



(独)日本原子力研究開発機構 敦賀本部 原子炉廃止措置研究開発センター
技術開発部 計画管理課 編集

第16号掲載内容

- I. カランドリアタンク、ヘリウム系のトリチウム除去作業について
- II. 中部電力(株)との「原子炉施設の廃止措置に係る技術協力協定」の締結及び第1回廃止措置連絡会
- III. 第48回TAG会議報告
- IV. NDAにおける廃止措置に関する技術調査報告
- V. 高経年化分析室(ホットラボ)の設置

I. カランドリアタンク、ヘリウム系のトリチウム除去作業について
(技術開発部 開発実証課 松尾 秀彦)

原子炉廃止措置研究開発センター「ふげん」の核燃料物質等による汚染の除去工事のうち、重水系・ヘリウム系等のトリチウム除去として、平成21年1月よりヘリウム浄化系について、また、平成21年9月よりカランドリアタンク及び重水冷却系について作業を開始しています。

重水系・ヘリウム系等のトリチウム除去は、同系統の解体撤去工事に伴うトリチウムの拡散防止及び放射線業務従事者の被ばく低減を目的に実施するものであり、重水から生成されたトリチウムを除去することにより、トリチウムによる内部被ばくを低減しようとするものです。

1. ヘリウム浄化系等のトリチウム除去作業

(1) 作業の概要

原子炉補助建屋3階のヘリウム浄化系室に設

置されている機器・配管等について、平成20年度に実施した重水循環ポンプ用熱交換器のトリチウム除去作業で得られた知見を活用して、真空ポンプとヒーターによる加熱真空引きにより、トリチウムを除去する作業です。

(2) 作業内容

1) 準備作業

ヘリウム浄化系室にあるヘリウム循環系、ヘリウム浄化系等(残留重水回収済み)を3ブロックに分割しました。分割は弁により行い、一部弁の無い部位については、配管の切断、閉止フランジ等により隔離しました。

なお、これらの作業のうち、系を開放する作業はトリチウム雰囲気となる可能性があることから、トリチウム防護服を着用して実施しました。

また、対象箇所の機器・配管等に加熱のためのヒーター及び保温材の取り付けを行いました。



機器へのヒーター取付け状況



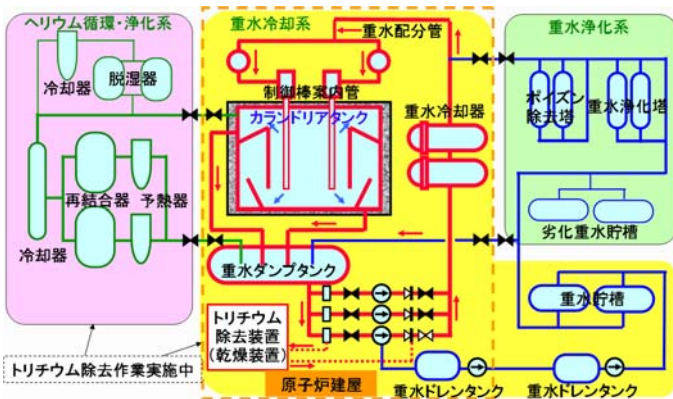
ヒーター取付け後の保温材取付け状況

今回の作業においては、加熱真空引きによるトリチウム除去が複数の機器・配管等で構成される重水系・ヘリウム系に適用できることを確認したほか、運転方法等に関する知見を得ることができました。

また、今回の作業において得られた実績データ等については、今後予定されているトリチウム除去作業へ反映するため、適宜評価を行いつつ作業を進めています。



加熱真空引きに使用する真空ポンプ



重水系・ヘリウム系の概略図

2) 加熱真空引き

ブロックごとにヒーターにより加熱するとともに、真空ポンプで吸引し、内包するトリチウムを除去します。真空ポンプで吸引したトリチウムは、真空ポンプ出口に接続したドレントラップ及び既設のトリチウム除去系（非常用ガス処理系）で回収します。

トリチウム除去の状況については、系内のトリチウム濃度測定により把握することとしており、予め定められたトリチウム濃度まで低下することを確認し作業終了の判断を行います。

(3) トリチウム除去作業の状況

本トリチウム除去では、対象範囲を3ブロックに分割し作業を行っていますが、現在までに1ブロックのトリチウム除去を終了し、残されたブロックについて作業を実施中です。

2. カランドリアタンク及び重水冷却系のトリチウム除去作業

(1) 作業の概要

原子炉建屋内に設置されているカランドリアタンク及び重水冷却系について、系統にトリチウム除去装置（以下「除去装置」という。）を接続し、乾燥空気の循環（常温通気乾燥）により、トリチウムを除去する作業です。

