

温度変化を考慮したベントナイト緩衝材の膨潤量の計測について

福島工業高等専門学校	学生会員	○佐藤	文啓
福島工業高等専門学校	正会員	金澤	伸一
福島工業高等専門学校	正会員	林	久資
日本原子力研究開発機構	正会員	高山	裕介
西松建設(株)技術研究所	正会員	石山	宏二

1. 研究背景および目的

高レベル放射性廃棄物の地層処分における人工バリアとその周辺岩盤を含むニアフィールド環境では、ガラス固化体に含まれる核種の崩壊熱やベントナイト緩衝材内への地下水侵入などの現象が相互に影響し合う熱-水-応力の連成プロセスが進行すると考えられる。この連成プロセスにおけるベントナイト緩衝材の力学挙動を解析により評価するためには、力学特性に与える温度や飽和度の影響を実験により把握し、これらの影響を反映できる構成モデルを構築する必要がある。そこで本研究では、ベントナイトの膨潤特性と温度の関係を把握するために、供試体を浸漬した保温水槽の水の温度を制御できる膨潤量試験装置を製作し、温度をパラメータとした膨潤量試験を実施した。

2. 試験方法

図-1に製作した膨潤量試験装置の模式図を示す。試験装置は圧密試験容器¹⁾を改造したものである。はじめに、ベントナイト(クニゲルV1)と珪砂(5号)を質量比7:3の割合で混合させたあと、密度 1.6Mg/m^3 になるように金型と油圧ジャッキを用いて圧縮成型し、直径60mm、高さ20mmの供試体を作製した。次に、温水で満たされた保温水槽に供試体をセットし、試験を実施した。

水槽内の水温は熱電対で計測し、 $\pm 1^\circ\text{C}$ の範囲で維持されるようにヒーターによる温度制御を行った。供試体への給水は供試体上端および下端から行い、載荷荷重については 20kPa とした。膨潤量の計測は、水槽内に試験温度に設定した所定量の温水を水槽に注いだ直後から実施し、変位計による計測値の時間的变化がなくなるまで行った。本報告では、常温水(20°C)と 40°C の温水を用いた結果を報告する。

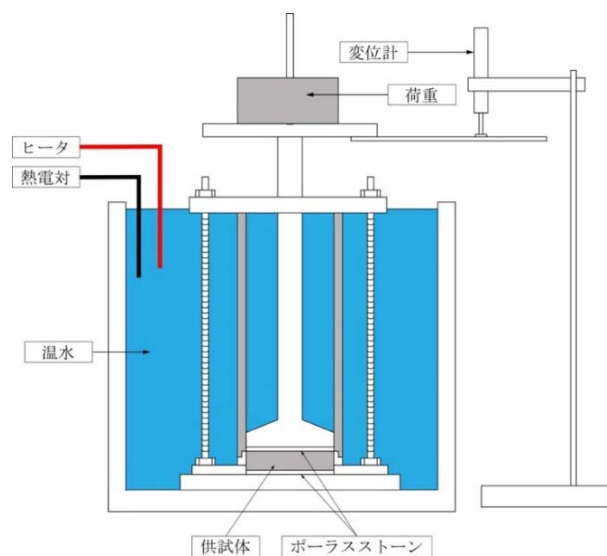


図-1 膨潤量試験装置模式図

3. 試験結果

図-2に常温水および 40°C の温水を用いた場合の膨潤量の時間変化を示す。まず、常温水を用いた場合では、試験開始から約20日までは膨潤量が一定の割合で増大し、20日を過ぎると一定値に収束しはじめ、70日程度で一定値に達した。その時の膨潤量は約14mmであった。一方で 40°C の温水を用いた場合では、常温水の場

キーワード ベントナイト緩衝材, 膨潤量, 地層処分

連絡先 〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30 福島工業高等専門学校 TEL 0246-46-0827

