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 9：建屋内機器の応答の相関

A Framework of RI-PB Design Application for Seismic Events

Part9: Response correlation of components installed in a building

*大原 光晴[1], 大鳥 靖樹[1],牟田 仁[1], 片山 吉史[2], 酒井 俊朗[3]

[1]東京都市大学, [2]中電技術コンサルタント, [3]電力中央研究所

建屋内に耐震多様性を有する機器を設置する効果を把握するために、様々な固有周期を持つ機器の設置階を変えた解析を行い応答の相関係数の評価を行った。

キーワード： 確率論的リスク評価, 耐震多様性, 原子炉建屋, 相関係数, 床応答スペクトル

1. 緒言

原子力発電所の安全上重要な機器に振動特性の多様性を持たせることで共通原因故障を回避し、リスクを低減することが可能である[1]。しかしながら、建屋内のシステムに対して耐震多様性を有する機器の導入効果を定量的に検討した事例はない。本稿では、機器の固有周期と設置階を変えた解析を行い、様々な条件下の応答の相関係数の評価を行うと共に、既提案の相関係数との比較を行ったのでその結果について報告する。

2. 応答の相関係数の算出

建屋内に設置された機器の応答は、文献[2]で開発したスペクトルモーダル解析法に基づいて算出した床応答スペクトルより求めた。入力地震動は、地震ハザード解析の結果より各震源要素に対する応答スペクトルを求め、周期間相関を考慮して与えた。機器の固有周期を0.1,0.2,0.5,1.0,2.0,5.0[秒]の6つ、高さ65［m］の原子炉建屋（9質点モデル）を想定した。また、評価地点は全国11地点を想定したが、表には東京における相関係数の計算結果を示す。地震ハザード解析に反映される震源要素の数は、東京で約46万個あり、応答の相関係数の評価には全ての震源要素に対して発生確率を重みとして標準偏差、共分散を算出して求めた。括弧内には米国で用いられている相関係数を示す[3]。

表：東京における相関係数

			Floor	
			Same	Different
Period	Same	MIN～MAX	1.00	0.98～1.00
		AVERAGE	1.00 (1.00)	0.99 (0.75)
	Different	MIN～MAX	0.56～0.96	0.56～0.97
		AVERAGE	0.66 (0.50)	0.64 (0.00)

表より、既提案の相関係数に比べ大きな値となっていることが分かる。これは、評価に用いた地震動や建屋の条件に依存していると考えられる。また、地震ハザードに基づいた入力地震動を作成しているためマグニチュードが小さい地震の影響を強く受けていると考えられる。

3. 結論

同一建屋内の機器の応答の相関は既提案の値より大きくなる傾向にあった。今後は入力地震動との関係を検討するとともに、応答値との関係も分析していく予定である。

参考文献

[1] 大鳥・他、地震 PRA における耐震多様性の評価、2019 年原子力学会　春の年会

[2] 大原・他、原子力施設の周期特性の多様性を考慮したシステム解析コードの開発、2020 年原子力学会　秋の年会

[3] Bohn and Lambright、NUREG/CR-4840、1990 年

*Mituharu Ohara[1], Yasuki Ohtori,[1] Hitoshi Muta[1], Yoshifumi Katayama[2] and Toshiaki Sakai[3]

[1]Tokyo City Univ., [2] Chuden Engineering Consultants, [3]A Central Research Institute of Electric Power Industry