

燃料デブリ水中落下時の即発超臨界過渡解析における中性子世代時間の影響

Effect of neutron Generation Time on Supercritical Transient Analysis in Fuel Debris during Falling Down in Water

*福田 航大¹, 村本 武司¹, 西山 潤², 小原 徹²

¹東京工業大学 環境・社会理工学院 融合理工学系 原子核工学コース,

²東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所

燃料デブリが水中を落下する過程で超臨界となった場合の放出エネルギーを評価する際に中性子世代時間の変化を考慮する必要があるかを明らかにすることを目的とした解析を行った。一点炉動特性モデルを用いて、中性子世代時間の取り扱いを変えた解析を行った結果、落下燃料デブリ体系における臨界事故時の放出エネルギーを評価する場合に中性子世代時間の変化を考慮する必要があることが明らかとなった。

キーワード：臨界安全，即発超臨界過渡解析，中性子世代時間，燃料デブリ，福島第一原子力発電所廃止措置

1. 緒言

先行研究では堆積した燃料デブリを対象とした臨界事故時の影響評価が行われてきた。しかし、堆積している状態よりも水中を落下している過程の反応度の方が大きい可能性があることが示されている^[1]。デブリが水中を落下する場合、体系の中性子世代時間の変化が解析に影響を与えると考えられる。本研究では、水中を落下する過程のデブリが超臨界となった場合を対象とし、放出エネルギーを評価する場合に中性子世代時間の変化を考慮する必要があるか否かを明らかにすることを目的とした解析を行った。

2. 方法

ある落下燃料デブリ体系（図 1）を対象とし、モンテカルロ中性子輸送計算コード MVP で動特性パラメーターを求めた。ここでは、落下による燃料位置変化に起因する中性子世代時間及び反応度の時間変化や実効遅発中性子割合及びドップラー反応度係数の代表値を求めた。次に一点炉動特性モデルを基に、中性子世代時間の取り扱い方法を変えて複数の計算を行い、得られた放出エネルギーについて考察を行った。

3. 結果

図 2 に落下による燃料位置変化に起因する中性子世代時間の時間変化を示す。この中性子世代時間の時間変化を取り入れた場合を **Case 1**、ある一定値の中性子世代時間を使用した場合を **Case 2~4** とした。燃料組成を二酸化ウラン、濃縮度を 1.8 wt% した場合の落下燃料デブリ体系における超臨界時の総核分裂数を表 1 に示す。

表 1 より、中性子世代時間の取り扱いによって評価された放出エネルギー量が大きく異なる。よって、中性子世代時間の時間変化を考慮すべき条件下であるにもかかわらず中性子世代時間に仮定的な一定値を使用した場合、極端に非現実的な放出エネルギー評価となる可能性があることが明らかとなった。以上より、落下燃料デブリ体系における放出エネルギーを評価する場合に中性子世代時間の変化を考慮する必要があることが明らかとなった。

参考文献

[1] 村本他, “燃料デブリの水中落下過程における臨界安全解析,” 日本原子力学会 2018 春の年会, 2F07 (2018).

*Kodai Fukuda¹, Takeshi Muramoto¹, Jun Nishiyama² and Toru Obara²

¹ Graduate major in Nuclear Engineering, Tokyo Institute of Technology.,

² Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology.

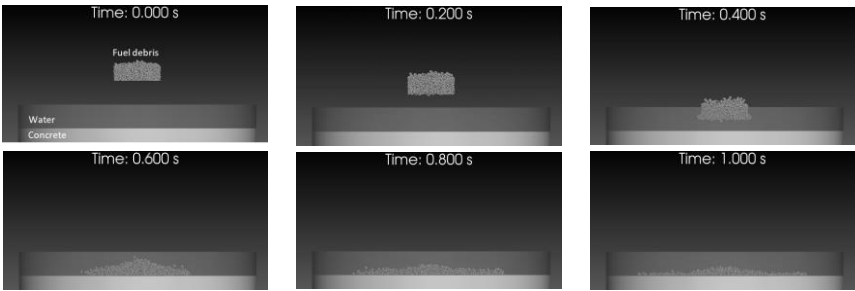


図 1. 本解析で用いた落下燃料デブリ体系^[1]

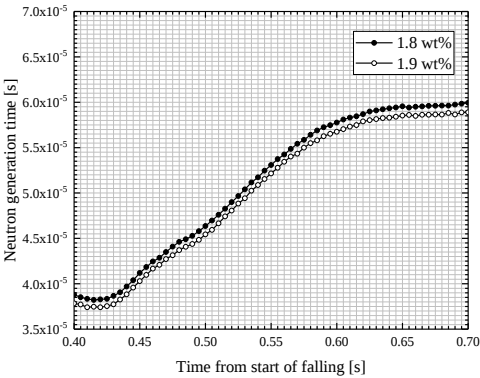


図 2. 中性子世代時間の時間変化

表 1. 超臨界時の総核分裂数(濃縮度 1.8 wt%)

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Neutron generation time, s	Time-dependent values	Constant value in the system with maximum reactivity at t = 0.46 s	Constant value in the system at t = 0.40 s	Constant value in the system at t = 0.70 s
Number of fissions	5.6×10^{15}	3.9×10^{16}	1.2×10^{18}	3.3×10^{11}