Deaggregation을 통한 대표지진시나리오 선정

Selection of Presentable Seismic Ground Motion Scenario through Deaggregation

곽동엽* · 윤세웅** · 박두희***
Kwak, Dongyeop · Yun, Seung · Park, Duhee

Abstract

Determining the most likelihood earthquake scenario in one region is very important for performing an earthquake-resistant design. The most likelihood earthquake scenario can be selected by performing deaggregation, who classifies earthquakes that occur ground motion exceeding a specific acceleration as each distance and each earthquake magnitude. If earthquakes are classified, the most likelihood earthquake scenario can be selected. Earthquake hazard analysis method that have to be performed before deaggregation follows the method that Ministry of Construction & Transportation presented. As a result of performing deaggregation at longitude 127.35 and latitude 34.7, presentable seismic ground motion scenarios can be selected at each recurrence period.

key words : Deaggregation, Earthquake hazard map, Presentable earthquake scenario

1. 서 론

한 지역에서 일어날 수 있는 확률이 가장 높은 지진시나리오를 규명한다는 것은 그 지역의 지진에 대한 위험성 평가 및 내진설계에 있어서 중요한 역할을 한다. 기존의 지진재해도를 기반으로 특정부지에서의 Deaggregation을 수행하여 부지에 일어날 수 있는 지진시나리오를 선택할 수 있다. Deaggregation으로 해당 부지에 특정가속도 이상의 지반운동을 일으키는 지진을 각 거리와 지진규모별로 분류하는 것으로 확률적으로 가장 큰 기여를 하는 지진시나리오를 선택할 수 있다. 선택된 지진시나리오에 의해 해당 지역의 지진파를 생성하여 내진설계 시 각 지역에 맞는 지진파를 선택할 수 있다. 또한 선택된 지진파를 이용하여 각 대상부지에서 지반응답해석을 수행, 각 대상부지의 지반특성을 고려한 해당부지의 응답스펙트럼 및 최대 지반 가속도, 지반운동곡선을 구할 수 있다. 따라서 특정지역의 대표지진시나리오 규명은 내진설계의 정확성을 높이는 데에 필요하다. 본 연구에서는 국내 지진재해도를 기반으로 Deaggregation기법을 통해 특정 지역의 대표 지진시나리오를 선택하고자 한다.

2. 지진재해도

지진재해도란 해당 지역에서 일어날 수 있는 지진의 크기를 나타내는 것이다. 지진재해도를 작성하는 방법으로는 결정론적 방법과 확률론적 방법이 있다. 결정론적 방법은 해당 지역에 일어날 수 있는 가장 큰 규모의 지진을 선택하는 것이고 확률론적 방법은 주어진 기간 안에서 특정 확률로 일어나는 지진이 해당지역에 어느 정도의 가속도를 초과하는 지 나타내는 것이다. 확률론적인 지진재해분석 방법은 현재 전 세계적으로 널리 쓰이고 있으며 국내에서도 건설교통부(내진설계기준연구(II),1997)에서 확률론적 방법을 이용하여 국내

* 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 · E-mail: duckkwak@hanyang.ac.kr
** 비회원 · 한양대학교 토목공학과 · 석사과정 · E-mail: hrci@naver.com
*** 정회원 · 한양대학교 토목공학과 · 전임강사 · E-mail: dpark@hanyang.ac.kr

지진재해도(그림 1)를 제시하였다. 특정 지역의 대표지진시나리오를 선택하기 위해서는 정확한 지진재해분석이 선행되어야 한다. 현재 한반도의 지진재해도로써 널리 쓰이는 것은 건설교통부(내진설계기준연구(II),1997)에서 제시한 지진재해도이다. 따라서 본 연구에서는 건설교통부(내진설계기준연구(II),1997)에서 제시한 지진재해도를 이용하고자 한다.

