

# 高レベル放射性廃棄物処分費用の 見積もりにおける 各項目の絞り込み等についての検討

## 目 次

技術開発費の範囲について	1
高レベル放射性廃棄物の処分地選定プロセスについて	2
定置方式について	3
廃棄体定置間隔 処分場レイアウト設計について	5
処分坑道断面について	6
緩衝材の厚さについて	7
緩衝材施工方法について	9
オーバーパックの材質について	10
オーバーパックの厚さについて	12
岩種について	13
深度について	14
支保について	15
費用算定における処分場埋戻し後のモニタリングの考え方について	16
アクセス方式について	18

## 技術開発費の範囲について

### 1. 役割分担の考え方

生産・製造工程等、サイト評価及び信頼性向上に関する技術開発を実施主体が行うこととし、処分費用に含めた。なお、安全規制に関する技術開発は国が実施することとし、処分費用には含めていない。

### 2. 実施主体が実施する技術開発内容

#### (1) サイト評価技術開発

地下深部での地下水採取技術、孔内原位置試験技術など核燃料サイクル開発機構等で開発されたサイト評価技術のシステム化などを図り、短期間で効率的な調査・評価ができる技術を確立する。

#### (2) 処分技術に係わる技術開発

##### 製作及びハンドリング技術

オーバーパックの遠隔溶接技術、オーバーパックの遠隔検査技術、廃棄体の輸送・定置技術など、処分事業の操業を合理的・的確・安全に実施できる技術を確立する。

##### 品質管理技術

ベントナイト鉱物の分析技術、廃棄体落下時健全性評価技術、緩衝材の品質管理技術など、処分事業の操業時の品質管理・安全確保に係わる技術を確立する。

#### (3) 処分技術実証

掘削技術確認試験、人工バリアシステム性能確認試験、水理モデルの適用性確認試験など、開発した技術の適用性を実際の処分環境において実証する。

## 高レベル放射性廃棄物の処分地選定プロセスについて

処分地選定プロセスについて、高レベル放射性廃棄物処分懇談会や、核燃料サイクル開発機構等における検討をもとに、以下のとおり設定。(その後「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」により、各々の調査の名称はカッコ内の名称となった。)

### 候補地選定調査(概要調査地区選定調査)

地元から誘致のあった地点の中から処分候補地を選定する(公募方式)とともに、処分候補地として適切であると判断する地点について地元に申し入れる(申し入れ方式)方式を想定。

処分場として明らかに適さない地域(断層活動、火山活動などが活発な地域、未固結岩が深部まで分布している地域、資源が地下に存在する地域)を除くため、広さ約1,000km<sup>2</sup>を対象とした文献調査、リモートセンシング、地理的環境調査、航空測量等を実施。

### 予定地選定調査(精密調査地区選定調査)

処分候補地について予備的調査を行い、適切と判断した場合には処分予定地として選定する。

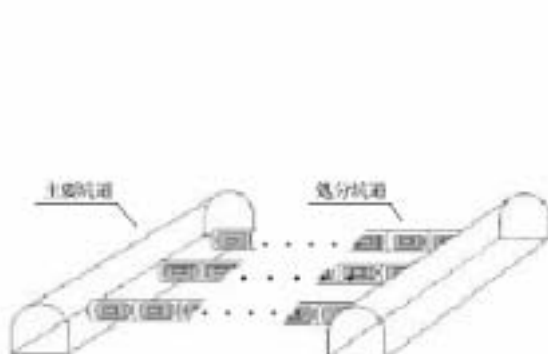
前段階で文献調査をもとに判断した内容を、現地で実際に得られたデータで確認することを目的として、広さ約150km<sup>2</sup>を対象として地質調査、ボーリング調査、岩盤物性調査、水文・水理地質調査、地球化学調査、地形測量等を実施する。また、環境影響調査も実施する。

### 処分地選定調査(最終処分建設地選定調査)

処分予定調査について詳細な調査(サイト特性調査)を行い、適切と判断すれば処分地として選定する。

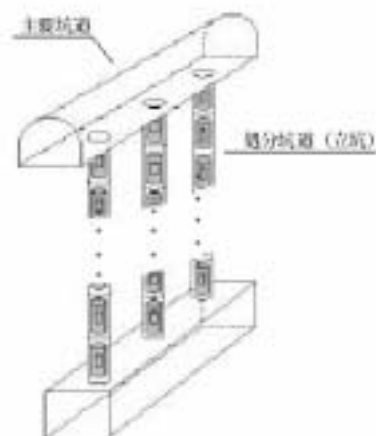
詳細な地質環境特性の把握、処分施設の設計や安全評価に必要な地質環境データの整備、実際の処分環境における処分技術を実証することを目的として、広さ約50km<sup>2</sup>を対象とした地質調査等の地上調査を行うとともに、掘削技術の確認試験、人工バリアの性能確認試験等の実証試験を実施する。更に詳細な環境影響調査を実施する。

