

高アルカリ溶液を用いたベントナイト圧縮成型体の透水性の検討

（財）電力中央研究所 正会員 中村 邦彦, 田中 幸久
横山 信吾

1. はじめに

放射性廃棄物処分施設において、ベントナイト緩衝材は止水性等の性能を要求されている。一方、ベントナイト緩衝材には、セメント系材料の溶脱を起源とした高アルカリ溶液が浸入することが予想されており、それらの要求性能を低下させることが懸念されている。

これまで、ベントナイトの特性に与える高アルカリ溶液の影響に関する検討は、スメクタイトの粉体実験によるものが多い。例えば、Sato et al.(2003)は、スメクタイト粉体に対してフロースルー型溶解実験を実施し、各種温度、pH での溶解速度を示した。また、NaOH、KOH の溶液を用いた実験結果から、スメクタイトの溶解速度は、NaOH 溶液、KOH 溶液に関わらず pH で評価できることを示した。

一方、実処分環境下におけるベントナイトのアルカリ変質挙動は、粉体でなく圧縮成型体であること、随伴鉱物が含まれているため、粉体でのアルカリ変質挙動のみで扱うことは困難である。従って、圧縮成型体での力学特性を把握しておく必要がある。

本研究ではベントナイト圧縮成型体を用いて、高アルカリ溶液がベントナイトの透水性に与える影響について検討した。

2. 実験概要

使用したベントナイトはクニゲル V1 である。表 1 にクニゲル V1 の諸特性を示す。また、表 2 に実験パラメータを示す。供試体は、目標乾燥密度、1.2、1.6、2.0Mg/m³ で直径 30mm、高さ 10mm の円筒型を用いた。試験には、高アルカリ溶液、NaOH(0.01M、1M)、KOH(0.01M、1M)、CaOH₂(0.01M)を使用した。加えて、比較のためイオン交換水でも試験を実施した。

本試験は、供試体を静的圧縮により作成した後、2.0ℓの各種溶液に 60 の高温環境下で浸漬する。浸漬中は、窒素ガスを溶液中でバブリングし、炭酸ガスによる反応溶液の pH の緩衝を排除している。4 週間浸漬した後、供試体の上部、下部に透水試験用のセルを取り付け、透水係数を 1 週間測定する。これを 1 サイクルとする。透水試験は、約 25 の室温環境で実施した。透水係数を測定した後は、新たに作成した溶液へと交換し、再度 4 週間浸漬し、透水係数を 1 週間測定

することを繰り返した。試験期間中に、機器のトラブルにより溶液が 1 度混合したが、試料をすぐに洗浄し、新たな溶液に浸漬しなおした。ICP の結果および測定された透水係数には、明瞭な影響は認められなかった。

3. 実測結果

図 2-1、2-2、2-3 に、それぞれ目標乾燥密度 1.2、1.6、2.0Mg/m³ に対して得られた透水係数の経時変化を示す。どの密度においてもイオン交換水の透水係数と比較して、0.01M の溶液に関しては、あまり差がないこと

キーワード ベントナイト 透水性 アルカリ 変質

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 地球工学研究所 TEL0471-82-1181

表 1. ベントナイトの諸特性

| ベントナイトの種類 | クニゲルV1 |
|-----------------------|--------|
| タイプ | Na型 |
| 土粒子の密度 | 2.79 |
| 液性限界 (%) | 473.9 |
| 塑性限界 (%) | 26.61 |
| 塑性指数 | 447.3 |
| モンモリロナイト含有率 (%) | 48 |
| 陽イオン交換容量 (mequiv./g) | 0.732 |
| 交換性Naイオン量 (mequiv./g) | 0.405 |
| 交換性Caイオン量 (mequiv./g) | 0.287 |
| 交換性Kイオン量 (mequiv./g) | 0.009 |
| 交換性Mgイオン量 (mequiv./g) | 0.03 |

表 2. 実験パラメーター

| ケース | 目標乾燥密度 (Mg/m ³) | 溶液 |
|-----|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1.2, 1.6, 2.0 | NaOH(0.01M, 1.00M) |
| 2 | 1.2, 1.6, 2.0 | KOH(0.01M, 1.00M) |
| 3 | 1.2, 1.6, 2.0 | Ca(OH) ₂ (0.01M) |
| 4 | 1.2, 1.6, 2.0 | イオン交換水 |

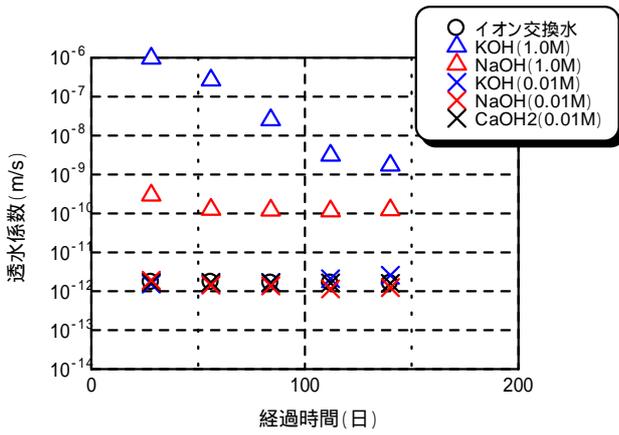


図 2-1 透水係数の経時変化 (1.20Mg/m³)

