



超深地層研究所における研究計画と研究坑道設計の考え方

見掛信一郎 杉原 弘造 永崎 靖志

東濃地科学センター

資料番号：6 - 11

Development of Research Program and Design Concept of the Mizunami Underground Research Laboratory

Shinichiro MIKAKE Kozo SUGIHARA Yasushi NAGASAKI
Tono Geoscience Center

超深地層研究所は、サイクル機構が東濃鉱山とその周辺で行っている地層科学研究を一層拡充するために計画するもので、地下数百メートルから1,000メートルに至る研究坑道と地上施設とから構成される。

本報告では、地下に展開する研究坑道を設計し施工方法を具体化するために行った研究全体の構成の検討や、レイアウトの設定の考え方、基本的な施工方法などについての検討の内容を述べる。

The Mizunami Underground Research Laboratory (MIU) is planned to be constructed at the research site of JNC in Mizunami, Gifu prefecture. A wide range of geoscientific research and development activities which have been performed in and around the Tono mine for these years, is planned to extend in the laboratory. The MIU consists of surface and underground facilities down to a depth of about 1,000 meters.

This report describes the overall layout and the basic construction method of the underground facility, including the composition of the overall research program which is necessary to design the underground facility and to select its construction method.

キーワード

超深地層研究所、地層科学研究、地層処分研究開発、研究計画、研究坑道、設計、施工、結晶質岩
Mizunami Underground Research Laboratory, Geoscientific Research, Research and Development Relating to Geological Disposal, Research Program, Underground Facility, Design, Construction, Crystalline Rock

1. はじめに

「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画（以下、原子力長計¹⁾」は、地層処分研究開発の基盤となる深部地質環境の科学研究を着実に進めることとしている。東濃地科学センターでは、この「深部地質環境の科学研究」を「地層科学研究」として進めてきている。一方、「原子力長計」は、「深地層の研究施設」について、「我が国における地下深部についての学術的研究に寄与できる開かれた研究の場として整備する。また、この施設から得られるデータは、深部地質環境条件として重要な特性の正確な把握や、地層処分システムの性能評価モデルの信頼性向上など、地層処分研究開発の基盤として活用できるものである」と示している。この研究施設は、我が国の地質の特性等を考慮して堆積岩系及び結晶質岩系の双方を対象に複数の設置が望まれている。超深地層研

究所は、深地層の研究施設のひとつとして結晶質岩を対象に、表層から地下深部までの岩石や地下水に関する包括的なデータの取得に努めるとともに、地球科学の各分野における学術的研究によって蓄積された情報について広く収集・整理し、その活用を図っていくものであり、高レベル放射性廃棄物の処分手業の計画²⁾とは明確に区別されている。

本報告では、超深地層研究所において地下における研究の場となる研究坑道を設計し施工方法を具体化するために行った研究全体の構成の検討や、レイアウトの設定の考え方、基本的な施工方法などの検討の内容と結果について述べる。

