

高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術—その1—†

総論

駒田広也¹ 北山一美² 森田正紀³ 片山 薫⁴

処分の実施主体が行う処分サイト選定、地質・地下水特性調査、施設設計、安全評価、施設建設、廃棄体埋設、施設閉鎖など、一連の処分事業を模擬的に机上で検討した本特集「高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術」の構成と特徴、ならびに主要な成果を記述した。

Keywords:高レベル放射性廃棄物、地層処分、処分事業

Outlines of the special number of “execution techniques for high level radioactive waste disposal” are described, in which disposal works such as disposal site selection, geological investigation, facilities design, performance assessment, facilities construction, waste placement, facilities closure and etc are studies at desk work.

Keywords: high level radioactive waste, geological disposal, disposal enterprise

1 はじめに

我が国が安定した電力を確保するためには、有限な化石燃料の有効利用、地球規模の環境保護の観点から、原子力発電が必要である。そのためには原子燃料サイクルの確立が不可欠であり、高レベル放射性廃棄物の処分はその中の重要課題である。

原子力委員会が策定した「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画(平成6年6月)」(以下「原子力長計」と呼ぶ)では、高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化した後、30年から50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後、地下の深い地層中に処分することを基本としている。

また、「原子力長計」では、処分事業について、2000年を目安に実施主体を設立し、その後、処分予定地の選定、サイト特性調査と処分技術の実証、必要な法制度などの整備と安全審査、処分場の建設などを進め、2030年代から遅くとも2040年代半ばまでを目途に操業を開始することとしている。

本特集では、「高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術」として、処分の実施主体が行う処分サイト選定、地質・地下水特性調査、施設設計、安全評価、施設建設、廃棄体埋設、施設閉鎖など、一連の処分事業を模擬的に机上で検討した。本報告(その1)では、本特集の構成と特徴、ならびに主要な成果を記述した。

2 処分事業の特徴

事業化を計画している高レベル放射性廃棄物地層処分

† Execution techniques for high level radioactive waste disposal: I General Introduction, by Hiroya Komada (komada@criepi.denken.or.jp), Kazumi Kitayama, Masaki Morita and Kaoru Katayama

1 (財)電力中央研究所 Central Research Institute of Electric Power Industry 〒270-1194 我孫子市我孫子 1646

2 東京電力(株) Tokyo Electric Power Company, INC. 〒100-0011 千代田区内幸町 1-1-3

3 関西電力(株) Kansai Electric Power Company, INC. 〒530-8270 大阪市北区中之島 3-3-22

4 中部電力(株) Chubu Electric Power Company, INC. 〒461-0006 名古屋市中区東新町 1

の事業には以下の特徴がある。

- ① 事業の開始(実施主体の設立)から処分場の閉鎖(アクセス坑道の閉鎖および地上施設の解体・撤去)まで、少なくとも90年以上もかかる長期の事業である。
- ② 我が国における電力を安定に供給する上で、原子力エネルギーの推進も含めて原子燃料サイクル政策を円滑に推進するために、廃棄物の処分は確実に実施することが必要な公共性の強い事業である。
- ③ 人の手に届かない深地層に廃棄物を処分することになり、サイト周辺の住民および国民レベルでの信頼性を得ることが重要である。
- ④ 処分全体に係わる費用は原子力発電1kwh当たり数銭から10数銭程度と試算された例がある(高レベル事業推進準備会、高レベル放射性廃棄物処分事業に関する検討、中間とりまとめ平成7年度から引用)。適切な時期に処分費用を原子力発電に必要な経費として電気料金に反映することが必要と考えられ、上記の長期性、公共性と併せて、事業を健全に継続することが重要である。

3 地層処分に対する電気事業の研究開発

この地層処分の研究開発については、核燃料サイクル開発機構を中核として国が推進しているところである。動燃事業団(核燃料サイクル開発機構の前身)が平成4年9月に取りまとめた第1次レポートでは、我が国における地層処分の安全性確保を図っていく上での技術的可能性を明らかにしている。

平成9年4月には、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の地層処分研究開発等の今後の進め方」で、核燃料サイクル開発機構が2000年を目途に取りまとめる第2次レポートに、その目標や盛り込むべき事項、すなわち、我が国における地層処分の技術的信頼性を示すこと等が示された。さらに、平成10年5月には、原子力委員会高レベル放射性廃棄物処分懇談

会「高レベル放射性廃棄物処分に向けての基本的考え方」で、地層処分の円滑な実施への取り組みについて社会的・経済的側面からの検討により、実施主体の設立、廃棄物処分地の選定プロセスのあり方等が示された。

