

# 岩盤を対象としたグラウチング効果の評価手法の開発

Development of numerical model to predict effect of rock grouting



山下 亮 Ryo YAMASHITA \*1・長澤寛和 Hirokazu NAGASAWA \*1・上田祥央 Akihiro UEDA \*2

## 研究の目的

放射性廃棄物の地層処分では、処分坑道への湧水制御や坑道周辺岩盤の透水性能の確保が重要である。すなわち、操業段階で処分坑道への湧水が粘土系人工バリア材料である緩衝材を浸食したり、掘削による影響で坑道周辺岩盤の亀裂発生等による透水性が増大し、岩盤の天然バリアとしての性能が低下することが懸念されている。これらに対する対策として、坑道周辺岩盤にグラウチングを行い、湧水を抑制するとともに岩盤の低透水性を確保することが検討されている。グラウチングを効果的に実施するとともに、岩盤の性能を確保するには、亀裂情報や注入圧力等の施工データに基づいて、予測評価を行いつつ施工を進めることが重要となる。本研究では、岩盤亀裂にグラウト材を注入した際の流動挙動とグラウトの沈殿等による亀裂の透水性の変化を予測評価するモデルの開発を目的としている。

## 研究の概要

岩盤の亀裂にグラウチングを実施した場合、亀裂内をグラウト材が流動し、充填されることによって透水性が低下する。この現象がどのように生じるかについて概念モデルを検討し、それに基づいて数値モデルを開発した。数値モデルは、グラウトと水からなる混合流体について、ダルシー則による流動を仮定するとともに、混合流体からのグラウト材の沈殿や亀裂面への付着を考慮することで亀裂幅が減少することを考慮している。流動状況におけるグラウト成分の液相から固相への移行は、グラウトの濃度、材料特性、流速、亀裂幅の空間分布等に影響を受けることが考えられるが、それを精度よく表現可能なモデルは確立しているとは言えないのが現状である。本研究では、いくつかのモデルを解析コードに組み込んで、実験との比較を試みた。モデルの検証に用いた実験は、亀裂を1枚の平行平板で模擬した単純なものであるが、ケースによっては亀裂幅の変化を考慮している。図-1は、開口幅が途中で変化するケースにおいてグラウトを一定の圧力で注入した状況である。実験で得られたグラウトの注入速度の経時変化(図-2)について、いくつかの沈殿モデルを用いた解析シミュレーションを行い、比較・検討を行った。RUN-1、RUN-2、RUN-3はそれぞれ、グラウト濃度、流速の変動、グラウト通過量、に応じてグラウトの液相から固相への移行が生じるとしたモデルであり、RUN-4はRUN-1とRUN-2を組み合わせたモデルである。

## 結論

実験結果を比較的良好に再現することができたモデルは、亀裂開口幅の変化に起因する流速の変動を考慮するとともに、グラウト濃度に応じて沈殿・亀裂面への付着が生じるとしたモデル(RUN-4)であった。実験結果からは、グラウトによる亀裂の閉塞が徐々に生じており、そのメカニズムは複雑であるが、複数のモデルが組み合わせることにより、ある程度の再現が可能であることが確認された。ただし、実際の岩盤では亀裂幅の変動が大きく、グラウトの浸透挙動を高精度に予測することは容易ではない。今後は、実際の岩盤への適用を通じて、予測評価モデルの改良を進めていくことが必要と考えられる。

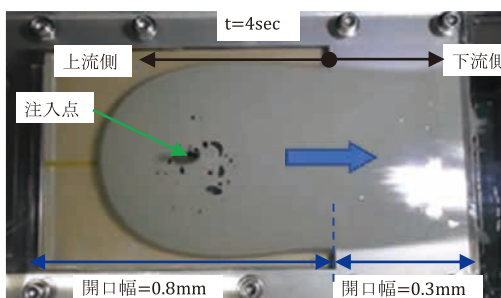


図-1 模擬き裂へのグラウト注入実験の状況

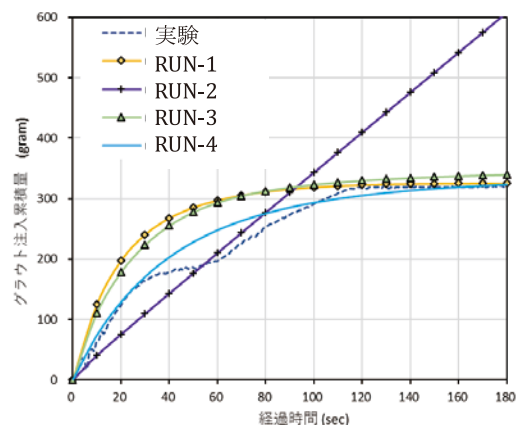


図-2 実験と解析の結果の比較(ケースB)