

原子力施設の免震技術の開発

(1) 免震装置のフラジリティ

Development of Seismic Isolation Technology for Nuclear Power Plant

(1) A Fragility Evaluation for Seismic Isolation System Applied to NPPs

*秋本 高英¹, 吉田 伸一¹, 竹内 義高¹, 大河内 靖雄², 小杉 慎司³, 佐藤 邦彦⁴, 平井 秀男⁵

¹大林組, ²中部電力, ³日立 GE ニュークリア・エナジー, ⁴三菱重工業, ⁵東芝

原子力発電所の設計では、地震に対する確率論的安全性評価の実施が求められている。本研究では、別途免震型原子炉建屋を対象としたフラジリティ評価を実施し、耐震成立性の目途を得ている[1]。このうち、本報は免震型原子炉建屋を対象とした免震装置の地震フラジリティ評価手法について提案するものである。

キーワード：免震，確率論的地震リスク評価，免震建屋，フラジリティ曲線，残余のリスク

1. 緒言

免震型原子炉建屋を対象に、地震時損傷モードの設定および確率論的な応答評価を用いた免震装置の損傷確率の算定方法を検討し、既往知見と合わせて地震フラジリティ評価の手順として提案する。併せて、PWR 型原子炉建屋を対象に免震装置の破断試験結果を取り込んだ地震フラジリティ評価例を示す。

2. 検討内容

地震時損傷モードは、炉心損傷に至る可能性がある損傷モードのうち建屋および免震装置に関する損傷モードとして、「上部建屋が損傷する」、「建屋が擁壁に衝突する」、「免震層が損傷する」を想定する。このうち、「免震層が損傷する」モードは、アンカーボルトを含めたペデスタル部は免震装置の破断に対して十分余裕をもって設計することが可能であることから、「免震装置の破断」＝「免震層が損傷する」と考える。

地震フラジリティ評価では、既往知見[2][3]を参考とし免震装置特性、コンクリート物性値、地盤の物性値における不確実さを考慮し、応答のばらつきを評価する。なお、建屋部分は 1 質点系に近い振動モードが支配的となるため、基本的には質点系モデルによる層単位の損傷評価が可能であると考えられる。また、各地震時損傷モードに対応する損傷確率は、上部建屋は耐震型建屋と同様に耐震壁のせん断ひずみ、擁壁への衝突は応答変位、免震装置の破断は図 1 に示すように免震装置の水平鉛直応答ひずみにて評価する。

PWR 型原子炉建屋を想定した応答解析モデルを用い（図 2）、上記の手法による地震フラジリティ評価を実施した結果、定義した損傷モードのうち「免震層が損傷する」モードが支配的という結果となった。

3. 結論

免震型原子炉建屋の地震時損傷モードを整理し、確率論的な応答評価を用いた解析的検討を行い、本手順による地震フラジリティ評価が可能であることを確認した。

本手順については、今後地震 PRA 実施基準に反映すべく提案を行う。

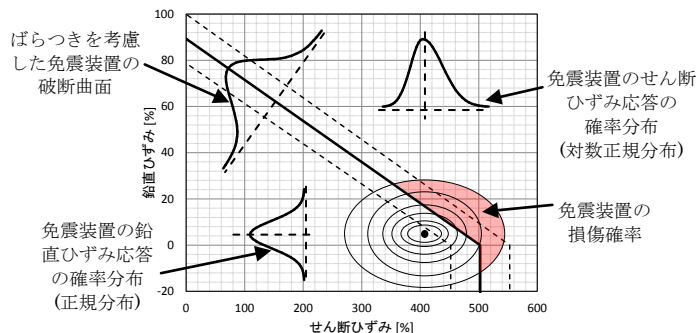


図 1 免震装置の損傷評価方法の概念

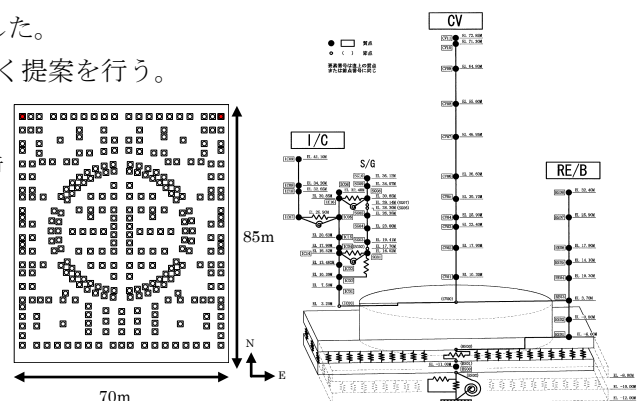


図 2 免震型原子炉建屋の地震応答解析モデル例

参考文献

- [1] Shimizu et al., DEVELOPMENT OF EVALUATION METHOD FOR SEISMIC ISOLATION SYSTEMS OF NUCLEAR POWER FACILITIES - PROPOSAL FOR A BASE-ISOLATED DESIGN METHODOLOGY TO INSTALL NPP'S FACILITIES -, 23 MiRT
- [2] 日本原子力学会, 原子力発電所の地震を起因とした確率論的地震リスク評価に関する実施基準: 2015 (AESJ-SC-P006:2015)
- [3] Matsuoka et al., "Development of an Evaluation Method for Seismic Isolation Systems (Part 1)", 13th WCSI

¹Takahide Akimoto¹, Shin-ichi Yoshida¹, Yoshitaka Takeuchi¹, Yasuo Okochi², Shinji Kosugi³, Kunihiro Sato⁴ and Hideo Hirai⁵

¹Obayashi Corporation, ²Chubu Electric Power Co., Inc., ³Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ⁴Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., ⁵Toshiba Corporation