

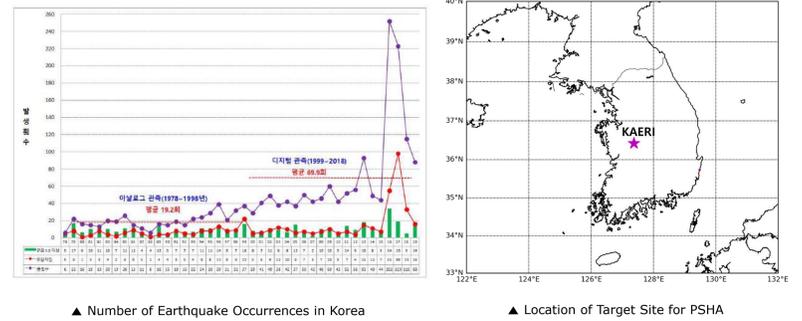
Preliminary Probabilistic Seismic Hazard Assessment for KAREI Site

Jeong-Gon Ha^{a*}, Hyun Jae Yoo^b, Tae Seob Kang^b, Seung-Chul Jang^a
^aKorea Atomic Energy Research Institute, Daedeok-Daero 989-111, Yuseong-Gu, Daejeon
^bPukyong National University, Yongso-ro 45, Nam-Gu, Busan

Korean Nuclear Society Spring Meeting, Korea, May 13-14, 2021

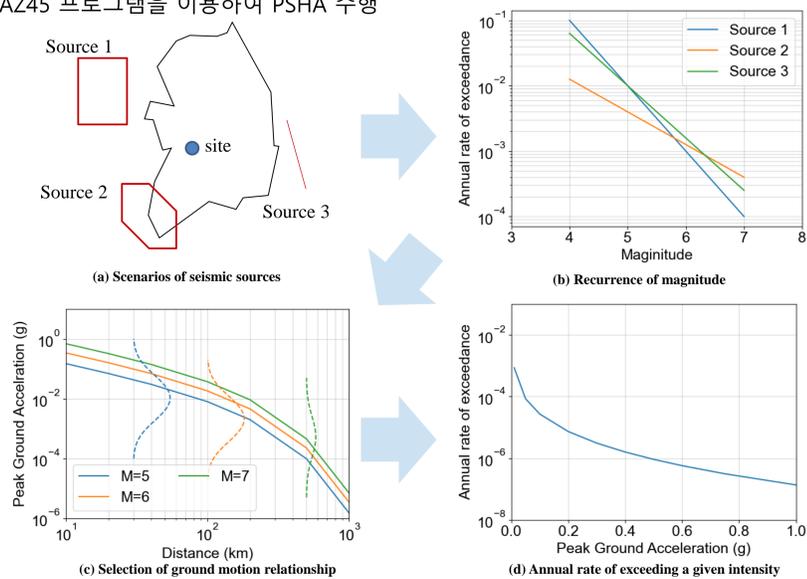
Introduction

- ▶ 한국원자력연구원 (KAERI) → 방사성 물질을 이용한 연구 시설
 - 지속적인 유지 관리를 통해서 자연재해에 대한 안전성 확보 노력 (연구용 원자로인 하나로 내진 보강 등)
 - 도심지에 위치한 연구 시설 → 시민의 불안감 해소를 위한 향상된 안전성 평가 요구 증대
- ▶ 한반도 주변에서의 대규모 지진 및 국내에도 지속적인 소규모 지진 발생
 - 2008년 중국 쓰촨성 지진, 2010년 아이티 지진, 2011년 동일본대지진 & 2016년 경주지진, 2017년 포항지진
 - 설계지진 뿐 아니라 다양한 지진 시나리오를 분석하고 이를 반영한 안전성 평가 필요
- ▶ 연구원 부지에 대한 확률론적 지진 재해도 예비 평가를 통하여 잠재적 지진 크기 분석
 - 확률론적 지진재해도 평가 → 지진재해도 곡선, 등재해도 스펙트럼 → 확률론적 지진 안전성 평가의 주요 입력 자료 활용



