

TRU 廃棄物処分システムにおけるベントナイト系材料の
2 相流パラメータ同定と適用性検証

A validation study on two-phase flow parameter identification of bentonite in TRU waste disposal system

*佐伯 亜由美¹, 田原 康博¹, 古賀 和正², 大和田 仁², 佐藤 伸³

¹(株)地圏環境テクノロジー, ²(公財)原子力環境整備促進・資金管理センター, ³(株)大林組

TRU 廃棄物処分システムにおけるベントナイト系材料を対象とし、室内試験と逆解析手法を組み合わせることで、ガス移行挙動評価で重要となる 2 相流パラメータの同定・蓄積を進めてきた。さらに、既往の室内試験とは条件等が異なる複数のガス移行試験に対して、同定・蓄積されたパラメータを適用することにより、試験データを良好に再現することができ、これまで不明確であった 2 相流パラメータの不確実性の幅が絞り込まれてきたことを示唆する結果を得ることができた。

キーワード：TRU 廃棄物, ベントナイト, ガス移行, 2 相流パラメータ, 逆解析, GETFLOWS

1. 緒言

ベントナイト系材料中のガス移行挙動評価では、液相への溶解・拡散、気液混合 2 相流れの他に流路拡張を伴う拡張 2 相流れを考慮する必要がある。その場合、相対浸透率及び毛細管圧力を表現する 2 相流パラメータの設定が重要となるが、利用可能な 2 相流パラメータは非常に限定的で、どの程度の不確実性の幅を有するか不明であった。そこで本研究では、ガス移行挙動評価における不確実性低減（2 相流パラメータの蓄積と適用幅の定量化）を目的として、複数のガス注入試験データを対象とした逆解析により 2 相流パラメータの同定を行い、同定されたパラメータの適用性を検証した。

2. ベントナイト系材料の 2 相流パラメータ同定と適用性検証

既往の室内ガス注入試験データを逆解析によって再現することで、表 1 に示す 5 つの異なる 2 相流パラメータが同定された[1]。室内試験の概要としては、飽和ベントナイト供試体（乾燥密度 1.36Mg/m³, 100% クニゲル V1, 直径 60mm）を用い、供試体端面より 0.1MPa/2 日の昇圧条件でガス注入を行い、供試体内におけるガス移行挙動の寸法効果（供試体高さ 25~50mm）等が評価されたものである。これらの同定された 5 つのパラメータの適用性を検証するため、ガス注入圧一定条件下で実施したガス移行試験系（供試体 No.1~No.3）に対して、同定パラメータの幅の中で微調整を加えたものを適用し、再現解析を実施した[2]。なお、一連の再現解析には拡張 2 相流モデルが組込まれた地圏流体シミュレータ GETFLOWS を用いた。これまでに同定されたパラメータ及び再現解析に用いた 2 相流パラメータを図 1 に示す。その結果、再現性の良い結果を得ることができ（図 2）、同定された 2 相流パラメータの適用性を検証することができた。

表 1 同定された 2 相流パラメータ（構成式として van Genuchten モデルを使用）

	$S_{wr}(-)$	$S_{gr}(-)$	$n_w(-)$	$n_g(-)$	$P_0(MPa)$	$n_c(-)$	相対浸透率	毛細管圧力
P1	0.3867	0.0	1.449	13.70	0.661	1.821	$k_{rp} = \sqrt{S_{pe}(1 - (1 - S_{pe}^{1/m_p})^{m_p})^2}$ $S_{pe} = (S_p - S_{pr}) / (1 - S_{wr} - S_{gr})$ $m_p = 1 - 1/n_p$ $p = w, g \text{ (water, gas phase)}$	$P_c = P_0(S_{we}^{-1/m_c} - 1)^{1/n_c}$ $S_{we} = (S_w - S_{wr}) / (1 - S_{wr} - S_{gr})$ $m_c = 1 - 1/n_c$
P2	0.2000	0.0	2.884	2.451	0.336	3.709		
P3	0.2000	0.0	2.884	2.451	0.333	3.709		
P4	0.2280	0.0	2.455	2.474	0.324	3.297		
P5	0.3639	0.0	2.011	2.953	0.291	2.290		

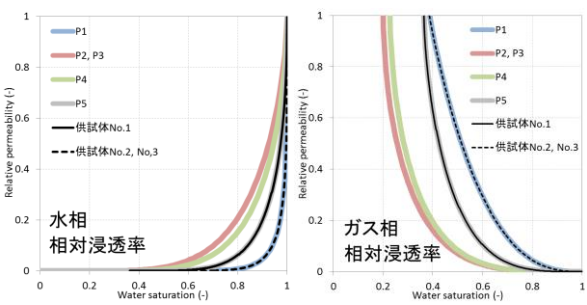


図 1 同定された相対浸透率及び毛細管圧力

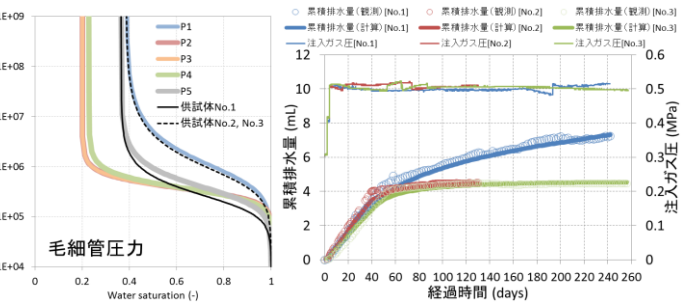


図 2 累積排水量の再現結果

3. 結論

TRU 廃棄物処分システムにおけるベントナイト系材料を対象とし、2 相流パラメータの同定・蓄積及びその適用性検証を行った。本研究を通じて、2 相流パラメータの不確実性の幅が絞り込まれてきたことを示唆する結果を得ることができた。本研究は経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「平成 27 年度地層処分技術調査等事業 TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発」の成果の一部である。

参考文献

[1]田原他, 2015. TRU 廃棄物処分におけるガス移行連成挙動評価手法の開発（その 5）—ガス移行挙動解析手法の高度化—, 平成 27 年度土木学会全国大会 [2]公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター, 2016. 平成 27 年度地層処分技術調査等事業 TRU 廃棄物処理・処分技術高度化開発報告書（第 5 分冊）—ガス移行連成挙動評価手法の開発—.

*Ayumi Saeki¹, Yasuhiro Tawara¹ Kazumasa Koga², Hitoshi Oowada², and Shin Sato³

¹Geosphere Environmental Technology Corp., ²Radioactive Waste Management Funding and Research Center, ³Obayashi Corp.