

次世代ナトリウム冷却高速炉の原子炉周り遮蔽設計

(1) ストリーミング体系への Sn-モンテカルロ接続計算法の適用検討

Shielding design in the reactor vessel for the next generation sodium-cooled fast reactor

(1) Application of the connection method with Sn and Monte Carlo calculations for a streaming geometry

*福地 郁生¹, 日暮 浩一¹, 白木 貴子², 杉野 和輝³, 大木 繁夫³

¹MFBR, ²三菱重工, ³原子力機構

JASPER 実験等より円環ギャップ内を中性子がストリーミングする体系での検出器応答の C/E 値(=計算値/実験値)評価を実施し、1次主冷却系配管周りの体系への Sn-モンテカルロ接続計算法の適用性を検討した。

キーワード: 次世代炉、ナトリウム冷却高速炉、ストリーミング体系、接続法、モンテカルロ計算、Sn 計算

1. 緒言

次世代ナトリウム冷却高速炉の炉心周り遮蔽設計においては、原子炉容器内に非対称に配置された機器周りの放射線挙動を把握する必要があり、大規模な複雑体系を計算対象とする、Sn-モンテカルロ接続計算法を開発している。1次主冷却系配管の円環ギャップ内を中性子がストリーミングする体系(以降、配管周りストリーミング体系と称する。図1参照)に、Sn-モンテカルロ接続計算法を適用するにあたり、手法の妥当性確認が必要となる。そこで、前報^[1]に引き続き、配管周りストリーミング体系に対して類似性のある実験データにより解析精度を評価した。更に、配管周りストリーミング体系への設計適用上の計算時間確認を行い、適用性を検討した。

2. Sn-モンテカルロ接続計算法の適用検討

Sn-モンテカルロ接続計算法とは、2次元 RZ 体系でのモデル化が可能な炉心槽の内側領域(図1参照)を2次元 Sn 解析コード DORT で解析し、得られた角度線束分布を境界条件として、3次元モンテカルロ解析コード MCNP により外側領域を解析する手法である。

配管周りストリーミング体系においては配管周りで4桁程度の中性子束減衰を伴うため、円環ギャップ形状で類似性があり、同等の減衰を伴う JASPER(Japanese-American Shielding Program of Experimental Researches)実験^[2]でのコンクリート中の円環ギャップのストリーミング実験等に対する再現解析を JENDL-4.0 に基づく MATXSLIB-J40 及び FSXLIB-J40 の断面積にて実施して、円環ギャップ出口における検出器応答の C/E 値を評価した。その結果、C/E 値は1~2程度であり、十分な解析精度を有していることを確認した。

また、配管周りストリーミング体系に適用した場合の中性子束の計算時間は、モンテカルロ解析では分散低減法として比較的簡素なセル・インポート法のみを用いて、統計誤差の信頼がおけるとされる相対誤差 10%以下を満たすのに CPU 時間にて21日程度となることを確認した。

3. 結言

Sn-モンテカルロ接続計算法は、実験解析より十分な解析精度を有していること、配管周りストリーミング体系に対して適度な CPU 時間にて必要な統計誤差が得られることより、設計へ適用可能であることを確認した。

本報告は、経済産業省からの受託事業である「高速炉等技術開発」の一環として実施した成果を含む。

参考文献

[1] 多田 恵子、他：日本原子力学会 2010 年秋の大会 P57(2010)

[2] JASPER 実験データ集-ギャップストリーミング実験-, JNC TJ9450 2000-002

*Ikuo Fukuchi¹, Koichi Higurashi¹, Takako Shiraki², Kazuteru Sugino³ and Shigeo Ohki³

¹Mitsubishi FBR Systems, ²Mitsubishi Heavy Industries, ³Japan Atomic Energy Agency

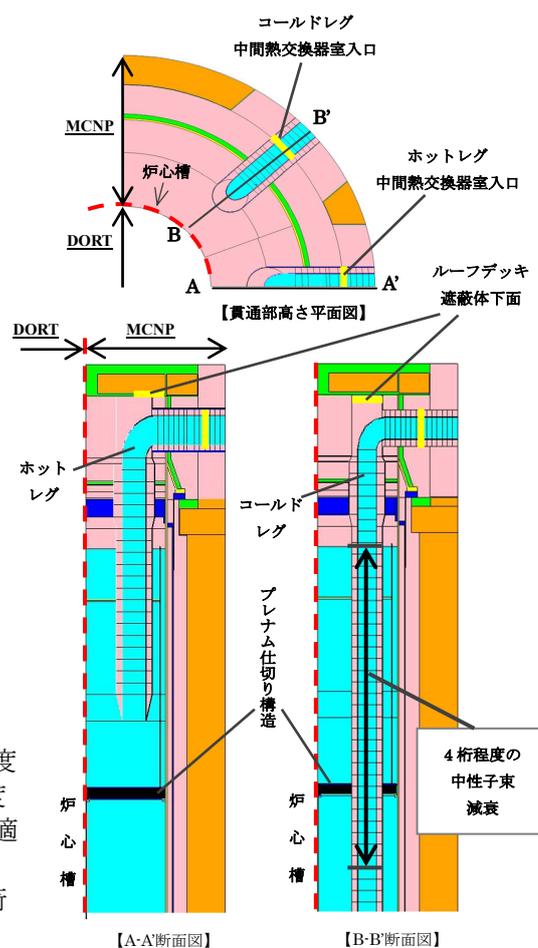


図1 1次主冷却系配管周り解析モデル図