

核燃料自給型高速炉の開発

(2) シンプル炉心の予備的検討

Development of Fuel-self-supplying Fast Reactor

(2) Characteristics Study of Simple Core

畦倉和雄¹ 内藤淑孝¹
¹(株) ナイス

シリーズ発表(1)として、Puを増やすことなく運転できる炉の概念を示した。ここでは(2)として、その可能性を最も単純なモデルを用いて計算し確認した。冷却材として鉛ビスマスを、燃料としては金属燃料を想定した。炉心体系は2次元RZ体系についてモンテカルロ法コードMVPBURNで計算し10年程度は燃料交換することなく、運転できることを確認した。

キーワード：核燃料自給型炉、小型炉、高速炉、鉛ビスマス、金属燃料

1. 初めに 鉛減速高速炉は中性子スペクトルが硬いために運転中の燃料領域の無限増倍率変化が非常に小さく、その結果として反応度変化、出力変動も小さいため制御棒操作も単純になると予想される。ここでは最もシンプルな炉心を目指して1領域炉心を解析し、運転期間、冷却材ボイド反応度、取出し燃焼度など、どの程度の特徴が得られるかを評価した。

2. 計算結果 図1に示すのは、長さ80cmの燃料部、同長さのプレナム部、40cm長さの上下鉛ビスマス反射体からなる無限スラブ体形での燃焼による反応度劣化である(92.7w/cc)。反応度劣化1%dk以下という条件下での最適なPu富化度は約10.4%Puとなった。このPu富化度の炉心を40cm厚さの径方向鉛反射体で巻いたRZ炉心計算では炉心径2.8mで9年間の運転が可能である(炉心出力460MW)。このPu燃料部の下に厚さ2.5cmのブランケット部を設けると運転期間は10年と、1年だけ長くなる。

図2に示すのは、1領域燃料炉心部を径方向に等体積2分割したRZ炉心での内側及び外側領域での親燃料核種(²³⁸U+²⁴⁰Pu)、核分裂性核種(²³⁵U+²³⁹Pu+²⁴¹Pu)及びFP核種の個数密度変化である。この図から、径方向1領域炉心の場合、Pu富化度分布の径方向分布は殆ど変動しない。また、内外炉心でFP個数密度比が運転期間を通して約1.17と一定であることから、出力分布も殆ど変動しないことがわかる。

この炉心の主要な特性は、運転期間10年、取り出し燃焼度は76GWD/t、初期炉心の冷却材ボイド反応度は-1.07%dk、末期炉心では-0.44%dkであった。炉心の全出力ピーキングは2.06(BOC)、2.22(EOC)となった。

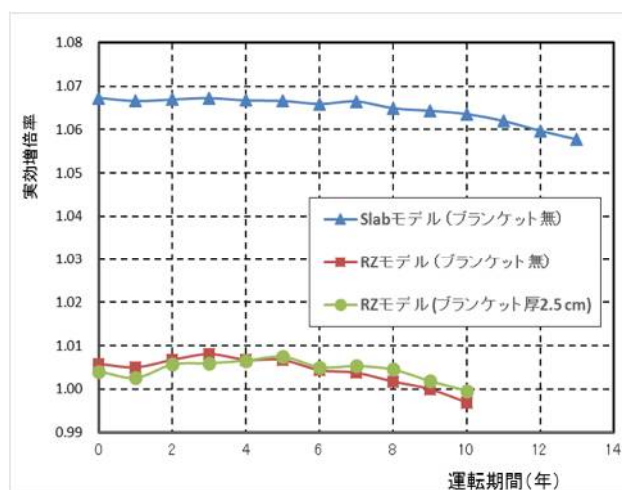


図1 1領域炉心の燃焼反応度劣化

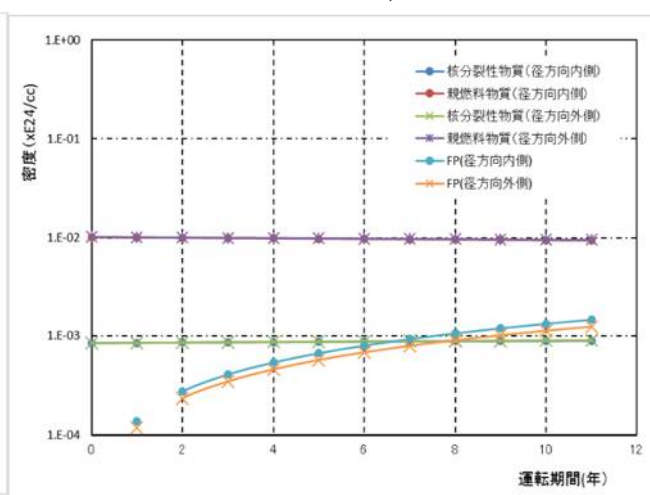


図2 炉心内側、外側領域の個数密度変化

3. 結論 1領域炉心とすることで、若干ピーキングは高くなるものの、炉心としては十分設計可能なことがわかった。

*Kazuo Azekura¹ and Yoshitaka Naito¹

¹NAIS Co., Inc.