

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

(2) 材料の疲労試験に基づく累積エネルギーの推定

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

(2) Estimation of Integrated Energy based on Fatigue Test of Material

*木下 貴博¹, 岡村 茂樹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、材料の疲労試験を行い、加振試験によって試験片が破損するまでの累積エネルギーを材料試験結果に基づいて推定したので報告する。

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、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、疲労試験から破断サイクル数の関係式を取得し、実施されている加振試験 (正弦波) において、破損に至るまでの累積エネルギー^[1]の推定に関係式を用いたので報告する。

2. 疲労試験

加振試験と同材料のステンレス鋼に対して、ダンベル型の試験片を作製して疲労試験を実施した。試験機には島津製作所製油圧サーボ式疲労試験機 (EHF-UG100kN-20L) を使用した。負荷する応力レベルをパラメータとして応力比-1、正弦波の条件で荷重制御にて疲労試験を実施し、応力振幅と破断サイクル数の関係を取得する。試験温度は室温とした。疲労試験の結果から、以下のような関係式を得た。ここで、 S_a は応力振幅、 N_f は破断サイクル数を表す。

$$S_a = -43.06 \times \ln N_f + 724.49 \quad (1)$$

3. 累積エネルギーの推定手法

エネルギーを用いた破損確率評価手法の考え方^[2]で示したように、エネルギー釣合式の右辺を用いて、構造物の特性 (質量、振動数)、入力加速度、応答速度から累積エネルギーを推定する。このとき、エネルギー釣合式は時刻 $0 \sim t$ における運動状態の総和であるから、想定される応力、式(1)、および、構造物の振動数から破損に至るまでの加振時間 t を算出し累積エネルギーを推定する。簡易試験体を用いた正弦波加振試験において、入力加速度 30m/s^2 の累積エネルギーを推定した結果、 6kJ 程度となった。加振試験で直接算出した累積エネルギー ($4 \sim 6\text{kJ}$) との差異はあるものの、材料試験と構造物の特性から累積エネルギーが推定できる見通しが得られた。

4. 結論

疲労試験から応力振幅と破断サイクル数の関係式を取得した。加振試験において破損に至るまでの累積エネルギー量を関係式を用いて推定した。材料試験と構造物の特性からエネルギーが推定できる見通しが得られた。

参考文献

- [1] 岡村他, 機器に累積した振動エネルギーによる破損評価手法に関する基礎的研究 (正弦波加振による簡易試験体の累積エネルギー), 日本機械学会 第 25 回動力・エネルギー技術シンポジウム (2021)
- [2] 岡村他, 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, 原子力学会 秋の大会 (2021)

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

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