(2) 作業内容

1) 準備作業

原子炉建屋地下2階に除去装置を設置するとともに、建屋内へのトリチウムの拡散を防止するため、同建屋地下2階に除去装置を覆うグリーンハウスを設置しました。また、除去装置を構成しているファン、除湿ロータ、ポンプ等は、専用ボックスで覆った密閉構造としています。

2) 除去装置によるトリチウム除去

原子炉建屋地下2階のB-重水循環ポンプ出入口配管と除去装置を接続した後、除去装置の試運転を行い装置の健全性を確認しました。その後、除去装置の本格運転により、乾燥空気（露点約 -20°C ）を循環させてトリチウム除去作業を開始しました。トリチウム除去作業の概要については、以下のとおりです。

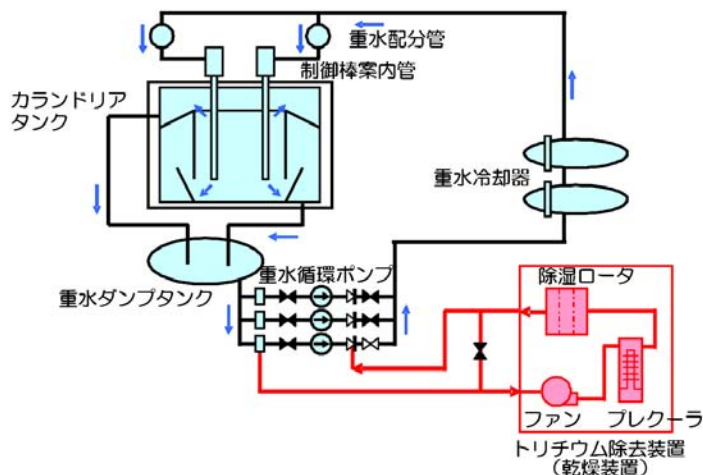
①系内に供給された乾燥空気は、B-重水循環ポンプ出口逆止弁→重水冷却器→重水配分管→制御棒案内管→カランドリアタンク→重水ダンプタンク→B-重水循環ポンプ入流ストレーナの順に流れる。

②この乾燥空気の流れにより、系内に残留するトリチウムを含んだ重水は蒸発し、湿分を含んだ空気として除去装置入口へ持込まれる。

③除去装置入口へ到達した湿分を含んだ空気は、除去装置内のプレクーラー及び除湿ロータを通過することで、湿分が除去され、再度乾燥空気となり、系内に供給される。

④除去された湿分は冷却されることでトリチウムを含んだ水の形態となり、除去装置内のドレンタンクに回収される。

本除去装置によるトリチウム除去の完了の目処は、系内空気の露点及びトリチウム濃度により判断することとしています。露点については、トリチウムを含んだ湿分が除去されるに伴い、除去装置入口の露点が徐々に低下していき、除去装置出口の露点とほぼ同じになることを確認します。また、トリチウム濃度については、予め定められた濃度まで低下していることを確認します。



カランドリアタンク及び重水冷却系のトリチウム除去概略図



トリチウム除去装置の外観(グリーンハウス設置前)

(3) トリチウム除去作業の状況

これまでの除去装置運転によるトリチウム除去において、トリチウムを含んだ重水を十数リットル回収しました。また、トリチウム除去に関する運転データ等を採取するとともに、これまでの運転で見出された改善事項を取りまとめ、今後装置の改造等を行う予定です。

さらに、運転方法についても改善の検討を行い、安全で効率的な24時間運転の実現を目指すとされています。



トリチウム除去装置の運転状況



第1回廃止措置連絡会の状況

Ⅱ. 中部電力㈱との「原子炉施設の廃止措置に係る技術協力協定」の締結及び第1回廃止措置連絡会 (技術開発部 計画管理課 片野 好章)

