

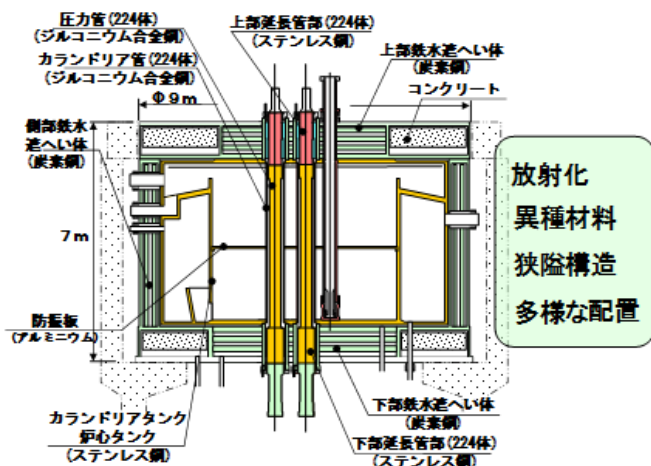
(独)日本原子力研究開発機構 敦賀本部 原子炉廃止措置研究開発センター
技術開発部 計画管理課 編集

第18号掲載内容

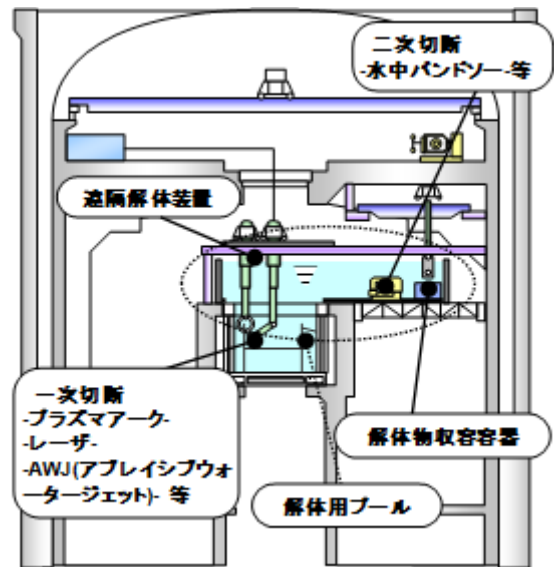
- I. 原子炉解体技術の開発状況
- II. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた国の指示文書に基づく取り組み
- III. TAG50会議報告
- IV. 地元との連携状況『課題解決促進事業』

I. 原子炉解体技術の開発状況
(技術開発部 技術開発課 中村 保之、岩井 紘基)

日本原子力研究開発機構（以下「JAEA」という）原子炉廃止措置研究開発センター（以下「ふげん」という）の原子炉本体は、224本の圧力管とカランドリア管がそれぞれ同心上に配置された二重管構造となっており、上下部及び側部は、遮へいのために最大150mmの炭素鋼厚板と水の層から成る積層構造となっています。また、原子炉本体は放射化していることから、汚染拡大防止や被ばく低減の観点から原子炉上部に解体用プールを設置し、水中で遠隔解体装置を用いて解体する計画としています。

