

8. 水理地質構造調査のためのボーリング掘削技術の開発 (その 14)

ー孔内トラブル回避のためのサイドトラッカー

Development of drilling technique for the hydro-geological survey (Part XIV)

-Sidetracking for avoiding trouble in the hole-

○木方建造, 須永崇之 (電中研), 長谷和則 (住鉱資源開発), 松村修治 (熊谷組)

Kenzo Kiho, Takayuki Sunaga, Kazunori Hase and Shuji Matsumura

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物処分場の候補地選定の第2段階である概要調査段階では, 地表からの各種調査と数少ないボーリング調査により, 地域の地質環境特性を評価することが求められている。電力中央研究所では平成12年度から掘削方向を制御することが可能でコア掘削ができるコントロールボーリング掘削技術および孔内での各種調査技術の開発に着手した。

これまでに, 本システムの開発状況やシステムの概要, 現地での掘削, 調査実績などを報告してきた(例えば木方ほか, 2009)。ここでは, 孔内での大量逸泥や孔壁崩壊などの孔内トラブルにより孔井を維持できない場合の回避方法として, 上流部から枝孔を掘削するためのサイドトラッカー技術について, その検討内容と現地に適用した事例について報告する。

なお, 本研究は経済産業省資源エネルギー庁委託事業「ボーリング調査技術の確証」とし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. サイドトラッカー手法の選択

既存のサイドトラッカー手法である①ホイップストック(例えば長縄, 2006)による枝孔掘削と②セメンティングによる孔内埋め戻しとその後のコントロール掘削の2つの方法について適用性を比較・検討した。

①ホイップストックとは, 傾斜した面を持っている長い鋳鋼製の孔内用具で, パッカーなどのアンカーにより孔壁に固定し, ビットをこの斜面に沿わせるようにして回転させて枝孔を掘削する技術である。本技術はセメント等による埋め戻しが不要で, サイドトラッカー開始までの準備時間が短縮できるという利点はあるものの, 設置に高額のコストを要し, コントロールボーリング孔井への適用には別途治具の開発が必要となることなどから, ②の手法を選択した。

3. サイドトラッカー技術の検討

セメンティングによる孔内埋め戻しとその後のコントロール掘削によるサイドトラッカー技術に関して 1) 埋め戻しのための最適なセメント材料の選定, 2) サイ

ドトラッカー実施箇所下部のセメンティングによる埋め戻し方法, 3) コントロールボーリングシステムによるサイドトラッカー掘削手順について検討した。

3-1 セメント材料の選定

孔内の掘削長 600m程度の泥水環境下での作業となるため, 材料の選定条件を以下のように設定し, これらを満足するセメント材料を選定した。

①3日強度で「20N/mm²」程度以上の強度を確保できること

②泥水中に打設する(水中不分離性を有する)ことが可能であること

③作業時間内において流動性(5分フローで300mm以上)が確保できること

水中不分離性能を考慮して, ベース配合材料として高性能特殊増粘剤を用いた水中不分離性モルタル(マックスAZ (TypeM))を採用した。強度発現を早めるためにモルタル材料を普通ポルトランドセメントに替え早強セメントとし, 凝結剤1.2%を添加した。W/Cおよび減水剤添加量を変化させることにより, 上記条件を満足できる最適な配合としてW/C45%, 減水剤0.3%を選定した。

3-2 セメントによる埋め戻し方法の検討(図1)

大量の逸泥がある場合, 注入したセメントが当該箇所から流出する可能性があり, それを避けるためには, その上流部を閉塞しセメントを打設するのが効率的である。ここでは閉塞用にパッカープラグを採用した。

セメント注入用の注入管(BQ ロッド)先端にパッカープラグを接続して孔井内閉塞箇所まで降下させる。降下後, パッカープラグを拡張させ, 固定状況を確認した後に注入管を切り離す。切り離した後, パッカープラグの降下に用いた注入管を用いて充填材を注入し埋め戻し区間に充填する。その後, 注入管内に残留するセメント充填材を後押し送水により放出して注入を完了させる。注入完了後, セメント頭頂部より注入管は50m程度後退させておき, 充填材の硬化状況確認のため12時間程度経過後に再度降下させて硬化セメント頭部位置を確認し, 予定深度に達していることを確認してから引き上げを行う。

3-3 サイドトラッカー掘削手順の検討(図1)

セメントによる埋め戻し終了後, セメント頭部位置

の確認と頂部
成形のため、
NL140 ロッド
の先端部にφ
152mm に加
工したコンポ
ジットシュー
ビットを取り
付け、セメン
ト頂部手前よ
り回転洗浄を
行ないながら
浚渫し、サイ
ドトラック掘
削実施箇所ま
での成形を行
なう。既存孔
井でオールコ

ア掘削を実施していること、
さらにはコアチューブを含む
掘削ツールの揚管・降管作
業などのワイヤライン作業を
省くことができ掘削に要する
時間とコストを削減すること
が可能であることを考慮し、
サイドトラックではノンコア
掘削を基本とする。しかし、
サイドトラック掘削開始直後
においては、セメント部から
地山部分の珪質泥岩に掘削対
象が切り替わることをボーリ
ングコアによって直接確認する
ことが必要となるため、
当該区間においてはコアリング
掘削を実施する。

