

## LLFP 核変換用高速炉心・集合体の設計研究

### (2) 隣接燃料棒出力ピーク抑制のための LLFP 集合体設計

Design study on fast reactor core and LLFP assembly for nuclear transmutation

#### (2) LLFP assembly design for power peak suppression in adjacent fuel assembly

\*板谷樹<sup>1</sup>、田原義壽<sup>1</sup>、リン ペン ホン<sup>1,3</sup>、高木直行<sup>1</sup>、千葉敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京都市大、<sup>2</sup>東工大、<sup>3</sup>ナイス

LLFP集合体をブランケット第一層に装荷した場合の出力ピーク抑制方法を考案し、その出力ピーク抑制能力、核変換特性に及ぼす影響を明らかにした。

**キーワード：**高速炉、核変換、長寿命核分裂生成物、LLFP集合体

#### 1. 緒言

LLFP と減速材(YH<sub>2</sub>)からなる LLFP 集合体を高速炉のブランケット領域に装荷した場合、減速された中性子により隣接する燃料棒に大きな出力ピークが生じる。核変換を行いつつ炉心を定格出力に維持するためにはこの出力ピークを抑制する必要がある、出力ピークの効果的な抑制方法について検討した。

#### 2. 解析モデルおよび解析手法と結果

高速炉の炉心からの中性子により LLFP 集合体を照射し且つ、炉心側へ漏れ出る熱中性子による影響を検討するため、図 1 に示す計算モデルを構築した。解析は GENESIS [1, 2]を用いて行い、核定数は JENDL-4 を用いた MSRAC で熱群を含む 10 群構造で算出した。中性子束はもんじゅ外側炉心の平均出力密度で規格化した。出力抑制法として二つの方法を考案した。方法 1 は、炉心からの高速中性子は受け入れるが生成した熱中性子は炉心へ戻さないという考え方で、LLFP 集合体のラッパ管に 30w/o のガドリニア(Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を混在させた。Gd の燃焼計算は <sup>155</sup>Gd~<sup>157</sup>Gd を解析的手法で行った。この結

果、約 10(%/y)の高核変換率を維持し出力ピークを完全に抑制することができたが、約 1 年で Gd が燃焼してしまうことが分かった。方法 2 は、LLFP 集合体の非均質性を活用するものであり、減速材が YH<sub>2</sub>である LLFP 集合体の外側一層の減速材を YH<sub>2</sub>から YD<sub>2</sub>へ変更することにより核変換率の低下を抑えつつ出力ピークを低下させる方法である。結果を表 1 に示す。

外側炉心集合体 LLFP 集合体

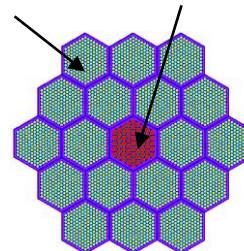


図 1 計算モデル例

表 1 LLFP 集合体内減速材変更時の変化(方法 2 の場合)

| LLFP 集合体内減速材の体積割合と種類 | 全層<br>90%YH <sub>2</sub> | 外側一層<br>90%YD <sub>2</sub> | 外側二層<br>90%YD <sub>2</sub> |
|----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 出力ピーク                | 2.583                    | 2.185                      | 1.857                      |
| 反応度変化(% Δ ρ)         | -3.6%                    | -2.6%                      | -1.8%                      |
| 核変換率(%/y)            | 10.5%                    | 8.0%                       | 5.8%                       |

注：反応度の基準はブランケット炉心である。核変換率は瞬時捕獲反応率を年間あたりに変換した値である。

#### 3. 結論

ラッパ管へのガドリニアの混入や、LLFP 集合体最外周層の減速材を YH<sub>2</sub>から YD<sub>2</sub>への変更することにより、出力ピーク抑制の見通しを得た。Gd が 2 サイクル程度で燃焼することや、YD<sub>2</sub> 二層では一層に比べさらに出力ピークを抑制できるが核変換率が大幅に下がるなどの課題があるため更に検討を進める。

**謝辞** 本研究は原子力システム研究開発事業による文部科学省からの委託事業の成果である。

#### 参考文献

- [1] A. GIHO, K. SAKAI, Y. IMAMURA, H. SAKURAGI, K. MIYAWAKI, "Development of Axially Simplified Method of Characteristics in Three Dimensional Geometry", J. Nucl. Sci. Technol., 45, 985 (2008).  
 [2] A. YAMAMOTO, A. GIHO, Y. KATO, T. ENDO, "GENESIS - A Three dimensional Heterogeneous Transport Solver based on the Legendre Polynomial Expansion of Angular Flux Method," Nucl. Sci. Eng., 186, 1 (2017)

\*Tatsuki Itaya<sup>1</sup>, Yoshihisa Tahara<sup>1</sup>, LiemPeng Hong<sup>1,3</sup>, Naoyuki Takaki<sup>1</sup>, Satoshi Chiba<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokyo City Univ., <sup>2</sup>Tokyo Institute of Tech., <sup>3</sup>Nippon Advanced Information Service