

RANDEC

Sep.2004 No.62

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



地域と歩むバックエンド対策

核燃料サイクル開発機構

人形峠環境技術センター

所長 黒沼 長助

人形峠環境技術センター（以下「センター」という）は、今から約50年前の昭和30年11月に岡山県と鳥取県境付近の人形峠でウラン鉱床の露頭がされて以来、ウラン鉱床の探鉱、採鉱、製錬、転換、濃縮に関わる技術開発を担ってきましたが、濃縮の技術開発成果を民間移転するなどの成果を挙げて、平成13年に核燃料サイクルのフロントエンドの技術開発の役割を終了しました。現在は、これらの技術開発に使用してきた核燃料施設の廃止措置と、関連技術開発、及び鉱山関連施設の後措置技術開発といったバックエンド業務を担っています。

大型の核燃料施設の廃止措置はわが国では初めての経験であり、安全性と経済合理性を実現するよう鋭意取り組んでいるところですが、廃止措置を進める上で得られる貴重なデータ、知見を、今後廃止措置が予定される他の大型施設の廃止措置に役立つように体系的に取りまとめることにも取り組んで

います。

一方、事業所規模で廃止措置を行う国内で初の例でもあり、過去50年間、常に温かく見守っていただいた地元との共生を凶りながら廃止措置を進めるために何をなすべきなのか、何が出来るのかについて地元との情報共有を図るため、センターの主要技術者と地元の有識者との意見交換を行うなどの新たな試みも行っています。

また、センターにはウラン鉱山の施設である捨石堆積場や製錬過程で発生した廃さい、あるいは粉体を扱った施設である転換施設など多種多様な廃棄物があり、かつ、質量分析器など高度な機器分析器がそろっているなど、いろんな研究が可能な設備や場が整っています。これらの設備や場を国内外の研究者に活用していただき、ウラン系施設の廃止措置やウラン系廃棄物の処理処分に活用される研究成果が当センターから発信されるような環境整備を進めていきたいと思っています。

RANDEC ニュース目次

第62号(2004年9月)

巻頭言 地域と歩むバックエンド対策 核燃料サイクル開発機構
人形峠環境技術センター所長 黒沼 長助

RANDEC 事業に関する近況報告

- ・ 灰化処理に関する安定化実証試験の開始 技術開発部 (1)
- ・ 輸送方針に関する検討 技術開発部 (2)
- ・ 試験研究用原子炉のデコミ・廃棄物処理処分の検討 技術開発部 (3)

寄稿

- ・ 二法人統合と RI・研究所等廃棄物 日本原子力研究所
審議役・環境整備計画室長 伊集院宗昭 (4)
- ・ 東芝教育訓練用原子炉の廃止措置の実施状況 株式会社東芝 原子力技術研究所
所長 豊原 尚実 (6)

主要国における低レベル放射性廃棄物処分場の概況 富樫 昭夫 (9)

- ・ スペインのエルカブリル処分場
- ・ フランスのオーブ最終処分場及びラ・マンシュ最終貯蔵所

海外技術情報

- ・ なぜ施設の運転停止前に廃止措置計画を作成する必要があるのか! 榎戸 裕二 (11)
- ・ 多国間供用処分場の考察 菊池 敏夫 (13)
- ・ 仏国の解体廃棄物管理システム 妹尾 宗明 (15)
- ・ 米国・ランチョセコ原子力発電所の解体進捗状況 石川 広範 (17)

RANDEC 委員会報告 (19)

RANDEC 事業に関する近況報告

1. 灰化処理による安定化実証試験の開始

核燃料サイクル開発機構東海事業所プルトニウム燃料センターにおいて、これまでの燃料製造に伴い発生したプルトニウムを多く含んだ放射性廃棄物のうち、紙・布等の可燃物を対象とし、灰化処理による安定化と灰化物中のプルトニウムを回収するための前処理に関わる実証試験を開始します。

本試験は、試験研究炉等廃止措置の推進に寄与することを目的に文部科学省から RANDEC が受託し、平成 16 年度より核燃料サイクル開発機構との共同研究で実施しているものです。

1. 本装置では、グローブボックス内に設置した前処理工程で可燃物の仕分け・細断を行い、灰化処理工程の熱分解炉へ定量供給される。熱分解炉は、低酸素濃度雰囲気中で可燃物を熱分解し、残渣

については仮焼炉で十分な空気を供給した状態で燃焼させ、完全に灰化する。灰化した灰化物は、灰化物回収工程で回収専用容器に収納保管される。一方、熱分解ガスは、排ガス処理炉で完全燃焼させ排ガス処理工程へ排出する(図参照)。

2. これまで核燃料サイクル開発機構では、主に灰化処理試験装置の運転条件評価(処理対象物、供給、熱分解、仮焼、排ガス処理)に関わるコールド試験が行われてきました。

平成 16 年 4 月からは共同研究として、灰化処理試験装置の設備性能、機能確認試験、灰化物回収治具の製作、作業マニュアル作成等を行ってきました。

今後は、プルトニウム付着物を用いたホット試験(平成 16 年 10 月末頃開始予定)に向けて機器の調整等を行い、安全総点検を実施した後、ホット試験を開始する予定です。

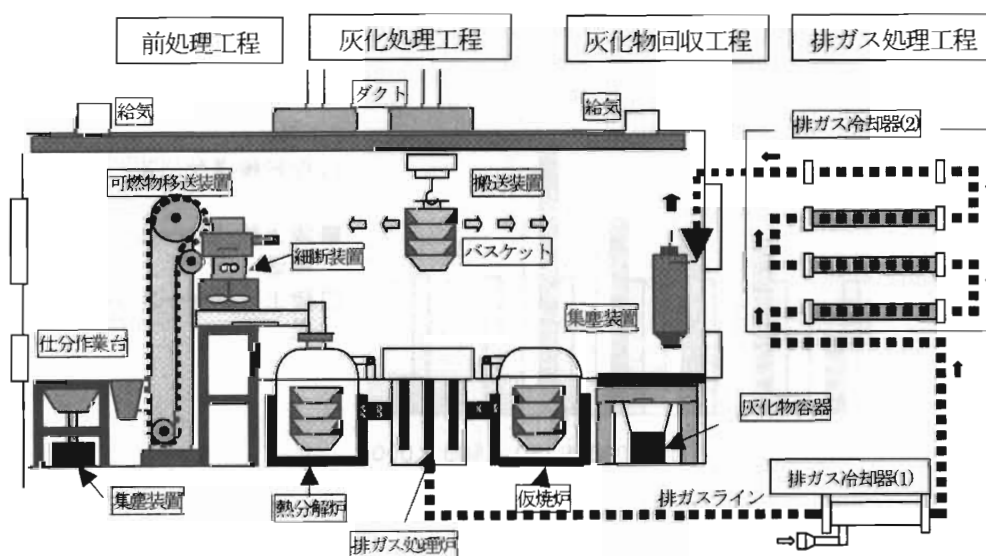


図. 灰化処理試験装置

2. 輸送方法に関する検討

平成15年度、廃棄物処分事業化計画具体化の一環として、RI・研究所等廃棄物処分の立地選定と概念設計の合理化に必要な情報として、一時保管施設のあり方等を含めたRI・研究所等廃棄物の廃棄体の処理施設から処分場までの輸送に関する検討を行いました。

