

燃料デブリの臨界管理技術の開発 (28) 露出時の燃料棒温度挙動の解析

Criticality control technique development for Fukushima Daiichi fuel debris

(28) Fuel rod heatup analysis under uncovered core condition

*武内 豊¹, 吉田 大志¹, 林 大和¹

¹IRID (東芝)

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、炉心冷却喪失による燃料露出時に臨界抑制に効果のある Gd を含んだ低出力燃料棒と含まない高出力燃料棒の温度上昇挙動の比較を過渡安全最適評価コードを用いて定量評価を行った結果を紹介する。

キーワード：福島第一原子力発電所事故, デブリ, 臨界安全, 臨界管理, Gd 含有燃料棒温度挙動

1. 緒言

福島第一原子力発電所-1/2/3号機の燃料の一部には、中性子吸収核種である Gd がガドリニア(Gd_2O_3)の形態で含まれていた。臨界防止の観点からは、燃料が溶融する際に Gd を含む燃料棒と含まない燃料棒が同時に溶融して、燃料デブリ中に Gd が均等に混合することが期待される。そこで3号機の炉心冷却喪失による燃料露出を過渡安全最適評価コードで模擬し、燃料棒間の温度上昇挙動の差を解析的に評価した。

2. 解析条件

3号機の9x9燃料集合体において、Gdを含む燃料棒と含まない燃料棒の崩壊熱の差の大きな燃料集合体を選定し、事故時の燃焼度分布に基づいて燃料棒の出力分布を推定した。それに基づき74本の燃料棒を発熱量ごとに12グループに分割し、水ロッドを加えた13グループ体系で、東芝版TRACコードを用いて模擬を行った。3号機の事故進展に基づいて、スクラムから燃料露出までのプラント挙動を再現した。

3. 解析結果

スクラム後約42時間で水位は燃料加熱部上端に達して、燃料棒温度の上昇が開始する。最大出力の燃料棒とGdを含んだ最小出力の燃料棒間での温度差の挙動を図1に示す。温度差は最大でも30K程度であり、燃料棒間で温度上昇に大きな差が現れていない。これは輻射熱による集合体内の温度均一化の効果が大きいためである。

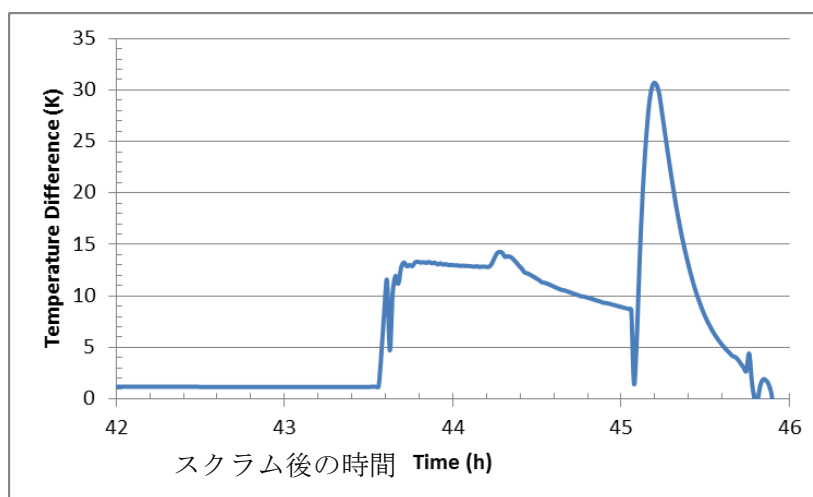


図1. 最大燃料棒間温度差の挙動

4. 結論

燃料露出時の燃料棒温度上昇挙動を過渡安全最適評価コードにより解析した。その結果、Gdを含んだ低出力燃料棒が有意に遅れて損傷する可能性は低いことが確認された。これはウランとGdが、燃料損傷時に溶融時間の違いによる分離の可能性が低いことを示唆すると考えられる。

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。

* Yutaka Takeuchi¹, Daishi Yoshida¹, Yamato Hayashi¹

¹ International Research Institute for Nuclear Decommissioning (TOSHIBA Corporation)