

地層処分におけるベントナイトオプシンの検討 ベントナイト混合土の膨潤特性および透水特性

電力中央研究所 正会員 ○渡邊 保貴, 非会員 横山 信吾, 正会員 新橋 美里
原子力発電環境整備機構 正会員 山本 陽一, 正会員 後藤 考裕

1. 目的

地層処分が必要とするベントナイトの量は緩衝材として数十万トン、埋め戻し材として百万トン以上に及ぶことが見込まれている。そのため、地層処分に求められる安全性と性能の確保を前提として、調達性と経済合理性を有するベントナイトを複数確保できることの見通しを得ておく必要がある。

そこで、本研究では人工バリア材料の合理的な選定や仕様設定に資することのできる多様な選択肢を示すことを目的として、これまで優先的に検討されてきた材料に加えて産地やタイプの異なる複数のベントナイトの特性データを様々な環境条件を考慮して取得し、地層処分への技術的な成立性を確認するための検討を実施する。ここでは、6種類のベントナイトに関して、透水特性および膨潤特性を調べた結果について報告する。

2. 試料

本研究で実施する試験において使用したベントナイトは6種類であり、主となる交換性陽イオン種からNa型と分類されるものが3種類（ベントナイトA, B, C）、Ca型と分類されるものが3種類（ベントナイトD, E, F）である。物理的・化学的性質については山本ほかを参照されたい。各ベントナイトとケイ砂（三河珪砂6号）を混合したものを使用した。ベントナイト混合率は、30%, 50%, 70%, 100%とした（100%はベントナイト単体で使用することを意味する）。

3. 試験方法

ベントナイトの膨潤特性と透水特性を調べるため、図-1ならびに図-2に示す試験装置とイオン交換水を用いて、膨潤圧、膨潤率、そして、透水係数を測定した。

透水膨潤圧試験では、供試体の直径は60 mm、高さは20 mmとし、供試体リングに直接静的締固めにより供試体を作製した。供試体下部に荷重計が内蔵されており、膨潤圧を測定しながらの透水係数の測定を可能とした。透水係数の測定に際しては、低透水性材料の透水試験方法（JGS0312-2018）を参考にした。同基準に記載されている方法により供試体の飽和度を推定し、推定された飽和度が99%以上となることを確認した後に透水係数を取得した。

膨潤変形試験では、供試体の直径は60 mm、高さは10 mmとし、静的締固めにより作製した供試体を試験用の供試体リングに移し入れることで供試体周囲の摩擦を軽減することに努めた。最大膨潤率は、小峯・緒方²⁾を参考に双曲線近似より算出した。膨潤変形を終了した時点で上部ピストンを変位固定すると同時に、上部ピストン周囲等の止水を適切に行った上で、透水試験を実施した。