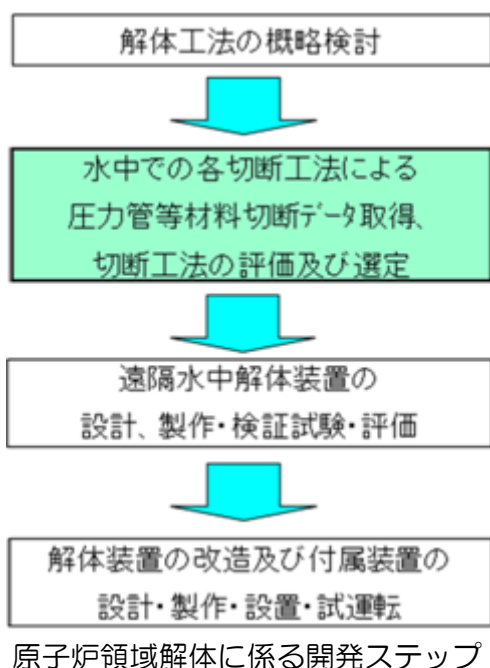


原子炉本体概略図

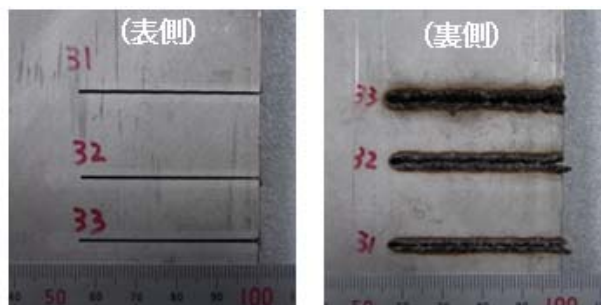


水中遠隔解体の概念図

原子炉本体の解体に当たっては、これらの構造物を水中雰囲気中で安全かつ短い工期で解体することが重要です。このため、原子炉内部の原位置での粗断と解体用プールを横に拡張したエリアでの細断を並列して進め、解体工期の短縮を図ることとしています。また、原子炉本体解体に係る技術開発は、下図のようなステップで進めていく予定であり、切断工法については、解体工数や廃棄物の低減のため、二重管部や厚板部の切断に対して水中での切断が可能と考えられる複数の工法を候補とし、今後の工法選定に資するために適用性や性能等を確認する切断試験を実施しています。



水中レーザー切断試験状況



切断写真（材質 SUS304、板厚 16mm）

現在までに、動力試験炉（JPDR）や海外での原子炉遠隔解体で実績があるプラズマ（熱的切断）、アブレイシブウォータージェット及びバンドソー（機械的切断）に加えて、近年開発が著しいレーザー（熱的切断）について、それぞれ切断試験を実施しました。

この結果、試験の対象とした各切断工法は、全ての工法が水中切断に適用可能であることを確認するとともに、水中での切断速度や切断幅等のデータを取得しました。

さらにレーザー切断工法については、薄板部材であれば、高速かつ少ない二次生成物量で切断できる特徴を有していることに加え、近年のレーザー発振器の小型・高出力化等により、現場への適用が容易となっていることから、引き続き試験等を行い、厚板部材への適用を図るために研究開発を続けています。

レーザー切断技術の開発を進めるに当たり、社内ではレーザー共同研究所や次世代原子力システム研究開発部門等との連携を図るとともに、社外の財団法人若狭湾エネルギー研究センター殿等の協力を得つつ研究開発を進めています。これまでの試験から、レーザー照射条件やガス噴射条件が切断に及ぼす影響について分かってきており、これらを考慮して更なる切断性能の向上を目指していきたいと思います。

また、現在東北地方太平洋沖地震による津波に起因して福島第一原子力発電所は炉心冷却機能を喪失し、炉心溶融に至ったと報告されています。これまで、炉心溶融が発生したスリーマイル島原子力発電所 2 号機（TMI-2）の事故復旧作業の知見として、溶融燃料の撤去作業に当たっては、信頼性のある工具を選定するとともにモックアップ実証試験による操作員の作業訓練等の実施が必要不可欠であると報告されています。

「ふげん」では、切断試験等の結果をもとに適切な原子炉本体の切断工法を選定するとともに、モックアップ実証試験を実施する計画であり、福島第一原子力発電所の復旧作業への反映も考慮しつつ、「ふげん」で得られる知見を取りまとめていきます。

Ⅱ. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた国の指示文書に基づく取り組み （安全品質管理課 今川 康弘）

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による津波の発生に起因して、福島第一原子力発電所では電源機能等が喪失し、重

大な事故が発生したことから、経済産業大臣より緊急安全対策やシビアアクシデント等の対応について指示文書が発出されました。

この指示文書では、電源機能等を喪失した際の炉心の損傷及び使用済燃料の損傷を防止し、放射性物質の放出を抑制しつつ原子炉施設の冷却機能の回復を図るため緊急安全対策を実施することや、万一、シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応できる措置に取り組むことが指示され、「ふげん」においても対応を実施しました。

