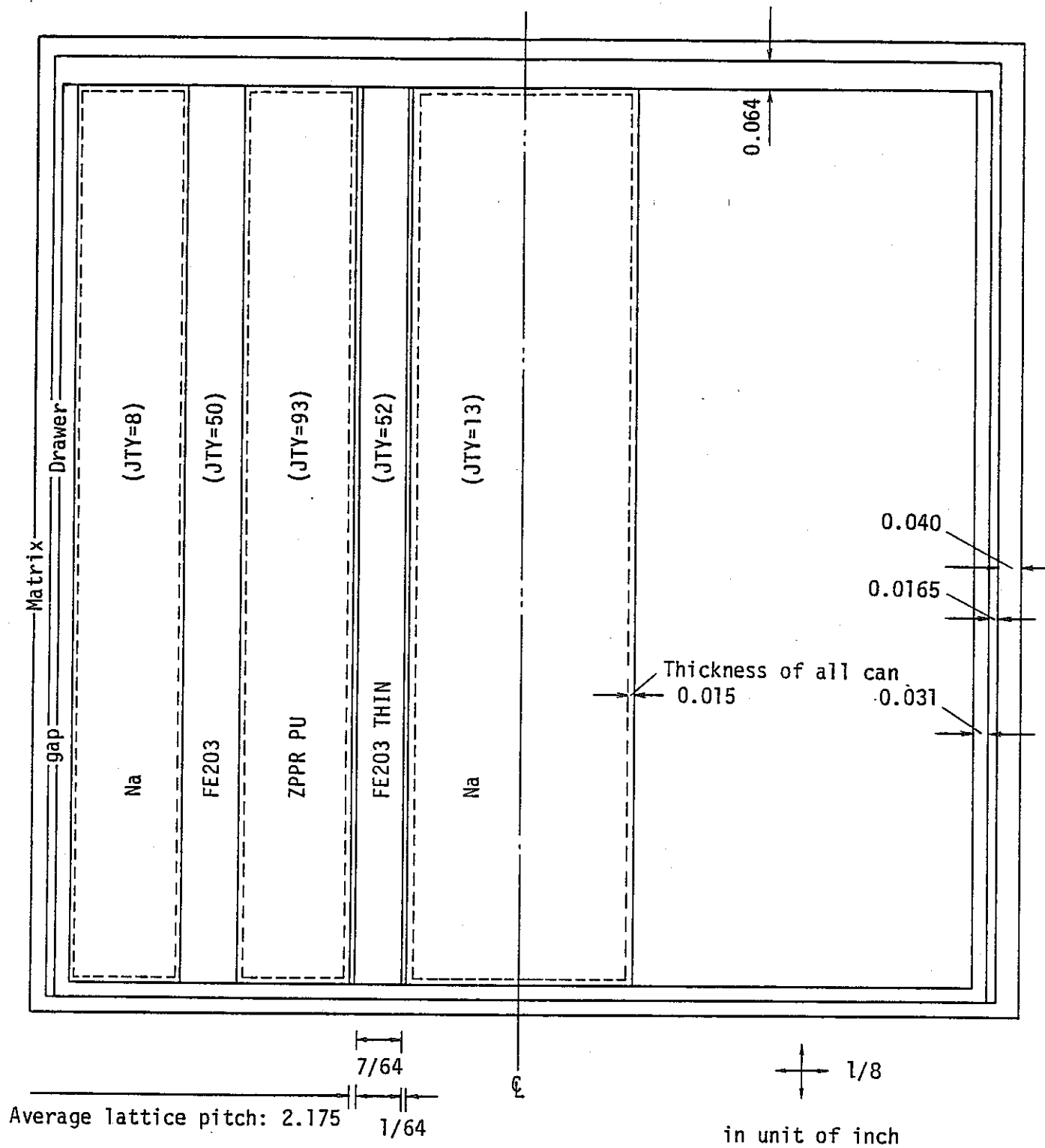


Fig. 3.30 XY Cross Section of 3D Cell Model

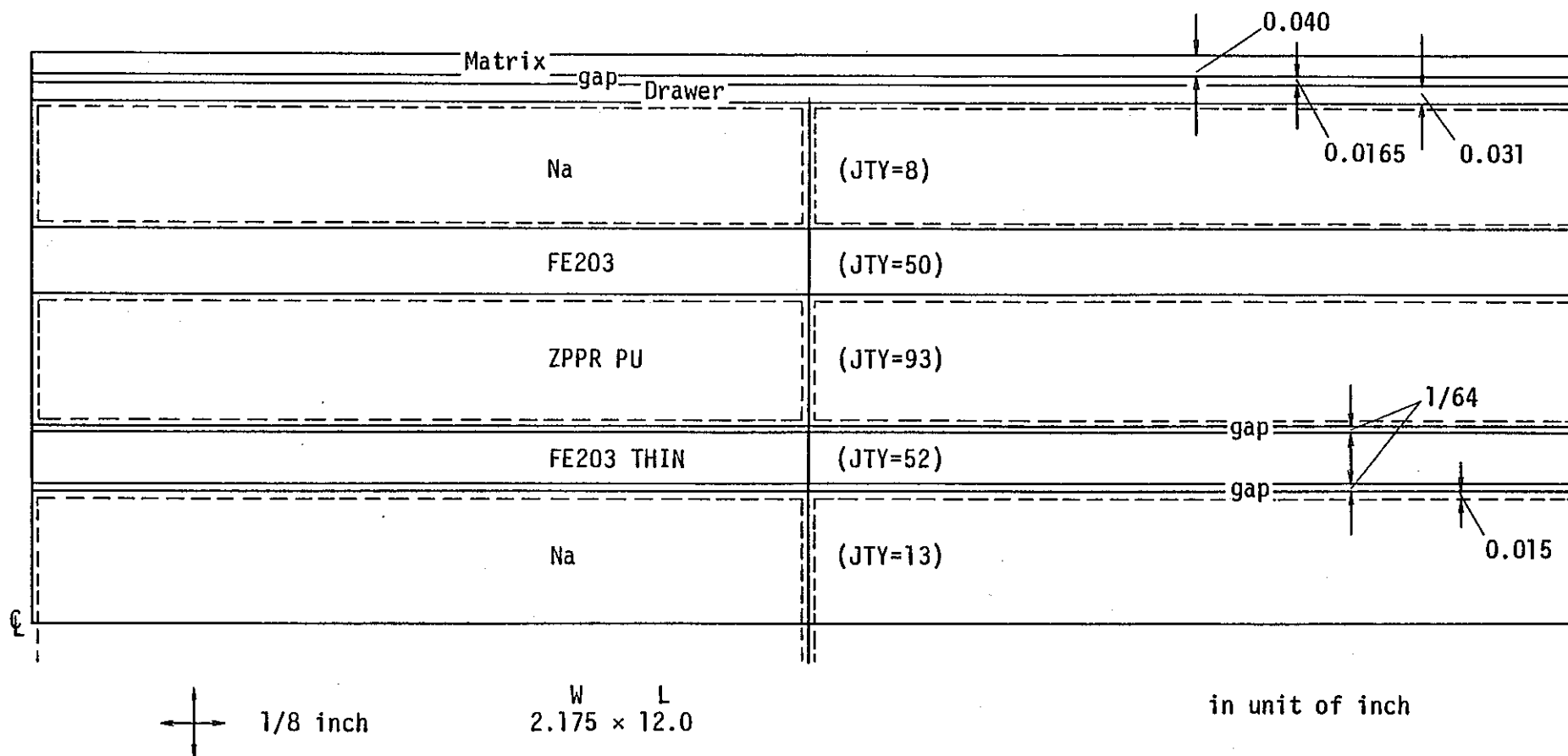


Fig. 3.31 XZ Cross Section of 3D Cell Model

Fig. 3.32 1D Cell Model of DCF Drawer

Periodic	Material No.	Region No.	Zone No.	Region Width (cm)	Distance (cm)
					0.0
Matrix & Drawer	1	1	1	0.22225	
Can	2	2	2	0.0381	0.22225
					0.26035
Na (Void Can)	3	3	3	0.5588	
Can	4	4	4	0.0381	0.81915
					0.83725
Fe ₂ O ₃	5	5	5	0.3175	
Can	6	6	6	0.0381	1.17475
					1.21285
ZPPR Pu	7	7	7	0.5588	
Can	8	8	8	0.0381	1.77165
					1.80975
Fe ₂ O ₃	9	9	9	0.3175	
Can	10	10	10	0.0381	2.12725
					2.16535
Na (Void Can)	11	11	11	1.1938	
Can	10	10	12	0.0381	3.35915
					3.39725
Fe ₂ O ₃	9	9	13	0.3175	
Can	8	8	14	0.0381	3.71475
					3.75285
ZPPR Pu	7	7	15	0.5588	
Can	6	6	16	0.0381	4.31165
					4.34975
Fe ₂ O ₃	5	5	19	0.3175	
Can	4	4	18	0.0381	4.66725
					4.90535
Na (Void Can)	3	3	19	0.5588	
Can	2	2	20	0.0381	5.26415
					5.30225
Matrix & Drawer	1	1	21	0.22225	
Periodic					5.52450

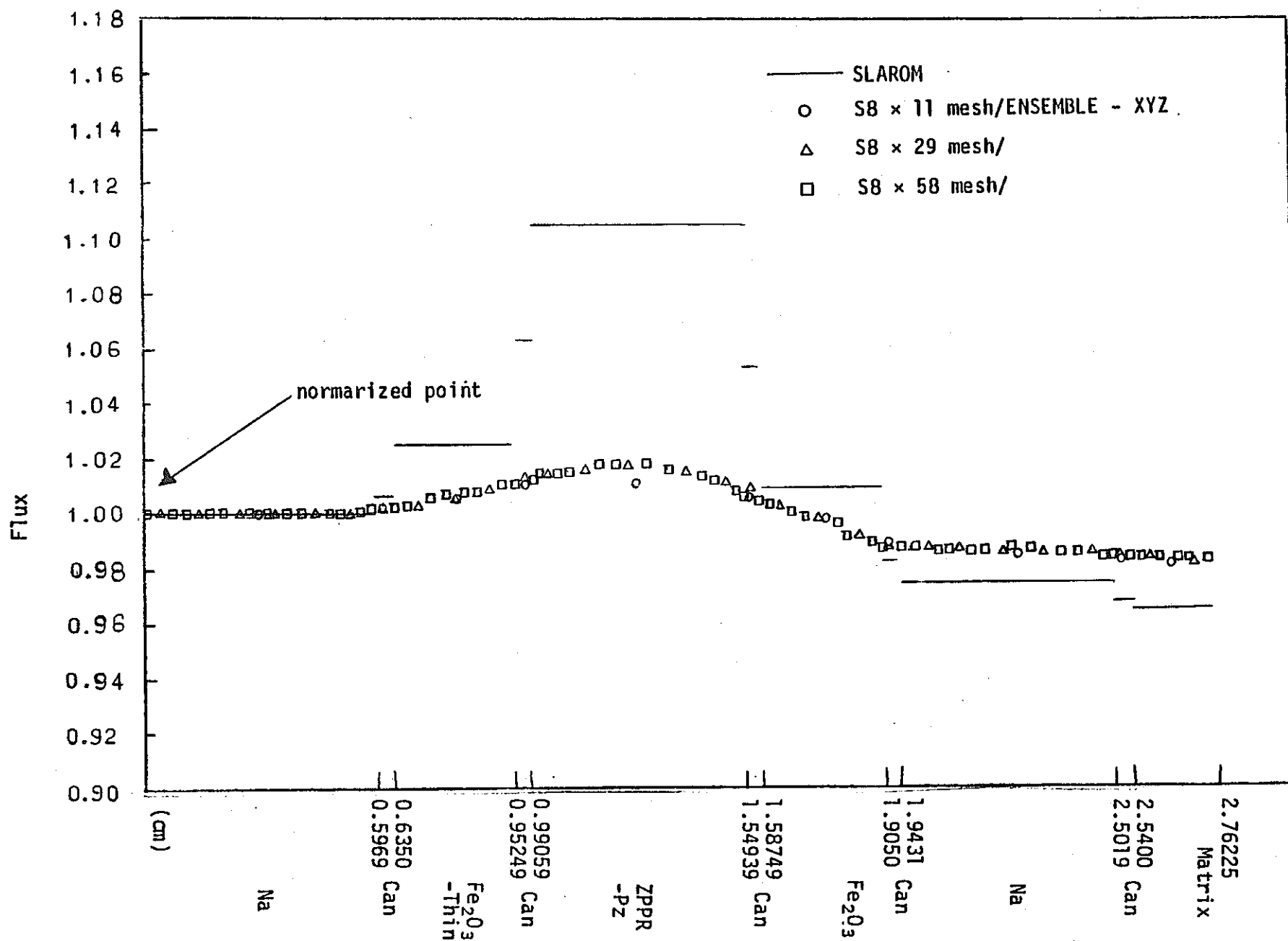


Fig. 3.33 The effects of mesh size and comparisons with the SLAROM code/ 5G

Flux

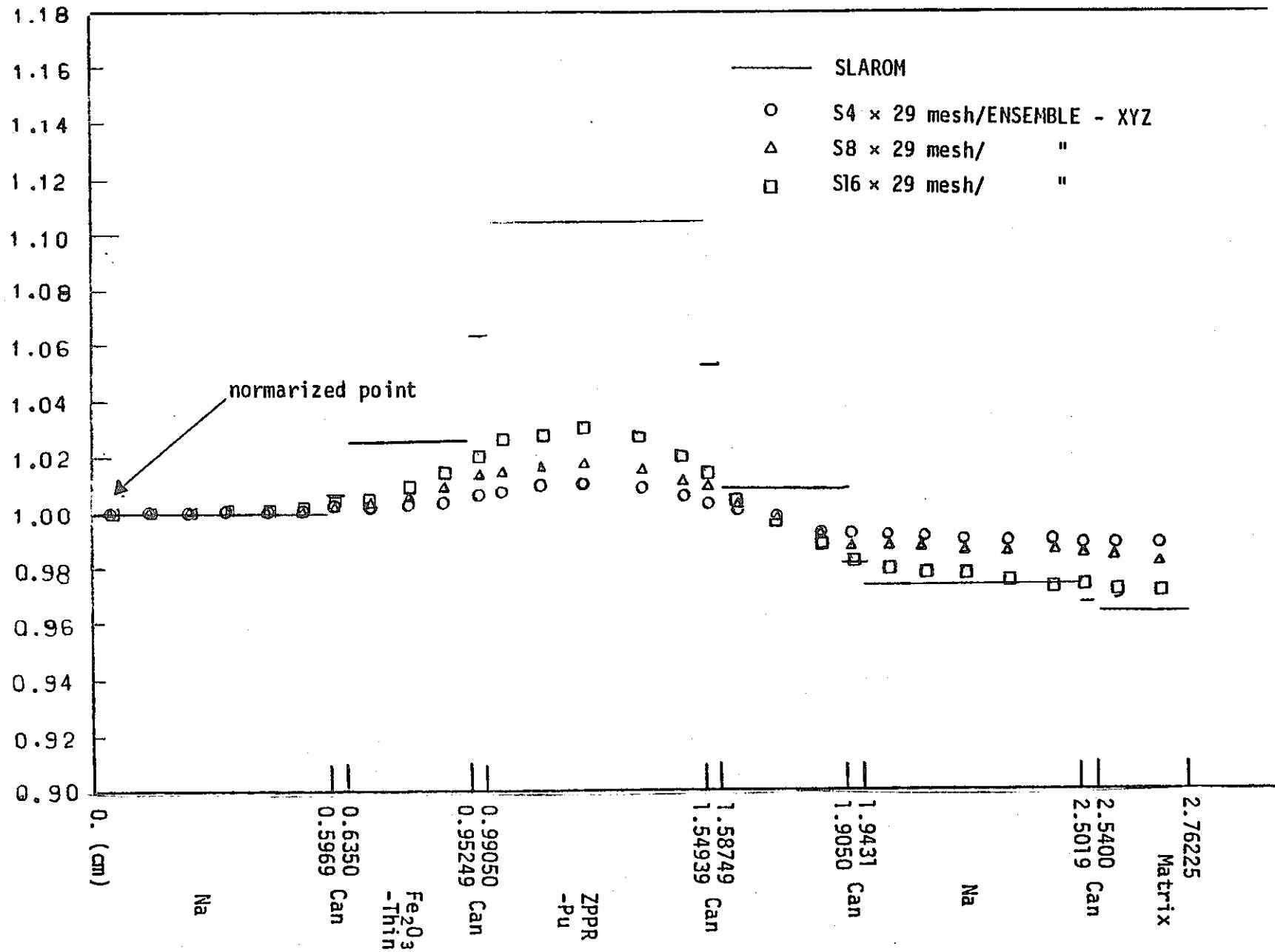


Fig. 3.34 The effects of Sn order and comparisons with the SLAROM code/ 5 G

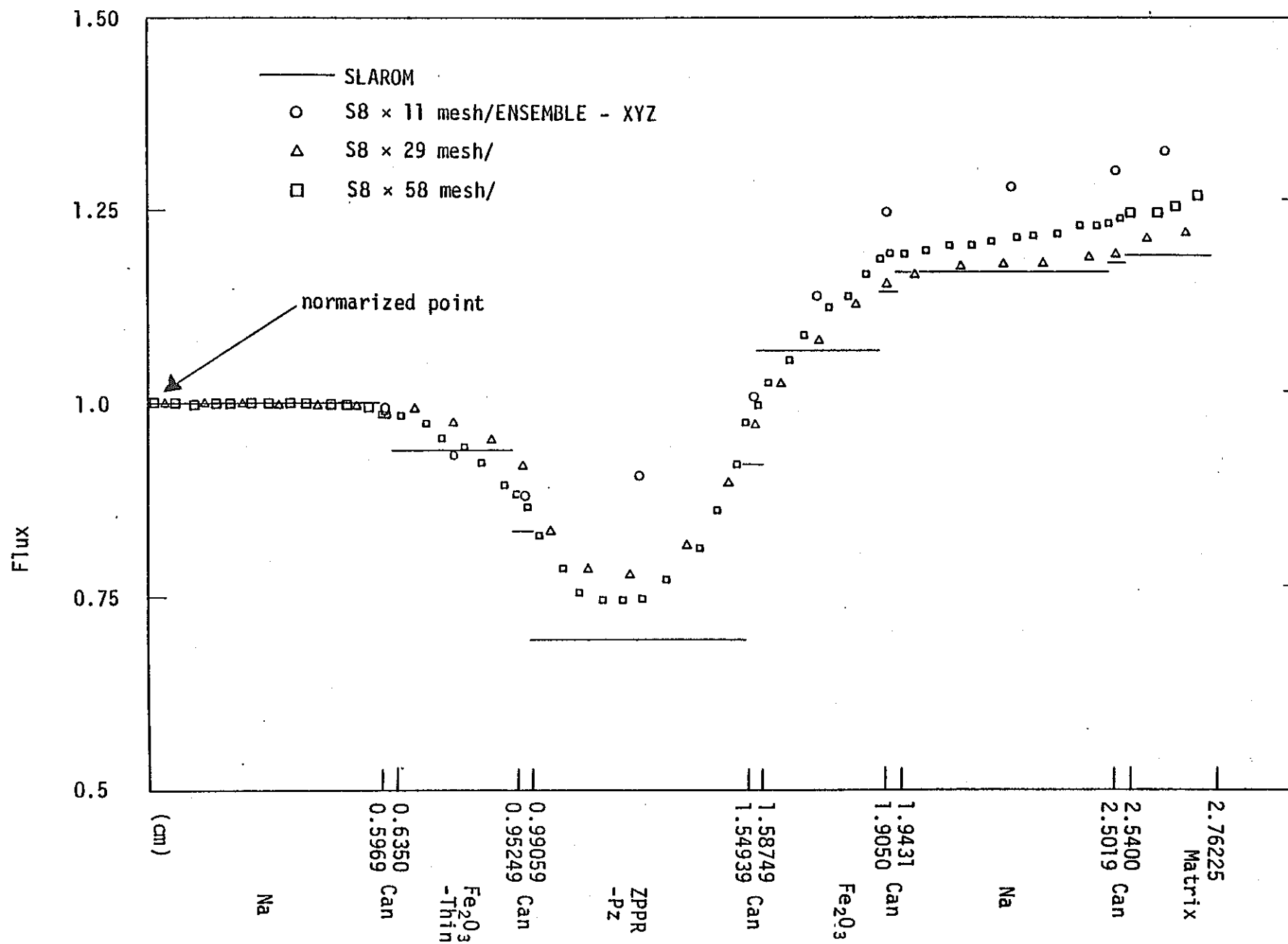


Fig. 3.35 The effects of mesh size and comparisons with the SLAROM code/55G

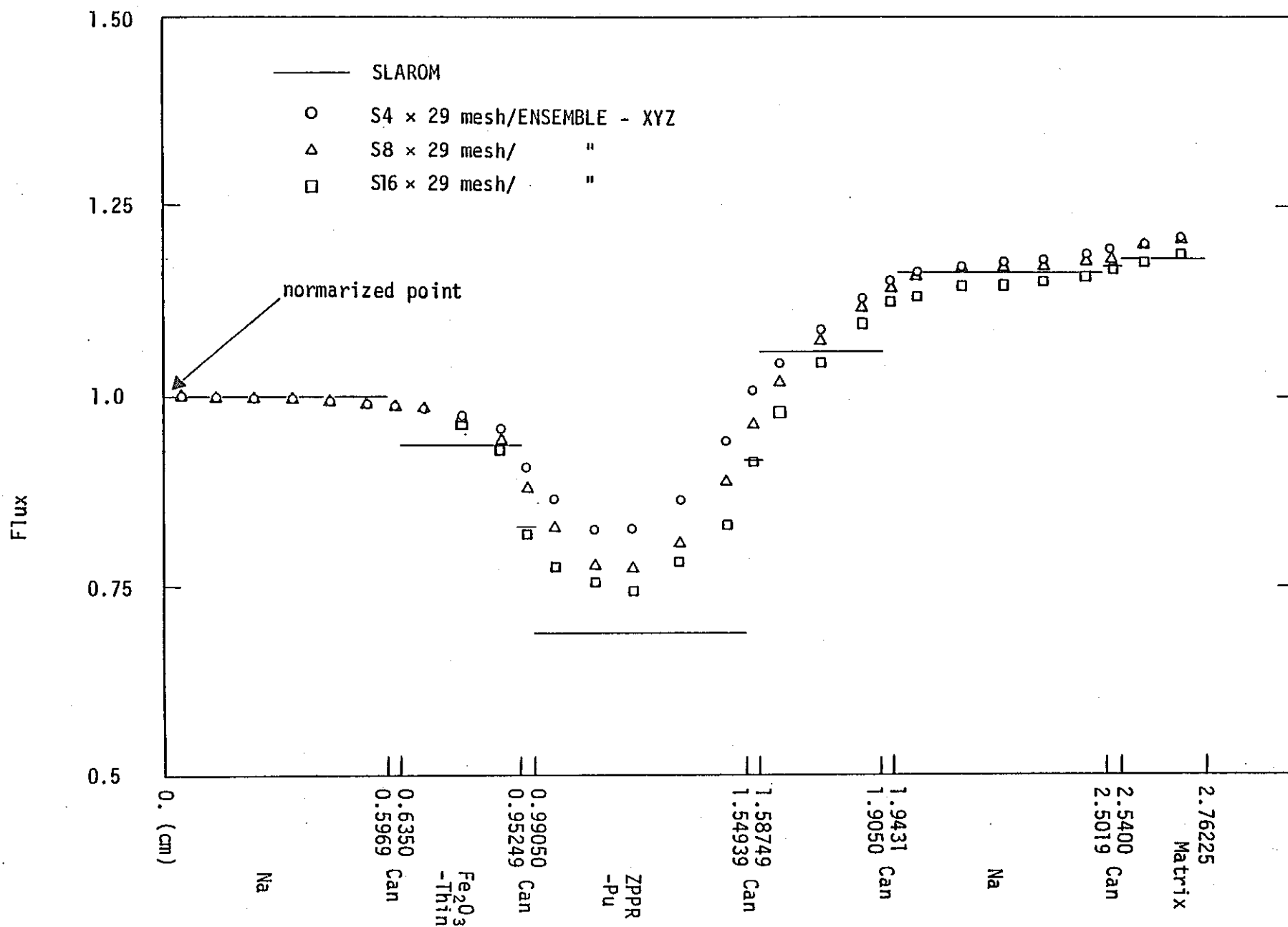


Fig. 3.36 The effects of Sn order and comparisons with the SLAROM code/55G

4. あとがき

本年度 JUPITER phase II 実験解析から、以下の様な結果が得られた。

- (1) JUPITER W/G 基準解析作業の内、制御棒価値の解析結果は、JUPITER phase I 実験解析同様、径方向依存性が見られた。炉中心での解析結果は実験値を 10% 過小評価し、最外層制御棒価値では C/E がほぼ 1.0 であった。
- (2) セル計算における中性子バランス取扱い効果については、セル内詳細反応率分布測定値が十分入手できず、必ずしも満足な結果を得られなかった。しかし、炉内反応率分布解析値の改善のためには、W/G の採用している炉心体系の中性子バランスを取扱わない方法より、取扱う方法がより良い手法と結論された。

今後、フェイズ 13 B/4 での詳細反応率分布解析等を実施することが望ましい。

- (3) 中性子束微細構造の観点から、JUPITER W/G の採用している一次元セルモデルの妥当性が三次元セルモデルとの比較によって確かめられた。

謝

辞

本研究の計画・実施にあたり，有益な情報を提供され，御指導をいただいた動力炉・核燃料開発事業団炉物理グループ・リーダーの白方敬章氏に深く感謝の意を表します。

又，本研究の計画・実施及び本報告書の作成にあたり多大な御援助をいただいた動燃嘱託の山本正昭氏，高速炉エンジニアリング㈱の加藤恭義，貝瀬與一郎の諸氏に感謝の意を表します。

本研究の計算作業に対し，有益なコメント，御援助をいただいた日本情報サービス㈱の光成友孝氏，日本原子力研究所原子炉システム研究室の中川正幸氏他，JUPITER W/Gメンバーに対しここに謝意を表します。

参 考 文 献

- 〈 2.1 〉 「 JUPITER フェイズⅡ実験解析(Ⅱ-E)」 PNC SJ298 84-01
高速炉エンジニアリング㈱ 1984年6月
- 〈 2.2 〉 「 JUPITER フェイズⅡ実験解析(Ⅱ-A)」 PNC SJ201 84-10
日本原子力事業㈱ 1984年6月
- 〈 2.3 〉 「 JUPITER フェイズⅡ実験解析(Ⅱ-B)」 PNC SJ203 84-03
富士電機㈱ 1984年6月
- 〈 2.4 〉 加 藤 恭 義 ; 私 信
- 〈 2.5 〉 Proceedings of The First Analysis Meeting on Jupiter-II Program
PNC SA382 84-01 Power Reactor and Nuclear Fuel Development
Corporation

- < 3.1 > S.G. Carpenter and H.F. McFarlane "ZPPR-12/13 Monthly Report for May 1982", ZPR-TM-421, ANL, Idaho, 1982年5月
- < 3.2 > S.B. Brumback "Assembly Document for ZPPR Assembly 13" ZPR-I Memo No. 410, ANL, Idaho, 1982年4月
- < 3.3 > 宝珠山 健, 佐々木 誠他「高速原型炉級臨界集合体非均質効果の検討(I), (II)」日本原子力学会秋の分科会 A19, A20, 1973年11月
- < 3.4 > T. Kobayashi and A. Sugawara et. al. "A Numerical Study on Application of Benoist's Anisotropic Diffusion Coefficients" J. of Nucl. Science and Technology. 12 (1975) 456
- < 3.5 > 佐々木 誠, 関 雄 次他「MOZART Criticality の解析(II) —非物質効果の検討—」, 日本原子力学会秋の分科会 A10, 1979年
- < 3.6 > 飯 田 正 明 「反応率分布における計数管 / 箔値の解析—MZB(3)の径方向分布—」 日本原子力学会 A21,
- < 3.7 > 小 林 隆 俊, 菅 原 彬他「モーツァルト実験解析(Ⅲ)—反応率分布・制御棒価値—」 SJ206 74-18 三菱原子力工業㈱, 1974年6月
- < 3.8 > 貝 瀬 興一郎, 田 中 由美子他「JUPITER 実験解析—ナトリウム・ボイド反応度総合評価—」 PNC SJ206 82-06, 三菱原子力工業㈱ 1982年2月

- 〈 3.9 〉 E.A. Ficher and V. Brandl, private communication to T. Takeda.
"Stalus and Validation of the Fast Reactor Lattice Cell Code
KAPER-2 for Slab and Pin Cells".
- 〈3.10〉 P. McGrath and E. Fischer "KAPER-A Computer Program for
the Analysis of Experiments Performed in Heterogeneous Critical
Facilities" , Proc. of Mathermatical Method and Computational
Techniques for Analysis of Nuclear Systems, Ann Arbor, Apr. 1973.
- 〈3.11〉 E. Fischer "Neutron Streaming in Fast Reactor Slab Lattices and
in Cylindrical Channels" KfK-INR 1028 (1980) or NSE 78 (1981) 227.
- 〈3.12〉 中 川 正 幸 私 信
- 〈3.13〉 中 川 正 幸, 阿 部 純 一他「高速炉の核特性解析コードシ
ステム」 JAERI-M 83-066 日本原子力研究所 1983年4月
- 〈3.14〉 佐々木 誠, 貝 瀬 興一郎「JUPITER フェイズⅡ実験解析
(I-C)」 PNC SJ206 83-10, 三菱原子力工業㈱,
1983年6月
- 〈3.15〉 山 本 正 昭 私信, 1983年2月「ZPPR-13Aの体系計算用
および Zone Sodium Void 解析用のセル計算条件」
- 〈3.16〉 光 成 友 孝 私 信
- 〈3.17〉 川 島 正 俊 "Proc. of the First Analysis Meeting on JUPITER
-Ⅱ Program" PNC SA382 84-01, Sept. 1984

- < 3.1 8 > S.N. Cramer "Heterogeneity Effects in the ZPR-III Assembly 48 by Monte Carlo", ORNL-TM-3730, 1972年3月
- < 3.1 9 > D.C. Wade and E.M. Gelbard "Neutron Streaming in Plate Criticals", Mtg. on Advanced Reactors—Physics design and Economics—, Atlanta, Sep., 1974.
- < 3.2 0 > E.M. Gelbard and D.C. Wade et. al, "Calculation of Void Streaming in the Argonne Gas-Cooled Fast Reactor Critical Experiments" SNE 64 (1977) 624.
- < 3.2 1 > R.D. Mcknight and R.N. Hwang et. al, "Validation Studies of the ENDF/MC²-2/SDX", NUREG/CP-0034, Proc. of the Topical Meeting on Advances in Reactor physics and Core Thermal Hydraulics". 1982年
- < 3.2 2 > T. Nishimura, K. Tada, H. Yokobori and A. Sugawara, Development of Discrete Ordinates S_N Code in Three-Dimensional (X, Y, Z) Geometry for Shielding Design, Journal of Nuclear Science and Technology, 17, 539, (No. 7) (1980).
- < 3.2 3 > H. Yokobori, T. Nishimura and K. Tada, Application of a Three-Dimensional Discrete Ordinates Transport Code to Shielding Design and Analysis, in Proceedings of the Conference 1980 Advances in Reactor Physics and Shielding, Sun Valley, Idaho (September, 1980).

T. Nishimura, K. Tada and H. Yokobori, Development of Discrete Ordinates Transport Code in Three-Dimensional (R, θ, Z) Geometry for Shielding Design, Journal of Nuclear Science and Technology, 19, 80, (No. 1) (1982).

< 3.24 > T. Nishimura, K. Tada, Z. Suzuoki and H. Yokobori, Application of Three-dimensional Discrete Ordinates Transport Codes in (X, Y, Z) and (R, θ, Z) Geometries to Shielding Analysis, in Sixth International Conference on Radiation Shielding (1983).

< 3.25 > Z. Suzuoki, and K. Ikada; "Recent Development and Current Application of Three-Dimensional Discrete Ordinates Transport Codes", in Topical Meeting on Reactor Physics and Shielding Chicago, Sep. 1984.

