

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を対象に透水試験法およびガス移行評価手法を開発する。また、高レベル放射性廃棄物処分では地下水年代評価手法および処分場で使用するセメントの選定方法を開発する。

主な成果

1 Ca型ベントナイト混合土の透水試験法の開発

浅地中ピット処分施設で用いられる可能性があるCa型ベントナイト混合土の透水係数は小さく、我が国で広く用いられているJISの透水試験法で測定することは困難である。そこでJISの試験法に改良を加えて供試体の飽和

度を事前に評価する方法、および透水中の細粒分移動による透水性変化の影響の軽減方法を示し、透水係数を高精度で測定する方法を提案した(図1)。今後、この測定法を学会等の規格・基準に反映していく[N13005]。

2 Ca型ベントナイト混合土のガス移行特性評価

Ca型ベントナイト混合土は透気性が低く、金属腐食等により発生する水素ガスの挙動を評価する必要がある。そこで、ガス移行試験を実施するとともに当所が開発した力学連成気液二相流解析コードによる数値シミュレーシ

ョンを行った。その結果、実際の地点におけるガス移行特性の正確な評価には、混合土の材料特性の把握とともに、その地点の初期応力状態や境界条件を考慮する必要があることがわかった(図2)[N13011]。

3 掘削水が混入した地下水の年代評価法

放射性廃棄物処分場選定では、候補地周辺における地下水流動の把握が重要である。そのために地下水の滞留時間(地下水年代)が有用な情報として用いられている。有機物は岩石と相互作用しにくいため、有機物に含まれる放射性炭素(^{14}C)は地下水年代指標とし

て期待されるが、調査孔掘削時に地下水に混入する蛍光染料によって、 ^{14}C の正確な測定が阻害される。そこで、合成吸着樹脂への吸着挙動の違いを利用して天然の有機物と蛍光染料を分離する方法を確立し、正確な地下水年代の評価を可能にした(図3)^[1]。

4 処分場の各部位に用いるセメント種類の選定

処分場で用いるセメント系材料を適切に選定するために、その適用が想定される部位ごとに材料への要求特性を検討・整理した。さらに、処分場閉鎖後の長期間のセメント劣化お

よび変質による状態変遷の推定を試行した。この試行を通じて、処分システムの安全確保において相対的に重要な部位の抽出が可能であることを確認した(図4)[N13009]。

[1] Nakata, K., Kodama, H., Hasegawa, T., Hama, K., Iwatsuki, T., Miyajima, T., Journal of Hydrology, 489, pp.189-200, 2013

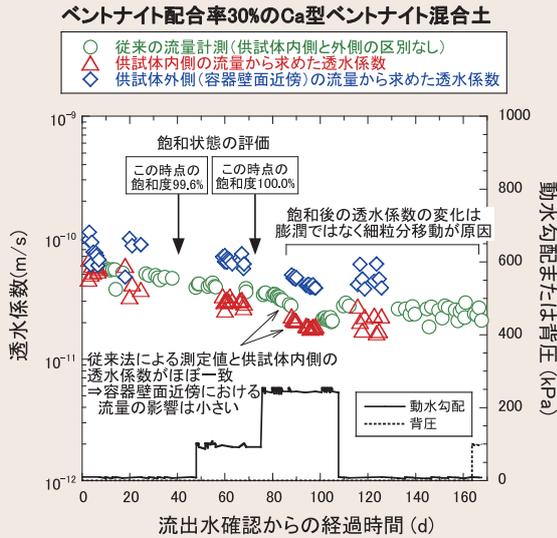


図1 新たな試験手順を反映した透水試験の結果
 試験中に飽和を確認することにより、飽和後の透水係数の変化が飽和度の変化によるものか、あるいは、細粒分移動による目詰まりによるものかを判別できる。また、Ca型ベントナイト混合土では、従来の測定でも供試体内部の透水係数が得られることを確認した。

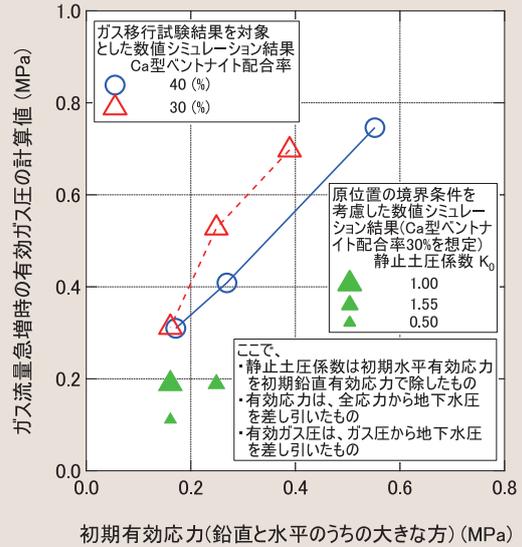
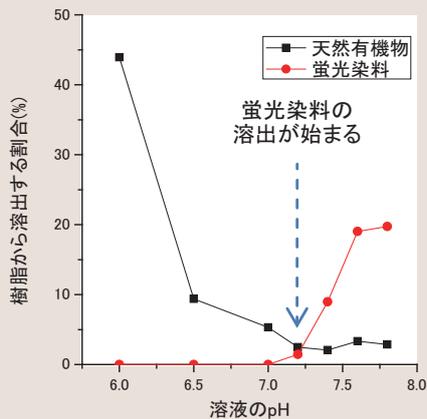
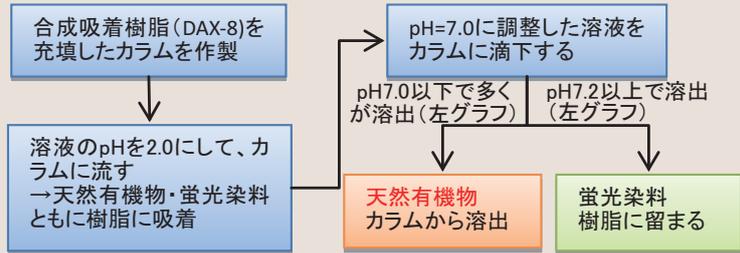


図2 ガス流量急増時のガス圧の評価結果
 ガス流量急増時の有効ガス圧は、ガス移行試験における供試体に比べて実際の地点(原位置)における方が小さい。これは、ガス移行試験における供試体に比べて原位置における初期有効応力ならびにガス圧増大に伴う反力による有効応力の大きさが小さいためである。



カラムに流す溶液 pH と溶出する割合の関係



蛍光染料-天然有機物分離フロー

図3 天然有機物と蛍光染料の分離方法
 pH7.0の溶液では合成吸着樹脂(DAX-8)に、天然有機物がほとんど吸着しないのに対して、蛍光染料はほとんどが吸着することを利用し、これらを分離する手法を確立した。

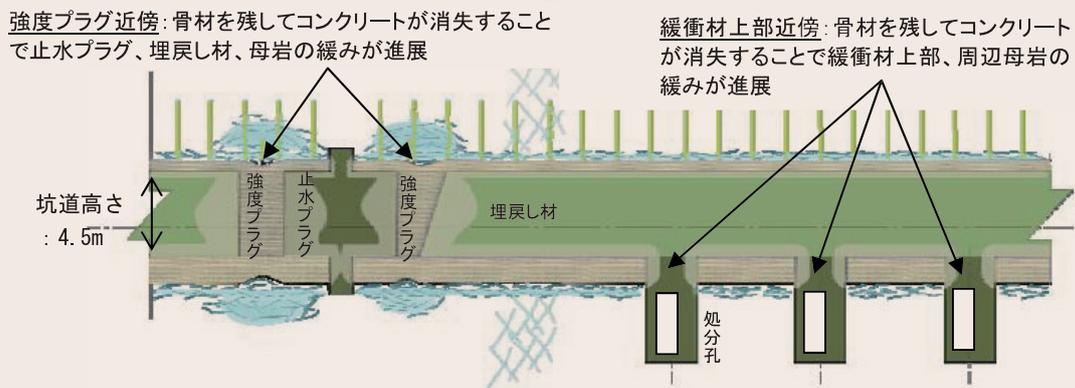


図4 化学的影響ならびに物理的变化によるHLW処分坑道(縦置き方式)周辺の状態変遷の予測例
 コンクリート中のセメント成分の溶脱が進展し、強度プラグおよび緩衝材上部近傍のコンクリート周辺部位に緩みが生じる。長期変遷を考慮したこれらのコンクリート部位の設計技術の確立が優先課題となる。