## 定置方式について



①処分坑道横置き方式

(Naga, 1985 ; 動力炉・核燃料開発事業団, 1992a ;  
土, 1997 ; 植田, 1997)



②処分立坑縦置き方式



③処分孔横置き方式

(Audo et al., 1996)



④処分孔縦置き方式

(SKE, 1983 ; 動力炉・核燃料開発事業団, 1992a ;  
Audo et al., 1996 ; 土, 1997 ; 植田, 1997)

## 定置レイアウトのバリエーション

核燃料サイクル開発機構「第2次取りまとめ(案)」で示されていた上記の4つの定置方式について、技術的可能性、経済性、想定される社会的要請の観点で比較した結果(次頁表) ~ のいずれの方式も、ハンドリング及び定置など技術的にかなりの開発要素があることなどから、定置方式としては、 の処分孔縦置き方式とした。

# 定置方式の比較

定置方式	技術的可能性 (ハンドリング及び定置)	経 済 性	想定される社会的要請	
			緊急時の避難 路の確保	再取り出し性
処分坑道横 置き方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠隔定置作業における姿勢制御が難しい</li> <li>・緩衝材の上部隙間充填が難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分孔縦置き方式の処分孔の径と同程度の径になれば、縦置きより有利になる可能性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2方向の避難路を確保するためには廃棄体・緩衝材の定置を完全遠隔にすることが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題の廃棄体に到達する間すべての廃棄体の取り出しが必要</li> </ul>
処分孔横置 き方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠隔定置作業における姿勢制御が難しい</li> <li>・緩衝材の上部隙間充填が難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分孔縦置き方式の処分孔の径と同程度の径になれば、縦置きより有利になる可能性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分坑道埋め戻しまで2方向に避難路が確保可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題の生じた廃棄体単独の再取り出し可能</li> </ul>
処分立坑縦 置き方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・遠隔定置作業における姿勢制御が難しい</li> <li>・緩衝材の隙間充填が難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分孔縦置き方式の処分孔の径と同程度の径になれば、縦置きより有利になる可能性あり</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2方向の避難路を確保するためには廃棄体・緩衝材の定置を完全遠隔にすることが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題の廃棄体に到達する間すべての廃棄体の取り出しが必要</li> </ul>
処分孔縦置 き方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分孔単位の作業となり不具合発生時の対処も容易</li> <li>・緩衝材の隙間充填が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高レベル事業推進準備会の中間取りまとめでは 処分坑道横置き方式より安いとされている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処分坑道埋め戻しまで2方向に避難路が確保可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・問題の生じた廃棄体単独の再取り出し可能</li> </ul>

## 廃棄体定置間隔 処分場レイアウト設計について

力学的な検討により同一坑道内の隣接処分孔の最小間隔を求め、それを与条件として熱拡散解析により、熱的条件(緩衝材の変質を避けるという観点から 100 とした)を満足する坑道間隔を求める方法で検討を行った。