< 3.26 > 鈴置善郎, 横堀 仁他「「常陽」遮蔽測定結果の解析(B) - FFTF炉の遮蔽情報による炉体まわり遮蔽解析(I) - B」
PNC SJ206 82-04, 三菱原子力工業(株) 1982年2月

< 3.27 > 西山征夫 私 信「「PLUTO」原子数密度計算コード・マニュアルの改訂」1979年12月

< 3.28 > 山本正昭 私 信「Plate Data List」1984年2月

< 3.29 > 山本正昭 私 信「SLAROMセル計算用原子数密度 - ZPPR-13A 臨界基準体系およびNaボイドドロワー」1983年3月

付録A SLAROMコードの修正

- (1) 本文 3.2 (2)節に示した, Method C ~ E の擬似吸収項の取扱いを可能にするため, 以下に示すサブルーチン中の I/O 内容と, 擬似吸収項取扱い計算部を修正した。^{<A.1>}

(I/O の修正)

旧フォーマット WRITE(1) (D(I), I=1, NG), B2

新フォーマット WRITE(1) (D(I), I=1, NG), (DB2(I), I=1, NG)

ここで D : セル均質拡散係数 ($\bar{D}^g$)

B2 : 一群クリティカル・バックリング (B^2)

DB2: 炉心領域からの漏洩量 (L^g) 又は $\bar{D}^g B^2$

(Benoist's Diffusion Coefficient の計算法)

$$\text{旧計算法} \quad d_g^k = \frac{\sum_i \sum_j \phi^{i,g} V^i P_{i,j}^{k,g} / \sum_{tr}^{i,g}}{3 \sum_i \phi^{i,g} V^i}$$

$$\sum_{tr}^{i,g} = \sum_{tr}^{i,g} + \bar{D}^g \times B^2$$

Benoist's Diffusion Coefficient

$$D_g^k = 1 / (1/d_g^k - 3 \times \bar{D}^g \times B^2)$$

新計算法

Benoist's Diffusion Coefficient

$$D_g^k = \frac{\sum_i \sum_j \phi^{i,j} V^i P_{ij}^{k,g} / \sum_{tr}^{i,g}}{3 \sum_i \phi^{i,g} V^i}$$

ここで i, j : plate 番号

g : エネルギー群

k : 方向

<A.1> 佐々木 誠「SLAROM, CITATIONコードに対する疑問点」1984年1月

(コードの修正部分)

サブルーチン	SLAROM (メイン)
	BSEAR
	EDIT
	EDITS
	ESLMJ
	GEOMH
	INPT
	JAERI
	KINFHM
	PREDIT
	PREPDS

(2) セル内中性子束分布の PDS file 出力ルーチンへの出力を追加した。

(コードの修正部)

サブルーチン	EDITS
--------	-------

(3) SLAROMコード・コーディングミスの修正をした。

(コードの修正部)

サブルーチン	INPT
	REACTS

付録 B CITATION コードの修正

- (1) 体系領域からの中性子漏洩量を出力するようコードの修正を行なった。

(修正内容) 各物質領域からの中性子漏洩量 (L^g) を

$$\frac{\int_{ir} D^g \cdot \phi^g dS}{\int_{ir} \phi^g dV}$$

ir : 領域

g : エネルギー群

により求める。

(修正部) サブルーチン LEAKZ
OUTC

- (2) サブルーチンで定義されている変数の大きさが不足しているので、拡大した^{<A1>}。

(修正部) サブルーチン OUTC

付録C ナトリウム・ボイド反応度群縮約効果

セル計算における中性子バランス取扱い法の検討作業において、W/G から得た 18 群計算による ZPPR-13A ナトリウム・ボイド反応度解析結果に、エネルギー群数縮約効果^{<1><2>}を発見したので、ここに簡単に報告する。

1. はじめに

ZPPR-13A 炉心 Na ボイド反応度実験の解析を、70 群 1/2RZ 体系による拡散直接計算により実施した処、JUPITER W/G 18 群解析結果と食違いを生じた。(Table C 1)

即ち、ステップ 3 (炉心第 1 燃料領域のボイド)、ステップ 7 (第 2 内側ブランケット領域迄のボイド) の積算反応度が、18 群計算に比べ、70 群計算の方が一率に約 20% 大きな値を示した。

2. 解析手法

- 2.1 断面積
 - JUPITERW/G 作成の 70 群と 18 群断面積。
 - optical path 計算部改良後の SLAROM コード使用。
 - ライブラリーは、JENDL-2B-70 を使用。
 - セル計算時のバックリングは、使用していない。
 - 18 群断面積は 1D(R)モデルにより、SLAROM コードで求めた正常炉心の中性子束により、正常/ボイド炉心共、作成している。
- 2.2 体系計算
 - 1/2RZ 体系拡散計算。
 - CITATION-FBR コードを使用。
 - 体系 本文 Fig. 3.1 参照。
- 2.3 摂動計算
 - 正常炉心の中性子束、随伴中性子束による FOP 計算。
 - CIPER コードを使用。
- 2.4 群構造
 - Table C 2

3. 解析結果

70 群拡散 FOP 計算結果を、18 群拡散 FOP 計算結果^{<2>}と共に、比較して、Table C 3, C 4 に示した。Table C 3 ではボイド・ステップ毎に、Table C 4 では、積算に Na ボイド反応度を各成分毎に示している。

Table C 3, C 4 から 70 群と 18 群計算の違いは、減速項と径方向漏洩項に起因していることが明らかとなった。

直接計算では、ステップ 3 と 7 の積算反応度が両者で 20% 食違っていたが、ステップ 6 を除いて FOP では約半分の 10% の食違が見られる。FOP での両者の食違いが直接計算の食違いの半分程度であるのは、計算法の近似度によるものであると考えられる。Table C 5 の EP 計算では、ステップ 3 での 70 群 / 18 群の差が直接計算と同じ 20% であることから確認できよう。

Table C 6 には、上記減速項と径方向漏洩項についてステップ 3 (積和) を対象に、エネルギー群毎内訳を 70 群 / 18 群計算で比較した。その結果、減速項は Na の大きな散乱断面積のある第 13 群 (18 群構造で) 以下で、両者にファクターの不一致が生じていることが判かる。又、径方向漏洩項は第 13, 14 群 (同前) で両者に大きな不一致を生じていることが判かる。

この他、両成分共第 9 ~ 10 群で、大きな群縮約効果が生じていることも判かる。

尚、他の反応度の成分項も、4 ~ 5% のエネルギー群縮約効果が各エネルギー群であるが、全群で見るとならされ Table C 3, C 4 に示されるよう最大 0.8% 程度の効果と成っている。

以上から、70 群直接計算と 18 群直接計算の不一致はエネルギー群数縮約効果であると、結論付けられる。

4. 検 討

Table C 7, C 8 に、大型均質炉心モックアップ体系 ZPPR - 10B 炉心のナトリウム・ボイド反応度実験解析におけるエネルギー群数縮約効果を示した。^{<4>}

同 Table から、70 群と 16 群 FOP 計算^{<5>}では、減速項と径方向漏洩成分に約 2 ~ 4% の差を生じることが示されている。この効果は、ほぼ今回の検討に

比べ半分程度小さいが、ほぼ同様な結果である。

今回の結果から

- (1) ZPPR-10B 炉心では、径方向漏洩項の全反応度に対する寄与が小さいため、ZPPR-13A 炉心に比べエネルギー群数縮約効果が半分以下と成る。
- (2) ZPPR-13A 炉心では、内側ブランケットの存在による中性子束の空間及びスペクトル分布が歪められているため、均質炉心に比べエネルギー群数縮約効果が大きく成る。
- (3) ZPPR-10B 炉心でも 70 群と 18 群直接計算では、約 10 % 程度のエネルギー群数縮約効果を生じると推定される。

等のことが結論される。

-
- 〈1〉 佐々木誠 私信「70 群 Na-void 用 Fuel Ring マクロ断面積の作成」
1984 年 4 月
 - 〈2〉 佐々木誠 私信「ZPPR-13A 炉心 Na ボイド反応度 70 群 FOP 解析結果」1984 年 5 月
 - 〈3〉 白川正弘 私信「新acroX-section による Na-ボイド反応度」
1984 年 3 月
 - 〈4〉 貝瀬興一郎，関雄次「JUPITER 実験解析 (Ⅱ-C)-ZPPR-10B-」
PNC SJ20681-12 三菱原子力工業(株)，1981 年 5 月
 - 〈5〉 前記 18 群構造の内，16 群以下を一括扱いとしている。

Table C 1 Comparison of Sodium—Void Reactivity Worth
between 70 and 18 Group Calculations

Core	K _{eff}		Na-void Reactivity $\frac{\Delta K}{KK'}$	
	70 Gr	18 Gr	70 Gr	18 Gr
Normal	0.988737	0.989362 (-0.0625 ²)	0.0	0.0
Void Step 2	0.990342	0.990696 (-0.0354 ²)	1.63 ₉ ⁻³	1.36 ₁ ⁻³ (1.20)
Void Step 7	0.998355	0.997227 (+0.1128 ²)	9.74 ₄ ⁻³	7.97 ₂ ⁻³ (1.22)

注 Value in parenthesis

$$K_{\text{eff}} : \Delta K_{\text{eff}} = (70\text{Gr}) - K_{\text{eff}}(18\text{Gr})$$

$$\text{Na-void Reactivity} : \Delta K/KK' (70\text{Gr}) \div \Delta K/KK' (18\text{Gr})$$

Table C.2 Energy Group Structures of 70 Groups,
18 Groups and 7 Groups

Group Number		Up-Energy (ev)	Low-Energy (ev)	Del U	Group Number		Up-Energy (ev)	Low-Energy (ev)	Del U
1	1	1 1.05 +7	8.30 +6	0.2351	6	15	38 1.00 +3	7.73 +2	0.2575
		2 8.30 +6	6.50 +6	0.2445			39 7.73 +2	5.98 +2	0.2567
	2	3 6.50 +6	5.10 +6	0.2426			40 5.98 +2	4.65 +2	0.2516
		4 5.10 +6	4.00 +6	0.2429		41 4.65 +2	3.60 +2	0.2559	
2	3	5 4.00 +6	3.10 +6	0.2549		16	42 3.60 +2	2.78 +2	0.2585
		6 3.10 +6	2.50 +6	0.2151			43 2.78 +2	2.15 +2	0.2570
	4	7 2.50 +6	1.90 +6	0.2744		44 2.15 +2	1.66 +2	0.2587	
		8 1.90 +6	1.40 +6	0.3054		17	45 1.66 +2	1.29 +2	0.2522
3	5	9 1.40 +6	1.10 +6	0.2412			46 1.29 +2	1.00 +2	0.2546
		10 1.10 +6	8.00 +5	0.3185		47 1.00 +2	7.73 +1	0.2575	
	6	11 8.00 +5	6.30 +5	0.2389		48 7.73 +1	5.98 +1	0.2567	
		12 6.30 +5	5.00 +5	0.2311		49 5.98 +1	4.65 +1	0.2516	
		13 5.00 +5	4.00 +5	0.2231	50 4.65 +1	3.60 +1	0.2559		
	7	14 4.00 +5	3.10 +5	0.2549	51 3.60 +1	2.78 +1	0.2585		
		15 3.10 +5	2.50 +5	0.2151	52 2.78 +1	2.15 +1	0.2570		
		16 2.50 +5	2.00 +5	0.2231	53 2.15 +1	1.66 +1	0.2587		
	8	17 2.00 +5	1.50 +5	0.2877	54 1.66 +1	1.29 +1	0.2522		
		18 1.50 +5	1.20 +5	0.2231	55 1.29 +1	1.00 +1	0.2546		
		19 1.20 +5	1.00 +5	0.1823	56 1.00 +1	7.73 +0	0.2575		
	4	9	20 1.00 +5	7.73 +4	0.2545	7	18	57 7.73 +0	5.98 +0
21 7.73 +4			5.98 +4	0.2567	58 5.98 +0			4.65 +0	0.2516
22 5.98 +4			4.65 +4	0.2516	59 4.65 +0			3.60 +0	0.2559
10		23 4.65 +4	3.60 +4	0.2559	60 3.60 +0		2.78 +0	0.2585	
		24 3.60 +4	2.78 +4	0.2585	61 2.78 +0		2.15 +0	0.2570	
		25 2.78 +4	2.15 +4	0.2570	62 2.15 +0		1.66 +0	0.2587	
11		26 2.15 +4	1.66 +4	0.2587	63 1.66 +0		1.29 +0	0.2522	
		27 1.66 +4	1.29 +4	0.2522	64 1.29 +0		1.00 +0	0.2546	
		28 1.29 +4	1.00 +4	0.2546	65 1.00 +0		7.73 -1	0.2575	
5	12	29 1.00 +4	7.73 +3	0.2575	66 7.73 -1		5.98 -1	0.2567	
		30 7.73 +3	5.98 +3	0.2567	67 5.98 -1		4.65 -1	0.2516	
		31 5.98 +3	4.65 +3	0.2516	68 4.65 -1		3.60 -1	0.2559	
	13	32 4.65 +3	3.60 +3	0.2559	69 3.60 -1		2.78 -1	0.2585	
		33 3.60 +3	2.78 +3	0.2585	70 2.78 -1		2.15 -1	0.2570	
		34 2.78 +3	2.15 +3	0.2570					
	14	35 2.15 +3	1.66 +3	0.2587					
		36 1.66 +3	1.29 +3	0.2522					
		37 1.29 +3	1.00 +3	0.2546					

Table C.3 Comparison of Step-Wise Na-Void Reactivity Worth between 70G and 18G Calculations

(in unit of $\Delta k/k$)

Step & Case	Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage (R)	Leakage (Z)	L	Total
1. 70G	-2.3162^{-4}	2.7031^{-4}	1.4630^{-3}	1.5017^{-3}	-2.8695^{-4}	-1.8218^{-4}	-4.6913^{-4}	1.0326^{-3}
18G	-2.3187^{-4}	2.7100^{-4}	1.4040^{-3}	1.4431^{-3}	-3.0274^{-4}	-1.8367^{-4}	-4.8641^{-4}	9.5673^{-4}
70G/18G	0.999	0.997	1.042	1.041	0.948	0.992	0.964	1.079
2. 70G	-8.0246^{-5}	9.5124^{-5}	5.1692^{-4}	5.3180^{-4}	-1.0009^{-4}	-3.8123^{-4}	-4.8132^{-4}	5.0483^{-5}
18G	-8.0257^{-5}	9.5245^{-5}	4.9487^{-4}	5.0986^{-4}	-1.0564^{-4}	-3.8439^{-4}	-4.9003^{-4}	1.9832^{-5}
70G/18G	0.999	0.997	1.045	1.043	0.947	0.992	0.982	2.546
3. 70G	-3.1186^{-4}	3.6543^{-4}	1.9800^{-3}	2.0335^{-3}	-3.8704^{-4}	-5.6341^{-4}	-9.5045^{-4}	1.0831^{-3}
18G	-3.1213^{-4}	3.6624^{-4}	1.8989^{-3}	1.9530^{-3}	-4.0838^{-4}	-5.6806^{-4}	-9.7644^{-4}	9.7656^{-4}
70G/18G	0.999	0.998	1.043	1.041	0.948	0.992	0.973	1.109
4. 70G	-8.9606^{-4}	1.0214^{-3}	5.4101^{-3}	5.5354^{-3}	-1.0481^{-3}	-1.6095^{-3}	-2.6575^{-3}	2.8780^{-3}
18G	-8.9495^{-4}	1.0193^{-3}	5.2112^{-3}	5.3356^{-3}	-1.1020^{-3}	-1.6197^{-3}	-2.7218^{-3}	2.6139^{-3}
70G/18G	1.001	1.002	1.038	1.037	0.951	0.994	0.976	1.101
5. 70G	-7.9713^{-4}	8.4289^{-4}	4.1686^{-3}	4.2144^{-3}	-2.0192^{-4}	-1.3867^{-3}	-1.5887^{-3}	2.6258^{-3}
18G	-7.9470^{-4}	8.3891^{-4}	4.0075^{-3}	4.0517^{-3}	-2.3754^{-4}	-1.3941^{-3}	-1.6316^{-3}	2.4201^{-3}
70G/18G	1.003	1.005	1.040	1.040	0.850	0.995	0.974	1.085
6. 70G	-5.3338^{-4}	5.4487^{-4}	2.6048^{-3}	2.6163^{-3}	-5.1858^{-3}	-9.1011^{-4}	-6.0960^{-3}	-3.4797^{-3}
18G	-5.3078^{-4}	5.4286^{-4}	2.5289^{-3}	2.5410^{-3}	-5.2127^{-3}	-9.1597^{-4}	-6.1287^{-3}	-3.5877^{-3}
70G/18G	1.005	1.004	1.030	1.030	0.995	0.994	0.995	0.970
7. 70G	-2.3999^{-5}	3.1115^{-4}	1.5985^{-3}	1.8857^{-3}	-1.2270^{-4}	-6.9469^{-5}	-1.9217^{-4}	1.6935^{-3}
18G	-2.3962^{-5}	3.0750^{-4}	1.7419^{-3}	2.0254^{-3}	-1.3064^{-4}	-6.9860^{-5}	-2.0050^{-4}	1.8249^{-3}
70G/18G	1.002	1.012	0.918	0.931	0.939	0.994	0.958	0.928
8. 70G	-1.4285^{-5}	1.9187^{-4}	9.7737^{-4}	1.1550^{-3}	-1.3142^{-4}	-4.1291^{-5}	-1.7271^{-4}	9.8224^{-4}
18G	-1.4300^{-5}	1.9059^{-4}	1.0646^{-3}	1.2409^{-3}	-1.3647^{-4}	-4.1594^{-5}	-1.7807^{-4}	1.0629^{-3}
70G/18G	0.999	1.006	0.918	0.931	0.963	0.993	0.970	0.924

Table C.4 Comparison of Cumulative Na-Void Reactivity Worth between 70G and 18G Calculations
(in unit of $\Delta k/k$)

Step & Case	Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage (R)	Leakage (Z)	L	Total
1. 70G	-2.3162^{-4}	2.7031^{-4}	1.4630^{-3}	1.5017^{-3}	-2.8695^{-4}	-1.8218^{-4}	-4.6913^{-4}	1.0326^{-3}
18G	-2.3187^{-4}	2.7100	1.4040^{-3}	1.4431^{-3}	-3.0274^{-4}	-1.8367^{-4}	-4.8641^{-4}	9.5673^{-3}
70G/18G	0.999	0.997	1.042	1.041	0.948	0.992	0.964	1.079
2. 70G	-3.1186^{-4}	3.6543^{-4}	1.9800^{-3}	2.0335^{-3}	-3.8704^{-4}	-5.6341^{-4}	-9.5045^{-4}	1.0831^{-3}
18G	-3.1213^{-4}	3.6624^{-4}	1.8989^{-3}	1.9530^{-3}	-4.0838^{-4}	-5.6806^{-4}	-9.7644^{-4}	9.7656^{-4}
70G/18G	0.999	0.998	1.043	1.041	0.948	0.992	0.973	1.109
4. 70G	-1.2079^{-3}	1.3868^{-3}	7.3901^{-3}	7.5689^{-3}	-1.4351^{-3}	-2.1729^{-3}	-3.6080^{-3}	3.9611^{-3}
18G	-1.2071^{-3}	1.3855^{-3}	7.1101^{-3}	7.2886^{-3}	-1.5104^{-3}	-2.1878^{-3}	-3.6982^{-3}	3.5905^{-3}
70G/18G	1.001	1.001	1.039	1.038	0.950	0.993	0.976	1.103
5. 70G	-2.0051^{-3}	2.2297^{-3}	1.1559^{-2}	1.1783^{-2}	-1.6371^{-3}	-3.5596^{-3}	-5.1967^{-3}	6.5869^{-3}
18G	-2.0018^{-3}	2.2245^{-3}	1.1118^{-2}	1.1340^{-2}	-1.7479^{-3}	-3.5819^{-3}	-5.3298^{-3}	6.0106^{-3}
70G/18G	1.002	1.002	1.040	1.039	0.937	0.994	0.975	1.096
6. 70G	-2.5384^{-3}	2.7746^{-3}	1.4164^{-2}	1.4400^{-2}	-6.8229^{-3}	-4.4697^{-3}	-1.1293^{-2}	3.1072^{-3}
18G	-2.5326^{-3}	2.7673^{-3}	1.3647^{-2}	1.3881^{-2}	-6.9606^{-3}	-4.4978^{-3}	-1.1459^{-2}	2.4229^{-3}
70G/18G	1.002	1.002	1.038	1.037	0.980	0.993	0.986	1.282
7. 70G	-2.5624^{-3}	3.0857^{-3}	1.5762^{-2}	1.6285^{-2}	-6.9456^{-3}	-4.5392^{-3}	-1.1485^{-2}	4.8007^{-3}
18G	-2.5565^{-3}	3.0748^{-3}	1.5388^{-2}	1.5907^{-2}	-7.0913^{-2}	-4.5677^{-3}	-1.1659^{-2}	4.2478^{-3}
70G/18G	1.002	1.004	1.024	1.024	0.979	0.994	0.985	1.130
8. 70G	-2.5767^{-3}	3.2776^{-3}	1.6739^{-2}	1.7440^{-2}	-7.0770^{-3}	-4.5805^{-3}	-1.1658^{-2}	5.7829^{-3}
18G	-2.5711^{-3}	3.2654^{-3}	1.6453^{-2}	1.7148^{-2}	-7.2277^{-3}	-4.6093^{-3}	-1.1837^{-2}	5.3107^{-3}
70G/18G	1.002	1.004	1.017	1.017	0.979	0.994	0.985	1.089

Table C.5 Comparison of Cumulative Na-Void Reactivity Worth
between 70 G and 18 G EP Calculations

Case	Fission	Absorption	Scattering	N.L.	Leakage (R)	Leakage (Z)	L	Total
Step 2 *								
70 G	-5.4335^{-4}	5.3181^{-4}	2.4433^{-3}	2.4318^{-3}	-3.6558^{-4}	-5.2109^{-4}	-8.8668^{-4}	1.5451^{-3}
18 G	-3.6019^{-4}	3.7488^{-4}	2.0742^{-3}	2.0889^{-3}	-3.0618^{-4}	-5.0690^{-4}	-8.1308^{-4}	1.2758^{-3}
70G/18G	1.509	1.420	1.178	1.164	1.194	1.028	1.091	1.211
Step 7 **								
70 G	-7.7418^{-3}	5.5885^{-3}	1.9429^{-2}	1.7276^{-2}	-5.8482^{-3}	-4.1786^{-3}	-1.0027^{-2}	7.2488^{-3}
18 G	-2.9413^{-3}	3.1033^{-3}	1.7057^{-2}	1.7219^{-2}	-5.8197^{-3}	-4.0173^{-3}	-9.8371^{-3}	7.3819^{-3}
70G/18G	2.632	1.801	1.139	1.003	1.005	1.040	1.019	0.982

in unit $\Delta k/k$

* 1st Fuel Ring 1 ~ 6 inch

** 2nd I/B Ring 1 ~ 4 inch

Table C.6 Comparison of Na-Void Reactivity Worth Components
between 70 G and 18 G Calculations

Energy * Group	Scattering			Radial Leakage		
	70 G	18 G	70G/18G	70 G	18 G	70G/18G
1	8.8181 ⁻⁵	8.8546 ⁻⁵	0.996	-1.9751 ⁻⁶	-1.9838 ⁻⁶	0.996
2	1.9078 ⁻⁴	1.8703 ⁻⁴	1.020	-1.4825 ⁻⁵	-1.4872 ⁻⁵	0.997
3	2.6442 ⁻⁴	2.8621 ⁻⁴	0.924	-3.5126 ⁻⁵	-3.5764 ⁻⁵	0.982
4	4.1917 ⁻⁴	3.9434 ⁻⁴	1.063	-9.1643 ⁻⁵	-9.2421 ⁻⁵	0.992
5	2.4173 ⁻⁴	2.6179 ⁻⁴	0.923	-1.1443 ⁻⁴	-1.1602 ⁻⁴	0.986
6	5.0686 ⁻⁴	3.5330 ⁻⁴	1.435	-1.7223 ⁻⁴	-1.7768 ⁻⁴	0.969
7	3.1479 ⁻⁴	3.5920 ⁻⁴	0.876	-8.4294 ⁻⁵	-8.7010 ⁻⁵	0.969
8	2.7540 ⁻⁴	2.5550 ⁻⁴	1.078	-4.2403 ⁻⁵	-4.3802 ⁻⁵	0.968
9	2.8042 ⁻⁴	2.8360 ⁻⁴	0.989	6.9808 ⁻⁷	-5.3016 ⁻⁶	-0.132
10	-4.5900 ⁻⁷	4.2185 ⁻⁴	-1.088 ⁻³	1.3260 ⁻⁵	1.8584 ⁻⁵	0.714
11	-1.9454 ⁻⁴	-1.8025 ⁻⁴	1.079	2.2010 ⁻⁵	2.1008 ⁻⁵	1.048
12	-1.7889 ⁻⁴	-2.3036 ⁻⁴	0.777	2.4478 ⁻⁵	2.5782 ⁻⁵	0.949
13	1.6330 ⁻⁵	-2.7311 ⁻⁵	-0.598	7.0733 ⁻⁵	6.0532 ⁻⁵	1.169
14	-1.8205 ⁻⁴	-9.7388 ⁻⁵	1.869	7.1571 ⁻⁶	9.8760 ⁻⁶	0.725
15	-4.3159 ⁻⁵	-2.4661 ⁻⁵	1.750	1.2579 ⁻⁵	1.2363 ⁻⁵	1.017
16	-1.3085 ⁻⁵	-6.5306 ⁻⁶	2.004	8.2578 ⁻⁶	7.9093 ⁻⁶	1.044
17	-1.2031 ⁻⁵	-8.3589 ⁻⁶	1.439	6.1964 ⁻⁶	5.8214 ⁻⁶	1.064
18	(6.1330 ⁻⁶)	0.0		4.5167 ⁻⁶	4.5959 ⁻⁶	0.983
Total	1.9800 ⁻³	1.8989 ⁻³	1.043	-3.8704 ⁻⁴	-4.0838 ⁻⁴	0.948

(Note) unit : $\Delta k/k$
case : step 2 (cumulative)

*Energy Group: Table 1
18 group structure

Table C.7 Components of Sodium-Void Reactivity Comparison of
16-Group Calculation with 70-Group Calculation

(in units of $10^{-6} \Delta k/k$)

Void Zone Description	Drawer No.	Leakage-R	Trans.Leak.	Leakage Sum	Fission	Absorption	Slowing-Down	Non-Leakage Sum	Total
Core Center	1	-0.00015 ₅	-14.03	-14.03	-4.039	5.531	20.30	21.79	7.76
		-0.00015 ₈	-14.11	-14.11	-4.045	5.478	20.75	22.18	8.07
		1.9	0.57	0.57	0.15	-0.96	2.2	1.8	4.0
	97	-1.539	-1381.0	-1382.5	-397.5	544.3	1997.3	2144.1	761.7
		-1.568	-1388.7	-1390.3	-398.0	539.0	2042.1	2183.1	792.9
		1.9	0.56	0.56	0.13	-0.97	2.2	1.8	4.1
Off Center	368	-44.98	-5267.5	-5312.5	-1549.0	2012.2	7474.6	7937.8	2625.3
		-46.79	-5290.7	-5337.5	-1547.4	1995.0	7628.9	8076.5	2739.0
		4.0	0.44	0.47	0.10	-0.85	2.1	1.7	4.3

Upper Value : 70-Group

Middle Value : 16-Group

Lower Value : $(\rho(16G) - \rho(70G))/\rho(70G) \times 100 \%$

Ref PNC-SJ206 81-12

「JUPITER 実験解析 (II-C)」 PI

Tabel C.8 Groupwise Components of Sodium-Void Reactivity
 Comparison of 16-Group Calculation with 70-Group Calculation
 (heterogeneous model)

(in units of $10^{-6} \Delta k/k$)

GROUP	Mod(16G)	Mod(70G)	差	Total(16G)	Total(70G)	差
1	84.4	83.5	0.81	80.2	79.7	0.45
2	184.2	188.1	-3.95	121.7	125.7	-4.06
3	272.8	249.5	23.32	159.2	135.8	23.34
4	377.0	401.8	-24.83	190.1	215.3	-25.17
5	241.1	217.5	23.63	50.0	26.4	23.56
6	362.7	496.6	-133.93	30.5	163.9	-133.34
7	417.8	353.2	64.55	197.6	136.4	61.22
8	316.0	327.4	-11.40	161.7	176.0	-14.38
9	323.7	305.9	17.83	199.9	185.1	14.82
10	34.2	31.6	2.60	-33.7	-36.0	2.24
11	-118.6	-120.6	2.06	-157.5	-159.8	2.35
12	-224.1	-176.8	-47.19	-212.3	-165.2	-47.11
13	-119.2	-159.0	39.87	17.4	-21.1	38.48
14	-87.7	-145.1	57.41	-41.0	-96.4	55.44
15	-22.2	-37.8	15.62	6.1	-8.8	14.86
16	0.0	-18.5	18.49	23.1	4.6	18.54
	2042.1	1997.3	44.78	792.9	761.7	31.24

付録 D

ENSEMBLE - XYZ コードの検証の例

ENSEMBLE - XYZ の数値計算コードとしての妥当性を, TWOTRAN - II と 2 次元の等価な計算例で比較することにより確認した。妥当性検証に用いた計算体系モデルを Fig. D.1 に示した。

(1) 固有値

	R_{eff}	$ R^N / R^{N-1} - 1 $
ENSEMBLE - XYZ	1.26022	$< 1 \times 10^{-5}$
TWOTRAN - II	1.26018	$< 1 \times 10^{-5}$

また対称軸を X 軸, Y 軸に変えても固有値は変わらなかった。

(2) 中性子束分布

ア) TWOTRAN - II と ENSEMBLE - XYZ の比較

ϕ_{11} (炉中心) ϕ_{55} (最外点)

$$\begin{array}{cc} | \phi_{ENSEMBLE - XYZ} / \phi_{TWOTRAN - II} - 1 | \\ 7 \times 10^{-5} & 4 \times 10^{-4} \end{array}$$

イ) XY 平面での対称性

本体系 (Fig. D.1) は $\phi_{ij} = \phi_{ji}$ の対称をもつ。

ϕ_{ij} と ϕ_{ji} の対称性は 5×10^{-5} の精度で確認された。

ウ) Z 軸方向の対称性

Z 方向の対称性は 1×10^{-4} の精度で確認された。

Y		MATERIALS BY BROAD ZONE, ORIGIN AT LOWER LEFT.					M IS NUMBER OF FINE INTERVALS/BROAD ROW(COLUMN).	
ROW	M							
180.0000 ¹⁾		1	0	0	0	0	0	0
5 ³⁾ 1 ²⁾		1	3	*	3	*	3	0
		1		*		*		0
150.0000 ¹⁾		1	*	*	*	*	*	0
4 ³⁾ 1 ²⁾		1	2	*	2	*	2	0
		1		*		*		0
120.0000 ¹⁾		1	*	*	*	*	*	0
3 ³⁾ 1 ²⁾		1	1	*	1	*	2	0
		1		*		*		0
90.0000 ¹⁾		1	*	*	*	*	*	0
2 ³⁾ 1 ²⁾		1	1	*	1	*	2	0
		1		*		*		0
50.0000 ¹⁾		1	*	*	*	*	*	0
1 ³⁾ 1 ²⁾		1	1	*	1	*	2	0
		1		*		*		0
0.0 ¹⁾		1	1	1	1	1	1	1
x		0	50	90	120	150	180	
		0	0	0	0	0	0	
M		1	1	1	1	1		
COLUMN		1	2	3	4	5		

Calculation Condition

1) 3gr S₄

2) Mesh

ENSEMBLE-XYZ 5 × 5 × 3

TWOTRAN-II 5 × 5

1) y axis (cm)

2) mesh

3) y-boundary no.

x axis(cm)

: mesh

x-boundary no.

no. on boundary.....boundary condition (1 reflective, 0 vacuum)

no in mesh call.....region no. (1 core fuel 2 blanket fuel)
(3 reflector)

Fig. D. 1 Calculation Model for Validity Check of ENSEMBL-XYZ

付録 E セル平均断面積リスト

本文 3.2 (2) 節リーケージ取扱い法 A～E によって求めた SCFCO, DCFCO, RBLOW セルの平均断面積を, 参考の為 Table E.1～E.30 に掲げた。

Table E.1 Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core
Drawer in Case of Method A

COMMENT : SCF DRAWER CORE SECTION MLD3 ZERO-B											
GRP.	ABSORPTION	NUCLEAR FISSION	D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PERP.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING	INELASTIC	(N,2N)	TOTAL
1	1.3562E-02	3.5895E-02	4.2689E+00	4.2306E+00	4.2881E+00	8.0707E-02	0.0	6.7145E-02	0.0	0.0	8.0707E-02
2	1.1358E-02	3.1295E-02	4.1164E+00	4.0791E+00	4.1351E+00	8.3585E-02	0.0	7.2227E-02	0.0	0.0	8.3585E-02
3	7.3984E-03	2.0468E-02	3.9628E+00	3.9281E+00	3.9801E+00	8.6664E-02	0.0	7.9266E-02	0.0	0.0	8.6664E-02
4	7.3620E-03	1.8226E-02	3.6640E+00	3.6278E+00	3.6821E+00	9.3704E-02	0.0	8.6342E-02	0.0	0.0	9.3704E-02
5	6.1395E-03	1.7578E-02	3.0950E+00	3.0527E+00	3.1162E+00	1.1089E-01	0.0	1.0475E-01	0.0	0.0	1.1089E-01
6	5.8730E-03	1.6455E-02	3.4562E+00	3.4190E+00	3.4748E+00	9.8894E-02	0.0	9.3021E-02	0.0	0.0	9.8894E-02
7	5.9283E-03	1.6104E-02	3.1941E+00	3.1653E+00	3.2086E+00	1.0650E-01	0.0	1.0057E-01	0.0	0.0	1.0650E-01
8	5.1286E-03	1.3276E-02	2.8129E+00	2.7765E+00	2.8312E+00	1.2086E-01	0.0	1.1573E-01	0.0	0.0	1.2086E-01
9	3.2132E-03	7.5292E-03	2.4592E+00	2.4279E+00	2.4748E+00	1.3801E-01	0.0	1.3480E-01	0.0	0.0	1.3801E-01
10	2.8950E-03	5.9121E-03	2.0825E+00	2.0502E+00	2.0986E+00	1.6334E-01	0.0	1.6044E-01	0.0	0.0	1.6334E-01
11	2.6960E-03	5.1902E-03	2.0596E+00	2.0340E+00	2.0624E+00	1.6285E-01	0.0	1.6015E-01	0.0	0.0	1.6285E-01
12	2.4767E-03	4.6757E-03	2.2694E+00	2.2514E+00	2.2785E+00	1.4819E-01	0.0	1.4571E-01	0.0	0.0	1.4819E-01
13	2.4444E-03	4.5388E-03	1.4960E+00	1.4425E+00	1.5228E+00	2.3124E-01	0.0	2.2879E-01	0.0	0.0	2.3124E-01
14	2.4061E-03	4.2785E-03	1.6980E+00	1.6582E+00	1.7180E+00	2.0186E-01	0.0	1.9945E-01	0.0	0.0	2.0186E-01
15	2.4477E-03	4.1822E-03	1.9198E+00	1.8739E+00	1.9428E+00	1.7853E-01	0.0	1.7608E-01	0.0	0.0	1.7853E-01
16	2.5313E-03	4.1570E-03	1.5441E+00	1.5232E+00	1.5546E+00	2.1981E-01	0.0	2.1728E-01	0.0	0.0	2.1981E-01
17	2.6186E-03	4.1038E-03	1.5692E+00	1.5299E+00	1.5889E+00	2.1833E-01	0.0	2.1571E-01	0.0	0.0	2.1833E-01
18	2.8140E-03	4.1237E-03	1.4737E+00	1.4362E+00	1.4924E+00	2.3315E-01	0.0	2.3033E-01	0.0	0.0	2.3315E-01
19	2.9750E-03	4.1447E-03	1.5734E+00	1.5343E+00	1.5929E+00	2.1804E-01	0.0	2.1507E-01	0.0	0.0	2.1804E-01
20	3.2507E-03	4.2338E-03	1.4032E+00	1.3647E+00	1.4225E+00	2.4551E-01	0.0	2.4225E-01	0.0	0.0	2.4551E-01
21	3.6018E-03	4.3433E-03	1.4296E+00	1.3914E+00	1.4487E+00	2.4061E-01	0.0	2.3701E-01	0.0	0.0	2.4061E-01
22	4.1313E-03	4.3330E-03	1.1806E+00	1.1644E+00	1.1886E+00	2.8748E-01	0.0	2.8335E-01	0.0	0.0	2.8748E-01
23	4.4074E-03	4.2605E-03	1.3272E+00	1.2880E+00	1.3467E+00	2.5952E-01	0.0	2.5511E-01	0.0	0.0	2.5952E-01
24	5.0036E-03	4.2503E-03	8.7113E-01	8.2787E-01	8.9277E-01	4.0440E-01	0.0	3.9940E-01	0.0	0.0	4.0440E-01
25	5.2827E-03	4.2544E-03	1.3536E+00	1.3172E+00	1.3718E+00	2.5472E-01	0.0	2.4943E-01	0.0	0.0	2.5472E-01
26	5.5096E-03	4.2965E-03	1.3157E+00	1.2816E+00	1.3328E+00	2.6098E-01	0.0	2.5547E-01	0.0	0.0	2.6098E-01
27	6.0096E-03	4.4187E-03	1.0579E+00	1.0276E+00	1.0731E+00	3.2656E-01	0.0	3.2055E-01	0.0	0.0	3.2656E-01
28	6.3539E-03	4.6686E-03	1.1014E+00	1.0724E+00	1.1159E+00	3.1259E-01	0.0	3.0623E-01	0.0	0.0	3.1259E-01
29	7.1318E-03	4.8259E-03	8.1984E-01	7.8892E-01	8.3530E-01	4.2558E-01	0.0	4.1845E-01	0.0	0.0	4.2558E-01
30	7.7645E-03	5.1004E-03	7.5909E-01	7.3411E-01	7.7158E-01	4.6144E-01	0.0	4.5368E-01	0.0	0.0	4.6144E-01
31	8.3368E-03	5.8155E-03	8.0995E-01	7.9878E-01	8.1554E-01	4.2018E-01	0.0	4.1185E-01	0.0	0.0	4.2018E-01
32	8.4679E-03	6.5584E-03	6.2511E-01	6.2017E-01	6.2758E-01	5.3781E-01	0.0	5.2934E-01	0.0	0.0	5.3781E-01
33	1.2606E-02	1.0134E-02	3.6611E-01	3.1403E-01	3.9215E-01	1.1338E+00	0.0	1.1212E+00	0.0	0.0	1.1338E+00
34	1.1804E-02	7.5439E-03	3.7475E-01	3.5848E-01	3.8289E-01	9.9497E-01	0.0	9.8316E-01	0.0	0.0	9.9497E-01
35	1.0552E-02	6.8558E-03	8.2057E-01	8.1063E-01	8.2555E-01	4.1011E-01	0.0	3.9955E-01	0.0	0.0	4.1011E-01
36	1.1339E-02	8.6509E-03	1.0399E+00	1.0076E+00	1.0561E+00	3.3143E-01	0.0	3.2009E-01	0.0	0.0	3.3143E-01
37	1.8377E-02	1.2935E-02	9.8522E-01	9.3858E-01	1.0085E+00	3.5690E-01	0.0	3.3852E-01	0.0	0.0	3.5690E-01
38	1.5783E-02	1.4706E-02	1.0539E+00	1.0011E+00	1.0803E+00	3.3510E-01	0.0	3.1931E-01	0.0	0.0	3.3510E-01
39	1.5567E-02	8.4647E-03	1.0431E+00	9.8891E-01	1.0702E+00	3.3956E-01	0.0	3.2400E-01	0.0	0.0	3.3956E-01
40	2.2621E-02	1.9387E-02	1.0080E+00	9.4928E-01	1.0373E+00	3.5291E-01	0.0	3.3029E-01	0.0	0.0	3.5291E-01
41	1.9601E-02	2.5707E-02	9.3352E-01	8.8095E-01	9.5981E-01	3.8193E-01	0.0	3.6233E-01	0.0	0.0	3.8193E-01
42	2.7194E-02	2.0062E-02	6.7518E-01	6.2872E-01	6.9841E-01	5.4585E-01	0.0	5.1866E-01	0.0	0.0	5.4585E-01
43	3.0091E-02	3.3720E-02	9.2163E-01	8.6003E-01	9.5243E-01	3.8949E-01	0.0	3.5940E-01	0.0	0.0	3.8949E-01
44	2.9251E-02	2.8650E-02	8.8978E-01	8.2691E-01	9.2121E-01	4.0666E-01	0.0	3.7741E-01	0.0	0.0	4.0666E-01
45	2.9112E-02	2.9402E-02	9.5514E-01	8.9159E-01	9.8691E-01	3.7470E-01	0.0	3.4559E-01	0.0	0.0	3.7470E-01
46	4.3549E-02	3.1959E-02	8.4817E-01	7.7969E-01	8.8240E-01	4.3118E-01	0.0	3.8763E-01	0.0	0.0	4.3118E-01
47	4.2672E-02	6.7659E-02	9.5376E-01	8.8407E-01	9.8861E-01	3.7456E-01	0.0	3.3188E-01	0.0	0.0	3.7456E-01
48	5.4360E-02	6.5123E-02	8.6777E-01	7.9218E-01	9.0557E-01	4.1828E-01	0.0	3.6392E-01	0.0	0.0	4.1828E-01
49	4.8043E-02	8.7883E-02	9.1583E-01	8.3770E-01	9.5489E-01	3.9201E-01	0.0	3.4395E-01	0.0	0.0	3.9201E-01
50	6.5738E-02	1.1592E-02	7.6038E-01	6.7669E-01	8.0222E-01	4.9310E-01	0.0	4.2736E-01	0.0	0.0	4.9310E-01
51	2.0749E-02	1.0389E-02	1.0287E+00	9.7879E-01	1.0537E+00	3.4356E-01	0.0	3.2281E-01	0.0	0.0	3.4356E-01
52	3.8875E-02	4.0462E-02	9.0943E-01	8.4500E-01	9.4165E-01	3.9471E-01	0.0	3.5584E-01	0.0	0.0	3.9471E-01
53	1.0735E-01	2.9244E-02	7.9379E-01	7.1926E-01	8.3105E-01	4.5929E-01	0.0	3.5194E-01	0.0	0.0	4.5929E-01
54	5.7783E-02	1.0889E-01	9.2233E-01	8.3719E-01	9.6490E-01	3.8845E-01	0.0	3.3067E-01	0.0	0.0	3.8845E-01
55	6.2859E-02	8.7833E-02	9.0144E-01	8.1358E-01	9.4537E-01	3.9762E-01	0.0	3.3476E-01	0.0	0.0	3.9762E-01
56	4.0014E-02	5.0864E-02	9.3387E-01	8.6955E-01	9.6603E-01	3.8187E-01	0.0	3.4186E-01	0.0	0.0	3.8187E-01
57	1.2710E-01	2.8788E-02	7.5512E-01	6.7852E-01	7.9343E-01	4.8574E-01	0.0	3.5864E-01	0.0	0.0	4.8574E-01
58	2.4720E-02	1.0653E-02	9.9890E-01	9.4876E-01	1.0240E+00	3.5416E-01	0.0	3.2944E-01	0.0	0.0	3.5416E-01
59	1.7672E-02	1.2251E-02	1.0040E+00	9.5402E-01	1.0290E+00	3.5253E-01	0.0	3.3486E-01	0.0	0.0	3.5253E-01
60	1.3374E-02	7.8363E-03	1.0081E+00	9.5948E-01	1.0324E+00	3.5101E-01	0.0	3.3764E-01	0.0	0.0	3.5101E-01
61	2.4685E-02	7.9661E-03	9.7791E-01	9.2325E-01	1.0052E+00	3.6336E-01	0.0	3.3868E-01	0.0	0.0	3.6336E-01
62	2.2564E-02	1.1177E-02	9.7932E-01	9.2617E-01	1.0059E+00	3.6267E-01	0.0	3.4010E-01	0.0	0.0	3.6267E-01
63	4.3792E-02	1.4696E-02	9.2902E-01	8.6087E-01	9.6309E-01	3.8534E-01	0.0	3.4155E-01	0.0	0.0	3.8534E-01
64	1.1258E-01	1.2800E-02	8.1044E-01	6.6466E-01	8.8332E-01	4.5506E-01	0.0	3.4249E-01	0.0	0.0	4.5506E-01
65	1.0204E-01	4.8069E-02	8.2592E-01	6.9789E-01	8.8994E-01	4.3765E-01	0.0	3.3561E-01	0.0	0.0	4.3765E-01
66	8.5126E-02	9.7410E-02	8.5052E-01	7.4569E-01	9.0294E-01	4.2032E-01	0.0	3.3520E-01	0.0	0.0	4.2032E-01
67	1.0520E-01	1.4793E-01	8.1616E-01	6.8738E-01	8.8055E-01	4.3945E-01	0.0	3.3425E-01	0.0	0.0	4.3945E-01
68	1.2329E-01	1.8831E-01	7.8809E-01	6.3018E-01	8.6705E-01	4.5631E-01	0.0	3.3302E-01	0.0	0.0	4.5631E-01
69	1.2677E-01	1.8207E-01	7.8182E-01	6.1891E-01	8.6327E-01	4.5931E-01	0.0	3.3254E-01	0.0	0.0	4.5931E-01
70	1.2789E-01	1.8050E-01	8.1066E-01	6.3697E-01	8.9750E-01	4.3869E-01	0.0	3.1079E-01	0.0	0.0	4.3869E-01
UNIT	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]	[cm]	[cm]	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]	[cm ⁻¹]

