

セメント材料が地下水環境に与える影響に関わる原位置試験

In-situ mock-up test on the hydrochemical influence of cement materials to groundwater

*岩月輝希, 村上裕晃, 渡辺勇輔, 福田健二

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

花崗岩の深度 500m に建設した模擬実験坑道を閉鎖し、吹付けコンクリートと地下水の相互作用を評価した結果、高アルカリ地下水の形成に関わるセメント材料の量などを定量的に評価することができた。

キーワード：坑道閉鎖模擬試験, 花崗岩, 地下水, セメント材料, 化学環境変化

1. 緒言

高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる大規模坑道群の建設・操業・閉鎖では、作業安全の確保や地下水湧水の止水のためセメント材料の使用が想定される。セメント材料は、坑道周囲の化学環境を大きく改変すると考えられ、その影響範囲・期間は、実際の施工で利用されるセメント材料の量や地下水との相互作用プロセスに依存する。本研究では、セメント材料と地下水の相互作用プロセスを定量的に評価することを目的として、瑞浪超深地層研究所において坑道閉鎖模擬試験を行い、吹付けコンクリートの変質過程や変質量の考察を行った。

2. 方法

花崗岩の深度 500m に建設された模擬実験坑道（以下、冠水坑道：幅 5m, 高さ 4.5m, 長さ約 45m：総容量約 900m³）を止水壁により閉鎖し、周辺の地下水によって冠水させた。その後、約 1 年 8 か月間にわたり定期的に冠水坑道内及び周辺岩盤中の地下水を採取し水質変化を観測した。また、冠水坑道の解放後、冠水坑道内外の吹付けコンクリートを採取し、変質状態の観察・分析を行った。これらの観察・分析データに基づき、地球化学計算コード PHREEQC を用いてセメント材料と地下水の相互作用プロセスを定量的に解析した。

3. 結果・考察

冠水坑道の閉鎖後、地下水の pH は徐々に上昇し、約 6 か月後に pH10 付近で定常状態となった。また、Si, Al, Fe 濃度が時間とともに増加した。冠水坑道内外で採取した吹付けコンクリートの EPMA, XRD 分析の結果、両試料ともに定性的に表層では内部に比べ Na, K 含有量が高く、Si, Al, SO₃含有量が低い傾向があった。また、表層から約 5~25 mm の位置で SO₃含有量が高くなっていた。骨材の鉱物以外に C-S-H, Ca(OH)₂, Calcite, Monocarbonate, C6As3H32 が同定され、表層部では Ca(OH)₂, Monocarbonate, C6As3H32 が消失し、Calcite の割合が増えていた。また、冠水坑道内の吹付けコンクリートは冠水坑道外の試料に比べ、表面の Ca, Si, Al 含有量が顕著に減少していた。これらは大気の影響に伴うセメント中のアルカリ成分の炭酸化プロセス、C6As3H32 の部分的濃集生成や冠水後の吹付け表面の溶脱を示唆している。これらの観察に基づき PHREEQC により地下水-セメント鉱物反応を解析した結果、Brucite, Ca(OH)₂, Gibbsite, K₂CO₃, Na₂CO₃ · 10H₂O, SiO₂(a), Calcite などの溶解・沈殿を想定することで、地下水の水質変化を説明可能であった。また、EPMA, XRD 分析の結果とも整合的であった。今後は、施工されたセメント材料の全体量を踏まえて、その化学的影響範囲の解析を行っていく。

*Teruki Iwatsuki, Hiroaki Murakami, Yusuke Watanabe and Kenji Fukuda

Japan Atomic Energy Agency