「ふげん」は、既に原子炉の運転を終了し炉心から全ての燃料を取り出しているため、炉心損傷に至る事象は発生しないことから、電源機能等喪失時の緊急安全対策として以下の事象について想定し、対応を実施しました。

(1) 使用済燃料の冷却機能の喪失

使用済燃料の冷却機能を確保する手段として、屋外の原水タンク等を水源とし、水中ポンプや消防ホース等を使用して使用済燃料貯蔵プールに水を補給する手段及び資機材（可搬式発電機、水中ポンプ等）を確保しました。

(2) プラントの監視機能の喪失

使用済燃料貯蔵プールの水位・水温のプラント監視機能を喪失した場合には、これら監視計器へのバッテリー接続による機能復旧や現場の目視確認による監視の継続、モニタリングポストの監視機能を喪失した場合には、モニタリングカーや可搬型モニタリングポスト等により監視する手段及び資機材（可搬式発電機、可搬型モニタリングポスト等）を確保しました。

また、上記(1)(2)に必要な資機材（可搬式発電機、水中ポンプ、可搬型モニタリングポスト等）の配備だけでなく、それぞれの対応に必要な体制の整備・ルール化や、各種対応訓練を実施しました。



水中ポンプ



可搬式発電機(2.3kVA)

必要な資機材の例（使用済燃料の冷却機能確保）

さらに、電源機能等喪失時に係る体制の整備については、保安院からの指示文書に基づく保安規定の改正を行い、平成23年5月6日に認可を受けました。

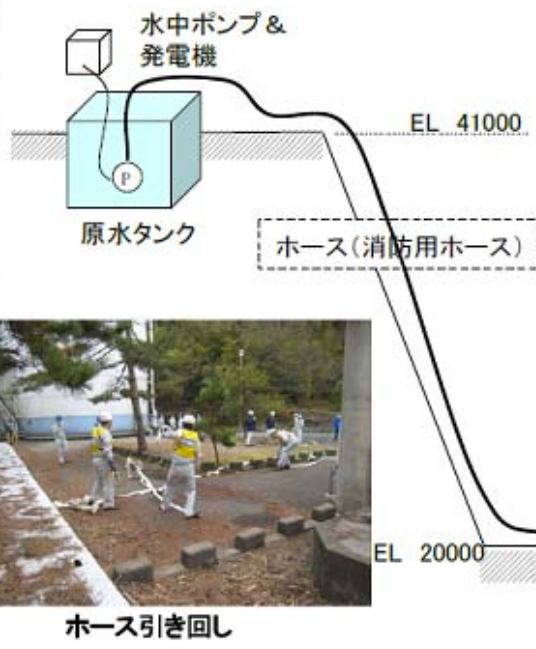
シビアアクシデントへの対応については、既に燃料は原子炉から取り出されていることから、炉心の損傷は発生しないものの、地震や津波等により電源機能が喪失し通信手段や照明が使用できなくなること、高線量作業下での迅速な放射線管理ができなくなること、がれき等の影響により使用済燃料貯蔵プールへの補給ルートに障害が発生すること等が考えられるため、これらの事態に備えた検討を実施しました。

この結果、通信手段や照明類については無線機、トランシーバー、ハンドライト及び必要な充電器・電池等を、放射線管理については個人線量計や全面マスク等の放射線防護具を必要数確保していることを確認するとともに、高線量作業下での防護服を融通できる体制を整備し、がれき等を撤去する資機材については必要数を確保し、想定される事態への対応が常に可能な体制であることを確認しました。

今後も事故の推移を注意深く見守り、情報収集等を行っていくとともに、新たな知見等が得られた後には必要な対策を適切に講じていきます。



中央制御室への退避、集合



プールへの水補給(模擬)



原水タンクへのポンプ投入



ホース引き回し

対応訓練の実施状況 (※写真は4月20日の対応訓練の様子)

Ⅲ. TAG50会議報告

(技術開発部 開発実証課 泉 正憲)

