

原子炉構造レジリエンスを向上させる破損の拡大抑制技術の開発
(20) 過大地震時のレジリエンス向上策の有効性評価方法の考案

Development of Failure Mitigation Technologies for Improving Resilience of Nuclear Structures

(20) Effectiveness Evaluation Methodology of the Measures for Improving Resilience against Excessive Earthquake

*栗坂 健一¹, 西野 裕之¹, 山野 秀将¹
¹原子力機構

過大地震時のレジリエンス向上策の有効性評価のため、炉停止後の除熱機能喪失（LOHRS）を対象とし、地震時 LOHRS 及び LOHRS 後の超高温による炉心損傷を防止するレジリエンス向上策を想定し、炉心損傷頻度の低減により有効性を評価する方法を考案した。

キーワード：レジリエンス向上策，過大地震，炉停止後の除熱機能喪失，事故シーケンス，炉心損傷頻度

1. 緒言 ナトリウム冷却高速炉（SFR）を例に、設計想定を超える超高温や過大地震によって破損や損傷が生じた場合に、その拡大を抑制する技術を開発し、原子炉構造のレジリエンス向上に資する研究を実施している。この一環として本研究では過大地震時のレジリエンス向上策の有効性を評価する方法を考案する。

2. 想定及び方法 過大地震時における LOHRS を対象に、①LOHRS そのものの防止及び②LOHRS 後の超高温による炉心損傷の防止のためのレジリエンス向上策を想定した。前者は耐震裕度向上をもたらし、後者は超高温時の時間余裕の延伸及び冷却機能回復をもたらし。本研究で考案した方法は、①及び②の両者を考慮した図 1 に示すイベントツリー（ET）を用い、レジリエンス向上策の導入前後の炉心損傷頻度を定量化して比較することでレジリエンス向上策の有効性を評価するものである。

3. 適用性検討 建家免震を採用するループ型の次世代 SFR を例題として、本方法の適用性を検討した。過大地震により原子炉容器が座屈する場合、冷却材流出をもたらす開口破損及びガードベッセルの同時且つ従属的な破損に至ると想定した既往の地震 PRA[1]では、炉心損傷頻度に対して原子炉容器の座屈が支配的な寄与を示していた。これを踏まえ、破損の拡大抑制技術によるレジリエンス向上策によって原子炉容器の耐震裕度が（本研究では 1.5 倍）向上すると仮定した。また超高温時におけるレジリエンス向上策の成功確率を仮定した。レジリエンス向上策を未考慮の場合及び考慮した場合の炉心損傷頻度を計算した（図 2）。結果、レジリエンス向上策による炉心損傷頻度の低減が地震動の大きさ毎に確認できた。このように、考案した方法は SFR への適用性を有すると言える。

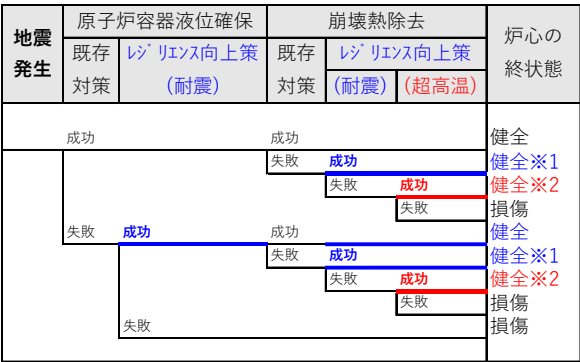
4. 結論 破損の拡大抑制技術による過大地震時のレジリエンス向上策の有効性を評価する方法を考案し、SFR への適用性を確認した。今後はレジリエンス向上策を考慮したフラジリティ評価の手法を検討する。

本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業 JPMXD0220353828 の助成を受けたものです。

参考文献 [1] K. Naruto, et al., Seismic PRA for Japan sodium-cooled fast reactor (JSFR), NTHAS9.

* Kenichi Kurisaka¹, Hiroyuki Nishino¹, and Hidemasa Yamano¹

¹JAEA



※1 超高温に至らず。 ※2 超高温を経験する。

図 1 過大地震時のレジリエンス向上策を考慮した ET

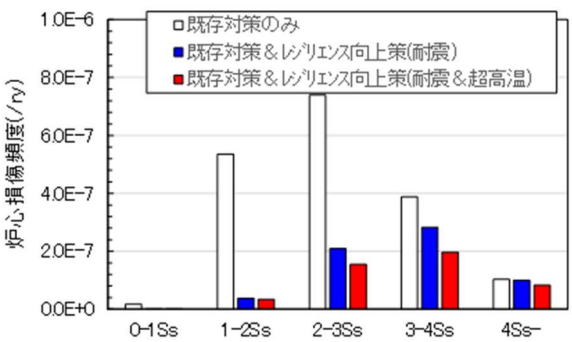


図 2 ループ型次世代 SFR への適用例