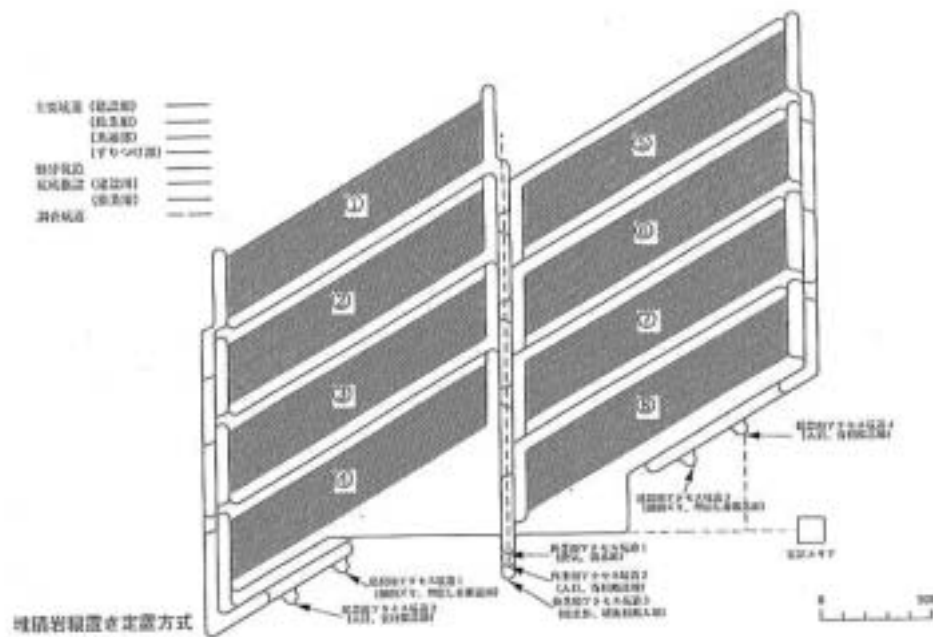
検討の結果は以下の通り。

堆積岩: 廃棄体定置間隔 7.5m、処分坑道離間間隔 12.0m

花崗岩: 廃棄体定置間隔 4.7m、処分坑道離間間隔 10.0m

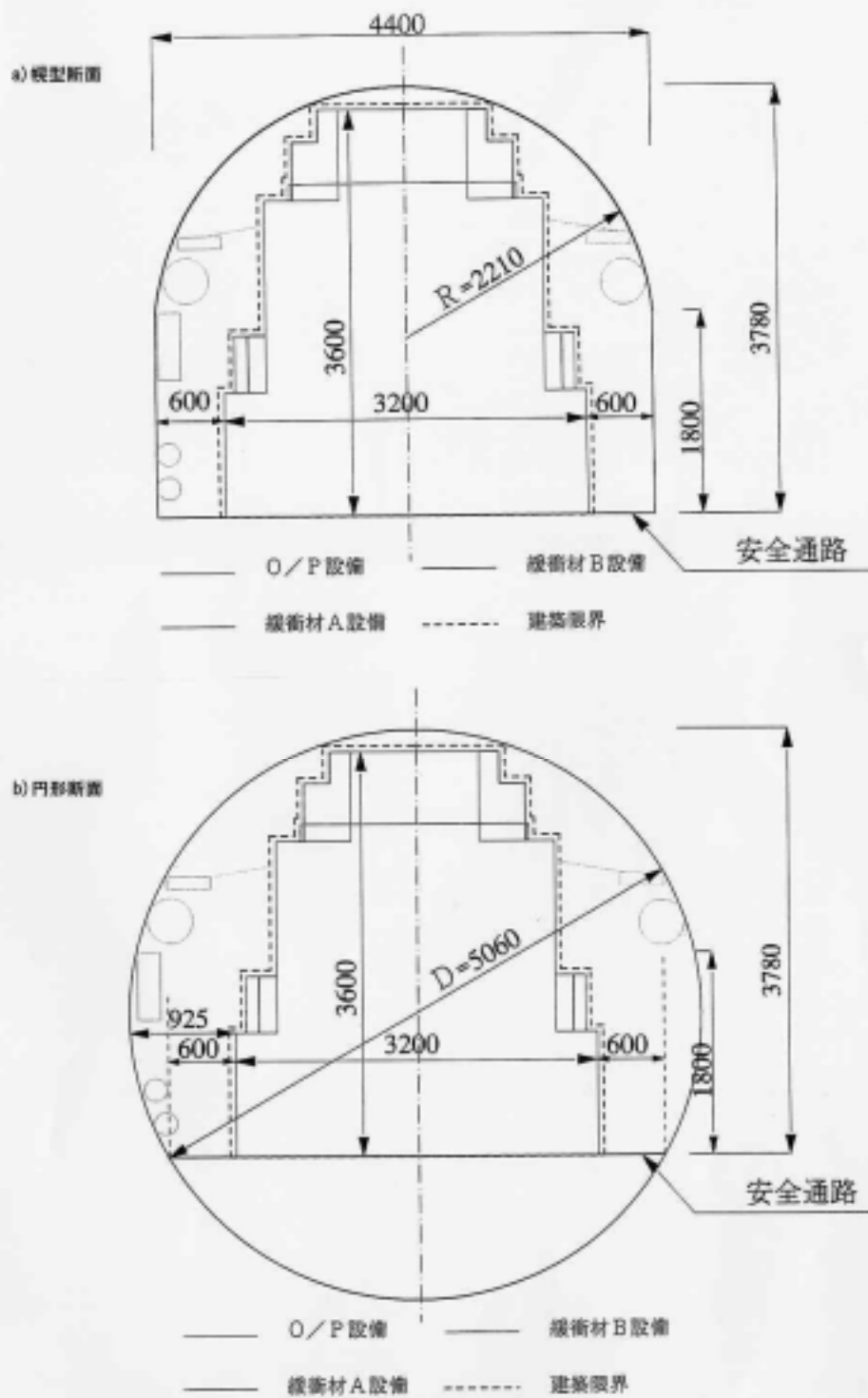
以上を参考として、処分場レイアウト(例)を以下のとおり設定した。

熱的条件とは、平均燃焼度 45,000Mwd/t の使用済燃料を再処理した後、炉取出し54年後に処分することを想定。



地下施設レイアウト(例)

# 処分坑道断面について



操業用主要坑道断面(縦置き定置方式)(単位:mm)



## 緩衝材の厚さについて

### 1. 検討した仕様

緩衝材厚さとして 40cm と 70cm。

### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

#### (1) 設計の観点から

応力緩衝機能(岩盤からの応力を緩衝する機能)

