

廃炉プロセス 「燃料デブリ取り出し」
検討対象 「取り出し工法・システム」
課題 「閉ループの確立」

ニーズ

1. 水位をコントロールする手段を確立したい

燃料デブリ取り出し：【中期】

望ましい現状とその理由

- 2022 年度から 2024 年度にかけて原子炉建屋滞留水を 2020 年末の半分程度に低減させることが目標となっており、滞留水を回収して浄化した後に冷却水として再使用する循環冷却系が成立している必要がある。
- 燃料デブリ取り出し時においてはデブリの加工等により液相部の放射能濃度が上昇する可能性があるが、これらの汚染水の地下水への流出を防ぐために、原子炉建屋内の滞留水水位低下を進めるとともに、S/C 内の水位低下について検討を進めることが望ましい。特に、1 号機及び 3 号機の S/C 内包水においては、漏洩時に建屋外へ流出しないレベルまで減らしたい。
- 長期にわたる廃炉工程では、様々な想定外の事象、状況が起こりうるため、それらに対応できる体制を構築しておくことが望まれる。

理想と現実のギャップ／解決すべき課題

- 【現状】 S/C 脚部の耐震裕度が低いこと等から、止水技術の適否によって、PCV 内水位に対する考え方が大きく異なる。例えば、ベント管止水によって S/C 内への冷却水の流出を防止できる場合は、PCV 内水位を高く設定できるが、止水できない場合は PCV 内水位を低く設定せざるを得ない。このときは、燃料デブリの冷却やダスト飛散抑制の観点からの評価が必要になることに加え、PCV からの取水箇所を決定するとともに、PCV 内水位、S/C 水位、トーラス室水位、地下水位を監視・制御する必要がある。
- 【要求】 廃炉・汚染水対策事業における止水技術の開発としては、ベント管止水等に加えて、ジェットデフへの閉止板設置、D/W 内への堰設置等による止水技術の開発が開始されたところである。これらの状況を踏まえつつ、止水実施の有無による水位の設定・制御を行う必要がある。
- 【現状・要求】 以下に各号機の検討状況を示す。
 - A. 1 号機の PCV 内水位に関する検討
 - 現状の PCV 内水位は約 2 m と推定されており、PCV 底部の燃料デブリの大部分は水没していると考えられる。また、PCV 内冷却水の真空破壊ライン（PCV 底部から約 1.1 m）やサン

ドクッションドレン管を経由したトーラス室への漏えいが確認されている。このため、PCV 水位を真空破壊ライン以下に低下させた上での PCV と S/C との間の止水技術（ベント管止水又はダウンカマー止水）の適用もしくは、止水を実施しない場合は PCV 内水位をベント管付け根部以下で維持することが必要となる。また、どちらの対応を行うにしても燃料デブリを水中又は冷却水を掛け流しながら取り出す場合においては、サンドクッションドレン管を経由してトーラス室に流入する冷却水への対処が必要となり、サンドクッションドレン部にドレン受けを遠隔技術で設置すること等が必要になると考えられる。

- ベント管止水又はダウンカマー止水を実施する場合、上述のとおり PCV 内水位は真空破壊ライン以下に維持するため、PCV 内に滞留する冷却水量は多くなく、仮にベント管取り付け部が破損して PCV 内の冷却水がトーラス室に流出した場合でも、トーラス室水位を地下水位より低く保つことが可能である。また、ダウンカマー取り付け部が損傷して PCV 内から S/C に冷却水が流出することに備えた対策として、S/C 内設置のポンプによる回収等を行うことで対応することが検討されている。
- 止水を実施しない場合、PCV 内水位をベント管付け根部より低く維持することとなり、燃料デブリ取り出しは冷却水掛け流しの気中状態で実施することとなる。この際、一部の燃料デブリは気中に露出することになることが想定されるため、燃料デブリの崩壊熱や必要冷却水量等について事前に検討しておく必要がある。

B. 2 号機の PCV 内水位に関する検討

- 現状の PCV 内水位は約 0.3 m と推定されており、PCV 底部の燃料デブリの大部分は水没していない状態にある。また、S/C 内の水位とトーラス室の水位が同程度となっていることから、S/C からトーラス室への漏えいが存在すると想定される。ベント管止水又はダウンカマー止水を実施する場合、PCV 内水位を上げることが可能となり、PCV 底部の燃料デブリ取り出しは水中で実施できることとなる。この場合、PCV 内からの冷却水流出時の想定については 1 号機と同様である。
- 止水を実施しない場合、PCV 水位は現状と同程度に維持することとなり、燃料デブリ取り出しは冷却水掛け流しの気中状態で実施することとなる。この場合、S/C を経由した PCV 内からトーラス室への冷却水の流出を防止するために、S/C 損傷部位の同定や補修を行う必要がある。

