

幌延URLにおける物質移行特性評価：(1) 泥岩中の割れ目およびマトリクスを対象とした原位置トレーサー試験

Modeling of solutes transport at the Horonobe URL: (1) In-situ tracer tests for fractures and rock matrices in mudstone

*武田 匡樹¹, 大野 宏和¹, 石井 英一¹, 舘 幸男¹

¹ 日本原子力研究開発機構

幌延URLでは、泥岩中の物質移行挙動を明らかにするために、室内／原位置試験を通じた物質移行評価技術の開発を進めている。本報告では、泥岩中の割れ目や岩石マトリクスを対象とした原位置トレーサー試験の概要を報告する。

キーワード：幌延URL、泥岩、割れ目、マトリクス、物質移行、原位置トレーサー試験

1. 緒言

泥岩中では、岩石マトリクス部の拡散のみならず断層帯や掘削影響領域（EDZ）に発達する割れ目が物質の主要な移行経路となりうるということが知られている。しかしながら、泥岩中の割れ目を対象とした原位置トレーサー試験は世界的にも例がないことから、原子力機構ではこのような特徴を有する岩盤中のトレーサー試験に関する技術開発と、室内／原位置試験を通じた物質移行挙動を明らかにするための研究を進めている。今回のシリーズ発表では、本発表で幌延URL周辺の地質環境と、物質移行経路として重要となる水理地質構造を明らかにした上で、原位置試験手法を含めた概要について報告し、後段の2件の発表において、原位置試験結果と物質移行モデルによる解析結果について報告する。

2. 物質移行評価の対象とする水理地質構造

幌延URLの深度350m調査坑道には稚内層と呼ばれる低透水性で ($k=10^{-12}$ (m/s)程度) かつ比較的間隙率が高い(40%程度)珪質泥岩が分布している。一方、稚内層中における断層周辺に発達するダメージゾーンや坑道周辺に形成されるEDZには、せん断、引張および、両者の特徴を有するハイブリッド割れ目が発達するとともに、岩石マトリクスよりも数オーダー高い透水性を有することから、これらの割れ目も主要な水みちとなりうる。したがって、稚内層のような泥岩中においては岩石マトリクス中の間隙を介した拡散のみならず、EDZや断層帯に発達する割れ目を介した移流・分散が主たる物質移行プロセスであると考えられる。そこで、今回は岩石マトリクスおよび割れ目の両方を対象に原位置トレーサー試験を実施し、割れ目を対象とした原位置トレーサー試験については、ダメージゾーン内の単一の割れ目を対象としたものと、ダメージゾーンでネットワーク構造を有する割れ目を対象とした試験を実施した。

3. 原位置試験手法

割れ目を対象としたトレーサー試験ではダイポール試験(図1(a))により、単一の割れ目内や割れ目のネットワーク構造中の不均質な移流・分散やマトリクス拡散の評価を行うこととし、マトリクス部を対象としたトレーサー試験では、単孔での拡散試験(図1(b))により、マトリクス中の拡散・収着特性の評価を行うこととした。原位置トレーサー試験は幌延URLの深度350m調査坑道で実施した。トレーサーは、ダイポール試験、拡散試験ともイオンの価数や収着特性の違いなどに着目し、複数の安定同位体を使用した。なお、稚内層中の地下水は溶存ガスが圧力解放に伴って脱ガスすることが知られているため、特にダイポール試験時のダイポール比(注水流量を揚水流量で除した値)の設定にあたっては、脱ガスの発生に留意して試験を行った。原位置トレーサー試験後は、両試験とも、室内分析用に各試験で対象とした構造(割れ目もしくはマトリクス部)のコアリングを行った。

4. 結言

非収着性を有するウラニウムを使用したダイポール試験から、ダイポール比によって破過曲線の形状、トレーサー回収率、脱ガスの発生の有無が異なり、ダイポール比を1よりわずかに大きくすることで、脱ガスの発生を抑制しつつ、比較的高いトレーサー回収率で試験を行うことが可能であることがわかった。また、拡散試験結果から、一部のトレーサーにおいて解釈上の課題が認められたものの、従来確認されている各トレーサーの収着・拡散特性と整合する結果が得られた。今後は原位置トレーサー試験から得られた知見に基づき、泥岩中における割れ目／マトリクス部を考慮した物質移行概念モデルの構築を進めていく予定である。

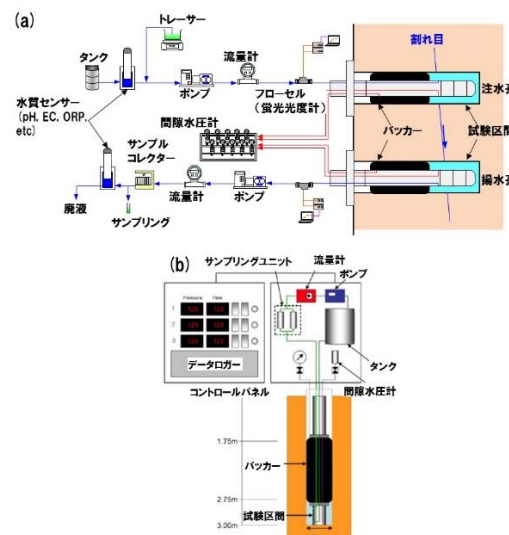


図1 トレーサー試験装置 ((a) ダイポール試験、(b) 拡散試験)

*Masaki Takeda¹, Hirokazu Ohno¹, Eiichi Ishii¹ and Yukio Tachi¹,

¹ JAEA