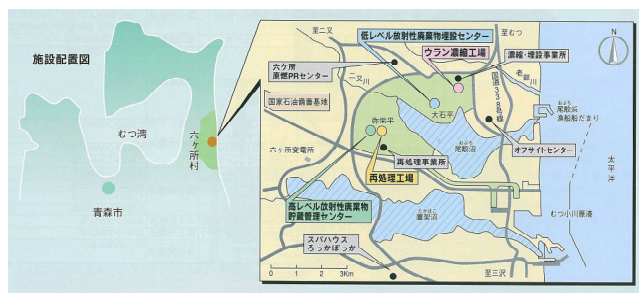


# 低レベル放射性廃棄物の余裕深度処分施設の調査について

鈴木 義和（日本原燃株式会社）

## 1. はじめに

日本原燃(株)は、東京から約700km離れた青森県六ヶ所村において低レベル放射性廃棄物埋設センター、ウラン濃縮工場、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターを操業中で、再処理工場をアクティブ試験中である(図—1参照)。



図—1 位置図

低レベル放射性廃棄物埋設センターは、1992年から操業を開始して

いる。日本では放射能レベルに応じて低レベル放射性廃棄物を以下の4つに分類されており、このうち、当埋設センターで対象としているものは2)の浅地中ピット処分対象の廃棄物である。

- 1) 地中トレンチ処分対象低レベル廃棄物(建屋・構造物など極めて低汚染の廃棄物)
- 2) 浅地中ピット処分対象低レベル廃棄物(原子炉施設の運転・補修により発生する現行施設の対象となる廃棄物)
- 3) 余裕深度処分対象低レベル廃棄物(上記2)より比較的濃度の高い廃棄物)
- 4) 地層処分対象低レベル廃棄物(濃度が高く超寿命核種が比較的多く含まれる廃棄物、)

本稿では3)の比較的濃度の高い廃棄物を対象とする余裕深度処分施設に係わる調査状況の概要について報告する。

## 2. 埋設事業の現状

低レベル放射性廃棄物埋設センターには1号埋設施設と2号埋設施設がある。施設の規模は、各々4万立方メートル(各々200リットルドラム缶で20万本分)である。

埋設施設は、標高30~60mの台地にあり、岩盤(鷹架層)を掘り下げ、地表面下約15~20mに、鉄筋コンクリート製のピットを設置するものである。

1号埋設施設には、濃縮廃液や使用済樹脂などを200リットルドラム缶に固型化したものを、2000年から追設された2号埋設施設には、金属などの汚染された取替え部品などを200リットルドラム缶に固型化したものを受け入れている。

これまで1号埋設施設では200リットルドラム缶で136,683本、2号埋設では51,472本を埋設している(平成18年9月現在)。

### 3. 余裕深度処分の概念

#### 3. 1. 対象廃棄物

余裕深度処分の対象とする廃棄物は、現行1, 2号埋設施設で対象としている廃棄物の放射能濃度に比べ、平均濃度で1~2桁高いものである。以下に対象廃棄物の例を示す。

- ・ 燃料集合体に付属するチャンネルボックス・制御棒・バーナブルポイズンなどの炉心構成材
- ・ 原子炉運転中に発生する高濃度の使用済イオン交換樹脂類など
- ・ 原子炉の保全・廃止措置工事から発生するシュラウドなどの炉内構造物
- ・ 再処理工場等から発生する操業廃棄物・廃止措置時の解体廃棄物

これら対象廃棄物を大型の角型金属容器に収納したものを処分することを検討中である。

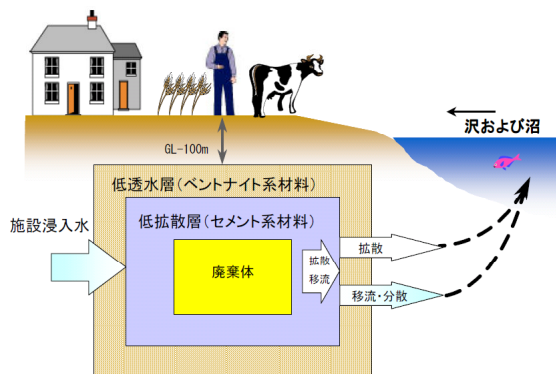
#### 3. 2. 余裕深度処分の基本的考え方

平成10年の原子力委員会の基本的考え方(「現行の政令濃度上限値を超える低レベル放射性廃棄物処分の基本的考え方」平成10年10月16日)では、(1)一般的な地下利用に十分余裕を持った深度である、例えば50~100m程度の地下へ処分すること、(2)放射性核種の移行抑制機能の高い地中を選ぶこと、(3)現行のコンクリートピットと同等以上の放射性核種閉じ込め機能を持つこと、(4)放射性核種濃度の減少を考慮し、数百年間処分場を管理することが述べられている。(1)の意味合いから「余裕深度処分」と言われている。