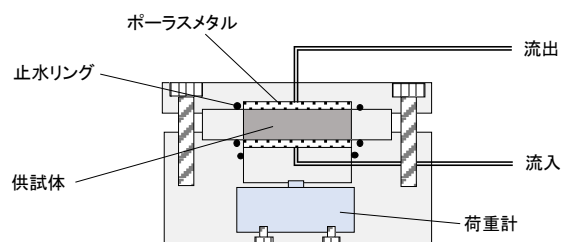


図-1 透水膨潤圧試験セルの概略図

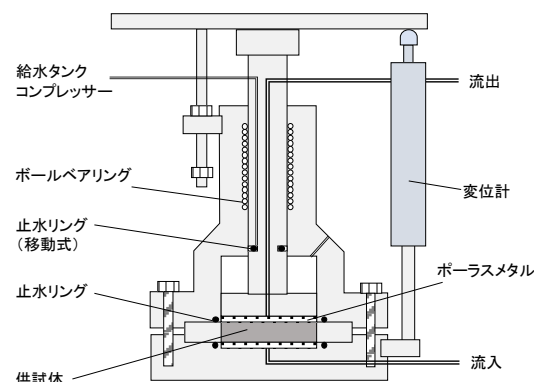


図-2 膨潤変形試験セルの概略図

キーワード 放射性廃棄物処分, ベントナイト, 膨潤圧, 膨潤率, 透水係数

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 TEL 070-6568-9619

4. 試験結果

各試験で使用した供試体の有効モンモリロナイト密度を算出し、試験結果を整理した。ベントナイト A～F のモンモリロナイト含有率として 63 %, 63 %, 57 %, 55 %, 41 %, 34 % をそれぞれ用いた。平衡膨潤圧と有効モンモリロナイト密度の関係を図-3 に示す。有効モンモリロナイト密度の増加に伴い平衡膨潤圧が増加する傾向が認められた。ベントナイト B に関しては、特に高密度の範囲において、ベントナイト A と比べて同一密度における平衡膨潤圧は高いことが分かった。透水係数と有効モンモリロナイト密度の関係を図-4 に示す。有効モンモリロナイト密度の増加に伴い、透水係数は小さくなる傾向が認められた。Ca 型ベントナイトと比べると、Na 型ベントナイトの透水係数は 1 オーダーほど小さくなった。ベントナイト A と B を比較した時に、透水性に明瞭な差異は認められなかった。初期の有効モンモリロナイト密度と最大膨潤率の関係を図-5 に示す。初期の有効モンモリロナイト密度が高いほど最大膨潤率は大きくなり、Na 型ベントナイトにおいてその傾向は顕著であった。膨潤変形後の透水性は、図-6 に示すように、密度低下により透水係数は大きくなるが、透水膨潤圧試験により得られた透水係数と有効モンモリロナイト密度の関係と矛盾しない結果となった。

5. まとめ

6 種類のベントナイトについて膨潤特性と透水特性を調べた。交換性陽イオンに着目することで有効モンモリロナイト密度と各データの相関関係を概ね説明できる見通しが得られた。今後、試験データを拡充し、既往の知見も踏まえてデータの分析を進める。

参考文献 1) 山本陽一ほか：第 74 回土木学会年次学術講演会，2019. 2) 小峯秀雄・緒方信英：土木学会論文集，No. 701，III -58，373-385，2002.

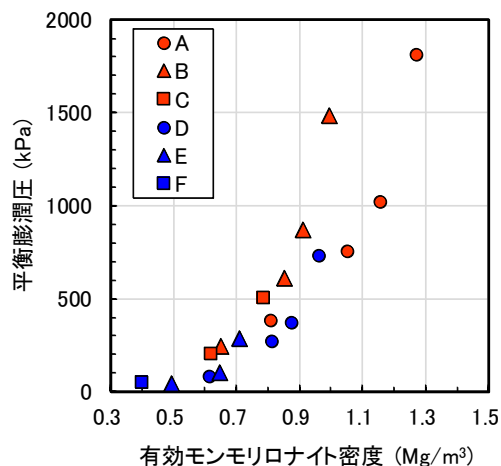


図-3 平衡膨潤圧と有効モンモリロナイト密度の関係

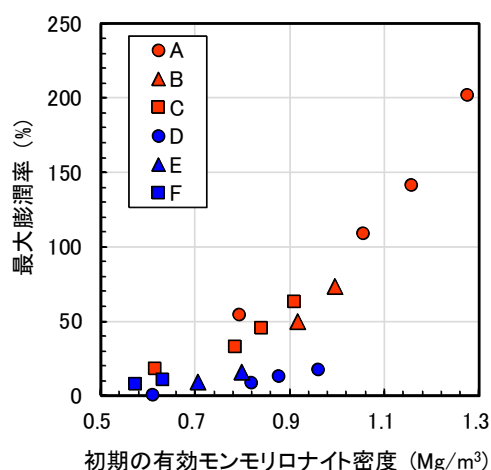


図-5 最大膨潤率と初期の有効モンモリロナイト密度の関係

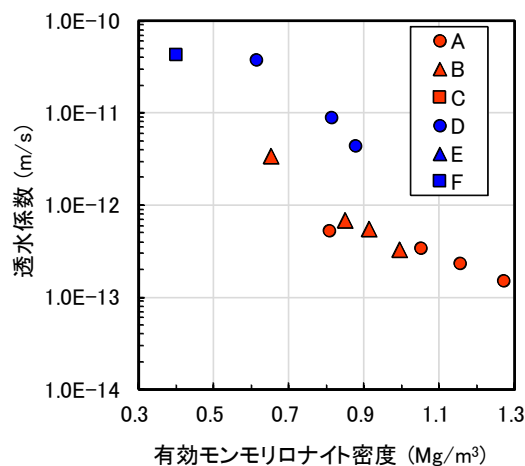


図-4 透水係数と有効モンモリロナイト密度の関係

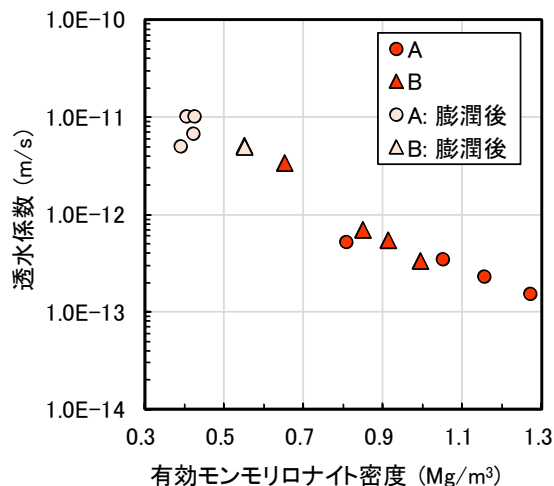


図-6 膨潤変形後の供試体の透水係数