原子力施設の地震応答解析結果に与えるモデル化手法の違いによる影響

Evaluation of effect of difference building modelings on seismic response of nuclear facilities

*崔 炳賢[1]，西田 明美[1]，村松 健[2]，高田 毅士[3]
[1]日本原子力研究開発機構，[2]東京都市大学，[3]東京大学

原子力施設の地震リスク評価の信頼性向上に資するため、認識論的不確実さの評価に着目し、原子炉建屋モデル化手法の違いが地震応答解析結果に与える影響を調査した。本稿では得られた知見について報告する。

キーワード：SPRA，地震応答解析，原子力施設，認識論的不確実さ，３次元有限要素モデル

1. 緒言

本研究では、原子力施設の確率論的地震リスク評価の信頼性向上に資するため、原子炉建屋の地震応答解析結果に与えるモデル化手法の違いによる影響を評価し、フラジリティ評価における認識論的不確実さを定量化することを目的としている。現実的な応答を得るため、ハザード適合地震波群を入力地震動として用い、原子炉建屋の３次元詳細モデルと質点系モデルによる地震応答解析を実施した。特に機器への入力となる床応答に着目し、両モデルの床応答の統計的分析を行った。

2. 解析概要

地震波は既存のハザード適合地震波 200 波を使用し、対象施設は大洗地区に立地するモデルプラント建屋とした。３次元詳細モデルは、主にシェル要素（節点数：約 5 万，要素数：約 6 万）を使用した。地震応答解析は、ハザード適合地震波による３方向入力とし、減衰はレーリー減衰、時間積分は Newmark-β 法の直接積分法による非線形時刻歴応答解析とした。また、モデル化手法による応答の違いを把握するため、質点系モデルによる応答結果との比較を実施した。水平方向入力用質点系モデルと上下方向入力用質点系モデルを独立に用いて評価している。

3. 同一フロアの位置による床の最大加速度応答値の比較

ハザード適合地震波 200 波による床の最大加速度応答結果によると、中央値は３次元詳細モデルの方が質点系モデルより大きく、ばらつきは３次元詳細モデルの方が質点系モデルより小さくなる傾向がみられた。また、上下応答は水平応答よりも両者の違いが大きい傾向がみられた。特に３次元詳細モデルの上下応答では耐震壁位置で応答が抑えられ、耐震壁と耐震壁の間の床面で応答が大きくなる傾向があることから、質点系モデルとの違いが大きい結果となっている。

4. 同一フロアの複数位置における加速度応答スペクトルの比較

３次元詳細モデルでは質点系モデルでは考慮できない同一フロアの位置の違いによる床応答の違いを考慮可能であることから、ハザード適合地震波群の代表１波による同一フロアの複数位置における床の加速度応答スペクトルを比較した。その結果、同一フロア内の位置の違いによる床応答値のばらつきは水平方向入力より上下方向が大きい傾向があり、特に原子炉建屋の水平固有周期である周期 0.1 秒付近の床応答値のばらつきが大きいことが確認できた。

5. まとめ

モデル化手法の違いによる応答の違いを明らかにするために、モデルプラント建屋の床応答を統計的に分析した。その結果、床の最大加速度応答の中央値は３次元詳細モデルが質点系モデルより大きい傾向が、ばらつきは逆の傾向があること、同一フロアの複数位置の床の加速度応答スペクトルの分析では固有周期 0.1 付近でばらつきが大きい等の知見を得た。

---

*Byunghyun Choi[1], Akemi Nishida[1], Ken Muramatsu[2] and Tsuyoshi Takada[3]

[1]Japan Atomic Energy Agency, [2]Tokyo city university, [3]The University of Tokyo