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23年5月9日～5月13日にかけて第50回廃止措置技術諮問グループ会議 (The 50th Technical Advisory Group Meeting: TAG50) がイタリアのマテラにおいて開催され、日本を含む9カ国16名が参加しました。

「ふげん」からは、復水器周辺機器の解体撤去工事及びトリチウム除去作業の近況を報告するとともに、解体撤去工事に係る作業員数等の管理データを評価する方法について報告しました。特に管理データ評価システムの運用方針や従来のJPDRの解体経験から見直しを行った評価式の考え方等について、参加者らと意見交換を実施しました。

原子炉施設に関する廃止措置では、「ふげん」を含め全体で9プロジェクトの報告があり、TAGに登録しているそれぞれの国における原子炉施設の特徴に応じた固有の取り組みや近況について報告があり、幅広い情報を収集するこ

とができました。

このうち特徴的な情報として、ドイツ・AVR (球状燃料高温ガス炉) では、原子炉圧力容器 (RPV) の撤去準備のためRPV全体を収容する容器を設計・製作し、サイト内にある中間貯蔵施設に貯蔵する計画であり、現在は、RPVを切断撤去作業中との報告がありました。スペイン・Jose Cabrera NPP (PWR) では、RPV中心部にバンドソー等の機械式切断装置を設置し解体を行う計画が示されました。イギリス・WAGR (改良型高温ガス炉) では、原子炉支持構造物の解体や除染作業を実施しており、原子炉周辺の鏡板部はOxy-propane切断*にて解体を実施していました。その他、台湾・TRR (照射試験炉) では、原子炉容器を撤去して安全貯蔵中であること、使用済燃料プールの除染を完了したこと等の報告がなされました。また、廃棄物量を見積もるために、原子炉容器、生体遮へい体等のコンクリートのコアサンプリングを行っており、原子炉容器の解体は、2023年から2028年に実施する計画です。

燃料施設の廃止措置については、全体で5プロジェクトの報告がありました。フランス・ATUE (燃料製造施設) は、施設解体後の処理

作業を実施中であり、建屋の除染作業の追加や除染後の表面汚染密度の限度値を上げること、廃止措置事業を延長すること等のために、安全当局と折衝中とのことでした。イギリス・B204（廃棄物分離施設）は、分離施設のスタックの周辺に足場を設置して解体を行っており、廃止措置の完了は 2095 年を計画しているとのことでした。韓国（ウラン転換施設）では、平成 23 年 6 月の廃止措置終了を目指し、建屋の除染作業を進めている状況にあります。汚染調査を実施した結果、土壌汚染が確認されたことから、施設基礎下部の地中まで除染を行ったとの報告がなされました。

また、イギリスの出席者からは、福島第一原子力発電所の事故を受けて原子炉施設の Safety Case（安全性説明書）の改訂を行ったとの報告もありました。

会議終了後には、イタリア・U-Th 再処理施設（SOGIN 社）について調査を行いました。この施設では、これまでアメリカの原子炉施設から取り出した使用済燃料を再処理してきており、現在は廃止措置の段階にあり、施設内に U-Th 廃液をセメント固化するモックアップ装置を設置し、固体処理試験の準備が進められていました。

TAG 会議は、各国の廃止措置情報を収集できる場として大変有意義であり、今後も継続して出席し、「ふげん」の廃止措置に反映していくことが重要であると感じました。

なお、次回の会議は、平成 23 年 10 月にドイツのカールスルーエで開催される予定です。



第 50 回 TAG 会議の様子

※Oxy-propane 切断：被切断母材を酸素・プロパンガス等で燃焼・加熱し、母材の燃焼点まで昇温させて酸素を噴射させることによって、鉄と酸素の急激な化学反応による酸化反応熱により、切断する方法。

IV. 地元との連携状況『課題解決促進事業』 （技術開発部 計画管理課 尾崎 信治）

JAEA 敦賀本部では、これまでの研究活動等を通じて取得した特許等の技術成果を広く活用できるように、原子力産業への参入を目指す地域の企業にも展開し、その技術支援を行ってまいりました。平成 22 年度は、双方向の連携を更に強化する「技術課題解決促進事業」を開始しました。

