



国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 敦賀廃止措置実証部門
新型転換炉原型炉ふげん 廃止措置部 計画管理課 編集

第43号掲載内容

- I. 廃止措置計画の変更について
- II. 2022年原子力学会報告
- III. 原子炉周辺設備(Bループ)の解体撤去作業について
- IV. 受電設備系統切替(275kV→77kV)計画について
- V. ふげん高経年化分析室(ホットラボ)における高経年化調査研究の終了について
- VI. クリアランス再利用に向けた取組みについて
- VII. 2022年度ふげん総合防災訓練について

I. 廃止措置計画の変更について

(廃止措置部 計画管理課 中村 保之)

「ふげん」は約 25 年間の運転を終了し、2008 年 2 月に廃止措置計画の認可を受け、計画的に廃止措置を進めております。

今般、プラント恒久停止や廃止措置の進捗に伴い、公衆及び放射線業務従事者の被ばく等のリスクが低減しているプラント状態や原子炉運転中の供用設備のうち、負荷容量が減少した状態を踏まえ原子炉補機冷却系の供用を終了するとともに、一部除熱が必要な機器には代替冷却装置を個別に設置する計画としております。また、高経年化対策として、水冷式の空気圧縮機を空冷式のユニット型の空気圧縮機に更新する計画としております。この他、廃止措置進捗に伴う所内電力量の減少等を踏まえ、受電先を 275kV 敦賀線から 77kV 立石線に切り替え、275kV 開閉所を供用終了する計画としております。

これらについて廃止措置計画に反映し、2022 年 4 月 28 日に原子力規制委員会に変更認可申請を行い、補正申請を経て、同年 11 月 16 日に認可を頂きました。

また、2023 年度から予定していた原子炉本体の解体着手に向けて実施してきた解体用プール設置を含む水中遠隔解体装置の詳細検討において、更なる安全性向上を図るため、解体時に原子炉本体上部に設置する解体用プールからプール水が漏えいするリスクを大幅に低減させるため、より保守的な工法に変更することが必要と判断しました。この変更は、解体用プールの設置において溶接及び検査を遠隔で行うための技術開発に必要な期間を確保するため、原子炉本体の解体着手時期を 7 年間延伸し、2023 年度から 2030 年度に、廃止措置の完了時期を 2033 年度から 2040 年度に変更することとしました。

この廃止措置工程の変更にあたっては、2022 年 8 月 8 日に地元自治体にご説明させて頂き、同年 11 月 25 日に原子力規制委員会に廃止措置計画の変更届出を行いました。

今後も廃止措置計画に基づき、安全第一で計画的に廃止措置を進めて参ります。

II. 2022 年 原子力学会報告

1.春の年会

2022 年の原子力学会 春の年会 (3/16-18) は、神戸大学にて対面での現地開催が予定されていましたが、新型コロナウイルス感染症の収束の見通しが立たないことから、オンラインでの開催となり、「ふげん」からは2件の発表を行いました。

(1)原子炉施設廃止措置における建屋貫通による解体物搬送ルート整備

(廃止措置部 技術実証課 栗谷 悠人)

本発表では、解体撤去物の合理的な運搬のために、タービン建屋と原子炉建屋に設けた搬送

ルートの整備について、実施に際しての課題とその対応及び効果等について報告しました。

聴講者から、費用対効果に関するご質問や発生したコンクリートを放射性廃棄物でない廃棄物として扱う際の留意点等についてご意見を頂きました。

(2)原子炉構造材からの試料採取技術実証(原子力側部からの試料採取状況)

(廃止措置部 技術実証課 宮本 勇太)

本発表では、原子炉本体の遠隔解体及び放射性廃棄物の処理・処分に向けて実施した、原子炉側部からの炉心タンク試料採取モックアップ試験及び実試料採取の作業状況について報告しました。

