

グリムゼル岩盤実験場におけるガス移行挙動試験のモデル化

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 ○志村 友行, 藤原 愛  
 (株)大林組 正会員 山本 修一, 安藤 賢一  
 NAGRA Stratis Vomvoris  
 Intera Incorporated Rainer Senger

1. はじめに

TRU 放射性廃棄物処分の埋施設における特有な現象の一つである金属の腐食等によるガスの発生の問題に関して、処分施設設計の合理化及び詳細化、安全性の評価の信頼性向上を目指して<sup>1)</sup>、図-1 に示す概念と人工バリアシステム (EBS) 構成のもと、平成9年度～平成17年度の9年間にわたりスイス・グリムゼル岩盤試験場でガス移行挙動評価のための原位置試験を実施してきた<sup>2), 3), 4)</sup>。

試験は、高さ約4.5m、直径約4mの円筒型岩盤空洞内に、コンクリートサイロおよびベントナイト混合土からなるEBSを構築の後、EBSを人工飽和させ、サイロ内部よりガスを注入し、EBS中を移行するガスの挙動評価を目指したものである。

本論文では、原位置試験のモデル化検討の一貫として実施した、二相流解析コードTOUGH2による原位置試験時のEBS挙動の再現解析について報告する。

2. モデル化検討用データセット

原位置試験は、EBS構築、飽和、ガス注入(RGI1～RGI3a/b)、および解体時のEBS特性調査より構成される。さらに、ガス注入試験(表-1)の前後には、システムの透水特性を把握するための水理試験を実施した。EBS中には200を超える計測機器が設置されており、EBSの構築完了以降、特性調査で機器を撤去するまでの約3年間、継続的にデータを取得してきた。今回の原位置試験のモデル化にあたり、これら一連のデータに関して、特性調査時における機器の較正結果に基づいた再評価を行い、モデル化検討用データセットとして整備した。図-2にモデル化検討用データセットの一例を示す。

3. TOUGH2による最適パラメータの設定と原位置試験の再現

TOUGH2による原位置試験の解析モデル(当初設定)を図-3に示す。解析検討は、予測解析としての適用性評

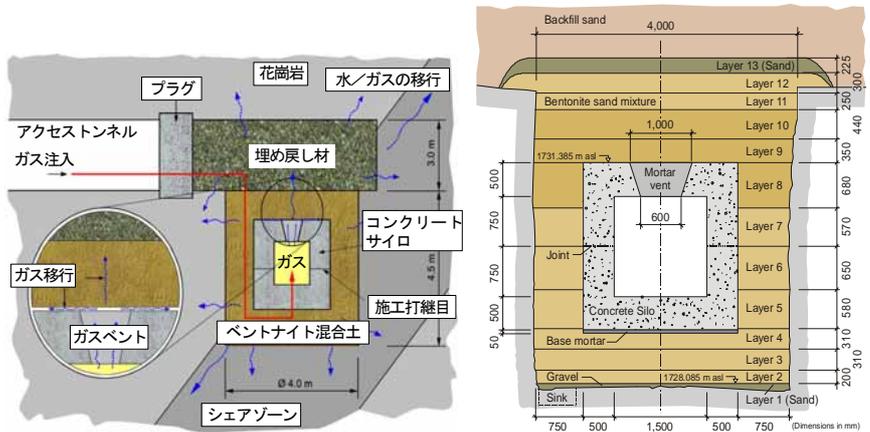
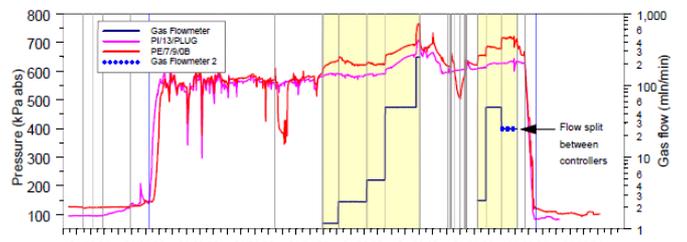


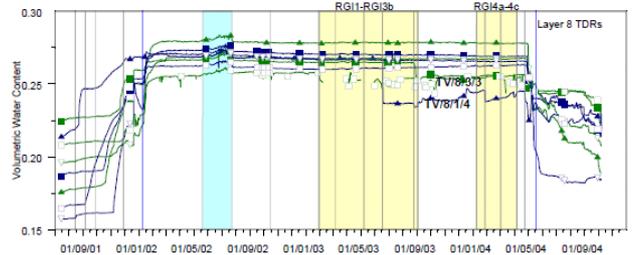
図-1 試験概念 (左) および EBS 構成 (右)

表-1 ガス注入試験の概要

注入段階	注入量(mg/s)	対象とするガス移行挙動
RG11	0.025	溶解が支配的 (一部二相流)
RG12a/b	0.05/0.1	二相流
RG13a/b	1/5	微視的な力学連成および界面の開口



水・ガス注入量



TDR データ (第8層)

図-2 モデル化検討用データセット(例)

