

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 10：断層モデルによる周期間相関を用いた耐震多様性の評価

A Framework of RI-PB Design Application for Seismic Events

Part10 : Evaluation of seismic diversity using inter-period correlation based on strong ground motion simulation

*片山 吉史¹，芝 良昭²，大鳥 靖樹³，酒井 俊朗²，牟田 仁³

¹中電技術コンサルタント，²電中研，³東京都市大

本報告では，特定地震発生時の特定地点における耐震機器と免震機器から成る耐震多様性システムの有効性を定量的に評価した。評価には，既往検討における断層モデルにより求めた周期間相関を用いた。

キーワード：耐震多様性，周期間相関，断層モデル，確率論的リスク評価，統計的グリーン関数法，免震

1. はじめに

著者らは，既往検討で，固有周期の異なる耐震機器と免震機器から成る耐震多様性を有するシステムの有効性を，一様ランダムな地震環境，国内 11 箇所の特定地点の地震環境に基づき定量的に評価した[1,2]。本検討では，特定地震発生時の特定地点における評価を行う。なお，機器応答は，地震動予測式(GMPE)から固有周期に応じた最大応答加速度として算定するが，固有周期の異なる機器の応答を同時に算定する際には，周期間相関を考慮している。既往検討では，様々な地震観測記録を回帰分析して求めた Baker らの周期間相関[3]を用いたが，本検討では，既往検討における断層モデルにより求めた周期間相関[4]を用いた。

2. 検討方法

耐震機器と免震機器の固有周期は，それぞれ 0.3 秒と 1.0 秒とした。検討ケースは，地震規模 M6.9 と M7.3，断層最短距離 R=5, 10, 20km を組み合わせた 6 ケースとした。各ケースで，機器の耐力および応答の不確性を考慮した 1000 万回の解析によって損傷確率を算定した。

3. 解析結果と考察

各ケースについて，耐震と免震を組み合わせた 9 組の機器構成の損傷確率を算定し，最大値で基準化した損傷確率比を表 1 に示す。同表より，機器数が同じでも多重性システムよりも，多様性システムの方が損傷確率が低く，より有効である。()内に Baker の周期間相関を用いた場合の結果も示す。Baker の周期間相関は地震規模と震源距離に依存しないが，断層モデルによる周期間相関は，地震規模が大きいほど，震源距離に近いほど大きくなる。このため，損傷確率比は M7.3 かつ R=5km のケースのみが断層モデルの方が大きく，それ以外のケースでは Baker の方が大きくなる。このように，地震規模や震源距離によって周期間相関や多様性システムの損傷確率が異なることを留意する必要がある。

表 1 各ケースの損傷確率比

機器構成		M6.9			M7.3		
		R=5km [0.479]	R=10km [0.308]	R=20km [0.186]	R=5km [0.735]	R=10km [0.493]	R=20km [0.364]
耐震	免震						
1	-	0.62	1.00	1.00	0.37	0.98	1.00
1	-	1.00	0.47	0.12	1.00	1.00	0.30
2	-	0.17	0.22	0.13	0.12	0.26	0.18
-	2	0.31	0.08	0.01	0.41	0.26	0.04
1	1	0.06 (0.08)	0.01 (0.03)	0.00 (0.00)	0.12 (0.09)	0.06 (0.08)	0.00 (0.01)
3	-	0.09	0.09	0.05	0.06	0.12	0.07
-	3	0.16	0.03	0.00	0.24	0.12	0.02
2	1	0.02 (0.03)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.05 (0.04)	0.02 (0.03)	0.00 (0.00)
1	2	0.03 (0.04)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.08 (0.05)	0.02 (0.03)	0.00 (0.00)

※ []内は計算に用いた周期間相関
※ ()内はBakerの周期間相関0.590を用いた結果
※ 青は多重性システム，赤は多様性システム

参考文献

[1] 大鳥・他：地震 PRA における耐震多様性の評価，2019 年春の年会，
[2] 片山・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 5：原子力発電所の耐震多様性とロバストネスの評価，2020 年秋の年会
[3] Baker et al. : Correlation of Spectral Acceleration Values from NGA Ground Motion Models. Earthquake Spectra, Vo.;24(2008)
[4] 片山・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 8：強震動波形計算に基づいた周期間相関の評価，2021 年春の年会

*Yoshifumi Katayama¹, Yoshiaki Shiba², Yasuki Ohtori³, Toshiaki Sakai² and Hitoshi Muta³

¹Chuden Engineering Consultants, ²CRIEP, ³TCU