

燃料増殖と MA 消滅の効果を柔軟に考慮した高速炉設計の検討 FR Plant Design with consideration of Fuel breeding and MA transmutation

東京大学 *笠原直人 FBR 高等研究所 高橋忠男

高速炉の特徴である燃料増殖と MA 消滅は共に中性子の活用により生じる効果であることから相互に影響する。そこで、炉心領域とブランケット領域への MA 添加量を独立に変化させ、燃料増殖と MA 消滅への影響を調べたところ、両者の効果のある範囲で柔軟に調和できる設計が可能であることを見出した。

キーワード：高速炉、燃料増殖、MA 消滅、プラント設計

1. 対象炉心と使用プログラム もんじゅと同様に、内側炉心、外側炉心および径方向ブランケット領域を有する炉心を検討対象とした。

FR-Design¹⁾ は FBR プラントのシステムを総合的に設計する能力を有しており、これに MA 消滅機能を付加したプログラム²⁾ を使用して以下の検討を行った。

2. 燃料増殖と MA 消滅の検討 内側炉心(C1)、外側炉心(C2)および径方向ブランケット(Br)にそれぞれ単独で臨界達成範囲内で MA 添加した場合の燃料増減比(核分裂性核種の生成量がこの炉で消費する核分裂性核種の何基分に相当するか)と MA 消滅比(MA 消滅量がこの炉での発生する MA 量の何基分に相当するか)との関係を Fig. 1 に示す。最大 MA 添加率は外側炉心添加の場合に 12.8%と大きいが MA 消滅比は 4 以下と低い。

また、内側炉心添加の場合には最大添加率と MA 消滅比ともに低い。

ブランケット添加の場合には MA 添加率と MA 消滅比ともに高い値が期待できることがわかる。燃料増減比は、内側炉心添加の場合に定格値より大きくなるが、外側炉心添加の場合には定格値より小さくなり、ブランケット領域添加の場合には大きく減少することがわかる。

3. 燃料増殖と MA 消滅の調和をはかる検討 上記から、MA 添加の場所と量を考慮すると、燃料増減比と MA 消滅比を柔軟に設計可能と考察され、以下に検討する。目標として燃料増減比を設定し、臨界達成および設計制限条件を満たす範囲で、MA 消滅比の最大化を試みる。その結果を、MA 消滅比を横軸に燃料増減比を縦軸にしたグラフ Fig. 2 に示す。それぞれの設計点についての各領域における MA 添加率を表に示している。注目すべきは、点 1 が MA 添加のない定格条件であるのに対して、点 2 は同じ燃料増減比でありながら MA 消滅比 2.4 の値を取る設計が可能であることである。

さらに、燃料増殖比 1.17~1.03、MA 消滅比 0~9.46 の範囲で柔軟な設計を行えることもわかる。

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 笠原、高橋、'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' 原学会、秋の大会 2L06 2016

*Naoto Kasahara¹, Tadao Takahashi²

¹The University of Tokyo ²FBR Senior Research Laboratory

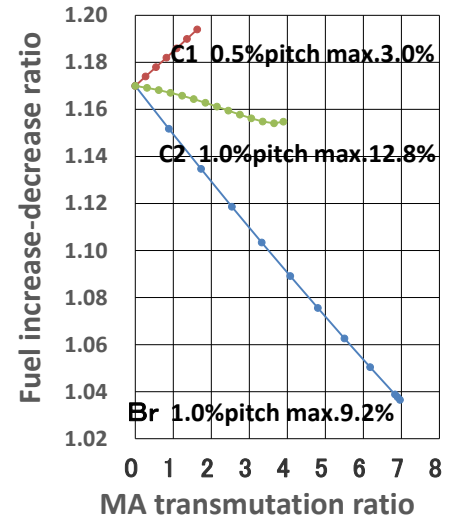


Fig. 1 MA 消滅比と燃料増減比

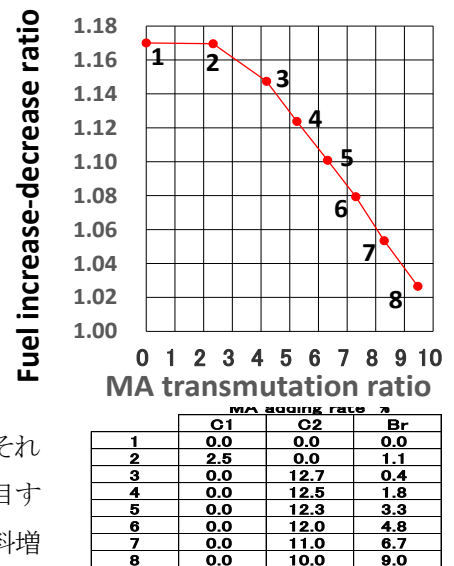


Fig. 2 調和をはかった設計例