

グラウト施工した花崗岩とグラウト接合部の X 線による非破壊詳細観察

大林組 正会員 ○人見 尚

大林組 正会員 鷺山 雅夫

日本原子力研究開発機構

弥富 洋介、正会員 松井 裕哉

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物の地層処分にに関する研究では、長期的な安全性評価の信頼性向上を目標に、安全評価上の保守性だけでなく、システムが有するレジリエンス性を含めたロバストな地層処分システム概念の構築と評価手法の開発が進められている。この中で、確証性の高いシステム概念のために原位置でのセメント材料を対象とした岩盤等への挙動把握と先端的な分析技術を活用して、セメント材料の岩盤等への長期的影響を評価するための技術開発を実施している。本報では、その一環として実施した、グラウト施工したコア供試体のその境界を対象とした X 線 CT と X 線回折(X-ray Diffraction : XRD)の非破壊連成観察結果について報告する。

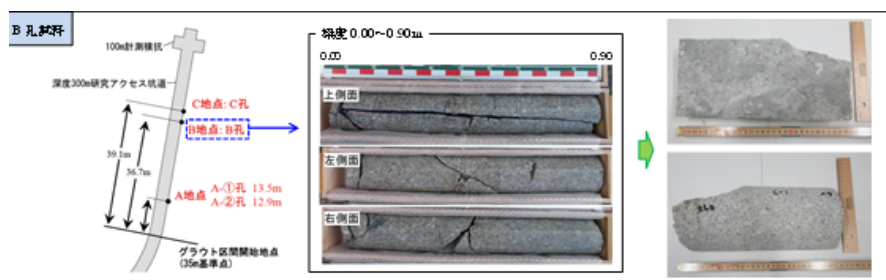


図1 岩石コアサンプルの概要

2. 観察概要

供試体は、日本原子力研究開発機構の瑞浪超深地層研究所研究坑道において、深度 300m 研究アクセス坑道のグラウト領域から採取された岩石コア(図 1)とした¹⁾。グラウト材はその 1²⁾で述べたものと同じである。供試体は、グラウト注入を 2008 年に実施し、2011 年に掘削されたもので、以降 2015 年の本観察まで研究所内に静置保存されていたものである。中心部に割れ目を含み、割れ目部分で劈開の状態にあり、劈開面には 1~2mm 程度のグラウトの付着が見られた。後述の観察用試料への加工は、グラウト面をエポキシで補強後、精密切断機で図 2 に示す小片に加工し、さらにワイヤー切断機を用い、形状は 3.5×3.5×15mm に成形した。観察は高輝度光科学研究センターの大型放射光施設 SPring-8 内のビームライン BL28B2 で実施し、非破壊 CT-XRD 連成法³⁾を用いた。この方法では CT によって試料内部の観察を行い、内部の微小点について XRD 観察を行う。観察の実験条件を表 1 に示す。XRD チャートはエネルギーと X 線強度の関係として求められる。比較用の鉱物の回折チャートは ICSD データベースより結晶構造を求め、シミュレーションより求めた。

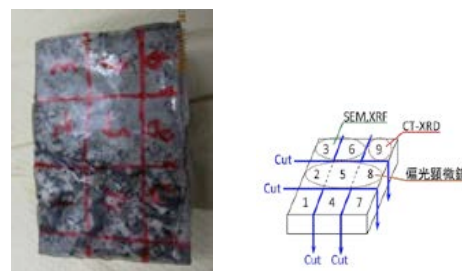


図2 小片試料と観察位置

表1 CT-XRD 連成法の実験条件

装置名	条件	値
CT	投影数	1500 枚
	露光時間	150ms
	照射エネルギー	25keV
	水平方向画素長	7.14 μ m
	垂直方向画素長	5.08 μ m
	水平方向画素数	768
	垂直方向画素数	768
	水平方向視野	5.48mm
XRD	鉛直方向視野	3.90mm
	2 θ	20°
	揺動時間	300 秒
	照射ビーム幅	0.15mm
	照射ビーム高さ	0.05mm

3. 観察結果

3.1 CT 観察

観察結果として試料内部の一例として CT 像を図 3 に示す。CT は断面図の積層体で、表示の断面は上端から数えて 500 レイヤーである。試料は、直方体の外形で左側にグラウト成分、右側に母岩である花崗岩から構成されていた。外周は観察時補強用のアルミテープである。花崗岩部

キーワード 放射性廃棄物処分, 花崗岩, セメント系材料, グラウト, CT-XRD 連成法, 非破壊, Calcite

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4 丁目-640 (株)大林組 技術研究所 TEL 042-495-1012

分では図3右下に見えるように密度の高い成分が島状に分布しており、外観観察と併せると黒雲母と推定された。グラウト成分と花崗岩とはわずかに隙間が認められ、さらに花崗岩部分ではグラウトとの接触部分で変色域の存在が確認された。

