

部 会 報 告

幌延深地層研究センター施設見学会（その2）

施工部会 大深度地下空間施工技術委員会

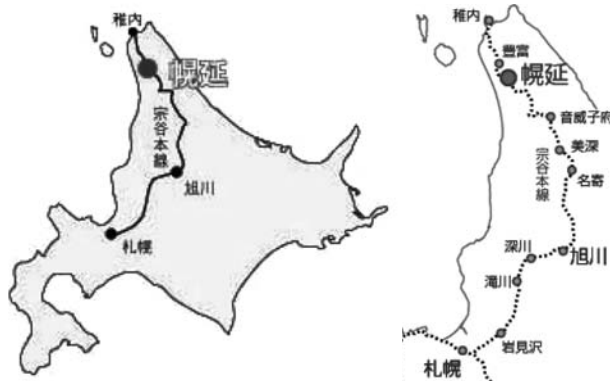
1. はじめに

平成 22 年 9 月 8 日の 9 時から基礎工事用機械技術委員会・大深度地下空間施工技術委員会の幌延深地層研究センター施設見学会が開催された。参加者は両委員会関係者と JCMA の両角技師長、前原技術部長の 16 名で、レンタカーやバスを利用して 8 時 30 頃には集合し、集合写真を撮った。



写真一 集合写真

見学場所は、(独)日本原子力研究開発機構が高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の一環として、北海道天塩郡幌延町において進めている堆積岩を対象とした幌延深地層研究計画の実施個所である。



図一 位置図

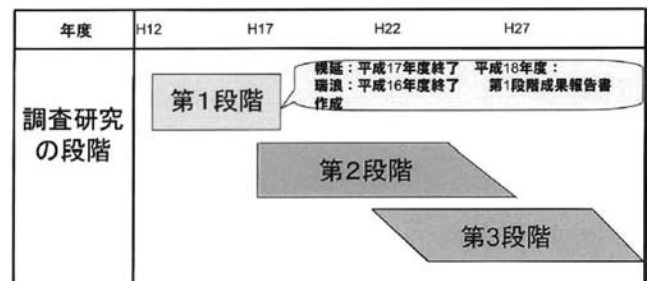
2. 幌延深地層研究計画

(1) 幌延深地層研究計画の概要

(独)日本原子力研究開発機構が北海道北部の幌延町において進めている幌延深地層研究計画は、「原子力開発利用長期計画」において示された深地層の研究施設の一つで、堆積岩を対象として深地層の研究を行うものであり、地下施設を深度 500 m 以深目途に建設する計画になっている。

深地層の研究施設は、今後の放射性廃棄物の地層処分技術の適用性の確認や安全評価手法の確立に向けての研究開発を進めていく上で主要な施設であり、サイクル機構（現原子力機構）が平成 11 年 11 月に取りまとめた「わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第 2 次取りまとめ—」（以下、第 2 次取りまとめとする）で示された地層処分の技術的信頼性を、実際の深地層での試験研究を通じて確認していく。併せて、一般の人々が地下深部を体験できる場としても整備していく計画となっている。

(2) 計画の内容及びスケジュール



図二 幌延深地層研究計画スケジュール

・第1段階：地上から行う調査研究

地上からのボーリングやモニタリング、物理探査等で地下深部の様子を調べる。また、地下施設建設に伴う周辺の地質や地下水への影響を予測する。この段階は既に終了し、施設内にはこれまでに掘削した「ボーリング孔」が残っており、地下施設の建設に伴う水圧や水質の変化を調査するためのモニタリングを行っている。

・第2段階：坑道掘削時(地下施設建設時)の調査研究
坑道を実際に掘削し、地上からの調査で行った予測を確認する。また、坑道の掘削が周辺の地層や地下水に与える影響などを調査する。

現在はこの段階にあり、換気立坑／東立坑の掘削が、工法技術や掘削方法の違いによる研究のために、それぞれ異なる手法を用いて実施されている。換気立坑は機械工法、東立坑は発破工法で掘削されている。これまでに、換気立坑／東立坑ともに深度250mまで掘削されるとともに、深度140mの水平坑道が完成し、深度250mの水平坑道については東立坑と直径4.5mの換気立坑間が貫通している。