検討した輸送経路は、トラック輸送、鉄道輸送¹⁾、及び船舶輸送です。埋設対象廃棄体形状、埋設操業期間(50年間)にわたる廃棄体総量、年間輸送量等を設定した上で、法規制上の対応要件の検討を行い輸送物形態、輸送方式等の設定を行いました。

この設定に基づいて、トラック輸送、鉄道輸送及び船舶輸送のそれぞれについて、輸送、受け入れ及び埋設地への定置までの作業が円滑に進むための一時保管庫の必要性、規模の最適化を行いました。いずれの輸送方法でも1輸送分程度の一時保管庫が処分場に必要ですが、船舶輸送の場合にはさらに港湾にも一時保管場所があることが望ましい。

また、これらの検討結果に基づいて、それぞれの輸送計画を策定し、これに基づいて処

分容器・輸送容器費用、港湾費用、輸送船の運用費用、トラック輸送費、鉄道輸送費、保管施設費等の設定・算出を行い、各輸送方式のコスト比較を行った。その結果を図1に示します。トラック輸送方式では、250km程度以下の近距離のみ、経済優位性が見られた。鉄道輸送方式は250km～500kmにおいて、また、船舶輸送方式は500km以上において経済優位性がある。なお、船舶輸送方式は2,000km程度までの費用がほぼ一定です。

近距離輸送が経済的に有利であることはいうまでもありませんが、今回の検討の結果、遠距離立地の場合であっても海上輸送等が可能であれば処分事業の成立性に影響を及ぼすレベルのものではないこと、鉄道輸送についても関係各所へのヒアリングを引き続き行う必要があること等が明らかになりました。

注1) 鉄道輸送約款第4条が将来改定され放射性物質のコンテナが輸送可能になるという仮定をおいての検討。

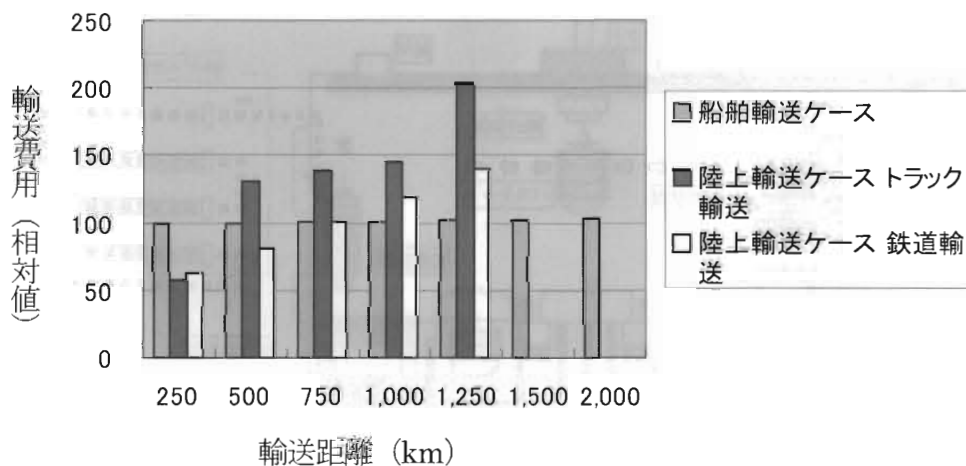


図1 各輸送方式のコスト比較

3. 試験研究用原子炉のデコミ・廃棄物処理処分の検討

技術開発部

わが国では、臨界実験装置を含めて30基の試験研究炉(以下「研究炉」といいます。)が設置され、運転されてきました。現在、運転中は15基、廃止措置は11基、廃止措置完了が4基です。最近では、東芝のTTR-1、立教大のRUR及び武蔵工大炉が解体届を提出し、廃止措置活動を行っています。臨界実験装置を除く廃止措置中の研究炉の諸元等を下表に示します。

研究炉の廃止措置増加の動向に合わせて、原子力学会の標準化委員会が2003年6月に「研究用原子炉の廃止措置に関する基本的考え方」を発行しました。ここでは、廃止措置の計画から完了に至るまでの安全管理等に係る基本的考え方及び留意事項が記述されています。一方、RANDECでは、これまで幾つかの研究炉の廃止措置に向けた放射性物質の評価、分析等、さらに研究炉の解体事例研究を行っています。

しかし、研究炉の解体から解体に伴って発

生する放射性廃棄物の処理処分まで一貫した流れの検討を未だ行ってきませんでした。このため、当センターでは、研究炉のデコミ・廃棄物処理処分検討会を設けて、この流れを前提に法的、技術的、経験的観点及び現状について調査・検討を行いました。この検討には大学炉管理の立場から、高見保清立教大学名誉教授に参加して頂きました。

当検討会は、平成15年8月から開始し、平成16年2月に終了し、この成果を「試験研究用原子炉のデコミ・廃棄物処理処分検討報告書」として発行しました。

本報告書には、日本の研究炉の廃止措置に係る現状、TRIGA-II型研究炉の廃止措置事例研究、研究炉の使用済燃料輸送に関する調査及び放射性廃棄物の処理・輸送・処分についてまとめてあります。また、早急に解決が望まれる多くの懸案事項、課題等を抽出するとともに、この内の幾つかについて、提案、対応策を検討しました。

表 廃止措置中の日本の研究用原子炉

施設名(所有者)	熱出力(kW)	臨界年月	現 状
JRR-1(原研)	50	1957/08	廃止措置中、原子炉本体は展示
JRR-2(原研)	10,000	1960/10	廃止措置中
むつ(原研)	36,000	1974/08	原子炉室は陸上の保管建屋に保管、展示
HTR(日立エンジニアリング)	100	1961/12	廃止措置中
TTR-1(東芝)	100	1962/03	廃止措置中
RUR(立教大学)	100	1961/12	廃止措置中
武蔵工大炉(武蔵工大)	100	1963/01	廃止措置中

二法人統合とRI・研究所等廃棄物

日本原子力研究所 審議役・環境整備計画室長
伊集院 宗昭

原子力学会バックエンド部会主催の第20回バックエンド夏期セミナーが、7月29日(木)及び30日(金)に姫路市で開催された。RI・研究所等廃棄物の処分事業の方向性が間近に迫った原子力2法人の統合問題の影響を受けることなど原子力関係者にとっては関心の深い事項であるとともに、RI・研究所等廃棄物を担当している者にとっても関係者に詳しく説明し、意見をいただくよい機会でもあることから、セミナー事務局からの要請に応じて、標記の講演を行った。以下、講演の内容、意見交換の内容、講演を通して受けた印象等について記す。

1. 二法人の統合について

二法人の統合に関しては、平成15年9月に「原子力二法人統合準備会議」の報告書に記載されているように、簡素・効率的・透明な政府を実現するため原子力研究開発の国際的中核拠点の実現を目指し、原子力安全研究の推進により国の政策へ貢献することを目的とするものであり、統合を機に事業の整理合理化、効率化、活性化が強く求められている。

既に多くの特殊法人、国立試験研究機関が独立行政法人に移行しているが、この制度の特徴は、名前が示すように独立性は強まるが、目標を達成できなければその分だけ経営責任が厳しく問われるというものである。外部評価システムについても、より透明で分かりやすい評価委員会制度に移行し、そこでの評価如何によっては、主務大臣は、法人の廃止まで踏み込んだ措置ができるようになった。

