

RANDEC

Feb.2010 No.83

ニュース

(財)原子力研究バックエンド推進センター



プルサーマルの開始にあたって

電気事業連合会

専務理事 久米 雄二

エネルギー資源に乏しいわが国において、ウラン資源の有効活用やプルトニウムの平和利用に資するプルサーマルの実現は、電力業界にとって長年の念願であり、昨年12月の九州電力玄海原子力発電所3号機の営業運転開始は極めて大きな前進となった。

プルサーマルの導入は、わが国の原子力開発の初期から原子力政策に位置付けられており、現在の「原子力政策大綱」や「エネルギー基本計画」においても引き継がれている。

プルサーマルとは、軽水炉においてプルトニウムを利用することであり、プルトニウムはウランと混合した「MOX燃料」として、軽水炉に装荷する。MOX燃料とウラン燃料を比較すると特性に大差はなく、ウラン燃料と同様に十分安全性を確保して利用することが可能である。諸外国ではフランス、ドイツ、アメリカ等において相当数の装荷実績があり、これまで安全に運転されている。

電気事業連合会はプルサーマル導入計画を1997年に公表したが、MOX燃料データ改ざ

ん問題、原子力発電所自主点検に関する不正問題等により、原子力に対する信頼を損ない、導入開始時期が大きく遅延していた。しかしながら、資源の乏しいわが国において、将来にわたりエネルギーを安定的に確保していくためには、原子燃料サイクルの確立が不可欠であり、プルサーマルの重要性は変わるものではない。電気事業者はプルサーマル導入に向けて、地元をはじめとする国民の皆さまへの信頼回復や理解活動等に業界を挙げて取り組んでいるところである。九州電力に引き続き、四国電力、中部電力においては、MOX燃料輸送を昨年完了しており、他の各社においても、地元への申し入れや燃料加工契約締結など、プルサーマル計画は着実に進展している。

電気事業者は2015年度までに全国16～18基の原子炉でのプルサーマル導入を目指すとともに、原子燃料サイクル確立に向けて引き続き全力で取り組んでいく所存である。

RANDECニュース目次

第83号 (2010年2月)

巻頭言 プルサーマルの開始にあたって

電気事業連合会
専務理事 久米 雄二

第21回 報告と講演の会の開催	1
	総務部
第22回 原子力施設デコミッショニング技術講座の開催	3
	情報管理部
平成21年度 海外調査団(韓国)の調査結果の概要	5
	鈴木 康夫

RANDECの事業に関する近況報告

1. 物流システム事業の検討状況	8
	物流システム事業化準備室
2. 物流システム事業化の検討ホームページの開設	9
	物流システム事業化準備室
3. 灰化処理による減容・安定化実証試験結果の総合評価を実施	10
	技術開発部
4. 海外出張報告「英・独の廃止措置と廃棄物管理」見聞紀行	11
	常務理事 森 久起

関係機関の活動紹介

・ダイヤモンド工具による金属切断・研磨	14
	株式会社 セルナック

海外技術情報

1. エルカブリルの極低レベル放射性廃棄物の処分施設について	16
	宮本 喜晟
2. 原子力施設の汚染された排気筒の特性評価	19
	日野 貞己
3. 原子炉廃止措置に伴う大型機器の取り扱いに関する検討	22
	泉田 龍男

委員会報告	25
-------	----

第21回 報告と講演の会の開催

総務部

平成21年11月30日(月)東京都港区赤坂の三會堂ビル石垣記念ホールにおいて、例年恒例となっていますRANDEC主催の第21回「報告と講演の会」を開催しました。

今回の「報告と講演の会」には、国会議員、文部科学省、環境省、内閣府の関係者、茨城県、青森県等の地方自治体関係者の皆様を始め日頃より当RANDECをご支援いただいている多数の方にご来場いただき盛大に開催することができました。

はじめに主催者を代表して菊池理事長より世界的な視野からも原子力発電そのものが地球温暖化対策として効果的であることが徐々にではありますが浸透してきており、そのような中でRANDECとしても、①原子力施設の廃止措置技術の調査・研究、②研究施設等廃棄物の処理・処分に係る調査・検討、③バックエンド技術の普及啓発の3本の柱で世の中に貢献できるよう今後も務めて参りたい旨挨拶をさせていただきました。



菊池理事長 挨拶

続いて、来賓としてご出席いただいた文部科学省研究開発局原子力計画課長田口康様からRANDECが果たす役割は非常に大きく、この20年余りの経験を活かしてさらなる活躍

を期待するとのご挨拶を頂戴いたしました。

引続き特別講演に移り、大変お忙しい中講演をお引き受けいただいた原子力委員会委員松田美夜子様から「英独における廃止措置の状況と日本のこれから」と題して海外視察を踏まえたご講演をいただきました。



特別講演

原子力委員会委員 松田 美夜子 様

本年8月上旬に視察した英国及び独国の原子力施設の廃止措置並びに廃棄物のリサイクル状況を踏まえ、我が国でもこれから本格化する廃止措置を見据えた廃棄物リサイクルのあり方について話していただきました。

今回の視察を通して、廃棄物を単にマイナスに捉えることなく、儲ける仕組みも作ろうとお互いに努力をしていること、また社会もただ単に怖いものだという意識ではなく、クリアランス検認されたものも早く市場に出すという意識に驚かれたとのことでした。

特に独国においては、クリアランス検認後の解体資源は循環ビジネスとして定着していること、特に金属資源は解体した途端に業者

が引き取りに来る状況であり、そのほとんどが再利用されているとのことでした。

また、放射性廃棄物であっても、一般産業廃棄物に比べて放射線があるかないかの違いであって、原子力の専門家だけで悩むのではなく、一般産業廃棄物の専門家と連携することも必要であり、このため廃止措置からリサイクルまで扱う廃止措置統合リサイクルシステムを社会システムとして構築していく必要があるとの考えを述べられました。さらに、環境省、文部科学省、経済産業省並びに廃棄物発生者、廃棄物処理事業者が一体となって足並みを揃えれば、日本もこの分野でトップランナーになれる、そのため、みんなで頑張りましょうと締めくくられました。

休憩の後、RANDECの事業報告に移り、はじめに福田常務理事より総括事業報告として、①研究施設等廃棄物の処分地の立地等処理処分事業に関する調査、②大学・民間等事業者から発生する低レベル廃棄物の物流システムの事業化検討、③原子力施設のデコミッションングに関する調査・研究、技術・情報の提供、④人材の養成、普及啓発についての取組状況と事業の成果について報告を行いました。



第21回「報告と講演の会」開催状況

続いて個別事業報告に移り、情報管理部の榎戸部長から文部科学省からの受託事業として実施した「試験研究炉等廃止措置安全性実証等（プルトニウム燃料製造施設の廃止措置）」について、平成16年度から平成20年度までの5年間にわたり実施したプルトニウム含有廃棄物の安定化処理技術の実証試験結果について報告しました。

また、物流システム事業化準備室技術部の室井部長から「研究施設等廃棄物の物流システム事業化に向けた取り組み状況」についてと題し、大学・民間等の研究によって発生した廃棄物について、物量調査、廃棄物の処理施設の設計検討を踏まえて実施した経済性評価及び技術課題の整理など、事業化に向けた評価内容について中間報告を行いました。なお、休憩時間には、12月より立ち上げた物流システム事業化に係るホームページの紹介も行いました。

さらに、総務部の佐藤部長から平成20年度に行った米国の廃棄物管理調査について、バーンウエル処分場等を視察した結果について報告を行いました。また、今回の報告と講演の会の直前に行った韓国調査の結果について立地推進部の鈴木課長から原子力政策関係者との意見交換や慶州で建設中の中・低レベル処分施設の視察状況等について報告を行いました。

最後に森常務理事より閉会挨拶を申し上げ、滞りなく会を終了しました。

多数の皆様にはご多忙の中ご参加をいただきまして誠に有難うございました。当RANDECは、公益法人として皆様のお役に立ちながら原子力開発利用に貢献して参りますので、引き続きよろしくお願い致します。

第22回 原子力施設デコミッショニング技術講座の開催

情報管理部

平成21年10月27日東京都港区赤坂の三会堂ビル石垣記念ホールにおいて当RANDEC主催の第22回原子力施設デコミッショニング技術講座を開催しました。各分野の8件の講演に対し、これまでに最大の70名を超える参加があり、最近の原子力施設の廃止措置活動及び関連する低レベル放射性廃棄物管理動向についての関心の高さが示されました。

