

減速材による高速炉燃料反応度寿命延長に関する研究

Study on prolonging the Reactivity life of Fast Reactor Fuel with Moderators

*横山次男¹¹東芝エンジニアサービス

高速炉では Pu-241(半減期 14 年) の減衰により炉停止時にも燃料の反応度値が低下するが、新燃料を追加製造することなく、炉心周辺に減速材を配置することで炉心反応度を回復し、使用できる寿命を延長できる方策を検討した。

キーワード: Pu-241、燃焼反応度、水素化物、長寿命、高速炉

1. 緒言

高速炉では Pu-241 の減衰により、長期炉停止後の再起動が困難になる場合がある。一般に Pu 富化度を増大した新燃料の製造・装荷により解決されるが、Pu 富化度制限上の課題もあるため、本研究では炉心周辺に減速材^{*1}を配置することで、反応度を回復する方策を検討した。

2. 解析手法

原型炉級高速炉炉心(原子炉熱出力 710MWt、炉心等価直径 1.8m、炉心高さ 0.9m、内側燃料 108 体、外側燃料 90 体、径ブランケット 3 層)を対象に、減速材集合体仕様と燃焼反応度の関係を検討した。解析に用いたモンテカルロコード MVP^{*2}によるピン非均質モデル炉心断面、炉心配置を図 1、減速材集合体断面を図 2 に示す。断面積ライブラリは JENDL-4.0 を用いた。

3. 結果・考察

図 3 に MVP^{*2}による実効増倍率比較結果を示す。減速材集合体はジルコニウム重水素化物 ($ZrD_{1.7}$) の SUS ラップ管で包含する形状とし、径ブランケット第 1 層位置に 54 体配置した。その結果、減速材集合体が配置された場合には、径ブランケット集合体配置の場合に比べ約 1% $\Delta \rho$ 反応度が増加し、炉心寿命は 4 年程度延長でき、径ブランケット取り出し Pu 組成も燃料級にできることが分かった。逆に、ジルコニウム水素化物 ($ZrH_{1.7}$) の場合には反応度が低下することが分かった。

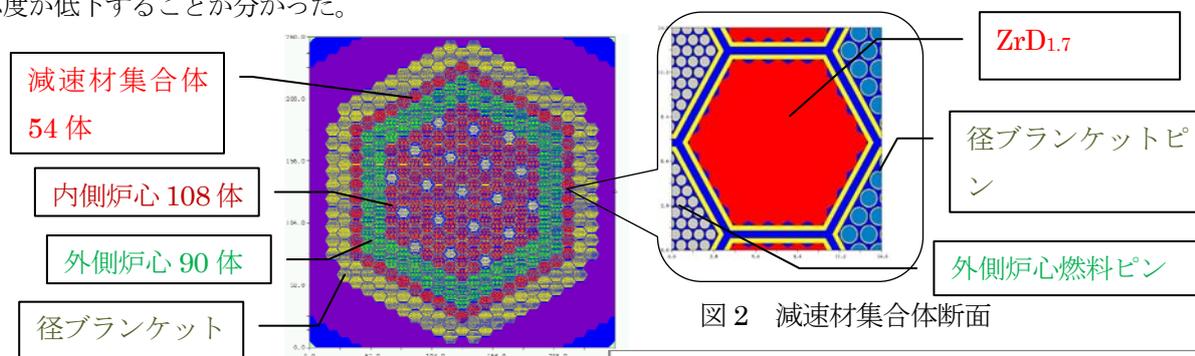


図 1 炉心構成及び減速材集合体位置

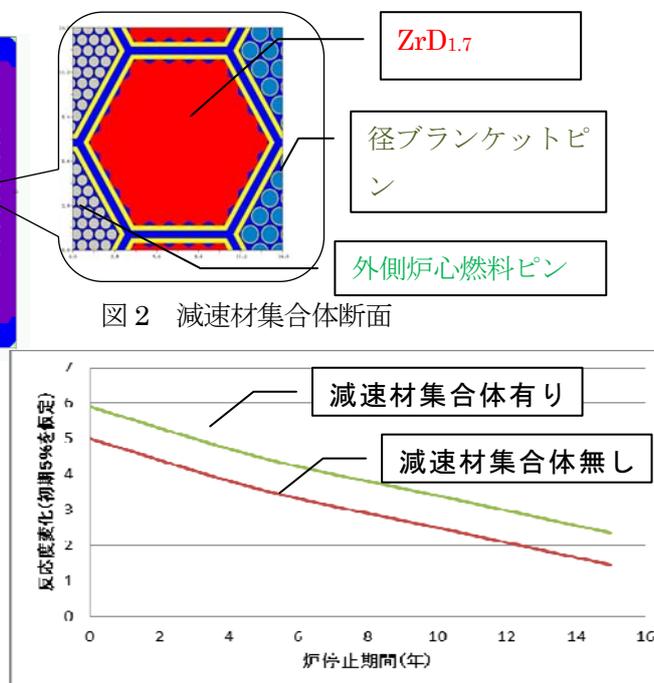


図 2 減速材集合体断面

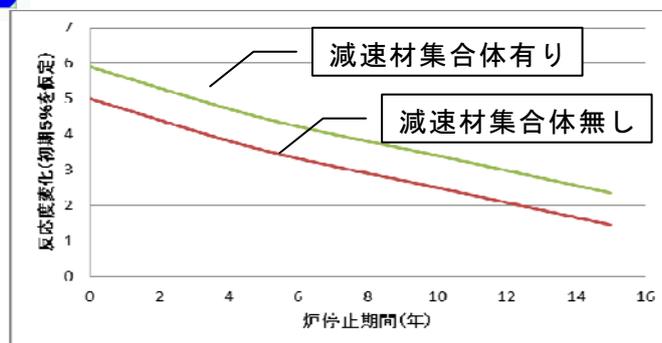


図 3 炉停止期間と余剰反応度変化 (% $\Delta \rho$)

参考文献

- [1] T. Yokoyama, T. Wakabayashi, "High Performance Fast Reactor Cores Employing Deuteride Moderators," Physor2010. #250 Pittsburg, PA (2010).
 [2] Y. Nagaya, K. Okumura, T. Mori, M. Nakagawa, "MVP/GMVP II : General Purpose Monte Carlo Codes for Neutron and Photon Transport Calculations based on Continuous Energy and Multigroup Methods", JAERI-1348, (2004).

*Tsgio Yokoyama¹¹Toshiba Nuclear Engineering Services Corporation.