新法人のバックエンド費用、いわゆる、解体、処理及び処分にかかるコストの試算が「原子力二法人統合準備会議」の報告書に記されており、高レベル廃棄物関係のコストを除いて今後80年で2兆円かかることとなってい

る。各年度に必要となる額は最高でも年額350億円以下で推移する(原研とサイクル機構の平成15年度の事業予算は合計2,300億円であるので、予算の5～15%程度)。従って、新法人は不確定要素はあるものの、現状の財源規模に対して比較すると、バックエンド費用に関しては、特別な制度的措置は講じなくとも、総合研究機関として研究開発を着実にやっていくことが出来るだろうと判断された。しかし、今後は予算の伸びも期待しにくいことから、バックエンド費用のコスト削減努力は避けて通れない課題である。

なお、原研とサイクル機構は、両法人統合に先行して「バックエンド対策合同推進室」を平成15年4月から発足させ、すでに多くの分野で共同して作業を実施している。

2. RI・研究所等廃棄物の処分事業について

RI・研究所等廃棄物は、放射線障害防止法(RI法)及び原子炉等規正法のなかの、試験研究炉及び核燃料使用施設から排出される廃棄物であり、とくに原研の放射性廃棄物の大半はこれらの法律の多重規制をうけている。

平成16年6月にRI法の改正がなされ、埋設処分の道が開かれたところである。今後は技術基準の整備など政省令の早期の整備が望まれる。RI・研究所等廃棄物の浅地中処分の安全規制の基本的考え方については、平成10年ごろ原子力安全委員会で数年にわたり議論されたが、安全委員会の機構改革等の影響で議論が中断され、改めて平成15年になり原子力安全委員会の原子力安全総合専門部会(現在は放射性廃棄物に関しては、放射性廃棄物・廃止措置専門部会で審議)で審議再開された経緯がある。

一方、平成14年、文部科学省の研究振興局長の諮問機関として、「RI・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会」が発足し、平成16年3月に報告書がとりまとめられた。RI・研究所等廃棄物の処分事業実施主体の備えるべき条件として必要な資金の調達方法の見通しをつけることがあげられており、高いハードルが設けられた内容になっている。トレンチ処分については、いわゆるオンサイト埋設等を含め、トータルコストの低減化を図る等のほか、ピット処分コストについても現在見直しの最中であるが、かなりの合理化が期待される。

平成12年11月に出され原子力委員会の長期計画では、埋設やクリアランスレベルに関する法令の整備が進むと世界に例を見ない複雑な法体系になることを予想し、「放射性廃棄物は、放射能レベルの高低、含まれる放射性物質の種類等が多種多様であることから、発生

源にとらわれず処分方法に応じて区分し、具体的な対応を図ることとする」と述べている。

一方原子力安全委員会は平成16年6月、RI・研究所等廃棄物埋設に関連する法令整備のうち、「核燃料使用施設から排出される放射性廃棄物埋設処分の基本的考え方」について審議を再開することとしたが、原研としては本件が放射性廃棄物埋設処分に関し、多くの先送りされてきた基本的問題が含まれていることを認識し、サイクル機構をはじめ、電力関係者などとも密接に協議し国際的に整合の取れた規制のあり方を目指し、関係機関に働きかけているところである。

さらにRI・研究所等廃棄物の埋設処分事業に関しては、原研及びサイクル機構は、これまでと同様、(株)RI協会と協力してRANDECを中心とした処分場立地の推進を図るとともに、合理的な処分の安全規制の観点から国が行う関連法令の整備に協力していく。

3. おわりに

以上の講演について、会場から、2兆円積み上げの根拠、DS-161^{注1)}などのクリアランスレベルとBSS(規制免除レベル)^{注2)}の関係、さらに処分事業実施主体の今後の見通し等についての質疑が行われた。第20回バックエンド夏期セミナーには、約150名の参加があり、他の講演においても活発な質疑が行われており、さすがに日本原子力学会のなかの最大の部会の活動であることを深く印象付けられた。

注1) IAEAが2003年4月に出した安全指針(案)で、2004年6月にタイトルを変更して出版されることになった。

注2) IAEA、WHO等と共同で1996年に出版した基本安全基準(BSS)。平成16年5月、これを取り入れた放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律の改正が行われた。

東芝教育訓練用原子炉の廃止措置の実施状況

株式会社東芝 原子力技術研究所
所長 豊原 尚実

東芝教育訓練用原子炉施設(TTR-1; Toshiba Training Reactor-1)は、発電用プラントの製造メーカーとしての立場から、原子炉製造に関する技術水準の向上、原子炉技術者の教育訓練及び原子炉物理、放射化学、遮へい等の研究に使用する目的で設置された。昭和35年5月13日に原子炉設置許可を受け、同37年3月13日に初臨界を達成した。以来、約40年にわたり利用運転を続けてきたが、所期の目的を達成したことから施設を廃止することとし、平成13年3月末をもって運転を停止した。この間の総運転時間は約15,300時間、積算出力は約31MWdである。

平成13年8月8日に原子炉等規制法第38条第1項に基づき文部科学省に「解体届」を提出、解体工事に着手し、平成16年2月末を以って原子炉施設の主要部分の解体を終えた。

1. 計画の概要と実施

解体工事は、全工程を3段階に分かれる。第1段階においては原子炉の運転機能の永久停止措置等を行い、第2段階においては水の無い状態を達成した。第3段階においては原子炉プールタンク、コンクリート遮へい体の解体撤去等を行い、解体を完了する。その後廃棄物を外部処分場へ搬出する計画である。(表1)

平成13年9月より開始した第1段階解体工事では、原子炉運転機能の停止、運転停止に伴い不要となる原子炉冷却系や計測制御系の機器類の撤去及び燃料の搬出準備に係る工事等を実施し、平成14年3月までに終了した。

第2段階工事の特徴は、放射性の解体廃棄物が発生する炉心回りの構造物の解体撤去と水系統の撤去である。この解体工事は使用済燃料の搬出後、平成15年7月より開始し平成16年2月まで実施した。第2段階終了まで

に発生した解体物は、バックグランドレベル以上の線量率の物については専用の鋼製容器に、バックグランドレベル以下の物についてはドラム缶にそれぞれ収納し、原子炉室に保管した(図1,2)。解体物の内訳は表2に示すとおりであり、専用の鋼製容器には炉内構造物等の金属約1トンが収納されている。

第3段階では、解体廃棄物の95%以上を占める遮蔽コンクリート等のクリアランスレベル以下のものを解体し撤去する。なお、第3段階の工事は、クリアランスレベルが制定され、かつ放射性廃棄物の外部処分場への搬出が可能になった後に、開始する計画である。

2. 核燃料物質等の処分

使用済燃料は、米国の核不拡散政策の一環として実施された海外研究炉使用済燃料の引き取り政策を利用して、米国DOEへ引き渡した。

3. あとがき

TTRは、その施設設備の主要な部分の解体撤去工事を完了した。今後は解体工事で発生した撤去物を、外部処分場が受け入れを始めるとまで安全に保管管理していくこととなる。現在、原子炉施設の廃止措置の進め方、解体