第22回目今回の講座は、従来の講座と比べ2つの点で新規性を持たせました。第1は開催時期の件です。従来の年度末の2月初旬頃から10月後半に早めました。第2は、これまでは原子力産業になじみの薄い企業の中で、廃止措置技術や廃棄物管理の分野で期待できる技術を積極的に発掘するとの意図から民間会社の注目技術について講座に加えたことです。

さて、講座では特別講演として東京大学大学院新領域創成科学研究科の岡本教授が「原子力発電所等の廃止措置学会標準（改定版）の目的と適用」について紹介されました。この改定版は原子炉等規制法の改正（2005年）に伴い先生が中心となって日本原子力学会が作成・規定した学会標準「原子力施設の廃止措置の計画と実施：2006」を、東海発電所及び「ふげん」の廃止措置計画の申請と認可の経験を踏まえ、法令の要求（性能規定化）に従い技術的要求事項を明確にすることを目的としたものです。改定版「原子力施設の廃止措置の計画と実施：2009」を規定したことにより今後の廃止措置計画の申請・認可手続きに関し共通的な要求事項の記載が明確になったことを説明されました。

日本原子力発電(株)廃止措置プロジェクト推進室の山内副室長からは廃止措置開始から8年目を迎えた東海発電所の活動状況と具体的になってきた解体廃棄物の管理の現況につ

いてご紹介があり、廃棄措置の活動状況では、現在行われている熱交換器の撤去の準備、実績、計画、手順、適用技術、また次のステップである原子炉解体シナリオなどの興味深い内容が紹介されました。解体廃棄物の管理ではレベル区分と処分経路及びクリアランスされたものの再利用の実績等、広範囲な内容について説明されました。

日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」という）の原子炉廃止措置研究開発センター計画管理課の尾崎課長代理からは、使用済燃料及び重水の計画的な搬出、廃棄物の管理及び施設設備の維持管理、タービン設備の解体、特に主蒸気管、給水加熱器及びその接続配管の工事などの現状について紹介されました。給水加熱器本体や管束の切断、重水浄化系の残留重水回収、カランドリアタンク内のトリチウム除去装置の試運転、クリアランス検認機器の設置準備等の技術開発の状況等についても説明されました。

原子力機構人形峠環境技術センター計画管理室の杉杖技術副主幹からは、平成20年度から本格的に開始された製錬転換施設の廃止措置について紹介されました。わが国で初めて実施される大型核燃料施設の廃止措置の基本方針、廃棄物発生量の極小化、解体期間の短縮、金属のクリアランスなどの他に、立地地域、大学や地元企業との連携について紹介があり、管理区域内の設備の解体撤去は3年間

で行うこと、解体物は一般廃棄物（産業廃棄物）、管理物品（1トンコンテナ）及び汚染物（200ℓドラム缶）に区分することが説明されました。平成20年度の実績として、施設内の9部屋の314トンの機材の解体を実施し、その内、汚染物は164トンであったとの紹介がありました。

次に、注目技術の最初の講演として高松市のバンドーレテック(株)の西村常務取締役から「解体における組み合わせ工法」について紹介がありました。高所での大型構造物を各種の解体工法を最適に組合せ大半のニーズに答えていることを画像で説明されました。ワイヤソーと超大型重機圧碎機、ウォールソーとクレーンなど、将来的には大型ブレーカー工法・転倒工法・火薬類破碎工法・ハンドブレーカ工法・静的破碎工法、コアボーリング等の組合せが検討できるとして廃止措置への適用性が示唆されました。

二つ目の注目技術として(株)リーテムの中島会長から「産業廃棄物処理技術からみた原子炉廃止措置」について紹介がありました。中島会長はリサイクル会社の経営の傍ら、我が国の産業廃棄物リサイクル問題の専門家として活躍されており、その観点から原子力施設の廃止措置に伴う解体廃棄物のあり方について紹介されました。原子力施設からは大量の資源リサイクルに適した高品質の回収可能な形態の廃材が発生すること、埋設処分や産廃処分すれば数兆円必要となること、他方で、簡単には直ちにリサイクルできないこと、規制から解除されたもののリサイクルに

は、そのトレーサビリティの実施体制の確立が必須となること、発生個所から製品となるまでのトレーサビリティ追跡管理システム（情報管理センターで統括する）の機能整備の必要性について紹介されました。

当RANDECからの報告2件では、まず、情報管理部深尾主査から「廃止措置における金属廃棄物等の処理・保管管理シミュレーション」について、100万kW級原子力発電所の解体で発生する金属廃棄物を対象として処理・保管を行い、処分又は再利用として施設外へ搬出するまでの最適な廃止措置活動の進め方と廃棄物管理を支援するコードの開発状況に関してシミュレーション結果を用いて紹介しました。

最後に、物流システム事業化準備室設備準備部の清水次長から当RANDECが進める事業として「大学・民間等から発生する研究施設等廃棄物の物流システム事業化における設備調査の検討」について近況を紹介した。原子力機構法の改正内容と当センターの事業の位置づけ、事業内容と工程、対象廃棄物の現状と区分、処理方策と適用技術及び物流システム事業の拠点イメージ、放射能濃度と廃棄体確認機能の概念、これらを実施するための法規則の調査結果について具体的に紹介しました。

最後に当たり、本講座のために貴重な資料を準備、提供頂いた講師の方々に御礼申し上げます。

平成21年度 海外調査団（韓国）の調査結果の概要

物流システム事業化準備室／立地推進部 鈴木 康夫

2009年暮、韓国はUAEによる中東地域で最初の原子力発展事業プロジェクトの事業者に選定された。これは受注額400億ドルにのぼる韓国史上最大のプロジェクトである。この直前、RANDEC海外調査団を韓国に派遣し、韓国の原子力の“元気さ”を目の当たりにした。詳細は平成21年度海外調査団（韓国）報告書に記載するが、ここでは調査団の調査結果の概要についてご紹介する。

調査団の目的及び訪問場所は、以下の項目とした。

1. 韓国の原子力政策に関する調査(ソウル)
2. 韓国の中・低レベル放射性廃棄物処分施設に関する調査(慶州 月城)
3. 韓国の原子力発電に関する最新技術の調査(釜山 古里)



外務省ホームページ地図

急な募集にも関わらず、各界の優れた方々総勢21名にご参集いただいた。まだまだ知られていない韓国の原子力への関心の高さが伺えた。期間は2009年11月15日－11月18日の3泊4日ながら、お隣の国ということもあり、効率的に多くの施設を訪問できた。

韓国の原子力の現状を簡単にまとめると、原子力発電については現在20基の原子力発電所が韓国水力原子力(株)(KHNP)により稼働

中。原子力は発電電力量の35.6%('08)でありわが国とほぼ同じだが、2030年までにこれを59%、40基に増やす計画である。設備利用率は93.3%('08)と非常に高い。さらに、原子力エネルギーの国民による支持率は68.9%('09.10、国民アンケート)ときわめて高い。

放射性廃棄物の管理体制については、韓国に原子力が導入されたのは1970年代であるが、放射性廃棄物処分施設の立地活動が開始されたのは1986年であった。以来19年間失敗が続いたが、2005年に中・低レベル放射性廃棄物処分場財政支援特別法が制定され、住民投票方式、US 3億ドルの財政支援、使用済燃料の中間貯蔵施設との分離、処分実施主体本部の現地への移転等を定めた結果、2005年に住民投票賛成率89.5%で慶州市に中・低レベル処分施設の立地が決定した。2008年に放射性廃棄物管理法が制定されるとともに国家管理を強化すべく独立機関の設立を決めた。それが2009年1月に設立の韓国放射性廃棄物管理公団(KRMC)である。

1. 原子力政策に関する調査(ソウル)

調査団はまず、ソウルKHNP本部にて原子力政策関係者と会談した。韓国側からは、KHNP技術支援チーム及びKRMC事業戦略室が出席され、両国の情報交換と共に、事前QAに基づき、活発な質疑応答が行われた。議題