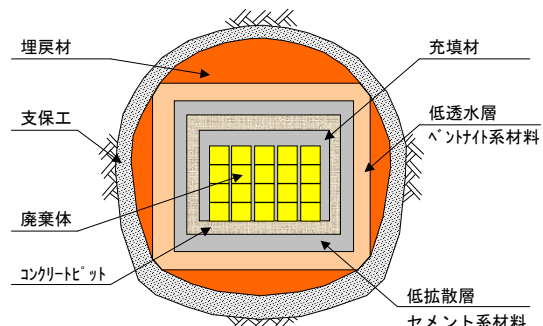
放射性核種の施設からの漏出の監視や土地利用制限などの管理を事業者が数百年間行うことに加え、管理期間経過後も、人間と廃棄物が接触し安全上問題となるような被ばくが起きないようにしておくとともに、放射性核種の地下水による移行が十分抑制されているよう方策が求められる。

地下水による核種移行の概念を図—2に示す。

当社は、上記の基本的考え方に基づき、地上から100m程度の深さに直径10数mの空洞を掘削し、その中にベントナイト系材料によって施設内への地下水の浸入を抑制する低透水層を、緻密なセメント系材料によって核種の漏出を抑制する低拡散層をコンクリートピットの廻りに施工する処分施設を検討している。検討例を図—3に示す。



図—2 地下水による核種移行の概念



図—3 処分施設の検討例

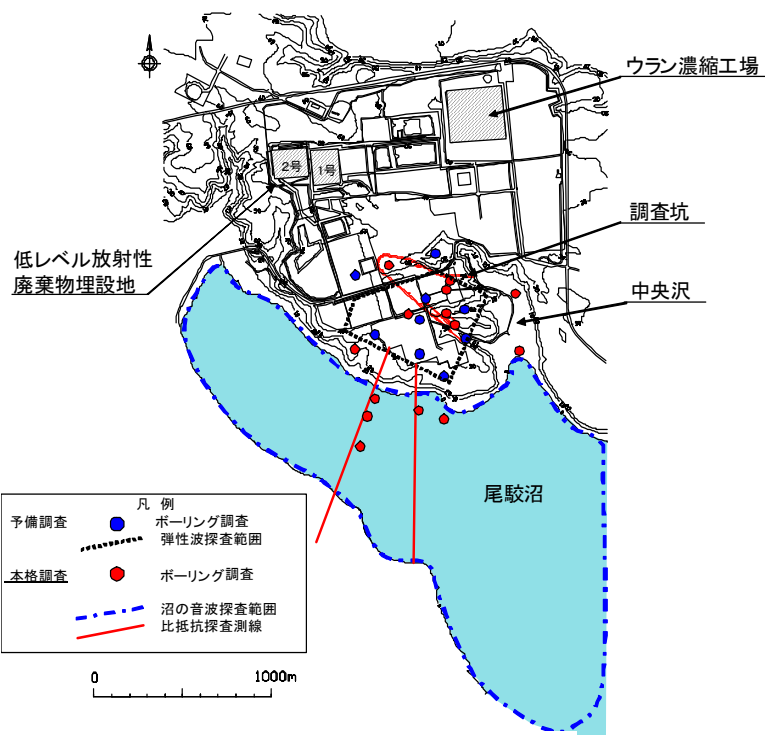
#### 4. 裕深度処分施設の調査状況

##### 4. 1. 計画概要

余裕深度処分施設の施設検討に必要な情報を得るため、予備調査並びに本格調査を実施した。調査範囲は敷地の利用状況及び既往の地質情報を勘案して、当社濃縮・埋設事業所内の南側台地及びその周辺の沢や沼とした。