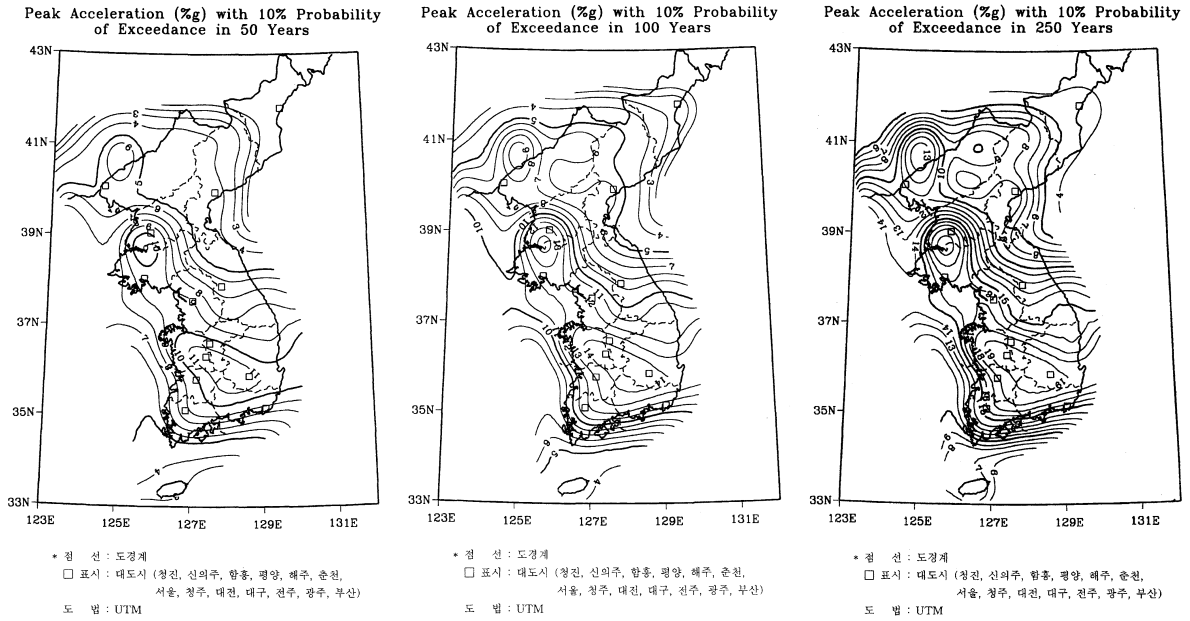

그림 1. 평균재현주기 500년, 1000년, 2400년 지진지반운동

3. Deaggregation

3.1 Deaggregation 수행 방법

확률론적 지진재해분석에서 특정 가속도를 초과할 확률은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다(Kramer,1996).

$$\lambda_{y*} \approx \sum_{i=1}^{N_S}\sum_{j=1}^{N_M}\sum_{k=1}^{N_R} v_i P[Y > y* \,|\, m_j, r_k] P[M = m_j] P[R = r_k] \tag{1}$$

여기서 λ_{y*}는 특정 최대지반가속도 $y*$를 넘을 확률로서 발생횟수/해석기간으로 나타낼 수 있다. N_S는 지진구역의 수(격자의 수)이고 N_M은 규모를 일정구간으로 나누었을 때 총 구간의 수, N_R은 거리를 일정구간으로 나누었을 때 총 거리의 수이다. r_k거리에서 발생한 규모 m_j의 지진에 의해 부지에 일어난 최대지반가속도 Y가 임의의 지반가속도 $y*$를 넘을 확률과 규모가 m_j일 확률, 거리가 r_k일 확률, 해당 지진구역에서 규모와 발생빈도의 관계에 의해 결정되는 발생빈도 v_i의 곱을 모든 경우에 대해서 더한다면 특정 지역의 λ_{y*}를 구할 수 있다. Deaggregation은 이 과정에서 λ_{y*}에 가장 기여를 많이 끼치는 시나리오를 선택하는 것이다. 식 (2)와 같이 m_j와 r_k를 고정한 후 λ_{y*}를 구하면 가장 큰 λ_{y*}를 나타내는 m_j와 r_k를 선택할 수 있다.

$$\lambda_{y*} \approx P[M = m_j] P[R = r_k] \sum_{i=1}^{N_S} v_i P[Y > y* \,|\, m_j, r_k] \tag{2}$$