自己シール機能(膨潤により緩衝材と岩盤の隙間を埋める機能)

コロイドフィルトレーション機能(コロイドろ過機能)

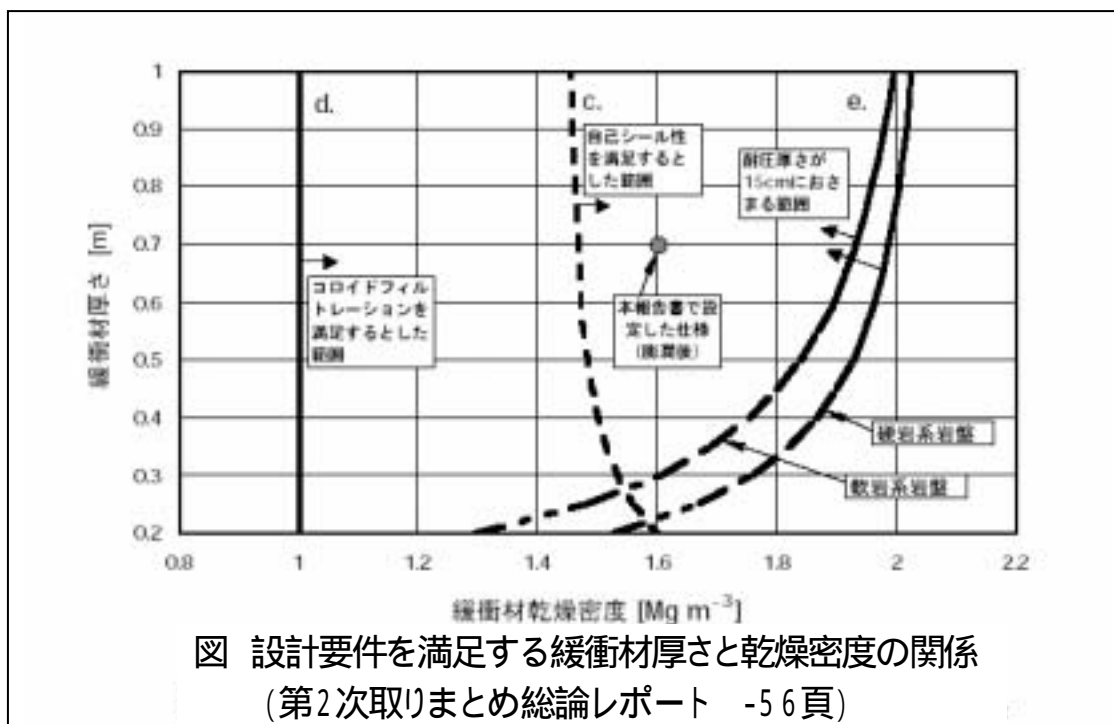
当の設計要件を満足すること。

#### (2) 安全評価の観点から、核種移行遅延機能を満足すること。

### 3. 技術的根拠

#### (1) 設計上考慮すべき要件

図のc, d, eの各曲線で囲まれる領域は、応力緩衝性、自己シール性、コロイドフィルトレーション等の設計要件を全て満足しうる緩衝材厚さと乾燥密度の範囲であり、緩衝材厚さ40cm、70cmともこの領域内である。なお、イオン透過による核種移行については、(2)に後述する核種移行解析結果からこの領域に影響を与えるものではないことが確認されている。



## (2)核種移行遅延機能

イオン透過を考慮した安全評価における核種移行解析により、緩衝材厚さ 70cm の場合の最大線量当量率は、 $5 \times 10^{-3} \mu\text{Sv y}^{-1}$  であり、諸外国で提案されている安全基準 ( $100 \sim 300 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ) や我が国の自然放射線レベル ( $900 \sim 1200 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ) を十分に下回ることが示されている。

緩衝材厚さ 40cm の場合の人工バリアからの核種移行率は 70cm の場合とほぼ同じであり( )、最大線量率は、諸外国で提案されている安全基準 ( $100 \sim 300 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ) や我が国の自然放射線レベル ( $900 \sim 1200 \mu\text{Sv y}^{-1}$ ) より、十分低いと考えられる。

## ( )人工バリアからの最大核種移行率(Np-237 の場合)

緩衝材厚さ 40cm:  $1.23 \times 10^2 \text{Bq y}^{-1}$

緩衝材厚さ 70cm:  $1.21 \times 10^2 \text{Bq y}^{-1}$

## 4. 設定した仕様

図の曲線cや曲線dは基本的には地質環境条件に依存せず、図から分かるように、曲線cとdに対しては、緩衝材厚さ 70cm と 40cm に裕度の差はほとんどない。

一方、曲線eは、オーバーパックの腐食量、オーバーパックの腐食生成物の特性、岩盤クリープ量の違いにより変化するもので、これらの違いは基本的には地質環境条件に依存する。