「ふげん」は、平成20年2月12日に廃止措置計画の認可を取得後、国内初の大型水炉の廃止措置業務に精力的に取り組んでいます。

中部電力株式会社(以下、「中部電力」という。) 浜岡原子力発電所1・2号機も平成21年11月18日に廃止措置計画の認可を取得し、廃止措置を開始したところです。

日本原子力研究開発機構(JAEA)は、中部電力と廃止措置における技術情報の交換を行い、円滑な廃止措置が実施できるよう、平成22年4月9日に「原子炉施設の廃止措置に係る技術協力協定」を締結しました。本協定の締結により、「ふげん」と「浜岡原子力発電所」が廃止措置の実施状況や保安活動に関する情報を共有でき、廃止措置の実施過程で得られる知見を活用し、双方の廃止措置を安全かつ効率的に実施できるものと考えております。

平成22年5月13日には、本協定に基づいて第1回廃止措置連絡会を「ふげん」において開催し、現場作業の保安管理状況を含め廃止措置に係る様々な情報交換を行ないました。

今後は本連絡会を定期的に開催し、得られた技術情報等を参考にしつつ、廃止措置業務の更なる安全確保に努めていきます。



中部電力㈱による「ふげん」施設見学

Ⅲ. 第48回TAG会議報告 (技術開発部 設備保全課 浜田 宣幸)

OECD/NEA(経済協力開発機構/原子力機関)の原子力施設廃止措置プロジェクトに関する技術情報交換のための協力計画プログラムのもと、平成22年5月17日~5月21日にかけて第48回廃止措置技術諮問グループ会議(The 48th Technical Advisory Group Meeting: TAG48)がスウェーデンのストックホルムにて開催され、日本を含む12カ国34人が参加しました。

会議では、日本からの報告も含め、原子炉施設の廃止措置に関する10施設及び燃料施設の

廃止措置に関する8施設からの報告、その他、アメリカ、イギリス等から原子力施設の地下汚染や地下水モニタリング等への対応状況についての報告があり、会議最終日にはスタズビック社を訪問し、研究炉の廃止措置、金属廃棄物の再利用のための溶融施設、廃棄物の中間貯蔵施設を調査しました。

日本からは、JAEAの「ふげん」及び人形峠環境技術センターの廃止措置状況について報告し、日本原電(株)からは東海発電所1号炉の廃止措置状況について報告がありました。また、今回から参加となった中部電力(株)の浜岡原子力発電所1・2号機の廃止措置について、新規プロジェクトとする報告がありました。

「ふげん」の報告では、平成21年度の廃止措置の実施状況として、第5給水加熱器の解体実績について、解体工法、切断手法の比較試験、廃棄物発生量や作業人工数等の実績を報告するとともに、廃止措置段階における設備の維持管理の考え方・状況について報告しました。この報告に関して、会議参加者より解体に伴い発生するアスベストを含有する保温材の処理方法、解体撤去物のクリアランスに向けた考え方等の質疑があり、「ふげん」の現状を説明するとともに、参加者間で議論を行いました。



TAG会議の状況

原子炉施設の廃止措置に関する海外からの報告は10件あり、そのうち、ドイツのJulich実験用高温炉(AVR社)では、原子炉容器の撤去準備段階の作業として、原子炉容器の周辺設備(1次冷却系等)の解体とブラスト除染、サポート取付等を実施中であり、また、原子炉容器を中間貯蔵する施設が完成、2010年に許可を取得し、2015年頃を目標にサイトの開放を目指す工程で進行中であるとの報告がありました。

英国セラフィールド社のWAGR(ウィンズケール改良型ガス冷却炉:33MWe)では、原子炉構造材の解体・除染作業として、昨年までに鏡板をプロパンガスで遠隔切断するとともに、保温材の回収等を実施しており、鏡板は200ℓドラム缶と専用コンテナに収納し、アスベスト含有保温材は高圧圧縮で減容して保管している。今後の作業としては、生体遮へい体等の解体計画として、高さ9~15mの生体遮へい体内に設置されている高線量の鉛直配管を対象に、カメラによる内部調査等、解体の詳細検討を実施中であるとの報告がありました。

その他、KRR-1&2(韓国)、Phenix(フランス)、Pimic(スペイン)の各原子炉施設における廃止措置状況や技術開発に関する情報について報告があり、原子炉の解体のための遠隔装置等の技術開発やバーチャルモデルによる評価、開発等の技術情報を得ることができました。

会議最終日は、スタズビック社を訪問し、研究炉の廃止措置、金属廃棄物の溶融施設、廃棄物の中間貯蔵施設の技術調査を行いました。金属廃棄物の溶融施設では、海外を含めた発電所から大型の蒸気発生器(SG)等も受入れ、除染・溶融が事業化されており、実用レベルでの処理状況を直接確認することができた貴重な調査でした。

