モンテカルロコードを用いた放射化量評価のための炉心体系の簡易化検討

Simplification of geometry in reactor core for activation estimation using Monte Carlo code

*能任 琢真[1]，木下 哲一[1]，小迫 和明[1]，中島 均[1]，佐々木 勇気[1]，鳥居 和敬[1]，
大槻 勤[2]，稲垣 誠[2]，関本 俊[2]
[1]清水建設，[2]京大複合研

原子力発電所の廃止措置時に炉心付近の放射化量を正確に推定するために、計算体系に由来する放射化量への影響を検討した。京都大学複合原子力科学研究所の研究用原子炉内（以下、京大炉）にて標準物質に中性子を照射して得られた比放射能の実測値と、モンテカルロ計算により得られた中性子フラックスを使った放射化計算の結果を比較した。この際、モンテカルロ計算の炉心体系を段階的に簡易化し、影響を評価した。

キーワード：廃止措置，放射化，シミュレーション，簡易モデル

1. 緒言

原子力発電所の廃止措置時における放射性廃棄物処理においては、特に炉心近傍放射化量を適正に評価することが重要である。当グループでは生体遮蔽等のコンクリートに着目し、これまでに、液体標準試料を乾燥させた試料を使い、京大炉の炉心内照射ポートにおける中性子照射による放射化量を実測し、シミュレーション結果と比較・評価した[1]。今回新たに、粉体状の標準物質の比放射能量と、炉心体系を簡易化したシミュレーション結果について評価した。

2. 実験及びシミュレーション

1MW 運転中の京大炉の Pn-2 照射ポートにて、地球科学標準物質 JCFA-1、JSl-1、JG-3 を 4 時間中性子照射した。約 1 か月後に HPGe 半導体検出器を用いて生成放射能を定量し、^{46}Sc/Sc、^{54}Mn/Fe、^{59}Fe/Fe、^{60}Co/Co、^{134}Cs/Cs、^{152}Eu/Eu、^{154}Eu/Eu、^{160}Tb/Tb の比放射能(Bq/g)を求めた。シミュレーションでは、モンテカルロ計算コード MCNP5 を使用し、試料の照射位置における中性子フラックスを求めた。この際、炉心を詳細に再現した体系 A と、燃料と被覆および周囲の水を段階的に均一化した 3 種類の簡易体系 B～D を用いた（図 1）。モンテカルロ計算から得られた中性子フラックスを用いて、ORIGEN-S(SCALE6.2)により得られた比放射能の計算値と実測値と比較したところ、体系 A の計算値と実測値の平均値との比較では、^{46}Sc/Sc が 20%過大評価、^{60}Co/Co と ^{160}Tb/Tb が 10%程過大評価となったが、他は誤差の範囲内で一致した。また、体系 A と体系 B～D の計算値は 4%以内で一致した（図 2）。

3. 結論

コンクリート中の主要生成核種である ^{60}Co、^{152,154}Eu は比放射能の実測値と詳細体系の計算値において約 10%以内で一致し、また詳細体系と簡易体系の比較では 4%以内で一致した。今後、ボイド率による放射化の影響を評価する。

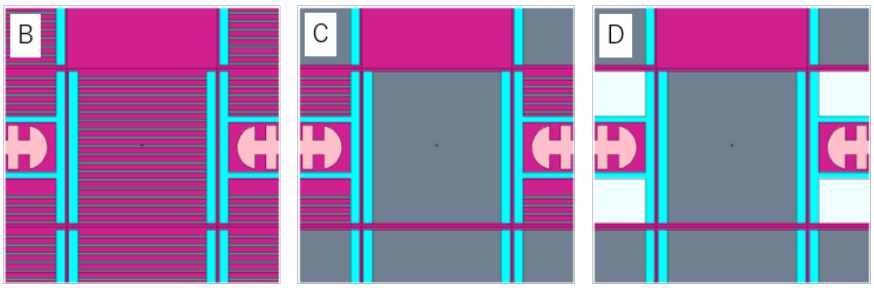

図 1 制御棒近傍の簡易炉心体系平断面図（体系 B～D）

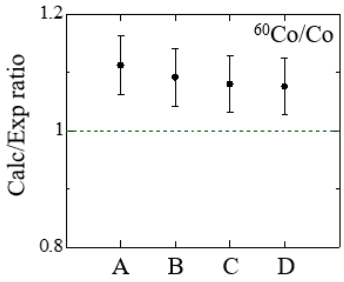

図 2 実測値と体系毎の計算値の比較（^{60}Co/Co）

参考文献

[1] 能任琢真,他, 廃止措置時の放射化放射能量評価 (2) モンテカルロ計算を用いた放射化精度検証, 2018 年秋の大会予稿集, 1F02, 原子力学会, 2018

*Takuma Noto[1], Norikazu Kinoshita[1], Kazuaki Kosako[1], Hitoshi Nakashima[1], Yuki Sasaki[1], Kazuyuki Torii[1], Tsutomu Ohtsuki[2], Makoto Inagaki[2], Shun Sekimoto[2]
[1]Shimizu., [2]KURNS