地下水流動・物質移行モデルの妥当性確認手法の整備に係る検討
（1）エスポ岩盤研究所で取得された調査データを用いた検討事例

Development of methodologies for validation of groundwater flow and mass transport model

(1) A case study using investigation data obtained at the Äspö Hard Rock Laboratory

*尾上　博則[1]，三枝　博光[1]，田中　達也[2]，石田　圭輔[1]，藤崎　淳[1]，澤田　淳[3]

[1]NUMO，[2]大林組，[3]JAEA

亀裂性岩盤における透水性の空間的な不均質性を表現する地下水流動・物質移行モデルの構築及び妥当性を確認するための手順を，エスポ岩盤研究所で取得されたデータを用いたモデル化･解析を通じて整理した。

キーワード：亀裂性岩盤，モデルの妥当性確認，不均質性，不確実性，エスポ岩盤研究所

1. 緒言

地層処分事業における処分場の設計及び閉鎖後長期の安全評価では，地下水流動・物質移行モデルを用いた数値シミュレーションが実施される。しかし，地下水流動や物質移行の場となる地質環境は，開放系かつ不均質であるため，数値シミュレーションに必要となる境界条件や水理・物質移行パラメータを完全に把握することは難しい。そのため，湧水量の予測や地下水の移行経路の推定といったモデル構築の目的に応じて，解析結果と比較する実測値をどのような観点で選定し，どのような方法で比較するのかなどのモデルの妥当性確認に係る考え方を整備する必要がある。そこで，本検討ではエスポ岩盤研究所で取得されたデータを用いて，亀裂性岩盤の水理学的な不均質性に着目したモデル化・解析を行い，モデルの妥当性確認手法の整備に資するための技術的知見を蓄積した。

2. 実施内容及び実施結果

本検討では，割れ目ネットワークモデルの構築に用いるデータやその解釈及びモデル化の条件設定に内在する不確実性因子として，割れ目卓越方位の区分方法，割れ目長さの設定方法，最大割れ目長さの設定値，割れ目の長さと透水性の相関性の設定の 4 つを抽出した。それらの不確実性因子が，地下水流動解析結果に与える影響を評価するために感度解析を実施し，処分場地下施設建設中に取得できる可能性があるデータとして，パイロットボーリング孔内の湧水量と比較した。さらに，湧水量の実測値と整合的であった複数のケースでボーリング孔内を出発点とした粒子追跡線解析を実施し，性能評価解析で評価指標となりうる粒子の移行時間をケース間で比較することによって，その算定結果のばらつきを評価した。感度解析の結果，抽出した不確実性因子のうち，最大割れ目長さの設定値が湧水量の解析結果に与える影響が大きく，実測値の再現性との関連性が高いことが明らかとなった。また，粒子追跡線解析の結果，湧水量の再現性が高いケースでは，再現性が低いケースと比較して粒子の移行時間が全体的に短く，リアライゼーション間の絶対値のばらつきが小さい傾向が確認された。このことから，ボーリング孔からの地下水の移行時間を評価することを目的とした場合には，孔内湧水量をモデルの妥当性確認の指標とすることが有効と考えられる（図-1）。

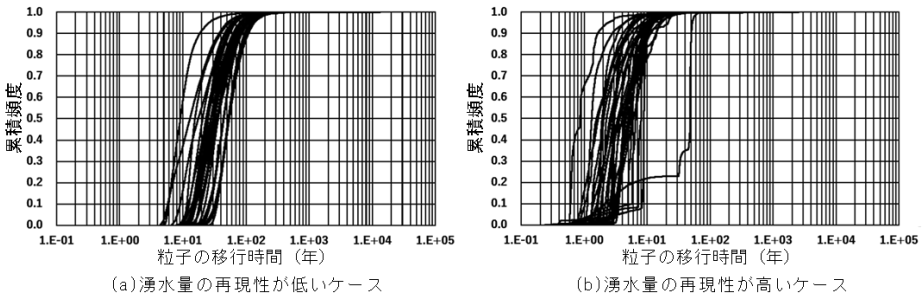

図-1　粒子追跡線解析結果の比較（30 リアライゼーションの結果を表示）

3. 結論

エスポ岩盤研究所で取得されたデータを用いた検討の結果，モデルの妥当性を確認するにあたっては，モデル化・解析に係るデータ分析や条件設定に内在し，かつ解析結果に影響を及ぼす不確実性因子を抽出すること，モデルの妥当性の確認を行うために有効な指標（実測値）をモデル化・解析の目的に応じて設定することが重要と考えられる。今後は，本成果と瑞浪超深地層研究所で取得されたデータを用いた検討成果[1]の類似点や相違点を分析し，海外に比べて割れ目の密度が高い日本の岩盤に対する手法として，モデルの構築及び妥当性確認に有効なデータや調査項目・数量等に関する技術的知見をまとめる。

参考文献　[1] 羽根ほか：日本原子力学会 2022 年秋の大会，2022.（投稿中）

*Hironori Onoe[1], Hiromitsu Saegusa[1], Tatsuya Tanaka[2], Keisuke Ishida[1], Kiyoshi Fujisaki[1] and Atsushi Sawada[3]
[1]NUMO, [2]Obayashi Corp., [3]JAEA