

廃炉プロセス 「燃料デブリ取り出し」

検討対象 「炉内状況把握」

課題 「PCV・RPV 内部の構造物の状況把握」

ニーズ

1. PCV・RPV 内部の損傷状況を確認したい

燃料デブリ取り出し：【中期】

望ましい現状とその理由

- 燃料デブリ取り出しを安全かつ効率的に行うためには、構造健全性やアクセスルート構築の観点から原子炉圧力容器、炉内構造物（RPV ペデスタル、CRDハウジング、シュラウド、RPV 支持スカート等）や配管の機械的な損傷・変形状況を把握する必要がある。
- 実機による調査により、解析による推定結果を補正し、実験等によりその再現性が確認できることで、事故原因の解明や炉内状況の推定ができ、炉内状況推定の更新を図ることにより、各種工事の設計情報が得られることが望ましい。
- 燃料デブリ取り出しを安全かつ効率的に行うためには、熱影響を受けたコンクリート（溶融・焼結状態よりは低温で、何らかのセメント水和物の熱変質が起きる条件）の構成相と核種の相互作用の理解が望まれる。
- 燃料デブリ取り出しを安全かつ効率的に行うためには、炉内環境にさらされている炉内構造物やコンクリートの経年劣化も含めた特性（例えばコンクリート中の空隙構造変化と水和物変化）を把握することが望まれる。
- 燃料デブリ取り出し時の安全性を継続して確保するために、コンクリート汚染物の微生物による構造物の経年劣化機構の解明とともに、作業中の構造物の変形・破壊の状況を把握することが望まれる。

理想と現実のギャップ／解決すべき課題

- 1号機に関しては、2017年3月に実施された格納容器内部（地下1階）を対象とした調査から、ドレンサンプ（X-100B側）周辺の視認される既設構造物（バルブ、配管、鋼材等）に関して大きな変形や損傷がないことが確認されている。なお、2015年4月にはB2調査に支障がないかという観点で1階グレーチング上が調査されており、アクセスルート上の既設設備（HVH、PLR配管、ペデスタル壁面等）の大きな損傷は確認されていない。ただし、PCV底部のサンドクッションドレン管から漏水しているため、PCVの損傷が生じたと推定されている。

- 2号機に関しては、2018年1月に実施されたペデスタル内調査において、ペデスタル内壁面及びペデスタル内の既設構造物（CRD 交換機）、そして CRD ハウジングサポートについては大規模な損傷は確認されていない。ただし、ペデスタル底部には燃料集合体の一部（上部タイプレート）が落下している。なお、2017年1月~2月にかけて実施されたペデスタル内の調査においては、CRD レール側においてグレーチングの脱落やゆがみがあることが確認されている。また、ミュオンの測定結果も踏まえれば、燃料溶融に伴い圧力容器内は高温になったが、セパレータ、ドライヤはそこに存在していると考えられる（形状を維持しているかまでは不明）。
- 3号機に関しては、2017年7月に実施されたペデスタル内調査において、CRD ハウジング、プラットフォームを確認している。CRD ハウジングにおいては、指示金具が複数個所で損傷／脱落しており、隣接する CRD フランジ面のレベルや間隔が異なることが確認されている。そして、CRD ハウジング近傍に CR ガイドチューブ・CRD インデックスチューブと推定される構造物が確認されている。プラットフォーム近傍においては、プラットフォームの鋼製部材の一部を確認（プラットフォームが崩落している）しており、グレーチングは確認できていない。また、ミュオンの測定結果も踏まえれば、セパレータ、ドライヤはそこに存在している可能性が高いと考えられている（形状を維持しているかまでは不明）。
- 今後はこれまでに得られた情報の更なる精緻化と、圧力容器内部等の炉内構造物が密集していると考えられる未調査エリアの推定・実機による確認が今後の課題となる。

（参考）関連する研究課題

実施されている研究課題

- H27 年度英知「沸騰水型軽水炉過酷事故後の燃料デブリ取り出しアクセス性に関する研究」
 - － https://www.kenkyu.jp/nuclear/result/h28_decommi/pdf/sys_p01.pdf
- R1 年度英知「Multi-Physics モデリングによる福島 2・3 号機ペデスタル燃料デブリ深さ方向の性状同定」
 - － <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-035.pdf>
- R1 年度英知「拡張型スーパードラゴン多関節ロボットアームによる圧力容器内燃料デブリ調査への挑戦」
 - － <https://jopss.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Review-2020-040.pdf>
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉圧力容器内部調査技術の開発（調査計画・開発計画の立案・更新、上部から炉心にアクセスする装置の開発、炉心部までの調査方式の開発、選定、調査装置全体システムの設計と工法計画）」
 - － http://irid.or.jp/_pdf/20180000_08.pdf
 - － http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_02.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発（1号機-堆積物 PJ）（調査計画・開発計画の策定、アクセス・調査装置及び調査技術の現場実証）」
 - － http://irid.or.jp/_pdf/20180000_10.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発（2号機-X-6 ペネ）（調査計画・開発計画の策定、アクセス・調査装置及び調査技術の現場実証）」

- http://irid.or.jp/_pdf/20180000_11.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発（調査計画・開発計画の策定、アクセス・調査装置及び要素技術の開発）」
 - http://irid.or.jp/_pdf/20180000_09.pdf
 - http://irid.or.jp/wp-content/uploads/2018/06/20170000_13.pdf
- 廃炉・汚染水対策事業「総合的な炉内状況把握の高度化（炉内状況の総合的な分析・評価）」
 - http://irid.or.jp/_pdf/20170000_01.pdf
 - http://irid.or.jp/_pdf/20160000_01.pdf
- 課題解決型廃炉研究プログラム・一般「耐放射線表面成分分析システムの開発」
- 廃炉・汚染水対策事業「原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発」

検討されている研究課題

- 課題リスト「溶融炉心の移行挙動評価」
- 課題リスト「プラントデータを考慮した事故進展詳細解析」
- 課題リスト「MCCI 堆積物の特性評価」
- 「長期的時間経過による汚染の再拡散、付着 & 化合状態の変化の研究」

関連する課題

- デブリ-105「炉内状況の知見集約」
- デブリ-201「燃料デブリと放射性廃棄物の仕分け」
- デブリ-205「閉じ込め機能の構築」
- デブリ-211「PCV・建屋の構造健全性確保」
- デブリ-213「燃料デブリ取り出し方針」
- デブリ-217「燃料デブリへのアクセスルートの構築」
- デブリ-218「燃料デブリ取り出し装置・機器の開発」
- デブリ-219「燃料デブリ取り出し加工時の安全性確保」
- 共-1「遠隔技術」
- 共-4「耐放射線性」