図に示した曲線eは、オーバーパックの腐食量(4cm)、オーバーパックの腐食生成物の特性(腐食膨張倍率: 体積の3倍)、岩盤のクリープ量(2cm)をそれぞれ保守的と考えられる設定として計算したものであるが、さらにそれらの量よりも大きくなるような地質環境条件を想定すると曲線eは左にシフトする。設定したオーバーパック厚さに対して緩衝材厚さ 40cm の場合には、曲線eが左にシフトして安全性を確保することが厳しくなるような地質環境条件においても、緩衝材厚さ 70cm としておけば裕度をもって安全性を確保することができる。

地質環境条件の不確実性に対し、より技術的裕度をもって安全性を確保することができることから、緩衝材厚さを 70cm と設定した。

## 緩衝材施工方法について

### 1. 検討した仕様

ブロック方式、一体型方式を緩衝材施工方法

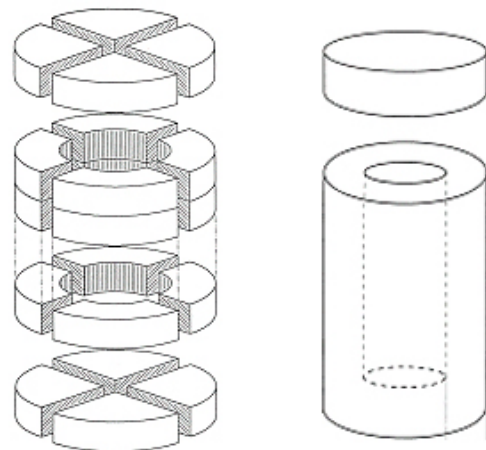
### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 要求される仕様や形状の緩衝材の製作が可能であること。
- (2) ハンドリング等施工技術が技術的に成立すること。

### 3. 技術的根拠

ブロック方式については、諸外国においても候補方式として多く検討されており、国内及び海外において実規模による製作実績があるとともに、施工実績もある。

一体型方式については、小型の一体型緩衝材を製作し、製作性が確認されている。また、ハンドリング時の緩衝材の安定性は有限要素法解析により、ハンドリング装置の実現性は設計により確認されている。



ブロック方式

一体型方式

### 4. 設定した仕様

現状において諸外国においても候補方式として検討されており、国内外での製作・施工実績も多く、工学的信頼性が高いブロック方式を緩衝材施工方法として設定した。

## オーバーパックの材質について

### 1. 検討した仕様

炭素鋼とチタン合金(チタン-炭素鋼複合オーバーパック)

### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

設計耐用年数1,000年間の閉じ込め性能を有することが必要となり、主として耐食性が重要となる。

### 3. 技術的根拠

#### (1) 炭素鋼

炭素鋼の1,000年間の全腐食深さは、圧縮ベントナイト中及び埋め戻し材中に取り込まれた酸素による腐食と、水による腐食を別々に評価し合算することにより見積もられる。

##### 1) 酸素による腐食

・酸素による腐食深さは1.2cm。

##### 2) 水による腐食

・長期浸漬試験に基づく水による腐食深さは1.0cm。

・微生物の活動による影響など環境条件に伴う不確実性も勘案すれば水による腐食深さは保守的に2.0cm。

以上から、1,000年間の全腐食深さは、我が国の地下水の環境条件を実験的に模擬した範囲(人工海水と人工淡水)においては、 $1.2\text{cm} + 1.0\text{cm} = 2.2\text{cm}$  となり、腐食代は3.0cm 程度となる。また、環境条件に伴う不確実性を考慮すると  $1.2\text{cm} + 2.0\text{cm} = 3.2\text{cm}$  となり、腐食代は4.0cm となる。

なお、淡水性粘土中の鑄鉄管から得られた経験式から予測された腐食深さは1,000年で約1.5cm(炭山ほか、1997)と評価されている。また、国内外で天然鉄金属や考古学的鉄製品の長期の腐食事例の調査(johnson et al., 1980 Arai et al, 1989)に基づき予測される1,000年間の腐食深さは0.1cm～1.4cm であることから、上記の評価結果と同等以下であり、設定した腐食代については保守的な評価と考えられる。

以上のように、必要な腐食代を設定することにより、1,000年間の閉じ込め性能が確保される。

また、炭素鋼は、構造材や放射線遮へいとして十分な使用実績を有しており、単一材料であることから製作性にもすぐれている。

## (2) チタン合金

チタン合金は、地層処分環境では孔食と応力腐食割れは起こさないことから、問題となる腐食形態は、すきま腐食と水素脆化であることが示されている。

### すきま腐食

すきま腐食については、環境条件に応じて適正な合金種を選択すればすきま腐食を避けることができることが示されている。

また、すきま腐食が発生しない場合について、試験結果に基づく腐食速度( $28 \text{ y}^{-1}$ )を用いて全面腐食として評価を行っても、1,000年間の腐食量は  $2.8 \mu\text{m}$  であり、試作によって確認された製作上必要な厚さ  $6\text{mm}$  と比較して無視し得るほど小さいことが示されている。

