

原子力発電所等における停止時未臨界監視手法の開発

(2) 決定論コードによるソースターム評価

Development of subcriticality monitoring method during shutdown and refueling modes of NPP

(2) Evaluation of source term of reactivity meters by deterministic code

*東條 匡志¹, 田代 祥一¹, 岩本 達也¹, 小林 謙祐¹, 島津 洋一郎²

¹GNF-J, ²福井大学

中性子源核種をマイクロ燃焼モデルで評価できる決定論コード (AETNA[1]) により、検出器応答、実効増倍率を評価し、1点炉逆動特性法に基づく反応度計のソースタームを逆算により評価する手法を検討した。

キーワード：中性子源、マイクロ燃焼モデル、1点炉逆動特性法、AETNA

1. 緒言

1点炉逆動特性法に基づくデジタル計算機を用いた原子炉の反応度測定手法はよく知られている。この方法は空間分布の効果を無視している点以外は厳密な式であり、中性子源強度 $Q(t)$ が既知の場合は、反応度を精度よくかつ高速で評価できる。運転後原子炉の場合、ソース強度を決めることが課題であった。

2. 研究

定常炉心 $t=0$ では、検出器応答 $n_{\text{検出器}}$ と反応度 ρ 、検出器毎の実効的ソース強度 $Q_{\text{検出器}}$ は以下の式で近似できる。

$$\rho = - \frac{Q_{\text{検出器}} \cdot \Lambda}{n_{\text{検出器}}} \quad (1)$$

厳密なソース強度の評価に基づく AETNA の 3次元中性子束分布から、(1)式の $Q_{\text{検出器}}$ 以外の項は評価できるので、検出器毎に $Q_{\text{検出器}}$ の逆算が可能である。つまり、事前に既知のシャフリング手順の全ステップ毎の $Q_{\text{検出器}}$ を (1)式から逆算しておけば、それが監視中の検出器毎に反応度計で設定すべき $Q_{\text{検出器}}$ となる。制御棒誤引抜があった場合、相対的な印加反応度は時間積分項から評価できるので、ソース項の変化が小さいとすれば、時間積分項と事前に設定したソース項から炉心反応度の監視が期待できる。検出器毎に評価される反応度の縮約については報告時に説明する。実運用では、シャフリングとともに変化する実効強度 $Q_{\text{検出器}}$ の設定が問題となる。そこで、ステップ毎の強度については、定期的な操作員の入力により区間近似値を離散的に設定できるとし、仮想BWRの炉内シャフリングのシミュレーションにより急激な反応度印加がない場合の反応度監視装置の実効増倍率の精度について、検出器応答のもとになる AETNA の実効増倍率との比較で評価した結果を図1に示す。

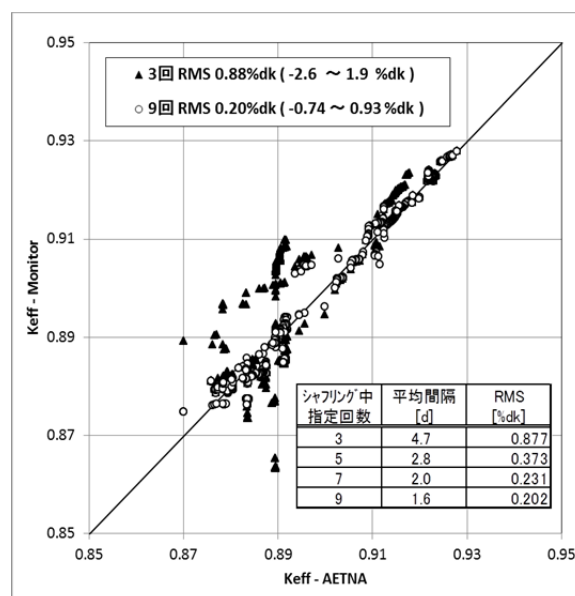


図1 反応度監視装置の予測精度 (AETNA との比較)

3. 結論

図1より、操作員から1.6日間隔でステップ情報が入力される場合、その間の強度を一定値としても炉心計算結果の実効増倍率と監視装置の差はRMSで0.2%dk程度であり、監視には十分な精度と言える。

参考文献

[1] M.Tojo, et al, "Development of the neutron source evaluation method and predictor of SRM/SRNM count rate in BWR simulator," J. Nucl. Sci. Technol., Vol. 52(7-8), pp. 970–978, (2015)

本研究は、「文部科学省英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」により実施された「原子力発電所等における停止時未臨界監視手法の開発」の成果である。

* Masayuki Tojo¹, Shoichi Tashiro¹, Tatsuya Iwamoto¹, Kensuke Kobayashi¹ and Yoichiro Shimazu²

¹GNF-J, ²Univ. of Fukui