

地震 PRA における耐震多様性の評価

Evaluation of Seismic Diversity of SSC System in PRA

*大鳥靖樹¹, 牟田仁², 中島正人², 田村伊知郎³, 蔵増真志³, 酒井俊朗²

¹東京都市大学, ²電力中央研究所, ³中国電力

地震に対する機器・設備の耐震多様性の効果を定量的に評価するために、地震動の応答スペクトルの周期特性と周期間相関に着目して検討を行ったので、その結果について報告する。

キーワード：耐震多様性、地震 PRA、周期間相関、地震ハザード解析、直列システム、並列システム

1. はじめに

原子力発電所の重大事故等の対処設備は、設置の方向や免震などを含めた耐震多様性を図ることで共通の機能喪失リスクを低減させることが重要であることが指摘されている¹⁾。しかし、耐震多様性の有効性は、定性的には認識され免震装置の導入等が行われているものの、定量的にその効果を示すに至っていない。本稿では、地震に対する機器・設備の耐震多様性の効果を定量的に評価するために、地震動の応答スペクトルの周期特性と周期間相関に着目して検討を行った結果について報告する。

2. 耐震多様性の効果の検討

本検討では、固有周期が 0.3 秒の耐震機器と 3.0 秒の免震機器で構成されるシステム（図）が一様ランダムな地震環境（上下限マグニチュード 7.5 と 5.0、震源深さ 10km、GR 式の b 値 1.0）にあると仮定して解析を行った。各機器は、年超過確率 10^{-5} の一様ハザードスペクトル(UHS)に対して設計されている。すなわち、耐震と免震の機器は、それぞれ周期が 0.3 秒と 3.0 秒の UHS を超過する地震が起こった時に機能喪失する。マグニチュードと震源距離を発生確率に応じて準乱数で様々に仮定して、距離減衰式²⁾により応答スペクトルを発生させて評価を行った。100 万回の計算の結果、システムの機能喪失確率は、直列システム 1.87×10^{-5} 、並列システム 1.52×10^{-6} となった。すなわち、耐震と免震の機器でシステムを構成した場合、耐震機器だけでシステムを構成した場合に比べ、並列系ではリスクが小さくなり、直列系では逆に大きくなる結果となった。すなわち、並列の場合、短周期と長周期の成分を同時に含む地震動が襲ってくる確率が小さいため機能維持の可能性が高まり、直列では短周期と長周期の地震動に反応してしまうため、リスクが増加する結果になったと考えられる。

3. 結論

地震 PRA における耐震多様性の検討を行った結果、免震と耐震の機器で構成される並列システムではリスク低減効果が図られたものの、直列システムでは様々な周期帯域の地震動にตอบสนองするため、むしろリスクが増加することがわかった。すなわち、リスク低減を図る上で、並列システムには設備・機器の多様化は有効であるが、直列システムではリスクが増加するため、設計上の留意が必要となることを確認できた。

参考文献

[1] 原子力学会：原子力安全の基本的考え方について第 I 編別冊 2 深層防護の実装の考え方、技術レポート、2015

[2] 安中・他：気象庁 87 型強震計記録を用いた最大地動及び応答スペクトル推定式の提案、地震工学研究発表会論文集、24 巻(1997)

*Yasuki Ohtori¹, Hitoshi Muta¹, Masato Nakajima², Ichiro Tamura³, Masashi Kuramasu³ and Toshiaki Sakai³

¹Tokyo City University, ²Central Research Institute of Electric Power Industry, ³Chugoku Electric Power Company

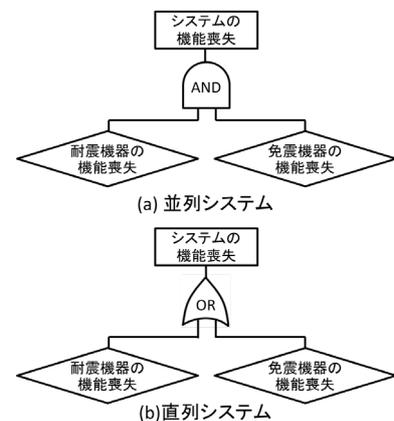


図 システムの FT