

使用済み燃料プールの事故時の安全性向上に関する研究

(11) MAAP を用いた SFP スプレイ及び代替注水の冷却特性評価

Study on Improvement of Safety for Accident Conditions in Spent Fuel Pool

(11) Evaluation of Cooling Characteristics of SFP Spray and Alternative Water Injection with MAAP Code

*西村 聡¹, 佐竹 正哲¹, 曾我 昇太¹, 西 義久¹, 加治 芳行², 根本 義之²

¹ 電中研, ² 原子力機構

重大事故解析コード MAAP5.03 を用い、使用済燃料貯蔵施設 (SFP) における冷却機能喪失事象等を対象とした事故進展解析を実施し、スプレイ注水あるいは代替注水を実施した際の冷却特性を明らかにした。

キーワード: SFP, スプレイ, 代替注水, MAAP

1. 緒言

2013 年 7 月に施行された新規規制基準では、原子炉に加えて SFP を対象とした安全対策の実施とその有効性評価が要求されている。前報^[1]では、MAAP5.03 を用いて SFP での冷却機能喪失事象等を対象とした事故進展解析を実施し、SFP の初期水位及び使用済燃料集合体の崩壊熱が被覆管破損時間や水素生成量に及ぼす影響を定量的に評価した。本報では、SFP の安全対策としてスプレイあるいは代替注水を実施した際の冷却効果を MAAP5.03 により評価する。

2. 評価対象プラント及び解析条件

評価対象は前報^[1]と同様 (国内 BWR プラント SFP、1100MWe 級 S 格子型燃料集合体) とした。冷却水瞬時全量喪失事象を対象としたスプレイ注水解析では、スプレイ開始時間をパラメータとし、事象開始から 5 時間後まで 6 水準を評価対象とした。冷却機能喪失と冷却水漏えいの重畳事象を対象とした代替注水解析では、注水開始時間をパラメータとし、事象開始後 17~22 時間までの間で 6 水準変化させて、被覆管破損防止が可能となる条件を調べた。

3. 結果と考察

本報で評価対象とした SFP 体系及び崩壊熱条件 (3.0kW/集合体) では、事象開始から 4 時間以内に 12.5kg/s (200GPM) のスプレイ注水を開始すれば被覆管破損は回避された (図 1)。一方、事象開始から 5 時間以降にスプレイを開始するケースでは、スプレイ開始時点における被覆管温度がすでに約 700℃に達しているため、燃料棒上端から流下するスプレイ液膜によって燃料棒全体の冷却が達成される前に被覆管破損温度に至った。

冷却機能喪失と冷却水漏えい (漏えい流量 19.0kg/s) の重畳を想定した場合、プール水位は事象開始から約 15 時間で燃料有効部上端 (TAF) に達するが、その後 4 時間以内に 31.3kg/s (500GPM) の代替注水を開始すれば、燃料が再冠水して被覆管の破損は回避された (図 2)。

参考文献

[1] 西村他、日本原子力学会「2015 年秋の大会」、F04。

本研究は、経済産業省の「平成 27 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業 (重大事故解析手法の高度化)」にて得られた成果の一部である。

*Satoshi Nishimura¹, Masaaki Satake¹, Shota Soga¹, Yoshihisa Nishi¹, Yoshiyuki Kaji² and Yoshiyuki Nemoto²

¹CRIEPI, ²JAEA

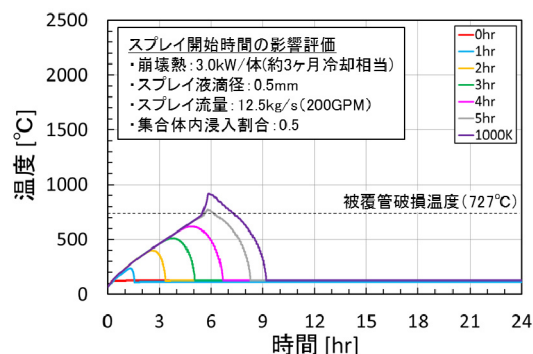


図1 被覆管最高温度の時刻歴(スプレイ注水)

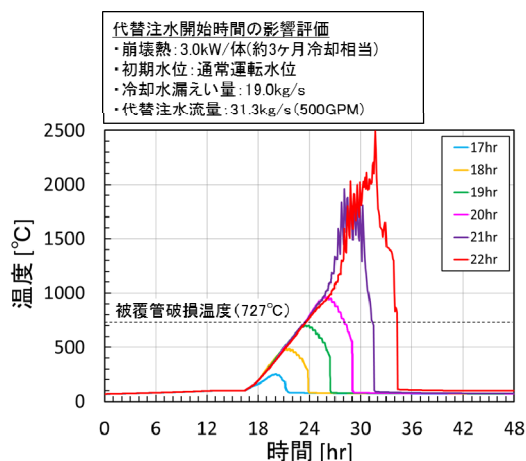


図2 被覆管最高温度の時刻歴(代替注水)