

長寿命超ウラン元素を燃焼可能な軽水炉 RBWR の開発 (14) RBWR 用核計装システムの成立性評価

Development of RBWR for Long-lived Transuranium Elements Burner

(14) Feasibility Study of a Nuclear Instrumentation System for RBWR

*岡田 耕一¹, 日野 哲士¹, 三輪 順一¹, 伏見 篤¹, 田所 孝広¹

¹日立研開

長寿命超ウラン元素を燃焼可能な沸騰水型軽水炉 RBWR 向けの核計装システムを検討している。今回、燃料被覆管損傷が起こる前に制御棒の引き抜きを阻止する RBWR 向けのロッドブロックモニタの構成を検討し、成立性を確認したので報告する。

キーワード：沸騰水型軽水炉，核計装，ロッドブロックモニタ

1. 緒言

超ウラン元素(TRU)を燃焼可能な沸騰水型軽水炉 RBWR(資源再利用型 BWR:Resource – renewable BWR)を開発している。TRU を燃焼するため、RBWR の炉内中性子のエネルギー分布は高エネルギー側にシフトしている。また、既設炉に対して、燃料長が 1/4, 計装管径が 1/2 以下、六角格子状のチャンネルボックス、Y 字型の制御棒など炉内構造が従来とは異なる。これらの違いを踏まえて、RBWR 向けの核計装系を新たに検討し、制御棒の誤引き抜きを検知・阻止するロッドブロックモニタ (RBM) の成立性を評価した。

2. RBM システム構成

図 1 に核計装用検出器の配置と RBM の構成を示す。計装管内には、上部燃料、内部ブランケット、下部燃料それぞれの高さに対応した 3 か所に核分裂電離箱を設置した。引き抜き制御棒を囲む 4 か所の計装管内の検出器の組み合わせにより 3 系統の RBM が作動する構成とした。炉心を模擬した体系に対する粒子輸送シミュレーションにより、制御棒の引き抜き量ごとの原子炉出力、中性子束エネルギー分布、および検出器の応答を計算し、各 RBM 系統の信号出力を評価した。

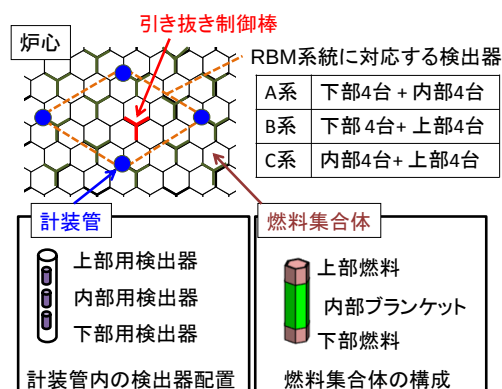


図 1 RBM システムの構成

3. RBM の成立性評価

RBM 系統ごとに最大で 50%の検出器が機能せず、バイパスされると想定した時に原子炉出力に対して最も鈍感になるバイパスパターンでの RBM 信号出力を図 2 に示す。制御棒の限界引き抜き量は最小限界出力比から算出した。この限界引き抜き量で制御棒の引き抜きを阻止できる RBM 信号出力は約 $104 \pm 1.6\%$ であった。信号出力 104%を検知レベルとした時、制御棒の引き抜きが阻止される最小の原子炉出力は約 103%であった。このことから RBM の成立条件は、原子炉出力揺らぎ 3%未満であることがわかった。

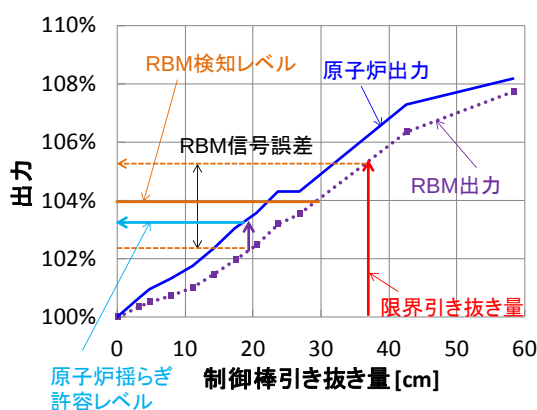


図 2 制御棒引き抜き時の RBM 信号

4. 結論

RBWR において複数の核計装用検出器が機能しない条件でもロッドブロックモニタが成立することを確認し、原子炉の運転条件を示した。これにより RBWR において核計装系が成立する見通しを得た。

*Koichi Okada¹, Tetsushi Hino¹, Junichi Miwa¹, Atsushi Fushimi¹ and Takahiro Tadokoro¹

¹Hitachi, Ltd., Research & Development Group.