

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 2: 建屋システムと原子炉容器・配管の検討

Development of seismic counter measures against cliff edges for enhancement of comprehensive safety of nuclear power plants Part2: Nuclear building system, reactor vessel and piping

*崔 炳賢¹, 西田 明美¹, 郭 智宏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、原子力発電所プラントの安全性確保のためにプラントをトータルシステムとして取り扱い、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・定量化し、これらを回避する技術を開発することを目的としている。本稿では、クリフエッジ回避に向けた建屋システムおよび原子炉容器・配管の予備的解析・評価の結果について報告する。

キーワード: 地震時要求性能, クリフエッジ, プラント地震時挙動, 建屋システム, 原子炉建屋, 免震重要棟, 原子炉容器・配管

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、様々なクリフエッジ状態の特定とそれらの回避方策の検討に必要な予備的解析や評価を実施した。

2. 建屋システムのクリフエッジ回避技術

建屋システムのクリフエッジ回避技術では、応答解析を行う対象施設を設定し、モデルデータの整備および予備的解析を行った。具体的には、現実のサイトに設置された仮想的なプラントを設定することとし、文献等をもとに標準的な原子炉建屋および免震重要棟を対象としてモデル化を実施した。特に、クリフエッジを特定するために必要となる建屋の弾塑性モデルデータを整備するとともに、建屋への免震装置の組み込みを実施した。また原子炉建屋に対し、設計用モデルである質点系モデルと3次元詳細モデルの双方で大入力時の予備的弾塑性解析を実施し、モデルによる応答の違いについて検討を行った。その結果、入力が大きいほどモデルの違いによる差異が大きくなることを確認した。

3. 原子炉容器及び配管のクリフエッジ回避技術

既往の地震 PRA 及びフラジリティ評価等を調査・整理し、クリフエッジ回避対策の項目を抽出するとともに、原子炉容器・配管の地震時挙動を調査・整理し、破損モードを設定した。また、水平免震の採用、積層ゴムの非線形特性の適切な設定及び水平方向の減衰機能の強化を取り込む対策を前提として、原子炉容器・配管を質点系でモデル化し、予備的なフラジリティ評価を行い、これらの対策が、重大な事象の発生条件を地震動の高い側に移動させるという意味で、クリフエッジ回避対策として有効で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のために、建屋システムのモデルデータ整備と予備的弾塑性解析、および、原子炉容器・配管の予備的なフラジリティ評価を実施した。今後は、プラント全体系に係るクリフエッジを特定・定量化し、これらを回避する技術を開発することを目指す。

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。

*Byunghyun Choi¹, Akemi Nishida¹, Zhihong Guo¹, Hidemasa Yamano¹ and Tsuyoshi Takada²

¹Japan Atomic Energy Agency, ²The University of Tokyo