

地下水溶存ガス環境を対象とした水理試験・物質移行試験手法の最適化

(独) 日本原子力研究開発機構 田中 真悟, 横田 秀晴

大成・大林・三井住友特定建設工事共同企業体 正会員 ○本島 貴之

アサノ大成基礎エンジニアリング 藤田 有(現所属: 田中地質コンサルタント)

1. 概要

高レベル放射性廃棄物の地層処分における安全評価の観点では、天然バリアとなる岩盤の物質移行特性を適切に把握することが重要である。そのため、対象岩盤中での移流・分散や拡散現象に寄与する各種パラメータを原位置における水理試験や物質移行試験でより精度よく取得する必要がある。

(独) 日本原子力研究開発機構では、北海道幌延町において堆積岩を対象とした高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を目的として、平成 17 年 11 月に地下研究施設の建設に着手し、平成 25 年 3 月末現在で換気立坑、東立坑は深度約 350m、西立坑は深度約 300m までの掘削を完了している。同所の岩盤中の地下水には主に微生物由来と考えられるガス(メタンなど)が溶存しており、坑道やボーリング孔などの掘削によって被圧地下水が大気圧に解放されると溶存ガスが遊離する特徴を有している。

本稿では、幌延地域の堆積岩を対象に、地下水中に溶存ガスが存在する環境下で水理試験・物質移行試験を実施するための装置および試験手法の構築を行った結果と、その適用性確認試験結果について報告する。

2. 地下水溶存ガス環境下での課題

被圧された地下水にガスが溶存している環境において、ボーリング孔を用いた水理試験や物質移行試験を行う際に遊離したガスが試験区間に留まると、試験区間が流体で満たされていると仮定している試験条件に合致しないため、岩盤の透水係数や貯留係数を正しく評価することができない。従って、試験区間からガスを排除することのできる試験装置や試験手順の構築が必要である。

3. 水理試験・物質移行試験装置の構成

構築した試験装置はボーリング孔に対応した孔内部、孔外部およびそれらを接続する中継部から成り、水理試験(パルス試験・定流量注水試験)および物質移行試験(ダイポール試験)を実施可能な構成とした。表 1 に試験装置構成の概要を、図 1 に物質移行試験の場合の試験装置概念図を示す。水理試験および物質移行試験を行うための孔内部装置として、

表 1 試験装置の概要

孔内部	適用ボーリング孔径	約φ100mm(最大パッカー拡張径φ120mm)
	孔内部装置最大外径	φ95mm(口元パッカーはφ130mm)
	パッカー連装数	1~6連装
	パッカーラバー長	1,000mm(固定)
	試験区間数	1~6区間(水理試験) 1区間(物質移行試験)
孔外部	試験区間長	500mm以上(水理試験) 150mm以上(物質移行試験)
	計測項目	水圧、パッカー圧、流量、 水質(pH, EC, ORP, DO)、蛍光濃度
	計測部	データロガー、PC、蛍光分析装置
	ポンプ	注水、揚水、循環用計3台 ~5,000mL/min(交換可能)
	流量計	ポンプレンジに合わせて選択可能

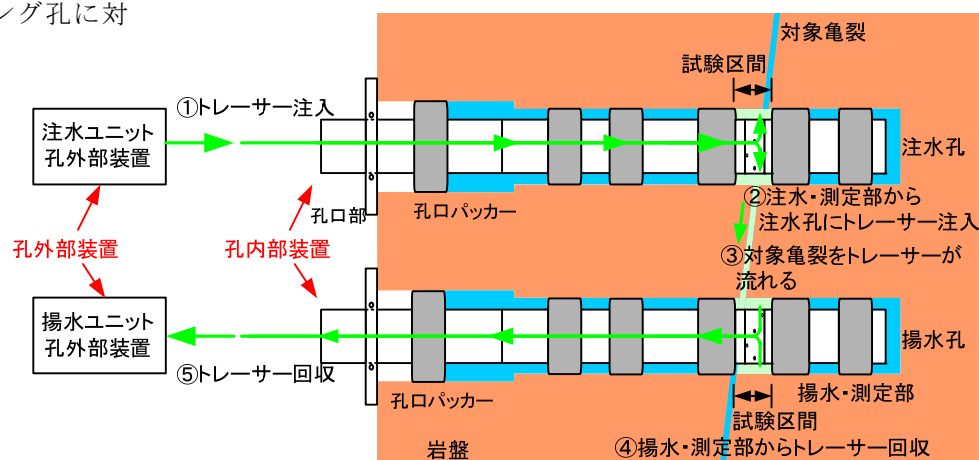


図 1 試験装置概念図 (物質移行試験の場合)

キーワード: 溶存ガス, 水理試験, 物質移行試験, 堆積岩, 地層処分

連絡先: 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2 (独) 日本原子力研究開発機構 TEL01632-5-2022

パッカーで区切った試験区間を形成できること、間隙水圧の計測が可能であること、トレーサーを含んだ注水・揚水機能を有すること、孔内部において蛍光トレーサー濃度を測定できること等の機能を実現するよう構築した。なお、試験装置全体の耐圧性能は 5MPa とした。

4. 試験手法の検討

・ 注水試験の採用

岩盤中での透水試験は試験区間に注水する方法と揚水する方法がある。地下水溶存ガス環境下では、揚水して試験区間の圧力を低下させると新たにガスが遊離すること、続いて実施する物質移行試験でも注水条件で試験を行うことから、注水して圧力を増加させることでガスの遊離を抑制し、水圧の回復傾向から透水性・貯留性を評価する方法を採用した（図 2 参照）。