は、韓国における原子力政策一般から、処分施設の立地経緯、処理処分方法、廃炉計画、リサイクル利用、再処理など多岐にわたった。



KHNP本部会議室（ソウル）

2. 中・低レベル放射性廃棄物処分施設に関する調査（慶州 月城）

調査団は、慶州の月城原子力環境管理センターを訪問し、KRMC本部の主要メンバーと会談した後、中・低レベル処分施設建設現場を見学した。



月城原子力環境管理センター処分施設入口（慶州）

この洞窟（サイロ）方式の処分施設は2006年1月建設開始、2012年完成予定で、工事進捗率60%と順調に建設中であった。広報館や地上支援施設を含め、敷地面積は約200万 m^2 、第1段階では200ℓドラム缶10万本（総80万本）を平均海水面下80m～130mの深さに6基

のサイロに処分予定であるが、今回の調査で浅地中処分についても検討中であることが分かった。現場担当者も交えた会談では、立地選定基準・手順、発電所以外の廃棄物量、処理施設（地上支援施設に含まれており、現在建設中）、検査建屋での検査項目、アルミニウム等不適格物質の確認方法、少量発生廃棄物の処理方針、中レベルガラス固化の対象物、焼却による減容を行わない理由、周辺市民との関係、雇用など、極めて多岐にわたって質疑応答がなされた。現地で見せていただいた映像資料や広報資料はどれも効果的にできており、わが国で研究施設等廃棄物の処分事業を進める際にも参考になると思われた。

3. 韓国の原子力発電に関する最新技術の調査（釜山 古里）

最後に調査団は、釜山にある新古里原子力発電所を訪問し、韓国国産技術で急ピッチで建設中の次世代型軽水炉（APR1400、140万kW）新古里3号機、4号機（各機とも6年で竣工予定）を見学した。これこそは今回UAEのプロジェクトに採択された技術である。

現地では発電所の主要メンバーに非常な歓待を受け、韓国において設備利用率が高い理由、関係組織、従事者数、計画外停止、自己解析プログラムのライセンス、事前モジュール作成による工期短縮等についていろいろと伺った。



新古里発電所にて主要メンバーと会談（プサン）

2010年1月1日、李明博大統領は年頭の挨拶で、こう述べていた¹⁾。

「親愛なる国民の皆さん、…2010年、希望の年が明けました。…私たちは昨年、危機の中でも未来につながる新たな機会を創ってきました。…暗闇の中でも新しい光を見出してきました。…主要20カ国・地域（G20）首脳会議の議長国・主催国になり、念願だった原子力発電所の輸出の道を開きました。…我が国民が一丸となって達成した成果だと思えます。…私と政府は「心をつにして努力すれば永遠に繁栄できる」という意味の『一勞永逸』の姿勢で、先進一流国家への基盤を確実にしていきます。…」

今回、韓国の原子力に触れ、国が責任を持ち、安全を第一に地域の方々の理解と協力を

得つつ、原子力政策をエネルギーに着々と進める韓国関係各位の気概と活力“元氣さ”を感じた。調査団員も同じような感想を抱いていた。すばらしい技術を有する我が国も負けぬようがんばらなければと心を新たにした。

最後に今回調査団の実現に大変なご尽力をいただいた駐日韓国大使館シム・サンミョン（심상명、沈相銘）一等書記官そしてKHNP チェ・サムソン（최삼성）次長に心よりお礼を申し上げたい。

진심으로 감사드립니다.

앞으로도 지도해 주시기를 바랍니다.

（心より感謝申し上げます。今後ともご指導のほどよろしくお願いいたします。）

参考文献

- 1) 駐日韓国大使館ホームページ内：政府報道資料、李明博大統領、新年のあいさつ
<http://jpn-tokyo.mofat.go.kr/languages/as/jpn-tokyo/reporting/data/index.jsp>



RANDECの事業に関する近況報告

1. 物流システム事業の検討状況

物流システム事業化準備室

原子力機構の動向

2008年の原子力機構法改正により、研究機関、大学、民間、医療機関等の放射性廃棄物の埋設処分実施主体に原子力機構が位置づけられました。原子力機構は、これまでその実施計画を検討してきたが、昨年10月に「埋設処分業務の実施に関する計画」を文部科学省と経済産業省に申請し、11月に認可されました。計画の重要なポイントを以下に示します。

- ① 埋設事業の基本的考え方
 - ・安全確保と環境保全に万全を期す
 - ・事業の透明性と信頼の確保
 - ・立地地域との共生
 - ・廃棄物発生者による応分の負担
- ② 埋設施設の規模・操業期間
 - ・200リットルドラム換算で60万本(内ピット22万本、トレンチ38万本)
 - ・初期建設期間(環境調査、安全審査、建設)8年間を経て操業開始し、その後50年間を操業期間とする
- ③ 立地基準と立地手順
 - ・手続きの透明性と公正な選定
 - ・概念設計、立地基準、立地手順の公表

原子力機構は、2010年1月27日に廃棄物発生事業者を対象として、「研究施設等廃棄物の埋設事業に関する説明会」を実施しました。この説明会では、RANDECも以下に示します物流システム事業の調査検討状況を説明しました。

RANDECの検討状況

RANDECでは、2008年度から原子力機構を除いた大学・民間等の研究施設等廃棄物を対象に、それを集中的に集荷し、開梱・分別・減容等の処理と処分のための廃棄体化を行う事業(物流システム事業)の調査を進めています。

2008年度は、物流システム事業施設の概念検討と廃棄物保管状況などの調査、2009年度は、事業施設のプロセス検討、廃棄体確認のための検討、廃棄物データベース検討、事業の経営シミュレーション等を実施している。本検討は、民間会社6社の協力を得て、合理的、且つ信頼性の高い物流システム事業の構築を目指しています。これまで、事業施設の基本的なイメージと経営シミュレーション等で物流システム事業の概要が把握できた段階ですが、廃棄確認の手法、多種廃棄物の固形化法、事業主体の最適な形態等の課題も多くあります。特に廃棄確認の手法の中で大きな課題となるのが廃棄体中の放射能インベントリーの評価があります。大学・民間等の廃棄物の70%を占めるウラン廃棄物は計測評価が難しいことが知られておりますが今年度より、文部科学省より研究委託を受け、微量計測にも挑戦しております。

これら物流システム事業の調査検討の進捗状況を「廃棄物事業推進協力会」で報告すると同時に、当RANDECのホームページ上でもご紹介しております。ご質問やご要望があれば、どしどしお寄せください。

2. 物流システム事業化の検討ホームページの開設

物流システム事業化準備室

2009年12月1日、RANDECがこれまで検討を進めてきた大学・民間等の事業者から発生する低レベル放射性廃棄物（研究施設等廃棄物）の集荷・保管・処理（物流システム）事業化の検討に関するホームページを開設しました。その2日後、原子力機構の埋設事業推進センターのホームページが公開されました。いよいよ、研究施設等廃棄物の処分事業に関する本格的な情報提供の場ができました。今後、RANDECは関係者の皆様のご理解とご協力を得ながら、さらにコンテンツを充実させ、物流システム事業化の検討状況等を適宜伝えてゆきたい。

物流システム事業化の検討（RANDEC）：

<http://www.randec.or.jp/butsuryu/index.html>

埋設事業推進センター（JAEA）：

<http://www.jaea.go.jp/04/maisetsu/index.html>



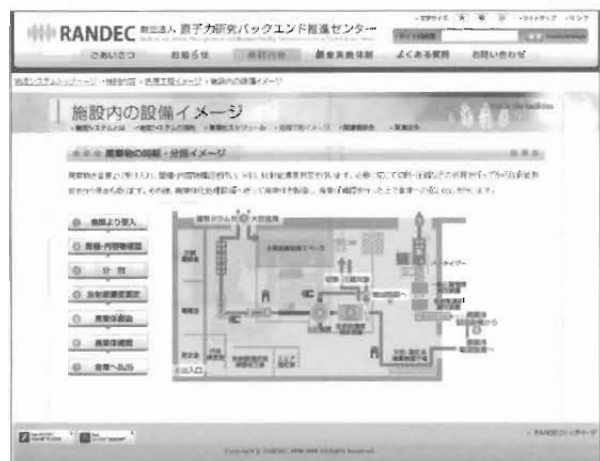
自然との調和をイメージしたトップページ



Eラーニングによる分かりやすい概要説明



分かりやすい概念図：物流システムの施設イメージ



分かりやすい概念図：施設内の設備イメージ

3. 灰化処理による減容・安定化実証試験結果の総合評価を実施

技術開発部

平成16年度から独立行政法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所プルトニウム燃料技術開発センターにおいて実施してきた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た灰化処理による減容・安定化技術と灰化物中のプルトニウムの回収に関わる実証試験について、平成20年度は実証試験に加えて試験結果の総合評価を行った。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5ヶ年で実施した。

