

原子力施設の免震技術の開発 (2) 渡り配管のフラジリティ

Development of Seismic Isolation Technology for Nuclear Power Plant

(2) A Fragility Evaluation for Crossover Piping System

*福島 俊介¹, 神保 雅一¹, 大谷 章仁², 佐藤 邦彦³, 原口 龍将³, 今岡 哲男⁴, 尾西 重信⁵, 鈴木 優⁶

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

⁶MHI ニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング(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。本研究では免震建屋と非免震建屋の間を渡る配管（渡り配管）に着目して地震時のフラジリティの評価手法について提案するものである。なお、対象とした配管は免震構造の原子炉建屋から非免震構造のタービン建屋に渡る主蒸気配管の例である。

キーワード：免震，渡り配管，フラジリティ曲線，疲労曲線，確率論的安全評価

1. 緒言

免震建屋と非免震建屋間の渡り配管のうち主蒸気配管を対象に、地震による疲労破損を損傷形態とした破損確率（フラジリティ）の算出法を提案するとともに、免震型原子力発電所のうち主蒸気配管を対象にフラジリティを算定した例を示す。

2. 検討内容

検討対象の渡り配管は、高温、高圧の主蒸気配管とし、従来の耐震型と異なり大きな建屋間相対変位を吸収するため垂直方向に引廻した配管ルートを想定する。地震応答解析により、最大応力発生点となるエルボ部のモーメント応答からレインフロー法及びマイナー則を適用し、検討用地震動に対する疲労損傷係数を求めた。

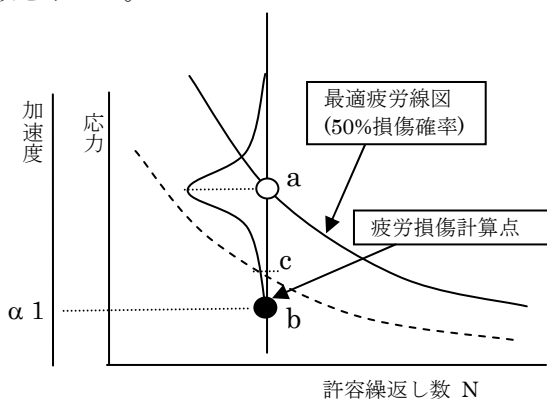


図1 渡り配管の損傷評価方法の概念

疲労損傷は応力あるいはひずみ範囲を縦軸とし、繰返し数を横軸とした図1のような疲労線図で破損限界が与えられる。破損確率が対数正規分布であると仮定し、NUPECの最適疲労線図（実線）を中央値とし、JSMEの設計疲労線図（破線）を99%信頼下限と設定することにより、加速度レベル $\alpha 1$ の地震動に対するb点の破損確率が算定でき、加速度と破損確率の関係としてフラジリティ曲線上にプロットできる。この評価手法にて、免震型原子力発電所の渡り配管のフラジリティ評価が適用可能であり、評価の結果、主蒸気配管の損傷確率は小さいことが確認できた。

3. 結論

免震建屋と非免震建屋間の渡り配管が疲労損傷を破損モードとする場合のフラジリティ評価手順を提案した。確率論的な疲労損傷評価を用いた検討を行い、評価手順が有効であり、免震型原子力施設の主蒸気配管の損傷確率は小さいことが確認できた。本手順は、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] R.Haraguchi, et al., "Development of Evaluation Method for Seismic Isolation Systems of Nuclear Facilities", SMiRT23
[2] K.Suzuki, et al., "Seismic Proving Test of Ultimate Piping Strength," 10th International Conference on Nuclear Engineering, 2002.

*Shunsuke Fukushima¹, Masakazu Jimbo¹, Akihito Otani², Kunihiro Sato³, Ryusuke Haraguchi³, Tetsuo Imaoka⁴, Shigenobu Onishi⁵, Yutaka Suzuki⁶

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

⁶MHI Nuclear Systems And Solution Engineering Co., Ltd.