中の原子炉施設のあり方について、種々関係機関で検討が進められている。これらの検討に参画しつつ、また、検討結果を踏まえつつ、今後の廃止措置を安全かつ確実に実施していく所存である。

表1 TTR廃止措置の進め方

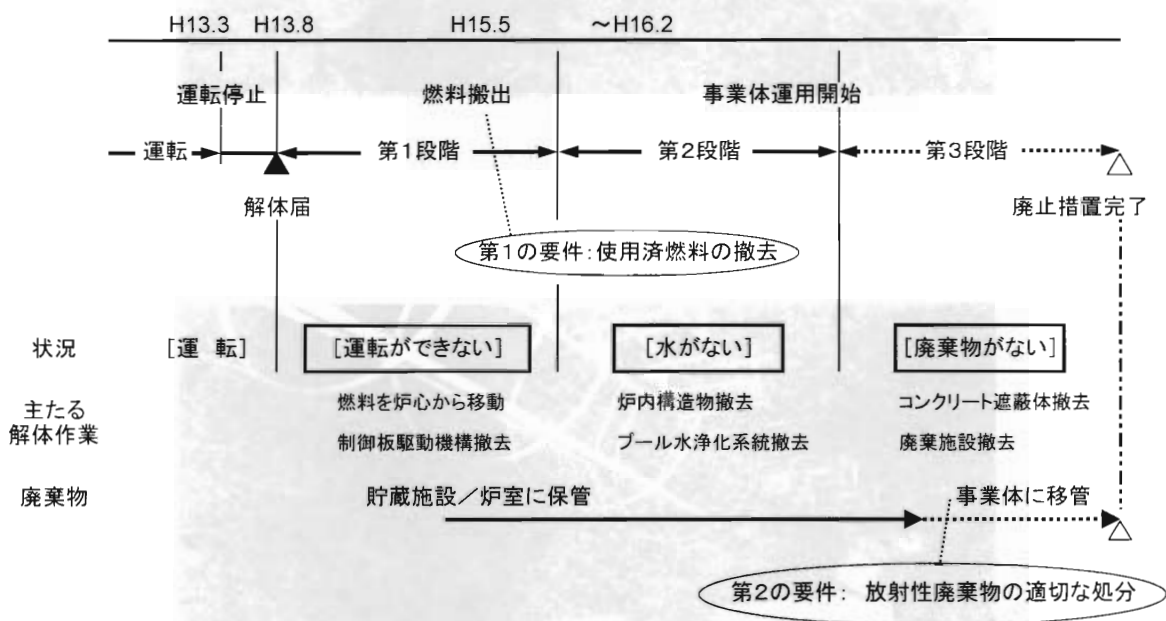


表1 廃止措置作業に係わる解体物(固体)量

(単位:トン)

	金属	可燃物	不燃物	合計
H13-9 ~ H16-2	9.7	0.8	1.7	12.2



図1 原子炉室内の解体物(ドラム缶)

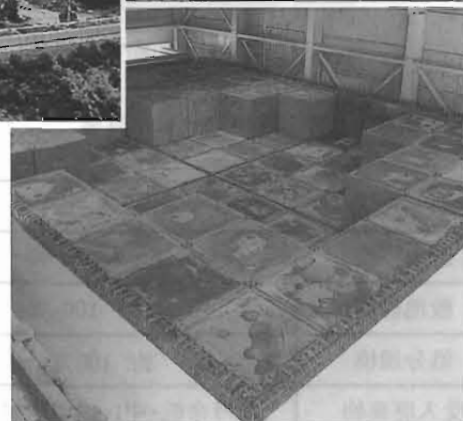
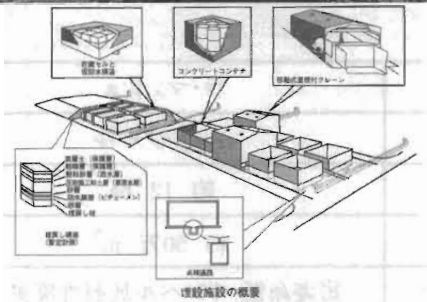


図2 プールタンク内解体物(鋼製容器)

主要国における低レベル放射性廃棄物処分の概況

技術開発部 富樫 昭夫

1. スペイン



処分場	エルカブリル
位置	アンダルシア地方コルドバ県オルナチュロス
敷地面積	約 20 ha
処分規模	約 3.5万 m ³
受入廃棄物	原子力施設、RI使用施設の中低レベル廃棄物
廃棄物発生源	商・研究用原子炉、ウラン鉱山・精鉱燃料加工、医療・研究・工業利用
事業者	ENRESA(全国放射性廃棄物公社)
操業状態	1992年暫定許可の下で操業開始



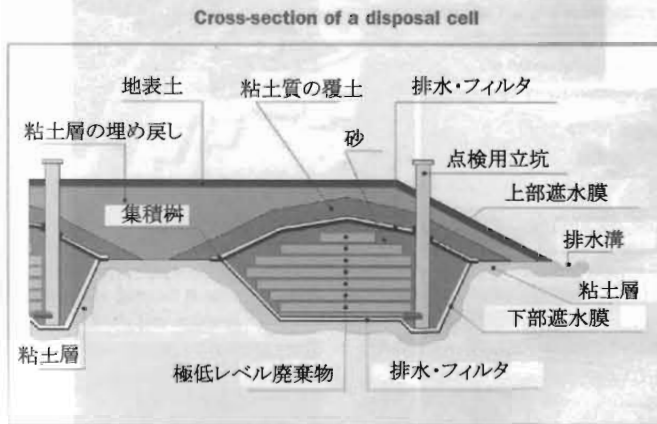
2. フランス



オーブ最終処分場



ラ・マンシュ最終貯蔵場



VLL最終処分場の概念



処分場	オーブ	ラ・マンシュ
位置	ローブ県スレーネーデュイ	シェルブール
敷地面積	約 100 ha	約 12 ha
処分規模	約 100万 m ³	約 50万 m ³
受入廃棄物	短寿命低・中レベル放射性廃棄物	短寿命低・中レベル放射性廃棄物
廃棄物発生源	原子力発電所操業、再処理施設、医療・研究所、産業活動	
事業者	ANDRA(放射性廃棄物管理機構)	
操業状況	1991年操業開始、1992年受入開始	1969年操業開始、1994年受入停止

出典：第3回「RI・研究所等廃棄物の処分事業に関する懇談会」資料3(平成14年4月)
 (財)原子力研究バックエンド推進センター調べ(欧州調査団報告書、ENRESA情報)2001年10月
 (財)原子力研究バックエンド推進センター調べ(ANDRA情報)2003年10月
 放射性廃棄物ハンドブック(平成16年度版)

なぜ施設の運転停止前に廃止措置計画を作成する必要があるのか!

