

50. 幌延深地層研究センター140m 東側調査坑道での EdZ 調査

Investigation of excavation disturbed zone (EdZ) in the 140m Gallery off the East-shaft, Horonobe Underground Research Laboratory

○中田英二（財）電力中央研究所・杉田 裕（独）日本原子力研究開発機構
Eiji NAKATA (CRIEPI)・Yutaka SUGITA (JAEA)

1. はじめに

（財）電力中央研究所（以降、CRIEPI）と（独）日本原子力研究開発機構（同、JAEA）は高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る共同研究を幌延深地層研究センターで進めている。

現在、センターでは2本の立坑（現深さ250m, 140m）が掘削され、GL-140mでは両立坑を連結した調査坑道の掘削が終了し、今年度後半からはさらに深部への展開が計画されている（図-1）。

ここでは地層処分事業への貢献はもちろんのこと、地下深部の開発や、安全な利用に関わる分野へも基礎的な知見を与えるものと期待される。

深部堆積岩での坑道からの調査はこれまで釧路炭鉱や池島炭鉱での調査を行ってきた（中田ほか、2006）¹⁾。これらの調査は坑道掘削によって形成される緩み領域で起こる現象を明らかにすることを目的としており、たとえば Nakata et al. (2007)²⁾では釧路海底下坑道では地表と地下を結ぶアクセストンネルに沿って幅200m程度で地下水（陸水）が塩水地下水環境の海底下へ流入していることを報告している。さらに坑壁では通気により坑壁が乾燥し、湿度の変化、あるいは陸水との接触により急速スレーキングを起こすことが報告されている（中田ほか、2004³⁾；澤田ほか、2009⁴⁾）。中田ほか（2004）は塩水と蒸留水で急速スレーキング特性が異なり、澤田ほか（2009）ではこれら溶液組成の違いを考慮した坑道の安定解析を実施し、坑道内での地下水の入れ替わりが坑壁周辺の安定性に影響を与えることを示している。これらのことは坑道周辺の水質、湿度、水が出入りする領域の把握、すなわち EdZ (Excavation disturbed Zone) の把握が重要であることを示している。

本報告ではCRIEPIとJAEAの行っている共同研究のうち、140m 東側調査坑道で実施した地質、EdZ、ガス分布の調査結果について紹介する。

2. 深地層研究センター周辺の地質状況

深地層センターがある天北地域では、深度200m～900mから油・ガスが産し、国の探査計画の調査が行われてきた。

本地域の主体となる堆積岩は中新世～鮮新世に堆積した珪質泥岩からなる稚内層と珪藻質泥岩からなる声間層である。

稚内層と声間層の境界は硬質頁岩（チャート）と珪

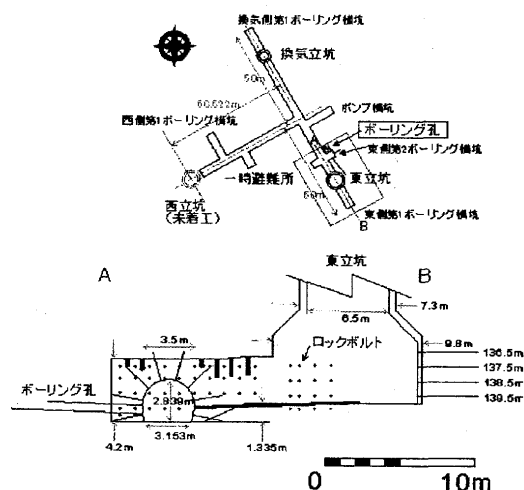


図-1 GL-140mでの調査レイアウト

藻質泥岩（ポーセラナイト）が互層しつつ漸移すると考えられており、オパールAとオパールCTの境界に間隙水から沈殿したシリカが間隙を充填しオパール質チャートが形成されたと考えられている（Iijima and Tada, 1981⁵⁾）。

図-2はオパールA、オパールCTの境界に認められた硬質なオパール質チャートから認められたシリカの球状体を示す。深さ1020mまで掘削したHDB-11孔からは、-441.3mに声間層/稚内層の境界が認められ、オパールCTのd値が4.12Åから4.06Åまで減少する傾向や間隙率が60%から30%まで減少する傾向が認められた。

東立坑では声間層と稚内層の境界は260m付近と予想され、今回の調査対象である-140m付近は声間層の珪藻質泥岩からなる。

3. 調査内容

地表からの調査に加え、平成20年度12月からは実際にGL-140mの立坑、および調査坑道周辺でEdZに関する調査を開始した。

東立坑は発破掘削（薬量0.04kg/m³）を行っているが、140mレベルの坑道は声間層の一軸圧縮強度が約5MPa以下のため、重機のみで掘進されている。

調査は東立坑-140mから換気立坑に向かって北西に6m進んだ調査坑道から左右に4m掘削された東側第2ボーリング横坑で実施した。今共同研究で実施したボーリング掘削は防爆下での作業を安全に行うため

に鉋路コールマイン(株)の防爆ボーリングマシンを使

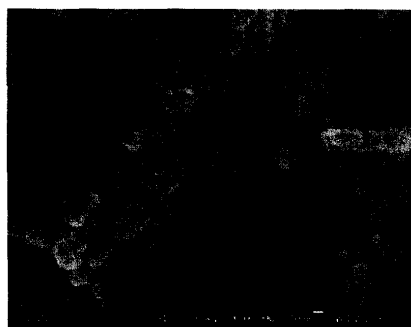


図-2 声間層最下部のチャート中のシリカ

用した。

掘削は平成20年12月3日から16日までで11孔掘削し、12月2日の午前にはボーリング機材の搬入、12月17日の午前に搬出を行った。コアはダブルコアチューブで採取した。採取したコアは乾燥しないようにコア箱内にビニールを被せ、JAEAの倉庫で保管、観察を行った。

M1-M8 孔：坑道に平行に真北から西に 30° の角度、水平から上向き $+2^{\circ}$ の傾斜で掘削した。掘削時には調査坑道は掘削されていない。

M9 孔：東側第2ボーリング横坑の軸上に切羽から掘削した。M9-1 孔は底盤から高さ2mで水平から上向き $+8^{\circ}$ 、長さ約2mで掘削し、坑壁直近の地下水を採取する。M9-2 孔は高さ1.5mから上向き $+10^{\circ}$ 、長さ約8mで掘削した。この2孔には水を注入するインフレーターダブルシングルパッカーを設置し、採水・採ガス用にバルブを設置、間隙水圧測定用の圧力センサーを設置した。ここでは微生物影響調査も予定している。

M10 孔：立坑掘削の影響を調査するために東立坑に向かって掘削を行った。具体的には東立坑のコンクリート内壁から2mを通過するように、ロックボルトを避け、水平から上向き $+2^{\circ}$ で南から東へ 40° （坑道軸と直交する軸から 10° 東）の方向へ掘削を行った。M10 孔（長さ11m）には孔口から30cm（内吹付けコンクリート厚さ20cm）、2-3m、6-7mの3箇所にトリプルパッカーを設置した。

4. 結果

(1) 地質

ボーリングにより採取したコアから判断される地質状況は以下のとおりである。

- ・ NATM 吹き付けコンクリートの厚さは20-30cmあり、岩盤と一体化している。
- ・ 潜在的な割れ目が多く、コアが容易に割れる。RQDは40~50%のことが多い。
- ・ 1cm前後の大きさに小片化する箇所がゾーンとして認められる。粘土は認められない。
- ・ 幅1mm-2cmの黒い筋が認められ、生痕のズレから2cm程度の変位がわかる。声間層の堅岩部と明瞭な境界

で接する場合が観察され、断層活動時期は声間層が固結したものの、固結度が小さい時期と推察される。

- ・ 黒い筋を切る変位を伴う小断層が認められる。
- ・ EdZと思われる割れ目（N70W方向の割れ目）は吹付けコンクリートの極近傍（10cm）に限られると推察される。
- ・ 掘削直後にM1-M3 孔、M5-M7 孔で適水程度の湧出が認められた。
- ・ 東立坑から1.58mを通過するパッカー区間での湧出は無く、間隙水圧も坑内の気圧相当である。

(2) ガス組成

M10 孔では立坑から大気が混入すると CO_2 濃度と δC_{CO_2} 、あるいはメタンが逸散するとメタン濃度の減少が生じると考えられる。

- ・ 東立坑から1.58mを通過するパッカー区間ではガス湧出が無く、ガス組成は測定されていない。
- ・ ガス組成はメタン(C_1)、エタン(C_2)と二酸化炭素、若干の酸素、窒素からなり、メタン濃度が90vol% ($24^{\circ}C$)であった。
- ・ δC_1 は -50 — -55 ‰で、 δC_2 は δC_1 よりわずかに小さい。また δC_{CO_2} は $+10$ ‰前後の正の値を示す。
- ・ コアガスと水上置換により採取したガスの同位体比とガス濃度比はおおむね同じ値を示していることがわかった。

5. 考察とまとめ

幌延深地層センター地下深部で研究を実施するにあたり、GL-140mの調査坑道坑内で11本のボーリングを行い、ボーリング仕様、コアの仕上がりや割れ目の方向、ガス分布に関して知見を得た。この結果、NE-SW系の割れ目が卓越するものの連続性は乏しく、透水性に影響を与える開口した割れ目は認められない、ほとんど閉塞した割れ目からなると考えられた。掘削により形成された割れ目は坑道周辺では孔口近傍の局所的（10cm）であった。

今後、同様の試験をGL-250mレベルの調査坑道内でも実施する予定である。

文献

- 1) 中田ほか(2006): 地下水水質と堆積岩の急速スレーキング特性の関係。資源地質, 56, 133-144.
- 2) Nakata et al. (2007): Groundwater chemistry within a sub sea floor coal mine in Hokkaido, Kushiro, Japan. WRI-12 proceedings, 1-4.
- 3) 中田ほか(2004): 海底下堆積岩の浸水崩壊特性と水質が強度・透水特性に与える影響。応用地質, 45, 71-82.
- 4) 澤田ほか(2009): 温度・湿度変化による堆積岩トンネルの長期不安定化プロセス。電研報告, N08030.
- 5) Iijima and Tada (1981): Silica diagenesis of Neogene diatomaceous and volcanoclastic sediments in northern Japan. Sedimentology, 28, 185-200.