

燃料デブリの臨界管理技術の開発
(19) 臨界管理方針

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris
(19) Policy of Criticality Control

*中野 誠¹ 原田 康弘¹ 林 大和² 丸山 博見³
¹ IRID(三菱重工) ² IRID(東芝) ³ IRID(日立GE)

福島第一原子力発電所 1/2/3 号機内の燃料デブリ取り出しに向けて臨界管理技術の開発を進めている。本稿では最新情報に基づく臨界評価の見直しと、デブリ取り出し時の臨界管理手法について検討結果を報告する。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、溶融燃料、デブリ、臨界安全、中性子吸収材

1. 緒言

福島第一原子力発電所 1/2/3 号機内の燃料デブリは各種の測定結果から未臨界状態にあると推定されるが、今後のデブリ取り出しに向けてデブリの状態が変化する場合にも適切に臨界を防止するため、臨界評価、臨界監視技術及び臨界防止技術の開発を進めている。取り出しまでの各工程において想定される状況に応じて適切な技術を組み合わせて臨界管理方法を構築していくが、本稿では、炉内状況推定などの新たに得られた情報に基づき臨界リスクを見直すとともに、デブリ取り出しまでの各工程での臨界管理手法について検討結果を報告する。

2. 最新情報を反映した臨界シナリオ・リスク評価

臨界管理方法を検討するベースとなる臨界シナリオ及びリスク評価について、事故進展解析やデブリ性状把握などの最新情報に基づいて見直した。これまでに評価したシナリオを大きく見直す必要はなく、検討中の臨界管理方法は有効であると考えられた。なお、炉内残存燃料の臨界リスクをより精緻に評価するため、事故前の燃料の 3 次元組成分布や、宇宙線ミュオンを用いたデブリ分布推定結果に基づき、炉内の残存燃料の臨界リスクとして、未臨界が維持される範囲を評価した (図 1)。

3. 各工程での臨界管理方針

デブリ取り出しまでの各工程で臨界を防止するとともに、万一再臨界が生じた場合にも一般公衆および作業員に過度の被ばくを防止する管理方法について検討した。これまでに格納容器 (PCV) 水張り時について、ペDESTAL 上あるいは圧力容器 (RPV) 下部ヘッ드의燃料デブリの水没時を検討したが、新たに炉心部の残存燃料について検討し、これまでの検討と同様に、ホウ酸水を使用せず純水で水位上昇を行った場合でも、水位上昇速度を 1cm/hr 程度に抑制することで、万一臨界となっても過度の被ばくを防止できることを確認した。

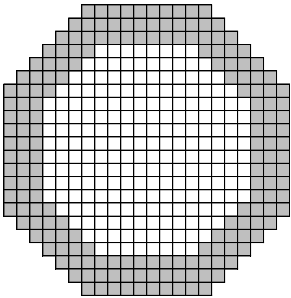
また、デブリ取り出し時に臨界防止 (PS) と臨界時影響緩和 (MS) の組み合わせによる管理方法を検討した (表 1)。この考え方に基づき、デブリ取り出し設備への要求及び事故・異常事象時の対応について検討した。

4. 結果・考察

今後、臨界監視技術、臨界防止技術の開発を進め、デブリ取り出し時の臨界管理方法を確立し、現在検討中の工法毎の臨界管理方法を確立し、2017 年夏に予定されているデブリ取り出し方針決定に資する。

表 1 デブリ取り出し時臨界管理方法

主な臨界シナリオ	・デブリ掘削等に伴う水侵入
臨界監視	・デブリ近傍の中性子検出器による臨界近接監視 ・ガスサンプルリング系 FP ガス γ 線計測による再臨界検知
臨界防止 (PS)	・非溶解性/溶解性中性子吸収材による臨界防止 ・臨界近接を検知した場合に取り出し作業中止
臨界時影響緩和 (MS)	・臨界を検知し、中性子吸収材投入での臨界を終息させ、過剰被ばくを防止



炉心部の水平方向の燃料集合体配置図。ミュオン透過法測定結果から 1m サイズの燃料が残存していないことを踏まえ、事故前の詳細燃料組成に基づき評価。中心から燃料溶融が生じていると想定、外側に残存燃料 (塗りつぶし部) が 3 層残っている体系まででは臨界が生じない。

図 1 1号機残存燃料 未臨界が維持される範囲

謝辞

本件は、資源エネルギー庁『平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金 (燃料デブリ臨界管理技術の開発)」』の成果の一部を取りまとめたものである。

Makoto NAKANO¹ Yasuhiro Harada¹ Yamato HAYASHI² Hiromi MARUYAMA³
¹ IRID(Mitsubishi Heavy Industries,Ltd.), ² IRID(TOSHIBA Corporation), ³ IRID(Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.)