

論文の内容の要旨

論文題目: EVALUATION OF THE HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF JOINTED ROCK MASS BASED ON EXCAVATION-INDUCED PERMEABILITY OF SINGLE ROCK JOINT

空洞掘削による亀裂の変形に起因した亀裂性岩盤内水理特性の変化に関する研究

氏名: 金 亨穆

高レベル放射性廃棄物の永久処分法として地層処分法が考えられている。ところが、処分後、地下水に溶解された核種はわれわれの生態圏にまで運搬される可能性が存在し、岩盤内の水理問題は、処分場の安全性を評価する上で重要な問題になっている。岩盤内には沢山の亀裂が含まれ、地下水はこの亀裂中を流れることになる。したがって、亀裂性岩盤内の水理特性は亀裂の水理特性に大きく左右される。

亀裂の透水特性は亀裂の開口幅分布に大きく依存する。また、亀裂に作用する応力状態によって開口幅分布は大きく変化することがありうる。そこで、本研究ではまず、亀裂の表面形状を考慮した変形解析および水理解析を行い、単一亀裂の透水特性を調べた。変形解析にあたっては、特別な垂直方向の応力-変位関係を持ついわゆる亀裂要素を用いて、亀裂の開口幅分布をさまざまな応力状態において求めた。得られた開口幅分布を用いて、レイノルズ方程式を数値的に解くことにより、単一亀裂の透水特性を調べることができた。その結果、透水性には異方性があり、せん断変形に伴うダイレイションによって亀裂の透水性が増大するとともに、異方性も顕著になることが示された。

一方、亀裂性岩盤内に掘削を行うと応力が開放され、特に空洞周辺の掘削影響領域には亀裂変形に伴う透水性の大きな変化が予想される。そこで、岩盤掘削による亀裂性岩盤内の水理特性の変化を予測する方法を構築することを本研究の目的とする。その手法は単一亀裂の変形-水理解析、亀裂性岩盤内掘削に伴う応力変化-水理解析の四つの有限要素計算で構成される。本研究の最も大きな特徴は、亀裂性岩盤内水理解析を行う際、掘削影響を考慮した亀裂透水量係数の修正することにある。透水量係数の修正は単一亀裂を用いた変形-水理解析の繰り返し計算に基づいて行った。また、掘削解析にはマイクロメカニクスに基づいた連続体(Micromechanics-Based Continuum)モデルを、水理解析では亀裂ネットワークモデルによるFracMan/Maficプログラムを用い、その二つのプログラムは独立なモジュールによって連結された。

提案された手法を用いて解析を行い、掘削に伴う岩盤透水性および物質移動時間の変化を調べた。その結果、掘削によって透水性は流れの方向により増加あるいは減少することと、その変化は空洞周辺の位置によって異なることがわかった。そして、亀裂の方向および初期地圧の分布による影響をモンテカルロシミュレーションを用いて評価した。特に、トンネル軸に平行に並んだ亀裂が卓越する岩盤の場合は、掘削トンネルに平行な流れに間する透水性の増加および移動時間の変化が著しかった。また、異方性を考慮することにより、いっそう変化が顕著になることが示された。

本研究は岩盤掘削による掘削影響領域での水理特性変化の予測に有効であることが期待される。