2. 超深地層研究所計画の概要

超深地層研究所は、岐阜県瑞浪市明世町月吉にあるサイクル機構用地内に建設を予定している

(図1)。ここでは、地質科学研究の他に、地震研究や地下空間を利用する研究等、深地層の特性を生かす学術的な研究を幅広く門戸を開いて実施することとしている³⁾。

深地層は宇宙や海洋とならんで、人類にとって未踏の世界であり、その有効利用は大きな恩恵を

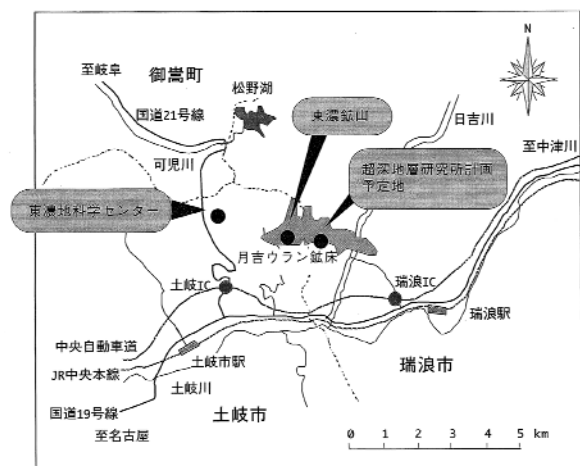


図1 超深地層研究所位置図

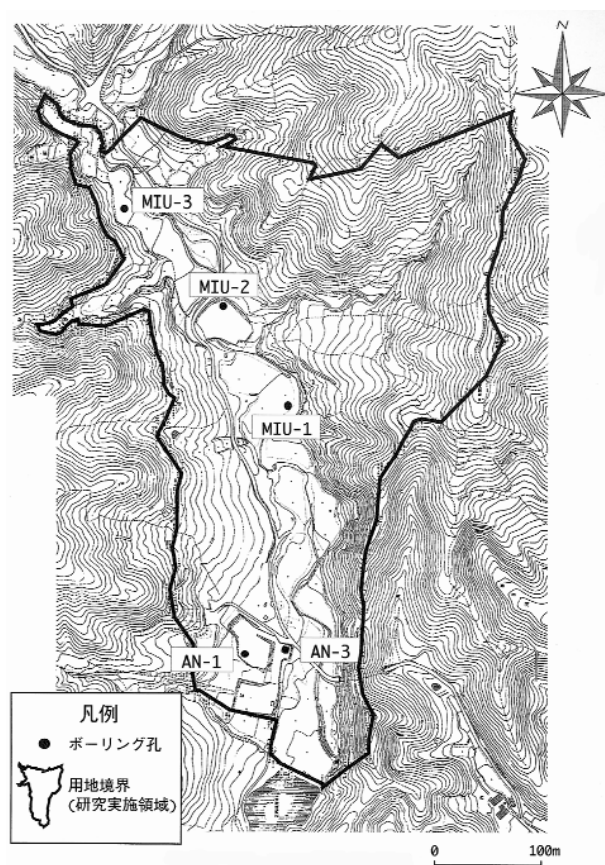


図2 ボーリング孔位置図

もたらすものと期待される⁴⁾。従来の地下利用は、地下50m程度の比較的浅い深度を対象としている⁵⁾が、超深地層研究所においては、地下1,000mもの深地層までの岩盤や地下水などに関して研究が行われる。超深地層研究所計画では、14haの用地(図2)において研究を実施する。

2.1 全体目標

本計画における全体目標は、以下のとおりである⁶⁾。

地質環境の総合的な調査技術確立すること
既存の要素技術や今後開発される技術を組み合わせて地上や地下から高い精度で効率良く地質環境を調査研究・予測・検証し、調査研究の進め方の有効性を確認する。

深部の地質環境に関する情報を取得すること
地質環境に関する質の高い情報を体系的に収集する。

深地層における工学的技術の基礎を開発すること

深地層に大規模な施設を設計・施工する技術の有効性を確かめ、施設が地質環境に与える長期的な影響を明らかにする。また、施設における安全確保、環境維持のための研究を行う。

2.2 研究の進め方

研究は3段階に分け、約20年をかけて実施する計画としている。また、研究終了後は自治体等の意向を尊重し、跡利用計画を策定する予定である(図3)。

第1段階：

地表からの調査予測研究段階(5～6年間)

ボーリング孔を利用したものなど地表からの調査により、深地層の岩石や地下水の様子とい

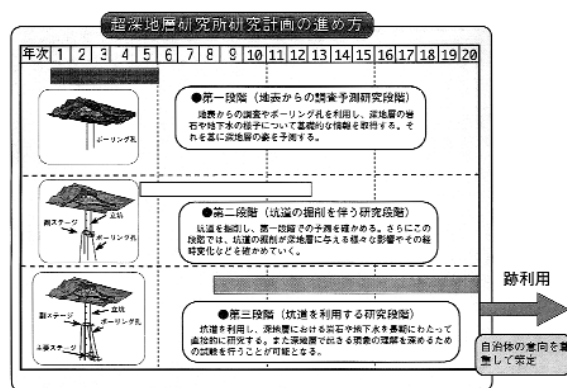


図3 超深地層研究所計画の進め方

った地質環境を、自然の状態をできるだけ乱さないように調査し、その予測を行う。

第2段階：

坑道の掘削を伴う研究段階（7～8年間）

立坑等の研究坑道を掘削しながら、その周辺の地質構造や地下水の状態を詳細に調査し、第1段階の予測の検証を行う。

第3段階：

坑道を利用した研究段階（12～13年間）

研究坑道を利用して、地下深部の岩石や地下水の長期にわたる研究や、地下深部での現象などの研究を行う。

現在は第4年度目であり、第1段階の地表からの調査を行っており、これまでに、深度1,000mのボーリング孔を3本掘削した。

2.3 施設の概要

本研究所は、地下に展開する研究坑道と、研究管理、採取された岩石試料などの保管・管理、水理試験用の調査機器等の保管・管理などを行う地上施設により構成される。

多治見市、瑞浪市、土岐市及び笠原町などから構成される東濃地域には、東濃研究学園都市構想⁷⁾があり、本研究所もこの一翼を担うものとして整備される。整備の計画では、親水公園や化石公園等を含む、地域住民との共生を目指した月吉地球科学村構想⁸⁾を14haのサイクル機構用地の中に展開しようとしており、本研究所は、用地の自然環境と調和するよう設計が進められている。また、深地層を理解してもらうために、施設については、深地層の研究を実施する研究者だけでなく、広く一般の人々にも公開される予定である。

