

グリムゼル花崗閃緑岩マトリクス中の原位置長期拡散試験の結果と解析

Experimental and modelling results of in-situ Long-Term Diffusion test in granodiorite matrix at Grimsel Test Site:

*深津 勇太¹, 伊藤 剛志¹, 舘 幸男¹, 石田 圭輔², Andrew Martin³,

¹原子力機構, ²原環機構, ³Nagra

結晶質岩マトリクス中の核種移行モデルとパラメータの適用性を確認するため、スイスグリムゼル試験場における原位置長期拡散試験によって、原位置での核種移行データを取得し、室内拡散試験データに基づくモデル解析との比較評価を行った。

キーワード：地層処分、原位置試験、核種移行、花崗閃緑岩、拡散、収着、Borehole Damaged Zone (BDZ)

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価において、室内試験によって構築された結晶質岩マトリクス中の核種移行モデルとパラメータの実際の地下環境下での適用性を確認することは重要な課題である。このために、原子力機構では、スイスグリムゼルの花崗閃緑岩を対象とした室内拡散試験により岩石マトリクス中の収着・拡散パラメータ（収着分配係数及び実効拡散係数）を評価してきた[1]。処分場を想定した深部地下環境における原位置試験において信頼性の高い核種移行データを取得し、室内試験データに基づくモデルとパラメータの適用性を評価するためには、トレーサー試験孔の掘削時に生じる岩盤へのダメージ領域（Borehole Damaged Zone ; BDZ）や原位置と室内条件での岩圧の変化による間隙率の相違等を考慮した評価が重要となる。そこで本研究では、スイスグリムゼル試験場での原位置長期拡散（Long-Term Diffusion ; LTD）試験において、注入孔のトレーサー減衰データ、観測孔の破過データ及び岩石中の濃度プロファイルを取得するとともに、原位置試験と同じ岩石を用いた室内拡散試験データから BDZ の影響や間隙率の差異を補正して原位置パラメータを推定する手法を適用した原位置試験結果の解析を行い、その適用性を評価した。

2. LTD 試験

グリムゼル原位置試験場で実施された LTD 試験では、トレーサーとして放射性のトリチウム水（HTO）、²²Na、¹³⁴Cs、¹³³Ba 及び ³⁶Cl を含む原位置地下水を、パッカーで区切った注入孔内に約 3 年間循環させ、注入孔のトレーサー減衰データを取得するとともに、注入孔から 10 cm 程度の距離にある観測孔からのトレーサーの破過データを取得した。試験終了後、注入孔近傍の岩石を採取し、注入孔近傍のトレーサー濃度プロファイルを取得した。

3. 結果と考察

LTD 原位置試験を対象として、室内試験データから原位置パラメータを補正して推定する手法を適用し、GoldSim コードによって一次元の核種移行解析を行った。モデルでは、注入孔及び観測孔近傍に形成される BDZ の影響として、室内データから予測される BDZ 領域での間隙率の変化を設定した。パラメータのうち、収着分配係数 K_d については、収着に影響する表面積を室内試験条件と同様であると仮定し、室内拡散試験で得られた表層の BDZ 領域と内部のマトリクス部のプロファイルから得られた値を適用した。一方、実効拡散係数 D_e は室内データをもとに室内と原位置の間隙率の相違を補正することにより設定した。LTD 試験の注入孔のトレーサー減衰データ及びモデルによるシミュレーション結果（図 1 (a)）を比較すると、定量的には差異があるものの、収着・拡散特性が高いトレーサーほど減衰が大きくなる傾向（ $Cl < HTO < Na < Cs < Ba$ ）が概ね再現された。また、高収着性の Cs の注入孔近傍の Cs 濃度プロファイル（図 1 (b)）から、注入孔から 1 mm 距離の BDZ 領域とマトリクス領域から形成される濃度プロファイルについても概ね再現された。以上の結果から、室内試験データから、室内と原位置条件の差異を補正して原位置での核種移行パラメータの推定する手法の妥当性を確認できた。

参考文献

[1] Tachi et al., Journal of Contaminant Hydrology 179 (2015) 10–24.

*Yuta Fukatsu¹, Tsuyoshi Ito¹, Yukio Tachi¹, Keisuke Ishida² and Andrew Martin³

¹JAEA, ²NUMO, ³Nagra

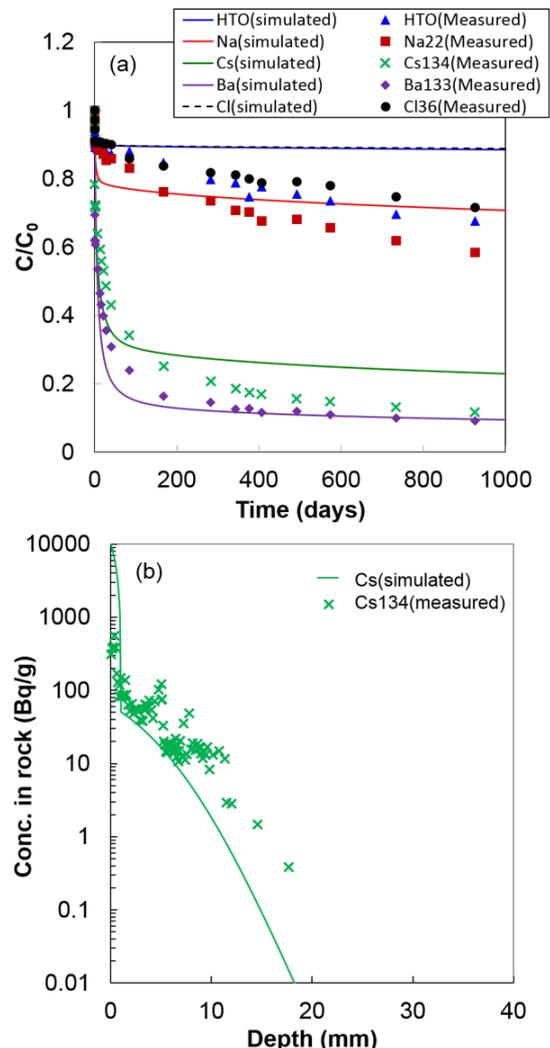


図.1 グリムゼル原位置長期拡散試験データと室内試験データに基づくモデル解析結果。(a) 減衰曲線、(b)Cs濃度プロファイル