合と同様に、試験開始から 20 日程度までは一定の割合で膨潤している。その後も膨潤が続き、35 日程度で一定値に収束しはじめ、50 日程度で一定値に達した。その時の膨潤量は約 17mm であり、常温水の場合よりも約 3mm 増加した。また、40℃の温水の場合のほうがより短時間で膨潤量が一定値に達した。この飽和に至るまでの膨潤挙動の違いについては、膨潤特性の温度依存性の他に、透水性や保水性などの水理特性が温度により変化していること²⁾も影響していると考えられるため、今後より詳細に検討していきたい。

試験終了後の供試体を供試体底面から 2mm ごとにカッターで切り出し、高さごとの含水比を計測した結果を図-3 に示す。常温水の結果よりも 40℃の結果の方が高い含水比を示している。この結果は、40℃の温水の場合の方が常温水の場合より膨潤量が大きかったことと整合している。また膨潤量は一定値を示しているが、供試体の含水比には分布があり、供試体下部よりも供試体上部の含水比の方が高くなる傾向が認められた。

4. まとめ

本研究では、ベントナイトの膨潤特性と温度の関係を把握するため、供試体に与える水の温度を制御できる膨潤量試験装置を製作し、温度をパラメータとした膨潤量試験を実施した。その結果、温度が高いほどベントナイトの膨潤性が大きいことが示された。また、今後はより長期間の計測を実施し、温度、供試体内の含水比分布の変化及び膨潤量の関係を調査していく。さらに、より多くの温度条件や荷重条件に対しても実施していき、膨潤特性に与える温度の影響を明らかにしていきたい。

謝辞

本報告は経済産業省の委託事業「平成 26 年度放射性廃棄物重要基礎技術研究調査」の成果の一部である。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1)公益社団法人地盤工学会：土質試験基本と手引き第二回改訂版，pp.103-120，2011.
- 2)鈴木英明，千々松正和，藤田朝雄，中野政詩：不飽和圧縮ベントナイト中の水分移動パラメータに関する考察，土木学会論文集 No.701/III-58，pp.107-120，2002.

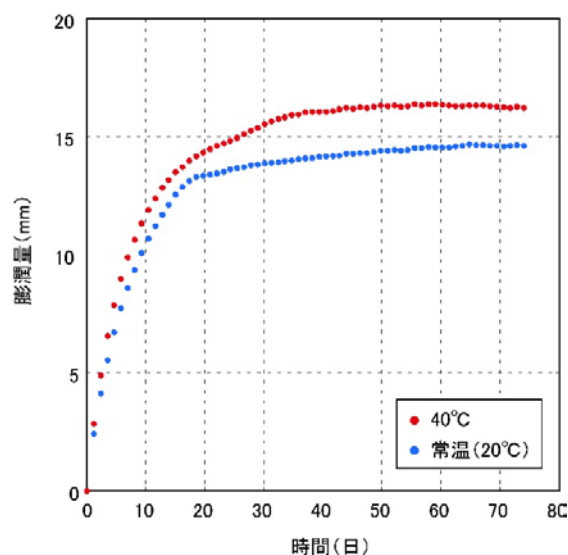


図-2 膨潤量の時間変化

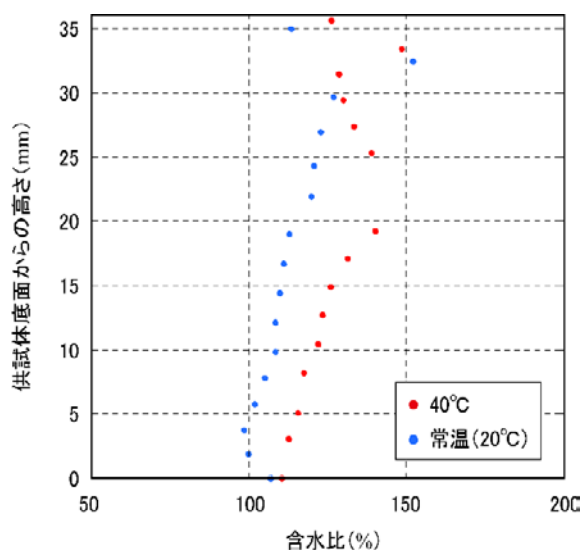


図-3 供試体高さと含水比の関係