

冷却材ボイド率履歴を考慮した BWR9×9 燃料集合体の核種組成の解析

Analyses of nuclide composition of BWR 9×9 fuel assemblies
considering coolant void fraction histories

*坂本 雅洋¹, 亀山 高範¹

¹東海大学

統合化燃焼計算コードシステム SWAT4.0 を用いて BWR9×9 燃料集合体の核種組成を解析をした。ボイド率履歴・出力履歴などの計算条件を、SFCOMPO 2.0 から参照し、計算精度の向上を検証した。

キーワード：BWR9×9 燃料集合体, SFCOMPO 2.0, SWAT4.0, 冷却材ボイド率履歴

1. 背景・目的

2018 年 9 月で使用済燃料保管プールの貯蔵割合が 70%を超える発電所がある^[1]。貯蔵能力の拡大に向けて燃焼度クレジットの導入が望まれる。本研究では、BWR9×9 燃料集合体(2F1ZN2:3 サイクル照射, 2F1ZN3:5 サイクル照射)を対象とした照射後試験の測定結果と計算結果を比較する。冷却材ボイド率履歴の取り扱いにより、計算精度の向上を図る。

2. 解析手法

核種組成の解析には統合化燃焼計算コードシステム SWAT4.0^[2]を使用した。中性子輸送計算に連続エネルギーモンテカルロ法コード MVP3.0^[3]、燃焼計算に ORIGEN2.2upj、核データライブラリには JENDL4.0u1 版をそれぞれ使用した。SFCOMPO 2.0^[4]の燃料組成、幾何形状のデータを基に、1/8 対称の 2 次元集合体断面の計算モデルを作成した(図 1)。ウラン酸化物燃料(UOX 燃料)では径方向を等体積 8 領域、ガドリニア添加ウラン酸化物燃料((U,Gd)OX 燃料)では自己遮蔽を考慮し、径方向を等体積 12 領域とした。図 1 より 2F1ZN2 では C2、C3 位置の燃料棒の上部、下部から 2 つの測定サンプル、2F1ZN3 では C2、C3、A9 位置の燃料棒の上部、中央、下部から 3 つの測定サンプルが採取された。2F1ZN3 の C3 の測定サンプル位置での冷却材ボイド率履歴を図 2 に示す。各燃焼ステップの冷却材ボイド率履歴を考慮した計算と、全燃焼ステップのボイド率の履歴の平均値(一定)を用いた計算を行った。SFCOMPO 2.0 と文献[5]のデータを用いて比較、検証を行った。

3. 結果

2F1ZN3 の C3 の燃料棒上部の測定サンプルのボイド率履歴を考慮した場合と、ボイド率の平均値で行った場合の測定値(E)と計算値(C)の比較を図 3 に示す。局所燃焼度は ¹⁴⁸Nd がよく一致する燃焼ステップとし、0.4%以内の差異となった。図 3 より、ボイド率履歴を考慮することで、C/E-1 は ²³⁵U:0.4%, ²³⁶U:-0.5%, ²³⁸U:-0.1%, ²⁴⁰Pu:-2.7%, ²⁴¹Pu:-6.1%, ²⁴²Pu:-2.7%となり、差異は小さくなった。一方で、²³⁸Pu:-2.7%, ²³⁹Pu:-4.8%となり、ボイド率履歴の平均の値と比べて、差異は広がった。他の測定サンプルでも、冷却材ボイド率分布を考慮することにより ²³⁵U の C/E が向上することを確認した。

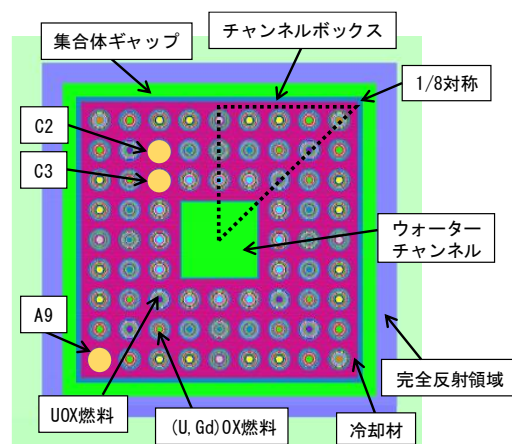


図 1 計算モデル。

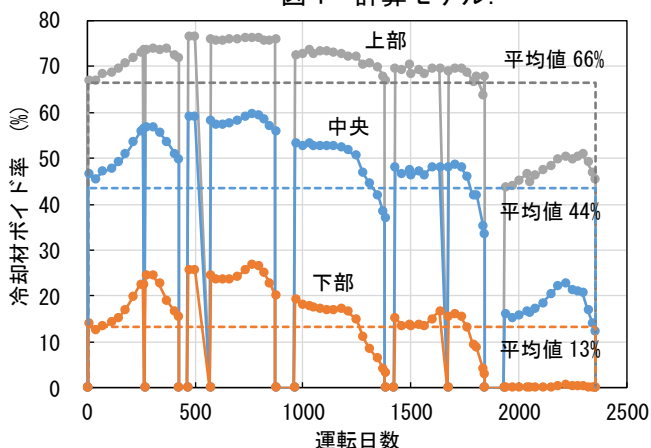


図 2 冷却材ボイド率履歴^[4]。

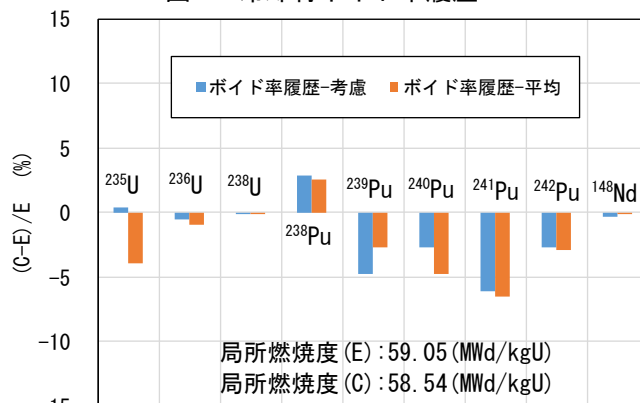


図 3 核種組成の測定値(E)と計算値(C)の比較。
(2F1ZN3 の C3 サンプルの燃料棒上部)

参考文献

[1] http://www.fepc.or.jp/resource_sw/chozo.pdf. [2] JAEA-Data/Code2014-028. [3] JAEA-Data/Code2016-019.

[4] <https://www.oecd-nea.org/sfcompo/>. [5] JAEA-Research 2013-020.

*SAKAMOTO Masahiro¹, *KAMEYAMA Takanori¹

¹Tokai Univ.