

重点課題 - リスクの最適マネジメントの確立

放射性廃棄物処分の長期安全性評価技術の体系化

背景・目的

原子力発電所の運転に伴って発生する低レベル放射性廃棄物の貯蔵容量が逼迫してきており、浅地中ピット処分施設ならびに余裕深度処分施設の設置を遅滞なく進める必要がある。また、高レベル放射性廃棄物については、国による将来の安全確保や調査地区の選定等の制度化、直接処分の検討が進められている。

本課題では、放射性廃棄物処分事業の円滑な推進に資する信頼性の高い処分技術を構築するため、低レベル放射性廃棄物処分の人工バリアのガス移行評価手法の開発と、吹付けコンクリートによる岩盤への影響を評価する。また、高レベル放射性廃棄物処分では、地質環境の調査・評価技術の適用性を確認する。

主な成果

1 ベントナイト系材料のガス移行評価手法の確立

余裕深度処分、浅地中ピット処分でそれぞれ用いられる可能性のあるNa型ベントナイト、Ca型ベントナイト混合土などのベントナイト系材料は透気性が低く、金属腐食等による水素ガス発生時の挙動を評価する必要がある。そこで、密度や配合率を変化させたガス移行試験を各ベントナイト系材料に対して行い、ガス移行メカニズムを明らかにした。さら

に、それに基づくガス移行解析を行うため、力学連成気液2相流モデルに基づく解析コードGasDeform2Dを開発し、試験結果のシミュレーションを行ったところ、Na型ベントナイトの試験結果、Ca型ベントナイト混合土の試験結果ともに精度良く再現できることがわかった(図1)[N23]。

2 地下坑壁岩盤の風化と吹付けコンクリート由来のアルカリ成分による変質の分析

新第三紀の堆積岩の分布する地点において、空洞掘削から約5年経過した岩盤の露出箇所と、コンクリート吹付け箇所での岩のブロック試料を採取し、風化とアルカリ影響の状況を分析した。露出岩盤は壁面から約1.5~3cmの深さまで酸化により褐色化し、硫化物量が減少していた。吹付けコンクリートに覆われた岩石は、コンクリートとの境界から

20cmの深さまで間隙水のCa濃度とpHの上昇(pH10程度)が認められた。境界面近傍では、岩石を構成する非晶質相がコンクリートからの溶脱成分と反応し、カルシウムシリケート化合物(C-S-H)を生成することで、空隙が充填されていることを明らかにした(図2)[N14010]。以上の結果は、坑道周辺の地化学環境の長期変遷の推定に資する。

3 処分地の選定調査における不確実性の低減を考慮した調査方法*

処分地の選定調査に必要となる地質環境の調査・評価技術の適用性の確認を、当所横須賀地区を試験サイトとして進めてきた。これにより、深部地質環境を地表から調査・評価するためのボーリング調査、物理探査等の適用性を確認している^[1]。さらに、地質環境特性把握における不確実性を低減する目的で、既存孔

に対し、ボーリング調査と孔間調査・試験を併せて追加実施することにより、沖積層下の基盤地質の分布・性状、三浦層群の内部構造や基盤面構造、水理地質構造等を詳細に把握可能であることを示し、地質環境の理解の向上に有用であることを確認した(図3)。

* 本研究は原子力発電環境整備機構(NUMO)との共同研究で実施した。

[1] 近藤浩文 他, 地質学雑誌, 120-12, 447-471 (2014).