1. 本試験装置では、可燃物は、大型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。灰化物は、灰化物取出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. 総合評価では、灰化処理試験装置の性能・機能確認、灰化物等の性状、グローブボックス表面線量率等の測定及びデータの蓄積に関する事項(被ばく低減化対策)について実施した。その結果、試験装置の性能・機能は、処理工程ごとに設計どおりの性能・機能を有していることを確認した。灰化物等の試験では、プルトニウムが付着した可燃物の減重比は約1/8~1/24(平均1/14)、灰化物の水分吸着量は約0.03~0.7wt%、嵩密度は約0.5~1.6g/cm³、プルトニウムの回収率は約40~98%が得られた。また、被ばく低減化対策として実施したグローブボックスパネル面への含鉛ガラスの装着、含鉛グローブの取り付け、作業員の配置等の有効性を確認した。これらの結果によりプルトニウムを含む可燃物の減容・安定化処理技術等を実証することができた。

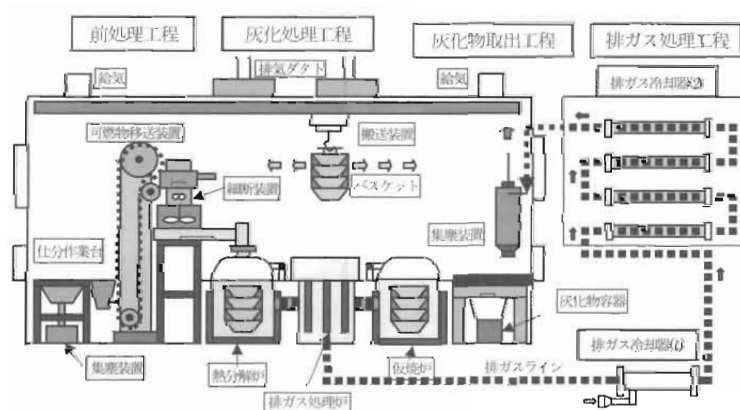


図. 灰化処理試験装置

* 1 本成果は文部科学省からの受託事業として、(財)原子力研究バックエンド推進センターが実施した平成20年度委託事業「試験研究炉等廃止措置安全性実証等(プルトニウム燃料製造施設の廃止措置)」の成果の一部です。

4. 海外出張報告「英・独の廃止措置と廃棄物管理」見聞紀行

常務理事 森 久起

昨年のお盆休み時期を利用して、英国のセラフィールドと独国のグライフスバルドにおける原子炉の廃止措置とそれに付随する廃棄物の管理状況を見聞する機会を得た。両国ともに欧州において廃止措置先進国であるが同時に放射性廃棄物処分に苦勞しており、その状況を見聞することは、当RANDECで検討を進めている研究施設等廃棄物の物流システム事業化調査研究に役立つとの思いもあった。

1. 時間が味方

セラフィールドは再処理工場で有名であるが、このサイトにはウィンズケールとコルダーホールのタイプは若干異なるがガス冷却炉の発電所がある。何れも英国の記念碑ともなる輝かしい歴史を有する原子炉であり、原子力を学ぶ者は一度は訪れたい所である。

訪問したウィンズケール発電所は遠隔機器を用いて廃止措置を行っており、炉容器の溶断の最終工程にあった。中央制御室、格納容器内に入りつづきに見ることができた。この廃止措置は1981年～2028年までの約50年間をかけて行われている。また、コルダーホール発電所は2003年まで運転が行われた後、廃止措置へ移行しているが、放射線量の高いところは長期保管し、一世紀後の2105年から解体を行う計画となっている。

グライフスバルドはかつてハンザ同盟で栄えた町であるが、今では面影はない。ここではロシア型加圧型炉5基の廃止措置が行われている。当初は8基建設予定であったが、東西ドイツ統合の結果、西側の安全基準を満足しないことで廃止措置が決められた。5号機は試運転中に、6号機は建設終了後に廃止措置が決まった。6号機はそのまま展示館になっており、西側基準適合を目指したエンジニアの悲痛な努力も垣間見ることができた。

ここの廃止措置は政府出資の民間会社

EWNが行っており、原子炉圧力容器、蒸気発生器など放射線量が高い機器は新設した保管庫に40～80年間保管した後に解体することとしていた。会長のリッシャー氏は何度も「廃止措置では時間を活用することが大切」と力説していた。停止直後には線量が高いCo-60も100年後には1万分の1程度まで線量が減衰するので、廃止措置を容易に行なえるのは明らかである。

EUでは、1979年以降、原子炉施設、再処理施設、加工施設の廃止措置を共同研究しており、見聞した両炉ともEUのプロジェクトとして廃止措置知見の蓄積対象となっている。EWN社はロシアの原潜廃止措置をも請け負っており、また、再処理ガラス固化技術を中国へ輸出するなどビジネス展開をしたたかに行っている。わが国でも廃止措置が本格化するので、最も効率的・効果的・経済的なビジネスモデルの構築と知見の集積が望まれる。

2. 汽車の窓枠よりも低い

英国の低レベル放射性廃棄物処分場はセラフィールドの南のドリッグにあるが、廃止措置計画から出てくる今後の廃棄物量を考えると十分ではない。独国では紆余曲折があったもののコンラッド処分場が2013年頃に操業予定である。

これもあってか、グライフスバルドでは低レベル放射性廃棄物のリサイクル利用が活発に行われていた。5基の廃止措置に伴って約180万トンの廃棄物が発生するが、埋設処分されるのは僅かに1.65万トン（全体の0.9%）しかない。

独国はコーラのペットボトルにリサイクル費用を乗せて販売しているほどのリサイクル大国であるが、廃止措置でも如何なく発揮されている。放射能レベルによって、原子力施設内利用、橋脚などへの利用、一般利用などきめ細かな利用を進めて、有用物としての活用をしている。

グライフスバルドでは、サイト内に、サンドブラスター、水圧、化学除染設備を持つ立派な施設があり、ここで除染された金属材料を自らの責任で検認を行って商業的に成り立たせている。

ある時、クリアランス検認して大丈夫であると思っていたが、放射能レベルが問題となって、よくよく調べてみたら汽車の窓枠が原因であった。チェルノブイルの降下物に原因があったそうである。クリアランス物はそれほど信頼があり、低い放射能のものであるとの逸話であった。

EU内では既にリサイクル利用を事業として行っているが、日本では未だ育っていない。原子力で用いる資材は高品質な資材であるので、このスクラップ資材を使っていくことは魅力的であろうし、例えば、スクラップで原子炉圧力容器を作るのは夢であろうか。

3. 日本がうらやましい

英国では高レベル放射性廃棄物の処分を地層処分と決めて、昨年からサイト選定を進めており、セラフィールドがあるカンブリア州のアラデルなどがサイト選定の初期段階である「興味の表明」をしている。

スウェーデンにおいても処分場のサイト決定が行われたように、EUでは、理性的にサイト選定プロセスが進められていることは特筆すべきことである。

英国では、政府の高レベル放射性廃棄物に関する諮問機関CORWMが方針を示して、国及び事業主体である廃止措置機関NDAが一体となって、地元自治体、住民、国民など様々なステークホルダーとのコミュニケーションを行ないながら、地層処分へ向けて事業活動に対する透明性と説明責任を最も大切にしている。

CORWMは昨年7月に研究開発計画素案を出した段階であったこともあり、意見交換においては日本の活動に大変に興味を示し、特に、日本原子力研究開発機構が結晶岩と堆積岩との二つを対象とした地下研究施設を国の予算の元で進めていることにうらやましがられた。先の事業仕分けで、日本の高レベル放射性廃棄物処分研究に対しては厳しい意見が寄せられたが、着実に研究開発成果を積み上げていくことが処分サイト選定には必要であることをEUの例では示していると思う。

4. 風力は投資の対象

独国では都市の郊外へ出ると、畑や牧草地に風力発電の風車が林立しているのを見ることができた。

昨年9月の連邦議会総選挙でメルケル首相が勝利して、原子力発電所の運転継続の動きが見られるが、2001年に社会民主党と緑の党の連立政権が2021年までに全ての原子力発電所を停止させることを決定している。2007年時点で、基幹電源の発電量の45%を原子力が担っているにも拘らずである。このため、独国では風車が至る所で建設されている。

