

CBZ コードシステムの燃焼計算機能の検証

Verification of burnup calculation in reactor physics analysis code system CBZ

*奥村 晋太郎¹, 千葉 豪², 奈良林 直²

¹北海道大学工学院, ²北海道大学工学研究院

当研究室では、汎用炉物理解析コードシステム CBZ^[1]を開発している。本研究では、CBZ の燃焼計算機能の検証を行った。参照解は、MVP-BURN^[2]で得た。

キーワード：妥当性検証、燃焼計算、CBZ

1. 背景

CBZ は燃焼計算や燃焼感度解析を含めた汎用的な炉物理解析を行うコードである。最近、CBZ での集合体系の計算機能を追加したので、CBZ の燃焼計算機能の検証を行う事とした。

2. 計算体系

計算体系は実機 PWR を参考としたピンセル、3×3 マルチセル、集合体系とした。

3. 燃焼計算

CBZにおける燃焼計算では、Predictor Corrector 法(PC法)に変更を加えた計算法を使用した。これを Weighted Predictor Corrector 法(WPC法)とした。一般的なPC法で用いられる核種数密度の値は Predictor 計算と Corrector 計算の平均値を用いる。それに対し WPC 法は核種数密度の値として Corrector 計算値に重みを付けて平均値より Corrector 計算値に近い値を用いる。可燃性毒物として含まれる Gd の燃焼後核種数密度の真値は、平均値と Corrector 計算値の間にあるため WPC 法は PC 法と比べてより精度の高い計算が期待できる。また、核種数密度の平均の取り方は、相加平均を用いる場合と対数平均(反応率の平均に相当)を用いる場合があるが、本手法では、より高い精度の計算が期待でき、さらに大きな重みを使うことを避けるため、数密度の対数平均を用いた。次式に WPC 法で扱う核種数密度を示す (N_{n+1} : 次ステップの核種数密度、 N_{n+1}^P : Predictor 計算で得た核種数密度、 N_{n+1}^C : Corrector 計算で得た核種数密度、 ω : 重み)。

$$\ln(N_{n+1}) = \frac{\ln(N_{n+1}^P) + \omega \ln(N_{n+1}^C)}{1 + \omega}$$

上式において、 $\omega = 1$ とすると PC 法になる。網羅的な計算による検討の結果、最も高い精度が期待できる $\omega = 1.2$ とした。

4. 計算結果・結論

図1に MVP-BURN に対する CBZ の k_{inf} の差異の計算結果を示す。それぞれの体系で CBZ の燃焼計算は+0.3%程度の系統誤差を伴うことが分かった。図2に最も大きな誤差が見られた Cm-245 の核種数密度の比較の結果を示す。横軸は各燃焼領域の最終燃焼度を示している。核種数密度は燃焼を通して、Cm-245、Cm-246 において10%程度、Eu-154 において6%、他のアクチノイド核種において4%以内の誤差に留まった。また、体系特有の誤差は見られなかった。

参考文献 [1]Chiba G, et al, Ann. Nucl. Energy 96 277–286, (2016). [2]Okumura K, et al, J. Nucl. Sci. Technol., 37 128 (2000).

*Shintaro OKUMURA¹, Go CHIBA² and Tadashi NARABAYASHI²

¹Hokkaido Univ. Graduate school of Engineering, ²Hokkaido Univ. Faculty of Engineering

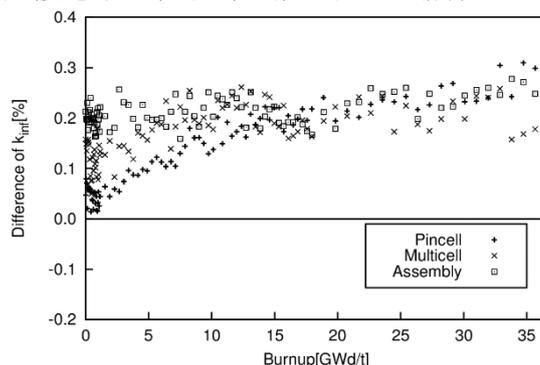


図1 燃焼に伴う k_{inf} の差異

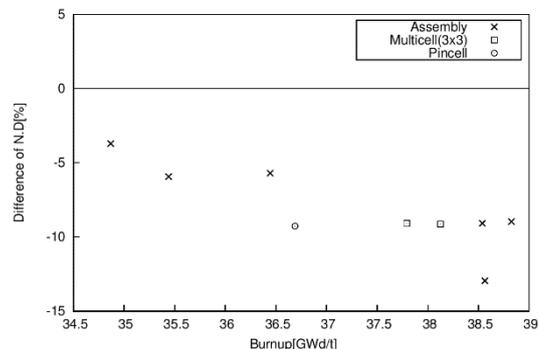


図2 各燃焼領域における Cm-245 核種数密度の差異