

# 多段燃料シャッフリングによる超臨界圧高速増殖炉の炉心設計の予備検討

## Preliminary Study of Super FBR with Multi-Axial Fuel Shuffling

\*野田 昇吾<sup>1</sup>, 染谷 崇之<sup>1</sup>, 山路 哲史<sup>1</sup>

<sup>1</sup>早稲田大学

MOX 燃料集合体中に複数の層状 blanket を用いることで、炉内水密度変化が大きい超臨界圧炉の特長を活かした高速増殖炉を設計した。炉心を上下に分離し、独立に燃料交換する多段燃料シャッフリング法を考案し、燃料交換バッチ数が複合システム倍増時間(CSDT)に与える影響を評価した。

キーワード：多段燃料シャッフリング，超臨界圧軽水冷却炉，高速増殖炉，複合システム倍増時間(CSDT)

### 1. 研究背景・目的

超臨界圧炉は炉内水密度変化が大きく、炉心上部の硬い中性子スペクトルを利用した超臨界圧軽水冷却高速増殖炉(Super FBR)の設計が可能である。本研究では blanket 燃料を主とする炉心上部と MOX 燃料を主とする炉心下部それぞれ独立に燃料交換する軸方向非均質炉心の多段燃料シャッフリング法を提案し、燃料交換バッチ数が核分裂性プルトニウム(Puf)インベントリが倍になるのに要する時間(CSDT)に与える影響を明らかにすることを目的とした。

### 2. 設計目標・設計基準・炉心計算

設計目標には、①Puf 残存比(FPSR)>1 ②CSDT≤80 年 ③熱出力≥2469MWt(熱効率 40.5%で電気出力1000MWe 相当)を定めた。また、低圧損・高出口温度を目指す。設計基準には、①負のポイド反応度 ②被覆管表面最高温度(MCST)≤650℃ ③最大線出力(MLHGR)≤39kW/m を設けた。炉心核計算には中性子衝突確率法とマクロ断面積内挿法および中性子拡散近似法に基づく SRAC2006、ASMBURN、COREBN コードを用い、これらの結果とホットチャンネルと平均出力チャンネルの単チャンネル熱流動解析の結合計算により炉心特性を評価した。

### 3. 炉心設計

炉心は図 1 に示すような軸方向非均質体系とし、冷却材圧力は 25MPa、入口温度は 295℃、平均線出力密度(ALHGR)は 10.6 kW/m、燃料棒間ピッチ/外径比(P/D)は 1.1 とした。下部炉心の batch 数を 3.1 とし、上部炉心のシャッフリングと batch 数を変更した際の、炉外ファクタ、及び原子炉倍増時間(RDT)、CSDT の変化を分析した。上部炉心(blanket)の batch 数を 1 から 7.4 へ増やすと炉外ファクタはほとんど影響を受けず、RDT は最大で 20%以上減少し、その結果 CSDT が減少した。上部炉心 batch 数増大

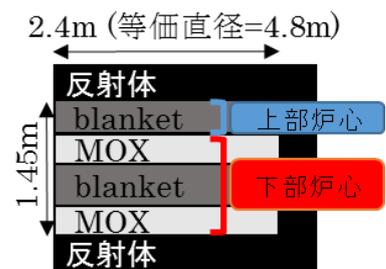


図 1. 軸方向炉心体系

に伴う blanket 部の中性子束の向上が RDT 低減の主因と考えられ、その効果は blanket の out-in 交換方式でより大きかった。一方、上部炉心 batch 数増加により取り出し集合体数は減少したが、集合体 1 体あたりの Puf 量の増加により、取り出し Puf 総量は減少しなかったため、炉外ファクタはあまり減少しなかった。

### 4. 結論

軸方向非均質のスーパー高速炉の多段燃料シャッフリング法を考案し、blanket 燃料を主とする上部炉心のバッチ数を適切に設計することで RDT を短縮し、CSDT を短縮できることが明らかになった。

\*Shogo Noda<sup>1</sup>, Takayuki Someya<sup>1</sup>, Akifumi Yamaji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Waseda Univ.