紀行中に面白い話を聞いた。風力発電が資産家の投資の対象となっているという。即

ち、独国でも風力発電電力は普通の電力よりも割高に電力会社が購入することが義務付けられていることから、資産家は風車の建設に投資をして、より多くの利益を得るようにしているとのことだ。結果的には、一般市民等は高い電気を購入することとなってしまっているとのことだ。

日本でも、グリーン電力制度が発足して、地球環境維持の観点から個人が屋根などに設置した太陽光発電を電力へ購入してもらうなど僅かな電力量の場合には余り問題にはならないが、独国のような投資の対象となれば問題なことが風力大国の独国を訪れて実感することができた。



関係機関の活動紹介

ダイヤモンド工具による金属切断・研磨

株式会社 セルナック

1. 概要

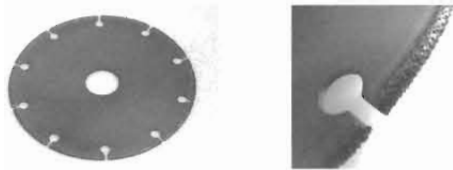
ダイヤモンド工具による鋼材の切断・研磨作業は、鋼材等硬い材質に対してはダイヤモンド砥粒の台座への取付け強度が弱いため、ダイヤモンド砥粒の脱落により、切断・研磨作業に不適とされてきた。

近年、ダイヤモンド砥粒を台座へ強固に取付ける手法が開発され、鋼材の切断・研磨に適用可能な新しいタイプのダイヤモンド工具が開発された。そこで、新開発ダイヤモンド工具による鋼材の切断・研磨の基礎試験を実施したので、その結果を記述する。

2. 試験方法

2.1 切断試験

定置式切断機に4インチハンドグラインダーを取付け、切断機の送り機構を利用して切断試験を行った。切断工具には、新開発ダイヤモンド工具（均一配列、ランダム配列）とレジノイド切断砥石（二種類）を用いた。



均一配列

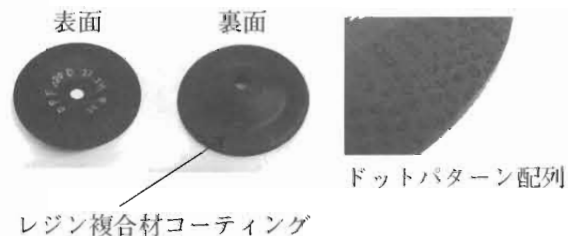
被削材として、SS400とSUS304を用いた。また、鋳鉄（FC250）、純銅（C1100）、塩ビ、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）についても切断の可否を確認した。切断の可否は使用電動工具の定格電流値を目安とした。

材料	厚さ (mm)
SS400	3.2
SUS304	3.0
FC250	10.0
C1100	3.0
PVC	10.0
CFRP	10.0

寸法：600mm×300mm

2.2 研削試験

4インチディスクグラインダーを用いて塗装落とし・ケレン作業研削試験を行った。研削工具には、4インチのダイヤモンド工具及びレジノイド砥石を用いた。被削材にはSS400を用いた。



3. 結果・考察

3.1 切断試験結果（図-1 参照）

均一配列のダイヤモンド工具では定格電流値以内で、SS400、SUS304を30m切断することができた。また、鋳鉄、塩ビ、CFRPの切断も可能であった。切断後、ダイヤモンド砥粒の状態を実体顕微鏡で観察したが、著しい損傷はなく、さらに継続使用可能な状態であった。なお、銅は切断時に工具に付着しやすく切断性にやや劣る。

ランダム配列のダイヤモンド工具による SUS304の切断においては、30m 切断しても定格電流値には達しなかったが、SS400の切断では、20.4m 切断時に使用電動工具の定格電流値に達した。ランダム配列のダイヤモンド工具が定格電流値に達した原因の1つは、ダイヤモンド砥粒の取付け配置による切断抵抗によるものと考えられる。なお、ダイヤモンド砥粒の状態には著しい損傷はなく、継続使用可能であった。

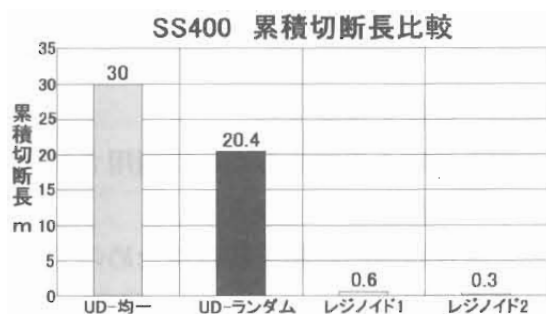


図-1 切断試験結果

3.2 研削試験結果

荷重 5 kgf の繰返し応力試験の結果、4 インチダイヤモンド工具は約10の7乗の繰返し応力に耐え、安全上問題ないことが分かった。また、図-2に示すように、ダイヤモンド工具はレジノイド砥石と比較して、火花発生量が少ないことが分かった。



レジノイド研削砥石

ダイヤモンド工具

図-2 火花発生状況の比較

さらに、図-3に示すように、作業ごとに要求される表面の仕上げに対するダイヤモンド研削砥石は裏面の素材、ダイヤモンド砥粒の配列、使用するダイヤモンド砥粒の粒度を組み合わせることにより、荒削り用と仕上げ

削り用等あらゆる作業に対応できることが分かった。



荒削り

仕上げ削り

図-3 表面研磨状況の比較

4. まとめ

4.1 金属の切断

新開発ダイヤモンド工具は、

- (1) 廃水を発生させない
 - (2) 切断によるダイヤモンド自身の消耗が非常に少ない（粉じん等の二次廃棄物発生量を低減）
 - (3) 長寿命のため、砥石の交換回数が少ない
 - (4) 火災の原因となる火花の発生量が少ない
 - (5) ダイヤモンド工具1枚で、炭素鋼 ステンレス鋼をはじめ、コンクリート、FRP、など多種材の切断及びそれら複合材を同時に切断することができる
- 工具であることが分かった。

4.2 金属の研削

塗装落とし、ケレン研削にダイヤモンド研削砥石を使用すると、

- (1) 火花の発生が少なく、
- (2) 下地鋼板を過研削することなく、
- (3) 研削砥石の母材・粒度・砥粒の配置等によりあらゆる研磨作業に対応できることが分かった。

上記の結果から、原子力施設での解体・改修工事において、ダイヤモンド工具は経済面及び環境面で優れた工具である。

海外技術情報

1. エルカブリルの極低レベル放射性廃棄物の処分施設について

技術開発部 宮本 喜晟

スペインでは、コルドバ市の北西60kmにあるエルカブリル処分場で低中レベル放射性廃棄物の処分が1992年からすでに放射性廃棄物管理公社（ENRESA）によって行われているが、同機関が同サイトの南東エリアに原子力施設の廃止措置により発生する極低レベル廃棄物の処分施設を建設し、2008年10月から操業を開始した。このたび、この施設の設計方針、特徴、安全評価に関する報告書^{1), 2)}を入手したので紹介する。

1. はじめに

スペインでは、高レベル放射性廃棄物を除く放射性廃棄物はおよそ176,000m³と推定されており、そのうち120,000m³は極低レベル放射性廃棄物（VLLW）と見込まれている（原子力発電所の解体で90%、原子力発電所の運転保守及び非原子力発電所で10%）。そこで、すでに操業されている低中レベル放射性廃棄物（LILW）処分施設とは別に、VLLWの処分性能に合わせたVLLW専用の処分施設の必要性が認められ、建設に向けたプロジェクトが2003年に開始した。操業に向けた主要なステップは、2003年1月の自治体の計画許可、2005年12月の環境評価の承認、2006年2月の建設認可、2008年7月の操業認可であり、2008年10月に最初の処分セル操業が行われた。

2. 設計方針と基準

設計では、以下の基本的な目的が考慮されている：

- 操業中及び閉鎖後にわたり、公衆、作業員及び環境に対する放射線上的防護を保証する。
- 廃棄物、施設、作業員及び環境に関して、徹底的な追跡可能な書類を通してサイトの