3. 研究計画と研究坑道設計の考え方

3.1 基本的な考え方

研究坑道の設計上考慮すべき項目として以下のものが考えられる。

従来の地下構造物とは異なり、研究のために掘削され、施工中も並行して種々の研究が行われ、施工自体も研究の一部である。

研究は調査→解析→予測→検証といった一連の手順を踏むことになるが、事前に推定できなかった地質環境に遭遇した場合に、これを回避あるいはそれを新たな研究対象とすべく、当初の設計を柔軟に変更できる設計である必要がある。

このような考え方は、海外の先行事例においては“DESIGN AS YOU GO”と呼ばれており、研究

成果をあげるための一つの方策となっている⁹⁾。

本研究所において行われる地層科学研究は、以下のような項目で構成される。

地質構造調査

地下水水理調査

地下水の地球化学的調査（地下水の化学組成やその形成過程）

物質移行研究（岩盤の割れ目中の地下水や物質の移動経路等）

岩盤力学研究

調査技術・調査機器の改良、開発

工学的技術研究（岩盤の修復技術等）

地震観測

このように、多種多様な研究が複雑に関係しており、研究全体の目標と個々の研究の目標を達成できる試験方法や手順、レイアウト、さらに試験相互間の影響を考慮した全体的なレイアウトを適正に設計していくことが重要となっている。研究坑道の構成は、用地の広さやズリ処理方法などの制約条件を考慮し、立坑、換気立坑及び同一深度に水平に展開される坑道（以下、ステージ）を基本としている。ステージは、研究の目的や効率よい実施の観点から、主要ステージ、副ステージ、予備ステージの3種類を考えている。

また、資機材や機器設備の搬入を考慮した研究坑道の設計・施工方法、研究開発を主体とした工事の積算方法等実務的な面も施工と研究との調整課題として最適な進め方を検討していくことになる。

3.2 研究の全体計画の検討手順

深地層における地層科学研究を合理的かつ効率的に行うために、研究坑道の設計に先立ち研究計画の策定を最初に実施した。本研究所において実施する研究の全体計画の検討手順を図4に示す。

まず最初に調査研究項目の選定を行う。次いで、選定された項目をもとに、研究坑道の展開手順、研究坑道の仕様決定方法を検討する。この検討において求められる要件として次の～が考えられる。

選定した調査研究項目が研究成果目標を達成できること

この要件については、以下の項目を考慮することが必要である。

個々の調査研究のために必要な地質環境と場の条件

例えば、水みちとなる断層破碎帯と坑道の交差部など、主に「坑道の掘削を伴う研究段階」以降

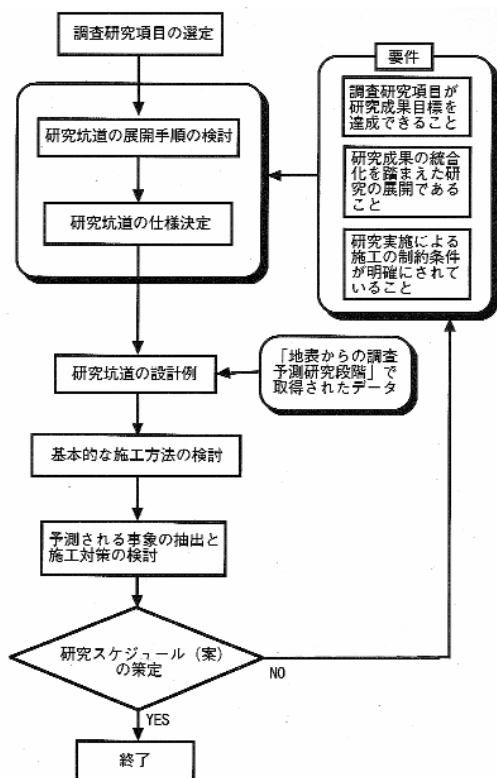


図4 研究の全体計画の検討手順

に調査研究を実施する場合の地質環境の条件。

個々の調査研究のくり返し回数

地表からの予測結果の確認、調査手法の検証は、副ステージと主要ステージを利用することにより2回行うことが可能となる。また、深度依存性に関する調査研究は、複数の予備ステージあるいは副ステージと主要ステージを利用してできるだけ繰り返して多くの深度で実施することが可能となる。一方、想定外の地質環境と遭遇した場合やサイトに特有な地質環境が明確にされた後に実施する調査研究のくり返し回数については、各研究段階において得られる結果に基づき将来的に設定することになる。

個々の調査研究に必要な期間

研究スケジュールの全期間をとおして実施する研究、坑道周辺の地質環境の調査にかかわる研究、深部の地質環境のデータ取得にかかわる研究、深地層における工学的技術の研究等、個々の研究を適切に実施するために必要な概略の期間を設定する。