図-2にモデル化検討用データセットの一例を示す。

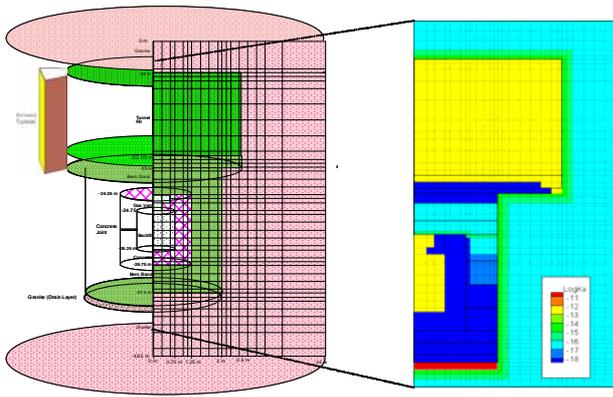


図-3 TOUGH2 解析モデル

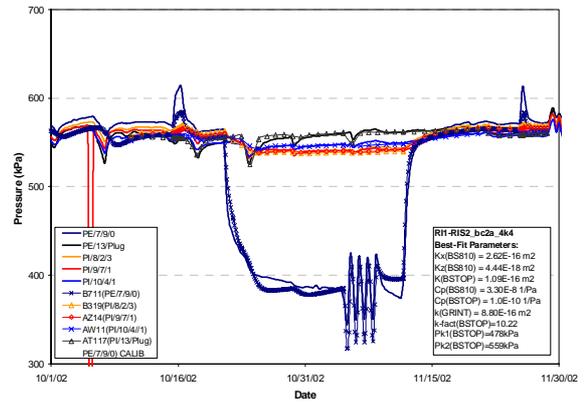


図-4 WT1 の最適フィッティング

価の観点から実施した。まず、ガス注入前の水理試験 (WT1) 時のデータにより、TOUGH2 フィッティングによる最適パラメータの同定を実施した (図-4)。また、ガス注入試験 (RGI1-RGI3) における圧力挙動をより適切に再現するため、サイロ頂部周辺のベントナイト混合土部に、透気・透水特性が圧力に依存して変化するモデルを新たに導入した。その後、同定された最適パラメータを用いて、ガス注入試験時の EBS 挙動の解析評価を実施し、モデル化および解析手法の適用性について評価、考察を実施した。

ガス注入試験 (RGI1-RGI3a/b) における圧力挙動に関して、原位置計測データと TOUGH2 による原位置試験の再現結果を比較プロットしたものを図-5 に示す。ガス注入の各段階において、TOUGH2 による解析結果は、実挙動 (計測データ) に比較して、ガス注入速度の比較的低い RGI1-RGI2 においては、圧力挙動を低めに見積り、ガス注入速度の大きい RGI3a/b においては、やや大きめに評価する傾向を示している。しかしながら、圧力依存の透過係数モデルを導入することにより、ガス注入試験 (特に RGI3) の再現精度が格段に向上すること、また、試験システム全体について、ガス注入試験期間全体を通して眺めた場合、解析結果と実験結果の整合性は良好であることが確認された。

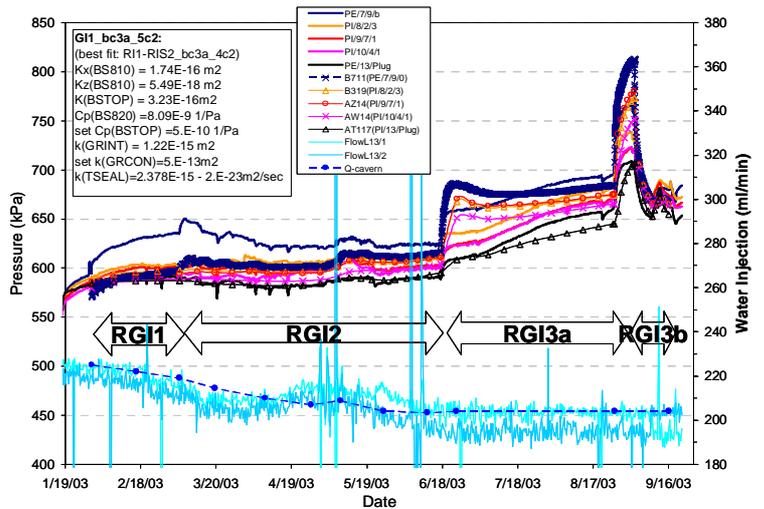


図-5 ガス注入試験の再現結果

4. まとめ

ガス移行挙動評価を目的とした原位置試験に関して、ガス注入試験前の水理試験での取得データの TOUGH2 フィッティングに基づき、モデルに改良を加えると同時に、その後のガス注入段階の EBS 挙動の予測に関する評価を試みた結果、EBS 挙動を良好に再現しうることが判明した。今回の検討が、完全な予測解析ではなく、ある時点での取得データの評価結果に基づくものである点を踏まえ、今後は、ガス移行挙動評価におけるパラメータの取得手法の観点からモデル化検討を進めると同時に、評価手法の高度化を図る予定である。

なお、本報告は経済産業省からの委託による「地層処分技術調査等」の成果の一部である。

参考文献

- 1) 超ウラン核種を含む放射性廃棄物処理処分の基本的考え方について、原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会、2000年3月23日、
- 2) ガス移行挙動評価のための原位置試験計測、土木学会第57回年次講演会、2002年、
- 3) ガス移行挙動評価のための人工バリアシステムの飽和、土木学会第58回年次講演会、2003年、
- 4) ガス移行挙動評価のための原位置ガス注入試験、土木学会第59回年次講演会、2004年