

原子力施設の免震技術の開発

(3) 免震プラントの地震 PRA の考え方について

Development of Seismic Isolation Technology for Nuclear Power Plant

(3) Seismic PRA for the Seismic Isolated Nuclear Power Plant

*原口 龍将¹, 尾西 重信², 神保 雅一³, 今岡 哲男⁴

¹三菱重工業(株), ²中部電力(株), ³(株)東芝, ⁴日立 GE ニュークリア・エナジー(株)

原子力発電所の設計では、地震に対する確率論的安全評価の実施が求められている。国内には、免震型原子力発電所は建設されていないが、耐震検討を実施しその成立性についての目処が得られた。本研究は、免震装置・免震-非免震建屋間渡り配管及びその他の免震建屋に設置された機器の脆弱性を考慮した、免震プラントの地震 PRA 評価の体系について提案するものである。

キーワード：地震 PRA, 免震, 脆弱性

1. 緒言

免震型原子力プラントを対象にレベル 1 地震 PRA の手順をまとめ、原子力学会地震 PRA 実施基準の改訂に向けた提案を行う。具体的には、地震に対する免震建屋の応答特性を考慮した機器脆弱性と、免震プラントに特有の免震装置、建屋間渡り配管を反映した炉心損傷頻度の試評価を行い、手法の体系を整理した。

2. 検討内容

建屋免震を導入した場合には、地震に対する建屋応答の強い非線形性を機器脆弱性評価において考慮する必要がある。このため、入力加速度レベルごとに損傷確率を算出してプロットし、最小二乗法によって近似することで脆弱性曲線を得る方法（現実的応答と現実的耐力による方法）の適用による評価を検討した。

地震 PRA 評価モデル（イベントツリー・フォールトツリー）の構築に当たり、免震プラント特有の条件を検討した。本研究では、免震装置が損傷した時点で建屋が損傷するものとし、結果として炉心損傷に直結すると仮定して評価モデルを構築した。

免震建屋設置機器の脆弱性に加え、免震装置[1]、渡り配管[2]の脆弱性を入力として、炉心損傷頻度の定量評価を行った。なお、地震ハザードについては既存データを使用した。得られた炉心損傷頻度は耐震型プラントよりも良好なものであるが、免震装置損傷に起因する免震プラント特有の自己シーケンスが発生することに留意する必要がある。また、更なる安全性の向上対策として、高加速度領域での損傷確率を低減させるための、免震装置損傷の影響を緩和するフェールセーフ機構の導入が考えられる。

3. 結論

免震型原子力プラントのレベル 1 地震 PRA の手順をまとめた。また、炉心損傷頻度定量化を行い、手順が有効であることを確認するとともに、免震型プラントのリスクの特徴を明らかにした。本手順は、免震型プラントの炉心損傷頻度を定量化する手法として新たな体系化を検討したものであり、今後地震 PRA 実施基準に反映すべく提案を行う。

参考文献

- [1] 秋本 他, "原子力施設の免震技術の開発(1)免震装置の脆弱性", 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 2016 年 9 月
- [2] 福嶋 他, "原子力施設の免震技術の開発(2)渡り配管の脆弱性", 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 2016 年 9 月

*Ryusuke Haraguchi¹, Shigenobu Onishi², Masakazu Jimbo³ and Tetsuo Imaoka⁴

¹Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., ²Chubu Electric Power Co., Inc., ³Toshiba Corporation, ⁴Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.