研究成果の統合化を踏まえた研究の展開であること

この要件については、地質環境の総合的な調査

技術の確立を目的として、個々の調査研究が対象とする地質環境（断層破碎帯等）、調査研究の対象領域及び実施時期（坑道掘削による影響の前後、影響の修復後等）を考慮した上で、調査研究の組み合わせによる総合的な研究成果が期待できる展開とすることが重要である。

研究実施による施工の制約条件が明確にされていること

施工の制約条件については、調査研究から求められる施工工程、施工方法、坑内設備にかかわる条件等を明確にすることが重要である。研究坑道は、「坑道の掘削を伴う研究段階」、「坑道を利用した研究段階」を通して施工される。両段階では、個々の調査研究の実施と施工が並行して行われるため、施工順序や工期は研究計画全体に大きく影響を及ぼす。また、施工すること自体が調査研究に影響を及ぼす場合も考えられるため、施工を中断する必要も生じる。調査研究から求められる施工工程、施工方法、坑内設備にかかわる条件等を以下に示す。

施工工程にかかわる条件

調査研究の観点から施工を中断する、あるいは施工のサイクルに調査研究の実施工程を組み込む、などの条件

施工方法にかかわる条件

調査研究の観点から、研究の場となる坑道の施工方法を限定する条件

坑内設備にかかわる条件

調査研究の観点から、研究坑道の設備の仕様を限定する条件

その他（施工の中断の判断にかかわる事項）

断層破碎帯が坑道と交差することが予想される地点や、坑道の施工中に想定外の地質環境に遭遇した場合など、調査研究の実施の必要性から施工を中断する場合

これらの要件を満足し、さらに「地表からの調査予測研究段階」で取得されたデータを基に検討を進めることにより研究坑道の設計例を具体化する。この設計例について、施工方法と施工設備や施工対策を検討することにより、施工工程を考慮した現実的な研究スケジュール（案）の策定が可能となる。研究の全体計画の検討手順に従い（図4参照）今後取得されるデータを用いて繰り返し検討を重ねることにより、研究の全体計画を立案していく。

3.3 調査研究項目の選定

調査研究項目は、以下の2つの観点から選定し

た。

地層処分研究開発の基盤研究として超深地層研究所での実施が重要と考えられる項目を選定すること

研究実施領域において、現在までに得られている具体的な地質環境条件を考慮した項目の選定となること

にある「具体的な地質環境条件」については、現在、「地表からの調査予測研究段階」の調査研究が行われており¹⁰⁾、今後の調査の進捗により、情報が段階的に蓄積されている状況である。このため、調査研究項目の選定は、現時点で最終的に決定できるものではない。超深地層研究所計画において実施すべき調査研究項目は、地層処分研究開発の進展¹¹⁾を考慮し、その基盤となる地層科学研究という観点から、全段階を通して、適宜見直し、修正がされることが現実的である。

調査研究項目については、上記の の観点から、各研究項目の実施目的及び位置づけ等の考え方に基づき整理した。その際、我が国における研究成果及び諸外国の地下研究施設における研究成果とその我が国への適用^{12), 13)}を勧告して、現時点での地層科学研究の課題^{14), 15)}を整理し、各研究項目の実施目的を設定した。

3.4 研究坑道の展開手順

研究坑道の展開手順は、立坑、換気立坑、副ステージ、主要ステージ等の施工の組み合わせにより様々な手順が考えられるが、複数の例を検討した結果、現時点では、次の展開手順を基本としている。

立坑の副ステージまでの掘削
副ステージの掘削と換気立坑掘削
副ステージでの研究実施（掘削中断）
立坑の主要ステージまでの掘削
主要ステージの掘削と換気立坑の掘削
主要ステージでの研究実施

この例は、水平坑道（副ステージ）における調査研究が最も早期に開始でき、副ステージでの調査研究の結果を踏まえてそれ以深の地質環境の予測や調査研究の方法を検討し、主要ステージが計画できる。

3.5 研究坑道の仕様決定方法

基本的な考え方

立坑は地上と地下を結ぶアクセス坑道である。アクセス方式には立坑方式、斜坑方式、螺旋坑道方式等が考えられるが、本研究計画においては用

地の形状（図2）掘削土量等の条件から立坑方式を基本とした。

アクセス坑道の機能としては、

調査研究を実施する場としての機能

調査研究の対象領域となる地下へのアクセス機能

がある。

の機能としては、一例として立坑掘削時の地質調査が挙げられる。さらに、研究坑道の掘削自体も工学技術分野における研究となる。立坑の設計技術と施工技術の開発及び確立を目的とした調査研究の観点からも、アクセス方式、研究坑道のレイアウトや仕様の段階的な変更が求められることにも留意する必要がある。一方、 の機能としては、対象領域までの調査研究及び掘削に用いる資機材の搬出入が一例としてあげられる。

