

高速炉の地震 PRA のための累積エネルギーを用いた破損確率評価手法の開発

(1) 評価手法の開発計画

Development of Failure Probability Evaluation Method with Integrated Energy for Seismic PRA in Fast Reactor

(1) Development Plan of Evaluation Method

*岡村 茂樹¹, 木下 貴博¹, 西野 裕之², 山野 秀将², 栗坂 健一², 二神 敏², 深沢 剛司³

¹富山県立大, ²JAEA, ³東京電機大

高速炉における地震時の確率論的リスク評価 (PRA) 手法を高度化するため、本研究では、機器に累積した振動エネルギーによる破損確率を評価する手法を開発する。本報では、その手法の考え方を提案するとともに今後の開発計画について報告する。

キーワード: 高速炉, 破損評価, 耐震評価, 振動エネルギー, 地震 PRA

1. 緒言

高速炉における地震 PRA 手法の高度化に資するため、設計基準地震動を超える地震力が作用した場合における原子炉容器等の重要機器の耐力限界を適切に評価できる手法が必要である。本研究では、機器に累積した振動エネルギーによる破損確率を評価する手法を開発するため、試験及び解析研究を行う。本報では、その手法の考え方を提案するとともに今後の開発計画について報告する。

2. エネルギーを用いた破損確率評価手法の考え方

エネルギーの釣合式を用いた建築物の耐震設計手法が開発されている^[1]。以下に示すようなエネルギー釣合式から振動系に入力され、蓄積されるエネルギー量を算出することが可能になる。

$$m \int_0^t \ddot{x} \dot{x} dt + c \int_0^t \dot{x}^2 dt + \int_0^t F(x) \dot{x} dt = m \int_0^t \ddot{z}_h \dot{x} dt \quad (1)$$

右辺の総エネルギー入力に着目した評価を行うことで、地震時に入力される地震エネルギーと疲労による破損の相関性があり、入力されたエネルギーの線形累積損傷則が成り立つことが確認されている^[2]。このことから、評価対象の構造概念と材料試験データから、正弦波の入力振動における破損に至る累積エネルギーが推定し、地震波等のランダム波による評価を実施することで、エネルギーを用いた破損評価が可能になると考えられる。さらに、エネルギー評価を応用することで破損確率の評価が可能になると考えられる。

3. 破損確率評価手法の開発計画概要

比較的評価が簡単な形状を対象にエネルギーを用いた破損確率評価手法を開発する。そのため、小型振動台による加振試験 (正弦波、ランダム波 (地震波)) を行い、累積するエネルギー量を把握する。また、加振試験と同材料の材料試験 (疲労試験) を実施し、材料データと構造概念からエネルギー量を推定する手法を検討する。さらに、検討したエネルギーを用いた破損確率評価手法について、形状依存性 (破損モード、エネルギー算出方法等を含む) 等の検討を行い、原子炉容器等の実機適用性を評価する。

4. 結論

破損確率評価手法の考え方及び開発計画を報告した。今後、実機における破損確率評価への適用を目指し、エネルギーを用いた破損評価手法を整備する。

参考文献

- [1] 秋山宏, エネルギーの釣合に基づく建築物の耐震設計, 技報堂 (1999)
 [2] 皆川他, エネルギー釣合式による機械構造物の地震時疲労寿命評価, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.75, No.760 (2009)

*S. Okamura¹, T. Kinoshita¹, H. Nishino², H. Yamano², K. Kurisaka², S. Futagami² and T. Fukasawa³

¹Toyama Prefectural Univ., ²Japan Atomic Energy Agency, ³Tokyo Denki Univ.