

# Introduction of the Response Spectral Peak and Valley Variability in Fragility Analysis and HCLPF Capacity Estimates

김현철<sup>a</sup>, 전상호<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>한국전력기술

## Introduction

- 지진취약도는 주어진 최대지반가속도값에 대한 발전소 설비의 조건부파손빈도를 의미함
- 지진재해도 분석을 통해 지진 지반운동 가속도의 초과발생빈도 분석 가능함
- 지진취약도 분석에 Response Spectral Peak and Valley Variability ( $\beta_{PV,R}$ )를 포함하는 방법에 대한 EPRI 권장사항을 소개함

## Existing Fragility Analysis

- 지진내력과 지진응답의 분포는 주로 지진운동과 관련된 무작위성 (Randomness)과 자료/정보 부족이나 기술의 한계에 기인한 불확실성 (Uncertainty)의 두 확률변수 고려
- 지진재해도 평가 시 Response Spectral Peak and Valley Variability ( $\beta_{PV,R}$ )는 무작위성 (Randomness)의 일부분으로 포함됨
- EPRI TR-103959에는 지진취약도분석에 0.2 ~ 0.3 범위의  $\beta_{PV,R}$ 을 포함할 것을 권장함
- 2000년대 까지 지진취약도 분석 방법 중 하나인 변수분리법 (SOV)에  $\beta_{PV,R}$ 이 포함되어,  $\beta_{PV,R}$ 의 영향이 지진재해도곡선과 지진취약도곡선이 결합될 때 중복으로 계산됨

## Modification of SOV Method

- 지진취약도분석 시  $\beta_{PV,R}$ 의 중복 고려를 피하기 위해 보정계수 ( $F_{PV}$ )만큼 HCLPF를 조정할 필요가 있음

$$HCLPF' = F_{PV} \cdot HCLPF_{PV}$$

$$F_{PV} = e^{2.326 \cdot (\beta_{PV,C} - \beta_C)}$$

*HCLPF'* : HCLPF corrected to avoid double counting of  $\beta_{PV,R}$

*HCLPF<sub>PV</sub>* : HCLPF not corrected to avoid double counting of  $\beta_{PV,R}$

*F<sub>PV</sub>* : factor to correct HCLPF to avoid double counting of  $\beta_{PV,R}$

## Modification of SOV Method

Table 1. HCLPF correction factor  $F_{PV}$

$\beta_C$	$F_{PV}$		
	$\beta_{PV,R} = 0.2$	$\beta_{PV,R} = 0.3$	$\beta_{PV,R} = 0.4$
0.3	1.15	1.34	1.59
0.4	1.12	1.26	1.47
0.5	1.09	1.21	1.39
0.6	1.08	1.18	1.33

- $\beta_{PV,R}$ 이 0.2보다 작은 경우 보정계수 ( $F_{PV}$ )가 상대적으로 작아 무시할 수 있지만, 0.2를 초과하면 과도한 보수성을 피하기 위해 보정계수 ( $F_{PV}$ )를 반영 필요

## In case of CDFM Method

- CDFM 방법론은  $\beta_{PV,R}$ 이 없는 부드러운 형태의 목표 응답스펙트럼을 가정하여 내진성능 ( $A_{1\%}$ )을 결정함
- 따라서 CDFM 방법론을 이용한 지진취약도평가에서 사용된 목표 응답스펙트럼 모양이  $\beta_{PV,R}$ 을 포함하는 지진재해도평가에서 도출된 목표 UHRS (Uniform Hazard Response Spectrum)와 동일한 경우 HCLPF 용량 수정 불필요함

## Conclusion

- 지진취약도분석에 SOV 방법론을 사용할 경우  $\beta_{PV,R}$ 이 지진재해도평가의 무작위성 (Randomness)이 이미 포함된 경우  $\beta_{PV,R}$ 의 적절한 값은 0 임
- $\beta_{PV,R}$  값이 작으면 약간의 보수성을 인정해 보정계수 ( $F_{PV}$ )를 미 적용할 수 있지만  $\beta_{PV,R}$ 가 0.2를 초과하는 경우 보정계수 ( $F_{PV}$ ) 적용을 통한 HCLPF 수정이 필요
- 지진취약도분석에 CDFM 방법론을 사용할 경우 사용된 목표 응답스펙트럼 모양이  $\beta_{PV,R}$ 을 포함하는 지진재해도평가에서 도출된 목표 UHRS (Uniform Hazard Response Spectrum)와 동일한 경우 HCLPF 용량 수정 불필요함