

沿岸部における地層処分のための工学技術に関する検討

(4) 塩水環境下での緩衝材の力学挙動

Study on Engineering of EBS for Geological Disposal in Coastal Area (4) Mechanical Behavior of Buffer Material in Saline Environment

*小林 一三¹, 石井 健嗣¹, 今井 政孝², 石井 智子³

¹鹿島建設, ²現: ダイヤコンサルタント, ³原子力環境整備促進・資金管理センター

海水系地下水が緩衝材の性能に及ぼす影響に関するデータを拡充するために、人工海水、及び海水に含まれる陽イオンの水溶液等を用いて、そのイオン強度や陽イオンの種類が緩衝材の浸潤、膨潤挙動に及ぼす影響を室内試験によって確認した。

キーワード: 緩衝材、ベントナイト、イオン強度、陽イオン、透水係数、膨潤、密度分布

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物(以下、HLW)処分施設における緩衝材の安全機能の確保に必要な設計要件は、低透水性、自己シール性などが挙げられる。また、沿岸部のような地下水に陽イオンを含む場所にHLW処分施設を建設する場合、ベントナイトの陽イオン交換反応によって緩衝材の膨潤性や低透水性が変化するため、設計による対応でこれらの要件を満たす必要がある^[1]。そこで、本研究では、沿岸部の地下水環境がHLW処分施設の緩衝材へ及ぼす影響を考慮した緩衝材設計に資するデータを拡充すべく、海水系地下水に含まれるイオン種が締固めたケイ砂30wt%含有Na型ベントナイト(以下、緩衝材)の浸潤、膨潤挙動に及ぼす影響を調べた。

2. 地下水環境が緩衝材の浸潤、膨潤挙動に及ぼす影響評価

地下水環境が緩衝材の浸潤に及ぼす影響を評価するために、人工海水(ASTM D1141)とイオン強度0.5のCaCl₂水溶液を使用して、直径50mm、高さ300mm、乾燥密度1.6Mg/m³の緩衝材への1次元浸潤速度を取得した。さらに、緩衝材の膨潤挙動に対する影響評価のために、人工海水(イオン強度0.7程度)とイオン強度が1/2の人工海水(以下、1/2人工海水)を用いた乾燥密度2.0と1.2Mg/m³の緩衝材(どちらも直径60mm、高さ20mm)の膨潤による押し合いの試験(直列膨潤量試験)を実施した。両試験とも、既往の研究^[2]で蒸留水とイオン強度0.5のNaCl水溶液を用いて実施した試験結果も併せて比較検討した。その結果、図1に示すように、イオン強度が高いほど浸潤速度が大きくなっており、さらに、イオン種によっても浸潤速度が異なっていた。イオン交換反応の影響があると考えられる。また、浸潤速度は地下水組成に依らず、浸潤時間の平方根に比例していた。図2からは、イオン強度が大きいほど残留密度差が大きかった。

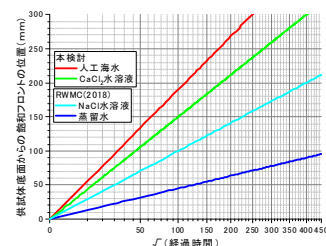


図1 液種毎の浸潤フロントの経時変化

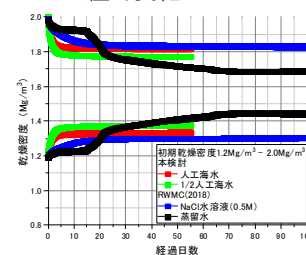


図2 液種毎の残留密度差

3. 結論

試験の結果、浸潤と膨潤挙動は地下水組成によって変化するが、その傾向は蒸留水を用いて得られた結果と同様であり、地下水環境の影響を適切に考慮すれば、沿岸部でも緩衝材は設計可能であるといえる。

なお、本報告は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「沿岸部処分システム高度化開発(平成27年度、平成28年度、平成29年度及び平成30年度)」の調査研究成果^[2]の一部である。

参考文献 [1] NUMO: 包括的技術報告(レビュー版), NUMO-TR-18-03, 2018.. [2] 産総研ほか, 平成30年度高レベル放射性廃棄物地層処分に関する技術開発事業 沿岸部処分システム高度化開発 平成27年度~平成30年度取りまとめ報告書, 2019.

*Ichizo Kobayashi¹, Kenji Ishii¹, Masataka Imai² and Tomoko Ishii³

¹Kajima Corp., ²Dia Consultants Co. Ltd, ³Radioactive Waste Management Funding and Research Center