

概要調査に向けた地質環境の調査技術・評価手法の実証（その4）

- ボーリング掘削モニタリングシステムの運用とデータの活用 -

(株)大林組 正会員 ○長井 千明, 正会員 鶴山 雅夫, 正会員 田中 達也
原子力発電環境整備機構 正会員 村元 茂則, 正会員 伊藤 久敏
財団法人電力中央研究所 正会員 近藤 浩文, 五嶋 慶一郎, 海作 一幸

1. はじめに

地質環境の特性調査を目的としたボーリングでは、ボーリング掘削や泥水の品質管理に加えて、ボーリング掘削中に逐次変化する孔内状況をモニタリングし、その後の孔内試験計画の立案に資する情報を取得することは有用となる。ボーリング掘削モニタリングシステムは、これまでボーリングのオペレータの経験・力量によって設定してきた掘削の条件、および孔内状況の情報を、設置した各センサにより計測、集約、リアルタイムにて視覚化する。これにより、ボーリングの掘削状況を集約して管理可能となり、品質管理のみならず、作業効率の向上、孔内事故や機械故障防止の判断材料などに使用することができる。さらに、モニタリング項目を効果的に設定し、取得、活用することで、地質環境特性の評価に資する情報の取得が可能になると考えられる。

本報告では、堆積岩を対象とした調査ボーリング掘削（計画深度約 550m, PQ ワイヤライン工法）にて運用中の掘削モニタリングシステムと、取得したデータの活用事例について紹介する。

2. モニタリング項目の設定

本調査ボーリングにて運用する掘削モニタリングシステムでは、掘削条件となる①ビット回転数、②ビット荷重、③送水流量と、掘削状況を示す④送水圧力、⑤掘削深度を逐次計測する。また、泥水管理のために⑥給水・排水タンク等の泥水量、⑦循環泥水の pH および電気伝導度を対象項目とした。モニタリング項目は、本システムの適用目的や範囲を勘案し、現場単位で設定、設計することが可能である。

3. 測定方法

モニタリング項目とその精度を勘案して合計 14 個のセンサを設置した。これらのセンサから計測データを取得し、工事事務所にある制御パソコンに集約する。そして、制御パソコンでは、計測データを逐次評価、グラフ化して、画面表示する。ボーリングオペレータは、試錐機横に設置したタッチパネル式のモニター画面にて共通の情報を確認するとともに、掘削編成などの掘削記録を入力する。図 1 に掘削モニタリングシステムのモニター画面を示す。



図 1 掘削モニタリングシステムモニター画面

4. 測定結果・考察

4.1 泥水量のモニタリングデータの活用

掘削中の逸水・湧水量管理は、ボーリング掘削、泥水管理に重要となるだけでなく、水みちとなる地層との遭遇を示唆することもあり、孔内試験（透水試験や地下水採水）の計画立案にも有用な情報となる。逸水・湧水量の管理は、サクシオンタンク・中継タンク・廃泥タンクの 3 つのタンクの総泥量を測定することで管理している。また、

キーワード： 調査ボーリング, ボーリング掘削, モニタリングシステム, 掘削速度

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組東京本社原子力本部原子力環境技術部 TEL03-5769-1309

リアルタイムの更新情報をモニター画面で確認できる．それにより逸水・湧水の発生をリアルタイムで監視する．

4. 2 掘進状況のモニタリングデータの活用

掘削状況のモニタリングデータの一つに掘削速度がある．通常，オペレータはロッドの降下速度を試錐機に設置されたメジャーにより認識するが，モニタリングデータの活用により，1秒毎の掘削速度の変化を掘削全深度で取得できる．

PQ コア掘削は最大2mの掘削長で実施している．図2，図3は深度350.0～400.0mの掘進中の掘削のモニタリングデータの例である．赤線で示すデータの傾きが掘削速度を表す．図2では多少の揺らぎはあるものの一定の速度で掘削が行われ，図3では約2mの掘進中に掘削速度が変化していることが分かる．掘削速度は，ビットの種別・孔径，ビット回転数，ビット荷重，送水量等の掘削条件と，対象地層の硬さによって変化する¹⁾．図3の掘削にて採取したコアの観察結果より，掘削速度の変化深度近傍にて，凝灰質砂岩より泥岩へ地質が変化することが確認された．本掘進中は掘削条件の変更はなく，掘削速度の変化が対象地層の硬さ，つまり地層の変化を示唆することが確認できる．