情報管理部 榎戸 裕二

はじめに

国際原子力機関(IAEA)の放射性廃棄物等管理安全条約に関わる第一回検討会合のまとめの中で、“廃止措置成功の因子として”以下の5項目が挙げられている。

①解体費用をカバーできる資金準備、②施設運転期間中の放射能分布や活動状況の記録保管、③新たな原子力施設設計・建設への廃止措置経験の反映、④適切な廃止措置計画作成及び⑤解体廃棄物の処分方策の存在、である。これらは、廃止措置活動が開始される以前から準備すべきこととして運転者に要求するものである¹⁾。

なぜ、しかも、運転中の原子力施設に対しても、実際に廃止措置する前から所定の準備が必要なのか?将来設計し建設する施設にも廃止措置の経験を取入れた設計や運転方法がなぜ必要なのか?最近の国際会議で発表された3つの文献からこの理由と背景を探ってみる。

1. 運転中に計画策定が必要な背景

米国では、施設の恒久運転停止の2年前までにPSDR(Post Shutdown Decommissioning Report:運転停止後廃止措置活動計画)のNRCへの提出を、また、チェコやフィンランドでは、法律により稼働中の原子力施設は5年ごとに廃止措置計画を更新することになっている。なお、英国やフランス、日本も必ずしもこのことに規制上は注意を払っていないようであるが、どの、事前の廃止措置計画も、廃止措置計画(戦略)とその資金調達及び廃棄物の管理見通しが3本柱となっており、またこの3本柱は切り離せない関係にあり、不十分な廃止措置計画の下ではコストの大幅な増加となる。文献²⁾によれば、これまでの廃止措置の大半が、不適切な計画と解体作業までの準備期間が短かったために、計画の遅延等に陥ったりしており、不十分な計画の下で廃止措置を実施した場合には、損失が裕に100百万ドル(110億円)を超えているとされる。

過剰なコストは基本的には準備不足に起

因するが、具体的は、組織の確立や技術的な計画、文書作成等準備作業の遅れによるものと、施設の技術基盤や運転経験と合理的廃止措置方策との開始初期の不整合があるが、後者も他施設の経験の反映という点からは“準備不足”である。前者の一例として、米国のShoreham発電所の廃止措置があるが、ここでは、廃止措置の主体が別会社に移行した時、複雑な組織・実施体制の変更があったため、廃止措置コストの大部分を占める人件費が高騰してしまった。なお、妥当な廃止措置コストの評価に関しては、他の主要な廃止措置での人件費コストが必要であるが、中々公表したがないことも問題であろう³⁾。

一方、ドイツの規制当局が稼働中の施設に対し計画の作成をさせる理由は、プラント運転と平行して計画作成することにより廃止措置の個々の活動、種々の制度的状況が判断でき、全体の調整が容易となること及び運転から廃止措置段階への移行が極めて円滑に進む、とのことである⁴⁾。

2. 事前の計画に織込む内容

ドイツにおける事前の計画作成の主な要件は、廃止措置の3つの最終目標(更地化、工業施設及び原子力法下の施設利用)の一つを設定し、その目標に向けて現有の技術、制度を適用したものとしている。計画内容は、サイトの解放・利用の件の他に、放射性廃棄物の処分に関わることが不可欠、最重要条件である。一時期に多量に発生する解体廃棄物に関しては、放射能評価に基づく発生量、処理場の機能・効率、利用できる処分場の容量と追加的な一次貯蔵用の中間貯蔵施設の容量を総合的に調整したものとなる。これらの内容を有する施設運転中に作成した廃止措置計画をもって許認可を“運転”から“廃止措置”へ変更すべく、運転中にも廃止措置段階への許認可申請手続きが開始できる。

ドイツにおける、事前に考慮する廃止措置の準備の主な内容を以下にまとめる。

- ① 種々の文書・台帳の準備(安全要件、解体手順、運転管理データ、被ばく、汚染台帳放射能評価、建物、エリア、設備の分類)
- ② 論理性(輸送、貯蔵、物流)
- ③ 廃棄物管理(運転及び解体廃棄物と量、除染、解体技術、貯蔵概念、廃棄物の分類、廃棄物解放の方法)
- ④ 施設機能維持(付加機能建設時の防護、機

能を維持する建物、汚染拡散防止用換気空調、昇降機器、計測機器)

- ⑤ 新規設備(排水口、遠隔解体装置、解体及び梱包エリア、中間貯蔵エリア)。

3. まとめ

ドイツでの経験では、事前の計画と準備により、多くの貴重なプラントの廃止措置とその計画策定の経験が生かされ、結果的に全てのプラントの資源が有効に利用できることになる。同時に、事前の計画策定と準備によって、運転者、原子炉主任技術者等の主任者、許認可当局及び専門家間の調整が進み、作業の確認が容易となり、廃止措置の円滑な遂行及び時間の節約が図られることになる。

一方、米国の成功した最近の活動の例として、電力事業者自身が総合請負者(ゼネコン)として機能を発揮したときであった。その理由は明らかであるが、施設の運転停止はされたが、その技術的、管理的基盤と運転の手法を熟知している作業請負者は電力事業者以外にはいないためである。文献(2)の著者は運転中の全原子力発電プラントのオーナーに対して自らのプラントの廃止措置計画作りを“今”始めるべきで、この作成は少人数であるが専任の電力事業者の人員で行うべきである、と主張している。

参考文献

- 1) 使用済燃料管理及び放射性廃棄物管理の安全に関する条約、第一回検討会合概要報告書, JC/RM 1/06/Final Version,
http://www.rasnet.iaea.org/download/concentions/jointcon_summary.
- 2) William J. Manion and William J. Truwilowicz, “Why Operating Reactor Plants Should Plan for Decommissioning NOW”, Trans. ANS 2003 Annual Meeting, San Diego, CA. June 1-5, (2003) 810.
- 3) M. Knaack, “Preparation and Planning of the Decommissioning of Nuclear Plants during Operation”, Proc. KONTEC2003, Berlin, March 19-21, (2003) 461.
- 4) Ed Abbott, “Incorporating Existing Data and Information in Decommissioning Cost Estimates”, Trans. ANS 2003 Annual Meeting, San Diego, CA. June 1-5, (2003) 812.

他に、IAEA Technical Reports Series No.420, “Transition from Operation to Decommissioning of Nuclear Installation”, に事前の計画作成の必要性に関する基本的事項が記載されている。

多国間供用処分場の考察

立地推進部 菊池 敏夫

概 要

国際原子力機関(IAEA)は、多国間廃棄物処分に興味を示している国々からの要請に応じて、多国間処分場を実現する過程を1998年技術的な報告書(TECDOC)として発行した¹⁾。その後、IAEAがこの報告書を評価し、多国間処分構想に興味を持つ国々のために、開発シナリオと実施条件を検討したものを最近発表した²⁾。以下にその概要を紹介する。

1. 多国間供用処分場の概念

多国間供用処分場は、一つの処分場を幾つかの国が利用するものと定義される。多国間処分場を設置する国はホスト国と呼ばれ、パートナー国と呼ばれる他の数カ国からの廃棄物を受け入れる。後者は、顧客国(customer or client country)とも呼ばれる。ホスト国及びパートナー国の他に、例えば、多国間供用処分場への廃棄物の通過国であり多国間供用処分場に利害関係を有する第3国もある。

2. 多国間供用処分場開発のシナリオ

シナリオはホスト国の独立性の程度等に従って以下のタイプⅠ～Ⅲに分類される。

タイプⅠ(付加的シナリオ)

ホスト国がパートナー国から運ばれた廃棄物を自国の廃棄物と同様に取扱うシナリオである。このシナリオでは、ホスト国は処分場の開発のため、政策面、施設の技術的側面、財源上及び自然条件(地質学)を満たす必要がある。この処分場建設の動機は、自らの事業、処分場開発の費用分担、隣国の援助意欲、国際的な安全リスク減少への関与、世界的な処分場数の減少責任等が考えられる。

