

温水循環環境下におけるベントナイトの膨潤変形特性の調査

茨城大学 学生会員 ○大森浩司，正会員 小峯秀雄
フェロー会員 安原一哉，正会員 村上哲

1.はじめに

我が国で検討されている高レベル放射性廃棄物の処分は，放射性廃棄物をガラス固化し，地下 300m 以深に地層処分する方法である¹⁾．処分施設において，オーバーパックと周辺岩盤との間の充填材料である「緩衝材」には，低透水性や膨潤変形による自己シール性等を有しているベントナイトの利用が検討されている．実際の処分施設において緩衝材に流入する地下水は，地熱および放射性廃棄物からの崩壊熱により温水になることが予想され，ベントナイトに温水が流入した場合の膨潤変形特性への影響を把握する必要がある．そこで本研究では，温度 80 ± 2 の温水を循環させ，温水の流入によるベントナイトの膨潤変形実験を行った．また，粉末 X 線回折により温水流入が及ぼす構成鉱物への影響を調査した．

2.温水循環型膨潤変形実験装置

図-1 に本研究で用いた膨潤変形実験容器(以後，容器と記述)の概要を示す．本研究では効率的に実験を行うために，4 台の容器を用い，この 4 台の容器と恒温水槽を連結することで温水循環型膨潤変形実験装置(以後，装置と記述)を構築した．本研究で使用した装置の概略図を図-2 に示す．

3.使用した試料

試料には，ベントナイト A (Na 型，クニミネ工業，クニゲル V1) とベントナイト C (Ca 型，クニミネ工業，クニボンド) を用いた．試料は，温度が 22 ± 2 の室内で保管されており，供試体作製時の含水比はベントナイト A が 7.22 ~ 7.91%，ベントナイト C が 12.1 ~ 14.3% の範囲にあった．表-1 にベントナイト A, C の基本的性質を示す．

4.膨潤変形実験

膨潤変形実験とは，一定鉛直圧下でベントナイトが吸水し膨潤変形する際に発生する一次元変形量を計測する実験である．本研究は，温水による影響を把握しやすくするために，比較的膨潤変形量の大きい低鉛直圧下(19.6kPa)で行った．実験には，上下二方向からの静的荷重によって締固めた供試体(直径 28mm，高さ 5mm)を用いた．供試体を実験装置に設置し，鉛直圧が 19.6kPa になるように調節した錘を載荷した後，蒸留水の循環供給を開始し，容器内およびリング内に蒸留水が供給され実験開始とする．供給する蒸留水の温度は 22 ± 2 および 80 ± 2 とした．

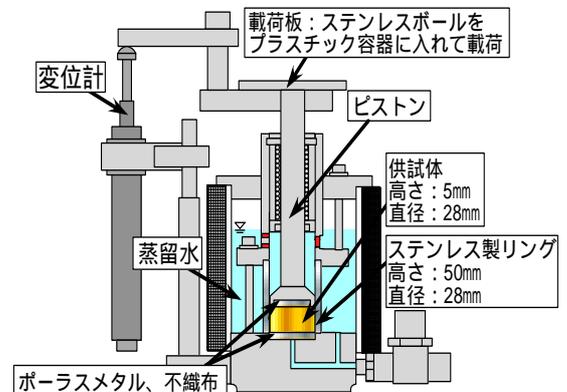


図-1 膨潤変形実験容器の概要

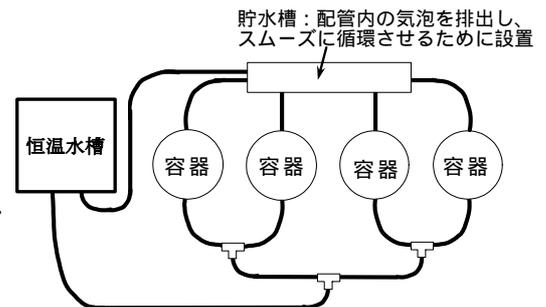


図-2 装置の概略図

表-1 各ベントナイトの基本的性質

ベントナイト	A	C
名称	クニゲルV1	クニボンド
タイプ	Na型	Ca型
土粒子密度(Mg/m ³)	2.79	2.71
液性限界(%)	458.1	128.7
塑性限界(%)	23.7	38.4
塑性指数	434.4	90.3
モンモリロナイト含有率(%)	57	84
陽イオン交換容量(meq./g)	1.166	0.795
交換性Naイオン量(meq./g)	0.631	0.119
交換性Caイオン量(meq./g)	0.464	0.585
交換性Kイオン量(meq./g)	0.03	0.019
交換性Mgイオン量(meq./g)	0.041	0.072