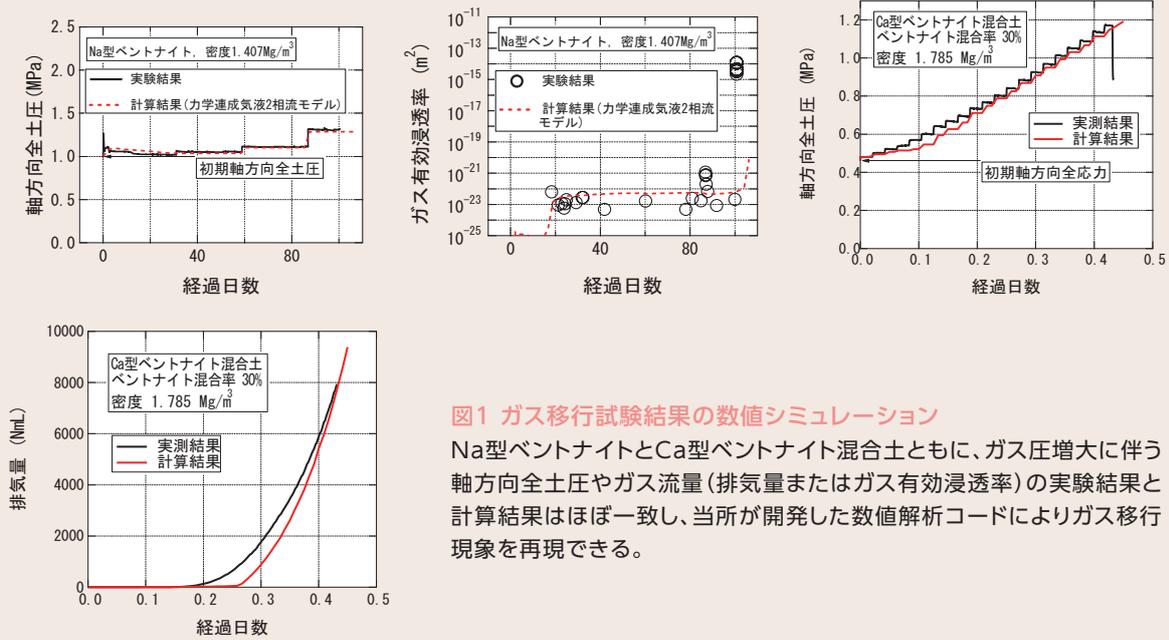


図1 ガス移行試験結果の数値シミュレーション

Na型ベントナイトとCa型ベントナイト混合土ともに、ガス圧増大に伴う軸方向全土圧やガス流量(排気量またはガス有効浸透率)の実験結果と計算結果はほぼ一致し、当所が開発した数値解析コードによりガス移行現象を再現できる。

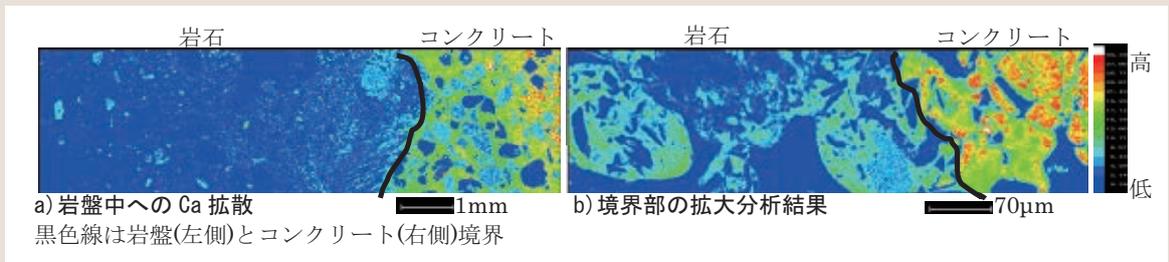


図2 界面近傍におけるCa濃度分布

コンクリートから溶脱したCaとOH⁻が岩盤火山ガラスの空隙中を移行し、火山ガラス表面および空隙中の粘土と反応することでカルシウムシリケート化合物(C-S-H)が生成し、緻密化する(図中岩石範囲の黄緑領域)。このため地下水による希釈効果とともに岩盤へのアルカリ成分の移行が抑制される。

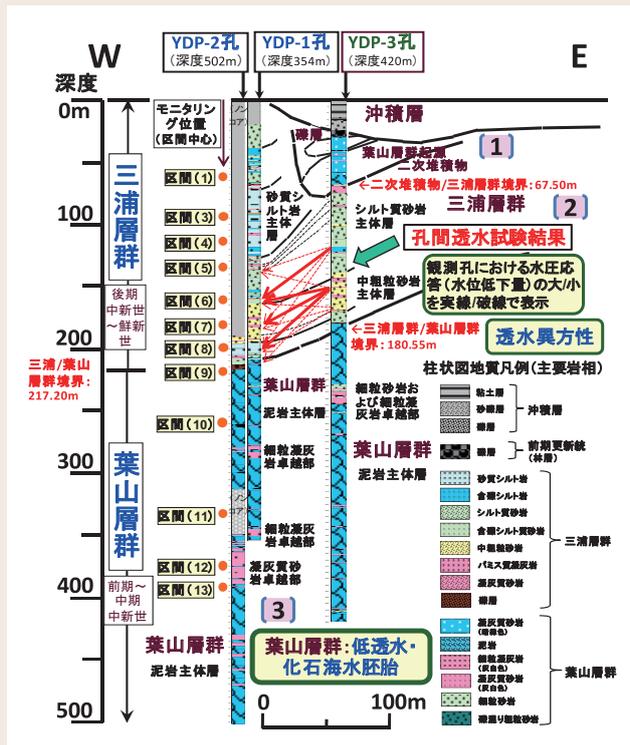


図3 電中研横須賀地区YDP-3～2孔間断面におけるボーリングおよび孔間調査・試験のまとめ

電中研横須賀地区を試験サイトとした地質環境の調査・評価技術の実証研究での段階的な調査において、既存のボーリング孔(YDP-1,2孔)に対して、新規ボーリング調査(YDP-3孔)と孔間調査・試験(YDP-3～2孔間での孔間透水試験等)を追加で実施することにより、①沖積層下の基盤地質の分布・性状、②三浦層群の孔間での地質学的な連続性と水理的な異方性、③葉山層群が低透水性で滞留性の高い地下水(化石海水)が胚胎していること等が信頼性をもって把握可能となり、地質環境の理解の向上に有用であることを確認した。