タイプⅡ(協力シナリオ)

ホスト国とパートナー国間の協力は、処分場の開発及び処分にとって不可欠であり、このカテゴリーの中には、abcのシナリオがある。

タイプⅡa

比較的小規模の原子力開発を行っている工業国は、ホスト国が必要とする全ての技術的要求に対し協力するシナリオである。

廃棄物処分場のサイト数を減らし、個々に処分場を作るような資源の無駄を防ぎ、経済的な利点のあるこの多国間供用処分場構想に、このグループに属する国々からの賛同が得られやすい。

タイプⅡb

少量放射性廃棄物を保有する開発途上の国々が、全て必要な技術及び組織体制等整備にお互いに協力するシナリオである。

タイプⅡc

廃棄物の性状に応じた専用処分場は、国際間の合意を得て成立可能となる。

商業ベースとして或いは、廃棄物の種類を交換する条件で、他国からこのタイプの廃棄物として受け入れる事ができる。

例として、使用済の密封線源の収集、TRU廃棄物或いはHLWとLLWとの交換である。

タイプⅢ(国際化シナリオ)

多国間供用処分場の管理運営を国際機関で行うシナリオである。高度な規制管理が行われるなら実現でき、国際機関の完全な管理下で操業できれば、この多国間供用処分場が世界的に認められる。この場合、ホスト国は国際機関に必要なサイト地域を移譲することになるので、国の主権移譲の課題が生じる。以上のシナリオは代表的なものであり、上に述べた同種のまたは種々の組合せが考えられる。将来、実現できるシナリオはホスト国の必要性及び関心事に依存しており、また、パートナー国の要求対応能力にも依存している。

3. 経済性と資金計画

廃棄施設特に地層処分の建設には、地下及び地上施設の設計、建設費、建設基盤の整備、基本的装備品や材料の調達、ライセンス取得にかかる費用等が必要となる。

運転費用としては、施設の安全確保、保守費用、装備品及び管理費などで、1処分場当たり、数億USドルになる。これらの負担は、放射性廃棄物を発生するどの国にとっても重大な関心事である。従って、このような大型の多国間供用処分場は、各国の負担を低減することができる。

ホスト国は、処分場を維持するため、コストの分担金削除、環境美化、教育等について、パートナー国と交渉をできるようにする。

ホスト国とパートナー国には、長距離輸送の問題がある。輸送モードとしては海上輸送と陸上輸送、さらに鉄道輸送の組合せがあり、様々なコストが発生する。

参考文献

- 1) IAEA, "Technical, Institution and Economic Factor Important for Developing a Multinational Radioactive Waste Repository", IAEA-TECDOC-1021 (1998).
- 2) J. M. Potier, S. Hossa, "Considerations on Multinational Repositories", Proc. WM's Conference, Tucson, AZ, Feb.29-Mar.4, (2004).

これらは、ホスト国とパートナー国、パートナー国同士、第3国とホスト国及びパートナー国間で法律的、財政的な調整が必要になる。

多国間供用処分場の開発は、10年以上にわたる長期間の仕事である。従って関係する全ての国々はこの間、失敗や重要な遅れに伴う財政的リスクをもつ。これらは、ホスト国やパートナー国の政治システムの交替から生じるリスクを含んでいる。これらのリスクは処分場コストの劇的な増加を生じるか、プロジェクトが失敗する場合には投資された資金を失うことになる。

4. 安全性及び核物質防護

IAEAの保障措置の目的は、核物質や核の装備品が平和利用から核兵器への開発や生産に転用されないことを証明することにある。

ホスト国、パートナー国及び第3国は、多国間供用処分場や使用済み核燃料に対してIAEAの保障措置制度を採用することになる。

処分場の施設に対するアクセスは厳しく管理され、地上及び地下を遠隔監視することにより、処分場に対して地上及び地下からの違法な行動、アクセスを発見する設計になる。

ホスト国は、処分を行なうことが、環境的に容認されること及び放射線障害を引き起こさないことの証明が確実に要求される。この他、順守すべき国際基準がある。ホスト国は、処分場の安全を高度な評価基準によって保ち、処分場自体を最高水準に維持することが求められる。

安全な処分場の設置は、ほとんどの国で可能であり、安全確保は、地質状況と廃棄物に対する封じ込め及び工学的障壁との適切な組合せにより実現できる。

仏国の解体廃棄物管理システム

技術開発部 妹尾 宗明

はじめに

フランスでは原子力開発の初期段階に建設された動力炉の解体が今後数年以内に行うことが計画されている。原子力施設を解体することにより発生する廃棄物の処理処分は、放射線管理の問題を含んでいる。フランスではこれらの問題に対応するため、独自のシステムを導入した。このシステムの特徴は、廃棄物、施設の解放基準(クリアランスレベル等)を持たずに、放射性廃棄物と非放射性廃棄物の発生場所を区分すること(ゾーニング)によって管理を合理的に行うものである。このシステムはその固有の一貫性が高いレベルの安全性と確信を達成しつつオペレーターによって容易に適用可能であり、関係者に広く受け入れられている。フランスの原子力安全担当機関は、この方法論が医療、研究及び産業活動から発生した廃棄物、あるいは過去発生分や修復活動からの廃棄物の処理処分により広く適用できるよう今活動中である。

このシステムの詳しい報告¹⁾が出されたので、その概要をまとめる。

1. 解放基準のないシステムを目指した理由

対象物が汚染されているかどうかを決めるために測定にのみ依存するシステムは、原子力施設の解体時に発生するような大量なもの、種類の多いものに適用すると失敗しかねないことが経験的に分かっている。測定システムを日々異なる部材の大きな物流を扱えるようにしておくことが必要であれば、正確な測定(測定対象物の表面の汚染や多量のレベル低い汚染測定のような)を諦めなければならないというような技術的な選択を含んでいる。

主としてバルクの放射線測定を行うときには、より汚染の少ない試料がバルク体積の内部を隠すことがあり、フランスでも過去にいくつか許容しがたい表面の汚染あるいは大量の内部汚染があるにもかかわらず、管理漏れが生じるという状況をおこした。また、解放基準も社会的受容の観点から議論を呼びやすい。

2. システムの安全性の改善

安全分野では一般的であるが、独立した

複数の防護ライン(independent lines of defence)がこのシステムの基本となっている。

第1の防護ラインは、区域指定の設置(installation zoning)と呼ばれるものである。

放射性廃棄物(放射性核種によって汚染されたか、あるいは放射化されたか、その可能性のあるもの)と非放射性廃棄物を分離するために区域指定を行う。注目すべきことは区域指定するためにはどんな選別レベルも設けていないということである。

区域指定は主として以下の観点から判断される:

— 設備、部材が持っていた機能の分析(汚染されるか放射化される可能性があるかどうか決める);

— 設備の過去の操作を歴史的に分析し、通常操作と事故時の両面から部材汚染の可能性の有無を決定する。また、この設備が本来の目的を外れて別の目的に供されたようなことがあれば、その際にも通常操作と事故時の両面から汚染された可能性を調査する。