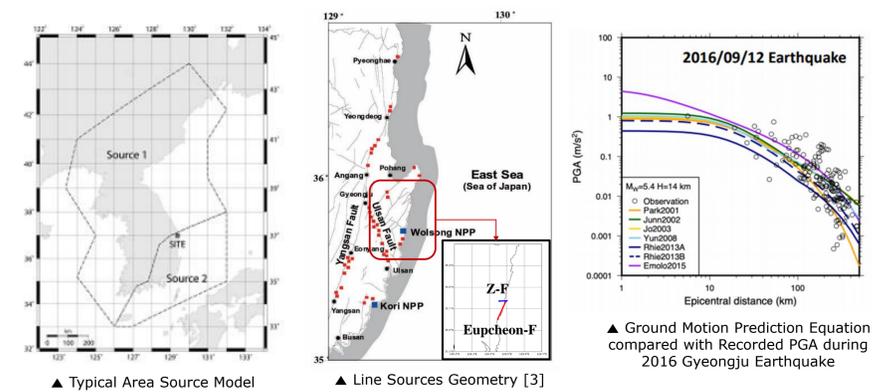
Probabilistic Seismic Hazard Assessment

- ▶ 확률론적 지진재해도 평가 (PSHA) : 대상 부지의 잠재적 지진 세기의 발생 빈도 평가
 - 입력자료: 지진원 시나리오, 지진원별 지진 활동 상수, 지진 규모 및 거리에 따른 감쇄식 등 [1]
 - 평가결과: 최대지반가속도 (또는 스펙트럼가속도) 대비 연간 발생 빈도 → 지진재해도 곡선
- ▶ HAZ45 프로그램을 이용하여 PSHA 수행



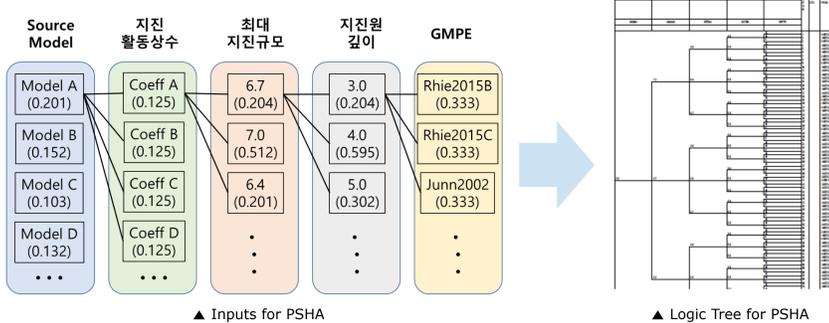
Sources & Attenuation

- ▶ 면적 지진원 (Area Source)
 - 계기 지진 및 역사 지진 기록을 바탕으로 지진원을 면적(지체구조)으로 나타냄 → 면적 지진원 모델
 - 총 4개의 면적 지진원 모델 이용 → 모델 별 가중치를 부여하여 평가 적용
- ▶ 단층 지진원 (Line Source)
 - 지진 기록 및 단층 조사 등을 통해서 규명된 단층의 특성 이용 → 단층 지진원 모델
 - 한반도 동남부에 위치한 2개의 단층 지진원 고려: 읍천 단층, Z-단층
- ▶ 지반 운동 감쇄식 (Ground Motion Prediction Equation)
 - 지진의 규모 및 거리에 따라서 지진 세기의 감쇄 정도를 나타냄
 - 국내의 지진 기록을 반영한 지반 운동 감쇄식 3개 이용 [2]

