

廃炉プロセス「燃料デブリ取り出し」

検討対象「作業環境の向上」

課題「遮へい・除染対策」

ニーズ

1. 建屋内の除染・遮へい方法を確立したい。

燃料デブリ取り出し：【短期】

望ましい状態とその理由

- 燃料デブリ取り出しに係る作業エリアを確保し、作業員被ばくを低減するために、建屋内の作業環境は適切に除染もしくは遮へいされ、線量が低減されることが望まれる。
- 除染作業においても、作業員被ばくを低減するために、短時間での作業、遮蔽を伴う作業、遠隔での作業等の対策を行い、極力被ばく量を低減できることが望まれる。

理想に対する現状

- 建屋内の除染技術に関しては、廃炉・汚染水対策事業「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」（2014年度）にて技術開発が進められ、低所・高所の除染技術として、吸引・プラスと除染装置、ドライアイスブラスト除染装置、高圧水ジェット除染装置の開発が行われた。
- また、遠隔装置自体を除染する技術に関しては、廃炉・汚染水対策事業「遠隔装置保守技術の開発」（2021～2022年度）が行われており、燃料デブリ・炉内構造物の取り出し規模の更なる拡大において、長期にわたる安全で確実な運転継続性を確保するため、また、取り出し工法に関わる遠隔装置の合理的な設計及び廃棄物発生量の低減等の観点も含めて必要となる、装置の遠隔保守技術の開発が行われている。
- さらに、どこを除染すると効果的か、を検討可能とすべく、廃炉・汚染水対策事業「原子炉建屋内の環境改善のための技術開発（被ばく低減のための環境・線源分布のデジタル化技術の高機能化開発）」が行われている。
- 建屋内の線量低減のための対策としては、高線量配管等の撤去、配管内部の除染が考えられる。撤去の場合でも、内包する放射性物質の飛散抑制の観点からは事前に内部を除染しておくことが望ましいことも考えられるため、いずれにせよ配管内部を除染できる技術が求められる。ただし、配管は多様であり、それらそれぞれに対応可能な除染技術が必要となる。特に小口径の配管に対する除染は困難である。一般的に小口径配管内除染は化学除染の適用が考えられるが、化学除染の場合は廃液をどの様に取り扱うか、という課題もある。一方、装置等を内部に入れる場合、小型の装置が必要となる。また、配管には随所に弁や閉塞部等が存在しているため、装置を配管内に入れて除染する技術に加えて配管内の弁や閉塞部等を突破する技術も

必要となる。今後、燃料デブリの取り出し作業等で、原子炉建屋内での作業が増加するため、作業環境の線量をできるだけ低減できることが望まれる。そこで、配管内除染後の水処理等の課題も考慮できる化学的除染技術（pH 調整等）、物理的除染技術（切削物の回収と量等）が必要である。

- 2024 年度より PCV 貫通配管等の撤去のための遠隔監視技術及び撤去作業システムの技術開発を実施しており、配管の汚染度のモニタリング及び遠隔での撤去技術について開発が進められている。

解決すべき課題

- 1 および 3 号機は 2 号機と比較して作業現場の線量が高く、遠隔による高汚染配管の線量低減方法（撤去もしくは除染）の検討が課題となっている。内部被ばくの際の線量寄与が大きい α 線放出核種を含む核燃料物質等を取り扱う必要があることにも留意が必要である。
- 適切な除染・遮へい計画をたてるためには、現在の汚染状況を踏まえ、除染・遮へいによる作業対効果（どこまで除染・遮へいすればどれだけ線量が低減するか）の評価方法を確立する必要がある。
- その際には、線量低減すべき箇所（高汚染配管など）に応じた除染・遮へい作業の方策（遠隔技術、人手による実施）や除染・遮へい技術（どのような技術を用いればどれだけ除染・遮へいできるか）を考慮する必要がある。
- 加えて、線量低減すべき箇所に応じた効率的・効果的な除染・遮へい技術の開発が必要となる。例えば、建屋内の除染はモップでこする程度では線量が下がらず、表面をはがすしか手が無いと思われる状況である。
- なお、除染・遮へい技術の適用に際しては、新たに発生する二次廃棄物の量や質にも配慮が必要である。

参考文献

- 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2025、原子力損害賠償・廃炉等支援機構、2025 年 10 月 30 日
 - https://dd-ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/pdf/strategic-plan/book/20251030_SP2025FT.pdf

（参考）関連する研究課題

実施されている研究課題

- H29 年度英知「放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する研究」
- H30 年度英知「ナノ粒子を用いた透明遮へい材の開発研究」
 - <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2019-039.pdf>
- R1 年度英知「ナノ粒子を用いた透明遮へい材の開発研究」
 - <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-036.pdf>
- R1 年度英知「低線量・低線量率放射線被ばくによる臓器別酸化ストレス状態の検討」
 - <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-048.pdf>
- 廃炉・汚染水対策事業「燃料デブリの取り出し工法の開発」

- R3 年度英知「福島第一原子力発電所の廃止措置における放射性エアロゾル制御及び除染に関する研究」
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」
- 廃炉・汚染水対策事業「遠隔装置保守技術の開発」
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉建屋内の環境改善のための技術の開発（被ばく低減のための環境・線源分布のデジタル化技術の開発）」
- 廃炉・汚染水・処理水対策事業「原子炉建屋内の環境改善のための技術開発（P C V 貫通配管等撤去のための遠隔監視及び撤去作業システムの開発）」

検討されている研究課題

- 特になし

関連する課題

- デブリ-103「FP の状況把握」
- デブリ-104「PCV・RPV 内部の線量の把握」
- デブリ-106「建屋内の汚染状況の把握」
- 共-2「可視化技術」