

NUMO セーフティケースの開発

(6) FEP データベースの開発と安全評価におけるデータセット

Development of the NUMO Safety Case

(6) Development of FEP-database and setting datasets for safety assessment

*黒澤 進, 浜本 貴史, 澁谷 早苗, 石田 圭輔, 藤本 秋恵, 稲垣 学, 藤崎 淳, 石黒 勝彦, 塚本 政樹
原子力発電環境整備機構 (NUMO)

NUMO セーフティケースにおいて閉鎖後長期の安全評価を実施するにあたり、シナリオ設定の論拠情報整備の一環として、OECD-NEA の国際 FEP リストや FEPCAT を基に NUMO-FEP データベースを作成した。また、安全評価解析において要する核種の溶解度、拡散係数、分配係数に関する核種移行データの設定について示す。

キーワード：地層処分, セーフティケース, 安全評価, FEP データベース, データセット

1. 諸言

地層処分の閉鎖後長期の安全評価では、安全評価の前提となるシナリオを設定し、地層処分システムの状態変遷を考慮した核種移行評価を行う。シナリオ設定においては、わが国の地質環境における人工バリア及び天然バリアの状態変遷と核種の移行挙動に関する相関関係を透明性・追跡性をもって示すことが重要であり、このための論拠情報として FEP データベースを体系的に整備した。また、地層処分システムの環境条件を考慮して核種移行評価が行えるよう、核種の溶解度、拡散係数、分配係数を適切に設定する必要がある。このため、JAEA データベースを利用して、サイト選定において想定される岩種の分類（深成岩、新第三紀堆積岩、先新第三紀堆積岩）に対応するデータを抽出・分析し、核種移行データを設定した。

2. FEP データベース整備

HLW 及び TRU 廃棄物の地層処分システムの構成要素を、ガラス固化体、オーバーパック、TRU 廃棄体、廃棄体パッケージ、緩衝材、埋め戻し材、母岩等に分類し、外的要因（地質学的及び気候学的プロセス）、処分場領域の環境変遷要因（人工バリア間の相互作用プロセス）、地質環境特性の変遷要因（THMC プロセス）による各構成要素の状態変遷への影響を、FEP データベースとして整理した。この整理にあたっては、OECD-NEA の“国際 FEP リスト”や“FEPCAT”，また“第2次取りまとめ”や“第2次 TRU レポート”等での FEP 情報を踏まえ、NUMO セーフティケースにおいて閉鎖後長期安全性の評価を実施するためのシナリオ構築に必要な情報を、FEP データベースとして体系的に整備した。

3. 核種移行データ設定

上述した3岩種に関して地下水水質を設定し、溶解度、緩衝材の拡散係数と分配係数、及び母岩の分配係数に関する核種移行データを設定した。以下にそれらの設定方法の概略を示す。

溶解度に関しては、各地下水水質を基に、緩衝材間隙水化学モデル[1]を用いて緩衝材の間隙水水質を導出し、評価対象元素に関する適切な溶解度制限固相との化学平衡計算により溶解度を算出した。算出には、地球化学計算コードとして PHREEQC Ver.3、熱力学データベースとして JAEA-TDB 140331s0.tdb[2]を用いた。

緩衝材の実効拡散係数 (D_e) は、評価対象元素の化学種の電荷を考慮し、JAEA-DDB 及び最新の文献情報から関連する実測データを抽出し、緩衝材仕様（ベントナイトの種類、ケイ砂混合率、乾燥密度等）や緩衝材間隙水のイオン強度に相応する値を設定した。なお、実測値が乏しいあるいは存在しない場合には、 D_e 推定モデル[3]により設定した。緩衝材の分配係数 (K_d) は、緩衝材間隙水水質、核種の化学種、及び緩衝材の仕様に対応する緩衝材中の見かけの拡散係数 (D_a) と D_e の実測データを JAEA-DDB より抽出し、 $K_d = (D_e / D_a - \varepsilon) / \rho$ の関係式（ここで、 ε ：間隙率、 ρ ：有効モンモリロナイト密度）より設定した。実測値が乏しいあるいは存在しない核種に関しては、イオン交換反応や表面錯体生成反応等を考慮した収着モデルからの推定や化学アナログにより設定した。

母岩の K_d は、地下水水質、核種の化学種、岩種に応じて、JAEA-SDB からバッチ法により測定されたデータを中心にデータを抽出、統計処理して設定した。なお、母岩の K_d に関しても実測値が乏しいあるいは存在しない場合には、化学アナログによる設定や、GC (Generalized Composite) モデルや CA (Component Additivity) モデル等の収着モデルの適用性の検討[4]に基づき設定した。

参考文献 [1] 小田ほか (1999) : JNC TN8400 99-078, [2] Kitamura et al. (2014) : JAEA-Data/Code 2014-009, [3] Tachi and Yotsuji (2013) : MIGRATION 2013 conference abstract, [4] 黒澤ほか (2013) : NUMO-TR-13-06

*Susumu Kurosawa, Takafumi Hamamoto, Sanae Shibutani, Keisuke Ishida, Akie Fujimoto, Manabu Inagaki, Kiyoshi Fujisaki, Katsuhiko Ishiguro, Masaki Tsukamoto
Nuclear Waste Management Organization of Japan