

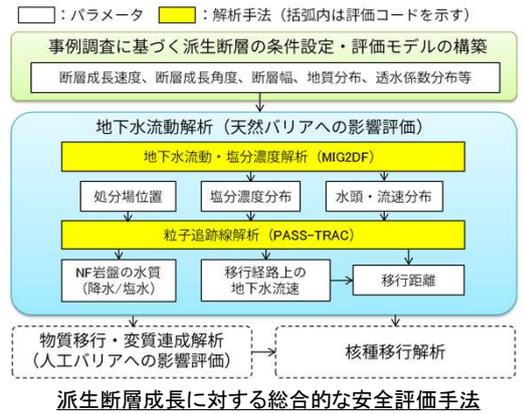
背景・目的

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、活断層による処分施設への直接的影響は立地選定において回避される。しかし、深部で成長途中の分岐断層については検知が困難であり、事前に回避しきれない可能性がある。

本研究では、地層処分システムへ及ぼす派生断層成長の総合的な安全評価手法を整備し(右図)、さらに定量的な影響評価のために

1. 事例調査に基づく評価のための条件設定
2. 仮想的な堆積岩サイトに対する地下水流動解析

を行い、天然バリアに対して想定される影響の程度を評価し、影響が大きい因子の検討を行った。

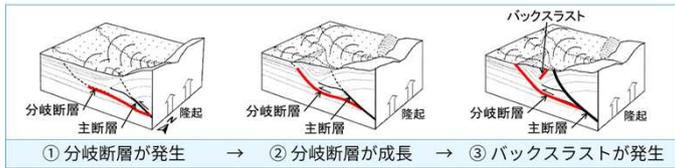


派生断層成長に対する総合的な安全評価手法

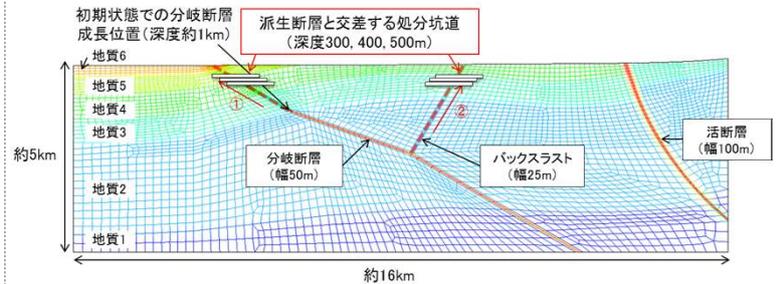
1. 事例調査に基づく評価のための条件設定

国内において、過去数10万年以内に発生した派生断層に対して事例調査を行い、定量的評価に必要な条件を設定

- ・ 派生断層の成長過程



- ・ 構築した水理・地質構造モデル(仮想的な堆積岩サイト)

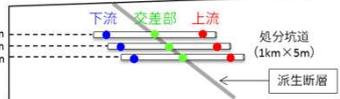


2. 仮想的な堆積岩サイトに対する地下水流動解析

断層成長を考慮した非定常浸透流・塩分濃度解析を実施、さらに得られた結果に対し粒子追跡線解析を行い、仮想的な処分場位置から帯水層到達までの移行経路を評価(評価コード: MIG2DF, PASS-TRAC(JAEA))

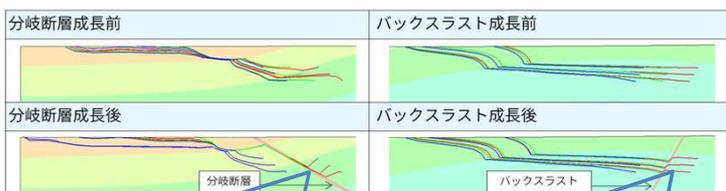
- 解析条件

- ・ 断層成長速度
500mまたは100m/1回の地震活動(活動間隔: 5000年)
- ・ 処分場想定位置
派生断層との交差位置
(深度300, 400, 500m)



- 解析結果

① 派生断層成長による流れの変化

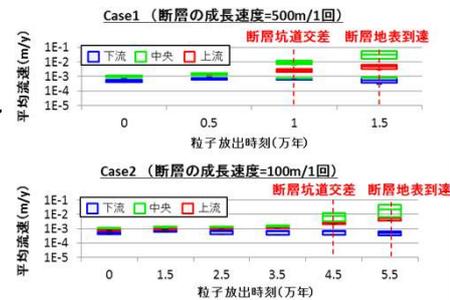


分岐断層に沿って上昇する経路に変化

断層に沿った下向きの流れの形成

② 分岐断層による影響

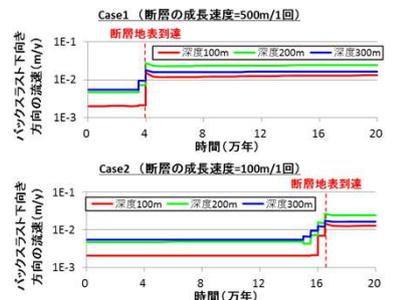
- ・ 断層に対して下流側
断層成長による変化なし
- ・ 断層交差部・上流側
分岐断層地表到達後、
平均流速は
交差部: 最大2桁増加
上流: 1桁程度増加



