

燃焼計算コードシステム SWAT-X の開発 (1) CRAMO と MVP を用いた燃焼計算の検証

Development of Burnup Calculation Code System SWAT-X

(1) Verification of burnup calculation using CRAMO and MVP

*渡邊 友章¹, 菊地 丈夫¹, 多田 健一¹, 山本 章夫², 須山 賢也¹

¹JAEA, ²名大

SWAT4.0 の後継として、最新の計算手法及び核データが利用可能な燃焼計算コードシステム SWAT-X の開発を進めている。開発の第一ステップとして、CRAMO と MVP を用いた燃焼計算機能を開発した。

キーワード : SWAT-X, 燃焼計算, CRAM, CRAMO, MVP

1. 背景

JAEA が開発した燃焼計算コードシステム SWAT4.0 は燃焼計算に一点炉燃焼計算コード ORIGEN2 を利用しているが、ORIGEN2 は既に開発が終了しており、最新の計算手法や核データが利用できないという課題があった。そこで、SWAT4.0 の後継として新規に SWAT-X の開発を開始した。開発の第一ステップとして、一点炉燃焼計算コード CRAMO[1]と連続エネルギーモンテカルロコード MVP を組み合わせた燃焼計算機能を整備した。CRAMO は ORIGEN2 用核データライブラリ(ORLIB)と最新の燃焼計算手法であるチェビシェフ有理関数近似法(CRAM)に基づくコードであり、本開発は ORIGEN2 における Matrix Exponential 法から CRAM への燃焼計算手法の更新に相当する。また、燃料集合体のような多領域問題において、SWAT4.0 では各領域の重核種個数あたりの発生エネルギーの比を用いて出力分布を計算していたが[2]、SWAT-X では燃焼度及び比出力の単位に基づき、初期重核種重量あたりの発生エネルギーを用いるように修正した。

2. CRAMO と MVP を用いた燃焼計算機能の検証

開発した燃焼計算機能の検証のため、BWR 燃料集合体体系(OECD/NEA ベンチマーク Phase-IIIIC)で 50 GWd/t まで燃焼計算を行い、核データ等の条件は統一して SWAT4.0 の結果と比較した。図 1 に SWAT4.0 からの k_{eff} の差異を示す。1 燃焼ステップあたりの燃焼計算回数(サブステップ数)を 2 として比較したところ、10 GWd/t 付近や 40 GWd/t 以降で 100 pcm 以上の差異が生じた。そこで、SWAT4.0 のサブステップ数を 5 に増やしたところ、高燃焼度での差異が解消した。また、SWAT-X における出力分布設定方法を、修正した方法(A)から SWAT4.0 と同じ方法(B)に変更した場合、10 GWd/t 付近の差異が減少し SWAT4.0 と良く一致した。その他、燃焼度分布や核種重量も SWAT4.0 と良く一致することを確認した。以上より、CRAMO と MVP を用いた燃焼計算の妥当性確認するとともに、燃焼計算手法の更新によりステップ幅に対する数値安定性が改善されること、Gd 燃料を含む体系において出力分布設定方法の修正が実効増倍率に影響することが分かった。今後は、任意の核データライブラリや燃焼チェーンの利用、POD などを活用した高速・高精度な燃焼計算などの機能について開発を進める予定である。

謝辞 本成果の一部は JSPS 科研費 24K08300 の助成を受けたものである。

参考文献 [1] 横山賢治, 神智之, JAEA-Data/Code 2021-001, 2021. [2] 鹿島陽夫, 他, JAEA-Data/Code 2014-028, 2015.

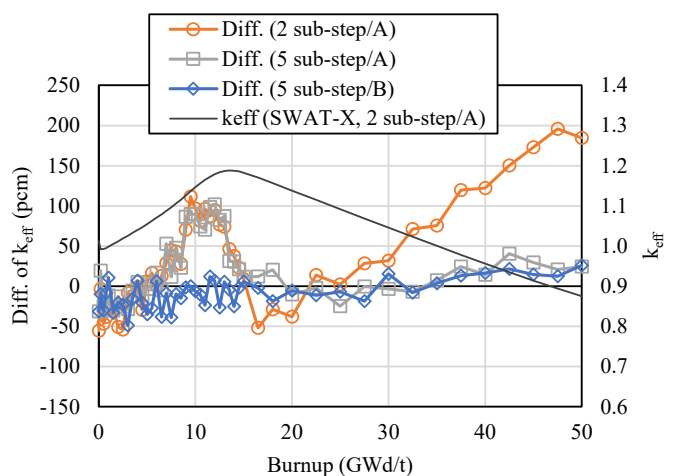


図 1 SWAT-X と SWAT4.0 の k_{eff} の比較

* Tomoaki Watanabe¹, Takeo Kikuchi¹, Kenichi Tada¹, Akio Yamamoto², Kenya Suyama¹ ¹JAEA, ²Nagoya Univ.