

NUMO セーフティケースの開発 (5) 閉鎖後長期の安全評価

Development of the NUMO Safety Case

(5) Assessment of post-closure safety

*藤崎 淳, 黒澤 進, 稲垣 学, 澁谷 早苗, 石田 圭輔, 藤本 秋恵, 浜本 貴史, 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ける閉鎖後安全評価の前提となる考え方や枠組みを示し、これらに対応した安全評価シナリオの構築手法と安全評価解析手法について概説するとともに、候補母岩として考慮した地質環境モデルと対応する処分施設の設計に対して適用し線量評価を行った結果を事例的に示す。

キーワード：地層処分, セーフティケース, 安全評価

1. NUMO セーフティケースにおける安全評価の戦略

サイト調査段階における安全評価では、候補サイトの地質環境とそれに応じて設計された処分施設の特徴を踏まえ、さまざまな不確実性に対処しつつ、処分場の安全性能を評価することが必要である。NUMO セーフティケースの作成にあたっては、考慮すべきさまざまな不確実性を、過度の保守性を排除し、合理性を持って現実的に取り扱うための考え方や方法を構築した。このため、発生の可能性を考慮して安全評価シナリオを分類・作成するというリスク論的な考え方に基づく体系的手法を開発した。また、地質環境条件や処分場設計の特徴をできるだけ忠実に反映することが可能な安全評価解析手法の整備を進め、パネルスケール(～数百メートル)における三次元のニアフィールド物質移行解析モデルを開発するとともに、この解析結果を、より大きな空間スケールでのシステム性能評価にも対応できる簡易な核種移行モデルに取り入れるための方法を作成した。

2. 安全評価シナリオの構築手法

リスク論的な考え方を導入するため、現在の科学的知見に基づき判断される発生可能性に応じて、安全評価シナリオを基本シナリオ、変動シナリオ、及び稀頻度事象シナリオに区分する方法を採った。また、将来の人間活動の影響に関する人為事象シナリオについては、その発生可能性ではなくシステムの頑健性を評価することを主たる目的^[1]とするという考えに沿って様式化の方法を検討した。こうしたシナリオ区分を念頭に、具体的なシナリオの作成にあたっては、処分システムの構成要素に割付けられた安全機能を起点として、それらに影響を与える可能性のある現象を FEP データベースから抽出・整理し、それぞれの影響事象の発生可能性を考慮してシナリオ上の取扱いを分析した。分類・作成したシナリオに基づき安全評価解析を行うためのケースを設定した。

3. 三次元の物質移行解析に基づく安全評価解析手法

開発したニアフィールド三次元物質移動モデルは、数百メートル規模の処分坑道とその周辺数百メートル規模の空間スケール対象とし、人工バリアの形状、寸法およびその位置と、周辺母岩に存在する地下水移行経路(例えば亀裂)の空間的な分布を表現することが可能となっている。これによって各ガラス固化体からの核種の移行をそれぞれがおかれた条件に依存して解析する。物質移動はパーティクルトラッキングにより評価する。安全評価シナリオに基づくさまざまな解析ケースに対する計算を柔軟かつ効率的に進めるため、三次元の物質移行解析により得られる物質移行特性を一次元のマルチチャンネルでフィッティングし、それを用いて核種移行解析を一次元で実施する方法を採っている。

参考文献

[1] ICRP (2013): Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste, ICRP Publication 122, Annals of the ICRP 42 (3).

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