・第3段階：地下施設(坑道)での調査研究

坑道の中で、坑道周辺の地層や地下水の性質、地震の影響等を長期的に直接観測する。また、処分システムの設計・建設に関する技術や坑道を密閉する技術の開発も行う。

計画は、①地質環境調査技術開発、②地質環境モニタリング技術開発、③地質環境の長期安定性に関する研究、④深地層における工学的技術の基礎の開発、にて構成される「地層科学研究」と、⑤人工バリア等の工学技術の検証、⑥地層処分場の詳細設計手法の開発、⑦安全評価手法の信頼性向上、にて構成される「地層処分研究開発」などを、3つの段階に一部期間を重複させながら進め、全体で約20年のスケジュールになっている。

(3) 地層処分の必要性と現状

日本原子力研究開発機構 我が国は、エネルギーの安定供給の確保、地球温暖化等環境への適合の観点から、原子力発電を「基幹電源」として位置づけ推進している。さらに、資源の乏しい我が国においては、資源の有効活用のため「核燃料サイクル」の方針を取っている。原子力発電所で使われた燃料(使用済燃料)の中には、核分裂していないウランや、原子炉内で生まれたプルトニウムが含まれている。これらを再処理により回収し、燃料として再利用する一連の流れを「核燃料サイクル」という。再処理によって発生する高レベルの放射性物質の処分についても、至急取組むべき課題となっている。

我が国では、再処理の過程において使用済燃料から分離された高レベル放射性廃液をガラス固化したものを「高レベル放射性廃棄物」と呼んでおり、地下300m以深の地層中に処分(地層処分)することを基本方針としている。

高レベル放射性廃棄物の処分方法は、地層処分の他に、宇宙空間、海洋の底、厚い氷の下に処分する方法が過去に検討されたが、自国で処理できる、地層が本来持っている「物質を閉じ込める力」を利用可能である、といった点から地下深部の安定した地層中に埋設する「地層処分」が国際的にも最も好ましいとの共通の考え方となっている。我が国においては、2000年5月に「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立し、「地層処分」が法制化されている。

(4) 地層処分の概要

再処理によって高レベルの放射性物質は廃液の形で分離される。その後、この廃液をガラス原料と共に高温で溶かし、ステンレス製の容器(キャニスター)の中でゆっくり固めたものがガラス固化体である。ガラス固化体は、冷却のため30～50年間貯蔵された後、オーバーパックと呼ばれる金属製容器に格納され、その回りを緩衝材で覆い、地層処分される。

人工バリアを構成するガラス固化体、オーバーパック、緩衝材の特徴は以下の通りである。

・ガラス固化体(ステンレス製キャニスターに充填されたもの)

ガラスは水に溶けにくく化学的に安定しているという特徴から、放射性物質を長期にわたり安定して閉じ込めておくのに適した材料とされている。また、たとえ色ガラスが割れても色の成分だけが流れ出すことがないように、ガラス固化体が割れても、中から放射性

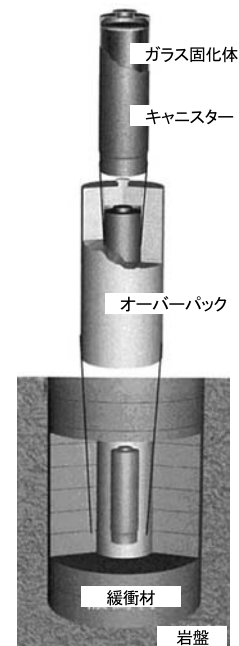


図-3 人工バリア概念

(出典：「幌延深地層研究計画の概要」日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター 説明資料)

物質が流れ出すことはないとしており、これらの特徴から、ガラスに放射性物質を閉じ込める方法が採用されている。

・オーバーパック

ガラス固化体中の放射能は、1000年間で、数千分の1に大幅に減少する。よって、オーバーパック（金属製容器）の設計耐用年数を最低1000年とし、この間はガラス固化体が地下水と接触しないように設計される。オーバーパックは、炭素鋼、チタン、銅が候補材料であり、炭素鋼製の場合は直径約80cm、厚さ約19cm、高さ約1.7m、重さは約6tである。

