

原子力科学技術に関する 研究開発課題の評価結果

平成25年6月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

目次

<事後評価>

- 研究開発段階炉等の廃止措置技術の研究開発の事後評価結果 2

研究開発段階炉等の廃止措置技術の 研究開発の事後評価結果

平成25年3月

原子力科学技術委員会

原子力科学技術委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	田中 知	東京大学大学院工学系研究科教授
主査代理	小森 彰夫	自然科学研究機構核融合科学研究所所長
	伊藤 聡子	フリーキャスター
	海老塚 清	一般社団法人日本電機工業会専務理事
	小栗 慶之	東京工業大学原子炉工学研究所教授
	久米 雄二	電気事業連合会専務理事
	中西 友子	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
	服部 拓也	一般社団法人日本原子力産業協会理事長
	村上 朋子	一般財団法人日本エネルギー経済研究所 戦略研究ユニット原子力グループマネージャー
	八木 絵香	大阪大学コミュニケーションデザイン・センター准教授
	山口 彰	大阪大学大学院工学研究科教授
	山名 元	京都大学原子炉実験所教授
	結城 章夫	山形大学学長
	和気 洋子	慶應義塾大学商学部教授

研究開発段階炉等の廃止措置技術の研究開発

総額: 282百万円
平成23年度予算額: 81百万円
平成22年度予算額: 95百万円
平成21年度予算額: 106百万円

1. 背景

我が国の原子力施設においては廃止措置の導入段階にあり、発生する膨大な物量の放射性廃棄物を安全かつ合理的に処理・処分するために、放射性廃棄物の低減化並びに必要コストの最小化に有効な放射性物質の除染技術の研究開発を行う必要がある。

2. 事業概要

廃止措置中の研究開発段階炉「ふげん」を用いて、本格解体に先立つ平成21～23年度の間に、放射能で汚染された設備・機器を対象に除染技術の研究開発を行う。

また、成果については、原子炉等の本格解体作業における放射性廃棄物低減計画に反映するなど、円滑な技術移転を図る。

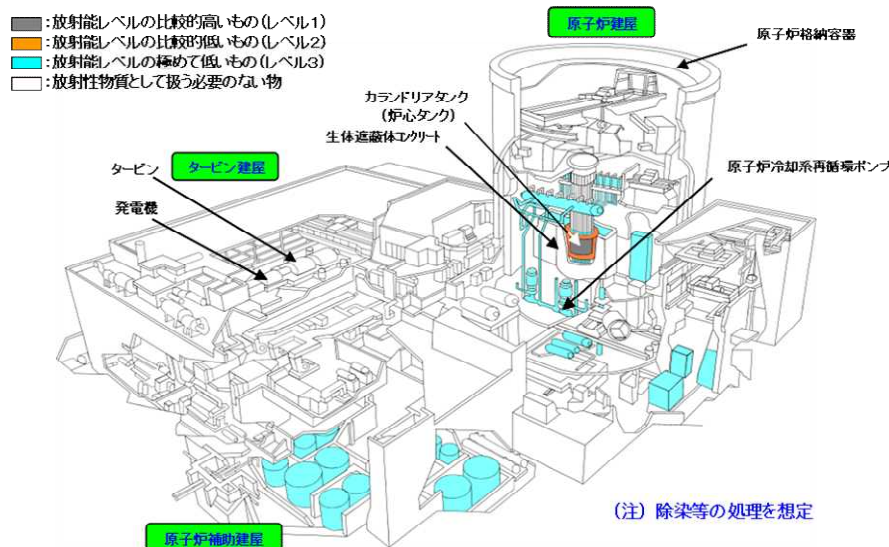


図1. 「ふげん」放射能レベル区分図 (除染後)

