

地層処分における照射済みエンドピースからの核種放出挙動評価 —(2) 照射済みエンドピースの核種インベントリ評価—

Leaching behavior of radionuclides from irradiated endpiece under geological repository condition

— (2) Estimation of a radioactive inventory in an endpiece sample —

*杉田 幸¹, 吉岡研一¹, 山下 雄生¹, 桜木 智史², 植田 浩義², 市川 真史³

¹東芝エネルギーシステムズ株式会社, ²(公財) 原環センター, ³日本核燃料開発株式会社

ハル・エンドピース等の廃棄体からの核種溶出モデル高度化のために、照射済みエンドピース中の核種インベントリ評価手法の開発を進めている。照射によるエンドピース中の核種生成量の分布を評価するために、簡略化したエンドピースのモデルを用いた中性子照射および放射化量の解析および照射済みサンプルの放射能測定を実施し、解析結果と測定結果を比較する事でインベントリ解析精度の評価を実施した。

キーワード：TRU 廃棄物、地層処分、ハル・エンドピース、炭素 14、CAST プロジェクト

1. 緒言

使用済み燃料の長期安全評価において、燃料集合体の金属廃材中に含まれる炭素 14 等の核種インベントリを把握することが重要である。特にステンレス鋼製のエンドピースには比較的高い割合で放射性核種が含まれると評価されているため、解析手法の確立が求められている。原子炉中の中性子フラックスおよびスペクトルは空間的分布により異なるため、同一の構造であっても核種生成量は位置により異なる。この位置依存性を考慮した核種インベントリの評価を行うために、照射済みのエンドピースサンプルの一部の放射能測定およびモンテカルロ燃焼解析コードを利用した三次元的な放射化解析を行い、両者の結果を比較することで照射済みエンドピース中の核種インベントリ評価手法の検討および精度の評価を行った。

2. サンプルの放射能測定

放射化量の実測を行うサンプルとして、照射終了から約 20 年が経過した BWR 燃料集合体 (STEP III 燃料、集合体平均燃焼度 35GWD/t) の下部タイプレートを選定した。下部タイプレートの上端から約 30mm の部位から約 0.07g の測定用試料を抽出し、Ge 検出器を用いてガンマ線スペクトル測定を行った結果、測定位置でのコバルト 60 の比放射能量は 1.79×10^7 Bq/g となった。

3. モンテカルロ燃焼計算による核種インベントリ分布解析

廃棄体のインベントリ評価には、三次元モンテカルロ輸送計算コード(MCNP)と燃焼計算コード(ORIGEN2)を組み合わせたモンテカルロ燃焼計算コード MCNP-BURN2 を使用した。エンドピース中の中性子照射量を評価するために、エンドピースの構造を角筒体系に簡略化したモデルを作成した。中性子は燃料の下端の高さから発生させ、照射量の合計が燃焼度の 35GWD/t に対応するようにフラックスを設定し、スペクトルは代表的な核分裂スペクトルを再現する Watt Fission Spectrum を使用した。以上の条件においてエンドピース中の炭素 14 分布およびコバルト 60 分布を解析した。図 1 に高さ方向のコバルト 60 量の解析結果と、Ge 検出器によるサンプルの実測結果を示す。実測したサンプルは取り出しから約 20 年が経過しているため、解析結果も同様に 20 年間の冷却を考慮した。放射化によるインベントリ生成量は高さ方向の依存性を持つ。また、実測値と比較した結果、試料抽出位置におけるコバルト 60 の比放射能と解析値は約 1 桁の精度で予測できることが分かった。今後、より精度の高い解析を行うために、燃料からの中性子スペクトルの詳細化および、エンドピース構造の詳細化を行う予定である。

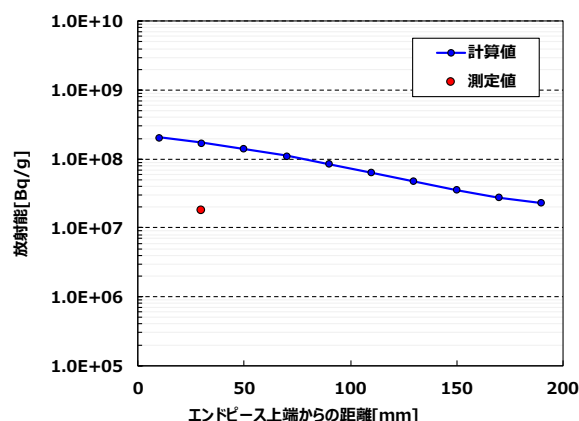


図 1 コバルト 60 放射能解析結果と測定結果

※本発表は経済産業省資源エネルギー庁の委託事業「平成 30 年度高レベル放射性廃棄物等の地層処分に関する技術開発事業 (TRU 廃棄物処理・処分に関する技術開発)」の成果の一部である。

※本資料に掲載の商品名・サービス名は、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

*Tsukasa Sugita¹, Kenichi Yoshioka¹, Yu Yamashita¹, Tomofumi Sakuragi², Hiroyoshi Ueda², Masashi Ichikawa³

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, ²Radioactive Waste Management Funding and Research Center, ³Nippon Nuclear Fuel Development Co., LTD.