立坑断面の寸法

地下深部へのアクセスの手段として立坑は、予備ステージ、副ステージ、主要ステージの掘削及び各ステージを利用した調査研究のための資機材、人員の搬出入などに利用される。また、坑道掘削時のズリ搬出のための利用もあり、これらの利用目的を満足する断面でなければならない。

立坑の掘削期間中は、掘削に必要な施工機械や設備と上述の資機材等の搬出入が行われる。また、最大深度までの掘削終了後は、設備の撤去あるいは新たな設備の設置が考えられる。よってこれらの施工機械や設備、資機材等が搬出入できることを条件として検討しなければならない。例えば、搬入資機材のうちの最大寸法と予想されるものにTBM（Tunnel Boring Machine）がある。工学的技術及び岩盤力学の分野における調査研究としてTBMの利用が考えられている。しかし、その必要性や仕様等については、研究段階の進捗により見直しあるいは変更が生じることが予想される。このため現時点でTBMの寸法をもとに立坑寸法を決定しても、変更となる可能性がある。このように、立坑は副ステージ、主要ステージへの施工機械の搬出入ルートであるため、調査研究の内容変更への対応を想定した裕度のある設定が望ましい。

各ステージの深度

3.1に示したように、研究坑道は、立坑、換気立坑及び同一深度に水平に展開される坑道（ステージ）により構成される。ステージは、主要ステージ、副ステージ、予備ステージの3つを設けることを基本のレイアウトとしている。

主要ステージは、現時点では研究坑道の最大深

度となる1,000m程度の深度に展開することを基本としている。今後、断層破砕帯や岩盤の割れ目分布等の地質環境が明確になれば、これに基づいてステージの展開方向、深度、形状等が再検討されていくことになる。

副ステージは、地表と主要ステージとの間に展開する。副ステージで実施する調査研究は、以下の目的により行う。

地表からの予測結果の検証及び詳細なスケールでの地質環境の調査研究の実施

例：3次元地質構造調査、深部地質構造調査¹⁶⁾
深度依存性にかかわる調査研究の実施

例：掘削影響試験¹⁷⁾

長期に及ぶ調査研究の実施

例：熱・水・応力連成挙動研究¹⁸⁾

については、深度200～300mでその目的が達成されることもありうるが、より深い深度での調査研究が必要となる可能性も考えられる。については、複数の深度で行うことが望ましい。については、できるだけ早期の開始が望ましいことから、調査を実施する条件が満足される範囲で浅い深度での実施が望ましい。

また、花崗岩中の地下水の酸化還元電位測定値は、深度180～330mにおいて鉄の化学種の酸化還元境界に相当しており¹⁹⁾、この付近に副ステージを展開することも考えられる。しかし、施工の工程から検討した場合、副ステージの掘削及び調査研究には2年程度が必要と見積られ、全体で20年間という研究計画の期間を考慮すると、副ステージを複数設けることは難しい。現在行われている地表からの調査予測研究段階におけるボーリング調査の結果によると、深度500m付近に比較的割れ目の少ない花崗岩が分布しており、現段階では副ステージは深度500m程度で展開することとした。酸化還元境界については、地表からの調査にくわえて、予備ステージを利用した調査を行うことにより把握することとした。

予備ステージは、上述の酸化還元境界の調査の他に、坑道からのボーリング調査の試錐座、副ステージ掘削のための作業スペース、さらに将来ステージを展開する際の足がかりとなる場としての利用が考えられる。また、排水設備等の設置場所にも利用し、設備設置の際の要件から深度100m毎に設置することとしている。

各ステージの形状、平面的広がり、レイアウト

各ステージの形状、平面的広がり、レイアウトの設定においては、各ステージで行われる調査研究の目的や内容から、地質構造、断層との位置関

係、割れ目頻度、地下水の流動方向、水質分布等が重要な条件となる。これらの条件は調査研究の進展に伴い、明らかにされていく。本計画における研究坑道の基本的な設計方針は、以下のとおりである。

- 1) 研究坑道はサイクル機構用地内で展開する。
- 2) 研究坑道の配置、設計は、順次明らかとなっていく地質環境に応じて柔軟に設計変更が可能ないように配慮する。
- 3) 断層を坑道で貫くことによって水理場を乱し、他の調査研究に影響を及ぼす可能性があるため断層を坑道でとらえるのは調査研究の最終段階とする。
- 4) 副ステージは1箇所とし、深度500m程度に設計する。
- 5) 副ステージは、断層面に対して平行方向と直交方向の坑道からの調査が可能となるように四角形とし、調査研究の内容や必要性から一辺100mの長さを設定した。
- 6) 主要ステージは最深部である深度1,000m程度で展開する。主要ステージでの調査研究の早期着手を目的として、螺旋坑道と水平坑道の組み合わせを計画する。

