

吹き付けクリートが岩盤に及ぼすアルカリ影響分析

電力中央研究所 正会員 ○山本 武志
大山 隆弘

1. 目的

コンクリートと岩盤の接触により、岩盤表面は高アルカリ環境に置かれることで岩盤が溶解し、放射性廃棄物処分施設の構造が不安定になる可能性がある。高アルカリ環境での岩盤の変質に係る検討は海外で実施されており、セメントと粘土の反応の検討、フランスのビュールサイトでの解析的検討等が行われているが、これらは、粘土質で難透水性の放射性廃棄物処分施設用人工バリア材料や堆積岩での検討である。本研究では、比較的透水係数の高い堆積性軟岩の凝灰岩を対象として、コンクリート吹付けと岩盤界面の反応に関して、掘削・コンクリート施工後約5年を経過したトンネル坑壁から採取したブロック試料の分析を行い、岩石内の pH, Ca 等のアルカリ成分の濃度分布測定と岩石の化学的変質の状態を分析した。

2. 実験概要

試料採取に際して汎用的なボーリング工法ではコア採取時の冷却水（泥水）が岩石内に浸透し、岩石内の間隙水に混じることでコンクリートから溶け出した可溶成分濃度に影響を及ぼす。そこで、本研究ではコンクリート吹付けをコンクリートカッターで切断し、岩盤部分はブレイカーとチェーンソーを用いて溝状に掘削し、コンクリートと岩石をブロック試料として乾式で採取した。試料は採取後密封状態となるよう包装し、輸送後に直ちに実験室にて試験に供した。

室内試験では、岩盤表面から、2cm～5cm 間隔で岩石を壁面に平行な方向に切断し、岩石試料は、圧縮抽水装置を用いて 350MPa の圧力で圧密し岩石の間隙水を抽出し、電極法による pH 測定を行った。また、抽出水の化学組成は、適正濃度に調整後に誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）で分析した。そして、コンクリートが接触する岩石界面近傍における Ca 等の元素濃度分布を電子線マイクロアナライザー（EPMA）により測定し、岩石の変質状態を電界放射型走査電子顕微鏡（FE-SEM）により観察した。

3. 実験結果

(1) 間隙水の化学組成

間隙抽出水の pH を図-1 に示す。コンクリートの間隙水の pH は、13.2 であった。アルカリの影響を受けない同空洞内の別地点における岩石の間隙水の pH は 8.0～8.5 である。一方、コンクリート表面から約 10cm までの範囲の岩石間隙水の pH は、9.8～10.1 を示し、界面から 20cm において 8.7 に低下した。

間隙抽出水の Ca 濃度分布を図-2 に示す。コンクリートの間隙水の Ca 濃度は、260mg/l であった。アルカリの影響を受けない同空洞内の別地点における岩石の間隙抽出水の Ca

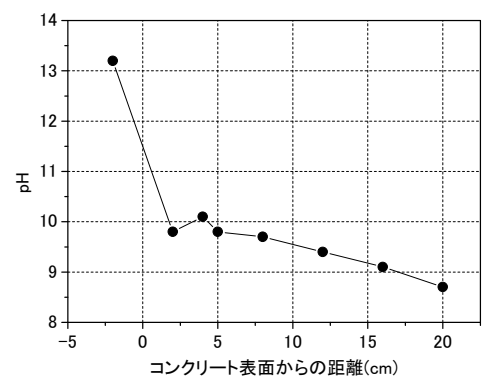
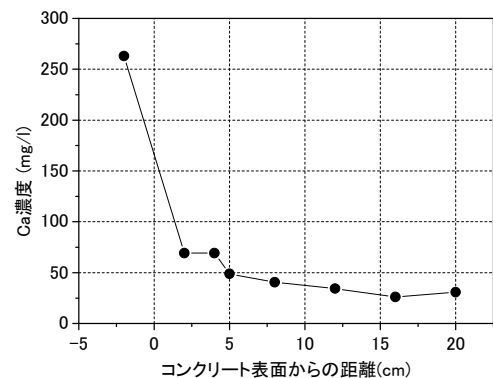


図-1 間隙抽出水の pH

図-2 間隙抽出水の Ca²⁺濃度

キーワード 放射性廃棄物, 処分施設, コンクリート, アルカリ変質, 岩盤

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (一財) 電力中央研究所 TEL 04-7182-1181