聴講者から、作業場所の線量とその被ばく対策の効果、他プラントへの反映等に関するご質問や今後実施する分析評価の成果報告・展開に期待する旨のご意見を頂きました。

2.秋の大会

2022年の原子力学会 秋の大会(9/7-9)は、茨城大学での現地開催となり、「ふげん」からは2件の発表を行いました。

(1)ふげん廃止措置作業における実績データの分析

(廃止措置部 計画管理課 香田 有哉)

本発表では、タービン設備の解体撤去作業に要した作業人工数と物量の相関関係を整理した結果について報告しました。

聴講者から、相関関係式の考え方や、クリアランス作業に関する人工数を除いた相関関係式を出すことはできないか等のご意見を頂きました。

これらのご意見等も取り入れつつ、基準となる実用炉にも適用可能な相関関係式を整備し、解体工期、人工予想、廃棄物量評価等の事前評価に反映できるようなシステムを整備していきたいと思えます。

(2)大型水槽でのレーザー切断時粉じん挙動データの取得

(廃止措置部 技術実証課 宮本 勇太)

本発表では、水深等が実機と同等規模のモックアップ試験設備を用いた「ふげん」原子炉構造模擬材の水中レーザー切断試験結果等について報告しました。

聴講者から、粉じん粒径分布の測定方法に関するご質問や、粉じん飛散低減に関するご意見等を頂きました。

以上、原子力学会で頂いたご意見等を参考に、今後も「ふげん」の廃止措置を安全最優先で進めていくとともに、業務で得られた成果については、引き続き積極的に外部に発信していきたいと思えます。

Ⅲ. 原子炉周辺設備(Bループ)の解体撤去作業について

(廃止措置部 技術実証課 荒谷 健太)

2020年度に完工した原子炉建屋内の原子炉周辺設備 Aループ側機器等の解体撤去作業に続く作業として、2021年3月にBループ側機器等の解体撤去作業に着手し、約1年半の作業期間を経て、2022年9月に完工しました。

「ふげん」の原子炉冷却系は、炉心を2分割した2ループ構成(A,Bループ)となっており、これらは相似した構造となっているため、Aループ側作業で得られた知見や経験をBループ側作業に反映し、更なる安全性向上を図った解体手順に基づき、解体撤去を実施しました。

原子炉冷却系は、2003年3月の運転終了後、解体作業時の放射線被ばく低減を目的に、A及びB両ループの解体前除染が実施されています。一方で、小口径配管部や複雑構造箇所(エルボ部、オリフィス部等)については、一定程度の放射能汚染が残存していることを確認しています。特に燃料が装荷される圧力管に冷却材を循環させる入口配管(SUS304配

管径約 60mm×肉厚約 6mm) については、上記のとおり放射能汚染が残存していることに加え、狹隘かつ対象配管が密集した解体作業を実施する上で厳しい作業環境でした。

これら配管の切断においては、A ループ側の解体作業で安全性を実証している手順を踏襲し、作業関係者複数名にて対象物の設置状態の事前調査を図った上で、プラズマ切断機やグラインダ等の切断工具から設置状態に応じた適正な工具を選択し実施しています。

また、今回の作業を通じて、一定程度の放射能汚染を有している機器等を対象とした作業では、防護装備（作業衣類や呼吸保護具）の脱装や二次廃棄物の取扱いに関して、これまで以上に放射線管理上のリスク対策の重要性を認識し、対象機器の汚染形態や作業の進捗に応じて、安全最優先とした作業手順の適正化を常に図りながら、放射能汚染機器の解体撤去を完遂しました。

本作業では、Aループ側と同様に解体を進めた原子炉冷却系等のほか、新たに制御棒駆動装置（約 0.8 トン/体、計 49 体）及び制御棒駆動装置を支持している大型の支持構造物（約 30 トン）の解体撤去を実施しました。

制御棒駆動装置は、原子炉の出力調整や緊急停止のために用いる制御棒を操作するもので、原子炉運転中のプレーキの役割を担う重要な設備であります。作業着手時点においては、運転当時の状態と同様に、制御棒の通り道である案内管において原子炉領域と接続された状態であることから、当該装置の撤去に先立ち、案内管をバンドソーにて切断し、当該装置を切り離して隔離を行いました。切離し後は、原子炉建屋の最上層に設置している大型クレーンを用い、支持構造物と干渉がないことを確認しながら、1 体ずつ慎重に引抜きを行いました。