螺旋坑道を計画する根拠を以下に示す。

立坑最深部での掘削に伴う周辺岩盤への影響を評価するための研究を立坑掘削影響試験として行う計画である。立坑掘削影響試験には、1年半程度の期間が必要と見積られている。この間は立坑が主要ステージ深度まで到達しないことになり、主要ステージでの調査研究の開始時期が遅くなる。立坑より先に螺旋坑道で早期に主要ステージ深度まで到達することにより、主要ステージでの調査研究に影響を与えず開始することができる。

螺旋坑道を立坑掘削影響試験の計測坑道として利用できる。

螺旋坑道とすることにより、3次元的地質構造の把握ができる。

すべての方向、深度で坑道の拡張が可能である。

掘削影響評価上必要なTBMによる連続施工が可能である。この施工方法は、スウェーデンのエスボ地下研究施設においても採用されている²⁰⁾。

3.6 研究坑道の設計例

研究坑道の設計については、「地表からの調査予測研究段階」の調査研究が進行中であり、今後種々のデータが取得されていくのに伴って具体的

な設計を行っていく考えである。現時点では、これまでに得られた情報を基に、複数の設計例を検討している。

図5は、図2に位置を示したAN-1号孔、MIU-1号孔、MIU-2号孔の岩相柱状図である。地表から深度約88mまでが堆積岩、それ以下が花崗岩となっている。また、MIU-2号孔の深度約890m付近に月吉断層が認められる。図6は、現在までに掘削したボーリング孔のデータから堆積岩や花崗岩の分布、断層の位置などの情報を基に作成した

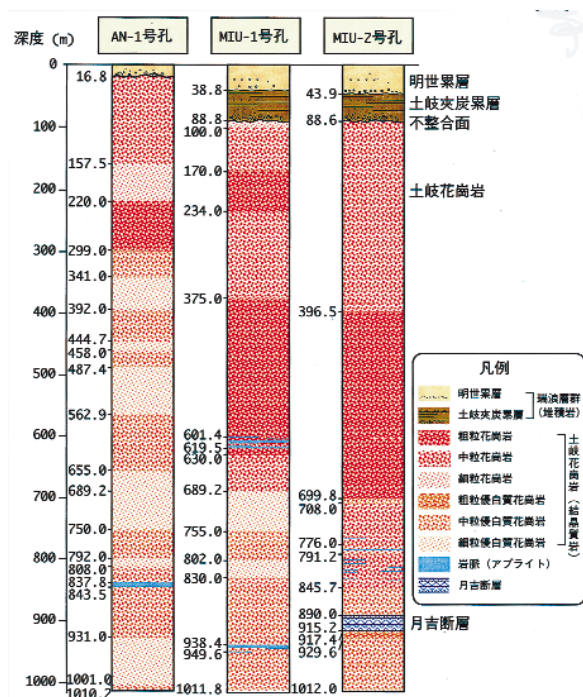


図5 ボーリング孔の岩相柱状図

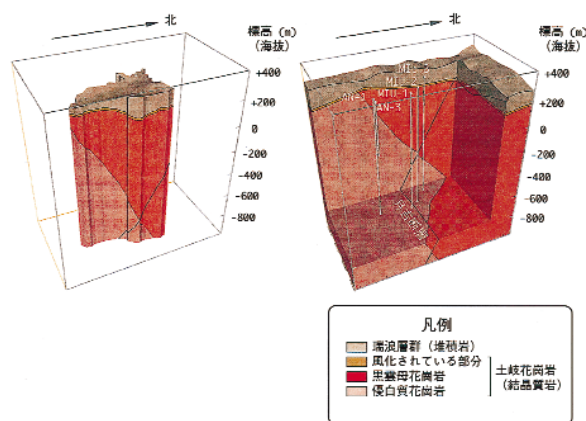


図6 3次元地質構造概念モデル

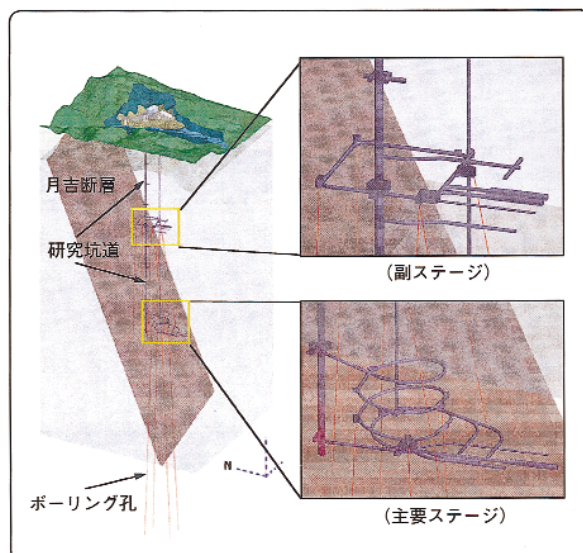


図7 研究坑道の設計例

地質構造の概念モデルである。この概念モデルを参考にして、これまでに示した要件、条件等を考慮して作成した研究坑道の設計例が図7である。

今後は、「地表からの調査予測研究段階」の結果に基づき、研究者と設計者の綿密な論議の上に立ち、試験内容、研究坑道の形状やレイアウト等を含め、全体の設計を詳細に詰めていく予定である。

