

福島第一原子力発電所における生体遮へいの放射能濃度の推定に関する研究 (3) 分散低減法を適用した中性子束分布

Study on estimation of radioactivity concentration of biological shielding at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, (3) Neutron flux distribution applying variance reduction method

*関 優哉², 駒 義和¹, 岡田 尚¹, 高畠 容子¹

石神 努², 杉田 武志², 岡本 力², 根本 拓紀²

¹ 日本原子力研究開発機構, ² NAIS 株式会社

福島第一原子力発電所 2 号機を対象とした 3 次元の計算モデルを構築し、放射化計算で必要となる中性子線束分布をモンテカルロ (MC) 計算コードで算出した。そこでは、計算範囲を原子炉格納容器周辺の生体遮へいコンクリートまでとし、最適化対象を 3 領域へ分割して分散低減法の最適化を行った。

キーワード：福島第一原子力発電所、放射性廃物処理、放射化計算、モンテカルロ法、分散低減

1. 緒言

原子炉施設には多くの接続配管等の貫通孔が存在し、中性子の局所的な流れ (ストリーミング) により炉心から離れた位置においても中性子が到達し放射化することが想定されるため、体系内における中性子の流れとエネルギースペクトルの計算が放射エネルギーの推定に必要となる。このような場合は MC 法による輸送計算が有効であるが、一方で 3 次元の解析モデルの作成と計算結果を収束させるための分散低減法が課題となる。

2. 3 次元計算モデルの構築と分散低減パラメーターの作成方法

解析には MC 計算コード MCNP を使用した。原子炉建屋は JAEA 櫛葉遠隔技術開発センター公開の CAD データを、原子炉格納容器や圧力容器等の形状は公開文献を参考に解析モデルを作成した (図 1^[1])。分散低減法としては ADVANTG^[2]コードを用いて任意の標的領域における分散低減パラメーターを作成した。

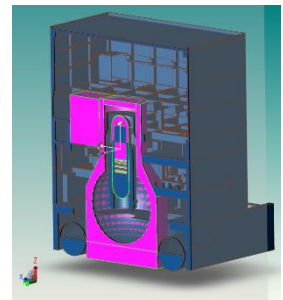


図 1 解析モデル

3. 分散低減パラメーターの分割化と中性子束分布結果の結合

初め評価領域を原子炉建屋全体の空間に設定し、外壁や躯体のコンクリート内部へ中性子が到達することを狙い、同領域を標的領域とした分散低減パラメーターを作成したが、計算自体が発散しやすく一括で建屋内全体の中性子束結果を得ることは困難であることが分かった。そこで評価領域を格納容器周辺に限定した上で標的領域を格納容器の蓋部、底部外周、底部全体の 3 つの領域へ限定した分散低減パラメーターを作成し各々で計算を行った。これらの結果を重ね合わせることで最終的に生体遮へい領域の中性子束を概ね得ることが出来た (図 2)。本計算手法を用いることにより商用炉規模の大規模な幾何体系における中性子束評価と放射化計算が可能となった。

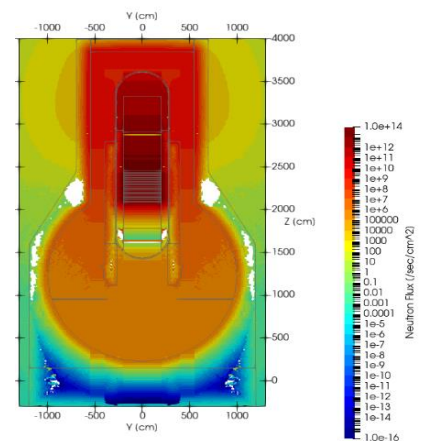


図 2 熱中性子束分布

本研究は経済産業省による令和 4 年度開始「廃炉・汚染水・処理水対策事業費補助金 (固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」補助事業の成果を含む。

参考文献

[1] SuperMC 3.4.0, Super Multi-function Calculation Program for Nuclear Design and Safety Evaluation. , Copyright , FDS Team.

[2] Scott W. Mosher, et al. :G, ORNL/TM-2013/416 Rev. 1 (2015).

*Masaya SEKI², Yoshikazu KOMA¹, Takashi OKADA¹, Youko TAKAHATAKE¹, Tsutomu ISHIGAMI², Takeshi SUGITA², Tsutomu OKAMOTO², Hiroki NEMOTO², ¹JAEA, ²NAIS.Co.,Inc.