

福島第一原子力発電所の燃料デブリ回収容量に関する検討

(1)回収作業中に落下した燃料デブリの臨界性に対する堆積床面材質の効果

Study on container capacity limitations of remove fuel debris-
in defueling Fukushima Daiichi nuclear power station

(1)Effect of floor materials on the criticality of fuel debris leaked from a container during defueling work

*吉岡 慧¹, 高木 直行¹, 竹澤 宏樹¹, 森川 徹¹, 佐藤 勇¹

¹ 東京都市大学

回収作業中に燃料デブリが回収容器から落下し、原子炉圧力容器及び格納容器底部の床面に円錐上に堆積した場合を想定し、落下したデブリの臨界性が床面から受ける影響を床面の材質ごとに定量的に評価した。

キーワード：福島第一原子力発電所、原子炉物理、燃料デブリ、臨界安全、回収容量

1. 緒言

福島第一原子力発電所(1F)の燃料デブリの取り出しは、原子炉圧力容器(RPV)及び格納容器(CV)底部に蓄積したデブリを破砕し、RPV 上部から降ろした回収容器に収納し、原子炉外へ搬出する方法が一つの候補として検討されている。本作業中に回収容器からデブリが落下した場合、RPV の構造材(ステンレス等)、下部に残存するデブリ、CV 底部の材質であるコンクリート上に堆積し、デブリの寸法や形状、水燃料体積比(V_m/V_f)等が変化することにより再臨界が生じる可能性がある。よって、これらの事態が発生した際の臨界性を予め評価しておく必要がある。

本検討ではデブリが冠水状態の RPV 内及び CV 底部に落下し円錐形に堆積した場合を想定し^[1]、デブリの堆積する床面の材質(床材)が、堆積したデブリ(円錐堆積デブリ)、床材、周囲の水で構成される系全体の臨界性体系に与える影響を明らかにするため臨界解析を行った。

2. 解析

解析体系は図1のように RPV 下部等にデブリが堆積していることを想定し、床を簡易的に円柱形状とした。床デブリの組成に関しては、事故前の1号機の平均燃焼度と健全時のペレット、構造材の割合を反映したが、核分裂生成物の割合は事故時の挙動が不明のためゼロとした。床材による臨界性への影響を評価するため、床材の組成を以下の3種類に設定した。

a.床デブリ b. SUS304 c.床無し(円錐堆積デブリのみ)

円錐堆積デブリの体積は、円筒形回収容器において未臨界が担保される体積を基準として解析を行った。計算には汎用中性子・光子輸送計算コード MVP-2.0、核データは JENDL-4.0 を用いた。

3. 結果・考察

円錐堆積デブリが SUS304 に堆積した場合、臨界性は床材の厚みに関わらずほぼ一定であり、円錐堆積デブリのみの臨界性とほぼ同じで、臨界性の上昇は無い。

円錐堆積デブリが床デブリに堆積した場合、臨界性は床材の厚みとともに上昇する。また、床材の臨界性が高くなっていくため、ある程度の床の厚みで円錐堆積デブリの臨界性が堆積したことによる臨界性に対する影響が無くなる。円錐堆積デブリの体積が大きい方が、円錐堆積デブリの影響を受ける床の厚みの上限が大きい傾向があり、円錐堆積デブリの体積が21L(円錐堆積デブリで未臨界が担保される最大体積)の場合、床の厚みが60cmを超えると、系の臨界性は床面の臨界性のみに支配される。

4. 結言

落下したデブリの臨界性が床面から受ける影響を検討することを目的に臨界解析を行い、各種床材のデブリの臨界性に対する影響を確認することができた。今後 CV 底部に落下した場合に想定される、床材：コンクリートの場合についても同様の解析を行う。

参考文献

[1]佐藤嘉晃,「福島第一原子力発電所の燃料デブリ回収容量に関する検討」,第2回 NDEC 予稿集,2017

*Kei Yoshioka¹, Toru Morikawa¹, Naoyuki Takaki¹, Hiroki Takezawa¹, Isamu Sato¹

¹ Tokyo city Univ.

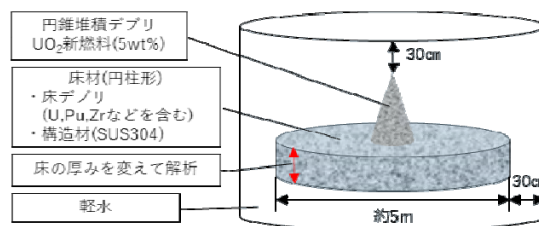


図1 解析体系

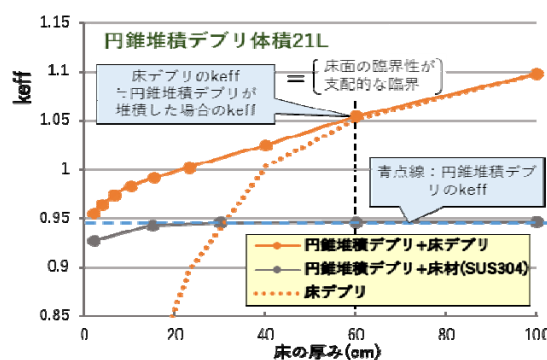


図2 床の厚みに対する臨界性