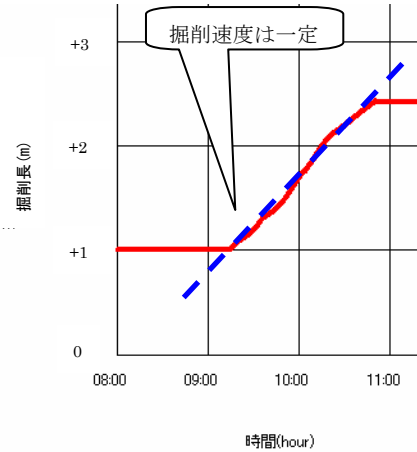


図2 掘削速度の計測結果例①

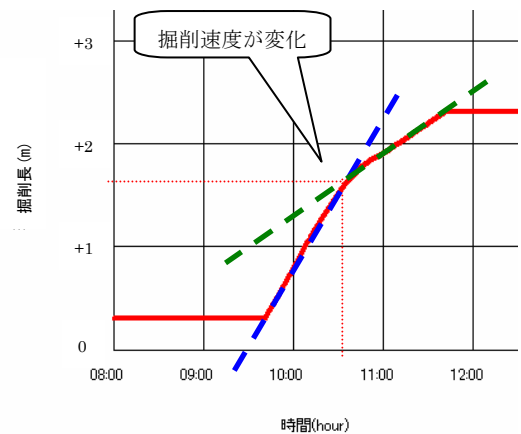


図3 掘削速度の計測結果例②

上記の結果に基づき，モニタリングデータから深度350.0～400.0mの掘進時のビット荷重と掘進率を岩種と共に整理した（図4）．図4より，凝灰質砂岩部と破碎状泥岩で異なるグループを示し，岩種の分類と両モニタリングデータが整合することが確認できる．

以上より，掘削条件が一定の際に掘削速度が変化した場合には地層に変化が起こった指標として判断することが可能である．一般的

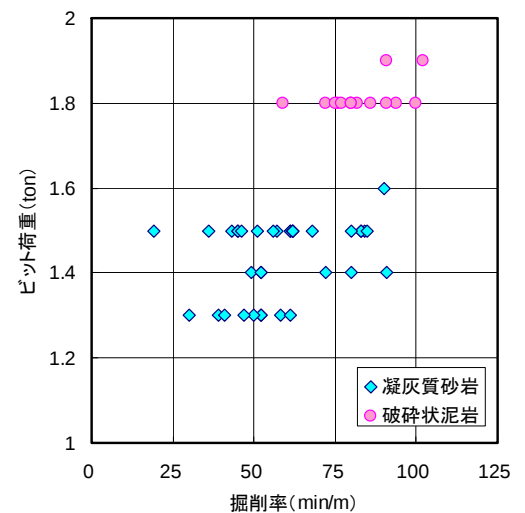


図4 掘進率とビット荷重の関係

に，物性の異なる地層境界や不整合面等ではコアロスを生じることがある．掘削モニタリングシステムを稼働させることで，掘進速度が変化した深度の情報により地層が変化する深度を推察することができる．さらに，掘削速度に加えて，ビット荷重等の掘削条件のパラメータと地層のデータを蓄積していけば，掘削時のモニタリングデータにより，岩盤性状や変化を判断できるようなヒントを得ることができる．

5. おわりに

現在運用中の掘削モニタリングで得たデータの活用を通して，掘削中の連続データの取得が重要であることを示した．その中で，総泥水量の計測による逸水・湧水管理の方法や，掘削速度が地層の変化と関連性があることを示した．今後の展望としては，掘削条件や掘削状況の連続データと孔内検層結果との関連性を検討・評価し，コアロス部やノンコア掘削時の岩盤性状の推定を試行するなど，本システムの更なる活用方法について検討していく．

参考文献

1)ボーリングポケットブック第4版，(社)全国地質調査業協会連合会，2003.