管理と監視を保証する。

上記の目的を達成するために適用された設計及び技術仕様は以下のとおり：

- 放射性核種の移動を妨げるための分離バリアの使用
- 廃棄物パッケージ及びセルの放射能制限を設けること
- 最大60年の監視期間
- 廃棄物に接触する可能性のある水を管理する浸出水管理ネットワークシステムの設置
- 潜在的に汚染された浸出水の量を最小にするために、処分セルを利用する場合には、簡易シェルターの下で廃棄物の定置が行われること
- 廃棄物の積上げには処分状態が安定で、最終カバーを支持するのに十分な負荷特性を示す。

VLLWの処分施設は既設のLILWの処分施設と同じ基本的な安全基準を満たすが、設計は、放射能レベルと関連付けたリスクに調和した非放射性有害廃棄物の処分施設を規制している規則に基づいている。

具体的に処分施設の設計は、原子力安全評議会（CSN）によって評価されたヨーロッパ指令とスペインの法律に基づいて作られた

「極低レベル放射性廃棄物貯蔵のための施設の基本的基準」に従っている。

3. 処分施設の特徴

VLLWの処分のために、以下の2施設が新設された。

- (1) VLLW処分は4つのセル（セルNo. 29～32）に分けられ、現在、最初のセル、No. 29が建設され、2008年10月から操業された。残り3つのセルは放射性廃棄物管理に必要なおよそ30年の期間を通じて建設される。

処分セル底部のバリアは、地下排水のための砂利層、不透水層として1 m厚さの粘土層、ナトリウムベントナイトで埋め戻されたポリエチレン製ジオメンブレン層、高密度ポリエチレン層（HDPE）、浸出水回収パイプが張り巡らされた砂利層から構成される。

底部バリアの上にもう1つの予備の砂利層が置かれ（内部は回収パイプを設けている）、システム性能のモニタリングを容易にしている。

廃棄物を定置した後、廃棄物は土壌層で覆われ、その上部にHDPE層と砂利の排水層から成り立つキャップ部のバリアが設けられ、最上部は表面土壌層で覆われる。

- (2) 処分セルの建設と併せて処理建屋（長さ50.4m、幅12.40m、高さ8.5m）が作られた。この建屋の機能は、廃棄物の受入れと積み降ろし、確認と管理、廃棄物の一時的な貯蔵、廃棄物の処理または最終処分の分類、モルタル添加による廃棄物の安定化、等である。

4. 安全評価

安全評価の方法は、LILWのための既存の

処分施設（コンクリート製ボルト処分システム）に採用された安全アプローチと整合性が取られている。評価では、放射線上の基準、全放射能インベントリ、監視期間、サイト環境あるいは決定グループの定義に対して、両者の処分施設に共通のデータを利用している。

採用された安全要求事項は、国の規定する要求事項とともに、国際原子力機関（IAEA）と国際放射線防護委員会（ICRP）のような国際組織の最新のガイドと勧告に従っている。また、スペインのCSNによって規定された国の勧告に従って、採用した作業者に対する被ばく最大線量は5 mSv/y、公衆のための線量条件は、標準シナリオで0.1 mSv/yである。

安全解析では、標準シナリオのほか、発生確率の非常に低い処分施設の侵入シナリオについても考慮されている。水移動シナリオでは、自然及び人工バリアの挙動に関して非常に控えめな仮定に従って、標準シナリオと変動シナリオの両ケースで解析された。また、被ばく評価の対象グループは施設近くで生活すると仮定された。また、空気移動シナリオは、施設の操業段階、事故火災と処分ユニット落下シナリオのほか、長期間の不注意な人間侵入シナリオを含んでいる。

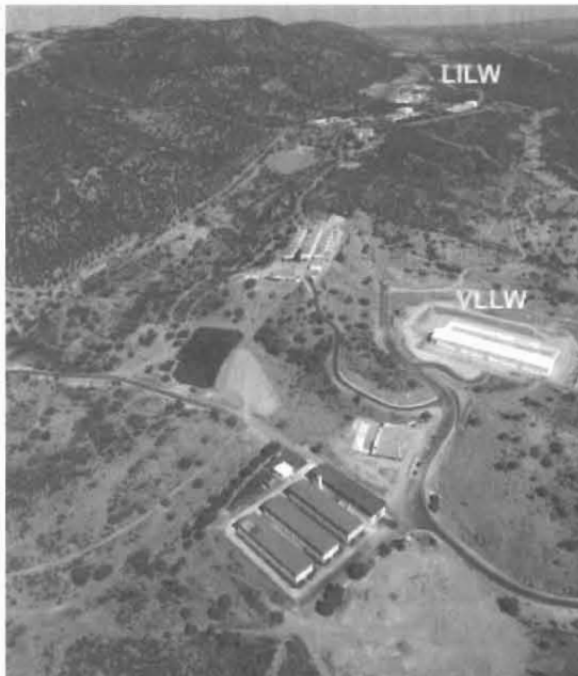
実施された安全評価によって、処分のための廃棄物放射能の受入れ基準を決めるほか、人間の健康と環境の防護の受入れられるレベルが現在も将来ともに達成されることが実証される。

処分施設の長期間の安全性能は、処分セルの中の全放射能がLILW処分のために設けられたインベントリの1%以下と想定して、受入れ基準及び標準シナリオの解析と侵入事象を考慮に入れて評価されている。

5. おわりに

スペインにとって廃棄物管理に必要なVLLWを処分するために、エルカブリルのLILW処分施設とは別にVLLWを処分する専用の施設が建設され、操業が始まった。この施設は、既設のLILW施設と同じENRESAによって操業され、放射線上的影響が評価され

た。この施設は、VLLWの確実な処分のため、廃棄物経路のタイプとリスクに対応した技術を用いて、複数のバリア、モニタリング期間の決定、潜在的な浸透水の回収ネットワークの設置等により技術的な解決が図られている。



LILW処分施設

VLLW処分施設

図1 エルカブリル処分施設



図2 処分セル内の定置状態

参考文献

- 1) Pablo Zuloaga, Mariano Navarro, "Very Low Activity Waste Disposal Facility Recently Commissioned as an Extension of El Cabril LILW Disposal Facility in Spain," WM2009 Conference, March 1-5, 2009.
- 2) I. López, M. Navarro, P. Zuloaga, "Safety Assessment of the New Very Low-Level Waste Disposal Installation at El Cabril Spain," WM2009 Conference, March 1-5, 2009.

2. 原子力施設の汚染された排気筒の特性評価

企画部 日野 貞己

原子力施設の排気筒の解体に関しては、制御爆破工法やクレーンを使用し上部から取り壊していく方法などが関連文献に時々紹介されている。しかしながら、高度に汚染している排気筒の汚染状況を詳細に評価する方法については、ほとんど公開されていない。

排気筒の汚染状況をよりよく理解するためには、排気筒の放射能分布特性を十分に評価できるデータを効率的に集める必要がある。そのためには、高所の円筒型の構造物にも対応でき、サンプル採取位置の調整を正確に行える構造と機能を有し、また、材質の異なる種々の排気筒（レンガ、コンクリート、鉄筋コンクリート等）のサンプル採取を行うことの出来るシステムを作成する必要がある。

オークリッジ国立研究所では、5つの排気筒のうち3つの排気筒が高度に汚染されているため、除染及び解体活動の優先項目として排気筒の解体をリストアップしている。同研究所は排気筒の汚染状況を正確に評価するため、遠隔操作機器を使用し、サンプル採取などを行うシステム的な汚染特性の評価方法を開発しているのでその概要を紹介する。

1. 特性評価プロセス

原子炉施設の解体は、施設の汚染レベルの程度や物理的・化学的な条件により、除染の必要性、解体方法、放射線管理、廃棄物管理、遮へいまたは遠隔操作の必要性等が異なってくる。従って、排気筒解体の戦術と解体技術の選定を行う上で、排気筒に関する詳細な物理的・化学的な特色付けは不可欠である。

排気筒の特性評価プロセスにおいても構造物の物理的・化学的性質を特定する十分なデータを収集することが大切であり、サンプル採取方法について検討が進められてきた。また、物理的・化学的な特性評価のためのサンプル採取にあたっては、高架構造物にアクセスする作業員の一般安全や放射線防護等についても考慮する必要がある、遠隔制御技術等も含めた種々の項目について検討が必要になる。特性評価で得られた情報から排気筒の除染の可否、経済的な除染方法や解体方法等について検討し計画が立案される。

