

簡素化再処理および合成波型 CANDLE 燃焼法による U 資源利用率の最大化

Simplified reprocessing and synthetic wave CANDLE burning method to maximize uranium resource utilization

*山下 智裕¹, 高木 直行¹

¹ 東京都市大学

合成波型 CANDLE 燃焼とは、中間ブランケットにより上下に分割されたアクティブ炉心の燃焼波が時間とともに炉心中央に伝搬し一つの燃焼波となる燃焼法である。本検討では、合成波型 CANDLE 燃焼法概念の提案とその性能評価を行った。

キーワード： CANDLE 炉, 燃焼波, 合成波

1. 緒言

燃料をシャッフリングすることで燃焼波を炉心中心に定在させるブリードバーン高速炉(B&B 炉)の研究が行われている[1]。一般に高速炉では、燃料集合体は高速中性子の照射により変形するため、シャッフリングは行われぬ。そこで本研究では、燃料シャッフリングなしに、資源有効利用のため高燃焼度を達成するように、燃焼波が上下アクティブ炉心から中間ブランケットへと移動する合成波型 CANDLE 炉を検討した。

2. 解析方法・条件

合成波型 CANDLE 炉の軸方向燃焼挙動を調べるため、ピンセルモデル(図 1) を対象に、径方向を反射、軸方向を吸収条件とした燃焼解析を行った。Pu 富化度、アクティブ炉心高さ、中間ブランケット高さをパラメータとしてサーベイを行い、50 年の燃焼期間で燃焼反応度スイングが小さくなるよう、炉心体系を決定した。解析コードには、連続エネルギーモンテカルロコード MVP3.0 及び MVP-BURN、核データライブラリには JENDL-4.0 を用いた。アクティブ炉心の燃料は U-Pu-Zr の三元合金、ブランケット燃料には U-MA-Zr の合金を想定した。MA を添加した理由は、U-238 に比べ一度の中性子吸収により核分裂性物質へと素早くビルドアップし、出力を増大させる効果を持つためである。

3. 解析結果・考察

パラメータサーベイの結果、燃焼反応度スイングが最も小さくなる炉心仕様は、Pu 富化度 12.5%、アクティブ炉心高さ 60cm、中間ブランケット高さ 45cm であり、反応度スイングは 2.57%となった。

燃焼初期ではアクティブ炉心のみで出力を担っていたが、ブランケットでの核分裂性物質の増加に伴い、燃焼末期にかけて、燃焼波は中間ブランケットへと伝搬した(図 2)。天然 U ブランケットに MA を添加することにより、アクティブ炉心から中間ブランケットへの出力伝搬が促進され、燃焼が均一化された。その結果、中間ブランケットでの燃焼度が高まり、炉心全体での平均燃焼度は 22%となった(図 3)。

4. 結言

合成波型 CANDLE 炉は、燃焼波を MA 添加中間ブランケットへ速やかに伝搬させることで、複雑な再処理/シャッフリングなしに、燃料資源を有効利用できる可能性がある。

参考文献

[1] Van Khanh Hoang et, al. "Feasibility of Sodium-Cooled Breed-and-Burn Reactor with Rotational Fuel Shuffling", Nuclear Science and Engineering., 196, 1, 109 (2022).

*Tomohiro Yamashita¹ and Naoyuki Takaki¹

¹Tokyo City Univ.

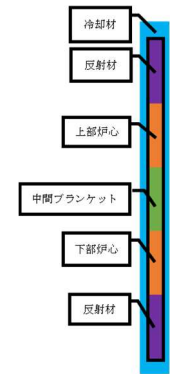


図1 燃料配置図

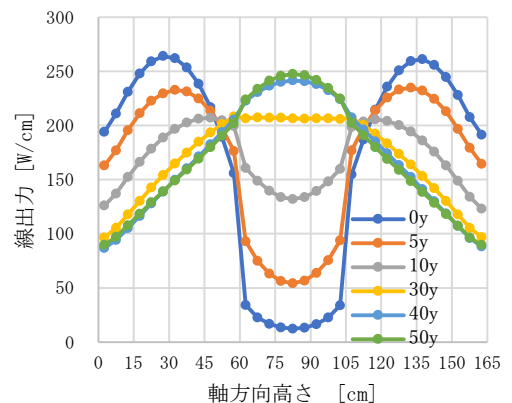


図2 燃焼波の時間変化

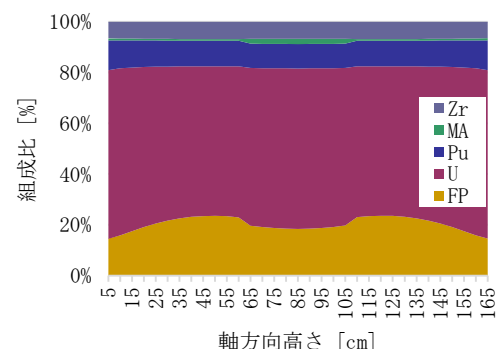


図3 50年燃焼時の軸方向組成分布