3.2 대표 지진시나리오 선정

건설교통부(내진설계기준(II),1997)에서 제시한 지진재해도 자료를 기반으로 경도 127.35°, 위도 34.7°(광양

시)에서 500년, 1000년, 2400년 재현주기의 대표 지진시나리오를 선정해 보았다. 규모의 간격은 0.5로 하여 4에서 7까지 여섯구간으로 나누었고 거리의 간격은 25km로 하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 재현주기 500년일 때의 대표 지진 시나리오는 규모 4.75, 거리 12.5km일 때로 나타났고 재현주기 1000년일 때 규모 5.25, 거리 12.5km, 재현주기 2400년일 때 규모 5.75, 거리 12.5km로 나타났다. 거리가 가까울수록, 규모가 클수록 해당지역에 설계가속도 이상의 지진을 일으키는 것은 자명한 일이다. 하지만 규모가 커질수록 발생빈도가 낮아지기 때문에 항상 높은 지진이 해당 부지에 가장 큰 영향을 끼친다고 볼 수 없으며 또한 지진구역에 따라 지진의 발생빈도가 달라지기 때문에 항상 가까운 거리에서 일어나는 지진이 가장 큰 영향을 끼친다고 볼 수 없다. 따라서 발생빈도, 규모, 거리의 함수가 융합되어 해당지역에 가장 영향을 많이 끼치는 지진시나리오가 선택되는 것이다. 하지만 대표지진시나리오 자체도 확률에 의해 결정되어지는 것이기 때문에 오직 가장 큰 확률을 가진 지진시나리오만으로 그 지역의 지진시나리오로 정하는 데는 무리가 있다. 따라서 한 지역의 대표지진시나리오로는 가장 큰 확률을 지닌 지진 시나리오와 그 지진시나리오와는 성질이 다른 적절한 지진시나리오를 선택, 비교함이 필요하다.

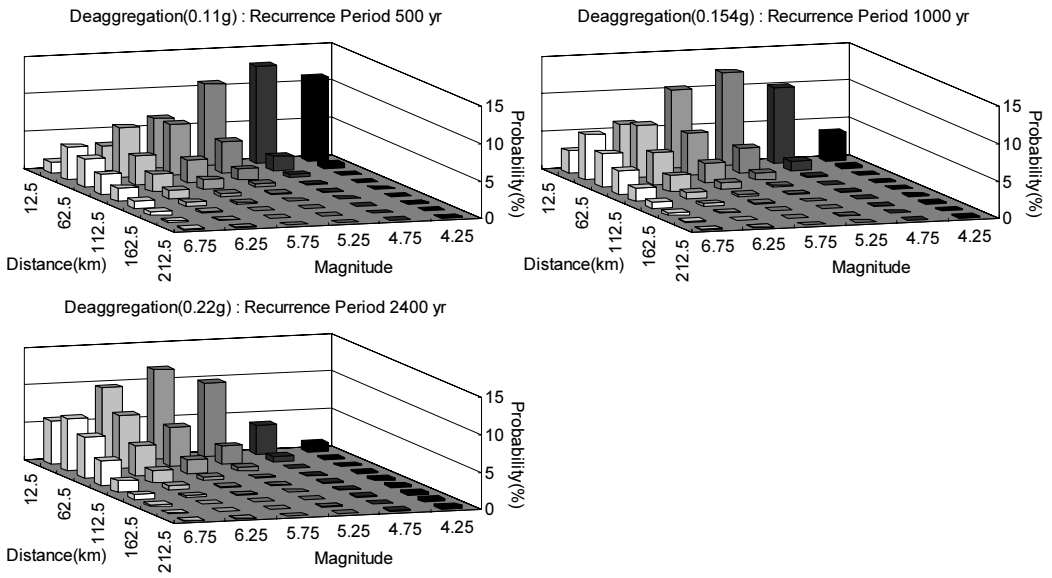

그림 2. 광양시(경도 127.35°, 위도 34.7°)의 각 재현주기별 Deaggregation

4. 결 론

기존의 지진재해도를 이용하여 경도 127.35°, 위도 34.7° (광양시)에서 Deaggregation을 수행하였다. Deaggregation으로 해당지역에서 일어날 수 있는 지진시나리오를 선택할 수 있었으며 향후 대표지진시나리오를 기반으로 인공지진파를 생성, 해당지역의 더 정확한 지진 위험도 평가를 수행할 수 있음이 기대된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 1997, 내진설계기준연구(II).
2. Cornell, C. A., 1968, Engineering seismic risk analysis, Bull. Seism. Soc. Am., 58, 1583-1606.
3. Frankel, A. (1995). Mapping seismic hazard in the Central and Eastern United States, Seism. Res. Letts, v.,66, no. 4, pp. 8-21.
4. Kramer, 1996S. Kramer Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, USA (1996).