核種移行経路が変化し、地表により早く到達する可能性

③ バックスラストによる影響

- ・ バックスラスト内(深度100, 200, 300m)における断層に沿った、下向き方向の流速は断層の成長とともに増加
(断層地表到達時: 最大1桁)



地表付近の酸化性地下水が処分場に流入する可能性

まとめ

派生断層の成長が天然バリアへ及ぼす影響を定量的に評価するため、1. 事例調査に基づく条件設定、2. 仮想的な堆積岩サイトに対する地下水流動解析を行い、派生断層が処分坑道を交差した場合に次の影響が起こる可能性があることを示した。

- ① 核種移行経路の変化 (断層交差部・上流で平均流速が1~2桁程度増加)
- ② 酸化性地下水の流入 (断層に沿った下向きの流れが1桁程度増加)

平均流速の増加時期は断層成長速度に応じた分岐断層の地表面到達時期の条件に大きく影響を受けることがわかった。また酸化性地下水の流入に伴う地下での酸化性環境の形成については化学計算に基づく議論が必要であり、今後の課題である。

高レベル放射性廃棄物の地層処分では、活断層による処分施設への直接的影響は立地選定において回避されることとなっています。しかし、深部で成長途中の分岐断層については検知が困難であり、事前に回避しきれない可能性があることが指摘されています。本研究では、地層処分システムへ及ぼす派生断層成長の総合的な安全評価手法を構築し、定量的な評価を行うために 1. 事例調査に基づく評価のための条件設定、および、2. 仮想的な堆積岩サイトに対する地下水流動解析を行い、天然バリアに対して想定される影響の程度を評価し、影響の大きな因子の検討を行いました。

1. 事例調査に基づく評価のための条件設定では、国内において過去数 10 万年以内に発生した派生断層に対して事例調査を行い、定量的評価に必要な条件（断層の成長角度・成長速度）の設定を行いました。これらの条件に基づき、仮想的な堆積岩サイトにおいて伏在する派生断層の成長を考慮した水理・地質構造モデルを構築しました。

2. 仮想的な堆積岩サイトに対する地下水流動解析では、断層成長を考慮した 2 次元非定常浸透流・塩分濃度解析を実施し（評価コード：MIG2DF（JAEA））、仮想的な処分場位置から帯水層到達までの移行経路を評価しました（評価コード：PASS-TRAC（JAEA））。本研究では図に示すように、派生断層と交差する処分場（深度 300, 400, 500m）を想定しました。その結果、天然バリアへの影響として次の 2 つの影響が起こる可能性があることがわかりました。

①核種移行経路の変化：

分岐断層が成長すると、分岐断層と交差する処分坑道からの移行経路は分岐断層に沿って上昇する経路に変化し、帯水層到達までの平均流速が 1~2 桁増加することが確かめられました。

②酸化性地下水の流入：

バックスラストが成長するとバックスラスト内部では断層に沿った下向きの流れが形成し、その流速は断層の成長とともにおよそ 1 桁増加していることが確かめられました。これによって地表付近の酸化性地下水が処分場に流入する可能性が示唆されました。

このような平均流速やバックスラストの下向きの流れの増加時期は、異なる断層成長速度（500m または 100m/1 回の地震活動）に対する解析結果から、断層成長速度に応じた分岐断層の地表面到達時期の条件に大きく影響を受けることがわかりました。また、酸化性地下水の流入に伴う地下での酸化性環境の形成については、化学計算に基づく議論が必要であり今後の課題です。

本研究では、派生断層成長に対しシナリオの構築、定量的評価のための条件設定、および仮想的なサイトを対象とした解析実施までの、総合的な安全評価手法の整備を行いました。また、この結果に基づき核種移行・線量評価を実施し、線量への影響が大きい因子についても整理しています（原子力規制委員会原子力規制庁「平成 26 年度地層処分の安全審査に向けた評価手法の整備」受託報告書）。今後は、地震活動以外の地質・気候関連事象、特に隆起・侵食および気候・海水準変動についても、評価手法の整備を進める予定です。