

地層処分の地下施設における湧水量評価技術の開発 —（その1）全体概要—

原子力発電環境整備機構 正会員 ○鈴木覚，勝又尚貴，三枝博光，北川義人

1. はじめに

地層処分の地下施設の建設・操業においては，坑内湧水の排水にかかるコスト抑制の観点から，坑内湧水量の抑制対策が必要である．湧水抑制対策は，処分場の建設時に湧水の発生場所や発生量に応じて実施するものであるが，処分場の設計段階から，水理地質構造の空間分布を考慮した湧水量の推定を予め実施しておくことで，より効果的な抑制対策の検討が可能となる．このため，段階的にサイト調査が進められること，および処分場の建設と操業が同時並行で段階的に進められるといった特徴を考慮して，地下水流動解析に基づく湧水量評価技術の整備に取り組んでいる．本シリーズ報告では，既報¹⁾の深成岩類に地下施設を平面配置したケースに加え，新第三紀堆積岩類に地下施設を設置したケース，および多段配置のレイアウトを対象に開発した解析技術とその適用事例を報告する．

2. 対象とする地質構造モデル

処分場の大きさは最大 10 km² であるが，湧水量の評価にはより広い範囲の水理地質構造の空間分布を把握する必要がある．地層処分事業におけるサイト選定は，文献調査，概要調査（地表からの調査），精密調査（地下調査施設からの調査）の順に段階的に進められるが，サイト調査の初期の過程においては，文献情報や物理探査や地表からの少数のボーリング調査による概略的な水理地質構造の空間分布の把握から開始し，その後の調査の進展に伴いこの水理地質構造の理解度の向上を図ることとなる．このため，段階的なサイト調査により得られる情報量の増加に応じて，水理地質構造の空間分布でモデル化・更新し，この水理地質構造モデルに基づいて湧水量を推定するという手法の開発に取り組んでいる¹⁾．

包括的技術報告書²⁾においては，地層処分に適した地質環境をわが国に広く分布する岩種から深成岩類，新第三紀堆積岩類，先新第三紀堆積岩類に類型化し，それぞれを対象とした地質構造モデル，水理地質構造モデルなどの地質環境モデルを構築した．本技術開発においては，同報告書の水理地質構造モデルを用いるとともに，地形の影響を考慮するために，地表地形までを含んだ水理地質構造モデルを構築した（図-1）．

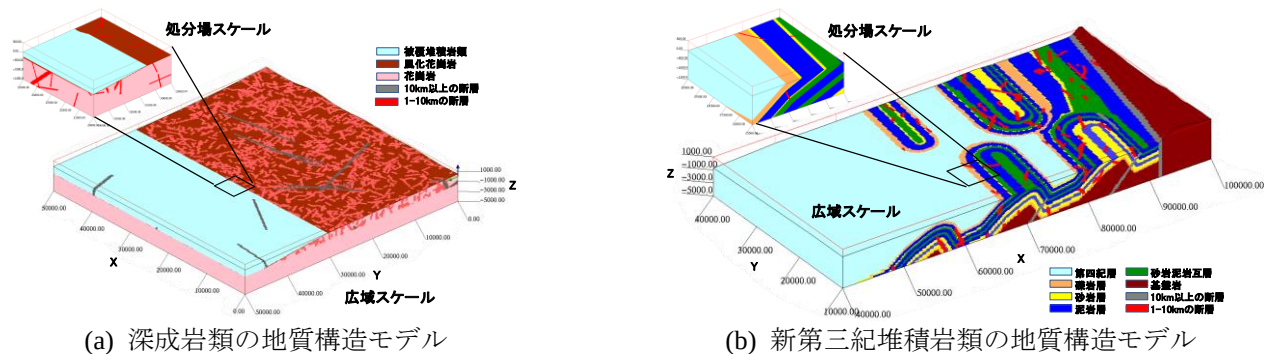


図-1 対象とする地質構造モデル（単位: m）

深成岩類の地質構造モデル（図-1a）は，昨年度報告した既報³⁾のモデルを用いた．新第三紀堆積岩類のモデル（図-1b）は，広域的な圧縮応力による褶曲構造の発達と衝上断層の形成，および侵食作用を伴う地形および地質構造の変遷を想定して，新たに構築したものである⁴⁾．両岩種の地質構造モデルはともに，広域スケール（50km × 50 km × 5 km）および処分場スケール（5 km × 5 km × 1.5 km）の2種類の空間スケール領域で構成されている．処分場スケールの領域の選定においては，広域スケールの領域の中で，活断層相当として設定された断層（長さ 10 km 以上の断層）が含まれず，かつ広域スケールの地下水流動解析により地下水流動特性などが処分場の設置に好ましいと判断された複数の処分場スケールの候補領域を抽出し，それらを比較検討したうえで良好な領域を選定した．

キーワード 湧水量，数値解析，水理地質構造モデル，地層処分，地下施設，建設・操業段階

連絡先 〒108-0014 東京都港区芝4丁目1番23号三田NNビル2階 原子力発電環境整備機構 TEL：03-6371-4004

なお、以上に示した地質構造モデルは、特定の地域を対象としたものではなく、わが国の地質環境に関する一般的な理解と、全国レベルで収集された地質環境特性データに基づき構築した仮想モデルである。

