

ガス移行挙動評価のための人工バリアシステムの飽和

(財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員○安達哲也，安藤賢一，藤原 愛
(株)大林組 正会員 山本修一，志村友行
NAGRA Stratis Vomvoris, Bill Lanyon, 正会員 加来謙一

1. はじめに

TRU放射性廃棄物処分の埋施設では，特有な現象の一つとして，金属等の腐食によるガスの発生が挙げられ，処分施設設計の合理化及び詳細化，並びに安全性の評価の信頼性向上を目指し，試験データの取得，特有な現象の把握と評価モデルの構築などを行なうことが重要であるとされている¹⁾．

本試験は，現実的な地質条件下においてTRU 放射性廃棄物のサイロ型処分場を建設する場合を模擬し，人工バリアと周辺岩盤中のガスの移行挙動を実験，評価することにより，TRU放射性廃棄物処分の地層処分概念の検討に資することを目的としている．図-1 に示すように，高さ約4.5 m，直径約4mのサイロ型に掘削された岩盤内に，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人工バリア²⁾，その上部の砂礫による埋め戻し，コンクリートプラグからなる試験施設を構築した．その後，人工バリアを地下水で飽和させ，サイロ内にガスを注入して人工バリア中を移行させる手順で試験を実施している．試験予定を表-1 に示す．なお，本試験はスイスグリムゼル岩盤試験場において平成9年度より開始した³⁾．

本報文では，人工バリアの人工飽和の結果について報告する．

2. 人工飽和の手順

人工バリア及び周辺岩盤の飽和は，周辺岩盤からの湧水により行なうことを計画していた．しかし，岩盤掘削後に湧水量調査を行なった結果，その量が少なかったため，施工時に配水管を設置し人工的に注水を行い飽和させることとした．注水を行なう際の考慮事項を以下のように設定した．

- ①界面（ベントナイト混合土と岩盤及びコンクリートサイロとの境界）で主要移行経路が形成されないよう初期の注水量および圧力を制限する．
- ②低速で水を界面まで移動させ，ベントナイト混合土の膨潤圧を作用させる（界面での主要移行経路形成の抑止）．
- ③間隙圧力が十分なレベルに達した時点でベントナイト混合土からエアを抜く．エア抜きは，間隙水圧を測定するために設置された配管から行なう．
- ④膨潤等により拘束圧の増大を確認してから注水圧を増加させる．

実施した注水の手順を図-2 に示す．STEP1 で底部から注水を行い，注水量を増やすことが出来なかったため，STEP2 を実施した．STEP2 では，界面での膨潤圧の発生を目的とし，加圧を行わずに界面に水を浸潤させた．その後，加圧を行なうため，STEP3 で上部空洞を水で満たし，STEP4 で上部空洞から加圧を行い，人工飽和を行なった．

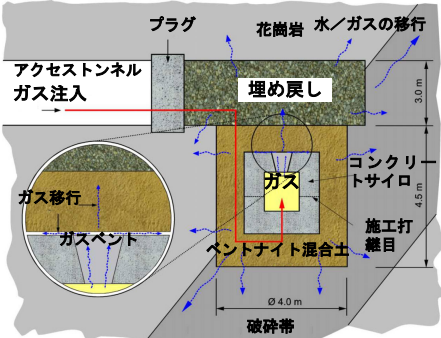


図-1 ガス移行挙動試験の概念図

表-1 試験予定

年度	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
試験計画								
試験空洞掘削								
室内試験								
周辺岩盤調査								
人工バリア建設								
人工飽和								
ガス注入試験								
解体調査								
事後解析・評価								

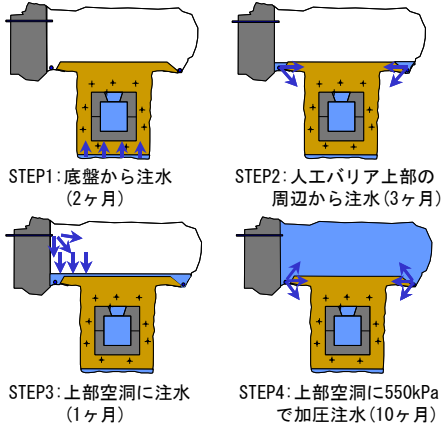


図-2 注水手順

キーワード 放射性廃棄物，人工飽和，ガス移行，人工バリア，ベントナイト混合土，原位置試験

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10 第15 森ビル 4 階，TEL03-3504-1081，FAX03-3504-1297

