

ペントナイトの膨潤応力に関する熱力学的研究：

変質を考慮したK型モンモリロナイト層間水の熱力学データの取得

A Study on Thermodynamics of Swelling Stress of Bentonite: Acquisition of Thermodynamic Data of Interlayer Water of K-Montmorillonite in Consideration of Alteration

*遠藤 未郷¹, 佐藤 治夫¹

¹岡山大学

本研究では、緩衝材の研究として、K型モンモリロナイト試料を作製し、層間水の熱力学データを取得すると共に、熱力学モデルにより膨潤応力を解析し、実測データと比較検討した。K型モンモリロナイトの場合、モンモリロナイト部分密度で 1.9Mg/m^3 以上の領域で膨潤応力が発生することが分かった。

キーワード: 膨潤応力, K型モンモリロナイト, 热力学データ, 層間水, 相対湿度法

1. はじめに

再処理施設から発生する高レベル放射性廃棄物の地層処分では、300m 以深の地層中に坑道を掘削し、ガラス固化体の周囲に人工バリアを設置して埋設処分される。人工バリアは、内側から、ガラス固化体、オーバーパック、緩衝材からなり、その外側は岩盤である。緩衝材として使用される Na型ペントナイトは、高レベル放射性廃棄物を長期的に隔離している間に地下水の侵入によって層間中の陽イオンが Na^+ イオンから K^+ イオンに置換されて変質することが考えられる。この陽イオン交換による物性変化が緩衝材の膨潤特性に影響を与える可能性があるが、K型ペントナイトの膨潤応力に関する研究は極めて限られる。著者らは、ペントナイトの膨潤応力について、熱力学モデルに関する研究を行っており、これまでに Na型ペントナイトを中心に報告してきた^[1-3]。しかしながら、熱力学データは極めて限られる。

本研究では、膨潤応力を解析するための熱力学モデルへの基礎データとして、ペントナイトの主成分であるモンモリロナイトについて、K型モンモリロナイト層間水の熱力学データを取得した。

2. モンモリロナイト層間水の熱力学データの測定と熱力学モデルによる膨潤応力の解析

膨潤応力は、モンモリロナイト層間中の陽イオンを全て K^+ イオンに置換した試料を作製し、相対湿度法^[1]により、層間水の熱力学データ(水の活量と相対部分モル Gibbs の自由エネルギー)について含水比をパラメータに取得すると共に、熱力学モデル^[2]により膨潤応力を解析した。

3. 結果及び考察

図 1 にモンモリロナイト含有率の異なる様々なペントナイトについて、純水条件でのモンモリロナイト部分密度に対する膨潤応力の実測データ^[3-6]と熱力学モデルによる K型モンモリロナイトの解析結果の比較を示す。K型モンモリロナイトは、モンモリロナイト部分密度で 1.9Mg/m^3 以上の高密度領域でのみ膨潤すると考えられた。緩衝材の設計条件を考えると、ペントナイトが K型に変質した場合、殆どの密度領域で余り膨潤しないことを示している。

※本研究は日本学術振興会科学研究助成金(20K05383), ウエスコ学術振興財団研究活動費助成事業, 中国電力技術研究財団助成金による成果の一部である。

参考文献

- [1] 佐藤治夫: 原子力学会「2022年秋の大会」, 3C12, (2022).
- [2] 佐藤治夫: 原子力バックエンド研究, Vol.27, No2, pp105-114 (2020).
- [3] Sato, H.: Physics and Chemistry of the Earth 33, pp. S538-S543 (2008).
- [4] 日本原子力研究開発機構: 緩衝材基本特性データベース, “<https://bufferdb.jaea.go.jp/bmdb/>”, 最終アクセス: 1/20(2023).
- [5] 鈴木英明他: PNC TN8410 92-057 (1992).
- [6] 前田宗宏他: PNC TN8410 98-021 (1998).

*Misato ENDO¹, Haruo SATO¹

¹ Okayama University

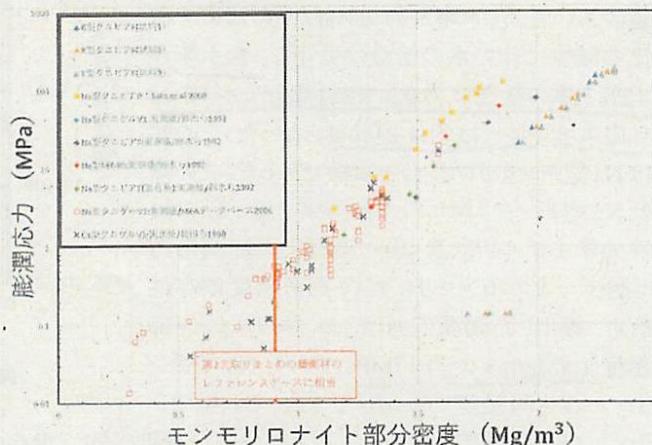


図 1 モンモリロナイト部分密度に対する様々なペントナイトの膨潤応力の実測値と解析値との関係