

ゼオライト吸着塔内の核種分布の γ スキニングによる 3次元評価に関する検討

Studies on three-dimensional evaluation of nuclide distribution in zeolite wastes by
 γ -scanning of adsorption vessels

*松村 太伊知^{1,2}, 永石 隆二¹, 片倉 純一², 鈴木 雅秀²

¹日本原子力研究開発機構, ²長岡技術科学大学

汚染水処理後の吸着塔を γ スキニングすることで、内部の吸着核種や吸収線量の分布を評価することが期待される。これまで TMI-2 事故時の汚染水処理に用いた水没式脱塩システム(SDS)を円筒形に近似した吸着塔に対して γ スキニングを模擬した放射線輸送計算を行い、軸方向の分布を評価してきた。本研究では、現実的な形状を再現した SDS 吸着塔内の軸方向と径方向の γ スキニングを模擬した計算を行い、ゼオライト充填層中の核種分布の 3 次元評価の可能性について検討した。

キーワード： γ スキニング・放射線輸送計算コード(PHITS)・吸着塔・ゼオライト充填層・核種分布

1. 緒言

原子力で γ スキニングは非破壊分析手法として照射済み燃料棒に適用されているが、シビアアクシデント時の廃吸着塔の核種分布評価にも適用されている。ここで、 γ スキニングは軸方向の γ 線計測が一般的であり、高アスペクト比(長さ/径)の燃料棒(400)では径方向の分布を無視できるため問題ないが、低アスペクト比の吸着塔(3)では無視できず、径方向の分布等を考慮する必要がある。

これまで TMI-2 事故時の汚染水処理に用いた水没式脱塩システム(SDS)に対して、円筒形状に近似した吸着塔内の軸方向のみを考慮した、 γ スキニングに関する解析的研究を進めてきた^[1]。本研究では、上下の半球体形状及び排水パイプ^[2]を再現した吸着塔内の軸方向のスキニングを模擬した計算を行い、円筒形状の結果と比較するとともに、径方向のスキニングも試みて 3 次元評価の可能性を検討した。

2. 解析

近似した円筒形状と現実的な形状の吸着塔を軸方向で比較するために、上下の半球体の寸法を ASME BPVC^[3]より選定し、パイプの直径は 38mm^[2]と設定した。吸着塔内の異なる 2 種類のゼオライトを混合した充填層(IE-96:A-51=3:2)^[4]の水分率は、17wt%(乾燥後)^[4]を代表とした。放射線源として吸着核種 ^{137}Cs の γ 線のエネルギー662keV、核種分布の有^[4]・無を充填層内に設定した。

γ スキニングによる充填層内の核種分布の解析では、まず、線源が均一に分布した補正用の吸着塔を設定し、吸着塔を上下に移動させた各位置(1cm ステップ)においてコリメータを通り検出器に入射したフラックスを求めた。本来の核種分布の推定には、このフラックスから均一分布を推定できる補正係数を測定系毎に求めた。最終的に、その係数と γ スキニングの実測定値^[4]から本来の核種分布を推定した。

3. 結果と議論

解析結果の一例として、図 1 に吸着層内に均一分布させた各形状の吸着塔のスキニング結果を示す。フラックスは均一分布時においても測定系に依存して充填層内で変化するため、取得したヒストグラムを 1keV 毎に分割した 662keV $\pm$ 1keV のフラックスを検出した。

半楕円体の有無による違いは、下部の半楕円体部ではゆるやかな減少後に、円筒形状と同様の減少となった。これは半楕円体形状の充填層内の体積に比例した線源の変化の後、測定系に依存した減衰が強く作用した結果と考えられる。パイプの有無による結果の違いは、パイプ有りの方が吸着層が 5mm 長いことによる縦方向の分布の違いや、パイプの遮蔽効果による減衰といったわずかな違いであった。

本報告では、軸方向のスキニングによる水没・湿潤ゼオライト境界線の推定、径方向のスキニングによるパイプ空間の特定、核種分布の違いが及ぼす観測値への影響についても述べる。

参考文献

- [1] 松村太伊知ほか, 原子力学会 2016 年春の年会, 2I23 (2016)
- [2] G.J.Quinn et al., GEND-35, EG&G Idaho, inc. (1984)
- [3] ASME BPVC section 1, 3, 8, ASME (2010)
- [4] R.Nagaishi et al., NPC2014, #10224 (2014)

*Taichi Matsumura^{1,2}, Ryuji Nagaishi¹, Junichi Katakura² and Masahide Suzuki²

¹Japan Atomic Energy Agency(JAEA), ²Nagaoka University of Technology

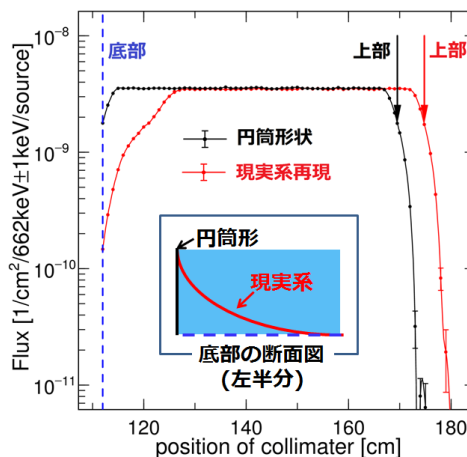


図 1 軸方向の γ スキニングによる
検出光子フラックス分布