

## 繰り返し計算を必要としない等価線形化手法による建屋内機器の フラジリティ曲線の効率的作成法

Efficient creation of fragility curves for in-building equipment using an equivalent linearization method  
that does not require iterative calculations

\*茶谷 彰紀<sup>1</sup>, 大鳥 靖樹<sup>1</sup>, 中島 正人<sup>2</sup>

<sup>1</sup>東京都市大学, <sup>2</sup>電力中央研究所

抄録 地震 PRA で用いられるフラジリティ曲線の評価を簡略化する新たな手法として、等価線形化手法を用いてフラジリティ曲線の中央値を繰り返し計算なしで推定する手法を提案しその適応性について検討を行った。

**キーワード**：地震フラジリティ曲線，地震 PRA，等価線形化手法

### 1. 緒言

近年、確率論的地震リスク評価により原子力発電所の脆弱部を評価・補強する試みが進められている。しかし、発電所に多数存在する設備のフラジリティ曲線の評価には多大な労力と時間を要するため、評価の簡略化が望まれていた。本研究では、原子力発電所建屋内に設置された機器を対象に、地震フラジリティ曲線作成に等価線形化手法 (ELM) を用いて、繰り返し計算なしでフラジリティ曲線の中央値を推定する手法を提案し、その有効性を複数の ELM モデルに対する時刻歴非線形解析との比較により検討を行った。

### 2. 解析方法・解析条件

提案手法の手順は、①地震応答解析により機器が設置されている床面の応答評価、②今回の検討では、機器の終局変形量  $D_c$  より、等価剛性と等価粘性減衰を算定、③地震応答解析により機器の応答変形量  $D$  を評価、④ $D_c/D$  を入力地震動強度に掛けてフラジリティ曲線の中央値を推定、である。今回の検討では機器の固有周期や減衰定数などを変更した 12 ケースについて、6 つの等価線形化手法モデルで解析を行った。解析に使用した地震動は、気象庁強震記録に掲載されている地震波を使用した。

### 3. 解析結果とまとめ

検討の結果、機器の周期が建屋の周期より十分に小さく共振域に達しない場合において、選定した 6 つのモデルのうち、Jacobsen(1930)が定常応答を仮定して求めたモデル 1 と Liu et al. (2014)が広範なパラメータ解析の結果から免震用に作成されたモデル 5 と 6 を用いることで、提案手法によりフラジリティ曲線の中央値を精度よく推定できることが分かった。図に最も精度が良かったモデル 6 (Liu et al.(2014)) の結果を示す。図の縦軸は、提案手法/非線形解析の平均値 (-) であり、横軸は機器の固有周期を示す。平均値が 1 に近いほど精度よく推定できていることを示す。今後の展望としては床応答スペクトルを用いて更に簡略化した方法について検討を行う。

#### 参考文献

[1] 茶谷 彰紀・他、日本機械学会「D&D2022」 214、2022

[2] 気象庁強震観測データ (<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/index.html>) (2022/8/4:閲覧)

\*Akinori Chatani<sup>1</sup>, Yasuki Ohtori<sup>1</sup> and Masato Nakajima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tokyocity Univ., <sup>2</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry.

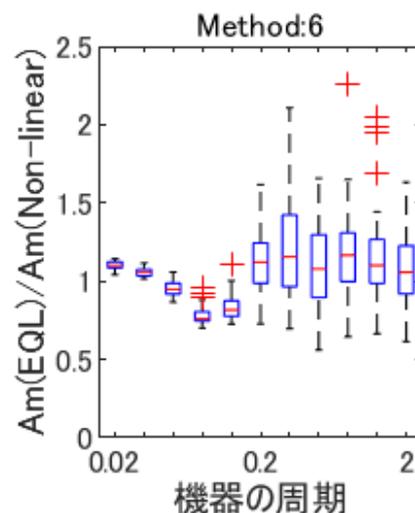


図. モデル 6 (Liu et al.(2014))  
の非線形解析との推定の比較