次回の会議は、2010年10月にフランス(CEA、マルクール他)で開催される予定です。

IV. NDAにおける廃止措置に関する技術調査報告

(技術開発部 開発実証課 泉 正憲)

平成 22 年 5 月上旬から 7 月末までの約 3 ヶ月間、英国原子力廃止措置機関 (NDA) と JAEA が締結した「NDA と JAEA の放射性廃棄物管理と廃止措置の分野における協力協定」に基づいて、英国南部ドーセット州にある SGHWR (Steam Generating Heavy Water Reactor) へ出張し技術調査を行いました。SGHWR の廃止措置で得られた知見が、今後の「ふげん」の廃止措置を安全かつ合理的に進める上で貴重な情報となることから、本出張では、SGHWR で適用された技術や解体撤去物の処理に係るこれまでの実績や知見、安全関連情報等の調査を行いました。

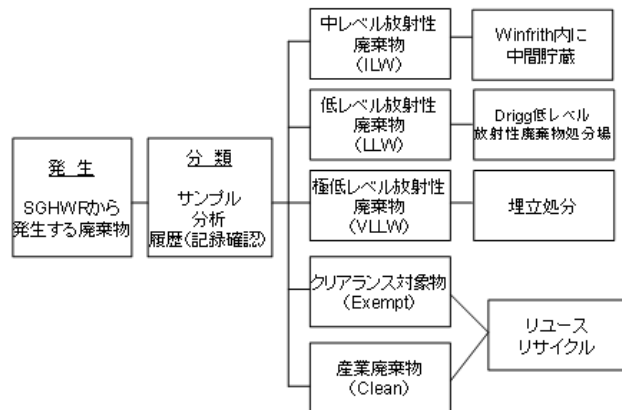
SGHWR では、原子炉本体及び主冷却系機器を除く第 2 次格納施設内のほとんどの機器を 2005 年から 2007 年までの間に解体撤去しています。



SGHWRの外観

SGHWR で発生した固体廃棄物は、中レベル放射性廃棄物 (ILW)、低レベル放射性廃棄物 (LLW)、極低レベル放射性廃棄物 (VLLW)、クリアランス対象物 (Exempt)、産業廃棄物 (Clean) に区分して管理しています。また、第 2 次格納施設内機器等の解体により、発生した廃棄物は、低レベル放射性廃棄物 (LLW) が

約 2,400t、極低レベル放射性廃棄物 (VLLW) が約 60t、クリアランス対象物 (Exempt) 及び産業廃棄物 (Clean) が約 500t でした。これらの廃棄物は、下図に示すように処理・処分されています。



SGHWRで発生する廃棄物の処分フロー

この中で、クリアランス対象物 (Exempt) 及び産業廃棄物 (Clean) は、リユース及びリサイクルを行っています。リユースとは、SGHWR で使用していた架台や階段等と同じウィンフリスサイトの施設で再度使用することを示しています。また、リサイクルとは、SGHWR で使用していた機器 (ポンプ、タンク等) を、他の産業プラントで再度使用することを示しています。原子力施設から発生する廃棄物を他の施設でリサイクルする際には、予め地元住民への説明会を行っています。反対も特段無く、比較的円滑に受け入れられているようです。地元住民への PA 活動については、現在も定期的に行っているそうです。

放射性廃棄物の管理では、英国においても日本と同様に廃棄物データをデータベースに蓄積し、サイト外搬出時の廃棄物の管理に活用していました。

今後、SGHWR の経験や知見も参考にして、「ふげん」の施設の解体で発生する廃棄物等の管理を安全に実施していくとともに、情報交換を継続していく予定です。

V. 高経年化分析室(ホットラボ)の設置 (技術開発部 技術調査課 堀江 薫)

平成22年4月22日に、関西電力(株)と原子力機構が協力して整備した高経年化分析室(ホットラボ)の開所式を、文科省、経産省、福井県、敦賀市をはじめ、多方面にわたるご来賓のご出席のもとに開催しました。



高経年化分析室の開所式の様子

高経年化分析室は、放射化された配管等の放射性物質を含む試料を分析できる施設で、この施設には、現在国内では6台(世界でも約30台)しか導入されていない原子プローブ電界イオン顕微鏡(APFIM)等の最新の機器を設置しました。なお、放射線管理区域に設置されているAPFIMは、高経年化分析室のものを含め国内で3台だけです。

