

8. コントロールボーリング孔内での長期モニタリング

ーモニタリング技術の体系化を目指してー

Long term monitoring in directional drilling borehole

-Targeting systematization of monitoring technology-

○木方建造, 司代明, 末永弘, 宮川公雄 (電中研), 松村修治 (熊谷組)

Kenzo Kiho, Akira Shidai, Hiroshi Suenaga, Kimio Miyakawa and Shuji Matsumura

1. 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（繰上他、2010）。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（Kiho et al., 2014）。2013年度末には掘削と孔内調査を終了し、孔内にモニタリング装置を設置した。ここでは、モニタリング技術の体系化を目指したコントロール掘削孔内での長期モニタリングの成果と課題について報告する。

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。

2. 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するのが一般的である（核燃料サイクル開発機構、2003）。

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（木方他、2011）、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 21 mm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。

3. 結果

3.1 区間設定およびモニタリング装置の設置

掘削口径 152mm に対して SPMP のパッカーの拡張径を 180mm と設定し、ある程度の孔径拡大に備えた。区間設定の事前調査として地質状況を考慮して、孔長 200-235m、295-345m および 405-455m のコントロール掘削区間においてキャリパー検層による孔径測定を行い、孔径拡大状況から、区間 1（249.75～256.75m）、区間 2（210.95～214.95m）および区間 3（208.45～209.95m）の 3 区間を設定し、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（図-1）。

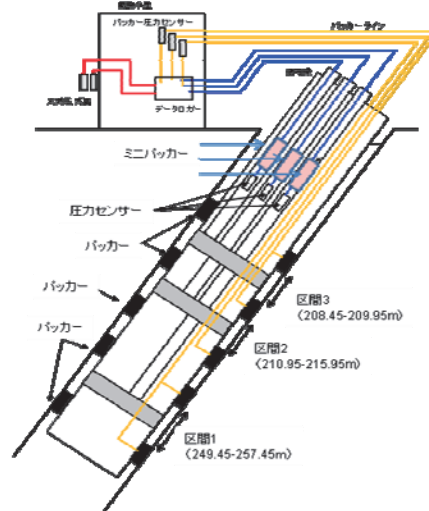


図-1 原位置モニタリングの概要

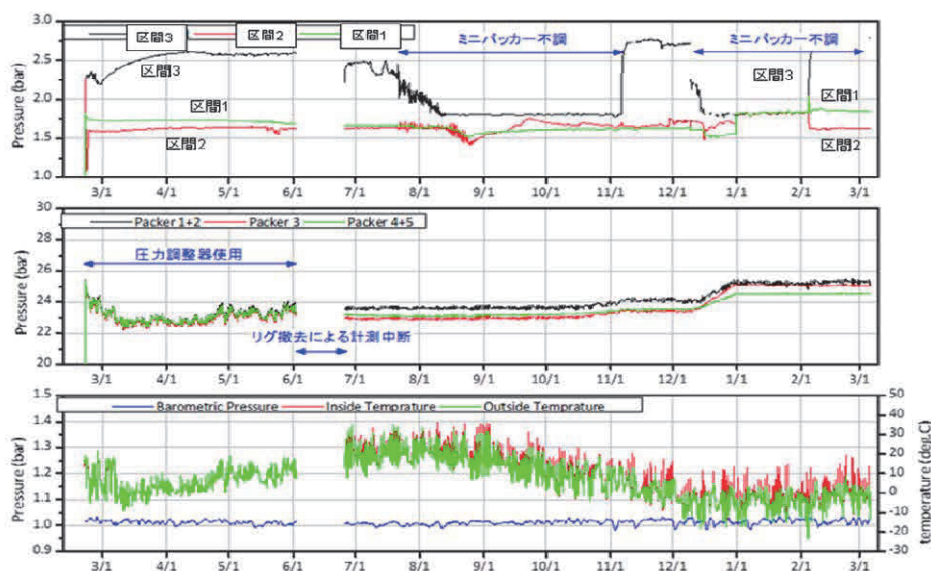


図-2 観測データの時間変化 (2014/2/20~2015/3/10)

3.2 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。2015年3月までの計測結果を図-1に示す。地上のボーリング設備の撤去機関の計測中断および計測再開後の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(図-2)。

3.3 無人計測システム概念設計

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では、電気、通信などのインフラが整備されていない可能性があるため、(1)システムの省電力化、(2)現地の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システムの概念設計を実施した(司代他、2015)。

4. 課題

これまでにモニタリングに関する作業を実施してきた結果、以下の課題が明らかになった。

(1) ミニパッカーの管理

現状では3か所に設置されたミニパッカーは共通の1系統の窒素ガスにより膨張しており、ミニパッカーが不具合になるなど、1か所のミニパッカーを外して作業する場合、全てのミニパッカーを収縮させなければならないため、膨張のためのガス系統を独立させる必要がある。

(2) 現地ででの計測項目

間隙水圧に影響する外部因子の影響除去のためには、外部因子である、降水量、大気圧、地球潮汐などの経時データが必要である。降水量や大気圧などはアメダスデータを準用することも可能であるが、観測場所のデータを用いて信頼性を向上する必要がある。

(3) モニタリング計測区間設定

モニタリング区間は、本来は掘削孔から得られた地質環境特性を考慮して設定される。しかしながら、今回は孔径拡大のために区間が制約された。孔径拡大にもある程度対処可能な膨張径の大きなパッカーの開発が必要となる。

5. おわりに

平成27年度は、平成26年度までに明らかとなった課題を解決しつつ、間隙水圧の長期モニタリングを継続して実施するとともに、水質の初期ベースラインを把握するための採水と水質分析、無人計測システムの現地への設置・運用を実施し、体系化に向けた知見を取得する。

文献

- 1) 核燃料サイクル開発機構幌延深地層研究センター (2003): 幌延深地層研究計画, 平成14年度調査研究成果報告, JNC TN5400 2003-001.
- 2) Kiho et al., (2014): Development of Directional Drilling and Survey System, -Results of the Drilling and In-situ Permeability Test, Proceedings of 8th Asian Rock Mechanics Symposium, RW2-6.
- 3) 木方他 (2011): 水理地質構造調査のためのボーリング掘削技術の開発、-モニタリング装置の概要と設置方法-、日本応用地質学会平成23年度研究発表会予稿集, pp.115-116.
- 4) 繰上他 (2010): 放射性廃棄物の地層処分におけるモニタリングと初期ベースラインに関する検討, 原子力発電環境整備機構, NUMO-TR-10-01,
- 5) 司代他 (2015): 長期モニタリング無人計測システムの開発、-モニタリング技術の体系化を目指して-、日本応用地質学会平成27年度研究発表会、投稿中