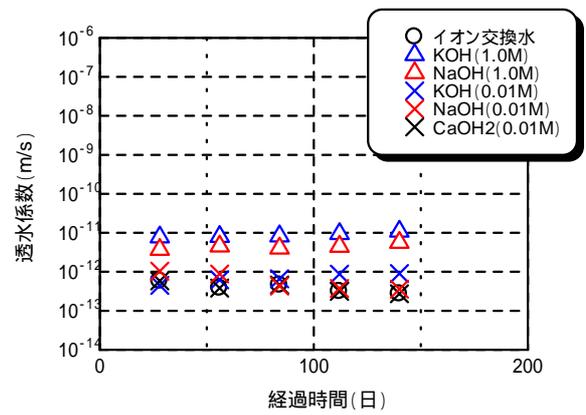


図 2-2 透水係数の経時変化 (1.60Mg/m³)

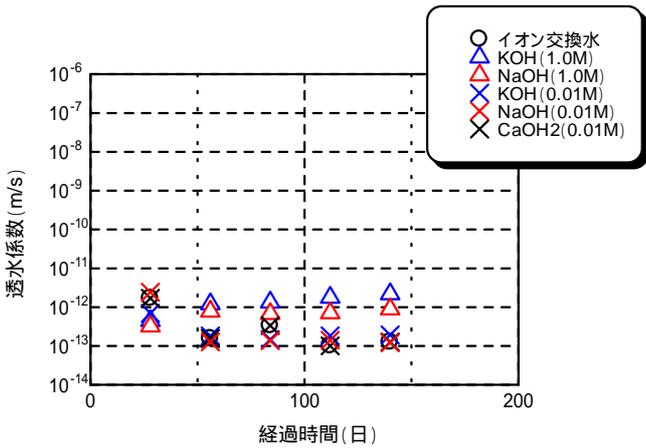


図 2-3 透水係数の経時変化 (2.00Mg/m³)

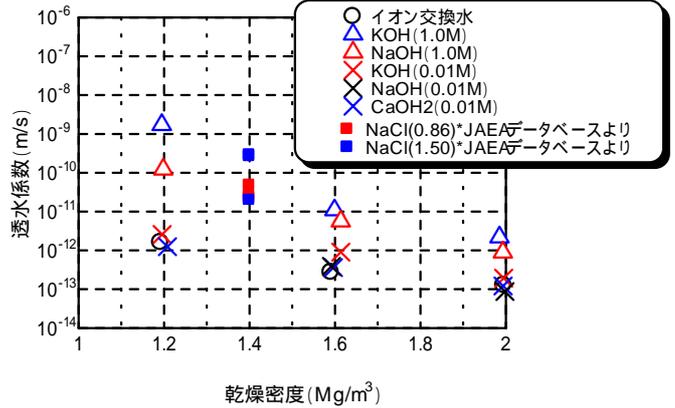


図 3 乾燥密度と透水係数の関係(5 サイクル終了時)

が分かる。また、1 M の溶液に関しては、透水係数が増加していることが分かる。NaOH 溶液で得られた透水係数と KOH 溶液で得られた透水係数を比較すると、NaOH 溶液で得られた透水係数に比べて KOH 溶液で得られた透水係数が大きくなる傾向が確認された。特に密度の低い 1.2Mg/m³ の試料に対して行った実験結果で顕著である。これは、試験溶液によりイオン交換反応のイオンの違い、圧縮成型体中のスメクタイトの鉱物学的特徴変化や二次鉱物種の生成が異なる可能性が考えられる。

また、1M の KOH 溶液で得られた透水係数は、時間の経過とともに、透水係数が減少する傾向がある。この原因は、二次鉱物の沈殿が予想されるが、固相分析の結果により判断する必要がある。

すべてのケースについて、5 サイクル後の透水係数を、密度に対してプロットしたものを図 3 に示す。また、図には、JAEA (旧 JNC) で得られた NaCl (0.86, 1.50M) 溶液での透水係数も併せて示した。溶液分析結果では、Si 濃度や Al 濃度の上昇が認められており、なんらかの鉱物が溶解していることを確認している。

今回 NaOH (1.0M), KOH (1.0M) 溶液で得られた透水係数は、NaCl 溶液で得られた透水係数と比較した場合には、顕著な増加は認められていない。現段階では、高アルカリ溶液による透水性の変化は、透水溶液のイオン強度が大きく影響しており、溶解による影響は小さい可能性がある。

まとめ

各種高 pH 溶液を用いて、ベントナイト圧縮成型体に対して浸漬・透水試験を行った。その結果、溶液の濃度の上昇とともに、透水係数は増加した。また、KOH 溶液で得られた透水係数は、NaOH 溶液で得られた透水係数よりも大きくなった。

参考文献 1) T.SATO et al.(2003):Mechanism and kinetics of smectite dissolution under alkaline conditions, Goldschmidt Conference Abstract 2) 日本原子力研究開発機構(2006):緩衝材の基本特性データベース <http://migrationdb.jaea.go.jp/bufferdb/>