予備調査並びに本格調査の調査位置を図—4に示す。

現在国による指針類、基準類の検討が進められており、来年度を目処にまとめている。これら国の制度化の動向を踏まえ、調査結果に基づいた具体的な検討を進めるとともに、地元のご理解を得ることが計画遂行にあたり不可欠と考えている。その後、安全審査を経て建設・操業を行う予定である。



図—4 調査位置平面図

##### 4. 2. 予備調査

余裕深度処分施設が当地に設置可能かを検討するため、2001年7月から約1年間予備調査を実施した。予備調査では、ボーリング調査や弾性波探査などの地質調査、透水試験や水質試験などの地下水調査を実施した。予備調査結果の概要は以下のとおりである。

地表からの深さ50～100m付近に広く分布する鷹架層は、新第三紀中新世に堆積し、主に砂岩・凝灰岩からなる中部層と主に泥岩からなる下部層とから成っている。この鷹架層は、割れ目が少なく、三軸圧縮試験などから、施設の設置にあたって十分な強さをもつことが確認され、また透水試験結果から地下水は流れ難いことを確認した。降水の大部分は、地表面または第四紀層を通して台地の周辺へと流れていくが、降水のごく一部は、鷹架層に浸透し、ゆっくりとした速さで深部及び台地の周辺に流出することが分かった。

これら調査結果から当地に処分施設が設置可能との見通しが得られた。

##### 4. 3. 本格調査

予備調査に引き続き、2002年11月から2006年3月までに下記の目的で本格調査を実施した。

(1) 地質調査・・・断層等の地質状況を調べ、地下水が早く移動する場所がないかを確認する

(2) 地下水調査・・・地下水の流れる速さや流れる方向を把握する

(3) 地盤調査・・・安定した空洞が構築できるかを確認する

これらの目的のため、沢・沼を含めボーリング調査をするとともに、調査坑（幅約 7m、高さ約 5m）を坑口（調査坑底部の標高+8m）から標高約-85mまで、勾配約 1/10 で延長約 1100mを掘削した。調査坑掘削の進捗にあわせ、詳細な地質観察・物理試験・透水試験・地下水圧測定を実施した。さらに、空洞の安定性を確認するために、調査坑の端部に試験空洞を掘削した。

表-1 調査項目

	内 容	調査項目
①地質調査	地層境界、断層および割目の有無等の確認	コア観察 地質観察 音波探査
②地下水調査	地下水の流れる速さ、流れる方向、水質の確認	透水試験 地下水位観測 地下水圧測定 水質試験 比抵抗探査 流速測定
③地盤調査	空洞安定性の確認	物理試験 三軸圧縮試験 岩盤変位測定 支保工応力測定

試験空洞は幅約 18m、高さ約 16m、長さ約 70mであり、試験空洞底部の標高は約-90m、空洞頂部の標高は約-75m（地表面下約 100m）である。試験空洞の掘削に先立ち、試験空洞の上部及び左右に計 3本の計測坑を設置した。それぞれの計測坑から試験空洞に向けてボーリング孔を掘削し、岩盤変位や間隙水圧等を測定した。

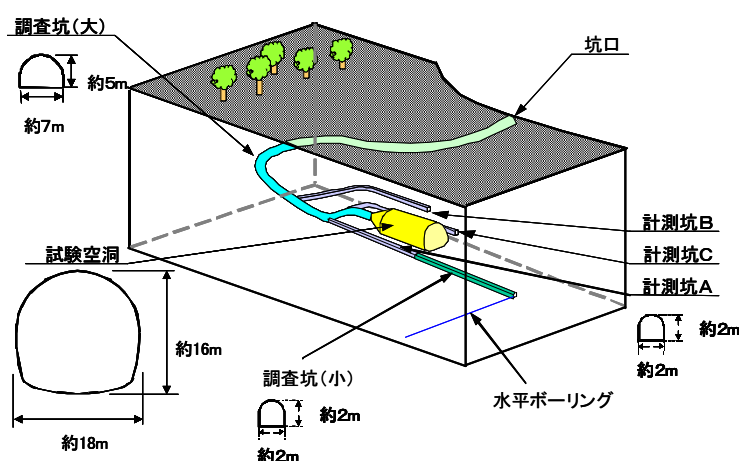


図-5 調査坑概念図

調査項目は表-1に示すとおりである。また、調査坑概念図を図-5に示す。

#### 4. 3. 1 調査結果

##### (1) 地質調査

調査によって得られた地質平面図、断面図を図-6に示す。

調査範囲に分布する地層は、下位より新第三紀中新世の鷹架層、第四紀の段丘堆積層等などからなっている。試験空洞を掘削した地層は鷹架層中部層の軽石凝灰岩層である。

鷹架層は南東方向に緩く傾斜している。また、調査範囲には sf-a から sf-d 断層が認められている。これらの断層は、断層面が固着・癒着しており、破碎部やせん断性割れ目が認められないこと、一部に流動変形したのち固結した跡が認められることから、鷹架層が未固結時に生じた海底地すべりによって形成されたと考えられる。

