

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－

背 景

高レベル放射性廃棄物処分などの地下空間利用に際してはボーリング調査が一般的である。沿岸海底下などの限られた条件下では、掘削の方位や傾斜を制御可能なボーリング掘削が有用である。このような観点から、フェーズ1(2000～2004年度)でコントロールボーリング(図1、2)による掘削・調査技術の開発を行ってきた。

目 的

フェーズ2(2005～2007年度)では、掘削が困難な断層を対象とした現地掘削を通して機器を改良することにより高度化を図り、掘削・調査システムの適用性の検討を行い、結果を取りまとめて掘削・調査の体系化を行う。

主な成果

1. 掘削・調査システムの改良・高度化(表1)

掘削関連機器についてはフェーズ1で開発した機器をベースに①断層掘削、②水平孔掘削、③長尺掘削、④コア採取および⑤先端探知に必要な技術を開発した。一方、調査関連機器についても同様に透水・採水・イメージング装置、WL-LWD、孔内での変形、応力測定装置、モニタリングシステムを改良した。これらの機器、システムについては工場における試験などを通してその性能を確認し、システムの高度化を果たした。

2. 掘削・調査システムの現地適用性検討

掘削が困難である断層を対象とした掘削・調査システムの現地適用性検討のため、北海道幌延地点の大曲断層を対象とした掘削・調査を実施した(図3)。

(1) 反射法地震探査などにより、大曲断層の地下構造を推定し、掘削孔跡を決定した。計画孔跡に沿って掘削長693.5mのHCD-3孔を掘削した。断層帯を掘削したにも拘らずコア採取率は99.8%であった。

(2) コアから24条の断層が確認でき反射法から推定された断層帯の分布と整合的であること、孔内、コアを用いた試験により大曲断層とその周辺の透水性や地下水水質を明らかにすることができた。

以上により、掘削・調査システムの断層への適用性を確認することができた。

3. 掘削・調査のデータベース構築および体系化

データの効率的な一元管理・共有化のために、データベースシステムを構築した。また、コントロールボーリング掘削・調査を概要調査において適用する際の体系的な掘削、調査フローを提示した。

なお本研究は経済産業省受託研究「ボーリング技術高度化調査(開発)」として実施した。また現地適用性検討は日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターとの共同研究として実施した。

今後の展開

HCD-3孔において水平孔を延伸掘削し、本孔井内で調査関連機器の適用性を確認することにより、掘削・調査技術の実用化を目指す。

主 担 当 者 地球工学研究所 バックエンド研究センター 研究参事 木方 建造

関連報告書 「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: N03 (2009年)

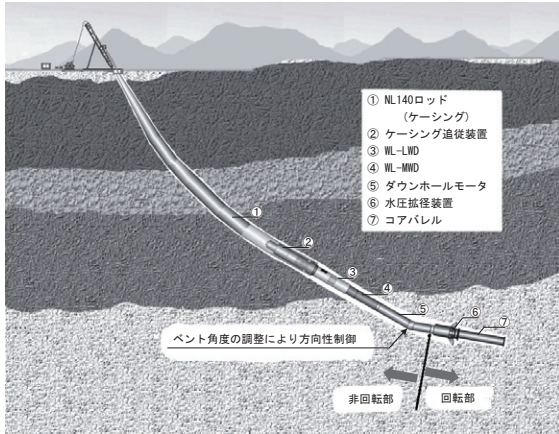


図1 コントロールボーリングによる掘削概念



図2 掘削リグの概要
(左: 建屋、右: 傾斜掘削機)

表1 フェーズにおける開発項目と達成度一覧

| 要素技術 | 開発目標 | 開発内容 | 達成度 |
|----------------------|--|----------------------------------|--------------------|
| 断層掘削 | 脆弱、逸泥箇所において対応可能な掘削技術の開発 | セメントプラグの開発 | ○ |
| | | ワイヤラインセメンティングシステムの開発 | △: 適用事例なし |
| 水平孔掘削 | 水平孔への装置の挿入に関する技術開発 | 押し込み補助装置の開発 | △: ゴムの量産化による問題発生 |
| 長尺掘削 | 孔長1000m以上の長尺掘削に対する能力強化のための開発 | 試錐機のフィード能力評価と改良 | ○ |
| コア採取 | 孔内圧力を上昇させないで掘削可能な技術開発 | ウォーターウェーの改良 | ○ |
| 先端探知 | 方位補正方法の確立およびWL-MWD ^{*1} を用いた現場管理手法の確立 | 掘削情報によるコアリング管理 | ○ |
| | | 方位補正式とジャイロシステムによる検証ドリラーディスプレイの構築 | ○ |
| 透水・採水・イメージング | 計測適用範囲の拡大、採水時の泥水混入状況の把握 | 拡張孔に対応するバッカーの試作 | ○ |
| | | 孔内におけるトレーサ濃度測定 | ○ |
| | | 音響イメージング装置の開発 | ○ |
| WL-LWD ^{*2} | 孔内環境での耐久性向上 | パッド(可動部)の強化 データ処理ソフトの開発 | △: フェーズ3へ持ち越し ○ |
| 力学・応力 | 両システムの統合化 | 力学、応力各システムの統合化したプロトタイプ試作 | △: 水圧破砕割れ目の同定方法の検討 |
| モニタリング | 要素技術の開発および試験孔井へのシステムの設置 | 裸孔の製作方法の確立 | ○ |
| | | モニタリングシステムの試作 | ○ |
| | | 試験孔井へのモニタリングの設置 | ○ |

*1: 掘削時の方位、傾斜、トルク、荷重、孔内温度・圧力などを計測する装置

*2: 掘削時の孔内検層(電磁、マイクロ電気、音波および自然γ線検層)装置

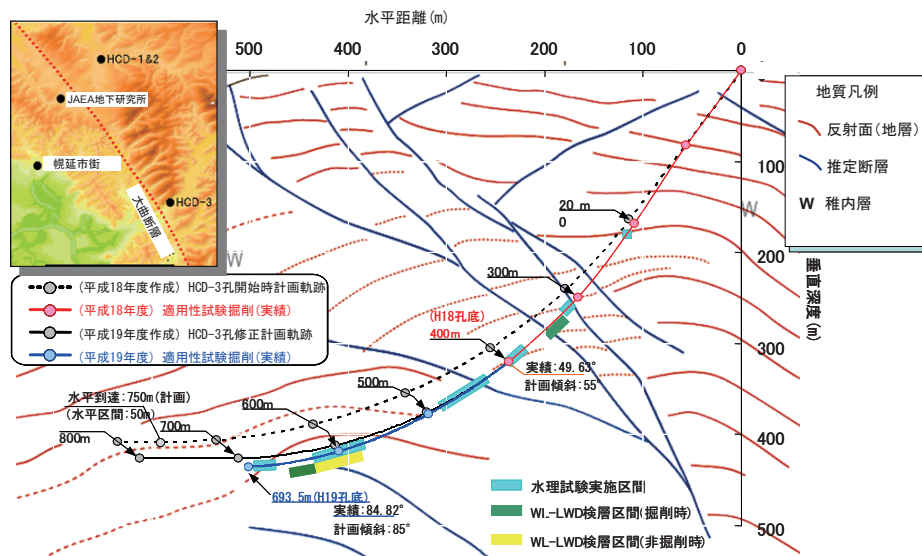


図3 HCD-3 孔井の掘削実績

1. 軽水炉発電

2. バックエンド

3. 放射線安全・
低線量放射線影響

4. 金属燃料・乾式
リサイクル技術

5. 新型炉

6. 施設保全(耐震)・
立地