3.7 基本的な施工方法の検討

立坑の施工方法

立坑の施工については、立坑の深度、断面の大きさと形状、掘削対象地山の状態、工期、工費等を検討し、適切な施工方法を選定するのが通常用いられている方法である。

立坑の施工方法としては、一般的には以下の方法がある²¹⁾。

- 全断面発破掘り下がり工法：交互方式、同時方式、併行方式、ロックボルト吹き付け工法
- 全断面発破掘り上がり工法：クライマー工法
- 機械掘削工法：レイズボーラー工法
- 導坑先進拡大掘削工法

以上の工法のうち、本研究坑道では、立坑掘削前に地下に水平坑道がないという施工条件と立坑の掘削径を考慮すると、全断面発破掘り下がり工法が合理的である。

全断面発破掘り下がり工法の種類

全断面発破掘り下がり工法には、以下の種類がある。

交互方式（ロングステップ方式）

地質に応じて、20～30mを1回のブロックと

して掘削と覆工を交互に行う工法。

同時方式（ショートステップ方式）

1 ～ 2 回の発破、ズリ出しの後、直ちに掘削した部分の覆工を行う工法。

併行方式

上部では覆工作業、下部では掘削を併行して進める工法。

ロックボルト吹き付け工法

発破、ズリ出しの後、吹き付けコンクリートとロックボルトで支保する工法。

これらのうち、併行方式は設備が大規模となること、上下作業となることから安全性に注意が必要であり、施工例も少ないことから、選定の対象から外した。また、ロックボルト吹き付け工法は、対象地山が花崗岩であり割れ目も比較的少なくロックボルトによる支保の必要性が低いことから選定の対象から外した。

ショートステップ方式の利点

つぎに、ロングステップ方式とショートステップ方式を比較した場合、ショートステップ方式は以下の利点があげられる。

特別な地山状態を除いて鋼製支保工が不要である。

上部から逐次覆工するため、地山崩壊に対し安全性が高い。

高所作業が少ない。

湧水処理が比較的容易である。

作業の簡素化が図れ、経済的である。

以上のことから、施工方法はショートステップ方式を選定した。施工方法の選定により、掘削のサイクルタイムや施工工程が明確になり、研究期間を20年とする場合の現実的な研究スケジュールの検討が可能となった。

3.8 予測される事象の抽出と施工対策

対象とする地山が硬岩地山であり、研究坑道が大深度に及ぶこと、及び断層が存在することから、予測される事象として「山はね現象」、「突発湧水」等が考えられる。

「山はね現象」は硬岩地山特有の問題である。山はねの発生機構は十分解明されていないが、これまでの土木工事における施工上の対策として以下のものがある²¹⁾。

鋼製支保工、ネット等で掘削面を覆う。

フリクションタイプのロックボルトを使用し、ロックボルトの打設直後から縫い付け効果や吊り下げ効果を発揮させる。

繊維補強吹付けコンクリートを使用するなど

一次覆工のじん性を上げ、はく落の危険性を減少させる。

浮石除去作業や山はね発生時の退避、待機を徹底させる。

施工対策は、山はね、山鳴りの程度に応じ段階的に対処できるよう、初期段階で発生した山はね現象のデータをもとに検討し、切羽の状況に応じて山はね対策が行えるようにすることが重要である。これらを参考に今後対策の検討を進める予定である。

「突発湧水」に対しては、トンネル工事で通常実施される対策工法は、地下水位低下工法、止水工法及び両工法の併用である。しかし、本研究坑道の掘削においては、研究のために地下環境を極力自然のままに保持する必要があり、多量の排水に伴う地下水位の低下により水理場を大きく変化させることは好ましくない場合もある。今後の断層に関する調査や地下水流動解析の結果に基づき、湧水量を予測することにより、対策工のほか研究坑道のレイアウトや断層を坑道でとらえる時期について検討を進めていく考えである。

4. おわりに

今後、超深地層研究所計画においては「深部地質環境の科学研究」として、これまでに蓄積された地質環境の調査技術や予測手法など^{22), 23)}の適用性の確認及び検証を行うとともに、「地表からの調査予測研究段階」、「坑道の掘削を伴う研究段階」、「坑道を利用した研究段階」までの調査研究により得られる知見を反映して、地質環境調査技術体系の確立を図る。また、研究スケジュールを策定するにあたり、立坑、副ステージ、主要ステージの施工による調査研究への影響を考慮し、工程の調整や調査研究の実施期間、場所等についての詳細な検討を進めていく。

