

相対湿度法による標準状態及び圧力開放系における Na 型ベントナイト中の水の熱力学データの測定

Measurements of Thermodynamic Data of Water in Na-Bentonite in the Pressure Release System and Standard Condition by Relative Humidity Method

*佐藤 治夫¹

¹岡山大学

相対湿度と温度を測定することにより蒸気圧を決定し、ベントナイト及びモンモリロナイト中の水の活量と Gibbs の自由エネルギーを算出すると共に、熱力学モデルに基づいて膨潤応力を解析し、これまでのデータと比較検討した。

キーワード： 地層処分、緩衝材、ベントナイト、モンモリロナイト、相対湿度、水の活量、Gibbs の自由エネルギー、熱力学、膨潤応力

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分における人工バリアを構成する緩衝材は、周辺岩盤からの地下水の侵入により膨潤応力が発生する。地下水の侵入過程では、含水比分布が発生することから、飽和するまでの過程では膨潤応力分布が発生する^[1]。著者らは、過去の研究で、蒸気圧法によりベントナイトの主成分であるモンモリロナイト層間水の活量や相対部分モル Gibbs の自由エネルギーなどの熱力学パラメータを測定し、熱力学理論に基づいて膨潤応力を解析するモデルについて報告した^[2,3]。これまでに、ベントナイトの膨潤応力を含む特性については多くの実測データが報告されてきたものの、モデル解析に必要なモンモリロナイト層間水の蒸気圧に関するデータは限られている。

本研究では、相対湿度(RH)と温度を測定することにより蒸気圧を決定し、ベントナイト及びベントナイトの主成分であるモンモリロナイト中の水の活量($a_{\text{H}_2\text{O}}^0$)と相対部分モル Gibbs の自由エネルギー($dG_{\text{H}_2\text{O}}^0$)を算出すると共に、熱力学モデルに基づいて膨潤応力を解析し、これまでのデータと比較検討した。

2. 相対湿度法による蒸気圧の測定

Na 型ベントナイトのクニゲル V1®とクニピア F®(クニミネ工業製)を 105~110°Cの恒温槽中で 24h 以上乾燥させた後、3.00g ずつをポリエチレン容器(各試料 n=3)に分け、RH=100%の密閉容器内(-99kPa 以下)で約 9 ヶ月間、均一に含水させるため、水蒸気を吸収させた。この間、定期的に含水重量を測定した。次に容器内の水を廃棄し、RH と温度センサーを入れ、容器(初期圧-101.3kPa)を 25°Cの恒温水槽中に沈めた。24h 後、RH と温度を測定し、試料を取り出して重量を測定した後、容器内に戻し、しばらく真空引きすることで含水比を下げ、再度、恒温水槽中に沈めた。この操作を繰り返すことで、含水比をパラメータ(～約 100%)に、RH と温度を測定し、 $a_{\text{H}_2\text{O}}^0$ と $dG_{\text{H}_2\text{O}}^0$ を算出した。

3. 結果及び考察

図 1 に $dG_{\text{H}_2\text{O}}^0$ とモンモリロナイトに対する含水比との関係を示す。両ベントナイトとも、含水比の減少に伴い $dG_{\text{H}_2\text{O}}^0$ は低下した。両ベントナイトのプロット(○, □)がオーバーラップしていることから、モンモリロナイトが水の保持に大きく関係していることが分かる。過去の研究においても、同様な傾向が示されている^[2-4]。一方、今回のデータの方がやや高目である。この原因は、既存のデータが精製されたモンモリロナイトであったことによると考えられる。今回のデータから、膨潤応力は既存の解析結果よりもやや低目となり、より実測値に近い結果となると予想される。発表では、膨潤応力の実測データと解析結果との比較検討結果についても議論する。

※ 本研究は日本学術振興会科学研究助成金(20K05383)及びウエスコ学術振興財団研究活動費助成事業による成果の一部である。

参考文献

[1] JAEA 幌延深地層研究センター：平成 28 年度調査研究成果報告(H29.8 修正版)．[2] H. Sato: Phys. and Chem. of the Earth 33, pp.S538-S543 (2008)．[3] H. Sato: Proc. of 4th Japan-Korea Joint Workshop on Radioactive Waste Disposal 2008: Perspective of Sci. and Eng., May 27-28, 2008, Hakone, Japan, pp.1-17 (2008)．[4] Y. Torikai, S. Sato, H. Ohashi: Nucl. Technol., 15, pp.73-80 (1996)．

*Haruo Sato¹

¹Okayama Univ.

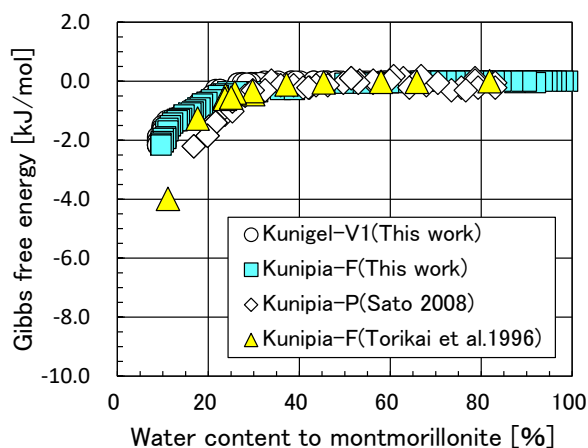


図 1 $dG_{\text{H}_2\text{O}}^0$ とモンモリロナイトに対する含水比との関係