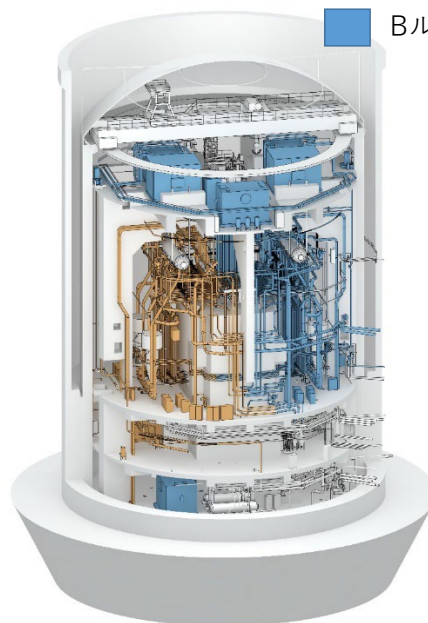
支持構造物については、制御棒駆動装置と同様に、クレーンを用いて撤去を行いました。クレーンでの吊上げに当たっては、特に吊荷のバランスを取ることが重要であり、事前に操作

者・合図者・玉掛者間で密な連携を図ることで、大きな荷振れ等なく速やかに重心位置を特定することが可能となる等、次工程で計画する大型機器解体での重量物取扱いに係る知見を得ることができました。

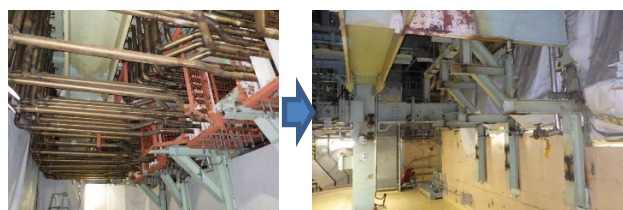
今後は、B ループ側解体撤去に続く作業として、2022 年度中に原子炉建屋内の大型機器類を対象とした解体撤去に着手する計画です。主な解体対象は、大型機器である再循環ポンプ等のほか、プラント運転時に重水を内包していた重水系・ヘリウム系設備等を始めとする「ふげん」特有設備類としています。

A,Bループ解体で得られた技術的知見や実効的な安全確保対策を取り入れつつ、現地作業で得られたノウハウを柔軟に反映していく等の徹底した安全管理のもと、着実に廃止措置作業を進めていきます。

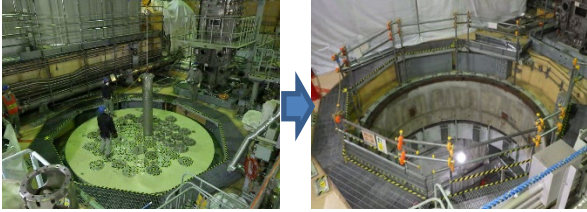
- Aループ側作業対象
- Bループ側作業対象



原子炉周辺設備 (A,B ループ)