電気事業者は、処分に必要な資金の確保のみならず、研究開発の段階においても、高レベル放射性廃棄物の発生に密接に関連する者としての責任を十分踏まえた役割を果たすべく、核燃料サイクル開発機構と連携を取りつつ、地層処分の事業化に向けて、実施主体が地層処分を実際に行うための研究開発を実施している。また、(財)電力中央研究所においても、電気事業の研究機関として、これまでの水力、火力、原子力発電所などの立地・建設、低レベル放射性廃棄物の埋設処分等の研究実績を生かして、地層処分の研究開発を鋭意推進しているところである。

電気事業者の行う研究開発は地層処分の技術的信頼性を示すためのものだけではなく、地層処分を事業として実際に行うための研究に重点が置かれている。実施主体が設立されてその事業がすぐに軌道に乗ることができるようにすることが、事業を推進するための研究開発としては重要である。

そのためには、処分スケジュールに沿って準備しておくべきことを明確にしておく必要がある。それには、処分予定地選定、サイト特性調査、設計、安全審査、建設、操業等の処分事業を行うためのスケジュールを策定し、それらを事業化するための技術的課題の抽出やその課題を解決する開発スケジュールを策定することが重要である。

4 本特集を作成するに当たっての手法

このような事業化するための技術について、適切にかつ効率的に検討するために、今回の一連の報告書作成に当たって、以下のような手法を取った。

- ① 実施主体が行う一連の実作業を机上の検討で模擬した。
- ② 現時点で我が国には処分地が特定されていないので、我が国に多く存在するような地質環境条件を備えた処分地を仮想的に設定して、そこでの処分場の建設、操業等を模擬した。
- ③ 仮想サイトでの処分場を展開したため、自ずと限界やある程度の保守性や安全側の仮定を置かざるを得なかった。設計要件やデータが不足している場合には、これまでの経験、知見による工学的判断によってこれらを設定した。
- ④ 設計、建設および安全評価の各サイドからの要求を相互間で調整し、それらに基づくより合理的な設計、安全評価へのアプローチを行った。したがって、合

理化のための詳細な過程を模擬した。

- ⑤ 処分事業の模擬により、調査、設計、安全評価、建設等の実務を体験して、それを通じて現状技術、現存データ等では解決できないような課題を抽出するとともに、解決策を具体的に検討した。
- ⑥ 事業許可申請書を模擬的に作成してみることにより、事業化までのスケジュール、許認可成立性、指針・基準・法令への適合性、各種データベースの整備状況等の見直しを行い、今後の課題を検討した。
- ⑦ これらを総合して各課題の重要度、緊急度を考慮し、技術開発計画・実証計画書を作成した。
- ⑧ 施設設計、安全評価等に用いたデータや手法の根拠を明確にしておく必要があり、これらを設計根拠書としてまとめ、トレーサビリティの確保に留意した。

5 本特集の構成

以上のような手法で作成した本特集「高レベル放射性廃棄物処分の事業化技術」に関する一連の報告書の構成とその概要を以下に述べる

その1 総論：

本特集の構成と特徴、ならびに主要な成果を報告した。

その2 処分事業の実施手順：

今後、処分事業として実施していく処分地選定、処分地特性調査、建設・操業・閉鎖等に関する手順を示す。また、これら一連の検討を展開するための前提となる地質・地下水等の環境条件を設定した。