3. 研究開発内容

(1) 除染技術の研究開発

「ふげん」の配管・機器を用いて、物理除染と化学除染の各除染方式について、除染性能を調査・比較し、系統毎に適切な除染技術を検討するとともに経済性の評価を実施した。

(2) 元素(核種)分析調査及び評価

付着した放射性物質の化学除染の影響(溶解性の違い)を明らかにするため、除染工程における核種放射能濃度や元素濃度を測定した。

4. 成果

(1)「ふげん」の設備・機器の状況(材質、形状、運転中・停止後系統除染の有無等)に応じ、クリアランスレベル以下に除染できる除染技術として物理除染、化学除染の除染性能を把握するとともに、「ふげん」の廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物を除染することによる経済性効果を試算した。

(2)コバルトに着目して核種放射能濃度を測定することでクリアランスレベル以下を判断できる可能性があることを示した。

5. 課題実施機関

公益財団法人原子力安全技術センター



図2. 除染技術研究開発 (化学除染)

事後評価票

(平成25年3月現在)

1. 課題名 研究開発段階炉等の廃止措置技術の研究開発 (平成21～23年度)

2. 評価結果

(1) 課題の達成状況

【計画の概要】

本課題は、原子力施設の廃止措置に伴い発生する膨大な物量の放射性廃棄物を安全かつ合理的に処理・処分するために、放射性廃棄物の低減化並びに必要コストの最小化に有効な除染技術の研究開発を行うものである。具体的には、

- ① 汚染された設備・機器を安全かつ合理的に処理・処分するための除染技術の研究開発
- ② 放射性廃棄物の効率的な除染に向けた測定技術の研究開発
- ③ 上記成果の放射性廃棄物低減計画等としての取りまとめを実施することとしていた。

【計画の達成状況】

- ① 「ふげん」の解体・撤去に伴い発生する汚染された設備・機器を対象に、クリアランスレベル以下への除染を目指した、ウェットブラスト(ガラスビーズ等、水、圧縮空気の混合物)による物理除染及び有機酸(シュウ酸、ギ酸)による化学除染のそれぞれの除染性能を調査・比較し、系統毎に適切な除染技術を検討しているとともに、本格解体にあたっての経済性を試算している。
- ② 付着した放射性物質の化学除染の影響(溶解性の違い)を明らかにするため、除染前後の放射性核種の核種組成比を調査し、クリアランス検認時のクリアランス測定技術としてコバルトがクリアランス評価対象核種を代表できる可能性を示した。
- ③ 上記の成果を、「ふげん」の廃止措置事業における除染の適用とクリアランス化による放射性廃棄物低減計画等として提言するなど、実際の廃止措置計画への円滑な技術移転を促している。

なお、事前評価を踏まえ、事業の実施に当たっては、専門家で構成される委員会を設置し、年度毎に計画立案時、中間段階、結果・成果を報告・審議してもらうなど、適宜、指導・助言を踏まえながら実施している。

以上より、当初計画は達成されたと評価できる。

(2) 成果

① 除染技術の研究開発

「ふげん」の設備・機器の状況（材質、形状、運転中・停止後系統除染の有無等）に応じて、クリアランスレベル（代表として Co-60:0.1Bq/g）以下に除染できる除染技術として物理除染と化学除染との2方法を試験している。

物理除染（ウェットブラスト法）では炭素鋼を対象にした場合、ブラスト材がガラスビーズあるいはアルミナのいずれの場合も約10秒以下（一辺5cmの試験片）の投射時間でクリアランスレベル以下に除染可能であることを確認している。ステンレス鋼を対象にした場合はクリアランスレベル以下に除染するには長時間（数十秒以上）の投射が必要であり、実作業での除染は困難であることを示している。なお、廃棄物として量が多い配管の場合、円周方向に4分割以上に分割するという、前処理としての平板化が重要であることを明らかにした。

化学除染では炭素鋼を対象にした場合、ギ酸（約90℃）に1時間程度をかけて解体物を浸漬することにより、クリアランスレベル以下に除染可能であることを確認している。ステンレス鋼を対象にした場合は、強固な酸化皮膜が残存しており、シュウ酸（約95℃）への1時間程度の浸漬では困難であり、解体物表面の皮膜を予め酸化・還元処理することで除染性能が向上することを明らかにした。また、除染処理の結果、発生するシュウ酸やギ酸の廃液は過酸化水素で分解処理して炭酸ガスと水に分解ができ、従来に比べ二次廃棄物の発生が大幅に低減できるとともに、既存廃棄物処理施設で処理できることを確認している。