Table E.2 Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core
Drawer in Case of Method B

COMMENT : SCF DRAWER CORE SECTION MLD3 CRIT-B

GRP.	ABSORPTION	NU-FISSION	D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PERP.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING	INELASTIC	(N,2N)	TOTAL
1	1.3612E-02	3.6110E-02	4.3247E+00	4.2865E+00	4.3438E+00	8.0809E-02	0.0	6.7197E-02	0.0	0.0	8.0809E-02
2	1.1408E-02	3.1489E-02	4.1650E+00	4.1279E+00	4.1836E+00	8.3693E-02	0.0	7.2285E-02	0.0	0.0	8.3693E-02
3	7.4343E-03	2.0597E-02	4.0028E+00	3.9684E+00	4.0200E+00	8.6772E-02	0.0	7.9338E-02	0.0	0.0	8.6772E-02
4	7.3954E-03	1.8339E-02	3.6974E+00	3.6614E+00	3.7154E+00	9.3815E-02	0.0	8.6419E-02	0.0	0.0	9.3815E-02
5	5.9047E-03	1.6552E-02	3.4833E+00	3.4463E+00	3.5018E+00	9.9008E-02	0.0	1.0483E-01	0.0	0.0	1.1100E-01
6	5.9609E-03	1.6200E-02	3.2104E+00	3.1817E+00	3.2247E+00	1.0661E-01	0.0	9.3103E-02	0.0	0.0	9.9008E-02
7	5.1559E-03	1.3352E-02	2.8282E+00	2.7917E+00	2.8465E+00	1.2096E-01	0.0	1.1581E-01	0.0	0.0	1.0661E-01
8	3.2317E-03	7.5791E-03	2.4682E+00	2.4370E+00	2.4838E+00	1.3810E-01	0.0	1.3487E-01	0.0	0.0	1.2096E-01
9	2.9096E-03	5.9491E-03	2.0885E+00	2.0549E+00	2.1206E+00	1.6341E-01	0.0	1.6050E-01	0.0	0.0	1.3810E-01
10	2.7053E-03	5.2132E-03	2.0604E+00	2.0254E+00	2.0632E+00	1.6289E-01	0.0	1.6018E-01	0.0	0.0	1.6341E-01
11	2.4833E-03	4.6916E-03	2.2729E+00	2.2549E+00	2.2819E+00	1.4823E-01	0.0	1.4575E-01	0.0	0.0	1.6289E-01
12	2.4540E-03	4.5613E-03	1.5001E+00	1.4465E+00	1.5270E+00	2.3132E-01	0.0	2.2886E-01	0.0	0.0	1.4823E-01
13	2.4113E-03	4.2902E-03	1.7022E+00	1.6623E+00	1.7221E+00	2.0193E-01	0.0	1.9951E-01	0.0	0.0	2.3132E-01
14	2.4514E-03	4.1901E-03	1.9264E+00	1.8804E+00	1.9494E+00	1.7859E-01	0.0	1.7614E-01	0.0	0.0	2.0193E-01
15	2.5348E-03	4.1644E-03	1.5436E+00	1.5247E+00	1.5561E+00	2.1986E-01	0.0	2.1732E-01	0.0	0.0	1.7859E-01
16	2.6212E-03	4.1090E-03	1.5722E+00	1.5329E+00	1.5919E+00	2.1837E-01	0.0	2.1575E-01	0.0	0.0	2.1986E-01
17	2.8161E-03	4.1278E-03	1.4761E+00	1.4386E+00	1.4948E+00	2.3319E-01	0.0	2.3038E-01	0.0	0.0	2.1837E-01
18	2.9774E-03	4.1691E-03	1.5763E+00	1.5372E+00	1.5958E+00	2.1809E-01	0.0	2.1512E-01	0.0	0.0	2.3319E-01
19	3.2529E-03	4.2373E-03	1.4053E+00	1.3668E+00	1.4246E+00	2.4555E-01	0.0	2.4230E-01	0.0	0.0	2.1512E-01
20	3.6038E-03	4.3462E-03	1.4317E+00	1.3935E+00	1.4508E+00	2.4065E-01	0.0	2.3705E-01	0.0	0.0	2.4555E-01
21	4.1332E-03	4.3355E-03	1.1810E+00	1.1650E+00	1.1891E+00	2.8751E-01	0.0	2.8338E-01	0.0	0.0	2.4065E-01
22	4.4084E-03	4.2623E-03	1.3290E+00	1.2899E+00	1.3486E+00	2.5953E-01	0.0	2.5513E-01	0.0	0.0	2.8751E-01
23	5.0067E-03	4.2550E-03	8.7178E-01	8.2854E-01	8.9340E-01	4.0445E-01	0.0	3.9944E-01	0.0	0.0	2.5953E-01
24	5.2830E-03	4.5266E-03	1.3555E+00	1.3191E+00	1.3737E+00	2.5473E-01	0.0	2.4945E-01	0.0	0.0	4.0445E-01
25	5.5095E-03	4.2967E-03	1.3173E+00	1.2832E+00	1.3344E+00	2.6098E-01	0.0	2.5547E-01	0.0	0.0	2.5473E-01
26	6.0091E-03	4.4189E-03	1.0587E+00	1.0284E+00	1.0739E+00	3.2657E-01	0.0	3.2056E-01	0.0	0.0	2.6098E-01
27	6.3528E-03	4.6686E-03	1.1023E+00	1.0733E+00	1.1168E+00	3.1259E-01	0.0	3.0623E-01	0.0	0.0	3.2657E-01
28	7.1309E-03	4.8266E-03	8.2027E-01	7.8937E-01	8.3572E-01	4.2558E-01	0.0	4.1845E-01	0.0	0.0	3.1259E-01
29	7.7625E-03	5.1007E-03	7.5940E-01	7.3444E-01	7.7188E-01	4.6145E-01	0.0	4.5368E-01	0.0	0.0	4.2558E-01
30	8.3351E-03	5.8152E-03	8.1018E-01	7.9902E-01	8.1576E-01	4.2016E-01	0.0	4.1183E-01	0.0	0.0	4.6145E-01
31	8.4636E-03	6.5580E-03	6.2523E-01	6.2029E-01	6.2770E-01	5.3776E-01	0.0	5.2929E-01	0.0	0.0	4.2016E-01
32	1.2606E-02	1.0138E-02	3.6618E-01	3.1409E-01	3.9222E-01	1.1337E+00	0.0	1.1211E+00	0.0	0.0	5.3776E-01
33	1.1798E-02	7.5431E-03	3.7482E-01	3.5855E-01	3.8296E-01	9.9497E-01	0.0	9.8317E-01	0.0	0.0	1.1211E+00
34	1.0540E-02	6.8535E-03	8.2087E-01	8.1093E-01	8.2584E-01	4.1000E-01	0.0	3.9946E-01	0.0	0.0	9.9497E-01
35	1.1529E-02	8.6481E-03	1.0408E+00	1.0085E+00	1.0570E+00	3.3137E-01	0.0	3.2004E-01	0.0	0.0	4.1000E-01
36	1.8363E-02	1.2932E-02	9.8632E-01	9.3968E-01	1.0096E+00	3.5685E-01	0.0	3.3849E-01	0.0	0.0	3.3137E-01
37	1.5766E-02	1.4701E-02	1.0554E+00	1.0026E+00	1.0818E+00	3.3504E-01	0.0	3.1927E-01	0.0	0.0	3.5685E-01
38	1.5550E-02	8.4617E-03	1.0445E+00	9.9033E-01	1.0716E+00	3.3955E-01	0.0	3.2400E-01	0.0	0.0	3.3504E-01
39	2.2602E-02	2.5698E-02	1.0093E+00	9.5063E-01	1.0387E+00	3.2899E-01	0.0	3.3029E-01	0.0	0.0	3.2400E-01
40	1.9585E-02	1.9384E-02	9.3449E-01	8.8192E-01	9.6078E-01	3.8195E-01	0.0	3.6237E-01	0.0	0.0	3.3029E-01
41	2.7179E-02	2.0059E-02	6.7555E-01	6.2910E-01	6.9878E-01	5.4586E-01	0.0	5.1868E-01	0.0	0.0	3.8195E-01
42	3.0066E-02	3.713E-02	9.2271E-01	8.6110E-01	9.5351E-01	3.8949E-01	0.0	3.5942E-01	0.0	0.0	5.4586E-01
43	2.9222E-02	2.8638E-02	8.9101E-01	8.2816E-01	9.2244E-01	4.0654E-01	0.0	3.7731E-01	0.0	0.0	3.8949E-01
44	2.9089E-02	2.9391E-02	9.5627E-01	8.9272E-01	9.8804E-01	3.7472E-01	0.0	3.4563E-01	0.0	0.0	4.0654E-01
45	4.3490E-02	3.1954E-02	8.4930E-01	7.8084E-01	8.8353E-01	4.3106E-01	0.0	3.8757E-01	0.0	0.0	3.7472E-01
46	4.2639E-02	6.7635E-02	9.5492E-01	8.8523E-01	9.8977E-01	3.7456E-01	0.0	3.3192E-01	0.0	0.0	4.3106E-01
47	5.4295E-02	6.5097E-02	8.6885E-01	7.9325E-01	9.0664E-01	4.1822E-01	0.0	3.6392E-01	0.0	0.0	3.7456E-01
48	4.8038E-02	8.7839E-02	9.1687E-01	8.3875E-01	9.5592E-01	3.9203E-01	0.0	3.4399E-01	0.0	0.0	4.1822E-01
49	6.5620E-02	1.1589E-02	7.6140E-01	6.7773E-01	8.0324E-01	4.9287E-01	0.0	4.2725E-01	0.0	0.0	3.9203E-01
50	2.0741E-02	1.0386E-02	1.0299E+00	9.8000E-01	1.0549E+00	3.4360E-01	0.0	3.2284E-01	0.0	0.0	4.9287E-01
51	3.8848E-02	4.0426E-02	9.9500E-01	9.8080E-01	9.8285E-01	3.8282E-01	0.0	3.5530E-01	0.0	0.0	3.4360E-01
52	1.0711E-01	2.9234E-02	7.9506E-01	7.2059E-01	8.3229E-01	4.5898E-01	0.0	3.5187E-01	0.0	0.0	3.8282E-01
53	5.7742E-02	1.0882E-01	9.2340E-01	8.3829E-01	9.6596E-01	3.8845E-01	0.0	3.3070E-01	0.0	0.0	4.5898E-01
54	6.2799E-02	8.7735E-02	9.0245E-01	8.1463E-01	9.4636E-01	3.9760E-01	0.0	3.3480E-01	0.0	0.0	3.8845E-01
55	3.9974E-02	5.0799E-02	9.3490E-01	8.7059E-01	9.6705E-01	3.8187E-01	0.0	3.4189E-01	0.0	0.0	3.9760E-01
56	1.2688E-01	2.8768E-02	7.5616E-01	6.7964E-01	7.9442E-01	4.8557E-01	0.0	3.5869E-01	0.0	0.0	3.8187E-01
57	2.4715E-02	1.0640E-02	1.0000E+00	9.4986E-01	1.0251E+00	3.5417E-01	0.0	3.2946E-01	0.0	0.0	4.8557E-01
58	1.7664E-02	1.2237E-02	1.0051E+00	9.5514E-01	1.0301E+00	3.5254E-01	0.0	3.3488E-01	0.0	0.0	3.5417E-01
59	1.3370E-02	7.8293E-03	1.0092E+00	9.6060E-01	1.0335E+00	3.5103E-01	0.0	3.3766E-01	0.0	0.0	3.5254E-01
60	2.2552E-02	1.1167E-02	9.8039E-01	9.2724E-01	1.0070E+00	3.6268E-01	0.0	3.4013E-01	0.0	0.0	3.3766E-01
61	4.3752E-02	1.4682E-02	9.3004E-01	8.6189E-01	9.6412E-01	3.8532E-01	0.0	3.4157E-01	0.0	0.0	3.6268E-01
62	1.1240E-01	1.2797E-02	8.1105E-01	6.6535E-01	8.8390E-01	4.5488E-01	0.0	3.4248E-01	0.0	0.0	3.4157E-01
63	1.0187E-01	4.7984E-02	8.2672E-01	6.9872E-01	8.9072E-01	4.3749E-01	0.0	3.3562E-01	0.0	0.0	4.5488E-01
64	8.4984E-02	9.7218E-02	8.5142E-01	7.4660E-01	9.0383E-01	4.2019E-01	0.0	3.3521E-01	0.0	0.0	4.3749E-01
65	1.0502E-01	1.4765E-01	8.1693E-01	6.8818E-01	8.8130E-01	4.3928E-01	0.0	3.3426E-01	0.0	0.0	4.2019E-01
66	1.2312E-01	1.8802E-01	7.8853E-01	6.3065E-01	8.6747E-01	4.5615E-01	0.0	3.3303E-01	0.0	0.0	4.3928E-01
67	1.2667E-01	1.8190E-01	7.8195E-01	6.1906E-01	8.6339E-01	4.5921E-01	0.0	3.3254E-01	0.0	0.0	4.5615E-01
68	1.2787E-01	1.8046E-01	8.1084E-01	6.3717E-01	8.9768E-01	4.3866E-01	0.0	3.1080E-01	0.0	0.0	4.5921E-01
70											4.3866E-01

UNIT [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm] [cm] [cm] [cm⁻¹][cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹]

Table E.5 Cell Averaged Cross Section of SCF Normal Core
Drawer in Case of Method E

COMMENT : SCF DRAWER CORE SECTION MLD3

GRP.	ABSORPTION	NUCLEON	FISSION D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PERP.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING INELASTIC	(W,2N)	TOTAL
1	1.4005E-02	3.7790E-02	4.8545E+00	4.8323E+00	4.8656E+00	8.1703E-02	0.0	6.7697E-02	0.0	8.1703E-02
2	1.1766E-02	3.2873E-02	4.6126E+00	4.5893E+00	4.6242E+00	8.4559E-02	0.0	7.2793E-02	0.0	8.4559E-02
3	7.6902E-03	2.1522E-02	4.3614E+00	4.3387E+00	4.3728E+00	8.7602E-02	0.0	7.9912E-02	0.0	8.7602E-02
4	7.6387E-03	1.9170E-02	4.0192E+00	3.9935E+00	4.0320E+00	9.4692E-02	0.0	8.7053E-02	0.0	9.4692E-02
5	6.4252E-03	1.8492E-02	3.4200E+00	3.3856E+00	3.4372E+00	1.1194E-01	0.0	1.0551E-01	0.0	1.1194E-01
6	6.1250E-03	1.7227E-02	3.7237E+00	3.6947E+00	3.7382E+00	9.9855E-02	0.0	9.3730E-02	0.0	9.9855E-02
7	6.1908E-03	1.6876E-02	3.3657E+00	3.3434E+00	3.3769E+00	1.0744E-01	0.0	1.0125E-01	0.0	1.0744E-01
8	5.3538E-03	1.3910E-02	2.9923E+00	2.9609E+00	3.0080E+00	1.2180E-01	0.0	1.1645E-01	0.0	1.2180E-01
9	3.3592E-03	7.9242E-03	2.5619E+00	2.5338E+00	2.5759E+00	1.3875E-01	0.0	1.3539E-01	0.0	1.3875E-01
10	3.0018E-03	6.1824E-03	2.1434E+00	2.1131E+00	2.1585E+00	1.6392E-01	0.0	1.6092E-01	0.0	1.6392E-01
11	2.7553E-03	5.3382E-03	2.0655E+00	2.0605E+00	2.0680E+00	1.6309E-01	0.0	1.6034E-01	0.0	1.6309E-01
12	2.5161E-03	4.7704E-03	2.2908E+00	2.2738E+00	2.2993E+00	1.4846E-01	0.0	1.4594E-01	0.0	1.4846E-01
13	2.5002E-03	4.6678E-03	1.5304E+00	1.4774E+00	1.5569E+00	2.3188E-01	0.0	2.2938E-01	0.0	2.3188E-01
14	2.4364E-03	4.3460E-03	1.7248E+00	1.6857E+00	1.7444E+00	2.0228E-01	0.0	1.9984E-01	0.0	2.0228E-01
15	2.4684E-03	4.2264E-03	1.9520E+00	1.9067E+00	1.9747E+00	1.7885E-01	0.0	1.7639E-01	0.0	1.7885E-01
16	2.5468E-03	4.1908E-03	1.5474E+00	1.5267E+00	1.5578E+00	2.1996E-01	0.0	2.1741E-01	0.0	2.1996E-01
17	2.6309E-03	4.1285E-03	1.5799E+00	1.5409E+00	1.5994E+00	2.1854E-01	0.0	2.1591E-01	0.0	2.1854E-01
18	2.8236E-03	4.1421E-03	1.4812E+00	1.4440E+00	1.4998E+00	2.3333E-01	0.0	2.3051E-01	0.0	2.3333E-01
19	2.9832E-03	4.1603E-03	1.5776E+00	1.5387E+00	1.5970E+00	2.1817E-01	0.0	2.1519E-01	0.0	2.1817E-01
20	3.2581E-03	4.2464E-03	1.4082E+00	1.3699E+00	1.4274E+00	2.4565E-01	0.0	2.4239E-01	0.0	2.4565E-01
21	3.6068E-03	4.3521E-03	1.4307E+00	1.3926E+00	1.4498E+00	2.4068E-01	0.0	2.3707E-01	0.0	2.4068E-01
22	4.1343E-03	4.3387E-03	1.1798E+00	1.1637E+00	1.1879E+00	2.8749E-01	0.0	2.8336E-01	0.0	2.8749E-01
23	4.4081E-03	4.2634E-03	1.3248E+00	1.2856E+00	1.3444E+00	2.5949E-01	0.0	2.5508E-01	0.0	2.5949E-01
24	4.9961E-03	4.2469E-03	8.6310E-01	8.1943E-01	8.8494E-01	3.9889E-01	0.0	3.9889E-01	0.0	4.0389E-01
25	5.2859E-03	4.5297E-03	1.3589E+00	1.3227E+00	1.3770E+00	2.5480E-01	0.0	2.4951E-01	0.0	2.5480E-01
26	5.5087E-03	4.2973E-03	1.3143E+00	1.2802E+00	1.3314E+00	2.6094E-01	0.0	2.5544E-01	0.0	2.6094E-01
27	6.0079E-03	4.4190E-03	1.0568E+00	1.0264E+00	1.0720E+00	3.2651E-01	0.0	3.2050E-01	0.0	3.2651E-01
28	6.3516E-03	4.6686E-03	1.1003E+00	1.0713E+00	1.1149E+00	3.1253E-01	0.0	3.0618E-01	0.0	3.1253E-01
29	7.1259E-03	4.8236E-03	8.1736E-01	7.8624E-01	8.3292E-01	4.2536E-01	0.0	4.1823E-01	0.0	4.2536E-01
30	7.7605E-03	5.0993E-03	7.5861E-01	7.3357E-01	7.7112E-01	4.6133E-01	0.0	4.5357E-01	0.0	4.6133E-01
31	8.3331E-03	5.8154E-03	8.0972E-01	7.9852E-01	8.1532E-01	4.2013E-01	0.0	4.1179E-01	0.0	4.2013E-01
32	8.6679E-03	6.5610E-03	6.2469E-01	6.1972E-01	6.2717E-01	5.3771E-01	0.0	5.2925E-01	0.0	5.3771E-01
33	1.2620E-02	1.0131E-02	3.6414E-01	3.1170E-01	3.9036E-01	1.1294E+00	0.0	1.1167E+00	0.0	1.1294E+00
34	1.1801E-02	7.5438E-03	3.7475E-01	3.1170E-01	3.9036E-01	9.9471E-01	0.0	9.8291E-01	0.0	9.9471E-01
35	1.0541E-02	6.8543E-03	8.2104E-01	8.1112E-01	8.2600E-01	4.1001E-01	0.0	3.9947E-01	0.0	4.1001E-01
36	1.1328E-02	8.6478E-03	1.0392E+00	1.0068E+00	1.0554E+00	3.3134E-01	0.0	3.2001E-01	0.0	3.3134E-01
37	1.8355E-02	1.2927E-02	9.8265E-01	9.3592E-01	1.0060E+00	3.5670E-01	0.0	3.3835E-01	0.0	3.5670E-01
38	1.5743E-02	1.4682E-02	1.0462E+00	9.9324E-01	1.0727E+00	3.3688E-01	0.0	3.1894E-01	0.0	3.3688E-01
39	1.5525E-02	8.4494E-03	1.0344E+00	9.8000E-01	1.0615E+00	3.3914E-01	0.0	3.2361E-01	0.0	3.3914E-01
40	2.2524E-02	2.5613E-02	9.9052E-01	9.3151E-01	1.0200E+00	3.5201E-01	0.0	3.2949E-01	0.0	3.5201E-01
41	1.9511E-02	1.9310E-02	9.1904E-01	8.6601E-01	9.4555E-01	3.8095E-01	0.0	3.6144E-01	0.0	3.8095E-01
42	2.7094E-02	1.9992E-02	6.6937E-01	6.2238E-01	6.9278E-01	5.4451E-01	0.0	5.1741E-01	0.0	5.4451E-01
43	2.9882E-02	3.3517E-02	8.9261E-01	8.3064E-01	9.2359E-01	5.8760E-01	0.0	5.5771E-01	0.0	5.8760E-01
44	2.9016E-02	2.8459E-02	8.5847E-01	7.9552E-01	8.8994E-01	4.0426E-01	0.0	3.7525E-01	0.0	4.0426E-01
45	2.8812E-02	2.9116E-02	9.1034E-01	8.4638E-01	9.4232E-01	3.7211E-01	0.0	3.4329E-01	0.0	3.7211E-01
46	4.3000E-02	3.1604E-02	8.0999E-01	7.4171E-01	8.4413E-01	4.2770E-01	0.0	3.8470E-01	0.0	4.2770E-01
47	4.2069E-02	6.6748E-02	8.8946E-01	8.1959E-01	9.2440E-01	3.7085E-01	0.0	3.2878E-01	0.0	3.7085E-01
48	5.3381E-02	6.4110E-02	7.9692E-01	7.2244E-01	8.3417E-01	4.1278E-01	0.0	3.5940E-01	0.0	4.1278E-01
49	4.6827E-02	8.5607E-02	7.9440E-01	7.1927E-01	8.3197E-01	3.8434E-01	0.0	3.3752E-01	0.0	3.8434E-01
50	6.4015E-02	1.1357E-02	6.7824E-01	5.9832E-01	7.1820E-01	4.8299E-01	0.0	4.1898E-01	0.0	4.8299E-01
51	2.0432E-02	1.0239E-02	9.6022E-01	9.0923E-01	9.8571E-01	3.4028E-01	0.0	3.1985E-01	0.0	3.4028E-01
52	3.8307E-02	3.9887E-02	8.9278E-01	8.0868E-01	9.8898E-01	3.8095E-01	0.0	3.5224E-01	0.0	3.9053E-01
53	1.0529E-01	2.8873E-02	7.5143E-01	6.7761E-01	7.8833E-01	4.5376E-01	0.0	3.4847E-01	0.0	4.5376E-01
54	5.6306E-02	1.0608E-01	8.0314E-01	7.2029E-01	8.4457E-01	3.8119E-01	0.0	3.2488E-01	0.0	3.8119E-01
55	6.0491E-02	8.4543E-02	7.2251E-01	6.4342E-01	7.6206E-01	3.8581E-01	0.0	3.2532E-01	0.0	3.8581E-01
56	3.9030E-02	4.9704E-02	7.9931E-01	7.3819E-01	8.2986E-01	3.7373E-01	0.0	3.3470E-01	0.0	3.7373E-01
57	1.2368E-01	2.8649E-02	7.1478E-01	6.3854E-01	7.5291E-01	4.7791E-01	0.0	3.5422E-01	0.0	4.7791E-01
58	1.0699E-02	9.5827E-01	9.0716E-01	9.8382E-01	9.8382E-01	3.5219E-01	0.0	3.2766E-01	0.0	3.5219E-01
59	1.7625E-02	1.2299E-02	9.6542E-01	9.1448E-01	9.9090E-01	3.5085E-01	0.0	3.3322E-01	0.0	3.5085E-01
60	1.3344E-02	7.8555E-03	9.7540E-01	9.2586E-01	1.0002E+00	3.4959E-01	0.0	3.3624E-01	0.0	3.4959E-01
61	2.4625E-02	7.9605E-03	9.3472E-01	8.7916E-01	9.6249E-01	3.6135E-01	0.0	3.3670E-01	0.0	3.6135E-01
62	2.2493E-02	1.1644E-02	9.3436E-01	8.8027E-01	9.6141E-01	3.6051E-01	0.0	3.3802E-01	0.0	3.6051E-01
63	4.3396E-02	1.4569E-02	8.5333E-01	7.8491E-01	8.8755E-01	3.8119E-01	0.0	3.3779E-01	0.0	3.8119E-01
64	1.0396E-01	1.1729E-02	5.5085E-01	4.3598E-01	6.0829E-01	4.2850E-01	0.0	3.2454E-01	0.0	4.2850E-01
65	1.0229E-01	4.8225E-02	8.0715E-01	6.7552E-01	7.2966E-01	4.3717E-01	0.0	3.3487E-01	0.0	4.3717E-01
66	8.6059E-02	9.8661E-02	8.3288E-01	7.2629E-01	8.8618E-01	4.2173E-01	0.0	3.3567E-01	0.0	4.2173E-01
67	1.0623E-01	1.4962E-01	7.9056E-01	6.5797E-01	8.5686E-01	4.4099E-01	0.0	3.3475E-01	0.0	4.4099E-01
68	1.2404E-01	1.8967E-01	7.5170E-01	5.8718E-01	8.3395E-01	4.5748E-01	0.0	3.3343E-01	0.0	4.5748E-01
69	1.2806E-01	1.8428E-01	7.4124E-01	5.7066E-01	8.2653E-01	4.1101E-01	0.0	3.3295E-01	0.0	4.6101E-01
70	1.3046E-01	1.8489E-01	7.5911E-01	5.7755E-01	8.4989E-01	4.4157E-01	0.0	3.1110E-01	0.0	4.4157E-01

UNIT [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm] [cm] [cm] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹]

Table E.9 Cell Averaged Cross Section of DCF Normal Core
Drawer in Case of Method D