この事業は、福井県が進める「エネルギー研究開発拠点化計画」の取り組みの一環として、「産業の創出・育成」を目指し、あらかじめ実用化の成立性を見極めることを目的とし、JAEA が抱える技術課題について地域企業と連携して解決に結びつけるものです。

平成 23 年 5 月には、敦賀市と福井市でオープンセミナーを開催し、「ふげん」から次の 3 件について技術課題を提示しました。

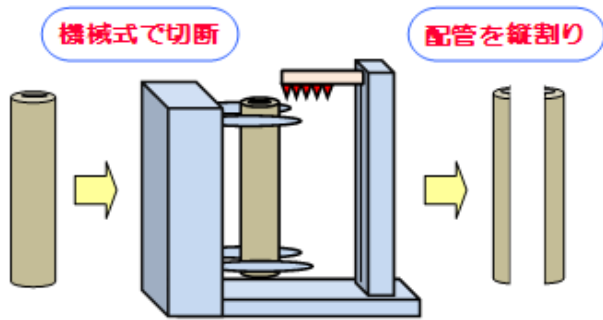


オープンセミナー（敦賀市）

①小口径配管の縦割工具の試作

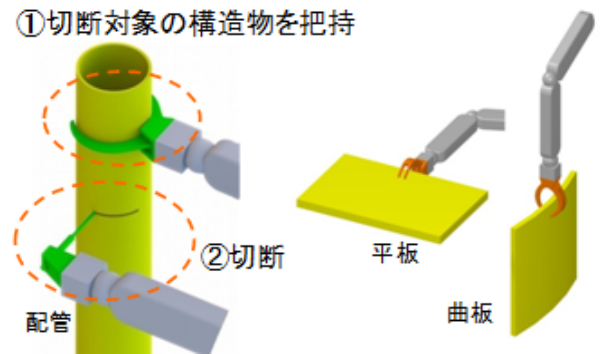
原子炉施設等の解体に当たっては、クリアランス*対象となる配管類の除染及び搬出測定を行うために、放射性物質と接する配管内面を必要に応じて開放します。このため、既存工具（バンドソー等）では容易に加工できない小口径配

管（直径 100 mm以下）を縦割り（半割り）にする把持・切断工具を試作します。



配管把持・縦割工具（例）

（部品）の開発が必要であり、その設計及び試作を行います。



配管等の形状に対応した把持装置（例）

②クリアランス金属の再生品の実用化製品調査・試作

クリアランス制度の運用段階では、クリアランスした物を継続的に再利用していくことを計画しています。このため、今後原子力事業者が利活用する再生品の用途、実現性、コスト、再生量の予測等について調査・評価し、その試作品を製作します。

今後、地域の企業より応募のあった提案について技術評価等を行い、試作・調査の実施、報告会とステップを踏み、成果展開事業や共同研究へと発展させていく予定です。

※クリアランス：人の健康への影響が無視できることから「放射性物質として扱う必要がないもの」として、放射線防護の規制の対象から外すこと。【クリアランス制度について：前号（NO.17号）デコミノート参照】



クリアランス物（金属製品）の再利用イメージ（例）

③多関節式把持装置の設計・試作

原子炉本体等の解体に使用する遠隔解体装置の把持部については、対象となる物の形状や大きさが異なるため、様々な形状のものに切り替える必要があります。一方、把持する解体対象物は放射化しているため、メンテナンスや作業工期の短縮等を考慮すると、多様な形状の解体対象物を1種類の多関節式構造で把持する装置

