

LLFP 核変換用高速炉心・集合体の設計研究

(1) 高速炉における核変換特性

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

(1) Characteristics of nuclear transmutation in SFRs

* 田原義壽¹、リン ペン ホン^{1,3}、高木直行¹、千葉敏²

¹東京都市大、²東工大、³ナイス

LLFP 核種(¹²⁹I)を小型高速炉に装荷し効果的に核変換するための条件(減速材の種類、減速材体積割合、LLFP 集合体装荷位置)を検討し、その核変換特性および炉心特性を明らかにした。

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

核分裂炉で発生する核分裂生成物の中には長半減期を持つ核種(LLFP)が存在するため、環境負荷低減対策の一つとして LLFP 核変換技術が検討されてきた[1]。本研究では、半減期が長く地層処分の安全評価上重要とされる ¹²⁹I について、小型高速炉を用いた核変換炉心の構成とその核特性について検討した。

2. 核変換炉心の核特性解析

核変換する LLFP (¹²⁹I) は元素分離した物質を基に化合物 BaI₂ として減速材とともにペレット化され、ブランケット領域に装荷し中性子捕獲反応により核変換を行う。核変換炉心の設計要求としては、① サポートファクタ (SF=変換量/生成量) が 1.0 より大きいこと。② 核変換率 (TR) ができるだけ大きいこと。さらに、③ 核変換量および転換比ができるだけ大きいことが挙げられる。

想定した炉心は 710MW t クラス (148日/サイクル) の小型高速原型炉であり、連続エネルギーモンテカルロコード (JENDL-4) を用いて RZ 体系で炉心特性解析を行った。ブランケット領域内 LLFP 集合体の装荷位置、減速材の種類 (YH₂, YD₂) および LLFP と減速材の体積比をパラメータに核変換特性を比較した。

解析の結果、YH₂ 減速材を 90% 含む LLFP 集合体をブランケット第一層に装荷することにより約 7.5 (%/y) の核変換率が得られた (図 1 参照)。燃料および LLFP 集合体の再処理におけるヨ

ウ素の回収率は 95% 以上と予想される [2] ことから、この核変換率は LLFP マルチサイクル平衡時 (10 バッチ、4 年照射) の質量バランスから廃棄物量を 1/5 に減量できる能力に相当する。しかし、隣接燃料棒には集合体規格化ベースで約 2.7 という大きな出力ピークが発生するため出力抑制手法の検討が必要である。

3. 結論

LLFP (BaI₂) に対して減速材 YH₂ の体積比が 90% の LLFP 集合体をブランケット第一層に装荷することにより設計要求を満足させることができ、LLFP 廃棄物を約 1/5 に減量できる見通しを得た。一方、水素を用いた場合には隣接燃料棒集合体に高い出力ピークを発生させるため、その抑制手法の検討が必要となる。

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] JNC-TN9400-2002-067、実用化戦略調査研究における高速炉を用いた LLFP 核変換技術の検討、高木他、2002 年 8 月
[2] 原子力システム研究開発事業「高速炉を活用した LLFP 核変換システムの研究開発」平成 29 年度成果報告書

*Yoshihisa Tahara¹, LiemPeng Hong^{1,3}, Naoyuki Takaki¹, Satoshi Chiba²

¹Tokyo City Univ., ²Tokyo Institute of Tech., ³Nippon Advanced Information Service

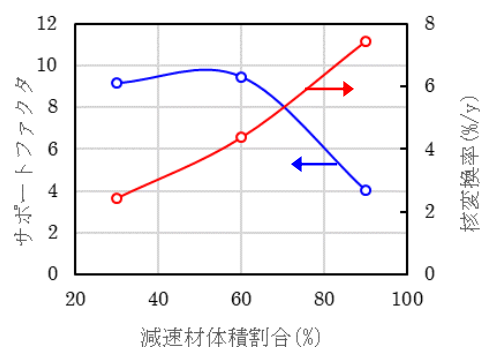


図 1 SF、核変換率の減速材割合依存性