グリムゼル花崗閃緑岩の単一割れ目中の核種移行特性評価 (2)鉱物・間隙分析

Radionuclide migration in single fracture of granodiorite at the Grimsel Test Site

(2) Mineral and pore investigations

*佐藤 久夫¹,赤木 洋介¹,舘 幸男²,松本 一浩² ¹三菱マテリアル,²日本原子力研究開発機構

結晶質岩の割れ目中核種移行モデルの確証に資するため、スイスグリムゼル原位置試験場から採取した単一割れ目を含む花崗閃緑岩試料を対象に、X線 CT 測定によって割れ目面からマトリクスを構成する鉱物分布を解析するとともに、EPMA 元素マッピングに基づく鉱物分布解析によりその妥当性を確認した。これらの結果から、割れ目の開口幅や連続性、及び割れ目近傍の鉱物分布の不均質性等を定量的に評価した。 キーワード:花崗閃緑岩、単一割れ目、X線 CT 測定、割れ目の開口幅、鉱物分布

1. 緒言

放射性廃棄物処分場周辺岩盤が花崗岩などの結晶質岩の場合,岩盤中に存在する結晶粒界や,岩体の冷却, 貫入過程で生じた割れ目などの不連続な間隙を,核種移行経路として考慮しなければならない。特に,割 れ目間隙は,その形状特性において不確定な要素が大きい。割れ目中の核種移行モデルの確証に資するた め,今回我々はグリムゼル原位置試験場(Grimsel Test Site: GTS, Switzerland)から採取した単一割れ目を含 む花崗閃緑岩試料を対象に,拡散試験や通液試験(本シリーズ発表1)を実施し,同一試料のX線CT測定 および,EPMA測定を行うことで,割れ目面間隙とそこに分布する鉱物の特性評価を行い,割れ目空間の 不均質性を定量的に解析する手法を検討した。

2. 測定と解析

単一割れ目を含む GTS 花崗閃緑岩 ($^{6}50 \times ^{L}100 \text{ mm}$) は, X線 CT 測定装置 (東芝 Asteion VI; UHS XVA-160a) によりトモグラフィー撮影した (XY 断面: 図1a)。X線 CT 画像からは割れ目表面を画像処理して抜き出し、再構成することで XZY 画像に変換できる (図1a)。これを割れ目両壁面に適用して、その差分を求めると、割れ目間隙の 3D データ (図1b) となり、不均質な割れ目開口幅の分布が可視化された。開口幅 Y 値を相対的な高さとみなすと、割れ目空間の体積 V と底面積 S から平均開口幅 d が求められ、d=V/S=2.50mm をピークとする正規分布が確認できた (図1c)。この開口幅の不均質性と鉱物分布の対応を調べるため、割れ目面に垂直な断面を切り出して EPMA (JEOL JXA-8200) により分析を行った (図1d)。

3. 結果と考察

GTS 花崗閃緑岩の割れ目の多くは破砕による ガウジで充填されている。X 線 CT, および EPMA による鉱物分布観察では、割れ目面は表 面~0.2 mm がバーミキュライト化した黒雲母層, その内部の割れ目面に斜交から平行配向の葉理 構造を示す黒雲母を主体とした層からなる2層 構造が認められた。X線CT 画像を元に割れ目 表面からの2層構造の厚みを求めると、0.8mm が得られた。このガウジの黒雲母層内には、微 細な石英などの珪長質鉱物の分布も確認できた。 EPMA による詳細分析では、この黒雲母層内に は石英だけでなく白雲母も伴っていることがわ かった。さらにこの黒雲母層は割れ目面からマ トリクスへ枝分かれしており(第3層),その先 では、カリ長石を白雲母化し、スフィーン、ア パタイトなど含水鉱物の再結晶も伴っている。 これらは割れ目破砕過程の鉱物再配置による組 織構造[1]と考えられる。このように, GTS 花崗 閃緑岩中の核種移行挙動は、割れ目内の鉱物組 織の影響を受ける可能性がある。そのため、一 般的に比例関係にあるとされるガウジ幅とすべ り量の相関性や、割れ目面から枝分かれしたマ トリクスまでの3層構造の分布などの核種移行 挙動に対する影響を評価する必要がある。



図 1 GTS 花崗閃緑岩試料の割れ目近傍の鉱物・間隙分布 のX線CT及びEPMA観察. (a) 割れ目表面の3D形状; (b) 割 れ目間隙の相対開口幅3Dプロット; (c) 割れ目開口幅分布; (d) 割れ目断面のEPMA反射電子線像.

参考文献

[1] Scholz (1990) The Mechanics of Earthquakes and Faulting. Cambridge Univ. Press. ※本報告は経済産業省委託事業「平成 27 年度 処分システム評価確証技術開発」の成果の一部である。

*Hisao Satoh¹, Yosuke Akagi², Yukio Tachi and Kazuhiro Matsumoto²

¹Mitsubishi Materials Co., ²JAEA