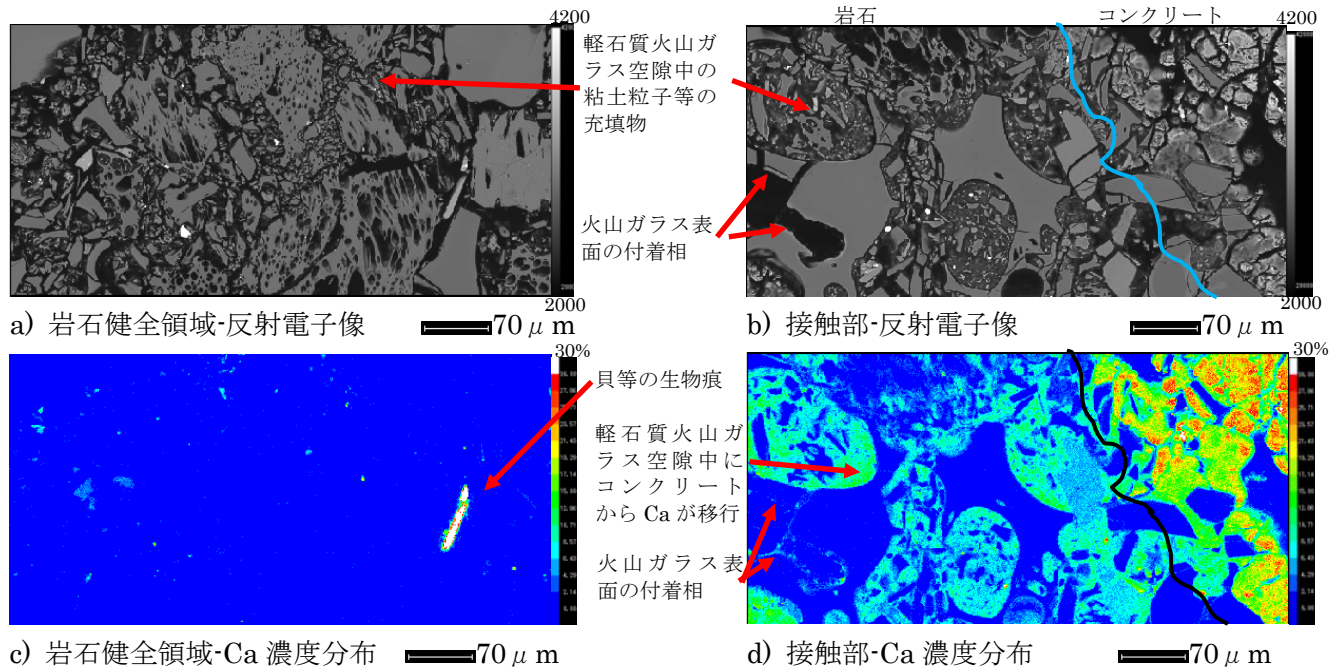


図-3 岩石健全領域とコンクリート接触部の反射電子像および Ca 元素濃度分布

濃度が約 7mg/l である。コンクリート近傍の岩石では、コンクリート中に比べて大幅に低下した。コンクリート/岩盤境界から岩盤方向に 5cm の位置で顕著な減少傾向を示しながらコンクリート表面から離れるに従って減少する傾向を示した。コンクリート/岩盤境界から 5cm の範囲では 50~70mg/l であり、比較的高い濃度を示している。

(2) EPMA および SEM による分析結果

コンクリート接触界面から 20cm 程度離れており、アルカリ影響の程度が低い岩石断面の形態と Ca 濃度分布を図-3(a), c) に示す。そして、コンクリートと岩石の接触界面近傍の形態と Ca 濃度分布を図-3(b), d) に示す。

コンクリート接触界面から 20cm 程度離れたアルカリ影響の程度が低い岩石は、粒径数 10μm~数 100μm の火山ガラスよりなる軽石とその粒子間を充填する粒径 10μm 以下の粘土等の充填物で構成される (図-3-a)。貝等の生物起源と推測される Ca を比較的多く含む数 10μm~数 100μm の粒子が存在するが、火山ガラスならびに粒子間の空隙を満たす粘土等の充填物には Ca が含まれない (図-3-c)。

コンクリートとの界面近傍の岩石試料では、粒径数 10μm~数 100μm の火山ガラスは破断面上で鋭角な端部を形成するが、火山ガラスの表面に厚さ数 10μm の歪曲した箔状の析出物が密着していた (図-3-b))。その箔状析出物は、Ca/Si 比が約 0.5 のカルシウムシリケート化合物 (C-S-H 相) である (図-4)。境界から約 5mm の範囲で Ca が濃度 5~10% で拡散し、その拡散した Ca は、粒径数 10~数 100 μ m の火山ガラス中ではなく、粒子間の空隙部分に存在した。

4. まとめ

コンクリートが約 5 年間接触した軽石凝灰岩では、pH 上昇を伴うアルカリ影響は界面から 20cm の範囲に達した。コンクリート界面近傍の (母岩) 岩盤では、粒径数 10μm~数 100μm の火山ガラスが溶解するだけでなく、表層に Ca/Si モル比 0.5 程度の C-S-H 相が析出することで緻密化していた。

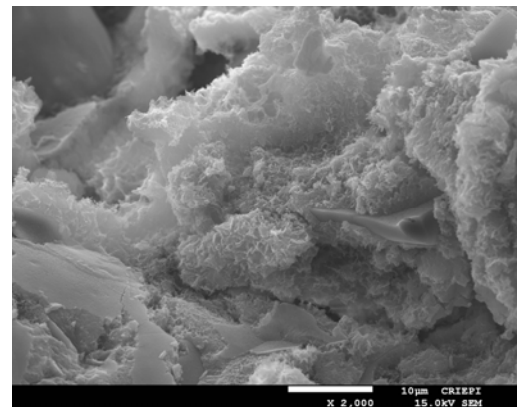


図-4 火山ガラスに付着生成した相