・緩衝材

岩盤とオーバーパックの間に充填され、オーバーパックにかかる圧力を低減したり、地下水や地下水に溶けた放射性物質の動きを抑えるといった役割がある。緩衝材は、粘土（ベントナイト）であり、地下水を通しにくく、溶け出した物質を吸着する性質があるため、放射性物質をその場所から移動しにくくしている。

緩衝材の厚さは、地質環境条件の不確実性などに対応する余裕を見込んで70cmと設定されている。

これらに加え、地下深部は酸素が極めて少ないため、「オーバーパックが腐食しにくい環境を維持する」、「岩盤は物質を吸着する性質がある」といった特徴から、天然に存在する岩盤は「天然バリア」と呼ばれる。

上記のように、人工バリアと天然バリアとを組み合わせ、多重バリアシステムを構築することで、地層処分された高レベル放射性廃棄物が将来のいかなる時点においても人間とその環境に影響を与えないように考慮している。

(5) 施設の概要

地上施設としては、試験棟、研究管理棟、PR施設「ゆめ地創館」、地層処分実規模試験施設、排水処理設備等が設置されている。

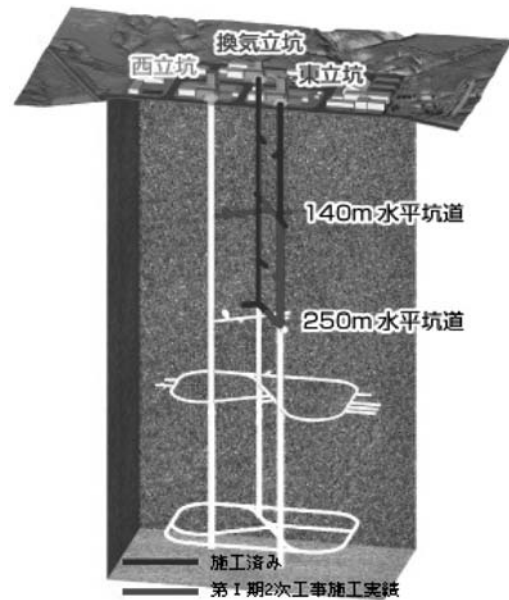
一方、地下施設は、3本の立坑と水平坑道（周回試



写真—2 施設配置図



写真—3 展望台と道路沿いの案内看板



図—4 地下施設のイメージ（「幌延深地層研究センター」ホームページより）

験坑道および連絡坑道）から構成される。レイアウトの選定にあたっては、可燃性ガスが賦存する環境を考慮し、安全性確保の観点から坑道内の通気制御等の防災対策を検討した結果、換気立坑1本を含む立坑3本方式としている。また、試験研究用の水平坑道（総延長約350m）・周回試験坑道（総延長約760m）は、それぞれ2深度での計画である。

立坑の深度はいずれも約500mを計画しており、断面は東・西立坑で内径6.5m、換気立坑で内径4.5mの円形断面を、水平坑道は内空幅4.0mの三心円馬蹄形断面を標準としている。

3. 見学概要

(1) 幌延深地層研究計画の概要説明

1階のコミュニケーション・ホールにある多目的室（会議室）にて、佐藤主任研究員から幌延深地層研究計画の目的と概要及び施設の概要と環境への配慮についての説明をいただいた。

計画の概要説明では、原子力機構の地層処分技術の研究開発拠点として、結晶質岩対応の東濃地科学センター・瑞浪超深地層研究所、堆積岩対応の幌延深地層

研究センターと東海研究開発センターのそれぞれの役割について、核燃料サイクルと高レベル放射性廃棄物の処分と地層処分システムのご概念、地層処分技術に関する研究開発の進展と我が国の地層処分に係る体制について、我が国を代表する岩種である堆積岩、結晶質岩について、2つの深地層の研究施設計画について、幌延町における深地層の研究に関する協定書（抜粋）の内容と研究所設置地区の選定について、調査研究の進め方と研究計画スケジュールおよび我が国の地層処分スケジュールについて、施設の配置図と地下施設の概要および掘削土（ズリ）置場、排水処理について、PR施設「ゆめ地創館」と地層処分実現規模設備整備事業（原環センターとの共同研究）および国内外の機関との研究協力について、配布資料によりわかりやすく解説を受けた。

