

小角 X 線散乱を用いた圧密ベントナイトメゾスコピック構造の in-situ 評価

In-situ observation of mesoscopic structures of compacted bentonite by small-angle X-ray scattering

*斉藤 拓巳¹, 元川 竜平², 遠藤 仁³

¹東大, ²原子力機構, ³高エネ研

圧密ベントナイトの nm からサブ μm の構造を, 圧密・膨潤状態を維持したまま, 放射光での小角 X 線散乱を用いて評価した結果を報告する.

キーワード: 圧密ベントナイト, メゾスコピック構造, 小角 X 線散乱, in-situ 測定

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物処分において, 緩衝材として使用されるベントナイトは, 処分の長期安全性を担う重要なバリア材料である. 環境条件の変化に伴う, そのバリア性能の変化を理解・モデル化し, 処分の安全評価に反映させるためには, ベントナイトの構造と機能の関連付けが不可欠である. 発表者らは, 先行研究において, 圧密ベントナイトの nm からサブ μm の構造を放射光での小角 X 線散乱 (SAXS) を用いて評価した結果を報告したが, 膨潤セルから測定セルに試料を移す際に, 試料の状態が変化した可能性が指摘されていた[1]. そこで, 本発表では, 試料の移し替えや膨潤圧力の開放無しに, 膨潤と測定を兼用できるセルを製作し, 圧密ベントナイトの SAXS 測定を *in-situ* 条件で行った.

2. 実験方法

SAXS は数度以下の角度領域における X 線の散乱から, 散乱体となる粒子・細孔の径や形状等の構造情報を取得するための手法であり, X 線回折 (XRD) 測定や電子顕微鏡観察とは異なり, nm からサブ μm スケールの平均的な構造の測定が可能である. 本研究では, 高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設 BL-6A において, 波長 1.5 \AA の単色 X 線を用いて, SAXS 測定を行った. 測定試料には, ベントナイト (クニミネ工業製 Kunipia-F) を用いた. 膨潤・測定セルを用いて, 試料厚さ 1 mm で, 異なる乾燥密度となるように圧密した試料を異なる電解質溶液で膨潤させたものを測定に供した.

3. 結果と考察

異なる乾燥密度の Na 型ベントナイトの SAXS 散乱プロファイルを図 1 に示す. 乾燥密度 $0.8, 1.0 \text{ g/cm}^3$ の試料における $q = 0.34 \text{ \AA}^{-1}$ 付近のピークは, モンモリロナイトの 001 面の回折ピーク ($d = 18.5 \text{ \AA}$) に相当し, 層間の 3 水分子層の水和に対応する. 乾燥密度の増加に伴い, この 001 面の回折ピークは高 q 域に移り, 乾燥密度 1.8 g/cm^3 の試料では, 層間の 2 水分子層の存在に対応する $q = 0.40 \text{ \AA}^{-1}$ にピークが見られた. また, 乾燥密度 1.4 g/cm^3 の試料では, これら 2 つの水和状態が共存していることが分かった. これらの結果は先行研究における XRD の結果と対応している[2]. 発表では, 低 q 域に現れるより大きな構造に対する試料の乾燥密度や膨潤条件の影響を報告する.

参考文献

[1] 斉藤拓巳, 他, 日本原子力学会 2018 年春の年会, 2018 年 3 月.

[2] Kozaki, T., et al., *Nucl. Technol.* **121**, 63-69 (1998).

*Takumi Saito¹, Ryuhei Motokawa², and Hitoshi Endo³

¹The University of Tokyo, ²JAEA, ³KEK

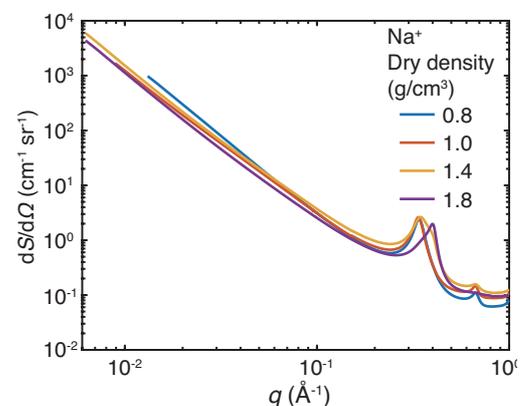


図 1. 異なる乾燥密度の Na 型圧密ベントナイトの SAXS 散乱プロファイル.