・ パッカー拡張手順によるガス溜まりの抑制

対象とする試験区間にガス溜まりが生じないように多連のパッカーシステムを採用し、図 3 に示す手順でパッカーを拡張させることでガス溜まりの発生を抑制した。

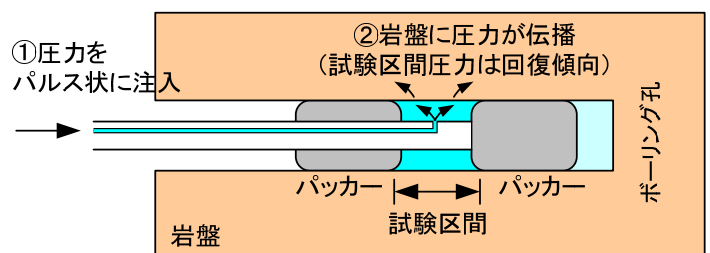
5. 適用性試験結果

前述で示した手順に基づいて水理試験を実施した結果の一例を図 4 に示す。試験区間内の流体の圧縮率を対策前後で測定することで、ガス影響を排除できたか確認した。対策前の試験区間の圧縮率が $10^{-8}[1/\text{Pa}]$ オーダーであったのに対し、対策後は図 4 に示すように約 8×10^{-10} $[1/\text{Pa}]$ となり、ガス影響が排除されていることが確認された。なお、水の圧縮率は $4.5 \times 10^{-10}[1/\text{Pa}](20^\circ\text{C})$ である。

6. まとめ

遊離ガスの影響を大部分排除することが可能な水理試験および物質移行試験装置および試験手順の構築を行い、地下水にガスが溶存する環境下において水理試験および物質移行試験を実施した。本稿では水理試験結果を例示したが、物質移行試験実施時にも同様の手法によって極力ガス影響を排除している。物質移行試験の結果については別報¹⁾を参照されたい。

参考文献：1) 横田ほか（2012）：堆積岩を対象とした原位置孔間トレーサー試験による物質移行特性の把握，地球惑星科学連合大会，SCG61-P07。



①圧力をパルス状に注入（減圧によるガス遊離を極力生じさせない）

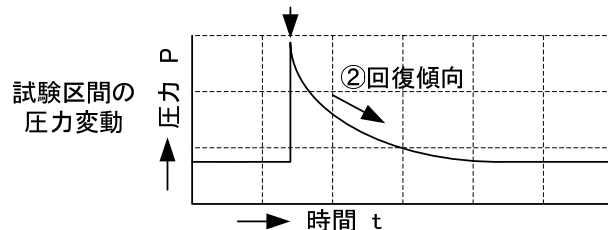


図 2 注水によるパルス試験の概念

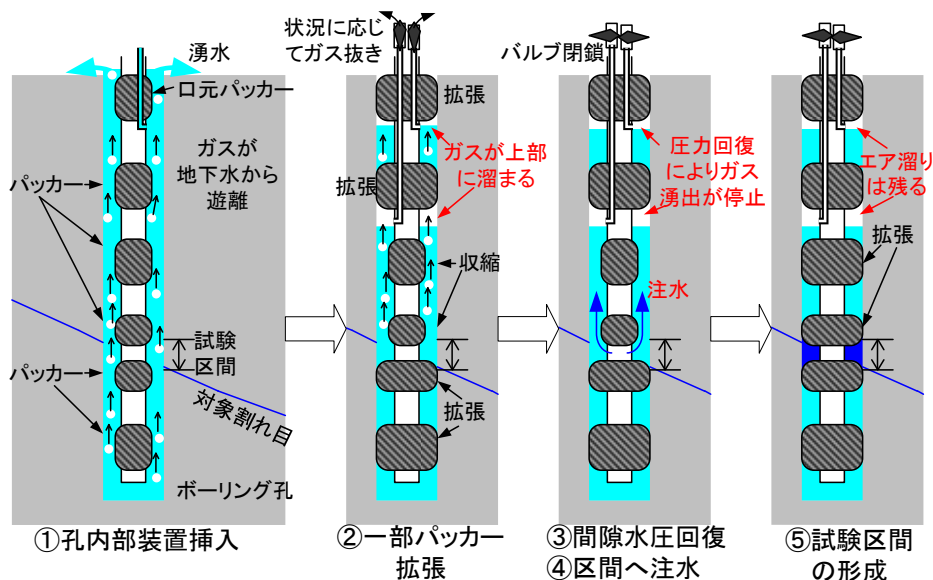


図 3 ガス溜まりを抑制するパッカー拡張手順

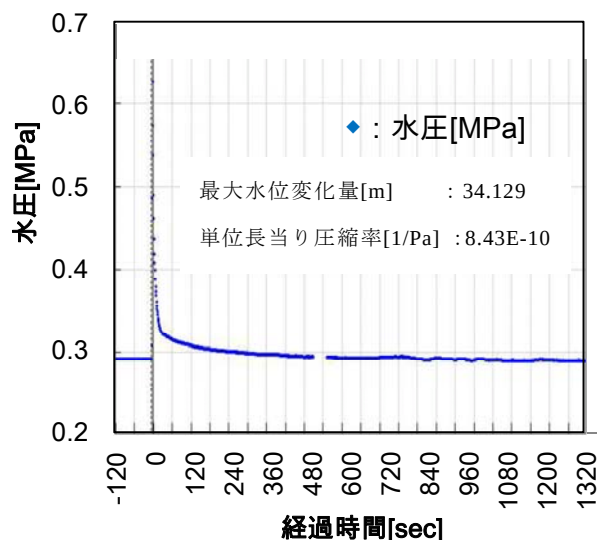


図 4 試験結果例（パルス試験）