

ガス移行挙動評価のための原位置試験計測

(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 新村 亮，山本修一
NAGRA Stratis Vomvoris, Wolfgang Kickmaier, 正会員 加来謙一

1. はじめに

TRU放射性廃棄物処分の埋設施設では，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て，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．試験施設として図-1 に示すように試験場内に高さ約4.5 m，直径約4mのサイロ空洞を掘削し，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を建設後2)，その上部を砂礫により埋め戻し，トンネルとの境界をコンクリートプラグにより閉塞した。

本試験の実施手順として，人工バリアを地下水で飽和させた後，サイロ内にガスを注入して人工バリア中を移行させることを予定している．試験予定を表-1 に示す．なお，本試験はスィ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，ベントナイト混合土及び，コンクリートサイロ，周辺岩盤内に設置された計測システムとその作動状況について報告する．

2. 計測システムの設置

ベントナイト混合土，コンクリート内に表-2に示す計測器を設置した．ここで，光ファイバーセンサーは，ドイツのDBE TECHNOLOGY社によって開発が進められている測定システムであり，原位置条件下での人工バリア材料中における光ファイバーシステムの動作の実証をおこなうことも目的の一つとしている。

計測のための各種ケーブル及び配管は，ステンレス鋼管を通し外部に引き出している（図-2）．この際，ステンレス鋼管の内部及び周囲が水・ガスのみちとなることを防ぐため，ステンレス鋼内部をレジンで固めるとともに，ステンレス鋼管周辺にリング状に整形されたベントナイト等を取り付け止水対策を行った（図-3）．

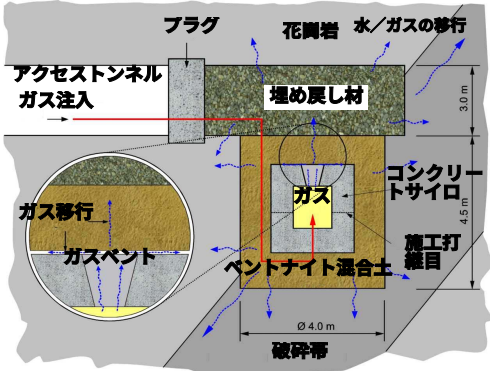


図-1 ガス移行挙動試験の概念図

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								

表-2 計測器一覧

測定項目	測定機器	場所	数量
間隙圧	圧力計	ベントナイト混合土	81
		サイロ内部	3
		上部空洞	12
温度	温度計	サイロ内部、充填材	10
相対湿度	湿度計	ベントナイト混合土	4
全応力	全応力計	ベントナイト混合土	11
含水率	TDR	ベントナイト混合土	50
		サイロ表面	12
		コンクリート打継ぎ	8
ガス組成	ガスサンプリングシステム	上部空洞	6
温度	光ファイバーセンサー	上部空洞	2
間隙圧		上部空洞	1
湿度		ベントナイト混合土	2
全応力		ベントナイト混合土	1

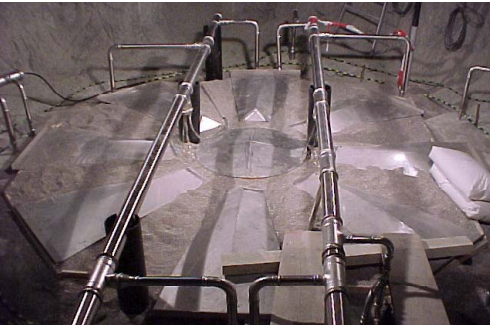


図-2 ケーブル及び配管を通したステンレス鋼管配置状況

キーワード 放射性廃棄物，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，FAX03-3504-297

3. 人工飽和

ベントナイト混合土を飽和させるために、砂礫で埋め戻された上部空洞に注水を行い、計測機器の動作確認等を含め、約4ヶ月をかけて空洞を水で満たした。その後、空洞内の水压を500kPaまで上昇させ、ベントナイト混合土の飽和促進を行っている。

図-4に加圧開始後1ヶ月経過したベントナイト混合土中の圧力分布を示す。コンクリートサイロ上部のベントナイト混合土では、加圧した圧力がほぼ伝わっている。これに対し、ベントナイト混合土の下半及び上端部では、圧力の伝わり方が小さい。ただし、図-5に示す経時変化により、圧力が徐々に伝わり、上昇傾向にあることが確認されている。また、同一平面において圧力が均質に変化しているが、層毎に変化率が異なることから、止水を目的としたリング状に整形されたベントナイト等をステンレス鋼管周囲に設置したことにより、ステンレス鋼管と充填材の界面に沿った水の流れ（卓越流路）が防止できたと考えられる。さらに、ステンレス鋼管内を経路とした外部への漏水も発生していない。

間隙圧の変化に加え、TDRによる含水率分布の変化、全応力（ベントナイト混合土の膨潤圧）の変化等その他の測定結果を総合することにより、ベントナイト混合土の飽和度の上昇を定量的・定性的に確認している。

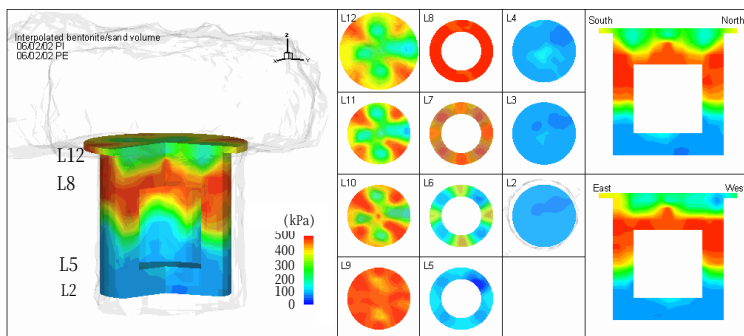


図-4 ベントナイト混合土内の圧力分布（注水加圧開始後一ヶ月）



図-3 ステンレス鋼管周辺の止水対策
(リング状に整形されたベントナイトの設置状況)

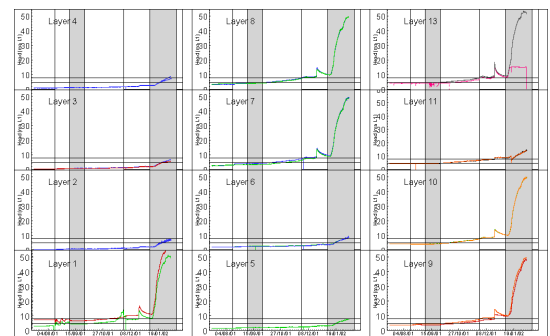


図-5 各レイヤーの圧力の経時変化

4. まとめ

人工バリア・周辺岩盤中のガス移行挙動の評価のために、岩盤空洞内における原位置試験を開始し、ベントナイト混合土の不飽和から飽和への変化に対し、計測システムの作動状況が確認できた。また、リング状に整形されたベントナイト等を周囲に設置することでステンレス鋼管を用いた測定機器の各種ケーブルの配線が可能であり、その止水も可能であることが確認できた。

これまでに、試験場周辺岩盤の調査及び試験に用いた材料に関する室内試験を実施し、解析に必要なパラメータの取得を行なっている。今後、人工飽和に関する実測と解析の比較を行い、解析モデルの確認を行なうとともに、ガスの移行挙動試験を実施し、人工バリアと周辺岩盤中のガスの移行挙動特性を把握するとともに、評価可能な解析手法に関する検討を行なう予定である。

なお、本報告は経済産業省からの委託による「放射性廃棄物地層処分経済性向上調査」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