

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

背景

高レベル放射性廃棄物(HLW)の地層処分を実現するためには、安全な建設・操業を確保できるように施設設計すること、および遠い将来に対する信頼性の高い安全評価を行うことが重要な課題である。この解決のためには処分施設のニアフィールドの長期挙動を予測評価できることが必要である。そのうち力学的側面は設計の基礎となるだけでなく、掘削損傷域や緩衝材厚さなどの長期評価を通じて核種移行・安全評価にも繋がる。当所が従来の電力施設のために培ってきた評価技術はその基盤となるが、HLW 地層処分は大深度であり、発熱を伴い、超長期の評価が必要であるなど従来施設と大きく異なる。また、岩盤だけでなくそれと相互作用する人工バリアも含めたニアフィールドの評価法として体系化していく必要がある。

目的

深部岩盤の力学特性ならびに周辺岩盤や人工バリアの力学挙動の評価技術を開発し、ニアフィールドの力学的長期挙動評価のための基盤を整備する。

主な成果

設計だけでなく安全評価にも繋がるニアフィールドの力学的長期評価のために、深部の地圧評価、軟岩の高温下の力学特性評価、緩衝材の膨潤特性評価とオーバーパックスの沈下挙動評価、これらを考慮できる長期挙動解析のための開発を行なった。

1 深部の地圧評価

- 地表調査段階：深部に適性の高い水圧破碎法において、ブレイクダウンに及ぼす浸透や地圧の影響を解明した。その結果、従来は精度が低いとされていた最大水平地圧の測定信頼性を向上させた。
- 坑道調査段階：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、異方性評価手法の開発により堆積軟岩などの異方性岩盤にも適用できるようにした。

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は、試験が容易でなく解

明が遅れていたため、試験装置を開発して精度の良い試験を可能とした。

(2) 高温下の強度と変形特性：新生代のいくつかの堆積軟岩（一軸強度：数 MPa）で試験した。いずれの岩種でも 60 でのピーク強度が常温時より数割ほど低下した。しかし残留強度には変化が見られなかった。変形性は高温で大きくなる場合もあったが変化の程度は強度と比べて小さかった。

(3) 高温下のクリープ特性：泥岩は高温下もクリープ特性に変化がなく、凝灰岩は 80 で破壊時間が常温の 3 桁～4 桁小さくなった。

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

(1) 長期の沈下予測の信頼性を高めるため、緩衝材の遠心載荷時間縮尺試験法を開発して実時間 75 年に相当する沈下試験を行なった。その結果、緩衝材の種類や地下水塩分濃度によらず膨潤圧により沈下が規定されることを解明した。

(2) 緩衝材の膨潤圧や力学特性の評価のため従来多数の力学試験を要したが、膨潤の物理化学的メカニズムに基づいて容易にこれら进行评估する手法を開発した。

4 長期のニアフィールド挙動解析技術

(1) 処分施設のニアフィールドは、廃棄体の発熱、地下水の再冠水、緩衝材の膨潤、岩盤のクリープなどが同時に起こる複雑な場になる。その将来挙動予測を行なうために、軟岩のクリープ特性および緩衝材の膨潤等の正確なモデルを組み込んだ、熱・水・応力の連成解析手法を開発した。上記 1～3 項の評価結果を反映したニアフィールドの力学的長期挙動評価を可能とした。

今後の課題

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、長期挙動評価に基づいた設計や安全評価に繋げる体系として整備していく。

総合報告 N02	キーワード：堆積軟岩，熱・力学特性，初期地圧計測，遠心載荷試験， 熱・水・応力連成解析
関連研究報告書	「大深度地盤の地圧測定のための確率水圧破砕法の開発-ワイブル理論に基づく新しい地圧評価法の提案-」U01025(2001.11) 「高レベル放射性廃棄物処分孔での廃棄体の沈下挙動」U03074(2004.3) 「熱・水を考慮したHLW処分施設の長期安定性に関する数値解析的検討--岩盤・緩衝材の長期変形，熱・水の輸送に対する個別解析--」U03058(2004.3) 「高温環境下における堆積軟岩の力学特性(その1)，三軸圧縮試験による温度依存性の把握」N04026(2005.7) 「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」N04028(2005.6)
担当者	新 孝一（地球工学研究所 バックエンド研究センター）
連絡先	(財)電力中央研究所 地球工学研究所 Tel. 04-7182-1181(代) E-mail : cerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp