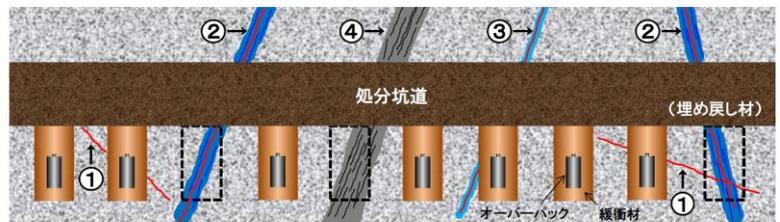


処分坑道構築時のデータを用いた効率的な坑道周辺岩盤評価技術

鹿島建設(株) 正会員 ○江崎太一 升元一彦 宮嶋保幸 福島大介

1. 背景および目的

NUMO 包括的技術報告:レビュー版¹⁾では、廃棄体の埋設に好ましくない場所として、①:湧水を伴わない断層・割れ目、②, ③:湧水を伴う断層あるいは透水性割れ目、④:断層・割れ目が密集し、力学的な強度が低下している領域を挙げている(図-1)¹⁾。これらの局所的な特性は、処分坑道構築時の事前調査に加え、実際に坑道を掘削した際の評価が必要となる。断層や割れ目が、将来にわたり廃棄体の定置に悪影響を及ぼし得るか否かを評価するためには、坑道の表面観察だけでは不十分であり、岩盤内部の連続性等の特性を把握する必要がある。しかし、周辺岩盤の特性(強度、透水性、湧水の有無、断層の連続性等)を全延長にわたり詳細に評価するのは、処分坑道延長が非常に長いことから困難となる。一方、山岳トンネル施工においては、坑道構築時のロックボルトの穿孔掘削や切羽前方の先進孔掘削時に得られるデータを活用して岩盤特性や断層からの湧水を評価する技術開発が進められている。今回、処分坑道周辺岩盤の特性を連続的かつ効率的に推定する方法として、これらの技術の適用性について報告する。



①:湧水を伴わない断層・割れ目、②, ③:湧水を伴う断層あるいは透水性割れ目(3.3.3項(4)参照)、④:断層・割れ目が密集し、力学的な強度が低下している領域

図-1 廃棄体を埋設する場所として好ましくない特性の模式図(高レベル放射性廃棄物処分場の竖置き・ブロック方式の例)¹⁾

2. 技術の概要および処分坑道周辺岩盤評価手法としての適用性

(1) 破壊エネルギー係数による評価

本技術は、坑道掘削時の発破孔やロックボルトのための穿孔時(図-2)に得られる破壊エネルギー係数から、坑道周辺岩盤の物理特性(弾性波速度等)を推定する技術である。比較的一様な岩盤では、弾性波速度と透水性にある程度の相関があるという報告²⁾もあり、この調査技術から、岩盤の透水性を推定することも期待される。本技術の適用性について以下に記す。

① 坑道周辺岩盤の特性の連続的評価

発破孔やロックボルトの穿孔データを利用して岩盤特性を評価する。発破孔やロックボルトは、通常1~2mピッチで施工し、穿孔時には数cmピッチで穿孔データを取得するため、坑道周辺岩盤の特性を連続的かつ高密度に評価できる(図-3)。

② 地質調査に要する時間、コスト

穿孔にコンピュータジャンボを使用することで、穿孔データを自動かつ迅速に取得でき、調査のための準備、調査時間等が不要のため、岩盤調査に要する労力を大幅に削減することができる。

③ 定量的な評価

破壊エネルギー係数は、トンネルの前方探査として従来から数多くの実績があり、筆者らはこれまでに破壊エネルギー係数と弾性波速度の関係を蓄積している(図-4)³⁾。

図-4より、岩盤強度の指標である弾性波速度と破壊エネルギー係数には相関が認められる。また、図-5は



図-2 切羽での穿孔イメージ

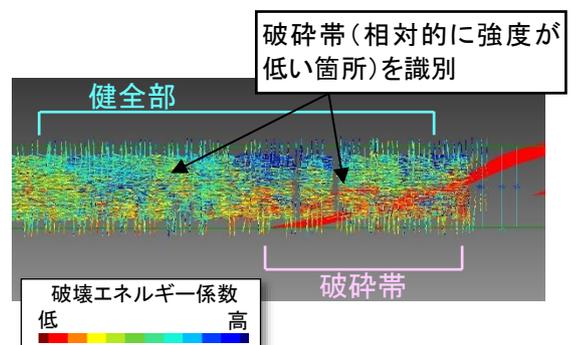


図-3 実際の現場における当該技術適用例

キーワード 放射性廃棄物、地層処分、岩盤評価

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂6丁目5-30 鹿島建設(株)土木設計本部 TEL 03-6229-6697

図-3 に示した健全な岩盤と破砕帯が混在する箇所における破壊エネルギー係数の分布を整理したものである。図-5 より、破砕帯では、健全部に比べて破壊エネルギー係数が小さな値を示すことが確認できる。

このように、施工時の穿孔データから岩盤の硬軟分布や弾性波速度分布を推定することができれば、岩盤調査の頻度を減らすことができる。また、地球統計学を利用すれば、坑道周囲の特性を推定でき、断層、割れ目や破砕帯の空間的分布を把握できることから、今後、評価精度を向上させることにより、処分坑道周辺岩盤の推定に適用できると考えられる。更に、これらの情報は、処分場閉鎖後の長期安全性検討にも有益な情報となり得る。

(2) 先進孔を利用して湧水量を評価する技術(スイリモ)

本技術は、ノンコアの水平コントロールボーリング削孔時に得られる穿孔データ、湧水データにより、岩盤の強度、湧水量、湧水圧を迅速かつ連続的に評価する技術である(図-6)。本技術の適用性について以下に記す。

① 削孔時の岩盤強度、湧水量、湧水圧の連続的評価

削孔時の穿孔データから岩盤強度を連続的に推定できる。湧水については、従来、口元湧水量、湧水圧を断片的に計測するのみに限られていたが、口元に電磁流量計を設置することで自動的かつ連続的に口元流量を計測でき、削孔ツール先端に水圧計を内蔵したユニットを接続することで先端部の水圧を連続的に計測できる(図-7)。これにより、湧水箇所、湧水特性を連続的に評価できる。

② 削孔時間

ダウンホールモーターにより、500mを30日程度(昼夜施工、ビット交換を含む)と高速掘進が可能である。

本技術は、評価精度、施工性(調査速度)ともに、処分坑道掘削に適用性が高い技術と考えられる。

3. 今後の展望

本報文中で示した岩盤評価技術および湧水量を高精度に評価する技術は、処分坑道において廃棄体定置可否を合理的に判定する際の有効な手段となり得る。今後、更なる技術のブラッシュアップを図り、評価精度の向上に努めたい。また、既存のシステムは比較的大断面トンネルでの適用実績はあるが、中小規模断面トンネルでは適用実績がないため、汎用性の向上に資する開発も実施したい。

参考文献

- 1) 「包括的技術報告：レビュー版」, 原子力発電環境整備機構, 2018年11月
- 2) 渡辺ほか「岩盤の透水性評価に関する実験的研究」, 第23回水理講演会論文集, 1979年2月
- 3) 白鷺ほか「削孔検層と速度検層によるトンネル切羽前方の弾性波速度分布の予測」, 土木学会第71回年次学術講演会, 2016年9月

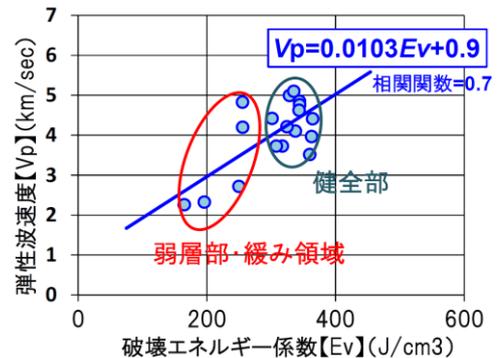


図-4 破壊エネルギー係数～弾性波速度関係³⁾

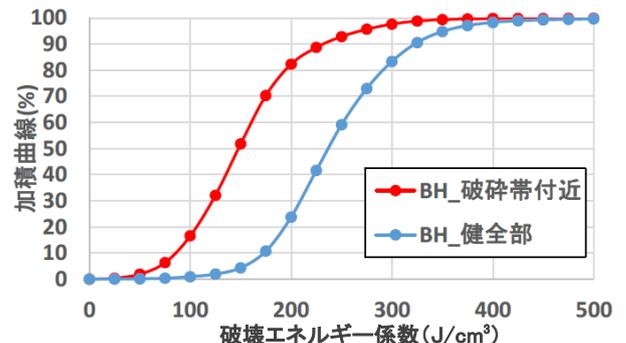


図-5 健全部と破砕帯での破壊エネルギー係数分布

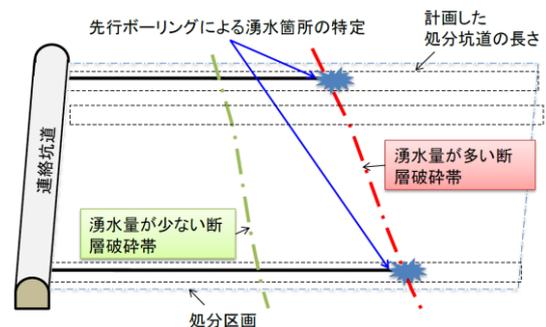


図-6 先進ボーリングによる湧水箇所の特定¹⁾

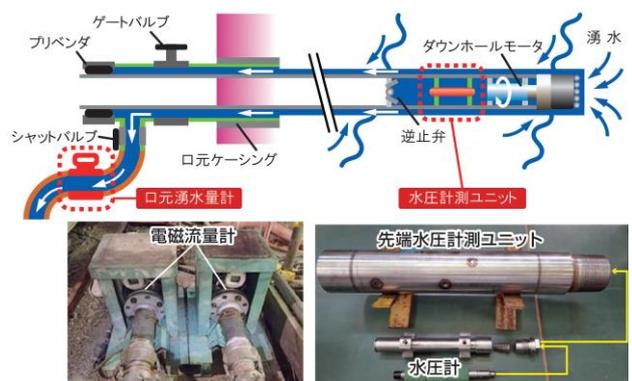


図-7 スイリモのシステム