

教育用 FBR プラント設計プログラムへの MA 消滅機能の追加

MA transmutation function addition to FBR Plant Design Program

東京大学 *笠原直人

FBR 高等研究所 高橋忠男

教育用 FBR プラント設計プログラム FR-Design に対して、高速炉に対する近年の期待である廃棄物の減容・有害度低減を実現するための MA 消滅に関する計算機能を追加した。このプログラムにより、燃料の増殖と廃棄物の減容のバランスを含んだプラント特性を総合的に理解する俯瞰力を養うことが可能となる。

キーワード：高速炉、MA 消滅、プラント設計、マルチフィジックス、統合シミュレーション、教育用

1.元プログラム 元プログラムである FR-Design¹⁾は FBR プラントのシステム設計を総合的に計算する能力を有しており、プラントの特性評価に必要なマルチフィジックス計算モジュール群から構成されている。

2. MA 消滅機能の内容 FR-Design の巨視的断面積を計算するモジュールに、内側および外側炉心領域、軸方向および径方向ブランケット領域にそれぞれ独立した MA 添加率を設定出来る機能を追加する。この巨視的断面積の変更モジュールは、余剰反応度を維持するために必要な Pu 富化度を計算するモジュールとの間で収束計算を行うことで、プラント全体の特性計算を行う。この機能への入力例、すなわち、各領域への MA 添加率(MA adding ratio)を Table 1 の上4行に、出力例、すなわち、総 MA 添加量(MA total loaded amount)、Table 1 Program MA input/output MA 消滅率(MA transmutation rate、添加した MA のうちで消滅した割合)、および、MA 消滅比(MA transmutation ratio、MA 消滅量がこの炉で発生する MA 量の何倍分に相当するか)をそれぞれ下3行に示す。この MA 消滅機能による計算結果については、公表されている MA 消滅に関する報告²⁾との良い一致を見ている。

3. MA 消滅計算の例 「もんじゅ」の内側炉心領域のみに MA を添加した時の MA 消滅率および MA 消滅比の変化を Figure 1 に示す。プラントに与えられた余剰反応度と MA 添加なしの条件で定まる Pu 富化度を初期条件とすると、この場合には MA 添加率が 3.08% 以上では臨界に達しないので、そこまでの計算結果を示している。ただし、燃料燃焼度はいずれも約 80GWd/t である。MA 消滅率は MA 添加率変化に対して約 37% 近くではほぼ一定値であるが、MA 消滅比は MA 添加率に対して単調に増大して約 1.6 に達していることが分かり、MA 消滅効果が大いことが分かる。次に、各領域への MA 添加の効果を見るために、MA 添加率を一定値 3% とした場合の MA 消滅率と MA 消滅比を Fig.2 に示す。MA 消滅率は内側炉心への MA 添加のケースが 37% と最も高く、径方向ブランケットへの MA 添加は低い 17% となっている。これはブランケットの中性子束が低いためである。一方、MA 消滅比は径方向ブランケットへのケースが約 2.7 と、内側炉心への添加のケースよりも高い値を示している。これは、MA 消滅率は低くなるが、集合体数が多いブランケット内に添加できる MA の絶対量が多く、核分裂がほとんどないために中性子束が有効に MA 消滅に使用されるためと考えられる。

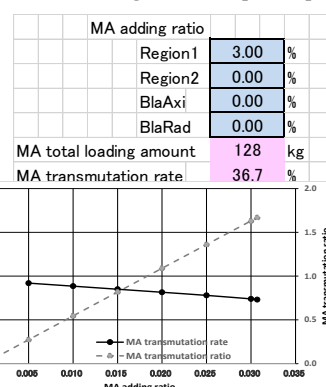


Fig. 1 MA transmutation effect for MA adding in core region 1

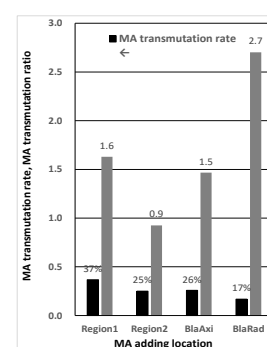


Fig. 2 MA 3% adding effect for in each region

参考文献：1 笠原, 高橋, ‘教育用 FBR プラント設計プログラム FR-Design の開発 原学誌 Vol.14 No.3 2015

2 K.Konashi et al ‘Enhancing MA Transmutation by Irradiation of (MA,Zr)Hx in FBR Blanket Region’

Proceeding of Global 2015 Paper 5383, 2015

*Naoto Kasahara¹, Tadao Takahashi²

¹The University of Tokyo ²FBR Senior Research Laboratory