配管 (入口管) の解体前後

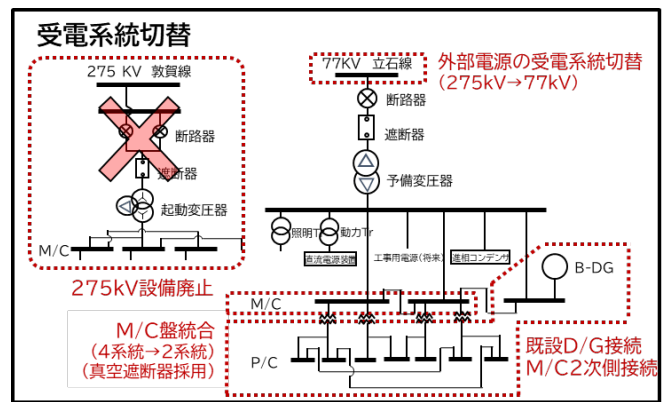
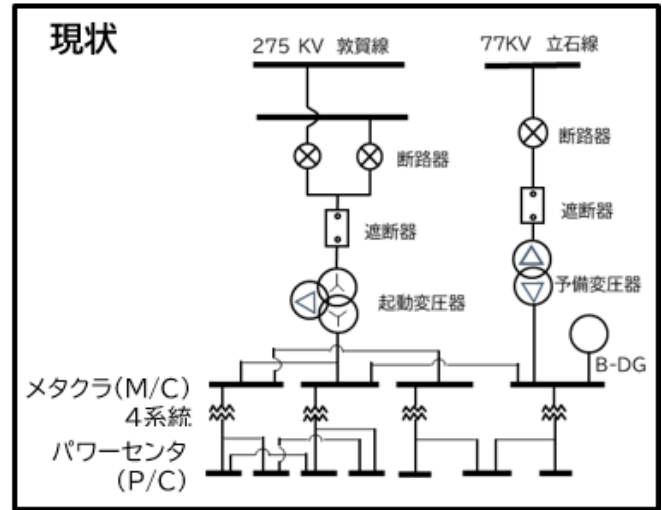


大型構造物（制御棒駆動装置及び支持構造物）の解体前後

IV. 受電設備系統切替計画(275kV⇒77kV)について

（廃止措置部 設備保全課 久保田 聖唯斗）

ふげんの廃止措置の進捗に伴い、設備の運用等に必要な所内電力量は、原子炉運転中と比較し、約3分の1程度にまで減少してきております。今後導入する廃止措置に必要な各装置等の負荷電力量を考慮しても、77kV系統の変圧器容量で廃止措置期間中維持する設備へ電源を供給できる状態にあることから、受電先を大電力系統である275kV系統から予備電力の受電先であった77kV系統に切替え、275kV開閉所設備の維持管理費の削減を図ることとしました。また、受電設備系統を含め、ふげんの受電設備は設置から約45年以上が経過しており、取替部品の供給停止等によりメンテナンスが困難となっております。電気設備はふげんの廃止措置の最終段階まで使用する重要な設備であることから、受電設備系統切替えに併せて電気設備の更新を計画的に進めています。



受電系統の切替え

77kV開閉所設備の更新を2022年10月に完了した後、電気事業法に基づく使用前自主検査に合格し、2022年12月に使用前安全管理審査を受け、合格しております。また、更新作業に合わせ、2021年度に設置した新メタクラ設備との接続を行い、受電設備系統の切替えの準備が整いつつあります。

受電設備系統の切替え時期は、2023年4月を予定しており、既往メタクラの各負荷を新メタクラ側への切替え作業を計画しています。本作業は、所内の全ての設備に供給する電源を切り替えることになるため、プラントに影響を及ぼすことがないように事前準備を入念に行い、安全かつ確実に作業を実施していきます。

V. ふげん高経年化分析室(ホットラボ)における高経年化調査研究の終了について

(廃止措置部 技術実証課 門脇 春彦)

福井県の「エネルギー研究開発拠点化計画」(2005年3月策定)の一環として、高経年化研究を推進するために日本原子力研究開発機構、関西電力及び原子力安全システム研究所の3者による共同研究体制を締結し、ふげんの重水建屋に様々な分析機器を配備した高経年化分析室(ホットラボ)を設置しました。2010年4月からホットラボを活用した調査・研究を開始し、約12年間の研究活動を経て所期の目的を達成したことから2022年3月に終了しました。

ホットラボには、収束イオン/電子ビーム加工観察装置*等の最先端の分析装置と試験片加工装置を導入し、これは国内のみならず海外を見ても屈指のマイクロ分析が可能な施設となりました。

約12年間の研究活動では、美浜2号機の蒸気発生器管台をはじめ、美浜1号機、大飯2号機、敦賀1号機、伊方1号機、玄海1号機及び米国PWRの実機材を分析し、高経年化による機器の割れ発生原因等を解明しました。その成果として、照射によって構造材の添加物が集合し、局所的に硬化が生じることで脆化が発現する等、高経年化の現象として起こる照射脆化や応力腐食割れのメカニズムを解明することができました。