### 水素脆化

水素脆化に関しては、 $28 \text{ y}^{-1}$ なる腐食速度に対する水素がすべて吸収されたとしても、1,000年程度は脆化しないことが示されている。

## 4. 設定した仕様

炭素鋼は、チタンと比べ考古学的な長期の腐食事例の蓄積がある。また、炭素鋼は、構造材や放射線遮へい材として十分な使用実績を有するとともに、単一材料であることから、チタン-炭素鋼複合オーバーパックに比べ製作が比較的単純である。

以上から、オーバーパックの材質として、炭素鋼を設定した。

## オーバーパックの厚さについて

### 1. 検討した仕様

オーバーパック厚さとして 18cm と 19cm を設定

### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 必要な腐食代, 耐圧上必要な厚さ, 放射線遮へい上必要な厚さ(ガラス固化体からの放射線が腐食に影響を及ぼさないために必要な厚さ)が確保されていること。
- (2) オーバーパックの厚さは, 耐圧上必要な厚さと放射線遮へい上必要な厚さの大きい方に腐食代を加えた厚さとなる。

### 3. 技術的根拠

#### (1) 腐食代

前項の材質の検討に示すとおり, 地下水の環境条件を実験的に確認した範囲(人工海水と人工淡水)においては腐食代は 3cm と見積もられる。一方, 微生物の活動による影響など環境条件に伴う不確実性も勘案すれば, 腐食代は 4cm と見積もられる。

#### (2) 耐圧上必要な厚さ

オーバーパックの耐圧強度計算から, 耐圧上必要な厚さは, 硬岩系岩盤で蓋部; 11cm, 胴部; 5cm, 軟岩系岩盤では蓋部; 8cm, 胴部; 3cm が示されている。

#### (3) 放射線遮へい上必要な厚さ

ガラス固化体からの放射線がオーバーパックの局部腐食を進展させないようにするためには, 計算上オーバーパックの厚さが約 13cm 以上必要となることから, 放射線遮へい上必要な厚さとして設計上 15cm が示されている。

### 4. 設定した仕様

- (1) 耐圧上必要な厚さよりも放射線遮へい上必要な厚さの方が大きくなることから, オーバーパックの肉厚は, 放射線遮へい上必要な厚さ(15cm)に腐食代(3cm または 4cm)を加えた厚さとなる。
- (2) 腐食代 3cm は, 我が国の幅広い地下水を模擬した人工海水と人工淡水に対応したものである。腐食代 4cm は, これらの条件に加え, 人工海水と人工淡水で模擬されていない実際の地下水の化学条件の影響や, 地下水中の硫酸塩が微生物の活動によりすべて還元され腐食に寄与するような保守的な条件まで考慮したものである。このように, 腐食代を 4cm としておけば, 地質環境条件の不確実性に対し, より蓋然性が高くまた技術的裕度をもって安全性を確保することができる。したがって, これに放射線遮へい上必要な厚さ(15cm)を加え, オーバーパック厚さを 19cm と設定した。

## 岩種について

### 1. 検討した仕様

堆積岩(新第三紀(2400 万年前～200 万年前))と花崗岩

### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

我が国に広く分布する岩種であること。

### 3. 技術的根拠

我が国の地質の構成は、火山地域などを除くと、主に先新第三紀(古第三紀以前)の堆積岩や、花崗岩などの結晶質岩を基盤岩とし、それを新第三紀以降の堆積岩や未固結の堆積物が覆っているのが一般的である。

### 4. 設定した仕様

我が国に広く分布する堆積岩(新第三紀)と花崗岩を設定する。

## 深度について

### 1. 検討した仕様

堆積岩は地表下500m, 花崗岩は地表下1000mと1100mを設定。

### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 将来の隆起・侵食量
- (2) 処分に適した地化学環境(還元性雰囲気)<sup>注)</sup>の確保。
- (3) 現状の技術で合理的に建設できること。

注) 一般的に酸素がほとんどない地下水(還元性雰囲気での地下水)には, 物質が溶けにくいという性質がある。また、還元性雰囲気では地下水に溶け込んだ物質は酸化性雰囲気に比較し、岩盤に吸着されやすいという性質がある。

### 3. 技術的根拠

- (1) 将来の隆起量については, 第四紀の地殻変動に関する評価結果(第四紀約160万年間で500m程度の隆起)から, 今後100万年間の我が国の平均的な隆起量は約300m程度と考えられる。
- (2) 処分に適した地化学環境(還元性雰囲気)については, 核燃料サイクル開発機構の地層科学研究の成果を参考にすると, 堆積岩の場合地表から200m程度以深, 花崗岩の場合600m程度以深となれば還元性雰囲気が十分確保できる可能性が高い。
- (3) 現状の技術では堆積岩は地表下500m程度までは現実的な支保を設置することで処分場の建設が可能。花崗岩は地表下1000m程度でも無支保で処分場の建設が可能。