また、サイドトラック掘削作業中における新たな分岐孔井の孔跡は、掘削ツール内に接続する掘削時計測装置(WL-MWD)によってリアルタイムにモニタリングを行い、計画孔跡との差違を把握する。加えて、サイドトラック掘削の開始前と掘削終了後にジャイロシステムを用いたジャイロ計測を行い、分岐孔井の孔跡を決定する。

4. 現地への適用結果

孔内閉塞用のパッカープラグを掘削長 750m 地点に設置し、孔井埋め戻しのために既定量のセメントをBQロッドにより圧入し、圧入終了12時間後にBQロッドにより硬化したセメント頂部位置が掘削長 644.7m であることを確認した。コントロール掘削の準備として、コンポジットシュービットによる硬化セメントの端面成形を掘削長 648m まで実施し、その後コントロールボーリングによるサイドトラック掘削を掘削長

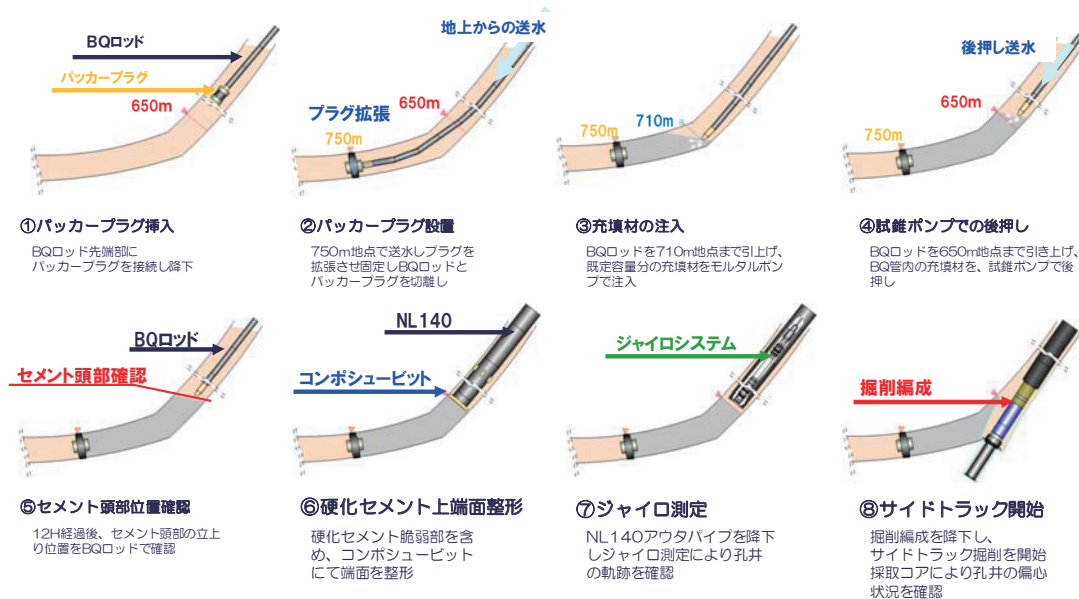


図1 セメントによる孔井埋め戻しとサイドトラック掘削手順の概要

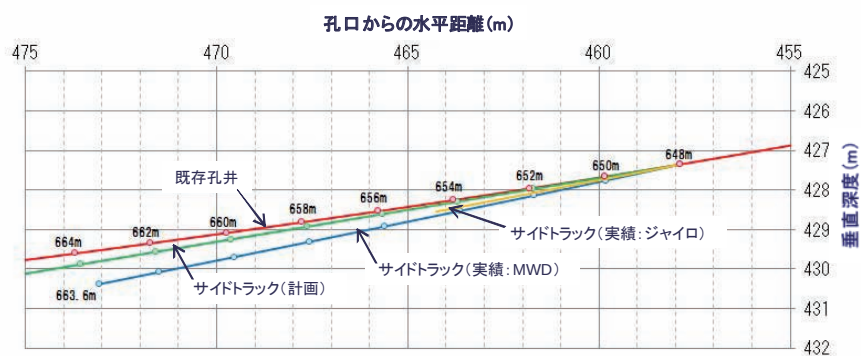


図2 サイドトラック掘削の孔跡図

663.6m まで実施した (図2)。

サイドトラックにより掘削された孔井内で水圧破碎試験を実施する必要が生じたため、浅い深度で既存孔井との離間を確保するために、WL-MWD の確認により沿角掘削を実施した。掘削開始後の掘削長 648ー653.8m 区間でコアリング掘削を行い、珪質泥岩を回収し枝孔掘削を確認した。その後、ノンコア掘削を開始したが、想定した掘削能率を得ることができず、掘削長 656m より再度コアリング掘削に戻し、663.6m まで掘削した。掘削後にジャイロ計測を掘削長 654.6m まで実施し、ほぼ沿角に掘削できたことを確認した。

文献

- 1) 木方建造他 (2009) : コントロールボーリングによる掘削・調査技術の開発 (フェーズ 2) - 掘削・調査システムの高度化と断層への適用, 電力中央研究所報告, 総合報告, N03, 97p.
- 2) 長縄成実 (2006) : 最新の孔井掘削技術 (その 2), 石油開発時報, No.149, pp.5-12.