キーワード：ベントナイト，膨潤変形，温水，高レベル放射性廃棄物

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 Tel (0294)38-5163

供試体の一次元膨潤変形量の測定は、蒸留水を供給する直前から経時的に行い、実験期間はベントナイトの膨潤挙動がほぼ一定値に到達することから7日間とした。

測定した一次元膨潤変形量 S を初期供試体高さ H_0

で除し、その値を百分率で表示しものを膨潤率 ε_s ($= S/H_0 \times 100$) と定義した。さらに、膨潤率の経過時間曲線に対して双曲線で近似し、その漸近線から求めた値を膨潤率の最大値(以後、最大膨潤率 $\varepsilon_{s,max}$ と記述)として結果を整理した。図-3に各ベントナイトの実験結果を示す。温水流入による膨潤変形特性への影響を把握するために、常温(22 ± 2)における結果も併記した。常温におけるベントナイトの最大膨潤率と比較すると、ベントナイト A,C において、温水(80 ± 2)が流入したことによる最大膨潤率への影響はほぼ見られないことがわかった。このことから、ベントナイト A,C は鉛直圧 19.6kPa、温度 80 ± 2 、実験期間7日間の条件下では、膨潤変形特性への影響はほとんど受けないと考えられる。

温水流入による構成鉱物への影響を把握するために、供給水温度が 22 ± 2 と 80 ± 2 の膨潤変形実験後の試料を用いて粉末 X 線回折分析を行った。その結果を図-4に示す。膨潤の起因となる鉱物であるモンモリロナイトに注目すると、ベントナイト A,C ともにモンモリロナイトを示すピークに変化が見られない。このことから、温度 80、実験期間7日間ではベントナイトの構成鉱物への影響がほとんどないことがわかった。

5. 結論

鉛直圧 19.6kPa、供給水温度 80 ± 2 、実験期間7日間という条件下では、膨潤変形特性への影響は小さいことがわかった。また、上記条件におけるベントナイトの構成鉱物への影響が小さいことがわかった。今後は、さらに長期間温水にさらされた試料を作製し、その試料の膨潤変形特性を調査する必要がある。

参考文献

- 核燃料サイクル機構：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性 - 地層処分研究開発第2次取りまとめ - 分冊2 地層処分の工学的技術, JNC TN1400 99-022, 1999.

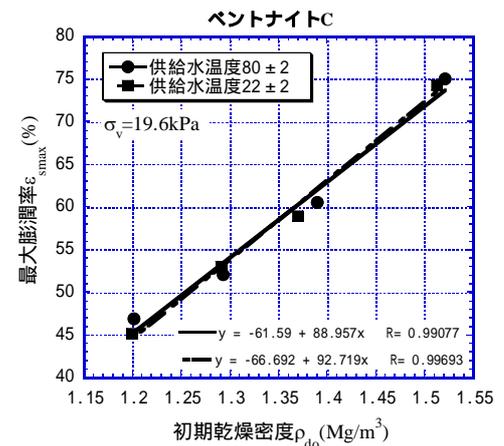
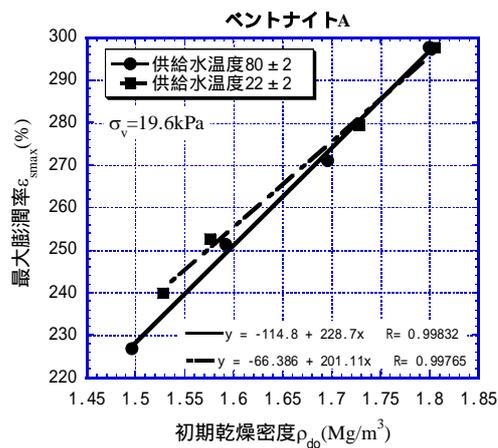


図-3 各ベントナイトの最大膨潤率と初期乾燥密度の関係

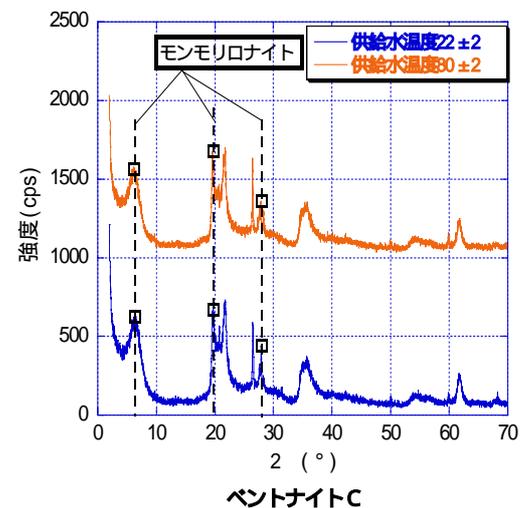
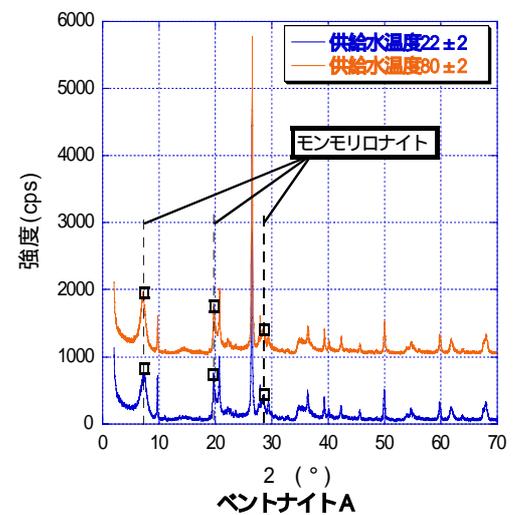


図-4 温水による温度履歴を受けたベントナイトの X 線回折