このほか、ふげん実機材を用いた研究では、原子炉冷却再循環系機器・配管や蒸気ドラムの試料(下降管ノズル、給水管ノズル)の採取・分析を行い、ステンレス鋼(SUS316L)と炭素鋼(SC)の異材接合部に欠陥のないこと及び当該箇所に残留応力が発生していることを見出す等の成果を挙げてきました。

これら高経年化に係る調査・研究に係る所期の目標を達成したことから、2021年度に当該調査研究を終え、2022年度はホットラボの撤去を実施します。

※収束イオン/電子ビーム加工観察装置：試料にイオンビームを当てて試料表面を加工し、その表面の電子顕微鏡観察ができる装置。



収束イオン/電子ビーム加工観察装置(FIB-SEM)による分析の様子

VI. クリアランス再利用に向けた取組みについて

(廃止措置部 計画管理課 香田 有哉)

ふげんの廃止措置を計画的かつ経済的に進めるためには、クリアランス制度を活用し、廃止措置で発生する供用を終了した設備等の解体で発生する解体撤去物を除染等により処理することで有価物として再利用し、循環型社会に貢献していくことが重要になります。

ふげんでは、廃止措置期間中に発生するクリアランス金属を約4,200トンと評価しており、これら金属について計画的に処理していく必要があります。2018年8月31日には、約4,200トンのうち、タービン建屋から発生する金属約1,100トンについて、クリアランス測定・評価方法の国の認可を受け、同年12月からクリアランス測定を開始しています。

2019年11月には、クリアランス制度を活用して測定・評価を実施し、屋外の倉庫で保管中のクリアランス金属について、管理区域外に搬出しても良いレベル、安全なものであることを、原子力規制委員会による確認を受け、確認書を受領いたしました。これまでに、4回の確認を得て、約415トンについて搬出待ち倉庫にて保管しております。

これらの原子力規制委員会による確認を受けたクリアランス金属については、再利用又は処分できるものになりますが、日本では、クリアランス制度が社会に定着するまでの間は、事業者が自主的に限定的な再利用（原子力関連施設等での再利用、クリアランス制度の理解促進のための展示等）としております。このため、一般市場への流通（フリーリリース）を目指し、クリアランス制度の国民への理解活動を鋭意進めてきております。

これまでに、クリアランス金属のフリーリリースに向けた取り組みの一環として、資源エネルギー庁の令和 3 年度「低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業（原子力発電所等金属廃棄物利用技術確証試験）」の公募事業に協力させて頂きました。本事業は、クリアランス制度の社会定着を図るために、福井県内企業が中心となり、クリアランス金属の加工プロセスの安全対策の有効性を実証するとともに、適切な再利用モデルの構築に関する検討を行うことを目的としており、ふげんはクリアランス金属（約 4.6 トン）を提供することで、加工実証に協力させて頂きました。なお、福井県内の加工業者へのクリアランス金属の搬出は県内初であり、2022 年 1 月 31 日に実施しております。本事業では、クリアランス金属を溶融し、インゴットを製作しており、クリアランス金属の加工プロセスの安全対策の有効性を実証することができました。

製作したインゴットについては、令和 4 年度の同事業において、再用品品に加工し、再利用モデルの構築を行う計画としております。

廃止措置に移行する原子力発電所増加に伴い、放射性廃棄物発生量及び環境負荷への低減が重要性を増していくこととなります。今後も継続してクリアランス制度の社会定着に向けて引き続き取り組んでいきたいと思っております。

Ⅶ. 2022 年度 ふげん総合防災訓練について

（安全・品質保証部 施設保安課 廣田 隆）

原子炉施設保安規定及び原子力事業者防災業務計画に基づく 2022 年度ふげん総合防災訓練を、9 月 20 日に実施しました。訓練には、ふげん、機構本部及び敦賀廃止措置実証本部等の機構内関係個所から、約 140 名が参加しました。

