飽和ベントナイトのガス移行試験 -破過メカニズムの検討-

(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 〇並木和人,朝野英一
(株)大林組
正会員 高橋真一,正会員 志村友行
東洋エンジニアリング(株)
廣田 謙

1. はじめに

TRU 廃棄物処分施設内で発生する可能性があるガスの移行挙動の評価には、ガス移行現象の理解とともに、 想定される人工バリアの緩衝材材料(ベントナイト、有効粘土密度 1.36Mg/m³)に対する基礎的なデータの 蓄積が重要であり、既報 ¹⁾ではベントナイト材料のガス移行における破過(供試体中をガスが通過)圧と供 試体サイズとの関係(寸法効果)について整理を試みた。本報では、ガス移行試験の実施中に得られた排水

量やガス排出量、および破過後の供試体の解体および含水比測定によ って得られた飽和度分布等を整理し、ベントナイト材料のガス移行に よる破過メカニズムについて検討した結果を報告する。

2. 試験方法

表・1 に試験条件を示す。供試体は、直径々は 60mm と共通で、高 さは 25mm および 50mm の 2 種類のサイズとした。図・1 にガス移行 試験装置(注入および排出経路)の概要および試験実施フローを示す。 なお、試験手法の詳細については既報 ¹⁾を参照されたい。

3. 試験結果

代表的な試験条件(高さ50mm、圧力上昇ステッ プ 0.1MPa/2days) における結果を以下に示す。図 -2 はガス移行過程における有効ガス圧と上面から の排水量の推移である。ガス圧が破過圧近くの 1.7MPa に達した後より、外周部からの排水量(単 位量)が急激に増加に転じ、1.8MPa にて破過が供 試体外周部において発生した。また、1,000Nml/min に達した時点でガス供給が停止されたため、破過後 にガス圧は速やかに低下している。図-3は、破過直 前から破過後のガス注入停止に至る過程での供試体 上面からのガス排出量および排水量の推移を示した ものである。外周部からの排気量は注入停止時まで 一様に上昇しているが、排水量は破過開始時点から 5 分間程度一旦減少したのち、上昇に転じている。 また破過に伴うガス排出量の上昇の過程においては 値のバラツキは顕著には見られないが、排水量に関 してはかなりのバラツキが存在している。さらに、 こうした外周部における排気量や排水量の上昇の一 方で、中心部においては排気、排水のどちらも全く 上昇がみられていない。

表-1 試験条件

項目	仕様
材料	ベントナイト (クニゲル V1)
乾燥密度	$1.36 Mg/m^3$
初期含水比	32.4%(飽和度 90%)
供試体直径	60mm
供試体高さ	25mm,50mm







図-2 ガス移行試験結果(高さ 50mm)

キーワード TRU 廃棄物処分, ベントナイト, ガス移行, 破過, メカニズム 連絡先 〒104-0052 東京都中央区月島 1-15-7 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター(略称 原 環センター) TEL 03-3534-4543

4. 破過後の内部状況と破過メカニズムの検討

図-4 に試験終了後に供試体を解体して各部位 毎に含水比を測定して得られた飽和度のプロファ イルを示す。供試体内部ではどの部位でも飽和度 97%を超える高い値が維持されている。中心(A) と破過を生じた外周 (B~E) とで飽和度を比較す ると、若干中心が高いがその差は1%程度に留ま っている。また、外周の部位間で比較すると、下 端から2.5cm程度の範囲はE断面が他より低いが、 上部では異なる断面が低い。これは、下端からあ る程度の距離は材料中を一様に透気しながらも上 昇につれ特定の箇所を選択し、上面近くでは材料 界面である壁面付近を上昇したと考えられる。図 -2 で排水量は試験中では中央、外周とも常に上昇 し、さらに 1.7MPa へ昇圧した時点より外周の排 水量が急増に転じている。この時点で間隙の拡張 を伴わない程度の破過(上面への透気)が発生し た可能性があるが、本装置においては設備上の間



図-3 ガス移行試験中で破過直前から注入停止に至る間の 排出ガス量および排水量の変化

題で排出ガスを確認できていない。図-5 には、本報に示したガス移行試験の結果をもとに、想定されるベントナイト材料の破過メカニズムの概念図を示した。この概念は田中他²⁾の提示した破過メカニズムと概ね整合的であるが、小規模な破過の供試体内の発生位置など異なる現象が存在しており、このような点の検証が 今後の課題である。

5. おわりに

本検討では、飽和ベントナイト供試体を用いて実施したガス移行試験によって得られた水やガスの挙動変 化をもとに、材料供試体の破過に至るメカニズムについて検討した結果を示した。なお、本報告は経済産業 省から公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センターが受託した「平成 23 年度TRU廃棄物処分技 術:人工バリア長期性能評価技術開発 ·ガス移行挙動の評価・」の成果の一部である。



図-4 破過後の供試体解体より得ら れた内部の飽和度プロファイル 参考文献

1) 並木他: 飽和ベントナイトのガス移行試験と寸法効果の検討, 第66回土木学 会, 2011

2) 田中他: 放射性廃棄物処分施設へのガス移行解析コードの適用に関する研究 -気液2相流解析コードの選定と適用-,電力中央研究所報告 N09003, 2009



図-5 試験結果より想定されるベントナイト材料のガス移行による破過メ カニズム