

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5：原子力発電所の耐震多様性とロバストネスの評価

A Framework of RI-PB Design Application for Seismic Events

Part 5: Evaluation of Seismic Diversity and Robustness for Nuclear Power Plants

*片山吉史¹, 大鳥靖樹², 酒井俊朗¹, 牟田仁², 安中正³

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, ³東電設計株式会社

機器・設備の耐震多様性の有効性およびロバストネスの定量的評価を、国内 11 地点における実際の地震環境を踏まえ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、ロバストネス、地震 PRA、周期間相関、地震ハザード解析、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原因故障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⁾。著者らの既往検討では耐震機器と免震機器から成る 2 基の並列システム(図 1)を対象とした確率論的リスク評価によって、規模と位置がランダムな地震環境における耐震多様性の有効性評価²⁾、設計応答スペクトルを超過した様々な地震動に対するロバストネスの評価³⁾を報告した。本検討では国内 11 地点における実際の地震環境を踏まえて、2 基および 3 基の並列システムの耐震多様性の有効性およびロバストネスについて検討を行った。

2. 耐震多様性とロバストネスの評価手法

防災科学技術研究所の公開データ⁴⁾を基に対象地点から半径 400km 内の地震環境を考慮する。耐震機器と免震機器の固有周期はそれぞれ 0.3 秒と 3.0 秒とし、各機器耐力は、地点毎に年超過頻度 10^{-5} の一様ハザードスペクトルに対して設計されていると仮定する。機器応答は、距離減衰式⁵⁾を用いて周期間相関⁶⁾を考慮した応答スペクトルによって評価し、応答が耐力を超過した時に機能喪失する。耐震多様性の有効性は半径 400km 内の全地震に対して評価し、ロバストネスは規模と距離を仮定した個別地震に対して評価する。

3. 結論

11 地点全てで耐震多様性の有効性が確認でき、海溝型地震の影響が大きい地点(十勝、東京)では有効性が顕著に見られた(図 2)。また、想定を超える様々な地震動に対して、同システムのロバストネスが確認できた。

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] 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] 酒井・他：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 2：提案するフレームワークの特徴と地震に対するロバストネスの評価、2020 年春の年会 [4] 防災科学技術研究所：http://www.j-shis.bosai.go.jp/
- [5] Morikawa, Fujiwara : A New Ground Motion Prediction Equation for Japan Applicable up to M9 Mega-Earthquake, Journal of Disaster Research. 2013
- [6] Baker et al. : Correlation of Spectral Acceleration Values form NGA Ground Motion Models, Earthquake Spectra, Vol. 24(2008)

*Yoshifumi Katayama¹, Yasuki Ohtori², Toshiaki Sakai¹, Hitoshi Muta² and Tadashi Annaka³

¹Nuclear Risk Research Center, CRIEPI, ²Tokyo City University, ³TEPSCO

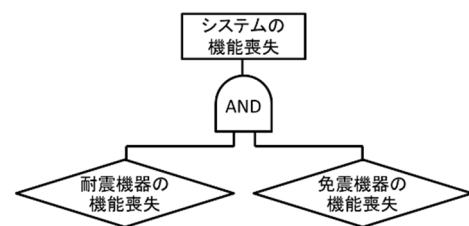


図 1 2 基の並列システムの FT

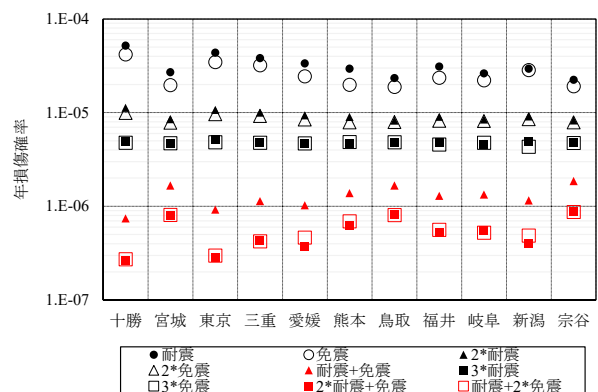


図 2 耐震多様性の評価結果