また、ボーリングコア観察や調査坑・試験空洞での地質観察によれば非常に割れ目の少ない岩盤であることが分かった。割れ目頻度分布を表-2に示す。

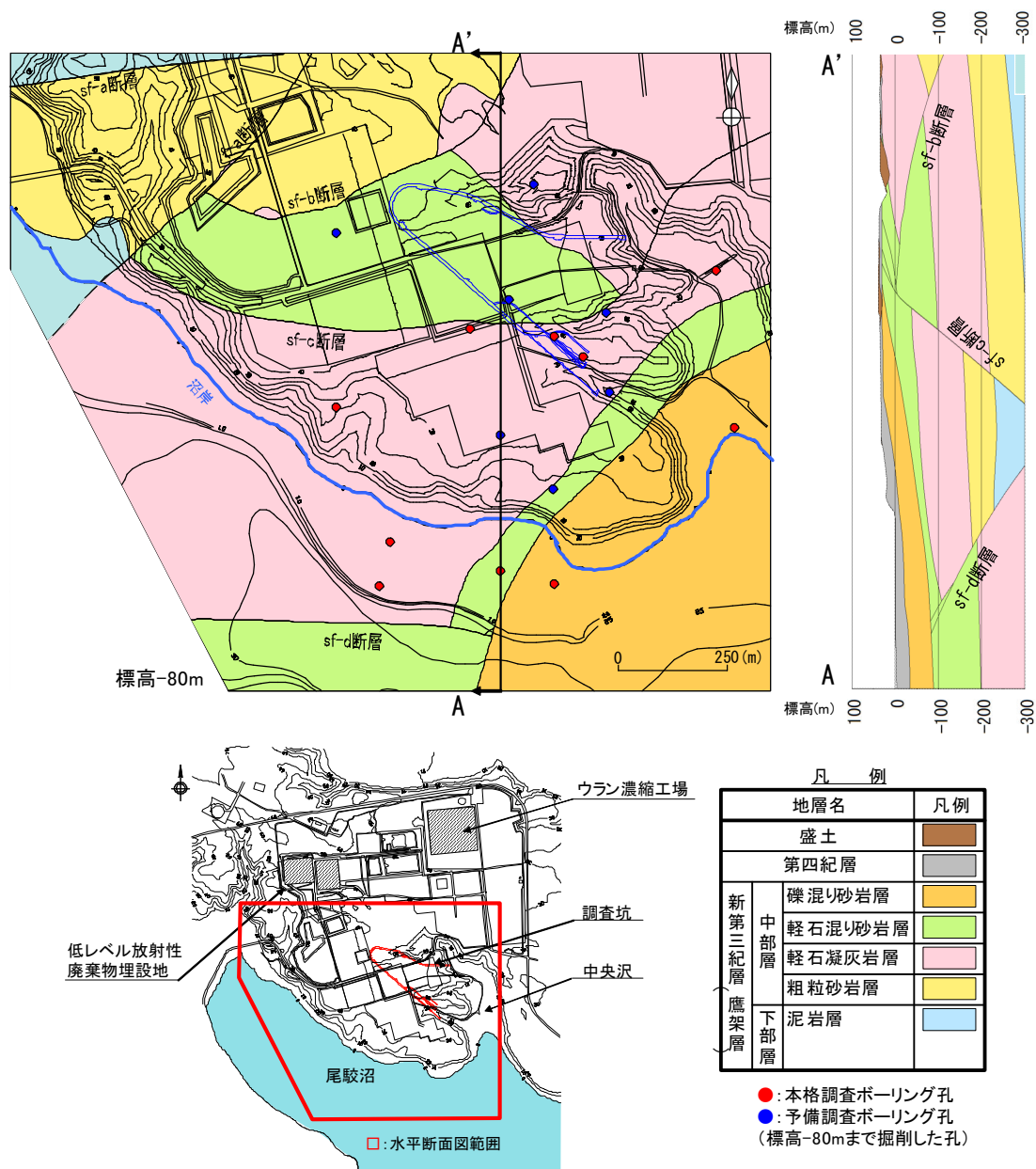


図-6 地質平面図、断面図

表-2 割れ目頻度分布

地層名	調査坑10mあたりの割れ目頻度(条)	
	浅部 (標高約-50m以浅)	深部 (標高約-50m以深)
軽石混り砂岩層	8.9	1.3
軽石凝灰岩層	9.3	0.3