今年度も原子力規制庁の方針に基づき、昨年度と同様に 2 部制で実施しており、第 1 部訓練では、現場対応能力を検証するため、複数の現実的な事故等を想定した訓練、第 2 部訓練では、通報連絡及び関係個所との連携体制を検証するため、通報連絡体制、事象進展の把握・応急処置対応、機構内及び原子力規制庁緊急時対応センターとの情報共有体制並びに原子力事業者災害対策支援拠点との連携体制を確認するための訓練を実施しました。

第 1 部訓練は、燃料貯蔵プール建屋にて、燃料搬出のため輸送キャスクに 32 体の燃料を装荷し、キャスク取扱クレーンによりキャスク洗浄室に移動中、敦賀震度 6 弱の地震が発生、輸送キャスクが床面から 3m の高さから専用の置台に落下、同時に所内変圧器から黒煙が発生、その後も複数の負傷者が発生したとの想定で実施しました。



所内変圧器の初期消火に向かう自衛消防隊



初期消火活動を行う自衛消防隊

と評価しております。

今後、機構内から選出された訓練モニタ及び外部機関の有識者が行った評価結果等を基に課題を抽出し、次年度以降の訓練に反映し、非常事態活動体制の強化に繋げてまいります。

第2部訓練は、燃料搬出に伴う使用済燃料検査を終えた燃料を燃料貯蔵ラックに収納する際、敦賀震度6弱の地震が発生、使用済燃料貯蔵プールの配管が破断、プール水の漏えいによりプール水位が低下し燃料移送機内の燃料体が露出したことにより、敷地境界付近のモニタリングポストの指示値が周辺公衆に影響を与える値（ $5 \mu\text{Sv/h}$ ）まで上昇、原災法第10条(施設敷地緊急事態)及び原災法第15条(全面緊急事態)に進展するとの想定で実施しました。



現地対策本部の活動状況

訓練の結果、第1部訓練では、複数の現実的な事故等を想定した対応を行ったことにより、現地対策本部内におけるトラブル対応に関する議論が活発に行われました。また、第2部訓練では、通報連絡及び関係個所との連携体制の確認が行われており、訓練目的は達成できた

2022年3月～2022年12月の実績

時 期	内 容
2021年3月22日～ 2022年9月22日 2022年3月16日～ 3月18日	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉周辺設備等（Bループ側機器等）の解体撤去作業【No.Ⅲ】 ・日本原子力学会 2022年春の年会/オンライン開催【No.Ⅱ】
4月28日 5月12日 5月26日	<ul style="list-style-type: none"> ①「ふげん」原子炉構造材からの試料採取技術実証/原子炉側部からの試料採取状況 ②原子炉施設廃止措置における建屋貫通による解体物搬送ルート整備
2022年9月7日～ 9月9日	<ul style="list-style-type: none"> ・廃止措置計画変更認可申請(性能維持施設の見直し等)【No.Ⅰ】 ・第4回クリアランス確認申請確認証受領 ・ふげんクリアランス金属の搬出・日本原子力発電(株)敦賀原子力館等での展示【No.Ⅵ】
2022年9月7日～ 9月9日	<ul style="list-style-type: none"> ・日本原子力学会 2022年秋の大会/茨城大学日立キャンパス【No.Ⅱ】 ①ふげん廃止措置作業における実績データの分析 ②大型水槽でのレーザー切断時粉じん挙動データの取得
9月20日 9月17日、10月1日	<ul style="list-style-type: none"> ・令和4年度 ふげん総合防災訓練【No.Ⅶ】 ・福井県原子力リサイクルビジネス参入促進・理解促進事業「ふげん現地視察ツアー」【No.Ⅵ】
10月3日～ 11月16日	<ul style="list-style-type: none"> ・第3回定期事業者検査 ・廃止措置計画変更認可申請(性能維持施設の見直し等)の認可【No.Ⅰ】
11月25日 12月26日～	<ul style="list-style-type: none"> ・廃止措置計画変更届出（廃止措置計画工程延伸）【No.Ⅰ】 ・原子炉建屋内大型機器等の解体撤去作業