C. 3 号機の PCV 内水位に関する検討

- 現状の PCV 水位は約 6m と 1, 2 号機に比べて高く、PCV 底部の燃料デブリは既に水没している。他方、横アクセス工法実施のためにはアクセス部から冷却水が流出しないようにする観点から PCV 内水位を下げる必要がある。
- ベント管止水又はダウンカマー止水を実施する場合、上述の理由により PCV 内水位を現状の 1 号機と同程度（約 2 m）まで低下させる必要があるが、燃料デブリを水中で取り出すことが可能となる。この場合、PCV 内からの冷却水流出時の想定については 1 号機と同様である。
- 止水を実施しない場合、PCV 内水位をベント管付け根部より低く維持することとなり、燃料デブリ取り出しは冷却水掛け流しの気中状態で実施することになる。この際、一部の燃

料デブリは気中に露出することになることが想定されるため、燃料デブリの崩壊熱や必要冷却水量等について事前に検討しておく必要がある。

- 【要求】現場情報およびその不確かさ、それを解決しようとする取組などに関する知見を集約し、想定外の状況や不測の事態が発生した場合に対応するための基本データベースを構築する必要がある。また、そのような集合知を開示することで、関連する検討課題において廃炉進捗を俯瞰的に捉え、廃炉工程全体の適正化や、研究を効率的に推進することが求められる。
- 滞留水中の α 核種は、性状を把握した上で除去設備を設計・設置する必要がある、そのための具体的な方法を検討することが課題となっている。

（参考）関連する研究課題

実施されている研究課題

- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発」
 - － http://irid.or.jp/_pdf/20180000_05.pdf?v=2
 - － http://irid.or.jp/_pdf/20180000_06.pdf?v=2
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の開発」
 - － http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_08.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の実規模試験」
 - － http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_07.pdf
 - － http://irid.or.jp/_pdf/20160000_12.pdf

検討されている研究課題

- 特になし

2. PCV 漏洩部を特定し、補修したい

燃料デブリ取り出し：【中期】

望ましい現状とその理由

- 多重のバウンダリを確保するために、PCV 下部補修等による止水の検討を進めることが望ましい。その際、PCV 補修技術等もかんがみて、止水技術の適用による漏洩抑制と冷却水の循環・浄化系を組み合わせたシステムも含めた閉じ込め機能の在り方を検討することが望ましい。
- 止水を実施する際にも、PCV 内から原子炉建屋内へ冷却水が漏えいした場合に備えるために、原子炉建屋内滞留水と地下水の間の適切な水位差の設定を検討することが望ましい。

理想と現実のギャップ／解決すべき課題

- 【要求】PCV 内水位設定の考え方、止水の可否及び PCV（D/W 部）からの冷却水直接回収システム等、具体化していく必要がある。水中ポンプの設置等により水位制御が可能なことを前提として、PCV 底部の燃料デブリ取り出し時の水位レベルについては、例えば、下記のようなケースが考えられる。（技術戦略プラン 2019 の図 A10-1 PCV 底部の水位レベルと PCV 止水について（想定図）、p.152 参照）

- 現状のまま
 - ベント管内に止水材を注入して止水を実施した場合（ベント管止水）
 - S/C 内に高流動コンクリートを充填してダウンカマー先端を埋設することにより止水を実施した場合（ダウンカマー止水）
 - 止水を実施しない場合
- 【要求】燃料デブリ取り出し時の耐震性の観点からは S/C 内水位を低く維持した方が望ましいことから、各号機ともに止水を実施しない場合はベント管付け根部まで PCV 内水位を低下させることにより、S/C 内への流水を抑えることを考慮する必要がある。

（参考）関連する研究課題

実施されている研究課題

- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器内水循環システム構築技術の開発」
 - http://irid.or.jp/_pdf/20180000_05.pdf?v=2
 - http://irid.or.jp/_pdf/20180000_06.pdf?v=2
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の開発」
 - http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_08.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器漏えい箇所の補修技術の実規模試験」
 - http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_07.pdf
 - http://irid.or.jp/_pdf/20160000_12.pdf

検討されている研究課題

- 特になし

関連する課題