

PHITS を用いる廃止措置のためのインベントリ評価に関する研究

A study on inventory evaluation for decommissioning with PHITS

*中村 陸¹, 松本哲男¹

¹東京都市大学 工学部

武蔵工大炉と同様に廃止措置を行っている原子炉は研究炉、商用炉問わずに、日本や世界にも多数存在し、特に今後 1970 年代に多く建設された原子炉の廃止措置が始まろうとしている。しかし、実際に廃止措置が完了した原子炉の例はごく少数の例しか存在していない。

キーワード： 廃止措置 1、インベントリ評価 2、武蔵工大炉 3、PHITS4、生体遮蔽 5

1. 緒言

原子炉の運転によって、炉内の構造物や炉心周りの生体遮蔽体等の構造物は炉心からの中性子照射によって放射化され、放射性生成物になる。それらの放射能強度や物量は、炉出力・運転履歴及び照射中性子スペクトル、炉内構造物の配置に基づいて評価することが重要である。

2. 目的

現在廃止措置中の武蔵工大炉をモデルとした体系をモンテカルロ計算コード PHITS⁽¹⁾で作成し、原子炉の運転によって発生する放射化された炉内構造物・生体遮蔽の残存放射能やその分布を明らかにし、解体廃棄物のインベントリ評価並びに、クリアランス検認の評価のためのデータを算出することを目的とする。

3. 方法

本研究では PHITS を用いて武蔵工大炉の生体遮蔽まで含む体系を作成し、放射化される炉内構造物並びに生体遮蔽の中性子フラックスを得るために中性子輸送計算を行う、次に過去の武蔵工大炉の運転履歴を用いて、DCHAIN-SP⁽²⁾への接続計算を行い、運転によって放射化した、炉内構造物、生体遮蔽の量、濃度を計算し、どの範囲がクリアランスレベル以下の放射能濃度であるかの検討を行った。図 1 に計算モデルを示す。

4. 結果

輸送計算並びに放射化計算を行った結果、どの構造物、生体遮蔽にも不純物として、微量にコバルト 59 が含まれているため、(n, γ)反応によって発生したコバルト 60 が多く含まれていた。

運転終了直後の炉心グラファイトの放射能として、

4.97×10^{11} [Bq/ton] の放射能濃度が計算結果として得られた。また、計算結果からクリアランスレベル以下の領域を計算したところ、炉内に存在する鉛遮蔽体は運転終了から数日でクリアランスレベル以下という結果が得られ、炉心付近の生体遮蔽がクリアランスレベル以下になるためには、運転終了から 27600 日の期間が必要であるという結果になった。運転停止から 26 年経過した現在では、この炉心付近の生体遮蔽を除きその他の大部分がクリアランスレベル以下という結果になった。

5. 結論

今回、モンテカルロ計算コードの PHITS を用いて、炉内構造物及び生体遮蔽の放射化放射能のクリアランス検認の評価のためのデータを算出して検討を行った結果、廃止措置のツールとして PHITS コードを適用することが可能であることがわかった。

参考文献

[1] T. Sato et al. Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.77, 913-923 (2013)

[2] Kai, Tetsuya et al. DCHAIN-SP 2014: High energy particle induced radioactivity calculation code (2014)

*Riku Nakamura¹ Tetsuo Matsumoto¹

¹Tokyo Sity Univ Engineering department

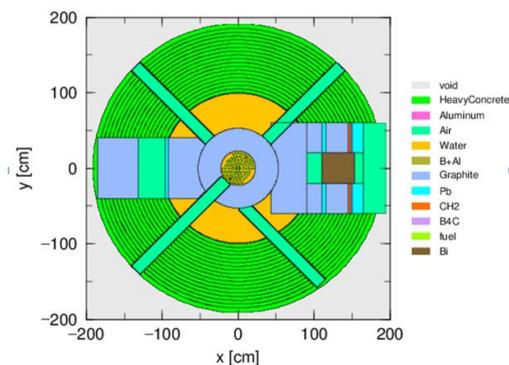


図 1:PHITS で作成した計算モデル(横断面)

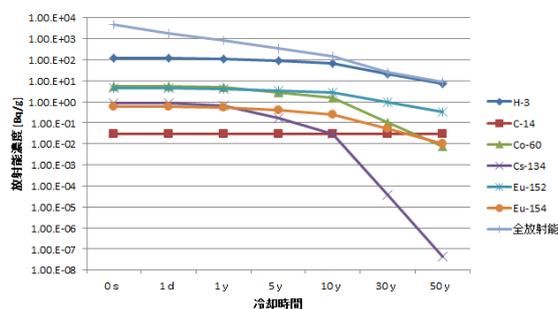


図 2:放射能濃度(炉心付近の生体遮蔽)