COMMENT : DCF DRAWER CORE SECTION MLD3

GRP.	ABSORPTION	NU*FISSION	D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PER.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING INELASTIC	(N,2N)	TOTAL
1	1.5147E-02	4.3668E-02	3.9388E+00	3.8940E+00	3.9612E+00	8.7660E-02	0.0	7.2512E-02	0.0	8.7660E-02
2	1.2894E-02	3.8078E-02	3.7494E+00	3.7070E+00	3.7707E+00	7.8955E-02	0.0	7.8955E-02	0.0	7.8955E-02
3	8.8427E-03	2.6060E-02	3.5842E+00	3.5453E+00	3.6037E+00	9.5832E-02	0.0	8.6990E-02	0.0	9.5832E-02
4	8.5748E-03	2.3633E-02	3.3415E+00	3.3018E+00	3.3614E+00	1.0284E-01	0.0	9.4262E-02	0.0	1.0284E-01
5	7.7000E-03	2.2970E-02	2.9362E+00	2.8931E+00	2.9577E+00	1.1714E-01	0.0	1.0944E-01	0.0	1.1714E-01
6	7.5093E-03	2.1872E-02	3.1067E+00	3.0668E+00	3.1267E+00	1.1010E-01	0.0	1.0260E-01	0.0	1.1010E-01
7	7.5800E-03	2.1452E-02	2.9028E+00	2.8713E+00	2.9186E+00	1.1726E-01	0.0	1.0968E-01	0.0	1.1726E-01
8	6.8251E-03	1.8604E-02	2.6760E+00	2.6387E+00	2.6946E+00	1.2729E-01	0.0	1.2046E-01	0.0	1.2729E-01
9	5.0353E-03	1.3045E-02	2.4300E+00	2.3990E+00	2.4454E+00	1.3987E-01	0.0	1.3484E-01	0.0	1.3987E-01
10	4.6351E-03	1.1084E-02	2.1245E+00	2.0940E+00	2.1398E+00	1.6016E-01	0.0	1.5553E-01	0.0	1.6016E-01
11	4.3884E-03	1.0055E-02	2.0240E+00	2.0172E+00	2.0274E+00	1.6584E-01	0.0	1.6145E-01	0.0	1.6584E-01
12	4.0733E-03	9.1651E-03	2.2212E+00	2.2010E+00	2.2313E+00	1.5170E-01	0.0	1.4762E-01	0.0	1.5170E-01
13	4.0012E-03	8.7970E-03	1.5433E+00	1.4964E+00	1.5667E+00	2.2316E-01	0.0	2.1916E-01	0.0	2.2316E-01
14	3.9423E-03	8.4116E-03	1.7247E+00	1.6869E+00	1.7436E+00	1.9842E-01	0.0	1.9448E-01	0.0	1.9842E-01
15	3.9892E-03	8.2520E-03	1.9450E+00	1.8985E+00	1.9683E+00	1.7623E-01	0.0	1.7224E-01	0.0	1.7623E-01
16	3.9423E-03	8.4116E-03	1.5101E+00	1.4891E+00	1.5206E+00	2.2482E-01	0.0	2.2072E-01	0.0	2.2482E-01
17	4.1761E-03	8.1129E-03	1.5132E+00	1.4756E+00	1.5320E+00	2.2630E-01	0.0	2.2212E-01	0.0	2.2630E-01
18	4.4004E-03	8.1530E-03	1.4200E+00	1.3840E+00	1.4380E+00	2.4173E-01	0.0	2.3733E-01	0.0	2.4173E-01
19	4.5857E-03	8.2260E-03	1.5377E+00	1.4973E+00	1.5579E+00	2.2349E-01	0.0	2.1890E-01	0.0	2.2349E-01
20	4.9059E-03	8.3738E-03	1.3423E+00	1.3042E+00	1.3614E+00	2.5669E-01	0.0	2.5178E-01	0.0	2.5669E-01
21	5.3014E-03	8.6207E-03	1.3825E+00	1.3431E+00	1.4222E+00	2.4922E-01	0.0	2.4391E-01	0.0	2.4922E-01
22	5.8394E-03	8.6151E-03	1.1273E+00	1.1099E+00	1.1359E+00	3.0154E-01	0.0	2.9570E-01	0.0	3.0154E-01
23	6.1013E-03	8.4627E-03	1.2395E+00	1.2005E+00	1.2590E+00	2.7846E-01	0.0	2.7236E-01	0.0	2.7846E-01
24	6.9139E-03	8.7694E-03	7.5234E-01	7.1457E-01	7.7122E-01	4.6893E-01	0.0	4.6201E-01	0.0	4.6893E-01
25	7.1574E-03	8.8400E-03	1.3305E+00	1.2911E+00	1.3503E+00	2.5938E-01	0.0	2.5222E-01	0.0	2.5938E-01
26	7.4056E-03	8.5218E-03	1.2644E+00	1.2288E+00	1.2822E+00	2.7197E-01	0.0	2.6456E-01	0.0	2.7197E-01
27	8.0996E-03	8.7467E-03	9.7568E-01	9.4644E-01	9.9030E-01	3.5430E-01	0.0	3.4620E-01	0.0	3.5430E-01
28	8.6452E-03	9.2413E-03	1.0137E+00	9.8558E-01	1.0278E+00	3.3977E-01	0.0	3.3112E-01	0.0	3.3977E-01
29	9.6984E-03	9.7048E-03	7.1821E-01	6.9080E-01	7.3191E-01	4.8619E-01	0.0	4.7649E-01	0.0	4.8619E-01
30	1.0667E-02	1.0033E-02	6.6545E-01	6.4366E-01	6.7635E-01	5.2630E-01	0.0	5.1564E-01	0.0	5.2630E-01
31	1.1627E-02	1.1456E-02	7.4751E-01	7.3662E-01	7.5296E-01	4.5606E-01	0.0	4.4443E-01	0.0	4.5606E-01
32	1.2258E-02	1.3102E-02	5.8412E-01	5.8150E-01	5.8543E-01	5.7551E-01	0.0	5.6325E-01	0.0	5.7551E-01
33	1.8438E-02	2.1630E-02	3.2457E-01	2.8688E-01	3.4342E-01	1.2055E+00	0.0	1.1870E+00	0.0	1.2055E+00
34	1.6720E-02	1.4866E-02	3.5303E-01	3.4232E-01	3.5839E-01	1.0256E+00	0.0	1.0089E+00	0.0	1.0256E+00
35	1.5499E-02	1.3430E-02	7.5526E-01	7.4497E-01	7.6040E-01	4.5800E-01	0.0	4.5030E-01	0.0	4.5800E-01
36	1.7139E-02	1.6975E-02	9.3147E-01	8.9998E-01	9.4721E-01	3.7057E-01	0.0	3.6243E-01	0.0	3.7057E-01
37	2.6399E-02	2.5539E-02	8.7465E-01	8.3040E-01	8.9677E-01	4.0229E-01	0.0	3.7589E-01	0.0	4.0229E-01
38	2.4143E-02	2.8981E-02	9.2182E-01	8.7211E-01	9.4667E-01	3.8355E-01	0.0	3.5941E-01	0.0	3.8355E-01
39	2.3399E-02	1.6430E-02	9.1040E-01	8.6025E-01	9.3548E-01	3.8920E-01	0.0	3.6580E-01	0.0	3.8920E-01
40	3.8352E-02	5.1232E-02	8.5645E-01	8.0214E-01	8.8300E-01	1.5949E-01	0.0	3.7810E-01	0.0	4.1594E-01
41	3.0849E-02	3.8661E-02	8.0063E-01	7.5347E-01	8.2422E-01	4.4558E-01	0.0	4.1473E-01	0.0	4.4558E-01
42	4.3902E-02	4.0330E-02	5.7426E-01	5.3403E-01	5.9438E-01	6.4499E-01	0.0	6.0109E-01	0.0	6.4499E-01
43	5.1729E-02	6.8417E-02	7.7951E-01	7.2229E-01	8.0812E-01	4.6106E-01	0.0	4.0933E-01	0.0	4.6106E-01
44	4.5514E-02	5.7039E-02	7.7110E-01	7.1071E-01	8.0130E-01	4.7035E-01	0.0	4.2483E-01	0.0	4.7035E-01
45	5.0928E-02	5.9393E-02	7.8838E-01	7.3199E-01	8.1657E-01	4.3427E-01	0.0	4.0334E-01	0.0	4.3427E-01
46	6.4437E-02	6.3883E-02	7.3184E-01	6.6447E-01	7.6552E-01	5.0183E-01	0.0	4.5740E-01	0.0	5.0183E-01
47	7.7547E-02	1.4013E-01	7.6186E-01	7.0105E-01	7.9226E-01	4.6901E-01	0.0	3.9146E-01	0.0	4.6901E-01
48	8.9627E-02	1.3433E-01	7.1006E-01	6.3794E-01	7.4612E-01	5.1310E-01	0.0	4.2347E-01	0.0	5.1310E-01
49	9.9127E-02	1.8607E-01	7.1750E-01	6.4960E-01	7.5145E-01	5.0108E-01	0.0	4.0195E-01	0.0	5.0108E-01
50	9.6403E-02	2.2946E-01	6.5278E-01	5.6652E-01	6.9591E-01	5.7962E-01	0.0	4.8322E-01	0.0	5.7962E-01
51	2.6710E-02	1.9225E-02	8.6602E-01	8.2532E-01	8.8636E-01	4.0748E-01	0.0	3.8077E-01	0.0	4.0748E-01
52	6.4528E-02	7.9640E-02	6.9655E-01	6.4092E-01	7.0858E-01	4.7800E-01	0.0	4.1044E-01	0.0	4.7800E-01
53	1.1322E-01	5.5436E-02	6.9606E-01	6.2014E-01	7.3402E-01	5.2216E-01	0.0	4.0894E-01	0.0	5.2216E-01
54	1.1902E-01	2.3476E-01	6.9938E-01	6.2763E-01	7.3526E-01	5.1235E-01	0.0	3.9333E-01	0.0	5.1235E-01
55	1.2915E-01	1.9096E-01	6.8243E-01	6.0848E-01	7.1941E-01	5.2565E-01	0.0	3.9650E-01	0.0	5.2565E-01
56	7.1653E-02	1.0330E-01	7.5779E-01	7.0493E-01	7.8423E-01	4.7018E-01	0.0	3.9853E-01	0.0	4.7018E-01
57	1.1890E-01	5.6372E-02	6.8692E-01	6.0937E-01	7.2569E-01	5.2815E-01	0.0	4.0925E-01	0.0	5.2815E-01
58	3.0765E-02	2.1965E-02	8.4798E-01	8.0582E-01	8.6907E-01	4.1714E-01	0.0	3.8637E-01	0.0	4.1714E-01
59	2.6760E-02	2.5658E-02	8.4702E-01	8.0496E-01	8.6804E-01	4.1788E-01	0.0	3.9112E-01	0.0	4.1788E-01
60	1.9215E-02	1.5075E-02	8.5650E-01	8.1532E-01	8.7710E-01	4.1303E-01	0.0	3.9382E-01	0.0	4.1303E-01
61	4.4592E-02	1.6295E-02	8.0546E-01	7.5929E-01	8.2855E-01	4.4144E-01	0.0	3.9685E-01	0.0	4.4144E-01
62	3.7803E-02	2.2733E-02	8.1403E-01	7.6967E-01	8.3621E-01	4.3635E-01	0.0	3.9854E-01	0.0	4.3635E-01
63	8.3402E-02	3.1310E-02	7.3433E-01	6.7673E-01	7.6313E-01	4.8842E-01	0.0	4.0502E-01	0.0	4.8842E-01
64	2.5560E-01	2.9059E-02	5.5592E-01	4.1854E-01	6.2462E-01	6.7974E-01	0.0	4.2414E-01	0.0	6.7974E-01
65	2.4376E-01	1.2073E-01	5.6148E-01	4.4763E-01	6.1840E-01	6.5267E-01	0.0	4.0891E-01	0.0	6.5267E-01
66	1.9780E-01	2.4568E-01	5.9748E-01	5.1136E-01	6.4054E-01	6.0152E-01	0.0	4.0372E-01	0.0	6.0152E-01
67	2.5858E-01	3.9374E-01	5.4586E-01	4.3263E-01	6.0247E-01	6.6537E-01	0.0	4.0679E-01	0.0	6.6537E-01
68	3.0575E-01	5.0173E-01	5.1652E-01	3.6343E-01	5.9306E-01	7.1969E-01	0.0	4.1394E-01	0.0	7.1969E-01
69	2.9520E-01	4.5523E-01	5.2629E-01	3.6499E-01	6.0694E-01	7.1502E-01	0.0	4.1982E-01	0.0	7.1502E-01
70	2.9835E-01	4.5635E-01	5.3234E-01	3.6839E-01	6.1432E-01	6.9794E-01	0.0	3.9959E-01	0.0	6.9794E-01

UNIT [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm] [cm] [cm] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹]

Table E.11 Cell Averaged Cross Section of RBLOW Normal Drawer
in Case of Method A

COMMENT : LOWER RADIAL BLANKET MLD3 ZERO-B

GRP.	ABSORPTION	NU*FISSION	D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PERP.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING	INELASTIC	(N,2N)	TOTAL
1	1.8315E-02	5.0821E-02	3.5915E+00	3.5821E+00	3.5961E+00	9.3261E-02	0.0	7.4946E-02	0.0	0.0	9.3261E-02
2	1.6046E-02	4.4769E-02	3.5509E+00	3.5415E+00	3.5556E+00	9.4248E-02	0.0	7.8202E-02	0.0	0.0	9.4248E-02
3	9.8855E-03	2.6721E-02	3.4881E+00	3.4789E+00	3.4927E+00	9.5893E-02	0.0	8.6007E-02	0.0	0.0	9.5893E-02
4	1.0072E-02	2.2832E-02	3.1643E+00	3.1553E+00	3.1689E+00	1.0576E-01	0.0	9.5685E-02	0.0	0.0	1.0576E-01
5	8.0262E-03	2.1457E-02	2.5442E+00	2.5341E+00	2.5492E+00	1.3171E-01	0.0	1.2368E-01	0.0	0.0	1.3171E-01
6	7.7934E-03	2.0278E-02	3.0192E+00	3.0089E+00	3.0244E+00	1.1082E-01	0.0	1.0303E-01	0.0	0.0	1.1082E-01
7	7.9409E-03	1.9789E-02	2.8228E+00	2.8144E+00	2.8270E+00	1.1852E-01	0.0	1.1058E-01	0.0	0.0	1.1852E-01
8	6.3652E-03	1.4496E-02	2.3187E+00	2.3103E+00	2.3229E+00	1.4434E-01	0.0	1.3797E-01	0.0	0.0	1.4434E-01
9	2.3412E-03	2.8439E-03	1.9924E+00	1.9836E+00	1.9968E+00	1.6813E-01	0.0	1.6579E-01	0.0	0.0	1.6813E-01
10	1.9632E-03	6.0168E-04	1.6568E+00	1.6449E+00	1.6628E+00	2.0283E-01	0.0	2.0087E-01	0.0	0.0	2.0283E-01
11	1.7532E-03	1.5732E-04	1.8495E+00	1.8480E+00	1.8502E+00	1.8049E-01	0.0	1.7874E-01	0.0	0.0	1.8049E-01
12	1.6180E-03	1.0579E-04	1.8901E+00	1.8851E+00	1.8927E+00	1.7687E-01	0.0	1.7525E-01	0.0	0.0	1.7687E-01
13	1.5683E-03	9.5958E-05	1.1329E+00	1.1245E+00	1.1432E+00	2.9925E-01	0.0	2.9768E-01	0.0	0.0	2.9925E-01
14	1.6048E-03	9.4644E-05	1.3050E+00	1.2920E+00	1.3115E+00	2.5836E-01	0.0	2.5676E-01	0.0	0.0	2.5836E-01
15	1.6940E-03	9.5485E-05	1.4242E+00	1.4097E+00	1.4315E+00	2.3677E-01	0.0	2.3507E-01	0.0	0.0	2.3677E-01
16	1.8253E-03	9.8755E-05	1.2699E+00	1.2647E+00	1.2726E+00	2.6393E-01	0.0	2.6211E-01	0.0	0.0	2.6393E-01
17	2.0179E-03	1.0385E-04	1.2319E+00	1.2228E+00	1.2364E+00	2.7274E-01	0.0	2.7072E-01	0.0	0.0	2.7274E-01
18	2.3206E-03	1.1023E-04	1.1529E+00	1.1443E+00	1.1572E+00	2.9167E-01	0.0	2.8935E-01	0.0	0.0	2.9167E-01
19	2.6182E-03	1.1383E-04	1.1930E+00	1.1821E+00	1.1984E+00	2.8240E-01	0.0	2.7979E-01	0.0	0.0	2.8240E-01
20	3.0494E-03	1.1771E-04	1.0955E+00	1.0864E+00	1.1000E+00	3.0719E-01	0.0	3.0414E-01	0.0	0.0	3.0719E-01
21	3.7386E-03	1.2791E-04	1.0908E+00	1.0808E+00	1.0958E+00	3.0887E-01	0.0	3.0513E-01	0.0	0.0	3.0887E-01
22	4.6931E-03	1.3375E-04	9.8473E-01	9.8043E-01	9.8688E-01	3.4038E-01	0.0	3.3569E-01	0.0	0.0	3.4038E-01
23	5.3066E-03	1.3791E-04	1.0658E+00	1.0568E+00	1.0704E+00	3.1561E-01	0.0	3.1030E-01	0.0	0.0	3.1561E-01
24	6.2812E-03	1.4846E-04	8.0616E-01	7.8978E-01	8.1435E-01	4.2067E-01	0.0	4.1438E-01	0.0	0.0	4.2067E-01
25	6.3123E-03	1.5355E-04	1.0272E+00	1.0186E+00	1.0314E+00	3.2764E-01	0.0	3.2133E-01	0.0	0.0	3.2764E-01
26	6.9713E-03	1.5823E-04	1.0278E+00	1.0195E+00	1.0320E+00	3.2733E-01	0.0	3.2036E-01	0.0	0.0	3.2733E-01
27	7.3082E-03	1.7502E-04	8.9847E-01	8.8933E-01	9.0303E-01	3.7582E-01	0.0	3.6852E-01	0.0	0.0	3.7582E-01
28	7.6153E-03	1.8896E-04	9.3645E-01	9.2915E-01	9.4010E-01	3.5939E-01	0.0	3.5178E-01	0.0	0.0	3.5939E-01
29	8.6113E-03	2.0407E-04	7.7978E-01	7.6493E-01	7.8721E-01	4.3677E-01	0.0	4.2815E-01	0.0	0.0	4.3677E-01
30	8.5678E-03	2.1624E-04	7.4599E-01	7.3040E-01	7.5378E-01	4.6238E-01	0.0	4.5381E-01	0.0	0.0	4.6238E-01
31	8.9244E-03	2.6518E-04	7.8453E-01	7.7495E-01	7.8932E-01	4.3244E-01	0.0	4.2352E-01	0.0	0.0	4.3244E-01
32	8.0678E-03	2.9036E-04	6.9096E-01	6.7774E-01	6.9758E-01	4.9294E-01	0.0	4.8487E-01	0.0	0.0	4.9294E-01
33	1.0832E-02	4.4311E-04	5.1848E-01	4.5010E-01	5.5266E-01	7.5856E-01	0.0	7.4773E-01	0.0	0.0	7.5856E-01
34	1.0915E-02	3.4276E-04	4.9781E-01	4.6380E-01	5.1481E-01	7.8781E-01	0.0	7.7690E-01	0.0	0.0	7.8781E-01
35	9.1489E-03	4.3108E-04	8.0711E-01	8.0178E-01	8.0977E-01	4.1693E-01	0.0	4.0778E-01	0.0	0.0	4.1693E-01
36	8.6535E-03	4.7013E-04	9.3273E-01	9.2537E-01	9.3641E-01	3.6064E-01	0.0	3.5198E-01	0.0	0.0	3.6064E-01
37	1.5719E-02	5.1812E-04	8.4176E-01	8.3122E-01	8.4703E-01	4.0207E-01	0.0	3.8635E-01	0.0	0.0	4.0207E-01
38	1.5338E-02	5.5537E-04	9.2645E-01	9.1616E-01	9.3160E-01	3.6499E-01	0.0	3.5345E-01	0.0	0.0	3.6499E-01
39	1.2228E-02	7.6139E-04	8.9348E-01	8.8243E-01	8.9900E-01	3.7894E-01	0.0	3.6671E-01	0.0	0.0	3.7894E-01
40	1.1564E-02	9.8185E-04	9.0724E-01	8.9578E-01	9.1297E-01	3.7358E-01	0.0	3.6202E-01	0.0	0.0	3.7358E-01
41	1.3084E-02	8.2029E-04	8.2908E-01	8.1537E-01	8.3593E-01	4.1076E-01	0.0	3.9767E-01	0.0	0.0	4.1076E-01
42	1.4919E-02	9.9219E-04	6.4623E-01	6.1980E-01	6.5944E-01	5.5455E-01	0.0	5.3963E-01	0.0	0.0	5.5455E-01
43	1.3950E-02	1.4353E-03	8.0366E-01	7.9161E-01	8.0969E-01	4.2321E-01	0.0	4.0926E-01	0.0	0.0	4.2321E-01
44	2.0736E-02	1.1792E-03	7.6289E-01	7.5174E-01	7.6847E-01	4.4549E-01	0.0	4.2476E-01	0.0	0.0	4.4549E-01
45	1.1401E-02	1.6612E-03	8.8508E-01	8.7266E-01	8.9130E-01	3.8386E-01	0.0	3.7246E-01	0.0	0.0	3.8386E-01
46	3.3532E-02	1.3904E-03	7.0102E-01	6.8891E-01	7.0708E-01	4.8585E-01	0.0	4.5231E-01	0.0	0.0	4.8585E-01
47	1.5941E-02	1.7466E-03	9.4136E-01	9.2783E-01	9.4813E-01	3.6147E-01	0.0	3.4553E-01	0.0	0.0	3.6147E-01
48	2.9895E-02	1.6388E-03	7.8428E-01	7.7253E-01	7.9015E-01	4.3351E-01	0.0	4.0362E-01	0.0	0.0	4.3351E-01
49	5.0188E-03	3.8649E-03	8.9260E-01	8.7955E-01	8.9912E-01	3.8094E-01	0.0	3.7592E-01	0.0	0.0	3.8094E-01
50	4.5653E-02	2.1767E-03	6.2272E-01	6.1001E-01	6.2908E-01	5.4841E-01	0.0	5.0276E-01	0.0	0.0	5.4841E-01
51	2.5398E-02	3.9440E-03	9.8267E-01	9.6744E-01	9.9028E-01	3.4683E-01	0.0	3.2143E-01	0.0	0.0	3.4683E-01
52	2.2592E-02	2.6096E-03	8.1618E-01	8.0412E-01	8.2221E-01	4.1663E-01	0.0	3.9404E-01	0.0	0.0	4.1663E-01
53	1.2638E-01	4.1987E-03	6.9994E-01	6.8935E-01	7.0524E-01	4.8694E-01	0.0	3.6056E-01	0.0	0.0	4.8694E-01
54	7.7577E-03	2.2562E-03	9.7484E-01	9.5956E-01	9.8248E-01	3.4967E-01	0.0	3.4191E-01	0.0	0.0	3.4967E-01
55	1.2517E-02	2.6613E-03	9.2919E-01	9.1508E-01	9.3625E-01	3.6643E-01	0.0	3.5391E-01	0.0	0.0	3.6643E-01
56	1.9218E-02	6.2754E-03	8.7816E-01	8.6504E-01	8.8472E-01	3.8749E-01	0.0	3.6827E-01	0.0	0.0	3.8749E-01
57	2.0668E-01	2.0215E-03	5.5283E-01	5.3718E-01	5.6065E-01	6.1643E-01	0.0	4.0976E-01	0.0	0.0	6.1643E-01
58	3.4209E-02	8.3260E-04	9.2164E-01	9.0767E-01	9.2862E-01	3.7022E-01	0.0	3.3601E-01	0.0	0.0	3.7022E-01
59	1.5312E-02	7.3473E-04	4.4394E-01	4.2915E-01	4.5134E-01	3.6104E-01	0.0	3.4573E-01	0.0	0.0	3.6104E-01
60	1.1931E-02	2.0680E-03	9.4247E-01	9.2758E-01	9.4991E-01	3.6148E-01	0.0	3.4955E-01	0.0	0.0	3.6148E-01
61	1.0603E-02	6.8382E-04	9.4025E-01	9.2531E-01	9.4773E-01	3.6230E-01	0.0	3.5170E-01	0.0	0.0	3.6230E-01
62	1.1423E-02	1.1588E-03	9.3451E-01	9.1960E-01	9.4196E-01	3.6452E-01	0.0	3.5310E-01	0.0	0.0	3.6452E-01
63	1.1940E-02	1.1772E-03	9.3080E-01	9.1587E-01	9.3826E-01	3.6598E-01	0.0	3.5404E-01	0.0	0.0	3.6598E-01
64	1.5052E-02	5.2795E-03	9.2110E-01	9.0630E-01	9.2850E-01	3.6985E-01	0.0	3.5480E-01	0.0	0.0	3.6985E-01
65	1.5394E-02	4.2902E-03	9.1859E-01	9.0372E-01	9.2602E-01	3.7089E-01	0.0	3.5550E-01	0.0	0.0	3.7089E-01
66	1.6744E-02	4.3933E-03	9.1353E-01	8.9865E-01	9.2098E-01	3.7298E-01	0.0	3.5624E-01	0.0	0.0	3.7298E-01
67	1.8841E-02	5.2385E-03	9.0720E-01	8.9230E-01	9.1465E-01	3.7561E-01	0.0	3.5677E-01	0.0	0.0	3.7561E-01
68	2.2262E-02	7.9822E-03	8.9807E-01	8.8322E-01	9.0549E-01	3.7947E-01	0.0	3.5721E-01	0.0	0.0	3.7947E-01
69	2.6993E-02	1.2303E-02	8.8626E-01	8.7150E-01	8.9364E-01	3.8456E-01	0.0	3.5757E-01	0.0	0.0	3.8456E-01
70	3.0314E-02	1.2743E-02	9.2863E-01	9.1247E-01	9.3671E-01	3.6699E-01	0.0	3.3668E-01	0.0	0.0	3.6699E-01

UNIT [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm] [cm] [cm] [cm] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹]

Table E.21 Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core
Drawer in Case of Method A

COMMENT : DCF DRAWER CORE SECTION VOIDED MLD3 ZERO-B

GRP.	ABSORPTION	NUCLEAR FISSION	D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PERP.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING INELASTIC	(N,2N)	TOTAL
1	1.3744E-02	4.1564E-02	4.5565E+00	4.4369E+00	4.6163E+00	7.6660E-02	0.0	6.2916E-02	0.0	7.6660E-02
2	1.2056E-02	3.6271E-02	4.3292E+00	4.2157E+00	4.3860E+00	8.0499E-02	0.0	6.8443E-02	0.0	8.0499E-02
3	8.3829E-03	2.4848E-02	4.1659E+00	4.0543E+00	4.2217E+00	8.3553E-02	0.0	7.5170E-02	0.0	8.3553E-02
4	8.2498E-03	2.2585E-02	3.8790E+00	3.7668E+00	3.9351E+00	8.9868E-02	0.0	8.1618E-02	0.0	8.9868E-02
5	7.4012E-03	2.2019E-02	3.3889E+00	3.2717E+00	3.4476E+00	1.0331E-01	0.0	9.5910E-02	0.0	1.0331E-01
6	7.2509E-03	2.1090E-02	3.6107E+00	3.4982E+00	3.6670E+00	9.6178E-02	0.0	8.8927E-02	0.0	9.6178E-02
7	7.3359E-03	2.0748E-02	3.4894E+00	3.3756E+00	3.5463E+00	9.9499E-02	0.0	9.2163E-02	0.0	9.9499E-02
8	6.6475E-03	1.8115E-02	3.1802E+00	3.0589E+00	3.2409E+00	1.0961E-01	0.0	1.0297E-01	0.0	1.0961E-01
9	4.9047E-03	1.2703E-02	3.0012E+00	2.8688E+00	3.0674E+00	1.1673E-01	0.0	1.1182E-01	0.0	1.1673E-01
10	4.5252E-03	1.0818E-02	2.6788E+00	2.5369E+00	2.7498E+00	1.3207E-01	0.0	1.2754E-01	0.0	1.3207E-01
11	4.2820E-03	9.8074E-03	2.9479E+00	2.8138E+00	3.0150E+00	1.1874E-01	0.0	1.1446E-01	0.0	1.1874E-01
12	4.0607E-03	9.1399E-03	2.9490E+00	2.8077E+00	3.0196E+00	1.1922E-01	0.0	1.1516E-01	0.0	1.1922E-01
13	3.9877E-03	8.7689E-03	1.8474E+00	1.7091E+00	1.9166E+00	1.9625E-01	0.0	1.9226E-01	0.0	1.9625E-01
14	3.9158E-03	8.3592E-03	2.1398E+00	1.9948E+00	2.2123E+00	1.6791E-01	0.0	1.6399E-01	0.0	1.6791E-01
15	3.9713E-03	8.2250E-03	2.3829E+00	2.2233E+00	2.4627E+00	1.5061E-01	0.0	1.4664E-01	0.0	1.5061E-01
16	4.0586E-03	8.1905E-03	1.9712E+00	1.8443E+00	2.0346E+00	1.8190E-01	0.0	1.7784E-01	0.0	1.8190E-01
17	4.1748E-03	8.1301E-03	1.8304E+00	1.7080E+00	1.8915E+00	1.9621E-01	0.0	1.9204E-01	0.0	1.9621E-01
18	4.3801E-03	8.1358E-03	1.7252E+00	1.6072E+00	1.7842E+00	2.0854E-01	0.0	2.0416E-01	0.0	2.0854E-01
19	4.5669E-03	8.2389E-03	1.8958E+00	1.7545E+00	1.9655E+00	1.9157E-01	0.0	1.8700E-01	0.0	1.9157E-01
20	4.8894E-03	8.3545E-03	1.6366E+00	1.5126E+00	1.6985E+00	2.2173E-01	0.0	2.1684E-01	0.0	2.2173E-01
21	5.3027E-03	8.6298E-03	1.7031E+00	1.5690E+00	1.7702E+00	2.1424E-01	0.0	2.0894E-01	0.0	2.1424E-01
22	5.7748E-03	8.5847E-03	1.5222E+00	1.4029E+00	1.5819E+00	2.3980E-01	0.0	2.3403E-01	0.0	2.3980E-01
23	6.1345E-03	8.5234E-03	1.5017E+00	1.3791E+00	1.5629E+00	2.4426E-01	0.0	2.3812E-01	0.0	2.4426E-01
24	7.0573E-03	9.0036E-03	8.5988E-01	7.8447E-01	8.9758E-01	4.3509E-01	0.0	4.2803E-01	0.0	4.3509E-01
25	7.0941E-03	8.7856E-03	1.6863E+00	1.5448E+00	1.7570E+00	2.1633E-01	0.0	2.0923E-01	0.0	2.1633E-01
26	7.4320E-03	8.5623E-03	1.5608E+00	1.4384E+00	1.6219E+00	2.3394E-01	0.0	2.2650E-01	0.0	2.3394E-01
27	8.1002E-03	8.7527E-03	1.1590E+00	1.0749E+00	1.2010E+00	3.1359E-01	0.0	3.0549E-01	0.0	3.1359E-01
28	8.6246E-03	9.2350E-03	1.2366E+00	1.1399E+00	1.2849E+00	2.9511E-01	0.0	2.8649E-01	0.0	2.9511E-01
29	9.7994E-03	9.8212E-03	8.4911E-01	7.7753E-01	8.8490E-01	4.3778E-01	0.0	4.2799E-01	0.0	4.3778E-01
30	1.0563E-02	9.9618E-03	8.0552E-01	7.3729E-01	8.3963E-01	4.6217E-01	0.0	4.5161E-01	0.0	4.6217E-01
31	1.1472E-02	1.1353E-02	1.0055E+00	9.2909E-01	1.0437E+00	3.6390E-01	0.0	3.5243E-01	0.0	3.6390E-01
32	1.1847E-02	1.2808E-02	9.5742E-01	8.8194E-01	9.9516E-01	3.8389E-01	0.0	3.7204E-01	0.0	3.8389E-01
33	1.5343E-02	1.8890E-02	1.0801E+00	9.9042E-01	1.1249E+00	3.4020E-01	0.0	3.2486E-01	0.0	3.4020E-01
34	1.6433E-02	1.5564E-02	8.6242E-01	7.8921E-01	8.9902E-01	4.3031E-01	0.0	4.1388E-01	0.0	4.3031E-01
35	1.5462E-02	1.5663E-02	1.0634E+00	9.7142E-01	1.1093E+00	3.4634E-01	0.0	3.3088E-01	0.0	3.4634E-01
36	1.7107E-02	1.7124E-02	1.1327E+00	1.0339E+00	1.1821E+00	3.2602E-01	0.0	3.0891E-01	0.0	3.2602E-01
37	2.6319E-02	2.5688E-02	1.0007E+00	9.0792E-01	1.0471E+00	3.7112E-01	0.0	3.4480E-01	0.0	3.7112E-01
38	2.4024E-02	2.8966E-02	1.0433E+00	9.4455E-01	1.0927E+00	3.5610E-01	0.0	3.3208E-01	0.0	3.5610E-01
39	2.3273E-02	1.6417E-02	1.0220E+00	9.2599E-01	1.0700E+00	3.6337E-01	0.0	3.4010E-01	0.0	3.6337E-01
40	3.7680E-02	5.1171E-02	9.5736E-01	8.5886E-01	1.0066E+00	3.9050E-01	0.0	3.5282E-01	0.0	3.9050E-01
41	3.0810E-02	3.8734E-02	8.8480E-01	8.0246E-01	9.2597E-01	4.2128E-01	0.0	3.9047E-01	0.0	4.2128E-01
42	4.3825E-02	4.0343E-02	6.1826E-01	5.5984E-01	6.4747E-01	6.1947E-01	0.0	5.7564E-01	0.0	6.1947E-01
43	5.1383E-02	6.8168E-02	8.6674E-01	7.6841E-01	9.1590E-01	4.3552E-01	0.0	3.8414E-01	0.0	4.3552E-01
44	4.5141E-02	5.6678E-02	8.5929E-01	7.5625E-01	9.1080E-01	4.4445E-01	0.0	3.9930E-01	0.0	4.4445E-01
45	5.0418E-02	5.9004E-02	8.7891E-01	7.8020E-01	9.2827E-01	4.2845E-01	0.0	3.7803E-01	0.0	4.2845E-01
46	6.3891E-02	6.3572E-02	8.1581E-01	7.0519E-01	8.7112E-01	4.7592E-01	0.0	4.1202E-01	0.0	4.7592E-01
47	7.6645E-02	1.3879E-01	8.4997E-01	7.4584E-01	9.0203E-01	4.4317E-01	0.0	3.6653E-01	0.0	4.4317E-01
48	8.8305E-02	1.3267E-01	7.9342E-01	6.7682E-01	8.5173E-01	4.8657E-01	0.0	3.9827E-01	0.0	4.8657E-01
49	9.6915E-02	1.8212E-01	8.0409E-01	6.9059E-01	8.6083E-01	4.7392E-01	0.0	3.7700E-01	0.0	4.7392E-01
50	9.4218E-02	2.2547E-01	7.3149E-01	5.9991E-01	7.9727E-01	5.5107E-01	0.0	4.5685E-01	0.0	5.5107E-01
51	2.6589E-02	1.9247E-02	9.6404E-01	8.8487E-01	1.0036E+00	3.8215E-01	0.0	3.5556E-01	0.0	3.8215E-01
52	6.3530E-02	7.8451E-02	8.4244E-01	7.4253E-01	8.9239E-01	4.4873E-01	0.0	3.8520E-01	0.0	4.4873E-01
53	1.1338E-01	5.5811E-02	7.7562E-01	6.5706E-01	8.3490E-01	4.9771E-01	0.0	3.8433E-01	0.0	4.9771E-01
54	1.2116E-01	2.3969E-01	7.8213E-01	6.6627E-01	8.4006E-01	4.8999E-01	0.0	3.6883E-01	0.0	4.8999E-01
55	1.2426E-01	1.8375E-01	7.6890E-01	6.4762E-01	8.2954E-01	4.9608E-01	0.0	3.7182E-01	0.0	4.9608E-01
56	6.9422E-02	1.0022E-01	8.4797E-01	7.5182E-01	8.9605E-01	4.4291E-01	0.0	3.7349E-01	0.0	4.4291E-01
57	1.1748E-01	5.6156E-02	7.6514E-01	6.4495E-01	8.2523E-01	5.0250E-01	0.0	3.8502E-01	0.0	5.0250E-01
58	3.0329E-02	2.1863E-02	9.4209E-01	8.6245E-01	9.8191E-01	3.9178E-01	0.0	3.6145E-01	0.0	3.9178E-01
59	2.6326E-02	2.5551E-02	9.4106E-01	8.6156E-01	9.8082E-01	3.9234E-01	0.0	3.6601E-01	0.0	3.9234E-01
60	1.8783E-02	1.5022E-02	9.5124E-01	8.7325E-01	9.9024E-01	3.8746E-01	0.0	3.6868E-01	0.0	3.8746E-01
61	4.4003E-02	1.6226E-02	8.9517E-01	8.1030E-01	9.3760E-01	4.1580E-01	0.0	3.7180E-01	0.0	4.1580E-01
62	3.7170E-02	2.2619E-02	9.0468E-01	8.2214E-01	9.4594E-01	4.1066E-01	0.0	3.7349E-01	0.0	4.1066E-01
63	8.2011E-02	3.0991E-02	8.1878E-01	7.1941E-01	8.6847E-01	4.6209E-01	0.0	3.8008E-01	0.0	4.6209E-01
64	2.4413E-01	2.8012E-02	6.3547E-01	4.4830E-01	7.2905E-01	6.4367E-01	0.0	3.9953E-01	0.0	6.4367E-01
65	2.2513E-01	1.1127E-01	6.4895E-01	4.8392E-01	7.3146E-01	6.1082E-01	0.0	3.8569E-01	0.0	6.1082E-01
66	1.8035E-01	2.2292E-01	6.8757E-01	4.9959E-01	7.5638E-01	5.6148E-01	0.0	3.8113E-01	0.0	5.6148E-01
67	2.3158E-01	3.5057E-01	6.3713E-01	4.7250E-01	7.1945E-01	6.1656E-01	0.0	3.8498E-01	0.0	6.1656E-01
68	2.8124E-01	4.5972E-01	5.9628E-01	3.9865E-01	6.9510E-01	6.7439E-01	0.0	3.9315E-01	0.0	6.7439E-01
69	2.9035E-01	4.4823E-01	5.8573E-01	3.8387E-01	6.8666E-01	6.9074E-01	0.0	4.0039E-01	0.0	6.9074E-01
70	2.9021E-01	4.4373E-01	5.8884E-01	3.8883E-01	6.8885E-01	6.7406E-01	0.0	3.8384E-01	0.0	6.7406E-01

UNIT [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm] [cm] [cm] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹]

Table E.23 Cell Averaged Cross Section of DCF Voided Core
Drawer in Case of Method C