本計画は約20年という長期間にわたって進められる研究であり、地層処分研究開発の基盤となるだけでなく、地球科学研究分野等にも大きな貢献ができると期待されている。そのためには、国内外の専門家にご意見をいただきながら、研究成果をあげていきたいと考えている。成果については積極的に公開し、国際的にも評価を受けていく考えである。

また、研究を円滑に進めるためには、関係する自治体及び地元住民の方々の理解と支援が必要であり、そのためにも、研究成果等の情報の公開はもとより、開かれた研究所として月吉地球科学村構想にもある日常的な交流も重要と考えている。

参考文献

- 1) 原子力委員会：“原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画”，(1994)。
- 2) 稲村 実：“高レベル放射性廃棄物処分事業のスケジュール”，地盤工学会誌「土と基礎」，第46巻第10号，p.5-6，(1998)。
- 3) 三上哲司，杉原弘造：“超深地層研究所計画 - 超大深度地下を科学する -”，土木学会誌，第83巻，p.6-9，(1998)。
- 4) 青木謙治：“地盤工学50年の歩みと展望 19. ニューフロンティアへの挑戦”，地盤工学会誌「土と基礎」，第47巻第11号，p.78-81，(1999)。
- 5) 佐藤寿延：“新たな段階を迎えた大深度地下利用”，土木学会誌，第83巻，p.29-32，(1998)。
- 6) 核燃料サイクル開発機構：“超深地層研究所 - 地表からの調査予測研究段階計画 - 平成10年度，11年度研究計画書”，核燃料サイクル開発機構技術報告書，JNC TN7410 99-004，(1998)。
- 7) 岐阜県土木部：“平成2年度多極分散型都市整備計画策定調査報告書”，(1991)。
- 8) H.Sakuma, T.Tsuboya et al.：“TSUKIYOSHI GEOSCIENCE VILLAGE -A step towards an underground research laboratory-”，PNC TN7410 96-029，(1996)。
- 9) 坪谷隆夫：“超深地層研究所計画”，放射性廃棄物研究，Vol.3，No.2，p.109-114，(1997)。
- 10) 核燃料サイクル開発機構：“超深地層研究所計画年度報告書（平成9年度）”，核燃料サイクル開発機構技術報告書，JNC TN7400 99-003，(1998)。
- 11) 原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会：“高レベル放射性廃棄物処分の地層処分研究開発等の今後の進め方について”，(1997)。
- 12) 五十嵐敏文，木方建造：“スウェーデンエスボ地下研究施設における操業期フェーズの原位置試験と電中研の研究”，原子力バックエンド研究，Vol.4，No.1，p.67-72，(1997)。
- 13) 木方建造：“SKB Äspö地下研究施設におけるサイト特性調査 - 地質関連調査の事例紹介 -”，原子力バックエンド研究，Vol.4，No.2，p.51-58，(1998)。
- 14) 小出 馨，中野勝志 他：“地層科学研究における地下水調査・解析技術開発の現状”，原子力バックエンド研究，Vol.4，No.2，p.59-72，(1998)。
- 15) 柳澤孝一，小出 馨：“地層科学研究における現状と課題”，応用地質第39巻第1号，p.81-85，(1998)。
- 16) M.Thury, A.Gautschi et al.：“Geology and Hydrogeology of the Crystalline Basement of the Northern Switzerland: Synthesis of Regional Investigations 1981-1993 within the Nagra Radioactive Waste Disposal Programme”，Nagra Technical Report, NTB93-01，(1994)。
- 17) SKB：“Äspö Hard Rock Laboratory, Test plan for ZEDEx-zone of excavation disturbance experiment extension”，SKB International Cooperation Report 95-07，(1995)。
- 18) AECL：“The disposal of Canada's nuclear fuel waste: The geosphere model for postclosure assessment”，AECL-10719，COG-93-9，(1993)。
- 19) T.Iwatsuki and H.Yoshida：“Water chemistry and mineralogy of fracture systems in the basement granite in the Tono uranium mine area, Gifu Prefecture, central Japan”，Geochemical Journal，33，p.19-32，(1999)。
- 20) SKB：“Äspö Hard Rock Laboratory 10 years of research”，(1996)。
- 21) 土木学会：“トンネル標準示方書「山岳工法編」・同解説”，(1996)。
- 22) 動力炉・核燃料開発事業団：“高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術報告書 - 平成3年度 -”，動力炉・核燃料開発事業団技術報告書，PNC TN1410 92-081，(1992)。
- 23) 核燃料サイクル開発機構：“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 -，分冊1 わが国の地質環境”，核燃料サイクル開発機構技術報告書，JNC TN1460 99-021，(1999)。