2. 概念設計

排気筒の特性評価システムの概念設計は、オークリッジ国立研究所のロボット開発部署とフロリダ国際大学の協力で実施された。概念設計の開発に含まれる要求事項としては、コアドリリングや壁面削りによるサンプル採取方法、装置の表面汚染エリア上の走査、運転の操作性、経済性等が含まれる。サンプル採取のプロセスを遠隔操作により行うため、監視カメラや位置決めセンサーの設計も重要な役割を果たしており考慮に入れる必要がある。

フロリダ国際大学での概念設計では、クレーンの使用が汚染評価のための全般的なコスト削減及び安全面上からも有利であると、クレーンの使用を提案している。

3. 排気筒のサンプル採取

排気筒の汚染状況を評価するための作業は、クレーンとサンプル採取装置を使用し実施された。最初に排気筒を高さ方向に4等分

に分け、それぞれのセクションを4分円に区分し、クレーンとスキャニング手法により、最も汚染されている4分円を特定し、壁面削りサンプル採取とコアサンプルを採取した。残された三つの4分円部については、壁面削りサンプルのみを採取した。これらの操作は、それぞれのセクション毎繰り返し実施し、クロスコンタミをしないよう作業は排気筒の底部から頂上へと進められた。

サンプル採取装置は、コアドリル、ドリルホイール、採取サンプルの保管部、装置の支持装置等で構成されている。図1にサンプル採取装置の全体写真を、図2にドリルホイールでコアドリルを把持する様子を、図3に排気筒にサンプル採取装置を挿入する時の様子を示す。また、図4に排気筒内でサンプル採取装置を固定する支持装置を示す。

4. まとめ

原子力施設の解体計画作成時における物理的・化学的な特性付けは非常に重要であり、基本要素である。今回の排気筒の特性評価において以下の知見が得られた。

- 施設の特性評価により、除染プロセス、解体技術、廃棄物管理等が決定され

る。

- データや情報が多いほど、より良い計画策定が行える。
- 排気筒の解体に関する情報は多くはないが、先行プロジェクトの経験の組み合わせや技術文献のレビューを通して、よりよい技術開発を進めることができる。
- 原子力施設の排気筒の解体は、汚染状況、物理的条件、施設内の排気筒の配置等により異なってくる。
- すべての原子力施設は、排気筒を使用しており、最終的には解体する必要があるため、排気筒の解体を容易にするためのさらなる技術開発が必要である。
- 排気筒の特性評価を行うための自動操作技術はなく、現状は作業員が直接的に人手によって行う方法がとられており、高度に汚染した排気筒に対しては非常に大きなリスクが伴っている。
- 特性評価の実施に関しては、いくつかの技術や方法が可能である。しかしながら状況によっては、特別な高度の技術が必要になる。これらの高度技術は、高価にはなるが、原子力従事者と地域住民の安全と保護には必要である。

参考文献

- 1) International Atomic Energy Agency. Technical report series number 440, Dismantling of Contaminated Sacks at Nuclear facilities.
- 2) International Atomic Energy Agency. Technical report series number 389, Radiological Characterization of the Shut Down Nuclear Reactors for Decommissioning Purposes.
- 3) U.S. Department of Energy, Office of Environmental Restoration, Decommissioning Hand Book, 1994.

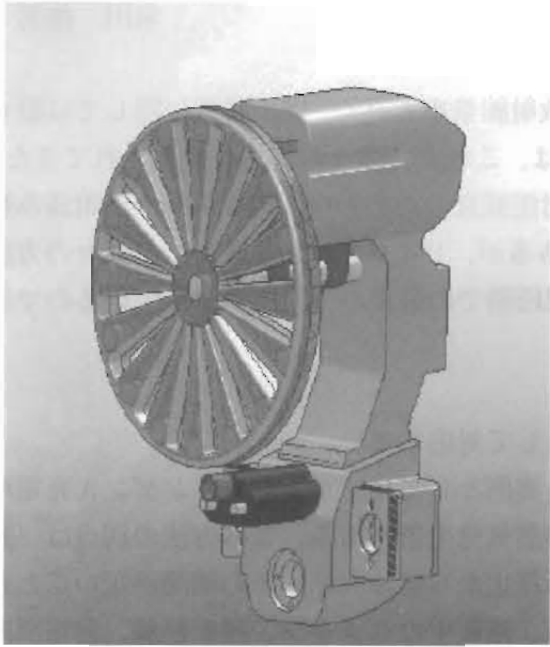


図1 サンプル採取装置

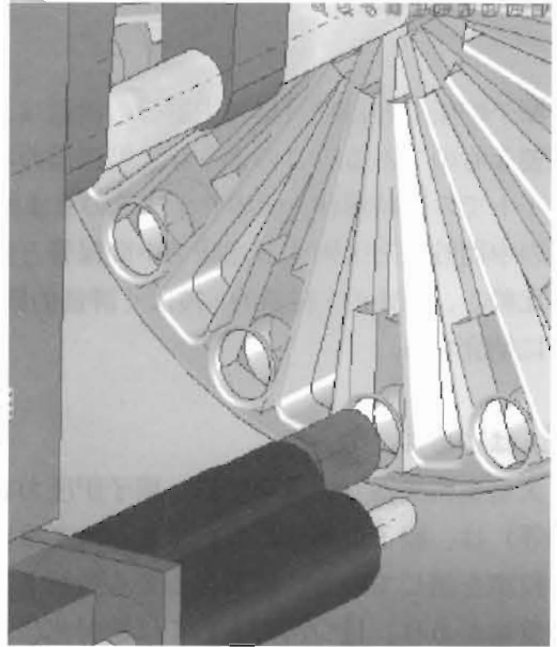


図2 ドリルホイールとコアドリル



図3 排気筒へのサンプル採取装置の挿入

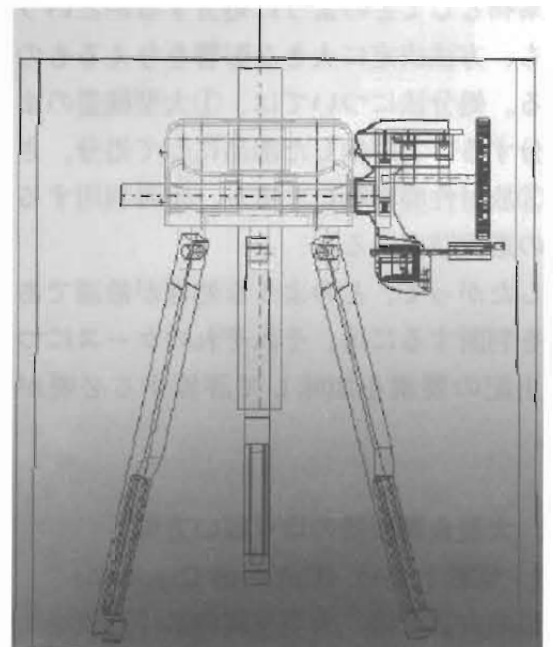


図4 サンプル採取装置の支持装置

3. 原子炉廃止措置に伴う大型機器の取り扱いに関する検討

泉田 龍男

原子炉压力容器や蒸気発生器等の機器は、大型で放射線量率も高く、廃止措置に際しては最も重要なものである。このような大型機器の取り扱いは、これまで種々の方法が実施されてきた。サイトでの即時解体、解体せずにそのまま処分、放射能減衰のための中間的な保管（使用済み燃料の中間貯蔵と区別する意味で中間保管と訳す）であるが、ドイツでは、これまでの種々の方法を比較し、技術的・経済的・被ばく評価的観点から現段階での最良の手段を検討しているの以下に紹介する。

1. はじめに

大型金属機器（蒸気発生器、原子炉压力容器等）は、原子炉解体においてきわめて重要な役割を演じている。機器としても数百トンの重量があり、且つ汚染もしくは放射化による放射線量率も高いことから、これらの取り扱いは、法的な枠組み・放射線被ばく・機器の設置状態・撤去解体に際しての技術的難易度等を考慮して方法が決定されていく。また廃棄物としてどのように処分するかということも、方法決定に大きな影響を与えるものである。処分法については、①大型機器のまま処分する、②解体した部品にして処分、さらに③放射性廃棄物にするか、④再利用するか等の選択肢がある。