COMMENT : DCF DRAWER CORE SECTION VOIDED MLD3 DB**2 : SAME FOR ALL PLATE

GRP.	ABSORPTION	NUCLEAR FISSION	D (AVRG.)	D (PARA.)	D (PERP.)	TRANSPORT	FISSION	SCATTERING INELASTIC	(N,2N)	TOTAL
1	1.4155E-02	4.3245E-02	7.0653E+00	6.8811E+00	7.1574E+00	7.7528E-02	0.0	6.3373E-02	0.0	7.7528E-02
2	1.2431E-02	3.7685E-02	6.4025E+00	6.2332E+00	6.4872E+00	8.1330E-02	0.0	6.8899E-02	0.0	8.1330E-02
3	8.6470E-03	2.5785E-02	5.9675E+00	5.8060E+00	6.0483E+00	8.4376E-02	0.0	7.5729E-02	0.0	8.4376E-02
4	8.5024E-03	2.3421E-02	5.4373E+00	5.2760E+00	5.5180E+00	9.0766E-02	0.0	8.2263E-02	0.0	9.0766E-02
5	7.6543E-03	2.2818E-02	4.6648E+00	4.4974E+00	4.7484E+00	1.0430E-01	0.0	9.6645E-02	0.0	1.0430E-01
6	7.4811E-03	2.1784E-02	4.7820E+00	4.6285E+00	4.8588E+00	9.7088E-02	0.0	8.9607E-02	0.0	9.7088E-02
7	7.5762E-03	2.1442E-02	4.6069E+00	4.4508E+00	4.6850E+00	1.0048E-01	0.0	9.2901E-02	0.0	1.0048E-01
8	6.8489E-03	1.8672E-02	4.1389E+00	3.9724E+00	4.2221E+00	1.1062E-01	0.0	1.0377E-01	0.0	1.1062E-01
9	5.0328E-03	1.3041E-02	3.8680E+00	3.6876E+00	3.9582E+00	1.1770E-01	0.0	1.1267E-01	0.0	1.1770E-01
10	4.6223E-03	1.1056E-02	3.3208E+00	3.1339E+00	3.4143E+00	1.3297E-01	0.0	1.2835E-01	0.0	1.3297E-01
11	4.3429E-03	9.9521E-03	3.5617E+00	3.3899E+00	3.6476E+00	1.1942E-01	0.0	1.1508E-01	0.0	1.1942E-01
12	4.1028E-03	9.2379E-03	3.3153E+00	3.1510E+00	3.3974E+00	1.1970E-01	0.0	1.1560E-01	0.0	1.1970E-01
13	4.0391E-03	8.8859E-03	3.1983E+00	3.0317E+00	3.2059E+00	1.1969E-01	0.0	1.1508E-01	0.0	1.1969E-01
14	3.9462E-03	8.4264E-03	2.3314E+00	2.1683E+00	2.4130E+00	1.6843E-01	0.0	1.6448E-01	0.0	1.6843E-01
15	3.9935E-03	8.2727E-03	2.5945E+00	2.4149E+00	2.6843E+00	1.5102E-01	0.0	1.4702E-01	0.0	1.5102E-01
16	4.0756E-03	8.2261E-03	2.0362E+00	1.9038E+00	2.1024E+00	1.8218E-01	0.0	1.7811E-01	0.0	1.8218E-01
17	4.1868E-03	8.1544E-03	1.8657E+00	1.7402E+00	1.9285E+00	1.9642E-01	0.0	1.9223E-01	0.0	1.9642E-01
18	4.3903E-03	8.1556E-03	1.7893E+00	1.6381E+00	1.8198E+00	2.0875E-01	0.0	2.0436E-01	0.0	2.0875E-01
19	4.5751E-03	8.2543E-03	1.8990E+00	1.7572E+00	1.9699E+00	1.9168E-01	0.0	1.8710E-01	0.0	1.9168E-01
20	4.8975E-03	8.3689E-03	1.6633E+00	1.5367E+00	1.7267E+00	2.2190E-01	0.0	2.1700E-01	0.0	2.2190E-01
21	5.3070E-03	8.6371E-03	1.6973E+00	1.5640E+00	1.7640E+00	2.1428E-01	0.0	2.0897E-01	0.0	2.1428E-01
22	5.7775E-03	8.5890E-03	1.5179E+00	1.3990E+00	1.5773E+00	2.3981E-01	0.0	2.3403E-01	0.0	2.3981E-01
23	6.1300E-03	8.5177E-03	1.4600E+00	1.3423E+00	1.5188E+00	2.4404E-01	0.0	2.3791E-01	0.0	2.4404E-01
24	7.0399E-03	8.9817E-03	8.2809E-01	7.5586E-01	8.6421E-01	4.3384E-01	0.0	4.2680E-01	0.0	4.3384E-01
25	7.0945E-03	8.7865E-03	1.7367E+00	1.5895E+00	1.8103E+00	2.1642E-01	0.0	2.0933E-01	0.0	2.1642E-01
26	7.4255E-03	8.5553E-03	1.5276E+00	1.4088E+00	1.5870E+00	2.3376E-01	0.0	2.2634E-01	0.0	2.3376E-01
27	8.0958E-03	8.7485E-03	1.1489E+00	1.0657E+00	1.1905E+00	3.1343E-01	0.0	3.0533E-01	0.0	3.1343E-01
28	8.6206E-03	9.2319E-03	1.2247E+00	1.1293E+00	1.2724E+00	2.9479E-01	0.0	2.8635E-01	0.0	2.9479E-01
29	9.7881E-03	9.8113E-03	8.3386E-01	7.6370E-01	8.6909E-01	4.3710E-01	0.0	4.2731E-01	0.0	4.3710E-01
30	1.0559E-02	9.9593E-03	8.0342E-01	7.3536E-01	8.3744E-01	4.6201E-01	0.0	4.5145E-01	0.0	4.6201E-01
31	1.1468E-02	1.1351E-02	1.0077E+00	9.3116E-01	1.0460E+00	5.6392E-01	0.0	5.5246E-01	0.0	5.6392E-01
32	1.1845E-02	1.2807E-02	9.6411E-01	8.8811E-01	1.0021E+00	3.8404E-01	0.0	3.7220E-01	0.0	3.8404E-01
33	1.5349E-02	1.8902E-02	1.1195E+00	1.0261E+00	1.1661E+00	3.4082E-01	0.0	3.2547E-01	0.0	3.4082E-01
34	1.6419E-02	1.5556E-02	8.4600E-01	7.7418E-01	8.8191E-01	4.2960E-01	0.0	4.1319E-01	0.0	4.2960E-01
35	1.5425E-02	1.3636E-02	1.0094E+00	9.2354E-01	1.0523E+00	3.4526E-01	0.0	3.2984E-01	0.0	3.4526E-01
36	1.7031E-02	1.7052E-02	1.0577E+00	9.6793E-01	1.1027E+00	3.2479E-01	0.0	3.0776E-01	0.0	3.2479E-01
37	2.6246E-02	2.5628E-02	9.5321E-01	8.6610E-01	9.9876E-01	3.6998E-01	0.0	3.4374E-01	0.0	3.6998E-01
38	2.3943E-02	2.8901E-02	9.8572E-01	8.9254E-01	1.0293E+00	3.5487E-01	0.0	3.3093E-01	0.0	3.5487E-01
39	2.3208E-02	1.6377E-02	9.7204E-01	8.8228E-01	1.0169E+00	3.6229E-01	0.0	3.3908E-01	0.0	3.6229E-01
40	3.7541E-02	5.0990E-02	8.9414E-01	8.0418E-01	9.3911E-01	3.8882E-01	0.0	3.5128E-01	0.0	3.8882E-01
41	3.0707E-02	3.8615E-02	8.4041E-01	7.6306E-01	8.7908E-01	4.1959E-01	0.0	3.8888E-01	0.0	4.1959E-01
42	4.3738E-02	4.0283E-02	6.0645E-01	5.4866E-01	6.3534E-01	6.1733E-01	0.0	5.7359E-01	0.0	6.1733E-01
43	5.1164E-02	6.7911E-02	7.9315E-01	7.0558E-01	8.3693E-01	4.3284E-01	0.0	3.8170E-01	0.0	4.3284E-01
44	4.4925E-02	5.6417E-02	7.8247E-01	6.9123E-01	8.2809E-01	4.4161E-01	0.0	3.9668E-01	0.0	4.4161E-01
45	5.0082E-02	5.8625E-02	7.7515E-01	6.9219E-01	8.1664E-01	4.2473E-01	0.0	3.7464E-01	0.0	4.2473E-01
46	6.3327E-02	6.3044E-02	7.3071E-01	6.3444E-01	7.7884E-01	4.7195E-01	0.0	4.0862E-01	0.0	4.7195E-01
47	7.5883E-02	1.3746E-01	7.1023E-01	6.2993E-01	7.5038E-01	4.3741E-01	0.0	3.6153E-01	0.0	4.3741E-01
48	8.7088E-02	1.3089E-01	6.4723E-01	5.5895E-01	6.9137E-01	4.7911E-01	0.0	3.9203E-01	0.0	4.7911E-01
49	9.4434E-02	1.7748E-01	5.6925E-01	5.0566E-01	6.0105E-01	4.6091E-01	0.0	3.6648E-01	0.0	4.6091E-01
50	9.2510E-02	2.2152E-02	5.7634E-01	4.7920E-01	6.2491E-01	5.4059E-01	0.0	4.4807E-01	0.0	5.4059E-01
51	2.6145E-02	1.8917E-02	8.2607E-01	7.6295E-01	8.5762E-01	5.7748E-01	0.0	5.5134E-01	0.0	5.7748E-01
52	6.3002E-02	7.7812E-02	8.0888E-01	7.0888E-01	8.0888E-01	4.7489E-01	0.0	3.8089E-01	0.0	4.7489E-01
53	1.1102E-01	5.4674E-02	6.8770E-01	5.8525E-01	7.3893E-01	4.9122E-01	0.0	3.8020E-01	0.0	4.9122E-01
54	1.1337E-01	2.2403E-01	5.5396E-01	4.8754E-01	5.8716E-01	4.7158E-01	0.0	3.5821E-01	0.0	4.7158E-01
55	1.1778E-01	1.7415E-01	4.4354E-01	4.0764E-01	4.6149E-01	4.6952E-01	0.0	3.5174E-01	0.0	4.6952E-01
56	6.8126E-02	9.8412E-02	6.0885E-01	5.5680E-01	6.3488E-01	4.3097E-01	0.0	3.6284E-01	0.0	4.3097E-01
57	1.1653E-01	5.5787E-02	6.8155E-01	5.7668E-01	7.3399E-01	4.9699E-01	0.0	3.8046E-01	0.0	4.9699E-01
58	3.0245E-02	2.1831E-02	8.5170E-01	7.8225E-01	8.8643E-01	3.8668E-01	0.0	3.5844E-01	0.0	3.8668E-01
59	2.6241E-02	2.5496E-02	8.6069E-01	7.9011E-01	8.9598E-01	3.8972E-01	0.0	3.6348E-01	0.0	3.8972E-01
60	1.8728E-02	1.4997E-02	8.8495E-01	8.1388E-01	9.2048E-01	3.8540E-01	0.0	3.6668E-01	0.0	3.8540E-01
61	4.3821E-02	1.6169E-02	8.1342E-01	7.3894E-01	8.5066E-01	4.1289E-01	0.0	3.6907E-01	0.0	4.1289E-01
62	3.7015E-02	2.2548E-02	8.1986E-01	7.4770E-01	8.5594E-01	4.0769E-01	0.0	3.7068E-01	0.0	4.0769E-01
63	8.1199E-02	3.0710E-02	6.8583E-01	6.0875E-01	7.2437E-01	4.5596E-01	0.0	3.7477E-01	0.0	4.5596E-01
64	2.4914E-01	2.8667E-02	6.3177E-01	4.4318E-01	7.2606E-01	6.5131E-01	0.0	4.0217E-01	0.0	6.5131E-01
65	2.3396E-01	1.1587E-01	6.4695E-01	4.8193E-01	7.2946E-01	6.2375E-01	0.0	3.8978E-01	0.0	6.2375E-01
66	1.8959E-01	2.3530E-01	6.9541E-01	5.6038E-01	7.6292E-01	5.7345E-01	0.0	3.8386E-01	0.0	5.7345E-01
67	2.4349E-01	3.6981E-01	6.3449E-01	4.6889E-01	7.1730E-01	6.3278E-01	0.0	3.8930E-01	0.0	6.3278E-01
68	2.9088E-01	4.7596E-01	5.8120E-01	3.7822E-01	6.8268E-01	6.9209E-01	0.0	4.0121E-01	0.0	6.9209E-01
69	2.9592E-01	4.5648E-01	5.6669E-01	3.5918E-01	6.7045E-01	7.0655E-01	0.0	4.1064E-01	0.0	7.0655E-01
70	2.9672E-01	4.5526E-01	5.6690E-01	3.6138E-01	6.6966E-01	6.9155E-01	0.0	3.9483E-01	0.0	6.9155E-01

UNIT [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm] [cm] [cm] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹] [cm⁻¹]

付録 F セル内中性子束分布微細構造

Fig. F.1 ～ F.35 に正常炉心の DCFCO と RBLOW 及び，ナトリウム・ボイド炉心の SCFCO, DCFCO, RBLOWセルの中性子束微細構造分布 (N.F.F.S.) を図示した。

