

燃料デブリの臨界管理技術の開発

(21) 炉心部水張り時の臨界挙動評価

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

(21) Criticality accident analysis for the core water filling

*林 大和¹, 馬野 琢也¹, 武内 豊¹, 中野 誠², 竹生 諭司³

¹IRID (東芝), ²IRID (三菱重工), ³IRID (日立 GE)

燃料デブリ取り出しに向けた PCV 冠水作業が検討されている。炉心部に燃料が残存する場合、冠水によって臨界になる可能性があるため、臨界事故時の被ばく影響を解析コードで評価した。残存燃料が約 380 体以下であれば、水位上昇時に臨界になったとしても過剰な被ばく影響とはならない見通しが得られた。

キーワード：福島第一原子力発電所事故，臨界安全，臨界事故解析，PORCAS-F

1. 緒言

福島第一原子力発電所において燃料デブリが臨界になる場合の被ばく影響を評価するために、臨界挙動解析コード *PORCAS-F*¹ の整備を進めてきた。PCV 上部における炉心部の残存燃料を対象として、水位上昇による臨界時の挙動評価を実施した (図 1)。

2. 解析方法

2号機を対象として気中に露出した状態で炉心部に残存燃料があり、制御棒は燃料より先に溶解した状態を仮定した。*MVP*² コードを用いて臨界となる水位を求め、水位反応度係数、水密度反応度係数、ドップラー反応度係数を評価した。これらをデブリ臨界挙動解析コード *PORCAS-F*¹ にインプットして、水位上昇速度 1(cm/h)で臨界になった場合の挙動を解析した。核分裂によって発生する Kr88 の濃度が自発核分裂に相当する初期値の 100 倍になる時点を臨界発生時点とする。FP ガスモニタによる臨界検知遅れを 1 時間と仮定し、臨界検知 10 分後にホウ酸水注入を開始するモデルとする。臨界収束時点までの被ばく量を評価する。

地震停止時点における燃料組成について、プラント運転履歴データに基づく追跡計算によって、燃料棒 1 本毎に軸方向 24 ノード分割された単位で求めた。一部の燃料に含まれる Gd の残存量も考慮した (詳細組成)。一方、燃料集合体単位で平均化された燃料組成も使用したが、こちらでは Gd を考慮していない (簡易組成)。

3. 解析結果

詳細組成に基づく解析の結果、2号機の炉心部において臨界発生リスクが懸念されるのは、残存燃料が 5×5 配置の 25 体以上の場合と評価された。簡易組成と詳細組成に基づく解析の結果、残存燃料が約 380 体以下であれば、敷地境界公衆被ばく線量は 0.1(mSv)以下となる結果が得られた (図 2)。

4. 結論

純水による PCV 冠水作業に先立ち、炉内の残存燃料の概数を事前に把握することによって、臨界になったとしても過剰な被ばく影響は生じない見通しを得られることがわかった。

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] 武内、丸山、中野他、日本原子力学会 2015 年秋の大会予稿集 A39 (2015) [2] Y.Nagaya, et al, JAERI 1348(2005)

*Yamato Hayashi¹, Takuya Umami¹, Yutaka Takeuchi¹, Makoto Nakanoi² and Satoshi Takeo³

¹IRID(TOSHIBA), ²IRID(Mitsubishi Heavy Industries), ³IRID(HITACHI-GE)

本論文に掲載の商品の名称は、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

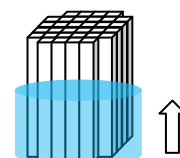


図 1 水位上昇イメージ

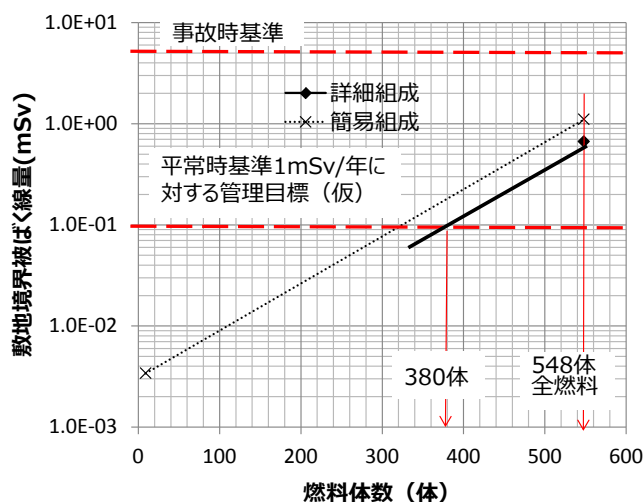


図 2 燃料体数による被ばく影響の解析結果