

地震フラジリティ評価手法の高度化の提案

(2) 入力地震動サブ応答係数及び建屋サブ応答係数の高度化

Improvement of fragility evaluation method on seismic PRA

(2) Improvement of input seismic motion response factor and building response factor

*山田 博幸¹, 蛭沢 勝三¹, 宇賀田 健², 原口 龍将³, 菊池 和彦⁴, 田中 浩平⁵, 高田 毅士⁶

¹電中研, ²大成建設, ³三菱重工, ⁴四国電力, ⁵鉄道総研, ⁶東大

著者等は、より現実的な地震フラジリティ評価の実施に資するため、断層モデル地震動予測式を用いたフラジリティ評価用入力地震動の保守性と不確実さ評価の考え方及び建屋の動的非線形応答を考慮したフラジリティ評価手法を提案し、実プラントを対象に手法の成立性を試評価により確認した。

キーワード：地震 PRA、フラジリティ評価、応答係数、建屋の動的非線形応答、不確実さ

1. はじめに

地震フラジリティ評価では、1970 年代～1980 年代にかけて、米国において、「地震 PRA の膨大な数の機器に対して、様々な損傷モデル及びパラメータを用いてフラジリティ曲線を算出することは実現困難であり、定式化されたプロセスが必要である。」という考え方に基づき開発された簡易手法が、現在でも広く用いられている。本研究では、ここ数十年で飛躍的に発展した断層モデルによる地震動評価や建屋の動的非線形応答解析などの最新技術を導入することで、プラントの脆弱性把握やリスク低減の対策に資する、より現実的な地震 PRA に繋がるフラジリティ評価手法を提案した。

2. 入力地震動のサブ応答係数の高度化

加速度レベル毎のフラジリティ評価用地震動は、構造信頼性理論における破壊点の概念に基づけば、将来プラントで観測される地震動群において、設定加速度レベルにおける対象機器の損傷に最も寄与しうる地震動と定義できる。地震 PRA に係る原子力学会標準に基づく簡易法（Zion 法、原研法）[1]による機器フラジリティ評価では、フラジリティ評価用入力地震動は、主に設計波が用いられ、線形応答を仮定してフラジリティ曲線が算出される。また、近年、建屋フラジリティ評価では、詳細法による評価が行われている。そこでは、一様ハザードスペクトル（UHS）に基づき加速度レベル毎の現実的な地震動が策定され、ばらつきは、ハザード評価に含まれるとして、考慮しないとの考え方が一般的となっている。現実的な入力波として UHS 波を用いた場合、UHS 波は、全周期帯でパワーを有する特徴があり、将来観測される地震動のスペクトルの平均像（中央値）ではない。本研究では、対象サイトの地震ハザード評価と整合する震源特性を考慮し、断層モデル等を用い、設定加速度毎の超過頻度に適合したマグニチュードと震源距離の地震波形群からなる地震動データベースを作成し、フラジリティ評価用入力地震動を作成するとともに、建屋・機器応答評価用入力地震動の作成に係る偶然的な不確実さ（ β_r ）として評価する考え方を提案した。

3. 建屋・機器サブ応答係数の高度化

本研究では、機器フラジリティ評価手法の高度化として、建屋の動的非線形応答特性を機器フラジリティ評価に反映するため、建屋を詳細法、機器を応答係数法で求める評価手法を提案した。（既報[2]参照）

4. 実プラントでの試評価例

地震動のサブ応答係数の改善及び建屋の動的非線形応答特性を考慮した評価手法を伊方 3 号炉補助建屋の設置機器に適用した試評価例を図 1 に示す。

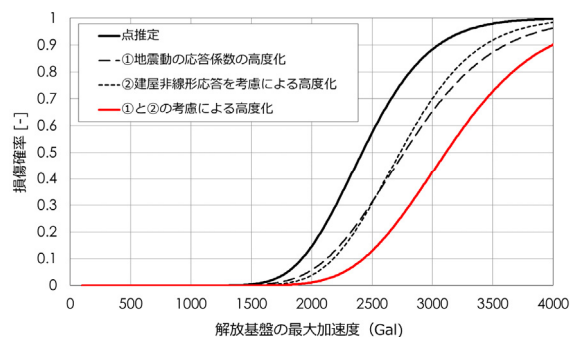


図 1 提案手法に基づく試評価例

参考文献

- [1] 日本原子力学会標準 原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015
 [2] 山田他、建屋の非線形応答特性を考慮した機器フラジリティ評価の取り扱い、日本原子力学会 2016 年春の年会

* Hiroyuki Yamada¹, Katsumi Ebisawa¹, Takeshi Ugata², Ryusuke Haraguchi³, Kazuhiko Kikuchi⁴, Kohei Tanaka⁵ and Tsuyoshi Takada⁶

¹CRIEPI, ²TAISEI, ³MHI, ⁴YONDEN, ⁵RTRI, ⁶The Univ. of Tokyo