

軽水炉プルトニウムを用いた CANDLE 燃焼高速炉の初期炉心設計

Initial Core Design of CANDLE Burning Fast Reactor Using Plutonium from LWR Spent Fuel

*大里 洋輝¹, 西山 潤², 小原 徹²

¹東京工業大学大学院 環境社会理工学院 融合理工学系 原子核工学コース

²東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所

軽水炉使用済燃料由来のプルトニウム燃料を初期炉心に用いた CANDLE 燃焼高速炉において、原子炉起動時から平衡状態に至るまでの過渡過程における余剰反応度が 1%以下となる初期炉心の設計条件を明らかにした。

キーワード：CANDLE 燃焼高速炉、初期炉心設計、余剰反応度、軽水炉プルトニウム、鉛ビスマス

1. 緒言

CANDLE 燃焼炉[1]は、初期炉心燃料には濃縮ウランまたはプルトニウムを必要とするが新燃料には天然ウランを使用でき、濃縮および再処理工程を必要としないウラン資源の高効率利用が実現できるワンスルー高速炉である。本研究の目的は、軽水炉使用済燃料由来のプルトニウム燃料を初期炉心に用いた CANDLE 燃焼高速炉において、原子炉起動時から平衡状態に至るまでの過渡過程における余剰反応度が 1%以下となる初期炉心の設計条件を明らかにすることである。

2. 方法

炉型は中性子の漏れが少ない大型高速炉とし、燃料は密度が大きい金属燃料を使用し、冷却材および反射体として炉内中性子スペクトルが硬くなる鉛ビスマス共晶合金を採用した。表 1 に炉心設計値を示す。原子炉起動用のスターター燃料を炉心最上部領域に装荷し、運転期間中の実効増倍率の低下を補うためのブースター燃料をスターター燃料の下部領域に装荷した。核計算には、格子燃焼計算に SRAC コード、全炉心燃焼計算に COREBN コード、断面積ライブラリに JENDL-4.0 を使用した。

表 1：炉心設計値

炉心半径 [cm]	200
炉心高さ [cm]	250
反射体厚さ [cm]	100
燃料要素直径 [mm]	7.8
被覆管内径 [mm]	9.0
被覆管外径 [mm]	10.2
ピンピッチ [mm]	12.0
スミア密度 [%]	75
熱出力 [MWt]	3000

3. 結果

まず初めに、スターター燃料のプルトニウム富化度および装荷領域を変化させ、初期炉心が臨界かつ余剰反応度の最大値が 1%以下となる条件を見つけ出した。次に、ブースター燃料のプルトニウム富化度と、スターターおよびブースター燃料の間の距離を変化させることで、運転期間に常に臨界かつ余剰反応度の最大値を 1%以下とすることが可能であることが明らかになった。実効増倍率の変化を図 1 に示す。初期炉心に装荷されているプルトニウム量は 2.76 トンであり、日本はおよそ 209 トンのプルトニウムを保有しているため、3000MWt の CANDLE 燃焼高速炉を 75 基起動できる。

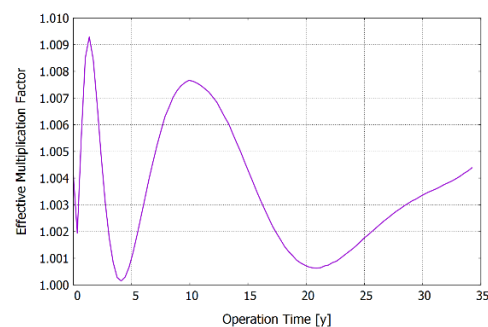


図 1：実効増倍率の変化

参考文献

[1] H. Sekimoto, K. Ryu and Y. Yoshimura, "CANDLE: The New Burnup Strategy", Nucl. Sci. Eng., 139, 306-317(2001).

*OSATO Hiroki¹, NISHIYAMA Jun² and OBARA Toru²

¹Graduate Major in Nuclear Engineering, Tokyo Institute of Technology

²Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology