

高レベル放射性廃棄物地層処分の施設近傍における 岩盤の長期挙動評価技術の総合化

背景

高レベル放射性廃棄物(HLW)の地層処分施設は次の点で従来の地下施設と大きく異なる。従来施設より大深度でありそのために岩盤は高地圧となる。また、廃棄体の発熱等により高温環境となる。さらに、将来の被曝に対する安全評価のために超長期の挙動評価が必要になる。そのため、HLW 地層処分施設の建設のためには従来施設の設計で行われるような岩盤だけの短期間の挙動評価でなく、岩盤と相互作用する人工バリアも含めたニアフィールドの超長期の力学的挙動を評価する必要がある。そのために新たな課題を解決するとともに評価手法として確立しなければならない。

目的

ニアフィールドの力学的長期挙動評価のための課題として、HLW 処分候補岩体に適用できる地圧測定技術の高度化、岩盤の高地圧下・高温下の力学特性の評価法、人工バリアとなる緩衝材中の廃棄体オーバーパックの沈下挙動評価法、相互作用する周辺岩盤と人工バリアの力学挙動の評価技術を開発する。

主な成果

1. 深部の地圧評価

坑道を利用した精度の高い地圧評価のため、従来は等方性岩盤にしか適用できなかった応力解放法を、堆積軟岩などの異方性岩盤にも適用できるように改良し、適用性を原位置試験により確認した。

2. 軟岩の高温下の力学特性評価

地下深部の高地圧・熱環境下での岩の長期力学特性を解明するための試験装置を開発した。また、数種の軟岩の三軸試験・クリープ試験を行い温度の影響が岩種により異なることを解明した。

3. 緩衝材の膨潤特性評価とオーバーパックの沈下挙動評価

緩衝材の遠心載荷時間縮尺試験により、オーバーパック沈下は緩衝材の種類や地下水塩分濃度によらず膨潤特性に規定されることを解明した。その膨潤特性を物理化学的メカニズムに基づいて精度良くかつ容易に評価できることを確認した。

4. 長期のニアフィールド挙動解析技術

発熱、再冠水、緩衝材の膨潤、岩盤のクリープなどが同時に起こる処分施設のニアフィールドの長期挙動予測のために、軟岩のクリープや緩衝材の膨潤を正確に再現できる熱-水-応力の連成解析手法を開発した。

今後の展開

以上の開発を通じて、処分施設ニアフィールドの力学的長期挙動評価を行なうための基盤を整えた。今後は、開発技術の確証とともに、長期の力学挙動評価に基づいた施設設計、およびニアフィールドの挙動理解に基づいた合理的な安全評価に繋げる体系として整備していく。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 上席研究員 新 孝一

関連報告書 「高レベル放射性廃棄物処分施設のニアフィールドの力学的な長期挙動評価技術」電力中央研究所報告：N02

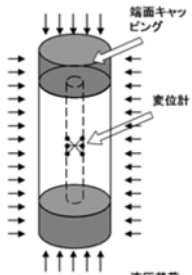
「高レベル放射性廃棄物処分孔での廃棄体の沈下挙動」電力中央研究所報告：U03074

「高温環境下における堆積軟岩の力学特性(その1)」電力中央研究所報告：N04026

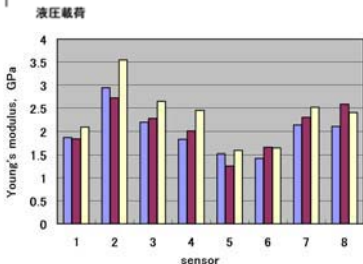
「地下施設力学的相互作用解析のための軟岩クリープモデルの開発」電力中央研究所報告：N04028

HLW 地層処分施設の設計と安全評価に必要な、施設の長期挙動を予測するための基盤技術(下記4課題)を整備し、総合化された技術体系として確立した。

1. 地圧を異方性岩盤でも正確に評価する



応力解放地圧測定で要となる岩の変形性評価で、回収オーバーコアを用いた直交異方性評価手法の開発



回収オーバーコアから得られた異方性の例

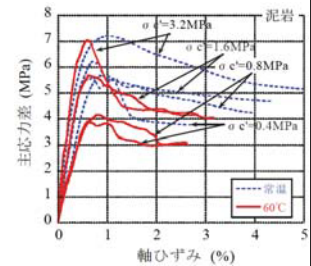
2. 高温・高圧環境での岩盤の力学的性質を解明する

試験装置の開発

軟岩の高温・高圧下のひずみ測定

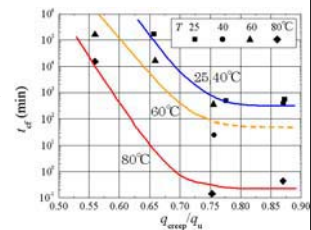
強度・変形への高温の影響

- ・ピーク強度の粘着力Cはいくつかの堆積軟岩すべて 低下
- ・ピーク強度の内部摩擦角φは変化ある岩種とない岩種



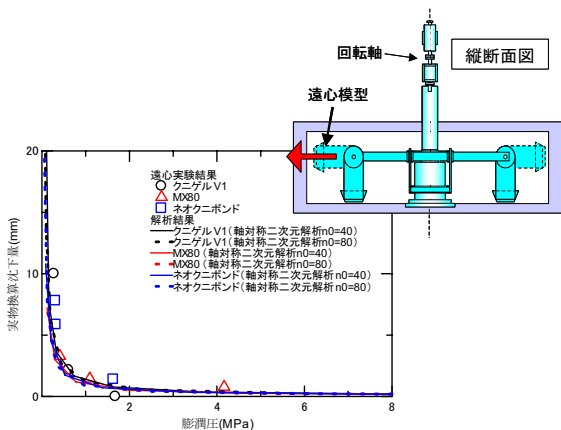
クリープへの高温の影響

- ・泥岩 クリープ特性に変化見られず
- ・凝灰岩 クリープ特性に変化 破壊時間が80℃で常温の3~4桁 低下



3. 緩衝材中の長期膨潤特性・力学特性を解明する

沈下量は緩衝材の種類、密度、間隙水塩分に依存するものの膨潤圧で一意に規定されることを、実時間75年に相当する遠心载荷時間縮尺試験から解明



4. 岩盤と緩衝材を正確に表現して施設ニアフィールドの長期予測解析を行う

- ・緩衝材中のオーバーパックの長期沈下予測手法の開発
- ・緩衝材との相互作用を考慮した岩盤の長期挙動予測手法の開発