### 4. 設定した仕様

現状の技術で合理的な建設が可能な範囲で, なるべく深くするとの観点から, 堆積岩については地表下500m, 花崗岩については地表下1000mを処分深度として設定した。



## 支保について

### 1. 検討した仕様

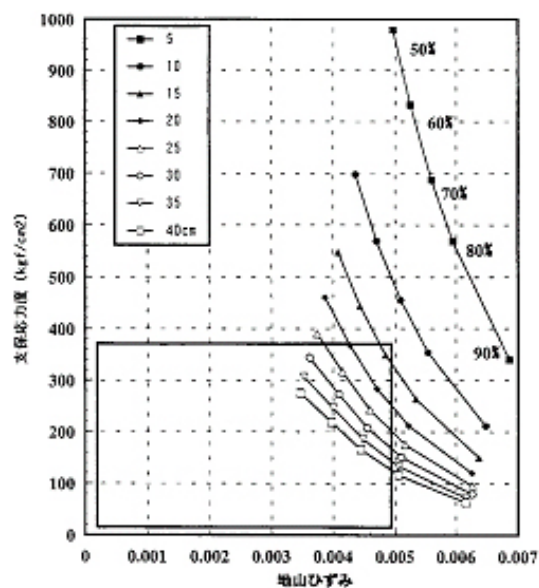
- (1) 軟岩系岩盤: 現場施工の覆工コンクリート、コンクリート製及び鋼性セグメントによる支保
- (2) 硬岩系岩盤: 支保なし

### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

- (1) 建設から操業期間中の坑道が力学的に安定であること。
- (2) 支保の材料が人工バリアに有意な影響を与えないこと。

### 3. 技術的根拠

- (1) 理論解析及び有限要素法解析の結果、軟岩系岩盤500mのケースでは厚さ1mの現場施工の覆工コンクリート、あるいは厚さ15cmのコンクリート製セグメント(右図参照)によって坑道の安定性が保たれる。  
また、硬岩系岩盤1000mのケースでは無支保で坑道の安定性が保たれる。
- (2) コンクリート材料として、低アルカリ性コンクリートを使用することなどによって人工バリア性能への影響を十分低減できる見通しが得られつつある。



コンクリートセグメントの支保圧力度と地山ひずみの関係

(左下枠線内が設計基準を満足する支保仕様)

(「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」(電力中央研究所・電気事業連合会)より)

### 4. 設定した仕様

軟岩系岩盤: 安定性を低下させることなく、実績が多く、安価なコンクリート性支保を用いることとする。また、その際、より大きな坑道径を掘削する必要のある現場施工方式でなく、セグメント方式の支保を用いることとする。

硬岩系岩盤: 支保なしとする。

## 費用算定における処分場埋戻し後のモニタリングの考え方について

費用算定における埋戻し後の管理の考え方については、IAEAが高レベル放射性廃棄物の処分に起因する危険性から人間と環境を防護するための基本的な指標としてまとめた「高レベル放射性廃棄物の地層処分にに関する安全規則と技術規準」及びOECD/NEAが廃棄物の管理政策の基調となる関連原則をまとめた「放射性廃棄物の処分」の考え方にに基づき、以下の通り設定した。

### 1. 国際機関の考え方

#### (1) IAEA「高レベル放射性廃棄物の地層処分にに関する安全規則と技術規準」

埋戻し後(Post sealing)の高レベル放射性廃棄物処分場の安全性は、処分場の管理が終了した後、モニタリング、監視あるいはその他の制度的管理や修復活動の必要性に頼るものであってはならない。

#### (2) OECD/NEA「放射性廃棄物の処分」

永続的な監視の信頼性を疑う人々も、将来の一定期間にわたって制度的な管理を維持することができ、また受動的な人工または天然バリアの部分的な肩代わりとして利用することの妥当性を認めている。問題は、その期間の長さの決定であるが、この期間がおそらく数百年(a few hundred years)よりも永くならないという点で、一般の合意が成立しつつあるように思われる。

### 2. 埋戻し後の処分場の管理

上記の埋戻し後の処分場の管理としては、以下が考えられる。

#### (1) 環境回復確認モニタリング

モニタリングは、処分場の周辺に配置されたボーリング孔を利用して、以下の項目について、閉鎖後継続して観測する。

- ・地下水位の回復状況
- ・間隙水圧の回復状況
- ・地下水の水質の回復状況

#### (2) 環境安全確認モニタリング

処分場閉鎖後の安全性(特に人間環境への放射線影響)を確認するため、処分場の境界外に設置されたモニタリングポストで地表水及び空気中の放射エネルギーを継続して観測する。

