

原子力プラントの包括的安全性向上のための地震時クリフエッジ回避技術の開発

その13 建屋システムのクリフエッジの特定と評価

Development of seismic counter measures against cliff edges for enhancement of comprehensive safety of nuclear power plants Part 13: Identification and evaluation against cliff edges for nuclear building system

*西田 明美¹, 崔 炳賢¹, 山野 秀将¹, 高田 毅士²

¹日本原子力研究開発機構, ²東京大学

本研究では、リスク概念と深層防護の考え方に基づいて様々なクリフエッジ状態を特定・定量化するトータルシステムにより原子力プラントの耐震安全性を評価し、クリフエッジ状態を回避する手法を開発することを目的としている。本稿では、建屋システムに関して、免震導入による物理的クリフエッジの回避、および、モデル化の違いに基づく知識起因クリフエッジの特定と評価についてフラジリティの観点から検討し、得られた知見について述べる。

キーワード：地震リスク、知識起因クリフエッジ、建屋システム、3次元詳細モデル、免震システム

1. 緒言

地震時における原子力発電プラント全体の安全性確保のために、建屋システムで想定されるクリフエッジ状態の特定とそれらの回避方策の検討をすすめている。本稿では、建屋システムのクリフエッジの特定と評価について、フラジリティの観点から検討した結果について報告する。

2. 建屋システムの応答のばらつき評価

建屋システムに免震装置を導入することで建屋応答は大幅に低減し、建屋システムの物理的クリフエッジの回避効果が期待される。そこで、耐震構造として設計された建屋システム（耐震建屋）、および、耐震建屋に免震装置を導入した免震導入建屋に対し、基準地震動の1～5倍までの入力地震動を用いて非線形形地震応答解析を実施した。その結果得られた各層の建屋応答の統計的分析を行い、中央値およびばらつきを整理した。各層の最大せん断ひずみのばらつきに着目すると、層によってばらつきが異なり、かつ、免震導入建屋では入力地震動の大きさによらず同一層内のばらつきが一定の傾向となることを確認した。一方、応答比（3次元詳細モデルの応答／質点系モデルの応答）に着目すると、全体的には入力地震動が大きくなるにつれて応答比が小さくなる傾向、すなわち、3次元詳細モデルの方が応答が小さくなる傾向が確認された。また、最大加速度よりも最大せん断ひずみの方が応答比が小さく、3次元効果が大きい結果となった。

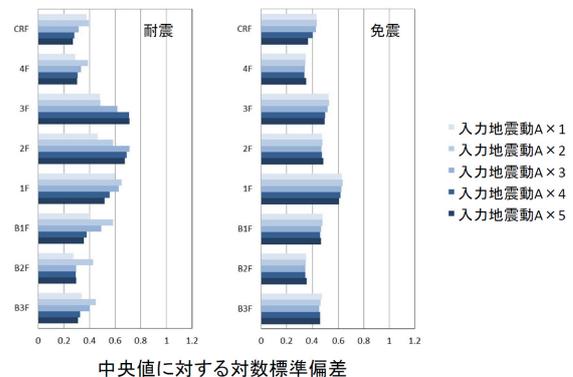


図1 3次元詳細モデルの最大せん断ひずみの高さ方向分布

3. フラジリティ評価による違い

3次元詳細モデルと質点系モデルの応答解析結果を用いてフラジリティ評価を実施し、3次元詳細モデルを用いることでフラジリティを低減できる可能性があることを確認した。

4. まとめ

地震時におけるプラントのクリフエッジ状態の特定と評価のため、建屋システムの免震導入効果やモデル化の違いに起因する応答特性の違い等をフラジリティの観点から分析した。今後、プラント全体系に係るクリフエッジを特定し、これらを回避する技術の開発へ展開する予定である。

謝辞 本研究報告は、文部科学省国家課題対応型研究開発推進事業「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の成果である。関係各位に記して謝意を表する。

*Akemi Nishida¹, Byunghyun Choi¹, Hidemasa Yamano¹ and Tsuyoshi Takada²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²The University of Tokyo