したがって、どのような処理が最適であるかを判断するには、それぞれのケースについて上記の要素を加味して評価する必要がある。

2. 大型金属機器の取り扱い方策

2.1 切断と処分（Cut and Dispose）

この方法では、大型金属機器は設置場所で解体される。解体物は、放射線防護の観点からさらに除染や放射線遮蔽等の処理が実施される場合もある。最終的に、放射性廃棄物として処分されるか、もしくは非放射性のもの

として対応する。

実例としては、グンドレミンゲンA発電所の蒸気発生器がある。この方法の利点は、運転停止から解体開始までの期間が短いことから、運転中のスタッフ、運転経験、発電所内のクレーン等の機器を有効に活用できることにある。一方、欠点は、狭隘な発電所施設内で、高線量率の機器を解体しなければならないことである。放射線遮蔽の設置、遠隔解体装置の開発・設置等高額な投資が必要となる。

2.2 梱包と移送（Pack and Go）

この方法では、大型金属機器は解体せずに発電所以外の施設に移送され、移送先で解体と処分が実施される。実例としては、オブリッヒハイムとシュターデ原子力発電所の蒸気発生器がある。オブリッヒハイム発電所の蒸気発生器は中間保管するためにZwischenlager Nordに移送された。シュターデ発電所の蒸気発生器はスウエーデンのStudsvic Radwaste社の施設に移送された。この方法の利点は、廃止措置の初期段階でサイトから大型機器を搬送するため、搬送後の空きスペースを有効に利用できることにある。これにより解体を加速できる。一方、欠点は蒸気発生器や原子炉压力容器等の大型機器を解体せずに搬出する方法、輸送経路、受

け入れ先の選定、その後の解体処分など解決すべき問題が多いことである。

2.3 梱包と待機 (Pack and Wait)

前節のPack and Goでは、遠距離への移送を想定しているが、ここでのPack and Waitでは、発電所サイト近傍の中間的な保管施設に移送する。この中間保管施設で十分な放射能減衰期間を経た後に、解体され、解体物は再利用される。実例としては、レインスベルグ発電所とグライフスバルト発電所の原子炉圧力容器、レインスベルグ発電所の蒸気発生器がある。この方法の利点は、十分な中間保管期間によって放射能が減衰するため、解体スタッフの被ばくが少ないことと、解体物を再利用しやすいことにある。また、発電所近傍に中間保管施設を設ければ、輸送経路に公道を使用する必要がなくなる。一方、欠点としては保管期間が長期に渡るために生じる以下の項目がある。

- ・ 中間保管施設のインフラを長期にわたって維持する必要がある。
- ・ 機器解体に必要な原子力技術者の喪失
- ・ 法律及び世論の変化により、再利用やクリアランスが困難になること

2.4 梱包と処分 (Pack and Dispose)

この方法では、大型金属機器を解体せずにそのまま処分場に移送し、埋設処分を実施するものである。このような処分場が存在することが前提であるが、実例としては米国 SHIPPINGPORT 発電所の原子炉圧力容器の例がある。輸送上の問題は、2.2 Pack and Goと同様である。

3. 輸送

大型金属機器を解体せずに輸送するためには、公道での輸送以外にサイト施設内での移

送・移動も考慮されるべきである。サイト内での移動に必要なものは多くの場合、揚重機器であるが、ドイツの原子力発電所のリアクターホールでのクレーンの例について述べる。このクレーンは、設計規格KTA3902に従っており、操作荷重90トンである。しかし、蒸気発生器の重量は180トンであり、対応できないと思われたが、想定上の最大荷重を精査することでこのクレーンで対応できた。

公道での輸送に際しては、放射性物質の輸送規則に従い、シュターデ発電所の蒸気発生器は配管接合部の閉止措置が行われた。グライフスバルト発電所とレインスベルグ発電所の原子炉圧力容器は、放射線遮蔽が実施された。また、輸送経路・方法についても状況に応じた最適なものが選択された。シュターデ発電所とオブリッヒハイム発電所の蒸気発生器は、船で輸送されたが、レインスベルグ発電所の原子炉圧力容器は、鉄道での輸送が許可された。この場合、道路輸送も可能であったが、技術的に簡単な鉄道輸送が選択された。

4. 即時解体と中間保管の比較検討

ドイツでは、グライフスバルト発電所とレインスベルグ発電所の原子炉圧力容器と蒸気発生器が中間保管されている。中間保管はグライフスバルト発電所に隣接して建設された Zwischenlager Nordで実施されている。現在4基の原子炉圧力容器が中間保管されており、2009年中にはさらに2基が増える予定となっている。原子炉圧力容器は数十年間保管した後に解体し、金属材料は再利用する予定となっている。蒸気発生器についても同様の計画であるが、汚染レベルに従って保管期間が短縮される。このような中間保管を実施するのは主に以下の理由による。

- ① 発電所解体の工程を早く出来る。狭隘な

発電所内部で解体するより、外部搬出した方が全体プロセスが早まる。

- ② 即時解体では、高線量率環境で高コストな遠隔自動設備が必要。中間保管後では、マニュアル解体で対応できる。
- ③ 中間保管で主要な核種が減衰しているので、処分が必要な廃棄物が大幅に減少する。

このような利点を持つ中間保管方式がコスト的にもメリットがあるかどうかを以下の条件で算定した。

- ・ 中間保管は、Zwischenlager Nordで実施する。
- ・ 遠隔解体技術は、グライフスバルト1, 2号の原子炉圧力容器に適用されたものを用いる。
- ・ 即時解体された炉内機器の処分には、専用の処分容器と遮蔽が必要とする。一方、原子炉圧力容器と内部機器は中間保管により、クリアランス可能になる。

比較に際しては、

- (1) 全ての原子炉機器が即時解体され、最終処分される。
- (2) 原子炉機器全てが解体されずに中間保管される。70年程度後に、法令に従いクリアランスできるものとする。
- (3) 原子炉圧力容器のみが中間保管される。

評価の結果は、以下ようになった。

- ① (1)の即時解体が最も高コストの方法。

理由は、遠隔自動解体技術と最終処分のコストが大きい。

- ② 最も低コストの方法は(2)の中間保管方式であり、(1)に比較して160百万ユーロ低減できる。しかし、この方法は1990年代の初期に取得した原子炉解体許可証では、全てに渡って実施するのが不可能であり、順次変更しながら進めている。
- ③ (3)の方法は、(1)に比べて30百万ユーロ低減できる。この方法はグライフスバルト発電所の全ての原子炉に既に適用されている。
- ④ これまで、Zwischenlager Nordの中間保管施設を利用することにより、(1)の方式に比較して約70百万ユーロの費用低減を達成している。

上記のようにドイツでは、原子炉の主要機器を長期間(70年程度)中間保管することで、解体と処分コストが大きく低減され、結果的に即時解体よりも最大160百万ユーロ低減できると評価している。これは、旧東独のグライフスバルト発電所向けに建設したZwischenlager Nord中間保管施設を活用できるためである。日本でもこのような中間保管施設の建設が可能であれば、同様の効果が得られるものと考えられる。ただし、中間保管後の解体廃棄物のクリアランスと再利用が余分なコストを要求せずにスムーズに実行されることが大前提である。

参考文献

- 1) Dr. Matthias Bauerfeind, "A comparative overview of management concepts for large components", KONTEC 2009, Dresden, 15-17, April 2009.
- 2) S. Thierfeldt, T. Cramer, D. Rittscher, "Large Components from Decommissioning of Nuclear Power Plants: Comparison of Storage of without Segmentation with Immediate Segmentation and Packaging", KONTEC 2009, Dresden, 15-17, April 2009.

委員会報告

平成21年9月以降に開催された外部委員会へのRANDEC参加者は、以下のとおりである。

委員会名	主催者	所属及び氏名	開催日時
第8回ウラン・TRU取扱施設 クリアランスレベル検認分科会	社団法人 日本原子力学会	技術開発部 安念 外典	平成21年11月19日
21世紀における原子力発電炉廃 止措置のあり方に関する検討委 員会	(財)エネルギー 総合研究所	技術開発部 安念 外典	平成21年11月24日

©RANDECニュース 第83号

発行日：平成22年2月19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

〒319-1107 茨城県那珂郡東海村豊白一丁目3-37

Tel. 029-283-3010

Fax. 029-287-0022

ホームページ：<http://www.randec.or.jp>

E-mail：decomi@randec.or.jp

本誌からの引用・複写は、同センターの許諾を受けて下さい。