

K19

ランダム波によって励起された高速炉燃料集合体群振動に起因する 反応度投入量の評価について

The evaluation of a reactivity insertion due to the group motion of FBR core subassemblies excited by random acceleration wave

阪大院・工 ○有吉 昌彦 山口 彰 高田 孝 井藤 貴弘

Masahiko ARIYOSHI Akira YAMAGUCHI Takashi TAKATA Takahiro ITO

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、ランダム波によって励起された燃料集合体群振動による反応度投入量を評価し、加振条件に応じた炉心損傷の可能性を明らかにした。

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

地震 PRA の観点から、高速炉の原子炉構造条件下で地震応答による反応度が投入された場合の炉心損傷挙動を体系的に評価している[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、ランダム波加振の場合における反応度投入挙動を評価し、炉心損傷限界を明らかにする。

2. 炉心損傷限界の考え方

熱出力が約 70 万 kW の高速炉炉心において、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する。

国内の原子力発電所では、地震加速度大によって原子炉トリップするよう設計されているが、本研究では安全裕度を評価する観点から地震初期の制御棒挿入前に反応度が投入される場合を想定する。地震規模に応じて反応度投入量の増大、スクラム遅延が生じるが、1次系ポンプが停止して炉心冷却流量が喪失すると、燃料溶融までの時間が短く、より厳しい事象となる。そこで、この条件で正弦波状の反応度を投入することにより炉心損傷解析を行い、地震反応度投入開始から炉心損傷までの時間を評価する。図1に示すように炉心損傷時間は反応度振幅に依存して短くなるので、制御棒の挿入時間と等しくなる場合を炉心損傷限界とする。

この事象は短時間で推移する過渡事象であり、ドップラー反応度係数と炉心冷却材流量半減時間の影響が大きいと考えられる。そこで、この二つを解析パラメータに関する感度を評価する。

3. 地震波による集合体群振動解析と投入反応度評価

前項2の評価に基づき、炉心損傷限界を地震動の強さとして示すため、反応度投入量と地震動の強さの関係を明らかにする。正弦波加振の場合については、加振波のピーク加速度と反応度投入量の関係を図2に示すように評価している。そこで、本報では、地震波を模擬したランダム波を入力して集合体群振動解析を行い、投入反応度を時刻歴で評価する。この結果に基づき、ランダム加振波の卓越周波数や最大加速度と反応度投入量の関係を評価し、正弦波加振とランダム波加振に関する反応度投入量の相違を明らかにする。

既往評価で、正弦波加振におけるピーク加速度が 40m/s^2 の場合は、加振周波数が約 5Hz で反応度投入量が最大となり、その値は約 1\$であることが示されている[2]。そこで、本報では加振周波数が約 5Hz の場合に着目して炉心損傷限界を明らかにする。

4. まとめ

燃料集合体群振動に起因する反応度事象の炉心損傷限界における地震動の強さを明らかにする。この結果に基づいて脆弱性を整備し、地震 PRA に活用する。

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.

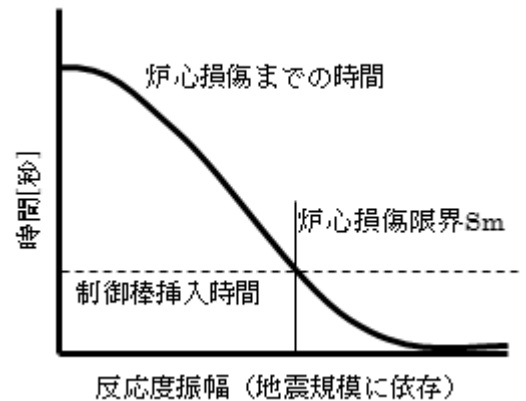


図1 炉心損傷限界の考え方

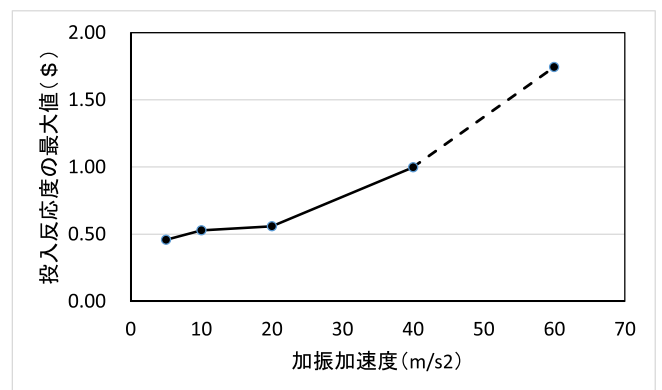


図2 正弦波加振におけるピーク加速度と反応度投入量