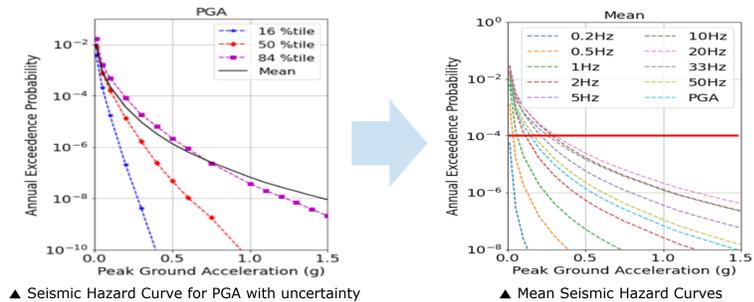


Seismic Hazard Curve

- ▶ 다양한 입력 자료의 불확실성 → 논리수목을 이용하여 고려
 - 지진재해도 계산 결과 → Percentile 형태로 출력

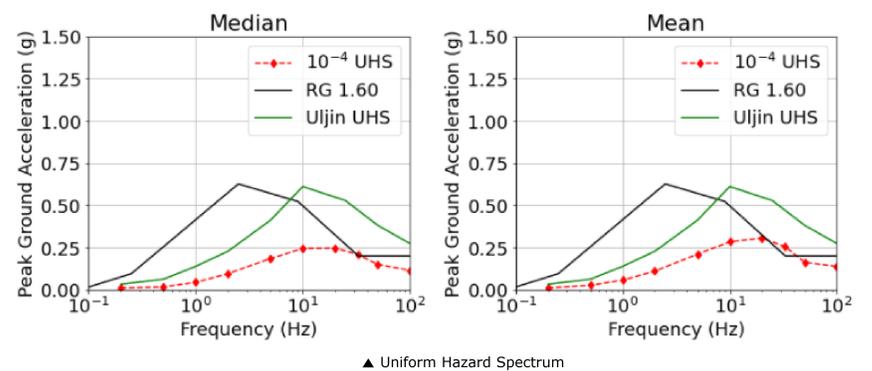


- ▶ 최대지반가속도(100Hz)를 포함하여 총 10개의 주파수에 대해서 PSHA 수행
 - 100Hz, 50Hz, 33Hz, 20Hz, 10Hz, 5Hz, 2Hz, 1Hz, 0.5Hz, 0.2Hz에 대한 지진재해도 곡선 도출



Uniform Hazard Spectrum

- ▶ 등재해도 스펙트럼 (Uniform Hazard Spectrum, UHS)
 - 모든 주파수의 지진재해도에서 동일한 연간발생확률값을 가지는 값을 함께 도시한 그래프
 - 대상 부지에 위치한 시설물의 지진해석을 위한 입력 지진파 결정 등에 활용
- ▶ 연구원 부지의 등재해도 스펙트럼
 - 재현주기 10,000년(빈도, 0.0001/yr)의 등재해도 스펙트럼 (빨간색 점선 그래프)
 - 10Hz 이상의 고주파수 부근에서 가장 큰 에너지를 가짐. (기존 울진 부지 등재해도 스펙트럼과 유사한 형태)
 - 전반적으로 설계 스펙트럼(RG 1.60 스펙트럼)보다 작은 값을 나타냄 [4]
 - 최대지반가속도(100Hz)는 설계기준지진인 0.2g보다 작음
 - 단층 지진원으로부터 연구원 부지까지 거리가 멀기 때문에 판단됨.



Summary

- ▶ 한국원자력연구원 부지에 대한 확률론적 지진재해도 평가 수행
- ▶ 총 10개의 주파수에 대한 지진 재해도 곡선 도출
- ▶ 연구원 부지 시설물의 지진해석을 위한 등재해도 스펙트럼 도출
- ▶ 연구원 부지의 잠재적 지진 세기는 설계기준지진 보다 작은 것으로 평가됨
- ▶ 확률론적 지진재해도 평가는 입력자료에 따라 결과가 상이하게 나타나므로 향후 입력 변수에 대한 민감도 분석 및 다양한 전문가 검증이 필요함.

References

- [1] KHNP, The evaluation of fault activity and probabilistic seismic hazard analysis around Wolsung nuclear power plant sites, *KHNP Technical Report*, 2020.
- [2] Junn, J. G., Jo, N. D., and Baag, C. E., Stochastic prediction of ground motions in southern Korea. *Geosciences Journal*. Vol. 6, pp. 203-214, 2002.
- [3] Chang, Chun-Joong. Probabilistic approach on seismogenic potential of a fault. *Nuclear Engineering and Technology* 43.5 (2011): 437-446.
- [4] Regulatory Guide 1.60, Design Response Spectra for Seismic Design of Nuclear Power Plants., U.S. Nuclear Regulatory Commission., 2014.