3.2 XRD 観察

XRD の観察位置を図4に示す。セメント側から、花崗岩内部への4点を対象とした。XRD に用いた X 線は幅 0.15mm であるが、観察時間内は試料を回転させたため、実際の観察領域は 0.4mm 弱程度になる。各測定点の測定結果と Quartz との比較を図5に示す。特に花崗岩内部の Point4 とよい一致が見られ、花崗岩の主成分が Quartz または近縁鉱物から構成されると推定された。また、Point1 においても弱いながら一致が見られ、これはグラウト成分由来のものと推定された。Calcite との比較の結果を図6に示す。割れ目近傍の Point3 においてよい一致が見られたことから、グラウトに接触する花崗岩側の変色域は Calcite であることが推定された。ただし、地下水とグラウトに接触していた期間が3年程度であることから、セメントによる変質ではなく、元来花崗岩の表面に分布していた可能性が高いと考えられる。また、Point1 においても Calcite は一致の傾向が見られたが、大気下でのコアの保存により、グラウト成分が炭酸化した可能性が考えられる。

4. まとめ

岩石コアのグラウトと花崗岩接触部について非破壊 CT-XRD 連成による詳細観察の結果、この手法による岩石やセメントの構成物質やその分布を非破壊で詳細観察が可能であり、有効な分析手法の一つになることがわかった。この研究は、経済産業省資源エネルギー庁からの受託事業「処分システム評価確証技術開発」の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 湯口ほか、瑞浪超深地層研究所の深度 300m 研究アクセス坑道で実施したグラウト充填割れ目を含む岩石試料の採取と薄片作成・観察、JAEA-Data/Code 2013-004
- 2) 鶴山ほか、グラウト施工した花崗岩とグラウト接合部の詳細観察（その1）、第71回土木学会年次学術講演会予稿集（印刷中）
- 3) 人見尚、梶原堅太郎、杉山隆文：非破壊 CT-XRD 連成観察によるモルタル内部の化学成分微細観察、第67回セメント技術大会講演要旨、pp.80-81, 2013.

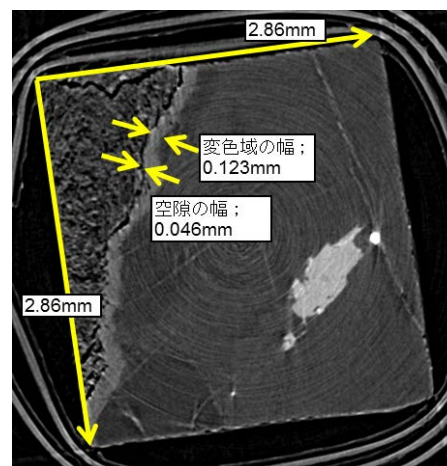


図3 CT像(500 レイヤー)

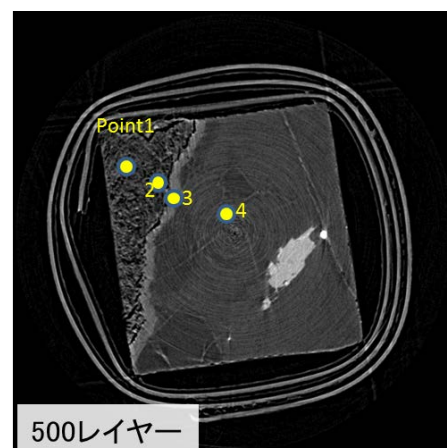


図4 XRD 測定点

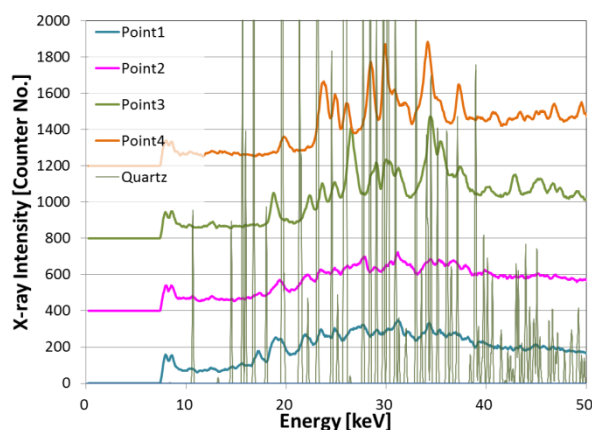


図5 測定点の XRD データと Quartz との比較

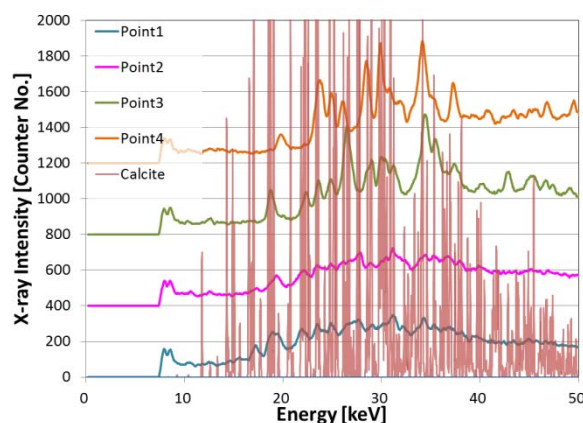


図6 測定点の XRD データと Calcite との比較