

E A C R P - L - 7 7

modifications to Fissile Element Cross Sections and
their Influence on Calculated Fast Reactor Parameters

by

J.M.Kallfelz, B.A.Zolotar, and B.R.Sehgal

宝珠山 健 (M A P I)

○ 序文

この仕事は、いくつかの微分断面積セットを用いて、相当数の臨界集合体に対する積分量の計算と実験の一致度をテストする目的で行なわれた。

ベースは ENDF/B で、これに U^{235} , U^{238} , Pu^{239} , Pu^{240} の σ_c , σ_f を変化させて、その影響を調べている。さらに $U-238$ の σ_n' , $U-235$ の $\chi(E)$ の修正による効果も調べられている。各 element の σ_c , σ_f の修正は、個々の断面積測定よりも $\sigma_x/\sigma_f (U-235)$ の方が精度が高い事から、2種の $U-235 \sigma_f$ standard evaluation¹⁾ と $\sigma_x/\sigma_f (U-235)$ から set 1, set 2 を作り、これを "consistent set" と呼んでいる。

○ 計算方法

15種類のいろいろなタイプの高速臨界集合体について計算が行なわれた。ほとんどの計算は、shape factor, 非均質性等を含む臨界半径の均質球でされた。

利用された集合体の詳細は、表になつていて、U系11, Pu系2, U-Pu混合系2, 計15炉心である。

σ_c , と σ_f のテストのためには、このうち10集合体²⁾ だけが使われた。さらに、evaluation が 9 keV 以上のみで行なわれたため、そのうち特に soft spectra を持つ ZPR III-48, Zefra 2 は、このテストから除かれた。

計算は各集合体に対して 4~16 まで異なつた order の S_n の一次元輸送コード SNARG-1D を用いて行なわれた。

n の order による k_{eff} の誤差は 0.002 以下とされている。又散乱の非等方性を輸送近似で扱つたことによる k_{eff} の誤差は小さいとしている。

k_{eff} 以外では、 $U-235$, $U-238$, $Pu-239$ の分裂、 $U-238$ の捕獲に対する central reaction rate が計算されている。

炉を均質にしたことによる spectra の誤差はあると思われるが、断面積の誤差の一般的傾向は調べられると考えている。

○ “Consistent” 分裂性物質, 分裂, 捕獲断面積セット

evaluated data は 9 keV 以上で $\sigma_x/\sigma_f(U-235)$ と $\sigma_f(U-235)$ から成り, 各セットの $\sigma_f(U-235)$ を較べると 100 keV 以上では, set 1 が set 2 より 15% 程度高い。2.5 MeV 以下では, ENDF/B と set 1 は一致している。

2.5 MeV 以上では, set 1, 2 とも ENDF/B よりも最大 15% 低い。又, 本項では他の断面積比も ENDF/B を含めて比較されている。

○ ENDF/B と “Consistent sets” に対する群断面積の決定

MC² コードを使つてレサジー-0.5 の 26 群断面積 (energy 範囲は 10 MeV ~ 2.25 eV) が ENDF/B より core と blanket の各 composition について求められ, core については裸の臨界炉心, Blanket については, 無限媒質として計算された。修正は $\sigma_f(U-235, U-238, Pu-239)$, $\sigma_c(U-238)$ については, set 1, 2 とも $\sigma_x/\sigma_f(U-235)$ の curve¹⁾ よりなされ, 他の断面積は $\sigma_c(Pu-239)$, $\sigma_c(U-235)$ は ENDF/B の $\alpha = \sigma_c/\sigma_f$ を使つて修正され, $\sigma_f(Pu-240)$ は $\sigma_f(U-235)$ の変化分, $\sigma_c(Pu-240)$ は $\sigma_c(U-238)$ の変化分よりそれぞれ得ている。修正の範囲は, energy にして 9 keV - 10 MeV (group は 1-14) となつている。

他の値は, σ_T を押さえ σ_e で調節していて, ENDF/B のままである。

○ ENDF/B と “consistent sets” の結果

10 個の集合体について, k_{eff} と central reaction rate の計算結果が実験値とともに表になつている。

主な結果は次の通りである。

1. 2 MeV 以上で ENDF/B の $\sigma_f(U-235)$ を下げるにより (set 1) hard spectra を持った集合体では妥当な k_{eff} を得ている。
2. U-238 を相当量含んだ集合体では c^{28}/f^{25} , f^{49}/f^{25} が実験値と較べ, それぞれ約 5% 高く又低い。
3. ENDF/B でみると f^{28}/f^{25} と k_{eff} は U-238 の割合が増すにつれて下がる傾向にある。
4. k_{eff} は set 1 でもすでに 1.0 を下まわつているが, set 2 では, さらにそれを約 3% 下まわる。この事から set 2 で選んだ $\sigma_f(U-235)$ が低すぎたかもしれない。

2 と 3 は, 計算から得られた spectrum が soft すぎることを示しているのて, ENDF/B の U-235 fission spectrum $x^{25}(E)$ と U-238 σ_n' の誤差による影響を調べている。

○ ENDF/B の $x^{25}(E)$ が soft すぎるとすると, 実験と計算の不一致が説明されうる。

又 k_{eff} がU-238の増量に従つて下がるのもこのためかも知れないので、 $x^{25}(E)$ について種々の考察を行なつている。

結論的なものとして、次の2つである。即ち、ENDF/Bでは $x^{25}(E)$ をMaxwell分布と仮定しているが、これが正しいか又Maxwell分布でもtemperature Tは低すぎないか。そこでENDF/BのU-235 T: 1.273 (MeV) をPu-239 T: 141 (MeV) に上げて計算を行ない、U-238の割合の大きな集合体での k_{eff} の増加を得ている。又U-235 Tの他の実験値を用いた結果は Δk で0.5%を越えないとしている。U-238の σ_n' はoriginal data³⁾が彼の以前のものより最大30%も高くなつているのでこの点の検討がなされている。計算としては今回の σ_n^{28} を全energy rangeにわたつて30%下げて行つている。これでよい方に向かつた(U-238の量に対する依存性はなくなつた)が、多少修正しすぎの結果となつている。

もしENDF/Bの2 MeV以上での $\sigma_f(U-235)$ を下げればもつとよい一致が得られるだろうとしている (set 1 相当)

最後に、より現実的な変化として、Argome Set 224⁴⁾、(Schmidt³⁾の古い recommendationに近い)を σ_n' に用いて計算を行い、OriginalのENDF/Bよりは良い結果を得ている。

(Ref)

- 1) W.P.Poenitz, "A Compilation of Capture and Fission Cross Sections"
Reactor Physics Division Annual Report,
July 1, 1968 to June 30, 1969, G be published.
- 2) W.G.Davey and A.L.Hess, "Additional Fast Reactor Bench marks for phase II Data Testing of ENDF/B (SEWG Heinsletter 18, Cross section Evaluation Working Group (march 1969))"
- 3) J.J.Schmidt, "Neutron Cross Section for Fast Reactor material, Part 1: Evaluation." KFK-120(1966)
- 4) D.M.Oshea, et al, "Twenty-Six-Group Cross Sections",
Trans.Am.Nucl.Soc. 1, 242(1964)

その他 ref. 多数