

RI-PB に基づく新しい耐震設計体系のフレームワーク

その3：地震動の応答スペクトル特性に着目した耐震多様性の評価

A Framework of RI-PB Design Application for Seismic Events

Part 3: Evaluation of seismic diversity of SSCs focusing on response spectrum characteristics of ground motion

*片山吉史¹, 大鳥靖樹², 酒井俊朗¹, 牟田仁²

¹電力中央研究所 原子力リスク研究センター, ²東京都市大学

地震に対する機器・設備の耐震多様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、その効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、応答スペクトル、免震

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の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⁾。既往研究では耐震多様性の効果を定量的に評価する手法が提案され、耐震機器と免震機器から成る並列システムではリスクが低減し、直列システムでは増加する結果が報告されている²⁾。本検討では同手法を用いて、機器の耐力のばらつき、機器の固有周期の組み合わせ、周期間相関に関する感度解析を実施したので、その結果について報告する。

2. 耐震多様性の評価手法

本検討では、固有周期が異なる 2 つの機器から構成されるシステムが、一様ランダムな地震環境(上下限マグニチュードが 7.5 と 5.0, 震源深さが 10km, GR 式の b 値が 1.0)にあると仮定する。また、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と仮定する。機器に作用する地震動は、MCS を用いてマグニチュードと震央距離を発生確率に応じて様々に仮定して距離減衰式³⁾により応答スペクトルを発生させて評価を行うが、その際に距離減衰式のばらつきおよび周期間相関⁴⁾を考慮した。また、対数標準偏差 β によって各機器の耐力のばらつきを考慮した。

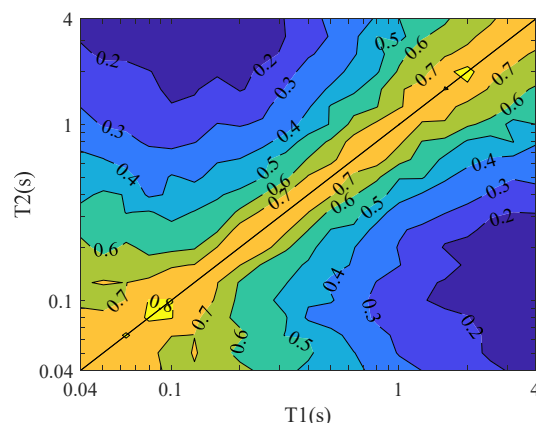


図-1 損傷確率コンター図(単位: $\times 10^{-5}$)
(並列システム, $\beta=0.3$)

3. 検討結果

本検討によって耐震多様性によるリスク低減効果が定量的に評価され、以下の知見を得た。①並列システムの損傷確率は周期間相関と正の相関を有し、直列システムでは負の相関を有する。②機器およびシステムの損傷確率と耐力のばらつき β は正の相関を有する。③固有周期の組み合わせを変化させて作成した損傷確率のコンター図(図-1 参照)は、Baker 他⁴⁾の周期間相関のコンター図と類似する分布となり、システムの損傷確率を評価するうえで、周期間相関の設定が重要である。

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1編別冊 2 深層防護の実装の考え方, 技術レポート, 2015
- [2] 大鳥・他：地震 PRA における耐震多様性の評価, 2019 年春の年会
- [3] 安中・他：気象庁 87 型強震計記録を用いた最大地震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, 第 24 巻(1997)
- [4] Baker et al. : Correlation of Spectral Acceleration Values from NGA Ground Motion Models, Earthquake Spectra, Vol. 24(2008)

*Yoshifumi Katayama¹, Yasuki Ohtori² Toshiaki Sakai¹ and Hitoshi Muta²

¹Nuclear Risk Research Center, CRIEPI, ²Tokyo City University