3. 評価対象とした処分場のレイアウト

図-2 に、評価対象とした地下施設のレイアウトを示す。既報¹⁾では、すべての処分区画を同一の深度に設置する平面配置を用いたが、本シリーズでは、処分区画を2つの異なる深度に設置する多段配置のレイアウトでの検討を行った。多段配置の利点は、地下施設の広がりやを地表面に投影した領域（フットプリント）を平面配置と比較して大幅に縮小できることである。その結果、地層が大きく傾斜している場合や、高角度の断層が分布している場合など、地質構造や水理地質構造が平面方向に複雑に分布している場合にも、それらの影響を出来る限り受け難いように地下施設を配置できるので、サイトの地質環境の様々な特徴に応じて柔軟に対応することが可能となる。本検討では、坑道の掘削および掘削土の搬出、および人工バリアとともに廃棄物を埋設するための作業動線の独立性の確保が実現可能であることを確認し、多段配置の段数を2段とした。なお、作業動線を確保できるならば、段数はさらに増やすことも可能である。また、熱の影響を考慮して、各段の処分区画の離隔距離を50～60 mに設定した。

なお、TRU等廃棄物の地下施設のレイアウトに関しては、処分坑道本数が少なく、処分区画の規模が小さいので、多段配置とせず、平面配置とした。設置深度は、高レベル放射性廃棄物の処分区画のうち、一段目の設置深度と同じ深度とした。また、アクセス坑道（斜坑1本、立坑1本）をガラス固化体の処分場と共用することを想定した。以上の詳細については、関連報告⁵⁾で報告する。

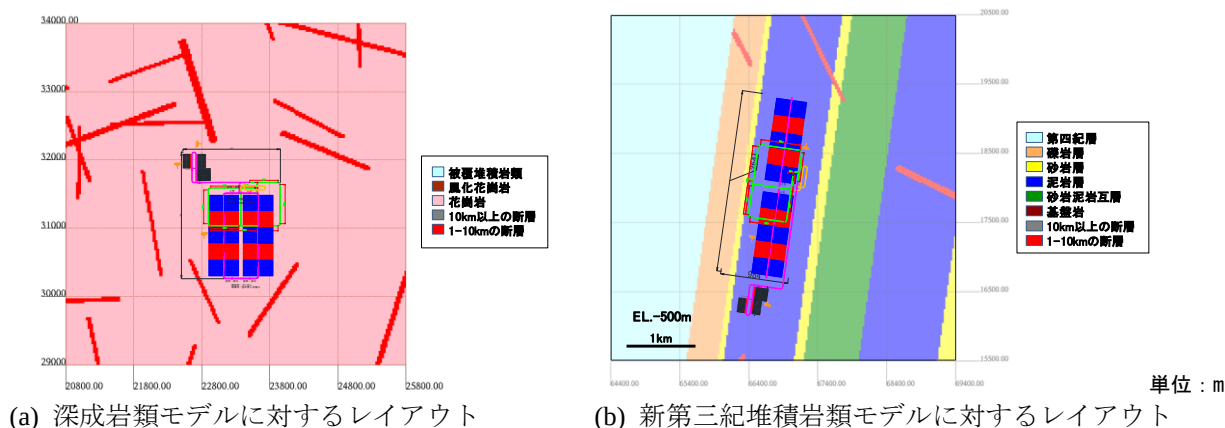


図-2 検討対象とした地下施設レイアウト。処分区画は一段目のみが表示されている。

二段目の処分区画の水平位置は一段目と同じだが、50～60 m 深い位置に設置されている。

4. おわりに

本シリーズ講演^{4,5)}では、既報の深成岩類に加え、新第三紀堆積岩類を検討対象母岩とする地質環境モデルに基づき、地下施設の多段配置のレイアウトを適用した検討を実施した。また、この結果を踏まえた湧水量を推定するための地下水流動解析を実施し、処分場全体からの湧水量を算出可能な解析技術¹⁾が、異なる対象母岩を有する地質環境や、より複雑な地下施設レイアウトに対しても適用可能であることを新たに確認することができた^{4,5)}。今後は、坑内湧水が起因となって発生する地下水位の低下の推定に、本技術を応用していく予定である。

参考文献

- 1) 鈴木寛ほか、高レベル放射性廃棄物の地層処分における地下施設からの湧水量評価のためのマルチスケールモデル化・解析技術の開発—（その1）全体概要—，土木学会第74回年次学術講演会概要，2019。
- 2) 原子力発電環境整備機構，包括的技術報告：わが国における安全な地層処分の実現—適切なサイトの選定に向けたセーフティケースの構築—（レビュー版），NUMO-TR-18-02，2018。
- 3) 鐙頭正ほか、高レベル放射性廃棄物の地層処分における地下施設からの湧水量評価のためのマルチスケールモデル化・解析技術の開発—（その2）水理地質構造のマルチスケールモデル化と数値解析技術の整備—，土木学会第74回年次学術講演会概要，2019。
- 4) 田中達也ほか、地層処分の地下施設における湧水量評価技術の開発—（その2）水理地質構造のモデル化と数値解析技術—，土木学会第75回年次学術講演会概要，2020。
- 5) 勝又尚貴ほか、地層処分の地下施設における湧水量評価技術の開発—（その3）複数の地質環境モデルを対象とした湧水量評価事例—，土木学会第75回年次学術講演会概要，2020。