3. 人工飽和挙動の評価

人工バリアの飽和挙動及びガス移行挙動を把握するために、人工バリア内に、間隙圧計、全応力計、TDR 等 203 点の計測機器を設置し、モニタリングを行なっている⁴⁾。人工バリアの飽和挙動の評価として、これらの測定結果、間隙圧計の配管からの採水及び注水量等により総合的に判断した。それぞれの項目による飽和の判断根拠を以下に示す。

- ①間隙圧測定による飽和の判断：図-3 に示すように、コンクリートサイロの上部でのベントナイト混合土中の間隙圧が、上部空洞の間隙圧（加圧注水压：550kPa）とほぼ同じになった。加圧注水压に対して遅れない圧力応答を示すことから、飽和状態にあると判断した。
- ②TDR による体積含水率測定による飽和の判断：TDR により飽和度を測定した結果、人工バリア上半の飽和度がほぼ 90%以上となっている（図-4 参照）。また、TDR の測定値の変動がほぼ一定になったことから、飽和状態にあると判断した。
- ③PE 管（外部圧力計への配管）から採水による飽和の判断：外部圧力計による人工バリア内部の間隙圧を計測するための配管から、採水を行い、気体が無いことを確認すると共に、採水によって低下した間隙圧がすぐに回復することから飽和状態にあると判断した。
- ④注水量による確認：加圧注水に用いた注水量と、人工バリアの空隙（気体部分）の体積及び、試験場近傍の岩盤からの湧水量を計測し、試験施設内に入った水量を算定した。算定された水量が人工バリアを飽和させるの十分な量であることを確認した。ただし、試験施設内に入った水の一部は、周辺岩盤へも浸透しているため、全てが人工バリアの空隙に入ったわけではない。

現段階で、人工バリアの上半が 90%以上の飽和度を示し、下半及び最上部については 80%以下の飽和度を示している。本試験の目的であるガス移行挙動評価試験を実施するにあたり、本試験施設にはガスベント（図-1 参照）が上部に設置されており、ガスの移行経路はガスベント付近に集中すると考えられ、本試験の目的を達成できると判断し、次のステップに試験を進めている。

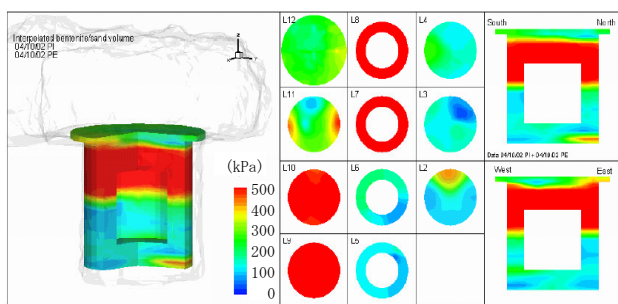


図-3 間隙水圧分布

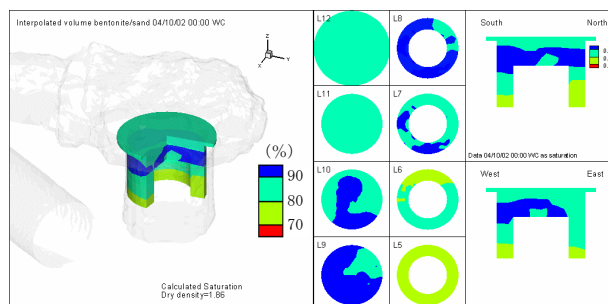


図-4 体積含水率分布

4. まとめ

約16ヶ月で、本試験の対象となる人工バリアの上半を90%以上の飽和度とすることが出来た。飽和の確認は、間隙圧、TDR、注水量、採水等によりその絶対値及び挙動を総合的に判断した。飽和過程を通して、人工バリアの不飽和領域での飽和の進展の程度を時間的、空間的に把握することができ、実際の処分場における飽和過程を信頼性を持って予測する手法が確立できた。

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人工バリア原位置試験施工、土木学会第56回年次講演会、2001年、
- 3) スイス・グリムゼル岩盤実験場におけるガス移行挙動評価試験(1)・(2)、土木学会第55回年次講演会、2000年、
- 4) 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