その後、2班に別れて設定されているルートで見学することになった。

(2) コミュニケーション・ホール

概要説明後、地域交流課の篠田課長から、ゆめ地創館内のインフォメーションルーム、ふれあいギャラリー、地下世界へのプロローグ等の説明を聞いた。



写真-4 インフォメーションルーム

(3) 地下展示室

次は、いよいよ地下展示室へ。地下の展示室に移動するエレベーターは、「バーチカル・トランスポーター500」と名づけられており、地下500mに降りるような擬似体感ができるようになっている。

エレベーターの中では、現在、どの位の深さまで降りているか、エレベーターから見える坑道内のイメージ図をモニターが表示し、地下環境の特性について説明のアナウンスが流れ、約2分で地下深くの世界に到着、期待感を高揚させるしくみとなっている。

展示室には、地下施設の水平坑道をイメージしたトンネルの中での研究内容紹介等が展示されている。また、地層処分の説明のみならず、化石や不思議な地下の世界についても見たり、触ったり、聞いたり体感で



写真-5 エレベーター内部



写真-6 モニターの情報



写真-7 坑道イメージと化石マイスター挑戦パネル

きるようになっている。

(4) 地層処分実規模試験施設の展示室

人工バリア等の展示スペースでは、担当者からパネルや実規模・実物展示、多重バリアシステムの実物、緩衝材定置試験設備等の説明がなされた。

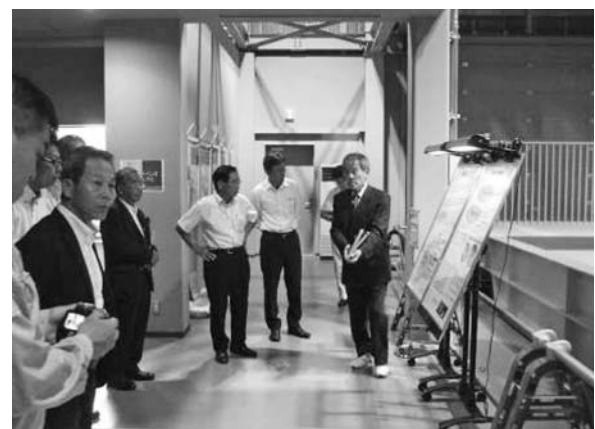


写真-8 説明状況



写真-9 真空把持装置と人工バリア模型

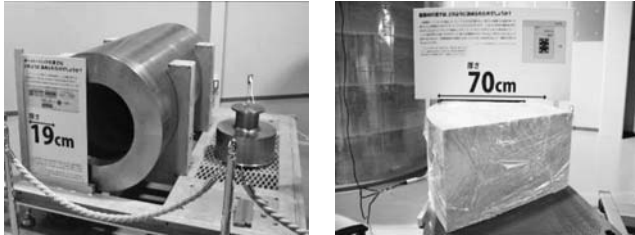


写真-10 オーバーパックと緩衝材厚さ実大模型

(5) 展望室

次にエレベーターで仮想地下 500 m の世界から地上 50 m (立坑深さ 500 m の 10 分の 1 のイメージ) の展望室へ上った。すみきった青空に遠く秋の雲が見え、かつ雄大な利尻富士の姿を望み、360 度のパノラマを楽しむことができた。



写真-11 展望室から見た施設と周辺の草原

現在、換気立坑、東立坑が深度 250 m まで掘削されており、西立坑は掘削の準備作業中でこれからの建設となること、また、140m の水平坑道は完成しており、さらに 250m の水平坑道も換気立坑と東立坑間で貫通している等について、篠田課長から説明を受けた。

