

孔内長期モニタリング技術の開発と現地適用

Development of Technology on Long Term Monitoring in the Borehole and it's Application

*木方 建造¹、司代 明¹、富岡 祐一¹、松村 修治²、齋藤 康二³、加藤 雅士⁴

*Kenzo Kihō¹, Akira Shidai¹, Yuichi Tomioka¹, Shuji Matsumura², Yasuji Saito³, Masashi Kato⁴

1.電力中央研究所、2.熊谷組、3.東電設計、4.地熱技術開発

1. Central Research Institute of Electric Power Industry, 2. KUMAGAI GUMI, 3. Tokyo Electric Power Services, 4. Geothermal Energy Research & Development

はじめに

放射性廃棄物の地層処分では、地下調査施設などの建設（精密調査段階）による地質環境への影響を把握するため、また閉鎖措置の確認の際に初期状態を参照するなどのために、モニタリングにより初期ベースラインを把握することが必要である。なお、初期ベースラインとは地下調査施設の建設以降の事業による擾乱を受ける前の地質環境、周辺環境、放射線の状態推移と定義されている。このような観点から、精密調査の前段階である概要調査における調査ボーリングの孔内において、地下水水圧や水質をモニタリングすることが必要となる。

電中研では、2006年度より北海道幌延町上幌延サイトにおいて、コントロール掘削と孔内での各種調査技術を実証してきた。2013年度末には掘削と孔内調査を終了し、孔内3区間にモニタリング装置を設置して間隙水圧測定を開始するとともに、2015年度からは地下水水質ならびに地下水年代を評価するため原位置地下水の採取・分析を行っている。

モニタリング技術の開発

堆積性軟岩における孔内長期モニタリングでは、孔壁保護の観点からケーシングで保孔し、アニュラス部をセメント充填し、その後モニタリング設定区間をパーフォレーションにより穿孔し、それぞれの区間にパッカーを設置して区間設定し、モニタリング装置により計測をするのが一般的である。

これに対して、電中研ではコントロール掘削した孔井が比較的安定していること、さらには地下水水質のセメント影響を無視できることから、モニタリング区間のみを裸孔にする技術開発を実施し、上幌延サイトで現地適用した。また、傾斜孔井への設置という比較的困難な条件での適用実績を有すること、モニタリング時の維持管理が比較的容易であることを考慮し、SPMP（スタンドパイプマルチパッカー）タイプのモニタリング装置を採用し、加工したケーシングに対応させるため一部改良した。さらに、内径21mmのスタンドパイプ内で原位置地下水（溶存ガス含む）を採取するための地下水サンプラーを考案、製作した。

区間設定およびモニタリング装置の設置

コントロール掘削孔に3区間、すなわち区間1（249.45～257.45m）、区間2（210.95～215.95m）および区間3（208.45～209.95m）を設定し、モニタリング装置を設置した。区間3では掘削中に逸泥を確認しており、その後の透水試験でも透水係数で 2×10^{-6} m/sと周囲に比べて3～4オーダー透水性が高い。掘削中に実施した透水試験時の間隙水圧計測の結果、上述の3区間では被圧していることから、スタンドパイプからの地下水湧出を防ぐため、地表より10m下部のスタンドパイプ内にミニパッカーを設置し、その直下に水圧計を設置して圧力を計測することとした。

間隙水圧データ取得

SPMPを設置した2013年2月22日より、3区間の間隙水圧の計測を開始した。地上のボーリング設備の撤去期間および区間3における地下水採取時の計測中断、さらにミニパッカーの不具合により、全期間でのデータの品質が確保できなかったが、区間3の間隙水圧がそれ以外の区間の水圧に比べて高い。

地下水の採取・分析

区間3の地下水を採取するために、スタンドパイプのミニパッカーを外し、ダブルバルブポンプにより区間内の地下水を揚水し、孔口において採水した。その後、スタンドパイプ内に原位置サンプラーを投下し、銅管内に封じ込めた地下水中の希ガス測定を行い、地下水年代を測定した。これまでの結果からは、既存の孔内水の影響により地下水水質を評価することは困難であるが、その影響が徐々に少なくなっている傾向が認められる。

長期モニタリング無人計測システムの設置運用

処分場選定のための調査の一環として実施が想定されるモニタリングは、電気、通信などのインフラが整備されていないサイトで行われる可能性があるため、①システムの省電力化、②現地環境条件に応じた電源の確保、③通信による遠隔地へのデータ転送および遠隔地からの状態の確認、④周辺の他孔井との連携の観点から長期モニタリング無人計測システムの設計を行い、幌延サイトに実証システムを2015年度に設置し、システムの信頼性の評価を開始した。サイトは日本の最北端に位置しており、冬季には外気温がマイナス20度以下となる厳しい環境におけるシステム運用を通して、システム制御コンピュータのタイマーと各機器間の同期のずれ、通信接続が途切れがちとなる通信衛星の想定以上の電力消費など、各種の改善点が明らかとなった。なお、本研究は経済産業省資源エネルギー庁からの委託事業である「ボーリング技術高度化開発」及び「岩盤中地下水移行評価確証技術開発」において実施したものである。また、現地適用性検討は日本原子力研究開発機構（JAEA）幌延深地層研究センターとの共同研究の一部として実施した。

キーワード：間隙水圧、水質、無人計測システム

Keywords: Pore Water Pressure, Water Chemistry, Stand-alone Data Acquisition System