なお、除染による経済性を評価するため、「ふげん」の廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物を除染することによる効果を試算している。

その結果、復水器の解体物約1000トンを対象にして化学除染あるいは物理除染を実施した場合、装置費、運転費及び二次廃棄物の処分費等を含めたトータルコストは大差ないことを確認している。

また、「ふげん」の廃止措置に伴う金属解体物全体（約5130トン）に除染を適用した場合、金属解体物の放射性廃棄物のレベルが全体的に下がるとともに約3割がクリアランスレベル以下となり、各種経費を含めたトータルコストは、除染しない場合と比較し約2割程度削減できる可能性があることを示した。

② 元素(核種)分析調査及び評価

化学除染では付着物の一部を溶解させながら除去するため、溶解性の違いにより除染される核種組成が異なる可能性がある。このため、付着した各核種の溶出傾向を把握することを目的に、除染液中及び金属表面の残留核種濃度を測定している。なお、測定対象核種はクリアランス評価対象の重要核種である9核種（H、Mn、Co、Sr、Cs、Eu、全 α ）としている。

測定試験の結果、Coは除染初期からクリアランスレベル以下になるまでの除染の各工

程で測定できたが、Eu や全 α は除染初期からクリアランスレベルよりも約百分の一以下のレベルであり浸漬時間が長くなると検出限界値以下となってしまうなど、溶出傾向を正確に把握するためには更なるデータの充実が必要としている。一方で、検出限界値以下になるまでの間は、Co 濃度とそれら他の核種濃度の減少傾向には大きな違いがなく、重要核種のうち Co に着目して核種濃度を測定することでクリアランスレベル以下を判断できる可能性があることを示した。

③ 技術移転等について（成果の取りまとめ）

本研究開発成果は、「ふげん」の廃止措置事業における除染の適用とクリアランス化による放射性廃棄物低減計画として提言しているとともに、除染の試験の結果を集約して、「ふげん」の各系統設備に対してそれぞれの除染性能を示す「除染マップ」を作成し、「ふげん」の現場で稼働させることを想定した除染装置の系統構成を提案しているなど、実際の廃止措置計画への円滑な技術移転を促している。

（3）今後の展望

本研究開発成果は、シュウ酸やギ酸を使用することで従来に比べ大幅に二次廃棄物の発生を低減できる手法を確立するとともに、国際原子力機関 (IAEA) で定められたクリアランスレベル (Co-60:0.1Bq/g) を達成するなどの注目される成果が出ている。今後、本研究開発成果を踏まえ、実際の廃止措置計画が検討されるとともに、個々の除染作業においても試験時の除染条件等が考慮され、本除染技術と測定技術が反映されるなど、技術的かつ経済的に効果的・効率的な事業が推進されることを期待したい。なお、委員会には、「ふげん」の廃止措置を行っている（独）日本原子力研究開発機構が参加しており、実際の現場で活用が始まっている。今後、本研究開発成果を「ふげん」の他、原子力発電所等の廃止措置にもスムーズに技術移転を進めていくことが重要である。

また、「元素(核種)分析調査及び評価」では、Co 以外の核種ではもともと濃度がかなり低かったこともあり、今後データ拡充が求められており、原子炉施設の解体に当たっては、個々の事業者だけで情報を閉じることなく、より安全・効果的な除染技術の確立に向けてデータの共有・分析を関係事業者協力し、進めていくことも検討していく必要がある。

なお、学会等での口頭発表・論文発表も12件行っているが、引き続き、積極的に成果の発表をしていくとともに、国民の関心に応えるため単なる研究開発成果のみならず廃止措置プロセス等も含めた形で広く国民に説明していくことが望まれる。