(6) 地下施設

1 階に戻り、つなぎに着替えて長靴をはき、反射チョッキ、ヘルメット、軍手を身に着けて、いよいよ地下施設の見学のため、マイクロバスで換気立坑へ移動、ここで 2～3 人に分かれてエレベーター (3 人乗り) で地下 140 m へ。エレベーターの速度は 1 分間に 80 m。エレベーターの中から金網越しに外を見ることができたため、坑道の壁面が、掘ったままの土ではなく、きちんとコンクリート覆工されていることがわかった。2 m 掘るごとに地質調査を行ってからコンクリート覆工がなされるとのこと。ガチャンと音がす

ると同時にエレベーターは 140 m の坑道入口層で止まり、下車し坑道へ入り、この地点で行われている調査、研究についての説明を佐藤主任研究員から受けた。覆工された吹付コンクリートをくり貫いた部分から原位置の岩盤の状況や掘削時のズリの一部に貝殻等が確認できる岩片が置かれており、目視観察ができた。また地下施設での掘削と地層観察作業は、ゆめ地創館のリアルモニターで映し、一般の方に作業の様子を公開しているとのことだった。

500 m 掘る予定であることから、まだこの先今までの 2 倍も深く掘り下げることになる。地下 140 m でもかなり深いと感じられたが、高レベル放射性廃棄物



写真-12 エレベーター



写真-13 坑道内での説明状況



写真-14 坑内状況



写真—15 坑内移動状況



写真—17 坑内窓開き部原位置岩片



写真—16 坑道分岐部



写真—18 坑内試験状況

は地下 300 m 以深と計画されているので、我々の生活圏とはかけ離れた位置にあることを身をもって体験することができた。

また、掘削作業の安全管理については、堆積岩の場合、自然由来のメタンガスが発生するので、常に強制換気を行い、メタンガス濃度 0.5% で作業中止、1% で地上へ上がる等の安全管理を行っている。このために、3本の立坑を備えるとの説明を受けた。

地下施設建設地点周辺の地質は新第三紀の堆積岩であり、上部は珪藻質泥岩（声問層）、下部は珪質泥岩（稚内層）である。これらの岩盤は、空隙率が大きく、単位体積重量が小さく、強度が低い、いわゆる軟岩に属する。また、透水性は低く、膨張性の粘土鉱物の含有率が低いため吸水による膨張性が少なく、中～高程度の耐スレーキング特性があるという特徴を有している。

4. 雑感

この地域の環境への配慮については、坑道を掘り進むと、掘削土（ズリと呼ばれている）が発生するが、掘削土置場には掘削土からの浸出水が地下にしみ込まないように、二重遮水シート・遮水シート保護土を重ねた上に掘削土を保管している。また今後は、掘削土の

上からコンクリートまたはアスファルトで覆う計画となっている。また、掘削に伴い湧き出る地下水（約 $110 \text{ m}^3 / \text{日}$ ）にはアンモニア性窒素やホウ素が含まれているが、これらは施設内にある排水処理設備で除去した後に周辺水域（天塩川）に放流している。

このように、土壤汚染対策法や水質汚濁防止法に従い、環境に配慮しながら研究が進められているとのことだった。

個人的には、20年以上前に、バルト海の下の花崗岩層に建設されていたスウェーデンのフォースマークの放射性廃棄物処分場で用いられているベントナイト溶液による封水方式とよく似ているとの印象を持った。

天気にも恵まれ、見学者一同は有意義な見学会となった。

JICMA

《参考文献》

- ・経済産業省資源エネルギー庁放射線廃棄物等対策室放射性廃棄物のホームページ
- ・幌延深地層研究計画の概要 日本原子力研究開発機構 幌延深地層研究センター 説明資料
- ・ゆめ地創館パンフ 日本原子力研究開発機構
- ・幌延深地層研究計画における地下施設建設の概要 日本原子力研究開発機構 地層処分研究開発部門 森岡宏之・松井裕哉
- ・でんきの情報広場 電気事業連合会
- ・HLW Web HLW用語の解説
- ・地層処分実規模設備整備事業とは？ 日本原子力研究開発機構