放射性廃棄物区域と非放射性廃棄物区域の区域指定は地理的な方式で行うことができ、その分離を有効に保つためいくつかの規則がある。

まず、汚染の拡大を防止するため、適切な汚染検知装置を設備内区域に設置し、指定した両区域を行き来する人、物を管理が機能的に行われていることを常時チェックしなければならない。同時に、このチェックは区域指定のために行われた機能分析の結果が正しかったことを補強することにもなる。

区域指定は換気経路、物流経路等も考慮に入れて汚染拡大のない単純なものではない。

一定の深さ以上に放射能汚染または放射化が起これないことをオペレーターが実証することができれば、「放射性廃棄物区域」と「非放射性廃棄物区域」の境界をコンクリートの壁の中に設定することも認められる。この説明は、実験のデータで広範囲にチェックされた物理的なモデルに基づくものでなければならない。そのモデルの適用範囲は明示的でない限りならない。汚染または放射化の深さは、十分に裕度を持ったものでなければならない。

第2の防護ラインは、確認のための測定である。オペレーターは、「非放射性廃棄物」が確かに汚染されておらず放射化もされていないことを放射能測定でチェックすることで確認しなければならない。さらに、これらの測定装置は、放射性廃棄物区域から発生した廃棄物の分類に使用する。

これらの測定は設備の中に含まれる可能性のある放射性核種の種類および廃棄物の種類

毎に適応しなければならない。目標は、産業規模の物流及び発生廃棄物に対して利用可能な最良の技術によって最良の可能な測定手続き(つまり検出限度の最も低い方法で)を実行することである。

原子力施設から発生した廃棄物は(非放射性区域から発生したものであれ)確認のために、少なくとも1つのバルク測定が行われる。第3の防護ラインは非放射性廃棄物の処理設備の入り口に設けられた放射線モニターである(現時点では必須ではない)。

3. まとめ

仏国では、クリアランス・レベルの導入とは異なる方法で今後活発になる原子力施設の解体の廃棄物問題に対応しようとしている。この論文では、技術的、社会的な観点からの廃棄物管理が工業的に実現可能で広く受理することができ、従って、原子力施設のオペレーターが広範囲な施設解体プログラムを実施することができるが示されている。解体後のサイトへ課される使用制限の課題は全く新しく、フランスの規則でまだ実施されていないが、将来の規制の方向性はこの論文の中で示されている。

ここに記述したシステムはいくつかの障害を含んでいる。近隣の国々によってそれが実施されていないということだけではない。将来共通の要件を定義するために国際的なレベルで適切な議論が行われるべきであろうが、これまでの経験からみてもこれはなかなか困難な課題である。

参考文献

- 1) J. Averous, E. Chapalain, "How to build a National system for decommissioning waste without the benefit of a site or defined free release criteria, The case of FRANCE", Proc. WM's Conference, Tucson, AZ, February 29-March 4 (2004).

米国・ランチョセコ原子力発電所の解体進捗状況

情報管理部 石川 広範

米国・カリフォルニア州サクラメントにあるランチョセコ原子力発電所(電気出力91.3MW、PWR型原子炉)は、1975年に運転を開始したが、1989年に行われた同発電所の存続の是非を問う有権者による住民投票より、運転継続を認めない提案が僅差で可決され、運転を停止した。

最初の解体計画では、2008年まで安全貯蔵を行ってから解体撤去を進める方針であったが、解体を早めることにより、解体廃棄物の処分費用を削減し、プラントの知識・経験の豊富な従業員を維持できる等の理由により、解体計画を加速させ、2008年10月までに最終サーベイを完了させる計画である。同発電所の主要な廃止措置活動、今後の解体計画等^{1), 2)}について紹介する。

1. 使用済燃料の管理

原子炉停止後、炉心から燃料を取り出し使用済燃料プールで保管していたが、サイト内に中間貯蔵施設が完成したため、燃料移動を2001年1月より開始し、2002年8月に完了した。現在、使用済燃料は21個のキャニスターに入れて中間貯蔵施設で乾式貯蔵を行っている。

2. 使用済燃料プール内機器の解体

2003年の前半に使用済燃料プール内燃料ラックの除染を行い、ユタ州のエンピロケア低レベル廃棄物処分場へトラック輸送した。燃料ラック外側の線量率は、 $20 \mu\text{Sv/h} \sim 0.8 \text{ mSv/h}$ 程度であり、燃料ラックセル内部のホットスポット部で $10 \text{ mSv/h} \sim 40 \text{ mSv/h}$ であった。ほとんどの汚染は、高圧洗浄により輸送基準以下に除染できたが、基準値まで除染できなかったホットスポットの一部については、グラウトを詰めることにより 0.8 mSv/h 以下に線量率を低減することができた。

燃料ラックの撤去に引き続き、使用済燃料プールの床と壁を高圧洗浄により、 500 Bq

$/\text{cm}^2$ 以下になるまで除染を行った。現在、二次発生廃棄物の発生が少ないとの理由により、炭素鋼バイトを使用した機械的工法でステンレス製のプールライナーの撤去を進めている。

3. 原子炉圧力容器及び炉内構造物の解体

原子炉圧力容器を一括撤去で行うには、鉄道輸送は、サイズ、重量、公衆の理解等の観点から困難が予想され、また、水路を使用した輸送船での搬送は、河川までの距離が約40km程度ある上、さらに海上輸送にパナマ運河もしくはホーン岬(南米最南端の岬)を経由する長距離輸送が必要になるなどの難点がある。そのため、原子炉圧力容器をサイズ、重量及び放射エネルギーが等しくなるよう縦方向に4分割し輸送用キャニスターに入れ、鉄道によりエンピロケア処分場に陸上輸送することを検討している。

原子炉圧力容器の切断に際しては、炉内構造物を安定させ切断効率を高めるために原子炉圧力容器の隙間にグラウトを注入することを考えている。また、線量率の高い炉内構造物の一部は、GTCC廃棄物(クラスCよりレベ

ルの高い廃棄物で、浅地中処分のできない廃棄物)としてキャニスターに入れ中間貯蔵施設に使用済燃料と一緒に保管する計画である。

4. 原子炉圧力容器上蓋の解体

原子炉圧力容器上蓋の解体撤去は、2003年5月に開始し、2004年の4月に完了した。解体に先立ち、一括で撤去し処分場へ移送する方法と分割し移送する方法について、輸送容器、切断費用、エンピロケア処分場への輸送費用等の検討を行った。その結果、分割撤去が一体撤去の半分の費用で行えるとの結論が得られたため、ダイヤモンド・ワイヤソを使用し5つに切断した(上部を2分割しフランジ部を3分割)。放射線量率は、直接測定で圧力容器上蓋が2 mSv/h、フランジ部が0.8 mSv/h程度であった。

5. 加圧器の解体

加圧器は長さ13.7 m、重量136トンで、外側の線量率は、加圧器底部の2 mSv/hのホットスポットを除き0.2 mSv/h以下であった。ホットスポット部には表面の輸送基準2 mSv/h以下に適合するよう炭素鋼板を溶接した。また、加圧器の開口部には閉止措置を施

