

燃料デブリの臨界管理技術の開発 (29) 臨界管理方針

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

(29) Policy of Criticality Control

*中野 誠^{1,2} 原田 康弘^{1,2} 林 大和^{1,3} 森本 裕一^{1,4}

¹ IRID ² 三菱重工 ³ 東芝 ⁴ 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、デブリ加工を考慮した臨界評価と、深層防護を踏まえたデブリ取り出し時の臨界管理手法の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万全を期し、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。本稿では、種々のデブリ加工方法に応じた臨界評価の結果を踏まえ、深層防護に基づいた、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。

2. デブリ取り出し作業時の臨界評価

デブリ取り出し時の加工方法ごとの臨界リスクを評価した (表 1)。例えば、コアボーリングでは、穿孔されたデブリと水が混合することを想定し、加工量と添加反応度の関係性を評価し、1 回あたりの加工サイズを制限することで、過剰な反応度添加 (臨界近接監視及び万一の臨界到達の際の影響を抑制する観点から約 0.1%Δk としている) が抑制できることを確認した。また、レーザーガウジングやプラズマ加工では、デブリの切削粉が巻き上がり水と混合して臨界となるシナリオを想定して最小臨界重量を評価し、臨界到達までに十分な時間があり、適切な時間間隔で吸引を行うことで臨界を防止できることを確認した。



3. デブリ取り出しの臨界管理方法

デブリ取り出し時の臨界評価の結果に基づき、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。図 1 は基本的な考え方を示すが、前回¹⁾ 報告した深層防護に基づく対策案に、個々の要素技術の検討結果を反映するとともに、IRID 外部の有識者の意見を受けて見直したものである。異常発生防止 (臨界防止) については、2. に述べたデブリ加工法毎の臨界防止策とともに、中性子吸収材の適用、デブリ近傍に配置した臨界近接監視システムによる監視で構成する。また、異常検知および緩和として、万一臨界に至った場合の影響評価を実施した。デブリ取り出し作業中に想定しておくべき事象のうち、取り出し作業に伴って上部のデブリを落下させる事象について、臨界時挙動及び影響評価を実施し、外部環境に有意な影響を生じないレベルに抑制可能であることを確認した。

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、2018 年夏に予定されているデブリ取り出し方法決定に資する。

表 1 デブリ加工法毎の臨界評価の例

加工方法	臨界シナリオ	評価結果
コアボーリング 	穿孔されたデブリと水の混合	加工サイズを一片 12cm 以下として過剰な反応度添加を防止 (0.1%Δk 未満)
レーザーガウジング・プラズマ加工 	デブリ切削粉が巻き上がり、水と混合	最小臨界量は約 50kg 程度であり、臨界到達まで 1 時間程度を要する。

注) 加工法は現在検討中のものである。

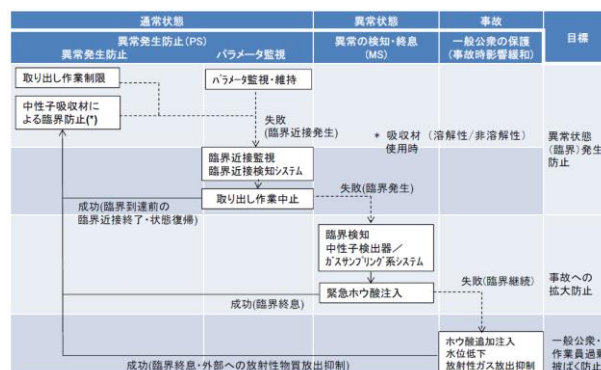


図 1 デブリ取り出し時臨界管理方法

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。

参考文献 [1] 中野誠 他 2016 年秋の大会 H14 (2016)

Makoto NAKANO^{1,2} Yasuhiro Harada^{1,2} Yamato HAYASHI^{1,3} Yuichi Morimoto^{1,4}

¹ IRID, ² Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., ³ TOSHIBA Corporation, ⁴ Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.