

## 緒言

臨界安全管理の基本は、技術的に想定されるいかなる場合でも臨界を防止することである。そのため、MOX 燃料加工施設などの核燃料施設の臨界安全性は、設計、施工及び運転段階で十分な安全裕度を見込んで確保される。本研究で対象とする MOX 燃料加工工程には、MOX 粉末混合設備があり、MOX 富化度調整のために、二酸化ウランを混合する。この混合を容易にする目的で、ステアリン酸亜鉛を添加剤として加える。この場合、MOX 粉末混合容器内で MOX、二酸化ウラン、添加剤が各々不均一な濃度分布をとることが想定されるため、どのような燃料濃度分布でも臨界にならないように設計段階からこの点が十分に安全裕度として考慮されている。そのため、MOX 燃料加工施設では、施設の経済性や保守性を損なわないためにも安全性を確保しつつ、合理的な安全裕度を設定することが強く求められている。そこで、不均一に燃料濃度が分布した体系の未臨界度を、直接監視できる未臨界度監視モニターが実現すれば、合理的な安全裕度を設定し運転時の安全性をより向上させることができる。

過去の研究により、均一な体系であっても、深い未臨界体系では、中性子増倍率の測定値に強い検出器位置依存性が現れることが知られている。そこで、本研究の目的は、深い未臨界の燃料濃度が不均一な体系において、中性子増倍率の検出器位置依存性を明らかにし、未臨界度監視モニターを実現するための知見を得ることである。

## 最適検出器位置

測定される検出中性子増倍率は、濃度分布などの外的要因により、実効増倍率を常に過大評価しているわけではない。臨界安全を確実に行う基本としては、常に基準としている値よりも安全側に見ることが求められている。したがって、場合により実効増倍率を過小評価する可能性のある検出器中性子増倍率をそのまま使うのでは、臨界安全性に対する信頼性が不十分である。そこで、この検出中性子増倍率に補正を用いることを提案した。この補正を用いて、測定した検出中性子増倍率から、臨界安全性に対する信頼性を十分に持った実効増倍率の高精度な推定値を得る検出器位置を特定することを目的とする。またこの時、最も高精度な推定値を得たときの検出中性子増倍率を計算した検出器位置を「最適検出器位置」と呼ぶこととする。

## 検討方法

まず実効増倍率が既知な体系において、検出器位置を変化させ、体系の実効増倍率と計算された検出中性子増倍率との相対差異を求める。この結果から、検出器位置により、どの程度の相対差異をもって検出中性子増倍率を測定できるのかを検討する。この結果を用いて、臨界安全性に対する信頼性も満たし、各濃度分布変化によらず最も実効増倍率との相対差異が小さくなるように補正を行う。最終的に、補正した検出中性子増倍率が、燃料濃度分布によらず高精度な実効増倍率の推定値となるような最適検出器位置を特定する。

## 検討結果

最適検出器位置は、長さ 96cm の棒状の検出器を体系中心に設置した場合であることを確認した。また最適検出器位置に加え、さらに検出器を設置し、補正した検出中性子増倍率が高精度な実効増倍率の推定値となる検出器配置を確認した。

$$\frac{k_{\text{det}} - k_{\text{eff}}}{k_{\text{eff}}} \times 100 : \text{相対差異}$$

$k_{\text{eff}}$  : 実効増倍率

$k_{\text{det}}$  : 検出中性子増倍率

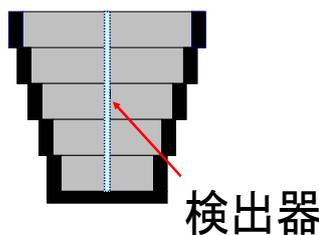


図 1 最適検出器位置

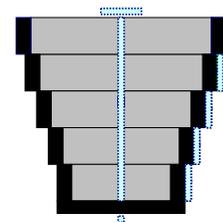


図 2 確認した検出器配置

## 公刊論文

- [1] 和田翔吾, 山根義宏, 山本章夫, “MOX 燃料加工工程を対象にした未臨界度測定における検出器位置依存性の検討,”日本原子力学会 2009 年秋の大会 (2009)