尚，正常炉心の SCFCO セルの N.F.F.S.は，本文 Fig. 3.2 ～ Fig. 3.8 に示した。

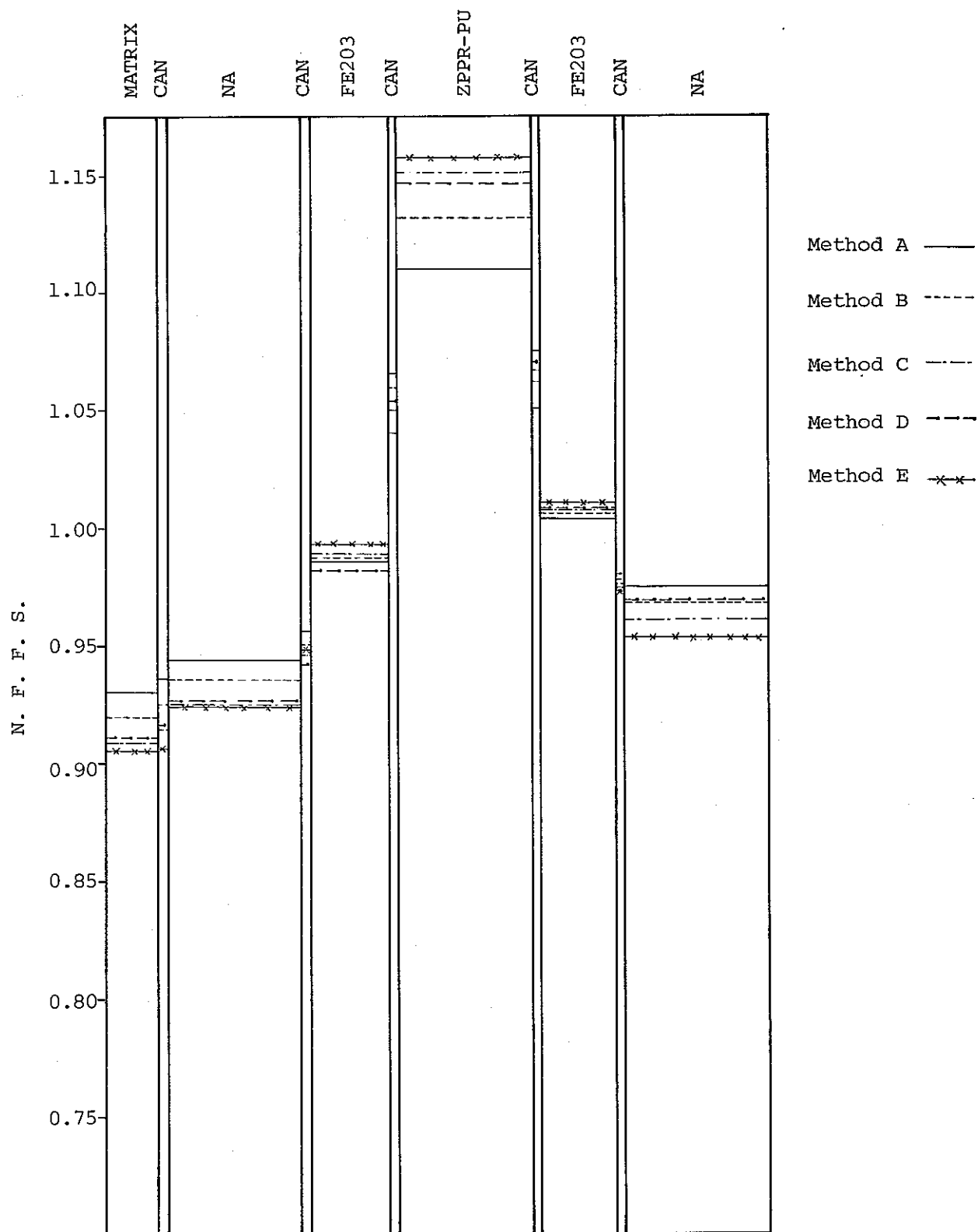


Fig. F.1 N.F.F.S. in Normal DCF Core Drawer

- 1st Group -

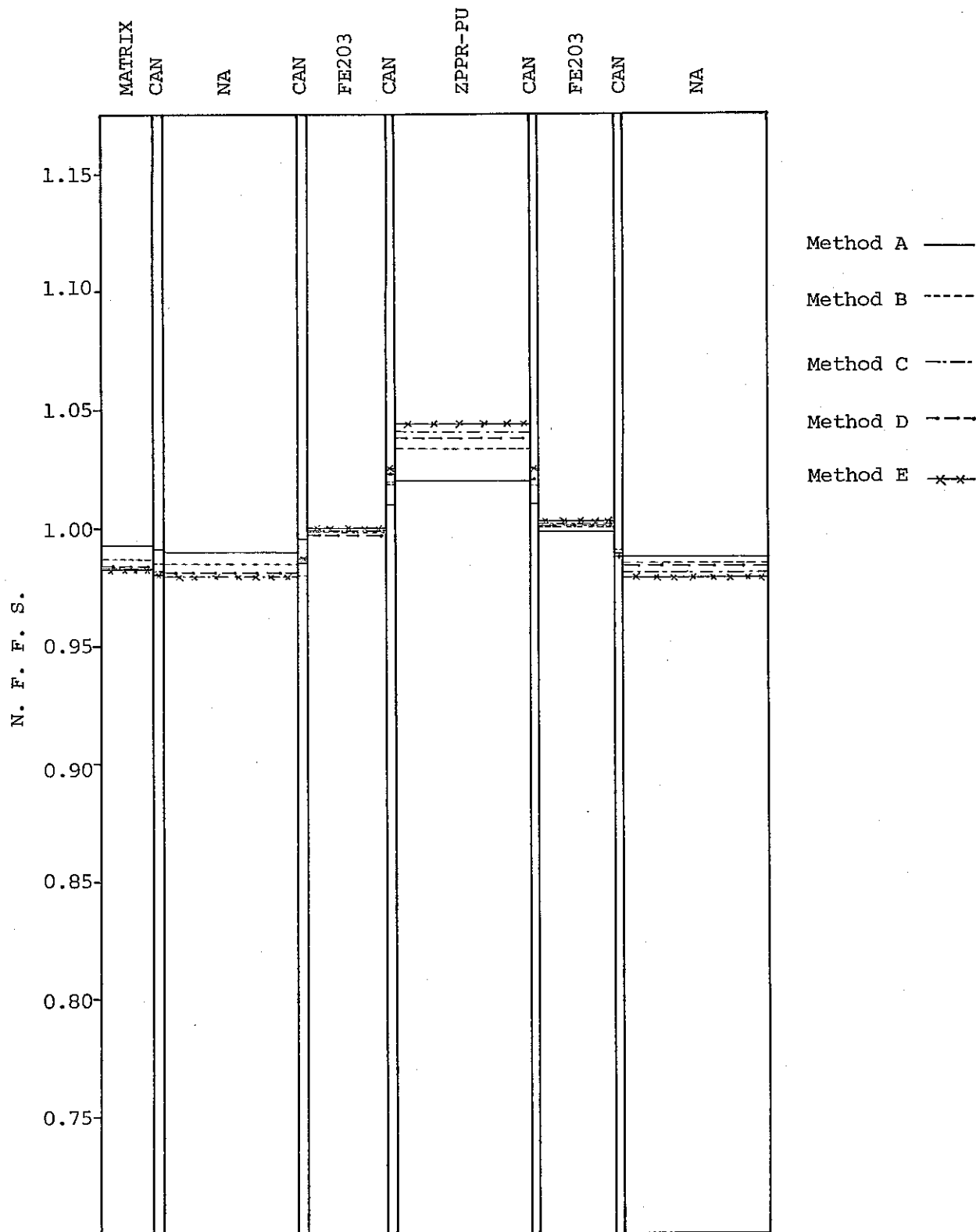


Fig. F.2 N.F.F.S. in Normal DCF Core Drawer

- 10th Group -

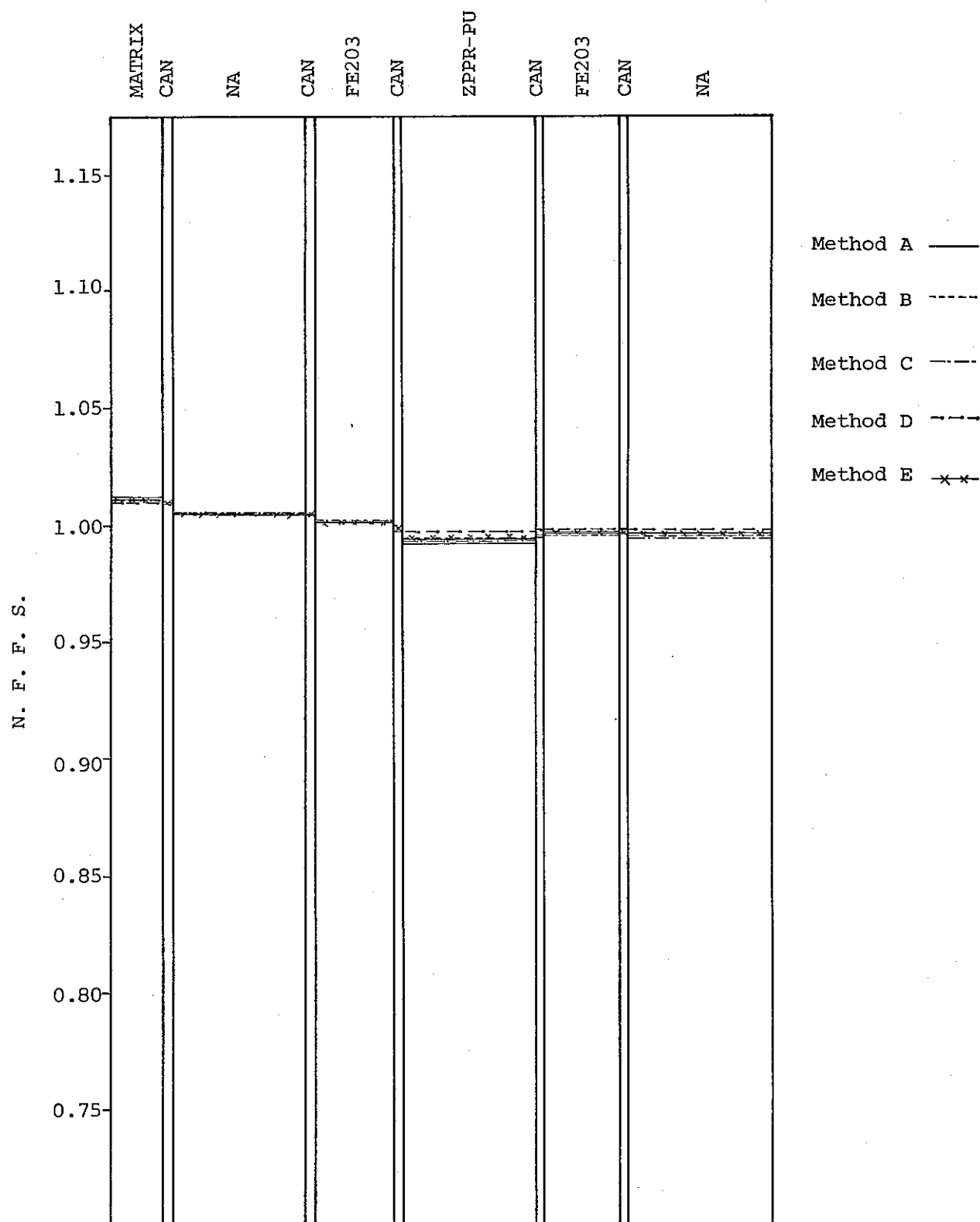


Fig. F.3 N.F.F.S. of Normal DCF Core Drawer

- 20th Group -

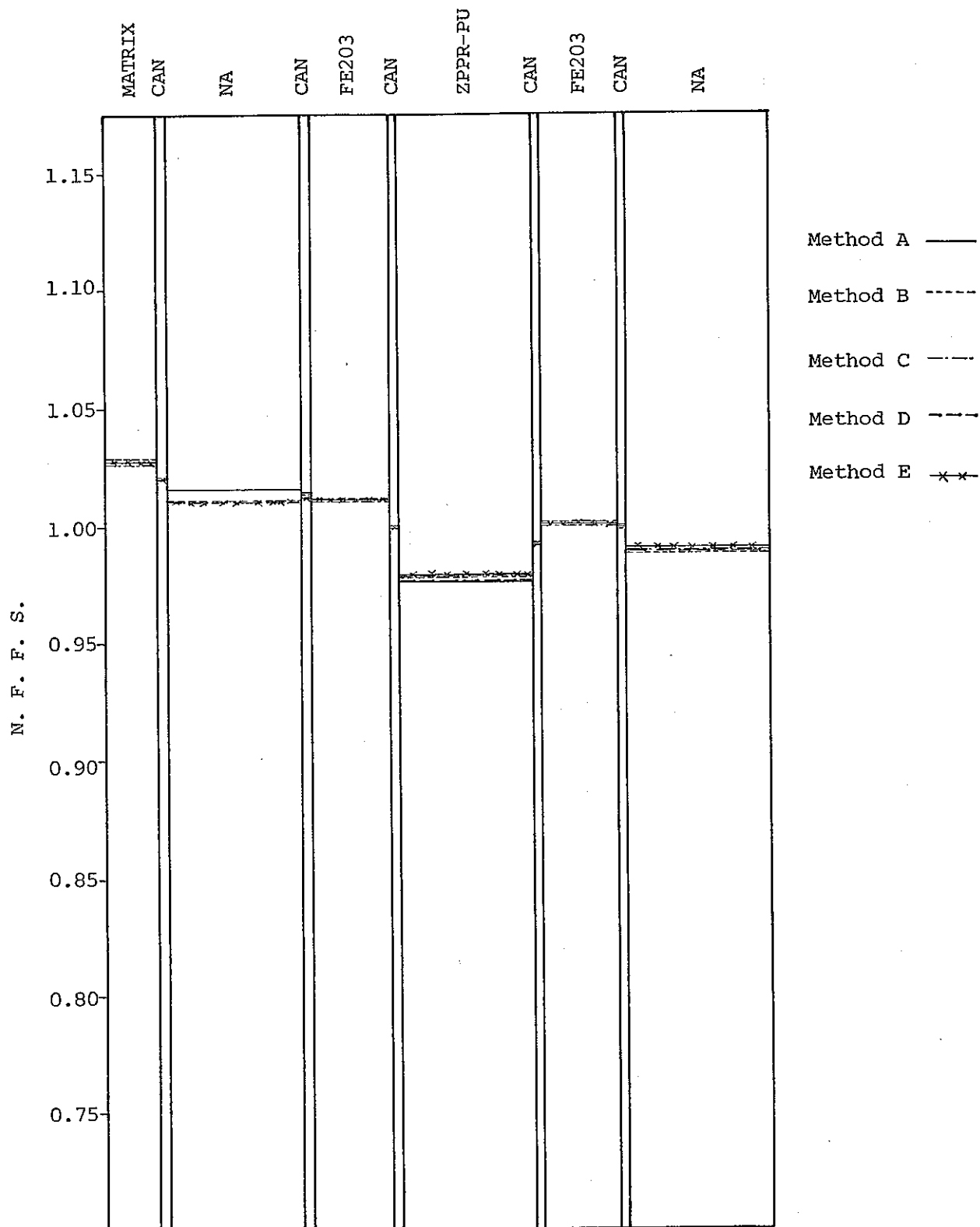


Fig. F.4 N.F.F.S. of Normal DCF Core Drawer

- 30th Group -

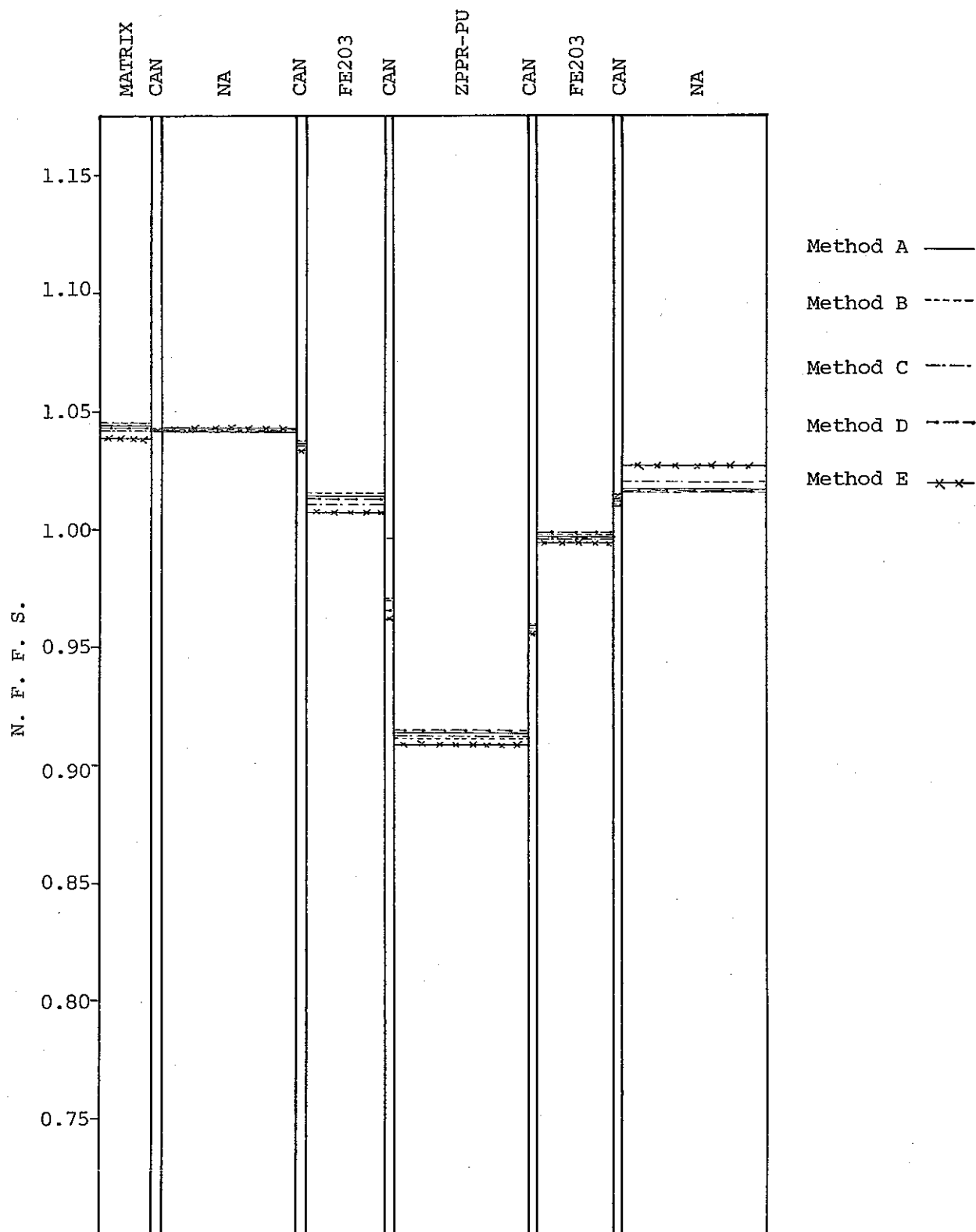


Fig. F.5 N.F.F.S. of Normal DCF Core Drawer

- 40th Group -

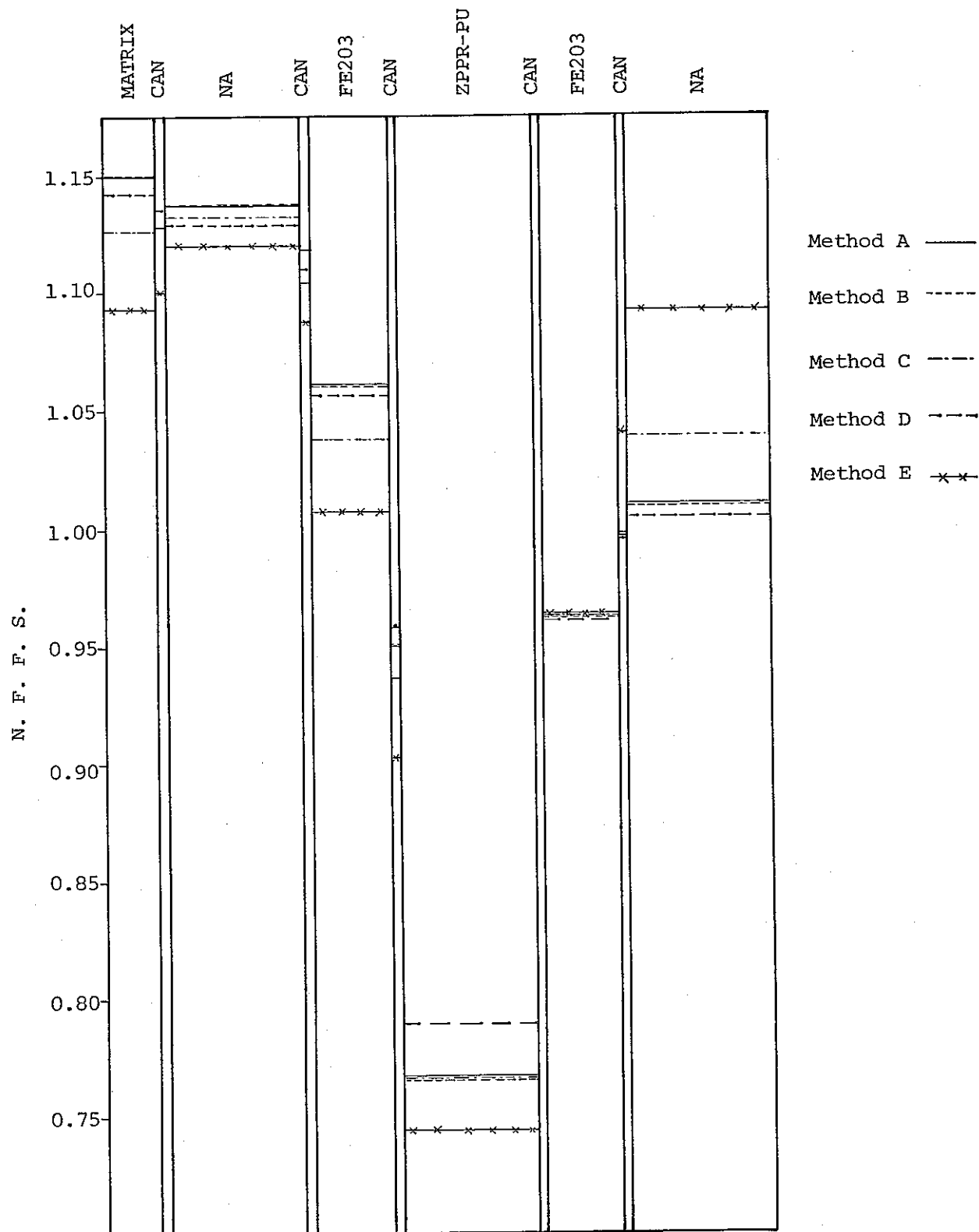


Fig. F.6 N.F.F.S. of Normal DCF Core Drawer
- 50th Group -

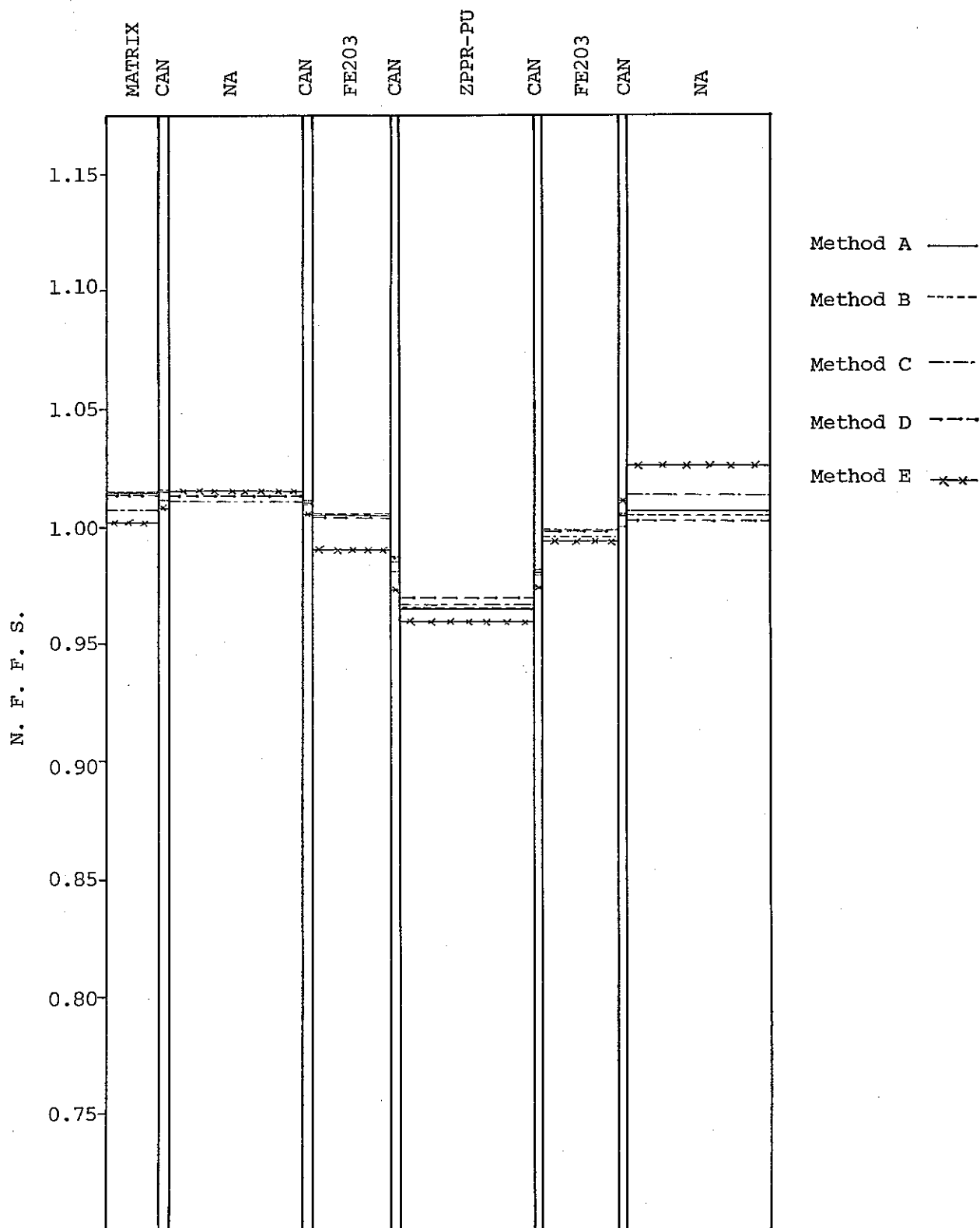


Fig. F.7 N.F.F.S. of Normal DCF Core Drawer

- 60th Group -

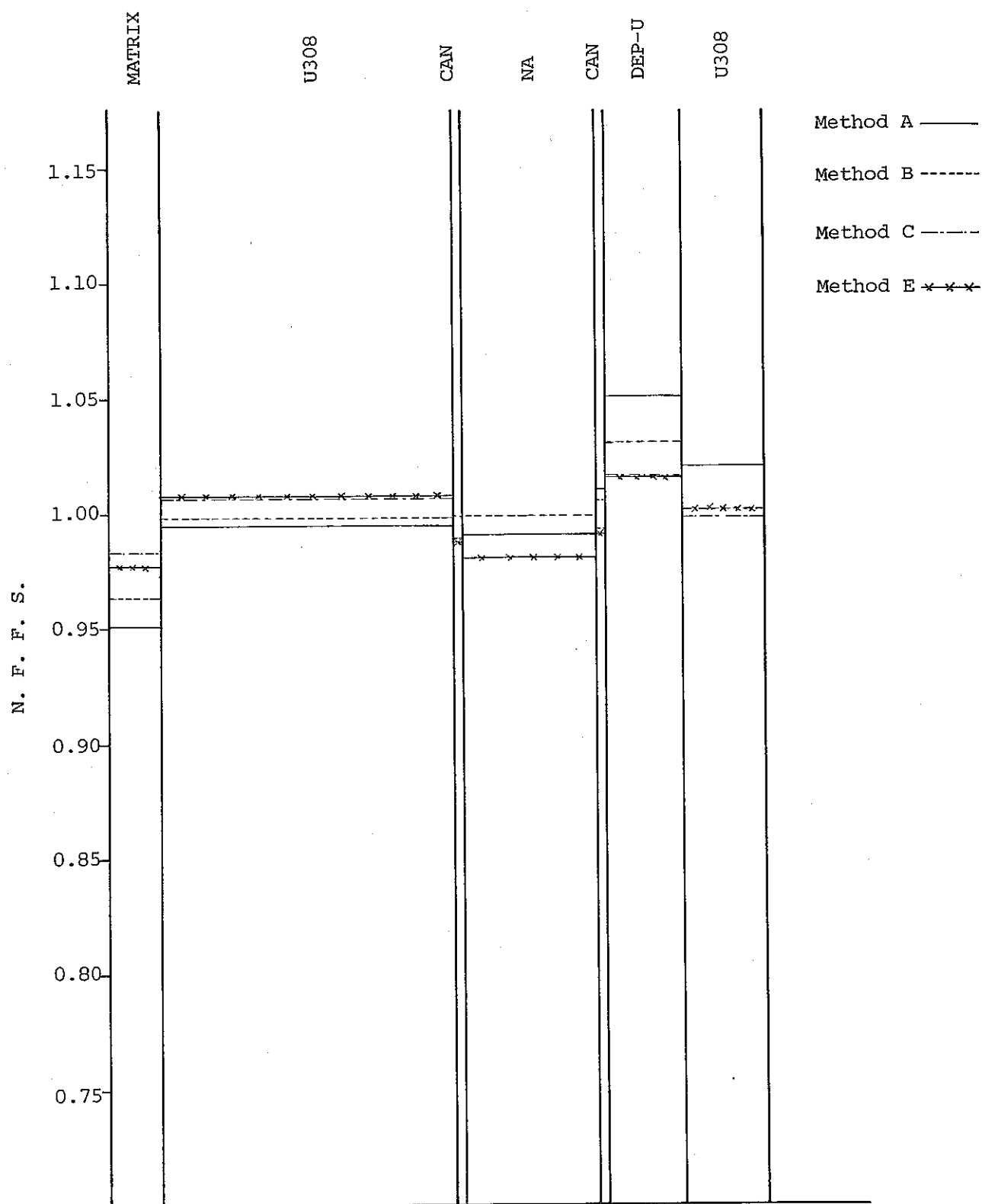


Fig. F.8 N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer

- 1st Group -

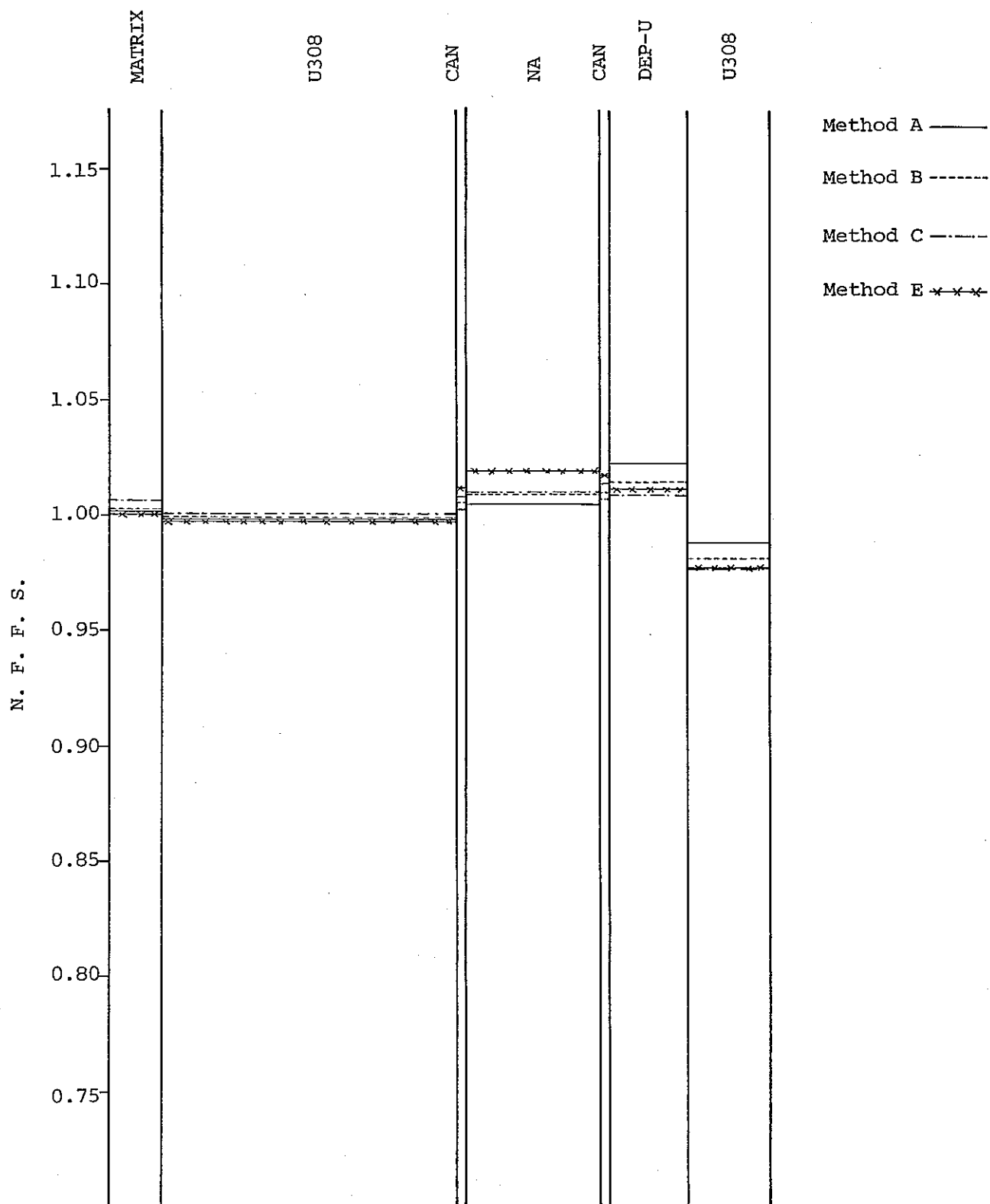


Fig. F.9 N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer

- 10th Group -

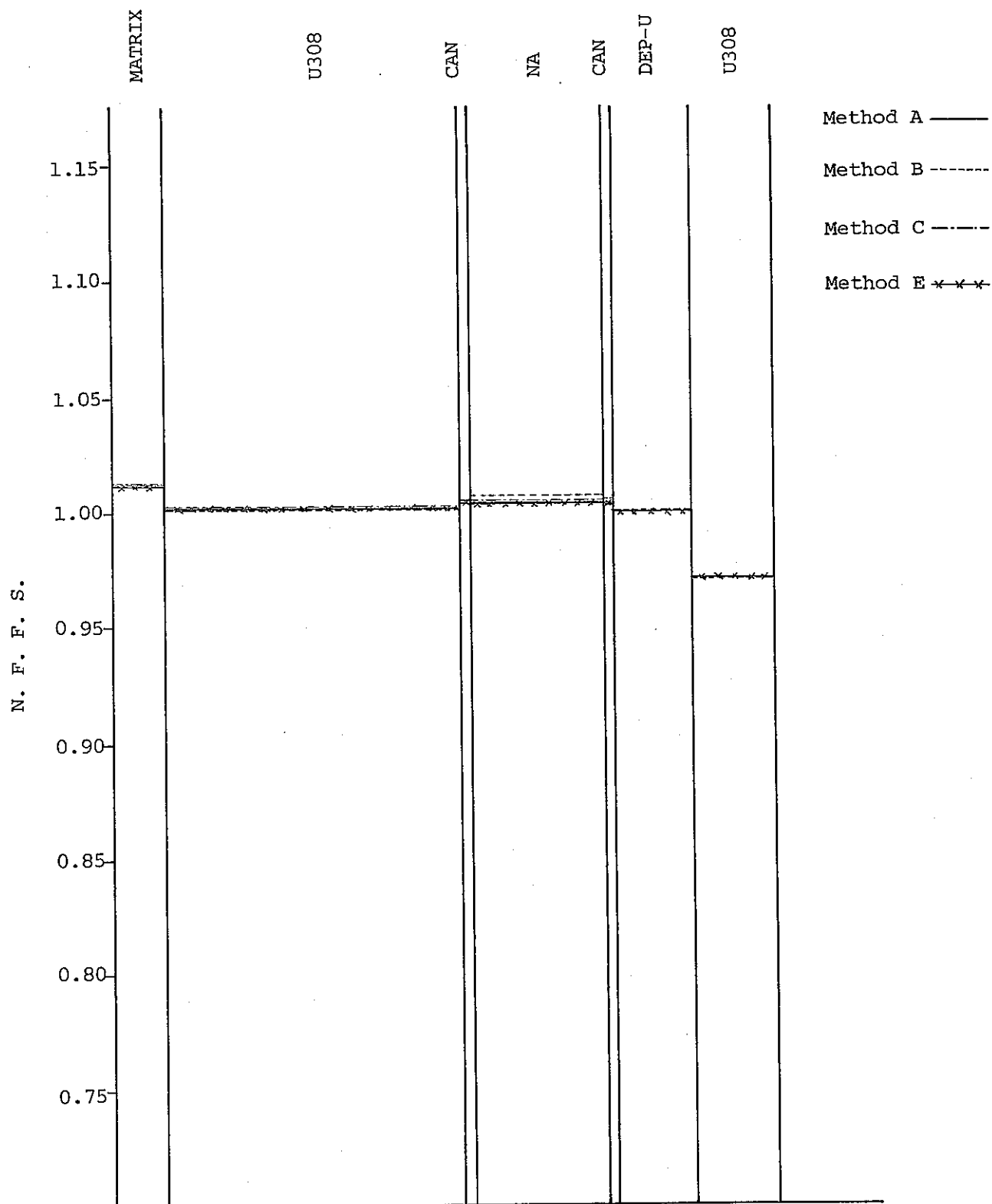


Fig. F.10 N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer

- 20th Group -

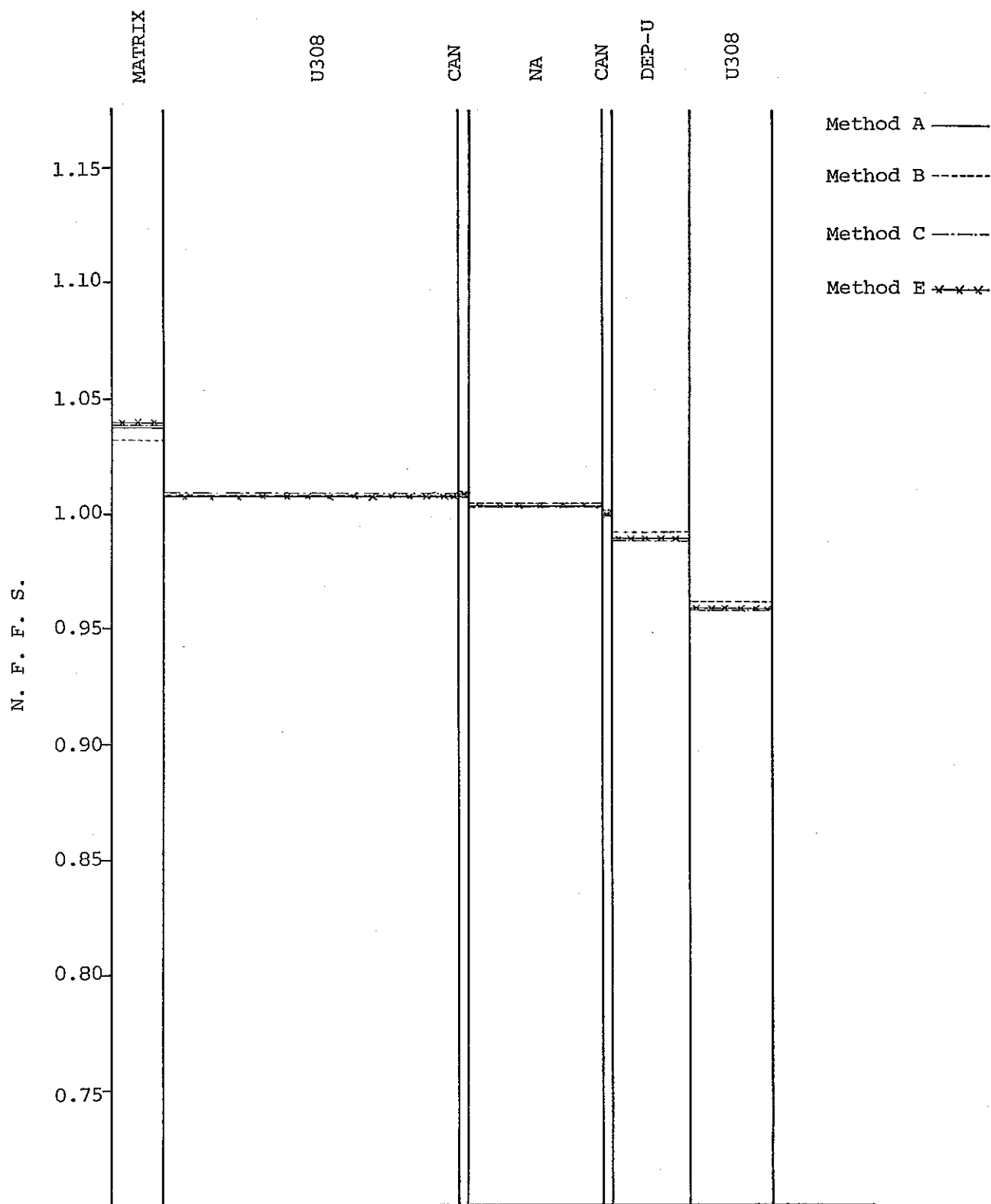


Fig. F.11 N.F.F.S. of Normal RBLow Drawer

- 30th Group -

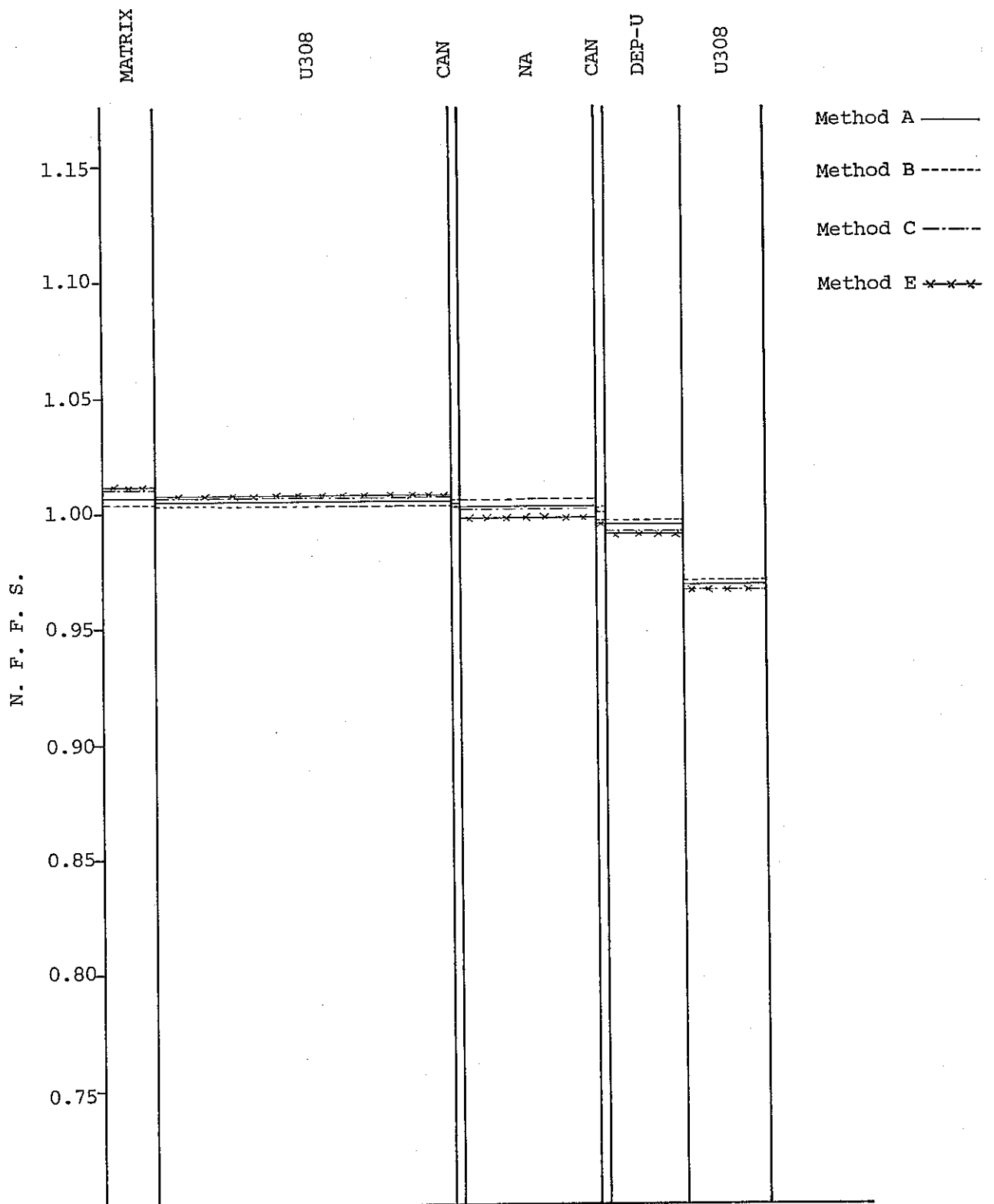