その3 サイト選定のための調査・評価手法：

地質・地下水の調査手法、ならびに地質環境の長期安定性評価手法を示す。

その4 人工バリアの設計と製作：

人工バリアの役割を示し、オーバーバック、緩衝材の設計・製作の基本的考え方を示し、人工バリアシステムを例示する。

その5 地上施設の設計：

廃棄体の受け入れ検査施設、人工バリアの製作施設等の地上施設に関する概念、ならびにこれらの配置計画を例示する。

その6 地下施設の設計・建設：

地下における処分坑道等の設計・建設の考え方を示し、地下施設全体の配置計画を例示する。

その7 廃棄体の埋設と処分施設の埋め戻し：

製作されたオーバーバック・緩衝材のハンドリングおよび地下施設への定置・埋設の方法を示し、地下施設の閉鎖の概念を述べる。

その8 処分施設のバリア性能評価手法と安全評価：

処分施設の安全評価の考え方を記述し、人工バリア・天然バリアの性能評価手法を紹介しその安全評価を例示する。

6 本特集の主要な報告

本特集の盛り込まれている主要な報告は以下のようなものである。

- ① 今後、実際の処分場が決定されるに際し、ここで仮想した処分地との相違が生じるであろうものの、本報告書で示された検討手法は広く応用可能であり、実際の処分事業推進に貴重な情報を提供する。すなわち、核燃料サイクル開発機構等での地層処分成立性への技術検討に加え、ここで示した手順に準拠し、もしくはこれを応用することにより、実施主体は必要な技術の開発および許認可対応等の事業推進に必要な技術事項へのタイムリーな対応をすることができる。さらに、事業計画の明示による国民の処分事業に対する安心感を醸成しつつ、事業推進を図るといふ実施主体の事業推進に一助となる。
- ② 実際に地下施設を設計、施工する立場に立つと、合理化の観点からセメントおよびコンクリートは最も重要な建設材料である。処分施設の成立の観点から、これら材料の使用は重要な要件である。
- ③ 処分施設に関する各種のパラメータスタディを行い、以下の知見を得た。
 - ・ 内陸の処分地よりも、沿岸付近処分地は、一般に地下水の流速が遅く、下流側が海になるので、処分施設の安全評価上有利である。
 - ・ 割れ目の発達した結晶質岩よりも、地下水の媒体として概ね多孔体として扱える堆積岩の方が地下水流動のモデル化が容易である。
 - ・ ガラス固化体を封入したオーバーバックの地下での定置方式について、処分坑道に横置きに定置する方法については、オーバーバックおよび緩衝材の定置装置、定置確認方法等に、今後の技術開発が必要である。一方、処分坑道床面から下向きに掘削した処分孔に縦置きに定置する方法は現状技術でおおむね可能であることが判った。
- ④ 調査、設計、建設、埋設、閉鎖等の処分事業の内容について、事前に十分な実証、確認を行うことにより、これらの実証、確認が実際の処分事業の各行為における品質管理等を軽減させることになる。これにより、処分事業が円滑に進み、事業の合理化に繋がるものとなる。
- ⑤ 地層処分に関する短期、長期の研究開発の重要性は大きい。研究開発を効率的に進めるには、実施主体がそれらの総合調整や事業推進のためのリーダーシップを取ることが重要であると考えられる。

7 まとめ

以上のような検討方針ならびに主な報告を盛り込んだ、高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化に向けて、以下の特徴を有する技術資料としての本特集を取りまとめた。

- ① 最初に、我が国における地層処分の施設概念、安全確保方策等の基本的な考え方を示した。
- ② 処分サイト選定、地質・地下水特性調査、施設設計、安全評価、事業許可申請、施設建設、廃棄体埋設、施設閉鎖など、一連の処分事業の実施手順とマスタースケジュールを提示した。
- ③ 我が国で広く分布する堆積岩と結晶質岩の2種類の地質環境条件（施設設計、安全評価には保守側の条件）を設定して、処分地選定、処分地特性調査、施設設計・建設、安全評価、廃棄体埋設、施設閉鎖などの例示を展開した。
- ④ 処分地選定に関わる特性調査では、処分候補地選定段階、処分予定地選定段階、地上からの詳細調査段階、地下施設での調査段階の4段階に分けて、その調査の考え方と調査手順を示した。
- ⑤ 人工バリアであるオーバーバック、緩衝材に対する要求機能を明確にし、それらの地質環境条件に応じた設計・製作の考え方と手法を検討し、その例を示した。特に、オーバーバック、緩衝材の設計・製作では許認可性、合理性も追求した。
- ⑥ 地質環境条件に応じた地下施設（処分坑道、処分孔、立坑等）の設計・施工の考え方と手法を示し、その例示を提示した。さらに、地下施設の施工時、ガラス固化体を封入したオーバーバック埋設時の換気・排水設備の検討も行った。
- ⑦ 放射線防護に基づいた廃棄体（ガラス固化体）、オーバーバック、および緩衝材のハンドリング方法を示した。さらに、処分施設の埋戻し、閉鎖の考え方を示し、その手法についても検討した。
- ⑧ 廃棄体（ガラス固化体）の受け入れ・封入・検査施設、緩衝材の製作・検査施設等の地上施設の概念設計を示した。
- ⑨ 処分施設の安全評価シナリオを提案し、そのシナリオに沿って、人工バリア、天然バリアの性能評価、被ばく評価を含めた総合安全評価を例示した。
- ⑩ 事業許可取得およびPAに必要な処分技術の実証を検討し、その実証計画を示した。