## (2) 地下水調査

試験空洞を掘削した鷹架層中部層の軽石凝灰岩層の透水係数は  $10^{-8}$  m/s のオーダーであった。また、極一部に  $10^{-7}$  m/s  $\sim$   $10^{-6}$  m/s オーダーの透水係数を有する部分があったが、この部分の連続性は乏しく、核種移動の点で問題とはならないと考えられる。

南側台地の地下水面は主に第四紀層内にあり、地形と同様の形状となっている。調査坑掘削によって坑口付近の地下水面は少し低下したが、全体の地下水面はほとんど変化していない。調査坑掘削前と掘削後の地下水位面等高線図を図—7に示す。

試験空洞設置深度付近の軽石凝灰岩層中の地下水の水質は、pHが中性～弱アルカリ性、ナトリウム濃度が 17～19mg/l 程度、塩素濃度が 11～18mg/l 程度であり、その他の項目からも、降雨起源の淡水とほぼ同じ性質を示していること、また、酸化還元電位はマイナスであり、雰囲気は還元環境であることが分かった。

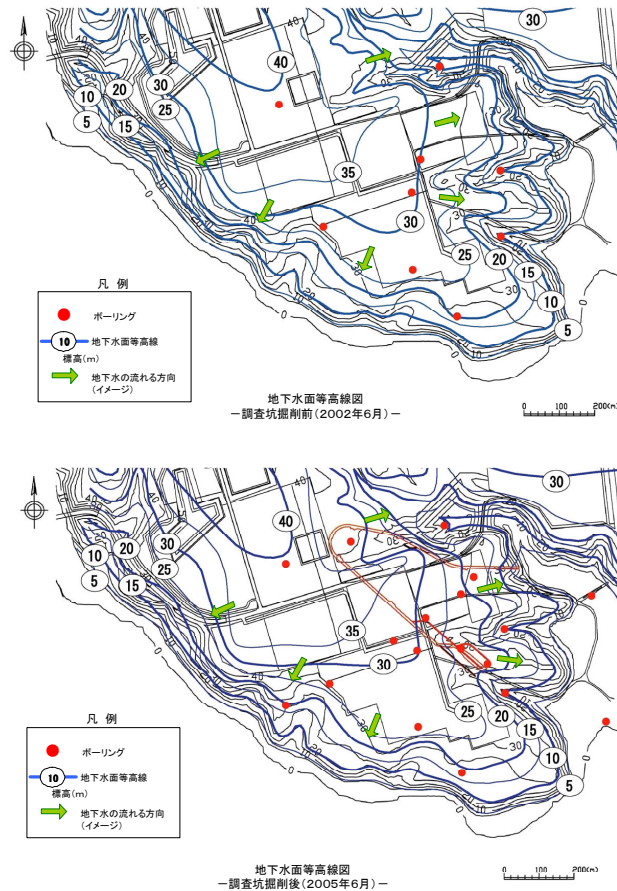
## (3) 地盤調査

地表からの深さ 50～100m 付近に分布する軽石混り砂岩、軽石凝灰岩、砂質軽石凝灰岩は湿潤密度が  $1.6 \sim 2.0 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>、含水比が 20.7～58.1% 程度であり、同深度の軽石凝灰岩の一軸圧縮強度は 2～3Mpa 程度であった。