Fig. F.12 N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer

- 40th Group -

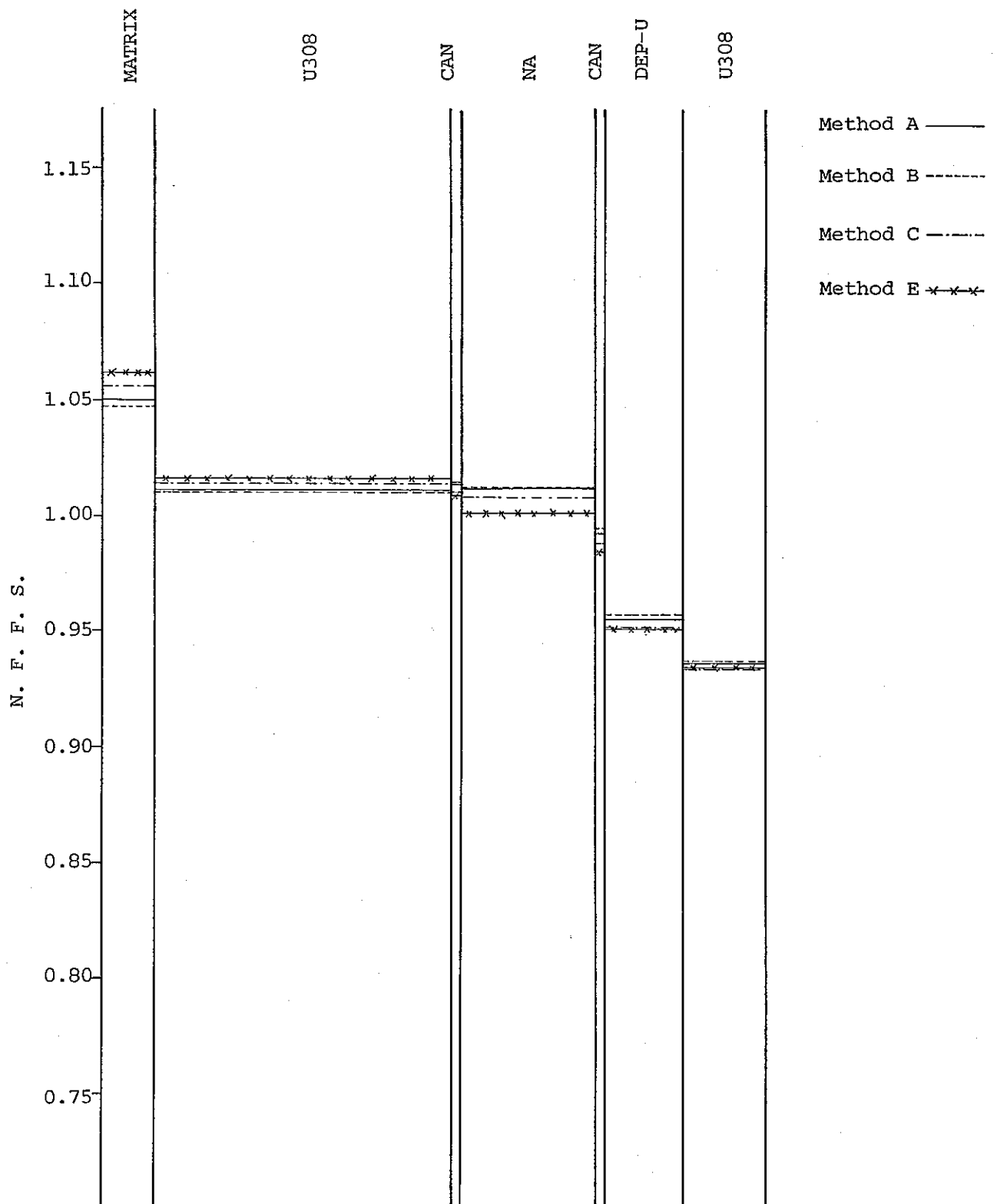


Fig. F.13 N.F.F.S. of Normal RBLow Drawer

- 50th Group -

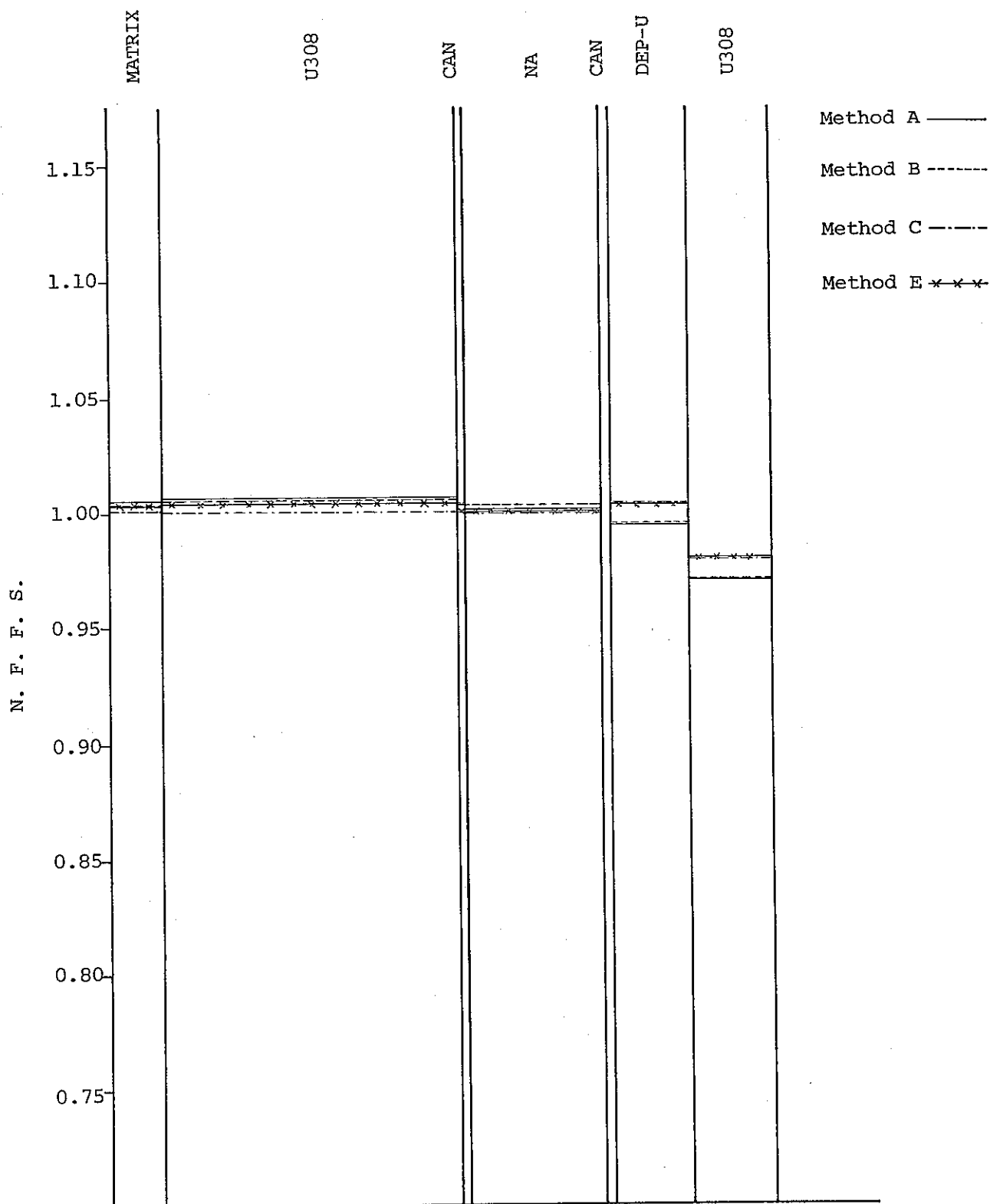


Fig. F.14 N.F.F.S. of Normal RBLOW Drawer

- 60th Group -

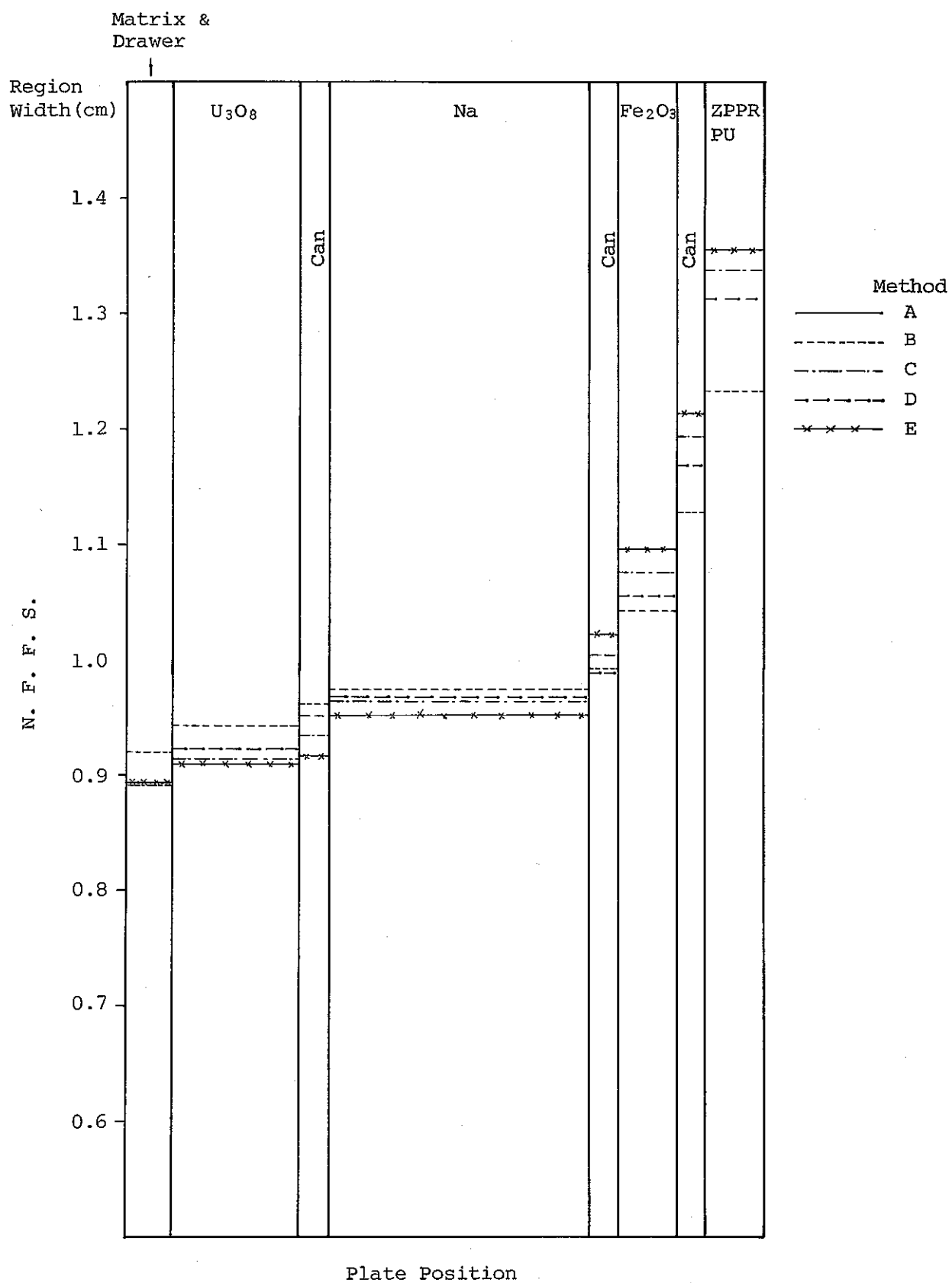


Fig. F.15 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 1st Group -

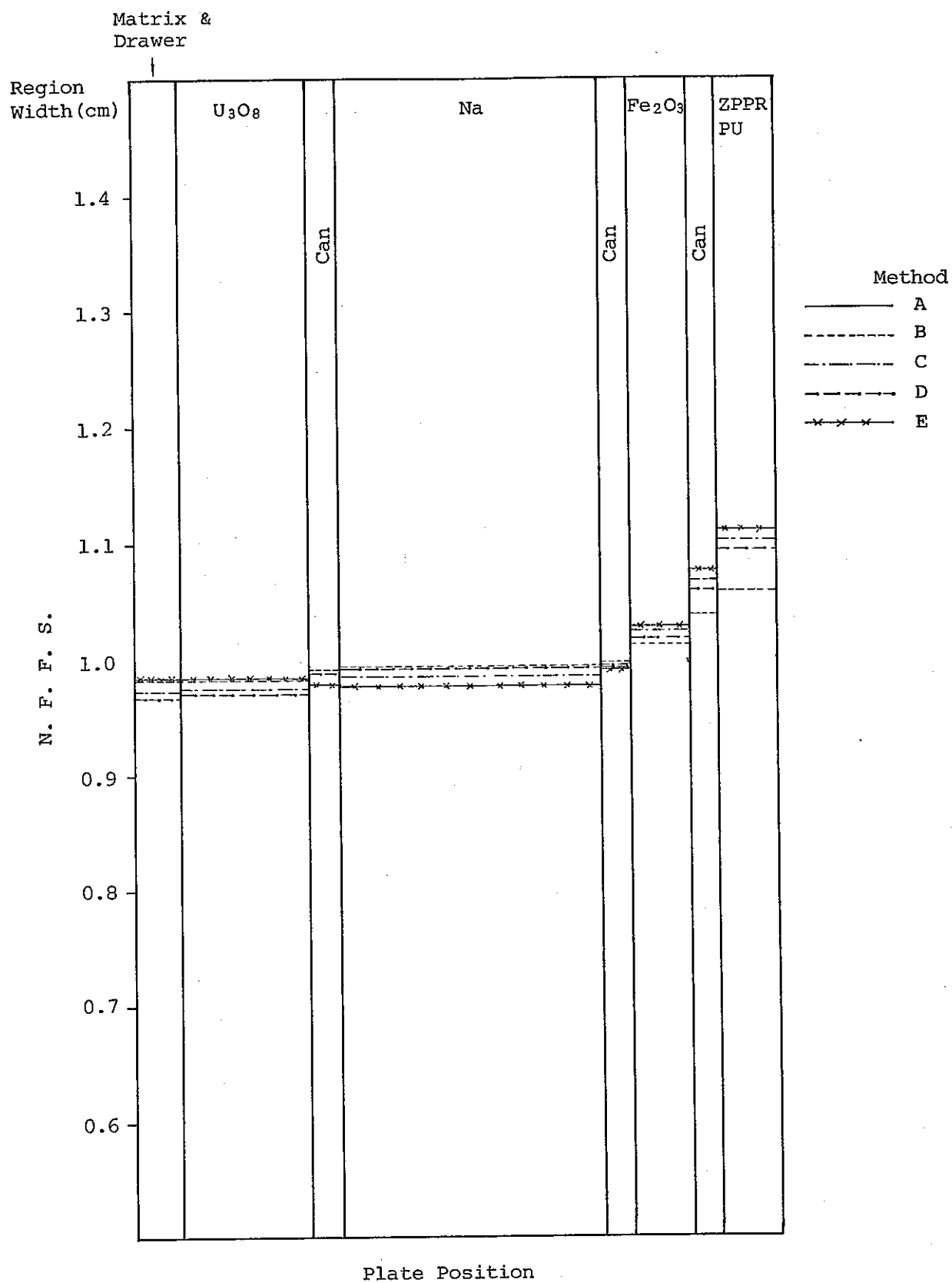


Fig. F.16 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 10th Group -

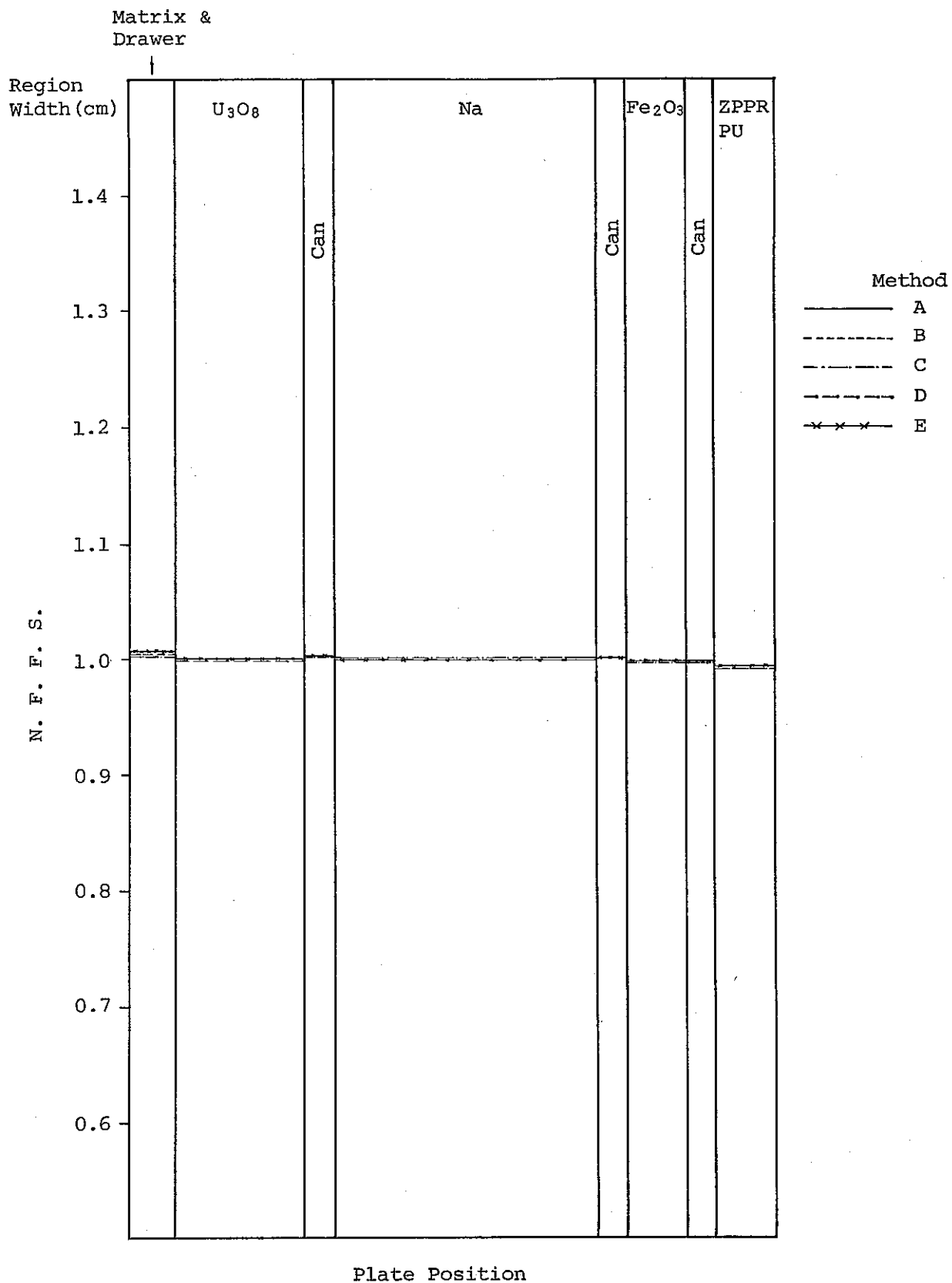


Fig. F.17 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 20th Group -

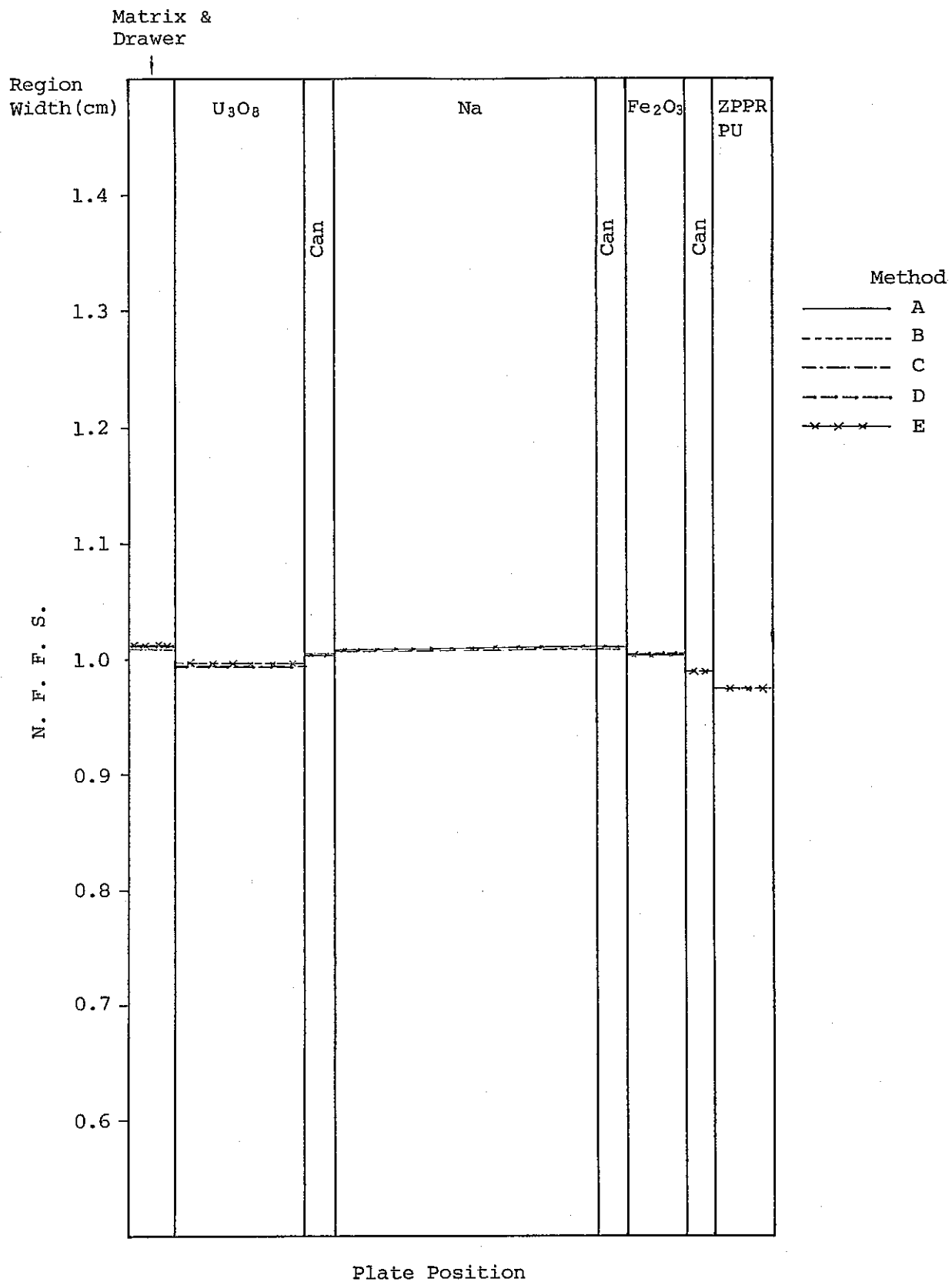


Fig. F.18 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 30th Group -

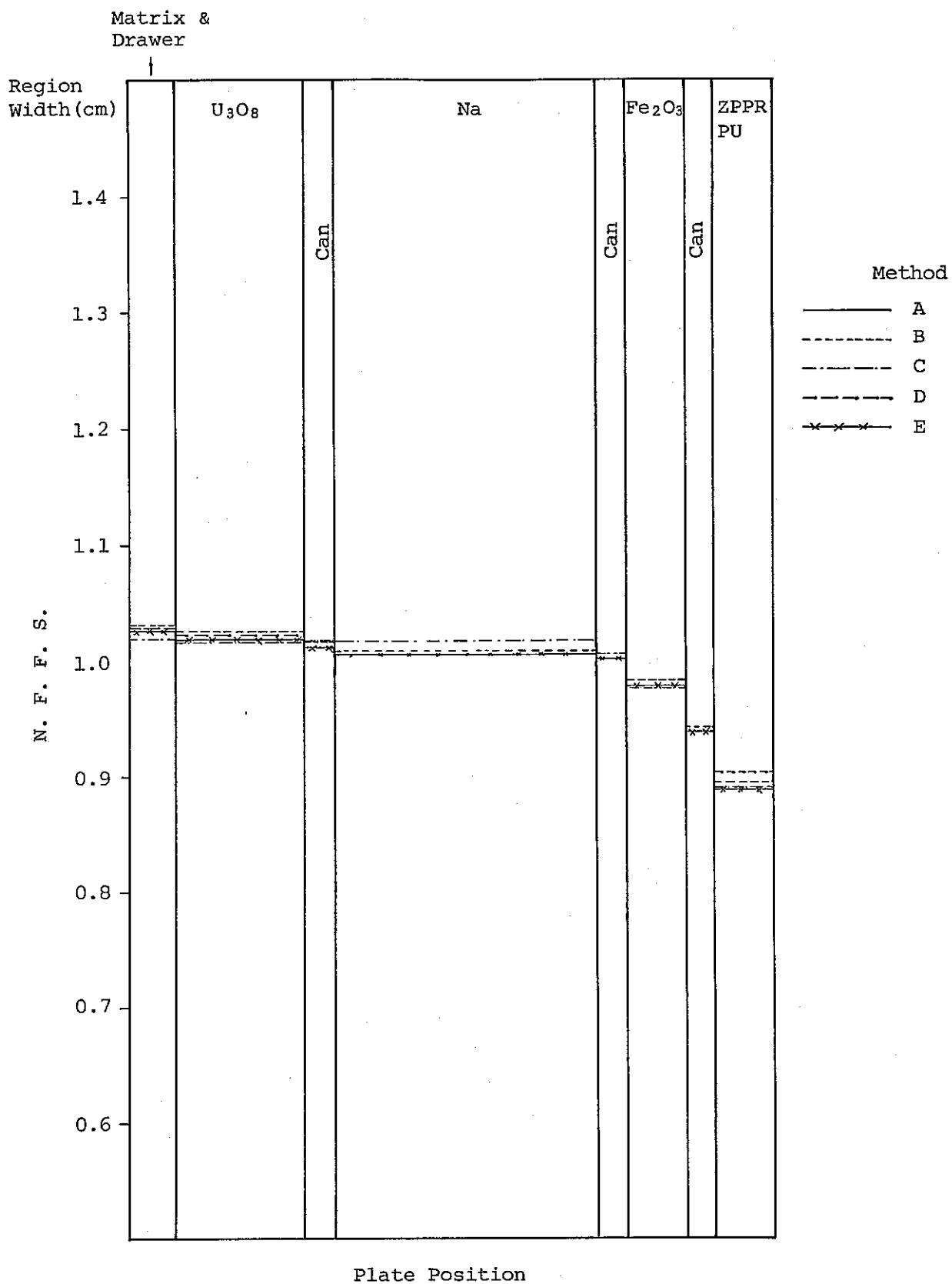


Fig. F.19 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 40th Group -

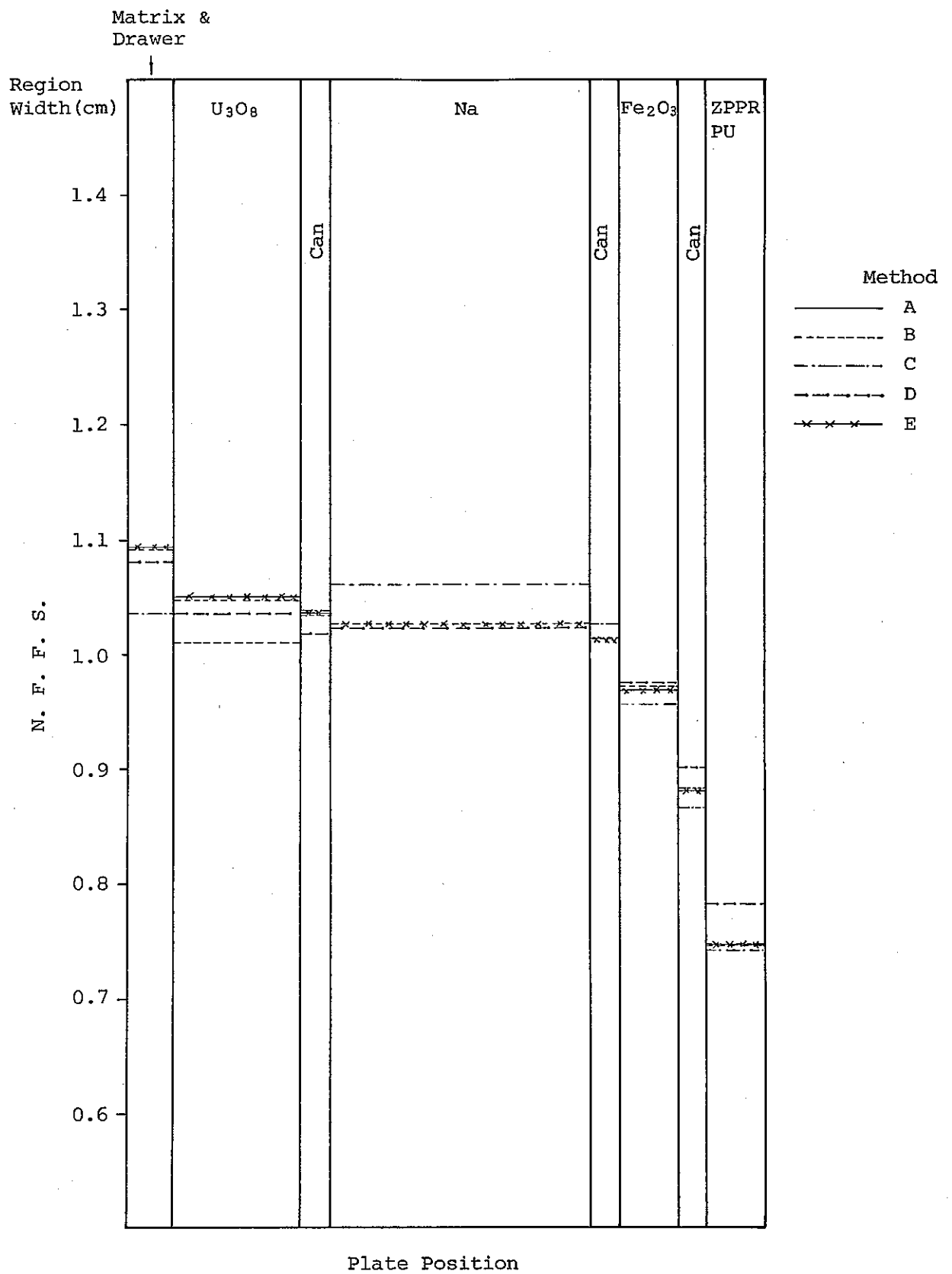


Fig. F.20 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 50th Group -

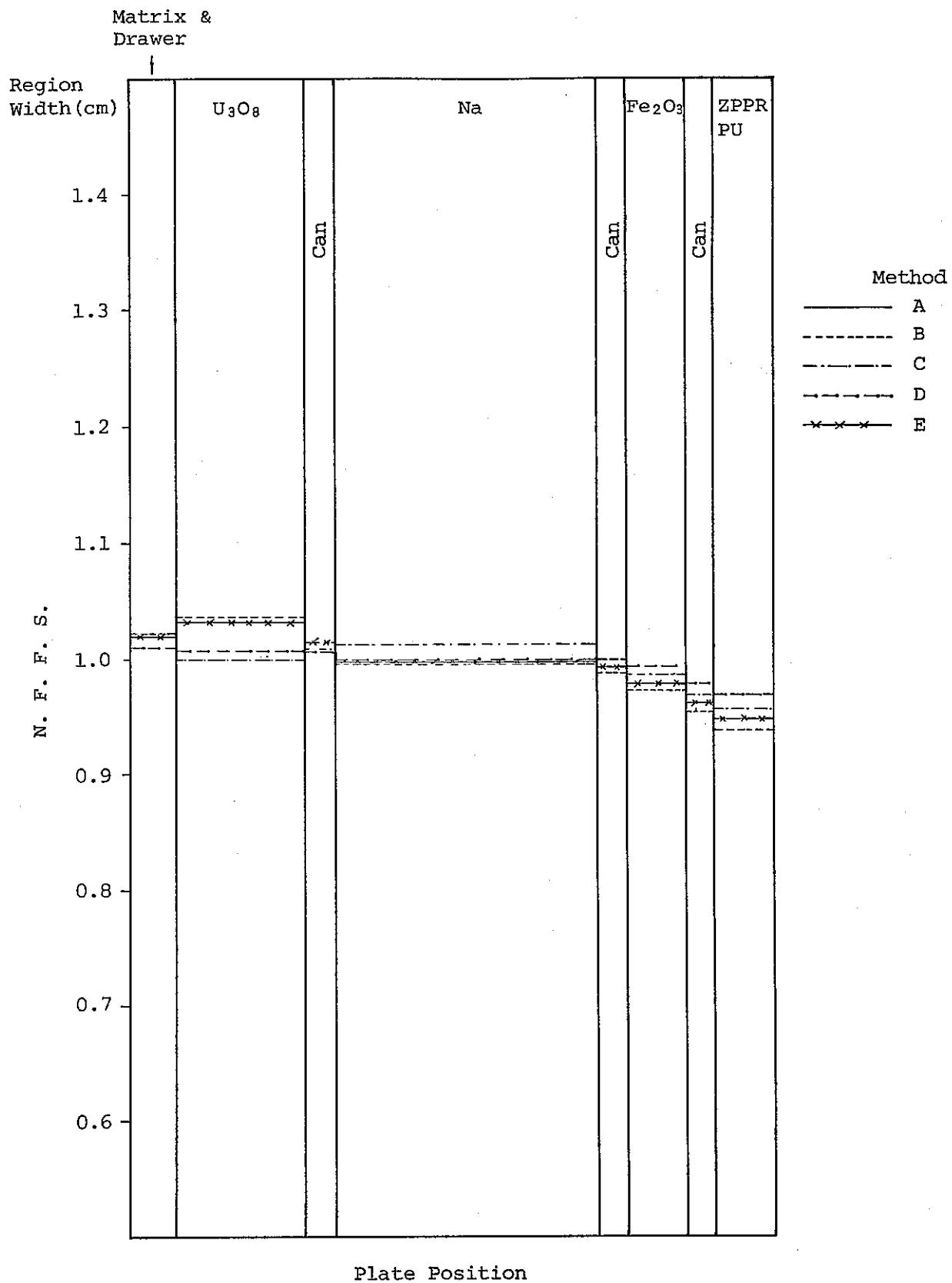


Fig. F.21 N.F.F.S. of Voided SCFCO Drawer

- 60th Group -

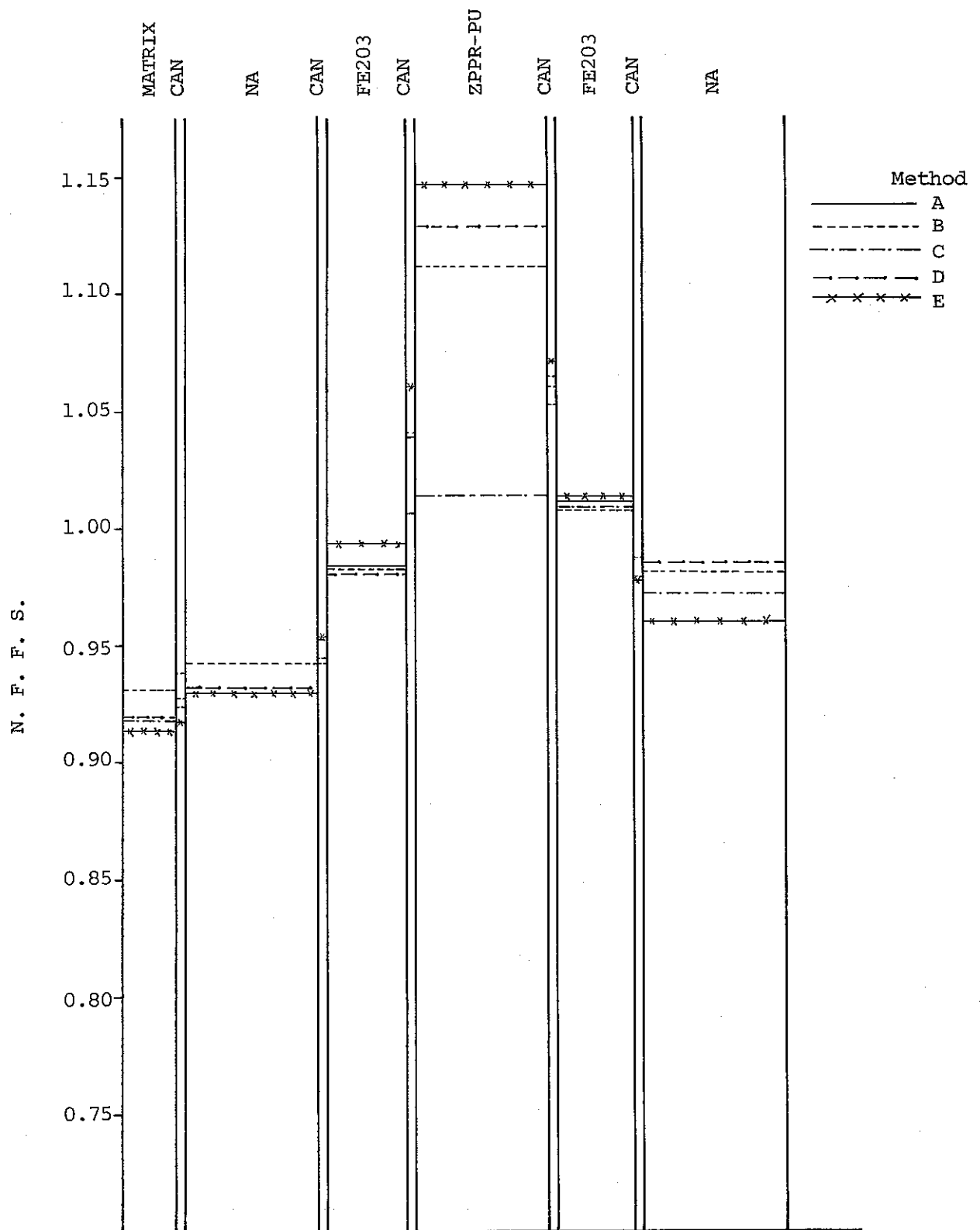


Fig. F.22 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 1st Group -

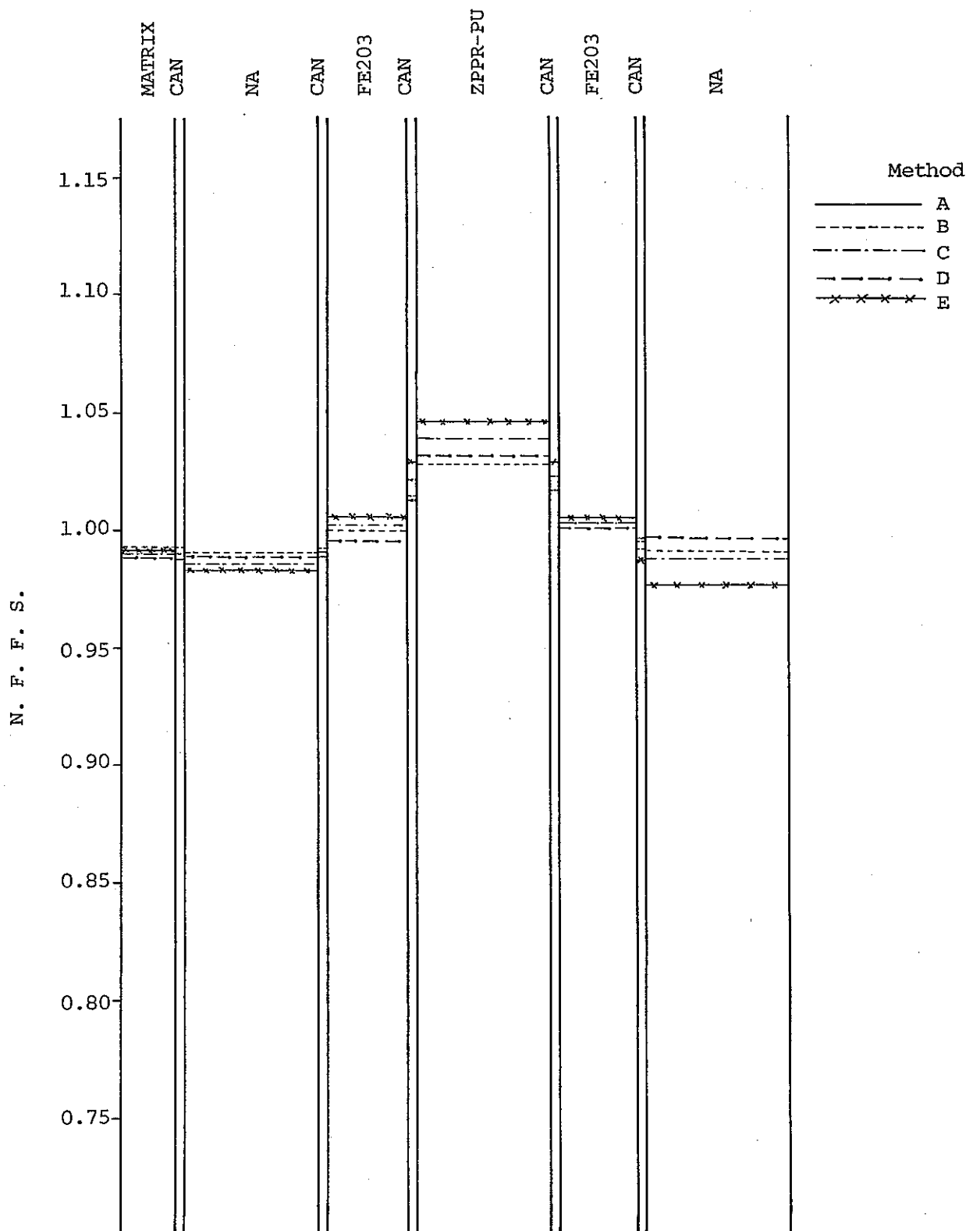


Fig. F.23 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 10th Group -