このAPFIMは、試料を構成する原子一つ一つをイオン化し、このイオンを検出することにより原子の種類(元素)及び位置を分析する装置です。得られた原子の種類とその位置のデータをコンピュータで解析することで、原子個々の位置を表現した試料の三次元構成図が得られます。試料の原子構成を明らかにすることは放射線による照射損傷や熱時効など微量元素の偏析が関与する材料の脆化機構解明研究等への活用が期待できます。



原子プローブ電界イオン顕微鏡(APFIM)

この他にも、観察対象に電子(電子線)を当てて反射又は透過した電子を基にした拡大像から結晶構造や微小領域の化学組成を取得できる走査透過電子顕微鏡(STEM)や、APFIMとSTEMで試料を観察するためのナノレベルの試験片製作と物質表面の拡大観察ができる集束イオン/電子ビーム加工観察装置(FIB-SEM)等を設置しています。

開所式の冒頭、関西電力(株)八木事業本部長(当時)から「分析室での成果を高経年化プラントの安全、安定運転に反映させ、地域の皆様方のご信頼を得ていきたい。」とのご挨拶をいただきました。また、JAEA石橋敦賀本部長代理が「高経年化研究の推進とともに人材の育成にも取り組んでいきたい。」との挨拶を行いました。

その後、場所を移し、重水精製建屋第I棟にて銘板の除幕式が行われ、高経年化分析室の見学、機器についての説明を行いました。

今後は、高経年化分析室を利用した研究成果を福井県から発信することで「エネルギー研究開発拠点化計画」に貢献していきます。

H22年5月～H22年9月の実績

時 期	内 容
5月4日～7月30日	・英国原子力廃止措置機関（NDA）/SGHWR への技術者1名の派遣
5月10日～	・平成22年度研究開発段階炉等の廃止措置技術の研究開発等（文部科学省委託事業：（財）原子力安全技術センター実施）への協力（保安管理等）
5月13日	・中部電力(株)との第1回廃止措置連絡会
5月17日～21日	・第48回TAG会議（スウェーデン）
5月28日、29日	・JAEA オープンセミナー（「ふげん」解体物の遠隔細断用治具の試作・製作等技術課題4件を紹介）
6月26日	・連続無災害日数2900日達成
7月15日～9月6日	・手動プラスト除染装置の設置
7月27日～8月19日	・クリアランスモニタ性能データ取得作業
平成21年1月26日～継続実施中	・ヘリウム浄化系等の残留重水回収及びトリチウム除去作業
平成21年9月2日～継続実施中	・カランドリアタンク及び重水冷却系のトリチウム除去作業
順次実施中	・重水搬出作業及び重水搬出に係る重水前処理作業
9月14日	・第22回ふげん廃止措置技術専門委員会（東京事務所で開催）
9月15日～9月17日	・日本原子力学会 2010年秋の大会（北海道大学）/『管理データ評価システムのふげん廃止措置への適用性について—平成21年度実績データの分析及び評価—』発表
9月16日～12月9日	・平成22年度原子力研究交流制度に基づく海外研究者〔インドネシア（1名）、ベトナム（1名）〕の受入れ
9月16日～12月9日	・Visiting Researcher 制度に基づく海外研究者〔中国（2名）〕の受入れ
9月27日～9月30日	・CEA-JAEA 情報交換会議（原子力科学研究センターで開催）

今後の予定

時 期	内 容
10月3日～7日	・ICEM2010（つくば）/『クロメート処理、ICPによる樹脂の処理、PRODIAによる評価』発表
10月4日	・連続無災害日数3000日達成
10月11日～14日	・英国原子力廃止措置機関（NDA）協力協定に基づく第1回情報交換会議（英国NDA本部他で開催）
10月24日～29日	・TRITIUM2010（奈良）/『トリチウムの除去』ポスター発表
10月25日～29日	・第49回TAG会議（フランス）
10月29日	・原子力施設デコミッションング推進センター主催「第23回デコ

<p>10月31日</p> <p>順次実施予定</p>	<p>ミッションング技術講座」/ 『「ふげん」の廃止措置と設備維持管理』 報告</p> <ul style="list-style-type: none">・日本原子力学会・バックエンド部会主催 2010 年度バックエンド週末基礎講座（福井大学文京キャンパス） / 『原子炉施設の廃止措置—ふげんの廃止措置状況』 報告・重水搬出作業及び重水搬出に係る重水前処理作業
-----------------------------	---