### 3. モニタリングの期間

#### (1) 科学的観点から求められる期間

埋戻し後のモニタリングのうち、環境回復モニタリングの期間については予測解析に基づき設定され、一般的には、

- ・地下水位の回復 : 地表付近までの回復期間を20年程度
- ・間隙水圧の回復 : 当初の間隙水圧分布までの回復傾向確認期間として50年程度
- ・地下水の水質回復: 処分場周辺の水質の回復傾向確認期間として50年程度

と考えられる。

これらの状況は処分岩体の水理特性に依存することから、低い透水係数の場所が選ばれた場合も考慮し、モニタリング期間を必要想定期間の2倍程度を見込み100年間と設定した。

#### (2) 社会的要請から考えられる期間

環境安全モニタリングは、技術的観点からのモニタリングが終了すれば、IAEAの安全規則に述べられているように本来終了しても良いもの。

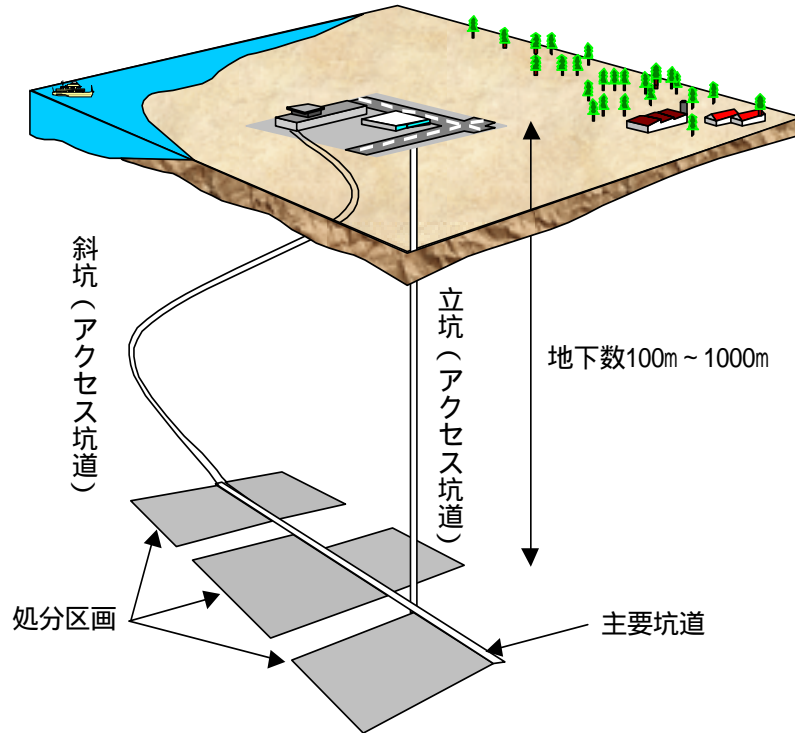
しかしながら、高レベル放射性廃棄物処分懇談会報告書にも示されたように、国民の安心を得るためには、処分場の閉鎖終了後も一定期間の管理体制を維持することも検討しておくことが必要である。

以上から、今回の費用算定においては、環境安全モニタリング期間をOECD/NEA等で制度的に管理を維持することができると考えられている期間(数百年)を参考とし、300年間に設定した。

## アクセス方式について

### 1. 検討した仕様

アクセス方式として「全て立坑」と「斜坑及び立坑」を設定



### 2. 仕様の設定で考慮すべき技術的条件

アクセス坑道は、地上から地下への連絡や物流の経路を提供するものであり、作業の安全性や物流効率等について考慮する必要がある。

### 3. 技術的根拠

それぞれの方式の特長は以下のとおり示されている。

- ・ 立坑方式: 坑道延長が最短となる。大深度地下構造物へのアクセス方式としての実績は最も多く、一般に工費、工期の面から深度200mを超える場合に有利となる。操業の観点からは、立坑方式はエレベータ搬送であるため斜坑方式に比べて短時間での搬送が可能となる。
- ・ 斜坑方式: 坑道延長が長くなるため比較的深度の浅い場合に採用される例が多く、実績は比較的多い。操業の観点からは、斜坑方式は安全対策が立坑方式の落下防止対策に比較して容易であるという利点を有する。地層処分関連施設においては、直線的な斜坑はスウェーデンの原子炉廃棄物最終貯蔵所(SFR)や米国のユッカマウンテンで、スパイラル坑道はスウェーデンのエスポ島ハードロック研究所(HRL)やフィンランドのオルキルオトVLL処分場で採用されている。

#### 4. 設定した仕様

廃棄体の搬入に関わるアクセス坑道は、安全性を最優先して斜坑方式を適用することとし、その他のアクセス坑道については効率的に搬送が可能で実績が多い立坑方式を採用することとする。