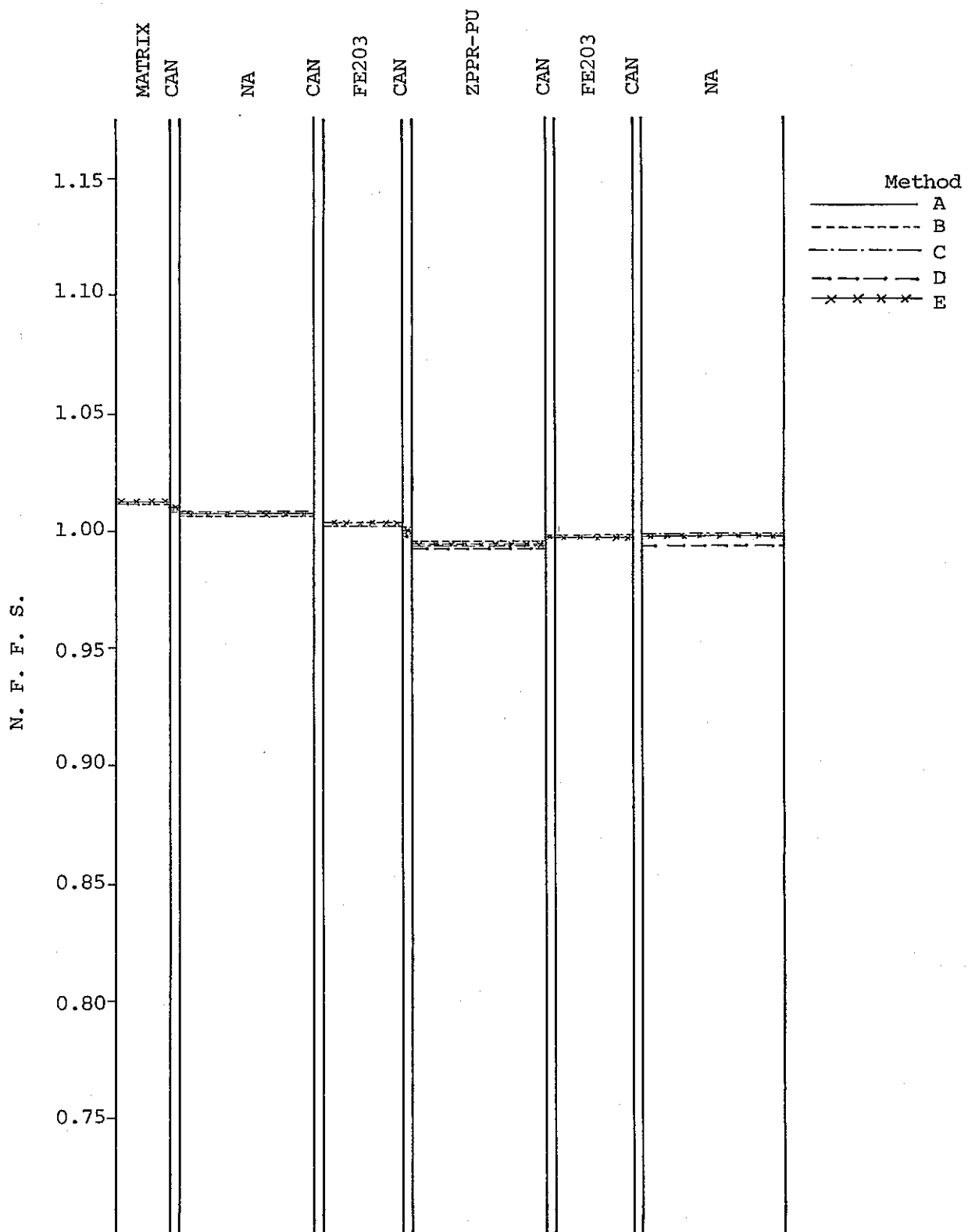


Fig. F.24 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 20th Group -

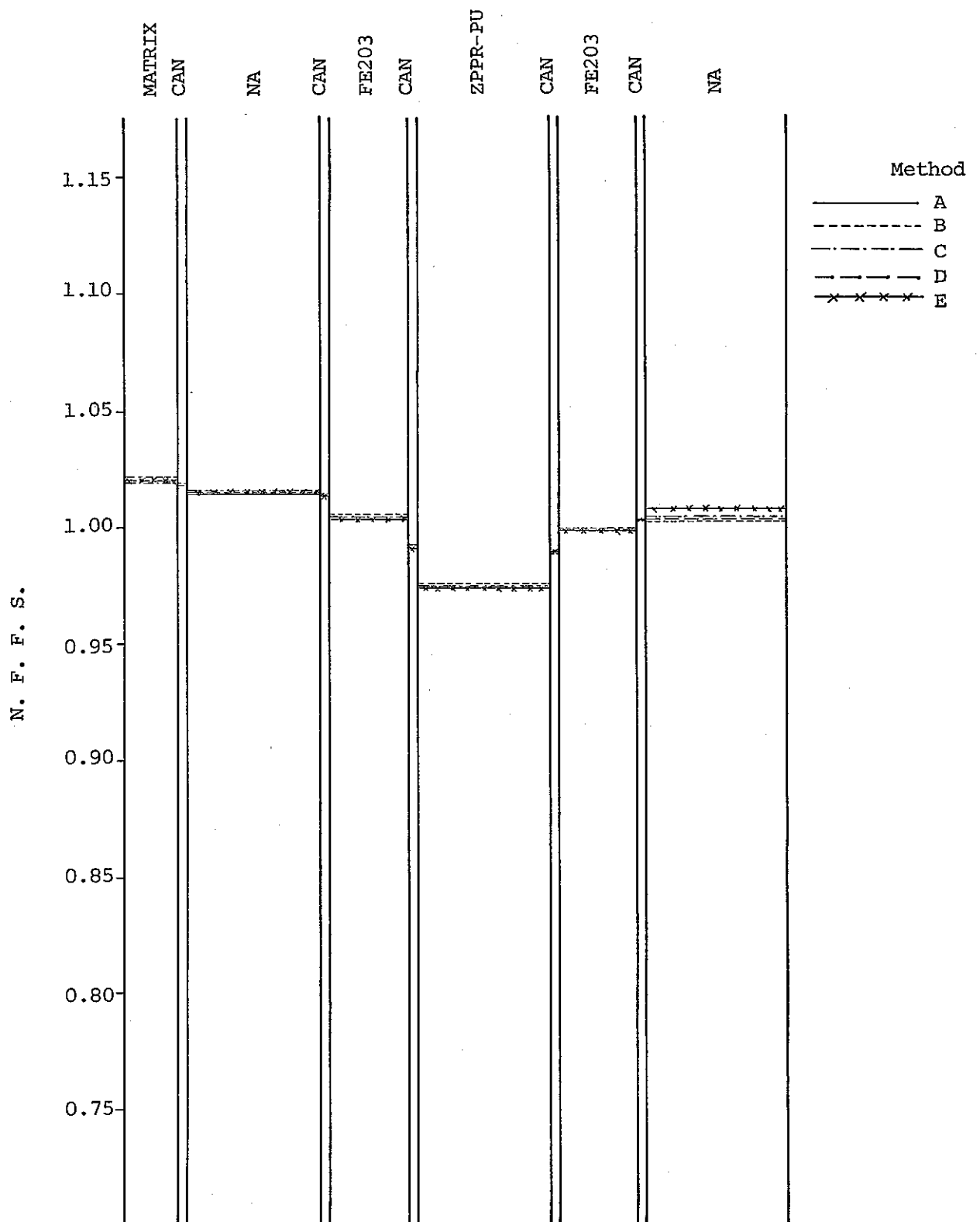


Fig. F.25 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 30th Group -

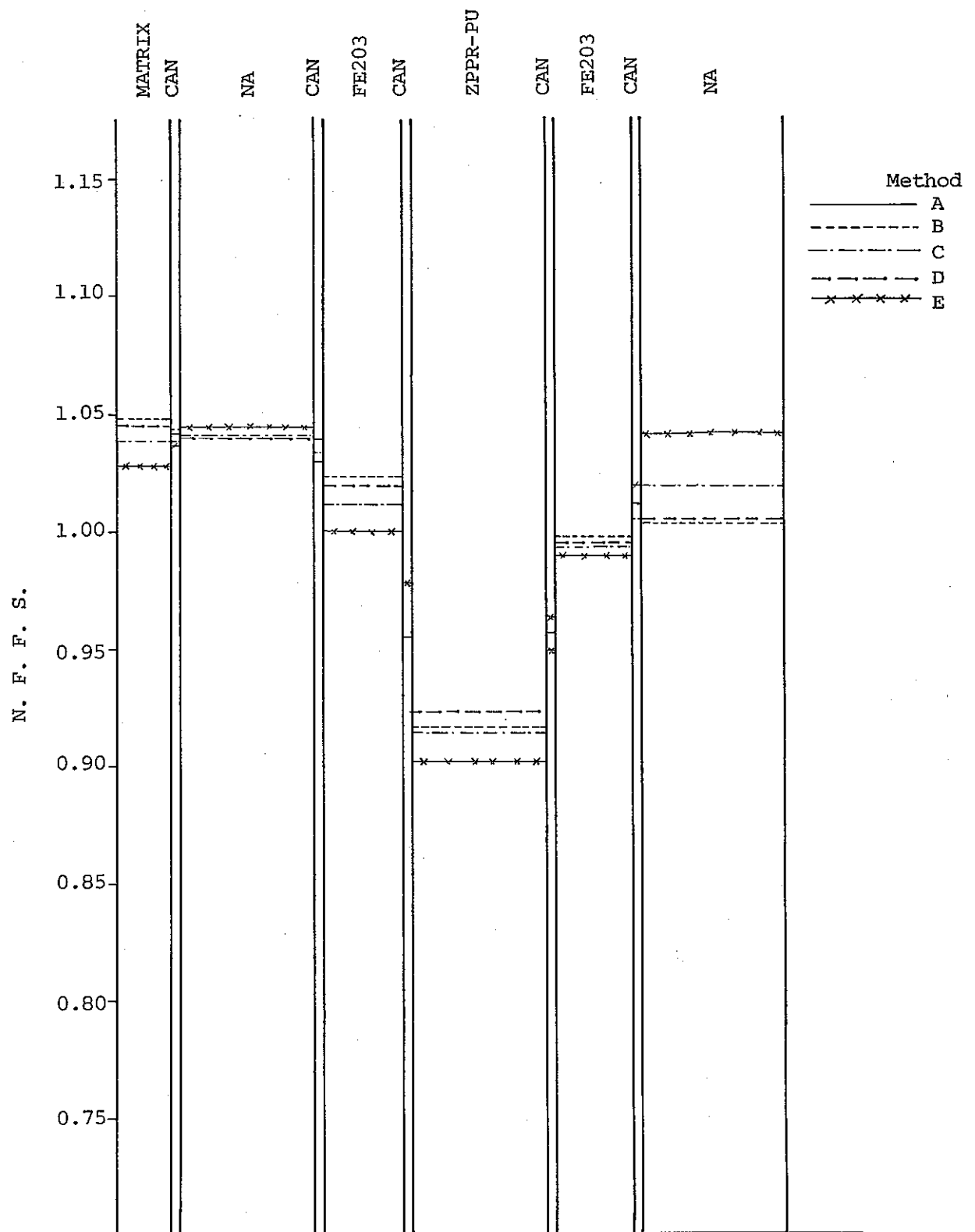


Fig. F.26 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 40th Group -

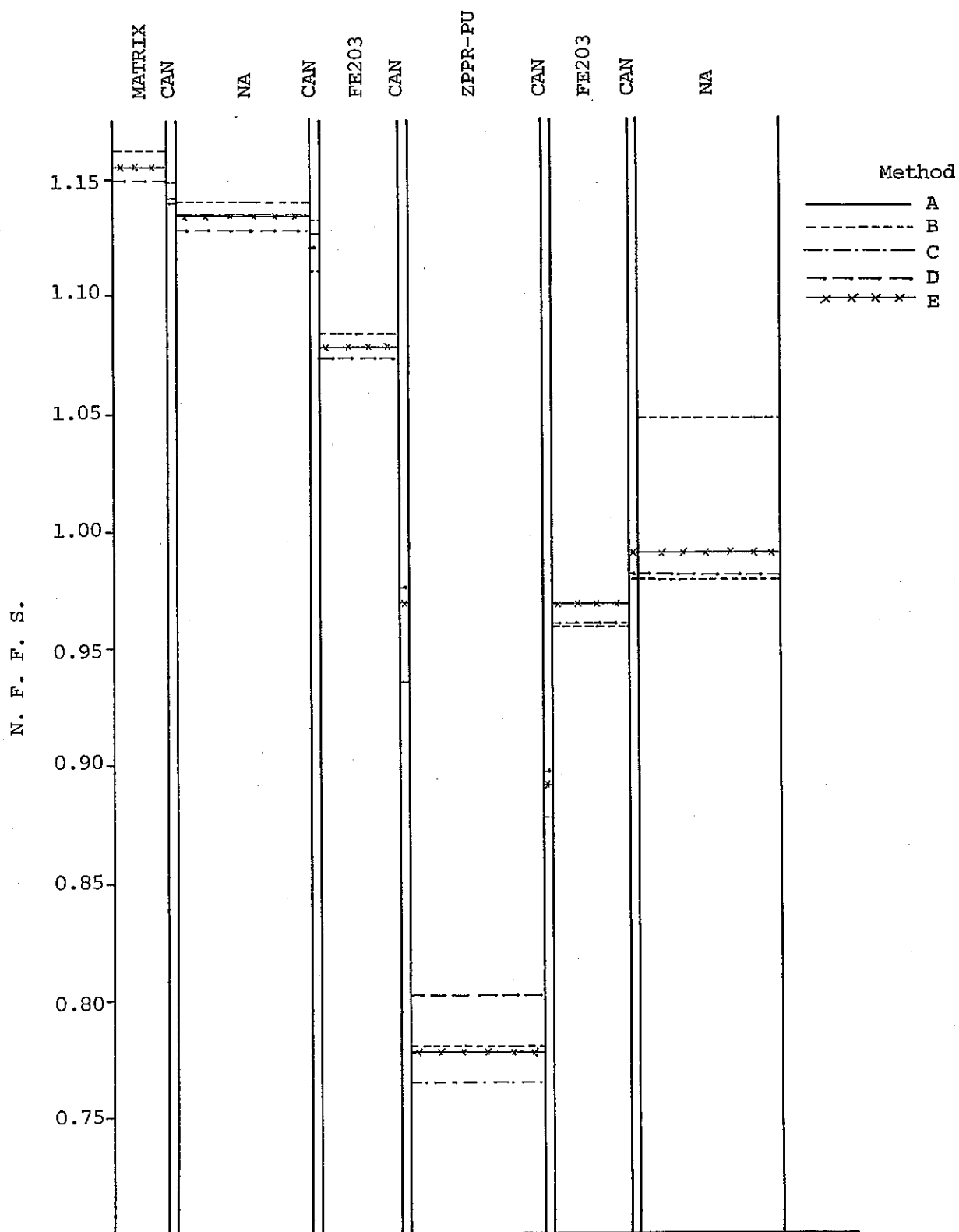


Fig. F.27 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 50th Group -

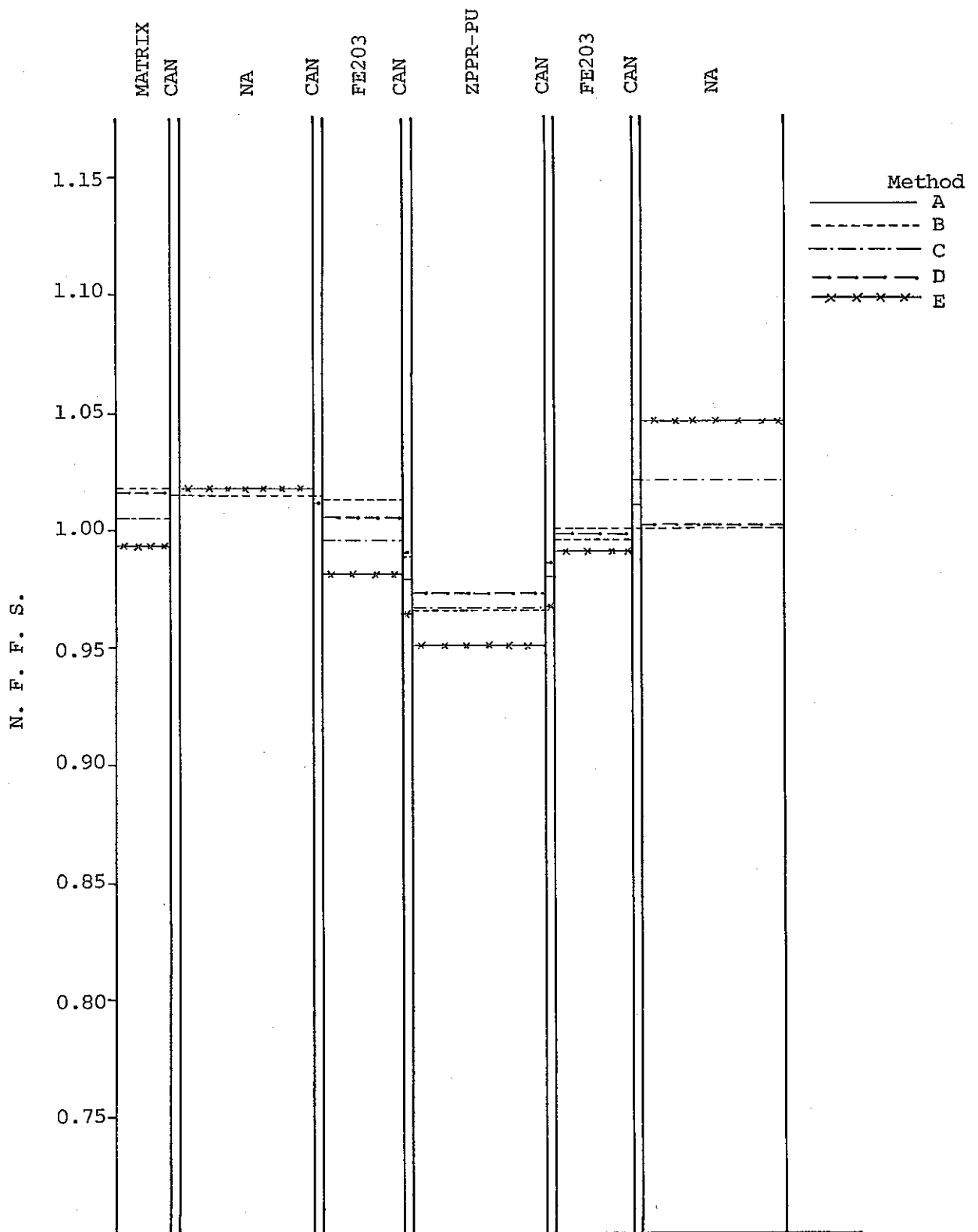


Fig. F.28 N.F.F.S. of Voided DCFCO Drawer

- 60th Group -

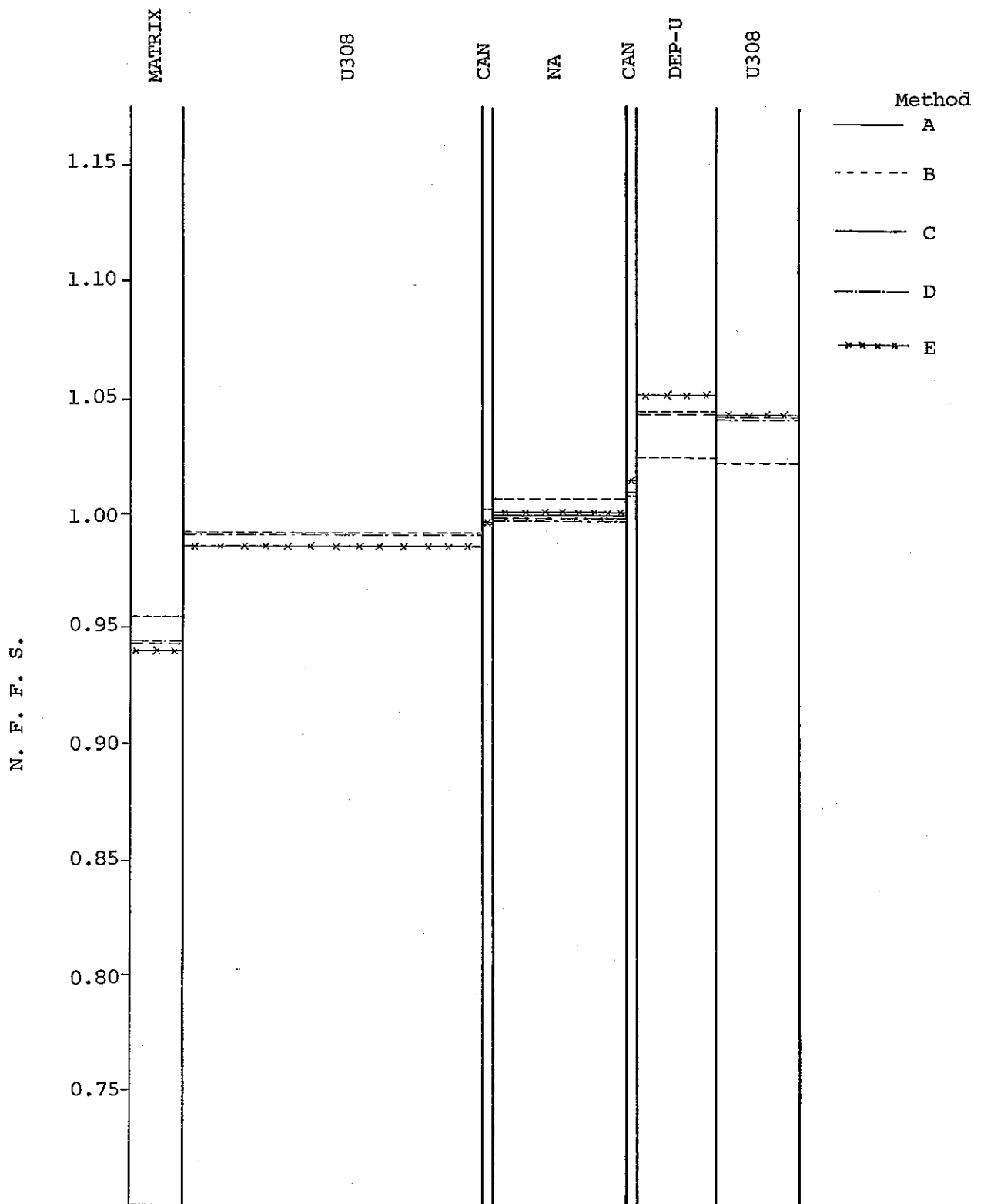


Fig. F.29 N.F.F.S. of Voided RBLOW
Drawer - 1st Group -

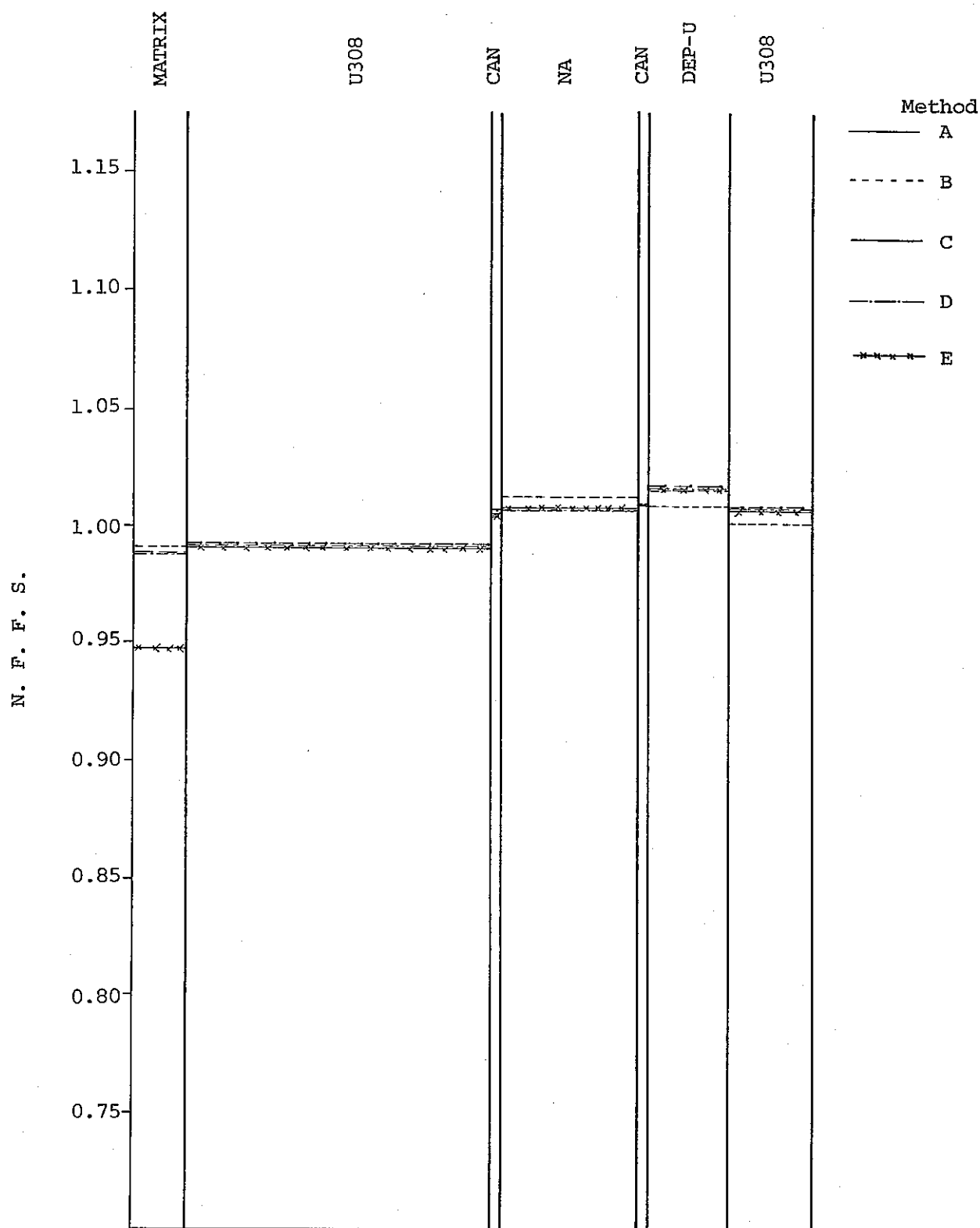


Fig. F.30 N.F.F.S. of Voided RBLOW
Drawer - 10th Group -

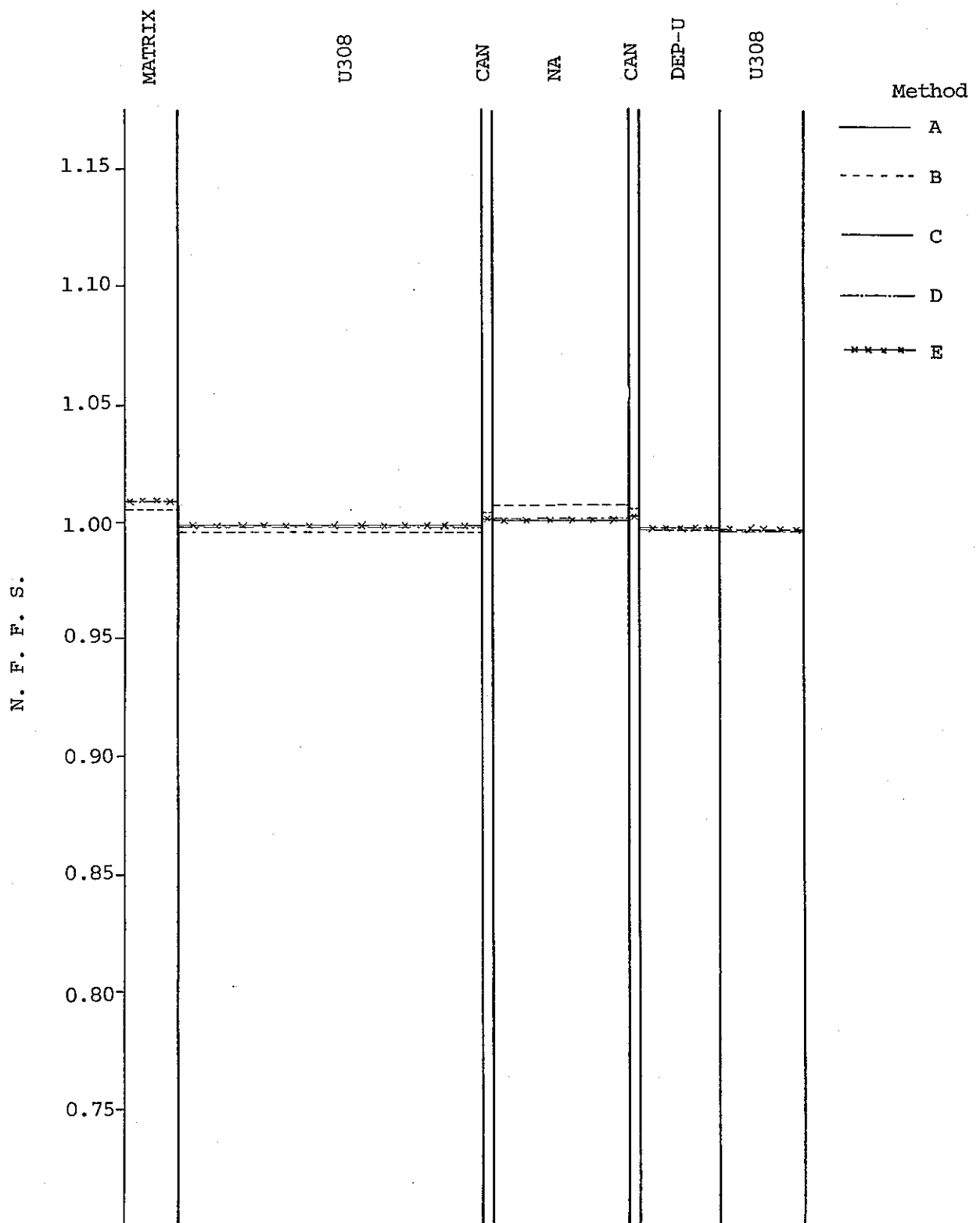


Fig. F.31 N.F.F.S. of Voided RBLOW
Drawer - 20th Group -

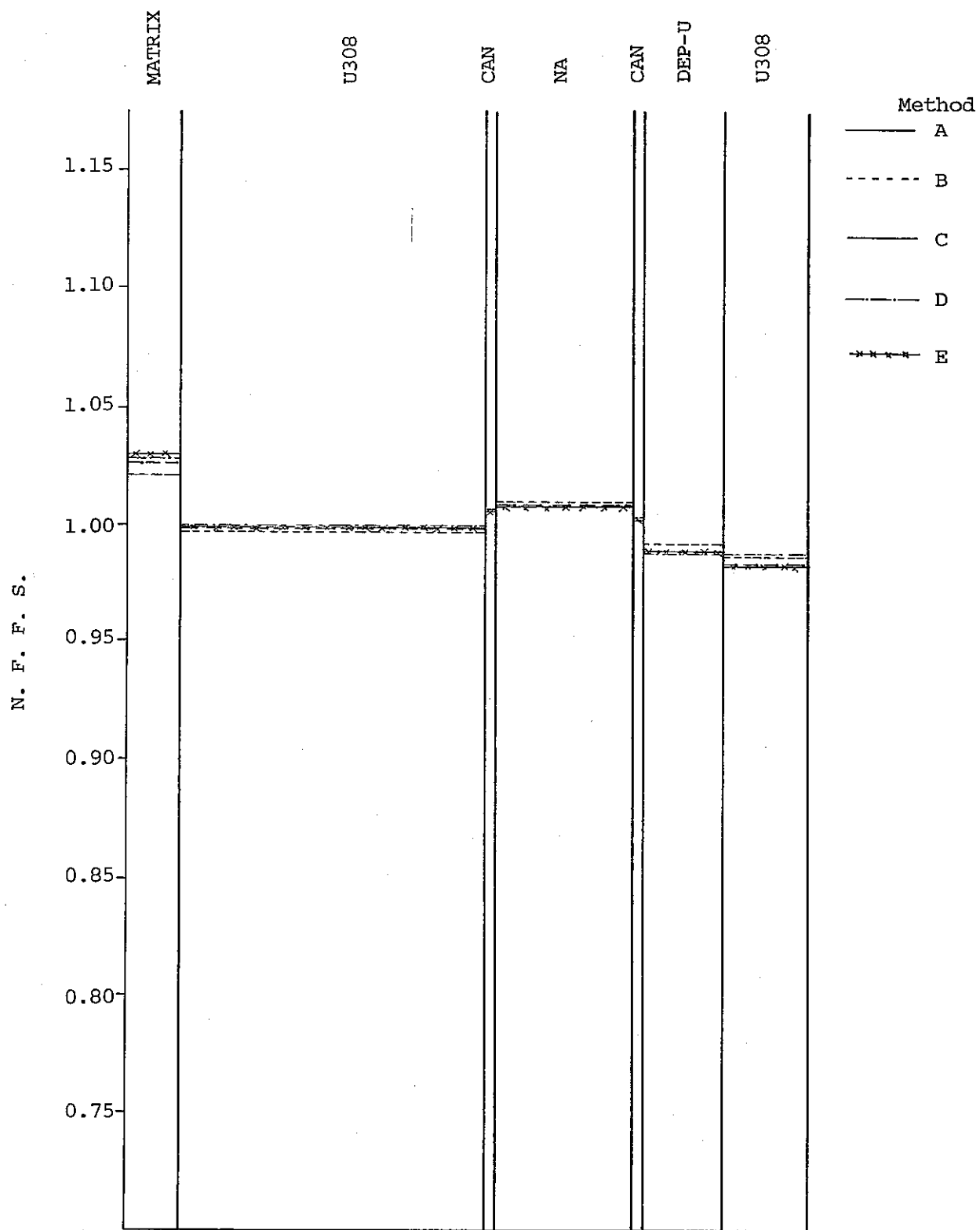


Fig. F.32 N.F.F.S. of Voided RBLow
Drawer - 30th Group -

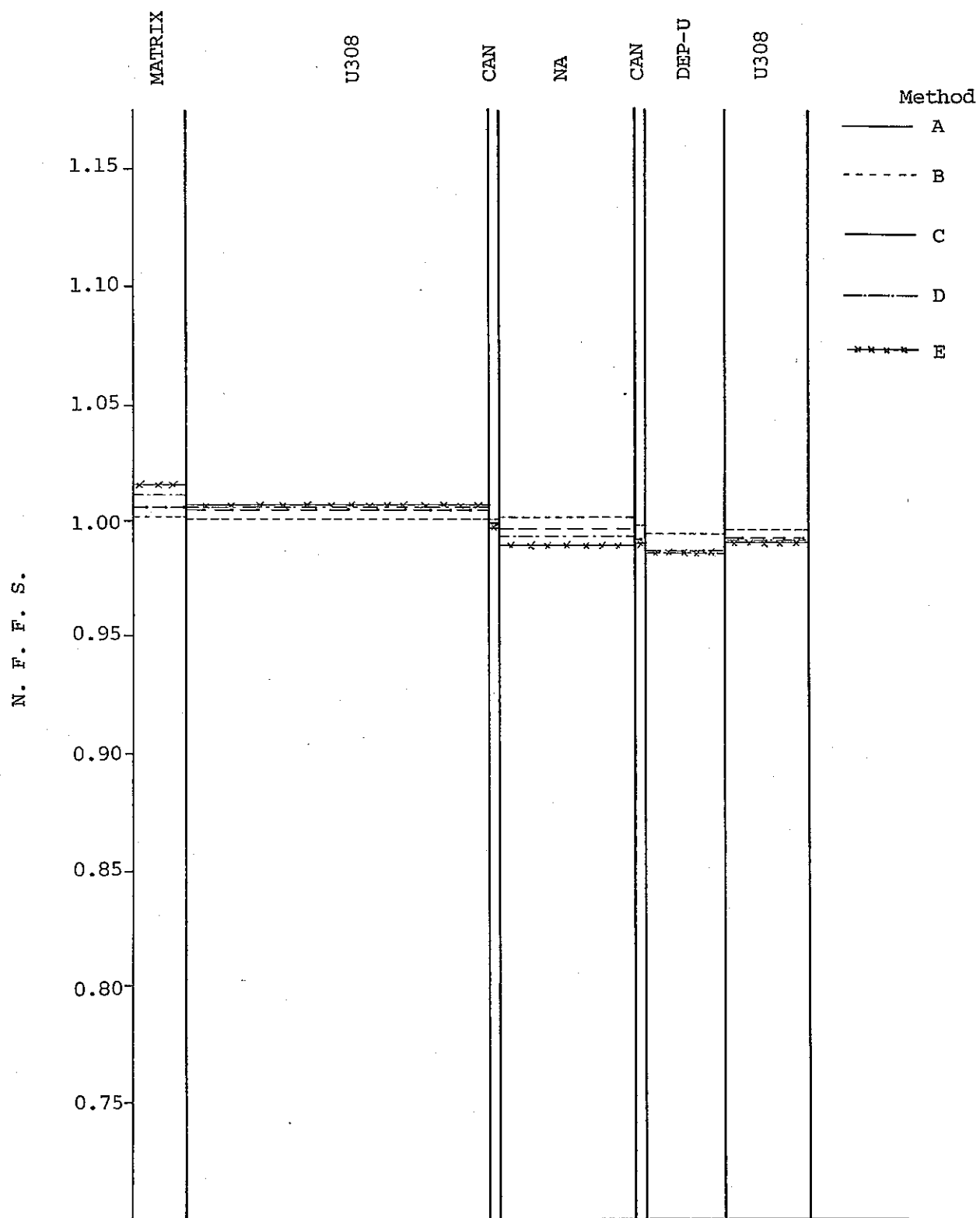


Fig. F.33 N.F.F.S. of Voided RBLOW
Drawer - 40th Group -

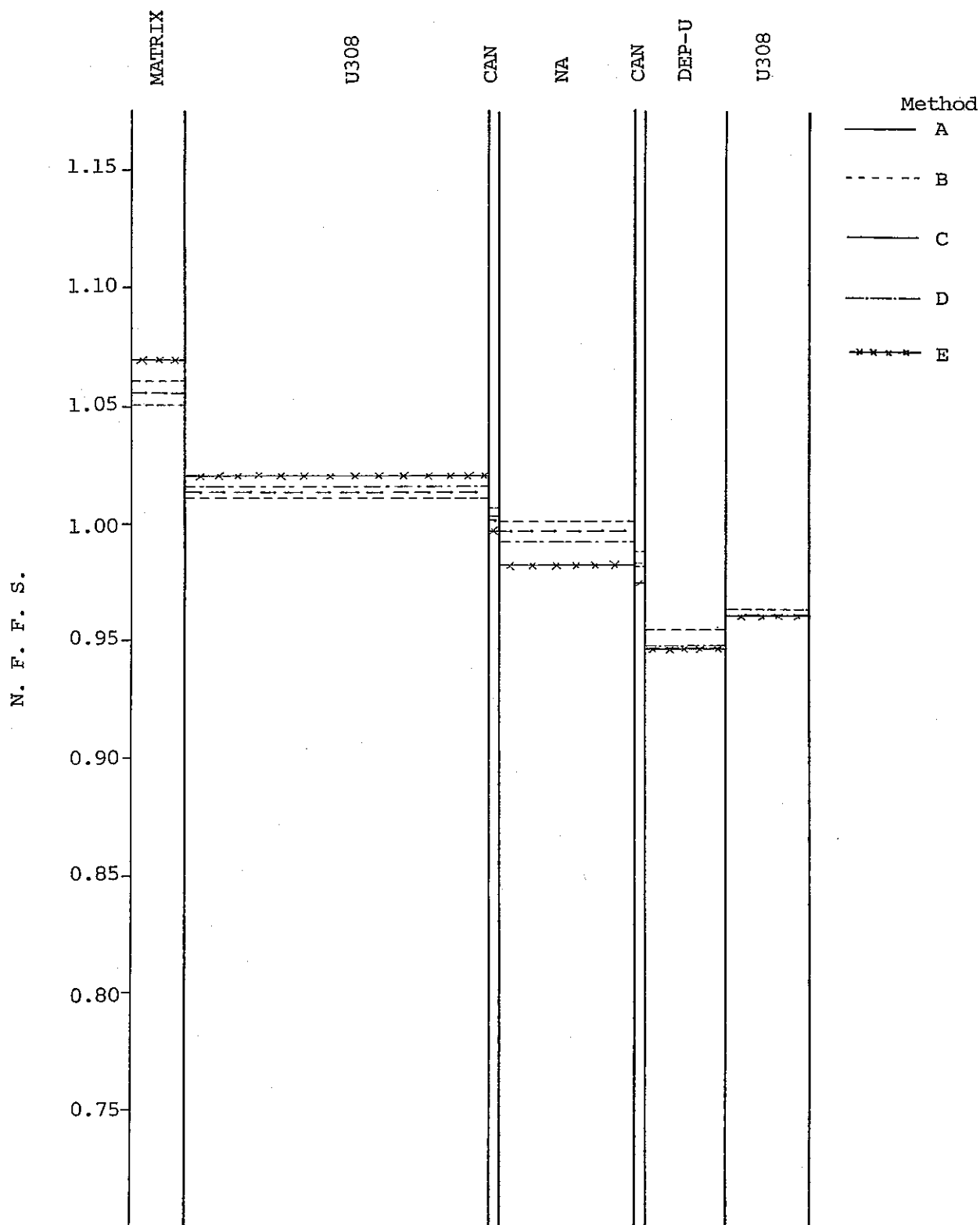


Fig. F.34 N.F.F.S. of Voided RBLow
Drawer - 50th Group -

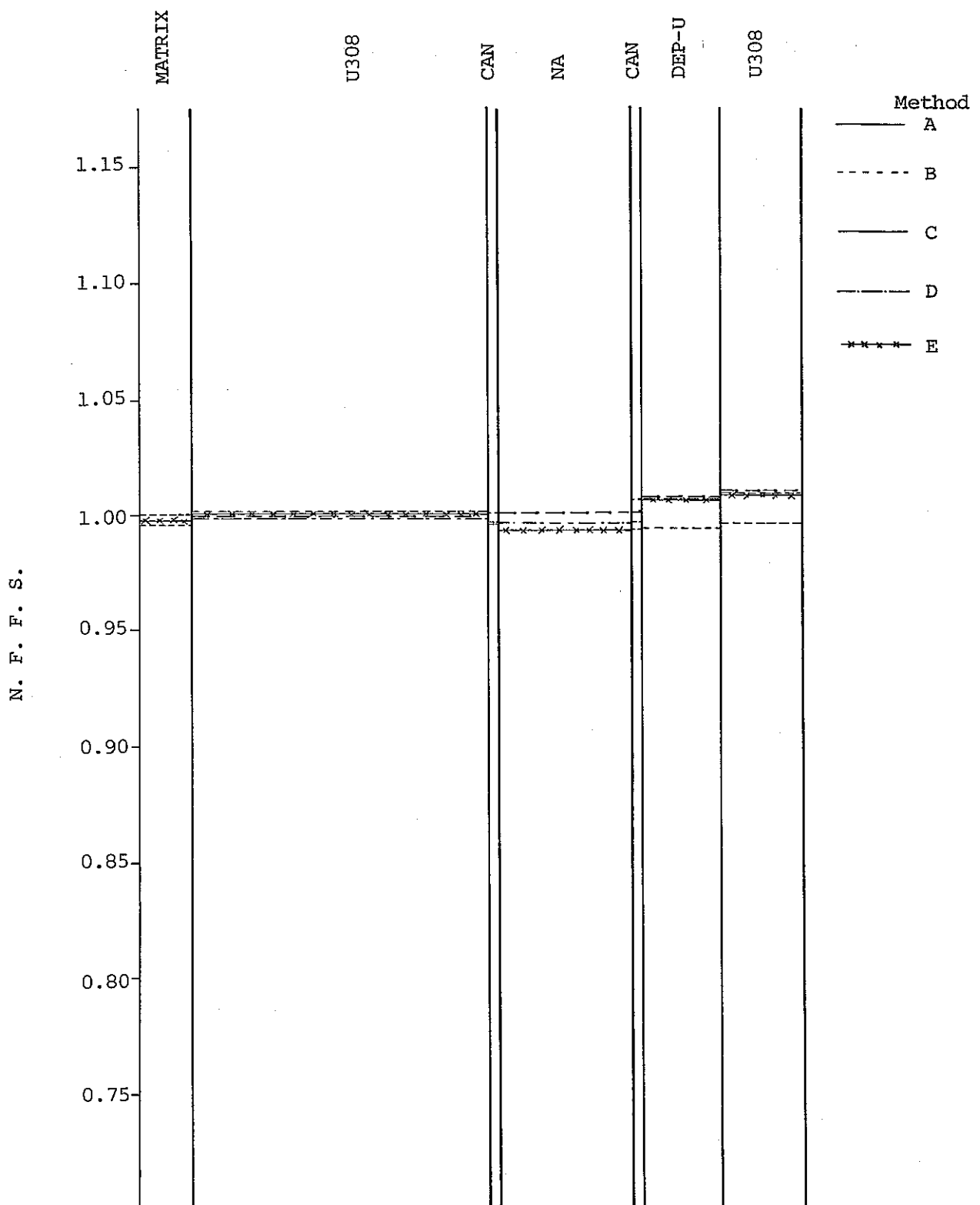


Fig. F.35 N.F.F.S. of Voided RBLOW
Drawer - 60th Group -