し、2004年5月のエンピロケア処分場への一体輸送に向けて準備を進めている。

6. 蒸気発生器の解体

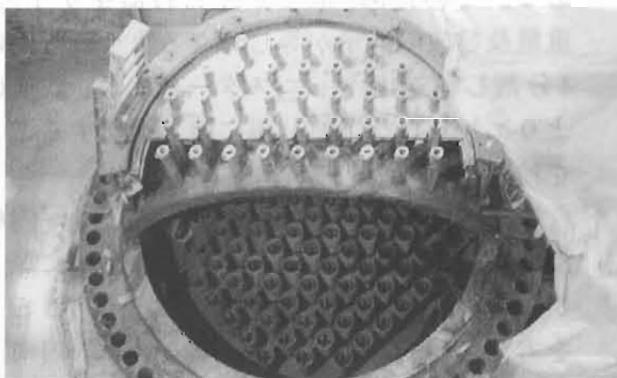
蒸気発生器は長さ22.25 m、直径3.81 m、重量570トンあり、一体で処分場へ鉄道輸送することが難しいことから、蒸気発生器を二つに切断し、切断部に鋼板を溶接し密閉措置を施すとともに、その他の開口部も密閉し、処分場へ鉄道輸送する計画である。最も高い放射線量率は、蒸気発生器内部細管の中心部で25 mSv/hであり、蒸気発生器外側の放射線量率は20 μ Sv/h以下である。2005年後半に処分場へ輸送する計画で、安全性や放射線影響等に関する検討・評価を進めている。

7. 廃棄物の処理処分

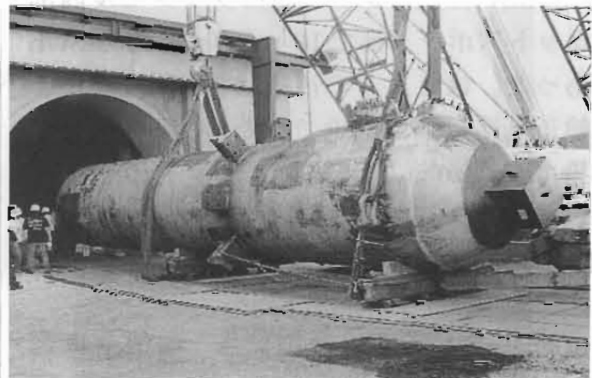
2003年の廃棄物管理では、収納容器やドラム缶等に効率良く収納できる廃棄物(736m³)についてはエンピロケア処分場で埋設処分を行い、減容や除染で無拘束解放できる廃棄物(241m³)については廃棄物処理業者に搬出した。放射性物質と接触しないプラント機器及びグリット・ブラスト除染で簡単にクリーンにできる廃棄物(45,359 kg)は無拘束解放した。

参考文献

- 1) M.W. Snyder and J.M.Newey, "Rancho Seco-Decommissioning Update", Proc. WM's Conference, Tucson, AZ, February 29-March4 (2004).
- 2) NEWSLETTER, "Decontamination Decommissioning and Reutilization Division", May, (2004).



原子炉圧力容器上蓋の切断



加圧器の搬出

委員会報告

平成 16 年 7 月以降に開催した RANDEC の各委員会は以下のとおりである。

日 時	委 員 会
平成 16 年 7 月 16 日	委員会名：解体廃棄物リサイクル技術開発委員会(第 1 回)
	出席委員：阿部昌義委員長（日本原子力研究所東海研究所バックエンド技術部長）他 6 名
	主な議事内容： 合理的な解体廃棄物リサイクル技術開発に係る解体金属廃棄物の再利用技術開発として、ステンレス鋼を用いたリサイクル(熔融)試験、解体廃棄物リサイクルシステムの概念設計を継続するとともに、合理的な再利用システムの検討に資するためのリサイクルプロセス統合評価システムコードの開発を進める。これら平成 16 年度事業実施計画(案)について審議し、了承された。
平成 16 年 8 月 6 日	委員会名：再処理施設の廃止措置におけるラジカル除染法適用性試験検討委員会(第 1 回)
	出席委員：武田誠一郎委員長（核燃料サイクル開発機構 東海事業所 環境保全・研究開発センター 環境保全部長）他 3 名
	主な議事内容： 平成 15 年度に引き続き、ウランによる模擬汚染物を用いた系統除染試験を継続して実施するとともに、除染試験が終了した後、使用した試験装置を解体・撤去する。また、これまでの試験の成果を基に、再処理施設の廃止措置におけるラジカル除染法の適用性について総合評価を行う。これらの計画について報告し、了承された。
平成 16 年 8 月 30 日	委員会名：高速炉冷却材ナトリウムの除染に関する調査委員会(第 1 回)
	出席委員：宮崎慶次委員長(近畿ポリテクカレッジ校長)他 8 名
	主な議事内容： カザフスタンの原子力技術センター及び原子炉 BN-350 を運転・保守をしている専門家を招へいし、BN-350 廃止措置の概要、一次系ナトリウムの固化方法の説明を受けた。日本側からは、常陽のナトリウム含有廃液の処理に関する説明を行った。 また、ナトリウム炉の廃止措置に際して、 β ''-アルミナを使用したナトリウム中の核種除去システムの検討、BN-350 における FP、CP、トリチウムの生成、移行量評価等を実施する。 これらの平成 16 年度の事業計画について審議し、了承された。

ご案内

第16回「報告と講演の会」

—原子力研究のWaste Managementの確立を目指して—

当センター主催にて第16回「報告と講演の会」を以下の通り開催いたします。

開催日時:平成16年9月28日(火) 13時15分～17時00分

開催場所:石垣記念ホール(赤坂・三会堂ビル9F)

プログラム

1. 基調講演

「宇宙空間と人類時間 —放射性廃棄物の処理処分を考える—

前原子力委員会委員長 藤家 洋一 殿

2. 特別講演

「フランスにおける低レベル放射性廃棄物処分の現状について」

フランス放射性廃棄物管理機構(ANDRA) Business Manager

Jean-Louis M. TISON 殿

3. 事業報告

(1) 総括事業報告

専務理事 足立 守

(2) テーマ事業報告

① 「解体廃棄物リサイクル技術開発」

—解体廃棄物リサイクル評価コードの開発—

参事 浅見 知宏

② 「低レベル放射性廃棄物処分場の立地選定手順」

参事 石堂 昭夫

第16回「原子力施設デコミッショニング技術講座」

当センター主催の第16回「原子力施設デコミッショニング技術講座」を以下の通り開催いたします。

開催日時:平成17年2月4日(金) 10時～17時

開催場所:石垣記念ホール(赤坂・三会堂ビル9F)

米国調査団のご案内

(1) 期 間 平成17年2月22日(火)～3月6日(日)

(2) 参加会議 WM'05(放射性廃棄物管理等に関する国際会議)

主催 WASTE MANAGEMENT SYMPOSIA, INC

開催期間 2月27日(日)～3月3日(木)

開催場所 米国アリゾナ州ツーソン市

(3) 施設訪問(予定)

① バーンウェル処分場(サウスカロライナ州)

② オークリッジ濃縮プラント(テネシー州)

③ ユッカマウンテン高レベル放射性廃棄物処分場(ネバダ州)

©RANDEC ニュース 第62号

発行日 : 平成16年9月15日

編集・発行者 : 財団法人 原子力研究バックエンド推進センター

〒319-1111 茨城県那珂郡東海村舟石川821-100

Tel. 029-283-3010, 3011

Fax. 029-287-0022

ホームページ : <http://www.randec.or.jp>

E-mail : decomi@randec.or.jp