

複合ハザードを考慮した確率論的リスク評価手法の開発 (その 6: 複数機器の応答相関の地震 PRA への影響評価)

Development of probabilistic risk assessment method considering multi-hazards

Part 6: Impact assessment of response correlation for multiple equipment on seismic PRA

*西田 明美¹, 崔 炳賢¹, 久保 光太郎¹, 滝藤 聖崇¹, 村松 健¹, 高田 毅士¹

¹ 日本原子力研究開発機構

本研究では、複合ハザードを考慮した確率論的リスク評価 (PRA) 手法の開発を進めている。ここでは、原子力施設の地震時 3 次元応答挙動に基づく複数機器の応答相関の地震 PRA への影響評価結果を報告する。

キーワード：確率論的リスク評価、地震 PRA、複合ハザード、3D FE、応答相関

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所事故以降、地震に起因する原子力施設の確率論的リスク評価 (地震 PRA) の重要性が注目されている。地震力は多数機器に同時に作用するため、強地震動下のシナリオの詳細分析には、応答や耐力の相関性を考慮した多数機器の同時損傷確率の評価が重要となる。しかしながら、従来の簡易な建屋質点系モデルでは、建屋の局部応答・局部損傷を含めた 3 次元的な詳細な地震時応答を十分に再現できないことから、損傷事象間の相関性の影響を単純化せざるを得なかった。本稿では、原子力施設の機器損傷に関わる建屋床応答に着目し、従来の建屋質点系モデルと局部応答・局部損傷を表現できる建屋 3 次元詳細解析モデルによる機器設置位置の床応答間の相関係数等を算定・比較して両モデルによる地震 PRA 結果への影響の違いを確認するとともに、機器応答の相関の違いによる感度解析を実施し、得られた知見について報告する。

2. 機器応答の相関

仮想原子炉建屋[1]を対象にした 3 次元詳細解析モデル及び質点系モデルを用いて、設計レベルの 3 方向地震動 (5 波) を入力とし[2]、地震応答解析を実施した。地震時の複数機器の最大加速度応答から、フロア間および方向別の相関係数を整理した。

3. 機器応答の相関の地震 PRA への影響

図 1 に解析コード SECOM2-DQFM[3]を用いた機器応答の相関の違いによる地震 PRA への影響に関する感度解析結果を示す。

低い地震動レベルでの条件付炉心損傷確率 (CCDP) は、応答・耐力の完全相関のケースが最大、応答・耐力の完全独立のケースが最小、3 次元詳細解析モデルによる応答相関 (耐力は完全独立) を考慮したケースはその中間程度であり、異フロア間の相関考慮効果は限定的であった。

4. 結論

本稿では、複数機器の応答相関の取り扱いの違いによる地震 PRA の感度解析結果を報告した。本研究は、原子力規制庁「令和 5 年度原子力施設等防災対策等委託費 (検査のためのリスク評価手法開発) 事業」の成果である。

参考文献

[1] International Atomic Energy Agency: Review of Seismic Evaluation Methodologies for Nuclear Power Plants Based on a Benchmark Exercise, IAEA TECDOC, No. 1722, (2013). [2] 高田他, ハザード適合地震波の作成方法の違いによる地震波特性の比較, 日本建築学会学術講演梗概集, (2014). [3] 劉他, 「地震時システム信頼性解析コード SECOM2-DQFM のユーザーズマニュアル」 JAEA-Data/Code 2008-004 (2008).

* NISHIDA Akemi¹, CHOI Byunghyun¹, KUBO Kotaro¹, TAKITO Kiyotaka¹, MURAMATSU Ken¹, TAKADA Tsuyoshi¹

¹ Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

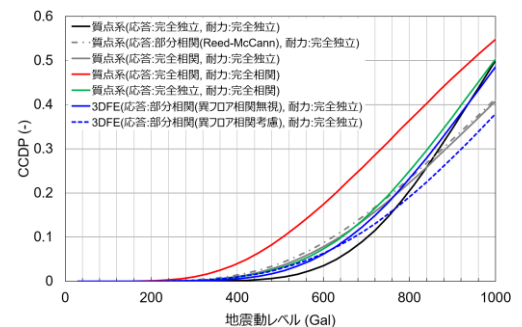


図 1. 機器応答相関に関する感度解析例