

E52

高速炉炉心における地震時反応度投入事象の燃料破損限界評価

The critical evaluation of fuel failure of FBR core caused by seismic reactivity insertion

阪大院・工 ○有吉 昌彦 高田 孝 東大院・工 山口 彰

Masahiko ARIYOSHI Takashi TAKATA Akira YAMAGUCHI

電中研 遠藤 寛

Hiroshi ENDO

高速炉の基準地震動を上回る領域において、燃料集合体群振動による反応度投入事象の炉心損傷限界を明らかにし、不確かさを評価してフラジリティを整備した。

キーワード：高速増殖炉、炉心損傷事故、地震 PSA、反応度投入型事象、炉心群振動

1. 緒言

高速炉のL2地震PRAを適切に行うため、高速炉の原子炉構造条件下で、地震応答による集合体群振動により反応度が投入された場合の炉心損傷挙動を評価している[1]。これまで正弦波加振により集合体群振動メカニズムを解明し、反応度投入量を明らかにした[2]。本報告では、燃料溶融挙動を評価して炉心損傷限界を明らかにする。

2. 炉心損傷限界評価の考え方

地震時反応度投入事象に関して、地震時に燃料集合体に印加される加振加速度と燃料破損確率の関係を明らかにし、フラジリティを整備するため、図1の手順に従って体系的な検討を行った。

燃料破損は燃料溶融割合に依存するが、燃料溶融割合が20%であれば被覆管が破損しないと仮定した。燃料溶融挙動は、地震動や原子炉構造の振動特性に応じた反応度振幅及び周波数、そして炉心核・熱水力特性に依存する。一方、スクラム特性も地震動に応じて遅延する傾向にある。そこで本研究では、燃料溶融割合が20%に到達する前にスクラムを完了させることができれば燃料損傷を回避できるとし、炉心損傷防止の判断基準とした。燃料溶融時間とスクラム時間を地動加速度に関係付けて整理し、両者を比較して燃料破損限界を評価した。そして、構造物の地震応答、反応度評価、炉心核・熱水力評価に関する不確かさ要因を明らかにし、地震時反応度投入事象における燃料破損フラジリティを評価した。

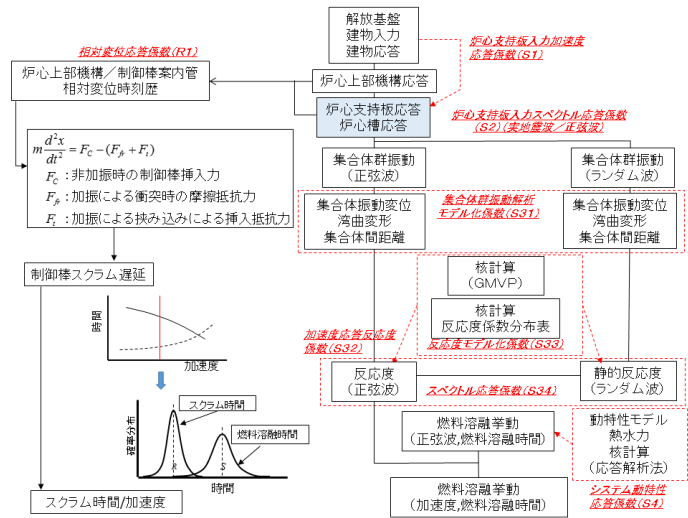


図1 炉心損傷限界評価の流れ

3. 炉心損傷限界評価の結果

燃料溶融時間は、地震反応度を正弦波で模擬し、1点近似動特性モデルにより評価した。地震反応度の投入開始後に冷却材流量の喪失を想定し、ドブラー係数、冷却材密度係数等のフィードバック反応度を考慮した。

加振波に関して、ランダム波加振の反応度が正弦波加振の約0.7倍となったため、燃料溶融時間と加振加速度の関係に反映した。そして、スクラム挙動は地動加速度が16.72m/s²で制御棒挿入時間が1.5秒近くになるよう想定したところ、地動加速度20.9m/s²で燃料溶融曲線と公差し、その時の時間は2.4秒となった。

図1に示す評価の流れに沿って応答係数を設定し、不確かさを評価した。炉心核・熱水力特性については、LHS法に基づくパラメータ解析を行って不確かさを評価した。その結果、図3に示すとおりフラジリティを整備した。今後は、プラント設計情報に基づく応答解析を行ってフラジリティの評価精度を向上させることが望ましい。

参考文献

- [1] 日本原子力学会「2012年春の年会」D25, 2012. [2] 日本原子力学会「2014年秋の大会」I46, 2014.

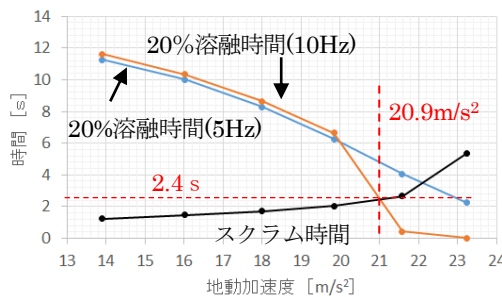


図2 炉心損傷限界

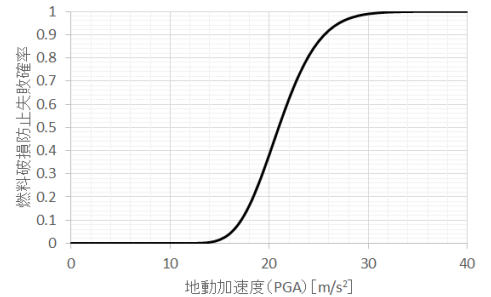


図3 フラジリティ曲線