試験空洞掘削前に周囲の計測坑から設置した岩盤変位計による岩盤変位測定結果を図—8に示す。試験空洞掘削による岩盤の変形は概ね 1 cm 程度と極わずかであった。

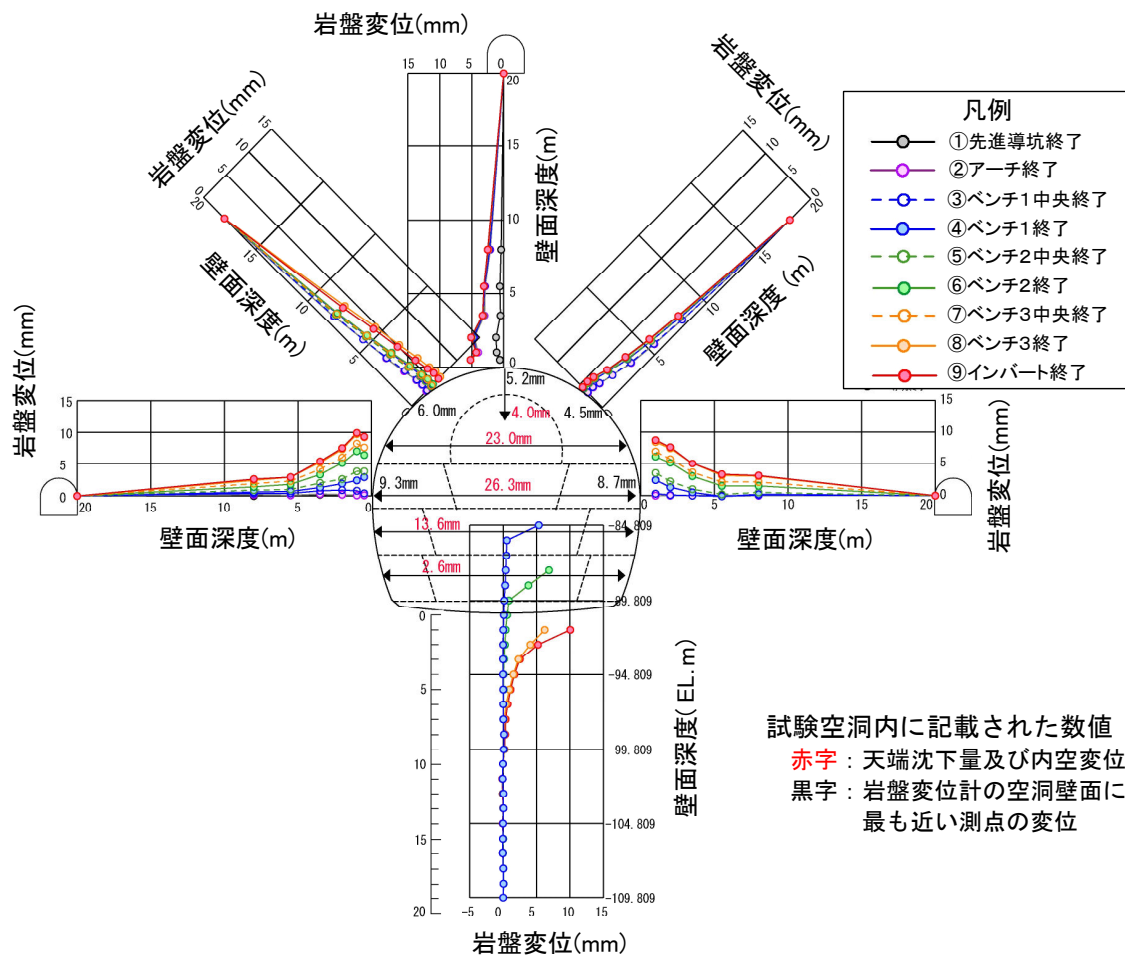
地山強度比が 2 以下の軟岩中での大断面（幅約 18m、高さ約 16m）の掘削であったが、安定した空洞が構築できることが確認できた。

これらの調査結果については弊社ホームページにおいて公開しているので、ご高覧頂ければ幸いです。[\(http://www.jnfl.co.jp/\)](http://www.jnfl.co.jp/)



注) 地下水位面等高線図に重ねて地表面の地形等高線を記載

図—7 地下水位面等高線図



図－8 岩盤変位測定結果

#### 4. おわりに

以上のように、調査対象とした南側台地の地下 100m 付近の岩盤は割れ目が少なく、透水係数が低く地下水の流れが遅いこと、地下水の水質が問題となるようなものでないこと、安定した空洞が構築できることが確認でき、処分施設の設置に問題とならないことが分かった。

今後は現在検討が進められている国の制度化（指針・技術基準類の整備）を踏まえ、より具体的な施設検討を進め、地元の方々のご理解を得て余裕深度処分施設の実現を目指す所存である。

以上