

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 ー建屋システムの検討ー

Development of seismic counter measures against cliff edges for enhancement of comprehensive safety of nuclear power plants - A Study for nuclear building system -

*西田 明美¹, 崔 炳賢¹, 郭 智宏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、建屋システムの地震応答解析において特定されるクリフエッジ状態のモデル化因子依存性を検討するため、免震機構や擁壁衝突事象の境界条件のモデル化等にかかわり検討を実施し、得られた知見を述べる。

キーワード：原子力プラント，地震安全，クリフエッジ，建屋システム，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、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解析や評価を実施し、得られた知見について述べる。

2. モデルの構築

建屋システムのクリフエッジ回避技術では、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を対象としてモデル化を実施した。解析モデルに免震装置を組み込み、免震導入効果および免震装置の挙動を確認するための解析を実施した。また、大入力時に想定される建屋と擁壁の衝突事象の解析も実施した。

3. 解析結果

入力は断層モデルにより作成した地震波とスペクトル波の2種類の入力地震動（最大加速度は700-800 Gal程度）を定数倍して解析を行った。解析結果より、免震装置を組み込むことで応答は大きく低減し、免震導入効果を確認した。また、その効果は入力地震動の特性によって異なり、スペクトル波のように入力地震動が長周期成分を多く含んでいる場合には水平変位が過大となり、擁壁に衝突し大きなせん断ひずみが生じる可能性があることを確認した。

建屋と擁壁との衝突解析では、まず衝突を模擬するために設定したバネ値の感度を確認するため、バネ値を変化させた場合の解析を実施した。バネ値の変化に対する建屋応答の感度は高く、得られる最大せん断ひずみの値が大きく変わることを確認した。また、一般に設計や評価に用いられる質点系モデルと3次元詳細モデルの応答結果を比較すると、平均値では3次元詳細モデルの方が質点系モデルよりも応答が小さく、低減される結果となった。また、3次元詳細モデルの結果は同一フロアでばらつくが、今回の解析例では質点系モデルの応答結果は3次元詳細モデルのばらつき幅内におさまっていることを確認した。

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、建屋システムの耐震・免震モデルによる応答解析を実施し、擁壁への衝突解析では設定するバネ値の建屋応答への感度が高いこと、モデル化手法により得られる応答が低減する可能性があること等の知見を得た。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、フラジリティへの影響評価を行う予定である。

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。

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

¹Japan Atomic Energy Agency, ²The University of Tokyo