H23年4月～H23年6月の実績

時 期	内 容
平成 21 年 9 月 2 日～ 継続実施中 平成 22 年 11 月 24 日 ～平成 23 年 5 月 20 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 ・ 重水浄化系等の残留重水回収作業
3 月 8 日～継続実施中 3 月 28 日～30 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ ポイズン供給系等のトリチウム除去作業 ・ 日本原子力学会 2011 年春の大会投稿 ① 「ふげん」原子炉解体技術の検討状況 ② 熱的及び機械的切断工法による原子炉構造材の粉じん挙動評価 ③ 「ふげん」におけるクリアランス対象物の放射能濃度の評価方法の検討 ④ クリアランスモニタの性能確認結果
3 月 28 日～継続実施中	<ul style="list-style-type: none"> ・ JAEA における福島原子力発電所の緊急事態に係る防災業務（住民身体サーベイ等）に係る「ふげん」要員派遣
3 月 29 日～継続実施中	<ul style="list-style-type: none"> ・ 文部科学省非常災害対策センター（EOC）環境モニタリング班業務体制強化支援に係る「ふげん」要員派遣
4 月 8 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施」（原子力安全・保安院指示文書）に係る「原子炉施設保安規定」変更認可申請
4 月 20 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電源機能等喪失時対応訓練【記事Ⅱ.参照】
4 月 26 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた緊急安全対策に係る実施状況の報告【記事Ⅱ.参照】
4 月 27 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上記に係る対策実施状況確認のための原子力安全・保安院の立入検査【記事Ⅱ.参照】
5 月 6 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 緊急時安全対策を反映した「原子炉施設保安規定」認可【記事Ⅱ.参照】
5 月 9 日～13 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 50 回 TAG 会議（イタリア）【記事Ⅲ.参照】
5 月 10 日～	<ul style="list-style-type: none"> ・ 劣化重水貯槽室等の残留重水回収作業
5 月 24 日、25 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第 23 回オープンセミナー/技術課題解決促進事業（公募型）紹介：小口径配管の縦割工具の試作、クリアランス金属の再生品の実用化製品調査・試作、多関節式把持装置の設計・試作【記事Ⅳ.参照】
6 月 2 日、3 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 23 年度電源機能等喪失時対応訓練【記事Ⅱ.参照】
6 月 14 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 福島第一原子力発電所事故を踏まえたシビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況報告【記事Ⅱ.参照】
6 月 16 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上記に係る対策実施状況確認のための原子力安全・保安院の立入検査【記事Ⅱ.参照】

6月27日～	<ul style="list-style-type: none"> ・平成 23 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） ・中部電力(株)との第 3 回廃止措置連絡会 ・中国核動力研究設計院（NPIC）への「ふげん」の廃止措置技術に係る講師派遣 ・平成 23 年度原子力関連業務従事者研修専門研修『「ふげん」専門講座』 ・重水搬出作業及び重水搬出に係る重水前処理作業
7月15日	
7月25日～29日	
8月1日～5日	
順次実施中	

今後の予定

時 期	内 容
9月1日	<ul style="list-style-type: none"> ・第 24 回ふげん廃止措置技術専門委員会（「東京事務所」で開催） ・日本原子力学会 2011 年秋の大会（北九州国際会議場他）投稿 <ul style="list-style-type: none"> ①「ふげん」のクリアランスに係る測定方法及び評価（4 件） ② 原子炉構造材へのレーザー切断技術適用に向けた研究開発(4 件) ③「ふげん」を対象とした大型機器の最適解体シナリオの検討について（3 件） ④放射性物質等不純物含有テトロクロロエチレン廃液の無害化処理方法の改善（1 件）
9月20日～22日	
9月～	<ul style="list-style-type: none"> ・「放射性廃棄物管理と廃止措置の分野における協力協定」に基づく英国原子力廃止措置機関（NDA）/WAGR への技術者 1 名の派遣（調整中）
10月17日～21日	<ul style="list-style-type: none"> ・JAEA/フランス原子力庁（CEA）情報交換会議 ・平成 23 年度原子力関連業務従事者研修専門研修『廃止措置基礎講座』
10月19日	
10月24日～28日	<ul style="list-style-type: none"> ・第 51 回 TAG 会議（ドイツ） ・重水搬出作業及び重水搬出に係る重水前処理作業
順次実施予定	