

土岐花崗岩体における透水性変化と亀裂構造および変質作用との関係性 Permeability variation in Toki granite and its relationships with crack structure and alteration processes

久保 大樹^{1*}; 松田 典大¹; 柏谷 公希¹; 小池 克明¹
KUBO, Taiki^{1*}; MATSUDA, Norihiro¹; KASHIWAYA, Kouki¹; KOIKE, Katsuaki¹

¹ 京都大学大学院工学研究科
¹ Kyoto University

高レベル放射性廃棄物の地層処分を行う際には、地下処分施設を配置する岩体の詳細な物理的・化学的特性を把握することが不可欠となる。特に、流体の流動経路となる岩体中の高透水性ゾーンの抽出は重要な課題である。本研究では、岩体の透水性の空間的な変化と、それを支配する主な因子を明らかにするため、土岐花崗岩のボーリングコアを試料として浸透率測定を行った。ボーリングコアから円盤状供試体および薄片を作製し、画像解析による亀裂の定量化を行った。さらに、肉眼的に変質程度が異なるボーリングコアを試料として、蛍光 X 線分析 (XRF) を行い、化学組成から推定される岩石の変質程度と浸透率の関係について検討した。

まず、花崗岩体中の深度範囲 1 km にわたる透水性変化を明らかにするため、窒素ガス圧入式パーミアメーターを用いた浸透率測定を行った。試料は日本原子力研究開発機構 (JAEA) によって東濃地域 (岐阜県瑞浪市) で掘削されたボーリングコアである。深度範囲 100~1000 m から 25 m 間隔で計 40 個以上の花崗岩コアを採取し、浸透率を測定した。特に浸透率の高い試料では、コアの外周部で 16 方位の浸透率を測定し、異方性の有無について検討した。

ボーリングコアの浸透率は、変質帯や断層帯のボーリングコアで大きい傾向が認められた。これら劣化部では岩石中の空隙や亀裂が増加し、浸透率測定においてガスが流動するパスが形成されるためと考えられる。また、断層帯付近における浸透率は東西方向で大きいことが明らかとなった。浸透率が大きい方向は断層の走向と調和的であり、浸透率の異方性を形成する要因として断層運動に伴う亀裂の発達が推定された。

次に、亀裂と浸透率の関係を明確にするため、画像解析により亀裂特性を定量化し浸透率と比較した。試料は JAEA の MIZ-1 号孔で採取された花崗岩コアである。本コアは、コア軸と斜交する割れ目により分断されており、割れ目からの距離が異なるコア軸に垂直な 6 つの面で 16 方位の浸透率測定を実施した。その上で、亀裂部分に蛍光樹脂を含浸させた円盤状供試体を作製し、蛍光スキャナでメソクラック解析用画像を取得した。さらに、円盤状供試体から薄片を作製し、実体顕微鏡を用いてマイクロクラック解析用画像を取得した。これらの画像から亀裂を抽出し、交差している亀裂は交差点で分割した上で亀裂の長さや方位を求めた。

各測定位置における浸透率の平均値は、割れ目に近いほど大きいことが明らかとなった。また、メソクラックで認められた配向性は、浸透率が大きい方位と調和的であった。さらに、解析画像におけるマイクロクラックの累計長さや浸透率の間には正の相関が確認された。以上から、亀裂が浸透率の異方性を支配しており、マイクロクラックは浸透率の大きさを規定する重要な因子であることが示唆された。

また、変質プロセスと花崗岩の浸透率との関係について検討するため、肉眼的に性状の異なるボーリングコアを対象に蛍光 X 線分析 (XRF) を行い、化学組成から推定される岩石の変質状態と浸透率の関係について考察した。XRF から、Ca 濃度と浸透率に概ね正の相関が存在することが確認された。既往の研究により、土岐花崗岩については、(1) 黒雲母の緑泥石化、(2) 斜長石のイライト化、(3) 方解石の沈殿という熱水変質プロセスが考えられている (Nishimoto and Yoshida, 2010)。斜長石のイライト化の過程で Ca の沈殿が生じるため、Ca 濃度が比較的高い変質帯や割れ目帯は熱水変質が顕著に進んだことが示唆された。すなわち、変質帯と割れ目帯は高透水性であり、過去に熱水の流動経路として機能したものと考えられた。一方、断層帯の試料は高い浸透率を示すが、Ca 濃度は比較的低いことが明らかとなった。その理由として、破碎の進行に伴い浸透率が増大するが、不透水性の断層ガウジが形成されることで、流体の移動に伴う Ca の付加が生じにくいことが考えられる。

以上から、岩体内においては、亀裂面周辺の微小亀裂が集中する領域や変質帯なども、地下水流動経路として機能する可能性が考えられた。より高精度な地下水理構造の推定を行うためには、こうした高透水性領域の分布を把握する必要がある。

謝辞：解析のためのデータをはじめ、解析方法と結果に関して種々ご教示・討議いただいた (独) 日本原子力研究開発機構の研究者諸氏に深甚の謝意を表したい。

引用文献

Nishimoto, S., Yoshida, H. (2010): Hydrothermal alteration of deep fractured granite: Effects of dissolution and precipitation, *Lithos*, vol. 115, pp. 153-162.

HCG36-P05

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 29 日 18:15-19:30

キーワード: 亀裂構造, 浸透率, マイクロクラック, 変質帯, 地下水理構造, 土岐花崗岩

Keywords: fracture system, permeability, microcrack, altered zone, hydrogeological structure, Toki granite